



全国计算机技术与软件专业技术资格(水平)考试指定用书

信息系统项目管理师教程



全国计算机专业技术资格考试办公室 组 编

刘明亮 宋跃武 主 编

张树玲 刘 玲 王喜升 副主编



清华大学出版社

第4版

内 容 简 介

本书是由全国计算机专业技术资格考试办公室组织编写的考试用书，根据 2022 年审定通过的《信息系统项目管理师考试大纲》编写，对信息系统项目管理师岗位所要求的主要知识及应用技术进行了阐述。

本书主要内容包括：信息化发展、信息技术发展、信息系统治理、信息安全管理、信息系统工程、项目管理概论、项目立项管理、项目整合管理、项目范围管理、项目进度管理、项目成本管理、项目质量管理、项目资源管理、项目沟通管理、项目风险管理、项目采购管理、项目干系人管理、项目绩效域、配置与变更管理、高级项目管理、项目管理科学基础、组织通用治理、组织通用管理、法律法规与标准规范等。

本书是信息系统项目管理师考试应试者必读教材，也可作为信息化教育的培训与辅导用书，还可作为高等院校相关专业的教学与参考用书。

本书扉页为防伪页，封面贴有清华大学出版社防伪标签，无上述标识者不得销售。

版权所有，侵权必究。举报：010-62782989，beiqinquan@tup.tsinghua.edu.cn。

图书在版编目 (CIP) 数据

信息系统项目管理师教程 / 刘明亮, 宋跃武主编 . —4 版 . —北京：清华大学出版社，2023.1
(2023.3 重印)

全国计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试指定用书

ISBN 978-7-302-62431-8

I . ①信… II . ①刘… ②宋… III . ①信息系统—项目管理—资格考试—自学参考资料 IV . ① G202

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2022) 第 257978 号

责任编辑：杨如林

封面设计：杨玉兰

版式设计：方加青

责任校对：徐俊伟

责任印制：刘海龙

出版发行：清华大学出版社

网 址：<http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址：北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编：100084

社 总 机：010-83470000 邮 购：010-62786544

投稿与读者服务：010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈：010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者：三河市龙大印装有限公司

经 销：全国新华书店

开 本：185mm×230mm **印 张：**46.75 **防伪页：**1 **字 数：**1260 千字

版 次：2005 年 3 月第 1 版 **2023 年 3 月第 4 版** **印 次：**2023 年 3 月第 2 次印刷

定 价：168.00 元

产品编号：099830-01

前 言

计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试（以下简称软考）中的信息系统项目管理师资格自 2005 年开考以来，已培养了大批高级项目管理人员。这些技术管理类的专业技术人才在信息系统建设、管理与应用、运维和创新等方面发挥了重要作用，为保证组织的信息系统项目建设质量，提高信息系统项目开发绩效，推进组织转型升级等做出了贡献。

采用现代管理理论作为计划、设计、控制的方法论，将计算机系统、数据库、网络、安全设施、应用软件等资源按照规划的结构和秩序，有机地整合到一个边界清晰、敏捷高效的信息系统中，以达到预定的系统目标，这个过程称为信息系统项目开发。综合运用相关知识、技能、工具和技术在一定的时间、成本、质量等要求下，为实现预定的系统目标而进行的管理计划、设计、开发、实施、运维等方面的活动称为信息系统项目管理。实施项目管理的项目管理工程师（项目经理）和项目管理师（高级项目经理）岗位已经成为组织信息化建设和数字化转型过程中不可缺少的重要岗位，对这个岗位的人才选拔和评价是信息通信行业人才队伍建设的重要组成部分。

在信息技术的推动下，人类社会正在加速进入全新发展时期，以数据要素开发利用为基础的数字时代、数字经济快速发展，以人工智能、区块链和物联网等为代表的新一代信息技术，正在深刻影响着各行业领域的改革创新与转型升级，信息系统相关技术、建设、管理、运行等数字化能力需求持续强化，信息系统项目管理将面临新的行业背景和形势。2022 年，为适应经济与社会的发展需要以及信息技术和项目管理技术的发展现状，全国计算机专业技术资格考试办公室广泛吸纳当前最新的研究成果，在原大纲的基础上，组织专家对信息系统项目管理师考试大纲进行了较大幅度的修改，增强了信息系统相关的发展、治理、管理、技术、工程建设等方面的知识要求，按照敏捷性和价值驱动为主线，丰富和完善了项目管理的知识体系要求，增加了项目与组织融合发展相关的治理、管理、科学基础等方面的知识要求，更新、丰富和完善了信息系统项目相关标准与法律法规的要求。

依据新修订的《信息系统项目管理师考试大纲》，工业和信息化部教育与考试中心组织专家对信息系统项目管理师教程（以下简称教程）进行了修订。修订的教程在论述项目管理知识体系时尽量做到体例一致，叙述方式及逻辑一致，专业用语一致；述及的方法、工具和技术，与实际工作开展紧密结合，可以直接在信息系统项目管理实践中运用。考虑信息系统建设与各行业领域发展深度融合的需求，信息系统项目管理师（高级项目经理）具有体系化的信息系统发展知识、系统化的信息技术知识、深入的信息系统项目新型管理知识、丰富的组织发展与行业发展知识等，对项目的成功无疑是至关重要的。因此，教程结合国家的相关发展战略，强化了各行业领域数字化、智能化等方面的阐述；结合技术发展新趋势及应用新场景，丰富了信息技术的基础知识及其开发应用趋势；基于组织信息系统发展与项目的高度融合性，增加了信息治理与管理相关知识；基于新时期对信息系统项目管理的敏捷性与价值需求，重新梳理了项目管

理的相关知识；基于信息系统建设与组织创新发展与转型升级的高度互动性，大幅增加了组织治理与管理方面的知识。考虑各类信息系统项目实践的差异化和个性化，信息系统建设与组织发展的深度融合强化，以及各类网络化知识的丰富，教程减少了项目案例材料的相关叙述。

另外，为了便于参加软考的专业技术人员复习应考，教程部分章节还提供了一些习题。

第1章信息化发展由刘明亮、宋跃武、李修仪编写；第2章信息技术发展由宋俊典、王铮、彭高编写；第3章信息系统的治理由俞文平、孙佩、董涛编写；第4章信息系统管理由张军、陈宏峰编写；第5章信息系统工程由白文江、宋莹编写；第6章项目管理概论由张树玲、李京编写；第7章项目立项管理由刘玲、张荣静编写；第8章项目整合管理由张树玲、宋跃武编写；第9章项目范围管理和第10章项目进度管理由刘娜、蒋铁玮、刘明亮、张树玲编写；第11章项目成本管理、第12章项目质量管理和第13章项目资源管理由刘玲、宋晓东、刘明亮、王喜升编写；第14章项目沟通管理、第15章项目风险管理、第16章项目采购管理和第17章项目干系人管理由岳素林、郭鑫伟、彭凯、宋跃武编写；第18章项目绩效域和第19章配置与变更管理由刘玲、张树玲、宋跃武编写；第20章高级项目管理由李少杰、尹正茹编写；第21章项目管理科学基础由崔春生、袁瑞萍、李美翠编写；第22章组织通用治理由肖筱华、李光亚、周静萍编写；第23章组织通用管理由唐百惠、张荣静编写；第24章法律法规与标准规范由李修仪、朱盼盼、王喜升编写。

另外，刘明亮、王喜升等参加了本书的策划以及部分章节的审校，刘明亮、宋跃武和张树玲依据考试大纲对全书做了内容统筹、章节结构设计和统稿，刘玲和王喜升提供了各类实践经验并对相关内容进行了提炼总结，岳素林、刘莹、张立和王舒慧参与了本书部分章节的审校工作。清华大学出版社为本书的编写做了大量的组织管理工作，在此表示感谢。

由于编者水平所限，书中难免有不当之处，恳请读者不吝赐教并提出宝贵意见，相信读者的反馈将会为未来的再次修订提供良好的帮助。

编 者

2022年10月

目 录

第1章 信息化发展	1
1.1 信息与信息化	1
1.1.1 信息	2
1.1.2 信息系统	2
1.1.3 信息化	4
1.2 现代化基础设施	7
1.2.1 新型基础设施建设	7
1.2.2 工业互联网	8
1.2.3 车联网	10
1.3 现代化创新发展	12
1.3.1 农业农村现代化	12
1.3.2 两化融合与智能制造	13
1.3.3 消费互联网	15
1.4 数字中国	16
1.4.1 数字经济	17
1.4.2 数字政府	20
1.4.3 数字社会	23
1.4.4 数字生态	27
1.5 数字化转型与元宇宙	28
1.5.1 数字化转型	28
1.5.2 元宇宙	34
1.6 本章练习	35
第2章 信息技术发展	37
2.1 信息技术及其发展	37
2.1.1 计算机软硬件	37
2.1.2 计算机网络	38
2.1.3 存储和数据库	41
2.1.4 信息安全	47
2.1.5 信息技术的发展	48
2.2 新一代信息技术及应用	49
2.2.1 物联网	49
2.2.2 云计算	51
2.2.3 大数据	55
2.2.4 区块链	57
2.2.5 人工智能	60
2.2.6 虚拟现实	63
2.3 本章练习	65
第3章 信息系统治理	67
3.1 IT治理	67
3.1.1 IT治理基础	67
3.1.2 IT治理体系	69
3.1.3 IT治理任务	73
3.1.4 IT治理方法与标准	74
3.2 IT审计	80
3.2.1 IT审计基础	80
3.2.2 审计方法与技术	83
3.2.3 审计流程	88
3.2.4 审计内容	89
3.3 本章练习	91
第4章 信息系统管理	93
4.1 管理方法	93
4.1.1 管理基础	93
4.1.2 规划和组织	94

4.1.3	设计和实施	98
4.1.4	运维和服务	100
4.1.5	优化和持续改进	104
4.2	管理要点	107
4.2.1	数据管理	107
4.2.2	运维管理	119
4.2.3	信息安全管理	125
4.3	本章练习	127

第5章 信息系统工程 129

5.1	软件工程	129
5.1.1	架构设计	129
5.1.2	需求分析	131
5.1.3	软件设计	138
5.1.4	软件实现	140
5.1.5	部署交付	142
5.1.6	过程管理	144
5.2	数据工程	146
5.2.1	数据建模	147
5.2.2	数据标准化	149
5.2.3	数据运维	153
5.2.4	数据开发利用	157
5.2.5	数据库安全	161
5.3	系统集成	163
5.3.1	集成基础	163
5.3.2	网络集成	164
5.3.3	数据集成	165
5.3.4	软件集成	167
5.3.5	应用集成	169
5.4	安全工程	170
5.4.1	工程概述	170
5.4.2	安全系统	171
5.4.3	工程基础	174
5.4.4	工程体系架构	174
5.5	本章练习	181

第6章 项目管理概论 183

6.1	PMBOK 的发展	183
6.2	项目基本要素	184
6.2.1	项目基础	184
6.2.2	项目管理的重要性	186
6.2.3	项目成功的标准	187
6.2.4	项目、项目集、项目组合和运营管理之间的关系	187
6.2.5	项目内外部运行环境	191
6.2.6	组织系统	192
6.2.7	项目管理和产品管理	194
6.3	项目经理的角色	196
6.3.1	项目经理的定义	196
6.3.2	项目经理的影响力范围	196
6.3.3	项目经理的能力	198
6.4	价值驱动的项目管理知识体系	201
6.4.1	项目管理原则	202
6.4.2	项目生命周期和项目阶段	213
6.4.3	项目管理过程组	216
6.4.4	项目管理知识领域	219
6.4.5	项目绩效域	221
6.4.6	价值交付系统	221
6.5	本章练习	223

第7章 项目立项管理 225

7.1	项目建议与立项申请	225
7.2	项目可行性研究	225
7.2.1	可行性研究的内容	225
7.2.2	初步可行性研究	228
7.2.3	详细可行性研究	230
7.3	项目评估与决策	234
7.4	本章练习	236

第8章 项目整合管理 237

8.1	管理基础	237
8.1.1	执行整合	237

	第 9 章 项目范围管理	272
9.1	管理基础	272
9.1.1	产品范围和项目范围	272
9.1.2	管理新实践	272
9.2	项目范围管理过程	272
9.2.1	过程概述	272
9.2.2	裁剪考虑因素	274
9.2.3	敏捷与适应方法	274
9.3	规划范围管理	275
9.3.1	输入	275
9.3.2	工具与技术	276
9.3.3	输出	276
9.4	收集需求	276
9.4.1	输入	277
9.4.2	工具与技术	278
9.4.3	输出	280
9.5	定义范围	282
9.5.1	输入	282
9.5.2	工具与技术	283
9.5.3	输出	283
9.6	创建 WBS	284
9.6.1	输入	285
9.6.2	工具与技术	285
9.6.3	输出	288
9.7	确认范围	289
9.7.1	输入	291
9.7.2	工具与技术	292
9.7.3	输出	292
9.8	控制范围	292
9.8.1	输入	293
9.8.2	工具与技术	294
9.8.3	输出	294
9.9	本章练习	295
	第 10 章 项目进度管理	297
10.1	管理基础	297

