

软件工程

第3讲 系统工程基础与可行性研究

贾西平

Email: jiexp@126.com

1

课程主要内容

面向过程的软件工程

可行性研究

需求分析

结构化软件设计

软件编码

软件测试

面向对象的软件工程

面向对象概述

面向对象分析

面向对象设计

动态建模

面向对象测试

软件工程项目管理

软件度量

项目计划

风险管理

质量保证

2

内容提纲

- 系统工程
- 基于计算机的系统
- 计算机系统工程
- 可行性研究分析
- 系统体系结构建模
- 系统定义与评审

15:12

3 of 66

3

系统工程

- **系统工程**：关注目标系统各种相关要素的分析、设计，并将其组织成有机的系统
 - 有机：像生命体一样，各个部分密切配合、有序演化，达到系统的总体目标
- 系统工程与软件工程
 - 系统工程更加广泛，软件工程源于系统工程
 - 任何软件的开发都处于一个更大的系统之中，因此软件开发必须先了解软件所处的系统全局视图

15:12

4 of 66

4

内容提纲

- 系统工程
- **基于计算机的系统**
- 计算机系统工程
- 可行性研究分析
- 系统体系结构建模
- 系统定义与评审

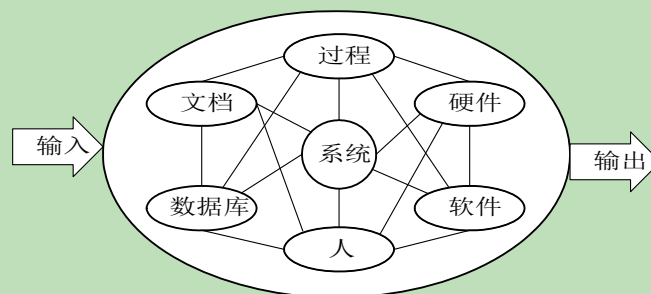
15:12

5 of 66

5

基于计算机的系统

- **基于计算机的系统**：通过处理信息来完成某些预定义目标而组织在一起的元素的组合
- 主要组成元素：软件、硬件、人员、数据库、文档和过程。



15:12

6 of 66

6

系统元素

- **软件**—计算机程序、数据结构和描述所需的逻辑方法、过程或控制的文档；
- **硬件**—计算机系统中提供计算能力的物理电子设备；
- **人**—硬件和软件的用户和操作员；
- **数据库**—通过软件进行加工与存取的，大型、有组织的信息集合
- **文档**—用以描述系统使用和操作的描述性信息；
- **过程**—定义每种元素特定的使用步骤或系统的主流过程性环境。

15:12

7 of 66

7

系统的层次结构

- 任何系统都处在一个更大的系统之中，形成系统的层次结构
 - 校园一卡通系统包括基础网络、结算系统、银行接口系统、消费终端等子系统
 - 一卡通系统处于整个学校系统(教务、财务、学工…)之中
 - 学校系统属于整个高等教育系统乃至社会系统的一环……
- 在某个项目中关注的具体系统总是有确定的边界

例如对于结算系统项目而言：

 - 已知：消费终端可以将基本消费信息通过一卡通网络发送过来、银行接口系统支持银行系统的联机存取操作…
 - 当前系统任务：根据消费及存取信息记录更新各学生账户信息…

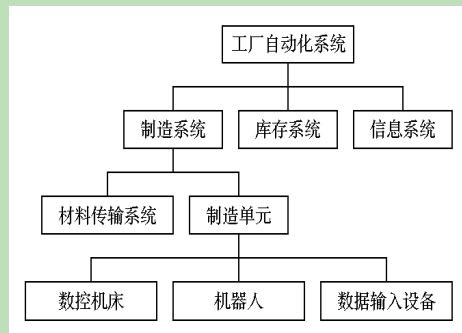
15:12

8 of 66

8

基于计算机的系统结构

- 基于计算机的系统可呈现一个层次结构



15:12

9 of 66

9

内容提纲

- 系统工程
- 基于计算机的系统
- **计算机系统工程**
- 可行性研究分析
- 系统体系结构建模
- 系统定义与评审

15:12

10 of 66

10

为什么强调系统工程

- 被动选择

现实的信息系统往往是一个复杂的系统工程，其中的软件需要与系统中其它部件合理分配责任、密切配合，从而达到系统的总体目标

- 主动选择：只作自己擅长的事情

- 选择合适的硬件解决方案
- 选择基础软件解决方案，或者第三方软件部件和软件服务

15:12

11 of 66

11

例：一卡通结算系统中的安全性要求

???

