

全国计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试用书

信息系统项目管理师 考试辅导教程

（第3版）

希赛教育软考学院 张友生 主编

电子工业出版社·

Publishing House of Electronics Industry
北京·BEIJING

内 容 简 介

本书由希赛教育软考学院组织编写，作为计算机技术与软件专业资格（水平）考试中的信息系统项目管理师级别的考试辅导指定教程。全书内容涵盖了考试大纲规定的所有知识点，对考试大纲规定的内容有重点地进行了细化和深化。阅读本书，就相当于阅读了一本详细的、带有知识注释的考试大纲。准备考试的人员可通过阅读本书掌握考试大纲规定的知识，掌握考试的重点和难点，熟悉考试方法、试题形式、试题的深度和广度、内容的分布，以及解答问题的方法和技巧等。

本书可作为IT项目管理人员的工作手册，可作为系统分析师、系统架构设计师考试的参考用书，也可作为软件设计师、数据库系统工程师和信息系统监理师进一步发展的学习用书，还可作为计算机专业教师的教学参考书。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有，侵权必究。

图书在版编目（CIP）数据

信息系统项目管理师考试辅导教程 / 张友生主编. —3 版. —北京：电子工业出版社，2012.6

（全国计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试用书）

ISBN 978-7-121-16686-0

I. ①信… II. ①张… III. ①信息系统—项目管理—工程技术人员—资格考试—自学参考资料
IV. ①G202

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2012）第 059131 号

策划编辑：孙学瑛

责任编辑：刘 航

特约编辑：赵树刚

印 刷：三河市鑫金马印装有限公司
装 订：

出版发行：电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编：100036

开 本：787×1092 1/16 印张：51.25 字数：1312 千字

印 次：2012 年 6 月第 1 次印刷

印 数：3000 册 定价：118.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：（010）88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线：（010）88258888。

前 言

全国计算机技术与软件专业技术资格(水平)考试是由国家人力资源和社会保障部、工业和信息化部组织和领导的国家级考试，具有很高的权威性，但这同时也决定了其考试范围的广度和深度都比较大，使许多考生在复习和准备上都遇到了很多的难题。信息系统项目管理师是 2012 年上半年开考的级别考试，为帮助广大考生顺利通过考试，希赛教育软考学院组织编写了本书。

内容超值，针对性强

由于考试大纲规定的考试知识点体系庞大，对考生而言，要学习的内容很多。为此，希赛教育软考学院组织有关专家对考试大纲进行了深入的分析，在此基础上编写了本书，以作为计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试中的信息系统项目管理师级别的考试辅导教材。

本书根据信息系统项目管理师的考试大纲编写而成，内容紧扣大纲，全面实用。本书在组织和写作上，倾注了作者们的许多精力和心血，相信能够对考生提高通过率，有效地完成“考试过关”提供帮助。考生可通过阅读本书，迅速掌握考试所涉及的知识点，全面梳理和系统学习考试大纲中的内容。

作者权威，阵容强大

希赛教育（www.educity.cn）专业从事人才培养、教育产品开发和教育图书出版，在职业教育方面具有极高的权威性。特别是在在线教育方面在国内名列前茅，其远程教育模式得到了国家教育部门的认可和推广。

希赛教育软考学院（www.csairk.com）是全国计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试的知名培训机构，拥有近 20 名资深软考辅导专家，负责高级资格考试大纲的制定及软考辅导教材的编写工作。近年来共组织编写和出版了 60 多种软考教材，内容涵盖初级、中级和高级的各个专业，包括教程系列、辅导系列、考点分析系列、冲刺系列、串讲系列、试题精解系列、疑难解答系列、全程指导系列、案例分析系列、指定参考用书系列及一本通等 11 个系列。希赛教育软考学院的专家录制了软考培训视频教程、串讲视频教程、试题讲解视频教程和专题讲解视频教程 4 个系列的软考视频。其软考教材、软考视频和软考辅导为考生助考并提高通过率做出了重要的贡献，在软考领域有口皆碑。特别是在高级资格领域，无论是考试教材还是在线辅导和面授，希赛教育软考学

院都十分知名。

本书由希赛教育软考学院张友生主编，参加编写工作的有邓旭光、胡光超、左水林、陈勇军、谢顺、王勇、何玉云、桂阳、周玲和刘洋波。

互动讨论，专家答疑

希赛教育软考学院（www.csairk.com）是中国大型的软考在线教育网站，该网站论坛是国内人气很旺的软考社区。在这里读者可以和数十万考生在线交流，讨论有关学习和考试的问题。希赛教育软考学院拥有强大的师资队伍，为读者提供全程的答疑服务，在线回答读者的提问。

有关本书的意见反馈和咨询，读者可在希赛教育软考学院论坛“软考教材”板块中的“希赛教育软考学院”栏目与编者交流。

在线测试，心中有数

上学吧（www.shangxueba.com）在线测试平台为考生准备了在线测试，其中有数十套全真模拟试题和考前密卷，考生可选择任何一套进行测试。测试完毕系统自动判卷，立即给出分数。

对于考生做错的地方，系统会自动记忆，待考生第二次参加测试时可选择“试题复习”。这样系统就会自动显示考生原来做错的试题，供重新测试，以加强记忆。

考生可利用上学吧在线测试平台的在线测试系统检查自己的实际水平，加强考前训练，做到心中有数，考试不慌。

诸多帮助，诚挚致谢

在本书的编写过程中参考了许多相关的文献和书籍，编者在此对这些参考文献的作者表示感谢。

感谢电子工业出版社孙学瑛老师，她在本书的策划、选题的申报、写作大纲的确定，以及编辑和出版等方面付出了辛勤的劳动和智慧，给予我们很多的支持和帮助。

感谢参加希赛教育软考学院辅导和培训的学员，正是他们的想法汇成了本书的原动力，他们的意见使本书更加贴近读者。

由于编者水平有限且本书涉及的内容很广，所以书中难免存在错漏和不妥之处，编者诚恳地期望各位专家和读者不吝指正和帮助，对此我们将十分感激。

希赛教育软考学院

2012年4月

目 录

上 篇

第 1 章 信息 系统 基础 知识	2
1.1 信息 系统	2
1.1.1 信息 系统 的 概念	2
1.1.2 信息 系统 的 类型	4
1.2 信息 系统 建设	5
1.2.1 信息 系统 的 生命 周期	5
1.2.2 信息 系统 建设 原则	7
1.2.3 信息 系统 规划 方法	9
1.2.4 信息 系统 开发 方法	12
第 2 章 软件 工程 基础 知识	14
2.1 软件 需求 分析 与 定义	15
2.1.1 软件 需求 与 需求 过程	15
2.1.2 需求 调查 与 问题 定义	17
2.1.3 可行性 研究	19
2.1.4 需求 分析	23
2.1.5 流行 的 需求 分析 方法 论	25
2.2 软件 设计	33
2.2.1 软件 设计 基本 原则	33
2.2.2 结构化 设计 方法	37
2.2.3 用户 界面 设计	43
2.2.4 设计 评审	44
2.3 软件 测 试	45
2.3.1 测试 用例 设计	45
2.3.2 软件 测 试 策略	48
2.3.3 软件 测 试 类型	50
2.3.4 面向 对象 的 软件 测 试	52
2.4 软件 维 护	55
2.4.1 软件 的 可维 护 性	55
2.4.2 软件 维 护 的 分类	58
2.4.3 软件 维 护 的 工作 量	58
2.4.4 软件 维 护 作业 的 实施 和 管理	59

2.4.5 软件 再生 工程	63
2.5 软件 开发 环境	64
2.5.1 软件 开发 环境 概述	65
2.5.2 软件 开发 环境 的 功能 与 分类	66
2.5.3 软件 开发 环境 的 结构	67
2.5.4 软件 开发 环境 的 发展	68
第 3 章 软件 构件 与 中间 件	69
3.1 构件 模型 及 实现	69
3.2 常用 构件 标准	71
3.2.1 EJB 基础 知识	71
3.2.2 COM/DCOM/COM+ 基础 知识	72
3.2.3 CORBA 基础 知识	73
3.3 中间 件 技术	74
3.3.1 中间 件 的 定义	75
3.3.2 中间 件 的 功能	76
3.3.3 中间 件 的 分类	77
3.3.4 中间 件 技术 在 集成 中的 应用	78
3.3.5 中间 件 的 发展 趋势	79
第 4 章 面向 对象 方法	81
4.1 面向 对象 的 基本 概念	81
4.1.1 对象 与 封装	82
4.1.2 类 与 类库	82
4.1.3 继承 与 多态	83
4.1.4 消息 通信	84
4.1.5 面向 对象 方法 学 的 优 点	84
4.2 UML 概述	85
4.2.1 UML 是 什么	85
4.2.2 UML 的 发展 历史	86
4.2.3 UML 结构	87
4.2.4 UML 的 主要 特点	88

4.2.5 UML 的应用领域.....	88	7.1 工作流定义	135
4.3 UML 的建模机制	89	7.2 工作流特征	136
4.3.1 用例图.....	89	7.3 工作流自动化的发展与 应用现状	136
4.3.2 类图和对象图.....	92	7.4 工作流和传统管理软件	137
4.3.3 交互图.....	94	7.5 工作流和业务流程重构	138
4.3.4 状态图.....	96	7.6 发展前景	139
4.3.5 活动图.....	97		
4.3.6 构件图.....	98		
4.3.7 部署图.....	99		
4.4 面向对象分析	100		
4.4.1 OMT 方法简介.....	100		
4.4.2 用 UML 进行分析.....	102		
4.5 面向对象设计	110		
4.5.1 Coad/Yourdon 方法	110		
4.5.2 Booch 方法	111		
4.5.3 OMT 方法.....	112		
4.5.4 Jacobson 方法	114		
第 5 章 J2EE 与.NET 平台	116		
5.1 J2EE 平台简介	116		
5.1.1 分布式的多层应用程序.....	116		
5.1.2 J2EE 组件	117		
5.1.3 J2EE 容器	119		
5.1.4 J2EE 的部署	119		
5.2 .NET 平台简介	120		
5.2.1 .NET 平台概述	121		
5.2.2 .NET Framework.....	121		
5.2.3 通用语言运行时 CLR	122		
5.3 J2EE 和.NET 平台的异同	126		
第 6 章 Web Service 技术	127		
6.1 什么是 Web Service	127		
6.2 Web Service 模型	128		
6.3 Web Service 使用流程	129		
6.4 Web Service 协议堆栈	130		
6.5 XML 在 Web Service 中的 应用	134		
第 7 章 工作流	135		
7.1 工作流定义	135		
7.2 工作流特征	136		
7.3 工作流自动化的发展与 应用现状	136		
7.4 工作流和传统管理软件	137		
7.5 工作流和业务流程重构	138		
7.6 发展前景	139		
第 8 章 计算机网络知识	141		
8.1 网络的功能与分类	141		
8.2 网络协议与标准	143		
8.2.1 OSI 网络层次模型	144		
8.2.2 局域网协议	149		
8.2.3 广域网协议	152		
8.2.4 因特网协议	154		
8.3 网络结构与通信	155		
8.3.1 总线型拓扑结构	155		
8.3.2 星形拓扑结构	155		
8.3.3 环形拓扑结构	156		
8.3.4 其他拓扑结构	157		
8.3.5 拓扑结构的选择	157		
8.4 Internet 和 Intranet 初步	158		
8.4.1 Internet 网络协议	158		
8.4.2 Internet 应用	162		
8.4.3 Intranet 初步	164		
8.5 网络服务器	164		
8.5.1 DNS 服务器	164		
8.5.2 电子邮件服务器	166		
8.5.3 FTP 服务器	167		
8.5.4 代理服务器	167		
8.5.5 DHCP 服务器	169		
8.6 网络交换技术	169		
8.6.1 多路复用技术	170		
8.6.2 交换技术	171		
8.7 网络存储技术	175		
8.7.1 NAS 和 SAN	175		
8.7.2 数据管理	177		
8.8 网络接入技术	182		
8.8.1 xDSL 接入	183		

8.8.2 HFC 接入.....	184	11.3.1 企业信息化.....	219
8.8.3 高速以太网接入.....	185	11.3.2 企业资源规划（ERP）的 结构和功能.....	220
8.8.4 DDN 接入	186	11.3.3 客户关系管理（CRM） 在企业中的应用.....	223
8.9 无线网络技术	187	11.3.4 企业门户	227
8.9.1 WiMax.....	187	11.3.5 企业应用集成.....	229
8.9.2 CDMA 2000.....	189	11.3.6 供应链管理（SCM） ...	232
8.9.3 WCDMA.....	190	11.3.7 商业智能（BI）	232
8.9.4 TD—SCDMA	190	11.3.8 电子商务.....	236
8.10 光网络技术	190	第 12 章 信息系统服务管理	237
8.10.1 接入网用 SDH 系统.....	191	12.1 IT 服务管理	237
8.10.2 无源光网络 PON.....	192	12.2 ITIL	238
8.11 综合布线	192	12.2.1 ITIL 架构.....	239
8.11.1 综合布线概述	192	12.2.2 服务管理的核心流程....	240
8.11.2 综合布线系统的组成.....	194	12.3 ISO/IEC 20000	245
第 9 章 云计算	198	12.3.1 ISO 20000 产生的原因和 重要意义.....	246
9.1 云计算的概念与特点	198	12.3.2 ISO 20000 管理流程	246
9.2 云计算的应用	199	12.3.3 ITIL 与 ISO 20000 的 比较.....	248
9.3 基础设施即服务（IaaS）	200	下 篇	
9.4 平台即服务（PaaS）	201	第 13 章 信息系统项目管理基础.....	250
9.5 软件即服务（SaaS）	201	13.1 项目及项目管理	250
第 10 章 物联网	203	13.1.1 项目的概念.....	250
10.1 物联网的基本概念	203	13.1.2 项目的属性.....	251
10.2 物联网的层次结构	203	13.1.3 项目管理.....	251
10.3 物联网的相关领域与技术 ...	205	13.1.4 项目管理的特点.....	252
10.4 物联网的应用	208	13.2 信息系统项目的管理现状与 特点	253
第 11 章 信息化基础知识.....	210	13.2.1 信息系统项目的 管理现状.....	253
11.1 信息与信息化	210	13.2.2 信息系统项目的特点....	254
11.1.1 信息的定义与特征.....	210	13.3 项目管理知识体系	255
11.1.2 信息化.....	211	13.4 项目管理专业领域	258
11.1.3 国家信息化体系.....	212	13.5 项目管理与运作管理、战略 管理的区别和联系	260
11.2 政府信息化与电子政务	214		
11.2.1 政府信息化的概念、作用及 意义	214		
11.2.2 电子政务的概念、内容和 技术形式	216		
11.3 企业信息化与电子商务	219		

13.5.1	项目管理与运作管理 ...	260	15.2.3	项目管理过程及其阶段或活动.....	288
13.5.2	项目管理与战略管理 ...	261	15.2.4	项目管理过程组.....	289
13.6	项目管理与其他学科的关系	262	15.2.5	项目管理过程组之间的相互关系和相互作用....	299
13.7	项目管理师应该具备的技能和素质	262	15.2.6	项目管理过程组内部过程之间的相互关系和相互作用.....	305
13.7.1	德：高尚的品德和奉献精神	263	15.2.7	项目管理过程图解.....	306
13.7.2	识：思维敏捷的见识和敢于创新的胆识	263	15.3	项目管理具体过程的描述 ...	306
13.7.3	能：组织才能和管理能力	264	15.3.1	项目管理具体过程的描述方法.....	307
13.7.4	知：知识水平和知识结构	265	15.3.2	项目管理具体过程的描述.....	307
13.7.5	体：强健的身体和豁达、冷静的性格	265	15.4	项目管理过程的具体选择和运用	310
13.8	项目管理环境	266	第 16 章	项目立项与招投标管理.....	313
第 14 章	项目生命周期和组织	267	16.1	项目的机会选择	313
14.1	项目生命周期	267	16.2	可行性分析及可行性分析报告	314
14.2	项目干系人和项目团队	270	16.2.1	可行性分析.....	314
	14.2.1 项目干系人	270	16.2.2	可行性分析报告.....	320
	14.2.2 项目团队	271	16.3	项目论证与评估	326
14.3	项目组织形式	275	16.3.1	项目论证与评估的基本概念.....	326
	14.3.1 职能式项目组织形式 ...	276	16.3.2	项目可行性报告的真实性评估.....	326
	14.3.2 项目单列式组织形式 ...	277	16.3.3	项目可行性报告的客观性评估.....	328
	14.3.3 矩阵式组织形式	278	16.3.4	项目评估报告.....	329
第 15 章	项目管理过程	283	16.4	项目招投标流程及管理	329
15.1	项目过程及其工作阶段的划分	283	16.4.1	招标.....	330
	15.1.1 过程的定义	283	16.4.2	投标.....	331
	15.1.2 一般项目的阶段划分过程	285	16.4.3	开标、评标和中标.....	332
	15.1.3 过程管理	285	第 17 章	项目整体管理	334
15.2	项目管理过程及其阶段划分	286	17.1	现代项目整体管理的特点 ...	334
	15.2.1 项目管理过程概述	286	17.1.1	综合性.....	334
	15.2.2 项目管理知识领域	287			

17.1.2	全局性	335	18.2.2	产品范围和项目范围....	364
17.1.3	系统性	337	18.2.3	主要可交付成果.....	365
17.2	项目章程的作用及制订	338	18.2.4	范围说明书.....	366
17.2.1	项目章程的作用	338	18.3	工作分解结构的创建	368
17.2.2	项目章程的制订	339	18.3.1	工作分解结构的作用....	368
17.3	项目范围说明书的编写	341	18.3.2	工作分解结构的层次....	370
17.3.1	编写项目范围说明书的主要依据	341	18.3.3	分解参考的原则.....	371
17.3.2	编写项目范围说明书的方法与工具	342	18.3.4	创建工作分解结构.....	374
17.3.3	范围说明书内容	342	18.3.5	项目分解结构 工作过程.....	376
17.3.4	范围说明书的确认与 变更控制	343	18.4	范围确认	377
17.4	项目管理计划的制订	343	18.5	范围控制	379
17.4.1	项目管理计划的作用 ...	344	18.5.1	范围变更请求.....	380
17.4.2	项目管理计划的要求 ...	344	18.5.2	范围变更的冲击.....	382
17.4.3	项目管理计划的内容 ...	345	18.5.3	实现范围变更.....	384
17.5	项目的监督与控制	346	第 19 章	进度控制	385
17.5.1	项目监督的内容	347	19.1	进度控制的概念、原则和 一般步骤	385
17.5.2	项目控制的方式	347	19.1.1	进度控制的概念和 原则.....	385
17.6	整体变更控制	349	19.1.2	进度控制的步骤.....	386
17.6.1	基线与变更申请	350	19.2	信息系统工程进度控制的 目标与范围	388
17.6.2	变更评审	351	19.2.1	信息系统工程进度 控制的目标.....	388
17.6.3	变更分派	352	19.2.2	信息系统工程进度 控制的范围.....	388
17.6.4	变更实施	353	19.3	影响进度的主要因素	389
17.6.5	变更验证	353	19.4	进度控制各阶段的 工作任务	392
17.7	项目收尾	354	19.4.1	概念阶段.....	393
17.7.1	项目验收	354	19.4.2	开发阶段.....	393
17.7.2	项目后评价	356	19.4.3	实施阶段.....	395
第 18 章	项目范围管理	359	19.4.4	结束阶段.....	397
18.1	范围管理计划编制	360	19.5	进度控制的方法和技术	398
18.1.1	项目范围管理计划的 编制依据	361	19.5.1	工作量和工期的估计....	398
18.1.2	编制范围管理计划的 工具和技术	361			
18.1.3	范围管理计划的内容 ...	361			
18.2	范围定义	362			
18.2.1	范围边界	363			

19.5.2 项目计划编排方法和 技术	400	21.1.2 质量管理主要流派与 质量管理组织.....	448
19.6 项目进度控制的基本程序和 主要措施	408	21.1.3 质量管理与项目管理....	455
19.6.1 项目进度控制的 工作要点	408	21.2 项目质量管理机制	457
19.6.2 项目进度控制措施	410	21.2.1 项目质量管理概述.....	457
19.6.3 几种常见的项目 进展报告	413	21.2.2 项目质量计划编制.....	459
19.6.4 比较分析	416	21.2.3 项目质量保证.....	461
第 20 章 项目成本管理	421	21.2.4 项目质量控制.....	462
20.1 项目成本管理的原理和 术语	421	21.3 项目质量管理工具与 技术	462
20.2 项目成本估算	424	21.3.1 配置管理.....	462
20.2.1 信息系统项目成本估算的 困难和常见错误	424	21.3.2 软件测试技术.....	464
20.2.2 自顶向下的估算	426	21.3.3 帕累托分析.....	466
20.2.3 自底向上的估算	427	21.3.4 其他质量管理工具.....	467
20.2.4 估算中的协商	428	21.4 如何提高信息系统项目 质量	467
20.2.5 最小、最大和最有可能的 估算	429	21.4.1 强有力的领导.....	467
20.2.6 按照阶段的估算	430	21.4.2 建立组织级项目 管理体系.....	468
20.2.7 估算的依据	432	21.4.3 建立组织级质量 管理体系.....	470
20.3 项目成本预算	432	21.4.4 建立项目级激励制度....	471
20.3.1 直接成本和间接成本 ...	432	21.4.5 理解质量成本.....	472
20.3.2 零基准预算	435	21.4.6 提高项目文档质量.....	472
20.3.3 购买还是自己制作	435	21.4.7 发展和遵从 成熟度模型.....	473
20.3.4 累加预算成本	436	21.5 项目案例分析	473
20.4 项目成本控制	437	21.6 小结	474
20.4.1 实际成本	437	第 22 章 项目人力资源管理	475
20.4.2 成本偏差和挣值法	439	22.1 编制人力资源计划	475
20.4.3 控制成本	442	22.2 组建项目团队	478
20.4.4 项目完成成本再预测 ...	444	22.3 项目团队建设	479
第 21 章 项目质量管理	446	22.3.1 培训.....	480
21.1 质量管理基础知识	446	22.3.2 团队建设活动.....	480
21.1.1 质量管理基本概念	446	22.3.3 奖励与表彰制度.....	481

第 23 章	项目沟通管理	483	24.1.3 风险管理	506																																																																																																																									
23.1	沟通的基本原理	483	24.2 风险计划	506																																																																																																																									
	23.1.1 沟通的重要性	483	24.3 风险识别	509																																																																																																																									
	23.1.2 沟通模型	484	24.4 风险分析	512																																																																																																																									
	23.1.3 沟通渠道、沟通方法、沟通 类型与沟通障碍	484	24.4.1 定性分析	512																																																																																																																									
	23.1.4 项目经理在沟通中的 作用	487	24.4.2 定量分析	514																																																																																																																									
	23.1.5 保证团队沟通顺畅的六点 措施	487	24.5 风险应对	516																																																																																																																									
23.2	项目沟通管理机制	488	24.6 风险跟踪与监控	518																																																																																																																									
	23.2.1 项目沟通管理概述	488	24.7 小结	519																																																																																																																									
	23.2.2 沟通计划编制	490	第 25 章	项目采购和合同管理	521																																																																																																																								
	23.2.3 信息分发	491	25.1	采购计划	521		23.2.4 绩效报告	492		25.1.1 采购计划的输入	522		23.2.5 项目干系人管理与项目 客户关系管理	494		25.1.2 采购计划的编制工具和 技术	523	23.3	如何改进项目沟通	496		25.1.3 采购计划的输出	524		23.3.1 使用项目管理信息系统 (PMIS) 辅助沟通	496	25.2	合同编制	525		23.3.2 建立沟通基础结构	497		25.2.1 合同编制的输入	525		23.3.3 使用项目沟通模板	497		25.2.2 合同编制的工具和 技术	525		23.3.4 把握项目沟通 基本原则	498		25.2.3 合同编制的输出	526		23.3.5 发展更好的沟通技能	499	25.3	招标	527		23.3.6 认识和把握人际 沟通风格	499		25.3.1 招标的输入	527		23.3.7 进行良好的冲突管理	500		25.3.2 招标的工具和技术	528		23.3.8 召开高效的会议	501		25.3.3 招标的输出	528	23.4	项目案例分析	502	25.4	供方选择	528	23.5	小结	502		25.4.1 供方选择的输入	529	第 24 章	项目风险管理	504		25.4.2 供方选择的工具和 技术	529	24.1	风险概述	504		25.4.3 供方选择的输出	530		24.1.1 风险定义	504	25.5	合同管理	531		24.1.2 风险属性	505		25.5.1 合同管理的输入	531					25.5.2 合同管理的工具和 技术	532					25.5.3 合同管理的输出	532	25.6	合同收尾	533		25.6.1 合同收尾的输入	533
25.1	采购计划	521																																																																																																																											
	23.2.4 绩效报告	492		25.1.1 采购计划的输入	522		23.2.5 项目干系人管理与项目 客户关系管理	494		25.1.2 采购计划的编制工具和 技术	523	23.3	如何改进项目沟通	496		25.1.3 采购计划的输出	524		23.3.1 使用项目管理信息系统 (PMIS) 辅助沟通	496	25.2	合同编制	525		23.3.2 建立沟通基础结构	497		25.2.1 合同编制的输入	525		23.3.3 使用项目沟通模板	497		25.2.2 合同编制的工具和 技术	525		23.3.4 把握项目沟通 基本原则	498		25.2.3 合同编制的输出	526		23.3.5 发展更好的沟通技能	499	25.3	招标	527		23.3.6 认识和把握人际 沟通风格	499		25.3.1 招标的输入	527		23.3.7 进行良好的冲突管理	500		25.3.2 招标的工具和技术	528		23.3.8 召开高效的会议	501		25.3.3 招标的输出	528	23.4	项目案例分析	502	25.4	供方选择	528	23.5	小结	502		25.4.1 供方选择的输入	529	第 24 章	项目风险管理	504		25.4.2 供方选择的工具和 技术	529	24.1	风险概述	504		25.4.3 供方选择的输出	530		24.1.1 风险定义	504	25.5	合同管理	531		24.1.2 风险属性	505		25.5.1 合同管理的输入	531					25.5.2 合同管理的工具和 技术	532					25.5.3 合同管理的输出	532	25.6	合同收尾	533		25.6.1 合同收尾的输入	533						
	25.1.1 采购计划的输入	522																																																																																																																											
	23.2.5 项目干系人管理与项目 客户关系管理	494		25.1.2 采购计划的编制工具和 技术	523	23.3	如何改进项目沟通	496		25.1.3 采购计划的输出	524		23.3.1 使用项目管理信息系统 (PMIS) 辅助沟通	496	25.2	合同编制	525		23.3.2 建立沟通基础结构	497		25.2.1 合同编制的输入	525		23.3.3 使用项目沟通模板	497		25.2.2 合同编制的工具和 技术	525		23.3.4 把握项目沟通 基本原则	498		25.2.3 合同编制的输出	526		23.3.5 发展更好的沟通技能	499	25.3	招标	527		23.3.6 认识和把握人际 沟通风格	499		25.3.1 招标的输入	527		23.3.7 进行良好的冲突管理	500		25.3.2 招标的工具和技术	528		23.3.8 召开高效的会议	501		25.3.3 招标的输出	528	23.4	项目案例分析	502	25.4	供方选择	528	23.5	小结	502		25.4.1 供方选择的输入	529	第 24 章	项目风险管理	504		25.4.2 供方选择的工具和 技术	529	24.1	风险概述	504		25.4.3 供方选择的输出	530		24.1.1 风险定义	504	25.5	合同管理	531		24.1.2 风险属性	505		25.5.1 合同管理的输入	531					25.5.2 合同管理的工具和 技术	532					25.5.3 合同管理的输出	532	25.6	合同收尾	533		25.6.1 合同收尾的输入	533												
	25.1.2 采购计划的编制工具和 技术	523																																																																																																																											
23.3	如何改进项目沟通	496		25.1.3 采购计划的输出	524		23.3.1 使用项目管理信息系统 (PMIS) 辅助沟通	496	25.2	合同编制	525		23.3.2 建立沟通基础结构	497		25.2.1 合同编制的输入	525		23.3.3 使用项目沟通模板	497		25.2.2 合同编制的工具和 技术	525		23.3.4 把握项目沟通 基本原则	498		25.2.3 合同编制的输出	526		23.3.5 发展更好的沟通技能	499	25.3	招标	527		23.3.6 认识和把握人际 沟通风格	499		25.3.1 招标的输入	527		23.3.7 进行良好的冲突管理	500		25.3.2 招标的工具和技术	528		23.3.8 召开高效的会议	501		25.3.3 招标的输出	528	23.4	项目案例分析	502	25.4	供方选择	528	23.5	小结	502		25.4.1 供方选择的输入	529	第 24 章	项目风险管理	504		25.4.2 供方选择的工具和 技术	529	24.1	风险概述	504		25.4.3 供方选择的输出	530		24.1.1 风险定义	504	25.5	合同管理	531		24.1.2 风险属性	505		25.5.1 合同管理的输入	531					25.5.2 合同管理的工具和 技术	532					25.5.3 合同管理的输出	532	25.6	合同收尾	533		25.6.1 合同收尾的输入	533																		
	25.1.3 采购计划的输出	524																																																																																																																											
	23.3.1 使用项目管理信息系统 (PMIS) 辅助沟通	496	25.2	合同编制	525		23.3.2 建立沟通基础结构	497		25.2.1 合同编制的输入	525		23.3.3 使用项目沟通模板	497		25.2.2 合同编制的工具和 技术	525		23.3.4 把握项目沟通 基本原则	498		25.2.3 合同编制的输出	526		23.3.5 发展更好的沟通技能	499	25.3	招标	527		23.3.6 认识和把握人际 沟通风格	499		25.3.1 招标的输入	527		23.3.7 进行良好的冲突管理	500		25.3.2 招标的工具和技术	528		23.3.8 召开高效的会议	501		25.3.3 招标的输出	528	23.4	项目案例分析	502	25.4	供方选择	528	23.5	小结	502		25.4.1 供方选择的输入	529	第 24 章	项目风险管理	504		25.4.2 供方选择的工具和 技术	529	24.1	风险概述	504		25.4.3 供方选择的输出	530		24.1.1 风险定义	504	25.5	合同管理	531		24.1.2 风险属性	505		25.5.1 合同管理的输入	531					25.5.2 合同管理的工具和 技术	532					25.5.3 合同管理的输出	532	25.6	合同收尾	533		25.6.1 合同收尾的输入	533																								
25.2	合同编制	525																																																																																																																											
	23.3.2 建立沟通基础结构	497		25.2.1 合同编制的输入	525		23.3.3 使用项目沟通模板	497		25.2.2 合同编制的工具和 技术	525		23.3.4 把握项目沟通 基本原则	498		25.2.3 合同编制的输出	526		23.3.5 发展更好的沟通技能	499	25.3	招标	527		23.3.6 认识和把握人际 沟通风格	499		25.3.1 招标的输入	527		23.3.7 进行良好的冲突管理	500		25.3.2 招标的工具和技术	528		23.3.8 召开高效的会议	501		25.3.3 招标的输出	528	23.4	项目案例分析	502	25.4	供方选择	528	23.5	小结	502		25.4.1 供方选择的输入	529	第 24 章	项目风险管理	504		25.4.2 供方选择的工具和 技术	529	24.1	风险概述	504		25.4.3 供方选择的输出	530		24.1.1 风险定义	504	25.5	合同管理	531		24.1.2 风险属性	505		25.5.1 合同管理的输入	531					25.5.2 合同管理的工具和 技术	532					25.5.3 合同管理的输出	532	25.6	合同收尾	533		25.6.1 合同收尾的输入	533																														
	25.2.1 合同编制的输入	525																																																																																																																											
	23.3.3 使用项目沟通模板	497		25.2.2 合同编制的工具和 技术	525		23.3.4 把握项目沟通 基本原则	498		25.2.3 合同编制的输出	526		23.3.5 发展更好的沟通技能	499	25.3	招标	527		23.3.6 认识和把握人际 沟通风格	499		25.3.1 招标的输入	527		23.3.7 进行良好的冲突管理	500		25.3.2 招标的工具和技术	528		23.3.8 召开高效的会议	501		25.3.3 招标的输出	528	23.4	项目案例分析	502	25.4	供方选择	528	23.5	小结	502		25.4.1 供方选择的输入	529	第 24 章	项目风险管理	504		25.4.2 供方选择的工具和 技术	529	24.1	风险概述	504		25.4.3 供方选择的输出	530		24.1.1 风险定义	504	25.5	合同管理	531		24.1.2 风险属性	505		25.5.1 合同管理的输入	531					25.5.2 合同管理的工具和 技术	532					25.5.3 合同管理的输出	532	25.6	合同收尾	533		25.6.1 合同收尾的输入	533																																				
	25.2.2 合同编制的工具和 技术	525																																																																																																																											
	23.3.4 把握项目沟通 基本原则	498		25.2.3 合同编制的输出	526		23.3.5 发展更好的沟通技能	499	25.3	招标	527		23.3.6 认识和把握人际 沟通风格	499		25.3.1 招标的输入	527		23.3.7 进行良好的冲突管理	500		25.3.2 招标的工具和技术	528		23.3.8 召开高效的会议	501		25.3.3 招标的输出	528	23.4	项目案例分析	502	25.4	供方选择	528	23.5	小结	502		25.4.1 供方选择的输入	529	第 24 章	项目风险管理	504		25.4.2 供方选择的工具和 技术	529	24.1	风险概述	504		25.4.3 供方选择的输出	530		24.1.1 风险定义	504	25.5	合同管理	531		24.1.2 风险属性	505		25.5.1 合同管理的输入	531					25.5.2 合同管理的工具和 技术	532					25.5.3 合同管理的输出	532	25.6	合同收尾	533		25.6.1 合同收尾的输入	533																																										
	25.2.3 合同编制的输出	526																																																																																																																											
	23.3.5 发展更好的沟通技能	499	25.3	招标	527		23.3.6 认识和把握人际 沟通风格	499		25.3.1 招标的输入	527		23.3.7 进行良好的冲突管理	500		25.3.2 招标的工具和技术	528		23.3.8 召开高效的会议	501		25.3.3 招标的输出	528	23.4	项目案例分析	502	25.4	供方选择	528	23.5	小结	502		25.4.1 供方选择的输入	529	第 24 章	项目风险管理	504		25.4.2 供方选择的工具和 技术	529	24.1	风险概述	504		25.4.3 供方选择的输出	530		24.1.1 风险定义	504	25.5	合同管理	531		24.1.2 风险属性	505		25.5.1 合同管理的输入	531					25.5.2 合同管理的工具和 技术	532					25.5.3 合同管理的输出	532	25.6	合同收尾	533		25.6.1 合同收尾的输入	533																																																
25.3	招标	527																																																																																																																											
	23.3.6 认识和把握人际 沟通风格	499		25.3.1 招标的输入	527		23.3.7 进行良好的冲突管理	500		25.3.2 招标的工具和技术	528		23.3.8 召开高效的会议	501		25.3.3 招标的输出	528	23.4	项目案例分析	502	25.4	供方选择	528	23.5	小结	502		25.4.1 供方选择的输入	529	第 24 章	项目风险管理	504		25.4.2 供方选择的工具和 技术	529	24.1	风险概述	504		25.4.3 供方选择的输出	530		24.1.1 风险定义	504	25.5	合同管理	531		24.1.2 风险属性	505		25.5.1 合同管理的输入	531					25.5.2 合同管理的工具和 技术	532					25.5.3 合同管理的输出	532	25.6	合同收尾	533		25.6.1 合同收尾的输入	533																																																						
	25.3.1 招标的输入	527																																																																																																																											
	23.3.7 进行良好的冲突管理	500		25.3.2 招标的工具和技术	528		23.3.8 召开高效的会议	501		25.3.3 招标的输出	528	23.4	项目案例分析	502	25.4	供方选择	528	23.5	小结	502		25.4.1 供方选择的输入	529	第 24 章	项目风险管理	504		25.4.2 供方选择的工具和 技术	529	24.1	风险概述	504		25.4.3 供方选择的输出	530		24.1.1 风险定义	504	25.5	合同管理	531		24.1.2 风险属性	505		25.5.1 合同管理的输入	531					25.5.2 合同管理的工具和 技术	532					25.5.3 合同管理的输出	532	25.6	合同收尾	533		25.6.1 合同收尾的输入	533																																																												
	25.3.2 招标的工具和技术	528																																																																																																																											
	23.3.8 召开高效的会议	501		25.3.3 招标的输出	528	23.4	项目案例分析	502	25.4	供方选择	528	23.5	小结	502		25.4.1 供方选择的输入	529	第 24 章	项目风险管理	504		25.4.2 供方选择的工具和 技术	529	24.1	风险概述	504		25.4.3 供方选择的输出	530		24.1.1 风险定义	504	25.5	合同管理	531		24.1.2 风险属性	505		25.5.1 合同管理的输入	531					25.5.2 合同管理的工具和 技术	532					25.5.3 合同管理的输出	532	25.6	合同收尾	533		25.6.1 合同收尾的输入	533																																																																		
	25.3.3 招标的输出	528																																																																																																																											
23.4	项目案例分析	502	25.4	供方选择	528	23.5	小结	502		25.4.1 供方选择的输入	529	第 24 章	项目风险管理	504		25.4.2 供方选择的工具和 技术	529	24.1	风险概述	504		25.4.3 供方选择的输出	530		24.1.1 风险定义	504	25.5	合同管理	531		24.1.2 风险属性	505		25.5.1 合同管理的输入	531					25.5.2 合同管理的工具和 技术	532					25.5.3 合同管理的输出	532	25.6	合同收尾	533		25.6.1 合同收尾的输入	533																																																																								
25.4	供方选择	528																																																																																																																											
23.5	小结	502		25.4.1 供方选择的输入	529	第 24 章	项目风险管理	504		25.4.2 供方选择的工具和 技术	529	24.1	风险概述	504		25.4.3 供方选择的输出	530		24.1.1 风险定义	504	25.5	合同管理	531		24.1.2 风险属性	505		25.5.1 合同管理的输入	531					25.5.2 合同管理的工具和 技术	532					25.5.3 合同管理的输出	532	25.6	合同收尾	533		25.6.1 合同收尾的输入	533																																																																														
	25.4.1 供方选择的输入	529																																																																																																																											
第 24 章	项目风险管理	504		25.4.2 供方选择的工具和 技术	529	24.1	风险概述	504		25.4.3 供方选择的输出	530		24.1.1 风险定义	504	25.5	合同管理	531		24.1.2 风险属性	505		25.5.1 合同管理的输入	531					25.5.2 合同管理的工具和 技术	532					25.5.3 合同管理的输出	532	25.6	合同收尾	533		25.6.1 合同收尾的输入	533																																																																																				
	25.4.2 供方选择的工具和 技术	529																																																																																																																											
24.1	风险概述	504		25.4.3 供方选择的输出	530		24.1.1 风险定义	504	25.5	合同管理	531		24.1.2 风险属性	505		25.5.1 合同管理的输入	531					25.5.2 合同管理的工具和 技术	532					25.5.3 合同管理的输出	532	25.6	合同收尾	533		25.6.1 合同收尾的输入	533																																																																																										
	25.4.3 供方选择的输出	530																																																																																																																											
	24.1.1 风险定义	504	25.5	合同管理	531		24.1.2 风险属性	505		25.5.1 合同管理的输入	531					25.5.2 合同管理的工具和 技术	532					25.5.3 合同管理的输出	532	25.6	合同收尾	533		25.6.1 合同收尾的输入	533																																																																																																
25.5	合同管理	531																																																																																																																											
	24.1.2 风险属性	505		25.5.1 合同管理的输入	531					25.5.2 合同管理的工具和 技术	532					25.5.3 合同管理的输出	532	25.6	合同收尾	533		25.6.1 合同收尾的输入	533																																																																																																						
	25.5.1 合同管理的输入	531																																																																																																																											
				25.5.2 合同管理的工具和 技术	532					25.5.3 合同管理的输出	532	25.6	合同收尾	533		25.6.1 合同收尾的输入	533																																																																																																												
	25.5.2 合同管理的工具和 技术	532																																																																																																																											
				25.5.3 合同管理的输出	532	25.6	合同收尾	533		25.6.1 合同收尾的输入	533																																																																																																																		
	25.5.3 合同管理的输出	532																																																																																																																											
25.6	合同收尾	533																																																																																																																											
	25.6.1 合同收尾的输入	533																																																																																																																											

25.6.2	合同收尾的工具和 技术	533	控制程序.....	566	
25.6.3	合同收尾的输出	533	27.4	需求版本控制	567
25.7	外包管理	534	27.5	需求跟踪	568
第 26 章	文档和配置管理	535	第 28 章	外包管理	570
26.1	信息系统文档	535	28.1	IT 服务外包的分类	570
26.1.1	信息系统文档的种类 ...	535	28.2	外包服务的优势	571
26.1.2	信息系统文档的特点 ...	536	28.3	外包战略和策略	573
26.2	配置管理的基本概念	537	28.3.1	评审外包可行性.....	573
26.2.1	配置项	537	28.3.2	外包策略.....	573
26.2.2	配置管理	537	28.3.3	企业确定目标的优先 次序可以优化外包.....	574
26.2.3	配置管理的意义	538	28.4	供应商管理	576
26.3	配置管理过程	539	28.4.1	寻找供应商.....	576
26.3.1	配置管理中的角色和 分工	539	28.4.2	选择服务供应商.....	576
26.3.2	配置管理流程	540	28.4.3	服务供应商评估.....	578
26.3.3	配置管理计划	541	28.5	外包的执行和监督	579
26.4	配置管理中的活动	542	28.5.1	软件外包在 CMM 中的 体现.....	579
26.4.1	配置标志	542	28.5.2	实施软件外包管理.....	579
26.4.2	版本控制	544	28.5.3	跟进管理.....	580
26.4.3	变更控制	546	28.5.4	沟通协调.....	581
26.4.4	构造管理	552	28.6	外包服务的相关法律 法规	585
26.4.5	状态报告	554	28.6.1	知识产权.....	585
26.4.6	配置审核	555	28.6.2	外包合同管理.....	586
26.5	配置管理的团队支持	556	28.7	软件外包的风险管理	591
26.5.1	大型信息系统项目的 特点	556	28.7.1	企业信息技术资源外包 风险分析的意义.....	591
26.5.2	信息系统项目中的配置管 理的实施	557	28.7.2	企业实施信息技术资源 外包的主要风险问题....	592
26.5.3	工作视图	557	28.7.3	外包风险种类.....	594
第 27 章	需求管理	560	28.7.4	风险管理的重要性.....	595
27.1	需求获取活动的组织	560	28.7.5	外包风险管理.....	596
27.2	需求说明书的编制	563	28.7.6	外包与“鞭子效应”	599
27.3	需求变更控制	565	28.8	外包关系管理	599
27.3.1	需求变更控制的 基本原则	565	28.8.1	外包关系的类型.....	600
27.3.2	需求变更的管理		28.8.2	外包关系管理要点.....	601

28.8.3 外包关系管理机制	602	第 31 章 用户业务流程管理	637
28.8.4 伙伴关系管理	604	31.1 业务流程分析方法	637
第 29 章 大型、复杂项目和多项目 管理	608	31.1.1 业务流程分析.....	637
29.1 大型、复杂项目管理的特征 和分解	608	31.1.2 价值链分析法.....	637
29.1.1 大型、复杂项目管理的 特征	608	31.1.3 供应链分析方法.....	639
29.1.2 大型、复杂的 分解	609	31.1.4 客户关系分析法.....	640
29.1.3 大型、复杂项目管理的 分解	610	31.1.5 基于企业资源规划的 分析.....	641
29.2 大型、复杂项目的计划 过程	611	31.1.6 业务流程的描述方法 ——BAM 法	643
29.3 大型、复杂项目的实施与 控制过程	613	31.2 业务流程改造	646
29.3.1 范围控制	613	31.2.1 业务流程再造.....	646
29.3.2 质量控制	615	31.2.2 业务流程改造的基本 思路.....	648
29.3.3 进度控制	617	31.2.3 业务流程改造的原则....	649
29.3.4 资源控制	619	31.2.4 业务流程改造的内容....	650
29.3.5 协作管理	622	31.3 管理咨询	651
29.4 多项目管理	623	31.3.1 管理咨询的概念.....	651
29.4.1 不要把所有鸡蛋都放在 一个篮子里	624	31.3.2 现代管理咨询的特征....	652
29.4.2 风险与收益的平衡	624	31.3.3 管理咨询的价值.....	653
29.4.3 目标与资源的平衡	625	31.3.4 企业对管理咨询的 需求.....	654
第 30 章 战略管理	627	31.3.5 管理咨询的内容.....	654
30.1 战略的概念	627	31.3.6 管理咨询的基本方法....	657
30.2 战略的构成要素	628	31.3.7 管理咨询的评价标准....	657
30.3 项目管理与战略管理的 关系	629	31.4 业务流程建模	658
30.4 项目管理中的战略管理	630	31.4.1 业务流程模型.....	658
30.5 战略制订	630	31.4.2 业务流程建模技术 概述.....	659
30.6 战略执行	634	31.4.3 几种业务流程建模方法 简介.....	660
30.7 战略监控和评估	635	31.4.4 业务流程建模的 软件实现.....	663
		31.5 业务流程实施	664
		31.5.1 业务流程实施的 策略选择.....	664
		31.5.2 业务流程实施步骤.....	665

31.5.3	业务流程实施的组织保障	667	33.2	整体绩效评估方法	697																																																																																										
31.5.4	业务流程实施与信息系统规划	667	33.2.1	信息系统项目绩效评估概述.....	697																																																																																										
31.6	业务流程评估与持续优化 ..	669	33.2.2	项目经济效益评价方法.....	698																																																																																										
31.6.1	业务流程评估	669	33.2.3	项目效率评价法.....	702																																																																																										
31.6.2	业务流程持续优化	671	33.2.4	综合指标方法.....	704																																																																																										
第 32 章	知识管理	673	33.3	财务绩效评估	706																																																																																										
32.1	知识管理概念	673	33.3.1	财务绩效评估概述.....	706																																																																																										
32.1.1	什么是知识管理	673	33.3.2	财务绩效评估的特点....	706																																																																																										
32.1.2	知识管理的研究方法 ...	675	33.3.3	财务绩效评估的基础数据表.....	706																																																																																										
32.2	知识管理对项目管理的意义	676	33.3.4	财务分析.....	711																																																																																										
32.3	知识管理的内容	678	33.3.5	主要评估参数的确定和选取.....	714																																																																																										
32.3.1	知识管理与信息技术 ...	678	第 34 章	信息安全知识	716																																																																																										
32.3.2	知识管理在企业管理中的作用和地位	680	34.1	信息系统安全和安全体系 ...	716	32.3.3	企业知识管理的内容 ...	681	34.1.1	信息安全需求分析.....	716	32.4	知识管理常用的工具和手段	684	34.1.2	信息安全的体系架构....	717	32.4.1	什么是知识管理工具 ...	684	34.2	信息系统安全风险评估	720	32.4.2	知识管理工具的分类 ...	684	34.2.1	信息安全风险评估的概念.....	721	32.5	知识产权保护	687	34.2.2	风险评估的意义和作用.....	721	32.5.1	知识产权的重要性	687	34.2.3	信息安全风险评估的基本要素.....	722	32.5.2	我国的知识产权制度 ...	688	34.2.4	风险评估的途径.....	723	32.5.3	保护知识产权的执法体系	690	34.3	信息安全策略	725	32.5.4	项目管理中的知识产权问题	691	34.3.1	威胁分析和风险分析.....	725	第 33 章	项目绩效考核与绩效管理	693	34.3.2	制订安全策略.....	727	33.1	信息系统项目整体绩效评估原则	693	34.3.3	制订详细计划实施安全策略.....	728	33.1.1	绩效评估概述	693	34.4	密码技术	729	33.1.2	项目绩效评估的基本内容	694	34.4.1	单钥密码体制.....	729	33.1.3	项目绩效评估的原则 ...	695	34.4.2	双钥密码体制.....	730	34.4.3	混合密码体制.....	730	34.5	访问控制	731
34.1	信息系统安全和安全体系 ...	716																																																																																													
32.3.3	企业知识管理的内容 ...	681	34.1.1	信息安全需求分析.....	716	32.4	知识管理常用的工具和手段	684	34.1.2	信息安全的体系架构....	717	32.4.1	什么是知识管理工具 ...	684	34.2	信息系统安全风险评估	720	32.4.2	知识管理工具的分类 ...	684	34.2.1	信息安全风险评估的概念.....	721	32.5	知识产权保护	687	34.2.2	风险评估的意义和作用.....	721	32.5.1	知识产权的重要性	687	34.2.3	信息安全风险评估的基本要素.....	722	32.5.2	我国的知识产权制度 ...	688	34.2.4	风险评估的途径.....	723	32.5.3	保护知识产权的执法体系	690	34.3	信息安全策略	725	32.5.4	项目管理中的知识产权问题	691	34.3.1	威胁分析和风险分析.....	725	第 33 章	项目绩效考核与绩效管理	693	34.3.2	制订安全策略.....	727	33.1	信息系统项目整体绩效评估原则	693	34.3.3	制订详细计划实施安全策略.....	728	33.1.1	绩效评估概述	693	34.4	密码技术	729	33.1.2	项目绩效评估的基本内容	694	34.4.1	单钥密码体制.....	729	33.1.3	项目绩效评估的原则 ...	695	34.4.2	双钥密码体制.....	730	34.4.3	混合密码体制.....	730	34.5	访问控制	731						
34.1.1	信息安全需求分析.....	716																																																																																													
32.4	知识管理常用的工具和手段	684	34.1.2	信息安全的体系架构....	717	32.4.1	什么是知识管理工具 ...	684	34.2	信息系统安全风险评估	720	32.4.2	知识管理工具的分类 ...	684	34.2.1	信息安全风险评估的概念.....	721	32.5	知识产权保护	687	34.2.2	风险评估的意义和作用.....	721	32.5.1	知识产权的重要性	687	34.2.3	信息安全风险评估的基本要素.....	722	32.5.2	我国的知识产权制度 ...	688	34.2.4	风险评估的途径.....	723	32.5.3	保护知识产权的执法体系	690	34.3	信息安全策略	725	32.5.4	项目管理中的知识产权问题	691	34.3.1	威胁分析和风险分析.....	725	第 33 章	项目绩效考核与绩效管理	693	34.3.2	制订安全策略.....	727	33.1	信息系统项目整体绩效评估原则	693	34.3.3	制订详细计划实施安全策略.....	728	33.1.1	绩效评估概述	693	34.4	密码技术	729	33.1.2	项目绩效评估的基本内容	694	34.4.1	单钥密码体制.....	729	33.1.3	项目绩效评估的原则 ...	695	34.4.2	双钥密码体制.....	730	34.4.3	混合密码体制.....	730	34.5	访问控制	731												
34.1.2	信息安全的体系架构....	717																																																																																													
32.4.1	什么是知识管理工具 ...	684	34.2	信息系统安全风险评估	720	32.4.2	知识管理工具的分类 ...	684	34.2.1	信息安全风险评估的概念.....	721	32.5	知识产权保护	687	34.2.2	风险评估的意义和作用.....	721	32.5.1	知识产权的重要性	687	34.2.3	信息安全风险评估的基本要素.....	722	32.5.2	我国的知识产权制度 ...	688	34.2.4	风险评估的途径.....	723	32.5.3	保护知识产权的执法体系	690	34.3	信息安全策略	725	32.5.4	项目管理中的知识产权问题	691	34.3.1	威胁分析和风险分析.....	725	第 33 章	项目绩效考核与绩效管理	693	34.3.2	制订安全策略.....	727	33.1	信息系统项目整体绩效评估原则	693	34.3.3	制订详细计划实施安全策略.....	728	33.1.1	绩效评估概述	693	34.4	密码技术	729	33.1.2	项目绩效评估的基本内容	694	34.4.1	单钥密码体制.....	729	33.1.3	项目绩效评估的原则 ...	695	34.4.2	双钥密码体制.....	730	34.4.3	混合密码体制.....	730	34.5	访问控制	731																		
34.2	信息系统安全风险评估	720																																																																																													
32.4.2	知识管理工具的分类 ...	684	34.2.1	信息安全风险评估的概念.....	721	32.5	知识产权保护	687	34.2.2	风险评估的意义和作用.....	721	32.5.1	知识产权的重要性	687	34.2.3	信息安全风险评估的基本要素.....	722	32.5.2	我国的知识产权制度 ...	688	34.2.4	风险评估的途径.....	723	32.5.3	保护知识产权的执法体系	690	34.3	信息安全策略	725	32.5.4	项目管理中的知识产权问题	691	34.3.1	威胁分析和风险分析.....	725	第 33 章	项目绩效考核与绩效管理	693	34.3.2	制订安全策略.....	727	33.1	信息系统项目整体绩效评估原则	693	34.3.3	制订详细计划实施安全策略.....	728	33.1.1	绩效评估概述	693	34.4	密码技术	729	33.1.2	项目绩效评估的基本内容	694	34.4.1	单钥密码体制.....	729	33.1.3	项目绩效评估的原则 ...	695	34.4.2	双钥密码体制.....	730	34.4.3	混合密码体制.....	730	34.5	访问控制	731																								
34.2.1	信息安全风险评估的概念.....	721																																																																																													
32.5	知识产权保护	687	34.2.2	风险评估的意义和作用.....	721	32.5.1	知识产权的重要性	687	34.2.3	信息安全风险评估的基本要素.....	722	32.5.2	我国的知识产权制度 ...	688	34.2.4	风险评估的途径.....	723	32.5.3	保护知识产权的执法体系	690	34.3	信息安全策略	725	32.5.4	项目管理中的知识产权问题	691	34.3.1	威胁分析和风险分析.....	725	第 33 章	项目绩效考核与绩效管理	693	34.3.2	制订安全策略.....	727	33.1	信息系统项目整体绩效评估原则	693	34.3.3	制订详细计划实施安全策略.....	728	33.1.1	绩效评估概述	693	34.4	密码技术	729	33.1.2	项目绩效评估的基本内容	694	34.4.1	单钥密码体制.....	729	33.1.3	项目绩效评估的原则 ...	695	34.4.2	双钥密码体制.....	730	34.4.3	混合密码体制.....	730	34.5	访问控制	731																														
34.2.2	风险评估的意义和作用.....	721																																																																																													
32.5.1	知识产权的重要性	687	34.2.3	信息安全风险评估的基本要素.....	722	32.5.2	我国的知识产权制度 ...	688	34.2.4	风险评估的途径.....	723	32.5.3	保护知识产权的执法体系	690	34.3	信息安全策略	725	32.5.4	项目管理中的知识产权问题	691	34.3.1	威胁分析和风险分析.....	725	第 33 章	项目绩效考核与绩效管理	693	34.3.2	制订安全策略.....	727	33.1	信息系统项目整体绩效评估原则	693	34.3.3	制订详细计划实施安全策略.....	728	33.1.1	绩效评估概述	693	34.4	密码技术	729	33.1.2	项目绩效评估的基本内容	694	34.4.1	单钥密码体制.....	729	33.1.3	项目绩效评估的原则 ...	695	34.4.2	双钥密码体制.....	730	34.4.3	混合密码体制.....	730	34.5	访问控制	731																																				
34.2.3	信息安全风险评估的基本要素.....	722																																																																																													
32.5.2	我国的知识产权制度 ...	688	34.2.4	风险评估的途径.....	723	32.5.3	保护知识产权的执法体系	690	34.3	信息安全策略	725	32.5.4	项目管理中的知识产权问题	691	34.3.1	威胁分析和风险分析.....	725	第 33 章	项目绩效考核与绩效管理	693	34.3.2	制订安全策略.....	727	33.1	信息系统项目整体绩效评估原则	693	34.3.3	制订详细计划实施安全策略.....	728	33.1.1	绩效评估概述	693	34.4	密码技术	729	33.1.2	项目绩效评估的基本内容	694	34.4.1	单钥密码体制.....	729	33.1.3	项目绩效评估的原则 ...	695	34.4.2	双钥密码体制.....	730	34.4.3	混合密码体制.....	730	34.5	访问控制	731																																										
34.2.4	风险评估的途径.....	723																																																																																													
32.5.3	保护知识产权的执法体系	690	34.3	信息安全策略	725	32.5.4	项目管理中的知识产权问题	691	34.3.1	威胁分析和风险分析.....	725	第 33 章	项目绩效考核与绩效管理	693	34.3.2	制订安全策略.....	727	33.1	信息系统项目整体绩效评估原则	693	34.3.3	制订详细计划实施安全策略.....	728	33.1.1	绩效评估概述	693	34.4	密码技术	729	33.1.2	项目绩效评估的基本内容	694	34.4.1	单钥密码体制.....	729	33.1.3	项目绩效评估的原则 ...	695	34.4.2	双钥密码体制.....	730	34.4.3	混合密码体制.....	730	34.5	访问控制	731																																																
34.3	信息安全策略	725																																																																																													
32.5.4	项目管理中的知识产权问题	691	34.3.1	威胁分析和风险分析.....	725	第 33 章	项目绩效考核与绩效管理	693	34.3.2	制订安全策略.....	727	33.1	信息系统项目整体绩效评估原则	693	34.3.3	制订详细计划实施安全策略.....	728	33.1.1	绩效评估概述	693	34.4	密码技术	729	33.1.2	项目绩效评估的基本内容	694	34.4.1	单钥密码体制.....	729	33.1.3	项目绩效评估的原则 ...	695	34.4.2	双钥密码体制.....	730	34.4.3	混合密码体制.....	730	34.5	访问控制	731																																																						
34.3.1	威胁分析和风险分析.....	725																																																																																													
第 33 章	项目绩效考核与绩效管理	693	34.3.2	制订安全策略.....	727	33.1	信息系统项目整体绩效评估原则	693	34.3.3	制订详细计划实施安全策略.....	728	33.1.1	绩效评估概述	693	34.4	密码技术	729	33.1.2	项目绩效评估的基本内容	694	34.4.1	单钥密码体制.....	729	33.1.3	项目绩效评估的原则 ...	695	34.4.2	双钥密码体制.....	730	34.4.3	混合密码体制.....	730	34.5	访问控制	731																																																												
34.3.2	制订安全策略.....	727																																																																																													
33.1	信息系统项目整体绩效评估原则	693	34.3.3	制订详细计划实施安全策略.....	728	33.1.1	绩效评估概述	693	34.4	密码技术	729	33.1.2	项目绩效评估的基本内容	694	34.4.1	单钥密码体制.....	729	33.1.3	项目绩效评估的原则 ...	695	34.4.2	双钥密码体制.....	730	34.4.3	混合密码体制.....	730	34.5	访问控制	731																																																																		
34.3.3	制订详细计划实施安全策略.....	728																																																																																													
33.1.1	绩效评估概述	693	34.4	密码技术	729	33.1.2	项目绩效评估的基本内容	694	34.4.1	单钥密码体制.....	729	33.1.3	项目绩效评估的原则 ...	695	34.4.2	双钥密码体制.....	730	34.4.3	混合密码体制.....	730	34.5	访问控制	731																																																																								
34.4	密码技术	729																																																																																													
33.1.2	项目绩效评估的基本内容	694	34.4.1	单钥密码体制.....	729	33.1.3	项目绩效评估的原则 ...	695	34.4.2	双钥密码体制.....	730	34.4.3	混合密码体制.....	730	34.5	访问控制	731																																																																														
34.4.1	单钥密码体制.....	729																																																																																													
33.1.3	项目绩效评估的原则 ...	695	34.4.2	双钥密码体制.....	730	34.4.3	混合密码体制.....	730	34.5	访问控制	731																																																																																				
34.4.2	双钥密码体制.....	730																																																																																													
34.4.3	混合密码体制.....	730																																																																																													
34.5	访问控制	731																																																																																													

34.5.1	访问控制技术	731	第 35 章	信息系统工程监理	763
34.5.2	身份认证技术	731	35.1	信息系统工程监理	
34.5.3	网络安全访问控制	732		基础知识	763
34.6	用户标识与认证	734		35.1.1 监理工作的内容.....	763
34.6.1	PKI 概述	734		35.1.2 项目监理范围.....	763
34.6.2	基于 X.509 的 PKI	734		35.1.3 监理的分类.....	764
34.6.3	X.509 证书介绍.....	735		35.1.4 实施全过程监理的一般 工作内容.....	764
34.6.4	PKI 证书的作用	736		35.1.5 监理的依据.....	766
34.6.5	PMI 与 PKI	738	35.2	监理的基本方法和 工作流程	766
34.7	安全审计与入侵检测	739		35.2.1 监理工作的流程.....	766
34.7.1	安全审计概述	739		35.2.2 监理规划.....	766
34.7.2	电子数据安全审计	740		35.2.3 监理细则.....	769
34.7.3	安全审计与入侵 检测系统	742	35.3	监理组织机构及监理	
34.8	信息系统安全的组织管理 ..	744		工程师	770
34.8.1	设计原则与安全策略 ...	744		35.3.1 监理组织机构的建立....	771
34.8.2	安全设计	746		35.3.2 项目监理的组织形式....	771
34.8.3	安全工程的实施	747		35.3.3 监理组织的人员结构及 其基本职责	772
34.8.4	安全工程的监理	747		35.3.4 监理工程师.....	776
34.8.5	安全教育	747	35.4	监理中的投资、进度、质量 和变更控制	776
34.8.6	安全管理制度	748		35.4.1 投资控制.....	776
34.8.7	信息安全管理的 国际标准	748		35.4.2 进度控制.....	778
34.9	信息系统安全工程	750		35.4.3 质量控制.....	780
34.9.1	信息系统安全 工程概述	750		35.4.4 变更控制.....	782
34.9.2	基于能力成熟度模型 (SSE-CMM) 的方法 ...	752	35.5	监理中的合同管理、信息管 理和安全管理	784
34.9.3	SSE-CMM 体系结构	754		35.5.1 合同管理.....	784
34.9.4	SSE-CMM 的过程能力 水平	755		35.5.2 信息管理.....	785
34.9.5	SSE-CMM 的应用	756		35.5.3 安全管理.....	785
34.9.6	SSE-CMM 的 应用前景	757	35.6	监理中的组织协调	789
34.9.7	ISSE 方法概述	758		35.7 信息网络系统工程的 监理	789
34.9.8	ISSE 体系结构	760		35.7.1 建设内容.....	789

35.8 信息应用系统工程的监理 ..	790
35.9 监理文件	791
35.10 主要监理法规	795
35.10.1 信息系统工程监理暂行 规定	795
35.10.2 信息系统工程监理工程师 资格管理办法.....	797
35.10.3 信息工程监理单位资质 管理办法.....	800
参考文献	803

上 篇

第1章 信息系统基础知识

根据考试大纲，本章要求考生掌握以下知识点：

- (1) 信息系统。包括信息系统的概念、信息系统的功能、信息系统的类型和信息系统的发展。
- (2) 信息系统建设。包括信息系统建设的复杂性、信息系统的生命周期（各阶段目标及其主要工作内容）、信息系统建设的原则和信息系统开发方法。

1.1 信息系统

1.1.1 信息系统的概念

信息系统（Information System, IS）一般泛指收集、存储、处理和传播各种信息的具有完整功能的集合体。在这里，信息系统并没有强调收集、存储、处理和传播信息所用的工具。作为一般意义上的信息系统，在任何时代、任何社会都会存在，然而，只有到了今天，信息系统的概念才被创造出来，并得到相当程度的普及。这是因为，在当今社会，信息系统总是与计算机技术和因特网技术的应用联系在一起，因此，现代的信息系统总是指以计算机为信息处理工具，以网络为信息传输手段的信息系统。也正因此，现今只要说到信息系统，一般来说，指的就是这样的信息系统，而不必特意说明是“现代”信息系统。

现代信息系统与几十年来计算机技术和网络技术的发展保持同步。随着社会的进步和技术的发展，信息系统的内容和形式也都在不断发生着巨大的变化。与其他事物一样，信息系统也经历了一个从低级到高级，从局部到全局，从简单到复杂的发展过程。信息系统大致经历了4个发展阶段。

第一阶段：电子数据处理阶段

计算机应用于企业是从简单数据处理开始的。计算机发明以后的一段时期，计算机仅仅用于科学计算。后来，计算机程序设计人员将计算机应用领域进行了拓展，开始尝试用计算机进行数据处理，从而开辟了计算机更广阔的应用领域。不过，最早的计算机在数据处理中的应用，仅着眼于减轻人们在计算方面的劳动强度，如用于计算工资、统

计账目等，属于电子数据处理（EDP）业务，只是对企业单项业务进行处理，较少涉及管理内容。

第二阶段：事务处理阶段

随着企业业务需求的增长和技术条件的发展，人们逐步将计算机应用于企业局部业务的管理，如财会管理、销售管理、物资管理、生产管理等，即计算机应用发展到对企业的局部事务的管理，形成了所谓事务处理系统，（Transaction Process System，TPS），但它并未形成对企业全局的、整体的管理。

第三阶段：管理信息系统阶段

由于人们常说的信息系统大多指支持各部门和机构管理决策的信息系统，因此，信息系统一般又称为“管理信息系统”（Management Information System，MIS）。管理信息系统一词最早出现在20世纪80年代初，此后，在应用中得到了快速发展。人们从不同的角度对它进行了定义，相对而言被广泛认可的定义是：“管理信息系统是用系统思想建立起来的，以计算机为基本信息处理手段，以现代通信设备为基本传输工具，且能为管理决策提供信息服务的人机系统。即管理信息系统是一个由人和计算机等组成的，能进行管理信息的收集、传输、存储、加工、维护和使用的系统。”

在MIS阶段，信息系统形成了对企业全局性的、整体性的计算机应用。MIS强调以企业管理系统为背景，以基层业务系统为基础，强调企业各业务系统间的信息联系，以完成企业总体任务为目标，它能提供企业各级领导从事管理需要的信息，但其收集信息的范围还更多地侧重于企业内部。

第四阶段：决策支持系统阶段

当前，计算机信息系统已经从管理信息系统发展成更强调支持企业高层决策的决策支持系统（DSS），即决策支持系统阶段。

因特网技术的发展和应用，在很大程度上拓展和提升了信息系统的功能和作用，其最大的特点是通过将因特网众多的孤立的信息系统（即“信息孤岛”）联系起来，形成在更大程度上实现信息共享的大范围的基于网络互联的信息系统。因特网技术应用于企业内部信息系统，可以促进企业内综合MIS、DSS功能，并以办公自动化技术为支撑的办公信息系统的实施。企业信息系统的目标为：借助于自动化和互联网技术，综合企业的经营、管理、决策和服务于一体，以求达到企业与系统的效率、效能和效益的统一，使计算机和因特网技术在企业管理和服务中能发挥更显著的作用。

这里需要指出的是，信息系统的四个发展阶段，它们之间的关系并不是取代关系，

- 而是互相促进、共同发展的关系，也就是说，在一个企业里，以上四个阶段的信息系统，可能同时都存在，也可能只有其中的一种、两种或三种。更高级的是几种信息系统互相融合成一体，比如，ERP、SRM等就是这种情况。

1.1.2 信息系统的类型

当今的信息系统，由于其广泛的应用，已经发展成为一个极为庞大的家族，而且几乎每个信息系统的内部构成都非常复杂。为了充分认识信息系统，有必要对其进行分类。但是，如何进行分类，并不是一个简单的问题。目前对于信息系统有很多的分类方法：如从计算机应用的角度，可以分成人工信息系统和基于计算机的信息系统；从独立性的角度，可以分成独立信息系统和综合信息系统；从处理方式的角度，可以分成批处理信息系统和联机处理信息系统等。下面介绍两种重要的信息系统分类方法。

1. 以数据环境分类

目前对于信息系统最为权威的分类方法是世界信息系统大师詹姆斯·马丁的分类。马丁从信息系统的数据环境的角度出发，对信息系统进行分类。

马丁在著作《信息工程》和《战略数据规划方法学》中将信息系统的数据环境分为4种类型，并认为清楚地了解它们之间的区别是很重要的，因为它们对不同的管理层次，包括高层管理的作用是不同的。

第一类数据环境：数据文件。其特征是：没有使用数据库管理系统，根据大多数的应用需要，由系统分析师和程序员分散地设计各种数据文件。其特点是简单，相对容易实现。但随着应用程序增加，数据文件数目剧增，导致很高的维护费用；一小点应用上的变化都将引起连锁反应，使修改和维护工作既缓慢又使得费用十分昂贵，且很难进行。

第二类数据环境：应用数据库。这类信息系统，虽然使用了数据库管理系统，但没达到第三类数据环境那种共享程度。分散的数据库为分散的应用而设计，实现起来比第三类数据环境简单。像第一类数据环境一样，随着应用的扩充，应用数据库的个数，以及每个数据库中的数据量也在急剧增加，随之而导致维护费用大幅度增高，有时甚至高于第一类数据环境。该类数据环境还没有发挥使用数据库的主要优越性。

第三类数据环境：主题数据库（Subject Data Bases）。主题数据库信息系统所建立的一些数据库与一些具体的应用有很大的独立性，数据经过设计，其存储的结构与使用它的处理过程都是独立的。各种面向业务主题的数据，如顾客数据、产品数据或人事数据，通过一些共享数据库被联系和体现出来。这种主题数据库的特点是：经过严格的数据分析，建立应用模型，虽然设计开发需要花费较长的时间，但其后的维护费用很低。最终（但不是立即）会使应用开发加快，并能使用户直接与这些数据库交互使用数据。主题数据库的开发需要改变传统的系统分析方法和数据处理的管理方法。但是，如果管理不善，也会蜕变成第二类或是第一类数据环境。

第四类数据环境：信息检索系统（Information Retrieval Systems）。一些数据库被组织得能保证信息检索和快速查询的需要，而不是大量的事务管理。软件设计中要采用转换文件、倒排表或辅关键字查询技术。新的字段可随时动态地加入到数据结构中。有

良好的最终用户查询和报告生成软件工具。大多数用户掌握的系统都采用第四类数据库。这种环境的特点是：比传统的数据库有更大的灵活性和动态可变性。一般应该与第三类数据环境共存，支持综合信息服务和决策系统。

在数据库技术逐渐普及，软件工程方法得到推广的一二十年中，不同的企业单位开展计算机应用，形成了多种多样的数据环境。这些企业的高层领导和数据处理部门或迟或早都会认识到，需要对现存的数据环境进行改造，以保证信息需求的不断提高，克服现行计算机在数据处理方面的问题，提高科学管理水平，这就需要进行战略数据规划。还有一些企业单位，计算机应用刚刚起步，或者准备开展计算机应用，需要吸取别人的经验教训，避免走错路、走弯路。如果有先进的方法论作为指导，就会快速、科学地实现目标，这就更需要这种战略性的、奠基性的规划工作——战略数据规划。对于前一类单位，通过战略数据规划，尽快地将现有数据环境转变到第三类、第四类数据环境，以保证高效率高质量地利用数据资源。对于后一类单位，战略数据规划是整个计算机应用发展规划的基础与核心，是计算机设备购置规划、人才培训规划和应用项目开发规划的基础。两类单位搞战略数据规划的共同目标是分析、组织、建立企业稳定的数据结构，规划各种主题数据库的实施步骤和分布策略，为企业管理计算机化打下坚实的基础。

2. 以应用层次分类

一个公司的管理活动可以分成四级：战略级、战术级、操作级和事务级，相应地，信息系统就其功能和作用来看，也可以分为四种类型，即战略级信息系统、战术级信息系统、操作级信息系统和事务级信息系统。不同级别的信息系统的所有者和使用者都是不同的。一般来说，战略级信息系统的所有者和使用者都是企业的最高管理层，对于现代公司制企业，战略级信息系统的所有者和使用者就是企业的董事会和经理班子；战术级信息系统的使用者一般是企业的中层经理及其管理的部门；操作级信息系统的使用者一般是服务型企业的业务部门，例如，保险企业的保单处理部门；事务级信息系统的使用者一般是企业的管理业务人员，例如，企业的会计、劳资员等。

1.2 信息系统建设

1.2.1 信息系统的生命周期

信息系统与其他事物一样，也要经历产生、发展、成熟和消亡的过程。我们把信息系统从产生到消亡的整个过程称为信息系统的生命周期。

一般来说，信息系统的生命周期分为4个阶段，即系统规划阶段、系统开发阶段、系统运行与维护阶段、系统更新阶段。

1. 信息系统规划阶段

信息系统规划阶段，也称信息系统的产生阶段、信息系统的概念阶段或者是信息系统的需求分析阶段。这一阶段又分为两个过程，一是概念的产生过程，即根据企业经营管理的需要，提出建设信息系统的初步想法；二是需求分析过程，即对企业信息系统的具体需求进行深入的调研和分析，并形成需求分析报告。

2. 信息系统的开发阶段

信息系统的开发阶段是信息系统生命周期中最重要和最关键的阶段。该阶段又可分为五个阶段，即总体规划、系统分析、系统设计、系统实施和系统验收阶段。

(1) **总体规划阶段**。信息系统总体规划是系统开发的起始阶段，它的基础是需求分析。由于以计算机和因特网为工具的信息系统是企业管理系统的重要组成部分，是实现企业总体目标的重要工具。因此，它必须服从和服务于企业的总体目标和企业的管理决策活动。总体规划的作用主要有：

- 指明信息系统在企业经营战略中的作用和地位；
- 指导信息系统的开发；
- 优化配置和利用各种资源，包括内部资源和外部资源；
- 通过规划过程规范企业的业务流程。

一个比较完整的总体规划，应当包括信息系统的开发目标、信息系统的总体架构、信息系统的组织结构和管理流程、信息系统的实施计划、信息系统的技术规范等。

(2) **系统分析阶段**。系统分析阶段的目标是为系统设计阶段提供系统的逻辑模型。

系统分析阶段以企业的业务流程分析为基础，规划即将建设的信息系统的基本架构，它是企业的管理流程和信息流程的交汇点。

系统分析的内容主要应包括组织结构及功能分析、业务流程分析、数据和数据流程分析、系统初步方案等。

(3) **系统设计阶段**。系统设计阶段是根据系统分析的结果，设计出信息系统的实施方案。系统设计的主要内容包括系统架构设计、数据库设计、处理流程设计、功能模块设计、安全控制方案设计、系统组织和队伍设计、系统管理流程设计等。

(4) **系统实施阶段**。系统实施阶段是将设计阶段的结果在计算机和网络上具体实现，也就是将设计文本变成能在计算机上运行的软件系统。由于系统实施阶段是对以前的全部工作的检验，因此，系统实施阶段用户的参与特别重要。如果说在系统设计阶段以前，用户处于辅助地位的话，而到了系统实施阶段以后，用户就应逐步变为系统的主导地位。

(5) **系统验收阶段**。信息系统实施阶段结束以后，系统就要进入试运行。通过试运行，系统性能的优劣、是否做到了用户友好等问题都会暴露在用户面前，这时就进入了系统验收阶段。

3. 信息系统运行与维护阶段

当信息系统通过验收，正式移交给用户以后，系统就进入了运行与维护阶段。一般来说，一个性能良好的系统，运行过程中会较少出现故障，即使出现故障，也较容易排除；而那些性能较差的系统，运行过程中会故障不断，而且可能会出现致命性故障，有时故障会导致系统瘫痪。可见，长时间的运行是检验系统质量的试金石。

另外，要保障信息系统正常运行，一项不可缺少的工作就是系统维护。在软件工程中，把维护分为4种类型，即排错性维护、适应性维护、完善性维护和预防性维护。一般在系统运行初期，排错性维护和适应性维护比较多，而到后来，完善性维护和预防性维护就会比较多。

4. 信息系统更新阶段

信息系统更新阶段，也称信息系统消亡阶段。通常人们比较重视信息系统的开发阶段，轻视信息系统运行与维护阶段，而几乎完全忽视信息系统的更新阶段。其实，这样做是片面的。因为计算机技术和因特网技术的发展十分快速，新的技术、新的产品不断出现。同时，由于企业处在瞬息万变的市场竞争的环境中，在这种情况下，企业开发好一个信息系统，并想着让它一劳永逸地运行下去，是不现实的。企业的信息系统经常会不可避免地遇到系统更新改造、功能扩展，甚至是报废重建的情况。对此，企业在信息系统建设的初期就要注意系统的更新条件和时机，以及由此而花费的成本。

1.2.2 信息系统建设原则

为了能够适应开发的需要，在信息系统规划设计及系统开发的过程中，必须遵守一系列原则，这是系统成功的必要条件。下面几条原则是信息系统开发时常用的原则。

1. 高层管理人员介入原则

一个信息系统其建设的目标总是为企业的总体目标服务的，否则，这个系统就不应当建设。而真正能够理解企业总体目标的人必然是那些企业高层管理人员，只有他们才能知道企业究竟需要什么样的信息系统，而不需要什么样的信息系统，也只有他们才知道企业有多大的投入是值得的，而超过了这个界限就是浪费。由于这点是那些身处某一部门的管理人员，或者是技术人员所无法做到的。因此，信息系统从概念到运行都必须有企业高层管理人员介入。当然，这里的“介入”有着其特定的含义，它可以是直接参加，也可以是决策或指导，还可以是在政治、经济、人事等方面的支持。

这里需要说明的是，高层管理人员介入原则在现阶段已经逐步具体化，那就是企业的“首席信息官”（Chief Information Officer，CIO）的出现。CIO是企业设置的相当于副总裁的一个高级职位。负责公司信息化的工作，主持制订公司信息规划、政策、标准，并对全公司的信息资源进行管理控制的公司行政官员。在大多数企业里，CIO是公

司最高管理层中的核心成员之一。毫无疑问，深度介入信息系统开发建设，以及运行是CIO的职责所在。

2. 用户参与开发原则

在我国，流行着信息系统开发中所谓“用户第一”或是“用户至上”的原则。当然，这个原则并没有错，一个成功的信息系统，必须把用户放在第一位，这应该是毫无疑义的。但是，究竟应当怎么“放”？怎么“放”才算是第一位？都没有一个确切的标准。而马丁提出的“用户参与开发原则”就把“用户第一原则”具体化了。

用户参与开发原则主要包括以下几项含义。

一是“用户”有确定的范围。究竟谁是用户？我们通常把“用户”仅仅理解为用户单位的领导，其实这是很片面的。当然，用户单位领导应该包括在用户范围之内，但是，更重要的用户或者核心用户，是那些信息系统的使用者，而用户单位的领导只不过是辅助用户或是外围用户。

二是用户应当参与全过程的开发。特别是那些核心用户，不应只参与某一阶段的开发，而应当是参与全过程的开发，即用户应当参与从信息系统概念规划和设计阶段，到系统运行的整个过程。而当信息系统交接以后，他们就成为系统的使用者。

三是用户应当深度参与系统开发。用户以什么身份参与开发是一个很重要的问题。一般说来，参与开发的用户人员，既要以甲方代表身份出现，又应成为真正的系统开发人员，与其他开发人员融为一体。

3. 自顶向下规划原则

在信息系统开发的过程中，经常会出现信息不一致的问题，这种现象的存在对信息系统来说往往是致命的，有时一个信息系统会因此而遭到报废的结果。研究表明，信息的不一致是由计算机应用的历史性演变所造成的，它通常发生在没有一个总体规划的指导就来设计实现一个信息系统的情况下。由此可见，坚持自顶向下规划原则对于信息系统的开发和建设来说是至关重要的。自顶向下规划的一个主要目标是达到信息的一致性。同时，自顶向下规划原则还有另外一个方面，那就是这种规划绝不能取代信息系统的详细设计。必须鼓励信息系统各子系统的设计者在总体规划的指导下，进行有创造性地设计。

4. 工程化原则

在20世纪70年代，出现了世界范围内的“软件危机”。所谓软件危机是指一个软件编制好以后，谁也无法保证它能够正确地运行，也就是软件的可靠性成了问题。软件危机曾一度引起人们，特别是工业界的恐慌。经过探索，人们认识到，之所以会出现软件危机，最主要的原因，是由于软件产品是一种个体劳动产品，最多也就是作坊式的产品。因此，没有工程化是软件危机发生的根本原因。此后，软件发展成了“软件工程”这门工程学科，在一定程度上解决了软件危机。

信息系统也经历了与软件开发大致相同的经历。在信息系统发展的初期，人们也像软件开发初期一样，只要做出来就行，根本不管实现的过程。这时的信息系统，大都成了少数开发者的“专利”，系统可维护性、可扩展性都非常差。后来，信息工程、系统工程等工程化方法被引入到信息系统开发过程之中，才使得问题得到了一定程度的解决。

其实，工程化不仅是一种有效的方法，它也应当是信息系统开发的一项重要原则。

5. 其他原则

对于信息系统开发，人们还从不同的角度提出了一系列原则，例如：

- 创新性原则，用来体现信息系统的先进性；
- 整体性原则，用来体现信息系统的完整性；
- 发展性原则，用来体现信息系统的超前性；
- 经济性原则，用来体现信息系统的实用性。

1.2.3 信息系统规划方法

企业信息系统对于企业信息化的重要意义是不言而喻的。在企业的发展过程中，人们花费了很多时间与金钱来建设大量的信息系统，这些信息系统本应服务于企业战略目标。但通过长期发展我们会发现，建设的信息系统越多，“信息孤岛”情况越严重，为什么会这样呢？因为这些系统在建设之前，缺乏统一规划。下面简单介绍几种常用的信息系统规划方法。

1. 企业系统规划方法

企业系统规划方法（Business System Planning, BSP）最早是由 IBM 公司于 20 世纪 70 年代研制并使用的一种企业信息系统开发的方法。虽然 40 多年的时间过去了，但是，这种方法对于今天我国企业信息系统建设仍然具有一定的指导意义。

BSP 方法是企业战略数据规划方法和信息工程方法的基础和，也就是说，后两种方法是在 BSP 方法的基础上发展起来的，可见，了解并掌握 BSP 方法对于全面掌握信息系统开发方法是有帮助的。BSP 方法的目标是提供一个信息系统规划，用以支持企业短期的和长期的信息需求。

在使用 BSP 方法做企业系统规划时，离不开 UC 矩阵这个工具。

UC 矩阵是 BSP 方法（企业系统规划法）将过程和数据类两者作为定义企业信息系统总体结构的基础，具体做法是利用过程/数据矩阵，即 UC 矩阵，来表达两者之间的关系。矩阵中的行表示过程，列表示数据类，并以字母 U（Use）和 C（Creat）来表示过程对数据类的使用和产生。通过 UC 矩阵，可以轻易地划分出子系统，也可进行数据分析，且能检查数据和业务功能的匹配情况。

2. 战略数据规划方法

詹姆斯·马丁是世界级的信息系统大师，他提出的战略数据规划方法是信息系统开发极为重要的一种方法。《战略数据规划方法学》是马丁阐述该方法的一本专著，本书只对战略数据规划方法简单介绍。

对于战略数据规划方法，《战略数据规划方法学》的前言中指出，“在 20 世纪 70 年代，人们就已看清，对企业和其他组织而言，计算机化的信息乃是具有很高价值的资源。人们还看清了，这种信息资源的开发必须有来自最高层的规划，而实施这样的规划又迫切需要一套正规化的，并且最好是与数据库设计相联系的易于用计算机处理的方法学。”马丁进一步指出，“虽然许多企业早已认识到对信息资源进行规划的必要性，但很少有人知道如何实现这样的规划。某些咨询公司强调了制订这类规划的重要性，但又拿不出什么有效的办法来指导所需信息资源的设计。”按照马丁的观点，一个企业要建设信息系统，它没有必要急着去购置设备，也没有必要马上组织软件开发和上网，它的首要任务应该是在企业战略目标的指导下做好企业战略数据规划。一个好的企业战略数据规划应该是企业核心竞争力的重要构成因素，它有非常明显的异质性和专有性，好的企业战略数据规划必将成为企业在市场竞争中的制胜法宝。

战略数据规划方法的要点主要有：

(1) **数据环境对于信息系统至关重要。**企业数据环境是随着企业的发展不断变化的，也是企业发展的基础条件。信息系统建设极大影响着企业的未来发展方向，对企业 的数据环境提出了更高的要求。把静态的、独立的信息资源通过战略数据规划重建企业 数据环境，使其成为集成化、网络化的信息资源，对一个现代化企业来说是更为迫切的任务。

(2) **四种数据环境。**在信息系统发展的历程中共有四类数据环境，即数据文件、应用数据库、主题数据库和信息检索系统。

(3) **建设主题数据库是信息系统开发的中心任务。**这里的主题数据库并不是指数据库的大小，也不是指数据库的功能，而是指哪些数据库是面向企业的业务主题的，哪些不是面向业务主题的。所谓业务主题，就是指企业的核心业务和主导流程。比如，对于一个机加工企业来说，生产机件产品就是其核心业务，相应地，围绕核心业务建立的数据库就是企业的主题数据库。而对于一个保险企业来说，围绕着保单处理的数据库就是企业的主题数据库。

(4) **围绕主题数据库搞好应用软件开发。**

3. 信息工程方法

信息工程方法是詹姆斯·马丁创立的面向企业信息系统建设的方法和实践。信息工程方法与企业系统规划方法和战略数据规划方法是一种交叉关系，即信息工程方法是其他两种方法的总结和提升，而其他两种方法则是信息工程方法的基础和核心。

信息工程是计算机信息系统发展到比较成熟阶段的产物，它不仅为大型信息系统的

开发给出了方法和技术，而更重要的是它在理论与实践的结合上对大型信息系统的开发提出了相应的开发策略和原则，而这些策略和原则对于信息系统的成功开发和应用都是至关重要的。虽然，信息工程是在 20 世纪 80 年代末期发展起来的，但是，在今天，仍然对信息系统的开发具有重要的指导价值。

信息工程方法与信息系统开发的其他方法相比，有一点很大的不同，就是信息工程不仅是一种方法，它还是一门工程学科。它第一次把信息系统开发过程工程化了。所谓工程化，就是指有一整套成熟的、规范的工程方法、技术、标准、程序和规范，使得开发工作摆脱随意性和多变性，其目标是信息系统的开发走上智能化、程序化和自动化的道路。

4. 关键成功因素法

关键成功因素（Critical Success Factors, CSF）法是由 John Rockart 于 20 世纪 70 年代末提出的一种信息系统规划方法。该方法能够帮助企业找到影响系统成功的关键因素，进行分析以确定企业的信息需求，从而为管理部门控制信息技术及其处理过程提供实施指南。

在每个企业中都存在着对企业成功起关键性作用的因素，称为 CSF。CSF 通常与那些能够确保企业生存和发展的方面相关。CSF 方法的目的是通过企业的 CSF，确定企业业务的关键信息需求。通过对 CSF 的识别，找出实现目标所需要的关键信息集合，从而确定系统开发的优先次序。

5. 战略集合转化法

战略目标集合转化法（Strategy Set Transformation, SST）是由 William R. King 于 1978 年提出的一种信息系统规划方法。该方法将企业战略看成是一个“信息集合”，包括使命、目标、战略和其他企业属性，例如，管理水平、发展趋势以及重要的环境约束等。SST 方法就是把企业的战略集合转化为信息系统的战略集合，而后者由信息系统的目 标、环境约束和战略规划组成。

6. CSF、SST、BSP 之间的关系

CSF 方法能抓住主要矛盾，使目标的识别突出重点。用这种方法所确定的目标和传统的方法衔接得比较好，但一般最有利的只是在确定管理目标上。

SST 方法从另一个角度识别管理目标，它反映了各种人的要求，而且给出了按这种要求的分层，然后转化为信息系统目标的结构化方法。它能保证目标比较全面，疏漏较少，但它在突出重点方面不如 CSF。

BSP 方法虽然也首先强调目标，但它没有明显的目标引出过程。企业目标到系统目标的转换是通过对 PO 矩阵、RD 矩阵和 CU 矩阵等的分析得到的。这样可以定义出新的系统以支持企业过程，也就把企业的目标转化为系统的目标，识别企业过程是 BSP 方法的中心。

在信息系统战略规划的实践中，往往把这三种方法结合起来使用，统称为 CSB 方

法。CSB 方法先用 CSF 方法确定企业目标，然后用 SST 方法补充完善企业目标，并将这些目标转化为信息系统目标，用 BSP 方法校核两个目标，并确定信息系统结构。这样，就补充了单个方法的不足。当然，这也使得整个方法过于复杂，而削弱了单个方法的灵活性。

1.2.4 信息系统开发方法

前面已经介绍了一些常用的信息系统规划方法，这些方法，是从企业全局来看待问题。如何去做整体规划，这种规划能让企业的信息系统天生就互联互通。但具体到每一个信息系统的实际运行效果来看，有些信息系统运行得很成功，取得了巨大的经济效益和社会效益。但也有些信息系统效果并不显著，甚至还有个别信息系统开始时还能正常运行，可时间一长，系统就故障不断，最后走上报废之路。是什么导致这样截然不同的结果呢？当然，这里的原因可能很复杂，但有一个原因是十分重要和关键的，那就是信息系统的开发方法问题。

我们知道，信息系统是一个极为复杂的人-机系统，它不仅包含计算机技术、通信技术，以及其他工程技术，而且，它还是一个复杂的管理系统，还需要管理理论和方法的支持。下面简单介绍几种最常用的信息系统开发方法。

1. 结构化方法

结构化方法是由结构化系统分析和设计组成的一种信息系统开发方法。在本书的有关章节中，较详细地介绍了该方法，因此，这里只做简单介绍，如果想了解结构化生命周期法的详细内容，请阅读本书的有关章节。

结构化方法是目前最成熟、应用范围也较广的信息系统开发方法。由于它是假定被开发的系统是一个结构化的系统，因此，其基本思想是将系统的生命周期划分为系统调查、系统分析、系统设计、系统实施、系统维护等阶段。这种方法遵循系统工程原理，按照事先设计好的程序和步骤，使用一定的开发工具，完成规定的文档，在结构化和模块化的基础上进行信息系统的开发工作。结构化方法的开发过程一般是先把系统功能视为一个大的模块，再根据系统分析设计的要求对其进行进一步的模块分解或组合。

结构化生命周期法主要特点介绍如下。

(1) **开发目标清晰化。**结构化方法的系统开发遵循“用户第一”的原则，开发中要保持与用户的沟通，取得与用户的共识，这使得信息系统的开发建立在可靠的基础之上。

(2) **工作阶段程式化。**结构化方法每个阶段的工作内容明确，注重开发过程的控制。每一阶段工作完成后，要根据阶段工作目标和要求进行审查，这使阶段工作有条不紊，也避免为以后的工作留下隐患。

(3) **开发文档规范化。**结构化方法每一阶段工作完成后，要按照要求完成相应的文档，以保证各个工作阶段的衔接与系统维护工作的便利。

(4) **设计方法结构化。**结构化方法采用自上而下的结构化、模块化分析与设计方法，使各个子系统间相对独立，便于系统的分析、设计、实现与维护。结构化方法被广泛地应用于不同行业信息系统的开发中，特别适合于那些业务工作比较成熟、定形的系统，如银行、电信、商品零售等行业。

2. 快速原型法

快速原型法是一种根据用户需求，利用系统开发工具，快速地建立一个系统模型并展示给用户，在此基础上与用户交流，最终实现用户需求的信息系统快速开发的方法。在现实生活中，一个大型工程项目建设之前制作的沙盘，以及大型建筑的模型等都与快速原型法有同样的功效。应用快速原型法开发过程包括系统需求分析、系统初步设计、系统调试、系统检测等阶段。用户仅需在系统分析与系统初步设计阶段完成对应用系统的简单描述，开发者在获取一组基本需求定义后，利用开发工具生成应用系统原型，快速建立一个目标应用系统的最初版本，并把它提交给用户试用、评价，根据用户提出的意见和建议进行修改和补充，从而形成新的版本，再返回给用户。通过这样多次反复，使得系统不断地细化和扩充，直到生成一个用户满意的方案为止。

快速原型法具有开发周期短、见效快、与业务人员交流方便的优点，特别适用于那些用户需求模糊，结构性比较差的信息系统的开发。

3. 面向对象方法

面向对象方法是对客观世界的一种看法，它把客观世界从概念上看成是一个由相互配合而协作的对象所组成的系统。信息系统开发的面向对象方法的兴起是信息系统发展的必然趋势。数据处理包括数据与处理两部分。但在信息系统的发展过程的初期却是有时偏重这一面，有时偏重那一面。在 20 世纪 70~80 年代，由于偏重数据处理者认识到初期的数据处理工作是计算机相对复杂而数据相对简单。因此，先有结构化程序设计的发展，随后产生面向功能分解的结构化设计与结构化分析。偏重于数据方面人员同时提出了面向数据结构的分析与设计。到了 20 世纪 80 年代，兴起了信息工程方法，使信息系统开发发展到了新的阶段。

信息工程在实际应用中既表现出其优越性的一面，同时也暴露了一些缺点，比如，过于偏重数据，致使应用开发受到影响。而面向对象方法则集成了以前各种方法的优点，避免了各自的一些缺点。

面向对象的分析方法是利用面向对象的信息建模概念，如实体、关系、属性等，同时运用封装、继承、多态等机制来构造模拟现实系统的方法。传统的结构化设计方法的基本点是面向过程，系统被分解成若干个过程。而面向对象的方法是采用构造模型的观点，在系统的开发过程中，各个步骤的共同的目标是建造一个问题域的模型。在面向对象的设计中，初始元素是对象，然后将具有共同特征的对象归纳成类，组织类之间的等级关系，构造类库。在应用时，在类库中选择相应的类。

第 2 章 软件工程基础知识

“软件工程”这个概念最早是在 1968 年召开的一个当时被称为“软件危机”的会议上提出的。自 1968 年以来，该领域已经取得了长足的进步。软件工程的发展已经极大地完善了我们的软件，使我们对软件开发活动也有了更深的理解。

开发一个具有一定规模和复杂性的软件系统和编写一个简单的程序大不一样。其间的差别，借用 Booch 的比喻，如同建造一座大厦和搭一个狗窝的差别。大型的、复杂的软件系统的开发是一项工程，必须按工程学的方法组织软件的生产与管理，必须经过计划、分析、设计、编程、测试、维护等一系列的软件生命周期阶段。这是人们从软件危机中获得的最重要的教益，这一认识促使了软件工程学的诞生。

软件工程学就是研究如何有效地组织和管理软件开发的工程学科。IEEE 在 1983 年将软件工程定义为：软件工程是开发、运行、维护和修复软件的系统方法。

著名的软件工程专家 Boehm 于 1983 年提出了软件工程的 7 条基本原理：

- (1) 用分阶段的生命周期计划严格管理；
- (2) 坚持进行阶段评审；
- (3) 实行严格的产品控制；
- (4) 采用现代程序设计技术；
- (5) 结果应能清楚地审查；
- (6) 开发小组的人员应该少而精；
- (7) 承认不断改进软件工程实践的必要性。

软件工程方法学包含 3 个要素：方法、工具和过程。方法是指完成软件开发的各项任务的技术方法；工具是指为运用方法而提供的软件工程支撑环境；过程是指为获得高质量的软件所需要完成的一系列任务的框架。

根据考试大纲，在软件工程基础知识方面，要求考生掌握以下知识点：

- 软件需求分析与定义；
- 软件设计、测试与维护；
- 软件复用；
- 软件质量保证及质量评价；
- 软件配置管理；
- 软件开发环境；
- 软件过程管理。

本章主要介绍软件需求分析与定义，软件设计、测试与维护，软件质量保证及质量评价，软件配置管理，软件开发环境和软件过程管理方面的知识，有关软件复用的知识将在第3章介绍。

2.1 软件需求分析与定义

根据 Standish Group 对 23000 个项目进行的研究结果表明，28%的项目彻底失败，46%的项目超出经费预算或者超出工期，只有约 26%的项目获得成功。而在这些高达 74% 的不成功项目中，有约 60% 的失败是源于需求问题，也就是差不多有一半的项目都遇到了这个问题，这一可怕的现象不得不让我们对需求分析引起高度的重视。

2.1.1 软件需求与需求过程

1. 什么是软件需求

那么什么是软件需求呢？软件需求就是系统必须完成的事，以及必须具备的品质。具体来说，软件需求包括功能需求、非功能需求和设计约束 3 方面内容。

(1) 功能需求：是指系统必须完成的那些事，即为了向它的用户提供有用的功能，产品必须执行的动作。

(2) 非功能需求：是指产品必须具备的属性或品质，如可靠性、性能、响应时间、容错性、扩展性等。

(3) 设计约束：也称为限制条件、补充规约，这通常是对解决方案的一些约束说明，例如必须采用国有自主知识版权的数据库系统，必须运行在 UNIX 操作系统之下等。

另外，在大量与需求相关的书籍、文章中有一些诸如业务需求、用户需求之类的词语，把很多读者搞得术语混淆，下面我们一起来看看这些概念。

(1) 业务需求 (Business Requirement)：是指反映组织机构或客户对系统、产品高层次的目标要求，通常问题定义本身就是业务需求。

(2) 用户需求 (User Requirement)：是指描述用户使用产品必须要完成什么任务，怎么完成的需求，通常是在问题定义的基础上进行用户访谈、调查，对用户使用的场景进行整理，从而建立从用户角度的需求。

(3) 系统需求 (System Requirement)：是从系统的角度来说明软件的需求，它包括用特性说明的功能需求、质量属性，以及其他非功能需求，还有设计约束。

也就是说，这分别对应于需求的 3 个不同的层次，从目标到具体，从整体到局部，从概念到细节。这些不同层次、不同类型的需求描述之间的关系如图 2-1 所示。

2. 需求工程

需求工程是一个包括创建和维护系统需求文档所必需的一切活动的过程，通常包括需求开发和需求管理两大工作。

(1) **需求开发：**包括需求捕获、需求分析、编写规格说明书和需求验证四个阶段。在这个阶段需要确定产品所期望的用户类型、获取每种用户类型的需求、了解实际用户任务和目标，以及这些任务所支持的业务需求、分析源于用户的信息、对需求进行优先级分类、将所收集的需求编写成为软件规格说明书和需求分析模型、对需求进行评审等工作。

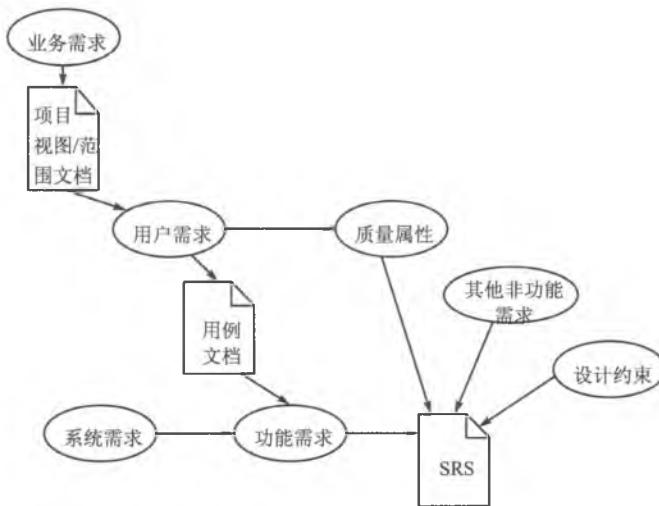


图 2-1 需求的组成结构示意图

(2) **需求管理：**通常包括定义需求基线、处理需求变更、需求跟踪等方面的工作。

而对于需求工程而言，最重要的还是需求开发，而需求开发总结起来就是包括需求捕获、需求分析、需求规格化、需求验证 4 个环节。需求捕获是为了收集需求信息，需求分析则是在需求捕获的基础上进行分析、建立模型，然后将其进行规格化形成《软件需求规格说明书》，最后再通过客户和管理层进行验证。

需求规格化的工作就是编制《软件需求规格说明书》，具体的方法和注意事项请参考有关文档编制的相关章节。而需求验证的工作则包括组织一个由不同代表组成的小组，对需求规格说明书和相关模型进行审查；以需求为依据编写测试用例，为确认测试做好准备；在需求的基础上，起草第一份用户手册；确定合格标准，也就是让用户描述什么样的产品才算是满足他们的要求和适合他们使用的。

2.1.2 需求调查与问题定义

需求调查与问题定义是看上去简单，做起来难的一件事。在很多人的印象中，需求调查，就是找用户聊聊说说，记个笔记。其实需求调查是否科学，准备是否充分，对调查出来的结果影响很大，这是因为大部分客户无法完整地讲述需求，而且也不可能看到系统的全貌。要想做好需求调查，必须清楚地了解3个问题。

- What：应该搜集什么信息。
- Where：从什么地方搜集这些信息。
- How：用什么机制或者技术来搜集这些信息。

接下来，我们就对这三个部分的内容进行一些更加详细的说明与描述。

1. 要捕获的信息

一方面，需求分析员应该知道，从宏观的角度来看，要捕获的信息包括三大类：一是与问题域相关的信息（如业务资料、组织结构图、业务处理流程等）；二是与要求解决的问题相关的信息；三是用户对系统的特别期望与施加的任何约束信息。这样才能够有的放矢，不会顾此失彼。

另外一方面，需求分析员在开展具体需求捕获工作时，应该做到在此之前明确自己需要获得什么信息，这样才有可能获得所需信息，才知道工作进展是否顺利，是否完成了目标。

2. 信息的来源

除了要明确地知道我们需要什么方面的信息，还要知道它们可以从哪里获得。通常情况下，这些需要的信息会藏于客户、原有系统、原有系统用户、新系统的潜在用户、原有产品、竞争对手的产品、领域专家、技术法规与标准里。

面对这么多种可能，在具体的实践中该从何下手呢？其实也很简单，首先从人的角度来说，应该首先对涉众（也就是风险承担人、项目干系人）进行分类，然后从每一类涉众中找到1~2名代表；而对于文档、产品而言，则更容易有选择地查阅。

结合前面讲述的内容，在制订需求捕获计划的时候，不妨列出一个表格，左边写上想了解的信息，右边跟上认为可能的来源，这样就能够建立一一对应的关系，使得需求捕获工作更加有的放矢，也更加高效。

3. 需求捕获技术

当我们知道需要去寻找什么信息，并且也找到了信息的来源地，接下来就需要选择合适的技术进行需求捕获了。在此，我们列举出一些最常用的需求捕获技术。

（1）用户访谈。

用户访谈是最基本的一种需求捕获手段，也是最基本的一种手段。其形式包括结构化和非结构化两种，结构化是指事先准备好一系列问题，有针对性地进行；而非结构化则

是只列出一个粗略的想法，根据访谈的具体情况发挥。最有效的访谈是结合这两种方法进行，毕竟不可能把什么都一一计划清楚，应该保持良好的灵活性。

准备问题：进行用户访谈之前，最好先对要询问的问题进行一些准备。准备的方法是围绕着想要获取的信息展开，设计一系列的问题，按顺序组织起来。而且还要预先准备好记录方式，主要包括本人记录、第三人记录或者是录音/录像的形式，不过采用录音/录像的方式应该征得被访谈者的同意，而且这种方法虽然看上去比较有效，不容易丢失信息，但这也会给后面的整理工作带来一定的工作量和难度。

访谈时的技巧：在访谈时一定要注意措辞得当，在充分尊重被访谈者的基础上，尽量避免出现“我不知你在说什么”，“我是来帮助你更好地工作”这样的言语，否则将会破坏访谈的气氛，从而使访谈的效率大打折扣。在访谈时一定要注意保持轻松的气氛，选择客户有充裕时间的时段进行，在说话、问问题时应该尽量采用易于理解、通俗化的语言。另外，值得注意的是，分析人员应该在进行访谈之前进行一些相关领域的知识培训，充分阅读相关材料，以保证自己有较专业的理解与认识，让被访谈者能够信任你。

应该询问的问题：在设计询问的问题时，应该考虑：自己的问题是否相关？回答是否正式？对方是回答这些问题的合适人选吗？是否问了过多的问题？是否还有更多的问题要问被访者？另外，还可以在询问过程中询问被访者还希望自己问他什么问题，还应该见哪些人？

总的来说，用户访谈具有良好的灵活性，有较宽广的应用范围，但是也存在着许多困难，诸如客户经常较忙，难以安排到时间；面谈时信息量大，记录较为困难；沟通需要很多技巧，同时需要分析员有足够的领域知识；另外，在访谈时会遇到一些对于组织来说比较机密和敏感的话题。因此，这看似简单的技术，也需要分析人员拥有足够多的经验和较强的沟通能力。

（2）用户调查。

正如前面讲到的，用户访谈时最大的难处在于很多关键的人员时间有限，不容易安排过多的时间；而且客户面经常较广，不可能一一访谈。因此，我们就需要借助“用户调查”这一方法，通过精心设计要问的问题，然后下发到相关的人员手里，让他们填写答案。这样可以有效地克服前面提到的两个问题。

但是与用户访谈相比，用户调查最大的不足就是缺乏灵活性；而且双方未见面，分析人员无法从他们的表情等其他动作来获取一些更隐性的信息；还有就是客户有可能在心理上会不重视一张小小的表格，不认真对待从而使得反馈的信息不全面。基于上述原因，因此较好的做法是将这两种技术结合使用。具体地讲，就是先设计问题，制作成用户调查表，下发填写完后，进行仔细的分组、整理、分析，以获得基础信息，然后再针对这个结果进行小范围的用户访谈，作为补充。

（3）现场观摩。

俗话说得好，百闻不如一见，对于许多较为复杂的流程和操作而言，是比较难以用言语表达清楚的，而且这样做也会显得很低效。针对这一现象，分析团队可以就一些较

复杂、较难理解的流程、操作采用现场观摩的方法来获取需求。

具体来说，就是走到客户的工作现场，一边观察，一边听客户的讲解，甚至可以安排人员跟随客户工作一小段时间。这样就可以使得分析人员更加直观地理解需求。

(4) 文档考古。

对于一些数据流程比较复杂的，工作表单较多的项目，有时是难以通过说，或者通过观察来了解需求细节的。这个时候就可以借助于“文档考古”的方法，也就是对历史存在的一些文档进行研究，考古一词正是形象地说明了其主要的工作重心是结合已经填写完毕的、也就是带有数据的文件、表单、报告，从中获得所需的信息。

不过当你准备采用该方法时，也要记住这个方法的主要风险，那就是历史的文档可能与新系统的流程、数据有一些不吻合的地方，并且还可能承载一些原有系统的缺陷。要想有效地避免和发现这些问题，需要分析人员能够运用自己的聪明才智，将其与其他需求捕获技术结合对照。还有一个负面因素就是，这些历史的文档中记载的信息有可能涉及客户的商业秘密，因此对数据信息的保密也是分析人员基本的职业道德。

(5) 联合讨论会。

这是一种相对来说成本较高的需求获取方法，但也是十分有效的一种。它通过联合各个关键客户代表、分析人员、开发团队代表一起，通过有组织的会议来讨论需求。通常该会议的参与人数为 6~18 人，召开时间为 1~5 小时。

在会议之前，应该将与讨论主题相关的材料提前分发给所有要参加会议的人。在会议开始之后，首先应该花一些时间让所有的与会者互相认识，以使交流在更加轻松的气氛下进行。会议的最初，就是针对所列举的问题进行逐项专题讨论，然后对原有系统、类似系统的不足进行开放性交流，第三步则是大家在此基础上对新的解决方案进行一番设想，在过程中将这些想法、问题、不足之处记录下来，形成一个要点清单。第四步就是针对这个要点清单进行整理，明确优先级，并进行评审。

这种联合讨论会将会起到群策群力的效果，对于一些最有歧义的问题和对需求最不清晰的领域都是十分有用的一种技术。而最大的难度就是会议的组织，要做到言之有物，气氛开放，否则将难以达到预想的效果。

4. 需求捕获的策略

在整个需求过程中，需求捕获、需求分析、需求规格化、需求验证 4 个阶段不是瀑布式的发展，而是应该采用迭代式的演化过程。也就是说，在进行需求捕获时，不要期望一次就将需求收集完，而是应该捕获到一些信息后，进行相应的需求分析，并针对分析中发现的疑问和不足，带着问题再进行有针对性的需求捕获工作。

2.1.3 可行性研究

进行可行性研究，其主要的目的是回答一个问题，即所提出的项目是否可以完成。需要注意的是，可行性研究毕竟不是解决问题，而是研究问题的范围，探索这个问题是否

不是值得去解决，根据现有的情况是否有能力，是否有可能找到较好的、成本效益合算的解决方案。

现在很多的开发团队把软件的最终开发结果是否符合需求规格说明书作为项目成功标准，其实这是很片面的。真正成功的项目是满足客户的目标，为客户带来了预想的价值增长。而什么样的解决方案能够真正满足客户的需要，实现客户的目标呢？这就需要大量的需求分析与可行性研究工作。

1. 可行性研究工作的基础

在可行性研究工作开始之前，系统分析员应该协助客户一起完成“问题定义”工作，也就是先明确系统要做什么？即 What 问题，也就是上一小节所解决的内容。

问题定义的关键是清晰地界定出问题的内容、性质，以及系统的目标、规模等内容，并形成完整的书面报告。系统分析员在这个过程中将使用各种需求调查技术研究问题、引导问题，从而形成完整的问题定义。

2. 可行性研究工作的任务

可行性研究工作的目标大家已经了解，那么具体要完成什么工作，达到什么样的目的，也就是说从何着手呢？其实可行性研究工作的任务包括以下 3 个方面。

（1）**技术可行性：**现有的技术是否能够有效地解决该问题？是否有多种不同的解决方案？现有的技术力量是否达到？

（2）**经济可行性：**所有可能的解决方案所需投入的成本能否超过它的开发成本？它的成本效益分析结果如何？投资回报率如何？

（3）**社会可行性：**该解决方案是否符合企业实际情况？是否符合员工利益？是否符合相关法规和行业规范？

完成可行性研究工作之后，必须将这些成果文档化地记录下来，形成《可行性研究报告》。

3. 可行性研究工作的步骤

那么具体而言，可行性研究工作包括哪些事项呢？该如何着手？都需要哪些人参与呢？下面我们就可行性研究工作的步骤做一个总结性阐述。

（1）核实问题定义与目标。

开始正式进行可行性研究工作之前，首先要做的一项工作，就是对该项工作的基础——问题定义再次核实。具体来说，就是仔细阅读问题定义的相关材料，对该问题所涉及的领域知识进行学习、考证，然后通过走访相关人员进行验证与核实。

这一步骤的关键目标是：使问题定义更加清晰、明确、没有歧义性，并且对系统的目标、规模，以及相关约束与限制条件做出更加细致的定义，确保可行性研究小组的所有成员达成共识。

（2）研究分析现有系统。

对现有系统的仔细分析与研究是十分重要的一项工作,因为它是新系统开发的最好参照物,对其的充分分析有助于新系统的开发。这么说的原因,主要是基于以下几点考虑:

- 现有系统已实现的功能通常也是新系统要实现功能的一部分。
- 新系统一定是在现有系统基础上的升华,毕竟如果旧系统没有问题,就不会有新系统开发的需求。
- 另外,现有系统的运行成本分析的结果是衡量新系统的经济可行性的重要参照物。

从字面上的理解会容易产生一个常见的误区,就是认为现有系统一定是软件系统,其实这里的“现有系统”不仅包括旧的软件系统,还包括旧的非计算机系统。

(3) 为新系统建模。

在问题定义和对现有系统研究的基础上,开始对新的系统进行建模,建模的目的是为了获得一个对新系统的框架认识、概念性认识。通常可以采用以下几种技术。

- 系统上下文关系范围图:其实也就是 DFD(数据流图)的 0 层图,将系统与外界实体(可能是人、可能是外部系统)的关系(主要是数据流和控制流)体现出来,从而清晰地界定出系统的范围,实现共识。
- 实体-关系图(E-R):这是系统的数据模型,这个阶段并不需要生成完整的 E-R 图,而是找到主要的实体,以及实体之间的关系即可。
- 用例模型:这是系统的一个动态模型,以 Actor 和 use-case 整理出系统的主要功能框架,这个阶段应该大部分都处于概念级,每个用例也无需花太多的时间确定细节,只要能够勾画出系统的雏形即可。
- 域模型:采用 OO 的思想,对于系统中主要的实体类找到,并说明实体类的主要特征和它们之间的关系。
- IPO 表:采用传统的结构化思想,从输入、处理、输出的角度进行描述系统。

再次请大家注意,这个阶段的所有模型是不够精确的,只是一个框架,要达到一个宏观的角度,否则将陷入无休止的工作中。

(4) 客户复核。

可以说,在第(3)步中建立起来的系统模型是系统分析员眼里的问题定义,那么这与客户心目中的问题是否一致呢?因此,完整的系统模型建立之后,一个十分重要的工作就是与客户一起进行复核。当然,由于这个时候模型将成为讨论和分析的基础,因此使用客户更容易接受的模型将显得十分重要。

如果在这个过程中,发现模型与客户的目标有不一致的地方,就应该再次通过访谈、现场观摩、对现有系统分析等手段进行了解,然后在此基础上修改模型。由此也可以看书,(1)~(4)的步骤是一个循环,周而复始,直至客户确认了新的系统模型为止。

（5）提出并评价解决方案。

前面的工作还是停留在“系统解决什么问题”上，只是更加清晰地进行了定义和说明。当客户与系统分析员对要解决的问题有了一个清晰的共识之后，接下来的工作就是提出解决方案，这也是系统分析员很重要的工作之一。

在这个阶段，应该尽量列举出各种可行的解决方案，并且对这些解决方案的优点、缺点做一个综合性的评价，以便下一步决策。需要注意的是，对那些明显不可行的，如技术上还没有相应的办法、经济角度明显不可行的、违背企业或行业实际情况的解决方案应该直接过滤掉。

（6）确定最终推荐的解决方案。

明确地指出该项目是否可行，如果可行，什么方面是最合理的？由于对这两个问题的回答，是可行性分析研究工作的核心目标。因此在各种解决方案提出之后，接下来应该从中选中一个最合理、最可行的解决方案，更加详细地说明理由，并且还要对其进行更加完善的成本/效益分析。

具体来说，成本效益分析可以分成两个部分的内容。

① 成本估计。对于软件系统而言，主要的成本是人力资源成本，另外还包括一些直接的费用、设备采购的费用等。相对而言，硬件设备，以及其他的一些相关费用的评估会比较容易一些，最难的是人力资源的成本分析。因此，对系统工作量（用人月、人年等单位进行说明）进行合理、科学的评估，并在此基础上进行计算是很必要的。

要想准确地估算出工作量，通常可以借助的工具是历史数据和经验模型。历史数据就是指你所在的开发团队以往从事项目的情况，可以通过以类似系统项目做参照的方法。而经验模型则是一些软件工作量估算方面的研究总结，常用的有功能点分析、COCOMO 分析等。

通常，可以分成以下几步进行：

- 首先，进行工作任务分解，将目标细化。
- 然后，就每一个工作任务包，与具体的开发团队进行共同分析，使用功能点分析法或其他相关的分析法进行估算，并且将估算的结果与类似项目的历史数据进行比较，做出微调。
- 使用 COCOMO 分析，计算出相应的人月数。在这个过程中，还应该根据类似项目的历史数据推出项目组队的平均产能，从而使估算值更有代表性。

另外，有一点是十分重要的，在这个阶段是不可能得到精确的估算值的，这个观念必须让开发团队、管理层和客户很清晰地认识到。否则，即使违心地给出精确的估算值也显得没有任何意义。

这个阶段的工作，对于系统分析员而言，很重要的知识技能在于软件度量与估算方法、技术的掌握方面。

② 效益分析。有了估算出来的开发成本以后，就可以进行效益分析了。在做效益分析之前应该首先对该系统应用之后，将会带来的直接、间接收益，以及成本降低的具

体数额进行量化。并且通过经济学的相关模型来进行分析，这要求系统分析人员能够在该方面有一定的知识积累。通常进行效益分析时要借助以下几个概念。

- 货币的时间价值：比如说现在的1元钱，与未来的1元钱，其代表的价值是不同的。通常是使用利率的形式来表现这个价值。我们用 F 代表未来的价值， P 代表现在的价值，那么可以总结为： $F=P(1+i)^n$ 和 $P=F/(1+i)^n$ 。其中 i 代表年利率， n 代表年数。
- 投资回收期：投资回收期的意思就是要多少年才能够将投资回收，越短越有利。
- 纯收入：衡量系统价值的一个很重要的指标就是纯收入，而纯收入指的是整个生命周期之内系统的累计经济效益（折成现值）与投资之差。
- 投资回报率：当投资额、每年预计可获得的经济效益这两个数据有了的时候，就可以计算投资回报率（ROI），公式如下所示：

$$P=F_1/(1+j)+F_2/(1+j)^2+\cdots+F_n/(1+j)^n$$

其中， P 代表总投资额， F_i 是第 i 年年底的收益， n 是系统使用寿命， j 就是投资回报率。

（7）草拟开发计划。

在上一步，我们对主要推荐的解决方案进行了详细的成本效益分析，对工作内容和工作量都有了一个详细的了解，接下来需要制订一个最粗略的开发计划，说明开发所需的资源、人员和时间进度安排。这也将成为可行性分析的一个重要依据和立项开发后制订项目计划的基础。

（8）以书面的形式提交《可行性分析报告》并进行审查。

最后就是将这些研究的结果整理成文，提交客户和管理层，进行审查通过。在这个阶段还应该制作一些相应的讲义，为客户和管理层做介绍和说明。

2.1.4 需求分析

在细化地说明需求分析之前，我们先温习一下分析的定义：所谓分析就是通过对问题域的研究，获得对该领域特性及存在于其中（需要解决）的问题特性的透彻理解并用文档说明。

从上面的定义中，我们可以知道需求分析的关键在于对问题域的研究与理解。为了便于理解问题域，现代软件工程方法所推荐的做法是对问题域进行抽象，将其分解为若干的基本元素，然后对元素之间的关系进行建模。

1. 需求分析的工作任务

前面提到分析的定义相对比较抽象，不太易于理解，不容易用来指导具体的操作。其实用更通俗的话来说，需求分析就是提炼、分析和仔细审查已经收集到的需求，以确保所有的涉众都明白其含义并找出其中的错误、遗漏或其他不足的地方。

在 Karl E.Wiegers 的经典名作《软件需求》一书中指出，需求分析的工作通常包括以下七个方面。

(1) **绘制系统上下文范围关系图：**这种关系图是用于定义系统与系统外部实体间的界限和接口的简单模型，它可以为需求确定一个范围。其实就是 DFD 的 0 层图，图 2-2 就是一个实例。

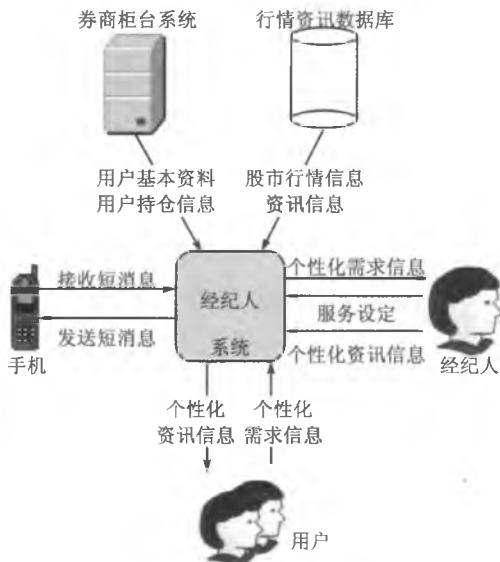


图 2-2 系统上下文范围关系图

(2) **创建用户接口原型：**由于用户界面对于一个系统来说是十分重要的，因此在需求分析阶段通过快速开发工具开发一个可抛弃原型，或者通过 PowerPoint、Authorware 等演示工具制作一个演示原型，甚至可以用纸笔画出一些关键的界面接口示意图，这些都会帮助客户更好地理解所要解决的问题，更好地理解需求。

(3) **分析需求的可行性：**对所有获得的需求进行成本、性能、技术实现方面的可行性研究，以及这些需求项是否与其他的需求项有冲突，是否有对外的依赖关系等。

(4) **确定需求的优先级：**这是一个很重要的工作，迭代开发已经成为现代软件工程方法论的一个基础，而需求的优先级是制订迭代计划的一个最重要的依据。对于需求优先级的描述，可以采用满意度/非满意度指标进行说明（满意度：取值 1~5，表示当需求被实现时用户的满意程度。不满意度：取值 1~5，表示当需求未被实现时用户的不满意程度。）

(5) **为需求建立模型：**也就是建立分析模型，这些模型的表现形式主要是图表加上少量的文字描述，正所谓一图抵千字，图形化地描述需求使其更加清晰、易懂。根据采用的分析技术的不同，采用的图也不同，例如，OO 技术下的用例模型和域模型；面向数据分析技术下的 E-R 图；结构化分析技术下的数据流图等。

(6) **创建数据字典：**数据字典是对系统用到的所有数据项和结构进行定义，以确保开发人员使用统一的数据定义。

(7) **使用质量功能调配 (QFD)：**这是在需求优先级基础上的一个升华，其原理与满意度/非满意度指标十分接近。它通过将产品特性、属性与对客户的重要性联系起来，QFD 将需求分为三类：期望需求，即如果缺少会让其感到不满意的需求；普通需求；兴奋需求：实现了客户会感到惊喜，但没有也不会遭到责备。

2. 需求建模

根据在需求方面的权威 Alan Davis 的见解，仅仅单一地看需求并不能提供对需求的完全理解，而是需要把用文字表示的需求和用图形表示的需求结合起来。而用图形表示需求，就是需求建模，获得分析模型。分析模型有助于检测需求的不一致性、模糊性、错误及遗漏。有一点需要提醒读者注意的是，迄今为止，尚未发现一种分析建模技术能够将所有的内容涵盖，我们需要根据实际情况进行有效的组合。

进行需求建模时，首先应该建立一个概念，那就是分析模型的基础是分析元素，而分析元素则来源于客户所陈述的需求。而且，我们应该尽可能地利用 CASE 工具创建、维护、发布需求模型，以保持其可控性。

2.1.5 流行的需求分析方法论

需求分析的方法可谓种类繁多，不过如果按照分解的方式不同，可以很容易地划分出几种大类型。我们先从分析方法发展的历史，对其建立一个概要性的认识。

结构化分析方法 (Structured Analysis, SA)：最初的分析方法都不成体系，而且通常都只包括一些笼统的告诫，在 20 世纪 70 年代分析技术发展的分水岭终于出现了。这时人们开始尝试使用标准化的方法，开发和推出各种名为“结构化分析”的方法论，Tom DeMacro 是这个领域最有代表性和权威性的专家。

软系统方法：这是一个过渡性的方法论，并未真正流行过，它的出现只是证明了结构化分析方法的一些不足。因为结构化分析方法采用的相对形式化的模型不仅与社会观格格不入，而且在解决“不确定性”时显得十分无力。最有代表性的软系统方法是 Checkland 方法。

面向对象分析方法 (Object Oriented Analysis, OOA)：在 20 世纪 90 年代，结构化方法的不足在面对多变的商业世界时，显得更加苍白无力，这促使了 OOA 的迅速发展。

面向问题域的分析 (Problem Domain Oriented Analysis, PDOA)：随着技术的应用和发展发现面向对象分析方法也存在着很多的不足，应运而生了一些新的方法论，PDOA 就是其中一种。不过 PDOA 尚在研究阶段，并未广泛应用。

1. 结构化分析

结构化分析与面向对象分析方法之间的最大差别是：结构化分析方法把系统看做一个过程的集合体，包括人完成的和电脑完成的；而面向对象方法则把系统看成一个相互影响的对象集。结构化分析方法的特点是利用数据流图来帮助人们理解问题，对问题进行分析。

结构化分析一般包括以下工具，在本节的随后部分将对它们一一做简单介绍。

- 数据流图（Data Flow Diagram, DFD）；
- 数据字典（Data Dictionary, DD）；
- 结构化语言；
- 判定表；
- 判定树。

结构化系统分析方法从总体上看是一种强烈依赖数据流图的自顶向下的建模方法。它不仅是需求分析技术，也是完成需求规格化的有效技术手段。

在介绍具体的结构化分析方法之前，我们先对如何进行结构化分析做一个总结性描述，以帮助大家更好地应用该方法。

(1) **研究“物质环境”。**首先，应画出当前系统（可能是非计算机系统，或是半计算机系统）的数据流图，说明系统的输入、输出数据流，说明系统的数据流情况，以及经历了哪些处理过程。在这个数据流图中，可以包括一些非计算机系统中数据流及处理的命名，例如，部门名、岗位名、报表名等。这个过程可以帮助分析员有效地理解业务环境，在与用户的充分沟通与交流中完成。

(2) **建立系统逻辑模型。**当物理模型建立完成之后，接下来的工作是画出相对真实系统的等价逻辑数据流图。在前一步骤建立的数据流图的基础上，将所有自然数据流都转成等价的逻辑流：例如将现实世界的报表改成存储在计算机系统中的文件里；又如将现实世界中“送往总经理办公室”改为“报送报表”。

(3) **划清人机界限。**最后，我们确定在系统逻辑模型中，哪些将采用自动化完成，哪些仍然保留手工操作。这样就可以清晰地划清系统的范围。

2. 数据流图

数据流图是一种图形化的系统模型，它在一张图中展示信息系统的主要需求，即输入、输出、处理（过程）、数据存储。由于从 DFD 中可以很容易地一眼看出系统紧密结合的各个部分，而且整个图形模式只有五个符号需要记忆，所以深受分析人员的喜爱，因而广为流行。

正如图 2-3 所示，DFD 中包括以下几个基本元素。

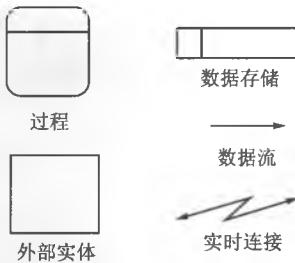


图 2-3 数据流图的符号集

- 过程：一步步地执行指令，完成输入到输出的转换。
- 外部实体：系统之外的数据源或目的。
- 数据存储：存放数据的地方，一般是文件、数据库等形式。
- 数据流：从一处到另一处的数据流向，如从输入或输出到一个过程的数据流。
- 实时连接：当过程执行时，外部实体与过程之间的来回通信。

(1) 数据流图的层次。正如前面提到的，结构化分析的思路是依赖于数据流图进行自顶而下的分析。这也是因为系统通常比较复杂，很难在一张图上将所有的数据流和加工描述清楚。因此，数据流图提供一种表现系统高层和低层概念的机制。也就是先绘制一张较高层次的数据流图，然后在此基础上，对其中的过程（处理）进行分解，分解成若干独立的、低层次的、详细的数据流图，而且可以这样逐一地分解下去，直至系统被清晰地描述出来。

(2) Context 图。Context 图，也就是在 2.1.4 节中提到的系统上下文范围关系图。这是描述系统最高层结构的 DFD 图。它的特点是，将整个待开发的系统表示为一个过程，将所有的外部实体和进出系统的数据流都画在一张图中。

图 2-3 就是一个 Context 图的实例，只不过在绘制时做了一些处理，使得它看上去更加直观易懂，图 2-4 也是一个 Context 图的例子。

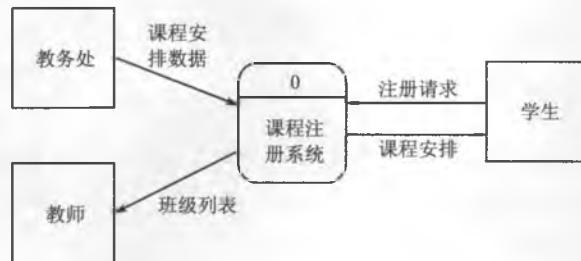


图 2-4 Context 图实例

Context 图用来描述系统有什么输入、输出数据流，与哪些外部实体直接相关，可以把整个系统的范围勾画出来。

(3) 逐级分解。当完成了 Context 图的建模后，就可以在此基础上进行进一步分解。下面我们以图 2-4 为例，进行再分解，在对原有流程了解的基础上，可以得到图 2-5。

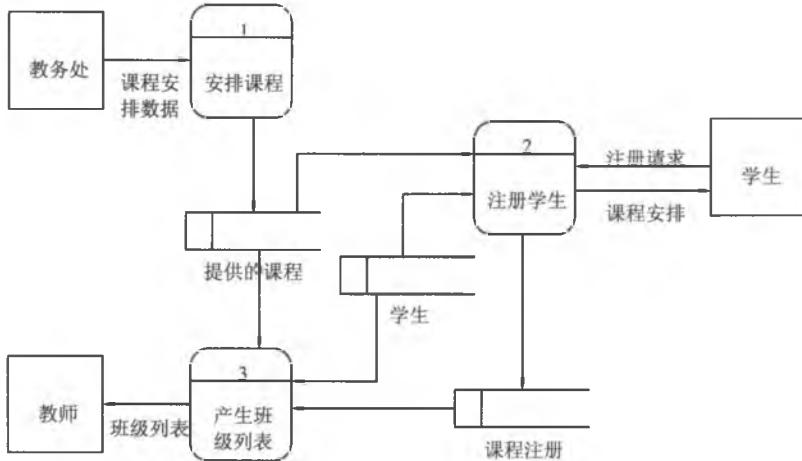


图 2-5 DFD 0 层图

图 2-5 是在 Context 的基础上做的第一次分解，而在 Context 只有一个过程，那就是系统，我们将其编号为 0。接下来对 Context 图进行分解，其实就是对这个编号为 0 的过程进行更细化的描述，在这里引入了新的过程、数据存储，为了能够区分其位于的级别，在这个层次上的过程将以 1、2、3 为序列进行编号。

正是由于这是对过程 0 的分解，因此也称之为 DFD 0 层图。而我们可以根据需要对 DFD 0 层图上的过程（编号为 1、2、3）进行如法炮制的分解，称之为 DFD 1 层图，DFD 1 层图中引入的新过程，其编号规则就是 1.1，1.2…，以及 2.1，2.2…，依此类推，直到完成分析工作。

另外，这里存在一个很关键的要点，由于 DFD 0 层图是 Context 的细化，因此所有的输入和输出应该与 Context 完全一致，否则就说明存在着错误。

(4) 如何画 DFD。DFD 的绘制是一个自顶向下、由外到里的过程，通常按照以下几个步骤进行。

- 画系统的输入和输出：在图的边缘标出系统的输入、输出数据流。这一步其实是决定研究的内容和系统的范围。在画的时候，可以先将尽可能多的输入、输出画出来，然后再删除多余的，增加遗漏的。
- 画数据流图的内部：将系统的输入、输出用一系列的处理连接起来，可以从输入数据流画向输出数据流，也可以从中间画出去。
- 为每一个数据流命名：命名的好坏与数据流图的可理解性密切相关，应避免使用空洞的名字。
- 为加工命名：注意应用动宾短语。

不考虑初始化和终点，暂不考虑出错路径等细节，不画控制流和控制信息。

3. 细化记录 DFD 部件

为了能够更好地描述 DFD 的部件，结构化分析方法还引入了数据字典、结构化语言，以及决策树、决策表等方法。通过使用这些工具，能够对数据流图中描述不够清晰的地方进行有效的补充。

(1) 结构化语言。结构化语言是结构化编程语言与自然语言的有机结合，可以采用顺序结构、分支结构、循环结构等机制，同时还说明加工的处理流程。该技术通常用来描述一些重要的、复杂的过程的程序逻辑逻辑。表 2-1 所示是一个使用结构化语言描述的例子。

表 2-1 使用结构化语言描述的例子

```

IF 分数>=60 Then
  IF 分数<80 Then
    成绩=C
  ELSE
    IF 分数<90 Then
      成绩=B
    ELSE
      成绩=A
    EndIf
  EndIf
ELSE
  IF 分数>=50 Then
    成绩=D
  ELSE
    成绩=E
  EndIf
EndIf

```

(2) 决策表和决策树。决策表是一种处理逻辑的表格表示方法，其中包括决策变量、决策变量值、参与者或公式。与上例对应的决策表示例如表 2-2 所示。

表 2-2 决策表示例

分数>=60	是		否	
分数	>=80		<80	>=50
分数	>=90	<90		<50
成绩	A	B	C	D
				E

而决策树则使用像树枝一样的线条对过程逻辑进行图表化的描述。与上例相应的决策表如图 2-6 所示。

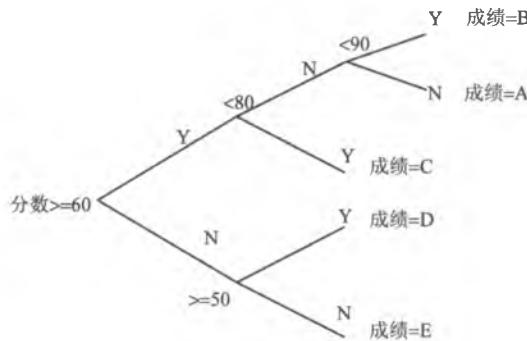


图 2-6 决策树示例

很显然，应用这两种手段来描述复杂决策逻辑，要远远优于使用结构化语言。而这两种技术也各有优劣，决策表更严密，而决策树更易读。分析人员可以根据自己的实际需要来灵活选择应用。

(3) 数据字典。数据字典技术是一种很实用、有效的表达数据格式的手段。它是对所有与系统相关的数据元素的一个有组织的列表和精确的、严格的定义，使用户和系统分析员对输入、输出、存储成分和中间计算机有共同的理解。通常数据字典的每一条目中包括以下信息。

- 名称：数据或控制项、数据存储或外部实体的主要名称，如果有别名的还应该将别名列出来。
- 何处使用/如何使用：使用数据或控制项的加工列表，以及如何使用。
- 内容描述：说明该条目内容组成，通常采用以下符号进行说明。
 - =：由…构成。
 - +：和，代表顺序连接的关系。
 - []：或，代表从中选择一个。
 - { } *：n 次重复。
 - ()：代表可选的数据项。
 - *...*：表示特定限制的注释。
- 补充信息：关于数据类型、默认值、限制等信息。

表 2-3 是一个数据字典的实例。

表 2-3 数据字典的实例

客户基本信息=客户编号+客户名称+身份证号码+手机+小灵通+家庭电话

客户编号={0…9} ⁸

```

客户名称={字}^4
身份证号码=[{0…9}^15|{0…9}^18]
手机=[{0…9}^11|{0…9}^12]
小灵通=(区号)+本地号
家庭电话=(区号)+本地号
办公电话=(区号)+本地号
区号={0…9}^4
本地号=[{0…9}^7|{0…9}^8]

```

4. 实体-关系图

传统的系统开发方法都把重点集中在新系统的数据存储需求上，包括数据实体、数据实体的属性，以及它们之间的关系。而描述这些东西的最好形式就是借助实体-关系图（Entity Relationship Diagram，E-R 图）。

(1) 实体。由于所有的系统都包括数据，而且是大量的数据。因此，我们在开发系统时，需要一个概念来抽象地表示一组相类似的事物的所有实例，我们称这个概念为实体，在 E-R 图中使用一个圆角的矩形来表示，如图 2-7 (a) 所示。从这个概念上看，与面向对象分析方法中的类有些相似。不过，由于在这里只关心数据，因此实体通常是要存储的数据。与类一样，实体也有实例，表示实体的一个具体值，称为实体实例。

由于实体是用来存储数据的，因此需要描述它具体存储什么数据，这些具体的数据叫做属性，用来描述实体的性质或特征，可以直接在圆角矩形中填入这些属性值，如图 2-7 (b) 所示。另外还应该为属性定义合法的值，这个定义包括数据类型、域，以及默认值，这些描述可以直接跟在属性值的后面，如图 2-7 (c) 所示。关于数据类型、域的说明如表 2-4 所示。

表 2-4 数据类型与域说明

数据类型	类型说明	域
NUMBER	任何数、实数或整数	对于整数，指定范围 {最大~最小} 对于实数，指定范围和精度
TEXT	一个字符串	TEXT (属性的最大长度)
MEMO	不确定大小的 TEXT，常用于不定长的信息	无
DATA	各种格式的日期	MMDDYYYY 或者 MMYYYY 等
TIME	各种格式的时间	HHMMT 或者 HHMM 等
YES/NO	布尔型变量，是或者否	{YES, NO} {ON, OFF}
VALUE SET	一个有值集合	{值 1, 值 2, …, 值 n} {代表代码及含义的表}
IMAGE	任何图形或图像	无

另外，为了能够区别每一个实体实例，经常需要设置一个标志符或键，而键就是其中的一个或一组属性，它们对每个实体实例具有唯一的值，通常在 E-R 图中的属性值

后面加上 Primary Key 或 Alternate Key 等描述，如图 2-7 (d) 所示。

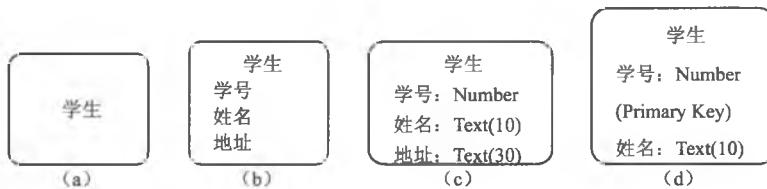


图 2-7 实体表示图例

(2) 关系。实体和属性都不是孤立存在的，它们各自代表的事物互相交互，并且互相影响，共同支持业务任务。关系是存在于一个或多个实体之间的自然业务联系。关系可以链接实体的一个事件，也可以是纯粹的逻辑关系。

通常情况下，我们还需要对关系的多重性进行说明，这也就是基数。基数定义了一个实体相对于另一个关联实体的某个具体值的最小和最大具体值数量。因为所有的关系都是双向的，因此在两个方向上都需要定义。基数定义如图 2-8 所示。

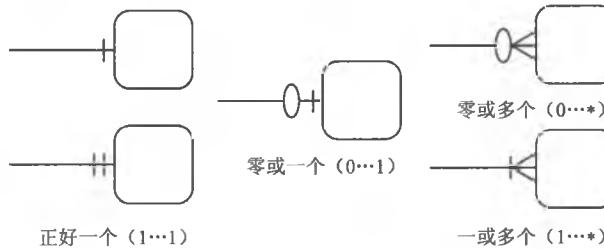


图 2-8 关系的基数表示法

结构化分析方法为开发者和客户提供一个直观易懂的模型，能够对实现理解问题域这一基本的分析目标以支持。但也存在着很多的先天不足：

- 对问题域的研究力度不够大；
- 分析与设计之间缺乏清晰的界限；
- 没有一个真正的功能规格说明；
- 需求实质上是根据满足该需求的某一特定系统的内部设计来加以说明的；
- 内部设计的开发使用的则是不可靠的内部设计技术—功能分解；
- 不适用于很多类型的应用。

可以说，结构化分析方法在很大程度上推动了分析技术的发展，但又被更合适的技术逐渐取代，不过，结构化分析方法中的具体工具仍然有很广泛的应用空间。

5. 面向问题域的分析

相对而言，面向问题域的分析是一项很新的技术，还处于研究阶段，相关的文档资

料还不多。与 SA 和 OOA 相比，面向问题域的分析更多地强调描述，而较少强调建模。它的描述大致分为以下两个部分。

(1) 关注问题域：用一个文档对含有问题域进行相关的描述，并列出需在该域中求解的问题列表，即需求列表。只有这个文档是在分析时产生的。

(2) 关注解系统的待求行为：用一个文档对解系统（即系统实现）的待求行为进行描述。该文档将在需求规格说明时再完成。

在面向问题域的分析方法中，对整个过程有着一个清晰的定义：

- 搜集基本的信息并开发问题框架，以建立问题域的类型；
- 在问题框架类型的指导下，进一步搜集详细信息并给出一个问题域相关特性的描述。

基于以上两点，收集并用文档说明新系统的需求。

从上面的描述中，我们可以看出，问题框架是面向问题域分析的核心元素。问题框架是将问题域建模成一系列相互关联的子域，而一个子域可以是那些可能算是精选出来的问题域的一部分，也可以把问题框架视为开发 Context 图，但不同的是 Context 图的建模对象是针对解系统的，而问题框架则是针对问题域的。也就是说，问题框架的目标就是大量地捕获更多有关问题域的信息。

2.2 软件设计

从功能上的划分来看，软件设计应该是软件设计师的工作，但作为一名项目管理师，首先自己必须懂得软件设计的基本原则和理论，掌握基本的软件设计方法，具有一定的软件设计经验。

2.2.1 软件设计基本原则

1. 信息隐蔽

在一节不和谐的课堂里，老师叹气道：“要是坐在后排聊天的同学能像中间打牌的同学那么安静，就不会影响到前排睡觉的同学”。

这个故事告诉我们，如果不想让坏事传播开来，就应该把坏事隐藏起来，“家丑不可外扬”就是这个道理。为了尽量避免某个模块的行为去干扰同一系统中的其他模块，在设计模块时就要注意信息隐藏。应该让模块仅仅公开必须要让外界知道的内容，而隐藏其他一切内容。

在软件设计中同样有信息隐蔽原则。Parnas 提出：在概要设计时列出将来可能发生的变化的因素，并在模块划分时将这些因素放到个别模块的内部。也就是说，每个模块的实现细节对于其他模块来说是隐蔽的，模块中所包含的信息（包括数据和过程）不允许其他不需要这些信息的模块使用。这样，在将来由于这些因素变化而需修改软件时，只

需修改这些个别的模块，其他模块不受影响。信息隐蔽技术不仅提高了软件的可维护性，而且也避免了错误的蔓延，改善了软件的可靠性。现在信息隐蔽原则已成为软件工程学中的一条重要原则。

2. 模块独立性

软件设计中的模块独立性是指软件系统中每个模块只涉及软件要求的具体子功能，而和软件系统中其他的模块接口是简单的。模块独立的概念是模块化、抽象、信息隐蔽和局部化概念的直接结果。

一般采用两个准则度量模块独立性，即模块间耦合和模块内聚。

耦合是模块之间的相对独立性（互相联系的紧密程度）的度量。模块之间的联系越紧密，联系越多，耦合性就越高，而其模块独立性就越弱。

内聚是模块功能强度（一个模块内部各个元素彼此结合的紧密程度）的度量。一个模块内部各个元素之间的联系越紧密，则它的内聚性就越高，相对地，它与其他模块之间的耦合性就会减低，而模块独立性就越强。由此可见，模块独立性比较强的模块应是高内聚低耦合的模块。

(1) 内聚。内聚是信息隐蔽功能的自然扩展。内聚的模块在软件过程中完成单一的任务，同程序其他部分执行的过程交互很少，简而言之，内聚模块（理想情况下）应该只完成一件事。在设计模块时应尽量争取高内聚。

一般模块的内聚性分为七种，如图 2-9 所示。

一般认为，巧合（偶然）、逻辑和时间上的聚合是低聚合性的表现；信息的聚合则属于中等聚合性；顺序的和功能的聚合是高聚合性的表现。表 2-5 列出了各类聚合性与模块各种属性的关系。

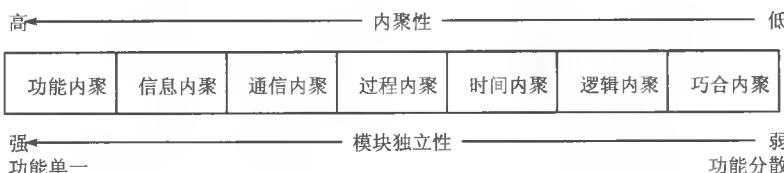


图 2-9 模块的内聚性

表 2-5 各类聚合性与模块各种属性的关系

	内部联系	清晰性	可重用性	可修改性	可理解性
偶然聚合性	很差	差	很差	很差	很差
逻辑聚合性	很差	很差	很差	很差	差
时间聚合性	差	中	很差	中	中
信息聚合性	中	好	差	中	中
顺序聚合性	好	好	中	好	好
功能聚合性	好	好	好	好	好

- 功能内聚（Functional Cohesion）。一个模块中各个部分都是完成某一具体功能必不可少的组成部分，或者说该模块中所有部分都是为了完成一项具体功能而协同工作，紧密联系，不可分割的，则称该模块为功能内聚模块。它是内聚程度最高的，也是模块独立性最强的模块。
- 信息内聚（Informational Cohesion）。这种模块完成多个功能，各个功能都在同一数据结构上操作，每一项功能有一个唯一的入口点。这个模块将根据不同的要求，确定该执行哪一个功能。由于这个模块的所有功能都是基于同一个数据结构（符号表），因此，它是一个信息内聚的模块。信息内聚模块可以看成是多个功能内聚模块的组合，并且达到信息的隐蔽。即把某个数据结构、资源或设备隐蔽在一个模块内，不为别的模块所知晓。
- 通信内聚（Communication Cohesion）。如果一个模块内各功能部分都使用了相同的输入数据，或产生了相同的输出数据，则称之为通信内聚模块。通常，通信内聚模块是通过数据流图来定义的。
- 过程内聚（Procedural Cohesion）。使用流程图作为工具设计程序时，把流程图中的某一部分划出组成模块，就得到过程内聚模块。例如，把流程图中的循环部分、判定部分、计算部分分成三个模块，这三个模块都是过程内聚模块。
- 时间内聚（Classical Cohesion）。时间内聚又称为经典内聚。这种模块大多为多功能模块，但模块的各个功能的执行与时间有关，通常要求所有功能必须在同一时间段内执行。例如，初始化模块和终止模块。
- 逻辑内聚（Logical Cohesion）。这种模块把几种相关的功能组合在一起，每次被调用时，由传送给模块的判定参数来确定该模块应执行哪一种功能。
- 巧合内聚（Coincidental Cohesion）。巧合内聚又称为偶然内聚。当模块内各部分之间没有联系，或者即使有联系，这种联系也很松散，则称这种模块为巧合内聚模块，它是内聚程度最低的模块。

(2) 耦合。耦合是程序结构中模块相互关联的度量。耦合取决于各个模块间接口的复杂程度、调用模块的方式，以及哪些信息通过接口。

耦合的强度依赖于以下几个因素：

- 一个模块对另一个模块的调用；
- 一个模块向另一个模块传递的数据量；
- 一个模块施加到另一个模块的控制的多少；
- 模块之间接口的复杂程度。

一般模块之间可能的连接方式有 7 种，它们构成耦合性的 7 种类型，如图 2-10 所示。

耦合是影响软件复杂程度的一个重要因素，在软件设计过程中，应尽量使用数据耦合，少用控制耦合，限制公共耦合的范围，完全不用内容耦合。表 2-6 列出了各类耦合性与模块各种属性的关系。



图 2-10 模块之间的耦合性

表 2-6 各类耦合性与模块各种属性的关系

	对修改的敏感性	可重用性	可修改性	可理解性
内容耦合	很强	很差	很差	很差
公共耦合	强	很差	中	很差
外部耦合	一般	很差	很差	中
控制耦合	一般	差	差	差
标记耦合	不一定	中	中	中
数据耦合	不一定	好	好	好

- 非直接耦合（Nondirective Coupling）。如果两个模块之间没有直接关系，它们之间的联系完全是通过主模块的控制和调用来实现的，这就是非直接耦合。这种耦合的模块独立性最强。
- 数据耦合（Data Coupling）。如果一个模块访问另一个模块时，彼此之间是通过简单数据参数（不是控制参数、公共数据结构或外部变量）来交换输入、输出信息的，则称这种耦合为数据耦合。
- 标记耦合（Stamp Coupling）。如果一组模块通过参数表传递记录信息，就是标记耦合。这个记录是某一数据结构的子结构，而不是简单变量。
- 控制耦合（Control Coupling）。如果一个模块通过传送开关、标志、名字等控制信息，明显地控制选择另一模块的功能，就是控制耦合。
- 外部耦合（External Coupling）。一组模块都访问同一全局简单变量而不是同一全局数据结构，而且不是通过参数表传递该全局变量的信息，则称为外部耦合。
- 公共耦合（Common Coupling）。若一组模块都访问同一个公共数据环境，则它们之间的耦合就称为公共耦合。公共的数据环境可以是全局数据结构、共享的通信区、内存的公共覆盖区等。公共耦合的复杂程度随耦合模块的个数增加而显著增加。若只是两模块间有公共数据环境，则公共耦合有两种情况。松散公共耦合和紧密公共耦合。
- 内容耦合（Content Coupling）。如果发生下列情形，两个模块之间就发生了内容耦合：一个模块直接访问另一个模块的内部数据；一个模块不通过正常入口转到另一模块内部；两个模块有一部分程序代码重叠（只可能出现在汇编语言中）；一个模块有多个入口。

2.2.2 结构化设计方法

结构化设计方法是基于模块化、自顶向下逐层细化、结构化程序设计等程序设计技术基础上发展起来的，该方法实施的过程如下。

(1) 总结出系统应有的功能，对一个功能，从功能完成的过程考虑，将各个过程列出，标志出过程转向和传递的数据。这样，可以将所有的过程都画出来。

(2) 细化数据流。确定应该记录的数据。

(3) 分析各过程之间的耦合关系，合理地进行模块划分以提高它们之间的内聚性。实际上，对于这个练习，可以使模块具有信息内聚性。

1. 系统结构图中的模块

在系统结构图中，不能再分解的底层模块称为原子模块。如果一个软件系统的全部实际加工都由原子模块来完成，而其他所有非原子模块仅仅执行控制或协调功能，这样的系统就是完全因子分解的系统。如果系统结构图是完全因子分解的，就是最好的系统。但实际上，这只是力图达到的目标，大多数系统做不到完全因子分解。

一般来说，结构图中可能出现如图 2-11 所示的 4 种类型的模块。

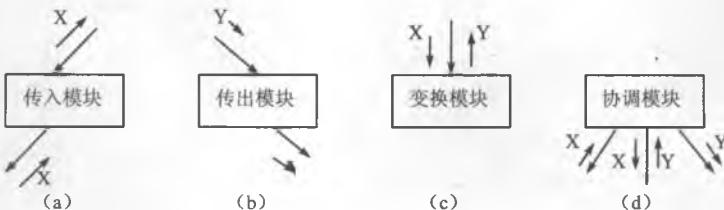


图 2-11 4 种模块类型

- 传入模块：图 2-11 (a)，从下属模块取得数据，经过某些处理，再将其传送给上级模块。它传送的数据流叫做逻辑输入数据流。
- 传出模块：图 2-11 (b)，从上级模块取得数据，进行某些处理，传送给下属模块。它传送的数据流叫做逻辑输出数据流。
- 变换模块：图 2-11 (c)，从上级模块取来数据，进行特定处理后，送回原上级模块。它加工的数据流叫做变换数据流。
- 协调模块：图 2-11 (d)，对其下属模块进行控制和管理的模块。在一个好的系统结构图中，协调模块应在较高层出现。

值得注意的是，结构图着重反映的是模块间的隶属关系，即模块间的调用关系和层次关系。它和程序流程图（常称为程序框图）有着本质的区别。程序流程图着重表达的是程序执行的顺序，以及执行顺序所依赖的条件。结构图则着眼于软件系统的总体结构，

它并不涉及模块内部的细节，只考虑模块的作用，以及它和上、下级模块的关系。而程序流程图则用来表达执行程序的具体算法。

没有学过软件开发技术的人，一般习惯于使用流程图编写程序，往往在模块还未做划分，程序结构的层次尚未确定以前，便急于用流程图表达他们对程序的构想。这就像造一栋大楼，在尚未决定建筑面积和楼屋有多少时，就已经开始砌砖了。这显然是不合适的。

Adele Goldberg 在 *Succeeding with Objects* 中叙述了一位犹太教教士在新年伊始的宗教集会上讲述的故事：

“一位教士登上一列火车，由于他经常乘坐这辆车，因此列车长认识他。教士伸手到口袋中掏车票。但没有找到，他开始翻他的行李。列车长阻止了他：‘教士，我知道您肯定有车票。现在别急着找。等找到后再向我出示。’但教士仍在找那张车票。当列车长再次见到他时，教士说：‘你不明白。我知道你相信我有车票，但……我要去哪里呢？’”

有太多项目失败就是因为它们没有明确的目标就开始了。

在结构化分析和设计技术中，通常存在着两种典型的问题类型，变换型问题和事务型问题，它们的数据流图和结构图都有明显的特征。下面分别讨论它们的数据流图形态及其映射成结构图的过程。

结构图（Structured Charts, SC）是准确表达程序结构的图形表示方法，它能清楚地反映出程序中各模块间的层次关系和联系。与数据流图反映数据流的情况不同，结构图反映的是程序中控制流的情况。图 2-12 为某大学教务管理系统的结构图。

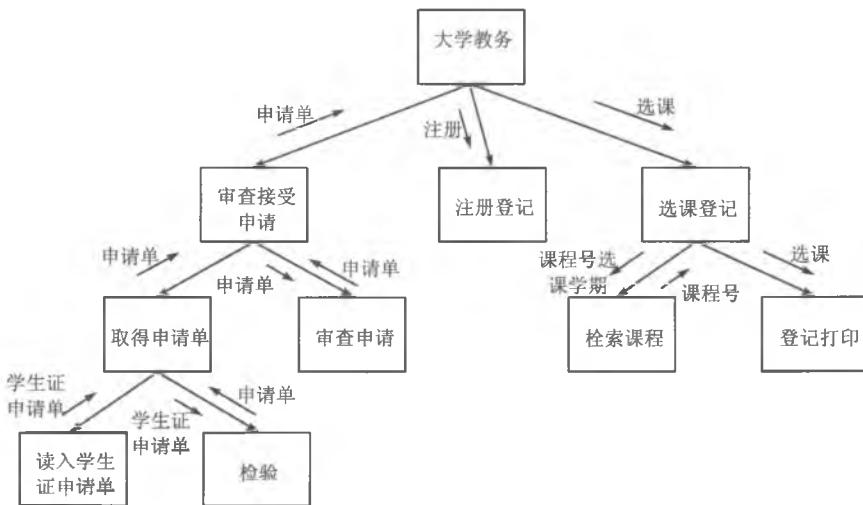


图 2-12 大学教务管理系统结构图

2. 系统结构图中的主要成分

结构图中的主要成分有四种。

(1) 模块。以矩形框表示，框中标有模块的名字。对于已定义（或者已开发）的模块，则可以用双纵边矩形框表示，如图 2-13 所示。



图 2-13 模块的表示

(2) 模块间的调用关系。两个模块，一上一下，以箭头相连，上面的模块是调用模块，箭头指向的模块是被调用模块，如图 2-14 中，模块 A 调用模块 B。在一般情况下，箭头表示的连线可以用直线代替。

(3) 模块间的通信。以表示调用关系的长箭头旁边的短箭头表示，短箭头的方向和名字分别表示调用模块和被调用模块之间信息的传递方向和内容。如图 2-14 所示，首先模块 A 将信息 C 传给模块 B，经模块 B 加工处理后的信息 D 再传回给 A。

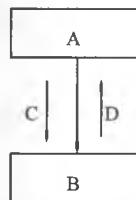


图 2-14 模块的调用关系及信息传递关系的表示

(4) 辅助控制符号。当模块 A 有条件地调用模块 B 时，在箭头的起点标以菱形。模块 A 反复地调用模块 D 时，另加一环状箭头。如图 2-15 所示。

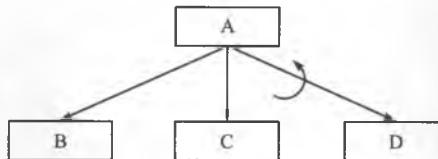


图 2-15 条件调用和循环调用的表示

在结构图中条件调用所依赖的条件和循环调用的循环控制条件通常都无需注明。

3. 常用的系统结构图

常用的系统结构图有以下几种。

(1) 变换型系统结构图。在数据处理问题中，我们通常会遇到这样一类问题，即从（程序）“外部”取得数据（例如从键盘、磁盘文件等），对取得的数据进行某种变换，然后再将变换得到的数据传回“外部”。其中取得数据这一过程称为传入信息（数据）

流程、变换数据的过程称为变换信息（数据）流程，传回数据过程称为传出信息（数据）流程，如图 2-16 所示。

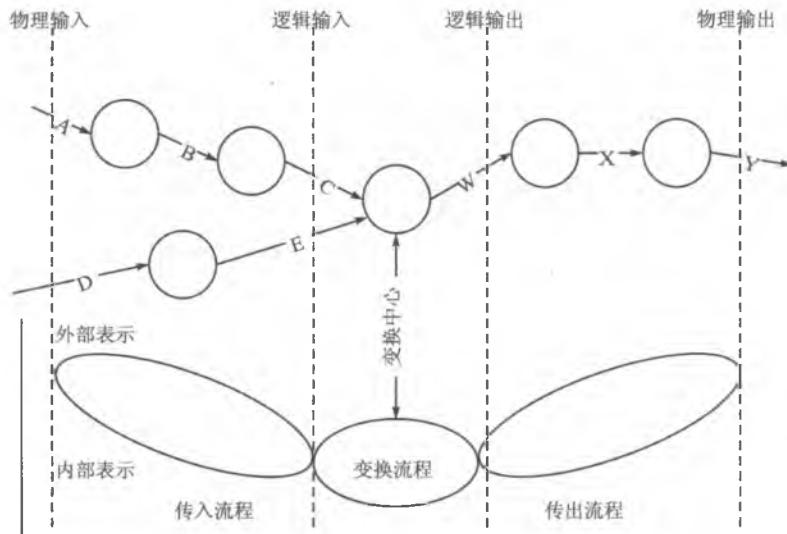


图 2-16 变换型问题

当数据流图或其中某一段数据流表现出上述特征时，该数据流图或该段数据流图表示的是一个变换型问题。完成数据变换的处理单元叫变换中心。变换型问题数据流图基本形态及其对应的基本结构图分别如图 2-17 (a) 和 (b) 所示。

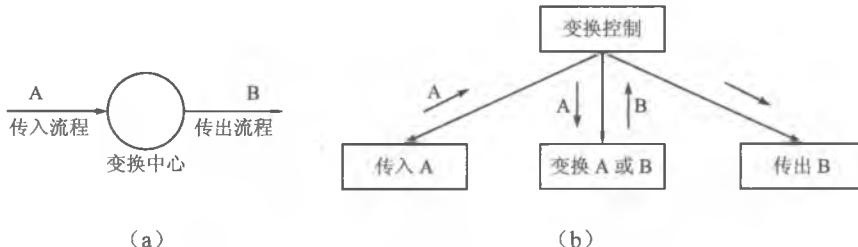


图 2-17 基本变换型问题数据流图及其结构图

根据图 2-17 所示的基本映射关系所得到的图 2-16 所示变换型问题的结构图如图 2-18 所示。“变换控制”模块首先获得控制，然后控制沿着结构到达底层的“传入 A”模块，物理输入数据 A 由“传入 A”模块读入后，从底层逐步向上传送。在传送过程中，数据经“变换 A 成 B”、“变换 B 成 C”等模块的预处理，逐渐变换为纯粹的逻辑输入 C、E。接着在“变换控制”模块的控制下，将逻辑输入经变换中心模块“变换 C 和 E 成 W”处理后，变换为逻辑输出 W，再从顶层逐步向下传送。在这一传送过程中，

数据经“变换 W 成 X”、“变换 X 成 Y”等模块的后处理，逐渐变换成为适当的输出形式，最后由“传出 Y”模块完成物理输出。

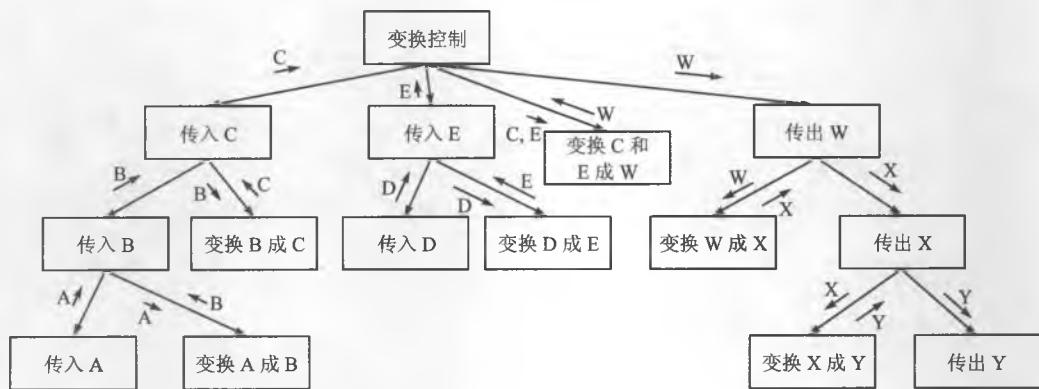


图 2-18 变换型问题结构图

(2) 事务型系统结构图。在实际中，我们还常常会遇到另一类问题，即通常在接受某一项事务后，根据事务的特点和性质，选择分派给一个适当的处理单元，然后给出结果，如图 2-19 所示。

这类问题是事务型问题。它的特点是，数据沿着接收分支把外部信息（数据）转换成一个事务项，然后计算该事务项的值，并根据它的值从多条数据流中选择其中的某一条数据流。发出多条数据流的处理单元叫事务中心。这类问题的典型结构图如图 2-20 所示。事务控制模块按所取得事务的类型，选择调用某一个处理事务模块。

(3) 混合型系统结构图。在实际中，一些大型问题往往既不是单纯的变换型问题，也不是单纯的事务型问题，而是两种混合在一起的混合型问题。图 2-21 表示的就是一个混合型问题数据流图，图 2-22 是图 2-21 相应的结构图。

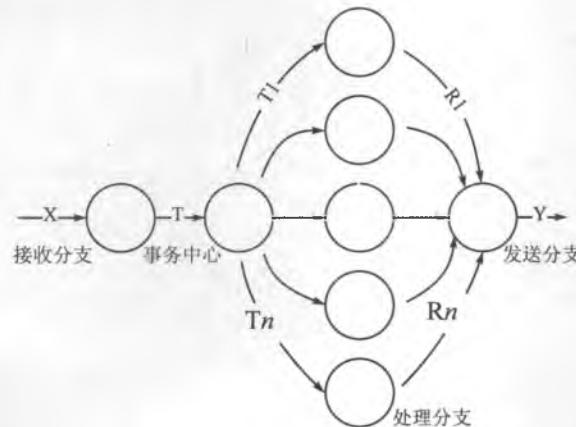


图 2-19 事务型问题

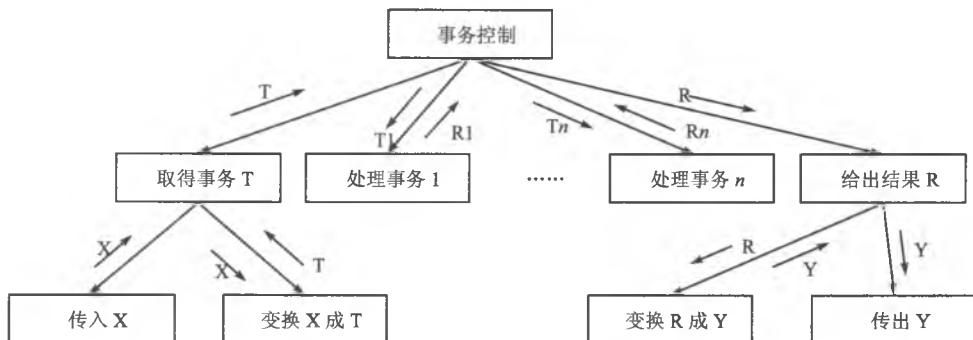


图 2-20 事务型问题结构图

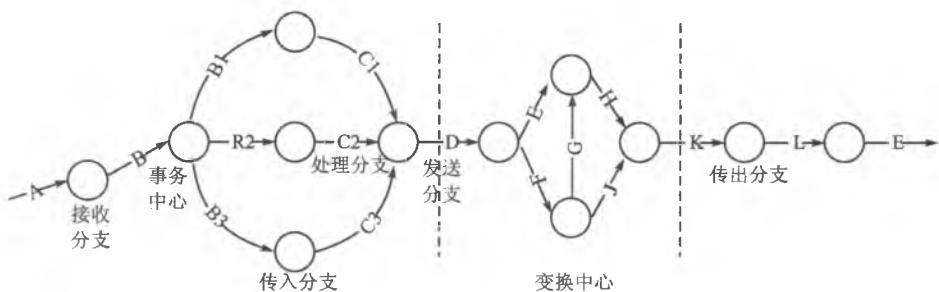


图 2-21 混合型问题数据流图

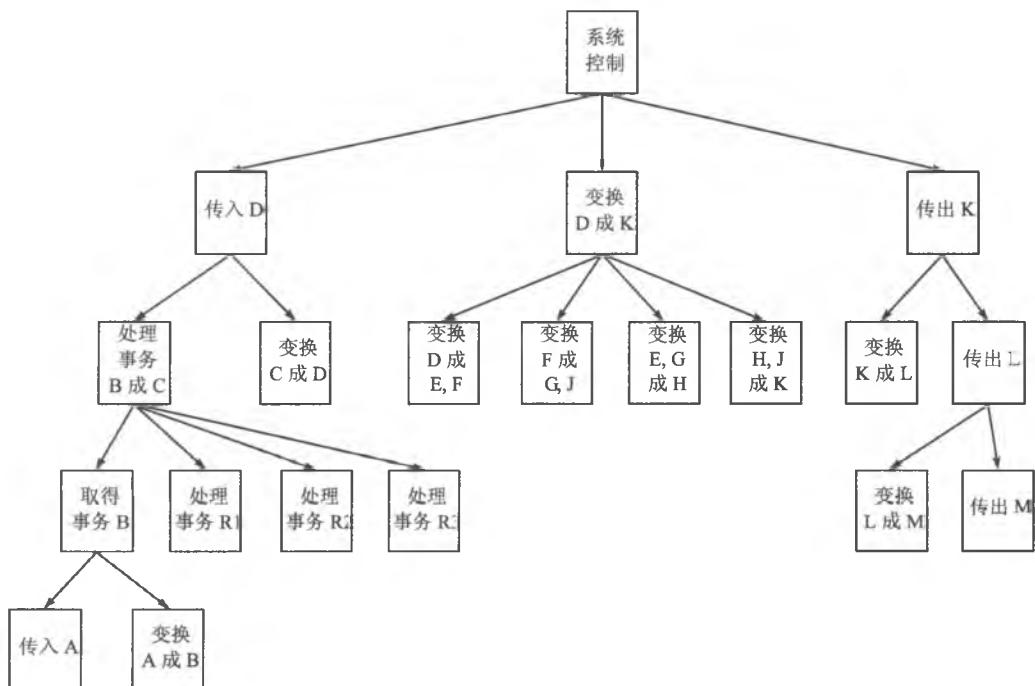


图 2-22 混合型问题结构图

对于这种混合型问题，一般以变换型问题为主，首先找出变换中心，设计出结构图的上层；然后根据数据流图的各部分具体类型分别映射得到它们的结构图。例如，对于如图2-22所示混合型问题，从整体上可以将其看成是一个从A到M的变换型问题，从D到K之间的变换是变换中心；从A到D是传入分支，具有事务型问题的特点；从K到M是传出分支。因此，该混合型问题结构图的上层可以由“传入D”模块、“变换D成K”模块和“传出K”模块组成，“传入D”模块的下层结构图由从传入分支映射得到的事务型问题结构图组成，“变换D成K”模块和“传出K”模块的下层结构图可以按通常的变换型问题映射方法获得。

2.2.3 用户界面设计

像人类追求心灵美和外表美那样，软件系统也追求（内在的）功能强大和（外表的）界面友好。

美的界面能消除用户由感觉引起的乏味、紧张和疲劳（情绪低落），大大提高用户的工作效率，从而进一步为发挥用户技能和完成任务做出贡献。从人-机界面发展历史与趋势上可以看出人们对界面美的需求，以及美在界面设计中的导向作用。

界面设计已经经历了两个界限分明的时代。第一代是以文本为基础的简单交互，如常见的命令行、字符菜单等。由于第一代界面考虑人的因素太少，用户兴趣不高。随着技术的发展，出现了第二代直接操纵的界面。它大量使用图形、语音和其他交互媒介，充分地考虑了人们对美的需求。直接操纵的界面使用视听、触摸等技术，让人可以凭借生活常识、经历和推理来操纵软件，愉快地完成任务。更高层次的界面甚至模拟了人的生活空间，例如，虚拟现实环境。

界面的美充分体现了人-机交互作用中人的特性与意图，越来越多的用户将通过具有吸引力而令人愉快的人-机界面与计算机打交道。

一个好的用户界面应具有以下特点。

1. 可使用性

- (1) 使用的简单性；
- (2) 用户界面中所用术语的标准化和一致性；
- (3) 拥有帮助功能；
- (4) 快速的系统响应和低的系统成本；
- (5) 用户界面应具有容错能力。

2. 灵活性

- (1) 考虑用户的特点、能力、知识水平，应当使用户界面能够满足不同用户的要求；
- (2) 用户可以根据需要制订和修改界面方式；

- (3) 系统能够满足用户的希望和需要；
- (4) 与其他软件系统应有标准的接口。

3. 复杂性和可靠性

- (1) 用户界面的规模和组织的复杂程度就是界面的复杂性；
- (2) 用户界面的可靠性是指无故障使用的间隔时间。

2.2.4 设计评审

在开发时期的每个阶段，特别是设计阶段结束时都要进行严格的技术评审，尽量不让错误传播到下一个阶段。设计评审一般采用评审会议的形式来进行。

软件设计评审流程如图 2-23 所示。

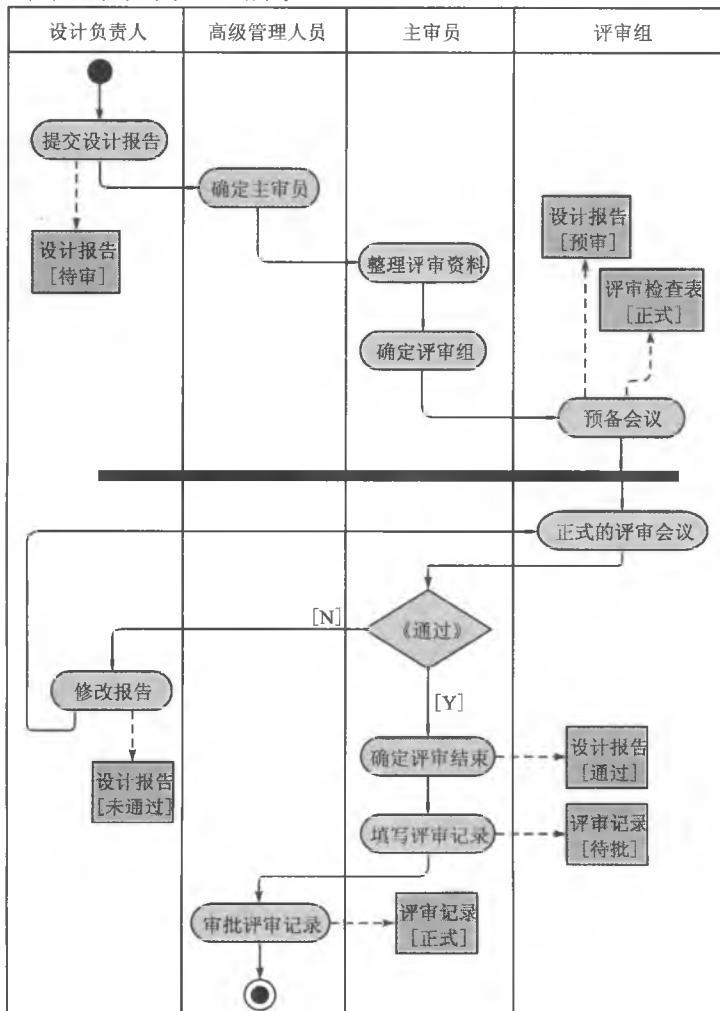


图 2-23 软件设计评审流程图

- 设计负责人职责：一般工程设计均由软件公司选派设计负责人，设计负责人承担该项工程的全部设计管理任务；对设计质量、进度及各单项设计间的组织协调等全面负责，对各单项工程之间的衔接、协调和总体方案质量负主要责任，并负责编写总说明，汇编总概算。
- 高级管理人员职责：确定主审员、审批评审记录。
- 主审员职责：在评审会前提出项目的书面评审意见、确定评审组、确定评审结果并填写评审记录。
- 评审组职责：专业评审组评委表决通过项目初评结论并报综合评审会议，通过设计报告。

2.3 软件测试

软件测试是为了发现错误而执行程序的过程，是根据程序开发阶段的规格说明及程序内部结构而精心设计的一批测试用例（输入数据及其预期结果的集合），并利用这些测试用例去运行程序，以发现程序错误的过程。

从软件开发者的角度出发，则希望软件测试成为表明软件产品中不存在错误的过程，验证该软件已正确地实现了用户的要求，确立人们对软件质量的信心。从用户的角度出发，普遍希望通过软件测试暴露软件中隐藏的错误和缺陷，以考虑是否可接受该产品。

应当把“尽早地和不断地进行软件测试”作为软件开发者的座右铭；测试用例应当由测试输入数据和对应的预期输出结果这两部分组成；程序员应避免检查自己的程序；在设计测试用例时，应包括合理的输入条件和不合理的输入条件；充分注意测试中的群集现象。经验表明，测试后程序中残存的错误数目与该程序中已发现的错误数目成正比。严格执行测试计划，排除测试的随意性；应当对每一个测试结果做全面检查；妥善保存测试计划、测试用例、出错统计和最终分析报告，为软件维护提供方便。

软件测试并不等于程序测试。软件测试应贯穿于软件定义与开发的整个期间。需求分析、概要设计、详细设计，以及程序编码等各阶段所得到的文档，包括需求规格说明、概要设计规格说明、详细设计规格说明，以及源程序，都应成为软件测试的对象。

2.3.1 测试用例设计

测试用例是为特定目标开发的测试输入、执行条件和预期结果的集合。设计测试用例通常有两种常用的测试方法：黑盒测试和白盒测试。

1. 黑盒测试

黑盒测试把测试对象看做一个空盒子，不考虑程序的内部逻辑结构和内部特性，只依据程序的需求规格说明书，检查程序的功能是否符合它的功能说明，又称为功能测试或数据驱动测试。

黑盒测试方法主要是在程序的接口上进行测试，主要是为了发现以下错误。

- 是否有不正确或遗漏了的功能；在接口上，能否正确的接收输入，能否输出正确的结果；
- 是否有数据结构错误或外部信息访问错误；性能上是否能够满足要求；是否有初始化或终止性错误；
- 黑盒测试需要在所有可能的输入条件和输出条件下确定测试数据，以检查程序是否都能产生正确的输出；有时测试数据量太大，是不现实的。

黑盒测试的测试用例设计方法主要有如下几种。

(1) 等价类划分。等价类划分是一种典型的黑盒测试方法，使用这一方法时，完全不考虑程序的内部结构，只依据程序的规格说明来设计测试用例。该方法把所有可能的输入数据即程序的输入域划分为若干个部分，然后从每一部分中选取少数有代表性的数据作为测试用例。

使用这一方法设计测试用例要经历划分等价类（列出等价类表）和选取测试用例两步。

- 第一步首先划分等价类。等价类是指某个输入域的子集合。在该子集合中，各个输入数据对揭露程序中的错误都是等效的。测试某等价类的代表值就等价于对这一类其他值的测试。等价类的划分有两种不同的情况：有效等价类是指对于程序的规格说明来说，是合理的、有意义的输入数据构成的集合；无效等价类是指对于程序的规格说明来说，是不合理的、无意义的输入数据构成的集合。
- 第二步再从划分出的等价类中按以下原则选择测试用例。为每一个等价类规定一个唯一编号；设计一个新的测试用例，使其尽可能多地覆盖尚未被覆盖的有效等价类，重复这一步，直到所有的有效等价类都被覆盖为止；设计一个新的测试用例，使其尽可能多地覆盖尚未被覆盖的无效等价类，重复这一步，直到所有的无效等价类都被覆盖为止。

(2) 边界值分析。边界值分析也是一种黑盒测试方法，是对等价类划分方法的补充。人们从长期的测试工作经验得知，大量的错误是发生在输入或输出范围的边界上，而不是在输入范围的内部。因此针对各种边界情况设计测试用例，可以查出更多的错误。使用边界值方法设计测试用例，应当选取正好等于、刚刚大于或刚刚小于边界的值作为测试数据。

(3) 错误推测法。人们也可以靠经验和直觉推测程序中可能存在的各种错误，从而有针对性地编写检查这些错误的例子。其基本思想是：列举出程序中所有可能有的错误和容易发生错误的特殊情况，根据它们选择测试用例。

(4) 因果图。如果在测试时必须考虑输入条件的各种组合，可使用一种适于描述多种条件的组合，相应产生多个动作的形式来设计测试用例，这就需要利用因果图。这种方法最终生成的就是判定表。它适合于检查程序输入条件的各种组合情况。用因果图生成测试用例的基本步骤是：

- 分析软件规格说明描述中，哪些是原因（即输入条件或输入条件的等价类），哪些是结果（输出条件），并给每个原因和结果赋予一个标志符；
- 分析软件规格说明描述中的语义，找出原因与结果之间，原因与原因之间对应的是什么关系？根据这些关系，画出因果图；
- 由于语法或环境限制，有些原因与原因之间，原因与结果之间的组合情况不可能出现。为表明这些特殊情况，在因果图上用一些记号标明约束或限制条件；
- 把因果图转换成判定表；
- 把判定表的每一列拿出来作为依据，设计测试用例。

2. 白盒测试

白盒测试把测试对象看做一个透明的盒子，它允许测试人员利用程序内部的逻辑结构和有关信息，设计或选择测试用例，对程序所有逻辑路径进行测试。通过在不同点检查程序的状态，确定实际的状态是否与预期的状态一致，又称为结构测试或逻辑驱动测试。

白盒测试主要对程序模块进行如下检查：

- 对程序模块的所有独立的执行路径至少测试一次；
- 对所有的逻辑判定，取“真”与取“假”的两种情况都至少测试一次；
- 在循环的边界和运行界限内执行循环体；
- 测试内部数据结构的有效性等。

3. 逻辑覆盖

逻辑覆盖是以程序内部的逻辑结构为基础的设计用例的技术。它属白盒测试，包括语句覆盖、判定覆盖、条件覆盖、判定-条件覆盖、条件组合覆盖、路径覆盖等。

- 语句覆盖：就是设计若干个测试用例，运行被测程序，使每一可执行语句至少执行一次。
- 判定覆盖：设计若干个测试用例，运行被测程序，使程序中每个判断的取真分支和取假分支至少经历一次，又称为分支覆盖。
- 条件覆盖：设计若干个测试用例，运行被测程序，使程序中每个判断的每个条件的可能取值至少执行一次。
- 判定-条件覆盖：设计足够的测试用例，使判断中每个条件的所有可能取值至少执行一次，每个判断中的每个条件的可能取值至少执行一次。
- 条件组合覆盖：设计足够的测试用例，运行被测程序，使每个判断的所有可能的条件取值组合至少执行一次。
- 路径覆盖：设计足够的测试用例，覆盖程序中所有可能的路径。

2.3.2 软件测试策略

从测试实际的前后过程来看，软件测试是由一系列不同的测试所组成，这些软件测试的步骤分为：单元测试、集成测试（又称组装测试）、确认测试和系统测试。软件开发的过程是自顶向下的，测试则正好相反，以上这些过程就是自底向上，逐步集成的。

1. 单元测试

单元测试也称为模块测试，是针对每个模块进行的测试，可从程序的内部结构出发设计测试用例，多个模块可以平行地对立地测试。通常在编码阶段进行，必要的时候要制作驱动模块和桩模块。

驱动模块是指在单元测试和集成测试中，协调输入和输出的测试程序；桩模块指模拟被调用单元的程序。

单元测试可以测试模块接口、局域数据结构、独立路径、错误处理路径和边界条件五个方面的内容。

- 模块接口测试主要包括：调用本模块的输入参数是否正确；本模块调用子模块时输入给子模块的参数是否正确；全局量的定义在各模块中是否一致；在做内外存交换时要考虑文件属性是否正确；Open 与 Close 语句是否正确；缓冲区容量与记录长度是否匹配；在进行读写操作之前是否打开了文件；在结束文件处理时是否关闭了文件；正文书写/输入错误；I/O 错误是否做了检查并做了处理等。
- 局域数据结构测试包括：不正确或不一致的数据类型说明；使用尚未赋值或尚未初始化的变量；错误的初始值或错误的默认值；变量名拼写错或书写错；不一致的数据类型；全局数据对模块的影响等。
- 独立路径测试包括：选择适当的测试用例，对模块中重要的执行路径进行测试；应当设计测试用例查找由于错误的计算；不正确的比较或不正常的控制流而导致的错误；对基本执行路径和循环进行测试可以发现大量的路径错误。
- 错误处理测试：出错的描述是否难以理解；出错的描述是否能够对错误定位；显示的错误与实际的错误是否相符；对错误条件的处理正确与否；在对错误进行处理之前，错误条件是否已经引起系统的干预等。
- 边界条件测试：注意数据流、控制流中刚好等于、大于或小于确定的比较值时出错的可能性。对这些地方要仔细地选择测试用例，认真加以测试。如果对模块运行时间有要求的话，还要专门进行关键路径测试，以确定最坏情况下和平均意义上影响模块运行时间的因素。

2. 集成测试

在单元测试的基础上，将所有模块按照设计要求组装成系统，必须精心计划，应提交集成测试计划、集成测试规格说明和集成测试分析报告。

这时需要考虑的问题是：在把各个模块连接起来的时候，穿越模块接口的数据是否会丢失；一个模块的功能是否会对另一个模块的功能产生不利的影响；各个子功能组合起来，能否达到预期要求的父功能；全局数据结构是否有问题；单个模块的误差累积起来，是否会放大，从而达到不能接受的程度。

把模块组装为系统的方式有两种：一次性组装方式和增殖式组装方式。在组装测试时，应当确定关键模块，对这些关键模块及早进行测试，这些关键模块具有如下特征：满足某些软件需求，在程序的模块结构中位于较高的层次，较复杂易发生错误，有明确定义的性能要求。

3. 确认测试

确认测试验证软件的功能、性能及其他特性是否与用户的要求一致。

对软件的功能和性能要求在软件需求规格说明书中已经明确规定。它包含的信息就是软件确认测试的基础。确认测试的主要步骤如下。

首先进行有效性测试：在模拟的环境（可能就在开发的环境）下，运用黑盒测试的方法，验证被测软件是否满足需求规格说明书列出的需求，通过制订确认测试计划和执行测试计划确定软件的功能和性能等特性是否与需求相符、所有的文档都是正确且便于使用的，同时对于其他软件需求（可移植性、兼容性、出错自动恢复、可维护性等）都要进行测试。

其次进行软件配置复查，保证做到：软件配置的所有成分都齐全；各方面的质量均符合要求；具有维护阶段所必需的细节，而且已经编排好分类的目录。

最后进行验收测试：验收测试是以用户为主的测试，软件开发人员和质量保证人员也应参加，由用户参加设计测试用例，使用生产中的实际数据进行测试。在测试过程中，除了考虑软件的功能和性能外，还应对软件的可移植性、兼容性、可维护性、错误的恢复功能等进行确认。

确认测试应交付的文档有：确认测试分析报告；最终的用户手册和操作手册；项目开发总结报告。

4. 系统测试

系统测试是将软件放在整个计算机环境下，包括软硬件平台、某些支持软件、数据和人员等，在实际运行环境下进行一系列的测试。系统测试的目的是通过与系统的需求定义做比较，发现软件与系统的定义不符合或与之矛盾的地方。

5. α 测试和 β 测试

在软件交付使用之后，用户将如何实际使用程序，对于开发者来说是不知道的。通常在软件发布上市之前需要进行 α 测试和 β 测试。

α 测试是由一个用户在开发环境下进行的测试，也可以是公司内部的用户在模拟实际操作环境下进行的测试。 α 测试的目的是评价软件产品的 FLURPS（功能、局域化、可使用性、可靠性、性能和支持）。尤其注重产品的界面和特色。

α 测试可以从软件产品编码结束之时开始，或者在模块（子系统）测试完成之后开始，也可以在确认测试过程中产品达到一定的稳定和可靠程度之后再开始。

β 测试是由软件的多个用户在实际使用环境下进行的测试。这些用户返回有关错误信息给开发者。

由于 β 测试时，开发者通常并不在测试现场。因而， β 测试是在开发者无法控制的环境下进行的软件现场应用。在 β 测试中，由用户记下遇到的所有问题，包括真实的，以及主观认定的，定期向开发者报告。 β 测试主要衡量产品的 FLURPS，着重于产品的支持性，包括文档、客户培训和支持产品生产能力。只有当 α 测试达到一定的可靠程度时，才能开始 β 测试。它处在整个测试的最后阶段。同时，产品的所有手册文本也应该在此阶段完全定稿。

2.3.3 软件测试类型

软件测试由一系列不同的测试组成。主要目的是对以计算机为基础的系统进行充分的测试。软件测试大致可以分为如下几大类。

(1) 功能测试。功能测试是在规定的一段时间内运行软件系统的所有功能，以验证这个软件系统有无严重错误。

(2) 可靠性测试。如果系统需求说明书中对可靠性有要求，则需进行可靠性测试。

可靠性测试的评价指标主要有平均故障间隔时间 MTBF 和平均故障修复时间 MTTR。平均失效间隔时间 MTBF 是否超过规定时限，因故障而停机的时间 MTTR 在一年中应不超过多少时间。

(3) 强度测试。强度测试是要检查在系统运行环境不正常乃至发生故障的情况下，系统可以运行到何种程度的测试。例如：把输入数据速率提高一个数量级，确定输入功能将如何响应；设计需要占用最大存储量或其他资源的测试用例进行测试；设计出在虚拟存储管理机制中引起“颠簸”的测试用例进行测试；设计出会对磁盘常驻内存的数据过度访问的测试用例进行测试。强度测试的一个变种就是敏感性测试。敏感性测试是指在程序有效数据界限内一个小范围内的一组数据可能引起极端的或不平稳的错误处理出现，或者导致极度的性能下降的情况发生。此测试用以发现可能引起这种不稳定性或不正常处理的某些数据组合。

(4) 性能测试。性能测试是要检查系统是否满足在需求说明书中规定的性能，特别是对实时系统或嵌入式系统。性能测试常常需要与强度测试结合起来进行，并常常要

求同时进行硬件和软件检测。通常，对软件性能的检测表现在以下几个方面：响应时间、吞吐量、辅助存储区。例如，缓冲区、工作区的大小、数据处理精度等。

(5) 恢复测试。恢复测试是要证实在克服硬件故障（包括掉电、硬件或网络出错等）后，系统能否正常地继续进行工作，并不对系统造成任何损害。为此，可采用各种人工干预的手段，如模拟硬件故障，故意造成软件出错等。并由此检查错误探测功能：系统能否发现硬件失效与故障；能否切换或启动备用的硬件；在故障发生时能否保护正在运行的作业和系统状态；在系统恢复后能否从最后记录下来的无错误状态开始继续执行作业，等等。掉电测试：其目的是测试软件系统在发生电源中断时能否保护当时的状况且不损坏数据，然后在电源恢复时从保留的断点处重新进行操作。

(6) 启动/停止测试。这类测试的目的是验证在机器启动及关机阶段，软件系统正确处理的能力。这类测试包括：反复启动软件系统（例如操作系统自举、网络的启动、应用程序的调用等），在尽可能多的情况下关机。

(7) 配置测试。这类测试是要检查计算机系统内各个设备或各种资源之间的相互联结和功能分配中的错误。它主要包括以下几种：配置命令测试即验证全部配置命令的可操作性（有效性），特别是对最大配置和最小配置要进行测试，软件配置和硬件配置都要测试；循环配置测试即证明对每个设备物理与逻辑的，逻辑与功能的每次循环置换都能正常工作；修复测试即检查每种配置状态及哪个设备是坏的，并用自动或手工的方式进行配置状态间的转换。

(8) 安全性测试。安全性测试是要检验在系统中已经存在的系统安全性、保密性措施是否发挥作用，有无漏洞。力图破坏系统的保护机构以进入系统的主要方法有以下几种：正面攻击或从侧面、背面攻击系统中易受损坏的那些部分；以系统输入为突破口，利用输入的容错性进行正面攻击；申请和占用过多的资源使系统崩溃，以破坏安全措施，从而进入系统；故意使系统出错，利用系统恢复的过程，窃取用户口令及其他有用的信息；通过浏览残留在计算机各种资源中的垃圾（无用信息），以获取如口令、安全码、译码关键字等信息；浏览全局数据，期望从中找到进入系统的关键字；浏览那些逻辑上不存在，但物理上还存在的各种记录和资料等。

(9) 可使用性测试。可使用性测试主要从使用的合理性和方便性等角度对软件系统进行检查，发现人为因素或使用上的问题。要保证在足够详细的程度下，用户界面便于使用；输入量可容错、响应时间和响应方式合理可行；输出信息有意义、正确并前后一致；出错信息能够引导用户去解决问题；软件文档全面、正规、确切。

(10) 安装测试。安装测试的目的不是查找软件错误，而是查找安装错误。在安装软件系统时，会有多种选择，例如，要分配和装入文件与程序库、布置适用的硬件配置，以及进行程序的联结；而安装测试就是要找出在这些安装过程中出现的错误。安装测试是在系统安装之后进行测试。它要检验：用户选择的一套任选方案是否相容，系统的每一部分是否都齐全，所有文件是否都已产生并确有所需要的内容，硬件的配置是否合理，等等。

(11) 过程测试。在一些大型的系统中，部分工作由软件自动完成，其他工作则需由各种人员，包括操作员、数据库管理员、终端用户等，按一定规程同计算机配合，靠人工来完成。指定由人工完成的过程也需要经过仔细的检查，这就是所谓的过程测试。

(12) 容量测试。容量测试是要检验系统的能力最高能达到什么程度，例如，对于编译程序，让它处理特别长的源程序；对于操作系统，让它的作业队列“满员”；对于信息检索系统，让它使用频率达到最大。在使系统的全部资源达到“满负荷”的情况下，测试系统的承受能力。

(13) 文档测试。这种文档测试是检查用户文档（如用户手册）的清晰性和精确性。

(14) 兼容性测试。这类测试主要想验证软件产品在不同版本之间的兼容性。有两类基本的兼容性测试：向下兼容和交错兼容。

2.3.4 面向对象的软件测试

面向对象的开发模型突破了传统的瀑布模型，将开发分为面向对象分析（OOA）、面向对象设计（OOD）和面向对象编程（OOP）三个阶段。分析阶段产生整个问题空间的抽象描述，在此基础上，进一步归纳出适用于面向对象编程语言的类和类结构，最后形成代码。由于面向对象的特点，采用这种开发模型能有效地将分析设计的文本或图表代码化，不断适应用户需求的变动。针对面向对象的开发模型，结合传统的测试步骤划分，提出一种面向对象的测试模型。该模型包括 OOA Test、OOD Test、OOP Test、面向对象单元测试、集成测试和系统测试。

OOA Test 和 OOD Test 分别是对分析结果和设计结果的测试，主要是对分析和设计产生的文本进行测试，是软件开发前期的关键性测试。OOP Test 主要针对编程风格和程序代码实现进行测试，其主要测试内容在面向对象单元测试和面向对象集成测试中体现。面向对象单元测试是对程序内部具体单一的功能模块的测试，如果程序是用 C++ 语言实现，主要就是对类成员函数的测试。面向对象单元测试是进行面向对象集成测试的基础。面向对象集成测试主要对系统内部的相互服务进行测试，如成员函数间的相互作用，类间的消息传递等。

1. 面向对象分析的测试

传统的面向过程分析是一个功能分解的过程，把一个系统看成可以分解的功能的集合。这种传统的功能分解法的着眼点在于一个系统需要什么样的信息处理方法和过程，以过程的抽象来对待系统的需要。而面向对象分析是把 E-R 图和语义网络模型，即信息造型中的概念，与面向对象程序语言中的重要概念结合在一起而形成的分析方法，最后通常得到的是问题空间的图表的形式描述。

OOA 直接映射问题空间，全面地将问题空间中实现功能的现实抽象化。将问题空间中的实例抽象为对象，用对象的结构反映问题空间的复杂实例和复杂关系，用属性和

服务表示实例的特性和行为。对一个系统而言，与传统分析方法产生的结果相反，行为相对稳定，结构则相对不稳定，这更充分反映了现实的特性。由于 OOA 的结果是为后面阶段类的选定和实现，类层次结构的组织和实现提供平台。

因此，OOA 对问题空间分析抽象的不完整，最终会影响软件的功能实现，导致软件开发后期大量可避免的修补工作；而一些冗余的对象或结构会影响类的选定、程序的整体结构或增加程序员不必要的工作量。由此可见，对 OOA 的测试重点应该放在完整性和冗余性方面。OOA 阶段的测试划分为以下五个方面：对认定的对象的测试；对认定的结构的测试；对认定的主题的测试；对定义的属性和实例关联的测试；对定义的服务和消息关联的测试。

2. 面向对象设计的测试

通常结构化的设计方法是用面向作业的设计方法，它把系统分解后，提出一组作业，这些作业是以过程实现系统的基础构造，把问题域的分析转化为求解域的设计，分析的结果是设计阶段的输入。

而面向对象设计（OOD）采用“造型的观点”，以 OOA 为基础归纳类，并建立类结构或进一步构造成类库，实现分析结果对问题空间的抽象。OOD 归纳的类可以是对象简单的延续，也可以是不同对象的相同或相似的服务。因为 OOD 是 OOA 的进一步细化和更高层的抽象。所以，OOD 与 OOA 的界限通常难以区分。由于 OOD 确定类和类结构不仅能满足当前需求分析的要求，更重要的是通过重新组合或加以适当的补充，能方便实现功能的重用和扩充，以不断适应用户的要求。因此，对 OOD 的测试，建议针对功能的实现和重用，以及对 OOA 结果的扩展，从如下三方面考虑：

- 对认定的类的测试；
- 对构造的类层次结构的测试；
- 对类库的支持的测试。

其中，对构造的类层次结构的测试通常基于 OOA 中产生的分类结构的原则来组织，着重体现父类和子类间的一般性和特殊性。在当前的问题空间，对类层次结构的主要要求是能在解空间构造实现全部功能的结构框架。为此，测试如下几个方面：

- 类层次结构是否包含了所有定义的类；
- 是否能体现 OOA 中所定义的实例关联；
- 是否能实现 OOA 中所定义的消息关联；
- 子类是否具有父类没有的新特性；
- 子类间的共同特性是否完全在父类中得以体现。

3. 面向对象编程的测试

典型的面向对象程序具有继承、封装和多态的新特性，这使得传统的测试策略必须有所改变。封装是对数据的隐藏，外界只能通过被提供的操作来访问或修改数据，这样降低了数据被任意修改和读写的可能性，降低了传统程序中对数据非法操作的测试。继

使传统测试遇到了一个难题，即对继承的代码究竟如何测试，多态性使得面向对象程序对外呈现出强大的处理能力，但同时却使程序内“同一”函数的行为复杂化，测试时不得不考虑不同类型具体执行的代码和产生的行为。

面向对象程序是把功能的实现封装在类中，能正确实现功能的类，通过消息传递来协同实现设计要求的功能。正是这种面向对象程序风格，将出现的错误能精确地确定在某一具体的类。在面向对象编程（OOP）阶段，将测试集中在类功能的实现和相应的面向对象程序风格，主要体现为以下两个方面：

- (1) 数据成员是否满足数据封装的要求；
- (2) 类是否实现了要求的功能。

4. 面向对象的单元测试

传统的单元测试是针对程序的函数、过程或完成某一定功能的程序块。沿用单元测试的概念，实际测试类成员函数。传统的单元测试方法在面向对象的单元测试中都可以使用。

面向对象编程的特性使得对成员函数的测试，又不完全等同于传统的函数或过程测试。尤其是继承特性和多态特性，使子类继承或过载的父类成员函数出现了传统测试中未遇见的问题。需做以下的考虑。

(1) 继承的成员函数是否都需要测试。对父类中已经测试过的成员函数，下面两种情况需要在子类中重新测试：继承的成员函数在子类中做了改动；成员函数调用了改动过的成员函数的部分。

(2) 对父类的测试是否能照搬到子类。只需在父类测试要求和测试用例上添加对子类函数的新的测试要求和增补相应的测试用例。

5. 面向对象的集成测试

面向对象的集成测试通常需要在整个程序编译完成后进行。此外，面向对象程序具有动态特性，由于程序的控制流往往无法确定，因此也只能对整个编译后的程序做基于黑盒子的集成测试。

面向对象的集成测试能够检测出，相对独立的单元测试无法检测出的那些类相互作用时才会产生的错误。基于单元测试对成员函数行为正确性的保证，集成测试只关注系统的结构和内部的相互作用。面向对象的集成测试可以先进行静态测试，再进行动态测试。

静态测试主要针对程序的结构进行，检测程序结构是否符合设计要求，提供一种成为“可逆性工程”的功能，即通过原程序得到类关系图和函数功能调用关系图，将“可逆性工程”得到的结果与 OOD 的结果相比较，检测程序结构和实现是否有缺陷，即通过这种方法检测 OOP 是否达到了设计要求。

动态测试设计测试用例时，通常需要上述的功能调用结构图、类关系图或者实体关系图为参考，确定不需要被重复测试的部分，从而优化测试用例，减少测试工作量，使得进行的测试能够达到一定的覆盖标准。测试所要达到的覆盖标准可以是达到类所有的

服务要求或服务提供的一致覆盖率，依据类间传递的消息，达到对所有执行线程的一致覆盖率，达到类的所有状态的一致覆盖率等。同时也可以考虑使用现有的一些测试工具来得到程序代码执行的覆盖率。值得注意的是设计测试用例时，不但要设计确认类功能满足的输入，还应该有意识地设计一些被禁止的例子，确认类是否有不合法的行为产生，如发送与类状态不相适应的消息，要求不相适应的服务等。

6. 面向对象的系统测试

系统测试应该尽量搭建与用户实际使用环境相同的测试平台，保证被测系统的完整性，对临时没有的系统设备部件，也应有相应的模拟手段。系统测试时，应该参考 OOA 分析的结果，对应描述的对象、属性和各种服务，检测软件是否能够完全“再现”问题空间。系统测试不仅是检测软件的整体行为表现，从另一个侧面看，也是对软件开发设计的再认识。系统测试需要对被测的软件结合需求分析做仔细的测试分析，建立测试用例。

2.4 软件维护

软件正式交付用户以后，即进入漫长的维护期。在这一阶段，基本任务是保证软件在这段相当长的时期内能够正常运行。软件维护需要的工作量很大，随着时间的推移，软件维护对开发商带来的成本压力也越来越大。现在许多软件开发商要把 70% 的工作量用在维护已有的软件上。平均来说，大型软件的维护成本高达开发成本的 4 倍左右。

2.4.1 软件的可维护性

软件的维护活动是基于软件是可维护的这一前提，软件的可维护性考虑应该贯穿于软件开发的各个阶段。

1. 软件具有可维护性

原则上，任何人造系统，都是可维护的。可见的实体，如桌椅板凳、车子、房子、计算机等，因为我们知道如何组装它们，知道它们的结构，所以可以维护。软件虽然是不可见的，我们在开发的时候，是非常清楚它们是如何组成的，如何活动的，不管是多么复杂的软件，开发者同样了解它，可以维护它。

依据软件本身的特点，软件具有可维护性主要由以下三个因素决定：

(1) 可理解性。软件通常是沿着“子系统—模块—功能—内部处理过程”这样的思路逐步细化的，软件维护人员通过了解同样的思路，可以理解软件。

(2) 可测试性。借助人工的经验或者先进的测试工具，维护人员可以对运行的软件进行测试，找出问题所在。

(3) 可修改性。任何软件都是通过某种开发工具来完成的，都有源码，运用同样的工具，维护人员可以对现有软件进行修改、编译，使之重新运行起来。

2. 采用软件工程提高软件的可维护性

软件危机从某种意义上可以看成是软件维护的危机，由此诞生的软件工程也可以看成是提高软件可维护性的工程。软件工程的采用，使得软件开发过程进一步规范，强制性产生了一系列的文档，因为这些文档从各个阶段、各个方面对软件结构、原理加以说明，极大地丰富了维护所需的资源，增加了软件的可维护性。所以，对于维护人员来说文档比程序源码更为重要。

软件系统的文档可分为用户文档和系统文档两大类。

用户文档主要是描述软件功能和使用方法。至少应包括以下几个方面。

- (1) 功能说明：说明系统能做什么。
- (2) 安装文档：说明系统安装过程及所需软硬件配置。
- (3) 用户使用手册：通过详尽的例子向终端用户介绍如何使用这个系统。
- (4) 参考手册：从技术的角度对系统进行形式化的描述。
- (5) 管理员指南：说明系统管理人员如何处理使用中出现的各种情况。

系统文档则关心实现细节，描述系统需求、设计、实现和测试等各个方面。

软件开发过程中的绝大多数文档都属于系统文档，如需求分析报告、系统设计报告、源码、测试计划等。

3. 注重可维护性的开发过程

随着软件规模的不断增大，维护活动耗费的成本急剧攀升，甚至有人预言，假如再不重视软件的可维护性，总有一天，开发商将不得不投入所有的资源进行软件维护，而无力开发新的软件。这虽然有些危言耸听，但在需求分析、设计、编码各阶段加入灵活应变因素的做法还是得到越来越多的开发者的认可，如此一来，既可以降低维护难度，从而降低维护成本，又可以提高软件的可维护性。

要在开发过程中提高软件的可维护性，必须从如何使软件易于理解、易于测试、易于修改出发进行考虑。具体如下：

- 在需求分析阶段，应该对将来要改进的和可能会修改的部分加以明确说明；对软件的跨平台可移植性进行讨论，形成解决方案。
- 在设计阶段，应该尽量遵循“高内聚低耦合”的模块设计原则，对将来可能要修改的地方，采用灵活的易于扩充的设计方案；考虑跨平台可移植性的设计；加大可重用构件的设计力度；如果各方面条件都满足，应该使用面向对象的设计方法。
- 在编码阶段，应该采用科学的代码规范，强化注释的力度，保证注释的质量，这一点对于将来的维护非常重要；加大可重用构件的使用力度。同样，如果各方面条件都满足，应该使用面向对象的编码工具。

- 在测试阶段，一方面，测试的目的本质上是为了减少各种维护的工作量，尤其是纠错型维护。也就是说，测试做好了，以后的维护量就少了；另一方面，测试相关的文档（包括测试大纲、用例设计、测试报告等）是维护后的回归测试的基础，测试阶段要是文档不全，维护后几乎无法进行回归测试，维护的质量也就无法保证，最糟糕的情况莫过于改了旧错，又引入了新错，进入恶性循环。
- 在维护阶段，要有严格的配置管理，每一次维护工作之后，都要按照配置关联，同步更新维护有关的系统文档（包括维护需求、源代码、设计文档、测试文档）和用户文档（包括用户使用手册等），保证系统的一致性；同时，在大的维护之后，交付之前，一定要及时做好用户的培训工作，否则就会使用户因为受挫折而产生不满，实际工作中，有些所谓的“错误”可能只是由于用户使用手册描述不清楚而造成的。

4. 可维护性的度量

我们从软件的内部和外部两个方面来度量可维护性。

在软件外部，可以用平均修复时间（Mean Time To Repair, MTTR）来度量软件的可维护性，它是指处理一个有错误的软件组件需要花费的平均时间。如果我们用 M 表示可维护指标，那么

$$M = 1/(1+MTTR)$$

为此，我们需要每一个问题详细记录以下信息：

- 分析问题需要的时间；
- 确定改动方案的时间；
- 执行改动花费的时间；
- 测试改动花费的时间；
- 其他管理浪费的时间。

在软件内部，可以通过度量软件的复杂性来间接度量可维护性。与软件复杂性相关的因素有以下几个方面。

(1) 环路数。这是 McCabe 于 1976 年提出的。环路数可以反映源代码结构的复杂度。环路数的计算过程是：分析源码，绘制出等效的控制流图；运用图论的知识计算出控制流图的线性无关路径数，用这个数度量和比较复杂程度。通过观察环路数的增长幅度，我们可以比较多种维护方案的优劣，选择出对环路数影响最小的作为最优的方案。

(2) 软件规模。通常，可以认为软件包含的组件越多，软件就越复杂，可维护性就越差；

(3) 其他因素。包括嵌套深度、系统用户数等。

对于软件内部的可维护性，迄今还没有一个突出的、全面的、通用的模型，需要结合不同开发组织自身的经验，建立合适的经验模型。一般情况下，可以按如下步骤建立经验模型：

- 首先，确定影响可维护性的若干主要因素，并为其制订尺度；
- 其次，用大量的现有案例，计算出一个包含影响因素及其权值的多项式模型；
- 再次，利用这个经验模型分析新的软件，再根据实际的维护活动的感受进行校准；
- 重复这一校准过程，就能逐步建立起逼近实际的基本稳定的模型。

这个模型最常用的是其比较特性，也就是说，可以据此对问题的维护难度进行排序。

2.4.2 软件维护的分类

软件的维护从性质上分为：纠错型维护、适应型维护、预防型和完善型维护。

尽管经过严格的测试，但并不能保证软件中彻底没有错误，随着运行时间的延续，数据量的积累，各种应用环境的变化，错误仍会顽固地暴露出来，此时就要进行纠错型维护。

伴随着计算机硬件的新产品、操作系统的版本的不断推出，正在运行的软件必须进行适应型维护。

用户逐渐熟悉软件以后，会提出一些改进需求，为了满足这些需求，必须进行完善型维护，这样的维护几乎占到维护工作量的一半以上。比如，打印格式的调整、统计口径的增加、业务流程的完善等。

以上三种维护都是用户驱动的，用户是维护需求的提出者，而开发商“为了明天的需要，把今天的方法应用到昨天的系统中”，目的是为了使旧系统焕发新活力，这样的维护是预防型维护，这种维护所占的比例很小，因为它耗资巨大。

Lientz 和 Swanson 调查发现(1980年)，完善性维护约占 50%，适应性维护约占 25%，纠错性维护约占 21%，其他维护只占 4%。这个调查已是二十几年前的事了，具体的比例数我们不必深究，现在的情况并没有多大变化。

2.4.3 软件维护的工作量

维护活动可以分成生产类（比如，确认维护需求、设计、编码、测试、培训等）和非生产类（比如，熟悉原有软件的代码，理解原有软件的结构等）。

维护工作量可以用这样一个模型表示：

$$M = P + K^{c-d}$$

其中： M 是维护用的总工作量， P 是生产类活动的工作量， K 是经验常数， c 是软件的复杂程度， d 是维护人员对软件的熟悉程度。

对于一次具体的维护，确认需求和设计的工作量与问题的难易程度和大小有关，相对来说，工作量比较稳定。编码工作则与软件本身的质量有很大的关系，如果原来的编码格式混乱，注释不清，就会使生产类活动的工作量 P 增大；在软件的复杂度 c 一定

的前提下，维护人员对软件的熟悉程度 d 越低，则维护工作量呈指数规律增加；同样，如果由于开发混乱，导致软件复杂度 c 增加，从而使维护人员理解软件的难度增加，对软件的熟悉程度 d 也降低，那么维护工作量会以更快的速度上升。

除了原有软件本身的质量（包括设计质量、代码质量、文档质量和测试质量）对维护工作量有影响外，还有如下一些因素也会影响到维护工作量：

（1）维护工作本身是否规范，是否按软件工程的正确方法进行，对后续的维护工作量的影响同样不可忽视。如果维护工作不规范，代码修改与文档修改不同步，会导致维护后的软件更加复杂，更加难以理解，难以熟悉，维护工作量也会以指数速度增加。

（2）软件系统的类型不同，维护工作量也有区别。通常，一个系统越依赖于真实世界，就越可能发生变化，也就需要更大的维护工作量。按照对真实世界的依赖程度，软件系统可以分为：抽象系统、近似系统和模拟系统。抽象系统描述的问题具有形式化的精确定义，比如涉及标准数值计算方法的计算软件；近似系统是对于真实世界的一个简化的近似方案的描述，比如围棋软件，虽然围棋的规则是精确的，但由于由此衍生的走步方案和对弈模拟则几乎是无穷尽的，因此一般的设计都有计算深度的限定；模拟系统则包括广泛的行业应用软件，系统本身就承担着全部或部分业务，是嵌入真实世界中运行的，比如管理信息系统、ERP 系统、计费系统等。因此可见，抽象系统的维护工作量最小，模拟系统的维护工作量最大。

（3）硬件因素。不可靠的硬件系统会使软件系统产生一些令人恼火的随机性的问题，使追踪问题的根源变得更加困难。

上面所讲的都是客观因素，还有维护人员本身的因素，基本上在软件开发队伍中，维护被认为是出力不讨好的工作，维护人员作为软件企业中长期面对用户的角色，经常得承担来自其他开发人员和用户的双重压力，情绪低落，热情不高；同时部分软件企业对维护不够重视，认为维护是个无底洞，因而在人力和成本的投入上采取敷衍的态度，安排进行维护的人员大多是技术不够扎实的员工，甚至把维护作为培训新员工的渠道，导致维护人员技术素质一般，又缺乏热情，维护工作量岂有不大之理。

好在这种局面正在改观，随着软件企业的数量的激增，导致竞争加剧，在某些领域甚至到了白热化的程度，巩固已有的客户，开发已有的客户，从已有的客户身上寻找新的商机变得越来越重要，维护人员作为服务的窗口，逐渐被重视，因为只有维护做好了，才能巩固已有客户。

2.4.4 软件维护作业的实施和管理

不管是哪种类型的维护，都需要类似开发的过程，本质上说，维护过程是修改和压缩了的开发过程。

1. 建立维护组织

有实力的软件企业应该建立专业的维护部门，对大多数的中小软件企业，虽然没有专门的维护组织，但非正式的明确责任却是非常必要的，需要指定维护负责人，组建临时的维护小组，明确维护流程及各人的职责，可以专设维护配置员，也可由维护负责人兼任。如果同时有多个系统需要维护，可再设维护管理员，监督协调各维护小组，结构大致如图 2-24 所示。

对于大型软件系统的维护，设置维护管理员是非常必要的，由其协调和同步各维护小组的工作。

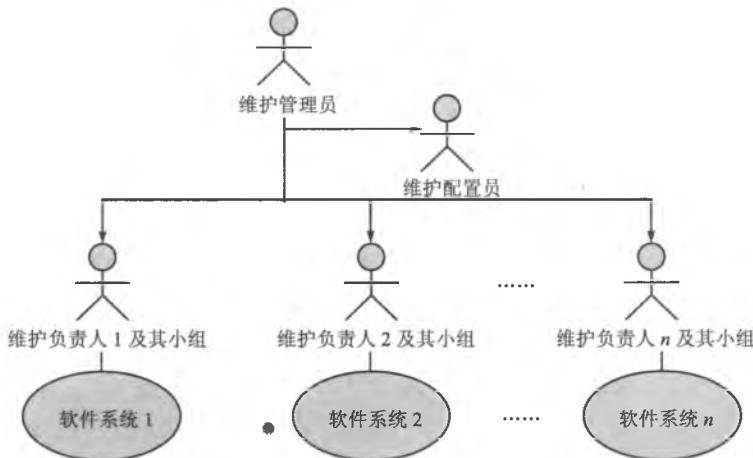


图 2-24 维护的组织结构

维护配置员则对维护活动需要的资源，以及维护过程中产生的各种文档进行标志和配置。由于维护必然会带来变动，因此需要维护配置员至少做好如下的变动控制：

- 变动的时间；
- 执行变动的人员；
- 变动的内容；
- 变动的结果；
- 批准变动的人员；
- 变动的通知范围；
- 变动的级别。

2. 提出维护需求

维护需求通常由用户提出，维护人员应该给用户提供空白的软件问题报告，并用具体的例子向用户说明如何记录碰到的软件问题，以便规范用户完整描述其维护需求。

软件问题报告通常包括如下内容：

- 问题发现人姓名及其所在的部门；
- 发现问题的时间；
- 发生问题的子系统名称；
- 问题产生前进行的操作；
- 问题的界面或描述；
- 问题的后果描述，比如退出当前操作，退出应用系统还是导致死机。

用户把填好的软件问题报告提交给维护管理员，维护管理员再根据各维护小组的分工，把软件问题报告转给相应的维护小组，由其负责人组织实施维护作业，同时由维护配置员进行维护资源配置管理。

如果同时有多个维护需求，维护管理员则应根据对用户的影响程度，首先确定维护的优先顺序，再依次安排维护活动。

3. 实施维护作业

每一次维护活动的实施都要经历如下的步骤：

- 确认维护需求；
- 制订维护计划；
- 编码；
- 测试；
- 交付用户。

维护作业中各阶段的参与人及其活动如图 2-25 所示。

图 2-25 描述的是一个符合软件工程思想和规范的维护流程。其中，维护计划包括维护的人员、时间安排、维护需求描述、维护设计及相关测试文档。另外，制订维护风险控制计划对保证维护按时保质的完成非常重要。

虽然维护所带来的副作用是客观存在的，不可能完全消除。但这样的工作流程可以大幅降低因管理因素产生的维护副作用（例如，因为配置混乱造成的文档更新不及时等），保证每一次维护活动都有据可查。

完善的维护设计文档，可以有效降低因修改数据结构带来的副作用，保证与该数据结构有关的代码段的修改不被遗漏。

回归测试则可以有效地查明修改程序代码对原有软件的影响。

当然，并非所有的维护活动都得完全按照上述流程进行。例如，如果需要维护的软件系统是支撑客户核心业务的系统，必须 7×24 小时运行，这样的系统一旦发生恶性软件问题（比如数据库崩溃等）时，维护组织就会以“救火队”的方式迅速展开维护，没有时间进行计划评审，此时软件开发商应派出技术过硬的维护小组，最大限度地降低风险。

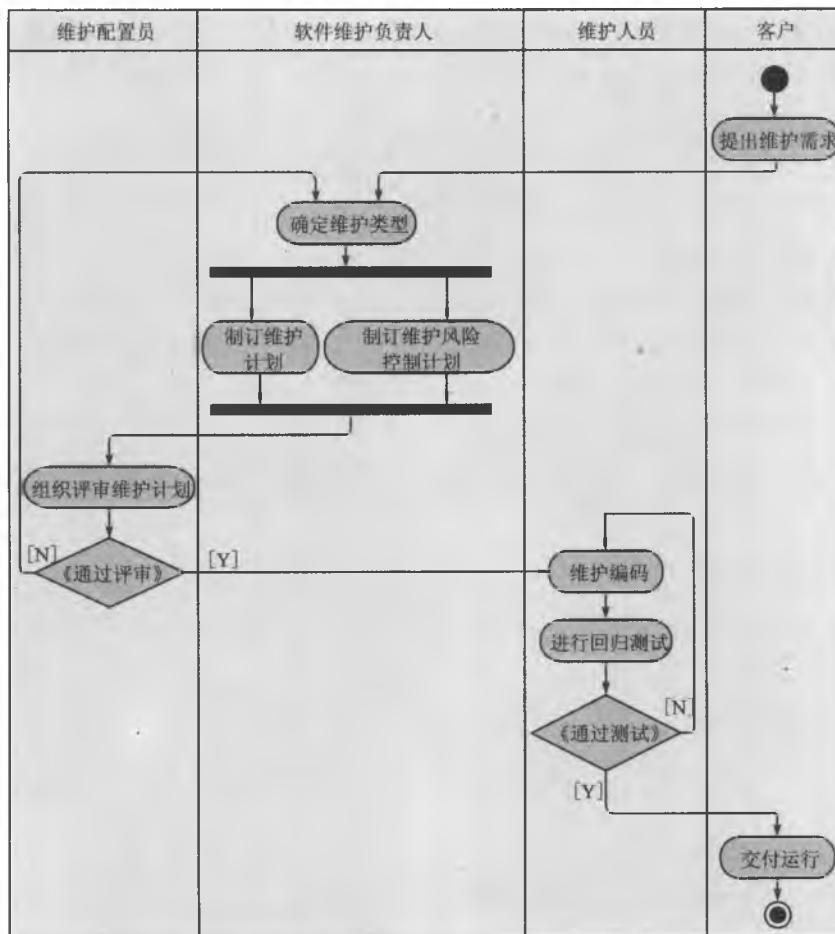


图 2-25 维护作业实施

4. 记录维护要素

在维护活动中需要及时记录维护的有关信息，用以考查维护技术的有效性，估计软件的“优良”程度，确定维护的实际代价，同时这些记录将作为后续评价活动的依据。

那么需要记录哪些信息呢？Swanson 提出了信息内容，主要如下：

- 源码行数；
- 使用的开发语言；
- 程序的安装日期；
- 从安装至今程序运行的次数；
- 从安装至今程序失效的次数；
- 程序变动的标志；
- 因变动而增加的源码行数；
- 因变动而删除的源码行数；

- 每个改动耗费的人时数；
- 程序改动的日期；
- 修改者的姓名；
- 维护需求表的标志；
- 新维护需求是否源于以前的维护工作；
- 维护类型；
- 维护开始和完成日期；
- 累计用于维护的人时数；
- 已完成的维护创造的直接和间接的效益。

对于每项维护工作，都要收集上述数据，而且可以基于这些数据建立起维护数据库。

5. 评价维护活动

借助于维护记录，可以对维护工作做一些定量的统计。通常从以下几个方面进行度量：

- 以前维护工作引起的新维护占总维护需求的比例；
- 程序的平均失效次数；
- 每一类维护活动的总人时数及维护工作量占比；
- 维护需求表的平均周转时间；
- 维护活动中增加一条源码花费的平均人时数；
- 维护活动中删除一条源码花费的平均人时数；
- 按维护的程序、开发语言和维护类型统计程序变动数；
- 维护分类占比。

度量的结果可以作为以后调整维护工作的参考，对于合理规划维护工作量、优化资源分配、有针对性地强化对参与某类维护的人员的技术培训等方面可以起到积极的作用。

2.4.5 软件再生工程

软件的再生工程在软件开发现状中应用得很多，比如“单机版”改造为“网络版”、“客户-服务器模式（C/S）”改造为“浏览器-服务器模式（B/S）”、“非结构化”改造为“结构化”、“组件化改造”等软件行为，这些行为有的是全部再生，有的是局部再生。对于很久以前开发的软件，由于“未采用软件工程思想”等各种原因，导致文档缺失，甚至只剩下能运行的软件系统，这种情况大多考虑进行局部再生；对于近期采用软件工程思想开发的软件，由于文档相对齐全，则可以进行全部再生。

通常，软件的再生工程包括以下六类活动（可根据具体情况取舍）。

1. 筛选

这是局部再生工程中首先要进行的活动，需要选出现有的软件系统中需要进行再生的模块，通常应该着重对以下三类模块进行考查：

- (1) 确定将使用多年的；
- (2) 正在成功运行的；
- (3) 近期将做重大变更的。

2. 文档重构

对于早期的软件，这项活动非常耗费精力，应分轻重缓急分别对待：

- (1) 对于相对稳定的程序，暂且使其保持现状；
- (2) 对于当前正在修改的部分建立完整的文档，其他部分则在使用中逐步建立文档；
- (3) 对于支撑用户核心业务的程序，必须建立完整的文档，但也最好想方设法地降低建立文档的工作量。

3. 逆向工程

软件的逆向工程就是指分析一个程序的过程，最大程度地建立比源码更抽象的高级表达，它也是一个恢复设计结果的过程。逆向工程工具可以从现有的软件代码中抽取有关的数据、体系结构和处理过程的设计信息。

4. 代码重构

这是最常见的再生工程活动。首先用重构工具分析源码，标出非结构化的部分，然后自动重构问题代码，经过复审和测试生成最终的重构代码，同时更新有关文档。

5. 数据重构

指重构数据结构。这是一项全范围的活动。首先进行逆向工程，分解出当前的数据结构，再进行重构。数据结构是软件的基础信息，对其进行重构必然会导致代码重构。

6. 重新开发

基于上面几个活动的结果，应用软件工程的原理、概念、技术和方法重新开发现有系统。

2.5 软件开发环境

软件工程原理鼓励研制与采用各种先进的软件开发方法和工具，以便不断提高软件生产率。软件工程概念提出的初期，人们着重研究的是各种新的程序设计技术，这种程序设计方法和技术可使软件开发效率得到较大程度的改善。继程序设计技术、方法的改进之后，相继发展了许多适用于软件开发各阶段的方法。但是，这些软件方法和技术是

建立在以图表为工具的手工作业基础之上的。软件开发人员只为别人开发自动化的工具，而自己的生产活动中依靠的仍然是知识人的密集型脑力劳动，其非常突出的特点是高比重的重复劳动。显然这无法从根本上扭转软件生产率低的落后局面。

为了改变这种局面，一个直接而有效的途径是从软件人员的角度出发，在软件工程实践方面提供一整套开发与维护的支持，这就是20世纪80年代以来在国际上引起了广泛重视和研究的软件工具，进而发展成为日臻完善的软件开发环境。

2.5.1 软件开发环境概述

软件开发环境（Software Development Environment, SDE）是一组相关软件工具的集合，它们组织在一起支持某种软件开发方法或者与某种软件开发模型相适应。SDE在欧洲又叫集成式项目支援环境（Integrated Project Support Environment, IPSE）。

软件开发环境的主要组成成分是软件工具。人-机界面是软件开发环境与用户之间的一个统一的交互式对话系统，它是软件开发环境的重要质量标志。存储各种软件工具加工所产生的软件产品或半成品（如源代码、测试数据和各种文档资料等）的软件环境数据库是软件开发环境的核心。工具间的联系和相互理解都是通过存储在信息库中的共享数据得以实现的。

软件开发环境数据库是面向软件工作者的知识型信息数据库，其数据对象是多元化并具有智能性的。软件开发数据库用来支撑各种软件工具，尤其是自动设计工具、编译程序等的主动或被动的工作。

较初级的SDE数据库一般包含通用子程序库、可重组的程序加工信息库、模块描述与接口信息库、软件测试与纠错依据信息库等；较完整的SDE数据库还应包括可行性与需求信息档案、阶段设计详细档案、测试驱动数据库、软件维护档案等。更进一步的要求是面向软件规划到实现、维护全过程的自动进行，这要求SDE数据库系统是具有智能性的，其中比较基本的智能结果是软件编码的自动实现和优化、软件工程项目的多方面不同角度的自我分析与总结。这种智能结果还应主动地被重新改造、学习，以丰富SDE数据库的知识、信息和软件积累。这时候，软件开发环境在软件工程人员的恰当的外部控制或帮助下逐步向高度智能与自动化迈进。

软件实现的根据是计算机语言。时至今日，计算机语言发展为算法语言、数据库语言、智能模拟语言等多种门类，在几十种重要的算法语言中，C&C++语言日益成为广大计算机软件工作人员的亲密伙伴，这不仅因为它功能强大、构造灵活，更在于它提供了高度结构化的语法、简单而统一的软件构造方式，使得以它为主构造的SDE数据库的基础成分——子程序库的设计与建设显得异常方便。

事实上，以C&C++为背景建立的SDE子程序库能为软件工作者提供比较有效、灵活、方便、友好的自动编码基础，尤其是C++的封装等特性，更适合大项目的开发管理和维护。

集成型软件开发环境是一种把支持多种软件开发方法和开发模型、支持软件开发全过程的软件工具集成在一起的软件开发环境。这种环境通常应具有开放性和可剪裁性。开放性为将环境外的工具集成到环境中来提供方便；可剪裁性根据不同的应用或不同的用户需求进行剪裁，以形成特定的开发环境。

集成型开发环境通常可由工具集和环境集成机制两部分组成。环境集成机制主要有数据集成机制、控制集成机制和界面集成机制。

(1) 数据集成机制。数据集成机制提供统一的数据模式和数据接口规范，需要相互协作的工具通过这种统一的模式与规范交换数据。数据集成可以有不同的层次，如共享文件、共享数据结构和共享信息库等。

(2) 控制集成机制。控制集成机制支持各工具或各开发活动之间的通信、切换、调度和协同工作，并支持软件开发过程的描述、执行和转接。通常使用消息通信机制实现控制集成，工具间发送的消息统一由消息服务器进行管理。

(3) 界面集成机制。界面集成机制为统一的工具界面风格和统一的操作方式提供支持，使环境中的工具具有相同的视觉效果和操作规则，减少用户为学习不同工具的使用所花费的开销。界面集成主要体现在相同或相似的窗口、菜单、工具条、快捷键、操作规则与命令语法等。

工具集包括事务系统规划工具、项目管理工具、支撑工具、分析设计工具、程序设计工具、测试工具、原型建造工具、维护工具和框架工具等，所有这些工具可分为贯穿整个开发过程的工具（例如，软件项目管理工具）和解决软件生命周期中某一阶段问题的工具（例如，软件价格模型及估算工具）。

由于软件开发环境具有集成性、开放性、可裁减性、数据格式一致性、风格统一的用户界面等特性，因而能大幅度提高软件生产率。其中开放性是指允许其他的软件工具加入到软件开发环境之中。

2.5.2 软件开发环境的功能与分类

较完善的软件开发环境通常具有如下功能：

- (1) 软件开发的一致性及完整性维护；
- (2) 配置管理及版本控制；
- (3) 数据的多种表示形式及其在不同形式之间自动转换；
- (4) 信息的自动检索及更新；
- (5) 项目控制和管理；
- (6) 对方法学的支持。

软件开发环境可按以下几种角度分类。

按软件开发模型及开发方法分类，有支持瀑布模型、演化模型、螺旋模型、喷泉模型，以及结构化方法、信息模型方法、面向对象方法等不同模型及方法的软件开发环境。

按功能及结构特点分类，有单体型、协同型、分散型和并发型等多种类型的软件开发环境。

按应用范围分类，有通用型和专用型软件开发环境。其中专用型软件开发环境与应用领域有关，故又可称为应用型软件开发环境。

按开发阶段分类，有前端开发环境（支持系统规划、分析、设计等阶段的活动）、后端开发环境（支持编程、测试等阶段的活动）、软件维护环境和逆向工程环境等。此类环境往往通过对功能较全的环境进行剪裁而得到。软件开发环境由工具集和集成机制两部分构成，工具集和集成机制间的关系犹如“插件”和“插槽”间的关系。

2.5.3 软件开发环境的结构

软件开发环境通常由以下几个部分组成。

(1) 工具集。软件开发环境中的工具可包括：支持特定过程模型和开发方法的工具，如支持瀑布模型及数据流方法的分析工具、设计工具、编码工具、测试工具、维护工具，支持面向对象方法的 OOA 工具、OOD 工具和 OOP 工具等；独立于模型和方法的工具，如界面辅助生成工具和文档出版工具；亦可包括管理类工具和针对特定领域的应用类工具。

(2) 集成机制。对工具的集成及用户软件的开发、维护及管理提供统一的支持。按功能可划分为环境信息库、过程控制及消息服务器、环境用户界面三个部分。

(3) 环境信息库。环境信息库是软件开发环境的核心，用以储存与系统开发有关的信息并支持信息的交流与共享。库中储存两类信息，一类是开发过程中产生的有关被开发系统的信息，如分析文档、设计文档、测试报告等；另一类是环境提供的支持信息，如文档模板、系统配置、过程模型、可复用构件等。

(4) 过程控制和消息服务器。过程控制和消息服务器是实现过程集成及控制集成的基础。过程集成是按照具体软件开发过程的要求进行工具的选择与组合，控制集成并行工具之间的通信和协同工作。

(5) 环境用户界面。包括环境总界面和由它实行统一控制的各环境部件及工具的界面。统一的、具有一致的视感（Look & Feel）的用户界面是软件开发环境的重要特征，是充分发挥环境的优越性、高效地使用工具并减轻用户的学习负担的保证。

软件开发环境的结构为层次性结构，可分为四层。

- (1) 宿主层：**包括基本宿主硬件和基本宿主软件。
- (2) 核心层：**包括工具组、环境数据库和会话系统。
- (3) 基本层：**包括至少一组工具，如编译工具、调试工具等。
- (4) 应用层：**以基本层为基础补充某些工具，以适应应用软件的要求。

2.5.4 软件开发环境的发展

目前，随着软件开发工具的积累与自动化工具的增多，软件开发环境进入了第三代 ICASE（Integrated Computer-Aided Software Engineering）。系统集成方式经历了从数据交换（早期 CASE 采用的集成方式：点到点的数据转换），到公共用户界面（第二代 CASE：在一致的界面下调用众多不同的工具），再到目前的信息中心库方式。这是 ICASE 的主要集成方式。它不仅提供数据集成（1991 年 IEEE 为工具互连提出了标准 P1175）和控制集成（实现工具间的调用），还提供了一组用户界面管理设施和一大批工具，如垂直工具集（支持软件生存期各阶段，保证生成信息的完备性和一致性）、水平工具集（用于不同的软件开发方法），以及开放工具槽。

ICASE 信息库是一组实现“数据-工具”，以及“数据-数据”集成的机制和数据结构，它提供了明显的数据库管理系统的功能。此外，中心库还完成了下面功能。

(1) 数据完整性：包括确认中心库的数据项，保证相关对象间的一致性，以及当对一个对象的修改需要对其相关对象进行某些修改时自动完成层叠式修改等功能。

(2) 信息共享：提供在多个开发者和多个开发工具间共享信息的机制，管理和控制对数据及加锁/解锁对象的多用户访问，以使得修改不会被相互间不经意地覆盖。

(3) 数据-工具集成：建立可以被环境中所有工具访问的数据模型，控制对数据的访问，实现了配置管理功能。

(4) 数据-数据集成：数据库管理系统建立数据对象间的关系，使其可以完成其他功能。

(5) 方法学实施：存储在中心库中的数据的 ER 模型可能蕴含了特定的软件工程范型，至少关系和对象定义了一系列为了建立中心库的内容而必须进行的步骤。

(6) 文档标准化：在数据库中对象的定义直接导致了创建软件工程文档的标准方法。

ICASE 的最终目标是实现应用软件的全自动开发，即开发人员只要写好软件的需求规格说明书，软件开发环境就自动完成从需求分析开始的所有的软件开发工作，自动生成供用户直接使用的软件及有关文档。

第3章 软件构件与中间件

尽管当前社会的信息化过程对软件需求的增长非常迅速,但目前软件的开发与生产能力却相对不足,这不仅造成许多急需的软件迟迟不能被开发出来,而且形成了软件脱节现象。自20世纪60年代人们认识到软件危机,并提出软件工程以来,已经对软件开发问题进行了不懈的研究。近年来人们认识到,要提高软件开发效率,提高软件产品质量,必须采用工程化的开发方法与工业化的生产技术。这包括技术与管理两方面的问题:在技术上,应该采用基于重用(英文单词为“reuse”,有些文献翻译为“复用”)的软件生产技术;在管理上,应该采用多维的工程管理模式。

要真正解决软件危机,实现软件的工业化生产是唯一可行的途径。分析传统工业及计算机硬件产业成功的模式可以发现,这些工业的发展模式均是符合标准的零部件/构件(英文单词为“component”,有些文献翻译为“组件”或“部件”)生产,以及基于标准构件的产品生产,其中,构件是核心和基础,重用是必需的手段。实践表明,这种模式是产业工程化、工业化的成功之路,也将是软件产业发展的必经之路。

软件重用是指在两次或多次不同的软件开发过程中重复使用相同或相近软件元素的过程。软件元素包括程序代码、测试用例、设计文档、设计过程、需求分析文档甚至领域(domain)知识。通常,把这种可重用的元素称为软构件(software component,通常简称为构件),可重用的软件元素越大,我们就说重用的粒度(granularity)越大。

使用软件重用技术可以减少软件开发活动中大量的重复性工作,这样就能提高软件生产率,降低开发成本,缩短开发周期。同时,由于软构件大都经过严格的质量认证,并在实际运行环境中得到检验,因此,重用软构件有助于改善软件质量。此外,大量使用软构件,软件的灵活性和标准化程度也能得到提高。

根据考试大纲,本章要求考生掌握以下知识点:

- (1) 构件及其在信息系统项目中的重要性;
- (2) 常用构件标准(COM/DCOM/COM+、CORBA 和 EJB);
- (3) 软件中间件。

3.1 构件模型及实现

一般认为,构件是指语义完整、语法正确和有可重用价值的单位软件,是软件重用过程中可以明确辨识的系统。结构上,它是语义描述、通讯接口和实现代码的复合体。

简单地说，构件是具有一定的功能，能够独立工作或能同其他构件装配起来协调工作的程序体，构件的使用同它的开发、生产无关。从抽象程度来看，面向对象（Object Orientation）技术已达到了类级重用（代码重用），它以类为封装的单位。这样的重用粒度还太小，不足以解决异构互操作和效率更高的重用。构件将抽象的程度提到一个更高的层次，它是对一组类的组合进行封装，并代表完成一个或多个功能的特定服务，也为用户提供了多个接口。整个构件隐藏了具体的实现，只用接口对外提供服务。

构件模型（Model）是对构件本质特征的抽象描述。目前，国际上已经形成了许多构件模型，这些模型的目标和作用各不相同，其中部分模型属于参考模型（例如，3C模型），部分模型属于描述模型（例如，RESOLVE模型和REBOOT模型）。还有一部分模型属于实现模型。近年来，已形成三个主要流派，分别是OMG（Object Management Group，对象管理集团）的CORBA（Common Object Request Broker Architecture，通用对象请求代理结构）、Sun的EJB（Enterprise Java Bean）和Microsoft的DCOM（Distributed Component Object Model，分布式构件对象模型）。这些实现模型将构件的接口与实现进行了有效的分离，提供了构件交互（Interaction）的能力，从而增加了重用的机会，并适应了目前网络环境下大型软件系统的需要。

国内许多学者在构件模型的研究方面做了不少的工作，取得了一定的成绩，其中较为突出的是北京大学杨芙清院士等人提出的“青鸟构件模型”，下面，我们就以这个模型为例。

青鸟构件模型充分吸收了上述模型的优点，并与它们相容。青鸟构件模型由外部接口与内部结构两部分组成，如图3-1所示。

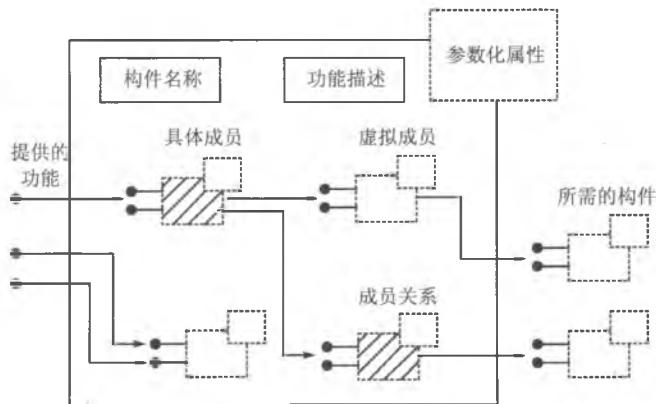


图3-1 青鸟构件模型

1. 外部接口

构件的外部接口是指构件向其重用者提供的基本信息，包括：构件名称、功能描述、对外功能接口、所需的构件、参数化属性等。外部接口是构件与外部世界的一组交互点，

说明了构件所提供的那些服务（消息、操作、变量）。

2. 内部结构

构件的内部结构包括两方面内容：内部成员，以及内部成员之间的关系。其中内部成员包括具体成员与虚拟成员，而成员关系包括内部成员之间的互联，以及内部成员与外部接口之间的互联。

构件实现是指具体实现构件功能的逻辑系统，通常也称为代码构件。构件实现由构件生产者完成，构件重用者则不必关心构件的实现细节。重用者在重用构件时，可以对其进行定制，也可以对其特例化。

3.2 常用构件标准

目前，国际上常用的构件标准主要有三大流派，分别是 COM/DCOM/COM+、CORBA 和 EJB。

3.2.1 EJB 基础知识

EJB（Enterprise Java Bean）规范由 Sun 公司制订，在 EJB2.0 规范中对 EJB 定义如下：EJB 是用于开发和部署多层结构的、分布式的、面向对象的 Java 应用系统的跨平台的构建体系结构。使用 EJB 编写的应用程序具有可扩展性、交互性，以及多用户安全的特性。这些应用只需要写一次，就可以发布到任何支持 EJB 规范的服务器平台上。

虽然 EJB 似乎仅仅是 Java Bean 的企业版，但 EJB 绝对不是 Java Bean 的简单升级。Java Bean 是 Java 语言中的一种构件模型，其重点是允许开发人员在开发工具中可视化的操作构件，Java Bean 可以被集成到任何 Java 程序中，尤其是在 Java Applet 和 Application 中得到了大量的应用。而 EJB 是一种非可视化构件，EJB 完全运行于服务器端。EJB 可以和远程的客户端程序通讯，并提供一定的功能。如果 EJB 不和客户端程序交互，则不执行具体的功能。同 Java Bean 不一样的是，EJB 仅仅在网络计算的环境下才有意义。

有三种类型的 EJB，分别是会话 Bean（Session Bean）、实体 Bean（Entity Bean）和消息驱动 Bean（Message-driven Bean）。

一个 Session Bean 描述了与客户端的一个短暂的会话。当客户端的执行完成后，Session Bean 和它的数据都将消失。Entity Bean 对应数据实体，它描述了存储在数据库的表中的持久数据。如果客户端终止或者服务结束，底层的服务会负责 Entity Bean 数据的持久性（也就是将其存储到某个地方，如数据库）；Message-driven Bean 是 EJB2.0 新增的类型，它结合了一个 Session Bean 和一个 Java 信息服务（JMS）信息监听者的功

能。客户把消息发给 JMS 目的地，然后 JMS 提供者和 EJB 容器协作，把消息发送给 Message-driven Bean。

3.2.2 COM/DCOM/COM+基础知识

COM 是微软公司为了计算机工业的软件生产更加符合人类的行为方式开发的一种新的软件开发技术。在 COM 构架下，人们可以开发出各种各样的功能专一的组件，然后将它们按照需要组合起来，构成复杂的应用系统。由此带来的好处是多方面的：可以将系统中的组件用新的替换掉，以便随时进行系统的升级和定制；可以在多个应用系统中重复利用同一个组件；可以方便地将应用系统扩展到网络环境下；COM 与语言、平台无关的特性使所有的程序员均可充分发挥自己的才智与专长编写组件模块。

在此之后微软公司对 COM 进行了扩展，使其具备分布式的特性，即 DCOM。DCOM 使其能够支持在局域网、广域网甚至 Internet 上不同计算机的对象之间的通信。使用 DCOM，应用程序就可以在位置上达到分布性，从而满足客户和应用的需求。因为 DCOM 是 COM 的无缝扩展，所以可以将对基于 COM 的应用、构件、工具，以及知识转移到标准化的分布式计算领域中来。在做分布式计算时，DCOM 处理网络协议的低层次的细节问题，从而使我们能够集中精力解决用户所要求的问题。

DCOM 是 COM 的进一步扩展，COM 定义了构件和它们的客户之间互相作用的方式。它使得构件和客户端无需任何中介构件就能相互联系。客户进程直接调用构件中的方法。图 3-8 显示了 DCOM 的整体结构：COM 运行库向客户和构件提供了面向对象的服务，并且使用 RPC 和安全机制产生符合 DCOM 线路协议标准的标准网络包。

DCOM 具有位置独立性。DCOM 使得构件的位置对你来说完全透明，无论它是位于客户的同一进程中或是在地球的另一端。在任何情况下，客户连接构件和调用构件的方法的方式都是一样的。DCOM 不仅无须改变源码，而且无须重新编译程序。一个简单的再配置动作就改变了构件之间相互连接的方式。

DCOM 具有语言无关性。任何语言都可以用来创建 COM 构件，并且这些构件可以使用更多的语言和工具。Java，Microsoft Visual C++，Microsoft Visual Basic，Delphi，PowerBuilder 和 Micro Focus COBOL 都能够和 DCOM 很好地相互作用。

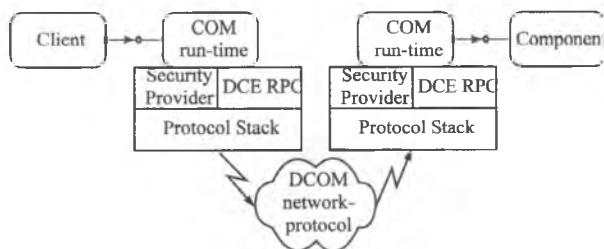


图 3-8 DCOM：不同机器上的 COM 构件

COM+并不是 COM 的新版本，我们可以把它理解为 COM 的新发展，或者为 COM 更高层次上的应用。COM+的底层结构仍然以 COM 为基础，它几乎包容了 COM 的所有内容。有一种说法这样认为，COM+是 COM、DCOM 和 MTS(Microsoft Transaction Server)的集成，这种说法有一定的道理，因为 COM+确实综合了这些技术要素。但更重要的一点是，COM+倡导了一种新的概念，它把 COM 组件软件提升到应用层而不再是底层的软件结构，它通过操作系统的各种支持，使组件对象模型建立在应用层上，把所有组件的底层细节留给操作系统。

3.2.3 CORBA 基础知识

公共对象请求代理（Common Object Request Broker Architecture，CORBA）是由对象管理组织 OMG 制订的一个工业标准，其主要目标是提供一种机制，使得对象可以透明地发出请求和获得应答，从而建立起一个异质的分布式应用环境。

由于分布式对象计算技术具有明显优势，OMG 提出了 CORBA 规范来适应该技术的进一步发展。1991 年，OMG 基于面向对象技术，给出了以对象请求代理（Object Request Broker，ORB）为中心的对象管理结构。

在 OMG 的对象管理结构中，ORB 是一个关键的通信机制，它以实现互操作性为主要目标，处理对象之间的消息分布。对象服务实现基本的对象创建和管理功能，通用服务则使用对象管理结构所规定的类接口实现一些通用功能。

针对 ORB，OMG 又进一步提出了 CORBA 技术规范，主要内容包括接口定义语言（Interface Definition Language，IDL），接口池（Interface Repository，IR），动态调用接口（Dynamic Invocation Interface，DII），对象适配器（Object Adapter，OA）等。

(1) 接口定义语言。 CORBA 利用 IDL 统一地描述服务器对象（向调用者提供服务的对象）的接口。IDL 本身也是面向对象的。它虽然不是编程语言，但它为客户对象（发出服务请求的对象）提供了语言的独立性，因为客户对象只需了解服务器对象的 IDL 接口，不必知道其编程语言。IDL 语言是 CORBA 规范中定义的一种中性语言，它用来描述对象的接口，而不涉及对象的具体实现。在 CORBA 中定义了 IDL 语言到 C、C++、SmallTalk 和 Java 语言的映射。

(2) 接口池。 CORBA 的接口池包括分布计算环境中所有可用的服务器对象的接口表示。它使动态搜索可用服务器的接口、动态构造请求及参数成为可能。

(3) 动态调用接口。 CORBA 的动态调用接口提供了一些标准函数以供客户对象动态创建请求、动态构造请求参数。客户对象将动态调用接口与接口池配合使用可实现服务器对象接口的动态搜索、请求及参数的动态构造与动态发送。当然，只要客户对象在编译之前能够确定服务器对象的 IDL 接口，CORBA 也允许客户对象使用静态调用机制。显然，静态机制的灵活性虽不及动态机制，但执行效率却胜过动态机制。

(4) 对象适配器。在 CORBA 中，对象适配器用于屏蔽 ORB 内核的实现细节，为服务器对象的实现者提供抽象接口，以便他们使用 ORB 内部的某些功能。这些功能包括服务器对象的登录与激活、客户请求的认证等。

CORBA 体系结构模式充分利用了现今软件技术发展的最新成果，在基于网络的分布式应用环境下实现应用软件的集成，使得面向对象的软件在分布、异构环境下实现可重用、可移植和互操作。其特点可以总结为如下几个方面：

(1) 引入中间件作为事务代理，完成客户机向服务对象方（Server）提出的业务请求。

(2) 实现客户与服务对象的完全分开，客户不需要了解服务对象的实现过程，以及具体位置。

(3) 提供软总线机制，使在任何环境下、采用任何语言开发的软件只要符合接口规范的定义，均能够集成到分布式系统中。

(4) CORBA 规范软件系统采用面向对象的软件实现方法开发应用系统，实现对象内部细节的完整封装，保留对象方法的对外接口定义。

3.3 中间件技术

随着企业的 IT 环境日益复杂，企业中可能会拥有多种操作系统、不同的数据库、异构的网络环境，以及若干应用等，那么如何把它们结合成一个有机的协同工作整体，真正实现企业跨平台分布式应用呢？中间件便是解决之道，它用自己的复杂换取了企业应用的简单。那么，复杂的中间件到底包含哪些种类？分别完成什么功能呢？

20世纪90年代初客户-服务器计算模式开始成为主流技术，将数据统一存储在数据服务器上，而有关的业务逻辑都在客户端实现，即所谓胖终端的解决方案，这种两层结构的模式大大阻碍着系统的发展，单一的服务器结构紧密地依赖供应商；数据存取受到限制；难以扩展到大企业广域网或国际互联网；也难以管理客户端的机群。随着用户业务需求的增长及 Internet/Intranet 的普及，将以三层或四层体系结构取代。三层结构就是把客户端的业务逻辑独立出来，并与数据库服务器中存储过程合并在一起，构成应用层，以提高计算能力，实现灵活性。在这种结构中客户端仅仅是处理图形用户界面（GUI），而目前趋势是采用具有交互功能的浏览器，即形成瘦终端的工作方式，为此，中间又增加了一层，称为 Web 服务器层，形成了四层体系结构。

这类多层结构的分布系统，各服务器和终端机之间都是通过网络连接起来的，并有大量信息和数据进行传递。对每个应用系统而言，在设计和实现时需要开发的，仅是在应用服务器上的业务逻辑部分的软件。除此之外，还必须要设计处理分布系统所特有的功能的软件，而目前的系统软件（操作系统和支撑软件）都不支持。为此出现了中间件，它是处于系统软件和应用软件之间的一批软件。

使设计者集中设计与应用有关的部分，大大简化了设计和维护工作。目前，中间件已有一批成熟的产品，并成为设计分布系统时不可缺少的软件。仅仅几年时间，中间件迅猛发展，并逐步走向成熟。

构件是一种前沿的软件设计思想，对整个软件行业的发展起着至关重要的推动作用。而中间件作为应用软件系统集成的关键技术，保证了构件化思想的实施，并为构件提供了真正的运行空间。中间件领域工业化标准的制订、统一及实现，使基于构件的应用开发成为可能。反过来，构件对新一代中间件产品也起到促进作用。

3.3.1 中间件的定义

目前还没有对中间件形成一个统一的定义，我们使用现在比较认可的两种定义：

(1) 在一个分布式系统环境中处于操作系统和应用程序之间的软件。(该定义源于 <http://middleware.objectweb.org>。)

(2) 中间件是一种独立的系统软件或服务程序，分布式应用软件借助这种软件在不同的技术之间共享资源，中间件位于客户机服务器的操作系统之上，管理计算资源和网络通信。(该定义源于 IDG。)

我们可以通过图 3-9 来理解中间件在系统中的地位与应用价值。

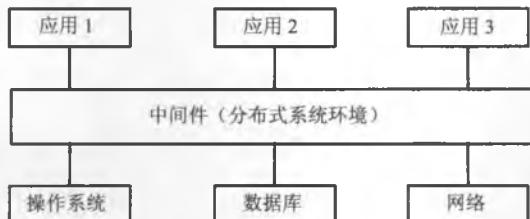


图 3-9 分布式系统中间件示意图

从这些定义中可以看出：

- (1) 中间件是一类软件，而非一种软件；
- (2) 中间件不仅仅实现互连，还要实现应用之间的互操作；
- (3) 中间件是基于分布式处理的软件，最突出的特点是其网络通信功能。

中间件是处于操作系统和应用程序之间的软件，也有人认为它应该是属于操作系统中的一部分。这个定义也限定了只有用于分布式系统中才能称为中间件，同时还可以把它与支撑软件和实用软件区分开来。人们在使用中间件时，往往是一组中间件集成在一起，构成一个平台。随着中间件应用的不断增长，中间件的范围已经覆盖了分布式对象和组件、消息通信，以及移动应用等软件系统。

3.3.2 中间件的功能

中间件的基本功能应该包括以下几个：

- 负责客户机和服务器间的连接和通信；
- 提供客户机与应用层的高效率通信机制；
- 提供应用层不同服务之间的互操作机制；
- 提供应用层与数据库之间的连接和控制机制；
- 提供一个多层结构应用开发和运行的平台；
- 提供一个应用开发框架，支持模块化的应用开发；
- 屏蔽硬件、操作系统、网络和数据库；
- 提供交易管理机制，保证交易的一致性；
- 提供应用的负载均衡和高可用性；
- 提供应用的安全机制与管理功能；
- 提供一组通用的服务去执行不同的功能，为的是避免重复的工作和使应用之间可以协作。

中间件作为一大类系统软件，与操作系统、数据库管理系统并称“三套车”，其重要性是不言而喻的，中间件的优点应该说都是有目共睹的。它的优越性体现在以下几个方面：

- 缩短应用的开发周期；
- 节约应用的开发成本；
- 减少系统初期的建设成本；
- 降低应用开发的失败率；
- 保护已有的投资；
- 简化应用集成；
- 减少维护费用；
- 提高应用的开发质量；
- 保证技术进步的连续性；
- 增强应用的生命力。

具体地说，中间件屏蔽了底层操作系统的复杂性，使程序开发人员面对一个简单而统一的开发环境，减少程序设计的复杂性，将注意力集中在自己的业务上，不必再为程序在不同系统软件上的移植而重复工作，从而大大减少了技术上的负担。

中间件带给应用系统的，不只是开发的简便和开发周期的缩短，也减少了系统的维护、运行和管理的工作量，还减少了计算机总体费用的投入。Standish 的调查报告显示，由于采用了中间件技术，应用系统的总建设费用可以减少 50% 左右。在网络经济和电子商务大发展的今天，从中间件获得利益的不只是 IT 厂商，IT 用户同样是赢家，并且是更有把握的赢家。

其次，中间件作为新层次的基础软件，其重要作用是将不同时期，在不同操作系统上开发的应用软件集成起来，彼此像一个天衣无缝的整体协调工作，这是操作系统和数据库管理系统本身做不了的。中间件的这一作用，使得在技术不断发展之后，我们以往在应用软件上的劳动成果仍然物有所用，节约了大量的人力、财力投入。

3.3.3 中间件的分类

中间件的任务是使应用程序开发变得更容易，通过提供统一的程序抽象，隐藏异构系统和分布式系统下低级别编程的复杂度。中间件分类有很多方式和很多种类型。在这里我们由底向上从中间件的层次上来划分，如图 3-10 所示，可分为底层型中间件、通用型中间件和集成型中间件三个大的层次。

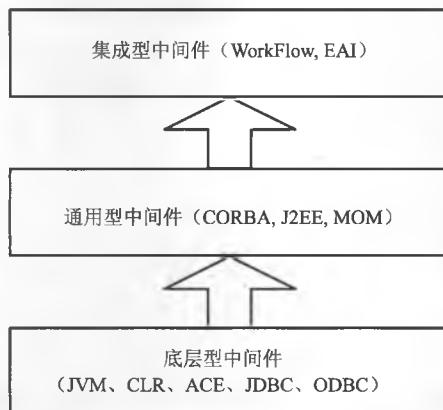


图 3-10 中间件层次图

(1) 底层型中间件的主流技术有 JVM、CLR、ACE、JDBC 和 ODBC 等，代表产品主要有 SUN JVM 和 Microsoft CLR 等。

(2) 通用型中间件的主流技术有 CORBA、J2EE、MOM 和 COM 等，代表产品主要有 IONA Orbix、BEA WebLogic 和 IBM MQSeries 等。

(3) 集成型中间件的主流技术有 WorkFlow 和 EAI 等，代表产品主要有 BEA WebLogic 和 IBM WebSphere 等。

当然，在这个大的层次划分下，中间件还可以细化为以下一些种类：

(1) **通信处理（消息）中间件。**在不同平台之间通信，实现分布式系统中可靠的、高效的、实时的跨平台数据传输，称为消息中间件。这是中间件中唯一不可缺少的，是需求量最大的中间件产品，目前在大部分操作系统中已包含了其部分功能。

(2) **事务处理（交易）中间件。**在分布式事务处理系统中要处理大量事务，常常在系统中要同时进行上万个事务。在联机事务处理系统（OLTP）中，每笔事务常常要多台服务器上的程序顺序地协调完成，一旦中间发生某种故障时，不但要完成恢复工作，

而且要自动切换系统，达到系统永不停机，实现高可靠性运行。同时要使大量事务在多台应用服务器能实时并发运行，并进行负载平衡地调度，实现昂贵的可靠性机和大型计算机系统同等的功能，为了实现这个目标，要求系统具有监视和调度整个系统的功能。一个事务处理平台，根据 X/OPEN 的参数模型规定，应由事务处理中间件、通信处理中间件，以及数据存取管理中间件三部分组成。

(3) 数据存储管理中间件。在分布式系统中，重要的数据都集中存放在数据服务器中，它们可以是关系型的、复合文档型、具有各种存放格式的多媒体型，或者是经过加密或压缩存放的，该中间件将为在网络上虚拟缓存、格式转换、解压等带来方便。

(4) Web 服务中间件。浏览器图形用户界面已成为公认规范，然而由于它存在会话能力差、不能做数据写入、受 HTTP 协议的限制等缺陷，因此就必须进行修改和扩充，形成 Web 服务器中间件。