10.1.1 项目进度计划的定义和总要求.....	297
10.1.2 管理新实践.....	297
10.2 项目进度管理过程.....	298
10.2.1 过程概述.....	298
10.2.2 裁剪考虑因素.....	299
10.2.3 敏捷与适应方法.....	299
10.3 规划进度管理.....	300
10.3.1 输入	300
10.3.2 工具与技术	301
10.3.3 输出	301
10.4 定义活动	302
10.4.1 输入	302
10.4.2 工具与技术	303
10.4.3 输出.....	303
10.5 排列活动顺序	304
10.5.1 输入	305
10.5.2 工具与技术	305
10.5.3 输出	309
10.6 估算活动持续时间	310
10.6.1 输入	311
10.6.2 工具与技术	312
10.6.3 输出	314
10.7 制订进度计划	314
10.7.1 输入	316
10.7.2 工具与技术	317
10.7.3 输出	323
10.8 控制进度	326
10.8.1 输入	327
10.8.2 工具与技术	328
10.8.3 输出	329
10.9 本章练习.....	330
第 11 章 项目成本管理.....	334
11.1 管理基础.....	334
11.1.1 重要性和意义.....	334
11.1.2 相关术语和定义.....	335
11.1.3 管理新实践.....	336
11.2 项目成本管理过程.....	337
11.2.1 过程概述.....	337
11.2.2 裁剪考虑因素.....	338
11.2.3 敏捷与适应方法.....	338
11.3 规划成本管理.....	338
11.3.1 输入.....	339
11.3.2 工具与技术.....	340
11.3.3 输出.....	340
11.4 估算成本.....	341
11.4.1 输入.....	342
11.4.2 工具与技术.....	343
11.4.3 输出.....	344
11.5 制定预算.....	345
11.5.1 输入.....	345
11.5.2 工具与技术.....	346
11.5.3 输出.....	347
11.6 控制成本.....	349
11.6.1 输入.....	349
11.6.2 工具与技术.....	350
11.6.3 输出.....	355
11.7 本章练习.....	356
第 12 章 项目质量管理.....	358
12.1 管理基础.....	358
12.1.1 质量与项目质量.....	358
12.1.2 质量管理.....	359
12.1.3 质量管理标准体系.....	360
12.1.4 管理新实践.....	360
12.2 项目质量管理过程.....	361
12.2.1 过程概述.....	361
12.2.2 裁剪考虑因素.....	362
12.2.3 敏捷与适应方法.....	363
12.3 规划质量管理.....	363
12.3.1 输入.....	364
12.3.2 工具与技术.....	365
12.3.3 输出.....	367
12.4 管理质量.....	368

12.4.1	输入.....	369
12.4.2	工具与技术.....	370
12.4.3	输出.....	372
12.5	控制质量.....	373
12.5.1	输入.....	374
12.5.2	工具与技术.....	375
12.5.3	输出.....	376
12.6	本章练习.....	377
第 13 章 项目资源管理.....		380
13.1	管理基础	380
13.1.1	相关术语和定义.....	380
13.1.2	管理新实践.....	386
13.2	项目资源管理过程.....	387
13.2.1	过程概述.....	387
13.2.2	裁剪考虑因素	388
13.2.3	敏捷与适应方法	388
13.3	规划资源管理	389
13.3.1	输入	389
13.3.2	工具与技术	390
13.3.3	输出.....	392
13.4	估算活动资源	393
13.4.1	输入	393
13.4.2	工具与技术	394
13.4.3	输出	395
13.5	获取资源.....	396
13.5.1	输入	397
13.5.2	工具与技术.....	398
13.5.3	输出	399
13.6	建设团队	400
13.6.1	输入	401
13.6.2	工具与技术	402
13.6.3	输出	403
13.7	管理团队.....	404
13.7.1	输入	405
13.7.2	工具与技术	406
13.7.3	输出	407
13.8	控制资源.....	408
13.8.1	输入	409
13.8.2	工具与技术	410
13.8.3	输出	410
13.9	本章练习.....	411
第 14 章 项目沟通管理.....		414
14.1	管理基础.....	414
14.1.1	沟通.....	414
14.1.2	沟通模型.....	414
14.1.3	沟通分类.....	415
14.1.4	沟通技巧.....	415
14.1.5	管理新实践.....	416
14.2	项目沟通管理过程.....	417
14.2.1	过程概述.....	417
14.2.2	裁剪考虑因素	418
14.2.3	敏捷与适应方法	418
14.3	规划沟通管理.....	418
14.3.1	输入	419
14.3.2	工具与技术	420
14.3.3	输出	422
14.4	管理沟通.....	423
14.4.1	输入	424
14.4.2	工具与技术	425
14.4.3	输出	426
14.5	监督沟通.....	427
14.5.1	输入	428
14.5.2	工具与技术	428
14.5.3	输出	429
14.6	本章练习.....	430
第 15 章 项目风险管理.....		431
15.1	管理基础.....	431
15.1.1	项目风险概述.....	431
15.1.2	风险的属性.....	431
15.1.3	风险的分类.....	433
15.1.4	风险成本及其负担.....	434

15.1.5 管理新实践.....	435
15.2 项目风险管理过程.....	436
15.2.1 过程概述.....	436
15.2.2 裁剪考虑因素.....	438
15.2.3 敏捷与适应方法.....	438
15.3 规划风险管理.....	438
15.3.1 输入.....	439
15.3.2 工具与技术.....	440
15.3.3 输出.....	440
15.4 识别风险.....	443
15.4.1 输入.....	444
15.4.2 工具与技术.....	445
15.4.3 输出.....	447
15.5 实施定性风险分析.....	448
15.5.1 输入.....	448
15.5.2 工具与技术.....	449
15.5.3 输出.....	451
15.6 实施定量风险分析.....	452
15.6.1 输入.....	453
15.6.2 工具与技术.....	454
15.6.3 输出.....	457
15.7 规划风险应对.....	457
15.7.1 输入.....	458
15.7.2 工具与技术.....	459
15.7.3 输出.....	462
15.8 实施风险应对.....	463
15.8.1 输入.....	464
15.8.2 工具与技术.....	464
15.8.3 输出.....	465
15.9 监督风险.....	465
15.9.1 输入.....	466
15.9.2 工具与技术.....	467
15.9.3 输出.....	467
15.10 风险管理示例.....	468
15.11 本章练习.....	470

第 16 章 项目采购管理..... 472

16.1 管理基础.....	472
16.1.1 协议/采购合同	472
16.1.2 管理新实践.....	473
16.2 项目采购管理过程.....	474
16.2.1 过程概述.....	474
16.2.2 裁剪考虑因素.....	475
16.2.3 敏捷与适应方法.....	475
16.3 规划采购管理.....	475
16.3.1 输入.....	476
16.3.2 工具与技术.....	478
16.3.3 输出.....	480
16.4 实施采购.....	483
16.4.1 输入.....	484
16.4.2 工具与技术.....	485
16.4.3 输出.....	486
16.5 控制采购.....	487
16.5.1 输入.....	488
16.5.2 工具与技术.....	490
16.5.3 输出.....	491
16.6 项目合同管理.....	492
16.6.1 合同的类型.....	493
16.6.2 合同的内容.....	496
16.6.3 合同管理过程.....	497
16.7 本章练习.....	501

第 17 章 项目干系人管理..... 503

17.1 管理基础.....	503
17.1.1 管理的重要性.....	503
17.1.2 管理新实践.....	503
17.2 项目干系人管理过程.....	504
17.2.1 过程概述.....	504
17.2.2 裁剪考虑因素.....	505
17.2.3 敏捷与适应方法.....	505
17.3 识别干系人.....	505
17.3.1 输入.....	506

17.3.2 工具与技术.....	507	18.6 交付绩效域	539
17.3.3 输出.....	508	18.6.1 绩效要点.....	540
17.4 规划干系人参与.....	509	18.6.2 与其他绩效域的相互作用	541
17.4.1 输入.....	510	18.6.3 执行效果检查.....	541
17.4.2 工具与技术.....	511	18.7 度量绩效域	542
17.4.3 输出.....	512	18.7.1 绩效要点.....	542
17.5 管理干系人参与.....	512	18.7.2 与其他绩效域的相互作用	549
17.5.1 输入.....	513	18.7.3 执行效果检查.....	550
17.5.2 工具与技术.....	514	18.8 不确定性绩效域	550
17.5.3 输出.....	515	18.8.1 绩效要点.....	550
17.6 监督干系人参与.....	515	18.8.2 与其他绩效域的相互作用	552
17.6.1 输入.....	516	18.8.3 执行效果检查.....	552
17.6.2 工具与技术.....	516	18.9 本章练习.....	553
17.6.3 输出.....	517		
17.7 本章练习.....	518	第 19 章 配置与变更管理.....	555
第 18 章 项目绩效域.....	520	19.1 配置管理.....	555
18.1 干系人绩效域.....	520	19.1.1 管理基础.....	555
18.1.1 绩效要点.....	520	19.1.2 角色与职责	558
18.1.2 与其他绩效域的相互作用	521	19.1.3 目标与方针.....	559
18.1.3 执行效果检查.....	522	19.1.4 管理活动.....	560
18.2 团队绩效域.....	522	19.2 变更管理.....	564
18.2.1 绩效要点.....	522	19.2.1 管理基础.....	564
18.2.2 与其他绩效域的相互作用	526	19.2.2 管理原则.....	565
18.2.3 执行效果检查.....	526	19.2.3 角色与职责	565
18.3 开发方法和生命周期绩效域	526	19.2.4 工作程序.....	566
18.3.1 绩效要点.....	526	19.2.5 变更控制.....	567
18.3.2 与其他绩效域的相互作用	531	19.2.6 版本发布和回退计划.....	568
18.3.3 执行效果检查.....	532	19.3 项目文档管理.....	569
18.4 规划绩效域	532	19.3.1 管理基础.....	569
18.4.1 绩效要点.....	532	19.3.2 规则和方法.....	569
18.4.2 与其他绩效域的相互作用	535	19.4 本章练习.....	570
18.4.3 执行效果检查.....	536		
18.5 项目工作绩效域	536	第 20 章 高级项目管理.....	572
18.5.1 绩效要点.....	537	20.1 项目集管理.....	572
18.5.2 与其他绩效域的相互作用	539	20.1.1 项目集管理标准.....	572
18.5.3 执行效果检查.....	539	20.1.2 项目集管理角色和职责.....	572

20.2 项目组合管理.....	577	22.1.4 组织能力确认.....	644
20.2.1 项目组合管理标准.....	577	22.1.5 创新和改进.....	645
20.2.2 项目组合管理角色和职责.....	577	22.2 绩效考核.....	645
20.2.3 项目组合管理绩效域.....	578	22.2.1 绩效计划.....	645
20.3 组织级项目管理.....	583	22.2.2 绩效实施.....	648
20.3.1 组织级项目管理标准.....	584	22.2.3 绩效治理.....	649
20.3.2 业务价值与业务评估.....	584	22.2.4 绩效评估.....	650
20.3.3 OPM框架要素.....	584	22.2.5 绩效评价结果反馈.....	653
20.3.4 OPM成熟度模型.....	586	22.2.6 绩效评价结果应用.....	653
20.4 量化项目管理.....	587	22.3 转型升级.....	654
20.4.1 量化管理理论及应用.....	587	22.3.1 战略转型升级.....	654
20.4.2 组织级量化管理.....	590	22.3.2 数字化转型实施.....	656
20.4.3 项目级量化管理.....	597	22.4 本章练习.....	661
20.5 项目管理实践模型.....	598	第 23 章 组织通用管理.....	663
20.5.1 CMMI模型	598	23.1 人力资源管理.....	663
20.5.2 PRINCE2模型	602	23.1.1 人力资源管理基础.....	663
20.6 本章练习.....	605	23.1.2 工作分析与岗位设计.....	664
第 21 章 项目管理科学基础.....	607	23.1.3 人力资源战略与计划.....	667
21.1 工程经济学.....	607	23.1.4 人员招聘与录用.....	670
21.1.1 资金的时间价值与等值计算.....	607	23.1.5 人员培训.....	673
21.1.2 项目经济评价.....	610	23.1.6 组织薪酬管理.....	676
21.2 运筹学.....	617	23.1.7 人员职业规划与管理.....	680
21.2.1 线性规划.....	617	23.2 流程管理.....	680
21.2.2 运输问题.....	619	23.2.1 流程基础.....	681
21.2.3 指派问题.....	621	23.2.2 流程规划.....	683
21.2.4 动态规划.....	624	23.2.3 流程执行.....	687
21.2.5 图与网络.....	628	23.2.4 流程评价.....	688
21.2.6 博弈论.....	631	23.2.5 流程持续改进.....	692
21.2.7 决策分析.....	634	23.3 知识管理.....	693
21.3 本章练习.....	639	23.3.1 知识管理基础.....	693
第 22 章 组织通用治理.....	641	23.3.2 知识价值链.....	694
22.1 组织战略.....	641	23.3.3 显性知识与隐性知识.....	695
22.1.1 组织战略要点.....	641	23.3.4 知识管理过程.....	697
22.1.2 组织定位.....	642	23.3.5 知识协同与创新.....	702
22.1.3 组织环境分析.....	643	23.3.6 知识传播与服务.....	703
22.4 市场营销.....	705		