- 硬件方面

整个校园消费网络采用专线联接，不与校园网连通，同时要求敏感操作员使用USB Key认证身份

- 应用软件方面

进行日志记录，并与USB Key认证接口进行集成

- 制度方面

建立机房及核心服务器的日常安全管理制度，设置专人负责可疑交易信息的监控...

15:12

12 of 66

12

软件项目的客户方基础设施

- 业务现状、人员现状
- 遗留数据、遗留系统以及重用的可能
- 是否处于一个规划中的更大系统之中，与其他系统的关系如何

15:12

13 of 66

13

软件项目的第三方基础设施

- 基础软硬件系统
 - 服务器、OS、DB、AS等
- 可用软件构件
- 特殊硬件设备：USB Key、加密狗等
- 可能的项目合作伙伴
 - 软件外包
 - 构件外包

15:12

14 of 66

14

计算机系统工程

- 一个问题求解活动，通过和用户的协商揭示并分析客观的功能需求，把整体需求化整为零，分配给计算机系统各个元素去完成。

15:12

15 of 66

15

计算机系统工程的任务

- 识别用户的要求(了解问题)
- 系统建模和模拟（提出完整的解决方案）
- 成本估算及进度安排(给出实施计划)
- 可行性分析(系统及实施方案的现实可行性)
- 生成系统规格说明

