



西南大学



软件工程

Software Engineering

吴浪

西南大学 计算机与信息科学学院

Email: wl0776@swu.edu.cn



西南大學



第三章 需求研究



西南大學

目录 CONTENTS

第一节

需求分析的任务

第二节

与用户沟通获取需求的方法

第三节

分析建模与规格说明

第四节

实体联系图 (E-R图)

第五节

数据规范化

第六节

状态转换图 (STD)

第七节

其他图形工具

第六节

验证软件需求

教学目标

1. 理解需求分析阶段的任务、参与人员、最终成果。
2. 识记和理解需求的种类，尤其要注意功能需求和数据需求。
这是简单系统需求分析必须建立的需求模型。
3. 了解与用户沟通获取需求的方法，并要求学生能够在实际的需求调查中采用其中的方法。
4. 识记需求的三种模型，分别是功能模型、数据模型和行为模型。
5. 熟练掌握用数据流图建立系统功能模型的方法。
6. 熟练掌握用实体-联系图建立系统数据模型的方法。
7. 了解状态图的含义，能够对简单的问题建立行为模型。
8. 了解其它的需求建模的图形工具，如层次方框图、Warnier 图、IPO 图等。
9. 识记软件需求验证的四个方面的含义。
10. 了解软件需求验证的方法和工具。

课堂练习



(1) 绘制系统流程图和数据流图（二选一）。

—教务管理（选课）子系统

需求描述：教师发布课程、学生选课，教务处生成学生和教师课表。

—图书馆借阅管理子系统

需求描述：学生到图书馆查询图书信息、出示借书证，办理借书；还书时检查是否逾期、图书是否有破损，办理还书。

(2) 简述**系统流程图**(System Flowchart)、**数据流图**(DFD)、数据字典(DD)的基本概念、特点和应用场景。

(3) 绘制状态转换图 (STD)

(4) 绘制实体-联系图 (ER)



目录
CONTENTS

第一节

需求分析的任务

第二节

需求获取方法

第三节

分析建模与规格说明

第四节

实体联系图 (E-R图)

第五节

数据规范化

第六节

状态转换图 (STD)

第七节

其他图形工具

第六节

验证软件需求

(一) 软件需求

[IEEE软件工程标准词汇表\(1997年\)中定义](#)

- **软件需求是**

- (1) 用户解决问题或达到目标所需的条件或权能(Capability)。
- (2) 系统或系统部件要满足合同、标准、规范或其它正式规定文档所需具有的条件或权能。
- (3) 一种反映上面 (1) 或 (2) 所描述的条件或权能的文档说明。

软件需求：指用户对目标软件系统在功能、行为、性能、设计约束等方面的期望

(二) 软件需求的层次

• 需求层次：业务需求→用户需求→功能与非功能需求

– 业务需求 (business requirement)

反映了组织或客户对系统、产品高层次的目标要求，它们在项目视图与范围文档中予以说明。业务需求描述了组织为什么要开发一个系统 (why)。

– 用户需求 (User requirement)