(5) 安全中间件。一些军事、政府和商务部门上网的最大障碍是安全保密问题，而且不能使用国外提供的安全措施（如防火墙、加密、认证等），必须用国产的产品。产生不安全因素是由操作系统引起的，但必须要用中间件去解决，以适应灵活多变的要求。

(6) 跨平台和构架的中间件。当前开发大型应用软件通常采用基于构架和构件技术，在分布系统中，还需要集成各节点上的不同系统平台上的构件或新老版本的构件，由此产生了构架中间件，功能最强的是 CORBA，可以跨任意平台，但是太庞大；Java Bean 较灵活简单，很适合于做浏览器，但运行效率差；DCOM 模型主要适合 Windows 平台，已广泛使用。由于国内新建系统主要是 UNIX（包括 Linux）和 Windows，因此针对这两个平台建立相应的中间件要实用得多。

(7) 专用平台中间件。为特定应用领域设计参考模式，建立相应构架，配置相应的构件库和中间件，为应用服务器开发和运行特定领域的关键任务（如电子商务、网站等）。

(8) 其他中间件。另外现在出现了一些中间件，比如数据流中间件、门户中间件，以及为某些专业领域如银行、电信等开发的专用中间件。另外还有一些更高层中间件，更多用于系统整合，包括企业应用集成中间件（EAI Suites）、工作流中间件（Workflow）、门户中间件（Portal）等是多种中间件的组合。

3.3.4 中间件技术在集成中的应用

中间件技术在集成中扮演着重要的角色，我们可以从不同层次采用不同种类，不同技术的中间件产品进行应用集成。正如图 3-11 所示，我们可以从传输、消息、组件、业务流程等各个层面分别加以集成。

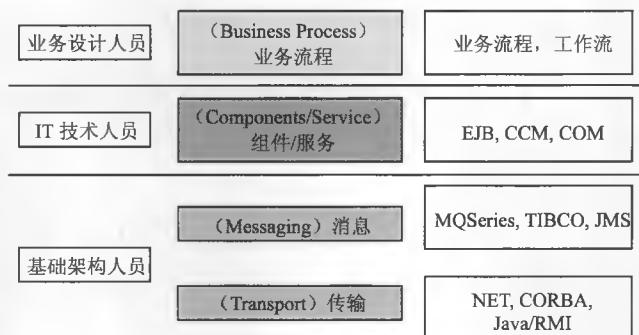


图 3-11 不同层次的集成示意图

从图 3-11 中我们还可以看出，为了完成不同层次的集成，可以采用不同的技术、产品：

- (1) 为了完成系统底层传输层的集成，可以采用 CORBA 技术。
- (2) 为了完成不同系统的信息传递，可以采用消息中间件产品。
- (3) 为了完成不同硬件和操作系统的集成，可以采用 J2EE 中间件产品。

同样，目前中间件的竞争焦点也主要集中在集成应用平台上，大多中间件公司都已经或准备将下一步的工作重点放在集成市场上。

3.3.5 中间件的发展趋势

中间件作为构筑企业信息系统和电子商务系统的基石和核心技术，向着标准化和构件化方向发展。具体来看，有以下三种发展趋势。

1. 规范化

在中间件的发展过程中，做得最好的一件事情就是规范的制订。对于不同类型的中间件，目前都有一些规范可以遵循，如消息类的 JMS，对象类的 CORBA 和 COM/DCOM，交易类的 XA、OTS、JTA/JTS，应用服务器类的 J2EE，数据访问类的 ODBC 和 JDBC，Web 服务有 SOAP、WSDL、UDDI 等。这些规范的建立极大地促进了中间件技术的发展，同时保证了系统的扩展性、开放性和互操作。

2. 构件化和松耦合

除了已经得到较为普遍应用的 CORBA、DCOM 等适应 Intranet 的构件技术外，随着企业业务流程整合和电子商务应用的发展，中间件技术朝着面向 Web、松散耦合的方式发展。基于 XML 和 Web 服务的中间件技术，使不同系统之间、不同应用之间的交互建立在非常灵活的基础上。XML 是一种可扩展的源标志语言，它提供了一种定义新的标志语言标准。由于 XML 技术非常适合于异构系统间的数据交换，因此在国际上

已经被普遍采纳为电子商务的数据标准。而 Web 服务作为基于 Web 技术的构件，在流程中间件的控制和集成下可以灵活、动态地被组织成为跨企业的商务应用。

3. 平台化

目前，一些大的中间件厂商在已有的中间件产品基础上，都提出了完整的面向互联网的软件平台战略计划和应用解决方案。Sun 公司是最早提出“网络就是计算机”的公司，它一直致力于向企业提供受到广泛欢迎的网络软件，对因特网的应用和发展发挥了重要作用。IBM 公司提出了面向网络应用的“旧金山计划”，即以 WebSphere、DB2、Tivoli、Domino 四大品牌组成基础架构平台，提供从中间件、服务器到解决方案的一揽子组合服务。Oracle 公司则推出了以 Oracle 9i 为中心的网络软件平台。微软公司从 2000 年 6 月开始大力宣传“.NET 计划”，并作为未来的基本战略，目标是在因特网的基础上，实现所有的计算机群、相关设备和服务协同工作，提供广泛而丰富的解决方案。

第4章 面向对象方法

结构化分析和设计方法在一定程度上缓解了“软件危机”。但随着人们对软件提出的要求越来越高，结构化方法已经无法承担快速高效开发复杂软件系统的重任。20世纪80年代逐渐成熟的面向对象方法学，使软件开发者对软件的分析、设计和编程等方面都有了全新的认识。由于“对象”概念的引入，将数据和方法封装在一起，提高了模块的聚合度，降低了模块的耦合度，更大程度上支持了软件重用，从而十分有效地降低了软件的复杂度，提高了软件开发的生产率。目前，面向对象方法学已成为软件开发者的第一选择。

根据考试大纲，本章要求考生掌握以下知识点：

- 面向对象的基本概念；
- 统一建模语言 UML；
- 可视化建模；
- 面向对象系统分析；
- 面向对象系统设计。

4.1 面向对象的基本概念

为了讨论面向对象（Object-Oriented, OO）的技术和方法，必须首先明确什么是“面向对象”？为什么要讨论面向对象的方法？什么是对象？对于这些问题，有许多不同的看法。其中 Booch、Coad/Yourdon 和 Jacobson 的方法在面向对象软件开发界得到了广泛的认可。特别值得一提的是统一建模语言（UML, Unified Modeling Language），该方法结合了 Booch、OMT 和 Jacobson 方法的优点，统一了符号体系，并从其他的方法和工程实践中吸收了许多经过实践检验的概念和技术。

Peter Coad 和 Edward Yourdon 曾提出了下列等式：

面向对象=对象（Objects）+类（Classes）+继承（Inheritance）+消息通信（Communication with Messages）

4.1.1 对象与封装

对象（Object）是系统中用来描述客观事物的一个实体，它是构成系统的一个基本单位。面向对象的软件系统是由对象组成的，复杂的对象由比较简单的对象组合而成。也就是说，面向对象方法学使用对象分解取代了传统方法的功能分解。

对象三要素：对象标志、属性和服务。

对象标志（Object Identifier），也就是对象的名字，供系统内部唯一地识别对象。定义或使用对象时，均应指定对象标志。

属性（Attribute），也称状态（State）或数据（Data），用来描述对象的静态特征。在某些面向对象的程序设计语言中，属性通常被称为成员变量（Member Variable）或简称变量（Variable）。

服务（Service），也称操作（Operation）、行为（Behavior）或方法（Method）等，用来描述对象的动态特征。在某些面向对象的程序设计语言中，服务通常被称为成员函数（Member Function）或简称函数（Function）。

封装（Encapsulation）是对象的一个重要原则。它有两层含义：第一，对象是其全部属性和全部服务紧密结合而形成的一个不可分割的整体；第二，对象是一个不透明的黑盒子，表示对象状态的数据和实现操作的代码都被封装在黑盒子里面。使用一个对象的时候，只需知道它向外界提供的接口形式，无须知道它的数据结构细节和实现操作的算法。从外面看不见，也就更不可能从外面直接修改对象的私有属性了。

4.1.2 类与类库

类（class）是对象的抽象定义，是一组具有相同数据结构和相同操作的对象的集合。类的定义包括一组数据属性和在数据上的一组合法操作。类定义可以视为一个具有类似特性与共同行为的对象的模板，可用来产生对象。

类与对象是抽象描述与具体实例的关系，一个具体的对象被称为类的一个实例（Instance）。它们都可使用类中提供的函数。一个对象的状态则包含在它的实例变量中。

从物理特征上来看，类库和传统例程库是类似的，它们都是一种预先定义的程序库。类库是一种预先定义的程序库，它以程序模块的形式，按照类层次结构把一组类的定义和实现组织在一起。较上层的类代表了较一般的事物，相反，较下层的类代表了较具体的事物，很好地体现了面向对象机制的继承性、重载等许多特征。

类属类（Generic Class）仅描述了适用于一组类型的通用样板，由于其中所处理对象的数据类型尚未确定，因而程序员不可用类属类直接创建对象实例，即一个类属类并不是一种真正的类类型。

类属类必须经过实例化后才能成为可创建对象实例的类类型。类属类的实例化是指用某一数据类型替代类属类的类型参数。类属类定义中给出的类型参数称为形式类属参

数，类属类实例化时给出的类型参数称为实际类属参数。如果类属类实例化的实际类属参数可以是任何类型，那么这种类属类称为无约束类属类。然而在某些情况下，类属类可能要求实际类属参数必须具有某些特殊的性质，以使得在类属类中可应用某些特殊操作，这种类属类称为受约束类属类。类属类对类库的建设提供了强有力的支持。

4.1.3 继承与多态

继承（Inheritance）是使用已存在的定义作为基础建立新定义的技术，继承是面向对象方法学中的一个十分重要的概念。新类的定义可以是现存类所声明的数据、定义与新类所增加的声明的组合。新类复用现存类的定义，而不要求修改现存类。因为这种类的一部分已经实现和测试，故开发费用较少。现存类可当作父类（泛化类、基类或超类）来引用，则新类相应地可当作子类（特化类、子女类或派生类）来引用。

在面向对象技术中，多态考虑的是类与类之间的层次关系，以及类自身内部特定成员函数之间的关系问题，是解决功能和行为的再抽象问题。多态是指类中具有相似功能的不同函数是用同一个名称来实现，从而可以使用相同的调用方式来调用这些具有不同功能的同名函数。这也是人类思维方式的一种直接模拟，比如一个对象中有很多求两个数最大值的行为，虽然可以针对不同的数据类型，写很多不同名称的函数来实现，但事实上，它们的功能几乎完全相同。这时，就可以利用多态的特征，用统一的标志来完成这些功能。这样，就可以达到类的行为的再抽象，进而统一标志，减少程序中标志符的个数。

严格地说，多态性可分为四类，分别为过载多态（重载多态），强制多态，包含多态和参数多态，其中前两种统称为专用多态（特定多态），后面两种称为通用多态。

包含多态是研究类族中定义于不同类中的同名成员函数的多态行为，主要是通过虚函数来实现。包含多态最常见的例子就是子类型化，即一个类型是另一类型的子类型。

参数多态的应用比较广泛，被称为最纯的多态。这是因为同一对象、函数或过程能以一致的形式用于不同的类型。参数多态与类属（类模板）相关联，类属是一个可以参数化的模板，其中包含的操作所涉及的类型必须用类型参数实例化。这样，由类模板实例化的各类都具有相同的操作，而操作对象的类型却各不相同。

过载多态是同一算子（操作符、函数名等）被用来表示不同的功能，通过上下文以决定一个算子所代表的功能，即通过语法对不同语义的对象使用相同的算子，编译能够消除这一模糊。

强制多态是通过语义操作把一个变元的类型加以变换，以符合一个函数的要求，如果不做这一强制性变换将出现类型错误。类型的变换可在编译时完成，通常是隐式地进行，当然也可以在动态运行时来做。

从实现的角度来看，多态可划分为两类，分别是编译时的多态和运行时的多态。前者是在编译的过程中确定了同名操作的具体操作对象，而后者则是在程序运行过程中才

动态地确定操作所针对的具体对象。这种确定操作的具体对象的过程就是联编（编联，束缚或绑定）。联编是指计算机程序自身彼此关联的过程，也就是把一个标志签名和一个存储地址联系在一起的过程。用面向对象的术语讲，就是把一条消息和一个对象的方法相结合的过程。

按照联编进行的阶段的不同，可以分为两种不同的联编方法，分别为静态联编和动态联编，这两种联编过程分别对应着多态的两种实现方式。

联编工作在编译连接阶段完成的情况称为静态联编。因为联编过程是在程序开始执行之前进行的，因此有时也称为早期联编或前联编。在编译和连接过程中，系统就可以根据类型匹配等特征确定程序中操作调用与执行该操作代码的关系，其确定了某一个同名标志到底是要调用哪一段程序代码。有些多态类型，其同名操作的具体对象能够在编译、连接阶段确定，通过静态联编解决，比如过载，强制和参数多态等。

与静态联编相对应，联编工作在程序运行阶段完成的情况称为动态联编，也称为晚期联编或后联编。在编译、连接过程中无法解决的联编问题，要等到程序开始运行之后再来确定，包含多态的操作对象的确定就是通过动态联编完成的。

4.1.4 消息通信

消息（Message）是指向对象发出的服务请求，它应该含有下述信息：提供服务的对象标志、消息名、输入信息和回答信息。对象与传统的数据有本质区别，它不是被动地等待外界对它施加操作，相反，它是进行处理的主体，必须发消息请求它执行它的某个操作，处理它的私有数据，而不能从外界直接对它的私有数据进行操作。

消息通信（Communication with Messages）也是面向对象方法学中的一条重要原则，它与对象的封装原则密不可分。封装使对象成为一些各司其职、互不干扰的独立单位；消息通信则为它们提供了唯一合法的动态联系途径，使它们的行为能够互相配合，构成一个有机的系统。

只有同时使用对象、类、继承与消息通信，才是真正面向对象的方法。

4.1.5 面向对象方法学的优点

与面向过程相比，面向对象方法学具有以下优点。

(1) 与人类习惯的思维方法一致：面向对象方法学的出发点和基本原则，是尽可能模拟人类习惯的思维方式，使软件开发的方法与过程尽可能接近人类认识世界解决问题的方法与过程，也就是使描述问题的“问题域”与解决问题的“解域”在结构上尽可能一致。

(2) 稳定性好：传统的软件开发方法基于功能分析与功能分解，软件结构紧密依赖于系统所要完成的功能，当功能需求发生变化时将引起软件结构的整体修改。由于用

户需求变化大部分是针对功能的，因此这样的系统是不稳定的。

面向对象的方法用对象模拟问题域中的实体，以对象为中心构造软件系统，当系统的功能需求变化时并不会引起软件结构的整体变化。由于现实世界中的实体是相对稳定的，因此以对象为中心构造的软件系统也是比较稳定的。

(3) 可重用性好：面向对象方法学在利用可重用的软件成分构造新的软件系统时有很大的灵活性。继承机制与多态性使得子类不仅可以重用其父类的数据结构与程序代码，并且可以方便地修改和扩充，而这种修改并不影响对原有类的使用。

(4) 较易开发大型软件产品：由于用面向对象方法学开发软件时，构成软件系统的每个对象相对独立。因此，可以把一个大型软件产品分解成一系列相互独立的小产品来处理。这不仅降低了开发的技术难度，而且也使得对开发工作的管理变得容易多了。

(5) 可维护性好：面向对象的软件比较容易理解、容易修改、容易测试。

4.2 UML 概述

在 20 世纪的 80~90 年代，面向对象的分析与设计（OOA&D）方法获得了长足的发展，而且相关的研究也十分活跃，涌现了一大批新的方法学。其中最著名的是 Booch 的 Booch 1993、Jacobson 的 OOSE 和 Rumbaugh 的 OMT 方法。而 UML 正是在融合了 Booch、Rumbaugh 和 Jacobson 方法论的基础上形成的标准建模语言。

4.2.1 UML 是什么

UML（Unified Modeling Language，统一建模语言）是用于系统的可视化建模语言，尽管它常与建模 OO 软件系统相关联，但由于其内建了大量扩展机制，还可以应用于更多的领域中，例如工作流程、业务领域等。

(1) UML 是一种语言：UML 在软件领域中的地位与价值就像“1、2、3、+、-、…”等符号在数学领域中的地位一样。它为软件开发人员之间提供了一种用于交流的词汇表，一种用于软件蓝图的标准语言。

(2) UML 是一种可视化语言：UML 只是一组图形符号，它的每个符号都有明确语义，是一种直观、可视化的语言。

(3) UML 是一种可用于详细描述的语言：UML 所建的模型是精确的、无歧义和完整的，它适合于对所有重要的分析、设计和实现决策进行详细描述。

(4) UML 是一种构造语言：UML 虽然不是一种可视化的编程语言，但其与各种编程语言直接相连，而且有较好的映射关系，这种映射允许进行正向工程、逆向工程。

(5) UML 是一种文档化语言：它适合于建立系统体系结构及其所有的细节文档。

4.2.2 UML 的发展历史

面向对象建模语言，最早出现于 20 世纪 70 年代中期，而在 20 世纪 80 年代末开始进入快速发展阶段，截止到 1994 年，就从不到 10 种发展到 50 多种。由于每种语言、方法的创造者都极力推崇自己的成果，于是爆发了“面向对象技术的方法大战”，也从此流传着一句戏言：“方法学家和恐怖分子的差别在于，方法学家不能谈判。”

而在 1994 年之后，各种方法论逐渐拉开了差距，以 Grady Booch 提出的 Booch 方法和 James Rumbaugh 提出的 OMT（Object Modeling Technique，对象建模技术）成为了可视化建模语言的主导。而 Ivar Jacobson 的 Objectory 方法则成为最强有力的方法。

Booch 是面向对象方法最早的倡导者之一。他在 1984 年《Ada 软件工程》（“Software Engineering with Ada”）一书中就描述了面向对象软件开发的基本问题。1991 年，他在《面向对象的设计》（“Object-Oriented Design”）一书中，将以前针对 Ada 的工作扩展到整个面向对象设计领域。他对继承和类的阐述特别值得借鉴。Booch1993 比较适合于系统的设计和构造。

Rumbaugh 等人提出了面向对象的建模技术（OMT），采用了面向对象的概念并引入各种独立于程序设计语言的表示符号。这种方法用对象模型、动态模型、功能模型和用例模型共同完成对整个系统的建模，所定义的概念和符号可用于软件开发的分析、设计和实现的全过程，软件开发人员不必在开发过程的不同阶段进行概念和符号的转换。OMT-2 特别适用于分析和描述以数据为中心的信息系统。

Jacobson 于 1994 年提出了面向对象软件工程（OOSE）的方法。其最大特点是面向用例，并在用例的描述中引入了外部角色的概念。用例的概念贯穿于整个开发过程（包括对系统的测试和验证），是精确描述需求的重要武器。目前在学术界和工业界已普遍接受用例的概念，并认为是面向对象技术走向第二代的标志。OOSE 比较适合支持商务工程和需求分析。

面对众多的建模语言，首先，用户无力区分不同建模语言之间的差别和使用范围。其次，各种建模语言其实各有长短。第三，由于不同的用户使用不同的建模语言和不同建模语言表达方式上的差异，使得用户之间的沟通方面出现了困难。要解决以上问题就必须在综合分析各种不同建模语言的优缺点及适用情况的基础上统一各种不同的建模语言。

1994 年 10 月，Grady Booch 和 Jim Rumbaugh 开始了这项工作。首先他们将 Booch 1993 和 OMT-2 统一起来，并于 1995 年 10 月发布了第一个公开版本称为标准方法 UM0.8（Unified Method）。1995 年秋，OOSE 的创始人 Ivar Jacobson 加盟到这项工作中，经过 Booch、Rumbaugh 和 Jacobson 三人的共同努力，于 1996 年 6 月和 10 月分别发布了两个新的版本（UML0.9 和 UML0.91），并将 UM 重新命名为 UML。

1996 年，UML 被 OMG 提议为 OO 可视化建模语言的推荐标准，UML 被提交。1997 年，OMG 采纳了 UML，一个开放的 OO 可视化建模语言工业标准诞生了。UML 在经

历了 1.1、1.2 和 1.4 三个版本的演变之后进行了一次大的调整，升级为 2.0 版标准。目前 UML 的最新版是 2010 年 11 月发布的 2.4 版。

4.2.3 UML 结构

UML 的结构如图 4-1 所示。

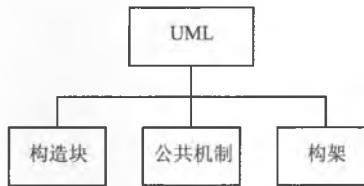


图 4-1 UML 结构示意图

1. 构造块

构造块也就是基本的 UML 建模元素、关系和图。

(1) **建模元素**：包括结构元素（类、接口、协作、用例、活动类、组件、节点等）、行业元素（交互、状态机）、分组元素（包）、注解元素。

(2) **关系**：包括关联关系、依赖关系、泛化关系、实现关系。

(3) **图**：在 UML 1.x 中包括 9 种不同的图，当升级为 2.x 之后，增加至 14 种图。分为表示系统静态结构的静态模型（包括类图、对象图、复合结构图、构件图、部署图、包图），以及表示系统动态结构的动态模型（包括用例图、活动图、状态机图、顺序图、通信图、定时图、交互概观图、制品图）。

2. 公共机制

公共机制是指达到特定目标的公共 UML 方法，主要包括规格说明、修饰、公共分类和扩展机制四种。

(1) **规格说明**：规格说明是元素语义的文本描述，它是模型真正的核心。

(2) **修饰**：UML 为每一个模型元素设置了一个简单的记号，还可以通过修饰来表达更多的信息。

(3) **公共分类**：包括类元与实体（类元表示概念，而实体表示具体的实体）、接口和实现（接口用来定义契约，而是实现就是具体的内容）两组公共分类。

(4) **扩展机制**：包括约束（添加新规则来扩展元素的语义）、构造型（用于定义新的 UML 建模元素）、标记值（添加新的特殊信息来扩展模型元素的规格说明）。

3. 构架

UML 对系统构架的定义是：系统的组织结构，包括系统分解的组成部分、它们的关联性、交互、机制和指导原则，这些提供系统设计的信息。具体来说，是指五个系统视图。

(1) **逻辑视图**：以问题域的语汇组成的类和对象集合。

(2) **进程视图**：可执行线程和进程作为活动类的建模，它是逻辑视图的一次执行实例。

(3) **实现视图**：对组成基于系统的物理代码的文件和组件进行建模。

(4) **部署视图**：把组件物理地部署到一组物理的、可计算节点上。

(5) **用例视图**：最基本的需求分析模型。

4.2.4 UML 的主要特点

UML 统一了 Booch、OMT、OOSE 和其他面向对象方法的基本概念和符号，同时汇集了面向对象领域中很多人的思想，是从优秀的面向对象方法和丰富的计算机科学实践中总结而成的。

目前 UML 是最先进、实用的标准建模语言，而且还在不断发展进化之中。

UML 是一种建模语言而不是一种方法，其中并不包括过程的概念，它本身是独立于过程的，可以在使用过程中使用它。不过与 UML 结合最好的是用例驱动的、以体系结构为中心的、迭代的、增量的开发过程。

4.2.5 UML 的应用领域

作为一种标准建模语言，UML 的核心是以面向对象的思想来描述客观世界，具有广阔的应用领域。目前主要应用领域是在软件系统建模，但是它同样可以应用于其他领域，如机械系统、企业机构或业务过程，以及处理复杂数据的信息系统、具有实时要求的工业系统或工业过程等。总之，UML 是一个通用的标准建模语言，可以对任何系统的动态行为和静态行为进行建模。同时，标准建模语言 UML 可以对信息系统提供从需求分析到系统维护的整个生命周期提供有效的支持。在需求分析阶段，可以通过用例模型来捕获和组织用户的需求，分析系统对于用户的价值。通过用例建模，描述对系统感兴趣的外部角色及其对系统（用例）的功能要求。分析阶段主要关心问题域中的主要概念（如抽象、类和对象等）和机制，以及这些概念之间的相互协作，并用 UML 类图来描述。至于类之间的协作关系则可以用交互图和顺序图来描述。在分析阶段，只对问题域的对象（现实世界的概念）建模，而不考虑定义软件系统中技术细节的类（如处理用户接口、数据库、通信和并行性等问题的类）。由于这些技术细节将在设计阶段引入，因此设计阶段为构造阶段提供更详细的规格说明。

编码阶段的主要任务是将设计阶段的设计结果转换成为实际的代码。在设计阶段需要注意的是不要过早地考虑设计结果要用哪种编程语言实现。如果过早地考虑这个问题，会使设计工作陷入细节的泥潭，不利于对模型进行全面理解。

标准建模语言 UML 还可以对测试阶段提供有效的支持。不同的测试阶段可以使用不同的 UML 图作为测试的依据。比如，在单元测试阶段，可以使用类图和类的规格说明来进行测试；在集成阶段，可以使用合作图，活动图和部署图；系统测试和验收测试阶段则可以使用顺序图和用例图来验证系统的外部行为。

总之，标准建模语言 UML 能够用面向对象的方法描述任何类型的系统，并对系统开发从需求调研到测试和维护的各个阶段进行有效的支持。

4.3 UML 的建模机制

UML 是一个通用的可视化建模语言，用于对软件进行描述、可视化处理、构造和建立软件系统的文档。它记录了对必须构造的系统的决定和理解，可用于对系统的理解、设计、浏览、配置、维护和信息控制。UML 适用于各种软件开发方法、软件生命周期的各个阶段、各种应用领域，以及各种开发工具，UML 是一种总结了以往建模技术的经验并吸收当今优秀成果的标准建模方法。UML 包括概念的语义，表示法和说明，提供了静态、动态、系统环境及组织结构的模型。它可被交互的可视化建模工具所支持，这些工具提供了代码生成器和报表生成器。UML 标准并没有定义一种标准的开发过程，但它适用于迭代式的开发过程。它是为支持大部分现存的面向对象开发过程而设计的。

UML 不是一种可视化的编程语言，但是 UML 描述的模型可与各种编程语言直接相连，即可把用 UML 描述的模型映射成编程语言。

UML2.x 中包括 14 种不同的图，分为表示系统静态结构的静态模型（包括类图、对象图、复合结构图、构件图、部署图、包图），以及表示系统动态结构的动态模型（包括用例图、活动图、状态机图、顺序图、通信图、定时图、交互概观图、制品图）。

4.3.1 用例图

用例实例是在系统中执行的一系列动作，这些动作将生成特定参与者可见的价值结果。一个用例定义一组用例实例。它确定了一个和系统参与者进行交互、并可由系统执行的动作序列。用例模型描述的是外部执行者（Actor）所理解的系统功能。用例模型用于需求分析阶段，它的建立是系统开发者和用户反复讨论的结果，表明了开发者和用户对需求规格达成的共识。

在 UML 中，用例表示为一个椭圆。图 4-2 显示了一个个人图书管理系统的用例图。其中，“新增书籍信息”、“查询书籍信息”、“修改书籍信息”、“登记外借情况”、“查询外借情况”、“统计金额与册数”等都是用例的实例。

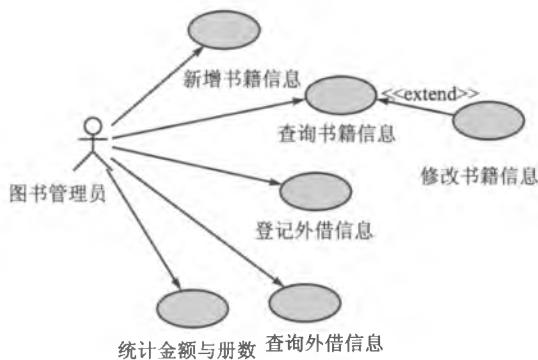


图 4-2 用例图示例

1. 参与者

参与者（Actor）代表与系统接口的任何事物或人，它是指代表某一种特定功能的角色，参与者都是虚拟的概念。在 UML 中，用一个小人表示参与者。

图 4-2 中的“图书管理员”就是参与者。对于该系统来说，可以充当图书管理员角色的可能有几个人，由于他们对于系统而言均起着相同的作用，扮演相同的角色，因此只使用一个参与者表示。切忌不要为每一个可能与系统交互的真人画出一个参与者。

可以通过以下问题来帮助你寻找到系统的相关参与者。

- 谁是系统的主要用户？
- 谁从系统获得信息？
- 谁向系统提供信息？
- 谁从系统删除信息？
- 谁支付、维护系统？
- 谁管理系统？
- 系统需要与哪些其他系统交互？
- 系统需要操纵哪些硬件？
- 在预设的时间内，有事情自动发生吗？
- 系统从哪里获得信息？
- 谁对系统的特定需求感兴趣？
- 几个人在扮演同样的角色吗？
- 一个人扮演几个不同的角色吗？
- 系统使用外部资源吗？
- 系统用在什么地方？

2. 用例

用例（Use Case）是对系统行为的动态描述，它可以促进设计人员、开发人员与用户的沟通，理解正确的需要，还可以划分系统与外部实体的界限，是系统设计的起点。在识别出参与者之后，可以使用下列问题帮助识别用例：

- 每个参与者的任务是什么？
- 有参与者将要创建、存储、修改、删除或读取系统中的信息吗？
- 什么用例会创建、存储、修改、删除或读取这个信息吗？
- 参与者需要通知系统外部的突然变化吗？
- 需要通知参与者系统中正在发生的事情吗？
- 什么用例将支持和维护系统？
- 所有的功能需求都对应到用例中了吗？
- 系统需要何种输入输出？输入从何处来？输出到何处？
- 当前运行系统的主要问题是什么？

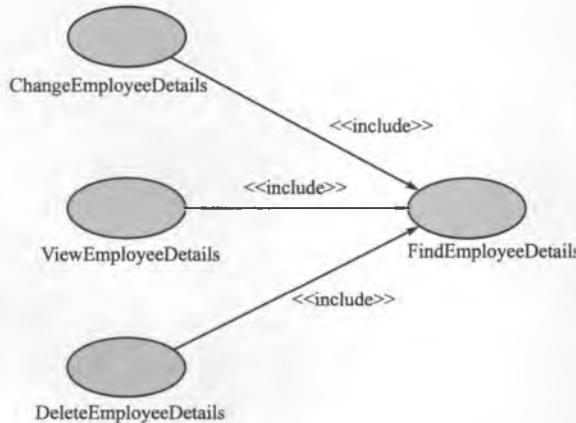


图 4-3 包含关系示意图

3. 包含和扩展

两个用例之间的关系可以主要概括为两种情况。一种是用于重用的包含关系，用构造型<<include>>表示；另一种是用于分离出不同的行为，用构造型<<extend>>表示。

(1) 包含关系：当你可以从两个或两个以上的原始用例中提取公共行为，或者发现能够使用一个组件来实现某一个用例的部分功能是很重要的事时，应该使用包含关系来表示它们。

(2) 扩展关系：如果一个用例明显地混合了两种或两种以上不同场景，即根据情况可能发生多种事情。我们可以断定将这个用例分为一个主用例和一个或多个辅用例描述可能更加清晰。

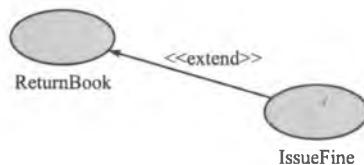


图 4-4 扩展关系示例图

4.3.2 类图和对象图

在面向对象建模技术中，对象是指现实世界中有意义的事物具有封装性和自治性的特点，而类是指具有相同属性和行为的一组对象。类（Class）、对象（Object）和它们之间的关联是面向对象技术中最基本的元素。对于一个想要描述的系统，其类模型和对象模型揭示了系统的结构。在 UML 中，类和对象模型分别由类图和对象图表示。类图技术是 OO 方法的核心。图 4-5 显示了一个小型图书管理系统的类图。

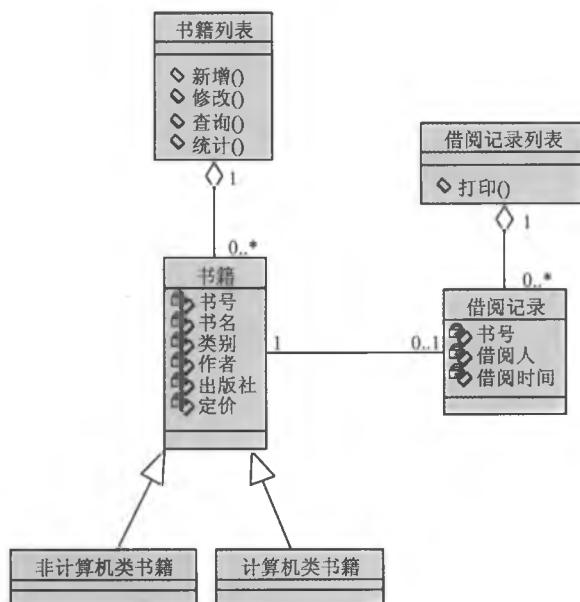


图 4-5 类图

1. 类和对象

对象与我们对客观世界的理解相关。它通常用来描述客观世界中的某个具体的事物。因为类（Class）是对一组具有相同属性，表现相同行为的对象的抽象。因此，对象是类的实例（Instance）。在 UML 中，类的可视化表示为一个划分成 3 个格子的长方形（下面两个格子可省略）。图 4-5 中，“书籍”、“借阅记录”等都是一个类。

(1) 类的命名: 最顶部的格子包含类的名字。类的命名应尽量用应用领域中的术语，应明确、无歧义，以利于开发人员与用户之间的相互理解和交流。

(2) 类的属性: 中间的格子包含类的属性，用以描述该类对象的共同特点。该项可省略。图 4-5 中“书籍”类有“书名”、“书号”等特性。UML 规定类的属性的语法为：“可见性属性名：类型=默认值{约束特性}”。

- 可见性包括 Public、Private 和 Protected，分别用+、-、#号表示。
- 类型表示该属性的种类：它可以是基本数据类型，例如整数、实数、布尔型等，也可以是用户自定义的类型。一般它由所涉及的程序设计语言确定。
- 约束特性则是用户对该属性性质一个约束的说明。例如“{只读}”说明该属性是只读属性。

(3) 类的操作 (Operation): 该项可省略。操作用于修改、检索类的属性或执行某些动作。操作通常也被称为功能，但是它们被约束在类的内部，只能作用到该类的对象上。操作名、返回类型和参数表组成操作界面。UML 规定操作的语法为“可见性：操作名（参数表）：返回类型{约束特性}”。

类图描述了类和类之间的静态关系。定义了类之后，就可以定义类之间的各种关系。

2. 类之间的关系

在建立抽象模型时，由于很少有类会单独存在，大多数都将会以某种方式彼此通讯，因此我们还需要描述这些类之间的关系。关系是事物间的连接，在面向对象建模中，有四个很重要的关系。

(1) 依赖关系。 有两个元素 A、B，如果元素 A 的变化会引起元素 B 的变化，则称元素 B 依赖 (Dependency) 于元素 A。在 UML 中，使用带箭头的虚线表示依赖关系，如图 4-6 所示。

在类中，依赖关系有多种表现形式，如：一个类向另一个类发消息；一个类是另一个类的成员；一个类是另一个类的某个操作参数等。

(2) 泛化关系。 泛化关系描述了一般事物与该事物中的特殊种类之间的关系，也就是父类与子类之间的关系。继承关系是泛化关系的反关系，也就是说子类是从父类中继承的，而父类则是子类的泛化。在 UML 中，使用带空心箭头的实线表示，箭头指向父类，如图 4-7 所示。



图 4-6 依赖关系的图示



图 4-7 泛化关系的图示

在 UML 中，对泛化关系有三个要求：

- 子类应与父类完全一致，父类所具有的关联、属性和操作，子元素都应具有；
- 子类中除了与父类一致的信息外，还包括额外的信息。

- 可以使用父类实例的地方，也可以使用子类实例。

在如图 4-5 所示的例子中，“书籍”与“非计算机类书籍”之间就是泛化关系。

(3) 关联关系。关联(Association)表示两个类的实例之间存在的某种语义上的联系。例如，一个老师在某学校工作，一个学校有多间教室。我们就认为教室和学校、学校和教室之间存在着关联关系。

关联关系为类之间的通信提供了一种方式，它是所有关系中最通用、语义最弱的。关联关系通常可以再细分成以下几种。

- 聚合关系：聚合关系(Aggregation)是关联关系的特例。聚合关系是表示一种整体和部分的关系。如一个电话机包含一个话筒，一个电脑包含显示器，键盘和主机，这些都是聚合关系的例子。在 UML 中，聚合关系用一个带空心菱形的实线表示，空心菱形指向的是代表“整体”的类，如图 4-8 所示。
- 组合关系：如果聚合关系中的表示“部分”的类的存在，与表示“整体”的类有着紧密的关系，例如“公司”与“部门”之间的关系，那么就应该使用“组合”关系来表示。在 UML 中，使用带有实心菱形的实线表示。

(4) 实现关系。实现关系是用来规定接口和实现接口的类或组件之间的关系。接口是操作的集合，这些操作用于规定类或组件的服务。在 UML 中，使用一个带空心箭头的虚线表示，如图 4-9 所示。



图 4-8 聚合关系的图示



图 4-9 实现关系的图示

3. 类图

类图(Class Diagram)描述类和类之间的静态关系。与数据模型不同，它不仅显示了信息的结构，同时还描述了系统的行为。类图是面向对象建模中最重要的模型。

4. 对象图

UML 中对象图与类图具有相同的表示形式。对象图可以看做是类图的一个实例。对象是类的实例，对象之间的链(Link)是类之间的关联的实例。对象与类的图形表示相似，均为划分成两个格子的长方形(下面的格子可省略)。上面的格子是对象名，对象名下有下画线；下面的格子记录属性值。链的图形表示与关联相似。对象图常用于表示复杂的类图的一个实例。

4.3.3 交互图

交互图(Interactive Diagram)是表示各组对象如何依某种行为进行协作的模型。通常可以使用一个交互图来表示和说明一个用例的行为。在 UML 中，包括两种不同形式

的交互图，分别是强调对象交互行为顺序的顺序图，强调对象协作的协作图，它们之间没有什么本质不同，只是排版不尽相同而已。

1. 顺序图

顺序图（Sequence Diagram）用来描述对象之间动态的交互关系，着重体现对象间消息传递的时间顺序。顺序图允许直观地表示出对象的生存期。在生存期内，对象可以对输入消息做出响应，并且可以发送信息。图 4-10 是顺序图示例。

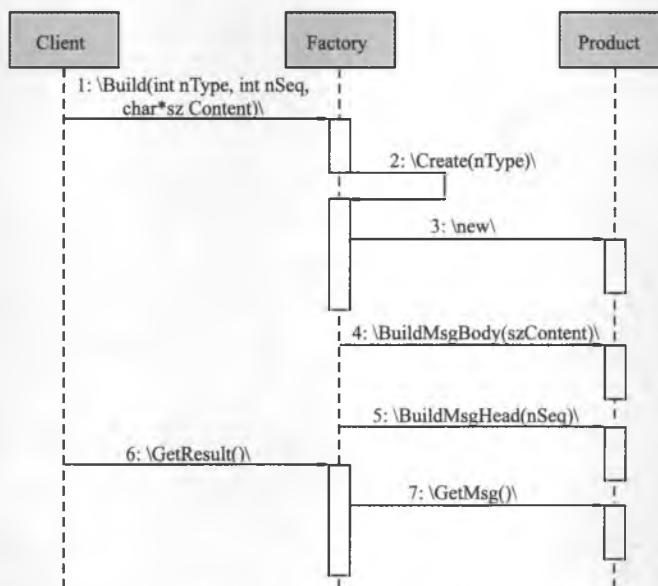


图 4-10 顺序图示例

正如图 4-10 所示，顺序图存在两个轴，水平轴表示不同的对象，即图中的 Client、Factory、Product 等；而垂直轴表示时间，表示对象及类的生命周期。

对象间的通信通过在对象的生命线间画消息来表示。消息的箭头指明消息的类型。顺序图中的消息可以是信号、操作调用或类似于 C++ 中的 RPC（Remote Procedure Calls）和 Java 中的 RMI（Remote Method Invocation）。当收到消息时，接收对象立即开始执行活动，即对象被激活了。通过在对象生命线上显示一个细长矩形框来表示激活。

消息可以用消息名及参数来标志，消息也可带有顺序号。消息还可带有条件表达式，表示分支或决定是否发送消息。如果用于表示分支，则每个分支是相互排斥的，即在某一时刻仅可发送分支中的一个消息。

2. 协作图

协作图（Collaboration Diagram）用于描述相互合作的对象间的交互关系和链接关系。虽然顺序图和协作图都用来描述对象间的交互关系，但侧重点不一样。顺序图着重

体现交互的时间顺序，协作图则着重体现交互对象间的静态链接关系。图 4-11 是与图 4-10 相对应的协作图。

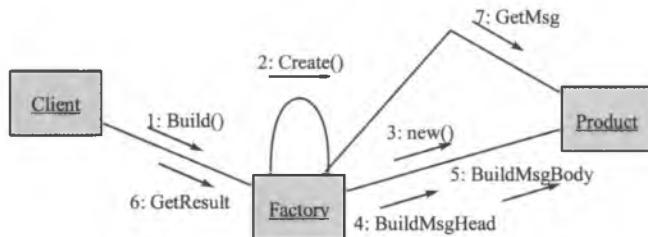


图 4-11 协作图示例

4.3.4 状态图

状态图（State Diagram）用来描述对象状态和事件之间的关系。我们通常用状态图来描述单个对象的行为。它确定了由事件序列引出的状态序列，但并不是所有的类都需要使用状态图来描述它的行为。只有那些具有重要交互行为的类，我们才会使用状态图来描述。

图 4-12 是一个数码冲印店的订单状态图实例，正如图 4-12 所示，状态图包括以下部分。



图 4-12 状态图示例

- (1) **状态**：又称为中间状态，用圆角矩形框表示；
- (2) **初始状态**：又称为初态，用一个黑色的实心圆圈表示，在一张状态图中只能够有一个初始状态；
- (3) **结束状态**：又称为终态，在黑色的实心圆圈外面套上一个空间圆，在一张状态图中可能有多个结束状态；
- (4) **状态转移**：用箭头说明状态的转移情况，并用文字说明引发这个状态变化的相应事件是什么。

一个状态也可能被细分为多个子状态，如果将这些子状态都描绘出来的话，那这个状态就是复合状态。

状态图适合用于表述在不同用例之间的对象行为，但并不适合于表述包括若干协作的对象行为。通常不会需要对系统中的每一个类绘制相应状态图，而会在业务流程、控制对象、用户界面的设计方面使用状态图。

4.3.5 活动图

活动图用来表示系统中各种活动的次序，它的应用非常广泛，既可用来描述用例的工作流程，也可以用来描述类中某个方法的操作行为。活动图是由状态图变化而来的，它们各自用于不同的目的。活动图依据对象状态的变化来捕获动作（将要执行的工作或活动）与动作的结果。活动图中一个活动结束后将立即进入下一个活动（在状态图中状态的变迁可能需要事件的触发）。

1. 基本活动图

图 4-13 给出了一个基本活动图的例子。

正如图 4-13 所示，活动图中与状态图类似，包括了初始状态、终止状态，以及中间的活动状态，每个活动之间，也就是一种状态的变迁。在活动图中，还引入了以下几个概念。

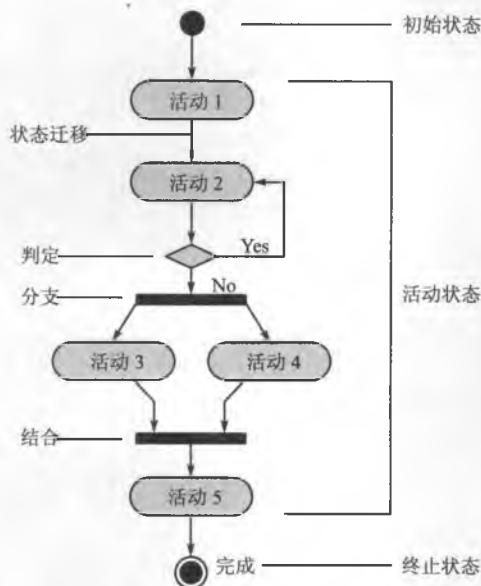


图 4-13 活动图示例

(1) **判定**：说明基于某些表达式的选择性路径，在 UML 中使用菱形表示。

(2) **分叉与结合**：由于活动图建模经常会遇到并发流，因此在 UML 中引入了如图 4-13 所示的粗线来表示分叉和结合。

2. 带泳道的活动图

在前面说明的基本活动图中，虽然能够描述系统发生了什么，但无法说明完成这个活动的对象。针对 OOP 而言，这就意味着活动图没有描述出各个活动由哪个类来完成。要想解决这个问题，可以通过泳道来解决这一问题。它将活动图的逻辑描述与顺序图、协作图的责任描述结合起来。下面是一个使用了泳道的例子，如图 4-14 所示。

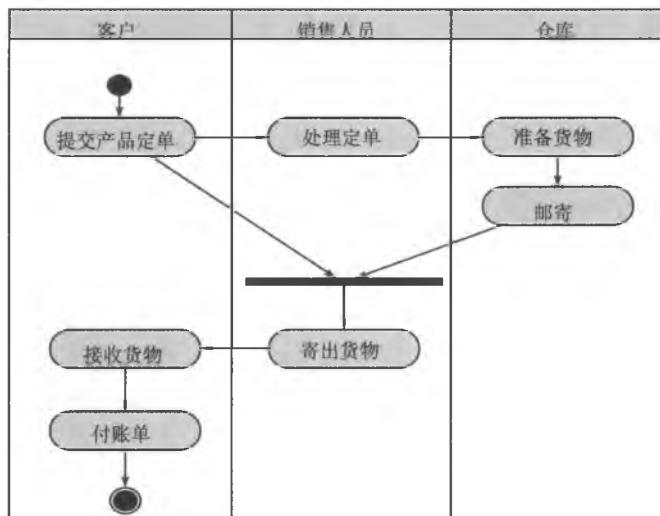


图 4-14 带泳道活动图示例

3. 对象流

在活动图中对象可以作为活动的输入或输出，对象与活动间的输入/输出关系由虚线箭头来表示。如果仅表示对象受到某一活动的影响，则可用不带箭头的虚线来连接对象与活动。

4. 信号

在活动图中可以通过信号的发送和接收标记来表示信号的发送和接收，发送和接收标志也可与对象相连，用于表示消息的发送者和接收者。

4.3.6 构件图

构件图是面向对象系统的物理方面进行建模时要用的两种图之一。它可以有效地显示一组构件，以及它们之间的关系。构件图中通常包括构件、接口，以及各种关系。图 4-15 所示是一个构件图的例子。

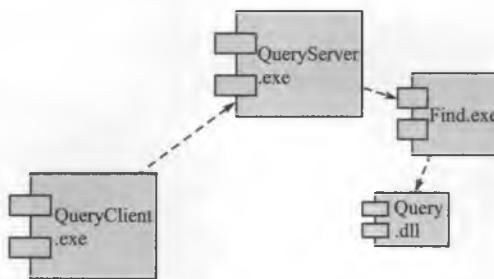


图 4-15 构件图示例

通常构件指的是源代码文件、二进制代码文件和可执行文件等。而构件图就是用来显示编译、链接或执行时构件之间的依赖关系。例如，在图 4-15 中，就是说明 QueryClient.exe 将通过调用 QueryServer.exe 来完成相应的功能，而 QueryServer.exe 则需要 Find.exe 的支持，Find.exe 在实现时调用了 Query.dll。

通常，我们使用构件图可以完成以下工作。

- (1) 对源代码进行建模：这样可以清晰地表示出各个不同源程序文件之间的关系。
 - (2) 对可执行体的发布建模：如图 4-15 所示，将清晰地表示出各个可执行文件、DLL 文件之间的关系。
 - (3) 对物理数据库建模：用来表示各种类型的数据库、表之间的关系。
 - (4) 对可调整的系统建模：例如，对于应用了负载均衡、故障恢复等系统的建模。
- 在绘制构件图时，应该注意侧重于描述系统的静态实现视图的一个方面，图形不要过于简化，应该为构件图取一个直观的名称，在绘制时避免产生线的交叉。

4.3.7 部署图

部署图，也称为实施图，它和构件图一样，是面向对象系统的物理方面建模的两种图之一。构件图是说明构件之间的逻辑关系，而部署图则在此基础上更进一步，描述系统硬件的物理拓扑结构，以及在此结构上执行的软件。部署图可以显示计算结点的拓扑结构和通信路径、结点上运行的软件构件，常常用于帮助理解分布式系统。

图 4-16 就是与图 4-15 对应的部署图，这样的图示可以使系统的安装、部署更为简单。在部署图中，通常包括以下一些关键的组成部分。

1. 节点和连接

节点（Node）代表一个物理设备，以及其上运行的软件系统，如一台 Windows NT 主机、一个 PC 终端、一台打印机、一个传感器等。

如图 4-16 所示，“客户端：PC”和“服务器”就是两个节点。在 UML 中，使用一个立方体表示一个节点，节点名放在左上角。节点之间的连线表示系统之间进行交互的

通信路径，在UML中被称为连接。通信类型则放在连接旁边的“□□”之间，表示所用的通信协议或网络类型。

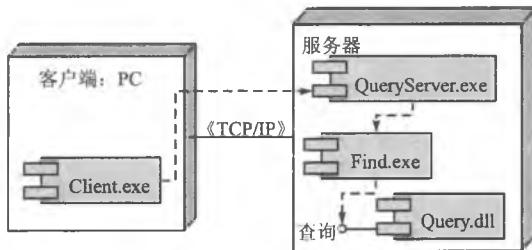


图 4-16 部署图示例

2. 构件和接口

在部署图中，构件代表可执行的物理代码模块，如一个可执行程序。逻辑上构件可以与类图中的包或类对应。例如在图4-15中，“服务器”节点中包含“QueryServer.exe”、“Find.exe”和“Query.dll”3个构件。

在面向对象方法中，类和构件等元素并不是所有的属性和操作都对外可见。它们对外提供了可见操作和属性，称为类和构件的接口。界面可以表示为一头是小圆圈的直线。在图4-16中，“Query.dll”构件提供了一个“查询”接口。

4.4 面向对象分析

综观计算机软件发展史，许多新方法和新技术都是在编程领域首先兴起，进而发展到软件生命周期的前期阶段——分析与设计阶段。结构化方法经历了从“结构化编程”、“结构化设计”到“结构化分析”的发展历程，面向对象的方法也经历了从“面向对象的编程”(Object-Oriented Programming, OOP)、“面向对象的设计”(Object-Oriented Design, OOD)到“面向对象的分析”(Object-Oriented Analysis, OOA)的发展历程。1989年之后，面向对象方法的研究重点开始转向软件生命周期的分析阶段，并将OOA和OOD密切地联系在一起，出现了一大批面向对象的分析与设计(OOA&D)方法。到目前为止，公开发表并具有一定影响的OOA&D方法已达数十种。

由于各种OOA方法所强调的重点与该方法的主要特色不同，因此所产生的OOA模型从整体形态、结构框架到具体内容都有较大的差异。

4.4.1 OMT方法简介

1991年，James Rumbaugh在《面向对象的建模与设计》(Object-Oriented Modeling

(*and Design*)一书中提出了面向对象分析与设计的 OMT (Object Modeling Technique) 方法。20世纪90年代中期,笔者曾使用OMT方法开发了“印典”、“书林”等排版系统。本书的OOA模型主要依据OMT方法,同时参考了Peter Coad和Edward Yourdon的OOA模型。

OMT方法的OOA模型包括对象模型、动态模型和功能模型。

- 对象模型表示静态的、结构化的系统的“数据”性质。它是对模拟客观世界实体的对象及对象彼此间的关系的映射,描述了系统的静态结构。通常用类图表示。
- 动态模型表示瞬时的、行为化的系统的“控制”性质,它规定了对象模型中的对象的合法变化序列。通常用状态图表示。
- 功能模型表示变化的系统的“功能”性质,由于它指明了系统应该“做什么”,因此更直接地反映了用户对目标系统的需求。通常用数据流图表示。

OMT方法的三个模型,分别从三个不同侧面描述了所要开发的系统:功能模型指明了系统应该“做什么”;动态模型明确了什么时候做(即在何种状态下接受了什么事件的触发);对象模型则定义了做事情的实体。这三种模型相互补充、相互配合,三者之间具有下述关系。

(1) 动态模型展示了对象模型中每个对象的状态及它接受事件和改变状态时所执行的操作;而功能模型中的处理则对应于对象模型中的对象所提供的服务。

(2) 对象模型展示了动态模型中是谁改变了状态和经受了操作;而功能模型中的处理则可能产生动态模型中的事件。

(3) 对象模型展示了功能模型中的动作者、数据存储和流的结构;而动态模型则展示了功能模型中执行加工的顺序。

1. 建立对象模型

Peter Coad和Edward Yourdon在1991年出版的《面向对象的分析》(*Object-Oriented Analysis*)一书中指出,复杂系统的对象模型通常由下述五个层次组成:类及对象层、结构层、主题层、属性层和服务层。上述五个层次对应着建立对象模型的五项主要活动:确定类与对象、确定结构与关联、划分主题、定义属性和定义服务。但这五项活动完全没必要顺序完成,也无需彻底完成一项活动之后再开始另外一项活动。

(1) **确定类与对象**。类与对象是在问题域中客观存在的,系统分析的重要任务之一就是找出这些类与对象。首先找出所有候选的类与对象,然后进行反复筛选,删除不正确或不必要的类与对象。

(2) **确定结构与关联**。结构与关联反应了对象(或类)之间的关系,主要有以下几种。

- 一般-特殊结构(Generalization-Specialization Structure),又称分类结构(Classification Structure),是由一组具有一般-特殊关系(继承关系)的类所组成的结构。一般-特殊关系(Generalization-Specialization Relation)的表达式为is a kind of。

- 整体-部分结构（Whole-Part Structure），又称组装结构（Composition Structure），是由一组具有整体-部分关系（组成关系）的类所组成的结构。整体-部分关系（Whole-Part Relation）的表达式为 has a。
- 实例关联（Instance Connection），即一个类的属性中含有另一个类的实例（对象），它反映了对象之间的静态联系。
- 消息关联（Message Connection），即一个对象在执行自己的服务时需要通过消息请求另一个对象为它完成某个服务，它反映了对象之间的动态联系。

(3) 划分主题。在开发大型、复杂软件系统的过程中，为了降低复杂程度，需要把系统划分成几个不同的主题。注意，应该按问题域而不是用功能分解方法来确定主题，应该按照使不同主题内的对象相互间依赖和交互最少的原则来确定主题。

(4) 定义属性。为了发现对象的属性，首先考虑借鉴以往的 OOA 结果，看看相同或相似的问题域是否有已开发的 OOA 模型，尽可能复用其中同类对象的属性定义。然后，按照问题域的实际情况，以系统责任为目标进行正确的抽象，从而找出每一对象应有的属性。

(5) 定义服务。发现和定义对象的服务，也应借鉴以往同类系统的 OOA 结果并尽可能加以复用。然后，研究问题域和系统责任以明确各个对象应该设立哪些服务，以及如何定义这些服务。

2. 建立动态模型

建立动态模型的第一步，是编写典型交互行为的脚本。虽然脚本中不可能包括每个偶然事件，但至少必须保证不遗漏常见的交互行为。第二步，从脚本中提取出事件，确定触发每个事件的动作对象及接受事件的目标对象。第三步，排列事件发生的次序，确定每个对象可能有的状态及状态间的转换关系，并用状态图描绘它们。最后，比较各个对象的状态图，检查它们之间的一致性，确保事件之间的匹配。

3. 建立功能模型

OMT 方法中的功能模型实际上就是结构化方法中的数据流图。从这点看，OMT 方法并不是“纯”面向对象的。这是 OMT 方法的一大缺陷。

1992 年，Ivar Jacobson 在《面向对象的软件工程——用例驱动的途径》(*Object-Oriented Software Engineering, A Use Case Driven Approach*) 中首次提出了“用例”(use case) 的概念。随后，有人提出以用例图取代数据流图进行需求分析和建立功能模型，这应该被看做是对 OMT 方法的重大改进。使用用例图建立起来的系统模型也被称为用例模型。

4.4.2 用 UML 进行分析

首先，我们结合图 4-17 来领会一下 OO 的世界观。

在结构化的理论基础下，我们会将应用分解成为一个个功能模块、子功能模块、功能接口等，它完全与现实问题域的东西没有具体的联系。从图 4-17 可以看出，使用 OO 的思想所建立的系统模型就是对问题域的完整的、直接的映射。也就是从现实世界中抽象出一个模型，然后在计算机中实现出来。

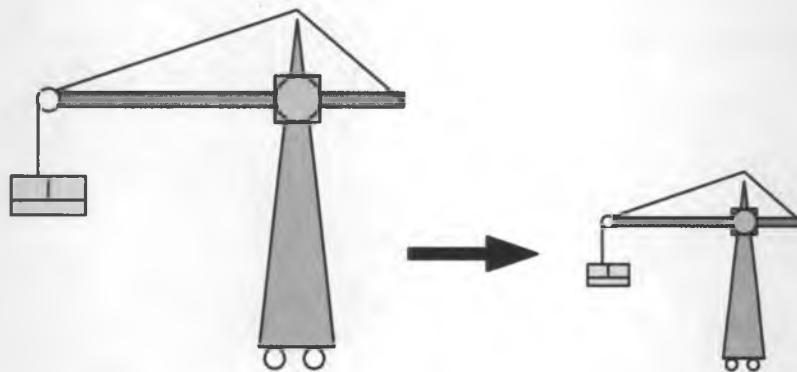


图 4-17 OO 世界观

也就是说，从面向对象的角度来看，世界是由对象组成的。由于任何给出的业务功能都是由一整套协作的对象所支持实现的。因此，采用面向对象分析方法时，我们需要识别出与系统相关的对象，并且描述这些对象的属性，以及它们之间的关系；另一方面，我们还需要了解这些对象之间是如何协作，从而完成系统功能的。

综上所述，采用面向对象分析方法，整个分析阶段通常包括以下两个工作任务：建立一个反映问题域静态关系的概念模型，通常使用类图来表示；建立一个反应系统行为的动态模型，即用例模型。

1. 建立域模型

“问题域”是指一个包含现实世界事物与概念的领域，这些事物和概念与所设计的系统要解决的问题有关。而建立概念模型，又称为问题域建模或域建模，也就是找到代表那些事物与概念的“对象”。

(1) 寻找类。寻找类的方法有很多种，其中最广泛运用的莫过于“名词动词法”，也就是阅读需求文档，找出名词和名词短语，从中提取对象与属性，通常带有所有格的名词是属性而非对象。找出动词与动词短语，从中提取操作与关联。

第一步：列出所有的备选类。即将需求中所有的名词和名词短语列举出来。

第二步：决定候选类。很显然，不是所有的名词和名词短语都是系统中的一个合适候选类，因为有的在系统之外，有的与系统不相关，有的名词概念较小，只适合于作为某个候选类的属性。因此，我们必须对其进行筛选，将不合适的滤掉。

不过，在采用名词动词法寻找类的时候，有些团队会陷入一个误区，那就是花费过多的时间，甚至到了“咬文嚼字”的地步，这样会使分析迷失方向。

(2) 确定类之间的关联。当我们完成了类的寻找工作之后，需要理清这些类之间的层次关系，如关联、继承、聚合等，然后通过UML的类图工具将这些关系记录下来。如图4-18所示是一个与个人藏书管理系统相关的领域模型。

当完成了这些关联关系的建模之后，需要细化这些关系的描述。例如，我们从图4-18中就会产生一些疑问，如一本书可以有几条借阅记录等。这就需要将这些关系之间的多重性进行一些描述，当然这些描述必须是来源于业务规则，与领域相关的，如果还不清晰的可以暂时放在一边。如图4-19所示是一个修改过后的模型。

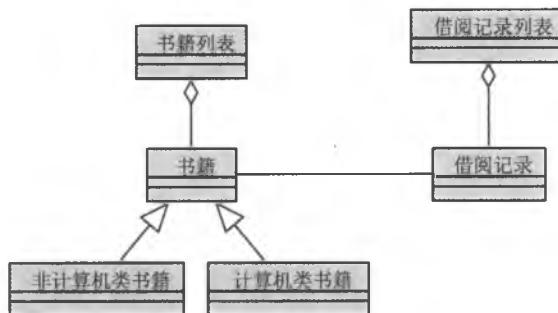


图4-18 域模型示例(1)

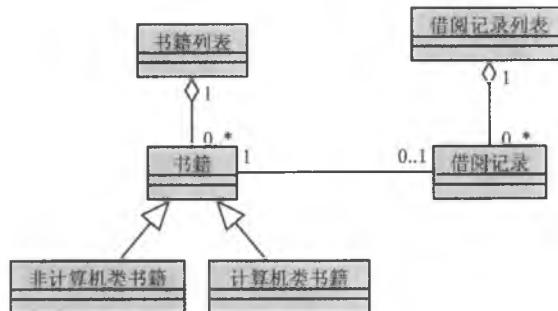


图4-19 域模型示例(2)

通过关联关系的识别与建模，我们可以对问题域中的各个类之间层次结构关系、协作关系有一个相对完整的认识与理解。

(3) 为类添加职责。在前面两步中，我们找到了与问题域本质相关的主要概念类，而且还理清了它们之间的协作关系，此后就应该为这些类添加其相应的主要职责。什么是类的职责呢？类的职责包括以下两方面的内容：

- 类所维护的知识即成员变量、属性；
- 类能够执行的行为也就是成员方法。

不过要注意的是，为类添加职责与找到类之间的关联关系一样，这个阶段也只是找到那些主要的、明显的、与业务规则相关的部分。切忌在这个阶段不断地细化，甚至引入一些与具体实现相关的技术内容，如数据库、分布式对象之类的东西。

你可以通过 CRC 技术来发现这些类的职责，然后在原来的类模型的基础上进行完善，图 4-20 是一个完成了主要类职责之后的概念模型。

(4) 域模型的详细度。在前面，我们一再强调，在做域模型时要适度，那么到底应该详细到什么程度呢？有些关于 OO 的书中建议只列出类，以及类之间的主要关联关系，不要对关联关系进行描述，更不要体现类的职责；而有些 OO 的书则认为应该将这些东西都列出来。其实干巴巴地讨论这个问题是没有任何意义的，根据笔者长期的实践，总结了以下两点。

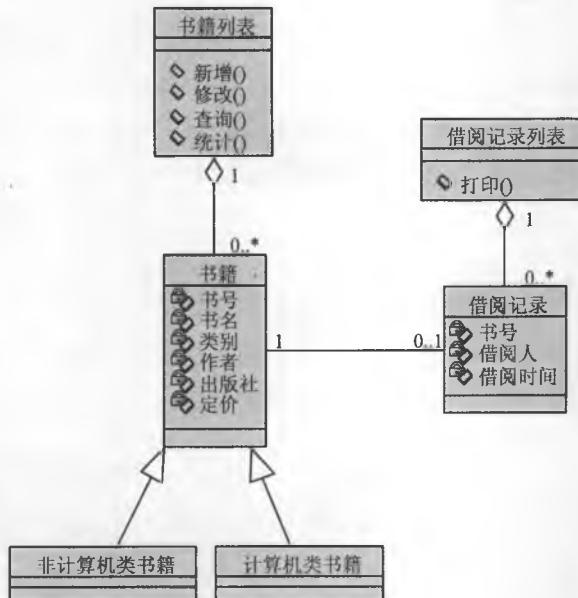


图 4-20 完整的域模型示例

- 由于概念模型的目的是让开发团队对问题域建立一个全貌式的了解，并作为今后进一步深化建立的基础，因此不妨取中庸之道，将需求描述中所谈到的主要内容都反馈到概念模型中去，而无须顾及到底是关联关系还是职责描述；
- 概念模型是在开发过程中生产出来的第一个系统的静态模型，随着开发活动的推进，该模型将会随之加入新内容，改掉旧内容，逐渐完善，演变完整。

总之，模型不是我们要生产的目标产物，而是过程中的一个辅助工作，只要能够利用其帮助团队更好的开发，那就是详细也罢、简约也罢，都是好模型。

2. 建立用例模型

有些制作精细的“模型车”不管从外观还是内部结构上都与真车一模一样，但是却不能够像真车那样行驶，缺了什么呢？缺的是每个零件只是“神似”，而非“真是”，换一句话说就是处于静态状态下是相像的，但是无法动起来，无法实现这些零件本该实现的功能，这就使得模型车无法真正地开起来。

当我们完成了概念模型的建立时，仅仅是打造完成了一辆“模型车”而已，只能够帮助开发团队更好地理解系统所涉及的问题领域，帮助对要开发系统相关的业务知识建立正确、完整、清晰的理解。但还无法开始构建系统。要想让“模型车”开起来，最重要的就是建立反映系统行为的动态模型，也就是用例模型。

(1) 用例是什么？ Ivar Jacobson 是这样描述的：“用例实例是在系统中执行的一系列动作，这些动作将生成特定参与者可见的价值结果。一个用例定义一组用例实例。”

首先，我们从定义中得知用例是由一组用例实例组成的，用例实例也就是常说的“使用场景”，是用户使用系统的一个实际的、特定的场景。其次，我们可以知道，用例应该给参与者带来可见的价值，这点很关键。最后，用例是在系统中的。

(2) 用例模型是如何产生的？ 用例技术自从诞生起，就被广为关注，现在已经成为现代软件工程公认的最佳需求分析技术之一。近几年来，在国内的开发团队中也开始逐渐被接受，不过由于国内认识用例是从 UML 开始的，因此许多人误把用例图当作用例模型。另外，还有许多初用用例分析的开发组织，误将其当作一种分解技术，致使做出来的分析与功能分解酷似，以致失去了用例分析技术带来的益处。

其实，用例分析技术是一种需求合成技术，它的合成过程如图 4-21 所示。

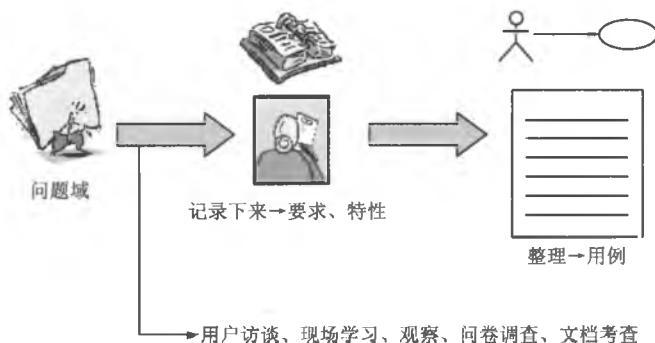


图 4-21 用例建模过程示意图

用例分析技术也就是采用现有的需求捕获技术从客户、原有系统、文档中找到需求，记录下来，然后从这个零散的要求、特性中进行整理、提炼，从而建立用例模型。千万记住，不要尝试向你的客户询问诸如“你还有什么用例吗？”之类的问题。

(3) 识别参与者。 参与者（Actor）是同系统交互的所有事物，该角色不仅可以由人承担，还可以是其他系统、硬件设备、甚至是时钟。

- 其他系统：当你的系统需要与其他系统交互时，如在开发 ATM 柜员机系统时，银行后台系统就是一个参与者。
- 硬件设备：如果你的系统需要与硬件设备交互时，如在开发 IC 卡门禁系统时，IC 卡读写器就是一个参与者。
- 时钟：当你的系统需要定时触发时，时钟就是一个参与者，如在开发 Foxmail 中的“定时自动接收”功能时，就需要引入时钟作为参与者。

要注意的是，参与者一定在系统之外，不是系统的一部分。我们可以通过谁使用这个系统？谁安装这个系统？谁启动这个系统？谁维护这个系统？谁关闭这个系统？哪些其他的系统使用这个系统？谁从这个系统获取信息？谁为这个系统提供信息？是否有事情自动在预计的时间发生？等一系列问题来帮助发现系统的参与者。

(4) 合并需求获得用例。将参与者都找到之后，接下来就是仔细地检查参与者，为每一个参与者确定用例。而其中的依据主要来源于已经获取得到的“特征表”。

- 将特征分配给相应的参与者：首先，要将这些捕获到的特征，分配给与其相关的参与者，以便针对每一个参与者进行工作，而无遗漏。
- 进行合并操作：在合并之前，我们首先还要明确为什么要合并，知道了合并的目的，也就会使我们选择正确的合并操作。一个用例就是一个对参与者来说可见的价值结果，因此合并的根据就是使其能够组合为一个可见的价值结果。

合并后，将产生用例，而用例的命名应该注意采用“动词（短语）+名词（短语）”的形式，而且最好能够对其进行编号，这也是实现跟踪管理的重要技巧，通过编号可以将用户的需求落实到特定的用例中去。

(5) 绘制成用例图。最后将识别到的参与者，以及合并生成的用例通过用例图的形式整理出来，以获得用例模型的框架，也算是得到一个中间的成果，如图 4-22 所示。

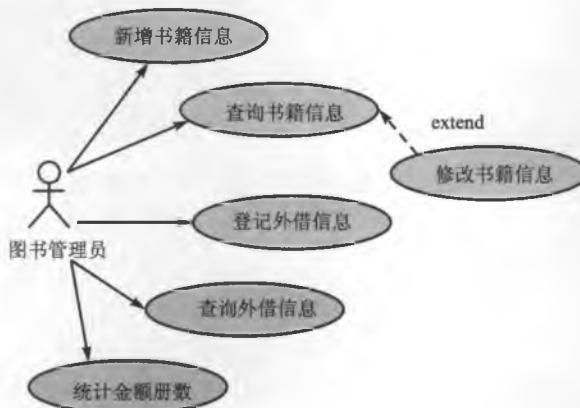


图 4-22 用例图示例

千万不要以为到此用例分析就结束了。这仅仅是一个好的开端，接下来的工作才是最重要的一环，也是用例发挥作用的关键。

(6) 细化用例描述。用例的描述可以迭代完成，先对一些重要的用例编制相对细致的用例描述，对于一些不重要的，可以留待以后再补充完成。

用例描述通过包括以下几个部分完成。

① 用例名称：应该与用例图相符，并写上其相应的编号；

② 简要说明：对该用例对参与者所传递的价值结果进行描述，应注意语言简要，使用用户能够阅读的自然语言。

③ 事件流：也就是该用例所完成的工作步骤，在编写时应该注意以下几点。

- 使用简单的语法：主语明确，语义易于理解。
- 明确写出“谁控制球”：即在事件流描述中，让读者直观地了解是参与者在控制还是系统在控制。
- 从俯视的角度来编写：指出参与者的动作，以及系统的响应，也就是第三者的角度。
- 显示过程向前推移：也就是第一步都有前进的感觉（例如，用户按下 tab 键作为一个事件就是不合适的）。
- 显示参与者的意图而非动作（光有动作，让人不容易直接从事件流中理解用例）；
- 包括“合理的活动集”（带数据的请求、系统确认、更改内部、返回结果）。
- 用“确认”而非“检查是否”，例如“系统确认所输入的信息中书名未有重名”。
- 可选择地提及时间限制。

另外，事件流的编写过程也是可以分阶段、迭代进行的，对于优先级高的用例花更多的时间进行细化；对优先级低的用例可以先简略地将主要事件流描述清楚。另外，对于一些事件流较为复杂的，可以在用例描述中引用顺序图、状态图、协作图等手段进行描述。

④ 非功能要求：主要对该用例所涉及的非功能性需求进行描述。由于其通常很难在事件流中进行表述，因此单列为一小节进行阐述。这些需求通过包括法律法规、应用程序标准、质量属性（可用性、可靠性、性能、支持性等）、兼容性、可移植性，以及设计约束等方面的需求。在这些需求的描述方面，一定要注意使其可度量、可验证，否则就容易流于形式，形同摆设。

⑤ 前置条件：是执行用例之前必须存在的系统状态，这部分内容如果在当前不容易确定可以在后面再细化。

⑥ 后置条件：用例执行完毕系统可能处于的一组状态，这部分内容如果在当时不容易确定也可以在后面再细化。

⑦ 扩展点：如果包括扩展或包含用例，则写出扩展或包含用例名，并说明在什么情况下使用。在本例中，由于用例图里没有相应的内容，因此可以直接写无。如果有，则应该在编写事件流的同时进行编写。

⑧ 优先级：说明用户对该用例的期望值，可以为以后开发时制订先后顺序。可以采用满意度/不满意度指标进行说明，其中满意度的值为0~5，指如果实现该功能，用户的满意程度；而不满意度的值也为0~5，是指如果不实现该功能，用户的不满意程度。

下面是图4-22中所对应的其中一个较重要的用例“新增书籍信息”的用例描述，这里给出的是一个相对完整的版本，这些内容不一定要一次完成。

1. 用例名称：

新增书籍信息（UC01）

2. 简要说明：

录入新购书籍信息，并自动存储建档。

3. 事件流：

3.1 基本事件流

- 1) 图书管理员向系统发出“新增书籍信息”请求；
- 2) 系统要求图书管理员选择要新增的书籍是计算机类还是非计算机类；
- 3) 图书管理员做出选择后，显示相应界面，让图书管理员输入信息，并自动根据书号规则生成书号；
- 4) 图书管理员输入书籍的相关信息，包括：书名、作者、出版社、ISBN号、开本、页数、定价、是否有CDROM；
- 5) 系统确认输入的信息中书名未有重名；
- 6) 系统将所输入的信息存储建档。

3.2 扩展事件流

- 5a) 如果输入的书名有重名现象，则显示出重名的书籍，并要求图书管理员选择修改书名或取消输入；
- 5a1) 图书管理员选择取消输入，则结束用例，不做存储建档工作；
 - 5a2) 图书管理员选择修改书名后，转到5)

4. 非功能需求

无特殊要求。

5. 前置条件

用户进入图书管理系统。

6. 后置条件

完成新书信息的存储建档。

7. 扩展点

无

8. 优先级

最高（满意度5，不满意度5）

4.5 面向对象设计

与结构化方法不同，面向对象的方法并不强调分析与设计之间严格的阶段划分。因为 OOA 与 OOD 所采用的概念、原则和表示法都是一致的，二者之间不存在鸿沟，不需要从分析文档到设计文档的转换，所以有些工作无论在分析时进行还是在设计时进行都不存在障碍。当然，OOA 与 OOD 仍然有不同的分工和侧重点。

关于 OOA 与 OOD 的关系，目前有两种不同的观点。

一种观点是继续沿用传统的分工——分析着眼于系统“做什么”，设计解决“怎么做”的问题。而 Peter Coad 和 Edward Yourdon 的 OOA&D 方法则采用了另外一种分工方式——分析阶段只考虑问题域和系统责任，建立一个独立于实现的 OOA 模型；设计阶段考虑与实现有关的因素，对 OOA 模型进行调整并补充与实现有关的部分，形成 OOD 模型。

4.5.1 Coad/Yourdon 方法

Coad/Yourdon 方法严格区分了面向对象分析 OOA 和面向对象设计 OOD。该方法利用五个层次和活动定义和记录系统行为输入和输出。这五个层次的活动包括：

(1) 发现类及对象。描述如何发现类及对象。从应用领域开始识别类及对象，形成整个应用的基础，然后，据此分析系统的责任。

(2) 识别结构。该阶段分为两个步骤。第一，识别一般-特殊结构，该结构捕获了识别出的类的层次结构；第二，识别整体-部分结构，该结构用来表示一个对象如何成为另一个对象的一部分，以及多个对象如何组装成更大的对象。

(3) 定义主题。主题由一组类及对象组成，用于将类及对象模型划分为更大的单位，便于理解。

(4) 定义属性。其中包括定义类的实例（对象）之间的实例连接。

(5) 定义服务。其中包括定义对象之间的消息连接。

在面向对象分析阶段，经过五个层次的活动后的结果是一个分成五个层次的问题域模型，包括主题、类及对象、结构、属性和服务五个层次，由类及对象图表示。5个层次活动的顺序并不重要。

面向对象设计模型需要进一步区分以下 4 个部分。

1. 问题域的设计

问题域部分的设计是任何 OOD 方法都必须完成的工作，它主要是对 OOA 结果进行改进和精化，并将其由问题域转化到解域，具体来说，有以下几个方面。

(1) 属性: 由于有些属性在分析阶段有助于问题的理解, 而到了设计阶段则可以由其他属性导出或根本没必要保留。因此, 应将去掉它们。相反地, 为了实现服务算法还需要增加相应的一些属性。

(2) 服务: OOA 只给出了服务的接口, 其具体实现算法要在 OOD 阶段完成。

(3) 类及对象: 在 OOA 阶段有助于问题理解的一些类在 OOD 阶段成为冗余, 需要删除, 而为了优化调整继承关系还要增加一些类。所有的类都确定以后还要明确哪些类的对象会引发哪些类创建新对象。

(4) 结构: 对类间结构进行优化调整。

(5) 对象行为: 明确对象间消息传递的实现算法, 依据动态模型确定对象间消息发送的先后顺序, 并设计相应算法, 协调对象的行为。

2. 人-机交互界面的设计

有些设计方法并没有提到交互界面的设计, 一方面是因为这些系统中交互界面不十分重要; 另一方面是因为这部分的设计很有规律, 设计方法也比较成熟, 但为完整起见, 仍将其列出。主要工作包括。

(1) 交互界面子系统的设计: 与界面有关的类及类间结构的设计, 以及有关算法的设计。

(2) 交互界面子系统和应用之间接口的设计。

3. 应用控制的设计

这部分对象主要完成应用的驱动工作。这部分对象不同于从现实世界中抽象出来的对象, 在现实世界和问题域中没有原型, 它们同界面子系统中的对象及问题对象发生作用, 控制系统的运行。

4. 与问题领域有关的设计

一些系统具有与应用领域有关的特点, 如多任务、分布式计算等, 该项工作主要是针对这些特点完成相应设计的。

4.5.2 Booch 方法

动态逻辑模型描述对象之间的互相作用。互相作用通过一组协同的对象, 对象之间消息有序的序列, 参与对象的可见性定义, 定义系统运行时的行为。Booch 方法中的对象交互作用图被用来描述重要的互相作用, 显示参与的对象和对象之间按时间排序的消息。可见性图用来描述互相作用中对象的可见性。对象的可见性定义了一个对象如何处于向它发送消息的方法的作用域之中。例如, 它可以是方法的参数、局部变量、新的对象或当前执行方法的对象的部分。静态物理模型通过模块描述代码的布局。动态物理模型描述软件的进程和线程体系结构。

Booch 方法的过程包括以下步骤：

- (1) 在给定的抽象层次上识别类和对象；
- (2) 识别这些对象和类的语义；
- (3) 识别这些类和对象之间的关系；
- (4) 实现类和对象。

这四种活动不仅仅是一个简单的步骤序列，而是对系统的逻辑和物理视图不断细化的迭代和渐增的开发过程。

类和对象的识别包括找出问题空间中关键的抽象和产生动态行为的重要机制。开发人员可以通过研究问题域的术语发现关键的抽象。语义的识别主要是建立前一阶段识别出的类和对象的含义。开发人员确定类的行为（即方法）和类及对象之间的互相作用（即行为的规范描述）。该阶段利用状态转移图描述对象的状态的模型，利用时态图（系统中的时态约束）和对象图（对象之间的互相作用）描述行为模型。

在关系识别阶段描述静态和动态关系模型。这些关系包括使用、实例化、继承、关联和聚集等。类和对象之间的可见性也在此时确定。

在类和对象的实现阶段要考虑如何用选定的编程语言实现，如何将类和对象组织成模块。

在面向对象的设计方法中，Booch 强调基于类和对象的系统逻辑视图与基于模块和进程的系统物理视图之间的区别。他还区别了系统的静态和动态模型。然而，他的方法偏向于系统的静态描述，对动态描述支持较少。

Booch 方法的力量在于其丰富的符号体系，包括：

- (1) 类图（类结构-静态视图）；
- (2) 对象图（对象结构-静态视图）；
- (3) 状态转移图（类结构-动态视图）；
- (4) 时态图（对象结构-动态视图）；
- (5) 模块图（模块体系结构）；
- (6) 进程图（进程体系结构）。

用于类和对象建模的符号体系使用注释和不同的图符（如不同的箭头）表达详细的信息。Booch 建议在设计的初期可以用符号体系的一个子集，随后不断添加细节。对每一个符号体系还有一个文本的形式，由每一个主要结构的描述模板组成。符号体系由大量的图符定义，但是，其语法和语义并没有严格的定义。

4.5.3 OMT 方法

Rumbaugh 的 OMT 方法从三个视角描述系统，相应地提供了三种模型，对象模型，动态模型和功能模型。对象模型描述对象的静态结构和它们之间的关系。主要的概念包括：

- (1) 类;
- (2) 属性;
- (3) 操作;
- (4) 继承;
- (5) 关联(即关系);
- (6) 聚集。

动态模型描述系统那些随时间变化的方面，其主要概念有：

- (1) 状态;
- (2) 子状态和超状态;
- (3) 事件;
- (4) 行为;
- (5) 活动。

功能模型描述系统内部数据值的转换，其主要概念有：

- (1) 加工;
- (2) 数据存储;
- (3) 数据流;
- (4) 控制流;
- (5) 角色(源/潭)。

OMT方法将开发过程分为4个阶段：

1. 分析

基于问题和用户需求的描述，建立现实世界的模型。分析阶段的产物有：

- (1) 问题描述;
- (2) 对象模型=对象图+数据词典;
- (3) 动态模型=状态图+全局事件流图;
- (4) 功能模型=数据流图+约束。

2. 系统设计

结合问题域的知识和目标系统的体系结构(求解域)，将目标系统分解为子系统。

3. 对象设计

基于分析模型和求解域中的体系结构等添加的实现细节，完成系统设计。主要产物包括：

- (1) 细化的对象模型;
- (2) 细化的动态模型;
- (3) 细化的功能模型。

4. 实现

将设计转换为特定的编程语言或硬件，同时保持可追踪性、灵活性和可扩展性。

4.5.4 Jacobson 方法

Jacobson 方法与上述 3 种方法有所不同，它涉及整个软件生命周期，包括需求分析、设计、实现和测试等四个阶段。需求分析和设计密切相关。需求分析阶段的活动包括定义潜在的角色（角色指使用系统的人和与系统互相作用的软、硬件环境），识别问题域中的对象和关系，基于需求规范说明和角色的需要发现用例，详细描述用例。设计阶段包括两个主要活动，从需求分析模型中发现设计对象，以及针对实现环境调整设计模型。第一个活动包括从用例的描述发现设计对象，并描述对象的属性、行为和关联。在这里还要把用例的行为分派给对象。

在需求分析阶段的识别领域对象和关系的活动中，开发人员识别类、属性和关系。关系包括继承、熟悉（关联）、组成（聚集）和通信关联。定义用例的活动和识别设计对象的活动，两个活动共同完成行为的描述。Jacobson 方法还将对象区分为语义对象（领域对象）、界面对象（如用户界面对象）和控制对象（处理界面对象和领域对象之间的控制）。

在该方法中的一个关键概念就是用例。用例是指行为相关的事务（transaction）序列，该序列将由用户在与系统对话中执行。每一个用例就是一个使用系统的方式，当用户给定一个输入，就执行一个用例的实例并引发执行属于该用例的一个事务。基于这种系统视图，Jacobson 将用例模型与其他 5 种系统模型关联：

- (1) 领域对象模型。用例模型根据领域来表示；
- (2) 分析模型。用例模型通过分析来构造；
- (3) 设计模型。用例模型通过设计来具体化；
- (4) 实现模型。该模型依据具体化的设计来实现用例模型；
- (5) 测试模型。用来测试具体化的用例模型。

OOD 详细设计阶段应该注意属性、消息和服务的如下特性和问题。

- (1) 是类属性（所有同类对象的共同特征）还是实例属性？
- (2) 该属性对实例是常数性的还是参数性的？在物资类的一个实例中，编码等是常数，而仓位、储量等是参数。常数在实例构造时确定，而参数在实例构造时最多可以有默认值，在系统运行时可以被改变。
- (3) 服务是主动还是被动的？若业务规则决定对所有预定代码的物资必须进行质检，则自动请求质检服务就也可能是主动服务。而系统如果要求质检请求经过库房管理用户发出，则物资类的“请求质检”服务就是被动服务了。
- (4) 是对内还是对外服务？对内服务是对实例本身的属性的操作，对外服务是对其他实例或系统发出消息或操作其他类实例的属性。

(5) 消息的分析对 OOA 的企业经营模型有特别意义。因为消息是对象间动态关系的要素，也是信息隐蔽的重要手段。在顺序系统中，消息是向其他对象或系统发出的服务请求，在并行系统中消息表述为对象之间在一次交互中所传递的信息。在 C/S 结构的系统中，客户端向服务器请求数据属于并行的线程之间的消息，而在单机数据库系统中的用户请求数据，则一般是顺序执行的线程内的消息。接受消息的对象是什么？请求的是什么服务？消息发送者是否要与接收者同步？消息是定向的还是广播的？接收消息者如何处理消息？发送者如何对待消息处理的结果？发出消息的条件是什么？消息是在线程之间还是线程内部传递？

(6) 属性、服务的性质是公共的、保护的还是私有的？这些特性的设置对封装性能影响很大，应该考虑全面和一致。应用面向对象的分析、设计方法时还要求考虑类、对象之间的关系和联系。类和对象间有：整体-部分，一般-特殊关系，以及实例连接、消息连接等联系。

多元连接使系统分析和设计复杂。可以采用增加类的方法解决。例如“出版计划-编辑-图书”这样的三元关联的语意为某编辑在某出版计划中负责某图书，增加图书项目组成员类。

扩充的 OOA 模型包括用例图和交互图，它们是在类图基本完成的基础上建立的。对企业信息系统应用而言，用例就是一个用户或一个活动者与系统进行交互的一个过程的描述，是一个用类似自然语言的语言或伪代码表述的语序，近似于功能模块描述，包含与系统责任有关的企业经营规则描述的信息化版本。用例所指的一个交互过程应该是原子过程。而活动者就是指系统外与系统交互作用的事物，活动者可能不是类图中的类、对象。在出版社系统中，“编辑”作为人员不是待实现的对象，而是要和系统进行交互的一种事物。总之，活动者是要与系统交互的事物，而其本身不是系统成分，即使可能有与活动者同名的类在类图中。

附于类图的一个重要文档是详细说明，它包含了属性、服务、消息、联系等成分的准确语意。

第 5 章 J2EE 与.NET 平台

在软件开发领域中，目前主流的平台主要有.NET 和 J2EE，本章就简单地介绍这两个开发平台。

5.1 J2EE 平台简介

J2EE（Java 2 Platform Enterprise Edition）为设计、开发、装配和部署企业级应用程序提供了一个基于组件的解决方案。使用 J2EE 可以有效地减少费用，快速设计和开发企业级的应用程序。J2EE 平台提供了一个多层结构的分布式的应用程序模型，该模型具有重用组件的能力、基于扩展标记语言（XML）的数据交换、统一的安全模式和灵活的事务控制。使用 J2EE 不仅可以更快地发布新的解决方案，而且独立于平台的特性让使用 J2EE 的解决方案不受任何提供商的产品和应用程序编程界面（API）的限制。用户可以选择最适合自己的业务系统所需技术的产品和组件。

5.1.1 分布式的多层应用程序

J2EE 平台采用了多层分布式应用程序模型。实现不同逻辑功能的应用程序被封装到不同的组件中，处于不同层次的组件被分别部署到不同的机器中。图 5-1 表示了两个多层的 J2EE 应用程序根据下面的描述被分为不同的层。其中涉及的 J2EE 应用程序的各个部分将在 J2EE 组件中给出详细描述。

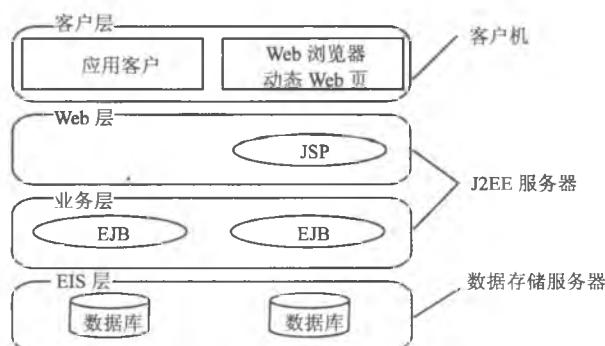


图 5-1 多层结构的应用程序

- (1) 运行在客户端机器的客户层组件。
- (2) 运行在 J2EE 服务器中的 Web 层组件。
- (3) 运行在 J2EE 服务器中的业务层组件。
- (4) 运行在 EIS 服务器中的企业信息系统 (EIS) 层软件。

从图 5-1 中可以看到 J2EE 应用程序既可以是三层结构，也可以是四层结构。一般来说，J2EE 应用程序经常分布于三个不同的位置，我们通常将 J2EE 应用程序的多层结构考虑为三层结构。这三个位置分别是：客户端机器、J2EE 服务器和在后端数据存储服务器。三层结构的应用程序可以理解为在标准的两层结构中的客户端程序和后端服务中间增加了应用服务器。

5.1.2 J2EE 组件

J2EE 应用程序由一系列的组件组合而成。一个 J2EE 组件就是一个软件单元，它随同它相关的类和文件被装配到 J2EE 应用中，并与其他组件通信。J2EE 组件由 Java 编程语言写成，并和用该语言写成的其他程序一样进行编译。J2EE 组件和“标准的”Java 类的不同点在于：它被装配在一个 J2EE 应用中，具有固定的格式并遵守 J2EE 规范，由 J2EE 服务器对其进行管理。J2EE 规范是这样定义 J2EE 组件的：客户端应用程序和 applet 是运行在客户端的组件；Java Servlet 和 Java Server Pages (JSP) 是运行在服务器端的 Web 组件；Enterprise Java Bean (EJB) 组件是运行在服务器端的业务组件。

1. J2EE 客户端

图 5-2 显示了客户层组成的多种方式。客户端可以直接和运行在 J2EE 服务器中的业务层通信，也可以通过运行在 Web 层中的 JSP 页面和 Servlet 同业务层组件进行通信。J2EE 客户端可以分为 Web 客户端、Applets 和 Java 应用程序。

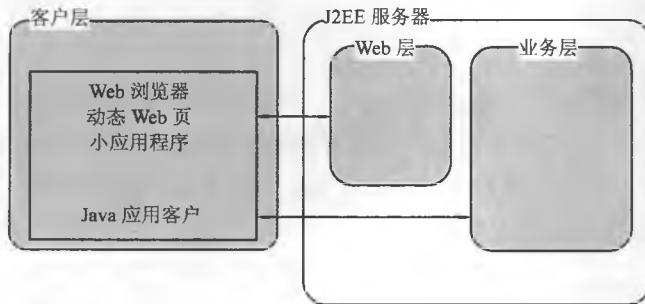


图 5-2 服务器通信

(1) Web 客户端。一个 Web 客户端也被称为瘦客户端，也就是显示由 JSP 或 Servlet 动态产生的 Web 页面的程序。瘦客户端一般不做像数据库查询、执行复杂的业务逻辑及连接传统应用程序这样的操作。当使用一个瘦客户端时，重量级的操作都被交

给在 J2EE 服务器执行的 EJB。这样可以充分发挥 J2EE 服务器端技术在安全性、速度、耐用性和可靠性方面的优势。

(2) Applets。 Applets 也可以用于连接 J2EE 应用。一个 Applet 是一个用 Java 编程语言编写的小的客户端应用程序，它使用安装在 Web 浏览器的 Java 虚拟机运行。然而，为了在 Web 浏览器中成功地运行 Applet，客户端系统很可能需要 Java 插件和安全策略文件。

(3) 应用程序客户端。 一个 J2EE 应用程序客户端运行在客户端机器上，它使用户可以处理需要比标记语言所能提供的更丰富的用户界面的任务。具有代表性的是用 Swing 或抽象窗口工具包（AWT）API 建立的图形用户界面（GUI），当然也可能是一个命令行的界面。

应用程序客户端可以直接访问运行在业务层的 EJB。当然一个 J2EE 应用程序客户端也可以打开一个 HTTP 连接来与一个运行在 Web 层的 Servlet 建立通信。

2. J2EE 中间层

J2EE 中间层的内容极为丰富，也是 J2EE 平台中最重要的内容，EJB（Enterprise Java Beans）是 J2EE 规范中重要的组件。图 5-3 显示了一个 EJB 如何从客户端接受数据，对它进行处理，并将其发送到企业信息系统层以做存储。一个 EJB 也可以从存储器获取数据，对它进行处理（如果需要），并将其发送到客户端应用程序。

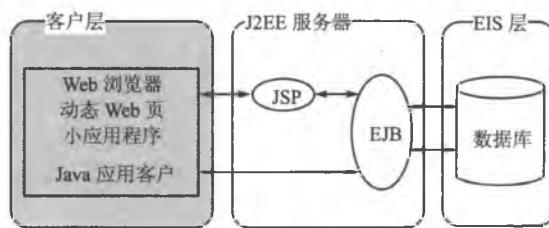


图 5-3 业务层和 EIS 层

SUN 在 EJB2.0 规范中对 EJB 定义如下：EJB 是用于开发和部署多层结构的、分布式的、面向对象的 Java 应用系统的跨平台的构建体系结构。使用 EJB 编写的应用程序具有可扩展性、交互性，以及多用户安全的特性。这些应用只需要写一次，就可以发布到任何支持 EJB 规范的服务器平台上。

3. 企业信息系统层

企业信息系统层处理企业信息系统软件并包含诸如企业资源计划（ERP）、主机事务处理、数据库系统和其他传统系统这样的底层系统。J2EE 应用程序组件可能需要访问企业信息系统。J2EE1.3 支持 Connector 构架，该构架是将 J2EE 平台连接到企业信息系统上的一个标准 API。

5.1.3 J2EE 容器

如果从零开始，多层应用程序是很难编写的，开发者需要花费大量的精力来完成事务处理、状态管理、多线程、资源池和其他底层处理。基于组件并与平台无关的 J2EE 体系结构使 J2EE 应用程序易于编写，除了因为业务逻辑被封装到可重用的组件中外，J2EE 服务器以容器的形式为每一个组件类型提供底层服务。因此我们不需要自己开发这些服务，而是全力以赴地着手解决业务问题。

在容器中可包含若干组件，并为这些组件提供服务。Web 组件、EJB 等都必须首先被装配到一个 J2EE 应用程序中，并且部署到相应的容器，才可以执行。部署时会将 J2EE 应用程序组件安装到 J2EE 容器中，如图 5-4 所示。

(1) J2EE 服务器：J2EE 服务器是 J2EE 产品的运行容器。一个 J2EE 服务器提供 EJB 容器和 Web 容器。

(2) EJB 容器：EJB 容器管理它所包含的 EJB，容器负责对象的注册、提供远程接口、创建和清除对象实例、检查对象安全性、管理对象的活动并协调分布式事务处理。

(3) Web 容器：Web 容器管理 JSP 页面和 Servlet 组件的执行。Web 组件和 Web 容器运行在 J2EE 服务器中。

(4) 客户端应用程序容器：管理应用程序客户端组件的运行。应用程序客户端和它的容器运行在客户端中。

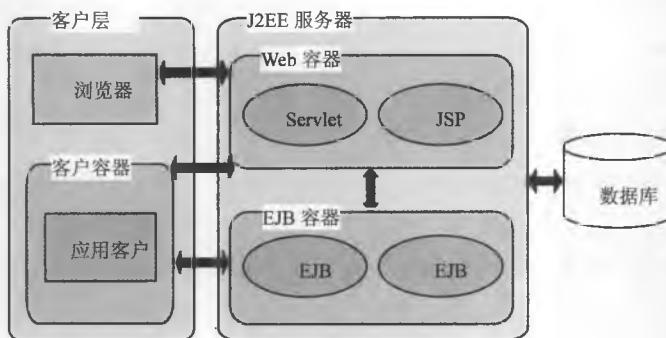


图 5-4 J2EE 服务器和容器

5.1.4 J2EE 的部署

J2EE 组件被分别打包并绑定到一个 J2EE 应用中以供部署。每一个组件、组件相关资源，例如，GIF、HTML 文件和一个部署说明组成一个模块并被添加到 J2EE 应用程序中。一个 J2EE 应用由一个或几个 EJB 组件、Web 组件或应用程序客户端组成。根据不同的设计需求，最终的企业解决方案可以是一个 J2EE 应用程序，也可以由多个 J2EE 应用程序组成。

一个 J2EE 应用程序，以及它的每一个模块都有它自己的部署说明。一个部署说明就是一个 XML 文件，它描述了一个组件的部署设置。例如，它可以描述一个 EJB 事务属性和安全性授权。部署说明信息是公开的，改变部署说明不必修改源代码。在运行时，J2EE 服务器将按照部署说明中的描述执行 J2EE 应用。

一个 J2EE 应用及它的所有模块被提交到一个 Enterprise Archive (EAR) 文件中。一个 EAR 文件就是一个具有 .ear 扩展名的标准的 Java Archive (JAR) 文件。在 J2EE SDK 中有程序部署工具的 GUI 版本。通过这个部署工具可以建立 EAR 文件，并在其中添加 JAR 文件和 Web Archive (WAR) 文件。

(1) 每一个 EJB JAR 文件包含一份部署说明、一组 EJB，以及相关的文件。

(2) 每一个应用程序客户端的 JAR 文件包含一份部署说明、应用程序客户端的类文件，以及相关的文件。

(3) 每一个 WAR 文件包含一份部署说明、Web 组件，以及相关的资源。

使用模块和 EAR 文件可以很方便地使用同一组件装配出不同的 J2EE 应用。不需要额外的编程工作，唯一要做的是在 J2EE EAR 文件中添加各种 J2EE 模块。

5.2 .NET 平台简介

微软在 2000 年 7 月发布了新的应用平台 .NET，整个 .NET 平台包括 4 部分产品。

(1) **.NET 开发工具**。.NET 开发工具由 .NET 语言 (C#、VB.NET)、一个集成的 IDE (Visual Studio.NET)、类库和通用语言运行时 (CLR) 构成。

(2) **.NET 专用服务器**。.NET 专用服务器由一些 .NET 企业服务器组成，如 SQL Server 2000、Exchange 2000、BizTalk 2000 等。这些企业服务器可以为数据存储、E-mail、B2B 电子商务等专用服务提供支持。

(3) **.NET Web 服务**。虽然 Web Service 不是 .NET 所特有 (关于 Web Service 内容请见第 6 章)，但 .NET 为 Web Service 提供了强有力的支持。开发者使用 .NET 平台可以很容易的开发 Web Service。

(4) **.NET 设备**。作为同 J2ME (Java 2 Micro Edition) 竞争的部分，.NET 还为手持设备，如手机等，提供了支持。

完整的 .NET 平台涵盖了 JVM、J2SE 和 J2EE 全部的内容。.NET 平台出现的时间较短，大多数读者对 .NET 底层的了解少于 Java 虚拟机。故 5.2 节主要介绍 .NET 的底层机制，基本上同 JVM 相对应。在 5.3 节的对比分析中会引入 .NET 平台在开发企业应用中的框架和作用。

5.2.1 .NET平台概述

Microsoft .NET 平台包括五个部分，如图 5-5 所示。

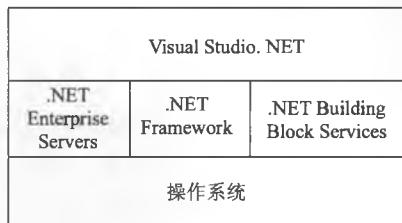


图 5-5 Microsoft .NET 平台

- 操作系统是.NET 平台的基础，在操作系统方面，Microsoft 有着强大的开发能力，目前的.NET 平台可以运行在包括 Windows 2000 Server 在内的多个 Microsoft 提供的操作系统中。
- .NET Enterprise Servers 提供了一系列的.NET 服务器产品，包括：Application Center 2000、BizTalk Server 2000、Commerce Server 2000 等一系列产品。通过这些产品可以缩短构建大型企业应用系统的周期。
- .NET Building Block Services 指的是一些成型的服务，如由 Microsoft 提供的.NET Passport 服务。.NET 的开发者可以以付费的方式直接将这些服务集成在自己的应用程序中。
- .NET Framework 位于整个.NET 平台的中央，它不但是技术界讨论的热点，也是本章比较的重点。.NET Framework 为开发.NET 应用提供了低层的支持，如 CLR 等。事实上，即使没有位于顶层的 Visual Studio.NET，只要有了.NET Framework，开发者一样可以开发.NET 应用程序。
- Visual Studio.NET 是.NET 应用程序的集成开发环境，它位于.NET 平台的顶端。Visual Studio.NET 是一个强大的开发工具集合，里面集成了一系列.NET 开发工具，如 C#.NET、VB.NET、XML Schema Editor 等。

5.2.2 .NET Framework

.NET Framework 中引入一系列的新技术和新概念，图 5-6 给出了.NET Framework 的结构图。其中核心的部分就是通用语言运行时——CLR (Common Language Runtime)。CLR 是.NET 程序的执行引擎，.NET 的众多优点也是由 CLR 所赋予的。CLR 同 JVM 的功能类似，提供了单一的运行环境。任何.NET 应用程序都会被最终编译为中间语言 IL (Intermediate Language)，并在这个统一的环境中运行。也就是说 CLR 可以用于任何针对它的编程语言，这也就是.NET 的多语言支持。CLR 还负责.NET 应用程序的内

存管理、对象生命期的管理、线程管理、安全等一系列的服务。我们将在 5.2.3 节详细介绍 CLR。

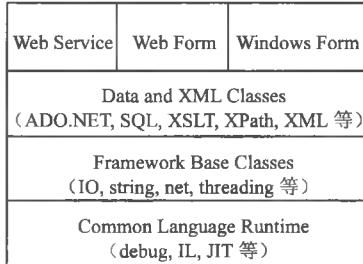


图 5-6 .NET Framework 组成结构

除了 CLR 外，.NET 提供了.NET 类库，每一种.NET 语言都可以使用该类库。基本类库中包含了大量的类供开发者使用，如图 5-6 所示。除此之外，使用某种.NET 语言开发的类可以被其他的.NET 语言直接使用，从而充分利用各种语言的优点。这也就是说我们可以使用 VB.NET 书写 UI (User Interface) 相关的内容，而底层的计算功能是用 C++ 开发。.NET Framework 还对命名空间提供了支持，熟悉 Java 的程序员一定非常欣赏 Java 中清晰的类的层次结构，.NET Framework 中的命名空间与之类似，非常适合组织大规模的类的层次结果。如 System.Data，或者由开发者自定的 Abc. Accounting. Service。

5.2.3 通用语言运行时 CLR

1. 托管

托管是.NET 的一个专门概念，它是融于通用语言运行时(CLR)中的一种新的编程理念，使用托管意味着代码可以被 CLR 所管理，使用 CLR 提供的各种服务。无论是用什么语言，只要采用了.NET 的托管机制，就能开发出具有最新特性如垃圾自动收集、程序间相互访问等的.NET 框架应用程序。

所有的 C#、VB.NET、JScript.NET 默认时都是托管的，但 Visual C++默认时不是托管的，也就是非托管 C++，必须在编译器中使用选项才能产生托管代码。由托管概念所引发的托管应用程序包括托管代码、托管数据和托管类三个组成部分。

(1) 托管代码：.Net 环境提供了许多核心的运行 (Runtime) 服务，比如异常处理和安全策略。为了能使用这些服务，必须给运行环境提供一些信息代码 (元数据)，这种代码就是托管代码。

(2) 托管数据：与托管代码密切相关的是托管数据。托管数据是由公共语言运行的垃圾回收器进行分配和释放的数据。在默认情况下，C#、Visual Basic 和 JScript.NET

数据是托管数据。不过，通过使用特殊的关键字，C# 数据可以被标记为非托管数据，Visual C++数据在默认情况下是非托管数据。

(3) 托管类：尽管 Visual C++ 数据在默认情况下是非托管数据，但是在使用 C++ 的托管扩展时，可以使用“_gc”关键字将类标记为托管类。就像该名称所显示的那样，它表示类实例的内存由垃圾回收器管理。另外，一个托管类也完全可以成为 .NET 框架的成员，由此可以带来的好处是，它可以与其他语言编写的类正确地进行相互操作，如托管的 C++ 类可以从 Visual Basic 类继承等。但同时也有一些限制，如托管类只能从一个基类继承等。需要说明的是，在托管 C++ 应用程序中既可使用托管类也可以使用非托管类。这里的非托管类不是指标准 C++ 类，而是使用托管 C++ 语言中的_nogc 关键字的类。

2. 程序集

程序集是一个抽象的概念，也比较难于理解。我们可以这样理解程序集的概念：首先，程序集是一个或多个托管模块或资源文件的逻辑分组；其次，程序集是可重新使用、确保安全和版本控制的最小单元。图 5-7 是把托管模块组合称为程序集的示意图。

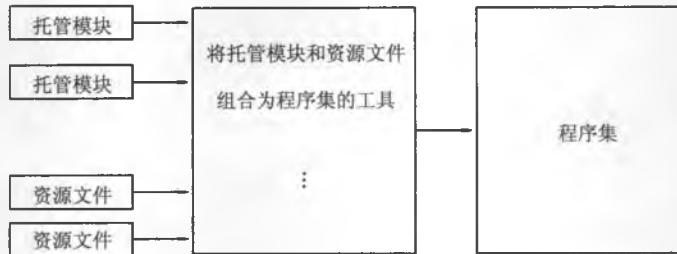


图 5-7 将托管模块组合为程序集

程序集允许我们将可重用、可部署的组件的逻辑部分和物理部分相分离。例如，可以将不常用的类型或资源放到独立的程序集文件中，这些独立的文件可以根据需要从 Web 站点上动态下载。如果不需要使用这些程序集，那么就永远不需要下载这些文件。

程序集中还包含被引用的程序集的自描述信息——如版本号。由于 CLR 可以通过这些自描述信息执行程序而不需要其他的附加信息。因此程序集使得.NET 应用更容易部署。

3. 中间语言

当托管代码被编译后，并不产生本机的二进制代码，而是产生包含中间语言 IL (Intermediate Language) 的程序集。每种托管语言 (C#, VB.NET 等) 都产生中间语言程序集，IL 为被编译的代码提供一种通用的表示。Microsoft 宣称，编译为 IL 的代码可以运行在任何使用.NET Framework 的处理器和操作系统中（其实也只用 Windows 和

X86—笔者注)，不过包含 IL 的程序集可以非常容易地运行于 Windows 98 或者 Windows ME，从而为.NET 提供更多的应用平台。

被编译为 IL 语言的程序集不能够直接运行，CLR 中使用 JIT (just-in-time) 编译器将 IL 转化为本机的 CPU 指令。图 5-8 显示了首次调用一个方法的执行过程。

JIT(just-in-time) Compiler 负责将 IL 代码编译成本机的 CPU 指令，因为 JIT 是在程序第一次运行时实时的编译，所以 JIT 也称作实时编译器。只有当程序第一次运行时，JIT 才会工作，它会把编译好的本机指令放在内存中，也就是说，程序在第一次运行的时候速度相对较慢，而以后的运行速度会加快很多。但是，如果程序终止，随着程序退出内存空间，编译好的本机指令也会随之退出内存，那么重新启动应用程序会再一次启动编译过程。如果程序的运行平台已经确定同时对性能有较高的要求，.NET Framework 提供了一个小工具——NGen.exe，这个工具可以将所有程序集的 IL 代码编译成本机代码并将编译好的本机代码保存在磁盘中。这样，CLR 可以在加载程序集时加载这个预编译的代码，从而提高运行速度。

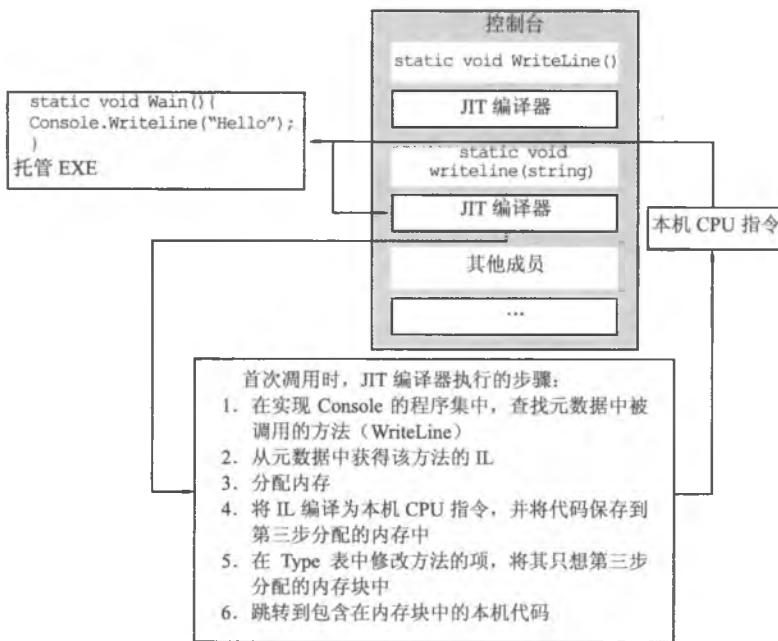


图 5-8 首次调用方法的执行过程

当把 IL 编译成本机代码时，IL 会执行验证的过程。验证会检查 IL 的代码并确保它们的安全性，例如：验证过程会检查被调用的方法参数和参数的类型是否匹配，检查方法的返回值是否被正确使用等。如果验证结果认为 IL 代码是“不安全的”则会抛出 System.Security.VerificationException 异常并阻止方法的执行。

4. 通用类型系统

因为.NET统一地对待所有的语言，所以在.NET中，要求使用C#书写的类同使用VB.NET书写的类能够互相使用，使用托管C++和托管COBOL编写的接口也完全一样。由于所有的语言必须拥有共同的标准才能够顺利地集成到一起，因此Microsoft定义了通用类型系统CTS(Common Type System)来规范每一个.NET语言。有人认为CTS是CLR中最核心的部分，因为如果没有CTS的存在，.NET的语言无关性就得不到体现。

CTS中包括很多类型，下面我们介绍其中较为重要的几种类型：值类型、引用类型、类和接口，以及委托。

5. 通用语言规范

我们都知道，每种语言都有自己的特性，例如有些语言(C++)是大小写敏感的，而VB则不区分大小写，为了实现语言级的继承，Microsoft还制订了通用语言规范(Common Language Specification, CLS)。CLS提供了可以作为.NET语言的最小特性集，任何.NET语言都必须支持这些特性。从语言特性角度考虑，CLR/CLS与各种.NET语言和CLS的关系如图5-9所示。

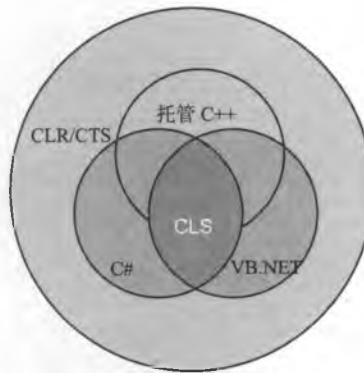


图5-9 CLS与.NET语言的关系

CLR/CLS提供了最广泛的语言特性，仅有极个别的语言可以完全实现这些特性，如中间语言IL，一般的.NET语言都是CLR/CLS的子集，这些语言都必须包含一个共同的子集CLS——也是.NET语言的最小特性集。如果需要使用多种语言混合开发，那么程序员就需要遵守CLS以保证书写的程序的互操作性。

6. 垃圾收集

.NET的垃圾收集机制与Java非常类似，但也有一些区别。.NET将内存分为托管区域和非托管区域，.NET中的垃圾收集器仅负责托管区域中的垃圾收集，同Java中的

技术类似，.NET 的垃圾收集器也是自动回收不可达的对象，同样也采用了分代复制的算法。但在具体实现中有细微的差别。

5.3 J2EE 和.NET 平台的异同

首先我们需要明确的是 J2EE 和.NET 的目标，这两个平台都是为了解决构建企业计算等大型平台而出现的。在这两个平台中都包含了一系列的技术，通过这些技术可以缩短开发周期，提高开发效率，节省构造成本，同时这两个平台都在安全性、扩展性、性能方面做出了努力，都提供了一系列的技术可供选择。从这个角度来说，这两个平台都实现了他们的目标，都是成功的。因为这两个平台要解决的问题类似，所以很多技术也非常类似，有些概念甚至仅仅是名称上的差别而已：Java 中包的概念和.NET 中的命名空间的概念。两个平台的类似之处远远多于相异之处。本章对这两个平台进行对比并不是想说明这两个平台的哪一个更优秀，事实上无论是 J2EE 还是.NET 都是优秀的平台解决方案，我们仅仅是通过对比的手段加深读者对 J2EE 和.NET 技术的理解，能够在工作中根据实际需要确定选用的平台和技术，构造合理的解决方案。J2EE 与.NET 平台的不同之处，见表 5-1。

表 5-1 J2EE 与.NET 对比表

	J2EE	.NET
跨平台	跨平台能力强	不具备跨平台能力，仅支持 Windows 系统
支持语言	Java	VB、C++、C#、Jscript，通过组件还可支持 Java
安全性	相对较好	一般
稳定性	相对较好	一般
服务器端 Unix 系统应用	很好	差
与 Windows 桌面系统集成性	一般	好
与 Windows 软件集成性	差	很好

对于需要进行平台选择的企业和开发者来说，根据自己的实际需要，才能做出最恰当的选择。

第 6 章 Web Service 技术

本章首先介绍 Web Service 技术的基本概念，读者阅读之后将会对 Web Service 技术有大致的了解；然后介绍 Web Service 中的两个重要协议 WSDL 和 UDDI 的技术细节；最后一节会给出使用.NET 平台构造的 Web Service 例子。读者可以根据自己的知识结构和实际需要进行选择性的阅读。

6.1 什么是 Web Service

Web Service 是解决应用程序之间相互通信的一项技术。严格地说，Web Service 是描述一系列操作的接口。它使用标准的、规范的 XML 描述接口。这一描述中包括与服务进行交互所需要的全部细节，包括消息格式、传输协议和服务位置。而在对外的接口中隐藏了服务实现的细节，仅提供一系列可执行的操作，这些操作独立于软、硬件平台和编写服务所用的编程语言。Web Service 既可单独使用，也可同其他 Web Service 一起，实现复杂的业务功能。

抛开这些深奥复杂的定义，用一句话概括目前广泛使用的 Web Application 和 Web Service 的区别，那就是：Web Application 是面向用户的，而 Web Service 面向的则是计算机。面向计算机的特性赋予了 Web Service 巨大的潜力和广阔的应用空间，Web Service 也因此成为各大厂商追捧的对象。

让我们来看一个日常办公中的例子。某公司 A 通过因特网和公司网站提供了网上订购的业务，B 公司的业务员通过这个平台订购了 A 公司的一些产品，并将这些订购计划输入到 B 公司的信息系统中。于是这位业务员首先打开浏览器，进入 A 公司的网站，在网上填写订单并提交，然后将这份订单按照 B 公司所要求的格式重新填写一遍，再提交到本公司信息系统中。同样的一份订单，虽然表现形式不一样，但所包含的信息是一样的，这位业务员为产生相同的信息做了两次工作。这种重复的工作不但意味着工作量的增加，也造成更多出错的可能。而计算机本身具有很强的数据处理能力，将这种样式转换的工作交给计算机是再合适不过了，但采用传统的 Web Application 平台却很难做到这一点。传统的 Web 面向的是用户，如果非要将 Web 页面的订单转换为信息系统中的格式则必须增加新的转换程序，而且对于不同的公司需要不同的转换程序，如果页面样式发生了变化，程序也要做相应的调整。如果采用 Web Service 这些问题都可

以迎刃而解，通过 Web Service 的一系列技术标准（如 WSDL、UDDI、SOAP 等），计算机可以自动地完成转换工作。Web Service 面向计算机和程序的特点可以让程序以更低的代价、更简单的方式集成到一起，降低企业实施电子商务的成本，同时 Web Service 的松散耦合方式也有助于以增量方式开发、部署分布式计算环境。

由于人们普遍认同了 Web Service 的技术潜力，促使 Web Service 技术不断发展。到目前为止支撑 Web Service 的基础标准工作已经基本完成，一些技术力量雄厚的公司也实现了 Web Service 供用户调用，如：google 就提供了一个检索的 Web Service。不过仍有很多 Web Service 标准如管理、安全、QoS、路由等仍在制订中。

6.2 Web Service 模型

在 Web Service 模型的解决方案中共有 3 种工作角色，其中服务提供者（服务器）和服务请求者（客户端）是必需的，服务注册中心是一个可选的角色。它们之间的交互和操作构成了 Web Service 的体系结构。服务提供者定义并实现 Web Service，然后将服务描述发布到服务请求者或服务注册中心；服务请求者使用查找操作从本地或服务注册中心检索服务描述，然后使用服务描述与服务提供者进行绑定并调用 Web Service。图 6-1 表示了 Web Service 模型的 3 种角色及它们之间的操作关系。

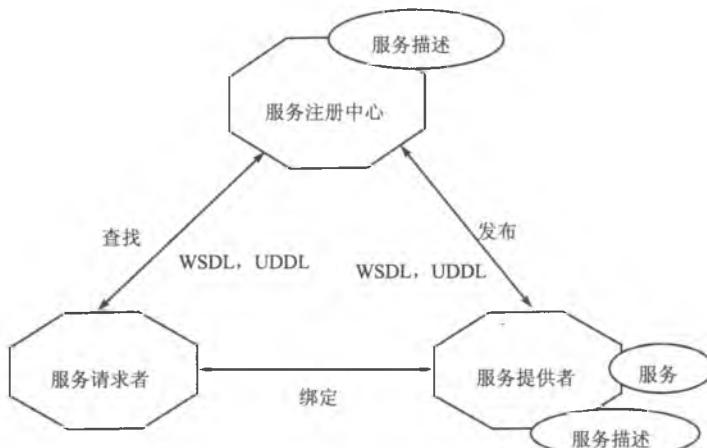


图 6-1 Web 服务角色、操作和构件

下面，我们分别介绍 Web Service 模型中的角色与操作。

(1) 服务提供者。即 Web Service 的所有者，如企业、ICP 等。该角色负责定义并实现 Web Service，使用服务描述语言对 Web Service 进行详细、准确、规范的描述，并将该描述发布到服务注册中心供服务请求者查找并绑定使用。

(2) 服务请求者。即 Web Service 的使用者。虽然 Web Service 面向的是程序，但程序最终的使用者仍然是企业或用户。从体系结构的角度看，服务请求者是查找、绑定并调用服务或与服务进行交互的应用程序。服务请求者角色可以由浏览器来担当，由人或程序（如另外一个 Web Service）来控制。

(3) 服务注册中心。服务注册中心是连接服务提供者和服务请求者的纽带，服务提供者在此发布他们的服务描述，而服务请求者在服务注册中心查找他们需要的 Web Service。不过在某些情况下，服务注册中心是整个模型中的可选角色，如使用静态绑定的 Web Service，服务提供者可以把描述直接发送给服务请求者。在没有服务注册中心的 Web Service 中服务请求者可以从其他来源得到服务描述，例如文件、FTP 站点、Web 站点、广告和服务发现(Advertisement and Discovery of Services, ADS)或发现 Web 服务(Discovery of Web Services, DISCO)。

对于 Web 服务模型中的操作，包含以下三种：发布服务描述、查找服务描述、根据服务描述绑定或调用服务。这些操作可以单次或反复出现。

(1) 发布。为了使用户能够访问 Web Service，服务提供者需要发布服务描述使服务请求者可以查找它。

(2) 查找。在查找操作中，服务请求者直接检索服务描述或在服务注册中心查询所要求的服务类型。对于服务请求者，可能会在生命周期的两个不同阶段涉及查找操作，它们分别是：在设计阶段，为了程序开发而查找服务的接口描述；在运行阶段，为了调用而查找服务的位置描述。

(3) 绑定。在绑定操作中，服务请求者使用服务描述中的绑定细节来定位、联系并调用服务，从而在运行时与服务进行交互。绑定可以分为动态绑定和静态绑定。在动态绑定中，服务请求者通过服务注册中心查找服务描述，并动态地同 Web Service 交互；在静态绑定中，服务请求者实际已经同服务提供者达成默契，通过本地文件或其他的方式直接同 Web Service 进行绑定。

6.3 Web Service 使用流程

目前，Internet 上已经有了不少 Web Service 可供使用，比如，google 提供了一个用于检索的 Web Service 免费供爱好者学习（每天可以使用 50 次）。那么该如何使用这些 Web Service 呢？图 6-2 所示是 W3C 所制订的 Web Service 使用流程标准。

在图 6-2 的每一道线中都标有一个数字，数字的大小代表了消息发生的先后顺序。在使用 Web Service 时，首先需要服务提供者将 Web Service 的描述信息提交到服务注册中心（即图 6-2 中所谓的发现服务中）。当服务请求者需要使用 Web Service 时，它首先通过发现服务查找需要的 Web Service，这就是图中的第二步。当找到合适的 Web Service 后，发现服务将返回请求者所需要的 Web Service 描述。在此之后，服务请求者

并不是马上同服务提供者进行 Web Service 的调用，而是首先需要同服务提供者统一各自的语义，以保证可以相互理解对方的请求和响应。当然，服务请求者可以按照服务提供者规定的语义信息进行服务调用，不过更合理的做法是双方遵循一个共同的行业标准，这个标准可以由一些相关的行业协会制订。当一切准备工作都完成后，服务者就可以直接同 Web Service 提供者进行交互，调用 Web Service。

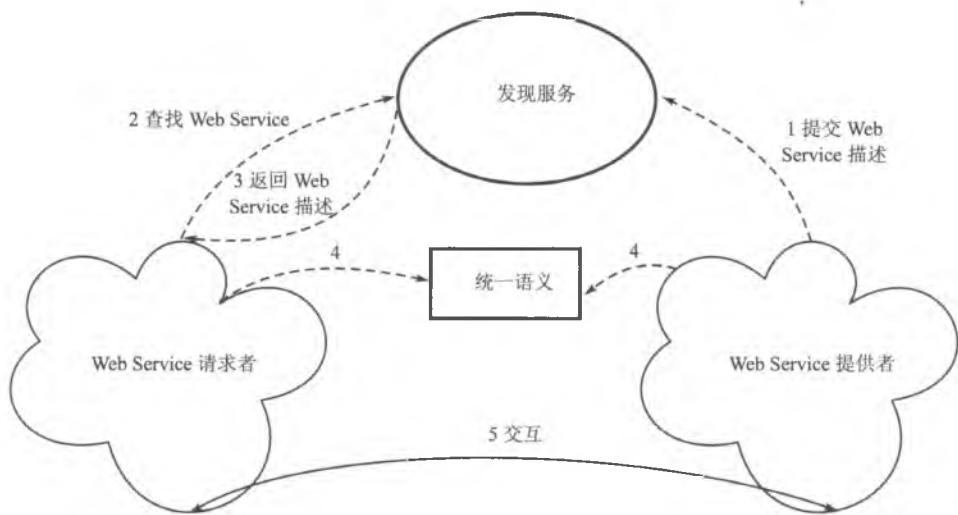


图 6-2 Web Service 使用流程

6.4 Web Service 协议堆栈

2001 年 4 月，W3C 联盟召开了第一次 Web Service 专题研讨会，其目的是为探索 W3C 应向哪个方向发展，才能更好地实现 Web Service 架构的标准化，会议期间第一次提出了“Web Service 堆栈”的构想。如今，随着 Web Service 技术的发展，2004 年 2 月 11 日，W3C 提出了最新的 Web Service 协议栈，其内容如图 6-3 所示。

在协议堆栈的下层为网络通信部分，Web Service 继承了 Web 的访问方式，使用 HTTP (S) 作为网络传输的基础，除此之外 Web Service 还采用了其他的传输协议如 SMTP、FTP、JMS、IIOP 等。在消息处理方面，Web Service 使用了 SOAP 简单对象访问协议作为消息的传送标准。在此之上是 Web Service 描述语言 WSDL，用以描述 Web Service 的访问方法。位于最顶层的是与 Web Service 和应用程序，以及 Web Service 之间相互集成相关的协议，其中包含发现、集成等若干方面。在这一层，我们将介绍 UDDI 协议，UDDI 也是 Web Service 领域中赫赫有名的动态发现协议。除了底层的传输协议外，整个 Web Service 协议栈是以 XML 为基础的，XML 语义的精确性和灵活性赋予了 Web Service 强大的功能。除了这些基本协议，还有一些需要讨论的问题，那就是安全

和管理，这两大问题不是 Web Service 可以独立解决的。比如，在安全方面就需要同 PKI、LDAP 等相结合。



图 6-3 Web Service 协议栈

1. 简单对象访问协议

W3C 于 2000 年 5 月 8 日发表了 Simple Object Access Protocol (SOAP, 简单对象访问协议) 1.1 版本，这是一种基于 XML 的协议，通过 SOAP，应用程序可以在网络中进行数据交换和远程调用。图 6-4 显示了 SOAP 在网络应用程序之间交换数据的方式。

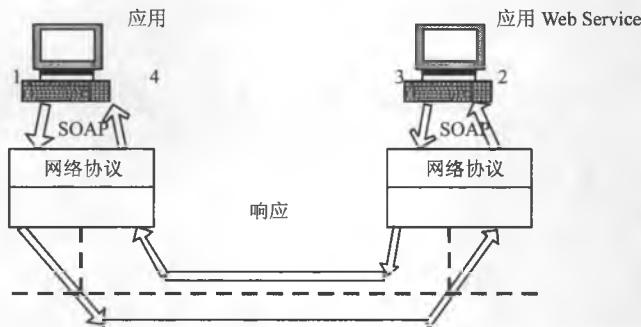


图 6-4 SOAP 工作模式

看到这里，有的读者会问：SOAP 实质上是一个基于 XML 的 RPC 标准，它与同为 RPC 标准的 CORBA、COM/DCOM 有什么区别呢？首先让我们再回顾一下 CORBA 和 COM/DCOM。

CORBA (Common Object Request Broker Architecture) 公共对象请求代理体系结构是由 OMG 组织制订的，是一种标准的面向对象应用程序的体系规范。由对象请求代理 ORB (Object Request Broker)、对象服务、公共设施、域接口和应用接口这几个部分组成。其核心是对象请求代理 ORB，ORB 提供了一种机制，使对象可以透明地发出请求

和接收响应。分布的互操作对象可以利用 ORB 构造互操作应用。ORB 可看做是在对象之间建立客户/服务关系的中间件。基于 ORB，客户可以透明地调用服务对象提供的方法。该服务对象可以与客户运行在同一台机器上，也可以运行在其他机器上通过网络与客户进行交互。ORB 截取客户发送的请求，并负责在该软件总线上找到实现该请求的服务对象，然后完成参数、方法调用，并返回最终结果。

COM/DCOM（Component Object Model / Distributed Component Object Model）是微软公司提出的分布式组件对象模型标准，支持在局域网、广域网甚至 Internet 上不同计算机对象之间的通信。DCOM 基于 COM 的应用程序、组件、工具等来处理网络协议低层次的细节问题，因而本身不必关心太多的网络协议细节，使用户能够集中精力解决自身所要求的问题。DCOM 位于应用程序的组件之间，将组件以不可见的方式组合在一起，形成具有完整功能的应用程序。

明确了 CORBA 和 COM/DCOM 的概念以后马上可以明确的是 SOAP 同 CORBA、COM/DCOM 不是同一层面上的概念。SOAP 是一个基于 XML 的分布式对象通信协议，CORBA 是分布式应用的服务标准，COM/DCOM 则是一个组件模型。无论是 CORBA 还是 DCOM 都可以使用 SOAP 作为分布式对象通信的标准。除了概念上的区别外，SOAP 和 CORBA、COM/DCOM 还有更多的差异。

(1) 采用 CORBA 或 COM/DCOM 构造的应用程序不能混用，二者不能协作。但 SOAP 却可以在二者之间建立联系，实现 CORBA 和 DCOM 的整合。

(2) SOAP 使用 XML 进行编码，是一个开放式的协议。SOAP 本身并没有定义信息的语义、服务质量、事务处理等问题，但 CORBA 和 DCOM 对这些问题都有相应的约定。

(3) SOAP 仅仅是一个对象通信协议，类似于 CORBA 中的 IIOP，是一个层次较低的协议。相比起来，CORBA 和 COM/DCOM 协议则复杂得多。

(4) SOAP 是与应用平台完全无关的。虽然 CORBA 也可以在各种平台上运行，但 CORBA 只能同采用 CORBA 标准的应用程序通信；而 COM/DCOM 则只能在微软的平台中应用。

我们可以将 SOAP 理解为：HTTP+XML+RPC。这里，HTTP 是网络中的通信协议，XML 是数据格式的协议。虽然将 SOAP 理解为 RPC 的一种并不准确，因为 SOAP 并非单纯的远程进程调用，SOAP 要强大得多，但以 RPC 的观点看待 SOAP 有助于我们理解 SOAP。

由于 SOAP 采用 XML 和 HTTP 封装通信消息，所以 SOAP 需要增加 XML 解析和 HTTP 传输的额外开销。但是 SOAP 同时也继承了 XML 和 HTTP 的优点，严格的语法格式使 XML 在 Internet 中得到了广泛应用。所以 SOAP 是一个非常优秀而且潜力巨大的协议，Web Service 正是一种建立在 SOAP 之上的服务模型。

2. Web Service 描述语言

我们都知道，在通常的开发过程中，对象接口一定具备相应的 SDK 描述文档，Web Service 也是一种对象，是一种被部署在 Web 上的对象。很自然，我们也完全需要有对 Web Service 这个对象进行描述的 SDK 文档。当然这两者不完全相同，一方面，目前在 Web 上的应用已经完全接受了 XML 这个基本的标准，WSDL（Web Service 描述语言，Web Service Description Language）是基于 XML 的标准，另一方面 Web Service 的目标是即时装配、松散耦合，以及自动集成，这意味着 SDK 描述文档应当具备被机器识别的能力。也就是说，对于使用标准化的消息格式和通信协议的 Web Service，它需要以某种结构化的方式（XML）对 Web Service 的调用和通信加以描述，实现这一点显然非常重要，这是 Web Service 即时装配的基本保证。WSDL 包含了一套基于 XML 的语法，将 Web Service 描述为能够进行消息交换的服务访问点的集合，从而满足这种需求。WSDL 定义了可被机器识别的 SDK 文档，同时 WSDL 也可用于描述自动执行应用程序在通信中所涉及的细节问题。

因为 WSDL 的目标是描述如何使用程序来调用 Web Service，所以我们可以把 WSDL 理解为 Web Service 的 SDK 标准，或者是 Web Service 的接口定义。对于服务提供者来说，他们既需要描述他们提供的 Web Service 是做什么的，还要描述如何使用他们提供的 Web Service。

3. 统一描述、发现和集成

UDDI（Universal Description Discovery and Integration，统一描述、发现和集成）提供了一种 Web Service 的发布、查找和定位方法。我们可以将 UDDI 理解为一种目录服务，Web Service 提供者使用 UDDI 将服务发布到服务注册中心，而 Web Service 使用者通过 UDDI 查找并定位服务。UDDI 除了目录服务之外，还定义了一个用 XML 表示的服务描述标准。在讨论了 SOAP 之后我们知道，通过 SOAP 和 XML 可以很方便地将不同企业的不同应用集成到一起，但仅仅有 SOAP 和 XML 仍然是不够的。SOAP 和 XML 不能够提供任何计算机平台都能支持的端到端的解决方案。UDDI 在 SOAP 和 XML 之上建立了新的层次，通过 UDDI 不同的企业可以以统一的标准描述自己的 Web Service，或查询其他的服务。

除使用 UDDI 发布和发现 Web Service 外，还有其他几种服务的发布方式，其中最简单的方式是直接发布。直接发布就是服务提供者直接将服务通过使用电子邮件附件、FTP 站点甚至光盘发布给服务请求者。直接发布一般是企业双方在使用电子商务的各项条款达成一致后进行，或在请求访问服务的服务请求者支付了费用之后进行。在这种情况下，服务请求者可以保留服务描述的一份本地副本。很明显，直接发布是一种静态的服务发布方式，灵活性很差。

直接发布动态的发布方法有 DISCO 和 ADS。DISCO 和 ADS 两者都定义了一个从给定 URL 获取 Web Service 描述的机制。然而这种简单的获取服务描述的方法也不能够完全满足动态的电子商务模式的要求，UDDI 的功能要强大得多。

UDDI 定义了一种 Web Service 的发布方式。首先 UDDI 注册中心可以为程序或程序员提供 Web Service 的位置和技术信息。服务提供者可以向专用的 UDDI 节点发布服务的描述信息，而服务的使用者可以动态地查询并连接到特定的 Web Service。我们可以将这几种服务发布技术放到坐标系中，如图 6-5 所示。纵坐标度量服务发布的能力，横坐标度量发布的灵活度。从图中我们可以看出，UDDI 的发布方式是功能最强大、灵活度最高的。

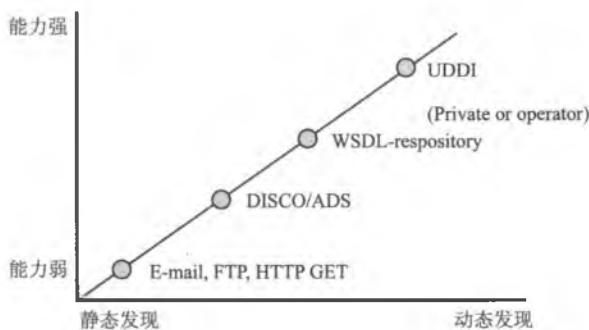


图 6-5 服务发布方式比较

6.5 XML 在 Web Service 中的应用

XML 在 Web Service 中有着非常重要的应用，可以毫不夸张地说，没有 XML 技术标准，就没有 Web Service 的出现。

Web Service 是一种部署在 Web 上的对象或组件，人们期望通过 Web Service 实现松散耦合的分布式组件互联，以适应 Internet 的计算环境。当讨论这种分布式互联策略时，遇到的最大问题就是如何将形态各异的数据结构、程序接口、操作系统、硬件平台有效地结合到一起。XML 恰好是解决这一问题的利器，由于 XML 具有严密的数据格式和灵活的表现方式，便于数据传输、转换和表现，因此 SOAP、UDDI 和 WSDL 都是在 XML 基础之上定义的。

第 7 章 工作流

7.1 工作流定义

在工作流方面目前的权威性机构是“工作流管理联盟”(Workflow Management Coalition, WFMC)。它成立于 1993 年 8 月，目前已拥有 130 余个成员，成员包括工作流产品的供应者、应用者，有关大学、研究机构和个人，是一个国际性的非营利性组织。在最近的投资成员(Funding members)清单中，可以看到诸如 Baan, HP, IBM, Microsoft, Oracle, Peoplesoft, SAP AG, Xerox 等机构。

根据 WFMC 的定义，工作流(Work Flow)就是自动运作的业务过程部分或整体，表现为参与者对文件、信息或任务按照规程采取行动，并令其在参与者之间传递。简单地说，工作流就是一系列相互衔接、自动进行的业务活动或任务。我们可以将整个业务过程看做是一条河，其中流过的就是工作流。

工作流管理(Workflow Management, WFM)是人与电脑共同工作的自动化协调、控制和通信，在电脑化的业务过程上，通过在网络上运行软件，使所有命令的执行都处于受控状态。在工作流管理下，工作量可以被监督，分派工作到不同的用户达成平衡。

根据 WFMC 的定义，工作流管理系统(Workflow Management System, WFMS)通过软件定义、创建工作流并管理其执行。它运行在一个或多个工作流引擎上，这些引擎解释对过程的定义，与工作流的参与者(包括人或软件)相互作用，并根据需要调用其他的 IT 工具或应用。

总体来说，实际企业中运作的工作流管理系统，是一个“人-电脑”结合的系统。它的基本功能体现在以下几个方面。

- (1) 定义工作流，包括具体的活动、规则等，这些定义是同时被人及电脑所“理解”的。
- (2) 遵循定义创建和运行实际的工作流。
- (3) 监察、控制、管理运行中的业务(工作流)，例如任务、工作量与进度的检察、平衡等。

7.2 工作流特征

工作流是一个复杂的系统，它具备下面的特征。

(1) 自动化。“自动”(Automate)是工作流的一个特征，但这主要是指它自动进行的特征，而不是说没有人的参与。工作流实际上是一个人-电脑协调的混合过程，在一个实际的工作流中，通常总有些步骤是人完成的。协调是工作流管理的一个目标或者特征，这包括了人与人、人与电脑、电脑(软件)之间等多种层面的含义。

(2) 监察和控制。监察(Monitoring)与控制(Control)是工作流系统的重要功能与特征。这不仅包括对正在发生的业务过程(工作流)，还包括它的定义或改变(比如BPR的过程)。这是工作流系统带给我们的明显好处之一。

(3) 业务重规划。从逻辑上，对工作流的关注和研究可以看做是对业务过程重规划(BPR)的一种深化。BPR的观点，要求我们将眼光投向实际业务进行的过程，但这个过程应当是什么样的，怎样分析、构造？工作流就是一个具体的、操作性的答案，它可以令我们从神秘的、难以预测和控制的“头脑风暴式”的“艺术的”业务过程创造，变成解析的、技术的、可控制和预测的工程化过程，如此，才真正体现出re-engineering中engineering的意义。

工作流与BPR的概念，已经被几乎所有的研究者联系在一起研究和应用。在这个领域有一个非常活跃的组织，即国际工作流与重规划协会(Workflow And Reengineering International Association，WARIA)。

无论从理论、方法上，还是对象、内容上，我们都有理由将“工作流”看做是企业工程的一部分。实际上，已有的关于工作流体系的描述，本身就是一个通用的业务模型框架。仅仅囿于工作流是不够的，必须对整个体系的目标及所有相关要素综合考虑——这正是企业工程。

7.3 工作流自动化的发展与应用现状

工作流技术的发展，经过十几年的努力，取得一定的成果。但在实际应用中，应用的企业还是较少，应用的范围窄，效果不理想。这与产品的全面性、集成性有关，也与企业应用的状况有关，具体有以下几点。

(1) 工作流底层环境的建立。工作流管理系统必须建立在底层通信的基础上，才能实现分布计算，这要额外付出经费和精力进行构筑，这是企业所不希望的，从而限制了在企业中的广泛应用。

(2) 标准化程度差。不同的厂商所提供的工作流产品具有独立的一套工作流模型、工作流定义语言、API 函数。但难于在不同系统之间进行交互，集成的效果不理想，不能方便地在不同系统间进行应用对象的重复利用和数据的方便交流。

(3) 系统的集成性不理想。工作流管理系统没有达到真正的集成，还是在自己独立地运行，处理一些行政上简单的流程业务，不能很好将 OA、ERP、CRM、SCM 等具体事务处理系统紧密地联系在一起，达到数据录入一次即可有效的目的。

(4) 实现的复杂性。实施一个完整的工作流管理系统，是一个复杂的过程，要了解其他应用系统的业务，进行流程处理分析、业务流程改造、管理规程和操作规范建立等，并且还必须有不同软件供应商的全力配合。

(5) 系统的安全性不可靠。系统中对于并发访问和异常错误缺乏正确和可靠的支持。一旦系统出现非正常退出，如何恢复数据并保证数据的一致性还需要解决。

(6) 企业管理者的观念改变。一个系统实施的好与坏，与企业的管理者有密切的关系。任何一个应用系统实施成功的标记就是：成功=使用。

目前工作流技术的研究日益受到重视，大家研究的主要问题包括三个方面：工作流的理论基础，包括体系、模型、语言、接口等；工作流实现技术，包括性能、可靠性方面的研究；工作流技术的应用，包括实施方法、应用集成等。

7.4 工作流和传统管理软件

传统的管理软件注重解决企业应用层现存的问题（例如提高企业的资源配置率或提高单一员工的生产效率）。例如：Excel 可以提高员工画表格的效率、财务软件可以规范财务人员的工作并提高账目查询的效率、CRM 可以规范客户管理从而使客户资源掌握在公司手中而不是被一部分业务人员把持并提高客户响应时间，ERP 解决的是如何配置企业资源，使企业的人力资源、财力资源和物资资源能够根据业务的需求实现最大化配置。

工作流系统关注的是如何缩短流程闲置时间，从而提高企业的业务处理能力并使企业能够关注于真正对企业有意义的增值业务上。从建立企业神经系统的角度也许更能理解两者的区别。

传统软件不能解决工作流的问题，例如 ERP 关注的是企业的资源配置，但不可能解决资源传输过程中的损耗和降低传输（流程）的成本；同样工作流系统也不能完全解决传统管理软件所能解决的问题，例如对生产管理的 MRP 系统所能解决的生产过程控制，通过工作流系统很难实现。

但一个好的传统软件如果希望能自动化地在整个企业中应用起来，必须有一个强大的逻辑层，用以解决信息传递的逻辑判断和自动流转，这个时候就需要工作流系统的平台。

由以上分析可以看出，工作流系统比传统管理软件有明显不同：

- (1) 工作流系统和传统管理软件不是同一种软件，不具可比性；
- (2) 工作流系统对于已经有传统管理软件的企业的作用非常明显，可以借此平台整合企业的各种应用系统，使之成为一个完整的企业级应用，也就是通常所说的 EAI。
- (3) 具备工作流系统功能的管理软件（工作流系统与传统管理软件的结合）对于传统管理软件有绝对的优势；
- (4) 工作流系统可以根据企业的需要开发解决信息传递问题的流程，以及帮助企业开发与现有应用系统的接口。

与以往已经被采用的企业 IT 应用体系，例如，MRPII 或 ERP 相比，WFMS 是一个相当重要的里程碑。（ERP 的概念并不确定，这里仅就其基本或较早期的含义而言。）从用户的角度，WFMS 带来（或将要带来）的变化是极其强烈的，甚至可以形容为一种用户“梦想”的实现。

在一些老的“模块化”的产品中，系统的设计通常是基于任务分割的，作业项目之间是分裂的。面向对象的技术，并不能直接解决这个的问题，相反，往往使系统变得更加混乱和琐碎。从操作上，典型地，我们必须不断地在层次结构的功能表（比如下拉菜单）或对象之间“进进退退”，或者在“神出鬼没”的对象，以及相关菜单中捉迷藏。

工作流管理系统是一个真正的“人-机”系统，用户是系统中的基本角色，是直接的任务分派对象，他或她可以直接看到电脑针对自己列出的“任务清单”，跟踪每一项任务的状态，或继续一项任务，而不必从一个模块退出，进入另一个模块，搜索相应任务的线索。前者是面向功能或对象的，而后者是直接面向用户的。这样，用户的任务分派和任务的完成状态，可以被最大程度地电脑化和受到控制。

7.5 工作流和业务流程重构

企业流程自动化的应用平台工作流管理系统最直接的用途就是和企业业务流程重构（Business Process Reengineering, BPR）技术相结合管理企业的各种流程，实现企业流程的自动化。BPR 是对企业过程中的核心流程进行根本的重思考和彻底的重设计，以便在现有衡量企业表现的关键如成本、品质、服务和速度等方面获得戏剧化的改善。

许多企业对其流程进行了重组，取得了巨大的效果，例如，IBM 信贷公司通过实施流程重组，把为顾客提供融资服务的周期缩短了 90%（由原来的 7 天压缩为 4 个小时）；柯达公司对新产品开发实施流程重组，结果把 35 毫米焦距一次性照相机从概念设计到生产所需要的开发时间缩短了 50%，从原来的 38 周降低到 19 周。

工作流管理系统提供了流程自动执行、流程统计分析、实例实时监控和跟踪等功能的一系列软件工具集，一方面实现了流程在计算机上的自动处理，大大缩短了流程的生命周期，提高了企业的工作和生产效率；另一方面，又可以使用户方便地分析企业业务

流程，找出不合理之处，快速给出流程重组的方案。因此，工作流是业务流程重构技术的实现和延伸。

企业应用系统的集成平台由于企业信息化过程是一个循序渐进的过程，导致企业存在许多老的应用系统。加上企业常常根据自己的需要来选择适合自己的应用系统，企业间应用系统的差别更是巨大，企业内部和企业之间各个应用系统不能进行有效的信息交换，企业内部和企业间存在许多“信息孤岛”。为了消除孤岛，人们提出了许多信息集成框架，如基于 XML 的信息集成框架、基于 STEP 标准的工程信息集成框架，纵观这些技术，我们认为，它们多局限于静态信息的交换格式的定义，而对于各个应用系统间相互协作共同完成某项任务的情形却考虑较少，这种情况下需要多个应用系统按照结构化或非结构化流程来协同工作，在任务的不同时间激活不同的应用系统，并为应用系统传递相应的参数，而工作流管理系统正满足了这一要求。

工作流管理系统可以按照流程的定义，在适当的时间激活相应的应用系统，传递给应用系统相应的参数，获取应用系统的处理结果，将其传递到下一应用，从而实现应用系统的集成。

但是两者是存在很大区别的。工作流自动化纯粹是软件业提供将工作流程自动化解决方案的范畴。企业流程再造是分析企业的业务流程，并为了某些方面提高的目标对流程进行修改的行为，是科学、艺术、老练的技术和敏锐的业务能力的组合。

任何组织都可以无需进行企业流程再造而通过工作流自动化软件将业务流程自动化。同样，他们也无需通过工作流自动化而进行企业流程再造。当然，企业也可以进行流程再造并导入工作流自动化软件，以使流程再造的效果更为明显。但没有理由认为两者必须相辅相成或是同一个东西。

这一错误认识是由于工作流自动化的概念接受度较慢引起的。工作流自动化是提升企业生产力的解决方案（工具）。而企业流程再造的概念是改变企业现有工作方式，而改变往往包含了恐惧、不确定性、政策因素和反抗情绪。当工作流自动化被或明确或暗示地等同于企业流程再造的时候，这些恐惧、不确定性、政策因素和反抗情绪阻碍了概念的传播。

有趣的是，当在企业中成功地示范了工作流自动化的好处后，再进行企业流程再造将会简单得多。

7.6 发展前景

工作流在 ERP 中的应用比较晚，提供工作流管理功能的软件产品也不多，典型的有国外的 Oracle、SAP、JDE 等少数几家。国内的产品有西安协同的协同工作流管理系统（SynchroFLOW）。相对于独立的工作流软件来说，把自己的 OA 系统和 ERP 系统结合起来，已经出现了不少的产品。例如用友、金蝶等大的 ERP 厂商推出的方案中已经

包含了 OA 和 ERP 系统。这些产品仍然是把 OA 和 ERP 系统单独分开，但是他们能够和自己公司系统进行集成。例如用友 OA 和用友的 U8、NC 等产品可以集成，但是不能够与 SAP 和金蝶的 ERP 集成。国内的产品存在下面几个特点：

- (1) 系统主要构建在 SUN 的 J2EE 平台和 Microsoft 的.NET 平台上。
- (2) 应用范围比较窄，尚未形成独立产品。
- (3) 技术尚未完全成熟。

中国的企业如何加强在流程方面的管理，提高企业的竞争力，已经成为这些企业下一步的目标。伴随着科技的不断发展和企业用户需求的不断增加，工作流系统将会应用得越来越广泛。可以说，在中国，工作流时代马上就要来临了。

第8章 计算机网络知识

随着计算机技术和网络技术的发展，现在的信息系统基本上都是基于网络运行的。由于网络技术使人们在信息处理的过程中，能够避免出现“信息孤岛”现象。因此，作为信息系统项目管理师，必须要掌握有关计算机网络方面的基础知识。

根据考试大纲，本章要求考生掌握以下知识点：

- 网络技术标准与协议；
- Internet 技术及应用；
- 网络分类；
- 网络管理；
- 网络服务器；
- 网络交换技术；
- 网络存储技术；
- 无线网络技术；
- 光网络技术；
- 网络接入技术；
- 综合布线；
- 机房工程；
- 网络规划、设计与实施。

8.1 网络的功能与分类

计算机网络是指由通信线路互相连接的许多独立自主工作的计算机构成的资源共享集合体，它是计算机技术和通信技术相结合的产物。其中，通信线路并不专指铜导线，还可以是光纤，甚至可以是一些无界的媒体：如激光、微波、红外线等。根据这个定义，我们可以知道以下 3 个方面的知识。

- (1) 计算机网络的作用：资源共享；
- (2) 计算机网络的组成：许多独立自主工作的计算机；
- (3) 计算机网络的实现方式：使用通信线路互相连接。

另外，早期的计算机网络是以一台或几台大型的计算机为中心的，但是由于计算机技术的飞速发展，小型机甚至是微型机都拥有了惊人的处理能力，而且在整体性能上均已超过了早期的大型计算机。所以网络的重心开始有了偏向，开始体现共享这一原则，也就是所有的计算机都具备了独立自主工作的能力。计算机网络从共享大型计算机的计算能力发展为共享存储在计算机内的信息，这也是时代发展所致。

我们经常根据计算机网络的传输距离来进行分类，这是因为计算机间的距离、所要求的传输速度决定了网络技术之间的差异。

不同传输距离的网络可以分为局域网、城域网和广域网三种。局域网的相关技术是基于处理近距离传输而设计和发展而来的，而广域网的相关技术是基于处理远距离传输而设计和发展而来的，城域网则是为一个城市网络设计的相关技术。

1. 局域网

局域网（Local Area Network，LAN），是基于传输距离较短的前提所发展的相关技术的集合，用于将小区域内的各种计算机设备和通信设备互连在一起组成资源共享的通信网络。在局域网中常见的传输媒介有：双绞线、细/粗同轴电缆、微波、射频信号、红外等。其主要特点有：距离短、速度快、高可靠性、成本较低。

根据不同的技术采用具体的实现方法，局域网有以太网（Ethernet）、令牌环网络（Token Ring）、Apple Talk 网络、ArcNet 网络几种类型。这些“名满天下”的网络曾经是一个时代的“风云人物”，但随着时代的发展，都逐渐退出了历史的舞台：ArcNet 似乎已经过时，而 IBM 的 Token Ring 及苹果电脑公司的 Apple Talk 逐渐成为公司的私有物品，因为与开放网络的精神有违，所以限制了其自身的发展。

现今几乎所有的局域网都是基于以太网（Ethernet）实现的。它最早起源于美国夏威夷大学，后来不断发展完善，其相关技术已标准化。以太网标准推出后，3COM、AT&T 等大公司纷纷推出自己的以太网产品，使其得到了迅猛的发展。如今，以太网产品已遍布世界各地，它对计算机网络技术的发展起到了举足轻重的作用。以太网组建比较容易，各设备之间的兼容性较好，目前主流的服务器操作系统如 Windows NT Server 4.0、Windows 2000 Server、Windows XP Server、NetWare、Linux 和 UNIX，以及单机操作系统 Windows 9x/Me/2000/XP 都能够良好地支持以太网。以太网以其“易于组建、维护、管理”的特点，深深吸引了用户。现在采用以太网构建的局域网已近 90%，而且比例还在上升中。

当然随着应用需求的不断提高，也对局域网技术提出了新的挑战。为了迎合新的需求，科学家们也进行了不懈的研究，出现了一批像 FDDI 一样的新技术，使得局域网技术得到了长足发展。

2. 广域网

广域网（Wide Area Network，WAN）是基于传输距离较长的前提所发展的相关技术的集合，用于将大区域范围内的各种计算机设备和通信设备互连在一起组成一个资源共享的通信网络。其主要特点是：长距离、低速率、高成本。

广域网一般用电话线路，当然也可以用其他的媒介如光纤、卫星来建立。目前经常采用的几种电话线路技术如下。

（1）公用交换电话网（PSTN）：在大多数家庭中使用。

（2）综合业务数字网（ISDN）：最常用的是基带 ISDN，被分为三条信道，两条用于数据传输，一条用于控制，称为 2B+D，每条 B 信道速率为 64Kb/s，而 D 信道则为 16Kb/s。

（3）T1 线路：主要用于商业应用，其传输速率达到 1.544Mb/s。

广域网在平时的经济、政治活动中充当着越来越重要的角色，随着全球经济的进一步发展，对文件远程传输的要求也越来越多。不仅是参与远程联网的结点数据量在膨胀，而且传输的流量也在日益增大，从早期的文本文件的传输发展到现在的音频、视频文件的传输需求。无形地鞭策着广域网技术的进一步发展。

随着 ISDN（综合业务数字网）、FR（帧中继）、ATM（异步转移模式）、SMDS（交换式多兆位数据服务）等高速广域网技术的出现和发展，广域网不再是过去“老牛拉破车”一样的低传输速率，而是成为了信息时代的生命线——信息高速公路。

3. 城域网

伴着进军信息时代的号角，世界各地纷纷掀起了建设信息化新都市的热潮。为了更好地进行信息化都市的建设，一个范围为一个城市的计算机网络架设的具体技术研究工作分离出来。许多科研机构纷纷开始投身于研究如何整合现有的网络技术，让都市网络化、信息化。这就是城域网技术（MAN）。

城域网的覆盖范围介于局域网和广域网之间。

8.2 网络协议与标准

在计算机网络中有许多不同厂商提供的计算机设备、网络设备，它们是靠什么如此有序地完成通信任务的呢？要想成功地通信，就必须具有相同的语言。交流什么、怎样交流、何时交流，都必须有一个双方都能够互相接受的规则。这些规则的集合就称为协议。它可以定义两个实体间控制数据交换的规则集合。

简单地说，网络通信协议，就是计算机网络通信实体之间的语言，就像人与人之间通信、交流所使用的语言一样。类似地，不同的网络结构可能使用不同的网络协议。

8.2.1 OSI 网络层次模型

为了使不同厂商提供的计算机设备、网络设备互联互通，国际标准化组织（International Standard Organization, ISO）在1979年建立了一个专门的分委员会来研究和制订一种开放的、公开的、标准化了的网络结构模型。这就是著名的“开放系统互连参考模型”（Open System Interconnection, OSI）的协议模型。它定义了一套用于连接异种计算机的标准框架。由于ISO组织的权威性，加上人们需要一个相互兼容、共同发展的新的网络体系，所以OSI参考模型成为各大厂商努力遵循的标准。

时值今天，虽然许多网络协议并不是完全与它一致的，但由于都是根据它来制订的，所以确保了它们的开放性和兼容性。从某种意义上说，OSI参考模型已成为计算机网络协议的“金科玉律”。

1. OSI 模型特点

OSI参考模型采用了一种分层结构对网络中两点之间的通信过程进行理论化的描述。它并不规定支持每一层的硬件或软件的模型，但是网络通信的每个过程均能与某一层相对应。

标准的OSI参考模型把网络通信的结构分成7层（如表8-1所示）：应用层（Application Layer）、表示层（Presentation Layer）、会话层（Session Layer）、传输层（Transport Layer）、网络层（Network Layer）、数据链路层（Data Link Layer）、物理层（Physical Layer）。

表8-1 OSI七层结构

7. 应用层（Application）
6. 表示层（Presentation）
5. 会话层（Session）
4. 传输层（Transport）
3. 网络层（Network）
2. 数据链路层（Data Link）
1. 物理层（Physical）

除了最低层物理层之外，每一层的功能都是建立在它的下层协议上的，每一层按照一定的接口形式向上一层提供一定的服务，而把实现这一服务的细节屏蔽。这样就可以保证每一层的工作与其他各层不重复，层次分明，既易于理解分析，又易于生产商提供相应的设备，每一层各司其职，经过逐层工作后，数据就可以在网络上传输了。OSI只是一个通信框架，并不在具体的通信过程中起作用，真正的通信是由适当的软、硬件实现的，它定义了：

- (1) 网络设备之间如何交互，如果使用不同的通信协议，如何通信；
- (2) 网络设备决定何时发送数据的具体方法；

- (3) 保证网络传输被正确接收的机制;
- (4) 网络拓扑结构设计的依据;
- (5) 如何确保网络设备提供一定的速率;
- (6) 网络传输介质上数据流的含义。

2. 物理层

物理层（如图 8-1 所示）的所有协议就是人为规定了不同种类传输设备、传输媒介如何将数字信号从一端传送到另一端，而不管传送的是什么数据。

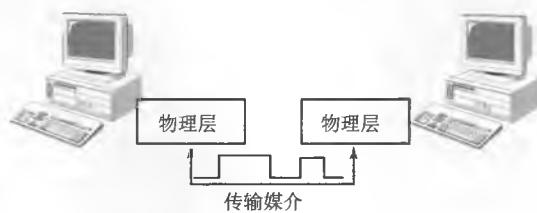


图 8-1 物理层原理示意图

它是完全面向硬件的，它通过一系列协议定义了通信设备机械的、电气的、功能的、规程的特性。

- (1) **机械特性：**规定线缆与网络接口卡的连接头的形状、几何尺寸、引脚线数、引线排列方式、锁定装置等一系列外形特征；
- (2) **电气特性：**规定在传输过程中多少伏特的电压代表“1”，多少伏特代表“0”；
- (3) **功能特性：**规定连接双方每个连接线的作用，用于传输数据的数据线，用于传输控制信息的控制线，用于协调通信的定时线，用于接地的地线；
- (4) **过程特性：**具体规定了通信双方的通信步骤。

该层常见的网络设备有：中继器、集线器、调制解调器。

3. 数据链路层

数据链路层（如图 8-2 所示），在物理层已能将信号发送到通信链路中的基础上，负责建立一条可靠的数据传输通道，完成相邻结点之间有效地传送数据的任务。

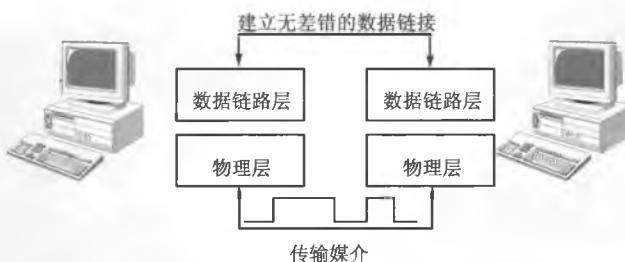


图 8-2 数据链接层原理示意图

正在通信的两个站在某一特定时刻，一个发送数据，一个接收数据。数据链路层通过一系列协议将实现以下功能。

(1) 封装成帧：把数据组成一定大小的数据块，我们称之为帧。然后以帧为单位发送、接收、校验数据；

(2) 流量控制：对发送数据的一方，根据接收站的接收情况，实时地进行传输速率控制，以免出现发送数据过快，接收方来不及处理而丢失数据的情况；

(3) 差错控制：对接收数据的一方，当接收到数据帧后对其进行检验，如果发现错误，则通知发送方重传；

(4) 传输管理：在发送端与接收端通过某种特定形式的对话来建立、维护和终止一批数据的传输过程，以此对数据链路进行管理。

就发送端而言，数据链路层将来自上层的数据按一定规则将比特流送到物理层处理；就接收端而言，它通过数据链路层将来自物理层的比特流合并成完整的数据帧供上层使用。最典型的数据链路层协议是 IEEE 开发的 802 系列规范，在该系列规范中将数据链路层分成了两个子层：逻辑链路控制层（LLC）和介质访问控制层（MAC）。

(1) LLC 层：负责建立和维护两台通信设备之间的逻辑通信链路；

(2) MAC 层：就像交通指挥中心控制汽车通行的车道一样，控制多个信息复用一个物理介质。MAC 层提供对网卡的共享访问与网卡的直接通信。网卡在出厂前会被分配唯一的由 12 位十六进制数表示的 MAC 地址，MAC 地址可提供给 LLC 层来建立同一个局域网中两台设备之间的逻辑链路。

IEEE 802 规范目前主要包括以下内容。

- 802.1：802 协议概论；
- 802.2：逻辑链路控制层（LLC）协议；
- 802.3：以太网的 CSMA/CD（载波监听多路访问/冲突检测）协议；
- 802.4：令牌总线（Token Bus）协议；
- 802.5：令牌环（Token Ring）协议；
- 802.6：城域网（MAN）协议；
- 802.7：宽带技术协议；
- 802.8：光纤技术协议；
- 802.9：局域网上的语音/数据集成规范；
- 802.10：局域网安全互操作标准；
- 802.11：无线局域网（WLAN）标准协议。

该层常见的网络设备有：网桥、交换机。

4. 网络层

网络层，用于从发送端向接收端传送分组，负责确保信息到达预定的目标。看到这里，也许读者会觉得不可思议，不是数据链路层已经保证了相邻结点之间无差错传送数

据帧了吗？那么网络层到底有什么用呢？它存在的主要目的就是解决以下问题。

(1) 通信双方并不相邻的问题。在计算机网络中，通信双方可能是相互邻接的，但也可能并不是邻接的，这样当一个数据分组从发送端发送到接收端的过程中，可能要经过多个其他网络结点，这些结点暂时存储“路过”的数据分组，再根据网络的“交通状况”选择下一个结点将数据分组发出去，直到发送到接收方为止。

(2) 异构网络的互连问题。正如前面所阐述的一样，由于OSI参考模型是出现在许多网络协议之后的，它就必须为使用这些已经存在的网络协议的计算机网络之间的相互通信做出贡献。事实上，网络层的一些协议解决了这样的异构网络的互连问题。

工作在网络层上的协议主要有IP协议和IPX协议，其工作原理如图8-3所示。

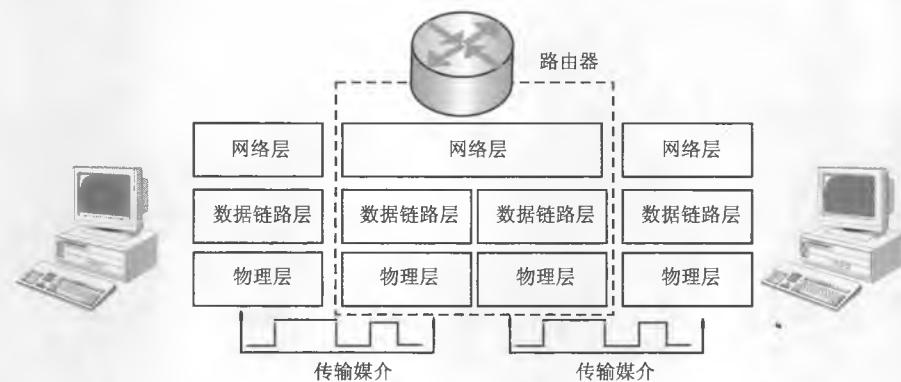


图8-3 网络层原理示意图

该层常见的网络设备有：路由器、三层交换机。

5. 传输层

传输层，实现发送端和接收端的端口到端口的数据分组传送，负责保证实现数据包无差错、按顺序、无丢失和无冗余地传输。在传输层上，所执行的任务包括检错和纠错。它的出现是为了更加有效地利用网络层所提供的服务。它主要体现在以下两方面。

(1) 将一个较长的数据分成几个小数据报发送。这是由于实际在网络上传递的每个数据帧都是有一定大小限制的。假设如果我们要传送一个字串“123456789”，它太长了，网络服务程序一次只能传送一个数字（当然在实际中不可能这么小，这里仅是为了方便讲解而做的假设），网络就需要将其分成9次来传递。就发送端而言，当然是从1传到9，但是由于每个数据分组传输的路径不会完全相同（因为它是要根据当时的网络“交通状况”而选择路径的），先传送出去的包，不一定会先被收到，因此接收端所收到的数据的排列顺序是与发送的顺序不同的。传输层的协议就给每一个数据组加入排列组合的记号，以便接收端能根据这些记号将它们“重组”成原来的顺序。

(2) 解决通信双方不只是一个数据连接的问题。这个问题从字面上可能不容易理解，实际上就是指，比如我用电脑与另一台电脑连接复制数据的同时，又通过一些交谈

程序进行对话。这个时候，复制的数据与对话的内容是同时到达的，传输的协议还负责将它们分开，分别传给相应的程序端口，这也就是端到端的通信。

工作在传输层的协议有：TCP、UDP、SPX，其中TCP和UDP都属于TCP/IP协议族。

6. 会话层

会话层主要负责管理远程用户或进程间的通信。该层提供如名字查找和安全验证等服务，允许两个程序能够相互识别并建立和维护通信连接。会话层还提供数据同步和检查点功能，这样当网络失效时，会对失效后的数据进行重发。在OSI参考模型中，会话层的规范具体包括以下内容。

- (1) 通信控制；
- (2) 检查点设置；
- (3) 重建中断的传输链路；
- (4) 名字查找和安全验证服务。

7. 表示层

表示层以下的各层只关心从源地到目的地可靠地传输数据，而表示层则关心的是所传送信息的语义与语法。它负责将收到的数据转换为计算机内的表示方法或特定的程序的表示方法。也就是说，它负责通信协议的转换、数据的翻译、数据的加密、字符的转换等工作。在OSI参考模型中表示层的规范具体包括以下内容。

- (1) 数据编码方式的约定；
- (2) 本地句法的转换。

各种表示数据的格式的协议也属于表示层，例如，MPEG、JPEG等。

8. 应用层

应用层是直接提供服务给使用者的应用软件的层，比如电子邮件、在线交谈程序都属于应用层的范畴。应用层可实现网络中一台计算机上的应用程序与另一台计算机上的应用程序之间的通信，而且就像在同一台计算机上一样。在OSI参考模型中应用层的规范具体包括以下内容。

- (1) 各类应用过程的接口；
- (2) 提供用户接口。

9. OSI参考模型的工作模式

首先，发送端由应用层的软件产生通信数据，然后各个层均对这些数据进行相应的处理，最后将它转换成比特流，通过物理层的传输介质来传送到接收端。接收端从物理层获得比特流，然后逐层分析，最后将发给相应层的数据，传给相应层。

10. OSI参考模型小结

最后，用表8-2对OSI模型进行小结。

表 8-2 OSI 参考模型总结

层	功能描述	对应协议
应用层	用户接口，具体的网络应用	HTTP、Telnet、FTP、SMTP、NFS…
表示层	主要是定义数据格式，加密也属于该层	JPEG、ASCII、GIF、DES、MPEG…
会话层	定义了如何开始、控制和结束一个会话，包括对多个双向消息的控制和管理，以便在只完成连续消息的一部分时可以通知应用，从而使表示层看到的数据是连续的	RPC、SQL、NFS…
传输层	包括是否选择差错恢复协议，还是无差错恢复协议，这一层还在同一主机上对不同应用的数据流输入进行复用，还完成数据包的重新排序功能	TCP、UDP、SPX…
网络层	该层对端到端的包进行定义。为了实现端到端的包传输功能，网络层定义了能够标志所有端点的逻辑地址。为了包能够正确地传输，还定义了路由实现方式和路由学习方法，同时还定义了包的分段方法	IP、IPX
数据链路层	该层定义了在一个特定的链路或媒体上获取数据	IEEE 802.3/2、HDLC、PPP、ATM…
物理层	定义了有关传输媒体的物理特性的标准	RS232、V.35、RJ-45、FDDI…

8.2.2 局域网协议

局域网技术由于具有规模小、组网灵活和结构规整的特点，所以极易形成标准。事实上，局域网技术也是所有计算机网络技术中标准化程度最高的一部分。国际电子电气工程师协会 IEEE 早在 20 世纪 70 年代就制订了三个局域网标准：IEEE 802.3（CSMA/CD，以太网）、802.4（Token Bus，令牌总线）、802.5（Token Ring，令牌环）。由于它已被市场广泛接受，所以 IEEE 802 系列标准已被 ISO 采纳为国际标准。而且随着网络技术的发展，又出现了像 802.7（FDDI）、802.3u（快速以太网）、802.11（无线局域网）、802.12（100VG-AnyLAN）、802.3z（千兆以太网）等新一代网络标准。局域网协议是工作在数据链路层上的。

1. 以太网/IEEE 802.3

以太网采用的是“存取方法”，是带冲突检测的载波监听多路访问协议（CSMA/CD）技术。现在以太网主要包括以下三种类型，而且现在还在继续向前发展。

- IEEE 802.3 中所定义的标准局域网，速度为 10Mb/s，传输介质为细同轴电缆；
- IEEE 802.3u 中所定义的快速以太网，速度为 100Mb/s，传输介质为双绞线；
- IEEE 802.3z 中所定义的千兆以太网，速度为 1000Mb/s，传输介质为光纤或双绞线。

(1) 存取方法。虽然以太网技术已有了很大的发展，但是它们所采用的“存取方法”都是基于 CSMA/CD 发展而来的。CSMA/CD（Carrier-Sense Multiple Access with

Collision Detection)，载波侦听多路传送碰撞检测技术。它让整个网络上的设备都以竞争的方式来抢夺传送数据的权力，它的工作原理如下所述。

- 每当网络上的设备将数据送上传输线路时，都事先监听传输线路上是否有数据正在传输，如果没有，就将数据包送出去；
- 如果侦测到线路上正好有数据在传输，则继续监听网络，直到数据传输结束，再将自己在传送的数据传送出去；
- 还有一种情况是网络上有两台电脑同时要开始传输数据，而同时开始监听，这时线路恰好是空闲的，两台机器同时通过传输线路传输数据，这时就发生了“碰撞”。当遇到这种情况的时候，两台电脑同时终止传送，然后继续监听线路。

(2) 802.3——10Mb/s 以太网。这个标准是由 IEEE 802.3 委员会根据以太网技术总结出来的一个标准。它定义了一系列面向不同的传输媒介的、传输速率为 10Mb/s 的以太网规范。用以下表示法来区别：

<用 Mb/s 计的传输速率><信号发式><用百米计的最大段的长度/线缆类型>

其中定义过 10BASE5、10BASE2、10BASE-T、10BASE-F 等几种（需要注明的是，其中 10BASE-T 与 10BASE-F 的最后一项就是以线缆类型进行命名的，其中 T 代表双绞线，F 代表光纤）。表 8-3 是对它们进行的简单介绍。

表 8-3 IEEE 802.3 规范一览表

	10BASE5	10BASE2	10BASE-T	10BASE-F
传输媒体	同轴粗缆	同轴细缆	非屏蔽双绞线	850nm 光纤对
编码技术	基带技术	基带技术	基带技术	
拓扑结构	总线型	总线型	星型	星型
最大段长度	500m	185m	100m	500m
每段结点数	100	30	-	33

(3) 802.3u——100Mb/s 快速以太网。随着计算机技术的不断发展，10Mb/s 的网络传输速度实在无法满足日益增大的网络的需求。人们就开始寻求更高的网络传输速度。但是由于 802.3 已被广泛应用于实际中，所以为了能够在它的基础上进行轻松升级，802.3u 充分考虑到了向下兼容性：它采用了非屏蔽双绞线（或屏蔽双绞线、光纤）作为传输媒介，采用与 802.3 一样的介质访问控制层——CSMA/CD。802.3u 常称为快速以太网。

根据实现的介质不同，快速以太网可以分为 100BaseTX、100BaseFX 和 100BaseT4 三种，如表 8-4 所示。

(4) 802.3z——1000Mb/s 千兆以太网。20 世纪 90 年代中期，随着各种新的网络技术的推出，仅有 100Mb/s 传输速度的以太网似乎已经发展到了极限，“以太网被淘汰了”的说法让以太网技术一度低迷。许多对网络速度要求更高的计算机网络不得不采用

一些新的网络技术（如 ATM 技术）来解决他们的问题。然而，1000Mb/s 的千兆以太网的推出，如同给以太网技术注入一剂“强心针”，使以太网技术迅速重新崛起。

表 8-4 IEEE 802.3u 规范一览表

	电缆类型	线束数	最大网段长度	网络最大直径
100BaseTx	5 类非屏蔽双绞线/1、2 类 STP	2 对	100m	200m
100BaseFx	62.5/125 多模光纤	2 束	400m	400m
100BaseT4	3 类非屏蔽双绞线	4 对	100m	200m

它在 780nm 光纤上或超 5 类非屏蔽双绞线上运行。值得一提的是，为了给千兆以太网提供更好的传输媒介，非屏蔽双绞线也推陈出新，不断地发展。首先是在 5 类双绞线的基础上进行改进，以适应千兆以太网的需要，接着又发展到了超 5 类、6 类线。

IEEE 802.3z 的出现向世人证明了以太网的“青春仍在”，而研究以太网技术的科学家们并没有因此而停止进一步研究，而是大胆地推进了万兆以太网的研究工作，我们拭目以待，相信以太网的奇迹仍然会出现。

2. 令牌环网/IEEE 802.5

令牌环网是业界老大 IBM（国际商用机器）公司于 20 世纪 70 年代开发出来的，至今仍然沿用于 IBM 内部局域网的一种局域网技术。它在局域网中的流行性仅次于以太网。它还有一种变形，就是令牌总线/IEEE 802.4。

它的传输介质虽然没有明确定义，但主要基于屏蔽双绞线、非屏蔽双绞线两种。它的拓扑结构可以有多种：环型（最典型，是原意）、星型（实际上采用得最多）、总线型（一种变形）。

(1) 存取方法——令牌环控制。首先，令牌环网在网络中传递一个很小的帧，称为“令牌”，只有拥有令牌环的工作站才有权力发送信息。

令牌在网络上依次按顺序传递。

当工作站要发送数据时，等待捕获一个空令牌，然后将要发送的信息附加到后边，发往下一站，如此直到目标站，将令牌释放。

如果工作站要发送数据时，经过的令牌不是空的，则等待令牌释放。

(2) 与以太网的比较。从上面的介绍中，我们明显感觉到令牌环网的缺点，那就是协议过于复杂，所以造成了不必要的带宽开支，使令牌环网的速度比以太网慢得多。

当然，令牌环网也有它的优点，它可以定制每个站持有令牌的时间，使整个网络是“确定性”的。

3. FDDI/光纤分布式数据接口

FDDI（Fiber Distributed Data Interface），光纤分布式数据接口。它是由美国国家标准协会 X3T9.5 委员会制订的光纤环网标准。FDDI 采用了类似令牌环网的协议，用光

纤作为传输介质，数据传输率可达到 100Mb/s，环路长度可扩展到 200km，连接的站点数可以达到 1000 个。

FDDI 网络在过去的 10 年中有了迅速的发展，主要的网络产品制造商有 DEC、AT&T 等，绝大部分的 FDDI 都是用于 LAN 的骨干网。

8.2.3 广域网协议

在地域分布很远、很分散，以致无法用直接连接来接入局域网的场合，广域网（WAN）通过专用的或交换式的连接把计算机连接起来。这种广域连接可以是通过公众网建立的，也可以是通过服务于某个专门部门的专用网建立起来的。

相对来说，广域网显得比较错综复杂，主要是用于广域传输的协议比较多：PPP（点对点协议）、DDN、ISDN（综合业务数字网）、X.25、FR（帧中继）、ATM（异步传输模式）等。

1. PPP 点对点协议

PPP 点对点协议主要用于“拨号上网”这种广域连接模式。一般来说，一些无法使用专门的网络线连接的双方（比如说家庭用户、移动用户）需要广域相连接的时候，就可以借助分布最广的公用交换电话网来实现。

当我们要浏览互联网上的网页的时候，首先通过调制解调器连接到电话线上，然后将在远方服务器的内容通过电话线传送到自己的计算机中。或者当大家要发送电子邮件的时候，就可以将写好的电子邮件从电话线中传送出去。

另外，两个不同城市的两台计算机要互相传送数据，也可以通过装在两台计算机上调制解调器，让其中一台呼叫另一台（拨打它的电话号码），而建立点对点的连接来实现的。

迄今为止，拨号上网还是绝大多数的家庭用户和小型办公室用户广域连接的一种最常用的手段。但是因为传输线路是模拟线路，所以传输速度较慢。

2. ISDN 综合业务数字网

ISDN 经历了一个极为漫长的“进化”过程。如果你常看一些网络界的时报，一定不会在 10 年之前就对它有所耳闻。在它出现的时候，远程通信界的专家们都声称它是未来的公共电话、电信接口。但是它的不够经济却严重地阻碍了它的广泛应用。

中国电信用了一个形象的名字“一线通”描述出它的特点：ISDN 将数据、声音、视频信号集成进一根数字电话线路，提供有效、经济的途径，将用户与高带宽数字服务相连。

ISDN 可分为 N-ISDN（窄带 ISDN）和 B-ISDN（宽带 ISDN）两种。

其中常用于家庭及小型办公室的是 N-ISDN，它提供的基本速率接口（BRI）服务由 2 个 B 信道和 1 个 D 信道组成（2B+D），其中 B 信道为 64Kb/s，D 信道为 16Kb/s。

而 B-ISDN 提供的主要速率接口（PRI）则根据不同的国家而不尽相同。在北美、日本为 23 个速率 64Kb/s 的 B 信道和 1 个速率也为 64Kb/s 的 D 信道，总速率为 1.544Mb/s，即 23B+D。在欧洲、澳洲及其他国家，一般则是由 30 个速率 64Kb/s 的 B 信道和 1 个速率也为 64Kb/s 的 D 信道构成，总的接口速率可达到 2.048Mb/s，也就是 30B+D。

3. xDSL

xDSL 是 DSL（Digital Subscriber Line）的统称，即数字用户线路，是以铜电话线为传输介质的传输技术组合。DSL 技术主要分为对称和非对称两大类。

(1) HDSL (高速对称 DSL)：是 xDSL 技术中最成熟的，它利用两对双绞线传输，支持 Nx64Kb/s 和多种速率，最高可达 E1 速率。

(2) SDSL (对称 DSL)：利用单对双绞线传输，支持多种速率，最高到 T1/E1。

(3) MVL：Paradyne 公司开发的低成本对称 DSL 传输技术，可以提供上下行 768Kb/s，传输距离可达 6km。

(4) ADSL (非对称 DSL)：利用现有铜双绞线（即普通电话线），提高到 8Mb/s 下行速度，1Mb/s 上行速度，传输距离 3km 到 5km。

4. DDN 数字专线

我国邮电部于 1994 年 10 月完成了全国数字数据骨干网的一期建设。这个网络是利用光纤、数字微波或卫星数字交驻连接设备组成的数字数据业务网。这些数字线路用于出租给最终用户。

由于在我们使用 PPP 协议拨号上网的时候，发送、接收数据所通过的电话线路是不明确的，速率根据当时线路的拥塞情况不同而不同，所以它的传输是低速且不稳定的。

对于某些需要更高的传输速度和质量的用户，就可以租用 DDN 线路来实现。租用了 DDN 线路，就等于在用户与电信局端直接用一条定制带宽的专用电话线路相连，显然这能大大提高整个数据传输的稳定性和速度。这项业务开通后，受到了用户的广泛好评，并且广泛被采用。

在 DDN 的客户端需要一个称为 DDN MODEM 的 CSU/DSU 设备，以及一个路由器，它的价格与 DDN 线路的带宽相关，一般来说，开通一个 DDN 客户端的费用在 1.5 万元左右。

5. X.25

X.25 是历史最悠久的广域数据传输协议。尽管它是所有广域数据传输协议的鼻祖，而且也曾经为广域传输做出了很大的贡献，然而现在它似乎已经走到了尽头，X.25 的应用越来越少了。

6. FR 帧中继

作为 X.25 网络协议的发展，帧中继是一种高性能的广域网协议。它是 X.25 的一个简化版本，省去了 X.25 的一些强制功能，如提供窗口技术和数据重发功能，这是因为帧中继的设计是以网络的传输环境已经有了很大的提高为前提的。

1990 年，Cisco、Digital Equipment、Northern TeleCom 和 StartaCom 等公司组成一个联合体，共同开发了帧中继技术。此后，帧中继技术有了迅猛发展。

从整个连接上，帧中继与 X.25 相当类似。但它在数据分组确认和差错校验方法上有了很大的简化，而且分组的转发也有了改变。帧中继只要接到分组头，就开始转发，这样进一步提高了速度。但是，需要强调的是，帧中继在网络环境不好的情况下，将无法像 X.25 那样提供较好的传输质量，而且可能会使传输质量急剧下降。

7. ATM 异步传输模式

ATM 是这几年兴起的一种宽带网络技术。许多业界人士都认为 ATM 技术给计算机网络带来巨大的革新。甚至有些商家认为它是这 10 年来最有意义的网络技术。

虽然我们在这里将 ATM 技术划在广域网部分来介绍，但 ATM 却可以将局域网功能、广域网功能、语音、视频和数据集成进一个统一的协议。正是它的高度统一性和良好的可扩展性，给计算机网络技术掀开了新的一页，它具有以下优点。

- (1) **速度：**ATM 支持高达 622Mb/s 的传输率；
- (2) **可扩展性：**ATM 允许在现存结构中增加带宽和端口密度；
- (3) **高传输质量 QoS：**它保证了传输服务的 QoS，这也是一般网络技术所不具备的；
- (4) **一体化安装：**ATM 提供了端到端解决方案的潜力，这意味着它的应用可以从桌面到局域网，一直延伸到广域网。

根据 ATM 技术的特点与其约束，它可以适合于以下几种应用。

- 由于 ATM 技术提供了基于专用带宽的设计和数据优先级设计，因此特别适合多媒体和视频应用；
- ATM 技术具有良好的扩展能力及高性能的网络传输能力，适合构架骨干网；
- 由于 ATM 具有高性能的无缝集成广域网和局域网的能力，所以被广泛地应用于广域网建设中。

8.2.4 因特网协议

世界上最大的广域资源网就是 Internet，即因特网。它的通信协议基础就是著名的 TCP/IP 协议族。

8.3 网络结构与通信

计算机网络的结构又称为拓扑结构，通常包括三种基本形式：总线型拓扑、星型拓扑、环型拓扑。其他的拓扑形式都是从这三种拓扑结构中衍生而来的。

8.3.1 总线型拓扑结构

总线型拓扑结构，顾名思义，就是指在这种拓扑结构中所有的电脑用电缆将整个网络从头串到尾。这是所有的网络拓扑结构中最基本、也是最简单的一种。

这种拓扑结构具有所需电缆少、布线容易、单点可靠性高的优点，不过它也存在着一些不足。

(1) 故障诊断困难：由于在总线结构中，只要有一个结点失效，将引起整个网络失效。所以出现故障时，必须一个结点一个结点地检测，以便发现问题之所在。

(2) 对站点要求较高：因为接在总线上的所有站点发送和接收的数据都通过共用的总线，所以每个站点要有介质访问控制功能，以便与其他站点有序地共享总线。因此，增加了每个站点的软硬件费用。

8.3.2 星形拓扑结构

星形拓扑结构，是由中央结点和通过点到点链路连接到中央结点的各站点组成的，是现在用得最多的一种网络拓扑结构，它的结构如图 8-4 所示。

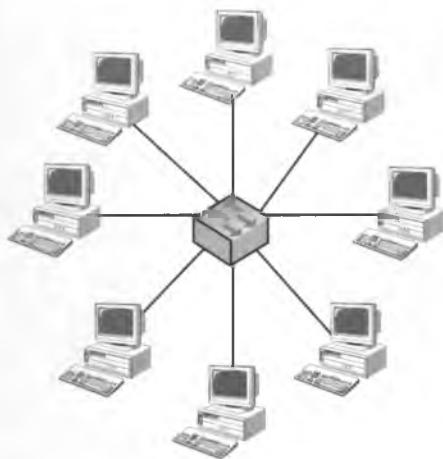


图 8-4 星形拓扑结构示意图

由于整个网络由中央结点执行集中式通信控制管理，因此中央结点相当复杂，而各个站点的通信处理的负担都很小。一般在星型拓扑结构的中央结点是一个称为集线器（或交换机）的设备，负责将各个站点的数据广播转发，或直接转发给接收方结点，具体实现根据其复杂性不同而不同。

这种拓扑结构具有以下优点。

(1) 整体可靠性高：由于在星型拓扑结构中，每一个连接只连接一个设备，所以当连接出现故障时不会像总线型那样全线瘫痪，而只影响一个设备，这样就使整个网络具有较高的整体可靠性。

(2) 故障诊断容易：由于每个站点都是直接连接到中央结点上的，所以，故障是十分容易检测和隔离的。只要确定哪个站点通信出现问题，就能确定出故障的通信连接。

(3) 对站点要求不高：由于每一个站点都占用了一条专有的连接，所以不存在控制如何访问传输媒介的问题。这样就不像总线型网络那样需增加这方面的软件。

就像世界上任何事物一样，有利就有弊，星形拓扑结构虽然解决了不少问题，但同时也带来了新的不足。

(1) 所需电缆多：由于每个站点均需要专有的电缆与中央结点相连，所以整个网络需要使用更多的电缆。

(2) 整个网络可靠性依赖中央结点：很明显，如果星型网络的中央结点出现故障，那么全网也就肯定不可能工作。

8.3.3 环形拓扑结构

环形拓扑结构，顾名思义，就是指所有站点被绕成一圈的电缆所连接起来，整个结构看起来像是一个圆圈，它的结构如图 8-5 所示。

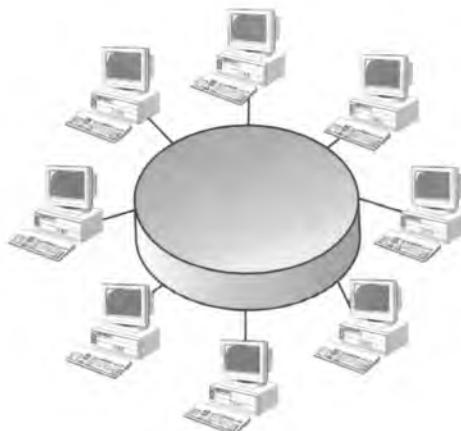


图 8-5 环形拓扑结构示意图

整个网络的电缆绕成一圈，整条电缆并没有头尾之分。从串接的方式上看，与总线型拓扑结构相当类似，同样是由一条条电缆将相邻两个站点连接起来。但它的信号传递方式却大不相同。在环形拓扑结构中，环中有一个控制发送数据权力的“令牌”，它在环中流动。如果站点要发送数据，要先等待空的“令牌”到来，然后将要发送的数据附在“令牌”的后边，绕环传送，经过的每一个站点都接收、判断，如果是发给自己站点的数据则接收，否则将数据再次送往环中的下一站，如此周而复始。

这种拓扑结构具有以下优点。

(1) 所需电缆较少：因为环型拓扑结构也是共享传输介质的，所以所需的电缆与总线型拓扑结构一样，比较节省电缆。

(2) 适用于光纤：环型拓扑结构是单方向传输数据的，这个特点与光纤的传输特点相同。

环形拓扑结构存在以下方面的不足。

(1) 整体可靠性差：由于所有的站点是一个挨着一个相连的，如果某一个结点之间的连接出了故障，则整个网络的通信也就中断了。

(2) 诊断故障困难：同样道理，当网络的通信中断要检测原因时，由于任何一个结点出现问题都可能导致整个网络中断，所以也要挨个站点检测。

(3) 对站点要求高：由于在数据传输中，“令牌”起到决定性作用，因而它所有的网络接入设备较复杂，也比其他的网络接入设备昂贵。

8.3.4 其他拓扑结构

以上介绍的3种拓扑结构是最基本、最常用的计算机网络拓扑结构。但是由于计算机网络的使用族群越来越多，这些基本的拓扑结构已无法满足使用者的需要，这样就衍生出了一些混合的拓扑结构。主要有星型总线拓扑、星型环拓扑。

8.3.5 拓扑结构的选择

在计算机网络的实际架设中都离不开几种常用的拓扑原型，了解它们，对于研究和规划网络系统将受益匪浅。

如果您所规划的网络，是一个电脑数量不多，而电脑所在位置相当集中，甚至在一个办公室中，网络间的传输量不大，当然您可以不花什么心思去考虑用什么拓扑结构了，因为使用哪一种都不会带来太大的差别。但是，计算机网络一旦规划、建立完成，往往有一个较长的生命周期，如果不预留成长空间，通常认为这是一种失败的网络规划。

具体地说，因为每一种拓扑结构都有其优缺点，当选择了一种拓扑结构虽然享受到它带来的优点，却也不自觉地采用了它的缺点。如果事先没对它所带来的缺点有所考虑，就可能使整个网络性能大打折扣，应考虑的主要因素有以下几点。

(1) 总成本: 不管选用什么样的传输介质，都需要安装，安装费用的高低和拓扑结构的选择有密切的关系。

(2) 灵活性: 当加入或移出结点时，不同的拓扑结构所花去的代价是不同的，有的易于改变配置，有的则十分困难。

(3) 可靠性: 不同的网络拓扑结构在不同的环境下，其可靠性能会有很大差别的。这个因素是十分重要的。

8.4 Internet 和 Intranet 初步

8.4.1 Internet 网络协议

在 20 世纪 70 年代中期，美国高级国防研究项目署（DAPRA）为了建立一个适应战争的连通全国军部的大型网络 APRANET，就掀开了这种异种网络互连的先河。为了完成这个网络的建设，DAPRA 投入了大量的人力物力，最后在许多大学的参与下，制订了一系列的协议，并且高效地完成了网络互联的任务。这一系列的协议就是著名的 TCP/IP 协议。

TCP/IP 协议是当今世界上最流行的开放系统协议集。它正在支撑着 Internet（国际互联网）的正常运转。下面我们一起来看看 TCP/IP 协议集的组成，如表 8-5 所示。

表 8-5 TCP/IP 协议集与 OSI 各层的对应关系

应用层	FTP TELNET
表示层	SMTP HTTP
会话层	SNMP
传输层	TCP UDP
网络层	ICMP IP 路由选择协议
数据链路层	ARP RARP
物理层	任意

下面我们一起看看，它们是如何协作而将各种异构的网络互联起来，提供一个统一的通信体系结构的。

1. IP 及相关协议

由于各种网络协议主要是定义了物理层和数据链路层。要让这些在最底层不同的网络能够形成一个统一的通信大网，则必须在更高的一层——网络层得到统一。

相对应地，IP 协议（Internet Protocol）就是运行在网络层上，为实现这样的功能而设计的。它为这个统一的大网规定了地址访问信息及一系列相关的信息，它是整个 TCP/IP 协议集的最核心协议之一。

(1) IP 地址。为了让连接在整个大网上的主机能够相互通信，IP 协议给每一台主机分配一个唯一的地址，这个地址就叫 IP 地址。

IP 地址的长度为 32 位，它分为网络号和主机号两部分。网络号标志一个网络，一般网络号由互联网络信息中心（InterNIC）统一分配。主机号用来标志网络中的一个主机，它一般由网络中的管理员来具体分配。一个由 32 位二进制数构成的 IP 地址是难以阅读的。为了平时更好地记忆和使用，人们就将它分成 4 组，每组 8 位，然后每组都以十进制数表示，并用小圆点分开。这种表示方法又称为“点分十进制表示法”。举例如下。

IP 地址： 11001010011001010110100101000010

分成 4 组： 11001010 01100101 01101001 01000010

用十进制数表示： 202 101 105 66

用小点隔开： 202 . 101 . 105 . 66

这样我们就得到了用点分十进制表示的 IP 地址：202.101.105.66。

(2) IP 地址的分类。IP 地址分成了网络号和主机号两部分，网络号部分所占字长直接决定了整个互联网可以为多少个网络分配 IP 地址；主机号部分所占字长也直接决定了所包含网络中最大的主机数。然而，由于整个互联网所包含的网络规模可能比较大，也可能比较小，设计者最后聪明地选择了一种灵活的方案：将 IP 地址划分成不同的类别，每一类具有不同的网络号位数和主机号位数。

如图 8-4 所示，IP 地址的前 4 位用来决定地址所属的类别。

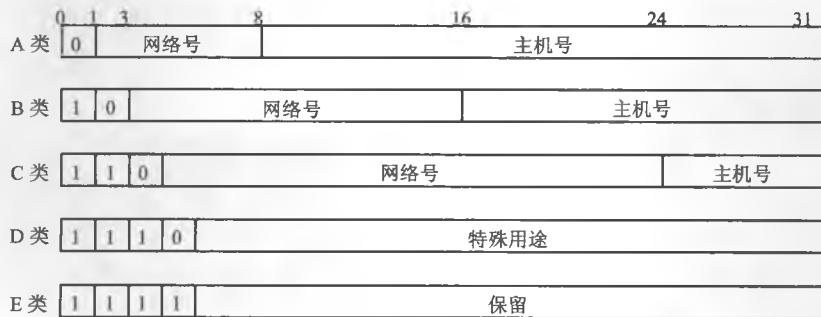


图 8-4 IP 地址分类

需要注意的是，在 IP 地址中，全 0 代表的是网络，全 1 代表的是广播。举个例子来说：假设一个单位的 IP 地址是 202.101.105.66，那么它所在的网络则由 202.101.105.0

来表示，而 202.101.105.255（8位全为1转成十进制为255）则代表向整个网络广播的地址。另外，127.0.0.1 被保留作为本机回送地址。IP 地址类别对照如表 8-6 所示。

表 8-6 IP 地址类别对照表

	A 类地址	B 类地址	C 类地址	D 类地址	E 类地址
地址格式	N.H.H.H	N.N.H.H	N.N.N.H	N/A	N/A
适用范围	大的组织	中型组织	小型组织	多目广播	保留
高位数字	0	10	110	1110	1111
地址范围	1.0.0.0 到 126.0.0.0	128.1.0.0 到 191.254.0.0	192.0.1.0 到 223.225.254.0	224.0.0.0 到 239.255.255.25 5	240.0.0.0 到 254.255.255.25 5
网络/主机位	7/24	14/15	22/8	N/A	N/A
最大主机数	16777214	65543	254	N/A	N/A

(3) 子网掩码。子网掩码是相对特别的 IP 地址而言的，如果脱离了 IP 地址就毫无意义。它的出现一般跟着一个特定的 IP 地址，用来为计算这个 IP 地址中的网络号部分和主机号部分提供依据，换句话说，就是在写一个 IP 地址后，再指明哪些是网络号部分，哪些是主机号部分。

子网掩码的格式与 IP 地址相同，对应的网络号部分用 1 填上，主机号部分用 0 填上。例如：一个 B 类地址：172.16.3.4，为了直观地告诉大家前 16 位是网络号，后 16 位是主机号，就可以附上子网掩码：255.255.0.0（11111111 11111111 00000000 00000000）。

(4) IPv6。现在的 IP 协议的版本号为 4，也称为 IPv4。它已经有了 20 年漫长的历史，为计算机网络互连做出了巨大的贡献。然而，因特网以人们不可想象的速度在膨胀，IPv4 不论从地址空间上，还是协议的可用性上都无法满足因特网的新要求。这样一个新的 IP 协议开始孕育而生，这个新版本 IP 协议，早先被称为 IPng，现在一般被称为 IPv6。

IPv6 的设计要点在于克服 IPv4 的地址短缺，无法适应对时间敏感的通信等缺点。值得一提的是，IPv6 将原来的 32 位地址扩展成为 128 位地址，彻底解决了地址缺乏的问题。然而，由于 IPv4 的广泛使用，而且充当重要的角色，立刻升级成新的协议是不大现实的，加上现在也出现了许多在 IPv4 上的改良技术，使用 IPv4 也能够应付现在的大部分网络互联要求。当然，随着时间的推移，新一代的 IP 协议将取代现有的 IPv4，为网络互联提供一个更稳定、更优秀的协议平台。

(5) ARP 地址解析协议。IP 地址是人为指定的，它并没有与硬件在物理上一对联系起来。那么，如何将 IP 地址与硬件联系起来呢？我们都知道，每一台 PC 或每一个终端都有一个硬件地址（根据网络类型的不同而不同），只要我们用一种规则将 IP 地址与硬件地址相对应起来，而在数据链路层的一些设备已经具备使用一个特定的硬件地址进行通信的能力，那么 IP 地址也就与每一个通信实体一对一联系起来了。

我们将一台计算机的 IP 地址映射成相对应的硬件地址的过程叫地址解析，相应地，这个解析过程的规范被称为地址解析协议（Address Resolution Protocol，ARP）。

(6) ICMP 因特网控制消息协议。IP 协议是一种尽力传送的通信协议，也就意味着其中的数据报仍可能丢失、重复、延迟或乱序传递。由此可见，IP 协议需要一种尝试避免差错并在发生差错时报告的机制。

TCP/IP 协议系列中包含了一个专门用于发送差错报文的协议，这个协议叫做 Internet 控制报文协议 ICMP（Internet Control Message Protocol），这一协议对一个完全标准的 IP 是不可或缺的。有趣的是，这两个协议是相互依赖的：IP 在需要发送一个差错报文时要使用 ICMP，而 ICMP 却也是利用 IP 来传送报文的。

2. 传输控制协议 TCP

TCP（Transmission Control Protocol），传输控制协议，是整个 TCP/IP 协议族中最重要的一个协议。它实现了一个看起来不太可能的事情：它在 IP 协议提供的不可靠数据服务的基础上，为应用程序提供了一个可靠的数据传输服务。

TCP 协议是怎样实现可靠性的呢？这是一个十分复杂的问题。但说到底，最重要的是 TCP 采用了一个叫重发的技术。具体来说，就是 TCP 发送数据时，发送方通过一种重发方案来赔偿包的丢失，而且通信双方都要参与。在 TCP 传输过程中，发送方启动一个定时器，然后将数据包发出，当接收方收到这个信息后给发送方一个确认。如果发送方在定时器到点之前没收到这个确认，就重新发送这个数据包。

传输控制协议（TCP）作为 TCP/IP 协议族中最主要的协议之一，它为应用程序直接提供了一个可靠的、可流控的、全双工的流传输服务。在请求 TCP 建立一个连接之后，一个应用程序能使用这一连接发送和接收数据。TCP 确保它们按序无错传递。最终，当两个应用结束使用一个连接时，它们请求终止连接。

除此之外，由于因特网在不断变化，因此 TCP 的重发超时必须具有适应性。在具体实现中，TCP 协议是使用了缓冲、流控、窗口和拥塞控制等一系列机制来实现。感兴趣的读者可以阅读关于这方面的文献。

3. 用户数据报协议 UDP

与 TCP 协议相对应的是 UDP（User Datagram Protocol），用户数据报协议。UDP 是一个简单的协议，由于它并没有显著地增加 IP 层的功能和语义。这为应用程序提供了一个不可靠、无连接的分组传输服务。因此，UDP 传输协议的报文可能会出现丢失、重复、延迟，以及乱序的错误，使用 UDP 进行通信的程序就必须负责处理这些问题。换句话说，就是采用 UDP 传输协议其实也无法避免前一节提到的不可思议的工作量增加问题。

既然 UDP 有这样的缺点，那么它为什么还有存在的必要呢？其实，世界上有许多问题都是十分矛盾的，TCP 协议虽然提供了一个可靠的数据传输服务，但是它是以牺牲通信量来实现的。也就是说，为完成一个同样的任务，TCP 会需要更多的时间和通

信量。这在网络不可靠的时候，用牺牲一些时间来换取可靠是值得的，但当网络十分可靠的情况下，TCP 又成为浪费带宽的“罪魁祸首”，这时 UDP 则以十分小的通信量浪费占据优势。

另外，在某些情况下，每个数据的传输可靠性并不十分重要，重要的却是整个网络的传输速度。例如语音传输，如果其中的一个包丢失了，重发也没用，因为这个语音数据已经是失效的，谁能想象一个你先听到一分钟后的语音，再听到一分钟前的语音的通信。

由上述可知，UDP 是顺应一些特定的数据传输需要而存在的。

8.4.2 Internet 应用

TCP 与 IP 协议为计算机网络提供了一个端到端通信的能力。而计算机网络的价值并不在计算机网络的本身，而是构建在它上面的各种各样的应用系统。在 Internet 上常用的应用包括以下方面。

1. DNS 域名服务

在用 TCP/IP 协议族架设的网络中，每一个结点都有一个唯一的 IP 地址，用来作为它们唯一的标志。然而，如果让使用者来记住这些毫无记忆规律的 IP 地址将是不可想象的。人们需要一种有记忆规律的字符串来作为唯一标记结点的名字。

然而，虽然符号名对人来说是极为方便的，但是在计算机上实现却不是那么方便。为了解决这个需求，应运而生了一个域名服务系统 DNS，它运行在 TCP 协议之上，负责将字符串——域名转换成实际相对应的 IP 地址。这样，它就在不改变底层协议的寻址方法的基础上为使用者提供了一个直接使用符号名来确定主机的平台。经过了十余年的发展完善，DNS 已经成为了一套成熟的机制，广泛地应用于 Internet，为成千上万的人服务。

2. WWW 万维网服务

提到因特网的使用，就一定会联想到大名鼎鼎的万维网服务（World Wide Web，WWW）。它是一个大规模在线式的信息储藏所，用户可以通过一个被称为浏览器的交互式应用程序来查找它所要的信息。

从技术上说，WWW 是一个支持交互式访问的分布式超媒体系统。超媒体系统直接扩充了传统的超文本系统。在这两个系统中，信息被作为一个文档集而存储起来，除了基本的信息外，还包含指向其他的文档。Web 文档用超文本排版语言（HTML）来撰写。除了文本外，文档还包括指定文档版面与格式的标签。在页面中可以包含图形、音频、视频等各种多媒体信息。

可以说，Web 服务已经成为一种最佳的信息发布媒体，许多著名的人士都认识到它的重要性，甚至可以认为，Web 服务是继报纸、广播、电视之后的新一代媒体。而且它以其独有的快捷有效、传播范围广的特征席卷全球。

在 WWW 中，依赖于标准化的统一资源定位器 URL (Uniform Resource Locator) 地址来定位信息的内容。在进行页面访问时，通常采用超文本传送协议 HTTP (Hypertext Transfer Protocol)，其服务端口就是 HTTP 服务端口。

3. E-mail 电子邮件服务

E-mail 服务最初是被设计为传统的办公室备忘录的简单扩展。像办公室备忘录一样，电子邮件信息由一个人创建，副本发送给其他人。也像办公室备忘录一样，电子邮件既方便、又不比普通通信开销大。

功能强大、使用简单的 E-mail 服务受到了大家的好评，以致许多用户将发送电子邮件到远地网点或从远地网点接收到电子邮件作为他们认识计算机网络的第一步。

4. FTP 文件传输服务

在网络出现以前，当人们需要在不同的计算机之间进行数据传输的时候，唯一可以借助的工具是，诸如磁带、磁盘之类的磁介质。在一台计算机中将数据写入磁介质，然后将磁介质人为地拿到另一台计算机上，再将其中的数据传送。如果是长距离的交换，还需要将这个磁介质通过邮寄等方式来传送。当人们使用网络来传输数据的时候，才感觉到这种方法是多么低效。

现在在 Internet 上传输文件使用最广泛的是文件传输协议 (File Transfer Protocol, FTP)。FTP 允许传输任意文件，并且允许文件具有所有权与访问权限（可以指定哪些人能访问你的哪些文件，甚至不能访问）。还有一个很重要的功能，它允许在 IBM PC 与 Macintosh 之间进行文件传输，这是一件多么激动人心的事呀！

基于 FTP 协议，可以架设一台专门供人们上传或下载文件的 FTP 文件服务器，还可以根据这些文件的性质对不同用户进行授权：将一些认为可以公开的内容开放给一些匿名用户（也就是任何人），将一些不可以公开的内容，根据实际情况给具备用户名和密码的用户。

文件传输服务提供了将整个文件副本从一台计算机传送到另一台计算机的功能，它日益成为许多计算机用户应用程序交流的好方法。正是这个原因，FTP 服务也成为一种应用极为广泛的服务。TCP/IP 协议族中包括两种文件传输服务：FTP 和 TFTP。FTP 功能更强，它支持面向命令的交互界面。TFTP 是使用 UDP 协议进行实际的数据传输，而 FTP 则使用 TCP 协议进行实际的数据传输。

5. Telnet 远程登录服务

在 TCP/IP 协议族中还包括一个简单远程终端协议——Telnet。Telnet 允许某个网点上的用户与另一个网点上的登录服务器（提供 Telnet 服务的服务器）建立 TCP 连接。Telnet 将用户键盘上的键入直接传递到远地计算机，好像用户是在连远程机器的本地键盘上操作一样。Telnet 也将远地机器的输出送回到用户屏幕上。这种服务称为“透明”服务，因为它给人的感觉好像用户键盘和显示器是直接连在远程机器上的一样。

Telnet 服务广泛应用于远程维护中，它使得维护一台远地的机器并不一定要在机器的面前，而只要通过网络，用 Telnet 远程登录进行相应的维护工作，当然有时这也成为网络安全中的一个缺口。

8.4.3 Intranet 初步

Intranet 是基于 Internet TCP/IP 协议，使用 WWW 工具，采用防止外界侵入的安全措施，为企业内部服务，并有连接 Internet 功能的企业内部网络。

不同的企业会根据自己不同的需要组建 Intranet。从技术角度来看，通常 Intranet 由网络、电子邮件、内部 Web 网、邮件列表、新闻组、远程访问、FTP 等服务构成。而从企业的经营角度来看，Intranet 通常包括以下内容。

- (1) **企业内部主页：**例如，工具和资源、搜索工具、索引和内容、表、电话本、企业服务宗旨、最新消息等。
- (2) **通信处理：**实现企业内部的个人通信，包括企业快报、公告栏、新闻等。
- (3) **支持处理：**包括人事处理、财会处理等。
- (4) **产品开发处理：**通常研究开发和工程两部分。
- (5) **运作处理：**企业经营的核心部分，通常包括采购、电子数据交换 EDI、库存、制造，以及专门的服务开发等。
- (6) **市场和销售处理：**对销售人员进行支持。
- (7) **客户支持：**通过 Web 将信息给客户，接受网上的意见与投诉等。

8.5 网络服务器

网络服务器是一个很广泛的概念，本节主要介绍 DNS 服务器、邮件服务器、FTP 服务器、代理服务器和 DHCP 服务器的相关知识。

8.5.1 DNS 服务器

1. 基本概念

DNS 的域名空间是由树状结构组织的分层域名组成的集合。域 (domain) 是由 DNS 树状结构中的一个分枝或叶来表示的。一个域，具有以下含义。

- (1) 是一组管理员维护的主机名的集合。
- (2) 指定可用于在 DNS 分布式数据库中查找信息的关键字。
- (3) 可以是 DNS 树中的分枝或叶子。分枝表示在同一个域中的主机域名的集合。叶子表示一些结点，这些结点都是在某个域中。

(4) 在 DNS 域名树中的域名所代表的结点或系统不一定和实际地理位置相对应，换句话说，一个域可以跨越很大的地理范围。

(5) 可以分为子域，并授权给其他人管理。

区域(zone)实际是每个授权单位所管理的所有主机和 IP 地址的集合。而“domain”则是指整域名空间中的一个子树。“domain”中包含很多被授权管理的“zone”。我们平时说到“域”时，实际上是指“zone”。

2. DNS 服务器分类

Internet 上的主机的域名和地址解析，都是由 DNS 域名服务器来完成的。在域名空间中存在下面几种不同类型的域名服务器。

(1) 根服务器。根(root)域名服务器位于域名空间的最顶层，也就是“.”，它们主要用于管理根域和顶级域名。目前有 13 个根域名服务器，这些根域名服务器都由 NIC 维护，它们的主机名通常为 a.root-servers.net，b.root-servers.net，一直到 m.root-servers.net。

(2) 主域名服务器。每个域都必须有一个主域名服务器(Primary Servers)。

通常每个域有且只有一个主域名服务器。虽然 DNS 规则中没有明确禁止使用多个主域名服务器，但由于维护多个主域名服务器一般来说是比较困难的，很容易产生错误，所以不鼓励使用一个域有多个主域名服务器。主域名服务器有以下特点：

- 对该域的所有 DNS 数据库文件的修改都在这台服务器上进行。
- 主域名服务器对该域中的辅助域名服务器进行周期性的更新和同步。
- 主域名服务器管理对其子域的授权。
- 从 BIND 8.1.2 开始，主域名服务器在 DNS 配置文件/etc/named.conf 中，是由“zone”语句中的 type master 变量来定义。

(3) 辅助域名服务器。每个域至少应该有一个辅助域名服务器(Secondary Servers)。实际上在正式申请域名时，NIC 中心或其他域名分配中心(如 APNIC、CNNIC、CERNIC 等)通常要求申请单位提供两个有效的域名服务器，一个主域名服务器，一个辅助域名服务器。辅助域名服务器有以下特点：

- 每个域可以有一个或多个辅助域名服务器。
- 辅助域名服务器从相应的主域名服务器或另一台辅助域名服务器获得有域名数据库文件的复制。
- 它们对所服务的域提供的是和主域名服务器一样的授权信息。
- 它们定期从主域名服务器获得更新数据。
- 它们和其他域名服务器分担负载。
- 在其他域名服务器不能工作时，它们起备份作用。
- 如果合理放置，它们可以提供更多对域名解析的本地访问。

- 从 BIND 8.1.2 开始，它们在 DNS 配置文件/etc/named.conf 中，是由“zone”语句的“type slave”参数来定义的。

3. DNS 服务器规划

DNS 服务器的规划工作应该包括平台规划和域名系统规划两部分。

由于 DNS 服务器负责对其所管理域的域名解析工作，在购买设备及选择软件平台之前，要充分考虑到其可能的访问量和管理的域名数量，并留有一定的余量。查询量越大、管理的域名越多，那么对硬件及软件平台的要求越高，相反则越低。

在 Windows 平台配置 DNS 服务器非常简便，技术要求不是很高，而在 UNIX/Linux 环境下配置比较复杂，需要对 DNS 原理有透彻的认识。但是在同样硬件平台下，UNIX/Linux 在性能方面具有相当的优势。

响应时间是衡量域名服务器性能的重要标准。当对性能要求不是很高时，用一个安装 Windows 2000 Server 低端服务器作为 DNS 就足够了，性能要求稍高时，可以通过升级服务器硬件档次来提升性能，当访问量达到 100 万次/日或峰值在 1000 次/秒以上时，就需要使用 UNIX/Linux 服务器作为 DNS 服务器了。

由以上分析可见，在 DNS 服务器的平台选择上，要充分考虑对服务器性能要求、技术人员对 DNS 熟悉程度等具体情况。另外还需要考虑设备投资。专用的 UNIX 服务器（如 SUN SPARC 服务器）一般价格较贵，而可以安装 Windows 和 Linux 的 PC 服务器相对便宜些。无论选择何种平台，都要尽最大可能地为 DNS 服务器提供尽可能多的网络带宽。

选择硬件平台后，接下来需要对域名系统进行设计。

首先确定域名的划分规则、命名规则和子域设定规则，做到设计合理、便于使用。既可以按照功能划分，也可以按照所属范围划分，合理的分类、易记的名字、适当增加子域是域名设计的关键。

确定了划分规则、命名规则和子域设定规则后，列出需要设置的域名清单，再按照这些规则画出域名结构图，并列出域名 IP 地址对照表。审查该设计是否合理，然后修正规则或者相关域名后，就可以着手进行域名配置了。

8.5.2 电子邮件服务器

电子邮件（E-mail）是通过远程通信来交换计算机存储消息的网络应用。电子邮件是一个重要的并且必要的通信工具。

电子邮件服务器是处理邮件交换的软硬件设施的总称，包括电子邮件程序、电子邮件箱等。它是为用户提供全由 E-mail 服务的电子邮件系统，人们通过访问服务器实现邮件的交换。服务器程序通常不能由用户启动，而是一直在系统中运行，它一方面负责把本机器上发出的 E-mail 发送出去，另一方面负责接收其他主机发过来的 E-mail，并把各种电子邮件分发给每个用户。

电子邮件程序是计算机网络主机上运行的一种应用程序，它是操作和管理电子邮件的系统。在你处理电子邮件时，需要选择一种供你使用的电子邮件程序。由于网络环境的多样性，各种网络环境的操作系统与软件系统也不相同，因此电子邮件系统也不完全一样。

8.5.3 FTP 服务器

在网络应用中，最广泛的当属 WWW 和 FTP 两种。FTP 服务器能够在网络上提供文件传输服务。FTP 服务器根据服务对象的不同分为匿名服务器（Anonymous FTP Server）和系统 FTP 服务器。前者是任何人都可以使用，后者只能是在 FTP 服务器上有合法账号的人才能使用。

FTP 服务器的规划分为硬件规划、平台选择和配置规划。硬件规划主要是硬件规划和平台选择。

配置规划主要是指权限规划。即确定某个用户或者某组用户、某个地址或者某个网端对各个目录所具有的权限。

目前在 UNIX 和 Linux 下常用的免费 FTP 服务器软件，主要是 Wu-FTP 和 ProFTP 这两种。Wu-FTP 广泛应用在众多的 UNIX 和 Linux 系统中，是 RedHat Linux 默认的 FTP 服务器软件，但是被发现安全漏洞也相当多。ProFTP 正是针对 Wu-FTP 的弱项而开发的，除了改进的安全性，还具备许多 Wu-FTP 没有的特点，如设置简单，能以 Stand-alone 模式运行等。ProFTP 已经成为继 Wu-FTP 之后最为流行的 FTP 服务器软件，越来越多的站点选用它构筑安全高效的 FTP 站点。

在 Windows 2000 环境中，由于 FTP 依赖于 Internet 信息服务（IIS），所以必须先确保已安装了 IIS。当然，也可以使用一些专门的 FTP 服务器软件，如 Server-U 等。

8.5.4 代理服务器

代理服务器英文全称是 Proxy Server，可以代理网络用户去获取网络信息。我们上网的过程中，一般是使用浏览器直接连接 Internet 站点获取网络信息。而代理服务器则是介于浏览器和 Web 服务器之间的一台服务器。使用代理服务器之后，我们的浏览器不是直接到 Web 服务器去获取网页信息，而是先访问代理服务器，然后由代理服务器获取所需要的信息并传送给浏览器。也就是说用户通过代理服务器访问 Internet 时，由于映射的是代理服务器的 IP 地址，因而可以有效保障本机的 IP 地址不泄漏。其次代理服务器可以节省大量的 IP 地址资源，有效地降低网络的维护成本。同时代理服务器还可以提高网络的访问速度，大部分代理服务器都有缓冲的功能，可以起到快速浏览的作用。一般代理服务器都有一个很大的缓存，起缓冲的作用，它不断将新取得的数据储存到它的存储器上。如果浏览器所请求的数据在它本机的存储器上已经存在，而且是最新的

的，那么它就不重新从 Web 服务器取数据，而直接将存储器上的数据传送给用户的浏览器，这样能显著提高浏览速度和效率。

代理服务器按用途分类有 HTTP 代理、SSL 代理、HTTP CONNECT 代理、FTP 代理、POP3 代理、Telnet 代理、Socks 代理等。虽然分类很多，但是当前任何一种代理服务器都是集多种代理功能于一身，是多功能代理服务器。

另外还有一种代理服务器，称为网络代理服务器。网络代理服务器与局域网中的代理服务器不同，它是代理访问，而且一般代理服务器地址也是不固定的，由于具有非长期性的特点，所以使用代理服务器，必须随时搜索更新自己的代理服务器。

代理服务器主要用于沟通两个不同的 TCP/IP 网络，多数情况下是针对因特网的访问，但代理服务器的应用绝不仅仅是这些。代理服务器沟通的两个网络可能都是企业的内部网，也可能都是因特网。

在安装使用代理服务器之前，需要确定的因素有：

- (1) 代理服务器访问网络的方式；
- (2) 代理服务器提供代理协议、功能的范围；
- (3) 代理服务器的授权形式；
- (4) 确定使用代理服务器的人或计算机；
- (5) 代理服务器的开放、关闭时间；
- (6) 确定代理服务器软件选择标准（功能和经费）；
- (7) 代理服务器。

Squid 是 Linux 下最流行的代理服务器软件，它功能强大，支持对 HTTP、FTP、Gopher、SSL 和 WAIS 等协议的代理；设置简单，只需对配置文件稍稍改动就可使代理服务器运转起来。而且 Squid 具有页面缓存功能，它接收用户的下载申请，并自动处理下载的数据。也就是说当一个用户要下载一个主页时，它向 Squid 发出一个申请，要 Squid 替它下载，然后 Squid 连接所申请网站并请求该主页，接着把该主页传给用户同时保留一个备份，当别的用户申请同样的页面时，Squid 把保存的备份立即传给用户，使用户觉得速度相当快。

从 Windows 98 第二版开始，Windows 平台就内置了代理服务器软件。用户可以在拨号连接（或第二块网卡）上设置一个简单的代理，在 Windows 2000 中还支持自动拨号功能。这个默认的代理除了支持 HTTP 代理外，还支持 FTP、TELNET、POP3、SMTP、IMAP3、IMAP4 及其他自定义端口映射，甚至支持启动网络应用程序。但是其安全性非常有限，所以这里不做介绍。

在 Windows 平台上，使用广泛和技术较为成熟的代理服务器软件有 WinGate 和 Sygate 等。

8.5.5 DHCP 服务器

随着 Internet 用户的迅速增长，出现用尽 Internet 的网络地址的趋势。为了解决这个问题，无级内部区域路由（CIDR）被开发。IP 地址对应于大型、中型和小型网络分为 A 类、B 类和 C 类。随着 B 类地址已经用尽，则开始使用 CIDR。CIDR 的思路是：一个组织得到的应该是它需要的确切的 C 类地址，而不是被分配一个包含 65536 个地址的 B 类网络。

使用 CIDR 策略分配的 C 类网络号码不是随机的。它们是连续的并且共享相同的前缀。这有助于缓解操纵大的路由表而带来的问题。

使用了 CIDR 策略，IP 地址块（blocks）可以分配给独立的 ISP，而不是像以前那样分给独立的请求者或公司。这样，易于重新分配 IP 地址就变得很重要。DHCP 可以容易地改变网络号码，以及改变 ISP。

使用 DHCP 的好处在于节省 IP 地址资源、方便地址管理，在减轻网络管理人员的工作强度的同时，使其可以将工作重心放在服务器管理（邮件、文件共享、打印共享）和病毒防治、防火墙管理等高层次的网络管理上来。

对于提供电话拨号接入、ADSL 接入等情况，由于地址资源有限（尤其是因特网访问），在访问的主机较多、主机访问时间的不连贯（非永久或长时间在线）时，需要通过提供动态地址分配（DHCP）来解决地址不足的问题。

对于计算机局域网来说，当计算机数量达到一定程度以后，随着主机数目的增多，地址分配会造成一定的难度。如果采用静态地址分配，需要建立 IP 地址使用台账，台账的建立和维护工作会非常繁琐。如果没有专门的工具软件协助管理，或者管理人员较少、管理水平不高的情况下，当有新的计算机需要地址分配时，若再没有 IP 地址管理台账或者合理的地址分配规划，极易造成 IP 地址使用的随意性，使发生地址冲突的可能性增大，进而造成连锁反应，地址冲突此起彼伏，从而影响网络内计算机的正常使用。在这种情况下，可以考虑使用动态地址分配来降低局域网 IP 地址的管理难度。

DHCP 免除了管理员一次又一次地分配和改变 IP 地址，从而减少了管理网络的开销。动态 IP 地址是取出未使用的 IP 地址，并自动分配给主机临时或永久地使用。DHCP 也可以收回那些不再使用，或分配使用的时间已经过期的 IP 地址。这些地址可以被其他客户所使用。

8.6 网络交换技术

本节主要介绍多路复用技术和网络交换技术。

8.6.1 多路复用技术

多路复用技术是网络传输中的一种重要技术，它将多个终端的多路低速或窄带数据加载到一根高速的通信线上进行传输，其实质为：数据发送方将多个用户的数据通过复用器进行汇聚，然后将汇聚后的数据通过一条物理线路传送到接收设备；接收设备通过分用器将数据分离成各个单独的数据，再分发给接收方的多个用户。这种技术解决了网络传输中，如果不合理地利用信道容量，就会因铺设信道费用昂贵带来线路运营成本过高的问题。

多路复用技术一般可以划分为频分多路复用（FDMA）、波分多路复用（WDMA）、时分多路复用（TDMA）和码分多路复用（CDMA）4种。下面具体介绍这4种形式的相关概念。

1. FDMA

当物理信道的可用带宽超过单个信号源的信号带宽时，可将信道带宽按频率划分为若干个子信道，各子信道之间要留一个宽度（称为保护带），每个子信道可传输一路信号，即频分多路复用。

电话信号的频分多路复用——载波通信系统是FDMA技术的典型例子。电话信号的频谱能量大部分集中在4kHz以下，主要在0.3kHz~3.4kHz之间。以在一对电话线上传输4路的载波系统为例来说明。首先把4路语音信号的频带各自限制在0.3kHz~3.4kHz内，然后分别用64、68、72、76kHz的载波进行调幅变频，并分别取出他们的下边带。把4个下边带合并在一起，得到频谱限制在60kHz~76kHz的4路基群信号。导频是发送的基准频率，是与4路信号一起发送的载波信号频率。在接收端，利用此导频信号产生用于解调信号的各种定时信号。

2. WDMA

波分多路复用技术实际是频分多路复用技术的一个变种，只不过在波分多路复用中使用的衍射光栅是无源的。波分复用采用的是光的频分多路复用。

波分多路复用采用多个波长在单个光纤上传送信号，把输出光纤通道划分成对应每个输入通道的不同的光波长。不同光纤上的光波信号通过无源的棱柱或衍射光栅复用到一根长距离传输的光纤上。无源的设备通常运行得更可靠。由于光波处于频谱的高频段，有很高的带宽，因而可以实现多路的波分复用。

3. TDMA

时分多路复用以信道传输时间作为分割对象，通过为多个信道分配互不重叠的时间片的方法来实现多路复用，时分多路复用更适合于数字数据信号的传输。

时分多路复用利用传输媒体的位速率大于单个传输所需要的位速率的机制，采用多路复用器把输出通道的容量划分成N个逻辑通道，在N个输入通道中的每个通道的数

据被放到一个指定的输出逻辑通道。多路复用器的工作原理为：每个输入通道中的数据位被读进一个分开的 FIFO（先进先出）缓冲区。多路复用器顺次读每个缓冲区，持续时间等于对应的时隙长度。把缓冲区 1 读入时隙 1，把缓冲区 2 读入时隙 2，依次类推。

北美使用的 T1 标准就是采用时分复用技术，将 24 个话路复用在一个物理信道上。每个话路占用 8bit，其中 7 个 bit 是取样脉冲的编码数据，第 8 个 bit 是信令码元。每帧之后另加 1bit 帧同步码。这样，一帧中共有 193bit，每帧用 125μs 发送，T1 一次传的数据率为 1.54Mb/s。

4. CDMA

FDMA 或 WDMA 是以频道或波道的不同来区分各通信地址的，其特点是独占频道而共享时间。而 TDMA 是以不同的时间片来区分各通信地址的，其特点是共享频道而独占时间片。

在 CDMA 通信系统中，不同用户传输信息所用的信号不是靠频率不同或时隙不同来区分，而是用各自不同的编码序列来区分的，或者说，取信号的不同波形来区分。如果从频域或时域来观察，多个 CDMA 信号是互相重叠的。接收机用相关器可以在多个 CDMA 信号中选出使用预定码型的信号。其他使用不同码型的信号因为和接收机本地产生的码型不同而不能被解调。它们的存在类似于在信道中引入了噪声或干扰，通常称之为多址干扰。由于 CDMA 与 FDMA 或 TDMA 相比具有更大的系统容量、更高的语音质量，以及抗干扰、保密等优点，因而近年来得到各个国家的普遍重视和关注，并作为第三代数字蜂窝移动通信系统的首选方案。

8.6.2 交换技术

根据不同的网络交换方式，交换可分为电路交换方式、存储转发交换、分组数据报方式、虚电路方式、ATM 交换方式。数据报方式和虚电路方式都属于分组交换方式。分组交换的最佳长度是有规定的，如果分组的长度取得太长，分组头相对整个分组长度来说就较短，即所携带的用户信息的比例就越高，但分组出错的可能性增大，要求重发的概率也增大。如果分组的长度过短，虽然信息重发的概率减小，但所携带的用户信息占的比例也减少了，通常最佳的分组长度一般为 0.1KB~1KB。

下面分别说明这几种交换方式。

1. 电路交换方式

电路交换方式是指两台计算机通过通信子网进行数据交换之前，首先要在通信子网中建立一个实际的物理链路连接的交换方式。电路交换过程可以分为线路建立、线路传输、线路释放三个阶段。

(1) 线路建立阶段。如果主机 A 要向主机 B 传输数据，根据电路交换的定义，首先要通过通信子网在主机 A 与主机 B 之间建立线路连接。如图 8-5 所示，主机 A 首先

向通信子网中结点 A 发送“呼叫请求包”，其中含需要建立线路连接的源主机地址与目的主机地址。结点 A 根据目的主机地址，执行路由选择算法，如选择下一个结点为 B，则向结点 B 发送“呼叫请求包”。结点 B 接到呼叫请求后，同样执行路由选择算法，如选择下一个结点为 C，则向 C 发送“呼叫请求包”。结点 C 接到呼叫请求后，也要运行路由选择算法，如选择下一个结点为 D，则向 D 发送“呼叫请求包”。结点 D 接到呼叫请求后，向与其直接连接的主机 B 发送“呼叫请求包”。主机 B 如接受主机 A 的呼叫连接请求，则通过已经建立的物理线路连接 B-D-C-A，向主机 A 发送“呼叫应答包”。至此，从主机 A 到主机 B 的专用物理链路连接建立完成，该物理连接为此次主机 A 与主机 B 的数据交换服务。

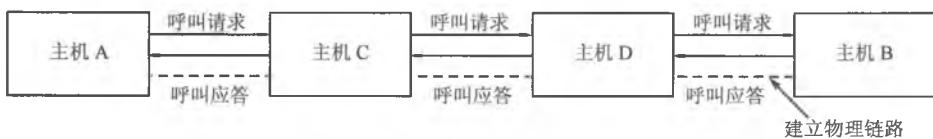


图 8-5 电路交换方式原理

(2) 线路传输阶段。 主机 A 与主机 B 沿已建立的传输通道，进行数据或信号传输，这种传输通常为双工传输方式。

(3) 线路释放阶段。 在完成数据或信号的传输后，由主机 A 或主机 B 提出终止通信，各结点相应拆除该电路的对应连接，释放由该电路占用的结点和信道资源。

电路交换方式具有如下的特点。

- 呼叫建立时间长且存在呼损。在电路建立阶段，在网站间建立一条专用通路需要花费一段时间，这段时间称为呼叫建立时间。在传统公用电话网中，这段建立时间较长（几秒至几十秒）。先进的程控交换机中建立时间较短（几十毫秒数量级）。在电路建立过程中由于交换网繁忙等原因而使建立失败，对于交换网来讲需要拆除已建立的部分电路，对于用户则需要挂断重拨，这就称为呼损。
- 电路连通后提供给用户的是“透明通路”，即交换网对用户（站）信息的编码方法、信息格式，以及传输控制程序等不加限制，但是对用户终端（站）而言，互相通信的站必须是同类型的，否则不能直接通信。即站与站双方的收发速度、编码方法、信息格式和传输控制等一致才能完成通信。
- 信号和数据的传输时延短且时延固定不变，适用于实时大批量连续的数据和信号传输。
- 线路（信道）利用率低。由于电路建立以后，信道是专用的（被两站独占），即使是两站传输的间歇也不例外，再加上通信建立、拆除时间和呼损，其利用效率较低。

2. 存储转发交换

存储转发交换，也叫报文交换，数据传输的单位是报文。报文是需要发送数据与目的地址、源地址、控制信息按照一定的格式组成的数据单元，其长度不限且可变。存储转发交换方式，不需要在两个站点之间建立一条专用通路，报文就能够进入通信子网；通信子网中的结点是通信控制处理机，它负责完成数据单元的接收、差错校验、存储和转发功能。对于某些场合，端点之间交换的数据是随机性和突发性的，存储转发方式可以节省信道容量和有效时间。

存储转发方式具有如下优点。

(1) 信道的利用率高。这是因为从一个结点到另一个结点的通道可以为许多数据单元分时共享，对于同样的通信量来说，需要的总传输能力较低。

(2) 在存储转发过程中，结点可以对数据进行处理，易于实现速度和代码的转换，为速度不同、代码不同的计算机之间的互连和通信提供了条件。同时便于对数据进行差错检查与恢复，提高数据传输的可靠性。

(3) 通信子网中通信控制处理机具有路由功能，可以动态选择报文通过通信子网的最佳路径，同时可以平滑通信量，提高系统效率。

3. 数据报方式

数据报方式是报文分组存储转发的一种形式。分组传送之间不需要预先在源主机与目的主机之间建立“线路连接”。源站点所发送的每一个分组都是被单独处理的，可以独立地选择一条传输路径。每个分组在通信子网中可能是通过不同的传输路径到达目的站点的。

由于数据报方式的特点是具有相同地址的分组不一定沿着同一条路径到达目的地，而且先发送的分组也不一定先到达。因此，分组到达目的结点后需要重新把它们按序排列。另一个特征是通信的双方不需要同时是活跃的（即处于激活状态）。当然，发送端进行发送时，它必须是活跃的，但这时接收端并不一定是活跃的，只有当接收端正在进行接收时，它才必须是活跃的。

数据报方式的实现过程是：源站点 A 将报文 M 分成多个分组 P₁, P₂, ……依次发送到与其直接连接的通信子网的通信控制处理机 A（即结点 A），结点 A 每接收一个分组均要进行差错检测，以保证站点 A 与结点 A 的数据传输的正确性。结点 A 接收到分组 P₁, P₂, ……P_N 后，要为每个分组进入通信子网的下一结点启动路由选择算法。由于网络通信状态是不断变化的，分组 P₁ 的下一个结点可能选择为 C，而分组 P₂ 的下一个结点可能选择为 D，因此同一报文的不同分组通过子网的路径可能是不相同的。结点 A 向结点 C 发送分组 P₁ 时，结点 C 要对 P₂ 传输的正确性进行检测。如果传输正确，结点 C 向结点 A 发送正确传输的确认信息 ACK；结点 A 接收到结点 C 的 ACK 信息后，确认 P₁ 已正确传输，则废弃 P₁ 的副本。其他结点的工作过程与结点 C 的工作过程相同。这样，报文分组 P₁ 通过通信子网中多个结点存储—转发，最终正确到达目的结点 B。

4. 虚电路方式

虚电路方式试图将数据报与电路交换结合起来，发挥两种方式的优点。虚电路方式在分组发送之前，需要在发送方和接收方建立一条逻辑连接的虚电路。在每次分组发送之前必须在发送方和接收方之间建立一条逻辑连接。因为不需要真正去建立一条物理链路，连接发送方和接收方的物理链路已经存在；又因为一次通信的所有分组都通过这条虚电路顺序传送，因此报文分组不必带目的地址、源地址等辅助信息。分组到达目的结点时不会出现丢失、重复与乱序的现象。

报文的源发站在发送报文之前，通过类似于呼叫的过程，使交换网建立一条通往目的站的逻辑通路（而不是物理通路）。然后一个报文的所有分组都沿着这条逻辑通路进行存储转发方式传输，不允许结点对报文的分组再做单独的路径选择。

如图 8-6 所示的网络结构，A 站要将 N 个分组 P₁, P₂, …, P_N 的报文送到 C 站，A 站首先发一个“呼叫请求”分组给结点④，要求连接到 C 站，结点④根据路由选择原则将请求分组转发到结点②，结点②又将该分组转发到结点⑤，再由结点③通知 C 站，这样就初步建立起一条 A-④-②-⑤-③-C 的逻辑通路。若 C 站准备好接收报文，可发一个“呼叫接受”分组给结点③，沿同一逻辑通路反向送到 A 站。从而 A 站确认这条通路已经建立，并分配到一个“逻辑信道”标志号。此后 P₁, P₂, …, P_N 各分组都附上这一标志号，交换网的结点都将它们转发到同一通路的下一结点。这就保证了这些分组一定能沿着同一条通路传输到目的站 C。全部分组到达 C 站，并经装配确认无误后，任一站都可采取主动发送一个“清除请求”分组来终止这条逻辑通路，具体清除工作由交换网内部完成。

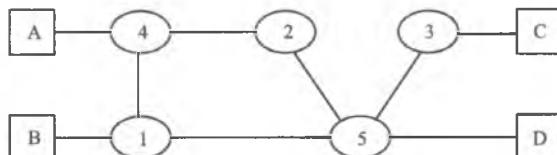


图 8-6 网络结构示例

5. ATM 交换

ATM（异步传输模式）交换，也称为信元交换，它是分组交换技术在大容量传输媒体的环境中的新发展。ATM 中把数字化的语音、数据及图像信息分成固定长度的若干段，称为信元。信元由用户信息字段和信元头组成，如图 8-7 所示。同一个虚信道上的信元的整体性由 ATM 层保持，而源信号与信元号之间的完整性则由适配层来控制。



图 8-7 ATM 信元结构

ATM 技术与帧交换之间主要有两大区别。第一，ATM 交换由 53 字节组成固定长度的信元，而帧中继技术交换长度不一。第二，ATM 传送速度更高，可在 155~622Mb/s 之间，适合于 B-ISDN 的多种业务信号混合传输，而帧中继属于局域网与广域网的通信范围。

可延展性是 ATM 交换技术的内在特点。当有终端加进 ATM 交换时，交换机便自动扩张以适应需要，使每个终端都获得一条通道（即专用带宽）。

由于 ATM 所传送的信元长度固定，ATM 交换速度比一般路由器快。因此，ATM 技术实现的通信网可支持语音、数据，以及图像传送，提供专用高带宽，并具有可预测性能，适合企业局域网使用，并可直接支持多媒体计算机。

ATM 网可分为三大部分：公用 ATM 网、专用 ATM 网和 ATM 接入网。公用 ATM 网是由电信管理部门经营和管理的 ATM 网，它通过公用用户网络接口连接各专用 ATM 网和 ATM 终端。作为骨干网，公用 ATM 网应能保证与现有各种网络的互通，能支持包括普通电话在内的各种现有业务，另外还必须有一整套维护、管理和计费功能。目前还没有一个商用的公用 ATM 网，有关公用 ATM 网的协议也正在不断地完善之中。专用 ATM 网是指一个单位或部门范围内的 ATM 网，由于它的网络规模比公用网要小，而且不需要计费等管理规程，因此专用 ATM 网是首先进入实用的 ATM 网络，新的 ATM 设备和技术也往往先在 ATM 专用网中使用。目前专用网主要用于局域网互连或直接构成 LAN，以在局域网上提供高质量的多媒体业务和高速数据传送。接入 ATM 网主要指在各种接入网中使用 ATM 技术，传送 ATM 信元，如基于 ATM 的无源光纤网络(APON)、混合光纤同轴(HFC)、非对称数字环路(ADSL)，以及利用 ATM 的无线接入技术等。

8.7 网络存储技术

网络存储技术是基于数据存储的一种通用网络术语。网络存储设备提供网络信息系统的信息存取和共享服务，其主要特征体现在：超大存储容量、大数据传输率，以及高系统可用性。要实现存储设备的性能特征，采用 RAID 作为存储实体是所有厂家的必然选择。传统的网络存储设备都是将 RAID 硬盘阵列直接连接到网络系统的服务器上，这种形式的网络存储结构称为 DAS (Direct Attached Storage)，目前，按照信息存储系统的构成，SAN (Storage Area Network) 和 NAS (Network Attached Storage) 是常见的两种选择，代表了网络存储的最新成果。

8.7.1 NAS 和 SAN

1. 直接联网存储 NAS

在 NAS 存储结构中，存储系统不再通过 I/O 总线附属于某个特定的服务器或客户

机，而是直接通过网络接口与网络直接相连，由用户通过网络访问。

NAS 实际上是一个带有瘦服务器（Thin Server）的存储设备，其作用类似于一个专用的文件服务器。这种专用存储服务器不同于传统的通用服务器，它去掉了通用服务器原有的不适用的大多数计算功能，而仅仅提供文件系统功能用于存储服务，大大降低了存储设备的成本。为方便存储服务器到网络之间以最有效的方式发送数据，专门优化了系统硬软件体系结构，多线程、多任务的网络操作系统内核特别适合处理来自网络的 I/O 请求，不仅响应速度快，而且数据传输速率也很高。

与传统以服务器为中心的存储系统相比，数据不再通过服务器内存转发（这会引起额外延迟和阻塞），数据直接在客户机和存储设备间传送（即所谓第三方传送），服务器仅起控制管理的作用，因而具有更快的响应速度和更高的数据带宽。另外，对服务器的要求降低，可大大降低服务器成本，这样就有利于高性能存储系统在更广的范围内普及应用。

在 NAS 方案中，存储设备在功能上完全独立于网络中的主服务器，客户机与存储设备之间的数据访问已不再需要文件服务器的干预，允许客户机与存储设备之间进行直接的数据访问。利用专用的硬件软件构造的专用服务器，与其他资源独立，不会占用网络主服务器的系统资源，不需要在服务器上安装任何软件，不用关闭网络上的主服务器，就可以为网络增加存储设备。服务器则从原先的 I/O 负载中解脱出来。另外，它具有较好的协议独立性，支持 UNIX、Netware、Windows NT、OS/2 或 Intranet Web 的数据访问，客户端也不需要任何专用的软件，安装容易，甚至可以充当其他机器的网络驱动器，可以方便地利用现有的管理工具进行管理。

与传统的通用服务器不同，NAS 专用服务器能在不增加复杂度、管理开销、降低可靠性的基础上，使网络的存储容量增加，具有非常好的可扩展性。由于不需要服务器提供更多的硬件及服务，使服务器的可靠性和 I/O 性能大大提高，能充分利用可得到的 10MB/S~100MB/S 网络带宽，有较大的数据吞吐量。

NAS 可以通过集线器或交换机方便地接入到用户网络上，是一种即插即用的网络设备。为用户提供了易于安装、易于使用和管理、可靠性高和可扩展性好的网络存储解决方案。

2. 存储区域网络 SAN

SAN 是一种类似于普通局域网的高速存储网络，SAN 提供了一种与现有局域网连接的简易方法，允许企业独立地增加它们的存储容量，并使网络性能不至于受到数据访问的影响。这种独立的专有网络存储方式使得 SAN 具有不少优势：可扩展性高，存储硬件功能的发挥不受 LAN 的影响；易管理，集中式管理软件使远程管理和无人值守得以实现；容错能力强。

Open SAN（开放式存储区域网）是 SAN 存储技术发展的最高境界，它可以在不考虑服务器操作系统或存储设备制造商的情况下，将任何平台的服务器、存储系统完整地

连接起来，完全实现 SAN 技术所承诺的一切。目前，众多高速发展的机构正密切关注 Open SAN 的进展。Open SAN 指的是在包括服务器、磁盘、磁带存储和交换机在内的各种水平的 SAN 环境中，遵循已公布的业界标准，用通用工具管理存储数据。SAN 能为任何类型的服务器、操作系统、应用与文件系统的组合提供存储的集中区域。相对于封闭的 SAN 来说，设备要由单一厂商提供且通常需要额外的软件。开放式 SAN 的优势是：它可以选择任何厂商的产品，采用最优的存储设备、服务器和应用程序以满足业务需求；保证对现存的存储设备、服务器和应用程序的投资保护；在存储和 SAN 基础结构之间有一组开放接口，便于用户应用实施。

同时，SAN 在向智能化的方向发展，智能化的 SAN 的好处是：管理功能内嵌，使服务器和存储控制器摆脱了管理负荷，发挥最优的性能；分布式智能可以使 SAN 具有高可靠性、可用性和可伸缩性；智能化的 SAN 为实施跨异构平台环境的先进的存储管理功能奠定了基础。集成的 SAN 可以做到：智能化的基础结构与存储设备和存储管理功能的完整集成，可产生经互操作认证的 SAN 解决方案；有保证的可伸缩性、可管理性和可服务性；完整的设计、实施和支持来自同一厂家。

不过，SAN 主要适用于存储量大的工作环境，并且 SAN 的适用性和通用性较差，在系统的安装和升级方面效率不高，成本也比较高。

8.7.2 数据管理

在网络存储管理中，如何做好数据的备份和恢复是至关重要的。

1. 备份策略及恢复计划

备份是最简单的可用性服务，是指对重要的信息制作一份拷贝，并将其存储在安全的地方。备份可以是纸质文件（如重要文本的复印件），也可以是电子文件（如计算机的后备磁带）。

备份系统为一个目的而存在：尽可能快地全盘恢复运行计算机系统所需的数据和系统信息。根据系统安全需求可选择的备份机制有：场地内高速度、大容量自动的数据存储、备份与恢复；场地外的数据存储、备份与恢复；对系统设备的备份。备份不仅在网络系统硬件故障或人为失误时起到保护作用，也在入侵者非授权访问或对网络攻击及破坏数据完整性时起到保护作用，同时也是系统灾难恢复的前提之一。

一般的数据备份操作有三种。一是全盘备份，即将所有文件写入备份介质；二是增量备份，只备份那些上次备份之后更改过的文件，是最有效的备份方法；三是差分备份，备份上次全盘备份之后更改过的所有文件，其优点是只需两组磁带就可恢复最后一次全盘备份的磁带和最后一次差分备份的磁带。

在确定备份的指导思想和备份方案之后，需要选择安全的存储媒介和技术进行数据备份。一般说来，备份的硬件设备包括磁盘、磁带和光盘塔。利用磁盘备份常用的方法是磁盘镜像、磁盘双工，以及磁盘阵列，其中磁盘镜像是指系统中使用两块一样大小的

磁盘，在写入数据时，先将数据写入原盘，然后再写入镜像盘，这样镜像盘中的数据与原盘的数据一模一样，从而起到了备份的作用。而磁盘双工是两个互为备份的盘同时写入。磁盘阵列是指将多个类型、容量、接口甚至品牌一致的专用磁盘或普通磁盘连成一个阵列，使其能以某种快速、准确和安全的方式来读写磁盘数据。其主要功能是可提高网络数据的可用性及存储容量，并能免除单块硬盘故障所带来的灾难性后果，由于可见磁盘阵列是一种高效、快速、易用的网络存储设备。

备份的技术有“冷备份”和“热备份”两种。热备份是指“在线”的备份，即下载备份的数据还在整个计算机系统和网络中，只不过传到另一个非工作的分区或是另一个非实时处理的业务系统中存放，如前面提到的磁盘镜像、磁盘双工和磁盘阵列都属于热备份。“冷备份”则是指“不在线”的备份，下载的备份存放到安全的存储媒介中，而这种存储媒介与正在运行的整个计算机系统和网络没有直接联系，在系统恢复时重新安装，有一部分原始的数据长期保存并作为查询使用，磁带就是一种冷备份的设备。热备份的优点是调用快，使用方便，当系统恢复中需要反复调试时更显优势，但投资比较昂贵。冷备份则弥补了热备份的一些不足，二者优势互补，相辅相成，因为冷备份在回避风险中还具有便于保管的特殊优点。

在进行备份的过程中，常使用备份软件，它一般应具有以下功能。保证备份数据的完整性，并具有对备份介质的管理能力；支持多种备份方式，可以定时自动备份，还可设置备份自动启动和停止日期；支持多种校验手段（如字节校验、CRC循环冗余校验、快速磁带扫描），以保证备份的正确性；提供联机数据备份功能；支持RAID容错技术和图像备份功能。

与备份同样重要的是在备份完成之后对它们进行存储。备份的目的是为了在发生事故时能够及时进行恢复，而事故的类型可能从用户误删数据到站点的灾难性毁坏。前者需要备份存储于附近以便于快速恢复，而后者却要求将备份存储在其他地方。实践证明最好的方法是将备份存储在其他地方，以最大程度地保护数据。当需要还原时，再将备份及时取回。

日常备份制度描述了每天的备份以什么方式、使用什么备份介质进行，是系统备份方案的具体实施细则。在制订完毕后，应严格按照制度进行日常备份，否则将无法达到备份方案的目标。数据备份有多种方式：全备份、增量备份、差分备份、按需备份等。

- (1) 全备份：备份系统中所有的数据；
- (2) 增量备份：只备份上次备份以后有变化的数据；
- (3) 差分备份：只备份上次完全备份以后有变化的数据。
- (4) 按需备份：根据临时需要有选择地进行数据备份。

全备份所需时间最长，但恢复时间最短，操作最方便，当系统中数据量不大时，采用全备份最可靠；但是随着数据量的不断增大，我们将无法每天做全备份，而只能在周末进行全备份，其他时间我们采用所用时间更少的增量备份或采用介于两者之间的差分

备份。各种备份的数据量不同：全备份>差分备份>增量备份。在备份时要根据它们的特点灵活使用。

2. 网络备份系统的目的

理想的备份系统应该是全方位、多层次的。首先要使用硬件备份来防止硬件故障。如果由于软件故障或人为误操作造成了数据的逻辑损坏，则使用网络存储备份系统和硬件容错相结合的方式来恢复。这种结合方式构成了对系统软硬件的多级防护，不仅能有效地防止物理损坏，还能比较好地防止逻辑损坏。

在网络系统安全建设中必不可少的一个环节就是数据的常规备份和历史保存。在生产本地的备份目的主要有两个：一是生产系统的业务数据由于系统或人为误操作造成损坏或丢失后，可及时在生产本地实现数据的恢复；另一个目的是在发生地域性灾难（地震、火灾、机器毁坏等）时，可及时在本地或异地实现数据及整个系统的灾难恢复。考虑到生产本地环境安全性原因，常规数据备份要求一份数据至少应有两个拷贝，一份放在生产中心以保证数据的正常恢复和数据查询恢复，另一份则要移到异地保存，以保证在生产本地出现灾难后最低限度的数据恢复。此外更应建立历史归档数据的异地存放制度，从而确保对历史业务数据的可靠恢复与有效稽核的实现。

综上所述，现代企业可以拥有的比较理想的网络备份系统应该具备以下功能。

(1) 集中式管理：网络存储备份管理系统对整个网络的数据进行管理。利用集中式管理工具的帮助，系统管理员可对整个网络的备份策略进行统一管理，备份服务器可以监控所有计算机的备份作业，也可以及时地修改备份策略，而且可即时浏览所有目录。所有的数据可以备份到同备份服务器或应用服务器相连的任意一个磁带库内，这样就有了最大的可管理性。

(2) 全自动的备份：对于大多数机房管理人员来说，备份是一项繁重而且枯燥的工作，小企业还好，大企业的数据量十分庞大，这就要求相干的人员每天都要小心翼翼，不敢有半点闪失，生怕一个错误就带来不可挽回的损失。可见如果一旦网络备份能够实现定时自动备份，就可以大大减轻管理员的压力。备份系统可以根据用户的实际需求，合理的定义需要备份的数据，然后以图形界面方式根据需要设置备份时间表，备份系统将自动启动备份作业，无须人工干预。这个自动备份作业是可自定的，包括一次备份作业、每周的某几日、每月的第几天等项目。设定好计划后，备份作业就会按计划自动进行。

(3) 数据库备份和恢复：如今，数据库系统已经相当复杂和庞大，用文件的备份方式来备份数据库已不适用。是否能够将需要的数据从庞大的数据库文件中抽取出来进行备份，是网络备份系统是否先进的标志之一。

(4) 在线式的索引：备份系统应为每天的备份在服务器中建立在线式的索引，当用户需要恢复时，只需点取在线式索引中需要恢复的文件或数据，该系统就会自动进行文件的恢复。

(5) 归档管理：用户可以按项目、时间定期对所有数据进行有效的归档处理。提供统一的 open tape format 数据存储格式，从而保证所有的应用数据由一个统一的数据格式来进行永久的保存，保证数据的永久可利用性。

(6) 有效的媒体管理：备份系统对每一个用于进行备份的磁带自动加入一个电子标签，同时在软件中提供识别标签的功能，如果磁带外面的标签脱落，只需执行这一功能，就会迅速知道该磁带的内容。

(7) HSM 分级存储管理：对出版业、制造业等易产生大量资料数据的行业而言，资料多属于极占空间的图形影像，且每张设计底稿及文件资料又常需随时保持在线状态。基于管理及成本的考虑，HSM (Hierarchical Storage Management，分级存储管理) 系统是一个合适的在线备份解决方案。它利用硬盘、可擦写磁光盘、磁带进行三层式存储管理。所谓分级存储管理系统是一套自动化的网络存储管理设备，会自动判断硬盘中资料的使用频率，自动将不常用的资料移至速度较慢的光盘，而最不常用的资料则移到磁带中，这些都由系统管理员自行设定。在线的资料经过一段时间的搬移后，即可达到最佳化。

(8) 系统灾难恢复：由于网络备份的最终目的是保障网络系统的顺利运行。所以优秀的网络备份方案应能够备份系统的关键数据，在网络出现故障甚至损坏时，能够迅速地恢复网络系统。从发现故障到完全恢复系统，理想的备份方案耗时不应超过半个工作日。

(9) 满足系统不断增加的需求：备份软件必须能支持多平台系统，当网络上连接上其他的应用服务器时，对于网络存储管理系统来说，只需在其上安装支持这种服务器的客户端软件即可将数据备份到磁带库或光盘库中。

3. 网络备份存储管理系统

网络数据存储管理系统是指在分布式网络环境下，通过专业的数据存储管理软件，结合相应的硬件和存储设备，对全网络的数据备份进行集中管理，从而实现自动化的备份、文件归档、数据分级存储及灾难恢复等。

为在整个网络系统内实现全自动的数据存储管理，备份服务器、备份管理软件与智能存储设备的有机结合是这一目标实现的基础。网络数据存储管理系统的工作原理是在网络上选择一台应用服务器(当然也可以在网络中另配一台服务器作为专用的备份服务器)作为网络数据存储管理服务器，安装网络数据存储管理服务器端软件，作为整个网络的备份服务器。在备份服务器上连接一台大容量存储设备(磁带库、光盘库)。在网络中其他需要进行数据备份管理的服务器上安装备份客户端软件，通过局域网将数据集中备份管理到与备份服务器连接的存储设备上。

网络数据存储管理系统的根本核心是备份管理软件，通过备份软件的计划功能，可为整个企业建立一个完善的备份计划及策略，并可借助备份时的呼叫功能，让所有的服务器备份都能在同一时间进行。备份软件也提供完善的灾难恢复手段，能够将备份硬件的优良特性完全发挥出来，使备份和灾难恢复时间大大缩短，实现网络数据备份的全自动智

能化管理。目前在数据存储领域可以完成网络数据备份管理的软件产品主要有 legato networker, IBM adsm, veritas netbackup 等。

4. 在线恢复

在线恢复提供信息和能力的重构。带有在线恢复配置的系统能检测出故障，并重建诸如处理、信息访问、通信等能力。它是通过使用冗余硬件来自动处理的。冗余技术的基础是合理有效地对系统运行状态进行监控，在及时发现故障的前提下启动冗余部件。

(1) 磁盘系统冗余：通过配置热插拔硬盘并使用 RAID 系统，可以完全避免由于硬盘损坏造成的系统故障。

(2) 电源系统冗余：热插拔冗余电源，正常工作时，两台电源各输出一半功率，从而使每一台电源都工作在轻负载状态，利于电源稳定工作。当其中一台发生故障时，暂时由另一台接替其工作，并报警。系统管理员可在不关闭系统的情况下更换损坏的电源。采用热插拔冗余电源可以避免系统由于电源损坏而造成的停机。

(3) 网络系统冗余：采用自动控制的冗余网卡，当系统正常时多网卡自动分摊网络流量，使系统网络通信带宽提高，而在有网卡损坏或出现线路故障时，其工作自动切换到其他网卡。不会由于网络通道故障或网卡故障影响正常服务。

(4) 冷却系统冗余：自动切换的冗余风扇，对风扇转速实时监测，发现故障自动报警并启动备用风扇。系统工作正常时，主风扇工作，备份风扇不工作，当主风扇出现故障或转速低于规定转速时自动启动备用风扇。由于备用风扇平时处于停止状态，保证在工作风扇损坏时可以马上接替服务，不会造成由于系统风扇损坏导致的系统内部温度升高而产生的工作不稳定或停机现象。

(5) 系统冗余：双机热备份高可用系统 (HA)，通过对关键部件的冗余设计，可以保证系统硬件具有很高的可用性，对于一般非关键应用场合，其硬件系统的可用性可以达到 99.99%。但对于一些极其关键的应用场合，可以采用双机热备份的高可用 (High Availability, HA) 系统，使系统可用性达到 99.999%。正常工作时，两台服务器同时工作，通过以太网和 RS-232 口互相进行侦测，并不断地完成同步操作，数据保存在共享磁盘阵列中，当任何一台服务器出现故障，另一台服务器将快速接管服务。其切换时间仅需 1~2 分钟。

由于操作系统和应用软件故障而引起的系统停机，具有较大的不确定性，很难进行有效的管理和预测，因此快速恢复软件系统，缩短系统停止服务的时间就变得十分重要。通常处理由操作系统和应用软件造成的系统性能降低或瘫痪最好的办法是重装系统，但重装和配置系统所花费的时间相当长，无法适应高可用性的要求，采用操作系统和应用程序备份恢复系统，可以大幅度降低系统恢复的时间，在软件系统出现故障后迅速恢复，使停机时间减到最低。

5. 灾难恢复

灾难恢复是针对大的灾难来保护系统、信息和能力。灾难恢复措施在整个备份制度

中占有相当重要的地位。因为它关系到系统在经历灾难后能否迅速恢复。灾难恢复操作通常可以分为两类。第一类是全盘恢复，第二类是个别文件恢复，还有一种值得一提的是重定向恢复。

(1) 全盘恢复。全盘恢复一般应用在服务器发生意外灾难导致数据全部丢失、系统崩溃或是有计划的系统升级、系统重组等，也称为系统恢复。

(2) 个别文件恢复。由于操作人员的水平不高，个别文件恢复可能要比全盘恢复常见得多，利用网络备份系统的恢复功能，我们很容易恢复受损的个别文件。只需浏览备份数据库或目录，找到该文件，触动恢复功能，软件将自动驱动存储设备，加载相应的存储媒体，然后恢复指定文件。