15:12

16 of 66

16

硬件工程

- 选择某种硬件元素的组合构成基于计算机系统的硬件元素。
- **硬件工程的三个阶段**
 - 计划与定义
 - 设计和样机实现
 - 生产、销售和售后服务

15:12

17 of 66

17

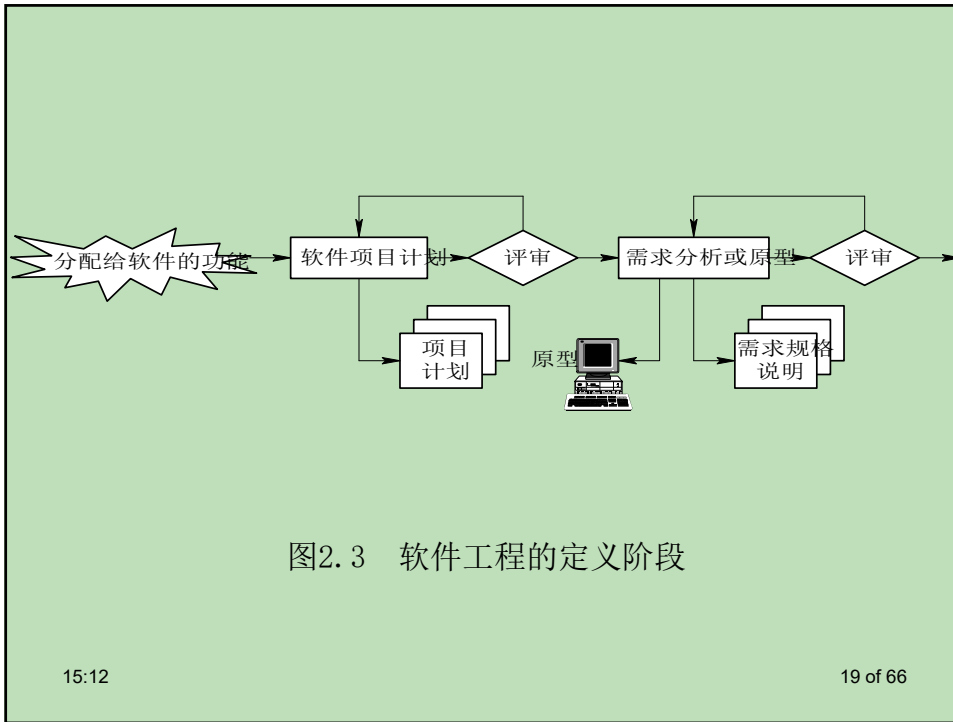
软件工程

- **目标**：开发高质量的软件
- **软件工程的三个阶段**
 - 定义
 - 开发
 - 检验交付与维护阶段

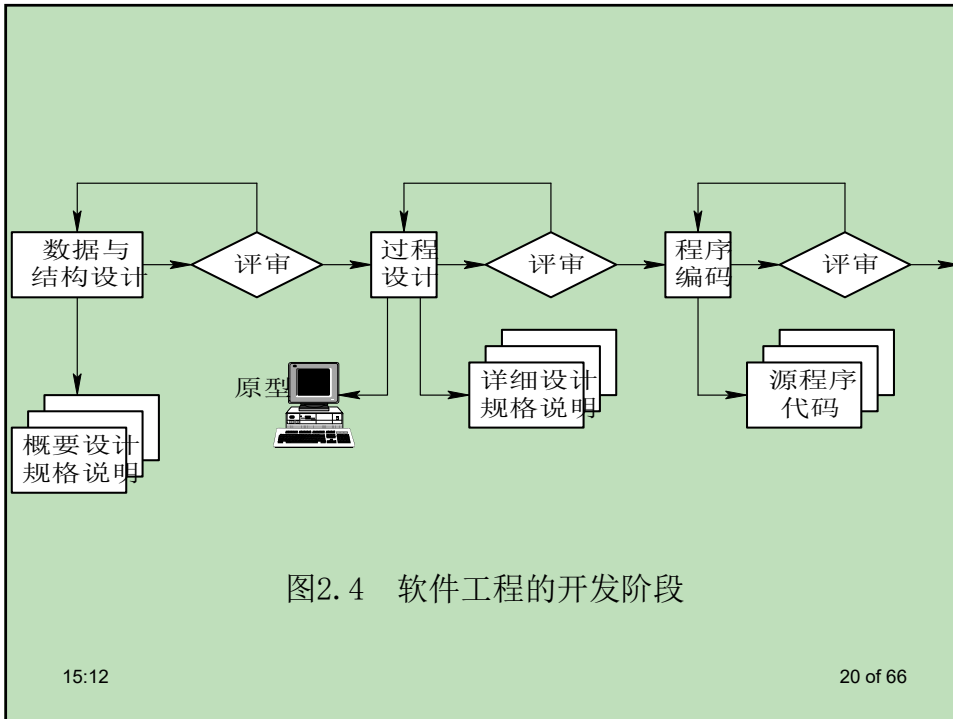
15:12

18 of 66

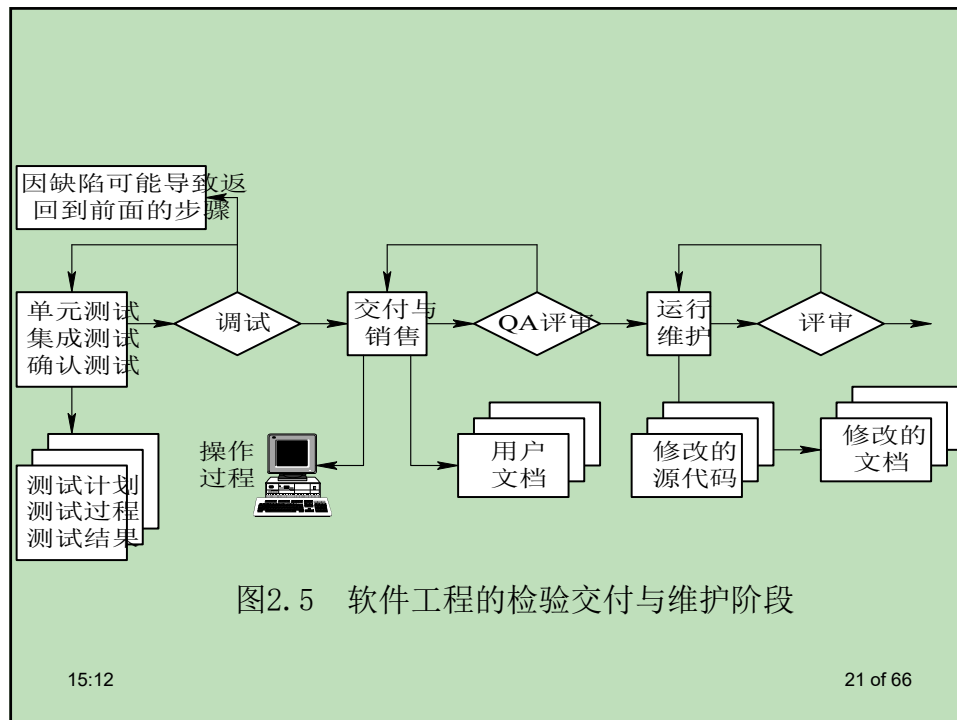
18



19



20



21

人机工程

- **目标**：确定和设计高质量的人机对话界面
- 人机工程过程包括：
 - (1) **活动分析**：对分配给人的每一项活动，在与其他系统生成元素进行交互的环境中进行评价。
 - (2) **语义分析和设计**：对**用户要求的每一个动作**和**机器产生的每一个动作的精确含义**进行定义，并进行能够传递正确语义的对话设计。
 - (3) **语法和词法设计**：标识与描述各个动作和命令的特定形式，然后设计每一动作或命令的硬件与软件实现。
 - (4) **用户环境设计**：将硬件、软件和其他系统生成元素**组合起来形成用户环境**。
 - (5) **原型**：利用原型能够形式化的定义人机对话界面HCI，能够使用户积极的参与而不是被动的评价HCI。

15:12

22 of 66

22

数据库工程

- **目标**：明确加工对象和输出结果的数据结构特征。

15:12

23 of 66

23

内容提纲

- 系统工程
- 基于计算机的系统
- 计算机系统工程
- **可行性研究分析**
- 系统体系结构建模
- 系统定义与评审

15:12

24 of 66

24

系统分析目标

- ? ? ?