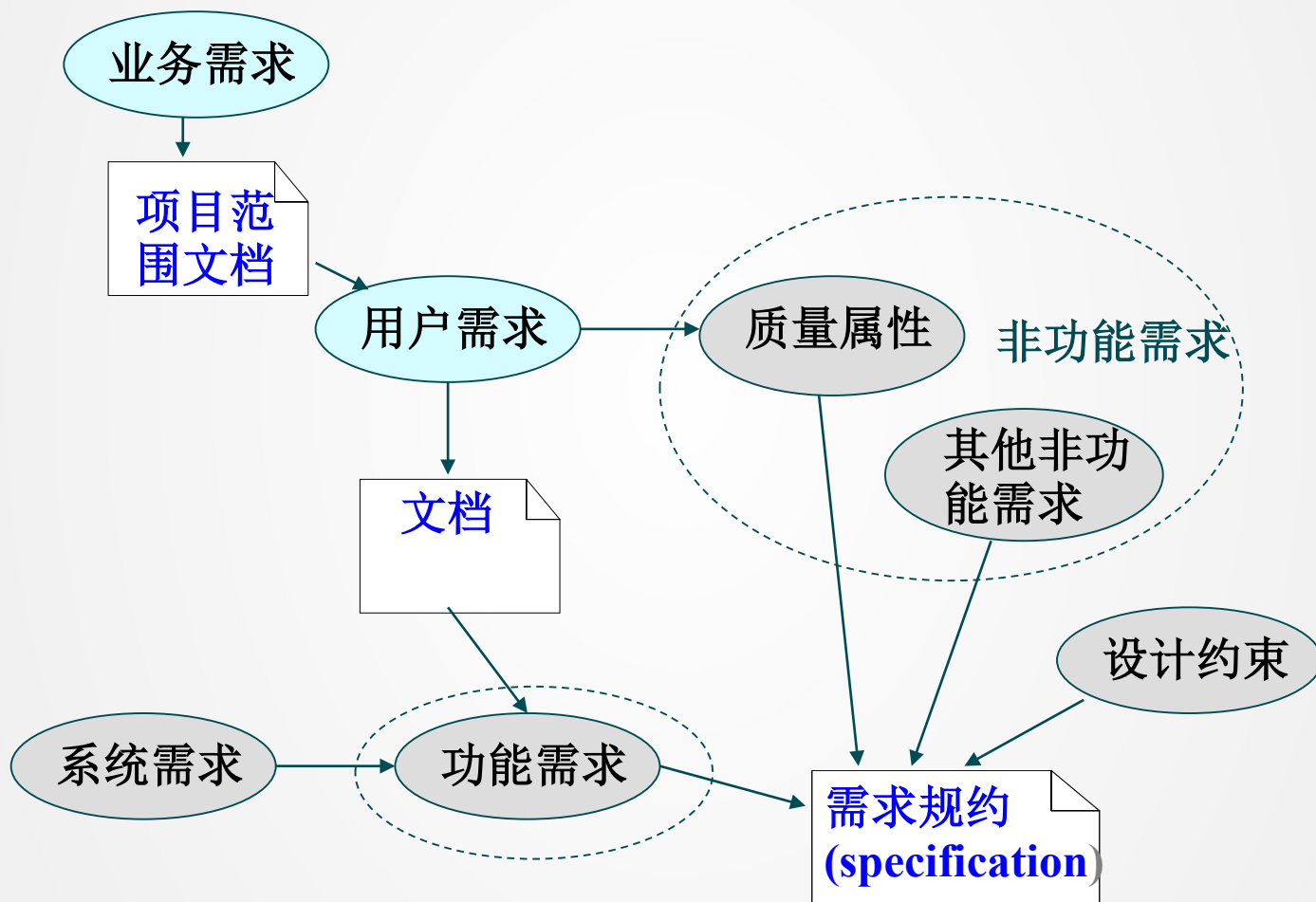
描述了用户使用产品必须要完成的任务，在使用实例/用例文档或方案脚本说明中予以说明。用户需求必须能够体现软件系统将给用户带来的业务价值，并能够描述了用户能使用系统来做些什么 (what)。

– 功能需求 (functional requirement)

定义了开发人员必须实现的软件功能，使得用户能完成他们的任务，满足业务需求。功能需求是需求的主体，它描述的是开发人员如何设计具体的解决方案来实现这些需求 (how)。

– 补充：非功能性需求：系统展现给用户的行为和执行的操作等。

(三) 需求层次的关系



需求组成的全景图

(二) 软件需求的层次

业务需求是需求定义的产物;
用户需求是需求捕获的结果;
软件需求是需求分析和建模的综合。

软件需求的描述:

- 结构化语言、面向对象、PDL
- 图形化表示
- 数学描述（形式化语言描述）



(三) 软件需求举例

需求描述：某快递公司，希望利用快递柜，来实现用户自助寄件的需求。

业务需求

案例的业务方是：快递公司，其业务需求就是：用户自助寄件。

业务方之所以要建设这个需求，其目的是：希望利用快递柜，实现更高效的收件服务，减少人工上门收件的等待、低效、人力投入成本高等问题。

用户需求

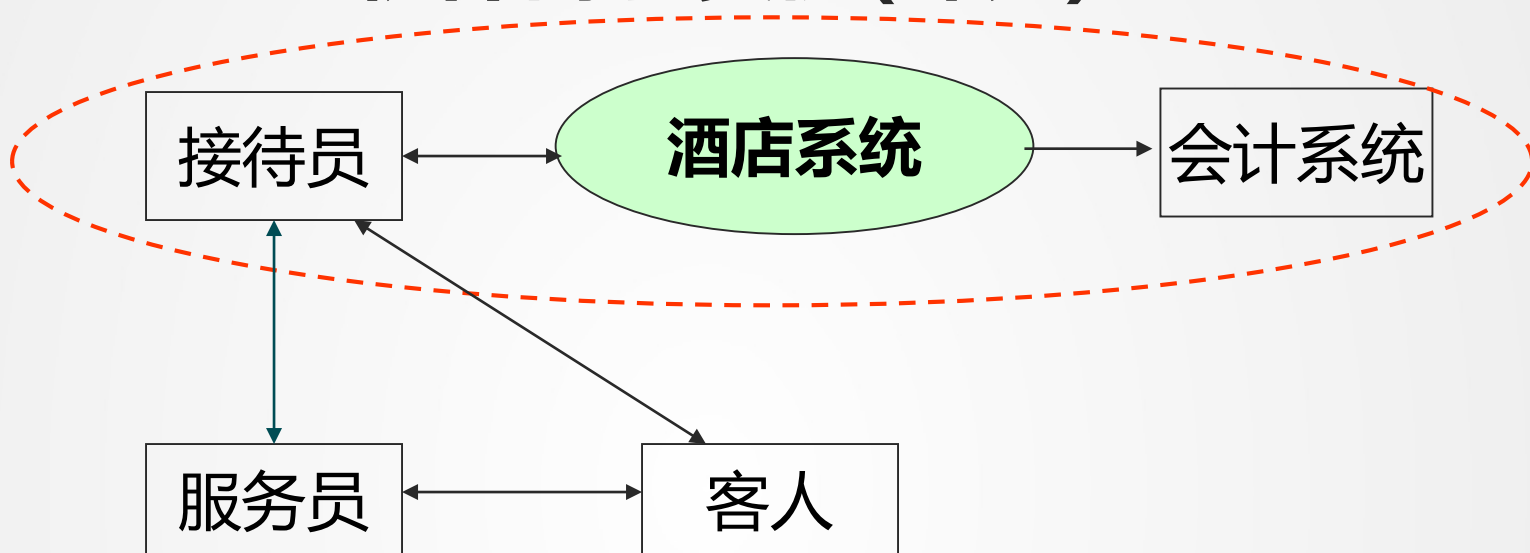
案例的用户是每一个要寄快递的人，那么他们的需求就是：在进行“自助寄件”的过程中，你尽量让我简单、易用，高效、快捷。

功能需求

用户邮寄快递包含三个流程：填写快递单——找到快递柜子放快递——支付邮费
所以我们可以分别从这三个阶段具体的分析出功能需求：

- 填写快递单：一键登录、默认发货地址等。
- 找柜子放快递：验证码开启柜子、柜子使用概览等具体功能。
- 支付邮费：根据柜子体积制定相应价格等。

软件需求实例(部分)



业务 (域) 需求

客人预定
客人入住
客人退房
换房
提交服务记录
.....