23.4.1 营销基础.....	705
23.4.2 营销环境.....	708
23.4.3 营销分析.....	709
23.4.4 营销管控.....	713
23.5 本章练习.....	715
第 24 章 法律法规与标准规范.....	717
24.1 法律法规.....	717
24.1.1 民法典（合同编）.....	717
24.1.2 招标投标法.....	717
24.1.3 政府采购法.....	717
24.1.4 专利法.....	718
24.1.5 著作权法.....	718
24.1.6 商标法.....	718
24.1.7 网络安全法.....	718
24.1.8 数据安全法.....	719
24.2 标准规范.....	719
24.2.1 系统与软件工程标准.....	719
24.2.2 新一代信息技术标准.....	723
24.2.3 信息技术服务标准.....	728
24.3 本章练习.....	729
参考文献.....	731

第1章 信息化发展

广义的信息技术可以追溯到 3500 ~ 5000 年前人类语言的形成和使用，信息技术持续经历了文字的创造、印刷术的发明、电脉冲和电磁的发现与应用、计算机技术发展、新一代信息技术应用等历程。可以看出，信息技术的发展历程，伴随着人类信息沉淀的丰富、信息传播高效以及信息应用的泛化，信息技术发展的价值侧重点由传播转型到知识沉淀，进而演进到以模拟和预测为主要特征的知识自动化应用。自 20 世纪 90 年代以来，电子信息技术不断创新，伴随着信息产业持续发展，信息网络广泛普及，信息化成为全球经济社会发展的显著特征，并逐步向一场全方位的社会变革演进。

进入 21 世纪，信息技术与经济社会发展深度融合，孕育了一系列的重大发展突破，互联网开辟了无限广阔的信息空间，成为信息传播和知识扩散的崭新的重要载体，加剧了各种文化、思想的相互交流和融合。近年来，随着以大数据、人工智能等为代表的新一代信息技术的高速发展和深化应用，数据成了继土地、劳动力、技术和资本后，经济与社会发展的新型生产要素，正在孕育和促进新一轮的科技革命和产业革命，成为经济社会高质量发展和人类命运共同体的重要驱动因素。

在新一代信息技术的推动下，人类社会正在加速进入全新发展时期，以智能化、网络化、数字化等为典型特征的新模式、新经济、新业态等正在加速形成，电子政务、消费互联网、工业互联网、智能制造和智慧城市等正在深刻影响人们的生产、消费和生活方式等。随着数据广泛链接和共享、数字孪生广泛建设，重新定义了信息空间的内涵，基于已发生的信息快照已经无法满足人们对美好生活的需求。对物理世界的模拟、未来的预测以及物理社会的优化，将成为新的核心关注点，个性化需求的高效满足成为发展的主要方向之一。

信息化继工业化后，正在催生一场新的人类社会革命，其影响更加广泛、变革更加深入，已经成为世界各国的关注焦点和共同选择：①信息化的发展水平代表一个国家的信息能力，信息产业成为国家核心竞争力的新战略高地，信息技术成为国家间竞争的核心聚焦；②数字经济、数字人才成为区域经济与社会发展的重要支点，这不仅需要各类组织持续强化信息技术人才的业务能力建设，也需要更加关注业务技术人才的信息技术能力建设，从而形成立体化、多元化的新型人才体系；③作为数字化转型主体的计算机信息系统工程是一项复杂的社会和技术工程，无论是内容、规模、深度和广度，还是技术、工具、业务和流程，都在不断地发展和创新。

1.1 信息与信息化

信息是指音讯、消息、信息系统传输和处理的对象，泛指人类社会传播的一切内容。人通过获得、识别自然界和社会的不同信息来区别不同事物，得以认识和改造世界。在一切通信和控制系统中，信息是一种普遍联系的形式。信息化是指在国家宏观信息政策指导下，通过信息技术开发、信息产业的发展、信息人才的配置，最大限度地利用信息资源以满足全社会的信息

需求，从而加速社会各个领域的共同发展以推进信息社会发展的过程。

1.1.1 信息

信息（Information）是物质、能量及其属性的标示的集合，是确定性的增加。它以物质介质为载体，传递和反映世界各种事物存在方式、运动状态等的表征。信息不是物质，也不是能力，它以一种普遍形式，表达物质运动规律，在客观世界中大量存在、产生和传递。

1. 信息的定义

1948年，数学家香农（Claude E. Shannon）在题为《通信的数学理论》的论文中指出：“信息是用来消除随机不定性的东西”。创建一切宇宙万物的最基本单位是信息。香农还给出了信息的定量描述，并确定了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。这里的“变异度”是指事物的变化状态空间为2，例如大和小、高和低、快和慢等。

同时，香农将热力学中的熵引入了信息论。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，表现为负熵，计算公式如下：

$$H = -\sum_{i=1}^n P(x_i) \log_2 P(x_i)$$

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 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。

信息的目的是用来“消除不确定的因素”。信息由意义和符号组成，指以声音、语言、文字、图像、动画、气味等方式所表示的实际内容。信息是抽象于物质的映射集合。

2. 信息的特征与质量

香农关于信息的定义揭示了信息的本质，同时，人们通过深入研究，发现信息还具有很多其他的特征，主要包括客观性、普遍性、无限性、动态性、相对性、依附性、变换性、传递性、层次性、系统性和转化性等。

获取信息可以满足人们消除不确定性的需求，因此信息具有价值，而价值的大小决定于信息的质量，这就要求信息满足一定的质量属性，主要包括精确性、完整性、可靠性、及时性、经济性、可验证性和安全性等。应用的场合不同，信息的侧重面也不一样。例如，对于金融信息而言，其最重要的特性是安全性；而对于经济与社会信息而言，其最重要的特性是及时性。

1.1.2 信息系统

信息系统是由相互联系、相互依赖、相互作用的事物或过程组成的具有整体功能和综合行为的统一体。在经济与社会活动中，经常使用“系统”的概念，例如，经济领域中的业务系统和金融系统，自然界中的水利系统和生态系统等。从数学角度来看，系统是一个集合，是由许多相互作用、相互依存的事物（集合元素）为了达到某个目标组成的集合。

1. 信息系统及其特性

简单地说，信息系统就是通过输入数据，然后进行加工处理，最后产生信息的系统。面向管理和支持生产是信息系统的显著特点，以计算机为基础的信息系统可以定义为：结合管理理论和方法，应用信息技术解决管理问题，提高生产效率，为生产或信息化过程以及管理和决策提供支撑的系统。信息系统是管理模型、信息处理模型和系统实现条件的结合，其抽象模型如图 1-1 所示。

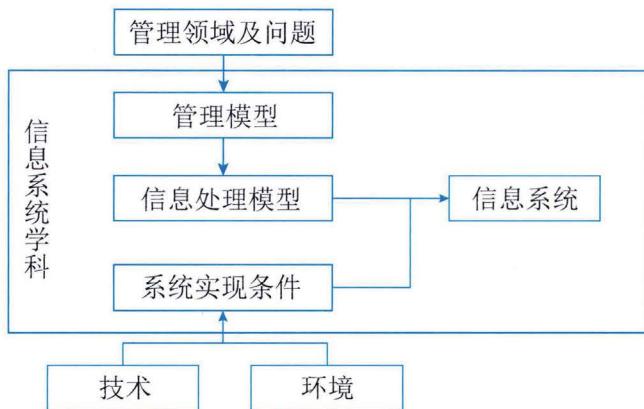


图 1-1 信息系统抽象模型

管理模型是指系统服务对象领域的专门知识，以及分析和处理该领域问题的模型，又称为对象的处理模型；信息处理模型指系统处理信息的结构和方法。管理模型中的理论和分析方法，在信息处理模型中转化为信息获取、存储、传输、加工和使用的规则；系统实现条件指可供应应用的计算机技术和通信技术、从事对象领域工作的人员，以及对这些资源的控制与融合。

信息系统的组成部件包括硬件、软件、数据库、网络、存储设备、感知设备、外设、人员以及把数据处理成信息的规程等。从用途类型来划分，信息系统一般包括电子商务系统、事务处理系统、管理信息系统、生产制造系统、电子政务系统、决策支持系统等。

2. 信息系统生命周期

信息系统是面向现实世界人类生产、生活中的具体应用，是为了提高人类活动的质量、效率而存在的。信息系统的目地、性能、内部结构和秩序、外部接口、部件组成等由人来规划，它的产生、建设、运行和完善构成一个循环的过程，这个过程遵循一定的规律。另外，信息系统建设周期长、投资大、风险大，比一般技术工程有更大的难度和复杂性，其在使用过程中，随着生存环境的变化，需要不断维护和修改，当它不再适应的时候就要被淘汰，由新系统代替老系统。为了工程化的需要，有必要把这些过程划分为具有典型特点的阶段，每个阶段有不同的目标、工作方法，阶段中的任务也由不同类型的人员来负责。这个过程称为信息系统的生命周期。

软件在信息系统中属于较复杂的部件，可以借用软件的生命周期来表示信息系统的生命周期。软件的生命周期通常包括：可行性分析与项目开发计划、需求分析、概要设计、详细设计、编码、测试、维护等阶段。

信息系统的生命周期可以简化为：系统规划（可行性分析与项目开发计划），系统分析（需求分析），系统设计（概要设计、详细设计），系统实施（编码、测试），系统运行和维护等阶段，如图 1-2 所示。

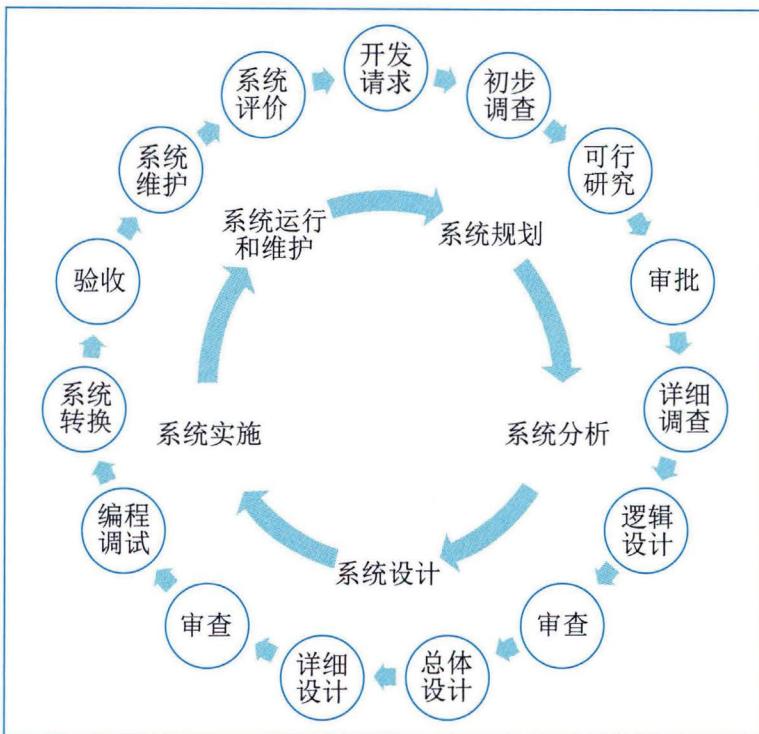


图 1-2 信息系统的生命周期示意图

1.1.3 信息化

信息化是一个过程，与工业化、现代化一样，是一个动态变化的过程。信息化是指培养、发展以计算机为主的智能化工具为代表的新生产力，并使之造福于社会的历史过程。与智能化工具相适应的生产力，称为信息化生产力。信息化是以现代通信、网络、数据库技术为基础，将所研究对象各要素汇总至数据库，供特定人群生活、工作、学习、辅助决策等，是和人类息息相关的各种行为相结合的一种技术。使用该技术后，可以极大地提高行为的效率，并且可以降低成本，为推动人类社会进步提供技术支持。