15:12

25 of 66

25

系统分析目标

- (1) 识别用户需求
- (2) 评价系统可行性
- (3) 进行经济分析和技术分析
- (4) 在明晰总体需求的前提下，将要实现的**功能分配**给硬件、软件、人、数据库和其他的系统元素
- (5) 预测成本、进行进度设计
- (6) 生成系统规格说明，用作所有后继工程的基础

15:12

26 of 66

26

系统分析过程

- **识别用户的真正需求是系统分析的第一步。**
弄清楚下列问题：
 - (1) 用户所期望的功能和性能。
 - (2) 对于可靠性和质量提出的问题有哪些？
 - (3) 总的系统目标是什么？
 - (4) 成本、资源和进度有哪些限制和约束？
 - (5) 可能会有哪些扩充需求？
 - (6) 有哪些有效的技术可供使用？
 - (7) 制造的需求是什么？市场竞争情况如何？
- **系统分析员协助用户整理其需求，提出总的目标。**
- **对辅助需求信息做进一步评估。**如工期限制、资源、技术储备等。
- **把对系统需求的理解和相关技术路线的分析写入前期调研报告，通过和用户的反复交流，对文档进行滚动修改。**

15:12

27 of 66

27

为什么要进行可行性研究？

???

15:12

28 of 66

28

为什么要进行可行性研究？

- 不是所有的问题都可以有明显的解决方法
- 如果问题没有可行的解决办法，贸然开发项目就会造成时间、人力、资源和经费浪费
- 软件项目开发也存在这一问题
- 在进行任何一项较大的工程（包括软件开发）时，首先要进行可行性分析和研究。

15:12

29 of 66

29

可行性研究目标与主要内容

- **目标**
研究软件项目是否值得去开发，其中的关键和技术难点是什么，问题能否得到解决，怎样达到目的等。
- **主要内容**
 - 对问题定义，初步确定问题的规模和目标
 - 导出系统的逻辑模型
 - 从逻辑模型出发，选择若干供选择的主要系统方案。

15:12

30 of 66

30

可行性分析的主要方面

- **考虑的问题**：在指定的目标和满足质量、时间、成本约束条件前提下，问题有没有可行解？
- **四个主要方面**
 - 经济可行性
 - 技术可行性
 - 法律可行性
 - 对不同方案进行评估抉择

15:12

31 of 66

31

经济可行性分析

- **进行成本效益分析，从经济角度，确定系统是否值得开发。**
- **基于计算机的系统成本主要包括：**
 - 购置硬件、软件（如数据库管理系统、第三方开发的构件等）和设备（如传感器等）的费用
 - 系统的开发费用
 - 系统安装、运行和维护费用
 - 人员培训费用

15:12

32 of 66

32

经济可行性分析

- 效益

- 经济效益：采用新系统后**增加的收入和节约的运行费用**。
 - 在进行成本效益分析时通常只统计**五年内**的经济效益。
- 社会效益：采用新系统后**对社会产生的影响**（如提高了办事效益，使用户满意等），通常社会效益只能**定性**地估计。

15:12

33 of 66

33

经济效益的度量

一般从三个方面度量：

- 投入/产出比
- 投资回收期
- 纯收入

15:12

34 of 66

34

货币的时间价值

• **货币的时间价值**(以利率计算的机会成本)