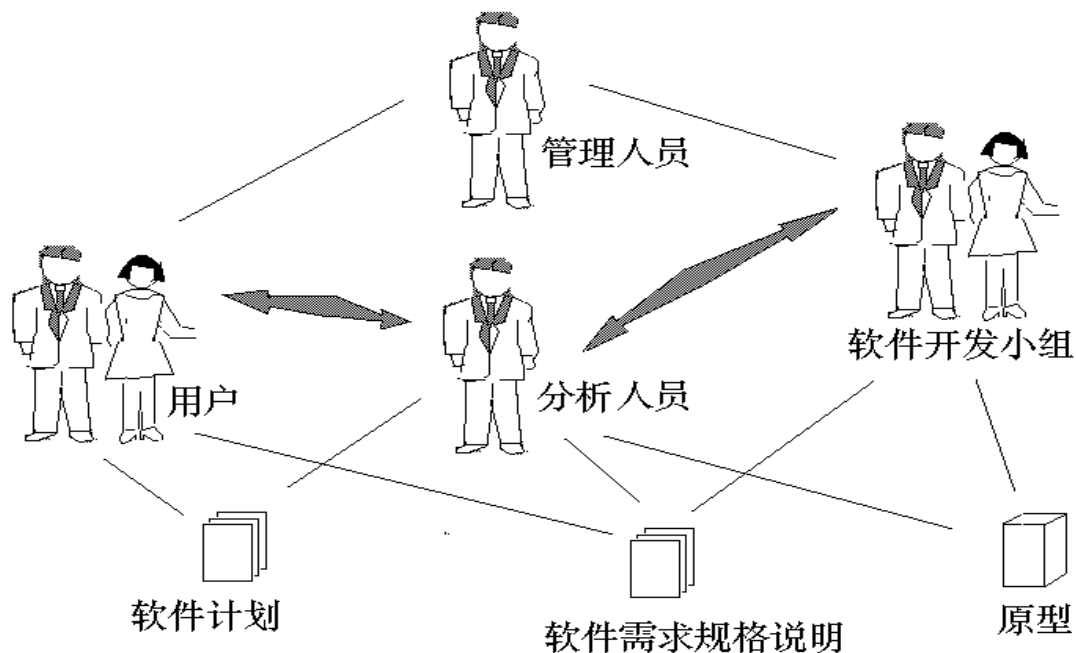
用户 (产品) 需求

查找空闲客房
记录客人信息
查找客人数据
记录预定数据
记录入住数据
.....

(四) 需求分析的意义

软件需求的深入理解是软件开发工作获得成功的前提条件，不论我们把设计和编码做得如何出色，不能真正满足用户需求的程序只会令用户失望，给开发带来烦恼。

在分析软件需求和书写软件需求规格说明书的过程中，分析员和用户都起着关键的、必不可少的作用。



(五) 需求分析的定义

需求分析是软件定义时期的最后一个阶段，它的基本任务不是确定系统怎样完成它的工作，而是确定系统必须完成哪些工作，也就是对目标系统提出完整、准确、清晰、具体的要求。

并在在需求分析阶段结束之前，由系统分析员写出软件需求规格说明书，以书面形式准确地描述软件需求。即：

---- 准确地回答“系统必须做什么”。

(六) 需求分析的任务

软件需求规格说明
(SRS)

- 需求分析的基本任务是准确地回答：

系统“必须”做什么？

“分析软件需求和书写软件需求规格说明书”

- 需求分析的具体任务

- 确定对系统的综合要求；

- 功能需求
- 性能需求
- 可靠性和可用性需求
- 出错处理需求

- 接口需求
- 约束
- 逆向需求
- 将来可能提出的要求

- 分析系统的数据要求；

- 导出系统的逻辑模型；

- 修正系统开发计划

(六) 需求分析的任务：确定系统综合要求

功能需求

功能需求指定系统**必须提供的服务**。

通过需求分析应该划分出系统必须完成的所有功能。

性能需求

性能需求指定系统必须满足的定时约束或容量约束，
通常包括**速度(响应时间)**、**信息量速率**、**主存容量**、**磁盘容量**、**安全性**等方面的需求。

(六) 需求分析的任务：确定系统综合要求

可靠性和可用性需求

可靠性需求定量地指定系统的可靠性，可用性与可靠性密切相关，它量化了用户可以使用系统的程度。

出错处理需求

这类需求说明系统对环境错误应该怎样响应。

例如，如果它接收到从另一个系统发来的违反协议格式的消息，应该做什么。

注意：上述这类错误并不是由该应用系统本身造成的。

(六) 需求分析的任务：确定系统综合要求

接口需求

接口需求描述应用系统与它的环境**通信的格式**。

常见的接口需求有：用户接口需求；硬件接口需求；软件接口需求；通信接口需求。

约束

设计约束或实现约束描述在设计或实现应用系统时应遵守的限制条件。

常见的约束有：精度；工具和语言约束；设计约束；应该使用的标准；应该使用的硬件平台。

(六) 需求分析的任务：确定系统综合要求

逆向需求

逆向需求说明软件系统不应该做什么。理论上有无多个逆向需求，应该仅选取能澄清真实需求且可消除可能发生的误解的那些逆向需求。

将来可能提出的要求

应该明确地列出那些虽然不属于当前系统开发范畴，但是据分析将来很可能会提出来的要求。目的是在设计过程中对系统将来**可能的扩充和修改预做准备**，以便一旦确实需要时能比较容易地进行这类扩充和修改。