(3) 重定向恢复。重定向恢复是将备份的文件恢复到另一个不同的位置或系统上去，而不是进行备份操作时它们当时所在的位置。重定向恢复可以是整个系统恢复也可以是个别文件恢复。重定向恢复时需要慎重考虑，要确保系统或文件恢复后的可用性。

为了防备数据丢失，我们需要做好详细的灾难恢复计划，同时还要定期进行灾难演练。每过一段时间，应进行一次灾难演习。可以利用淘汰的机器或多余的硬盘进行灾难模拟，以熟练灾难恢复的操作过程，并检验所生成的灾难恢复软盘和灾难恢复备份是否可靠。

8.8 网络接入技术

ITU-T根据近年来电信网的发展演变趋势，提出了接入网的概念。

从整个电信网的角度讲，可以将全网划分为公用网和用户驻地网（CPN）两大块，其中CPN属用户所有，因而，通常意义的电信网指的是公用电信网部分。公用电信网又可以划分为长途网、中继网和接入网（AN）三部分。长途网和中继网合并称为核心网。相对于核心网，接入网介于本地交换机和用户之间，主要完成使用户接入到核心网的任务。

具体地说，接入网是由业务结点接口（SNI）和相关用户网络接口（UNI）及为传送电信业务所需承载能力的系统组成的，经Q3接口进行配置和管理。接入网可由三个接口界定，即网络侧经由SNI与业务结点相连，用户则由UNI与用户相连，管理方面则经Q3接口与电信管理网（TMN）相连。接入网的引入给通信网带来新的变革，使整个通信网络结构发生了根本的变化。

接入网的重要特征可以归纳为如下几点。

- (1) 接入网对于所接入的业务提供承载能力，实现业务的透明传送。
- (2) 接入网对用户信令是透明的，除了一些用户信令格式转换外，信令和业务处理的功能依然在业务结点中。

(3) 接入网的引入不应限制现有的各种接入类型和业务，接入网应通过有限的标准化的接口与业务结点相连。

(4) 接入网有独立于业务结点的网络管理系统，该系统通过标准化的接口连接 TMN，TMN 实施对接入网的操作、维护和管理。

接入技术可以分为有线接入技术和无线接入技术两大类。有线接入技术包括：基于双绞线的 ADSL 技术、基于 HFC 网（光纤和同轴电缆混合网）的 Cable MODEM 技术、基于五类线的以太网接入技术，以及光纤接入技术。

8.8.1 xDSL 接入

目前流行的铜线接入技术主要是 xDSL 技术。DSL (Digital Subscriber Line, 数字用户线) 技术是基于普通电话线的宽带接入技术，它在同一铜线上分别传送数据和语音信号。数据信号并不通过电话交换机设备，减轻了电话交换机的负载，并且不需要拨号，一直在线，属于专线上网方式，这意味着使用 xDSL 上网并不需要缴付另外的电话费。xDSL 中的“x”代表各种数字用户环路技术，包括 HDSL、SDSL、ADSL、RADSL、VDSL 等。但考试中，一般只涉及到其中的 ADSL，下面将详细介绍 ADSL 的相关信息。

ADSL (非对称数字用户线) 是一种非对称的宽带接入方式，即用户线的上行速率和下行速率不同。它采用 FDM (频分复用) 技术和 DMT 调制技术，在保证不影响正常电话使用的前提下，利用原有的电话双绞线进行高速数据传输。ADSL 的优点是可在现有的任意双绞线上传输，误码率低，系统投资少。缺点是有选线率问题、带宽速率低。

ADSL 不仅继承了 HDSL 技术成果，而且在信号调制与编码、相位均衡，以及回波抵消等方面采用了更加先进的技术，性能更佳。由于 ADSL 的特点，ADSL 主要用于 Internet 接入、居家购物、远程医疗等。

从实际的数据组网形式上看，ADSL 所起的作用类似于窄带的拨号 MODEM，担负着数据的传送功能。按照 OSI 七层模型的划分标准，ADSL 的功能从理论上应该属于七层模型的物理层。它主要实现信号的调制及提供接口类型等一系列底层的电气特性。同样，ADSL 的宽带接入仍然遵循数据通信的对等通信原则，在用户侧对上层数据进行封装后，在网络侧的同一层上进行开封。可见，要实现 ADSL 的各种宽带接入，在网络侧也必须有相应的网络设备相结合。

ADSL 的接入模型主要由中央交换局端模块 (ATU-C) 和远端用户模块 (ATU-R) 组成。中央交换局端模块包括中心 ADSL MODEM 和接入多路复用系统 DSLAM，远端模块由用户 ADSL MODEM 和滤波器组成。

ADSL 能够向终端用户提供 $1\sim8\text{Mb/s}$ 的下行传输速率和 $512\text{Kb/s}\sim1\text{Mb/s}$ 的上行速率，有效传输距离在 $3\text{km}\sim5\text{km}$ 左右。

比较成熟的 ADSL 标准主要有两种，分别是 G.DMT 和 G.Lite。G.DMT 是全速率的 ADSL 标准，提供支持 8Mb/s 的下行速率，及 1.5Mb/s 的上行速率，但 G.DMT 要求用

户端安装 POTS 分离器，比较复杂且价格昂贵。GLite 是一种速度较慢的 ADSL，它不需要在用户端进行线路的分离，而是电话公司的远程用户分离线路。正式称为 ITU-T 标准 G-992.2 的 GLite，提供了 1.544Mb/s~6Mb/s 的下行速率和 128Kb/s~384Kb/s 的上行速率。

目前，众多 ADSL 厂商在技术实现上，普遍将先进的 ATM 服务质量保证技术融入到 ADSL 设备中，DSLAM（ADSL 的用户集中器）的 ATM 功能的引入，不仅提高了整个 ADSL 接入的总体性能，为每一用户提供了可靠的接入带宽，为 ADSL 星型组网方式提供了强有力的支撑，而且完成了与 ATM 接口的无缝互联，实现了与 ATM 骨干网的完美结合。

8.8.2 HFC 接入

基于 HFC 网（光纤和同轴电缆混合网）的 Cable MODEM 技术是宽带接入技术中最先成熟和进入市场的，其巨大的带宽和相对经济性使其对有线电视网络公司和新成立的电信公司很具吸引力。

Cable MODEM 的通信和普通 MODEM 一样，是数据信号在模拟信道上交互传输的过程。但也存在差异：普通 MODEM 的传输介质在用户与访问服务器之间是独立的，即用户独享传输介质，而 Cable MODEM 的传输介质是 HFC 网，将数据信号调制到某个传输带宽与有线电视信号共享介质；另外，Cable MODEM 的结构较普通 MODEM 复杂，它由调制解调器、调谐器、加/解密模块、桥接器、网络接口卡、以太网集线器等组成，它无需拨号上网，不占用电话线，可提供随时在线连接的全天候服务。

目前 Cable MODEM 产品有欧、美两大标准体系，DOCSIS 是北美标准，DVB/DAVIC 是欧洲标准。欧、美两大标准体系的频道划分、频道带宽及信道参数等方面的规定，都存在较大差异，因而互不兼容。北美标准是基于 IP 的数据传输系统，侧重于对系统接口的规范，具有灵活的高速数据传输优势；欧洲标准是基于 ATM 的数据传输系统，侧重于 DVB 交互信道的规范，具有实时视频传输优势。

Cable MODEM 的工作过程是：以 DOCSIS 标准为例，Cable MODEM 的技术实现一般是从 87~860MHz 电视频道中分离出一条 6MHz 的信道用于下行传送数据。通常下行数据采用 64QAM（正交调幅）调制方式或 256QAM 调制方式。上行数据一般通过 5~65 MHz 之间的一段频谱进行传送，为了有效抑制上行噪音积累，一般选用 QPSK 调制（QPSK 比 64QAM 更适合噪音环境，但速率较低）。

CMTS（Cable MODEM 的前端设备）与 Cable MODEM 的通信过程为：CMTS 采用 10Base-T, 100Base-T 等接口通过交换型 HUB 与外界设备相连，通过路由器与 Internet 连接，或者可以连接到本地服务器，享受本地业务。CMTS 从外界网络接收的数据帧封装在 MPEG-TS 帧中，通过下行数据调制（频带调制）后与有线电视模拟信号混合输出 RF 信号到 HFC 网络，CMTS 同时接收上行接收机输出的信号，并将数据信号转换

成以太网帧给数据转换模块。用户端的 Cable MODEM 放在用户的家中，通过 10Base-T 接口，与用户计算机相连。其基本功能就是将用户计算机输出的上行数字信号调制成 5MHz~65MHz 射频信号进入 HFC 网的上行通道，同时，Cable MODEM 还将下行的 RF 信号解调为数字信号送给用户计算机。

HFC 技术可使电话公司迅速提供宽带业务。HFC 在一个 500 户左右的光结点覆盖区可以提供 60 路模拟广播电视、每户至少 2 路电话、速率至少高达 10Mb/s 的数据业务。将来利用其 550MHz~750MHz 频段还可以提供至少 200 路 MPEG-2 的点播电视业务，以及其他双向电信业务。有线接入网发展的一个重要趋势是 FTTC 与 HFC 融合，进而向 FTTC 发展。最近，接入网又提出了一种新的组网方案：FTTC+HFC。FTTC+HFC 主干系统采用共缆光纤的方法分别传送数字（双向）与模拟信号，两种信息由设置于路边的光网络单元分别恢复成各自的基带信号之后，语音信号经双绞线送至用户，而数字和模拟视频信号经同轴电缆送至用户。

从长远看，HFC 网计划提供的是所谓全业务网（FSN），即以单个网络提供各种类型的模拟和数字业务。用户数可以从 500 户降到 25 户，实现光纤到路边。最终用户数可望降到 1 户，实现光纤到家。光纤的应用提供了一条通向宽带通信的新途径，但其回传信道的干扰问题仍需妥善解决。

目前已有多种解决回传干扰的方案可用，其中比较彻底的方案是小型光结点方案，用独立的光纤来传双向业务。小型光结点采用低成本激光器。由于小型光结点靠近用户，因而同轴网部分为无源网，回传信道则安排在高频端，从而彻底避免了回传信道的干扰问题。第二种比较好的方案是采用同步码分多址（S-CDMA）技术，干扰大大减少，系统可以工作在负信噪比条件，可望较好地解决回传信道的噪声和干扰问题。HFC 的最新发展趋势是与 DWDM 相结合，可以充分利用 DWDM 的降价趋势简化第二枢纽站，将路由器和服务器等移到前端，消除光—射频—光变换过程，从而简化系统，进一步降低成本。

8.8.3 高速以太网接入

传统以太网技术不属于接入网范畴，而属于用户驻地网（CPN）领域。但是，以太网的应用领域正在向包括接入网在内的其他公用网领域扩展，利用以太网作为接入手段的主要原因如下。

- (1) 以太网已有巨大的网络基础和长期的经验知识；
- (2) 目前所有流行的操作系统和应用都与以太网兼容；
- (3) 性能价格比好、可扩展性强、容易安装开通、可靠性高；
- (4) 以太网接入方式与 IP 网很适应，同时以太网技术已有重大突破，容量分为 10/100/1000Mb/s 三级，可按需升级，10Gb/s 以太网系统也刚刚问世。

基于以太网技术的宽带接入网由局侧设备和用户侧设备组成。局侧设备一般位于小区内，用户侧设备一般位于居民楼内；或者局侧设备位于商业大楼内，而用户侧设备位于楼层内。局侧设备提供与IP骨干网的接口，用户侧设备提供与用户终端计算机相接的10/100BASE-T接口。局侧设备具有汇聚用户侧设备网管信息的功能。

宽带以太网接入技术具有强大的网管功能。与其他接入网技术一样，能进行配置管理、性能管理、故障管理和安全管理；还可以向计费系统提供丰富的计费信息，使计费系统能够按信息量、按连接时长或包月制等计费方式进行计费。

基于5类线的高速以太网接入无疑是一种较好的选择方式。在局域网中IP协议都是运行在以太网上，即IP包直接封装在以太网帧中，以太网协议是目前与IP配合得最好的协议之一。目前大部分的商业大楼和新建住宅楼都进行了综合布线，布放了5类UTP（非屏蔽双绞线），将以太网插口布到了桌边。以太网接入能给每个用户提供10Mb/s或100Mb/s的接入速率，它拥有的带宽是其他方式的几倍或者几十倍，完全能满足用户对带宽接入的需要。ADSL虽然比56k速度快，但与以太网相比，还有很大差距，它只是人们迈向宽带过程中的一个过渡技术。由于ADSL和Cable MODEM的费用都很高，造价和成本平均每一户将超过1000元，而以太网每户费用在几百元左右。所以以太网接入方式，在性能价格比上既适合中国国情，又符合网络未来发展趋势。

8.8.4 DDN 接入

数字数据网（Digital Data Network, DDN）是利用数字信道来连续传输数据信号的，它不具备数据交换的功能，不同于通常的报文交换网和分组交换网。DDN的主要作用是向用户提供永久性和半永久性连接的数字数据传输信道，既可用于计算机之间的通信，也可用于传送数字化传真、数字话音、数字图像信号或其他数字化信号。永久性连接的数字数据传输信道是指用户间建立固定连接，传输速率不变的独占带宽电路。半永久性连接的数字数据传输信道对用户来说是非交换性的，但用户可提出申请，由网络管理人员对其提出的传输速率、传输数据的目的地和传输路由进行修改。

1. DDN 的特点

归纳起来DDN有以下几个特点。

(1) 传输速率高：在DDN网内的数字交叉连接复用设备能提供2Mb/s或 $N \times 64\text{Kb/s}$ ($\leq 2\text{Mb/s}$)速率的数字传输信道。

(2) 传输质量较高：数字中继大量采用光纤传输系统，用户之间专有固定连接，网络时延小。

(3) 协议简单：采用交叉连接技术和时分复用技术，由智能化程度较高的用户端设备来完成协议的转换，本身不受任何规程的约束，是全透明网，面向各类数据用户。

(4) 灵活的连接方式：可以支持数据、语音、图像传输等多种业务，它不仅可以和用户终端设备进行连接，也可以和用户网络连接，为用户提供灵活的组网环境。

- (5) 电路可靠性高：采用路由迂回和备用方式，使电路安全可靠。
- (6) 网络运行管理简便：采用网管对网络业务进行调度监控。

2. DDN 网络的结构

DDN 网是由数字传输电路和相应的数字交叉复用设备组成的。其中，数字传输主要以光缆传输电路为主，数字交叉连接复用设备对数字电路进行半固定交叉连接和子速率的复用。

- DTE：数据终端设备。接入 DDN 网的用户端设备可以是局域网，通过路由器连至对端，也可以是一般的异步终端或图像设备，以及传真机、电传机、电话机等。DTE 和 DTE 之间是全透明传输。
- DSU：数据业务单元。可以是调制解调器或基带传输设备，以及时分复用、语音/数字复用等设备。

DTE 和 DSU 的主要功能是业务的接入和接出。

- NMC：网管中心。可以方便地进行网络结构和业务的配置，实时地监视网络运行情况，进行网络信息、网络结点告警和线路利用情况等收集、统计报告。

按照网络的基本功能 DDN 网又可分为核心层、接入层、用户接口层。

(1) 核心层：以 2M 电路构成骨干结点核心，执行网络业务的转接功能，包括帧中继业务的转接功能。

(2) 接入层：为 DDN 各类业务提供子速率复用和交叉连接，帧中继业务用户接入和本地帧中继功能，以及压缩话音/G3 传真用户入网。

(3) 用户接口层：为用户入网提供适配和转接功能，如小容量时分复用设备等。

8.9 无线网络技术

无线接入可分为移动接入与固定接入两种。其中移动接入又可分为高速和低速两种。高速移动接入一般可用蜂窝系统、卫星移动通信系统、集群系统等。低速移动接入系统可用 PGN 的微小区和毫微小区，如 CDMA 的 WILL、PACS、PHS 等。固定接入是从交换结点到固定用户终端采用无线接入，它实际上是 PSTN/ISDN 网的无线延伸，其目标是为用户提供透明的 PSTN/ISDN 业务。固定无线接入系统的终端不含或仅含有有限的移动性，接入方式有微波一点多址、蜂窝区移动接入的固定应用、无线用户环路及卫星 VSAT 网等。

8.9.1 WiMax

WiMax (World Interoperability for Microwave Access) 论坛是由采用 IEEE 802.16 标准的设备和器件供应商成立的一个非营利性生产团体，主要是向市场推广 IEEE 新的无

线通信标准 802.16。WiMax 已成为 802.16 标准的代名词，是一种面向城域网的宽带无线接入技术，能提供面向因特网的高速连接。目前，Intel、Nokia、Proxim、Alvarion 和富士通等众多的国际性大公司相继加入 WiMax 组织，以推动与保证基于 802.16 标准的宽带设备的兼容性和互通性。WiMax 组织积极推动 WiMax/802.16 产品在全球范围内的应用。

1. WiMax 技术概述

WiMax 的最大覆盖范围是 50km，是一种定位于宽带 IP 城域网的无线接入技术。主要用于固定无线宽带接入（FBWA）、地理位置分散的信息结点的回程传输，或大业务量用户的接入。由于 WiMax 作为城域网接入手段，采用了多种技术来应对建筑物阻挡情况下的非视距（NLOS）和阻挡视距（OLOS）的传播条件，因此其可以实现非视距传输（这种情形下的传输距离会有所缩短）。WiMax 系统既可以连接 WLAN 的结点和因特网，还可作为企业 T1 或家庭 xDSL 和 Cable MODEM 的无线扩充技术，或者取代有线宽带接入的市场。

从系统容量上看，WiMax 也有显著的优势。因为 WiMax 基站的一个扇区可同时支持 60 多个采用 E1/T1 的企业用户和数百个采用 xDSL 的家庭用户，因此，WiMax 的一个基站可以同时接入数百个远端用户站。同时，WiMax 可为同一用户站提供多个业务流的传输能力，可以更大地提升实际接入用户数。

IEEE 802.16 是利用与 802.11a、802.11g 相同的 OFDM 技术，其传输距离为 30km~50km，突破了现有的无线宽带障碍，当在 20MHz 的信道带宽时，支持高达 100Mb/s 的共享数据传输速率。

整体来说，802.16 工作的频段采用的是无需授权频段，范围在 2GHz~66GHz 之间，而 802.16a 则是一种采用 2GHz~11GHz 无需授权频段的宽带无线接入系统，其信道带宽可根据需求在 1.5MHz~20MHz 范围内进行调整。可见，802.16 所使用的频谱将比其他任何无线技术更丰富。其至少具有如下优点。

- (1) 对于已知的干扰，窄的信道带宽有利于避开干扰；
- (2) 当信息带宽需求不大时，窄的信道带宽有利于节省频谱资源；
- (3) 灵活的带宽调整能力，有利于运营商或用户协调频谱资源。

由以上叙述可知，WiMax 建网快、带宽大、容量高、见效早，可为运营商快速提供各种业务，完全可以组建一个支持城域网的综合业务网络，并具备进一步漫游接入的潜力。WiMax 是运营商在计划构建宽带 IP 城域网时需要重点考虑的一种技术。

2. WiMax 技术特点

(1) 链路层技术。 TCP/IP 协议的特点之一是对信道的传输质量有较高的要求。无线宽带接入技术面对日益增长的 IP 数据业务，必须适应 TCP/IP 协议对信道传输质量的要求。

在 WiMax 技术的应用条件下（室外远距离），无线信道的衰落现象非常显著，在质量不稳定的无线信道上运用 TCP/IP 协议，其效率将十分低下。WiMax 技术在链路层加

入了 ARQ 机制，减少到达网络层的信息差错，可大大提高系统的业务吞吐量。同时 WiMax 采用天线阵、天线极化方式等天线分集技术来应对 OLOS 和 NLOS 造成的深衰落。这些措施都提高了 WiMax 的无线数据传输的性能。

(2) QoS 性能。 WiMax 可以向用户提供具有 QoS 性能的数据、视频、话音 (VoIP) 业务。WiMax 可以提供三种等级的服务：CBR (Constant Bit Rate, 固定带宽)、CIR (Committed Rate, 承诺带宽)、BE (Best Effort, 尽力而为)。CBR 的优先级最高，任何情况下网络操作者与服务提供商以高优先级、高速率及低时延为用户提供服务，保证用户订购的带宽。CIR 的优先级次之，网络操作者以约定的速率来提供服务，但速率超过规定的峰值时，优先级会降低，还可以根据设备带宽资源情况向用户提供更多的传输带宽。BE 则具有更低的优先级，这种服务类似于传统 IP 网络的尽力而为的服务，网络不提供优先级与速率的保证，在系统满足其他用户较高优先级业务的条件下，尽力为用户提供传输带宽。

3. WiMax 与 Wi-Fi 的对比

Wi-Fi 联盟是由采用 IEEE 802.11 标准的设备和器件供应商成立的一个非赢利性组织，Wi-Fi 已成为推动 802.11 标准产品互通性的事实上的权威性组织，Wi-Fi 也成为 802.11 标准的代名词。因为 Wi-Fi 标准是针对局域网的无线接入技术制订的，覆盖距离通常只有 10~300 米，所以可以说 Wi-Fi 解决的是“最后 100 米”的通信接入。

Wi-Fi (802.11) 是当前应用最为广泛的无线局域网媒体接入控制 (MAC) 和物理层标准。已经形成并正在市场推广应用的有 802.11、802.11b、802.11a、802.11g，还有 802.11e、802.11f 正在讨论制订中。Wi-Fi 标准使用无牌照的 2.4GHz 和 5GHz 频段，速率可以达到 11Mb/s、22Mb/s 以至 54Mb/s。

在物理层、调制技术、MAC 层技术方面，Wi-Fi 采用了与 WiMax 不同的技术。在 Wi-Fi 标准系列中，802.11b 的物理层采用 BPSK 或 CCK (补码键控) + QPSK 调制方式，码速率为 11MHz；802.11a 采用 OFDM (正交频分复用) 调制方式，码速率达到 54 MHz；802.11g 则兼容两种标准，采用了两种调制技术。Wi-Fi 占用 20MHz 或 22 MHz 的固定的信道带宽。Wi-Fi 技术的 MAC 协议采用的是 CSMA/CA (载波监听多路访问/冲突避免) 协议。采用这种 MAC 协议比较适合突发性较大的业务种类如数据业务，可以提供较短的响应时间，较高的传输带宽，但也使得 Wi-Fi 不能像 WiMax 那样具备带宽动态分配的能力，提供业务的 QoS 性能，如时延要求，不适合视频、话音业务。

8.9.2 CDMA 2000

CDMA 2000 (Code Division Multiple Access 2000) 是一种 3G 移动通信标准，国际电信联盟 ITU 的 IMT-2000 标准认可的无线电接口，也是 2G cdmaOne 标准的延伸。根本的信令标准是 IS-2000。CDMA2000 与其它两个 3G 标准 WCDMA、TD-SCDMA 不兼容。

CDMA 2000 最终正式标准是 2000 年 3 月通过的。CDMA 2000 有下列技术特点：

(1) 多种信道带宽。前向链路上支持多载波 (MC) 和直扩 (DS) 两种方式；反向链路仅支持直扩方式。

(2) 当采用多载波方式时，能支持多种射频带宽，即射频带宽可为 $N \times 1.25\text{MHz}$ ，其中 $N=1, 3, 5, 9$ 或 12 。目前技术仅支持前两种，即 1.25MHz (CDMA 2000-1X) 和 3.75 MHz (CDMA 2000-3X)。

目前中国电信采用的 3G 标准就是 CDMA 2000。

8.9.3 WCDMA

WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access)，即宽带码分多址，它是一种 3G 移动通讯标准。该标准由 3GPP 制订，是基于 GSM MAP 核心网，以 UTRAN 为无线接口的第三代移动通信系统。目前 WCDMA 有 Release 99、Release 4、Release 5、Release 6 等版本。

在第三代移动通信规范提案的概念评估过程中，WCDMA 技术以其自身的技术优势成为 3G 的主流技术之一，目前全世界已有超过 200 个国家使用该标准。目前中国联通采用的 3G 标准就是 WCDMA。

8.9.4 TD - SCDMA

TD-SCDMA (Time Division-Synchronous Code Division Multiple Access)，即时分同步码分多址，它是一种 3G 移动通信标准。相对于另两个主要 3G 标准 CDMA2000 和 WCDMA 起步较晚。

TD-SCDMA 作为中国提出的第三代移动通信标准，自 1998 年正式向 ITU 提交以来，已经历十多年的时间，完成了标准的专家组评估、ITU 认可并发布、与 3GPP 体系的融合、新技术特性的引入等一系列的国际标准化工作，从而使 TD-SCDMA 标准成为第一个由中国提出的，以我国知识产权为主的、被国际上广泛接受和认可的无线通信国际标准。这是我国电信史上重要的里程碑。

目前中国移动采用的 3G 标准就是 TD-SCDMA。

8.10 光网络技术

光纤通信具有通信容量大、质量高、性能稳定、防电磁干扰、保密性强等优点。在干线通信中，光纤扮演着重要角色，在接入网中，光纤接入已成为发展的重点。光纤接入网指的是接入网中的传输媒质为光纤的接入网。光纤接入网从技术上可分为两大类：

即有源光网络（Active Optical Network, AON）和无源光网络（Passive Optical Network, PON）。有源光网络又可分为基于 SDH（同步光网络）的 AON 和基于 PDH（异步光网络）的 AON。

光纤接入技术与其他接入技术相比，最大优势在于可用带宽大，而且还有巨大潜力可以开发，在这方面其他接入技术根本无法与其相比。光纤接入网还有传输质量好、传输距离长、抗干扰能力强、网络可靠性高、节约管道资源等特点。另外，SDH 和 APON 设备的标准化程度都比较高，有利于降低生产和运行维护成本。

当然，与其他接入技术相比，光纤接入网也存在一定的劣势。最大的问题是成本还比较高。尤其是光结点离用户越近，每个用户分摊的接入设备成本就越高。另外，与无线接入相比，光纤接入网还需要管道资源。这也是很多新兴运营商看好光纤接入技术，但又不得不选择无线接入技术的原因。

根据光网络单元的位置，光纤接入方式可分为如下几种：FTTR（光纤到远端接点）、FTTB（光纤到大楼）、FTTC（光纤到路边）、FTTZ（光纤到小区）和 FTTH（光纤到户）。光网络单元具有光/电转换、用户信息分接和复接，以及向用户终端馈电和信令转换等功能。当用户终端为模拟终端时，光网络单元与用户终端之间还有数模和模数的转换器。

8.10.1 接入网用 SDH 系统

有源光网络的局端设备（CE）和远端设备（RE）通过有源光传输设备相连，传输技术是骨干网中已大量采用的 SDH 和 PDH 技术，但以 SDH 技术为主。远端设备主要完成业务的收集、接口适配、复用和传输功能。局端设备主要完成接口适配、复用和传输功能。此外，局端设备还向网络管理系统提供网管接口。在实际接入网建设中，有源光网络的拓扑结构通常是星型或环行。

SDH 已经在核心网得到广泛应用。目前，带宽需求和技术都已显示有必要把 SDH 的技术上的巨大优势带进接入网领域，使 SDH 的功能和接口尽可能靠近用户。在接入网中应用 SDH 的主要优势如下。

(1) 对于要求高可靠、高质量业务的大型企事业用户，SDH 可以提供理想的网络性能和业务可靠性。此时可以直接用 SDH 系统以点到点或环形拓扑形式与用户相连。

(2) 可以增加传输带宽，改进网管能力，简化维护工作，降低运行维护成本。

(3) SDH 的固有灵活性使网络运营者可以更快更有效地提供用户所需长期和短期的业务，以及满足组网需要。对于发展极其迅速的蜂窝通信系统，采用 SDH 系统尤其适合，可以迅速灵活地提供所需的 2Mb/s 透明通道。

接入网用 SDH 的最新发展趋势是支持 IP 接入。目前至少需要支持以太网接口的映射，于是除了携带话音业务量以外，可以利用部分 SDH 净负荷来传送 IP 业务，从而使 SDH 也能支持 IP 的接入。支持的方式有多种，除了现有的 PPP 方式外，利用 VC12 的级联方式来支持 IP 传输也是一种效率较高的方式。总之，作为一种成熟可靠提供主要

业务收入的传送技术，在可以预见的将来仍然会不断改进，支持电路交换网向分组网的平滑过渡。

8.10.2 无源光网络 PON

无源光网络是一种纯介质网络，避免了外部设备的电磁干扰和雷电影响，减少了线路和外部设备的故障率，提高了系统可靠性，同时节省了维护成本，是电信维护部门长期期待的技术。PON 的业务透明性较好，原则上可适用于任何制式和速率信号。特别是一个 ATM 化的无源光网络（APON）可以通过利用 ATM 的集中和统计复用，再结合无源分路器对光纤和光线路终端的共享作用，使成本可望比传统的以电路交换为基础的 PDH/SDH 接入系统低 20%~40%。

APON 中数字信号的标称比特率应该是 8kHz 的整数倍。其标称线路速率有两种：可适用于 FTTC ab/C/B/H 的对称 155.52Mb/s 与适用于 FTTC ab/C/B 的非对称速率（下行 622.08Mb/s，上行 155.52Mb/s）。其双向传输方法主要有两种，第一种采用单纤波分复用方式；第二种采用单向双纤空分复用方式，工作在 1310μm 区，以便充分利用低成本的光源。与窄带 PON 不同之处在于不采用单纤双向时分压缩复用（TCM）方式，主要是考虑集成电路的速率和成本的因素。

8.11 综合布线

20世纪80年代以来，随着科学技术的不断发展，尤其是通信、计算机网络、控制和图形显示技术的相互融合和发展，高层房屋建筑服务功能的增加和客观要求的提高，传统的专业布线系统已经不能满足需要。为此发达国家开始研究和推出综合布线系统，20世纪80年代后期综合布线系统逐步引入我国。近几年来我国国民经济持续高速发展，城市中各种新型高层建筑和现代化公共建筑不断建成，尤其是作为信息化社会象征之一的智能化建筑中的综合布线系统已成为现代化建筑工程中的热门话题，也是建筑工程和通信工程中设计和施工相互结合的一项十分重要的内容。

8.11.1 综合布线概述

1. 综合布线系统的定义

综合布线系统（Premises Distribution System, PDS），又称结构化综合布线系统（Structured Cabling System, SCS），由于各国产品类型不同，综合布线系统的定义是有差异的。我国信息产业部发布的《大楼通信综合布线系统》（YD/T 926.1~3-2001）中，对综合布线系统的定义可以归纳为：“通信电缆、光缆、各种软电缆及有关连接硬

件构成的通用布线系统，它能支持多种应用系统。即使用户尚未确定具体的应用系统，也可进行布线系统的设计和安装。综合布线系统中不包括应用的各种设备。”

目前所说的建筑物与建筑群综合布线系统（Generic Cabling System for Building and Campus），简称综合布线系统。它是指一幢建筑物内（或综合性建筑物）或建筑群体中的信息传输媒质系统。由于它将相同或相似的缆线（如对绞线、同轴电缆或光缆）、连接硬件组合在一套标准的且通用的、按一定秩序和内部关系而集成的整体，因此目前它是以 CA 为主的综合布线系统。今后随着科学技术的发展，会逐步提高和完善，形成能真正充分满足智能化建筑所需的要求。

2. 综合布线系统的特点

综合布线系统是目前国内外推广使用的比较先进的综合布线方式，具有兼容性、开放性、灵活性、可靠性、先进性和经济性等特点。

(1) 兼容性：综合布线系统的兼容性是指它自身是完全独立的而与应用系统相对无关，可适用于多种应用系统。它将语音、数据与监控设备等信号线经过统一的规划和设计，采用相同的传输介质、信息插座、交连设备、适配器等，把这些不同的信号综合到一套标准的布线中，它比传统布线大为简化，可节约大量的物资、时间和空间。

(2) 开放性：对于传统的布线方式，只要用户选定了某种设备，也就选定了与之相适应的布线方式和传输媒体。如果更换另一设备，那么原来的布线就要全部更换。对于一个已经完工的建筑物，这种变化是十分困难的，要增加很多投资。

综合布线由于采用开放式体系结构，符合多种国际上现行的标准，因此它几乎对所有著名厂商的产品都是开放的，如计算机设备、交换机设备等，并对所有通信协议也是支持的，如 ISO/IEC 8802-3，ISO/IEC 8802-5 等。

(3) 灵活性：综合布线系统应能满足灵活应用的要求，使用多种高性能的线缆来满足多种应用系统的连网需求。即任一信息点可连接不同类型的设备，包括计算机、打印机、终端、数控设备、电话/传真机及多媒体设备等，并能与众多厂家产品兼容，使各个厂家的设备都能插入到这组通用的综合布线系统中去。

(4) 可靠性：综合布线系统采用高品质的材料和组合压接的方式构成一套高标准的信息传输通道。所有线缆和连接件均通过 ISO 认证，并全部采用点到点连接，从而保障了应用系统的可靠运行。

(5) 先进性：综合布线系统采用光纤和双绞线混合布线方式，极为合理地构成一套完整的布线系统，它的设计目标决定了系统必须采用先进的概念、技术、方法和设备。既要反映当前水平，又具有较大发展潜力。

综合布线系统一般具有 15 年以上的使用寿命，而信息技术的发展又异常迅猛，与传统布线相比综合布线中因各应用系统采用相同的传输介质，可互为备用，提高了备用冗余，所以具有充分扩展的能力。

(6) 经济性：综合布线系统支持各种系统和设备的集成，如可将语音、数据、图像、监控等设备设计在一起工作，从而在硬件、软件、培训方面具有投资保护性。同时在满足应用要求的基础上，尽可能降低造价，提供系统的性价比。

3. 综合布线系统的范围

综合布线系统的范围应根据建筑工程项目范围来定，一般有两种范围，即单幢建筑和建筑群体。单幢建筑中的综合布线系统范围，一般指在整幢建筑内部敷设的管槽系统、电缆竖井、专用房间（如设备间等）和通信缆线及连接硬件等。建筑群体因建筑幢数不一、规模不同，有时可能扩大成为街坊式的范围（如高等学校校园式），其范围难以统一划分，但不论其规模如何，综合布线系统的工程范围除上述每幢建筑内的通信线路和其他辅助设施外，还需包括各幢建筑物之间相互连接的通信管道和线路，这时综合布线系统较为庞大而复杂。

我国通信行业标准《大楼通信综合布线系统》（YD/T 926）的适用范围规定是跨越距离不超过3000m、建筑总面积不超过100万平方米的布线区域，其人数为50~50万人。如布线区域超出上述范围时可参照使用。上述范围是从基建工程管理的要求考虑的，与今后的业务管理和维护职责等的划分范围有可能是不同的。可见，综合布线系统的具体范围应根据网络结构、设备布置和维护办法等因素来划分相应范围。

8.11.2 综合布线系统的组成

目前各国生产的综合布线系统的产品较多，其产品的设计、制造、安装和维护中所遵循的基本标准主要有两种，一种是国家标准 ANSI/EIA/TIA-568A(B)《商用建筑通信布线标准》；另一种是国际标准化组织 / 国际电工委员会标准 ISO/IEC IS 11801《信息技术—用户综合布线》。上述两种标准有极为明显的差别，如从综合布线系统的组成来看，国家标准把综合布线系统划分为：建筑群子系统、干线（垂直）子系统、配线（水平）子系统、设备间子系统、管理子系统和工作区子系统六个独立的子系统。国际标准则将其划分为建筑群主干布线子系统、建筑物主干布线子系统和水平布线子系统三部分，并规定工作区布线为非永久性部分，工程设计和施工也不涉足为用户使用时临时连接的这部分。

我国信息产业部发布的通信行业标准《大楼通信综合布线系统》（YD/T 926.1~3-2001），该标准非等效采用国际标准化组织 / 国际电工委员会标准 ISO/IEC IS 11801《信息技术—用户综合布线》。在制订行业标准时，对国际标准中收录的产品品种系列进行优化筛选，同时参考了国家标准 ANSI/EIA/TIA-568A(B)《商用建筑通信布线标准》，并根据我国具体情况予以吸收和完善，它的组成和子系统划分与国际标准是完全一致的。

综上所述，两种标准中介绍的综合布线系统的组成结构分别如图 8-8 和图 8-9 所示。

说明：本书中采用 ANSI/EIA/TIA 568A 标准。

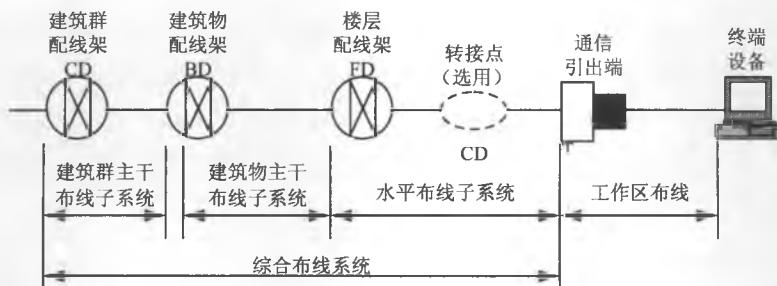


图 8-8 YD/T 926.1-2001 标准中综合布线系统的组成结构

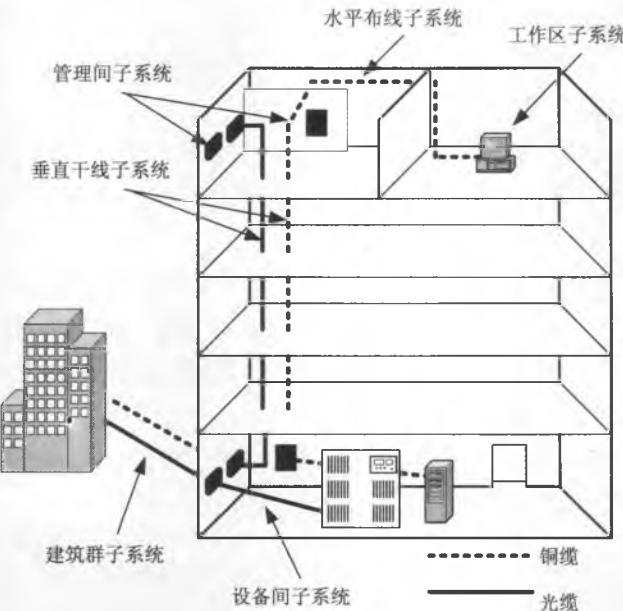


图 8-9 ANSI/EIA/TIA 568A 标准中综合布线系统的组成结构

1. 工作区子系统

工作区子系统 (Work Area Subsystem)，它由终端设备连接到信息插座的连线组成，它包括连接器和适配器。

在进行终端设备和 I/O 连接时，可能需要某种传输电子装置，但这种装置并不是工作区子系统的一部分。例如调制解调器，它能为终端与其他设备之间的兼容性和传输距离的延长提供所需的转换信号，但不能说是工作区子系统的一部分。

工作区子系统中所使用的连接器必须具备国际 ISDN 标准的 8 位接口，这种接口能接受楼宇自动化系统所有低压信号及高速数据网络信息和数码声频信号。

2. 水平干线子系统

水平干线子系统 (Horizontal Backbone Subsystem) 也称为配线子系统。水平干线

子系统是整个布线系统的一部分，实现信息插座和管理子系统（跳线架）间的连接。结构一般为星型结构，它与垂直干线子系统的区别在于：水平干线子系统总是在一个楼层上，仅与信息插座、管理间连接。在综合布线系统中，水平干线子系统由4对UTP（非屏蔽双绞线）组成，能支持大多数现代化通信设备，如果有磁场干扰或信息保密时可用屏蔽双绞线。在高宽带应用时，可以采用光缆。

3. 管理间子系统

管理间子系统（Administration Subsystem）由交连、互连配线架组成。管理点为连接其他子系统提供连接手段。交连和互连允许将通信线路定位或重定位到建筑物的不同部分，以便能更容易地管理通信线路，使在移动终端设备时能方便地进行插拔。管理间为连接其他子系统提供手段，它是连接垂直干线子系统和水平干线子系统的设备，其主要设备是配线架、HUB和机柜、电源。

交连和互连允许将通信线路定位或重定位在建筑物的不同部分，以便能更容易地管理通信线路。I/O位于用户工作区和其他房间或办公室，使在移动终端设备时能够方便地进行插拔。

在使用跨接线或插入线时，交叉连接允许将端接在单元一端的电缆上的通信线路连接到端接在单元另一端的电缆上的线路。跨接线是一根很短的单根导线，可将交叉连接处的两根导线端点连接起来；插入线包含几根导线，而且每根导线末端均有一个连接器。插入线为重新安排线路提供了一种简易的方法。

互连与交叉连接的目的相同，但它不使用跨接线或插入线，只使用带插头的导线、插座、适配器。互连和交叉连接也适用于光纤。

4. 垂直干线子系统

垂直干线子系统（Backbone Subsystem），是整个建筑物综合布线系统的一部分。它提供建筑物的干线电缆，负责连接管理间子系统到设备间子系统的子系统，一般使用光缆或选用大对数的非屏蔽双绞线。它也提供了建筑物垂直干线电缆的路由。该子系统通常是在两个单元之间，特别是在位于中央结点的公共系统设备处提供多个线路设施。该子系统由所有的布线电缆组成，或有导线和光缆及将此光缆连到其他地方的相关支撑硬件组合而成。传输介质可能包括一幢多层建筑物的楼层之间垂直布线的内部电缆，或从主要单元如计算机房或设备间和其他干线接线间来的电缆。

为了与建筑群的其他建筑物进行通信，干线子系统将中继线交叉连接点和网络接口（由电话局提供的网络设施的一部分）连接起来。网络接口通常放在设备相邻的房间。

5. 楼宇（建筑群）子系统

楼宇（建筑群）子系统（Campus Backbone Subsystem），实现建筑物之间的相互连接，常用的通信介质是光缆，主干线和建筑群间使用光缆。

6. 设备间子系统

设备间子系统也称设备子系统（Equipment Room Subsystem）。设备子系统由设备间中的电缆、连接器和相关支撑硬件组成，它把公共系统设备的各种不同设备互连起来。该子系统将中继线交叉连接处和布线交叉处与公共系统设备（如 PBX）连接起来。

第9章 云计算

随着互联网技术的高速发展，人们的生活开始与互联网产生越来越密切的联系。早在 1983 年就提出的“网络是电脑”的概念也渐渐被众人所接受。本章将介绍云计算的相关基础知识。虽然云计算并未在考试大纲中出现，但它属于一种重要的新技术，属于本级别的考试内容。

9.1 云计算的概念与特点

云计算（Cloud Computing），是一种基于互联网的计算方式，通过这种方式，共享的软硬件资源和信息可以按需提供给计算机和其他设备。云其实是网络、互联网的一种比喻说法。云计算的核心思想，是将大量用网络连接的计算资源统一管理和调度，构成一个计算资源池向用户提供按需服务。提供资源的网络被称为“云”。狭义云计算指 IT 基础设施的交付和使用模式，指通过网络以按需、易扩展的方式获得所需资源；广义云计算指服务的交付和使用模式，指通过网络以按需、易扩展的方式获得所需服务。这种服务可以是 IT 和软件、互联网相关，也可是其他服务。

云计算是网格计算、分布式计算、并行计算、效用计算、网络存储、虚拟化、负载均衡等传统计算机和网络技术发展融合的产物。它是一种基于并高度依赖于 Internet，用户与实际服务提供的计算资源相分离，集合了大量计算设备和资源，并向用户屏蔽底层差异的分布式处理架构。

云计算作为一个新兴事物，虽然在理论和应用上都没有得到一致性的共识，但也可以归纳出以下几个方面的特点：

(1) 集合了大量的计算机，规模达到成千上万。一方面，大量的计算机可以提供强大的整体计算能力；另一方面，整体管理还可以降低管理和维护成本，通过对计算机运行环境的优化，缩短单台计算机的服务周期。

(2) 多种软硬件技术相结合。在云计算的组织结构中，使用到了诸如分布式、负载均衡和服务器集群等技术；在基于云计算的应用设计中，还会用到 B/S、Web Service、SOA 等技术；在硬件组织和机房建设中，又会使用到一些现已成熟的冷却、通风和布线等技术。

(3) 对客户端设备的要求低。通常，云计算的客户端系统只需要满足能够运行一个浏览器的要求即可。而且，云计算的客户端是多样的，可以是一台 PC，也可以是一部移动电话。客户端只需要将相应的数据展现给客户，并对用户的输入进行收集和提交即可，业务逻辑中的大部分都将转换到云计算服务器上，数据也将存储在云端。例如，在商业的 SaaS 应用中，大部分的客户端都是浏览器。当然，有些情况下需要安装一些插件。

(4) 规模化效应。云计算的服务器是大规模的，用户也是大规模的，这使得管理与维护都得以集中，不仅降低了服务器的维护成本，还使软硬件资源得到最充分的利用。当然，这在很大程度上也加深了灾难的蝴蝶效应，一旦云计算的关键设施出现问题，例如，遭遇攻击，或者网络发生异常等，对于客户的影响将是致命的。

9.2 云计算的应用

总的来讲，云计算是一种大量服务器的组成架构，其提供的计算资源并不能直接给用户使用，而是通过其他的方式，例如，向用户提供搜索、存储、相册、Blog、科学计算等应用服务的方式来展现其魅力。目前，云计算已经被应用到以下几个方面：

(1) 存储服务。即“云存储”，它是指通过集群应用、网格技术或分布式文件系统等功能，将网络中大量各种不同类型的存储设备通过应用软件集合起来协同工作，共同对外提供数据存储和业务访问功能的一个系统。当云计算系统运算和处理的核心是大量数据的存储和管理时，云计算系统中就需要配置大量的存储设备，那么云计算系统就转变成为一个云存储系统，所以云存储是一个以数据存储和管理为核心的云计算系统。例如，Amazon 所提供的 S3，就是一种向用户提供存储服务的云计算应用，Microsoft 公司通过 Windows Live 的 SkyDriver 向用户提供网络存储服务，Google Docs 在 2009 年 7 月的一次更新中也开始支持对任意文件的存储。

(2) 搜索。各大搜索引擎公司（例如，Google 等）为了满足用户的需求，并提供良好的用户体验，都使用了大量的服务器，组成服务器群，把用户的请求进行拆分、执行和返回。

(3) 科学计算。小型团队在实验或者项目必需的情况下，必定会有大量的计算需求，但无论是购买设备，还是租用大型计算机，都将有不菲的费用，而通过购买云计算的资源（例如，Amazon 的 EC2 服务），搭建需要的平台，基本可以在前期零投入的情况下满足相应的计算需求。

(4) 安全应用。即“云安全”，它是指通过网状的大量客户端对网络中软件行为的异常监测，获取互联网中木马、恶意程序的最新信息，推送到 Server 端进行自动分析和处理，再把病毒和木马的解决方案分发到每一个客户端。云安全的策略构想是：使用

者越多，每个使用者就越安全，因为如此庞大的用户群，足以覆盖互联网的每个角落，只要某个网站被挂马或某个新木马病毒出现，就会立刻被截获。

(5) 软件即服务 (Software As a Service, SaaS)。通过利用 B/S 架构，将企业的业务逻辑和数据都置于云计算的服务器群中，以适应中小企业的低成本满足应用需求的要求。本章后面的章节将详细介绍该内容。

另外，云计算可以应用到基础设施即服务 (Infrastructure as a Service, IaaS) 和平台即服务 (Platform as a Service, PaaS) 中。一般地，当有以下需求的时候，就可以考虑使用云计算服务：

- (1) 短时间内的中、大规模计算需求。
- (2) 零成本的前期投入，并且总体拥有成本 (Total Cost of Ownership, TCO) 较优。
- (3) 在充分相信云计算服务提供商的情况下，数据安全性需求。
- (4) 没有足够的服务器管理和运维人员。
- (5) 在终端设备配置较差的情况下完成较复杂的应用。

当使用云计算服务时，一般都可以达到前期成本的零投入，短时间内在云计算环境中搭建一个满足大规模计算需求的虚拟服务器或虚拟服务器集群。而且，用户不需要配置专门的维护人员，云计算服务的提供商也会为数据和服务器的安全做出相对较高水平的保护。由于云计算将数据存储在云端（分布式的云计算设备中承担计算和存储功能的部分），业务逻辑和相关计算都在云端完成，因此，终端只需要一个能够满足基础应用的普通设备即可。

9.3 基础设施即服务 (IaaS)

基础设施即服务 (Infrastructure as a Service, IaaS)：消费者通过 Internet 可以从完善的计算机基础设施获得服务，这类服务称为基础设施即服务。例如：The New York Times 使用成百上千台 Amazon EC2 实例在 36 小时内处理 TB 级的文档数据。如果没有 EC2，The New York Times 处理这些数据将要花费数天或者数月的时间。

注：Amazon EC2 是一个让用户可以租用云电脑运行所需应用的系统。EC2 借由提供 Web 服务的方式让用户可以弹性地运行自己的 Amazon 机器镜像文件，用户将可以在这个虚拟机上运行任何自己想要的软件或应用程序。

IaaS 分为两种用法：公共的和私有的。公共的是指在基础设施云中使用公共服务器池；而私有的服务往往使用企业内部数据中心的一组公用或私有服务器池。所以这里的私有也就是专用的意思。如果在企业数据中心环境中开发软件，那么这两种类型都能使用，而且使用 EC2 临时扩展资源的成本也很低。

目前比较成熟的 IaaS 平台产品有：OPENStack 和 Eucalyptus。

(1) OPENStack: Rackspace 和 NASA 联手推出的云计算平台。为那些希望给用户提供云服务的托管供应商们创造了进入云计算领域的机会，就像 Parallels Virtuozzo 为 Web 托管公司开发了虚拟化私有服务器。

(2) Eucalyptus: Elastic Utility Computing Architecture for Linking Your Programs To Useful Systems (Eucalyptus) 是一种开源的软件基础结构，用来通过计算集群或工作站群实现弹性的、实用的云计算。它最初是美国加利福尼亚大学 Santa Barbara 计算机科学学院的一个研究项目，现在已经商业化，发展成为了 Eucalyptus Systems Inc. 不过，Eucalyptus 仍然按开源项目那样维护和开发。Eucalyptus Systems 还在基于开源的 Eucalyptus 构建额外的产品；它还提供支持服务。

9.4 平台即服务 (PaaS)

平台即服务 (Platform as a Service, PaaS): 把服务器平台（或开发环境）作为一种服务提供的商业模式。通俗一点讲，就是将软件研发的平台作为一种服务，以 SaaS 的模式提交给用户。因此，PaaS 也是 SaaS 模式的一种应用。但是，PaaS 的出现可以加快 SaaS 的发展，尤其是加快 SaaS 应用的开发速度。在 2007 年国内外 SaaS 厂商先后推出自己的 PaaS 平台。

PaaS 之所以能够推进 SaaS 的发展，主要在于它能够提供企业进行定制化研发的中间件平台，同时涵盖数据库和应用服务器等。目前一些厂商的 PaaS 平台技术已趋于成熟，基于这样的 PaaS 平台可以快速开发自己所需要的应用和产品。同时，PaaS 平台开发的应用能更好地搭建基于 SOA 架构的企业应用。PaaS 对于 SaaS 运营商来说，可以帮助他们进行产品多元化和产品定制化。例如，Salesforce 的 PAAS 平台让更多的 ISV 成为其平台的客户，从而开发出基于他们平台的多种 SaaS 应用，使其成为多元化软件服务供货商 (Multi Application Vendor)，而不再只是一家 CRM 随选服务提供商。而国内的 SaaS 厂商 800app 通过 PAAS 平台，改变了仅是 CRM 供应商的市场定位，实现了 BTO (Built To Order, 按订单生产) 和在线交付流程。使用 800app 的 PAAS 开发平台，用户不再需要任何编程即可开发包括 CRM、OA、HR、SCM、进销存管理等任何企业管理软件，而且不需要使用其他软件开发工具并立即在线运行。

9.5 软件即服务 (SaaS)

软件即服务 (Software As a Service, SaaS): 基于互联网的服务提供、软硬件资源租赁、数据存储、安全保障等服务的商业应用。它是以互联网为基础，将应用和软件以服务的方式提供的软件运营模式。对于用户来讲，服务和数据就是其信息系统的全部。

系统的管理和维护将被集中，由 SaaS 运营商来承担相关工作，SaaS 的运营商通常还会是软件的开发商。

SaaS 是一种 Internet 软件运营和销售模式，与传统的软件运营模式相比，有以下几个特点：

(1) 高度依赖 Internet。虽然在理论上，只要用户与 SaaS 运营商的服务器有网络连接就可以完成，但实际上，这个网络连接通常由 Internet 来扮演。

(2) 软件几乎都基于 B/S 架构。B/S 架构的一个重要特点就是客户端的标准化，使得其部署非常简单、方便，甚至基本不需要部署，通常的计算机甚至手持设备都能完成这个任务，只要可以运行支持 WWW 标准的浏览器即可。B/S 架构还带来了表现、逻辑和数据的分离，这使得服务的提供能够更简便，数据的安全性也有一定的保证。

(3) TCO 最优。几乎为零的前期投入，按功能、规模和时间取费的收费策略，无论是对于保护投资，还是降低成本，都具有决定性的作用。尤其是 SaaS 运营商提供的免费试用和功能定制，更为降低 TCO、避免浪费提供了更多的保证。另外，SaaS 不需要用户方的系统管理和维护，也节省了企业的人力运营成本。

(4) 多用户并行于一套系统。SaaS 之所以能够降低 TCO，原因之一就是多个用户的资源共享，包括服务器计算资源、网络带宽，甚至是程序和数据级的共享，例如，多个用户使用同一套系统，将数据存放于同一个数据库中等。

(5) 集中的系统管理与维护。B/S 架构中的业务逻辑层和数据层被转移到 SaaS 运营商的服务器上，由其进行集中系统管理与维护，以及软件产品的修改和升级等。不仅提升了系统管理和维护的水平，便于软件系统的更新与升级，也为企业降低了相应的 IT 运维部门的人力需求。当然，集中的管理模式也会引起灾难的蝴蝶效应，这加大了系统管理与维护的安全压力。

(6) 安全隐患。安全隐患可能来自 SaaS 运营商内部和外部，甚至 SaaS 软件的其他用户。有意或者无意的破坏都会有非常大的影响，尤其是在多个企业数据被集中的情况下，更容易产生灾难的规模效应。虽然数据存储在企业内部也会有安全问题，但大多数中小企业都不习惯“将自己的鸡蛋放在别人的篮子里”。安全隐患的顾虑，有时也来自信任问题，企业的数据都是其重要财产之一，尤其是客户资料和财务数据，存放在企业外部的服务器上，难免会让人对 SaaS 运营商产生信任问题。

规模化经营是一个行业发展的趋势，软件行业也不例外。SaaS 使得软件由一种产品转变成了服务，将需求的满足从系统的管理和维护中剥离，这都使得软件应用和信息化能够真正地走进信息化时代。当然，其中的问题也必须正视，尤其是安全和信任问题，是 SaaS 发展的巨大障碍。

SaaS 是目前较为热门的一个应用，尤其是在中小企业的信息化中，在信息化项目预算有限的情况下，可以有效地保证投资的安全性，而且后期不需要专人维护，对于用户来讲，只需要接受和使用相应的服务即可。当然，目前也存在一些问题，诸如数据的安全问题、服务的客户定制问题等。

第 10 章 物联网

物联网是一个基于互联网、传统电信网等信息承载体，让所有能够被独立寻址的普通物理对象实现互联互通的网络。该技术近几年被各行各业所关注，用于解决很多应用问题。考试大纲并未要求考生掌握物联网的相关知识，但考试时却有相关考题，所以要求掌握相关基本知识。

10.1 物联网的基本概念

顾名思义，物联网（The Internet of Things，IoT）是实现物物相连的互联网络。其内涵包含两个方面：第一，物联网的核心和基础仍然是互联网，是在互联网基础上延伸和扩展的网络；第二，其用户端延伸和扩展到了任何物体与物体之间，使其进行信息交换和通信。

物联网是将无处不在的末端设备和设施，包括具备“内在智能”的传感器、移动终端、工业系统、楼控系统、家庭智能设施、视频监控系统等和“外在使能”的，如贴上RFID的各种资产、携带无线终端的个人与车辆等“智能化物件或动物”或“智能尘埃”，通过各种无线、有线的长距离/短距离通信网络实现互联互通、应用大集成，以及基于云计算的SaaS营运等模式。提供安全可控乃至个性化的实时在线监测、定位追溯、报警联动、调度指挥、预案管理、远程控制、安全防范、远程维保、在线升级、统计报表、决策支持等管理和服务功能。实现对“万物”的“高效、节能、安全、环保”的“管、控、营”一体化。

10.2 物联网的层次结构

物联网可以分为三个层次，底层是用来感知数据的感知层，即利用传感器、二维码、RFID等设备随时随地获取物体的信息。第二层是数据传输处理的网络层，即通过各种传感网络与互联网的融合，将物体当前的信息实时准确地传递出去。第三层则是与行业需求结合的应用层，即通过智能计算、云计算等对物体进行智能化控制。

1. 感知层

感知层用于识别物体、采集信息。感知层包括二维码标签和识读器、RFID 标签和读写器、摄像头、GPS、传感器、M2M 终端、传感器网关等，主要功能是识别物体、采集信息，与人体结构中皮肤和五官的作用类似。

感知层解决的是人类世界和物理世界的数据获取问题。它首先通过传感器、数码相机等设备，采集外部物理世界的数据，然后通过 RFID、条码、工业现场总线、蓝牙、红外等短距离传输技术传递数据。感知层所需要的关键技术包括检测技术、短距离无线通信技术等。

对于目前关注和应用较多的 RFID 网络来说，附着在设备上的 RFID 标签和用来识别 RFID 信息的扫描仪、感应器都属于物联网的感知层。在这一类物联网中被检测的信息就是 RFID 标签的内容，现在的电子不停车收费系统(Electronic Toll Collection, ETC)、超市仓储管理系统、飞机场的行李自动分类系统等都用到了这个层次的设备。

2. 网络层

网络层用于传递信息和处理信息。网络层包括通信网与互联网的融合网络、网络管理中心、信息中心和智能处理中心等。网络层将感知层获取的信息进行传递和处理，类似于人体结构中的神经中枢和大脑。

网络层解决的是传输和预处理感知层所获得数据的问题。这些数据可以通过移动通信网、互联网、企业内部网、各类专网、小型局域网等进行传输。特别是在三网融合后，有线电视网也能承担物联网网络层的功能，有利于物联网的加快推进。网络层所需要的关键技术包括长距离有线和无线通信技术、网络技术等。

物联网的网络层将建立在现有的移动通信网和互联网基础上。物联网通过各种接入设备与移动通信网和互联网相连，例如，手机付费系统中由刷卡设备将内置手机的 RFID 信息采集上传到互联网，网络层完成后台鉴权认证，并从银行网络划账。

网络层中的感知数据管理与处理技术是实现以数据为中心的物联网的核心技术，包括传感网数据的存储、查询、分析、挖掘和理解，以及基于感知数据决策的理论与技术。云计算平台作为海量感知数据的存储、分析平台，将是物联网网络层的重要组成部分，也是应用层众多应用的基础。在产业链中，通信网络运营商和云计算平台提供商将在物联网网络层占据重要的地位。

3. 应用层

应用层实现广泛智能化。应用层是物联网与行业专业技术的深度融合，结合行业需求实现行业智能化，这类似于人的社会分工。

物联网应用层利用经过分析处理的感知数据，为用户提供丰富的特定服务。物联网的应用可分为监控型（物流监控、污染监控）、查询型（智能检索、远程抄表）、控制型（智能交通、智能家居、路灯控制）和扫描型（手机钱包、高速公路不停车收费）等。

应用层解决的是信息处理和人机交互的问题。网络层传输而来的数据在这一层进入各类信息系统进行处理，并通过各种设备与人进行交互。这一层也可按形态直观地划分为两个子层。一个是应用程序层，进行数据处理，它涵盖了国民经济和社会的每一领域，包括电力、医疗、银行、交通、环保、物流、工业、农业、城市管理、家居生活等，其功能可包括支付、监控、安保、定位、盘点、预测等，可用于政府、企业、社会组织、家庭、个人等。这正是物联网作为深度信息化的重要体现。另一个是终端设备层，提供人机接口。物联网虽然是“物物相连的网”，但最终是要以人为本的，还是需要人的操作与控制，不过这里的人机界面已远远超出现实人与计算机交互的概念，而是泛指与应用程序相连的各种设备与人的交互。

应用层是物联网发展的体现，软件开发、智能控制技术将会为用户提供丰富多彩的物联网应用。各种行业和家庭应用的开发将会推动物联网的普及，也给整个物联网产业链带来丰厚的利润。

10.3 物联网的相关领域与技术

正如前文所述，物联网是一种综合应用型技术，其发展离不开相关基础技术的进步。下面将介绍与物联网相关的一些技术。

1. 射频识别技术

射频识别技术（Radio Frequency Identification，RFID），又称电子标签，是一种通信技术，可通过无线电信号识别特定目标并读写相关数据，而无须识别系统与特定目标之间建立机械或光学接触。该技术是物联网的一项核心技术，很多物联网应用都离不开它。

最初在技术领域，应答器是指能够传输信息回复信息的电子模块，近些年，由于射频技术发展迅猛，应答器有了新的说法和含义，又被叫做智能标签或标签。RFID 电子阅读器（读写器）通过天线与 RFID 电子标签进行无线通信，可以实现对标签识别码和内存数据的读出或写入操作。典型的阅读器包含有高频模块（发送器和接收器）、控制单元及阅读器天线。

RFID 采用的是非接触的自动识别技术，它通过射频信号自动识别目标对象并获取相关数据，识别工作无须人工干预，可工作于各种恶劣环境。RFID 技术可识别高速运动物体并可同时识别多个标签，操作快捷方便。这种系统一般由一个询问器（或阅读器）和很多应答器（或标签）组成。

RFID 的基本组成部分通常包括标签、阅读器、天线。

（1）标签（Tag）：由耦合元件及芯片组成，每个标签具有唯一的电子编码，附着在物体上标识目标对象。

(2) 阅读器 (Reader): 读取 (有时还可以写入) 标签信息的设备, 可设计为手持式或固定式。

(3) 天线 (Antenna): 在标签和读取器间传递射频信号。

RFID 技术的基本工作原理并不复杂: 标签进入磁场后, 接收解读器发出的射频信号, 凭借感应电流所获得的能量发送出存储在芯片中的产品信息 (Passive Tag, 无源标签或被动标签), 或者由标签主动发送某一频率的信号 (Active Tag, 有源标签或主动标签), 解读器读取信息并解码后, 送至中央信息系统进行有关数据处理。

一套完整的 RFID 系统, 是由阅读器与电子标签 (即应答器) 及应用软件系统三个部分所组成, 其工作原理是 Reader 发射一特定频率的无线电波能量给 Transponder, 用以驱动 Transponder 电路将内部的数据送出, 此时 Reader 便依序接收解读数据, 送给应用程序做相应的处理。

以 RFID 卡片阅读器及电子标签之间的通信及能量感应方式来看大致上可以分成: 感应耦合 (Inductive Coupling) 及后向散射耦合 (Backscatter Coupling) 两种。一般低频的 RFID 大都采用第一种方式, 而较高频大多采用第二种方式。

阅读器根据使用的结构和技术不同可以是读或读/写装置, 也是 RFID 系统信息控制和处理中心。阅读器通常由耦合模块、收发模块、控制模块和接口单元组成。阅读器和应答器之间一般采用半双工通信方式进行信息交换, 同时阅读器通过耦合给无源应答器提供能量和时序。在实际应用中, 可进一步通过 Ethernet 或 WLAN 等实现对物体识别信息的采集、处理及远程传送等管理功能。应答器是 RFID 系统的信息载体, 目前应答器大多是由耦合原件 (线圈、微带天线等) 和微芯片组成无源单元。

2. 二维码技术

二维码 (2-dimensional bar code), 如图 10-1 所示。它是用某种特定的几何图形按一定规律在平面 (二维方向上) 分布的黑白相间的图形记录数据符号信息的。在代码编制上巧妙地利用构成计算机内部逻辑基础的“0”、“1”比特流的概念, 使用若干个与二进制相对应的几何形体来表示文字数值信息, 通过图像输入设备或光电扫描设备自动识读以实现信息自动处理。



图 10-1 二维码示意图

二维码具有条码技术的一些共性：每种码制有其特定的字符集、每个字符占有一定的宽度、具有一定的校验功能等。同时还具有对不同行的信息自动识别功能及处理图形旋转变化等特点。在许多种类的二维条码中，常用的码制有 Data Matrix、Maxi Code、Aztec、QR Code、Vericode、PDF417、Ultracode、Code 49、Code 16K 等，QR 码是 1994 年由日本 Denso-Wave 公司发明的。QR 来自英文 Quick Response 的缩写，即快速反应的意思，源自发明者希望 QR 码可让其内容快速被解码。QR 码最常见于日本、韩国，并为目前日本最流行的二维空间条码。

二维条码/二维码能够在横向和纵向两个方位同时表达信息，因此能在很小的面积内表达大量的信息。其信息量远远超过原来的条码技术，原来的条码技术仅能存储十多个字符，而二维码存储容量可达数千字符。以 PDF417 编码格式为例：若采用扩展的字母数字压缩格式，可容纳 1850 个字符；若采用二进制/ ASCII 格式，可容纳 1108 个字节；若采用数字压缩格式，可容纳 2710 个数字。

3. 传感网

传感网是由随机分布的，集成有传感器（传感器有很多种类型，包括温度、湿度、速度、气敏等）、数据处理单元和通信单元的微小节点，通过自组织的方式构成的无线网络。

传感网借助于节点中内置的传感器测量周边环境中的热、红外、声呐、雷达和地震波信号，从而探测包括温度、湿度、噪声、光强度、压力、土壤成分、移动物体的大小、速度和方向等物质现象。它给我们的生活带来了深刻的变化。然而在目前，网络功能再强大，网络世界再丰富，也终究是虚拟的，它与我们所生活的现实世界还是相隔的，在网络世界中，很难感知现实世界，很多事情还是不可能的，时代呼唤着新的网络技术。传感网络正是在这样的背景下应运而生的全新网络技术，它综合了传感器、低功耗、通信及微机电等技术，将现实的世界与虚拟的网络世界联系起来，达到很多意想不到的效果。目前传感网技术已广泛应用于石油、化工、电力、医药、生物、航空、航天、国防、能源、冶金、电子等众多行业。可以预见，在不久的将来，传感网络将给我们的生活方式带来革命性的变化。

4. M2M

简单地说，M2M 是将数据从一台终端传送到另一台终端，也就是就是机器与机器（Machine to Machine）的对话。但从广义上讲 M2M 可代表机器对机器（Machine to Machine）、人对机器（Man to Machine）、机器对人（Machine to Man）、移动网络对机器（Mobile to Machine）之间的连接与通信，它涵盖了所有实现在人、机器、系统之间建立通信连接的技术和手段。

M2M 强调的是在商业活动中通过移动通信技术和设备的应用变革既有商务模式或创造出新商务模式，是机器设备间的自动通信。现在，M2M 应用遍及电力、交通、工

业控制、零售、公共事业管理、医疗、水利、石油等多个行业，对于车辆防盗、安全监测、自动售货、机械维修、公共交通管理等，M2M 可以说是无所不能。

M2M 不是简单的数据在机器和机器之间的传输，更重要的是，它是机器和机器之间的一种智能化、交互式的通信。也就是说，即使人们没有实时发出信号，机器也会根据既定程序主动进行通信，并根据所得到的数据智能化地做出选择，对相关设备发出正确的指令。可以说，智能化、交互式成为了 M2M 有别于其他应用的典型特征，这一特征下的机器也被赋予了更多的“思想”和“智慧”。

M2M 的发展前景非常好，因为在当今世界上，机器的数量至少是人的数量的 4 倍以上，机器将替代人做更多的事情，这意味着巨大的市场潜力。

在国内，也有一些企业很早就开始应用 M2M 技术。三一重工对 M2M 的应用比较成功，三一重工在其销往全球各地的工程机械（关键部位或关键部件）上加装数据采集终端。机械的运行数据通过电信运营商网络汇总到三一集团 ECC（Enterprise Control Center，企业控制中心），实现对工程设备作业状况的实时监控。这样，ECC 可以随时发现设备运行中存在的问题（如工程机械设备上智能设备控制器检测到的油温、转速、工作压力等运行数据信息异常），并就问题立即指导客户排除故障或派出维修人员上门服务。

10.4 物联网的应用

物联网可以看作是人类与应用系统现有互动方式的延伸，而这种延伸是通过物体通信与集成的新层面实现的。物联网将对传统的数据采集系统和局部自动辨识系统的性能有所要求，进而提升各类应用系统的价值。具体地说，就是把感应器嵌入和装备到电网、铁路、桥梁、隧道、公路、建筑、供水系统、大坝、油气管道等各种物体中，然后将物联网与现有的互联网整合起来，实现人类社会与物理系统的整合，在这个整合的网络当中，存在能力超级强大的中心计算机群，能够对整合网络内的人员、机器、设备和基础设施实施实时的管理和控制，在此基础上，人类可以以更加精细和动态的方式管理生产和生活，达到“智慧”状态，提高资源利用率和生产力水平，改善人与自然间的关系。

物联网用途广泛，遍及智能交通、环境保护、政府工作、公共安全、平安家居、智能消防、工业监测、老人护理、个人健康等多个领域。在生产生活中的应用举不胜举，下面简述几个比较典型的应用。

目前食品安全是一个被大众所关注的主题，即便是超市的食品，我们也很难弄清楚这个食品的来源，以及相关情况。当物联网体系建立好以后，超市里销售的禽、肉、蛋、奶，在包装上可以嵌入微型感应器，顾客只需用手机扫描，就能了解食品的产地和转运、加工的时间地点，甚至还能显示加工环境的照片，是否绿色安全，一目了然。

在医疗方面，也可以应用物联网。将传感器嵌入到家人的手表里，即使您在千里之外，也可以随时掌握他们的体征。用这种方法，医生也可以随时随地了解病人的体征，为病人诊断看病。

如果在汽车和汽车钥匙上都植入微型感应器，酒后驾车现象就可能被杜绝。当喝了酒的司机掏出汽车钥匙时，钥匙能通过气味感应器察觉到酒气，并通过无线信号通知汽车“不要发动”，汽车会自动罢工，并能够“命令”司机的手机给其亲友发短信，通知他们司机所在的位置，请亲友们来处理。

第 11 章 信息化基础知识

11.1 信息与信息化

11.1.1 信息的定义与特征

信息是一种客观事物，它与材料、能源一样，都是社会的基础资源。但是，理性认识信息却只有几十年的历史。1948 年美国科学家香农在对通信理论深入研究的基础上，提出了信息的概念，创立了信息理论。此后，人们对信息的研究迅速增加，形成了一个新的学科——信息论。至今，信息论已发展成为一个内涵非常丰富的学科，并且与控制论和系统论并称现代科学的“三论”。计算机技术和网络技术的迅速发展和普及，更加重了“三论”在现代科学技术中的地位。

1. 信息的定义

什么是信息？香农在《通信的数学理论》一文中对“信息”的理解是“不确定性的减少”，由此引申出信息的一个定义：信息是系统有序程度的度量。同年，控制论的创始人维纳在《控制论》一书中指出，“信息就是信息，不是物质也不是能量”。当然，人们还从不同的角度给信息下了定义，据统计，目前信息的定义不下几十种。但是，被人们所普遍接受的大概还是香农的定义，因为香农不但给出了信息的定义，而且还给出了信息的定量描述，并确定信息量的单位为比特（bit）。1 比特的信息量，在变异度为 2 的最简单情况下，就是能消除非此即彼的不确定性所需要的信息量。香农把热力学中的熵引入信息论。在热力学中，熵是系统无序程度的度量，而信息与熵正好相反，信息是系统有序程度的度量，因而，表现为负熵。它的计算公式如下：

$$H(x) = -\sum P(X_i) \log_2 P(X_i)$$

式中 X_i 代表 n 个状态中的第 i 个状态， $P(X_i)$ 代表出现第 i 个状态的概率， $H(x)$ 代表用以消除系统不确定性所需的信息量，即以比特为单位的负熵。

乌家培把信息的定义分解为三个层次：

- (1) 语法或结构形式层次，反映信息的确定度；
- (2) 语义或逻辑内容层次，反映信息的真实度；

(3) 语用或实用价值层次，反映信息的效用度。

对信息的量的研究，与第一个层次有关，构成经典信息论的内容；对信息的质的研究，与第二、第三两个层次有关，构成现代信息论的内容。

2. 信息的特征

人们通过深入的研究，发现信息的特征有：

(1) **客观性**。信息是客观事物在人脑中的反映。而反映的对象则有主观和客观的区别，因而，信息可分为主观信息和客观信息。主观信息，如决策、指令、计划等；客观信息，如国际形势、经济发展等信息。

(2) **普遍性**。物质的普遍性决定了信息的普遍存在，因而信息无所不在。

(3) **无限性**。客观世界是无限的，反映客观世界的信息自然也是无限的。

(4) **动态性**。信息是随着时间的变化而变化的，因而是动态的。

(5) **依附性**。信息是客观世界的反映，因而要依附于一定的载体而存在，需要有物质的承担者。信息不能完全脱离物质而独立存在。

(6) **变换性**。信息通过处理可以实现变换或转换，使其形式和内容发生变化，以适应特定的需要。

(7) **传递性**。信息在时间上的传递就是存储，在空间上的传递就是转移或扩散。

(8) **层次性**。客观世界是分层次的，反映它的信息也是分层次的。

(9) **系统性**。信息可以表示为一种集合，不同类别的信息可以形成不同的整体。因而，可以形成与现实世界相对应的信息系统。

(10) **转化性**。信息的产生不能没有物质，信息的传递不能没有能量，但有效地使用信息可以把信息转化为物质或能量。

11.1.2 信息化

1. 信息化的定义

信息化（Informationalization）一词是由日本学者在20世纪70年代提出的，迄今为止，还没有一个广为接受和认可的权威定义。所谓信息化，可以认为是现代信息技术与社会各个领域及其各个层面相互作用的动态过程及结果。在这一相互作用过程中，信息技术自身和整个社会都发生着质的变化。其中，社会的质的变化主要表现为信息资源开发和应用及知识生产力迅速提高的结果。信息化是与当代信息革命、信息社会相关联的，信息化不同于工业化，工业化是信息化的基础，信息化可以促进工业化的进程；信息化不等同于现代化，在现代的时代背景下，信息化是现代化的目标之一；信息化不等于自动化，传统的自动化设备是以物质能源来驱动的，而对于信息化设备而言，信息不仅是处理对象，而且是信息系统的资源。

从本质上讲，信息化应该是以信息资源开发利用为核心，以网络技术、通信技术等高科技技术为依托的一种新技术扩散的过程。作为这一过程的结果，它最终将会引起整个产业结构的变化。

2. 信息化的意义

关于信息化的意义，2000年10月中共中央《关于制订国民经济和社会发展第十个五年计划建议的说明》中指出，“发达国家是在实现工业化基础上进入信息化发展阶段的。新的历史机遇，使我们可以把工业化与信息化结合起来，以信息化带动工业化，发挥后发优势，实现生产力的跨越式发展。我们讲抓住机遇，很重要的就是要抓住信息化这个机遇。发展以电子信息技术为代表的高新技术产业，同时用高新技术和先进实用技术改造传统产业，努力提高工业的整体素质和国际竞争力，使信息化与工业化融为一体，互相促进，共同发展。要加强信息基础设施建设，大力提高信息技术水平。要在全社会广泛应用信息技术，提高计算机和网络的普及应用程度。政府行政管理、社会公共服务、企业生产经营都有运用数字化、网络化技术，努力提高国民经济和社会信息化水平。”

从中央文件中，我们可以看到，推进我国信息化的意义十分重大，它能够极大地促进我国工业化水平的提高，增强我国的综合国力，提高和改善人民的生活水平。

11.1.3 国家信息化体系

国家信息化体系包括信息技术应用、信息资源、信息网络、信息技术和产业、信息化人才、信息化法规政策和标准规范六个要素，这六个要素按照图 11-1 所示的关系构成了一个有机的整体。

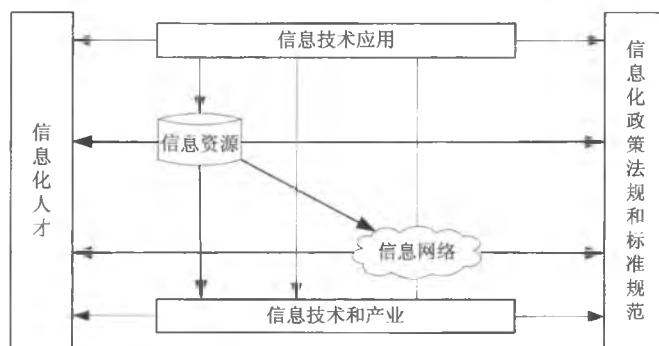


图 11-1 国家信息化体系六要素关系图

1. 信息技术应用

信息技术应用是指把信息技术广泛应用于经济和社会各个领域。信息技术应用是信息化体系六要素中的龙头，是国家信息化建设的主阵地，集中体现了国家信息化建设的

需求和效益。信息技术应用工作量大、涉及面广，直接关系到国民经济整体素质、效益和人民生活质量的提高。信息技术应用向其他五个要素提出需求，而其他五个要素又反过来支持信息技术应用。推进国民经济信息化的进程，就是在国民经济各行各业广泛应用现代信息技术，深入开发和有效利用信息资源，提高管理水平，提供劳动效率，提供经济效益，提升产业结构和素质，推进国民经济更加迅速、健康的发展，从而加速实现国家现代化的进程。

2. 信息资源

信息资源、材料资源和能源共同构成了国民经济和社会发展的三大战略资源。信息资源的开发利用是国家信息化的核心任务，是国家信息化建设取得实效的关键，也是我国信息化的薄弱环节。信息资源开发和利用的程度是衡量国家信息化水平的一个重要标志。信息资源在满足信息技术应用提出的需求的同时，对其他四个要素提出需求。

在人类赖以生存和发展的自然界，可以开发利用的材料资源和能源资源是有限的，绝大多数又是不可再生、不可共享的。而且，对材料资源和能源资源的开发利用必然产生对环境的污染和对自然界的破坏。与此相反，信息资源是无限的、可再生的、可共享的，其开发利用不但很少产生新的污染，而且会大大减少材料和能源的消耗，从而相应地减少了污染。

3. 信息网络

信息网络是信息资源开发利用和信息技术应用的基础，是信息传输、交换和共享的必要手段。只有建设先进的信息网络，才能充分发挥信息化的整体效益。信息网络是现代化国家的重要基础设施。信息网络在满足信息技术应用和信息资源分布处理所需的传输与通信功能的同时，对其他三个要素提出需求。

目前，人们通常将信息网络分为电信网、广播电视网和计算机网。这三种网络有各自的形成过程、服务对象、发展模式。三种网络的功能有所交叉，又互为补充。三种网络的发展方向是：互相融通，取长补短，逐步实现三网融合。我们必须积极支持电信网、广播电视网、计算机网的发展，处理好三网之间的关系，促进三网逐步融通和融合，保证我国信息化建设的健康发展。

4. 信息技术和产业

信息技术和产业是我国进行信息化建设的基础。我国是一个大国，又是发展中国家，不可能也不应该过多依靠从国外购买信息技术和装备来实现信息化。我国的国家信息化必须立足于自主发展。为了国家的主权和安全，关键的信息技术和装备必须由我们自己研究、制造、供应。所以，我们必须大力发展自主的信息产业，才能满足信息技术应用、信息资源开发利用和信息网络建设的需求。随着我国国民经济快速持续的发展和信息化进程的不断加快，各行各业对信息基础设施、信息产品与软件产品、信息技术和信息服

务的需求急剧增长，这也为信息产业的发展提供了巨大的市场空间，从而带动我国信息产业的高速发展。

5. 信息化人才

信息化人才是国家信息化成功之本，对其他各要素的发展速度和质量有着决定性的影响，是信息化建设的关键。只有尽快建立结构合理、高素质的研究、开发、生产、应用和管理队伍，才能适应国家信息化建设的需要。信息化体系各要素都需要多门类、多层次、高水平人才的支持。要充分利用学校教育、继续教育、成人教育、普及教育等多种途径，以及函授教育、电视教育、网络教育等多种手段，加快各类信息化人才的培养，增强专业人才的素质和水平。要长期坚持不懈地在广大人民群众中普及信息化知识和提高信息化意识，加强政府机构和企事业单位的信息化职业培训工作。还要重视建立精干的信息化管理队伍的工作。

6. 信息化政策法规和标准规范

信息化政策法规和标准规范用于规范和协调信息化体系各要素之间关系，是国家信息化快速、持续、有序、健康发展的根本保障。必须抓紧对现有的法律法规进行修订，适应国家信息化发展的需要；抓紧制订和出台各种法规及配套的管理条例，以形成较为完善的法规体系，通过法律手段，造成一个公平、合理、有序的竞争环境。还要加快建立健全相关的执法体系及监督体系。标准规范是技术性的法规。特别是我国加入WTO之后，标准规范对于我国自主信息产业的发展具有极其重要的作用。因此，一定要有计划地确立国家信息化标准体系和各类标准规范。

11.2 政府信息化与电子政务

11.2.1 政府信息化的概念、作用及意义

1. 政府信息化的含义

政府信息化，就是传统政府向信息化政府演变的过程。具体来说，政府信息化就是应用现代信息技术、网络技术和通信技术，通过信息资源的开发和利用来集成管理和服务，从而提高政府的工作效率、决策质量、调控能力，并节约开支，改进政府的组织结构、业务流程和工作方式，全方位地向社会提供优质、规范、透明的管理和服务。

这个定义包含三个方面的内容：第一，政府信息化必须借助于信息技术和网络技术，离不开信息基础设施和软件产品；第二，政府信息化是一个系统工程，它不仅是与行政有关部门的信息化，还包括立法、司法部门及其他一些公共组织的信息化；第三，政府信息化并不是简单地将传统的政府管理事务原封不动地搬到因特网上，而是要对已有的组织结构和业务流程进行重组或再造。

这里需要说明的是，政府信息化的主要内容是电子政务。在大多数情况下，电子政务可以作为政府信息化的同义语来使用。

2. 政府信息化的作用和意义

政府信息化的作用和意义如下。

(1) 能够提高政府的行政效率和效用。政府机构是否能正确地履行职能依赖于充分和准确的信息；政府是社会发展的导航者，需要准确把握社会对政府的需求及其变化，从而才能准确地做出战略和策略选择；政府是社会问题的治理者，这要依赖于对各方面信息的深入分析、正确判断和准确把握；政府是市场失灵的矫正者，矫正市场失灵的前提是最大程度地掌握信息。由以上分析可见，充分的信息和信息网络是现代政府的神经系统。而政府信息化无疑对政府搜集处理信息提供了极大的便利。具体来说，政府信息化对政府管理乃至社会信息化具有非常积极的作用和重要意义。

(2) 对于社会信息化起到示范作用。政府信息化是社会信息化的重要组成部分，同时，由于政府是公共品的提供者，因而政府信息化对社会信息化具有很好的示范作用。

(3) 能够提高政府的服务质量。政府无疑是社会上最大的信息资源拥有者和使用者之一，政府管理和行政的过程就是信息收集、处理和存储的过程。政府信息化可使政府运用所获取和掌握的信息，对社会问题和群众的需求做出准确的分析和判断，从而提高公共品的质量。同时，促进信息的流通和共享。

(4) 可以使人力资源得到优化配置。人才不仅是企业的重要资源，更是政府的主要资源。政府的行政和管理主要靠人才，靠人才的知识和智力。政府信息化使得政府工作人员面临着更多的挑战和压力，从而促使他们不断地去学习，不断地更新自己的知识和技能。同时，网络的发展也为政府工作人员提供了学习提高的极好的环境和平台，为他们的素质提高创造了良好的条件。

(5) 有利于反腐倡廉。网络使信息的传递做到快速和及时，使信息的发布和反馈能够及时或实时，为政府的动态管理提供了可能。政府上网后，政府通过网络宣传各种政策，扩大了服务职能，提高了办事效率，增加了政府工作的透明度，这有利于遏制进而消除官僚主义。政府信息化的发展使政府的管理呈现了动态性和透明性，有利于有关部门和人民群众的监督，有利于消除官僚主义、文牍主义，有利于反腐倡廉。

(6) 做到信息共享。各级政府掌握着大部分的社会、经济文化信息及全部的政策和法律信息。政府信息化使信息资源不再只是储存于仓库的档案或柜中的资料，而是成为创造价值的富有生命力的社会资源。也只有在政府信息化的前提下，信息共享才不再是一句空话。

(7) 有利于节约开支。政府信息化必将对政府组织结构和运作方式产生冲击。政府信息化使传统的部门组织朝着网络组织的方向发展，打破了职位、层级、部门的限制，促进政府组织和职能的整合，使政府的业务流程更加简明、畅通，从而使政府节约人力、物力和财力资源，减少成本开支，提高办事效率。

11.2.2 电子政务的概念、内容和技术形式

1. 电子政务的概念

20世纪90年代，信息技术迅猛发展，特别是伴随着因特网技术的普及应用，电子政务的概念便应运而生了。电子政务一出现，就成为信息化的最重要的领域之一。根据联合国教科文组织在2000年对62个国家（39个发展中国家，23个发达国家）所进行的调查，89%的国家都在不同程度上着手推动电子政务的发展，并将其列为国家级的重要事项。事实上，电子政务已经迅速地列入了所有工业化国家的政治日程。

电子政务实质上是对现有的、工业时代形成的政府形态的一种改造，即利用信息技术和其他相关技术，来构造更适合信息时代政府的组织结构和运行方式。现有的政府组织形态是工业革命的产物，与工业化的行政管理的需求和技术经济环境相适应，已经存在了200年以上。随着网络时代和网络经济的来临，管理正由传统的金字塔模式走向网络模式。政府的组织形态也必然由金字塔式的垂直结构向网状结构转变，从而减少管理的层次，以各种形式通过网络与企业和居民建立直接的联系。因此，电子政务的发展过程实质上是对原有的政府形态进行信息化改造的过程，通过不断的摸索和实践，最终构造出一个与信息时代相适应的政府形态。

在信息时代，就像管理信息系统是管理企业必备的手段一样，电子政务已经成为国民经济信息化不可或缺的一环。信息化使许多政府原来不可能做到的事情不仅能做到，而且可以做得更快、更好，帮助政府实现对国家的有效管理。今天，无论经济与社会的发展或者国家安全的保障，都不能没有电子政务的支持。

电子政务的发展对我国的经济和社会发展，特别是信息产业的发展将有着十分重要的影响。电子政务的发展还将对我国各行各业信息化的发展，包括电子商务和电子社区起着示范作用。

2. 电子政务的内容

在社会中，与电子政务相关的行为主体主要有三个，即：政府、企（事）业单位及居民。因此，政府的业务活动也主要围绕着这三个行为主体展开，即包括政府与政府之间的互动；政府与企、事业单位，尤其是与企业的互动；政府与居民的互动。在信息化的社会中，这三个行为主体在数字世界的映射，构成了电子政务、电子商务和电子社区三个信息化的主要领域。电子商务在经历了一个发展热潮之后，目前正在向一个新的、更扎实的阶段发展；电子政务则是当前全球关注的热点，正在形成一个发展的热潮。

政府与政府，政府与企（事）业，以及政府与居民之间的互动构成了下面五个不同的却又相互关联的领域。

（1）政府与政府（G2G）。政府与政府之间的互动包括首脑机关与中央和地方政府组成部门之间的互动；中央政府与各级地方政府之间的互动；政府的各个部门之间的互动；政府与公务员和其他政府工作人员之间的互动。这个领域涉及的主要是政府内部

的政务活动，包括国家和地方基础信息的采集、处理和利用，如人口信息、地理信息、资源信息等；政府之间各种业务流所需要采集和处理的信息，如计划管理、经济管理、社会经济统计、公安、国防、国家安全等；政府之间的通信系统，包括各种紧急情况的通报、处理和通信系统；政府内部的各种管理信息系统，如财务管理、人事管理、公文管理、资产管理、档案管理等；各级政府的决策支持系统和执行信息系统，等等。

(2) 政府对企业（G2B）。政府面向企业的活动主要包括政府向企（事）业单位发布的各种方针、政策、法规、行政规定，即企（事）业单位从事合法业务活动的环境，包括产业政策、进出口、注册、纳税、工资、劳保、社保等各种规定；政府向企（事）业单位颁发的各种营业执照、许可证、合格证、质量认证等。“政府对企业”的活动实质上是政府向企业提供的各种公共服务，如构造一个良好的投资和市场环境，维护公平的市场竞争秩序，协助企业，特别是中小企业的发展，帮助企业进入国际市场和加入国际竞争，以及提供各种各样政府信息服务等。

(3) 政府对居民（G2C）。政府对居民的活动实际上是政府面向居民所提供的服务。政府对居民的服务首先是信息服务，让居民知道政府的规定是什么，办事程序是什么，主管部门在哪里，以及各种关于社区保安和水、火、天灾等与公共安全有关的信息，户口、各种证件和牌照的管理等政府面向居民提供的各种服务。政府对居民的服务还包括各公共部门如学校、医院、图书馆、公园等面向居民的服务。

(4) 企业对政府（B2G）。企业面向政府的活动包括企业应向政府缴纳的各种税款，按政府要求应该填报的各种统计信息和报表，参加政府各项工程的竞、投标，向政府供应各种商品和服务，以及就政府如何创造良好的投资和经营环境，如何帮助企业发展等提出企业的意见和希望，反映企业在经营活动中遇到的困难，提出可供政府采纳的建议，向政府申请可能提供的援助等。

(5) 居民对政府（C2G）。居民对政府的活动除了包括个人应向政府缴纳的各种税款和费用，按政府要求应该填报的各种信息和表格，以及缴纳各种罚款外，更重要的是开辟居民参政、议政的渠道，使政府的各项工作不断得以改进和完善。政府需要利用这个渠道来了解民意，征求群众意见，以便更好地为人民服务。此外，报警服务（盗贼、医疗、急救、火警等）即在紧急情况下居民需要向政府报告并要求政府提供的服务，也属于这个范围。

当前，世界各国电子政务的发展就是围绕着上述五个方面展开的，其目标除了不断地改善政府、企业与居民三个行为主体之间的互动，使其更有效、更友好、更精简、更透明和更有效率之外，更强调在电子政务的发展过程中对原有的政府结构及政府业务活动组织的方式和方法等进行重要的、根本的改造，从而最终构造出一个信息时代的政府形态。

3. 电子政务的技术形式

将现代信息技术应用于政府的各项业务，实现政府业务流的计算机化，在发达国家已经有了近 50 年的历史。近 50 年来，计算机在政府中的应用从技术上来说，经历了主机、微机加局域网、因特网三个阶段；从处理内容上来说，由数据管理、信息管理，逐步走向知识管理；从覆盖的范围来说，其职能由政府内部的管理走向政府的外部服务，取得了相当可观的成就。

与 20 世纪 90 年代初相比，电子政务近几年来在概念上有了很大的发展。当前，电子政务在世界范围内的发展有两个主要的特征。第一个特征是以因特网为基础设施，构造和发展电子政务。这主要是因为近年来因特网的迅速普及和发展，使人们看到了因特网的巨大潜力及其在帮助政府实现与企业和居民的互动方面所具有的不可替代的优越性。第二个特征是，就电子政务的内涵而言，更强调政府服务功能的发挥和完善，包括政府对企业、对居民的服务及政府各部门之间的相互服务。之所以会出现这样两个主要的特征是由于发达国家经过持续近 50 年的信息化的努力，政府内部的管理信息系统和各种决策支持系统已经基本完成，有可能利用因特网将政府的信息系统在技术上和功能上向政府外部延伸；另一方面，也是因为因特网为重新构造政府和政府、企业、居民三者之间的互动关系提供了一个全新的机会。

电子政务的发展大致经历了以下四个阶段。

(1) 起步阶段。政府信息网上发布是电子政务发展起步阶段较为普遍的一种形式。以美国为例，联邦和地方各级政府在电子政务方面的项目大约仍有 57% 属于起步阶段，大体上是通过网站发布与政府有关的各种静态信息，如法规、指南、手册、政府机构、组织、官员、通信联络等。

(2) 政府与用户单向互动。在这个阶段，政府除了在网上发布与政府服务项目有关的动态信息之外，还向用户提供某种形式的服务。这个阶段的一个例子是用户可以从网站上下载政府的表格（如报税表）。上届美国政府（克林顿政府）曾经规定，在 2000 年 12 月之前联邦政府的最重要的 500 种表格必须做到完全可以在网上下载。这一点已经按时实现。

(3) 政府与用户双向互动。在这个发展阶段，政府与用户可以在网上完成双向的互动。一个典型的例子是用户可以在网上取得报税表，在网上填完报税表，再从网上将报税表发送至国税局。在这个阶段，政府可以根据需要，随时就某件事情、某个非政治性的议题，如公共工程项目，或某个重要活动的安排在网上征求居民的意见，使居民参与政府的公共管理和决策。企业和居民也可以就自己关心的问题向政府提出询问或建议，并与政府进行讨论和沟通。

(4) 网上事务处理。引用上面举过的例子，如果国税局在网上收到企业或居民的报税表并审阅后，向报税人寄回退税支票；或者在网上完成划账，将企业或居民的退税所得直接汇入企业或居民的账户。这样，居民或企业在网上就完成了整个报税过程的事

务处理。到了这一步，可以说，电子政务在居民报税方面是趋于成熟了，因为它是以电子的方式实实在在地完成了一项政府业务的处理。

显然，这个阶段的实现必然导致政府机构的结构性调整，也必然导致政府运行方式的改变。因为原来政府的许多作业是以纸张为基础的，现在则变成电子化的文件了；原来政府与居民的“接口”是在办公室，或者在柜台、窗口，现在则移到计算机屏幕上。因此，需要调整原有的某些政府部门及某些人员；设立一些新的部门及新的岗位；重组政府的业务流程。这就是为什么说电子政务不仅仅是将现有的政府业务电子化，而更重要的是对现有的政府进行信息化的改造。只有这种改造实现了，电子政务才真正地趋于成熟了。如果一个部门说它已经实现了电子政务，而机构和运行方式却原封不动，那么，这个部门的信息化肯定是不成功的。

一般来说，电子政务所要处理的业务流有数百个之多。在电子政务的发展中，这数百个业务流的信息化不可能同时进行，更不可能同时趋于成熟；相反地，只能按照轻重缓急，根据需要和可能，一批一批地开发。由此可见，建设一个成熟的电子政务可能需要几年或数十年的时间，是一个持续的发展过程。

11.3 企业信息化与电子商务

11.3.1 企业信息化

企业信息化是指企业以业务流程的优化和重构为基础，在一定的深度和广度上利用计算机技术、网络技术和数据库技术，控制和集成化管理企业生产经营活动中的各种信息，实现企业内外部信息的共享和有效利用，以提高企业的经济效益和市场竞争力。

如果从动态的角度来看，企业信息化就是企业应用信息技术及产品的过程，或者更确切地说，企业信息化是信息技术由局部到全局，由战术层次到战略层次向企业全面渗透，运用于流程管理、支持企业经营管理的过程。这个过程表明，信息技术在企业的应用，在空间上是一个由无到有、由点到面的过程；在时间上具有阶段性渐进性，起初是战术阶段，经过逐步深化，发展到战略阶段；信息化的核心和本质是企业运用信息技术，进行隐含知识的挖掘和编码化，进行业务流程的管理。企业信息化的实施，一般来说，可以沿两个方向进行。一是自上而下，必须与企业的制度创新、组织创新和管理创新结合；二是自下而上，必须以作为企业主体的业务人员的直接受益和使用水平逐步提高为基础。

就一般意义而言，企业信息化的目的就是要建立一个整体上相当于人的神经系统的数字神经系统。这种数字神经系统，使得企业具有平稳和有效的运作的能力，对紧急情况和机会做出快速反应，为企业内、外部用户提供有价值的信息，以提高企业的核心竞争力。

11.3.2 企业资源规划（ERP）的结构和功能

1. ERP 的概念

企业资源计划（ERP，Enterprise Resources Planning）是一种融合了企业最佳实践和先进信息技术的新型管理工具。它扩充了 MIS、MRP II 的管理范围，将供应商和企业内部的采购、生产、销售及客户紧密联系起来，可对供应链上的所有环节进行有效管理，实现对企业的动态控制和各种资源的集成和优化，提升基础管理水平，追求企业资源的合理高效利用。ERP 是由美国 Gartner Group 于 20 世纪 90 年代初首先提出的。ERP 实质上仍然以 MRP II（Manufacturing Resources Planning，制造资源计划）为核心，但 ERP 至少在两方面实现了拓展，一是将资源的概念扩大，不再局限于企业内部的资源，而是扩大到整个供应链条上的资源，将供应链内的供应商等外部资源也作为可控对象集成进来；二是把时间也作为资源计划的最关键的一部分纳入控制范畴，这使得决策支持系统（DSS）被看做 ERP 不可缺少的一部分，将 ERP 的功能扩展到企业经营管理中的半结构化和非结构化决策问题。基于上述原因，ERP 被认为是顾客驱动的、基于时间的、面向整个供应链管理的制造资源计划。

ERP 的概念对应于管理界、信息界、企业界不同的表述要求，“ERP”分别有着它特定的内涵和外延。对于企业来说，要理解 ERP，首先要明确什么是“企业资源”。简单地说，“企业资源”是指支持企业业务运作和战略运作的事物，既包括我们常说的人、财、物，也包括人们没有特别关注的信息资源；同时，不仅包括企业的内部资源，还包括企业的各种外部资源。由此可见，ERP 就是一个有效地组织、计划和实施企业的内外部资源的管理系统，它依靠 IT 的手段以保证其信息的集成性、实时性和统一性。

2. ERP 的结构

ERP 是一个层次结构，可分为三个层次，即管理思想、软件产品、管理系统。

（1）ERP 的管理思想。ERP 最初是一种基于企业内部“供应链”的管理思想，是在 MRP II 的基础上扩展了管理范围，给出了新的结构。它的基本思想是将企业的业务流程看做一个紧密连接的供应链，将企业内部划分成几个相互协同作业的支持子系统，如财务、市场营销、生产制造、质量控制、服务维护、工程技术等。最早采用这种管理方式的是制造业，当时主要考虑的是企业的库存物料管理，于是产生了 MRP（物料需求计划）系统，同时企业的其他业务部门也都各自建立了信息管理系统，诸如会计部门的计算机账务处理系统、人事部门的人事档案管理系统等。而这些系统早期都是相互独立，彼此之间缺少关联，形成信息孤岛，不但没有发挥 IT 功能和作用，反而造成了企业管理的管理环节和管理部门的重复和不协调。

在这种情况下，MRPII 应运而生。它围绕着“在正确的时间制造和销售正确的产物”这样一个中心目标，将企业的内外部资源进行集中管理。在一定意义上说，ERP 可以说是 MRPII 的一个扩展。第一，它将系统的管理核心从“在正确的时间制造和销售正

确的产品”转移到了“在最佳的时间和地点，获得企业的最大增值”；第二，基于管理核心的转移，其管理范围和领域也从制造业扩展到了其他行业和企业；第三，在功能和业务集成性方面，它都有了很大加强，特别是商业智能的引入使得以往简单的事物处理系统变成了真正智能化的管理控制系统。

(2) 软件产品。随着应用的深入，作为 ERP 的载体——软件产品，也在向更高的层次发展，已经经历了三个阶段，最初，ERP 就是一个软件开发项目。这时的软件产品一般来说，费用高，耗时长，而且项目可控性很差，出现了所谓 ERP 成功率低的结果。后来，ERP 产品发展成模块化，这时，大大地提高了软件开发效率，但是，由于是产品导向，出现了削足适履的现象，因而这时 ERP 的成功率还是不算高。现在，ERP 产品则发展到比较高的阶段。大多数 ERP 产品供应商都在模块化的基础之上，把软件产品和软件服务进行集成，实现软件产品的技术先进性和个性化设计，为用户提供一体化的解决方案。

同时，先进的信息技术也为 ERP 提供了技术支持手段，如网络技术、Internet/Intranet 技术、条码技术、电子商务技术、数据仓库技术、远程通信技术等，使得各企业在业务往来和数据传递过程中实现电子方式连接；在管理技术上，从内部到外部各环节上，ERP 为企业提供了有效的管理工具。由于 ERP 为企业提供更多更好的功能，帮助企业实现管理信息化和现代化，因而使得企业市场竞争力和综合实力得到提高。

(3) 管理系统。毫无疑问，管理系统是 ERP 的基础和依托。一个企业，要根据市场预测制订全面的预算和计划，为此，企业必须实施动态管理。而一个动态的管理模式需要一个运行系统，ERP 正是这样一个系统。

ERP 是一个集成的信息系统，ERP 承诺在建立跨越企业各个部门、各种生产要素和环境的单一应用原则下处理所有的事务，即意味着集成。这种集成应该包括人力资源、财务、销售、制造、任务分派和企业供应链等的各项管理业务。

具体而言，ERP 管理系统主要由六大功能目标组成。

- 支持企业整体发展战略经营系统。该系统的目地是在多变的市场环境中建立与企业整体发展战略相适应的战略经营系统，还需要建立与 Intranet、因特网相连接的战略系统、决策支持服务体系等。
- 实现全球大市场营销战略与集成化市场营销，也就是实现在预测、市场规模、广告策略、价格策略、服务、分销等各方面进行信息集成和管理集成。
- 完善企业成本管理机制。建立全面成本管理系统，建立和保持企业的成本优势。
- 研究开发管理系统，保证能够迅速地开发适应市场要求的新产品，构筑企业的核心技术体系，保持企业的竞争优势。
- 建立敏捷的后勤管理系统，强调通过动态联盟模式把优势互补的企业联合在一起，用最有效和最经济的方式参加竞争，迅速响应市场瞬息万变的需求。这种敏捷的后勤管理系统能够具有缩短生产准备周期，增加与外部协作单位技术和生产信息及时交互，改进现场管理方法，缩短供应周期等功能。

- 实施准时生产方式，把客户纳入产品开发过程，把销售代理商和供应商、协作单位纳入生产体系，按照客户不断变化的需求同步组织生产，时刻保持产品的高质量、多样性和灵活性。

ERP 对于企业提高管理水平具有重要意义。首先，ERP 为企业提供了先进的信息系统平台。ERP 系统软件不仅功能齐全、集成性强、稳定性好，能够提供准确的信息，而且具备可扩充性。其次，ERP 具有规范的基础管理，促进企业管理水平提高的功能，ERP 实质上就是一套规范的由现代信息技术保证的管理制度。最后，ERP 能够整合企业各种资源，提高资源运作效率。

3. ERP 的功能

ERP 为企业提供的功能是多层面的和全方位的。

(1) 支持决策的功能。ERP 在 MRPII 的基础上扩展了管理范围，给出了新的结构，将企业内部业务流程划分成几个相互协同作业的支持子系统，如财务、市场营销、生产制造、质量控制、服务维护、工程技术等，并在功能上增加了质量控制、运输、分销、售后服务与维护，以及市场开发、人事管理等功能，把企业的制造系统、营销系统、财务系统等都紧密地结合在一起，可以实现全球范围内的多工厂、多地点的跨国经营运作，这样，能够不断地收到来自各个业务过程运作信息，并且提供了对质量控制、适应变化、客户满意度、绩效等关键问题的实时分析，从而有力地支持企业的各个层面上的决策。

(2) 为处于不同行业的企业提供有针对性的 IT 解决方案。ERP 已打破了 MRPII 局限在传统制造业的格局，把应用扩展到其他行业，如金融业、通信业、零售业等，并逐渐形成了针对于某种行业的解决方案。这一点非常重要，这是因为，不论一个 ERP 软件的功能多么齐全，都无法覆盖所有行业中的特殊需求。一个企业由于其所在行业的原因，既有较为通用的需求，如采购、库存、计划、生产、质检、人事、财务等，还可能有一些与众不同的特殊需求，例如石油天然气行业中的勘探与开采、土地使用与租赁，电力行业中的输配电、电表的抄费计价，零售业中的补货、变价、促销等，这些都需要有特殊的功能来解决和管理，从而需要有一套针对该行业的解决方案。为此，有些 ERP 供应商除了传统的制造业解决方案外，还推出了商业与零售业、金融业、能源、公共事业、工程与建筑业等行业的解决方案，以财务、人事、后勤等功能为核心，加入每一行业特殊的需求。

(3) 从企业内部的供应链发展为全行业和跨行业的供应链。当前，任何一个企业都要在全球化的大市场中参与竞争，而竞争的规则就是优胜劣汰，因而，任何一个企业都不可能在所有业务上都成为世界上的佼佼者。如果全部业务都由自己来承担，它必然面对所有相关领域的竞争对手。由此可见，只有联合该行业中其他上下游企业，建立一条业务关系紧密、经济利益相连的供应链实现优势互补，才能适应社会化大生产的竞争环境，共同增强市场竞争实力。这样，供应链的概念就由狭义的企业内部业务流程扩展为广义的全行业供应链及跨行业的供应链。这种供应链或是由物料获取并加工成中间件

或成品，再将成品送到消费者手中的一些企业和部门的供应链所构成的网络，或是由市场、加工、组装环节与流通环节建立一个相关业务间的动态企业联盟来进行跨地区、跨行业经营，更有效地向市场提供商品和服务来完成单个企业不能承担的市场功能。这样，ERP 的管理范围亦相应地由企业的内部拓展到整个行业的原材料供应、生产加工、配送环节、流通环节及最终消费者。在整个行业中建立一个环环相扣的供应链，使多个企业能在一个整体的 ERP 管理下实现协作经营和协调运作。把这些企业的分散计划纳入整个供应链的计划中，从而大大增强了该供应链在大市场环境中的整体优势，同时也使每个企业之间均可实现以最小的个别成本和转换成本来获得成本优势。例如，在供应链统一的 ERP 计划下，上下游企业可最大限度地减少库存，使所有上游企业的产品能够准确、及时地到达下游企业，这样既加快了供应链上的物流速度，又减少了各企业的库存量和资金占用。

通过这种整体供应链 ERP 管理的优化作用，来到达整个价值链的增值。这种在整个行业中上下游的管理能够更有效地实现企业之间的供应链管理，以此实现其业务跨行业、跨地区甚至是跨国的经营，对大市场的需求做出快速的响应。在它的作用下，供应链上的产品可实现及时生产、及时交付、及时配送、及时交到最终消费者手中，快速实现资本循环和价值链增值，以最大限度地为产品市场提供完整的产品组合，缩短产品生产和流通的周期，使产品生产环节进一步向流通环节靠拢，缩短供给市场与需求市场的距离，既减少了各企业的库存量和资金占用，还可及时地获得最终消费市场的需求信息，使整个供应链均能紧跟市场的变化。通过这种供应链 ERP 管理的优化作用，达到整个价值链的增值。

11.3.3 客户关系管理（CRM）在企业中的应用

1. CRM 的概念

当今世界，几乎所有的企业都正在宣布坚持“以客户为中心”的理念。但是，怎样把一种好的理念变成企业真实的行动，却不是一个能够轻而易举的事情。引进客户关系管理（Customer Relationship Management，CRM）无疑是解决问题的重要举措。CRM 是一种旨在改善企业与客户之间关系的新型管理机制。它通过提供更快速、更周到的优质服务来吸引或保持更多的客户。CRM 集成了信息系统和办公系统等的一整套应用系统，从而确保了客户满意度的提高，以及通过对业务流程的全面管理来降低企业的成本。

CRM 在坚持以客户为中心的理念的基础上，重构包括市场营销和客户服务等业务流程。CRM 的目标不仅要使这些业务流程自动化，而且要确保前台应用系统能够改进客户满意度、增加客户忠诚度，以达到使企业获利的最终目标。

需要强调的是脱离后台而只强调前台管理是不够的。只有以客户为中心的应用与能提供客户经验的内部后台系统的集成才可以为整个企业的运作带来所需要的效益。

CRM 实际上是一个概念，也是一种理念。同时，它又不仅是一个概念，也不仅是一种理念，它是企业参与市场竞争的新的管理模式，是一种以客户为中心的业务模型，并由集成了前台和后台业务流程的一系列应用程序来支撑。由于这些整合的应用系统保证了更令人满意的客户体验，因而会使企业直接受益。

2. CRM 的背景

CRM 的出现体现了两个重要的管理趋势的转变。首先是企业从以产品为中心的模式向以客户为中心的模式的转变。这种转变有着深刻的时代背景，那就是由于随着各种现代生产管理和现代生产技术的发展，产品的差别越来越小，产品同质化的趋势则越来越明显，因此，通过产品差异化来细分市场从而创造企业的竞争优势也就变得越来越困难。其次，CRM 的出现还表明了企业管理的视角从“内视型”向“外视型”的转变。众所周知，Internet 及其他各种现代交通、通信工具的出现，使得世界变成了一个地球村，企业与企业之间的竞争，哪怕相隔千里万里，也都变成几乎是面对面的竞争。尤其是在我国，仅仅依靠 ERP 的“内视型”的管理模式已难以适应激烈的竞争，企业必须转换自己的视角，在向“外向型”转变的过程中整合自己的资源。

CRM 听起来是一个很好的概念，然而实施起来却不那么容易。因为 CRM 不只是一套产品，它是触及到企业内许多独立部门的商业理念。

业界分析人士认为，企业的高层管理人员对 CRM 的认识如何至关重要，只有企业管理层接受了 CRM 的理念，CRM 才能在企业里成功地实施，因为只有技术显然是不够的。CRM 需要在整个企业范围内协调关系，开发信息资源。从主导 20 世纪 90 年代的 ERP 系统转变为将注意力集中在客户，通过市场营销和客户服务来优化业务价值的商业模式。在成功实施 CRM 解决方案之前企业需要认同这些新的、不同的商业技巧。企业的商业理念一定要反映在 CRM 应用上，并且在上至公司高层、下到可能与客户发生关系的每位员工之间充分沟通。

3. CRM 的内容

业界一致认为，市场营销和客户服务是 CRM 的支柱性功能。这些是客户与企业联系的主要领域，无论这些联系发生在售前、售中还是售后。

(1) 客户服务。客户服务是 CRM 的关键内容，是能否形成并保留大量忠诚客户的关键。随着市场竞争的深入，客户对服务的期望值也在不断地提高，已经超出传统的电话呼叫中心的范围。而呼叫中心正在向可以处理各种通信媒介的客户服务中心演变。电话互动必须与 E-mail、传真、网站，以及其他任何客户喜欢使用的方式相互整合。随着越来越多的客户进入因特网通过浏览器来查看他们的订单或提出询问，自助服务的要求发展得也越来越快。

客户服务已经超出传统的帮助平台。“客户关怀”的术语如今用来拓展企业对客户的职责范围。而与客户保持积极主动的关系是客户服务的重要组成部分。客户服务能够

处理客户各种类型的询问，包括有关的产品、需要的信息、订单请求、订单执行情况等，还包括高质量的现场服务。

(2) 市场营销。 营销自动化包括商机产生、商机获取和管理，商业活动管理及电话营销等。初步的大众营销活动被用于首次客户接触，接下来是针对具体目标受众的更加集中的商业活动。个性化需求很快成为营销规范，客户的喜好和购买习惯都被列入商家关注的重点。旨在更好地向客户营销带有有关客户特殊需求信息的目录管理和一对一营销应运而生。

市场营销迅速从传统的电话营销转向网站和 E-mail。这些基于 Web 的营销活动给潜在客户更好的体验，使潜在客户以自己的方式在方便的时间查看他需要的信息。销售人员与潜在客户的互动行为并将潜在客户发展为真正客户并保持其忠诚度是使企业盈利的核心因素。

为了获得最大的价值，企业管理层必须与销售人员合作，并对这些商业活动进行跟踪，以激活潜在消费并进行成功/失败研究。市场营销活动的费用管理，以及营销事件（如贸易展和研讨会）对未来计划的制订至关重要。

(3) 共享的客户资料库。 共享的客户资料库把市场营销和客户服务连接起来。集成整个企业的客户信息会使企业从部门化的客户联络提高到与客户协调一致的高度。如果一个企业的信息来源相互独立，那么这些信息中必然会产生大量重复、互相冲突的成分。这对企业的整体运作效率将产生负面影响。而动态的、能够被不同部门共享的客户资料库则是企业的一种宝贵资源，同时，它也是 CRM 的基础和依托。

(4) 分析能力。 CRM 的一个重要方面在于它具有使客户价值最大化的分析能力。如今的 CRM 解决方案在提供标准报告的同时，又可提供既定量又定性的及时分析。

深入的智能分析需要统一的客户数据作为切入点，并使所有企业业务应用系统融入到分析环境中，通过对客户数据的全面分析、评估客户带给企业的价值，以及衡量客户的满意度，再将分析结果反馈给管理层，这样便增加了信息分析的价值。企业决策者会权衡这些信息做出更全面、更及时的商业决策。

4. CRM 的解决方案和实施过程

CRM 的根本要求是与客户建立起一种互相学习的关系，即从与客户的接触中了解他们在使用产品中遇到的问题，以及对产品的意见和建议，并帮助他们加以解决。在与客户互动的过程中，了解他们的姓名、通信地址、个人喜好及购买习惯，并在此基础上进行“一对一”的个性化服务，甚至拓展新的市场需求。比如，你在订票中心预订了机票之后，CRM 就会根据了解的信息向你提供唤醒服务或是出租车登记等增值服务。由此我们可以看到，CRM 解决方案的核心思想就是通过跟客户的“接触”，搜集客户的意见、建议和要求，并通过数据挖掘和分析，提供完善的个性化服务。

一般说来，CRM 由两部分构成，即触发中心和挖掘中心，前者指客户和 CRM 通过电话、传真、Web、E-mail 等多种方式“触发”进行沟通；挖掘中心则是指 CRM 记

录交流沟通的信息和进行智能分析。由此可见，一个有效的 CRM 解决方案应该具备以下要素：

（1）**畅通有效的客户交流渠道（触发中心）**。在通信手段极为丰富的今天，能否支持电话、Web、传真、E-mail 等各种触发手段进行交流，无疑是十分关键的。

（2）**对所获信息进行有效分析（挖掘中心）**。

（3）**CRM 必须能与 ERP 很好地集成**。作为企业管理的前台，CRM 的市场营销和客户服务的信息必须能及时传达到后台的财务、生产等部门，这是企业能否有效运营的关键。

CRM 的实现过程具体说来，它包含三方面的工作。一是客户服务与支持，即通过控制服务品质以赢得顾客的忠诚度，比如对客户快速准确的技术支持、对客户投诉的快速反映、对客户提供产品查询等。二是客户群维系，即通过与顾客的交流实现新的销售，比如通过交流赢得失去的客户等。三是商机管理，即利用数据库开展销售，比如利用现有客户数据库做新产品推广测试，通过电话促销调查，确定目标客户群等。

5. CRM 的价值

CRM 之所以受欢迎是因为好的客户关系管理对客户和企业都有益。CRM 用户从不断加强的客户关系管理中明显获益。好的服务不但令人愉快，更能带来巨大价值。带有客户服务的产品的总价值明显高于产品自身。

从另一方面看，企业实施 CRM 并非出于利他原则，而是认识到客户是其真正的财富。统计显示，68%的客户离开厂家是因为得不到令人满意的客户服务，而企业 80%的收入来源于老客户。CRM 的成功应用，其效果是显而易见的。

- 较高的满意度，使得企业能够保留老客户，并不断增加新客户；
- 识别利润贡献度最高的客户并给以相应的优厚对待；
- 通过有效目标市场定位，来降低营销成本；
- 引导潜在消费至适当的销售渠道；
- 提供正确的产品来增加销售（交叉销售/纵向销售）；
- 简化部门工作流程来缩短销售周期；
- 通过集中共同活动以减少多余运作；
- 减少由于多个不协调的客户交互点而产生的差错，节省费用；
- 利用客户喜欢的沟通渠道来增加对客户需求的了解；
- 参照与其他客户的联络记录和经验，与目前的客户进行沟通；
- 根据对以前绩效的分析评估未来的销售、营销和客户服务活动。

由于 CRM 对企业的重大影响，实施 CRM 项目时需要整个企业范围内的认识与运作。为保持竞争优势，企业必须投资于 CRM 技术，同时要建立新的业务模型。所有客户信息的集中是成功实施的 CRM 的核心。CRM 这一强有力的企业策略将会提高销售、客户忠诚度和企业的竞争优势。

11.3.4 企业门户

随着因特网的快速发展，企业门户已经成为企业优化业务模式、扩展市场渠道、改善客户服务及提升企业形象和凝聚力的强有力手段。企业门户之所以具有极大的吸引力，关键在于它具备广泛的用途和灵活、全面的模型。随着电子商务的发展，企业门户已经成为新型办公环境的重要组成部分。从电子商务应用到企业内部的信息系统，所有用户友好型信息搜集系统都以基于各种技术的企业门户形式出现。不过，如果要给企业门户下一个确切的定义，目前还做不到，因为还没有一个公认的企业门户标准。

1. 企业门户的功能

通常，企业需要更高效能且技术统一的平台，以整合当前的网上业务，同时让系统本身能够随时便利升级，以支持未来网上业务的发展。建设集多种功能（如客户关系管理、网上销售、知识管理、内容管理等）于一身的企业门户网站，成为势在必行的上网策略。

一直以来，门户网站仍局限于提供内容、电子邮箱及搜索引擎等基本功能，针对的主要是大众消费类市场；随着因特网应用于企业市场，企业将各类型业务搬到一个开放统一而且安全度很高的网上平台，便成为其电子商务架构中的重要环节。

据相关独立分析员预测，门户网站的趋势将会主导今后几年的企业计算机应用潮流。电子商务需要有更明确的投资回报评估，由此也导致企业对门户网站技术的需求急剧增加。企业门户网站已经显现出提升竞争力的功用：一方面可以让雇员更方便地存取信息，另一方面又可以加强与客户和伙伴之间的联系。

值得一提的是，由于不同的企业将不尽相同的网络系统连接至单一开放式企业门户网站上，可以大大降低管理成本。因此，企业门户的主要功能有：

- (1) 能够将一个机构现有的因特网址和服务完全合并而且相互兼容；
- (2) 能够支持开放标准和应用编程接口（API），让平台得以轻易容纳新的应用程序；
- (3) 能够接入一个由支持企业门户网站架构的伙伴和专业服务公司所组成的网络；
- (4) 能够多渠道接入网站，如因特网至公司内联网、语音网络、无线网络等；
- (5) 能够以统一的服务作为企业门户网站各种服务的基础，让用户享有多种便利，如一次登入、个人化接口等。当用户进入门户网站的不同部分时，系统可以记住用户的身份以提供合适的信息。

总之，门户网站应该是一个起点，引领用户接触企业最重要的信息、应用和服务。门户网站并非仅为个人计算机用户标准应用而设，它应该能够根据用户的身份、意向、接入方式、接入设备（如移动电话）等设定个性化的信息内容。

2. 企业门户的分类

按照实际应用领域，企业门户可以划分为三类：信息门户、知识门户和应用门户。

(1) 企业信息门户。企业信息门户(Enterprise Information Portal, EIP)的基本作用是为人们提供企业信息，它强调对结构化与非结构化数据的收集、访问、管理和无缝集成。这类门户必须提供数据查询、分析、报告等基本功能，企业员工、合作伙伴、客户、供应商都可以通过企业信息门户非常方便地获取自己所需的信息。

对访问者来说，企业信息门户提供了一个单一的访问入口，所有访问者都可以通过这个入口获得个性化的信息和服务，可以快速了解企业的相关信息。对企业来说，信息门户既是一个展示企业的窗口，也可以无缝地集成企业的业务内容、商务活动、社区等，动态地发布存储在企业内部和外部的各种信息，同时还可以支持网上的虚拟社区，访问者可以相互讨论和交换信息。

在目前企业门户的应用中，信息门户被企业广泛认同。实际上，各企业建立的企业网站都可以算做企业信息门户的雏形。

(2) 企业知识门户。企业知识门户(Enterprise Knowledge Portal, EKP)是企业员工日常工作所涉及相关主题内容的“总店”。企业员工可以通过它方便地了解当天的最新消息、工作内容、完成这些工作所需的知识等。通过企业知识门户，任何员工都可以实时地与工作团队中的其他成员取得联系，寻找到能够提供帮助的专家或者快速地连接到相关的门户。不难看出，企业知识门户的使用对象是企业员工，它的建立和使用可以大大提高企业范围内的知识共享，并由此提高企业员工的工作效率。

当然，企业知识门户还应该具有信息搜集、整理、提炼的功能，可以对已有的知识进行分类，建立企业知识库并随时更新知识库的内容。目前，一些咨询、服务型企业已经开始建立企业知识门户。

(3) 企业应用门户。企业应用门户(Enterprise Application Portal, EAP)实际上是对企业业务流程的集成。它以商业流程和企业应用为核心，把商业流程中功能不同的应用模块通过门户技术集成在一起。从某种意义上说，可以把企业应用门户看成是企业信息系统的集成界面。企业员工和合作伙伴可以通过企业应用门户访问相应的应用系统，实现移动办公、进行网上交易等。

以上三类门户虽然能满足不同应用的需求，但随着企业信息系统复杂程度的增加，越来越多的企业需要能够将以上三类门户有机地整合在一起的通用型企业门户。按照IDC的定义，通用型的企业门户应该随访问者角色的不同，允许其访问企业内部网上的相应应用和信息资源。除此之外，企业门户还要提供先进的搜索功能、内容聚合能力、目录服务、安全性、应用/过程/数据集成、协作支持、知识获取、前后台业务系统集成等多种功能。给企业员工、客户、合作伙伴、供应商提供一个虚拟的工作场所。

3. 企业门户的要素

当前，一些企业已经在利用不同的平台和多种因特网/内联网服务开展网上运营。企业门户网站最重要的目标，是将多个系统整合到一个具有可扩充性的平台上，为提供

多元化的网上服务做好准备，以最少的投资赚取最高收益。企业可以在基本平台上对各种应用程序加以整合，同时做到支持第三方应用程序所需的标准。

以下是建立因特网服务时应考虑的基本要素。

(1) 战略性思维——评估你未来的需求，并将这些需求与影响业务发展的因素一并考虑，例如处理客户数据时个人私隐及安全问题；

(2) 为你所需要的不同类型门户网站建立一个门户网站架构；

(3) 寻找合适的技术供货商——即能够支持各主要标准，并能够将其基本门户网站架构与其他供货商的应用程序整合起来；

(4) 确定所要建立的门户网站类型，如销售门户网站或知识管理门户网站。制订可量化的目标，并清楚界定投资回报。如果对进展感到满意，就可逐步实行门户网站策略的其他元素；

(5) 首先小规模地试办项目，确保有一个可行的工作环境。接着，如果你的工作队伍决定加入新服务，就可相应地扩充项目。

11.3.5 企业应用集成

企业应用集成（Enterprise Application Integration, EAI）是伴随着企业信息系统的发展而产生和演变的。企业的价值取向是推动应用集成技术发展的原动力，而应用集成的实现反过来也驱动公司竞争优势的提升。EAI 技术是将进程、软件、标准和硬件联合起来，在两个或更多的企业信息系统之间实现无缝集成，使它们就像一个整体一样。EAI 一般表现为对一个商业实体（例如某家公司）的信息系统进行业务应用集成，但当遇到多个企业系统之间进行商务交易时，EAI 也表现为不同公司实体之间的企业系统集成，例如，B2B 的电子商务。

1. EAI 的简要历史

计算机广泛的商业应用开始于 20 世纪 60~70 年代。当时，企业应用的主要目标是利用计算机来代替一部分繁琐的重复性手工工作，以提高生产效率。这时还没有企业数据集成的需求。到了 20 世纪 80~90 年代，许多企业特别是大型跨国公司在信息系统上投入了巨资，建立了众多的应用信息系统，以帮助企业进行内部或外部业务的处理和管理。由于企业的传统职能结构，企业整体功能被各个部门所分割，使得信息系统也自然为各个部门所独占，其结果是导致众多关键的信息被封闭在相互独立的系统中，形成一个个所谓的“信息孤岛”。

如何将众多的“信息孤岛”联系起来，以便让不同的系统之间交互信息，EAI 就作为一个企业的需求被提了出来，这时，EAI 的价值和必要性也开始体现。

企业在追求效率和控制成本，或在兼并和收购过程中，对应用集成技术提出了更高的要求，特别是电子商务的兴起。电子商务，这一基于因特网新的商务模式直接导致新的系统集成结构的出现，像 Web 服务技术等。特别是 20 世纪 90 年代，ERP 应用开始

流行，也要求新的信息系统能够支持已经存在的应用和数据，这就必须引入 EAI。另外应用供应链管理、Web 应用集成等也对 EAI 起到推动作用。

2. EAI 的内容

EAI 的内容极为广泛，同时，其意义也十分重大，它是企业信息化发展到较高阶段的标志。因为，在企业范围内现有的应用系统和数据库有可能既有几年前的老系统，还可能包括新建系统，需要对它们进行无缝地集成；不同的系统和应用可能包括同样的数据，从而造成了数据冗余、数据的不一致，需要尽量减少数据冗余，并保持所有的数据版本同步更新；企业在激烈的市场竞争中，经常根据需要调整业务流程，必然影响到信息系统的结构和数据，或是建立新的系统等。

总之，EAI 是企业信息系统集成的科学、方法和技术，其目的是将企业内的应用彼此连接起来，或在企业之间连接起来。

EAI 的内容主要包括两方面：企业内部应用集成和企业间应用集成。EAI 包括的内容很复杂，涉及到结构、硬件、软件及流程等企业系统的各个层面。

(1) 企业内的集成。企业内的应用集成，就是要解决在企业内部业务流程和数据流量，包括业务流程是否进行自动流转或怎样流转，以及业务过程的重要性。对于应用集成，这点非常重要，因为从本质上讲，企业应用集成就是维持数据正确而自动地流转。同时，不同的 EAI 解决方案采取不同的技术途径，而不同的技术途径也就决定了 EAI 处于不同的层次，从应用和技术上综合考虑，EAI 分为界面集成、平台集成、数据集成、应用集成和过程集成。

- **界面集成：**这是比较原始和最浅层次的集成，但又是常用的集成。这种方法是把用户界面作为公共的集成点，把原有零散的系统界面集中在一个新的、通常是浏览器的界面之中。
- **平台集成：**这种集成要实现系统基础的集成，使得底层的结构、软件、硬件及异构网络的特殊需求都必须得到集成。平台集成要应用一些过程和工具，以保证这些系统进行快速安全的通信。
- **数据集成：**为了完成应用集成和过程集成，必须首先解决数据和数据库的集成问题。在集成之前，必须首先对数据进行标志并编成目录，另外还要确定元数据模型，保证数据在数据库系统中分布和共享。
- **应用集成：**这种集成能够为两个应用中的数据和函数提供接近实时的集成。例如，在一些 B2B 集成中实现 CRM 系统与企业后端应用和 Web 的集成，构建能够充分利用多个业务系统资源的电子商务网站。
- **过程集成：**当进行过程集成时，企业必须对各种业务信息的交换进行定义、授权和管理，以便改进操作、减少成本、提高响应速度。过程集成包括业务管理、进程模拟等，还包括业务处理中每一步都需要的工具。

(2) 企业间应用集成。 EAI 技术可以适用于大多数要实施电子商务的企业，以及企业之间的应用集成。 EAI 使应用集成架构里的客户和业务伙伴，都可以通过集成供应链内的所有应用和数据库实现信息共享。

传统的 B2B 商务应用了诸如 EDI（电子数据交换）和专用 VAN（增值网络）的技术。然而今天，大多数 B2B 商务则采用了实时性更强的、基于因特网的技术，如基于因特网的消息代理技术、应用服务器，以及像 XML 等新的数据交换标准。

许多公司的供应链系统也可能包括交易系统，新的 EAI 技术可以首先在交易双方之间创建连接，然后再共享数据和业务过程。当然，他们如今不再使用 VAN，而采用因特网作为传输介质。

企业要顺利地开展电子商务，希望其所有的应用之间，以及与其商业伙伴之间都能够实现无缝而及时的通信，这一目标在以前是比较难于实现的，因为 EAI 解决方案是比较昂贵的，所以直到新一代支持 EAI 的中间件的出现，才改变了这一面貌。

与 B2B 商务有所不同，因为 B2C 商务需要信息能被更广泛的企业之外的人或客户访问到，所以企业应用要能支持基于 Web 的销售和信息共享。显而易见，B2B 和 B2C 的需要促进了 EAI 技术的发展。

3. 集成技术的发展展望

目前市场主流的集成模式有三种，分别是面向信息的集成技术、面向过程的集成技术和面向服务的集成技术。

在数据集成的层面上，信息集成技术仍然是必选的方法。信息集成采用的主要数据处理技术有数据复制、数据聚合和接口集成等。其中，接口集成仍然是一种主流技术。它通过一种集成代理的方式实现集成，即为应用系统创建适配器作为自己的代理，适配器通过其开放或私有接口将信息从应用系统中提取出来，并通过开放接口与外界系统实现信息交互，而假如适配器的结构支持一定的标准，则将极大地简化集成的复杂度，并有助于标准化，这也是面向接口集成方法的主要优势来源。标准化的适配器技术可以使企业从第三方供应商获取适配器，从而使集成技术简单化。

面向过程的集成技术其实是一种过程流集成的思想，它不需要处理用户界面开发、数据库逻辑、事务逻辑等，而只是处理系统之间的过程逻辑和核心业务逻辑相分离。在结构上，面向过程的集成方法在面向接口的集成方案之上，定义了另外的过程逻辑层；而在该结构的底层，应用服务器、消息中间件提供了支持数据传输和跨过程协调的基础服务。对于提供集成代理、消息中间件及应用服务器的厂商来说，提供用于业务过程集成是对其产品的重要拓展，也是目前应用集成市场的重要需求。

基于 SOA（面向服务架构）和 Web 服务技术的应用集成是业务集成技术上的一次重要的变化，被认为是新一代的应用集成技术。集成的对象是一个个的 Web 服务或者是封装成 Web 服务的业务处理。Web 服务技术由于是基于最广为接受的、开放的技术标准（如 HTTP、SMTP 等），支持服务接口描述和服务处理的分离、服务描述的集中

化存储和发布、服务的自动查找和动态绑定及服务的组合，成为新一代面向服务的应用系统的构建和应用系统集成的基础设施。

11.3.6 供应链管理（SCM）

供应链管理（Supply Chain Management, SCM）的核心是供应链。供应链是指一个整体的网络用来传送产品和服务，从原材料开始一直到最终客户（消费者），它凭借一个设计好的信息流、物流和现金流来完成。现代意义的供应链是利用计算机网络技术全面规划供应链中的商流、物流、信息流、资金流等，并进行计划、组织、协调和控制。

供应链有两层含义，一层含义是任何一个企业内部都有一条或几条供应链，包括从生产到发货的各个环节；另一层含义是一个企业必定处于市场更长的供应链之中，包括从供应商的供应商到顾客的顾客的每一个环节。供应链是企业赖以生存的商业循环系统，是企业电子商务中最重要的课题。统计数据表明，企业供应链可以耗费企业高达25%的运营成本。

供应链管理是从源头供应商到最终消费者的集成业务流程。它不仅为消费者带来有价值的产品和服务，还为顾客带来有用的信息。供应链管理至少包括以下六大应用功能：需求管理（预测和协作工具）、供应链计划（多工厂计划）、生产计划、生产调度、配送计划、运输计划。新型的供应链管理借助于Internet使这个“供应群”能够实现大规模的协作，成为企业降低成本、提高经营效率的关键。

而在计算机广泛应用之前，企业经常出现因信息传递太慢或错误而误导生产及存货计划的现象。20世纪90年代，一些计算机的制造商（如HP），或生产家庭用品的企业（如宝洁），开始将信息系统做上、下游整合，希望通过正确和快速的信息传递，以及对信息的分析和整合，达到快速反映市场的需求，从而降低库存等目的。可见，有效的供应链管理是建立在高质量的信息传递和共享的基础之上。

11.3.7 商业智能（BI）

商业智能（Business Intelligence）是企业对商业数据的搜集、管理和分析的系统过程，目的是使企业的各级决策者获得知识或洞察力，帮助他们做出对企业更有利的决策。

早在20世纪90年代末，商业智能技术就被一家计算机权威杂志评选为未来几年最具影响力的信息技术之一。但商业智能技术并不是基础技术或者产品技术，它是数据仓库、联机分析处理OLAP（Online Analytical Processing）和数据挖掘等相关技术走向商业应用后形成的一种应用技术。

商业智能系统主要实现将原始业务数据转换为企业决策信息的过程。与一般的信息系统不同，它在处理海量数据、数据分析和信息展现等多个方面都具有突出性能。

商业智能系统主要包括数据预处理、建立数据仓库、数据分析及数据展现四个主要阶段。数据预处理是整合企业原始数据的第一步，它包括数据的抽取、转换和装载三个过程。建立数据仓库则是处理海量数据的基础。数据分析是体现系统智能的关键，一般采用联机分析处理和数据挖掘两大技术。联机分析处理不仅进行数据汇总/聚集，同时还提供切片、切块、下钻、上卷和旋转等数据分析功能，用户可以方便地对海量数据进行多维分析。数据挖掘的目标则是挖掘数据背后隐藏的知识，通过关联分析、聚类和分类等方法建立分析模型，预测企业未来发展趋势和将要面临的问题。在海量数据和分析手段增多的情况下，数据展现则主要保障系统分析结果的可视化。一般认为数据仓库、OLAP 和数据挖掘技术是商业智能的三大组成部分。

1. 数据仓库：商业智能的基础

对于一个企业来说，最关键也最为重要的是如何以一种有效的方式逐步整理各个业务处理系统中积累下来的历史数据，并通过灵活有效的方式为各级业务人员提供统一的信息视图，从而在整个企业内实现真正的信息共享。数据仓库技术正好能够满足这一需求。数据仓库是商业智能系统的基础，如果没有数据仓库，没有企业数据的融合，数据分析就成了无源之水。

数据仓库主要有四个重要特征。

(1) 数据仓库是面向主题的。传统的操作型系统是围绕公司的应用进行组织的。如对一个电信公司来说，应用问题可能是营业受理、专业计费和客户服务等，而主题范围可能是客户、套餐、缴费和欠费等。

(2) 数据仓库是集成的。数据仓库实现数据由面向应用的操作型环境向面向分析的数据仓库的集成。由于各个应用系统在编码、命名习惯、实际属性、属性度量等方面不一致，当数据进入数据仓库时，要采用某种方法来消除这些不一致性。

(3) 数据仓库是非易失的。数据仓库的数据通常是一起载入与访问的，在数据仓库环境中并不进行一般意义上的数据更新。

(4) 数据仓库随时间的变化性。数据仓库中的数据随时间变化的特性表现在三个方面：

- 数据仓库中的数据时间期限要远远长于操作型系统中的数据时间期限。操作型系统的时间期限一般是 60~90 天，而数据仓库中数据的时间期限通常是 5~10 年。
- 操作型数据库含有“当前值”的数据，这些数据的准确性在访问时是有效的，同样当前值的数据能被更新；而数据仓库中的数据仅仅是一系列某一时刻生成的复杂的快照。
- 操作型数据的键码结构可能包含也可能不包含时间元素，如年、月、日等；而数据仓库的键码结构总是包含时间元素。

2. OLAP：海量数据分析利器

对于 TB 级的海量数据，联机分析处理 OLAP 无疑是一种有力的数据分析工具。它可以让管理者灵活地对海量数据进行浏览分析。利用多维的概念，OLAP 提供了切片、切块、下钻、上卷和旋转等多维度分析与跨维度分析功能。相对于普通的静态报表，OLAP 更能满足决策者和分析人员对数据仓库数据的分析。

区别于传统的联机事务处理（OLTP）系统，OLAP 有 12 条准则。

- (1) OLAP 模型必须提供多维概念视图；
- (2) 透明性准则；
- (3) 存取能力推测；
- (4) 稳定的报表能力；
- (5) 客户/服务器体系结构；
- (6) 维的等同性准则；
- (7) 动态的稀疏矩阵处理准则；
- (8) 多用户支持能力准则；
- (9) 非受限的跨维操作；
- (10) 直观的数据操纵；
- (11) 灵活的报表生成；
- (12) 不受限的维与聚集层次。

虽然随着技术的发展，部分准则有所突破，但这些准则仍然是 OLAP 技术的基础。

OLAP 系统架构主要分为基于关系数据库的 ROLAP (Relational OLAP)、基于多维数据库的 MOLAP (Multidimensional OLAP)、基于混合数据组织的 HOLAP (Hybrid OLAP) 三种，前两种方式比较常见。ROLAP 表示基于关系数据库的 OLAP 实现。它以关系数据库为核心，以关系型结构进行多维数据的表示和存储。ROLAP 将多维数据库的多维结构划分为两类表：一类是事实表，用来存储数据和维关键字；另一类是维表，即对每个维至少使用一个表来存放维的层次、成员类别等维的描述信息。MOLAP 表示基于多维数据组织的 OLAP 实现。它以多维数据组织方式为核心，使用多维数组存储数据。MOLAP 查询方式采用索引搜索与直接寻址相结合的方式，比 ROLAP 的表索引搜索和表连接方式速度要快得多。

3. 数据挖掘：洞察力之源

与展示企业历史和现有信息的静态、动态报表及查询等分析方法不同，数据挖掘是从数据库中智能地寻找模型，从海量数据中归纳出有用的信息。可以说通过商业智能系统，企业获得洞察力的主要手段就是数据挖掘。

数据挖掘 (Data Mining) 是从大量的、不完全的、有噪声的、模糊的、随机的数据中，提取隐含在其中的、人们事先不知道的、但又是潜在有用的信息和知识的过程。

数据挖掘技术可分为描述型数据挖掘和预测型数据挖掘两种。描述型数据挖掘包括数据总结、聚类及关联分析等。预测型数据挖掘包括分类、回归及时间序列分析等。

(1) 数据总结：继承于数据分析中的统计分析。数据总结目的是对数据进行浓缩，给出它的紧凑描述。传统统计方法如求和值、平均值、方差值等都是有效方法。另外，还可以用直方图、饼状图等图形方式表示这些值。广义上讲，多维分析也可以归入这一类。

(2) 聚类：是把整个数据库分成不同的群组。它的目的是使群与群之间差别很明显，而同一个群之间的数据尽量相似。这种方法通常用于客户细分。由于在开始细分之前不知道要把用户分成几类，因此通过聚类分析可以找出客户特性相似的群体，如客户消费特性相似或年龄特性相似等。在此基础上可以制订一些针对不同客户群体的营销方案。

(3) 关联分析：是寻找数据库中值的相关性。两种常用的技术是关联规则和序列模式。关联规则是寻找在同一个事件中出现的不同项的相关性；序列模式与此类似，寻找的是事件之间时间上的相关性，如对股票涨跌的分析等。

(4) 分类：目的是构造一个分类函数或分类模型（也称为分类器），该模型能把数据库中的数据项映射到给定类别中的某一个。要构造分类器，需要有一个训练样本数据集作为输入。训练集由一组数据库记录或元组构成，每个元组是一个由有关字段（又称属性或特征）值组成的特征向量，此外，训练样本还有一个类别标记。一个具体样本的形式可表示为： $(v_1, v_2, \dots, v_n; c)$ ，其中 v_i 表示字段值， c 表示类别。

(5) 回归：是通过具有已知值的变量来预测其他变量的值。一般情况下，回归采用的是线性回归、非线性回归这样的标准统计技术。一般同一个模型既可用于回归，也可用于分类。常见的算法有逻辑回归、决策树、神经网络等。

(6) 时间序列：时间序列是用变量过去的值来预测未来的值。

数据挖掘另一个重要方面是与之相关的方法论。一般的事务处理系统甚至一些只提供报表分析功能的简单商业智能系统，建成以后只需要少量的工程维护工作，而采用数据挖掘技术的商业智能系统往往有很大不同。因为数据挖掘是一个商业理解、数据理解、建模、评估等一系列多次反复、多次调整的过程，并且模型的应用也不是一成不变的，在适当的时候需要更新和重建。所以一般的商业智能项目并不追求一次性工程建设，更倡导的是一种与企业业务紧密联系能够提升企业竞争力的咨询服务，而且熟悉业务和分析方法的分析人员在商业智能系统的应用中起着至关重要的作用。从这一点也能看出，为什么说 BI 是企业 MIS 之后更高层次、更具战略意义的应用。

诚然，对于数据挖掘或者商业智能也应有一个客观的认识。从广义上，数据挖掘是在传统数据分析方法基础上，融合了数据库、人工智能等多方面技术形成的知识发现技术。它对企业信息分析必然产生积极的效果，对企业经营决策的辅助作用也是显而易见的。但是数据挖掘只是一些技术和方法，并非万能，而商业智能系统更多的是为企业提供一个经营分析的环境和一些分析工具。由于如何切合企业经营实际，从海量的经营

数据中挖掘出有助于企业市场竞争的知识，商业智能系统本身体现并不多。因此，企业洞察力的真正来源是商业智能系统及数据挖掘技术的成功应用和实践。

11.3.8 电子商务

电子商务（Electronic Commerce, EC），是指买卖双方利用现代开放的因特网络，按照一定的标准所进行的各类商业活动。主要包括网上购物、企业之间的网上交易和在线电子支付等新型的商业运营模式。产品可以是实体化的，如计算机、汽车、电视；也可以是数字化的，如新闻、影像、软件；还可以直接提供服务，如安排旅游、远程教育等。

电子商务分三个方面，即电子商情广告、电子选购和交易，电子交易凭证的交换、电子支付与结算，以及网上售后服务等。

电子商务按从事商务活动的主体不同，分为三种类型，即企业间的电子商务（B2B）、企业与消费者之间的电子商务（B2C），以及消费者之间的电子商务（C2C）。

企业间的电子商务（Business to Business, B2B）：即企业与企业之间，通过 Internet 或专用网方式进行电子商务活动。如：阿里巴巴、慧聪网等属于 B2B 类型。

企业与消费者（Business to Customer, B2C）之间的电子商务：即企业通过 Internet 为消费者提供一个新型的购物环境——网上商店，消费者通过网络在网上购物、在网上支付。由于这种模式节省了客户和企业双方的时间和空间，大大提高了交易效率，节省了不必要的开支，因此受到了很大程度的欢迎。如：当当网、京东商城、China-pub 网上书店、淘宝商城等属于 B2C 类型。

消费者与消费者（Custom to Customer, C2C）之间的电子商务：主要体现在一些个人开办的网上商城和二手交易上，这种交易是在消费者之间发生的。如淘宝网就属于这种交易模式。

第 12 章 信息系统服务管理

信息系统服务是一个范围相当广泛的概念，所有以满足企业和机构的业务发展所带来的信息化需求为目的，基于信息技术和信息化理念而提供的专业信息技术咨询服务、系统集成服务、技术支持服务等工作，都属于信息系统服务的范畴。信息系统服务管理原本不属于信息系统项目管理师的考试范围。但当国务院发布了“4号文件”之后，信息系统项目管理师开始考查相关知识。“4号文件”的主要精神如下：结合行业人才需求，为更好地对重点行业的人才队伍建设做好支撑和服务，在“十二五”期间，我们拟对计算机软件资格考试部分岗位资格的名称进行调整，以突出强调原有岗位的管理和服务内涵，在相应考试大纲中适当增加 IT 服务管理方面的能力和知识应用要求，以适应信息系统集成、信息安全管理、物联网、云计算等应用岗位的需求。

12.1 IT 服务管理

IT 服务管理，即 ITSM (IT Service Management)，它是一套帮助企业对 IT 系统的规划、研发、实施和运营进行有效管理的高质量方法。它结合了高质量服务不可缺少的流程、人员和技术三大要素——标准流程负责监控 IT 服务的运行状况，人员素质关系到服务质量的高低，技术则保证服务的质量和效率。这三大关键性要素的整合使 ITSM 成为企业 IT 管理人员管理企业 IT 系统的法宝和利器。“IT 服务管理”是一套面向过程、以客户为中心的规范的管理方法，它通过集成 IT 服务和业务，协助企业提高其 IT 服务提供和支持能力。

IT 服务管理起源于 ITIL (后面将详细介绍 ITIL)，其核心思想是：IT 组织，不管它是企业内部的还是外部的，都是 IT 服务提供者，其主要工作就是提供低成本、高质量的 IT 服务。ITSM 也是一种 IT 管理，不过与传统的 IT 管理不同，它是一种以服务为中心的 IT 管理。我们将传统的 IT 管理和 ITSM 进行比较，如表 12-1 所示。

表 12-1 传统 IT 管理与 ITSM 对应关系表

传统的 IT 管理	转变	ITSM
技术导向	→	流程导向
“救火队”	→	预防为主

续表

传统的 IT 管理	转变	ITSM
被动	→	主动
用户	→	客户
集中式, 企业自己完成	→	分布式, 外包
孤立的, 分解的	→	集成的, 企业范围内的
“一次性的”, 混乱的	→	可重复的, 职责明确的
非正式的流程	→	正式的最佳实践
从 IT 部门内部考虑	→	从业务的角度考虑
具体的运营	→	面向服务的

从组织层面上来看, 它将企业的 IT 部门从成本中心转化为服务中心; 从具体 IT 运营层面上来看, 它不是传统的以职能为中心的 IT 管理方式, 而是以流程为中心, 从复杂的 IT 管理活动中梳理出那些核心的流程, 比如事件管理、问题管理和配置管理, 将这些流程规范化、标准化, 明确定义各个流程的目标和范围、成本和效益、运营步骤、关键成功因素和绩效指标、有关人员的责权利, 以及各个流程之间的关系。

实施 ITSM 的根本目标有 3 个:

- (1) 以客户为中心提供 IT 服务;
- (2) 提供高质量、低成本的服务;
- (3) 提供的服务是可准确计量的。

12.2 ITIL

ITIL 即 IT 基础架构库 (Information Technology Infrastructure Library), 它是由英国政府部门 CCTA 在 20 世纪 80 年代末制订的, 现由英国商务部 OGC 负责管理, 主要适用于 IT 服务管理 (ITSM)。ITIL 为企业的 IT 服务管理实践提供了一个客观、严谨、可量化的标准和规范。

ITIL 的发展经历了三次大的版本变迁。第 1 版 (即 ITIL v1) 是 1986 年发布的原始版, 主要是基于职能型的实践。第 2 版 (即 ITIL v2) 是 1999 年发布的, 主要是基于流程型的实践, 它包含 7 个体系: 服务支持、服务提供、实施服务管理规划、应用管理、安全管理、基础架构管理及 ITIL 的业务前景。它已经成为 IT 服务管理领域全球广泛认可的最佳实践框架。最近的一个版本是 2007 年发布的第 3 版 (即 ITIL v3), 该版本是基于服务生命周期的, 它整合了 v1 和 v2 的精华, 并与时俱进地融入了 IT 服务管理领域当前的最佳实践。它主要强调 ITIL 最佳实践的执行支持, 以及在改善过程中需要注意的细节。

12.2.1 ITIL 架构

ITIL 的整体架构如图 12-1 所示。

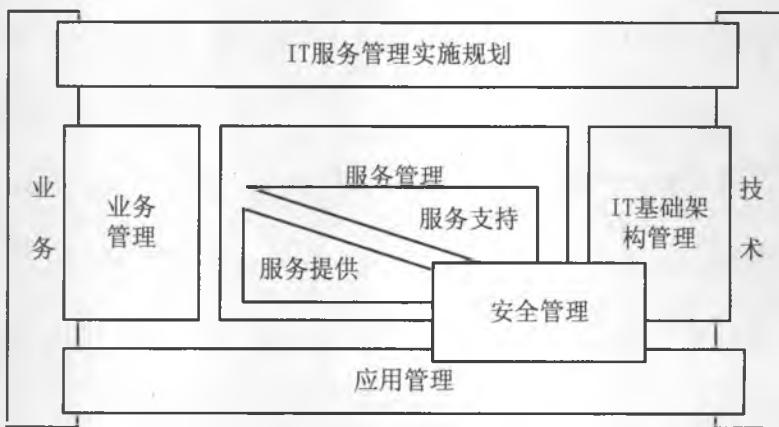


图 12-1 ITIL 整体架构

企业需要通过业务实现其经营目标，而应用信息技术能够帮助企业获得最大的业务发展。从图 12-1 中可以看出，信息技术对业务的支持是通过 IT 服务管理实施和应用的管理实现的，ITIL 努力在业务视角和 IT 基础架构之内实现有效的服务管理，安全管理也成为 ITIL 架构的重要内容。而技术与业务契合最核心的内容是服务管理，而服务管理需要以信息技术作为支撑的平台，通过实现服务支持、服务提供流程的管理，以最大限度地满足企业业务需求。

下面来看架构中每个部分的具体情况。

(1) 业务管理：ITIL 所强调的核心思想是应该从客户（业务）而不是 IT 服务提供方（技术）的角度理解 IT 服务需求。也就是说，在提供 IT 服务的时候，我们首先应该考虑业务需求，根据业务需求来确定 IT 需求。业务管理这个模块指导业务管理者以自己习惯的思维模式分析 IT 问题，深入了解 IT 基础架构支持业务流程的能力，以及 IT 服务管理在提供端到端 IT 服务过程中的作用，以协助他们更好地处理与服务提供方之间的关系，实现商业利益。

(2) 服务管理：服务管理模块是 ITIL 的核心模块。与一般的按照功能组织 IT 管理活动的 IT 管理方法不同，ITIL 是按照流程来组织的。它把 IT 管理活动归纳为 10 个核心流程和一些辅助流程，然后利用这些流程进行有关 IT 管理工作。

服务管理的 10 个核心流程分为服务提供和服务支持两组。其中服务提供由服务级别管理、IT 服务财务管理、IT 服务持续性管理、可用性管理和能力管理 5 个服务管理流程组成；服务支持由事件管理、问题管理、配置管理、变更管理和发布管理 5 个流程及服务台职能组成。

(3) IT 基础架构管理: IT 服务管理作为一种 IT 管理方法, 其管理的对象是各种 IT 基础设施。这些 IT 基础设施的有机整合, 就形成了 IT 基础架构。IT 基础架构管理侧重于从技术角度对基础设施进行管理。它覆盖了 IT 基础设施管理的所有方面, 包括识别业务需求、实施和部署、对基础设施进行支持和维护等活动。

IT 基础架构管理的目标是确保 IT 基础架构是稳定可靠的, 能够满足业务需求和支持业务运作。

(4) 应用管理: IT 服务管理包括对应用系统的支持、维护和运作。应用系统一般是由客户或 IT 服务提供者或第三方开发的。为了确保应用系统满足客户需求并方便对其进行支持和维护, IT 服务管理的职能应该合理地延伸, 介入应用系统的开发、测试和部署。应用管理模块指导 IT 服务提供方协调应用系统的开发和维护, 以使它们一致地为客户的业务运作提供支持和服务。

(5) 安全管理: 安全管理模块是在 1999 年新增到 ITIL 中的, 其目标是保护 IT 基础架构, 使其避免未经授权的使用。安全管理模块为如何确定安全需求、制订安全政策和策略及处理安全事件提供了全面指导。ITIL 的安全管理模块侧重的是从政策、策略和方法的角度指导如何进行安全管理, 它并没有具体说明安全管理的步骤和任务。它与 BS7799/ISO17799 相比, 更加抽象, 更加侧重于安全管理原则的指导。

(6) IT 服务管理规划与实施: 上面讲的 ITIL 的各个模块, 基本上只告诉我们要“做什么”(What), 并没有告诉我们该“如何做”(How)。IT 服务管理规划与实施模块的作用是指导如何实施上述模块中的各个流程, 包括对这些流程的整合。它指导客户确立远景目标, 分析和评价现状, 确定合理的目标并进行差距分析, 确定任务的优先级, 以及对流程的实施情况进行评审。

12.2.2 服务管理的核心流程

ITIL 的核心模块是“服务管理”, 这个模块一共包括了 10 个流程和一项职能, 这些流程和职能又被归结为两大流程组, 即“服务提供”流程组和“服务支持”流程组。其中服务支持流程组归纳了与 IT 管理相关的一项管理职能及 5 个运营级流程, 即事件管理、问题管理、配置管理、变更管理和发布管理; 服务提供流程组归纳了与 IT 管理相关的 5 个战术级流程, 即服务级别管理、IT 服务财务管理、能力管理、IT 服务持续性管理和可用性管理。

1. 服务台

服务台 (Service Desk) 在服务支持中扮演着一个极其重要的角色。完整意义上的服务台可以理解为其他 IT 部门和服务流程的“前台”, 它可以在不需要联系特定技术人员的情况下处理大量的客户请求。对用户而言, 服务台是他们与 IT 部门的唯一连接点, 确保他们找到帮助其解决问题和请求的相关人员。

服务台有时也被称为“帮助台”(Help Desk)，但这两个概念的意义并不完全一样。帮助台的主要任务是记录、解决和监控 IT 服务运作过程中产生的问题，主要和事件管理相关联。而服务台的概念则具有更广泛的内涵，它通过提供一个集中和专职的服务联络点促进了组织业务流程与服务管理基础架构的集成。

服务台不仅负责处理事件、问题和客户的询问，同时还为其他活动和流程提供接口。这些活动和流程包括客户变更请求、维护合同、服务级别管理、配置管理等。

服务台的主要目标是协调客户(用户)和 IT 部门之间的关系，为 IT 服务运作提供支持，从而提高客户的满意度。

服务台的工作包括：响应用户呼叫、提供信息、客户需求管理、客户关系管理、供应商联络、日常运作管理、基础架构监控。

2. 事件管理

事件(Incident)是指引起或有可能引起服务中断或服务质量下降的不符合 IT 服务标准操作的活动。这里所指的事件不仅包括软硬件故障，还包括服务请求，例如，状态查询、重置口令、数据库导出等。

当多个事件需要同时处理时，必须根据事件所造成的影响、事件的紧急程度、解决事件的难易程度等因素确定事件处理的优先级。

事件管理的目标是在尽可能小地影响客户和用户业务的情况下使 IT 系统尽快恢复到服务级别协议所定义的服务级别，同时记录事件以为其他流程提供支持。

3. 问题管理

事件管理并不负责查找事件产生的潜在原因，其强调的是速度。调查和分析 IT 基础架构和查找事件产生的根本原因是问题管理的责任。

问题管理是指通过调查和分析 IT 基础架构的薄弱环节、查明事件产生的潜在原因，并制订解决事件的方案和防止事件再次发生的措施，将由于问题和事件对业务产生的负面影响减小到最低的服务管理流程。

与事件管理强调事件恢复的速度不同，问题管理强调的是找出事件产生的根源，从而制订恰当的解决方案或防止其再次发生的预防措施。

在尚未查明事件产生的原因前，事件所对应的潜在原因被称为问题。而在找到事件产生的根本原因后，问题就成为一个知名错误(Known Errors)。随后可以提出一个变更请求(Request of Change)来消除该知名错误和防止类似事件再次发生。

问题管理与事件管理都是针对事件而为用户提供支持的服务管理流程。但两者的目标是不同的，如果说事件管理流是“治标”的流程，那么问题管理则致力于“治本”。具体来说，问题管理所要达到的目标包括以下三项：

- (1) 将由 IT 基础架构中的错误引起的事件和问题对业务的影响减少到最低程度；
- (2) 查明事件或问题产生的根本原因，制订解决方案和防止事件再次发生的预防措施；

(3) 实施主动问题管理，在事件发生之前发现和解决可能导致事件产生的问题。

4. 配置管理

IT服务可以为企业的业务运作提供支持，而IT服务能否满足业务运作的要求很大程度上取决于支持IT服务运作的IT基础架构的配置及运行情况。因此，必须建立专门的流程提供有关IT基础架构的配置情况的信息。配置管理就是专门负责提供这方面信息的流程。

配置管理是指由识别和确认系统的配置项、记录和报告配置项状态和变更请求、检验配置项的正确性和完整性等活动构成的服务管理流程。

配置管理提供的有关基础架构的配置信息可以为其他服务管理流程提供支持，如事件管理人员和问题管理人员，需要利用配置管理流程提供的信息进行事件和问题的调查与分析等。

在配置管理中，最基本的信息单元是配置项（Configuration Items, CIs）。所有软件、硬件和各种文档，比如变更请求、服务、服务器、环境、设备、网络设施、台式机、移动设备、应用系统、协议、电信服务等都可以被称为配置项。

所有有关配置项的信息都被存放在配置管理数据库（CMDB）中。需要说明的是，配置管理数据库不仅保存IT基础架构中特定组件的配置信息，而且还包括各配置项相互关系的信息。配置管理数据库需要根据变更实施情况进行不断的更新，以保证配置管理中保存的信息总能反映IT基础架构的现时配置情况，以及各配置项之间的相互关系。

配置管理不同于IT资产管理。后者是一个计量过程，用于控制和管理超过一定价值的资产的折旧过程；它记录了资产的购置时间、购买价格、折旧年限、折旧方法，以及资产所处状态和位置等方面的情况。而配置管理除了记录配置项本身的信息外，还记录了各配置项之间的关系，以及有关配置项的标准和授权方面的信息，同时它还记录了配置项的当前状态和变更情况。

配置管理作为组织IT基础架构的信息中心的控制中心，必须实现以下几个目标：

- (1) 计量组织和服务中所使用的所有IT资产和配置项的价值；
- (2) 为其他服务管理流程提供有关IT基础架构配置的准确信息；
- (3) 为事件管理、问题管理、变更管理的运作提供支持；
- (4) 核实有关IT基础架构的配置记录的正确性并纠正发现的错误。

5. 变更管理

企业运用信息技术的根本目的是为其业务运作提供支持。这种支持或是战略层的，或是战术层的，也可能是运作层的。企业面临的外部环境是不断变化的，因而它的业务运作也必须随着外部环境的变化做出调整；相应地，支持业务运作的IT服务及其基础架构也必须进行必要的变更。此外，当事件和问题出现而必须通过实施变更才能消除时，变更也必须及时地得到实施。

变更管理是指为在最短的中断时间内完成基础架构或服务的任一方面的变更而对其进行控制的服务管理流程，当问题管理通过调查和分析发现问题产生的根本原因，但不能制订恰当的解决方案从根本上予以解决时，问题管理需要向变更管理提交变更请求，从而通过实施必要的变更以从根本上消除问题的根源。

在变更管理流程运作过程中，需要组建变更咨询委员会（CAB）。变更咨询委员会负责对问题管理流程提交的变更请求进行评审，并决定是否批准该变更请求的实施。变更咨询委员会同时还应为变更经理评估实施某项变更可能产生的影响和确定变更的优先级提供专业意见。变更咨询委员会应当从业务和技术两个角度充分评估变更的影响。为此，变更咨询委员会的成员应当由变更经理、客户、用户经理、用户群代表、应用开发和维护人员，以及有关的专家和技术顾问等人员组成。

变更管理的目标是确保在变更实施过程中使用标准的方法和步骤，尽快地实施变更，以将由变更所导致的业务中断对业务的影响减小到最低。

6. 发布管理

发布是指经过测试并导入实际应用环境的新增或改进的配置项的集合。

发布管理负责计划与实施 IT 服务的变更，并描述变更的各个方面。其主要目标是通过正规的实施变更流程及测试以确保应用系统的质量。

发布的类型主要包括德尔塔发布（Delta Release）、全发布（Full Release）和包发布（Package Release）3 种。德尔塔发布（又称增量发布）是指仅仅对自上次全发布或德尔塔发布以来发布单元中实际发生变化或新增的那些配置项进行发布的方式；全发布是指同时构建、测试、分发和实施发布单元的所有组成组件的发布方式；包发布是指一组软件配置项以包的形式一起导入实际运作环境的发布方式。

发布管理运作过程中涉及的数据库主要有以下 3 个：

- 最终软件库（Definitive Software Library, DSL）。最终软件库是一个存放和保管所有已批准的最终版本的软件配置的数据库，它是软件正本存放的物理仓库或逻辑存储空间。这个逻辑存储空间在实际中一般由一个或多个物理软件库或软件存储器组成。它们应当与等开发或等测试的文件存储空间分隔开来。DSL 也可能包括一个用来保管外购软件正本（比如防火墙软件）的物理软件仓库。由于受变更和发布管理的严格控制，只有那些已经过批准认可的软件才会被纳入 DSL 之中。DSL 并不只是为了满足配置管理的需要，而是发布管理和配置管理的共同基础。
- 最终硬件库（Definitive Hardware Store, DHS）。它是为安全存储最终确定的各个硬件而设置的一个区域。有关这些组件及其各自的构件和相关内容的信息必须全面记录于配置管理数据库（CMDB）中。这些组件可能被其他系统或恢复重大事件时用到，但当这些临时性的使用完成后，应将其归回最终硬件库（DHS）。
- 配置管理数据库（CMDB）。它是为发布管理提供信息，并由发布管理进行更新数据库。

发布管理是与变更管理、配置管理紧密结合的，当新发布引起IT基础架构的变更时，配置管理数据库也需要进行实时的更新，同时发布的内容也要保存到最终软件库中，其他如硬件规格说明、装配指南和网络配置等都要保存到最终软件库或配置管理数据库中。

发布管理负责将经测试无误的软硬件版本发布到目的变更地点，并保证相应的服务级别。具体来说，发布管理需要实现的目标包括：

- (1) 计划和协调软硬件组件的发布；
- (2) 设计和实施有效的程序来分发和安装IT系统的变更；
- (3) 确保只有正确的、被授权的和经过测试的软硬件版本才能导入实际运作环境；
- (4) 结合变更管理，确认发布的确切内容和首次发布计划；
- (5) 确认所有最终软件库中软件正本的复制是安全可靠的，并且在配置管理数据库中得到了更新。

7. 服务级别管理

服务级别管理（SLM）是为签订服务级别协议（SLA）而进行的计划、草拟、协调、监控和报告，以及签订服务级别协议后对服务品质的评价等一系列活动所组成的一个服务管理。服务级别管理旨在确保组织所需的IT服务质量在成本合理的范围内得以维持并逐渐提高。

在瞬息万变的外部商业环境中，随着技术的不断进步和组织自身的业务需求的调整，IT服务提供商也必须相应地调整其提供的IT服务的级别，使之符合企业的业务需求并将成本控制在合理的范围之内。因此，从某种程度上讲，服务级别管理的主要任务是在服务质量需求和供给，以及客户满意和IT服务成本之间寻求一个合理的平衡。

服务级别管理围绕组织业务需求和IT服务级别展开，需要协调IT服务提供方（IT Service Providers）、客户（Customers）、内部供应商（Internal Suppliers）和外部第三方供应商（External Suppliers）四方之间的关系。服务级别管理主要通过一套服务级别协议体系来协调这四方的关系。这个服务级别协议体系主要包括服务级别协议（Service Level Agreements）、运营级别协议（Operation Level Agreement）和支持合同（Underpinning Contracts）。

服务级别协议（SLA）是由IT部门和客户之间签订的描述将要提供的一项或多项服务的一份协议，用非技术语言进行描述，在协议期间它可作为评价和调整IT服务的标准。

运营级别协议（OLA）是指ITSP与IT部门内部某个具体的职能或岗位就某项IT服务所签订的协议，支持IT部门提供各种服务，是对SLA的细化。

支撑合同（UC）是与外部提供商就某项服务的供应所签订的合同，通常是正式的合同，而SLA和OLA通常不是法律文本。

服务级别管理的目标如下：

- (1) 整合提供IT服务所需的各种要素；

- (2) 生成清晰地描述服务项目中各种要素的文档;
- (3) 以一种客户能够理解并对涉及的术语所要提供的服务进行描述;
- (4) 整合 IT 战略和业务需求;
- (5) 以一种可控的方式改进 IT 服务提供。

8. IT 服务财务管理

IT 服务财务管理是负责预算和核算 IT 服务提供方提供 IT 服务所需的成本，并向客户收取相应服务费用的管理流程，它包括 IT 投资预算、IT 服务成本核算和服务计费三个子流程，其目标是通过量化服务成本减少成本超支的风险、减少不必要的浪费、合理引导客户的行为，从而最终保证所提供的 IT 服务符合成本效益的原则。IT 服务财务管理流程产生的预算和核算信息可以为服务级别管理、能力管理、IT 服务持续性管理和变更管理等管理流程提供决策依据。

9. IT 服务持续性管理

IT 服务持续性管理是指确保发生灾难后有足够的技术、财务和管理资源来确保 IT 服务持续性的管理流程。IT 服务持续性管理关注的焦点是在发生服务故障后仍然能够提供预定级别的 IT 服务，从而支持组织的业务持续运作的能力。

10. 可用性管理

可用性管理是通过分析用户和业务方的可用性需求并据以优化和设计 IT 基础架构的可用性，从而确保以合理的成本满足不断增长的可用性需求的管理流程。可用性管理是一个前瞻性的管理流程，它通过对业务和用户可用性需求的定位，使得 IT 服务的设计建立在真实需求的基础上，从而避免 IT 服务运作中采用了过度的可用性级别，节约了 IT 服务的运作成本。

11. 能力管理

能力管理是指在成本和业务需求的双重约束下，通过配置合理的服务能力使组织的 IT 资源发挥最大效能的服务管理流程。能力管理流程包括业务能力管理、服务能力管理和资源能力管理三个子流程。

12.3 ISO/IEC 20000

ISO/IEC 20000 是第一个关于 IT 服务管理体系的要求的国际标准，它秉承“以客户为导向，以流程为中心”的理念，并强调按照 PDCA（戴明质量环）的方法论持续改进组织所提供的 IT 服务。

ISO/IEC20000 帮助识别和管理 IT 服务的关键过程，可以实现服务运营的输入和生产流程的标准化，从而最终保证以最低的成本提供质量稳定的 IT 服务，并保证业务的连续性。保证提供有效的 IT 服务满足客户和业务的需求。

IT 服务三要素包括信息系统、支持，以及质量规范。IT 服务以信息系统为依托，通过信息系统使信息从人、流程、技术三个维度得到控制和支持，从而满足对于 IT 服务的质量要求。

12.3.1 ISO 20000 产生的原因和重要意义

遵循相关的服务管理标准（如 ISO 20000）可以实现服务运营的输入和生产流程的标准化。只有将过程标准化了，才能保证最终的服务质量和成本符合预定的标准，才能实现过程控制，从而达到质量控制的目标。目前，全球的 IT 服务业正逐渐走向专业化和外包化，如何控制这个 IT 服务的整体风险（无论是内部还是外部），提高 IT 的整体服务水平是一个需要高度重视的问题，而 ISO/IEC 20000 就是解决该问题的一个很好的指南。

ISO/IEC 20000 标准能够使服务提供者了解如何提高他们交付给内部或外部客户的服务质量。

ISO/IEC 20000 标准描绘了 IT 服务管理标准与最佳实践之间的区别，这些流程与组织的构成或大小，以及组织的名称与结构无关。ISO/IEC 20000 标准适用于大型或小型的服务提供者。服务管理流程将以有限的资源水平为客户交付最能满足其需求的服务，如专业的、符合成本效益的、风险受控的服务。

ISO/IEC 20000 系列能使组织了解如何从内部和外部改进其服务质量。服务供应商也常常被要求提高服务质量，降低成本，采用更大灵活性和更快反应速度。有效的服务管理能提供高水准的客户服务和较高的客户满意度。

12.3.2 ISO 20000 管理流程

ISO 20000 标准包括了 5 大过程组及 13 个管理面，其关系如图 12-2 所示。

下面将介绍这些过程与管理面。

1. 服务交付过程

服务交付过程是与客户交互的主要界面，也是后台服务的依据。

(1) 服务等级管理：服务等级管理的目标是通过协调 IT 用户和提供者双方的观点，实现特定的、一致的、可测量的服务水平，以为客户节省成本、提高用户生产率。

(2) 服务报告：强调与客户的沟通和服务结果与客户要求的符合性之间的一致性。

(3) 能力管理（也叫容量管理）：使组织在危机出现时管理资源并提前预测需要的额外的能力。它描述了计划、实施和运行该过程必需的规程。



(4) 服务持续性与可用性管理：连续性管理在尽量少地中断客户业务的情况下，提供 IT 服务，并在 IT 系统出现问题时，以可控的方式恢复。可用性管理的目标是优化 IT 基础设施的性能，它的服务和支持的组织。可用性管理导致成本节省的、持续的服务可用性水平，这种服务可用性确保业务满足其目标。

(5) 信息安全管理：信息安全管理 在所有服务活动中有效地管理信息安全。

(6) IT 服务预算编制与会计核算：确定 IT 服务的预算，监督预算执行情况，根据提供的服务收取费用。

2. 控制过程

控制过程是后台支持的核心，该过程包括配置管理与变更管理。

- (1) 配置管理：定义并控制服务和基础设施的组件，保持配置信息的准确性。
- (2) 变更管理：确保所有的变更都在受控方式下被评估、批准、实施和评审。

3. 发布过程

发布过程中，仅有发布管理，发布管理是把一个或多个变更作为一个发布来交付、分发、追溯到真实环境中。

4. 解决过程

解决过程包括配置管理与变更管理。

- (1) 事件管理：尽快将业务恢复到协定的服务等级，或尽快响应服务请求。
- (2) 问题管理：通过主动识别和分析服务事件的根源，管理问题的解决方案，来减小对业务的破坏。

5. 业务过程

业务过程基于对客户及其业务驱动的理解，区分客户、服务提供者、供应商三者之间的关系，以及建立并保持良好的关系。该过程包括：业务关系管理和供应商管理。

12.3.3 ITIL 与 ISO 20000 的比较

前面介绍了 IT 服务管理的概念，ITIL 与 ISO 20000 体系。这两大体系的主题都是为 IT 服务管理实践提供了一个客观、严谨、可量化的标准和规范。两者的区别在哪里呢？

整体来说，ITIL 是 10 个管理流程（不含服务台），BS 15000/ISO 20000 则是 13 个管理流程，其中新增的业务关系管理与供应商管理，对于 ITIL 来说，这些已经同时包含在服务级别管理之中；另外，ISO 20000 新增的服务报告，事实上也涵盖在 ITIL 的每个管理流程当中。两个体系的流程对应关系如表 12-2 所示。

表 12-2 ISO 20000 流程与 ITIL 流程对比表

ISO 20000 流程	ITIL 流程
事件管理	事件管理
问题管理	问题管理
变更管理	变更管理
配置管理	配置管理
发布管理	发布管理
服务等级管理	服务级别管理
服务报告	
业务关系管理	
供应商管理	
服务持续性 & 可用性管理	IT 服务持续性管理
	可用性管理
IT 服务预算编制与会计核算	IT 服务财务管理
能力管理	能力管理
信息安全管理	安全管理模块
(无)	服务台

下 篇

第 13 章 信息系统项目管理基础

项目管理是近几十年发展起来的一个管理学分支，同时也变成了一个新兴的行业。它不但应用于国民经济的各部门和社会活动的各方面，而且还与人们的日常生活紧密相连。项目管理包含了许多内容，它是对项目管理专业知识的一个总结，正如法律、医药和会计等其他专业一样，这一知识体系也有赖于那些实践者和学者们对它加以应用和提高。

美国项目管理专业资质认证委员会主席 Paul Grace 说过，在当今社会中，一切都是项目，一切也将成为项目。不管是日常工作还是茶余饭后，人们谈论最多的事情也是各种各样的项目。

13.1 项目及项目管理

13.1.1 项目的概念

项目是在特定条件下，具有特定目标的一次性任务，是在一定时间内，满足一系列特定目标的多项相关工作的总称。项目的定义包含三层含义：第一，项目是一项有待完成的任务，且有特定的环境与要求；第二，在一定的组织机构内，利用有限资源（人力、物力、财力等）在规定的时间内完成任务；第三，任务要满足一定性能、质量、数量、技术指标等要求。

根据项目的定义，项目的目标应该包括成果性目标和约束性目标。成果性目标都是由一系列技术指标来定义的，如性能、质量、数量等；而项目的约束性目标往往是多重的，如时间、费用等。因为项目的目标就是满足客户、管理层和供应商在时间、费用和性能上的不同要求，所以，项目的总目标可以表示为一个空间向量。项目的多目标属性示意图如图 13-1 所示。

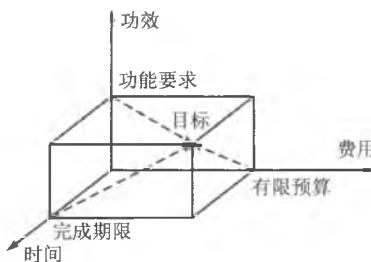


图 13-1 项目的多目标属性示意图

13.1.2 项目的属性

不难看出，作为在特定的环境与限制下有待完成的一次性任务，项目具有如下基本的属性：

(1) 一次性。一次性是项目与其他重复性的操作、运行工作的最大区别。项目大多带有某种创新的性质，有明确的起点和终点，过去没有完全可以照搬的先例，将来也不会再有完全相同的重复内容。项目的其他属性也是从一次性这一主要属性中衍生出来的。

(2) 独特性。项目的独特性可能表现在项目的目标、环境、条件、组织、过程等众多方面。每个项目都有其特别的地方，没有两个项目是完全相同的。即使有些项目所提供的产品和服务是类似的，但项目的目标、环境、条件、组织、过程等不会完全相同。

(3) 目标的确定性。项目必定有确定的、明确的目标，没有明确的目标，行动就没有方向，也就不能成为一项任务，当然也就不会有项目的存在。项目目标一般由成果性目标与约束性目标组成。其中，成果性目标是项目的来源，也是项目的最终目标，在项目实施过程中成果性目标被分解成为项目的功能性要求，是项目全过程的主导目标；约束性目标通常又称为限制条件，是实现成果性目标的客观条件和人为约束的统称，由于其是项目实施过程中必须遵循的条件，从而也就成为项目实施过程中管理的主要目标。

(4) 组织的临时性和开放性。因为项目是一次性的，所以项目班子一般也是临时性的。项目执行过程中班子的人数、成员和职能在不断地变化，甚至某些项目班子的成员是借调来的，项目结束时项目班子要解散，人员要转移。项目组织是开放性的，没有严格的边界。参与项目的组织往往有多个、几十个，甚至几百个。它们通过合同、协议，以及其他的社会联系组合在一起。这一点与一般的企、事业单位组织很不一样。

(5) 成果的不可挽回性。项目不像其他事情可以试做，做坏了可以重来；也不像批量产品，合格率 99.99% 就很好了。项目必须确保成功。这是因为在项目的特定条件下，个人和组织的资源有限，一旦失败就永远失去了重新实施原项目的机会。因此，项目具有较大的不确定性，它的过程是渐进的，潜伏着各种风险，要有精心的设计、制作和控制，才能达到预期的目标。

13.1.3 项目管理

项目管理就是把各种资源应用于目标，以实现项目的目标，满足各方面既定的需求。

由于项目管理首先是管理，所以管理学的一般理论照样适用于项目管理，不同的是项目管理的管理对象是项目；管理的方式是目标管理；项目的组织通常是临时性、柔性和扁平化的组织；管理过程贯穿着系统工程的思想；管理的方法、工具和手段具有先进性和开放性，用到多学科的知识和工具。

项目管理的要素有以下四个。

(1) 环境。首先，项目不是空中楼阁，都是在特定的环境下进行的。项目管理者必

须对项目所处的外部环境有正确的认识。项目的外部环境包括自然、技术、政治、社会、经济、文化，以及法律法规和行业标准等。

(2) 资源。资源概念的内容十分丰富，可以理解为一切具有现实和潜在价值的东西，包括自然资源和人造资源，内部资源和外部资源，以及有形资源和无形资源，诸如人力(Man)、材料(Material)、机械(Machine)、资金(Money)、信息(Message)、科学技术(Method of S&T)、市场(Market)等。

(3) 目标。如前所述，项目的目标就是满足客户、管理层和供应商等项目干系人(Stakeholders)在时间、费用和性能上的不同要求。

(4) 组织。组织就是把多个人联系起来，做一个人无法做的事，是管理的一项功能。组织包括与它要做的事相关的人和资源，及其相互关系。项目组织与其他组织一样，要有好的领导、章程、沟通、人员配备、激励机制，以及好的组织文化等。同时，项目组织也有与其他组织不同的特点。

13.1.4 项目管理的特点

项目管理与传统的部门管理相比最大特点是项目管理注重于综合性管理，并且项目管理工作有严格的时间期限。具体来讲表现在以下几个方面：

(1) 项目管理的对象是项目或被当做项目来处理的事务。项目管理是针对项目的特点而形成的一种管理方式，因而其适用对象是项目，特别是大型的、比较复杂的项目；鉴于项目管理的科学性和高效性，有时人们会将重复性的“运作”中的某些过程分离出来，加上起点和终点当做项目来处理，以便于在其中应用项目管理的方法。

(2) 项目管理的全过程都贯穿着系统工程的思想。项目管理把项目看成一个完整的系统，依据系统论“整体一分解一综合”的原理，可将系统分解为许多责任单元，由责任者分别按要求完成目标，然后汇总、综合成最终的成果；同时，项目管理把项目看成一个有完整生命周期的过程，强调部分对整体的重要性，促使管理者不要忽视其中的任何阶段以免造成总体的效果不佳甚至失败。

(3) 项目管理的组织具有特殊性。项目管理的一个最为明显的特征就是其组织的特殊性，项目管理的组织是临时性的、开放的。项目管理的组织结构多为矩阵结构，而非直线职能结构。

(4) 项目管理的方式是目标管理。项目管理是一种多层次的目标管理方式。由于项目往往涉及的专业领域十分宽广，而项目管理者也无法成为每一个专业领域的专家，对某些专业虽然有所了解但不可能像专门研究者那样深刻。项目管理者只能以综合协调者的身份，向被授权的专家讲明应承担工作责任的意义，协商确定目标，以及时间、经费、工作标准的限定条件。此外的具体工作则由被授权者独立处理。

(5) 项目管理的体制是一种基于团队管理的个人负责制。项目管理是目标管理，由于项目团队所有成员的行为都是促使目标的达成，因此项目系统管理需要集中权力以控制工作正常进行。由此可见，项目经理是一个关键角色。项目经理对项目结果全面负

责是项目的基本准则。

(6) 项目管理的要点是创造和保持一种使项目顺利进行的环境。由于项目管理是一个管理过程，而不是技术过程，处理各种冲突和意外事件是项目管理的主要工作。所以，有人认为，项目管理就是创造和保持一种环境，使置身于其中的人们能集体中一道工作，以完成预定的使命和目标。

(7) 项目管理的方法、工具和手段具有先进性、开放性。项目管理采用科学先进的管理理论和方法。如采用网络图编制项目进度计划；采用目标管理、全面质量管理、价值工程、技术经济分析等理论和方法控制项目总目标；采用先进、高效的管理手段和工具，主要使用电子计算机进行项目信息处理等。

13.2 信息系统项目的管理现状与特点

13.2.1 信息系统项目的管理现状

近 20 年来，以计算机和网络为核心的信息技术产业得到了迅猛的发展。年轻并迅速发展的 IT 行业对管理同样也对项目管理提出了新的挑战。在我国，由于 IT 行业发展起步较晚，项目管理在 IT 行业的应用还很不成熟，情况就更为严重，软件项目失败几乎成了普遍现象：由于认识的误区，许多企业领导盲目认为软件业是低成本（在他们眼里，就是几个人员的工资）、高回报的产业，丝毫不考虑风险；由于观念的落后，更多的客户认为做一个应用软件要花掉上百万元简直是不可思议的事，非常宏大的企业信息化建设项目，却投资很少，早就给盲目胆大的软件企业挖下了陷阱；由于经验的不足，有许多项目在需求调研阶段就没有明确的范围或偏离了方向，进度、资金、工作量估计严重不足，而客户往往在项目交付后才学会提需求，使项目没完没了；由于管理水平的低下和软件本身的智力密集性，研发过程很难控制，个人英雄主义普遍存在，致使信息系统项目的成败把握在个别人手里……总结起来，总是教训多，经验少。

IT 行业是一个富有创造性和挑战性的行业，项目没有可以照搬的先例，将来也不会再有相同的重复内容，要求在有限的资源条件下，在越来越短的时间范围内，为客户提供技术创新性强、个性化程度高的信息产品和服务，IT 行业的行业特点使一般的、常规的组织管理方式已很难适应。有资料把信息系统项目失败的原因归纳为四大类：项目组织原因、缺乏需求管理、缺乏计划与控制和估算错误。这四大原因无一不在项目管理的范畴之内。有效的管理虽然不是项目成功的全部，但缺乏管理的项目肯定是成功不了的。

如何把 IT 行业发展特点和项目管理的实施有机地结合起来，提高项目管理的成功率，是我国 IT 行业，也是项目管理专家面临的重要课题。

13.2.2 信息系统项目的特点

(1) 高智力密集性。IT 行业是最典型的技术密集型、知识密集型的产业，人才是 IT 行业最宝贵的财富，信息技术项目人员具有明显的技术性、稀缺性、流动性和年轻化的特点。信息技术项目最突出的特点是对人才的依赖。近些年比较突出的矛盾是：一方面，IT 企业缺乏有经验、有技术的高端人才；另一方面，市场上大量的中低端人才找不到工作。另外，高端的 IT 人才流动性大也是决定 IT 项目成败的最大风险之一。能否站在技术前沿，能否吸引人、用好人和留住人，将直接决定我国 IT 企业的生存和发展。

(2) 综合性。IT 行业具有很强的渗透性和带动作用，是国民经济发展的带动力量。IT 行业已逐步渗透到我国第一、第二、第三产业，以及社会生活的各个领域，有效地推动了产业结构调整，促进了产业技术改造，提高了人们的生活质量，为产业发展和整个社会生活带来了革命性的变化。随着国家信息化的深入发展，我国 IT 行业市场将越来越大。这就要求 IT 行业能够提供更加适合行业特点的快捷、优质、专业化和个性化的产品或服务。可见，信息技术项目一般需要的人才有一定的行业背景，而对项目经理和业务骨干的综合素质提出很高的要求，优秀的项目经理必须是既有计算机专业知识，又有行业知识的复合型人才。

(3) 高投入、高风险、高收益。IT 行业在产品研发、生产和市场推广过程中，都要进行巨额的资金、设备和人力投入，由于技术的高度复杂性和市场的高度不确定性，项目风险控制难度加大，项目的成功率较低。但是一旦某个新项目或新产品获得成功，将会带来相对高额的回报。

(4) 高度时效性。IT 行业组织管理模式日新月异，产品生命周期越来越短，市场变化越来越快。摩尔定律说，每过 18 个月，集成电路价格降低一半，性能增加一倍。可见，能否适应技术、市场和管理的快速变化，不断地进行创新，比竞争对手更快地推出产品或占领市场，将直接决定 IT 企业的成败。

(5) 高度竞争性。目前，在中国与软件有关的企业大约有 5000 家。这其中，有进驻中国的国际知名企业，有新近设立的网络软件公司，也有大量转型进军 IT 行业的传统企业，行业竞争空前激烈，且竞争对手具有一定程度的不可预测性。另外，软件盗版、侵权、粗制滥造等现象的存在和尚不够规范化的市场秩序，也使市场竞争和项目管理的复杂性增加。

(6) 信息交流必不可少。信息系统本身是沟通的产物。软件开发过程实际上就是将手工作业转化成计算机程序的过程。不像普通的生产加工那样有具体的有形的原料和产品，软件开发的原料和产品就是信息，中间过程间传递的也是信息，而信息的产生、收集、传播、保存正是沟通管理的内容。可见，沟通不仅仅是软件项目管理的必要手段，更重要的，沟通是软件生产的手段和生产过程中必不可少的工序。

(7) 目标柔韧性。软件开发不像加工螺钉、螺母，有很具体的标准和检验方法。

软件的标准柔性很大，项目的范围不易确定。在用户的心里，用户好用、满意是软件成功的标准，但由于用户的能力所限，这个标准在软件开发前很难确切地、完整地表达出来。因此，造成大量返工和项目范围的变更，严重的情形可能导致项目搁浅。

(8) 团队重要性。美国 IBM360 操作系统总设计师 Frederick P. Brooks 通过对该项目失败的总结，认为“大型软件项目开发犹如一个泥潭，项目团队就像很多大型和强壮的动物在其中剧烈地挣扎，投入得越多，挣扎得越凶，陷入得越深……从表面上看，项目团队和个人都是精干的，好像他们每项任务和问题都能单独地完成和解决，但是当他们和完成的任务与问题相互纠缠并积累在一起的时候，项目的问题越来越大，项目的过程越来越复杂，团队的行动就会变得越来越慢，项目的效率就越来越低。”

俗话讲：“宁吃好梨一个，不吃烂梨一筐”，在 IT 项目团队中，骨干人员的素质和经验又是至关重要的，很多 IT 界传奇的例子都证明了这一点，如微软的安德斯·海尔斯伯格（Anders Hejlsberg）。有人说：“优秀的人是无价的，优秀的人同时又是免费的，因为他给项目带来的价值远远高于付给他的工资。”

(9) 过程重要性。软件开发的人都知道软件开发过程管理的重要性。小型的软件无所谓，两三个人很容易相互协调。但大中型软件的开发就必须有科学的管理过程，没有这种严格的过程，开发人员的能力再强也没用。不关注软件开发的过程和中间结果，到后期发现偏差就来不及了。

13.3 项目管理知识体系

项目管理是从第二次世界大战以后发展起来的，项目管理工作者们在几十年的实践中感觉到，虽然从事的项目类型不同，但是仍有一些共同之处，于是他们就自发组织起来共同探讨这些共性主题，即项目管理知识体系的建立。

项目管理知识体系首先是由美国项目管理学会（PMI）提出的，1987 年 PMI 公布了第一个项目管理知识体系（Project Management Body of Knowledge, PMBOK），1996 年、2000 年及 2004 年又分别做了修订。在这个知识体系中，他们把项目管理的知识划分为 9 个领域，分别是范围管理、时间管理、费用管理、质量管理、人力资源管理、沟通管理、风险管理、采购管理，以及综合管理（如图 13-2 所示），已经得到广泛认可。

国际项目管理协会（IPMA）在项目管理知识体系方面也做出了卓有成效的工作，IPMA 从 1987 年就着手进行“项目管理人员能力基准”的开发，在 1997 年推出了 ICB（IPMA Competency Baseline），在这个能力基准中 IPMA 把个人能力划分为 42 个要素，其中包括 28 个核心要素，14 个附加要素，当然还有关于个人素质的 8 大特征及总体印象的 10 个方面。

基于以上两个方面的要求，建立适合我国国情的“中国项目管理知识体系”（Chinese Project Management Body of Knowledge, C-PMBOK），形成我国项目管理学科和专业的基础；引进“国际项目管理专业资质认证标准”，推动我国项目管理向专业化、职业化

方向发展，使我国项目管理专业人员的资质水平能够得到国际上的认可，已成为我国项目管理学科和专业发展的当务之急。

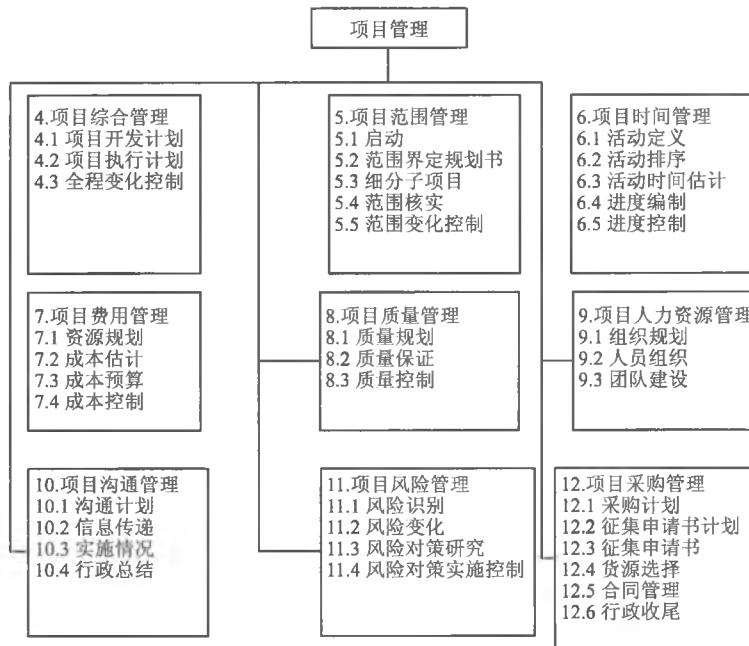


图 13-2 项目管理知识体系 (PMBOK)

中国项目管理知识体系 (C-PMBOK) 的研究工作开始于 1993 年，是由中国优选法统筹法与经济数学研究会项目管理研究委员会 (PMRC) 发起并组织实施的，并于 2001 年 5 月正式推出了中国的项目管理知识体系文件——《中国项目管理知识体系》(C-PMBOK)。

《中国项目管理知识体系》的编写主要是以项目生命周期为基本线索展开的，从项目及项目管理的概念入手，按照项目开发的四个阶段：概念阶段、规划阶段、实施阶段和收尾阶段，分别阐述了每一阶段的主要工作及其相应的知识内容，同时考虑到项目管理过程中所需要的共性知识及其所涉及的方法和工具。基于这一编写思路，C-PMBOK 将项目管理的知识领域共分为 89 个模块，基于此构成中国项目管理知识体系的框架。

由于 C-PMBOK 模块化的特点，在项目管理知识体系的构架上，C-PMBOK 完全适应了按其他线索组织项目管理知识体系的可能性，特别是对于结合行业领域和特殊项目管理领域知识体系的构架非常实用。各应用领域只需根据自身项目管理的特点加入相应的特色模块，就可形成行业领域的项目管理知识体系。

C-PMBOK 把项目管理的内容按过程组织分为 2 个层次、4 个阶段、5 个过程、9 个领域、42 个要素及多个主体，如表 13-1 所示。

表 13-1 中国项目管理知识体系框架

2 项目与项目管理			
2.1 项目		2.2 项目管理	
3 概念阶段	4 规划阶段	5 实施阶段	6 收尾阶段
3.1 一般机会研究	4.1 项目背景描述	5.1 采购规划	6.1 范围确认
3.2 特定项目机会研究	4.2 目标确定	5.2 招标采购的实施	6.2 质量验收
3.3 方案策划	4.3 范围规划	5.3 合同管理基础	6.3 费用决算与审计
3.4 初步可行性研究	4.4 范围定义	5.4 合同履行和收尾	6.4 项目资料与验收
3.5 详细可行性研究	4.5 工作分解	5.5 实施计划	6.5 项目交接与清算
3.6 项目评估	4.6 工作排序	5.6 安全计划	6.6 项目审计
3.7 商业计划书的编写	4.7 工作延续时间估计	5.7 项目进展报告	6.7 项目后评价
	4.8 进度安排	5.8 进度控制	
	4.9 资源计划	5.9 费用控制	
	4.10 费用估计	5.10 质量控制	
	4.11 费用预算	5.11 安全控制	
	4.12 质量计划	5.12 范围变更控制	
	4.13 质量保证	5.13 生产要素管理	
		5.14 现场管理与环境保护	
7 共性知识			
7.1 项目管理组织形式	7.7 企业项目管理	7.13 信息分发	7.19 风险监控
7.2 项目办公室	7.8 企业项目管理组织设计	7.14 风险管理规划	7.20 信息管理
7.3 项目经理	7.9 组织规划	7.15 风险识别	7.21 项目监理
7.4 多项目管理	7.10 团队建设	7.16 风险评估	7.22 行政监督
7.5 目标管理与业务过程	7.11 冲突管理	7.17 风险量化	7.23 新经济项目管理
7.6 绩效评价与人员激励	7.12 沟通规划	7.18 风险应对计划	7.24 法律法规
8 方法和工具			
8.1 要素分层法	8.7 不确定性分析	8.12 工作分解结构	8.17 质量技术文件
8.2 方案比较法	8.8 环境影响评价	8.13 责任矩阵	8.18 并行工程
8.3 资金的时间价值	8.9 项目融资	8.14 网络计划技术	8.19 质量控制的数理
8.4 评价指标体系	8.10 模拟技术	8.15 甘特图	统计方法
8.5 项目财务评价	8.11 里程碑计划	8.16 资源费用曲线	8.20 挣值法
8.6 国民经济评价方法			8.21 有无比较法

项目管理的两个层次主要表现在企业层次和项目层次。从项目的不同主体角度看，涉及业主、各承包商（设计、施工、供应等）、监理和用户。从项目的生命周期角度看，包括概念阶段、开发阶段、实施阶段和收尾阶段。从项目管理的基本过程看，包括启动过程、计划过程、执行过程、控制过程和结束过程。从项目管理的职能领域看，包括范围管理、时间管理、费用管理、质量管理、人力资源管理、风险管理、沟通管理、采购管理和综合管理。

13.4 项目管理专业领域

项目管理是管理科学的一个分支，同时又与项目相关的专业技术领域密不可分，项目管理专业领域所涉及的知识极为广泛。目前国际项目管理界普遍认为，项目管理知识体系的知识范畴主要包括三大部分，即项目管理所特有的知识、一般管理的知识及项目相关应用领域的知识。从图 13-3 可以看出，项目管理学科的知识体系与其他学科的知识体系在内容上有所交叉，这也符合学科发展的一般规律。通常，一个学科和专业的知识体系可能包括一些已被其他的学科和专业所包含但仍为本专业人员普遍接受的知识领域。但是，作为一门独立的学科和一个独立的专业，必须有其独特的知识体系，这个知识体系既不是另一专业知识体系的翻版，也不是一些其他专业知识体系内容的简单组合。比较典型的情况是，一个专业的知识体系与其他专业知识体系在内容上有所重叠，但它必须拥有与本专业领域相关的、独特的知识内容。显然，项目管理所特有的知识是项目管理知识体系的核心。

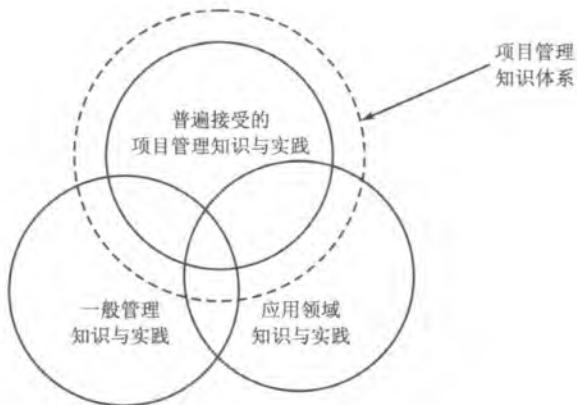


图 13-3 项目管理知识体系知识范畴示意图

PMBOK 2004 版 1.5 节更为具体地描述了项目管理专业技术的知识领域。认为项目管理专业除了项目管理知识体系外，还有 4 个方面的延伸很重要。图 13-4 所示为项目管理知识体系与其他知识领域的关系。

(1) 应用领域知识、标准、规则。除了一般的项目管理知识外，所有的项目都要求项目参与者熟悉项目所在应用领域。俗话说“隔行如隔山”，同样是具有项目经理资格的项目管理人员，建筑行业的项目经理绝对不能胜任 IT 项目的项目经理，反之亦然。

(2) 项目环境。项目管理的环境对项目的成败影响很大，这里强调的是项目的文化与社会环境、国际形势与政治环境、生态物理环境等。

(3) 一般管理知识和技巧。包括项目的计划、组织、团队、执行、控制等一般管理学的知识和技巧。

(4) 人际交往技巧。2004版把人际交往提升到极其重要的地位，包括有效沟通、影响能力、领导、激励、谈判、处理冲突、解决问题等多个方面。可见，沟通是项目经理的重点工作。

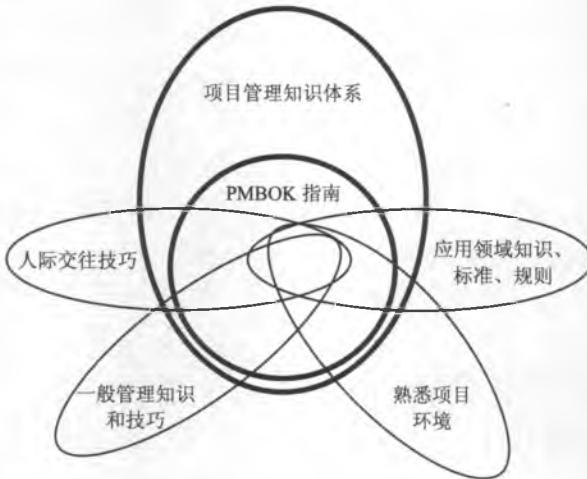


图 13-4 项目管理知识体系与其他知识领域 (PMBOK 2004 版)

PMBOK 把项目管理归纳为 9 大知识领域。

(1) 项目范围管理：即为了实现项目的目标，对项目的工作内容进行控制的管理过程。它包括范围的界定，范围的规划，范围的调整等。

(2) 项目时间管理：即为了确保项目最终按时完成的一系列管理过程。它包括具体活动界定、活动排序、时间估计、进度安排及时间控制等工作。

(3) 项目费用管理：即为了保证完成项目的实际成本、费用不超过预算成本、费用的管理过程。它包括资源的配置，成本、费用的预算以及费用的控制等工作。

(4) 项目质量管理：即为了确保项目达到客户所规定的质量要求所实施的一系列管理过程。它包括质量规划，质量控制和质量保证等。

(5) 人力资源管理：即为了保证所有项目关系人的能力和积极性都得到最有效的发挥和利用所做的一系列管理措施。它包括组织的规划、团队的建设、人员的选聘和项目的班子建设等一系列工作。

(6) 项目沟通管理：即为了确保项目的信息合理收集和传输所需要实施的一系列措施。它包括沟通规划、信息传输和进度报告等。

(7) 项目风险管理：即涉及项目可能遇到各种不确定因素。它包括风险识别、风险量化、制订对策和风险控制等。

(8) 项目采购管理：即为了从项目实施组织之外获得所需资源或服务所采取的一系列管理措施。它包括采购计划、采购与征购、资源的选择，以及合同的管理等项目工作。

(9) 项目综合管理：即指为确保项目各项工作能够有机地协调和配合所展开的综

合性和全局性的项目管理工作和过程。它包括项目集成计划的制订，项目集成计划的实施，项目变动的总体控制等。

近年来，随着项目管理在全球的升温，国内不少院校也把项目管理独立出来设为一个专业的专业，项目管理专业的课程来自系统过程学、管理学，以及项目管理独有的一些理论和工具。下面是一般项目管理专业的主修课程，由此也可以看出，项目管理专业涉及以下科学领域：工程应用数学（运筹学、数理统计）、工程经济学、项目计划与控制（时间与费用）、项目信息管理/IT与项目管理、项目人才资源与沟通管理、经济法与合同法/合同管理、工程项目管理、项目风险分析、项目质量管理、项目财务管理、项目采购管理、工程项目物流管理、项目融资、技术经济分析、系统工程与仿真、现代工业工程、组织行为学、项目管理软件及应用、工程数据库、企业战略管理、情报检索系统。

13.5 项目管理与运作管理、战略管理的区别和联系

13.5.1 项目管理与运作管理

我们知道，每个项目实际都是有待完成的任务。事实上，现实生活中，任务一般有两种类型，一类是连续不断、周而复始的重复性活动，人们称之为“运作”(Operations)，如企业日常的生产产品的活动；另一类才是所谓的“项目”(Projects)，是一次性的活动。

运作在如下四方面有明显的特点。

(1) 产生变化且只产生两种类型的变化：产品本身的生产技术过程，以及增加产量、扩大再生产的过程，并通过这两个过程来不断改善其性能。

(2) 运作是以一系列混合的经济指标作为工作目标的，各指标的优先级常常是彼此矛盾的，特别是关于时间、费用和质量等方面约束的指标。

(3) 运作包含多种资源，通常在某一个经理的指令下通过现有的组织系统进行运作。

(4) 运作不是单一的，它们是重复地执行既定的工作任务的。

项目与运作最重要的不同点是一次性、独立性、目标确定性和组织临时性。表 13-2 列出了项目和运作的不同。

表 13-2 项目与运作的比较

项 目	运 作
独一无二	重复的
有限时间	无限时间（相对）
革命性的改变	渐进性的改变

续表

项 目	运 作
不均衡	均衡
目标之间不均衡	均衡
多变的资源需求	稳定的资源需求
柔性的组织	稳定的组织
效果性	效率性
以完成目标、目的为宗旨	以完成任务、指标为宗旨
风险和不确定性	经验性

总而言之，项目中创新的工作多一些，运作中复制的工作多一些，创新和复制是人类认识自然和改造自然的两大基本活动。

13.5.2 项目管理与战略管理

1. 企业的生存发展需要以成功的项目为载体

企业要通过一个个成功的项目来增加利润、扩大规模，进而实现其发展目标。企业的使命、前景决定企业的战略，但不管企业的战略如何，最终都要通过一个一个的项目实现企业的技术创新或直接带来利润。项目和企业战略的关系可以用图 13-5 来说明。

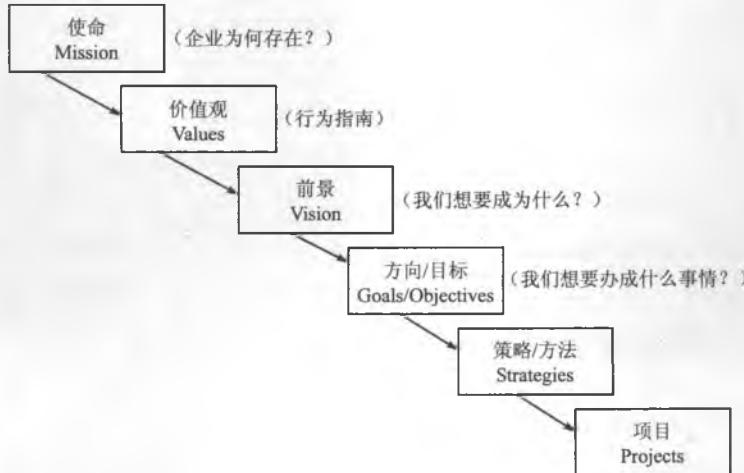


图 13-5 项目与企业战略的关系

2. 项目是知识转化为生产力的重要途径

对于采用技术领先型战略的企业来讲，项目是企业把新技术和知识转化为生产力的重要途径。知识经济可以理解为把知识转化为效益的经济。知识经济利用较少的自然资源和人力资源，而更重视利用智力资源。知识产生新的创意，形成新的成果（新产品、新服务，甚至是新的产业），带来新的财富（效益、利润和生活质量）。这个过程单

靠工业、农业那样的重复和批量生产是无法实现的。换句话说，仅靠劳动生产率已经不能满足创造更多财富的要求，关键在于“知识生产率”。从知识到效益的转化主要依赖项目来实现。知识产生新的创意，形成新的成果，新的成果需要一个项目的启动、策划、实施、经营才能最终变为财富。否则，知识永远是躺在书本上的白纸黑字。由此可见，从知识到效益的转化要依赖于项目来实现，企业买专利、搞预言，最终都需要通过项目实现。可以说，项目是知识经济的一个主要业务手段。

3. 项目是满足客户个性化需求的手段

在飞速发展的IT行业，一个企业要在激烈的竞争中立于不败之地，要持续发展，就必须持续地拥有客户，需要追求客户的忠诚。而只有得到满意产品和服务的时候，客户才会忠诚。如果一个项目很好地满足了客户的需求，就会有源源不断的客户，甚至产生品牌效应。在需方经济社会里，客户的个性化需求越来越多，满足客户个性化需求对留住客户非常重要，而个性化需求的满足多数时候则需要通过项目来实现。

13.6 项目管理与其他学科的关系

在全球范围内，对项目与项目管理的学科探索正在积极进行之中，这些探索有分析性的，也有综合性的，有原理概念性的，也有工具方法性的。例如，针对具体的原理与方法方面的有项目评估、项目可行性研究、项目的风险管理等；针对行业性的如投资项目管理、建设项目管理、核电站项目管理等。有许多专家针对项目管理共性问题出版了现代项目管理基础、现代项目管理学等等，也有专家根据以上论及的项目管理的广义性提出了创建“项目学”的倡议，得到了许多专家的支持。应该说所有这些专业化的探索，也正是项目管理学科逐渐走向成熟的标志。

项目管理之所以能够作为一个独立的学科，是由于项目管理所需要的许多知识、技术、技能和手段是在项目实践中发展起来的，是项目管理学科独有的，或几乎是独有的。例如，项目生命期概念、关键路线法、工作分解结构等，这些是项目管理学科的主体部分。

从事项目管理还需要许多其他领域知识的支持，这些知识主要有两类。一类是一般管理知识，譬如系统科学、行为科学、财务、组织、规划、控制、沟通、激励、领导等。另一类是各种应用领域，例如，软件开发、医药学、工程设计与施工、军事、行政、环境保护、社会改革等。

13.7 项目管理师应该具备的技能和素质

2002年9月我国正式颁布了《项目管理师国家职业标准》，该标准规定了项目管理师的四个级别：项目管理员（国家职业资格四级）、助理项目管理师（国家职业资格三

级)、项目管理师(国家职业资格二级)、高级项目管理师(国家职业资格一级)。相当于国家职业资格的最高级。

软件项目管理师相当于高级工程师,担任大中型信息系统项目的项目经理是对项目管理师的要求。一个项目能否按照质量要求完成,能否按照计划交付,能否有效地控制成本,项目经理的作用不能忽视,选择合适称职的项目经理成了大多数组织中的难题。那么一个合格的项目管理师需要具备哪些素质和技能呢?

13.7.1 德: 高尚的品德和奉献精神

项目管理师应有良好的社会道德品质,必须对社会的安全、文明、进步和经济发展负有道德责任。有些投资项目虽然自身的预期经济效益较为可观,但却有可能是建立在牺牲社会利益基础之上的。具有高度社会责任的项目管理师,应该通过项目规划和建议,能将此类项目的社会负效应降低到最低程度,最终保证社会利益、客户利益和自身利益的统一。

个人行为的道德品质决定着个人行为的方式和原则。项目管理师面对大型复杂的工程项目,控制着巨大的财权和物权,如果项目管理师个人道德品质不纯或不良,很容易出现贪赃枉法、以权谋私的行为。为了挖公填私,项目管理师往往对工程项目进行偷工减料,导致项目最终失败,造成不可挽回的重大损失。可见,好的项目管理师必须要保证自己项目管理班子及项目团队成员严格遵纪守法,坚决抵制和杜绝贪污、挪用公款、逃税、漏税、瞒报等各种不法行为,决不能因小失大,既害自己,又害社会。好的项目管理师还应遵守各种法律、规章和准则,以身作则,树起良好的模范榜样。

优秀的项目管理师会把项目看成其人生的一座座丰碑,把项目的成败看得跟生命一样重要。

13.7.2 识: 思维敏捷的见识和敢于创新的胆识

由于项目的一次性特点,使项目不可能有完全相同的以往经验可以参照,加上激烈的市场竞争,项目管理师必须具备一定的创新能力。曾任美国心理学会主席的吉尔福特指出创新思维包括以下五个方面:

- (1) 对问题的敏感性;
- (2) 思维的流畅性;
- (3) 思维的灵活性;
- (4) 发挥创见的能力;
- (5) 对问题的重新认识能力。

创新能力一方面要求项目管理师在思维能力上创新,另一方面还要求项目管理师要敢于突破传统的束缚。传统的束缚主要表现在社会障碍和思想方法障碍。所谓社会障碍是指一些人会自觉或不自觉地向社会上占统治地位的观点看齐,这些观点和风尚已经进

入管理者的经验之中。如果完全被已有框框束缚住，真正的创新是不可能的。所谓思想方法的障碍是指思想上的片面性和局限性。

13.7.3 能：组织才能和管理能力

所谓管理能力就是把知识和经验有机地结合起来运用于项目管理的本领。对于项目管理师而言，知识和经验固然重要，但是归根到底还是要靠能力。作为项目管理师应该具有娴熟的管理能力，主要有：

(1) 决策能力。项目从开始到结束会出现各种各样的问题，如项目的确定、方案的选择等。问题的解决就是一个决策过程，包括：与解决问题相关的情报活动，设计解决问题的方案，评价与选择方案并利用选择的方案去实施问题解决的过程。由于在项目中会有各种各样的决策问题要求用不同的决策方法去解决，因此项目管理师必须有很强的决策能力。

(2) 计划能力。计划对任何工作的重要性已经人所共知了。项目与项目管理也一样，要在一定的约束下达到项目的目标，这就要求必须有细致周密的计划，对项目从开始到结束的全过程做一个系统的安排。而计划的制订是在项目管理师的领导和参与下进行的。项目管理师应了解并学会计划制订的方法和步骤。同时项目管理师还必须懂得如何运用计划去指导项目工作，即不仅会计划，还会控制。

(3) 组织能力。组织能力是指设计团队的组织结构，配备团队成员，以及确定团队工作规范的能力。显然，拥有较高组织能力的项目管理师一方面能建立起科学的、分工合理的、高效精干的组织结构；另一方面能了解团队成员的心理需要，善于做人的工作，使参加项目的成员为实现项目目标而积极主动地工作，同时还能够建立一整套保证团队正常运行的有效规范。

(4) 协调能力。协调能力是指能正确处理项目内外各方面关系，解决各方面矛盾的能力。一方面要有较强的协调团队中各部门、各成员的关系的能力，全面实施目标；另一方面要具备协调项目与社会各方面关系的能力，尽可能地为项目的运行创造有利的外部环境，减少或避免各种不利因素对项目的影响，争取项目得到最大范围的支持。在协调活动中，对项目管理师最为重要的是沟通能力和影响能力。

(5) 激励能力。激励能力就是调动团队成员积极性的能力。项目团队成员有其自身的需求，项目管理师要进行需求分析，制订并实施系统的激励与约束制度，对员工的需求进行管理，调动团队成员的工作积极性，从而有效地完成团队任务。

(6) 人际交往能力。人际交往能力就是与团队内外、上下，以及周围人员打交道的能力。项目管理师在工作中要与各种各样的人打交道，只有正确处理了与这些人的关系才能使项目顺利进行。人际交往能力对项目管理师而言是特别重要的。人际交往能力强，待人技巧高的项目管理师，会赢得团队成员的欢迎，形成融洽的关系，从而有利于项目的进行，为团队在外界树立起良好的形象，赢得对项目更多的有利因素。

13.7.4 知：知识水平和知识结构

要对项目进行有效的管理，就必须懂得项目及与项目管理相关的理论知识。

首先，项目管理师是项目管理者，他要具备系统的项目管理理论知识。成熟且已经成为一门学科的项目管理为这些人提供了完善的项目管理理论知识体系。

其次，项目管理师是相关行业（或项目类型）的专家，一些大型复杂的工程项目，其工艺、技术、设备的专业性要求很强，对项目管理师的要求也就更高。作为项目实施的最高决策人的项目管理师，如果不懂技术，无法决策，就无法按照工程项目的工艺流程在施工阶段组织实施，更难以鉴别项目计划、工具设备，以及技术方案的优劣，从而对项目实施中的重大技术决策问题就没有自己的见解，没有发言权。不懂专业技术往往是导致项目管理师失败的主要原因之一。项目管理师如果自己缺少基本的专业知识，要对大量错综复杂的专业性任务进行计划、组织和协调将十分困难。在沟通交流中，项目的有关当事人经常用到一些专业知识和术语，如果项目管理师不具备一定的专业知识，沟通也是困难的，更不用说做出正确的决策了。由于项目管理师要对项目负全面的责任，一般并不需要亲自去做一些较为具体的工作，在知识深度方面也并不刻意要求越深越好，但是知识的全面性及广度是必须的。正因为如此，项目管理师这种复合型人才非常稀缺，同样因此，项目管理师只能从项目实践中锻炼出来，不是学校上课能培养出来的。

信息系统项目管理师要全面了解IT基本知识，掌握最新网络设备、软件架构方式，这种熟悉程度和项目组中其他成员的侧重点不同，项目管理师指要求全面知道而非技术人员的细节掌握。

第三，行业知识。IT行业已逐步渗透到我国第一、第二、第三产业，以及社会生活的各个领域，有效地推动了产业结构调整，促进了产业技术改造，提高了人们的生活质量，为产业发展和整个社会生活带来了革命性的变化。IT项目不是空中楼阁，由于它们都是为某一行业客户服务的，所以项目经理必须了解客户的业务，即要有行业知识。

13.7.5 体：强健的身体和豁达、冷静的性格

项目管理是在一定的约束下要达到项目的目标，它的工作负荷要求项目管理师要有相应的身体素质。例如，一个复杂的大规模的项目，从项目计划的制订、执行过程中冲突的解决，直到项目的最终完成，所有这些工作都需要管理师参与，这样大的工作负荷没有健康的体格是不行的。健康的身体素质不仅指生理素质，也指心理素质，一般项目管理师应该性格开朗，能与各种人交往；不能过于内向，应该胸襟豁达，易于同各方人士相处；应该有坚定的意志，能经受挫折和暂时的失败；应该既有主见，不优柔寡断，能果断行事，又遇事沉着、冷静，不冲动，不盲从；要既有灵活性和应变能力，又不失原则，不固执，不钻牛角尖等。自然，金无足赤，人无完人，尤其对人的性格不能过于苛求。

13.8 项目管理环境

项目管理师必须了解社会经济的现状和发展趋势，由于这些可能会对他们的项目产生重要的影响：社会经济中一个很小的变化在经过一段时滞以后都有可能造成项目的重大变化，我们在许多潜在的社会经济影响中选择介绍几类经常影响项目的因素。如某家摩托车厂商正在投资开发一款轻便女用摩托车，项目启动不久，却发现市场上大量的电动自行车出现，骑电动自行车上班成为女性上班族的新选择，该项目如果坚持做下去命运自不待言。所以，项目管理师要关注并管理以下项目环境的变化。

(1) 物理环境和生态环境。项目的实施必须对社会的安全、文明、进步和经济发展负有社会责任。有些项目从投资回报角度看经济效益较为可观，但却可能牺牲社会效益或破坏环境。如某一客户欲委托项目经理在风景区投资兴建一稀有金属的开采项目，该自然风景区中此种稀有金属含量很多，国内外市场奇缺，有着广阔的市场前景，该项目的投建势必有很高的经济效益。但是从社会的利益、公众的角度考虑，该项目的投建必然破坏风景区的整体效果，必然要造成环境污染、生态环境的破坏。

项目管理师要有职业道德，项目对环境和生态造成可能的危害要及早论证，尽可能避免或降到最低。

(2) 法律、法规和标准。项目首先不能违反有关法律、法规的要求，不做违章项目。对许多项目而言，对有关标准和规定（无论是如何定义的）的充分了解会在项目结果中体现出来，在另外的一些情况下，这种影响是看不见的或是不确定的，这必须在项目风险管理中加以注意。

(3) 适应国际化环境。由于越来越多的组织从事的工作跨越了国界，因此越来越多的项目也是跨越国界的。除了对项目范围、成本、时间和质量的考虑外，项目工作组也必须考虑时区不同的影响、国家和民族的节日，为了面谈所需的旅行需要，电话会谈的服务工作及易变的政治分歧。

(4) 文化影响。文化是“大众行为模式、艺术、信仰、风俗习惯及其他人类工作和思想成果的总称”，每个项目都是在一种或多种文化形式的背景下运行的，文化影响的领域包括政治、经济、人口统计、教育、道德、种族、家教，以及习俗、信仰和态度，这一切影响着个人及组织相互作用的方式。

第14章 项目生命周期和组织

因为项目具有一次性的特点，所以包含一定程度的不确定性。项目的组织目的性很强，项目组织存在于项目生命周期中，组织在实施项目时通常会将每个项目分解为几个项目阶段，以便更好地管理和控制，并且将执行组织正进行的工程与整个项目更好地连接起来。本章重点分析项目的生命周期和项目的组织。

14.1 项目生命周期

总的来看，项目的各个阶段构成项目的整个生命周期。每个项目阶段都以一个或一个以上的工作成果的完成作为标志，这种工作成果是有形的、可鉴定的，如一份可行性研究报告、一份详尽的设计图或一个工作模型。这些中间过程，以至项目的各阶段都是总体逻辑顺序安排的一部分，制订这种逻辑顺序是为了确保我们能够正确地界定项目的产品。

一个项目阶段的结束通常以对关键的工作成果和项目实施情况的回顾为标志，做这样的回顾有两个目的：

(1) 决定该项目是否进入下一个阶段；

(2) 尽可能以较小的代价查明和纠正错误。这些阶段末的回顾常被称为阶段出口、进阶之门或是关键点。

项目的生命周期划分方法可以非常灵活，不同类型、不同组织的项目生命周期管理都不相同，但大致原理一样。一般来说，项目的生命周期有几个基本的阶段：概念阶段（Conception Phase）、开发阶段（Development Phase）、实施阶段（Execute Phase），以及结束阶段（Finish Phase）。项目在不同阶段，其管理的内容也不相同。

1. C-概念阶段

提出并论证项目是否可行。很多大的软件研发公司都有产品预研部专门负责新产品的预研，预研工作包括需求的收集、项目策划、可行性研究、风险评估，以及制作项目建议书等工作。这个阶段需要投入的人力、物力不多，但对后期的影响很大。概念阶段的重要性可以用一句话概括：一个有价值的需求被策划成项目得以实现，无疑可以取得很好的经济效益，而一个价值不大的项目被及时中止，却可以减少企业的直接损失。很

多企业更重视后者，如 IBM 公司、华为公司采用的集成产品开发（Integrated Product Development, IPD）项目管理模式，取得的最显著的成效之一就是花费在中途废止项目上的费用明显减少。一般的招标项目，概念阶段的大部分工作已经由业主完成了。

2. D-开发阶段

对可行项目做好开工前的人、财、物及一切软硬件准备，是对项目的总体策划。开发阶段是项目成功实施的重要保证，其主要任务是对项目任务和资源进行详尽计划和配置，包括定范围和目标，确立项目组主要成员，确立技术路线，工作分解，确定主计划、专项计划（费用、质量保证、风险控制、沟通）等工作。在项目管理实践中，策划工作不到位是我国项目管理水平低下的根本原因。在软件开发行业，我们一直呼唤系统分析师、架构师和 IT 蓝领，却不能真正实现软件开发项目中工作完全按层次分开。一个很重要的原因是我国软件行业高层设计人员还达不到应有的策划和设计水平，以至于底层的开发人员还要担负一定的设计任务。这一点和中西方文化差异有关系，中国人习惯定式的、粗放式的工作，这不仅仅表现在做项目上。我们要善于运用其他方面优势（如团队默契）来弥补这一缺点。

3. E-实施阶段

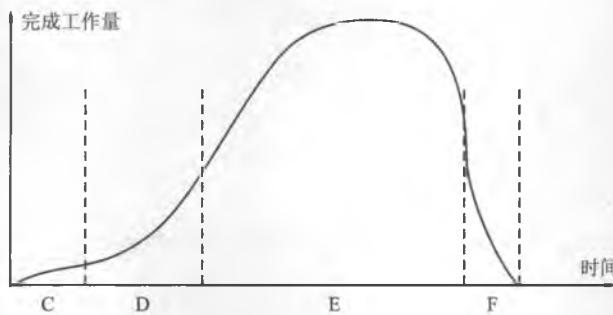
按项目计划实施项目的工作。实施阶段是项目生命周期中时间最长、完成的工作量最大、资源消耗最多的阶段。这个阶段要根据项目的工作分解结构（WBS）和网络计划来组织协调，确保各项任务保质量、按时间完成。指导、监督、预测、控制是这一时期的管理重点。实施阶段需要项目管理者能够现场管理；及时发现问题并做出决策；及时化解各项任务和各个成员间的冲突，解决矛盾；及时解决项目实施困难，疏通渠道。由于这个阶段的管理工作需要底层管理者完成，所以管理者和项目组人员需要高度的目标认同感。

4. F-结束阶段

项目结束的有关工作，是完成项目的工作，最终产品成型。项目组织者要对项目进行财务清算、文档总结、评估验收、最终交付客户使用和对项目总结评价。结束阶段的工作不多但很重要，由于一个项目成功的经验能够得到保持和发扬，失败的教训能够避免，对后续项目会产生很好的影响。前面讲的中国人在项目策划和团队默契度上欠缺都需要通过深入的项目总结和评价。

图 14-1 是从项目生命周期的角度，对项目的 C、D、E、F 四个阶段工作内容的概括描述。

项目生命周期的划分方法很多，各个过程通常不是独立的，而是相互关联，相互依赖的。PMBOK 项目生命周期的各个过程之间的相互重叠关系如图 14-2 所示。



C-概念阶段	D-开发阶段	E-实施阶段	F-结束阶段
• 明确需求、策划项目	• 确定项目组主要成员	• 建立项目组织	• 最终产品的完成
• 调查研究、收集数据	• 项目最终产品的范围界定	• 建立与完善项目联络渠道	• 评估与验收
• 确立目标	• 实施方案研究	• 实施项目激励机制	• 清算最后账务
• 进行可行性研究	• 项目质量标准的确定	• 建立项目工作包，细化各项技术需求	• 项目评估
• 明确合作关系	• 项目的资源保证	• 建立项目信息控制系统	• 文档总结
• 确定风险等级	• 项目的环境保证	• 执行 WBS 的各项工作	• 资源清理
• 拟订战略方案	• 主计划的制订	• 获得订购物品及服务	• 转换产品责任者
• 进行资源测算	• 项目经费及现金流量的预算	• 指导/监督/预测/控制：范围、质量、进度、成本	• 解散项目组
• 提出组建项目组方案	• 项目的工作结构分解（WBS）	• 解决实施中的问题	
• 提出项目建议书	• 项目政策与程序的制订		
• 获准进入下一阶段	• 风险评估		
	• 确认项目有效性		
	• 提出项目概要报告，获准进入下一阶段		

图 14-1 典型的项目生命周期及其主要工作

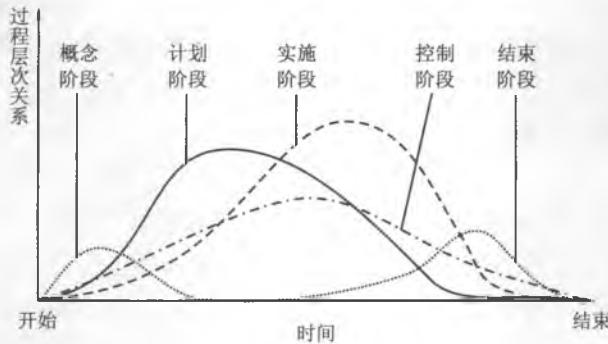


图 14-2 项目生命周期中各个过程之间的重叠关系

集成产品开发（Integrated Product Development, IPD）体系把产品开发项目的生命周期定义为 6 个阶段：概念阶段、计划阶段、开发阶段、验证阶段、发布阶段，以及产品的生命周期阶段，如图 14-3 所示。IPD 的思想来源于美国 PRTM 公司出版的《产品

及生命周期优化法》(“Product And Cycle-time Excellence”)一书，该书中详细描述了这种新的产品开发模式所包含的各个方面。



图 14-3 IPD 产品开发项目生命周期定义

14.2 项目干系人和项目团队

14.2.1 项目干系人

项目干系人包括项目当事人，以及其利益受该项目影响的（受益或受损）个人和组织，也可以把他们称做项目的利害关系者。项目管理队伍必须识别项目干系人，确定他们的需求和期望，然后对这些期望进行管理并施加影响，以确保项目的成功。

对所有项目而言，主要的项目干系人包括：

- **项目经理**。负责管理项目的个人。
- **用户**。使用项目成果的个人或组织。用户可能是多层次、多方面的。比如，盖一个商场，将来可能在商场购物的群众都是该项目的干系人。
- **项目执行组织**。项目组成员，直接实施项目的各项工作，包括可能影响他们工作投入的其他社会人员。
- **项目发起者（Sponsor）**。执行组织内部或外部的个人或团体，他们以现金和实物的形式为项目提供资金资源。

除以上这些项目干系人之外，还有许多不同种类和不同名称的项目干系人——内部和外部的、业主和资金提供者、供应商和承包商、项目队伍成员及其家庭成员、政府代理和媒体、市民个人、临时性或永久性的游说组织，以及整个社会。对项目干系人命名并进行分类的主要目的是识别出哪些个人或组织为项目干系人。项目干系人的角色和职责可能会有交叉，例如，一个工程公司为自己设计的工厂提供资金。

管理项目干系人的各种期望有时比较困难。这是因为各个项目干系人常有不同的目标，这些目标可能会发生冲突。例如，对于一个需要新管理信息系统的部门，部门领导可能要求低成本，而系统设计者则可能强调技术最好，而编制程序的承包商最感兴趣的是获得最大利润。

项目一开始，项目的干系人就以各自不同的方式不断地给项目组施加压力或侧面影响，企图让项目向有利于自己的方向发展。如前所述，由于项目干系人之间的利益往往相互矛盾，项目经理又不可能面面俱到，所以，项目管理中最重要的就是平衡(Balance)，平衡各方利益关系，尽可能消除项目干系人对项目的不利影响。

一般来说，解决项目干系人之间期望的不同应以如何对客户有利为原则，但这并不

意味着不考虑其他项目干系人的需求和期望。对项目管理而言，找到合理的解决方案来满足不同方面的需求是一种最大的挑战。

在项目实施中，由于越到后期修改的代价越大，所以项目干系人对项目的影响会随着项目的推进而逐渐减小，项目干系人对项目的影响和更改的代价随时间的改变关系如图14-4所示。

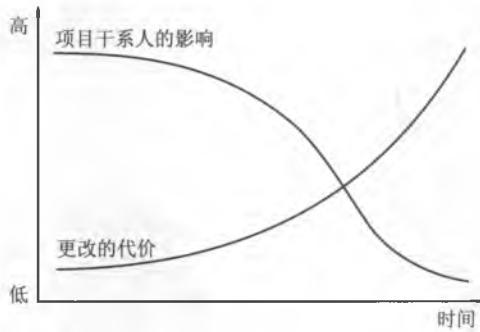


图14-4 更改的代价、项目干系人的影响与时间的关系

14.2.2 项目团队

1. 项目团队的特点

就如项目本身的独特性一样，没有哪两个项目团队会一模一样。但是，项目团队能否有效地开展项目管理活动，主要体现在5个方面。

(1) 共同的目标。每个组织都有自己的目标，项目团队也不例外。正是在目标的感召下，项目队员凝聚在一起，并为之共同奋斗。对于一个项目，为使项目团队工作有成效，就必须明确目的和目标，并且每个团队成员必须对要实现的项目目标及其带来的收益有共同的思考。这是因为成员在项目里扮多种角色，做多种工作，还要完成多项任务，而任务的确定要以明确目标和了解相互关系为基础。项目团队有一个共同憧憬，这是团队之所以存在的主观原因。项目团队有着明确的共同目标，这一目标是共同憧憬在客观环境中的具体化，并随着环境的变化而有着相应的调整，但每个队员也都了解它，认同它，都认为共同目标的实现是达到共同憧憬的最有效途径。共同憧憬和共同目标包容了个人憧憬与个人目标，充分体现了个人的意志与利益，并且具有足够的吸引力，能够引发团队成员的激情。

(2) 合理分工与协作。每个成员都应该明确自己的角色、权力、任务和职责，在目标明确之后，必须明确各个成员之间的相互关系。如果每个人彼此隔绝，大家都埋头做自己的事情，就不会形成一个真正的团队。由于每个人的行动都会影响到其他人的工作，因此团队成员都需要了解为实现项目目标而必须做的工作及其相互间的关系。项目团队在建立初期，在团队成员的参与下花一定的时间明确项目目标和成员间的相互关系，可以在以后项目执行过程中少花许多时间和精力去处理各种误解。

(3) 高度的凝聚力。凝聚力指成员在项目内的团结，以及吸引力、向心力，也是维持项目团队正常运转的所有成员之间的相互吸引力。团队对成员的吸引力越强，队员坚守规范的可能性越大。一个有成效的项目团队，必定是一个有高度凝聚力的团队，它能使团队成员积极热情地为项目成功付出必要的时间和努力。影响团队凝聚力的因素有：

- 团队成员的共同利益、共同目标；
- 团队的大小、团队内部相互交往、相互合作，团队规模越小，那么彼此交往与作用的机会就越多，就越容易产生凝聚力；
- 经常性的沟通可以提高团队的凝聚力；
- 项目目标的压力越大，越可以增强团队的凝聚力；
- 团队凝聚力的大小随着团队成员需求满足的增加而加强，可见，在形成一个项目团队时，项目经理需要为最大限度地满足个别需要提供保障。

(4) 团队成员相互信任。成功团队重要的另一个特征就是信任，一个团队的能力大小受到团队内部成员相互信任程度的影响。在一个有成效的团队里，成员会相互关心，承认彼此存在的差异，信任其他人所做的和所要做的事情。在任何团队工作，都有不同意见，要鼓励团队成员将其自由地表达出来，不怕打击报复地提出一些可能产生争议或冲突的问题。项目经理应该认识到这一点，并努力实现这一点，即在团队建立之初就应当树立信任关系。通过委任、公开交流、自由交换意见来推进彼此之间的信任。

(5) 有效的沟通。高效的项目团队还需具有高效沟通的能力。项目团队必须装备有先进的信息技术系统与通信网络，以满足团队的高效沟通。只有团队拥有全方位、各种各样、正式的和非正式的信息沟通渠道，才能保证沟通直接、高效，层次少，无官僚习气，实现信息基本无延滞。团队应擅长运用会议、座谈等直接的沟通形式。沟通不仅是信息的沟通，更重要的是情感上的沟通，每个队员不仅具有很好的交际能力，而且拥有很高的情绪商数，团队内要充满同情心和融洽的情感。项目团队具有开放、坦诚的沟通气氛，队员在团队会议中能充分沟通意见，倾听、接纳其他队员的意见，并经常能得到有效的反馈。

2. 项目团队的发展阶段

一个项目团队从开始到终止，是一个不断成长和变化的过程，这个发展过程可以描述为四个时期：形成期、震荡期、正规期、表现期。几乎所有的项目都经历过大家被召集到一起的形成期，这是一个短暂的时期，很快进入震荡期，这时成员之间互相还不了解，时常感到困惑，有时甚至会产生敌对心理。接下来在强有力领导下，团队的工作方式在正规期得以统一。随后团队以最大成效开展工作，直至项目结束，项目团队解散。如图 14-5 所示。

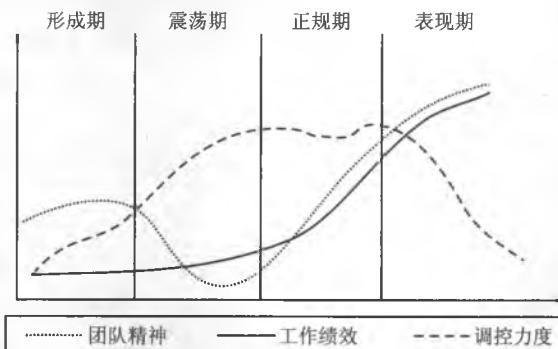


图 14-5 项目团队各阶段的团队精神、工作绩效和调控力度

(1) 形成期。由于任何项目在形成期总是带着一点试验性质的，因而一个团队环境就成为新思想、新方案绝佳的试验场。每个方案都应当仔细检验，给予它们公平的争取成功的机会。大量的团队工作是在有关怎样尽早发现错误和怎样能在不引起恼火和责难的情况下改正错误的问题中展开的。如何对待失败的方案是团队在“组建期到成效期”的发展过程中应当学习的一步。在团队发展的不同阶段，需要有不同的方案。

在形成期，团队成员从原来不同的组织调集在一起，大家开始互相认识，这一时期的特征是队员们既兴奋又焦虑，而且还有一种主人翁感，他们必须在承担风险前相互熟悉。一方面，团队成员收集有关项目的信息，试图弄清项目是干什么的和自己应该做些什么。另一方面，团队成员谨慎地研究和学习适宜的举止行为。他们从项目经理处寻找或相互了解，以期找到属于自己的角色。

当成员了解并认识到有关团队的基本情况后，就为自己找到了一个有用的角色，并且有了自己作为团队不可缺少的一部分意识，当团队成员感到他们已属于项目时，他们就会承担起团队的任务，并确定自己在完成这一任务中的参与程度。当解决了定位问题后，团队成员就不会感到茫然不知所措，从而有助于其他各种关系的建立。

(2) 震荡期。团队发展的第二阶段是震荡期。团队形成之后，队员们已经明确了项目的工作，以及各自的职责，于是开始执行分配到的任务。在实际工作中，各方面的问题逐渐显露出来，这预示着震荡期的来临。由于现实可能与当初的期望发生较大的偏离，因此队员们可能会消极地对待项目工作和项目经理。在此阶段，工作气氛趋于紧张，问题逐渐暴露，团队士气较形成期明显下沉。

团队的冲突和不和谐是这个阶段的一个显著特点。成员之间由于立场、观念、方法、行为等方面差异而产生各种冲突，人际关系陷入紧张局面，甚至出现敌视、对抗情绪，以及出现向领导者挑战的情形。冲突可能发生在领导与个别团队队员之间，领导与整个团队之间，以及团队成员相互之间。这些冲突可能是情感上的，或是与事实有关的，或是建设性的，或是破坏性的，或是争辩性的，或是隐瞒的。不管怎样，应当力图采用理性的、无偏见的态度来解决团队成员之间的争端，而不应当采用情感化的态度。

在这一时期，团队队员与周围的环境之间也会产生不和谐，如队员与项目技术系统之间的不协调，团队队员可能对项目采用的信息技术系统不熟悉，经常出差错。另外，项目在运行过程中，与项目外其他部门要发生各种各样的关系，也会产生各种各样的矛盾冲突，这需要进行很好的协调。

(3) 正规期。经受了磨合期的考验，团队成员之间、团队与项目经理之间的关系已经确立好了。绝大部分个人矛盾已得到解决。总的来说，这一阶段的矛盾程度要低于磨合时期。同时，随着个人期望与现实情形，即要做的工作、可用的资源、限制条件、其他参与的人员逐渐统一，队员的不满情绪也就减少了。项目团队接受了这个工作环境，项目规程得以改进和规范化。控制及决策权从项目经理移交给了项目团队，凝聚力开始形成，有了团队的感觉，每个人觉得他是团队的一员，他们也接受其他成员作为团队的一部分。每个成员为取得项目目标所做的贡献得到认同和赞赏。

这一阶段，随着成员之间开始相互信任，团队的信任得以发展。大量地交流信息、观点和感情，合作意识增强，团队成员互相交换看法，并感觉到他们可以自由地、建设性地表达他们的情绪及评论意见。团队经过这个社会化的过程后，建立了忠诚和友谊，也有可能建立超出工作范围的友谊。

(4) 表现期。经过前一阶段，团队确立了行为规范和工作方式。项目团队积极工作，急于实现项目目标。这一阶段的工作绩效很高，团队有集体感和荣誉感，信心十足。项目团队能开放、坦诚、及时地进行沟通。在这一阶段，团队根据实际需要，以团队、个人或临时小组的方式进行工作，团队相互依赖度高。他们经常合作，并在自己的工作任务外尽力相互帮助。团队能感觉到高度授权，如果出现问题，就由适当的团队成员组成临时小组，解决问题，并决定如何实施方案。随着工作的进展并得到表扬，团队获得满足感。个体成员会意识到为项目工作的结果是他们正获得职业上的发展。

相互的理解、高效的沟通、密切的配合、充分的授权，这些宽松的环境加上队员们的工作激情使得这一阶段容易取得较大成绩，实现项目的创新。团队精神和集体的合力在这一阶段得到了充分的体现，每位队员在这一阶段的工作和学习中都取得了长足的进步和巨大的发展，这是一个 $1+1>2$ 的阶段。

3. 项目团队建设

团队建设——把一组人员组织起来实现项目目标是一个持续不断的过程，它是项目经理和项目团队的共同职责。团队建设能创造一种开放和自信的气氛，成员有统一感，强烈希望为实现项目目标做出贡献。

使团队成员社会化会促进团队建设，团队成员之间相互了解越深入，团队会建设得越出色。项目经理要确保个体成员能经常相互交流沟通，并为促进团队成员间的社会化创造条件。团队成员也要努力创造出这样的条件。

项目团队可以要求团队成员在项目过程期间，被安排在同一个办公环境下进行工作。当团队成员被安排到一起时，他们就会有许多机会走到彼此的办公室或工作区进行交谈。同样，他们也会在如走廊这样的公共场所经常碰面，从而有机会在一起交谈。虽

然谈论未必总是围绕工作，但是团队成员很有必要在不引起反感的情况下，了解彼此的个人情况。项目过程中会建立起许多个人的友谊。安排整个团队在一起工作，就不会出现因为团队一部分成员在大楼或工厂的不同地方工作而产生“我们对他们”的思想。这种情形会导致项目团队成为一些小组，而非一个实际的团队。

项目团队可以举办社交活动庆祝项目工作中的事件。例如，取得重要的阶段成果——系统通过测试或与客户的设计评审会成功，也可以是为放松压力而定期举办的活动。团队为促进社会化和团队建设，可以组织各种活动。例如，下班后的比萨聚会，会议室的便餐，周末家庭野餐，观看一场体育活动或剧院演出等，一定要让团队中每个人都参加这类活动。也许有些成员无法参加，但一定要邀请到每个人，并鼓励他们参加。团队成员要利用这个机会，尽量与更多的其他团队成员（包括参加活动的家庭成员）相互结识，增进了解。一个基本规律是人们都试图与不太熟悉的人在一起聊天，提出一些问题，听他谈论，发现共同兴趣。要尽量避免让人们形成几个人组成的小团体，在每次活动中老是聚集在一起。参加社会化活动，不仅有助于培养起忠诚友好的情感，也能使团队成员在项目中更容易进行开放、坦诚的交流沟通。

除了组织社交活动外，团队还可以定期召开团队会议。相对项目会议而言，团队会议的目的是广泛讨论下面这些类似问题：作为一个团队，我们该怎样工作？有哪些因素妨碍团队工作（比如像工作规程、资源利用的先后次序或沟通）？我们如何克服这些障碍？我们怎样改进团队工作？如果项目经理参加团队会议，对他（她）应一视同仁。团队成员不应向经理寻求解答，经理也不能利用职权，否决团队的共识。因为这是团队会议，而不是项目会议，只讨论与团队相关的问题而与项目无关。

14.3 项目组织形式

组织是一切管理活动取得成功的基础，项目管理作为一种新型的管理方式，其组织结构与传统的组织结构有相同之处，但是由于项目本身的特性，决定了项目实施过程中其组织管理又有特殊之处。项目管理与传统组织管理的最大区别之处在于项目管理更强调项目负责人的作用，强调团队的协作精神，其组织形式具有更大的灵活性和柔性。

项目管理组织是指为了完成某个特定的项目任务而由不同部门、不同专业的人员所组成的一个特别工作组织，它不受既存的职能组织构造的束缚，也不能代替各种职能组织的职能活动。

如美国项目管理协会认为，项目是一种被承办的旨在创造某种独特产品或服务的临时性努力。也就是说，包括人在内的一切资源聚合在一起是为了完成项目独特的目的，那么为了有效地实现项目目的就必须建立项目组织。一般组织的特征及设计原则同样适用于项目组织，只是必须同时反映项目工作的特征。实际中存在多种项目组织形式，没有证据证明有一个最佳的组织形式，因为每一种组织形式有各自的优点与缺点，有其适

用的场合。因此人们在进行项目组织设计时，要采取具体问题具体分析的方法，选择适合的、满意的组织形式。

一般项目的组织形式有职能式、项目单列式和矩阵式等几种形式。

14.3.1 职能式项目组织形式

职能式项目组织形式是指企业按职能，以及职能的相似性来划分部门，如一般企业要生产市场需要的产品必须具有计划、采购、生产、营销、财务、人事等职能，那么企业在设置组织部门时，按照职能的相似性将所有计划工作及相应人员归为计划部门，从事营销的人员归为营销部门等。于是企业便有了计划、采购、生产、营销、财务、人事等部门。

采用职能式项目组织形式的企业在进行项目工作时，各职能部门根据项目的需要承担本职能范围内的工作，也就是说企业主管根据项目任务需要从各职能部门抽调人员及其他资源组成项目实施组织，如要开发新产品就可能从营销、设计及生产部门各抽调一定数量的人员形成开发小组。然而这样的项目实施组织界限并不十分明确，小组成员完成项目中需本职能完成的任务，同时他们并没有脱离原来的职能部门，而项目实施的工作多属于兼职工作性质。这样的项目实施组织的另一特点是没有明确的项目主管或项目经理，项目中各种职能的协调只能由处于职能部门顶部的部门主管或经理来协调。例如，上述开发新产品项目，若营销人员与设计人员发生矛盾，只能由营销部门经理与设计部门经理来协调处理，同样各部门调拨给项目实施组织的人员及资源也只能由各部门主管决定。职能式项目组织结构如图 14-6 所示。

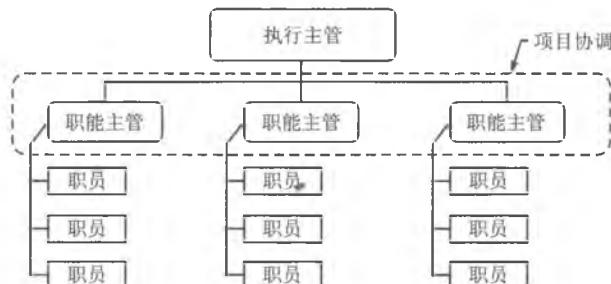


图 14-6 职能式项目组织结构示意图

职能式项目组织的优点主要有：

(1) 有利于企业技术水平的提升。由于职能式组织是以职能的相似性而划分部门的，同一部门人员可以交流经验及共同研究，有利于专业人才专心致志钻研本专业领域理论知识，有利于积累经验与提高业务水平。同时这种结构为项目实施提供了强大的技术支持，当项目遇到困难之时，问题所属职能部门可以联合攻关。

(2) 资源利用的灵活性与低成本。由于职能组织形式项目实施组织中的人员或其

他资源仍归职能部门领导，因此职能部门可以根据需要分配所需资源，而当某人从某项目退出或闲置时，部门主管可以安排他到另一个项目去工作，可以降低人员及资源的闲置成本。

(3) 有利于从整体协调企业活动。由于每个部门或部门主管只能承担项目中本职能范围的责任，并不承担最终成果的责任，然而每个部门主管都直接向企业主管负责，因此要求企业主管要从企业全局出发进行协调与控制。也因此有学者说这种组织形式“提供了在上层加强控制的手段”。

职能式项目组织的缺点主要有：

(1) 协调难度大。项目实施组织没有明确的项目经理，而每个职能部门由于职能的差异性及本部门的局部利益，容易从本部门的角度去考虑问题，因此当发生部门间的冲突时，部门经理之间很难进行协调。这会影响企业整体目标的实现。

(2) 项目组成员责任淡化。由于项目实施组织只是临时从职能部门抽调出来的，有时工作的重心还在职能部门，因此很难树立积极承担项目责任的意识。尽管说在职能范围内承担相应责任，然而项目是由各部门组成的有机系统，必须要有人对项目总体承担责任，这种职能式组织形式不能保证项目责任的完全落实。

14.3.2 项目单列式组织形式

项目单列式组织形式是按项目来划归所有资源，即每个项目有完成项目任务所必需的所有资源，每个项目实施组织有明确的项目经理，也就是每个项目的负责人，对上直接接受企业主管或大项目经理领导，对下负责本项目资源的运用以完成项目任务。每个项目组之间相对独立。项目单列式组织结构如图 14-7 所示。

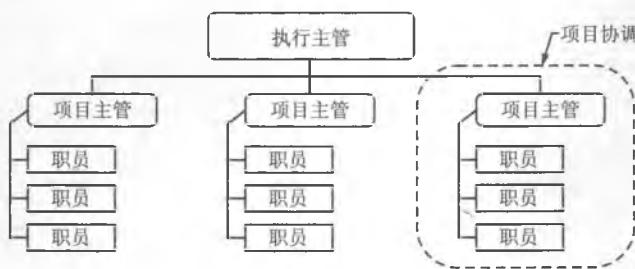


图 14-7 项目单列式组织结构示意图

如某企业有 A, B, C 三个项目，企业主管则按项目 A, B, C 的需要获取并分配人员及其他资源，形成三个独立的项目组 A、项目组 B、项目组 C，项目结束以后项目组随之解散。这种组织形式适用于规模大、项目多的公司。

项目单列式组织形式的优点主要有以下几点：

(1) 目标明确及统一指挥。项目单列式组织是基于某项目而组建的，圆满完成项目任务是项目组织的首要目标，而每个项目成员的责任及目标也是通过对项目总目标的

分解而获得的。同时项目成员只受项目经理领导，不会出现多头领导的现象。

(2) 有利于项目控制。由于项目单列式组织按项目划分资源，项目经理在项目范围内具有绝对的控制权，因此从项目角度讲利于项目进度、成本、质量等方面控制与协调，而不像职能式组织形式或后面介绍的矩阵式组织形式那样项目经理要通过职能经理的协调才能达到对项目的控制。

(3) 有利于全面型人才的成长。由于项目实施涉及计划、组织、用人、指挥与控制等多种职能，因此项目单列式组织形式提供了全面型管理人才的成长之路，从管理小项目的项目经理，经过管理大中型项目的项目经理，成长为管理多项目的项目群经理，直至最后长成为企业的主管。另一方面一个项目中拥有不同才能的人员，人员之间的相互交流学习也为员工的能力开发提供了良好的场所。

项目单列式组织的缺点如下：

(1) 机构重复及资源的闲置。项目单列式组织按项目所需来设置机构及获取相应的资源，这样一来就会使每个项目有自己的一套机构，一方面是完成项目任务必须的，另一方面是企业从整体上进行项目管理所必要的，这就造成了机构重复设置。而在包括人在内的资源使用方面，不论哪种资源的使用频度都要拥有，这样当这些资源闲置时，其他项目也很难利用这些资源，造成闲置成本很大。

(2) 不利于企业专业技术水平的提高。由于项目单列式组织并没有给专业技术人员提供同行交流与互相学习的机会，而往往注重于项目中所需的技术水平，因此不利于形成专业人员钻研本专业业务的氛围。

(3) 不稳定性。由于项目的一次性特点使得项目单列式组织形式随项目的产生而建立，也随项目的结束而解体，因此从企业整体角度来看，企业的资源及结构会不停地发生变化。而在项目组织内部，由新成员刚刚组建的组织会发生相互碰撞而不稳定，虽然随着项目进程的进展而进入相对的稳定期，但在项目快结束时所有成员预见到项目的结束，都会为自己的未来而做出相应的考虑，造成“人心惶惶”，而又进入不稳定期。

14.3.3 矩阵式组织形式

职能式组织形式和项目单列式组织形式各有其优缺点，而且职能式组织形式的优点与缺点正好对应项目单列式组织形式的缺点与优点。如何建立一种组织形式既有两种组织形式的优点，又能避免两种组织形式的缺点呢？矩阵式组织形式能较好地解决这一问题。矩阵式组织形式的特点是将按照职能划分的纵向部门与按照项目划分的横向部门结合起来，以构成类似矩阵的管理系统。矩阵式组织形式首先在美国军事工业中实行，它适用于多品种、结构工艺复杂、品种变换频繁的场合。

当很多项目对有限资源的竞争引起对职能部门的资源的广泛需求时，矩阵式组织就是一个有效的组织形式。传统的职能组织在这种情况下无法适应的主要原因在于职能组织无力对包含大量职能之间相互影响的工作任务提供集中、持续和综合的关注与协调。因为在职能组织中，组织结构的基本设计是职能专业化和按职能分工的，不可能期

望一个职能部门的主管会不顾他在自己的职能部门中的利益和责任，或者完全打消职能中心主义的念头，使自己能够把项目作为一个整体，对职能之外的项目各方面也加以专心致志的关注。

在矩阵式组织中，项目经理在项目活动的“什么”和“何时”方面，即内容和时间方面对职能部门行使权力，而各职能部门负责人决定“如何”支持。每个项目经理要直接向最高管理层负责，并由最高管理层授权。而职能部门则从另一方面来控制，对各种资源做出合理的分配和有效的控制调度。职能部门负责人既要对他们的直接上司负责，也要对项目经理负责。

1. 矩阵式组织的基本原则

矩阵式组织的基本原则是：

(1) 必须有一个人花费全部的时间和精力用于项目，有明确的责任制，这个人通常即为项目经理。

(2) 必须同时存在纵向和横向两条通信渠道。

(3) 要从组织上保证有迅速有效的办法来解决矛盾。

(4) 无论是项目经理之间，还是项目经理与职能部门负责人之间，要有确切的通信渠道和自由交流的机会。

(5) 各个经理都必须服从统一的计划。

(6) 无论是纵向或横向的经理（或负责人）都要为合理利用资源，进行谈判和磋商。

(7) 必须允许项目作为一个独立的实体来运行。

由于矩阵式组织中的职权以纵向、横向和斜向在一个公司里流动，因此在任何一个项目的管理中，都需要有项目经理与职能部门负责人的共同协作，将二者很好地结合起来。要使矩阵组织能有效地运转，必须考虑和处理好以下几个问题：

(1) 应该如何创造一种能将各种职能综合协调起来的环境？由于具有每个职能部门从其职能出发只考虑项目的某一方面的倾向，因此考虑和处理好这个问题就是很必要的。

(2) 一个项目中哪个要素比其他要素更为重要是由谁来决定的？考虑这个问题可以使主要矛盾迎刃而解。

(3) 纵向的职能系统应该怎样运转才能保证实现项目的目标，而又不与其他项目发生矛盾？

要处理好这些问题，项目经理与职能部门负责人要相互理解对方的立场、权力，以及职责，并经常进行磋商。

2. 矩阵式组织的几种形式

图 14-8 是一种典型的矩阵式组织形式，人们常称之为强矩阵式组织形式。这种组织形式中资源均由职能部门所有和控制。每个项目经理根据项目需要向职能部门借用资源。各项目是一个临时性组织，一旦项目任务完成后就解散，各专业人员又回到各职能部门再执行别的任务。项目经理向项目管理部门经理或总经理负责。其他领导本项目的一切人员，通过项目管理职能，协调各职能部门派来的人员以完成项目任务。

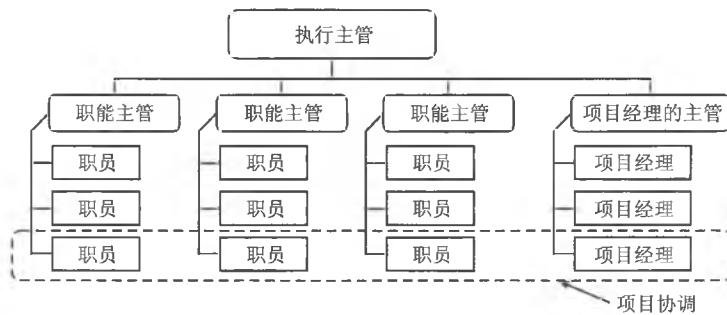


图 14-8 强矩阵式组织结构示意图

实际中还有其他几种形式的矩阵组织形式，那就是弱矩阵式组织形式、中矩阵组织形式。弱矩阵组织结构基本上保留了职能式组织形式的主要特征，但是为了更好地实施项目，建立了相对明确的项目实施班子，这样的项目实施班子由各职能部门下的职能人员组成，但并未明确对项目目标负责的项目经理，即使有项目负责人，他的角色只不过是一个项目协调者或项目监督者，而不是真正意义上的项目管理者。弱矩阵式组织结构示意图如图 14-9 所示。

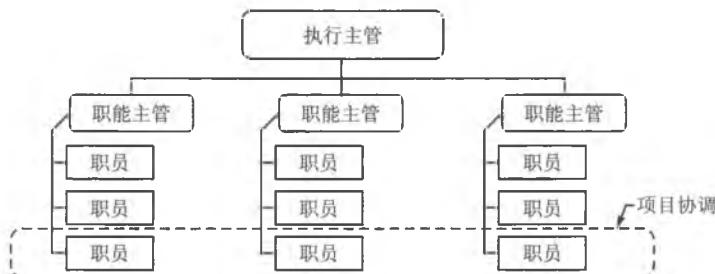


图 14-9 弱矩阵式组织结构示意图

均衡矩阵式组织形式或称中矩阵式组织形式是为了加强对项目的管理而对弱矩阵式组织形式的改进，与弱矩阵式组织形式的区别是在项目实施班子中任命一名对项目负责的管理者，即项目经理，为此项目经理被赋予完成项目任务所应有的职权和责任，如图 14-10 所示。