设：当前金额为P，年利率为i，n年后的金额为F，则

$$F = P(1 + i)^n$$

$$P = F / (1 + i)^n$$

计算时，**累计经济效益应折合成当前金额**

例如，一个基于计算机的系统使用后，每年产生的经济效益为10万，如果年利率为5%，那么，五年内该系统的累计经济效益是43.2948万，而不是50万。

15:12

35 of 66

35

投入/产出比

• **投入/产出比=累计当前收益 / 投资额**

• **例：**

假设购置一套应用软件投资20万元，预计可使用5年，每年直接经济效益9.6万元，年利率为5%，试计算投入/产出比。

• **解：**

考虑到货币的时间价值，5年的总体收入应当逐年按照货币的时间价值公式计算。
1~5年中，每年的收入折算到当前的数据如表3.1所示：

15:12

36 of 66

36

表2.1 货币的时间价值

| 年份 | 将来收益/万元 | $(1+i)^n$ | 当前收益 | 累计的当前收益 |
|----|---------|-----------|--------|---------|
| 1 | 9.6 | 1.05 | 9.1429 | 9.1429 |
| 2 | 9.6 | 1.1025 | 8.7075 | 17.8513 |
| 3 | 9.6 | 1.1576 | 8.2928 | 26.1432 |
| 4 | 9.6 | 1.2155 | 7.8979 | 34.0411 |
| 5 | 9.6 | 1.2763 | 7.5219 | 41.5630 |

根据上表所列数据，本软件投入/产出比为
 $41.5630/20 = 2.0785$

15:12

37 of 66

37

投资回收期

• 投资回收期

累计的经济效益正好等于投资额（成本）时所需的时间。

根据上例：

- 两年后收入17.8513万元，尚欠2.15万元没有收回成本
- 在第三年还需要： $2.15/8.2928 = 0.259$ (年)
- 故投资回收期为2.259年。

15:12

38 of 66

38

纯收入

- **纯收入 = 累计经济效益 - 投资额**

根据上面的计算结果，5年纯收入为

$$41.5630 - 20 = 21.5630 \text{ 万元}$$

- 相当于比较一个待投入的软件项目可能获取的利润和将20万元存入银行所取得的收益
- 当纯收入大于零时，该工程才值得投资开发
- 纯收入越大越好

15:12

39 of 66

39

技术可行性分析

- 主要根据系统的功能、性能、约束条件等，分析在现有资源和技术条件下系统能否实现。
- 技术可行性分析通常包括
 - 风险分析
 - 资源分析
 - 技术分析

15:12

40 of 66

40

风险分析

- **任务：**分析在给定的约束条件下设计和实现系统的风险。
 - 采用不成熟的技术可能造成技术风险
 - 人员流动可能给项目带来风险
 - 成本和人员估算不合理造成的预算风险
- **目的：**找出风险，评价风险的大小，并有效地控制和缓解风险。

15:12

41 of 66

41

资源分析

- **任务：**论证是否具备系统开发所需的各类人员、软件、硬件等资源 and 相应的工作环境。
 - 例如，有一支开发过类似项目的开发和管理的团队，或者开发人员比较熟悉系统所处的领域，并有足够的人员保证，所需的硬件和支撑软件能通过合法的手段获取，那么从技术角度看，可以认为具备设计和实现系统的条件。

15:12

42 of 66

42

技术分析

- **任务：**分析当前的科学技术是否支持系统开发的各项活动。
- **技术分析过程：**分析员收集系统的性能、可靠性、可维护性和生产率方面的信息，分析实现系统功能、性能所需的技术、方法、算法或过程，从技术角度分析可能存在的风险，以及这些技术问题对成本的影响。
- 通常需进行系统建模，必要时可建造原型和进行系统模拟

15:12

43 of 66

43

技术分析建模

- 分析员根据对实际领域的观察或对目标系统的逼近而建立模型。
- 评价模型的特性，将它与实际的或期望的系统特性作比较，进而深入地分析建立系统的技术可行性。

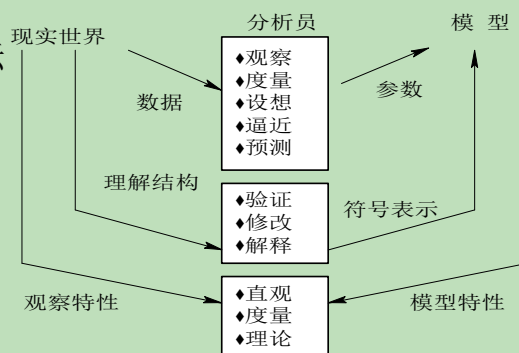


图2.6 模型化过程示意

15:12

44 of 66

44

法律可行性分析

- **研究系统开发过程中可能涉及到的合同、侵权、责任以及各种与法律相抵触的问题**
 - 中华人民共和国著作权法
 - 计算机软件保护条例
- **与计算机软件的使用场合相关的其他法律**
 - 例如：开发一套网络监控系统对员工在个人电脑上的所有行为进行监控？