1. 信息化内涵

信息化在不同的语境中有不同的含义。信息化用作名词时，通常指信息技术应用，特别是促成应用对象或领域（比如政府、企业或社会）发生转变的过程。例如，“企业信息化”不仅指在企业中应用信息技术，更重要的是通过深入应用信息技术，促进企业的业务模式、组织架构乃至经营战略发生革新或转变。信息化用作形容词时，常指对象或领域因信息技术的深入应用所达成的新形态或状态。例如，“信息化社会”指信息技术应用到一定程度后达成的社会形态，它只有充分应用信息技术才能达成。综上所述，信息化是推动经济社会发展转型的一个历史性过程。在这个过程中，综合利用各种信息技术，支撑改善人类的各项政治、经济、社会活动，

并把贯穿于这些活动中的各种数据有效、可靠地进行管理，经过符合业务需求的数据处理，形成信息资源，通过信息资源的整合与融合，促进信息交流和知识共享，形成新的经济和社会形态，推动各方面的高质量发展。

信息化的核心是要通过全体社会成员的共同努力，在经济和社会各个领域充分应用基于信息技术的先进社会生产工具（表现为各种信息系统或软硬件产品），提高信息时代的社会生产力，并推动生产关系和上层建筑的改革（表现为法律、法规、制度、规范、标准、组织结构等），使国家的综合实力、社会的文明程度和人民的生活质量全面提升。信息化内涵主要包括：

- 信息网络体系：包括信息资源、各种信息系统、公用通信网络平台等。
- 信息产业基础：包括信息科学技术研究与开发、信息装备制造、信息咨询服务等。
- 社会运行环境：包括现代工农业、管理体制、政策法律、规章制度、文化教育、道德观念等生产关系与上层建筑。
- 效用积累过程：包括劳动者素质、国家现代化水平和人民生活质量的不断提高，精神文明和物质文明建设不断进步等。

2. 信息化体系

信息化代表了一种信息技术被高度应用，信息资源被高度共享，从而使得人的智能潜力以及社会物质资源潜力被充分发挥，个人行为、组织决策和社会运行趋于合理化的理想状态。1997年召开的首届全国信息化工作会议，对信息化和国家信息化定义为：“信息化是指培育、发展以智能化工具为代表的新的生产力并使之造福于社会的历史过程。国家信息化就是在国家统一规划和组织下，在农业、工业、科学技术、国防及社会生活各个方面应用信息技术，深入开发并广泛利用信息资源，加速实现国家现代化进程。”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、信息化政策法规和标准规范6个要素，这6个要素的关系构成了一个有机的整体，如图1-3所示。

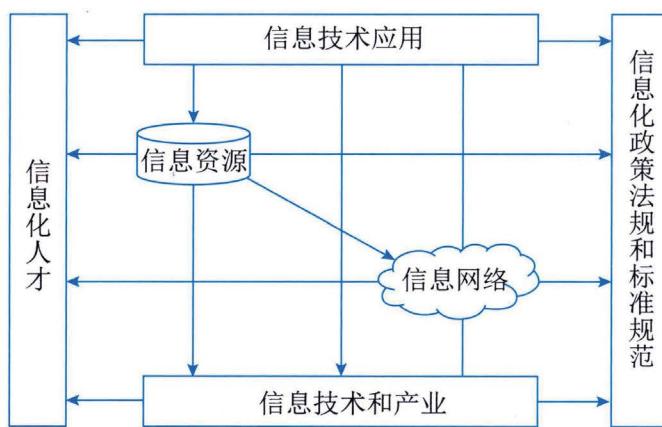


图 1-3 国家信息化体系

3. 信息化趋势

信息化是信息产业发展与信息技术在经济与社会各方面扩散基础上，不断运用信息技术改

造传统的经济、社会结构，通往如前所述的理想状态的一段持续的过程。随着数字化、网络化、智能化持续深化，信息化成为重塑国家竞争优势的重要力量。信息化跟各行业、领域、业务现代化在更广范围、更深程度、更高水平上实现融合发展，新一代信息技术向组织各领域加速渗透，促进组织数字化转型步伐加快，并驱动经济与社会的高质量发展。

1) 组织信息化趋势

各行业领域组织的信息化是国家经济与社会信息化的基础，指组织在产品的设计、开发、生产、管理、经营等多个环节中广泛利用信息技术，并大力培养信息人才，完善信息服务，加速建设组织信息系统。组织的信息化建设体现了组织在通信、网站、电子商务方面的投入情况，在客户和服务对象资源管理、质量管理体系方面的建设成就等。信息化建设日渐成为组织影响力、生产、销售、服务等各环节的核心支撑，并随着信息技术在组织中应用的不断深入，其价值显得越来越重要，未来甚至许多组织必须依托信息化建设才能生存。

组织信息化除驱动和加速组织转型升级和生产力建设外，还呈现出产品信息化、产业信息化、社会生活信息化和国民经济信息化等趋势和方向。产品信息化包含两层含义：①产品中各类信息比重日益增大、物质比重日益降低，其物质产品的特征向信息产品的特征迈进；②越来越多的产品中嵌入了智能化元器件，使产品具有越来越强的信息处理功能。产业信息化指农业、工业、服务业等传统产业广泛利用信息技术，大力开发和利用信息资源，建立各种类型的产业互联网平台和网络，实现产业内各种资源、要素的优化与重组，从而实现产业的升级。社会生活信息化指包括市场、科技、教育、军事、政务、日常生活等在内的整个社会体系采用先进的信息技术，建立各种互联网平台和网络，大力拓展人们日常生活的信息内容，丰富人们的精神生活，拓展人们的活动时空等。国民经济信息化指在经济大系统内实现统一的信息大流动，使金融、贸易、投资、计划、营销等组成一个信息大系统，生产、流通、分配、消费等经济的四个环节通过信息进一步连成一个整体。国民经济信息化是世界各国急需实现的目标。

2) 国家信息化趋势

党中央、国务院一直高度重视信息化工作。2016年8月中共中央办公厅、国务院办公厅颁布的《国家信息化发展战略纲要》强调国家信息化发展战略总目标是建设网络强国，分“三步走”：第一步到2020年，核心关键技术部分领域达到国际先进水平，信息产业国际竞争力大幅提升，信息化成为驱动现代化建设的先导力量；第二步到2025年，建成国际领先的移动通信网络，根本改变核心关键技术受制于人的局面，实现技术先进、产业发达、应用领先、网络安全坚不可摧的战略目标，涌现一批具有强大国际竞争力的大型跨国网信企业；第三步到21世纪中叶，信息化全面支撑富强民主文明和谐的社会主义现代化国家建设，网络强国地位日益巩固，在引领全球信息化发展方面有更大作为。当前，我国全面部署了“构建产业数字化转型发展体系”重大任务，明确我国信息化进入加快数字化发展、建设数字中国的新阶段。

《“十四五”国家信息化规划》明确了：建设泛在智联的数字基础设施体系，建立高效利用的数据要素资源体系，构建释放数字生产力的创新发展体系，培育先进安全的数字产业体系，构建产业数字化转型发展体系，构筑共建共治共享的数字社会治理体系，打造协同高效的数字政府服务体系，构建普惠便捷的数字民生保障体系，拓展互利共赢的数字领域国际合作体系和

建立健全规范有序的数字化发展治理体系等重大任务。

1.2 现代化基础设施

基础设施包括交通、能源、水利、物流等以传统基础设施和信息网络为核心的新型基础设施，在国家发展全局中具有战略性、基础性、先导性作用。统筹推进传统基础设施和新型基础设施建设，打造系统完备、高效实用、智能绿色、安全可靠的现代化基础设施体系，是我国当前在该领域的发展战略和导向。

1.2.1 新型基础设施建设

2018年召开的中央经济工作会议，首次提出“加快5G商用步伐，加强人工智能、工业互联网、物联网等新型基础设施建设”，简称“新基建”。“新型基础设施建设”的提法由此产生，其主要包括5G基建、特高压、城际高速铁路和城际轨道交通、新能源汽车充电桩、大数据中心、人工智能、工业互联网等七大领域。“新基建”是立足于高新科技的基础设施建设，与传统“铁公基”相对应，是结合新一轮科技革命和产业变更特征，面向国家战略需求，为经济社会的创新、协调、绿色、开放、共享发展提供底层支撑的具有乘数效应的战略性、网络型基础设施。“新基建”的内涵更丰富，更能体现数字经济的特征，能够更好地推动中国经济转型升级。

1. 概念定义

新型基础设施是以新发展理念为引领，以技术创新为驱动，以信息网络为基础，面向高质量发展需要，提供数字转型、智能升级、融合创新等服务的基础设施体系。目前，新型基础设施主要包括如下三个方面。

(1) 信息基础设施。信息基础设施主要指基于新一代信息技术演化生成的基础设施。信息基础设施包括：①以5G、物联网、工业互联网、卫星互联网为代表的通信网络基础设施；②以人工智能、云计算、区块链等为代表的新技术基础设施；③以数据中心、智能计算中心为代表的算力基础设施等。信息基础设施凸显“技术新”。

(2) 融合基础设施。融合基础设施主要指深度应用互联网、大数据、人工智能等技术，支撑传统基础设施转型升级，进而形成的融合基础设施。融合基础设施包括智能交通基础设施、智慧能源基础设施等。融合基础设施重在“应用新”。

(3) 创新基础设施。创新基础设施主要指支撑科学研究、技术开发、产品研制的具有公益属性的基础设施。创新基础设施包括重大科技基础设施、科教基础设施、产业技术创新基础设施等。创新基础设施强调“平台新”。

伴随技术革命和产业变革，新型基础设施的内涵、外延也将持续变化和演进。新型基础设施建设比传统基建内涵更加丰富，涵盖范围更广，更能体现数字经济特征，能够更好地推动经济与社会转型升级。

2. 发展重点

新型基础设施建设更加侧重于突出产业转型升级的新方向，无论是人工智能还是物联网，都体现出加快推进产业高质量发展的大趋势。国家“十四五”规划中提出持续加快建设新型基础设施：①强化数字转型、智能升级、融合创新支撑，布局建设信息基础设施、融合基础设施、创新基础设施等新型基础设施；②建设高速泛在、天地一体、集成互联、安全高效的信息基础设施，增强数据感知、传输、存储和运算能力；③加快5G网络规模化部署，持续提高用户普及率，推广升级千兆光纤网络；④前瞻布局6G网络技术储备；⑤扩容骨干网互联节点，新设一批国际通信出入口，全面推进互联网协议第六版（IPv6）商用部署；⑥实施中西部地区中小城市基础网络完善工程；⑦推动物联网全面发展，打造支持固移融合、宽窄结合的物联接入能力；⑧加快构建全国一体化大数据中心体系，强化算力统筹智能调度，建设若干国家枢纽节点和大数据中心集群，建设E级和10E级超级计算中心；⑨积极稳妥发展工业互联网和车联网；⑩打造全球覆盖、高效运行的通信、导航、遥感空间基础设施体系，建设商业航天发射场；⑪加快交通、能源、市政等传统基础设施数字化改造，加强泛在感知、终端联网、智能调度体系建设；⑫发挥市场主导作用，打通多元化投资渠道，构建新型基础设施标准体系等。

1.2.2 工业互联网

工业互联网（Industrial Internet）是新一代信息通信技术与工业经济深度融合的新型基础设施、应用模式和工业生态，通过对人、机、物、系统等的全面连接，构建起覆盖全产业链、全价值链的全新制造和服务体系，为工业乃至产业数字化、网络化、智能化发展提供了实现途径，是第四次工业革命的重要基石。

1. 内涵和外延

工业互联网不是互联网在工业的简单应用，是具有更为丰富的内涵和外延。它既是工业数字化、网络化、智能化转型的基础设施，也是互联网、大数据、人工智能与实体经济深度融合的应用模式，同时也是一种新业态、新产业，将重塑企业形态、供应链和产业链。

从工业经济发展角度看，工业互联网为制造强国建设提供关键支撑。一是推动传统工业转型升级。通过跨设备、跨系统、跨厂区、跨地区的全面互联互通，实现各种生产和服务资源在更大范围、更高效率、更加精准的优化配置，实现提质、降本、增效、绿色、安全发展，推动制造业高端化、智能化、绿色化，大幅提升工业经济发展质量和效益。二是加快新兴产业培育壮大。工业互联网促进设计、生产、管理、服务等环节由单点的数字化向全面集成演进，加速创新方式、生产模式、组织形式和商业范式的深刻变革，催生平台化设计、智能化制造、网络化协同、个性化定制、服务化延伸、数字化管理等诸多新模式、新业态、新产业。