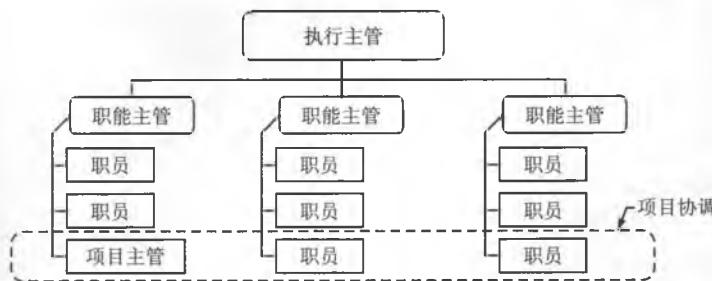


图 14-10 均衡矩阵式组织结构示意图

3. 矩阵式组织的优劣分析

矩阵组织有许多优点，主要包括：

- (1) 强调了项目组织是所有有关项目活动的焦点。
- (2) 项目经理拥有对拨给的人力、资金等资源的最大控制权，每个项目都可以独立地制订自己的策略和方法。
- (3) 职能组织中专家的储备提供了人力利用的灵活性，对所有计划可按需要的相对重要性使用专门人才。
- (4) 由于交流渠道的建立和决策点的集中，对环境的变化，以及项目的需要能迅速地做出反应。
- (5) 当指定的项目不再需要时，项目人员有其职能归宿，大都返回原来的职能部门。他们对于项目完成后的奖励与鉴定有较高的敏感度，为个人指出了职业的努力方向。
- (6) 由于关键技术人员能够为各个项目所共用，充分利用了人才资源，使项目费用降低，又有利于项目人员的成长和提高。
- (7) 矛盾最少，并能通过组织体系容易地解决。
- (8) 通过内部的检查和平衡，以及项目组织与职能组织间的经常性的协商，可以得到时间、费用及运行的较好平衡。

但矩阵组织也有一些缺点：

- (1) 职能组织与项目组织间的平衡需要持续地进行监视，以防止双方互相削弱对方。
- (2) 在开始制订政策和方法时，需要花费较多的时间和劳动量。
- (3) 每个项目是独立进行的，容易产生重复性劳动。
- (4) 对时间、费用及运行参数的平衡必须加以监控，以保证不因时间和费用而忽视技术运行。

由于项目的组织结构对项目的管理实施具有一定影响，然而任何一种组织形式都有它的优点和缺点，没有一种形式是能适用于一切场合的，甚至是在同一个项目的寿命周期内。所以，项目管理组织在项目寿命周期内为适应不同发展阶段的不同突出要求而加以改变也是很自然的。项目应环绕工作来组织，工作变了，项目组织的范围也应跟着改变。在实际工作中，必须注意这一点。一般来讲，职能式组织结构有利于提高效率，

项目单列式组织结构有利于取得效果，矩阵式组织结构兼具两者优点，但也带来某些不利因素。例如，各个项目可能在同一个职能部门中争夺资源；一个成员有两个顶头上司，既难处，也难管。

一般来说，职能式组织结构比较适用于规模较小、偏重于技术的项目，而不适用于项目的环境变化较大的项目。因为，环境的变化需要各职能部门间的紧密合作，而职能部门本身的存在，以及权责的界定成为部门间密切配合不可逾越的障碍。当一个公司中包括许多项目或项目的规模比较大、技术复杂时，则应选择项目式的组织结构，同职能式组织相比，在对付不稳定的环境时，项目式组织显示了自己潜在的长处，这来自于项目团队的整体性和各类人才的紧密合作。同前两种组织结构相比，矩阵式组织形式无疑在充分利用企业资源上显示出巨大的优越性，由于其融合了两种结构的优点，这种组织形式在进行技术复杂、规模巨大的项目管理时呈现出明显的优势。

第 15 章 项目管理过程

15.1 项目过程及其工作阶段的划分

项目是由一系列过程来实现的，可以将项目管理活动视做一系列相互联系的过程。现代项目管理强调项目管理的阶段性和过程性，在项目管理的过程中，应该根据项目的专业特性、项目的实现过程特性，以及项目的约束条件，将一个项目划分为便于进行管理的一系列项目阶段，并把这些不同的阶段看成一系列具体的项目管理过程，而将整个项目的管理看成一个完整的项目管理过程。

15.1.1 过程的定义

关于过程的概念，有许多不同的认识和表达。

所谓过程（Process），是为实现某个特殊目标而进行的一系列活动。

所谓过程，是指产生某种结果的行动序列。

所谓过程，就是一组为了完成一系列事先指定的产品、成果或服务而需执行的相互联系的行动和活动（出自 PMBOK）。

简单地说，过程就是我们做事情的一种固有的方式。

对于做一件事，有经验的人对完成这件事的过程会很了解，他会知道完成这件事需要经历几个步骤，每个步骤都完成什么事，需要什么样的资源、什么样的技术等，因而可以顺利地完成工作；没有经验的人对过程不了解，就会有无从下手的感觉。

图 15-1 和图 15-2 可以形象地说明过程在软件开发中的地位。如果项目人员将关注点只放在最终的产品上，不关注期间的开发过程，那么不同的开发队伍或者个人可能会采用不同的开发过程，结果导致开发的产品质量不同，有的质量高，有的质量低，完全依赖个人的素质和能力。

反之，如果将项目的关注点放在项目的开发过程，不管谁来做，也不管什么需求，都采用统一的开发过程，即企业的关注点是过程。同一企业开发的软件，产品的质量是一样的。可以通过不断提高开发过程的质量，来提高产品的质量，这个过程是公司能力的体现，它是不依赖于个人的。也就是说，产品的质量依赖于企业管理过程的能力。

对于软件过程，绝对不能简单地理解为软件产品的开发流程，因为我们要管理的并不只是软件产品开发的活动序列，而是软件开发的最佳实践，它包括：流程、技术、产

品、活动间关系、角色、工具等，是软件开发过程中的各个方面因素的有机结合。因此，在软件过程管理中，首先要进行过程定义，将过程以一种合理的方式描述出来，并建立起企业内部的过程库，使过程成为企业内部可以被重用的共享资源。对于过程，要不断地进行改进，以不断地改善和规范过程，帮助企业提高生产力。

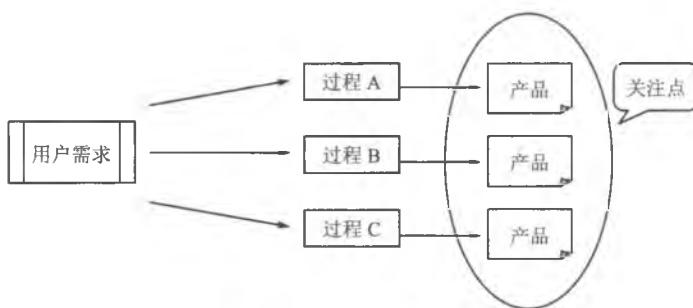


图 15-1 关注开发的结果

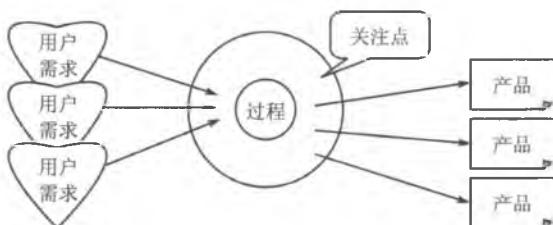


图 15-2 关注开发的过程

软件过程是极其复杂的过程。我们知道，软件是由需求驱动的，有了用户应用的实际需求，才会开发一个软件产品。软件产品从需求的出现直到最终的产品形成，要经历一个复杂的开发过程。软件产品在使用时要根据需求的变更进行不断的修改，这称为软件维护。我们把用于软件开发及维护的全部技术、方法、活动、工具，以及它们之间的相互变换统称为软件过程。由此可见，软件过程的外延非常大，包含的内容非常多。对于一个软件开发机构来说，做过一个软件项目，无论成功与否，都能够或多或少地从中总结出一些经验。做过的项目越多，其经验越丰富，特别是成功开发一个项目是很值得总结的，从中可以归纳出一些做事的完善过程。我们称之为最佳实践。最佳实践开始是存放在成功者的头脑中的，很难被机构内部共享和重复利用来发挥其应用的效能。长期以来，这些本应从属于机构的巨大财富被人们所忽视，这无形中给机构带来了巨大的损失，当人员流动时，这种企业的财富也随之流失，并且也使这种财富无法被其他的项目再利用。过程管理，就是对最佳实践进行有效的积累，形成可重复的过程，对我们的最佳实践加以总结，以形成一套稳定的可重复的软件过程。过程改进是根据实践中对过程的使用情况，对过程中有偏差或不切实际需要的地方进行优化活动。通过实施过程管理，软件开发机构可以逐步提高其软件过程管理能力，从根本上提高软件生产能力。

15.1.2 一般项目的阶段划分过程

项目的“一次性”特征决定了每个项目都有明确的开始时间和结束时间，同时为了实现项目目标和便于对项目进行管理，项目可以分为不同的项目阶段和过程，可以说，项目有一定的过程性，项目是通过一系列过程实现的。

现代项目管理理论认为，任何项目都是由两个过程构成的，其一是项目的实现过程，其二是项目的管理过程。现代项目管理特别强调对于项目过程和项目阶段的管理。现代项目管理不但要求将整个项目实施工作和项目管理工作看成是一个完整的过程，而且要求将项目各个阶段的计划、实施、控制等具体管理活动也看成是项目管理的一系列具体工作过程。项目管理特别关注按照面向过程管理的方法去开展项目全过程的管理。另外，项目管理还将整个项目的实现过程和管理过程，以及其中所包括的各个阶段看成是一个整体，并将这一分阶段的项目过程称为项目生命周期，如图 15-3 所示。

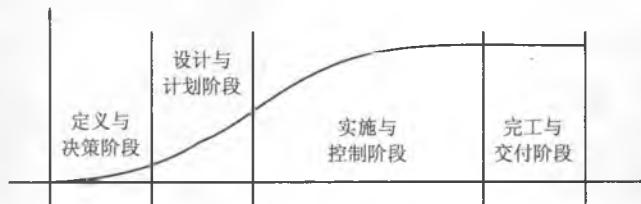


图 15-3 项目的阶段划分示意图

由图 15-3 可以看出，项目的各个阶段是相互连续的，而且只有一个项目阶段完成以后才能够开始项目的下一个阶段。

15.1.3 过程管理

过程管理，顾名思义，就是对过程进行管理。这种管理的目的是要让过程能够被共享、复用，并得到持续改进。在软件行业，要管理的是软件过程。过程管理与项目管理在软件组织中是两项最为重要的管理，项目管理用于保证项目的成功，而过程管理用于管理最佳实践。但这两项管理并不是相互孤立的，而是有机紧密结合的。

图 15-4 中展现的是项目管理和过程管理的基本关系。过程管理的成果（即软件过程）可以在项目管理中辅助项目管理的工作。在项目的计划阶段，计划项目的最佳参考是过去的类似项目中的实践经验，这些内容通过过程管理都成为过程管理的工作成果，这些成果对于一个项目的准确估算和合理计划非常有帮助。合理的计划是项目成功管理的基础，在项目计划的执行过程中，计划将根据实际情况不断地得到调整，直到项目结束时，项目计划才能被真正稳定下来。这份计划及其变更历史将是过程管理中过程改进的最有价值的参考。过程的改进就是注重从项目的实际经验中不断地将最佳实践提炼出来。

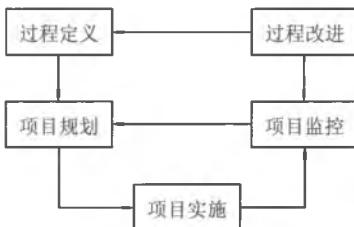


图 15-4 项目管理与过程管理的关系

15.2 项目管理过程及其阶段划分

现代项目管理理论认为，任何项目都是由一系列的项目阶段所构成的一个完整过程（或称全过程），而各个项目阶段又是一系列具体活动所构成的具体工作过程。

此处所谓的过程，是指能够生成具体结果（或称可度量结果）的一系列活动的组合。一个项目的过程又分成两种类型：

(1) 项目的实现过程。指人们为创造项目的产出物而开展的各种业务活动所构成的整个过程(一般也将此简称为项目过程)。

(2) 项目的管理过程。指在项目实现过程中，人们开展项目的计划、决策、组织、协调、沟通、激励和控制等方面活动所构成的过程。

在大多数情况下，不同项目的实现过程需要有不同的项目管理过程。在一个项目的过程中，项目管理过程和项目实现过程从时间上是相互交叉和重叠的，从作用上是相互制约和相互影响的。

15.2.1 项目管理过程概述

项目管理就是将知识、技能、工具和技术应用于项目活动之中，以满足项目的要求。它是通过利用项目管理知识、技能、工具和技术的过程来实现的，凭借这些过程创造出成果。

为了使项目取得成功，项目团队必须：

- (1) 在项目管理过程中选用实现项目目标所必需的合适过程;
 - (2) 利用某种事先确定的途径来适应产品要求说明书和计划,使其满足项目和产品的要求;
 - (3) 遵守要求说明书中的规定,满足利害关系者的需要、愿望和期望;
 - (4) 权衡对范围、时间、费用、质量、资源和风险互相冲突的要求,以提交高质量的成果。

过程就是一组为了完成一系列事先指定的产品、成果或服务而需执行的相互联系的行动和活动。

这些过程普遍适用于世界各地的各行各业。但是，这并不是说，这些项目管理过程在任何时候都一成不变地应用于所有的项目。事实上，项目经理任何时候都应与其项目团队一起共同负责，应认真地考虑如何对待每一个过程及其依据和成果，一起共同确定哪些过程适合于具体给定的项目，以及各个过程适合于该项目的严格程度。

项目管理过程由项目团队实施，一般属于以下两大类之一：

(1) 在大多数情况下，大多数项目都有共同的项目管理过程，它们通过有目的的实施而互相联系起来。其目的就是启动、计划、执行、控制和收尾一个项目。这些过程互相影响，关系很复杂，使用一份文件或图形难以完全解释清楚。这些过程还在项目范围、费用、进度等方面互相作用，互相影响。我们称这些为知识领域。

(2) 面向产品的过程规定与制作项目的产品。面向产品的过程一般都由项目生命周期规定，并因应用领域而异。

项目管理过程和创造产品的过程，从项目开始到其结束始终彼此重叠与交互作用。例如，如果对如何制作规定的产品缺乏基本的理解，就无法确定项目的范围。

项目管理具有综合性。项目管理的综合性要求每一个项目和产品过程同其他过程恰当地配合与联系起来，只有这样才便于协调。过程之间的这些相互影响和作用经常要求对各种项目要求和目标进行权衡。大而复杂的项目可能要求某些过程反复多次才能确定和满足利害关系者的要求，并就这些过程的结果达成一致意见。在一个过程未采取成功的行动时，通常会对这一过程和其他有关的过程产生不利影响。例如，项目范围的改变几乎总会影响项目的费用，但并不一定会影响项目团队的士气或者产品的质量。具体的实施效果因项目和组织而异。成功的项目管理包括积极地管理这些相互影响和相互作用的要求，以使其成功地满足赞助者、顾客和其他利害关系者的要求。

15.2.2 项目管理知识领域

项目有自己的生命周期，分为若干个阶段。每个阶段又可分为若干个子阶段（或称做过程），这些过程既有区分又密切联系，互为前提和结果。

中国项目管理研究会将项目管理的内容——项目管理知识体系概括为 2 个层次、4 个阶段、5 个过程、9 大知识领域、42 个要素及多个主体，如表 15-1 所示。

表 15-1 项目管理的基本内容（C-PMBOK）

项目层次	企业层次			项目层次	
项目主体	业主		承包商	监理	
项目阶段	概念阶段		开发阶段	实施阶段	
基本过程	启动过程	计划过程	执行过程	控制过程	结束过程
知识领域	综合管理	范围管理	时间管理	成本管理	质量管理
	人力资源管理	风险管理	沟通管理	采购管理	

15.2.3 项目管理过程及其阶段或活动

项目管理过程（Project Management Process）有五个基本的管理过程——启动、计划、执行、控制和收尾，如图 15-5 所示。

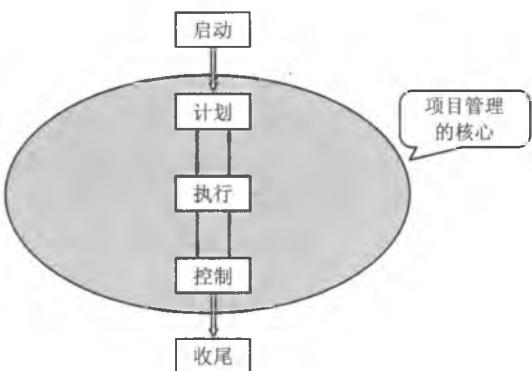


图 15-5 项目管理的五个阶段

在各种具体应用领域中，绝大多数项目都有着相同的项目管理具体过程和相同的项目管理过程组。

项目的实现过程是由一系列的项目阶段或项目工作过程构成的，任何项目都可以划分为多个不同的项目阶段或项目工作过程。同样，对于一个项目的全过程所开展的管理工作也是一个独立的过程，这种项目管理过程也可以进一步划分成不同的阶段或活动。

(1) 启动过程。在一个项目管理过程循环中，首要的管理具体过程（或阶段/活动）是一个项目或项目阶段的启动过程。它所包含的管理活动内容有：定义一个项目或项目阶段的工作与活动，决策一个项目或项目阶段启动与否，或决策是否将一个项目或项目阶段继续进行下去等工作，这是由一系列项目决策性工作所构成的项目管理具体过程（或阶段/活动）。

(2) 计划过程。一个项目管理过程循环中的第二种具体管理（或阶段/活动）是项目或项目阶段的计划过程，它包含的管理活动内容有：拟订、编制和修订一个项目或项目阶段的工作目标、任务、工作计划方案、资源供应计划、成本预算、计划应急措施等工作。这是由一系列项目计划性工作所构成的项目管理具体过程（或阶段/活动）。

(3) 执行过程。一个项目管理过程循环中的第三种管理具体过程（或阶段/活动）是项目或项目阶段的执行过程，它所包含的管理活动内容有：组织和协调人力资源及其他资源，组织和协调各项任务与工作，激励项目团队完成既定的工作计划，生产项目产出物等工作。这是由一系列项目组织管理性的工作所构成的项目管理具体过程（或阶段/活动）。

(4) 控制过程。一个项目管理过程循环中的第四种管理具体过程（或阶段/活动）

是项目或项目阶段的控制过程，它所包含的管理活动内容有：制订标准、监督和测量项目工作的实际情况、分析差异和问题、采取纠偏措施等工作。这是由一系列项目管理控制性的工作所构成的项目管理具体过程（或阶段/活动）。

（5）收尾过程。一个项目管理过程循环中的第五种管理具体过程（或阶段/活动）是项目或项目阶段的收尾过程，它所包含的管理活动内容有：制订一个项目或项目阶段的移交与接收条件，并完成项目或项目阶段成果的移交，从而使项目顺利结束。这是由一系列项目文档化和移交性、验收性的工作所构成的项目管理具体过程（或阶段/活动）。

图 15-6 所示为项目管理过程中一个阶段中程序块的连接。

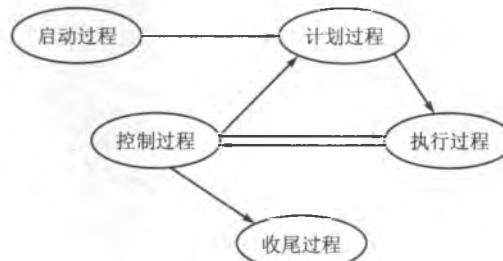


图 15-6 项目管理过程中一个阶段中程序块的连接

项目管理是一项系统整合的工作。在某个时候，某知识领域所做的决定和行动常常会影响到其他方面。处理这种影响，经常不得不权衡项目管理的三项约束——范围、时间和成本。项目经理还要在其他知识领域进行权衡，比如，在风险和人力资源之间进行权衡。可见，可以把项目管理视为一系列相互联系的过程。

15.2.4 项目管理过程组

项目管理过程组（Project Management Process Group）是指从启动到计划、执行、控制和收尾的一系列活动。

项目的每个过程组又涉及一系列项目管理若干方面的事务和项目管理知识领域。对这些不同方面事务的处理就是基本过程的子过程，各个基本过程的子过程通常不同。子过程和过程一样，要遵循一定的顺序，有时会互相搭接、反复和循环，它们相互关联，密切配合，成为项目整体中一个一个的环节。

1. 项目管理的五个过程组

（1）启动过程（Initiating Process）组。包括开始或结束项目和项目阶段的有关活动。在定义阶段，启动一个项目必须完成如下任务：

- ① 必须有人负责定义项目的商业需求；
- ② 必须有人为项目提供资助；
- ③ 必须有人承担项目经理的角色。

项目的每一个阶段都会有启动过程。例如，在项目生命周期的每一个阶段，为了判断项目工作是否值得继续下去，项目经理和项目团队成员都必须重新考察项目的商业需求。甚至结束项目也需要启动过程。在结束项目的过程中，项目团队对有关的经验教训进行归档，全部的项目资源得到重新配置。

(2) 计划过程 (Planning Process) 组。包括编制与保持一个可行的计划，以便实现项目所要满足的业务需求。

编制项目计划可以确定某时间点上项目相关的各知识领域。例如，必须编制详细的计划，以明确项目的范围、项目的进度，明确各项活动的实施时间、人员、成本，以及需要采购的资源等。为了应对项目条件的变化和组织环境的变更，项目生命周期中的每个阶段都常常会对项目计划加以调整。

(3) 执行过程 (Executing Process) 组。包括协调人员和其他资源，以便实施项目计划并生产出项目或项目阶段的产品或可交付成果。

执行过程的例子有：组建一个项目团队，进行有关领导工作，确保项目质量，发布有关信息，采购必需的资源，交付实际工作成果等。

(4) 控制过程 (Controlling Process) 组。就是确保项目目标的实现。一般的控制过程包括执行绩效和状态评审。如果有必要进行某些变更，必须有人负责对这些变更进行识别、分析和监控。

项目经理和项目成员要对照计划对项目进度进行监督和测评，并在必要的时候采取纠正行动。

(5) 收尾过程 (Closing Process) 组。主要指进行正式的项目或项目阶段验收工作，使其有序地结束。

这里会涉及许多管理活动，例如，项目文件的存档，工作的总结，以及作为项目或项目阶段所设定任务的正式验收工作等。

2. 过程组的特征

这五个项目过程组中的每一个过程都是以完成一定的任务为特征的。

(1) 启动过程。在一个新项目启动过程中，企业要确认新项目的存在。通常，这种确认要在完成利益相关者分析、所需文件的准备及项目可行性分析的基础上才能完成。这些报告概括描述项目潜在的支持者和反对者、项目定义、项目要求的最高目标、范围、可交付成果、截止日期，以及所需的资源等。在项目开始阶段，启动过程的主要成果就是形成一个项目章程和选择一位项目经理。

(2) 计划过程。计划过程的主要成果包括完成工作分解结构、项目进度计划，以及项目预算。计划对IT项目来说特别重要。那些有与新技术有关的大型IT项目经验的人都知道这样一句行话：“计划时花的1美元抵得上系统实施后花的100美元。”为什么计划在IT项目中这么关键呢？因为一旦系统已经实施，要想再对系统进行改变，所需的投入可就大多了。

(3) 执行过程。执行过程是指采取必要的行动，以保证计划期间所制订的工作任

务能够完成。该过程的成果就是交付实际的项目工作。例如，某个 IT 项目要求提供新的软硬件和培训，实施过程就得包括组织项目团队和其他有关人员购买硬件，进行软件的开发和测试，并安排参与培训等。这个过程组会与其他各过程组有交叉，并在实施中要用到最多的资源。

(4) 控制过程。控制过程就是按照项目目标，对项目进度进行评测，监控其与计划的偏离程度，并采取纠正措施使项目进展符合计划要求。控制过程的理想结果就是，在要求的时间、成本和质量限制范围内提交双方同意的项目范围，从而成功地完成项目。如果需要对项目目标或项目计划进行变更，变更过程应确保这些变更以有效的方式满足利益相关者的需求和期望。因为变更随时可能发生，所以控制过程同所有其他的过程组是重叠的。

(5) 收尾过程。在收尾过程中，项目团队要致力于最终产品的验收，并使得项目或项目阶段有一个有序的结束。该过程的主要成果包括项目工作的正式验收，以及项目审计和项目经验总结报告等一些总结性文件。

对于项目管理各个过程，彼此之间要保持清楚的界限。但是在实践中，它们会以某种方式相互交叉及重叠。大多数经验丰富的实际项目管理人员都认识到，管理项目的方法不止一种。项目的细节被定义为必须实现的若干目标，这些目标能够实现与否取决于项目的复杂程度、风险、大小、时间限制、项目团队的经验、资源的有无和多寡、历史信息的数量、各个组织对项目管理的熟练程度、行业和应用领域等。

必要的过程组及其子过程可用做项目期间应用项目管理知识和技能的指导。此外，对于一个项目，项目管理各过程要反复多次使用，许多过程会在项目绩效期间进行多次重复和修改。项目经理及其项目团队应负责确定过程组中哪些子过程将用于该项目，由何人使用，以及为了达到项目原定目的执行这些过程时应当遵守的严格程度。

同项目管理各过程相互关系有关的基本概念之一就是“计划-执行-检查-行动”循环，如图 15-7 所示。该循环各环节以结果相连，该循环一部分的结果变成了另一部分的依据。

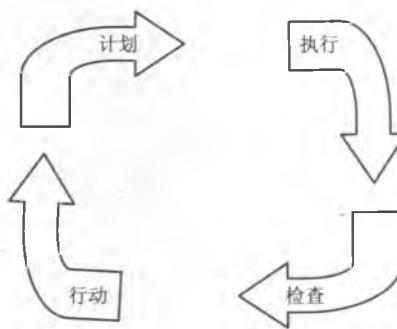


图 15-7 “计划-执行-检查-行动”循环

过程组的综合性比“计划-执行-检查-行动”循环更加复杂，如图 15-8 所示。但是，图 15-8 中经过扩展的循环可以用于过程组内及其之间的相互关系中。计划过程组与“计划-执行-检查-行动”循环中的“计划”对应；执行过程组与“计划-执行-检查-行动”

循环中的“执行”对应；而控制过程组与“计划-执行-检查-行动”循环中的“检查”和“行动”对应。此外，因为一个项目的管理是一种有限的努力，所以启动过程组是这些循环的开始，而收尾过程组是其结束。项目管理的综合性要求控制过程组与其他过程组的所有方面相配合。

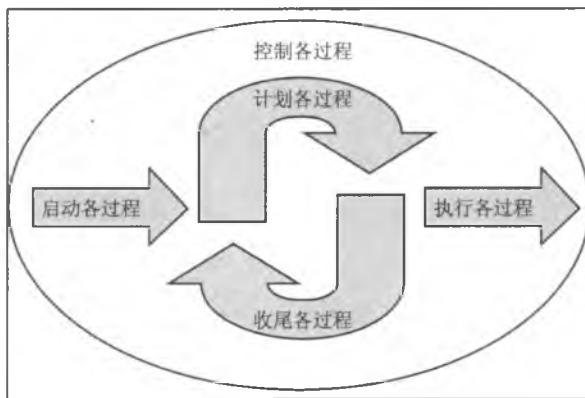


图 15-8 项目管理过程组与“计划-执行-检查-行动”循环的对应关系

本教程将从组成项目的各个过程，它们之间的相互作用与影响，以及它们的用途出发，详细介绍项目管理各过程。

需要特别注意的是，过程组不是项目阶段。

1. 启动过程组

启动过程组内共包括 2 个管理过程：制订项目章程；制订项目初步范围说明书。

启动过程组由一组有助于正式授权开始一个新项目或一个项目阶段的过程组成。各启动过程一般是由超出项目控制范围之外的组织、计划或综合行动过程来完成的（见图 15-9）。

在启动过程中，应进一步细化最初对项目范围和组织愿意投入的资源所做的说明。如果尚未任命项目经理，就应该选择一位。最初的假设与制约因素也要拟成文件。这些信息反映在项目章程中，一旦项目章程获得批准，项目也就得到了正式授权。

许多大型或者复杂的项目可以划分为若干阶段，这也属于启动过程的一部分。在每一阶段开始时对启动过程进行审查，有助于让项目始终将注意力集中在它本来应当解决的业务需求上。此时要核对进入下一阶段的要求标准，包括是否有必需的资源等。然后，决定该项目是否已经做好了继续下去的准备，或者是否应推迟或中断项目。随后在各项目阶段要进一步审核和细化本阶段的项目范围。以后的各阶段重复启动过程，应能够在经营需要已经消失或认为项目已经无法满足这一经营需要时，将项目停下来。

启动过程组（如图 15-10 所示），是开始一个项目或项目阶段，该过程组的成果确定了项目的用途，明确了目标，并授权项目经理开始实施这一项目。

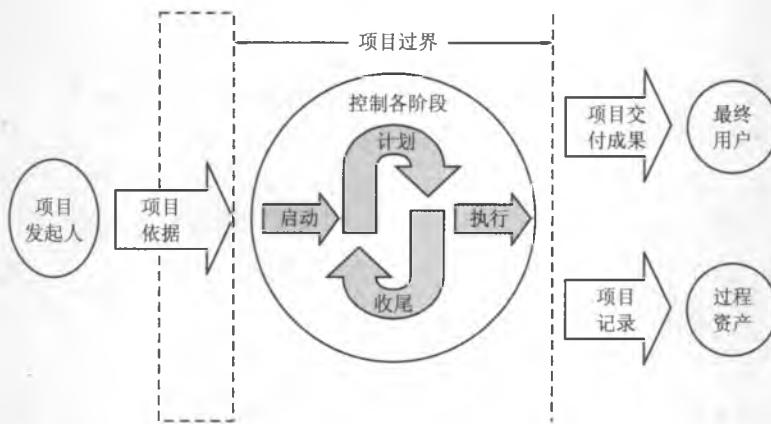


图 15-9 项目边界

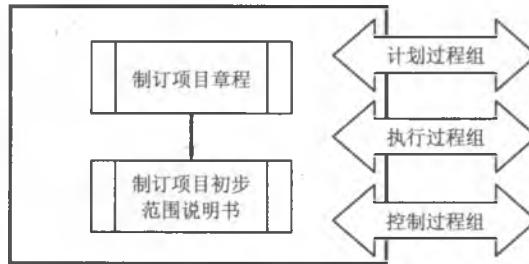


图 15-10 启动过程组

启动过程组包括如下项目管理过程：

(1) 制订项目章程。这一过程的基本内容是核准项目或多阶段项目的阶段。它是记载经营需要，预定要满足这些要求的新产品、服务或其他成果的必要过程。颁发这一章程将项目与组织的日常业务联系起来并使该项目获得批准。项目章程是由在项目团队之外的组织、计划或综合行动管理机构颁发并授权核准的。在多阶段项目中，这一过程的用途是确认或细化在以前制订项目章程过程中所做的各个决定。

(2) 制订项目初步范围说明书。这是利用项目章程与启动过程组其他依据，为项目提出初步粗略高层定义的必要过程。这一过程处理和记载对项目与可交付成果提出的要求、产品要求、项目的边界、验收方法，以及高层范围控制。在多阶段项目中，这一过程确认或细化每一阶段的项目范围。

2. 计划过程组

计划过程组共包括 21 个管理过程，它们分别是：制订项目管理计划、范围规划、范围定义、制作工作分解结构、活动定义、活动排序、活动资源估算、活动持续时间估算、进度表制订、费用估算、费用预算、质量规划、人力资源规划、沟通规划、风险管理规划、风险识别、定性风险分析、定量风险分析、风险应对规划、采购规划、发包规划。计划过程组内的管理过程非常多，计划过程组对项目管理也非常重要，在这个过程

组中，将对项目进行全面规划。

项目管理团队是利用规划过程组、子过程及其相互关系来为组织规划和管理成功的项目。规划过程组有助于从完整和把握程度不一的多种来源中收集信息。项目管理计划是经过各规划子过程制订出来的。这些过程还要识别、明确和完善项目范围和费用，安排项目范围内各活动的时间。在发现新的项目信息时，就识别或解决新发现的依赖关系、要求、风险、机会、假设和制约因素。项目管理的多维性要求不断地重复反馈，以使分析工作量不断增加。随着收集和了解到的项目信息或特征的增加，就可能要采取后续行动。项目生命期间如发生影响较大的变更，就必须重新认识一个或多个规划过程，甚至各启动过程。

反复多次使用各个规划过程的频率也受到影响。例如，项目管理计划是规划过程组的成果之一，其重点是研究范围、技术、风险和费用的所有方面。在项目执行期间因批准变更而发生的更新，就有可能显著影响项目管理计划的多个部分。项目管理计划更新在满足确定的项目范围整体要求方面提高了进度、费用和资源要求的精确程度。更新可能局限于与具体阶段执行相联系的活动和问题。使项目管理计划逐步详细和深入的方法常常叫做“滚动式规划”，表明规划是重复多次的连续过程，如图15-11所示。

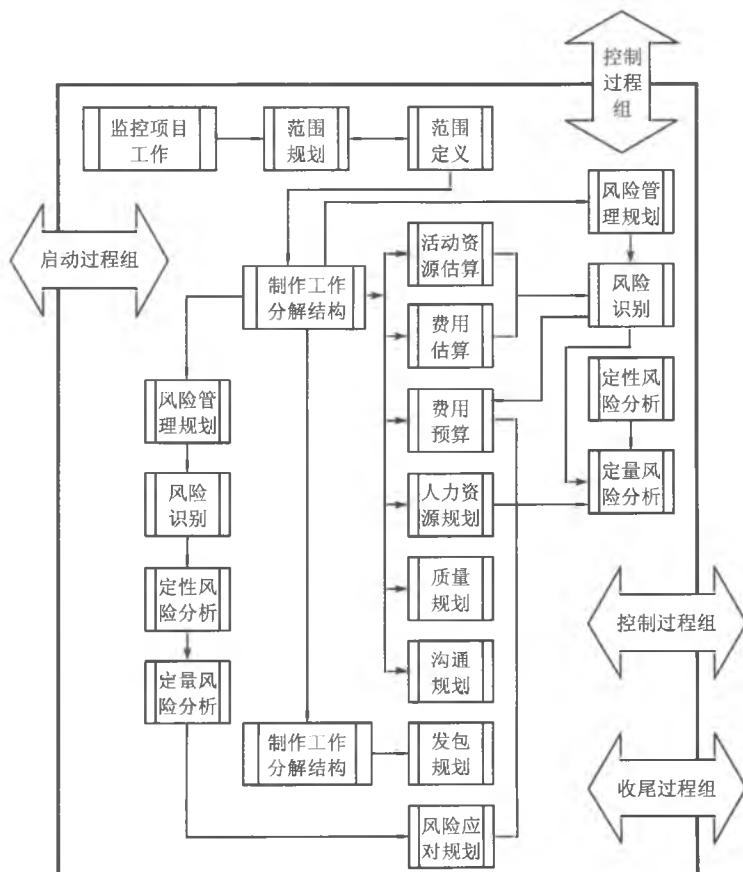


图 15-11 计划过程组

在项目规划过程中，项目团队应当根据对项目和项目结果的影响大小，邀请所有有关的利害关系者参与。因为项目利害关系者具备制订项目管理计划及其任何部分计划中所需的知识和技能，所以项目团队应当加以利用。项目团队必须创造便于项目利害关系者做出贡献的环境。

由于反馈与细化过程不能无止境地拖延下去，因此应按组织确定的程序查明应当结束规划过程的时机。这类程序受项目性质、既定的项目边界、适当的监控活动，以及项目所处的环境影响。

规划过程组内各过程之间的其他关系取决于项目的性质。例如，某些项目只有在规划的大部分完成之后才能识别出风险。这时候，项目团队可能才意识到费用和进度目标过于乐观，由此会带来比以前的想象大得多的风险。反复规划过程的结果应当做项目管理计划的更新而记录下来。

规划过程组通过多个过程加快项目的规划。下面的清单列出项目团队在规划过程中应考虑的各个过程，以便决定是否需要并在需要时决定应由何人完成这些过程。

规划过程组包括如下项目管理过程：

(1) 制订项目管理计划。这是确定、编制部分计划并将其综合和协调为项目管理计划所必需的过程。项目管理计划是有关项目如何规划、执行、监控及结束的基本信息来源。

(2) 范围规划。这是制订项目范围管理计划，确定、核实和控制项目范围，以及建立和制作工作分解结构所必需的过程。

(3) 范围定义。这是制订详细的项目范围管理计划，为将来的项目决策奠定基础所必需的过程。

(4) 制作工作分解结构。这是将项目主要可交付成果和项目工作分解为较小的和更易于管理的组成部分所必需的过程。

(5) 活动定义。这是识别为了提交各种各样的项目可交付成果而需要的具体活动所必需的过程。

(6) 活动排序。这是识别与记载各计划活动之间的逻辑关系所必需的过程。

(7) 活动资源估算。这是估算各计划活动需要的资源类型与数量所必需的过程。

(8) 活动持续时间估算。这是估算完成各计划活动需要的单位工作时间所必需的过程。

(9) 进度表制订。这是分析活动顺序、持续时间、资源要求，以及进度制约因素和项目进度表所必需的过程。

(10) 费用估算。这是为取得完成项目活动所需各种资源的费用近似值所必需的过程。

(11) 费用预算。这是汇总各单个活动或工作细目的估算费用和制订费用基准所必需的过程。

(12) 质量规划。这是识别哪些质量标准与本项目有关，并确定如何达到这些标准要求所必需的过程。

(13) 人力资源规划。这是识别项目角色、责任、报告关系并将其形成文件，以及制订人员配备管理计划所必需的过程。

- (14) **沟通规划**。这是确定项目利害关系者的信息与沟通需要所必需的过程。
- (15) **风险管理规划**。这是决定如何对待、规划和执行项目风险管理活动所必需的过程。
- (16) **风险识别**。这是确定哪些风险可能影响到本项目并将其特征形成文件所必需的过程。
- (17) **定性风险分析**。这是为以后进一步分析或采取行动而估计风险发生概率大小与后果并将两者结合起来，进而确定风险重要性大小所必需的过程。
- (18) **定量风险分析**。这是对已经识别的风险对项目总体目标的影响进行数值分析所必需的过程。
- (19) **风险应对规划**。这是为实现项目目标而增加机会和减少威胁制订可供选择的行动方案而必需的过程。
- (20) **采购规划**。这是为确定采购和征购资料，以及何时与如何采购和征购所必需的过程。
- (21) **发包规划**。这是为归档产品、服务、成果要求和识别潜在卖方所必需的过程。

3. 执行过程组

执行过程组共包括 7 个管理过程，它们分别是：指导与管理项目执行、实施质量保证、项目团队组建、项目团队建设、信息发布、询价、卖方选择。执行过程组中虽然管理过程不多，但执行过程组是项目中耗时最长、消耗资源最多、预算消耗最多的过 程组。项目预算的绝大部分都耗费在执行过程组的各个过程之中。项目的产品也在这一过程组中产生，同时，执行过程组也是项目经理和项目团队投入时间和精力最多的过 程组。

执行过程组由完成项目管理计划中确定的工作和满足项目要求的各个子过程组成。项目团队应当确定具体的项目中需要其中的哪些子过程。这一过程组不但用于按照项目管理计划统一并实施项目活动，而且还协调人与资源。该过程组还处理项目范围说明书 中明确的范围，实施经过批准的变更，如图 15-12 所示。

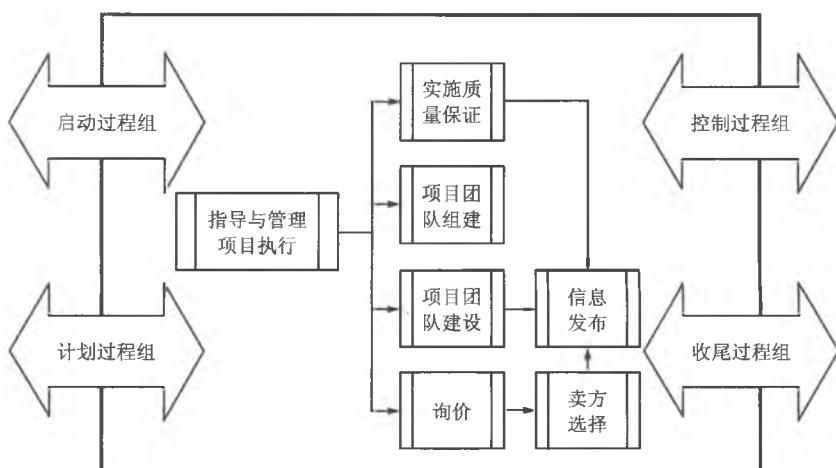


图 15-12 执行过程组

执行过程组包括如下项目管理过程。

(1) 指导与管理项目执行。这是为指导存在于项目中的各种各样的技术和组织界面，执行项目管理计划中确定的工作所必需的过程。当过程按照项目管理计划实施后有了成果时，可交付成果也就产生了。将有关可交付成果完成状况与已经完成了哪些工作的信息收集起来，属于项目执行的一部分，是绩效报告过程的依据。

(2) 实施质量保证。这是为按照计划开展系统的质量活动，确保项目使用所有必要的过程以便满足要求而必须进行的过程。

(3) 项目团队组建。这是为取得完成项目所需要的人力资源而必须进行的过程。

(4) 项目团队建设。这是为改善团队成员胜任能力和彼此之间的配合，提高项目业绩而必须进行的过程。

(5) 信息发布。这是为向项目利害关系者及时提供信息而必须进行的过程。

(6) 询价。这是为取得信息、报价、投标书、要约或建议书而必须进行的过程。

(7) 卖方选择。审查报价书，在潜在的卖方间进行选择，并与卖方谈判书面合同而必须进行的过程。

4. 控制过程组

控制过程组共包括 12 个管理过程，它们分别是：监控项目工作、整体变更控制、范围核实、范围控制、进度控制、费用控制、实施质量控制、项目团队管理、绩效报告、利害关系者管理、风险监控、合同管理，如图 15-13 所示。控制过程组定期检查项目的绩效与计划之间的偏差，将这些偏差反馈到执行过程和计划过程之中，然后采用纠偏措施进行调整，最终实现项目目标。

控制过程组由观察项目的人执行，以便及时识别出潜在的问题，并在必要时采取纠正措施，以控制项目的各个过程组。这个过程组观察并定期测量项目的绩效，以便识别项目管理计划在执行中的偏差。控制过程组还包括控制变更，并在可能发现问题之前预先建议预防措施。

控制过程组包括的过程有：

(1) 对照项目管理计划和项目实施基准来监视正在进行的项目活动。

(2) 对妨碍整体变更控制的因素施加影响，以做到仅实施经过批准的变更。

这种连续的监视使项目团队得以洞察整个项目的健康状况，并将需要多加注意的各个方面突显出来。控制过程组不仅监控过程组内做的工作，而且还监控整个项目的努力程度。在多阶段项目中，控制过程组还为实施纠正或预防措施，以使项目保持项目管理计划要求的状态而在项目阶段之间提供反馈。当偏差损害了项目的目标时，就将其视为修改的“计划-实施-检查-行动”循环的一个环节，重新审视计划过程组内的有关项目管理过程。审视的结果可能是项目管理计划的更新建议。图 15-13 表示本过程组内各过程之间至关重要的几个相互关系。

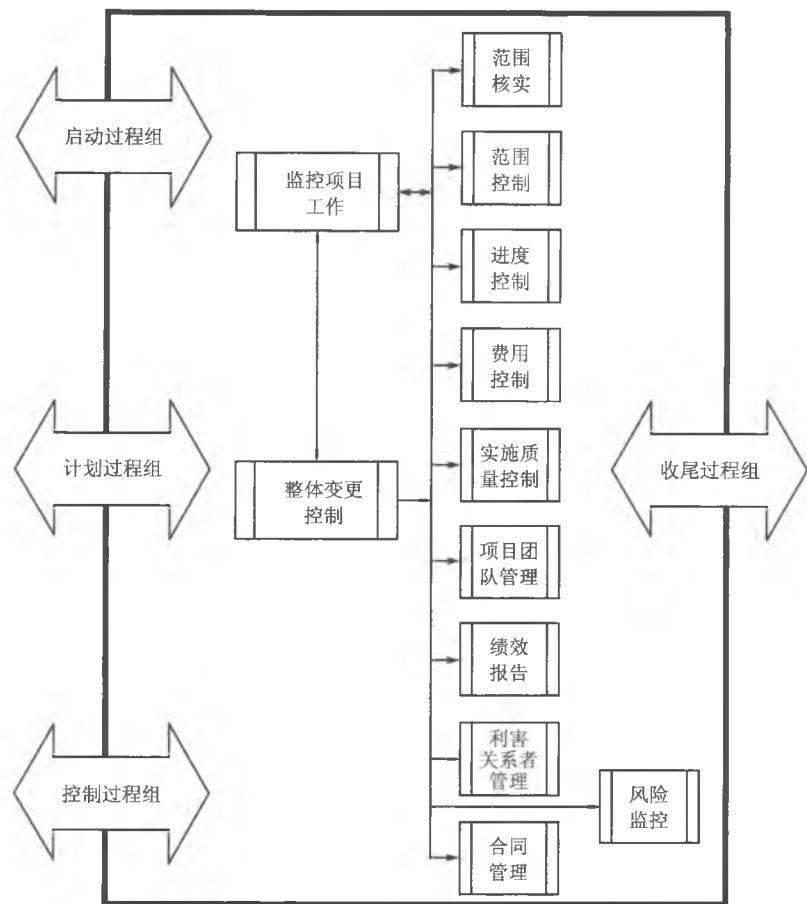


图 15-13 控制过程组

控制过程组包括如下项目管理过程：

(1) 监控项目工作。这是收集、测量、散发绩效信息，并评价测量结果和估计趋势以改进过程而需要进行的过程。该过程包括确保尽早识别风险，报告其状态并实施相应风险计划的风险监视。风险监视包括状况报告、绩效测量和预测。绩效报告提供了有关项目在范围、进度、费用、资源、质量与风险方面绩效的信息。

(2) 整体变更控制。这是控制造成变更的因素，确保变更带来有益结果，判断变更是否已经发生，在变更确已发生并得到批准时对其加以管理所需要的过程。该过程从项目启动直到项目结束贯穿始终。

(3) 范围核实。这是正式验收已经完成项目的可交付成果所需进行的过程。

(4) 范围控制。这是控制项目范围变更需要的过程。

(5) 进度控制。这是控制项目进度变更需要的过程。

(6) 费用控制。这是对造成偏差的因素施加影响，并控制项目预算所需的过程。

(7) 实施质量控制。这是监视具体的项目结果，判断是否符合有关质量标准并寻找方法消除实施结果未达标的原因所需的过程。

(8) **项目团队管理。**这是注视团队成员的表现，提供反馈，解决问题并协调变化，以便增强项目执行效果的必要过程。

(9) **绩效报告。**这是收集与分发绩效信息的必要过程，其中包括状态报告、绩效衡量与预测。

(10) **利害关系者管理。**这是管理与项目利害关系者之间的沟通，满足其要求并解决问题的必要过程。

(11) **风险监控。**这是在整个项目生命期内跟踪已经识别的风险，监视残余风险并识别新的风险，实施风险应对计划并评价其有效性的必需过程。

(12) **合同管理。**这是为管理合同及买卖双方之间的关系，审查并记载卖方履行合同的表现或履行的结果，并在必要时管理同项目外部买主之间合同关系所必需的过程。

5. 收尾过程组

收尾过程组包括2个管理过程，分别是项目收尾和合同收尾。

收尾过程组包括正式结束项目或项目阶段的所有活动，将完成的成果交与他人或结束已取消的项目的各个过程。这一过程组一旦完成，就证实了所有过程组中为结束某一项目或项目阶段而确定的各个必要过程均已完成，并正式表明该项目或项目阶段已经完成，如图15-14所示。

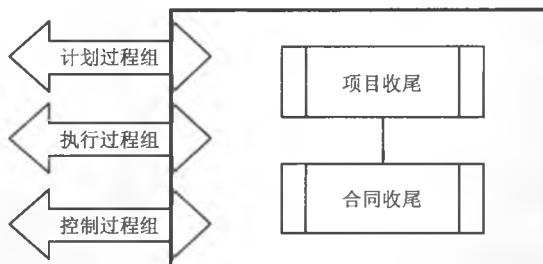


图15-14 收尾过程组

收尾过程组包括下列各项管理过程：

(1) **项目收尾。**这是为最终完成所有项目过程组的所有活动，正式结束项目或阶段所必需的过程。

(2) **合同收尾。**这是为完成与结算合同中的每一项所必需的过程，包括解决所有遗留问题，并结束每一项与本项目或项目阶段有关的合同。

15.2.5 项目管理过程组之间的相互关系和相互作用

由于一个项目的实现过程中的任何一个阶段，都需要开展上述项目管理过程循环中的各项管理活动，所以实际上项目实现过程和项目管理过程二者之间有如图15-15所示的基本关系。

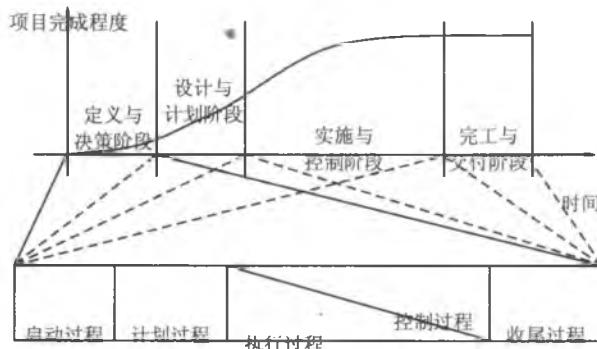


图 15-15 项目实现过程阶段与项目管理过程循环的关系图

由图 15-15 中可以看出，由于项目管理过程的各项活动在一个项目阶段中都会发生，所以项目管理过程的 5 个具体过程是在各个项目阶段中不断循环发生的，这也是为什么将它们的集合称为项目管理过程组循环的根本原因。

项目管理过程组之间是以它们所产生的成果相互联系的。一个过程的成果一般成为另一过程的依据或成为项目的可交付成果。规划过程组为执行过程组提供正式的项目管理计划和项目范围说明书，并随着项目的绩效经常更新该项目管理计划。此外，过程组极少是孤立的或只执行一次的事件，它们是在整个项目生命期内自始至终都以不同的程度互相重叠的活动。图 15-16 形象地说明了过程组如何互相联系和作用，也表示了在各个不同时间互相重叠的水平。若将项目划分为阶段，则过程组不但在阶段内，而且也可能跨越阶段相互影响和相互作用。

在过程组及其子过程之间，过程的成果互相联系，并影响其他过程组。例如，结束某一设计阶段就要求顾客验收设计文件。然后，设计文件就在执行过程组确定了产品说明书。当项目划分为阶段时，同样的过程组一般在项目生命周期的每一阶段都重复，并有效地推动项目完成。过程组及其相互之间的关系表示，如图 15-17 所示。

然而，正如并非所有的项目都需要所有的过程一样，过程间的所有相互作用也并非都在所有的项目或项目阶段中表现出来。

例如，依赖于独特资源的项目（如商业软件开发、生物制药）可以在确定范围之前确定角色与责任，因为能够做什么取决于谁可以承担这一工作。

由于过程的某些依据实际上是制约因素，因而事先就已经确定了。例如，高层管理人员规定完成日期，而不是由计划过程确定完成日期。强加的完成日期经常要求从规定的完成日期开始倒排进度表，并有可能增加项目的风险和费用，损害质量，甚至在极端的情况下要求大规模修改项目的范围。

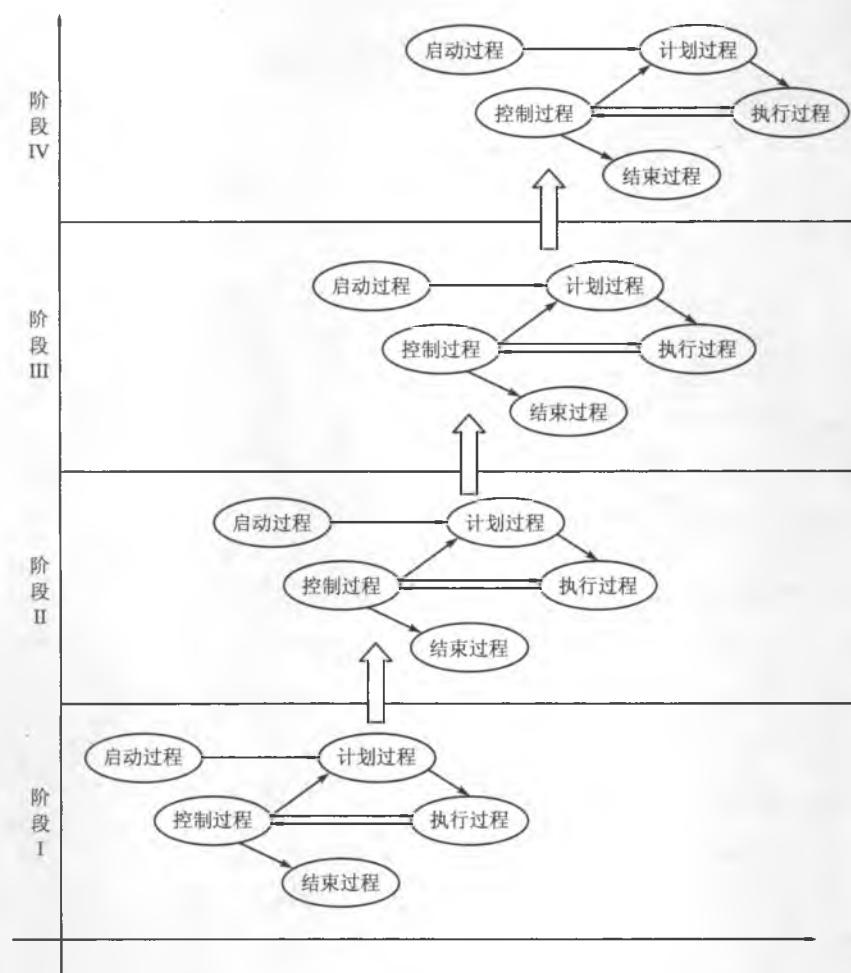


图 15-16 项目管理过程组之间的相互作用跨越项目阶段

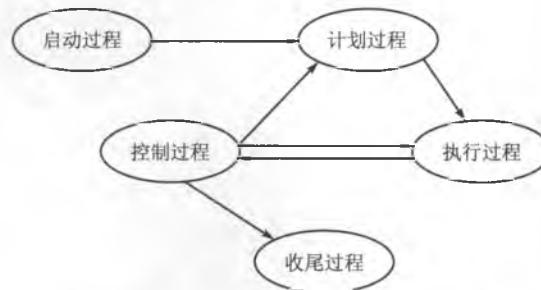


图 15-17 各项目管理过程之间的相互联系

图 15-18 描述了各个项目过程组，表明了在活动水平、时间框架与交叉程度各方面，各过程组之间的相互关系。

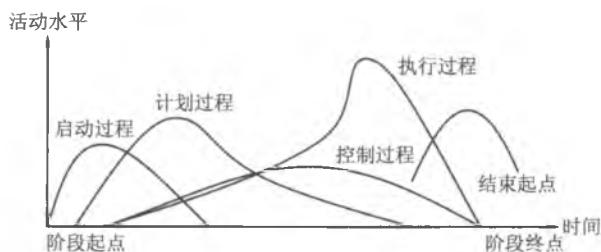


图 15-18 在一个项目周期内重叠的项目过程组

请注意，过程组并不是离散的、一次性的事件。它们以不同的程度存在于项目的各个阶段。根据具体项目的不同，每个项目过程组的活动水平和时间长度都会有所不同。一般情况下，实施过程消耗的资源和时间最多，其次是计划过程。启动过程和收尾过程通常最短，所需的资源和时间也最少。然而，由于每一个项目都具有一定的特殊性，因此例外也是有的。

一个项目管理过程循环中的五个具体管理过程之间具有特定的关系。

1. 项目的每个阶段都要经历以上五个基本管理过程

管理过程不是独立的一次性事件，它们是贯穿于项目的每个阶段，按一定顺序发生，工作强度有所变化，并互有重叠的活动。

2. 过程之间有相互的联系

项目生命周期的诸阶段也可以看做是大的管理过程，阶段之间和过程之间相互联系。启动过程接受上一个阶段交付的成果，经研究，确认下一阶段可以开始，并提出对下一阶段要求的说明；计划过程根据启动过程提出的要求，制订计划文件作为执行过程的依据；执行过程要定期编制执行进展报告，并指出执行结果与计划的偏差；控制过程根据执行报告制订控制措施，为重新计划过程提供依据。因此计划、执行、控制，这三个过程往往要周而复始循环多次，直到实现该阶段发起过程提出的要求，才能使结束过程顺利完成，为下一阶段准备好可交付的成果。由于这样一环扣一环的机制将各子过程和项目各阶段结合为整体，所以又叫整体化过程。

(1) **项目管理过程组之间首先是一种前后衔接、承前启后的关系。**项目管理过程以项目启动（明确项目需求和目标）为起点，依次经过计划过程（制订项目计划）、执行过程（组织资源执行项目计划）、控制过程（跟踪控制调整），最后以项目收尾（实现项目目标）为终点。各个过程组之间的联系方式为“前一个过程的结果或输出是后一个过程的依据或输入”。

(2) **项目管理过程组之间是一种信息收集、存储、处理和传递的关系。**在项目管理过程中，需要搜集、储存、处理很多信息或文件，同时，也需要传递很多信息或文件，这些信息或文件在项目管理过程组之间进行流动和传递。这种传递关系有时并不是单向的，而是双向的。如“计划过程”首先要为“执行过程”提供项目计划文件，然后随

着项目的进展，项目的“执行过程”反过来要为“计划过程”提供各种新的情况和更新资料。

(3) 项目的计划过程组、执行过程组和控制过程组之间形成一种闭环的关系。在项目的执行过程中，人们经常对项目前一阶段的执行情况进行度量，并将实际度量的结果与项目计划进行比较，从而找出它们之间的偏差。在发现偏差后，人们还要进一步分析产生偏差的原因，并进而根据偏差的幅度和产生的原因对计划进行调整和对过程进行控制。形成的这种闭环关系可以使项目的执行与项目计划保持一致，可以改进项目执行的绩效，保证项目目标的实现。

(4) 项目管理过程组之间是一种动态的关系。随着项目的不断进展，项目管理的具体内容将不断发生变化，项目管理过程组之间的关系也将不断发生变化。

(5) 项目管理过程组之间的相互作用和相互影响还会跨越不同的项目阶段。通常，一个项目阶段收尾过程的输出就是下一个项目阶段启动过程的输入。由于每个项目阶段也可以划分为启动过程、计划过程、执行过程、控制过程和收尾过程等五个管理过程，这样，项目管理过程组之间的相互作用和相互影响还会跨越不同的项目阶段。过程组之间的相互作用和相互影响方式为前一阶段的“收尾过程”，会对下一阶段的“启动过程”发生作用（提供依据）。在项目的每个阶段重复启动过程，有助于使项目集中在它的商业目标上。如果发现项目的商业目标已经不复存在，或者项目不能实现项目的需求，项目将被终止。

(6) 在项目管理过程组之间是一种交错运行、空间上存在并行的关系。项目管理过程组之间的界限并不明显，一个项目管理过程循环中各个管理具体过程之间的关系，在时间上并不完全是那种一个过程完成以后，另一个过程才能够开始的关系。一个管理过程循环中的各个管理具体过程在时间上会有不同程度的交叉和重叠。

(7) 在项目管理过程循环中，启动过程和收尾过程是两个非常关键的具体管理过程。在每个项目阶段的执行过程尚未开始之前，项目管理的启动过程首先开始，它的作用就是正确地做出一个项目阶段是否应该开始的决策。相反，项目管理过程循环中收尾过程的关键工作是做出一个项目阶段是否结束的决策。这种决策是在确认一个项目阶段的任务已经成功完成和项目阶段目标已经实现的基础上做出的。

3. 项目阶段和过程之间有相互的联系

前一个阶段结束过程的可交付成果(输出)将成为下一阶段启动过程的根据(输入)。两个过程之间的交接同样要有可交付成果，每个过程的可交付成果都应准确、完整，包括一切必要的信息。

管理过程必要时可以反复和循环，这是项目过程与阶段的一个主要区别。

如图 15-19 所示，项目设计阶段的收尾过程，可以输出一份项目产出物的设计方案和项目产出物的规定与要求，这些都是项目设计阶段的收尾过程的输出，而它们同时又是项目实施阶段启动过程所接受的输入。

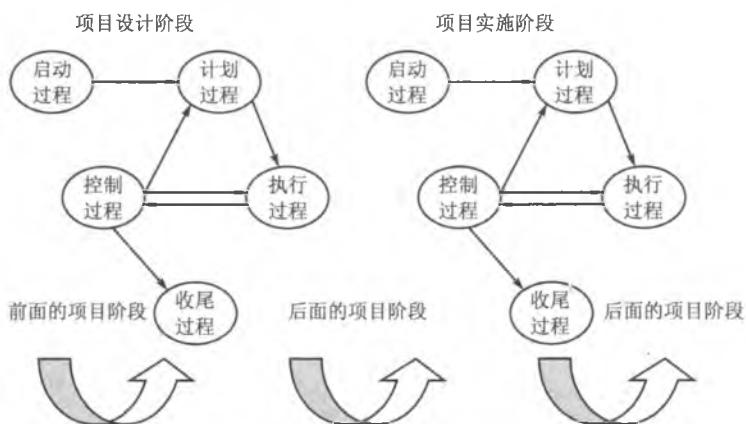


图 15-19 两个项目阶段之间的项目管理具体工作过程之间的相互作用

从图 15-19 中可以发现：

- (1) 每个项目都有一个明确的起点和终点。
- (2) 项目管理过程组之间在时间上有不同程度的交叉和重叠。
- (3) 项目的资源消耗最多发生在项目的执行阶段。
- (4) 控制过程贯穿整个项目始终。

4. 过程的可交付成果

两个过程的交接都应有可交付的成果，切不可草草收兵，匆匆过场。可交付成果可以是书面文件、图片资料、样品、实物等。

例如，项目启动阶段以项目创意过程开始，写出项目创意报告；当该创意报告得到有关方面的首肯后，就可以进入下一个过程，编制项目建议书；若该建议取得多方支持，就又可开始一个新的过程，执行建议书的建议，进行可行性研究。

可交付成果的重要性在于：

- (1) **项目是一次性、渐进的动态过程，是一个整体。**后面的管理过程都是前面过程的延续，对前面过程的不正确记载、说明和评价，都会在后面过程造成差错。
- (2) **由于项目组织和人员的临时性，人员往往有变动。**由于后面介入的人员只能依靠前面过程的可交付成果开展工作。因此，要求每个过程的可交付成果都应完整，包括一切必要的信息。

5. 子过程

每个基本过程均会涉及项目管理若干方面的事务。对这些不同方面事务的处理就是基本过程的子过程。前面子过程是后面子过程的依据；后面子过程又根据前面子过程的成果，通过某种操作（使用各种技术、工具、手段和相关的资源），创造出新的成果。

各个基本过程的子过程通常不同。

多数项目的子过程有许多共同的内容，但一些特殊的项目往往要求增加或减少某些

子过程。子过程和过程一样，要遵循一定的顺序，有时会互相搭接、反复和循环，它们相互关联，密切配合，成为项目整体中一个一个的环节。

例如，启动过程可以有发起子过程、审批子过程；计划过程可以有范围规划、项目分解、进度计划、资源计划、费用估算、费用计划、质量规划、组织规划、沟通规划、采购规划等各种子过程；执行过程可以有计划执行、信息分发、采购等多个子过程；控制过程可以有进度控制、费用控制、质量控制、变更控制、进展报告、合同管理等子过程；结束过程可以有范围核实、行政扫尾、合同结尾等子过程。

15.2.6 项目管理过程组内部过程之间的相互关系和相互作用

项目的管理过程分为五个过程组，每个过程组内部又包括许多过程。不仅项目的过 程组之间存在一定的相互关联和相互作用，同样，项目管理过程组内部过程之间也存在一定的相互关联和相互作用。这种相互关联和相互作用的方式为“前一个过程的结果或输出是后一个过程依据或输入”。图 15-20 综合体现了项目管理过程组之间及每个过程组内部过程之间的相互关系。



图 15-20 项目管理过程组及相关过程之间的相互关系概览

清晰了解项目管理过程组之间及每个过程组内部管理过程之间的相互关联和相互作用，对我们理解项目管理知识体系有着重要的意义。

15.2.7 项目管理过程图解

表 17-2 展示了 44 个项目管理过程同启动、计划、执行、控制和收尾 5 个项目管理过程组及 9 个项目管理知识领域的关系。

每一个必要的项目管理过程都与大部分活动所在的过程组对应起来。例如，当某个通常属于计划过程组的过程在执行期间重新使用或更新之后，修改过程仍然是在计划过程中进行的同一过程，而不是另外的新过程。

表 17-2 项目过程组、项目活动和项目知识领域之间的关系

知识领域	项目过程组				
	启动过程	计划过程	实施过程	控制过程	收尾过程
项目综合管理		项目计划编制	项目计划实施	整体变更控制	
范围管理	启动	项目范围计划	范围审核	范围变更控制	
		项目范围定义			
时间管理		活动定义		进度控制	
		活动排序			
		活动历时估算			
		进度计划编制			
费用管理		资源计划		成本控制	
		成本估算			
		成本预算			
质量管理		质量计划	质量保证	质量控制	
人力资源管理		组织计划	团队开发		
		人员招募			
沟通管理		沟通计划	信息发布	绩效报告	管理收尾
风险管理		风险管理计划		风险监测控制	
		风险识别			
		风险程度估计			
		风险定量估计			
		风险应对措施开发			
采购管理		采购计划	询价		合同收尾
		采购询价计划	供方选择		
			合同管理		

15.3 项目管理具体过程的描述

在一个项目管理过程循环中，由于各个管理具体过程之间是通过输出和输入而相

互关联的，所以通过研究一个项目管理具体过程的输入和输出的关系，以及在将输入转换为输出的过程中所需要使用的方法和工具，就可以更好地描述项目管理过程、项目管理过程循环和项目各个管理具体过程。

15.3.1 项目管理具体过程的描述方法

对一个项目管理具体过程的描述涉及四个方面的要素，即输入、输出、活动、工具和方法。这些要素的内容如下：

(1) 输入。这是一个项目管理具体过程从另一个项目管理具体过程所获得的各种给定的文件、信息和数据。它们是由另一个项目管理具体过程所生成的输出。一个项目管理具体过程的输入是一个项目阶段开展项目业务活动和管理工作的依据。

例如，一个计划过程所获得的输入是启动过程的输出，即是否启动一个项目阶段的决策信息与文件；而一个执行过程所获得的输入就是计划过程的输出，这既包括各种计划文件与信息，又包括相关的技术、组织和资源等方面文件与信息。

(2) 活动。这是指在一个项目管理具体过程中，将本过程所获输入转变成输出所需开展的工作和活动。不同的项目管理具体过程会有不同的输入和将不同的输入转变成为输出的具体活动，这些活动构成了一个项目管理具体过程的实质内容。在一个项目管理具体过程的全部活动中，有些活动是核心性的活动，有些活动是辅助性的活动。例如，在计划过程中编制项目或项目阶段计划是核心性的活动，其他的活动都属于辅助性的活动。

(3) 工具和方法。这是指在一个项目管理具体过程中将输入转换成输出的活动所使用的方法和工具。其中，工具是指转换过程所采用的具体技术手段，方法是指转换过程中所使用的程序和做法。

例如，控制过程中使用的各种控制图表就属于工具的范畴，而所采用的事前控制、事中控制和事后控制的程序和做法就属于方法的范畴。同样，在计划过程中使用的甘特图属于工具，但是所采用的关键路径法（CPM）则属于方法的范畴。

(4) 输出。这是由一个项目管理具体过程所产生的，以文件或信息的形式给出的项目管理具体过程的工作结果。例如，一个计划过程的输出就是各种计划文件和相应的信息与数据。一般而言，一个项目管理具体过程的输出或者是另一个项目管理具体过程的输入，或者是下一个项目阶段的输入。例如，一个计划过程的输出就是组织过程和控制过程的输入，而一个结束过程的输出就是下一个项目阶段启动过程的输入。

15.3.2 项目管理具体过程的描述

一个项目管理过程循环中包括：启动过程、计划过程、执行过程、控制过程和收尾过程。有关这些项目管理具体过程的具体描述如下。

1. 启动过程

启动过程是项目管理过程循环中具有首要性的管理具体过程，启动过程是一个项目或项目阶段的决策过程，这一过程的特性和要素如下。

(1) 输入。任何项目阶段启动过程的输入最重要的是有关决策支持的各种信息，这一过程的输入主要是前一个项目阶段的收尾过程的输出。

(2) 活动。这一过程中的活动主要是研究和制订是否启动一个项目或项目阶段有关管理方面的决策活动及其相关的其他活动。这一项目管理具体过程中，最主要的活动是运用外部环境与内部条件的分析和预测，以及确定性和不确定性决策等项目分析、预测和决策方面的工具和方法，做出一个项目阶段是否开始启动和实施的决策。例如，项目的设计阶段是否应该开始、一个项目的实施阶段是否应该开始之类的决策，以及由此生成的相关文件与信息。

(3) 工具和方法。这一项目管理具体过程所使用的主要工具和方法包括各种决策分析技术和方法，以及项目管理决策特定的工具和方法。例如，决策树、层次分析法、可行性分析方法、风险决策技术等。

(4) 输出。这一项目管理具体过程的输出是关于一个项目或项目阶段是否应该启动的决策及其相关文件和信息。

2. 计划过程

项目或项目阶段的计划过程是一个预测和筹划的过程，这一过程的具体要素如下。

(1) 输入。通常，计划过程最主要的输入是启动过程给出的输出，其次是控制过程和执行过程给出的各种信息反馈。计划过程所需输入的信息较多，既有决策性的文件或信息，也有有关项目目标、要求、技术规范、实施条件、成本费用、资源供应等方面的信息。

(2) 活动。计划过程也是一个非常重要的项目管理具体过程。计划过程中的活动主要是编制项目实施和控制所需的各种计划文件。其中最重要的活动包括：项目或项目阶段范围的计划与界定（计划、说明和描述一个项目或项目阶段的具体工作），项目或项目阶段工作时间的估算，项目工作所需资源的安排与成本估算，项目工期、质量、成本计划的确定，以及项目风险分析与应对措施制订等。

(3) 工具和方法。计划过程所使用的工具和方法很多，主要可以分为两大类。其一是常规性的计划技术和方法，其二是项目管理专用的计划工具和方法。项目专用的计划方法主要包括：项目工作分解结构（WBS）、关键路径法（CPM）、计划评审技术（PERT）、甘特图（Gantt）等项目工期计划工具与方法；项目工程量测量与计算、项目单位成本估算和统计分析等项目成本估算和计划的方法；项目的风险识别、风险分析、风险量化和模拟仿真等项目风险计划使用的技术与方法等。

(4) 输出。计划过程的输出就是上述计划过程所生成的计划文件及其支持细节信息，这包括项目或项目阶段的集成计划与各种项目专项计划，以及一些与这些计划相

关的支持细节信息和文件。

3. 执行过程

执行过程又被称为实施过程，它是组织各种资源开展项目实施作业的过程。这一过程的各方面描述如下。

(1) 输入。这一管理具体过程的输入主要有两个，一个是在计划过程中所制订的各种计划及其相关细节信息与文件，另一个是项目的技术和组织，以及管理文件。其中，这一过程需要输入的计划文件和信息主要有：项目或项目阶段的集成计划，项目工期、成本、质量、资源、沟通、风险管理等专项管理计划。

(2) 活动。执行过程的主体管理活动是组织和管理项目产出物的生成活动和工作。其中最为主要的工作内容包括：项目组织建设、项目计划任务的实施（完成项目计划的各项工作任务）、项目质量的保证、项目团队的建设、项目信息的沟通与传递、供应和采购组织管理工作、项目合同履约的组织管理等。这些工作有些是独立的，有些是依次或相互关联的。

(3) 工具和方法。执行过程所使用的工具和方法主要分为两大类，其一是项目所属专业领域的相关的专业方法与工具，其二是在项目实施的管理中专用的各种方法与工具。在项目实施中专用的工具和方法包括：项目团队的组织、项目绩效度量技术、劳动分工和组织管理技术等。

(4) 输出。执行过程的输出主要是项目实施过程中所产生的项目产出物和相关的各种组织管理方面的说明文件与反馈信息。其中，项目产出物和相关的项目组织管理文件将作为项目实施过程的输出传递给后续的结束过程，而执行过程的反馈信息将作为计划过程和控制过程的输入使用。

4. 控制过程

控制过程是确保一个项目或项目阶段产出物的质量和项目工作的质量，以及项目实施绩效的一种项目管理具体过程。

(1) 输入。这一过程的主要输入有两个方面，其一是计划过程给出的各种计划和目标信息，以及相关的变更信息；其二是执行过程给出的各种实际工作绩效结果信息。

(2) 活动。在控制过程中，必须不断地度量项目各项工作的绩效并将度量结果与项目目标、计划和标准进行比较，以识别出项目实际工作与项目计划和标准之间是否存在偏差和问题。如果项目的实际偏差超出了允许的范围，那么就需要针对这些偏差的性质与原因，采取各种纠正偏差的措施。

控制过程的纠偏措施一般包括两类：其一是努力改进项目的实际工作和提高实际工作绩效，从而使项目的实际与计划相吻合；其二是设法调整项目计划、目标或标准，从而使项目计划或标准适应项目的实际情况。

控制过程的主要活动进一步可以分为三类，其一是对可能发生的问题所采取的预防性控制活动（事前控制）；其二是“执行过程”中所开展的控制活动（事中控制）；其三

是在实施工作完成以后所开展的控制活动（事后控制）。控制过程中最主要的工作有：组织过程的控制，项目范围的控制，项目进度、成本和质量的控制，项目绩效度量和项目风险的控制等。

(3) 工具和方法。控制过程所使用的工具和方法主要是常规性的控制技术与方法，以及项目专用的控制技术与方法。例如，项目实施情况评审会议，项目绩效度量工具与技术，项目控制图表，项目控制用的核查表和核查单，以及 ISO 10006 规定的项目质量控制技术和方法等。

(4) 输出。控制过程的输出包括两个部分，其一是为计划过程提供的项目实施绩效的反馈信息；其二是为收尾过程提供的各种项目控制结果文件和信息。这些控制过程给出的输出是一个项目或项目阶段的项目控制工作过程或结果。

5. 收尾过程

项目或项目阶段的收尾过程的主要任务是完工与交付工作，这一过程的要素特征如下。

(1) 输入。收尾过程的输入来自三个方面，其一是计划过程给出的项目目标和计划指标等信息；其二是执行过程给出的项目或项目阶段的产出物及项目实施管理的相关信息；其三是控制过程给出的项目或项目阶段的控制过程与结果的信息。收尾过程将利用这三方面的输入，确定项目或项目阶段是否可以结束或者需要进行哪些方面的返工等。

(2) 活动。收尾过程是终结一个项目或项目阶段的项目管理具体过程，它也是一个项目阶段中所必需的一项管理工作。因为如果没有得到收尾过程给出的有效输出就去盲目地开始项目下一阶段的工作，会给项目下一个阶段的工作带来许多隐患。收尾过程的主要工作包括：项目或项目阶段管理的结束工作和项目合同终结工作等。收尾过程中的这两项具体工作之间也是相互关联和影响的，通常是管理的结束工作先开始，而项目合同终结工作后开始但是先结束，最终收尾过程才能够得以完成。

(3) 工具和方法。收尾过程中使用的主要工具和方法是项目质量检验的工具与方法和项目文档化管理的工具和方法，以及各种财务结算、支付管理、责任确认等方面工具和方法。

(4) 输出。收尾过程的最终输出包括两个方面，其一是有关项目或项目阶段是否已经达到为该项目设定的目标和制订的计划；其二是有关项目或项目阶段实际工作结果的移交（实物和文件）。这两个方面的输出有时作为项目下一个阶段的启动过程的输入（如果项目还有后续阶段的话），有时作为整个项目的最终结果（如果项目没有后续阶段的话）。

15.4 项目管理过程的具体选择和运用

项目管理过程、项目管理过程循环和项目管理具体过程都是现代项目管理的客观要求，它们在大多数情况下适用于各种各样的项目管理。但是由于对于具体的项目而言，

不同的项目会有不同的项目管理活动和项目管理过程，而且各种项目管理具体过程之间的相互关系和相互作用也会不同。因此必须根据一个具体项目所属的专业领域和特征，选择和确定项目管理活动和相应的项目管理过程。

在项目管理过程的具体选择和运用中，需要做好以下几个方面的工作。

1. 不同专业的项目选用不同的项目管理过程

不同专业的项目其管理过程是不尽相同的，一个具体的项目可能不需要某些项目管理过程。

例如，一个经常使用承包商的项目组织（比如，房地产开发商）需要制订一个承包发包计划，以便开展项目承包发包的招投标活动。但是由于一个企业的新产品自行开发项目可能不需要承包商，因此就不需要这种承包发包（或叫招投标）的项目管理活动。一般对于业务项目而言，项目承包发包管理活动是一个非常重要的项目管理内容，但是对于一个企业自我开发项目就不涉及这类项目承包发包的管理过程。

2. 不同项目的管理过程会有不同的管理具体过程

由于不同的项目会有不同的管理阶段和管理工作，内容当然也不同。因此在许多情况下，不同的项目会有不同的项目管理过程循环和不同的项目管理具体过程。

例如，项目管理过程组中的计划过程对于不同的项目和项目阶段而言，在内容上会有很大的不同。同时，不同项目管理过程循环中的管理具体过程的选用也会不同，有些项目阶段的结束过程和启动过程就可以合并成一个“结束与启动合一的过程”。

例如，一个家庭装修项目的项目管理过程循环与举办奥运会这种大型项目的管理过程循环就完全不同。因为举办奥运会这样的超大型项目不仅需要有很多阶段，而且各个阶段的工作内容十分繁杂，需要进一步分解成场馆建设、比赛组织、生活、交通、志愿者服务等一系列子项目去分别完成。

3. 不同项目的管理过程会有不同的管理具体过程安排顺序

不同项目的管理过程会有不同的工作顺序，根据实际情况，在一个具体的项目中，项目的某个项目管理过程会提前开展，而有的会错后开展。

例如，对于在很大程度上依赖独特资源的项目（如高级软件的开发项目、特殊生物制药的研制项目、各种科研基金资助的研究项目等），在编制项目计划和定义项目范围等管理工作开展之前，首先要确定出项目的主要角色、主要人选及其责任，因为这类项目的成败主要取决于是否具有合适的关键人选。在这种情况下，项目的计划过程就会错后开展，就需要在确定了项目的主要资源和角色之后，根据主要资源和角色的情况再去制订项目的具体计划。

4. 不同项目的管理过程会有不同的前提条件和要求

不同项目的管理过程会有一些不同的前提条件或事先给出的约束要求，然后根据这些前提条件和约束要求开展相应项目的具体管理活动，这些约束条件会改变某些项目管

理过程。

例如，项目计划管理人员通常会要求项目的决策者首先确定出一个项目的完工日期，然后再开展项目的计划编制工作，而不是通过开展计划过程来确定一个项目的完工日期。实际上，在大多数情况下，一个项目或项目阶段的工期、成本、预算、质量等的计划过程都需要有预先决定的前提条件与约束要求，然后才能开展计划过程的具体工作。

5. 不同项目的管理过程需要不同的集成管理程度

不同项目的管理过程需要不同的集成管理程度，大项目与一般项目管理过程的集成程度不同。对大型项目来说，由于其管理集成程度要求很高，因此需要对项目管理过程进行详细的细分。

例如，奥运会这样的大项目不但要求有专门的项目分解和项目阶段的细分方案与计划，而且要有分年度的集成计划和分具体项目或子项目的集成计划。在项目集成管理的深度方面，大项目也要比一般项目更为深入。例如，在对风险的识别和控制方面，大项目需要进一步将风险细分为成本风险、进度风险、技术风险、质量风险、不可抗力事件等各种风险，去进行深入的分析、识别和控制等管理工作。

6. 不同项目有不同的项目管理过程的简化程度

不同项目的管理过程也可以有不同的简化程度，小型项目或子项目与大项目相比，其管理过程就可以大大简化。对于小项目或子项目而言，由于它的时间短，难度比较小，环境和条件都比较确定，任务和工作也比较具体，其管理过程相对简单，所以它的项目管理过程循环和项目管理具体过程就可以大大简化，甚至有一些项目管理的具体工作过程都可以省略。

例如，有些小项目可以只有一个阶段，而且其项目风险的识别与分析等都可以省略。因为项目小和时间短，所以项目条件和情况多数是确定的，风险很小，不必专门开展项目风险管理。对于子项目来说，由于许多东西在总体项目层次上已经确定或决策了，所以子项目的一些具体管理过程就可以省略了。

7. 变更会使项目管理过程也随之发生变动

所谓项目变更是指在项目的实现过程中所出现的各种项目设计变更（如项目技术开发人员认为原设计存在缺陷而修改了设计方案）、项目业主或承包商提出的变更（如承包商实施中遇到事先未能预见的特殊事件而提出变更、业主不满意项目实际结果而提出变更等）等。项目变更多数情况需要对项目的实施和管理做必要的变更，当发生这种情况的时候，项目的管理过程必须随之进行必要的变更。在这种情况下，甚至需要对项目管理具体过程做必要的变更，可见此时首先要对项目的变更做出明确的界定、说明和仔细的评估，进一步还要根据这些项目变更对项目管理过程甚至项目管理具体过程做必要的变动。

第 16 章 项目立项与招投标管理

项目立项是项目正式实施之前不可缺少的程序，一般要先经过项目机会研究、项目可行性研究、项目论证与评估等几个阶段。

对于需要招投标的项目，招投标管理也是项目实施之前的重要工作。

根据《信息系统项目管理师考试大纲》，本章重点要求考生掌握以下几方面的知识：

- 项目的机会选择。
- 可行性分析及可行性分析报告编写。
- 项目论证与评估。
- 项目招投标流程及管理。

16.1 项目的机会选择

项目机会研究是项目立项的第一步，其目的是选择投资机会、鉴别投资方向。国外投资者一般从市场和技术两方面寻找项目投资机会，但在国内必须首先考虑到国家有关政策和产业导向。

1. 从政策导向中寻找项目机会

项目机会研究的政策导向性依据主要包括国家、行业和地方的科技发展和经济社会发展的长期规划与阶段性规划，这些规划一般由国务院、各部委、地方政府及主管厅局发布。

2. 从市场需求中寻找项目机会

除基础性研究项目、公益性项目，以及涉及国防和国家安全的项目外，绝大多数投资项目都要从市场中取得回报。市场需求是决定投资方向的主要依据，投资者应从市场分析中选择项目机会。

市场分析是一项非常复杂的工作，不仅应客观地分析市场现状（是供不应求，还是供过于求），还应科学地预测未来市场的发展趋势（高速成长，平稳发展，还是逐渐衰退）。更重要的是，必须清楚地了解主要竞争对手的产品、市场份额，以及他们正在做什么、下一步打算做什么。

市场分析必须考虑到潜在的市场风险，应该考虑到最坏的可能，以及出现这种最坏

可能的概率是多少、可采用什么办法规避风险。但投资者也应意识到，没有任何风险的项目是不存在的，风险中往往蕴藏着机会，风险大的项目可能赢利也要大一些。投资者应根据自身的经营策略与资金性质，决定可以接受的风险程度。

3. 从技术发展中寻找项目机会

信息技术发展迅速，日新月异，新技术也会带来新的项目机会。例如，中文桌面出版系统原来主要针对纸媒体的印刷出版，随着网络技术的迅速发展，传统的桌面出版系统有必要发展为纸面出版与网络出版于一体的泛出版（Pan-publishing）系统。

目前网络技术、移动通信技术、中间件技术、嵌入式技术、信息安全技术、电子支付技术、新一代因特网技术发展较快，基于这些新技术的应用系统前景广阔。

4. 从特定事件中寻找项目机会

除了以上谈到的从政策导向、市场需求和技术发展中寻找项目机会之外，有时特定的事件也能给我们带来项目机会。例如，2001年泼水节期间，中国贝叶文化研究会决定出版西双版纳傣文古籍《中国贝叶经全集》100卷，但当时的傣文计算机排版系统只能处理1955年简化之后的西双版纳新傣文。为了完成《中国贝叶经全集》的出版，2003年1月1日，一套能同时处理西双版纳新老傣文的新一代傣文出版系统应运而生。

16.2 可行性分析及可行性分析报告

为避免盲目投资，在决定一个信息系统项目是否应该立项之前，需要对项目的背景、意义、目标、开发内容、国内外同类产品和技术、本项目的创新点、技术路线、投资额度与详细预算、融资措施、投资效益，以及项目的社会效益等多方面进行全面的评价，对项目的技术、经济和社会可行性进行研究。

16.2.1 可行性分析

信息系统项目可行性分析的目的，就是用最小的代价在尽可能短的时间内确定以下问题：项目有无必要？能否完成？是否值得去做？

1 项目的必要性分析

首先应确定信息系统项目的目标，即本项目想解决哪些问题。

信息系统目标明确之后，如果目前已经有一个（或几个）信息系统正在被人使用，就需要认真分析现有的信息系统。显然，如果现有的信息系统是完美无缺的，完全可以实现新系统的目标要求，谁都不会提出开发新系统的要求。通常情况下，现有系统必然存在某些缺陷，无法完全实现新系统的目标要求。但这一点并不能成为开发新系统的理由，我们还应仔细分析现有系统对于新系统目标的实现程度如何，不能实现某个具体目标的原因是什么，经过改进性维护能否实现这些目标。

如果现有的信息系统经过简单的改进性维护可以实现新的系统目标，就没必要重新开发一个新系统。但在以下情况下，有必要开发新的信息系统。

(1) 原有系统开发不规范，缺少必要的技术文档，原开发人员跳槽，新接手的开发人员很难维护原有系统，维护成本可能会接近甚至超过新开发的成本。

(2) 原系统采用落后的设计技术或因设计人员的水平所限，系统架构设计不合理，难以扩充和修改。

(3) 原系统设计虽然合理，也考虑到了日后的扩充，或因业务发展太快，远远超过原来的设想，量变引起质变。

(4) 原系统开发工具已过时，用落后的开发工具继续维护还不如用新的开发工具重新开发。

(5) 原系统所用的硬件或软件平台已过时，继续维护原有平台已无必要，需要开发基于当前流行平台的新系统。

在分析新系统项目开发的必要性时，一定要注意识别是真的“必要”还是假的“必要”。某些开发单位，由于重开发，轻维护，新系统开发人员的地位和待遇远远高于现有系统的维护人员，维护人员考虑到开发新项目的高待遇和成就感，为尽快转入新项目的开发，极力夸大原有系统维护的技术难度和工作量，主张开发新系统，他们所提出的对比分析（维护 VS 新开发）结果往往是有倾向性的。因此，应选择那些与项目本身无利害关系的技术专家进行项目必要性分析。当然，更重要的是，缩小现有系统维护人员和新系统开发人员的收入差距。

另外，某些信息系统开发商往往利用客户（用户）“喜新厌旧”的心理，出于宣传和经营的需要，每隔几年，即使没有太大的功能性和技术性突破，也要策划开发新的系统。有时当竞争对手推出或即将推出新系统时，为保住自己的市场份额，即使条件不具备，也要迅速推出新的系统。这些问题，应属于市场运营策略的范畴，在此不再赘述。

2. 项目的可能性分析

项目的可能性分析主要研究能否利用现有的或可能拥有的技术能力、资金、人力资源和物资等方面条件来实现信息系统的功能、性能和其他指标，能否在规定的时间期限内完成整个项目。由于项目的可能性分析以技术分析为主，因此也称为技术可行性分析。

项目可能性分析的主要内容如下。

(1) 企业能力分析。主要包括企业研发能力、生产及营销能力、资金管理能力和其他特殊能力的分析。研发能力，包括企业的研发队伍和资金投入，以及近年来取得的研究开发成果。生产及营销能力，包括企业具备的生产条件、经营模式和市场策划能力、销售渠道等。资金管理能力，包括应收账款、应付账款的管理策略和回收及支付能力，是否得到过银行贷款并能够按期偿还，是否有银行颁发的资信等级证书等。其他特殊能力，包括已获得的质量认证、高新技术企业认证，以及其他特殊资格或证明等。

(2) 项目技术来源分析。项目技术来源主要包括以下几种情况：

- 自主开发，指在产品规划、产品的概念开发、产品的系统设计、产品的详细设计、产品的测试与改进、产品试用中以自身企业为主体进行考虑，拥有完全的决策权；
- 产学研合作开发，应明确合作方式（委托开发还是技术入股），以及技术成果的所有权与使用权；
- 使用国内其他单位或个人技术，也应明确是技术转让还是技术入股，以及技术成果的所有权是否转移等；
- 引进国外技术本企业消化创新，指产品开发、设计中所用的技术属于国外技术，由本企业引进后，在此基础上消化、吸收，再创新。

高新技术产业化项目还应明确其技术来源的科技计划（基金）类别，例如：

- 国家科技攻关计划；
- 国家高技术研究发展计划（863计划）；
- 国家重点基础研究计划（973计划）；
- 国家自然科学基金；
- 国家级其他科技计划（基金）；
- 国务院各部委科技计划（基金）；
- 地方科技计划（基金）；
- 民间基金；
- 海外基金；

(3) 与项目相关的专利分析。应仔细研究相关专利的全部信息，例如：

- 专利号码；
- 专利名称；
- 专利类型；
- 专利权人，包括申请人名称和申请人性质（单位、个人）。如果专利申请人是一个单位，应明确专利申请单位与项目承担单位的关系（同一单位、是项目承担单位的主管单位、存在股权关系、不存在股权及主管关系、合作关系）；如果专利申请人是自然人，应明确专利申请人与项目承担单位的关系（法定代表人、技术负责人、股东、非股东）。
- 专利进展情况（申请、已签发受理通知书和专利申请号、签发授权通知书正在公告申请文件、已颁发专利证书）。
- 专利范围（国内专利、国际专利及申请地）。

(4) 项目负责人及技术骨干的资质分析。应仔细分析项目负责人及技术骨干的以下信息：

- 学历；
- 专业（包括所学专业和目前从事的专业）；
- 职称；

- 技术经历；
- 近期主要科技成果；
- 近期主要论文与专著；
- 近期获得的主要奖励（科技类）；
- 目前与项目承担单位之间的关系（全职、兼职、股东、非股东）。

(5) 项目总体技术方案分析。应着重分析：

- 项目所依据的技术原理；
- 主要技术与性能指标；
- 项目拟执行的质量标准类型、质量标准名称。

(6) 项目创新点分析。按创新点分条目分析：

- 创新类别（理论创新、应用创新、技术创新、工艺创新、结构创新）；
- 创新内容（新旧对比）。

(7) 项目技术可行性分析。应主要从以下几个方面进行分析：

- 国内外相关技术研究开发现状分析；
- 项目研究内容分析；
- 项目涉及的关键技术分析；
- 项目技术指标分析；
- 项目技术路线分析；
- 项目技术实现依据分析（文献、专利、发明、研究成果）；
- 项目技术实现主要面临的风险分析；
- 项目风险应对措施分析。

(8) 项目技术成熟性分析。应主要从以下几个方面进行分析：

- 关键技术成熟性分析（包括采用的现有成熟关键技术、已攻克的关键技术、待研究的关键技术等）；
- 项目采用的关键技术是否通过技术鉴定（已鉴定、尚未鉴定）、鉴定单位、鉴定意见、鉴定时间；
- 项目采用的关键技术是否获得国家、部门或地方科技计划的支持（已获得、尚未获得）、计划的名称、获得支持的时间。

(9) 项目产品化分析。

- 项目产品形态分析（消费产品、工业产品、工业中间产品、技术服务、其他）；
- 项目产品用途分析；
- 项目产品性能、比较优势分析；
- 项目产品生产方式分析（自我加工、委托加工）；
- 项目产品生产条件分析；
- 项目产品目标分析（样品、中试、批量生产、规模生产）；
- 项目产品化实施计划的进度分析（项目产品化的阶段目标及每个阶段主要工作）。

内容);

- 项目产品拟执行的质量标准类型分析（国际标准、国家标准、行业标准、地方标准、企业标准、其他）；
- 项目产品应取得的相关许可认证证书分析；
- 通过本项目实施企业新获得的相关资质证书分析。

3. 项目投资及效益分析

明确了项目的必要性和可能性之后，还要从投入产出的角度分析项目值不值得去做。项目投资及效益分析，也称经济可行性分析，主要对整个项目的投资及所产生的经济效益进行分析。

(1) 项目投资预算分析。项目资金可分为固定资金和流动资金，也可分为一次性支出的资金和非一次性支出的资金，还可分为研发资金和非研发资金。无论采用哪种分法，一般都包括以下几项：

- 研发费用；
- 设备、仪器、软件购置费用；
- 原材料费用；
- 会议、差旅、调研费用；
- 技术合作费用；
- 能源动力费用；
- 资料、印刷、光盘制作、论文专著出版费用；
- 设备、仪器、实验室租赁费用；
- 样机（系统）试制费用；
- 测试费用；
- 中试费用；
- 鉴定、验收费用；
- 不可预计的其他费用。

(2) 项目投资来源分析。通常，一个信息系统的项目投资可来自以下几个方面：

- 国家（或部、省、市）科技计划资金；
- 地方（或部门）匹配资金；
- 企业（单位）自筹资金；
- 客户（用户）的委托开发资金或系统定金；
- 银行贷款。

如果项目可行性分析的目的是申请国家（或部、省、市）科技计划资金，一般应要求地方（或部门）匹配资金和企业（单位）自筹资金达到一定的比例。例如，申请工业和信息化部电子发展基金时，企业自筹资金（包括银行贷款）应不低于所申请的基金数额；申请科学技术部科技型中小企业技术创新基金时，地方匹配资金应不低于所申请基金数额的 50%，企业自筹资金（包括银行贷款）应不低于所申请的基金数额；申请国

家高技术研究发展计划（863计划）项目（应用类）时，地方匹配资金一般应不低于所申请的基金数额，企业自筹资金（包括银行贷款）一般应不低于所申请基金数额的两倍；申请国家科技攻关计划项目（应用类）时，申请额度控制在总投资额的10%~30%之间比较合适；申请国家发展和改革委员会国家高技术产业化项目时，申请额度控制在总投资额的10%~20%之间比较合适。对于没有明确规定资金构成比例的各种科技计划或基金（应用类），建议企业自筹资金（包括银行贷款）不低于所申请基金数额的两倍。至于企业自配资金与银行贷款的比例，一般不做具体要求。如果企业流动资金比较紧张，可以多贷一些，但贷款额不能大于企业固定资产（除非有其他单位担保）。如果企业流动资金比较充足，可以少贷一些，也可以不贷。

（3）市场需求与产品销售额分析。项目效益分析主要涉及产品销售额、盈亏平衡点、利润、投资回收期、投资收益率等经济指标。所有指标均建立在市场分析的基础上。

市场分析的关键因素是对项目产品在其生命期内的市场需求量做出估计。可以从以下角度进行分析：

① 市场的地域范围。例如，维吾尔、哈萨克、柯尔克孜文处理软件主要在新疆维吾尔自治区和北京市销售，可能扩展到哈萨克斯坦、吉尔吉斯斯坦、乌兹别克斯坦和其他中西亚国家；藏文处理软件主要在西藏自治区、青海省、甘肃省、四川省、云南省和北京市销售；傣文处理软件主要在云南省销售，可能扩展到泰国、缅甸、老挝、越南和印度。

② 产品面向的行业。例如，专业型排版软件主要面向报社、出版社、印刷厂和大学，普通型排版软件则主要面向政府机关、企事业单位和家庭。

③ 同类产品的竞争。应仔细分析目前市场上同类产品的生产厂家，以及他们所占的市场份额，如果项目承担厂商也有产品（项目的前一代产品）在市场上销售，原有产品所占的市场份额是确定新产品市场份额的重要依据。如果有可能的话，还应了解竞争对手正在开发什么样的新产品，什么时间推出。

如果项目开发者同时也是项目产品的生产者，还应分析其生产能力。

分析项目产品的生产规模和销售额时，应从项目完成之日起逐年分析。根据信息系统的特点，产品生命期一般可确定为5年。通常第1年的销售额稍低一些，第2、3年达到高峰，随后开始下降，5年之后将被更新的产品所取代。某些软件产品的生命期可能更短，甚至只有3年的时间。对于某些销售比较平稳的产品，可以直接分析其年平均销售额，而不必进行逐年分析。

（4）产品成本、利润与盈亏平衡点分析。销售额确定之后，还应分析产品成本的构成。一般来讲，产品成本分为固定成本和动态成本。固定成本与销售额无关，如广告宣传费、固定资产折旧费、管理费等。动态成本与销售额成正比，如原材料费等，动态成本与销售额的比例称为动态成本率。产品利润的计算公式如下：

$$\text{产品利润} = \text{销售额} \times (1 - \text{动态成本率}) - \text{固定成本}$$

扣除各种税金之后的利润称为税后利润或净利润，与此相对应，未扣除税金的利润称为税前利润或利税总额。

由于固定成本的存在，如果销售额达不到一定的额度，利润就是负的。使利润为0的销售额称为盈亏平衡点。盈亏平衡点的计算公式如下：

$$\text{盈亏平衡点} = \text{固定成本} / (1 - \text{动态成本率})$$

例如，某产品每年固定成本为160万元，动态成本为销售额的50%，则

$$\text{盈亏平衡点} = 160 / (1 - 0.5) = 320 \text{ 万元}$$

按年销售额1600万元计算，年利税总额为： $1600 \times (1 - 0.5) - 160 = 640$ 万元。如果应上缴各种税金共180万元，则净利润为460万元。

进行可行性分析时应注意，如果预期销售额与盈亏平衡点过于接近（预期销售额小于盈亏平衡点的两倍），该项目将是十分危险的。

（5）投资回收期、投资收益率分析。

$$\text{项目投资回收期(税前)} = \text{投资总额} / (\text{年平均税前利润} + \text{年折旧})$$

$$\text{项目投资回收期(税后)} = \text{投资总额} / (\text{年平均税后利润} + \text{年折旧})$$

$$\text{投资收益率} = \text{总收益} / \text{总投资}$$

对于国家全部或部分投资的项目，基于税前和税后利润的两种投资期均应计算，对于完全由企业投资的项目，只计算后一种就可以了。

还有一种基于净现金流量的投资回收期算法，计算公式如下：

$$\text{项目投资回收期} = (\text{累计净现金流量开始出现正值年份数} - 1) + \\ (\text{上年累计净现金流量绝对值} / \text{当年净现值})$$

例如，某项目前3年的累计净现金流量分别为-180万、-60万、60万，第3年的净现值为120万，则

$$\text{项目投资回收期} = (3 - 1) + (60 / 120) = 2.5 \text{ (年)}$$

也有一种基于净现值的外部收益率和内部收益率算法，在此不再赘述。

（6）社会效益分析。社会效益分析就是从国家的角度，评价项目对社会的实际贡献。例如，某些少数民族文字处理软件，经济效益不一定太高，但对于促进少数民族地区的文化教育和社会进步有着重要的意义。

对于申请国家拨款的项目，应充分分析其社会效益。

16.2.2 可行性分析报告

编写信息系统可行性分析报告时，可参照《GB/T 8567—1988 计算机软件产品开发文件编制指南》（Guidelines for Computer Software Product Development Documentation）所规定的计算机软件产品可行性分析报告的内容与书写格式。

根据GB/T 8567，可行性分析报告应该包括以下内容：

- 引言；
- 可行性研究的前提；
- 对现有系统的分析；
- 所建议的系统；
- 可选择的其他系统方案；
- 投资及效益分析；
- 社会因素方面的可行性；
- 结论。

1. 引言

引言部分应包括编写目的、背景、定义和参考资料。

(1) 编写目的。说明编写本可行性分析报告的目的，指出预期的读者。

(2) 背景。

- 所建议开发的信息系统的名称；
- 本项目的任务提出者、开发者、用户及实现该系统的单位或计算机网络；
- 该软件系统同其他系统或其他机构的基本的相互来往关系。

(3) 定义。列出本文件中用到的专门术语的定义和外文首字母组词的原词组。

(4) 参考资料。列出用得着的参考资料，例如：

- 本项目经核准的计划任务书或合同、上级机关的批文；
- 属于本项目的其他已发表的文件；
- 本文件中各处引用的文件、资料，包括所需用到的软件开发标准。

列出这些文件资料的标题、文件编号、发表日期和出版单位，说明能够得到这些文件资料的来源。

2. 可行性研究的前提

应说明对所建议的开发项目进行可行性研究的前提，如要求、目标、假定、限制等。

(1) 要求。说明对所建议开发的软件的基本要求，例如：

- 功能；
- 性能；
- 输出，包括报告、文件或数据，对每项输出要说明其特征，如用途、产生频度、接口以及分发对象；
- 输入，包括数据的来源、类型、数量、数据的组织以及提供的频度；
- 处理流程和数据流程，用图表的方式表示出最基本的数据流程和处理流程，并辅之以叙述；
- 在安全与保密方面的要求；
- 同本系统相连接的其他系统；
- 完成期限。

(2) 目标。说明所建议系统的主要开发目标，例如：

- 人力与设备费用的减少；
- 处理速度的提高；
- 控制精度或生产能力的提高；
- 管理信息服务的改进；
- 自动决策系统的改进；
- 人员利用率的改进。

(3) 条件、假定和限制。说明对这项开发中给出的条件、假定和所受到的限制，例如：

- 所建议系统的运行寿命的最小值；
- 进行系统方案选择比较的时间；
- 经费、投资方面的来源和限制；
- 法律和政策方面的限制；
- 硬件、软件、运行环境和开发环境方面的条件和限制；
- 可利用的信息和资源；
- 系统投入使用的最晚时间。

(4) 进行可行性研究的方法。说明这项可行性研究将是如何进行的，所建议的系统将是如何评价的。摘要说明所使用的基本方法和策略，如调查、加权、确定模型、建立基准点或仿真等。

(5) 评价尺度。说明对系统进行评价时所使用的主要尺度，如费用的多少、各项功能的优先次序、开发时间的长短及使用中的难易程度。

3. 对现有系统的分析

分析现有系统的目的是为了进一步阐明建议开发新系统或修改现有系统的必要性。

(1) 处理流程和数据流程。说明现有系统的基本的处理流程和数据流程。此流程可用图表即流程图的形式表示，并加以叙述。

(2) 工作负荷。列出现有系统所承担的工作及工作量。

(3) 费用开支。列出由于运行现有系统所引起的费用开支，如人力、设备、空间、支持性服务、材料等项开支，以及开支总额。

(4) 人员。列出为了现有系统的运行和维护所需要的人员的专业技术类别和数量。

(5) 设备。列出现有系统所使用的各种设备。

(6) 局限性。列出本系统主要的局限性，例如，处理时间赶不上需要，响应不及时，数据存储能力不足，处理功能不够等。并且要说明，为什么对现有系统的改进性维护已经不能解决问题。

4. 所建议的系统

本项将用来说明所建议系统的目标和要求将如何被满足。

(1) 对所建议系统的说明。概括地说明所建议系统，并说明在前面列出的那些要求将如何得到满足，说明所使用的基本方法及理论根据。

(2) 处理流程和数据流程。给出所建议系统的处理流程和数据流程。

(3) 改进之处。按前面条中列出的目标，逐项说明所建议系统相对于现存系统具有的改进。

(4) 影响。说明在建立所建议系统时，预期将带来的影响，包括：

① 对设备的影响。说明新提出的设备要求及对现存系统中尚可使用的设备须做出的修改。

② 对软件的影响。说明为了使现存的应用软件和支持软件能够同所建议系统相适应，而需要对这些软件所进行的修改和补充。

③ 对用户单位机构的影响。说明为了建立和运行所建议系统，对用户单位机构、人员的数量和技术水平等全部要求。

④ 对系统运行过程的影响。说明所建议系统对运行过程的影响，例如：

- 用户的操作规程；
- 运行中心的操作规程；
- 运行中心与用户之间的关系；
- 源数据的处理；
- 数据进入系统的过程；
- 对数据保存的要求，对数据存储、恢复的处理；
- 输出报告的处理过程、存储媒体和调度方法；
- 系统失效的后果及恢复的处理办法。

⑤ 对开发的影响。说明对开发的影响，例如：

- 为了支持所建议系统的开发，用户需进行的工作；
- 为了建立一个数据库所要求的数据资源；
- 为了开发和测验所建议系统而需要的计算机资源；
- 所涉及的保密与安全问题。

⑥ 对地点和设施的影响。说明对建筑物改造的要求及对环境设施的要求。

⑦ 对经费开支的影响。扼要说明为了所建议系统的开发、设计和维持运行而需要的各项经费开支。

(5) 局限性。说明所建议系统尚存在的局限性，以及这些问题未能消除的原因。

(6) 技术条件方面的可行性。本节应说明技术条件方面的可行性，例如：

- 在当前的限制条件下，该系统的功能目标能否达到；
- 利用现有的技术，该系统的功能能否实现；
- 对开发人员的数量和质量的要求并说明这些要求能否满足；
- 在规定的期限内，本系统的开发能否完成。

5. 可选择的其他系统方案

详细说明曾考虑过的每一种可选择的系统方案，包括需开发的和可从国内外直接购买的，并说明它未被选中的理由。如果没有供选择的系统方案可考虑，则省略这一点。

6. 投资及效益分析

(1) 支出。对于所选择的方案，说明所需的费用。如果已有一个系统，则包括该系统继续运行期间所需的费用。包括基本建设投资、其他一次性支出和非一次性支出。

① 基本建设投资。包括采购、开发和安装下列各项所需的费用，例如：

- 房屋和设施；
- ADP 设备；
- 数据通讯设备；
- 环境保护设备；
- 安全与保密设备；
- ADP 操作系统的和应用的软件；
- 数据库管理软件。

② 其他一次性支出。包括下列各项所需的费用，例如：

- 研究（需求的研究和设计的研究）；
- 开发计划与测量基准的研究；
- 数据库的建立；
- ADP 软件的转换；
- 检查费用和技术管理性费用；
- 培训费、差旅费及开发安装人员所需要的一次性支出；
- 人员的退休及调动费用等。

③ 非一次性支出。列出在该系统生命期内按月、季或年支出的用于运行和维护的费用，包括：

- 设备的租金和维护费用；
- 软件的租金和维护费用；
- 数据通信方面的租金和维护费用；
- 人员的工资、奖金；
- 房屋、空间的使用开支；
- 公用设施方面的开支；
- 保密安全方面的开支；
- 其他经常性的支出等。

(2) 收益。对于所选择的方案，说明能够带来的收益，这里所说的收益，表现为开支费用的减少或避免、差错的减少、灵活性的增加、动作速度的提高和管理计划方面的改进等，包括一次性收益、非一次性收益和不可定量的收益。

① 一次性收益。说明能够用人民币数目表示的一次性收益，可按数据处理、用户、管理和支持等项分类叙述，例如：

- 开支的缩减。包括改进了的系统运行时所引起的开支缩减，如资源要求的减少，运行效率的改进，数据进入、存储和恢复技术的改进，系统性能的可监控，软件的转换和优化，数据压缩技术的采用，处理的集中化/分布化等。
- 价值的提升。包括由于一个应用系统的使用价值的增加所引起的收益，包括资源利用率的改进，管理和运行效率的改进以及出错率的减少等。
- 其他。如从多余设备出售回收的收入等。

② 非一次性收益。说明在整个系统生命期内由于运行所建议系统而导致的按月的、按年的能用货币表示的收益，包括开支的减免。

③ 不可定量的收益。逐项列出无法直接用货币表示的收益，如服务的改进，由操作失误引起的风险的减少，信息掌握情况的改进，组织机构给外界形象的改善等。有些不可捉摸的收益只能大概估计或进行极值估计（按最好和最差情况估计）。

（3）**收益/投资比**。求出整个系统生命期的收益/投资比值。

（4）**投资回收周期**。求出收益的累计数开始超过支出的累计数的时间。

（5）**敏感性分析**。敏感性分析是指一些关键性因素，如系统生命期长度、系统的工作负荷量、工作负荷的类型与这些不同类型之间的合理搭配、处理速度要求、设备和软件的配置等变化时，对开支和收益影响最灵敏的范围的估计。在敏感性分析的基础上做出的选择当然会比单一选择的结果要好一些。

7. 社会因素方面的可行性

说明对社会因素方面的可行性分析的结果，包括：

（1）**法律方面的可行性**。法律方面的可行性问题很多，如合同责任、侵犯专利权、侵犯版权等方面陷阱，软件人员通常是不熟悉的，务必要注意研究。

（2）**使用方面的可行性**。例如，从用户单位的行政管理、工作制度等方面来看，是否能够使用该软件系统；从用户单位的工作人员的素质来看，是否能满足使用该软件系统的要求等，都是需要考虑的。

8. 结论

在编制可行性分析报告时，必须有一个分析结论。结论可以是：

- （1）可以立即开始进行；
- （2）需要推迟到某些条件（例如资金、人力、设备等）落实之后才能开始进行；
- （3）需要对开发目标进行某些修改之后才能开始进行；
- （4）不能进行或不必进行（例如，因技术不成熟、经济上不合算等）。

16.3 项目论证与评估

项目论证与评估是项目立项前的最后一关，“先论证（评估），后决策”是现代项目管理的一项基本原则。

16.3.1 项目论证与评估的基本概念

项目论证是指对拟实施项目技术上的先进性、成熟性、适用性，经济上的合理性、盈利性，实施上的可能性、风险性进行全面科学的综合分析，为项目决策提供客观依据的一种技术、经济研究活动。根据论证、执行主体的不同，项目论证可分为内部论证和外部论证。内部论证的执行主体为项目承担单位内部没有参加过项目可行性研究的技术专家、市场专家和财务专家，必要时可邀请客户（明确的或潜在的）代表和单位外有关专家参加。外部论证一般由项目投资者（如国家各类科技计划或基金的管理机构、银行或投资公司）或其委托的第三方权威机构（如科技计划或基金的评审机构、投资咨询公司）执行。项目论证可以是一个连续的过程，贯穿于可行性研究的整个阶段，也可以在可行性研究完成之后才开始执行。由于在可行性研究阶段的项目论证可以看做是项目可行性研究的一部分，我们在此只介绍可行性研究完成之后的项目论证。

项目评估指在项目可行性研究的基础上，项目投资者或项目主管部门（如国家各类科技计划或基金的管理机构、银行或投资公司）或其委托的第三方权威机构（如科技计划或基金的评审机构、投资咨询公司）根据国家颁布的政策、法律、法规、标准和技术规范，对拟开发项目的市场需求、技术先进性和成熟性、预期经济效益和社会效益等进行评价、分析和论证，进而判断其是否可行的过程。项目评估是项目立项之前必不可少的重要环节，其目的是审查项目可行性研究的可靠性、真实性和客观性，为行政主管部门的审批决策和投资机构的投资决策提供科学依据。

项目论证与评估可以分步进行，也可以合并进行。实际上，项目论证与评估的内容、程序和依据都是大同小异的，只是侧重点稍有不同，论证的对象可以是未完成的或未选定的方案，而评估的对象一般需要正式“提交”；论证时着重听取各方专家意见，评估时要强调得出权威的结论。

与项目可行性研究类似，项目论证与评估也要从必要性、可能性和投资效益等几个方面对项目进行综合分析。但项目可行性研究一般是项目承担单位的主观性分析，往往是“不识庐山真面目，只缘身在此山中”，而项目论证与评估则是第三方的客观性分析，可以从“横”、“竖”、“远”、“近”、“高”、“低”等各种角度对项目的可行性进行评价。

16.3.2 项目可行性报告的真实性评估

项目论证与评估时，一定要注意项目的承担（申请）者与项目的投资者是否一致。如果不一致，首先应审查项目可行性报告及其附件的真实性。个别单位为套取国家投资，

往往会对自身进行精心包装，论证者与评估者必须有一双“火眼金睛”，不被“金玉其外”的假象所骗。根据作者的评审经验，主要应从以下几方面加以识别：

- (1) 项目申请单位是否有法人资格证书？
- (2) 项目申请单位（对于企业）是否有营业执照？
- (3) 营业执照是否经过年审？
- (4) 所申请的项目是否在其营业范围之内？
- (5) 是否有国税证、地税证？
- (6) 法人证书、营业执照、国税证、地税证上的单位名称是否一致？
- (7) 单位的各种资质证书是否已经过了有效期？
- (8) 单位的财务报表是否全面（一般要求有资产负债表、利润表和现金流量表）？
- (9) 财务报表是否经过审计？
- (10) 审计报告中是否附有审计单位的营业执照和审计人员的资质证书（复印件）？
- (11) 可行性研究报告中提到的项目前期成果是否有旁证材料（例如，立项证书、鉴定证书、获奖证书、用户报告等）？
- (12) 项目关键技术的知识产权是否属于本单位？如果不属于，是否得到了产权人的使用授权？
- (13) 项目合作单位与项目开发单位是否签订了合作协议？
- (14) 是否附有项目技术负责人和主要技术骨干的资质证明和成果证明？
- (15) 如果主要研发人员中有外单位专家，是否有该专家的认可证明？
- (16) 如果可行性研究报告中提到了前期产品的销售额和市场占有率，有无证明材料？
- (17) 如果单位曾经改名，前期证明材料中提到的单位名称与当前单位名称如果不一致，有无单位改名的证明材料？
- (18) 如果单位是股份公司，是否附有主要股东（特别是控股股东或第一大股东）的财务状况说明？
- (19) 如果可行性研究报告中提到了单位自筹资金，有无资金来源证明？
- (20) 如果可行性研究报告中提到了银行贷款，有无银行承贷证明？
- (21) 如果可行性研究报告中提到了地方（或部门）配套资金，有无地方政府或主管部门的承诺函？
- (22) 如果可行性研究报告已请专家评审过，有无专家的联系方式？

以上各条仅供参考并不是说，只要有一条不符合，就否定整个项目。首先要看项目申报要求中是否做了明确规定，例如，如果申报指南中明确要求提供经过审计的财务报表，而申报单位提供的财务报表并未经过审计，仅此一条即可否决。申报指南中虽未明确规定，但依常理应当说明而未说明的，也应采用一票否决制。例如，某项目拟采用的技术来源于一个863课题的成果，但项目申报者与这一成果无任何关系，又没有技术转让或使用许可协议，这种项目极易产生知识产权纠纷，应坚决否决。如果项目技术负责

人刚从其他单位跳槽过来，应特别审查项目中是否使用了该负责人在以前单位的职务发明、职务专利或其他职务成果。

如果该项目完全由项目承担单位自筹资金完成，而且该行业也无行政许可（准入）制，基本可排除项目承担单位有意作假的可能但也要注意审查项目的主要技术是否侵犯了他人的知识产权。

16.3.3 项目可行性报告的客观性评估

项目可行性报告的真实性评估完成之后，需要进一步评估可行性报告的客观性和可靠性。某些单位虽非有意作假，但因技术水平或信息来源的限制，所做的项目可行性分析很可能是不客观、不可靠的。论证者和评估者，应从以下几方面进行分析：

(1) 可行性报告中所论述的与项目有关的国内外同类产品和技术现状是否客观、全面？有无重大遗漏？遗漏点对于项目技术论据的支撑是否有颠覆性的影响？

(2) 项目的创新点是否客观？项目申报者自以为的“创新”之处，是不是早就由别人完成了？创新的性质如何？是理论创新、技术创新还是应用创新（应用创新是指已经有了理论或技术成果，但该成果尚未得到应用，本项目将尝试应用这一成果）？创新的力度如何？

(3) 项目技术路线是否先进、成熟？一般来说，先进性和成熟性是互相矛盾的，强调先进性，还是强调成熟性，取决于项目的具体性质，但二者也不是截然对立的，应该尽量兼顾。论证者和评估者应着重分析：可行性报告中提到的“先进技术”、“成熟技术”是否真的“先进”、“成熟”？项目申报者有没有意识到采用先进技术的风险性？有没有应对风险的具体措施？是否可以采用另外一种更加成熟的先进技术？计划采用的成熟技术是否过于落后？是否可以采用另外一种更加先进的成熟技术？

(4) 可行性报告中是否提到了信息安全问题，所采取的安全措施是否可靠？

(5) 项目采用的标准、规范是否先进、合理？还有没有国家规定必须强制采用但报告中没有提到的标准？对于推荐性国家标准，虽然不一定采用，但一般也应说明不采用的原因。是技术原因、成本原因，还是有更好的想法？例如，软件工程标准一般都是推荐性的，主要考虑到软件工程还是一门发展中的学科，不能因为标准化而阻碍创新。对于研究性项目，如果有更先进的思路，可以不执行推荐性标准；但对于产业化项目，即使是推荐性标准，也应该尽量执行。

(6) 可行性报告中提到的“项目前期成果”、“项目开发基础”与计划开发项目的联系程度如何？应避免以下两种倾向：其一，计划开发项目与“项目前期成果”没有太大的联系，仅仅是想借用前期的项目编号（例如，863计划编号或国家科技计划编号）；其二，计划开发项目与“项目前期成果”没有本质的区别，只是一般性的改进。理想的情况是，计划开发项目与前期项目相比，既有良好的继承性，又有实质性的突破？

(7) 项目负责人、技术骨干和外聘技术顾问的资质、业务经历和研发能力（主要考察其近几年的业务成就）是否符合本项目的要求？

(8) 项目投资估算是否合理？与同类项目的计算标准和方法是否一致？是否偏高或偏低？有无遗漏？能否节省？

(9) 资金来源是否可靠？地方（部门）配套资金、银行贷款和单位自筹资金是否已落实？如果国家实际拨款额低于申请额度，用什么方式补齐？

(10) 对市场需求和经济效益的预测是否有依据？有无市场份额的权威数据？有无企业的历史数据？

(11) 有没有考虑到项目风险？有没有预防措施及处置方案？

(12) 项目是否符合国家产业政策？产业关联度如何？

16.3.4 项目评估报告

项目论证与评估完成之后，应编写正式的项目评估报告。项目评估报告一般应包括以下内容：

- (1) 项目概况；
- (2) 评估目标；
- (3) 评估依据；
- (4) 评估内容；
- (5) 评估机构与评估专家；
- (6) 评估过程；
- (7) 详细评估意见；
- (8) 存在或遗漏的重大问题；
- (9) 潜在的风险；
- (10) 评估结论；
- (11) 进一步的建议。

评估机构并无决策权，评估结论一般以建议的方式给出，如“建议立项”、“建议不立项”、“建议补充材料，重新评估”等。

16.4 项目招投标流程及管理

根据《中华人民共和国招标投标法》，在中华人民共和国境内进行下列工程建设项目，包括项目的勘察、设计、施工、监理，以及与工程建设有关的重要设备、材料等的采购，必须进行招标：

- (1) 大型基础设施，公用事业等关系社会公共利益、公共安全的项目；
- (2) 全部或部分使用国有资金投资或者国家融资的项目；
- (3) 使用国际组织或者外国政府贷款、援助资金的项目。

任何单位和个人不得将依法必须进行招标的项目化整为零或者以其他任何方式规

避招标。

招标投标活动应当遵循公开、公平、公正和诚实信用的原则。

依法必须进行招标的项目，其招标投标活动不受地区或者部门的限制。任何单位和个人不得违法限制或者排斥本地区、本系统以外的法人或者其他组织参加投标，不得以任何方式非法干涉招标投标活动。

招标投标活动及其当事人应当接受依法实施的监督。

有关行政监督部门依法对招标投标活动实施监督，依法查处招标投标活动中的违法行为。

传统的建筑、交通行业的招标，分设计阶段招标和施工阶段招标，而信息系统的工程的招标通常只进行一次，承建单位中标后，其任务应包括方案设计、网络施工、系统集成及应用软件的开发，有关设备及软件的选购也应包括在招标范围内。

16.4.1 招标

《中华人民共和国招标投标法》规定，招标分为公开招标和邀请招标。公开招标，是指招标人以招标公告的方式邀请不特定的法人或者其他组织投标。邀请招标，是指招标人以投标邀请书的方式邀请特定的法人或者其他组织投标。国务院发展计划部门确定的国家重点项目和省、自治区、直辖市人民政府确定的地方重点项目不适宜公开招标的，经国务院发展计划部门或者省、自治区、直辖市人民政府批准，可以进行邀请招标。

招标人具有编制招标文件和组织评标能力的，可以自行办理招标事宜。任何单位和个人不得强制其委托招标代理机构办理招标事宜。依法必须进行招标的项目，招标人自行办理招标事宜的，应当向有关行政监督部门备案。

招标人有权自行选择招标代理机构，委托其办理招标事宜。任何单位和个人不得以任何方式为招标人指定招标代理机构。

招标代理机构是依法设立、从事招标代理业务并提供相关服务的社会中介组织。招标代理机构应当具备下列条件：

- (1) 有从事招标代理业务的营业场所和相应资金；
- (2) 有能够编制招标文件和组织评标的相应专业力量；
- (3) 有符合规定条件、可以作为评标委员会成员人选的技术、经济等方面专家库。

从事工程建设项目的招标代理业务的招标代理机构，其资格由国务院或者省、自治区、直辖市人民政府的建设行政主管部门认定。具体办法由国务院建设行政主管部门会同国务院有关部门制订。从事其他招标代理业务的招标代理机构，其资格认定的主管部门由国务院规定。招标代理机构与行政机关和其他国家机关不得存在隶属关系或者其他利益关系。招标代理机构应当在招标人委托的范围内办理招标事宜，并遵守本法关于招标人的规定。

招标人采用公开招标方式的，应当发布招标公告。依法必须进行招标的项目的招标公告，应当通过国家指定的报刊、信息网络或者其他媒介发布。招标公告应当载明招标

人的名称和地址、招标项目的性质、数量、实施地点和时间，以及获取招标文件的办法等事项。招标人采用邀请招标方式的，应当向三个以上具备承担招标项目的能力、资信良好的特定的法人或者其他组织发出投标邀请书。

招标人可以根据招标项目本身的要求，在招标公告或者投标邀请书中，要求潜在投标人提供有关资质证明文件和业绩情况，并对潜在投标人进行资格审查；国家对投标人的资格条件有规定的，依照其规定。招标人不得以不合理的条件限制或者排斥潜在投标人，不得对潜在投标人实行歧视待遇。

招标人应当根据招标项目的特点和需要编制招标文件。招标文件应当包括招标项目的技术要求、对投标人资格审查的标准、投标报价要求和评标标准等所有实质性要求和条件，以及拟签订合同的主要条款。国家对招标项目的技术、标准有规定的，招标人应当按照其规定在招标文件中提出相应要求。招标项目需要划分标段、确定工期的，招标人应当合理划分标段、确定工期，并在招标文件中载明。招标文件不得要求或者标明特定的生产供应者，以及含有倾向或者排斥潜在投标人的其他内容。

招标人不得向他人透露已获取招标文件的潜在投标人的名称、数量，以及可能影响公平竞争的有关招标投标的其他情况。招标人设有标底的，标底必须保密。

招标人应当确定投标人编制投标文件所需要的合理时间。但是，依法必须进行招标的项目，自招标文件开始发出之日起至投标人提交投标文件截止之日止，最短不得少于二十日。招标人对已发出的招标文件进行必要的澄清或者修改的，应当在招标文件要求提交投标文件截止时间至少十五日前，以书面形式通知所有招标文件收受人。该澄清或者修改的内容为招标文件的组成部分。

16.4.2 投标

《中华人民共和国招标投标法》规定，投标人应当具备承担招标项目的能力；国家有关规定对投标人资格条件或者招标文件对投标人资格条件有规定的，投标人应当具备规定的资格条件。

投标人应当按照招标文件的要求编制投标文件。投标文件应当对招标文件提出的实质性要求和条件做出响应。

招标项目属于开发项目或工程项目，投标文件的内容应当包括拟派出的项目负责人与主要技术人员的资质、简历和业务成果。

投标人应当在招标文件要求提交投标文件的截止时间前，将投标文件送达投标地点。招标人收到投标文件后，应当签收保存，不得开启。投标人少于三个的，招标人应当依照本法重新招标。在招标文件要求提交投标文件的截止时间后送达的投标文件，招标人应当拒收。

投标人在招标文件要求提交投标文件的截止时间前，可以补充、修改或者撤回已提交的投标文件，并书面通知招标人。补充、修改的内容为投标文件的组成部分。

两个以上法人或者其他组织可以组成一个联合体，以一个投标人的身份共同投标。

联合体各方均应当具备承担招标项目的相应能力；国家有关规定或者招标文件对投标人资格条件有规定的，联合体各方均应当具备规定的相应资格条件。由同一专业的单位组成的联合体，按照资质等级较低的单位确定资质等级。联合体各方应当签订共同投标协议，明确约定各方拟承担的工作和责任，并将共同投标协议连同投标文件一并提交招标人。联合体中标的，联合体各方应当共同与招标人签订合同，就中标项目向招标人承担连带责任。招标人不得强制投标人组成联合体共同投标，不得限制投标人之间的竞争。

投标人不得相互串通投标报价，不得排挤其他投标人的公平竞争，损害招标人或者其他投标人的合法权益。投标人不得与招标人串通投标，损害国家利益、社会公共利益或者他人的合法权益。投标人不得以低于成本的报价竞标，也不得以他人名义投标或者以其他方式弄虚作假，骗取中标。禁止投标人以向招标人或者评标委员会成员行贿的手段谋取中标。

16.4.3 开标、评标和中标

《中华人民共和国招标投标法》规定，开标应当在招标文件确定的提交投标文件截止时间的同一时间公开进行；开标地点应当为招标文件中预先确定的地点。开标由招标人主持，邀请所有投标人参加。开标时，由投标人或者其推选的代表检查投标文件的密封情况，也可以由招标人委托的公证机构检查并公证；经确认无误后，由工作人员当众拆封，宣读投标人名称、投标价格和投标文件的其他主要内容。招标人在招标文件要求提交投标文件的截止时间前收到的所有投标文件，开标时都应当当众予以拆封、宣读。开标过程应当记录，并存档备查。

评标由招标人依法组建的评标委员会负责。依法必须进行招标的项目，其评标委员会由招标人的代表和有关技术、经济等方面的专家组成，成员人数为五人以上单数，其中技术、经济等方面专家不得少于成员总数的三分之二。评标专家应当从事相关领域工作满八年并具有高级职称或者具有同等专业水平，由招标人从国务院有关部门或者省、自治区、直辖市人民政府有关部门提供的专家名册或者招标代理机构的专家库内的相关专业的专家名单中确定；一般招标项目可以采取随机抽取方式，特殊招标项目可以由招标人直接确定。与投标人有利害关系的人不得进入相关项目的评标委员会，已经进入的应当更换。

评标委员会成员的名单在中标结果确定前应当保密（需要投标人当场答辩的除外）。招标人应当采取必要的措施，保证评标在严格保密的情况下进行。任何单位和个人不得非法干预、影响评标的过程和结果。

评标委员会可以要求投标人对投标文件中含义不明确的内容做必要的澄清或者说明，但是澄清或者说明不得超出投标文件的范围或者改变投标文件的实质性内容。

评标委员会应当按照招标文件确定的评标标准和方法，对投标文件进行评审和比较；设有标底的，应当参考标底。评标委员会完成评标后，应当向招标人提出书面评标报告，并推荐合格的中标候选人。招标人根据评标委员会提出的书面评标报告和推荐的

中标候选人确定中标人。招标人也可以授权评标委员会直接确定中标人。

中标人的投标应当符合下列条件之一：

- (1) 能够最大限度地满足招标文件中规定的各项综合评价标准；
- (2) 能够满足招标文件的实质性要求，并且经评审的投标价格最低；但是投标价格低于成本的除外。

评标委员会经评审，认为所有投标都不符合招标文件要求的，可以否决所有投标。依法必须进行招标的项目的投标被否决的，招标人应当重新招标。

在确定中标人前，招标人不得与投标人就投标价格、投标方案等实质性内容进行谈判。

评标委员会成员应当客观、公正地履行职务，遵守职业道德，对所提出的评审意见承担个人责任。评标委员会成员不得私下接触投标人，不得收受投标人的财物或者其他好处。评标委员会成员和参与评标的有关工作人员不得透露对投标文件的评审和比较、中标候选人的推荐情况以及与评标有关的其他情况。

中标人确定后，招标人应当向中标人发出中标通知书，并同时将中标结果通知所有未中标的投标人。中标通知书对招标人和中标人具有法律效力。中标通知书发出后，招标人改变中标结果的，或者中标人放弃中标项目的，应当依法承担法律责任。

招标人和中标人应当自中标通知书发出之日起三十日内，按照招标文件和中标人的投标文件订立书面合同。招标人和中标人不得再行订立背离合同实质性内容的其他协议。依法必须进行招标的项目，招标人应当自确定中标人之日起十五日内，向有关行政监督部门提交招标投标情况的书面报告。

中标人应当按照合同约定履行义务，完成中标项目。中标人不得向他人转让中标项目，也不得将中标项目肢解后分别向他人转让。中标人按照合同约定或者经招标人同意，可以将中标项目的部分非主体、非关键性工作分包给他人完成。接受分包的人应当具备相应的资格条件，并不得再次分包。中标人应当就分包项目向招标人负责，接受分包的人就分包项目承担连带责任。

第 17 章 项目整体管理

项目整体管理是指在项目的整个生命周期内，汇集项目管理的知识领域，对所有项目计划，进行整合执行及控制，以保证项目各要素相互协调的全部工作和活动过程。项目整体管理是从全局的、整体的观点出发通过有机地协调项目各个要素（进度、成本、质量和资源等），在相互影响的项目各项具体目标和方案中权衡和选择，尽可能地消除项目各单项管理的局限性，从而实现最大限度地满足项目干系人的需求和希望的目的。

17.1 现代项目整体管理的特点

项目整体管理与其他的项目单项管理（如项目进度管理、项目成本管理等）相比，具有综合性、全局性和系统性的特点。

17.1.1 综合性

与项目其他单项管理相比，项目整体管理具有综合性。首先，在项目策划上，项目应该有一个综合性的策划，在项目要付诸实践的时候，又要制订总体计划、项目的策划案和总体计划后续所有行动的方案的总则，指导项目管理的方方面面。项目实施过程中，所有的阶段计划（包括各个过程的子过程）、专项计划（如质量计划、进度计划、配置管理计划、资源调配计划等）都要服从并服务于项目策划案和项目总体计划。

其次，综合性还体现在项目的组织上。由于项目的一次性的根本特点，决定了项目的组织只能是一次性的。所以，项目组的成员来自不同组织，有业主的代表、承包商的代表、外协单位派来的人员，甚至还有政府派来的代表。譬如，剧组排戏就是典型的项目，导演首先要四处找合适的演员，演员们一次性的合作完成之后，导演、演员、剧务都各自回到自己的原单位。项目经理要把这些来自不同组织的成员组织起来，为同一个目标努力，是非常复杂的。其中合理的分工、有效的协调、避免和处理各种冲突是项目管理中的重点和难点。也因为如此，优秀的项目经理非常难培养。

第三，项目整体管理的综合性还体现在项目的控制上。项目的不确定性因素导致了项目的进展未必像想象中或计划中的那样顺利，而当这种不确定性变得明确且和当初的预测不一致的时候，就会导致项目出现变更。在项目实施中，任何一个方面的变更，都

可能涉及总体的变更，总体的变更会影响到全局项目的各个方面。一般来说，项目的目标是项目所有活动的最终判断准则。也就是说我们必须关注那些可能会引起项目目标变化的信息。

17.1.2 全局性

项目整体管理的全局性体现在以下几个方面。

从项目的生命周期来讲，项目的整体管理贯穿项目的整个生命周期，项目整体管理是项目全过程的管理，需要制订全局的项目管理计划，项目整体管理既涉及项目全生命周期中的各种决策，又涉及项目干系人、项目小组间的横向沟通和协调。

全局性还体现为项目的整体管理需要在相互冲突的目标或可选择的目标中权衡得失。项目的目标间存在冲突，处理冲突是项目整体管理不可回避的任务。虽然所有的项目管理过程在某种程度上都可看成是一个整体，但在整合管理中所描述的这些过程是项目管理基础工作。

项目的目标包括进度、投资、质量三大目标，它们之间有着相互依赖和相互制约的关系。进行进度控制应当在考虑三大目标对立统一的基础上，明确进度控制目标，包括总目标和各阶段、各部分的分目标。很多项目在目标的确定上就出现很大的差错，甚至违反客观规律，项目执行中不管如何控制，如何调整都会造成很大的损失。可见，项目经理应根据业主的委托要求科学、合理地确定进度控制目标。要制订合理的目标，又必须清楚几条客观规律。

1. 项目有不可压缩的最短周期

项目能够准确按照计划完成的概率和项目计划中编制的完成日期的关系如图 17-1 所示。

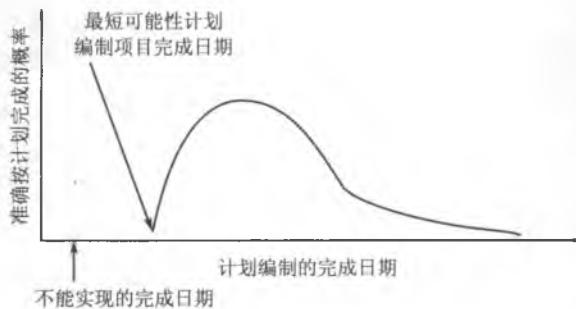


图 17-1 项目完成日期编排与可能实现的概率

首先，项目有不可压缩的最短周期，工作量是 100 人天的项目，显然 100 人干一天是完不成的，这是客观规律。遗憾的是这种大跃进式的做法到今天还非常盛行，有不少所谓狠抓落实的企业领导通常在企业的信息化项目中，往往不听专业人员的劝告，犯这

种幼稚错误。

其次，项目计划编制的项目周期太长也不现实。因为项目临时团队组织要完成的是一次性的工作，需要一鼓作气完成，如果有意把工作节奏放慢，工作效率降低，项目时间拉长就会走另一个极端，导致项目团队缺乏斗志，军心涣散，工作积极性下降，以至于再少的工作也干不完。项目管理中有一种叫学生综合症说法，意思是，人们干工作一般都会像学生完成作业那样，不到最后一天是不会努力工作的。由上述可知，负荷太少的工作安排方式容易助长项目组成员的学生综合症，从而导致项目的无限期拖延，时间的拖延又意味着费用的超预算，最后只好宣告失败。孙子兵法上讲打仗用兵，“日费千金，然后十万之师举矣”，“故兵闻拙速，未睹巧之久也。”

因此，项目有一个最佳的完成周期，这个周期要求项目团队高效工作才能完成，但同时要注意适当留一些余地，更不能违反客观规律，制订根本不可能实现的时间目标。项目经理应该能够把握上述规律，审核计划编制的合理性，发现项目计划编制的问题，及早纠正。

2. 项目进度和成本的关系

图 17-2 反映了项目进度和成本的关系。

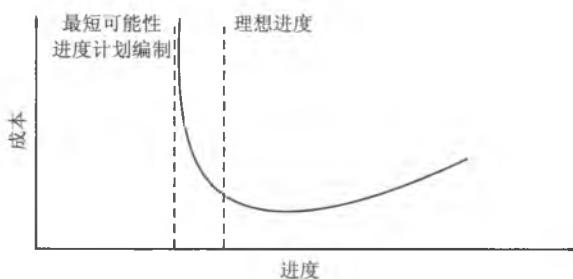


图 17-2 项目进度和成本的关系

项目进度和项目成本有密切的关系。首先，要追求最短时间完成，必须付出最高的成本，赶工需要多付出加班费，紧急采购也要付出较多的成本，这是自不待言的事情；同时，因为赶工，对项目人员的素质、技术要求要高得多；还有，赶工往往急急匆匆，及容易造成返工，事倍功半，付出更高的代价。

其次，项目有最经济的成本周期。也就是说，在某一个时段完成，项目的各项花销都比较少，当然，追求最低成本，往往需要时间适当延长为代价。

第三，进度规划的太长，又有人员效率问题。正如前面所讲的，项目周期每拉长一天，项目团队就多一天的花销，项目收效的时间也拖延一天，预期受益减少的风险和项目失败的风险同时在积累。过了最低成本点，周期越长，成本会积累得越高。

当然，项目也有最佳的完成时间，如图中理想进度所示，在这一时间完成，赶工的成本不是很高，项目又能尽早交付使用。项目进度管理所追求的理想时间，需要有经验的项目经理来估计，其中的度不好把握。

3. 项目进度和质量的关系

项目进度和质量也有很大的关系。图 17-3 以软件项目为例，如果要追求短时间完成项目，那么错误率就比较高，质量必然下降；以比较合适的进度完成，错误率较低，开发时间较充裕；如果再拖延下去，可能会由于团队工作压力不够，拖拖拉拉，或是多次返工造成错误率上升。

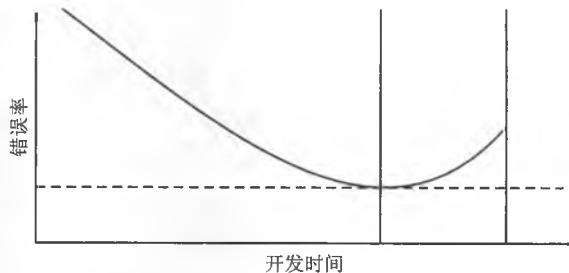


图 17-3 项目进度和质量的关系

由此可见，信息项目控制的目标虽然是保证信息工程的最终使用时间，进度、质量、成本这三大目标之间是相互作用、相互影响、相互制约的关系，都是整个项目目标系统中的一个子系统，即目标子系统，不可分割对待。

认识到信息工程项目的成本目标、进度目标、质量目标三者之间的关系，明确了三大目标是一个不可分割的系统，在进行进度控制时需要注意以下事项。

(1) 力求三大目标的统一。在对信息工程项目进行进度规划时，必须注意统筹兼顾，合理确定进度目标。项目经理需求和目标之间，三大目标之间进行反复协调，力求做到需求与目标的统一，三大目标的统一。

(2) 要针对整个目标系统实施控制。由于三大目标构成了一个统一的整体目标系统，信息工程项目的目控制就必须针对整个目标系统实施控制，防止信息工程项在实施过程中发生盲目追求进度目标而冲击或干扰其他目标的现象。

(3) 追求目标系统的整体效果。在实施进度控制过程中，应该以实现信息工程项目的整体目标系统作为衡量目标控制效果的标准，追求目标系统整体效果，做到各目标的互补。例如，实际工期延长了，能否通过罚款得到费用方面的补偿。

如果制订的信息工程项目进度计划既可行又优化，充分考虑到工程进展的连续性、均衡性，不但可以使工期缩短，而且有可能获得较好质量和较低的费用。

17.1.3 系统性

项目管理整个过程蕴涵着系统工程的方法和思想。所谓系统工程方法，是为了更好地达到系统目标，而对系统构成要素、组织结构、信息流动和控制机制等进行分析和设计的技术。系统工程运用系统科学的有关观念和方法，对一般工程技术实践进行规划、

研究、设计、制造、试验和使用的全过程进行科学的组织与管理，以达到总体最优目标的一种科学方法。

项目管理把项目看成一个完整的系统，依据系统论“整体—分解—综合”的原理，可将系统分解为许多责任单元，由责任者分别按要求完成目标，然后集成为最终的成果。同时，项目管理把项目看成一个有完整生命周期的过程，强调部分对整体的重要性，促使管理者不要忽视其中的任何阶段以免造成总体的效果不佳甚至失败。可见，项目管理是以系统工程为其理论基础与指导思想的。但两者也并非没有区别。因为任何一个项目都是一个特定的系统，而并不是任何一个系统都是项目。系统工程以系统的最优化为目标，而项目是以特定的指标为目标，并不要求项目系统的最优化。

系统论认为，整体性、关联性、等级结构性、动态平衡性、时序性等是所有系统的共同的基本特征。这些既是系统所具有的基本思想观点，而且它也是系统方法的基本原则，表现了系统论不仅是反映客观规律的科学理论，又具有科学方法论的含义，这正是系统论这门科学的特点。系统论的核心思想是系统的整体观念。任何系统都是一个有机的整体，它不是各个部分的机械组合或简单相加，系统的整体功能是各要素在孤立状态下所没有的新功能。系统中各要素不是孤立地存在着，每个要素在系统中都处于一定的位置上，起着特定的作用。要素之间相互关联，构成了一个不可分割的整体。要素是整体中的要素，如果将要素从系统整体中割离出来，它将失去要素的作用。

17.2 项目章程的作用及制订

17.2.1 项目章程的作用

项目启动过程明确指定这一过程有一个重要的输出文档——项目章程，项目章程是正式授权一个项目和项目资金的文件，由项目发起人或者项目组织之外的主办人颁发。那么，项目章程有什么作用呢？

首先，项目章程正式宣布项目的存在，对项目的开始实施赋予合法地位。项目章程的颁发意味着项目的企业手续合法，项目的投资者正式启动项目，职业的项目经理人和项目领导班子可以正式接手项目。

其次，项目章程将粗略地规定项目的范围，这也是项目范围管理后续工作的重要依据。项目章程是项目的商业需求文件、项目理由、最新的客户需求、最新的产品、服务或成果的需求。

第三，项目章程中正式任命项目经理，授权其使用组织的资源开展项目活动。项目章程中规定项目经理的权利，以及项目组中各成员的职责，还有项目其他干系人的职责，这也是对以后的项目范围管理工作中各个角色如何做好本职工作所给的一个明确的规定，以致后续工作可以更加有序地进行。

17.2.2 项目章程的制订

1. 项目章程的输入

通常，制订项目章程要基于以下文件。

(1) 项目合同。合同规定了项目的真正客户或投资者对项目的需求，自然成为项目章程的重要输入文件。有时签约时还不好制订项目章程，合同会规定项目章程是合同的一部分，需要双方签字盖章，和项目合同同样有效。

(2) 项目工作描述。项目工作描述中说明项目需要提供的产品或服务。包括商业需求、产品范围描述、战略计划等。这里的项目工作描述是项目范围的雏形，是将来项目范围管理的重要依据。

(3) 环境和组织要素。项目的环境和组织要素既是项目的资源状况描述，又是项目的资源约束。下面简要介绍项目建设的环境和可以利用的资源，包括以下要素：

- 组织或公司的文化构成；
- 基本设施；
- 现有的人力资源；
- 职员管理；
- 市场条件；
- 项目干系人风险承受度；
- 行业风险信息和风险数据库；
- 项目管理信息系统。

(4) 组织的过程资产。组织的过程资产包含两类。一类是组织过程和工作管理程序。不少单位，尤其是长期搞科研项目或工程项目的单位，长期以来，积累了符合自身企业特点和所在领域特点的项目管理体系，他们的体系中会规定项目的组织、项目的子过程，以及项目工作管理程序等。第二类是组织共享的知识库。我们知道，项目管理是实践性、经验性极强的学科，一个组织长期来积累的项目管理知识的共享会对同类项目起到很强的指导作用。比如工期、工作量、所需资源的准确估计都依赖于特定行业的经验积累。

2. 制订项目章程的方法和技术

(1) 项目选择方法。项目选择法是项目投资者或经营者通过掌握大量信息，并经分析比较，从错综繁杂的事务中鉴别发展机会，最终形成确切的项目发展方向或投资领域的过程（或称项目意向）。在投资者确定了项目发展方向或领域后，要做好进一步的调查研究，经方案筛选，将项目发展方向或投资领域转变为概括的项目提案或项目建议。

(2) 项目管理方法论。前面讲过，PMBOK 只是一般指导性的项目管理知识体系，具体到项目实施单位，还要有一套项目管理方法论。项目管理方法论通常会明确规定项目的阶段，以及每个阶段的主要活动、阶段输入、阶段成果、里程碑、评审方式等内容，

会规定项目的管理控制制度等。

(3) 项目管理信息系统。项目管理信息系统是项目管理者的平台，项目管理信息系统是收集、分类、综合和保存项目各项活动结果的工具、技术、设备和人员的全体。该系统要从项目的发起开始，直到项目收尾结束支持项目所有方面的各项活动。成熟的项目管理信息系统可以做许多模拟，制订项目章程可以充分参考项目关系信息系统，或利用相关的项目管理软件。

(4) 专家判断。项目管理的经验性很强，有类似项目管理经验的专家对项目的整体把握，以及资源、工期、质量等要素的判断非常重要。因为项目章程中会涉及项目的资源、成本、工期等关键目标，所以专家的判断就显得更加重要。

3. 项目章程的输出

项目章程的负责程度跟项目的大小有关，小项目可以简化成一页纸，表 17-1 就是一个信息系统的项目章程模板。

表 17-1 一个信息系统的项目章程模板

项目名称		批准时间	
项目背景介绍	项目发起的原因		
	项目的机遇与优势		
	项目的挑战与劣势		
项目目标：			
项目干系人：			
项目产品	中间产品		
	最终产品		
项目经理	姓名	原先所在的部门和职务	在项目中的权力范围
资源条件	人员		
	物质		
	成本		
	结束时间		
项目完成的标准：			
签发人：		签发时间：	

大型项目的章程相对复杂，有的称为项目任务书、项目许可证书、项目启动文件等。典型的 ERP 项目是以工作任务书（相当于项目章程）的形式规定了前期的内容。其中会规定项目前提、项目的范围、项目的组织、初步实施方案、项目变更控制、项目支付条款、项目验收标准等诸多内容。

更大型的项目还会颁发专门的项目许可证书。项目许可证书通常由项目实施组织的高层管理者或者项目的主管部门颁发。项目许可证书颁发者的地位视项目的具体情况而定。项目许可证书赋予了项目经理或项目班子将资源用于项目活动的权力，宣布

项目的开始。比如，国务院1984年4月以（84）国函57号文原则批准了长江流域规划办公室1983年编报的《150米方案三峡水利枢纽可行性研究报告》，又于1984年4月底颁发了43号文件《关于开展三峡工程筹备工作的通知》，这两个文件就是长江三峡水利枢纽工程的项目许可证书。后一个文件要求成立长江三峡工程开发总公司，在三峡工程建设期间该公司是建设单位（总甲方），工程投产后全部资产，包括债权和债务，都归其所有，并负责水电站的经营管理。根据这两个文件，三峡工程施工准备工作于1984年正式开始。

17.3 项目范围说明书的编写

尽管项目范围管理是项目管理的九大关键领域之一，但范围管理实在是太重要了，因为没有范围就谈不上项目的开始和结束，也谈不上项目的预算控制，其他一切的管理都在界定范围内进行，没有范围就无从谈起。

项目整体管理包括项目提交成果物的范围界定，要编写项目范围说明书。范围界定要有书面文件，阐述项目范围是为未来项目提供基础条件的过程，特别是包括用以确定项目或阶段是否成功完成的标准。例如，一个工程公司签订的合同是设计一个石油处理工厂，就要求在设计具体目标时，要界定好具体的工作范围。又如，某投资建设炼油厂的项目业主将炼油厂的设计任务包给了某设计院。该设计院要求有一份范围说明书，明确设计任务的范围，如确定由码头到炼油厂的输油管线属于非本院的设计任务。这份范围说明书就是项目业主和设计院签订设计委托合同的基础。当然，该例的范围说明书无论是由项目业主，还是由设计院来写，都是可以的。范围阐述形式的基础是通过确认项目目标和主要项目的子项目，使项目团队与项目客户之间达成一个协议。

17.3.1 编写项目范围说明书的主要依据

通常项目范围说明书要由项目管理团队来编写，而且在编写项目范围说明书时，项目管理团队需要在实际工作中考虑限制或制约自己行动的各种因素。在编写项目范围说明书时，必须有项目的成果说明书，以作为范围规划的前提依据。

有些时候，在做项目范围规划时，由于项目范围说明书要求的材料大多已经齐备。因此项目范围规划工作量不大，也不难做。例如，编写项目建议书时就已经知道了项目班子应当交付哪些成果，而项目许可证就已经写入了项目目标。这时，把项目范围说明书要求具体写出来就行了。

编写项目范围说明书的主要依据有：

(1) 项目章程。项目章程是正式授权一个项目和项目资金的文件，由项目发起人或者项目组织之外的主办人颁发。项目章程是项目的商业需求文件、项目理由、最新的客户需求、最新的产品、服务或成果的需求。项目章程还粗略地规定项目的范围，是项

目范围管理工作的重要依据。

(2) 项目工作说明。项目工作说明（Statement of Work, SOW）是对项目工作的基本描述，项目工作描述中说明项目需要提供的产品或服务。包括商业需求、产品范围描述、战略计划等。这里的项目工作描述是项目范围的雏形，是将来项目范围管理的重要依据。

(3) 企业环境因素。项目都是在特定的环境中进行的，会受到环境因素的约束。环境既包括如物理环境和生态环境等硬环境，也包括政策法规、企业文化等社会软环节。

(4) 组织的过程资产。组织的过程资产包含两类：一类是组织过程和工作管理程序；另一类是组织共享的知识库。

17.3.2 编写项目范围说明书的方法与工具

项目和子项目都要编写范围说明书。项目范围说明书是项目班子和任务委托者之间签订协议的基础。一般来说，项目范围说明书要由项目班子来写，由于编写项目范围说明书是所有项目的例行工作，所以，经常做项目的组织积累了丰富的经验，甚至有现成的模板。

(1) 项目管理方法论。许多企业有自己的项目管理方法论，项目管理方法论以PMBOK基本框架为基础，结合了某一类项目的具体特点，制订了该类项目的通用的项目管理流程、规范、模板、指导手册和项目考核办法等，是经过实践验证为可行的某一领域内的经验系统。项目管理方法论中一般会制订详细的项目范围说明书的模板。

(2) 项目管理信息系统。项目管理信息系统就是收集、分类、综合和保存项目各项活动结果的工具、技术、设备和人员的全体。该系统要从项目的发起开始，直到项目收尾结束支持项目所有方面的各项活动。项目管理信息系统不一定是电脑中的软件，以及内存的信息。项目管理软件只是项目管理信息系统的一个组成部分。

(3) 专家估计。前文讲过，项目管理的经验性很强，有丰富项目管理经验的专家对项目范围的界定和把握对项目范围说明书的制订也很关键。

17.3.3 范围说明书内容

项目范围说明书说明了为什么要进行这个项目，明确了项目的目标和主要的可交付成果，是将来项目实施的重要基础。随着项目的进展，需要对范围说明书进行修改和细化，以反映项目和外部环境的变化。

项目范围说明书中要确立项目的目标，当项目成功完成时，如何才能得到他人承认呢？当项目完成时就必须向投资方表明，项目事先设立的目标均已达到。至少要让他们看到，原定的费用、进度和质量目标均已达到。设立的目标要能够量化。目标不能量化或未量化，例如，设立“让业主满意”这种目标，就要承担很大风险。

范围说明书的内容应当包括：

- 项目和产品目标；
- 产品和服务需求；
- 产品（项目成果）接收标准；
- 项目边界；
- 项目需求和项目成果描述；
- 项目约束；
- 项目假设；
- 初步项目组织；
- 初步风险定义；
- 时间里程碑；
- 初步 WBS；
- 采购支出估计；
- 项目配置管理需求。

17.3.4 范围说明书的确认与变更控制

范围说明书是项目执行过程中非常正式的文件，需要参与者（倡议者、委托人和顾客等）进行正式确定，这个过程也叫范围核定。它要求回顾生产工作和生产成果，以保证所有项目都能准确、满意地完成。如果这个项目已提前终止，这个范围核实过程也应该证实并应以书面文件的形式把它的完成情况记录下来。范围核实与前面讲的质量控制是不同的，范围核定是有关工作结果的验收问题，而质量控制是有关工作结果正确性的问题。

核定后的范围说明书将作为将来范围变化控制的基线。在整个项目周期内，如项目范围发生变化，则要进行范围变更控制，范围变更控制的主要工作有：

- (1) 影响造成项目变化的因素，并尽量使这些因素向有利的方面发展；
- (2) 判断项目变化范围是否已经发生；
- (3) 一旦范围变化已经发生，就要采取实际的处理措施。

17.4 项目管理计划的制订

管理活动的一个最基本的原则就是任何工作开展之前必须制订计划，项目管理也不例外。项目管理计划是项目组织根据项目目标的规定，对项目实施过程中进行的各项活动做出周密安排。项目管理计划围绕项目目标的完成，系统地确定项目的任务，安排任务进度，编制完成任务所需的资源、预算等，从而保证项目能够在合理的工期内，用尽可能低的成本和尽可能高的质量完成。

17.4.1 项目管理计划的作用

在项目管理与实践中，项目计划是项目管理一大职能，是项目实施的基础。它的作用主要有以下几点。

(1) 计划是促使管理者展望未来，预见未来可能发生的问题，制订适当的对策，来减少实现目标过程中的不确定性。通过项目计划确定并描述为完成项目目标所需的各项任务范围，落实责任体系，并制订各项任务的时间表，阐明每项任务必需的人力、物力、财力和确定预算。保证项目顺利实施和目标实现。

(2) 计划是实施的依据和指南。通过计划，通过科学的组织和安排，可以保证有秩序地进行施工。通过计划能合理、科学地协调各工种、各单位、各专业之间的关系，能充分利用时间和空间，可以进行各种技术经济比较和优化，提高项目的整体效益。同时，计划确定项目实施工作规范，经批准后就作为项目实施工作大纲。

(3) 可以确立项目组各成员及工作的责任范围和地位，以及相应的职权，以便按要求去指导和控制项目的工作，减少风险。

(4) 可以促进项目组成员及项目委托人和管理部门之间的交流与沟通，增加顾客满意度，并使项目各工作协调一致，并在协调关系中了解哪些是关键因素。

(5) 可以使项目组成员明确自己的奋斗目标、实现目标的方法、途径及期限，并确保以时间、成本及其他资源需求的最小化实现项目目标。

17.4.2 项目管理计划的要求

项目计划作为一个重要的项目阶段，在项目过程中承上启下，必须按照批准的项目总目标、总任务做详细的计划；计划文件经批准后作为项目的工作指南，必须在项目实施中贯彻执行，必须防止计划的失误和失败。对项目计划有以下特殊的要求：

(1) 目标性。项目管理是目标管理，管理的一切行动是为了在给定的投资和约束条件下，如期完成项目目标，达到各项质量要求。由于计划是为了保证实现总目标而做的各种安排，所以目标是计划的灵魂，计划必须符合项目总目标，受总目标的控制。由此可见，计划者首先必须详细地分析目标，弄清任务。如果对目标和任务理解有误或不完全，必然会导致计划的失败。例如，对一个工程的承包商、供应商来说，必须弄清楚招标文件和合同文件的内容，正确、全面地理解业主的要求。制订计划的过程就是设计目标达成思路的过程。

(2) 系统性。项目的系统性决定了项目计划的系统性。项目计划本身是一个系统，由进度计划、成本计划、质量计划、风险计划、沟通计划等一系列子计划组成，各个子计划不是孤立存在的，彼此之间相对独立，又紧密相关。从而使制订出的项目计划也具有系统的目的性、相关性、层次性、适应性、整体性等基本特征，使项目计划形成有机协调的整体。

(3) 经济性。项目计划的目标不仅要求项目要有较高的效率（进度快），而且要求有较高的整体经济效益，即费用省、收益（效用）高，同时要求项目在财务上平衡（即资金平衡）。这不仅是项目计划的要求，而且是项目计划的内容。由于一个好的计划必须基于完成项目任务的最好的（经济、安全、合理、高效率）方法。所以在计划中必须提出多方案，进行技术经济分析，可以采用价值分析、费用/效用比较、活动分析、工期/费用优化、资源平衡等方法进行优化。

(4) 动态性。这是由项目的寿命周期所决定的。一个项目的寿命周期短则数月，长则数年。在这期间，由于项目环境常处于变化之中，使计划的实施会偏离项目基准计划，因此项目计划要随着环境和条件的变化而不断调整和修改，以保证完成项目目标，这就要求项目计划要有弹性，以适应不断变化的环境。

(5) 相关性。项目计划是一个系统的整体，构成项目计划的任何子计划的变化都会影响到其他子计划的制订和执行，进而最终影响到项目计划的正常实施。制订项目计划要充分考虑各子计划的相关性。

(6) 层次性。大中型项目中，项目的计划往往是要分层次的。首先是一级计划，也称总计划。计划是自上而下制订的，一级计划根据业主的时间要求和资源配置情况综合制订的，一级计划的作用是中间成果检查和项目总体决策；还有二级计划，二级计划用于项目组各个小组间工作的协同。比如，各个小组的接口、小组间的协同作业等需要在二级计划中明确；三级计划又叫作业计划，是每个具体的小组完成修改小组作业的计划。三级计划体制体现了项目计划的层次性，体现了目标自上而下分解，工作自下而上实现的思想。

(7) 职能性。项目计划的制订和实施不是以某个组织或部门内的机构设置为依据，也不是以自身的利益及要求为出发点，而是以项目和项目管理的总体及职能为出发点，涉及项目管理的各个部门和机构。

17.4.3 项目管理计划的内容

项目计划内容可分为九个方面：

(1) 工作计划。工作计划也称实施计划，是为保证项目顺利开展，围绕项目目标的最终实现而制订的实施方案。工作计划主要说明采取什么方法组织实施项目，研究如何最佳地利用资源，用尽可能少的资源获取最佳效益。具体包括工作细则、工作检查及相应措施等。工作计划也需要时间、物资、技术资源，必须反映到项目总计划中。

(2) 人员组织计划。人员组织计划主要是表明工作分解结构图中的各项工作任务应该由谁来承担，以及各项工作间的关系如何，其表达形式主要有框图式、职责分工说明式和混合式三种。

(3) 设备采购供应计划。在项目管理过程中，多数的项目都会涉及仪器设备的采购、订货等供应问题。有的非标准设备还包括试制和验收等环节。如果是进口设备，还存在选货、订货和运货等环节。设备采购问题会直接影响到项目的质量及成本。

(4) 其他资源供应计划。如果是一个大型的项目，由于不仅需要设备的及时供应，还有许多项目建设所需的材料、半成品、物件等资源的供应问题。因此，预先安排一个切实可行的物资、技术资源供应计划，将会直接关系到项目的工期和成本。

(5) 变更控制计划。由于项目的一次性特点，在项目实施过程中，计划与实际不符的情况是经常发生的。通常是由下列原因造成的：开始时预测得不够准确；在实施过程中控制不力；缺乏必要的信息。有效处理项目变更可使项目获得成功，否则可能会导致项目失败。变更控制计划主要是规定处理变更的步骤、程序，确定变更行动的准则。

(6) 进度计划。进度计划是根据实际条件和合同要求，以拟建项目的竣工投产或交付使用时间为目 标，按照合理的顺序所安排的实施日程。其实质是把各活动的时间估计值反映在逻辑关系图上，通过调整，使得整个项目能在工期和预算允许的范围内合理地安排任务。进度计划也是物资、技术资源供应计划编制的依据，如果进度计划不合理，将导致人力、物力使用的不均衡，影响经济效益。

(7) 成本投资计划。包括：各层次项目单元计划成本；项目“时间—计划成本”曲线和项目的成本模型（即时间—累计计划成本曲线）；项目现金流量（包括支付计划和收入计划）；项目资金筹集（贷款）计划等。

(8) 文件控制计划。文件控制计划是由一些能保证项目顺利完成的文件管理方案构成，需要阐明文件控制方式、细则，负责建立并维护好项目文件，以供项目组成员在项目实施期间使用。包括文件控制的人力组织和控制所需的人员及物资资源数量。项目管理的文件包括全部原始的及修订过的项目计划、全部里程碑文件、有关标准结果、项目目标文件、用户文件、进度报告文件，以及项目文书往来。项目一结束，文件必须全部检查一遍，有选择地处理一些不再相关的文件，并保存好项目的工作分解结构图与网络图，收入文件库以备将来项目组参考。

(9) 支持计划。项目管理有众多的支持手段，主要有软件支持、培训支持和行政支持，还有项目考评、文件、批准或签署、系统测试、安装等支持方式。

17.5 项目的监督与控制

项目的监督与控制（PMC）的目的是提供对项目进展的理解，从而在项目表现明显偏离计划时能够采取适当的纠正措施。项目监督控制的手段主要是通过在预定的里程碑处，或者项目进度表或工作分解结构中的控制级别，将实际的工作产品和任务属性、工作量、成本，以及进度与计划进行对比来确定进展情况。适当的可视性使得项目与计划发生重要的偏差时能够及时采取纠正措施。重要的偏差是指如果不解决就会妨碍项目达成其目的的偏差。

17.5.1 项目监督的内容

(1) 进展监督。

- 定期测量实际完成的活动和里程碑。
- 将实际完成的活动和里程碑与项目计划中文档化的进度相比较。
- 识别与项目计划中的估算值的重要偏差。

(2) 工作量和成本监督。

- 定期测量实际的工作量和成本，以及指派的人员。
- 将实际的工作量、成本、人员，以及培训与项目计划中文档化的估算和预算相比较。
- 识别与项目计划中的预算的重要偏差。

(3) 监督工作产品与任务的属性。

- 定期测量工作产品与任务的实际属性，诸如规模或复杂性（及这些属性的变动）。
- 将实际的工作产品与任务属性（以及这些属性的变动）与项目计划中的估算值相比较。
- 识别与项目计划中的估算值的重要偏差。

(4) 监督提供并使用的资源。

- 物理设施。设计、制造、测试与运行期间使用的计算机、外围设备。
- 软件及网络。

(5) 监督项目成员的知识与技能。

- 定期测量项目人员得到的知识与技能。
- 比较实际接受的培训与项目计划中的培训说明。
- 识别与项目计划中的估算值的重要偏差的知识与技能。

(6) 项目风险监督。

- 定期在项目当前状态和环境的语境下评审风险文档。
- 得到新增信息时修订风险文档以并入变化。
- 向相关干系人通报风险状态。

17.5.2 项目控制的方式

1. 正规和非正规控制

项目控制可采取正规和非正规两种方式。正规就是定期召开进展情况汇报会，阅读项目进展报告等。正规控制要利用项目实施组织或项目班子建立起来的管理系统进行控制，如项目管理信息系统、变更控制系统、项目实施组织财务系统、工作核准系统等。非正规则是项目经理频繁地到项目管理现场，同项目管理人员交流，了解情况，及时解决问题。

许多施工项目经理一有时间就到现场转悠，观察工程进展，同人们交谈。这就是一种非正规控制，有人称之为“走动管理”。非正规控制有若干好处：了解的情况多而及时；现场的人们要比在办公室里坦率、诚恳；项目管理人员在工作岗位上时要比不在时更愿意向他人介绍自己的工作和成就，这时候项目经理若表示赞许，则能激发他们的干劲和创造精神；如果项目要出问题，则容易在其酝酿阶段就发现；项目经理到现场会产生多方面的微妙感受，能够觉察出许多潜伏的问题；到了现场，容易缩小项目经理和班子成员之间的距离，彼此之间更易接近，讨论问题的气氛更融洽，更容易找出解决问题的办法。

在现场，项目的实际情况在项目经理头脑里形成了鲜明印象，这个印象随时同项目计划对照。这个印象也随时使头脑产生项目将来的形象。对照和预想就会发现问题，就会触发灵感，就会想到是否采取措施，纠正计划的偏离。

当然，项目经理到了现场，千万不要随便发号施令。需要发指示时，要通过项目组织系统。否则，就会越权，就会造成令出多门，让项目团队无所适从，最终瓦解的是付出了高昂代价建立起的项目团队。

正规控制通过定期的和不定期的进展情况汇报和检查，以及项目进展报告进行。根据项目进展报告，与会者讨论项目遇到的问题，找出和分析问题的原因，研究和确定纠正、预防的措施，决定应当采取的行动。

正规和非正规两种控制过程步骤相同，都是PDCA。非正规控制要比正规控制频繁。正规控制每次花费的时间一般比非正规控制长，但总时间非正规控制并不比正规控制少，有时反而更多。正规和非正规两种控制过程都必不可少。

2. 预防性控制和更正性控制

预防性控制是在深刻理解项目各项活动、预见可能发生的问题基础上，制订出相应的措施，防止不利事件的发生。制订规章制度、工作程序、进行人员培训等都属于预防性控制。

更正性控制是由于未能或者根本无法预见项目会发生什么问题，只能在问题出现后采取行动，纠正偏差。对于项目控制，更正性控制要比预防性控制用得多。利用反映过去情况的信息指导现在和将来，即为（信息）反馈控制。更正性控制往往借助信息反馈来实现，其关键是信息准确、及时、完整地送达项目经理或其他决策者手中。

3. 预先控制、过程控制和事后控制

预先控制是在项目活动或阶段开始时进行，可以防止使用不合要求的资源，保证项目的投入满足规定的要求，如对进场的材料和设备进行检查。过程控制对进行过程中的项目活动进行检查和指导。

过程控制一般在现场进行。过程控制一定要注意项目活动和控制对象的特点。很多项目活动是分散在不同的空间和时间中进行。如何进行过程控制，需要项目经理动些脑筋。

事后控制在项目活动或阶段结束或临近结束时进行。生产企业的质量控制可以采取事后控制，但项目控制不宜采取事后控制，因为不利的偏差已经造成损害，再也无法弥补。

4. 直接控制和间接控制

直接控制着眼于产生偏差的根源，而间接控制着眼于偏差本身。项目活动的一次性常常迫使项目班子采取间接控制。项目经理直接对项目活动进行控制属于直接控制；不直接对项目活动，而对项目班子成员进行控制，具体的项目活动由项目班子成员去控制，属于间接控制。

17.6 整体变更控制

项目的不确定性因素导致了项目的进展未必像想象中或计划中的那样顺利，而当这种不确定性变得明确且和当初的预测不一致的时候，就会导致项目出现变更。一般来说，项目的目标是项目所有活动的最终判断准则。也就是说，我们必须关注那些可能会引起项目目标变化的信息。大体上，变更可以来自两个方面：内部因素和外部因素。内部因素是指项目在实施过程中，对实施的状态与计划对比，发现产生了偏差，从而导致变更项目计划。外部因素则是指客户对项目目标本身发生了变化，从而引起计划的变更。

为了对项目变更进行控制，应由项目实施组织，项目管理班子或两者共同建立变更控制系统。变更控制系统就是一套事先确定的修改项目文件或改变项目活动时应遵循的程序，其中包括必要的表格或其他书面文件，责任追踪和变更审批制度、人员和权限。变更控制系统应当明确规定变更控制委员会的责任和权力，并由所有的项目干系人认可。

变更控制系统可细分为整体、范围、进度、费用和合同变更控制系统。变更控制系统应当同项目管理信息系统一起通盘考虑，形成整体。

整体变更就是影响项目整体和贯穿整个项目过程的变更。整体变更控制的目的有三个：

- (1) 查明项目进行过程中发生的变化是否构成变更；
- (2) 对造成变更的因素施加影响；
- (3) 当变更实际出现时，设法处理。

整体变更控制就是协调贯穿整个项目过程的变更。例如，可交付成果的技术要求说明书发生的变更，若影响到项目范围，进而影响到费用、进度、质量、风险或其他方面，则该变更就是整体变更，应当通过范围变更控制系统处理。

整体变更控制的依据是项目计划、进展报告和变更请求。项目班子成员或项目干系人的变更请求可能会以多种形式提出。但除非特殊情况，只有书面提出者，才能受理。

整体变更控制的工具就是上面提到的变更控制系统。整体变更控制的结果应当有

项目计划的更新，采取将项目未来预期进展控制在项目计划范围内的纠正行动并吸取的教训。如图 17-4 所示为项目变更控制流程。

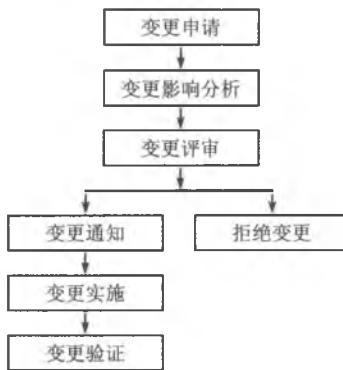


图 17-4 项目变更控制流程

17.6.1 基线与变更申请

1. 基线

信息系统的项目管理者对基线的概念并不陌生。基线是软件配置管理的一个重要概念，是已经通过正式复审和批准的某规约或产品，它可以作为进一步开发的基础，并且只能通过正式的变更控制过程进行改变。

根据定义的生命周期模型和项目特征来定义基线。在开发周期，基线的建立时间是不同的，可能会受到不同变更权威的控制。计划期间，项目应按如下所述建立基线，用以维护对配置项的完整性的适当控制。每个基线必须记录在配置管理计划中，包含基线名称、基线内容、在生命周期的什么时候建立，以及谁有对基线更改的批准权。

当基线形成后，要在项目组内部进行发布。基线的作用是把各阶段工作的划分更加明确化，以便于检验和肯定阶段成果。需求基线则是项目的需求完整定义下来，形成完整的规格。后续变更的基准就是在基线的基础上进行。

2. 变更申请

项目变更的申请可能有不同的来源——可能来自一个潜在的用户、系统分析员测试人员或软件供应商。项目管理者都应该建立一套变更申请（CR）表格，变更申请（CR）表格形式必须与软件配置管理计划保持一致，有些变更管理工具也提供一些一般的电子表格形式，项目中还应该由项目变更控制委员会来负责受理变更申请（CR），包括赋予变更申请（CR）一个唯一的跟踪编号和分类号，并实际执行变更流程。

配置管理员接受变更申请（CR），检查其清晰度和完整性，如果配置管理员认为该变更申请（CR）不够完整，他可以将它返回给提交者，错误还有可能被重复报告，这些也应由配置管理员予以屏蔽，然后，配置管理员赋予该变更申请（CR）一个唯一的跟踪编号，并在变更管理库中形成相应的记录信息。项目变更申请表如表 17-2 所示。

表 17-2 项目变更申请表

项目名称		项目代号	
项目负责人		申请更改人	
申请理由:			
更改内容概述:			
影响的内容与范围:			
业务部门意见:			
		签字	年 月 日

17.6.2 变更评审

1. 变更控制委员会（CCB）

项目都成立一个专门的变更控制机构——变更控制委员会（Change Control Board, CCB），一般来说，变更控制委员会是一个项目主要的管理机构组织，CCB 最小应该由下面几部分组成：高层经理、项目经理（技术负责人）、配置管理负责人、质量保证负责人、测试负责人。

变更控制委员会负责评估那些被提交上来的变更请求，针对这些变更的目的、要求和影响来决策：

- 同意实施一项变更请求，并且在会议上安排相关的变更实施责任人，以及相关的协作组织。
- 拒绝某一项变更请求，并给出拒绝的理由。

制订项目的启动计划时就要建立项目的 CCB，它是在项目初期建立的，将确定的 CCB 人选记录到配置管理计划中，并发通知给项目组和相关组。当正式基线建立或变更时，要召开 CCB 会议，并进行会议记录，会后形成《CCB 会议纪要》。

2. 变更评审

CCB 收到了变更请求（CR）后，会有专门的人员先做一个初步的分析，主要是评估变更的来源、变更的理由、变更产生的影响、变更的代价。某些变更会在这个阶段做出一个初步的处理，例如：

- 描述不清楚的变更请求，会被要求提出者重新补充信息。
- 删除那些明显错误的变更请求。

- 一些简单且影响小的变更可以直接分配人员处理。

其余的变更请求会被提交到变更控制委员会进行评审。

信息系统项目管理的一个重要方面是对变更申请进行充分的分析评估,这涉及它对系统性能、接口、可用性、成本、进度、合同的影响程度,还应对它对软件产品的安全性、可靠性、可维护性、可移植性及效率的影响程度进行评估。项目配置管理员将变更申请(CR)分派到配置控制小组进行这类评估。在有些情况下,变更申请(CR)在被分析前先经过某些小组进行预审,这可以节省一些不大可能被通过的CR的评估开销。

变更控制委员会评审一般以会议的形式进行,有关各方都参加。可以是定期召开,也可以针对某一项重要的变更临时召集。评估将产生一个报告,其中包括对变更的描述、受影响的配置项(CSCI)及相关文档,以及所要求的资源情况等。表17-3是一个典型的变更评审检查表。

表17-3 变更评审检查表

序号	检查项目	说明
1	规模	更改范围的大小
2	期限	更改完成的时间要求
3	复杂性	实现的复杂程度
4	资源影响	对CPU、内存、网络等的资源影响
5	费用影响	对项目和产品费用的影响
6	测试需求	对测试的要求程度
7	风险	相关的风险分析,比如,是否涉及关键模块和技术
8	外部影响	对用户、市场策略的影响
9	资源需求	对项目资源,比如,人员技能、软硬件资源的需求
10	项目影响	对项目当前和后续工作的影响
11	替代方案	有无更好的替代方案
12	实现状态	该更改是否已经进行等

17.6.3 变更分派

将评审通过的变更申请分配到基线化的配置项的工作由配置控制小组完成,配置控制小组根据变更申请(CR)分析报告评估一个变更申请(CR)的必要性和代价,配置控制小组可能批准、不批准或推迟一个变更申请(CR),也可能返回提交者要求补充更多的信息或分析。

获准的变更申请(CR)发回配置管理员执行下一步的流程;被拒绝的变更申请(CR)连同配置控制小组的拒绝原因一起发回提交者;需要进一步分析的CR连同配置控制小组的问题清单被返回分析小组或提交者;被推迟的CR先归档,在适当的时间进行处理。

如果不需更高一层的配置控制小组进行审批,则配置管理员就将被批准的CR发到相应的开发团队或CI负责人,否则CR包被发送到更高一级的配置控制小组进行进一

步的审批。

配置管理员作为配置控制小组的执行秘书，负责记录当前变更申请（CR）的状态并发布相应的简报，这些信息同时被归档。

项目变更通知通常是一份比较正式的文档（如表 17-4 所示），需要业主、承包方、建立方多方面签字。通知到与变更有关的各个部门或项目干系人。

表 17-4 项目变更通知

项目名称		工程编号	
主送单位		变更日期	
变更理由			
变更内容			
甲方单位 年 月 日	乙方单位 年 月 日	监理方单位 年 月 日	
附注			

17.6.4 变更实施

获得通过的 CR 可以直接作为变更授权表，或由配置管理员据此准备更改任务单，有时还包括制订对相应代码和文档的修改指导文件。

开发组要安排实施变更的必要资源，他们必须从配置库获得将被变更的 CI 的正式副本。对代码的修改涉及设计、编码、测试、验证的过程，并且要对可能受影响的文档进行更新，一旦更改完成并通过了单元测试，并对相关文档进行了更新，所有这些被赋予新的版本号并返回到配置库置于受控状态。

17.6.5 变更验证

上述工作完成之后，还要对变更实施的结果进行验证，判断变更实际带来的偏差，以及对项目其他方面的影响。

软件开发项目中，对于已完成并进行了单元测试的更改，还必须进行 CSCI 级的测

试,这往往需要重新运行测试计划中的相关测试用例或开发新的测试用例并添加到测试计划中,回归测试用例也需重新进行以防止更改引入新的错误,一旦完成,开发组将测试报告提交回配置库,更改的配置项被编号为新的基线版本。

CR 实现和测试完成后,配置管理员将对这个过程进行记录并在更改跟踪数据库中存档。

项目变更的控制是一个动态过程,它始于项目的变化,而终于项目变更的验证。在这一过程中,拥有充分的信息、掌握第一手资料是做出合理变更的前提条件,这就需要记录整个变更过程,而记录本身就是项目变更控制的主要内容。

17.7 项目收尾

如果说良好的开端是成功的一半,那么,漂亮的收尾就是项目圆满的另一半。软件项目的结果管理是许多 IT 项目从业人员最容易忽视的地方。项目收尾包括合同收尾和管理收尾两部分。合同收尾就是按照合同约定,项目组和业主一项项进行核对,检查是否完成了合同所有的要求,是否可以把项目结束掉,也就是我们通常所说的项目验收。管理收尾是对于内部来说的,把做好的项目文档等归档,对外宣称项目已经结束,转入维护期,把相关的产品说明转到维护组,同时进行经验教训总结。

17.7.1 项目验收

项目验收是指项目结束或项目阶段结束时,项目团队将其成果交付给使用者之前,项目接受方会同项目团队、项目监理等有关方面对项目的工作成果进行审查,查核项目计划规定范围内的各项工作或活动是否已经完成,应交付的成果是否令人满意。若检查合格,将项目成果由项目接收方及时接收,实现投资转入生产或使用。同时,总结经验教训,为后续项目做准备。

对提前结束的项目或非正常结束的项目,通过验收查明哪些工作已经完成、完成到什么程度、哪些原因造成项目不能正常结束,并将核查结果记录在案,形成文件。

1. 项目验收的意义

当项目结束时,及时对项目进行验收,无论对项目团队(项目承担方)、项目业主(项目接受方),还是对项目本身都有非常重要的意义和作用,主要表现在:

(1) **项目的验收标志着项目的结束(或阶段性结束)**。没有项目的验收,业主就不能正式地使用项目,就不能达到生产产品或提供服务的目的,也不能获得其预期的收益(或效用)。对一些时效性非常强的产品和服务,很可能由于验收的延误,而造成项目成果的失效,失去项目存在的意义。

(2) **若项目顺利地通过验收,项目的当事人就可以终止各自的义务和责任,从而获得相应的权益**。同时,也意味着项目团队的全部或部分任务的完成,项目团队可以

总结经验，接受新的项目任务；项目成员可以回到各自的工作岗位或安排合适的工作。

（3）项目的竣工验收，是保证合同任务完成，提高质量水平的最后关口。通过竣工验收，全面考察工程质量，保证交工项目符合设计标准、规范等规定的质量标准要求，并能及时发现和解决一些影响正常生产使用的问题，确保项目能按设计要求的技术、经济指标正常地投入生产并交付使用。

（4）对于基本建设项目和投资项目，通过竣工验收，促进投资项目及时投入生产和交付使用，将基本建设投资及时转入固定资产，发挥投资效益。避免基建项目由于拖期，不能投入使用而造成资金时间价值损失。

通过项目竣工验收，整理档案资料，可为投产企业的经营管理、生产技术和固定资产的保养、维修提供全面系统的技术经济文件、资料和图纸。

2. 项目验收范围的确认及确认依据

项目验收范围是指项目验收的对象中，所包含的内容和方面，即在项目验收时，对哪些子项进行验收和对项目的哪些方面、哪些内容进行验收。

项目验收范围的确认是指对需要验收的内容进行科学、合理的界定，以保障项目各方的权益和明确各方的责任。要确认项目验收范围，不仅要明确项目的起点和终点，还要明确项目的最终成果，以及标志这些成果的各个子项。

项目验收的范围，从项目层次来看，原则上一切完整的子项或单元都应列入项目验收的范围，只是依项目的业主方及项目性质不同，其验收的形式不同。但所有列入固定资产投资计划的建设项目或单项工程，只要已按国家批准的设计文件所规定的内容建成，或工业投资项目经负荷试车考核，试生产期间能够正常生产出合格产品，或非工业投资项目符合设计要求，能够正常使用的，不论是属于哪种建设性质，都应及时组织验收，办理固定资产移交。

从项目验收的内容划分，项目验收范围通常包括工程质量验收和文件资料验收。项目验收范围确认主要依据项目合同、项目成果文档和工作成果等。

在对项目进行验收时，主要依据项目的工作成果和成果文档。由于工作成果是项目实施后的结果，项目结束应当提供出一个令人满意的工作成果。因此，项目验收重点是针对工作成果进行检验和接收。工作成果验收合格，项目实施才可能最终完结。同时，在进行项目验收时，项目团队必须向接收方出示说明项目（或项目阶段）成果的文档，如项目计划、技术要求说明书、技术文件、图纸等，以供审查。对不同类型的项目，成果文档包含的文件不同。

3. 项目验收的组织及验收程序

（1）项目验收组织。项目验收的组织是指进行对项目成果验收的组成人员及其组成。一般由项目接收方、项目团队和项目监理人员构成。但由于项目性质的不同，项目验收的组织构成差异较大，如对一般小型服务性项目，只由项目接收人员验收即可；有些内部项目，由项目经理验收即可。

验收委员会或验收组的主要职责如下：

- 审查预验收情况报告和移交生产准备情况报告。
- 审查各种技术资料，如项目可行性研究报告、设计文件、概（预）算，有关项目建设的重要会议记录，以及各种合同、协议、工程技术经济档案等。
- 对项目主要生产设备和公用设施进行复验和技术鉴定，审查试车规格，检查试车准备工作，监督检查生产系统的全部带负荷运转，评定工程质量。
- 处理交接验收过程中出现的有关问题。
- 核定移交工程清单，签订交工验收证书。
- 提交竣工验收工作的总结报告和国家验收鉴定书。

（2）项目验收程序。

项目验收依项目的大小、性质、特点的不同其程序也不尽相同。对大型建设项目而言，由于验收环节较多、内容繁杂，因而验收的程序也相对复杂。对一般程序设计、软件开发或咨询等小项目，验收也相对简单一些，项目验收一般都遵循如图 17-5 所示的流程。

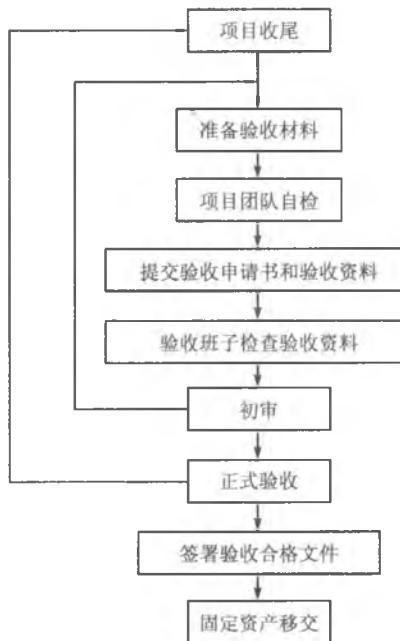


图 17-5 项目验收流程

17.7.2 项目后评价

项目后评价是指对已经完成的项目（或规划）的目的、执行过程、效益、作用和影响所进行的系统、客观的分析。通过项目活动实践的检查总结，确定项目预期的目标是否达到，项目或规划是否合理有效，项目的主要效益指标是否实现；通过分析评价找出

成败的原因，总结经验教训；并通过及时有效的信息反馈，为提高未来新项目的决策水平和管理水平提供基础；同时也为后评价项目实施运营中出现的问题提出改进建议，从而达到提高投资效益的目的。

(1) 后评价是一个学习过程。后评价是在项目投资完成以后，通过对项目目的、执行过程、效益、作用和影响所进行的全面系统的分析，总结正反两方面的经验教训，使项目的决策者、管理者和建设者学习到更加科学合理的方法和策略，提高决策、管理和建设水平。

(2) 后评价又是增强投资活动工作者责任心的重要手段。由于后评价的特点（透明性和公开性），通过对投资活动成绩和失误的主客观原因分析，可以比较公正客观地确定投资决策者、管理者和建设者工作中实际存在的问题，从而进一步提高他们的责任心和工作水平。

(3) 后评价主要是为投资决策服务的。虽然后评价对完善已建项目、改进在建项目和指导待建项目有重要的意义，但更重要的是为提高投资决策服务。

项目后评价通常在项目竣工以后项目运作阶段或项目结束之前进行。它的内容包括项目竣工验收、项目效益后评价和项目管理后评价。项目效益后评价主要是对应于项目前评价而言的，是指项目竣工后对项目投资经济效果的再评价。它以项目建成运行后的实际数据资料为基础，重新计算项目的各项经济数据，得到相关的投资效果指标，然后将它们同项目前评价时预测的有关经济效果值（如净现值 NPV、内部收益率、投资回收期等）进行纵向对比，评价和分析其偏差情况及其原因，吸收经验教训，从而为提高项目的实际投资效果和制订有关的投资计划服务，为以后相关项目的决策提供借鉴和反馈信息。项目管理后评价是指当项目竣工以后，对前面（特别是实施阶段）的项目管理工作所进行的评价，其目的是通过对项目实施过程的实际情况的分析研究，全面总结项目管理经验，为今后改进项目管理服务。可以看到，项目后评价是全面提高项目决策和项目管理水平的必要和有效手段。

项目后评价还具有重要的监督功能。如前所述，后评价是一个向实践学习的过程，同时又是一个对投资活动的监督过程。项目后评价的监督功能与项目的前期评估、实施监督结合在一起，构成了对投资活动的监督机制。例如，世界银行对投资活动的监督，主要依靠在项目准备阶段的评估（派评估团）、在项目实施过程中的监督检查（派检查团）和在项目完成后的后评价（派评估团）来实现的。项目的实施监督和后评价监督还具有向银行高层及时反馈问题和意见的责任。此外，世界银行的后评价还要对整个银行的业务执行情况进行监督和评价。

项目后评价是国内项目管理的薄弱环节，也是制约国内项目管理水平的主要原因之一。项目管理是实践性很强的工作，项目经理必须经过项目的锤炼才能逐步成熟。遗憾的是，虽然不少人都参与项目，但能力提升却很慢，主要原因就是不重视项目后总结和评价。没有总结就没有提高，没有提高就会失去兴趣。很多 IT 人一年四季就是投入到项目中去，连续几年下来感觉非常疲惫，却没有能力提升的感觉，从而很沮丧。

项目后评价最好专门组织，项目班子全体参加，并形成项目后评价报告。项目后评价的内容包括以下几大部分。

(1) 项目背景。项目背景主要说明项目的目标和目的、项目建设内容、项目工期、资金来源与安排等，能够把项目环境和背景描述清楚。

(2) 项目实施过程评价。项目实施评价应简单说明项目实施的基本特点，对照可行性评估找出主要变化，分析变化对项目效益影响的原因，讨论和评价这些因素及影响。包括策划、设计、组织、进度、质量、投资、风险等方面的评价。

(3) 效果评价。效果评价应分析项目所达到和实现的实际结果，根据项目运营和未来发展，以及可能实现的效益、作用和影响，评价项目的成果和作用。

- 项目运营和管理评价。根据项目评价时的运营情况，预测出未来项目的发展，包括产量、运营量等。对照可行性评估的目标，找出差别，分析原因。
- 财务状况分析。根据上述项目运营及预测情况，按照财务程序和财务分析标准，分析项目的财务状况。主要应评价项目债务的偿还能力和维持日常运营的财务能力。财务和经济效益的重新评价。一般的项目在后评价阶段都必须对项目的财务效益和经济效益进行重新测算。
- 环境和社会效果评价。环境和社会效果及影响评价的内容、指标和方法已在前面的小节中做过介绍。应评价项目的社会经济、文化、环境影响和污染防治等。
- 可持续发展。项目可持续性主要是指项目固定资产、人力资源和组织机构在外部投入结束之后持续发展的可能性。

(4) 结论和经验教训。项目后评价报告的最后一部分内容包括项目的综合评价、结论、经验教训、建议对策等。

- 项目的综合评价和评价结论。综合评价应汇总以上报告内容，以便得出项目实施和成果的定性结论。综合评价要做出项目的逻辑框架图，以评定项目的目标和理性、实现程度及其外部条件。同时，评价还要列出项目主要效益指标，评定项目的投入产出结果。在此评定的基础上，综合评价采取分项打分的办法，即成功度评价。一般项目后评价报告的定性结论分为：成功的、部分成功的和不成功的三个等级。
- 主要经验教训。经验教训主要是两个方面的：一是项目具有本身特点的重要的收获和教训；另一方面是可供其他项目借鉴的经验教训，特别是可供项目决策者、投资者、借款人和执行者在项目决策、程序、管理和实施中借鉴的经验教训，目的是为决策和新项目服务。
- 建议和措施。根据项目的问题、评价结论和经验教训，提出相对应的建议和措施。

第 18 章 项目范围管理

项目的范围管理影响到信息系统项目的成功。在实践中，“需求蔓延”是信息系统失败最常见的原因之一，信息系统项目往往在项目启动、计划、执行甚至收尾时不断加入新功能，无论是客户的要求还是项目实现人员对新技术的试验，都可能导致信息系统项目范围的失控，从而使信息系统项目在时间、资源和质量上都受到严重影响。项目组往往总是处于非常尴尬的地步：如果对用户总是说是，那么必然意味着失控，另外一方面，如果总是说不，那么项目将受到客户的抵制。

在这个时候，项目组往往抱怨所谓的不合格的用户。其实，在许多的信息系统项目中，“需求蔓延”至少还有两个原因：一个是项目组也从来不知道项目的范围是什么，什么是项目应该做的，什么是项目不应该做的。其次是许多信息系统的项目组从来没有使用任何有效方式和过程来控制范围的变化。

如图 18-1 所示是项目范围管理的图示。



图 18-1 项目范围管理

项目范围是为了达到项目目标，为了交付具有某种特制的产品和服务，项目所规定要做的。项目的范围管理就是要确定哪些工作是项目应该做的，哪些不应该包括在项目中。项目范围是项目目标更具体的表达。

如果项目的范围不明确，那么项目解决的不是对应的问题，或者项目人员把时间浪

费在从事不属于他们职责的工作上。

范围管理必须清晰地定义项目目标，此定义必须在客户与执行项目的组织或个人之间达成一致，并且把项目工作范围详细地划分为工作包。

在信息系统项目中，实际上存在两个相互关联的范围：产品范围和项目范围。

产品范围是指信息系统产品或者服务所应该包含的功能，如何确定信息系统的范围在软件工程中常常称为“需求分析”。

项目范围是指为了能够交付信息系统项目所必须做的工作。

显然，产品范围是项目范围的基础，产品的范围定义是信息系统要求的量度，而项目范围的定义是产生项目计划的基础，两种范围在应用上有区别。另外产品范围在于“需求分析”更加偏重于软件技术，而项目范围管理则更偏向于管理。判断项目范围是否完成，要以项目管理计划、项目范围说明书、工作分解结构、工作分解结构词汇表来衡量。而信息系统产品或服务是否完成，则根据产品或服务是否满足了需求分析。

项目的范围基准是经过批准的详细的项目范围说明书、项目的工作分解结构和工作分解结构词汇表。

由于进行项目的范围管理，能够确定项目的边界，明确项目的目标和项目的主要可交付成果，所以范围管理能够提高对项目费用、时间和资源估算的准确性。首先人们对复杂的事务的预测要比相对简单的事务的预测要困难得多，而且误差也大得多。而且，即使两者误差相同，由于范围管理使用项目分解结构，将项目范围分解成可管理的工作包，人们发现误差的和小于和的误差，虽然人们多项目分解结构的每一项的估算都存在误差，但由于这些误差可能相互抵消，所以最终误差将比总估算的误差要小。

18.1 范围管理计划编制

项目范围对项目的成功有重要的影响，范围管理包括如何定义项目的范围，如何管理和控制项目范围的变化，如何考虑和权衡工具、方法、过程和程序，以确保为项目范围所付出的劳动和资源能够和项目的大小、复杂性、重要性相称，使用不同的决策行为要依据范围管理计划。

项目范围管理计划是一种规划的工具，说明项目组将如何进行项目的范围管理。具体来说，包括如何进行项目范围定义、如何制订工作分解结构、如何进行项目范围核实和控制等。

由于范围管理计划描述项目范围如何进行管理，项目范围怎样变化才能与项目要求相一致等问题。所以它也应该对怎样变化、变化频率如何及变化了多少这些项目范围预期的稳定性进行评估。范围管理计划也应该包括对变化范围怎样确定，变化应归为哪一类等问题的清楚描述。在信息系统项目的产品范围还没有确定之前，确定这些问题非常困难，但是仍然有必要进行。

项目范围管理计划可能在项目管理计划之中，也可能作为单独的一项。根据不同的

项目，可以是详细的或者概括的，可以是正式的或者非正式的。

如果项目没有范围管理计划，就如同许多已经成功或者失败的信息系统，那么在面对范围管理出现的问题，需求的变化、设计中的错误等“意外”情况时，项目组就缺乏一个行动指导方针，对于用户提出的新的需求，要么全部说不，要么全说是，或者更糟：全凭借想象说是或者不，这无疑会严重打击项目组的积极性，对项目的进度、资源使用和完成带来非常不利的影响。

18.1.1 项目范围管理计划的编制依据

编制的依据包括事业环境因素、组织过程资产、项目章程、项目初步范围说明书、项目管理计划等。

这些因素大多在前面的章节中有所说明，组织对项目的管理，包括范围管理，往往会展开一种约定俗成的解决方式，这些方式又随着组织的变化和市场的变化在不断变化。编制项目范围管理计划必须充分考虑组织的管理资产和当前项目的特殊变化。

18.1.2 编制范围管理计划的工具和技术

编制范围管理计划的工具和技术包括专家判断、样板、表格和标准。

对于和其他项目类似的项目，编制范围管理计划可以遵从有其他项目范围管理的经验的专家对当前项目的范围管理计划进行的判断和抉择。

组织中以前的项目对范围管理计划会留下一些样板、控制表格和执行标准，可以利用这些现成的、证明有效的工具和技术来制订范围管理计划。

18.1.3 范围管理计划的内容

项目的范围管理计划是对项目的范围进行确定、记载、核实管理和控制的行动指南，与项目范围计划不同，范围计划是描述的是项目的边界，而范围管理计划是如何保证项目边界应该采取的行为。

项目的范围管理计划包括如下内容：

- 如何从项目初步的范围说明书来编制详细的范围说明书。
- 如何进行更加详细的项目范围说明书编制工作分解结构，如何核准和维持编制的工作分解结构。
- 如何核实和验收项目所完成的可交付成果。
- 如何进行变更请求的批准。

例如，对于工作分解结构的编制指南可能有如下内容：

- 确定工作分解结构满足职能和项目的要求，包括重置和非重置成本。
- 检查工作分解结构是否为所有的项目工作提供了逻辑细分。
- 保证每一个特定层的总成本等于下一个层次构成要素的成本和。

- 从全面适应和连续角度来检查工作分解结构。
- 所有的工作职责需制订到个人或组织。

例如，对范围管理的常见问题的建议如表 18-1 所示。

表 18-1 范围管理中的常见问题和建议

常见问题	建 议
不完整的需求	得到完整的需求
缺乏用户参与	联系所有的项目利益相关人
不现实的期望	加强沟通
需求改变	进行范围控制
缺乏计划	增强项目计划
在压力下放弃计划	增强项目计划
遗漏必要的任务	加强范围确认
开发人员的镀金	界定项目边界
功能蔓延	进行范围控制

18.2 范围定义

范围定义对于项目而言非常重要，它增加项目时间、费用和资源估算的准确度，定义了实施项目控制的依据，明确了相关责任人在项目中的责任。如图 18-2 所示为不同人认为的项目范围。



图 18-2 不同人认为的项目范围

项目和子项目都需要编写项目的范围定义，项目范围定义明确项目的范围：项目的合理性、目标，以及主要可交付成果。一般来说，项目范围计划由项目小组编写，也可以由项目委托者编写。它是项目的相关各方之间协议的基础。

范围定义所编制的详细的范围说明书根据项目的主要可交付成果、假设和制约因素，具体地说明和确定项目的范围。

另外，项目范围定义是在项目方案决定之后才进行的，但是在进行项目范围定义的

过程中，必然又对项目的目标和方案进行疑问，如果在此期间发现项目的目标和方案有错误，应该立即提出疑问。

18.2.1 范围边界

范围定义最重要的任务就是详细定义项目的范围边界，范围边界是应该做的工作和不需要进行的工作的分界线。如图 18-3 所示为项目边界。

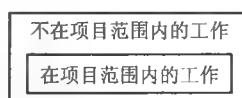


图 18-3 项目边界

项目小组应该把工作时间和资源放在范围边界之内的工作上。如果相反，把精力和时间放在项目范围边界之外的工作上，那么得到的回报将非常少。在制订了项目范围边界之后，这看起来是非常明显的事情。但实现中却有许多遗憾，第一，许多信息系统项目并没有真正试图清晰地定义项目边界；其次是在信息系统的项目开发中，经常存在着一种称为“镀金”的行为，项目实施人员往往愿意尝试新的技术或者为信息系统项目加上一些无关紧要的华丽界面，而不考虑所做的工作是否是在项目范围边界之内。如何减少“镀金”行为对信息系统项目的影响应该列入项目范围管理计划。

范围边界的定义往往来源于项目初步范围说明书和批准的变更。有些项目并没有项目的初步范围说明书，而常常利用产品的范围说明书。显然，项目的存在就是为了产生相应的产品或者服务，产品的范围是决定项目范围的重要因素。

例如，某个组织需要建立一个远程数据采集系统，要求提供一个用户在中心机房采集远程数据的系统，并对采集的数据进行相应的分析。项目的初步范围说明书为：

- (1) 硬件安装，包括采集器、集中器、数据通道和中心机房的安装。
- (2) 软件编制，包括采集器控制软件、集中器控制软件和中心机房监控软件。

许多时候，项目范围定义重要的工作不仅仅是确定什么工作需要完成，而且也要确定什么工作不需要完成。

在进行范围定义时，信息系统项目范围边界不可避免地受到了开发工具（代码库、类库、快速开发语言其他支持工具等）的限制，如图 18-4 所示。

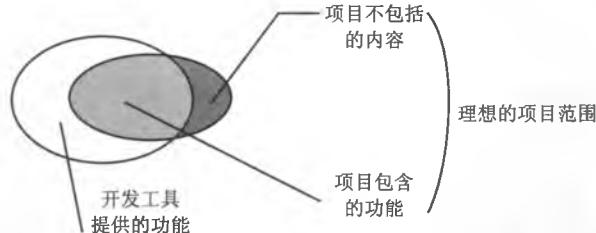


图 18-4 信息系统项目开发工具对项目范围边界的限制

18.2.2 产品范围和项目范围

项目范围应该以产品范围为基础，产品范围的分析随项目的产品领域不同而不同，在每个领域中都有一些公认的分析方法。在信息系统项目所产生的软件产品或服务领域，软件工程已经成为公认，传统的数据流图、面向对象分析和设计、统一建模语言中的用例分析等技术都在相当程度上提高了软件产品分析和实现的效率。软件工程师在这些方面有无数的失败教训，也有无数的成就积累，这些方面的内容是信息系统项目管理的重要基础知识。

例如，对采集器控制软件的进行用例分析可以大致得到如图 18-5 所示的结果。

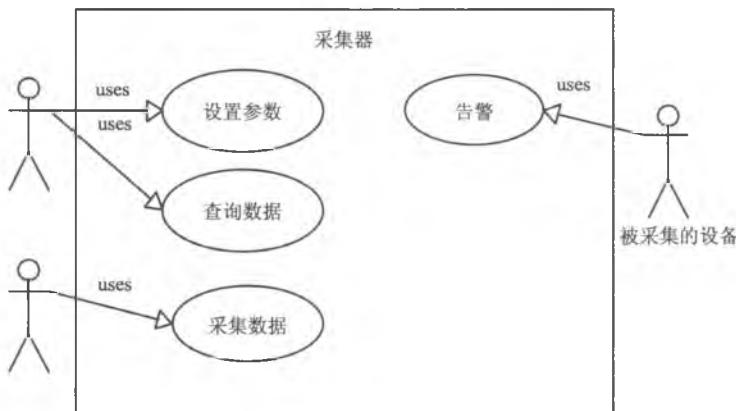


图 18-5 采集器的用例分析

其他方案识别用来提出不同的方案和技术，并进行比较。最常用的是头脑风暴法和横向思维。对于信息系统而言，技术方案的选择也非常重要，虽然计算机显得无所不能，但是如果选择合适的技术和方法，信息系统项目往往能事半功倍。比如公文的传递、修改，以及和公文流转相关的权限和流程不使用 OA 系统技术而使用关系数据库系统，广域网的软件不使用 B/S 方式或者多层技术而使用 C/S 方式，都会有事倍功半的效果。这时候资深技术专家的咨询无疑能有效地进行范围定义，并及时发现范围定义中的错误。

产品范围并不是必然能推出项目范围。事实上，会存在许多对产品范围的误解而造成项目范围和用户预期格格不入的情况发生。比如，某公司开发过许多管理系统，这次和某客户签订了合同，为该客户开发管理信息系统。在需求调研完成后，公司发现客户需要一个全新的版本，而不是公司开始所预计在旧版本上的为客户的定制。而公司在投标报价时是按照所设想的情况进行报价的，这给以后的项目实施埋下了隐患。最后，项目完成时间一次次推迟，用户和公司都一致认为，这是一个失败的项目。

无论产品范围定义得多么完美，理解上的差异总是有可能发生的，而如果在产品范围中存在以下一些情况时，误解必然会发生：使用“最优”、“大约”等不确定的定义，

任务的大小变化很大，工作细节的可变动范围很大等。

除了产品范围，项目范围还要依据项目章程、组织过程资产、项目初步范围说明书、项目范围管理计划和批准的变更来确定。

18.2.3 主要可交付成果

项目范围需要定义项目的主要可交付成果，所有需要的主要工作要在这个可交付的成果中列出，而不是必须的工作则不应该列出。这个列表应该考虑到所有项目利益相关人，通常用户或者客户是最重要的可交付成果接受人，但也不应该忘记其他的利益相关人。对于传统的项目，这个列表应该列出 95%以上的可交付成果，但是对于探索和新开发的项目，这个比例可能会降低。

如果项目的可交付成果没有仔细定义，那么预算、进度和资源的消耗都会受到很大的影响。

如何形成项目的主要可交付成果有许多种方法，图 18-6 中显示了一种典型的方法。

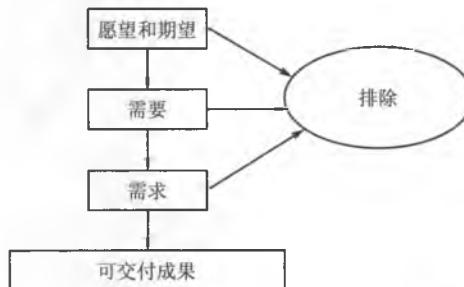


图 18-6 一种可交付成果的形成过程

首先要取得所有项目利益相关人的意愿和期望，这个过程通常需要比较长的时间，这也是信息系统项目中许多开发人员所不愿意做的事情，是个普遍的问题。开发人员往往习惯于与机器和编程语言打交道，而不擅长于和人交流。对于许多项目组而言，这是个棘手的问题：让开发人员和项目利益相关人交流，往往交流效果不是很好，让其他人去交流，又增加了项目的成本。

虽然这个过程有些难，但是了解客户需要是项目的范围管理的第一步，也是非常重要的一步。如果这时候的交流出现问题，把项目利益相关人的意愿和期望理解错误，那么项目组会向着错误的方向迈进。在许多信息系统项目中，需求调研人员走马观花似的拜访了客户之后，并没有仔细理解客户的真正期望，随后完成的产品也是晦涩难懂。

这个时候应该尽可能多地加入项目利益相关人的愿望和期望，让每个人都能够完全表达自己对项目的期待。事实上，这时候提出的大部分愿望和期望会被忽略。对于小型的项目，可以通过所有项目利益相关人的会议来进行审查工作。而大型项目，则由专业的人员来代表不同的利益相关人组成审查委员会来进行排除和审查。这些会议的结果是

需要进行的工作清单。

这其中，行业专家的意见非常重要。有时候，由于单个的客户本身只了解自己所做的具体的业务，对整个行业的业务并没有深入的了解，所以不同客户提出的期望可能大不相同，甚至相互矛盾。行业专家则了解整个行业的流程和业务，他们作为专家，能够站在全局的角度来分析问题。在信息系统项目中，除非项目组本身就对所做的行业非常了解，否则，取得行业专家的帮助和支持是项目成功的一个必要条件。

这个过程中需要听取每个人的意见，但并不是每个人的意见都必须满足，恰恰相反的是，这个阶段提出的大部分愿望和期望会被忽略。如果要满足所有人的所有意见，那么项目管理者会立即陷入困境之中：因为不可能让所有的人都满意。如图 18-7 所示为项目范围评审会议示意图。



图 18-7 项目范围评审会议

项目组对需要进行的工作清单中的条目进行调查，有些条目需要进行仔细的、单独的调查，有些可以只进行粗略的调查。所有的在这个阶段被排除的条目必须有详细的说明，说明为什么该条目不能包含在项目的可交付成果中。那些留下来的条目列表称为需求。

出于各种原因，需求中的条目也有可能被排除，如时间限制、资金限制、人力资源限制等。主要的可交付成果确定后，以后所需要进行的变更，必须有正式的许可，并且要考虑变更会给项目完成带来的影响、费用和资源使用带来的影响。

18.2.4 范围说明书

范围定义的主要结果就是项目范围说明书。项目范围说明书是所有的项目利益相关人对项目范围的共同理解，说明项目的主要目标，它在项目执行过程中指导团队的工作，

并构成判断变更请求是否超出项目边界的基准。

项目的范围计划是项目实施的重要基础。计划包括为什么要进行这个项目、项目的目标、项目可交付的成果、项目成功标准等。

项目的合理性说明解释为什么要进行这个项目，也就是进行该项目的原因。例如，一个网络内容服务公司发起一个服务器升级项目以适应网络客户增长的需要。任何项目都是在权衡利弊之后开始的，而且，权衡利弊的活动在项目内部和外部情况发生改变时需要再次进行。合理性说明为以后的权衡利弊提供依据。

项目的目标是确定项目成功所必须满足的标准，目标应该使用明确的、量化的标准。如果项目目标是“构建一个功能强大的、用户界面友好的××系统”，这里“功能强大”和“用户界面友好”目标就存在一定的风险。而服务器升级项目的目标是“每个服务端软件必须支持 10000 个并发连接”则是一个量化的目标。项目目标往往不是一个单一的目标，而是在费用、进度和质量上都有所要求，这也是由项目的本质所决定的。对于不同的信息系统而言，对费用、进度和质量三个要素的要求是不相同的。比如，对于机床控制软件而言，质量和安全性的要求显然更高一些。对于有些信息系统的项目来说，如果在进度上晚于竞争对手，软件产品也就可能毫无意义了，这样的项目就无法称是成功的。例如，远程数据采集系统的成果标准包括：在 7 个月内建立一个数据采集的成功率达到 99%、数据误差不超过每年 0.1% 的数据采集系统。

项目的可交付成果是一份产品清单，只有所有的可交付成果都交付，项目才能够标志完成。对于信息系统的项目的可交付成果，可能包括数据库的安装调试、各子系统的程序，以及用户手册、安装和培训实施等。

项目成功的标准是指那些目标在什么范围内完成，才把这个项目称为成功的项目。如果项目按时完成，也提交了所有的可交付成果，但是费用大大超支，那么也很难把这样的项目当做是成功的项目。

产品验收准则是确定如何验收已经完成的产品。例如，远程数据采集系统的产品验收标准采用的是国家对远程数据采集的标准。

项目范围说明书的编写和项目具体相关，有些项目在合同中就明确地定义了项目范围，这样，项目范围计划的编写就很简单，可能只有几页纸。而有些复杂的项目，范围定义可能有几百页。表 18-2 为某集中抄表系统项目范围说明书。

表 18-2 某集中抄表系统项目范围说明书

项目名称：低压用户集中抄表系统	
项目委托人	某电力公司
顾客	同上
目的、使命和远景说明	实现居民用户电表的远程读取
目标	在 7 个月内完成设备的安装施工，软件编制调试
制约因素	需要和广电部门协调，利用其有线电视网络传输数据
预算	350000 元

续表

要求使用的资源	项目委托人需保证： 1. 负责提供本工程设计图纸或相关技术资料 2. 对第三方所造成的施工障碍给予及时帮助和协调 3. 保证工程所需资金，及时支付有关款项
应交付的成果	1. 设备安装调试完成，合同规定范围内可远程抄表的用户达到总用户的 97%，数据正确率达到 99.9%，每天采集成果率达到 99% 2. 中心机房的建设，网络、服务器、软件正常运行，每年故障停机时间不超过 24 小时 3. 采集器符合国家标准，标准文件是****
项目阶段和里程碑	2000 年 12 月前 前期准备 2001 年 3 月 IC 电路设计及芯片供应商选定 2001 年 5 月 IC 定型，软件开发初步完成 2001 年 6 月 软件调试完成，手持机完成 2001 年 8 月 系统试安装 2001 年 10 月 技术资料完成并验收，课题完毕
项目主要风险	广电部门不配合

18.3 工作分解结构的创建

18.3.1 工作分解结构的作用

工作分解结构（The Work Breakdown Structure, WBS）是项目定义对于项目范围定义的输出结果，工作分解结构定义了项目的全部范围。通过图 18-8 和图 18-9 可以说明工作分解结构的作用。

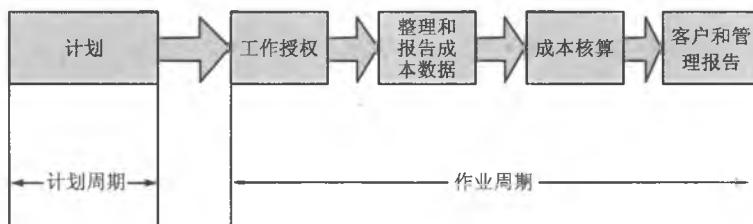


图 18-8 管理成本和控制系统



图 18-9 计划周期部分

信息系统的项目经理显然无法亲自完成所有的项目任务，项目经理所需要进行的重

要工作是把项目的工作分解，交给合适的项目组成员去完成，那么如何使项目组所有成员都能够清楚地了解自己的工作，如何使所有的项目任务都有合适的负责人？

项目经理能够利用工作分解结构来回答这些问题，工作分解结构是项目可交付成果的合集，它组织和分解项目的可交付成果。比如，一个远程采集系统可分解为设备的安装、采集器、集中器和数据中心之间的数据接口定义、采集器软件的编写调试、集中器软件的编写调试、数据中心软件的编写和调试等几个大的可交付成果。其中一项都需要继续分解，在分解的底层是工作包，也是最小的项目可交付成果，这是形成项目的进度计划的基础。

工作分解结构是一种交流手段，所以必须明确地表达。工作分解结构是将项目划分为可管理的工作单元，以便这些工作单元的费用、时间和其他方面较项目整体而言较容易确定。工作分解结构对于所有的项目都非常重要，在于它是费用估算、费用预算、资源计划、风险管理计划、活动定义的基础和依据。

工作分解结果能够帮助项目降低成本，减少离职带来的影响和屏蔽干扰因素。

工作分解结构的目的和用途主要有：

(1) 明确和准确说明项目范围，项目组成员能够清楚地理解任务的性质和需要努力的方向。俗话说：好记性不如烂笔头，如果没有工作分解结构或者相应的项目管理工具，即使是最好的项目管理员也可能忘记某个项目所必需的细节工作。

(2) 工作分解结构清楚地定义了项目的边界，它提供了一个项目管理者、项目产品或服务的用户、项目发起人、项目组成员等其他项目相关人一致认可的项目需要做的工作和不需要做的工作。

(3) 为各独立单元分派人员，规定这些人员的职责，可以确定完成项目所需要的技术和人力资源。

(4) 针对独立单元，进行时间、费用和资源的需要量的估算，提高估算的准确性。

(5) 为计划、预算、进度安排和费用控制奠定共同的基础，确定项目进度和控制的基准。

(6) 将项目工作和项目的财务账目联系起来。

(7) 确定工作内容和工作顺序，把项目分解成具体的工作任务，就可以按照工作认为的逻辑顺序来实施项目。工作分解结构可以使用图形化的方式来查看工作内容，任何人能够清楚地辨别项目的阶段、工作单元，并根据实践情况进行调节和控制。

(8) 估计项目整体和全过程的费用。

(9) 工作分解结构有助于防止需求蔓延。当项目用户或者其他相关利益关联人试图为项目增加功能时，在工作分解结构中增加相应的工作的同时，也就能够很容易地让他们理解，相关费用和进度必须也做相应的改变。比如，在软件中增加一个飞行提示，对于程序组而言，或许增加的工作量不大，但是对于用户说明书而言，就必须重新编写和排版，由于排版和重新印刷的周期长，那么可能导致软件的发布时间严重推迟。

18.3.2 工作分解结构的层次

工作分解结构把项目整体或者主要的可交付成果分解成容易管理、方便控制的若干个子项目或者工作包，子项目需要继续分解为工作包，持续这个过程，直到整个项目都分解为可管理的工作包，这些工作包的总和是项目的所有工作范围。

最普通的工作分解结构如表 18-3 所示。

表 18-3 工作分解结构的分层

	层	描述	目的
管理层	1	总项目	工作授权和解除
	2	项目	预算编制
	3	任务	进度计划编制
技术层	4	子任务	内部控制
	5	工作包	
	6	努力水平	

工作分解结构的上面三层通常由客户指定，反映了整合的努力程度，不应该和具体的某个部门相联系，下面由项目组内部进行控制。这样分层的特点有：

- (1) 每层中的所有要素之和是下一层的工作之和。
- (2) 每个工作要素应该具体指派一个层次，而不应该指派给多个项目。
- (3) 工作分解结构需要有投入工作的范围描述，这样才能使所有的人对要完成的工作有全面的了解。

在每个分解单元中都存在可交付成果和里程碑。里程碑标志着某个可交付成果或者阶段的正式完成。里程碑和可交付成果紧密联系在一起，但并不是一个事物。可交付成果可能包括了报告、原型、成果和最终系统。而里程碑则关注于是否完成，比如，正式的用户认可文件。

里程碑对项目组的帮助很大。里程碑的存在能够使项目组的目标专一，与项目目标和项目的主要可交付成果相比，里程碑的实现更加容易和可控制。里程碑还能够减少项目的风险，每当达到一个里程碑，特别是阶段里程碑，都是一个对项目阶段进行总结和提高的机会，如果没有达到预期的里程碑，则需要启动相应的程序来进行分析和补救。里程碑还能够增强项目可交付成果的品质，由于里程碑大多数需要客户或者客户利益代表人的正式同意，所以，对于任何可交付成果，项目组不但要做，而且要做好。

工作分解结构中的任务有明确的开始时间和结束时间，任务的结果可以和预期的结果相比较。

底层的工作单元称为工作包，由于它应该便于完整地分派给不同的人或组织，所以要求明确各工作单元直接的界面。工作包应该非常具体，以便承担者能明确自己的任务、努力的目标和承担的责任，工作包是基层任务或工作的指派，同时其具有检测和报告工

作的作用。所有工作包的描述必然让成本会计管理者和项目监管人员理解，并能够清楚地区分不同工作包的工作。

同时，工作包的大小也是需要考虑的细节，如果工作包太大，那么难以达到可管理和可控制的目标，如果工作包太小，那么工作分解结构就要消耗项目管理者和项目组成员的大量时间和精力。作为一种经验法则，8/80 规则建议工作包的大小应该至少需要 8 小时来完成，而总完成时间也不应该大于 80 小时。那么一般来说，对于小的项目，可以考虑把工作分解结构分解到每一天的工作，而对于大型的项目，则可以分解到周。而对于某些大型的信息系统项目而言，要达到这个水平的分解，也非常困难。另外，这个经验规则在工作包中包含了子项目和存在外包工作时难以控制。工作包越大，那么评价就越困难和主观。

给工作分解结构的每个部分赋予一个账户编码标志符，它们是费用、进度和资源使用信息汇总的层次结构。

在制作工作分解结构过程中，需要生成一些配套的文件，这些文件需要和工作分解结构配套使用，称为工作分解结构词汇表。它包括工作分解结构组成部分的详细内容、账户编码、工作说明、负责人、进度里程碑清单等。还可能包括合同信息、质量要求、技术文献、计划活动、资源和费用估计等。

由于项目管理者一般在工作分解结构的上面三层，所以对于项目管理者最好的方针是不考虑其技术特长，而这在现在的信息系统项目中往往是有争议的。

18.3.3 分解参考的原则

创建工作分解结构没有所谓的正确的方式，可以使用白板、草图，或者是使用比较专业的计算机软件。现在的项目管理软件提供了非常多的相关功能，很难想象项目管理者会拒绝使用它们。然而，项目的成功并不依赖于某个人使用项目管理软件绘制出的令人赏心悦目的图表和报告。项目管理软件只是把思考的结果更好地表现出来，不能代替思考。

进行工作分解结构创建时对工作的划分，可以参考一些现成的原则，这些原则包括：

(1) 功能或者技术原则。这个原则考虑的是项目中每个阶段需要的不同的技术或者专家的不同。对于信息系统而言，往往涉及系统分析员、项目管理员、系统设计师、程序员、数据库专家、网络专家、实施顾问等相关人员和他们所掌握的技术。对于不同阶段，需要不同的专家出来，在创建工作分解结构时，需要考虑将不同专家的任务分开。按功能分解的示意图如图 18-10 所示。

(2) 组织结构。对于职能式的项目组织而言，项目分解结构也要适应项目的组织结构形式，注意到职能部门之间的协调有时候非常困难。如果软件有部分功能采用了其他组织的产品或者服务，即外包的形式，那么在工作分解结构中也应该把这部分工作反映出来，并应该特别注意这部分工作对其他工作的影响。虽然外包能够减少项目的工作量，但同时，外包也是很难控制的一部分工作。如果不受控制的外包服务在时间、质量上不能达到项目的要求，而又是软件中的重要部分，那么项目就会受到严重的干扰。

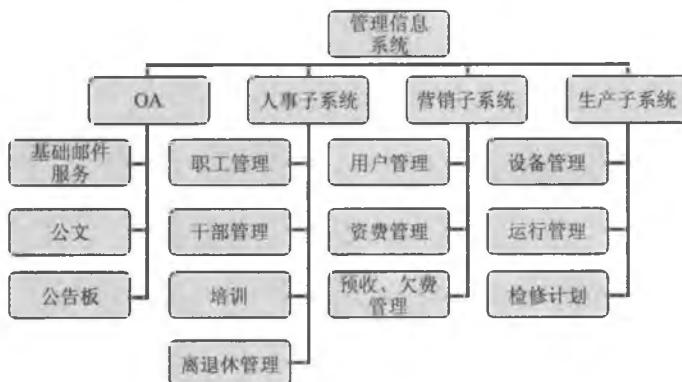


图 18-10 按照功能分解

(3) 系统或者子系统。这是信息系统项目最常用的划分原则，总的信息系统划分为几个主要的子系统，然后对每个子系统再进行分解。注意到这样的原则经常同时和功能或者技术原则相互配合使用：系统被分成不同的子系统，而所有的子系统都调用同样的数据库访问子系统和界面查看系统。图 18-11 和图 18-12 分别是按照阶段分解和按照部门分解的框图。

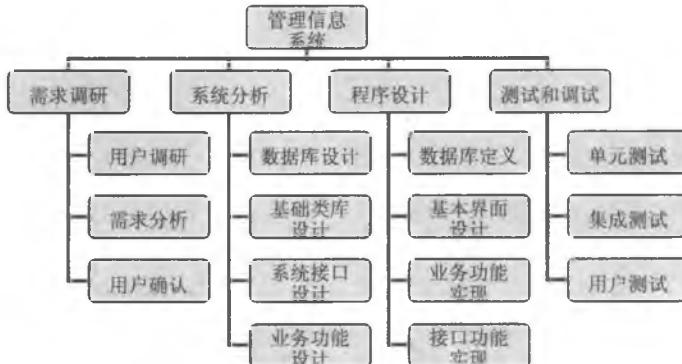


图 18-11 按照阶段分解

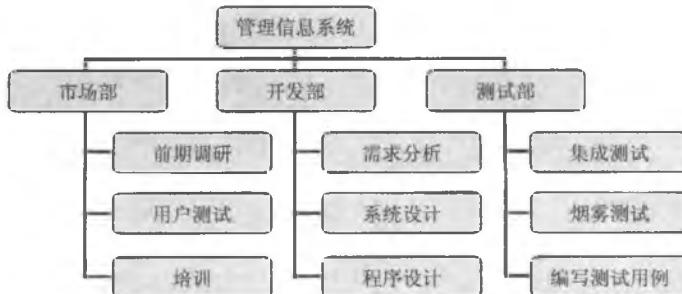


图 18-12 按照部门进行分解

在实践中可能的分解并非按照一种方式进行分解，一种常见的情况是在工作分解结

构的上面三层按照子系统进行分解，而在下面的层次中按照阶段进行分解。

对于工作分解结构的常见错误是认为分解是很容易进行的任务，实际上工作分解结构的上面三层往往有模板，而在工作分解结构的技术层的三层，却很难胜任了，其困难在于：

(1) 前面提到过的 8/80 经验原则，对于不是很大的项目是有效的，而对于耗时上百万的大项目，这样的分解就显然成本太高了。

(2) 工作包的成本有时候是难以确定的，特别是对于信息系统这样以人的智力作为主要投入的时候。统计表明，优秀的开发人员和糟糕的开发人员的开发效率可能达到 10：1。如果在项目中使用了项目组从未大规模采用的新技术，那么新技术中的隐患和特别要求，有时候要到很晚才能为项目组所意识到，这些都会改变项目的进度和预算。可见，不是所有的工作包都是可以提供正确的成本控制。

(3) 在工作分解结构的技术层，各种活动直接相关性非常复杂，有时候很难用简单的图表表现和描述。

解决上述困难的一种方法是预留一部分时间、进度、资源给不确定的因素。有观点认为，为项目预留资源是项目管理思想的一次飞跃。

在分解时，一般要进行如下工作：

- (1) 判断为了交付可交付成果需要进行的工作。
- (2) 确定工作分解结构的结构和编排。
- (3) 将工作分解结构从上层向下分解。
- (4) 为每个部分标识编码。
- (5) 审核工作分解结构的每个部分是否必要和足够。

在分解中应该注意到工作分解结构是将项目的产品或服务、组织和过程这三种不同的结构综合分解的过程，逐层分解项目或者其主要交付成果的过程实际上也是分派角色和职责的过程，应该注意以下方面。

(1) 工作分解结构必须是面向可交付成果的。项目的目标是提供产品或者服务，仅仅是一连串特别的活动。工作分解结构中的各项工作是为提供可交付的成果服务的。工作分解结构并没有明确地要求重复循环的工作，但为了达到里程碑，有些工作可能要进行多次。最明显的例子是软件测试，软件功能必须经过多次测试后才能作为可交付成果。

(2) 工作分解结构必须符合项目的范围。工作分解结构必须包括，也仅包括为了完成项目的可交付成果的任务或者活动。百分之一百原则认为：工作分解结构中，所有的下一级的元素之和必须 100% 代表上一级元素。如果工作分解结构没有覆盖全部的项目可交付成果，那么最后提交的产品或者服务是无法让用户满意的。

(3) 工作分解结构的底层应该支持计划和控制。工作分解结构是项目计划和项目范围之间的桥梁，工作分解结构的底层不但要支持项目计划，而且要让管理层能够监视和控制项目的进度和预算。如果把工作分解结构分解得过于详细，就容易让人掉进细节

中，同时可能会忽略更重要的事情，对于项目的成本控制也不利。另外，项目分解结构如果变成了每小时的工作单，那么对于项目组成员而言，谁也不愿意每时每刻都受到监控，而且，组织可能还需要雇佣相应的人员来完成如此之多的监控。

(4) 工作分解结构中的元素必须有人负责，而且只由一个人负责，尽管实际上可能需要多人参与。如果没有个人负责的内容，那么工作分解结构发布后，也很少有项目组成人员能够意识到自己和其中内容上的联系。

工作分解结构和责任人可以使用工作责任矩阵来描述。在表 18-4 中，1 表示负责，2 表示参与，这样能够清楚地辨别任何一项工作和任何一个成员的责任。

表 18-4 工作责任矩阵

责任人 工作分解结构	张三	李四	王二	蒋文
设备的安装	1			2
采集器软件的编写调试		1	2	
集中器软件的编写调试		1	2	
数据中心软件编写		2	1	
数据中心硬件安装	2			1

(5) 工作分解结构的指导。作为指导而不是原则，每个级别的工作分解结构把上一级的一个元素分为 4~7 个新的元素，同级别的元素的大小应该相似。

(6) 工作分解结构并非是一成不变的。在完成了工作分解结构之后的工作中，仍然有可能需要对工作分解结构进行修改。如果没有合理的范围控制管理，那么仅仅依靠工作分解结构会使得后面的工作僵化。

18.3.4 创建工作分解结构

学习如何创建工作分解结构的最好方法是看一些现成的例子，然后自己动手尝试。图 18-13 和图 18-14 是用 Project 和 Word 创建的一个简单的远程采集系统的工作分解结构。

从 Microsoft Project 创建的工作分解结构的同时，人们可以立即对工作完成时间、费用等使用的资源进行定义，这也是上节所讲的工作分解结构的作用之一。从根本上来说，工作分解结构并不是项目工作计划、进度安排或者是资源分配安排，它是一个过程，这个过程帮助项目组和利益相关人，组织和计划项目所必须完成的工作。

如果存在制订工作分解结构的指导书，那么项目组就应该积极地使用它，特别是对工作分解结构的上面三层。

如果能够找到和项目类似的工作分解结构，那么应该把它当做范例，作为构建项目的工作分解结构的开始。由此可见，组织应该保留好每个项目的相应的文件，以备将来作为参考。同时，许多项目管理软件也有相应的例子，能够为创建自己的工作分解结构提供帮助。

有两种主要的方式来创建工作分解结构，即自顶向下法和自底向上法。自顶向下法是先把项目工作分解成若干阶段，然后不断细化。是一个从总体到细节的过程。而自底向上法则先考虑具体的细节工作，然后将最底层的工作包不断合并成合适的阶段，是一个不断归纳的过程。

自顶向下法和自底向上法各有各的优点，自顶向下法是最常见的方法，特别是对于许多有经验的项目。而且对于项目管理者而言，首先考虑的是总体的项目阶段划分，而不是具体的细节。

而对于一些新的项目，或者许多工作细节是项目组所能够完全掌握时，项目组通常采用头脑风暴法等先提出许多具体问题的解决方式，这时，由于解决方式的不同，项目的阶段划分也大不相同。比如，某软件公司一贯采用 C/S 结构为客户提供解决方案，后来面对 B/S 的兴起，决定在某个项目中采用新的解决方案，由于并没有新的 B/S 实施项目的经验，而且也没有一个手册来指导如何进行，所以项目组首先进行的也是方案的选择，然后大家列出了选定方案所需要进行工作的列表，最后项目负责人进行归纳总结出不同的阶段。

日 设备的安装	10 days?
铺设电缆	6 days
安装采集器、集中器	3 days
使用软件进行通信测试	1 day?
日 采集器软件的编写调试	16 days?
采集器、集中器的数据接口定义	2 days
定义采集器存储数据结构	2 days
编写数据发送接收接口程序	3 days
存储数据	2 days?
编写集中器查询数据	3 days?
调试和被采集的通信接口	2 days?
调试和集中器的数据接口	2 days?
日 集中器软件的编写调试	21 days?
定义集中器和数据中心的接口	1 days?
定义数据存储结构	1 days?
编写和采集器数据接口	3 days?
写查询采集器程序	2 days?
写设置采集器程序	2 days?
写和数据中心通信接口程序	4 days?
写数据存储、查询程序	8 days?
日 数据中心软件编写	27 days?
写和集中器的通信接口	4 days?
日 写用户操作集中器操作界面	4 days?
设置集中器时间	1 days?
设置集中器的采集器信息	3 days?
日 写用户查询集中器操作界面	7 days?
查询集中器所带采集器的参数	2 days?
查询集中器所带采集器的日采	3 days?
查询月数据	2 days?
日 写用户分析数据界面	12 days?
月数据分析	3 days?