15:12

45 of 66

45

方案的评估选择

- 不同方案投入的资源不尽相同，要在多个可行的实现方案中作出选择。
- 方案评估的依据是待开发系统的功能、性能、成本、开发时间、采用的技术、设备、风险以及对开发人员的要求等。
- 系统的功能和性能会受到多种因素的影响，某些因素之间相互关联和制约。
 - 如，为达到高的精度就可能导致长的执行时间，为达到高可靠性就会导致高的成本等等。必要时进行**折衷**。

15:12

46 of 66

46

方案的选择

- 一般在满足功能、性能指标的前提下，通常首先根据经济因素进行选择。

15:12

47 of 66

47

可行性报告的主要内容

- (1) **项目背景**：问题描述、实现环境和限制条件等。
- (2) **管理概要与建议**：重要的研究成果、说明、劝告和影响等
- (3) **推荐的方案**：候选系统的配置与选择最终方案的原则。
- (4) **简略的系统范围描述**：分配元素的可行性。
- (5) **经济可行性分析结果**：经费概算和预期的经济效益等。
- (6) **技术可行性**：技术实力分析、已有的工作及技术基础和设备条件等。
- (7) **法律可行性分析结果描述**。
- (8) **可用性评价**：汇报用户的工作制度和人员的素质，确定人机交互功能界面需求。
- (9) **其他项目相关的问题**：如可能会发生的变更等等

15:12

48 of 66

48

可行性报告

- 由系统分析员撰写，交由项目负责人审查，再上报给上级主管审阅。
- 应当明确项目“**可行还是不可行**”，如果认为可行，还要明确地推荐方案。

15:12

49 of 66

49

内容提纲

- 系统工程
- 基于计算机的系统
- 计算机系统工程
- 可行性研究分析
- **系统体系结构建模**
- 系统定义与评审

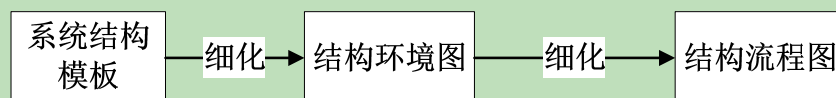
15:12

50 of 66

50

系统体系结构建模

- **系统建模**：建立模型表达系统元素及它们之间的关系。
- **建模过程**：由抽象的**系统结构模板**开始，不断细化，得到详细的**系统结构流程图**。



15:12

51 of 66

51

系统结构模板

- 五个处理区域
IPO+用户界面处理+系统维护与自测试
- 能帮助分析员建立一个逐层细化的层次结构

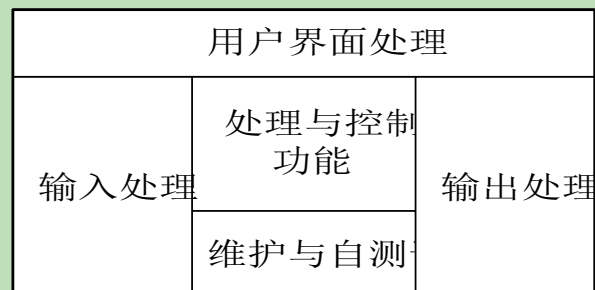


图2.7 抽象的系统结构模板

15:12

52 of 66

52

结构环境图（ACD）

- 每个**方框**都代表一个外部实体
- 整个系统用**圆角矩形**表示
- 系统作为一个**宏元素**在ACD的“**处理与控制**”区域内表示
- 用**附加名字的箭头**表示外部实体与系统之间传送的数据或控制信息。

15:12

53 of 66

53

结构环境图（ACD）

- 例：物品传输系统(CLSS)
 - CLSS在分配站处使用PC机，PC机执行所有的CLSS软件；
 - 与条码阅读器交互，读入传送带上每个盒子的零件编号；
 - 与传送带监控器交互以获取传送带的速度；
 - 存储所有的分类零件编号；
 - 与分配站操作员进行人机交互以生成各种报告、进行诊断；
 - 发送控制信号给分路器硬件，对盒子进行分类存放；与工厂自动控制主机通信等