从网络设施发展角度看，工业互联网是网络强国建设的重要内容。一是加速网络演进升级。工业互联网促进人与人相互连接的公众互联网、物与物相互连接的物联网向人、机、物、系统等的全面互联拓展，大幅提升网络设施的支撑服务能力。二是拓展数字经济空间。工业互联网具有较强的渗透性，可以与交通、物流、能源、医疗、农业等实体经济各领域深度融合，实现产业上下游、跨领域的广泛互联互通，推动网络应用从虚拟到实体、从生活到生产的科学跨越，

极大地拓展了网络经济的发展空间。

2. 平台体系

工业互联网平台体系具有四大层级：它以网络为基础，平台为中枢，数据为要素，安全为保障。

1) 网络是基础

工业互联网网络体系包括网络互联、数据互通和标识解析三部分。网络互联实现要素之间的数据传输，包括企业外网和企业内网。典型技术包括传统的工业总线、工业以太网以及创新的时间敏感网络（TSN）、确定性网络、5G等技术。企业外网根据工业高性能、高可靠、高灵活、高安全网络需求进行建设，用于连接企业各地机构、上下游企业、用户和产品。企业内网用于连接企业内人员、机器、材料、环境、系统，主要包含信息（IT）网络和控制（OT）网络。当前，内网技术发展呈现三个特征：IT和OT正走向融合，工业现场总线向工业以太网演进，工业无线技术加速发展。数据互通是通过对数据进行标准化描述和统一建模，实现要素之间传输信息的相互理解，数据互通涉及数据传输、数据语义语法等不同层面。标识解析体系实现要素的标记、管理和定位，由标识编码、标识解析系统和标识数据服务组成，通过为物料、机器、产品等物理资源和工序、软件、模型、数据等虚拟资源分配标识编码，实现物理实体和虚拟对象的逻辑定位和信息查询，支撑跨企业、跨地区、跨行业的数据共享共用。

2) 平台是中枢

工业互联网平台体系包括边缘层、IaaS、PaaS和SaaS四个层级，相当于工业互联网的“操作系统”，它有四个主要作用：①数据汇聚。网络层面采集的多源、异构、海量数据，传输至工业互联网平台，为深度分析和应用提供基础。②建模分析。提供大数据、人工智能分析的算法模型和物理、化学等各类仿真工具，结合数字孪生、工业智能等技术，对海量数据挖掘分析，实现数据驱动的科学决策和智能应用。③知识复用。将工业经验知识转化为平台上的模型库、知识库，并通过工业微服务组件方式，方便二次开发和重复调用，加速共性能力沉淀和普及。④应用创新。面向研发设计、设备管理、企业运营、资源调度等场景，提供各类工业App、云化软件，帮助企业提质增效。

3) 数据是要素

工业互联网数据有三个特性：①重要性。数据是实现数字化、网络化、智能化的基础，没有数据的采集、流通、汇聚、计算、分析，各类新模式就是无源之水，数字化转型也就成为无本之木。②专业性。工业互联网数据的价值在于分析利用，分析利用的途径必须依赖行业知识和工业机理。制造业千行百业、千差万别，每个模型、算法背后都需要长期积累和专业队伍，只有深耕细作才能发挥数据价值。③复杂性。工业互联网运用的数据来源于“研产供销服”各环节，“人机料法环”各要素，ERP、MES、PLC等各系统，维度和复杂度远超消费互联网，面临采集困难、格式各异、分析复杂等挑战。

4) 安全是保障

工业互联网安全体系涉及设备、控制、网络、平台、工业App、数据等多方面网络安全问题，其核心任务就是要通过监测预警、应急响应、检测评估、功能测试等手段确保工业互联网

健康有序发展。与传统互联网安全相比，工业互联网安全具有三大特点：①涉及范围广。工业互联网打破了传统工业相对封闭可信的环境，网络攻击可直达生产一线。联网设备的爆发式增长和工业互联网平台的广泛应用，使网络攻击面持续扩大。②造成影响大。工业互联网涵盖制造业、能源等实体经济领域，一旦发生网络攻击、破坏行为，安全事件影响严重。③企业防护基础弱。目前我国广大工业企业安全意识、防护能力仍然薄弱，整体安全保障能力有待进一步提升。

3. 融合应用

工业互联网融合应用推动了一批新模式、新业态孕育兴起，提质、增效、降本、绿色、安全发展成效显著，初步形成了六大类典型应用模式。

(1) 平台化设计。平台化设计是依托工业互联网平台，汇聚人员、算法、模型、任务等设计资源，实现高水平高效率的轻量化设计、并行设计、敏捷设计、交互设计和基于模型的设计，变革传统设计方式，提升研发质量和效率。

(2) 智能化制造。智能化制造是互联网、大数据、人工智能等新一代信息技术在制造业领域加速创新应用，实现材料、设备、产品等生产要素与用户之间的在线连接和实时交互，逐步实现机器代替人工生产，智能化代表制造业未来发展的趋势。

(3) 网络化协同。网络化协同是通过跨部门、跨层级、跨企业的数据互通和业务互联，推动供应链上的企业和合作伙伴共享客户、订单、设计、生产、经营等各类信息资源，实现网络化的协同设计、协同生产、协同服务，进而促进资源共享、能力交易以及业务优化配置等。

(4) 个性化定制。个性化定制是面向消费者个性化需求，通过客户需求准确获取和分析、敏捷产品开发设计、柔性智能生产、精准交付服务等，实现用户在产品全生命周期中的深度参与，是以低成本、高质量和高效率的大批量生产实现产品个性化设计、生产、销售及服务的一种制造服务模式。

(5) 服务化延伸。服务化延伸是制造与服务融合发展的新型产业形态，指的是企业从原有制造业务向价值链两端高附加值环节延伸，从以加工组装为主向“制造+服务”转型，从单纯出售产品向出售“产品+服务”转变，具体包括设备健康管理、产品远程运维、设备融资租赁、分享制造、互联网金融等。

(6) 数字化管理。数字化管理是企业通过打通核心数据链，贯通制造全场景、全过程，基于数据的广泛汇聚、集成优化和价值挖掘，优化、创新乃至重塑企业战略决策、产品研发、生产制造、经营管理、市场服务等业务活动，构建数据驱动的高效运营管理新模式。

工业互联网已延伸至众多国民经济大类，涉及原材料、装备、消费品、电子等制造业各大领域，以及采矿、电力、建筑等实体经济重点产业，实现更大范围、更高水平、更深程度发展，形成了千姿百态的融合应用实践。

1.2.3 车联网

车联网是新一代网络通信技术与汽车、电子、道路交通运输等领域深度融合的新兴产业形态。智能网联汽车是搭载先进的车载传感器、控制器、执行器等装置，并融合现代通信与网络技术，实现车与车、路、人、云端等智能信息交换、共享，具备复杂环境感知、智能决策、协

同控制等功能，可实现“安全、高效、舒适、节能”行驶的新一代汽车。

1. 体系框架

车联网（Internet of Vehicles, IoV）系统是一个“端、管、云”三层体系。

(1) 端系统。端系统是汽车的智能传感器负责采集与获取车辆的智能信息，感知行车状态与环境；是具有车内通信、车间通信、车网通信的泛在通信终端；同时还是让汽车具备IoV寻址和网络可信标识等能力的设备。

(2) 管系统。管系统解决车与车、车与路、车与网、车与人等的互联互通，实现车辆自组网及多种异构网络之间的通信与漫游，在功能和性能上保障实时性、可服务性与网络泛在性，同时它是公网与专网的统一体。

(3) 云系统。车联网是一个云架构的车辆运行信息平台，它的生态链包含了ITS、物流、客货运、危特车辆、汽修汽配、汽车租赁、企事业车辆管理、汽车制造商、4S店、车管、保险、紧急救援、移动互联网等，是多源海量信息的汇聚，因此需要虚拟化、安全认证、实时交互、海量存储等云计算功能，其应用系统也是围绕车辆的数据汇聚、计算、调度、监控、管理与应用的复合体系。

2. 链接方式

车联网分别是车与云平台、车与车、车与路、车与人、车内设备之间等全方位网络链接。

(1) 车与云平台间的通信是指车辆通过卫星无线通信或移动蜂窝等无线通信技术实现与车联网服务平台的信息传输，接收平台下达的控制指令，实时共享车辆数据。

(2) 车与车间的通信是指车辆与车辆之间实现信息交流与信息共享，包括车辆位置、行驶速度等车辆状态信息，可用于判断道路车流状况。

(3) 车与路间的通信是指借助地面道路固定通信设施实现车辆与道路间的信息交流，用于监测道路路面状况，引导车辆选择最佳行驶路径。

(4) 车与人间的通信是指用户可以通过Wi-Fi、蓝牙、蜂窝等无线通信手段与车辆进行信息沟通，使用户能通过对对应的移动终端设备监测并控制车辆。

(5) 车内设备间的通信是指车辆内部各设备间的信息数据传输，用于对设备状态的实时检测与运行控制，建立数字化的车内控制系统。

3. 场景应用

车联网产业是汽车、电子、信息通信、道路交通运输等行业深度融合的新型产业形态。发展车联网产业，有利于提升汽车网联化、智能化水平，实现自动驾驶，发展智能交通，促进信息消费，对我国推进供给侧结构性改革，推动制造强国和网络强国建设，实现高质量发展具有重要意义。

1) 实用类场景应用

未来车联网环境下的汽车，每秒将产生数千次的数据点，为客户及汽车经销商、厂商提供必要的信息，可以帮助车主在问题发生之前提前预测。汽车远程信息处理，让汽车具备安全防护功能，使车辆处于连接状态并提高在紧急情况下的安全性，例如自动碰撞通知、被盗车辆跟踪、道路救援等。汽车跟踪提醒装置，当汽车驾驶超出预定边界或越过预设的极限速度，指定

用户会收到通知，车辆将被持续追踪等。

2) 便捷类场景应用

随着车载平台的智能化发展，通过语音、手势控制就可以实现更多服务，有助于创造更安全的驾驶体验。例如信息娱乐类服务，人们通过内置的移动热点转换技术，在车上可购买和下载歌曲、有声读物、地图等；与商家之间的互联，未来人们可以通过语音或者手势控制，利用车联网技术预定餐厅，商超购物等。

3) 效率类场景应用

此类应用首先是车辆系统的更新，车联网实现之后，人们无须再前往车辆服务中心，便可将车辆自动更新到最新的固件和软件。车载远程服务，客户可以通过无线设备远程控制汽车，诸如定位在停车场停放的车辆，将导航信息发送至车辆以及远程启动等。当然，还有最重要的一点就是通过车联网实现智能化交通，可以有效改善现有的道路拥堵情况，提前预知交通安全隐患，使人们的出行效率大幅提升，同时还能保障出行安全。

1.3 现代化创新发展

党的十九届五中全会着眼 2035 年基本实现社会主义现代化，提出“关键核心技术实现重大突破，进入创新型国家前列”的远景目标。建设创新型国家，完善科技创新体系是关键。当前，我国经济发展正处于转型升级的关键时期，突破一系列瓶颈，解决深层次矛盾问题的根本出路和动力在于把发展基点放在创新上，发挥科技创新在全面创新中的引领作用，通过建设科技强国，全面塑造发展新优势。

1.3.1 农业农村现代化

实现农业农村现代化是全面建设社会主义现代化国家的重大任务，需要将先进技术、现代装备、管理理念等引入农业，将基础设施和基本公共服务向农村延伸覆盖，提高农业生产效率，改善乡村面貌，提升农民生活品质，促进农业全面升级、农村全面进步、农民全面发展。

1. 农业现代化

农业现代化是用现代工业装备农业，用现代科学技术改造农业，用现代管理方法管理农业，用现代科学文化知识提高农民素质的过程；是建立高产、优质、高效农业生产体系，把农业建成具有显著经济效益、社会效益和生态效益的可持续发展的农业的过程；也是大幅度提高农业综合生产能力、不断增加农产品有效供给和农民收入的过程，同时，农业现代化又是一种手段。

农业信息化是农业现代化的重要技术手段。所谓农业信息化是指利用信息技术和信息系统为农业产供销及相关的管理和服务提供有效的信息支持，以提高农业的综合生产力和经营管理效率的过程；就是在农业领域全面地发展和应用信息技术，使之渗透到农业生产、市场、消费以及农村社会、经济、技术等各个具体环节，加速传统农业改造，大幅度地提高农业生产效率和农业生产力水平，促进农业持续、稳定、高效发展的过程。农业信息产业化是发展一优两高农业的需要，是农民进入市场的需要，是推进农村社会化服务的需要，是农业信息部门转变职