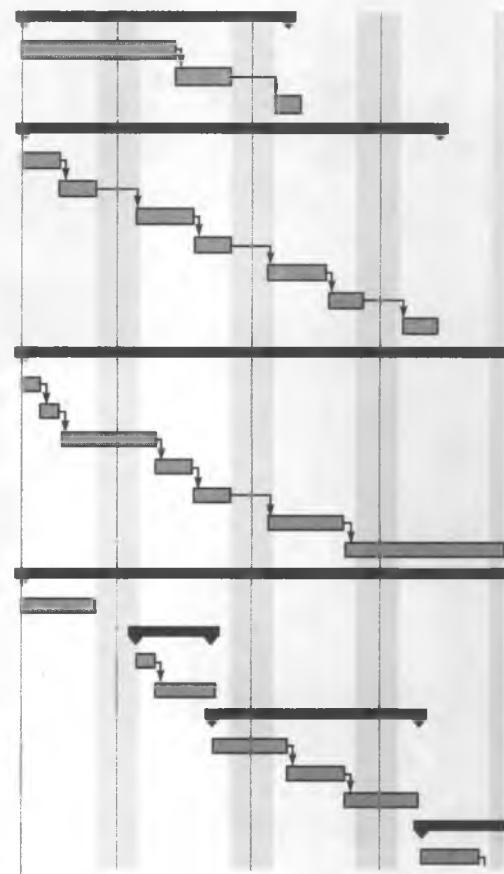


图 18-13 一个工作分解结构的例子

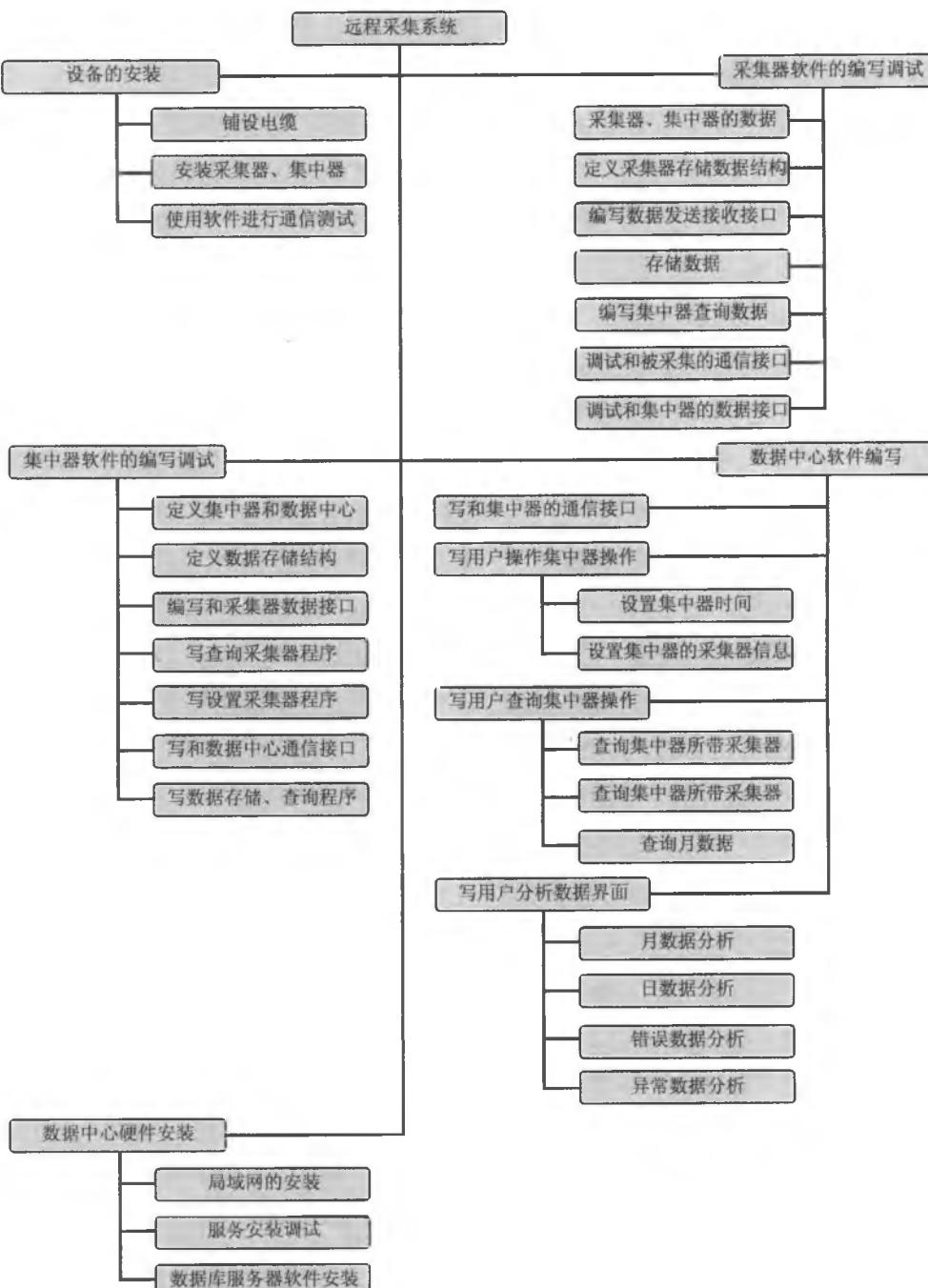


图 18-14 使用树形的工作分解结构

18.3.5 项目分解结构工作过程

项目分解结构不是某个项目成员的责任，应该由全体项目组成员、用户和项目利益

相关人共同完成和一致确认的。方法有参照样本、问卷调查、个别了解和开小组会等。如图18-15所示为创建工作分解结构的过程框图。

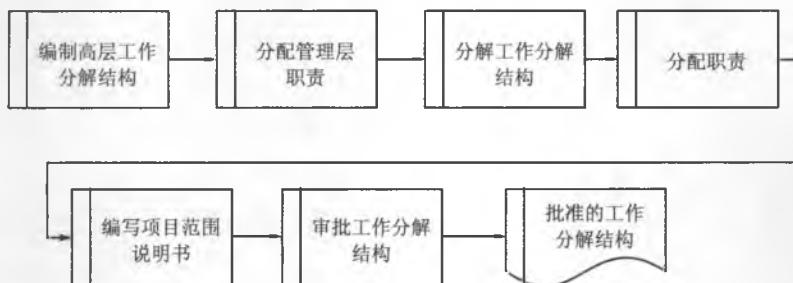


图 18-15 创建工作分解结构的过程

信息系统项目一般都存在一个需求管理的过程，这个过程可能是项目组尚未组成的时候就开始了。需求管理会给出一份需求说明，说明软件或者服务应该提供的功能，这界定了产品的范围。产品范围决定了项目的范围。但是，产品范围并不会必然地就给出了项目的范围。项目组必须依据产品范围，详细讨论为了实现该产品或者服务而必须进行的工作。同时，产品范围也不是必须给出项目范围的阶段划分，项目组必须划分项目的阶段。

当产品范围或者项目计划中并没有明显项目阶段的描述时，项目组可以参考以下内容进行阶段的划分：项目是否存在不同的逻辑划分、是否存在明显的里程碑等。

当确定了项目的阶段后，开始对每个阶段不断重复分解的过程，直到项目的主要可交付成果分解为工作包。这些工作包的列表就代表了项目从开始到结束需要进行的工作。

创建了工作分解结构之后，还需要检查每个阶段主要的交付成果，它们将是项目和项目负责人管理和控制的依据。

项目组所完成的工作分解结构需要提交给项目投资人。项目管理者必须向项目投资人解释项目任何阶段的意义。如果项目分解结构不合理，那么项目投资人就应该和项目管理者一起改正这些错误。

完成的工作分解结构还需要交付给其他的项目利益相关人，根据不同的项目和不同的组织，项目利益相关人可能包括用户及组织中的其他部门等。这样做的主要目的是确认所有的项目范围都已经包含在工作分解结构中了，可见，每个人同意都是非常重要的。

18.4 范围确认

在信息系统中，范围确认并不是容易的事情，它的不容易主要体现在与用户的沟通上，特别是对定制系统更是如此：项目组倾向于让用户确认范围以尽快开始下面的工作，

而用户则可能认为自己什么也没有看到，怎么可以确认呢？项目组必须有足够的能力与用户沟通，让用户意识到，虽然项目范围确认是正式的，但这并不意味着该项目的范围就是铁板一块，不能再修改了，只是，无论是现在更改范围，还是以后更改范围，都会引起项目的时间、进度和资源上的变化。

有时候在与用户进行范围确认时，用户可能会坚持信息系统的细节，比如，下拉列表的内容、按钮的摆放位置等。有些细节是非常容易实现和改变的，而有些细节的实现则相对比较难。这时候，参与交流的人员一方面需要判断这些细节是否容易实现，另一方面则要让用户意识到范围确认最重要的任务是确认项目的可交付成果和用户的期望是否一致。

范围确认主要是确认项目的可交付成果是否满足项目利益相关人的要求。把项目的可交付成果列表提交给项目利益相关人，也应该展示项目的进度安排。最有效的说明是使用幻灯等工具制作项目的时间进度安排：项目的每个阶段从什么时候开始，到什么时候结束。在演示每个阶段时，在时间线上标明每个阶段和项目完成的关系。这样有利于让项目利益相关人理解项目组的计划。如图 18-16 所示为一个时间线的例子。

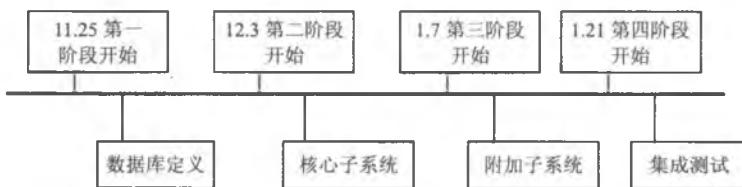


图 18-16 一个时间线的例子

在每个阶段中，有必要说明最重要的活动，但没有必要过于涉及细节。除非项目利益相关人特别提到，而且要有详细讨论每个细节的准备。

有时候，项目利益相关人会拖延对项目范围的确认，这有可能是因为他们想仔细研究一下相关细节，也有可能是由于他们太忙。无论是什么原因，如果项目范围需要立即确认，那么可以在提交的文件上注明需要在多少个工作日得到回复，或者至少是对部分范围的回复。

项目利益相关人进行范围确认时，要检查：

- (1) 可交付成果是否是确实的、可核实的。
- (2) 每个交付成果是否有明确的里程碑，里程碑是否有明确的、可辨别的事件，比如，客户的书面认可。
- (3) 是否有明确的质量标准，也就是说，可交付成果的交付不但要有明确的标准标志，而且要有是否按照要求完成的标准，可交付成果和其标准之间是否有明确的联系。
- (4) 审核和承诺是否有清晰的表达。项目投资人必须正式地同意项目的边界，项目完成的产品或者服务，以及项目相关的可交付成果。项目组必须清楚地了解可交付成果是什么。所有的这些表达必须清晰，并取得一致的同意。

(5) 项目范围是否覆盖了需要完成的产品或者服务进行的所有活动，有没有遗漏或者错误。

(6) 项目范围的风险是否太高，管理层是否能够降低可预见的风险发生时对项目的冲击。

范围确认主要是项目利益相关人员，如客户、投资人等，对项目的范围进行确认和接受的工作。每个人对项目范围所关注的方面是不同的。

管理层所关注的项目范围是，项目范围对项目的进度、资金和资源的影响，这些因素是否超过了组织承受范围，是否在投入产出上具有合理性。

客户主要关心的是产品的范围，关心项目的可交付成果是否足够完成产品或者服务。有些信息系统的产品经理就是客户，在这种情况下，能够减少项目组对产品理解的失误的可能性，降低项目的风险。

项目管理者主要关注可交付成果是否足够和必须完成，时间、资金和资源是否足够，主要的潜在风险和预备解决的方法。

项目组成员主要关心项目范围内自己参与的元素和负责元素，通过范围定义中的时间线检查自己的工作时间是否足够，是否在项目范围内自己有多个工作，而这些工作又有冲突的地方。如果项目组成员估计某些可交付成果自己无法在确定的时间完成，需要提出自己的意见。

在范围确认工作进行之后，管理层可能会取消该项目，可能是因为项目范围太大，造成对时间、资金和资源的占有远远大于管理层的预计或者组织的承受能力。更多的情况是要求项目组压缩范围以满足进度、资金和资源的限制。在信息系统项目中，客户和项目组成员往往有在当前版本中加入所有功能和特征的意愿，这对于有些资源的项目来说是一种潜在的风险，会给组织和客户带来危害和损失。

如果在范围确认工作中发现项目范围说明书、工作分解结构中有遗漏或者错误，需要向项目组明确指出错误的内容，并给出修正的意见。项目组需要根据修改意见重新修改项目范围说明书和工作分解结构。

在范围确认的工作过程中也可能会出现范围变更请求，如果这些范围变更请求得到了批准，那么也要重新修改项目范围说明书和工作分解结构。

18.5 范围控制

在项目的实施过程中，项目的范围难免会因为很多因素，需要或者至少为项目利益相关人提出变更，如何控制项目的范围变更，这需要与项目的时间控制、成本控制，以及质量控制要结合起来管理。

范围变更的原因包括项目外部环境发生变化（如法律、对手的新产品等），范围计划不周，有错误或者遗漏，出现了新的技术、手段和方案，项目实施组织发生了变化，项目业主对项目或者项目产品的要求发生变化等。

所有的这些变化，即使是“好”的变化，对项目管理者而言，都令人不安。项目范围定义了项目应该做的和不应该做的，那么对于范围变更，就不能随意进行。所有的变更必须记载，范围控制必须能够对造成范围变更的因素施加影响，估算对项目的资金、进度和风险等影响，以保证变化是有利的，同时需要判断范围变更是否发生，如果已经发生，那么对变化进行管理。如图 18-17 所示为项目范围变更框图。

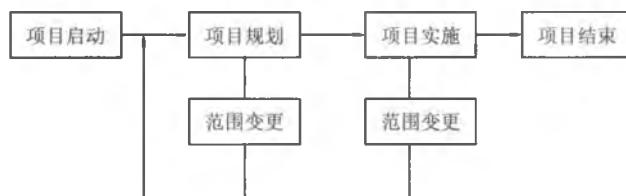


图 18-17 项目范围变更

对范围变更进行控制时，要以工作分解结构、项目进展报告、变更请求和范围管理计划为依据。进行范围变更控制必须经过范围变更控制系统。

项目进展报告提供了有关范围的实际进度情况资料，它报告了哪些中间成果已经完成，哪些还没有完成，项目进展报告还能对将来可能发生的问题提供预警。

范围控制管理依赖于范围变更控制系统。这个系统定义了项目范围发生变化所应遵循的程序。这个程序包括使用正式的书面报告，建立必要的跟踪系统和核准变更需求的批准系统。项目范围变更控制系统是整个项目变化控制系统的一部分。

对于有合同的项目而言，项目范围变更必须遵守项目合同的相关条款。

进度度量用于评估项目的变化发生的程度，找到并确定哪些因素引起的项目范围发生变化，并决定是否需要更正范围变更控制的重要任务。

由于存在范围变更的变更需求，而这些需求有些是无法在范围定义中完全控制的，所以几乎所有的项目都需要对范围进行修正，这就需要一个额外计划。

对于信息系统项目建设过程中用户不断提出的新的要求和建议，项目应该坚持“决不让步，除非交换”的原则，尽可能减少范围蔓延的可能性。所有的范围变更必须在项目的工期、费用或者质量要求上有相应的变更。

18.5.1 范围变更请求

变更需要来自多方面，提供的手段也有多种形式：书面的或口头的、直接的或间接的、内部的或外部的、强制的或非强制的。注意变更需求可能扩大项目范围，也可能减少项目范围。但在信息系统项目建设过程中，大家注意到的和经常发生的是变更需求产生的范围扩大。

特别在用户不是非常了解信息系统时，随着项目的进展，用户逐渐对项目有更深入的了解后，对信息系统的要求也更加明确，往往会不断提出范围变更请求。

变更需求的另一个主要来源是项目范围定义发生错误或者遗漏，这往往又是需求分析时产生的错误或者遗漏，比如，在手机软件的范围定义中未加入笔画输入法。

新技术的产生常常也会产生项目范围变更需求，特别是对于信息系统这样的项目而言，软件技术日新月异，各种新技术、新观点不断产生，以期能够缩短项目周期，减少项目实施难度，降低项目开发费用。另外一个方面是信息系统项目参与人员往往倾向于使用新技术，而较少考虑使用新技术的风险，特别是对于一个已经开始的项目。

竞争对手产品的新功能、增强功能也是项目变更需要的来源。

由于现实的复杂性和不确定性，而信息系统又是为人们解决现实问题的。所以信息系统项目中，范围的变化是必然的，项目组既无法阻止变化，更不能完全预言变化，虽然许多新的分析方法能够容纳一些变化，但它们并非解决信息系统复杂性的“银弹”，根本原因就在于信息系统的复杂性。

项目管理者需要正式而严格的过程将变化纳入计划中，所有请求的变更必须有正式的文件，这个文件是项目变更请求表，如表 18-5 所示。

表 18-5 项目范围变更请求表

提交人		日期	
电话		编号	
变更请求：			
变更目的			
资金需求：			
进度影响：			
已知风险：			
其他：			

从表 18-5 中我们发现，这个请求表不但要求项目范围变更请求者描述变更，而且要描述变更的目的，只有有意义的变更才有可能获得批准。而项目利益相关人必须对请求的变更进行分析，包括对资金、进度和风险等的分析和判断。

对于范围变更管理来说，不但实现范围变更要付出更多的代价，评估和确认范围变更请求也同样要消耗项目的资源。意识到这一点也非常重要，项目的资源很容易耗尽在不断提出的变更请求上，项目组成员也会在无休止的变更面前筋疲力尽。

18.5.2 范围变更的冲击

在收到范围变更请求表后，项目利益相关人要对申请的变更可能对项目的冲击进行估计，由于范围的变化会给项目的目标、成本、进度和资源带来冲击。范围变更是严重的事件，无论这个变更看起来多么细小，同时，一个看起来是好的变化也可能对项目造成不良的影响。

无论范围变更是范围定义中的缺漏，还是为了赶超竞争对手的更高要求，这些都意味着需要更多的时间和资源。而变更可能会改变项目网络图中的主要路径，使得项目的进度要求改变。为了赶超竞争对手而采用的新技术，往往也含有巨大风险。

只有变更请求的提交者有非常合适的理由，项目组才能够接受变更请求，并对变更所可能造成的影响进行估计和判断。表 18-6 是项目范围变更所带来冲击的例子。

表 18-6 项目范围变更的冲击

范围变更请求	提交日期	对进度的冲击	对成本的冲击	是否接受请求
采集器和集中器协议中增加按照月采集指令	2001/10/23	4 天	500	接受
在集中器中加入实时钟模块	2001/11/7	4 个月	17000	在下一次实现
增加故障分析内容	2001/11/9	30 天	3000	接受
导入上一个版本的数据	2001/11/30	7 天	700	接受
集中器和其他类型采集器通讯	2001/12/15	2 个月	8000	拒绝

由于范围变更控制并非轻而易举，所以首先应该确定某个范围变更的目标。与项目的目标的生成是为了满足客户在某个方面需要的产品或者服务一样，项目范围变更时也不能脱离这个目标。在信息系统项目中，特别要注意由于新技术的产生而带来的使用新技术的愿望，而新技术未经测试就贸然使用的情况。

变更控制是组织内部的过程，这个过程阻止未被合理判断的变更请求，阻止随意改变项目的可交付成果，无论这个变更请求来自何方，即使是管理层所提出的范围变更，也同样需要经过变更控制的确认。

项目利益相关人必须对以上的情况进行判断，并对范围变更申请做出正式的回应，回应的结果可能是：由于时间、资金或者资源的不足拒绝请求、接受请求或者将该变更的实现留到下一个版本中，如图 18-18 所示。

具体来说，项目利益相关人对于变更请求的分析，可能会得到以下结果：

(1) 无法实现，非常遗憾。接受变更请求将使项目陷入混乱。

(2) 可以实现，并且能够满足现有的进度、资金和资源限制。也就是说，变更请求对项目的冲击非常小。这是最好的情况，也是最少的情况。

(3) 可以实现，但是需要更多的时间。信息系统常常延期，很少有能够在规定期限内完成的。

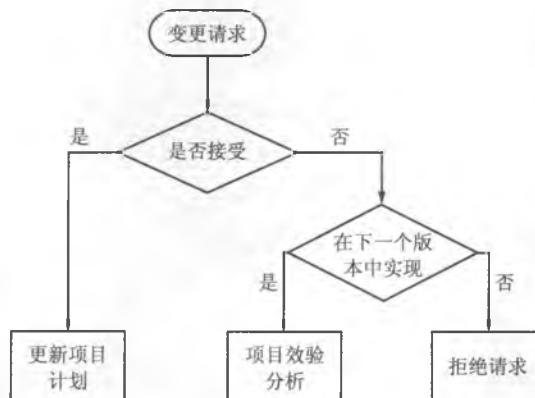


图 18-18 变更请求能够在下一个版本中实现

(4) 可以实现，并在规定期限内完成，但需要更多的资源。做出这样的判断要非常小心，对于信息系统项目而言，在项目开始之后，即使增加人力资源，也不一定能够在规定的期限内完成更多的任务。

(5) 可以实现，但同时需要更多的时间和资源。

(6) 难以实现，如果要实现，必须付出极大的代价。如果不是必需的，应该拒绝这样的变更请求。

变更控制系统是文档化的，以正式的过程来接受、审查和允许项目的变更请求。变更控制系统定义了变更请求的价值，对资金、进度的冲击，变更的风险估计，同时记录了拒绝变更的方法。

在许多组织中，变更控制系统拥有一个变更控制委员会，由这个委员会来完成审核和评审提交的变更请求，估计他们的价值，批准或者拒绝项目变更请求，或者推迟请求，在合适的时候再给出对项目变更请求的建议。在不同的组织中，这个委员会的名称可能各不相同，比如，工程审查委员会、技术审核委员会或者技术支持委员会等。

下面举一个实际的项目变更的例子。在某信息系统正在建设之中，所有的项目组成员都是富有经验的，一切都进展顺利，项目组也士气高昂。当项目负责人约翰听说总经理找他，他想总经理一定会为这个项目而骄傲。确实，在会谈中总经理高度赞扬了项目组。随后总经理问约翰是否能把准备下一个版本的内容加入现在的版本中，并且加入自定义报表功能，这一下把约翰惊呆了，他马上表示反对，如果这样，项目组无论如何无法在规定的期限内完成这些功能。总经理给出了以下的一些方法：目前项目组成员同时都在对公司的初级开发人员进行一些辅导工作，这些辅导可以暂时停止；项目组成员也在参加一个高级 UML 设计的培训，由于项目组成员水平都很高，所以建议他们不必再参加这样的培训。虽然约翰极力反对，但他还是被总经理说服。当他向项目组转达后，项目组非常安静，在下班时间达到时，约翰发现只有自己在办公室。

18.5.3 实现范围变更

一般来说，在项目的初期改变项目的范围要比后期容易，这不仅仅在信息系统项目中是这样。显然，如果要改变大楼窗户的式样，在设计草图阶段实现就相对简单，而到了大楼封顶时就不可能了。

要避免信息系统项目范围在项目进行后进行重大修改，合理的需求分析非常重要，必须加强需求分析阶段的努力，不幸的是，许多信息系统的项目，不但没有分析，甚至连需求都不确定时就开始了编程阶段。

另外，还要注意对新技术的测试，不要把项目变成新技术的测试平台。如果有必要，在组织中建立专门的实验室是非常好的解决方法。

如果确定了范围变更请求，项目管理者必须和项目组成员进行交流和协商。现实中的信息系统项目中，往往项目管理者顶不住管理层关于压缩项目进度的要求，使得项目组士气大受打击，最后项目完成比最早预期还要晚。



图 18-19 项目范围的平衡三角

要实现项目的范围变更，必须付出代价。对于项目，存在一个平衡的三角形，三个边分别是时间、资金和范围，如图 18-19 所示。

这个平衡三角形意味着，项目范围如果扩大，那么所需要的时间和资金就要相应增加。由此可见，如果接受项目范围变更，必须重新审视项目的进度计划和资金计划。

范围控制的结果包括范围变更、纠正行为和经验教训。

范围变更是指对范围定义所定义的工作分解结构进行修改，这个修改往往会影响到项目的费用、时间、产品质量和需要使用的资源，这些需要同时进行调整。范围变更需要及时告知项目的相关利益人。

将范围变更控制在项目计划的范围内的行为是纠正行为。

变更需求产生的原因、进行纠正行为的理由和产生的结果，以及其他有关范围变更的经验教训都应该记录在册，作为以后项目范围管理工作的参考。如图 18-20 所示是实现范围变更请示的图示。

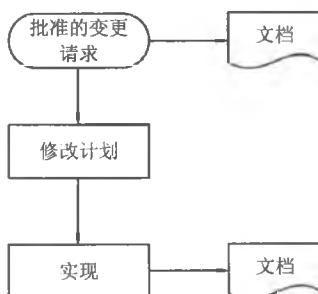


图 18-20 实现范围变更请求

第 19 章 进度控制

项目管理的首要任务是制订一个构思良好的项目计划，以确定项目的范围、进度和费用。由于在给定的时间完成项目是项目的重要约束性目标，能否按进度交付是衡量项目是否成功的重要标志。因此，进度控制是项目控制的首要内容，是项目的灵魂。同时，由于项目管理是一个带有创造性的过程，项目不确定性很大，项目的进度控制是项目管理中的最大难点。

19.1 进度控制的概念、原则和一般步骤

19.1.1 进度控制的概念和原则

1. 进度控制的概念

项目计划从付诸实施开始，便一直处于动态的变化调整之中，会遇到各种意外情况，使项目不能按照计划轨道进行，出现偏差。

信息工程监理的进度控制就是监视和测量项目实际进展，若发现实施过程偏离了计划，就要找出原因，采取行动，使项目回到计划的轨道上来。简单地说，进度控制就是比较实际状态和计划之间的差异，并依据差异做出必要的调整以使项目向有利于目标达成的方向发展。进度控制包括相互影响的三个环节：

(1) 进度计划是进度控制的基础。计划指出了项目组织未来努力的方向和奋斗目标，是经过仔细分析后综合成的对未来的构思，又是当前行动的准则。一个完善的计划可以使失败的概率降至最低，最大限度地保证在预期的期限内取得预期的效果。

(2) 进度控制是通过项目的动态监控实现的。项目进度控制是随着项目的进行而不断进行的，是一个动态过程，也是一个循环进行的过程。从项目开始，实际进度就进入了运行的轨迹，也就是计划进入了执行的轨迹。

(3) 对比分析并采取必要的措施是进度控制的关键。当实际进度与进度计划不一致时，就应分析偏差的原因，采取措施，调整计划，使实际与计划在新的起点上重合，并尽量使项目按调整后的计划继续进行。

2. 进度控制的基本原则

项目进度控制原则可以归纳为以下几点：

(1) 动态控制原则。项目进度控制是随着项目的进行而不断进行的，是一个动态过程，也是一个循环进行的过程。从项目开始，实际进度就进入了运行的轨迹，也就是计划进入了执行的轨迹。实际进度按计划进行时，实际符合计划，计划的实现就有保证；实际进度与进度计划不一致时，就产生了偏差，若不采取措施加以处理，工期目标就不能实现。可见，当产生偏差时，就应分析偏差的原因，采取措施，调整计划，使实际与计划在新的起点上重合，并尽量使项目按调整后的计划继续进行。但在新的因素干扰下，又有可能产生新的偏差，又需继续按上述方法进行控制。进度控制就是采用这种动态循环的控制方法。

(2) 系统原则。进行项目的进度控制，首先应编制项目的各种计划，包括进度计划、资源计划等，计划的对象由大到小，计划的内容从粗到细，形成了项目的计划系统；项目涉及各个相关主体、各类不同人员，这就需要建立组织体系，形成一个完整的项目实施组织系统；为了保证项目进度，自上而下都应设有专门的职能部门或人员负责项目的检查、统计、分析、调整等工作。当然，不同的人员负有不同的进度控制责任，分工协作，形成一个纵横相连的项目进度控制系统。由此可见，无论是控制对象，还是控制主体，无论是进度计划，还是控制活动都是一个完整的系统。进度控制实际上就是用系统的理论和方法解决系统问题。

(3) 封闭循环原则。项目进度控制的全过程是一种循环性的例行活动，其活动包括编制计划，实施计划，检查，比较与分析，确定调整措施，修改计划，形成了一个封闭的循环系统。进度控制过程就是这种封闭循环不断运行的过程。

(4) 信息原则。信息是项目进度控制的依据。项目进度计划的信息从上到下传递到项目实施相关人员，以使计划得以贯彻落实；而项目实际进度信息则自下而上反馈到各有关部门和人员，以供分析并做出决策，进而调整，以使进度计划仍能符合预定工期目标。这就需要建立信息系统，以便不断地进行信息的传递和反馈。可见，项目进度控制的过程也是一个信息传递和反馈的过程。

(5) 弹性原则。项目一般工期长且影响因素多。这就要求计划编制人员能根据统计经验估计各种因素的影响程度和出现的可能性，并在确定进度目标时进行目标的风险分析，使进度计划留有余地，即使得计划具有一定的弹性。在进行项目进度控制时，可以利用这些弹性，缩短工作的持续时间，或改变工作之间的搭接关系，以使项目最终能实现项目的工期目标。

(6) 网络计划技术原则。网络计划技术不仅可以用于编制进度计划，而且可以用于计划的优化、管理和控制。网络计划技术是一种科学、有效的进度管理方法，是项目进度控制，特别是复杂项目进度控制的完整的计划管理和分析计算理论基础。

19.1.2 进度控制的步骤

编制进度计划的目的是指导项目的实施，以保证实现项目的工期目标。但在进度计划实施过程中，由于主客观条件的不断变化，计划亦需随之改变。凭借一个最优计划而

一劳永逸是不可能的。因此，在项目进行过程中，必须不断监控项目的进程以确保每项工作都能按进度计划进行；同时，必须不断掌握计划的实施状况，并将实际情况与计划进行对比分析，必要时应采取有效的对策，使项目按预定的进度目标进行，避免工期的拖延，这一过程称为进度控制。该过程可用图 19-1 加以描述。

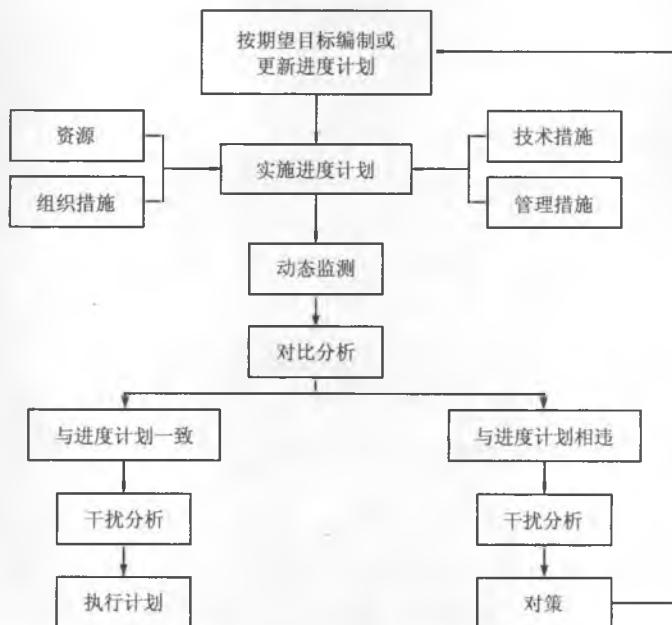


图 19-1 项目进度控制过程

有效进行项目进度控制的关键是监控实际进度，及时、定期地将实际进度与进度计划进行比较，并及时采取纠正措施。项目管理人员不能简单地认为问题会在不采取任何措施的情况下自动消失——永远不会。项目的进度控制就是在既定工期内，编制出最优的进度计划，在执行计划的过程中，经常检查项目实际进度情况，并将其与进度计划相比较，若出现偏差，便分析产生的原因及对工期的影响程度，确定必要的调整措施，更新原计划。这一过程不断循环，直至项目完成。项目进度控制的目标就是确保项目按既定工期目标实现，或是在保证项目质量并不因此而增加项目实际成本的条件下，适当缩短项目工期。

项目进度控制的主要方法是规划、控制和协调。规划是指确定项目总进度控制目标和分进度控制目标，并编制其进度计划；控制是指在项目实施全过程，进行的检查、比较及调整；协调是指协调参与项目的各有关单位、部门和人员之间的关系，使之有利于项目的进展。

进度控制所采取的措施主要有组织措施、技术措施、合同措施、经济措施和管理措施等。组织措施是指落实各层次的进度控制人员、具体任务和工作责任；建立进度控制的组织系统；按照项目的结构、工作流程或合同结构等进行项目的分解，确定其进度目

标，建立控制目标体系；确定进度控制工作制度，如检查时间、方法、协调会议时间、参加人员等；对影响进度的因素进行分析和预测。

- 技术措施主要是指采取加快项目进度的技术方法。
- 合同措施是指项目的发包方和承包方之间、总包方与分包方之间等通过签订合同明确工期目标，对项目完成的时间进行制约。
- 经济措施是指实现进度计划的资金保证措施。
- 管理措施是指加强信息管理，不断收集项目实际进度的有关信息资料，进行整理统计，与进度计划相比较，并定期提出项目进展报告，以此作为决策依据之一。项目计划中的某些东西在付诸实施后才会发现无法实现。即使勉强实现，也要付出很高的代价。遇到这种情况，就必须对项目计划进行修改，或重新规划。在项目实施过程中要进行多次规划（P）、实施（D）、检查（C）和行动（A）循环。

19.2 信息系统工程进度控制的目标与范围

19.2.1 信息系统工程进度控制的目标

做好信息工程监理的进度控制工作，首先应当明确信息工程项目进度控制的目标。由于信息工程监理单位作为工程实施项目管理服务的主体，其所进行的进度控制是为了最终实现信息工程项目按计划的时间进行。所以，信息工程监理进度控制的总目标就是信息工程项目最终投入运行的计划时间。

进度控制的目标似乎除了保证时间再没什么好解释的，然而，项目的目标包括进度、投资、质量三大目标，它们之间有着相互依赖和相互制约的关系。进行进度控制应当在考虑三大目标对立统一的基础上，明确进度控制目标，包括总目标和各阶段、各部分的分目标。很多项目在目标的确定上就出现很大的差错，甚至违反客观规律，项目执行中不管如何控制、如何调整都会造成很大的损失。可见，监理工程师应根据业主的委托要求科学、合理地确定进度控制目标。要制订合理的目标，又必须清楚几条客观规律。

如果信息工程项目进度计划制订得既可行又优化，充分考虑到工程进展的连续性、均衡性，则不但可以使工期缩短，而且有可能获得较好的质量和较低的费用。

19.2.2 信息系统工程进度控制的范围

进度控制的范围可以从两个维度来论述。

1. 时间维度

项目概念阶段要合理地估计工作量和交付时间，项目的工作量和完成时间的估计是项目管理中难度比较大的课题。

项目策划阶段根据成本、质量、人员等内外部制约因素编排合适的工作计划，编排计划需要掌握比较专业的工具和成熟的方法。制订项目时间进度计划主要有以下几个子过程。

(1) 确定项目的各项活动(项目分解结构底层的工作块),即确定为完成项目必须进行的诸项具体活动。

(2) 确定活动顺序。找出各项活动之间的依赖关系。

(3) 时间估算。估算各项活动所需要的时间。

(4) 编制时间进度计划。研究和分析活动顺序,活动时间和资源要求,进而制订项目时间进度计划。

以上4个子过程在实践中常常交错重叠进行。

项目执行阶段,要周期性地给出项目进度报告,根据执行的实际效果和项目计划对比,找出偏差的原因,如果是因为其他方面的变更引起的进度变更,还要再次进行工作量的估计,并进行必要的变更评审控制等。时间变更出现后,应修改同项目进度管理有关的资料和文件,必要时,要将变更通知给有关的干系人。修改项目活动的进度有时要求对项目整体进度计划进行调整。需要修改的一般是原来经过批准的项目活动开始和结束日期。当进度延误很严重时,需要重新确定基准日期。对时间变更采取措施,进行处理之后,应当将造成时间变更的原因、采取的措施,以及采取此等措施的理由、随之要求资源和预算的变更、从此次变更中吸取的教训等都记录在案,形成书面文件,存入本项目和其他项目的数据库。

项目收尾阶段还要进行进度的审计,把整个项目执行过程中每次进度产生差异的原因,采取纠正措施的理由,以及其他方面的经验教训应被记录下来,成为执行组织在本项目和今后其他项目的历史数据与资料。项目验收收尾阶段对进度的总结,对今后项目周期的估计是非常必需的,也是解决项目周期估计难题的重要手段。

2. 工作维度

从工作分解的维度上讲,进度控制首先要进行总体进度的控制,即项目的总计划。项目在进行中,千头万绪,不可能事事关照,时时关照。一定要抓住对实现项目目标有重大影响的关键问题和关键时点。在项目进度管理中,就要抓住里程碑。抓住重点,可大大提高控制工作的效率。抓住重点,还意味着把注意力集中在异常情况上。一般的正常情况无须多加关照。异常情况抓住了,就相当抓住了关键。

然而,由于总计划的保证是以每个团队的每个活动能够按时完成工作为前提的,所以,尤其要对项目各项工作进行检查,其是要抓关键路径上的活动,要采取措施进行纠正等。所有这些都要涉及人,这是因为人们是不愿意接受使他们不愉快的控制措施的。

19.3 影响进度的主要因素

为了有效进行进度控制,必须对影响进度的因素进行分析,以便事先采取措施,尽量缩小实际进度与计划进度的偏差,实现项目的主动控制与协调。在项目进行过程中,很多因素影响项目工期目标的实现,这些因素可称为干扰因素。影响项目工期目标实现的干扰因素,可以归纳为以下几个方面。

1. 人的因素

项目中人的因素是第一位的，可以说是决定性的因素。项目管理实践证明：人的因素是比精良的设备、先进的技术更为重要的项目成功因子。

(1) 项目经理。项目经理是项目委托人的代表，是项目启动后项目全过程管理的核心，是项目班子的领导者，是项目有关各方协调配合的桥梁和纽带。由于项目有关各方参与项目的动机和目的不同，关心的重点不同，对项目的期望和投入也不同，在项目的进展过程中，很难做到步调一致。因此，矛盾和冲突就不可避免。项目经理要负责沟通项目的各有关方面，协调和解决这些矛盾和冲突，是决定项目成功与失败的关键人物。项目经理必须明确自己在项目管理中的地位、作用和职责，并取得必要的权限。在一个项目正式立项之后和开展各项具体工作之前，首先必须遴选和任命项目经理，并由其负责项目的实施和完成，组织开展各项后续工作。很多项目由于推动不力，逼迫中途换帅，同样的项目班子，不同的项目经理来带，取得的结果往往截然不同。项目监理师在项目的推进上要和项目经理密切配合。

(2) 项目团队。一个稳定团结的核心团队是项目最宝贵的资源。项目团队成员一般都来自不同的组织。由于不同的人价值观不同，为人处世的方法、思考问题的方法也不同，所以人际沟通在项目中的重要性就突显出来了。沟通是协调的基础，只有良好的沟通才能达到协调目的。通过沟通可以掌握客户现实的需求和潜在的需求，可以制订合理的项目计划，发现项目中已经存在的或潜在的问题，可以增强团队的凝聚力和工作效率等。俗话说：“宁吃好梨一个，不吃烂梨一筐”，在项目团队中，骨干人员的素质和经验又是至关重要的，在信息技术项目中尤为如此，很多IT界传奇的例子都证明了这一点，如微软的安德斯·海尔斯伯格(Anders Hejlsberg)。有人说：“优秀的人是无价的，优秀的人同时又是免费的，因为他给项目带来的价值远远高于付给他的工资。”另一方面，要时刻警惕团队中的害群之马，防止一些人制造、散布负面的言论，影响整个团队的士气。团队的工作效率直接影响项目的进度，优秀的团队一天能完成的工作，配合不默契的团队往往要干上一个月，项目监理师应该能够深入到项目团队中，对项目骨干人员的胜任与否、团队士气等做出判断，评价其对进度的影响。

(3) 项目干系人。项目干系人包括项目当事人，以及其利益受该项目影响的（受益或受损）个人和组织；也可以把他们称为项目的利害关系者。项目不同的干系人对项目有不同的期望和需求，他们关注的目标和重点常常相去甚远。例如，业主也许十分在意时间进度，设计师往往更注重技术一流，政府部门可能关心税收，附近社区的公众则希望尽量减少不利的环境影响等。

项目干系人有意无意地会干扰项目以确保项目尽可能满足他们的利益，甚至使之偏离既定目标，同时，他们也会成为影响项目进度的因素。最常见的是不懂技术和项目管理的领导对项目的野蛮干涉等，项目经理要特别警惕，项目监理师也要及时举牌警告。

2. 材料、设备的因素

材料、设备往往成为制约项目进度的关键因素。材料和设备对进度的影响可以归纳为三点：停工待料、移植返工、效率低下。

(1) 停工待料。停工待料在软件项目中不突出，系统集成项目中往往会如此，尤其是一些要进口报关的设备或材料，需要提前有思想准备。如果软件集成项目中包括了设备，设备必须在部署阶段之前到位，项目经理应该提早注意，及时提醒相关人员。

(2) 移植返工。软件项目中经常会遇到因为一些设备没有到位，而采用临时设备先开发，等新设备到位后再移植过来。比如，小型机需要进口报关，先拿 PC Server 开发，结果等小型机到位后遗憾地发现移植并不那么容易，很多地方不兼容，导致大量的修改，多处返工，给项目的进度带来很大影响。

(3) 效率低下。软件开发的设备选择非常重要。开发时用的设备要和推荐给使用者的设备要求大致相当，有时开发时用的设备很好，对使用者的设备要求也无形中提高了。有时相反，开发使用的设备性能影响效率，进而影响项目进度。

3. 方法、工艺的因素

信息技术项目中，使用不同的方法完成系统的功能，工作量动辄会相差好几倍甚至几十倍。好的工具、控件的应用往往节省很多时间。同样地，合适的技术路线也很重要，在信息技术项目中，经常会发生因某一技术难题不好解决而拖延时间的问题。由于在系统设计中，软件需求、硬件需求，以及其他因素之间是相互制约、相互影响的，经常需要权衡。因此，必须认识需求定义的易变性，采用适宜的开发范型予以控制，以保证软件产品满足用户的要求。一般来说，选择成熟的技术，进度会保证，在技术难题攻关中也容易寻求帮助。

软件工程的方法和适宜的项目管理也对项目进度的影响很大。由于软件工程的管理，直接影响可用资源的有效利用，生产满足目标的软件产品，提高软件组织的生产能力等问题。因此，仅当软件过程得以有效管理时，才能实现有效的软件工程。

4. 资金因素

前面说过，进度、资金、质量之间是相互作用、相互影响的，资金对项目进度的影响是显而易见的，资金不到位项目只能暂停。进度规划时就要考虑资金预算的配套，否则进度控制也是空谈。

5. 环境因素

项目不是空中楼阁，都是在特定的环境下进行的。项目管理者必须对项目所处的外部环境有正确的认识。项目的外部环境包括自然、技术、政治、社会、经济、文化，以及法律法规和行业标准等。

环境因素可以分为硬环境和软环境两类。硬环境包括开发环境、施工场地等，软环境包括政策影响、宏观经济等。环境的变化有时是始料未及的，项目经理要分析环境变化对项目的影响，采取适当的措施。

对以上因素做进一步分析，大体存在以下几种状况：

(1) 错误估计了项目实现的特点及实现的条件。低估了项目的实现在技术上存在的困难；未考虑到某些项目设计和实施问题的解决，必须进行科研和实验，而这些既需要资金又需要时间；低估了项目实施过程中，各项目参与者之间协调的困难；对环境因素、物资供应条件、市场价格的变化趋势了解不够等。

(2) 盲目确定工期目标。不考虑项目的特点，不采用科学的方法，盲目确定工期目标，使得工期要么太短，无法实现，要么太长，效率低下。

(3) 工期计划方面的不足。项目设计、材料、设备等资源条件不落实，进度计划缺乏资源的保证，以致进度计划难以实现；进度计划编制质量粗糙，指导性差；进度计划未认真交底，操作者不能切实掌握计划的目的和要求，以致贯彻不力；不考虑计划的可变性，认为一次计划就可以一劳永逸；计划的编制缺乏科学性，致使计划缺乏贯彻的基础而流于形式；项目实施者不按计划执行，凭经验办事，使编制的计划徒劳无益，不起作用。

(4) 项目参加者的工作失误。设计进度拖延；突发事件处理不当；项目参加各方关系协调不顺等。

(5) 不可预见事件的发生。恶劣气候条件、复杂的地质条件等。

以上仅列举了几类问题，而实际出现的问题更多，其中有些是主观的干扰因素，有些是客观的干扰因素。这些干扰因素的存在，充分说明了加强进度管理的必要性。在项目实施之前和项目进展过程中，加强对干扰因素的分析、研究，将有助于进度管理。

上述因素产生的原因可能来自三个方面：

- (1) 在估计了工程的特点及工程实现的条件时，过高地估计了有利因素，同时又过低地估计了不利因素。
- (2) 在工程实施过程中各有关方面工作上的失误。
- (3) 不可预见事件的发生。

19.4 进度控制各阶段的工作任务

一般来说项目的生命周期有几个基本的阶段：概念阶段（Conception Phase）、开发阶段（Development Phase）、实施阶段（Execute Phase）及结束阶段（Finish Phase）。

上面的四个阶段划分是项目的阶段划分的一般原则，当然项目生命周期还有其他的阶段划分方法，但大致原理都一样。项目在开始之前总会有一个大体的推进计划，这个推进计划可能是业主的要求，也可能是项目班子对项目干系人的承诺，由时间目标展开的总体计划也称为一级计划。因为一级计划连接着项目的时间目标，所以，原则上一级计划不予修订，但在项目的不同阶段，其管理的内容也不相同，每个阶段都有阶段本身的计划，通常称为二级计划，每个活动的工作计划称为三级计划。

19.4.1 概念阶段

概念阶段也就是项目孵化阶段，是一个项目从无到有的过程，主要任务是提出并确定项目是否可行，主要工作包括：特定项目机会研究、方案策划、初步可行性研究、详细可行性研究、项目评估、明确合作伙伴、风险确定、目标确定、项目商业计划书编写等。由于这个阶段一般不需要监理介入，项目投资者或政府部门通常充当监理的角色。所以，这个阶段的监理单位和项目付诸实施阶段的监理者往往是分离的。作为监理师，通常也会介入到项目的可行性论证、项目指标评价等工作中。这个阶段的主要工作过程如图 19-2 所示。

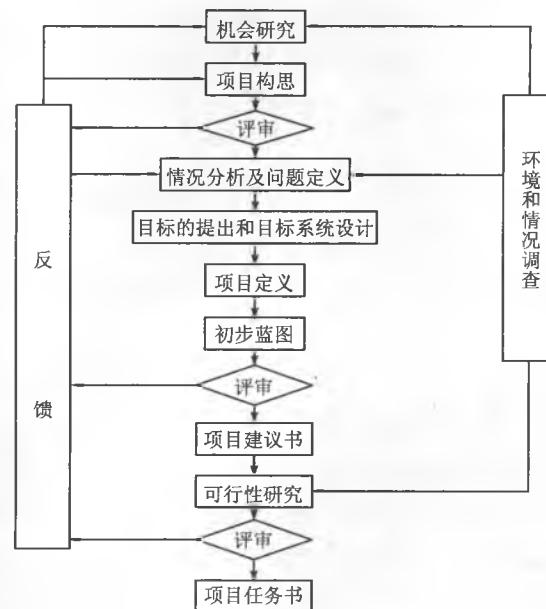


图 19-2 项目概念阶段工作过程

概念阶段进度控制的重点如下。

(1) 里程碑控制：上述过程中的三个评审点往往是需要时间限制的。比如，国家的 863 项目、科技进步项目、技改项目等，从项目的构思到评审直到国家支助资金的落实，都有固定的时间点。

(2) 项目周期初步估计：项目的定义必然是与时间相关的。这个阶段要初步估计项目周期的合理性。这个阶段的错误估计会导致严重的后果。

19.4.2 开发阶段

开发阶段又称规划阶段。这个阶段的主要目标是对可行项目做好开工前的人、财、物及一切软硬件准备。该阶段的主要工作包括：建立项目组织、项目背景描述、范围规

划、范围定义、工作分解、工作排序、工作延续时间估计、进度安排、资源计划、费用估计、费用预算、质量计划、质量保证等内容。在实施阶段包括采购规划、招标采购的实施、合同管理基础、合同履行和收尾、实施计划、安全计划、项目进展报告、进度控制、费用控制、质量控制、安全控制、范围变更控制、生产要素管理、现场管理与环境保护、人员激励等内容。

项目规划是预测未来，确定欲达到的目标，估计会碰到的问题，并提出实现目标、解决问题的有效方案、方针、措施和手段的过程。项目规划又是从现实出发的思考、想象和谋划，进而确定、决定和安排实现项目目标所必需的各种活动和工作成果。

项目规划要考虑如何经济地使用项目班子的时间、资源和努力，有效地把握未来，才能实现预期的结果。项目规划还要调查、预测、策划、预言项目未来可能发生的事情。

项目计划是项目规划一系列子过程的结果，是项目经理和项目班子思想的具体化，体现了他们准备做什么、什么时候做、由谁去做，以及如何做，即对未来行动方案的一种说明。

凡是项目，均是以前从未干过的。不进行规划，就无法着手。规划涉及项目的各个方面，故有多个子过程，是一个非常复杂的过程。

项目规划阶段，进度控制有两大任务，一是规划本身的进度控制，二是规划结果的审核。

1. 规划的进度控制

规划阶段有二级计划，二级计划定义了需要规划的内容，以及每项内容的时间安排、资源安排、规划的成果等。规划的内容涉及项目管理的方方面面，每方面的规划又是规划的一个子过程，子过程也可以有子过程的三级计划。

很显然，由于只有每个子过程规划能顺利完成，整个项目的规划阶段才能顺利完成。所以规划本身的进度控制也遵循一般控制的原则，控制过程包含以下几步：

- (1) 及时掌握最新情况和项目进展。
- (2) 分析计划进度和质量产生偏差的原因。
- (3) 处理偏差。
- (4) 公布修改方案及滚动的计划。
- (5) 告知管理部门和可能受到影响的其他工作小组。

2. 规划审查

项目计划编制结束时至少要有两个书面成果：项目计划书和辅助资料。对项目进度控制而言，项目规划的结果，即项目的总体计划和其他专项计划是否合理？是否可行？这些将来都会影响整个项目的进度。可见，对项目计划书和项目计划的辅助资料要进行可行性审查，分析其中的潜在风险，以及可能对进度的影响。

(1) 项目计划书。项目计划书可以使用多种形式。无论使用何种形式，项目计划书一般要有如下内容：

- 项目许可证和项目章程。
- 拟采取的项目管理方法。这部分内容可以取自项目各具体领域的计划的摘要，即范围计划、费用计划、进度计划、质量计划、人力资源和组织计划、沟通计划、采购计划和风险管理计划。
- 项目范围说明，包括项目目标和主要的可交付成果。
- 项目工作分解结构。分解的详细程度视具体项目而定，但必须保证能够用来进行控制。
- 项目费用估算。
- 计划开始的日期，以及责任的分派。详细程度必须保证能够用来进行控制。
- 测量和控制时间进度和费用开支的基准。
- 项目进展的主要里程碑。
- 人员安排计划。
- 业绩考核和评价制度。
- 项目的主要风险，包括制约因素和假设前提，以及各风险的应对措施。
- 未解决的问题和尚不能做出的决策。

以上各点细节可在项目各具体领域计划中说明。在项目计划中写出其摘要即可。如果情况需要，可将项目某些具体方面的计划列入项目计划书中。例如，在大项目的计划书中可以列入人力资源和组织计划中的项目组织图。

(2) 辅助资料。项目计划的辅助资料应当包括：

- 项目各具体计划未考虑的事项。
- 项目规划期间新增的文件或资料，例如，项目规划开始时尚不知道的制约因素和假设前提。
- 技术文件，例如，项目业主的要求、技术要求说明书和设计文件。
- 项目计划的辅助资料在编排方式和顺序，以及保管方面应便于在项目实施期间查阅和使用。

规划审查不仅仅是进度控制的需要，如前文所论述的，因为进度目标和资金、质量等其他目标都有非常紧密的关联，全面审核计划是实施阶段及项目整体进度能够得到控制的保证。

19.4.3 实施阶段

实施阶段主要按计划启动实施项目工作；建立项目组织；建立与完善项目联络渠道；实施项目激励机制；建立项目工作包；细化各项技术需求；建立项目信息控制系统；执行WBS的各项工作；获得订购物品及服务；指导/监督/预测/控制范围、质量、进度、成本；解决实施中的问题。

实施阶段通常是持续时间最长、投入各类资源最多、工作量最大、工作成果最显著的阶段，也是项目进度控制的重中之重，狭义的施工项目控制就是指执行阶段的控制。

这个阶段的进度控制通常需要深入到现场。这个阶段的进度控制和质量控制一样，是一个信息收集、偏差分析、资源及进度调整、形成新的滚动计划的循环往复的过程，控制的粒度越细，出现的偏差就越小。图 19-3 反映了执行阶段的控制过程。

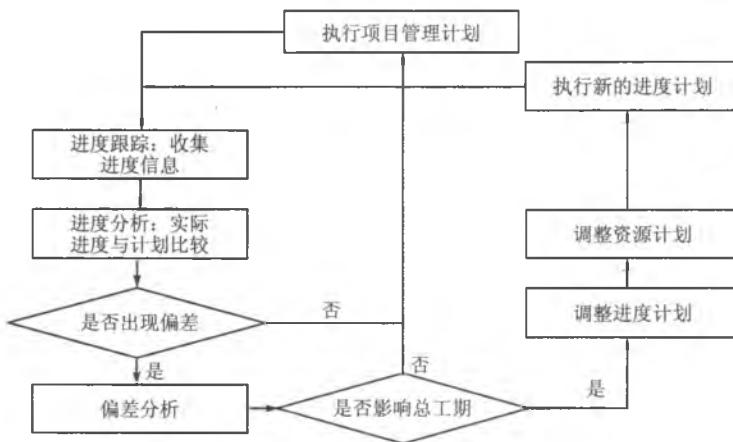


图 19-3 项目执行控制过程

这个阶段的进度控制主要的工作有以下几点。

1. 工程施工进度的检查

在工程进度计划实施后，应及时跟进并收集工程实际进展情况，包括工作的开始时间、完成时间、持续时间、逻辑关系、实物工程量和工作量，以及工作时差的利用情况等，从中了解到施工过程中影响进度的潜在问题，以便及时采取相应的措施加以预防和防止偏差、纠正偏差。

施工进度的检查方法主要是对比法，有利用横道图比较法、S型曲线比较法、香蕉型曲线比较法、前锋线比较法、列表比较法等，将经过整理的实际进度的数据与计划进度的数据相比较，从而发现是否出现偏差和偏差的大小。若偏差较小，可在分析其产生原因的基础上采取有效的措施，使矛盾得以解决，继续执行原计划；若偏差较大，经过努力不能按原计划实现时，则要考虑对计划进行必要的调整，即适当延长工期或改变施工速度。

2. 工程施工进度的调整

工程进度的调整一般是不可避免的，但如果发现原有的进度计划已落后、不适应实际情况时，为了确保工期，实现进度控制的目标，就必须对原有的计划进行调整，形成新的进度计划，作为进度控制的新依据。而调整工程进度计划的主要方法有以下两个：

(1) 压缩关键工作的持续时间。不改变工作之间的顺序关系，而是通过缩短关键线路上的持续时间来缩短已被拖长的工期，具体采取的措施有：

- 增加工作面、延长每天的施工时间。
- 增加劳动力及施工机械的数量的组织措施。

- 实行包干奖励、提高资金数额、对所采取的技术措施给予相应补偿的经济措施。
- 改善外部配合条件、改善劳动条件等其他配套措施。

在采取相应措施调整进度计划的同时，还应考虑费用优化问题，从而选择费用增加较少的关键工作作为压缩的对象。

(2) 不压缩活动持续时间，改变工作完成顺序。在不改变工作的持续时间，而只改变工作的开始时间和完成时间。这种调整情况有：对于大型工程项目，如小区工程可调整的幅度较大，这主要是由于有多项的单位工程而它们之间的制约比较小，从而可调整的幅度比较大，因此比较容易采用平行作业的方法来调整进度计划；对于单位工程项目，由于受工作之间工艺关系的限制，可调整的幅度较小，通常采用搭接作业的方法来调整施工进度计划。

当工期拖延得太多，或采取某种方法未能达到预期效果时，或可调整的幅度又受到限制时，还可以同时采用这两种方法来调整施工进度计划，以满足工期目标的要求。调整同时还需要注意到由于无论采取哪种方法，都必然会增加费用，故施工单位在进行施工进度控制时还应该考虑到投资控制的问题。

3. 工期延期的控制

工期延误是施工单位组织不力或因管理不善等原因造成的。工期延期是可以通过向建设单位、监理单位申请获得批准而增加工期的，应注意区别工期延期和工期延误的概念。在不可抗力的影响下，工程延期在一定范围内，一般属于正常。

19.4.4 结束阶段

在收尾阶段包括范围确认、质量验收、费用决算与审计、项目资料与验收、项目交接与清算、项目审计、项目后评价、项目组织解散等内容。

做好项目收尾管理是项目结算的必要准备，也是项目成功的必要条件和过程。业主的成功验收，是将项目组的劳动转化成商业效益的关键一步。

项目事后检查复审是为了确定项目是否已经做好客户最终正式验收，以及随后项目收尾的准备。复审之前要确保任何遗留问题都已得到解决，并且落实这些问题在支持和维护组织中的负责人。如果已经进行了正式的验收测试，则应对验收结果的状态和采取的纠正性措施进行复审，确保正式的项目验收复审工作正常进行。检查部署状态以便确保已完成安装、培训和产品化活动，或者完成遗留活动不会影响到验收。项目经理生成状态评估以获取项目事后检查复审和配置审核的结果，为项目验收复审做好准备。

项目收尾阶段通常要做以下工作：

- (1) **行政验收。**结合项目最初对系统的期望和目标，对项目实施成果进行验收。
- (2) **项目总结。**对项目实施过程和实施成果做出回顾和总结。
- (3) **经验交流。**交流分享在实施过程中的经验和教训。
- (4) **正式移交。**系统正式运转及使用，由企业的计算机部门进行日常维护和技术

支援。

项目进度控制的主要任务包括：

- (1) 监督检查验收前准备工作的进行状况，保证验收前准备的各项工作的进度，以确保项目按期验收。
- (2) 项目后经验交流，对影响项目进度的因素进行分析，取得相关工作的进度经验值，以便后续项目中使用。
- (3) 验收后工作安排，多数项目验收后还有持续支持一段时间的要求，对后续项目的持续支持事宜的安排也是该阶段进度控制的要求。

19.5 进度控制的方法和技术

19.5.1 工作量和工期的估计

软件项目的工作量和工期的估算历来是比较复杂的事，因为软件本身的复杂性、历史经验的缺乏、估算工具缺乏，以及一些人为错误，导致软件项目的规模估算往往和实际情况相差甚远。因此，估算错误已被列入软件项目失败的四大原因之一。前面讲过，进度的控制始于工作量的估算，工作量估算合理，工期和资源投入自然也就合理，反之，一个错误的工作量的估计会导致一个不现实的计划产生，以至于进度控制失去意义。

软件开发项目通常用 LOC (Line of Code) 衡量项目规模，LOC 指所有的可执行的源代码行数，包括可交付的工作控制语言 (Job Control Language, JCL) 语句、数据定义、数据类型声明、等价声明、输入/输出格式声明等。项目经理可以根据对历史项目的审计来核算组织的单行代码价值。

例如，某软件公司统计发现该公司每一万行 C 语言源代码形成的源文件 (.c 和.h 文件) 约为 250KB。某项目的源文件大小为 3.75MB，则可估计该项目源代码大约为 15 万行，该项目累计投入工作量为 240 人月，每人月费用为 10000 元 (包括人均工资、福利、办公费用公摊等)，则该项目中 1LOC 的价值为：

$$(240 \times 10000) / 150000 = 16 \text{ 元/LOC}$$

该项目的人月均代码行数为：

$$150000 / 240 = 625 \text{ LOC/人月}$$

项目工作量和工期的估计，通常有下面几种方法。

1. Delphi 法

Delphi 法是最流行的专家评估技术，在没有历史数据的情况下，这种方式适用于评定过去与将来，新技术与特定程序之间的差别，但专家“专”的程度及对项目的理解程度是工作中的难点，尽管 Delphi 技术可以减轻这种偏差，专家评估技术在评定一个新

软件实际成本时用得不多，但是，这种方式对决定其他模型的输入时特别有用。Delphi 法鼓励参加者就问题相互讨论。这个技术，要求有多种软件相关经验人的参与，互相说服对方。

Delphi 法的步骤如下：

- (1) 协调人向各专家提供项目规格和估计表格。
- (2) 协调人召集小组会与各专家讨论与规模相关的因素。
- (3) 各专家匿名填写迭代表格。
- (4) 协调人整理出一个估计总结，以迭代表的形式返回专家。
- (5) 协调人召集小组会，讨论较大的估计差异。
- (6) 专家复查估计总结并在迭代表上提交另一个匿名估计。
- (7) 重复 (4) ~ (6)，直到达到一个最低和最高估计的一致。

如图 19-4 所示为迭代表的样例。

Delphi 法规模估计迭代表	
项目名称:	_____
估计日期:	_____
估计者:	_____
	估计伦次: _____
结果:	
代码行	LOC; 周期: _____ 月; 工作量: _____ 人月; 费用 _____ 元。
理由:	_____

图 19-4 Delphi 法规模估计迭代表样例

2. 类比法

类比法适合评估一些与历史项目在应用领域、环境和复杂度等方面相似的项目，通过新项目与历史项目的比较得到规模估计。由于类比法估计结果的精确度取决于历史项目数据的完整性和准确度，因此，用好类比法的前提条件之一是组织建立起较好的项目后评价与分析机制，对历史项目的数据分析是可信赖的。其基本步骤如下：

- (1) 整理出项目功能列表和实现每个功能的代码行。
- (2) 标识出每个功能列表与历史项目的相同点和不同点，特别要注意历史项目做得不够的地方。
- (3) 通过 (1) 和 (2) 得出各个功能的估计值。
- (4) 产生规模估计。

软件项目中用类比法，往往还要解决可重用代码的估算问题。估计可重用代码量的

最好办法就是由程序员或系统分析员详细地考查已存在的代码，估算出新项目可重用的代码中需重新设计的代码百分比、需重新编码或修改的代码百分比，以及需重新测试的代码百分比。根据这三个百分比，可用下面的计算公式计算等价新代码行：

$$\text{等价代码行} = [(\text{重新设计\%} + \text{重新编码\%} + \text{重新测试\%})/3] \times \text{已有代码行}$$

比如：有 10 000 行代码，假定 30% 需要重新设计，50% 需要重新编码，70% 需要重新测试，那么其等价的代码行可以计算为：

$$[(30\%+50\%+70\%)/3] \times 10\,000 = 5\,000 \text{ 等价代码行。}$$

即重用这 10 000 代码相当于编写 5 000 代码行的工作量。

3. 功能点估计法

功能点测量是在需求分析阶段基于系统功能的一种规模估计方法。通过研究初始应用需求来确定各种输入、输出，计算与数据库需求的数量和特性。通常的步骤如下：

- (1) 计算输入、输出、查询、主控文件、与接口需求的数目。
- (2) 将这些数据进行加权乘。表 19-1 为一个典型的权值表。

表 19-1 不同功能的权值

功能类型	权 值
输入	4
输出	5
查询	4
主控文件	10
接口	10

(3) 估计者根据对复杂度的判断，总数可以用+25%、0 或-25% 调整。

统计发现，对一个软件产品的开发，功能点对项目早期的规模估计很有帮助。然而，在了解产品越多后，功能点可以转换为软件规模测量更常用的 LOC。

19.5.2 项目计划编排方法和技术

制订项目计划的过程被称为项目策划。计划的作用虽然不是立竿见影的，但没有计划所引起的混乱却是显而易见的。项目管理的首要目标是制订一个构思良好的项目计划，以确定项目的范围、进度和费用。在整个项目寿命周期中，最基本也可以说最重要的功能之一就是项目计划，特别是在做出影响项目整个过程的主要决策的初始阶段。但从另一方面来说，如前所述，由于项目管理是一个带有创造性的过程，项目早期的不确定性很大，所以项目计划又不可能在项目一开始就全部一次完成，而必须逐步展开和不断修正。这又取决于能适当地对计划的执行情况做出反馈和控制，以及不间断地交流信息。

1. 计划的定制步骤和方法

(1) 项目描述。项目描述是用一定的形式列出项目目标、项目的范围、项目如何执行，项目完成计划等内容，是制订项目计划和绘制工作分解结构图的依据。项目描述的目的是对项目总体做一个概要性的说明。项目描述的依据是项目的立项规划书、已经通过的初步设计方案和批准后的可行性研究报告，其主要内容包括：项目名称、项目目标、交付物、交付物完成准则、工作描述、工作规范、所需资源估计、重大里程碑等。

(2) 项目分解与活动界定。为了便于制订项目各具体领域和整体计划，需要将项目及其主要可交付成果分解成一些较小的、更易管理和单独完成的部分。项目分解是编制进度计划，进行进度控制的基础。项目分解就是根据项目状况，采用 WBS（项目分解结构）技术，将一个总体项目分解为若干项工作或活动，直到具体明确为止。项目分解是项目管理的一项最基本的工作。项目分解需要足够的专业知识和项目管理经验。一般说来，项目分解应根据项目的具体情况，以及进度计划的类型和作用确定。

活动就是项目工作分解结构中确定的工作任务或工作元素。活动界定则是明确实现项目目标需要进行的各项活动。对于一个较小的项目，活动可能会界定到每一个人；但对于一个较大的项目、复杂的项目，如果运用 WBS 技术对项目进行分解，项目经理就没有必要把每一个具体的活动都界定到每一个人，因为这样会浪费许多时间，甚至会遗漏很多的活动。因此，对于运用工作分解结构分解的项目，个人活动可以由工作任务的负责人或责任小组来界定。如图 19-5 所示为一个技术改造项目的工作分解结构。

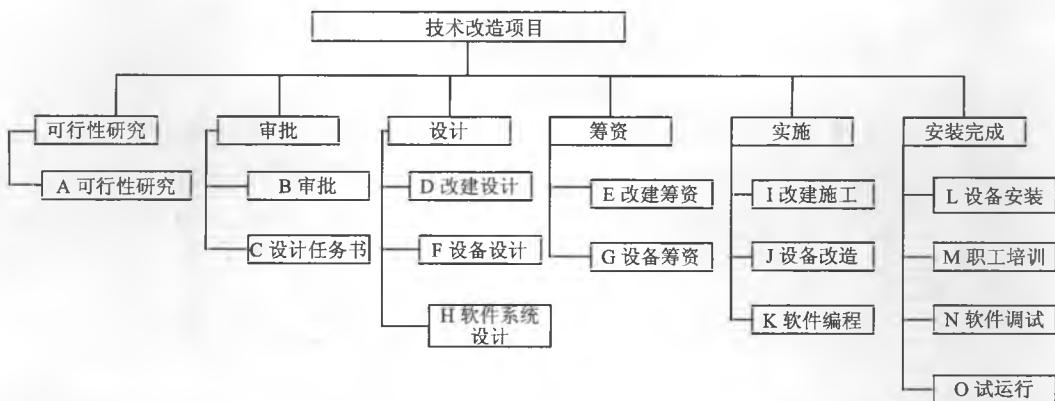


图 19-5 某技术改造项目的工作分解结构

(3) 工作描述。在项目分解的基础上，为了更明确地描述项目所包含的各项工作具体内容和要求，需要对工作进行描述。工作描述作为编制项目计划的依据，同时便于项目实施过程中更清晰地领会各项工作的内容。工作描述的依据是项目描述和项目工作分解结构，其结果是工作描述表及项目工作列表。

(4) 项目组织和工作责任分配。为了明确各部门或个人在项目中的责任，便于项目管理部门在项目实施过程中的管理协调，应根据项目工作分解结构图表和项目组织结

构图表对项目的每一项工作或任务分配责任者和落实责任。工作责任分配的结果是形成工作责任分配表。

(5) 工作排序。一个项目有若干项工作和活动，这些工作和活动在时间上的先后顺序称为逻辑关系。逻辑关系可分为两类，其一为客观存在的、不变的逻辑关系，也称之为强制性逻辑关系；例如，建一座厂房，首先应进行基础施工，然后才能进行主体施工。其二为可变的逻辑关系，也称为组织关系，这类逻辑关系随着人为约束条件的变化而变化；随着实施方案、人员调配、资源供应条件的变化而变化。例如，一项任务有三项工作 A、B、C，假使 A、B、C 之间不存在不变的逻辑关系，则要完成这一任务，这三者之间的关系有多种不同的方案，显然，不同的统筹安排方案所花费工期、费用各不相同。

(6) 计算工程量或工作量。根据项目分解情况，计算各工作或活动的工程量或工作量，包括工作的内容、工作开展的前提条件、工作量、所需的资源等。

(7) 估计工作持续时间。工作持续时间是指在一定的条件下，直接完成该工作所需时间与必要停歇时间之和，单位可为日、周、旬、月等。工作持续时间是计算其他网络参数和确定项目工期的基础。工作持续时间的估计是编制项目进度计划的一项重要的基础工作，要求客观正确。如果工作时间估计太短，则会造成被动紧张的局面；相反，则会延长工期。在估计工作时间时，不应受到工作的重要性及项目完成期限的限制，要在考虑各种资源供应、技术、工艺、现场条件、工作量、工作效率、劳动定额等因素的情况下，将工作置于独立的正常状态下进行估计。

(8) 绘制网络图。网络图的绘制主要是依据项目工作关系表，通过网络图的形式将项目的工作关系表达出来。

(9) 进度安排。在完成了项目分解、确定各项工作和活动先后顺序、计算工程量或工作量并估计出各项工作持续时间的基础上，即可安排项目的时间进度。

项目计划阶段一般还要同时制订其他专项计划，如质量保证计划、配置管理计划等。

2. 甘特图

甘特图也叫做线条图或横道图，它以横线来表示每项活动的起止时间。由于甘特图具有简单、明了、直观、易于编制的优点，因此到目前为止仍然是小型项目中常用的工具。即使在大型工程项目中，它也是高级管理层了解全局、基层安排进度时有用的工具。如图 19-6 所示为甘特图。

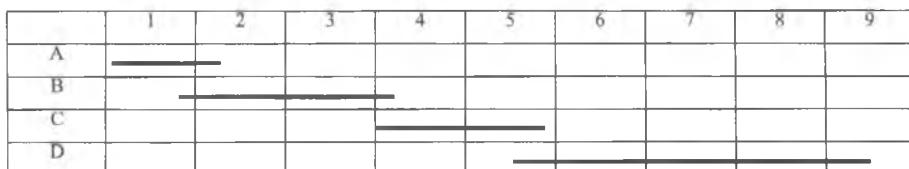


图 19-6 甘特图

在甘特图上,可以看出各项活动的开始和终止时间。在绘制各项活动的起止时间时,也考虑它们的先后顺序。但由于各项活动之间的关系没有表示出来,同时也没有指出影响项目寿命周期的关键所在。因此,对于复杂的项目来说,甘特图就显得不足以适应。

3. 关键路线法

关键路线法(Critical Path Method, CPM)是借助网络图和各活动所需时间(估计值),计算每一活动的最早或最迟开始和结束时间。CPM法的关键是计算总时差,这样可决定哪一活动有最短时间弹性。CPM算法也在其他类型的数学分析中得到应用。

CPM算法的核心思想是将工作分解结构(WBS)分解的活动按逻辑关系加以整合,统筹计算出整个项目的工期和关键路径。

项目活动间存在四种依赖关系:

- (1) **结束对起始 FS**。前一活动必须在后一活动开始前结束。
- (2) **结束对结束 FF**。前一活动必须在后一活动结束前结束。
- (3) **起始对起始 FS**。前一活动必须在后一活动开始前开始。
- (4) **起始对结束 FS**。前一活动必须在后一活动结束前开始。

每个活动有四个和时间相关的参数:

- (1) **最早开始时间(ES)**。某项活动能够开始的最早时间。
- (2) **最早结束时间(EF)**。某项活动能够完成的最早时间。

$$EF = ES + \text{工期估计}$$

- (3) **最迟结束时间(LF)**。为了使项目按时完成,某项工作必须完成的最迟时间。
- (4) **最迟开始时间(LS)**。为了使项目按时完成,某项工作必须开始的最迟时间。

$$LS = LF - \text{工期估计}$$

CPM方法有两个规则。

规则1: 某项活动的最早开始时间必须相同或晚于直接指向这项活动的最早结束时间中的最晚时间。

规则2: 某项活动的最迟结束时间必须相同或早于该活动直接指向的所有活动最迟开始时间的最早时间。

根据以上规则,可以计算出工程的最早完工时间。通过正向计算(从第一个活动到最后一个活动)推算出最早完工时间,步骤如下:

- (1) 从网络图始端向终端计算。
- (2) 第一任务的开始为项目开始。
- (3) 任务完成时间为开始时间加持续时间。
- (4) 后续任务的开始时间根据前置任务的时间和搭接时间而定。
- (5) 多个前置任务存在时,根据最迟任务时间来定。

通过反向计算(从最后一个活动到第一个活动)推算出最晚完工时间,步骤如下:

- (1) 从网络图终端向始端计算。
- (2) 最后一个任务的完成时间为项目完成时间。

(3) 任务开始时间为完成时间减持续时间。

(4) 前置任务的完成时间根据后续任务的时间和搭接时间而定。

(5) 多个后续任务存在时，根据最早任务时间来定。

最早开始时间和最晚开始时间相等的活动成为关键活动，关键活动串联起来的路径成为关键路径，关键路径的长度即为项目的工期。如图 19-7 所示为 CPM 图示例。

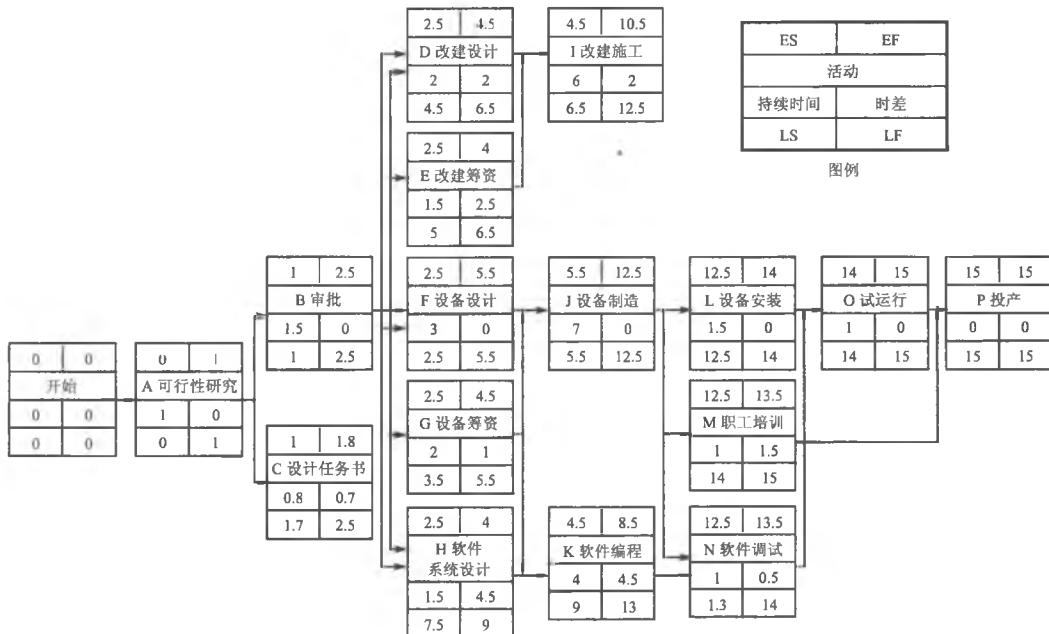


图 19-7 CPM 图示例

4. 计划评审技术

计划评审技术 (Program Evaluation and Review Technique, PERT) 是 20 世纪 50 年代末美国海军部开发北极星潜艇系统时为协调 3000 多个承包商和研究机构而开发的，其理论基础是假设项目持续时间，以及整个项目完成时间是随机的，且服从某种概率分布。PERT 可以估计整个项目在某个时间内完成的概率。PERT 和 CPM 在项目的进度规划中应用非常广，本文通过一个项目实例对此技术加以说明。

(1) 活动的时间估计。

PERT 对各个项目活动的完成时间按三种不同情况估计：

- 乐观时间 (optimistic time) ——任何事情都顺利的情况下，完成某项工作的时间。
- 最可能时间 (most likely time) ——正常情况下，完成某项工作的时间。
- 悲观时间 (pessimistic time) ——最不利的情况下，完成某项工作的时间。

假定三个估计服从 β 分布，由此可算出每个活动的期望 t_i :

$$t_i = \frac{a_i + 4m_i + b_i}{6}$$

其中: a_i 表示第 i 项活动的乐观时间, m_i 表示第 i 项活动的最可能时间, b_i 表示第 i 项活动的悲观时间。

根据 β 分布的方差计算方法, 第 i 项活动的持续时间方差为:

$$\sigma_i^2 = \frac{(b_i - a_i)^2}{36}$$

例如, 某政府 OA 系统的建设可分解为需求分析、设计编码、测试、安装部署四个活动, 各个活动顺次进行, 没有时间上的重叠, 活动的完成时间估计如图 19-8 所示。

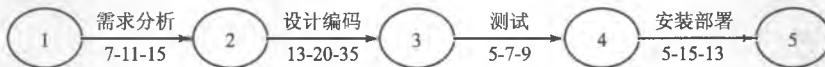


图 19-8 OA 系统工作分解和活动工期估计

则各活动的期望工期和方差为:

$$t_{\text{需求分析}} = \frac{7+4 \times 11+15}{6} = 11$$

$$\sigma_{\text{需求分析}}^2 = \frac{(15-7)^2}{36} = 1.778$$

$$t_{\text{设计编码}} = \frac{14+4 \times 20+32}{6} = 21$$

$$\sigma_{\text{设计编码}}^2 = \frac{(32-14)^2}{36} = 9$$

$$t_{\text{测试}} = \frac{5+4 \times 7+9}{6} = 7$$

$$\sigma_{\text{测试}}^2 = \frac{(9-5)^2}{36} = 0.101$$

$$t_{\text{安装部署}} = \frac{5+4 \times 13+15}{6} = 12$$

$$\sigma_{\text{安装部署}}^2 = \left(\frac{15-5}{6} \right)^2 = 2.778$$

(2) 项目周期估算。

PERT 认为整个项目的完成时间是各个活动完成时间之和, 且服从正态分布。整个项目完成的时间 t 的数学期望 T 和方差 σ^2 分别等于:

$$\sigma^2 = \sum \sigma_i^2 = 1.778 + 9 + 0.101 + 2.778 = 13.657$$

$$T = \sum t_i = 11 + 21 + 7 + 12 = 51$$

标准差为:

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} = \sqrt{13.657} = 3.696 \text{ 天}$$

据此, 可以得出正态分布曲线如图 19-9 所示。

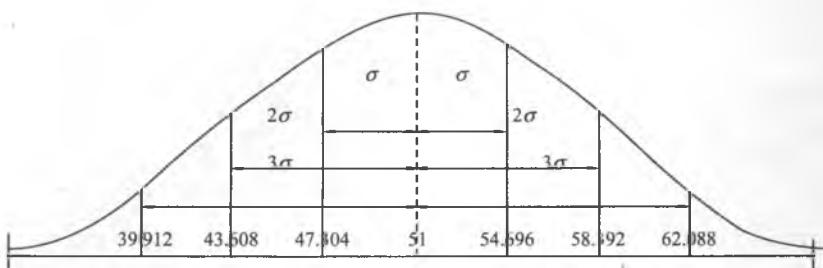


图 19-9 OA 项目的工期正态分布

因为图 19-9 是正态曲线，根据正态分布规律，在 $\pm\sigma$ 范围内，即在 47.304 天与 54.696 天之间完成的概率为 68%；在 $\pm 2\sigma$ 范围内，即在 43.608 天到 58.393 天完成的概率为 95%；在 $\pm 3\sigma$ 范围内，即 39.912 天到 62.088 天完成的概率为 99%。如果客户要求在 39 天内完成，则可完成的概率几乎为 0，也就是说，项目有不可压缩的最小周期，这是客观规律。

通过查标准正态分布表，可得到整个项目在某一时间内完成的概率。例如，如果客户要求在 60 天内完成，那么可能完成的概率为：

$$P\{t \leq 60\} = \Phi\left(\frac{60 - T}{\sigma}\right) = \Phi\left(\frac{60 - 51}{3.696}\right) = 0.99286$$

如果客户要求再提前 7 天，则完成的概率为：

$$P\{t \leq 53\} = \Phi\left(\frac{53 - T}{\sigma}\right) = \Phi\left(\frac{53 - 51}{3.696}\right) = 0.7054$$

5. 挣值法

挣值法是一种进度测量技术，可用来估计和确定变更的程度和范围，又常被称为偏差分析法。挣值法通过测量和计算已完成的工作的预算费用与已完成工作的实际费用和计划工作的预算费用得到有关计划实施的进度和费用偏差，从而达到判断项目预算和进度计划执行情况的目的。它的独特之处在于以预算和费用来衡量工程的进度。挣值法取名正是因为这种分析方法中用到的一个关键数值——挣值（即是已完成工作预算）。

（1）挣值法的三个基本参数。

- 计划工作量的预算费用（Budgeted Cost for Work Scheduled, BCWS）是指项目实施过程中某阶段计划要求完成的工作量所需的预算工时（或费用）。计算公式为：

$$BCWS = \text{计划工作量} \times \text{预算定额}$$

BCWS 主要反映进度计划应当完成的工作量，而不是反映应消耗的工时或费用。

- 已完成工作量的实际费用（Actual Cost for Work Performed, ACWP）是指项目实施过程中某阶段实际完成的工作量所消耗的工时（或费用）。ACWP 主要反映项目执行的实际消耗指标。
- 已完工作量的预算成本（Budgeted Cost for Work Performed, BCWP）是指项目实施过程中某阶段实际完成工作量及按预算定额计算出来的工时（或费用），即挣值（Earned Value）。BCWP 的计算公式为：

$$BCWP = \text{已完成工作量} \times \text{预算定额}$$

（2）挣值法的四个评价指标。

- 进度偏差（Schedule Variance, SV）：是指检查日期 BCWP 与 BCWS 之间的差异，其计算公式为：

$$SV = BCWP - BCWS$$

当 SV 为正值时，表示进度提前；当 SV 为负值时，表示进度延误。

- 费用偏差（Cost Variance, CV）：是指检查期间 BCWP 与 ACWP 之间的差异，

其计算公式为：

$$CV = BCWP - ACWP$$

当 CV 为负值时，表示执行效果不佳，即实际消耗人工（或费用）超过预算值即超支；当 CV 为正值时，表示实际消耗人工（或费用）低于预算值，即有节余或效率高；当 CV 等于零时，表示实际消耗人工（或费用）等于预算值。

- 费用执行指标 (Cost Performed Index, CPI): 是指预算费用与实际费用值之比（或工时值之比），其计算公式为：

$$CPI = BCWP / ACWP$$

当 $CPI > 1$ ，表示低于预算，即实际费用低于预算费用；当 $CPI < 1$ ，表示超出预算，即实际费用高于预算费用；当 $CPI = 1$ ，表示实际费用与预算费用吻合。

- 进度执行指标 (Schedul Performed Index, SPI): 是指项目挣得值与计划之比，其计算公式为：

$$SPI = BCWP / BCWS$$

当 $SPI > 1$ ，表示进度提前，即实际进度比计划进度快；当 $SPI < 1$ ，表示进度延误，即实际进度比计划进度慢；当 $SPI = 1$ ，表示实际进度等于计划进度。

(3) 挣值法评价曲线。

挣值法评价曲线如图 19-10 所示，横坐标表示时间，纵坐标表示费用。图中 BCWS 曲线为计划工作量的预算费用曲线，表示项目投入的费用随时间的推移在不断积累，直至项目结束达到它的最大值。曲线呈 S 形状，也称为 S 曲线。ACWP 已完成工作量的实际费用，同样是进度的时间参数，随项目推进而不断增加的，也是呈 S 形的曲线。利用挣值法评价曲线可进行费用进度评价，在图 19-10 所示的项目中， $CV < 0$, $SV < 0$ ，这表示项目执行效果不佳，即费用超支，进度延误，应采取相应的补救措施。

(4) 挣值分析举例。

为了进一步说明挣值法的原理，现举例说明。

某土方工程总挖方量为 10000 立方米。预算单价为 45 元/立方米。该挖方工程预算总费用为 450000 元。计划用 25 天完成，每天 400 立方米。

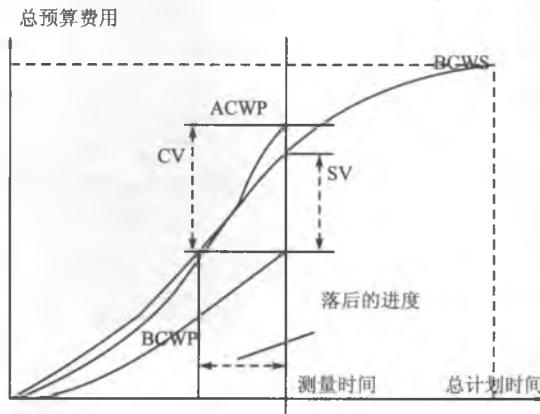


图 19-10 挣值评价曲线图

开工后第7天早晨刚上班时业主项目管理人员前去测量，取得了两个数据：已完成挖方2000立方米，支付给承包单位的工程进度款累计已达120000元。

项目管理人员先计算已完工作预算费用，得：

$$BCWP=45 \text{ 元}/\text{立方米} \times 2000 \text{ 立方米}=90000 \text{ 元}$$

接着，查看项目计划，计划表明，开工后第6天结束时，承包单位应得到的工程进度款累计额为BCWS=108000元。

进一步计算，得到：

- 费用偏差： $BCWP-ACWP=90000-120000=-30000$ 元，表明承包单位已经超支。
- 进度偏差： $BCWP-BCWS=90000-108000=-18000$ 元，表明承包单位进度已经拖延。表示项目进度落后，较预算还有相当于价值18000元的工作量没有做。 $18000 \text{ 元}/(400 \times 45)=1$ 天的工作量，承包单位的进度已经落后1天。

另外，还可以使用费用实施指数CPI和进度实施指数SPI测量工作是否按照计划进行。

$$CPI=BCWP/ACWP$$

$$SPI=BCWP/BCWS$$

这两项指数由读者自行完成。

(5) 完成情况估计 EAC (Estimate At Completion)。

进度的偏差往往意味着费用的偏差，挣值法还可以按照项目实际完成情况估计在目前实施情况下完成项目所需的总费用，有以下几种办法计算EAC。

- EAC=实际支出+按照实施情况对剩余预算所做的修改。这种方法通常用于当前的变化可以反映未来的变化时。
- EAC=实际支出+对未来所有剩余工作的新的估计。这种方法通常用于当过去的执行情况显示了所有的估计假设条件基本失效的情况下，或者由于条件的改变原有的假设不再适用。
- EAC=实际支出+剩余的预算。适用于现在的变化仅是一种特殊情况，项目经理认为未来的实施不会发生类似的变化。

上述三种方法，可根据各项目活动的具体情况选用。由于计算机工具，如项目管理软件、电子表格等不但能跟踪计划费用和实际费用，而且还能预测费用发生变更后产生的现实和潜在后果，因此也是费用控制的有效工具。

19.6 项目进度控制的基本程序和主要措施

19.6.1 项目进度控制的工作要点

由于项目的一次性特点，使项目控制有别于其他管理控制。企业生产或业务活动可事先制订出明确的标准，在生产或业务活动过程中，管理人员将实施的实际情况同这些标准进行对照，由此发现计划的偏离程度。但是，项目活动由于一般无先例，事先不能

制订出明确的标准。所以，项目常常根据投入的多少，例如，费用、人力或其他资源来评价实际实施结果，通过协商和判断来进行控制。

在项目实施过程中，必须定期对项目的进展情况进行测量，找出偏离计划之处，将其反馈到有关的控制子过程中。项目计划中的某些东西在付诸实施后才会发现无法实现。即使勉强实现，也要付出很高的代价。遇到这种情况，就必须对项目计划进行修改，或重新规划。在项目实施过程中要进行多次规划（P）、实施（D）、检查（C）和行动（A）循环。

项目控制要真正有效，就必须：

（1）要有明确的目的。项目控制的基本目的是保证项目目标的实现，实现项目的范围、进度、质量、费用、风险、人力资源、沟通、合同等方面的目标。

（2）要及时。必须及时发现偏差，迅速报告项目有关方面，使他们能及时做出决策，采取措施加以更正。否则，就会延误时机，造成难以弥补的损失。

（3）要考虑代价。由于对偏差采取措施，甚至对项目过程进行监督，都是需要费用的。因此，一定要比较控制活动的费用和可能产生的效果。只有在收效大于费用时才值得进行控制。

（4）要适合项目实施组织和项目班子的特点。控制要与人员分工、职责、权限结合起来。要考虑控制的程序、做法、手段和工具是否适合项目实施组织和项目班子成员个人的特点，是否能被他们接受。控制要对项目各项工作进行检查，要采取措施进行纠正等。所有这些都要涉及人。人们是不愿意接受使他们不愉快的控制措施的。实施控制的项目经理或其他成员应当懂点心理学，弄清他们为什么对控制产生抵触情绪，研究如何诱发他们对控制的积极态度。

（5）要注意预测项目过程的发展趋势。事后及时发现偏差，不如在预见可能发生的偏差基础上采取预防措施，防患于未然。

（6）要有灵活性。项目的内外环境都会有变化。控制人员应事先准备有备用方案和措施。一招不灵，拿出另一招。

（7）要有重点。项目在进行中，千头万绪，不可能事事关照，时时关照。一定要抓住对实现项目目标有重大影响的关键问题和关键时点。在项目进度管理中，要抓住里程碑。抓住重点，可大大提高控制工作的效率。抓住重点，还意味着把注意力集中在异常情况上。一般的正常情况无须多加关照。异常情况抓住了，就相当抓住了关键。

（8）要便于项目干系人了解情况。向有关人员介绍情况，常常要使用数据、图表、文字说明、数学公式等。项目管理人员一定要保证这些手段直观、形象，一目了然。口头介绍时，要语言通俗、重点突出、简明扼要。

（9）要有全局观念。项目的各个方面都需要控制，如进度、质量、费用、人力资源、合同等。特别要注意防止头疼医头，脚痛医脚。如在进度拖延时，不考虑其他后果，简单地靠增加投入来赶进度就不能算有全局观念。增加投入往往回损害费用控制目标。

19.6.2 项目进度控制措施

1. 项目计划评审

项目进度管理的首要工作是制订各种计划。显然，仅有好的计划而不付诸实施，再好的计划也是一纸空文。因此，要使计划起到其应有的效应，就必须采取措施，使之得以顺利实施。可以说，计划是实施的开始，实施是计划的必然。

某种意义上讲，项目的进度控制在项目计划编制阶段就开始了，由于只有合理的计划才能够使得项目按预期完成，如果制订不合理的项目实施计划，再好的项目经理和项目团队也很难保证项目的按期完成。所以，最好的进度控制措施莫过于制订一个合理的、周到的计划，以确保项目实施过程中偏差最小。

在项目管理中，计划评审和范围评审是极其重要的两次评审活动，由于计划评审一旦通过，计划便会作为实施行为的指南和实施结果的对照标准，所以，对项目计划的合理性审核是所有项目利益相关者都必须高度关注的。计划评审的关注点很多，至少应该关注以下各项：

- (1) 是否已全面、正确地理解了项目的目标。
- (2) 项目支持条件是否已落实。
- (3) 项目实施前各种资源是否可获得。
- (4) 项目计划的阶段性是否清楚。
- (5) 计划阶段的里程碑是否明确。
- (6) 计划的阶段进度能否满足项目的要求。
- (7) 计划的完整性程度如何。
- (8) 项目团队成员能否按时到位。
- (9) 项目所需资金能够按时到位。
- (10) 有无质量保证计划。
- (11) 有无风险控制计划和措施。
- (12) 采购计划的可行性。
- (13) 项目的沟通机制是否完备。

此外，项目监理师还应该根据本章前面所述的时间、费用、质量等因素之间的内在规律判断各项计划之间的内在联系的合理性。

2. 项目实施保证措施

由于项目进度受到了众多因素的制约，因此必须采取一系列措施，以保证项目能满足进度要求。措施是多方面的，不同的项目，不同的条件，措施亦不相同，但无论什么项目，以下措施都是必要的。

(1) 进度计划的贯彻。进度计划的贯彻是计划实施的第一步，也是关键的一步。其工作内容包括：

- 检查各类计划，形成严密的计划保证系统。为保证工期的实现，应编制有各类

计划，这些计划的关系是高层次的计划是低层次计划的编制依据；低层次计划是高层次计划的具体化。在贯彻执行这些计划时，应首先检查计划本身是否协调一致，计划目标是否层层分解，互相衔接。在此基础上，组成一个计划实施的保证体系，以任务书的形式下达给项目实施者以保证实施。

- 明确责任。项目经理、项目管理人员、项目作业人员，应按计划目标明确各自的责任，相互承担的经济责任、权限和利益。
- 计划全面交底。进度计划的实施是项目全体工作人员的共同行动，要使相关人都明确各项计划的目标、任务、实施方案和措施，使管理层和作业层协调一致，将计划变为项目人员的自觉行动。要做到这一点，就应在计划实施前进行计划交底工作。

(2) 调度工作。调度工作是实现项目工期目标的重要手段。其主要任务是：掌握项目计划实施情况，协调各方面关系，采取措施解决各种矛盾，加强薄弱环节，实现动态平衡，保证完成计划和实现进度目标。调度是通过监督、协调、调度会议等方式实现的。

(3) 抓关键活动的进度。关键活动是项目实施的主要矛盾，应紧抓不懈，可采取以下措施：

- 集中优势按时完成关键活动。为保证关键活动能按时完成，可采取组织骨干力量、优先提供资源等措施。
- 专项承包。对关键活动可采用专项承包的方式，也就是定任务、定人员、定目标。
- 采用新技术、新工艺。技术、工艺选择不当，就会严重影响工作进度。采用一项好的、先进的技术或工艺能起到事半功倍的作用。可见，只要被证明是成功的新技术、新工艺，都应积极采用。

(4) 保证资源的及时供应。应按资源供应计划，及时组织资源的供应工作，并加强对资源的管理。

(5) 加强组织管理工作。根据项目特点，建立项目组织和各种责任制度，将进度计划指标的完成情况与部门、单位和个人的利益分配结合起来，做到责、权、利一体化。

(6) 加强进度控制工作。进度控制是保证项目工期必不可少的环节，应贯穿于项目进展的全过程。

3. 项目进度动态检测

在项目实施过程中，为了收集反映项目进度实际状况的信息，以便对项目进展情况进分析，掌握项目进展动态，应对项目进展状态进行观测，这一过程称为项目进度动态监测。

对于项目进展状态的观测，通常采用日常观测和定期观测的方法进行，并将观测的结果用项目进展报告的形式加以描述。

(1) 日常观测。随着项目的进展，不断观测进度计划中所包含的每一项工作的实际开始时间、实际完成时间、实际持续时间、目前状况等内容，并加以记录，以此作为

进度控制的依据。记录的方法有实际进度前锋线法、图上记录法、报告表法等。

(2) 定期观测。定期观测是指每隔一定时间对项目进度计划执行情况进行一次较为全面、系统的观测、检查。间隔的时间因项目的类型、规模、特点和对进度计划执行要求程度的不同而异，可以是一日、双日、五日、周、旬、半月、月、季、半年等为一个观测周期。观测、检查的内容主要有以下几个方面：

- 观测、检查关键活动的进度和关键线路的变化情况，以便采取措施调整或保证计划工期的实现。
- 观测、检查非关键活动的进度，以便更好地挖掘潜力，调整或优化资源，以保证关键活动按计划实施。
- 检查工作之间的逻辑关系变化情况，以便适时进行调整。

有关项目范围、进度计划和预算变更的信息。这些变更可能是由客户或项目团队引起，或是由某种不可预见事件的发生所引起。

定期观测、检查有利于项目进度动态监测的组织工作，使观测、检查具有计划性，成为例行性工作。定期观测、检查的结果应加以记录，其记录方法与日常观测记录相同。定期检查的重要依据是日常观测、检查的结果。

(3) 项目进展报告。项目进度观测、检查的结果通过项目进展报告的形式向有关部门和人员报告。项目进展报告是记录观测检查的结果，项目进度现状和发展趋势等有关内容的最简单的书面形式报告。项目进展报告根据报告的对象不同，确定不同的编制范围和内容，一般分为项目概要级进度控制报告、项目管理级进度控制报告和业务管理级进度控制报告。

- 项目概要级进度控制报告是以整个项目为对象说明进度计划执行情况的报告。
- 项目管理级进度控制报告是以分项目为对象说明进度计划执行情况的报告。
- 业务管理级进度控制报告是以某重点部位或重点问题为对象所编写的报告。

项目进展报告的内容主要包括：项目实施概况、管理概况、进度概要；项目实际进度及其说明；资源供应进度；项目近期趋势，包括从现在到下次报告期之间将可能发生的事件等内容；项目费用发生情况；项目存在的困难与危机，困难是指项目实施中所遇到的障碍，危机是指对项目可能会造成重大风险的事件。

项目进展报告的形式可分为：日常报告、例外报告和特别分析报告。

- 日常报告：根据日常监测和定期监测的结果所编制的进展报告即为日常报告。这是项目进展报告的常用形式。
- 例外报告：这是为项目管理决策所提供的信息报告。
- 特别分析报告：就某个特殊问题所形成的分析报告。

项目进展报告的报告期应根据项目的复杂程度和时间期限，以及项目的动态监测方式等因素确定，一般可考虑与定期观测的间隔周期相一致。一般来说，报告期越短，早发现问题并采取纠正措施的机会就越多。如果一个项目远远偏离了控制，就很难在不影响项目范围、预算、进度或质量的情况下实现项目目标。明智的做法是增加报告期的频

率，直到项目按进度计划进行。

19.6.3 几种常见的项目进展报告

1. 进度计划执行情况报告

该报告包括报告期各项工作的计划执行状况，如表 19-2 所示。

表 19-2 项目进度计划执行情况报告表

项目名称			项目所有者			项目执行者			信息号		报告日期	
工作 编号	工作 名称	工作 情况	计划			实际			估计		TF _{ij}	
			D _{i-j} (d)	ES _{ij} 月、日	EF _{ij} 月、日	工时 (d)	开始 月、日	结束 月、日	工时 (d)	结束 月、日	原有 (d)	剩余 (d)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

注：(1) 第 1, 2, 4, 5, 6 栏应事先填好。

(2) 第 3 栏可填一个数字代表工作情况：0—工作剔除；1—新增工作；2—工作已结束；3—推迟完成；4—按期完成；5—提前完成；6—推迟开始；7—如期开始；8—提前开始。

2. 项目关键点检查报告

项目关键点是指对项目工期影响较大的时间点，如里程碑事件点就是项目关键点。对项目关键点的监测、检查是项目进度动态监测的重点之一。将关键点的检查结果加以分析、归纳所形成的报告就是项目关键点检查报告，如表 19-3 所示。

表 19-3 项目关键点检查报告

关键点名称		检查组名称	
检查组负责人		报告人	
报告日期		报告份数	
对关键点的目标描述			
关键点实际时间与计划时间相比			
交付物是否能满足项目要求			
预计项目发展趋势			
检查组负责人的审核意见：	签名：	日期：	

3. 项目执行状态报告

项目执行状态报告反映了一个项目或一项工作的现行状态，如表 19-4 所示。

表 19-4 项目执行状态报告

任务名称（项目或工作）		任务编码	
报告日期		状态报告份数	
实际进度与计划进度比较			
已用时间、尚需时间与计划总时间比较			
提交物能否满足项目要求			
任务能否按时完成			
目前人员配备状况			
目前技术状况			
任务完成预测			
潜在风险分析及建议			
任务负责人审核意见:			
签名:	日期:		

4. 任务完成报告

任务完成报告反映了一项已完成任务或工作的基本情况，如表 19-5 所示。

表 19-5 任务完成报告

任务名称及编码		任务完成日期	
已完成任务基本情况	交付物的性能特点		
	实际工时与计划工时比较		
	实际成本与计划成本比较		
	遇到的重大问题及解决办法		
紧后工作情况	紧后工作名称及编码		
	紧后工作计划及措施		
评审意见:	评审人:	评审日期:	
项目负责人审核意见:	签名:	日期:	

5. 重大突发事件报告

就某一重大突发事件的基本情况及其对项目的影响等有关问题所形成的特别分析报告就是重大突发事件报告。报告的基本形式如表 19-6 所示。

表 19-6 重大突发事件报告

事件发生时间		
事件发生部位		
事件描述		
事件对项目影响程度说明		
事件发生原因分析		
建议采取的措施		
项目负责人审核意见:	签名:	日期:

6. 项目变更报告

该报告反映了某一项目变更的状况及其对项目产生的影响，也是特别分析报告，见表 19-7。

表 19-7 项目变更报告

项目名称		项目负责人	
项目变更原因			
项目变更替代方案描述			
估计项目变更对进度的影响			
变更所涉及到的相关单位			
项目负责人审查意见:	签名:	日期:	
项目主管部门审查意见:	签名:	日期:	

7. 项目进度报告

项目进度报告反映了报告期项目进度的总体概况，见表 19-8。

表 19-8 项目进度报告

项目名称		报告日期	
关键问题	任务范围变化情况		
	进度状况		
	费用状况		
	质量状况		
	技术状况		
对跟踪项目的解释:			
未来	任务计划:		
设想	问题和办法:		
完成人:	日期:	评审人:	日期:

8. 项目管理报告

该报告反映了报告期项目管理的总体状况，见表 19-9。

表 19-9 项目管理报告

项目名称		项目号	
报告日期		报告份数	
状态总结	已完任务或工作占用时间占总工期的比例		
	已完工程量或工作量占总工程量或工作量的比例		
	已完任务或工作实际时间、费用及质量状况		
	已完任务或工作计划时间、费用及质量要求情况		
	提交物状况		
	目前状态对项目工期的影响程度预测		
	目前状态对项目费用的影响程度预测		
	目前状态对项目质量的影响程度预测		

续表

人员配备情况			
技术状况			
项目完成情况评估			
其他需说明的事项			
审核意见:	审核人:	审核时间:	
项目经理意见:	项目经理:	日期:	

19.6.4 比较分析

在项目进展中，有些工作或活动会按时完成，有些会提前完成，而有些工作或活动则可能会延期完成，所有这些都会对项目的未完成部分产生影响。特别是已完成工作或活动的实际完成时间，不仅决定着网络计划中其他未完成工作或活动的最早开始与完成时间，而且决定着总时差。但必须注意的是，并非所有不按计划完成的情况都会对项目总工期产生不利影响。有些可能会造成工期拖延；有些则可能有利于工期的实现；有些对工期不产生影响。这就需要对实际进展状况进行分析比较，以弄清其对项目可能产生的影响，以此作为项目进度更新的依据。

由于各种因素的影响，项目进度计划的变化是绝对的，不变是相对的。进度控制的核心问题就是能根据项目的实际进展情况，不断地进行进度计划的更新。可以说，项目进度计划的更新既是进度控制的起点，也是进度控制的终点。

1. 比较与分析

将项目的实际进度与计划进度进行比较分析，以评判其对项目工期的影响，确定实际进度与计划不相符合的原因，进而做出对策，这是进度控制的重要环节之一。进行比较分析的方法主要有以下几种：

(1) 横道图比较法。

横道图比较法是将在项目进展中通过观测检查搜集到的信息，经整理后直接用横道线并列标于原计划的横道线一起，进行直观比较的方法。某开发项目的实际进度与计划进度比较，如表 19-10 所示。

表 19-10 某开发项目的实际进度与计划进度比较

工作 编号	工作名称	工作时间 (M)	项目进度									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	需求分析	3										
2	设计建模	3										
3	编码	3.5										
4	测试	3										
5	实施部署	2										

↑
检查日期

在表19-10中，细实线表示计划进度，粗实线表示实际进度。在第5个月月末检查时，需求分析已经结束；设计建模比进度计划拖后1个月；编码的实际进度与计划进度一致；测试和实施还未开始。

通过上述比较，为项目管理者明确了实际进度与计划进度之间的偏差，为采取调整措施提出了明确任务。这是进度控制中最简单的方法。但是，这种方法仅适用于项目中各项工作都是按均匀的速度进行，即每项工作在单位时间内所完成的任务量是各自相等的。

项目完成的任务量可以用实物工程量、劳动消耗量和工作量三种物理量表示。为了方便比较，一般用实际完成量的累计百分数与计划应完成量的累计百分数进行比较。

(2) S型曲线比较法。

S型曲线比较法是以横坐标表达进度时间，纵坐标表示累计完成任务量或已完成的投资，而绘制出一条按计划时间累计完成任务量的S型曲线，将项目的各检查时间实际完成的任务量与S型曲线进行实际进度与计划进度相比较的一种方法。

S型曲线比较法是在图上直观地进行项目实际进度与计划进度的比较。通常，在计划实施前绘制出计划S型曲线，在项目进行过程中，按规定时间将检查的实际完成情况，绘制在与计划S型曲线同一张图中，即可得出实际进度的S型曲线，如图19-11所示。比较两条S型曲线，即可得到相关信息。

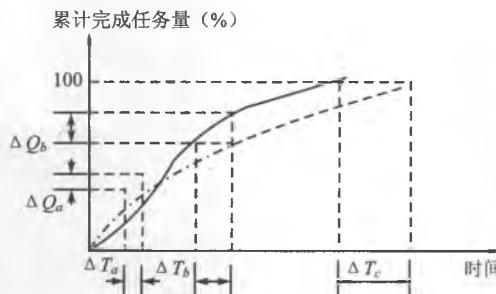


图 19-11 S型曲线比较图

项目实际进度与计划进度进行比较：当实际进展点落在计划S型曲线左侧时，表明实际进度超前；若在右侧，则表示滞后；若正好落在计划曲线上，则表明实际与计划一致。

在如图19-11所示的项目中，项目实际进度与计划进度之间的偏差：

ΔT_a 表示 T_a 时刻实际进度超前的时间； ΔT_b 表示 T_b 时刻实际进度拖后的时间。

项目实际完成任务量与计划任务量之间的偏差：

ΔQ_a 表示 T_a 时刻超额完成的任务量； ΔQ_b 表示在 T_b 时刻少完成的任务量。

据图19-11，项目后期若仍然按原计划速度进行，则工期拖延预测值为 ΔT_c 。

(3) “香蕉”曲线比较法。

对于一个项目的网络计划，在理论上总是分为最早和最迟两种开始和完成时间。因

此，任何一个项目的网络计划，都可以绘制出两条S型曲线，即以最早时间和最迟时间分别绘制出相应的S型曲线，前者称为ES曲线，后者称为LS曲线。不管是ES曲线还是LS曲线，整个项目的起始时间和终止时间一致，由于两条S型曲线能够组成一个闭合曲线，形如香蕉，故称“香蕉”曲线，如图19-12所示。

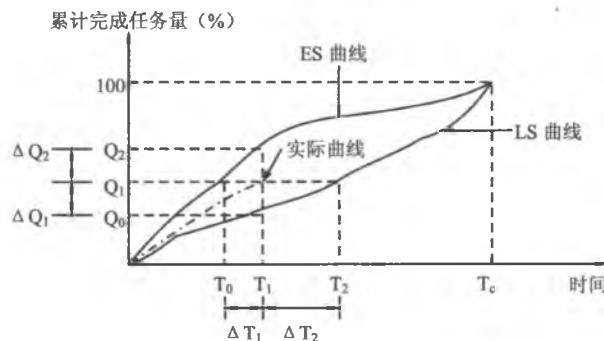


图 19-12 “香蕉”曲线比较图

“香蕉”曲线做比较的作用可以归结为三点：

- 利用“香蕉”曲线进行进度的合理安排。
- 进行施工实际进度与计划进度比较。
- 确定在检查状态下，后期工程的ES曲线和LS曲线的发展趋势。

在项目实施过程中，根据每次检查的各项工作实际完成的任务量，计算出不同时间实际完成任务量的百分比，并在“香蕉”曲线的平面内绘出实际进度曲线，即可进行实际进度与计划进度的比较。

“香蕉”曲线比较法主要进行如下两个方面的比较：

- 时间一定，比较完成的任务量。

当项目进展到 T_1 时，实际完成的累计任务量为 Q_1 ，若按最早时间计划，则应完成 Q_2 ，可见，实际比计划少完成： $\Delta Q_2=Q_2-Q_1<0$ 。

若按最迟时间计划，则应完成 Q_0 ，实际比计划多完成： $\Delta Q_1=Q_1-Q_0>0$ 。

由此可以判断，实际进度在计划范围之内，不会影响项目工期。

- 任务量一定，比较所需时间。

当项目进展到 T_1 时，实际完成累计任务量 Q_1 ，若按最早时间计划，则应在 T_0 时完成同样任务量，可见，实际比计划拖延，其拖延的时间是： $\Delta T_1=T_1-T_0>0$ 。

若按最迟时间计划，则应在 T_2 时完成同样任务量，由此可见，实际比计划提前，其提前量是： $\Delta T_2=T_2-T_1<0$ 。

可以判断：实际进度未超出计划范围，进展正常。

2. 项目进度更新

将实际进度与计划进度进行比较并分析结果，以保持项目工期不变，保证项目质量

和所耗费用最少为目标，做出有效对策，进行项目进度更新，这是进行进度控制和进度管理的宗旨。项目进度更新主要包括两方面工作，即分析进度偏差的影响和进行项目进度计划的调整。

（1）分析进度偏差的影响。

根据前述进度比较方法，当出现进度偏差时，应分析该偏差对后续工作及总工期的影响。主要从以下几方面进行分析：

- 分析产生进度偏差的工作是否为关键活动。若出现偏差的工作是关键活动，则无论其偏差大小，对后续工作及总工期都会产生影响，必须进行进度计划更新；若出现偏差的工作为非关键活动，则需根据偏差值与总时差和自由时差的大小关系，确定其对后续工作和总工期的影响程度。
- 分析进度偏差是否大于总时差。如果工作的进度偏差大于总时差，则必将影响后续工作和总工期，应采取相应的调整措施；若工作的进度偏差小于或等于该工作的总时差，则表明对总工期无影响；但其对后续工作的影响，需要将其偏差与其自由时差相比较才能做出判断。
- 分析进度偏差是否大于自由时差。如果工作的进度偏差大于该工作的自由时差，则会对后续工作产生影响，如何调整，应根据后续工作允许影响的程度而定；若工作的进度偏差小于或等于该工作的自由时差，则对后续工作无影响，进度计划可不进行调整更新。

经过上述分析，项目管理人员可以确定应该调整产生进度偏差的工作和调整偏差值的大小，以便确定应采取的调整更新措施，形成新的符合实际进度情况和计划目标的进度计划。

（2）项目进度计划的调整。

项目进度计划的调整往往是一个持续反复的过程，一般分几种情况：

- **关键活动的调整。**关键活动调整方法的原理来自关键路线法。在项目计划图中，关键路径上的活动没有机动时间，称为关键活动。由于其中任一工作持续时间的缩短或延长都会对整个项目工期产生影响。因此，关键活动的调整是项目进度更新的重点。有以下两种情况：

第一种情况：关键活动的实际进度较计划进度提前时的调整方法。

若仅要求按计划工期执行，则可利用该机会降低资源强度及费用。实现的方法是，选择后续关键活动中资源消耗量大或直接费用高的予以适当延长，延长的时间不应超过已完成的关键活动提前的量；若要求缩短工期，则应将计划的未完成部分作为一个新的计划，重新计算与调整，按新的计划执行，并保证新的关键活动按新计算的时间完成。

第二种情况：关键活动的实际进度较计划进度落后时的调整方法。

调整的目标就是采取措施将耽误的时间补回来，保证项目按期完成。调整的方法主要是缩短后续关键活动的持续时间。这种方法是指在原计划的基础上，采取组织措施或技术措施缩短后续工作的持续时间以弥补时间损失，以确保总工期不延长。

实际上，不得不延长工期的情况非常普遍，项目经理在项目总计划的制订中要充分

考虑到适当时间冗余。当预计到项目时间要拖延时应该分析原因，第一时间给项目干系人通报，并征求业主的意见，这也是项目进度监理与控制的重要工作内容。

- **非关键活动的调整。**当非关键线路上某些工作的持续时间延长，但不超过其时差范围时，则不会影响项目工期，进度计划不必调整。为了更充分地利用资源，降低成本，必要时可对非关键活动的时差做适当调整，但不得超出总时差，且每次调整均需进行时间参数计算，以观察每次调整对计划的影响。

非关键活动的调整方法有三种：在总时差范围内延长非关键活动的持续时间、缩短工作的持续时间、调整工作的开始或完成时间。

当非关键线路上某些工作的持续时间延长而超出总时差范围时，则必然影响整个项目工期，关键线路就会转移。这时，其调整方法与关键线路的调整方法相同。

- **增减工作项目。**由于编制计划时考虑不周，或因某些原因需要增加或取消某些工作，则需重新调整网络计划，计算网络参数。由于增减工作项目不应影响原计划总的逻辑关系，以便使原计划得以实施。因此，增减工作项目，只能改变局部的逻辑关系。

增加工作项目，只对原遗漏或不具体的逻辑关系进行补充；减少工作项目，只是对提前完成的工作项目或原不应设置的工作项目予以消除。增减工作项目后，应重新计算网络时间参数，以分析此项调整是否对原计划工期产生影响，若有影响，应采取措施使之保持不变。

- **资源调整。**若资源供应发生异常时，应进行资源调整。资源供应发生异常是指因供应满足不了需要，如资源强度降低或中断，影响到计划工期的实现。资源调整的前提是保证工期不变或使工期更加合理。资源调整的方法是进行资源优化。

第 20 章 项目成本管理

项目成本管理希望节约项目的费用，但并不意味着要一味减少成本。例如，在信息系统项目中，减少测试无疑能够减少项目的费用，但没有测试，如同许多曾经进行过的信息系统一样，把用户当做测试者，可能对项目造成灾难性的后果，最终要么使得项目的成本大为提高，要么让项目走向失败的边缘。

项目的成本管理要估计为了提交项目可交付成果所进行的所有任务和活动。这些任务和活动需要进行的时间，以及所需要的资源。这些都要消耗组织的资金，只有把所有的这些成本累加，管理者才能真正了解项目的成本并进行相应的成本控制。

项目的成本是项目的全过程所耗用的各种费用的总和，包括：

(1) 项目决策成本。管理决定是否实施项目要进行市场调查、查阅资料和进行可行性分析，这些都需要时间和资金。

(2) 招标成本。如果项目需要招标，那么就需要一定的费用。

(3) 项目实施成本。在项目开始后所发生的各种费用，包括人工费、材料费等的直接成本和项目管理费这样的间接成本。在大多数项目中，项目实施费用一般是总成本的主要组成部分，而且对于项目管理者而言，能够控制的成本也是项目的实施费用。所有本章主要讨论的就是项目的实施成本的管理。

信息系统项目以成本超支而闻名，根据统计，1995 年统计的信息系统项目平均超支 189%，31% 的信息系统项目由于成本超支的原因被取消。2001 年的统计数据中，平均超支为 45%，也就是说，虽然这些年来软件工程、信息系统项目管理得到了广泛的承认和使用，但随着信息系统技术不断发展，仍然有接近一半的信息系统项目完成时的成本超过了原定成本。

20.1 项目成本管理的原理和术语

项目成本管理对于组织来说非常重要，通常来说，大公司能够承担较多的项目失败，而大多数公司只能承受少量的项目失败。对于许多组织来说，现实似乎并不是项目管理者或者管理层在进行项目的成本管理，而是被项目成本控制的。

成本管理并不只是把项目的成本进行监控和记录，而是需要对成本数据进行分析，以发现项目的成本隐患和问题，在项目遭受可能的损失之前采取必要的行动。

成本管理其本身不是一个完整的系统，它是项目管理成本和控制系统的子系统，如图 20-1 所示。

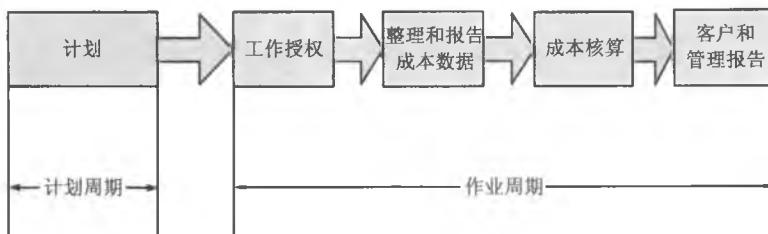


图 20-1 管理成本和控制系统

通常人们把计划周期称为计划和控制，而作业周期称为成本和控制。其中计划和控制系统必须能够提供实际工作进展、控制相关成本和项目进度、识别潜在问题等，它能够计划和安排工作进度，建立直接劳力预算和间接成本预算等。

而在成本和控制阶段，应该完成项目即将进行的工作的详尽计划，对项目的时间、成本和资源有较好的估计，进行奖惩预算和授权支持，对成本支持进行及时核算，对剩余工作的完成时间和成本的再估计等。

表 20-1 所列为项目成本管理的术语。

表 20-1 项目成本管理有关术语

名词	说明
成本 (Cost)	项目为完成可交付成果而进行的活动消耗的资源的货币价值
成本估算 (Cost Estimating)	对完成项目所有活动所需要的资源的货币价值进行某种近似估计的过程或结果
成本管理计划 (Cost Management Plan)	对项目成本的规划、组织和控制的方法的行为准则。这个准则的文件可以是正式或者是非正式的。可以在项目管理计划之内，也可以单独列出
成本基准 (Cost Baseline)	经过批准的成本计划，加上或者减去经过批准的成本变更
成本绩效指数 (Cost Performance Index, CPI)	成本效果的量度。是项目的已完成工作的实际成本和已完成工作的预算成本的比值
成本控制 (Cost Control)	对造成项目成本偏差的因素施加影响，以达到控制项目成本的目的的行为和过程
成本偏差 (Cost Variance)	项目成本效果的量度。是已完成工作的预算成本和已完成工作的实际成本的差
成本预算 (Cost Budget)	把工作分解结构的每个任务或者工作包的成本估算，计算整个项目的预算成本的过程或者结果
分摊型投入 (Apportioned Effort, AE)	分配在项目工作上的投入，对该工作来说不容易分解，但与可计量的分立型的工作投入成正比
合理成本估算 (Should-Cost Estimate)	评价预期的产品或者服务的提供者所提供的产品或者服务的成本

续表

名词	说明
基金 (Funds)	项目立即可以使用的货币或者财力
计划工作预算成本 (Budgeted Cost of Work Scheduled, BCWS)	项目为进度规定所要完成的工作的经过批准的预算，也称为计划价值(Planned Value)
控制账目 (Control Account)	综合范围、预算、实际成本和进度，并对绩效进行测量的管理控制点
控制账目计划 (Control Account Plan)	控制账目所有完成的全部工作或付出的全部努力的计划
类比估算 (Analogous Estimating)	根据过去类似项目的范围、成本、持续时间和质量要求等参数来估算新项目的成本的方法。当相类比的项目和新项目在外表和实质上都类似时，类比估算较可靠
利润 (Profits)	利润是项目的收益减去成本 项目利润是绝大多数项目存在的理由，如果没有利润，那么组织显然不会开展项目的实施
全寿命周期成本 (Life Cycle Costing)	全寿命周期成本考虑项目的全部成本，包括管理成本、研发和支持等 信息系统项目特别应该考虑项目后期的支持成本
三点估算 (Three-Point Estimate)	分别以最乐观、最悲观和最有可能这三种情况做三个成本估计的分析技术。 当项目的成本组成不明确时使用该技术可改善成本估算的准确性
现金流分析 (Cash Flow Analysis)	现金流分析是分析一段时间内的支出和收入的方法，这个时间段通常是一年。如果组织在一个时期内同时开展许多需要大量现金流的项目，以至于远远超过了企业的现金流的承受能力，是非常危险的
已完成工作实际成本 (Actual cost of work performed, ACWP)	项目当前已经完成的工作所消耗的资源的货币价值，也称为实际成本(Actual Cost)
已完成工作预算成本 (Budgeted Cost of Work Performed, BCWP)	项目当前已经完成的工作的经过批准的成本，也称为实现价值(Earned Value)
完成尚需成本估算 (Estimate to Complete, ETC)	为了完成项目，对剩余所需要进行的工作所消耗资源的成本估算
完成时估算 (Estimate at Completion, EAC)	完成时估算就是项目已完成工作的实际成本加上对剩下工作的成本估算之和，也称为最近修正估算(Latest Revised Estimate)
完成时预算 (Budget at Completion, BAC)	也就是计划总额
项目成本管理 (Project Cost Management)	为了使项目在批准的预算内完成，对成本进行计划、估算、预算和控制的过程
质量成本 (Cost of Quality)	为保证质量而付出的成本

如果是第一次阅读和项目成本有关的内容，那么这个列表是足够让人眩晕的。建议

这样的读者先浏览这些条目，不必停留，继续向下阅读。在阅读完本章全部内容之后，再回头来查阅这些词语，看看是否能够理解它们。

20.2 项目成本估算

20.2.1 信息系统项目成本估算的困难和常见错误

成本估算是对项目投入的各种资源的成本进行估算，并编制费用估算书。

要进行项目成本的估算，需要大量的数据资料，这些资料包括：

- (1) 资源要求的品种和数量。
- (2) 每种资源的单价。
- (3) 每项资源占有的时间。

有些资源看起来占用多少时间都没有关系，比如，办公室的家具，实际上即使是这些资源也存在折旧的问题。

看起来好像只是一个简单的数学公式，项目的成本估算等于每项资源的数量乘以时间再乘以单价就可以了。对于某些项目的某些因素，可以进行比较准确的估计。比如，在建筑项目中砖的使用量。但是在信息系统项目中，估计这些因素都非常困难。现在还没有特别有效的办法能够估计一个软件所需要的人月数，而且，人月这个估计度量本身就不是非常精确，它蕴含了一个错误的推论：人和月可以互换。而对于开发一个全新技术的项目时，项目的成败还无法完全预料，更不要说估计所需要的资源占有情况了。

综合起来，信息系统的项目成本估算的困难主要在于：

(1) 复杂的信息。与其他的有些传统项目不同，信息系统要满足的是人的主观需要，由于人的复杂性，给信息系统带来了无数的难以确定的因素。对信息系统的估算自然是个复杂的工作，而现实中往往不允许在项目的初期投入太多的资源对项目的成本进行估算。而且，随着项目的进展，许多具体情况的明确，项目的成本估算也会相应的有所变化。

(2) 技术的变化。开发工具软件的不断升级、技术方案的不断更新，这些技术的进步让信息系统项目可以提供功能越来越强、使用越来越方便的产品或者服务，但是都给信息系统项目的成本估算带来困难。

(3) 同类项目的缺乏。有效的项目成本估算建立在大量的同类项目的成本结算的基础上的。没有大量的同类项目的经验，信息系统项目的成本估算也就非常困难。许多组织并不注意整理和收集本组织内部的信息项目的成本数据，更不要说去收集整理其他组织的成本数据了。

(4) 缺乏专业和富有经验的人才。可以根据同类项目的历史成本来估算当前项目的成本，历史项目和当前项目的不同点和相同点是估算过程中需要判断的重要问题，这

种判断需要估算人员有丰富的经验和专业知识。

(5) 信息系统项目建设人员的不同。信息系统建设的成本中，有很大一部分是人力资源的成本，而不同人员的不同态度、不同经验、不同能力都会造成不同人员的截然不同的效率，这也给信息系统的成本估算带来极大的困难。

(6) 管理层的压力与误解。管理层会要求对项目成本进行估算，但是他们所需要的往往是期待一个比他们所预计要小的值，以便能够赢得合同或者投资。

表 20-2 所列为建筑项目和信息系统项目的估算准确度的比较。

表 20-2 建筑项目和信息系统项目的估算准确度对比

工作分解结构		准确度	
层	描述	建筑业	信息系统
1	大型项目	±35	±75~100
2	项目	±20	±50~60
3	任务	±10	±20~30
4	子任务	±5	±10~15
5	工作包	±2	±5~10

虽然信息系统的项目成本估算存在这些困难，但成本估算还是要进行。有一些相关的数据、资料和手段可以用于成本估算。

根据以前项目的档案、市场上公开发售的费用估计参考资料和项目组成员的经验可以对资源的成本做参考。

许多组织会为项目估算者提供帮助，这些帮助包括：

- (1) 检查和审视工作分解结构和成本估算。
- (2) 提供会计专家和事物处理专家帮助。
- (3) 保存了历史项目的工作分解结构和项目成本估算以供参考。
- (4) 为估算提供建议。
- (5) 提供估算手册。

估算手册是用来标准化估算过程。其内容包括表 20-3 中的内容。

表 20-3 估算手册的内容

章 节	内 容
引言	目的和索引
估算工具	硬件成本 自动估算系统 计算方法和程序
估算类型	确切估算及其估算程序 资本成本估算及其估算程序 可行性估算及其估算程序 估算规格数量指南

在对项目进行成本估算时，应该避免以下的常见错误。

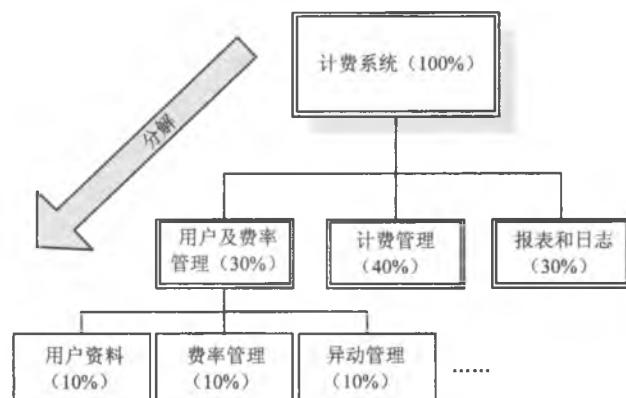
(1) 草率的成本估算。由于市场和管理层的压力，项目组成员或者管理者被迫在没有进行真正的准备的情况下做出成本估算。如何面对管理层的压力，向管理层解释如何才能得到较为准确的项目成本估算也是对项目管理者的沟通能力的考验。

(2) 在项目范围尚未确定时就进行成本估算。在信息系统中这也非常常见，往往是项目组对该做什么，不该做什么还只有一个粗略的概念时就要进行成本估算。

(3) 过于乐观或者保守的估算。过于乐观的估算会给项目组的项目实施带来很大的压力。而过于保守的估算也会由于 Parkinson 定律（时间充裕时，工作随之膨胀，收入增加时，花销随之增长）也会对项目造成不利影响，甚至可能让组织放弃本来可能是有利可图的项目。

20.2.2 自顶向下的估算

自顶向下估算时根据管理人员的经验和判断，再结合以前相关类似活动的历史数据，管理人员估计项目整体的成本和子项目的成本，把这个估计的成本给底层的管理人员，底层管理人员再对任务和子任务的成本进行估计，最后到底层。这个过程和自顶向下进行工作分解结构的分解很相似，如图 20-2 所示。



自顶向下的依据主要是历史的同类项目的成本。

参考同类项目的成本是人们最常使用的对新的项目的成本估算方法，虽然历史不会重演，但也会有惊人的类似。一个组织进行的同类的项目越多，那么进行该类的项目的成本估算就越准确。通过和历史同类项目的比较，比较需要进行估算的项目在规模、范围、难度等方面与历史项目的不同，管理层就能大致估算项目的成本。

自顶向下估算的主要优点是管理层会综合考虑项目中的资源分配，由于管理层的经验，他们能相对准确地把握项目的整体需要，能够把预算控制在有效的范围内，并且避免有些任务有过多的预算，而另外一些被忽视。

它的主要缺点是如果下层人员认为所估算的成本不足以完成任务时,由于在公司地位的不同,下层人员很有可能保持沉默,而不是试图和管理层进行有效的沟通,讨论更为合理的估算,默默地等待管理层发现估算中的问题再自行纠正。这样会使项目的执行出现困难,甚至是失败。

虽然这样的估算被广泛采用,但是信息系统项目本身的不确定性和高度的定制化性使得在信息系统项目中,自顶向下的成本估算往往很不准确。由于技术的发展和客户的需求各不相同,许多信息系统项目根本没有以前的项目例子作为估算的参考。表 20-4 所列为自顶向下的估算示意表。

表 20-4 自顶向下的估算示意表

使用的人力资源	单价(元/小时)	人数×小时	总成本(元)
系统分析员	45	2×100	9000
WEB 程序员	30	4×300	36000
数据库管理员	25	1×20	500
网站管理员	20	1×15	300
总计			45800

20.2.3 自底向上的估算

与自底向上的工作分解结构的分解一样,自底向上的估算先是把基本的任务和它们所需要的估算列出来。进行自底向上的估算时,必须对任务的时间和资源进行确定,然后把资源转换为所需要的经费。这个转换有时候需要进行某些修正(比如,学习曲线等),而且要与管理层一致。如果不一致,那么需要进行协商和沟通来保证估算的精度。所有任务的估算的总和再加上间接成本,如管理费用等,就是项目完成所需要的估算值。

自底向上的估算的主要优点是在任务和子任务上的估算更为精确,这是由于项目实施人员更了解每个子任务所需要的资源。这种方法也能够避免项目实施人员对管理层所估算值的不满和对立。

自底向上估算精确的前提条件是项目实施人员对所做的子任务的了解和精通上。但在信息系统项目中,情况并非总是这样。这一方面是由于信息技术的突飞猛进,信息系统的建设人员必须不断学习,而且信息系统可能包括多种技术,每种技术使用的范围和广度也不同。比如,把一个普通的数据输入界面交给一个程序员,他没有意识到这个输入界面是和数据库相联系的,那么他的估算可能非常低。如果更糟,他根本不了解数据库和 SQL 的知识,那么他的估算无论如何也难以准确。

这种方式的估算的关键是要保证所有的项目任务都要涉及,这一点也相当困难。另外,由于进行估算的项目实施人员会认为管理层会按照比例削减自己所估算的成本需要,或者出于安全的估计,他们会高估自己任务所需要的成本,而这必然导致总体成本的高估。管理层会认为需要削减,削减证实了估算人员的估计,这样,所有的项目估算

参与人员就陷入了一个怪圈。

对于传统的项目，自底向上的估算相当少见。即使是信息系统这样的定制化很强的项目，管理层也不会使用这样的成本估算，很多时候，他们能够听取一点项目实施人员的估计意见就已经很不错了。

如图 20-3 所示为自底向上的项目成本估算的例子。

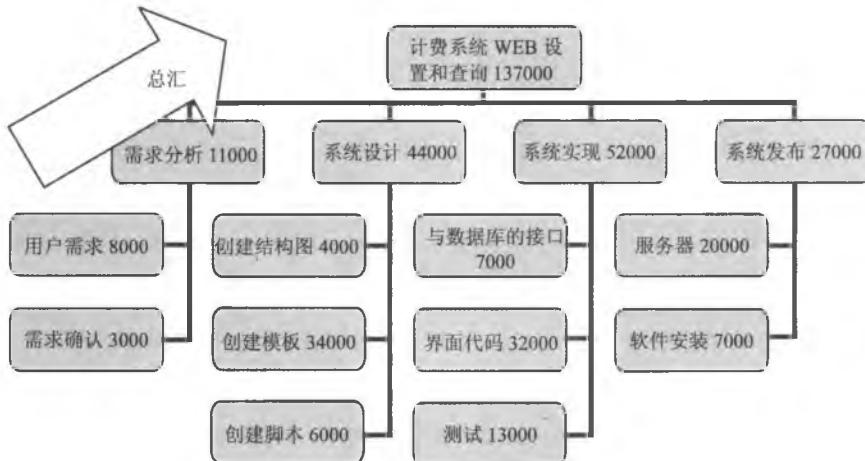


图 20-3 自底向上的项目成本估算的例子

20.2.4 估算中的协商

显然，无论采用自顶向下和自底向上的估算方法，管理层和项目执行人对任务的执行所需要的资源和资金都有自己的估算。一般来说，在实际中管理层的估算总是要比项目执行人乐观一些。首先管理层往往不了解工作的细节，容易低估工作中可能遇到的实际困难和问题。其次是管理层会一厢情愿地估计任务的成本，以适应市场或者上层管理者的要求。而作为项目的实际执行者，则由于保险起见，倾向于高估项目的成本。

管理层和项目执行者之间的协商能够把双方的估计成本拉近，双方越坦诚，那么双方的成本估算就越接近。不幸的是，许多组织管理层和项目执行者在项目的成本估算上从来不进行协商和沟通，管理层估算项目的成本，这个估算值在执行的过程中不断突破，直到管理层对成本的提高忍无可忍，最后甚至取消项目。对于信息系统项目，由于最主要的成本之一是人力资源，据统计，优秀的程序员和普通程序员的效率可达到 10:1，如果管理层完全按照最优秀的程序员的效率进行项目成本估算，那么就很难和程序员的项目成本估算相一致了。

如果在进行了有效的沟通和协商之后，管理层和项目执行人的估算值可能仍然相差较大，那么对于信息系统项目而言，应该充分考虑项目执行人的估算。这是因为信息系统项目的建设有如下特点：在项目开始前一段时间，项目投资人所投入的资金和资源不能产生多少效益，而到了项目的后期，各个子系统的相继成型，项目投资人所继续投入

的资金和资源则能立即产生效益，如果这时候由于成本超出了估算而停止投入，那么信息系统项目可能一事无成。而对于其他一些项目后期所产生的效益并不明显的项目，即使采用管理层的估算值，当项目后期超出成本估算而减少投入时，项目的损失相对信息系统项目类型项目而言较少，项目执行人也比较能够接受。

如图 20-4 所示为信息系统的成本投入与产品的时间线上的关系。

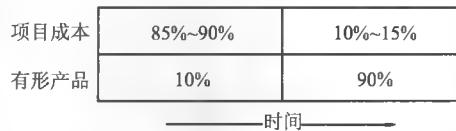


图 20-4 信息系统的成本投入和产品的时间线上的关系

项目估算中这种协商非常重要，信息系统项目中如果没有这种协商，经常出现管理层会不断指责项目组总是超出成本估算(交付日期的不断推延是信息系统项目成本不断超支的重要原因)，而项目组成员则面对管理层的压力，如果能用辛勤和汗水在成本估算的范围内完成项目就已经是非常幸运了。

20.2.5 最小、最大和最有可能的估算

面对信息系统项目开发建设过程中的许多不确定因素，无论是经验丰富的实践家还是满腹经纶的理论家，在项目开始实施之前，都不可能做到准确的估算。所有在信息系统项目的成本估算中，常常采用带有范围的估算，即给出项目的最小成本估算，最大成本估算和最有可能的成本估算。这三个值作为项目的出资人或者管理层项目决策的参考。如果项目的最小成本估算也要比组织能够提供的要多得多，那么项目就必须进行重新估计和判断。

在实践中，管理层往往不喜欢接受这样的估算方式，他们认为这种估算是否负责任和难以确定的。管理层希望项目负责人能够给出确定的估算成本，这个时候项目管理员往往迫于压力，或者不知道如何与管理层沟通，而被迫给出一个让管理层满意的估算值。这样做的结果是往往把项目管理员自己推上了一条绝路：为了给管理层满意的估算值，项目管理员的估算就必须进行乐观的估计，可在信息系统项目实施的过程中，有些困难所需要的成本，有些风险和项目人员的离职给项目带来的成本增加，往往远大于项目管理者的乐观估算。项目管理员应该坦率地与管理层沟通，把自己乐观的估计、悲观的估计和最有可能的估计所依据的原因提交给管理层，让管理层对当前的信息系统项目的成本估算有全面的了解，同时让管理层知道，这种估算有一个逐渐细化的过程，争取管理层的支持。表 20-5 列出项目估算的最小值、最大值和最有可能值的一个例子。

表 20-5 项目估算的最小值、最大值和最有可能值

成本因素	最小成本估算	最大成本估算	最有可能成本估算
服务器（固定值）			12000
软件许可（固定值）			11000
系统设计	7000	15000	9000
系统实现	20000	36000	27000
集成测试与调试	14000	37000	20000
文档	3000	9000	5000

20.2.6 按照阶段的估算

许多信息系统项目的复杂性决定了有些项目无法准确地估算整个项目的成本，很多时候，项目是否能够成功都是一个问题。这时候，也并非对项目成本估算无路可走，可以采用按照阶段估算的方式。

但是客户有时候并不能接受这种估算方式，对于客户而言，需要对整个项目的成本估算进行项目的成本受益分析。这种方式对客户的好处在于客户可能在每个阶段来考察项目的进行情况和成本使用情况，以决定项目是否继续进行。

在需求定义之前，往往无法给出信息系统项目的有意义的估算值，这时候只能根据已往同类项目的经验和对项目范围的主观估计来给出项目成本估算。而进行了需求定义之后，在系统分析之前，要给出比较确定的成本估算范围。在系统分析过程之后，项目管理员就可以给管理层或者用户一个较为精确的成本估算范围。如图 20-5 所示为估算的各阶段的收敛曲线。

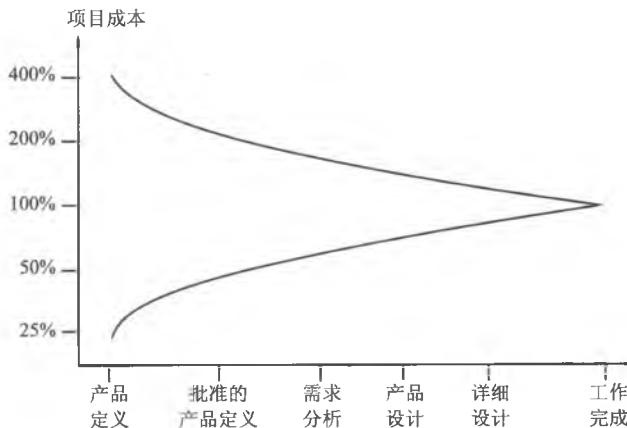


图 20-5 估算的收敛曲线

还有一种称为“滚坡”或者是“移动窗口”的估算方法，这种方法对项目的不同部分进行不同级别的估算。最近的项目工作由于比较明确，在工作分解结构的第 5 层，即工作包的层次上进行项目成本估算，而以后的一些工作由于是建立在当前工作的完成

情况的基础上的，当前无法在详细的层次上进行项目的成本估算，就在工作分解结构的较高层次进行成本估算。但经过一段时间的工作，一些原来不明确的未来工作变动明确了，然后再进行低层次的成本估算。这样，在项目的执行过程中，就形成了一个在工作分解结构的工作包层次进行项目成本估算的“窗口”，由于这个窗口不断向后移动，所以称为“移动窗口”估算方法，如图 20-6 所示。



图 20-6 “移动窗口”估算方法

对于信息系统项目，不仅需要考虑项目实施过程中的成本，还需要考虑项目后期的支持维护的成本，现在快速软件开发技术能有效提高信息系统的开发效率，但对项目的维护和支持并没有太多的帮助。而面向对象技术、设计模式等技术试图在设计中包容变化的可能，从而减少项目后期由于项目范围变更引起的修改。而从单机、客户/服务方式，再发展到多层结构和浏览器/服务器方式，都在试图减少信息系统项目的维护成本。这些技术和结构的发展都是基于信息系统的支持维护成本非常高这个特点的。表 20-6 所列为各阶段典型费用。

表 20-6 各阶段典型费用

阶段	典型费用
需求定义	¥100~¥1000
编码和单元测试	>¥1000
系统测试	¥7000~¥8000
支持和维护	难以估计

信息系统项目不同实现方案的研发成本可能差别不大，但是有着截然不同的维护成本，如果项目的成本估算不考虑维护成本，那么可能会导致项目后期的高成本支出，而到了项目的后期，就无法修正这种状态了。

全寿命周期成本关注项目的整个周期内的全部成本支出，不仅包括通常大家所熟知的研发成本，也要包括项目产品的生产、作业、支持和维护中所需要的成本。许多组织倾向于在项目的前期投入较少的成本，遗憾的是，对于信息系统项目而言，在项目的前期的工作中，对需求分析和系统分析投入较少的成本，那么设计错误和需求错误都会给项目后期的集成测试和维护带来很多的额外工作，极大地提高项目的总体成本。

20.2.7 估算的依据

项目的成本估算可以依据工程经验、参数统计、类似系统的成本和专家意见来进行，如表 20-7 所示。

表 20-7 估算方法比较

估算技术	优 点	缺 点
工程估算（经验）	是最详细、最准确的估算，能够为项目变化进行估算，提供最好的估算基础	需要详细的项目生产和定义资料 消耗时间和资源最多 对系统的整合成本可能估计不足
参数估计（统计）	简单，成本低 在详细设计之前就可以进行 统计数据的基础能够提供预期范围	受有限的数据影响
类似子系统估算	相对简单，成本低 只估计变化的部分 对相似的系统准确性较高	要求项目相似 只适用于稳定的技术实现
专家意见	在数据不足等情况下可以采用	专家有偏见和局限性 估算往往不是定量的

使用模型是一种常见的估算依据，比如，一个普通的程序员需要两天来完成一个输入窗口的程序就是一个最简单的参数模型。如果是使用和当前项目类似的项目的模型，而且建立模型的数据准确，那么使用参数模型的可靠性就相对较高。

COCOMO (Constructive Cost Model) 是一种在信息系统中常用的模型，它基于功能点和代码行数来进行项目的成本估算。COCOMO2 是一种新的、计算机化的模型，利用它能够估算项目的成本、资源和进度。

20.3 项目成本预算

20.3.1 直接成本和间接成本

表 20-8 列出了信息系统项目成本的组成。

表 20-8 信息系统项目成本的组成

类 别	说 明
工资成本	企业的固定支出
硬件成本	服务器、打印机、工作站、线材
软件成本	软件许可证、下载补丁
旅行和住宿	飞机、宾馆、汽油
管理、支持成本	个人、资金和法律支持

续表

类 别	说 明
培训成本	用户培训、基于计算机的培训、培训计划
系统文档成本	手册、规则和过程说明、在线文档
家具成本	工作空间、工作台

作为成本预算，我们先来进行一个最为简单的预算。假设我们有一个任务，这个项目需要一个程序员进行一天的劳动，作为简化的试验，这里不需要其他资源。

首先，我们知道这个程序员的月工资是 3300 元，那么折算到他一天的工资是 150 元。这个是最明显成本，但对于组织来说，对一个职员的成本不仅仅是工资，还要包括为职员提供的保险、培训等，假设这些都已经被仔细地计算过后，这个程序员每天的成本是 180 元。

在这个最简单的预算例子中，我们没有考虑这些问题：信息系统的任务有时候很难确定时间，一天完成的是否能够真正在一天内完成，或者在一天内完成是否会给以后的维护带来特别困难，这些都直接对项目成本带来影响。还有，在这个例子中，我们只考虑了项目的直接成本，对于项目的间接成本则没有考虑。

在信息系统项目中，人力资源的成本是最主要的项目成本之一。为了进行人力资源成本的预算，必须根据工作分解结构的分解，确定每一项的工作包所需要的人力资源和占有时间，再根据不同类型的人力资源的成本对每个工作包所需要的人力资源成本进行计算，最后把所有工作包的人力资源成本进行汇总，才能得到项目总的人力资源成本。

对于许多项目，直接成本还包括采购原材料的成本，而且这项成本是项目成本的主要组成部分。如果是网络安装和集成的信息系统项目，采购服务器、网络设备和线材都是项目成本的主要组成部分，如图 20-7 所示。

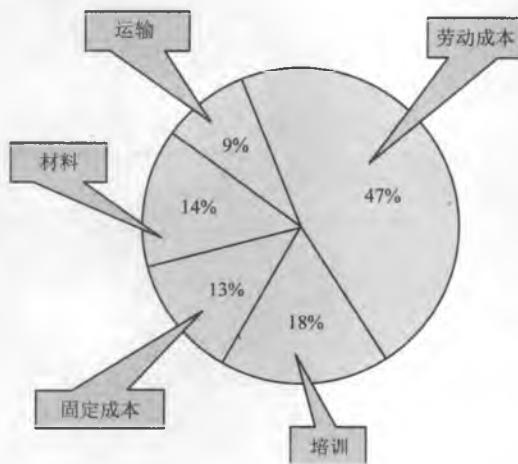


图 20-7 项目成本分布

在进行项目预算时，除了要考虑项目的直接成本，还要考虑其间接成本和一些对成本有影响的其他因素，可能包括以下一些：

(1) 非直接成本。包括租金、保险和其他管理费用。例如：如果项目中有些任务是项目组成员在项目期限内无法完成的，那么就可能需要进行项目的外包或者聘请专业的顾问。如果项目进行需要专门的工具或者设备，而采购这些设备并非明智，那么采用租用的方式就必须付租金。

(2) 隐没成本。隐没成本是当前项目的以前尝试已经发生过的成本。比如，一个系统的上一次失败的产品花费了 250 000 元，那么这 25 000 元就是为同一个系统的下一个项目的隐没成本。考虑到已经投入了许多的成本，人们往往不再愿意继续投入，但是在项目选择时，隐没成本应该被忘记，不应该成为项目选择的理由。

(3) 学习曲线。如果在信息系统项目中采用了项目组成员未使用过的技术和方法，那么在使用这些技术和方法的初期，项目组成员有一个学习的过程，许多时间和劳动投入到尝试和试验中。这些尝试和试验会增加项目的成本。同样，对于项目组从未从事的项目要比对原有项目的升级的成本高得多，也是由于项目组必须学习新的行业的术语、原理和流程。

(4) 项目完成的时限。一般来说，项目需要完成的时限越短，那么项目完成的成本就越高，压缩信息系统的交付日期不仅要支付项目组成员的加班费用，而且如果过于压缩进度，项目组可能在设计和测试上就会减少投入，项目的风险会提高。

(5) 质量要求。显然，项目的成本估算中要根据产品的质量要求的不同而不同。登月火箭的控制软件和微波炉的控制软件不但完成的功能不同，而且质量要求也大相径庭，其成本估算自然有很大的差异。

(6) 保留。保留是为风险和未预料的情况而准备的预留成本。遗憾的是，有时候管理层和客户会把保留的成本进行削减。没有保留，将使得项目的抗风险能力降低。

表 20-9 给出了简单的项目成本预算包含项目的示意表。

表 20-9 简单的项目成本预算包含项目示意表

项目名称：			
成本因素	使用时间	使用数量	预算成本
人力资源：			
1. 项目组			
2. 外包			
3. 聘请顾问			
原材料			
1. 服务器			
2. 网络交换机			
4. 网线			
.....			

续表

项目名称:			
成本因素	使用时间	使用数量	预算成本
租用			
1.			
2.			
3.			
其他			
1. 购买调试软件			
2.			

20.3.2 零基准预算

零基准的预算是指在项目预算中，并不以过去的同类相似的项目成本作为成本预算的基准，然后根据项目之间的规模、性质、质量要求、工期要求等不同，对基准进行调节来对新的项目进行成本预算。而是项目以零作为基准，估计所有的工作任务的成本。

比如，如果一个组织在上一个 Web 查询应用项目中，成本是 15 000 元。现在有一个新的 Web 查询应用项目，那么对比两个项目之间的差距，如果新的项目范围估计要扩大 20%，那么成本预算可以在 15 000 元的基础上增加 20%。而零基准的成本预算却不能这样在过去的项目基础上进行增加。这种成本预算的方法必须以零作为基准。零基准的预算的主要目标是减少浪费，避免一些实际上没有继续存在必要的成本支出由于预算人员的惰性或者疏忽而继续在新的项目中存在。

零基准预算通常用于一系列的项目，或整个组织和时间跨度为几年的项目。

零基准预算由于它不利用以前的类似的项目的成本作为经验值，看起来是要把以前曾经做过的工作再做一次预算。另外，由于零基准预算对于每一种预算单位的存在都提出了质疑，它的威胁使得在预算过程中，许多组织内部组成部分把自己在项目成本中的存在作为第一任务，以免被认为是不再需要的成本预算而在新项目中被取消。

20.3.3 购买还是自己制作

为了提交项目的可交付成果，需要许多的中间产品和支持产品，这些产品既可以由组织自己生产，也可以向其他组织购买。如何选择，对于组织来说，是一个经济问题。组织要对比购买和自己制作之间的成本和受益的差别，做出综合性的判断，如表 20-10 所列。

表 20-10 购买与自己制作

购买的原因	自己制作的原因
比自己制作价格低	比购买价格低

续表

购买的原因	自己制作的原因
员工无自己制作的能力	项目组可学习新的技术
项目组只要关注项目可交付成果	项目允许关注其他方面
更高的可控制性	较少的工作

除了购买，外包部分可交付成果和中间产品也是项目中常用的一种方式。值得注意的是，无论是外包还是购买，除了考虑成本预算方面的要求，还有就是需要对外包的风险进行控制。

如图 20-8 所示为自己制作工具的示意图。



图 20-8 自己制作工具

20.3.4 累加预算成本

在项目预算中，每一个工作包都有自己的成本预算和进度计划，根据这些数据，能够确定在某个时间点上的项目所需要的资源和成本，把这个时间点以前的所有成本累加的值，称为累加预算成本。表 20-11 为一个信息系统的累加预算成本。图 20-9 为成本分布图。

表 20-11 一个信息系统的累加预算成本表

时间 工作任务	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	总计
需求调查	10	8	1								19
系统分析			20	30	5						55
系统实现					30	30	60	20			140
集成测试								3	3	1	7
总计	10	8	21	30	35	30	60	23	3	1	221

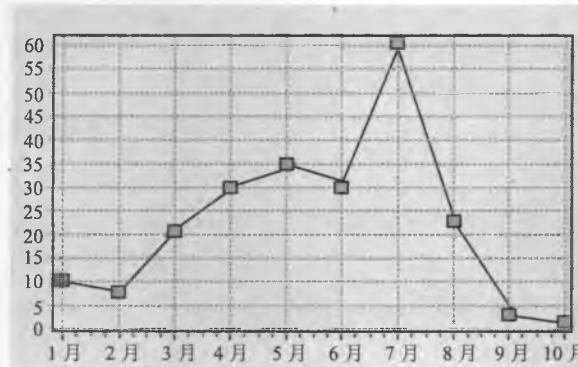


图 20-9 成本分布图

根据累加预算成本可以绘制累加预算成本曲线，如图 20-10 所示。

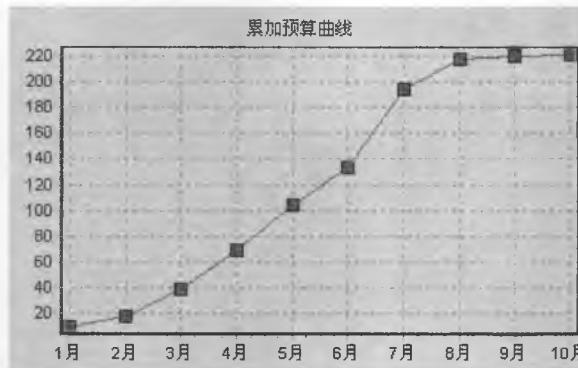


图 20-10 累加预算曲线

累加预算成本是进行成本控制的重要依据，在项目执行的过程中，需要不断将累加预算成本和实际成本相比较，判断当前项目是否存在成本偏差。

20.4 项目成本控制

项目成本控制必须和项目进度结合起来才能进行有效的控制。费用控制必须监督费用实施情况，发现实际费用和成本计划的偏差，并找出偏差的原因，阻止不正确、不合理和未经批准的费用变更。

进行成本控制必须依据费用基准、进展报告、变更请求和费用管理计划。

20.4.1 实际成本

项目实际开始实施后，就不断地消耗资金，所有雇员的工资、购买的原材料、管理

成本等，这些支出的总和是项目当前的实际成本。由于支付方式的不同，不同的支出发生的时间不同：有些在项目实施过程中要使用的原材料，是在项目的开始阶段一次性支付购买的；有的是项目结束后才支付的；有的是随着项目的进行渐进支付的。一般来说，在进行项目实际成本和预算成本计算时，是按照实际使用的时间开始分摊计算的。

例如，项目聘请了一名执行顾问，聘请协议规定顾问在项目需求分析时开始工作，在编码开始一个月之后结束，每月的佣金为10000元，在项目完成后一次付清。实际上该顾问一共工作了6个月，然后再过6个月项目完成后付了佣金。虽然这个佣金发生在项目的最后，但在计算项目实际成本时，应该分别记在头6个月中。表20-12给出实际成本的示意表。

表20-12 实际成本示意表

类别	1月	2月	3月	4月	5月	6月
工资成本	100000	100000	190000	340000	170000	320000
硬件成本	1000	1000	1000	1000	1000	1000
软件成本	500	500	500	500	500	500
旅行和住宿	3500	3500	7500	12500	4500	12500
管理、支持成本	2000	5000	7000	2000	1000	1000
培训成本						
系统文档成本						
家具成本	3000	3000	4000	3000	3000	3000
总计	110000	110000	210000	360000	180000	340000

根据会计报表，可以得到累加预算成本和实际成本的对比表，如表20-13所示。表20-13中，上面一排数字表示累加预算成本，下面的数字表示实际成本。

表20-13 累加预算成本和实际成本

时间 工作任务	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	总计
需求调查	10 11	8 11	1 2	1 1							19 25
系统分析			20 19	30 35	5 8						55 64
系统实现					30 10	30 32	60	20			140
集成测试								3	3	1	7
总计	10 11	8 11	21 21	30 36	35 18	30 34	60	23	3	1	221

根据累加预算成本和实际成本也能够绘制曲线，如图20-11所示。

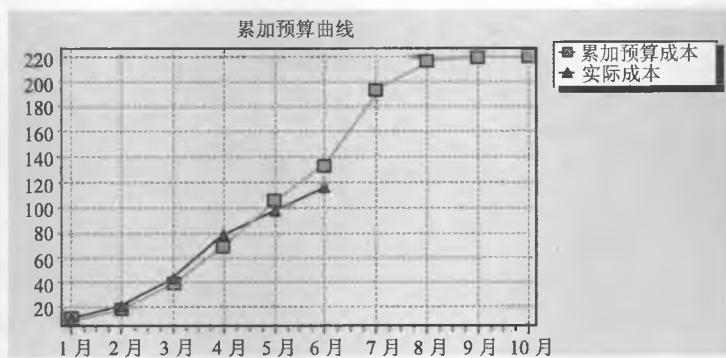


图 20-11 累加预算曲线和实际成本曲线

20.4.2 成本偏差和挣值法

偏差控制法是在计划成本的基础上，找出计划成本和实际成本之间的偏差，并分析产生偏差的原因和发展趋势，制订需要采取的减少或者消除偏差的方法。

表 20-14 给出三种偏差及其含义。

表 20-14 三种偏差及其含义

名 称	含 义
实际偏差	项目的预算成本和实际成本之间的差异
计划偏差	项目的计划成本和预算成本之间的差异
目标偏差	项目的计划成本和实际成本之间的差异

其中，计划偏差在制订了成本计划后一般不再改变。

在项目实施过程中，应定期计算目标偏差。如果有必要，还可以以时间为横坐标，目标偏差为纵坐标做出目标偏差时间曲线，用于判断成本偏差的变化趋势。如果实际成本低于计划成本，那么可能说明项目没有出现成本问题，可惜对于信息系统项目，这种情况很少出现。而且，如上一小节的例子中，在 6 月时实际成本要比累加预算成本小，这也可能是项目进度的推迟造成的，由于开始系统开发时程序员未完全到位，所以在 5 月时实际成本只是预算成本的一半。

所以在实践中，还需要引入当前完成项目的进度占总进度的多少这样的概念，通过累加预算成本、实际成本和这个值一起来对项目的进度和估算进行综合分析，当这样做时，项目的进度和成本偏差能够同时被发现。这时，通常使用一种成为挣值法的方法进行分析。

挣值法不是非常容易理解，但它是监视和报告项目进展情况的必要工具。简单地说，挣值法能够监视、跟踪和报告项目的进度和成本情况，它不仅适用于大型项目，同样适用于中型项目和小型项目。

挣值法中的基本概念如表 20-15 所示。

表 20-15 挣值法中的基本概念

名称	英文名称和缩写	意义
计划工作预算成本	Budgeted Cost of Work Scheduled (BCWS)	累加预算成本
已完成工作实际成本	Actual Cost of Work Performed (ACWP)	实际成本，这个定义更精确
已完成工作预算成本	Budgeted Cost of Work Performed (BCWP)	这个值也就是所谓的“挣值”。它表示当前完成的所有工作的预算值的和，与计划工作预算成本不同，计划工作预算成本是当前应该完成的工作的预算值之和
完成工作预算	Budget at Completion (BAC)	整个项目的所有阶段的预算的总和，也就是整个项目成本的预算值

刚刚接触挣值法时，笔者确实被这三个值的定义迷惑了好一段时间。基于此，在前面用了比较多的篇幅来说明累加预算成本和实际成本，并指出仅仅依靠这两个值对项目成本偏差判断的局限性，是希望这样能够使读者更容易地理解这些概念。

通过这三个值，项目管理者能够清楚地辨别项目的进度和成本是否存在偏差，主要利用表 20-16 中的公式。图 20-12 所示为 BCWS、ACWP、BCWP 曲线。

表 20-16 计算成本是否存在偏差的公式

名称	计算公式	说 明
成本偏差 CV	BCWP-ACWP	成本偏差是计算对于当前完成的工作，预算的成本和实际成本的差值 如果这个值大于 0，则表示项目到目前没有超支 如果这个值小于 0，则表示项目到目前已经超支
成本偏差率	CV/BCWP	成本偏差率是指已完成的工作中，成本偏差和预算成本之间的比率 这个值越大，表示成本偏差越大
进度偏差	BCWP-BCWS	通过当前时间实际完成的工作的预算成本和当前时间的计划工作的预算成本的差，可以知道项目的进度情况。详细内容请查看进度管理的相关内容
成本执行指数 (CPI)	BCWP/ACWP	指工作完成的效率 如果 $CPI > 1$ ，那么说明表现很好，没有超支 如果 $CPI < 1$ ，说明已经超支 常用于趋势分析。由于需要花费时间来进行调整，所以仅对长期工程有效

续表

名称	计算公式	说明
最终估算成本 EAC	(ACWP/BCWP) × BAC	如果项目的成本偏差是线性的，我们可以这样估计到项目结束时所需的成本：根据当前完成的工作中，实际成本和预算成本的比率乘以预算最终成本 这种估计很难说是准确的

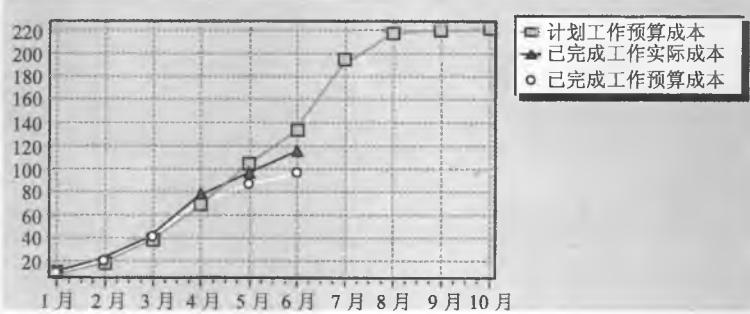


图 20-12 BCWS、ACWP、BCWP 曲线

了解了计划工作预算成本、已完成工作实际成本和已完成工作预算成本这些概念，然后把上面的例子的数据的已完成工作预算加入到曲线中，再结合公式的计算，就一目了然了，如图 20-12 所示，在当前的 6 月份，圆形表示已完成工作预算成本要比方格表示的计划工作预算成本要少，这说明当前项目工作进度落后。而三角形表示已完成工作实际成本要比圆形表示的已完成工作预算成本要高，这表示当前项目成本超支。这个项目不但进度落后，而且成本也超支，项目管理者就必须立即采取措施。

对挣值法的作用还有争议，支持者认为它是能够防止意外的最可行的工具，而有些观点认为挣值法花费的代价太高。

在实际的项目中，利用挣值法能够得到多种情况，每种情况有着不同的含义，如表 20-17 所示。

表 20-17 各种情况分析

序号	计划预算成本	已完成工作实际成本	已完成工作预算成本	成本偏差	进度偏差	分析
1	400	400	400	0	0	理想情况，一切按照计划进行
2	400	300	200	-100	-200	可能是最糟糕的情况之一，进度落后，成本超支 如果在实际成本少于计划成本的 50% 时更糟
3	400	200	300	100	-100	令人满意的是工作效率高，成本比预期的要低 令人不满意的是进度落后了
4	400	300	300	0	-100	进度落后，所幸成本还在计划范围之内
5	400	400	300	-100	-100	虽然成本和计划一致，但由于进度慢了 25%，所有项目执行的效率是计划的 75%

续表

序号	计划预算成本	已完成工作实际成本	已完成工作预算成本	成本偏差	进度偏差	分析
6	400	400	500	100	100	有利情况，进度提前了25%，而成本仍然在计划之内
7	400	500	500	0	100	工作提前，成本仍然在预算范围内
8	400	300	400	100	0	工作进度和计划相符，而且节约了成本
9	400	500	400	-100	0	工作进度和计划相符，但是成本超支
10	400	500	300	-200	-100	最糟糕的情况。成本不但超出了预算，也超出了计划，而工作进度也落后
11	400	300	500	200	100	进度提前，而且成本低于计划，虽然这未必值得庆贺，但项目出现盈余的可能性很大
12	400	600	500	-100	100	进度提前，但是成本超出了预算。最后要么成本超支，要么进度落后
13	400	500	600	100	200	看起来是成本超出了计划，但实际上并没有超出预算，项目进度也提前了，这也是一种好状况

20.4.3 控制成本

先来看一下实践中项目成本失控的主要原因：

(1) 缺乏计划。没有经过详细计划的信息系统，没有成本、范围、风险等计划都会造成项目的成本失控。有人认为，项目失败是失败在开始的时候。但是也应该意识到，没有能够完全计划的项目，特别是信息系统项目，当项目开始实施后，非常有可能有许多事务超出了计划的范畴。

(2) 目标不明。虽然瞎猫可能碰到死耗子，但不会总是那么幸运。如果项目管理者无法清晰地描述项目目标，项目成本失控就已经开始了。

(3) 范围蔓延。信息系统的建设过程中，范围蔓延非常常见。信息系统项目往往在项目启动、计划、执行、甚至收尾时不断加入新功能，无论是客户的要求还是项目实现人员对新技术的试验，都可能导致信息系统项目成本的失控。

(4) 缺乏领导力。缺乏领导力的项目领导者无法领导项目走向成功，也无法控制项目成本。

当出现成本偏差时，如果偏差超出了允许的限度，就要找出项目成本偏差的原因。可以将成本偏差的原因归纳为几个因素，然后计算各个因素对成本偏差程度的影响，判断哪个因素是造成成本偏差的主要因素。或者把总成本分解成几个分项成本，通过总成本和分项成本的比较，找出是哪个分项成本造成了成本偏差。表20-18是项目成本偏差分析报告示例。

表 20-18 项目成本偏差分析报告

项目名称:						
工作分解结构:				日期:		
成本执行数据			偏差	剩余工作完成估算		
BCWS	BCWP	ACWP		预算	估算	偏差
问题产生原因和影响:						
纠正措施和期望恢复日期:						

在找出成本偏差的原因后，必须采取相应的措施，减少成本偏差，把成本控制在计划的范围内，保证目标成本的实现或者修改目标成本。

控制成本一般考虑两种活动，一种是当前正在进行的活动。如果出现了成本偏差，项目管理者不能指望后面的活动会自动减少成本来减少成本偏差，纠正措施越晚，那么纠正的可能性就越小，项目成本偏差就可能越来越大。图 20-13 所示为降低成本的机会曲线。

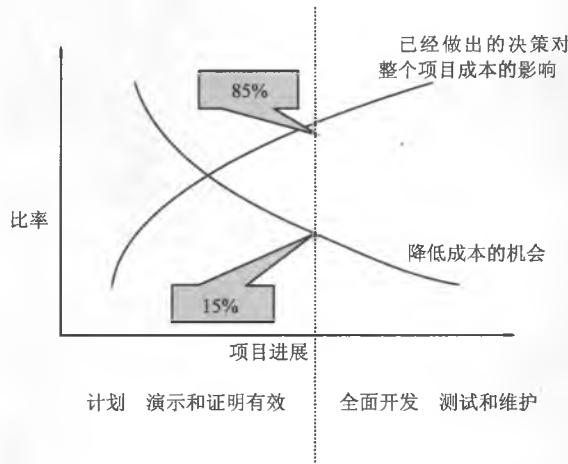


图 20-13 降低成本的机会曲线

另一种是成本预算偏大的活动，显然把一个 10 万元预算的活动削减 10% 所起的作用也比完全砍掉一个预算为 100 元的活动大得多。成本预算越大，可以进行调节的空间和效果也越大。

降低成本最有效的方法是减少项目的可交付成果，或者交付质量略低的可交付成

果。有时，稍微降低要求的可交付成果能给信息系统项目节约大量的成本。这样做的主要困难是必须和用户进行协商，用户显然不会愿意接受这样的做法。可见，使用这种方法，要挑选那些用户觉得并不重要的可交付成果。有经验的项目管理者在项目的初期就会和用户协商好哪些是不特别重要的、具备修饰性的可交付成果，并声明这些可交付成果将在项目组有剩余的时间和资源时完成。

其他降低成本的方式有使用低价的原材料代替高价的原材料，这就要冒项目产品质量可能无法达到要求的风险，还可以设法提高劳动生产率，比如，使用自动测试工具、请组织内的专家协助提高效率等。

如果偏差很大，那么就算是让事情变得不会更糟的努力也是必要的。

如果发现无论如何进行调整都无法满足项目的成本计划，虽然对管理层来说修改目标成本往往被视为项目的失控，也必须面对现实，修改项目的目标成本。图 20-14 所示为项目的两种演变方式。

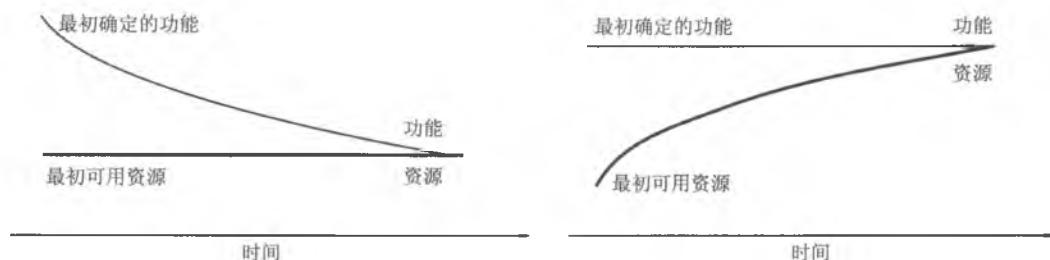


图 20-14 项目的两种演变方式

20.4.4 项目完成成本再预测

项目出现成本偏差，意味着原来的成本预算出现了问题，已完成工作的预算成本和实际成本不相符。这必然会对项目的总体实际成本带来影响，这时需要重新估算项目的成本。这个重新估算的成本也称为最终估算成本（Estimate at Completion，EAC）。

再次进行预算的方法有以下三种。

第一种方法认为项目日后的工作将和以前的工作效率相同，未完成工作的实际成本和未完成工作预算的比例与已完成工作的实际成本和预算的比率相同。

$$EAC = (ACWP/BCWP) \times BAC$$

第二种方法是假定未完成的工作的效率和已完成的工作的效率没有什么关系，对未完成的工作，依然使用原理的预算值，那么，对于最终估算成本就是已完成工作的实际成本加上未完成工作的预算成本：

$$EAC = ACWP + (BAC - BCWP)$$

第三种方法是重新对未完成的工作进行预算工作，这需要一定的工作量。当使用这种方法时，实际上是对计划中的成本预算的否定，认为需要进行重新的预算。

EAC=ACWP+重新进行的成本预算

这里举一个非常简单的例子。某个项目涉及对 10 面墙进行油漆，项目计划在 10 天内完成，总体预算是 1000 元，每面墙的平均成本是 100 元。

项目进行到了第 5 天，实际成本是 400 元。显然，在看了书中的内容我们可以知道，仅仅依靠这些信息我们无法知道项目是否超支。如果这时进行了 3 面墙的油漆，我们可以计算在第 5 天项目的各种指标数据如下：

计划预算成本（BCWS）： $100 \times 5 = 500$ 元

已完成工作的实际成本（ACWP）：400 元

已完成工作的预算成本（BCWP）： $3 \times 100 = 300$ 元

偏差数据如下：

成本偏差（CV）： $BCWP - ACWP = -100$ 元

成本偏差率： $CV/BCWP = -100/300$

进度偏差： $BCWP - BCWS = 300 - 500 = -200$ 元

成本执行指数（CPI）： $BCWP/ACWP = 300/400$

从指标数据可以看出，这个项目与许多信息系统项目一样，不但进度落后，而且成本超支。

这时，为了降低项目成本，可以采用把原来油漆两遍改为油漆一遍，采购更便宜的油漆等措施来降低成本。

对于剩下的工作的成本预算，三种方法得出的结论也各不相同。

采用认为剩下工作的效率和已完成的工作的效率相同，则

$$\begin{aligned} EAC &= (ACWP/BCWP) \times BAC \\ &= (400/300) \times 1000 \\ &= 1333 \text{ 元} \end{aligned}$$

采用认为剩下工作的效率和已完成的工作效率无关时，则：

$$\begin{aligned} EAC &= ACWP + (BAC - BCWP) \\ &= 400 + (1000 - 300) \\ &= 1100 \text{ 元} \end{aligned}$$

采用重新对剩下的工作进行预算时，如果项目组从组织内得到了一台自动油漆混合设备和一台自动升降机，可以极大地提高效率，减少人工成本，使得每面墙的成本预算有望降为 70 元，则新的预算为：

$$\begin{aligned} EAC &= ACWP + \text{未完成工作新的成本估算值} \\ &= 400 + 7 \times 70 \\ &= 890 \text{ 元} \end{aligned}$$

第 21 章 项目质量管理

21.1 质量管理基础知识

21.1.1 质量管理基本概念

1. 质量概念

质量是“使实体具备满足明确或隐含需求能力的各项特征之总和”，明确或隐含的需求是指项目要求制订的基础性文件。信息系统项目中，一般把《系统需求规格说明书》作为项目需求的基础性文件。

美国质量管理协会对质量的定义为：“过程、产品或服务满足明确或隐含的需求能力的特征。”国际标准化组织 ISO 对质量的定义为：“一组固有特性满足需求的程度。”需求指明确的、通常隐含的或必须履行的需求或期望，特性是指可区分的特征——可以是固有的或赋予的、定性或定量的、各种类别（物理的、感官的、行为的、时间的、功能的等）。

《软件工程术语标准 GB/T 11457—1995》中对质量的定义为“产品或服务的全部性质和特征，能表明产品满足给定的要求”。《计算机软件质量保证计划规范（GB/T 12504—1990）》对软件质量的定义：软件产品中能满足给定需求的各种特性的总和。这些特性称为质量特性，它包括功能度、可靠性、时间经济性、资源经济性、可维护性和移植性等。

对于信息系统质量的理解，需要从以下层次来理解：

- (1) 信息系统产品中能满足给定需求的性质和特性的总体，如符合需求规格说明。
- (2) 信息系统具有所期望的各种属性的组合程度。
- (3) 顾客和用户觉得信息系统满足其综合期望的程度。
- (4) 确定信息系统在使用中将满足顾客预期要求的程度。

2. 质量、范围与等级

质量和范围是两个界定相对模糊的概念，甚至有专家建议把两者合二为一进行理解。我们可以这样来理解，范围属于对项目交付成果提出的直接或间接的需求指标，如客户关系管理 CRM 系统必须提供强大的报表模块，具体包括销售订单统计报表、销售收入统计报表等；而质量是项目交付成果对范围满足程度的评价指标，如客户关系管理

CRM 系统报表功能是否足够强大、界面是否友好、数据是否正确等指标则属于质量的范畴。范围是基础，没有范围，就谈不上交付成果对需求的满足程度，也就没有讲质量的必要。此外，客户满意度也被认为是项目质量的一项综合评价指标。

就信息系统项目而言，范围这个术语可指产品范围或项目范围。

(1) 产品范围：指产品或服务的典型特征与功能。

(2) 项目范围：指为提供具有规定特征与功能的产品或服务所需完成的工作。

如果没有因为对产品或服务的需求而形成产品范围，就不需要启动一个项目，也就没有项目范围的说法了。从总体上看，项目范围是由产品需求或产品范围而引发的，项目范围是为产品范围服务的。要注意区分产品范围和项目范围这两个概念。项目范围是否完成以项目管理计划作为衡量标准，而产品范围是否完成则以产品需求作为衡量标准。两种范围的管理必须良好地结合，以确保项目工作所交付的是规定的产品。在项目领域，质量管理的一个关键因素是通过项目范围管理转换隐含需求为项目需求。

为了更透彻地理解质量，必须弄清质量与等级的区别，注意不要把质量与等级混为一谈。等级是对具有相同功能的实体按照不同技术特征进行分类或分级。质量偏低永远是个问题，而等级较低则不见得是个问题。例如，某信息系统供应商根据市场细分情况，把办公自动化系统分为豪华版、标准版和简装版等。信息系统产品质量可以很好（无明显的编程错误，用户手册通俗易懂），而等级偏低（功能特征有限）；或者质量偏低（许多编程错误，用户文件杂乱无章），而等级甚高（具有许多功能特征）。确定与交付所要求的质量与等级水准是项目经理与项目管理层的职责。

3. 质量政策、质量标准、质量系统、质量度量、质量方针、质量目标、质量管理等

质量政策是某个组织针对自身要求制订的一种质量指导方针，侧重于指导思想，属于宏观的范畴。质量标准是企业、国家或者国际制订的对于某个方面的规范，与质量政策相比，它更侧重于质量的细节特征，属于微观的范畴。目前最常用的有 ISO、IEC 系列质量标准等。

质量系统是实施质量管理所需的组织结构、责任、程序、过程和资源，在 ISO 9000 系列中经常被提及，项目团队在建立项目质量系统时，可以参考 ISO 9000 系列标准。

信息系统项目中的质量度量是对信息系统所具有的、影响其质量的给定属性所进行的定量测量。衡量质量的指标包括功能度、可靠性、时间经济性、资源经济性、可维护性和移植性等。

质量方针是由组织的最高管理者正式发布的该组织总的质量宗旨和方向。质量方针制订工作中必须明确：

(1) 通常质量方针与组织的总方针相一致并为制订质量目标提供框架。

(2) 有效的质量管理原则可以作为制订质量方针的基础。

质量目标是组织在质量方面所追求的目的。

(1) 质量目标通常依据组织的质量方针制订。

(2) 通常对组织的相关职能和层次分别规定质量目标。

质量管理是在质量方面指挥和控制组织的协调的活动，包括制订质量方针、质量目标和责任的所有工作，以及通过质量系统中的质量计划、质量保证、质量控制和质量提高等手段来实施这些工作。质量管理体系是在质量方面指挥和控制组织的管理体系。

4. 质量责任

项目质量问题的责任，从组织外部讲首先应该由组织来承担。但在组织内部如果不能将这种责任细化并进一步明确，就可能会形成“人人有责、人人不负责”的局面。关于质量责任需要强调以下几点。

(1) **管理层的责任 (Management Responsibility)**: 至少有 85% 的质量成本应由管理层负直接责任。

(2) **最终责任 (Ultimate Responsibility)**: 雇员对于质量负最终责任。

(3) **全面/首要责任 (Overall/Primary Responsibility)**: 项目经理对于质量负全面/首要责任。

(4) **有关建立、设计和测试规范的首要责任 (Primary Responsibility for Establishing Design and Test Specification)**: 由项目工程师负责。

21.1.2 质量管理主要流派与质量管理组织

从古典的泰勒“靠检验把关”的质量管理思想，到摩托罗拉提出的 6σ 管理方法，都在实践中取得了巨大的成功。现代质量管理追求顾客满意，注重预防而不是检查，并承认管理层对质量的责任。W.爱德华·戴明 (W.Edwards Deming)、约瑟夫 M.朱兰 (Joseph M.Juran)、菲利浦 B.克鲁斯比 (Philip B.Crosby)、石川馨 (Koaru Ishikawa)、田口玄一 (Genichi Taguchi) 和阿曼德 V.费根堡姆 (Armand V.Feigenbaum) 等几位著名学者对现代质量管理做出了贡献。

全面质量管理 (Total Quality Management, TQM) 和管理大师彼得·德鲁克 (Peter Drucker) 提出的目标管理 (Management By Objectives, MBO) 对质量管理领域产生了巨大的影响。国际标准化组织 ISO 的 ISO 9000 系列标准和美国卡内基梅隆大学软件工程研究院 (SEI) 制订的软件能力成熟度模型 CMM 是质量管理工作中可以参考的重要标准规范。此外，国际电工委员会 IEC、美国质量管理协会 ASQC、中国质量管理协会 CAQ 等组织在质量标准方面做了大量的工作。

1. 戴明 (Deming) 理论

戴明博士因其对日本有关质量控制方面的研究工作而闻名。“二战”后，统计学家和纽约大学前教授戴明应日本政府的邀请，到日本从事质量控制方面的研究工作，以帮助日本企业提高生产率和质量。戴明认为“高质量意味着更高的生产率和更低的成本”。20 世纪 80 年代，日本企业由于对质量方面重视获得了巨大的成功。戴明理论分为 14 个要点，其核心思想是“目标不变、持续改善和知识积累”，归纳其基本观点如下。

(1) 持续改进：即最高管理层要从追求短期目标的迷途中回到长远建设的方向上来，

把改进产品和服务质量作为永恒的目标，永不间断地改进生产及服务系统，持续不断地改进质量。

(2) 把质量管理全过程划分为计划 (Plan) — 实施 (Do) — 检验 (Check) — 纠正 (Action) 4 个阶段，建立 PDCA 的循环（戴明环）。

(3) 严格把关：即绝对不容忍粗劣的原料、不良的操作、有瑕疵的产品和松散的服务。

(4) 预防胜于检验：检验其实是等于准备有次品，检验出来已经太迟了，而且成本高、效益低，正确的做法应该是改良生产过程。

2. 朱兰 (Juran) 理论

朱兰在帮助日本制造商协会提高生产率方面做了大量工作，并在 1974 年出版了《质量控制手册》一书，书中强调了高层管理行为对连续的产品质量提高的重要性。朱兰理论的核心思想是“适用性 (Fitness For Use)”，其基本观点归纳如下。

(1) 适用性就是通过遵守技术规范，使项目符合或者超越项目干系人及客户的期望。

(2) 定义了质量和等级的区别及联系。

(3) 提出了质量规划—质量控制—质量提高的质量三元论，被称为“朱兰三部曲”。此外，朱兰提出了质量改进的 10 个步骤。

3. 克鲁斯比 (Crosby) 理论

克鲁斯比以建议组织向零缺陷努力而著名，并在 1979 年出版了《质量是免费的》一书。克鲁斯比被《时代》杂志称为当今质量管理成功之道的“质量福音传道领袖”。他强调低劣质量的成本应当包括第一次没有做对该项工作的所有成本。他认为很多公司低估了低劣质量的成本，好像公司可以有利可图地花大量的资金来提高质量，并提出了提高质量的 14 个步骤。

克鲁斯比归纳了质量管理的 4 项基本原则，具体如下：

(1) 质量的定义即符合预先的要求。

(2) 质量源于预防。

(3) 质量的执行标准是零缺陷 (Zero Defects)。

(4) 质量是用非一致成本来衡量的。

4. 田口玄一 (Taguchi) 理论

田口玄一因其开发的设计实验过程优化的田口玄一方法而著名，该方法的关键概念是质量应当被设计到产品中，取得质量的最好方法是把离目标值的偏差减至最小。

《财富》杂志 1998 年的一则文章称“日本的田口玄一是美国的新质量英雄”。许多公司包括施乐、福特、惠普、固特异公司，都使用田口玄一的“坚固设计方法”来设计高质量产品。坚固设计方法 (Robust Design Method) 强调通过用科学查询代替试验法来消除缺陷。

田口玄一提倡应用统计技术进行质量管理，通过损失函数 (Loss Function) 来决定

生产未满足目标产品的成本。他认为应该通过计算、寻找、设置平衡点参数减少偏差，提高质量。

5. 石川馨 (Ishikawa)理论

石川馨提出了 QC 小组的概念，开发并首先应用了鱼刺图，并在 1972 年出版了《质量控制指南》一书。

(1) QC (Quality Circles) 小组：是在公司一个单独部门中由非监督人和领导人组成的小组，他们自发研究如何改进部门工作的有效性。

(2) 鱼刺图 (Fishbone Diagrams)：由有关质量问题的抱怨追查到负有责任的生产行为的问题分析图，也叫石川图。

6. 费根堡姆 (Feigenbaum) 理论

美国通用电气公司质量经理费根堡姆于 1961 年出版了《全面质量管理》一书。他首先提出了“全面质量管理”的概念：“全面质量管理是为了能够在最经济的水平上，并考虑到充分满足用户要求的条件下进行市场研究、设计、生产和服务，把企业内各部门研制质量、维持质量和提高质量的活动构成为一体的一种有效体系。”

他提议对质量的责任应当依赖做该项工作的人。全面质量管理中，产品管理比生产速度重要得多，无论什么时候出现质量问题，应当允许工人停止生产。

7. 6σ管理方法

20 世纪 70 年代，摩托罗拉 (Motorola) 基于统计学原理建立了“6σ”概念与方法。目前，6σ管理方法经通用电气 (GE)、霍尼韦尔、索尼等企业的成功实践和创新，已成为现代质量管理理论实践体系。6σ管理方法是一项以顾客为中心、以数据为基础，以追求几乎完美无瑕为目标的管理理念。其核心是通过一套以统计科学为依据的方法来发现问题、分析原因、改进优化和控制效果，使企业在运营能力方面达到最佳境界。韦尔奇先生曾评价说：“6σ是管理工具中最强有力的、最有突破性的，它适用于各种公司用来增加市场份额、降低成本及提高利润率底线。”

实践证明 6σ管理方法是提高企业产品和服务质量的有效工具与方法。从整个质量管理理论发展来看，6σ管理方法使全面质量管理理论达到了一个高潮。6σ的价值体现在如下方面：

- (1) 提高客户满意度。
- (2) 降低资源成本和风险。
- (3) 从根本上提高产品服务的品质，建立品牌，提高客户满意度及忠诚度。
- (4) 培育优秀企业文化。

6σ改进方法 DMAIC 是由定义 (Define)、测量 (Measure)、分析 (Analyze)、改进 (Improve)、控制 (Control) 五个阶段构成的过程改进方法，一般用于对现有流程的改进，包括制造过程、服务过程，以及工作过程等，DMAIC 工作过程如图 21-1 所示。

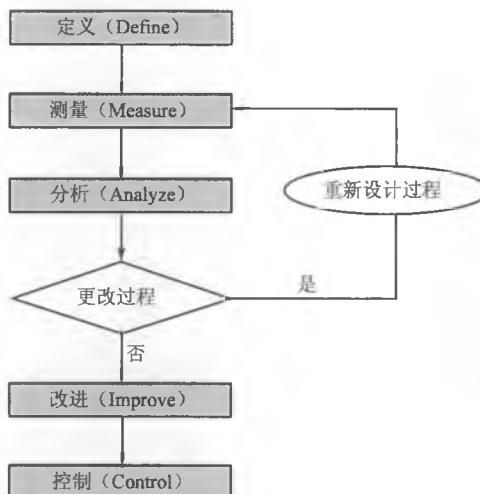


图 21-1 6σ改进方法 DMAIC 工作过程

8. 全面质量管理

全面质量管理 (Total Quality Management, TQM) 概念由费根堡姆在 1961 年提出。20 世纪 80 年代后期以来，全面质量管理得到了进一步的扩展和深化，逐渐由早期的 TQC (Total Quality Control) 演化成为 TQM (Total Quality Management)，其含义远远超出了一般意义上的质量管理领域，而成为一种综合的、全面的经营管理方式和理念。

为了成功地领导和运作一个组织，需要采用一种系统和透明的方式进行管理。针对所有相关方的要求，实施并保持持续改进其业绩的管理体系，可使组织获得成功。质量管理是组织各项管理的内容之一。在 2000 版 ISO 9000 标准中提出了质量管理如下 8 项原则：

- (1) 以顾客为关注焦点；
- (2) 领导作用；
- (3) 全员参与；
- (4) 过程方法；
- (5) 管理的系统方法；
- (6) 持续改进；
- (7) 以事实为基础进行决策；
- (8) 与供方互利的关系。

ISO 9000 标准族的 8 项原则反映了全面质量管理的基本思想和原则，但是，全面质量管理的原则还不仅限于此。全面质量管理意味着利用组织每位成员的努力以最低的成本制造零缺陷的产品，缺陷意味着不断满足顾客的需求。

9. 目标管理

目标管理（Management By Objectives, MBO）是管理大师彼得·德鲁克提出并倡导的一种科学的优秀的管理模式。1954年，德鲁克在《管理的实践》一书中，首先提出了“目标管理和自我控制”的主张。

目标管理是根据注重结果的思想，先由组织最高管理者提出组织在一定时期的总目标，然后由组织内各部门和员工根据总目标确定各自的分目标，并在获得适当资源配置和授权的前提下积极主动为各自的分目标而奋斗，从而使组织的总目标得以实现的一种管理模式。目标管理模式的实施可分为四个阶段：首先是确定总体目标，然后是目标分解，再次是资源配置，最后是检查和反馈。

目标管理模式的优点非常显著：首先，使组织的运作有了明确的方向，使每个人都明确了努力的目标；其次，结合了人性管理的思想，促使权力下放，强调员工自我控制，可以充分激发员工的积极性；再次，为业绩的检查反馈和效果评价提供了更为客观的基础。正如目标管理的创始人彼得·德鲁克指出的：凡是工作状况和成果直接地、严重地影响着组织的生存和繁荣发展的部门，目标管理都是必需的。

把目标管理导入到质量管理中，是质量管理理论发展的总趋势。ISO 9000 标准中也反映了目标管理的思想，并将越来越重视目标管理的思想。

10. 马可姆—科里奇奖

马可姆—科里奇（Malcolm Baldrige Award）国家质量奖为许多人所熟知。马可姆—科里奇奖依据美国公法设立于1987年，是对那些通过质量管理取得了世界级竞争水平的公司的承认。获得者包括Motorola、IBM、Xerox、AT&T Network System Group、Federal Express等公司。

11. 国际标准化组织

国际标准化组织（International Organization for Standardization, ISO）设在瑞士日内瓦，是一个约100个工业国家参加的国际协会。国际标准化组织的前身是国家标准化协会国际联合会和联合国标准协调委员会。1946年10月，25个国家标准化机构的代表在伦敦召开大会，决定成立新的国际标准化机构，定名为ISO。大会起草了ISO的第一个章程和议事规则，并认可通过了该章程草案。1947年2月23日，国际标准化组织正式成立。

ISO 9000 是国际标准化组织制订的质量系统标准，是由一个组织中质量的规划、控制和归档三部分构成的连续循环。ISO 9000 提供了一个组织满足其质量认证标准的最低要求。

ISO 9000 系列标准共包括5项标准，根据其用途分为三类：指导选用“质量管理和质量保证标准”用的标准、质量保证标准和质量管理标准。各项标准间关系如表21-1所示。

表 21-1 ISO 9000 系列标准比较

标准类别	标准名称	标准说明
指导选用“质量管理和质量保证标准”用的标准	ISO 9000-1: 1994 《质量管理和质量保证标准 第一部分：选择和使用指南》	该标准主要用途是供给供需双方选择质量保证和供给供方选择质量管理体系时使用
质量保证标准	ISO 9001: 1994 《质量体系设计、开发、生产、安装和服务的质量保证模式》	ISO 9001~ISO 9003 标准分别包括 20 项、19 项和 16 项体系要素，质量保证标准体系要素只对质量活动提出要求，不提出达到要求的途径
	ISO 9002: 1994 《质量体系生产、安装和服务的质量保证模式》	
	ISO 9003: 1994 《质量体系最终检验和试验的质量保证模式》	
质量管理标准	ISO 9004-1: 1994 《质量管理和质量体系要素第一部分：指南》	该标准包含 21 项体系要素，从体系要素相比，除不包括 ISO 9001 的 4.3 “合同评审”和 4.7 “需方提供产品的控制”两项要素外，其余要素都是要求相同或一致的。ISO 9004-1 标准的体系要素不但对质量活动提出了要求，还提出达到要求的途径。可以说 ISO 9004-1 体系要素基本包括了 ISO 9001~ISO 9003 体系的各项要素

由于 ISO 9000: 1994 版标准中对质量目标的概念描述得比较模糊（没有定义），而且也没有明确的做法，所以各有各的做法，导入的程度也各异。从另一方面来讲，这种模糊也导致了某些组织在贯彻目标过程中对如何保证质量目标得以实现不很重视，甚至将质量目标的管理流于形式。ISO 9000: 2000 版标准（CD1）中已经比较鲜明地反映了目标管理的思想。

12. 美国卡内基·梅隆大学软件工程研究院

为了满足美国联邦政府评估软件供应商能力的要求，美国卡内基·梅隆大学软件工程研究院（Carnegie Mellon University Software Engineering Institute, CMU-SEI）于 1986 年 11 月开始 CMM 的研究，以探索一种保证软件产品质量、缩短开发周期和提高工作效率的软件工程模式与标准规范。

CMM，即 Capability Maturity Model for Software，意为“软件能力成熟度模型”。1991 年，CMM 1.0 版正式推出，其后又修改升级为 CMM1.1、CMM2.0 等版本，并被纳入国际标准组织，成为认证标准之一。

CMM 除了包括有效开发软件的作业程序外，还制订了五个循序渐进的质量等级（CMM1~CMM5），分别为：初始级、可重复级、已定义级、已管理级和优化级，如图 21-2 所示。其中，CMM5 是 CMM 认证的最高标准，可有效地帮助企业改进和优化管理，大大提高软件企业的开发水平和产品质量。根据 SEI 的统计，软件企业在引入 CMM 管理后，生产率平均增长 35%，错误率平均降低 39%，平均成本回报率为 5:1。

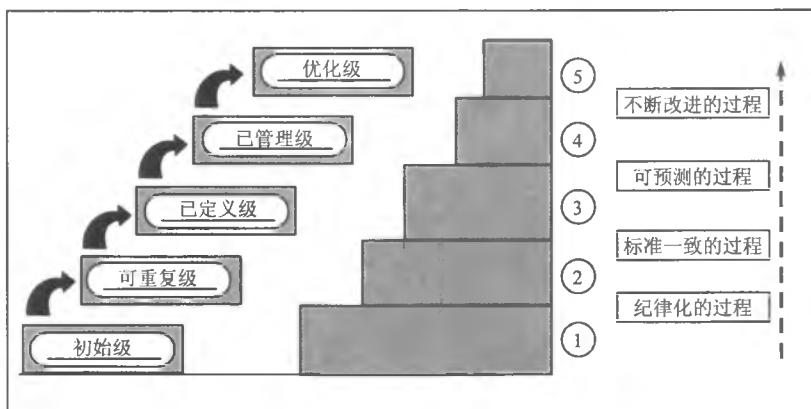


图 21-2 CMM 的五个等级

13. 国际电工委员会

国际电工委员会（International Electrotechnical Committee, IEC）于1906年10月在伦敦正式成立，是世界上最早成立的国际标准化团体，它负责制订电气和电子领域的国际标准。

1887—1900年召开的6次国际电工会议上，与会专家一致认为有必要建立一个永久性的国际电工标准化机构，以解决用电安全和电工产品标准化问题。1904年在美国圣路易召开的国际电工会议上通过了关于建立永久性机构的决议。1906年6月，13个国家的代表集会伦敦，起草了IEC章程和议事规则，正式成立了国际电工委员会。1947年作为一个电工部门并入国际标准化组织（ISO），1976年又从ISO中分离出来。

IEC致力于促进电工、电子和相关技术领域有关电工标准化等所有问题上（如标准的合格评定）的国际合作。其组织目标是：有效满足全球市场的需求；保证在全球范围内优先并最大程度地使用其标准和合格评定计划；评定并提高其标准所涉及的产品质量和服务质量；为共同使用复杂系统创造条件；提高工业化进程的有效性；提高人类健康和安全；保护环境。

1987年，成立了ISO/IEC长远规划特别工作组（LRPG）。IEC和ISO还批准成立一个名为“IEC/ISO主席领导的政策和组织”小组。该小组提出迫切需要突出IEC和ISO作为全球标准团体的形象，建议使用“AIEC/ISO国际标准化联盟”这一名称，代替原来的IEC和ISO名称，并研究在信封、信纸及宣传材料上如何恰当地表达这一名称。目前IEC和ISO总部的隔墙已被打开，并共用一个接待处、总机、电传、传真及数据库等，两组织的联合正在加快步伐。

14. 美国质量管理协会

美国质量管理协会（American Society of Quality Control, ASQC）成立于1949年，下设建筑与建筑材料、环境控制、印刷技术、家用器具、金属计量、核能、质量成本、系统工程等18个委员会，以及飞机、导弹、汽车、生物医学、化学、电子学、药物、

化妆品、检验等 12 个专业部门，开展质量工程、质量管理、质量成本管理、产品质量检验等活动。另外，下设一个标准委员会，从事质量管理方面的标准化工作。ASQC 的所有标准均纳入 ANSI。

15. 中国质量管理协会

中国质量管理协会（China Association of Quality, CAQ）是由国家经济贸易委员会做业务指导的全国性社会团体，成立于 1979 年 8 月 31 日。现有直属团体会员单位 800 余家，全国的会员单位近 3 万多个，个人会员约 30 万名。

中国质量管理协会通过各级质协、各分会、各工作委员会及全体会员，团结全国大专院校、科研院所和全社会各个阶层从事质量工作的专家、学者，以及在基层一线工作的 1000 多万 QC 小组成员和广大职工，在我国大规模地推进全面质量管理。主要工作有：组织开展学术研究、教育培训、质量咨询、书刊出版、信息宣传、国际交流、用户满意工程、质量管理小组活动及贯彻国家质量标准的认证等卓有成效的活动。此外，还承担了一些如国家质量管理奖评审、国家优质产品奖评审、质量月活动、8200 个大中型企业推行全面质量管理的规划与组织实施等工作，全面质量管理的推广，不仅提高了全民的质量意识，而且使大多数企业的管理水平发生了质的飞跃，提高了产品质量、工程质量和服务质量，对我国经济的持续、健康发展发挥了重要作用。

中国质量管理协会主办的《中国质量》月刊，对普及质量管理知识和提高国内企业质量管理水平起到了积极作用。

21.1.3 质量管理与项目管理

质量管理的产生和发展过程经历了漫长的道路，可以说是源远流长。人类历史上自有商品生产以来，就开始了以商品的成品检验为主的质量管理方法。根据历史文献记载，我国早在 2400 多年以前，就已有了青铜制刀枪武器的质量检验制度。

先秦时期的《礼记》中“月令”篇，有“物勒工名，以考其诚，工有不当，必行其罪，以究其情。”的记载，其内容是在生产的产品上刻上工匠或工场名字，并设置了政府中负责质量的官员职位“大工尹”，目的是为了考查质量，如质量不好就要处罚和治罪。

当时的手工业产品主要是兵器、车辆、量器、钟、鼓等。由于兵器的质量是决定当时战争胜负的关键，是生死攸关的大事，因此质量管理就更为严格。例如，弓箭，就分为“兵矢”、“田矢”和“旋矢”三类；对“弓”的原料选择规定“柏最好，其次是橘、木瓜、桑等，竹为下”，对弓体本身的弹射力、射出距离、速度、对箭上的羽毛及其位置等亦有具体规定。这些规定都是根据实践经验总结出来的，目的是要生产出高质量的弓和箭。

来源于传统手工业的质量检验管理引入了数理统计方法和其他工具之后，就进入了“统计质量管理”阶段；后来质量管理与系统工程结合又迈进了“现代质量管理”阶段；

进而逐步完善并从管理科学体系中脱颖而出，派生成“质量管理工作”。

项目管理也具有悠久的历史。古埃及的金字塔、古罗马的尼姆水道、古代中国的都江堰和万里长城，都是人类祖先开始项目实践的标志。有项目就必然存在着项目管理问题。我们可以认为人类最早的项目管理是从埃及的金字塔和中国的万里长城开始的。但那时对项目的管理还只是凭借个人的经验、智慧，依靠个人的才能和天赋，根本没有科学的标准。

很多项目管理技术的发展主要源于军事。1917年，亨利·甘特发明了著名的甘特图，用于车间日常工作的安排。20世纪50年代后期，美国杜邦公司的路易斯维化工厂创造了关键路径法（Critical Path Method, CPM），用于研究和开发、生产控制和计划编排。同一时期，美国海军在研究开发北极星（Polaris）号潜水舰艇所采用的远程导弹F.B.M的项目中开发出了计划评审技术（Program Evaluation and Review Technique, PERT）。现代项目管理学科便是在这些技术基础上迅速发展起来的。

项目管理是将各种知识、技能、工具和技术应用于项目之中，以达到项目的目标和要求。项目管理是通过诸如启动、计划、实施、控制与收尾等过程进行的。项目管理这个术语有时用来描述管理日常运作的一种组织手段。这种手段说得更准确点，应称为以项目为手段进行管理（Management By Project），把日常运作的许多方面作为项目对待，并使用项目管理技术进行管理。

质量管理与项目管理是相辅相成的，在信息系统项目中采用规范的项目管理，归根到底是为了加强对质量、成本、进度目标的有力控制，从而提高项目交付成果的质量。项目管理知识体系包含的项目质量管理知识领域可以认为是质量管理学科与项目管理学科交叉发展的产物。质量和项目管理这两门学科都强调以下几个方面的重要性：

(1) 顾客满意度——理解、管理和影响顾客的需求，以便与顾客的期望相符。这就要求既符合要求（项目交付成果要与预期交付的产品相同）又适于使用（交付的产品或服务要满足实际需要）。

(2) 预防胜于检查——防患于未然的代价总是小于检查所发现错误的纠正代价。

(3) 管理层的责任——成功要求项目团队全体成员的参与，然而提供取得成功所需的资源却仍然是管理层的职责。

(4) 各阶段内的过程——戴明等描述的计划—实施—检查—行动循环是质量改进的基础。

此外，实施组织的质量改进倡议（如全面质量管理、持续改进等）可以同时改善项目管理和项目产品的质量。然而，项目管理层必须清楚地认识到质量管理与项目管理的一个重大区别，即项目的临时性意味着在改进产品质量上，特别是缺陷的防止与评估上，所需的投资往往须由实施组织承担，因为在取得回报之前，项目可能早就已经结束了。

21.2 项目质量管理机制

21.2.1 项目质量管理概述

项目质量管理作为项目管理的一部分，具有非常重要的地位。项目质量管理的目的是通过执行项目质量管理过程和使用一些基本项目管理工具及技术来有力保证信息系统的质量。时间、成本、质量是项目管理的三大目标，如果质量不能满足要求，即使进度再快，成本再节省，项目也没有意义。

在项目管理中，质量与范围的模糊界定导致项目范围管理与项目质量管理工作也包含了相当大的交叉工作成分。信息系统项目实际工作中经常出现难以对具体某项工作做出清晰界定的情形，如配置管理工作事实上是围绕项目范围展开的项目管理工作，但一般倾向于认为是质量控制和质量保证的手段，属于项目质量管理的范畴。此外，信息系统研发中的项目质量管理与组织级质量管理联系比较密切，但两者的区别也是很明显的，两者不可简单地互相替代。前者属于项目管理层面，而后者属于企业管理层面。

项目质量管理必须考虑项目管理和项目产品两个方面。在信息系统项目管理中，一般使用术语产品来涵盖信息系统产品与客户服务两者。因为在实际工作中，信息系统供应商往往需要为信息系统产品提供配套的客户服务，两者是作为一个整体提供给客户的。只要两者之一不符合质量要求，就会给项目干系人或客户带来严重的消极后果。

项目的实施过程也是质量的形成过程。质量并不是只存在于开发产品或项目实施起始阶段，也不只是在交付客户时才存在，而是关系到产品的整个生命周期，并涉及产品的各层面。项目的生命周期的每个阶段（可行性研究、需求分析、系统设计、编码阶段、测试阶段、维护阶段等）都会有质量问题。在这一过程中，追求项目成果质量的主要目的就是开发出正确的产品及正确地开发产品。

项目的质量是通过项目生命周期传递给客户的。而在项目整个生命周期中，项目的工作不可避免地会出现失误。实践表明，在项目生命周期中，越早检测出的错误，改正错误所需花费的费用就越低。在设计、实现、使用阶段出现的质量问题所付出的成本一般存在这样一个比率 1：3：8。在信息系统行业，在信息系统使用阶段修正一个错误所花的成本，比在设计阶段发现并改正这个错误所需成本高出很多倍。据估算，有 40% 以上的信息系统错误发生在需求说明和设计阶段。

项目范围管理是确保项目包括成功完成项目所需的全部工作，但又只包括成功完成项目所必需的工作过程。它主要关心的是确定与控制哪些应该与哪些不应该包括在项目之内。而项目质量管理的一个关键是通过项目范围管理把隐含的需求转化为要求。

项目质量管理包括保证项目能满足原先规定的各项要求所需的过程，即“总体管理功能中决定质量方针、目标与责任的所有活动，并通过诸如质量计划编制、项目质量保证、项目质量控制、质量改进等手段在质量体系内加以实施”。表 21-2 为美国项目管理

协会 PMBOK2004 对通用项目质量管理的定义，与行业领域结合不是很紧密。信息系统研发中的项目质量管理过程必须紧密结合信息系统行业实际情况。

表 21-2 美国项目管理协会 PMBOK2004 对项目质量管理的定义

	启动 (Initiating)	计划 (Planning)	执行 (Executing)	控制 (Controlling)	收尾 (Closing)
		质量计划编制 QP	质量保证 QA	质量控制 QC	
输入		1. 项目管理计划 2. 项目范围说明书 3. 组织过程资产 4. 事业环境因素	1. 质量管理计划 2. 质量测量指标 3. 过程改进计划 4. 工作绩效信息 5. 批准的变更请求 6. 质量控制衡量 7. 实施的变更请求 8. 实施的纠正措施 9. 实施的预防措施 10. 实施缺陷补救	1. 质量管理计划 2. 质量测量指标 3. 质量核对表 4. 工作绩效信息 5. 组织过程资产 6. 批准的变更请求 7. 可交付成果	
工具与技术		1. 成本效益分析 2. 基准分析 3. 实验设计 (DOE) 4. 质量成本 (COQ) 5. 其他质量计划工具	1. 质量计划工具与技术 2. 质量审计 3. 过程分析 4. 质量控制工具与技术	1. 因果图 2. 控制图 3. 流程图 4. 直方图 5. 帕累托图 6. 趋势图 7. 散点图 8. 统计抽样 9. 检查 10. 缺陷补救审查	
输出		1. 质量管理计划 2. 质量测量指标 3. 质量核对表 4. 过程改进计划 5. 质量基准 6. 项目管理计划 (更新)	1. 请求的变更 2. 推荐的纠正措施 3. 组织过程资产 (更新) 4. 项目管理计划 (更新)	1. 质量控制衡量 2. 确认的缺陷补救 3. 质量基准 (更新) 4. 推荐的预防措施 5. 推荐的纠正措施 6. 请求的变更 7. 推荐的缺陷补救 8. 组织过程资产 (更新) 9. 确认的可交付成果 10. 项目管理计划 (更新)	

项目质量管理一般包括质量计划编制、项目质量保证、项目质量控制等过程。

(1) 质量计划编制——判断哪些质量标准与本项目相关，并决定应如何达到这些质量标准。信息系统项目的质量标准可能包括功能性、稳定性、经济性、生命力、适用性、可靠性、安全性指标、可维护性、移植性等信息系统产品指标和服务时间、服务能力、

服务态度等客户服务指标。例如，可以设置标准，规定从帮助界面获得帮助响应需要多长时间、运送一个保修硬件的部件应当用多长时间。

(2) 项目质量保证——定期评估项目总体绩效，建立项目能达到相关质量标准的信心。该项目过程对项目的最终结果负责，而且还要对整个项目过程承担质量责任。高级管理层应强调全体员工在质量保证活动中发挥作用，尤其是高级管理者要发挥作用。

(3) 项目质量控制——监测项目的总体结果，判断它们是否符合相关质量标准，并找出如何消除不合格绩效的方法。对于信息系统项目，一般采用软件测试和配置管理等质量控制手段来有效控制信息系统产品质量，与传统制造行业常采用统计抽样、控制图等工具具有很大区别。

21.2.2 项目质量计划编制

在项目质量计划编制过程中，重要的是确定每个独特信息系统项目的相关质量标准。把质量计划编制到项目产品和管理项目所涉及的过程之中。质量计划编制还包括以一种能理解的、完整的形式传达为确保质量而采取的纠正措施。在项目质量计划编制中，描述能够直接促成满足顾客需求的关键因素是很重要的。关于质量的组织政策、特定的项目范围说明书和产品描述，以及相关标准和准则都是质量计划编制过程的重要输入。质量计划编制的重要输出是质量管理计划和为确保整个项目生命周期质量的各种检查表。

由于质量计划编制指识别哪些质量标准适用于本项目，因此应当定期与其他项目规划过程结合进行。例如，为了满足已确认的质量标准要求而对项目产品所做变更可能要求对成本或进度进行调整，或者所希望的产品质量可能要求对某项已确认的问题做详细的风险分析。在 ISO 9000 系列制订之前，在此称为质量计划编制的诸项活动，曾作为质量保证的一部分，进行过广泛的讨论。

编制一份清晰的质量管理计划是实施项目质量管理的第一步，而一个清晰的质量管理计划首先需要明确以下两点：一是明确将采用的质量标准；二是明确质量目标。

在该过程中，质量政策和质量标准往往是编制质量管理计划的约束条件，并来自项目组织之外。例如，质量政策可能来自项目执行组织高层的战略规划，质量标准可能来自强制性的行业标准或国家标准等。并不是说项目团队对于上述两方面无能为力，其实项目团队本身也可以在一定程度上对它们施加自己的影响，如通过功能分析和价值分析来对质量政策和质量标准进行权衡。另外，项目质量管理计划的编制必须结合信息系统项目的具体特征和组织自身的实际情况。时刻不能忘记的是：由于项目质量管理仅是项目管理这样一个大系统的子系统，所以编写项目质量计划时必须注意与其他知识领域的协调。

现代质量管理的一项基本准则“质量是计划出来的，而不是检查出来的”是我们在项目质量管理工作必须牢牢把握的。信息系统项目质量包括产品实体——信息系统和客户服务这两类特殊产品的质量。信息系统作为一种综合加工的产品，其质量是指适合某种规定的需求、满足客户要求所具备的质量特性程度。除一般产品所共有的衡量指标外，

信息系统产品质量包括功能性、稳定性、经济性、生命力、适用性、可靠性、安全性指标、可维护性等信息系统产品指标和服务时间、服务能力、服务态度等客户服务指标。表 21-3 所示为某软件企业设置的信息系统质量评价指标。

表 21-3 某软件企业设置的信息系统质量评价指标

类 别	指 标	描 述
信息产品系统质量	功能性	信息系统执行其预定功能的程度
	稳定性	表现为信息系统的故障率多少
	经济性	时间经济性、资源经济性
	生命力	说明信息系统本身的寿命长短
	适用性	体现信息系统是不是能满足客户的需要
	可靠性	描述信息系统抗负载能力和抗攻击能力
	安全性指标	表现为保证使用及维护过程的安全性能
	可维护性	说明信息系统维护的容易程度，包括可移植性
客户服务质质量	服务时间	指为用户服务主动、及时、准时、适时、周到的程度
	服务能力	指为用户服务时准确判断，迅速排除故障，以及指导用户使用产品的程度
	服务态度	指在服务过程中热情、诚恳、有礼貌、守信用、建立良好服务信誉的程度

服务是一种无形的产品，一般包括售前服务、售中服务和售后服务。服务质量是指信息系统供应商在销售前、销售中和销售后服务过程中满足用户需求的程度。在信息系统行业，服务质量特性一般包括服务时间、服务能力、服务态度等内容。信息系统项目由于技术含量高、影响突出、波及面大的特点，客户服务质量也是项目质量管理的主要内容之一。

由于人们对于产品质量的要求越来越高，测试工作就显得越来越重要。测试是用来验证信息系统产品是否能够完成所期望的功能的有效方法。很多信息系统供应商都非常重视对其提供的信息系统进行测试，甚至花费巨资购买商用的测试工具。在 IT 企业中，由于测试工作的重要程度和工作技术性强，一般把测试从质量管理职能分离出来，成立独立的测试部门。

信息系统的质量，既通过检查、审核等管理手段来保证，也需要单元测试、集成测试、系统测试等多种技术手段来保证。由于测试只是保证项目质量的技术手段，因此在信息系统项目管理中，可以把测试计划理解为项目质量管理计划的组成部分。表 21-4 提供了信息系统项目质量管理计划编制大纲。

表 21-4 信息系统项目质量管理计划编制大纲

1.1 引言
1.1.1 目的
本条必须指出特定的软件质量保证计划的具体目的，还必须指出该计划所针对的软件项目（及其所属的各个子项目）的名称和用途。

续表

1.1.2 定义和缩写词
本条应该列出计划正文中需要解释的。而在 GB/T 11457 中尚未包含的术语的定义，必要时，还要给出这些定义的英文单词及其缩写词。
1.1.3 参考资料
本条必须列出计划正文中所引用资料的名称、代号、编号、出版机构和出版年月。
1.2 管理
必须描述负责软件质量保证的机构、任务及其有关的职责。
1.2.1 机构
本条必须描述与软件质量保证有关的机构的组成，还必须清楚地描述来自项目委托单位、项目承办单位、软件开发单位或用户中负责软件质量保证的各个成员有机构中的相互关系。
1.2.2 任务
本条必须描述计划涉及的软件生存周期中有关阶段的任务，特别把重点放在描述这些阶段所应进行的软件质量保证活动上。
1.2.3 职责
本条必须指明软件质量保证计划中规定的每一个负责单位或成员的责任。
1.3 文档
必须列出在该软件的开发、验证与确认，以及使用与维护等阶段中需要编制的文档，并描述对文档进行评审与检查的准则。
1.3.1 基本文档
1.3.2 其他文档
1.4 标准、条例和约定
1.5 评审和检查
1.6 软件配置管理
1.7 工具、技术和方法
1.8 媒体控制
1.9 对供货单位的控制
1.10 记录的收集、维护和保存

21.2.3 项目质量保证

在明确了项目的质量标准和质量目标之后，需要根据项目的具体情况，如用户需求、技术细节、产品特征，严格地实施流程和规范，以此保证项目按照流程和规范达到预先设定的质量标准，并为质量检查、改进和提高提供具体的度量手段，使质量保证和控制有切实可行的依据。所有这些在质量系统内实施的活动都属于质量保证，质量保证的另一个目标是不断地改进质量。

项目质量保证指为项目符合相关质量标准要求树立信心，而在质量系统内部实施的各项有计划的系统活动，质量保证应贯穿于项目的始终。质量保证往往由质量保证部门或项目管理部门提供，但并非必须由此类单位提供。质量保证可以分为内部质量保证和外部质量保证，内部质量保证由项目管理团队，以及实施组织的管理层实施，外部质量

保证由客户和其他未实际参与项目工作的人们实施。

基准比较分析法（Bench Marking）是一种用于质量改进的技术，是将具体项目实践或产品特性与那些在项目实施组织内部或外部的其他项目或产品的相应特性进行比较，从而产生质量改进的思想。

质量保证的一个主要工具和技术是质量审计。质量审计是对特定管理活动进行结构化审查，找出问题以改进现在或将来项目的实施。质量审计可以是定期的，也可以是随时的，可由公司质量审计人员或在信息系统领域有专门知识的第三方执行。在传统行业质量审计常常由行业审计机构执行，他们通常为一个项目定义特定的质量尺度，并在整个项目过程中运用和分析这些质量尺度。信息系统审计属于新生的事物，请读者参考有关信息系统审计的相关书籍。

21.2.4 项目质量控制

质量控制指监视项目的具体结果，确定其是否符合相关的质量标准，并判断如何能够去除造成不合格结果的根源。质量控制应贯穿于项目的始终。项目结果既包括产品结果（如可交付成果），也包括项目管理结果（如成本与进度绩效）。质量控制通常由机构中的质量控制部门或名称相似的部门实施，但实际上并不是非得由此类部门实施。

项目管理层应当具备关于质量控制的必要统计知识，尤其是关于抽样与概率的知识，以便评估质量控制的产出。其中，项目管理层尤其应注意弄清以下事项之间的区别：

- (1) 预防（保证过程中不出现错误）与检查（保证错误不落到顾客手中）。
- (2) 属性抽样（结果合格或不合格）与变量抽样（按量度合格度的连续尺度衡量所得结果）。
- (3) 特殊原因（异常事件）与随机原因（正常过程差异）。
- (4) 允差（在允差规定范围内的结果可以接受）和控制范围（结果在控制范围之内，则过程处于控制之中）。

在项目实施过程中，严格按照流程进行，并通过质量审核、指标检验来监控特定的项目结果，判断是否满足原定的质量标准。满足标准说明项目正常进行，需再接再厉；不满足则识别原因，找出真正解决问题的办法，从而保证项目质量。特别需要强调的是，企业对于项目质量管理能力的提高不可能一蹴而就，而需要在实践中不断改进、更正、提高。项目质量控制过程对质量偏差的识别和分析往往是进行质量持续改进的重要基础。

21.3 项目质量管理工具与技术

21.3.1 配置管理

配置管理（Configuration Management, CM）是标志和确定系统中配置项的过程，

在系统整个生存期内控制这些配置项的投放和变更，记录并报告配置的状态和变更要求，验证配置项的完整性和正确性。配置管理是在团队开发中，标志、控制和管理信息系统软件变更的一种质量管理体系，在信息系统软件项目中具有特殊重要的意义。

信息系统配置管理可以理解为：采用技术手段和行政手段进行管理和监督的一套规范化方法；对配置项的功能特性和物理特性加以标识，将其文档化，并控制这些特性的变更；报告变更进行的情况和变更实施的状态，以及验证与规定需求的一致性。信息系统配置管理是对项目生命周期中的各阶段产品和最终产品演化及变更的管理，是信息系统项目管理的重要组成部分。配置管理在信息系统项目管理中具有极其重要的地位和作用。现在，信息系统配置管理的环境及工具越来越得到人们的重视。

信息系统配置管理被用于信息系统的整个生命周期内管理变化，其主要责任是控制变化，是应用于整个信息系统研发过程中最重要的质量保证技术手段之一。CM 负责信息系统配置项和信息系统的各种版本的标识、信息系统配置审计（以保证它已被适当地开发），以及配置中所有变化的报告。表 21-5 所示为信息系统配置管理功能和细分情况。

表 21-5 信息系统配置管理功能和细分情况

功 能	细 分
用于配置项的管理	软件配置项的类型化和结构化
	软件配置项的变动控制：变动记录和变动处理
	软件配置项一致性控制
	软件配置项的状态处理
	软件组件标志方法
	面向对象技术和软件组件
对协同工作的支持	处理软件模型和相应的管理
	分布管理的场地透明技术
	工作区管理
	支持管理的事务处理能力
	对协同工作的支持
用于软件系统的构造	用于软件版本的构造
	CM 的可视化处理
	CM 的持久性管理

配置管理工具对项目的实施有很好的帮助。配置管理工具对软件版本的控制从多个方面支持项目的实施，是协调软件开发、缓解成员之间的技术矛盾的有效工具。软件配置管理需要借助一定的配置管理工具软件，如 Microsoft 公司的 Visual SourceSafe、INTERSOLV 公司 PVCS，IBM 公司的 Clear Case 等。这些配置管理工具面向软件规范化、工程化、自动化的需要，帮助开发团队提高科学管理水平，从而提高工程效率，降低工程成本。

在组织质量体系的诸多支持活动中，配置管理处于支持活动的中心位置，有机地把

其他支持活动结合起来，形成一个整体，相互促进，相互影响，有力地保证组织质量体系的实施。有关配置管理的详细内容将在第14章具体展开介绍。

21.3.2 软件测试技术

测试是一个验证项目实施阶段是否满足需求的逆向过程，在所有的信息系统开发过程中都是最重要的部分。软件开发过程，一方面要求我们通过测试活动验证所开发的软件在功能上满足软件需求所描述的每一条特性，性能上满足客户所要求的负载压力和相应的响应时间、吞吐量要求；另一方面，面向市场和客户，开发团队还要满足在预算范围内尽快发布软件的要求。测试是软件项目管理质量控制过程采用的实质性工具和技术。测试把握着软件质量的最后一关，如果这一关没有做好，即使前面的工作再好，也往往会功亏一篑。

测试是一个为了寻找错误而执行的过程。测试是信息系统项目质量保证的关键因素，代表了计划规约、设计框架和项目实现的最终检查。经过多方面的测试活动，通过消除各种错误来保证项目的质量，使整个项目的交付成果基本满足客户的需求。图21-3所示为一个项目实施过程中质量问题消除图。

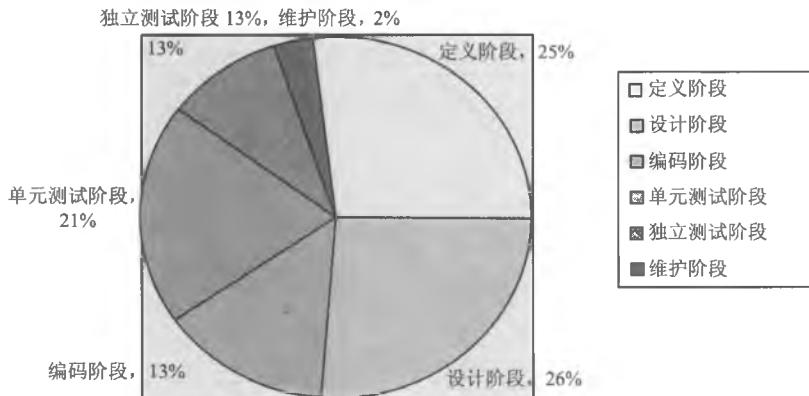


图 21-3 项目实施过程中质量问题消除图

软件测试是软件质量保证 QA 的重要手段，属于软件工程领域。目前状况：

- (1) 软件测试的实践性大于理论性；
- (2) 软件测试理论体系尚不成熟；
- (3) 软件测试工具尚不成熟；
- (4) 软件测试效果对个人的依赖性比较大。

信息系统项目中，测试一般包括单元测试、集成测试、系统测试、验收测试等。表21-6反映了测试种类、阶段和用例对应关系。每个测试阶段都以相关阶段的文档为依据，对应关系如图21-4所示。

表 21-6 测试种类、阶段和用例对应关系

测试阶段	测试类型	执行人员
单元测试	模块功能测试，包含部分接口测试、路径测试	开发人员
集成测试	接口测试、路径测试、含部分功能测试	开发人员，如果测试人员水平较高可以由测试人员执行
系统测试	功能测试、健壮性测试、性能测试、用户界面测试、安全性测试、压力测试、可靠性测试、安装/反安装测试	测试人员
验收测试	对于实际项目基本同上，并包含文档测试；对于软件产品主要测试相关技术文档	测试人员，可能包含用户

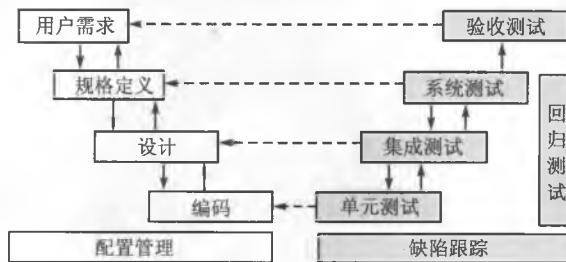


图 21-4 软件测试依据对应关系

(1) 单元测试：是指每个任务模块内的每个逻辑流程路径的独立测试，通常在软件编码、局部任务模块完成后进行。功能测试是其简单扩充，通过其他模块来测试功能。单元测试一般由模块设计和编码人员完成。

(2) 集成测试：是通过将各个已经经过单元测试的模块集成到一起，构造出一个较为完整的测试体进行测试的过程。分为自顶向下/自底向上的集成方式。回归测试用来保证由于系统发生变动带来的不可预测的行为或者错误的预防活动。

(3) 系统测试：用于软件在系统环境中的测试，以及用户实际环境中的上线测试，集中从宏观上来确保整个系统的正常工作，分为性能/压力/安全/恢复测试等方式。系统测试需要由专门测试项目组完成。

(4) 验收测试：在系统交付前由终端用户执行的一个独立的测试，重点测试系统对组织业务的适用性而非技术问题。

验收测试可以类比为建筑的用户对建筑进行的检测。用户关注的重点是住在这个建筑中的感受。用户关心建筑的外观是否美观，各个房间的大小是否合适，窗户的位置是否合适，是否能够满足家庭的需要等。

Alpha 测试一般是由用户在信息系统开发场所实施的，由开发者对用户做适当指导并记录下用户发现的错误及使用中出现的问题，包括用户不满意的情况。而 Beta 测试一般是在用户的场地由用户实施的，Beta 测试也可以位于多个不同的用户环境中。例如，一个客户关系管理 CRM 系统，开发商可能会将其发给很多的签约或志愿者进行 Beta 测试，一个应用型的软件系统或系统集成成果，则只能在用户的场地实施。

测试是找问题，调试则是为了解决问题。信息系统项目成果要让用户满意，需要经过一个系统调试过程。调试过程通常在测试之后进行，目的是找到出现问题的原因，从而能够改正错误。

测试工作流程一般包括测试计划、测试设计、测试实现、测试执行、测试评估五个阶段。传统的软件测试流程一般是先在软件开发过程中进行少量的单元测试，然后在整个软件开发结束阶段，集中进行大量的测试，包括功能和性能的集成测试和系统测试。随着开发的软件项目越来越复杂，传统的软件测试流程不可避免地给我们的工作带来以下问题：

(1) 项目进度难以控制，项目管理难度加大。大量的软件错误往往只有到了项目后期系统测试时才能够被发现，解决问题所花的时间很难预料，经常导致项目进度无法控制。同时在整个软件开发过程中，项目管理人员缺乏对软件质量状况的了解和控制，加大了项目管理难度。

(2) 对于项目风险的控制力较弱。项目风险在项目开发较晚的阶段才能够真正得到降低。往往在经过系统测试后，才真正确定该设计是否能够满足系统功能、性能和可靠性方面的需求。

(3) 软件项目开发费用超出预算。在整个软件开发周期中，错误发现得越晚，单位错误修复成本越高，错误的延迟解决必然导致整个项目成本的急剧增加。

“尽早测试、连续测试、自动化测试”是 IBM 建议的软件测试最佳成功经验，对于软件企业提高软件测试和质量控制水平意义重大。限于篇幅，为全面掌握软件测试技术请读者参考有关测试技术方面的具体书籍。

21.3.3 帕累托分析

根据 80-20 法则，80%的问题经常是由于 20%的原因引起的。帕累托分析（Pareto Analysis）是确认造成系统质量问题的诸多因素中最为重要的几个因素的分析方法，一般借助帕累托图来完成分析。帕累托图是用于帮助确认问题和对问题进行排序的直方图，表示有多少结果是由已确认类型或范畴的原因所造成。图 21-5 所示为对某省财政电子政务系统中出现的问题进行了帕累托分析。

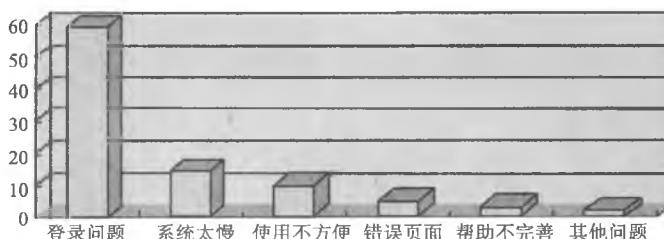


图 21-5 对某省财政电子政务系统中出现的问题进行了帕累托分析

按等级排序的目的是指导如何采取纠正措施——项目管理层应首先采取措施纠正

造成最多数量缺陷的问题。从概念上说，帕累托图与帕累托法则一脉相承，该法则认为相对来说数量较少的原因往往造成绝大多数的问题或缺陷。

21.3.4 其他质量管理工具

项目质量管理工具有很多，常见的包括：控制图、流程图、直方图、趋势图、散点图、统计抽样、质量功能分布图（QFD）、关联树图和方案效果分析法等。这些工具在传统制造行业质量管理中应用较广，但在信息系统项目中一般很少或者几乎没什么应用，故这里不一一介绍了。图 21-6 所示为常见项目质量管理图形工具。

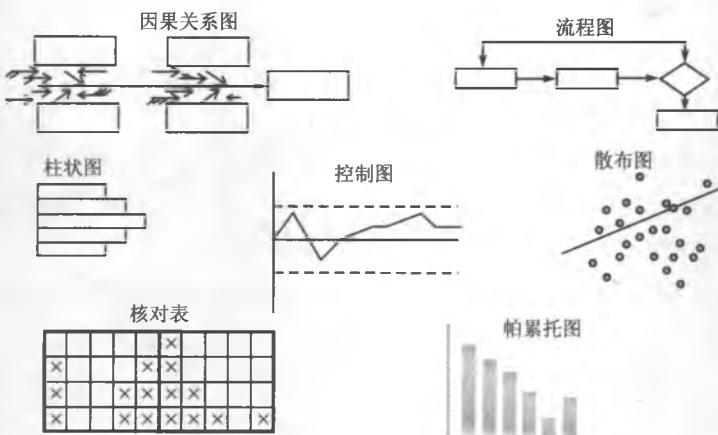


图 21-6 常见项目质量管理图形工具

21.4 如何提高信息系统项目质量

21.4.1 强有力的领导

强有力的领导是 IT 企业提高信息系统项目质量的基础。托马斯·彼得斯和罗伯特·小沃特曼在《探索企业成功之路》一书中说：“我们发现几乎每一家优秀公司都和一个（或两个）在使该公司成为第一流的优秀公司方面似乎大有作为的领导有关。”正如朱兰在 1945 年说的“最重要的是上层管理应当有质量头脑。如果上层管理不表示出特别的兴趣，那么下面几乎什么也不会发生”。朱兰和许多质量专家都认为，质量问题的主要原因是缺乏强有力的领导。大部分质量问题出在管理上，而非技术上。

领导有责任创造一个有助于质量提高的环境。质量管理部门必须公开公司质量的哲学和行为，在整个公司内推行质量概念与原则的教育和培训。实施测量计划以建立和跟踪质量水平，并积极地证明质量提高的重要性。如果每个研发人员都理解和坚决向客户提供高质量的信息系统产品，那么上级管理部门在提高全体员工质量意识方向取得了重大成果。

IT企业领导要培养和树立“零缺陷”质量管理的观念。“零缺陷”质量管理来源于国际上著名的硬件生产厂商，尽管信息系统的研发与硬件生产有极大的差别，但我们仍可以从“零缺陷”质量管理中得到启迪。“零缺陷”质量管理包含两个核心内容：一是高目标；二是可执行的规范。

21.4.2 建立组织级项目管理体系

IT企业是全面实施项目管理的优质土壤，企业高层管理者必须高度重视项目管理，确立组织级战略项目管理地位。组织级战略项目管理要求，在企业内建立一整套完整的实践性很强的项目管理体系，以提供良好的项目运作环境，主要包括组织机构、工作流程和内部项目环境等方面。

1. 组织机构

必要的项目管理组织机构是企业项目管理的基础，项目管理甚至比企业中的任何其他职能更需要我们提供结构化的领导，这不是集权领导可以替代的。项目管理办公室（Project Management Office, PMO）代表着组织级战略项目管理的公司中心，对于建立项目管理文化及优化项目和资源的协作必不可少。PMO是公司项目管理的最高决策机构，一般由公司高层领导，项目管理专家和技术专家组成。图21-7所示为某系统集成企业项目管理组织结构图。

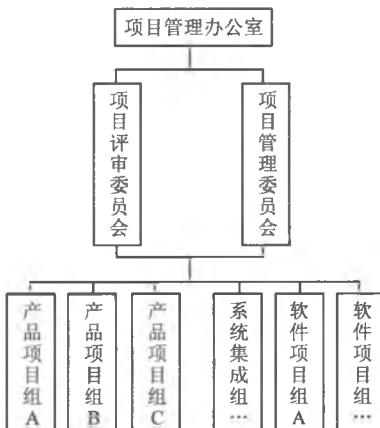


图21-7 某系统集成企业项目管理组织结构图

PMO的特定角色可根据软件企业的不同而有所变动，在软件企业中其职能可以包括：

- (1) 制订维护项目工作流程、(项目文档)标准、方法和程序。
- (2) 提供项目管理的培训，咨询和指导。
- (3) 审批项目计划，日常汇报、质保，收集工作进度情况。
- (4) 确定项目采用的技术框架和实现模式，专家级技术支持。
- (5) 项目立项、结项决策，项目经理、项目组人员确定。

(6) 提供强有力项目支持，包括行政、人力、物力和财力等。

(7) 项目历史信息数据库的管理与知识管理。

(8) 软件复用代码库的管理，组织软件过程的优化。

在一些企业中把变更控制 CCB 的职能放在其下实行多项目变更统一管理，我们认为也是可取的。

2. 工作流程

从根本意义上讲，PMO 完全是为规范企业内部的工作流程服务的。PMI 十二分地强调了项目经验教训的积累，因为只有实践可以发现企业工作流程中的不足与缺点。软件企业必须有一套较完整的制度化的项目运作工作流程，包括（项目文档）标准、方法和程序等。在不断的实践与学习中，持续维护完善优化该工作流程体系。图 21-8 和图 21-9 体现了大型项目管理软件 P3 的项目管理流程。

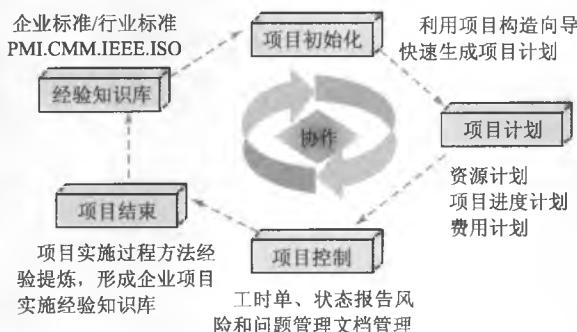


图 21-8 P3 体现的项目管理流程

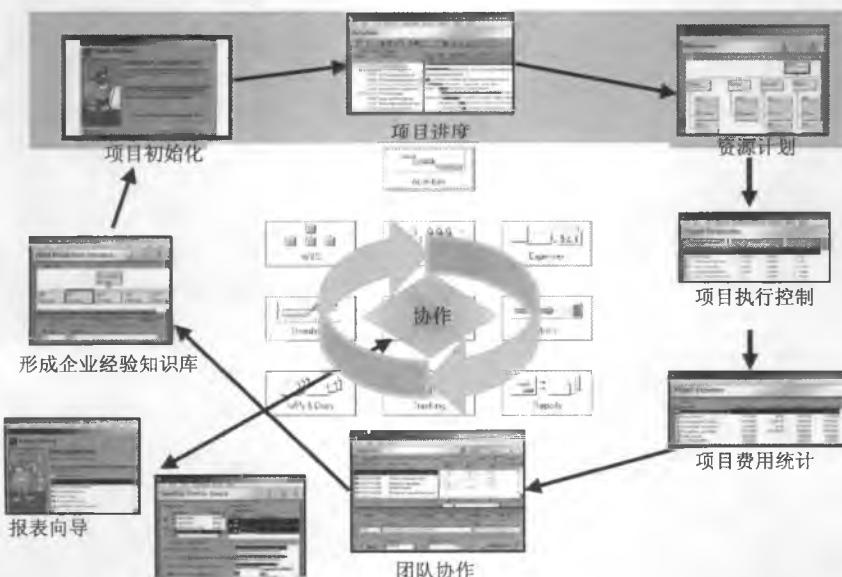


图 21-9 P3 体现的项目管理流程

3. 内部项目环境

内部项目环境是一个比较综合的建设要求,因为项目组织一般并不作为一个单独的经济实体存在,而是依托于特定的企业内部管理体系。考虑到信息系统项目需要以人力、物力和财力的较大投入为基础,企业内部环境对项目的支持很重要。但我们相信,在PMO建设成功的情况下,内部项目环境对项目的负面制约度显著下降。

企业高层管理者对项目管理的高度重视和组织级战略项目管理地位的确立将全面推动内部项目环境向有利于项目在组织中存在的方向发展。

21.4.3 建立组织级质量管理体系

组织级项目管理体系主要为IT企业内部项目提供良好的项目管理环境,包括对实施项目质量管理的组织和环境支撑。在企业内,质量管理体系和项目管理体系都属于企业管理层面,分别对应以企业质量管理部门和项目管理部门为中心建立的管理体系,两者作为组织影响、工作环境因素对信息系统项目质量影响较大。

建立组织级质量管理体系一般包括以下步骤:

- (1) 确定顾客和其他相关方的需求和期望。
- (2) 建立组织的质量方针和质量目标。
- (3) 确定实现质量目标必需的过程和职责。
- (4) 确定和提供实现质量目标必需的资源。
- (5) 规定测量每个过程的有效性和效率的方法。
- (6) 应用这些测量方法确定每个过程的有效性和效率。
- (7) 确定防止不合格并消除产生原因的措施。
- (8) 建立和应用持续改进质量管理体系的过程。

上述方法也适用于保持和改进现有的质量管理体系。采用上述方法的组织能对其过程能力和产品质量树立信心,为持续改进提供基础,从而增进顾客和其他相关方满意并使组织成功。

软件企业建立质量管理体系,需要企业最高领导人动员,需要咨询机构的介入。对全员进行质量体系基础知识的培训和考试是增强员工质量意识的重要措施,对企业组织架构的调整是建立体系的基础。咨询机构与IT企业共同参与提出质量方针和目标、编写质量手册和过程文件,以及质量体系的试运行等步骤,实质上是企业内部进行沟通、取得共识、开始走向成熟的过程。质量认证咨询工作一般要经历四个阶段:

第一阶段为企业现状调查与诊断和ISO 9000标准族与软件工程培训阶段。

第二阶段为质量体系文件的编写阶段。

第三阶段为质量管理体系的试运行阶段。

第四阶段为过程持续改进和优化。

企业建立质量管理体系要解决以下几个问题:

- (1) 分清制造业企业与 IT 企业的区别，理清 IT 企业的业务流程。
- (2) 明确管理职责、调整组织结构。
- (3) 识别和建立软件企业的过程。
- (4) 建立文档化程序。
- (5) 解决好软件配置管理和软件设计变更控制。
- (6) 采用量化和统计技术，持续改进信息系统研发过程管理建立质量体系。

不同的企业状况和业务方向也会对质量管理体系有不同的要求，要按照普遍性与特殊性相结合的原则建立 IT 企业的质量管理。

特别要注意项目质量管理与组织级质量管理的联系与区别。前者属于项目管理层面，而后者属于企业管理层面。信息系统开发中的质量管理重点是通过执行必要的质量管理过程，如质量计划、质量保证和质量控制等来保证项目最终交付的成果对客户需求和期望的一致性，主要涉及软件研发过程中的细节内容，如必要的配置管理、测试活动等。CMM 强调的就是软件开发过程的管理。而企业质量管理的任务是企业级质量管理体系的建立、管理与维护，主要涉及企业质量规范、制度的制订和宏观支撑环境等内容。如 ISO 9001 侧重于“机构保证在设计、开发、生产、安装及服务过程中与指定的要求一致”。

21.4.4 建立项目级激励制度

信息系统行业属于工作压力大、人才激励难而且特别缺乏激励的行业。《2004 中国软件人才状况调查报告》显示：77% 的信息系统从业人员的工作时间在 8 个小时以上，其中 46% 工作时间为 8~10 小时，31% 工作时间为 10 小时以上。

“人”是项目成功的最关键因素，而“人”又是需要激励的。正确的激励制度，能充分调动人们的积极性，促使项目目标的顺利实现。不正确的激励制度，尽管也可能调动积极性，但容易偏离方向。激励员工本来是人力资源部门的主要内容，但我们发现在软件企业中，企业级的激励从来没有让谁满意过。建立项目级激励制度，将可以作为企业级激励的有效补充。

基于项目绩效考核情况，把责任、绩效与奖励捆绑在一起，实施目标管理（OM）和净值管理（EVM），采取必要的物质和精神激励措施将极大调动团队成员的积极性。尽管某些精神激励手段也是行之有效的，但我们始终倾向性地认为在软件企业中金钱激励是最有效的手段。在薪酬体系中设立绩效弹性工资部分或设立项目专项奖金等方式都是可以考虑的思路。

在项目级的激励中，项目经理无疑是最关键的角色。项目经理的行为是影响项目级激励制度成败的一个重要因素，当然在激励中也不能忘记对项目经理的激励。需要指出的是，在员工激励中，如淘汰激励、罚款、降职和开除激励等惩罚性负激励手段是不可取的。

21.4.5 理解质量成本

质量成本（Cost of Quality）是为了取得信息系统产品所付出的所有努力的总成本，是一致成本和不一致成本之和。一致（Conformance）意味着交付满足要求的和适用的产品。例如，编制一个与质量计划有关的成本分析和管理产品要求的成本、软件测试成本和配置管理成本等属于一致成本（Cost of Conformance）。不一致成本（Cost of Nonconformance）意味着对信息系统故障或没有满足质量期望负责。

对于质量成本依照成本的性质分为一致性成本和非一致性成本，依照成本发生的方式分为预防成本（Preventive Cost）、评估成本（Appraisal Cost）和缺陷成本（Failure Cost）。其中，缺陷成本还可进一步细分为内部缺陷成本（Internal Failure Cost）和外部缺陷成本（External Failure Cost）。应该注意的是，上述两种分类法中，一致性成本对应于“预防成本+评估成本”、非一致性成本对应于缺陷成本。

21.4.6 提高项目文档质量

项目文档作为信息系统产品的重要组成部分，对于信息系统项目各阶段都是不可或缺的内容。但从整个行业来看，信息系统项目文档质量方面问题较大。因此，项目文档质量也是我们日常项目质量管理工作必须切实做好和加强的工作。

项目文档的编制必须保证一定的质量。质量差的项目文档不仅难理解，给使用者造成许多不便，而且会削弱对项目的管理，增高项目成本，甚至造成更加有害的后果。造成项目文档质量不高的主要原因如下：

- (1) 缺乏实践经验，缺乏评价文档质量的标准。
- (2) 不重视文档编写工作或是对文档编写工作的安排不合理。

项目中最常见到的情况是，信息系统开发过程中不能按进度分阶段及时完成文档的编制工作，而是在开发工作接近完成时集中人力和时间专门编写文档。另外，项目人员大都对编制文档不感兴趣，而是抱应付的态度赶写文档。

高质量的项目文档应当体现针对性、精确性、清晰性、完整性、灵活性和可追溯性等特点，表 21-7 所示为项目文档质量评价指标。

表 21-7 项目文档质量评价指标

质量指标	说 明
针对性	文档编制应分清读者对象，按不同的类型、不同层次的读者，决定怎样满足其需要
精确性	文档的行文应当十分确切，不能出现歧义性的描述。同一项目若干文档内容应该协调一致，没有矛盾和冲突
清晰性	文档编写应力求简明，如有可能，配以适当的图表，以增强其清晰性
完整性	任何一个文档都应当是完整的、独立的，应自成体系
灵活性	根据信息系统项目规模和复杂程度，适当调整或合并部分文档
可追溯性	根据各阶段工作紧密程度，阶段间文档保持一定的继承关系

21.4.7 发展和遵从成熟度模型

发展和遵从成熟度模型是提高组织项目管理水平和质量管理能力的重要手段。

- (1) 项目管理成熟度模型包括 PM Solutions、PMMM、OPM3 等；
- (2) SEI 提出的软件能力成熟度模型 CMM；
- (3) 软件质量功能模型 SQFD。

许多国内软件企业通过对项目管理成熟度进行评估，以提高组织的项目管理能力。

21.5 项目案例分析

A 公司是 1 年前刚成立的软件企业，公司创始人张某原为国内某大型金融信息系统供应商 B 公司的市场总监。由于张某在市场推广方面的丰富经验和客户积累，A 公司发展较迅速，目前公司研发人员达到 50 人，并进行 10 多个项目的系统开发。与此同时，A 公司管理上却出现了一系列问题，如人员激励、行政事务、项目管理等方面相当混乱。

3 个月前 A 公司与客户 C 银行就某业务信息系统 XBIS 的研发签订了一份合同，合同约定项目在 3 个月后交付。XBIS 系统对 C 银行而言相当重要，由于 C 银行的竞争对手都在半年前建设了该业务信息系统，从而使 C 银行在该项业务上失去了近 10% 的市场份额。项目启动后，A 公司项目管理部门任命金某为该项目的项目经理，金某为 A 公司较资深的员工之一，深得公司领导的信任和支持。为进一步提高 A 公司在技术方面的实力，金某决定在该项目中采用全新的技术架构。

项目组用 1 个月时间完成了需求分析和系统设计，但由于公司业务繁忙，事先安排在编码阶段到位的人员还没有着落。迫于客户方面进度上的压力，A 公司临时招聘了 3 名编码人员加入项目组。由于新项目的需要，公司领导又决定把项目经理金某调任为一个新项目的项目经理，而从其他项目组调派邵某为 XBIS 项目的新项目经理。由于没有参与需求分析和系统设计阶段工作，邵某用一周左右的时间熟悉了项目的基本情况，就开始安排项目组人员进行编码工作。邵某发现金某制订的项目进度计划存在相当大的问题，工作量估算上严重缺乏依据，计划 3 天的任务实际上要花费 5 天的时间。

3 个月时间很快就到了，而项目组还在进行紧张的编码工作。为了尽可能达到进度要求，项目组人员每天要加班工作。原计划的 2 周测试时间也被迫压缩为 5 天，项目组内部进行了简单的测试就向 C 银行交付了系统。客户方面对 A 公司提交的 XBIS 系统提出了一系列的问题，如一些低级的 Web 页面错误、用户文档不全、数据保存失败、部分功能未实现、客户端死机、服务器资源无法释放等。由于 XBIS 系统的质量问题，客户 C 银行拒绝向 A 公司支付相关款项。

分析要点：该案例反映出国内一些软件企业中项目管理上的典型问题，可以从项目质量管理的重要性，导致项目质量问题的主要原因等方面提出问题。对于 XBIS 系统项

目而言，项目管理和项目质量管理方面存在相当大的问题。项目管理是一个有机的系统，项目人力资源管理、项目进度管理等方面的问题也将直接导致项目质量问题。分析本案例可以从技术架构、人员安排、配置管理、软件测试等角度展开。

21.6 小结

质量是指“使实体具备满足明确或隐含需求能力的各项特征之总和”。在信息系统项目中质量是个非常严重的问题。要特别注意区分质量、范围与等级三者间关系，质量政策、质量标准、质量系统、质量度量、质量方针、质量目标、质量管理等概念是质量管理中常用的基本概念。质量的责任也是需要明确的问题。

学习项目质量管理，必须了解质量管理主要流派与质量管理组织。戴明、朱兰、克鲁斯比、石川馨、田口玄一和费根堡姆等人促进了现代质量管理的发展。 6σ 管理方法、全面质量和目标管理对质量管理领域产生了巨大的影响。ISO、SEI、IEC、ASQC和CAQ等组织在质量标准方面做了大量工作。项目管理知识体系包含的项目质量管理知识领域可以认为是质量管理学科与项目管理学科交叉发展的产物。质量和项目管理这两门学科都强调“顾客满意度”等重要的方面。

项目质量管理包括质量计划编制、项目质量保证和项目质量控制三个过程。质量计划编制判断哪些质量标准与本项目相关，并决定应如何达到这些质量标准。项目质量保证过程定期评估项目总体绩效，建立项目能达到相关质量标准的信心。项目质量控制过程监测项目的总体结果，判断它们是否符合相关质量标准，并找出如何消除不合格绩效的方法。

配置管理和软件测试是信息系统项目质量管理中采用的主要工具。有许多工具和技术与项目质量管理有关，包括帕累托图、控制图、流程图、直方图、趋势图、散点图、统计抽样等。

信息项目质量提高空间非常大。强有力的领导有助于质量意识的形成。建立组织级项目管理体系、组织级质量管理体系和项目级激励制度为实施项目质量管理提供强有力的组织环境。理解质量成本可以刺激质量改进。项目文档作为信息系统产品的重要组成部分，其质量也是项目质量管理工作巾必须切实做好和加强的工作。发展和遵从成熟度模型能帮助组织系统地提高项目管理水平，从而提高项目的质量和项目成功率。

通过项目案例的分析和学习，有利于培养解决项目实际问题的能力。

第 22 章 项目人力资源管理

众所周知，人是决定组织和项目成败的关键。尤其是在信息系统领域，合格人选很难找到和保留在某个项目中。有效地管理人力资源，是项目经理们认为最困难的一件事情。项目人力资源管理包括为最有效地使用参与项目人员所需的各项过程。它包括项目的所有利害关系者，如赞助人、顾客、合伙人、供应商/分包商、项目团队成员等。而讨论对赞助人、合伙人、顾客的管理已经超出本章的范围，本章将重点关注项目团队的人力资源管理。

项目人力资源管理主要包括编制人力资源计划、组建项目团队和项目团队建设三个主要的过程。编制人力资源计划主要包括确定、记录并分派项目角色、职责和请示汇报关系，这个过程的输出主要包括角色和职责分配矩阵、报告关系，以及项目的组织结构；组建项目团队主要是招募、分派到项目工作的所需人力资源，得到项目所需的人员是信息系统项目成败的关键；而项目团队建设主要包括培养项目团队个人与集体的能力，以提高项目的绩效，对于许多信息系统项目而言，是否具有培养团队和集体的能力，也是项目成功要考虑的因素之一。

22.1 编制人力资源计划

人力资源计划涉及决定、记录和分配项目角色、职责及报告关系的过程。这个过程生成项目的组织结构图、常用职责分配矩阵（RAM）表示的角色和职责分配关系，以及项目成员管理计划。

在生成项目组织结构图之前，高层管理者和项目经理必须明白什么类型的人才真正是保证项目的关键人物，他们需要什么样的技能。如果需要找一些优秀的 Java 开发人员，人力资源计划就需要反映这个需求；如果项目成功的关键是需要一流的项目经理和被人尊敬的团队领导，人力资源计划也要重点描述。

在已经明确项目所需的重要技能和何种类型人员的基础上，项目经理和团队成员应该为项目创建一个项目组织结构图。图 22-1 显示了一个大型的信息系统项目的组织结构图。

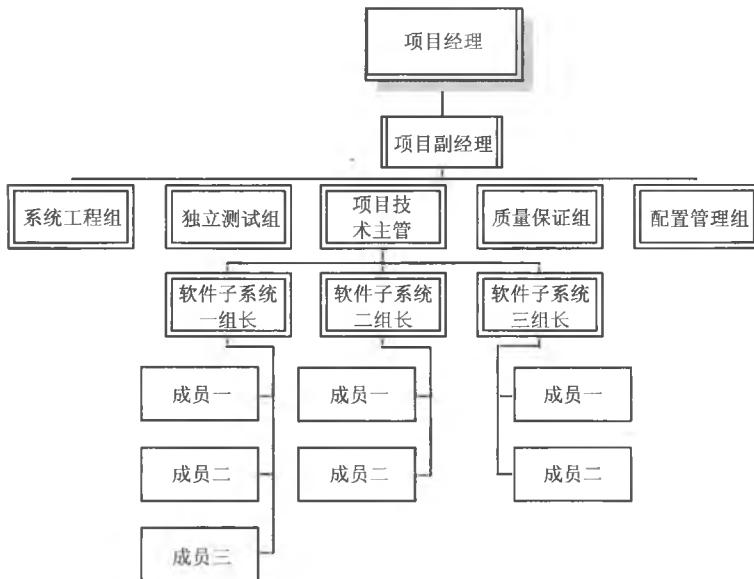


图 22-1 某信息系统项目组织结构图

从图 22-1 中可以看出，项目成员中包括项目副经理，子系统组长。项目副经理在项目经理缺席时代理项目经理的职责，在需要时辅助项目经理；子系统组长负责管理由一个大型项目分割而成的子系统。在许多人参加项目的情况下，清晰定义和项目工作分配是十分必要的。图 22-1 表现典型的大型信息系统的项目的组织结构图。而对于规模较小的信息系统项目而言，通常并不需要项目副经理和子系统组长。项目经理与团队成员直接形成报告关系。

图 22-2 提供了定义和分配工作的框架，包括以下四个步骤。

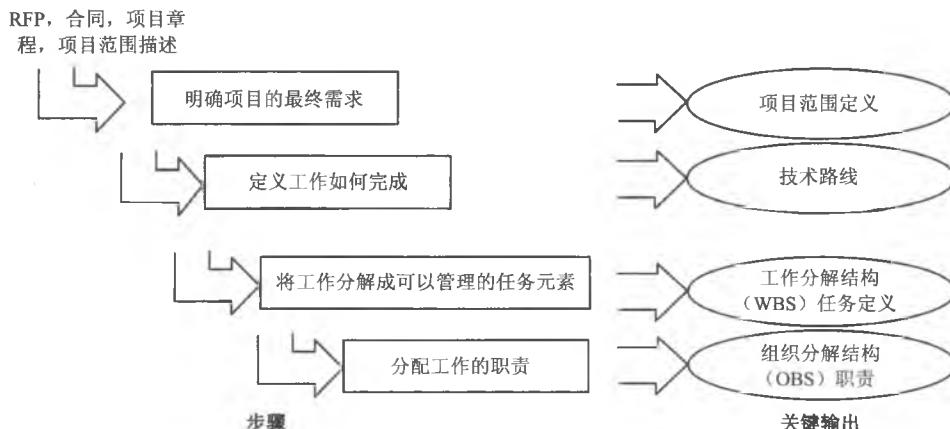


图 22-2 项目工作定义和分配过程

- (1) 明确项目的最终需求。
- (2) 定义工作如何完成。
- (3) 将工作分解成可以管理的任务元素。
- (4) 分配工作的职责。

工作的定义和分配工作在项目建议和启动阶段进行。这个过程是可以重复的，也就是说每个步骤的成果是可以修改的。征求建议说明书 (RFP) 和合同草案经常能够提供定义和项目最终需求的材料；如果没有 RFP，那么项目内部章程或项目范围描述也可以提供定义和项目最终需求的基础信息。

在此之后，由项目团队组长提出项目工作如何完成的技术路线。项目工作是否应该遵循产品导向方法或者阶段方法进行分解？项目工作的某些部分是否外包或者分包给其他公司？项目的技术路线一经确定，就可以通过工作分解结构 (WBS) 来创建可管理的任务元素和定义这些任务的工作内容。这部分在项目时间管理中已经有了说明，这里就不再赘述。最后一步，就是分配工作任务。

项目工作一旦分解成可管理的元素，项目经理就可以给组织单元分配任务了，当然主要是基于适合优先的原则来分配任务，这个过程可以用组织分解结构 (OBS) 来进行概念化的描述。OBS 是一种用于表示组织单元负责哪些工作内容的特定的组织图形。它可以先借用一个通用的组织图形，然后针对组织或分包商中特定部门的单元进行逐步细分。

在制作完 OBS 后，项目经理就可以开发责任分配矩阵 (RAM) 了。责任分配矩阵为项目工作（用 WBS 表示）和负责完成工作的人（用 OBS 表示）建立一个映射关系。表 22-1 显示了一个责任分配矩阵的例子。该 RAM 依靠尽可能细的层次，将工作分配给重要的和执行的组织、团队或个人。虽然对于较大的项目，应该将 WBS 分配给组织或团队，但对于较小的项目，将 WBS 分配给个人是一种更好的选择。

表 22-1 所示为一个 RAM 示例。

表 22-1 RAM 示例 (R: 责任组织单元; P: 执行组织单元)

WBS 任务 OBS 单元	1.1.1	1.1.2	1.1.3	1.1.4	1.1.5	1.1.6	1.1.7	1.1.8
系统工程	R	R/P					R	
软件开发			R/P					
硬件开发				R/P				
测试工程	P							
质量保证					R/P			
配置管理						R/P		
集成后勤支持							P	
培训								R/P

除了将 RAM 用于具体的工作任务分配外，RAM 还可以用于定义角色和职责间的

关系。此时，RAM 包括项目中的干系人，表 22-2 给出一个例子，表明不同类型的项目干系人在项目过程中的责任，是负责人（A）还是参与者（P），是为项目过程提供输入（I），还是评审（R）和签字确认者（S）。这个看似简单的东西为项目经理提供了一种有效地管理项目重要干系人和角色期望的工具。

表 22-2 表现项目干系人角色的 RAM

	项目干系人				
	A	B	C	D	E
单元测试	S	A	I	I	R
集成测试	S	P	A	I	R
系统测试	S	P	A	I	R
用户接受测试	S	P	I	A	R

项目人力资源计划的另一个输出是成员管理计划。该计划用于说明何时和如何增加或减少人手，其详细程度与项目规模有关。比如，一个平均需要上百人的周期长达一年的项目，成员管理计划就应该描述项目所需的人员类型，如 Java 程序员、业务分析员、技术专家、测试人员等，以及每月所需人数。成员管理计划通过使用柱状图，用于表现项目分配的资源数量与随时间变化的关系。在确定了项目人员的需要之后，下一步工作就是获得所需的项目成员了。

22.2 组建项目团队

在明确项目人力资源的需求后，一般来讲，应授予项目经理以项目团队的组建权。项目经理应从各种来源物色团队成员，同有关负责人谈判，将合乎要求的人编入项目团队，将计划编制阶段确定的角色连同责任分配给各个成员并明确他们之间的配合、汇报和从属关系，这就是建立项目团队的工作内容。项目团队组建的产出包括两个方面：分派到位的项目人员和项目班子名册。

项目团队组建这项工作要以成员管理计划为依据。项目团队成员可从组织内部和外部招收。对于那些有强烈影响和沟通技巧的项目经理而言，常常容易获得所需的组织内部人员参与他们的项目。组织也必须能够保证参与到项目中的人员能够发挥所长，且符合公司的发展需要。人员招收一般可以通过如下手段获得。

(1) 谈判。多数项目的人员分派需要经过谈判，即与本组织的其他人合作以便项目能够分配到或得到合适的人员。例如，项目经理需要进行谈判的对象包括：

- 与负责职能经理谈判，以保证项目在规定期限内获得足以胜任的工作人员。
- 与实施组织中其他项目管理班子谈判，以争取稀缺或特殊人才得到合理分派。

对于内部招收的人选，除了满足成员管理计划的要求外，至少还要考虑以下几点：以前的经验、个人的兴趣、个人性格和爱好。从组织内部的其他单位调人进来是很复杂

的事，一般都要征求多方面的意见，这就要求负责组建项目团队的人一定要耐心进行解释、说服和动员，争取他人的支持。

(2) 事先分派。在某些情况下，人员可能事先被分派到项目上。这种情况往往发生在项目是方案竞争的结果，而且事先已许诺具体人员指派是获胜方案的组成部分；项目为内部服务项目，人员分派已在项目章程中明确规定了。

(3) 外部采购。在组织缺乏完成项目所需的内部人才时，就需要动用采购手段。通常组织的人力资源部门负责招聘新员工，项目经理必须与人力资源经理通力合作，包括随时解决招聘过程发生的问题，以保证招聘到所需的人员。

需要注意的是，项目团队组建是一个动态的过程。何谓动态，我们知道，对于前面提到的员工管理计划，是对何时需要何种类型的人员的描述。它不光说明了现阶段项目所需人员的数量和类型，还能预测到未来所需的人员变化。即随着项目的发展，对人员的需要是动态变化的。项目经理必须能够监控到这种变化，在人员技能与项目需求不一致的情况下，及时与组织高层、人力资源经理及其他项目人员进行沟通，来保证项目对人员的动态需求。从某种程度上说，项目团队组建做得好与否关键在于执行员工管理计划的好坏。

在现今寻找技术专家越来越难的情况下，除了人员的招募，团队成员的保留也是项目团队组建中一个极其重要的问题。一种好的方法就是鼓励组织内现有的员工来辅助招聘和保留新员工。比如，一家咨询公司许诺每招聘一名新员工，将根据该员工在岗时间以每小时 10 元的奖励给予推荐者。这样就极大地激励了现有的员工帮助吸收新员工，并且保证他们都留在组织中。另一种办法就是尽量满足团队成员的特殊需求。比如，某些技术专家喜欢每周工作四天或者喜欢每周在家里工作两天。

成员管理计划要求的项目团队成员全部到任投入工作后，项目团队才算组建完毕。

22.3 项目团队建设

项目团队建立后一般不能马上形成有效的管理能力，中间要有一个熟悉、适应和磨合的过程。因为即便项目团队中有足够的精兵强将，但是如果他们各自为战，缺乏团队精神，项目的目标也很难实现。对于人的因素占优的信息系统项目更是如此。

项目团队建设就是培养、改进和提高项目团队成员个人，以及项目团队整体的工作能力，使项目管理团队成为一个特别有能力的整体，在项目管理过程中不断提高管理能力，改善管理业绩。本节将重点讲述项目团队建设的技术和工具，其中包括培训、团队建设活动和奖励与表彰制度。

22.3.1 培训

为了促进个人和项目团队的健康发展，项目经理应该推荐项目成员去参加培训课程。特别对于信息系统项目的人员而言，如何与不同人打交道的培训是十分必要的，这对于了解客户及领导期望，提高客户满意度很有好处。事实证明，经过专业培训的人员，要比其他人待人接物更有效率，反应更为敏捷。另外，如果团队成员不喜欢一起工作，那么学习如何进行团队合作的一课就显得更为必要了，当然这一课需要整个项目团队和关键的项目干系人参与，否则实现项目的目标就十分困难。

22.3.2 团队建设活动

进行团队建设常用的方法包括挑战体能训练、心理偏好指标等工具。

1. 挑战体能训练

许多组织通过挑战体能训练活动帮助员工进行团队合作。典型的例子就是军事基本训练和新兵训练营。通常需要进行基本的训练，包括在携带全部装备的情况下，攀爬高塔、跑步、行军，通过障碍训练、射击训练和生存训练。还有些组织将员工送到一个特定的场所，让他们组队去穿越急流险滩；爬山、攀岩，以及进行彩弹射击等。

2. 心理偏好指标

更多的公司让他们的员工参加心理方面的团队建设活动，从而员工们可以更深刻地了解自己、他人，以及如何在团队中更有效地工作。理解他人和求同存异的态度对团队合作是非常重要的。心理方面的团队建设活动包括 Myers-Briggs 类型指标和 Wilson Learning 社会行为风格模型。

(1) Myers-Briggs 类型指标 (Myers-Briggs Type Indicator, MBTI)。MBTI 是在“二战”期间，由 Isabel B. Myers 和 Katherine C. Briggs 参考了心理学家 Carl Jung 的心理类型理论之后首次提出的，它用于评价个人的四方面个性偏向，这四个维度分别是：内向/外向维度、直观型/感官型、思考型/感觉型、判断型/察觉型。

- 内向/外向维度。总的来说，这个维度说明个人是否善于表现自己。
- 直观型/感官型。第二个维度说明个人收集信息的方法。感官型的人看重事实、细节和真相等实实在在的东西；而直观型的人则更喜欢想象、创造，更相信预感和直觉。
- 思考型/感觉型。第三个维度代表思考型判断和感觉型判断。前者基于逻辑和客观事实；后者则更为主观。
- 判断型/察觉型。判断型的人喜欢项目的结束和任务的完成，他们趋向于规定一个截止日期并认真执行，并期望别人也这样做。察觉型的人更喜欢开放和灵活地做事。他们认为项目的截止时间更像重新开始的信号，不认为工作必须完成

后才能开始娱乐和休息。

(2) Wilson Learning 社会行为风格模型。心理学家 David Merrill 首先开发了这个模型，他将人们与他人合作的方式划分为以下四种类型。

- 驱动型。以任务为导向、做事主动。他们立足于现在，努力进取。对这类人可以描述为：有进取心的、严格的、坚韧的、主动的、苛刻的、意志坚强的、独立的、实践性的、善于决策的、有效率的。
- 表现型。以人为导向、做事主动。他们立足于未来，用他们的直觉来寻找新视野。对这类人可以描述为：善于操纵的、易激动的、任性的、自我主义的、有野心的、有激情的、乖僻的、友好的。
- 亲切型。以人为导向、做事被动。他们的基于时间的导向取决于那个时间段和他们一起工作的人，而且他们很看重友谊。对这类人可以描述为：相处融洽的、多变的、逢迎的、可以依靠的、令人尊敬的、善于给予支持的、和善的。
- 分析型。以任务为导向、做事被动。他们立足于过去，善于思想。对这类人可以描述为：不善于决策的、乏味的、好挑剔的、乐于说教的、勤奋的、坚持不懈的、严肃的、有序的。

图 22-3 描述了上述四种社会行为风格与过分自信和积极响应等行为的关系。我们注意到，社会行为风格的决定因素与个人的自信程度和怎样面对任务相关。对于自信程度，个人是否趋向于告诉别人做什么还是老想询问别人应该做什么？而对于怎样面对任务的态度，个人是关注于任务本身还是关注于完成任务的人？

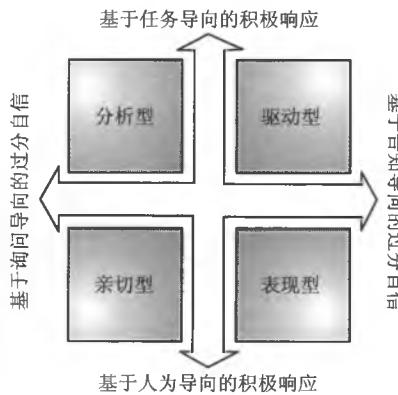


图 22-3 四种社会行为风格与过分自信和积极响应等行为的关系

22.3.3 奖励与表彰制度

如何保证项目团队成员能对项目工作非常投入，而且保证项目工作的顺利开展？这就必须要将其所担负的项目工作纳入到其绩效考核中，让他意识到项目工作并不是可有可无的，是与其本职工作同等重要的。项目工作完成的好坏也是直接与其个人收益挂钩。由此可见，另外一个团队建设的工具就是奖励与表彰制度。

如果管理层在适当的时候给予奖励，团队将受到激励，而能更有效地完成项目。特别是团队成员达到或超越了项目要求时，管理将给予他们包括奖金、升职、延长带薪休假、给予培训深造的机会等，这些手段的运用会很好地激发实施者的工作热情与上进心。必须注意的是，项目经理应该激励那些自愿去加班以完成激进的进度目标的团队成员，以及那些愿意大力帮助项目同伴的团队成员，而应该避免鼓励那些仅是为了得到加班工资或是工作效率太低而加班的项目成员。

有效的项目经理肯定是好的团队建设者。为了保证项目成员工作得更有成效，项目经理应该遵循如下原则：

- (1) 对你的团队有耐心且态度良好。不要认为你的团队成员都是懒惰和粗心的，要认为他们都是最好的。
- (2) 努力去解决问题而非一味抱怨团队成员。关注团队成员的行为，帮助他们找出解决问题的途径。
- (3) 召开定期有效的项目会议，关注于达到项目目标，产生下面的结果。
- (4) 将工作团队的人数限制在3~7个。
- (5) 规划一些社会活动，让团队成员和项目干系人彼此熟悉，这些活动必须是生动有趣而非强制性的。
- (6) 给予团队成员同等的压力，创造团队成员喜欢的传统。
- (7) 培养和鼓励团队成员帮助其他成员。设计培训课程以使个体或团队成员工作得更有成效。
- (8) 认可个人和团队的成绩。团队组建和团队建设对于信息系统项目而言是至关重要的，项目经理应该摆脱其先入为主的思想，聆听项目团队其他成员的心声，才能真正创造一个使个人和团队都能够快速成长的项目环境。

第 23 章 项目沟通管理

23.1 沟通的基本原理

23.1.1 沟通的重要性

沟通是人与人之间传递和沟通信息的过程，对于项目取得成功是必不可少的，而且也是非常重要的。英文单词“Communication”源于拉丁语“COMMUNIS”，意为“彼此分享”、“建立共同看法”。沟通的主旨在于互动双方建立彼此相互了解的关系，相互回应，并期待能经由沟通的行为与过程相互接纳，以达成共识。

回想一下您所经历的信息系统项目，有没有出现过以下这样的情况：客户在项目验收阶段成果时，指出曾经要求的某个功能需求没有包含在其中，并且抱怨说早就以口头的方式反映给了项目组的成员，糟糕的是作为项目经理的你却一无所知，而那位成员解释说把这点忘记了；或者你手下的程序员在设计评审时描述了他所负责的模块架构，然而软件开发出来后，你发现这和你所理解的结构大相径庭……

可能你遇到的情况比上面谈到的还要复杂。问题到底出在哪里呢？其实很简单，就两个字——沟通。以上这些问题都是由沟通引起的，沟通途径不对导致信息没有到达目的地。“心有灵犀一点通”可能只是一种文学描绘出的美妙境界。在实际生活中，文化背景、工作背景、技术背景可以造成人们对同一事件理解方式偏差很大。在项目管理中，基于项目整体管理的需要，沟通更是不可忽视。项目经理最重要的工作之一就是沟通，通常花在这方面的时间应该占到全部工作的 75%~90%。良好的交流才能获取足够的信息、发现潜在的问题、控制好项目的各个方面。

在信息系统项目中，项目干系人之间的沟通贯穿项目整个生命周期，包括：

- (1) 用户和开发商之间。需求的清晰表述、解决方案的描述、合同签订过程。
- (2) 团队和管理层之间。调研结果汇报、方案决策、组建团队、项目评审过程。
- (3) 开发团队内部。项目计划、技术方案的制订和变更。
- (4) 开发商和供货商之间。采购沟通、供货和验收过程。
- (5) 开发商和分包商之间。任务外包、提交和验收过程等。

许多专家都认为对信息系统项目失败的重要原因是沟通的失败。在 1995 年，斯坦迪什集团研究发现，与信息系统项目成功有关的三个主要因素是：用户参与、主管层的

支持、需求的清晰表述，所有这些因素都依赖于拥有良好的沟通技能。为了使项目成功，项目的每个成员都需要这两类技能，即技术技能、沟通与社交技能。

23.1.2 沟通模型

沟通是一种人与人之间的双向信息交流活动，所采用的方式应该是双方都能理解的通用符号和技巧，以保证信息的传送与接收畅通。一般沟通模型（Communication Model），至少应包括信息发送者、信息、信息接收者三部分，而且沟通模型往往还是一个循环的过程，如图 23-1 所示。发送者应该仔细地核对信息编码、确定发送信息的方法（沟通方法），并且要证实信息已经被理解了。接收者应该对信息进行仔细的解码，并且确保对信息的正确理解。

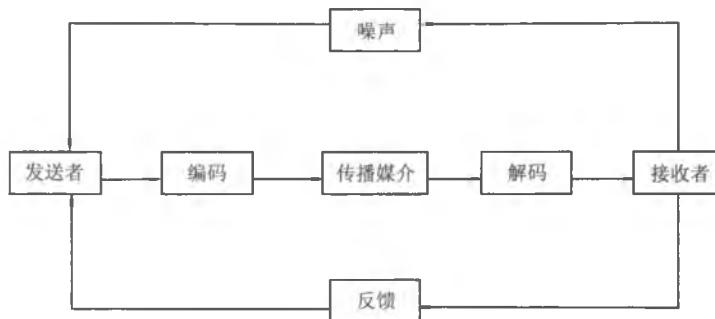


图 23-1 项目沟通模型

- (1) **发送者 (communicator)**: 信息的产生者。
- (2) **编码 (encoding)**: 将精神、思想转化为一种可以被其他人理解的代码或语言。
- (3) **传播媒介 (medium)**: 用来传达消息的工具或方法。
- (4) **解码 (decoding)**: 将可以被解释的信息转化为口头、非口头或可视的。
- (5) **接收者 (receiver)**: 完成或打断通信过程的参与者。只有当接收者接收到消息并使他与发送者间对消息的意义理解“相同”时，才算发生沟通。
- (6) **反馈 (feedback)**: 检查收发双方对所收到消息理解情况的机制。
- (7) **噪声 (noise)**: 阻碍消息传送与理解的任何因素。

23.1.3 沟通渠道、沟通方法、沟通类型与沟通障碍

1. 沟通渠道与沟通复杂性

沟通渠道（Communication Channels）是项目中沟通的排列组合数量，看起来像联系所有参与者的电话线的数目一样。计算公式如下：

$$CC = N(N-1)/2$$

其中, CC 表示沟通渠道, N 表示项目中的成员数。

比如, 当项目团队有 3 个人时, 沟通渠道数为 $3(3-1)/2=3$; 而当项目团队有 6 个人时, 沟通渠道数为 $6(6-1)/2=15$ 。由于沟通是需要花费项目成本的, 所以应尽量控制团队规模, 避免大规模团队中常常出现的沟通不畅问题。

沟通的复杂性会随着项目中人员的增加而增加, 项目沟通渠道急剧增加, 沟通偏好差异化矛盾上升。地理位置和文化背景也会影响到项目沟通的复杂性。如果利益相关者来自不同的国家, 那么通常在正常的工作时间安排双向的沟通会非常困难, 甚至不可能。语言障碍也可能给沟通带来一些问题。由于接收者对信息的解释很少与发送者想得一模一样。因此, 提供多种沟通方法和一个能促进坦诚对话的环境是很重要的。

2. 沟通方法和沟通类型

沟通方法有很多, 根据不同的角度可以分为:

(1) **正式沟通与非正式沟通。** 正式沟通是通过项目组织明文规定的渠道进行信息传递和交流的方式。它的优点是沟通效果好, 有较强的约束力, 缺点是沟通速度慢。非正式沟通指在正式沟通渠道之外进行的信息传递和交流。这种沟通的优点是沟通方便, 沟通速度快, 且能提供一些正式沟通中难以获得的信息, 缺点是容易失真。

(2) **上行沟通、下行沟通和平行沟通。** 上行沟通是指下级的意见向上级反映, 即自下而上的沟通。下行沟通是指管理层对员工进行的自上而下的信息沟通。平行沟通是指组织中各平行部门之间的信息交流。在项目实施过程中, 经常可以看到各部门之间发生矛盾和冲突, 除其他因素外, 部门之间沟通不畅是重要原因。保证平行部门之间沟通渠道畅通, 是减少部门间冲突的一项重要措施。

(3) **单向沟通与双向沟通。** 单向沟通是指发送者和接收者两者之间的位置不变(单向传递), 一方只发送信息, 另一方只接收信息的方式。这种方式信息传递速度快, 但准确性较差, 有时还容易使接收者产生抗拒心理。双向沟通中, 发送者和接收者两者之间的位置不断交换, 且发送者是以协商和讨论的姿态面对接收者, 信息发出以后还需及时听取反馈意见, 必要时双方可进行多次重复商谈, 直到双方共同明确和满意为止, 如交谈、协商等。其优点是沟通信息准确性较高, 接收者有反馈意见的机会, 产生平等感和参与感, 增加自信心和责任心, 有助于建立双方的感情。

(4) **书面沟通和口头沟通。** 通过书面文字或口头表达语言进行沟通。

(5) **言语沟通和肢体语言。** 肢体语言包括身体语言、面部表情和讲话声调, 是项目沟通的主要组成部分。有人通过对各种沟通方法的分析与比较, 发现在项目进行过程中有 50%以上的沟通是属于非语言沟通。主动聆听是指接收者通过对发送者提供信息的反应(赞同、反对或要求进一步阐述其相关内容)来证明他正在认真聆听。

项目管理中常用的沟通类型包括正式书面、非正式书面、正式口头和非正式口头四类, 详见表 23-1。选择合适的沟通方法并不困难。例如, 当需要立即采取措施时, 书面和口头沟通是最好的沟通方法。而当解决争端或批评某一团队成员, 非正式口头沟通是必要的。

表 23-1 项目的沟通类型

沟通方法	适用场合
正式书面	项目计划、项目章程等较复杂的问题
非正式书面	备忘录、电子邮件、工程师笔记等
正式口头	演讲、介绍
非正式口头	谈话等

口头沟通是一种发送信息的有效方式，但是技术专业人员有忽视非正式沟通的倾向。与此相反的是，许多非技术专业人员，从同事到领导，更愿意以非正式的形式和双向的会谈来听取重要的项目信息，他们不愿通过看成堆的文件、电子邮件或网页来发现有关的信息。

有效地发送信息依赖于项目经理和项目团队成员良好的沟通技能。沟通包括许多不同的方式，如写、说和听。在日常事务中，项目的全体职员需要使用所有这些沟通方式。口头沟通往往可以借助会议和非正式的谈话，有助于公开某些积极的或消极的重要信息。在项目管理工作中，电子邮件不是值得推广的信息发送的有效工具。

项目管理工作中，还需了解下列内容：

- (1) 大约 55% 的沟通是非语言沟通；
- (2) 体态语言、面部表情和声调在沟通中作用显著；
- (3) 开放式问题（Open Question）问“什么”与“为什么”，可以促进沟通。开放式问题不能用“是”或“不是”来回答。

3. 沟通障碍

在沟通过程中出现大量信息在上行沟通或下行沟通过程中损失掉的现象，称为过滤。过滤的起因是语言、文化、智力、信息内容、可信度、信誉、组织结构和历史因素。过滤是项目中沟通的障碍因素。信息系统项目管理中，有效项目沟通的障碍包括：

- (1) 缺乏清晰的沟通渠道；
- (2) 发送者与接收者存在物理距离；
- (3) 沟通双方彼此技术语言不通；
- (4) 分散注意力的环境因素（噪声）；
- (5) 有害的态度（敌对、不信任）；
- (6) 权力游戏、滞留信息、隐藏议程与敌对情绪等。

沟通障碍会增加项目中的冲突，而一般冲突问题的解决都需要借助有效的沟通手段，所谓“解铃还需系铃人”。如果由于某一外界干扰因素使沟通方不能集中注意力于某一对象，则这类因素就是噪声。所有沟通的障碍因素都是噪声，但并非所有的噪声都导致沟通障碍。

23.1.4 项目经理在沟通中的作用

项目经理在沟通中的作用非常明显，主要体现以下几点。

- (1) 项目经理 90% 的时间花在沟通上。
- (2) 项目经理必须谙熟与下列几种人的沟通技巧。
 - 高层管理者、项目组成员、竞争资源的项目团队。
 - 客户。
- (3) 项目经理在沟通中的中心角色。
 - 主持协调者 (facilitator)、协调者 (coordinator)、领导；
 - 调解人 (communications referee) (或冲突解决者 (conflict solver))、谈判者 (negotiator)；
 - 听音者 (listener)、解释者 (interpreter)，避免制造障碍，综合信息，管理信息流。

项目经理必须控制沟通，但是不能控制所有信息。

23.1.5 保证团队沟通顺畅的六点措施

(1) 有效的沟通者 (An Effective Communicator)。项目经理必须意识到沟通是双向的，项目经理必须鼓励反馈和达成意见一致。

(2) 发布者 (An Expediter)。项目经理必须将人们集合起来，建立组织和沟通关系，形成正式 (报告、责任) 和非正式沟通渠道。

(3) 避免沟通阻断器 (Avoid Communication Blockers)。“决不会有用”、“老板不会喜欢”、“让我们现实一点”等语言常常导致沟通的阻断。

(4) 紧密矩阵式结构 (Tight Matrix)。项目经理应该为来自各职能部门的所有项目团队成员分配一个单独的办公空间，以减少干扰，使整个团队的工作都集中在相同问题上。

(5) 指挥室 (War Room)。无论出于哪种目的，项目团队集合在一个单独的地方有利于提高沟通水平。团队成员可以看到进度的目前状态，例如，更新的进度计划与净值偏差。

(6) 有效的会议 (Effective Meetings)。对于会议必须进行计划、准备和贯彻。会议目的一定要清楚，议程必须预先准备好，会议记录分发给大家。启动会议、头脑风暴法和合意是项目中常用的会议形式，召开高效会议的建议将在 11.3.8 节中介绍。

- 启动会议 (kickoff meeting)。启动会议非常重要，会议目标如下：团队成员彼此会面，建立工作关系；建立责任关系，并且设定团队目标；审查项目计划与状态。
- 头脑风暴法 (brainstorming)。头脑风暴法是一种用于产生思想与备选方案的集

体方法。召开头脑风暴会议的目的：就大家清楚了解的某一主题或问题，产生许多想法。为保证大家都集中于会议的议题，并记录下所有想法，重要的是委派一名会议主持协调人（facilitator）与记录员。

- 合意（consensus）。合意是一种决策方式，使大伙达成的一致协议。它对沟通很有利，不过比较复杂并耗费时间。有时与会者按多数原则制订的决策也有可能是错误的，很多时候“真理掌握在少数人手中”。

23.2 项目沟通管理机制

23.2.1 项目沟通管理概述

在信息系统项目中，各项目干系人包括项目组成员之间、项目组之间、项目组与客户之间往往缺乏充分有效的沟通和信息的共享。项目沟通中没有做到：正确的信息在正确的时间发布给正确的项目干系人。信息系统研发人员缺乏沟通意识和习惯是比较明显的问题，“自我欣赏、以自我为中心、经验万岁”的现象屡见不鲜。

有时候，项目都已经进展到最后阶段，客户方突然提出了新的需求变更，会让项目经理非常为难。一方面要尽量满足客户的需求，另一方面又不能对系统做太大的改动，影响项目进度。这种情况往往是与客户的沟通出现了问题，说明在需求阶段做得不够好，同时在实施过程中没有与客户保持密切的联系。