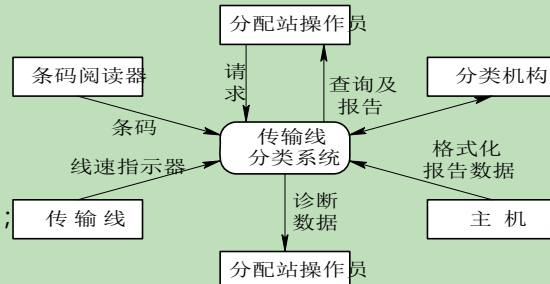


图2.8 关于CLSS系统的结构环境图

15:12

54 of 66

54

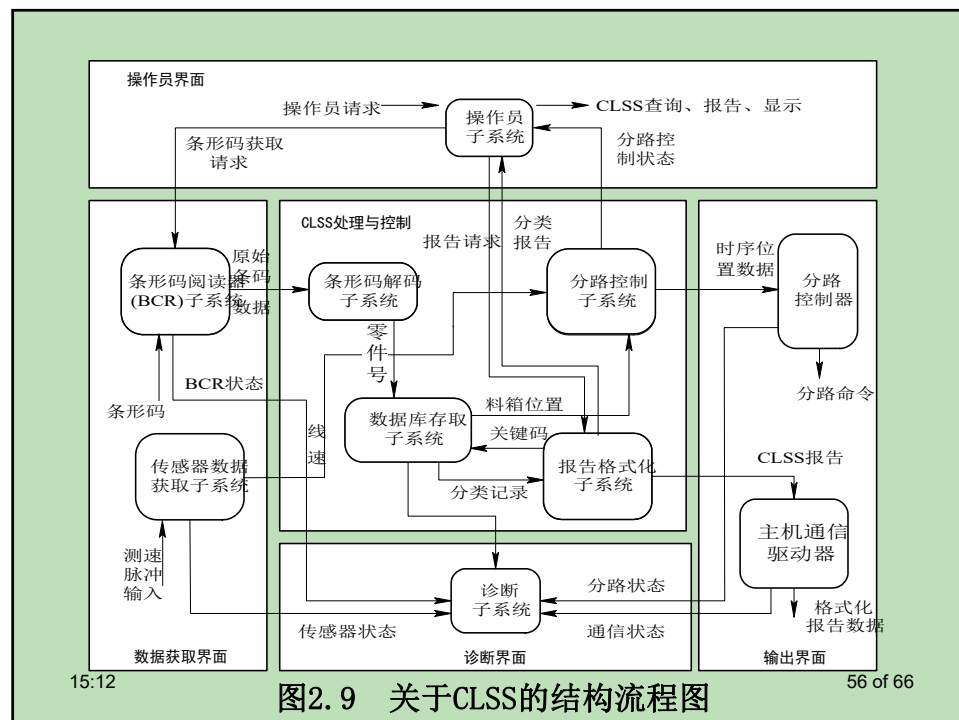
结构流程图AFD

- 对系统的**部分区域**进行**详细分析**，**细化**这个结构环境图，能够完成系统规定的功能的各个专门子系统，并在ACD定义的环境中加以标识。
- 专门子系统**定义在从ACD导出的结构流程图AFD (Architecture Flow Diagram)中
- 信息流穿越ACD的各个区域，可用于引导系统工程师开发AFD
- AFD给出了**各个专门子系统**和**重要的数据与控制信息流**，把每一个子系统**划分**成为了结构模板中定义的**五个区域**。