能、自我发展的需要，是农村经济发展的必然趋势。它是以信息化的方式改造传统农业，把农业发展推进到更高阶段，实现信息时代的农业现代化。

2. 乡村振兴战略

随着数字技术与农业农村的加速融合，不断涌现出新技术、新产品、新模式。推进农业农村数字化发展，重点是完善农村信息技术基础设施建设，加快数字技术推广应用，让广大农民共享数字经济发展红利。聚焦数字赋能农业农村现代化建设，重点建设基础设施、发展智慧农业和建设数字乡村等方面。

（1）建设基础设施。一手抓新建、一手抓改造，提出推动农村千兆光网、5G、移动物联网与城市同步规划建设，提升农村宽带网络水平，推动农业生产加工和农村基础设施数字化、智能化升级。

（2）发展智慧农业。建立和推广应用农业农村大数据体系，推动物联网、大数据、人工智能、区块链等新一代信息技术与农业生产经营深度融合，建设一批数字田园、数字灌区和智慧农牧渔场，不断提高农业发展数字化水平，让农业资源利用更加合理、农业经营管理更加高效。

（3）建设数字乡村。构建线上线下相结合的乡村数字惠民便民服务体系，推进“互联网+”政务服务向农村基层延伸，深化乡村智慧社区建设，促进农村教育、医疗、文化与数字化结合，提升乡村治理和服务的智能化、精准化水平。

1.3.2 两化融合与智能制造

“坚持自主可控、安全高效，推进产业基础高级化、产业链现代化，保持制造业比重基本稳定，增强制造业竞争优势，推动制造业高质量发展”是工业发展的重要战略。“深入实施智能制造和绿色制造工程，发展服务型制造新模式，推动制造业高端化、智能化、绿色化”是我国推动制造业优化升级的重点方向。

1. 两化融合

两化融合是信息化和工业化的高层次的深度结合，是指以信息化带动工业化、以工业化促进信息化，走新型工业化道路；两化融合的核心就是信息化支撑，追求可持续发展模式。信息化和工业化深度融合是信息化和工业化两个历史进程的交汇与创新，是中国特色新型工业化道路的集中体现，是新发展阶段制造业数字化、网络化、智能化发展的必由之路，是数字经济时代建设制造强国、网络强国和数字中国的扣合点。信息化和工业化的融合既加速了工业化进程，也拉动了信息技术的进步。信息世界与物理世界的深度融合是未来世界发展的总趋势，两化深度融合顺应这一趋势，正在全面加速数字化转型，推动制造业企业形态、生产方式、业务模式和就业方式的根本性变革。

信息化与工业化主要在技术、产品、业务、产业四个方面进行融合。

（1）技术融合。技术融合是指工业技术与信息技术的融合，产生新的技术，推动技术创新。例如，汽车制造技术和电子技术融合产生的汽车电子技术；工业和计算机控制技术融合产生的工业控制技术。

（2）产品融合。产品融合是指电子信息技术或产品渗透到产品中，增加产品的技术含量。

例如，普通机床加上数控系统之后就变成了数控机床；传统家电采用了智能化技术之后就变成了智能家电；普通飞机模型增加控制芯片之后就成了遥控飞机。信息技术含量的提高使产品的附加值大大提高。

(3) 业务融合。业务融合是指信息技术应用到企业研发设计、生产制造、经营管理、市场营销等各个环节，推动企业业务创新和管理升级。例如，计算机管理方式改变了传统手工台账，极大地提高了管理效率；信息技术应用提高了生产自动化、智能化程度，生产效率大大提高；网络营销成为一种新的市场营销方式，受众大量增加，营销成本大大降低。

(4) 产业衍生。产业衍生是指两化融合可以催生出的新产业，形成一些新兴业态，如工业电子、工业软件、工业信息服务业。工业电子包括机械电子、汽车电子、船舶电子、航空电子等；工业软件包括工业设计软件、工业控制软件等；工业信息服务业包括工业企业B2B电子商务、工业原材料或产成品大宗交易、工业企业信息化咨询等。

2. 智能制造

智能制造（Intelligent Manufacturing, IM）是基于新一代信息通信技术与先进制造技术深度融合，贯穿于设计、生产、管理、服务等制造活动的各个环节，具有自感知、自学习、自决策、自执行、自适应等功能的新型生产方式。智能制造是一项重要的国家战略，也是各个国家推动新一代工业革命的关注焦点。

智能制造是一种由智能机器和人类专家共同组成的人机一体化智能系统，它在制造过程中能进行智能活动，诸如分析、推理、判断、构思和决策等。通过人与智能机器的合作共事，去扩大、延伸和部分地取代人类专家在制造过程中的脑力劳动。它把制造自动化的概念更新，扩展到柔性化、智能化和高度集成化。

智能制造的建设是一项持续性的系统工程，涵盖企业的方方面面。GB/T 39116《智能制造能力成熟度模型》明确了智能制造能力建设服务覆盖的能力要素、能力域和能力子域，如图1-4所示。

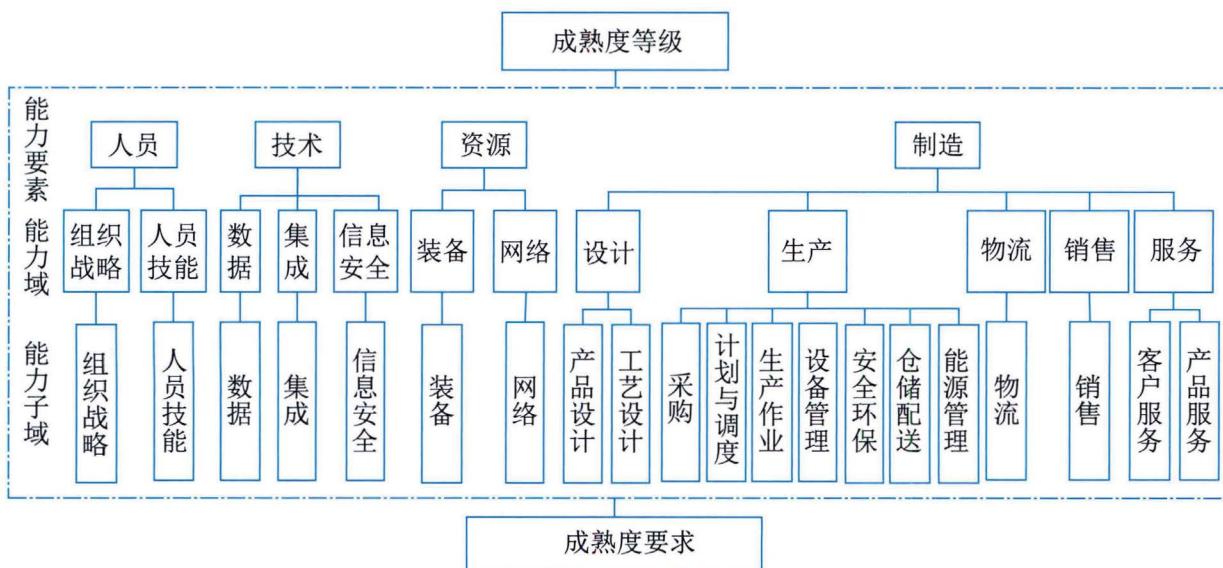


图1-4 智能制造能力成熟度模型

能力要素提出了智能制造能力成熟度等级提升的关键方面，包括人员、技术、资源和制造。人员包括组织战略、人员技能2个能力域。技术包括数据、集成和信息安全3个能力域。资源包括装备、网络2个能力域。制造包括设计、生产、物流、销售和服务5个能力域。设计包括产品设计和工艺设计2个能力子域；生产包括采购、计划与调度、生产作业、设备管理、安全环保、仓储配送、能源管理7个能力子域；物流包括物流1个能力子域；销售包括销售1个能力子域；服务包括客户服务和产品服务2个能力子域。

GB/T 39116《智能制造能力成熟度模型》还规定了企业智能制造能力在不同阶段应达到的水平。成熟度等级分为五个等级，自低向高分别是一级（规划级）、二级（规范级）、三级（集成级）、四级（优化级）和五级（引领级）。较高的成熟度等级涵盖了低成熟度等级的要求，如图1-5所示。

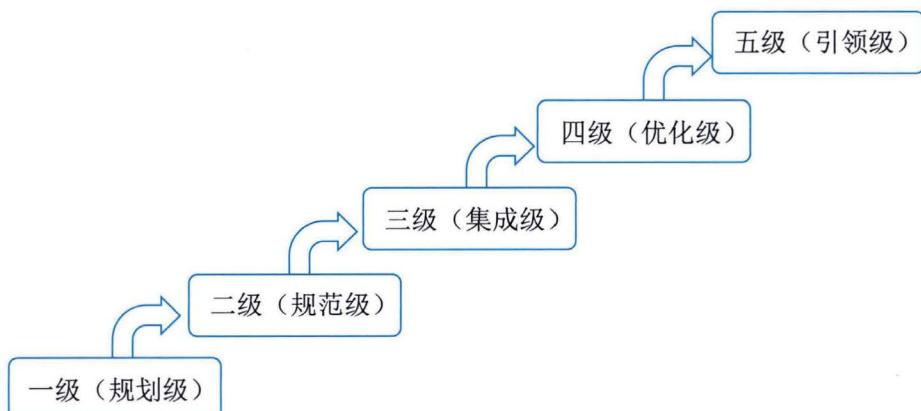


图1-5 智能制造能力成熟度等级

- 一级（规划级）：企业应开始对实施智能制造的基础和条件进行规划，能够对核心业务活动（设计、生产、物流、销售、服务）进行流程化管理。
- 二级（规范级）：企业应采用自动化技术、信息技术手段对核心装备和业务活动等进行改造和规范，实现单一业务活动的数据共享。
- 三级（集成级）：企业应对装备、系统等开展集成，实现跨业务活动间的数据共享。
- 四级（优化级）：企业应对人员、资源、制造等进行数据挖掘，形成知识、模型等，实现对核心业务活动的精准预测和优化。
- 五级（引领级）：企业应基于模型持续驱动业务活动的优化和创新，实现产业链协同并衍生新的制造模式和商业模式。

1.3.3 消费互联网

消费互联网是以个人为用户，以日常生活为应用场景的应用形式，满足消费者在互联网中的消费需求而生的互联网类型。消费互联网以消费者为服务中心，针对个人用户提升消费过程的体验，在人们的阅读、出行、娱乐、生活等诸多方面进行改善，让生活变得更方便、更快捷。消费互联网本质是个人虚拟化，增强个人生活消费体验。

1. 基本属性

消费互联网依托于强大的信息与数据处理能力以及多样化的移动终端，在电子商务、社交网络、搜索引擎等行业出现规模化发展态势并形成各自的生态圈，奠定了稳定的行业格局。消费互联网具有的属性包括：

- 媒体属性：由自媒体、社会媒体以及资讯为主的门户网站。
- 产业属性：由在线旅行和为消费者提供生活服务的电子商务等其他组成。

这些属性影响着人们的生活方式，渗透到人们生活的各个领域中，变革消费体验等。

近年来，我国以网络购物、移动支付、线上线下融合等新业态与新模式为特征的新型消费迅速发展，特别是新冠肺炎疫情发生以来，传统接触式线下消费受到影响，新型消费发挥了重要作用，有效保障了人们的日常生活需要。

2. 应用新格局

社交网络的出现，极大地推动了社会化信息的传播效率。社交网络中每个用户实际上是一个点，一个网络上有无数的点；点与点之间相连成线，线与线之间相连成网。社交网络本身具有发散性，发散性是指信息的扩散速度。伴随社交网络出现的社交圈，并不仅仅只有发散性，还体现出一定的聚集性。社交圈会因特定的因素而聚集，从而带来了新型网络经济，如网络商城、快递、餐饮外卖、网红带货等，成就了社交网络的消费互联网的核心地位。

消费互联网不仅仅给人们带来了生活方式的变化和生活质量的提高，而且推动了社会生活的深层变革，那就是“无身份社会”的建立。互联网环境下的“无身份社会”带来了更加快捷的社会活动与经济效能，相关参与者可以不用消耗时间精力来完成共同参与者的“身份认定”，这是因为互联网搭建了更高层级的信任校验模式，其通过数据记录、存储、整合与共享等方面的能力，实现了社会活动的一定程度上的复杂校验和过程可回溯，正是这种天然模式，进一步强化了“无身份社会”的发展进程。