对于美国项目管理协会“90%”沟通理论，我们认为其强调的实际上是沟通过程的重要性。在某些需求明确度低的信息系统项目，沟通尤其重要。我们认为通过与客户的有效沟通，让客户更多地参与到项目过程中，可以提高满足客户需求的可能性，比较有利于项目的成功，有效的沟通是控制客户需求变更的有效手段。项目组间的沟通主要是从技术积累的角度考虑，事实上，软件项目中的很多技术问题都是在项目组相互学习中解决的。实践证明，集中安排建立“作战室”实现项目计划进度等信息的全透明是比较好的方式。在集中安排不可行的情况下，采用时序安排频繁的面对面的会议作为代替，但要把握频度和实际成效，否则让会议成为形式上消耗时间的机器就不好了。

对于跨地域甚至国家工作的项目团队可能需要借助基于 Web 的 PMIS 了，实在不行就用 E-mail、MSN 等工具代替。软件企业必须培养员工的沟通意识，建立必要的沟通制度，借助合适的沟通工具，保证项目信息畅通。

项目沟通管理包括保证及时与恰当地生成、搜集、传播、存储与最终处置项目信息所需的过程，为在人、思想与信息之间提供取得成功所必需的关键联系。每个参与项目的人都必须准备发送与接收沟通，并且要懂得他们作为个人所参与的沟通对项目整体有何影响。

项目沟通管理包括沟通计划编制、信息分发、绩效报告、项目干系人管理等过程。表 23-2 所示为美国项目管理协会 PMBOK2004 对项目沟通管理的定义。

表 23-2 美国项目管理协会 PMBOK2004 对项目沟通管理的定义

	启动 (Initiating)	计划 (Planning)	执行 (Executing)	控制 (Controlling)		收尾 (Closing)
		沟通计划编制	信息分发	绩效报告	项目干系人管理	
输入		1. 项目管理计划 • 制约因素 • 假设 2. 事业环境因素 3. 组织过程资产 4. 项目范围说明书	沟通管理计划	1. 项目管理计划 • 绩效衡量基准 2. 工作绩效信息 3. 绩效衡量 4. 完工预测 5. 批准的变更请求 6. 可交付成果	1. 沟通管理计划 2. 组织过程资产	
工具和 技术		1. 沟通技术 2. 沟通需求分析	1. 沟通技能 2. 信息收集和检索系统 3. 信息分发系统 4. 经验教训总结过程	1. 信息表示工具 2. 绩效信息收集和汇总 3. 状态评审会议 4. 工时汇报系统 5. 费用汇报系统	1. 沟通方法 2. 问题登记簿	
输出		沟通管理计划	1. 请求的变更 2. 组织过程资产 (更新)	1. 绩效报告 2. 预测 3. 请求的变更 4. 推荐的纠正措施 5. 组织过程资产 (更新)	1. 问题解决 2. 沟通管理计划 (更新) 3. 组织过程资产 (更新) 4. 批准的变更请求 5. 批准的纠正措施	

(1) 沟通计划编制: 确定项目干系人的信息和沟通需求。谁需要何种信息, 何时需要以及如何向他们传递。

(2) 信息分发: 以合适的方式及时向项目干系人提供所需的信息。

(3) 绩效报告: 收集并分发有关项目绩效的信息, 包括状态报告、进展报告和预测。

(4) 项目干系人管理: 对项目沟通进行管理, 以满足信息需要者的需求并解决项目干系人的问题。

上述过程不但彼此交互作用, 而且也同其他知识领域的过程交互作用。根据项目需要, 每个过程可能涉及个人或集体的努力。一般来说, 每个过程在每个项目阶段至少出现一次。图 23-2 显示了项目沟通管理过程与其他项目管理过程的一些关系。

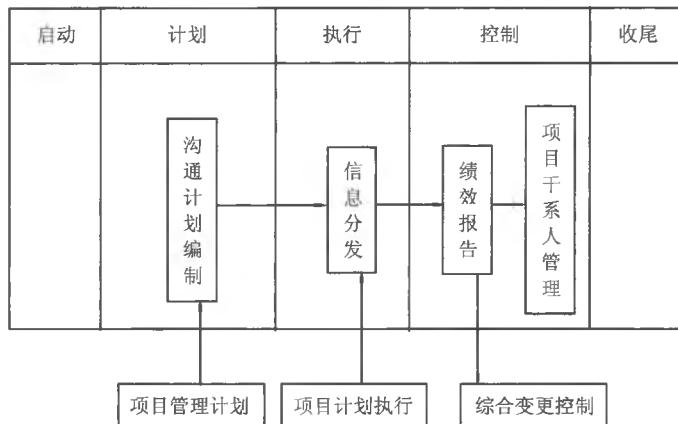


图 23-2 项目沟通管理过程与其他项目管理过程的关系

23.2.2 沟通计划编制

沟通计划编制 (Communications Planning) 过程确定项目干系人的信息和沟通需求：谁需要何种信息，何时需要，以及如何向他们传递。沟通计划编制作为项目沟通管理的第一个过程，其核心是了解项目干系人的需求，制订项目沟通管理计划。该过程主要回答项目沟通中“who、what、when、how”的问题。虽然所有项目都有交流项目信息的需要，但信息的需求及其传播方式却彼此大相径庭。认清项目干系人的信息需求，确定满足这些需求的恰当手段，是确保项目沟通顺畅的重要因素。

对于大多数项目，沟通管理计划的大部分工作应在项目的前期阶段完成。沟通管理计划本身并不是一成不变的，通常在项目进行过程中，要根据需要随时对其进行检查和修订，以保证它的持续有效性和适用性。需要特别指出的是，沟通需求一般是动态变化的，随着项目的进展，可能会发生某些变化。

沟通计划编制往往与组织计划密切相关,因为项目组织结构往往对项目的沟通产生重大的影响。在制订沟通管理计划时,最重要的工作就是对项目干系人的信息需求进行详细的分析、评价、分类,通常这些信息要求的总和就是项目的沟通需求。项目干系人信息需求分析一般基于项目组织结构进行。

表 23-3 提供了一个项目干系人信息需求分析的实例，从表中可以看出，每个利益相关者需要获得何种书面信息。让项目干系人评审和批准所有的项目干系人分析材料能确保这些信息的正确性和有效性。

表 23-3 项目干系人信息需求分析实例

项目干系人	文件名称	文件格式	姓名	交付日期
客户方管理人员	《委托开发合同文件》	书面文档	张生	01/10/2008
客户方技术人员	《项目总体方案》	书面文档	邵晨	20/10/2008

续表

项目干系人	文件名称	文件格式	姓 名	交付日期
客户方项目负责人	《可行性研究报告》	书面文档	姜珉	25/10/2008
客户方项目负责人	《项目管理计划》	书面文档	姜珉	01/11/2008
客户方管理人员	《软件需求说明书》	电子版, 书面文档	许龙	15/11/2008
客户方技术人员	《系统指南》	电子版, 书面文档	邵晨	01/01/2009
内部高层管理人员	《项目进展报告》	基于 PMIS 提交	许迪龙	每月 5 日前
客户方项目负责人	《验收测试报告》	书面文档	姜珉	01/03/2009
客户方管理人员	《用户培训教材》	电子邮件	江华	10/03/2009
客户方管理人员	《用户操作手册》	电子邮件	江华	15/03/2009

由上述可知, 对项目来说, 沟通是如此的重要。可见, 每个项目都应该有一个沟通管理计划文件用于指导项目沟通, 该计划是项目管理计划的一部分。沟通管理计划的类型根据项目的需要而变化, 沟通管理计划一般应包括:

- (1) 描述信息收集和文件归档的结构;
- (2) 描述什么信息、什么时候发送给谁、如何发送, 以及发送结构;
- (3) 重要项目信息的格式、内容、细节水平;
- (4) 用于创建信息的日程表;
- (5) 获得信息的访问方法;
- (6) 更新项目沟通管理计划的方法;
- (7) 项目干系人的需求和预期分析;
- (8) 会议指导/电子邮件指导等。

在制订沟通管理计划时, 除核实沟通需求外, 还要考虑沟通技术、项目假设和项目约束条件。沟通管理计划作为该过程的唯一输出, 通常是整个项目管理计划的一个附属部分。

一致的沟通有助于组织促进项目沟通, 特别是包含许多小项目的信息系统工程或项目群。工作分解结构需要包括与基本的项目沟通内容有关的信息。事实上, 许多工作分解结构包括项目沟通的一部分, 以确保关键信息的报告是项目可交付成果。如果报告基本的信息是工作分解结构定义的一项活动, 那么清楚地了解什么样的项目信息报告、什么时候报告、如何报告, 以及由谁来负责创作这些报告等就变得尤为重要。

23.2.3 信息分发

信息分发 (Information Distribution) 指以合适的方式及时向项目干系人提供所需的信息, 包括实施沟通管理计划, 以及对突发的信息需求做出反应。沟通管理计划和工作绩效信息是该过程的输入。进行信息分发通常需要借助一定的技巧, 也就是沟通技巧。一般情况下, 我们还会有一个信息分发系统和一个信息检索系统。沟通技巧、信息分发系统和信息检索系统是信息分发过程使用的三种信息分发工具和方法。可以说, 及时有

有效地分发项目干系人所需的信息是项目沟通的关键，而信息交流通畅往往是项目成功的基础。

完成信息采集后，需要把项目信息在适当的时间、以有用的形式发送给适当的人。为项目沟通做的利益相关者分析是信息发送的较好出发点，项目经理和他们的项目团队必须确定谁需要收到什么信息。同时还必须确定信息发送的最佳方式：以书面报告发送项目信息是否就足够了呢？会议是发送项目信息唯一的有效方式吗？项目信息的发送是否同时需要会议和书面沟通？

在回答这些问题后，项目经理与他们的项目团队必须确定发送信息的最佳方式。信息发送重要的考虑事项包括技术的使用、正式和非正式方式的选择、充分考虑沟通的复杂性。

- (1) 使用技术改善信息发送；
- (2) 分发信息的正式和非正式的方法；
- (3) 充分考虑沟通的复杂性。

信息技术能使信息发送的过程更便利。一个基于企业内网 Intranet 的项目管理信息系统 PMIS 是非常有效的信息组织和信息分发工具，能使项目文档格式标准化，把项目文件、会议记录、客户需求，以及变更请求的状态等系统地组织起来，实现企业项目管理最佳实践经验的积累和组织化。

23.2.4 绩效报告

绩效报告（Performance Reporting）是一个收集并发布项目绩效信息的动态过程，包括状态报告、进展报告和项目预测。项目干系人通过审查项目绩效报告，可以随时掌握项目的最新动态和进展，分析项目的发展趋势，及时发现项目进展过程中所存在的问题，从而有的放矢地制订和采取必要的纠偏措施。项目管理计划和工作绩效信息是该过程输入的重要内容。绩效报告的主要输出包括：状态报告、进展报告、项目预测和变更请求。

绩效报告的依据也包括项目工作绩效信息、项目管理计划，其他项目记录（文件）也不可缺少。绩效评审、偏差分析、趋势分析、挣值分析是绩效报告过程的常用工具和技术。

(1) 状态报告 (Status Reports): 描述项目在某一特定时间点所处的项目阶段。状态报告是从达到范围、时间和成本三项目标上讲项目所处的状态。用量化数据回答“已经花费多少资金？完成某项任务要多久？工作是否如期完成？”等项目状态问题。状态报告根据项目干系人的不同需要有不同的格式。例如，某企业信息化项目需求分析阶段结束时进度指数 30%，成本指数 20%。

(2) 进展报告 (Progress Reports): 描述项目团队在某一特定时间段工作完成情况。信息系统项目中，一般分为周进展报告和月进展报告。项目经理根据项目团队各成员提交的周报或月报提取工作绩效信息，完成统一的项目进展报告。图 23-3 所示为某软件

公司在信息系统研发项目中使用的项目周报模板。

项目周报			
项目名称		项目代号	
项目状态		项目经理	
报告时间段		报告日期	
项目组成员			
本报告期间计划工作及成果	本报告期间实际工作内容及成果	与计划相比新增工作内容及原因	与计划相比未完成工作及原因
下阶段计划工作及成果	存在的问题和对策	配置管理工作概述	质量保证活动概述
项目大事记	客户反馈意见	测试情况	项目负责人陈述项目情况
本报告期间实际工作量（小时）		需要的支持	
成员 1:			
成员 2:			
成员 3:			
成员 4:			
成员 5			
总计:			
平均:			
本周工作评价（五分制）			

图 23-3 某软件公司在信息系统研发项目中使用的项目周报模板

(3) 项目预测 (Project Forecasting): 在历史资料和数据的基础上，预测项目的将来状况与进展。根据当前项目的进展情况，预计完成项目还要多长时间，还要花费多少成本。

挣值分析是最常用的绩效量度方法，将范围、成本、进度量度综合到一起，以帮助项目管理班子评估项目绩效。挣值分析包括计划价值 (PV)、实际成本 (AC) 和实现价值 (EV) 三项关键数值。成本变差 (CV) ($CV=EV-AC$)、进度变差 (SV) ($SV=EV-PV$)、

成本绩效指数 CPI (CPI=EV/AC) 和进度绩效指数 SPI (SPI=EV/PV) 等指标。表 23-4 所示为项目绩效报告样例表。

表 23-4 项目绩效报告样例表

工作分解 结构要素	预算	挣值	实际成本	成本偏差		进度偏差		绩效指数	
	PV (¥)	EV (¥)	AC (¥)	EV-AC (¥)	CV/EV (%)	EV-PV (¥)	SV/PV (%)	CPI EV/AC	SPI EV/PV
项目前期准备	63000	58000	62500	-4500	-7.8	-5000	-7.9	0.93	0.92
需求分析阶段	64000	48000	46800	1200	2.5	-16000	-25.0	1.03	0.75
系统概要设计	23000	20000	23500	-3500	-17.5	-3000	-13.0	0.85	0.87
系统详细设计	68000	68000	72500	-4500	-6.6	0	0.0	0.94	1.00
编码阶段	12000	10000	10000	0	0.0	-2000	-16.7	1.00	0.83
测试阶段	7000	6200	6000	200	3.2	-800	-11.4	1.03	0.89
实施与维护	20000	13500	18100	-4600	-34.1	-65000	-32.5	0.75	0.68
总计	257000	223700	239400	-15700	-7.0	-33300	-13.0	0.93	0.87

绩效报告的另一种重要方法是状态评审会议。状态评审会议能突出一些重要项目文件提供的信息，迫使项目组成员对他们的工作负责，以及对重要的项目问题进行面对面的讨论。项目经理可以按周或月召开状态评审会议来交换重要的项目信息，激励项目成员在自己负责的项目部分上取得进展。

23.2.5 项目干系人管理与项目客户关系管理

项目干系人管理就是对项目沟通进行管理，以满足信息需要者的需求并解决项目干系人之间的问题。积极地管理项目干系人，提高了项目因为项目干系人之间存在未解决问题而偏离的可能性，提高操作人员的能力，避免他们在项目进行期间产生较强烈的矛盾。项目经理通常负责项目干系人的管理。项目客户关系管理（Project Customer Relationship Management，PCRM）是把客户关系管理（Customer Relationship Management，CRM）理念引入到信息系统项目管理中产生的研究成果，在项目中应用的意义和范围正逐渐地加深和扩大。

项目客户关系管理的核心理念是提高其客户满意度。理解和定义客户的价值，进而在此基础上定义客户关系管理的目标，必须首先识别和定义项目的客户。实践证明，在项目众多的利益相关者中识别项目客户并不是一件容易的事，最常犯的错误就是将项目的使用者作为客户。

项目客户关系管理是通过持续改进以提高客户满意度为中心，不断实现对项目质量、成本、进度的控制，建立适应客户不断变化需求的灵活的组织结构，以客户全面满意为目标，最终与客户建立长期良好的合作关系，实现双赢的管理方法。图 23-4 所示为项目客户关系管理的定义过程。

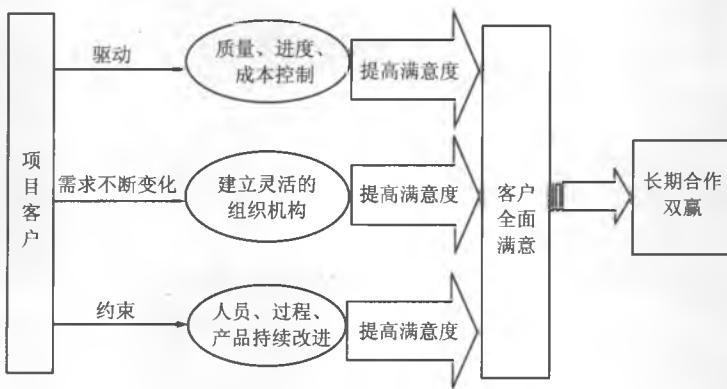


图 23-4 项目客户关系管理定义过程

项目客户关系管理的重要性主要体现在以下几个方面：

- (1) 项目客户关系管理有助于项目的获取；
- (2) 项目客户关系管理有利于项目的顺利实施；
- (3) 项目客户关系管理有助于项目成果的交付；
- (4) 项目客户关系管理有助于提高组织的竞争力。

项目客户关系管理实施成功与否的一个直接结果就是产生两种不同的客户，满意的客户和不满意的客户。实践证明，满意的客户所带来的收益远远大于不满意的客户。此外，留住客户的维护成本是获得新客户成本的 1/6。对于以客户为驱动的项目而言，有一点是非常重要的：尽可能使客户满意，留住老客户，而不是盲目地开发新客户。

根据帕累托的 80-20 原则，项目组织 80% 的收益来自 20% 高忠诚度的客户。企业必须重视高忠诚度客户的价值，他们是项目组织基本利润来源的保证；由于他们与项目组织的长期合作，已达到相互信任、相互尊重，对组织的情况更为了解，组织的运作也更为熟悉，这就大大降低了组织的客户获取成本和运营成本；他们有利于项目组织的持续改进；便于组织竞争力的提高；他们还是好项目的义务宣传员。表 23-5 所示为满意的客户与不满意的客户的比较。

表 23-5 满意的客户与不满意的客户的比较

满意的客户	不满意的客户
满意的客户愿意提供更多的项目	70%以上的不满意客户不愿意再次提供项目
非常满意的客户会与你终身合作	极度不满意的客户会提前终止项目
满意的客户会将经历告诉给另外 5 个潜在客户	不满意的客户会将经历告诉给另外 9 个潜在客户
满意的客户会有较少的变更	不满意的客户会有较多的变更

项目客户关系管理着眼于客户的全面满意，在项目过程中持续改进提高项目组织的工作绩效。客户关系管理实施的好坏，很大程度上决定了项目的长期利益和市场竞争力的提高。随着信息技术的高度发展，项目团队和客户之间的无障碍沟通已可实现。另外，

随着市场竞争的日趋激烈，项目客户关系管理的重要性将越来越突出。作为项目管理的一个新课题，项目客户关系管理中的许多环节，如提高项目客户忠诚度、建立适应客户不断变化的需求的组织机构、客户参与机制等方面仍需要进一步研究。

23.3 如何改进项目沟通

23.3.1 使用项目管理信息系统（PMIS）辅助沟通

项目管理的复杂性要求有合适的工具辅助项目管理人员进行项目管理工作。项目管理信息系统（PMIS）是用于收集、综合和分析项目管理过程输出的工具和技术。通常用来支持项目从启动到收尾的各个方面，可分为人工系统和自动系统。这里主要指能够帮助项目进行范围管理、时间管理、成本管理、采购管理、风险分析等综合功能的管理信息系统。PMIS 一般包含两块核心的功能：计划和控制。计划系统主要围绕质量、时间、成本三大目标，辅助完成项目计划工作，如工作结构分解（WBS），进度计划（网络图、甘特图）绘制，CPM，成本计划等。控制系统主要提供一些控制手段，以领导和协调项目组织的各种要素，包括人力资源、工程设计、原材料和财务等部门。

目前市场上大概存在 150 多种产品化的 PMIS 工具软件，美国 Primavera 公司的产品 Primavera Project Planner（简称 P3），是国际上流行的高档项目管理软件，已成为项目管理的行业标准。ABT 的 Project Management Workbench（PMW）是综合功能的管理信息系统，在国内一些大中型的软件企业中应用得较好。Microsoft 公司的 Project 2000 也使用得较好。当然基于成熟 PMIS 产品原型，结合软件企业自身特点，开发基于 Web 的 PMIS 是一种趋势。

实践证明，透明的项目进展状态有利于避免工程的延迟，超过预算或者质量低下。IT 企业需要一个专用的项目管理信息系统来整合时间、预算、范围、质量等目标。项目信息管理的效率和成本将直接影响项目管理其他环节的工作效率、质量和成本。软件企业必须结合企业实际，按照项目管理的方法，结合信息管理系统的特，让信息系统更好地为项目管理服务，加强项目控制与项目组建的信息沟通。

项目管理信息系统一般需要具备以下几方面的功能：

- (1) 预算和成本控制功能；
- (2) 排定任务日程功能；
- (3) 计划与进度安排功能；
- (4) 资源管理功能；
- (5) 监督和跟踪项目功能；
- (6) 可视化管理功能；
- (7) 报表管理功能；
- (8) 与其他专业应用软件交换信息的功能；

- (9) 处理项目群和子项目的功能;
 - (10) 工作排序和信息筛选功能;
 - (11) 文档信息安全性保护功能;
 - (12) 用于预测分析功能。

PMIS 的这些功能不一定在一个系统中完全实现，有很多项目管理信息系统可能只实现其中的一个或几个功能，还有一些系统干脆就是分离的，就某项功能开发一套软件。实践表明，项目管理信息系统（PMIS）开发建设的有效使用对于保证沟通顺畅作用相当明显。

23.3.2 建立沟通基础结构

沟通基础结构（Communications Infrastructure）是一套工具、技术和原则，为项目信息传送提供一个基础。工具包括电话机、传真机、电子邮件、项目管理信息系统、视频会议系统、文件管理系统及文字处理程序等；技术包括报告指导方针、文档模板、会议基本规则和程序、决策过程、解决问题的方法、冲突解决和协商技术及与此相似的技术；原则包括提供开放式对话的环境，使用“率直交谈”和遵照公认的工作道德规范。

1999年，微软执行总裁比尔·盖茨在他写的《未来时速：数字神经系统与商务新思维》一书中建议，组织应当发展沟通基础结构或“数字神经系统”，以便使公司内部及公司与顾客、供应商和其他商业伙伴之间的信息快速流动。盖茨提出在一个竞争性的商业环境，组织如何收集、管理、使用信息将决定他们的成败。在一次会见中，盖茨提到系统辅助项目管理，实行这种系统的公司确实与众不同。

23.3.3 使用项目沟通模板

为使项目中日常沟通更容易,组织项目管理部门需要为一般的项目沟通建立一些范例和模板,如项目章程、绩效报告和口头状态报告等。以往项目的好文档是范例的丰富来源。书面的与口头的范例和模板对于从来没有写过项目文件和做过项目陈述的人来说,特别有帮助。文档模板需要进行维护和升级,以适应项目实际工作要求的需要。建立和维护项目管理文档模板文件库是组织项目管理部门的重要工作之一。图 23-3 所示为某软件公司在信息系统研发项目中使用的项目周报模板,表 23-6 所示为信息系统项目各阶段文档列表。

表 23-6 信息系统项目各阶段文档列表

续表

阶段 文件	市场 调研	项目 计划	需求 分析	概要 设计	详细 设计	编码 阶段	内部 测试	系统 测试	工程 安装	验收 测试	软件 维护
配置管理计划											
系统开发规范											
软件需求说明书											
概要设计说明书											
数据库设计说明书											
详细设计说明书											
系统指南											
用户操作手册											
用户培训教材											
系统测试计划											
验收测试计划											
集成测试计划											
构成测试计划											
单元测试用例											
集成测试用例											
构造测试用例											
系统测试用例											
验收测试用例											
单元测试报告											
集成测试报告											
构造测试报告											
系统测试报告											
验收测试报告											

项目团队在编制他们的沟通管理计划时，应当同时确定什么模板可用于关键的文件。为了使模板的使用更便利，组织应当使项目模板在线可用，当然最好的选择是把各种文档模板集成到一个组织级基于内网 Intranet 的项目管理信息系统（PMIS）中。项目团队也应当理解高级管理层和客户对特定项目文档的期望。

23.3.4 把握项目沟通基本原则

在信息系统项目中，为了提高沟通的效率和效果，需要把握如下一些基本原则。

(1) 沟通内外有别。团队同一性和纪律性是对项目团队的基本要求。团队作为一个整体对外意见要一致，一个团队要用一种声音说话。在客户面前项目组人员表现出对项目信心不足、意见不统一、争吵等都是比较忌讳的情况。

(2) 非正式的沟通有助于关系的融洽。在需求获取阶段，常常需要采用非正式沟通的方式与客户拉近距离。在私下的场合，人们的语言风格往往是非正规和随意的，反

而能获得更多的信息。

(3) 采用对方能接受的沟通风格。注意肢体语言、语态给对方的感受。沟通中需要传递一种合作和双赢的态度，使双方无论在问题的解决上还是在气氛上都达到“双赢”。

(4) 沟通的升级原则。需要合理把握横向沟通和纵向沟通关系，以有利于项目问题的解决。“沟通四步骤”反映了沟通的升级原则：第一步，与对方沟通；第二步，与对方的上级沟通；第三步，与自己的上级沟通；第四步，自己的上级和对方的上级沟通。

(5) 扫除沟通的障碍。职责定义不清、目标不明确、文档制度不健全、过多使用行话等都是沟通的障碍。必须进行良好的沟通管理，逐步消除这些障碍。

23.3.5 发展更好的沟通技能

有些人似乎天生就有很好的沟通能力，有些人则有学习技术技能的诀窍，但很少发现有人天生就拥有上述两种技能。然而，沟通技能和技术技能都能学习提高，多数IT专业人员因其技术技能而得以进入这个领域。多数人发现沟通技能是提升职位的关键，特别是如果他们想成为优秀的项目经理。

沟通技能培训通常包括角色扮演活动，通过这些活动让参与者建立协同的观念。培训课还为参与者提供机会去发展在小组中沟通的特殊技能。着重表达能力的培训课通常把参与者的表演记录在录像带上，多数人看到录像带中自己言语上的特殊习惯感到惊讶，喜欢这种提高他们技能的挑战。在沟通和表达培训方面，很小的投资就能为个人、项目和组织带来巨大的回报，这些技能比他们在技术培训课上学到的许多技能有更长的生命力。

领导阶层要帮助改善沟通。如果高级经理允许职员发表令人讨厌的讲演、书写马虎的报告或在会上行为表现拙劣。那么职员就不会想着要去提高他们的沟通能力。高级经理必须设置较高的期望，以身作则进行领导。一些组织把所有的IT专业人员送去培训，以提高技术技能和沟通技能；一些组织在项目进度计划中留出时间准备重要报告和讲演草稿，并将反馈信息组合到草稿中；一些组织在计划中包括了与顾客进行非正式会谈以发展彼此关系的时间；一些组织甚至指派职员协助进行关系管理。

23.3.6 认识和把握人际沟通风格

认识和把握人际沟通风格，针对不同沟通风格的人，“个性化定制”，采用对方喜欢的方式去沟通，就会取得好的沟通效果。

要解决由于文化背景、工作背景、技术背景等因素造成的人们沟通过程中的偏差，需要了解影响沟通的重要因素之一，即人际沟通风格。不同的人说同样的事会用不同的方式，原因是人们拥有不同的人际沟通风格。人际沟通风格可以简化为四种类型，即理想型、实践型（操纵型）、表现型（亲和型）、理性型（分析型），四种风格有各自的表

现特征。

- (1) **理想型**: 关注“事件对谁有益，能从中获得何种成就”。
- (2) **实践型（操纵型）**: 关注“事件的老板是谁，利益是什么，最核心的目标是什么”。
- (3) **表现型（亲和型）**: 擅长在沟通中创造一个融洽的氛围，但对沟通表现出跳跃型，让人不明白其真正想表达的中心思想。
- (4) **理性型（分析型）**: 做事比较稳重，往往需要在掌握足够信息后，经过复杂的数据运算，才能得出结论。

23.3.7 进行良好的冲突管理

冲突管理是利用沟通技能创造性地处理项目冲突的艺术。冲突管理的作用是引导这些冲突的结果向积极的、协作的而非破坏性的方向发展。许多信息系统项目都具有很高的风险，这些项目要求项目组成员付出巨大努力，花费高昂，占用重要的资源，对组织内的工作方式有广泛的影响。当风险高时，冲突就不可避免；当潜在的冲突高时，良好的沟通就是必要的。在这个过程中，项目经理则是解决冲突的关键人物。

项目经理必须认识到并非所有的冲突都是有害的。事实上，冲突经常是有利的。冲突经常能够产生重要的成果，比如，好的建议，更好的解决方案，以及更加努力的工作和更好合作的积极性。如果在项目的不同方面没有冲突的意识，那么项目的团队成员就会变得迟钝，缺乏创造性和创新性。沃顿管理学院的卡伦·杰恩（Karen Jehn）教授通过调查指出，在项目目标和如何达到目标方面产生的与任务相关的冲突，经常能够提高项目团队的绩效。而由于个性碰撞和误解产生的情感冲突，常常会影响项目团队的绩效。项目经理应该创造一个环境，鼓励和保证冲突发挥其积极作用。

在信息系统项目中，冲突可能来自不同方面，可能来自项目内部，也有可能来自组织内的其他项目。常见的冲突包括：进度、项目优先级、资源、技术、管理过程、成本和个人冲突等。而产生这些冲突的原因包括：项目的高压环境、责任模糊、多个上级的存在、新技术的流行等。良好的沟通技能是解决一切冲突的基础，解决冲突的五种基本策略如下。

(1) **解决问题（Problem Solving）**: 利用解决问题的方法，允许受到影响的各方一起沟通，以消除他们之间的分歧。通过这种方法，队员直接正视问题，正视冲突，要求得到一种明确的结局。直接面对冲突是克服分歧、解决冲突最积极的有效途径，也称为面对模式（Confrontation Mode）。

(2) **妥协（Compromise）**: 项目经理利用妥协的方法解决冲突，他们讨价还价、寻求解决方法，使冲突双方能在一定程度上满意。协商并寻求冲突双方在一定程度上都满意的方法是该策略的实质，该方法的主要特征是寻求一种折中方案。尤其在两个方案势均力敌、均分优劣时，妥协也许是较为恰当的解决方式，但这种方法不一定总是可行。

(3) **圆滑（Smoothing）**: “求同存异”是该策略的本质，即尽力在冲突中强调意见一致的方面，最大可能地忽视差异。作为一种缓和或调停冲突的方式，并不利于问题的

彻底解决。

(4) 强迫 (Forcing): 采用“非赢即输”的方法来解决冲突，通过牺牲别人的观点来推行自己的观点。认为在冲突中获胜要比勉强保持人际关系更加重要，这是一种积极解决冲突的方式。当然，有时也可能出现一种极端的情形，如用权力进行强制处理，可能会导致队员的怨恨，恶化工作的氛围。具有竞争或独裁管理风格的经理喜欢这种模式。

(5) 撤退 (Withdrawal): 是指卷入冲突的某方从一个实际的或可能的不同意见中撤退或让步，这是最不令人满意的冲突处理模式。

项目通常处于冲突的环境之中，但冲突也并非“洪水猛兽”，如果处理得当，它能极大地促进项目工作的完成。冲突能将问题及早地暴露出来并引起团队成员的关注；冲突促进项目团队寻找新的解决办法，培养队员的积极性和创造性，从而实现项目创新；它还能引发队员的讨论，形成一种民主氛围，从而促进项目团队的建设。

项目经理要开发和利用人力资源与沟通技能来帮助识别和减少项目冲突，这是至关重要的。发展合作技能的核心能力包括：冲突的解决、协商和调停。这些技能对于任何领域的项目经理都是非常重要的。

23.3.8 召开高效的会议

会议是项目沟通的一种重要形式。一个成功的会议能成为鼓励项目团队建立和加强对项目的期望、任务、关系和责任的工具。失败的会议会对一个项目产生负面影响。例如，一个糟糕的启动会议 (Kickoff Meeting) —— 在项目或项目阶段开始时举行的会议。所有重要的利益相关者在会上讨论项目目标、计划等，这样可能会使一些重要的利益相关者决定不再支持该项目，许多人抱怨他们的时间浪费在一些不必要的或者缺乏计划的、糟糕的会议上。

在某些组织中，员工曾经需要参加一些效率低下的会议，并且自己会被召去开几个小时完全不相干的会议。对于人员工资相对较高的信息系统行业，低效会议的机会成本是相当大的。下面一些建议有助于使花在会议上的时间更有效。

- (1) 事先制订一个例会制度；
- (2) 放弃可开可不开的会议；
- (3) 明确会议的目的和期望的结果；
- (4) 发布会议通知；
- (5) 在会议前将会议资料发给参会人员；
- (6) 可以借助视频设备；
- (7) 明确会议议程和规则（指定主持人并明确其职责）；
- (8) 会议要有纪要，会议后要总结，提炼提纲；
- (9) 做好会议的后勤保障。

23.4 项目案例分析

××公司是某市一家大型股份制软件企业，具有较强的政府背景，公司主要以电子政务系统集成和金融信息系统集成成为主要业务方向。目前该公司正在进行某政府机关的办公自动化系统研发项目。项目经理在项目组中本来负责软件开发设计，开发后期由于原项目经理离职，被任命为新项目经理。经过5个月的时间，整个系统于2个月前按进度计划开发完成，目前系统处于试运营阶段，运行情况良好。但是项目一直没有结项，项目中出现以下几个问题：

(1) 频繁的需求变更。由于客户为机关单位领导，客户不断提出一些变更，项目经理就要处理变更需求；

(2) 客户的工作效率低、节奏慢，很小的内部分歧也需要开会议讨论。在项目实施过程中，单方面严重拖延实施进度，使项目不能按进度结项，造成项目延期；

(3) 客户与公司关系特别密切，不能完全按照合同进展，对合同规定的阶段验收不予回应，这些问题需要公司老总出面才能协调，项目经理控制协调力明显乏力。

分析要点：该案例是目前电子政务软件公司面对的一个典型问题。多数信息系统项目的失败在于项目范围的随意变更，国内政府部门拖沓的工作作风和领导意志一向令以行动迅速著称的IT业内人士感到无所适从，这也是许多电子政务项目没能取得预期效果的一个重要原因。需要明确的一点是，作为项目结果的接收者，客户的要求应该是放在第一位的，项目是为了客户而存在的，应对客户需求变更产生的风险正是一个成熟的团队需要具有的能力。但是如何应对这种局面是需要市场和技术部门的配合，以及公司高层的协调才可以较好地避免或减少上述案例的发生。

加强沟通管理，与客户的沟通要掌握好一定的技巧，如果客户领导提出不必要变更的需求，项目经理可以提出一定的交换条件，如延长项目周期，增加项目费用等。列举一些变更给系统带来的困难，以便给提出变更的客户压力，而随着压力的积累，客户再次提出变更时会有压力而变得谨慎。

23.5 小结

许多专家都认为信息系统项目失败的重要原因是沟通的失败。沟通是人与人之间传递和交流信息的过程，对于项目取得成功是必不可少的。掌握沟通模型、沟通渠道、沟通方法、沟通类型与沟通障碍等基本知识有利于加强对项目沟通管理的认识。项目经理在沟通中的作用非常明显，六点措施可以保证项目团队沟通顺畅。

项目沟通管理包括沟通计划编制、信息分发、绩效报告、项目干系人管理等过程。沟通计划编制过程确定项目干系人的信息和沟通需求：谁需要何种信息，何时需要，以及如何向他们传递。信息分发过程以合适的方式及时向项目干系人提供所需的信息。绩

效报告过程收集并分发有关项目绩效的信息，包括状态报告、进展报告和预测。项目干系人管理过程对项目沟通进行管理，以满足信息需要者的需求并解决项目干系人的问题。项目客户关系管理是把客户关系管理理念引入到信息系统项目管理中产生的研究成果。

为了改善项目的沟通，可以使用项目管理信息系统（PMIS）辅助沟通，建立沟通基础结构和使用项目沟通模板。沟通需要把握好一些基本原则，项目经理和项目团队应发展更好的沟通技能，认识和把握人际沟通风格，进行良好的冲突管理使冲突向有利的方向发展。项目管理工作中要掌握召开高效的会议技巧。

由沟通问题引发的一系列项目问题在电子政务建设项目建设中非常典型，而这些问题的解决需要借助有效率和有效果的沟通。

第 24 章 项目风险管理

风险管理能力是项目经理重要的技能之一。项目计划和跟踪的能力是一个合格的项目经理必须掌握的技能，而强有力的风险管理则是优秀项目经理必备的能力。即使项目经过了详细周密的计划并进行跟踪，但如果控制好项目中的风险，项目仍然会超出成本和进度的预计。尤其对于软件项目而言，项目中的不确定因素比比皆是，风险管理的难度超出了其他行业，这也是大多数软件项目不能按计划完成的重要原因。

24.1 风险概述

24.1.1 风险定义

虽然不能说项目的失败都是由于风险造成的，但成功的项目必然有效地进行了风险管理。任何项目都有风险，这是由于项目中总是有这样或那样的不确定因素，所以无论项目进行到什么阶段，无论项目的进展多么顺利，随时都会出现风险，进而产生问题。风险管理就是要争取避免风险的发生或尽量减小风险发生后的影响。那么什么是风险呢？

风险表达了一种概率，具有偶发性。对于项目中的风险可以简单地理解为项目中的不确定因素。从广义的角度说，不确定因素一旦确定了，既可能对当前情况产生积极的影响，也可能产生消极的影响。也就是说，风险发生后既可能给项目带来问题，也可能会项目带来机会。对于这两种性质不同的风险，在经典的项目管理理论中都属于风险管理的对象。不过从务实的角度来看，在软件项目中首先要管理好会产生消极影响的风险。我们也经常把风险定义为会引起问题的不确定因素。软件项目中要着重管理好会带来问题的风险。风险与问题的关系如图 24-1 所示。



图 24-1 风险与问题的关系

风险并不是一发生就消失了。首先，历史经常会重演，只要引发风险的因素没有消除，风险就依然存在，它很可能在某个时候跳出来影响项目进程。例如，不充分的设计是一种常见的风险，这个风险在编码阶段转化为问题。但问题发生了并不意味着设计就充分了，如果没有采取相应的措施，设计的问题还会接二连三地冒出来。其次，对于整个项目来说，发生问题则意味着系统状态发生了变化，这种变化往往带来新的不确定因素，因而引发新的风险。例如，团队成员不稳定的风险也是项目中常见的，风险一旦发生，就会出现人员的流失，即便是补充了新的成员进来，但新成员能够在多长时间内熟悉问题域也会成为新的风险。图 24-2 所示为风险与问题的演变。

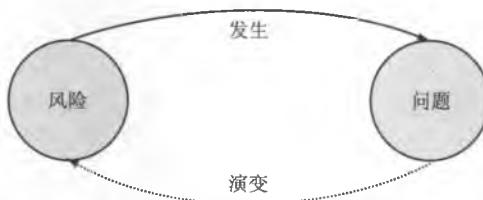


图 24-2 风险与问题的演变

不过，对于项目而言，风险不仅意味着问题的隐患，风险与机会并存，高风险的项目往往有着高的收益。相反，没有任何风险的项目（如果存在的话），不会有任何利润可图。作为项目经理要管理好项目中的风险，避免风险造成的损失，提高项目的收益率。

24.1.2 风险属性

如何完整地定义风险呢？显然仅仅使用自然语言描述是不够的。使用自然语言描述往往会忽略一些必要的风险特性。这些不完整的风险描述会模糊我们的认识，降低风险管理的作用，不能有效地预防风险。在风险管理中，通常使用一些属性更深入地描述风险，提高对风险的管理能力。一般来说，除了风险描述外，还有一些常见的风险属性如下：

- (1) 风险类型。
- (2) 风险发生概率，描述了风险发生的可能性。
- (3) 风险影响，如果风险一旦发生，将对项目造成什么样的影响。
- (4) 风险状态，一般可以分为开放、发生和避免三种状态。
- (5) 风险发生标志，判断风险发生与否的依据。
- (6) 风险消除标志，判断风险消失与否的依据。
- (7) 风险防范策略，如何预防风险的发生，降低风险发生的可能性。
- (8) 风险应对策略，风险发生后需要采取的措施。
- (9) 风险责任人，对该风险负责的人，通常会采取一些风险防范措施来预防风险的发生。

24.1.3 风险管理

项目需要以有限的成本，在有限的时间内达到项目目标，而风险会影响这一点。风险管理的目的就是最小化风险对项目目标的负面影响，抓住风险带来的机会，增加项目干系人的收益。作为项目经理，必须评估项目中的风险，制订风险应对策略，有针对性地分配资源，制订计划，保证项目顺利的进行。风险管理中包含以下6个主要活动：

- (1) 制订风险计划——确定项目中风险管理活动的步骤。
- (2) 识别风险——确定项目中可能存在的风险。
- (3) 定性的分析风险——通过对风险的发生概率和潜在影响排定风险优先级，为后续的分析做准备。
- (4) 定量的分析风险——量化分析风险对项目目标的影响。
- (5) 制订风险应对策略——制订相应的策略，减轻风险对项目目标的影响。
- (6) 风险跟踪与监控——跟踪并监控识别出的风险，执行风险应对策略，并评估其在整个项目生命周期中的效果。

24.2 风险计划

“凡事预则立，不预则废”，制订风险管理计划是风险管理的开始环节，也是风险管理的关键环节。后续的风险识别、风险分析、风险跟踪都需要建立在风险管理计划的基础上。在风险管理计划中需要定义：风险管理活动、风险级别、类型等内容。一般在项目计划早期就要考虑项目中的风险管理计划。

制订风险管理计划的过程如图24-3所示。

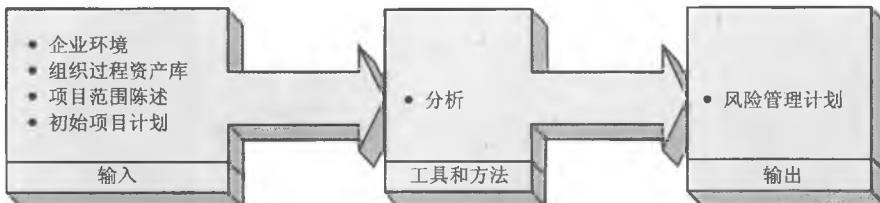


图24-3 制订风险管理计划的过程

1. 输入

(1) 企业环境。企业环境是制订风险计划中必须考虑的问题。不同的组织对风险有着不同的态度和策略，不同组织的风险承受能力也不同。例如，某些小企业的风险承受能力低，对于风险会非常谨慎，宁可放弃高收益也不会触及高风险的项目，而资金充足的企业则敢于面对风险，在风险中寻找机会。可见，风险计划中必须考虑企业所处的环境和企业自身的因素，根据组织策略制订风险计划。

(2) 组织过程资产库。很多组织有预定的风险管理过程，例如，通过CMM3的软件企业都会有组织级的风险管理过程。在制订风险管理计划时，需要考虑组织定义的过程，并结合项目实际情况，制订适合项目的风险管理计划。

(3) 项目范围陈述。在项目范围陈述中描述项目目标、产品范围、交付物、验收标准、限制、条件假设等内容（请参考项目范围管理中的内容）。这些内容界定了风险的范围。

(4) 初始项目计划。我们通常会在初始项目计划中定义软件项目最基本的内容，如项目管理过程、软件生命周期等。不同的定义对项目中的风险有着不一样的影响，例如，生命周期采用标准瀑布模型的软件项目对需求变动的风险相当敏感；而采用迭代方式开发的软件项目对于迭代步长和增量的风险则更为关注。由此可见，初始项目计划也需要作为风险管理计划的输入。

2. 工具和方法

通常采用会议的方法制订风险管理计划。由于风险问题贯穿整个项目，对所有的项目干系人都会造成影响。因此，建议所有的项目干系人或干系人代表参加风险管理计划会议。这样才可以全面地考虑风险对项目的影响，制订充分的风险管理计划。

在会议中，与会人需要根据组织环境和项目范围分析问题，制订出最初的风险管理计划。在计划中，需要确定基本的风险管理活动，如定期的风险评估；根据组织定义的风险管理过程定义项目中的风险管理过程，如风险类别、风险定性或定量的标准等；估计风险管理的时间表和费用，并把风险管理活动纳入项目计划，把风险管理费用纳入费用计划。通过对会议结论的总结就可以形成风险管理计划。

3. 输出

毫无疑问，这里的输出就是最初的风险管理计划了。一份完整的风险管理计划要包含如下内容：

(1) 方法。在这里定义出风险管理的步骤和工具，如风险识别方法、风险评估方法、使用风险跟踪矩阵跟踪识别出的风险等。

(2) 角色。风险管理中肯定有人的参与。在这里定义出人在风险管理中充当的角色和责任，如风险管理者领导风险管理过程、风险识别员负责监控项目中的未知风险、风险评估员负责评估识别出的风险、风险跟踪员负责监控项目中已知风险的状态。

(3) 预算。风险管理需要投入一定的人力和物力，在风险计划中当然要对投入的人力和物力进行估计。

(4) 频度。风险管理需要贯穿项目生命周期的始终，在这里定义风险管理活动进行的频度，如每周召开一次风险评估会议，或里程碑开始前评估里程碑中的风险。这些预计的风险管理活动也需要反映在项目进度表中。

(5) 风险类别。在相对成熟的组织中会有预定义的风险类别，在具体项目中或者直接使用预定义的类别，或者根据项目情况进行风险类别定义。例如，把项目中的风险

划分为：技术风险、团队风险、外部风险等。不同的风险类别会有不同的风险应对措施，对于技术风险可以通过聘请技术专家的方法降低风险发生的概率；而对于团队风险则需要增强团队培训和团队建设。为了更细致地表现风险的类别，可以采用类似于 WBS 的风险分解结构——RBS，如图 24-4 所示。

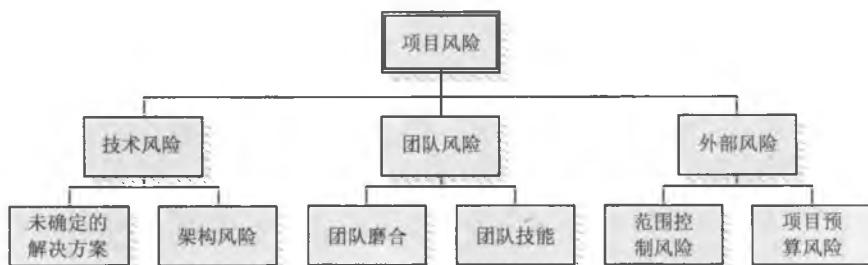


图 24-4 RBS 的风险分解结构

通过 RBS 可以更明确地定义风险类型和不同类型风险之间的关系。例如，同属于技术风险的“未确定的解决方案”和“架构风险”，对于未确定的解决方案需要聘请技术专家进行技术攻关，且技术攻关的结果可能直接影响项目目标；而对于架构风险则可以通过架构原形、架构评审等方法降低架构风险出现的概率。

(6) 风险发生概率和影响。这是风险重要的两个属性之一，通过风险概率和风险影响可以描绘出风险的重要程度。在这里并不是要定义某个具体风险的发生概率和影响，而是给出划分风险发生的可能性和风险影响的准则。这一步将是确立后面的风险分析的依据。例如，可以把风险发生概率划分为高、中、低三个级别，也可以把风险发生概率定义为：0.9——几乎肯定会发生；0.7——很可能发生；0.5——可能发生；0.3——不太可能发生；0.1——几乎不会发生。同时定义风险的影响为大、中、小，或 0.9——造成项目成本增加 50% 以上；0.7——造成项目成本增加 40%~50%；0.5——造成项目成本增加 30%~40%；0.3——造成项目成本增加 20%~30%；0.1——造成项目成本增加 10%~20%；0.05——造成项目成本增加不超过 10%。除了根据项目成本定义风险影响度外，还可以通过项目范围变化、项目工期来定义风险影响度。

综合风险发生概率和影响，可以得出风险的重要程度。例如，某项目中应用的架构没有经过验证，可能会造成性能、可靠性等一系列的问题，问题一旦出现，项目组就面临着使用新的架构重新开发的问题。那么，虽然该风险发生的概率仅有 0.3，但风险的影响高达 0.9。很显然，项目经理需要重点关注该风险；项目中通常存在的另外一个风险——部分编码错误直到发布前才被发现，该风险发生的概率很高，为 0.9，但由于这部分编码错误的修正最多花费一人周的时间，风险影响小于 0.05，因此项目经理并不需要特别关注该风险。

(7) 风险跟踪过程。在风险管理计划中，需要文档化风险跟踪过程的定义，作为后续风险跟踪活动的准则。

(8) 风险报告模板。由于关注项目风险的人不仅是项目经理，还包括项目组成员、组织乃至客户，因此一份定义的风险报告是必要的。在风险管理计划中定义出风险报告模板可以规范项目过程中的沟通活动。

24.3 风险识别

风险识别是风险分析和跟踪的基础，项目经理需要通过风险识别过程确认项目中潜在的风险，并制订风险防范策略。通常，项目环境不断变化，风险识别也不是一蹴而就的，需要贯穿整个项目生命周期。风险识别的结果是一份风险列表，其中记录了项目中所有发现的风险。在通过对风险进行分析后，制订相应的风险防范和应对措施，并安排专人对风险进行跟踪。

在风险管理计划中需要事先定义风险识别活动的时间和人员。整个的风险识别过程如图 24-5 所示。

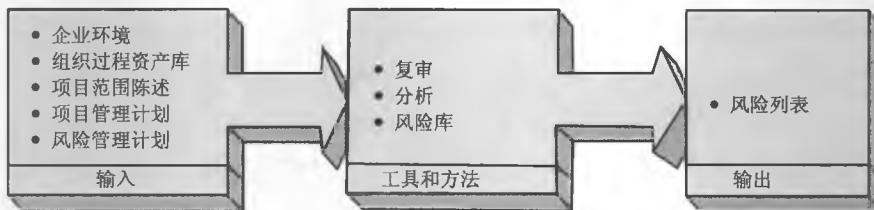


图 24-5 风险识别过程

1. 输入

风险识别从整个项目全局的角度考虑，其输入同制订风险管理计划过程类似，包括企业环境、组织过程资产库、项目范围陈述、项目管理计划。这四部分描述了最基本的项目风险，是风险识别的依据。除此之外，风险识别活动需要预先在风险管理计划中定义，包括风险识别的时间表、人员安排等。可见，风险管理计划也是风险识别的输入之一。

2. 工具和方法

(1) 复审。由于在风险转化为问题后，风险并不一定消失。因此根据项目中的已知问题导出风险可以得到精确的风险定义。

项目中的问题会体现在项目的中间产品或最终产品中，复审项目的中间产品和最终产品可以发现很多问题。复审的方式包括评审、走查和审计，复审的对象包括项目文档和程序。例如，通过对项目计划的复审可以了解到项目计划的质量，从而了解到项目经理的管理能力；而对源程序的复审可以获得开发团队对开发规范的理解和执行情况。

对于复审的结果需要追本溯源，检查造成问题的原因，而不是停留在表面。这样才可能发掘出项目中真正存在的风险。

但是，这种方法获得的风险列表并不全面。首先，复审并不能发现所有的问题；其次，

次，项目中还有没有暴露出的风险，在条件适当的时候也会转化为问题。

(2) 分析。仅仅通过复审的方式不能发现项目中的全部风险，通过分析的方法可以在更广的范围内识别风险。

分析是一个泛泛的概念，通过分析进行风险识别重在信息的收集和深入的思考。在分析过程还可以采用头脑风暴等方法尽可能多地收集与项目直接或间接相关的信息，并深入分析这些信息后面隐藏的内容。例如，我们在分析中发现大多数的团队成员刚刚从一个失败的项目中走出。在那个项目中，这些人每周都要工作60小时以上，最终项目延期50%，并且没有得到用户和公司的充分认可，这些问题人员士气低落，那么团队的稳定性肯定是项目中需要考虑的风险。这些信息很难反映在任何一份文档中，只能依靠项目经理和风险识别参与者的经验。在项目经理和团队经验不足的情况下，可以采用专家评估的方法，邀请项目管理和相关领域的专家，针对目前项目中的情况进行分析，尽可能多地识别出项目中的风险。

除了头脑风暴法和专家评估法外，还可以采用因果分析、假设分析、风险检查表等方法识别项目中的风险。

(3) 风险库。虽然不能第二次踏入同一条河，但我们却总是在类似问题上犯相同的错误。充分地借鉴已有的经验，吸取教训对每一个项目经理来说都很重要。项目风险库可以帮助组织内的每一个项目。项目风险库中包含了许多项目的风险管理文档，包括风险列表、风险跟踪矩阵等，通过这些文档可以描述一个项目完整的风险情况。这些已经完成项目中的风险很可能正躲在某个角落里，一不小心就会跳出来影响现在的项目。尤其是在同一个组织内，项目过程、团队情况、行业背景都非常类似，不确定因素大都相同的，风险库可以更有效地帮助识别风险。

在进行风险识别时，项目经理可以获取类似项目（尤其是类似的成功项目，从中可以得到更多的经验）中被识别出的风险，并考虑这些风险是否会在当前项目中出现。对于认为可能出现的风险则加入风险列表，如果认为不会出现则要多问几个为什么，是过程改进了，还是环境变好了。通过这种方法可以更迅速地识别出项目中的风险。

3. 输出

风险识别过程将产生项目中的风险列表，虽然现在列表中描述的还不够精确，缺少很多必要的属性，但至少已经迈出了第一步。如果说风险管理计划是让风险管理变得有据可循，那么风险识别则是让风险管理可以有的放矢。有些时候，在风险管理计划中没有列出全部的风险类型，这时可以根据风险识别的结果更新风险计划，把新识别出的类型加入到风险管理计划中。

IT项目有自己的特点，本节给出IT项目中常见的风险，供读者参考。

(1) **需求风险。**需求风险几乎出现在每一个软件项目中，而且大多数会转变成为问题。造成需求风险的原因是多方面的。首先，IT人员并不是业务领域的专家，对业务的理解存在偏差；其次，业务领域的工作人员很多时候并不特别清楚他们想要的东西，软件需求从来源开始就是不明确的；即使是业务领域的专家，与IT人员也有沟通和理

解的问题，对于同样的问题，业务领域的专家表述出来了，不同的 IT 人员也会产生不同的理解；除此之外，由于方法和技巧的问题，在需求阶段也会引入各种各样的错误。

(2) 技术风险。技术风险也是 IT 项目中常见的风险。IT 项目是技术型的项目，其中会应用到各种各样的技术方法，不恰当的选择和应用技术则会给项目带来很大的问题。在 IT 项目中，造成技术风险的原因大都是不恰当地应用了技术或应用了不成熟的技术，但其表现是多方面的。

例如，没有评估过需求人员使用用例分析技术的能力就采用用例技术分析用户需求，这样反而会适得其反。这并不是用例分析方法的错误，而是在项目中不恰当地使用，造成了技术上的风险。

又如，项目使用的技术架构没有经过验证，或仅仅进行了简单的评估，可能在项目后期发现技术架构不能满足项目的要求，这也是技术的不恰当地选用。

技术总是在不断的发展，更新的技术可能带来更高的效率和更强大的功能，保持组织的竞争优势。但在项目中导入新技术是需要非常谨慎的，新技术常常意味着不成熟，在最初的应用阶段会遇到各种各样的问题。尤其要避免的是不要在同一个项目中导入多种新技术，其结果可能是灾难性的。

(3) 团队风险。项目不可能是一个人独立完成的，必须有一支胜任的团队。IT 项目团队要求有明确的职责和高度畅通的沟通渠道。但 IT 项目的现实则是团队不稳定，经常出现人员流失的情况；往往在项目启动后才组建团队，团队中缺乏凝聚力；团队成员主要从事技术工作，沟通能力欠缺。那么，无法确定的团队聚合后的能力将成为项目的风险之一。

(4) 关键人员风险。在项目组中，总有一个或少数几个人掌握着项目核心的技术和解决方案，如技术专家或业务专家。这些关键人员的稳定对项目的结果有着非常大的影响。若有可能发生关键人员的离职或被调到其他项目组，则必须当成项目中的风险进行考虑。

(5) 预算风险。项目预算是项目经理必须考虑的事情，紧张的预算会对项目经理的决策造成影响。例如，可能会使用工资水平较低的人员、选用廉价的工具等。这些决策都可能会对后面的工作造成影响。由此可见，预算是否充足，是否能够及时到位，一旦发生问题或项目延期时是否仍然能够保证相对充足的预算，都是必须预先考虑的。

(6) 范围风险。范围风险与需求风险非常类似，但又有一些区别。需求风险指的是需求变动的风险，一般是由需求缺陷造成的。而范围风险指的是范围扩大的风险，其原因往往是多方面的，即可能是需求调研时漏掉了某些功能，也可能是双方对合同的理解不同等。范围变动的风险一旦发生将对项目造成巨大的影响。一般情况下，范围变动往往发生在项目的后期，此时开发工作已经基本完成，系统设计可能完全不支持要增加的功能，项目面临巨大的变更。项目经理的工作之一就是项目的范围控制，可以通过细化项目目标的方法来降低范围风险发生的概率，通过变更控制管理来降低范围风险造成的影响。

24.4 风险分析

在得到了项目风险列表后，需要对其中的风险做进一步的分析，以明确各风险的属性和要素，这样才可以更好地制订风险应对措施。风险分析可以分为定性分析和定量分析两种方式。风险定性分析是一种快捷有效的风险分析方法，一般经过定性分析的风险已经有足够的信息制订风险应对措施并进行跟踪与监控。在定性风险分析的基础上，可以进行风险定量分析。定量分析的目的并不是获得数字化的结果，而是得到更精确的风险情况，以便进行决策。

24.4.1 定性分析

风险定性分析的过程如图 24-6 所示。



图 24-6 风险定性分析的过程

1. 输入

风险定性分析的过程需要的输入包括：组织过程资产库、项目范围陈述、风险管理计划和已经识别的风险列表。在评估过程中，需要根据这些输入对已识别的风险进行逐项的评估，并更新风险列表。

在组织过程资产库中，可以得到历史项目数据。这些经验都对识别当前项目中的风险有帮助。

在项目范围陈述中，可以得到项目的整体概念。如果是一个维护型项目或是简单的升级，因为项目的环境相对稳定，不确定因素较少，风险也就会相对少些；但如果是在全新领域中的复杂项目，会有很多不确定因素，风险分析的难度会大很多。

风险管理计划定义了很多要素，如风险可能性、风险影响程度、风险类别等，这些要素是风险分析最基本的依据。

风险列表中包含已经识别出的风险，是风险分析的对象。风险列表也会随着分析过程的推进而更新，最终得到更精确、细致的风险列表。

2. 工具和方法

进行风险定性分析包括以下几个方面：

(1) **风险可能性与影响分析**。由于在进行风险定性分析时，没有量化的标准，因

此不可能分析风险发生的概率，但可以对风险发生的可能性进行大致的评估。可能性评估需要根据风险管理计划中的定义，确定每一个风险的发生可能性，并记录下来。除了风险发生的可能性，还应当分析风险对项目的影响。风险影响分析应当全面，需要包括对时间、成本、范围等各方面的影响。其中不仅包括对项目的负面影响，还应当分析风险带来的机会，这有助于项目经理更精确地把握风险。

对于同一个风险，由于不同的角色和参与者会有不同的看法，因此一般采用会议的方式进行风险可能性与影响的分析。因为风险分析需要一定的经验和技巧，也需要对风险所在的领域有一定的经验，因此在分析时最好邀请相关领域的资深人士参加以提高分析结果的准确性。例如，对于技术类风险的分析就可以邀请技术专家参与评估。

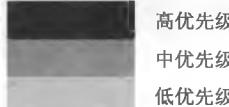
(2) 排定风险优先级。在确定了风险的可能性和影响后需要进一步确定风险优先级。风险优先级的概念与风险可能性和影响既有联系又不完全相同。例如，发生地震、火山爆发等可能会造成项目终止。这个风险的影响非常严重，直接造成项目失败，但发生的可能性非常非常小，因此优先级并不高。又如，坏天气可能造成项目组成员工作效率下降，虽然这种可能性很大，每周都会出现，但造成的影响非常小，几乎可以忽略不计，因此优先级也不高。风险优先级是一个综合的指标，优先级的高低反映了风险对项目的综合影响，也就是说，高优先级的风险最可能对项目造成严重的影响。那么我们应该如何评定风险优先级呢？

一种常用的方法是风险优先级矩阵，如表 24-1 所示。

表 24-1 风险优先级矩阵

可能性 \ 影响	很大	较大	中	较低	很低
很高					
较高					
中					
较低					
很低					

图例：



当分析出特定风险的可能性和影响后，根据其发生的可能性和影响在矩阵中找到特定的区域就可以得到风险的优先级。

(3) 确定风险类型。在进行风险定性分析时需要确定风险的类型，这一过程比较简单。根据风险管理计划中定义的风险类型列表或者 RBS 可以为分析中的风险找到合适的类型。如果经过分析后发现在现有的风险类型或 RBS 中没有合适的定义，则可以修订风险管理计划，加入这个新的风险类型。

3. 输出

经过定性的风险分析，我们通常能够得到更新的风险列表。这时，列表中的风险比起刚刚识别时已经清晰多了，此时可以开始制订风险应对措施。

24.4.2 定量分析

相对于定性分析来说，风险定量分析更难操作。由于在分析方法不恰当或缺少相应模型的情况下，风险的定量分析并不能带来更多有价值的信息，反而会在分析过程中占用一定的人力物力。因此一般先进行风险的定性分析，在有了对风险相对清晰的认识后，再进行定量分析。分析风险对项目负面影响和正面的影响，制订相应的策略。量化分析着重于整个系统的风险情况而不是单个风险。事实上，风险量化分析并不需要直接制订出风险应对措施，而是确定项目的预算、进度要求和风险情况，并将这些作为风险应对策略的选择依据。在风险跟踪的过程中，也需要根据最新的情况对风险定量分析的结果进行更新，以保证定量分析的精确性。

风险定量分析的过程如图 24-7 所示。

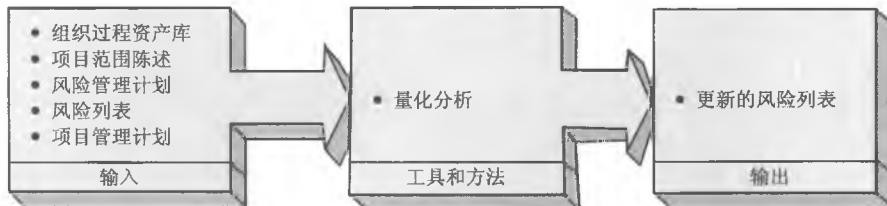


图 24-7 风险定量分析的过程

1. 输入

量化风险的输入相对定性分析而言增加了项目管理计划。在项目管理计划中，有明确的项目目标、项目进度和成本的要求及项目时间表，从中可以获得整个项目的确切情况，这些都是量化风险分析所必需的。

2. 工具和方法

如上所述，定量风险分析着重分析项目的风险。通过量化风险分析，可以得到项目可能的交付时间和花费的成本。

在理想情况下，项目是可以按照计划完成的。但存在于项目中的风险使得项目出现了延期的可能。每当发生一处风险，就将对项目造成一定的影响，项目的交付日期延迟。将这些风险对项目的影响累加，项目的最终交付时间是不能确定的，只能说最有可能在什么时间完成，但不能确切地说项目一定会在什么时间完成。在考虑风险的情况下，项目最终交付时间的分布如图 24-8 所示。

由图 24-8 可知，项目最有可能在 5 月初完成。也就是说，在充分考虑风险的情况下，项目的完成时间比没有考虑任何风险时要推迟 2 个多月完成。事实上，除了风险因

素外，由于项目每一次延期都会对项目成员的士气造成影响，因此项目实际完成时间的分布如图 24-9 所示。

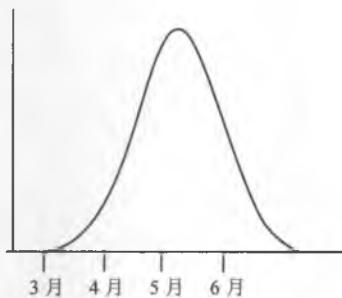


图 24-8 项目最终交付时间的分布

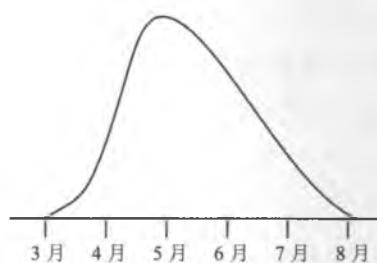


图 24-9 项目实际完成时间的分布

随着项目反复地拖延，项目的进度延迟会进一步加重。

除了对项目的可能完成时间进行分析外，还需要对项目可能的成本进行量化分析，得出相应的结果，在此就不再举例说明了。

采取专家评估的方法是一种比较简单的量化分析方法，例如，组织相关成员对项目进行乐观、中性和悲观估计，填写如表 24-2 所示的表格。

表 24-2 项目进度估计表

估 计 工作包	乐 观	中 性	悲 观
需求	3 周	4 周	6 周
设计	4 周	6 周	7 周
开发	10 周	15 周	17 周
合计	17 周	25 周	30 周

根据表 24-2 可以认为项目最有可能在 25 周左右完成，最差情况需要 30 周。当然，通过组织过程资产库也可能得到历史项目的数据，辅助评估。

除此之外，还可以使用项目风险模型采用模拟的方法来进行量化分析。把项目的风险转化为对时间、费用和目标的影响，并作为风险模型的输入。这些数据将多次通过蒙特卡洛模拟进行计算，最终得出项目完成时间与成本的分布。

3. 输出

定量风险分析的输出同定性风险分析一样，都是更新风险列表，但增加了项目完成时间的分布和项目成本的分布。

24.5 风险应对

到目前为止,我们先后介绍了制订风险管理计划、识别并分析风险。我们最终的目的是减少项目中风险发生的可能性、降低风险带来的危害、提高风险带来的收益。可见,还必须针对识别出的风险制订相应的措施来防范风险的发生或增加风险收益,这些措施就体现在风险应对计划中。在风险应对计划中,包括应对每一个风险的措施、风险的责任人等内容。项目经理可以将风险应对措施和责任人编排到项目进度表中,并进行跟踪和监控。

1. 输入

制订风险应对计划的输入包括:

- (1) 风险管理计划。
- (2) 风险列表。

在风险分析过程中,已经把分析的结果更新到风险列表中,再结合风险管理计划中制订的策略,制订风险应对计划。

制订风险应对计划的过程如图 24-10 所示。

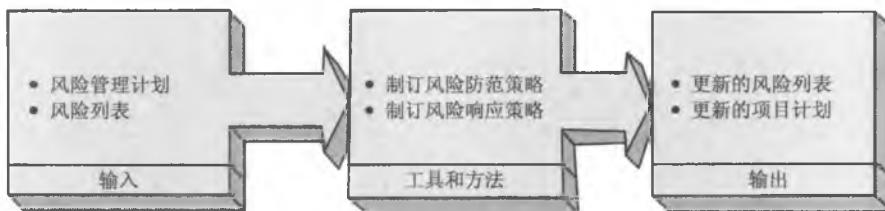


图 24-10 制订风险应对计划的过程

2. 工具和方法

制订风险应对计划时有多种不同的策略,对于相同的风险,采用不同的应对策略会有不同的应对方法。通常可以把风险应对策略分为两种类型:防范策略和响应策略。防范策略指的是在风险发生前,项目组会采取一定的措施对风险进行防范;而响应策略则是在风险发生后采取的相应措施以降低风险带来的损失。

(1) 制订风险防范策略。消极的风险防范策略是最常用的策略,其目的是降低风险发生的概率或减轻风险带来的损失。例如,避免策略、转移策略和减轻策略。

- 避免策略指的是想方设法阻止风险的发生或消除风险发生的危害。如果避免策略成功则可以消除风险对项目的影响。例如,针对技术风险可以采取聘请技术专家的方法;针对项目进度风险可以采取延长项目时间或缩减项目范围的办法。
- 转移策略指的是将风险转嫁给其他的组织或个体,通过这种方式来降低风险发生后的损失。例如,在固定成本的项目中,进行需求签字确认,对于超出签字范围的需求变更需要客户增加费用。这种方式就是一种将需求风险转移的策略。

经过转移的风险并没有消失，其发生的可能性也没有变化，但对于项目组而言，风险发生后的损失降低了。

- **减轻策略。**当风险很难避免或转移时，可以考虑采取减轻策略来降低风险发生的概率或减轻风险带来的损失。风险是一种不确定因素，可以通过前期的一些工作来降低风险发生的可能性，或者也可以通过一些准备来降低风险发生的损失。例如，对于需求风险，如果认为需求变化可能很剧烈，那么可以考虑采用柔性设计的方法降低需求变更的代价。尤其对于 IT 项目而言，越早发现问题越容易解决。例如，对于需求风险带来的问题，在设计阶段发现要好过编码阶段才发现。针对这种特点，也可以采用尽早暴露风险的方法降低风险的发生损失。

需要说明的是，制订出的风险防范措施需要对应到项目进度表中，安排出专门的人员执行一些工作来防范风险的发生。否则制订出风险防范措施也不会对项目有太大的意义。

(2) 制订风险响应策略。虽然采用了很多方法来防范风险的发生。但风险本身就是一种不确定因素，不可能在项目中完全消除。那么，还需要制订一些风险发生后的应急措施来解决风险带来的问题。例如，对于系统性能的风险，由于不清楚目前的系统架构是否能够满足用户的需求，可能在系统发布后出现系统性能不足的问题。对于这个风险，可以定义其风险响应策略来增加硬件资源以提高系统性能。

风险响应策略与风险防范策略不同，无论风险是否发生，风险防范策略都需要体现在项目计划中，在项目过程中需要有人来执行对应的防范策略；而风险响应策略是事件触发的，直到风险发生后才会被执行，如果始终没有发生该风险，则始终不会被安排到项目活动中。

3. 输出

制订完风险应对计划后，将会更新风险列表和项目计划，在采取某些特定的风险防范策略后，还可能会产生一些与项目风险有关的合同。

在完成制订风险应对计划后，风险列表已经比较完备，其中会包含：

- (1) 已经识别出的风险，包括风险的描述、风险类型和风险带来的影响等内容；
- (2) 风险责任人，负责跟踪风险的状态；
- (3) 根据风险分析得到的风险优先级；
- (4) 风险的应对策略；
- (5) 风险发生的标志；
- (6) 风险发生后的应急措施。

我们也经常把这个比较完备的风险列表称为风险跟踪矩阵。表 24-3 所示为一个风险跟踪矩阵的例子。

表 24-3 风险跟踪矩阵的例子

编号	风险描述	状态	风险类型	发生概率	风险影响	负责人	防范策略	应对策略	发生标志	消除标志

24.6 风险跟踪与监控

有效的风险管理需要在整个项目生命周期过程中都对风险进行跟踪与监控。经过制订风险计划、识别风险、风险分析和制订风险应对计划后，项目中的风险已经比较清晰，这时就要进入风险跟踪与监控过程。

风险跟踪的目的是根据项目最新的情况修正风险列表中的数据。风险跟踪与监控不仅是对已经识别出的风险的状态进行跟踪，还包括：监控风险发生标志、更深入地分析已经识别出的风险、继续识别项目中新出现的风险、复审风险应对策略的执行情况和效果。由此可见，风险跟踪与监控的结果会涉及包括项目计划在内的很多内容，例如，根据目前风险监控的结果修改风险应对策略，或根据新识别出的风险进行分析并制订新的风险应对措施等。

整个风险跟踪与监控的过程如图 24-11 所示。

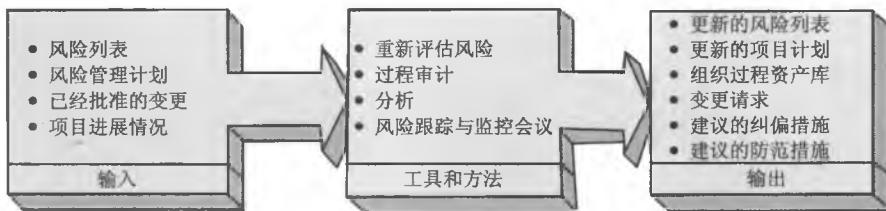


图 24-11 风险跟踪与监控的过程

1. 输入

风险跟踪与监控的输入除了风险管理计划和风险列表外，还包括：

- (1) 已经批准的变更。由于项目中的任何变更都可能会造成新的风险，因此在风险跟踪与监控过程中需要考虑这些变更。
- (2) 项目进展情况。在工作进展情况中包括对项目当前状态的描述，例如，项目进度、人力资源情况、项目财务情况等。

2. 工具和方法

在风险跟踪过程中包含如下工作：

(1) 重新评估风险。项目的情况在不断地变化，在项目最初识别并分析的风险也会有相应的变化。除去已经发生或避免的风险外，残留的风险在发生可能性、影响等各个方面都会与以前不同。这时需要重新评估这些残留的风险，并更新风险列表。

(2) 过程审计。在风险跟踪过程中，需要评估风险管理的效果。其中，包括风险应对措施的执行情况和效果、风险管理过程的效果等。

(3) 分析。在风险跟踪和监控中，需要分析的内容很多，包括：

- 项目偏差情况。通过项目的偏差和趋势分析可以看出目前项目的进度和成本情况。例如，目前项目的执行情况已经背离了基准计划，则意味着交付风险增大，很可能无法按时交付；若项目成本的上升可能会意味着某些风险应对措施无法执行。偏差和趋势分析相关的数据可以通过项目进展情况获得，分析的方法也有很多，如挣值分析。
- 项目进展情况。与项目偏差情况分析不同，项目进展关注项目开展过程中的中间产品与计划是否一致。例如，已经完成的模块同设计说明书是否一致等，是否能够满足用户的要求等。
- 储备情况。在项目中经常会采用留出一定余量的方式来应对风险。例如，针对团队有可能的流失提前储备一定的人员，或针对项目有可能的拖延而准备一定的资金等。在风险跟踪和监控过程中，需要对储备的情况进行分析，衡量项目目前抵抗风险的能力。

(4) 风险跟踪与监控会议。在项目进行过程中，根据风险管理计划将定期召开风险跟踪与监控会议。在会议中将对项目中的风险、应对策略的执行和风险跟踪的情况进行评估和总结。项目需要根据自己的特点安排风险跟踪与监控会议，在高风险的项目中，项目风险很多，情况变化快，就需要增加会议的频度和事件；反之，在低风险的项目中，可以适当降低风险评估会议的频度。

3. 输出

风险跟踪与监控过程将产生很多输出，其中包括：

- (1) 更新的风险列表；
- (2) 更新的项目计划；
- (3) 可以加入到组织过程资产库中的经验和教训；
- (4) 相关文档的变更请求；
- (5) 建议的纠偏措施和防范措施。

24.7 小结

风险管理过程与其他的基本项目管理过程一脉相承。首先，需要对风险管理活动进行计划——制订风险管理计划；其次，需要对活动的对象进行估计——风险识别；再次，

在估计的基础上展开风险管理活动——风险分析和制订风险应对策略；最后，对风险管理的过程进行审核与评估——风险跟踪与监控。

整个风险管理的过程如图 24-12 所示。在整个风险管理过程中，每一个子过程的结果都会影响到其他的过程。例如，在风险识别过程中发现了没有预定义类型的风险则需要更新风险管理计划；经过风险分析过程需要更新风险识别过程的结果——风险列表；制订完风险应对计划后同样也需要更新风险列表；而在风险跟踪与监控过程中，可能会变更整个风险管理过程的各个产物。

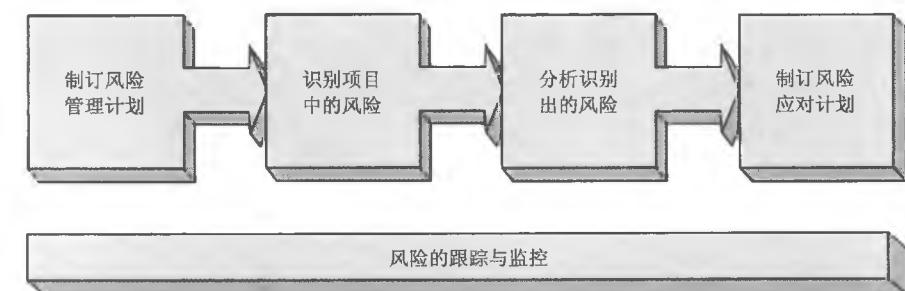


图 24-12 风险管理的过程

软件开发是一个高风险行业，里面的不确定因素太多。比如，需求不明确、技术不稳定、个体生产率难以把握和追踪等。这些不确定因素一旦变得与预期不同，风险就发生了：项目的交付周期延长；项目的交付物质量下降，这也是软件项目普遍延期严重的重要原因之一。不过高风险也意味着高收益，一个成功的软件项目将会给组织带来丰厚的利润。作为软件项目的项目经理，不但需要熟练地掌握项目管理的基本技能，如计划、跟踪、协调等，还必须能够控制项目中可能发生的问题，让风险处在可以预计、控制和跟踪的范围内。

第 25 章 项目采购和合同管理

项目采购是从项目外部购买项目所需的产品和服务的过程。采购过程涉及具有不同目标的双方或多方，各方在一定市场条件下相互影响和制约。通过流程化和标准化的采购管理和运作，可以达到降低成本、增加利润的作用。

项目采购管理过程包括：

- (1) **采购计划**。决定采购什么，何时采购。
- (2) **合同编制**。记录项目对产品和服务的需求，并且寻找潜在的供应商。
- (3) **招标**。发布项目采购招标书，接受供应商的投标书。
- (4) **供方选择**。审查、比较所有的投标书，选择供应商并与之谈判最终签订合同。
- (5) **合同管理**。管理合同及买卖关系；审核并记录供应商的绩效以建立必需的纠正措施并作为将来选择供应商的参考；管理合同相关的变更和与项目客户的合同关系。
- (6) **合同收尾**。合同履行和清算，包括对一些未决项目的实施。

根据《信息系统项目管理师考试大纲》，本章重点要求考生掌握以下几方面的知识：

- 采购计划的编制。
- 合同的编制。
- 招标。
- 供方选择。
- 合同管理（含合同收尾）。
- 外包管理。

25.1 采购计划

采购计划是确定项目的哪些需求可通过采购项目组织之外的产品和服务来满足的过程，采购计划的目标包括决定是否采购、怎样采购、采购什么、采购多少、什么时候采购等内容。

当项目需要项目组织之外的产品和服务时，对每一产品和服务都将执行一次招标过程。签订合同和采购时，项目管理小组将寻求专家们的支持。

当项目不需从外界获取产品和服务时，或者发现采购和管理外部资源所花的成本可能超过内部开发成本时，招标过程就没必要执行。

25.1.1 采购计划的输入

编制项目采购计划切不可“闭门造车”。详细、合理、科学的采购计划需要寻找到符合项目实际的立足点作为编制依据。

1. 项目范围说明书

项目范围说明书界定了项目工作范围的界限，提供了采购过程中必须予以考虑的项目需求与策略方面的重要资料。项目范围说明书同时提供了与项目范围相关的约束和假设，项目交付物列表，以及项目和其产品及服务的验收准则。

2. 产品/服务说明书

产品/服务说明书详细说明了采购过程中应予考虑的产品和服务的技术问题或注意事项的重要信息。产品/服务说明书一般可分为设计说明书、执行说明书和功能说明书。

(1) 设计说明书。设计说明书是对项目的合理性的说明，从项目和项目产生的交付物的物理特性方面来详细阐述应该怎样进行项目工作，项目的合理性风险应该属于买方。

(2) 执行说明书。执行说明书是一份主要的、归纳性的项目清单，从操作特性方面来明确最终产品须达到的可测量的性能。项目的执行风险由供应方承担。

(3) 功能说明书。功能说明书是对项目目标的一个量化说明。由于项目成功必须要达到某些标准，至少包含质量、成本和进度标准。因此，项目应当有相关属性、计量单位和数量值的描述。

3. 采购策略

项目管理者在编制采购计划时，首先要考虑项目是否需要采购，哪些项目需求只能通过采购来满足，哪些任务需要项目执行组织自己完成。其次还应考虑采购方式，是招标方式还是询价方式。对于全部或部分使用国有资金的项目，《中华人民共和国招标投标法》已明确规定必须采用招标方式。对于使用企业自有资金的项目，企业可根据拟采购产品和服务的具体性质决定采用何种方式。如果只是采购少量的通用计算机设备，可以采用简便易行的询价方式。如果要采购一套电子出版系统，最好采用招标的方式。

4. 市场环境

编制采购计划时必须预先调查市场中有哪些潜在的供应商，谁能够在什么条款和条件下提供哪些产品和服务。

5. 项目管理计划

项目管理计划主要包括来自项目管理的其他管理计划的以下文件：

- 基本成本。

- 进度估计。
- 质量管理计划。
- 现金流量计划。
- 工作分层结构。
- 确认的风险。
- 计划人员配置。

6. 制约因素

制约因素是限制买方和卖方选择的特定因素。大多数项目最通常的制约因素是买方手头的资金限制，其他可能的制约因素包括既定的交付日期，可用的人力、物力、技术与管理资源等。

7. 假设因素

假设因素是为了编制采购计划而假定会发生的因素。例如，项目执行期间计算机硬件可能会降价，计算机采购合同如果执行期较长，应该考虑到可能的降价因素。

25.1.2 采购计划的编制工具和技术

项目执行组织对需要采购的产品和服务拥有选择权和决策权，在采购计划的编制过程中，项目管理者一般会采用以下技术与方法。

1. 自制和外购分析

用来分析和决定某种产品或服务由项目执行组织自我完成或者外购，这是一种通用的管理技术。自制和外购分析都包括间接成本和直接成本。例如，在外购分析时，应包括采购产品的成本和管理购买过程的间接费用。自制和外购分析必须反映执行组织的观点和项目的直接需求。

2. 专家判断

在采购计划过程中，往往需要专家的技术性判断来评估采购过程的输入和输出。在制订和修改、评价买方的要约或建议书时也需要专家的判断。这种专家意见可由具有专业知识，来自多种渠道的团体和个人提供。包括：

- 执行组织中的其他单位。
- 顾问。
- 专业技术团体。
- 行业专家团。

3. 合同类型选择

不同类型的采购应采用适合其特点的合同。合同一般分成三大类：

- 固定价格合同。这类合同对一个明确定义的产品采用一个固定总价格，如果该

产品没有明确定义，卖方和买方都会面临风险——买方可能得不到想要的产品，卖方为了提供产品可能花费额外的成本。固定价格合同也包括对达到或超过既定项目目标（如进度目标等）的奖励。

- 成本补偿合同。这类合同包括支付给卖方实际成本，加上一些通常作为卖方利润的费用。成本通常分为直接成本和间接成本。直接成本指工程项目单独花费的成本（如全职员工的薪水）。间接成本指由执行组织划分到项目的管理费用。间接成本一般按直接成本的一定百分比计算。成本补偿合同也常常包括对达到或超过既定的项目目标（如进度目标等）的奖励。
- 单价合同。材料和工时的单价由买卖双方事先确定，但在签订合同时并没有确定项目的总价，合同的总金额是完成项目的工作量的函数。

25.1.3 采购计划的输出

项目采购计划过程的最终成果包括采购管理计划和工作明细表。

1. 采购管理计划

采购管理计划应清楚规定采购过程（从编制合同到合同收尾）将怎样被管理。例如：

- 采用什么类型的合同？
- 如果采用独立估计作为评估标准，由谁准备？什么时候准备？
- 如果需要标准采购单证，在哪里可以找到？
- 怎样管理多家供应商？
- 采购如何与项目的其他部分协调，例如，进度协调。

一个采购管理计划可以是正式的或非正式的，详细的或框架性的，具体采用什么形式要根据项目的需求。

2. 工作明细表

工作明细表足够详细地规定了采购项目，以便未来的卖方决定他们是否有能力提供这些项目。“足够详细”的具体程度会因项目的性质、买方需求、预期的合同的格式的不同而不同。

某些不同的领域认可不同类型的工作明细表。例如，在一些领域，工作明细表是明确指定产品和劳务的采购项目，而必需品明细表是指作为问题需解决的采购项目。

在采购过程中，工作明细表可能需要修订。例如，一个潜在的卖主可能建议一个更有效的解决方案或者成本更低的产品。每一个采购项目都需要一个独立的工作明细表，然而多项产品和劳务可能用一个工作明细表集成一个采购项目。

工作明细表应尽可能的清楚、完整和简洁，应包括任何所必需的附带劳务描述。例如，执行报告或前项目对采购项目的支持。在一些应用领域需具备工作明细表的特定的内容和格式。

3. 更新的项目管理计划

项目管理计划需要更新以反映采购计划编制带来的变更。对于项目管理计划和其附属计划请求的变更（增加、修改和修正）需要综合变更控制过程进行管理。

25.2 合同编制

采购可分为招标采购和非招标采购两种方式。招标采购是由购买方提出招标条件，由许多供应商同时投标竞争。通过招标方式，购买方一般可以获得非常合理的价格和优惠的产品供应条件，同时也可促使供应商之间公平竞争。非招标方式多用于标准规格的产品采购，通过市场多方询价的方式，选择供应商，这是一种简便易行的采购方式。

合同编制过程包括准备招标(询价)所需的文件和确定合同签订的评估标准的过程。

25.2.1 合同编制的输入

(1) **采购管理计划**。采购管理计划既是上一阶段（采购计划）的输出成果，也是合同编制的依据和前提。

(2) **工作明细表**。工作明细表也是上一阶段（采购计划）的输出成果，同样作为合同编制的依据和前提。

(3) **项目管理计划**。主要包括来自项目管理的其他管理计划的以下文件：

- 基本成本。
- 进度估计。
- 质量管理计划。
- 现金流量计划。
- 工作分层结构。
- 确认的风险。
- 计划人员配置。

当这些文件被考虑为采购计划的一部分时，它们有可能被修改；当这些文件被认为是合同编制的一部分时，也可能再次被修改。

25.2.2 合同编制的工具和技术

(1) **标准形式**。标准形式可包括标准合同、标准采购项说明、全部或部分投标文件的标准版本。进行大量采购的组织应使大部分文件标准化，以利于今后同类项目的采购。

(2) **专家判断**。请参看 13.1.2 节。

25.2.3 合同编制的输出

1. 采购文件

采购文件被用来向潜在的供应方征集建议书。“标书”和“报价单”等术语一般用在基于价格选择供应商的时候（如商业采购），而当技术或方法等非资金因素作为重要因素考虑时（如购买专业服务）才使用“建议书”这一术语。然而，由于这些术语经常在使用中互换，因而不要想当然地认为术语按其暗含的意思使用。不同采购文件的通用名称包括：投标邀请函、建议请求书、报价请求书、磋商邀请函和合同方向函等。

最常用的两种采购文件是建议请求书和报价请求书。

建议请求书是一种征求潜在供应商建议的文件。对于招投标采购而言，RFP 在很大程度上可以等同于招标文件，而供应商的建议书则被视为投标的标书。

报价请求书是一种依据价格选择供应商时用于征求潜在供应商报价的文件。一般项目执行组织多在涉及简单产品的采购中使用 RFQ。对于招投标采购而言，RFQ 在很大程度上可以等同于招标文件，而供应商的报价单则被视为投标的标书。

采购文件应使用合理的结构，这样能促进潜在的供应商提供明确和完整的答复。采购文件应包括相关的工作明细表、对供方答复形式的规定，以及必要的合同条款（如格式合同、保守商业秘密条款等）。政府部门的采购文件，其内容和结构均有一定的标准。

采购文件应做到足够严谨以确保供方反馈的一致性和可比性，但也要有一定的弹性从而允许供方提出满足需求的更好的建议。

2. 评估标准

评估标准用以对建议书进行评价和打分。标准可以是客观的（例如，项目经理应具有信息产业部颁发的信息系统管理师证书），也可以是主观的（例如，项目经理应具有管理相似项目的经验）。评估标准往往是采购文件的一部分。

如果采购产品已经存在于一些可容易获得的渠道中，评估标准可限于采购价格（采购价格包括采购产品的成本和采购费用）。如果采购产品还不存在，应制订其他标准以形成一个完整的评价制度。例如：

- 对需求的理解——可由供方建议书看出。
- 总成本或生命周期成本——选择的供方是否能提供最低成本（采购成本加上经营成本）？
- 技术能力——供方是否具有，或者是否有理由相信供方能获得所需要的技术和知识？
- 技术方案——供方所提议的技术方法和解决方案是否符合采购文件需求，或者能够提供更好的结果？
- 管理方式——供方是否具有，或者是否有理由相信供方拥有一套确保项目成功的

管理过程和程序？

- 资金能力——供方是否具有，或者是否有理由相信供方能获得所需资金？
- 生产能力——供方是否有能力满足未来的潜在需求？
- 知识产权——供方是否声明对于他们所使用的技术和提供的产品拥有知识产权？

在用于正式招标之前，每一项评估标准被赋予了不同的权重，以表示采购方对该项标准的重视程度。这些标准项还可以进一步细化。比如，对于一个藏文数字图书馆平台软件的开发项目，既要考查投标者开发藏文信息处理软件的技术能力，也要考查投标者开发数字图书馆平台软件的技术能力。至于这两方面所占的权重，应根据实际情况具体分析。如果招标单位是一家藏文出版社，本身已有藏文信息处理的丰富经验，则应着重考查投标者开发数字图书馆平台软件的技术能力。如果招标单位是一家实力很强的软件开发单位，但不了解藏文信息处理技术，则应着重考查投标者开发藏文信息处理软件的技术能力。如果招标单位是国家科技计划的管理部门，准备进行国家科技计划项目招标，则应同时考察投标者开发藏文信息处理软件和数字图书馆平台软件的技术能力。

3. 修订的工作明细表

对一份或多份工作明细表的修订应在合同编制期间确定。

25.3 招标

招标投标活动应当遵循公开、公平、公正和诚实信用的原则。

依法必须进行招标的项目，其招标投标活动不受地区或者部门的限制。任何单位和个人不得违法限制或者排斥本地区、本系统以外的法人或者其他组织参加投标，不得以任何方式非法干涉招标投标活动。

招标投标活动及其当事人应当接受依法实施的监督。

25.3.1 招标的输入

(1) 采购文件。采购文件既是上一阶段（合同编制阶段）的输出成果，也是招标的依据和前提。

(2) 认证供应商名单。一些企业和项目执行组织本身就有供应商管理体系，可直接从数据库中获取供应商名单，以及这些供应商的相关经验和其他特点。

如果这样的名单不存在，项目小组就必须开拓自己的渠道。可从因特网、图书馆目录、相关区域协会、商业目录和其他类似的渠道获得通用的信息资料。

采购文件可以发送给全部或部分潜在的供应商。

25.3.2 招标的工具和技术

(1) 招标公告。招标人采用公开招标方式的，应当发布招标公告。依法必须进行招标的项目的招标公告，应当通过国家指定的报刊、信息网络或者其他媒介发布。

招标公告应当载明招标人的名称和地址、招标项目的性质、数量、实施地点和时间，以及获取招标文件的办法等事项。

(2) 投标人会议。投标人会议（也称为发包会、供应商会议）是指在接受投标之前与潜在供应商的碰头会。投标人会议用来确保所有潜在供应商对采购有一个清晰、共同的理解（技术要求和合同要求等），对问题的答复有可能作为修订条款包含到采购文件中去。

25.3.3 招标的输出

投标书（建议书）是供方准备的文件，说明供方提供所需产品的能力和意愿。投标书应该同相关的采购单证文件一致。

25.4 供方选择

供方选择包括：标书或建议书的接收；使用评估标准评估；对供应商进行选择。

价格通常是最重要因素，但并不是决定因素。如果供方不能按时按质提供产品或服务，最低的价格也许不是最低的成本。价格因素在供方选择中所占的权重，要根据项目采购的具体内容而定。一般而言，对于有明确质量要求、检验比较容易的简单通用设备的采购，价格因素可占70%~80%的权重；对于技术含量较高、个性化较强、需要二次开发、质量要求难以量化、测试评估比较困难的复杂系统的采购，价格因素只能占40%~60%的权重，供应方的资质、信誉、技术实力、以往的案例，尤其是供方技术方案的可行性、先进性和成熟性，均应作为供方选择的重要依据。

投标书或供方建议书通常可分成技术（方案）部分和商业（价格）部分，各部分应独立评估。

对于关键性产品或服务，可采用多渠道采购，这样不仅可以规避风险，而且使供应商时刻处于竞争之中。例如，某些少数民族地区的报社和出版社，往往有不同文种的出版物，如果该社本来就是按照文种划分编辑部和排版车间，可以考虑不同文种选购不同供应商的排版系统。近来内地一些单一文种（汉文）的大报社，也喜欢同时采购不同软件公司的排版软件，这样不仅可以取长补短，还可以顺便检验一下各软件公司的排版系统是否真的符合标准，各排版软件之间能否实现信息共享和交换。尽管各软件公司都自称自己的软件是符合标准的，但如果只使用一家公司的产品，很难判断这些产品是否真的符合标准。例如，如果灯头和灯口均由一家工厂生产，很难判断这些灯头和灯口是不

是标准的。如果灯头和灯口来自不同的厂家，是否标准就一目了然了。计算机信息系统也一样，比如，判断一个排版软件的排版结果是否标准，最简单的办法就是拿这个排版软件的排版结果去其他厂家的输出系统上去试一试，看其能否正常输出。当然，对于多渠道采购，需要考虑其潜在的风险，例如，不同厂商的产品能否互相匹配，万一出了问题能否分清责任。更重要的是，项目组织者应考虑自身是否有管理多家产品的能力。如果自身没有这种能力，还不如选购一家公司的产品和服务。

下面介绍的工具和方法可单独使用或合并使用，例如，加权分析法可用在：

- 选择出一个供方签订格式合同。
- 对所有标书或建议书排序以确定谈判次序。

对于重要采购项目，评标过程可能要重复几次。合格供应方的名单将根据初步的建议做出选择，然后，更详细的评估根据更详细和全面的建议而开展。

25.4.1 供方选择的输入

(1) 投标书(建议书)。投标书(建议书)既是上一阶段(招标)的输出结果，也是供方选择的依据和前提。

(2) 评估标准。评估标准作为合同编制阶段的输出结果，同样是供方选择的依据和前提。

(3) 组织政策。管理项目的组织都有正式和非正式的政策，该政策可能影响对投标书(建议书)的评估。

(4) 风险数据库。风险数据库包括风险相关信息，如已识别风险、风险的根本成因、风险责任人、风险分析结果、风险的优先级、风险的分类，以及风险管理过程对风险的应对。在准备和签订合同时必须关注已识别的风险和应对措施。

(5) 风险相关的合同协议。准备合适的合同协议，包括关于保险、服务和其他项目的协议，以明确特定风险发生时各方应承担的责任。

25.4.2 供方选择的工具和技术

(1) 加权系统。加权系统是对定性数据的一种定量分析方法，以尽量减小供方选择中的人为偏见影响。方法如下：

- 给每一评估标准设定一权重。
- 按每一标准为供方打分。
- 将各项权重和分数相乘。
- 把所有的乘积求和得到一个总分数。

(2) 独立评估。对很多采购项目，采购组织要自己评估价格。如果评估有明显的差别可能意味着工作明细表不充分，也可能意味着卖方误解或者没能完全答复工作明细表。

独立评估常被称为“应该花费”估计。

(3) 筛选系统。筛选系统包括为一个或几个评估标准确定最低要求，实际筛选操作中也可能同时采用加权系统和独立评估。例如，可能要求潜在的供应商（或服务提供商）具有特定的资质。

(4) 合同谈判。合同谈判是合同签订前的必要步骤，包括对合同结构和要求的澄清及共同约定。最终的合同文本应反映所有已达成的协议，合同的内容应涵盖（但不局限于）责任和权利、适用的条款和法律、技术和商业方案、合同融资、总体进度表和价格。

对于复杂的采购项目，合同磋商应是一个独立的过程，该过程有自己的输入（如一个问题或未决项列表）和输出（如备忘录）。对于简单的采购项目，买方可以直接提出不可谈判的条款和条件，只需要供方表示接受而不用漫长的谈判。

合同谈判是称为“谈判”的通用管理技巧的一个特例。谈判工具技巧和方式在通用管理类书籍里被广泛讨论，并可以应用到合同谈判过程。

25.4.3 供方选择的输出

1. 选择的供方

根据投标书（或建议书）评估和合同谈判的结果，选择最具有竞争力的供方。

2. 合同

合同是一个有约束力的共同协议。供方有提供指定商品的义务，买方有支付价款的义务。合同是一种可由法庭裁决的法律关系。合同可以简单或复杂，常常（并不总是）由产品的简单或复杂决定。合同有时也称为协议、采购单、备忘录。大多数组织有成文的政策和程序，规定由谁代表组织签订合同，通常由单位的法人代表或其委托人代表单位签订合同。在国内，合同双方一般均应在合同上加盖单位公章。

虽然所有项目文件都按照审查和批准的形式，但合同的法律约束性本质通常意味着合同将采用更严格的批准过程。审查和批准程序最重要的地方就是要确保合同文本定义的产品或劳务符合规定的要求。

根据《中华人民共和国合同法》，合同应包括以下内容：

- (1) 当事人的名称或者姓名和住所。
- (2) 标的。
- (3) 数量。
- (4) 质量。
- (5) 价款或者报酬。
- (6) 履行期限、地点和方式。
- (7) 违约责任。
- (8) 解决争议的方法。

技术服务合同除上述内容外，还应包括以下特殊内容：

- (1) 项目名称。

- (2) 服务内容、范围和要求。
- (3) 服务计划、进度、期限、地点、地域和方式。
- (4) 质量要求，验收标准和方法，系统维护范围和维护期。
- (5) 总服务费及详细说明，拨款和结算方式及时间。
- (6) 双方的协作关系，技术成果的归属。
- (7) 风险责任的承担。
- (8) 技术情报和资料的保密。
- (9) 违约金或者损失赔偿的计算方法。
- (10) 解决争议的方法。
- (11) 名词和术语的解释。

技术服务合同涉及专利的，应当注明发明创造的名称、专利申请人和专利权人、申请日期、申请号、专利号，以及专利权的有效期限等。

25.5 合同管理

合同管理是确保供方的执行符合合同要求的过程。对于需要多个产品和服务供应商的大型项目，合同管理的主要方面就是管理不同供应商之间的接口。项目执行组织在管理合同时要采取一系列行动，合同关系的法律本质使项目执行组织在管理合同时必须准确地理解这些行动的法律内涵。

合同管理包括对合同关系应用适当的项目管理程序，并把这些过程的输出统一到整个项目的管理中。当涉及多个供方和多种产品的时候，总是需要各个层次上的统一和协调。

项目管理过程应用在：

- 项目计划执行，在适当时候授权合同方工作。
- 绩效报告，监控合同方的成本、进度和技术绩效。
- 质量控制，检验合同方的产品是否合格。
- 变更控制，确保变更被正确地批准，需要了解情况的人知晓变更的发生。

合同管理还包括资金管理部分。支付条款应在合同中规定，价款的支付应与取得的进展联系在一起。

合同管理审核并记录卖方执行合同的绩效，以及所要进行的纠偏措施。同样，卖方也会记录绩效以备将来使用。合同管理还包括合同变更控制，在合同收尾前任何时候，经双方同意都可以对合同进行修订。

25.5.1 合同管理的输入

- (1) 合同。合同既是上一过程（供方选择）的输出结果，又是合同管理的前提条件。
- (2) 工作结果。供方的工作结果——子项目是否完成，符合质量标准的程度，花费

的成本等，都作为项目计划执行的一部分收集起来。

(3) 变更请求。变更请求包括对合同条款的修订和对产品、服务说明的修订。如果供方工作不令人满意，那么终止合同的决定也作为变更请求处理。供方和项目执行组织不能就变更的补偿达成一致的变更是争议性变更，称之为权力主张、争端或诉讼。

25.5.2 合同管理的工具和技术

(1) 合同变更控制系统。由于合同双方现实环境和相关条件的变化，许多合同都有可能变更，而这些变更必须根据合同的相关条款适当处理。

合同变更控制系统定义合同变更的程序，包括书面工作、跟踪系统、争端解决程序和变更的批准级别。合同变更控制系统应被包括在总体的变更控制系统中。任何合同的变更都是以一定的法律事实为依据来改变合同内容的法律行为。

(2) 绩效评审。采购绩效评审是对供方在合同规定的进度和质量范围内交付情况和成本花费的全面评审，包括对供方准备的文件的评审和对供方执行的审查和质量评审。绩效评审的目标是确定合同是否成功执行、关于工作明细表的进展情况和供方的违约情况。

(3) 检查和审计。在合同执行过程中，可以执行检查和审计来识别供方工作程序、产品和服务的弱点。

(4) 绩效报告。执行报告向管理方提供供方是否有效地完成合同目标的信息。合同执行报告应同整个项目的执行报告合并在一起。

(5) 支付系统。对卖方的支付通常由执行组织的应付账款系统处理。对于有多种或复杂的采购需求的大项目，项目应设立自己的支付系统。不管哪一种情况，支付系统都应包括项目管理小组的适当的审查和批准过程。

(6) 索赔管理。当合同执行出现偏差，采供双方不能达成纠正偏差的一致意见时，可能引发争端、索赔或诉讼。通常遵循合同条款，这些索赔会在合同生命周期内被记录、处理、监控和管理。如果各方无法自己解决，就不得不按照合同规定的争端解决程序来处理。可以在合同收尾前或收尾后援引合同争端解决条款进行仲裁或诉讼。

25.5.3 合同管理的输出

(1) 信函。合同条款和条件，以及合同执行情况常常要求采供双方在某些方面的沟通以书面文件进行。例如，对执行令人不满意的合同的警告、合同变更或条款的澄清、检验出问题的审查和审计报告等。

(2) 供方绩效评估报告。记录了供方的合同执行绩效，分析其继续执行当前合同的能力，指出是否允许供方执行将来的项目，或者对供方的执行情况进行评级。这些文件可以作为提前终止与供方的合同或者决定罚款或奖励的基础。

(3) 建议的纠偏措施。如果供方的行为与合同规定有偏差，可以提出建议的纠偏

措施以使供方能够遵守合同条款的规定。

(4) 合同变更。按照合同变更控制条款规定，经批准的合同变更包括修改合同的保价、进度、条件、采购品种、质量要求或其他条款，以及工作明细表等附件。由于合同变更可能会影响项目计划和项目采购过程，所以项目管理计划和其他项目文件也要做相应的更新。

(5) 支付请求。支付请求假定项目采用外部支付系统，如项目有自己的支付系统，这里的“支付请求”改为“支付”。

25.6 合同收尾

合同收尾包括产品核实（所有工作都正确地、令人满意地完成了吗？）和管理收尾（更新记录以反映最终结果并将信息存档以备将来使用）。合同条款也可能为合同收尾规定特定的程序。提前终止合同是合同收尾的特殊情形。

25.6.1 合同收尾的输入

(1) 合同文件资料。合同文件资料包括（但不限于）合同本身，以及支持进度，请求和批准的合同变更，供方开发的技术资料，供方执行报告，财务凭证（如发票和支付记录），以及与合同有关的检验结果。

(2) 合同验收请求。供方按规定提供了合同要求的所有产品和服务之后，可提出合同验收请求。

25.6.2 合同收尾的工具和技术

(1) 采购过程审计。采购过程审计是从采购计划到合同管理的采购过程的一种结构性复查。采购审计的目标是找出采购过程中的成功和失败之处，以便向本项目中的其他采购项，以及本项目执行组织的其他项目中的采购管理提供经验和教训。

(2) 记录管理系统。记录管理系统是将一些特定的过程、相关的控制活动和自动化工具统一成一个整体。项目经理或其他管理人员使用该系统管理合同文件和记录，维护合同文件和双方通信记录的索引，并协助对相关档案的存取。

25.6.3 合同收尾的输出

(1) 合同文卷档案。应准备一个完整的带索引的合同文件集以容纳最终的项目记录。

(2) 正式验收和收尾。买方（或其授权的合同管理人）提供卖方关于合同已完成和交付物已被认可或被退回的正式书面通知。交付物验收和合同收尾的详细要求，以及如何处理不符合规定的交付物的具体条款通常会在合同中正式规定。

25.7 外包管理

外包是企业利用外部的专业资源为己服务，从而达到降低成本、提高效率、充分发挥自身核心竞争力乃至增强自身应变能力的一种管理模式，同时也是现代社会非常重要的一种商业模式。在史瑞夫港咨询顾问公司的研讨会里，“外包”被定义为：依据服务协议，将某项服务的持续管理责任转交给第三者执行。

企业为什么要实行外包呢？

过去，企业必须执行多种不同的非核心业务，而由于市场的急速变迁，以及日渐增多的运营限制，迫使企业必须重新评估这些业务。越来越多的企业回归核心业务，有些甚至进一步缩减业务范围，使其在本行业内能充分发挥。

也有许多企业将外包视为重塑企业架构的方式，凭借外包可以跳出以往垂直整合的模式，创造出更有弹性、专注于核心业务的企业。

正如管理学大师彼得·德鲁克所说，“任何企业中仅做后台支持而不创造营业额的工作都应该外包出去，任何不提供向高级发展机会的活动与业务也应该采取外包形式。企业的最终目的不外乎是最优化地利用已有的生产、管理与财务资源。”

一般而言，企业的外包策略都是构建在核心能力和价值分析上的。核心的、创造最多价值的，自己做；非核心的、创造价值不大的，外包。但核心能力和价值分析不能只看现在，不想未来。以 IBM 为例，由于过去的核心能力是设计、生产和销售计算机，所创造的价值也最多，因此把非核心能力的微处理器外包给英特尔，操作系统外包给微软。但到了计算机大量商品化的阶段，所有产品的性能都达到标准的时候，IBM 的产品失去差异性，生产计算机已经赚不到钱，反而是微软和英特尔这两家公司赚到了钱。

从本质上说，外包也是产品、服务采购的一种形式。参照项目采购管理过程，外包管理可采用如下的过程：

- (1) **外包计划**——决定外包什么，何时外包。
- (2) **合同编制**——记录项目对于产品和服务的需求，并且寻找潜在的承包商。
- (3) **招标**——发布项目外包招标书，接受投标人的投标书。
- (4) **承包商选择**——审查、比较所有的投标书，选择承包商并与之谈判最终合同。
- (5) **合同管理**——管理合同，以及买卖关系；审核并记录承包商的绩效以建立必需的纠正措施并作为将来选择承包商的参考；管理合同相关的变更和与项目客户的合同关系。
- (6) **合同收尾**——合同履行和清算，包括对一些未决项目的实施。

第 26 章 文档和配置管理

26.1 信息系统文档

每一个信息系统都会经历规划阶段、制订方案阶段、研制阶段、试运行阶段、安装调试阶段、运行阶段和更新阶段，每一阶段都有大量的文档产生。文档是记录系统的痕迹，是系统维护人员的指南，是开发人员与用户交流的工具，是系统相关人员对系统了解和使用的必须资料。健全规范的文档意味着系统是按照工程化的方法开发的，意味着系统的质量有了形式上的保证，而文档欠缺和文档的随意性和不规范性，极有可能导致开发人员流动后，系统不可维护，成了没有生命力的系统。

信息系统的文档，不但包括软件开发过程中产生的文档，还包括硬件采购和网络设计中形成的文档；不但包括上述有一定格式要求的规范文档，也包括系统建设过程中的各种来往文件、会议纪要、会计单据等资料形成的不规范文档，后者是建设过程中有各方谈判甚至索赔的重要依据；不但包括系统实施记录，也包括程序资料和培训教程等。

26.1.1 信息系统文档的种类

信息系统文档种类繁多，非常复杂，可以说是不胜枚举。信息系统中的文档的作用也就是系统中各种参与者之间交流沟通的工具。下面我们从用户、分析人员、开发人员、项目管理人员、测试人员、维护人员之间的交流沟通将这些文档做一个分类总结。

(1) 用户和分析人员的沟通。

- 可行性研究报告。
- 总体规划报告。
- 系统开发合同。
- 系统方案说明书。

(2) 开发人员与项目管理人员的沟通。

- 系统开发计划（包括计划相关的各种文档）。
- 系统开发月报。
- 系统开发总结报告。

- 开发人员间的交流。
- 系统方案说明书。
- 系统设计说明书。

(3) 测试人员和开发人员间的沟通。

- 系统方案说明书。
- 系统开发合同。
- 系统设计说明书。
- 测试计划。
- 测试用例。
- 测试记录。
- 测试报告。

(4) 系统开发人员和用户之间的沟通。

- 用户手册。
- 操作指南。

(5) 系统开发人员和系统维护人员间的沟通。

- 系统设计说明书。
- 系统开发总结报告。
- 技术手册。

(6) 用户与维护人员间的沟通。

- 系统运行报告。
- 维修修改建议。

26.1.2 信息系统文档的特点

系统文档往往是多人合作完成的，并且会传送给更多的人使用。它有两个重要的特性：变更性和共享性。

系统文档的形成并不是一蹴而就的，往往需要进行多次的修改，并且经常是在多人之间的合作成果。往往也需要经历开发、评审、修改的过程。系统文档通常有众多的使用者，文档开发者创建好文档后都需要经过一个有效的途径分发到使用者手上，通常是每个使用者都有一份文档的备份。

如何在系统文档的开发过程中进行有效的控制和管理，如何进行文档的分发并保证每个使用者都有相同的备份，这是文档管理中的一个重要课题，解决它的唯一办法就是配置管理。

26.2 配置管理的基本概念

26.2.1 配置项

信息系统中的文档和软件在其开发、运行、维护的过程中会得到许多阶段性的成果，并且每个文档、软件在开发和运行过程中还需要用到多种工具软件或配置。所有这些信息项都需要得到妥善的管理，决不能出现混乱，以便在提出某些特定的要求时，将它们进行约定的组合来满足使用的目的。

这些信息项是配置管理的对象，称为配置项。它们通常可以分成下面的 6 种类型。

(1) 环境类。 软件开发、运行和维护的环境，如编译器、操作系统、编辑软件、管理系统、开发工具、测试工具、项目管理工具、文档编制工具等。

(2) 定义类。 需求分析与系统定义阶段结束后得到的工件，如需求规格说明书、项目开发计划、设计标准或设计准则、验收测试计划等。

(3) 设计类。 设计阶段得到的工件，如系统设计说明书、程序规格说明、数据库设计、编码标准、用户界面设计、测试标准、系统测试计划、用户手册。

(4) 编码类。 编码及单元测试结束后得到的工件，如源代码、目标码、单元测试用例、数据及测试结果。

(5) 测试类。 系统测试完成后的工作，如系统测试用例、测试结果、操作手册、安装手册。

(6) 维护类。 维护阶段产品的工作，以上任何需要变更的软件配置项。

配置项是一个独立存在的信息项，我们可以把它看成一个元素，单独的一个元素发挥不了什么作用，但随着工作的进展，出于不同的要求，需要将这些元素进行不同的组合，这个组合称配置，配置是一个软件产品在生存期各个阶段的不同形式（记录特定信息的不同媒体）和不同版本的程序、文档及相关数据的集合，或者说是配置项的集合，它具有完整的意义。

系统需求是由很多需求描述文件和系统用例组成的，每一个文件是一个配置项，所有的配置项结合起来才能够形成一个完整的系统需求，系统需求就是一个配置。

26.2.2 配置管理

简单来说，配置管理简单说，就是对配置的管理。按国际标准 ISO9000：3.1997 的说法，配置管理是一个管理学科，它对配置项（包括软件项）的开发和支持生存期给予技术和管理上的指导。配置管理的应用取决于项目的规模、复杂程度和风险大小。软件工程专家 W.Babich 认为，软件配置管理能协调软件开发，使得混乱减少到最小。软件配置管理是一种标志。组织和控制修改的技术，目的是最有效地提高生产率。《软件工程术语》国家标准 GB/T 11457-1995，给配置管理下了定义，配置管理是标志和确定系

统中配置项的过程，在系统整个生存期内控制这些配置项的投放和更动，记录并报告配置的状态和变动要求，验证配置项的完整性和正确性。并对下列工作进行技术和行动指导与监督的一套规范：

- (1) 对配置项的功能特性和物理特性进行标志和文件编制工作。
- (2) 控制这些特性的变动情况。
- (3) 记录并报告这些变动进行的处理和实现的状态。

综合以上几种对配置管理的解释，可以把软件配置管理概括为：它是采用技术手段和行政手段进行管理和监督的一套规范化方法；对配置项的功能特性和物理特性加以标志，并将其文件化；控制这些特性的变更；报告变更进行的情况和变更实施的状态及验证与规定需求的一致性。

总之，配置管理主要是对软件生存期过程中的各种阶段产品和最终产品演化和变更的管理，它是软件质量管理的重要组成部分。如果从变更的意义讲，软件配置管理是要解决软件的变更标志、变更控制，以及变更发布的问题。

26.2.3 配置管理的意义

信息系统项目的对象是信息系统，它和传统的制造产品有着很大的差别，这些差别决定了信息系统项目必须相应地采取特殊的措施，否则将无法达其目标。信息系统是不可见抽象的智力产品，其规模日益扩大和复杂，参加的人员数量日益增多，沟通工作量也越来越大，并时时处于变化之中，并对系统开发人员的依赖相当大。由于这些原因，信息项目很容易造成信息的拥有者的版本不一致，或者需要的文件找不到，或者需求变化太快以致产品与需求不一致的现象。所有这些现象用配置管理的方法都是很容易实现的。

具体的配置管理能够解决以下问题：

(1) 多重维护问题。一个文档的几个备份在不同的地方使用，或者若干个文档中都含有一些共同的内容。如果一个用户发现了一个文档出现了问题便直接进行修正，或几个用户发现了问题都各自做了修正，这样，文档就不一致了。

这是配置管理最容易解决的问题，用户需要修改某文档时，必须从配置库中检出该文档，修改后再检入，每个用户需要该文档时都从配置库中检出最新的文档。

(2) 同时修改问题。多个用户对同一个文档进行修改，这时就有可能出现有的用户的变更消失了。要解决这个问题，有两个办法，一个是同一时间只允许一个人检出，另一个办法是将文档分成多个文档，避免编辑冲突。

(3) 丢失版本或不知版本。这个问题的解决要明确规定保留哪个版本，销毁哪个版本；采用一种系统化的文档标志版本，并控制版本的变更采用统一的备份规程。

26.3 配置管理过程

配置管理是 CMM2 中的一个重要的 KPA，其作用就是建立和保证整个软件生命周期中产品的完整性。它是所有成熟的软件组织必需的一个管理过程。本节说明配置管理中的角色、流程及配置管理计划的制订。

26.3.1 配置管理中的角色和分工

要使配置管理活动在信息系统的开发和维护中得到贯彻执行，首先要明确定配置管理活动的相关人员及其职责和权限。配置管理过程的主要参与人员如下：

(1) 项目经理 (Project Manager, PM)。项目经理是整个信息系统开发和维护活动的负责人，他根据配置控制委员会的建议，批准配置管理的各项活动并控制它们的进程。其具体工作职责如下：

- 制订项目的组织结构和配置管理策略；
- 批准、发布配置管理计划；
- 决定项目起始基线和软件开发工作里程碑；
- 接受并审阅配置控制委员会的报告。

(2) 配置控制委员会 (Configuration Control Board, CCB)。负责指导和控制配置管理的各项具体活动的进行，为项目经理的决策提供建议。其具体工作职责如下：

- 批准配置项的标志，以及软件基线的建立；
- 制订访问控制策略；
- 建立、更改基线的设置，审核变更申请；
- 根据配置管理员的报告决定相应的对策。

(3) 配置管理员 (Configuration Management Officer, CMO)。根据配置管理计划执行各项管理任务，定期向 CCB 提交报告，并列席 CCB 的例会，其具体工作职责如下：

- 软件配置管理工具的日常管理与维护；
- 提交配置管理计划；
- 各配置项的管理与维护；
- 执行版本控制和变更控制方案；
- 完成配置审计并提交报告；
- 对开发人员进行相关的培训；
- 识别开发过程中存在的问题并制订解决方案。

(4) 开发人员 (Developer, Dev)。开发人员的职责就是根据项目组织确定的配置管理计划和相关规定，按照配置管理工具的使用模型来完成开发任务。

26.3.2 配置管理流程

配置管理流程图如图 26-1 所示。

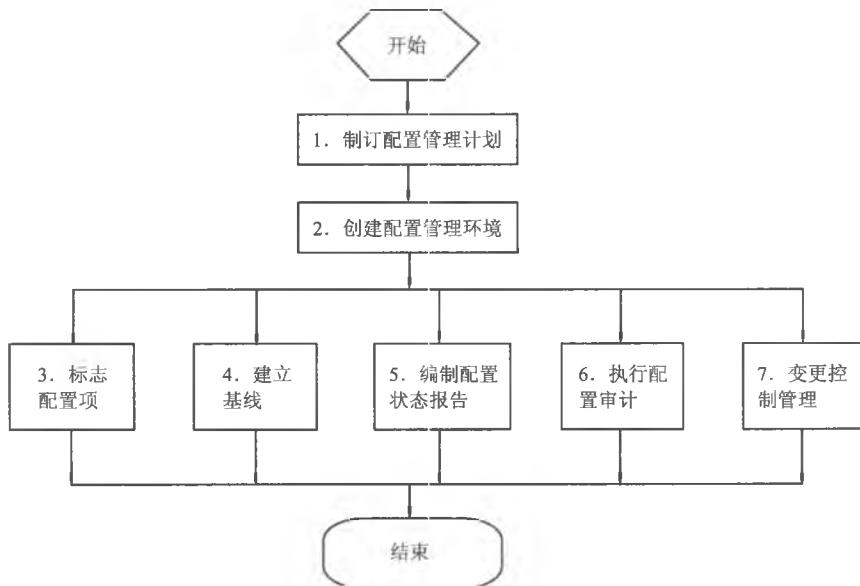


图 26-1 配置管理流程图

(1) 制订配置管理计划。在项目启动阶段，项目经理首先要制订整个项目的开发计划，它是整个项目研发工作的基础。总体研发计划完成之后，配置管理的活动就可以展开了，如果不在项目开发之初制订配置管理计划，那么配置管理的许多关键活动就无法及时有序地进行，而它的直接后果就是造成项目开发状况的混乱，并注定使配置管理活动成为一种救火的行为。由此可见，在项目启动阶段制订配置管理计划是项目成功的重要保证。配置管理计划由 CMO 制订，主要内容是制订配置管理策略，制订变更控制策略，编写配置管理计划，评审配置管理计划。

(2) 创建配置管理环境。创建配置管理环境主要是由 CMO 设置硬件环境、设置网络环境、设置软件环境、建立一个配置管理库，存储项目中定义的配置项，安装配置管理工具，例如 ClearCase, VSS 等，并提供配置管理培训。

(3) 配置管理计划的实施。配置管理计划的实施由项目相关参与人员进行，主要是进行配置标志、建立配置基线、编制状态报告、招待配置审计和变更控制。

制订配置管理计划的过程包括以下主要工作流程：

- CCB 根据项目的开发计划确定各阶段里程碑和开发策略。
- CMO 根据 CCB 的规划，制订详细的配置管理计划，交 CCB 审核。
- CCB 审核通过配置管理计划后交项目经理批准，发布实施。

(4) 配置管理计划的执行。执行阶段的配置管理活动主要分为 3 个层面：

- 由 CMO 完成日常管理和维护工作。
- 由 DEV 具体执行配置管理策略。
- 变更控制。

这 3 个层面彼此之间既相互独立、又互相联系。

在配置管理执行过程中，具体按照如下流程进行：

- CCB 设定研发活动的初始基线。
- CMO 根据软件配置管理规划设立配置库和工作空间，为执行配置管理人员做好工作准备。
- 开发人员按照统一的软件配置管理策略，根据获得授权的资源进行项目的研究工作。
- CCB 根据项目的进展情况，审核各种变更请求，并适时地划定新的基线，保证开发和维护工作有序地进行。

26.3.3 配置管理计划

原则上，配置管理计划是信息系统开发计划的一个组成部分。一个信息系统项目启动以后，要认真分析项目的要求和特点，精心地组织策划。在考虑制订进度安排计划、人员投入计划、质量保证计划、风险管理计划、文档编制计划等的同时，必须制订配置管理计划。

配置管理计划通常要涉及该项目对配置管理的要求，实施配置管理的责任人、责任组织及其职责，开展的配置管理活动、方法和工具等。

这里以 IEEE 的标准为例，介绍配置管理计划应包括的内容。

配置管理计划标准 IEEE 828-1990 Standard for Software Configuration Management Plan。

(1) 引言。

- 配置管理计划的目的、适用范围、使用要求。
- 项目概述。
- 项目中需特别关注的配置管理问题和风险。
- 配置管理严格性要求的等级。
- 限制和假设。
- 术语。
- 参考文件。

(2) 配置管理。

- 配置管理的组织结构。
- 职责和权限。
- 指令和方针。

- 参照的规程（组织的规程或客房的规程）。
- 遵循的标准。

(3) 配置管理活动。

- 配置标志。
- 变更管理和配置控制。
- 配置状态说明。
- 配置审核。
- 接口和子合同方控制。

(4) 配置管理进度安排。

- 配置管理重要事件的顺序。
- 配置管理各项活动间的依赖关系。
- 与其他重要项目里程碑的关系。

(5) 配置管理所需的资源。

- 采用的工具。
- 使用的设备。
- 应用的技术。
- 所需的培训。
- 对其他人员的要求。

(6) 配置管理计划的维护。

- 维护的责任。
- 计划更新的条件和审批。
- 计划变更的交流和通报。

26.4 配置管理中的活动

26.4.1 配置标志

配置标志是配置管理的基础性工作，是管理配置管理的前提。配置标志是确定哪些内容应该进入配置管理形成配置项，并确定配置项如何命名，用哪些信息来描述该配置项。

1. 确定配置项

信息系统项目中形成的技术性文档和管理性文档，除一些临时性的文档外一般都应进行配置管理。一般来讲，判定一个文档是否进行配置管理的标准应该是此文档是否有多个个人需要使用，这些文档往往在项目的进程中不断地修正和扩展，要保证每个使用者都使用同一版本的文档，就必须将这些文档纳入配置管理，成为受控的配置项。

Roger S.Pressman 认为至少以下所列的文档应该成为配置项。

(1) 系统规格说明书。

(2) 项目计划。

(3) 需求规格说明书。

- 图形分析模型。

- 处理规格说明。

- 原型。

- 数学规格说明。

(4) 用户手册。

(5) 设计规格说明。

- 数据设计描述。

- 体系结构设计描述。

- 模块设计描述。

- 对象描述。

(6) 源代码。

(7) 测试规格说明。

- 测试计划和步骤。

- 测试用例、记录和结果。

(8) 操作和安装手册。

(9) 可执行程序。

- 模块可执行代码。

- 链接的模块。

(10) 数据库描述。

- 模式和文件结构。

- 初始内容。

(11) 联机用户手册。

(12) 维护文档。

- 软件问题报告。

- 维护请求。

- 工程变更指令。

(13) 软件工程标准和规程。

2. 配置项命名

确定了配置项后，还需要对配置项进行合理、科学的命名。配置项的命名绝不能随意为之，必须满足以下两点。

(1) **唯一性**：要求在一个项目内不能出现重名现象，以避免混淆。

(2) **可追溯性**：名字应能体现相邻配置项之间的关系。

一个典型的实例是采用层次式的命名规则来反映树状结构，树状结构上结点之间

存在着层次的继承关系。如图 26-2 所示为一个典型的信息系统工程的配置项目目录结构。

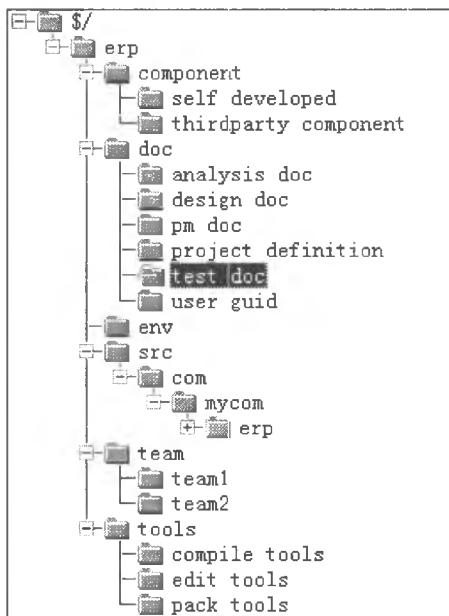


图 26-2 一个典型的信息系统工程的配置项目目录结构

3. 配置项的描述

由于配置项除了名称外还有一些其他属性和与其他配置项的关系，因此它可以采用描述对象的方式来进行描述。

每个配置项用一组特征信息（名字、描述、一组资源、实现）唯一地标志。

(1) 名字：确切标志对象的字符串。

(2) 描述：数据项表，应包括对象表示的配置项类型（如文档、程序或数据）、项目标志符、变更和版本信息。

(3) 资源：该对象所提供的、处理的、引用的或另外所需要的实体。例如，数据类型、特定函数、甚至是变更名。

(4) 实现：基本对象是指向“文本单元”的指针；复合对象则为 null。

配置项间的关系有整体和部分的关系及层次关系，也有关联关系。

配置项间的关系可以用 MIL 语言（Module Interconnection Language）表示。MIL 描述的是配置项间的相互依赖关系，可自动构造系统的任何版本。

26.4.2 版本控制

1. 什么是版本

对于信息产品的版本有两个方面的意思，一是为满足不同用户的不同使用要求，如用于不同运行环境的系列产品。如适合 Linux、Windows、Solaris 用户的软件产品分别

称为 Linux 版、Windows 版和 Solaris 版。它们在功能和性能上是相当的，原则上没有差别，或者说，这些是并列的系列产品。对于这类差别很小的不同版本，互相也称为变体（Variant）。

另一种版本的含义是在软件产品投产使用后，产品经过一系列的变更，如纠错、增加功能、提高性能的更改，而形成的一系列的顺序演化的产品，这些产品也称为一个版本，每个版本都可说出它是从哪个版本导出的演化过程。

必须注意到，修正后的版本往往不能完全代替老版本，尽管新版本有某些优越的特性。因为一些用户仍然使用着老版本，并且不容易立刻做到以旧换新，否则可能会打扰老版本原有的工作环境。显然，多个版本被多个用户同时使用的情况是不可避免的现实。这就要求多个版本共存，这也就是配置管理要解决的一个重要课题。

2. 版本控制（Version Control）

版本控制用于管理信息工程中生成的各种不同的配置将规程和相关管理工具结合起来。按 GM.Clemm 对版本管理的解释：配置管理使用户借助选择适用的版本来选定软件系统的配置，为此需要确定每个软件版本的属性，同时还考虑到同描述一些预期属性所构成的配置。

版本管理要解决的第一个问题是版本标志，也就是为区分不同的版本，要给它们科学的命名。通常有以下几种版本命名的方法。

(1) 号码版本标志。以数字表示，如用 1.0、2.0、1.2、2.1.1 等表示版本号。一般认为 1.0、2.0 等为基础版本，1.1、1.2 则是对基础版本 1.0 的第一次修改和第二次修改。对有重大更动或因多次修改导致的全局性重要更动，则应该提高基础版本号，例如，上升到 2.0。

这种顺序号码的命名法被广泛地使用，它的突出优点就是简单直观。但如果版本多了，并且出现了非简单顺序的线型号码，就很难从号码上区分其前后的继承关系，无法体现命名的可追溯性原则。另外，只根据号码也不能看出更多的信息。

(2) 符号版本标志。这种标志版本的命名方法是将重要的版本属性有选择地给出，如 Windows 98，Windows 2000，JBuilder 2005 将版本产生的时间给出。为了从版本标志上看到更多信息，可能给出更多的属性，如面向的客户群、开发语言、硬件平台、生成日期等。

配置管理中，版本包括配置项的版本和配置的版本，这两种的版本的标志应该各有特点，配置项的版本应该体现出其版本的继承关系，它主要是在开发人员内部进行区分。另外，还需要对重要的版本做一些标记，如对纳入基线的配置项版本应该做一个标志。对于配置来讲其版本号往往是在非常广的范围内使用，需要对其版本的重要属性进行标志，但同时，它还必须有一个内部的版本号，这个内部的版本号通常采用的号码版本标志方法。

上面讲的版本控制都是指配置管理的纵向生成的产品的版本控制，对于纵向的版本即适应不同运行环境的版本，在配置管理中应该采用增加一个配置项或配置的方式来进

行管理。配置管理本身就应该将信息系统的生成产品纳入配置库，既然该信息系统生成一系列应该用于不同环境的版本，当然每个版本都应该纳入配置管理，形成配置项。

26.4.3 变更控制

配置管理的最重要的任务就是对变更加以控制和管理，其目的是对于复杂，无形的软件，防止在多次变更下失控，出现混乱。

1. 变更

（1）变更是不可避免的。

变更来源有两个方面，一是用户，他们是信息工程项目需求的提出者。一个十分常见的现象是用户提出需求以后，在开发过程中用户又改变了其需求，这只能迫使开发工作返工，丢弃一些无法修正的部分。无疑这会造成一定的损失，但却无法完全避免。要求用户一次性地把需求讲清楚，并且不允许此后做任何变更，这是不现实的。我们只能尽力减少变更，降低其影响。开发人员如何解决好自己的工作产品与变更的用户需求之间的一致性，正是CMM2级需求管理这个关键过程域的主要目标。

变更来源的另一个方面来自开发人员自身。他们在工作中可能发现前期工作中有些不妥当的地方，便要修改已经确定了的设计方案或是设计的细节。也许是项目管理人员提出要修订已经确定了的项目方案。由此所导致的返工甚至部分工作产品的报废也是在所难免的。

原则上说，随着工作的进展，无论是用户还是开发人员都将掌握更多的信息，对问题本身和设计方案有了更深入的认识，同时也会发现原来的设想有不充分，不完善甚至有不合理、不可行的成分。这时提出修正是完全合理的，是符合人们认识规律的。对于复杂而生疏的问题要求人们一次认识正确，其解决方案也要求一次设计完全无误都是不现实的。

变更出现的不可避免性决不意味着其可以任意修改，也不能以此作为软件产品质量达不到要求的借口。毫无疑问，信息工程过程中变更管理的责任重大，能否解决变更管理问题是成熟软件组织的一个明显的检验标志。

（2）变更是复杂的。

一个配置项出现变更，可能会涉及一些相关的部件和文档，这将影响到项目开发工作中的许多人员。例如，测试引发了需求的修改，那么很可能要涉及需求规格说明书、概要设计、详细设计和代码等相关文档，甚至测试计划随之变更。

如果是多个开发人员对同一部件做了修改，情况会更加复杂。例如，在测试中发现了两个故障。先指定甲去解决第一个故障，同时指定乙去解决第二个故障。尽管最初以为两个故障是无关的，但后来两人发现这两个故障引起的根本原因都是同一个部件的不同位置引起的。可是两人接受任务时还不了解这一情况。于是甲从配置库中取出该部件并做了修改，并送回配置库；此后，乙从库中取出了原始版，做了他的修改，放入库中时代替了甲修改后的版本。显然甲的工作白做了。在回归测试时，发现甲并没有做他的

修改工作，结果甲又得重做修改。

(3) 变更管理的任务。

变更管理简单地说就是控制修改，使之不出现改错、改乱的现象。变更管理的任务如下：

- 分析变更：研究变更的必要性，经济可行性（是否合算）和技术可行性（能否实现）。
- 记录和追踪变更。
- 采取措施保证变更在受控状态下进行。

IEEE 解释变更管理时说，它是软件配置管理的一个重要的组成部分，涉及在给配置项建立了正式的配置标志后，变更的评价、审批与实现诸方面的活动。

2. 配置库

配置库（Configuration Library）也称配置项库（Configuration Item Repository），是配置管理的有力工具。

(1) 配置库的作用。

配置库的主要作用表现在：

① 记录与配置相关的所有信息，其中存放受控的配置项是很重要的内容。
② 利用库中的信息可评价变更的后果，这对变更控制有着重要的意义。
③ 从库中可提取各种配置管理过程的管理信息，可利用库中的信息查询回答许多配置管理的问题，例如：

- 哪些客户已提取了某个特定的系统版本？
- 运行一个给定的系统版本需要什么硬件和系统软件？
- 一个系统到目前已生成了多少个版本，何时生成的？
- 如果某一特定的构件变更了，会影响到系统的哪些版本？
- 一个特定的版本曾提出过哪几个变更请求？
- 一个特定的版本有多少已报告的错误？

利用配置库实现配置管理是非常有效的。如同一个大型工厂，生产出的许多零部件，以及许多成品需要在仓库里加以集中存放和保管一样，要依靠仓库的管理机制保证存放在其中的零部件和成品的安全和有序，不致发生混乱（例如，把外形相似或完全一样的两种产品混淆），也不致发生仓库存放的物品丢失现象。为了强化仓库的管理，要采取一些有力和有效的措施，例如，要严格坚持出入库检查制度。

与此相似，采用配置库实现软件配置管理，就可把软件开发过程的各种工作产品，包括半成品、阶段产品和最终产品管理得井井有条，使其不致管乱、管混、管丢。上述甲乙二人修改程序时出现的问题，正是要靠对配置库的“入库检查（Check In）”和“出库检查（Check Out）”来加以解决。同时，若配合有访问权限的措施就完全可以做到库内存放的产品什么人可以看，什么人可以取，什么人可改，什么人可以存入等的控制。在这种控制之下的库品产品，如果甲正对其修改，乙就无法拿到，因为他取出时，这个

产品被锁住了，所以不可以发生甲乙之间的问题。

（2）配置库的分类。

配置库有三类：

- 开发库（Development Library）。存放开发过程中需要保留的各种信息，供开发人员个人专用。库中的信息可能有较为频繁的修改，只要开发库的使用者认为有必要，无须对其做任何限制。因为这通常不会影响到项目的其他部分。
- 受控库（Controlled Library）。在软件开发的某个阶段工作结束时，将工作产品存入或将有关的信息存入。存入的信息包括计算机可读的，以及人工可读的文档资料。应该对库内信息的读/写和修改加以控制。
- 产品库（Product Library）。在开发的软件产品完成系统测试之后，作为最终产品存入库内，等待交付用户或现场安装。库内的信息也应加以控制。

作为配置管理的重要手段，上述受控库和产品库的规范化运行能够实现对软件配置项的管理。

3. 配置基线

（1）基线。

基线（Baseline）是软件生存期各开发阶段末尾的特定点，也称为里程碑（Milestone），在这些特定点上，阶段工作已结束，并且已经形成了正式的阶段产品。

建立基线的概念是为了把各开发阶段的工作划分得更加明确，使得本来连续开展的开发工作在这些点上被分割开，从而更加有利于检验和肯定阶段工作的成果，同时有利于进行变更控制。有了基线的规定就可以禁止跨越里程碑去修改另一开发阶段的工作成果，并且认为建立了里程碑，有些完成的阶段成果已被冻结。

如图 26-3 所示给出了配置基线的示意图。图中在每个开发阶段的末尾都标出了该阶段的基线，图的上部则给出了各开发阶段的工作成果。事实上，现在人们已经把这些成果称为基线了。例如，设计基线指的就是设计规格说明。

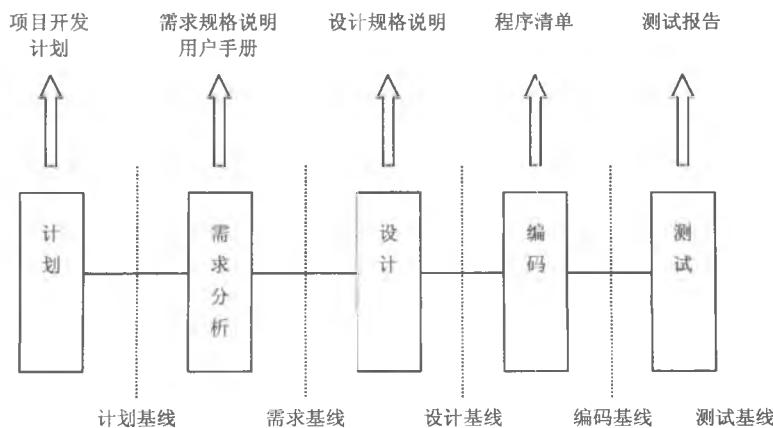


图 26-3 配置基线的示意图

作为阶段工作的正式产品，基线应该是稳定的，如作为设计基线的设计规格说明应该是通过评审的。如果还只是设计草稿，就不能作为基线，不能被冻结。

(2) 基线的种类。

如果把软件看做系统的一个组成部分，以下 3 种基线是最受人们关注的。

- 功能基线。功能基线是指在系统分析和软件定义阶段结束时，经过正式评审批准的系统设计规格说明中对被开发软件系统的规格说明；或是指经过项目委托单位和项目承办单位双方签字同意的协议或合同中所规定的对被开发软件系统的规格说明；或是指由下级申请上级同意或直接由上级下达的项目任务中所规定的对待开发软件系统的规格说明。
- 分配基线。分配基线是指在软件需求分析阶段结束时，经正式评审和批准的软件需求规格说明。
- 产品基线。产品基线是指在软件组装与系统测试阶段结束时，经正式评审和批准的有关所开发的软件产品的全部配置项的规格说明。

(3) 基线与配置项。

提出基线的概念本来是为了更好地实现变更控制，但如果把每个基线都当成一个整体来看待会造成麻烦。因为一个变更很可能只涉及基线的很小部分。例如，假定某个大型软件中的一个模块修改了，如果将这一变更当做整个软件产品基线的变更，就很不方便。

事实上，基线可由多个软件配置项组成，一个软件配置项可以是一个文档，或者是一个可直接放在配置控制之下的工作产品，能够作为一个独立的基本部件加以修改。文档通常已被认为是独立可修改的部件了，但如有必要还可将其再加以细分，把文档中的章、节甚至段当做配置项来看待。

以产品基线为例，它往往含有多个代码级的配置。代码的变更是频繁的，因为几乎所有的变更最后都要导致某些代码的变更。特别是在多个程序员参与工作的情况下，每个人负责自己分工的那个模块，责任是清楚的，这就十分有利于变更的控制和追踪。

在定义软件配置项时有两种做法：一种做法是，把每个单独可编译的模块当做一个软件配置项，模块的名字就是软件配置项的名字；另一种做法是把每个文件当做一个配置项，文件名当做配置项名。

很明显，配置管理所管的配置项并不都是互相独立的，它们之间可能存在着某种相互依赖关系。如果说配置项 X 对配置项 Y 依赖，是指假如 Y 做变更，要求 X 也做变更，使 X 保持正确或者说使两个基线是一致的。不过除非是从配置项的性质导出的情况，这种依赖关系很难清晰地在文档中表达。例如，体现设计文档的配置项往往依赖于代表需求文档的配置项，那就要在设计文档中说明，每项设计对应了哪些需求的实现。如果一个设计基线是由许多配置项组成，我们可以据此理解设计的哪些项和需求的某些项之间有着依赖关系。在代码中的情况也是这样，代表一模块的配置项依赖于另一模块的配置项，这种依赖关系往往可从设计规格说明中得到，在实施变更控制时，依赖关系应在

变更请求中反映出来。这一点在后面的讨论变更请求中还会涉及，就是要明确变更的影响范围。

4. 变更控制

(1) 变更控制委员会 (Change Control Board, CCB)。

也可称为 (Configuration Control Board)，配置控制委员会，是配置项变更的监管组织。其任务是对建议的配置项变更做出评价、审批，以及监督已批准变更的实施。

CCB 的成员通常包括项目经理、用户代表、软件质量控制人员、配置控制人员。这个组织不必是常设机构，完全可以根据工作的需要组成。例如，按变更内容和变更请求的不同，组成不同的 CCB。小的软件项目 CCB 可以只有 1 人甚至只是兼职人员。

如果 CCB 不只是控制变更，而是承担更多的配置管理任务，那就应该包括基线的审定、标志的审定，以及产品的审定，并且可能实际的工作需分为项目层、系统层和组织层来组建，使其完成不同层面的配置管理任务。

(2) 变更请求与变更控制。

① 利用配置库实现变更控制。一般情况下，开发中的配置项尚未稳定下来，对于其他配置项来说是处于不处理工作状态下，或称自由状态下，此时它并未受到配置管理的控制，开发人员的变更并未受到限制。但当开发人员认为工作已告完成，可供其他配置项使用时，它就开始稳定。把它交出评审，就开始进入评审状态；若通过评审，可作为基线进入配置库（实施检入），开始冻结，此时开发人员不允许对其任意修改，因为它已处于受控状态。通过评审表明它确已达到质量要求；但若未能通过评审，则将其回归到工作状态，重新进行调整。可以通过图 26-4 看到上述配置项的状态变化过程。

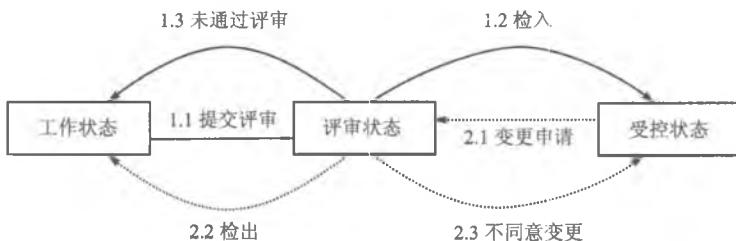


图 26-4 配置项的状态变化过程

处于受控状态下的配置项原则上不允许修改，但这不是绝对的，如果由于多种原因需要变更，就需要提出变更请求 (Change Request)。在变更请求得到批准的情况下，允许配置项从库中检出，待变更完成，并经评审后，确认变更无误方可重新入库，使其恢复到受控状态。

② 变更请求。变更请求是实施变更控制的第一步，也是必不可少的一步。最常见的变更理由可能是消除缺陷，适应运行平台的变更；或是软件扩展提出的要求，例如，增加功能、提高性能等。

变更请求的主要内容有如下 3 个方面：

- 变更描述。包括变更理由、变更的影响、变更的优先级等，就是要申述做什么变更，为什么要做，以及打算怎么做的问题。
- 对变更的审批。对变更的必要性、可行性的审批意见，主要是由配置管理员和 CCB 对此项变更把关。
- 变更实施。变更实施的情况、质量保证审查和配置管理审查情况。
- 故障报告。提出变更请求最为常见的情况是已经入库的基线发现了新的缺陷，表现为故障，为了更好地实施变更和变更管理，有的软件组织要求在提出变更请求前提出故障报告（Fault Report, FR）。

有关变更实施的一些信息。如表 26-1 所示提供了变更请求表的实例。

表 26-1 变更请求表的实例

项目名称:	变更请求标志:	
变更请求		
变更理由:		
变更描述:		
影响范围:		
变更优先性考虑:		
估计变更工作量:		
分析与评估:	分析者:	日期:
分析评估意见		
审批:	CCB 负责人:	日期:
CCB 审查意见		
变更实施:	实施负责人:	日期:
变更实施情况		
质量保证审查:	QA 负责人:	日期
审查意见		
配置管理审查:	CM 负责人:	日期:
变更意见		

③ 变更控制过程。从表 26-1 所示的变更请求表中已能看出变更控制的大致过程，下面以变更请求表 CRF 为基础进一步给出其控制过程，如图 26-5 所示。

如图 26-5 所示，项目相关人员发现问题，提出变更，将变更申请提交到 CCB，CCB 对变更申请进行评审，如果有必要将变更交由专门的变更分析人员进行分析评估，那么由变更分析人员对变更进行分析评估，分析评估后意见交 CCB 作为变更评审的依据。

在分析和评估变更请求时主要考虑的是变更对成本、进度和质量等方面的影响。必要时配置管理人员、变更分析人员可能要与变更请求人交谈和商讨。



图 26-5 变更控制过程

在 CCB 批准后送交变更实施者，应该要求记录变更的情况。实际上，变更请求表上不仅记载了变更请求和变更审批的信息，而且还包含有关变更实施的信息，可见，可通过变更请求表了解到变更的实施状态。

关于变更实施情况还可通过状态说明了解。在变更实施后，质量保证人员和配置管理人员还将对变更的质量进行监控，保证变更的质量和变更的有效性。

附有故障报告的变更请求，特别在故障较为严重时，常常被当做高优先级的变更请求处理。事实上，故障报告还可用于追踪软件中缺陷清除的状态。

故障报告包含的内容有：

- ① **FR ID (故障标志)**。故障信息，包括故障描述、故障严重程度、怀疑有问题的部位、故障的影响、故障现象和环境信息、估计的故障原因、故障信息提供者等信息。
- ② **CCB 评估意见**。是否批准，优先级如何，相关说明等。
- ③ **故障修复信息**。要变更的部分和相关说明。

(3) 变更记录。

按上述要求，尽管变更被置于控制之下，但便于长期保留变更的相关信息以备后用，需要把这些信息保存起来。

首先，应将变更请求表作为配置项在配置库中登录。其次，在变更的代码模块或文档内应记录有关变更的信息。

26.4.4 构造管理

1. 构造的定义

(1) 什么是构造。由于人们在认识事物中不可能是一开始就完全认识清楚的。同样，在信息工程中，我们不可能一下子就将需求搞清楚，也不可能一下就把这个信息系统

建立起来，所有这些，都是从表面到深入、从片面到全面、从模糊到清楚、从简单到复杂的过程。信息工程中的产品也不是一下子就出来的，而是每个阶段都有一个产品产生，这些产品是有连续性的，下一阶段的产品是上一阶段产品的延续，是逐步进化的过程。这些工作产品从表象上来看一般都是一组完整的相关的配置项进行整合或编译而得的。从这个意义上讲，每个阶段性的产品就称为构造（Build）。

(2) 构造的特点。根据构造的定义，我们不难得出构造的以下 3 个特点：

- 构造的内容，构造都是由一组相关的配置项进行整合或编译生成的，这组配置项就是构造的来源。
- 构造的方法，每个构造都有一个生成方法，以及其生成的工具及环境。比如，一个普通的 Word 文档，它是将几个文档的内容进行编辑而生成的。生成环境和工具就是当前使用的 Office 软件及其版本。一个执行代码，则是由一个编译工具对一组代码按一定的步骤和方法进行编译的结果。
- 构造的版本，构造也是一系列顺序演化的产品，显然它也应该进行版本管理。

(3) 构造的要素。由这几个特点，我们可以知道，要准确描述一个构造，我们得知道构造的名称、构造的应用、构造的功能、构造的内容、构造的方法，以及构造的版本。只有对这 6 方面进行准确的描述人们才能够对一个构造有清楚的认识，这 6 个方面就是构造的六要素。配置管理中显然应该将构造纳入配置管理，形成一个特殊的配置项，并且在配置管理中对构造的这 6 个方面进行描述，特别是应该将构造的功能，构造的内容和构造的方法形成几个文件一起纳入进行管理。

2. 构造的管理

对构造的管理，就是要在构造出现问题时，我们能根据构造的内容和构造的方法重新构造，确定问题所在。另外，我们应该对构造的功能和用法相配合，取一个构造，我们就得同时取其相配置的用法和功能，这样我们才能够正常地使用构造。

(1) 构造的标志。构造的标志，也就是将构造添加到配置库形成配置项的过程。构造由于其应用环境的不同，其构造方法不同，构造的功能也略有差别。由此可见，构造往往也存在一些并行版本。比如，执行代码中应用于不同环境的版本，如 Linux 版本、Solaris 版本和 Windows 版本。还有从功能和性能上进行区别得到的普通版、高级版、企业版等。这些并行的版本实际上应该是不同的构造，每一个版本都应该单独纳入配置管理，形成不同的配置项。

在构造标志的过程中，我们必须将其功能、内容、构造方法、构造工具和构造结果一起纳入管理中，这几个方面是一个整体，构造的每一个版本都对应其相应的功能、内容、构造方法和构造工具。在构造的使用中，这几个方面的内容应该是一起配合才能正常使用的，不然就会出现问题，出现不一致的现象。

(2) 构造的版本管理。构造的版本管理和普通配置的版本管理是一致的，它也适合普通配置项的版本标志方式。

产品因为每一次构造生成的结果都是不相同的，于是它还有一个 build 码来进行标

志,如Windows 2000 5.00.2195,这其中的5.00是其内部版本号,2195是一个build码,表示第2195次编译的结果,Windows 2000是Windows的一个版本。

26.4.5 状态报告

1. 配置状态报告

配置状态报告(Configuration Status Reporting)也称为配置状态说明与报告(Configuration Status Accounting&Reporting),它是配置管理的一个组成部分,其任务是有效地记录报告管理配置所需要的信息,目的是及时、准确地给出配置项的当前状况,供相关人员了解,以加强配置管理工作。

在信息工程过程中,必须注意到它的动态特性。事实上,在信息工程管理过程中,配置项在不停地演化着。随着开发工作的进展,工作产品不断扩展,形式也不断变化,从需求规格说明、设计说明到源程序等。另一方面,由于各种原因(纠错只是其中的一个原因),设计说明本身也在演变着,版本在更新着,对于这种动态特性如果没有控制手段,其后果是不可想象的。

配置状态报告就是要对在某个特定的当时的配置状态进行报告,也就是要对动态演化着的配置项取瞬时的照片,以利于在状态报告信息分析的基础上,更好地进行控制。

需要跟踪捕捉的状态报告信息可以是配置项的当前或以前的配置,变更请求或问题报告的状态和已获准变更的状态。

2. 配置状态报告的内容

配置状态报告的内容一般包括以下各项。

- 各变更请求概要:变更请求号、日期、申请人、状态、估计工作量、实际工作量、发行版本、变更结束日期。
- 基线库状态。
- 发行信息。
- 备份信息。
- 配置管理工具状态。
- 配置管理培训状态。

3. 配置状态报告的利用

在配置状态报告中提到了许多有关配置的信息,应该充分利用这些信息实现配置的控制,以下给出利用这些信息可以解决一些需要澄清的问题。例如:

- 程序 p13 的 1.6 版在哪个备份中可以使用?
- 在发行 5.1 和发行 5.2 之间实现了哪些变更请求?
- 在发行 5.2 中哪些程序更改过了?
- 在变更请求 671 中要对哪些配置项进行更改?在变更前和变更后,这些程序单元的版本是什么?是否所有的变更都完成并入库了?

4. 状态说明

在变更请求批准后，实施变更需要一段时间，要设置一种管理手段来反映变更所处的状态，这就是变更状态说明（Status Accounting），它可供项目经理和 CCB 追踪变更的情况。

要求状态说明回答的问题可以是：

- 某个变更请示是否已被批准？
- 已批准的变更请求目前处于什么状态？
- 已完成的变更投入了多少时间和工作量？
- 某个配置项与哪几个变更请求有关？

状态说明的信息可以通过变更请求（CR）和故障报告（FR）得到，变更状态可分为活动（正在实施变更）、完成状态（已完成变更）和未列入变更状态 3 种。

26.4.6 配置审核

1. 什么是配置审核

关于配置标志、配置项的变更控制等方面应该如何按规定实施，前面已经给出了说明，但在具体的项目开发中是否得到了遵循，需要进行检查。配置审核的任务便是验证配置项对配置标志的一致性。软件开发的实践表明，尽管对配置项做了标志，实践了变更控制和版本控制，但如果不做检查或验证仍然会出现混乱。这种验证包括：

- (1) 对配置项的处理是否有背离初始的规格说明或已批准的变更请求的现象。
- (2) 配置标志的准则是否得到了遵循。
- (3) 变更控制规程是否已遵循，变更记录是否可供使用。
- (4) 在规格说明、软件产品和变更请求之间是否保持了可追溯性。

配置审核工作主要集中在两个方面，一是功能配置审核，即验证配置项的实际功效是与其软件需求是一致的；二是物理配置审核，即确定配置项符合预期的物理特性。这里所说的物理特性是指定的媒体形式。

2. 配置审核的意义

配置审核的实施是为了确保软件配置管理的有效性，体现配置管理的最根本要求，不允许出现任何混乱现象，例如：

- (1) 防止出现向用户提交不适合的产品，如交付了用户手册的不正确版本。
- (2) 发现不完善的实现，如开发出不符合初始规格说明或未按变更请求实施变更。
- (3) 找出各配置项间不匹配或不相容的现象。
- (4) 确认配置项已在所要求的质量控制审查之后作为基线入库保存。
- (5) 确认记录和文档保持着可追溯性。

3. 配置审核的实施

(1) 配置审核要选择适当的时机。通常选择以下几种情况实施配置审核：

- 软件产品交付或是软件产品正式发行前。
- 软件开发的阶段工作结束之后。
- 在维护工作中，定期地进行。

(2) 配置审核的责任人。实施配置审核的审核人员可以包括项目组人员及非项目组人员，例如，其他项目的配置管理人员、软件组织的内部审核员，以及软件组织的软件配置管理人员。

(3) 配置审核的工作开展。

- 由项目经理决定何时进行配置审核工作。
- 质量保证组或软件组的配置管理组指定该项目的配置审核人员。
- 项目经理和配置审核员决定审核范围。
- 配置审核员准备配置审核检查单。
- 配置审核员安排时间审核文档和记录，审核活动可能涉及项目范围、配置项的入库及出库、评审记录、配置项的变更历史、测试记录、文件的命名、变更请求、版本的编号。
- 配置审核员在审核中发现不符合现象，并作记录。
- 由项目经理负责消除不符合现象。
- 配置审核员验证所有发现的不符合现象确定已得到解决。

26.5 配置管理的团队支持

26.5.1 大型信息系统的项目特点

随着信息化时代的到来，信息系统功能越来越多，集成度越来越高，信息系统项目也就越来越复杂，管理也越来越困难。今天的信息系统项目已经常是在时间、空间上的一个广泛的集成了。它往往有如下3个特点：

(1) 系统复杂产品众多。随着Internet和高速上网的兴起，现在的ERP系统、电子商务系统、电子政务系统，都逐步向高度集成方向发展，一个系统往往和多个系统互连形成一个统一的整体。同时在每个信息系统的开发过程中，都产生大量的文档、源代码和交流信息，这些都是信息系统项目开发实施过程中的产品，这些产品数量众多，类别也五花八门。并且有的项目还要求产生运行于不同环境的最终产品。

(2) 地域分布广泛。现在世界的生产已经是一个全球协作的大生产了，同样在信息系统的生产过程中也往往是多个企业多个地理位置组织的一个全球协作过程了。经常是一个项目的团队分布在多个地方。特别是一些Open Source的机构，其开发团队更是分布在世界各地，互相之间甚至都不认识。

(3) 参加人员众多。信息系统项目的工作量越来越大，参与者也就越来越多，并且参与者越多，信息交流的花销更多，花在开发工作上的时间也就相应减少，这样使得人越多效率越低，效率越低要求的人工也越来越多。这也是现代信息系统项目管理上需要解决的一大课题。

26.5.2 信息系统项目中的配置管理的实施

1. 变更冲突问题

如果项目中存在同时需要维护的两个版本的产品，那就会存在某些配置项需要同时维护两个版本的情况，这时我们要构建产品时怎样才能找到其需要的配置项版本？

或者一个配置项是共有的程序文档，一个开发小组需要在此程序中加入或更改一些变量或函数，如果直接将其更改后，或对其他小组的工作产生巨大的影响，而此小组对这些文件的更改还不能完全确定，可能会继续更改，直到稳定为止。

更坏的情况是如果两个小组对一个相同文件都要更改要求时，这时就将更为复杂。

2. 变更冲突的解决

对上述的两个问题，我们可以采用常规的办法——建立多个配置库来加以解决。对于前一个问题我们对每个需要平行开发维护的版本都各建立一个配置库，这样，每个版本的维护都可以以一个独立的项目来进行。对于后两个问题，我们可以采用在开发小组内设立一个配置库的方式来进行，更改先在组内配置库中进行，检验证明无误才提交到主配置库中。

但这样由于有多个配置库，那么要保证每个配置库内容的一致性和完整性就需要新的工作量来完成，如果不保持每个配置库的一致性就将造成灾难性的后果。如何保证每个配置库的一致性呢？

我们需要加强变更控制力度，在小组内对变更也应进行强有力的控制措施，避免随意改动，并且在提交到主配置库中之前还应该对变更带来的影响进行分析，将影响降到最低。

我们还得加强配置审核工作，力保更改的有效性和正确性。

但是，我们这样解决又会带来新的问题——安全问题，如果只有一个配置库，那每个项目相关人都只有一个账户和密码，但如有多个配置库，则每个项目相关人员都有多个账户和密码，这样随着账户和密码的增多，当然会带来安全隐患。另外还会增加额外的工作量。

对这几个问题，其实我们还有更行之有效的办法，那就是工作视图。

26.5.3 工作视图

1. 分枝

如果一个配置项在多个版本上都需要进行修改，这时，就形成了不同的分枝。

如图 26-6 所示，一个小组对配置项的 1.0 进行修改，形成 1.1、1.2、1.33 个版本，另一个小组对配置项的 2.0 进行修改，形成了 2.1、2.2、两个版本。这样从 1.0、1.1 到 1.3 就形成了一个分枝，2.0、2.1 到 2.2 形成了另一个分枝。而 1.0、2.0、3.0、4.0 也可以看成一个分枝，这个分枝是主分枝。

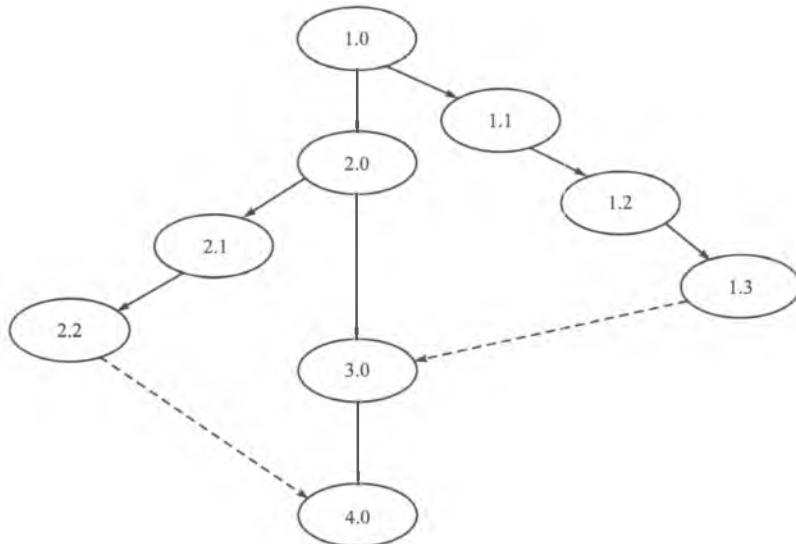


图 26-6 分枝图

2. 视图

项目中的每个人不可能对项目中的所有产品完全了解，并且对具体的产品也只能是对其部分版本了解，并且因为安全原因，每个人都应该只了解其应该了解的部分。于是项目中每个相关人员看到的项目信息就是对项目的一个视图，具体来说，视图就是对部分配置项分枝（可能是主分枝）的引用的一个组合。视图的使用者只是在视图的范围内对项目进行操作，对视图进行操作实际上就是对其引用的那些分枝的操作。

如表 26-2 所示为 3 个工作视图的示意，表中只列出视图中相关配置项的当前版本和修改属性。

表 26-2 工作视图的示意

配置项	视图 1	视图 2	视图 3
CommonFunction.java	3.0, 只读	2.3, 可写	2.0, 只读
Constraint.java	2.6, 可写	4.0, 只读	4.0, 只读
JndiNames.java	5.0, 只读	5.0, 只读	3.4, 可写
ServiceLocator.java		2.0, 只读	2.0, 只读
StringMatcher.java	1.2, 可写	2.0, 只读	
Application.properties	5.0 只读	3.1 可写	4.3, 可写
.....

视图有如下特点：

- (1) 每个配置项在同一个视图中最多引用一次。
- (2) 分枝在视图中可以是只读的也可以是可修改的，分别称为只读引用和可读引用。
- (3) 一个视图中引用的配置项有可能在别的配置库中，甚至是在 Internet 上的另一个服务器上。
- (4) 对视图中的引用进行检入，实际上是在引用的分枝上增加一个版本。对视图中的引用进行检出实际上是在引用的分枝上进行检出，先获取此分枝的最新版本然后再做检出标记。

3. 分枝合并

分枝在使用一段时间后，可能已经稳定，这样需要将分枝合并到主分枝上（如图 26-6 中虚线所示，从 1.3 版到 3.0 版，从 2.2 版到 4.0 版），这个过程叫合并分枝，由于合并分枝后可能会对项目中其他相关人员造成重大的影响，因此合并分枝前应该有一个严格的评审过程，并且分枝的合并应该由专门的配置管理人员来进行操作。

4. 视图的优点

视图的优点有如下几个。

- (1) 每个人都只关注自己应关注的部分，使自己能够专心致志地工作，提高工作效率。
- (2) 视图可以支持大规模的并行开发，一个配置项可以支持多个人同时检出。
- (3) 每个人都在自己的视图上进行操作，不用担心对别人造成什么影响。
- (4) 每个人的权限都得到有效的控制，每个人都只能操作自己能处理的部分，不用担心安全问题。
- (5) 分枝的合并由专门的配置管理人员来完成，减少操作失误的可能性。

第 27 章 需求管理

基线（Baseline）有时也称为基准，分别有需求基线（信息系统需完成哪些开发内容）、进度基线（完成各项任务活动的具体时间计划）、成本基线（完成各项任务活动的具体费用预算）等。有了基线，才有了控制的基础，才能在其上做好变更控制，否则变更控制无从谈起。按照 PMI（国际项目管理协会）的理论，项目整体计划是项目总的基线，WBS（工作分解结构）是范围的基线（也就是需求的基线）、项目进度是时间的基线、成本计划是成本的基线。变更控制要保证这些基准的健全性。下面以一个软件开发项目的需求基线为例，阐述一下基线的应用和重要性。

开发一个销售订单管理的软件系统项目时，经过调研、细化、评审后的功能和范围说明书经过各方（包括甲乙方）签字后生效，注意此时的需求说明书就是需求基线，有关需求后续的控制和管理都在此基础上进行。如在项目实施过程中，甲方用户需要增加在原来的功能和范围说明书中没有的财务管理模块，此时就涉及变更控制，如果变更后的需求与基线的偏差不大，可不另收费及项目进度不会拖延；如偏差太大，就会另收費用或再开一个新项目或项目进度延迟。由此可见，在项目开始时就应指定严格的变更控制办法，规定变更如何评估、如何审批、如何收费等，否则项目范围越做越大、时间越拖越长、费用越来越多，不能保证成本、进度和质量得到有效控制，给项目的成功带来许多风险。如果经过变更与最初的基线有了很大偏差，就需要增加費用或另开一个新项目。在事先与客户约定一个变更需求的收费标准，可避免项目的成本风险。

通过上面例子描述，信息系统的某一正式版本的、经过项目各方签字确认的、用来作为项目各计划制订基础依据的需求说明书就是项目的需求基线。下节将重点阐述需求说明书如何编写及格式规范。

27.1 需求获取活动的组织

需求说明书的基线交付，是整个信息系统（特别是软件开发项目）建设中多个重要里程碑中的第一个，因为这是后续进度计划、人力资源计划、成本计划等的基础依据。但这里需要强调的是，在需求管理中，我们强调的是需求获取的过程，需求说明书非常重要，但由于只是需求获取这一重要活动的输出成果和交付物，所以下面重点围绕如何组织需求获取活动来获得有效、正确的请求进行阐述。

1. 成立需求分析小组

首先成立需求分析小组，提供办公设备，明确责任，启动任务，该小组的成员主要由业务专家和部分技术专家组成，包括客户和项目承建商两方面的人员，一般控制在10人以内，主要由客户方人员组成。此小组的任务是全面调查、分析、引导、挖掘客户对项目实现功能的需求，并进行沟通、协调、妥协和平衡，最终得到各方签字认可的需求说明书，用于进行项目的后续开发建设。这里需要强调的是，需求分析小组一定要由客户方的业务人员参与，而且其对系统具体功能有一定的决策权。

2. 做好准备工作，包括准备相应文档和帮助客户了解相关技术和项目管理知识

需求分析小组的需求分析人员同用户的需求提供人员正式接触前，应制订完成一个访谈人员计划列表和针对不同类别人员的问询表。通常问询表包含以下内容：用户为明确需求已经完成的文档情况，业务的目的，当前的目标，长远的目标，当前准备情况，完成的业务功能列表，将来系统操作人员的业务及电脑技术了解情况，最终操作用户，当前及将来的硬件、软件及网络环境等整体问题，当然针对不同人员侧重点不一样，需要做相应的增加和删除修改。

很多时候，客户并不明白，或不能一次性地描述清楚他们确实需要什么，需求分析人员的主要作用是同客户紧密合作并帮助他们找出其需求的明确要求，这可通过培训客户来改善，即让客户对所涉及的技术问题有所理解，包括项目中的技术问题是什么，可交互何种产品来体现这些技术，交互产品的功能如何，有何局限性等。另外，对客户进行项目管理基础教育也大有益处，以便他们可以更好地理解来如何说明需求，并要使客户认识到其需求变化是很自然的，这些变化会增加项目正常管理的成本。这样，通过进一步了解项目中产生的问题，客户会明白自己在定义需求时的责任是什么，从而更好地配合需求分析人员的工作。

3. 访谈用户获取问题

(1) 了解和划分客户方的所有用户类型，以及潜在的类型。然后，根据他们的要求来确定系统的整体目标和系统的工作范围。为避免出现疏忽某一用户群需求的情况，需要将可能使用产品的客户分成不同组别，他们可能在使用频率、使用特性、优先等级或熟练程度等方面都有所差异，详细描述出他们的个性特点及任务情况，将有助于产品设计。

(2) 选择每类用户的代表，对其进行访谈和调研。为每类用户至少选择一位能真正代表他们需求的人作为那一类用户的代表并做出决策。交流的方式可以是会议、电话、电子邮件、小组讨论、模拟演示等形式。需要注意的是，每一次交流一定要有记录，对于交流的结果还可以进行分类，便于后续的分析活动。例如，可以将需求细分为功能需求、非功能需求（如响应时间、平均无故障工作时间、自动恢复时间等）、环境限制、设计约束等类型。

(3) 需求分析人员对收集到的用户需求做进一步的分析和整理。对用户提出的每

个需求都要知道“为什么”，并判断用户提出的需求是否有充足的理由；将那种以“如何实现”的表述方式转换为“实现什么”的方式，因为需求分析阶段关注的目标是“做什么”，而不是“怎么做”；分析由用户需求衍生出的隐含需求，并识别用户没有明确提出来的隐含需求，这一点往往容易忽略掉，经常因为对隐含需求考虑得不够充分而引起需求变更。

(4) 需求分析人员将调研的用户需求以适当的方式呈交给用户方和开发方的相关人员。大家共同确认需求分析人员所提交的结果是否真实地反映了用户的意图。需求分析人员在这个任务中需要执行下述活动：

- 明确标识出那些未确定的需求项（在需求分析初期往往有很多这样的待定项）；
- 使需求符合系统的整体目标；
- 保证需求项之间的一致性，解决需求项之间可能存在的冲突。

4. 需求分析

在很多情形下，分析用户需求是与获取用户需求并行的，主要通过建立模型的方式来描述用户的需求，为客户、用户、开发方等不同参与方提供一个交流的渠道。这些模型是对需求的抽象，以可视化的方式提供一个易于沟通的桥梁。用户需求的分析与获取用户需求有着相似的步骤，区别在于分析用户需求时使用模型来描述，以获取用户更明确的需求。分析用户需求需要执行下列活动：

- (1) 以图形表示的方式描述系统的整体结构，包括系统的边界与接口；
- (2) 通过原型、页面流或其他方式向用户提供可视化的界面，用户可以对需求做出自己的评价；
- (3) 系统可行性分析，需求实现的技术可行性、环境分析、费用分析、时间分析等；
- (4) 以模型描述系统的功能项、数据实体、外部实体、实体之间的关系、实体之间的状态转换等方面的内容。

5. 需求说明书编写

此项工作是根据系统目标和访谈结果编写内容明确的、结果可验证的、相互一致的需求说明书。这里需要强调的是，需求说明书的编制是一个渐进明细的过程。第15.2节《需求说明书编制》更加详细地描述本点内容。

6. 需求验证和评审

需求验证是为了确保需求说明书准确、完整地表达必要的质量特点。这里需要强调的是在需求验证过程和评审过程中，客户的参与是非常重要的。对需求文档进行正式审查是保证软件质量的有效方法，组织一个由分析人员、客户、设计人员、测试人员等组成的小组，对其进行仔细的检查和评审。如果有必要的话，还可以组织公司外的、行业内的专家评审。

一般的评审分为用户评审和同行评审两类。用户和开发方对于软件项目内容的描述，是以需求规格说明书作为基础的；用户验收的标准则是依据需求规格说明书中的内

容来制订，可见，评审需求文档时用户的意见是第一位的。而同行评审的目的，是在软件项目初期发现那些潜在的缺陷或错误，避免这些错误和缺陷遗漏到项目的后续阶段。

7. 需求定稿建立基线

经过多次评审后的需求说明书，在某一版本上定稿，作为需求管理的基线，今后的变更和修改在此基础上按照变更控制流程进行。本步工作做得较少，但很重要，因为其确定了基线。

8. 管理和控制需求变更

当完成需求说明书后，需求的变更是不可避免的，如何以可控的方式管理软件的需求，对项目的顺利进行有着重要的意义。对于需求变更的管理，则主要使用需求变更流程和变更控制委员会两个手段来实现。需要对每项变更带来的潜在影响及可能的成本费用、进度质量进行评估，变更控制委员会应与项目风险承担者进行协商，以确定哪些需求可以变更。同时无论在开发阶段还是测试阶段，每项变更和需求都是可跟踪的。

27.2 需求说明书的编制

需求规格说明书也称为功能规格说明、需求协议或系统规格说明，它精确地阐述了一个软件系统必须提供的功能和性能，以及它所要考虑的限制条件。需求规格说明书不仅是开发设计的依据，而且是系统测试和用户文档的依据，也是所有子项目规划、设计与编码的基础。它应该完整地描述系统预期的外部行为和用户可视化行为。高质量的需求说明书应该具有完整性、一致性、可修改性、可跟踪性 4 个特点：

(1) 完整性。不能遗漏任何必要的需求信息。遗漏需求将很难查出。注重用户的任务而不是系统的功能将有助于避免不完整性。如果知道缺少某项信息，用 TBD (待确定) 作为标准标识来标明这项缺漏。在开始开发之前，必须解决需求中所有的 TBD 项。

(2) 一致性。一致性是指与其他软件需求或高层（系统、业务）需求不相矛盾。在开发前必须解决所有需求间的不一致部分。只有进行一番调查研究，才能知道某一项需求是否确实正确。

(3) 可修改性。在必要时或为维护每一需求变更历史记录时，应该修订 SRS。这就要求每项需求独立标出，并与别的需求区别开来，从而无二义性。每项需求只应在 SRS 中出现一次，这样更改时易于保持一致性。另外，使用目录表、索引和相互参照列表方法将使软件需求规格说明更容易修改。

(4) 可跟踪性。应能在每项软件需求与它的根源和设计元素、源代码、测试用例之间建立起链接链，这种可跟踪性要求每项需求以一种结构化的，粒度好(Fine-Grained) 的方式编写并独立标明，而不是大段大段地叙述。

需求说明书的编写应该遵循以下几个原则：

(1) 采用 SRS 模板。在需求说明书的组织中要为编写软件需求文档定义一种标准

模板。该模板为记录功能需求和各种其他需求相关的重要信息提供了统一的结构。注意，其目的并非是创建一种全新的模板，而是采用一种已有的且可满足项目需求并适合项目特点的模板。许多组织一开始都采用 IEEE 标准 830-1998 (IEEE 1998) 描述的 SRS 模板。要相信模板是很有用的，但有时要根据项目特点进行适当改动。

(2) 指明需求的来源。为了让所有项目风险承担者明白 SRS 中为何提供这些功能需求，要都能追溯每项需求的来源，这可能是一种使用实例或其他客户需求，也可能是某项更高层系统需求、业务规范、政府法规、标准或别的外部来源。

(3) 为每项需求注上标号。制订一种惯例来为 SRS 中的每项需求提供一个独立的可标识的标号或记号。这种惯例应当很健全，允许增加、删除和修改。做了标号的需求使得需求能被跟踪，记录需求变更并为需求状态和变更活动建立度量。

(4) 记录业务规范。业务规范是指关于产品的操作原则，比如，谁能在什么情况下采取什么动作。将这些编写成 SRS 中的一个独立部分，或一个独立的业务规范文档。某些业务规范将引出相应功能需求；当然这些需求也应能追溯相应业务规范。

(5) 创建需求跟踪能力矩阵。建立一个矩阵把每项需求与实现、测试它的设计和代码部分联系起来。这样的需求跟踪能力矩阵同时也把功能需求和高层的需求及其他相关需求联系起来了。在开发过程中建立这个矩阵，而不要等到最后才去补建。

下面是一个常见的需求说明书模板，供读者参考：

1. 前言

1.1 目的

1.2 范围

1.3 定义、缩写词、略语

1.4 参考资料

2. 项目概述

2.1 产品描述

2.2 产品功能

2.3 用户特点

2.4 一般约束

2.5 假设和依据

4. 功能需求

4.1 功能需求 1

4.1.1 引言

4.1.2 输入

4.1.3 加工

4.1.4 输出

4.1.5 外部接口

4.1.5.1 用户接口

4.1.5.1 硬件接口

4.1.5.1 软件接口

4.1.5.1 通信接口

4.1.6 性能需求

4.2 功能需求 2

.....

4.n 功能需求 n

5. 非功能需求

5.1 性能需求

5.2 安全性需求

5.3 维护性需求

5.4 软件质量属性

5.5 其他需求

附录

索引

27.3 需求变更控制

27.3.1 需求变更控制的基本原则

由于需求变化是不可避免的，会对项目产生影响，所以变更控制也是不可避免的，是需要而且也必须进行的。需求变更控制的基本原则归纳总结如下。

(1) 谨慎对待变更请求，尽量控制变更。由于项目管理的一个重要原则“做且只做规定的事”，所以应谨慎对待变更请求，尽量控制变更，对任何一方提出的变更请求，其他各方都应谨慎对待。例如，承约方对客户提出的变更，在未对这种变更可能会对项目的工期、费用产生何种影响做出判断前，就不能随便同意变更。而应估计变更对项目进度和费用及质量产生的影响。

(2) 高度重视需求变更。在工程变更中一般存在着需求变更、进度变更、成本变更 3 种主要变更，但其中最需要重视和谨慎对待的是需求变更，因为需求是龙头，一旦需求发生变化，就会直接导致后面的进度、费用，以及质量三要素发生变化，所以任何时候对需求变更都要高度重视和谨慎，充分论证和评估。

(3) 签署变更控制的协议。在项目计划期间，项目承担人和客户之间、项目经理和团队之间就应该就变更原则、变更方式、变更过程、相应的成本进度质量如何变化等问题进行协商，达成一致共识，并形成文件协议，以规范和指导今后工程实施过程中的变更。

(4) 在基线的基础上，做好变更实施。有了基线和标准，才能做好控制，否则无从谈起。在工程的计划阶段，必须充分做好需求基线、成本基线、进度基线、质量标准，并经过批准。为了充分理解，这里可将基线简单理解为标准的计划，换句话说就是要做好一个标准的各方认可的并正式签署的项目需求范围、进度计划、成本计划和质量标准，以此来控制项目。如因各方原因，需变化标准的计划，就应该走变更控制流程，而不是无序的随意的变化。

(5) 需有好的变更控制工具的支持。为了提高效率，在工程建设管理中，都要求有一套计算机化的变更控制系统来支持变更控制管理，特别是在规模较大的信息系统建设中，尤其重要。根据实际情况和项目规模大小，可以外购现成的变更控制工具或开发一个小的变更控制软件来使用，这里强调的是，如果是一个复杂的大型项目，变更控制的信息系统是必须的且是整个项目的项目信息管理系统的一部分。

(6) 把项目变化融入项目计划。把项目变化融入项目计划中，这是一个新的项目规划过程，只不过这一规划过程是以原来的项目计划为框架，在考察项目变化的基础上完成的。通过新旧计划的对比，项目管理者可以清楚地看到项目变化对项目预算进度，以及资源配置的影响和冲击。

(7) 及时发布变更信息。在项目发生变更时，只有项目管理团队和部分项目关键人员才清楚和控制这一变化过程的始终，而其他众多的团队队员并未获得项目变更的完全信息。因此，当项目管理团队做出变更决策时，应及时将变更信息和方案公布于众。

27.3.2 需求变更的管理控制程序

需求变更应以其可行性为基础，对其有效控制非常重要，否则将会导致工期、成本、质量不断扩大，对工程的成功影响较大。作为监理师要充分认识到这一点，而且要将其重要性不断灌输给工程的客户、各施工方等所有干系人，特别是让客户认识到，有时控制需求变更不是拒绝用户，而是为了保证工程实现核心目标，达到预期的成功目标，当然控制需求变更也不是一味拒绝用户提出的需求。需求变更的管理控制程序一般如下：

(1) 建立需求基线、变更控制策略和变更控制系统。如前面章节所述，只有建立了基线才能很好地实施变更，否则无法控制，没有参照标准，也就没有控制而言；变更控制策略和变更控制系统同样重要，是变更的控制标准和手段，有良好可行的变更控制系统，可以达到事半功倍的效果。这里需要特别强调的是，变更控制系统并非都要用计算机信息系统来实现，格式化的表格、流程图和制度组合起来也是一套很好的变更控制系统。

(2) 需求变更以规定格式提出。需求变更应以规定格式提出，并统一提交到变更

控制委员会。这里需要强调的是，需求变更一定要变更控制委员会统一管理，不能出现多头管理。以规定格式提出需求变更，是为了保证需求的明确性、可实现性和无二义性。

(3) 变更控制委员会对需求进行评估论证。变更控制委员会接收到需求变更申请后，应评估变更的技术可行性、代价、业务需求和资源限制，决定是采纳还是拒绝。

(4) 需求变更以书面方式获得批准并修改进度成本等项目计划。变更控制委员会应给每一个采纳的变更需求设定一个优先级或变更实现的日期，项目管理团队对人员、进度计划、成本计划进行变更，并通知到相关干系人。

(5) 定期评估需求变更对项目绩效的影响。应定期评估需求变更对项目进度、成本、质量等绩效的影响，以便及时对偏差进行调整，并为后续的需求变更不断积累数据和经验。

以上第 1 项工作是工程项目准备阶段就应该做的整体准备工作，后面的第 2 到第 5 的 4 项工作针对每个需求变更都是要顺序执行的。

如图 27-1 所示为对需求变更的一般管理程序进行描述。

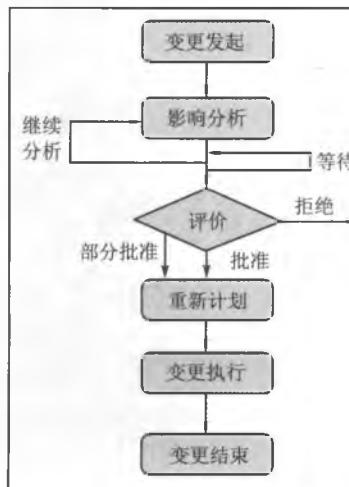


图 27-1 需求变更管理流程图

27.4 需求版本控制

为了控制指定给软件的系统需求，为软件工程和管理应用建立基线，必须控制需求基线的变动，实施需求变更控制和版本控制。首先建立需求说明书的基准版本，这是一致性需求在特定时刻的快照。之后的需求变更就遵循变更控制过程即可。每个版本的需求规格说明都必须是独立说明，以避免将底稿和基准或新旧版本相混淆。最好的办法是使用合适的配置管理工具在版本控制下为需求文档定位。

维护需求变更的历史记录、记录变更需求文档版本的日期，以及所做的变更、原因，还包括由谁负责更新和更新的新版本号等。版本控制工具能自动完成这些任务。版本控

制是管理需求的一个必要方面。需求文档的每一个版本必须被统一确定。组内每个成员必须能够得到需求的当前版本，必须清楚地将变更写成文档，并及时通知到项目开发所涉及的人员。为了尽量减少困惑、冲突、误传，应仅允许指定的人来更新需求。这些策略适用于所有关键项目文档。

需求版本混乱造成的灾害主要体现在资源的浪费上，很多软件团体中经常发生开发组花费时日改进了一项功能，同时却发现整项功能已经取消，发生错误原因是因为开发部门没有拿到最新的需求。

版本控制包括两个方面：保证人人得到的是最新的版本，记录需求的历史版本。如果有专门的需求管理商业工具可以助您一臂之力，如瑞理公司的 RequisitePro，需求和瑞理的其他工具如 Rose、TeamTest 等联系起来，从而实现需求链。能够借助工具将需求自动化固然很好，不过，工具使用不当也不会提高生产效率。需求管理的工具其实用简单的 Office 和任一个关系型数据库就可以解决，而且根据企业自身的特点，可以摸索出最适合企业用的工具。

版本控制的最简单方法是在每一个公布的需求文档的版本应该包括一个修正版本的历史情况，即已做变更的内容、变更日期、变更人的姓名，以及变更的原因，并根据标准约定手工标记软件需求规格说明的每一次修改。

27.5 需求跟踪

需求跟踪包括编制每个需求同系统元素之间的联系文档，这些元素包括别的需求、体系结构、其他设计部件、源代码模块、测试、帮助文档等。需求跟踪信息使变更影响分析十分便利，有利于确认和评估某个建议的需求变更所必须做的工作。

如图 27-2 所示说明了 4 类需求跟踪能力链，客户需求可以向前追溯到需求，这样就能区分出开发过程中或开发结束后由于需求变更受到影响的需求。这也确保了需求说明包括所有客户需求，同样，可以从需求回溯到相应的客户需求，确认每个软件需求的源头。

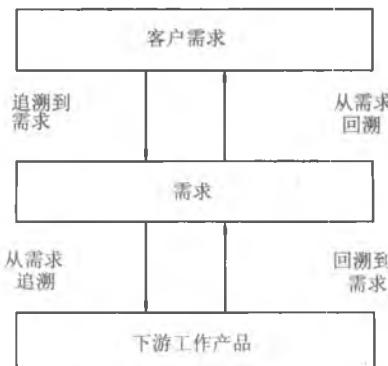


图 27-2 4 类需求跟踪能力链

表示需求和别的系统元素之间的联系链的最普遍的方式是使用需求跟踪能力矩阵，如表 27-1 所示就展示了这个矩阵：

表 27-1 需求跟踪能力矩阵

使用实例	功能需求量	设计元素	代 码	测试实例
UC-28	×	×	×	×
UC-29	×	×	×	×

需求跟踪提供了一个表明与合同或说明一致的方法。更进一步，需求跟踪可以改善产品质量，降低维护成本，而且很容易实现重用 (Ramesh 1998)。实际上，创建需求跟踪能力是困难的，尤其是在短期之内会造成开发成本的上升，虽然从长远来看可以减少软件生存期的费用，软件团体在实施这项能力的时候应循序渐进，逐步实施需求跟踪矩阵并没有规定的实现办法，每个团体注重的方面不同，所创建的需求跟踪矩阵也不同，只要能够保证需求链的一致性和状态的跟踪就达到目的了。

第 28 章 外包管理

· 外包（Outsourcing），是指企业利用外部的专业资源为己服务，从而达到降低成本、提高效率、充分发挥自身核心竞争力乃至增强自身应变能力的一种管理模式。关于对外包概念的理解，主要包含下面两层意思：

外包是一种合作协议，组织将 IT 部门的部分或全部职能交由一个外包组织执行，并支付费用，签约方根据合同所签订的服务级别协议，提供资源和专业技能交付相应的服务。

外包是指企业利用外部的专业资源为己服务，从而优化资源配置，降低成本、提高组织机能和效率，充分发挥自身核心竞争力并增强自身应变能力的一种管理模式。

IT 服务外包（IT Service outsourcing），是业务外包的一个组成部分，是指用户在规定的服务水平基础上，将一部分信息系统业务通过合同委托给第三方组织，通过支付一定的费用，在一段时间内，由第三方组织管理并提供用户所需的信息技术服务。它包括软硬件维护修理与支持，技术培训，数据中心托管，客户服务器、网络、桌面系统运营和管理，系统集成，应用开发与实施，电子商务，管理咨询与重构，安全服务外包，以及 IT 培训等。

28.1 IT 服务外包的分类

从 IT 服务的外包方式上看，IT 服务外包可分为两种：委外服务（Outsourcing）和运维外包（Outtasking）。

(1) 委外服务。委外服务的外包方式特点是：设备属于外包方拥有；外包方负责项目实施，由最高的服务级别承诺；在拥有较长合作期限时，外包方有前期投入；客户通过提出服务要求和服务级别来管理、监督。

(2) 运维外包。运维外包的外包方式特点是：设备属于客户拥有，由外包方进行运营和管理；外包方提供较高的服务级别承诺；客户拥有较大的控制权管理服务级别、变更、流程。

二者的主要区别如表 28-1 所示。

从外包的范围上分，可以划分为以下几类：

(1) 整体外包。整体外包将绝大部分的提供信息服务的设备、员工和职责移交给外包商。如果组织外包的职能占信息系统预算的 80%以上，则成为整体外包。

表 28-1 两种外包方式的区别

	委外服务	运维外包
设备	外包方所有	客户所有
控制权	外包方拥有较大控制权管理服务级别	客户拥有较大的控制权管理服务级别、变更、流程
投入	外包方有前期投入	外包方无前期投入

在该服务类型下，在双方同意的价格水平、一定的时间期限、双方认可的服务级别下，组织与在 IS/IT 领域内提供专业服务的外包商签订合同，后者将提供全套的 IT 运行、维护和服务和支持。例如，某公司可以将现有的 IS/IT 的人员、设施一次性全部外包给专业公司三至五年，让后者去管理这些人员、设施，以及运行。这样公司就可以只保留极少数内部的核心人员去管理和控制业务，以及规划未来的发展方向。

(2) 多项/选择性外包。选择性外包是指有选择性地将一个或几个具体的信息系统职能或者服务移交给外包商。这种情况适合于当组织与几个供应商都有协议时，他可以创建一个框架性的合同来根据自身的竞争优势，有选择地选取一个或多个 IT 服务供给商，将相应的一些设施和服务委托给他们，公司自身仍然保持主要的 IS/IT 人员组织结构。

(3) 合资/战略资源联盟。组织也可以通过与某供应商设立合资公司来运行 IS/IT 服务，这种形式是建立在风险和收益共担的基础上，并且是出于某种特别目的。例如，经常性的软件或零部件开发，且这些软件和零部件将在全公司范围内被应用。这种情况下，原公司通常仍保持自己内部的 IS/IT 功能。

(4) 买入式外包。这种情况是组织买进相关的管理和技术，目标是使公司内部的 IS 发展得更好，提升 IS 服务的功能。在这种情况下，由外包商提供资源，以满足短期需要，而内部 IT 部门仍保留集中化的 IS/IT 功能。例如，某公司提出系统的需求和规格标准，然后与供应商签订合同，让他们去编写一套新的应用系统程序。

28.2 外包服务的优势

企业将业务系统的搭建和管理进行外包有哪些优势呢？综合起来，有以下几点。

(1) 强化核心竞争力。随着技术的不断细化、产业内战略联盟的形成，以及消费需求特点由“趋同”向“求导”的转变，任何单一企业要想在整体产品市场上取得全面的竞争优势已经非常困难。同行企业在产品市场上的竞争焦点已由传统的价格竞争、功能竞争和品质竞争等转向了响应能力竞争、客户价值竞争和技术创新竞争。竞争形态的转换，一方面迫使企业尽力改进内部组织流程，以提高对市场信息和顾客要求的反应速度；另一方面则要求重新审视本企业在整条产品价值链上的增值优势，确立其核心业务范围，以便于企业将优质的资源和独特的能力集中到该领域，形成强化核心竞争力的业务平台。例如，在国际打印机市场上处于领先地位的惠普公司打印机和计算机分公司，打印机的年销售额超过 80 亿美元，其中 70% 以上来自过去 3 年中推出的新产品。因而，

对惠普公司来说，成功的关键在于不断地开发出新产品。为了形成核心竞争力，1998年惠普公司实施了精简，精简后的公司只保留了后方的研究开发部门和前方的销售部门，附加值较小的中间生产环节的工作则由其他公司来分包。

(2) 增强组织分裂的价值。基于信息技术手段的组织分裂，是现代企业组织变革的基本趋势，业务外包是组织分裂的重要手段之一。由于业务外包后的企业组织目标更为明确、人员结构更为趋同、信息传播更为快捷、组织原则更为统一、组织文化更为融合，因而组织管理会更有效率。由于业务外包后的企业组织，一方面具有更好的灵活性，能更快、更好地满足顾客价值实现的需要；另一方面能降低固定资产在资本结构中的比例，有利于优化企业的资本结构，因而降低了组织的退出屏障和组织的转换成本，有利于提高组织的适应性。同时，资本结构的优化，使得单位产品所承担的固定成本比例下降，这为企业采用主动性价值战略创造了条件。

(3) 规避经营风险。由于自然和社会环境的不确定性、市场经济运行与经营者自身业务活动的复杂性和经营者认识能力的滞后性及手段、方法的有限性等方面的原因，企业在经营过程中会不可避免地承受供应风险、生产风险、营销风险、技术风险、财务风险和投资风险等多种类型的经营风险；而经营风险具有复杂性、潜在性、破坏性等特性。通过资源外向配置和业务外包，企业可以与外部合作伙伴共同分担风险，使企业变得更有柔性，更能适应外部环境的变化。

传统管理系统的管理方式，需要IT部门对系统进行运营管理，IT人员不仅要负责公司内部网络的支持，还要保证网站服务器、网络接入、系统及网络安全等。这些还只是对系统维护的要求，对于一些应用中出现的问题，IT人员更是难以应付。而通过外包，由软件供应商提供运营管理，这些问题就相对容易解决。网站系统的平稳运行，需要各种资源的紧密配合，以保证网络、电力供应、机房环境，以及硬件和软件系统管理等各方面正常工作，而软件开发商更熟悉其中的结构和原理，能够较好地加以管理和控制。

(4) 降低经营成本。源于专业化分工带来的职能效率的提高，许多承包商都拥有比本企业更有效的资源和组织，尤其是专门化的知识和经验。通过承揽较多外包服务，他们可以通过规模经营的实现而获得比单个企业生产高得多的经营效率；在资源配置日趋全球化的背景下，将特定业务外包到资源和服务价格相对较便宜的国家和地区，能直接降低企业的加工或制造成本。此外，业务外包有利于企业节省巨额的固定资产投资，减少由于资产专用性而引致的企业沉没成本，改善企业的资本结构，降低企业的资产风险。纽约业务外包研究所的一项调查表明，节约经费是企业“外包”的最重要的原因，有64%的被调查企业由于“经费问题”而实施外包。除此之外，企业外包的重要原因还有“改善公司的业务重点”、“有机会利用世界一流公司的生产能力”和“为实施其他项目而腾出资源”，它们各自占40%之多。

然而，业务外包同样也会遇到问题。首先，业务外包在减少企业对业务的监控的同时，增大了企业责任外移的可能性。企业必须不断监控外企业的行为，并与之建立长期的、稳定的关系。其次，较多的业务外包，会使员工增加失去工作的担忧，有可能损害

员工的工作热情，降低员工的职业道德准则，从而导致更低的业绩水平和生产率。

28.3 外包战略和策略

28.3.1 评审外包可行性

评审是合同评审和交付能力评审的总称，即对市场部签订的合同的条款、约定产品特性和市场前景、自身设计能力、生产能力和制造成本进行综合分析。评审是决定是否外包，以及如何外包的基础。评审工作一般由市场、采购、设计、生产和品质等部门的专家 6~15 人组成的评审小组来完成。评审不仅只是外包可行性分析，而且要形成系统性文件，具备可操作性，如设计方案、工序控制要点、关键参数检测方法、外包进程表及相关责任人等。

就流行产品而言，外包不仅是“赶潮”的捷径，也是开发市场的试金石，相应评审工作也很简单。如果合约产品工艺比较成熟，委托加工和代料加工就更容易操作。这样做虽然利润薄，但涉资少，资金周转快。

与合约产品工艺成熟相比较新产品的评审工作就显得复杂得多，甚至还要邀请多个潜在服务供应商代表参与讨论。3 种可供选择的方案包括：一是自建或改造生产线，自行设计和制造；二是自己完成设计后委任合同制造厂家；三是根据与需方达成的验收标准，全过程外包。至于采用哪种方案，还要看产品的市场前景和自身的交付能力。在信息产业界，一般系统整机类产品的市场寿命最多不过两年，有的甚至还要更短。由此可见，第二种方案对一些年轻的中国企业来说不失为上策，既发挥了自身的人才优势，控制了上游资源，又利用了老企业制造工艺成熟的长处，而且资金占用率也比较低。

28.3.2 外包策略

外包策略的设计目的是要达到企业内部和外部在功能、活动、过程和服务等方面的优化平衡，并在风险最低的情况下保证企业实现其经营业务的战略目标。

大多数企业都认识到，要完成其业务目标并不需要企业完全具备所有的 IT 能力。它们迫切需要外部服务供应商（ESP）为其集成 IT 技术服务，作为企业不完全具备 IT 能力的弥补。然而，同 ESP 的关系却是很难处理，更不用说是管理好这种关系了。另外，目前外包业务的风险由于外包企业要想在不断发展变化的环境中实现各种因环境变化，而处于不断变化的发展目标，就需要在企业机构这种“织物”里“编织”适当的外包来适应繁多复杂的变化。

大多数企业都宣称自己拥有自己的外包策略，但它们的外包决策通常并没有划定在一个“健康”的框架之内采取行动，而常常流于权宜之计。这里就提供一个简单的外包战略框架，该框架由 6 个问题组成，通过它可以评估企业的外包策略及其真正的价值所在。

1. 制订切实外包策略

就外包策略的含义而言，外包的决策不仅仅意味着做决定，还意味着包括外包的基本体系的管理或应用服务等含义。正确的外包策略要求所有的外包决策都必须按照以下5种要素进行评估：

- (1) 给定时间内（通常2~4年）的企业战略目标；
- (2) 内部能力，由分析当前状况评定。其分析内容包括：评价基准、核心和非核心专业评估、达到战略目标的差距，以及转变和提升核心活动能力的计划；
- (3) 外部市场能力，由技术认知、项目和ESP所能提供的可用或可期望的服务评定，而且外部市场能力应足以在可接受的风险下为企业提供确实价值；
- (4) 外包选择和模式，包括针对各服务领域最适当外包模式和最能实现企业战略目标的外包选择的评估；
- (5) 外包控制，包括变化管理、雇用和为提高或建立控制能力所需要的再培训活动。

如果你还没有制订出合适的外包策略，那么你必须评定企业的当前状况，之后设法修订你的外包策略。

坚持战术性的外包操作途径只会增加业务战略目标无法实现的风险，在最糟糕的情况下甚至会导致外包关系的彻底失败。

2. 提供简单的路线图

外包策略应该能在15分钟内得到简明扼要的解释。从而保证能回答一些不可避免的尖锐问题：

- 外包策略是不是太危险而且过于复杂？
- 你怎么知道外包策略可以起作用？
- 为什么必须有这些变化？
- 目前状况为什么不能继续下去？

因为外包管理极其复杂，所以其策略需要足够简单。复杂或不清楚的外包策略最终只会导致外包失败。简单而清楚的外包策略令各种复杂性能在外包生命周期的后续期间受到管理（例如，ESP选择、合同谈判和连续的外包管理控制等）。

如果你的外包策略无法提出简单清晰的路线图，那么应该重新考察自己的外包策略。过分复杂或脆弱的策略都可能导致冗长或失败的谈判，或者产生具有有限或者无风险转移的模糊合同。

复杂而不清楚的策略将在外包过程的各个阶段增加失败的风险。管理外包过程，以及在障碍增加的情况下设法恢复外包策略也随之变得更为困难。

28.3.3 企业确定目标的优先次序可以优化外包

多数公司最初考虑外包时的动机都是降低成本，虽然在做出外包决定时，省钱是一

个完全说得过去的原因，但是省钱并不是唯一需要考虑的因素。许多企业都发现，自己的外包决策是由诸多动机结合在一起产生的。可见，了解这些动机，并且为其中的各个因素确定优先顺序，将有助于在今后做出更好的决策。下面列出的是一些可能的外包动机。

(1) 为了获得特殊技能。在某些项目上，公司往往并不具备特别的技术能力，原因可能是企业并不需要保留这类全职技术人员，或者是无法聘用到所需要的技术人才。为了满足不均衡的人员需求，一些正在进行某些大型开发项目的公司担心，在这些项目结束之后，公司对开发人员的需求将会大幅度降低。这些公司都不希望增加新的雇员，只想在一两年的时间里让这些人全部下岗。企业向新技术的移植也会产生人员配置不均衡的现象，因为其最终结果是，企业对新技术人才的需要增加，而对旧技术人员的需要则会降低。

(2) 为了转嫁风险。那些准备执行高风险项目的企业通常都会寻找一些具备深厚专业技术能力的外包伙伴。而采购方则永远都不应该将项目的全部责任外包出去，只需要雇用具备相关经验的人员就可有效地降低风险。

(3) 为了将固定成本转变为可变成本。雇员通常都被认为是一种固定成本。通过外包则可以有效地增加和降低人员的数量及规模，从而快速适应业务变化的需要。

(4) 为了改善服务。许多公司通过外包来提高其服务的水平或连贯性。例如，通常在一家大企业的每一个办公地点都设有帮助桌面，而且都有各自的服务水平。如果将所有的帮助桌面都外包给一家单独的服务商，企业帮助桌面的服务水平就能够实现标准化，而且服务水平也能够得到保障。

(5) 为了实施流程控制。外包商通过流程的标准化来赚钱。那些开发能力较为薄弱的企业可以使用能力成熟度模型第 5 级外包商的一些原则来强制要求自己的员工也实施连贯的流程。同样，一些企业使用外包在整个公司范围内强制实施财务纪律。

(6) 为了集中管理时间。将那些非关键的项目外包出去可以使管理层能够将精力集中在核心竞争力和关键项目上。

(7) 为了保持客观性。由于技术人员通常都非常忠实于那些能够支持的技术，因此他们不可能做出最好的决策。在决策过程中，最需要的是通过客观的分析来做出决策。

企业必须对自身的外包动机进行分析，并制订优先顺序，而且需要在管理层内部达成共识。虽然这听起来非常简单，但在实际中实现起来不容易。最近，某家财富 500 强公司的 CIO 指出，缩减成本是其唯一的动机，其他所有的考虑都不值一提。当然，该公司的 CIO 也赞同缩减成本的重要性，但他认为获得专业的技术能力和满足各类需要也具有同等的重要性。不难想象，这些分歧足以使公司的外包决策过程演变为一场全面的战争。

此外，如果某位行政官员无法接受已经选定的外包商的最终表现，那么宝贵的时间和资源也都将被白白浪费掉。

相比之下，明确定义的动机可以帮助企业优化外包过程中的某些关键领域：

(1) 伙伴的选择。不同的外包商能够带来不同的优势和劣势。如果动机定义得很完善，就可以更容易地将自己的需求与外包商的强项进行对比，从而有助于剔除那些无法接受的候选外包商。

(2) 合同条款。动机是合同谈判成功的基础，明确的动机可以带动谈判战略并有助于确定哪些方面是可以妥协的，哪些方面是一定要坚持的。

(3) 成本/服务水平方面的折中。动机可以帮助确定一个适当的平衡点，即成本与服务水平之间的折中点。多数外包商都可以提供改进幅度很大的高水平服务，但其价格也会随着服务水平的提高而大幅增加。

(4) 衡量开发与管理。动机中还应当包含对外包商执行项目的评估工作，因为评估对于最终结果是至关重要的。

在外包决策前，必须明确定义自己的动机，并对其进行优先排序，只有做好了这些工作才能开始选择外包商并进行谈判。在此过程中会发现，动机能够带动外包过程中的多个方面，而理解这些动机将有助于外包活动取得成功。（编译自“Computerworld”。）

28.4 供应商管理

28.4.1 寻找供应商

建立一个选择供应商的标准非常重要。这个标准应该全面考虑包括供应商的名气、市场份额、响应状况、外包协议种类是否多样、价格、经验、规模和历史等因素。

确保评估小组接受这个标准并按照它去选择供应商非常重要。对于标准的接受可以减少来自小组内部或企业内部对外包服务的抵触心理。

在收集信息的过程中，企业应该注意以下几点。

- (1) 建立筛选供应商的标准。
- (2) 选择供应商。
- (3) 确定信息来源，以及可靠性。
- (4) 确定所需要的信息范围（例如，财务或者市场价值）。
- (5) 采用一个统一的方法来避免“坏”的信息。

在汇总信息的过程中，组织应该注意以下两点。

- (1) 把信息汇总成方便阅读，易于理解的形式（例如，表格形式等）。
- (2) 不要忽略任何重要的信息。

28.4.2 选择服务供应商

企业应该如何按照自己特定需求选择最合适的外包服务提供商呢？

企业应该评价一下自己处于哪个水平，改进内部流程，发展可重复的、恰当的评估

方法来完成这一重要的工作。Gartner 的资源生命周期是帮助企业做出更好、更富有战略意义的资源决定的一个工具模型。生命周期包含 4 个阶段，即资源策略、供应商的评估和选择、交易发展和资源管理。

供应商的评估和选择。包括选择能够实现企业商业目标的最好的供应商的所有步骤。虽然大部分企业在这个阶段还处在反应式评估的水平，Gartner 还是发现一些谨慎的企业在评估和选择的过程中，达到了更高、更富有战略意义的水平。随着企业选择水平提高到更高的水平，他们将会做出更有战略意义的资源决策，他们寻求发展、使用并且不断地更新他们的知识、方法和技能，这些使他们在外包服务提供商评估过程中能够做得更好，并获得更大的收益。

(1) 1 级：反应式评估。当一个企业是处在反应式评估外包服务提供商时，通常是由有需要马上解决的问题。评估委员会通常面临着要马上解决问题，减轻相关的痛苦的压力的问题。反应式评估通常发生在那些和服务提供商关系不佳的公司，或者内部流程有问题的公司。评估委员会只用很少的方法来选择服务供应商，而这往往会在将来引起更多的问题。

(2) 2 级：意识式评估。在意识式评估中，企业已经认识到正确的方法和正式的评估标准可以帮助他们在供应商选择中做出更好的判断。但是，迫于内部急切需求的压力，企业往往会在评估流程中绕开主要的股票持有人。这些企业通常把评估过程用文件记录下来，并对将来的服务有一个基本的标准。这种评估方式与战略资源计划毫无共同之处，也不能够给股票持有人带来附加的价值。

(3) 3 级：转型阶段。处于转型水平的企业会用文件记录评估服务提供商的整个流程。这个水平的评估和前面两种模式的不同之一是企业会把评估、选择看成一个整体的过程，而不是一个个独立的决定。企业会有一个标准化的流程，而且知道按照这样一个流程来进行操作可以带来额外的价值。但是，企业并不能够总是遵守自己指定的流程：处于转型水平的企业倾向于在能够显著提高收入的大的项目上采用整体流程。当企业发现这样做能够在财务上带来明显的收益时，他们就会坚持这样做下去。

(4) 4 级：专家级。在专家级水平，评估和选择方法通常被整合成可扩展、可回收的模块。整个企业都会应用这些模块来进行外包服务提供商的评估。与每个股票持有人切身相关的利益都得到了最大的保障。正确的决策做得越多，公司高级管理层的态度就会越支持。

(5) 总结。随着外包越来越普及，可重复、恰当的评估方法可以使评估过程时间缩短，工作强度下降。而更重要的是，采用这些方法有助于企业选择最好的外包服务提供商，从而使外包服务能够成功。对于企业来说，弄清楚自己现在处于哪个水平非常重要，然后就应该提高评估水平，把重要的资源工作完成得更好。

表 28-2 给出选择外包服务提供商的类别和特征。

表 28-2 选择外包服务提供商的类别和特征

评价类别	评估过程特征
1 级：反应式评估	对于马上需要的问题做出的反应；很少或者完全没有正确的流程；时有发生，一位高级管理人员指示要选择某个特定的提供商；专注于提供战术决策
2 级：意识式评估	有一些可重复的方法；商务和技术结合；评估团队由于没有基础的方法而去寻求行业内最好的经验来寻找处理方法；有一些战略考虑，但是在决策时依然偏重于战术
3 级：转型阶段	结构化的评估方法；在理论上被接受，但是在实际操作中却不能够被采用；有模板和指导方针，但是并不能够坚持采用；能够为股票持有人带来价值；开始在外包服务提供商选择中创造战略价值
4 级：专家级	在企业内有可重复的、恰当的评估方法；为每一位股票持有人创造价值；所有的决策都和战略资源计划紧密联系；选择产生了战略价值；与外包服务提供商关系较佳

28.4.3 服务供应商评估

服务供应商是外包的载体。服务供应商评估是外包管理中最关键的一个环节。评估通常由工厂评审、制造能力评审和样品认证 3 部分组成。

(1) 工厂审核是对潜在服务供应商的品质管理体系和技术能力进行现场考评。潜在服务供应商指有合作意向和具备一定供应能力的生产厂家。审核工作一般由采购部组织品质管理及工程等部门的专家共 3~4 人组成。审核的依据是本公司的管理要求。审核的主要内容包括：品质管理体系、环境与安全体系、工序控制、生产计划系统、员工士气及教育培训等。审核结果应形成书面报告，作为是否继续进行制造能力评审的依据。

(2) 评估的另一环节是制造能力评审。这一项很重要，但却往往被大多数厂家忽略。实际上外包中的服务供应商相当于供方制造车间的角色。制造能力评审从本质上讲，就是将上一步有关外包产品的评审结果，如设计要求、关键工序要求、关键材料要求、验收标准、交付条约等，与服务供应商方面的相关人员进行讨论，以确保服务供应商完全满足合同要求。如达不到要求，可考虑在不影响产品性能的基础上，适当放宽标准或其他加工/制造条件。评审结果应形成文件，注明全过程质量控制措施、质控文件的编号、关键参数测量方法及所使用仪器仪表名称等。

(3) 制造能力是服务供应商综合实力的标志。例如，在选择片式电容器服务供应商时，产品品质和生产规模是两个首先必须考核的项目，两者缺一不可。

(4) 服务供应商评估的最后一个环节是样品认证。当然，这里的样品也可能仅是类比产品而已，但它至少是服务供应商生产能力的一个缩影。这里有两点值得注意：第一，服务供应商在提交样品的同时应附带自己检测合格的报告，注明所采用标准的代号，因为对方在检查时要参考或类比服务供应商提交的报告；第二，采购商不应因某个产品或某个产品的某项性能不合格而就此淘汰该服务供应商，而应让其重新调试或重新送样，直到所有项目全部合格为止。服务供应商送样时提交自检报告不仅方便了采购商，也反映了提交者的管理水平、责任心和自信心。

28.5 外包的执行和监督

28.5.1 软件外包在 CMM 中的体现

CMM2 中的“软件子合同管理”KPA 涉及了软件外包管理问题，它规定了企业应如何管理软件开发业务和软件开发子合同。但是，软件外包管理实际上涵盖了软件生命周期中的各个过程，任何一个软件外包过程都会涉及需求管理、软件计划、质量管理、项目追踪、配置管理等内容，可见，不能孤立地看待 CMM 的软件子合同管理，而应该将其视为能将其他软件开发过程从公司内部部分或全部延伸到公司外部的管理规范与管理技术。通过软件子合同管理过程的实施，软件开发机构能够有效地管理与控制他们的业务分包过程。

实际上，SEI 还开发了另一个模型——SA-CMM（Software Acquisition Capability Maturity Model，软件采办能力成熟度模型），它是为需要采购或分包软件系统的公司或组织设计的能力成熟度模型，用来评估、改善或控制软件系统的获取过程。软件采办能力成熟度模型也分为 5 级：初始级、可重复级、已定义级、定量管理级、优化级。与 CMM 不同的是，SA-CMM 关注的是软件购买者的软件能力成熟度；而 CMM 关注的是软件系统承包者或开发商的软件能力成熟度。软件采办能力成熟度模型适用于软件生命周期的各个阶段，包括维护过程。

由此可见，在 CMM 模型体系中，SA-CMM 是作为管理软件的外包或分包过程的模型，需要评估或改善软件采办或分包过程的公司或组织可以按照 SA-CMM 模型去调整自己的组织管理能力和操作过程。由于软件采办能力成熟度模型是 1996 年才公布的，其影响还很有限，真正成功地实施了 SA-CMM 的公司或组织也比较少，因此，国内企业要想按照 SA-CMM 模型改善软件外包管理过程会遇到一定程度的困难。

28.5.2 实施软件外包管理

从 CMM 的“软件子合同管理”KPA 开始实施软件外包管理是比较好的办法。CMM 模型定义了软件子合同管理要达到的目标、实施时必须履行的承诺和需要具备的能力，定义了进行软件子合同管理应该进行的活动。但是，就像 SEI 对软件能力成熟度模型其他 KPA 的描述一样，只是给出了“应该做什么”，而对“如何做”这一关键问题并没有给出相应的指导，很多想实施软件外包管理的企业和组织都感到无从下手。我们参考了一些国外的资料，结合具体的实践经验，提出了一个框架性的描述，它包括以下 11 个方面的具体活动：

- 按照文档化的规范定义和规划子合同；
- 按照文档化的规范，根据承包商完成工作的能力选择承包商；
- 把与承包商签署的协议作为管理子合同的基础；
- 评审和批准文档化的承包商软件开发计划；

- 以软件开发计划为标准，跟踪软件开发过程；
- 按照文档化的规范，对承包商的工作陈述、子合同条款、条件，以及其他约定进行更改；
- 双方的管理者一起执行定期的状态或协调评审；
- 承包商参与定期技术评审和交流；
- 按照文档化的规范在所选择的里程碑处进行正式评审，评价承包商的软件工程完成情况与结果；
- 软件质量保证组按照文档化的规范监控承包商的软件质量保证活动；
- 按照文档化的规范进行验收测试，定期评价承包商的能力。

企业按照这些步骤，就可以初步开展软件外包管理活动。

合作机制的关键是适应变化。外包合作关系新合作模式的重点是看重 IT 创造新机会和提高竞争优势的作用，而不仅仅是一种降低成本的方法。成功外包关系的最终实现要依靠服务商不断创新来帮助客户达到其目标。

客户和外包公司合作的第一守则是：不惜任何代价避免静态关系。如果战略目标因为业务或环境因素改变后，这时因为没有达到协议指标而去惩罚外包供应商就变得毫无意义。由于按照当今业务和技术的发展速度，现在的基本需求在 6 个月后可能就变得无关紧要。因此，外包的关键是创建适应变化的合作关系机制。

客户需要从一开始就建立业务价值的共同基调，其过程通常涉及定义、确认和创建服务提供商应该满足的具体指标。这不是随便的练习，而是需要花费大量的时间并得到富有多种学科知识和经验的专业人员的过硬帮助。如果内部没有富有经验的人员，那么外部咨询顾问就成为一种非常有价值的投资。

在建立优先等级时，切记两个主要的目标：竞争优势（既有正面的又有负面的）和成本节省。指导委员会可以由客户自己的金融、市场营销和 IT 人员，以及负责测试结果和流程的外包合作伙伴的代表组成。理想的情况是每隔 6 个月重复一次这样的流程。通过定期重新评估 IT 业务驱动因素和权衡优先级、效益和成本，客户和客户的外包合作伙伴将能够共同把 IT 映射到不断发展的业务需求上。这种观点并非是突然对优先级或方向进行大规模的变化，而是为适应变化的需要提供高效、互惠的框架。

协作的合作伙伴有可能不签署提供外包服务的合同，但是他们仍然会根据影响客户 IT 业务价值的能力来承担风险和获取回报。客户应该希望自身与外包服务提供商共同实现最终目标，而不是仅仅把工作重点放在狭隘的技术问题上。这将使外包服务提供商能够充分利用其经验和知识来满足客户的业务需求。

28.5.3 跟进管理

选定服务供应商以后，要在外包过程中进行跟进。跟进即对当前服务供应商供应质量的稳定性和品质保证体系的连续性进行监督和控制，并形成文件归档，然后定期反馈给服务供应商，以便及时采取相应的纠正及预防措施。跟进的主要内容包括：检查、检

验、品质保证体系审核等。

由于外包物品直接面向需方，检查就显得特别重要。检查不仅仅局限于最终产品，而应涉及来料、工序和一切可能影响产品性能的环节。在服务供应商制造车间所做的一切检查活动既不能减轻其提供合格品的责任，也不排除以后的拒收。对于检查过程中发现的所有不合格问题，都应现场提出来，与服务供应商的工程技术人员共同解决。

检验则不同。检验是由具备一定专业经验并持有上岗证的 QA（品质保证）人员按照一定程序和指定的标准对服务供应商完成的产品进行验收。验收的地点可以在服务供应商的货仓，也可以在双方约定的其他地方。凡经检验合格的产品，均应在外包装箱盖印标识，并做好书面记录，适当时输入电脑，形成服务供应商档案。

对于检验过程中发现的不合格品，应交 MRB（不合格品评审小组）处理，以确保检验的正确性和有效性。凡经品质工程师断定，MRB 确认存在品质问题的，应由 SQA（供应商品质保证）品质工程师负责对该服务供应商进行品质投诉和跟进，服务供应商不能以任何理由推卸其责任。

由于外包过程中的服务供应商担当着供方工厂的角色，对于长期合作的服务供应商来说，每年进行一次品质体系审核是极为必要的。审核工作由 SQA 安排，参加人员应包括内审员、采购员和工程技术人员，为 3~6 人。审核前应由内审员制订一个检查表，检查表应以 ISO 9000 标准为基础，以公司自身要求和供应商的具体情况为补充，审核的范围是与供应产品有关的部门和生产工序。

对于审核过程中发现的不合格项，应发出“整改通知”，要求服务供应商在一个星期内向 SQA 寄交书面形式的“整改报告”，报告内容包括具体的纠正措施和实施步骤。同时，SQA 应将该报告纳入服务供应商档案，以便进一步跟进或在下一次评审中检查纠正措施的实施情况。

由此可见，外包是一种运作灵活的经营模式。在外包过程中，应把服务供应商看成同客户同等重要的合作伙伴，尽可能多地在管理和技术上予以支持，以建立长期、稳定和信任的伙伴关系，共同进步，共同受益。

28.5.4 沟通协调

1. 协调的作用表现在哪些方面

(1) 使个人目标与组织目标一致，促进组织目标的实现。若个人目标与组织目标相一致，人们的行为就会趋向统一，组织目标就容易得到实现。管理者可以通过协调工作，使个人目标与组织目标相辅相成，从而促进组织目标的实现。

(2) 解决冲突，促进协作。人与人之间、人与组织之间、组织与组织之间的矛盾冲突是不可避免的，并且这种矛盾和冲突如果积累下去就会由缓和变成激烈、由一般形式发展到极端形式。如果这样下去，轻则干扰组织目标的实现，重则会使组织崩溃、瓦解。可见，管理者必须通过协调，很好地处理和利用冲突，发挥冲突的积极作用，并使部门之间、人与人之间能够相互协作与配合。

(3) 提高组织效率。协调使组织各部门、各成员都能对自己在完成组织总目标中所需承担的角色、职责，以及应提供的配合有明确的认识，组织内所有力量都集中到实现组织目标的轨道上来，各个环节紧密衔接，各项活动和谐地进行，而各自为政、相互扯皮、不顾组织整体利益的现象则会大大减少，从而极大地提高组织的效率。

2. 协调的原则

(1) 目标一致原则。由于协调的目的是使组织成员充分理解组织的目标和任务，并使个人目标与组织目标相一致，从而促进组织总目标的实现，所以管理者的协调工作必须围绕组织总目标进行。

(2) 效率原则。协调的目的不是掩盖、抹杀问题，也不是“和稀泥”，而是通过发现问题、解决问题，使部门之间、个体与个体之间更好地分工、合作，每个人都能满腔热忱、信心十足地去工作，从而提高组织效率。

(3) 责任明确原则。明确责任就是规定各部门、各岗位在完成组织总目标方面所应承担的工作任务和职责范围。除了要明确自己的职责范围，还要明确互相协作的责任，提倡互相支援、积极配合，反对各自为政、相互扯皮的恶劣作风。

(4) 加强沟通原则。沟通是协调的杠杆，组织内部，以及组织与外部环境之间的信息沟通越有效，彼此间的理解、支持就越容易建立，发生误会、摩擦、扯皮的可能性就越小，而组织的协调性就越强；反之，沟通效果越差，组织协调性也将越低。

3. 促进有效沟通的措施

(1) 选择合适的沟通方式。根据沟通内容的特点、沟通双方的特点、沟通方式本身特点的不同，选择合适的沟通方法。

(2) 善于运用反馈。在沟通中，由于知识、技能、经验、情绪等方面的原因，经常出现误解或解释不准确的情况。如果双方在沟通中，能利用好反馈这一环，就可以减少误解或解释不准确的情况发生。

(3) 学会积极倾听。在口头沟通，尤其是面对面的沟通中，积极倾听对沟通效果非常重要。积极倾听之所以重要，是由于在倾听时，双方都在思考，促进了信息的理解和接受。

(4) 建立和完善管理信息系统。现代化的管理信息系统可以提高沟通的效果。

4. 沟通协调的工作方法

(1) 主动进行沟通。如果没有意见的沟通，任何一个组织都是不能存在的。陈云同志说：“只有通气，才能团结。”通气就是意见沟通，国内外有成效的领导者都十分重视组织中的意见沟通。

意见沟通有以下几种类型。

① 单向沟通与双向沟通。单向沟通是一方发送信息，另一方接收信息而不再向发送者反馈信息。其优点是传递信息快，适于上级下达命令、指示等；其缺点是发出者得不到反馈信息，听不到接收者的意见，容易犯主观、片面的毛病；接收者无论理解与否

都要执行，可能产生抗拒心理。由于没有反馈，对接收的信息是否完整、准确，双方都会有些疑虑。双向沟通是沟通双方互相传递信息，其发出与接收的地位不断交换，双方多次重复交流，得到共识，沟通的信息准确。由于发出者能充分听取接收者意见，使其受到尊重，产生参与感，增强了自信心，因此有利于双方相互理解，形成融洽的人际关系。

② **横向沟通与纵向沟通。**横向沟通指组织中各平行或同一层次的机构之间的信息沟通。这种沟通可以加强各部门的联系、协调与团结，减少他们之间的矛盾、冲突，可以使办事程序、手续简化，节省时间，提高工作效率。纵向沟通分下行沟通与上行沟通。下行沟通是组织中上级对下级的信息沟通，如组织的目标、计划、规章制度、工作程序和评价传达到基层。通过下行沟通，有助于统一思想认识，步调一致，协调行动。这种沟通的缺点是逐级传递，容易出现搁置、误解、失真、歪曲等现象，其结果可能导致接收者向错误的目标行动。可见，单纯采用下行沟通手段对一个领导者来说可能是危险的。上行沟通是指下级向上级汇报工作，提出意见、建议、要求等。领导者应通过座谈会、意见箱、定期汇报、民意测验、谈心等方式，鼓励下级人员提意见。只有上行沟通渠道畅通无阻，才能改善上下级关系，领导者才能了解真实情况。

③ **正式沟通与非正式沟通。**正式沟通是通过组织明文规定的渠道进行信息传递和交流。如组织与组织间的公函往来、组织内部的文件传达、召开会议、上下级之间的定期情报交换等。非正式沟通指的是正式沟通渠道之外的信息交流和传递，它不受组织监督，自由选择沟通渠道。如组织内员工之间私下交换意见，议论某人某事等。这种沟通能真实地表露或反映人们的思想动机，还能提供正式沟通难以获得的消息。精明的领导者对非正式沟通比较重视，常常利用个人之间的聚会、某种娱乐活动、微服私访等形式，广泛接触群众，听取呼声、意见，以便改进领导工作。

④ **书面沟通与口头沟通。**书面沟通是指通过书面形式所进行的信息传递和交流。其特点是在信息传递前，经过了加工浓缩，内容比较集中、精练，可以在远距离多次传递，既便于利用也便于储存。它适于传递精确而要求一致的信息。它比较严谨，具有权威性，便于日后学习、考查，可防止信息传递的遗漏、曲解。口头沟通是指口头汇报、会谈、讨论、演说，以及通过电话、广播进行联系等。其优点是节省时间、较快地传递信息，双方交流可直至听清、理解或达成共识为止，除了语言之外，往往还可用眼神、手势动作、姿态等伴随语言表达。

（2）如何提高意见沟通的效果。

① 在信息发出者方面，要努力提高思想、文化、业务技能水平，提高心理素质和表达能力，以便将自己的思想、观点、感情、态度及掌握的信息，准确、完整地传递给对方。

② 在信息接收者方面，要提高理解能力、感知能力和矫正不健全的个性。有些人为了讨好上级领导而弄虚作假，大吹牛皮，或在传达上级指示时，把秘书的主观意向掺杂进去，导致信息失真。作为领导者，要有能力辨析信息的真假及其主次轻重。另外，领导者不能好大喜功，只听好话，反感逆耳之言，以免下级产生畏惧心理，报喜不报忧，

掩盖事实真相，造成闭目塞听。

③ 选择适当的沟通类型和方式。根据信息的内容、接收对象的特点、传递的目的和具体的场合、条件而选择适当的沟通类型和方式，是提高沟通效果的有效途径。例如，要了解对方的反馈信息，最好选择口头沟通的交谈方式，以充分听取对方的意见；如果向很多人传递重要信息，最好选择发通知的方式。

④ 要使信息沟通渠道畅通无阻。采取领导者定期与职工对话等形式不断健全民主管理制度，以沟通促管理，建立良好的人际关系。

⑤ 精简机构，减少信息沟通的中转环节。若组织机构臃肿，层次过多，信息无论是下行还是上行传递，中间要经过许多层次，信息的接收率会层层降低。可见，必须改革不合理的管理体制，精兵简政，以提高沟通效率和领导效率。

(3) 妥善处理冲突。冲突是由于双方的观点、需要、欲望、利益或要求的不相容而引起的矛盾。冲突的产生不仅影响个人情绪，还会影响正常的组织活动与组织秩序。领导者面对冲突，既不能回避，也不能贸然行事，而要想方设法协调、控制、解决冲突。解决冲突除了用行政的、经济的、法律的方法外，从管理心理学角度讲，还应遵循“具体问题具体分析”的原则，采取有的放矢的办法解决。

① **批评教育。**教育冲突责任者要高风格，顾全大局，要严于律己，宽以待人。对于原则性的问题，通过批评和辩论来解决；对于出现的利益冲突，应引导各方顾全大局，做出让步，以缓和对立情绪；对于因工作关系而产生的矛盾，则提倡心理位置交换，各自都设身处地地为对方着想，做到相互理解、谅解，求大同、存小异。

② **协商解决。**由冲突双方各派代表通过协商方式解决冲突。协商要有诚意，才能使冲突得到有效解决。由于冲突双方情绪尖锐对立，一时难以冷静下来，领导者可等待时机协商解决，即先“降温”，让各方通过一段时间反思，逐渐转变原有的观点，操之过急可能使矛盾激化。

③ **仲裁解决。**协商无效，就需要第三者或较高层次的领导人出面调解，进行仲裁，使冲突得到解决。仲裁者要具有权威性，秉公办事，铁面无私，不偏不倚。如果在工作、评价、分配等方面发现确有不合理之处，就应对有关的规定、制度进行必要的修改、调整，使之合理，冲突自然得到缓解。

④ **行政干预。**当冲突双方通过协商不能达成谅解且协调无效时，事态发展严重，可由上级领导发出行政命令，迫使双方停止冲突，并按有关规章制度提出处理办法强制冲突双方执行。

⑤ **目标引导。**如果冲突只发生在一些小事情上，可通过设置较高的目标巧妙地转移冲突，使各方在新的目标上通力合作。

领导者解决冲突的基本态度应当是：真心实意、热情积极、公正客观、实事求是、疏通引导、坚持原则。

为了预防冲突，应加强对组织成员的教育，提倡协作精神，反对本位主义、利己主义；加强沟通，以便增进相互了解和理解；分工明确，各负其责；做好日常的协调工作。

最重要的是领导者办事公正，作风过硬，才能从根本上减少冲突。

(4) 搞好组织协调是领导者的一项重要职责。领导者要善于协调各方面的关系，充分发挥组织成员的作用，使其产生“系统放大”效应；提高组织的整体效能。

组织协调的内容包括：

① 目标是协调的方向。一个组织内各个方面目标应协调一致，否则，就会分散力量，组织目标就难以实现。领导者要教育组织的所有成员树立整体观念，形成合力。

② 沟通是协调的杠杆。组织内部信息传递迅速，彼此联系密切，相互了解、理解，矛盾就少，即使产生了矛盾也容易解决。

③ 协商是协调的重要手段。由于协调不是强迫命令，而是感情与信息的交流。因此，协调要发扬民主，遇到问题能心平气和地坐到一起来商量解决。上级领导要主动与下级沟通联系，诚恳解决矛盾，消除误会和隔阂。

④ 明确责任是协调的得力措施。领导者在明确各部门的工作任务和职权范围的同时，还必须明确有关单位协调的责任，建立必要的协调制度并提倡主动支援、配合的精神，这样就可以减少相互推诿。

⑤ 利益是协调的基础。由于组织的任务之一是为实现一定的利益。利益是个复杂的概念，其中物质利益是最基本的。所以，要充分注意各方面的利益，协调好利益关系，这是做好协调工作的基础。

协调的主要方法如下。

① 职责连锁式协调。组织内部各部门之间、上下级各层次之间分工协作，明确责、权、利，使之环环相扣。现代管理中的“目标管理”就充分体现了这种协调方式。

② 制度式协调。按规章制度、组织程序进行协调解决。若在某一环节、层次发生问题，责任者既不主动解决，又不向上级报告，则应按规章制度追究其责任。

③ 例会式协调。由一个组织的主要领导者牵头，组织有关部门以定期召开例会的方法，来协调各部门之间的关系。

④ 合署办公式协调。对于新出现的较为复杂或重大的问题，由有关部门抽调工作人员联合办公加以解决。

⑤ 精简合并式协调。将工作性质相近、管理业务相关的职能科室进行调整、合并，同时精简有关人员，就会减少横向摩擦、互相扯皮的现象，从而提高工作效率。

28.6 外包服务的相关法律法规

28.6.1 知识产权

外包建立实际是一种委托关系，委托开发的软件涉及的法律问题主要是知识产权（软件不仅享有著作权，还可能享有专利等其他知识产权）归属问题，《计算机软件保护

条例》第十一条规定：由两个以上的单位、公民合作开发的软件，除另有协议外，其软件著作权由各合作开发者共同享有。合作开发者对软件著作权的行使按照事前的书面协议进行。如无书面协议，而合作开发的软件可以分割使用的，开发者对各自开发的部分可以单独享有著作权，但行使著作权时不得扩展到合作开发的软件整体的著作权。合作开发的软件不能分割使用的，由合作开发者协商一致行使。如不能协商一致，又无正当理由，任何一方不得阻止他方行使除转让权以外的其他权利，但所得收益应合理分配给所有合作开发者。第十二条规定：受他人委托开发的软件，其著作权的归属由委托者与受委托者签订书面协议，如无书面协议或者在协议中未做明确规定，其著作权属于受委托者。

28.6.2 外包合同管理

外包合同管理是外包服务管理的一个重要组成部分。由于外包项目经常涉及的交易金额巨大，而且外包服务对于组织的高效运营非常关键，因此需要专业的法律文件作为支撑。

由于在谈判过程中外包商与客户之间的关系较为脆弱，在探讨关键性问题时难免为各自利益考虑而引出冲突和问题。双方在一些有争议问题发生时可以参见合同，以合同条款作为调解纠纷的主要依据。

由此可见，合同应该灵活而又能够解决交易过程中的问题，使客户和外包商双方均受到保护，能对价值的创造和风险的管理起到支持作用。

1. 外包合同类型

根据外包关系的类型，可以将合同类型分为3种：市场型关系合同、中间型关系合同和伙伴型关系合同。由于3种类型所牵涉的客户与外包商的关系不同，合同要点也各自有所侧重，如表28-3所示。

2. 外包合同条款

外包服务合同包括服务水平协议（Service Level Agreement, SLA）。外包合同一般为5年、10年。合同条款是外包服务中最重要的环节，合同条款制订的详细程度和明确性直接影响合同的履行。合同条款涵盖的内容非常全面，包括：合同的适用范围和预期客户资源需求；合同条件、基准及衡量办法、有效期、终止原因、知识产权、合同转让、关键项目实施人员及补救办法、未来价格灵活性、未来服务的灵活性、付款方式和时间、风险管理，以及其他法律规定的合同必备条款。好的外包合同条款对合同中的工作有清楚的界定，能够在双方出现分歧时成为解决争端的依据。表28-4列出了外包合同条款中通常涉及的主要内容。

表 28-3 3 种外包关系类型下的合同条款

外包关系类型	适应情况	合同要点
市场型关系	外包需求明确，无歧义 合同期内没有需求变化 外包商绩效可以明确监控和测评 没有续约的必要 不存在资产专用性	深入全面了解需求 采用第三方工具理解的、可计量、可监控的方式表达需求 促使外包商之间竞争，择优录取 合同完善，无异议 规定外包商完成任务的条款 采取有利于客户方的定价机制
中间型关系	某些需求无法事先确定 需求在合同期内可能发生变化 客户对外包工作的信息不完备 组织对合作关系进行人力、物力等的专门投资	采取符合外包关系的条件和战略的定价机制 采取变动定价协议使双方共同承担风险 将外包商的报酬与经营绩效挂钩 明确终止条款
伙伴型关系	不确定性很高 资产专用性高 续约的可能性高	对不可预知事件的合同修订办法 共担风险共享收益的定价办法 利润分配条款 争端与分歧解决机制 变更合同条款的权利说明

表 28-4 外包合同条款中通常涉及的主要内容

合同主要方面	合同条款具体内容
外包关系	外包商为帮客户实现业务目标的绩效目标 外包商执行和管理外包工作的人员数量、类型、资质 阐明管理外包关系时各方的责任 双方外包关系的主要负责人 承担税收和保险义务的单位
服务需求	界定服务内容和水平 采取明确的、可度量的词语来描述需求 每种功能的具体标准 关键环节的时间要求 工作和资源的进度表 外包方提供人员的服务要求 服务变更程序、时间、支付办法
人员	客户对外包职能部门的控制权说明 外包人员提供服务的最低时间要求 外包商工作连续性计划
人员	人员工资、福利、就业保证的规定 人员移交计划和实施过程的有关规定 外包商为客户提供的培训 合同终止后的人员分配 外包商提供的工作时间、假期、加班等规定

续表

合同主要方面	合同条款具体内容
价格和费用	外包服务的支付方式 额外工作的支付方式和计价 由于违约引起的相应的赔偿金 需求未得到满足的惩罚条款 对于特定交易的类型和数量的计费 关于税收、保险的说明 过渡时期软件、硬件、人员移交的费用 合同期内价格变动的调整方法 日常开支的补偿办法
数据和资源	客户数据的保密信息 业务数据、财务信息数据等的保密条款 客户对计算机资源的访问权限 灾难恢复和数据备份 硬件的租赁、维护清单 软件许可、软件移交时间 资源的移交计划
合同终止	因为诉讼、破产等原因导致的合同终止说明 由于违约导致合同的终止说明 合同终止后的职能过渡期限 保留收回外包职能的权利 移交技术、人员、软硬件服务的规定 对外包商协助过渡的责任进行规定

对上述合同条款做以下几点补充说明：

(1) 关于外包商。从外包商的角度看，合同中的决定性问题是责任的有限性条款。外包商必须对此条款仔细谈判并规定准确，以确保在遭受重大灾难打击时，不致遭到致命打击。另一个决定性问题是要对外包工作有精确的界定，如果外包工作定义模糊，许多未来的相关服务被客户认为包括在合同中，而实际上外包商在合同订立之初未将这些服务考虑在内。

(2) 关于客户。从客户方角度看，合同的关键问题是支付问题。支付安排应对客户方认为应该得到的服务予以精确定义。如果支付安排不精确，未来的一些服务可能会被当做新的或增加的服务而额外收取费用。另一个关键因素是外包商的服务人员的水平。如果雇员是从客户方移交到外包商，那决定性因素就是人力资源计划。

(3) 关于服务需求。在制订合同之前，应该对相关服务需求进行充分分析，了解业务、组织和技术的变化带来的需求变化。需要对外包商的服务进行清晰的界定，以及对服务质量的条款进行说明。

需求在合同中应该得到明确的说明，避免使用语义含糊和具有二义性的词语。需求可以用业务条款的方式制订。需求的内容包括：

① **工作和资源进度表。**如果需求有具体进度表，应该将这些进度表写入合同，要求外包商按照这个进度表执行合同。为使进度表有足够的灵活性，以适应其他因素引起的进度变化，可以增加补充性条款，能够保证在发生问题时可以修改项目进度。

② **变更程序。**合同中应该规定变更通知程序——变更的申请人、变更的前提条件、变更的权限、变更的授权等事宜。如果组织的变更是由于执行政府和法律部门的规定，则应该在合同中规定通知外包商的条款，包括变更需求的确定，实施变更的时间表，以及确定的方法、额外工作的支付方式。

③ **升级和绩效变更条款。**在合同执行期内，外包商可能会对软/硬件的变更进行收费。因此，在合同中应该对合同条款进行详细检查和说明，对额外收费的条款进行规定。例如，合同中可以这样规定：外包商提供的新设备和软件提高了运行质量和功能，关于此类服务的变更未经客户同意不得收取任何费用。

④ **额外工作。**由于情况变化可能要求外包商做一些原始合同中没有规定的额外工作。在合同中应该增加一些相应条款，如如果外包商确认有额外工作，合同应该规定如何通知客户的外包经理；只有得到客户外包经理的书面授权后才能去做额外的工作；如果额外工作难以预测，则合同应该规定计价谈判方法；确定每一个特定类型额外工作单位的计价方法。

⑤ **惩罚条款。**主要针对需求得不到满足时的规定。例如，合同中可以规定当外包商不能满足客户的要求时，客户有权要求外包商更换人员，通过改变人员的数量或质量来保证合同的完成。

⑥ **安全。**安全主要是保证项目中信息的安全，对外包服务中接触到的核心系统和数据进行保密规定。

⑦ **故障恢复。**备份和故障恢复条款主要对可以接受的最低限度和故障的恢复时间限度进行明确说明，从故障中恢复服务的条款也要写进合同。

外包服务中如果是以系统开发为主的服务，那么合同中应该对系统开发的整个过程进行说明，合同中关于系统开发的条款主要包括：

- 系统范围和要求；
- 开发进度；
- 原型和中间结果的递交方式；
- 测试环境和测试方法；
- 验收标准和期限；
- 总体的资料要求，以及培训；
- 实施场所、标准、时间表、责任说明；
- 外包方法，以及与现有系统兼容要求；
- 需求变更控制声明；
- 对于人员的激励；
- 资源的调度；

- 转换与运行维护的费用和责任；
- 系统开发、完成、交付后各方的责任；
- 维护与实施引起的所有权变更；
- 系统运行、租赁许可的有效性、分包商的绩效；
- 系统绩效度量。

(4) 关于价格、费用和支付。合同中每一种服务的说明都应包含服务的计价条款。定价主要有两种方法：

- 固定价格合同。规定工作完成之后支付确定的价格；
- 计时，计料或单位计价合同。这种合同规定支付给外包商的服务费是按照完成工作所需求的或者需要使用的劳动力工时、CPU时、单位磁盘空间或者其他工作单位计算的。

采用哪种定价策略由外包基本动因决定。

如果外包主要是为了节约成本和控制成本，那么固定价格更具有吸引力。如果需要保持灵活性，则采取单位计价合同。两种定价方法的优缺点比较如表28-5所示。

表28-5 两种定价方法的优缺点比较

定价方法	固定计划	单位计价
优点	控制成本	灵活
缺点	实际服务水平可能低于预期水平	服务数量易受外包商掌控

实际定价可以对这两种方法进行改变，通常其中一部分采用固定定价方法，另一部分采用单位定价方法，整个合同采用的是混合定价方法。例如，可以对一定水平内的服务采用固定价格，超出基本水平的部分另外计价。如果服务达不到一定水平就扣除一定比例。单位计价可以规定外包商可得到一定的固定金额或者比例作为利润。

合同中的价格条款要避免过于宽松。例如，如果合同规定提供额外服务，则额外服务定价应该在书面的支付申请、批准，以及证明工作完成后才能予以支付。合同中还应该就如何处理税收和税收变化进行说明。以工作量定价时，工作量应该采取双方认可的测量手段和方法，这些方法对外包商而言应易于使用，对客户而言应易于审核。

(5) 关于外包合同终止。外包关系可能在合同到期以正常的方式结束，也可能会提前终止。可见，在合同中应该提防由于提前终止外包关系而导致的不良后果。通常，合同中规定在如下情况下，组织有权终止合同的权利：

- 合同终止的通知应该提前一定时间提出；
- 外包商无法提供满足合同要求的外包服务；
- 由于外包商环境发生变化而影响对本公司的服务；
- 本公司被收购或兼并或者业务发生拆分；
- 外包商陷入财务危机或财务失灵。

在合同中应该为双方都保留终止合同的权利，如果双方关系已经无法持续，保持平

稳过渡也符合双方的共同利益。合同中还应该就以下条款做出规定：

- 要求过渡期内外包商仍有义务继续为客户提供外包服务，并应该与客户保持良好的合作以保证过渡的顺利实现，外包商必须对外包功能的过渡给予协助。包括外包商协助搬迁、变更、转换、培训等；
- 外包商也要求客户继续支付他们已完成工作的费用，不能因为双方争议而影响费用的支付；
- 在合同终止前应该仔细考虑收回外包商职能再移交给其他外包商的工作程序和所需成本。在过渡到另一外包商时应该保留本公司对财产和核心资源的使用权和访问权；
- 对需要移交的软硬件、人员、设备、文档，以及有关技术服务做出相应规定；
- 规定允许本公司将原来移交给外包商的某些关键人员收回本公司。如果合同终止时，必须将外包功能收回或者交给别的外包商。这些在合同中应该做出相应规定；
- 如果外包商雇用了分包商或从第三方获得了软件许可，则本公司需要与他们接触或需要他们提供相应的信息及版本纠纷时的处理办法。

28.7 软件外包的风险管理

毋庸置疑，企业信息技术资源外包能使企业关注核心业务，节省人、财、物投入，优化资源配置，提高信息化水平，顺利实施企业战略，最终提高企业在市场上的竞争力。然而，实施外包并不轻松。如果盲目追随潮流，忽视其间的风险分析及防范，则不仅无法给企业带来预期的优势和效益，反而会让企业蒙受损失。由此可见，对企业信息技术资源外包进行风险分析十分重要。

28.7.1 企业信息技术资源外包风险分析的意义

信息技术资源外包的风险研究，对外包市场的促进及供求双方都具有特别意义。表现在：需求方可以借助风险分析，强化管理层的风险意识，正确指导企业信息技术资源外包战略的制订、实施、控制及管理，从而将该战略的积极作用发挥到极致。从大的方面看，还可以通过外包，尽快缩小与国际先进企业在信息技术应用及管理方面的差距，推动信息技术在企业中的发展，加快企业信息化建设的步伐。

外包服务商可以站在需求方的角度，重视风险分析与控制，从而规范自身的服务，配合服务购买方的需求，双方共同建立起双赢（Win—Win）的合作关系。再者，需要指出的是，在国内能够提供外包服务的企业还有很多，不单单是专业性的服务商、系统集成商，还可以是大企业、部委闲置的信息技术力量。通过承揽外包可以使企业资源得

到充分利用。其间，风险分析对于指导他们的行为也有着不可忽视的作用。

总而言之，风险分析及控制将对推动信息技术资源外包市场的发展、加速与国际先进水平的接轨、推动中国企业的信息化建设乃至提高市场竞争力等方面，都起到很好的借鉴及指导作用。

28.7.2 企业实施信息技术资源外包的主要风险问题

1. 企业实施信息技术资源外包的风险框架

在这里，风险是指一个事件或一个行动对一个组织实现其商业目标或成功实施其战略的能力产生的负面影响。其特性实际上是一种不确定性。众所周知，商业竞争的复杂性及其惊人的发展，连同企业日益增长的对信息技术的依赖性，一方面促进了各种资源和经营管理新方案的诞生；另一方面，也使得新类型、新层次风险的出现成为可能。信息技术资源外包作为其中的一种战略选择，是帮助企业将注意力更多地投入到商业管理而非信息技术管理、投入到追求核心竞争力的一条途径。由于企业在实施信息技术资源外包过程中通常面临着很多不确定性，始终处于风险环境之中，因此，企业对风险的把握，直接决定着信息技术资源外包的成功与否。

简单地说，一个企业要成功地实施信息技术资源外包，通常必须经历如下阶段，即战略制订（企业内部分析和评估、界定需求），选择适合的服务商，以协议形式固定双方合作关系，对合同进行实施、管理与监控。在以上阶段中，无不充斥着来自企业内外环境的风险，例如，在界定外包范围时是否恰当；供应商的选择是否合适；协议的签署是否缜密和具有灵活性；外包协议是否得到有效地执行和控制等诸如此类的问题。缺乏风险意识及防范措施——单纯地赶时髦，不从企业的实际情况出发开展信息技术资源外包，将会导致截然相反的恶果。例如，受制于服务商、对外包的内容控制有限、过度依赖服务商、对服务资源失去控制、失去信息技术应用方面的能力、丧失组织内部的信息技术专家、人员不稳定性增强、灵活性降低、对客户的响应性降低、差强人意的服务水平、对于变化的响应和敏感性降低、缺乏对服务的控制性、放弃责任的危险、对商业的理解在沟通上缓慢、合同的可发展性低、缺乏对企业运转和需求的理解、双方均存在控制力度差及责任义务不明确的现象、磨合期过长、服务费用不随技术成本的降低而变化、而是更昂贵、企业各组织部门缺乏一致性、信息的安全性受到破坏或威胁等。由此可见，企业必须树立风险意识并加强风险管理，从而最大限度地发挥信息技术资源外包给企业带来的积极作用。

2. 信息不对称情况下的风险问题透视

从实质上看，外包所体现的是一种供应链企业之间的合作关系，“委托—代理”关系便是企业和外包服务商之间关系的写照，我们有必要对该模式下的相关风险问题进行重点分析。

“委托—代理”在现代市场经济中普遍存在。一般而言，由于存在信息不对称，委托人往往比代理人处于一个更不利的位置，实施信息技术资源外包的企业（委托人）与外包服务商（代理人）之间的关系也是如此。在企业和外包服务商的交易中，当交易的一方掌握有另一方所不知的信息时，交易便处在不对称信息结构当中。

信息的不对称可以从两个角度划分：一是不对称发生的时间，二是不对称信息的内容。从不对称发生的时间看，不对称性可能发生在当事人签约之前，也可能发生在签约之后，分别称为事前不对称和事后不对称。从不对称信息的内容看，不对称信息可能是指某些参与人的行动，也可能是指某些参与人的知识和信息，分别称为隐藏行动和隐藏信息。由于信息不对称现象在企业实施信息技术资源外包的活动中无所不在，因此对其进行深刻理解，是很有必要的。下面，从“委托—代理”关系中的两种基本类型出发，对企业实施信息技术资源外包的风险进行初步分析：

(1) 隐蔽信息。它对应于“委托—代理”模型中另一个极其重要的概念——“逆向选择”。它是指在签订契约之前，代理人就已经掌握了一些委托人所不知道的信息，而这些信息可能是对委托人不利的。代理人因此而与委托人签订了对自己有利的契约，而委托人因处于信息劣势并处于对自己不利的位置上，使得自己的利益极易受到损害。这是契约签订阶段的一种机会主义行为。隐蔽信息的问题在企业选择外包服务商的过程中非常具有普遍性。由于信息不对称，服务商比企业更了解自己的资源和信誉、真实的技术实力、人员实力，并向企业提供不充分或不真实的信息。同时在企业方面，一是由于项目经理没有能力或没有严格设计和遵照招标规程去了解服务商的实际运作情况、背景、主导产品与核心业务情况，也没有对服务商的财务状况、非财务状况、稳定性等进行认真核查及分析，从而无法把握来自于服务商的风险；二是由于直接项目负责人存在个人倾向性，导致其虽然了解来自服务方的信息，但没有充分地向后台决策层反馈，后台决策层缺乏充分有效的信息来支持决策。这种信息不对称的决策导致了“逆向选择”——企业误选了不适合自身实际情况的服务商。

(2) 隐蔽行动。它对应于“委托—代理”模型中另一个极其重要的概念——“败德行为”(Moral Hazard)，其意指：假设委托人和代理人在签订契约时各自拥有的信息基本上可视为对称，但达成契约后，委托人无法观察到代理人的某些行为，或者外部环境的变化仅为代理人所观察到。在这种情况下，代理人在有契约保障之后，可能采取不利于委托人的一些行动，进而损害委托人的利益。这是契约实施阶段的机会主义行为。隐蔽行动的问题在企业对合同进行管理的过程中也非常具有普遍性。一旦外包服务商和企业之间的关系以契约形式加以固定后，企业就不可能像原先那样全面、细致地了解外包部门的运作全过程。当内部的信息技术业务或资源交由外部的服务商管理之后，企业无法对外包的内容进行直接控制，也得不到来自外包商服务人员的直接报告，加之合同中双方权利义务的界定不清，失控的风险显而易见，例如，服务质量、提供效率、对服务需求变化的灵活性掌握、费用控制、企业的商业秘密和内部资讯，乃至知识产权等方面都有可能存在风险。同时在服务商方面，一是由于缺乏可操作的而且严格的监控措施，

服务商有可能不履行先前的承诺，服务资源也存在级别被降低的风险；二是由于技术更新的速度非常快，技术成本随着时间的推移而降低，但因服务商缺乏来自企业的激励，为赚取更多利益反而限制了新技术的应用或服务费用的降低，从而存在与企业想要分享信息技术进步、增强成本控制的初衷背道而驰的风险。这种隐蔽行动导致了“败德行为”——外包服务商降低服务水准、增加潜在费用。

实施信息技术资源外包的企业和外包服务商之间的合作，因信息不对称、信息扭曲、外包市场的成熟度、竞争环境的不确定性、技术更新、政治、经济、法律等因素的影响，而引发了各种风险的存在。为了使企业和外包服务商之间的合作达到双赢（Win—Win）的目的，双方应采取一定的措施规避风险，如信息共享、优化合同、建立监控机制等，尤其是在双方合作的各个阶段通过激励机制的运行使管理更加有效。鉴于此，企业和外包服务商在合作过程中的风险防范和激励机制运作过程的理论框架的构建，是具有重要意义的，同时也将是我们以后研究的重点。

风险是指损失发生的不确定性。

IT 外包风险，从经济学角度分析则是指 IT 外包工程实施结果相对于预期结果的变动程度，即企业 IT 外包预期收益的变动程度。

IT 外包风险是由许多不确定因素造成的。其中可能涉及配合外包服务提供商的需求进行一些额外工作，包括协调成本，签约金和监督外包商进展的支出，这些导致实际成本可能远高于预期成本。再者，如果外包商开发出来的软件达不到要求，企业还得再次委托其他外包商或自行开发来完成，这些风险所造成的损失均不容企业有任何的马虎。另外，还存在合同风险——在与外包商签订合同时，如果有条款描述不明确或重要条款被遗漏，也都可能给企业带来巨大的损失。

风险管理是指根据信息资源对于组织的价值，对风险进行预期、识别、分析、评估，识别、评价级别的信息资源中存在的威胁和脆弱性，并在此基础上有效地处理风险，从而使风险达到可接受的水平。具体而言，风险管理包括下面两种含义：

- 风险管理技术强调对目标的主动控制，对系统项目实施过程中遭遇的风险和干扰因素进行预防，从而减少损失。
- 风险管理的目标是使风险发生的概念和结果降低到可接受的水平，并采取措施保证业务不会因风险的发生而中断。

鉴于此，风险管理是外包协议中的一个核心部分。协议中包括的风险种类应该横跨安全、灾难和商业风险等方面。应考虑商业风险包括企业和外包商可能遭受的商业破坏。一般采用投资组合方法来评估外包项目，使外包商能够降低技术和商业风险。

28.7.3 外包风险种类

外包风险包括信息系统项目实施与运营通常会遇到的风险，以及由外包商完成的这些工作而造成的风险。

IT 项目风险主要有：

- 缺少战略方向；
- 缺少开发标准；
- 缺少正规开发规程；
- 组织的环境差；
- 资源可用性差；
- 缺少最终用户的参与；
- 缺少管理者的承诺；
- 项目开发工作量评估偏差过大；
- 项目规模风险；
- 开发人员经验水平达不到要求；
- 采用的新硬件、软件、基础架构尚缺少成功案例；
- 由于最终用户的知识和经验方面的欠缺而导致的需求不明确。

外包商过程中的风险主要有：

- 成本超出客户预算；
- 由于职责不明，外包商在项目推进过程中逐渐失去项目的控制权；
- 外包商自身经营管理不善倒闭；
- 使用的产品种类受限制；
- 难以对外包方的职能与安排进行控制；
- 形成对外包商的依赖；
- 战略信息泄露；
- 外包商的文化与人员素质达不到要求；
- 合同过于死板。

28.7.4 风险管理的重要性

我们知道，风险（Risk）是指损失发生的不确定性，它是不利事件或损失发生的概率及其后果的函数，用数学公式表示为 $R = f(P, C)$ ，其中 R 表示风险， P 表示不利事件发生的概率， C 表示该事件发生的后果。其含义为风险是人们因对未来行为的决策及客观条件的不确定性而可能引起的后果与预定目标发生多种负偏离的综合。IT 外包风险，从经济学角度分析则是指 IT 外包工程实施结果相对于预期结果的变动程度，即企业 IT 外包预期收益的变动程度。通俗地说，IT 外包类似于家庭聚餐委托外面的厨师代工，IT 外包风险则类似于你期望这次家庭聚餐获得的美食效果与实际效果的差异。

IT 外包风险，是由许多不确定因素造成的。有时候，公司要配合外包服务提供商的需求进行一些额外工作，这其中的协调成本，可能会非常昂贵。除此之外，签约金和监督外包厂商进展的支出，也可能远高于预期支出。最糟糕的是，如果外包服务提供商开发出来的软件不够好，企业还得再次去委托其他厂商完成，这类似于要找别的厨师重

新做菜。另外，还有一些合同风险——在与外包服务提供商订立合同时，一定要小心看清楚条约，否则一张白纸就可能会让公司遭遇极大的损失。万幸的是，上述都是假设，是“可能性”。但是，如果这些风险真的发生，将会对公司财政造成巨大破坏。

IT 外包服务风险系数有多大呢？国内暂时还没有详尽的数据。不过，关于 IT 服务的成功率可以作为参考。2002 年 7 月，Gartner IT 服务首席分析师 Rolf Jester 在亚太 IT 服务高级研讨会上说：“中国的 IT 服务市场仍不够成熟，大约 50% 的 IT 服务合同是以不能让用户满意的方式提交的。”

如此高比率的 IT 服务合同不能让用户满意，IT 外包服务也不容乐观。企业要想获取预期利润，必须正确地评估，进而努力控制 IT 外包风险。风险管理（Risk Management）是指经济单位对可能遇到的风险进行预测、识别、评估、分析并在此基础上有效地处置风险，以最低成本实现最大安全保障的科学管理方法，主要包括风险管理计划编制、风险识别、定性风险分析、定量风险分析、风险应对计划编制，以及风险监督和控制 6 个过程，其目的可以说就是将风险“大事化小、小事化了”。

28.7.5 外包风险管理

风险管理可以分为以下几个步骤：

1. 风险识别

风险识别阶段的主要任务是识别并评估出潜在的风险领域。首先，需要识别出对组织运营起关键作用的要素，然后查找和定位风险，确定风险的来源和产生条件，然后对需要保护的信息资源进行鉴别和分类。

风险识别是一个连续性的、持续的过程。对风险的成因进行分析的目的在于认清风险的源头，对引起风险的各因素进行全面的剖析和细化，为风险评估的量化提供基础数据。

2. 风险分析

在找出所有的风险源头后，接下来的任务就是对可能产生的风险进行量化分析。其意义在于使涉众真正理解风险，以正确评估其发生概率及其对业务的影响。例如，不同的外包类型，其产生的风险也有所不同，同样的风险名称，在不同的项目中，其风险的高低都可能不一样。

针对已认知的风险，分析风险的根源或深层原因，并将成因进一步分解。对风险发生的概率，风险可能造成的影响进行量化分析，然后进行风险的排序。风险度是综合考虑风险造成的影响，以及其发生的概率的重要指标，其公式如下：

$$\text{风险度} = \text{风险造成的影响} \times \text{发生的概率}$$

其中，风险造成的影响包括风险引发的成本、风险可能造成的损失和延误等。可以采用具体的数量指标，如损失金额等；发生概率通常用百分比来计算。风险度的划分

可以根据二者的乘积综合计算。如果用数字表示风险度，以及风险管理成本，那么在成本收益分析中，可以把这些估计值计入到成本中。表 28-6 列出了一个简单的风险计算模型。