15:12

55 of 66

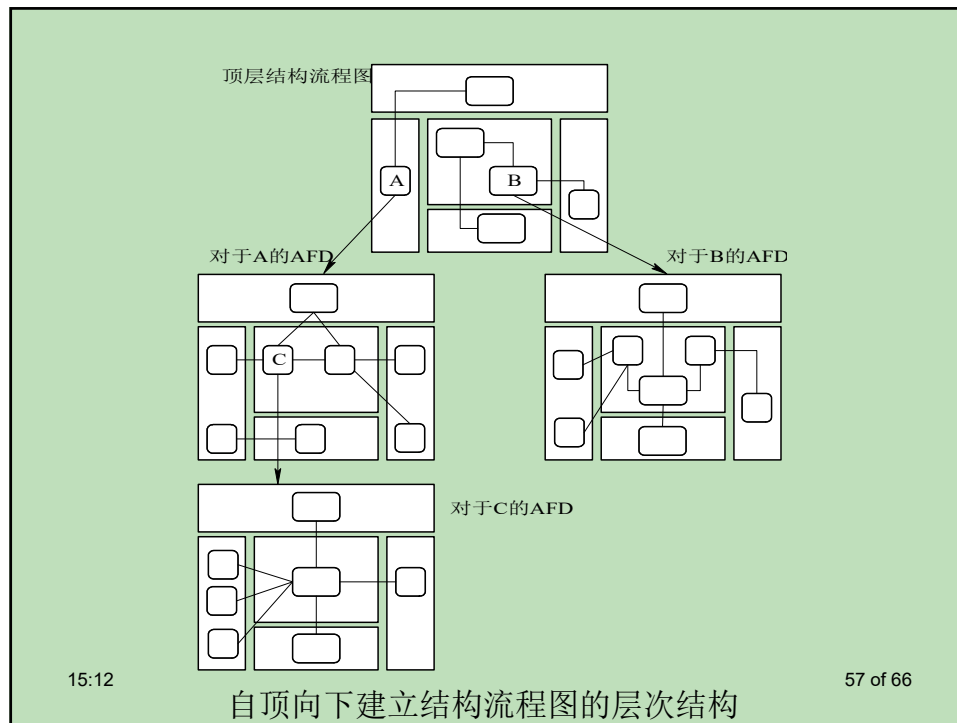
55



15:12

56 of 66

56



57

结构流程图规格说明

- 给出了有关每个子系统的信息和各个子系统之间的信息流；
- 对每个子系统进行“系统模块描述”，详细说明每一个子系统的功能、处理对象与方法，以及和其它子系统如何接口

15:12

58 of 66

58

结构字典

- **结构字典**：对子系统每个信息项的类型、组成、来源、去处和传输方式进行说明。
 - 例：对“零件号”数据项进行详细描述

| | |
|-----------|------------------|
| 信息项名称 | 零 件 号 |
| 信息项说明 | 产品类型前缀+数字标识+成本类型 |
| 类型(数据或控制) | 数据 |
| 来源 | 条码解码子系统 |
| 去处 | 数据库存取子系统 |
| 通信路径 | 内部软件接口 |

15:12

59 of 66

59

内容提纲

- 系统工程
- 基于计算机的系统
- 计算机系统工程
- 可行性研究分析
- 系统体系结构建模
- **系统定义与评审**

15:12

60 of 66

60

系统定义与评审

- **系统定义**：对待开发系统的一个全面、真实、简略的定义性说明文档。
- **系统定义的评审**：评价系统分析的合理性与定义的正确性。

15:12

61 of 66

61

系统定义文档

- 1 引言
 - 1.1 文档的范围和目的
 - 1.2 概述
 - 1.2.1 目标
 - 1.2.2 约束条件
- 2 功能和数据描述
 - 2.1 系统体系结构(结构环境图ACD)
 - 2.2 ACD描述说明
- 3 子系统描述
 - 3.1 子系统N的体系结构图定义
 - 3.1.1 体系结构流程图AFD
 - 3.1.2 系统模块描述
 - 3.1.3 性能问题描述
 - 3.1.4 设计约束
 - 3.1.5 系统构件分配

15:12

62 of 66

62

系统定义文档

- 3.2 体系结构字典
- 3.3 结构互连图及其描述

4 系统模型化和模拟结果

- 4.1 用于模拟的系统模型
- 4.2 模拟结果
- 4.3 特殊的性能问题讨论

5 项目问题

- 5.1 项目开发成本
- 5.2 项目进度安排

6 附录

15:12

63 of 66

63

系统定义评审

- 评审由开发人员和用户代表合作进行，目的是保证：
 - (1) 正确地定义了项目的范围。
 - (2) 适当地定义了功能、性能和接口。
 - (3) 通过可行性分析证明了系统是可行的。
 - (4) 开发方和用户方对系统的目标达成了共识。
- 评审角度
 - 管理角度
 - 技术角度

15:12

64 of 66

64

评审：管理角度

管理方面考虑的关键问题：

- (1) 商业需求是否已经确定，系统可行性分析的结论是否合理。
- (2) 市场(用户)是否真的需要所描述的系统。
- (3) 是否考虑过一组候选方案并进行了择优。
- (4) 每一系统元素的开发风险有哪些。
- (5) 是否具备开发系统的有效资源。
- (6) 成本与进度的期望值是否合理

15:12

65 of 66

65

评审：技术角度

技术方面考虑的重点问题：

- (1) 系统的功能复杂性是否与开发风险、成本、进度的评估相一致。
- (2) 功能分配定义是否足够准确。
- (3) 系统元素之间的接口、系统元素和环境的接口定义是否清晰。
- (4) 在规格定义中是否考虑了性能、可靠性和可维护性问题。
- (5) 系统规格说明是否足以支持后继的硬件、软件工程步骤。

15:12

66 of 66

66

内容回顾

- 基于计算机的系统
- 计算机系统工程
- **可行性研究分析**
- **系统体系结构建模**
- 系统定义与评审

15:12

67 of 66

67

思考题

- 基于计算机的系统的基本组成包括什么？
- 可行性研究主要关注哪些方面？
- 经济效益的度量包括哪三个方面，如何计算？
- 硬件工程包括哪三个阶段？
- 软件工程包括哪三个阶段？
- 应从哪些角度进行系统定义评审？

15:12

68 of 66

68

谢谢！

15:12

69 of 66