数字技术在消费领域的场景应用多元拓展。新冠疫情后，消费者日益习惯在数字空间进行消费、娱乐和社交，为不断拓展多元新型的数字消费场景奠定了基础。因此，消费互联网经济未来仍有广阔前景，消费领域平台组织可以充分挖掘经济与社会潜力，增加优质产品和服务供给，并为消费者实现数字化生活方式提供高效连接，创造和普及消费新场景，培育消费新行为和新需求。同时，加快发展线下向“上”融合和线上向“下”拓展的双向消费形态。

1.4 数字中国

习近平总书记在党的十九大报告中指出：加强应用基础研究，拓展实施国家重大科技项目，突出关键共性技术、前沿引领技术、现代工程技术、颠覆性技术创新，为建设“数字中国”等提供有力支撑。数字中国是新时代国家信息化发展的新战略，是满足人民日益增长的美好生活需要的新举措，是驱动引领经济高质量发展的新动力，涵盖经济、政治、文化、社会、生态等各领域信息化建设，主要包括宽带中国、互联网+、大数据、云计算、人工智能、数字经济、电子政务、新型智慧城市、数字乡村等内容。“迎接数字时代，激活数据要素潜能，推进网络强

国建设，加快建设数字经济、数字社会、数字政府，以数字化转型整体驱动生产方式、生活方式和治理方式变革”成为了新时代我国信息化发展的主旋律，如图 1-6 所示。

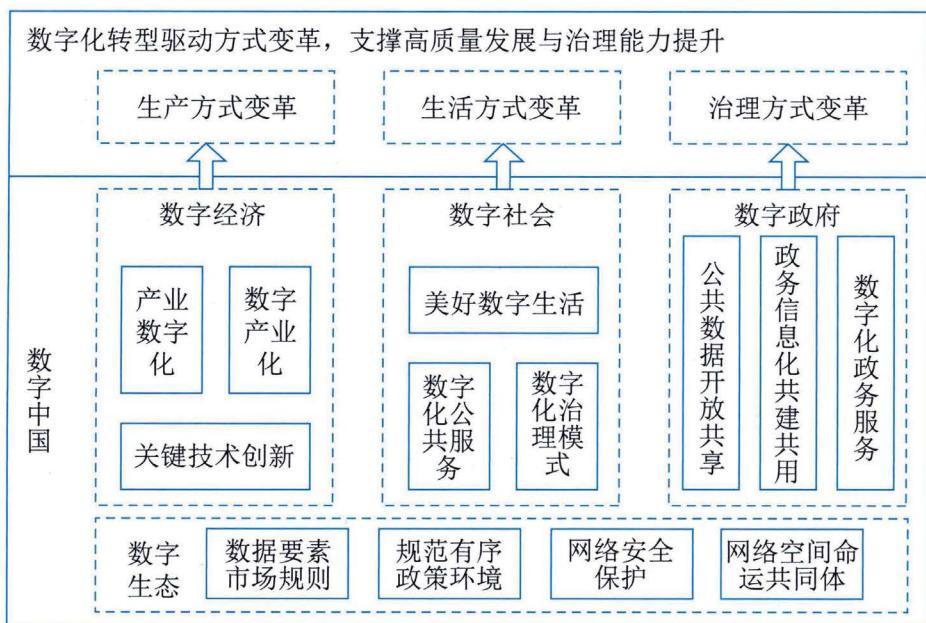


图 1-6 数字中国概览示意图

1.4.1 数字经济

数字经济是继农业经济、工业经济之后的更高级经济形态。从本质上讲，数字经济是一种新的技术经济范式，它建立在信息与通信技术的重大突破的基础上，以数字技术与实体经济融合驱动的产业梯次转型和经济创新发展的主引擎，在基础设施、生产要素、产业结构和治理结构上表现出与农业经济、工业经济显著不同的新特点。

1. 新技术经济范式

1962 年库恩在其代表作《科学革命的结构》中首先对“范式”(Paradigm)进行了定义。库恩认为：“范式是指那些公认的科学成就，在一段时间里为实践共同体提供典型的问题和解答”。1982 年，技术创新经济学家多西将这个概念引入技术创新之中，并提出了技术范式 (Technology Paradigm) 的概念，将技术范式定义为解决所选择的技术经济问题的一种模式，而这些解决问题的办法立足于自然科学的原理。从这个定义出发，云计算、人工智能、大数据等技术在与社会经济活动的融合重构中，经过技术与经济的相互促进，形成了一些相对稳定的经济新结构和新形态，如平台经济、分享经济、算法经济、服务经济、协同经济等。进而，先一步形成的经济形态触发社会其他领域的连锁变革，最终实现整个经济领域的技术经济范式转换。数字经济的技术经济范式的结构主要包括驱动力、新结构、价值创造和经济增长。

2. 主要内容构成

从产业构成来看，数字经济包括数字产业化和产业数字化两大部分。《数字经济及其核心产业统计分类（2021）》给出了数字经济具体分类，分别是：数字产品制造业、数字产品服务业、

数字技术应用业、数字要素驱动业和数字化效率提升业，其中，前4类为数字产业化部分，第5类为产业数字化部分。从整体构成上看，数字经济包括数字产业化、产业数字化、数字化治理和数据价值化四个部分。

1) 数字产业化

数字产业化是指为产业数字化发展提供数字技术、产品、服务、基础设施和解决方案，以及完全依赖于数字技术、数据要素的各类经济活动，包括电子信息制造业、电信业、软件、信息技术、互联网行业等。数字产业化是数字经济的基础部分。《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》提出了强调加快推动数字产业化，培育壮大人工智能、大数据、区块链、云计算、网络安全等新兴数字产业，提升通信设备、核心电子元器件、关键软件等产业水平。构建基于5G的应用场景和产业生态，在智能交通、智慧物流、智慧能源、智慧医疗等重点领域开展试点示范。鼓励企业开放搜索、电商、社交等数据，发展第三方大数据服务产业。促进共享经济、平台经济健康发展。数字产业化发展重点包括：

- 云计算：加快云操作系统迭代升级，推动超大规模分布式存储、弹性计算、数据虚拟隔离等技术创新，提高云安全水平。以混合云为重点培育行业解决方案、系统集成、运维管理等云服务产业。
- 大数据：推动大数据采集、清洗、存储、挖掘、分析、可视化算法等技术创新，培育数据采集、标注、存储、传输、管理、应用等全生命周期产业体系，完善大数据标准体系。
- 物联网：推动传感器、网络切片、高精度定位等技术创新，协同发展云服务与边缘计算服务，培育车联网、医疗物联网、家居物联网产业。
- 工业互联网：打造自主可控的标识解析体系、标准体系、安全管理体系，加强工业软件研发应用，培育形成具有国际影响力的工业互联网平台，推进“工业互联网+智能制造”产业生态建设。
- 区块链：推动智能合约、共识算法、加密算法、分布式系统等区块链技术创新，以联盟链为重点发展区块链服务平台和金融科技、供应链管理、政务服务等领域应用方案，完善监管机制。
- 人工智能：建设重点行业人工智能数据集，发展算法推理训练场景，推进智能医疗装备、智能运载工具、智能识别系统等智能产品设计与制造，推动通用化和行业性人工智能开放平台建设。
- 虚拟现实和增强现实：推动三维图形生成、动态环境建模、实时动作捕捉、快速渲染处理等技术创新，发展虚拟现实整机、感知交互、内容采集制作等设备和开发工具软件、行业解决方案。

2) 产业数字化

产业数字化是指在新一代数字科技支撑和引领下，以数据为关键要素，以价值释放为核心，以数据赋能为主线，对产业链上下游的全要素数字化升级、转型和再造的过程。产业数字化作为实现数字经济和传统经济深度融合发展的重要途径，是新时代背景下使用数字经济发展的必由之路和战略抉择。《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目

标纲要》明确提出了推进产业数字化转型，实施“上云用数赋智”行动，推动数据赋能全产业链协同转型。

产业数字化发展对经济和社会各项发展都具有重要意义。从微观看，数字化助力传统企业蝶变，再造企业质量效率新优势。传统企业迫切需要新的增长机会与发展模式；快速迭代及进阶的数字科技为传统企业转型升级带来新希望；传统产业成为数字科技应用创新的重要场景。从中观看，数字化促进产业提质增效，重塑产业分工协作新格局。提升产品生产制造过程的自动化和智能化水平；降低产品研发和制造成本，实现精准化营销、个性化服务；重塑产业流程和决策机制。从宏观看，孕育新业态新模式，加速新旧动能转换新引擎。

数字科技广泛应用和消费需求变革催生出共享经济、平台经济等新业态新模式；促进形成新一代信息技术、高端装备、机器人等新兴产业，加速数字产业化形成。产业数字化具有的典型特征包括：

- 以数字科技变革生产工具；
- 以数据资源为关键生产要素；
- 以数字内容重构产品结构；
- 以信息网络为市场配置纽带；
- 以服务平台为产业生态载体；
- 以数字善治为发展机制条件。

通过产业数字化全面推动数字时代产业体系的质量变革、效率变革、动力变革，推动新旧动能转换和高质量发展。产业数字化的理解需要兼顾社会与市场两个维度，以更加全面的视角理解其内涵本质。从社会维度看，产业数字化是建立在生产工具与生产要素变革基础上的一种社会行为；从市场维度看，产业数字化是以信息网络为市场配置纽带，以服务平台为产业生态载体的资源优化过程。数字善治是社会及市场两个维度有机融合的具体体现，其既是产业数字化发展的机制条件，也是驱动产业数字化发展的重要动力机制。

在数字经济背景下，企业逐步进入数据驱动时代。随着企业对数字技术的不断利用，各类主体在组织生产、业务重构、经营管理等方面的数字化程度日益完善，数据将成为企业各类信息汇集的载体。未来以数据驱动的业务形式将成为主流，全渠道的数据盘活将成为企业的核心竞争力。因此，数据资产有效盘活与运营，将成为数字经济时代下企业的核心竞争力。企业应加深对数据的利用水平和治理水平，通过数据积累与运营，打通企业内部不同层级、不同系统之间的数据壁垒，盘活数据资产价值，实现对内支撑业务应用和管理决策；对外加强数据服务能力输出，从而提升数据潜在价值向实际业务价值的转化率，使得企业在提升市场竞争力同时也强化了运营能力，以此获得业务的高速增长。

3) 数字化治理

数字化治理通常指依托互联网、大数据、人工智能等技术和应用，创新社会治理方法与手段，优化社会治理模式，推进社会治理的科学化、精细化、高效化，助力社会治理现代化。数字化治理是数字经济的组成部分之一，包括但不限于多元治理，以“信息技术+治理”为典型特征的技管结合，以及数字化公共服务等。

数字化治理的核心特征是全社会的数据互通、数字化全面协同与跨部门的流程再造，形成“用数据说话、用数据决策、用数据管理、用数据创新”的治理机制。作为数字时代的全新治理范式，数字化治理的内涵至少包含：

- 对数据的治理：即治理对象扩大到涵盖数据要素。作为新兴生产要素和关键的治理资源，数据要素成为大国竞争的主要领域，对数据的治理成为制定数字经济规则的重要内容，数据要素的所有权、使用权、监管权，以及信息保护和数据安全等都需要全新治理体系。
- 运用数据进行治理：即运用数字与智能技术优化治理技术体系，进而提升治理能力。大数据、人工智能等新一代数字技术，可以为各领域治理进行全方位的“数字赋能”，改进治理技术、治理手段和治理模式，实现复杂治理问题的超大范围协同、精准“滴灌”、双向触达和超时空预判。
- 对数字融合空间进行治理：随着越来越多的经济社会活动搬到线上，治理场域也拓展到数字空间。未来会有越来越多的经济社会活动发生在线上，数字融合空间会以全新的方式创造经济价值、塑造社会关系，这需要适应数字融合世界的治理体系，对数字融合空间的新生事物进行有效治理。

4) 数据价值化

价值化的数据是数字经济发展的关键生产要素，加快推进数据价值化进程是发展数字经济的本质要求。近年来，数据可存储、可重用、呈现爆发增长、海量集聚的特点，是实体经济数字化、网络化、智能化发展的基础性战略资源。数据价值化包括但不限于数据采集、数据标准、数据确权、数据标注、数据定价、数据交易、数据流转、数据保护等。

数据价值化是指以数据资源化为起点，经历数据资产化、数据资本化阶段，实现数据价值化的经济过程。上述三个要素构成数据价值化的“三化”框架，即数据资源化、数据资产化、数据资本化，细化描述为：

- 数据资源化：是使无序、混乱的原始数据成为有序、有使用价值的数据资源。数据资源化阶段包括通过数据采集、整理、聚合、分析等，形成可采、可见、标准、互通、可信的高质量数据资源。数据资源化是激发数据价值的基础，其本质是提升数据质量，形成数据使用价值的过程。
- 数据资产化：是数据通过流通交易给使用者或者所有者带来的经济利益的过程。数据资产化是实现数据价值的核心，其本质是形成数据交换价值，初步实现数据价值的过程。
- 数据资本化：主要包括两种方式，数据信贷融资与数据证券化。数据资本化是拓展数据价值的途径，其本质是实现数据要素社会化配置。