表 28-6 风险计算模型

风 险 项	发生概率	影 响			风险分值
		高 (7 分)	中 (5 分)	低 (3 分)	
规模估计过低	0.3	5			1.5
交付期太紧	0.2	6			1.2
用户需求变化频繁	0.5	5			2.5
质量保证实施不力	0.3	3			0.9
软件体系结构不合理	0.2	2			0.4
人员流动	0.6	2			1.2

其中，对影响的度量划分成 3 个等级：高（7 分），中（5 分），低（3 分）等几档，事件发生的概率在 0~1 之间，则产生的风险分值在 0~7 之间。此外，如果用 1~100 之间的数值来表示风险影响值，则计算的风险分值在 0~100 之间。不论采取哪种量度，过程都是一样的，通过风险度量可以为组织确定风险并提供足够详细的数据说明。

3. 风险排序

在进行了风险度的计算之后，还要综合考虑一些其他因素。如风险度的时间特征，某些风险在外包过程中有时候很低或为零，而有时候又会很高。风险度会随着风险发生的概率及其可能造成的影响的范围的变化而变化。如果风险度随着时间的推移而发生了变化，则应当估计它的时间特征。为了更好地理解风险，可以绘制风险度随时间变化的简单示意图，如图 28-1 所示。

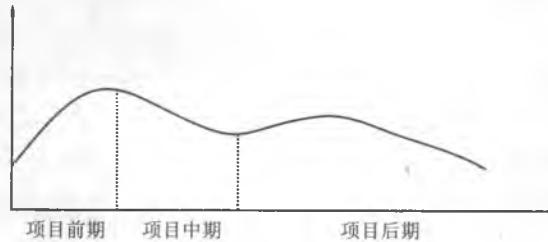


图 28-1 风险度的时间特征

对风险进行排序时，需要舍弃那些无足轻重的风险，然后从最重要的开始对每一种风险的成功管理及相应成本做出合理的预测。如果可以通过采取预防措施来防止风险的发生或降低风险发生的概率，应在成本分析中加入这些管理成本。如果可以通过管理来监测风险的发生，并采取行动使风险的影响降至最低，则应当重新分析风险，以及相应风险度的大小。

此外，实施有效的风险管理需要与外包商进行更紧密、更审慎的合作，从而将增加管理外包关系的成本，在风险排序时要充分考虑到在外包协议生效期间所发生的风险管理费用。如果风险分析显示出组织与外包商之间的协调成本十分巨大，这时组织应该重新考虑究竟哪种外包关系类型更适合于本组织。如果在风险分析中发现了以前没有发现的不确定因素，则应当回到起点重新考虑支持外包所必须的关系类型。如果改变了外包关系的类型，就要修改成本分析以反映这一变化。

4. 风险控制

在认知了外包的相关风险之后，应当考虑采用什么样的方法对它们进行管理与控制，风险控制包括以下几个方面。

(1) 风险控制规划。在制订完对组织管理者有用的风险排序后，还要制订与其相匹配的风险控制规划。风险控制规划是规划和设计如何进行风险控制的过程。该过程包括风险管理的行动方案，以及方式，选择合适的风险管理方法，确定风险判断的依据等。

风险控制规划的主要依据有：

- 系统规划中包括或涉及的有关内容，如系统目标、规模、利益相关者情况、项目复杂程度、所需资源、时间段、约束条件及假设前提等可作为规划的依据；
- 组织及个人所经历和积累的风险管理经验及实践；
- 决策者、责任方及授权情况；
- 项目利益相关者对项目风险的敏感程度及可承受能力；
- 可获取的数据及管理系统情况；
- 风险控制模板，以使风险管理标准化、程序化。

风险控制规划一般通过规划会议的形式制订，内容包括方法、人员、时间周期、类型级别及说明、基准、汇报形式、跟踪。

(2) 规避和降低风险。有些风险可以通过一定的措施规避或者减少。例如，通过需求建议书和合同的规定。当风险不能够消除但可以预测时，可以将风险分散给客户或外包商。例如，可以通过将外包工作进行分解，交给不同的外包商实施，通过这种组合方式来降低成本，或者在合同中制订风险共担机制。有些风险无法规避，那么可以将风险转移，例如，转移给外包商，但是要综合权衡转移风险的成本，以及后果或收益。

(3) 风险监控。为了保证风险得到更好的管理，需要对风险进行有效地控制。控制风险的方式主要包括以下几个方面。

- 建立各方可度量和实施的共享目标和回报；
- 引入多个供应商作为激励机制；
- 建立一个交叉职能的合同管理团队；
- 建立绩效矩阵；
- 执行定期竞争性评估和基准检查；
- 实施短期合同；
- 在合同中明确数据的所有权。

28.7.6 外包与“鞭子效应”

采用动态管理可以做到“大事化小”，这可以通过经济学上的“鞭子效应”来解释。一个多节的鞭子，在抖动时它的每一节都在左右摇摆，但是鞭子整体上仍然能够保持本身的大致形态和方向。这一点在鞭子运动节数越多的时候就越明显，称为“鞭子效应”。用经济学语言来阐述，就是将单一的决策问题多阶段化以求回避风险、提高决策效率。也就是说把整个过程按时间、空间等指标划分为若干相互联系的阶段，每个阶段都需要做出决策，其目标是使整个过程的效果最优化。

目前，常用的风险管理是非动态的，一般是把控制过程按照项目的进行分成若干阶段，分析各阶段潜在的风险因素，从而制订出相应的对策。从表面上看，这种方法也是利用阶段控制理论，但毕竟是以静态的眼光来分析风险，各个阶段之间的风险管理缺乏必要和有机的联系，没有把各阶段的工作、工序和风险因素统一起来进行综合考虑，这种解决方法针对性强但是缺乏弹性。

现实中的风险，大多是异常的、不可预见的风险因素。考虑到“鞭子效应”，作为整个过程的最优策略应该具有这样的性质：不论过去的状态和决策如何，相对于前面决策所造成的状态而言，其后的决策必须构成最优策略。

简言之，一个最优策略的子策略总是最优的。由于每个阶段的决策既依赖于当前的状态，又影响到以后过程的发展，所以各阶段应该选取不同的决策，整个过程的活动策略和效果也就不同。可以认为，不论过去阶段的状态是何种形式，目前的决策都必须以当前状态为决策依据，来考虑下一步的活动。这样处理，过程的风险状态就由过去转移到现在面临的风险状态。面临的风险发生了迁移，进入到新的风险控制循环，即形成了风险的“迁移效应”。

28.8 外包关系管理

在 IT 服务外包中，合同是要求双方履行承诺的主要约束力（参见外包合同管理一节）。然而，仅靠合同并不能保证外包的成功。合同的局限性如下：

(1) 合同难以实现对过程的持续控制。客户对外包商的管理主要通过对行为的监督和对结果的监督，然而要想实现连续监控成本很高，而一旦失去行为监控就有可能引起质量问题。

(2) 合同具有不确定性。由于外包合同在多数情况下是不完善的，合同是逐步实施并且不断变化的，所以在合同中不可能对外包服务需求的所有环节都做出具体规定，如果客户在外包职能范围内出现新的要求，而且要求在合同中没有做出具体规定，就无法靠合同解决。

在这种关系下，客户方需要与外包商建立起相互协作和相互理解的关系，这样外包商才会对变化与额外的需求做出善意反应。因此，外包商与客户之间的稳固关系显然是

长期业务外包关系成功的关键，也是解决外包中分歧的有效方法。

要正确维系与外包商之间的关系，需要进行外包关系管理。外包关系管理是指一整套能够使外包关系运营的人事、流通、工具和系统。外包关系管理是组织确保实现合同价值的最重要的工作。

28.8.1 外包关系的类型

外包关系主要有3种类型：

(1) 市场型外包关系。在这种关系下，外包需求可以预先在合同中进行完全、具体说明。在合同有效期内，组织内部或环境都不会使外包需求发生改变。如果外包需求是连续不变的，与同一个外包商继续后续的交易不存在较大的优势；如果合同在执行一半时终止，把工作回收到组织内部，或者寻找另外的外包商并签订合同，而且不会造成重大损失。

(2) 中间型外包关系。在这种关系下，由于通常不能预料合同期内可能发生的变化，因此不可能签订一个完备的合同。此外，双方或某一方对外包工作进行了大量投资，如果合同期内关系破裂，把工作回收到组织内部或者寻找另外的外包商，会使客户，以及外包商或者双方投资无法收回且造成巨大损失。

(3) 伙伴型外包关系。在这种关系下，由于经常会发生不可预期的需求，要求外包商提供的服务必须做出相应变化。因此不可能签订完备的合同。双方都需要做出相当大的、专门针对双方合作关系的投资。此外，外包关系中对于服务会有连续的需求，由于在上一个合同期内客户逐渐了解外包商，外包商也逐渐了解客户，与同一外包商续签合同有助于提高服务质量降低签约成本。

在这3种关系中，对于市场型外包关系而言，纪律最为重要，协作的需求相对次要得多。对于伙伴型关系而言，协作最为重要，因为要保持合作关系的连续性，成功向下一个合同过渡。对于中间型关系而言，纪律最为重要，但同时也需要与外包商之间的成功协作。3种关系的主要特性见表28-7。

表28-7 3种外包关系的比较

特 性	市 场 型	中 间 型	伙 伴 型
资产专用性	低	中	高
不确定性	低	中	高
续签合同概率	低	中	高

其中资产专用性是指构成外包交易一部分资产的特有属性，这些属性依附于特定的外包协议，如果交易破裂，资产的生产能力将被削弱。通常专用资产的存在形式如下：

- (1) 开发某一特定地理位置所特有的资源或者资产；
- (2) 特定设备、软件、人员、数据所特有的技术优势；
- (3) 与特定人员和机构不可剥离的知识；

(4) 由于双方交易时产生的特有技术优势和资源能力。

对于 IT 外包服务而言，资产专用性主要具有以下几个特点。

(1) 只有外包商运营、支持和维护时，软件或者资产才能充分实现其功能和价值；

(2) 需要组织花费大量精力和时间去学习外包商处理事务的方法或方式；

(3) 外包商需要花费大量精力和时间理解客户的需求。

总之，涉及的时间、精力、成本越多，资产的专用性程度越深，客户对外包商依赖程度越强。那么，如果双方关系由于某种原因迅速瓦解，就可能无法充分维持系统服务水平对企业进行支持。而且，再选用其他外包商替换原有外包商的成本也非常高。

28.8.2 外包关系管理要点

根据国外的外包专家的实践经验显示，成功实施外包关系管理的企业通常非常关注以下几个关键成功因素。

(1) 经双方协商、可测量和可检验的客观绩效标准。成功的外包关系焦点在结果而不在手段。需要制订客观的绩效度量标准，能够保证结果的可度量性。只有通过与绩效的客观标准相比较，顾客才知道他们正在接受的服务正是期望所获得的服务，外包商才知道他们正在满足顾客期望的需求。具体绩效标准的制订取决于提供的服务类型、顾客的需求、顾客预备购买的服务的档次。总体而言，明确的外包绩效判定标准有以下几方面的特征。

- 客观的、定量的、可汇总的合理成本；
- 服务的数量、成本、质量、顾客对服务的满意度、商业价值；
- 与其他组织和外包商相比的基准服务要求。

(2) 正式的关系管理结构。正式的、多层次的关系管理结构可以将客户和外包商连在一起。外包关系要求用它自己的管理结构去替代以前内部的管理系统，这种新型结构通常采用联合管理团队的形式。管理团队或大型合同的多个管理团队负责日常的、战略和战术方面的关系管理。每个团队的职责、议程、会议频度，以及与其他团队的关系都有明确的界定。这种关系管理结构建立起识别、解决问题的重要机制，能够实现问题的及时上报、处理和解决。

(3) 基于绩效的定价标准。基于绩效的定价可以确保不断地激励外包商达到或超越设定的绩效标准。当绩效超过标准时，给予奖励；当绩效低于标准时，给予处罚。对于处于外包关系中的双方的员工来说，这些激励也可以转化为绩效标准。把所有的给予绩效的风险和收益转换成个人的绩效标准是有利于双方关注焦点的适当调整。

(4) 关于商业目标和关系管理的内部培训及交流。负责为顾客管理外包关系的员工应接受专门的职业培训，包括全面理解合同的商业目标，双方认可的具体的绩效标准，以及他们个人的角色、职责、权力和报告结构。此外，最终用户也应当接受适当的培训，以理解商业的总体目标，问题的识别和解决方式、沟通的渠道等。培训和交流也可以减少在客户中可能存在的不满或抵制情绪。

(5) 对外包商进行客户商业环境和目标的培训。对外包商的员工进行顾客商业环境和目标的培训。尽管外包商的员工在各自的领域里是专家，但仍需对他们进行有关商业目标的专门而持续的培训。通过这种方式，可以培养他们对于促进客户需求和满足客户需求的敏感度。

(6) 规范的文化。组织的文化反映了组织的价值体系，也能够在员工之间，以及组织本身确定了行为准则和建立了隐含的契约。同时，组织的文化对员工的工作方式，以及工作态度也产生了巨大影响。应该承认和尊重双方各自的组织文化，同时也要积极地沟通文化的差异。

(7) 知识和技能持续不断地交流。两个公司之间持续不断地、自由地对知识和技能进行交流，是成功的外包管理的标志。各方都有他们自己的特长，当这些特长被共享时，它不仅对双方关系的成功有所贡献，而且对己方的成功也有所贡献。培训计划、岗位经验，与专家交流、技术和工序都是有助于实现交流的具体方式。

28.8.3 外包关系管理机制

外包关系的管理是依照科学的管理原理进行的系统应用，主要包括设定目标、监督绩效、采取纠正措施、创建促进持续成长和良好绩效的黄金时段等几个环节，计划阶段主要确定外包的目的和目标，确定需要满足的标准和尺度。监督阶段主要是观察、收集资料，对照已经建立起来的标准和尺度分析结果的过程。控制就是在监督显示外包服务没有正常运行时，用来纠正完成工作的方式并使服务回到正确轨道上。如果控制措施不能处理问题，则应该重新修订计划，包括修订外包的目标，改变外包的工作范围和改变与外包商的性质等。外包关系的管理就是依据这些情况对管理工作进行相应的调整。在这个循环过程中，主要存在4种外包关系管理机制。

1. 监督机制

外包监督从根本上是由外部目标决定的。监督应该提供必需的信息来判断外包的目标是否得到满足。外包关系管理中的监督主要包括以下几个方面。

- 对外包商的行为和工作成果进行监督；
- 对最终用户的反应进行观察；
- 注意高层经理们对外包的反应；
- 监督客户方保留的IT员工的角色是否适当；
- 监督商业和技术环境的变化。

(1) 监督外包商。对外包商监督的主要依据是合同，如果合同中没有建立起监督框架，则需要做大量的准备性工作，监督框架应就监督范围和监督方式与开发商达成一致。外包监督可以通过走访、参观、与利益相关者的交谈等方法收集信息。审计也是检查外包工作的重要方法，通过审计可以及时获取程序性工作中的许多有用信息。

监督管理需要确定监督数据收集的准确性和及时性，负责监督数据的负责人，分析

数据的责任人，数据分析方法等。在项目型外包工作中，应该对项目标志性的阶段进行评估，并按照预定时间表进行定期检查。

(2) 观察高层经理。高层经理在外包运行管理中的作用取决于整体上项目对于组织的重要程度，以及高层经理在外包中是否是推动者和支持者。外包对组织的意义越重要，最初高层经理参与程度越深，则项目过程中他们对此关注程度越强。

在外包过程中要定期给有关高层经理提交情况报告，并请他们发表意见和提出问题。如果高层经理对服务或者进程很在意，则有必要提供详细具体资料。在外包项目遇到麻烦时，应该提请高层经理视察情况，使他们能够提出问题，收集到第一手资料并提供直接帮助。

(3) 监督客户经理。如果外包商正在从事直接给客户提供服务的过程型外包工作，就应该制订出由客户进行日常监督的方案，并由客户参与开发和分析方法的制订。由于客户作为服务的使用者，通常能够对服务效果有正确的判定，因此，应该由客户经理把客户反应及时反馈给外包商，并把客户反应作为评价外包商绩效的一部分。

(4) 监督 IT 员工。外包经常会使客户方的 IT 员工的角色从服务提供者转变成外包服务的监督者，在外包项目实施阶段，外包经理应该严格管理团队，确保由团队成员承担的监督和控制职能能够正常运转。要对这些员工进行监督，了解他们对外包服务的满意度和他们关心的重点问题，从而获得有关外包工作的绩效。

(5) 监测环境。为有效管理外包风险，必须监测外包环境。通过对环境的监测，主要为了实现以下几个方面的目标。

- 提供对环境的监控，了解外包基本条件是否发生了变化；
- 分析基本环境变化对组织需要的服务带来的影响；
- 决定怎样采取行动应对环境的变化；
- 判定外包商服务的变化是否在合同允许范围内；
- 根据变化情况重新安排外包商提供的服务；
- 评估合同再谈判（外包商服务的变化不在合同允许范围内）的成本效益。

2. 控制机制

如果监督过程中没有达标的项目成功所需的标准和尺度，需要引入控制机制，控制机制主要作用是纠偏，使项目回到正确轨道上。

控制步骤如下：

- (1) 找到造成工作偏离预定标准的实质问题；
- (2) 对产生问题的原因进行调查并做出结论；
- (3) 拟订解决问题的可行方案并进行择优选择；
- (4) 实施选定的方案。

客户和外包商对控制引起的作用各不相同。客户主要作用是找出存在的问题，外包商的职能是调查和分析问题，找出解决方案并予以实施。由于客户方承担的责任较小，所以也面临着失控的危险，即很难直接对外包商调查、分析和解决问题的环节进行控制。

控制的依据主要是合同中对于必须达到的标准和对外包商义务的约束。合同固然重要，但不能解决所有问题。因为合同不可能对每一具体问题的解决方案都做出详细规定。因此，控制的效果不只取决于合同，还取决于客户与外包商的协作。

3. 激励机制

激励机制的主要作用是激励外包商做出正确的事情，在外包协议规定的成本和条件内为客户提供优质服务。激励的主要方式包括以下几个方面。

- (1) 通过奖励措施引导外包商积极工作，实现目标；
- (2) 通过惩罚措施警告外包商，避免做权限之外的事；通过诉诸法律迫使外包商做正确的事。
- (3) 对于市场型外包关系而言，采用惩罚措施、法律措施等是有效的激励措施，而对于伙伴关系而言，则需要采用激励措施，通过将客户经营绩效和外包服务的要求结合起来，并将对外包商的奖励与客户的绩效统一起来。
- (4) 构建良好奖励机制的措施还包括：
 - 与外包商建立良好的个人关系，形成彼此间的相互信任；
 - 将外包商的业绩表现与本组织的后续外包业务结合起来。

4. 协调机制

外包关系的管理和外包任务的完成离不开双方之间的相互协作和配合。在外包项目进行的过程中，由于两个组织在文化、结构、工作方式上存在差异，不可避免地会出现摩擦。成功的伙伴关系需要有高度的协调机制。出现争端后，应该由专门的管理团队进行协调解决。如果争端升级到必须由高层管理人员出面解决的程度，则需要分析深层原因并加以控制。

环境的变化也会引起组织之间的摩擦，有可能需要重新调整战略目标。当内部工作流程与外包工作流程进行整合时，由于职能之间或者职能内部原有的权利格局被完全打乱，因此需要做出相应的调整以适应这种变化。

28.8.4 伙伴关系管理

1. 伙伴关系的基础

伙伴关系既有长期方面也有短期方面的。长期方面是指伙伴双方共同的目标和支持长期合作的因素，短期方面是指推动伙伴关系向长期发展的日常行动。在市场型和中间型外包关系中，当事双方最终依靠合同和法律来保证对方履约。而伙伴关系间的合同没有明显终止期限，主要靠彼此之间的伙伴关系来促使对方履约。在外包关系中建立伙伴关系的基础如下。

- (1) 互利的信念和目标，这种“双赢”目标能够使得双方相互支持，保证在合作期间双方都实现自己的利益；
- (2) 伙伴双方相互信任，执行共同的目标和激励机制，彼此都鼓励采取符合双方共

同利益的积极行为，同时限制投机行为；

(3) 双方本着长期合作态度，解决分歧，共享成果和收益，共担风险和损失；

(4) 绩效监督多是通过细致的检查实现，而不仅是通过明确的措施来实现；

(5) 双方相互认可不是通过正式的规定和程序，合同的作用不是约束而是作为承诺的象征和对共同目标的定义；

(6) 存在跨组织的协调机制，组织之间的界限比较模糊。

2. 伙伴关系的建立

伙伴关系需要一个逐步培养的过程，过程的要点是：

(1) **奠基阶段**。在奠基阶段，主要是为建立伙伴关系提供一定的前提和基础。通常包括客户与外包商合作经验，以及相互了解；双方组织的企业文化相互协调，资源配置默契合作；客户与外包商组织有良好的私人关系；双方合作的效益巨大，能够实现双赢；双方的高层经理有共同的愿景和价值观，并对合作事宜予以支持和授权。

(2) **初始阶段**。双方组成团队，收集相关的企业和技术信息，分析建立伙伴关系的可能性，并制订共同的前景。前景对利益的阐述应该清晰，且引人注目，同时又是可以接受的，并有具体的行动计划保证伙伴关系在各自组织内实施。随着双方合作加深，前景开始转换为双方的行动和计划。在初始阶段，主要瞄准能够使双方迅速收益的行动，这样有助于双方组织成员之间建立良好的关系。

(3) **维系阶段**。随着合作的延续，双方如果能够在收益确定、利润分配、成本分摊等方面达成共识，为维护共同利益付出努力，彼此间分歧能够得到妥善处理，这样能够促进双方加深信任，巩固伙伴关系。

(4) **扩展阶段**。在维系阶段，双方已经进入到完全伙伴关系状态。彼此之间能够默契合作，创造共同愿望，成为利益上的共同体，并实现战略上的双赢。

3. 伙伴关系合同

在伙伴关系中，仅靠合同本身不能真正构建良好的伙伴关系。合同不可能充分预料伙伴关系未来遇到的所有变化，无法保证和加强彼此之间的相互信任。但是，在伙伴关系中，合同仍是不可缺少的部分。合同的主要作用有以下几点。

(1) 合同能够允许双方提出对对方的期望；

(2) 合同能够允许双方对短期目标做出承诺，作为通往长期目标道路上的中间目标；

(3) 合同还可以对伙伴关系的破裂起到安全防护的作用；

(4) 合同可以对双方需求的期望值做出法律承诺；

(5) 合同是双方在协商遇到困难时参照的对象，有助于维系合作关系。

伙伴关系合同因其伙伴关系的框架，除前面谈到的合同条款外，还应该补充内容如下：

(1) 清楚地界定和预算收益，以及分享收益和分摊成本的方法；

(2) 共担风险和共享收益的定价方法；

- (3) 分歧与争端的解决方法;
- (4) 不可预见事情的协调方法;
- (5) 激励和惩罚的措施。

在具体实施利润分配、合同修订、解决争端的过程中，应该参照伙伴关系合同中的说明，并具有一定的灵活性和可协商的余地。

合同中还应该包括以下的终止条款：

- (1) 允许客户收回外包功能的时间规定;
- (2) 收回客户数据和其他资源的方法或者向其他外包商过渡的方法;
- (3) 关于保证客户信息和程序不被泄露的方法;
- (4) 在过渡期内对外包商的支付条款和合同终止的费用。

4. 伙伴关系的管理机制

伙伴关系管理主要有以下几个机制。

(1) 整合机制。 Kanter (1996) 提出了整合的 5 个层次。

- 战略整合。战略层次的伙伴关系是由双方高层经理共同做出的。他们对未来的伙伴关系已有愿景，负责制订伙伴关系的长期目标和发展方向。随着伙伴关系的日常工作在两个组织中的进一步深入，有必要使两个组织实现整合，高层经理必须努力使愿景具有现实的操作性。
- 战术整合。中层经理负责进行战术整合，制订计划、执行项目和协同工作，寻找更好的连接企业的方式并传递知识。在战术和操作层次上，培训是整合伙伴双方的一种方法，同时也是分享双方组织的信息和知识过程的开始。通过培训组织的员工，使其熟悉合作伙伴的组织文化和工作程序，掌握更好地利用对方企业资源的必需技能。
- 操作整合。获得跨组织的信息和资源，对正在进行的与伙伴关系有关的工作提出具体的实施方法。
- 人际关系整合。即良好的人员之间的联系，跨企业边界的、良好的人际关系，有助于实现信息、技术和资源的共享。
- 文化的整合。即寻求共同的认知和消除现存的差异。

(2) 监督机制。 由于客户和外包商在伙伴关系中的紧密合作，使两个企业之间的界限变得模糊，所以最重要的监督主题已不再是外包商服务的过程和成果，而是双方共同的努力和成果。

大部分伙伴关系中的监督部分都在两个企业之间的边界上进行。监督较多采用同级对待的检查，上下级之间的检查较少采用。

伙伴关系中对每日、每季、每年的合作成果也是不同的，对这些合作的成果必须进行两个层次的考核——对于当前职能的贡献和对于实现伙伴关系长期目标的贡献。

在伙伴关系中设立具体量化的长短期目标是明智的选择。这样就可以针对这些目标进行监督，从而验证收益是否真实、进步是否明显、收入的分配，以及成本和风险的分

担是否公平。一些涉及期望值、规范、目标等问题的相关要求和监督在合同中可能不会做出具体阐述。

所有的监督都必须真实有效，信息的收集应以业务活动为基础而不应受任何偏见的影响。监督应该把注意力集中在开发未来业务潜力上，集中于寻找使合作伙伴关系更加有效合作的调整方式上，以及集中伙伴关系带来更高收益的新方向上。

(3) 协作机制。协作是伙伴关系的实质。协作是维护伙伴关系并推动其向前发展的动力。与其他外包关系相比，伙伴关系中的协作更具深度和广度。

(4) 控制机制。伙伴关系中的控制也是不同的。与市场型和中间型外包关系相比，伙伴关系中的控制应更好地采用分权的方式。伙伴关系中双方操作层面的人员应该意识到信息共享的机会，推进操作层次的整合，不断调整运营以保证伙伴关系目标（包括长期和短期）的实现。同时如果工作正在偏离期望或规范，要及时予以纠正。分散控制和跨组织的协同控制是伙伴关系中控制的主要特征。

第 29 章 大型、复杂项目和多项目管理

大型、复杂项目管理和多项目管理，都属于“组织级”的项目管理。按照 PMI 的定义，组织级项目管理是一种包括项目管理、大型项目管理和项目组合管理的系统管理体系。组织级项目管理是近年来项目管理领域最活跃的研究方向之一，其知识体系还在发展和完善当中。

根据《信息系统项目管理师考试大纲》，本章重点要求考生掌握以下几方面的知识：

- 大型、复杂项目和多项目管理的特征和分解。
- 大型、复杂项目和多项目的计划过程。
- 跟踪和控制管理。
- 范围管理。
- 资源管理。
- 协作管理。

29.1 大型、复杂项目管理的特征和分解

什么样的项目才能算是大型、复杂项目？从投资者的角度看，项目的投资额可以作为衡量的标准。从项目组织的角度看，项目团队的规模与参与单位的多少也应作为判别的依据。各种划分方式都有一定的片面性，界线也不太严格，我们不可能也没必要去研究“大型、复杂项目”的精确定义，但我们必须意识到大型、复杂项目管理的复杂性。

有专家从项目管理的角度给出了大型、复杂项目的定义，认为只有采用某种复杂管理模式的项目才能称为大型、复杂项目。我们认为，这是一种本末倒置的定义。实际上，一个项目的规模和复杂程度是客观存在的，正是由于项目本身的复杂性才导致了项目管理的复杂性，而不能说项目管理的复杂性导致了项目的复杂性。

29.1.1 大型、复杂项目管理的特征

一般说来，大型、复杂项目的管理具有以下两个特征：

(1) 分级管理与分工管理。大型、复杂项目规模较大，目标构成复杂，项目经理很难直接管理到项目团队的每一个成员和项目的每一项目标，一般需要建立一个管理团

队，实行分级管理和分工管理。

大型、复杂的项目经理的职责更集中于管理职责，管理所体现的效益更直接地影响项目目标的实现。同时，大型、复杂项目多实行分级管理制，项目经理一般采用间接管理的方式。

(2) 强化协调机制。大型、复杂项目团队构成复杂。例如，“中国多民族文字电子出版系统”涉及到6个省、市、自治区、8个单位、10个民族的语言文字专家和计算机专家。这种复杂的团队构成会使团队之间的协作、沟通所需要的成本大幅度上升，如何建立有效的协调机制就成了整个项目成败的关键。

29.1.2 大型、复杂的项目的分解

大型、复杂的项目通常会分解成许多相对独立而又相互联系的中小型项目，一般称为子项目，每个子项目可以独立地开发、测试，子项目之间多为并行关系，但也可能存在串行关系。子项目有时还要进一步分解为“课题”，而“课题”还有可能再次分解为“子课题”。

项目所分解的层数称为项目分解的“深度”。如果深度过大，则应考虑简化分解层次。

同一层上的项目单元（子项目、课题、子课题）的最大值称为本层的“宽度”。宽度大意味着本层的复杂度高，需要控制和协调过多的下层项目单元，应该适当增加中间层。

但我们也应当注意，不应为了单纯追求深度和宽度的理想化而不顾项目的实际情况。

大型、复杂的项目分解的总原则是，各个子项目的复杂程度之和应小于整个项目的复杂程度。项目分解时既要考虑到技术性因素，也要考虑到非技术性因素。

(1) 项目分解的技术性因素。软件设计中“高内聚”、“低耦合”的模块划分原则同样适用于大型、复杂的项目的子项目划分。在这里，内聚是指一个子项目内各个目标之间彼此结合的紧密程度，耦合则是指不同子项目之间相互关联的程度。内聚与耦合是密切相关的，子项目内的高内聚往往意味着子项目间的低耦合。“高内聚”、“低耦合”的子项目划分，使项目中的子项目之间联系简单，发生在某一子项目的错误传播到整个项目的可能性就很小，研究、测试或维护任何一个子项目不需要对项目的其他子项目有很多了解。

(2) 项目分解的非技术性因素。大型、复杂的项目往往是多方投资、多方参与、多方受益。项目分解时，还应考虑到资金来源、知识产权和利益分配等非技术性因素。

例如，“中国多民族文字电子出版系统”涉及蒙古文、藏文、维吾尔文、哈萨克文、柯尔克孜文、朝鲜文、彝文、傣文和傈僳文，可以看做一个大型、复杂的项目。但因该项目涉及的文种、地区与合作单位太多，地方配套资金很难解决（任何地方都不会出钱支持与本地区无关的文种），项目的知识产权和利益分配问题也很复杂。

如果按照文种将这个大项目分解为“蒙古文电子出版系统”、“藏文电子出版系统”、“维吾尔、哈萨克、柯尔克孜文电子出版系统”、“朝鲜文电子出版系统”、“彝文电子出版系统”、“傣文电子出版系统”和“傈僳文电子出版系统”等一系列的子项目，虽然从技术角度看并非最佳分解法，但这样分解之后的子项目可以较容易地得到地方资金支持，知识产权和利益分配问题也可以简单地解决。

当然，并不是所有的多文种处理系统都可按文种进行分解。比如，“中国多民族文字身份证数据库系统”就不能按文种分解为子项目，因为该项目需要建立、管理的是一个能够支持多文种的、全国统一的身份证数据库。

29.1.3 大型、复杂项目管理的分解

根据项目的规模与具体特点，大型、复杂的项目的管理可按照以下三种方式进行分解：

(1) 按照子项目分解。这是一种最常见也最容易理解的管理分解方式，各个子项目的负责人（子项目经理）直接承担子项目的管理工作，并向项目经理负责，项目经理则承担整个项目的规划、组织、指导，以及各个子项目之间的协调工作，并考核评定各个子项目经理的业绩。项目管理分解与项目分解的一致性有助于明确每一个管理者的职责与权限，子项目负责人既是子项目组的行政负责人，也是子项目的业务管理者，拥有子项目组内的人力资源管理、技术管理、质量管理、进度管理和资金管理权，对子项目的成败负完全责任。只要子项目的划分足够合理，子项目经理选择得当，项目经理就没必要直接插手子项目组的内部管理，而应当专注于子项目的监控、子项目组之间的协调，以及项目组与外部组织的协调。但这种管理模式也有缺点，当子项目组的规模过大时容易出现管理失控现象，而当子项目组的数量过多时又增加了协调难度。

(2) 按照管理职能分解。这是一种“职能办公室”式的管理分解方式。项目经理领导着一个职业管理团队，这个团队中的每个成员（或小组）负责某一方面的管理工作，如质量管理、进度管理、资金管理、资源管理和文档管理等。由于有了这样一批专业助手，项目经理对整个项目的控制权得到增强，一般不会出现管理失控现象。然而，有一利必有一弊，这种管理方式的缺点也是十分明显的，很容易造成项目执行与项目管理的脱节，行政管理与职能管理的脱节，不同的职能管理之间的脱节。例如，当质量、进度与资金产生矛盾时，相关的管理人员常常会各执一词，令项目执行人员无所适从，大量的协调工作最终还是要落在项目经理身上。

(3) 矩阵式分解。这种管理分解形式实际上是将按照子项目分解和按照管理职能分解的两种形式综合起来，这样既有利于强化各个子项目经理的责任和权利，又有利于项目经理对整个项目的监督和控制，并且有利于管理工作的统一化、专业化和规范化。矩阵式管理成败的要点是如何清晰地划分子项目经理与职能管理人员（或部门）的管理责任与权限。对于子项目经理，既要大胆放权，又要通过职能管理方式加强监控。对于职能管理人员，一方面应要求他们严格监管，另一方面也应提醒他们不要干预子项目组的内部管理。总的来说，子项目经理侧重于子项目组的内部管理和主动性控制，职能管

理人员则应侧重于外部控制与检查监督。矩阵式管理模式非常适合于大型、复杂项目，但同时也加大了管理成本。

29.2 大型、复杂的项目的计划过程

一般项目的计划过程内容主要包括：

- (1) 范围计划。确定项目的产品和项目范围，回答项目“做什么”。
- (2) 质量计划。确定项目实现其质量目标的方法。
- (3) 进度计划。确定项目活动在时间上的分配。
- (4) 成本计划。确定项目活动所需要的资源分配。

可以看出，一般项目的计划主要关注的是项目活动的计划。但是对大型、复杂项目来说，制订活动计划之前，必须先考虑项目的过程计划，也就是必须先确定用什么方法和过程来完成项目。需不需要为一个项目单独建立一整套过程体系？

软件工程方法学包含3个要素：方法、工具和过程。方法是指完成软件开发的各项任务的技术方法；工具是指为运用方法而提供的软件工程支撑环境；过程则是指为获得高质量的软件所需要完成的一系列活动和任务的框架。其中，“活动”是一个过程的组成元素。“任务”则是构成活动的基本元素，由若干个任务构成一项活动。

过程管理作为最近20年来在IT行业中最活跃、最有成效的研究领域，一直伴随着来自各个方面的认可和疑问。过程的根本目标和作用就在于：当我们遵循一个预定义的过程时，具有较高的可能性来实现预定的目标和结果。显然，这里有一个前提假设，就是我们所遵循的过程是已知且正确的。

国家质量监督检验检疫总局于2001年11月2日发布的国家标准《GB/T 8566—2001信息技术软件生存周期过程》为软件生存周期过程建立了一个公共框架，它包括了在含有软件的系统、独立软件产品和软件服务（软件包括固件的软件部分）的获取期间，以及在软件产品的供应、开发、运作和维护期间需应用的过程、活动和任务。

该标准适用于系统和软件产品，以及服务的获取，还适用于软件产品和固件的软件部分的供应、开发、操作和维护，可在组织的内部或外部实施。该标准为系统和软件产品，以及服务的获取者编写，也是为软件产品的供方、开发者、操作者、维护者、管理者、质量保证管理者和使用者编写。该标准适用于供需双方，它覆盖从一项非正式协议直到法律约束的合同。若此双方来自同一组织时也可等同应用。该标准还可由单方作为自我改进工作采用。

该标准等同采用了国际标准“IDT ISO/IEC 12207-1995 Information technology-Software life cycle processes”，既适用于软件产品，也适用于信息系统（含有软件的系统）。

该标准所规定的软件及信息系统生存周期的过程、活动和任务如表29-1所示。

表 29-1 软件及信息系统生存周期的过程、活动和任务

	过 程 名	主要活动和任务描述
主要过程	获取过程 acquisition	定义、分析需求或委托供方进行需求分析然后认可：招标准备；合同准备，以及验收
	供应过程 supply	评审需求；准备投标；签订合同；制订并实施项目计划；开展评审及评价；交付产品
	开发过程 development	系统需求分析；系统结构设计；软件需求分析；软件结构设计；软件详细设计；软件编码和测试；软件集成；软件合格测试；系统集成；系统合格测试；软件安装及软件验收支持
	运行过程 operation	制订并实施运行计划；运行测试；系统运行；对用户提供帮助和咨询
	维护过程 maintenance	问题和变更分析；实施变更；维护评审及维护验收；软件移植及软件退役
支持过程	文档编制过程 documentation	设计文档编制标准；确认文档输入数据的来源和适宜性；文档的评审及编辑；文档发布前的批准；文档的生产与提交、储存和控制；文档的维护
	配制管理过程 configuration management	配置标识；配置控制；记录配置状态；评价配置；发行管理与交付
	质量保证过程 quality assurance	软件产品的质量保证；软件过程的质量保证，以及按 ISO 9001 标准实施的质量体系保证
	验证过程 verification	合同、过程、需求、设计、编码、集成和文档等的验证
	确认过程 validation	为分析测试结果实施特定的测试；确认软件产品的用途；测试软件产品的适用性
	联合评审过程 joint review	实施项目管理评审（项目计划、进度、标准、指南等的评价）；技术评审（评审软件产品的完整性、标准符合性等）
	审计过程 audit	审核项目是否符合需求、计划、合同，以及规格说明和标准
组织过程	问题解决过程 problem resolution	分析和解决开发、运行、维护或其他过程中出现的问题，提出响应对策，使问题得到解决
	管理过程 management	制订计划；监控计划的实施；评价计划实施；涉及到有关过程的产品管理、项目管理和任务管理
	基础设施过程 infrastructure	为其他过程所需的硬件、软件、工具、技术、标准，以及开发、运行或维护所用的各种基础设施的建立和维护服务
	改进过程 improvement	对整个软件生存期过程进行评估、度量、控制和改进
	培训过程 train	制订培训计划；编写培训资料；培训计划的实施

如果说关于是否采用过程作为信息系统项目管理的基础在小型项目中还存在争议的话，对于大型、复杂项目来说则必须建立以过程为基础的管理体系。一个大型项目团

队，协作的效率要远远高于个体的效率，而过程正是体现在这一点上，过程作为一个项目团队内部共同认可的制度而存在，它主要起到约束各个相关方以一致的方式来实施项目。

虽然GB/T 8566—2001规定了软件及信息系统的通用过程，这一通用过程框架可用于各种不同类型的信息系统、各种不同的应用领域、各种不同的项目组织、各种不同的功能级别，以及各种不同的项目规模，但由于每个具体项目都有各自的特征，都有其各自不同的要求，所以为每个项目单独建立一套适合的过程是有益的。当然，建立项目过程也存在成本，需要平衡成本和收益。但对于一个大型、复杂项目来说，为项目单独建立一套适合的过程，其收益会远远大于建立过程本身的成本。

一般可采用裁减通用过程的方式建立每个具体的项目过程，裁减哪些、保留哪些、是否需要增加新的过程，取决于项目的规模与特征。

当确定了项目过程后，就需要制订项目计划。一个项目的计划是表述如何实现项目目标的具体过程，一般可从以下4个方面对项目目标进行定义。

- (1) 范围——项目要完成的工作是什么。
- (2) 质量——项目结果需要达到什么样的要求。
- (3) 进度——项目完成所需要的时间。
- (4) 成本——项目完成所需要的代价。

大型、复杂项目一般均可分解为若干个子项目，在制订大型、复杂项目的项目计划时，不仅应制订整个项目的范围、质量、进度和成本计划，还应确定每一个子项目的范围、质量、进度和成本要求，以及各个子项目之间的相互依赖、相互配合和相互约束关系，为每一个子项目的绩效测量和控制提供一个明确的基准线，使整个项目的实施和控制更易操作，责任分工更加明确。

29.3 大型、复杂项目的实施与控制过程

大型、复杂项目规模庞大，团队构成复杂，项目实施过程中的监督和控制尤为重要。控制过程的主要任务和目标是：获取项目的实施绩效，将项目实施的状态和结果与项目的基准计划进行比较，如果出现偏差及时进行纠正和变更。

由于项目目标是范围、质量、进度和成本（资源）等几方面的集合，无论是基准计划还是实施绩效，都要从这几个方面来反映项目的特征。另外，对于大型、复杂项目，协作的作用特别突出，所以在控制过程中特别增加了协作管理的内容。

29.3.1 范围控制

对于大型、复杂项目，在项目实施过程中项目范围发生变化的事情是经常发生的，项目范围的变化称为项目范围变更。项目范围变更的主要原因包括：

(1) 需求原因——项目实施过程中，客户（用户）对项目、项目产品或服务的要求发生变化。

(2) 技术原因——项目实施过程中，研发人员发现或提出了制订范围计划时尚未出现的新技术或新方案，实行新技术或新方案可能会提高项目质量、加快项目进度或减少项目成本。

(3) 组织原因——项目实施过程中，项目实施组织本身发生变化。例如，某一合作伙伴退出，又找到了新的合作伙伴。

(4) 外部原因——项目执行过程中，外部环境发生变化。例如，国家发布了新的标准或规范。

(5) 计划疏漏——项目执行过程中，发现原来制订的项目范围计划存在错误或有遗漏。

项目范围的变更是不可避免的，项目范围控制的主要任务就是采用科学的策略和方法，对项目范围变更实施控制和管理，实现项目范围变更的规范化和程序化。未经控制的范围变更则被看做范围溢出。

除了范围变更控制之外，项目范围控制还有另一项重要任务——项目范围纠偏。

项目具体实施时有可能出现偏离项目范围计划的现象。范围控制人员应从项目绩效报告中提取关于范围绩效的信息，分析其是否偏离了范围管理计划，以及 WBS（工作分解结构）定义的项目范围基线。如果有偏离，应测量偏离的程度，分析偏离的原因，并提出纠正措施建议。

大型、复杂项目范围控制的工具和技术与一般项目范围控制的工具和技术是一致的，但我们应特别注意：大型、复杂的项目的执行组织一般是由许多个子项目部组成的，如果项目范围变更的请求来自某一个子项目部，一定要仔细分析该项变更对于其他子项目的影响。经常会出现这样的情况：从局部的观点看，一项变更对于某一个子项目是有利的，可能会减少成本、加快进度；但因该项变更会引起其他子项目范围的巨大变动，从全局观点看，反而是得不偿失。由此可见，大型、复杂的项目的范围变更应该特别谨慎，一定要减少项目中盲目的变更，降低变更的随意性。但我们也不能因噎而废食，该变的还是要变。对于因外部环境改变、客户需求改变、范围计划疏漏，以及其他无法拒绝的原因所引起的项目范围变更，我们必须勇敢地面对，并以科学、务实的态度积极处理变更。由于大型、复杂的项目的综合性和整体性，局部的变更可能牵动整体的变化，需要在每个变更发生时触发项目管理计划的更新。有些项目范围的变更，直接关系到项目时间和成本的增加。对于客户定制型项目，如果项目范围的变更由客户原因引起的，可与客户进行合同变更谈判，要求客户增加投入；如果范围变更由项目组织自身原因引起的（比如，范围计划疏漏），就只能由项目组织自行承担损失；如果范围变更由外部环境变化引起的（比如，国家发布了新标准），双方可通过友好协商的方式确定各自应承担的责任。对于不针对特定客户的通用产品型项目，任何变更所引起的成本增加都只能由项目组织（或投资者）自行承担。

29.3.2 质量控制

与一般项目相比，大型、复杂项目的质量问题更加突出。

(1) 大型、复杂项目组织团队庞大，人员构成复杂，对问题的不同认识和误解如不能及时消除必然影响项目质量。

(2) 大型、复杂项目研发周期长，研发人员频繁流动，骨干研发人员的流失，会使项目质量受到一定影响。

(3) 大型、复杂项目系统故障定位比较困难。比如，一个信息系统的性能问题可能是由计算机性能、网络性能、数据库性能、中间件性能和应用软件性能共同决定的，某一方面出现问题，就会影响整体的性能。

(4) 大型、复杂项目质量纠纷认定的难度大，各项目部、各合作方由于理解的差异，对质量问题的认定容易产生分歧。

(5) 大型、复杂项目可视性差，质量缺陷比较隐蔽，无法直接通过人的感观系统直观地判断一个信息系统的优劣，某些质量问题往往在特定条件下才会出现。

质量控制在大型、复杂的项目管理中占有特别重要的地位。确保大型、复杂的项目的质量，是项目研发人员和项目管理人员的共同使命。

质量控制活动具体监控信息系统项目的进程和结果，以确定其是否符合质量计划中所规定的质量标准；分析产生质量问题的原因，并制订相应措施来消除导致不符合质量标准的因素，确保项目质量得以持续不断地改进。质量控制活动包括通过由内部或外部机构进行的监测管理，发现与质量标准的差异，消除成果或过程中不能满足质量要求的因素；还要审查质量标准，以确定可能达到的质量目标及为此需要支付的质量成本，并评价其费用效率，必要时可以修订质量标准或项目目标。

大型、复杂的项目的质量控制手段主要包括：评审、测试和审计。

1. 评审

根据 IEEE 1028 的定义，评审（Review）是对信息系统元素或者项目状态的一种评估手段，以确定其是否与计划的结果保持一致，并使其得到改进。

评审是信息系统工程质量控制的重要措施，一般是在主要的项目里程碑接近完成进行，可分为需求评审、总体设计评审、详细设计评审、验证和确认评审、功能检查、物理检查、综合检查和管理评审。

(1) **需求评审（Requirements Review）**。在信息系统需求分析结束后必须进行系统需求评审，以确保在系统需求说明书中所规定的各项需求的合适性。

(2) **总体设计评审（Preliminary Design Review）**。在信息系统总体设计结束后必须进行总体设计评审，以评价总体设计方案中所描述的系统总体设计在总体结构、外部接口、主要部件功能分配、全局数据结构，以及各主要部件之间的接口等方面合适的。

(3) **详细设计评审（Detailed Design Review）**。在信息系统详细设计结束后必须进

行详细设计评审，以评价详细设计方案中所描述的系统详细设计在每一个基本部件的功能、算法和过程描述等方面合适性。

(4) **验证和确认评审 (Verification and Validation Review)**。在信息系统验证与确认计划完成后必须进行验证与确认评审，以评价验证与确认计划中所规定的验证与确认方法的合适性与完整性。

(5) **功能检查 (Functional Audit)**。在信息系统验收前，要对系统进行功能检查，以验证所开发的系统已经满足在系统需求说明书中规定的所有需求。

(6) **物理检查 (Physical Audit)**。在信息系统前，要对系统进行物理检查，以验证程序和文档已经一致并已做好了交付的准备。

(7) **综合检查 (Comprehensive Audit)**。在信息系统验收时，要允许用户或用户所委托的专家对所要验收的系统进行设计抽样的综合检查，以验证代码和设计文档的一致性、接口规格说明的一致性（硬件和软件）、设计实现和功能需求的一致性、功能需求和测试描述的一致性。

(8) **管理评审 (Management Reviews)**。要对计划的执行情况定期（或按阶段）进行管理评审。

2. 测试

测试 (testing) 是信息系统质量控制的主要手段之一，也是在将系统交付给业主之前所必须完成的步骤。目前，信息系统的正确性证明尚未得到根本的解决，测试仍是发现系统错误（缺陷）的主要手段。测试的目的就是在信息系统正式移交业主之前，尽可能多地发现系统中的错误（缺陷）。

大型、复杂的项目的测试过程包括测试计划、测试设计、测试执行和测试评估等阶段。

下面给出 10 条有用的测试准则。

(1) 应该尽早地、不断地进行测试，把测试贯穿于开发过程的始终。

(2) 所有测试都应该能追溯到用户需求。从用户的角度看，最严重的错误是导致系统不能满足用户需求的那些错误。

(3) 大型、复杂的项目的测试应该从小项目的子项目开始，并逐步加大测试规模。

(4) 应该在测试之前就制订出测试计划。

(5) 根据 Pareto 原理，80% 的错误可能出现在 20% 的质量点，测试成功的关键是怎样找出这 20% 的质量点。

(6) 应该由独立于开发人员的第三方从事测试工作。

(7) 对非法和非预期的输入数据也要像合法的和预期的输入数据一样编写测试用例。

(8) 检查系统是否做了应该做的事仅是成功的一半，另一半是看系统是否做了不该做的事。

(9) 在规划测试时不要设想系统中不会查出错误。

(10) 测试只能证明系统中有错误，不能证明系统中没有错误。

3. 审计

借鉴传统的审计(Audit)手段，客观评价信息系统及信息系统开发，已成为信息系统工程质量控制的另一种行之有效的手段。最早的“审计”主要指“财务审计”。随着经济管理与科学技术的不断结合与日益渗透，现代审计已经远远超出了仅对财务会计进行审查的狭窄范围，不断向管理领域和技术领域渗透。信息系统审计可以说是财务审计、管理审计和技术审计相结合的一个典型。IEEE计算机学会(IEEE Computer Society)职业实践委员会(Professional Practices Committee)发布的《软件工程知识体系指南(2004版)》(Guide to the Software Engineering Body of Knowledge 2004 Version)，已将审计列为质量控制的一项主要内容。

审计涉及信息系统的整个生命周期，审计对象涵盖信息系统所有活动和中间产物，并包括与系统实施有关的外部环境。

系统审计按照系统的生命周期分为计划审计、开发审计、执行审计、维护审计，以及覆盖整个系统周期的管理审计。

- 计划审计主要面向信息系统的企划，对信息系统的投资可行性，系统规划与公司战略的相关性，系统开发计划的可行性，以及系统需求的完整性和正确性进行审核和验证。
- 开发审计对信息系统开发的各个阶段的相关人员的活动、信息、中间产物进行审核，确认这些活动、信息和中间产物的规范性、有效性和对于信息系统目标的针对性。
- 执行审计确认与信息系统运行相关的数据、软硬件、安装环境等是否符合信息系统的运营要求，同时对信息系统的功能、性能、易用度、可操作性等进行评估。
- 维护审计对信息系统的维护活动和维护结果实施审核和评价。发现在维护中可能出现的各种漏洞和信息系统维护中亟待改善的问题。
- 管理审计涉及文档管理、进度管理、人员管理、采购管理、风险管理等，检查这些过程的规范性和有效性，并提出改良建议。

29.3.3 进度控制

项目进度控制是依据项目进度计划对项目的实际进度情况进行控制，使项目能够按时完成。有效项目进度控制的关键是监控项目的实际进度，及时、定期地将它与计划进度进行比较，并立即采取必要的纠正措施。大型、复杂项目往往是由逐级分解的成千上万个相对独立的任务组成的，这些任务可分为“关键任务”和“非关键任务”。前者的进度一旦拖后，整个项目的完成日期就会拖后；而后的完成时间如果没有严重拖后，一般不会影响整个项目的完成时间。大型、复杂项目进度控制的重点是关键任务的进度控制。

进度控制的内容包括：(a) 确定当前进度的状况；(b) 改变某些因素使进度朝有利方向改变；(c) 确定原有的进度是否已发生改变；(c) 当实际进度发生改变时加以控制。

大型、复杂项目进度计划中一般都设有项目的关键点和里程碑，进度控制的过程如下：按设定的关键点、里程碑检查和评审项目的进展情况；将实际进度与基准进度比较；对进度评审结果进行分析，以便确定项目进度变化情况和预测发展趋势，并制订相应的对策——进度纠偏或修改基准进度。

大型、复杂的项目的进度控制必须与其他控制过程紧密结合。例如，当项目范围发生变化时，应尽量采取有效措施确保项目按原计划完成。但并不是在任何情况下都能随心如愿，很多情况下我们不得不变更项目进度计划。

大型、复杂项目进度控制常用的工具和技术包括：

1. 甘特图

甘特（Gantt）图是一种历史悠久、应用广泛的进度管理工具，它以水平线段表示子任务的工作阶段，线段的起点和终点分别对应着子任务的起始时间，线段长度指示完成该任务所需要的时间。

甘特图的优点是直观简明、易学易绘、可从图上清楚地标出子任务间的时间对比，但它也有三个主要缺点：不能显式地描绘各项任务彼此间的依赖关系；进度计划的关键部分不明确，难以判定哪些部分应当是主攻和主控的对象；计划中有潜力的部分，以及潜力的大小不明确，往往造成潜力的浪费。

当把一个软件项目分解成许多子任务，并且它们彼此间的依赖关系又比较复杂时，仅仅用甘特图作为安排进度的工具是不够的。

2. PERT 图与关键路径

PERT（Program Evaluation and Review Technique，计划评估与评审技术）图是一个由箭头（标志任务）和结点（标志事件）组成的有向图。

箭头之上所标的是完成该任务所需的时间，箭头之下所标的是在不影响整个工期的前提下完成该任务还有多少机动时间。完成任务时间为 0 的任务称为空任务，用虚线箭头标识。

每个事件都有一个事件号和出现该事件的最早时刻和最迟时刻。最早时刻表示在此时间之前从该事件出发的任务不可能开始；最迟时刻表示从该事件出发的任务必须在此时刻之前开始，否则整个工程就不能如期完成。

PERT 图不仅给出了每个任务的开始时间、结束时间和完成该任务所需的时间，还给出了任务之间的依赖关系，即哪些任务完成后才能开始另一些任务，以及如期完成整个工程的“关键路径”。

关键路径（Critical Path）是由一连串的任务所组成的链，它决定了完成该项目所需的时间。关键路径上的事件（关键事件）必须准时发生，组成关键路径的任务（关键任务）的实际持续时间不能超过估计的持续时间，否则工程就不能准时结束。

如果一条路径中所有任务的机动时间为 0，这条路径显然为关键路径，但反之并不总是成立。

如果一条路径中所有事件的最早时刻和最迟时刻均相同，这条路径显然也为关键路径，但反之也并不总是成立。

软件项目的管理人员应该密切注视关键任务的进展情况。如果希望缩短工期，只有往关键任务中增加资源才会有效果。

3. 持续时间的压缩

持续时间压缩是对进度计划进行数学分析的一种特殊情况，即寻找在不改变项目范围的条件下，缩短项目持续时间的途径。持续时间压缩的技术有：

(1) 赶工。对费用和进度进行权衡，确定如何使费用增加最少而项目总工期压缩最大。一般来说，赶工总是会导致费用增加。

(2) 快速跟进。将一般情况下的多项先后顺序实施的活动改为并行实施。快速跟进有可能导致平行活动的相互干扰、资源冲突甚至返工，一般会增加风险。

4. 资源调配

当项目的实际进度滞后于计划进度时，通常可通过资源调配的方式缩短项目的工期。例如，把稀缺的资源分配给关键线路上的活动；投入更多的资源以加速项目进度；派经验更丰富的人去完成或帮助完成项目工作。

5. 时差的应用

时差度量一个活动在项目进度计划中时间安排的可调整程度，为活动的最晚时间与最早时间之差。在不影响整个项目结束时间的前提下，活动允许调整的时间称为“总时差”；在不影响后续活动开始时间的前提下活动允许调整的时间称为“自由时差”。

在解决资源分配冲突时，需要考虑资源在不同活动中分配的优先级别，时差是资源调配的重要依据，可以将紧缺资源从时差较长的活动调到关键活动上去。

29.3.4 资源控制

项目资源，主要指项目所需的人、设备、材料、技术、信息等。资源控制，也称成本控制，是指项目组织为保证在变化的条件下实现其资源计划和预算成本，按照事先拟定的计划和标准，对项目实施过程中发生的各种实际成本与计划成本进行对比、检查、监督、引导和纠正，尽量使项目的实际成本控制在计划和预算范围内的管理过程。随着项目的进展，根据项目实际发生的成本，不断修正原先的成本估算和预算安排，并对项目的最终成本进行预测的工作，也属于项目成本控制的范畴。

大型、复杂项目规模大、时间长，项目成本的不确定因素较多。一旦项目成本失控，要在预算内完成项目是非常困难的。如果项目没有额外的资金支持，可能导致项目范围缩小、项目进度推迟，甚至会降低项目质量。为避免发生此类风险，应及时分析成本绩

效，尽早发现实际成本与计划成本的差异，以便在情况变坏之前能够采取纠正措施。另一方面，大型、复杂的项目的范围计划与进度计划经常会变更，当项目范围与进度发生变化时，应尽量采取有效措施确保项目按原计划完成，但如果因为控制成本而有可能影响项目质量，我们将不得不变更项目资源计划和成本预算。

大型、复杂项目成本控制的内容包括：

- 对造成实际费用偏离基准费用计划的因素施加影响，以保证其朝着有利的方向发展；
- 确定基准费用计划是否必须变更和如何变更；
- 基准费用计划需要变更或已经变更时，对这种变更进行管理。

大型、复杂项目成本控制的活动包括：

- 对照基准费用计划，找出实际费用与基准计划费用的偏差，做好费用分析和评估，并对费用偏差做出响应；
- 确保所有有关变更都准确地记录在基准费用计划中；
- 防止不正确、不适宜或未经核准的变更纳入基准费用计划中；
- 将核准的变更通知项目有关人员；
- 监控影响项目费用的内外部因素，以便预测项目费用的变化，必要时调整基准费用计划。

为了能在项目生命期内监测实际的支出和控制项目费用，应建立和使用资源管理系统。

大型、复杂项目成本控制的技术方法主要包括以下几种。

1. 费用分解结构（CBS）

将费用按照与工作分解结构（WBS）和组织分解结构（OBS）相适应的规则进行分解，并形成相应的、便于管理的账目分解结构（ABS）。ABS是组织单元为承担分项工作而对其费用加以管理的一种工具。分解的结果，可作为项目费用测定、衡量和控制的基准。

2. 挣值分析

挣值（Earned Value）表示已完成工作的计划费用或预算费用。

挣值分析是测量执行情况常用的方法，它综合了范围、费用和进度测量，帮助项目管理班子评价项目执行情况。挣值涉及计算任务和工作单元（或项目）的3个值：

- 计划费用值（Planned Value, PV）：在规定时间内，计划在某个任务和工作单元（或项目）上的预算费用；
- 实际费用值（Actual Costs, AC）：在规定时间内，在实际已经完成任务和工作单元（或项目）上的实际发生的直接与间接费用的总和；
- 挣费用值（Earned Value, EV）：在规定时间内，在已经完成活动和工作单元（或项目）上，按计划应当花费的预算费用。这个值往往用正在完成工作的预算费

用的一个实际完成百分比来计算，比如 30%，50%，70%，90%，100%以简化数据的收集。有的挣值分析仅用 0% 或 100%（未完成或已完成）来计算，也有的用 0% 或 50% 或 100%（未开始或已开始或已完成）来计算。

这 3 个值的综合使用可以提供评价工作是否按照计划完成的尺度。常用的是费用偏差（ $CV=EV-AC$ ）、进度偏差（ $SV=EV-PV$ ）和费用绩效指数（ $CPI=EV/AC$ ）。CPI 被广泛用于预测完工时的项目费用。进度绩效指数（ $SPI=EV/PV$ ）被广泛用于预测项目完工日期。

如果进度偏差为正，表示项目进度提前；为 0，表示进度符合计划；为负，表示进度拖后。对于进度拖后的项目要及时采取适当措施。

如果费用偏差为正，表示项目费用在预算之内；为 0，表示项目费用符合预算；为负，表示费用超出预算。对于超支的项目要及时采取适当措施。

3. 类比估算法

类比估算法也称自上而下估算，即利用以前类似项目的实际费用作为估算当前项目费用的基本依据，是一种专家评定法，精度较低。如果被估算的项目与以前的项目是相似的，且进行估算的个人或团体具有所需要的专门知识，则这种方法也是可靠的。

4. 参数模型法

将项目特征（参数）用于数学模型，可以预测项目费用。模型可以是简单的，也可以是复杂的。如果开发模型的历史资料可靠，模型中所用参数可以被量化，模型可以按比例调整，则预测结果会相当精确。

5. 自下而上的估算

先估算项目各个活动的费用，然后按工作分解结构（WBS）的层次自下而上地汇总，估算出总费用。这种方法也可用于编制费用计划。只要项目各个活动的费用估计得准确，工作分解结构合理，用这种方法估算的结果和由此编制的费用计划一般比其他方法更精确。但是这种方法的估算工作量也是最大的。

6. 计算机估算软件

项目管理软件或办公自动化软件等工具可以加速费用估算和费用计划编制，并提供多种方案的费用比较和选择。

7. 费用变更识别和变更控制系统

费用变更识别和变更控制系统规定了改变基准费用计划应遵循的程序，包括文档、追踪系统、核准变更必需的批准层次等。

8. 完成项目所需成本估计

完成项目所需成本估计（EAC）是以项目执行的实际执行情况为基础，对整个项目成本的一个预测。最常见的 EAC 有以下几种：

(1) EAC=实际已发生成本+对剩余的项目预算(但一般用成本执行因子对原预算进行修正),在项目现在的偏差可视为将来偏差时,这种方法通常被利用。

(2) EAC=实际已发生成本+对剩余项目的一个新估计值。当过去的执行情况表明先前的成本假设有根本缺陷或由于条件改变而不再适用新的情况时,这种方法最为常见。

(3) EAC=实际已发生成本+剩余原预算。当现有偏差被认为是不正常的(由偶然因素引起)项目管理小组认为类似偏差不会发生时,用这种方法最为常见。

不同的工作可选用上述方法中的一种。

9. 总结教训

应记录下产生偏差的原因、采取纠正措施的理由和其他的成本控制方面教训,这样记录下来的教训便成为这个项目和执行组织其他项目历史数据库的一部分。

29.3.5 协作管理

大型、复杂项目组织团队庞大,参与单位众多,协作管理的效益尤为突出。一般来说,大型、复杂的项目的协调管理可分为项目组织内部的协调和项目组织外部的协调。

1. 项目组织内部的协调

项目组织内部的协调是指一个项目组织内部各种关系的协调,如人际关系协调、组织关系协调和资源需求协调等。

(1) 人际关系协调。任何协调工作最终都表现为人与人之间的往来,而良好的人际关系可以使项目组成员易于沟通、相互信赖、相互支持,同时人际关系的渗透性和扩散性反过来也可以提高项目组织的效率。大型、复杂项目规模庞大,人际关系复杂,如何提高每个人的工作效率,在很大程度上取决于人际关系的协调程度。可以说,和谐的人际关系是项目成功的基础。

(2) 组织关系协调。大型、复杂的项目的组织关系协调主要包括子项目组之间的协调和项目参与单位之间的协调,有时也包括项目组内上下级之间的协调。在某些项目组织中,一个参与单位也就是一个子项目组;在另外一些项目组织中,一个单位的人员可能分散在几个子项目组中,几个单位的人员也可能集中在一个子项目组中。组织关系协调的目标是使这些子项目组(参与单位)都能按照整个项目的质量计划、进度计划和资源计划,积极主动地完成本组织的工作,使整个项目处于有序的良性状态。

组织关系协调可采用多种灵活多样的方式:口头谈话、书面文件、电子邮件、电话、短信、即时通信(如QQ、MSN等)、工作例会、电话会议、电视会议、可即时查询的项目信息数据库和项目管理软件等。

具体采用哪种方式取决于:

- 信息需求的即时性——项目的成功是取决于即时通知频繁更新的信息,还是通过定期发行的报告就已足够?

- 项目人员技能——项目参与人员是否能够掌握即时通信、电子邮件、项目信息数据库和项目管理软件等先进的通信方式？
- 项目组织的通信条件——项目组人员是否都有电脑？是否可以上网？项目组是否有专用的通信软件？
- 通信成本——是否有必要为了联系的方便而支出大额的资金？

应当注意，任何先进的通信方式都只能作为一种协调手段，组织关系协调能否成功的关键因素是每一个子项目组（参与单位）是否有局部服从全局的意识。项目组内的不同单位，可能会有不同的利益追求，应本着求大同存小异的原则，互谅互让，互利互惠，力争“双赢”和“多赢”。

(3) 资源需求协调。大型、复杂的项目的资源需求协调是指在项目实施过程中，为实现内部资源的合理配置，达到内部资源的平衡，对人员需求、材料需求、硬件需求、软件需求和其他资源需求而进行的协调活动。

2. 项目组织外部的协调

项目组织外部的协调，以是否具有合同关系为界限，划分为具有合同因素的协调和不具有合同因素的协调。具有合同因素的协调主要包括项目组织与相关产品、服务提供商之间的关系协调。如果项目是接受某一客户（或投资者）的要求开发的，还应包括项目组织与客户（或投资者）之间的关系协调。

与合同因素协调相比，非合同因素协调所涉及的范围更广，可能遇到的问题更多，协调工作量更大、更复杂，而这些往往不是事先签好合同就可以进行约束的。

非合同因素协调工作主要涉及技术质量监督检测机构、专业测试与评估机构、行业许可和准入的管理机构、产品认证和管理体系认证机构、软件著作权登记和管理机构、社会服务机构（如投资咨询机构）、行政主管部门、行业协会、专业学会和其他社会团体等。这些机构与项目组织并无合同关系，但他们的作用不可低估，对项目建设的某些方面起着一定的控制、监督和支持的作用。只有将各方面的关系都协调好，才能保证实现项目的各项目标。

29.4 多项目管理

一个组织往往同时进行许多项目，虽然从项目目标和执行团队上看，这些项目可能是孤立的、无关联的（如果项目彼此关联，可视为一个大型项目），但我们应该意识到：

- 这些项目均服务于组织的战略规划和产品布局。
- 这些项目共享组织的资源，包括人力资源、技术资源、信息资源、物资资源和资金资源，资源的调配会在项目之间产生影响。
- 项目组之间可以彼此借鉴其成功经验和失败的教训，共同提高整个组织实施项目的能力。

由此可以看出，这些看似孤立的项目需要在组织层面上以某种方式进行统筹规划与管理，从而保证其产品布局的合理化和良性化，全面促进组织战略目标的实现，提高整个组织的项目管理能力。这就是多项目管理的根本目标。

多项目管理确保组织在项目选择、计划、实施，以及在处理项目之间的冲突时，以组织战略目标为导向，从而保证整个组织在大方向上的一致性。

29.4.1 不要把所有鸡蛋都放在一个篮子里

前面我们已经讨论了大型、复杂的项目的管理。那么，能不能把一个组织内的所有项目合在一起作为一个大型、复杂项目管理呢？

表面上看，大型、复杂的项目的管理和多项目管理有很多相似之处。大型、复杂的项目肯定是由许多个中小型项目组成的；反之，如果把一个组织内的所有项目合在一起，一般也可看做是大型、复杂项目。大型、复杂的项目管理中的分级管理与分工管理、资源管理和协作管理方法，同样适用于多项目管理。但大型、复杂的项目管理和多项目管理，在管理依据、管理原则和管理目标方面，都是截然不同的。

大型、复杂的项目的风险具有一定的整体性，尽管项目可以分解，项目管理也可以分解，但项目风险（尤其是市场方面的风险）并没有降低。如果一个组织把他们的大部分资金和技术力量都赌博似的放进一个庞大的、充满风险的项目中，一旦项目失败，对于整个组织可能是一场灭顶之灾。在中国，每年都有一大批IT企业因此而一蹶不振或者干脆破产关门。

古人早就告诫我们：不要把所有鸡蛋都放在一个篮子里！这一原则正是多项目管理的出发点和依据。举个形象的比喻，多项目管理要解决的问题就是：应该把鸡蛋放在几个篮子里？每个篮子里应该各放几个鸡蛋？

玩过股票的人都知道，只持有一种股票或同一类型的股票是非常危险的。理想的投资组合是同时持有几种不同类型的股票：长线股，短线股，高科技股，传统业股，蓝筹股，活跃股，绩优股，资产重组股，等等。至于持有哪几类，哪几种，每种各持有多少，投资机构都有专家专门研究。

更进一步，如果将所有资金均用于股票投资，这实际上也是把所有鸡蛋都放在一个篮子里。一旦遇到大盘巨跌，危巢之下岂有完卵！经历过最近几年股市暴跌的股票投资者想必都有切身体会。如果将资金分成几份，分别用于存款、购买债券、股票投资和其他投资，投资风险就会降低很多。

由于项目管理领域的多项目管理，最初就是来源于金融投资领域，所以有时又被称为项目投资组合管理（Project Portfolio Management）。

29.4.2 风险与收益的平衡

项目投资组合管理要求对组织内部的所有项目都进行风险评估和收益分析，并且随

着项目的进展，持续地跟踪项目的风险和收益变化，以掌握这些项目的状态。

根据项目的风险评估和收益分析结果，可将项目粗略地分为以下4类。

- A类：低风险，高收益；
- B类：低风险，低收益；
- C类：高风险，高收益；
- D类：高风险，低收益。

毫无疑问，对于高风险、低收益的项目（D类），坚决不能立项。最理想的当然是低风险、高收益的项目（A类），但遗憾的是，现实世界中的这类项目太少，更多的都是低风险、底收益（B类）或者高风险、高收益（C类）的项目。

任何组织，如果只在高风险、高收益的项目（C类）上全力以赴，很可能会使组织陷入困境；但如果只在低风险、低收益的项目（B类）上投资，组织就不可能得到大的发展。

对于一个具体的项目，可以在项目的风险和收益之间找到平衡点，做到风险最小化、效益最大化，这属于项目可行性分析和项目立项管理所研究的内容。而项目投资组合管理的着眼点则是在一个组织的所有项目的整体风险和整体收益之间找到平衡点，实现整个组织的风险最小化和收益最大化。当然，“整体”也是由一个个的“个体”构成的。如果每个项目都实现了“风险最小化、效益最大化”，整个组织自然也就实现了“风险最小化、效益最大化”。但我们在做一个具体项目的可行性研究时，往往首先考虑的“风险最小化”，在此前提之下，才会考虑“效益最大化”。实际上我们所追求的是“风险最小化前提之下的效益最大化”。而对于一个组织，我们不仅仅要进行每一个项目的风险评估和收益分析，还要进行整个组织的风险评估和收益分析。在确保组织的整体风险和整体收益平衡的原则下，可以组织开发少量的“高风险、高收益”类项目。至于哪一类项目应占多大比例，取决于组织的战略目标和战略方法。

29.4.3 目标与资源的平衡

组织的战略目标决定了组织发展的方向。但需要注意的是，组织的战略方法存在两种不同的倾向：目标导向和资源导向。前者关心的是组织的外部因素，即市场上可能存在哪些机会；后者则更关心组织的内部因素，即组织自身的核心优势。目标导向所发现的市场机会主要体现为所期望的收益因素，而资源导向所阐明的组织自身的优劣势则体现在可能出现的风险因素之中。最理想的状况当然是，目标导向和资源导向得出的结论完全匹配。但在现实中，目标导向和资源导向得出的结论往往并非完全匹配。

一种情况是，已经发现了市场的某一个机会，但组织自身在该领域并无资源优势。通俗地说，就是“有市场、无技术”。由于IT行业的市场变化和行业发展都很快，没有一家企业可以长期保持很强的技术优势，后来者居上的案例是屡见不鲜的。具体做法有几种：

- (1) 引进该领域的顶尖人才；

- (2) 购买该领域的国内外先进技术（如专利或技术成果）；
- (3) 与该领域的顶尖专家或机构联合研发。

另一种情况是，组织自身在某一领域具有很强的资源优势，但该领域的市场需求不大，也就是说“有技术、无市场”。对于这种情况，还应该进一步分析，市场需求不大的原因是什么。

(1) 如果市场已经饱和，要考虑用户有无升级的打算，准备向哪个方向升级，什么时间才会升级。如果确信用户在几年之后可能会大规模升级，可抽调少量技术力量，作为中长线项目先行研发。

(2) 如果市场还处在初创期，用户还在观望，要考虑什么时间市场才能进入高成长期。如果确信在几年之后会有大规模的市场需求，也可抽调部分技术力量，作为中长线项目先行研发。

(3) 如果可以确认自己研究的是“屠龙术”，根本就没有市场需求，那就要考虑改变研究方向了（国家资助的基础理论研究者除外）。

无论在哪种情况下，片面强调市场需求和片面强调资源优势都是不足取的，还是要懂一点“中庸之道”，在市场需求和资源优势之间找到一个平衡点。一方面，要尽量在组织优势领域的临近领域寻找市场机会。另一方面，也要让组织的资源优势向着有市场潜力的临近领域发展。

如果一个组织发现在自己的传统优势领域，市场需求正在逐渐萎缩，但还可以坚持几年的时间，理想的做法是：保留部分技术力量，继续从事原产品的维护和升级开发；同时抽掉部分技术力量，开发市场潜力更大的新产品。也就是说，部分项目是资源导向的，部分项目是目标导向的，这也是目标与资源相平衡的一种表现。

第 30 章 战略管理

30.1 战略的概念

“战略”一词的起源可追溯至古希腊时代，英语中的 *strategy* 来源于希腊语的 *startegos*，意为“将军”。希腊语中的 *startegos* 是动词，意思是：对资源的有效使用加以摧毁敌人。战略一词在中国也是起源于兵法，指将帅的智谋。可以说，人类的战略意识及战略思想源远流长，战略运用到企业管理中，最早是在 19 世纪下半叶的第二次工业革命时代，而其广泛应用普遍认为是在 20 世纪五六十年代。

提起战略一词，大家都会想到“未来的重要计划”、“全局的部署”等诠释，但真正要给它下个准确的定义还真是挺难，包括理论界也有各种定义，各方面的解释也不尽相同。

在军事学里，战略与以下内容联系在一起：“起草战争的计划……设计各个战役，并且决定各个战役内的各个战斗”；在博弈论里，战略是“一个完整的计划，一个详细说明在每个可能情形中博弈者将做出何种选择的计划。”；在管理学里，“战略是一个统一的、综合的和完整的计划……精心设计来确保企业的基本目标得以实现。”；在字典里，战略是“一个计划、方法或一系列为获得一个特殊目的或结果的技巧或谋略。”

下面对几种典型的解释和定义给予介绍，相信会对战略的概念和内涵的理解有进一步的帮助。

(1) 波士顿顾问公司的奠基人布鲁斯·亨德森对战略是这样概括的：“任何想要长期生存的竞争者，都必须通过差异化而形成压倒所有其他竞争者的独特优势。勉励维持这种差异化，正是企业长期战略的精髓所在。”

(2) 亨利·明茨伯格从计划 (Plan)、谋略 (Ploy)、范式 (Pattern)、定位 (Position) 和视角 (Perspective，或称思维模式) 五个方面来阐述战略的定义和内涵。

作为计划，战略可能是一般的，也可能是特定的。在特定意义上，作为计划，战略也可以是谋略，是某个特定的“技巧”，其目的是用智慧战胜对手或竞争者。一个小孩可能用篱笆作为策略来引诱恃强欺负他的人进入他的院子，而他的德国杜宾犬则在那里等待入侵者。同样地，一个公司可能威胁要扩张工厂生产容量，以打消其竞争者建新工厂的念头。这里真正的战略是威胁，而不是扩张本身，这就是谋略。

如果战略可以被预谋，它们当然也可以被实现。换句话说，把战略定义为计划是不

够的，我们还需要一个定义来包含作为其结果的行为。有人提议第三个定义：战略是一种模式——明确地讲，在一系列行动里显现出来的模式。按照这个定义，当毕加索一度画蓝色时，那是一种战略，就像亨利·福特一度只提供黑色T型车的行为一样。换句话说，按照这个定义，战略是行为的连贯性，不管是有意还是无意。

第四种定义是战略是一种定位，特别是在组织理论家所谓的“环境”中定位组织的方法。按照这个定义，战略变成了组织和环境之间的媒介力量。用社会生态学的术语来说，战略变成了一个“小生境”；用经济学术语来说，战略成了一个带来租金的地方；用正式的管理学术语来说，战略成了一个产品-市场“领域”，是环境中资源集中的地方。这个战略的定义可以与前述的任何一个定义保持一致：定位可以被事先选择和执著追随，自始至终贯穿一个计划或谋略，并且/或者可以通过一种行为模式来达到。

第四种战略定义是通过对外部环境的寻求来定位组织，而第五种战略的视角定义则留意组织内部。这里，战略是一种视角，它不仅包括选择了的定位，还包括根深蒂固的认知世界的方式，其认为战略首先是一个概念。它说明，所有战略都只存在于相关者（那些实践它们的人）脑袋里的，视角是共享的，战略是一个被组织成员共享的思维方式，这种共享通过他们的目的或行动来进行。

30.2 战略的构成要素

战略的构成要素主要由“做什么”、“怎样做”、“由谁做”、“如何确保做好”组成。

1. 做什么

做什么决定企业的产品/市场范围，许多人也把它称为经营范围，关于做什么，可细分为下列的一些要素。

(1) 企业的宗旨、使命。它是企业和企业家价值观和社会责任感的反映，并且对企业的资源配置方向产生影响。

(2) 企业的长远目标。考虑的是企业在社会上的地位和作用，以及在市场上的竞争地位，企业的长远目标经常会用定性和定量两种方法来描述。

(3) 资源配置方向。资源配置方向就是企业的业务组合，业务组合包括企业业务组合现状描述、未来的调整和实现了长远目标的未来组合状况。其中在决定业务组合时，一定考虑到业务之间的战略协同，因为它是获得竞争优势的重要途径。

2. 怎样做

怎样做更多地涉及企业的政策、实现目标的途径和方法。解决怎样做的问题占了战略管理研究的大部分内容，尽管它并不比决定做什么更重要，其主要内容包括：

- (1) 新业务的进入。
- (2) 老业务的增长。

- (3) 老业务的缩减与退出。
- (4) 在业务上如何与竞争对手竞争。
- (5) 为保证长、短期目标的实现，如何分配资源。
- (6) 战略协同。

3. 由谁做

涉及到组织创新战略，以及为战略的实施所需要进行的组织机构变革，还牵涉到将战略目标实现的责任落实到部门、岗位、个人。应将战略责任的落实问题，与企业的目标管理体系相结合，将战略目标转化成企业的五年规划，进而融入到企业的年度计划，从而将战略目标的实现落实到企业的日常经营管理活动中。

4. 如何确保做好

建立战略实施过程的监测与控制系统，建立战略信息支持系统，建立与企业战略相适应的企业文化，将对战略实施绩效纳入企业考核激励体系，都是确保如何做好战略实施的重要方法和手段之一。

30.3 项目管理与战略管理的关系

自20世纪80年代开始，随着项目管理理论在西方发达国家取得突破，其应用范围也越来越广泛，从传统的“工程项目”扩展到各行各业广泛的“一次性任务”。虽然当时“一次性任务”成为项目管理的对象，但它与长期性组织（是区别于“项目”的临时性组织而言的，如企业或政府部门）之间存在着不协调的因素，由于对“单个项目”的项目管理方法所关注的重点是该“单个项目”自身目标的实现，因而在同一组织背景下开展多个项目的时候就不可避免各种冲突的发生。各个“单个项目”追求自身目标的实现，结果可能是部分“单个项目”的目标虽然实现了，而整个长期性组织的目标却未能实现，甚至连“单个项目”的自身目标都由于各个项目间的相互牵制而无法实现。

从实践角度看，目前中国大多数企业的项目管理现状不容乐观，在对诸多企业的实地调查发现，中国企业现在的项目管理活动具有以下特点：没有专门的人员或机构进行企业项目管理活动，每个人或部门往往是针对自己工作中的任务（项目）独立地采取一定对策，缺乏系统性、全局性。更有一些企业及部门根本就没有项目及项目管理的概念及意识；企业中的项目管理基本上是一种被动式管理，常见现象是临时性、一次性的应付活动；企业中项目管理活动往往是瞬时或间断性的，事后则无相应的总结积累；缺乏系统、科学的企业整体发展战略层面的项目管理理论方法指导。

至20世纪末期，美国众多企业最终认识到战略管理和项目管理两者之间的关系，以及他们的重要性，从单纯强调战略制订转为制订和实施并重，认识到项目管理原则既可应用到运作性计划实施当中，也可应用到战略计划的实施当中。这些实践活动使他们

认识到企业项目管理不应孤立地进行若干个独立项目的管理，企业项目管理活动的有效性都要从企业整体角度来衡量，企业正日益强烈地意识到从系统角度进行战略项目管理活动的重要性。

企业是一个复杂动态开放的系统，有效的项目管理活动必须能根据企业战略要求，并从企业整体角度出发整合其范围内的所有项目管理活动，进行企业战略项目管理。将分散于企业系统中的项目管理活动集成到战略范畴。

这里需要强调的是，战略的实施过程中，在改变企业日常运作流程和规则的同时，也会产生许多新的项目，项目的作用就是通过创造性的改变来改变和提升企业的竞争力。两者是相辅相成的，战略促使项目产生，项目保证战略实现。

30.4 项目管理中的战略管理

在项目中，战略问题是一个内部或外部的压力情景，会对项目的一个或更多的因素造成重大影响。如项目的融资、设计、工程、建造和运营，也即对项目的成功或失败会产生根本影响，或许会导致项目的提前结束或终止，这里需要澄清的一个观念是，项目提前终止或结束并不见得总是坏事，虽然对项目管理者来说是一件颇有挫折感的事情。

项目的战略问题是有些模糊，不容易识别和管理的，它是具有挑战性的管理。战略问题可能会在项目生命周期中任何时候产生，重要的是项目团队要及早识别出项目面临的战略问题，并针对它们对项目结果的可能影响采取应对措施。在问题的评估中，一些问题可能由于对项目没有显著的影响而被放在一边，我们可以不对这些问题做出反映，但必须监督它们是否会有进一步影响项目的变化发生。

问题的早期识别非常重要，因为这样可以早一点儿决定如何处理这些问题。识别项目面临的战略问题的一个有用技术是：对项目面对的所有问题进行一个汇总列表，然后让项目团队成员讨论这些问题哪些是一般运营性的，哪些是重要战略性的。在讨论过程中，应鼓励每一个成员参与，在会议中，所有问题被讨论审查，挑出哪些是战略性的，再分配一个团队成员跟踪这个问题，并且使项目团队对这个问题及其对项目未来的影响保持警惕。针对更重要的战略问题，需要任命一个调查分析性的子项目团队，进行调查分析、风险评估、应对措施的组织工作，负责及时向整个团队汇报。

30.5 战略制订

企业制订战略的步骤包括：明确企业使命、进行外部环境分析、展开内部环境评估、确定战略目标、形成战略方案，以及选择战略方案，如图 30-1 所示。

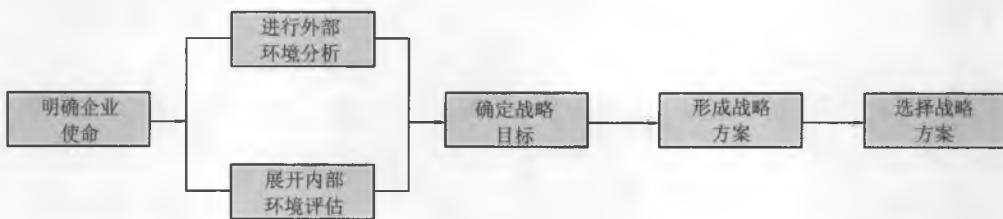


图 30-1 制订战略步骤

1. 明确企业使命

每个企业都有其独特存在的目的和理由，而这一独特性就反映在企业使命当中，企业使命是对企业存在理由的宣言，它要回答的是“我们的业务是什么”此类的关键问题。

企业使命是战略管理过程中最显眼、最公开的部分，尽管不同企业的企业使命在长度、内容、形式等各方面都存在着差异，但其一般都围绕以下九个要素来进行：

- 企业的用户是谁。
- 企业的主要产品或服务项目是什么。
- 企业在哪些领域、哪些市场竞争。
- 企业的技术状况。
- 企业是否努力实现业务的增长和良好的财务状况。
- 企业的基本信念、价值观、志向和道德倾向是什么。
- 企业最主要的竞争优势或最独特的能力是什么。
- 企业是否对社会、社区和环境负责。
- 企业是否视员工为最宝贵的稀缺资源。

2. 进行外部环境分析

制订战略要考虑企业的外部环境，即将企业的能力（包括资源能力、人才能力、技术能力和生产能力等）与环境相匹配，进行外部环境分析的重点是识别和评价超出企业控制能力的外部趋势与实践，以此来揭示企业所面对的主要机会或威胁，从而使企业用适当的战略来利用机会、回避威胁或减轻其影响。其主要步骤如下：

(1) 了解企业的环境性质。根据企业环境的不确定性对企业的环境性质进行初步了解，这种分析指明以后的分析应将重点放在什么地方。如果环境是相对简单和静态的，则详细的、系统的、历史的分析是适合的；如果环境是动态的复杂的，则采用面向未来的预测性、趋势性分析比较适合。

(2) 考察环境的影响。考察环境的目的是找出过去哪些环境要素影响了企业的发展或经营状况，这对考虑企业远景目标的变动和可能的战略变动是有帮助的。

(3) 结构分析。将重点转向对单个环境要素的详细分析上，找出发生作用的关键因素，并分析其具有战略重要性的原因。

(4) 分析企业的战略地位。分析企业的战略地位即是分析与其争夺资源或客户的

其他企业相比，本企业的竞争地位如何。

3. 展开内部环境评估

内部优势与逆势加上外部机会与威胁及明确的企业使命，共同构成建立企业目标与战略的基础。内部环境评估实质上是对企业资源和战略能力的分析，其基本步骤如下：

(1) 资源评估。确认企业是否有“维持”战略的资源，由于可以看到有些资源（包括实物、人力、财务等）存在于企业之外，所以需要对这些资源进行定性和定量评估。资源评估应包括企业所能够获得的支持战略的所有资源，而不应只局限于企业所有权之内的资源，如企业的客户、交易网这些重要资源就是存在于企业之外的。

(2) 价值链分析。利用这种分析方法可以将资源与使用这些资源的战略目标联系起来，价值链强调价值活动和各价值活动之间的联系，而不仅仅考虑资源本身；它强调企业的战略能力与其使用和控制资源的方式具有很强的相关性。可见，资源分析不能仅限于企业所拥有的资源，供应商、分销商和客户形成的价值链之间的联系，也常常是组织能力的基石，并且这种联系有助于防止竞争者的模仿。

(3) 比较。由于战略能力很难用绝对形式来估测，所以一般用相对形式来进行评估，包括水平比较（同一段时间内的增长或降低）、行业比较（类似的企业或同行业企业之间的比较）和最佳业绩者比较等。

(4) 均衡。企业战略能力被破坏常常不是因为某一资源或活动的问题，而是这些资源之间的匹配比例不合理。由此可见，应将企业的资源均衡作为一个整体来考虑。资源均衡包括三个重要问题：企业各种不同活动和资源相互补充的程度、企业内员工在个人技能和个性方面的均衡程度、企业的灵活性是否适应环境的不确定性和企业准备承担的风险水平。

(5) 确认关键资源领域。内部评估的最后一环是从以上的评估中确认出关键因素，由此来确定企业的主要优势和逆势，并对它们的战略重要性做出合理的评估。

4. 确定战略目标

根据企业的使命，以及内外部环境的分析评估，企业就可以制订自己长期的战略目标。战略目标一般包含以下8个方面的内容。

(1) 市场营销目标：表明本企业希望达到的市场份额或在竞争中占据的市场地位。

(2) 技术改进和发展方面的目标：对改进和发展新产品及新服务、提高效率等设定目标。

(3) 提高生产力方面的目标：有效地衡量原材料使用情况的指标，最大限度地提高产品数量和质量方面的指标。

(4) 财务与实物资源取得和占用方面的目标：企业应说明它如何取得这些资源，并占用多少。

(5) 利润方面的目标：应明确企业给业主的回报率和经营效益的多少。

(6) 人力资源方面的目标：包括人力资源的获得、培训和发展；管理人员的培养及

其个人才能的发挥。

- (7) 员工积极性方面的目标：对员工的激励和报酬指标。
- (8) 社会责任方面的目标：注意企业对社会产生的影响及回报。

5. 形成战略方案

新的战略应建立在以往战略的基础上，并与其保持一定的历史延续性，战略制订的本质在于评价企业是否在做正确的事情，以及如何才能更有效地将事情做好。一个战略方案通常由以下几方面内容组成：

- (1) 如何对变化的条件（如市场机会、竞争压力、需求变化）做出反应。
- (2) 如何配置企业的资本、人力、技术等资源。
- (3) 如何在现有的行业开展竞争。
- (4) 在企业的每一个经营单位内，在主要的经营部门和职能领域内采取什么行动和方法，可以使整个经营单位形成一致有力的战略力量。

企业的战略目标可以是多样化的，也可以是多层次立体型的。例如，企业的总体战略（公司战略）可以依据不同的条件制订为成长战略、稳定战略、紧缩战略和混合战略。同时，相应地形成公司层战略、业务层战略（经营战略）和职能层战略。需要注意的是，企业各个层次的战略计划应该是相互衔接和协调一致的，防止相互冲突而导致经营的混乱。

6. 选择战略方案

从各种替代方案中选择出一个最佳方案不是一件容易的事，因为每个替代方案都有自己的优点和缺点。评估各种战略方案所用的最重要的标准是看哪一种方案能用最少的资源实现既定的战略目标，同时产生的副作用最小。战略方案一般步骤如图 30-2 所示。

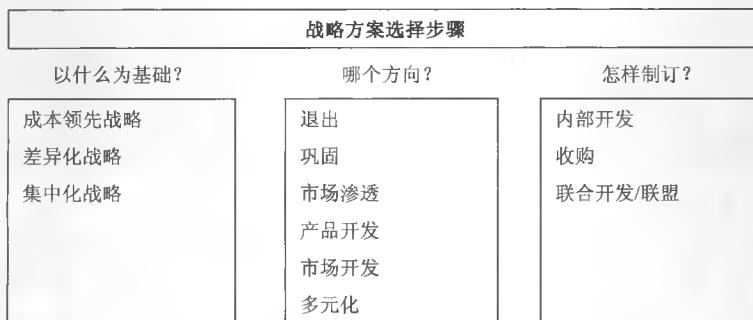


图 30-2 战略方案选择步骤

(1) 企业战略方案可以有成本领先战略、差异化战略、集中化战略三种一般基础。采用成本领先战略的企业目标是发现和挖掘所有的资源优势，力争成为行业内低成本生产者。

差异化战略的逻辑要求是，企业通过产品差异化特点将自己与竞争对手分开，并追

求出一般价格水平的溢出价格必须超过因其独特性而增加的成本这一起码目标。

实施集中化战略的企业选择行业中一个细分市场，通过实施其战略（一般有成本集中化和差异化集中两种）挤走其他竞争者。

（2）战略选择方向通常有以下几种：

- 企业的产品或资产价值会随着时间的变化而变化，在很多情况下，全部或部分退出是明智的行为。
- 在增长型市场、成熟市场、下降的市场所采取的合并巩固战略，是企业经营方式的重大变化，但其产品系列、种类和市场不变。
- 市场渗透作为一个谨慎的战略，可能会给企业带来市场份额的机会。
- 企业一旦认为其现有的产品/市场不能为其提供足够的机会时，就必须实施产品开发战略，在现有的知识、能力和技术的基础上寻找新的替代品。
- 市场开发战略包括进入新细分市场，为产品开发新的用途，或者扩大到新的地区，出口也是市场开发的一种方法。
- 多元化战略意味着企业同时离开现有的产品和市场，去寻找新的发展方向，分为相关多元化和无关多元化两种，相关多元化是在原有行业范围附近的拓展，无关多元化是指企业脱离现在的行业，进入与现有产品、市场无关的领域内。

（3）企业战略可选的开发方案包括内部开发、收购和联合开发或联盟。内部开发是许多企业制订战略的主要方法，这样做有许多现实原因，尤其是对要求很高的设计技术或者很精确的制造方法的产品，企业会选择自行开发。通过合并或收购进行开发的一个重要原因是为企业提供一条快速进入某一新的产品和市场份额的渠道。

30.6 战略执行

企业的战略一旦形成后，战略管理的关键就是战略的执行，企业战略的执行一般包括建立组织、配置资源、制订政策、实施领导，以及创造企业文化等，详细描述如下。

（1）建立组织。战略实施在很大程度上依赖于一个健全的企业内部组织和高素质的管理人员。设计组织结构的原则是围绕固有的战略成功因素和关键的活动来进行，通常情况下要遵循“结构围绕战略”的原则。企业在其发展过程中，通常要经过数量发展、地区开拓、纵向深入、产品多种经营四个阶段，每一个阶段，企业的组织结构也是不一样的，与各种战略相适应的企业组织形式有：职能制组织结构、地区制组织结构、事业部制组织结构、战略经营单位组织结构和矩阵式组织结构。

（2）配置资源。在战略的实施过程中，预算和规划是必不可少的两项工作。资金和人力短缺会使战略经营单位无法完成其战略任务。同样，过多的资金和人力又会造成资源的浪费。战略资源的配置必须考虑到战略的变动，要使预算有一定的弹性。同时，为了保证战略实施的科学性，各战略经营单位必须制订出科学可行的战略实施计划，制订各项工作具体进度表，从而为企业的战略实施提供可靠的计划保证。

(3) 制订政策。企业的战略实施会遇到一系列的问题，这些问题的解决需要企业高层管理部门制订一系列相应的政策来解决。这些政策是战略实施的制度保障，要确定各战略单位独立行动的范围和可以采取的行动和方向，减少政策的失误，解决矛盾，在一定程度上建立起整个战略工作的规则性、稳定性和关联性，规定各项工作的要求，把企业的精神、信念落实到各项日常工作中去。

(4) 实施领导。组织形式只为企业实施战略提供了整体的结构。要使战略真正落实到行动上，还必须发挥领导在实施战略中的关键作用。在实施战略的过程中，企业高层管理者要解决两方面的问题：一方面是任命关键的经理人员；另一方面是领导下属人员正确地执行战略。

(5) 创造企业文化。每一个企业都有自己独特的企业文化，由于这种文化是一种无形的力量，它影响并规定着企业成员的思维和行为方式，从而对实施企业战略产生重大的影响。因此，创造富有活力的企业文化是实施战略的重要内容之一。

企业在一定时期内所实施的战略与原有企业文化有时是一致的，有时是有冲突的，高层管理人员必须采取不同的对策。

这里需要强调的是，战略的实施过程中，改变企业日常运作流程和规则的同时，也会产生许多新的项目，项目的作用就是通过创造性的改变来改变和提升企业的竞争力。

30.7 战略监控和评估

战略监控是企业战略管理过程中的最后一个环节，其基本目的是要保证企业完成规定的战略计划。在监控过程中，一般是将实际执行情况与预期结果进行比较，通过必要的信息反馈正确地评估战略的实施成果，或采取相应的修正措施。战略监控和评估过程一般步骤如图 30-3 所示。

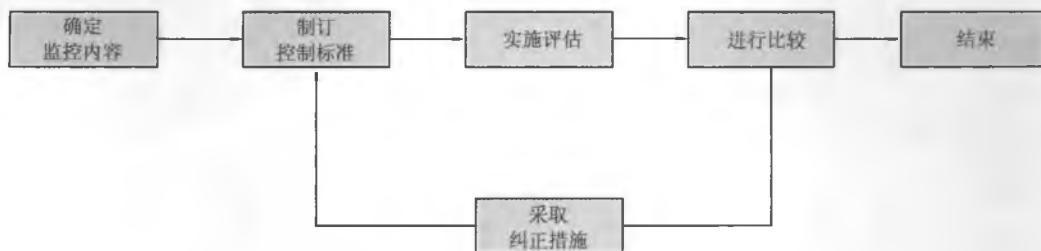


图 30-3 战略监控和评估过程一般步骤

(1) 确定监控内容。监控的内容应全面、合理、客观和连贯的，一般要覆盖到企业关键的经营领域。例如，经营效果方面的、生产方面的、市场方面的、人才开发方面的、社会哲理方面的、企业文化方面的等。

(2) 制订控制标准。控制标准是监控内容的具体化，是企业战略目标的具体表述，

由于控制标准为企业的各项工作成果提供了评判的尺度，因此不应当是绝对的，要有一个允许的范围，且是分层次的。如对公司经营业绩的监控标准、对战略经营单位的监控标准、对职能部门经营业绩的衡量标准。

(3) 实施评估。实施评估是战略监控的重要内容，必须按照预定的标准和时间进行评价，评价的时间可以用战略经营周期、年、季、月来实施。在具体的操作上，除从当前企业的现状出发和严格按照已确定的业绩评价标准来衡量外，还要注意对企业整体业绩和未来发展产生消极作用的问题。例如，企业高层管理人员，不分析战略实施对企业使命和战略的长期影响，只追求短期效益和利润，忽视企业形象宣传、设备维修、产品与技术开发，而丧失了长远的后劲。另一方面，在实行独立的责任中心、分权的战略经营单位的大型企业中，部分分权部门将本部门视为独立存在的实体，强调本部门、本单位的局部利益，忽视企业的整体利益，经营业绩的监控评估必须考虑这些问题。

(4) 进行比较。如果实际经营业绩在企业预期的范围内，表明实现了预期的战略目标，应当总结成功的经验，必要时上升为企业内部的管理制度或行为规范。如出现偏差，则要进一步分析形成的原因和对策。

(5) 采取纠正措施。如果战略评估是在企业战略的执行过程中，一旦战略的实施结果出现了偏差，必须针对存在的问题，采取相应的对策和措施。如果战略评价是在战略实施终结时做出的，也必须认真分析导致战略实施出现偏差的原因，提出可行性建议，为新的战略制订和实施提供经验教训和借鉴。

第31章 用户业务流程管理

31.1 业务流程分析方法

31.1.1 业务流程分析

流程就是做事情的顺序。《牛津英语大词典》将流程定义为，一个或一系列连续有规律的行动，这些行动以确定的方式发生或执行，导致特定结果的实现。一般来说，流程由一系列单独的任务组成，并使输入变成输出的过程。

企业中的流程可以分为生产流程和管理流程，统称业务流程。从本质上讲，企业的业务流程就是由一系列具有先后顺序且互相关联的活动所组成的经营过程，由于企业的业务流程的整体目标是为顾客创造价值。因此，以顾客利益为中心，以员工为中心，以及以效率和效益为中心是业务流程的核心。

在传统企业中，组成企业的基本结构是职能相对单一的部门，由这些部门分别完成不同的任务，整个企业是一个金字塔式的层级结构，每个人、每个岗位，以致每个部门都只对其直接上级负责，主要职责是完成上级交给的任务，在任务和任务间经常出现脱节和冲突。因此，在传统企业里，各项业务工作大多是独立的，或是若干项业务构成一些流程的片段，但很少有能够贯穿企业的，畅通的业务流程，自然也就没有专职人员对各条业务流程具体负责。而信息系统项目是管理创新，它的运行基础是企业的业务流程。据有关资料，企业建设信息系统的成功率是比较低的，一般不超过 50%。为什么会出现这样的结果？有关专业人士通过分析研究得出的结论是：企业的业务流程不流畅是导致信息系统项目失败的主要原因之一。可见，对企业现有的业务流程进行分析是企业信息系统项目建设的必要前提条件。所谓业务流程分析，就是要运用多种不同的技术和方法来理解业务流程。

31.1.2 价值链分析法

哈佛商学院的麦克尔·波特将企业的业务流程描绘为一个价值链。波特指出，竞争不是发生在企业与企业之间，而是发生在企业各自的价值链之间。只有对价值链的各个环节进行有效管理的企业，才有可能真正获得市场上的竞争优势。这里所说的价值链的各个环节，其实就是企业的业务流程。企业业务流程的本质特征，一是面向顾客。这

里需要说明的是，从流程的角度理解顾客，与我们平时所说的顾客有些区别。平时一提到顾客，那一定是企业的外部顾客，而从业务流程的角度所理解的顾客，既包括企业的外部顾客，同时，还包括企业内部的顾客。在业务流程中，每下一环节的岗位人员都是上一环节岗位人员的顾客。二是业务流程跨越职能部门、分支机构或子单位的既有边界。由此可见，业务流程完成的是功能，实现的是结果。而传统管理模式重视的是职能，重视的是过程。

波特认为，企业的价值活动可以分为五种主要活动和四种辅助活动。五种主要活动包括：

- (1) **投入性活动**，如收货、储存和配置等相关活动；
- (2) **生产作业**，即将投入转化为最终产品的相关活动；
- (3) **产出性活动**，如产品的运输、储存、客户联系、订单处理等；
- (4) **销售活动**，旨在让顾客了解和购买商品，如广告、促销、市场开发等；
- (5) **服务活动**，包括培训、修理、维护保养、部件更新等，旨在提高产品的附加值。

四种辅助性活动包括：

- (1) **采购活动**，指购买用于企业价值链所有投入的活动，如购买原料、用品，购建固定资产等；
- (2) **技术开发活动**，所有价值活动都涉及技术成分，如新产品研制、技术改造、商标、专利、专门技术、软件开发等；
- (3) **人力资源管理活动**，包括员工的招聘、培训、发展、激励等；
- (4) **企业基础设施**，既指厂房设施、机器设备等硬件，也包括管理、计划、财务、法律、质量管理、公共关系等大量软件。

企业的价值活动还有其他分类，如根据所生产产品的关系，则可分为三种：

- (1) **直接活动**，指直接为买方创造价值的活动，如供应、生产、销售等活动；
- (2) **间接活动**，指保证直接活动的活动，这类活动范围广，内容多，容易被忽视，如培训、企业文化建设等；
- (3) **质量保证活动**，指那些确保企业各项价值活动质量的活动，如商标注册、聘请法律顾问等，以及兼并收购等资产重组活动。

随着市场竞争的加剧，企业之间技术、资金实力等实体资源的同质性不断增强，企业越来越认识到，竞争的焦点应该从产品或服务的生产、营销、财务等具体部门的管理，转移到从整体上考虑企业的运作，以及激励机制、组织结构等系统性的业务流程。在企业价值链中，一个业务流程就是一组以顾客为中心的从开始到结束的连续活动。业务流程的价值链分析就是找出或设计出那些能够使顾客满意，实现顾客价值最大化的业务流程。价值链就是一个创造价值的工作流程，在这一总流程基础上，可把企业具体的活动细分为生产指挥流程、计划决策流程、营销流程、信息收集与控制流程、资金筹措流程等。其中有些业务流程特别重要，对形成企业独特性的核心竞争力起着关键作用。这样

的业务流程称为“基本业务流程”，对应于价值链中的基本活动；其他业务流程是对企业的基本经营活动提供支持和服务，称为“辅助业务流程”，对应于价值链中的辅助活动。业务流程重组，就是通过重新审视企业的价值链，从功能成本的比较分析中，确定企业在哪些环节具有比较优势。在此基础上，以顾客满意为出发点进行价值链的分解与整合，改造原有的业务流程，实现业务流程的最优化。

31.1.3 供应链分析方法

供应链分析法是从企业供应链的角度分析企业的业务流程，它源于供应链管理。

供应链管理（Supply Chain Management, SCM）的核心是供应链。供应链是指一个整体的网络用来传送产品和服务，从原材料开始一直到最终客户（消费者），它凭借一个设计好的信息流、物流和现金流来完成。现代意义的供应链是利用计算机网络技术全面规划供应链中的商流、物流、信息流、资金流等，并进行计划、组织、协调和控制。

供应链有两层含义，一层含义是任何一个企业内部都有一条或几条供应链，包括从生产到发货的各个环节；另一层含义是一个企业必定处于市场更长的供应链之中，包括从供应商的供应商到顾客的顾客的每一个环节。供应链是企业赖以生存的商业循环系统，是企业电子商务中最重要的基础。统计数据表明，企业供应链可以耗费企业高达25%的运营成本。

供应链管理是从源头供应商到最终消费者的业务流程集成。它不仅为消费者带来有价值的产品和服务，还为顾客带来有用的信息。供应链管理至少包括以下六大应用功能：需求管理、供应链计划、生产计划、生产调度、配送计划、运输计划。新型的供应链管理借助于Internet使供应链上的不同利益相关者能够实现大规模的协作，成为企业降低成本、提高经营效率的关键。

供应链中的信息流覆盖了从供应商、制造商到分销商，再到零售商等供应链中的所有环节。其信息流分为需求信息流和供应信息流，这是两个不同流向的信息流。当需求信息（如客户订单、生产计划、采购合同等）从需方向供方流动时，便引发物流。同时供应信息（如入库单、完工报告单、库存记录、可供销售量、提货发运单等）又同物料一起沿着供应链从供方向需方流动。

由于供应链中的企业是一种协作关系和利益共同体，因而供应链中的信息获取渠道众多，对于需求信息来说既有来自顾客也有来自分销商和零售商的；供应信息则来自于各供应商，这些信息通过供应链信息系统在所有的企业里流动与分享。对于单个企业情况来说，由于没有与上下游企业形成利益共同体，上下游企业也就没有为它提供信息的责任和动力，因此单个企业的信息获取则完全依赖于自己的收集。

处于供应链核心环节的企业要将与自己业务有关的上下游企业纳入一条环环相扣的供应链中，使多个企业能在一个整体的信息系统管理下实现协作经营和协调运作，把这些企业的分散计划纳入整个供应链的计划中，实现资源和信息共享，增强该供应链在市场中的整体优势，同时也使每个企业均可实现以最小的成本来获得成本优势。这种网

络化的企业运作模式拆除了企业的围墙，将各个企业独立的信息孤岛连接在一起，通过网络、电子商务把过去分离的业务过程集成起来，覆盖了从供应商到客户的全部过程。对供应链中的企业，建立网络化的企业运作模式是建立企业间的供应链信息共享系统的基石。

统一的信息系统架构是决定信息能否共享的物质技术基础，主要包括：为系统功能和结构建立统一的业务标准和统一信息交流规范体系等。因为即使某些细节之处没有遵循共同的标准也会影响数据交流和信息共享。例如，供应链中的企业通过 EDI 进行数据交换时，双方必须严格遵守文件的标准格式，任意一方擅自改动格式都将导致对方的系统无法正常工作。

供应链信息系统的建立需要大量信息技术来支持，这是因为供应链管理涉及到众多的领域：产品（服务）设计、生产、市场营销、客户服务、物流供应等。它是以同步化、集成化生产计划为指导，通过采用各种不同信息技术来提高这些领域的运作绩效。

信息技术对供应链的支撑是非常巨大的，可分为两个层面。

第一个层面是由标识代码技术、自动识别与数据采集技术、电子数据交换技术、因特网技术等基础信息技术构成。

第二个层面是基于信息技术的业务流程。

在运用供应链方法分析业务流程时，涉及到的技术和方法主要有：销售时点信息系统(POS)、电子自动订货系统(EOS)、计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助制造(CAM)、ERP、CRM、电子商务等。

31.1.4 客户关系分析法

客户关系分析法就是把“客户关系管理”用在业务流程的分析上。客户关系管理（Customer Relationship Management, CRM）是一种旨在改善企业与客户之间关系的新型管理机制。它是现代管理科学与先进信息技术结合的产物，是一个获取、保持和增加可获利客户的过程，是一种以客户为中心的经营管理模式和信息技术解决方案的总和。

客户关系管理起源于市场营销理论，它的目标是充分开发企业的市场和客户资源。客户关系管理涵盖了企业的营销、销售、服务等与客户接触的相关领域，它要求企业把客户当做企业运作的核心来组织自己的生产和服务。而传统企业是根据企业内部的资源来组织生产和服务，然后再把产品推销给客户。

CRM 集中体现了两个重要的管理趋势，一是企业从以产品为中心的模式向以客户为中心的模式的转变。这种转变有着深刻的时代背景，那就是随着各种现代生产管理和现代生产技术的发展，产品的差别越来越小，产品同质化的趋势则越来越明显，可见，通过产品差异化来细分市场从而创造企业的竞争优势也就变得越来越困难。二是 CRM 的出现还表明了企业管理的视角从“内视型”向“外视型”的转变。众所周知，Internet 及其他各种现代通信工具的出现，使世界变成了一个地球村，企业与企业之间的竞争变得异常激烈，即使相隔千山万水，都可能变成面对面的竞争。

市场营销和客户服务是 CRM 的支柱性功能，也正是通过市场营销和客户服务才把企业内部的业务流程与市场联结起来，才使得企业的业务活动成为创造价值的源泉。那些对市场营销和客户服务起阻碍作用的业务流程或业务流程片断或业务活动都是有问题的，都应在梳理或改造之列。

客户关系管理的焦点是遵照“以客户为中心”的理念实现对外业务的自动化，它整合了管理、营销、销售和客户服务，以及技术支持等与客户相关的对外业务，使客户在与企业沟通时能够感觉到企业是作为一个整体在向他提供标准的、协调一致的服务，这种服务不会因为个别工作人员的个人偏差而发生变化。举个简单的例子，客户就某一产品的报价询问了企业几个不同的销售人员甚至销售部门，如果销售数据的管理存在问题，他或许会得到几个不同的报价，那样将会使客户无所适从，也会使企业在洽谈中陷入被动。CRM 能够有效防止这类现象的发生，能够确保客户通过电话、面谈、电子邮件或者 Web 等方式与企业进行无缝的、连贯的、高效的交流。

迅速发展的信息化使市场营销迅速从传统的营销方式，例如，电话营销等，转向网络营销，其发展方向是电子商务。在电子商务充分发展的环境下，丰富多彩的营销活动给潜在客户更好的体验，使潜在客户以自己的方式、在方便的时间查看他需要的信息。销售人员与潜在客户的互动行为，能够将潜在客户发展为真正客户并保持其忠诚度。

CRM 是以客户为中心的管理模式，是以信息技术为实施方法的运营模式。在这种情况下，以客户关系为切入点，分析企业的业务流程，较容易发现企业已有业务流程存在的问题和弊端，也较易于设计出科学、合理、通畅的业务流程。

CRM 的应用目标是建立真正以客户为导向的组织结构，以最佳的价值定位瞄准最具吸引力的客户，最大化地提高运营效率，建立有效的合作伙伴关系。从 CRM 的角度分析企业的业务流程，可以看到，企业的业务流程应当是以客户与企业的关系，以及客户行为为依据的，而不是传统的按照企业内部管理来实施的。由此可见，这样的业务流程充分体现了客户关系管理的思想。

31.1.5 基于企业资源规划的分析

企业资源规划（Enterprise Resources Planning, ERP）是一种融合了企业最佳实践和先进信息技术的新型管理工具，将供应商和企业内部的采购、生产、销售，以及客户紧密联系起来，可对供应链上的所有环节进行有效管理，实现对企业的动态控制和各种资源的集成和优化，从而提升企业基础管理水平，追求企业资源的合理高效利用。ERP 是由美国 Gartner Group 于 20 世纪 90 年代初首先提出的。

ERP 的最主要特点，一是 ERP 中的资源是在人们习惯理解的基础上进行了扩充。所谓“企业资源”是指支持企业业务运作和战略运作的事物，既包括我们常说的人、财、物，也包括人们没有特别关注的信息资源；同时，不仅包括企业的内部资源，还包括企业的各种外部资源。将供应链上的供应商等外部资源也被作为可控对象集成进来；二是把时间也作为资源计划的最关键的一部分纳入控制范畴，这使得决策支持系统（DSS）

被看做 ERP 不可缺少的一部分，将 ERP 的功能扩展到企业经营管理中的半结构化和非结构化决策问题。ERP 就是一个有效地组织、计划和实施企业的内外部资源的管理系统，它依靠 IT 的技术和手段以保证其信息的集成性、实时性和统一性。由此可见，ERP 是顾客驱动的、基于时间的、面向整个供应链管理的制造资源计划。

ERP 是一个层次结构，可分为三个层次，即 ERP 的管理思想、软件产品、管理系统。

1. ERP 的管理思想

ERP 的基本思想是将企业的业务流程看做是一个紧密连接的供应链，将企业内部划分成几个相互协同作业的支持子系统，如财务、市场营销、生产制造、质量控制、服务维护、工程技术等。它将系统的管理核心从“在正确的时间制造和销售正确的产品”转移到了“在最佳的时间和地点，获得企业的最大增值”；基于管理核心的转移，其管理范围和领域也从制造业扩展到了其他行业和企业；在功能和业务集成性方面，它都有了很大加强，特别是商业智能的引入使得以往简单的事物处理系统变成了真正智能化的管理控制系统。

2. 软件产品

随着应用的深入，作为 ERP 的载体——软件产品，也在向更高的层次发展。目前，ERP 产品发展成为模块化，大大提高了软件开发效率，大多数 ERP 产品供应商都在模块化的基础之上，把软件产品和软件服务进行集成，实现软件产品的技术先进性和个性化设计，为用户提供一体化的解决方案。同时，先进的 IT 技术也为 ERP 提供了技术支持手段，如网络技术、条码技术、电子商务技术、数据仓库技术、远程通信技术等，使得各企业在业务往来和数据传递过程中实现了电子方式连接；在管理技术上，在从内部到外部的各环节上，ERP 为企业提供了有效的管理工具。由于 ERP 为企业提供更多更好的功能，帮助企业实现管理信息化和现代化，因而，使得企业市场竞争力和综合实力得到提高。

3. 管理系统

毫无疑问，管理系统是 ERP 的基础和依托。对一个企业而言，由于它要根据市场预测制订全面的预算和计划，因此，企业必须实施动态管理。而一个动态的管理模式需要一个运行系统，ERP 正是这样一个系统。

ERP 是一个集成的信息系统，ERP 承诺建立跨越企业各个部门、各种生产要素和环境的单一应用原则下处理所有的事务，即意味着集成。这种集成应该包括人力资源、财务、销售、制造、任务分派和企业供应链等的各项管理业务。

具体而言，ERP 管理系统主要由六大功能目标组成：

(1) 支持企业整体发展战略经营系统。该系统的目标是在多变的市场环境中建立与企业整体发展战略相适应的战略经营系统，还需要建立与 Intranet、因特网相连接的战略系统、决策支持体系等。

(2) 实现适应全球化、集成化的市场营销，也就是实现在预测、市场规模、价格策

略、服务、分销等各方面进行信息集成和管理集成。

(3) 完善企业成本管理机制。建立全面成本管理系统，从而保持企业的成本优势。

(4) 研究开发管理系统，保证能够迅速地开发适应市场需求的新的产品和服务，构筑企业的核心技术体系，保持企业的竞争优势。

(5) 建立敏捷的后勤管理系统，与有共同利益关系的企业结成动态联盟，实现不同企业间的优势互补，用最有效和最经济的方式参加竞争，迅速响应市场瞬息万变的需求。这种敏捷的后勤管理系统能够具有缩短生产准备周期，增强与外部企业或单位的协作，实现市场、技术和信息的及时交互，改进现场管理，缩短供应周期等功能。

(6) 实施准时生产方式，把客户纳入产品开发过程，把销售代理商和供应商、协作单位纳入生产体系，按照客户不断变化的需求同步组织生产，时刻保持产品的高质量、多样性和灵活性。

ERP 对于企业提高管理水平具有重要意义。首先，ERP 为企业提供了先进的信息系统平台。ERP 系统软件不仅功能齐全、集成性强、稳定性好，能够提供准确的信息，而且具备可扩充性。其次，ERP 具有规范的基础管理，促进企业管理水平提高的功能，ERP 实质上就是一套规范的由现代信息技术保证的管理制度。最后，ERP 能够整合企业各种资源，提高资源运作效率。

31.1.6 业务流程的描述方法——BAM 法

1. BAM 法简介

上面介绍的价值链分析法、供应链分析法等都是有效的业务流程分析法，它们能够帮助我们从特定的角度认识业务流程。这些方法有一个共同的缺点，就是缺乏直观性。为了弥补以上方法的缺点，这里简单介绍一种描述业务流程的方法——BAM 法。

BAM 法 (Business Activity Mapping, 业务活动图示法) 是一个有效的业务流程描述工具。

BAM 方法主要功能是提供工作活动和业务流程情况的全面模型。该模型既有图例表述业务活动流动的情况，还能提供相关的业务活动细节，有助于我们理解业务流程运作的过程。

2. BAM 法的应用

BAM 法在业务流程改造的过程中，主要用于业务流程的描述，具体应用主要有三点，一是在业务流程改造开始时，可以应用 BAM 方法对业务流程进行识别；二是在业务流程设计时，可以应用 BAM 方法描述新的业务流程；三是在业务流程实施过程中，可以应用 BAM 方法实现业务流程的不断优化。当然，还有很多其他情况，也可以使用 BAM 法。

BAM 法的优点之一，就是它既有网络的表达能力强的优点，又有层次的简捷明了的优点。

BAM 法的启动一般是从最基本的问题开始：“这个部门负责什么？”要回答这个问题可以列出一连串的活动。具体活动还要看其复杂程度大小，将复杂的活动分成若干较低层次的细小活动。通常，一项活动可能分成 3~4 个层次，最复杂的活动可分成 7 个层次。在流程分解中，究竟一个活动该分成多少个层次合适，并无一定规；每个层次该有哪些内容也无限制。我们进行分解的目的是让分析者充分理解从最高层次活动直到最低层次——业务职能层。在实际分解的过程中，由于活动的复杂程度不同，达到业务职能层的层数也不一样。一旦在分析中达到了业务职能层，与职能内工作相关的信息全都被界定，并且纳入到图示之中。所有与其他职能的相互作用和所有的时间资料都列入了该职能示意图中，从而确定了相互关系。图 31-1 是一个业务活动图示。

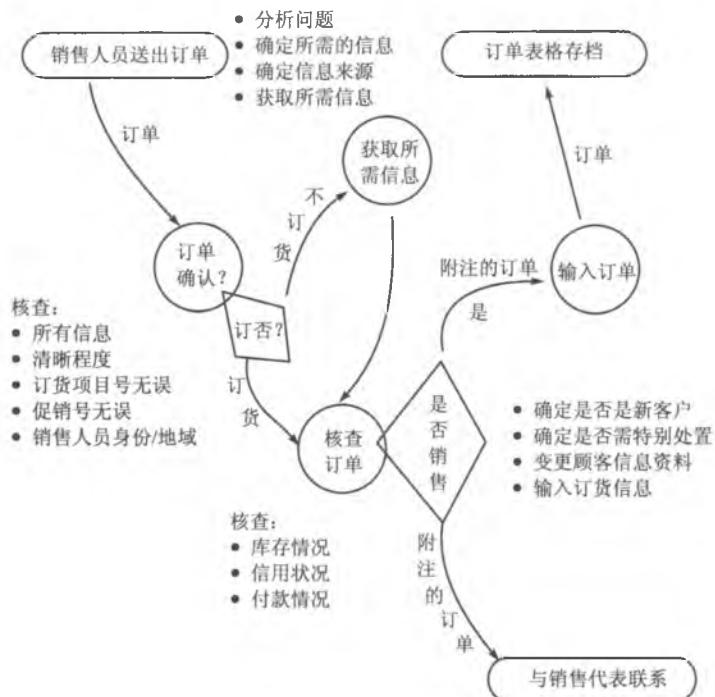


图 31-1 业务活动图示

3. BAM 法的使用要求

由于 BAM 法的用处是识别企业的业务流程，因而，分析者持有一种科学的、客观的态度是十分必要的。分析者要能容纳做事情的各种方法，不要带自己的主观色彩去看问题。业务活动图示中的信息必须是事实，而不能是分析者的解释。这就要求分析者注意从业务活动参与者本身的角度来反映、理解业务活动，分析者需有高度的灵活性和宽容度。

4. BAM 法的基本图例

业务活动图示已是一种比较成熟的方法，为了便于使用，图 31-2 是几种基本的图例。

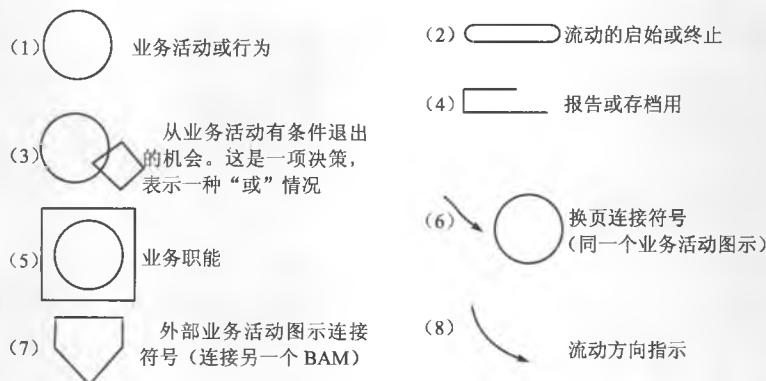


图 31-2 BAM 法的基本图例

图例说明：

(1) 行为符号：业务活动图示由一系列的圆圈组成，习惯上称之为“泡泡”。每个“泡泡”代表一项单独的工作步骤，都有一个名称。当业务职能分解层已达到，行为泡泡外面加一个方框。

(2) 决策符号：许多工作行为包含两种决策，两种决策的结果可能分别导致新的行为。多种决策则产生多个行为泡泡。一般决策以圆圈边上添加一个菱形。

(3) 业务活动图示编号，如图 31-3 所示。

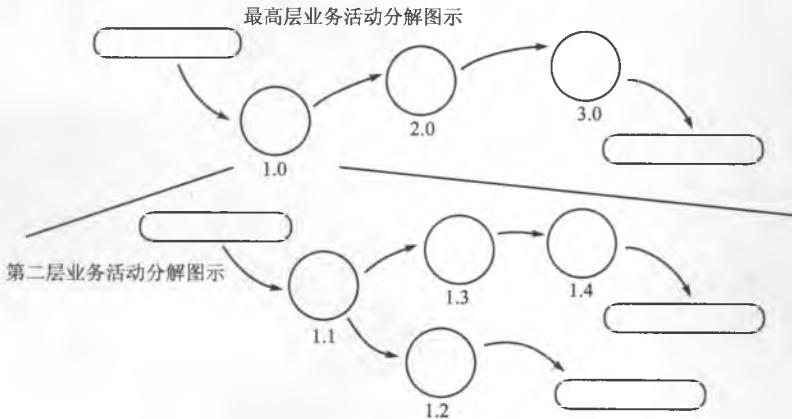


图 31-3 业务活动图示编号

5. 核心业务流程识别

BAM 法的最大价值是它可以帮助业务流程分析者识别企业的核心业务流程。所谓核心业务流程就是企业的核心业务所在的业务流程。但是，企业在实施业务流程改造时，不可能全面铺开，即使是核心业务流程（一般有多条）也不可能同时进行改造。一般情况下，流程分析员依据企业制订的原则和标准，借助于 BAM 方法选定部分业务流程实施改造。

许多公司根据三个标准来决定优先实施改造的业务流程：

- (1) 问题严重、机能失调或失灵的业务流程。
- (2) 流程本身举足轻重、对客户产生的影响巨大。
- (3) 切实可行、可操作性强的流程。

业务流程实施，人们总是希望一举成功，而成功的概率大小取决于多种因素。在进行选择时，要充分考虑主要因素，做出可行性估计。一般说来，范围小，涉及的组织单位少，所需的资源也相应得少些。无论是从项目启动，还是准备、组织或是具体实施，这样的项目可行性大，成功的希望也大。

图 31-4 所示为一个大企业的事业部的业务流程图。

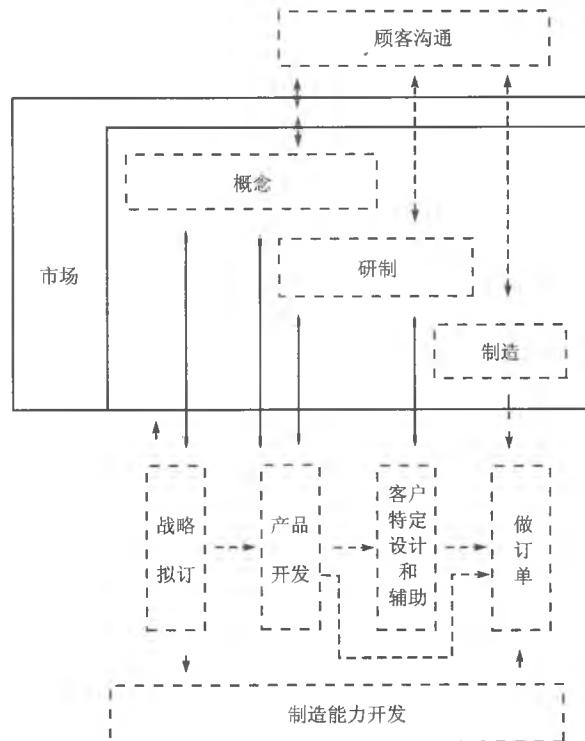


图 31-4 一个大企业的事业部的业务流程图

31.2 业务流程改造

31.2.1 业务流程再造

企业现行经营管理模式是一种职能式的管理模式，它源于经济学的开山鼻祖亚当·斯密的“劳动分工原理”和 19 世纪弗雷德里克·泰勒的“科学管理”。这种模式特别强调企业的所有活动，特别是生产经营活动要按专业化分割，把企业的经营过程分解

为最简单、最基本的工序，这样每个人只需重复一种简单工作，熟练程度大大提高；同时，对过程实施严格控制。这种做法在当时具有非常积极的意义，极大地提高了工作效率，实现了划时代的工业革命，这是由于，在当时工人素质低、劳动力廉价和技术水平有限，因此，职能式的经营管理模式得到迅速普及。阿尔弗雷德·斯隆（Alfred Sloan）将其用于通用汽车公司的组织经营管理，形成了层层上报的金字塔式组织结构，加强了部门管理，取得了巨大的成功。进入20世纪80年代，这种经营管理模式日益显露出其弊端，它主要的问题是：

（1）分工过细。企业的各种业务工作，特别是产品或服务的生产过程，要经过若干个部门、环节的处理，整个过程运作时间长、成本高。企业经营处于迟缓状态，在快速多变的市场环境中处于被动境地。职能式经营管理模式的最直接的结果之一，就是造就了科层制。在科层制下，各下属单位往往会最大化本部门利益，使自己的目标凌驾于整个组织的目标之上。随着管理层次的增多，指挥路线的延长，信息传导与沟通的成本会急剧上升，还可能造成信息在传递过程中的失真、对市场反应迟缓等缺陷，阻碍企业的进一步发展。例如，美国一家大型保险公司，随着业务的迅速发展和管理工作的日益复杂化，客户索赔竟然要经过250道程序，结果客户怨声载道，客户数量不断下降。

（2）缺乏全心全意为顾客服务的意识。各个部门按照专业职能划分，每个部门犹如“铁路警察”，各管一段。结果是各部门只关心本部门的工作，并以达到上级满意为准。“顾客就是上帝”只是营销人员的信条，企业的其他员工并不关心生产的产品或提供的服务是否能真正满足顾客的需求。

（3）组织机构臃肿，人浮于事。由于按照职能划分的原则设置机构和部门，必然造成职能越分越细，部门越分越多；同时，为了把各部门、各环节衔接起来，又需要设置专职的机构和人员进行协调和监控，进一步造成管理人员在整个企业人数所占比重不断攀升，管理费用居高不下。

（4）资源闲置或是效率低下。由于信息分散在不同的领导、部门和业务人员的手中，彼此有意或无意地设置人为的障碍，致使内部信息纵向和横向传递不畅，不但提高了企业的运营成本，还可能失掉稍纵即逝的商机。

针对传统管理模式的种种弊端，催生了企业再造理论，美国著名学者哈默和钱皮系统地阐述了“企业再造”理论和方法，为世界性企业变革树立了方向标，把企业再造运动推向高潮。

哈默和钱皮把企业再造定义为：为了在衡量绩效的关键指标上取得显著改善，从根本上重新思考、彻底改造业务流程。其中，衡量绩效的关键指标包括产品和服务质量、顾客满意度、成本、员工工作效率等。与以往的“目标管理”、“全面质量管理”、“战略管理”等理论相比，企业再造要求企业管理者从根本上重新思考已形成的基本信念，即对长期以来企业在经营中所遵循的基本信念，如分工思想、等级制度、规模经营、标准化生产等体制性问题进行重新思考。这就需要打破原有的思维定势，进行创造性思维。企业进行再造的第一步，就是要先决定自己应该做什么，以及怎样做，而不能在既定的

框框中实施再造。这是因为，企业再造不是对组织进行肤浅的调整修补，而是要进行脱胎换骨式的彻底改造，抛弃现有的业务流程和组织结构，以及陈规陋习，另起炉灶。

确切地说，是针对企业业务流程的基本问题进行反思，并对它进行彻底的重新设计，以便在成本、质量、服务和速度等当今衡量企业业绩的这些重要指标上取得显著性的提高。

哈默和钱皮提出，上述定义中有四个关键词，记住这四个关键词，就能帮我们更深刻地理解“再造”的含义。

第一个关键词是“流程”（Process）。由于“流程”是再造定义中最核心的词，所以也可以把企业再造说成是业务流程的再造（简称BPR），这里所讲的再造，不是再造一个组织或者一个部门、一项工作，而是对企业或组织的业务处理流程进行再造。所谓流程，是指一系列的业务活动的组合也就是有某个或多项东西的输入，经过一系列的业务活动，创造出对顾客有价值的产品或服务这样一个输出的过程。

第二个关键词是“显著性的”（Dramatic）。“显著性”是指企业再造，所带来的业绩将是飞跃式的提高，这种提高绝非小改进或持续不断的改善所能达到的。事实上，不少企业通过“再造”，确实取得了显著性的成效。如美国速递公司报告，他们通过再造业务流程，每年节省成本超过10亿美元，美国AT&T公司的全球商务通信系统，从九位数的亏损到九位数赢利，主要得益于再造其制造、服务和订单的业务流程。

第三个关键词是“彻底的”（Radical）。“彻底”是指再造不是修修补补，而是要舍弃旧的一套东西，对企业的业务及业务流程来一个脱胎换骨的变更。由于再造将无视现有的结构和手法，发明和创造出做好工作的全新方法。所以在再造中经常会被要求问到“为什么要用现在这样的方法去做？”，也就是要从公司和做事方法等最基本的层次开始进行质问。这样才能发现隐藏在业务实施方法后面的一些习俗、前提和规则。一旦对其进行追问，便会发现这些习俗前提和规则也许是错的、落后的或已过时不适用了。

第四个关键词是“再设计”（Redesign）。我们日常比较习惯于产品设计，“再造”认为，流程工作如何，其设计更重要。即使你的职员非常聪颖，有能力、受过良好的培训并有很高的工作热情，但假如他们所完成的业务，流程设计得很差，或是流程不通畅，或是与企业总体价值目标不一致，他们仍然不能创造卓越的业绩。可见，一个组织成功起始点是有一个设计良好的流程。

31.2.2 业务流程改造的基本思路

业务流程再造从本质上讲，是一种先进的管理思想，它强调对现行流程进行“彻底”的反思。但是，在企业中，因为无论怎样的“再造”，也不能与原有流程无关，因此，具体实施业务流程再造总是业务流程改造，企业业务流程改造的目的是要适应外界环境，特别是市场环境的变化，改造企业的现有业务流程，使企业的效率和效益得到大幅度提高。由此可见，业务流程改造可以看做业务流程再造的同义语，特别是在具体实施时，一般称之为业务流程改造。

在业务流程改造的过程中，首先要识别关键业务流程，因为关键的业务流程直接面向顾客，能够为顾客提供最有价值的产品和服务。因此，关键业务流程是业务流程改造的起点和重点。然后，要对那些关键业务流程进行评估，看其是否运行通畅，是否简洁有效，是否与企业的总体目标，与顾客价值最大化相一致。关键业务流程中，那些低效、无效，甚至是负效的业务流程是业务流程改造的重点。

毫无疑问，业务流程改造全部工作都是围绕业务流程展开的。“业务流程”是一组共同为顾客创造价值而又相互关联的活动，是一个跨越职能部门、分支机构或子单位的既有边界的价值链，业务流程改造的中心任务是把以职能为核心的传统企业改造成以流程为核心的新型企业。由上述可知，在业务流程改造的过程中，从根本上思考每一个活动的价值贡献，然后运用现代的信息科技手段，最大限度地实现技术上的功能集成和管理上的职能集成，以打破传统的职能型组织结构，建立全新的过程型组织结构，从而实现企业经营在成本、质量、服务和速度等方面的大幅度改善；是把组织内部的非增值活动压缩到最少，使全体活动都面向顾客需要、市场需求的满足而存在。总之一句话：“改造”就是“使流程最优”。

31.2.3 业务流程改造的原则

业务流程改造在追求顾客满意度和员工追求自我价值实现的过程中带来降低成本的结果，从而达到效率和效益改善的目的。业务流程改造在注重结果的同时，更注重过程的实现，并非以短期利润最大化为追求目标，而是追求企业能够持续发展的能力，而为达此目标则必须坚持流程中心原则、团队式管理原则和顾客导向原则。

1. 流程中心原则

企业业务流程，特别是关键业务流程总是在最大程度上体现了企业的总体目标和用户价值，可见，流程式管理模式最主要的特点是企业的一切工作都是围绕结果而不是围绕工序或分工。由此可见，业务流程改造注重的是业务流程整体最优，通过理顺和优化业务流程，使业务流程中每一个环节上的活动尽可能实现最大化增值，尽可能减少无效的或不增值的活动，并从整体最优的目标出发，设计和优化业务流程中的各项活动，消除本位主义和利益分散主义。

这里有一个典型的例子：传统企业里的销售人员从市场上或顾客那里得到新的产品需求后，将其交给研发部门，然后就只能等待，既不能对开发工作做日程上的监督，也不能对开发中的问题提出建议，然而他们是公司里对这件事最清楚也最关心的人，因为结果决定着他们的销售业绩。显然，这是一个糟糕的业务流程，但人们已习以为常。而按照流程中心原则，应使销售和研发形成一个完整的业务流程。

2. 团队式管理原则

在流程式管理模式下，企业的组织结构必须服从业务流程，要使组织扁平化。而要做到这些，就必须坚持另一个重要原则——团队式管理原则。在业务流程改造过程中，

首先是设计并改造业务流程。随后依据业务流程建立或改造企业组织，尽量消除或弱化“中间层”。这不仅降低了管理费用和成本，更重要的是提高了组织的运转效率及对市场的反应速度。

员工素质的提高是业务流程改造取得成功的前提条件。在以流程为中心的管理模式下，员工的积极性和主动性必然高于以往，这是因为他们不再满足从事单调、简单的工作，而是承担一定的责任，有一定的权力，在工作中能充分发挥自我，有成就感。要使员工的积极性和主动性能够得以长期保持，最有效的途径就是组成团队。

3. 客户导向原则

BPR 理论为什么会在 20 世纪 90 年代出现？这是与世界经济的发展，社会环境的变化，科学技术的进步，新技术、新方法的推广应用，尤其是信息技术的迅速发展分不开的，而且只有信息技术的发展才能保证客户导向原则贯彻到底。可见，利用信息技术能够有效地帮助企业使得业务流程改造得以很好地实施。例如，利用建模的信息工具可以重新设计经营过程；采用计算机网络、数据库和多媒体等技术建立的信息网络，能够加快信息传递，实现信息共享，其结果是将传统的串行工作方式变为并行工作方式，将企业组织结构由垂直型变为水平型，使企业成为协同工作的组织；使得企业的业务流程，特别是关键业务流程都与市场接通，与客户接通。

另一方面，科学技术的发展和管理模式日臻完善，为业务流程改造创造了条件。例如，在加工制造行业，柔性制造系统是一种能高效率、高质量地进行多品种、中小批量生产的自动化可变加工系统，利用它，企业可以快速响应市场变化，满足客户多样化和个性化需求。一些现代管理模式，如精密生产、准时制造和全面质量管理等，提倡以客户为中心，以及坚持增值第一和质量第一的理念，都体现了客户导向的原则。

31.2.4 业务流程改造的内容

企业业务流程改造是一项复杂的系统工程。它的实施要运用工业工程技术、运筹学方法、管理科学、社会人文科学等学科和技术，而且涉及企业的人、经营过程、技术、组织结构和企业文化等各个方面。

1. 技术的重构

在企业信息化全面推进的今天，由于企业的所有技术和业务，特别是企业的核心技术和服务都与信息技术结下不解之缘，因此，企业业务流程改造的一个重要内容之一就是利用信息技术重构企业的技术系统。利用先进的信息技术建立覆盖整个企业的信息网络，使每位员工通过网络就可得到与自己业务有关的各种信息。许多大企业在实施 BPR 时，都非常重视信息技术的运用。例如，有一个大型汽车零部件公司利用信息技术，特别是图像技术，重构存储系统和产品报价过程，使产品定价更及时、合理，更具有竞争力，同时公司还建立了企业级的信息网络和与供应商联络的通信网络，从而大大增强了公司的整体实力。

2. 组织结构的重构

由于建立业务流程工作小组是国外业务流程再造的一条成功经验，因此，在业务流程改造的过程中，按具体项目组成面向业务流程的工作小组，并实行组长负责制，对内指导、协调与监督小组中各成员的工作情况，对外负责及时将顾客的意见和建议反馈回小组，并尽快改进工作。在小组中，明确成员的作用和职责，并做到责权利统一，使小组形成一个享有充分自主权和决策权的团体。美国许多大公司，如 IBM 公司、美国航空公司、通用电气公司等，都是被《幸福》杂志评为全美最富有革新精神的企业。这些企业在企业内部采用业务流程小组的组织结构，增强了员工自主创新精神，提高企业工作效率和经济效益，取得了显著的效果。

3. 企业文化的重构

在市场竞争异常激烈的今天，一个企业如果仅满足于以往的成就，安于现状、不思进取，很可能会打败仗，而营造一种崇尚创新、追求创新的氛围，则是企业业务流程改造的有力保证。这种创新的氛围就是企业文化的集中体现。可见，企业在业务流程改造的同时，注意培养有利于创新的企业文化，是业务流程改造的重要内容。

4. 员工是第一顾客

竞争是企业成功的动力，各种竞争最终都归结为人才竞争，由于人才是企业最宝贵的财富，因此要为员工提供宽松的工作环境和良好的后勤保障，增强他们的主人翁责任感，使他们能够敬业爱岗、尽职尽责。一些优秀企业提出，企业如何对待自己的员工，你的员工就如何对待顾客，由此可见，要正确引导和教育员工，使他们能够处理好与顾客的关系，企业才能有竞争力。此外，办企业要像办学校一样，不断强化员工的培训、教育，尽快提高他们的素质。

5. 树立顾客至上的新观念

树立良好的企业形象，给顾客以信任感。企业的信誉扎根于产品与服务的高质量。品牌是产品立足市场的灵魂，企业要制订名牌战略，力争创名牌产品、名牌效应和名牌意识，并且要把顾客意识、品牌意识都体现在企业业务流程之中。

31.3 管理咨询

31.3.1 管理咨询的概念

管理咨询业作为咨询业的主要分支之一，自 19 世纪末产生以来，已经成为社会经济体系中的一个重要组成部分。

管理咨询，是帮助企业解决管理上的一系列问题，以提高效益的一种咨询服务。它是由具有丰富经营管理知识和实践经验的专家，深入企业现场，运用现代化的手段和科学方法，通过对企业的诊断、培训、方案规划、系统设计与辅导，对现代化企业生产经营

全过程实施动态分析，协助其建立现代管理系统，以获得强有力的竞争优势的一种专业服务活动。

管理咨询是一种高度专业化的系统服务，它服务于企业战略及管理体系。若按照服务内容划分，可分为综合性服务和专项咨询服务。综合性咨询服务是为企业提供较全面、综合的咨询和服务，包括帮助企业制订总体战略，以及各职能战略、企业组织结构与业务流程咨询服务、企业变革与发展咨询服务、长期管理改善与提升服务；而专项咨询服务是按企业需求提供某一方面的专项咨询服务，可分为管理信息系统、人力资源、市场营销、财务系统、生产作业及质量管理等。

管理咨询的行为主体是有咨询顾问资格的专家，当然还需要有企业经营管理人员、一线工人等的密切配合。咨询要立足于现场，运用多学科的理论与方法进行定量和定性分析，包括经济学、经营学、工业工程学、管理学、会计学、数理统计学、运筹学、系统工程学、信息学、社会学、心理学、生态经济学等，有效地把握企业现状，正确地判断企业未来，提出可行的改善方案。管理咨询要同时达到两个目标，一是改进现实的经营管理，二是有利于企业可持续发展。企业管理咨询是门科学，是对企业经营进行综合评价进而实施建议、指导的系统工程。

31.3.2 现代管理咨询的特征

(1) 高度职业化。现代管理咨询业已成为高度职业化的行业，要求为客户咨询的管理咨询人员严守客户公司及其个人的秘密，这样才能赢得客户的信任。

(2) 客观性和真实性。保证咨询报告的客观性与真实性是管理咨询人员必须遵循的一项准则。不仅关系到客户公司决策的正确与否，也关系到管理咨询公司的信誉与名声，以及生存发展。

(3) 咨询服务的高质量。管理咨询强调的是对症下药，量体裁衣。每一个客户的自身情况不同，面临的问题也不同，必须有针对性地提出一套解决问题的办法才能保证咨询质量，赢得市场。

(4) 与客户密切合作。在有较大竞争压力的环境中，开始一项新的咨询项目对管理咨询公司和客户公司都是新的挑战。现代管理咨询注重把咨询看做是一个过程，注重与客户公司的管理层人员尤其是高层管理人员密切合作，不断交换意见，求得共识，这样最终的咨询报告或咨询建议就容易被采纳并得到顺利实施。

(5) 与客户建立长期稳定的关系。随着管理咨询业竞争的加剧，管理咨询公司争取到一家新客户要比留住一家老客户付出更大的努力。也正因此，在西方国家，许多大型管理咨询公司与他们的老客户保持了长达十几年，甚至几十年的业务关系。

管理咨询公司为了与客户保持长期稳定关系要做好以下几方面的工作。

① 对项目要有所选择。现代管理咨询业已经是高度专业化的行业，著名管理咨询公司都有明确的市场定位，即特定的咨询领域，并把公司的信誉和名声与其特定咨询领域中的卓越技能和成功实践紧密联系在一起。有人称之为“客户评价”。

② **注重发展与客户的私人关系。**客户通常指有权决定聘请管理咨询公司并有权决定采纳和实施咨询建议的个人或集体，可见，管理咨询公司得以与老客户保持长期业务关系，是与双方高层决策人员互相了解、信任，建立健康的朋友关系是十分必要的。

③ **对客户公司要有所选择。**管理咨询公司应十分注重与大型的著名公司建立长期业务关系，这些著名公司中的管理人员素质较高，能力较强，可以较好地实施咨询建议，通过为大型著名公司提供咨询服务以提高咨询公司的知名度。

④ **管理咨询公司注重自身能力的提高和形象的完善。**在管理咨询市场的激烈竞争中，只有管理咨询公司拥有高素质的咨询人员才能提供高质量的咨询服务。然而，招聘到合适的人才只是一个好的开端，要想成为合格的管理咨询人员还需要接受有关咨询技巧和分析方法的系统培训。

⑤ **管理咨询公司的竞争优势还来自不断的研究和开发。**管理咨询公司的研究与开发侧重于新的管理思想、方法和技巧，新的咨询方式、新的解决问题的手段与思路，这些是管理咨询服务价值的主要部分。管理咨询公司也比较注重通过管理理论和方法的研究提高知名度。管理咨询实践为管理理论研究提供了有利条件。这些管理咨询公司通过不断发表理论研究的结果，树立在某些管理领域中的权威性，从而加强了竞争优势。

31.3.3 管理咨询的价值

企业对管理咨询的需求，一是当企业出现特殊问题时，如开辟新的市场、营销新产品等，需要特别的专业知识和经验，而企业自身又比较缺乏，需要借助外部的力量；二是企业缺乏一些特殊的资源，如企业内训，需要专职的教师和教材；市场调查，需要专业人员，以及调查经验和调查方法；三是有些业务在企业内很少发生，如企业包装上市、对外购并、对外投资等。一旦发生这些业务，委托咨询机构协助处理，这样会对企业有利；四是出于法律上的需要，如资产评估、会计报表审计等；五是出于保密的需要，如新产品开发、收购等。

（1）**从外部审视企业。**管理咨询机构是一种中介机构，它站在公平、客观的立场上，从外部审视企业，能够发现从内部看不到或不容易看到的问题。俗话说“不识庐山真面目，只缘身在此山中”，对企业而言，往往从企业内部难以全面和准确地发现问题，由此可见，聘请具有较高专业素质的咨询师，从外部审视企业，其价值既表现在用新的思维方式、新的观点去观察企业的现状，分析其存在的问题及原因，也表现在以科学的态度和创新精神，去设计切实可行又有所突破的方案。

（2）**解决实际的管理问题。**协助解决企业在经营管理过程中遇到的实际问题是目前大部分的企业寻求管理咨询的主要目的。这是因为大多数企业缺乏管理方面的专业人才，即使企业拥有管理方面的专门人才，由于这些人环境和条件的限制，特别是信息来源的局限性，致使他们很难对专业问题有深透的了解和理解，因此，很多工作力所不能及。比如，如何进行360度评估、如何确定高级管理人员的薪酬、是否应该进入一个新的领域等。而咨询公司有一批专业的管理人才，而且为不同的公司提供服务，掌握了大

量成功与失败的经验和案例，由此可见，企业聘请咨询机构做咨询，其实是间接地分享了社会上多个企业曾花费巨大代价换取的经验和教训。

(3) 增强企业解决问题的能力。每个成功的管理咨询机构都在咨询的实践中，积累了大量的经验，并逐步形成了各具特色的经营管理的理念、程序、技术、工具和方法，被咨询企业的领导和管理人员通过与咨询机构接触和融合，使自己开阔视野，懂得从多个角度去分析和处理问题，必然有助于企业领导思维能力的提高。所谓“授人以鱼，不如授人以渔。”管理咨询的过程也是管理咨询机构向被咨询企业进行知识传递和转移的过程，从而培养企业解决问题的能力，以便以后应对更复杂的局面。

(4) 更新观念。管理咨询机构在给企业做咨询服务的过程中，不但帮助企业解决实际问题，更重要的是可以帮助企业高层更新观念。特别是一些有实力的咨询公司，由于他们深谙先进的管理理论和理念，并且接触的企业客户多，接触的先进的管理方式和模式也较多。通过与企业里不同人员的深入沟通，新的观念很容易得到传播。

(5) 其他无形的价值。咨询顾问必须具备的一些基本素质恰好能对一些企业员工而言起到很好的示范作用。比如，高度的敬业精神，合适的职业装束，公正的评判眼光和严格的自我约束。

31.3.4 企业对管理咨询的需求

在激烈的市场竞争中，任何一个企业，无论是大还是小，也无论它处于什么行业，可能都会对管理咨询有需求，但是，企业在以下两种情况下，特别需要管理咨询服务：其一是企业出现了管理问题。比如，市场营销不力、经营决策失误、管理松懈、经济效益下滑、组织运作效率低下等。这样的事例是相当多的，如1992年，处在顶峰期的计算机巨人IBM公司亏损了近50亿美元，于是请咨询公司做了企业诊断，经过对症下药，最后才走出低谷；其二是企业发展的需要。这种情况是指企业目前运转状况虽然正常，但企业的外部环境和内部条件是瞬息万变的，企业必须有前瞻性，要适时地调整发展战略。只有这样，才能在激烈的市场竞争中占领先机。企业发展面临的课题也是多方面的，如企业发展战略、新产品开发、新市场定位、人才引进战略、战略联盟等。企业解决这些重大课题时，聘请到咨询师协助，往往能收到事半功倍的效果。在西方国家，企业邀请咨询公司做咨询服务是普遍的现象。据资料表明，世界500强企业中，有50%左右的公司拥有自己长期合作的国际著名咨询公司，100%接受过多次咨询服务，充分说明了管理咨询的重要性。

31.3.5 管理咨询的内容

管理咨询是一种帮助企业解决管理方面的问题，以提高经济效益的一种咨询服务。它的内容相当广泛，包括企业经营管理的所有领域，主要有投、融资咨询，财务会计咨询，税务咨询，商务咨询，市场营销咨询，人力资源咨询，企业战略咨询，生产管理咨

询，财务监控咨询，业务流程咨询，信息管理咨询，企业形象与文化策划咨询等。

下面简单介绍几种常见的管理咨询。

1. 企业经营战略咨询

企业为了适应瞬息万变的外部环境，必须及时准确地掌握市场动态，迅速采取与之适应的对策。企业做出的这种选择就是战略决策，战略决策正确与否十分重要，甚至关系到企业的生死存亡。

但是，企业的高层决策者往往在认识问题上存在着局限性，因为他们对本企业的情况了解得比较多，而对外部市场了解得就比较少；同时，他们在经营实践中很容易形成思维定式，而外部市场却是千变万化，因而，他们的思维容易脱离市场的实际。在这种情况下，企业高层完全凭自己的认识和经验进行战略决策，其风险是很大的。此时，聘请专职咨询机构协助企业经营管理者做企业经营战略咨询。企业经营者可以学到更多的战略管理的知识、技术、方法和经验，可以掌握更多的外部信息，摆脱陈旧观念的束缚，树立新的思想观念和经营理念。企业经营战略咨询的主要内容有：企业经营理念和战略思想；企业的市场定位；企业核心竞争力的培育；企业的产品战略、经营战略等。

2. 市场营销咨询

（1）市场营销咨询的作用。

市场营销是一门以经济学、行为科学和现代管理理论为基础，以企业的市场营销活动为主线，研究以满足消费者需求为中心的企业市场营销关系、市场营销策略、市场营销活动及其规律性的综合性应用科学。

搞好市场营销活动，对企业来说，有着十分重要的意义和作用。市场营销是企业价值的实现形式和途径，其理论可以指导企业生产、经营，对企业管理有着重要的指导作用。由此可见，搞好企业的营销对企业增强生存能力、竞争能力，提高企业的经济效益，促进企业的生存发展有着十分重要的意义和作用。

企业市场营销咨询是咨询人员充分利用市场营销的理论与方法，深入调查和分析企业的市场营销环境与市场营销活动的现状，从而发现企业面临的风险、威胁、衰退危机，以及市场机会，帮助企业解决现存问题，改善和创新企业的营销活动，使企业能够更好地规避风险，迎接挑战，战胜衰退危机，抓住并创造市场机会，促进企业快速、持续繁荣发展而进行的一种智力型服务活动。

企业市场营销咨询的具体作用可归纳为五点：

- 帮助企业发现环境威胁、挑战危机及发展机会；
- 帮助企业确立独特的市场营销战略及营销策略；
- 帮助企业增强生存能力和竞争能力；
- 帮助企业发现并解决市场营销活动中存在的问题，提高企业市场营销活动的效率及管理能力；
- 传播市场营销的基本原理和方法，提高企业经营者、管理者及职工的素质与能力。

（2）市场营销咨询的内容。

现代市场营销的核心可以被概括为 STP 营销，即细分市场（Segmenting）、选择目标市场（Targeting）和产品定位（Positioning）。由于消费者需求差异的客观存在，因此任何一个企业也无法满足广阔市场上的所有消费者的需求。可见，研究某些特定市场的特性，根据消费者需求的差异性进行市场细分，选择适宜的特定的消费者作为企业的服务的目标市场，是企业营销活动的重要内容，也是市场营销咨询的价值所在。

3. 企业财务管理咨询

企业财务管理咨询是企业经营管理咨询的重要组成部分，是企业经营管理咨询的基础，它将为经营管理咨询指出正确的方向。

（1）财务管理与财务管理咨询。

财务管理是对企业的财务活动及所体现的财务关系进行管理。

所谓财务活动就是指现代企业实物商品运动和金融商品运动过程中所体现的价值运动，即企业的资金运动。企业的投资者以获取利润为目的而投入到生产领域去的那部分经济价值，即视为投入的资本。其实物商品和金融商品的货币表现即为资金。企业的资金运动包括资金的筹集、运用、耗费、回收与分配等一系列的经济行为。

企业财务管理咨询就是以提高财务管理水，实现企业总体目标为目的，具有一定科学管理理论知识和实践经验的财务管理专家，根据企业的实际需要，深入企业现场进行调查研究，运用定性和定量等科学的系统分析方法，对企业的财务状况进行分析与评价，并结合企业财务管理的特点，以及存在的问题，以书面形式提出具体改善措施并指导其实施的一系列活动。

（2）财务管理咨询的作用。

企业在进行财务管理咨询时，其咨询的目的、对象、方法、步骤、人员构成等各不相同，但是其咨询的作用可归纳如下：

- 通过企业财务管理咨询可以对企业的生产经营成果和财务状况进行客观正确的评价，以了解本企业在同行业市场竞争中所处的地位。
- 企业财务活动是一项综合性管理活动。通过财务管理咨询可以了解本行业企业经营管理活动的客观规律，以利于提高企业的管理水平和经济效益。
- 企业财务管理咨询将为实现企业的总体目标，制订经营战略和经营决策提供重要依据，提高企业在市场竞争中自我生存和发展的能力，使企业更加适应所处内外经营环境的变化，从而在竞争中取胜。
- 通过企业财务管理咨询，改善企业财务状况，提高企业素质，帮助企业建立和健全一个高效率的企业管理职能系统。
- 企业财务管理咨询的结果，将为企业管理经营其他方面的咨询提供正确的方向和目标。
- 通过企业财务管理咨询，可以从不同的角度和各方面引进财务管理的新观点、技术方法，从而可以不断地提高企业的理财能力和财务管理的水平。

31.3.6 管理咨询的基本方法

(1) 调查的方法。咨询顾问掌握客户企业的情况有三种来源：一是记录，即各种文字形式的资料、档案、文件、单据等；二是记忆，即各种非文字形式的、储存在客户干部员工头脑中的情况；三是事实，即客户企业运行的现时状况及其环境。

获取情况的基本方法是查阅记录、交谈和观察，还有专题座谈、个别谈话和发调查表。

(2) 分析问题的方法。客户的管理问题众多，咨询人员要更准确地把握这些问题，除了具备足够的专业知识外，还要掌握正确的分析问题的方法，对所获得的资料进行归纳、分析、判断和推理，具体方法有：核实、分类、分析和综合。

(3) 设计与确定改进方案的方法。设计和确定改善方案的过程是个决策过程，它符合基本决策的一般程序，同时又体现了对改善方案及其质量标准的理解，包括八个基本步骤：提出决策目标、确定方案标准、划分方案标准、制订备选方案、比较备选方案、风险预测、风险评估，最后是选择较优方案。

(4) 教育培训的方法。在客户企业变革条件尚未成熟的酝酿准备时期，可以选用这种培训方式。目的是通过从上到下的培训，启迪变革意识，为未来的改革做好思想和能力上的准备。

帮助受训人认识企业面临的挑战和企业的不适应状况，以引起改革的欲望，拓宽视野；帮助受训人员从问题原因的分析中，认识本部门的地位、对企业现状的影响，以及改进的必要；帮助受训人员提高分析问题的能力和设计本部门乃至整个企业改革方案的能力。

培训时，要以树立新观念和提高分析能力为重点，同时针对各类受训人员的实际工作需要，列入有关的专业知识和能力训练的内容。

坚持从企业存在的问题出发，进行模拟练习或案例分析，介绍分析问题的方法、思路，使受训者今后能运用学到的方法对实际问题进行分析；把介绍其他企业做法、经验、教训和介绍理论知识结合起来，既坚持针对性，又避免直接分析客户企业的问题。

31.3.7 管理咨询的评价标准

管理咨询机构所销售的并非知识产品本身，而是知识产品对解决客户实际问题所提供的服务，重在客户的实际效果。咨询效果的特征主要表现在客户（或委托方），并具有滞后性。咨询成果应具有创见性、预见性和可操作性，并能够帮助客户取得经济效益和社会效益。咨询企业的成功案例是标志咨询企业成功与否的重要标准。

咨询企业构成环节与一般企业区别在于其投入主要是咨询专家，可见咨询专家是构成企业的关键要素，这就要求有足够的专家群体，以及专家网络才能适应咨询市场变化的需要。如果说咨询企业在市场竞争短期内主要体现为知识产品的价格与质量的竞争，那么，从长期来看，这种竞争实际是咨询企业核心能力的竞争。而核心能力的竞争是知

识体系的集合，咨询企业的发展关键不在于资本而在于人才。咨询企业必须依靠自己的人才优势，才能获取咨询市场的竞争优势。

咨询企业是以自己的知识、智慧和经验，帮助别人成功，它的产品不同于实物形态的产品，客户付款后和咨询报告的提交并不等于交换完成。

咨询企业所销售的并非知识产品（咨询报告），而是知识产品对解决客户实际问题所能提供的服务。

由于咨询企业的“产品”不能复制，因客户而异，不是千篇一律。因此，必须有系统的咨询理论与方法为指导，把源于咨询实践的不同的咨询案例所采用的咨询思路、方法、技巧不断加以提炼总结，形成高于实践的指导性“咨询产品”，以不断适应发展的咨询市场的需求。由此可见，咨询企业开展工作的基础是建立在不断学习、研究、总结，而不仅仅是单纯经验之上。

咨询公司的专家必须融入自己的团体中，才能使资产的知识形成“生产力”，同时也要十分注重以互动的方式与客户共同工作，所形成的咨询产品会营造推进客户变革的最有利条件。

客户与咨询公司不是单纯的、也不是短暂的交易活动，应看成是一种连续的、长期的、互利、互促的伙伴关系。

31.4 业务流程建模

31.4.1 业务流程模型

模型是现实世界中的某些事物的一种抽象表示。抽象的含义是抽取事物的本质特性，忽略事物的其他次要因素。模型既反映事物本身的本质特征，但又不等于事物本身。模型是理解、分析、开发或改造事物原型的一种常用手段。例如，建造大楼之前需要先做一个大楼的模型，以便在大楼动工前就能使人们对未来的大楼有一个十分清晰的感性认识，另外，大楼模型还可以用来改进大楼的设计方案。

模型是人们对某个状态的理解或观点的明确解释，它可以用数学、符号或文字表示。模型实际上都是对实体、过程或属性，以及它们之间关系的一种描述，它可以是文字描述的或者是图表说明的，当然它们一定是要有用的。无论给予模型何种定义，或者建模的意图何在，它们都有一个共同的特性，即把要建模的系统中的元素映射到模型中去。

企业业务流程是企业为顾客创造价值的相互关联的活动。按照系统论的观点，系统是由相互作用和相互依赖的若干组成部分结合而成、具有特定功能的有机整体。因此，一个业务流程是由完成该流程的要素构成的系统。一般来说，一个业务流程，尽管它可能比较复杂，还是比较容易理解和认识的；但是，一个企业绝不止是一个业务流程，而是很多个，而且还可能在流程之间存在交叉、嵌套等关系。这时，在总体上理解和认识业务流程就不是一件容易的事情了，往往需要借助于先进的工具、技术和方法，特别需

要借助于信息化技术。在这种情况下，建立业务流程模型就成为非常关键的一环。

31.4.2 业务流程建模技术概述

模型的表示形式可以是数学公式、缩小的物理装置、图表文字说明，还可以是专用的形式化语言。模型建立的思路有两种：自顶向下、逐步求精和自底向上、综合集成。

业务流程建模分为三个层次，第一个层次是模型的要素，即目标、知识和数据。其中，目标，也就是模型研究的目的；知识，是指现实系统的知识和模型构造知识；数据，是指系统的原始信息，这三方面构成了建模过程的输入。第二个层次是模型的构造，它是具体的建模技术的运用过程。第三个层次是对模型的可信性分析，它是指分析所建模型能否满足系统目标。

业务流程模型的表现形式与普通系统模型是有区别的。描述业务流程模型最常见的方法是形式化描述和图示化描述。形式化描述方法的特点是精确、严谨，易于系统以后的实现，但难以掌握和理解，模型可读性差，往往只有专业人员才会使用，因而难于推广。图示化方法由于其直观、自然，易于描述系统的层次结构、功能组成，且简单易学，通常还有工具软件支持，因而成为业务流程的主要描述工具，但这种方法的精确性和严谨性不够。

企业业务流程是企业为取得预先定义的结果而需执行的一组逻辑相关的任务。一个业务流程是为顾客或市场提供或生产指定服务或产品而设计的一组结构化的、可测量的活动。它强调了目标在企业内实现的路径和方法。从中可以看到，企业业务流程有两个重要的特性：一是企业业务流程拥有服务对象，既包括内部的服务对象，也包括外部的服务对象；二是企业业务流程跨越组织边界，企业业务流程一般情况都发生在企业内各个部门之间或企业与外部环境之间。企业流程一般是由开始端、结束端、接口、涉及的企业部门，以及服务对象组成。典型的企业流程包括：开发新产品、向供应商订货、建立市场营销计划、處理及支付保险费等。

企业业务流程包含三个要素：实体、对象和活动。

实体，业务流程发生在企业实体之间。它们可以是企业间的、功能间的、人与人之间的。

对象，业务流程的功能就是对对象进行操作，这些对象可以是物理的或信息的。

活动，业务流程涉及管理活动和业务操作活动。

企业业务流程可以分为核心流程和辅助流程。我们把由企业环境中的某人或另一个企业启动的流程称为核心流程，如向供货商订货，这样在企业与其环境之间就建立了直接的关系；我们把由企业内部启动的流程称为辅助流程，如库存控制、人员招聘等。

业务流程模型不仅反映了组织、企业或系统的动态特性，而且随着其技术的不断革新，进一步应用到企业分析和设计，以及信息系统的开发上。

业务流程模型抽象了企业中各元素（如活动、角色、工具等）之间的关系、行为和特征。目前已经出现了许多的企业业务流程建模技术，如 RAD（Role Activity

Diagrams)、IDEF0、Petri-net、状态变化框图（state transition diagrams）、流程建模语言PML等。

31.4.3 几种业务流程建模方法简介

1. 标杆瞄准

标杆瞄准（Benchmarking）是一个连续、系统化地对外部领先企业进行评价的过程，通过分析评价，确定出代表最佳实践的经营过程和工作过程，以便合理地确定本企业的业绩目标。人们形象地把标杆瞄准比喻为是一个合理合法地“拷贝”优秀企业成功经验的过程。

（1）标杆瞄准的分类。

- 产品式。这是最早、也是最为广泛采用的形式；
- 程序式。目的在于通过不同企业间的作业程序、业务流程与活动的比较分析，发现“隐藏在不同企业和不同部门市场表现差异背后的关键因素”；
- 组织式。对有相关性的不同企业的组织系统进行全面对比衡量，以期剖析出特定环境下影响组织机构设置、功能、效益、协调性变化的内在规律，从而创建或改造出效率更高、灵敏度更高、适应性更强的企业组织；
- 战略式。侧重点是对不同企业间各种影响战略制订、细化和实施的因素进行衡量、比较和分析，以期寻找到制胜的关键要素。

（2）实施标杆瞄准的程序。

- 确定需要进行标杆研究的流程和影响流程成败的关键因素；
- 确定瞄准目标的标杆企业、组织及其流程；
- 通过走访、调研、会谈、专业期刊、广告等采集数据，并进行分析；
- 从众多标杆数据中，选定最佳改进标准；
- 根据标杆指标，评估企业的既有流程，并确立改进目标。

虽然，标杆瞄准可以通过创造性地采用优秀企业的最佳实践来加快再造进程，加强组织间的联系，促进相互学习，但同时还必须看到，企业组织效能所涉及的因素往往非常复杂，环境的动态变化常常造成不同企业组织间的假设、条件和影响因素的可比性偏弱，在全面导入标杆瞄准进行大规模组织刷新的做法大都收效甚微。正基于此，大多数企业都把标杆瞄准方法作为企业业务流程建模的辅助方法。

2. IDEF 建模技术

IDEF（Integration Definition method）建模技术是美国空军为集成化计算机辅助制造工程（即 ICAM 工程）而开发的一套系统分析和设计方法，它是一种结构化的分析与设计方法，包括三个分别描述系统不同视图，且相互补充的模型系统，即功能、信息和动态模型，也分别称为 IDEF0、IDEF1 和 IDEF2。IDEF0 描述系统的功能活动及其联系；IDEF1 描述系统的信息及其联系，建立信息模型作为数据库设计的依据；IDEF2 用

于系统模拟，建立动态模型。IDEF0 功能模型是对企业所完成的各项活动及活动之间的相互关系的一种结构化描述，其基本要素是用方块表示功能活动。活动是一种变换或操作，它接受输入，在某种规则的控制下，利用企业资源将输入转换成输出。

IDEF0 的特点是其层次分解性，它利用一套完整的、严密的规则，将一个复杂的系统层层往下分解，即较高层次的一个活动可以按需要细化成一组较低层次上的活动。由此可见，IDEF0 方法表达的模型是一组按阶梯层次分解的图形。

IDEF0 的建模特点使它可以用来描述企业的业务流程，它的基本元素即功能活动与业务流程的构成元素——活动是一致的。它的阶梯层次可用来描述业务流程的阶梯结构特性。从高层次看，IDEF0 的功能活动与业务流程相对应，而从低层次看，功能活动与流程的业务活动相对应；利用 IDEF0 的活动描述方式及活动之间的联系方式就可以很好地描述业务流程的体系结构。

业务流程是由一组逻辑相关的活动组成的，业务流程的建模是制订业务流程改造计划的一项重要内容。IDEF0 图实际上是一种有向图来描述一个业务流程的组成，以及活动间的相互关系，即用节点表示流程的各个活动，用带有箭头的直线或折线表示从一个活动转向另一个活动的信息流。这种模型形象、直观、易于理解和分析，但是这种图形化的模型没有深刻揭示业务流程的内部结构特征和规律，而且当业务流程很复杂时，所对应的有向图就成为一个相互交叉、混乱的网络，不利于分析流程的特征。

3. DEMO

DEMO (Dynamic Essential Modeling of Organization, 企业动态本质建模法)，是一交叉学科理论，它采用语言/行为观点，描述和解释企业的业务流程，为业务流程改造提供技术支持。这里的企业包括工业企业、商业企业，以及服务企业等一切组织。DEMO 适用于任何组织系统进行建模。

为了实现企业业务流程改造，人们需要充分理解企业的组织结构和业务流程，也正因此，DEMO 采用了白箱建模方法，以企业中人们之间的交流为基础，主要研究人们在对话过程中发生的行为。执行式交流的显著特征是对客观世界产生影响或带来变化。

企业实际上是彼此履行职责的人的集合体，企业事务是每一个企业系统的基本组成，连贯的企业事务构成了企业流程。同时，在研究企业事务时，我们抽象出执行式对话中特定的事或人，集中研究其承担的作用和功能，由此，引入了“角色”这一概念。一个角色的功能可以由许多不同的事物（人或设备）实现，而一个事物也可以完成许多角色的功能。

DEMO 方法是由五种模型构成，它们分别是：接口模型，业务流程模型，行为模型，信息模型，以及事实模型。业务流程模型 BPM 是 DEMO 方法的主要实用工具，它显示了所有识别的事务类型，以及它们之间的因果及条件关系。

要构造企业模型，首要的一步是识别企业事务，它们是每个企业的重要组成单元，也是 DEMO 方法中最重要的一步。企业事务是执行式对话和客观行为的集合。在企业事务的第一个阶段，即指令阶段，企业事务的启动者和执行者双方就未来要执行的客观

行为进行磋商并达成共识。在执行阶段，实现在指令阶段达成共识的客观行为。在企业事务的最后阶段，即结果阶段，双方对执行阶段的结果达成一致。

在识别企业事务时，一个重要的方面是要区分执行式对话和信息式对话的区别，有时它们非常相似。执行式对话将导致某种行为，该行为会在客观世界产生新的事实。而信息式对话只会对已经存在的信息进行传递或做数学运算。由于企业事务是产生于人们之间的执行式对话中，因此，我们在建立企业流程模型时，只需认真研究企业中的执行式对话。识别企业事务的步骤归纳如下：准备一个描述企业流程的文件；识别出对话式行为；请求，承诺，汇报，接受；确定参与执行式对话的双方，以及将会产生的事实；以对话式行为中提议为基础，把对话式行为连接成相应的企业事务；对企业事务中隐含的对话式行为的组成部分进行补充；检查识别出的所有企业事务，确定是生成了新的信息，还是仅仅对已存信息进行运算或重新分配，如果是后者，则删除它。

企业流程模型 BPM 描述组成一个企业业务流程的企业事务之间的时序关系。在 BPM 中，有两类时序关系：因果关系和条件关系。当一个事务的完成引起了另一个事务的开始，我们称之为因果关系；当一个事务的完成是其他事务启动或完成的条件，我们称之为条件关系。BPM 旨在描述企业事务之间的关系，为了详尽地表示这些关系，企业事务被分解成不同组成阶段。同时，我们在企业事务各阶段之间引入了两类关系：因果和条件关系。企业流程框图则描述企业中所有事务阶段之间的各种关系。

确定企业流程模型的步骤如下：描述企业事务各个阶段的角色，即启动者或执行者；确定事务阶段之间的因果和条件关系；在流程表中描述因果和条件关系；检查所有事务阶段的角色。

4. Petri 网技术

由于企业业务流程烦琐复杂同时又经常发生各种变化，因此，业务流程建模一直是较难解决的问题。Petri 网作为一种从过程的角度出发描述和分析复杂系统的模型工具，具有形式语义定义、图形表达的直观性、数学的理论严密性等优点。Petri 网是适用于多种系统的图形化、数学化建模工具，为描述和研究具有并行、异步、分布式和随机性等特征的信息加工系统提供了强有力的手段。作为一种图形化工具，可以把 Petri 网看做与数据流图和网络相似的通信辅助方法。作为一种数学化工具，Petri 网可以建立各种状态方程、代数方程和其他描述系统行为的数学模型。因此，基于 Petri 网的建模与分析方法被越来越广泛用于业务流程建模和流程优化。

在建模的过程中，如果使用条件和事件的概念，那么位置就代表条件，转移则代表事件。一个转移（事件）有一定数量的输入和输出位置，分别代表事件的先决条件和事后条件。位置中的符号代表可以使用的资源或数据。应用 Petri 网可以有效地对企业业务流程进行建模和系统仿真，实现业务流程的执行和控制管理。由于现有的大部分业务流程建模的工具和分析方法都没有考虑到企业实际流程的复杂性，没有考虑到相同的流程对象在不同系统、不同企业中的可迁移性，因而，在使用中，经常会遇到障碍和问题。而 Petri 网技术由于其通过分层和面向对象程序设计方法中的抽象和继承的引入，能够

实现业务流程的全部或部分自动化，在此过程中，文档、信息或任务按照一定的过程规则流转，实现组织成员间的协调工作以达到业务的整体目标。

一个企业的实际业务流程结构往往是复杂的、反复的和交连的。例如，一个维修服务的流程就涉及评估、备品请求、维修、记录、复核等许多处理过程，任务多达 100 多个。对于一个设计者而言，设计如此复杂的业务流程有时候几乎是一种不可能的任务，即使设计出这样的流程，最终用户使用和理解如此多的图表是非常困难的。在大部分情况下，将流程有层次地分解和复合不失为解决问题的有效途径。同时，不同企业、不同系统中的许多流程又是可以复用的，这种分层的机制对于现有流程的复用也是一种很好的方法，例如，一个备品请求流程就可以被相似的服务性企业所复用。

Petri 网的主要功能开始是为各种与并行系统有关的特性和问题提供分析方法。利用 Petri 网模型可以研究两类特性：依赖于初始状态和独立于初始状态的特性。前者指状态行为特性，后者是指状态的结构特性。Petri 网可以分析的状态行为特性有可达性、有界性、可逆性、包容性和持续性等。

31.4.4 业务流程建模的软件实现

现在，信息技术已使业务流程改造朝着自动化、集成化和程序化的方向发展，一个企业的业务流程改造方案都可以集成到一个或一套强大的软件开发工具中来实现，并在整个业务流程改造的过程中对企业的业务流程的模型化、模拟和分析起到非常有效的支持作用。其中功能较为完备的 BPR 软件开发工具有：Oracle Designer/2000、DEC model X1.1、Process Wise V2.0 和 BDF V1.0 等。

1. Oracle Designer/2000

Oracle 的可缩放应用开发求解方案，包括两个产品系列，即 Oracle Designer/2000 和 Oracle Designer/2000TM。前一个产品系列支持 BPR 较复杂系统的建模，以及分析和设计的图示化；后一个产品系列则使得运用它的组织机构具有能够快速而有效地建立起从工作群组级到企业级的复杂、完善的系统能力。

Oracle Designer/2000 的基本功能有：

- (1) 模块化的企业业务流程开发功能；
- (2) 可视化系统与设计建模；
- (3) 模型驱动的应用开发；
- (4) 开放的信息仓储；
- (5) 系统建模；
- (6) 业务过程建模；
- (7) 系统设计；
- (8) 客户应用生成；
- (9) 服务器生成；

- (10) 信息仓储的维护管理;
- (11) 客户-服务器设计复杂性的控制。

2. DEC model X1.1

DEC model X1.1 是由 DEC 开发的良好的 BPR 软件工具，可以在工作站上运行。它允许建模者建立一个过程模型，定义此过程中发生的所有活动，并用消息表示过程与活动之间的相互作用。所有活动和启动它们的事件可以以它们自然发生的方式连接。它还可以建立图形界面，模拟执行过程，模拟结果可帮助判断过程定义的好坏。

31.5 业务流程实施

31.5.1 业务流程实施的策略选择

由于业务流程改造是企业重大的管理创新，因此，业务流程实施不能像一般业务工作一样，只要布置下去问题就基本解决了。业务流程能够顺利实施，不仅需要有正确的决策，更重要的是需要有一个好的策略。

1. 创新企业文化

新的业务流程的规划、设计直到实施，是一个不断创新的过程，其背后的决定因素是人，由于人的思维模式决定了新的业务流程设计的品质，导入的接受程度，以及后续的执行成效，因此，企业业务流程的设计与实施应建立在一个良好的企业文化及价值观之上。这样才能取得明显的绩效，企业才能持续进行各项流程改造与改善。若不改造企业文化，则改造工作非常容易失败，即使成功，暂时取得的成果也会因为不被组织成员认同而很难坚持下去。改造企业文化有下列方法：

- (1) 高层领导人以身作则，明确地认同新的价值观；
- (2) 培养骨干，特别是对业务流程实施起着关键作用的岗位，一定要由新业务流程的认同者来担任；
- (3) 建立与业务流程实施有关的新的评价制度和管理制度；
- (4) 以正式化的、成文的条文，取代非正式化的、不成文的规范；
- (5) 以员工参与的方式，取得员工的共识。

必须注意的是，由于企业文化不是短时间内形成的，因此改造企业文化必须经过长时间才能见效，毫无疑问，这是组织设计中的一项重点工作。

2. 聘用管理咨询机构协助

改变管理模式，进行企业流程改造是一项繁杂、庞大、科学的工作，其中涉及到企业自身的全体员工和庞大的业务集合。为了使其真正能够取得成效，实施过程中必须体现出专业的管理思想，同时借助必要的管理工具和分析手段，单靠企业自身来完成是困难的，甚至是不可行的。企业的领导层必须坚定不移地对此保持全面的重视和领导，最

好聘用专业的管理咨询公司来协助实施。这样做的好处主要有两个方面，一是专业的管理咨询公司具有丰富的专业知识和实际操作经验。他们比较多地了解和预计业务流程实施过程中可能出现的问题和困难，并有良好的应对策略；二是业务流程实施必然引发不同群体利益上的矛盾和冲突，往往这种利益因素的作用比技术原因更关键。由于外部咨询机构的人员与企业业务流程实施过程利益无关，因此由他们协助设计并协助实施比较容易被员工接受。

3. 借助信息化技术

从本质上讲，企业业务流程改造就是企业信息化的重要组成部分，而规范化的流程管理模式则是企业信息化的前提条件，否则企业在进行大型的管理信息系统和 ERP 系统实施时就很难推动。但是，由于我国大多数企业目前不具备规范的流程化管理模式，也缺少大型管理软件的应用经验，这些矛盾和问题在企业业务流程实施的过程中必然会暴露出来，因此，现在很多企业虽然已经意识到大型的信息管理系统对企业经营的重要性，开始做大型管理信息系统的实施，但大型管理信息系统和 ERP 系统本身在应用时要求企业拥有规范的信息处理流程，而这个信息处理流程又几乎与业务流程紧密相关。目前国际上先进的大型管理信息系统和 ERP 系统大多体现了现代的流程管理思想，因为流程管理本身就源于软件工程，因此企业借助 MIS 或 ERP 系统实施的机会，彻底转变企业的管理模式，不但实现了企业管理的创新，而且还可以保证系统实施的成功，可以达到事半功倍的效果。反之，继续在现有模式下单纯进行 MIS 或 ERP 项目的实施，不太可能取得系统的成功实施，这也是国内大部分企业此类项目实施最终失败的根本原因。

4. 选好改造的突破口

企业业务流程是一个极为复杂的系统，在企业里，业务流程不但数量众多，而且错综复杂、纵横交错。面对复杂的情况，在业务流程实施的过程中，一定要选好突破口。也就是要抓住主要矛盾，只有抓纲举目，才能纲举目张。而这个“纲”，就是那些关键的业务流程，因为这样的业务流程能够满足顾客的关键需求，满足经营目标，满足竞争需求。关键的业务流程实施后，可以取得经验，以点带面，最后实现全面突破。

31.5.2 业务流程实施步骤

业务流程重组就是重新设计和安排企业的整个生产、服务和经营过程，使之合理化。在具体实施过程中，可以按以下程序进行。

第一步：对原有流程进行全面的功能和效率分析，发现存在问题。

根据企业现行的业务流程，绘制细致、明晰的业务流程图，并从以下方面分析现行业务流程的问题。

(1) 寻找现有流程中增加成本、运行不畅的环节，分析现存业务流程的功能、制约因素，以及关键问题；

(2) 根据市场的变化、技术的发展，以及企业的现实情况，找出业务流程改造的切入点；

(3) 根据市场的发展趋势，以及客户对产品、服务需求的变化，对业务流程中的关键环节，以及各环节的重要性重新定位和排序。

第二步：设计流程改造方案，并进行评估。

在设计流程改造方案时，要对流程进行简化和优化，可以考虑以下几方面。

(1) 将现在的多项业务或工作进行合并，这是因为，由于在职能式的管理模式下，把本来是整体性、相关性很强的业务或工作，分成了多项互相独立的业务和工作，这是传统企业流程不畅、效率不高，经常发生推诿和扯皮的重要原因；

(2) 要优化业务流程中的活动顺序，在可能的情况下，最好照顾其自然顺序；

(3) 为同一种业务流程设置若干种运行方式。比如，一个制糖企业，季节不同，企业的业务流程也会不同。特别是那些与市场衔接的业务流程，一定要考虑到市场可能发生的变化，对于各种变化要有相应的应对策略；同时，还应有突发事件的应对方案；

(4) 业务流程一般会超越组织的界限，跨越组织边界。这时，可能引起一些新的矛盾和问题，如何消除它们是业务流程实施过程中比较关键的事情；

(5) 变事后管理为事中管理或事前管理，尽量减少检查、控制、调整等管理工作；

(6) 尽量改串行工程为并行工程。因为，业务流程实施过程，其实是一个使业务流程不断简化和优化的过程，而提高业务流程的效率和价值就是其主要目标。因此，在许多情况下，并行要比串行的效率高得多。

还有一个问题，特别值得注意，那就是在业务流程实施的过程中，要尽量避免长官意志，实行科学决策。对于提出的多个业务流程改造方案，还要从成本、效益、技术条件和风险程度等方面进行评估，选取可行性强的方案。

第三步：制订与业务流程改造相配套的组织结构、人力资源配置和业务规范等方面的改造规划，形成系统的业务流程实施方案。

由于企业业务流程的实施是以相应组织结构、人力资源配置方式、业务规范、沟通渠道甚至企业文化作为保证的，所以，只有形成系统的业务流程改造方案，才能通过实施达到预期的目的。

由于系统的业务流程实施方案，应当是对传统职能式管理模式的根本创新，因此，它应当有许多不同于原有管理模式的新的技术、方法和举措。以下措施特别应当引起重视。

(1) **组建自主的、多功能化的业务流程实施小组。**它们是业务流程实施的重要的组织保证；

(2) **引入项目组的工作方式。**项目组工作方式是业务流程管理模式的最重要的管理形式。所谓项目组的工作方式，就是要把工作按照项目组织人员化成一个个具体的项目。当项目结束时，该项目组也就自行解散，人员回到原来岗位；

(3) **改变管理者和监督者的角色。**在职能式管理模式中，管理者与被管理者、监

督者与被监督者的界限分得十分清楚，而且不可逾越。而在流程式管理模式中，不同的角色是可以互换的，还可以互相兼任或兼容。比如，在一个业务流程中，上道工序的岗位人员就是下道工序的管理者，而下道工序的岗位人员，则成为上道工序的监督者；

(4) 缩小组织单元的规模。在职能式管理模式中，由于一个机构的地位和利益是与其握有资源的多少密切相关的，因此，每个组织都有扩大组织规模的倾向，都想争得更多的资源，从而提高组织的地位，相应的，也会得到更多的利益。这样，必然导致组织规模越来越大。而流程式管理模式中，一个组织握有的资源越多，也就意味着其责任越大，为组织要做出更多的贡献，其负担也就越重。因而，在流程式管理模式中，各级组织有缩小规模、减少资源占有的倾向。在业务流程实施中，缩小组织单元的规模，既是业务流程实施的需要，同时，也必然成为各组织单元的自觉需要；

(5) 精简管理层。职能式管理模式的最大弊端之一就是管理层次太多，从而导致企业成本居高不下、效率不高。在流程式管理模式下，由于业务流程冲破了组织界限，因而，使得有些管理层次成为多余，甚至成为业务流程实施的障碍。这时，精简管理层就成为水到渠成的事情了；

(6) 做好业务流程培训。企业新的业务流程实施的过程，也是新的企业价值观确立的过程。而要使企业所有的员工都能接受企业新的价值观，并不是一件简单的事情。可见，对于企业员工，特别是业务流程实施的骨干员工进行新的业务流程培训无疑是业务流程实施中最重要的工作之一。

第四步：组织实施与持续改善。

由于实施业务流程改造方案，必然会触及原有的利益格局。因此，必须精心组织，谨慎推进，在组织内形成共识，才能保证业务流程改造的顺利进行。

31.5.3 业务流程实施的组织保障

业务流程实施是基于组织进行的，如果组织的自我更新能力丧失了，也就不可能真正推动各类流程的优化、重组和改造。组织能否根据环境、对手、市场、客户需求的变化，进行适应性的调整、变革，关键在于管理者的思维能否进行适应性改造。只有管理者的思维能够顺应外部环境变化，接收内部自我更新，提高适应能力，组织才可能具备业务流程实施所需的组织力，也才能从根本上保证业务流程实施顺利进行，保证对新的运营模式需求的高度敏感性和创造力，保证对市场、对环境、对客户需求的快速感知能力和反应能力。一个对改变思维定势心怀恐惧，或者无所适从的组织，是不能期待它有勇气和智慧真正完成业务流程实施的。

31.5.4 业务流程实施与信息系统规划

业务流程改造之所以能达到巨大的提高，在于充分发挥了信息技术的潜能，即利用信息技术改变业务的过程，简化业务过程。由此可见，信息技术的应用是业务流程实施

的重要技术保证。而信息技术应用的前提是有一个与其配套的信息系统规划，这是因为，业务流程实施与信息系统规划相互作用，相辅相成。

一方面，信息系统规划要以流程改造为前提，并且在系统规划的整个规程中以业务流程为主线。随着业务流程再造的深入，要求业务信息系统不断提高其集成化、智能化，以及网络化的程度，对信息系统规划提出了新的要求，要求信息系统定位于面向客户、面向不断变化的业务流程。

另一方面，面向流程的信息系统规划驱动企业的业务流程改造。信息系统的科学规划，使得信息的收集、存储、整理、利用和共享更为方便快捷，使得产品的市场调查、产品构想、工程设计、生产制造、销售服务等环节的并行成为可能，从而打破了企业传统的专业化分工，为业务战略的实现，设计新的业务流程或改造已有流程，借助信息系统的规划与信息系统的最终实施来实现企业业务流程的改造创造了条件。基于业务流程的信息系统规划能够适应企业当前或未来的发展需要，使信息系统的建设更具有有效性与灵活性。

基于业务流程的系统规划一定要突破以现行职能式管理模式的局限，从供应商、组织、客户的价值链出发，确定企业信息化的长远目标，选择核心业务流程为实施的突破口，在业务流程创新及规范化的基础上，进行系统规划与功能规划。

基于业务流程的信息系统规划主要步骤如下：

(1) 战略规划。主要是明确企业的战略目标，认清企业的发展方向，了解企业运营模式；进行业务流程调查，确定成功实施企业战略的成功因素，并在此基础上定义业务流程，制订信息系统战略规划，使得信息系统目标与企业的目标保持一致，为业务流程实施提供战略指导。

(2) 流程规划。面向业务流程的信息系统规划，是数据规划与功能规划的基础。主要任务是选择核心业务流程，并进行流程分析，识别出关键业务流程，以及需要改造的业务流程，画出改造后的业务流程图。

(3) 数据规划。在业务流程规划的基础上识别由流程所产生、控制和使用的数据，并对数据进行相应的分类。首先定义数据类，所谓数据类指的是支持业务流程所必需的逻辑上的相关数据。然后进行数据的规划，按时间长短可以将数据分为历史数据、年报数据、季报数据、月报数据、日报数据等；按数据是否共享可以分为共享数据和内部专用数据；按数据的用途可分为系统数据、基础数据和综合数据等。

(4) 功能规划。在对数据类和业务流程了解的基础上，建立数据类与过程的关系矩阵（U/C矩阵）对它们的关系进行综合，并通过U/C矩阵识别子系统，进一步进行系统总体逻辑结构规划，即功能规划，识别功能模块。

(5) 系统实施。由于基于业务流程的信息系统和借助于信息技术的业务流程实施方案在本质上是统一的，其区别只在于考虑问题的角度不同，因此，对于业务流程实施和信息系统应以何为主，应根据企业实际情况进行策略选择。

31.6 业务流程评估与持续优化

31.6.1 业务流程评估

企业业务流程建模为流程管理人员提供了理解和认识业务流程的方法和途径，业务流程实施则实现了由方案到运作的转化。效益最大化是企业追求的最高目标，也应是业务流程改造追求的最高目标，可见，检验企业业务流程改造的好坏，绝不仅仅看方案先进程度如何，也不能仅仅看实施过程是多么热火朝天，最重要的是要看业务流程实施后的效果如何，要对业务流程进行评估。因此，业务流程评估是业务流程改造整个过程中非常重要的一环。

1. 业务流程方案评估

为了科学地、系统地分析和评估业务流程实施效果需要引入业务流程分析评价方法。

(1) 增值性分析。

利用模型的对象属性尤其是活动的价值系数分析流程的运营合理性和潜在问题。该分析方法可用于对现存企业流程建模和业务流程实施后的效果进行分析。

增值性分析是为了从流程角度衡量流程的“瓶颈”活动，通过评价模型的活动的三个参数 r （价值系数）、 f （贡献）、 c （成本），衡量活动的运行效果。所谓“瓶颈”活动，是指那些制约业务流程运行的关键活动。分析时，可选用层次分析法等方法构造增值性分析的指标体系；然后通过仿真运行，比较流程各活动的 f 值，结合流程特点，将活动区分为增值性活动、准增值性活动和浪费性活动，进而找出流程的瓶颈活动或问题活动；最后从问题、法则、假设三方面分析造成该问题活动的深层原因。

(2) 流程设计的正确性检验。

在完成业务流程设计后，借助于有关工具对它进行可行性分析；还可以利用 Petri 网的语义进行冲突与死锁检测，验证业务流程改造的合理性、正确性。

(3) 业务流程方案的评价。

对新流程的评价包括两个方面：单项指标评价和综合评价。可对所建模型进行仿真模拟运行，从而获得关键指标数据，对比分析不同方案的仿真结果实现单项指标评价。而一个复杂业务流程的评价是具有多个输入和多个输出的评价问题，只依靠定性方法是无法解决的。对于综合评价，我们抽取仿真结果的某些关键指标数据，可采用数据包络分析（Data Envelopment Analysis, DEA）等方法同时考察多个绩效指标实现综合评价。DEA 是评价同类部门或单位间的相对有效性的一种决策方法。DEA 是在企业管理中用来研究具有多输入、多输出的边界生产函数的有力工具，因而，可用它来研究与边界生产函数有关的问题，如资金分配问题，最小成本问题等，多个业务流程方案比较就属于此类问题。

2. 业务流程实施条件评估

企业实施业务流程改造的效果如何，其决定因素除方案本身优劣外，实施条件的好坏也是一个决定的因素。因为，对于一个管理混乱、政令不畅、赏罚不明的企业，实施业务流程改造，可能不但不会带来正面的效果，反而会产生负面的影响，使得混乱的业务流程更加混乱。因此，对企业业务流程实施条件进行评估是业务流程改造的一个重要内容。

(1) 管理基础。管理基础是一个比较宽泛的概念，包括制度建设、标准化建设、创新体系建设，以及企业文化建设等，其中，重要的一个方面就是企业是否具备明确稳定的供、产、销及指挥、协调、控制的管理标准或制度，并且得到贯彻和执行。管理基础可以从两个方面进行评估，一方面是看其管理体系是否先进、完备，这可以从企业的战略管理、内控制度、市场反映能力等来评价；另一方面就是通过测试的方法来判断，比如，抽查一定数量的仓库发料业务，看其是否严格执行标准，有无差错，差错比率是多少，从而对其管理基础得出结论。

(2) 人本管理传统。人群关系理论的应用在20世纪50年代达到顶峰，民主管理，如职工参与决策、提案制度、协商制度等在一定程度上提高了员工的积极性，员工的自我实现意识，担任富于挑战性的工作渴望增强。业务流程改造取得好的结果需要高素质的员工队伍，而高素质的员工队伍又需要经过较长时间的培育和培养，可见，那些缺乏人本管理传统的企业实施业务流程改造将面临较大的风险，可能最终导致业务流程改造失败。比如，团队组织负责人的道德风险，有关业务人员不负责致使数据失真。由上述可知，人本管理是业务流程改造取得成功的不可或缺的重要条件之一。

(3) 企业信息化。企业业务流程改造取得成功离不开信息技术的支持，通过信息技术的运用，设计出一个准确、清晰的业务流程结构模型，不仅能定性地，而且还能定量地描述业务流程中的信息流动量与流动方向、各部门要素相互关系与等级划分等，从而使业务流程管理实现自动化和信息化。许多成功地实施业务流程改造企业的经验都表明，先进的信息技术能够为过程描述、过程分析及业务流程改造提供有力的支持。例如，企业如果已实现内部联网或统一数据库，具有专家系统或决策支持系统，或虽不具备，但只需较少投入就能实现，这样的企业实施业务流程改造，其成功的概率就大得多。而如果企业缺少信息技术支持，由于落后的信息处理模式，必然是机构膨胀，效率低下，对外界的变化，特别是对市场的变化反应迟缓，这样的企业实施业务流程改造其后果是很难乐观的。

3. 业务流程改造效果评估

哈默和钱皮把企业再造定义为，为了在衡量绩效的关键指标上取得显著改善，从根本上重新思考、彻底改造业务流程。不难看出，企业业务流程改造的成果必然体现在经营管理的绩效上。衡量业务流程改造效果的关键指标主要有：产品和服务质量、顾客满意度、销售增长率、成本、员工工作效率等。同时，业务流程改造取得显著效果的一个

标志是带来企业文化，特别是员工价值观的变化。看员工的价值观是否发生了变化，业务流程改造成功的企业总结出能够体现先进价值观的语言：“工资是顾客给的，所以必须为使顾客乐于付工资而工作”、“任何职位都是必需而重要的，自己的工作是必不可少”、“仅仅到公司上班并没有太大意义，要为体现自身价值而工作”、“问题要靠自己解决，要对问题负责”、“自己属于小组，要与小组共荣辱”、“明天不同于今天，不断学习也是自己的职责”。

31.6.2 业务流程持续优化

1. 业务流程持续优化的必要性

BPR 建立在批判传统职能分工的理论基础上，现代管理理论认为，职能分工的优势是熟练的专业技术，其固有的缺陷是工作层层转手而产生耽搁和差错，责任不清、相互推诿，用部门的狭隘目标取代整体目标，等等。传统的改造方法难以奏效的根本原因是人们无法突破职能分工的部门限制，往往只能对原有业务流程和部门进行简单增减或排列组合，并且在这个过程中，形成了大量直线思维定式，例如，提供生产设备的企业可能总是认为顾客从不维修买来的设备，一有问题就需要生产厂家的技术支持，为了保证良好的售后服务，就需要在消费地建立配件仓库；如果顾客服务工作薄弱，往往只想到在顾客所在地建立服务机构或改进有关人员的工作，等等。而信息技术的发展为扬弃职能分工提供了可能，在某种意义上说，传统职能组织是收集加工来自其他部门信息的“信息处理机构”，这些机构决策职能有限，如果企业能够利用计算机处理加工所需信息，那么这些“信息处理机构”的职能就需要有所增减和改变。由上述可知，包括团队组织在内的现代组织方式取代传统职能组织是信息技术不断进步的必然结果。而企业应用信息技术绝不会是一蹴而就，它是一个不断发展变化的过程。这就决定了与信息化相伴而生的企业业务流程改造也必然是一个长期的过程。可见，业务流程持续优化是企业生存发展的需要。

2. 业务流程持续优化的重点内容

(1) 不断改善基础条件。与西方企业相比，我国企业缺乏系统的管理理论指导与应用历史，大部分企业管理基础薄弱，人本管理思想应用范围有限，信息技术仍然滞后，特别是“信息孤岛”现象比较严重，各个职能部门往往形成各自独立的信息系统，如会计电算化系统，订单处理系统等。许多企业信息技术的应用还停留在提高工作效率上，没有形成企业或延伸至客户和供应商的统一数据库。在这样的企业里，业务流程改造的效果往往有限。在这些企业，实施业务流程改造以后，一个重要的任务就是要不断改善基础条件，比如，加强管理基础建设，推进企业信息化等。

(2) 不断提高认识水平。业务流程改造必然引起企业管理体制和机制的一系列变革和创新，毫无疑问，实现变革和创新的关键因素是人的因素，而人的因素的实质是人的认识。因此，企业业务流程不断优化的过程其实是人的认识不断提高的过程，特别是

企业管理层认识的提高更是与业务流程持续优化密切相关。

影响业务流程持续优化的不正确认识主要有：一是新的业务流程在运行过程中，一出现问题，就惊惶失措，认为业务流程改造失败了。要知道，这种认识是片面的，出现一些问题本来是正常现象，要想到，原来的业务流程不也经常出现问题吗？只不过是那时不把问题归结到业务流程上罢了。问题的关键不是出不出问题，而是出了问题怎样对待，怎样解决。其实，问题正是业务流程优化的突破口；二是当新的业务流程比较平稳地运行时，就认为业务流程改造彻底结束了，再也不用为业务流程操心了。这是一种用静止观念看待业务流程的做法。我们知道，业务流程本身是动态的，这是因为，企业的内外环境在变化，企业的业务内容在变化，人们的思想观念在变化，在这种情况下，用静止的观念去把握变化的事物，必然陷入被动境地。其实，企业的管理层应当认识到，业务流程平稳地运行，正好为业务流程优化留出足够的时间和空间，可以使得优化方案做得更好。

(3) 不断发展工具方法。企业实施业务流程改造的过程中，必然应用许多先进的工具和方法，特别是大多数实施业务流程改造的企业都借助于信息技术。在这种情况下，有些人可能进入认识上的误区：既然用的工具和方法都是先进的，就没有必要改进了。其实，这种认识是片面的。这里有两方面的问题：一是工具和方法在不断地发展，随时都会有更好的工具和方法出现，用原来的工具和方法比较难于解决的问题，而采用新的工具和方法可能会比较容易地解决问题；二是不同企业的问题不会是千篇一律，即使同一个企业，新的问题也会不断出现。可见，选择最适合自己的企业的业务流程的工具和方法是十分重要的。

第 32 章 知识管理

32.1 知识管理概念

32.1.1 什么是知识管理

我国传统文化中早已出现了“知识”的概念。《论语》中“知”出现过 116 次；王充《论衡》中讲到“知为力”，是人类第一次明确指出“知识就是力量”。关于知识管理，比尔·盖茨（Bill Gates）在《未来时速》一书中多处谈及，他说：“作为一个总的概念——收集和组织信息，把信息传播给需要它的人，不断地通过分析和合作来优化信息——知识管理学是很有用的。但是就像它之前的添加再设计一样，知识管理学变得歧义百出，任何人想给它添加上什么意义都可以……假如新闻记者跟一家数据库公司交谈的话，就会发现知识管理是数据库中最新的事物。假如记者跟一家群件公司交谈的话，就会发现知识管理的意思是下一代群件……知识管理是个手段，不是目的。”

知识管理目前还没有一个被大家广泛接受的定义，就如同当初知识是由什么构成的一样没有统一意见。如果从广义来理解知识管理或给它下个定义，知识管理就是利用组织智力或知识资产创造价值的过程。

知识的获取、整理、融合与创新成为经济发展最强劲的推动力，也是一切决策的基础。无论是社会、组织和个人，都将知识流作为信息时代生存和发展的基本手段。最普遍的是，在公司的雇员、部门、甚至与其他公司一起，创造和共享知识价值。

由上述可看出，所谓知识管理就是：对有价值的信息进行管理，包括知识的识别、获取、分解、储存、传递、共享、价值评判和保护，以及知识的资本化和产品化。值得注意的是，虽然知识管理经常需要 IT 技术帮助，但是知识管理本身不是一门技术。

过去在工业化大生产时代，只要把人管好，把机器管好就万事大吉了，而今天的企业单靠管理好人和机器已经不能保持长久的竞争优势，机器的运转速度经常满足不了生产的要求，人才的流动更是异常的频繁。企业要想提高利润率、降低成本，获得竞争优势，需要不断优化流程，提高产品和服务的质量，提高顾客满意度和忠诚度，这些是需要企业中的每一个人的知识和技能来贡献价值的，因为在企业中，一切有形商品、资产、无形关系等价值创造因素其实都是人的行为结果，并依赖人的持续努力而扩大。

高尔夫球童可以看做一个知识工作者的简单例子。好球童不应该只会背球棒和捡

球，当高尔夫球者咨询时，一个好的球童将会给他提供一些建议，如“由于风的存在使得第九个洞比实际长15码”。一天工作完成后，准确的建议可能使得球童获得更多的小费。在另一方面，从球童建议中获得利益的高尔夫球者更有可能下次再到这里打球。如果一个好球童愿意把他知道的知识同其他球童分享的话，那么最终他们将获得更多的小费。知识管理如何运作使得这种情况发生呢？球童的主人可能会做出决定，由于分享他们的小费，给他们提供流行商品的信用作为给他们的奖励。一旦这个最好的建议收集起来，球场的经理将把这信息汇集在笔记本上，并且把他们发给所有的球童。一个设计良好的知识管理计划，其最终结果使得每个人都赢。在这个例子中，球童获得更多的小费和可以买更多的商品；高尔夫球者由于他们从球童集体经验中得到技术会打得更好；而球场的主人也获利，因为较好的得分带来更多的回头客。

知识管理的建设和有效运作，离不开技术的支撑，技术是构建知识管理系统的基础，也是实现知识管理的强大推动力。知识管理的各种功能和服务的实现，最终都得依靠知识管理技术。知识管理技术并不局限于IT技术，其他如编辑出版技术、发行技术等均是开展知识传播的传统技术，并且已发挥着重要作用。但IT技术是知识管理产生的真正催化剂，也是知识管理得以有效实现的基本前提。

现在越来越多的企业开始重视知识管理，很多企业纷纷实施内部办公自动化(OA)，或者搭建不同层次的知识管理平台，但是很多企业的知识管理还是比较初级的，IT的广泛使用起到的作用仅仅达到信息传输。良好的状况应该是企业不仅仅靠内部OA系统来存放文件、进行有效的时间控制和流程管理，更重要的是企业要将每一个文件资料进行总结，并提炼出好的方法和理念，以及具体在实际工作中的作用。就好像一个客户服务中心，拥有的知识除行为规范外还需要有客户经常咨询的问题总结、好的回答方式、应急措施等，这些东西是靠客户服务中心每一个人的长久的习惯形成的，但是这样的知识对于一个企业提高客户服务水平的价值是非常大的，即使一个工作能力很强的人走了，其他人照着这个规范依然可以继续。很多企业不想在培训新员工方面花太多的时间，试想如果企业有良好的知识管理系统，那么这个新员工只要浏览一遍知识管理系统里面的东西，并知道遇到问题怎么寻求解决的方法就可以快速地开展工作了。

整合营销传播中谈到的一个概念是每一个企业都要懂得去整合资源，资源整合的能力成为企业非常重要的能力，以前的形势是资源是稀缺的，信息也是稀缺的，现在的形势是资源依然是稀缺的，但是信息是充足的甚至是超量的，那么对信息和资源的有机整合就成为企业需要学会的。知识管理就是一种整合信息和资源的方法，每一个企业都有必要检查一下，团队中每一个成员在工作中的方法是否形成了好的工作模式，这些模式是否得到了传播和储存。具体到组织结构层面，企业不仅仅需要好的档案管理员，还需要高明的知识管理员。当团队中的工作智慧转化成新的生产力的时候，企业才是良性运转的企业，而不是当某个员工在某个时候突然遇到问题时会挠着头皮说：“这个问题好像听×××说过怎么解决，但是记不清了”，公司也没有储存，其他人也都不知道。知识管理，是每一个企业获得生命力和创新发展的源泉。

32.1.2 知识管理的研究方法

我国著名学者乌家培教授认为：“信息管理是知识管理的基础，知识管理是信息管理的延伸与发展”；“信息管理经历了文献管理、计算机管理、信息资源管理、竞争性情报管理，演进到知识管理。知识管理是信息管理发展的新阶段，它同信息管理以往各阶段不一样，要求把信息与信息、信息与活动、信息与人连接起来，在人际交流的互动过程中，通过信息与知识的共享，运用群体的智慧进行创新，以赢得竞争优势。”

对知识管理的定义，可谓仁者见仁、智者见智，主要有三个学派：行为学派、技术学派、综合学派。

1. 行为学派

知识管理的行为学派认为，“知识管理就是对人的管理”。这个领域的研究者和专家们一般都有着哲学、心理学、社会学或商业管理的教育背景，他们主要研究人类个体的技能或行为的评估、改变或改进过程。他们认为，知识等于“过程”，是一个对不断改变着的技能等的一系列复杂的、动态的安排。这些学者要么像一个心理学家那样热衷于对个体能力的学习和管理方面进行研究，要么就像一个哲学家、社会学家或组织理论家那样在组织的水平上开展研究。

行为学派研究的角度包括：从组织结构的角度研究知识型组织；从企业文化的角度研究知识管理观念，如学习型组织；从企业战略角度研究企业知识管理战略；从人力资源的绩效考评和激励角度研究知识管理制度；从学习模式的角度研究个人学习、团队学习和组织学习，等等。

2. 技术学派

知识管理的技术学派认为，“知识管理就是对信息的管理”。这个领域的研究者和专家们一般都有着计算机科学和信息科学的教育背景，他们主要研究信息管理系统、人工智能、重组和群件等的设计、构建过程。他们认为，知识等于“对象”，并可以在信息系统当中被标识和处理。

技术学派研究的角度包括：从知识组织的角度研究知识表示和知识库；从知识共享的角度研究团队通信与协作的技术；从技术实现的角度研究知识地图系统、知识分类系统、经验分享系统、统一知识门户技术等；从系统整合的角度研究知识管理系统与办公自动化（OA）系统、企业资源计划（ERP）等系统的整合，等等。

3. 综合学派

知识管理的综合学派则认为，“知识管理不但要对信息和人进行管理，还要将信息和人连接起来进行管理；知识管理要将信息处理能力和人的创新能力相互结合，增强组织对环境的适应能力”。组成该学派的专家既对信息技术有很好的理解和把握，又有着丰富的经济学和管理学知识。他们推动着技术学派和行为学派互相交流、互相学习，从

而融合为自己所属的综合学派。由于综合学派能用系统、全面的观点实施知识管理，所以能很快被企业界接受。综合学派强调知识管理是企业的一套整体解决方案，在这套解决方案里，第一是知识管理观念的问题，第二是知识管理战略的问题，第三是知识型的组织结构问题，第四是知识管理制度的问题，接下来还有知识管理模板，比如，规范的表格等问题。在此基础上，将知识管理制度流程化、信息化，将知识管理表格和模板界面化、程序化，将企业知识分类化、数据库化，在考虑与其他现有系统集成的基础上，开发或购买相应知识管理软件，建设企业的知识管理系统。

32.2 知识管理对项目管理的意义

在当今信息驱动经济的时代，应抓住最有利的时机，并且最终从知识资产而不是有形资产中获得最大利益。知识管理的好处与公司所掌握的知识有直接联系，为了使公司从知识资产中获得最大利益，知识管理的从业者认为知识必须被分享并且作为合作基础。没有一个良好的商业环境，知识管理充其量是无意义的，更坏的情况可能还有害。由此可见，一个有效的知识管理计划应该帮助公司做到以下一个或几个方面：

- (1) 鼓励思想自由，培育创新精神。
- (2) 通过减少反应时间来提高客户服务的水平。
- (3) 通过快速向市场提供产品和服务来提高收入。
- (4) 通过认识雇员知识的价值并给他们相应的报酬，从而提高雇员留职率。
- (5) 采用流水线的操作，并且通过减少多余或不必要环节来降低成本。

这些是最常见的例子。有创造性的知识管理在任何实际商业运作中都能够提高效率和生产率，以及增加收入。

项目推动的知识型企业的核心业务是开发和运作项目，将企业中一次性的，具有明确目标、预算和进度要求的，多任务的活动视为项目，并按项目的专业化技术和方法进行管理，能够比常规方法更好、更快地实现目标的管理实践。按照项目的复杂程度、管理范围将项目分为企业级、部门级和小组级三个级别。按照项目的性质和创新程度将项目分为保持、改善和创新三类。

基于项目推动的知识型企业能够适应新商业环境的要求，随着时间推移，在不同成长阶段有着不同的管理模式。项目管理在企业管理中的地位得到不断提高，基于项目推动的知识型企业虽然有着自身的成长阶段划分，但必须适应新商业环境变化对企业管理方式的影响。企业经营管理模式一般经过“管理项目”的传统模式、“管理项目化”与“按项目管理”的现代模式。今后，构建“战略项目管理”与“项目股份化”的经营管理模式应当成为主流。

1. 传统管理模式：管理项目

在该阶段，企业决策者的精力主要放在研发或市场拓展项目上，通过对研发或市场

拓展项目的管理来管理企业，该管理模式在管理理念上认为：项目管理就是在确定的时间、成本和质量要求下，完成既定的任务，项目经理的角色仅仅是被动地执行。通常运用管理企业的方法来管理企业的项目，企业缺乏专门的项目管理人才，粗放的项目进度管理工具方法得到运用；在企业里没有形成项目管理的氛围，知识管理环节薄弱。这种管理模式主要运用于企业的创业和集体化阶段。在该阶段，企业的组织结构一般是非正式结构或集中式的职能结构。企业的成长建立在一定的历史机遇上，取决于决策者率先进入存在潜在需求的某个业务领域，并迅速完成一定的资金与经验积累，具有很大的偶然性。在该阶段，基于项目推动的知识型企业存在的主要风险是决策者对项目选择的失误、缺乏有效的职业化的管理人才，以及人才的流失。

2. 现代管理模式：按项目管理

在该阶段，基于项目推动的企业其项目管理的水平得到很大提高，采取矩阵式的组织结构，实行管理项目化，通过项目进行管理和按项目管理企业，顺应了“压缩组织规模、组织结构扁平化、给一线员工授权，以及借助外部资源、提供跨职能部门解决方案、建立学习型柔性组织”的现代管理潮流。20世纪90年代以来，多达50%企业的工作以项目形式进行，基于项目推动的知识型企业采用专业化的项目管理，在新产品研究开发、市场营销、技术创新、产品产业化升级及新产品生产线更新等方面的表现超越了对项目进行管理的本身，而上升为一种企业管理理念和运作模式，被称为企业管理项目化或企业按项目管理。

项目实际是一个计划要解决的问题，或是要完成的任务，有开始的起点和结束的终点，可以分解为多个子任务。对于企业来说，就是在预定期限和适当的预算下要完成的目标，是一个涉及跨部门、跨专业的团队组织活动。按项目进行管理，就是在企业的规范化和精细化阶段，打破僵化的官僚组织结构，跨部门解决问题；是在企业新建工种、新产品开发、生产制造、市场营销及工艺履行等方面引进管理项目化的理念，实行按项目管理的工作方式，建立矩阵式的组织结构，由企业级项目管理办公室统筹安排整个企业的项目，建立一套项目化管理的运作体系，项目观念渗透到企业所有业务领域，从“满足部门要求”到“满足项目要求”转变，按项目配置企业的内外资源。管理项目化突破了原有职能业务型组织形式，以创新为导向强调变化，培养企业的创新型文化。

3. 未来管理模式：战略项目管理

随着企业的进一步发展，企业发展战略与项目管理，以及营销管理逐渐融为一体，运用系统理论，通过标准化与流程化再造，压缩企业日常管理比重，根据企业创新发展的总体要求，由职能管理模式向整体项目管理模式转变，将公司发展战略细化成项目群，按照项目管理的规律进行项目主导型的企业管理，即战略项目管理，将成为基于项目推动的知识型企业的主流经营管理模式。该阶段以目标为导向，对推动企业发展有直接影响的单项业务层面和部分进行有效的项目型WBS、OBS，以及CBS的分解，实施网络计划与里程碑监控。企业的价值理念是使相关者满意，企业管理的宗旨由使上级满意转

变为面向结果与过程控制，使利益相关者均得到最大程度的满意。

在该阶段，基于项目推动的知识型企业着眼于企业整体战略目标的实现来管理整个企业范围内的项目，并实现项目管理与知识管理的有机协同。由于企业的发展依赖于今后战略项目的不断成功，对于高风险战略性项目实施项目股份化管理模式，采取 BOT 的方式开发新的战略性项目，以充分挖掘与培养企业的知识资本，使企业持续成长。企业业务成为一种多项目组合，所有项目构成企业业务内容并支持企业发展。

项目驱动的知识型企业成长速度快，但最容易失败。如果该类企业能够及时预知其下一阶段即将来临的发展特征，并提前进行管理变革，就可以避免失败，也会使转型过程中的企业真正成长起来。将企业成长过程与企业项目管理和知识管理协同联系起来的经营管理模式，对基于项目推动的知识型企业成长具有重要意义。随着中国加入世界贸易组织，企业将面临更为残酷的竞争。在此背景下，项目的成功带来商业的成功，项目管理与知识管理必将成为基于项目推动的知识型企业参与国际竞争的有力武器。从一般的管理项目，到通过项目进行管理，再到管理的项目化和按项目管理，以至今后的战略项目管理和项目股份化，所形成的新的项目管理理念与项目管理流程，以及方法体系，将帮助基于项目推动的知识型企业不断走向成功。

32.3 知识管理的内容

32.3.1 知识管理与信息技术

传统企业在管理体制、市场营销、财务物流、仓储运输、生产制造、技术开发和人力资源等方面所面临的困难，在很大程度来自于知识管理水平的低下，而且大多数企业管理者和社会公众对此缺乏认识。

我们举个例子，一个生产摩托车的企业面临市场竞争，造成利润低下的困境，其原因是多种多样的。比如：对目标客户的分析不明确，导致产品线复杂混乱，排量从 70CC (1CC=1mL) 一直到 250CC，无重点可言。这是典型的知识管理问题。

员工的个体知识不能转化成为公司的团体知识，重要岗位，如配套、质量、销售岗位人员一旦跳槽，企业的经营就大受影响，这也是典型的知识管理问题。

市场推广不利，客户关系管理不善，对经销商缺乏控制，这又是典型的知识管理问题。

财务现金管理混乱，原料采购与销售不匹配造成短缺或浪费，企业缺乏基本的分析和控制手段，这还是典型的知识管理问题。

如此问题举不胜举，以至于企业经理人员每天疲于奔命，而生意每况愈下。这样的企业比比皆是，它们怎样才能够认识到问题的症结所在呢？

谈起知识管理，普遍存在的误区是认为它是继“目标管理”、“全面质量管理”、“企

业流程再造”之后最激动人心的领域之一，并认为这是一个新兴的领域。另外一个普遍存在的误区是，既然信息技术已经为我们带来了数据管理（Data Management）和信息管理（Information Management），那么现在该是知识管理（Knowledge Management）顺理成章地粉墨登场的时候了。这样看来，所谓的知识管理就变成为“只有信息技术才有知识管理了”。

深究起来，其实是由于人们将技术论和方法论两个混为一谈，所以才导致以上两个误区的诞生。

正如 Collins (1997) 所说：“大量的知识其实都统一在了我们的生活形式当中。可以试想，如果知识都通过纸张或其他有形媒介来传播，那将会发生什么呢？我们知道，这样所能传播的知识比我们所能想象的要少得多。”人类在过去几千年中，在生活和生产的实践过程中，就在不断地创造各种关于知识和事实管理的方法——既包括方法论也包括技术论。

印度的学者就把知识管理看得很古老。“仅就印度而言，知识管理的最初起源，并非在‘公司部门’这个环境之中，而起源于公元前8世纪到公元前4世纪成书的《奥义书》。在《奥义书》中，知识管理是靠着一代又一代的智者们，将知识传授给他们的弟子，以及追随者来进行的。‘知识获取’的方式是通过观察和讨论来进行的；‘知识保管’则采取存入人们大脑，或以文字的方式记载下来；‘知识传播’则主要是通过演讲，以及辩论的方式进行的。”所以，知识管理并不是什么新鲜而时髦的管理概念，而是一直以来就存在的东西。

信息技术对知识管理起着强大的推动作用，但这并不意味着知识管理就必须要有信息技术为开端。如果我们过多地、孤立地强调和应用所谓的知识管理工具，而没有将知识管理的方法论与使用情境有效地结合起来，那么，即使有信息系统的支撑，知识管理也是失败的。

“知识管理 10%是技术，20%是流程，70%是文化。这三者可以看成知识管理系统的组成部分。在一个具体的企业中，这三者的结合所产生的非线性宏观效应并不是三个部分简单相加的结果。”

知识管理是在管理自然演化到现阶段以后的新的管理思想，它的重点依然是管理的五项基本职能（计划、组织、人事、指挥和控制）。

在知识的活动中，“数据”、“信息”、“知识”、“智慧”和“道德”构成基本元素，它们都是人脑“神经细胞”活动的结果。

知识管理系统包括实体系统和概念系统两个重要部分。在实体系统中，包括“人”的神经系统、计算机系统和商业系统（业务流程）三个部分。对于这三个部分的不同组合，是知识管理思想有别于信息技术管理思想和传统管理思想的关键。信息技术管理思想只考虑计算机系统和商业流程这两个部分，这就是企业信息系统；而传统管理思想只考虑“人”与商业流程这两个部分。由上述可知，只有结合三者的管理思想——知识管

理思想——才是符合社会发展潮流并能够帮助企业解决问题的管理思想。

“企业的知识管理可以说就是形成和管理企业的知识资产。将知识资产即‘知识’作为‘资本’进行经营，使‘知识’从‘资产’上升为‘资本’，并结合货币资本产生全新的企业资本形式，从而为企业带来巨大的价值，使‘知识’成为企业的生产力。这种富有知识的个人知识资产为企业带来的价值与企业付给他们个人的报酬差距是巨大的，这就是知识资本家获得‘价值’的秘密。他与工业经济时代的资本家获利有本质的区别，那些工业资本家只获得‘剩余价值’，而知识资本家却获得了‘超级价值’。”

计算机、网络技术的普及和应用，以及信息技术的水平越来越高，对组织的渗透越来越大，使管理者感到不能对这些熟悉的问题浅尝辄止，而应该对其有深层次的、清晰的、系统的认识，并要把握其内在的规律性，从而获得更高层次的管理绩效。基于这样的认识，知识管理才受到了人们广泛的重视。

32.3.2 知识管理在企业管理中的作用和地位

自20世纪80年代以来，管理学领域的新理论不断涌现。归纳起来，有两个引人注目的方向：其一是用系统和战略的眼光看待管理理论，如和谐管理理论、复杂适应性系统（CAS）和组织流程再造（BPR）等；其二是从信息和知识的角度来切入管理，如企业资源计划系统（ERP）、学习型组织和知识管理等。

知识管理作为知识经济时代出现的新兴管理思想，并不是孤立于企业经营管理体系之外的。它本身就是从其他管理领域中提取有关“知识”的管理理念，经过抽象和综合分析，才逐渐形成的一种战略思想，从它诞生的那一天起，就与战略管理、人力资源、财务、行政、市场、研究与开发等管理领域具有千丝万缕的联系。可以说，“知识管理”这一棵管理学科中的幼苗，是在众多原有管理范畴的共同滋养下才逐渐成长、发展成一个宏伟而完整的思想体系的。

知识管理战略，是知识管理思想在战略管理领域的直接体现，对企业整个的知识管理思想体系起到提纲挈领的作用，其他的知识管理活动和制度都在知识管理战略这个总纲领下逐步展开。信息技术，以及在信息技术的基础上建立的知识门户和知识管理系统是知识管理的基础，信息化的知识管理系统既是知识管理思想对于信息管理领域的开拓，也是其他知识管理活动得以开展的基础。可以说，有知识管理系统的知识管理不一定是好的知识管理，但没有知识管理系统的知识管理一定不是好的知识管理。

企业管理里的基本职能管理包括行政管理、人力资源管理、财务管理等；按照企业价值链可以看成四个部分：市场营销管理、研发管理、采购与物流管理、生产制造管理。知识管理对整个管理学都产生影响，把对现代管理学发生作用的每一部分抽取出来，就能发现知识管理与职能管理或者流程管理的相互联系与区别。

从行政管理的角度来讲，文档资料分类和保存管理等办公自动化（OA，Office Automation）的内容，就属于知识管理。知识管理与财务管理的结合，如知识资产的管理，属于知识管理。人力资源管理中对知识型员工的管理属于知识管理的范畴。概括来

说，在行政管理、财务管理和人力资源管理这三个重要的职能领域，知识管理分别体现为办公自动化/文档管理系统、知识资产管理以及知识型员工的招聘、激励和职业生涯设计等内容。

从流程上来看，第一个内容是市场营销管理，其中很重要的就是客户关系管理（CRM, Customer Relationship Management）。在 CRM 中单点接入是一个很重要的概念，也就是客户知识通过整合后，客户无论是采取何种沟通方式（如电话、传真、电子邮件等），与何人沟通都能根据唯一的客户知识库得到一致的服务。流程的第二个内容是研究与开发管理，研究与开发管理中对知识创新的管理显然属于知识管理的范畴。第三个内容就是采购与物流管理，与知识管理密切相关的主要时供应链管理（SCM, Supply Chain Management）。供应链管理为什么实施起来很难，就是因为数据的标准很难统一。如果一个企业内或企业间没有一个统一的数据标准，那么这个接口做起来就很难。这里的接口和标准，就是知识管理要考虑的问题。除此之外，供应链企业之间的知识转移、采购文档与模板也都是知识管理的重要内容。流程管理的第四个内容是生产制造管理，主要指企业资源计划系统。虽然 ERP 具有现代管理思想，但它同时也是一个大型的运算器。这个大型运算器里有很多的算法、很多的流程，这些算法和流程就是已经规范化的企业最佳实践，是知识管理需要重点研究的内容。

知识管理的思想在企业经营管理的各个领域中都有所体现，知识管理研究不能将眼光仅仅局限于“知识管理”本身，还应该时刻关注知识管理以外的其他经营管理领域，时刻注意这些孕育了知识管理的领域中的新动向，同时注意将知识管理的理论运用于其他领域，这样才能够避免走入“为了管理知识而进行知识管理”的误区，才能够保证知识管理研究广泛、深入地进行下去。

32.3.3 企业知识管理的内容

在知识管理研究的基本框架中，应包括以下几个要素，也就是所谓“5W1H”，它们分别指知识管理研究的原因（Why）、主体（Who）、客体（或称对象，What）、地点（Where）、时间（When），以及实务（How）。要进行知识管理的研究，也可以依 5W1H 的框架进行。

首先是实施知识管理的原因（Why）。信息经济时代的一大问题是信息过载，而知识经济时代最大的问题却是知识匮乏。组织中的大量知识以个体知识或知识孤岛的形式存在，资源浪费严重；同时，组织规模越大，控制和整合知识资源的难度也就越大。由此可见，进行知识管理的研究，在知识经济的时代大背景下是势在必行的。

实施知识管理的主体（Who）是知识型员工。由于他们是追求自主性、个性化、多样化和创新精神的员工群体，因而需要有针对性的人力资源管理方法。

在知识管理理论形成的初期，其管理对象（What）只包括知识本身的共享和转移这些狭小的范围。随着人们对知识生命周期的研究，知识管理理论取得了新的突破，其研究范围也逐渐扩大到包括信息、知识、知识资产等的创造、维护、发现、获取、过滤、

转化和利用全过程。

知识管理既包括企业内部知识资源的整合与开发，也包括外部知识的获取与挖掘，这里涉及知识管理的地点要素（Where）。要根据知识源的不同采取不同的管理手段。

由于知识本身是有一定时效性（When）的，因此，知识管理工作也带有时效性，要在恰当的时间将知识资源及时发掘出来，并进行知识资产的管理，否则会造成知识资源的流失。

至于知识管理实务（How），即是前述企业知识管理的解决方案，既有知识管理制度体系，也有以信息技术为平台的知识共享工具等内容。

企业知识管理可以概括为以下几个方面的内容：

- (1) 知识创新管理；
- (2) 知识共享管理；
- (3) 知识应用管理；
- (4) 知识资产管理；
- (5) 知识管理的技术与工具；
- (6) 知识员工的学习与创新训练等。

- 知识创新管理，包括知识创新的模式、条件、环境等内容，其中很重要的一点是显性知识、隐性知识转换导致的创新研究。
- 知识共享管理，研究如何通过知识转移缩小知识差距。“知识转移”比“知识共享”这个词更富有经济管理含义。知识共享很容易给人们一种免费的感觉，而转移则有一种知识的“流动”在里面，知识的“流动”意味着价值的“流动”，也就意味着出让方应该得到受让方的回报。
- 知识应用管理，包括企业如何采取一整套的知识管理解决方案去实施知识管理项目，如何实现企业的变革管理等。知识的应用是提高生产率和竞争力的最终手段。
- 知识资产管理，是从行为科学的角度讨论知识管理在企业中的应用。即怎样从财务的角度，管理客户关系资产、人力资本资产、结构资产、知识产权资本，以及上述资产之间如何协调发展。另外，从人力资源的角度，考虑怎样设计一套绩效考评体系和激励制度来构建知识管理的激励系统。比如，如果是以每个项目年终的业绩来考核，那么各个不同的项目之间拥有的知识就不愿意互相分享。因为如果分享了，就有可能造成别的团队比自己的团队业绩好。所以在考核体系中也应该有考核一个团队和其他团队分享知识多少的指标。
- 知识管理的技术与工具，是从信息技术的角度探讨知识管理的支持软件或工具，比如，知识地图或知识导航系统就是很好的工具。知识地图是一种帮助用户知道在什么地方能够找到知识的知识管理工具。企业知识地图将企业各种资源的入口集合起来，以统一的方式将企业的知识资源介绍给用户。知识地图采用一种智能化的向导代理，通过分析用户的行为模式，智能化地引导检索者找到目

标信息。像IBM推出的Lotus系列软件，就是非常好的工具，可以在上面做许多知识管理系统的开发，比如，项目经验分享系统的开发等。

- 知识员工的学习与创新训练，是对知识员工的管理。企业的知识管理最终要落实到个人身上。这个主题包括知识员工的职业生涯规划与企业的战略规划如何配合、知识员工的个人知识如何成为企业记忆、知识员工如何招聘与培养等问题，包括学习与创新的技巧和规范训练，也包括如E-learning（电子学习）平台的学习，以及课件和教学资源的开发等内容。

知识流的管理，是指为保证知识在企业中从获取、产生、共享、创新、利用到知识挖掘和衰亡的整个知识生命流程畅通无阻而采取的保障措施。知识在组织中经历了发生、发展、消减和消亡的整个过程。企业组织内部的知识来源有两个：一个是企业外部知识源，具体来说包括供应商、客户、竞争对手（包括潜在的进入者）、互补商，以及私立知识机构（如各种培训机构）、公共知识机构（如公共图书馆）；另一个是企业内部知识源，包括尚未挖掘、整理的企业内部公共知识、企业员工的隐性知识等。

企业通过各种知识获取渠道从企业外部收集知识，这是外部知识内部化的过程；企业从内部挖掘知识，是个人知识企业化的过程。与此同时，企业通过大众媒介、财务报表、股东大会等传播渠道，不断向外界发布各种有关企业的知识。在企业内部，员工通过将企业公共知识库（组织记忆）中的显性知识隐性化，学习企业文化和技术。

员工个人知识在企业内的扩散和壮大有三种途径：知识创新、知识共享和知识应用。通过知识的创新、共享和应用，知识才能成为与组织绩效密切相关的因素，组织记忆也不断得以更新和发展。超过一定时限的知识，可以作为历史数据进行知识挖掘，也可以通过知识备份手段保存起来。这也是知识生命周期中最关键的步骤，这样，知识在组织内就基本走过了它的整个生命历程。

知识实体的转移过程很多样，企业从供应商、客户、竞争对手、互补商那里获取有关竞争战略的企业外部知识；从私立知识机构和公共知识机构那里获取有关社会、市场、行业和其他方面的知识，这些企业外部知识通过企业内的各种知识获取途径内部化为企业内部知识，以公共知识库或“企业记忆”的形式存在。同时，企业也可以通过其内部和外部的知识发布渠道，将有关本企业的知识发布出去，成为企业外部知识。这样，就在企业和企业外部实体之间，形成了一个知识流动环。

企业员工可以借助企业内部的组织学习或激励机制，将组织记忆中的一部分显性知识内在化为个人的隐性知识；也可以由企业将员工们的个人知识转化为企业的公共知识，并最终融入组织记忆之中。这样，通过显性知识、隐性知识的转化，在员工个人知识和企业的公共知识库之间，就形成了第二个知识流动环。

知识创新、知识共享和知识应用，对于整个企业知识流系统而言至关重要。正是它们持续不停地运转，才保证了企业知识流系统正常的新陈代谢，推动了整个企业知识流的良性流动。

为保证知识在企业中的顺利流动，企业应该建立知识管理的激励系统。首先，企业

应有文档积累与更新机制、外部知识内化机制、知识轻松交流机制等；阶段性企业知识管理目标发布制度、员工知识成果申报制度、员工知识成果的稽核制度、专家和计算机知识评价系统等构成知识绩效机制。另外，包括知识薪酬和股权/期权支付制度、知识晋升制度、知识署名制度、知识培训制度、奖励机制和知识老化性员工的淘汰制度等也是激励系统的一部分。

32.4 知识管理常用的工具和手段

32.4.1 什么是知识管理工具

知识管理工具是实现知识的生成、编码和转移技术的集合。知识管理工具不是仅以计算机为基础的技术集合，只要是能够对知识的生成、编码和转移有帮助的技术和方法都可以称为知识管理工具。

知识管理工具和数据、信息管理工具有很大区别，知识管理工具不仅仅是数据、信息管理工具的简单改进。从这三种工具的功能来看，数据管理工具处理的重点是支持企业运营的“原材料”，如销售数据，库存记录等基本数据。它通过数据图表的方式，使组织能够生成、访问、存储和分析数据。数据管理工具包括数据库、数据仓库、搜索引擎和数据建模工具。信息管理工具主要用于信息处理，如自动化的信息搜索代理、决策支持技术、经理信息系统和文档管理系统。

数据、信息管理工具与知识管理工具的区别在于，这些工具不能捕捉复杂语境信息和知识内涵的多样性。数据、信息管理工具的特点决定了它们不能十分有效地支持知识管理。例如，如果人们没有相应的历史知识，那么世界名画《蒙娜丽莎的微笑》，对于观赏者来说仅仅是一幅肖像画，但这幅画所要表达的绝不仅仅如此。知识工具的作用在于，它不仅仅帮助我们完整地保存了这幅画像，更重要的是，它能够帮助我们理解这幅名画。

由上述可知，数据、信息管理工具与知识管理工具最大的区别在于能否为使用者提供理解信息的语境，以及各种信息之间的相互关系。

32.4.2 知识管理工具的分类

知识管理是将可得到的各种信息转化为知识，以便于知识的产生、获取和重新利用，并将知识与人联系起来的过程。知识管理的基本活动包括对知识的识别、获取、开发、分解、使用和存储。例如，在教育领域，知识管理就是将各种教学资源转化为显性或隐性的相互之间网状联系的知识集合，并对这些知识提供开放式管理，以实现知识的生产、传递、利用和共享。

根据知识的特性，在知识管理过程中需要把握积累、共享和交流三个原则。知识积

累是知识管理的基础，只有当知识资源达到了一定数量和质量才谈得上管理；知识共享是使学习组织的每个成员都能接触和使用知识库中的知识；知识交流则是要求每个知识的使用者都积极地贡献自己的知识，以构建更大规模的知识库，知识交流是使知识体现其价值的关键环节。

知识管理工具是实现知识的生成、编码和转移的手段和方法。知识管理工具不仅具备数据、信息管理工具的全部功能，而且能为使用者提供理解信息的语境，以及各种信息之间的相互关系。例如，信息管理工具可以存储一幅齐白石的名画，而知识工具不仅帮助我们完整地保存这幅画像，更重要的是，它能够帮助我们理解这幅名画。通常，我们可以把知识管理工具分为知识生成工具、知识编码工具和知识转移工具三大类。

1. 知识生成工具

无须多言，知识的创造对于一个企业来说是极其重要的，它是企业具有长久生命力的保证。知识的生成包括产生新的想法、发现新的商业模式、发明新的生产流程，以及对原有知识的重新合成。企业内部知识的产生有多种模式，如知识的获取、综合、创新等。不同方式的知识产生模式由不同的工具对其进行支持。

新的知识不会突然地产生，创新总是需要在前人的知识基础上进行，组织或个人实现创新的第一步是要获取大量的相关知识。最具代表性的知识获取工具就是搜索引擎。

Internet 和其他技术的产生，将人类获取知识的能力带到了一个崭新的阶段。但人们也逐渐发现自己被淹没在信息的海洋中，显得无所适从。虽然搜索引擎不能直接给人们带来知识，但是它们却提供了知识的存放位置，如果忽略搜索质量因素，像 Yahoo 这样的搜索引擎的确可使人们十分方便地获取各种知识。最近的技术发展已经使网络搜索引擎具有了初步的智能，它能够根据用户输入的关键字实现模糊搜索，并且能够根据用户对各条搜索结果的使用频率，自动更新搜索结果。

Internet 上的搜索引擎是企业获取外部知识的重要工具，现在已经有不少成熟的软件支持企业内部知识的获取。有的搜索器，能够在文档中实现高效率地全文检索，并且能够实现检索条件的任意组合，使用户能够迅速地查找需要的资料。

除了搜索工具，另外一种常用于知识获取的工具是数据挖掘技术。数据挖掘，也可以称为数据库中的知识发现（Knowledge Discovery in Database，KDD），是从大量数据中提取出可信、新颖、有效并能被人理解的模式的高级处理过程。数据挖掘运用选定的知识发现算法，从数据中提取出用户所需要的知识，这些知识可以用一种特定的方式表示或使用一些常用的表示方式。

数据挖掘主要实现以下四种功能：

(1) 数据总结。其目的是对数据进行浓缩，给出它的紧凑描述。数据挖掘主要关心从数据泛化的角度来讨论数据总结。数据泛化是一种把数据库中的有关数据从低层次抽象到高层次上的过程。

(2) 数据分类。其目的是学会一个分类函数或分类模型（也称为分类器），该模型能把数据库的数据项映射到给定类别中的某一个。

(3) 数据聚类。其目的是把一组个体按照相似性归成若干类别，即“物以类聚”。它的目的是使属于同一类别的个体之间的距离尽可能地小，而不同类别的个体间的距离尽可能地大。

(4) 关联规则。关联规则是形式如下的一种规则，很明显，“在购买牙膏的顾客中，有70%的人同时也买了其他日用品”。这就是关联规则。关联规则发现的思路还可以用于序列模式发现。用户在购买物品时，除了具有上述关联规则，还有时间或序列上的规则。

通过数据挖掘工具，企业可以在凌乱的数据中，找到有用的知识。大多数的搜索引擎通常被设计成，在使用者提供明确的搜索条件的情况下，能够高效率地搜索与关键词相关的条目的工具。但搜索结果之间是无序的，相互独立的，即使最强大的搜索引擎也不能实现完全智能式的互动搜索。由此可见，常规的搜索引擎的缺陷就在于不能搜索与人脑中想法相关的知识。

就目前的技术水平而言，通过机器实现知识的创新还十分困难，虽然人们可以通过搜索引擎大大提高搜索的效率，通过人工智能实现简单的知识推理，达到一定程度的人工智能。但实现自动化的知识创新还十分困难，或者只能实现辅助性的知识创新。知识的创新是人类最复杂的思维活动，要求机器像人类一样思维是不可能的，但人类可以设计出一些软件模拟人类思维。但即使是这样，人们也还要等待很长的时间。

总之，知识生成工具包括知识获取、知识合成和知识创新三大功能。目前，利用具有初步人工智能功能的搜索引擎和知识挖掘工具进行知识的自动获取，可以将相关的词句组合起来，帮助人们将分散的创新观点进行合成。但是，目前实现知识的创新还十分困难，只能利用一些工具实现辅助性的知识创新。

2. 知识编码工具

如果仅有知识生成工具，那么它的作用将是微乎其微的。知识在产生出来后，只有通过共享和交流才能发挥其巨大的价值。知识编码则是通过标准的形式表现知识，使知识能够方便地被共享和交流。不少知识管理工具将知识分为流程知识、事实知识、编目知识和文化知识，这四种类型的知识以隐性或显性的方式存在，并且它们存在于学习者和学习组织之中。知识编码工具的作用就在于将这些知识有效地存储并且以简明的方式呈现给使用者，使学习者和学习组织内的知识更容易被其他人使用。

知识编码的困难在于，知识几乎不能以离散的形式予以表现。如果说数据类似一条记录，而信息类似一条消息，那么知识更像一个仓库。知识不断地积累，不断地改变，以至于我们很难对其进行清晰的区分。因此对知识进行审核和分类是十分困难的。

3. 知识转移工具

知识转移工具的作用，就是要使知识能在组织内传播、分享。知识的价值在于流动和使用。如果数量众多的学习者相互利用各自的经验和知识，那将会产生巨大的效益，可见，知识的传播对于知识发挥能量是十分重要的。一般来说，学习组织内知识的产生、

流动过程是这样的：隐性/个人知识——显性/个人知识——显性/集体知识——隐性/集体知识。在知识流动的过程中，存在许多障碍，使知识不能毫无阻力地任意流动。这些障碍可分成三类：时间差异、空间差异和社会差异。知识转移工具可以根据各种障碍的特点，在一定程度上帮助人们消除这样的障碍，使知识得到更有效的流动。

总之，知识管理不同于信息管理，也不是资源的管理，它是通过知识共享、运用集体的智慧提高应变和创新能力。知识管理系统注重的是，让知识工作者可以通过网络随时、随地、方便地得到自己所需要的各种各样经过提炼和加工后的信息，通过对信息的深层次加工后形成有用的知识。知识管理通过数据中心建立的完善的数据仓库，对数据进行深层次的挖掘、统计分析，从而构造一个决策支持智能化知识库系统。而信息管理只是简单地对大容量信息进行提取和再现，对信息的加工层次较浅，一般不具备信息有机合成与知识提取的功能。

在知识管理系统中，每个人既是信息的受益者，也是信息的缔造者。知识管理系统涵盖全面的信息处理，包括：信息的发布，信息的分类，信息的采集，信息的搜索，信息的加工；而传统信息系统只涵盖部分的信息处理。

32.5 知识产权保护

32.5.1 知识产权的重要性

知识产权制度是国家以法定程序和条件授予智力成果完成人在一定期间内拥有一定的独占权，并以法律手段保障这一权利不受侵犯的法律制度。知识产权制度通过对智力成果完成人民事权利的保护，体现了国家发展科技、鼓励创新、促进产业发展、保持国家竞争力的政策意志和战略目标。随着当代科学技术日新月异，高新技术及其产业迅猛发展，以及世界范围内的经济竞争呈现信息化、知识化和全球化趋势的深刻变化，知识产权制度作为保护智力劳动成果的一项重要法律制度，在国家经济、社会发展和科技进步中的战略地位进一步增强，成为国家技术创新体系的重要组成部分，发挥着激励创新、规范竞争、调整利益的重要作用。

近年来，我国的知识产权立法和执法工作不断加强和完善，良好的知识产权法制环境和秩序，对推动我国科技进步和技术创新起到了积极作用。但由于我国建立知识产权制度的时间不长，全社会的知识产权意识还比较薄弱，尤其是许多科研机构和高新技术企业对知识产权的重要性还缺乏足够的认识，也不善于运用必要的知识产权保护策略和管理手段；科技计划、科技成果等科技管理工作中还缺少知识产权内涵；科技成果转化中各种知识产权纠纷还不断发生等。这些问题严重影响了科技创新机制的形成和良性运转。

在当前形势下，加强与科技有关的知识产权保护和管理，以提高我国知识产权的总量和质量，既是增强我国科技持续创新能力，解决技术创新源头问题的迫切要求，也是

科研机构和高新技术企业在我国加入世界贸易组织后，应对国际竞争，变压力为动力的必然选择。

企业或者组织要充分认识到知识产权制度在激励技术创新，保持科研机构和高新技术企业科技、经济竞争优势方面的至关重要性，采取积极措施和有效政策，强化与科技有关的知识产权保护和管理工作。提高与科技有关的知识产权保护意识，提高知识产权管理水平，建立和完善相应的知识产权管理制度，全面运用知识产权政策，正确调整科研开发、成果转化及产业化过程中的国家、单位和个人利益，实现知识的资本化，在技术创新和市场竞争中体现知识产权的经济价值，保障智力劳动及其成果价值的市场化实现。

32.5.2 我国的知识产权制度

中国是一个有着悠久文明历史的国家。中华民族蕴藏着极大的创造性，它创造的灿烂文化对人类文明的进程产生过深刻的影响。数千年来，中国众多杰出的科学家、发明家、文学家、艺术家，曾以其辉煌的智力劳动成果为人类文明发展做出过巨大的贡献。

伴随着人类文明与商品经济的发展，知识产权保护制度诞生了，并日益成为各国保护智力成果所有者权益，促进科学技术和社会经济发展，进行国际竞争的有力的法律措施。由于历史上的各种原因，从整体上看，中国知识产权制度的建设起步较晚。但是，实行改革开放后，为了更快地发展社会生产力和推动社会全面进步，适应社会主义市场经济发展的需要，促进与世界经济的接轨，中国加快了知识产权保护制度建设的步伐，建立起了比较完整的知识产权保护法律体系，在知识产权的立法和执法方面取得了举世瞩目的成就。

当前，知识产权保护成为国际间政治、经济、科学技术和文化交流中一个受到普遍关注的问题。围绕这个问题展开的国际间双边、多边的谈判，特别是WTO（国际贸易组织）的成立，促使世界范围内对知识产权的保护标准达到了一个新的水平。

我国的知识产权法律制度的基本框架主要完成于20世纪80年代。进入90年代后，国际经济关系和环境发生了很大的变化。特别是加入WTO后，中国积极履行保护知识产权的国际义务，努力使知识产权保护水平向新的国际标准靠拢，采取了许多重大措施，进一步提高了中国现行的知识产权保护水平。

国家坚持“有法可依，有法必依，执法必严，违法必究”的法制原则。为了更好地贯彻这一原则，我国在健全、完善法律制度，严肃执法、坚决打击侵权违法行为的同时，针对知识产权制度在我国建立的时间较短，公民的知识产权意识比较薄弱等情况，大力开展知识产权保护的法制宣传教育，并加速知识产权领域专业人员的培训。

伴随着改革开放的步伐，我国在知识产权保护方面取得了长足的进展。根据国情和国际发展趋势，制订和完善各项知识产权法律、法规，至今已形成了有中国特色的社会主义保护知识产权的法律体系。目前，我国知识产权的保护范围和保护水平逐步同国际惯例接轨，已对知识产权实行高水平的法律保护。

1983年3月开始实施的《中华人民共和国商标法》及其实施细则，在商标注册程序中的申请、审查、注册等众多方面的原则，与国际上通行的原则是完全一致的。为适应改革开放和经济形势发展的需要，更有效地打击假冒商标、制止商标侵权行为，切实保护商标注册专用权，中国对商标法及其实施细则进行了修改，扩大了商标的保护范围，除商品商标外，增加了服务商标的注册和管理的规定。这些法律、法规和规章，为充分、有效地保护中外注册商标专用权提供了保障。

1985年4月开始实施的《中华人民共和国专利法》及其实施细则，使中国的知识产权保护范围扩大到对发明创造专利权的保护。中国的专利保护水平进一步向国际标准靠拢，与国际基本接轨。

《中华人民共和国著作权法》及其实施条例，明确了保护文学、艺术和科学作品作者的著作权，以及与其相关的权益。依据该法，我国不仅对文字作品，口述作品，音乐、戏剧、曲艺、舞蹈作品，美术、摄影作品，电影、电视、录像作品，工程设计、产品设计图纸及其说明、地图、示意图等图形作品给予保护，而且把计算机软件纳入著作权保护范围。我国是世界上为数不多的明确将计算机软件作为著作权法保护客体的国家之一。

全国人民代表大会常务委员会制订的《中华人民共和国技术合同法》和《中华人民共和国科学技术进步法》等，以及国务院制订的一系列保护知识产权的行政法规，使中国的知识产权法律制度进一步完善，在总体上与国际保护水平更为接近和协调。

我国具有完备的知识产权保护法律措施。我国的知识产权法律规定了违反法律规定的行为应承担的法律责任，包括民事责任、行政处罚和刑事责任。

我国的专利法规定，对专利侵权行为，专利权人或者利害关系人可以请求专利管理机关进行处理，也可以直接向人民法院起诉。专利管理机关处理的时候，有权责令侵权人停止侵权行为，赔偿损失。对于将非专利产品或非专利方法冒充专利产品或专利方法的，由专利管理机关责令停止冒充行为，公开更正，并处以罚款。对于假冒他人专利情节严重的，对直接责任人员，比照刑法的有关规定追究刑事责任，即可以对直接责任人员，处3年以下有期徒刑、拘役或者罚金。

我国的商标法律法规规定，对于侵犯商标专用权的，工商行政管理部门可以依其职权或者消费者举报，进行主动检查和处理；被侵权人可以向侵权人所在地或者侵权行为地县级以上工商行政管理部门要求处理，有关工商行政管理部门有权责令侵权人立即停止侵权行为，赔偿被侵权人的损失；对于侵犯商标专用权，未构成犯罪的，工商行政管理部门可以处以罚款。当事人对于工商行政管理部门行政处理不服的，可以在规定时限内向人民法院起诉，由法院进行判决。这些规定，方便了当事人，也保证了行政执法和司法审判的一致性、公正性和严肃性。对侵犯注册商标专用权的，被侵权人也可以直接向人民法院起诉。对于假冒他人的注册商标，构成犯罪的，除赔偿被侵权人的损失外，依法追究刑事责任。根据《关于惩治假冒注册商标犯罪的补充规定》，对于假冒注册商标违法所得数额较大或者有其他严重情节的，处3年以下有期徒刑或者拘役，可以并处

或者单独处以罚金；对于违法所得数额巨大的，处3年以上7年以下有期徒刑，并处罚金。对于企业、事业单位犯假冒注册商标罪的，对单位判处罚金，并对直接负责的主管人员和其他直接责任人员依法追究刑事责任。对于国家工作人员故意包庇假冒注册商标犯罪或者执法人员徇私枉法的，规定追究其渎职罪。

我国的著作权法规定，对于未经著作权人许可发表其作品的；未经合作作者许可，将与他人合作创作的作品当做自己单独创作的作品发表的；没有参加创作，为谋取个人名利，在他人作品上署名的；歪曲、篡改他人作品的；未经著作权人许可，以各种方式使用其作品的；使用他人作品，未按规定支付报酬的；未经表演者许可，从现场直播其表演等侵权行为，应当根据情况，承担停止侵害、消除影响、公开赔礼道歉、赔偿损失等民事责任。对剽窃、抄袭他人作品的；未经著作权人许可，以营利为目的，复制发行其作品的；出版他人享有专有出版权的图书的；未经录音、录像制作者许可，复制发行其制作的录音录像等侵权行为，根据情况，应承担民事责任，并可以由著作权行政管理部门给予没收非法所得、罚款等行政处罚。对于侵犯著作权，以及与著作权有关的权益的行为，当事人也可以直接向人民法院起诉。对于那些严重危害社会秩序，侵害著作权人及其他权利人合法权益的违法行为，情节严重构成犯罪的，可以根据有关法律，对侵权犯罪的行為人追究刑事责任。

32.5.3 保护知识产权的执法体系

国家不仅制订了一整套知识产权法律法规，在执法方面也是严肃公正的。国家在执行知识产权法律法规方面所取得的成效，归功于知识产权法律中规定了完备的知识产权保护的司法途径与知识产权保护的行政途径。

1. 知识产权保护的司法途径

在我国，享有知识产权的任何公民、法人和其他组织，在其权利受到侵害时，均可依法向人民法院提起诉讼，享受切实有效的司法保护。

人民法院依法独立行使审判权，只服从法律，不受任何其他行政机关、社会团体和个人的干涉。

严肃执法是司法工作的核心。人民法院进行审判活动坚持以事实为根据、以法律为准绳，严格按照实体法和程序法办案，实行合议、回避、公开审判、两审终审和审判监督等制度，依法受各级人民代表大会、人民检察院和人民群众的监督，保证审判活动的公开性、公正性和严肃性。

建立健全知识产权案件审判组织，完善审判制度，是人民法院正确审理知识产权案件，切实依法保护知识产权的重要保障。鉴于审理知识产权案件专业性强、技术含量高的特点，一些省份和直辖市，如北京市、上海市、广东省、福建省、海南省等高级人民法院根据实际需要，自1992年以来，设立了知识产权审判庭；各经济特区，以及北京市、上海市中级人民法院也设立了知识产权审判庭。其他省、自治区、直辖市人民政府

所在地的中级人民法院在有关的审判庭里设立了专门审理知识产权案件的合议庭。这样集中审理知识产权案，有利于保证执法的统一性，有利于积累经验，提高知识产权案件的司法水平。

知识产权是一项重要的民事权利，对于民事侵权行为，人民法院除可以依法责令侵权人承担停止侵害、消除影响、赔礼道歉、赔偿损失等民事责任外，还可依法对行为人给予必要的没收非法所得、罚款、拘留等制裁。

对那些侵犯他人知识产权情节严重，扰乱经济秩序，构成犯罪的，还可以依法追究其刑事责任。对于检察机关依法提起公诉的知识产权刑事犯罪案件，只要有充分证据，证明被告人假冒他人商标或专利，情节严重，构成犯罪的，人民法院严格依照法律规定，及时准确地予以惩处。这充分表明中国人民法院依法惩治犯罪，保护知识产权的坚定立场。

依据我国的行政诉讼法，人民法院对公民、法人和其他组织因不服知识产权行政管理机关处理的知识产权纠纷决定提起的行政诉讼，有责任进行审理，并依法做出维持、撤销或变更行政决定的判决。

人民法院审理涉外知识产权纠纷，依据中国法律和中国加入或缔结的有关国际公约，坚持在适用法律上的国民待遇原则和对等原则，为促进国际经济技术文化和交流与合作，提供了坚实的法律保证。

近几年来，人民法院为提高司法水平，采取了许多有力措施，使办案质量和效率都得到较快提高。为了扩大办案的影响，人民法院注意选择典型案件通过新闻媒介予以宣传报道，以案讲法，取得了明显的社会效果，维护了社会主义法制的尊严。

2. 知识产权保护的行政途径

我国的知识产权保护制度，除按国际惯例采取司法途径外，从现实的国情出发，在我国的专利法、商标法、著作权法等知识产权法律中都规定了知识产权保护的行政途径。

根据专利法的规定，国务院有关主管部门或地方人民政府可以设立专利管理机关。根据著作权法的规定，设立了国家版权局和地方著作权行政管理机关。商标管理实行中央统一注册，地方分级管理的原则，从中央到省、市、地、县级的工商行政管理局，都内设商标管理机构，县以下还设有工商行政管理所。

我国知识产权行政管理机关，依据我国法律和中国加入或缔结的有关国际公约，坚持在适用法律上的国民待遇原则和对等原则，依法对外国人的知识产权进行保护。

32.5.4 项目管理中的知识产权问题

对企业来说，形成具有原创性的自主知识产权，提高企业的竞争力，并通过有效的知识产权管理和保护，提升创新在科技、经济竞争中的实际效益，对企业来说十分重要。

(1) 在项目的管理中，应当贯彻尊重知识、尊重人才、保证公平、提高效率的原则。在保证重大国家利益、国家安全和社会公共利益的基础上，鼓励知识作为生产要素参与

分配，充分保障人员的技术权益和经济利益。

(2) 提高企业的知识产权保护意识和管理水平。创新是知识产权的源泉，知识产权是创新的动力。知识产权制度是企业提高科技、经济竞争实力的法律武器，是增强科技持续创新能力，实现技术创新的重要保障。企业应当增强知识产权保护和管理的自觉性、主动性和紧迫性，要深刻认识知识产权作为无形资产和经济、技术竞争武器的重要价值及其在开拓、占领国内外市场，保持竞争优势和发展后劲方面的积极作用，要从创新战略和经营方针的高度上重视知识产权管理，把知识产权的形成和使用纳入本单位研究与开发、成果转化、生产经营和资源管理的各项工作之中并形成相应的管理制度。利用知识产权信息制订正确的技术创新战略，确定研究方向和技术路线，提高技术研究与开发的起点、水平、质量和效益，避免重复研究或发生不必要的侵权纠纷。

(3) 将知识产权管理纳入项目管理体系，对有价值的知识产权要及时申报或者组织鉴定。

(4) 加强人员在项目流动中对知识产权特别是技术秘密的保护和管理工作，人员流动在项目中是正常的。人员在流动中应当遵守国家法律、法规和本单位的各项管理制度，自觉维护国家和单位的合法权益。企业和项目管理人员应当加强对人员流动的管理，支持正当、合理的人员流动。人员在流动活动中，可以利用自己在工作中积累和掌握的知识、经验和信息从事技术创新活动，但不得将原单位拥有的特定的技术秘密擅自提供给其他单位或个人，侵害原单位的技术权益。对于以流动为名，故意利诱他人披露相关技术秘密的单位和个人，应当依法追究法律责任。

(5) 鼓励知识和技术作为生产要素参与分配，切实保障职务技术成果完成人的技术权益和经济利益。要严格按照《合同法》《专利法》《著作权法》《计算机软件保护条例》《植物新品种保护条例》等法律、法规的规定，界定职务技术成果和非职务技术成果的知识产权权属，尊重单位对职务技术成果的使用权、转让权和收益权。对于非本单位任务来源或本职工作任务，仅利用本单位物质技术条件所完成的技术成果，单位和研究人员之间可以以协商方式确定成果权属，协商不成的，研究人员在交付约定的物质技术条件使用费用后，可以依法享有该项技术成果的知识产权。

(6) 加强技术合同管理工作，保障技术提供方通过技术成果转让或者知识产权许可实施获得相应收益，加速科技成果转化。企业转让科技成果，进行技术交易，应当严格按照《合同法》的有关规定，签订有关技术开发、转让、咨询、服务，以及技术入股、联营、培训、中介等合同，并且应当在合同中明确约定有关知识产权归谁所有、如何使用，以及由此产生的利益如何分配等事项。签订技术合同应当合法、公平、诚实信用、互利有偿，充分体现并保障技术商品价值的实现，有利于科技进步，加速科技成果的转化、应用和推广。任何一方不得通过技术合同非法垄断技术，妨碍技术进步或者侵害他人技术权益。要通过技术合同中知识产权归属与利益分享的合理约定，进一步加强产学研结合，提升科技成果转化能力和实际效果。

第33章 项目绩效考核与绩效管理

33.1 信息系统项目整体绩效评估原则

33.1.1 绩效评估概述

1. 绩效评估的类型

绩效评估是一个含义广泛的概念。目前，人们使用这一概念时，主要有岗位绩效评估、企业绩效评估和项目绩效评估。其中，岗位绩效评估，主要是针对企业员工岗位工作的绩效进行评估，它是人力资源管理的重要内容。企业绩效评估，主要是企业的母公司、上级主管机构，或是企业董事会对企业经营管理层绩效的考核。项目绩效评估，有两种情况，一种是业主（甲方）对项目的承包方（乙方）进行的考核和评价；另一种是由第三方（一般是工程咨询中介机构）对项目本身的投资建设，以及投产以后的效益情况进行预测、分析和评价。本章的信息系统项目整体绩效评估，就是取第二种含义，即对项目的投资建设，以及投产以后的经济效益情况进行预测、分析和评价。

2. 项目绩效评估的作用

项目绩效评估是项目的事后评价，它是在项目结束后的一段时间内，对项目的立项、运作过程、效益、作用和影响进行的客观分析和总结，以确定项目预期的目标是否达到，项目或规划是否合理有效，项目的主要效益指标是否能够实现。通过分析、评价找出成败的原因，总结经验教训，并通过及时有效的信息反馈，对项目实施运营中出现的问题提出改进建议，从而达到提高投资效益的目的。同时，也可为以后相类似项目的可行性分析和决策提供参考。

后评价的基础是项目活动的实践，它从完成项目的各个阶段的实践中分析总结出成功的经验和失误的教训，用于指导新项目各阶段的工作，但主要是运用于决策阶段的实践。后评价位于一个完成项目的末端，同时又处于一个新项目的开端，有着“承前启后”的重要作用。

一般来说，后评价在项目完工后，生产、运营达到设计能力和项目投资的直接经济效益发挥出来的时候进行。因为，在这个时点进行评价，可以全面系统地分析总结项目的实施过程，由于基于的是实际数据，可比较准确地预测项目的可持续性，比较容易为决策提供宏观的建议。然而，在实际工作中，项目后评价的时点是可以变化的。也可以

这样讲，从项目开工以后，即项目投资开始以后，由监督部门所进行的各种评价，都属于项目后评价的范围，这种评价可以延伸到项目的寿命期末。根据评价的时点，项目后评价也可细分为：

(1) 项目跟踪评价。项目跟踪评价也称“中间评价”或“实施过程评价”，是指从项目开工以后到项目竣工验收之前对任何一个时点所进行的评价，应由独立机构进行，侧重于项目整体绩效的评价。目的是评价项目设计和实施的质量，评价一些重大变更对项目效益的作用和影响，诊断困难和问题，寻求对策等。

(2) 项目实施效果评价。项目实施效果评价，即常说的项目后评价，世界银行和亚洲开发银行称为“PPAR (project performance audit report)”，是指在项目竣工以后一段时间之内所进行的评价。评价主要针对项目整体层次和决策管理层次的问题，主要目的是检查确定项目效益，总结经验教训，为新项目的宏观导向、政策和管理反馈信息；同时，也为完善已建项目，调整在建项目和指导待建项目服务。

(3) 项目效益监督评价。项目效益监督评价，是指在项目后评价报告完成一定时间之后所进行的评价。项目监督评价是以评价报告为基础，通过调查项目的经营状况，分析项目发展趋势及其对社会、经济和环境的影响，总结决策等宏观方面的经验教训。

33.1.2 项目绩效评估的基本内容

根据项目整体绩效评估的范围和任务，应包括以下几项基本内容。

1. 项目目标评价

由于评定项目立项时预定的目的和目标的实现程度，是项目后评价主要完成的任务之一。因此，项目后评价要对照原定目标完成的主要指标，检查项目实际实现的情况和变化，分析实际发生改变的原因，以判断目标的实现程度。判别项目目标的指标应在项目立项时就确定了，一般包括宏观目标，即对地区、行业或国家经济、社会发展的总体影响和作用。建设项目的直接目的可能是向社会提供某种产品或服务，指标一般可以量化。目标评价的另一项任务是要对项目原定决策目标的正确性、合理性和实践性进行分析评价。有些项目原定的目标不明确，或不符合实际情况，项目实施过程中可能会发生重大变化，如政策性变化或市场变化等，项目后评价要给予重新分析和评价。

项目的效益评价即财务评价和经济评价，其评价的主要内容与项目前评估无大的差别，主要分析指标仍然是内部收益率、净现值和贷款偿还期等项目赢利能力和清偿能力的指标。但在项目后评价阶段对上述指标进行评价时，有几点需加以说明。

(1) 项目前评估采用的是预测值，项目后评价则对已发生的财务现金流量和经济流量采用实际值，并按统计学原理加以处理，对后评价时点以后的流量做出新的预测。

(2) 当财务现金流量来自财务报表时，对应收而未实际收到的债权和非货币资金都不可计为现金流入，只有当实际收到时才作为现金流入；同理，应付而实际未付的债务资金不能计为现金流出，只有当实际支付时才作为现金流出。必要时，要对实际财务数

据做出调整。

(3) 实际发生的财务会计数据都含有物价通货膨胀的因素，而通常采用的赢利能力指标是不含通货膨胀因素的。因此，对项目后评价采用的财务数据要剔除物价上涨的因素，以实现前后数据的一致性和可比性。

2. 项目影响评价

项目的影响评价内容包括经济影响、环境影响和社会影响，具体有以下几个方面：

(1) 经济影响评价。项目的经济影响评价主要分析评价项目对所在地区、所属行业和国家所产生的经济方面的影响。经济影响评价要注意把项目效益评价中的经济分析区别开来，避免重复计算。评价的内容主要包括分配、就业、技术进步等。由于经济影响评价的部分因素难以量化，一般只能做定性分析。由于大多数信息系统项目在企业中都不是企业核心业务的本身，而是对核心业务起到支持作用，因此，此类项目的经济效益要与企业核心业务一起进行评价，特别是要评价其对核心业务的贡献。

(2) 环境影响评价。由于各国的环保法的规定细则不尽相同，评价的内容也有所区别。项目的环境影响评价一般包括项目的污染控制、地区环境质量、自然资源利用和保护、区域生态平衡和环境管理等几个方面。

(3) 社会影响评价。项目的社会影响评价是对项目在社会的经济、发展方面的有形和无形的效益和结果的一种分析，重点评价项目对所在地区和社区的影响。由于信息系统下项目与企业内外环境的关联度比较大，因此，还要分析和评价项目对行业或地区信息化建设的影响。比如，项目运行后，能否与有关单位做到互联互通，能否做到资源共享等。

3. 项目持续性评价

项目的持续性是指在项目的建设资金投入完成之后，项目的既定目标是否还能继续；项目是否可以持续地发展下去；接受投资的项目业主是否愿意并可能依靠自己的力量继续去实现既定目标；项目是否具有可重复性，即是否可在未来以同样的方式建设同类项目。持续性评价一般可作为项目影响评价的一部分，影响因素一般包括：政府的政策，管理、组织和对外关系，财务因素，技术因素，社会文化因素，环境和生态因素，外部因素等。

33.1.3 项目绩效评估的原则

项目绩效评估情况比较复杂，涉及面广泛，具有很强的个性特征。同时，因为一个良好的信息系统项目还要与企业价值导向一致，因而要有很强的共性特征。怎样使信息系统项目的个性特征和共性特征统一起来？用什么把二者统一起来？答案是“原则”。可见，原则是信息系统项目绩效评估的纲领和灵魂。下面是项目绩效评估中要遵循的原则。

(1) 公正性原则。公正性是非常重要的一条原则。公正性标志着绩效评价结果及

评价者的信誉，体现了评价过程中，在发现问题、分析原因和做出结论时不能避重就轻，导致不客观的评价。这也是所有评价活动都必须遵循的原则。

(2) 客观性原则。客观性原则要求绩效评价要以客观事实为基础。这里所指的客观事实包括，项目的历史、当期和预测数据、结论、叙述等，还可以是合同、记录等，以及中介机构的评价结论等。

(3) 独立性原则。独立性标志着绩效评价不是企业内部的一项活动，评价活动应由项目利益者以外的第三方机构做出，它可以参考项目决策者和管理者自我评价的数据，但要去除干扰，独立、公正地进行。实际上公正性和独立性应一直贯穿评价的全过程。

(4) 可信性原则。评价的可信性基于评价的权威性、独立性，评价者应具有广泛的阅历和丰富的经验，并基于资料信息的可靠性和评价方法的适用性。为增强评价者的责任感和可信度，评价报告要注明评价者的姓名、所用资料的来源、评价所用的方法，报告的分析和结论应有充分可靠的依据。

(5) 参与性原则。评价虽由独立第三方进行，但为了便于收集全面真实的数据、资料和调查研究的方便，要求项目执行者和管理者参与评价工作，评价方应把握好这种利用和依靠关系。

(6) 透明性原则。从可信度来看，要求评价的透明度越大越好，因为评价往往需要引起公众的关注，以便对国家预算内资金和公众储蓄资金的投资决策活动及其效益和效果，实施更有效的社会监督。从评价成果的扩散和反馈的效果来看，成果扩散的透明度也是越大越好，使更多的人借鉴过去的经验教训。

(7) 实用性原则。因为评价的主要目的是为决策服务的，因此，评价报告应针对性强，具有可操作性，即实用性。评价报告的文字要简练明确，避免引用过多的专业术语。报告应突出重点，并能满足多方面的要求，报告所提的建议应具有具体的措施和要求。

(8) 反馈性原则。反馈机制是评价工作体系的一个重要组成。项目评价的结果需要反馈到决策部门，作为新项目的立项和评估的基础，以及调整投资规划和政策的依据，这是评价的最终目标。由此可见，评价结论的扩散和反馈机制、手段和方法成为评价成败的关键环节之一。

(9) 合法性原则。信息系统项目绩效评估要遵循合法性原则，包含三个方面。一是评估者要有合法的身份。由于评估是一项政策性、导向性很强的工作，因而，我国有关法律、法规和政策要求从事评价的机构和人员要有相应的资质和资格。二是委托程序要合法。有些项目的评价立项和结果要经过有关部门审批。三是评价过程要合法。评价内容要符合现行有关法律、法规，以及相关的政策、标准等。

(10) 时效性原则。实效性原则是指信息系统项目的绩效评价与一般项目评价一样，应在某一个确定的时点上评价某一个确定时段的绩效，而且评价的结论也只能在某一个时期内有效。

33.2 整体绩效评估方法

33.2.1 信息系统项目绩效评估概述

1. 项目绩效评估的概念

由于信息系统项目的建设，同一般建设项目一样，是一种投资活动，因而它也遵从投资活动的一般规律。

投资一词具有双重含义：一是指特定的经济活动，即为了将来获得收益或避免风险而进行的资金投放活动。投资活动按其对象分类，可分为产业投资和证券投资两大类。产业投资是指经营某项事业或使资产存量增加的投资，证券投资是指投资者用积累起来的货币购买股票、债券等有价证券，借以获得效益的行为。二是指投放的资金，即为了保证项目投产和生产经营活动的正常进行而投入的活劳动和物化劳动价值的总和，主要由固定资产投资和流动资产投资两部分构成。在实际经济生活中，投资的这两种含义都被人们广泛地使用着。

固定资产投资是指用于建设或购置固定资产所投入的资金。固定资产是指使用期限超过一年的房屋、建筑物、机器机械、运输工具，以及其他与生产经营有关的设备、工具、器具等。固定资产投资由工程费用、其他费用、预备费用等组成。

信息系统项目投资属于产业投资，但是又与一般的产业投资有所区别。相同点是，一个信息系统项目一般都要包括固定资产投资和流动资产投资。其中，固定资产投资包括，计算机、网络和通信等设备的购置，以及机房等不动产的建设。不同点主要是，信息系统项目还包括无形资产投资，最主要的是计算机软件、数据库等。信息系统项目与一般建设项目的另一个区别是大部分一般建设项目都能够独立取得经济效益，而且是直接经济效益；而大部分信息系统项目都不能独立取得经济效益，只能取得间接效益或是潜在效益。

2. 项目绩效评估方法

信息系统项目整体绩效评估方法与一般项目绩效评估方法大致相同，一般可分为三种类型，即定性评价方法、定量评价方法和定性定量相结合评价方法。其中定性方法来源久远，早期的评估决策均属此类方法，目前应用比较多的主要有同行评议法、回溯分析法和德尔菲法等。定量方法主要是与财务会计有关的方法，如，投资回收期法、内部收益率法、现值法等。定性定量相结合评价方法应用比较广泛，主要有：功效系数法、平衡记分法等。定性定量相结合评价方法的实施思路是，首先选用一些定量指标、数据，例如，使用会计数据等；然后，对一些定性指标，如技术先进性、服务优良等指标应用特定的数理方法，如层次分析法等，进行量化；最后进行定量评估。有时，分别进行定性和定量评价，最后以定量为主，用定性指标进行修正。

33.2.2 项目经济效益评价方法

信息系统项目的定量评价一般都要通过某一个或某几个指标反映出来。评价指标是多种多样的，它们从不同角度反映信息系统项目的绩效。这些指标主要可以分做三大类：第一类是时间型指标，它是以时间作为计量单位，例如，投资回收期、贷款偿还期等；第二类是价值型指标，它是以货币单位计量，如净现值、费用现值等；第三类是效率型指标，它反映的是资源利用效率，如投资利润率、内部收益率等。

1. 几个有关的概念

(1) 资金的时间价值。不同时间的等额资金在价值上的差别称为资金的时间价值，这是因为，今天用来投资的一笔资金，即使不考虑通货膨胀的因素，也比将来获得的同样数额的资金更有价值，其原因是当前可用的资金当前可以获得收益，而将来获得的资金，就不能在当前获得收益。

(2) 利息和利率。资金的时间价值体现为资金运用所带来的利润或利息，它是衡量资金时间价值的绝对尺度。资金在单位时间内产生的增值（利润或利息）与投入的资金额（本金）之比，简称为“利率”或“收益率”，它是衡量资金时间价值的相对尺度。

利息的计算方式分为单利和复利。

- **单利。**单利仅以本金为基数计算利息，即不论年限有多长，每年均按原始本金为基数计算利息，已取得的利息不再计算利息。

单利的本利和计算公式：

$$F = P(1 + i \times n) \quad (33-2-1)$$

式中： P 为本金， n 为年期， i 为利率。

- **复利。**复利计算以本金与累计利息之和为基数计算利息。

复利的本利和计算公式：

$$F = P(1 + i)^n \quad (33-2-2)$$

(3) 折现与折现率。折现也称贴现，就是把将来某一时点的资金额换算成现在时点的等值金额。折现时所使用的利率称为折现率或贴现率。

(4) 现值。现值是指将来某一时点的资金现在的价值。

2. 投资回收期法

所谓投资回收期，是指投资回收的期限，也就是用投资方案所产生的净现金收入回收初始全部投资所需的时间。对于投资者来讲，投资回收期越短越好，从而减少投资的风险。

计算投资回收期时，根据是否考虑资金的时间价值，可分为静态投资回收期（不考虑资金时间价值因素）和动态投资回收期（考虑资金时间价值因素）。投资回收期从信息系统项目开始投入之日起算起，即包括建设期，单位通常用“年”表示。

根据投资及净现金收入的情况不同，投资回收期的计算公式分以下几种情况。

(1) 静态投资回收期。

第一种情况，项目在期初一次性支付全部投资 P ，当年产生收益，每年的净现金收入不变，为收入 B 减去支出 C （不包括投资支出），此时静态投资回收期 T 的计算公式为

$$T = \frac{P}{B - C} \quad (33-2-3)$$

例如，一笔 1000 元的投资，当年收益，以后每年的净现金收入为 500 元，则静态投资回收期 $T=1000/500=2$ 年。

第二种情况，项目仍在期初一次性支付投资 P ，但是每年的净现金收入由于生产及销售情况的变化而不一样，设 t 年的收入为 B_t ， t 年的支出为 C_t ，则能够使得下面公式成立的 T 即为静态投资回收期。

$$P = \sum_{t=0}^T (B_t - C_t) \quad (33-2-4)$$

第三种情况，如果投资在建设期 m 年内分期投入， t 年的投资假如为 P_t ， t 年的净现金收入仍为 B_t-C_t ，则能够使得下面公式成立的 T 即为静态投资回收期。

$$\sum_{t=0}^m P_t = \sum_{t=0}^T (B_t - C_t) \quad (33-2-5)$$

(2) 动态投资回收期法。

第四种情况，如果将 t 年的收入视为现金流入 C_t ，将 t 年的支出以及投资都视为现金流出 CO ，即第 t 年的净现金流量为 $(CI-CO)_t$ ，并考虑资金的时间价值，则动态投资回收期 T_p 的计算公式，应满足

$$\sum_{t=0}^{T_p} (CI - CO)_t (1 + i_0)^{-t} = 0 \quad (33-2-6)$$

式中： i_0 为折现率，在财务绩效评价时， i_0 取行业的基准收益率，有时， i_0 也取社会折现率，现行有关部门规定的社会折现率为 12%。

动态投资回收期的计算常采用列表计算，现在一般都使用 Excel 电子表格中提供的相应函数进行计算。计算动态投资回收期的实用公式为

$$T_p = (\text{累计净现金流量折现值开始出现正值的年份数}) - 1 + \\ | \text{上年累计净现金流量折现值} | / \text{当年净现金流量折现值}$$

动态投资回收期的计算公式表明，在给定的折现率 i_0 下，要经过 T_p 年，才能使累计的现金流入折现值抵消累计的现金流出折现值。投资回收期反映了投资回收的快慢。

投资回收期指标直观、简单，尤其是静态投资回收期，表明投资需要多少年才能回收，便于为投资者衡量风险。投资者关心的是用较短的时间回收全部投资，减少投资风

险。但是，由于投资回收期指标最大的缺点是没有反映投资回收期以后方案的情况，因而不能全面反映项目在整个寿命期内真实的经济效果。也正因此，投资回收期一般用于粗略评价，需要和其他指标结合起来使用。

3. 现值法

现值法是将信息系统项目从开始建设起，在以后年份（包括建设期、试生产期和达产期）的各年收益、费用或净现金流量，按照要求达到的折现率折算到期初的现值，并根据现值之和（或年值）来对信息系统项目整体绩效进行评估的方法。现值法是动态的评价方法。

（1）费用现值。

费用现值采用增量投资回收期评估两个方案的优劣，没有考虑资金的时间价值。在对两个以上方案比较选优时，如果诸方案的产出价值相同，或者诸方案能够满足同样的需要，但其产出效果难以用价值形态（货币）计量时，比如，环保效果、教育效果等，可以通过对各方案费用现值的比较进行选择。

费用现值的计算式为

$$PC = \sum_{t=0}^n CO_t (1+i_0)^{-t} \quad (33-2-7)$$

式中：

PC ——费用现值；

CO_t ——第 t 年的资金流出；

n ——方案寿命年限；

i_0 ——基准收益率（或基准折现率）

费用现值用于多个方案的比选，其判别准则是：费用现值最小的方案为优。

（2）净现值、净现值率。

净现值 (NPV)，是指项目在寿命期内各年的净现金流量($CI-CO$)_t，按照一定的折现率 i_0 折现到期初时的现值之和，其表达式为

$$NPV = \sum_{t=0}^n (CI - CO)_t (1+i_0)^{-t} \quad (33-2-8)$$

式中： NPV ——净现值；

$(CI - CO)_t$ ——第 t 年的净现金流量，其中 CI 为现金流入， CO 为现金流出。

其他符号意义同上。

净现值表示在规定的折现率 i_0 的情况下，方案在不同时点发生的净现金流量，折现到期初时，整个寿命期内所能得到的净收益。如果项目的净现值等于零，表示正好达到了规定的基准收益率水平；如果项目的净现值大于零，则表示除能达到规定的基准收益率之外，还能得到超额收益；如果净现值小于零，则表示方案达不到规定的基准收益率水平。

因此，用净现值指标评价单个项目绩效的准则是：若 $NPV \geq 0$ ，则是经济合理的；若 $NPV < 0$ ，则方案应予否定。

显然，净现值的大小与基准折现率 i_0 有很大关系，当 i_0 变化时， NPV 也随之变化，呈非线性关系： $NPV(i_0) = f(i_0)$ 。

一般情况下，同一净现金流量的净现值随着折现率 i 的增大而减小，故基准折现率 i_0 定得越高，能被接受的方案越少。

NPV 之所以随着 i 的增大而减小，是因为一般投资项目正的资金流入（如收益）总是发生在负的现金流出（如投资）之后，使得随着折现率的增加，正的现金流入折现到期初的时间长，其现值减小得多，而负的现金流出折现到期初的时间短，相应现值减小得少，这样现值的代数和就减小。

这也可以看出，规定的折现率 i_0 ——基准收益率——对评价起重要的作用。 i_0 定得较高，计算的 NPV 比较小，容易小于零，使方案不容易通过评价标准，容易否定投资方案；反之， i_0 定得较低，计算的 NPV 比较大，不容易小于零，使方案容易通过评价标准，容易接受投资方案。

采用净现值法评价投资方案，需要预先给定折现率，而给定折现率的高低又直接影响净现值的大小。在投资制约的条件下，方案净现值的大小一般不能直接评定投资额不同的方案的优劣。比如，方案甲投资 100 万元（现值），净现值为 50 万元，方案乙投资 10 万元（现值），按同一折现率计算的净现值为 20 万元，我们可以认为两方案都可行，因为两方案在规定的折现率下都存在超额收益。但是，在资金有限的条件下，不能因为方案甲的净现值大于方案乙的净现值，就说方案甲优于方案乙。此时，还应考虑效益费用比，因为甲方案的投资现值为乙方案的 10 倍，而其净现值只达 2.5 倍，如果建设 10 个乙方案项目，则净现值可达 200 万元，与甲方案投资相同而效益翻两番。

采用净现值法进行投资决策，往往需要对投资额不等的众多备选方案进行比选，此时应该采用方案组合的净现值最大准则。应当指出，在基准折现率随着投资总额变动的情况下，按净现值大小选取项目不一定会遵循原有项目排列顺序。例如，假设在一定的基准折现率 i_0 和投资限额 I_0 下，净现值大于零的项目有 4 个，其投资总额恰为 I_0 ，故这 4 个项目均被接受；按净现值大小，设其排列顺序为 A, B, C, D。但若现在的投资总额减少至 I_1 时，所选项目不一定仍然会按 A, B, C, D 的原顺序排列直至达到新的投资总额为止。这是因为随着投资限额的减少，需要减少被选取的方案数，应当提高基准折现率，如提高到 i_1 ，此时由于各方案净现值被基准折现率影响的程度不同，可能改变原有的项目排列顺序。

净现值指标用于多个方案比较时，由于没有考虑各方案投资额的大小，因而不直接反映资金的利用效率。为了考察资金的利用效率，人们通常用净现值率（NPVR）作为净现值的辅助指标。净现值率是项目净现值与项目投资总额现值 I_P 之比，是一种效率型指标，其经济含义是单位投资现值所能带来的净现值。其计算公式为

$$NPVR = NPV / I_P = \left\{ \sum_{t=0}^n (CI - CO)_t (1 + i_0)^{-t} \right\} / \left\{ \sum_{t=0}^n I_t (1 + i_0)^{-t} \right\} \quad (33-2-9)$$

式中： I_t ——第 t 年的投资额。

对于单一方案评价而言，若 $NPV \geq 0$ ，则 $NPVR \geq 0$ （因为 $I_P > 0$ ）；若 $NPV < 0$ ，则 $NPVR < 0$ （因为 $I_P > 0$ ）；故净现值与净现值率是等效评价指标。

（3）内部收益率法。

净现值虽然简单易行，但必须事先给定一个折现率，而且采用该法时只知其结论是否达到或超过基本要求的效率，并没有求得项目实际达到的效率。内部收益率法则不需要事先给定折现率，它求出的是项目实际能达到的投资效率（即内部收益率）。可见，在所有的经济评价指标中，内部收益率是最重要的评价指标之一。

内部收益率（IRR），简单地说就是净现值为零时的折现率。随着折现率的不断增大，净现值不断减小，当折现率取 r 时，净现值为零。此时的折现率 i_0 即为内部收益率。

内部收益率也可通过解下述方程求得：

$$\sum_{t=0}^n (CI - CO)_t (1 + IRR)^{-t} = 0 \quad (33-2-10)$$

式中：IRR——内部收益率；

其他符号意义同上。

不难看出式（33-2-10）是一个高次方程，不容易直接求解，通常采用“试算内插法”求 IRR 的近似解。现在一般借助 Excel 电子表格进行求解，Excel 提供了相应函数。

设基准收益率为 i_0 ，用内部收益率 IRR 指标评价单个方案的判别准则是：

若 $IRR \geq i_0$ ，则项目在经济效果上可以接受；

若 $IRR < i_0$ ，则项目在经济效果上应予否定。

一般情况下，当 $IRR > i_0$ 时，会有 $NPV(i_0) \geq 0$ ；反之，当 $IRR < i_0$ 时，则 $NPV(i_0) < 0$ 。因此，对于单个方案的评价，内部收益率准则与净现值准则的评价结论是一致的。

内部收益率是项目投资的盈利率，由项目现金流量决定，即内部决定的，反映了投资的使用效率。但是，内部收益率反映的是项目寿命期内没有回收的投资的盈利率，而不是初始投资在整个寿命期内的盈利率。因为在项目的整个寿命期内按内部收益率 IRR 折现计算，始终存在未被回收的投资，而在寿命结束时，投资恰好被全部收回。也就是说，在项目寿命期内，项目始终处于“偿付”未被收回的投资的状况，内部收益率正是反映了项目“偿付”未被收回投资的能力，它取决于项目内部。

内部收益率法最大的优点是，它排除了项目大小、寿命周期长短等因素，给出了评价不同项目经济效益的统一指标。

33.2.3 项目效率评价法

1. 投资收益率

投资收益率是指项目在正常生产年份的净收益与投资总额的比值，其一般表达式为

$$R = \frac{NB}{I} \quad (33-2-11)$$

式中：

R ——投资收益率；

NB ——正常生产年份或者年平均净收益，根据不同的分析目的， NB 可以是利润，可以是利润税金总额，也可以是年净现金流入等；

I ——投资总额。

投资总额的计算公式为

$$I = \sum_{t=0}^m I_t \quad (33-2-12)$$

式中： I_t ——第 t 年的投资额； m ——建设期。

根据分析目的不同， I 可以是全部投资额（即固定资产投资、建设期借款利息和流动资金之和），也可以是投资者的权益投资额（如资本金）。

由于 NB 与 I 的含义不同，投资收益率 R 常用的具体形式有：投资利润率、投资利税率和资本金利润率。

2. 效益-费用比

用动态投资回收期、净现值或者内部收益率等指标评价项目的经济效果时，都要求达到或超过标准的收益率。这对以营利为目的的营利性企业或投资者来说，是方案经济决策的基本前提。

但是，对于一些非营利性的机构或投资者，投资的目的是为公众创造福利或效果，并非一定要获得直接的超额收益。例如，不以营利为目的的公路建设，对使用该公路的公众产生效果。这种效果可以包括：由于汽车速度的加快和公交设施的建设而节省运输时间；由于路线变得更直而缩短运输距离；由于路面的平整而节约燃料；由于路面光滑而节省汽车维修费用和燃料费用；由于达到安全标准而减少车祸，等等。

评价公用事业投资方案的经济效果，一般采用效益-费用比（B-C比），其计算表达式为

$$\text{效益-费用比 (B-C 比)} = \text{净效益 (现值或年值)} / \text{净费用 (现值或年值)}$$

计算 B-C 比时，需要分别计算净效益和净费用。净效益包括投资方案对承办者和社会带来的收益，并减去方案实施给公众带来的损失。净费用包括方案投资者的所有费用支出，方案实施对投资者带来的所有节约。实际上，由于净效益是指公众得益的净积累值，净费用是指公用事业部门净支出的积累值。因此，B-C 比是针对公众而言的。

净效益和净费用的计算，常采用现值和年值表示，计算采用的折现率应该是公用事业资金的基准收益率或基金的利率。若方案净效益大于净费用，即 B-C 比大于 1，则这个方案在经济上认为是可以接受的，反之，则是不可取的。可见，效益-费用比的评价标准是：

B-C 比>1

B-C 比是一种效率型指标，用于两个方案的比选时，一般不能简单地根据两方案 B-C 比的大小选择最优方案，而应采用增量指标的比较法，即比较两方案之增加的净效益与增加的净费用之比（增量 B-C 比），若此比值（增量 B-C 比）大于 1，则说明增加的净费用是有利的。

33.2.4 综合指标方法

前面所举的方法都是单指标评价方法。这种方法一般使用方便，计算简单。但是，每一种单指标评价方法都只能从某一方面或角度来评价项目的绩效，具有很大的局限性。为了避免单指标评价方法的弊端，在项目绩效评价中，特别是在项目整体绩效评价中，除采用单指标评价方法外，还经常使用多指标综合评价方法。这里介绍的综合指标法就属于多指标评价方法。

1. 多指标综合法的概念

多指标综合法是指根据多目标规划原理，把所要评价的各项指标分别对照各自的标准，并根据各项指标的权数，通过功效函数转化为可以度量的评价分数，再对各项指标的单项评价分数进行加总，求得综合评价分数。多指标综合法是经济评价中常用的一种定量评价方法，项目绩效评价也可使用这种方法。

所谓多目标规划原理就是对复杂的经济系统采用分解和协调等方式，设立多个子目标来共同剖析说明总目标的一种方法。在项目绩效评价体系中，把评价系统分为定性评价和定量评价两部分。在定量评价中，又从财务效益状况、生产运营状况、偿债能力状况和发展能力状况等方面，分别设立多项指标来说明项目的绩效状况。在定性评价部分，可对项目前景、对企业核心业务的贡献等方面进行分析，最后得出结论。

2. 多指标综合法评价模型

综合评价的直观目的是要将被评价对象相对于评价目标进行横向比较，排出优先顺序。评价模型是评价的数学工具，是评价指标间内在联系的具体化、定量化。在绩效评价中，目前普遍使用的是以加权平均为基础的指标评分法。其实质是要将多个指标的评价分值用加权平均的方法综合成一个（或几个）综合评价分值。指标评分法因其简明直观、结论明确、可操作性强，而被普遍接受。该方法的基本模型形式为：

$$\begin{aligned} ZP &= \sum_{i=1}^n W_i P_i \\ \sum_{i=1}^n W_i &= 100 \\ W_i &\geq 0 \\ i &= 1, \dots, n \end{aligned} \tag{33-2-13}$$

式中: ZP —综合评价分值;

P_i —第 i 个指标的评价分值;

W_i —第 i 个类别指标的权重值;

n —评价指标的个数。

3. 多指标综合法四要素

以上数学模型有四个构成要素: 指标体系的建立、指标的标准值的选取、指标的权重的确定和指标值无量纲处理。

(1) 指标体系的建立。

指标体系的建立是多指标综合法的关键, 建立的过程要遵循以下原则。一是科学性原则。科学性原则是指评价的内容要有科学的规定性, 各项指标的概念要科学、确切, 有精确的内涵和外延, 计算范围要明确, 不能含糊其辞, 指标体系应尽可能全面、合理地反映评价对象的本质特征。科学性还要求指标体系必须符合一致性、独立性和整体的完备性, 只有以这些原则为依据, 设立的指标体系才能科学、全面地反映系统目标的要求。二是可比性原则。指标的可比性原则, 要求指标必须反映被评估对象的共同属性, 质的一致性是可比的前提。这是因为: “不同物的量只有化为同一单位后, 才能在量上相互比较”。评价就是比较, 不可比的东西就不能评价, 可比性越强, 评价结果就越可信。三是可操作性原则。可操作性是指评价指标体系必须含义明确、数据规范、繁简适中, 计算简便易行。评价指标所规定的要求应符合被评价对象的实际情况, 即所规定的要求要适当, 既不能要求过高, 也不能要求过低。为了实际使用方便, 必须设计出具体的、可测量的指标体系, 用以表征目标的主要方面。围绕指标规定的内容要有足够的信息可供利用, 同时还必须有一定的、切实可行的量化方法可供利用。

例如, 评价一个化工企业的信息系统项目时, 可考虑设立的指标有: 达产率、优质品率、单位成本、废品率、安全生产等。

(2) 指标的标准值的选取。

每一个指标的实际发生值都必然在一定的范围之内, 而要判断这个实际值究竟是好还是不好, 就必须对比, 这个供对比的值就称为指标的标准值。评价时, 只要把实际值与标准值进行对比就能判断指标的实际值究竟是好还是不好。

(3) 指标的权重的确定。

式(33-2-13)中的 W_i 就是指标的权重, 它是指标体系中的重要组成部分。一个指标的权重的确定一般来说是一个比较复杂的问题。在多指标综合评价中, 指标权重的确定方法有数十种之多。所有这些方法大致可分为两大类: 一类是由专家根据经验判断各评价指标相对于评价目的而言的相对重要程度, 然后经过综合处理获得指标权重的所谓主观赋权法, 如逐对比较法、Delphi 法等; 另一类是直接依据各被评价对象指标属性值数列的离散程度确定各指标权重的所谓客观赋权法, 如离差最大化法、均方差方法等。

(4) 指标值无量纲处理。

多指标综合法的一个突出的问题就是指标的量纲问题。比如, 成本的单位是元、以重

量计量的产品的单位成本是元/吨，安全生产的指标的单位可能是次，等等。所谓无量纲处理就是用一定的数理方法把带量纲的指标值转化为无量纲的分值。例如，前面的单位成本 800 元/吨，经过计算，转化为 80 分；废品率实际值是 0.5%，经过计算，转化为 90 分，等等。通过这样的转化，就可以应用式（33-2-13）通过计算得出评价结果（最后分值）。

33.3 财务绩效评估

33.3.1 财务绩效评估概述

财务绩效评估是从企业的角度对信息系统项目的绩效进行经济分析，评估项目的赢利能力和借款偿还能力，以及抗风险能力。信息系统项目财务绩效评估是从项目经营的角度，以现行实际价格为评估尺度，按照现行财税制度规定，对信息系统项目的成本效益进行测算和分析，据以评估项目获得效益的可能性。

信息系统项目财务绩效评估是一项复杂的工作，它涉及面广，特别是对项目未来的成本效益的测算，不仅涉及市场、产品和竞争，还涉及技术进步等的预测分析；另外，一个信息系统项目获得成功，项目的投资方案合理是基础，但是，一个项目的真正成功，还取决于运营中经营管理水平的高低等因素。由此可见，财务绩效评估只是绩效评估中的一种方法，还要与其他评估方法配合。

33.3.2 财务绩效评估的特点

信息系统项目财务绩效评估的特点主要有：

(1) 动态性。除计算一些静态指标外，更强调运用等值的观点，将不同时点的资金流入和流出，折算到同一时点，进行动态比较。这不仅能反映项目未来时期的发展变化情况，而且为不同项目之间以及同一项目不同方案之间的对比分析提供了可比的基础。

(2) 预测性。除进行科学的预测外，还应对某些不确定因素和风险因素做出估计，常用的预测方法有盈亏平衡分析、敏感性分析和概率分析。

(3) 全过程性。强调全过程分析，为项目财务绩效评估提供依据，它们应是经过综合计算的寿命周期全过程所得到的净现值、净现值率，以及内部收益率等。

(4) 可比性。强调价值量分析与实物量分析相结合，以价值量分析为主。尽量将时间因素、物质因素、劳动因素等化为资金价值因素，这样为不同项目、不同方案的对比提供了相同的价值尺度，具有可比性。

33.3.3 财务绩效评估的基础数据表

由于财务绩效评估是以定量评估为主的评估，因此，评估要建立在可靠的数据之上。另外，财务绩效评估所需要的数据要整理成标准格式，这就是会计报表。这里只举财务

绩效评估中的几种主要的会计报表：现金流量表（包括全投资现金流量表和自有资金现金流量表）、损益表、借款偿还表和资产负债表。一般来说，不同的项目，因项目的大小、筹资结构、资本结构等的不同，其所需的会计报表也有所不同。这里列举的会计报表是任何项目都需要的基本报表。除此之外，有些项目可能还要涉及外汇的使用，则需要编制用汇报表；另外，由于有些项目达产期的市场预测比较复杂，因此需要一系列有关的报表，如销售成本费用表、生产成本表等。

1. 现金流量表

为了正确判断项目的盈利能力和偿还能力，需要预计项目的经营状况，将项目寿命期内每年的现金流入量和现金流出量及两者之间的差额列成表格，这种表格称为现金流量表。它是分析、预测项目财务绩效的重要动态报表。

编制现金流量表时，重要的工作，也是编制现金流量表的前提，就是识别现金流入项、现金流出项。所谓现金流入项就是收益，所谓现金流出就是费用。对于一个信息系统项目财务分析来说，因为主要目标是分析其盈利能力，因此凡是削弱盈利的就是现金流出，凡是增加盈利的就是现金流入。对于那些虽由项目实施所引起但不为企业所支付或获取的费用及收益，则不予计算。例如，折旧、摊销等。

在进行盈利能力分析时，一般分两步进行。第一步通过全投资现金流量表（见表33-1），假定项目全部资金都为自有资金的情况下，考察项目本身的盈利能力。它排除了财务条件（筹资成本）对项目盈利能力的影响，客观地反映项目本身的盈利能力。如果由此得出的项目盈利能力大于或等于资本成本率，则有继续进行财务分析的必要，反之，即可考虑否定此项目。第二步通过自有资金现金流量表，考察企业自有资金的获利性，以反映企业自身可得到的利益。

全投资现金流量表不考虑资金借贷与偿还，投入项目的资金一律视为自有资金。其净现金流量构成公式为

年净现金流量=销售收入+资产回收-固定资产投资-流动资金投资-经营成本-销售税金及附加-所得税

这里对主要现金流量项做以下说明。

(1) 销售收入。这是企业获得收入的主要形式。销售收入由销售量和价格两个要素决定。在项目寿命期内价格一般都会变化，考虑到由于产品价格与原材料价格等有互动关系，因此一般采用现行价格或可预见的价格，并假定在寿命期内不变。

(2) 资产回收。寿命期末可回收的资产包括固定资产残值和回收的流动资金。

(3) 固定资产投资。固定资产投资包括工程费用、不可预见费、无形资产投资、建设期利息、开办费等。

(4) 经营成本。这是为进行经济分析从总成本费用中分离出来的一种费用，其与总成本的关系为：

$$\text{经营成本} = \text{总成本费用} - \text{折旧和摊销费用}$$

折旧是对固定资产投资的回收，在前面分析中，已将固定资产投资当做支出，如果再将折旧作为支出，就重复计算了费用；另外，企业通过折旧，将固定资产价值转移到产品中的部分随产品一次次销售将其补偿基金储存起来，到折旧期满，收回原投资，可见折旧并没有从系统项目中流出，而是保留在系统内，只不过其形态发生了变化，由固定资产变成了流动资产。同理，摊销费也不能作为现金流出。

(5) 销售税金及附加。其计算口径应与销售收入口径相对应。凡需从销售收入中支付的税金均必须列入，凡不需从销售收入中支付的税金均不列入。

“自有资金现金流量表”（如表 33-1 所示）的构成与“全投资现金流量表”（如表 33-2 所示）最大的区别在于对借款资金的处理。由于全投资现金流量表是假定全部资金为自有资金，因此，没有利息支出；自有资金现金流量表是站在企业财务的角度考察各项资金的收入和支出。对于企业来说，由于从银行取得贷款是现金流入，用于项目建设是现金流出，偿还贷款本利也是现金流出。因此企业对贷款的真正支出只是偿还贷款本利。

当全投资内部收益率大于贷款利率时，自有资金的内部收益率必定大于全投资内部收益率，且贷款比例越高，自有资金的内部收益率越高。当全投资内部收益率大于基准收益率，且基准收益率大于借款利率时，自有资金净现值大于全投资净现值。

表 33-1 自有资金投资现金流量表

表 33-2 全投资现金流量表

续表

序号	内 容	建设期			生产期			合 计
3	回收固定资产残值							
4	回收流动资金							
5	(二) 现金流出							
6	固定资产投资							
7	流动资产投资							
8	经营成本							
9	销售税金							
10	所得税							
11	(三) 净现金流量							

2. 损益表

损益表用来计算项目在寿命期内各年的利润总额，以便进一步计算投资利润率、投资利税率等静态评价指标，如表 33-3 所示。

表 33-3 损益表

序 号	项 目	投 产 期	达 产 期								
			3	4	5	6	7	8	...	12	
1	产品销售收入										
2	销售税金及附加										
3	总成本费用										
4	利润总额 (1-2-3)										
5	所得税 (4×33%)										
6	税后利润 (4-5)										
6.1	盈余公积金和公益金										
6.2	应付利润										
6.3	未分配利润										
7	累计未分配利润										

3. 借款偿还表

借款偿还表是分析项目偿债能力的重要报表。贷款的使用者特别关心项目偿还债务的能力，贷款的发放者特别关心借出的资金能否如期收回，而借款偿还表恰能满足二者的需要，如图 33-4 所示。可见，偿债分析是财务分析的一项重要内容。

由于财务费用计入总成本，进而影响利润，而各年财务费用的大小又取决于还款方式，取决于项目还款能力，因此损益表一般应与借款偿还表一起编制。

常见的还款方式有以下几种。

(1) 等额利息法：每期付息额相等，期中不还本金，最后一期归还本金和当期利息。

表 33-4 借款偿还表

说明：表中的“长”表示长期负债，“流”表示流动负债。

- (2) 等额本金法：每期偿还相等的本金和相应的利息。
 - (3) 等额摊还法：每期偿还的本利额相等。
 - (4) 一次性偿付法：最后一期偿还本利。
 - (5) 任意法：期中任意偿还本利，到期末全部还清。

4. 资产负债表

资产负债表综合反映各年末的资产、负债和资本的增减变化情况，以及它们相互之间的关系，可用来检查项目的资产、负债及资本结构是否合理和项目是否具有较强的偿还债务能力。资产负债表中所反映的基本关系，也是重要的会计等式：资产=负债+所有者权益。资产负债表如表 35-5 所示。

表 35-5 资产负债表

续表

序号	项目	年份	建设期		投产期	达产期			
			1000	1800		2040	1730	1370	1010
2	负债				600	650	650	650	...
2.1	流动负债总额				100	150	150	150	...
2.1.1	应付账款				500	500	500	500	...
2.1.2	流动资金借款				1000	1800	1440	1080	720
2.2	长期借款		1000	1800	1440	1080	720	360	...
	负债小计								
2.3	所有者权益								
2.3.1	资本金		470	940	1360	1360	1360	1360	...
2.3.2	资本公积金								
2.3.3	累计盈余公积金				36	120	206	295	...
2.3.4	累计未分配利润				54	178	306	441	...
	资产负债率 (%)		68	65.2	58.5	51	37.6	29.2	...
	流动比率				1.6	1.67	1.81	1.95	...
	速动比率				0.97	0.83	0.96	1.11	...

33.3.4 财务分析

财务分析包括财务赢利性分析、清偿能力分析和财务风险分析。

1. 财务赢利性分析

(1) 财务内部收益率 (IRR)。

IRR 的计算公式为：

$$\sum_{t=1}^n (CI - CO)_t (1 + IRR)^{-t} = 0 \quad (33-3-1)$$

式中： CI ——现金流入量；

CO ——现金流出量；

$(CI - CO)_t$ ——第 t 年的净现金流量；

n ——计算期。

判据：当 $IRR \geq i_0$ 时，项目在财务上是可以接受的，这里的 i_0 为行业折现率。

(2) 投资回收期 (T_P)。

T_P 计算公式为：

$$\sum_{t=1}^{T_P} (CI - CO)_t = 0 \quad (33-3-2)$$

若 T_P 不为整年，则有

$$T_P = \text{累计净现金流量开始出现正值的年份数} - 1 + (\text{上年累计现金流量绝对值} / \text{当年净现金流量})$$

判据：当 $T_P \leq T_C$ 时，应认为项目在财务上是可以考虑接受的；其中 T_C 为基准回收期。

（3）财务净现值（NPV）和净现值率（NPVR）。

其计算公式分别为：

$$NPV = \sum_{t=1}^n (CI - CO)_t (1 + i_0)^{-t} \quad (33-3-3)$$

$$NPVR = \frac{NPV}{I_P}$$

式中， I_P =投资（包括固定资产投资和流动资金）的现值。

判据：

① $NPV \geq 0$ 或 $NPVR \geq 0$ 的项目，应该认为在财务上是可以考虑接受的；

② 当投资额现值相同时，应选择 NPV 大的；当投资额现值不同时，需参考 $NPVR$ 指标的选择。

（4）投资利润率。

其计算公式为：

$$\text{投资利润率} = (\text{年利润总额或年均利润总额}/\text{总投资}) \times 100\%$$

式中：

$$\begin{aligned} \text{年利润总额} &= \text{年产品销售收入} - \text{年总成本} - \text{年销售税金} - \text{年技术转让费} - \\ &\quad \text{年资源税} - \text{年营业外净支出} \end{aligned}$$

$$\text{总投资} = \text{固定资产投资} (\text{不包括生产期更新改造投资}) + \text{建设期利息} + \text{流动资金}$$

（5）投资利税率。

其计算公式为

$$\text{投资利税率} = (\text{年利税总额或平均利税总额}/\text{总投资}) \times 100\%$$

其中：年利税总额=年产品销售收入-年总成本-年技术转让费-年营业外净支出

2. 清偿能力分析

（1）借款偿还期。

固定资产投资借款偿还期是指在国家财政规定及项目具体财务条件下，项目投产后可用于还款的利润、折旧及其他收益额偿还固定资产投资借款本金和利息所需要的时间。其计算公式为

$$I_d = \sum_{t=1}^{P_d} (R_d + D' + R_0 - R_r)_t \quad (33-3-4)$$

式中： I_d ——固定资产借款本利和；

P_d ——借款偿还期（从建设开始年计算；当从投资年算起时，应予以注明）；

R_d ——年利润总额；

D' ——可用做还款的年折旧；

R_0 ——可用做还款的其他年收益；

R_r ——还款期的年企业留利；

$(R_d + D' + R_0 - R_r)_t$ ——第 t 年的可用于还款的收益额。

若 P_d 不为整数年，则

$$P_d = (\text{借款偿还开始出现盈余的年份数} - 1) + (\text{当年应偿还借款数} / \text{当年可用于还款的收益额})$$

(2) 资产负债比率。

其计算公式为

$$\text{资产负债比率} = \text{负债总额} / \text{资产总额}$$

资产负债比率反映企业总体偿债能力。这一比率越低，则偿债能力越强。

(3) 流动比率。

其计算公式为

$$\text{流动比率} = \text{流动资产总额} / \text{流动负债总额}$$

流动比率反映企业在短期内偿还债务的能力。该比率越高，则偿还短期负债的能力越强。

(4) 速动比率。

其计算公式为

$$\text{速动比率} = \text{速动资产总额} / \text{流动负债总额}$$

式中：速动资产总额=流动资产-存货。

速动比率反映企业在很短时间内偿还短期负债的能力。

3. 不确定性分析

不确定性分析包括盈亏平衡分析、敏感性分析和概率分析。

(1) 盈亏平衡分析。

盈亏平衡点（BEP）通常根据正常生产年份的产品产量和销售量、变动成本、固定成本、产品价格和销售税金等数据的计算，用生产能力利用率或产量表示，其计算公式分别为

$$\text{BEP}(\text{生产能力利用率}) = [\text{年固定成本} / (\text{年产品销售收入} - \text{年变动总成本} - \text{年销售税金})] \times 100\%$$

$$\text{BEP}(\text{产量}) = [\text{年固定成本} / (\text{单位产品价格} - \text{单位产品变动成本} - \text{单位产品销售税金})] \times 100\%$$

如果项目有技术转让费、营业外净支出及资源税等，均应从分母中扣除。BEP 值越小，表明项目适应市场变化的能力越大，抗风险能力越强。

（2）敏感性分析。

敏感性分析的变化因素主要有产品产量、产品价格、主要原材料和动力价格、其他变动成本、投资、建设工期、外汇汇率等；对于敏感性分析，既可以做单因素敏感性分析，也可以做多因素敏感性分析；主要分析上述因素对内部收益率的影响，必要时可分析对静态投资回收期、借款偿还期和净现值等的影响。

敏感性分析包括变幅分析和极限分析两种。前者表示其因素按一定比例变化引起评价指标变化的幅度的分析；后者表示评价指标达到临界点时允许某因素变化的最大幅度，即变化极限。

- 技术。先进的技术是保证信息系统项目顺利运行的前提。信息技术，特别是网络技术的迅猛发展是导致信息系统项目出现的直接原因。企业建设信息系统项目所需的技术分为前期的技术建设和运营后随技术发展状况而做的技术革新与追加。由于绝大多数信息系统项目并不进行技术的先期开发，而只是对成熟技术的引进利用。因此，这就使信息系统项目技术具有普及性和趋同性的特点。作为企业来讲，只要保持信息的高灵敏度，及时采用先进技术即可。技术创新能够降低成本，率先采用新技术的企业能够在短期内获得比较优势，提高收益；但其他企业在很短时间内跟进，使得本来领先的信息系统项目又将丧失其比较优势。由此可见，技术虽然很重要，但由于具有普及性及趋同性，因此对信息系统项目的盈利敏感度并不一定很大。
- 资金。投资于信息系统项目的资金包括先期开发资金和后期维护所需资金。信息系统项目先期投入的固定成本比较大，后期维护的费用会因项目本身要求的不同而相差甚远，有些项目的后期维护费可能比较小，而有些项目的后期维护费可能甚高，特别是由于有些项目需要定期升级，可能需要巨额支出。因此，应根据项目本身的特点来确定项目的资金需求。
- 管理。信息系统项目建成后，后期的运作是包括产、供、销、资金支付等所有方面的系统工程。项目是否有效益，以及效益的大小，都与经营管理有直接关系。同样的基础设施与技术，同样的起点，有的项目稳健发展，而有的却亏损连连。可见，经营管理是决定信息系统项目成败的决定因素。

33.3.5 主要评估参数的确定和选取

在做信息系统项目财务绩效评估时，除了评估方法的选择和数据的采集，另一个影响评估结果的因素就是评估参数的确定和选取。下面，对两个重要参数的确定和选取进行分析。

1. 确定项目经济寿命期

确定项目经济寿命期，也就是计算经济效益的周期，包括项目建设期和项目有效生产期。项目建设期按项目建议书中的规定确定，有效生产期确定要考虑以下因素。

(1) 项目建成投产后，主要生产设备的物理磨损因素。存在于物理寿命期，可根据目前政府已颁布的固定资产折旧条例和规定加以确定。

(2) 主要设备的无形损耗因素。存在于设备的经济寿命期，要从实际工作中考虑资产无形损耗因素对项目经济寿命期的影响。

(3) 产品市场寿命期。产品市场寿命期又称为产品的市场需求期，当市场对于项目生产的产品没有需求时，项目不得不停止生产而投产经营其他市场需求较多的产品。计算期不宜定得太长，除建设期应根据实际需求确定外，一般来说，计算生产期不得超过20年。因20年后的情况很难预测，且20年后的收益金额折为现值，为数甚微，对评价结果不会发生举足轻重的影响。

2. 选择合理的财务折现率

财务折现率是将建设项目不同时点的现金流入和现金流出折算成现值，进行定量计算所需要的参数。折现率直接影响净现值的高低，从而也影响投资方案的取舍。如何选择折现率是效益分析的重要内容。技术经济分析时，通常假设项目在整个经济寿命期内，财务折现率是不变的，其中任何年份都采用同一折现率。在选择折现率时，应根据项目实际情况，选用以下参数。

(1) 长期贷款利率。此种方法是以国际金融市场长期贷款利率作为计算项目财务收益净现值的折现率，因国际金融市场上的长期贷款利率，基本上反映了国际金融市场上资本的获利能力。

(2) 阶段折现率。此种方法是对项目的建设期和资产经营期的现金流量采用不同的折现率。计算项目建设期的现金流量现值时，以项目投资资金实际利率作为折现率，因在项目建设期内，资金的时间价值是按银行贷款利率衡量的，符合项目的实际支出。计算项目生产经营期的现金流量现值时，应以行业平均投资收益率作为折现率，因其反映了资金运用时对平均获利能力的要求。

(3) 行业基准投资收益率。此种方法是指采用各行业现有生产企业一定时期内的平均投资收益率作为计算对应行业建设项目财务收益净现值的折现率。以各行业的平均投资收益率作为计算对应行业建设项目财务收益净现值时的折现率，反映了在投资资金运用的折现范围内最基本的获利要求。

(4) 综合贷款利率（综合资金成本率）。此种方法是指对贷款项目投资资金来源的实际支付的利率进行加权平均计算，求出该项目各项资金的综合利率，或在综合资金成本上加一定的风险系数作为计算财务收益净现值的折现率。

第34章 信息安全知识

34.1 信息系统安全和安全体系

近年来，我国信息化进程不断推进，信息系统在政府和大型行业、企业组织中得到了日益广泛的应用。随着各部门对其信息系统不断增长的依赖性，信息系统的脆弱性日益暴露。由于信息系统遭受攻击使得其运转及运营受负面影响的事件不断出现，信息系统安全管理已经成为政府、行业、企业管理越来越关键的部分。由于如何规范日趋复杂的信息系统的安全保障体系建设，以及如何进行复杂信息系统的安全评估是信息化进程中所面临的巨大挑战。因此，信息系统安全建设是政府、行业和企业必须携手面对的问题。

由于信息系统本身的脆弱性和复杂性，大量的信息安全问题也伴随着计算机应用的拓展而不断涌现，病毒传播、黑客入侵、网络犯罪等安全事件的发生频率逐年升高，危害性也越来越大。如何构建企业信息安全部系，保护企业的利益和信息资产不受侵害，为用户提供可信的服务，已成为各企业当前迫切需要解决的问题。

34.1.1 信息安全需求分析

首先，要对企业信息网络可能面临的安全威胁和安全问题进行系统的分析，形成完整的安全需求，才能构造符合企业实际的、可操作性强的信息安全部系。

1. 可能面临的安全威胁

(1) 物理安全风险。物理安全风险包括：计算机系统的设备、设施、媒体和信息面临因自然灾害（如火灾、洪灾、地震）、环境事故（如断电、鼠患）、人为物理操作失误，以及不法分子通过物理手段进行违法犯罪等风险。

(2) 数据安全风险。数据安全风险包括：竞争性业务的经营和管理数据泄露，客户数据（尤其是大客户资料）泄露、数据被人为恶意篡改或破坏等。

(3) 网络安全风险。网络安全风险包括：病毒造成网络瘫痪与拥塞、内部或外部人为恶意破坏造成网络设备瘫痪、来自因特网黑客的入侵威胁等。

(4) 业务中断风险。以上这些风险都可能造成企业业务中断，甚至造成企业重大损失和恶劣社会影响，破坏企业品牌和信誉。

2. 可能存在的安全问题

(1) 信息网络系统建设规划上的不完善。信息网络建设初期，是以保证企业应用的功能和性能为主的，没有将信息安全作为系统的主要功能之一。虽然利用当时的技术手段采取了一些安全措施，但安全保护措施较为零散，缺乏整体性与系统性，对于信息网络的安全保护缺乏统一的、明确的指导思想，这是引发安全问题的主要源头。

(2) 技术与设计上的不完善。自计算机诞生和因特网问世以来，技术上的漏洞和设计方面的缺陷就随之而来，这些缺陷存在于计算机操作系统、数据库系统、网络软件和应用软件的各个层次，有可能被恶意用户利用，来获取非法访问权限。这也是引发安全问题的主要原因。

(3) 网络互联方面的风险。随着企业业务的扩展，企业信息网同外部信息网的连接关系越来越复杂。在企业的信息网络与外界网络的连接之间，特别是和因特网之间，如果缺乏必要、有效的技术防范措施，那么恶意用户很容易利用漏洞侵入内部网络。

(4) 安全管理方面的问题。这方面问题主要表现在：没有建立专门的安全管理组织，信息安全管理不健全或贯彻落实不够，人员不到位，安全防范意识不强，或者企业为节约成本，人力投入和实际需要存在矛盾。这些问题使得安全技术和管理措施难以有效实施。

34.1.2 信息安全的体系架构

1. 信息安全的总体架构

通过上述分析，根据企业信息安全需求，我们可以提出此方面的总体架构，详见图34-1，目的是确保信息的机密性、完整性、可用性、可审计性和抗抵赖性，以及企业对信息资源的控制，确保企业经营和业务的不间断运行。

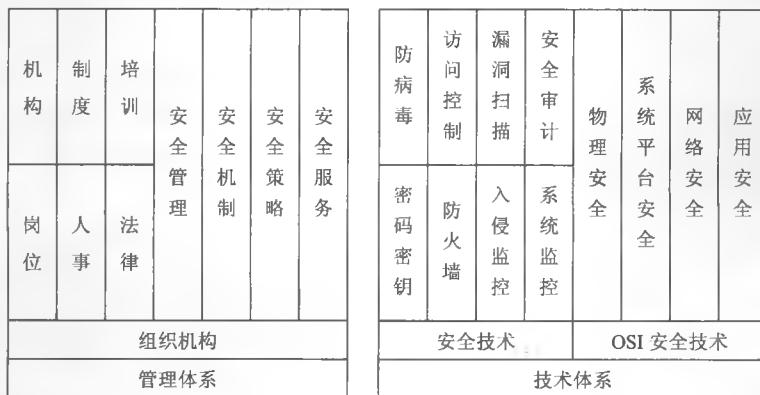


图34-1 企业信息安全的总体架构图

2. 如何构建信息安全的技术体系

(1) 物理安全。

保证信息系统物理安全，首先要根据国家标准、企业的信息安全等级和资金状况，

制订适合本企业的物理安全要求，并通过建设和管理达到相关标准。

其次，关键的信息系统资源，包括主机、应用服务器、网络设备、加密机等设备，通信电路，以及物理介质（软/硬磁盘、光盘、磁带、IC卡、PC卡等），应有加密、电磁屏蔽等保护措施，并放在物理上安全的地方。

（2）系统平台安全。

系统平台安全主要是保护主机上的操作系统与数据库系统的安全，它们是两类非常成熟的产品，安全功能较为完善。对于保证系统平台安全，总体思路是先通过安全加固解决企业管理方面的安全漏洞，然后采用安全技术设备来增强其安全防护能力。实施系统平台安全应注意以下几个方面：

- 加强主机操作系统、数据库系统的账户与口令管理，其中：对系统建设过程中可能遗留的无用账户、默认账户和默认口令应注意清查并及时删除；如无法确认，必须修改默认口令；账户口令要符合设置要求，对重要设备的系统级（ROOT）账户口令每个月至少要变更一次，重要操作后要及时变更口令。
- 要建立操作系统、数据库和应用系统的相关应用和端口的对应关系，关闭主机系统上与应用服务无关的端口。
- 企业应用系统对不间断运行的要求较高，如果采用打补丁的方式进行加固，风险大，工作量大，即便是表面看起来很普通的补丁也可能造成整个系统瘫痪。因此，打补丁的最佳时机是在应用系统上线投产前的安装调试阶段；应用上线后，尽量不要采用打补丁加固的方法，如果确实要打补丁，事先要经过严格的测试并做好数据备份和回退措施。
- 如果系统平台中存在较大安全漏洞而无法打补丁加固时，可利用安全保护措施的互补性，在网络边界处采取合适安全保护措施，并加强对主机系统的审计与管理，以弥补该问题遗留的安全隐患。
- 对于企业外公司开发的应用系统，如需要开发公司工程师远程登入查找故障，应贯彻最小授权原则，开放的账户只能给予满足要求的最少权限，并对远程登入时间、操作完成时间、操作事项进行记录，及时关闭开放的用户；有条件的，可打开系统平台自带的审计工具，或配备第三方的监控、审计和身份认证工具。

（3）网络安全。

计算机网络是应用数据的传输通道，并控制流入、流出内部网的信息流。网络安全最主要的任务是规范其连接方式，加强访问控制，部署安全保护产品，建立相应的管理制度并贯彻实施。建设网络安全体系应注意以下几个方面：

- 计算机网络边界的保护强度与其内部网中的数据、应用的重要程度紧密相关，网络安全等级应根据结点的网络规模、数据重要性和应用重要性进行划分并动态调整。
- 可以根据不同数据和应用的安全等级，以及相互之间的访问关系，将内部网络划分为不同的区域，建立以防火墙为核心的边界防护体系。

- 项目规划阶段就要考虑防火墙、漏洞扫描、入侵检测和防病毒等各安全产品之间的互相协作关系，以实现动态防护。

(4) 应用安全。

应用安全是指保护应用系统的安全、稳定运行，保障企业和企业用户的合法权益。保证应用系统安全，应加强以下几个方面的建设：

- 建立统一的密码基础设施，保证在此统一的基础上实现各项安全技术。
- 实施合适的安全技术，如身份鉴别、访问控制、审计、数据保密性与完整性保护、备份与恢复等。

为实现以上安全目标，可采用如下安全策略：

- 根据企业应用系统的特点，抽象出应用系统的基本模式，然后建立相应的安全模型，并统一设计同类应用系统的安全功能的实现方法。
- 根据应用系统模式及其传输的业务数据的重要性，为应用系统划分安全等级，针对不同安全等级的应用系统实施不同强度的安全保护功能。

3. 如何构建企业信息安全的管理体系

信息安全不仅是技术问题，更主要的是管理问题。俗话说“三分技术，七分管理”，任何技术措施只能起到增强信息安全防范能力的作用。只有管理到位，才能保障技术措施充分发挥作用。能否对信息网络实施有效的管理和控制是保障信息安全的关键。构建企业信息安全管理体时，应建立从规划、建设、运行维护到报废的全过程安全管理，建立评估—响应—防护—评估的动态闭环的管理流程。

(1) 加强全过程安全管理。

信息系统整个生命周期分为规划、建设、运行维护、报废四个阶段，不同的阶段有不同的安全管理重点和要求。

- ① 在信息网的规划阶段就要加强对信息安全建设和管理的规划。信息安全建设需要投入一定的人力、物力和财力，由于无论管理工作还是技术建设工作都不可能一步到位，因此要根据企业状况实事求是地确定信息网的安全总体目标和阶段目标，分阶段实施，降低投资风险。
- ② 在工程建设阶段，建设管理单位要将安全需求的汇总和安全性能、功能的测试列入工程建设各个阶段工作的重要内容，要加强对开发（实施）人员、开发过程中的资料（尤其是涉及各种加密算法的资料）、版本控制的管理，要加强对开发环境、用户和路由设置、关键代码的检查。
- ③ 在运行维护阶段，要注意以下事项：
 - 建立有效的安全管理组织架构，明确职责，理顺流程，实施高效的管理。领导重视是做好信息安全工作的关键，人员落实是做好信息安全工作的保障。
 - 制订完善的安全管理制度，加强信息网的操作系统、数据库、网络设备、应用系统运行维护过程的安全管理。
 - 要建立应急预案体系，保证业务不间断运行，如主机应急预案、业务应急预案、

网络应急预案、灾备系统等。

- 信息中心要加强对物理场所的安全管理，包括机房人员出入管理、营业场所出入管理、机房物理安全管理、消防安全管理等。
- 加强安全技术和管理培训。针对已发生的犯罪大多是内部人员或内外勾结犯罪的情况，要加强对内部人员的管理（包括技术人员和营业人员）和教育，让相关人员知法懂法。
- 加强执行力度和违规行为的处罚力度。根据以往教训，往往是有章不循而且连续几个环节都没有遵守规章制度，才让犯罪分子有机可乘。

④ 在设备报废阶段，对于过期的保密信息（包括电子文档记录的信息），要及时、集中销毁；对于报废设备，处理时要销毁遗留在设备上涉及安全的信息。

（2）建立动态的闭环管理流程。

企业信息网处于不断的建设和调整中，新的安全漏洞总是不断地被发现，当单纯的静态管理流程不能满足要求时，需要建立动态、闭环的管理流程。动态、闭环的管理流程就是要在企业整体安全策略的控制和指导下，通过安全评估和检测工具（如漏洞扫描、入侵检测等）及时了解信息网存在的安全问题和安全隐患，据此制订安全建设规划和安全加固方案，综合应用各种安全防护产品（如防火墙、防病毒、身份认证、审计等手段），将系统调整到相对安全的状态。

- 对于一个企业而言，由于安全策略是信息安全体系的核心，因此制订明确、有效的安全策略是非常重要的。企业安全组织要根据这个策略制订详细的流程、规章制度、标准和安全建设规划、方案，保证这一系列策略规范在整个企业范围内贯彻实施，从而保护企业的投资和信息资源安全。
- 要制订完善的、符合企业实际的信息安全策略，就必须先对企业信息网的安全状况进行评估。安全评估是指对信息资产的安全技术和管理现状进行评估，让企业对自身面临的安全威胁和问题有全面的了解，从而制订有针对性的安全策略来指导信息安全的建设和管理工作。

34.2 信息系统安全风险评估

在信息技术广泛应用的今天，我们面临着越来越多的信息安全威胁和挑战。传统的信息系统工程并没有把信息安全问题单独提出来考虑，而是在设计中遇到明显的安全问题时设计一个安全应用来解决。然而由于没有系统的归纳和总结，人们经常会有很多疑问：我们的安全控制全面吗？我们的安全控制是否达到了预期效果？安全控制是否有冗余？网络安全是我们信息系统的责任吗？社会工程攻击如何防范？物理隔离应什么时候进行设计？

近两年来，信息安全风险评估问题成为信息安全领域研究的热门话题之一，也是大家都非常关心的一个问题。从国际上的情况来看，也是各国都在探索的一个问题。下面

我们从三个方面来探讨一下信息安全风险评估。

34.2.1 信息安全风险评估的概念

信息系统主要存在两方面的安全风险：一是系统存在着脆弱性，就是我们常说的技术上的漏洞，可以被利用的漏洞；二是人为或自然的威胁，导致一些信息安全事件发生的可能性及其造成的影响，特别是负面影响。也就是说脆弱性和威胁是原因，可能性和影响是结果，当然还有一些其他的要素。信息安全风险评估是指对信息系统及其处理的传输和存储的信息的保密性、完整性和可用性等安全属性进行科学识别和评价的过程，因为人们的认识能力和实践能力，从阶段性来说总是有局限性的。

可以说信息系统存在的脆弱性是不可避免的，经过几十年的研究，大家发现这是由于人为的错误所造成的，对于现在我们所使用的一个庞大的、复杂的技术系统来说，恐怕在长时间内是不可避免的。在现实环境中，人们总是要面临着各种各样的威胁，或者说信息安全风险是必然的。在这种情况下，通过适当的、足够的，有时候是综合的安全措施来控制风险，最终目的是使残余下来的风险可以降低到最低程度。由于任何信息系统都会有安全风险，所以，人们追求的所谓安全的信息系统，实际上是指信息系统在实施了风险评估并做出风险控制后，仍然存在的残余风险可被接受的信息系统。

风险评估是对信息资产面临的威胁、存在的弱点、造成的影响，以及三者综合作用而带来风险的可能性的评估。作为风险管理的基础，风险评估（Risk Assessment）是组织确定信息安全需求的一个重要途径，属于组织信息安全管理体系建设的过程。风险评估的主要任务包括：

- 识别组织面临的各种风险；
- 评估风险概率和可能带来的负面影响；
- 确定组织承受风险的能力；
- 确定风险消减和控制的优先等级；
- 推荐风险消减对策。

在风险评估过程中，有几个关键的问题需要考虑。第一，要确定保护的对象（资产）是什么？它的直接和间接价值如何？第二，资产面临哪些潜在威胁？导致威胁的问题何在？威胁发生的可能性有多大？第三，资产中存在哪些弱点可能会被威胁所利用？利用的容易程度又如何？第四，一旦威胁事件发生，组织会遭受怎样的损失或者面临怎样的负面影响？第五，组织应该采取怎样的安全措施才能将风险带来的损失降低到最低程度？解决以上问题的过程，就是风险评估的过程。

34.2.2 风险评估的意义和作用

（1）风险评估是信息系统安全的基础性工作，它是观察过程中的一个持续的工作。信息安全中的风险评估是传统的风险理论和方法在信息系统中的运用，是科学地分析和

理解信息与信息系统在保密性、完整性、可用性等方面所面临的风险，并在风险的减少、转移和规避等风险控制方法之间做出决策的过程。

由于风险评估将导出信息系统的安全需求，因此，所有信息安全建设都应该以风险评估为起点。信息安全建设的最终目的是服务于信息化，但其直接目的是为了控制安全风险。

只有在正确、全面地了解和理解安全风险后，才能决定如何处理安全风险，从而在信息安全的投资、信息安全措施的选择、信息安全保障体系的建设等方面做出合理的决策。

进一步地说，持续的风险评估工作可以成为检查信息系统本身乃至信息系统拥有单位的绩效的有力手段，风险评估的结果能够供相关主管单位参考，并使主管单位通过行政手段对信息系统的立项、投资、运行产生影响，促进信息系统拥有单位加强信息安全建设。

（2）风险评估是分级防护和突出重点的具体体现。

- 信息安全建设的基本原则包括必须从实际出发，坚持分级防护、突出重点。
- 风险评估正是这一原则在实际工作中的具体体现。
- 从理论上讲，不存在绝对的安全，实践中也不可能做到绝对安全，风险总是客观存在的。
- 安全是风险与成本的综合平衡。
- 盲目追求安全和回避风险是不现实的，也不是分级防护原则所要求的。

要从实际出发，坚持分级防护、突出重点，就必须正确地评估风险，以便采取科学、客观、经济和有效的措施。

（3）加强风险评估工作是当前信息安全工作的客观需要和紧迫需求。

34.2.3 信息安全风险评估的基本要素

信息安全风险评估的基本要素包括前面所说的资产、威胁、脆弱性、风险。其中，资产是指通过信息化建设积累起来的信息系统、信息、生产或服务能力、人员能力和赢得的信誉等。威胁是指一个单位的信息资产的安全可能受到的侵害。威胁由多种属性来刻画：威胁的主体（威胁源）、能力、资源、动机、途径、可能性和后果。脆弱性是指信息资产及其防护措施在安全方面的不足和弱点。脆弱性也常常被称为弱点或漏洞。风险由意外事件发生的可能性及发生后可能产生的影响两种指标来衡量。风险是在考虑事件发生的可能性及其可能造成的影响下，脆弱性被威胁所利用后所产生的实际负面影响。风险是可能性和影响的函数，前者指威胁源利用一个潜在脆弱性的可能性，后者指不利事件对组织机构产生的影响。残余风险是指采取了安全防护措施，提高了防护能力后，仍然可能存在的风险。

由于现在的信息系统可以是一个组织、公司乃至国家完成使命的一种手段，因此它的风险评估必须从使命出发。由于信息化取得了很多的成果，得到了很广泛的应用，所以就产生了资产，我们用信息资产这个概念来描述我们信息化的成果，或者我们在信息

化过程中进行衡量，也许信息资产的概念是最直接的概念，当然它也存在一个量化问题。在信息安全威胁方面，我们当前信息化过程中有来自很多方面的威胁，既有人为的，也有自然的，都可能对我们信息系统造成威胁。根据一般的理解，由于人们只有在具体的事件中才能逐渐认识信息安全的利益所在，所以我们在评估的时候要关注以往发生的事情和别人发生的事情。残余风险不可能完全消除，这是由于信息化的发展，信息系统已经渗透到这个社会生活的各个方面，已经逐渐成为一个谁也离不开的东西。同时它经受着方方面面的危险，因此也许在相当长的时间之内完全消除风险是不现实的，所以必须承认即使我们采取了措施，即使我们加强了保护，即使我们投入了很多的资源，最终我们还是要面临风险。当对我们采取的安全措施再进行评估时，要考虑已有的安全措施是否还有效，是否有待加强。安全措施需要从管理、技术、运行三个方面去考虑。通过安全措施对资产加以保护，对脆弱性加以弥补，从而可降低风险。实施了安全措施后，威胁只能形成残余风险。而这个过程中往往是很措施共同起作用的。在我们考虑采取措施时，特别是对安全级别要求比较高的系统，往往要采取综合性的措施加以防范。

从对现行信息系统的风险分析入手，采用先进的风险分析方法，明确系统要保护的资产，找出系统的弱点和威胁，度量各种安全风险。

(1) 确认最关键的资产。明确保护的资产、资产的位置，以及资产的重要性是安全风险分析的关键。

(2) 基于对关键资产的确认，系统管理员、操作者、安全专家对网络脆弱性进行评估，进行风险的识别。采取合适的方法、手段对信息资产的风险进行识别，这些方法、手段包括调查研究、理论分析、会议座谈、工具分析、历史情况分析、雇请工程师进行模拟渗透式攻击等方法，以便尽可能地暴露信息与网络系统的风险点。

(3) 风险的度量。明确存在哪些弱点漏洞及这些弱点漏洞的风险级别，分析资产所面临的威胁，以及发生的可能性和一旦出现安全问题可能造成什么样的影响等。对于能够量化的应尽可能地量化，对于不能量化的应进行形式化分析。

34.2.4 风险评估的途径

在风险管理的前期准备阶段，组织已经根据安全目标确定了自己的安全战略，其中就包括对风险评估战略的考虑。所谓风险评估战略，其实就是进行风险评估的途径，也就是规定风险评估应该延续的操作过程和方式。风险评估的操作范围可以是整个组织，也可以是组织中的某一部门，或者独立的信息系统、特定系统组件和服务。影响风险评估进展的某些因素，包括评估时间、力度、展开的幅度和深度，都应与组织的环境和安全要求相符合。组织应该针对不同的情况来选择恰当的风险评估途径。目前，实际工作中经常使用的风险评估途径包括基线评估、详细评估和组合评估三种。

1. 基线评估

如果组织的商业运作不是很复杂，并且组织对信息处理和网络的依赖程度不是很高，或者组织信息系统多采用普遍且标准化的模式，基线风险评估（Baseline Risk Assessment）就可以直接而简单地实现基本的安全水平，并且满足组织及其商业环境的所有要求。

采用基线风险评估，组织根据自己的实际情况（所在行业、业务环境与性质等），对信息系统进行安全基线检查（用现有的安全措施与安全基线规定的措施进行比较，找出其中的差距），得出基本的安全需求，通过选择并实施标准的安全措施来消减和控制风险。所谓的安全基线，是在诸多标准规范中规定的一组安全控制措施或者惯例，这些措施和惯例适用于特定环境下的所有系统，可以满足基本的安全需求，能使系统达到一定的安全防护水平。组织可以根据以下资源来选择安全基线：

- (1) 国际标准和国家标准，例如 BS 7799-1、ISO 13335-4；
- (2) 行业标准或推荐标准，例如，德国联邦安全局 IT 基线保护手册；
- (3) 来自其他有类似商务目标和规模的组织的惯例。

当然，如果环境和商务目标较为典型，组织也可以自行建立基线。

基线评估的优点是需要的资源少，周期短，操作简单，对于环境相似且安全需求相当的诸多组织，基线评估显然是最经济有效的风险评估途径。当然，基线评估也有其难以避免的缺点。比如，基线水平的高低难以设定，如果过高，可能导致资源浪费和限制过度，如果过低，可能难以达到充分的安全。此外，在管理安全相关的变化方面，基线评估比较困难。基线评估的目标是建立一套满足信息安全基本目标的最小的对策集合，它可以在全组织范围内实行，如果有特殊需要，应该在此基础上，对特定系统进行更详细的评估。

2. 详细评估

详细风险评估要求对资产进行详细识别和评价，对可能引起风险的威胁和弱点水平进行评估，然后根据风险评估的结果来识别和选择安全措施。这种评估途径集中体现了风险管理的思想，即识别资产的风险并将风险降低到可接受的水平，以此证明管理者所采用的安全控制措施是恰当的。

详细评估的优点在于：

- (1) 组织可以通过详细的风险评估而对信息安全风险有一个精确的认识，并且准确定义出组织目前的安全水平和安全需求；
- (2) 详细评估的结果可用来管理安全变化。

当然，由于详细的风险评估可能是一个非常耗费资源的过程，包括时间、精力和技术，因此，组织应该仔细设定待评估的信息系统范围，明确商务环境、操作和信息资产的边界。

3. 组合评估

基线风险评估耗费资源少、周期短、操作简单，但不够准确，适合一般环境的评估；详细风险评估准确而细致，但耗费资源较多，适合严格限定边界的较小范围内的评估。实践当中，组织多是采用二者结合的组合评估方式。

为了决定选择哪种风险评估途径，组织首先对所有的系统进行一次初步的高级风险评估，着眼于信息系统的商务价值和可能面临的风险，识别出组织内具有高风险的或者对其商务运作极为关键的信息资产（或系统），这些资产或系统应该划入详细风险评估的范围，而其他系统则可以通过基线风险评估直接选择安全措施。

这种评估途径将基线风险评估和详细风险评估的优势结合起来，既节省了评估所耗费的资源，又能确保获得一个全面系统的评估结果。而且，组织的资源和资金能够应用到最能发挥作用的地方，具有高风险的信息系统能够被预先关注。当然，组合评估也有缺点：如果初步的高级风险评估不够准确，某些本来需要详细评估的系统也许会被忽略，最终导致结果失准。

34.3 信息安全策略

在信息安全工程体系中，信息安全策略（Information Security Policy）是指在一个组织内指导如何对包括敏感信息在内的资产进行管理、保护和分配的规则和指示。确定并实施安全策略是组织的一项重要使命，也是组织进行有效安全管理的基础和依据。由于安全策略是信息系统安全保障的核心和起点，因此在构建安全的信息系统之前，制订明确和合理的安全策略就成为关键。信息安全具有相对的概念，安全策略制订工作的主要任务就是收集目标系统的最小安全需求，对其进行形式化处理，整理成一套安全策略的基本原则。在安全策略制订过程中必须考虑可行性和成本效益，也就是说，除了要考虑安全策略的可操作性，还要明确由这些安全策略所带来的附加开销能够得到管理层的理解和支持，以便加强、维护网络和系统的安全。

目前，缺乏良好的安全策略和指导文件是大多数公司所面临的主要安全脆弱性之一。在建设信息系统之初，系统安全人员的大部分时间将花在根据目标系统的业务需求进行风险分析与风险评估的工作上。通常，这些工作可以分成四个步骤：首先，识别目标计算机和网络面临的所有威胁；其次，确定这些威胁的种类和危害程度；再次，根据目标系统的业务需求实行风险评估；最后，推荐行为措施，制订安全措施和安全指导手册。

34.3.1 威胁分析和风险分析

可靠的风险评估的第一步是对风险进行正确的识别。对于信息资产来说，各种不同的对象存在不同的情况，有的资产可能具有较多脆弱性，有的资产可能受到诸多威胁，

有的资产可能目前尚未受到威胁，但是对于风险评估来说属于高重要性对象，等等。由此可见，如何正确对信息资产进行分类，划分不同的等级，正确识别出风险评估的对象是进行风险评估乃至风险管理的一个非常关键的前提条件。造成信息资产的风险的主要因素有三个：脆弱性、威胁和资产的危险程度（也就是重要性），三者对风险的影响如图 34-2 所示。

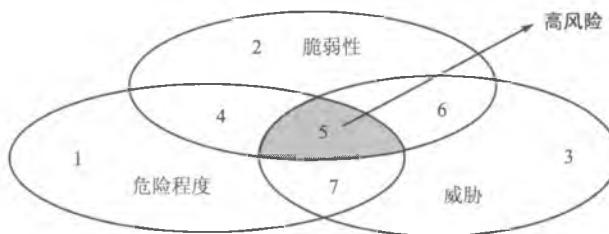


图 34-2 资产风险评估图

信息资产的脆弱性指的是可以通过什么方法来危及、试探、破坏甚至毁坏目标资产；信息资产受到的威胁指的是谁，以及如何能够找到资产的脆弱性；危险程度指的是资产的重要性。如图 34-2 所示，图中的 3 个椭圆区域分别代表脆弱性、威胁和危险程度，3 个椭圆相互重叠，将其并集区域划分为 7 个部分，我们分别用数字 1 到 7 表示。下面我们将对这 7 个部分分别代表的含义进行描述：

- (1) 部分重要资产，包括信息、系统、程序、人员、设备或工具等，它们均不存在脆弱性和威胁；
- (2) 部分非重要资产，包括系统、程序，人员、设备或工具等，它们均没有已知威胁；
- (3) 威胁环境，不属于重要资产且不具有脆弱性；
- (4) 部分重要资产，具有已知脆弱性，但是不具有威胁；
- (5) 部分重要资产，具有已知脆弱性和威胁，这是最敏感的区域，也就是我们进行风险评估的重点；
- (6) 部分非重要资产，具有已知脆弱性和威胁；
- (7) 部分重要资产，无已知脆弱性，但是受到特定的威胁。

风险识别的目标就是对信息资产的脆弱性、威胁和危险程度进行分析，找出风险的大小等级，为确定风险评估的对象奠定基础。风险是信息资产本身的脆弱性、受到的威胁，以及其危险程度共同作用的结果，从数学角度来说，风险是 3 个变量，危险程度、脆弱性和威胁的函数。我们用公式表示为：

$$R=F(PV, Pr, C)$$

式中： R 为资产受到某种威胁而具有的风险； PV 为威胁发生的概率； Pr 为脆弱性被利用的概率； C 为资产的危险程度，也就是资产对于风险分析来说具有的重要性。

在进行具体的风险识别时，可以采用风险矩阵的方法来确定风险的大小等级。风险

主要是由威胁发生的概率、脆弱性被威胁利用的概率，以及信息资产的重要程度来确定，我们可以根据这3个因素预先设定一个三维风险价值矩阵，称之为“预先价值矩阵（Matrix with Predefined Value）”，然后按照威胁、脆弱性和重要程度的识别与评价方法逐一确定目标信息资产的每一威胁发生的概率、脆弱性被该威胁利用的概率和资产的重要程度，从而可以从风险的预先价值矩阵中查出对应的风险值。下面我们给出一个风险预先价值矩阵的例子。在表34-1中：将威胁发生的概率划分为低、中、高三级，分别赋值0到2；将脆弱性被威胁利用的概率也划分为低、中、高三级，分别赋值0到2；将信息资产的重要程度划分为五级，分别赋值0到4；风险值最简单的计算方法是将3个参数值相累加。当然，在实际计算信息资产的风险值时可考虑更复杂的计算公式。

表34-1 风险预先价值矩阵例表

	威胁发生的概率	低(0)			中(1)			高(2)		
		脆弱性被利用的概率	低	中	高	低	中	高	低	中
资产重要程度	0	0	1	2	1	2	3	2	3	4
	1	1	2	3	2	3	4	3	4	5
	2	2	3	4	3	4	5	4	5	6
	3	3	4	5	4	5	6	5	6	7
	4	4	5	6	5	6	7	6	7	8

34.3.2 制订安全策略

如前所述，安全策略是为发布、管理和保护敏感的信息资源而制订的一组法律、法规和措施的总和，是对信息资源使用、管理规则的正式描述，是企业内所有成员都必须遵守的规则。根据对信息系统风险分析的结果，结合安全目标和安全需求，提出系统的安全策略，作为安全体系进一步设计的依据和指导。安全策略可能包括物理安全策略、网络安全策略、应用安全策略和管理安全策略等。

在这一环节，我们为目标信息系统制订一个完备且合适的安全策略。根据威胁分析和风险分析得到目标系统的安全级别，在充分考虑成本效益的前提下，要根据安全级别为目标信息系统定义一个完备且合适的安全策略，该策略应根据自身风险和承受能力来包含尽可能多的方面，组织的安全策略的主要内容应包括：

- 组织拥有并且需要保护的信息资产；
- 组织实施信息安全的组织架构、角色定义和人员责任；
- 组织对内部和外部用户正确使用资源的期望方式；
- 组织对信息资产的防护方针；
- 组织针对安全事件的响应机制。

该安全策略通常来说，至少应具备以下几个特性：机密性、完整性、可用性、可确认性、保障性和可实施性。

(1) 机密性。必须控制对系统的信息、服务和设备的访问，以确保敏感信息的机密性。只有需要这些信息和服务的授权人员才能访问系统和数据。

(2) 完整性。必须保持目标系统中软硬件和数据的完整性，以确保它们能在网络或公共介质上正确处理、存储和传输。系统中的每个文件或数据集，在其生命周期内都必须具备一个可识别源。

(3) 可用性。必须保证系统免受拒绝服务攻击或环境变化等的威胁，例如，断电或温度过高等，但是必须考虑保护措施的成本效益。

(4) 可确认性。系统必须能够追踪与系统安全相关的事件，包括违反和企图违反安全策略的子系统或用户。系统必须执行以下规则：访问系统的人员和子系统必须具有唯一标识，在被允许访问敏感信息、服务和设备之前必须具有标识与鉴别机制；每个处理敏感或重要任务的子系统都必须对与安全相关的事件保持审计迹。该审计信息必须能够防篡改，并要保持其能起作用。

(5) 可保障性。必须明确目标系统处理的信息、设备、服务，以及需要知情的员工的重要性和敏感性，以确定合理的安全需求。根据安全策略，系统选用的安全措施必须能够提供足够的与数据重要性相称的安全保护。

(6) 可实施性。安全策略必须贯彻于系统的整个生命周期。必须对系统安全功能的所有措施，包括那些在子系统级实行的措施进行评估，以确保能够充分满足安全策略的需求。每个平台都必须进行评估，以确保系统配置能够执行声明的安全策略。最后可以生成一份脆弱性评估报告，该评估必须由安全管理员或系统管理员来执行，以决定是否必须修改系统，使其遵循安全策略。

34.3.3 制订详细计划实施安全策略

由于安全策略与组织的安全级别，以及业务需求是密不可分的，因此，安全策略的制订过程也应贯穿于策略的整个执行过程。也就是说，要通过实践来不断调整与完善信息安全策略体系和内容，信息安全策略的实施过程是一项较为长期的反复的过程。可见，任何组织一旦建立起安全策略，就必须创建一个详细的实施计划，逐步、分段地增加和改进信息安全基础设施，以便完备地实施该安全策略。详细的实施计划有助于有效地管理开支计划和控制执行时间。

安全策略实施的整个过程将涉及目标组织各个层次上的多方面人员，包括高级管理层、关键业务部门、IT 部门、用户代表等。其中，获得高层管理层的支持与认可是安全策略得以顺利贯彻落实的关键。

信息安全策略实施计划至少应该包含以下步骤：

- 进行现场勘查，了解每个员工的信息系统的环境现状；
- 与相关人员进行访谈，深入全面了解组织的业务需求，以及相应的安全需求；
- 通过文档审查，了解组织当前的策略制订及部署情况；
- 从最高层次到最低层次分级制订安全策略；

- 通过与相关人员讨论，或者召开讨论会议等形式来完善每项安全策略；
- 通过培训等多种途径，让组织的员工、顾客等获知并理解与其工作有关的安全策略；
- 试实行安全策略时，既可以在整个组织范围内也可以在特定的部门内进行，其中包括购买必需的软硬件设备、雇用必需的员工以及安装和测试软硬件设备等；
- 搜集、分析反馈意见，修订和调整安全策略；
- 由管理层批复，发布正式版《安全策略实施指南》，其内容涵盖各种技术标准、规范和手册、关键的操作程序和管理方针、与信息安全相关的具体的管理制度等；
- 根据《安全策略实施指南》，对组织的员工、顾客等进行安全策略方面的培训；
- 长期执行并维护安全策略。

34.4 密码技术

计算机网络安全的发展是以密码学研究为基础的，信息加密、数字签名、数字印鉴、身份鉴别等安全机制是建立在密码技术的基础之上，是一种主动式防范技术。当前密码技术是解决信息系统安全的一项核心技术，是解决信息安全问题的最有效的手段之一。密码分为三种体制：单钥密码体制、双钥密码体制和混合密码体制。密码体制的安全依赖于密钥的安全。

34.4.1 单钥密码体制

一个加密系统，如果加密密钥和解密密钥相同，或者不相同但可以由其中一个推导出另一个，则是单钥密码体制（又称对称密钥密码体制、秘密密钥密码体制、私钥体制），常见的有著名的 DES（Data Encryption Standard，数据加密标准）算法。

DES 是一种数据分组的加密算法，采用多次换位加密与代替相结合的处理方法，将数据分成长为 64 位的数据块，其中 8 位做奇偶校验，有效密码长度为 56 位。首先，将明文数据进行初始置换，得到 64 位的混乱明文组，再将其分成两段，每段 32 位；然后，进行乘积变换，在密钥的控制下，做 16 次迭代；最后，进行逆初始变换而得到密文。DES 算法已通过硬件实现，效率非常高。其优点是：具有很高的保密强度；加密后信息没有膨胀；可生成数字印鉴用于数据防篡改。其缺点是：密钥使用一段时间后就必须更换，密钥在传递过程中容易泄露； N 个人要使用 $N(N-1)/2$ 个密钥，密钥管理非常困难；无法解决数字签名验证的问题。

单钥密码体制使用相同的密钥加密和解密，传统密码技术都属于这一类。由于该体制以很高的速度实现加密算法，所以常常用来自加密数据含量大的通信消息和文件。其典型实例包括美国开发的 DES、瑞士开发的 IDEA（国际数据加密算法），以及最近颁布

的 AES（高级加密标准）等。单钥密码体制的关键问题是：如何保证与之通信各方的独立密钥的秘密性；如何在发收方之间安全传递密钥；如何管理大量的秘密密钥等。单钥密码体制既可用于数据加密，也可用于信息的认证。

34.4.2 双钥密码体制

如果将一个加密系统的加密密钥和解密密钥分开，加密和解密分别由两个密钥来实现，并且由加密密钥推导出解密密钥（或由解密密钥推导出加密密钥）在计算上是不可行的，这种密码体制称为双钥密码体制（又称非对称密钥密码体制、公开密钥密码体制、公钥体制），采用双钥密码体制的每一个用户都有一对选定的密钥，一个可以公开，一个由用户秘密保存，双钥密码体制的出现是对现代密码学的一个重大突破，它给网络信息的安全带来了新的活力。

双钥密码体制是美国 Diffie 和 Hellman 于 1976 年提出的概念，比较著名的双钥密码体制的实现方案有：Deffie、Iellman 和 Nerkle：双钥交换体制，它的保密性是基于求解离散对数问题的困难性；Rivest、Shamir 和 Adleman 提出的 RSA 双钥体制，它的保密性基于大整数素因子分解的困难性；Merkle 和 Herman 提出的背包双钥体制，它的保密性是基于求解背包的困难性；我国科学家陶仁骥、陈世华提出的有限自动机密码体制，它的保密性是基于构造非线性弱可逆有限自动机弱逆的困难性和矩阵多项式分解的困难性。

经典的 RSA 算法是建立在“大数分解和素数检测”的理论基础上的。2 个大素数相乘在计算机上是容易实现的，但将乘积分解为 2 个大素数因子的计算量却相当巨大，大到甚至在计算机上也不可能实现。

素数检测就是判定一个给定的正整数是否为素数，该算法取用一个合数（该合数为 2 个素数的乘积），而不是取用一个大素数作为其模数，其实现的步骤可分为：设计密钥、设计密文和恢复明文几个过程。

双钥密码体制的加密和解密采用不同密钥。发方利用收方的公开密钥加密密文，收方使用与公开密钥对应的秘密密钥解密密文。由于公钥密码体制只需保密解密密文所需的密钥，所以密钥管理比采用秘密密钥密码体制容易得多。它的优点有：密钥分配简单；密钥的保存量少；可以满足互不相识的人之间进行私人谈话时的保密性要求；可用于数字签名；可实现防否认服务。

双钥密码体制的最大缺陷是加密速度慢。另外，双钥体制建立在未证明的理论之上，不能认为是绝对安全的；双钥体制的时间耗费巨大；双钥必须要求能保护公钥文件的完整性。

34.4.3 混合密码体制

在实际密码通信中常采用混合密码体制的方式，即数据含量大的通信采用高速的对

称密钥密码体制加密，而对称密钥密码体制的密钥，由于其数据含量少，则用公钥密码体制加密传递给收方。

混合密码体制融合了对称密码体制和公钥密码体制的优点，如将 RSA 与 DES 结合构成的混合加密方法称为 RSA 数字信封。BIIC 加密体制是其著名代表，结合了 DES 和 RSA 的优点，兼具了算法的高效率、高保密性、数字印鉴功能和 RSA 的密钥管理简便、数字签名的功能，可用于确定数据文件的完整性及数据来源等。BIIC 加密体制是将 RSA 公开密钥和私有密钥反过来使用，即用私有密钥加密文件，用公开密钥解密，使他人无法涂改或伪造数据文件。混合密码体制已被广泛用于 S/MIME 协议、SSL 协议和 SET 协议。

无论对称密钥密码体制还是公开密钥密码体制，密钥的产生、分发和管理是其关键。随着 Internet 技术的发展，网络信息安全成为 Internet 服务、电子商务、网络银行等各类机构或企业关注的焦点问题。近年来 Internet 上出现了许多新的安全技术和安全规范，公开密钥基础设施（PKI，Public Key Infrastructure）成为其中重要的技术。

34.5 访问控制

34.5.1 访问控制技术

访问控制就是要对访问的申请、批准、执行、撤销全过程进行控制。访问控制决定一个用户或程序是否有权对某一特定资源或协同内容执行一个特定的操作（如共享、修改、签字等），以确保只有合法用户的合法访问才能得到批准，且被批准的访问只能执行授权的操作。有三种权限判定方法：强制法、随意法和角色判定法。

(1) 在强制法中，每个用户具有一个安全级，针对每个资源也有相应的安全系数，安全级集合是一个偏序集。也可以采用分类的方法，每个用户不仅有一个安全级，而且在同一级中还要受类别的控制。一般原则是用户有权读取其安全级以下的所有资源，也有权向其安全级以上资源写入数据。

(2) 随意访问控制，用访问矩阵指定每一个用户对每个资源的访问模式（读、写、执行等权限）。随意法灵活，但它不能控制信息流向。

(3) 角色判定法，是以用户访问某特定资源时的角色来决定其权限，具体办法是：为每一个资源对象建立一张访问控制列表，表明其对各种角色赋予的权限；也给每个用户赋予一个或几个预定的角色，这种方法具有前两种的特点和优点，而且更加安全和方便。

34.5.2 身份认证技术

身份认证就是确定用户是否合法，有两种身份认证方法：基于令牌的身份验证和 Kerberos。

(1) 验证令牌为一次性口令机制，口令仅使用一次，在同一台主机上，用户不同时间所用的口令是不同的。一个用户在注册到网络远程主机之前，必须向主机表明身份并产生一个口令表。有同步和挑战应答两种实现算法：在同步算法中，身份认证服务器 AS 负责管理用户登录，它产生一个 PIN (Personal Identification Number) 给用户，当用户使用 PIN 登录时，AS 查找内部的身份认证数据库，若得到与用户令牌中相同的 key，则用户的令牌产生一个序列，通过比较这两个序列是否相同来鉴别用户身份。在挑战应答算法中，AS 也提供一个 PIN 给用户，但它还产生一个随机数，用户将这个随机数送入令牌，令牌将其加密返回一个序列，AS 内部根据用户 PIN，找到其令牌中的 key，也加密那个随机数，如果所得序列与用户令牌所得一致，就为合法用户。

(2) Kerberos 是一种由第三方进行的，基于保密密钥的身份认证算法。Kerberos 作为被信赖的第三方分别与网络上的每一个主体 (Server 或 Client) 共同持有一个保密密钥。为了能够访问服务器，该用户必须从 Kerberos 处得到一张 ticket，由于这张 ticket 是用该服务器的密钥加密的，所以只有 Kerberos 和服务器能读懂它，因而可确定用户是否合法。

34.5.3 网络安全访问控制

访问控制是网络安全防范和保护的主要策略，它的主要任务是保证网络资源不被非法使用和访问。它是保证网络安全最重要的核心策略之一。访问控制涉及的技术也比较广，包括入网访问控制、网络权限控制、目录级安全控制，以及属性安全控制等多种手段。

1. 入网访问控制

入网访问控制为网络访问提供了第一层访问控制。它控制哪些用户能够登录到服务器并获取网络资源，控制准许用户入网的时间和准许他们在哪台工作站入网。用户的入网访问控制可分为三个步骤：用户名的识别与验证、用户口令的识别与验证、用户账号的默认限制检查。三道关卡中只要任何一关未过，该用户便不能进入该网络。对网络用户的用户名和口令进行验证是防止非法访问的第一道防线。为保证口令的安全性，用户口令不能显示在显示屏上，口令长度应不少于 6 个字符，口令字符最好是数字、字母和其他字符的混合，用户口令必须经过加密。用户还可采用一次性用户口令，也可用便携式验证器（如智能卡）来验证用户的身份。网络管理员可以控制和限制普通用户的账号使用、访问网络的时间和方式。用户账号应只有系统管理员才能建立。用户口令应是每个用户访问网络所必须提交的“证件”。用户可以修改自己的口令，但系统管理员应该控制对口令的以下几个方面的限制：最小口令长度、强制修改口令的时间间隔、口令的唯一性、口令过期失效后允许入网的宽限次数。用户名和口令验证有效之后，再进一步履行用户账号的默认限制检查。网络应能控制用户登录入网的站点、限制用户入网的时间、限制用户入网的工作站数量。当用户对交费网络的访问“资费”用尽时，网络还应

能对用户的账号加以限制，用户此时应无法进入网络访问网络资源。网络应对所有用户的访问进行审计。如果多次输入口令不正确，则认为是非法用户的入侵，应给出报警信息。

2. 网络权限控制

网络的权限控制是针对网络非法操作所提出的一种安全保护措施。用户和用户组被赋予一定的权限。网络控制用户和用户组可以访问哪些目录、子目录、文件和其他资源，可以指定用户对这些文件、目录、设备能够执行哪些操作。受托者指派和继承权限屏蔽（irm）可作为两种实现方式。受托者指派控制用户和用户组如何使用网络服务器的目录、文件和设备。继承权限屏蔽相当于一个过滤器，可以限制子目录从父目录那里继承哪些权限。我们可以根据访问权限将用户分为以下几类：特殊用户（即系统管理员）；一般用户，系统管理员根据他们的实际需要为他们分配操作权限；审计用户，负责网络的安全控制与资源使用情况的审计。用户对网络资源的访问权限可以用访问控制表来描述。

3. 目录级安全控制

网络应允许控制用户对目录、文件、设备的访问。用户在目录一级指定的权限对所有文件和子目录有效，用户还可进一步指定对目录下的子目录和文件的权限。对目录和文件的访问权限一般有8种：系统管理员权限、读权限、写权限、创建权限、删除权限、修改权限、文件查找权限、访问控制权限。用户对文件或目标的有效权限取决于以下因素：用户的受托者指派、用户所在组的受托者指派、继承权限屏蔽取消的用户权限。一个网络管理员应当为用户指定适当的访问权限，这些访问权限控制着用户对服务器的访问。8种访问权限的有效组合可以让用户有效地完成工作，同时又能有效地控制用户对服务器资源的访问，从而加强了网络和服务器的安全性。

4. 属性安全控制

当用文件、目录和网络设备时，网络系统管理员应给文件、目录等指定访问属性。属性安全在权限安全的基础上提供更进一步的安全性。网络上的资源都应预先标出一组安全属性。用户对网络资源的访问权限对应一张访问控制表，用以表明用户对网络资源的访问能力。属性设置可以覆盖已经指定的任何受托者指派和有效权限。属性往往能控制以下几个方面的权限：向某个文件写数据、复制一个文件、删除目录或文件、查看目录和文件、执行文件、隐含文件、共享等。

5. 服务器安全控制

网络允许在服务器控制台上执行一系列操作。用户使用控制台可以装载和卸载模块，可以执行安装和删除软件等操作。网络服务器的安全控制包括可以设置口令锁定服务器控制台，以防止非法用户修改、删除重要信息或破坏数据；可以设定服务器登录时间限制、非法访问者检测和关闭的时间间隔。

34.6 用户标识与认证

34.6.1 PKI 概述

公钥基础设施 PKI (Public Key Infrastructure)，是一种遵循既定标准的密钥管理平台，它能为所有网络应用提供加密和数字签名等密码服务及所必需的密钥和证书管理体系。简单地说，PKI 技术就是利用公钥理论和技术建立的提供信息安全服务的基础设施。

公钥体制是目前应用最广泛的一种加密体制。在这一体制中，加密密钥与解密密钥各不相同，发送信息的人利用接收者的公钥发送加密信息，接收者再利用自己专有的私钥进行解密。这种方式既能保证信息的机密性，又能保证信息具有不可否认性。为了使公开密码系统得以顺利运作，必须设法将公钥与其持有人紧密结合并证明某一公钥确实为某人或某机构所拥有。利用可信赖的第三方机构——证书机构 CA (Certificate Authority) 作为密钥管理与验证机构，以签发数字证书方式证明公钥的效力。此外，所有辅助公开密码系统使用与应用服务的工作，均可视为公开密钥基础设施的一部分。

数字证书是把公钥及公钥的拥有者绑定在一起的数字文件，CA 利用自己的私钥签名用户证书，而 CA 的公钥证书则是广为发布的，从而使用户可以利用公证机关的证书来验证别的用户的证书。证书依据其用户分为两类：用于加密的证书和用于数字签名的证书。当然，也有既用于加密又用于数字签名的证书。

就目前来看，PKI 基础设施是比较成熟、完善的网络安全解决方案。具体说来，PKI 是一个颁发和管理用户密钥的系统，所有的 PKI 都应该具有以下两个基本操作。

(1) 发放证书：将公开密钥与个人、组织或其他实体，以及类似于许可证或凭据的信息捆绑在一起。

(2) 确认证书：判断一个证书是否可以被正确使用。

34.6.2 基于 X.509 的 PKI

X.509 是目前唯一已经实施的 PKI 系统，下面详细介绍基于 X.509 标准的 PKI 系统。基于 X.509 的 PKI 由以下各部分组成。

认证机关 CA：CA (Certificate Authorization) 是证书的签发机构，它是 PKI 的核心。构建密码服务系统的核心内容是如何实现密钥管理。在公钥体制中，由于私钥由持有者秘密掌握，因此密钥管理主要是公钥的管理问题，目前较好的解决方案是引进证书机制。CA 是这样一个可信的机构，它对任何一个主体的公钥（即证书）进行公证，证明主体的身份，以及主体与公钥的匹配关系，并保证该公钥的可靠性、合法性和可用性。

证书库：证书库是证书的集中存放地，它与网上“白页”类似，是网上的一种公共信息库，用户可以从此处获得其他用户的证书和公钥。X.509 PKI 建议采用支持 LDAP 协议的目录系统构造证书库，用户或相关的应用通过 LDAP 来访问证书库。系统必须

确保证书库的安全可靠性和完整性，并防止伪造、篡改证书。

密钥备份及恢复系统：如果用户丢失了用于脱密数据的密钥，则密文数据将无法被脱密，造成数据丢失。为避免这种情况的出现，PKI 应该提供备份与恢复脱密密钥的机制。密钥的备份与恢复应该由可信的机构来完成。值得强调的是，密钥备份与恢复只能针对脱密密钥，签名私钥不能够做备份。

证书作废处理系统：证书作废处理系统是 PKI 的一个重要组件。同日常生活中的各种证件一样，证书在 CA 为其签署的有效期以内也可能需要作废。例如，A 公司的职员 a 辞职离开公司，这就需要终止 a 证书的生命期。为实现这一点，PKI 提供多种作废证书策略机制。

作废证书一般通过将证书列入作废证书表（CRL）来完成。通常，系统中由 CA 负责创建并维护一张及时更新的 CRL，而由用户在验证证书时负责检查该证书是否在 CRL 之列。证书的作废处理必须在安全及可验证的情况下进行，系统还必须保证 CRL 的完整性。

客户端应用接口系统：X.509 PKI 要求客户端应用接口系统，为各种应用提供跨平台、安全、一致、可信的与 PKI 交互的方式，同时要屏蔽密钥管理的细节。

以上各部分集成为一个系统，由相应的权威机构监督和管理，就是人们通常所说的“认证中心”、“证书服务中心”或“CA 中心”等。

34.6.3 X. 509 证书介绍

X. 509 证书标准是目前被广为接受的证书格式。X. 509 证书有两类，一类是身份证书；另一类是凭据证书。

1. X. 509 身份证书

通常所说的“数字证书”、“CA 证书”、“数字标识”多指的是 X. 509 身份证书。该证书类似于身份证明，它能简单地鉴别一个实体（在证书中被称为主体，Subject）和公钥的对应关系，因为其中列出了该实体的公钥。以下介绍 X. 509 身份证书的典型内容。

- (1) **Version:** 证书的 X.509 版本号，不同版本的证书格式不同。
- (2) **Serial Number:** 序列号，同一 CA 机构签发的证书序列号唯一。
- (3) **Algorithm Identifier:** (或 CA signature algorithm) CA 签名算法的标识符及其必要的参数。
 - **Algorithm:** CA 的签名算法的标识。
 - **Algorithm Parameters:** CA 签名算法的参数。
- (4) **Issuer:** (或 Issuer name) CA 机构的标识信息，即 CA 机构的 X. 500 名字。
- (5) **Period of Validity:** 证书有效期。
 - **Validity:** 有效期。
 - **Not Before Date:** 起始有效期。
 - **Not After Date:** 截止有效期。

(6) **Subject:** (或 Subject name) 证书持有人的标识信息，即证书持有人的 X.500 名字。

(7) **Subject's Public Key:** (或 Subject public Key Info) 证书持有人的公钥，包括公钥值、算法标识名及参数。

- **Algorithm:** 证书持有人的密钥要使用的算法的标识名。
- **Parameters:** 必要的参数 (如果有的话)。
- **Public Key:** 证书持有人的公钥值。

(8) **Signature:** CA 机构对证书的签名。

***Issuer Unique Identifier:** 用于防止 CA 的 X.500 名字重名的标识。

***Subject Unique Identifier:** 字符串，用于防止主体的 X.500 重名。

(*注：由于后两项实现起来比较困难，具体实现中均采用一些变通的做法。)

此外，X.509 第3版还有证书的许多扩展特性及 CRL 的格式。

2. X.509 凭据证书

通常讲的证书主要是指身份数字证书 (即公钥证书)，主要用于认证和鉴别身份。当把与主体有关的某些属性 (如许可证、角色、访问权限等) 分离出来，就可以产生另一种证书，称为凭据证书。凭据证书主要用于许可证、角色、访问授权等。与身份数字证书不同，一个个体可以有多个凭据证书，所有凭据证书都与该主体的公钥相关，凭据证书用于证明主体具有的某些属性。凭据证书将属性值与 X.509 身份数字证书捆绑在一起或直接与一个主体名捆绑在一起。

凭据证书包括以下内容。

- (1) 凭据证书匹配规则。
- (2) 凭据证书内容，包括颁发者、算法标识符、证书序列号、证书有效期、属性列表和扩展域等。

34.6.4 PKI 证书的作用

PKI 证书可提供下列 4 种重要的安全保证。

- (1) **机密性 (Confidentiality)**。文件可以用密钥加解密，以达到机密性。
- (2) **完整性 (Integrity)**。文件接收者通过数字签名核对可确保此文件的完整性。
- (3) **不可否认性 (Non-repudiation)**。因只有文件发送者知道自己的私有密钥，而且文件具有发送者的数字签名，使其无法否认发送的事实。

(4) **鉴别 (Authentication)**。文件接收者可确认此文件的发送者身份。

PKI 证书所提供的机密性是指发送方将信息经接收方证书的公钥加密后的密文信息，只能由接收方用自己保存的私钥解密，任何其他人要想恢复原先信息，都是非常困难的，从而保证了通信的机密性。在加密应用中，接收者的公钥是完全公开的，任何想给接收者发送保密信息的人都可以公开、自由地得到接收者的公钥；而接收者的私钥则是需要严格保密的，绝对不能泄露给他人。即使加密后的信息在传送过程中被他人截取

或偷听,由于他无法得到接收方的私钥,也不能破解截取或偷听到的信息。机密性是证书最重要、最基本的功能之一。用证书进行加密及解密的过程如图 34-3 所示。

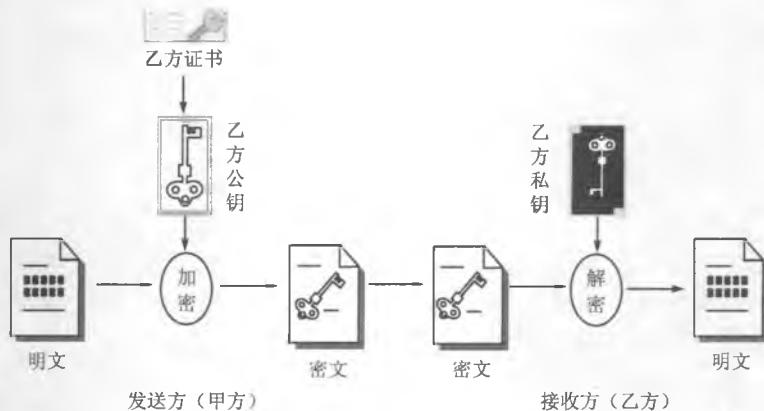


图 34-3 用证书进行加密和解密的过程

数据的完整性是指信息的接受者能够检验收到的信息是否真实可靠。检验的内容包括:信息的内容是否被篡改、信息是否被重放。信息的完整性常通过数字签名技术来实现。数字签名是防止网上交易时进行伪造和欺骗的一种有效手段。发送者在自己要公布或发送的电子文档上“签名”,接收者通过验证签名的真实性来确认文档是否被篡改过。在进行签名时,发送者首先将要签名的文档进行哈希(Hash)运算,然后发送者就可以用自己的签名私钥对 Hash 运算得出的简洁数据进行加密签名;接收者收到签名文档后,用发送者的公钥进行解密,得到解密后的 Hash 运算结果和文档。此时,接收者只需要计算出该文档的 Hash 运算结果并与解密得到的 Hash 运算结果进行比较,即可知道该文档的真伪。在数字签名应用中,发送者的公钥可以很方便地得到,而他的私钥则需要严格的保密。数字签名的过程与加密通信过程很相似,原理如图 34-4 所示。

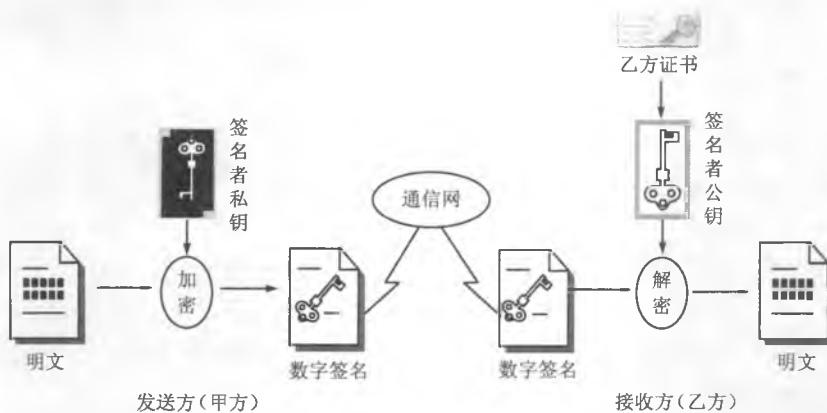


图 34-4 用证书进行数字签名图

为了防止人们否认自己曾经做过的事情，PKI 为此做了安全而有效的防范措施。当你要进行某些机密或重要的活动，PKI 要求你对所做的事情做数字签名，留下“指纹”，留待日后查证，以防事后抵赖。防抵赖从本质上仍然是数字签名技术的一种应用。

身份认证是数字签名技术的另一种应用，基于 CA 证书机构的权威性，其颁发的公钥证书实际上代表了证书持有人的真实身份。从某种意义上说，由于公钥证书是证书持有者的数字化身份证，而证书持有人的私有密钥与证书的公钥是一一对应的，因此用私有密钥对数据进行的加密（即数字签名），毫无疑问就代表了证书持有人对数据进行的加密。任何人收到加密数据以后，如果能够用某人的公钥证书解密数据，则表示该文件是由此证书的持有人所发送的。

PKI 技术是利用公钥理论和技术，以及传统加密技术建立的提供信息安全服务的基础设施，PKI 系统中使用的主要加密算法为：DES，Triple DES，RSA 等；主要签名算法为：MD5，SIIA 等。

34.6.5 PMI 与 PKI

PMI（Privilege Management Infrastructure）即授权管理基础设施或特权管理基础设施，是属性证书、属性权威、属性证书库等部件的集合体。X.509 定义的属性证书框架提供了一个构建权限管理基础设施（PMI）的基础，这些结构支持类似访问控制的应用。

在过去的几年中，权限管理作为信息安全的一个领域得到快速发展，而且研究的热点集中于基于 PKI 的 PMI 研究。在 PKI 得到较大规模应用以后，人们已经认识到需要超越当前 PKI 提供的身份验证和机密性应用，步入授权应用领域。尽管 PKI 自身可以通过一定的手段提供授权访问控制的机制，但提供信息环境的权限管理还是被从 PKI 中脱离出来，成为了下一个信息安全研究的主要目标。

这是因为 PKI 在实际应用中，存在用户数量大、角色繁多、内容不同、规则多样、策略复杂，以及上下文环境差异等问题，其引起的访问控制和授权趋于复杂及难于管理，需要一种新的信息保护基础设施，能够系统地建立对认证用户的授权，这就是建立在 PKI 基础上的 PMI，它对权限管理进行了较为系统的定义和描述，将权限管理研究推到了应用前沿。

PMI 以资源管理为核心，将对资源的访问控制权统一交与授权机构进行管理，即由资源的拥有者来进行访问控制。换言之，PMI 的目的就是向用户和应用程序提供授权服务管理；向应用系统提供与应用相关的授权服务管理；提供用户身份到应用授权的映射功能；提供与实际应用处理模式相应的、与具体应用系统开发和管理无关的授权和访问控制机制。

PMI 的层次结构与 PKI 的层次结构类似，也是基于树状结构的。一般来说，其结构可分为三级：SOA 中心、AA 中心、AA 代理点。

SOA 中心：是授权管理体系的中心业务节点，是整个 PMI 的最终信任源和最高管理机构。它负责授权管理策略的管理、AA 中心的设立审核及管理，以及授权管理体系

业务的规范化等工作。可通过不同的 SOA 中心之间建立交叉认证信任链加以扩展。

AA 中心：是 PMI 的核心服务节点，与 SOA 中心通过业务协议达成相互信任关系，对属性证书进行签名及发布。它负责应用授权受理 AA 代理点的设立审核、代理点管理等工作。

AA 代理点：对应 AA 中心的附属机构，接受 AA 中心的直接管理；有与具体应用用户的接口 PA 及 UPA。PA（Policy Allocator）策略管理系统，用于对权限策略进行管理，UPA（User PA）应用用户管理系统，用于对用户权限进行管理。

属性证书（AC）：X. 509 v4 定义了属性证书，它记录用户的一些易变的信息（如级别等），公钥须与用户公钥证书（PKC）一起使用。PKI 与 PMI 比较如表 34-2 所示。

表 34-2 PKI 与 PMI 的比较

概 念	PKI 实体	PMI 实体
证书	公钥证书	属性证书
证书发行	CA	AA
证书用户	主体	拥有者
证书绑定	主体的名字和公钥	拥有者的名字和权限属性
撤销	CRL 证书撤销表	ACRL 属性证书撤销表
信任域	根 CA 或信任链	SOA（Source of Authority）
下级机构	CA	AA（Attribute of Authority）

目前，关于 PMI 系统的研究和开发还处在验证阶段，并没有统一的标准，很多国外著名的信息安全公司如 RSA，Entrust，Baltimore，IBM 等在 PMI 研究方面进行了大量的工作。政府方面也进行了相应的工作。例如，在 EU 资助下的 PERMIS 项目（Privilege and Role Management Infrastructure Standards Validation）正在进行中，并提出了一些草案，目的是验证 PMI 的适应性和可用性，并尝试标准化电子商务应用中所需的权限，以及制订描述这些权限和 PERMIS API 的 RFC；加拿大对 PMI 的研究也从纸面转向了电子验证。国内对 PMI 的研究已经开始，已经有类似的产品出现，但是还没有应用实例。

总之，权限管理设施（PMI）是一个通过颁发属性证书来提供灵活的权限管理的基础设施，它的建立独立于 PKI，同时二者又存在着联系，PKI 是 PMI 的基础，而 PMI 则是 PKI 的扩展及补充。

34.7 安全审计与入侵检测

34.7.1 安全审计概述

随着信息技术的广泛应用，人们对信息技术产品和系统的依赖性越来越大，信息安全问题也日益突出。人们十分关注这些由大量的、复杂的部件构造起来的大型信息系统

的安全性到底如何，我们是否可以完全信任它。

目前关于信息技术产品和系统的评价和测量并没有形成形式化的测度理论，但存在着各种各样的安全测度的具体实践方式。目前，业界所有安全测度方式可以大致归结为以下四类：安全审计，包括内审和外审；风险分析；能力成熟模型；安全评测。

(1) 安全审计。以审计概念为核心的安全测度思想认为存在关于安全的最佳实践。以通过最佳实践实施与否及其程度来测量 IT 系统的安全性。相关的模型和指南包括：美国信息系统审计和控制协会的 COBIT，德国的 IT 基本安全保护手册，ISO 17799，以及美国审计总署的自动信息系统安全审计手册等。它们主要针对的是信息系统安全措施的落实和安全管理，是一种静态、瞬时的测量方式。

(2) 风险分析。风险分析模型是从风险控制角度进行安全测度分析。一般通过调查要保护的信息数据，假设对这些数据存在的安全威胁和漏洞，以及这些威胁和漏洞对数据可能造成的影响进行计算。经过数学的概率统计得出对安全性的测量，大部分以可能产生的损失来量化。从而提出需要进行安全风险控制，降低风险，将安全风险控制在可以接受的范围内。风险管理是一种动态的、反复的测量。

(3) 能力成熟模型。能力成熟模型认为通过过程来保证安全。最著名的是 SSE-CMM 系统安全工程能力成熟模型，其思想来源于卡内基梅隆的软件工程能力成熟模型(SW-CMM)。它将安全能力划分为五个等级，从低到高，低等级的是指不成熟的、难以控制的，中等级是指可管理的、可控的，高等级是指可量化的、可测量的。能力成熟模型是一种动态的螺旋式上升的模型，我们将在后面的章节中详细描述。

(4) 安全测评。安全测评更多地从安全技术、功能、机制角度来进行安全测量。早期的有美国国防部的橘皮书 TCSEC，但它比较适用于对计算机，特别是操作系统进行安全度量，它对操作系统从 C1 到 A1 的等级划分到现在仍有着相当的影响力。与其类似的还有欧洲的 ITSEC，加拿大的 CTCPEC。但这些标准已经不适合网络化的 IT 安全测量。经过近十年的努力，安全测量的重大标准 ISO 15408 终于产生，建成了通用评估准则 CC。CC 为信息技术、安全技术的测量提供了很好的方法，特别是信息安全产品，但对信息系统的测量仍不够充分。

34.7.2 电子数据安全审计

电子数据安全审计是对每个用户在计算机系统上的操作做一个完整的记录，以备用户违反安全规则的事件发生后，有效地追查责任。电子数据安全审计过程的实现可分成三步：第一步，收集审计事件，产生审计记录；第二步，根据记录进行安全违反分析；第三步，采取处理措施。

电子数据安全审计工作是保障计算机信息安全的重要手段。凡是用户在计算机系统上的活动、上机下机时间，与计算机信息系统内敏感的数据、资源、文本等安全有关的事件，可随时记录在日志文件中，便于发现、调查、分析及事后追查责任，还可以为加强管理措施提供依据。

1. 审计技术

电子数据安全审计技术可分三种：了解系统技术，验证处理技术和验证处理结果。

(1) 了解系统技术。审计人员通过查阅各种文件，如程序表、控制流程等来审计。

(2) 验证处理技术。这是为了保证事务能正确执行，控制能在该系统中起作用。

该技术一般分为实际测试和性能测试，实现方法主要有以下三种。

- **事务选择。**审计人员根据制订的审计标准，可以选择事务的样板进行仔细分析。

样板可以是随机的，选择软件可以扫描一批输入事务，也可以由操作系统的事務管理部件引用。

- **测试数据。**这种技术是程序测试的扩展，审计人员通过系统动作准备要进行处理的事务。通过某些独立的方法，可以预见正确的结果，并与实际结果相比较。用此方法，审计人员必须通过程序检验被处理的测试数据。另外，还有综合测试、事务标志、跟踪和映射等方法。

- **并行仿真。**审计人员可通过应用程序来仿真操作系统的主要功能。当给出实际的和仿真的系统相同的数据后，比较它们的结果。仿真代价较高，借助特定的高级语音系统可使仿真类似于实际的应用。

(3) 验证处理结果技术。这种技术是指审计人员把重点放在数据上，而不是对数据的处理上。这里主要考虑两个问题。一是如何选择和选取数据。将审计数据收集技术插入应用程序审计模块（此模块根据指定的标准收集数据，监视意外事件）；扩展记录技术为事务（包括面向应用的工具）建立全部的审计跟踪；借用于日志恢复的备份库（如当审计跟踪时，用两个可比较的备份去检验账目是否相同）；通过审计库的记录抽取设施（它允许结合属性值随机选择文件记录并放在工作文件中，以备以后分析），利用数据库管理系统的查询设施抽取用户数据。

二是从数据中寻找什么。当抽取数据后，审计人员可以检查控制信息（含检验控制总数、故障总数和其他控制信息）；检查语义完整性约束；检查与无关源点的数据。

2. 审计范围

在计算机系统中，审计通常作为一个相对独立的子系统来实现。审计范围包括操作系统和各种应用程序。

操作系统审计子系统的主要目标是检测和判定对系统的渗透及识别误操作。其基本功能为：审计对象（如用户、文件操作、操作命令等）的选择；审计文件的定义与自动转换；文件系统完整性的定时检测；审计信息的格式和输出媒体；逐出系统、报警阈值的设置与选择；审计日志记录及其数据的安全保护等。

应用程序审计子系统的重点是针对应用程序的某些操作作为审计对象进行监视和实时记录，并根据记录结果判断此应用程序是否被修改和安全控制，是否在发挥正确作用；判断程序和数据是否完整；依靠使用者身份、口令验证终端保护等办法控制应用程序的运行。

3. 审计跟踪

通常审计跟踪与日志恢复可结合起来使用，但在概念上它们之间是有区别的。主要区别是日志恢复通常不记录读操作。但根据需要，日记恢复处理可以很容易地为审计跟踪提供审计信息。如果将审计功能与告警功能结合起来，就可以在违反安全规则的事件发生时，或在威胁安全的重要操作进行时，及时向安检员发出告警信息，以便迅速采取相对对策，避免损失扩大。审计记录应包括以下信息：事件发生的时间和地点；引发事件的用户；事件的类型；事件成功与否。

审计跟踪的特点是：对被审计的系统是透明的；支持所有的应用；允许构造事件实际顺序；可以有选择地、动态地开始或停止记录；记录的事件一般应包括被审计的进程、时间、日期、数据库的操作、事务类型、用户名、终端号等；可以对单个事件的记录进行指定。

按照访问控制类型，审计跟踪描述一个特定的执行请求，然而，数据库不限制审计跟踪的请求。独立的审计跟踪更保密，因为审计人员可以限制时间，但代价比较昂贵。

4. 审计流程

电子数据安全审计工作的流程是：收集来自核内和核外的事件，根据相应的审计条件，判断是否是审计事件。对审计事件的内容按日志的模式记录到审计日志中。当审计事件满足报警阈值时，则向审计人员发送报警信息并记录其内容。当事件在一定时间内连续发生，满足逐出系统阈值时，则将引起该事件的用户逐出系统并记录其内容。

常用的报警类型有：用于实时报告用户试探进入系统的登录失败报警，以及用于实时报告系统中病毒活动情况的病毒报警等。

审计人员可以查询、检查审计日志以形成审计报告。检查的内容包括：审计事件类型、事件安全级、引用事件的用户、报警、指定时间内的事件，以及恶意用户表等，上述内容可结合使用。

审计可分为人工审计，计算机手动分析、处理审计记录并与审计人员最后决策相结合的半自动审计，依靠专家系统做出判断结果的自动化的智能审计等。为了支持审计工作，要求数据库管理系统具有高可靠性和高完整性。数据库管理系统要为审计的需要设置相应的特性。

34.7.3 安全审计与入侵检测系统

安全审计与入侵检测系统主要用于监视并记录网络中的各类操作，实时地综合分析网络中发生的安全事件和外部事件，如外部入侵行为和内部事件，以及内部人员的文件复制、信息获取、信息发布、资源变迁等；然后根据设置的规则，智能地判断出违规行为，并对违规行为进行记录、报警和阻断。对网络中出现的黑客入侵行为进行实时报警和阻断，可以有效地阻拦来自网络内部和外部，特别是来自因特网的恶意破坏行为。系统自身的数据具备防销毁、防篡改的特性，能够为网络犯罪案件的侦破和取证提供精确、

宝贵的辅助数据。该系统可以在内部局域网上建立完善的安全预警和安全应急反应体系，为信息系统的安全运行提供保障。典型的系统结构如图 34-5 所示，服务网是一个典型的 ICP 服务模式，各类因特网的服务由不同服务主机完成，在需要的主机中装入审计软件，并由一台或几台审计设备对服务网络进行审计；对内部网络的服务器，也是通过形式多样的 Agent，收集安全审计信息，上报给审计中心。

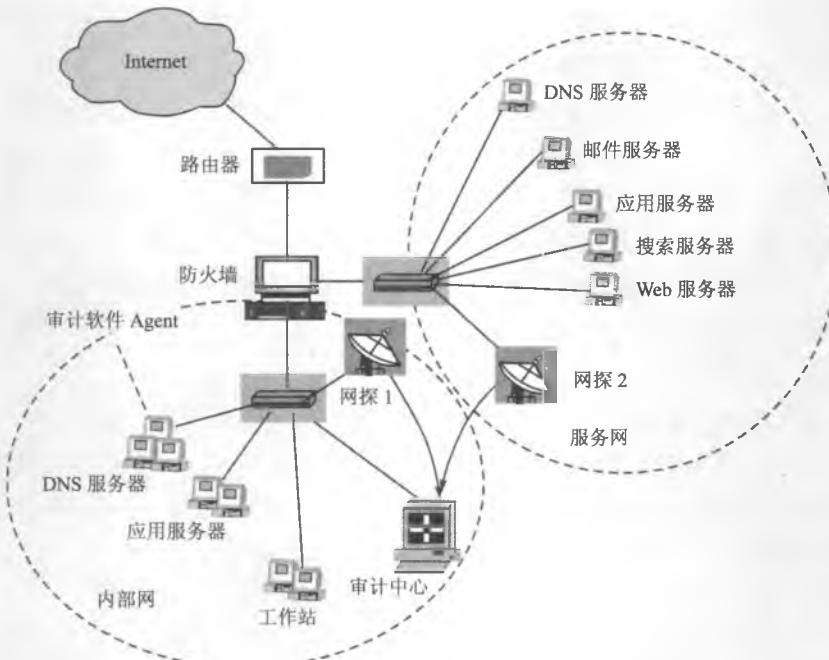


图 34-5 安全审计与入侵检测系统结构图

该系统的主要功能如下：

- 实时组态式的软件系统，与分布式结构紧密配合，灵活方便地重组新系统；
- 具有充当安全产品通用平台的能力，提供各个层次的接口功能，与其他产品很好地协同工作；
- 可充分扩充和升级的监测审计设备，可按用户需求进行定制；
- 系统具有很强的信息捕捉及还原能力，能识别多种非法入侵行为；
- 简洁高效的人机操作界面，配合丰富的说明文档，使用方便；
- 采用并联方式接入网络，对网络进行安全防卫，不影响现有网络效率；
- 灵活多样的安全响应机制，如在提供服务的同时也可抵御网络入侵，不必封堵和停止服务（防火墙通常通过封堵服务来抵御入侵）；
- 强大的事件处理记录功能，实现操作和违规的不可抵赖性，提供与安全有关事件的复查和取证功能；
- 全面监测和防卫能力，不仅能监测和抵御来自外部的入侵，同时能防止来自内

- 部的威胁；
- 采用分布式体系结构，可同时对多个网络系统进行审计监控。

34.8 信息系统安全的组织管理

信息系统的安全是一个整体的系统工程问题，所以不是通过简单的技术堆积就可以解决的。同时，信息系统安全问题是一个动态的问题，一个随着时间、人员、环境而变化的问题。可见，信息系统安全的设计必须遵循一定的原则，在一定的条件下，将技术措施与管理有机结合，求得最佳的解决方案。

另外，在复杂的信息环境中，使用统一和有效的安全原理开发IT解决方案时会遇到很多挑战。例如：集成专门的安全功能到计算机系统的多个组成架构中的复杂性，开发全面兼容的基本安全需求集的困难性。虽然随着国际化标准组织的安全评估通用标准(CC)的产生，使得开发可扩展的IT安全架构的困难减少了很多，但在具体过程中仍然存在着很多障碍。

设计信息安全系统的总体目标是“确保受保护目标信息的完整性、正确性和私密性”。由此可见，信息安全系统必须是全方位、综合性的，应由多层次的安全防护层构成一个整体安全框架。通过划分整体安全防御层次，当系统受到入侵时，各安全防御层分级阻止违规行为，实现一体化的安全系统。

34.8.1 设计原则与安全策略

1. 设计原则

信息系统安全体系的设计和实施，应遵从下列原则。

(1) 领导负责制原则。信息系统安全工作实行谁主管，谁负责。各级领导务必把信息系统安全列为重要的任务之一，负责加强有关人员的安全意识，配置必要的资源和经费，协调安全管理与各部门工作的关系，抓好信息系统的安全建设，确保安全措施落实、有效。

(2) 综合防范原则。以预防为主、综合治理、人员防范与技术防范相结合，逐级建立安全保护体系和责任制，加强制度建设和安全建设，全面加强管理，逐步实现安全工作的科学化、规范化。

(3) 动态管理原则。信息系统安全工作要按照系统工程的要求，注意各方面、各层次、各时期的相互协调、匹配和衔接，根据系统环境的变化，以及对系统安全认识的深化，及时复查、修改、调整安全策略。

(4) 适度投资原则。信息系统安全管理需要在投资与效益之间加以权衡。安全工作既要充分有效，将系统存在的安全风险造成的危害降低到最小程度；又要适度投资，取得综合最佳的安全效果。

(5) **以人为本原则。**加强人员的信息安全教育、培训和管理，强化安全意识和法治观念，提升职业道德，掌握安全技术，做好信息安全管理。

(6) **最小特权原则。**为系统资源规定明确的使用权限，对系统的所有人员，按其职责划定必要的最小的授权范围，明确安全责任，通过技术和行政管理措施有效地阻止越权使用行为。

2. 安全策略

安全策略由高级管理部门制订，确保企业的网络系统运行在一种合理的安全状态下。同时，也不妨碍企业员工和用户从事他们正常的工作。安全策略对于企业的网络安全建设起着举足轻重的作用，所有安全建设的后续工作都是围绕安全策略展开的。安全策略的制订是烦琐和复杂的，根据企业的具体需求，可能会包含不同的内容。

信息系统的安全策略从宏观角度反映企业整体的安全思想和观念，作为制订具体策略规划的基础，为其他安全策略标明应该遵循的指导方针。具体的策略可以通过安全标准、安全方针、安全措施来实现。安全策略是基础，安全标准、安全方针、安全措施是安全框架。在安全框架中使用必要的安全组件、安全机制等，提供全面的安全规划和安全架构。

安全标准是强制执行的，它指出了硬件、软件产品应当如何使用。它提供了一种手段来保证企业中应用程序、特定技术等以“规定”的方式执行。安全方针指出了当安全标准中未对不可预料的情形定义时的补充规定。安全措施指出了在操作环境中安全策略、安全标准、安全方针的具体实现步骤。安全标准、安全方针不应该是一个文档，使它们组件化有助于分发和在必要的时候更新。

安全策略中包括了安全框架、安全管理策略、安全技术流程、紧急响应流程、安全评估策略、安全审核策略，以及自身管理人员和用户的安全教育策略。

现代安全体系的建立，是和有效的管理机制无法分离的，单纯的技术手段并不能保障一个系统的安全。而管理体系中，很重要的一个因素是人，内部人员、外部人员、第三方人员，以及外部入侵者等构成了企业信息资产威胁的主要来源，必须有一套良好的管理机制来保障企业系统的安全运作。

由于任何防护手段都无法保障百分之百的安全性，所以在发生安全事件以后，必须有一套紧急响应处理机制。在该机制中明确给出，通过什么途径，由什么人负责，由哪些人参加，按照什么流程，采用什么手段来处理安全事件，同时，也能够保障发生了安全事件以后，将威胁和风险降到最低。

同时，安全策略必须将人的因素考虑进去，技术和管理必须很好地配合。随着信息技术的发展，安全威胁也逐渐增长，新的安全漏洞和威胁也越来越多，对于企业安全管理人员和用户本身的要求也越来越高，只有不断地加强对管理员和用户进行持续的安全教育，才能够有效降低安全风险。当然，企业制订安全策略时应遵守相关的法律条令，有时安全策略的内容和员工的个人隐私相关联，在考虑对信息资产保护的同时，也应该对这方面的内容有一个明确的说明。

34.8.2 安全设计

根据信息安全技术实现上的不同，对应的安全管理可以划分为实物管理、网络管理、主机和系统管理、应用与数据管理四个层次。其中资产管理、人员管理、安全培训和风险管理贯穿整个管理体系，并针对各个层次有着不同的规章制度、培训内容和评估角度。

(1) 实物管理。实物管理是指保护计算机设备、设施（含网络），以及其他媒体（如文档、磁盘等）免受非法的实物访问、自然灾害和环境危害（如电磁污染等）的管理措施。涉及环境安全（如物理访问控制、场地安全、交接区域等）、设备安全（如电源保护、设备安置、设备的销毁与处置等）和媒体安全（桌面清理规则、可移动媒体的管理、文档的管理、信息的销毁等）。

(2) 网络管理。网络管理是指在网络互联时的安全管理；主要涉及数据传输链路的安全（如线路窃听与干扰等）、网络层的安全（如网络设备安全、网络访问控制、拨号网络安全、网络和链路层数据加密、防火墙应用、病毒防范、入侵检测、安全审计等）、应用层的安全（如身份认证、访问控制、数据保密性和完整性维护、内容审计、记录与抗抵赖等）。

(3) 主机与系统管理。主机和系统管理是指通过相关的技术手段和措施，保障系统内部所有相关主机及操作系统、主流应用软件、客户端系统不受恶意攻击和破坏；主要包括操作系统安全（如访问控制、口令管理、用户标识等）、主机系统漏洞检测（如网络扫描、主机扫描、数据库扫描等）和网络病毒防范。

(4) 应用与数据管理。应用与数据管理是指对办公自动化系统，以及各种业务应用系统（如电子商务/电子政务平台、CA/PKI 平台、Web 系统、DB 系统等）的安全管理；主要涉及信息加密和完整性、身份认证与授权管理、数据备份与恢复、数据及应用监测。

信息系统安全工程是一项涉及可信产品或者系统整个生命期的安全工程活动，其中包括概念定义、需求分析、设计、开发、集成、安装、运行、维护和终止。系统安全工程过程分为三类：风险过程、工程过程和保证过程。首先，要对威胁、系统脆弱性和事件影响进行分析，并将其引向对系统风险的分析，从而使用安全机制将系统中遗留的风险控制在可接受的范围内。安全工程人员再根据风险分析的结果，以及有关系统需求、可应用的法律法规和方针政策等信息，同客户一起定义和识别系统的安全需求，包括成本、性能、技术风险及使用难易程度等各种因素和各种替代方案，制订解决方案。然后，要保证安全机制配置正确，运行正常，并对系统进行不间断的监测，以控制新风险不致增大到不能接受的地步。最后，要通过对现有系统安全机制正确性和有效性的测试及验证，建立系统安全的证据，保证安全工程的质量。

在组织的信息化过程中，信息需求是组织的激励因素，它给组织带来效益和效率；同时信息安全是需求的保障因素，它虽然从某种意义上讲并不能提高组织的效率（安全与效率是一对矛盾），但离开安全却是不行的。准确把握信息需求和信息安全的关系，

可保障组织高效和可靠的运作。而在信息安全中，信息安全服务对象的安全需求与信息安全法律法规共同保障了信息系统工程的实施。

安全工程包含三类措施：安全技术措施、安全运行措施和安全管理措施。其中安全运行措施包括，网段划分维护、身份鉴别与访问控制、日常入侵监测与安全审计、防病毒跟踪与升级、备份与恢复、应用系统安全、网络中心安全、防火墙维护、日常安全运行计划等多方面的内容。同时组织还需要建立和实施完善的管理制度和方案，包括组织管理、人员管理、技术安全管理、涉密便携机管理、场地设施安全管理等。通过一系列的系统性安全措施，为信息系统提供一套纵深的系统性防御体系。

为了更准确地得出测评结果报表以供选择风险策略和做好安全规划，安全软件应针对不同组织的具体情况，准备各种管理类问询表、技术类检查表并完成调查；同时使用漏洞扫描工具及扫描分析工具检查系统的技术漏洞。通过评测过程进行评测分析，集中分析处理数据，从而减少人为的影响。由国内外现行标准的参照比对，得出的综合性评估结论应考虑技术和管理各方面因素，结论应具有客观性和科学性。

34.8.3 安全工程的实施

在安全体系框架的基础上，考虑实现的安全服务和安全机制，以及要采用的安全技术或安全产品。可能的安全技术为：身份认证技术、数字签名技术、访问授权管理技术、时间戳技术、网络监测技术、隔离技术、阻断技术等。可能的产品为：防火墙、身份认证系统、访问控制系统、VPN通道、安全监测系统、安全监控系统等。

信息安全管理的实施应该遵从经济、高效与公开、公正、公平的原则。实施方案的选取要严格按照企业统一的安全策略进行审定，建议采用招投标的方式进行。在信息安全管理中，所用到的技术与产品必须经过严格的测试选型，符合企业信息与网络系统安全技术产品的功能规范的要求，符合国家对信息安全方面的法律与规定的要求。

34.8.4 安全工程的监理

工程的实施要实施工程监理制度。安全工程监理主要从工程的规范、流程进度等方面进行监督与检查。安全监理单位或个人必须是第三方中立机构或个人，这样才能保证项目真正按照合理流程与技术标准进行，才能保证工程的招投标过程和项目实施的公正与科学性。

34.8.5 安全教育

安全意识和相关技能的教育是企业安全管理的重要内容，其实施力度将直接关系企业安全策略被理解的程度和被执行的效果。为了保证安全的成功和有效，高级管理部门应当对企业各级管理人员、用户、技术人员进行安全培训。所有的企业人员必须了解并严格执行企业安全策略。在安全教育的具体实施过程中，应该考虑一定的层次性。

(1) 主管信息安全工作的高级负责人或各级管理人员，重点应了解、掌握企业信息安全的整体策略及目标、信息安全部系的构成、安全管理部門的建立和管理制度的制订等。

(2) 负责信息安全运行管理及维护的技术人员，重点是充分理解信息安全管理策略，掌握安全评估的基本方法，对安全操作和维护技术的合理运用等。

(3) 用户的重点是学习各种安全操作流程，了解和掌握与其相关的信息安全策略，包括自身应该承担的安全职责等。

当然，对于特定的人员要进行特定的安全培训。安全教育应当定期地、持续地进行。在企业中建立安全文化并将其融汇到整个企业文化体系中，才是最根本的解决办法。

34.8.6 安全管理制度

对系统安全的管理不仅仅是购买、部署各种安全产品，而是一个周而复始、螺旋上升的过程。

首先，我们需要利用一些安全工具对具体的系统进行评估，发现系统中每个主要信息资产的弱点与威胁，指出企业现有的安全策略对于确保信息安全是否足够。通过评估，对系统的安全状态和级别有了明确的了解，然后通过部署安全产品、修改现有系统和产品配置等手段对系统进行检测，监视和寻找系统中的可疑活动和入侵企图。同时，修正企业安全策略、修改安全产品的安全规则，对各种已知的威胁进行预防，禁止各种已知的入侵行为。最后，对系统的安全状况进行管理，安装设定的策略管理用户和资产的权限，审计系统的活动，发现新的安全问题。通过审计和管理，可能会发现新的问题。另外，由于 IT 系统的结构变化、应用系统的变化都会导致安全策略的变化。因此，上述过程不是静态的，而是周而复始的过程，该过程在维护系统安全的活动中一直存在。

要对信息网络进行有效的安全管理，必须对系统的使用人员和管理人员的不同角色进行清晰的划分。不同的角色拥有不同的权限和职责，互相制约，共同保障整个系统的安全性。

34.8.7 信息安全管理的国际标准

信息安全作为一个不可避免的问题已经摆在了人们面前。据美国 FBI 统计，美国每年因信息安全问题所造成的经济损失高达 100 多亿美元，且还有日益增加的趋势。追溯原因，发现导致信息安全问题的根源主要有两方面：一是技术，二是管理。也就是说，实现信息安全保障，在研究和发展技术和机制的同时，也要关注安全管理制度的建立、执行和完善。无论多么先进的信息安全技术，都只有在科学的信息安全管理的基础上才能发挥作用。通过技术手段可获得的安全性是有限的，它需要合适的管理和规程给予支持。由此可见，信息安全管理已成为信息安全保障能力的重要基础。

在科学的信息安全管理发展过程中，如果没有标准的、规范化的规程，规模化的信息安全产业就无从谈起。可见，研究国际信息安全管理标准的发展历程和动态趋势，对

指导现阶段我国的信息安全管理体系标准化建设有着重要的意义。

随着信息安全管理重要性地位的日益突出，20世纪90年代后期，ISO和IEC开始研究和制订信息安全管理标准。SC27是ISO/IEC联合技术委员会JTC1下设的专门负责信息安全领域国际标准化研究的分技术委员会，它的工作范围和领域是通用的IT安全服务和技术的标准化。具体工作内容包括：标识IT系统安全服务的一般要求；研究和制订安全技术和机制（包括加密和非加密）；研究和制订安全指南；研究和制订管理支持性文件和标准；研究和制订IT系统评估以及IT系统、组件和产品认证的准则。

SC27中的第一工作组WG1负责信息安全管理标准研究，负责研究需求、安全服务及指南等内容。工作范围包括：确定应用程序和信息系统的需求，采用相应的技术和机制，研究和制订提供安全服务的相关标准，如鉴别、访问控制、完整性、保密性、管理和审核，以及支撑性解释文档如安全指南、词汇和术语、风险分析等。

经过近十年的需求调研和研究探索，WG1已经制订了基本涵盖信息安全管理各个领域的标准，这些标准为今后进一步扩展和完善信息安全管理标准奠定了重要的基础。

ISO/IEC 17799: 2000是目前信息安全管理标准中应用最为广泛的一个，来源于英国标准局BSI 7799系列标准的第一部分，于2000年成功转化成ISO/IEC标准。该标准从信息安全策略、组织的安全、资产分类和控制、人员安全、物理和环境安全、通信和操作管理、访问控制、系统开发和维护、业务连续性管理和符合性等10个方面分别介绍了36个信息安全的控制目标及实现这些控制目标的127个控制措施。

随着BS 7799认证数量在世界范围内的日益增多，很多信息化发达的欧美国家认为，应该从国际上对如何建立信息管理体系的问题进行研究，于是SC27/WG1于2002年启动了信息管理体系（ISMS）项目的预研。例如，是否以规划（Plan）、实施（Do）、检查（Check）和持续改进（Act）的PDCA过程模型为基础，建立一个包括风险评估、处理和管理、控制措施的选择、风险再评估等题目的ISMS；调研哪些国际或国家标准可作为ISMS标准开发的基础。例如，风险评估标准ISO/IEC TR13335-3《IT安全管理指南》CMITS；管理体系标准ISO 9001: 2000、ISO 14000、BS 7799-2: 2002、ISO Guide72和73；论证ISMS的可行性研究报告，并考虑信息安全管理度量机制和测量措施的要求。

2004年SC27全体会议决议通过，以BS 7799-2: 2002《信息管理体系使用指南规范》为基础开发国际ISMS标准。国际ISMS标准将促进以PDCA模型为基础的安全管理过程的应用，并将与信息安全管理实用规则、信息安全风险管理方法学、信息安全管理度量机制和测量措施等一起使用。

从上述标准的分析中可以看出，在目前的信息安全管理国际标准中对同一主题的阐述有所重复。例如，ISO/IEC TR 13335系列和ISO/IEC 17799: 2000分别从不同角度说明了如何解决信息安全管理问题，两者都以指导性建议给出了如何实现信息安全管理的框架，虽然思路和出发点各有不同，但同一标准组织中多次出现类似主题的标准可能给用户的使用带来困惑。针对这个问题，国际上启动了信息安全管理标准框架的研究。

34.9 信息系统安全工程

34.9.1 信息系统安全工程概述

信息系统安全工程（Information System Security Engineering，ISSE）是对信息系统建设中涉及的多种要素，按照系统论的科学方法进行的一种安全工程。随着我国近年对电子政务、电子商务的大力建设，信息安全建设问题越来越突出，如何评价资产？如何分析风险和如何选择安全产品等一系列问题摆在面前。同时人们也越来越认识到，一个中型或大型系统的安全建设不只是安全产品的简单堆叠，而是信息安全保障问题，需要综合考虑系统中存在的人、管理、技术和运行等因素和环节。于是，人们提出要用系统安全工程的思想来解决安全问题。

系统安全工程是一个非常复杂的过程，技术性和政策性都非常强。按照信息安全工程的思想来保证信息系统的安全，就要从安全体系的构成、安全基线的划分、安全风险的评估、安全策略的制订、安全工程的实施，以及安全系统管理等方面入手来解决各种问题。在这种情况下，需要有规范的方法和标准来指导系统安全的整个开发过程，于是引发了系统安全工程这一新兴学科的蓬勃发展。对信息安全的建设必须在 ISSE 的理论基础上实施人们已经形成了共识，但是在一个具体的安全工程中，如何应用 ISSE 却是一个比较大的难题。这是因为 ISSE 只是从系统论的角度指明了一个框架和范围，而实施的细节却依赖于已有的经验和积累。ISSE 规定了在五个阶段中应该达到的目的，也就是输入输出关系，并没有规定具体的工具和方法。比如，在需求分析阶段，如何选择一种合理的风险分析方法就是个难题。可见，与其说 ISSE 是一种方法，不如说是一种理念。

ISSE 是 IATF 中的一个重要组成部分。IATF 是由美国政府和工业界联合提出的信息保障技术框架。它全面地概括了与信息系统安全问题相关的所有方面，包括：系统工程、骨干网、本地计算环境、边界连接和支持系统等。ISSE 为 IATF 框架的其他部分提供了工程实现保障，是整个框架得以正确、完整实施的基础。

作为一种系统工程技术，ISSE 不仅可以用来设计、实现独立的软硬件系统，还可以为集成的计算机系统的设计和重构提供服务。它可以与设计者和工程人员提供的设计要素，以及面向开发者、管理者、用户的接口相结合，在投资额度的限制下，使整体系统获得最大的安全性能。

ISSE 的工作范围包括：寻找与安全有关的设计要素，进行安全系统的预设计，设计安全系统规范，辅助详细设计，检查详细设计文档，评估方案与安全规范的一致性，推荐满足安全条件的部件，检查系统安装、设置的疏漏，以及性能测试等。

IATF 从工程实践的角度，对系统工程和信息系统安全工程（ISSE）过程给予描述，认为 ISSE 过程是系统工程过程的扩展，它们都拥有共同的阶段：发掘需求、系统功能定义、系统设计、系统实现、系统有效性评估。另外，IATF 还解释了其他与 ISSE 有关

的过程，如系统采购、风险管理、认证和认可、生命周期支持。IATF 对使用通用准则（CC）支持 ISSE 过程也提供了建议。以信息系统安全工程为基础，可确保安全解决方案的有效性。

ISSE 是系统工程（Systems Engineering）中的一部分。它分为发掘信息保护需求、定义信息保护系统、设计信息保护系统和实施信息保护系统四个阶段。

1. 系统工程

通常系统工程包括发掘业务需求、定义系统功能、系统分析、系统设计和有效性评估五个过程。

系统工程过程原理将问题与解决方案加以区分。问题代表限制、风险、政策和其他解决问题的局限性。解决方案代表要完成的活动和需要建造的用以满足用户需求的产品。但需要一个评估体系来评估解决方案是否可以解决存在的问题，而这些评估又是对问题和解决方案做出必要修正的基础。

2. ISSE 过程

发掘信息保护需求：ISSE 过程开始于对用户的任务需求，相关政策、规定和标准，以及用户环境中的信息系统威胁进行调查。ISSE 随后确定信息系统和信息的用户与其他信息系统和信息进行交互的状态，以及在信息保护系统生命期的每个阶段，他们的角色、职责和授权。信息保护需求来自用户，而不会过度受信息设计或实施的限制。

定义信息保护系统：在定义信息保护系统时，用户对信息保护的需求和信息系统环境的说明被转换成目标、要求和功能，信息保护系统的内/外部接口也得到定义；内容包括信息保护目标、系统内部联系和环境、信息保护要求和功能分析。

设计信息保护系统：在设计信息保护系统时，ISSE 将进行功能分配，构造系统的结构，确定详细的设计方案。

实施信息保护系统：实施信息保护系统的目地是建立、采购、集成、核实和验证信息保护的子系统，具体包括采购、建设和测试三个阶段。

有效性评估：有效性评估的焦点是信息保护系统的有效性。ISSE 强调系统对其所处理的信息必须提供适当级别的保密性、完整性、可用性和抗抵赖能力，否则任务的成功就面临危险。有效性评估将涉及互操作性、可用性、培训、人-机界面和代价等。

3. ISSE 过程与其他过程的关系

(1) 系统获取过程：系统获取过程与系统工程及 ISSE 过程并行发生。系统获取阶段包括：需求定义阶段、概念发掘阶段、工程实施阶段生产和运行支持阶段。ISSE 需要明白任务需求、任务环境、政策限制，以及系统信息保护需求。要对已得到的信息及特定的时间、成本、技术和风险估计进行判断，以确保每一个信息保护子系统都是满足要求的。

(2) 风险管理：风险管理从初始的系统开发开始应用，贯穿开发和获取过程的始终。一旦系统开始建设，风险管理过程需调整与相应系统设计和配置的变化、操作环境

的变化，以及支持任务的变化。这些因素在开发、采购和安装的过程中随时间而变化时，还要定期地对风险进行考虑。

风险管理是一个循环的过程，始于对任务和信息保护目标和需求的理解，体现任务当前的风险状态，体现可能的完成任务的阻碍。ISSE 的目的就是要采取一些措施减轻风险。对于特定的用户系统，通常不可能靠实施一套技术或非技术的对策来完全使用户满意。任务的性质也许对操作能力和功能要求与对降低风险的要求正好相反。由此可见，应当使用风险管理方法决定是否需实施一套信息保护系统。风险管理要完成的任务是理解任务目标、理解信息保护需求、描述风险特征、描述什么可以做、决定做什么和执行决策。

(3) 生命期支持：系统生命期通常包括概念和需求定义、系统功能设计、系统开发和获取、系统实现和测试、系统维护操作支持，以及最终的系统处理几个阶段。

经验告诉我们，一旦系统开发完成后，就难以改变安全解决方案。由此可以看出，当发掘需求和定义系统时，一定要考虑安全需求。为有效地将安全措施和控制集成进系统工程过程，设计人员和开发人员需要修正原有的过程模式，以形成一个可重复的系统开发生命周期，并集中在安全控制和保护机制上。

生命周期支持活动包括：建立生命期管理计划、建立系统工程管理计划、建立配置控制程序、建立安全计划、建立维护计划、建立意外事故和持续操作计划、建立系统处理计划。

(4) 认证和认可：认证和认可定义为对技术和非技术性安全特性的综合评估。通过建立准则，使得特定的设计和实施符合一系列特定的安全要求，并且由 DAA 宣布，只允许系统在可接受的风险程度内运行。

初始的认证任务包括：系统结构分析、软件设计分析、网络连接规则一致性分析、集成产品的完整性分析和生命周期管理分析与脆弱性评估。

最终的认证任务包括：安全测试和评估、渗透性测试、TEMPEST 和 Red-Black 验证、COMSEC 符合性确认、系统管理分析、站点认可调查、意外事故计划评估、基于风险的管理检查。

34.9.2 基于能力成熟度模型（SSE-CMM）的方法

1. 基于能力成熟度模型的开发思想

过去人们在开发安全产品过程中往往只重视产品本身的标准问题，却忽视了开发过程本身的标准。如何提高开发过程的能力，如何能使过程本身标准化、规范化，引起了人们的重视。目前大部分产品开发采取的组织形式是矩阵式的管理模式，即平时按一般组织形式管理，一旦有项目就由组织各部门人员组成项目小组。项目的成败是由小组成员的能力决定的，这是一种基于个人能力的组织管理模式。这种管理模式的不足之处在于，一旦项目组的主要成员中途离开就可能造成整个项目拖延甚至使项目停止运

作。整个项目的运行过程对于开发商来说近乎黑箱运作。当这个项目成功后，开发商难以让其他成员共享他们的经验，因为开发过程主要靠人的思维活动，而人的思维是不断变化的，即使同一个人两次开发同一个项目，也会有所不同。为了改变这种状况，一个不同于以往的概念逐渐被接受，即一个单位的开发和生产能力取决于该单位的过程能力。这种过程能力是整体的能力而不是个人的能力。要建立一个规范的过程并通过政策保证过程的执行，从而使项目的执行不再是一个黑箱子，项目管理者可以清楚地知道项目是按照规定的过程进行的。其中所设定的过程可能有缺陷，但存在的问题可以在执行的过程中反映出来，在该过程执行一段时间后，可根据反映出来的问题不断完善这个过程。周而复始就能使这个过程逐渐完善和成熟。伴随着过程的成熟，开发商的能力也不断成熟。

2. SSE-CMM 模型的提出

基于上述的思想，美国国家安全局（NSA）于 1993 年 4 月提出了一个专门应用于系统安全工程的能力成熟度模型的构想。在美国国家安全局、美国国防部、加拿大通信安全局的号召和推动下，汇聚了 60 多个厂家，集中了大量的人力、物力和财力对该构想进行了开发实施，并于 1996 年 10 月出版了系统安全工程能力成熟度模型（SSE，CMM，Systems Security Engineering Capability Maturity Model）的第一个版本。第一个版本发布后，标准制订者随即选择了 5 家公司对该模型进行了长达一年的试用，并根据试用中积累的经验和教训对模型进行了几次更新，并于 1997 年 4 月出版了评定方法的第一个版本，1999 年 4 月发布了 SSE-CMM 的 2.0 版本。目前，该模型已经提交国际标准化组织申请作为国际标准。

3. SSE-CMM 的基本思想

SSE-CMM 的基本思想是建立和完善一套成熟的、可度量的安全工程过程。该模型定义了一个安全工程过程应有的特征，这些特征是完善安全工程的根本保证。这个安全工程对于任何工程活动均是清晰定义的、可管理的、可测量的、可控制的，并且是有效的。SSE-CMM 及其评定方法汇集了业界范围内常见的实施方法，提供了一套包括政府及产业的标准度量体系，确保了在处理硬件、软件、系统和组织安全问题的工程实施活动后，能够得到一个完整意义上的安全结果。在以下安全活动过程中，SSE-CMM 已成为公认的标准规范。这些活动包括：

- (1) 整个工程的生命周期过程，包括开发、运行、维护和结束。
- (2) 整个组织过程，包括各种管理、组织和工程活动。
- (3) 与其他工程规范和标准的交流，包括其他系统、软件、硬件、人的因素和检测工程规范等。
- (4) 与其他组织的交流活动，包括信息获取、系统管理、认证、授权和评价等活动。

此外，SSE-CMM 还用于改进安全工程实施的现状，以达到提高安全系统、安全产品和安全工程服务的质量和可用性，并降低成本的目的。

34.9.3 SSE-CMM 体系结构

1. SSE-CMM 中包含的过程域

为了将安全工程思想变为一种有效的工程规范，在 SSE-CMM 模型中，定义了 22 个安全方面的过程域 PA (Process Areas)，并将每个过程域按其能力由低到高分为 0~5 共 6 个级别，在每个过程域中提出了要控制和达到的目标。为了实现这些目标，在每个过程域中又包括许多具体的基本实施 BP (Basic Practice)。这些基本实施规范了工作流程，是保证过程目标有效控制的重要手段。按照解决问题的不同，过程域可以分为三类：一类是工程过程域 (PA)，包括 11 个过程；一类是项目过程域 (PA)，包括 5 个过程；还有一类是组织过程域 (PA)，包括 6 个过程。

工程过程域中包括的主要内容如表 34-3 所示。在项目过程域中包括 5 个过程，它们分别为：PA12——质量保证，PA13——配置管理，PA14——项目风险管理，PA15——技术成果的监控，PA16——技术成果的计划。在组织过程域中包括 6 个过程，它们分别为：PA17——定义与组织系统工程过程，PA18——提高组织系统工程过程，PA19——产品线进展管理，PA20——系统安全工程支持环境管理，PA21——提供在研的技术和知识，PA22——与供应商协调。这两类过程域虽然并不直接同系统安全相关，但它们通过和安全过程域的协调来保证安全工程的实施。

表 34-3 SSE-CMM 工程过程域内容表

有关项目 过程域标号	过程域名称	过程域目标	过程域描述	基本实施个数
PA01	安全机制控制	正确使用和设定安全控制机制	将系统应有的安全功能综合到设计过程中	包括 4 个 BP
PA02	影响评估	识别和描述出系统安全的影响因素	评估影响的可能性，包括有形和无形的损失	包括 6 个 BP
PA03	安全风险评估	达到对风险的正确理解，并对风险因素进行优先级排序	确认和评估风险发生的可能性，其中风险来自威胁、脆弱性和影响	包括 6 个 BP
PA04	威胁评估	确定出对系统安全的威胁因素	找出威胁的特点和性质	包括 6 个 BP
PA05	脆弱性评估	正确理解在一定环境下的系统脆弱性	进行系统分析，找出系统的具体脆弱性并对其进行整体评估	包括 5 个 BP
PA06	安全证据建立	提供满足客户安全需求的证据	安全证据是一系列安全保证目标的组合	包括 5 个 BP
PA07	安全协调	所有的成员都要加入到安全工程中，与安全有关的决策要及时交流和沟通	安全活动不能孤立地进行，必须使各方通过有效的手段进行协调	包括 4 个 BP

续表

有关项目 过程域标号	过程域名称	过程域目标	过程域描述	基本实施个数
PA08	安全态势 监视	与安全有关的内外事件都要检测出来，根据安全需要改变安全状况	保证系统可能存在的威胁安全的缺陷和错误都被检测和报告出来	包括 7 个 BP
PA09	提供安全 输入	所有的问题都要从安全的角度来考察，确定安全输入方案	为系统结构、设计者、执行者和用户提供安全信息	包括 6 个 BP
PA10	确定安全 需求	使包括客户在内的各方取得安全方面的共识	将安全需求具体化，为了满足政策、法律和标准等而确定基本需求	包括 7 个 BP
PA11	安全测试 与验证	使方案满足系统安全需求和客户操作安全需求	通过对安全需求和体系结构及设计方法的分析、论证和审核来证实和确认安全	包括 5 个 BP

2. SSE-CMM 系统安全工程

在工程进行中可以根据不同的目标确定采用不同的过程域，通过提高过程的能力来保证系统、产品或服务的安全性。SSE-CMM 将系统安全工程分为三类，它们是风险过程、安全过程和信任度过程。其中，风险过程是指对要实施安全工程的系统进行风险分析，分析各种可能对系统构成威胁的影响因素、系统本身的脆弱性，以及如果威胁因素起作用可能对系统造成的影响。工程过程是指工程队伍根据风险分析的结果、有关系统需求、可应用的法律法规和方针政策等信息，同客户一起识别和定义系统的安全需要，在综合考虑包括成本、性能、技术风险和使用难易程度等各种因素和各种替代方案之后创建出解决方案，然后用该方案指导安全系统的开发和建设，并对系统进行不间断的监测，以保证风险不至于增大到不能接受的程度。信任度过程是指对安全工程过程和质量结果进行测试和验证，从而得出系统安全是否可信的结果。随着这三个过程的不断执行，工程队伍的过程能力也不断成熟。

34.9.4 SSE-CMM 的过程能力水平

过程能力由一组通用实施（GP）来衡量，通用实施是对所有工程过程都通用的工程实践。按照工程队伍对通用实施的执行情况，可以将每个过程域按能力的高低分成 6 个级别，即从第 0 级到第 5 级。

0 级能力水平指非执行能力级。非执行能力级的过程没有共同特征（CF）和通用实践（GP），在开发过程中没有安全工程思想的应用。在这一级的过程水平中也能够完成一些工作，但是当工程队伍中的关键人物不在或者当工程本身变得越来越复杂时，就难以保证任务的完成。

1 级能力水平指非正常执行的能力水平。所有的基本实施在一定程度上都能被执

行，然而对过程能力缺少连续的计划和跟踪。过程的完善能力仍然取决于个人的知识和努力程度。产品质量和生产效率由工程队伍的所有人员的出色工作来保证。由于过程的执行还主要靠经验，对执行结果无明确要求，所以执行活动的能力是不可重复和被其他过程所借鉴的。

2 级能力水平指具有计划与跟踪的能力水平。由于组织的过程能力取决于安全工程基本实施的效率，因此与基本实施有关的工作过程可以被总结和控制。它与1级能力水平不同之处在于，此过程中的基本实施是可以重复和被其他组织借鉴的。

3 级能力水平指完好定义的能力级水平。过程中的所有基本实施应按照完善定义的规范来进行，这些规范是工程队伍根据长期经验总结出来的。它与2级能力水平不同之处在于定义了一个被接受的标准规范，基本的实施可以反映出过程的特征，过程的能力可以直接转到其他工程活动中。

4 级能力水平指定量控制级水平。对每个已定义的过程和相联系的工作都设定了可度量的过程目标，可以对工程队伍和工程的进展进行定量的预测和控制。

5 级能力水平指持续完善的能力水平。从过程能力的角度看它是最高水平，在此水平下已经建立了对过程效率的定性和定量的目标，而且可以准确度量过程持续改善所获得的效益。

具体实施安全工程的工程队伍的能力直接影响安全工程本身的质量和安全可靠程度。SSE-CMM模型通过以上的“过程能力”指标对工程队伍的能力进行评估。“过程能力”是通过执行工程过程所得质量结果的变化范围。所得结果的质量变化范围越小，表明执行该过程的队伍越“成熟”，反之亦然。一个工程队伍既可以通过该模型自我评估能力级别，也可以通过第三方来实施评定。

通过以上介绍可以看出，SSE-CMM模型是目前针对信息系统安全问题而提供的具有较高可靠性的解决方法。它既可用于对一个安全系统或安全产品的信任度测量和改善，也可用于对一个工程队伍的能力进行评定或自我改善，提高系统安全工程队伍自身的能力，从而最大限度地保证系统的相对安全性。

34.9.5 SSE-CMM 的应用

SSE-CMM模型本身并不是安全技术模型，但它给出了信息系统安全工程需考虑的关键过程域，可指导安全工程从单一的安全设备配置转向系统地解决整个工程的风险评估、安全策略形成、安全方案提出、实施和生存周期控制等问题。

SSE-CMM可应用于以下几个主要方面：

(1) 评估组用来评估一个企业在安全工程过程方面的能力和弱点，指导企业一个等级接一个等级地去提高它们的安全工程过程能力水平。

(2) 评估组用来评估安全工程发包方在选择承包商和管理合同时，由于选择不同承包商所造成的风险。

(3) 项目管理者和参加者用来制订和实施组织的过程改进计划时，判断什么是必需的。

(4) 安全工程过程组织用来指导他们制订和改进安全工程的行为。

执行具体项目时，首先根据风险过程进行风险分析和评估，实施队伍必须根据风险分析的结果和有关系统要求，同客户一起定义系统的保护框架（PP, Protection Profile）和安全目标（ST, Security Target），这也是 PA10 过程。一般由用户定义系统的 PP，详细说明其系统的保护需求。而工程队伍依据 PP 文件制订系统的 ST，阐述系统安全功能及信任度并与用户的保护框架相对比，以证明该系统满足用户的需要。安全目标 ST 必须用具体语言和有力的论据来说明保护框架 PP 中的抽象描述怎样逐条地在所评价的系统中得到满足。在综合考虑包括成本、性能，以及使用难易程度等各种因素和各种替代方案之后，问题的解决方案得以创建出来（PA09 过程）。同时产生一个可用于过程管理的安全基线，并尽量提高其精确度。安全基线是一个系统至少需要满足的安全目标。安全基线的实施是模型的 PA01 过程的工程化途径。此外，还必须通过基线库状况对系统进行不间断的监控，以保证新风险不至于增大到不能接受的程度（PA08 过程）。最后对实施结果进行评定（PA11 过程），确认它的安全信任度（PA06 过程）。

34.9.6 SSE-CMM 的应用前景

目前，SSE-CMM 已经成为西方发达国家政府、军队和要害部门组织和实施系统安全工程的通用方法，是系统安全工程领域里的成熟方法体系，在理论研究和具体实践中具有举足轻重的作用。SSE-CMM 已经被信息技术安全评估国际标准的公共准则 CC 看成是最有希望采用的替代安全技术。在模型的应用方面，Texas Instruments 公司和参与规范制订的一些公司采用该模型指导安全工程活动与传统方法相比，可以在提高过程能力的同时有效地降低成本，从而在开发方法上保证信息系统的安全。

在国内，SSE-CMM 的研究与实施工作正处于起步阶段，国家及军队信息安全测评认证中心已经将系统安全工程能力需求模型作为我国安全产品和信息系统安全性检测和认证的标准之一，目前已经发布了标准草案，少数部门的信息系统正在实施基于该标准的系统安全工程。其中 SSE-CMM 在中国工程技术信息网中得到了成功应用。由于 SSE-CMM 模型本身并不是安全技术模型，它提供的是信息系统安全工程需要考虑的关键过程域，所以，这些过程域可指导信息系统安全工程从单一的安全设备安装转向系统地解决安全工程的管理、组织、设计、实施和验证等问题。但在具体应用方面，该模型缺乏工程化，可操作性差，尤其在我国对于信息系统安全工程的研究并不很成熟，而信息系统安全工程又具有重要的现实意义、特殊性和迫切性。随着我国国防、政府、企业、社会信息化程度的急剧提高，信息系统安全问题对我们的挑战将越来越严峻，对 SSE CMM 做分析与评价，并结合我国实际情况进行改进和完善，对其进行工程化、实用化研究，对指导我国信息系统安全工程的发展，具有十分重要的意义。基于上述分析可以看出，对于 SSE-CMM 模型的开发和应用在我国有着广阔的发展前景。

34.9.7 ISSE 方法概述

NSA 在开发 ISSE 过程中使用了 SSE-CMM 模型，帮助 ISSE 用户确认合格的 ISSE 服务提供商，并提高通信过程的服务质量。ISSE 包括如下的几个过程。

1. 发掘信息系统安全需求

该部分是信息系统建设的前导，涉及以下的工作内容。

- ① 分析组织的任务。
- ② 确定信息和任务的关系，以及重要性。
- ③ 界定法律和法规的要求。
- ④ 界定威胁的类别。
- ⑤ 确定影响。
- ⑥ 界定安全服务。
- ⑦ 形成信息保护文件。
- ⑧ 形成安全管理角色和责任的文件。
- ⑨ 界定设计限制。
- ⑩ 评估信息保护的有效性。该项包括如下几个方面。

- 为客户提供/介绍信息保护文件；
- 与客户合作完成信息保护需求；
- 支持系统认证/认可（C/A）；
- 指定满意的权威机构/认可者；
- 界定认证当局/认可者；
- 界定客户的认证/认可和获取过程；
- 保证认证/认可者在信息保护方面的合作。

2. 确定系统安全要求

- 开发系统安全的相互关系；
- 确定系统边界和与安全工程（SE）的界面；
- 形成目标系统和外部系统安全分配的文件；
- 界定目标系统和外部系统之间的数据流和与这些数据流有关的保护需求；
- 开发运行的安全概念；
- 开发系统安全要求基线；
- 确定系统安全要求；
- 确定系统运行安全模式；
- 确定系统安全性能度量方法；
- 评审设计约束；
- 评估信息保护的有效性；

- 为客户提供/介绍安全关系、安全运行概念和系统安全要求；
- 在系统安全关系、安全运行概念和安全要求诸方面得到客户的合作；
- 支持认证/认可；
- 保证在系统安全关系、安全运行概念和系统安全要求诸方面得到认证/认可者的合作。

3. 设计系统安全体系

- 实现功能分析和分配；
- 分析备选系统体系结构；
- 把安全服务分配给体系结构；
- 选择机制类型；
- 提供评估用的安全体系结构；
- 修正安全体系结构；
- 选择最终安全体系结构；
- 评估信息保护的有效性；
- 保证所选择的安全机制能够提供所要求的安全服务；
- 向客户说明安全体系结构是如何满足安全要求的；
- 产生风险预测；
- 得到客户的合作；
- 支持认证/认可；
- 准备送交风险分析的最终体系结构文件；
- 与认证/认可者同时提出风险分析结果。

4. 详细安全设计

- 保证遵从安全体系结构；
- 实现折中研究；
- 确定系统安全设计要素；
- 把安全机制分配给安全要素；
- 界定商业产品现货（COTS）和政府产品现货（GOTS）；
- 界定定制的安全产品；
- 限定安全设计要素和系统内外接口；
- 向客户说明安全设计是如何满足安全要求的；
- 以文件的形式向客户说明设计的剩余风险；
- 得到客户的合作；
- 支持系统认证/认可；
- 准备和递交风险分析的详细设计文件；
- 与认证/认可者同时展示风险分析结果。

5. 实现系统

- 支持安全实现和集成；
- 参与实现规划；
- 鉴别安全工具和机制的互操作性；
- 核实是否已经按安全设计实现；
- 核实安全产品/组件已经用所选择的评估标准评估；
- 参与组件的集成并保证它们的集成在满足系统安全规范的同时不改变组件的规范；
- 参与组件的配置，保证必要的安全特性，以及安全参数能正确配置以便提供所要求的安全服务；
- 保证形成系统和组件的配置文件，并由配置管理控制；
- 支持测试和评估；
- 建立测试和评估战略（演示、观测、分析和测试）；
- 鉴别测试和评估数据的可用性；
- 支持测试和评估程序的开发；
- 支持测试和评估活动；
- 评估信息保护的有效性；
- 监控安全设计的正确实现；
- 确定风险和可能的任务影响并提出忠告；
- 支持认证/认可；
- 保证客户和客户的认证/认可者能得到完整的认证/认可文件；
- 支持安全培训。

6. 评估系统

本部分需要对前面几个部分进行有效性评估，一般由建立方组织完成。

34.9.8 ISSE 体系结构

ISSE 的体系结构是一个顺序结构（如图 34-6 所示），前一项的结果是后一项的输入，具有严格的顺序性，违背这种顺序性将导致系统建设的盲目性，最终导致一系列“豆腐渣”工程。发掘需求是至关重要的环节，甚至可以说是根本性的环节，其影响因素也很多，决定需求的因素很多，如图 34-7 所示，需要在用户代表的参与下仔细评判上述决定因素，并合理地排序。

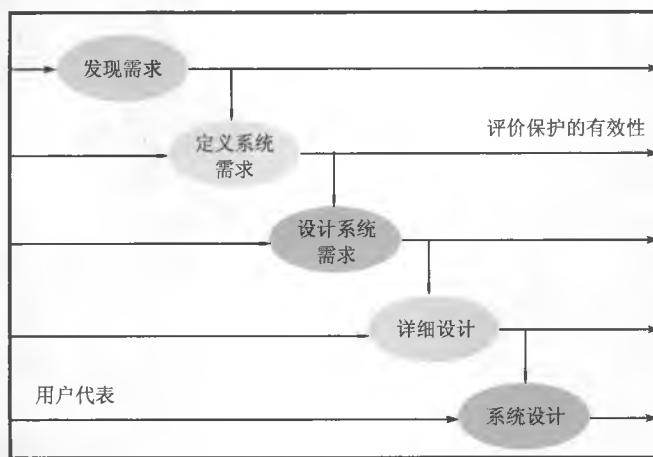


图 34-6 ISSE 体系结构图



图 34-7 需求因素图

安全需求分析的第一步是获得系统中的资产价值并获得资产的排序。第二步是分析系统面临的各种风险。将风险对资产的威胁进行某种组合分析。一般情况下会形成一个二维的矩阵，在此二维矩阵中可以抽取出值得保护的资产，并进行排序，根据情况的轻重缓急制订出系统的保护策略。在上述风险分析过程中，由于涉及对信息资产的评估，而我们知道，影响信息资产的因素也很多，比如一个笔记本，在裸机时的价值和安装了操作系统的价值不一样；硬盘放置数据对不同人又有不同的价值诱惑力，有些硬盘资源具有时效特征，如预算信息在被审批以前具有相当大的价值，需重点保护。一旦审批完毕就可以公开，其资产价值降为一般。因此，信息资产不仅仅是信息衍生所花费的函数，而且是时间、场合、不同人的函数，这些函数往往是非线性的，各种因素的耦合也是千差万别，目前还没有一个很好的模型能够对此进行很好的表征。由此可见，即使是最好的风险分析家也不一定会得出一个令所有人满意的方案。目前有关风险分析的方法不下20多种，主要分为定性和定量两大类方法。

在需求分析基础上是定义系统安全要求。信息安全的基本要求包括机密性、完整性、不可否认性、可用性、可审查性等，需要在上述风险分析的基础上确定系统具体的安全要求。

设计系统体系是核心的环节，是信息安全保障体系思想的集中体现。目前在安全领域中，存在两大保障体系理念，一种是以欧洲为代表的信息安全管理系统（ISMS）的思想，该思想以风险管理为手段和目的；另一种以美国的信息保障体系（IATF）为代表，以纵深防御体系设计作为安全理念的核心。我国目前广泛采用后一种安全理念，其纵深防御体系表现在两个方面，一个是以管理、技术和运行三位一体的纵深防御，另一个纵深是技术层面的纵深，从网络基础设施、边界保护、计算环境保护到应用环境保护的纵深防御。

详细设计的关键是对安全设备和产品的部署。需要在信息保障体系所制订的框架和范围基础上实施具体的产品和技术，以及制订相关的人员措施和运行措施，其中应急响应机制是目前备受关注的技术措施。

系统实施过程需要按照详细设计的内容分阶段、分节点、分步骤地进行设施。

在上述的五个阶段中，均需要用户进行参与，同时要对每一个阶段的有效性进行评估，最终形成一个循环改进的过程。

综上所述，ISSE 从系统工程开始，全程地参与了系统的调研、设计、实施和维护，能够对系统提供全方位的安全保护。中间任何环节的疏漏都有可能为最终系统留下安全隐患。信息系统安全工程在国内尚未得到足够的重视，在实际操作的过程中，通常很难保证上述的 ISSE 流程能够完整地得到实施。实践证明，ISSE 是一种十分有效的工程方法，对信息系统的建设具有独到的指导意义，是值得我们学习和重视的。

第35章 信息系统工程监理

依据《信息系统工程监理暂行规定》，信息系统工程监理是指依法设立且具备相应资质的信息系统工程监理单位，受业主单位委托，依据国家有关法律法规、技术标准和信息系统工程监理合同，对信息系统工程项目实施的监督管理。信息系统工程分为三类，即信息应用系统工程、信息资源系统工程、信息网络系统工程。本章将阐述信息系统建设与建设监理的概念、内容、工作程序，以及基本方法等相关知识。

35.1 信息系统工程监理基本知识

35.1.1 监理工作的内容

监理工作的主要内容是：

- (1) 依据国家有关的信息系统工程建设的法律、法规，经建设主管部门批准的项目建设文件、委托监理合同，以及其他工程合同，对信息网络系统的建设实施专业化的监督管理。
- (2) 根据项目的建设目标、业务需求和质量标准，对承建方提出的技术方案、项目管理活动，以及系统设计、开发、集成和实施部署等活动进行全方位、全过程的审核、监督和控制，以保证项目在预算范围内按时、按质完成，保护业主的利益，规避或降低项目的风险。
- (3) 根据项目相关合同对信息系统工程的质量、进度和投资进行监督，对项目合同和文档资料进行管理，协调有关单位间的工作关系。

35.1.2 项目监理范围

按照规定，下列信息系统工程应当实施监理：

- (1) 国家级、省部级、地市级的信息系统工程。
- (2) 使用国家政策性银行或者国有商业银行贷款，规定需要实施监理的信息系统工程。
- (3) 使用国家财政性资金的信息系统工程。
- (4) 涉及国家安全、生产安全的信息系统工程。

(5) 国家法律、法规规定的应当实施监理的其他信息系统工程。

35.1.3 监理的分类

根据监理内容和程度不同，信息化项目监理可分为如下三种：咨询式监理、里程碑式监理和全程式监理。

(1) 咨询式监理。 所谓咨询式监理，是其中最简单的一种，只对用户方就企业信息化过程中提出的问题进行解答，其性质类似于业务咨询或方案咨询。这种方式费用最少，监理方的责任最轻，适合于对信息化有较好的把握、技术力量较强的用户方采用。

(2) 里程碑式监理。 所谓里程碑式监理，是将信息系统的建设划分为若干阶段，在每一个阶段结束时都设置一个里程碑，在里程碑到来时通知监理方进行审查或测试。一般来讲，这种方式比咨询式监理的费用要多，当然，监理方也要承担一定的责任。不过，里程碑的确定需要乙方的参与，或者说监理合同的确立需要开发方的参与，否则就会因对里程碑的界定不同而互相扯皮。

(3) 全程式监理。 全程式监理是一种复杂的监理方式，不但要求对系统建设过程中的里程碑进行审查，还应该派相应人员全程跟踪、收集系统开发过程中的信息，不断评估开发方的开发质量和效果。这种方式费用最高，监理方的责任也最大，适用于那些对信息系统的开发不太了解、技术力量偏弱的用户方采用。

要说明的是，在一个IT项目的建设中，乙方可能有多个，比如，硬件提供商、软件开发商、系统集成商等，而且每一个也可能涉及多个有关单位，因而监理方既可以由一个专业单位承担综合监理任务，也可以将一个复杂的项目分解为硬件提供、软件设计等若干单项，由多个不同的专业单位分别进行监理。当然，对于IT项目这种复杂系数较高的项目，我们建议最好由一个开发方和一个监理方来负责系统建设，这样可以减少责任单位的“接口”数，避免扯皮现象。

信息化建设项目一般的全过程监理方法，就是将信息化项目看做由四个阶段组成的一个全过程的工程项目，即项目前期准备、项目设计与招投标、项目实施和项目试运行验收阶段，由监理根据项目的总需求、总目标确定每个阶段的工作重点，自始至终参与项目的全过程，结合质量、进度、费用的控制进行项目管理。这样针对信息化项目技术发展变化快、需求变更多、人员变更频繁、形成记录少的特点，发挥监理重制度、重记录、重检查的特点，做到专家管理、需求明确、标准统一、独立测试、互为约束、公正守法、稳妥推进，从而对项目实施“一竿子到底”的管理，弥补信息化建设项目建设尤其是国内软件项目重开发、轻管理的不足，使项目始终处于有效的控制监督之下。

35.1.4 实施全过程监理的一般工作内容

实施全过程监理时，按照下述四个阶段工作描述监理的一般工作内容。

1. 项目前期准备阶段的监理工作

主要目的：明确项目总需求、确定总目标和建设原则。

监理协助业主开展需求调研、完成调研报告；根据调研报告，协助编制或评审项目建议书；组织潜在的承包商开展技术交流；协助业主委托有关单位编制“项目可研报告”；参与评审“项目可研报告”；确定总需求、总目标和建设原则。

2. 项目设计与招投标阶段的监理工作

主要目的：推荐中标人，优化中标方案，寻求满足需求的方案。

监理协助业主制订招标计划；协助编写或审查招标文件：商务标书（重点专用条款）、技术标书（注意系统需求、功能、性能、兼容性，输入输出、接口，数据的标准、类型及关系，软硬件环境、测试和调试、检验和验收的标准等内容）；对潜在的投标人进行考察并推荐投标人；讨论和审查评标标准；参与评标委的评标工作；审查或优化中标人的方案；协助业主洽谈和签订合同；确定基本满足需求的投标方案。

3. 项目实施阶段的监理工作

主要目的：控制项目质量、进度和费用目标，为项目验收打好基础，实现和满足用户需求。

本阶段是监理工作全面铺开的阶段，根据招投标文件、承包合同等文件编制项目监理计划，明确本项目控制的质量、进度和费用的目标；针对项目特点和承包商专业分工实施专业监理（一般可分为，外购硬件和软件，承包商开发的软件）；布线、网络系统集成和项目验收等。其中，开发软件和系统集成是监理控制的重点。

- 外购硬件和软件监理的主要工作：外购硬件（包括主机、PC机、网络和通信设备等）检查；外购软件（包括数据库、操作系统、开发工具、防火墙等）检查；外购材料和配件（包括线缆、信息插座、桥架等）检查。
- 开发软件监理的主要工作：资源配置（包括开发人员、软硬件开发环境等）检查；开发计划（包括系统和子系统的月、周计划）检查和评审；质量计划（包括执行标准、测试、调试计划等）检查和评审。组织需求评审；参加设计评审；检查编程进度；检查模块、子系统测试情况；进行开发环境下的系统集成测试；出具监理软件确认测试报告（开发环境下，黑盒测试）；软件文档的审查。
- 布线、网络监理的主要工作：组织布线、网络和安全系统方案设计审查；检查布线施工和布线测试情况；进行布线系统的监理确认测试；网络硬件设备和配套软件的测试。
- 系统集成测试监理的主要工作：审查项目验收大纲及各子系统测试报告；审查承包商应交付的各类文档；组织计算机系统和网络系统的集成测试；进行网络系统的连通性测试；进行软件系统集成测试（黑盒测试）。

4. 项目试运行、验收阶段的监理工作

主要目的：通过系统试运行，考察系统是否达到合同规定的各项要求，是否满足用

户需求。

组织审查系统试运行方案和项目验收大纲；检查系统的试运行工作日志或纪录；审查各专业（布线、网络、软件）的初步验收测试报告；组织计算机网络系统验收测试；组织应用系统的验收测试；组织项目的考核和验收的评审会议工作；协助办理系统和文档的交付；编写并提交项目监理总结报告。

35.1.5 监理的依据

监理依据四个方面标准进行衡量：

- (1) 依据国家信息系统工程质量相关标准；
- (2) 依据信息系统建设工程相关的法规；
- (3) 依据甲乙双方签订的合同；
- (4) 依据信息系统专业门类的相关标准。

35.2 监理的基本方法和工作流程

信息系统监理的中心任务是科学地规划和控制工程项目的投资、进度、质量和变更四大目标；监理的基本方法是目标规划、动态控制、组织协调和合同管理；监理工作贯穿规划、设计、实施和验收的全过程。信息工程监理正是通过投资控制、进度控制、质量控制、变更控制以及合同管理、信息管理和安全管理来对工程项目进行监督和管理，保证工程的顺利进行和工程质量。

35.2.1 监理工作的流程

信息系统工程监理按下列程序进行：

- (1) 组建信息系统工程监理机构，确定监理机构的总监理工程师、监理工程师和其他监理人员；
- (2) 编制监理计划，并与业主单位协商确认；
- (3) 编制工程阶段监理细则；
- (4) 实施监理；
- (5) 参与工程验收并签署监理意见；
- (6) 监理业务完成后，向业主单位提交最终监理档案资料。

35.2.2 监理规划

监理规划是指监理工程项目的总监理工程师接受项目监理的委托，根据业主对该项 目监理的要求，在详细占有被监理项目有关资料的基础上，结合监理的具体条件，为开

展项目监理的工作所编制的指导性文件。

编制监理规划的目的是将监理委托合同规定的责任和任务具体化，并在此基础上制订实现监理任务的措施。

1. 监理规划的内容与格式

关于监理规划的内容与格式，可由总监理工程师掌握，下面只提供一些基本内容的范围以供参考。

(1) 项目概况。项目概况是指信息系统工程名称、建设地址，项目组成及规模，预计投资总额，预计项目工期，项目质量等级，设计、施工及开发总承包单位名称，项目特点简要描述等。

(2) 监理范围和目标。监理工作目标通常以四大控制目标表示（如项目工期目标是××年××月××日至××年××月××日、质量等级和控制投资以××××年预算为基价）；监理工作范围及作品内容（包括综合布线阶段、网络系统集成阶段、应用软件开发阶段的材料及设备供应监理，各阶段的质量控制监理，各阶段的进度控制监理、各阶段投资控制监理，合同管理，以及其他委托服务）。

(3) 主要监理措施。

(4) 监理组织机构。

(5) 项目监理工作制度。例如，各阶段、各专业的工作制度（图纸、设计会审制度、施工及开发组织设计审核制度、开工申请制度、质检制度、技术复核制度、单项工程及阶段工程中间验收制度、技术经济签证制度、工程款支付签审制度、工程索赔签审制度、现场紧急情况处理制度等），以及项目监理组织内部制度（如工作会议制度、对外行文审批制度、监理工作日志制度、监理周报和月报制度、技术与经济资料及文档管理制度、监理费用预算制度等）。

2. 制订监理规划的依据

关于制订监理规划的依据，可参考建筑工程监理的流程和规范，以及如下几项内容。

(1) 信息工程监理应尽量考虑全过程监理的原则，即全程监理。

(2) 根据我国和国际在综合布线、网络系统集成和软件工程开发等方面的有关标准、规范，制订软件开发和系统集成过程的监理规范。这一部分将在后面详细讨论。这里主要是强调总监理工程师在掌握制订总的监理规划时应特别重视遵照标准和规范。

(3) 根据监理合同、系统设计文件以及自身的监理经验。

3. 监理规划示例

以下给出一个完整的监理计划，其主要包含的内容如下。

(1) 项目概况及目标：

- 名称；
- 地点；
- 简况；

- 项目特点；
- 业主；
- 参建单位；
- 项目管理目标。

(2) 监理范围及内容：

- 四个阶段；
- 管理；
- 工程范围；
- 区域；
- 造价。

(3) 编制依据：

- 监理合同；
- 承包合同；
- 设计图纸；
- 国家标准；
- 行业标准；
- 地方标准；
- 国外标准；
- 有关文件及规定。

(4) 项目组织：

- 项目组织结构；
- 业主组织结构；
- 施工组织结构。

(5) 监理组织、职责及制度：

- 组织机构图及人员构成；
- 职责（总监理工程师、监理师、监理员、信息员）；
- 制度（工作制度、职业道德、会议制度、报告规定、签证规定、用章规定、文件流转等）。

(6) 监理工作程序及流程：

- 总的工作程序；
- 具体工作流程。

(7) 项目控制：

- 目标分解；
- 控制原则；
- 控制依据；
- 控制流程图；
- 控制风险；

- 风险分析；
- 表格制订与发放。

(8) 信息管理：

- 信息资料的编码体系结构；
- 信息目录表；
- 签证流程图；
- 管理制度。

(9) 合同管理：

- 合同结构；
- 执行措施；
- 管理制度；
- 索赔；
- 合同修改。

(10) 竣工验收：

- 主要内容；
- 工作要求。

(11) 监理总结：

- 主要内容。
- 工作要求。

(12) 附录：

- 相关法规；
- 有关标准；
- 监理机构；
- 工作程序；
- 工作流程。

35.2.3 监理细则

监理细则也称监理实施细则。它是由总监理工程师组织各专业监理工程师编制与本专业及与职务相关的监理实施细则。

编制监理细则可按以下方式进行：

(1) 按信息工程的阶段编制。如在叙述监理的体系结构时，我们曾将监理过程分为三个大的阶段，即前期、中期、后期。在中期又有三个专业部分，即综合布线、网络系统集成、应用软件开发，这是整个监理过程的核心部分。同时，在这三个阶段中，实际也牵涉到四控制、两管理和一协调。

(2) 按专业分工进行编制。如有综合布线工程、网络工程等专业。

(3) 按监理的控制及管理形式分。如质量控制、进度控制、投资控制、合同管理

和信息管理，以此分别编制的监理细则中，存在与按不同专业分工编制的监理细则的交叉。

监理细则主要内容如下。

(1) 质量管理实施细则：

- 适用范围；
- 编制依据（检验标准、施工规范、验评标准、技术文件）；
- 控制程序；
- 监理要点；
- 资料管理；
- 有关附录。

(2) 时间管理监理细则：

- 工程进度计划审查；
- 计划衔接；
- 控制节点；
- 控制措施；
- 月度计划；
- 协调会议；
- 工程交工。

(3) 成本管理监理实施细则：

- 工程款支付；
- 合同外费用增加；
- 合同变更；
- 索赔处理。

35.3 监理组织机构及监理工程师

本节所讨论的各类组织形式，具体到监理过程中，到底应采用哪类组织形式，还要根据具体情况而定。以下所说的监理组织系指监理公司内针对所监理的项目，成立的监理组织。一个监理公司可能在同一时期，承担多个监理项目，则有多个监理组织，这一点应与社会上通称的监理组织区别开来。

当监理公司一旦与信息系统项目的业主签订了监理委托合同后，就应立即在公司内部成立与承包该项目监理相应的工作班子，即针对某一具体的信息工程项目成立相对应的监理组织机构。

35.3.1 监理组织机构的建立

一个信息系统工程监理过程的开始，是以监理公司与业主在某一信息工程项目签订委托合同作为输入标志，即开始启动该项目的监理过程。启动项目的监理工作必须由组织形式来保证，不论项目规模和承担监理任务范围的大小，通常应遵循以下步骤。

(1) 根据监理委托合同中确定的监理任务，明确列出为此要进行的监理工作内容，即监理过程中各项“活动”的内容。

(2) 将应开展的监理工作内容，进行适当的归并或组合。这种归并或组合，主要取决于监理项目的规模、性质、工期长短、工期的复杂性，以及本监理公司人员的数量、技术水平、现有监理任务等。

(3) 绘制组织结构图。本着“满足监理工作需求，精干，效能”的原则，合理确定监理班子的组织层次和配备必要的工作机构，并绘制组织结构图。

(4) 为各监理工作岗位配备人员。

(5) 制订监理人员岗位职责标准、监理工作流程和监理信息流程。

35.3.2 项目监理的组织形式

(1) 按信息工程建设阶段划分的监理组织形式。这种形式适用于大、中型的信息工程建设项目，并且承担全过程的建设监理，包括设计方案、综合布线、网络系统集成和信息工程应用系统开发。项目监理部内也应设置必要的部门或必要的人员，以负责对整个项目的监理进行规划、组织和协调。这种类型的组织形式如图 35-1 所示。

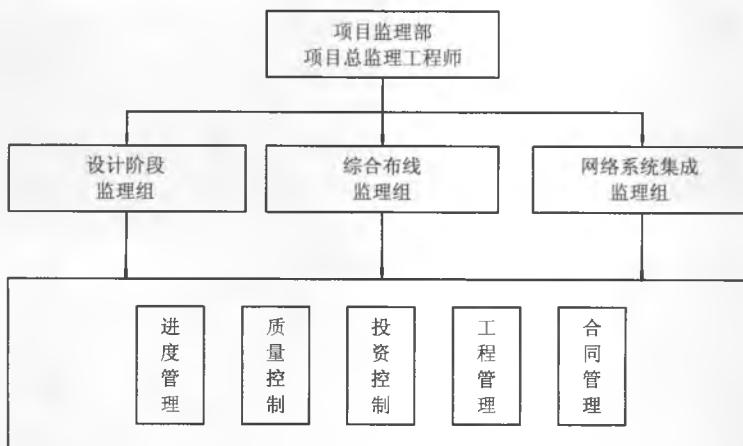


图 35-1 监理组织形式

(2) 按监理职能划分的监理组织形式。这种形式适用于中、小型或仅对一个阶段(或部分)承担监理职能的项目，如仅有综合布线，或仅有网络集成单个项目。当项目规模较小时，还可将有关的监理职能进行合并。

(3) 按项目组成子项划分的监理组织形式。按项目的组成子项划分为若干监理组，这种类型的组织形式适用于能划分为若干相对独立的子项进行监理的项目这类工程项目均为大、中型建设项目。根据项目和监理公司的具体情况，合同管理和信息管理可由监理部统一管理，便于各子项集中精力在各子项的投资、质量、进度控制的监理任务上。图35-1中所示的两级监理模式的分工如下：

- 监理部主要负责整个项目监理工作的规划、组织和指导，并侧重于整个项目范围内各方面的协调工作；
- 子项（包括现场）监理主要负责各子项（现场）的投资、质量、进度控制的具体实施。

(4) 矩阵式监理组织形式。这种监理组织形式实际上是将按项目组成子项和按监理职能设立监理组织综合起来，各子项应具有监理的职能。这种监理组织形式适用于大型和特大型工程建设项目，这样做，既有利于强化各子项监理工作的责任制，又有利于总监理工程师对整个项目实施规划、组织和领导，并有利于统一监理工作的要求和监理工作的规范化。

35.3.3 监理组织的人员结构及其基本职责

1. 人员结构

一个项目的监理组织必须有合理的人员结构来保证监理工作的进行。所谓合理的人员结构是指以下两方面：

(1) 专业结构合理。所谓专业结构合理，是指项目监理组应该由与监理项目的性质及业主对项目监理的要求（即指是全过程监理，还是某一阶段的监理；是投资、质量、进度的多目标控制，还是某一目标的控制）相适应的各专业人员组成，也就是指监理任务所需的各专业人员要配套。

(2) 要有合理的技术职称结构。合理的技术职称结构是指高级职称、中级职称和初级职称人员的比例适应该项目监理要求，如表35-1所示。

表 35-1 监理组织中人员的技术职称结构

监理组织层次		主要职能
项目经理部	总监理工程师	项目监理的规划
	专业监理工程师	项目监理实施的组织与协调
子项（现场）监理组	现场监理工程师 专业监理工程师	具体组织子项（现场） 监理业务
现场监理员	质量员 计量员 预算员 计划员等	监理实务的执行与作业

2. 项目监理组织中各类人员的基本职责

总体来说,一个项目监理组织中各类人员的基本职责是,依据监理服务合同和施工、开发承包合同进行监理工作,通过计划、组织、控制(监督)、协调、激励等手段,促进承包合同双方履行各自的义务,最终完成工程项目建设。

为了进一步了解各类人员的基本职责,我们对如下几类监理人员分别讨论,即项目总监理工程师(简称总监)、子项(现场)监理工程师、专业监理工程师及现场监理员。

(1) 项目总监理工程师(总监)。

项目总监很重要,他是项目实施监理的“总策划”和“总指挥”。他代表监理公司作为项目的全权负责人,全面负责和领导项目的监理工作。对项目总监的要求也较高,即业务技术水平高、管理经验丰富、良好的职业道德,并已取得监理工程师资格证书和注册证书。其基本职责如下:

- 接受监理公司的委派,对外代表公司协调与业主、承包商及相关政府主管部门和有关单位的关系,对工程建设项目的监理合同的实施全面负责。
- 按业主要求和投标监理项目的承诺,选定项目监理部各级监理人员,决定他们的任务和职能分工,并给予相应授权。对项目监理部门内全体人员的工作进行督导,并根据工程实施的进度进行调整。
- 主持编制工程项目《监理规划》和《监理实施细则》,并全面组织实施。
- 审查承包商在施工、开发中提供的需求分析、系统分析、网络设计等重要文档。
- 主持主体设计单位和施工、开发总承包商的选择,审核和确认选择的施工、开发分包单位。
- 建立和完善项目监理信息系统。
- 负责组织项目实施中有关方面的综合协调工作。
- 审核并签发工程开工令、停工令及复工令。
- 审批承包商报送的用款计划,签发工程款支出证书、合同项目及合同外项目付款申请证书。
- 协调业主与承包商之间的争议,协助业主处理重大索赔事项。
- 组织单项工程、分期交工工程的竣工验收,签署相应的质监报告和验收报告。
- 主持审核工程的结算书。
- 主持项目监理组织的工作例会,定期或不定期地向业主提交项目实施情况报告。
- 审核并签发项目竣工有关资料,签发工程移交证书。
- 主持编写项目监理工作总结报告。

以上所列的总监基本职责,并不是全部内容,只是一些基本部分,其他的内容在实际情况中还有很多。

表35-2中所列内容为项目总监岗位职责标准。

表 35-2 项目总监理工程师岗位职责标准

项 目	职 责 内 容	考 核 要 求	
		标 准	完 成 时 间
工作指标	项目投资控制	符合投资分解规划	每月（季）末
	项目进度控制	符合合同工期及总控制进度计划	每月（季）末
	项目质量控制	符合质量检验标准	工程各阶段末
基本职责	1. 根据业主委托与授权，代表企业负责和组织项目的监理工作	协调各方面的关系，组织监理活动的实施	全过程
	2. 根据监理委托合同主持制订项目《监理规划》，并组织实施	对项目监理工作进行系统策划，组建好项目监理班子	合同生效后1个月
	3. 审核各子项、各专业监理工程师编制的《监理工作计划》或实施细则	应符合《监理规划》，并具有可操作性	各子项、专业监理开展前15天
基本职责	4. 监督、指导各子项、各专业监理工程师对资料、进度、质量进行监控，并按合同进行管理	使监理工作进入正常工作状态，使工作处于受控状态	每月末检查
	5. 做好建设过程中有关各方面的协调工作	使工程处于受控状态	月末检查、协调
	6. 签署监理组对外发出的文件、报表及报告	及时、完整、准确	每月（季）末
	7. 审核签署项目的监理档案资料	完整、准确、真实	竣工后15天或根据合同约定

（2）子项（现场）监理工程师。

这一类监理工程师是在总监理工程师领导下，具体负责各子项现场的监理工作。其基本职责列举如下：

- 组织编制子项（现场）的监理工作计划。
- 参与工程项目施工、开发的招标工作，参与拟定承包合同条件和合同的洽谈。
- 审核承包商提交的施工、开发组织设计及计划。
- 审核承包商需要按照合同提交的网络工程、软件文档，检查工程进度与计划是否吻合。
- 审核单项工程开工申请，检查开工条件，签署起算工期的意见。
- 负责组织现场的质量监督工作。
- 组织重要分项或分部工程及单项工程的检查验收。
- 核签工程设计或方案设计变更及技术核定单。
- 核签有关工程进度、质量、费用的签证。
- 核签工程款支付申请。
- 组织工程质量事故、安全事故的处理。
- 审核软件工程文档审查报告。
- 审核、整理工程竣工资料。
- 协助项目竣工验收。
- 公正处理索赔事宜。

- 参与审核工程结算资料。
- 建立与填写项目监理日志。
- 定期或不定期地向总监及业主提交及反映工程动态的有关报告。
- 完成子项（现场）监理工作总结及有关文档，等等。

表35-3中所列内容为子项监理工程师岗位职责标准。

表35-3 子项监理工程师岗位职责标准

项 目	职 责 内 容	考 核 要 求	
		标 准	完 成 时 间
基本职责	1. 在项目总监理工程师领导下，熟悉项目情况，清楚本专业监理的特点和要求	制订本专业监理工作计划或实施细则	实施前1个月
	2. 具体负责组织专业监理工作	监理工作有序，工程处于受控状态	周（或月）检查
	3. 做好与有关部门间的协调工作	保证监理工作及工程顺利进展	周（或月）检查、协调
	4. 处理本专业有关重大问题并及时向总监报告	及时、如实	问题发生后10天
	5. 负责本专业有关的签证、对外通知、备忘录，以及及时向总监理工程师的报告、报表资料	及时、如实、准确	
	6. 负责整理本专业有关的竣工验收资料	完整、准确、真实	竣工后10天或合同约定

（3）专业监理工程师。

专业监理是监理工作中比较专项的工作，如质量监督、工程管理（其中包括进度控制），以及工程预算等。他们在总监的统一领导下，协助子项（现场）监理工程师完成本专业的监理工作。

例如，对于质量监理工程师，他们的基本职责如下：

- 结合被监理的工程项目具体情况，制订质量监理的实施细则。
- 审核承包商提交的施工和开发方案及其技术措施。
- 协助承包商完善质量保证体系。
- 组织、指导并检查质检员的工作。
- 审核进场材料的质检报告，以及有关软件的授权证明。
- 参与分项（部）、单项和阶段工程质量检查及验收工作。
- 办理工程质量有关签证（事先需经子项或现场监理工程师核签）。
- 参与工程质量事故的处理。
- 参与工程支付中质检方面的签署意见。
- 建立和填写质量监理日志。
- 定期或不定期地向子项（现场）监理工程师或总监提交工程质量动态报表，等等。

表35-4中所列内容为专业监理工程师岗位职责标准。

表 35-4 专业监理工程师岗位职责标准

项 目	职责内容	考核要求	
		标 准	完成时间
基本职责	各专业监理的职责内容： 或投资控制 或进度控制 或质量控制 或变更控制	符合投资分解规划 符合控制性进度计划 符合质量评定验收标准或按合同约定	月末 月末 工程各阶段月末

（4）现场检查员。

现场检查员是监理实务的直接作业者，一般应按专业及主要工种配备。其基本职责如下：

- 负责具体硬件设备验收、具体布线及网络施工的督导。
- 在综合布线中，有时需要旁站监理，跟踪（全过程、全天候）检查。
- 工序间交换检查、验收及签署。
- 负责工程计量及签署原始凭证。
- 负责施工现场安全、防火的检查和监督。
- 坚持填写监理日志，及时、如实填报原始记录，并向监理工程师汇报。
- 及时报告现场发生的质量事故、安全事故和异常情况，等等。

35.3.4 监理工程师

信息系统工程监理工程师应当是经培训考试合格、并取得《信息系统工程监理工程师资格证书》的专业技术人员。

监理工程师的权利和义务如下：

- 根据监理合同独立执行工程监理业务；
- 保守承建单位的技术秘密和商业秘密；
- 不得同时从事与被监理项目相关的技术和业务活动。

35.4 监理中的投资、进度、质量和变更控制

35.4.1 投资控制

投资控制的任务，主要是在建设前期进行可行性研究，协助业主正确地进行投资决策；在设计阶段对设计方案、设计标准、总概（预）算进行审查；在建设准备阶段协助确定标底和合同造价；在实施阶段审核设计变更，核实已完成的工程量，进行工程进度款签证和索赔控制；在工程竣工阶段审核工程结算。

1. 投资控制目标

- (1) 项目实际总投资符合项目预算。
- (2) 各阶段、各分项实际投资符合项目预算。

2. 投资控制内容

- (1) 通过对工程实施中的方案及设计的优化，对工程建设不可预见费的开支使用情况进行技术性审核并提出意见，确保成本控制在预算之内或更省。
- (2) 协助业主单位做好项目支付预算的现金流量表，将支付合同款项进度与工程质量进度相结合，促使履行合同。
- (3) 审查承包商提交的软件项目开发概算。若未通过审查，则在承包商调整软件项目开发概算后重新审查，直到审查通过为止。

3. 投资控制方案

- (1) 根据工程项目的质量、成本和进度目标，明确工程各阶段的成本控制要求，制订工程项目监理规划。
- (2) 严格执行承建合同中所确定的合同价、单价和约定的工程款支付方法。
- (3) 坚持报验资料不全、与承建合同的约定不符、未经质量签认或有违约时，不予审核和计量。
- (4) 工程量与工作量的计算应符合有关的计算规则。
- (5) 处理由于工程变更、合同变更和违约索赔引起的费用增减时，坚持合理、公正的原则。
- (6) 对有争议的工程量计量和工程款，采取协商的方法确定；在协商无效时，由总监理工程师做出决定。
- (7) 对工程量及工程款的审核，应在建设工程施工合同所约定的时限内。

4. 投资控制措施

(1) 组织措施。

- 建立健全监理组织，完善职责分工及有关制度，落实成本控制的责任；
- 经济专业监理工程师与质量、进度控制监理人员在组织上，既明确分工又密切配合工作，形成一个整体的监控系统，使成本控制工作在组织上有保证；
- 经济专业监理工程师经常深入工地，了解工程质量与进度情况；
- 分析合同价款的组成，为控制投资提出科学依据；
- 对于涉及经济费用支出的停、窝工签证，用工签证，机械使用签证，材料代用和材料调价等签证，由总监理工程师审核。

(2) 技术措施。

- 在招标、投标阶段，通过质量价格比值，协助业主单位确定设备生产厂商；
- 合同谈判及签署阶段，通过质量价格比值，协助业主单位确定承包商和分包商；
- 通过审核施工组织设计、施工方案，以及审核签证阶段性及定期付款申请，严

严格执行成本控制目标；

- 在施工中对各方提出的施工变更，认真进行经济比较分析，严格控制新费用的增加。

（3）经济措施。

- 及时签署工程各项应付款凭证；
- 公正地处理系统集成单位提出的索赔；
- 及时进行计划费用与实际开支费用的比较分析；
- 监理人员对原设计或施工方案提出的合理化建议被采用后，由此产生的投资节约，可按监理合同规定予以一定的奖励。

（4）合同措施。

- 对于合同中有关资金投入使用条款的约定，督促各方全面履行；
- 及时修正、完善、补充合同，使其处于有效的法律保证之下；
- 如出现违约情况，及时向责任方指出；
- 按合同条款支付工程款，防止过早、过量的现金支付；
- 全面履约，减少对方提出索赔的条件和机会；
- 正确地处理索赔。

35.4.2 进度控制

对于进度控制，首先要在建设前期通过周密分析，研究确定合理的工期目标，并在实施前将工期要求纳入承包合同；在建设实施期通过运筹学、网络计划技术等科学手段，审查、修改实施组织设计和进度计划，做好协调与监督，排除干扰，使单项工程及其分阶段目标工期逐步实现，最终保证项目建设总工期的实现。

1. 进度控制目标

以业主单位与系统集成单位签订的承建合同为准。

2. 进度控制内容

- 审核工程的进度分解计划，确认分解计划可以保证总体计划目标的实现。
- 对项目实施进度进行实时跟踪，并要求各项目承建单位对进度计划进行动态调整，以确保项目的阶段目标和总体进度目标的实现。
- 当工程目标出现偏离时，应向承包商及时指出，并提出对策和建议，同时督促承包商尽快采取措施。
- 审查承包商的软件项目开发计划。若未通过审查，则在承包商调整软件开发计划后重新审查，直到审查通过为止。

3. 进度控制方案

- 根据工程项目的质量、成本和进度目标，明确工程各阶段的进度控制要求，制订工程项目监理规划。

- (2) 在工程项目的全过程中，采用动态管理和主动预控的方法进行进度控制。
- (3) 在掌握第一手实际数据的前提下，采用实际值与计划值比较的方法对进度进行检查、评价。
- (4) 运用行政的方法进行控制。
- (5) 发挥经济杠杆的作用，用经济手段对工程进度加以影响和制约。
- (6) 利用管理技术的方法进行控制。

4. 进度控制措施

(1) 组织措施。

- 在监理机构内，设立进度控制系统；
- 监理人员适当分工，并设专人收集与统计进度资料，提供决策服务；
- 实行监理进度控制责任制，把进度控制分派到每一位责任人；
- 建立一套进度控制的工作制度；
- 建立三方的联系机制，随时互通情况；
- 协调好各方的关系，建立一个融洽的内部合作机制。

(2) 技术措施。

- 监理多级网络计划和施工作业设计体系；增加同时作业的施工面；采取高效能的施工队伍；采用新工艺技术、新开发方案等措施；
- 根据系统集成单位的进度计划，编制监理的进度控制计划，绘制进度跟踪表，随时掌握工程动态；
- 绘制监理的进度控制图，随时与系统集成单位的计划进度和实际进度做比较，找出异同并加以控制；
- 运用数理统计技术，分析施工进度出现异常时的状态，找出主导原因；
- 将进度目标分解为阶段性目标，建立进度的阶段控制子目标；
- 协助各方做好施工总进度的平衡工作。

(3) 经济措施。

- 确保资金的及时供应；
- 分析中标合同价的组成，了解有关进度方面的技术措施费用；
- 每期的验工计量，做到严肃、认真并与进度保持一致；
- 如有可能，请业主单位考虑进度奖励，加快施工进度；
- 中间结算的工程量，以实际进度为依据。

(4) 合同措施。

- 监理工程师负责有效的管理合同，在合同执行中采取相应的措施，提高系统集成单位现场人员的合同意识；
- 按合同条款管理工程项目的建设，及时协调有关各方的进度，以确保进度目标的实现；
- 在工程运行过程中，做好各种施工进度记录，并保管与整理各种报告、批示、

- 指令及其他有关进度方面的资料；
- 熟悉合同文件中有关进度的条款。

35.4.3 质量控制

质量控制要贯穿于项目建设从可行性研究、设计、建设准备、实施、竣工、启用至用后维护的全过程。其主要包括：组织设计方案评比，进行设计方案磋商及图纸审核，控制设计变更；在施工前通过审查承建单位资质等；在施工中通过多种控制手段检查和监督标准、规范的贯彻；通过阶段验收和竣工验收把好质量关等。

1. 质量控制目标

- 从质量角度减少业主单位风险；
- 项目的方案、设计、计划符合国家标准、地方标准或行业标准的要求；
- 设备、材料质量符合标准；
- 设备的购置符合标准；
- 设备安装符合操作规程；
- 设备调试、系统联调等符合标准。

2. 质量控制内容

(1) 工程组织及总体技术方案的质量控制。

- 根据工程项目的质量、成本和进度目标，明确工程各阶段的质量控制要求，制订工程项目监理规划；
- 审查并确认各供应商的投标书、合同及实施方案；
- 在技术上、经济上、性能上和风险上进行分析和评估，为业主方提供建议；
- 审查和确认供应商的组织实施方案和供应商提交的《项目计划》等相关实施文档；
- 审查和确认供应商的工程质量保证计划及质量控制体系；
- 审查和确认供应商的设备采购及到货计划；
- 审查和确认应用系统供应商的开发软件源代码编码及管理方案；
- 审查和确认供应商的测试计划；
- 审查和确认供应商的工程进度计划；
- 确定项目质量控制的关键节点及关键路径；
- 对整个项目运营维护阶段进行管理咨询。

(2) 系统集成质量控制。

- 审核和确认系统总集成方案和安全系统集成方案；
- 对采购的硬件设备及网络环境的综合质量进行检验、测试和验收；
- 制订系统集成验收大纲；
- 对设备安装、系统软件的安装调试进行验收；

- 对系统集成进行总体验收。

(3) 人员培训的质量控制。

- 制订培训计划，审定培训大纲；
- 审查供应商实施的培训计划，并征求甲方用户的反馈意见；
- 审查考核工作，评估培训效果；
- 确认培训总结报告。

3. 质量控制方案

(1) 监理工程师对现场的工程质量或施工方法进行巡视、抽查、专项检查和定期检查。

(2) 在系统集成过程中，对于已经完成的工程部分，监理工程师督促系统集成单位进行测试。

- (3) 由总监理工程师对于具有法律效力的质量和技术方案进行最后签认。
- (4) 行使质量否决权。
- (5) 组织现场协调会。
- (6) 行使质量监督权。

4. 组织措施

(1) 建立质量管理体系（ISO 9001），完善职责分工及有关质量监督制度，落实质量控制责任。

(2) 建立与监理工作任务相符合的组织机构，由项目总监理工程师负责，围绕质量这一中心工作展开全面的监理工作。

(3) 各专业由一名专业工程师负责其质量与进度的控制工作；资料工作设立专职人员负责；工程计量安排一人负责。

(4) 在监理组织内部做好分工，建立相应的责任制，明确每个岗位及责任。

5. 技术措施

(1) 在系统设计时期，协助承包商开展优化设计和完善设计质量保证体系。

(2) 在设备订货及施工准备阶段，认真审核设备采购清单，严格按照程序认真进行到货验收。

(3) 对于设备的安装调试，严格按照工程实施方案、招标文件和投标文件等对施工过程进行监督、检查。

(4) 以预防为主，加强工地巡视，互相沟通情况，掌握施工动向，把质量的事后检查把关转为事前的预控。

(5) 在有限的时间、人力、物力条件下，为能有效地控制工程质量，合理选择质量控制点是做好预控工作的一种手段，针对某些操作重点控制实际操作人员的行为。

(6) 通过现场的巡视与旁站，检查施工人员的实际操作状况，判断施工是否处于控制状态，便于及时采取措施。

(7) 施工是一个动态过程，运用动态控制的原理，从投入转化到产出，运用反馈原理做好实际值与计划值的比较。

6. 经济措施

(1) 严格质检和验收，不符合国家规范、招标投标文件及合同规定质量要求的拒付工程款。

(2) 工程进度的认可和工程进度款的签认，必须以质量为前提，达不到合同要求质量等级的分项工程、分部工程，监理方不与签认，不支付工程进度款。

(3) 充分发挥市场经济条件下的经济杠杆作用，利用经济效益和质量、进度三者之间关系和相互影响，求得质量的最优点。

(4) 在质量达不到要求时充分运用索赔手段。

7. 合同措施

(1) 将质量控制与合同管理工作结合起来，对合同条件中的有关质量条款进行集中整理，做细密科学的分析，为质量控制提供合同依据。

(2) 利用合同的约束力，调控和调整关系，保障质量工作。

(3) 利用合同的全面履行和实际履行的原则，保障工程质量。

35.4.4 变更控制

变更控制在信息系统工程的实际建设过程中经常发生。在信息系统的项目建设中，很多失败的先例都是由于变化不能得到及时确定和处理，导致项目后期变更太多、成本和进度压力过大而造成。信息系统工程本身的特点决定了信息系统工程的变更经常发生，监理单位的变更控制就是评估变更的风险、性能、架构、技术指标、集成方法、项目进度等方面做出的改变。

由于变更控制是信息系统工程监理工作中的一项重要内容，变更常伴随着建设合同价格的调整及实施进度的调整，是合同双方利益的焦点，因此，合理确定并及时处理好项目变更，既可以减少不必要的纠纷，保证合同的顺利实施，又有利于业主对工程造价的控制。

1. 变更的分类

在信息系统的建设项目的实施过程中，项目变更是指按照建设合同约定的程序对项目的部分或项目的全部功能、性能、架构、技术指标、集成方法、项目进度等方面做出的改变，可以是合同实施过程中由于各种原因引起的设计变更、合同变更，包括投资变更、进度计划变更、实施条件变更，以及原招标文件中未包括的新增需求等。项目变更的范围很广，但由于各种原因的变更最终往往表现为设计变更，且考虑到设计变更在整个项目建设过程中的重要影响，所以将项目变更分为设计变更和其他变更两大类。

2. 变更控制的基本原则

- 对变更快速响应；
- 任何变更都要得到第三方的确认；

- 明确界定项目变更的目标；
- 防止变更的范围扩大化；
- 加强变更风险，以及变更效果的评估；
- 及时公布变更的信息；
- 选择冲击最小的变更方案；
- 建立正式的变更程序；
- 定义变更的步骤。

3. 变更控制的内容

- 对需求变更的控制；
- 对进度变更的控制；
- 对成本变更的控制；
- 对合同变更的控制。

4. 变更控制的流程

- 监理工程师及时发现并把握变更，分析变更影响；
- 承建单位项目监理工程师提出书面的变更申请或变更建议书；
- 项目监理机构对变更申请进行审核，确定项目变更目标，根据变更信息判断变更的合理性和必要性，对于不符合要求的变更申请，给出对变更意见；
- 监理工程师对项目变化产生的项目预算、进度、资源配置方面的影响进行分析；
- 三方协商讨论，确定变更的最优方案；
- 实施变更后的内容并纳入正常监理工作范围。

图35-2所示为变更控制流程图。

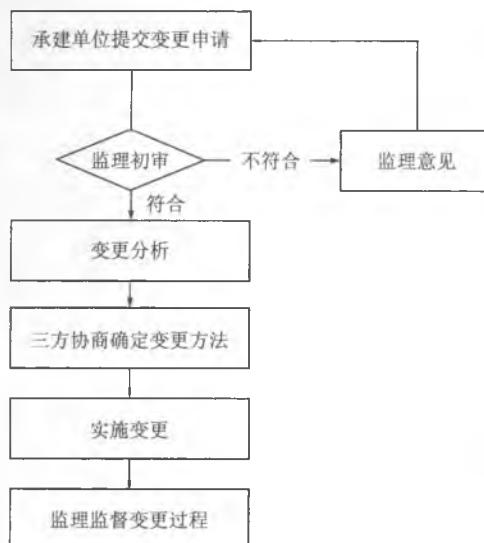


图35-2 变更控制流程图

35.5 监理中的合同管理、信息管理和安全管理

35.5.1 合同管理

合同管理是进行投资控制、工期控制和质量控制的手段。因为合同是监理单位站在公正立场采取各种控制、协调与监督措施，履行纠纷调解职责的依据，也是实施三大目标控制的出发点和归宿。

合同管理是项目管理工作中除三大目标控制外的另一项重要的工作，因为业主签订的任何合同，都与项目的投资、进度和质量有关，因此，应充分重视合同管理的重要性。

专业监理工程师熟悉工程建设承建合同的主要内容及条款，并采取预先分析调查的方法，经常跟踪合同执行情况和施工中的问题，及时督促和纠正系统集成单位不符合合同约定的行为，并提前向业主单位和系统集成单位发出预示，防止偏离合同约定事件的发生。

1. 合同管理的主要内容

- 跟踪检查合同的执行情况，确保项目系统集成单位按时履约。
- 对合同约定工期的延误和延期进行审核确认。
- 对合同变更、索赔等事宜进行审核确认。
- 根据合同约定，审核项目承建方的支付申请，签发付款凭证。
- 工程暂停与复工管理。
- 工程变更管理。
- 费用索赔的处理。
- 工程延期与工程延误管理。
- 按有关要求协助做好其他合同管理工作。
- 调解合同争议。
- 违约管理。

2. 合同管理的基本原则

合同管理的原则为：事前预控、实时纠偏、充分协商、公正处理。在项目实施全过程中，业主单位、系统集成单位和监理单位都必须坚持全面履行合同的原则，切实维护合同的严肃性、权威性。

3. 合同管理的主要途径

- 熟悉合同文件，加强对施工各方面情况的了解；
- 严格根据合同条款实施管理，监理绝不因自己的失职或过失给系统集成单位带来索赔机会和理由；
- 督促各方按合同办事；
- 做好记录，做到以事实和数据为依据处理各项事宜；

(5) 处理索赔事宜必须科学、公正、公平。

35.5.2 信息管理

1. 信息管理的主要内容

- 在项目实施过程中做好工程监理日志及工程大事记；
- 做好双方合同、技术方案、测试文档、验收报告、会议记录、电话记录等各类往来文件的存档；
- 做好项目协调会、技术专题会的会议纪要工作，并监督会议有关事项的执行；
- 管理好实施期间各类技术文件；
- 做好项目周报、监理建议书和监理通知等监理文件；
- 保管各承建方提交的技术文件；
- 审查所有软件代码和文档的标题、代号、编号，以及分类规程；
- 通过计算机管理手段对各分项目的技术类文档进行分类管理。

2. 信息管理的主要途径

- 经签认的监理信息及时存入计算机；
- 监理机构使信息管理做到目录完整、层次清晰、结构严密、表格自动生成。

3. 监理信息管理的基本要求

- 方便项目信息输入、整理与存储；
- 有利于用户提取信息；
- 能及时调整数据、表格与文档；
- 能灵活修改与删除数据；
- 信息种类与数量能满足项目管理的全部需要；
- 能使设计阶段信息、实施阶段信息、验收阶段信息、工程结算信息等具有良好接口。

监理信息管理系统可以连接监理机构各职能部门、监理单位、业主单位和系统集成单位，以使工程各项信息收集渠道保持畅通和信息资源能够共享。

35.5.3 安全管理

1. 安全管理的主要内容

- 物理访问的安全管理；
- 应用环境的安全管理；
- 逻辑访问的安全管理；
- 架构安全的信息管理系统；
- 数据备份与灾难恢复。

2. 安全管理的主要途径

(1) 制订全局的安全管理策略。管理规范与制度即制订相应的管理制度或采用相应的规范，包括两个层次的工作：第一个层次，为保证各项安全措施的实施并真正发挥作用，针对每个安全层次，分别制订相应的可实施的规章制度，其中包括环境安全管理制度、组织安全管理制度、文档管理制度、系统操作规范、系统维护规范、系统安全运营管理制度、应急响应规范、教育与培训制度等。第二个层次，安全管理还包括对信息安全构架、第三方访问的安全、外包服务的管理。具体管理规则的制订应遵照各行业颁布的相关规范。

(2) 部门与人员的组织规则。根据安全防范体系中的各种安全技术所需的技术管理工作，设定安全管理的部门与人员，如业务系统管理员、网络系统管理员、安全管理员、系统审计分析员等职位。根据不同的职能，定义不同部门和不同角色的责任和权利，制订相应的管理规范。

(3) 技术管理。严格的安全管理制度可以在很大程度上防止人为因素对安全体系防范能力的破坏。技术管理主要包括公钥证书管理和PKI建设，监控与跟踪审计管理，授权管理，备份与恢复，通信及操作管理，访问控制管理，应用系统开发及维护管理，业务持续管理等。

3. 安全管理体系的建设内容

安全管理体系主要涉及安全管理机构、安全管理制度、安全管理技术和安全教育培训等方面。

通过组建完整的信息网络安全管理机构和设置安全管理人员，规划安全策略、确定安全管理机制、明确安全管理原则和完善安全管理措施，制订严格的安全管理制度，合理地协调法律、技术和管理三种因素，实现对系统安全管理的科学化、系统化、法制化和规范化，达到保障工程安全的目的。

图 35-3 所示为安全管理体系结构图。

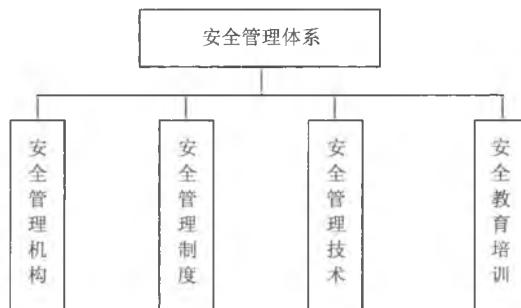


图 35-3 安全管理体系结构图

(1) 安全管理机构建设。按照统一领导和分级管理的原则，安全管理必须设立专门的管理机构，配备相应的安全管理人员，并实行“一把手”责任制，明确主管领导，

落实部门责任，各尽其职。其主要内容包括：各级管理机构的建立；各级管理机构的职能、权限划分；人员岗位、数量、职责的确定。

各级劳动保障信息系统安全管理机构，将根据国家的有关信息网络安全的法规、方针、政策等，承担所属劳动保障部门网络系统的各项安全管理工作，主要职责为：

- 拟定并组织实施计算机信息系统安全管理的各项规章制度；
- 监督、指导计算机信息系统管理人员和用户做好安全保密工作，定期组织检查计算机信息系统安全运行情况，及时排除各种安全隐患；
- 贯彻国家信息安全主管部门的规章制度和要求，组织落实安全技术措施，保障计算机信息系统的运行安全；
- 组织宣传计算机信息系统安全方面的法律、法规和有关政策，开展计算机信息系统的安全培训和教育；
- 负责所属劳动保障部门计算机信息系统的各项日常安全管理工作。

(2) 安全管理制度建设。安全管理制度是保证网络系统安全的基础，需要通过一系列规章制度的实施，来确保各类人员按照规定的职责行事，做到各行其职、各负其责，避免责任事故的发生和防止恶意侵犯。

- 安全管理制度主要包括：人员安全管理制度、设备安全管理制度、运行安全管理制度、安全操作管理制度、安全等级保护制度；有害数据及计算机病毒防范管理制度；敏感数据保护制度、安全技术保障制度、安全计划管理制度。
- 安全技术规范主要包括：日常操作管理办法；安全策略配置管理办法；数据备份管理办法；攻击事件预警管理办法；日志管理办法；定期报告办法。

(3) 安全管理技术。利用先进的安全管理技术实现对系统安全管理的科学化、系统化、法制化和规范化，通过安全管理技术强制实施安全规章制度。

(4) 安全教育培训。根据用户的不同层次制订相应的教育培训计划及培训方案。

为了将安全隐患减少到最低，不仅需要对安全管理员进行专业性的安全技术培训，还需要加强对一般办公人员的信息安全教育，普及信息安全基本知识。通过对用户的不断教育和培训，增强全体工作人员的信息安全意识、法制观念和技术防范水平，确保网络系统的安全运行。

4. ISO/IEC 17799 体系介绍

ISO/IEC 17799 是由国际标准化组织（ISO）颁布的一套全面和复杂的信息安全管理标准，旨在帮助各种类型和规模的组织实施并运行有效的信息安全管理体系，从而增强企业识别、防止、减小和控制组织信息安全风险的能力。

ISO/IEC 17799 标准由两部分构成：第一部分是信息安全管理的实施指南，相当于 BS 7799-1；第二部分是信息安全管理的规范，相当于 BS 7799-2。ISO/IEC 17799 标准的内容涉及 10 个领域、36 个管理目标和 127 个控制措施，其中所涉及的 10 个领域如下。

(1) 信息安全政策：信息安全政策为信息安全提供管理方向和指南。同时管理层

应制订一套清晰的指导原则，并以此明确表明其对信息安全及在单位内部贯彻实施信息安全政策的支持和承诺。

(2) 安全组织：应建立适当的信息安全管理部門对信息安全政策进行审批，对安全权責进行分配，并协调单位内部安全的实施。如有必要，在单位内部设立特別信息安全顾问并指定相应人选。同时，要设立外部安全顾问，以便跟踪行业走向，监视安全标准和评估手段，并在发生安全事故时建立恰当的联络渠道。在此方面，应鼓励跨学科的信息安全安排，比如，在经理人、用户、程序管理员、应用软件设计师、审计人员和保安人员之间开展合作和协调。此外，对第三方接触本单位的信息处理设备要进行管制。

(3) 资产分类与管理：所有重大的信息资产都要有记录和主管人员。对资产的负责制度将确保对其进行有效的保护。指定的主管人员要有在此方面的主要职责和管理办法。实施管理的任务可委托给他人，但最后的责任要由资产的主管人员承担，以确保信息资产得到分类和适当水平的保护。

(4) 个人信息安全守则：个人信息安全的权責应当在对员工聘用阶段就开始实施，还应包括在合同中，并在以后员工的聘用期内时时进行监督。对潜在的待聘员工应加以仔细充分的筛选，特别是从事敏感工作的员工。所有使用信息处理设备的员工或第三方都要签署保密或不泄密协议和岗位职责中的安全责任，以减少人为风险。

(5) 设备及使用环境的信息安全管理：保护信息系统基础设施、设备、媒体免受非法访问以及自然灾害和环境的危害，其目的是保护企业所在地及信息免于未经授权的存取、破坏及入侵。关键或敏感的商业信息处理设备应放置在安全的区域，由安全防御带、适当的安全屏障和准入管制手段加以保护，以防它们物理上被非法进入、毁坏或干扰。提供的保护措施应当和风险相一致。

(6) 沟通和操作管理：要建立所有信息处理设备的管理和操作的权責及流程，其中包括开发适当的操作指导和事故反应流程。在适当的情况下，要对权責进行划分，以降低渎职或故意滥用系统的风险。确保信息处理设备的安全操作，降低系统失效的风险。保护软件和信息的完整性，维护信息处理和通信的完整性和可用性，建立确保网络信息的安全措施和对整个IT基础结构的保护。

(7) 系统访问控制：通过对各种访问权限和能力进行有效的限制，确保系统和信息的安全。这包括对信息使用的授权规定、用户管理、用户的职责、网络访问管理、操作系统和应用系统的访问管理、敏感系统的隔离、对用户访问的监控、移动用户访问的监控等。

(8) 系统开发和维护：系统的范围包括基础设施、业务系统和自开发的程序。定义支持业务的操作流程对安全而言是至关重要的。信息安全在系统设计之前，就必须加以足够的考虑。信息安全的需求，在有关系统项目的确定需求阶段，就必须作为项目需求的一部分，写入项目需求的文件中。

(9) 业务持续经营计划：业务持续经营计划的制订和实施，是防止商业活动的中断和关键商业过程免受重大失误或灾难的影响。业务持续经营计划的定期演练，是业务

持续经营计划重要的实施环节。

(10) 合规性: 信息系统的建设、操作和使用，必须符合法规（刑法、民法、知识产权或版权）。需要注意的是，各国的相关法规不尽相同，当信息从一个国家传输到另一个国家时，尤其要注意这一点；还需顾及个人信息的私密性和符合信息安全政策；定期的系统内审亦是需要的。

35.6 监理中的组织协调

协调贯穿在整个信息系统工程从设计到实施再到验收的全过程，主要采用现场和会议方式进行协调。

设计阶段是由多家单位和众多人员共同参与的，为了使这个过程能紧密结合、顺利运作，必须进行有效的组织与协调。其主要工作内容如下。

- (1) 协助业主协调与设计单位之间的关系，并处理有关问题，使设计工作顺利进行。
- (2) 协助业主与有关政府主管部门和市政部门建立联系，了解有关设计参数和要求。
- (3) 协助业主做好方案设计与设计审批准备工作，处理和解决方案设计与设计审批过程中遇到的有关问题。
- (4) 协助业主处理设计阶段各种纠纷事宜。
- (5) 协助业主协调设计与招投标、施工之间的关系。
- (6) 协助业主处理有关政府部门对设计文件审批事宜。

此外，当在项目建设合同履行过程中发生争议时，无论是承建单位还是业主，都应以书面的形式向监理单位提出争议事宜。

35.7 信息网络系统工程的监理

信息网络工程是信息系统的基础，在各个行业的信息化工程中，信息网络系统的功能都为上层的应用系统提供基础的支撑平台。在企业信息化工程建设过程当中，它可以与信息应用系统一起作为一个完整的信息工程进行建设，也可单独的作为信息工程进行施工。

35.7.1 建设内容

信息网络的建设包括网络基础平台的建设、网络服务平台的建设、网络安全平台的建设、网络管理平台的建设，以及环境平台的建设。其中，网络基础平台包括网络传输、路由、交换、接入系统、服务器及操作系统、存储和备份系统。网络服务平台包括 DNS、WWW、电子邮件等 Internet 网络系统，以及 VoIP、VOD、视频会议等多媒体业务系统。网络安全平台包括防火墙、入侵检测和漏洞扫描、网络防病毒、安全审计、数字证书等。

网络管理平台包括网络管理系统、监测和控制网络运行的系统平台。环境平台包括机房建设和综合布线系统。

35.7.2 监理重点

1. 网络综合布线部分

(1) 对网络综合布线系统材料进行验收，了解布线系统合同执行情况，对工程进度进行审核。

(2) 对网络综合布线系统进行测试。根据测试结果，判定网络布线系统的施工是否合格。若合格，则继续履行合同；若不合格，则督促施工单位根据测试情况进行修正，直至测试达标。

(3) 向业主提供翔实的网络综合布线测试报告。

(4) 根据合同进行网络综合布线系统验收，包括布线文档。

(5) 布线部分项目验收后，督促业主按照合同付款或签发验收凭证。

2. 网络系统集成部分

(1) 进行网络设备及系统软件验收。验收内容包括：网络设备装箱单与实际装箱是否相符、保修单、各设备硬件配置情况、网络设备加电试机、系统软件版权的合法性等。

(2) 审核施工进度。根据实际施工情况，协助系统集成商解决可能出现的问题，确保工程如期进行。

(3) 网络系统集成性能测试。测试内容包括：丢包率、错包率、网络线速、统计碰撞、帧故障等各项技术指标，以便在施工阶段监理。

(4) 提交网络性能测试报告。对可能存在的问题，与系统集成商共同解决。

(5) 网络应用测试。测试内容包括：网络应用软件配置是否合理；各种网络服务、网络安全及可靠性是否符合合同要求等。

(6) 督促系统集成商预防测试过程中可能出现的各种问题。

(7) 整个网络系统集成的验收。主要任务是协助业主组织验收工作，包括验收委员会的成立、各验收参数的确定等。具体验收工作有：合同履行情况、网络系统是否达到预期效果、各种技术文档是否齐备等。

(8) 整个项目验收结束后，督促业主按照合同付款。

35.8 信息应用系统工程的监理

信息应用系统是指以信息技术为主要手段建立的各类业务管理的应用系统。

信息应用系统是指为各类业务管理服务的应用系统，从广义来讲包括用于各类业务管理的应用软件，及软件所依赖的计算机系统和网络系统。由于计算机网络系统和应用

系统作为信息系统的并列组成部分，所以，从狭义来讲，信息应用系统指的是应用软件及其所依赖的计算机硬件平台，而不包括网络系统。

信息系统工程监理是指依法设立且具备相应资质的信息系统工程监理单位（以下简称监理单位），受业主单位委托，依据国家有关法律法规、技术标准和信息系统工程监理合同，对信息系统工程项目实施的监督管理。监理的主要内容是对信息系统工程的质量、进度和投资进行监督，对项目合同和文档资料进行管理，协调有关单位间的工作关系。

在信息应用系统定义的基础上，我们可以得出信息应用系统工程监理的主要内容，就是对应用软件及其依赖的计算机硬件平台质量、进度和投资进行监督，对项目合同和文档资料进行管理，协调有关单位间的工作关系。

参照软件工程的思想，应用软件的开发过程包括计划、需求分析、设计、编码、测试和运行维护6个阶段，应用软件监理就是对在建信息应用系统的整个软件生命周期进行的全过程监理，并给用户提供咨询，协助用户建立系统运行制度等，帮助用户建设一个高质量的、具有可持续生命力的软件系统。同时，监理要对应用软件所依赖的计算机硬件平台方案的设计和实施过程进行监督审核，重点进行质量控制、投资控制和进度控制，确保硬件平台的科学性和实用性，保证硬件平台及时安装调试，不影响整个应用系统建设的实施质量和进度。

监理工作的重点如下

(1) 按照国家法律法规、政策，以及相关技术标准，监控软件开发单位、软件实施单位和系统承建单位的行为，促成开发的进度、质量按计划或合同实现。

(2) 促进用户与软件开发单位、软件实施单位和系统承建单位的有效沟通，使软件开发单位、软件实施单位，以及系统承建单位能够全面、准确地了解用户的需求，同时用户也能及时了解项目的进展情况。

(3) 促使软件开发单位、实施单位和承建单位为项目运行的全过程建立一套可行的计划或规程，并利用与之相应的审核、监理机制和手段对其执行过程进行有效控制。

(4) 促使系统的关键技术指标在项目实施过程中处于受控状态，及早预测和发现可能影响实施计划的各种因素，及时纠正可能影响系统功能与性能的缺陷。

35.9 监理文件

1. 文件管理制度

(1) 建立由统一编码的文书档案库，包括了书面版和电子版。

(2) 各监理组、项目各阶段也应建立相应的资料库。

(3) 监理文件登记、流转、处理的流程。

2. 文件的分类

（1）从监理的角度进行分类。

- 监理总控文件；
- 集成合同及附件；
- 监理合同；
- 监理规划；
- 监理细则；
- 监理实施文件；
- 监理月报；
- 监理会议纪要；
- 监理专题报告；
- 监理通知单；
- 竣工总结；
- 项目变更文件；
- 进度监理文件；
- 质量监理文件；
- 监理回复意见；
- 总体监理意见；
- 系统集成监理意见；
- 培训监理意见；
- 监理内部文件；
- 内部决议；
- 内部控制文档；
- 监理日志；
- 其他。

（2）从工程建设阶段进行分类。

- ① 招投标阶段。
 - 招标书；
 - 投标书；
 - 中标通知书；
 - 承建合同及附件；
 - 其他。
- ② 系统分析阶段。
 - 需求规格说明书；
 - 设计说明书。
- ③ 系统实施阶段。

- 质量作业记录;
 - 设备到货验收记录;
 - 设备安装记录。
- ④ 系统验收阶段。
- 系统运行记录;
 - 系统测试计划;
 - 系统测试报告;
 - 验收计划;
 - 验收报告;
 - 工程竣工总结报告。

3. 文件标识号命名规范

信息系统工程项目产生文件必须使用唯一的标识号, 文档标识号命名规范由 5 个字段组成, 当然, 文档的管理者可以根据项目实际需要进行裁减。

文件标识号字段从左到右依次为: 公司、行业、项目、类型/阶段和编号, 每个字段之间用“-”连接, 如图 35-4 所示。

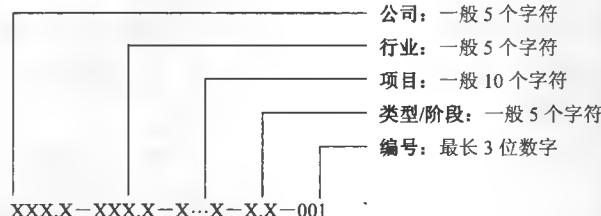


图 35-4 文档标志号命名规范

- (1) 公司字段: 该字段由公司缩写字母组成。
- (2) 行业字段: 该字段由行业类别的英语单词缩写或者易于理解的汉语拼音首字母组成。如电信和金融两个行业指向, 分别以字母缩写“TEL”和“FIN”代表。
- (3) 项目字段: 该字段由项目名称的英语单词缩写或者易于理解的汉语拼音首字母组成, 允许最长 10 个字符。
- (4) 类型/阶段字段: 该字段强调该文档所处的项目阶段。

对于项目技术类文档, 可以分别指定以下的类型字母缩写。

立项阶段:	PD
准备阶段:	RD
需求分析阶段:	RA (Requirement Analysis)
设计阶段:	DS (Design)
编码和单元测试阶段:	CD (Coding)
测试执行阶段:	TS (Test)

验收阶段: CA (Check and Accept)

维护阶段: MT (Maintenance)

(5) 编号字段: 该字段强调该类型文档在项目阶段中的顺序号, 允许最长3位数字。

4. 文档要素

文档要素由文档要素表和修改历史表组成, 它记录在文档的首部, 如表35-5和表35-6所示。

表 35-5 文档要素表

状态:	草稿	标志号	
	初始版	当前版本	1.2
	修订版	发布日期	2011/08/08

表 35-6 修改历史表

日期	版本	作者	修改内容	变更控制号
2011/11/23	1.0			

(1) 状态: 状态信息旨在标明文档当前状态, 以避免不必要的误用。根据以下状态说明确定当前文档的状态, 并使用边框标注。

- 草稿: 正在修改文档, 且尚未提交评审或审批时的状态;
- 评审: 已提交评审或审批, 尚未通过并得到发布状态;
- 初始版: 通过评审或审批初次作为配置项或其他形式发布的状态;
- 修订版: 修改初始版或者前一修订版, 并通过评审或审批再次发布的状态。

(2) 标识号: 作为进行管理的文档必须标明配置标识号, 由文档管理部门管理分配。

(3) 发布日期: 文档发布时的确切日期, 由文档管理部门或文档管理人员确认提供。

5. 文档修改历史

文档修改历史记录了文档初始版本和每一次修订版本的情况, 明细如下。

(1) 日期: 文档初始版本和每一个修订版本的发布日期。

(2) 版本和作者: 文档初始版本和每一个修订版本的版本号及其相应的作者或修改者。

(3) 修改内容: 较之前一版本所做的修改内容, 如内容较多, 可以分条目描述。文档初始版本的修改内容可标注为“初始版”。

(4) 变更控制号: 文档某版本由于变更请求而针对前一版本进行相应修改而建立, 此处标识这个变更请求, 否则可以为空。

35.10 主要监理法规

35.10.1 信息系统工程监理暂行规定

第一章 总则

第一条 为推进国民经济和社会信息化建设，确保信息系统工程的安全和质量，规范信息系统工程监理行为，依据国家有关规定，制订本规定。

第二条 在中华人民共和国境内从事信息系统监理活动，必须遵守本规定。

第三条 本规定所称信息系统工程是指信息化工程建设中的信息网络系统、信息资源系统、信息应用系统的新建、升级、改造工程。

(一) 信息网络系统是指以信息技术为主要手段建立的信息处理、传输、交换和分发的计算机网络系统；

(二) 信息资源系统是指以信息技术为主要手段建立的信息资源采集、存储、处理的资源系统；

(三) 信息应用系统是指以信息技术为主要手段建立的各类业务管理的应用系统。

第四条 本规定所称信息系统监理是指依法设立且具备相应资质的信息系统工程监理单位（以下简称监理单位），受业主单位委托，依据国家有关法律法规、技术标准和信息系统监理合同，对信息系统工程项目实施的监督管理。

第五条 本规定所称监理单位是指具有独立企业法人资格，并具备规定数量的监理工程师和注册资金、必要的软硬件设备、完善的管理制度和质量保证体系、固定的工作场所和相关的监理工作业绩，取得信息产业部颁发的《信息系统工程监理资质证书》，从事信息系统工程监理业务的单位。

监理单位资质分为甲、乙、丙三级。

第二章 主管部门及其职责

第六条 信息产业部负责全国信息系统工程监理的管理工作，其主要职责是：

- (一) 制订、发布信息系统工程监理法规，并监督实施；
- (二) 审批及管理甲级、乙级信息系统工程监理单位资质；
- (三) 负责信息系统监理工程师的资格管理；
- (四) 监督并指导全国信息系统工程监理工作。

第七条 省、自治区、直辖市信息产业主管部门负责本行政区域内信息系统工程监理的管理工作，其主要职责是：

- (一) 执行国家信息系统工程监理法规和行政规章；
- (二) 审批及管理本行政区域内丙级信息系统工程监理单位资质，初审本行政区域内甲级、乙级信息系统工程监理单位；
- (三) 负责本行政区域内信息系统工程监理工程师的管理工作；
- (四) 监督本行政区域内的信息系统工程监理工作。

第三章 监理范围和监理内容

第八条 下列信息系统工程应当实施监理：

(一) 国家级、省部级、地市级的信息系统工程；

(二) 使用国家政策性银行或者国有商业银行贷款，规定需要实施监理的信息系统工程；

(三) 使用国家财政性资金的信息系统工程；

(四) 涉及国家安全、生产安全的信息系统工程；

(五) 国家法律、法规规定应当实施监理的其他信息系统工程。

第九条 监理的主要内容是对信息系统工程的质量、进度和投资进行监督，对项目合同和文档资料进行管理，协调有关单位间的工作关系。

第四章 监理活动

第十条 从事信息系统工程监理活动，应当遵循守法、公平、公正、独立的原则。

第十一条 信息系统工程监理业务可以由业主单位直接委托监理单位承担，也可以采用招标方式选择监理单位。

第十二条 监理单位承担信息系统工程监理业务，应当与业主单位签订监理合同，合同内容包括：

(一) 监理业务内容；

(二) 双方的权利和义务；

(三) 监理费用的计取和支付方式；

(四) 违约责任及争议的解决办法；

(五) 双方约定的其他事项。

第十三条 监理费用计取标准应当结合信息系统工程监理的特点，由双方协商确定。

第十四条 信息系统工程实行总监理工程师负责制。总监理工程师行使合同赋予监理单位的权限，全面负责受委托的监理工作。

第十五条 信息系统工程监理按下列程序进行：

(一) 组建信息系统工程监理机构。监理机构由总监理工程师、监理工程师和其他监理人员组成；

(二) 编制监理计划，并与业主单位协商确认；

(三) 编制工程阶段监理细则；

(四) 实施监理；

(五) 参与工程验收并签署监理意见；

(六) 监理业务完成后，向业主单位提交最终监理档案资料。

第十六条 实施监理前，业主单位应将所委托的监理单位、监理机构、监理内容书面通知承建单位。

承建单位应当提供必要的资料，为监理工作的开展提供方便。

第十七条 监理活动中产生的争议，应当依据监理合同相关条款协商解决，或者依法进行仲裁，或者依法提起诉讼。

第五章 监理单位和监理工程师

第十八条 监理单位的权利和义务：

(一) 应按照“守法、公平、公正、独立”的原则，开展信息系统工程监理工作，维护业主单位与承建单位的合法权益；

(二) 按照监理合同取得监理收入；

(三) 不得承包信息系统工程；

(四) 不得与被监理项目的承建单位存在隶属关系和利益关系，不得作为其投资者或合伙经营者；

(五) 不得以任何形式侵害业主单位和承建单位的知识产权；

(六) 在监理过程中因违反国家法律、法规，造成重大质量、安全事故的，应承担相应的经济责任和法律责任。

第十九条 信息系统工程监理工程师应当是经培训考试合格、并取得《信息系统工程监理工程师资格证书》的专业技术人员。

第二十条 监理工程师的权利和义务：

(一) 根据监理合同独立执行工程监理义务；

(二) 保守承建单位的技术秘密和商业秘密；

(三) 不得同时从事与被监理项目相关的技术和业务。

第六章 附则

第二十一条 信息系统工程监理单位资质管理办法和信息系统工程监理工程师资格管理办法另行制订。

第二十二条 本规定自2002年12月15日起实施。

35.10.2 信息系统工程监理工程师资格管理办法

第一章 总则

第一条 为了实施信息系统工程监理工程师资格的管理，依据《信息系统工程监理暂行规定》，制订本办法。

第二条 本办法所称信息系统工程监理工程师（以下简称监理工程师）是指经信息产业部批准、取得《信息系统工程监理工程师资格证书》并经登记备案、从事信息系统工程监理的专业技术人员。

第三条 监理工程师资格管理工作，由信息产业部计算机信息系统集成资质认证工作办公室（以下简称部资质管理办公室）具体组织实施。

第二章 资格取得

第四条 申请监理工程师资格应当具备以下基本条件：

- (一) 具有大学本科学历，二年以上从事信息系统工程设计、实施、监理工作经历；或者具有大专学历，四年以上从事信息系统工程设计、实施、监理工作经历；
- (二) 经过培训，取得培训结业证书；
- (三) 经过监理工程师资格考试合格。

第五条 培训。申请监理工程师资格须经过信息产业部指定的培训机构培训，并取得培训结业证书。参加培训时，需提供下列申请资料：

- (一) 学历证明；
- (二) 工作经历和业绩证明。

第六条 考试。取得监理工程师培训结业证书者可申请参加信息产业部统一组织的监理工程师资格考试。

第七条 审批。考试合格后，填写《信息系统工程监理工程师资格申请表》（表式附后），经部资质管理办公室审核，由信息产业部批准，颁发《信息系统工程监理工程师资格证书》。《信息系统工程监理工程师资格证书》由信息产业部统一印制。

第三章 资格管理

第八条 监理工程师资格实行登记制度。信息产业部负责登记管理，省市信息产业主管部门负责本行政区域内登记。

第九条 取得《信息系统工程监理工程师资格证书》者，须在一年内向所在地方登记机构登记。经登记后方可从事信息系统工程监理业务。登记手续由聘用单位统一办理。

第十条 申请登记者，应当具备下列条件：

- (一) 取得《信息系统工程监理工程师资格证书》；
- (二) 遵纪守法，遵守监理工程师职业道德；
- (三) 身体健康，能胜任监理工程师工作；
- (四) 所在单位同意。

第十一条 批准登记后，由登记机构在《信息系统工程监理工程师资格证书》中的登记栏内加盖登记专用印章，并报信息产业部备案。

第十二条 监理工程师变更工作单位应及时办理变更登记手续。

第十三条 监理工程师登记有效期为三年，有效期届满，应当向原登记机构重新办理登记手续。超过有效期 60 天不登记，原登记失效。重新登记时，除符合第十条规定条件外，还须有参加继续教育的证明。

第十四条 监理工程师出现下列情况之一，原聘用单位应当在 60 天内向登记机构办理注销登记手续：

- (一) 死亡或被宣告失踪；
- (二) 受刑事处分；

- (三) 受取消监理工程师资格处分;
- (四) 被聘用单位解聘;
- (五) 因其他原因已不适合做监理工作。

注销登记后，由登记机构向信息产业部备案。

第十五条 监理工程师有下列行为，视情节轻重分别给予通报批评、撤销登记、吊销《信息系统监理工程师资格证书》的处分：

- (一) 未经登记，从事信息系统工程监理业务；
- (二) 以不正当手段取得资格证书；
- (三) 以个人名义承揽监理业务；
- (四) 因个人过错造成严重经济损失。

第四章 附则

- 第十六条 本办法由信息产业部负责解释。
- 第十七条 本办法自2003年4月1日起实施。

35.10.3 信息工程监理单位资质管理办法

第一章 总则

第一条 为了实施信息工程监理单位资质的管理,依据《信息工程监理暂行规定》,制订本办法。

第二条 本办法适用于《信息工程监理暂行规定》第五条所指的信息工程监理单位(以下简称监理单位)。

第三条 监理单位资质管理工作,由信息产业部计算机信息系统集成资质认证工作办公室具体组织实施。

第二章 资质等级条件

第四条 监理单位资质各相应等级基本条件如下:

(一) 甲级

- (1) 监理工程师不少于30名;
- (2) 注册资金不少于500万元;
- (3) 财务状况良好;
- (4) 有固定的工作场所和必要的软硬件设备;
- (5) 有完善的单位管理制度,有通过认证的质量管理体系,并能有效实施;
- (6) 有良好的监理信誉;
- (7) 申请时前三年完成过12个以上信息工程项目的监理(其中至少有1个5000万元以上或者6个1000万元以上项目)。

(二) 乙级

- (1) 监理工程师不少于15名;
- (2) 注册资金不少于300万元;
- (3) 财务状况良好;
- (4) 有固定的工作场所和必要的软硬件设备;
- (5) 有完善的单位管理制度,有完备的质量管理体系,并能有效实施;
- (6) 有良好的监理信誉;
- (7) 申请时前三年完成过9个以上信息工程项目的监理(其中至少有2个1000万元以上或者5个400万元以上项目)。

(三) 丙级

- (1) 监理工程师不少于6名;
- (2) 注册资金不少于100万元;

- (3) 财务状况良好;
- (4) 有固定的工作场所和必要的软硬件设备;
- (5) 有完善的单位管理制度,有较完备的质量管理体系,并能有效实施;
- (6) 有良好的监理信誉;
- (7) 申请时前三年完成过6个以上信息系统的项目的监理(其中至少有2个300万元以上或者4个150万元以上项目)。

第三章 资质申请、评审和审批

第五条 资质评定按照评审和审批分离的原则进行。申请单位应先经信息产业主管部门授权的评审机构评审,再按程序提出申请,由信息产业主管部门按规定权限审批。

第六条 信息产业部授权的评审机构可以受理申请甲级、乙级、丙级资质的评审。省、自治区、直辖市(以下简称省市)信息产业主管部门授权的评审机构可以受理所在行政区域内申请丙级资质的评审。没有设置评审机构的可以委托信息产业部授权的或其他省市授权的评审机构评审。

第七条 申请评审时,申请单位应提交下列申请资料:

- (一)《信息系统工程监理单位资质申请表》(表式附后);
- (二)单位营业执照副本;
- (三)本单位监理工程师资格证书;
- (四)需要出具的其他有关证明、资料。

第八条 评审机构按下列程序进行评审:

- (一)对申请单位提交的申请资料进行审查;
- (二)对申请单位进行现场审查;
- (三)出具评审报告,签署评审意见。

第九条 经评审合格后,申请单位向信息产业主管部门提出资质申请。其中:甲级、乙级资质申请,由所在省市信息产业主管部门初审,报信息产业部审批。丙级资质申请,由所在省市信息产业主管部门审批,报信息产业部备案。

第十条 申请资质时,申请单位应提交下列资料:

- (一)申请资料;
- (二)评审机构出具的评审报告。

第十一条 获得监理资质的单位,由信息产业部统一颁发《信息系统工程监理资质证书》。《信息系统工程监理资质证书》由信息产业部统一印制。

第四章 资质管理

第十二条 各等级监理单位监理相应投资规模的信息系统工程。

甲级:不受投资规模限制。

乙级:投资规模1500万元以下。

丙级:投资规模500万元以下。

第十三条 《信息系统工程监理资质证书》有效期为四年，届满四年更换新证。超过有效期30天不更换的，视为自动放弃资质，原资质证书予以注销。

第十四条 信息系统工程监理资质实行年检制度。甲级、乙级资质由信息产业部负责年检；丙级资质由省市信息产业主管部门负责年检，并将结果报信息产业部备案。

第十五条 年检内容包括：监理单位的法人代表、人员状况、经营业绩、财务状况、管理制度等。

第十六条 年检不合格的监理单位，按照年检要求限期整改，逾期达不到要求的，视情节轻重给予降低资质等级直至取消资质的处分。

第十七条 丙级和乙级监理单位在获得资质两年后可向评审机构提出升级申请，资质升级按照本办法第三章规定进行。

第十八条 监理单位变更法人代表或技术负责人以及因分立、合并、歇业、破产或其他原因终止业务的，应当在其发生上述各种情况取得具有法律性的文件后30日内向信息产业部报告并办理有关手续。

第十九条 监理单位不得伪造、转让、出卖《信息系统工程监理资质证书》；不得转让或越级承接监理业务。对违反本条规定的，视情节轻重分别给予责令改正、停业整顿、降低资质等级、取消资质的处分。

第五章 附 则

第二十条 本办法由信息产业部负责解释。

第二十一条 本办法自2003年4月1日起实施。