1.4.2 数字政府

信息技术的革新改变了人们传统的工作、学习、生活和娱乐方式，同时对政府提供信息服务，公民参与政府民主决策的方式提出了挑战。利用信息技术改进政府工作及服务的效率，形成新的工作方式，这已成为各国政府所关心的问题。数字政府的出现便是其中之一。数字政府通常是指以新一代信息技术为支撑，以“业务数据化、数据业务化”为着力点，通过数据驱动

重塑政务信息化管理架构、业务架构和组织架构，形成“用数据决策、数据服务、数据创新”的现代化治理模式。

1. 数字新特征

2022年国务院印发的《关于加强数字政府建设的指导意见》提出加强数字政府建设是适应新一轮科技革命和产业变革趋势、引领驱动数字经济发展和数字社会建设、营造良好数字生态、加快数字化发展的必然要求，是建设网络强国、数字中国的基础性和先导性工程，是创新政府治理理念和方式、形成数字治理新格局、推进国家治理体系和治理能力现代化的重要举措，对加快转变政府职能，建设法治政府、廉洁政府和服务型政府意义重大。

数字政府既是“互联网+政务”深度发展的结果，也是大数据时代政府自觉转型升级的必然，其核心目的是以人为本，实施路径是共创、共享、共建、共赢的生态体系。同时数字政府也被赋予了新的特征：

- 协同化：主要强调组织的互联互通，业务协同方面能实现一个跨层级、跨地域、跨部门、跨系统、跨业务的高效协同管理和服务。
- 云端化：云平台是政府数字化最基本的技术要求，政务上云是促成各地各部门由分散建设向集群集约式规划与建设的演化过程，是政府整体转型的必要条件。
- 智能化：智能化治理是政府应对社会治理多元参与、治理环境越发复杂、治理内容多样化趋势的关键手段。
- 数据化：数据化也是现阶段数字政府建设的重点，是建立在政务数据整合共享基础上的数字化的转型。
- 动态化：指数字政府是在数据驱动下动态发展不断演进的过程。

数字政府建设关键词主要包括：

- 共享：推动政务数据共享，推进政务服务事项集成化办理。数字政府，数据先行。数据共享是提升政务服务效能的重要抓手。
- 互通：国家政务服务平台持续推动与各地区、各部门政务服务业务办理系统的全面对接融合，打破地域阻隔与部门壁垒，实现更大范围内的系统互联互通，有力推动了政务服务线上线下融合互通和跨地区、跨部门、跨层级协同办理。
- 便利：数字政府，利企便民。加强数字政府建设的根本目标是更好地服务企业和群众，满足人民日益增长的美好生活需要。

2. 主要内容

《“十四五”国家信息化规划》中提出打造协同高效的数字政府服务体系，深入推进“放管服”改革、加快政府职能转变，打造市场化、法治化、国际化营商环境，坚持整体集约建设数字政府，推动条块政务业务协同，加快政务数据开放共享和开发利用，深化推进“一网通办”“跨省通办”“一网统管”，畅通参与政策制定的渠道，推动国家行政体系更加完善、政府作用更好发挥、行政效率和公信力显著提升，推动有效市场和有为政府更好结合，打造服务型政府。数字政府从面向社会大众政务服务视角来看，主要内容重点体现在“一网通办”“跨省通办”“一网统管”。

1) 一网通办

“一网通办”是依托于一体化在线政务服务平台，通过规范网上办事标准，优化网上办事流程，搭建统一的互联网政务服务总门户，整合政府服务数据资源和完善配套制度等措施，推行政务服务事项网上办理，推动企业群众办事线上只登录一次即可全网通办。“一网通办”和一窗式服务在本质上是一致的。两者均采用受办分离的模式，一窗式服务是由工作人员填报信息，“一网通办”是由个人在网上自主填写申报信息，后续均由具体业务经办部门进行审核处理。“一网通办”模式是在一窗式服务的基础上，以现在互联网技术为手段，逐步将原先政务大厅中办理的业务迁移至网上办事大厅进行申报。

“一网通办”是政务服务发展的一个阶段性目标，在各类信息共享的基础上，能进一步优化业务流程，提升政务服务水平，提高政务服务效率。它的实现需要各部门通力合作，梳理政务服务事项，优化整个业务流程，在原有各部门业务系统的基础上进行升级改造，打破部门间壁垒，实现深度的分工合作。

2) 跨省通办

“跨省通办”是一种政务服务模式。推进政务服务“跨省通办”是转变政府职能，提升政务服务能力的重要途径；是畅通国民经济循环，促进要素自由流动的重要支撑，对于提升国家治理体系和治理能力现代化水平具有重要作用。“跨省通办”从高频政务服务事项入手，2021年底前基本实现高频政务服务事项“跨省通办”，同步建立清单化管理制度和更新机制，逐步纳入其他办事事项，有效满足各类市场主体和广大人民群众异地办事需求。

“跨省通办”是申请人在办理地之外的省市提出事项申请或在本地提出办理其他省市事项申请，办理模式通常可分为全程网办、代收代办和多地联办等。

3) 一网统管

“一网统管”作为新型智慧城市推进城市治理体系和治理能力现代化的重要创新模式，自被提出后已经逐步在各地落地并发挥着重要作用。“一网统管”围绕城市治理水平的提升，主要针对各类民生诉求和城市事件，用实时在线数据和各类智能方法，及时、精准地发现问题、对接需求、研判形势、预防风险，在最低层级、最早时间，以相对最小成本，解决最突出问题，取得最佳综合效应，实现线上线下协同高效处置一件事。

“一网统管”通常从城市治理突出问题出发，以城市事件为牵引，统筹管理网格，统一城市运行事项清单，构建多级城市运行“一网统管”应用体系，推动城市管理、应急指挥、综合执法等领域的“一网统管”，实现城市运行态势感知、体征指标监测、统一事件受理、智能调度指挥、联动协同处置、监督评价考核等全流程监管。

“一网统管”建设通常强调：

- 一网：主要包括政务云、政务网和政务大数据中心等。
- 一屏：通过对多个部门的数据进行整合，将城市运行情况充分反映出来。
- 联动：畅通各级指挥体系，为跨部门、跨区域、跨层级联勤联动、高效处置提供快速响应能力。
- 预警：基于多维、海量、全息数据汇集，实现城市运行体征的全量、实时掌握和智能预警。

- 创新：以管理需求带动智能化建设，以信息流、数据流推动业务流程全面优化和管理创新。

1.4.3 数字社会

在新一轮科技革命推动下，人类正在加速迈向数字社会。新科技革命成果不断融入生产生活，改变传统的生产生活方式，改变人们的行为方式、社会交往方式、社会组织方式和社会运行方式，深刻影响人们的思想观念和思维方式，不断创造新的产业形态、商业模式、就业形态，推动我国现代化不断向纵深发展。

1. 数字民生

随着互联网、物联网、大数据、区块链和人工智能交汇融合，集群互动形成一种呈指数级增长的信息技术体系，使得传统生产方式优化升级，在触发经济发展结构变革的同时，正以一种前所未有的势头向政治、文化、生活等民生领域延伸，将“人”与“公共服务”通过数字化的方式全面连接，将大幅提升社会整体服务效率和水平，实现数字民生。

我国持续在数字教育、数字医疗、数字就业、数字文旅等领域持续高速发展，涵盖内容既有“软件”层面的体制机制建设，又有“硬件”层面的平台系统建设。数字民生建设重点通常强调：

- 普惠：充分开发利用信息技术体系，扩大民生保障覆盖范围，助力普惠型民生建设，解决民生资源配置不均衡等问题。
- 赋能：信息技术体系与民生的深度融合赋予了民生建设新动能，促进民生保障实效指数式增长，如“互联网+教育”“互联网+医疗”“互联网+养老”“互联网+交通”等。
- 利民：信息技术体系创新拓展了公共服务场景，推动数字技术全面融入社会交往和日常生活新趋势，使民生服务日趋智慧化、便利化和人性化。

无论是打造宜居城市，还是建设美丽乡村，都离不开基于大数据的民生需求洞察，拓展民生服务渠道。数字民生体现出的正是以数字思维破解民生难题，以信息技术赋能民生治理的新时代，也是对科技助力人民幸福美好生活追求的生动诠释。

2. 智慧城市

智慧城市是运用信息通信技术，有效整合各类城市管理系统，实现城市各系统间信息资源共享和业务协同，推动城市管理和服务智慧化，提升城市运行管理和公共服务水平，提高城市居民幸福感和满意度，实现可持续发展的一种创新型城市。智慧城市从概念提出到落地实践，历经长期建设与发展，我国智慧城市建设数量持续增长。从在建智慧城市的分布来看，我国已初步形成京津冀、长三角、粤港澳、中西部四大智慧城市群。智慧城市作为一种新型城市发展形态和治理模式已被社会群体广泛认可和接受，新型智慧城市建设持续推动着城市的高质量发展，主要体现在：

- 智慧城市建设更加注重以人民为中心；
- 新技术持续赋能智慧城市的建设与发展；
- 城市治理现代化是智慧城市建设的必然要求；

- 智慧城市群区域一体化协同发展新格局逐步形成；
- 共建、共治、共享生态模式助力智慧城市高质量发展。

2020年随着新冠疫情的蔓延，越来越多的国家开始意识到智慧城市建设的重要性，城市管理者可以借助先进的信息技术来应对危机。2020年经济合作与发展组织（OECD）发布的《城市政策响应》报告中强调，数字化应用在疫情应急防控中起到关键作用，这促使许多城市将疫情防控系统长久地纳入到智慧城市应用场景中，用以监控和警惕公共卫生风险。同时，由于疫情变化仍具有不确定性，市政服务、医疗、办公、教育等模式的变革正在加速数字化转型。

1) 基本原理

智慧城市的建设与发展遵循一定的基本原理。随着智慧城市的持续迭代升级，智慧城市已经从信息化建设与信息技术产品应用阶段，演进到了信息化与城市现代化深度融合阶段，其基本原理也在发生变化。当前，随着新一代信息技术的发展与成熟应用，智慧城市关注焦点从使用信息化应用提高工作效率，转为通过数字关系计算提高决策效能；从局部信息技术应用，转为广泛互联互通环境下的综合应用创新；从强调管理体系和规范性，转为突出主动服务与精准施策等。

随着智慧城市步入新的发展阶段，以及以数字产业化和产业数字化为主旋律的数字经济高速发展，智慧城市基本原理表现为：①强调“人民城市为人民”，以面向政府、企业、市民等主体提供智慧化的服务为主要模式；②重点强化数据治理、数字孪生、边际决策、多元融合和态势感知五个核心能力建设；③更加注重规划设计、部署实施、运营管理、评估改进和创新发展在内的智慧城市全生命周期管理；④目标旨在推动城市治理、民生服务、生态宜居、产业经济、精神文明五位一体的高质量发展；⑤持续推动城市治理体系与治理能力现代化水平提升，如图1-7所示。

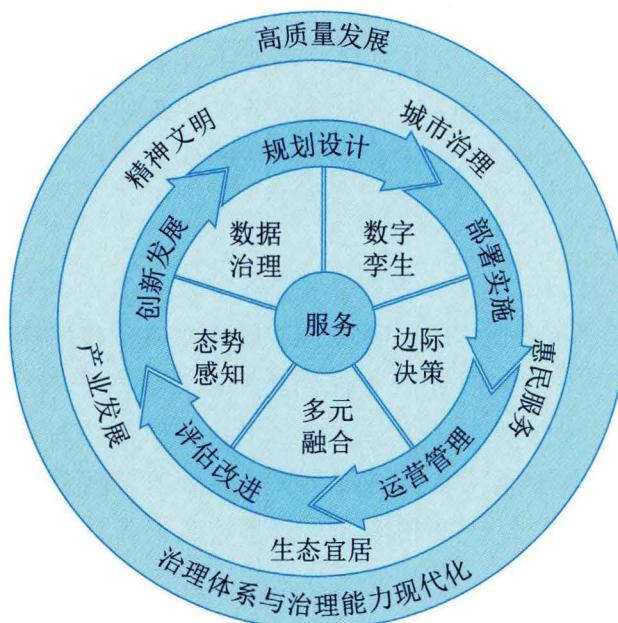


图1-7 智慧城市参考基本原理图

该原理确立的智慧城市核心能力建设，揭示了当前及未来一段时期智慧城市发展的重心在