(六) 需求分析的任务：分析系统数据要求

分析对象：任何一个系统软件本质上都是信息处理系统，系统**必须处理的信息**和系统**应该产生的信息**。

(1) 复杂的数据由许多基本的数据元素组成，数据结构表示数据元素之间的逻辑关系。利用数据字典可以全面准确地定义数据，但是数据字典的缺点是不够形象直观，为了提高可理解性，常常利用**图形工具辅助描绘数据结构**。

(2) 软件系统经常使用各种长期保存的信息，这些信息通畅以一定方式组织并存储在数据库或者文件中，为减少数据冗余，避免出现插入异常或删除异常，简化修改数据的过程，通常需要把**数据结构规范化**。

(六) 需求分析的任务：导出系统逻辑模型

综合上述两项分析结果可以导出系统的详细的逻辑模型，通常用数据流图，实体-联系图，状态转换图，数据字典和主要的处理算法描述这个逻辑模型。

(六) 需求分析的任务：修正开发计划

根据在分析过程中获得的对系统的更深入更具体的了解，可以比较准确地估计系统的成本和进度，修正以前制定的开发计划。



西南大學

目录 CONTENTS

第一节

需求分析的任务

第二节

需求获取方法

第三节

分析建模与规格说明

第四节

实体联系图 (E-R图)

第五节

数据规范化

第六节

状态转换图 (STD)

第七节

其他图形工具

第六节

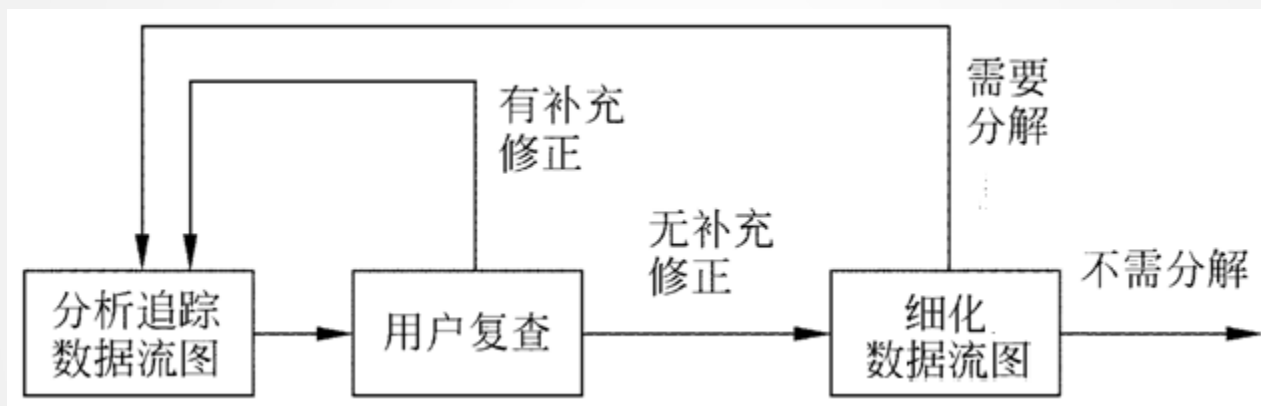
验证软件需求

需求的来源：
与用户交流、
文档、
当前系统等

2.1 访谈 **需求调研**

正式的和非正式、调查表、现场考察

2.2 面向数据流自顶向下求精(SA方法, DFD)



2.3 简易的应用规格说明技术

2.4 快速建立软件原型

- 通用方法和工具：第四代技术、可重用的软件构件、形式化规格说明和原型环境

(一) 访谈

访谈是最早开始使用的获取用户需求的技术，也是迄今为止仍然广泛使用的需求分析技术。访谈有两种基本形式，分别是**正式**的和**非正式**的访谈。

访谈	正式访谈	系统分析员将提出一些事先准备好的具体问题
	非正式访谈	分析员将提出一些用户可以自由回答的开放性问题，以鼓励被访问人员说出自己的想法

正式访谈时，系统分析员将提出一些事先准备好的具体问题，例如，询问客户公司销售的商品种类、雇用的销售人员数目以及信息反馈时间应该多快等。在非正式访谈中，分析员将提出一些用户可以自由回答的开放性问题，以鼓励被访问人员说出自己的想法，例如，询问用户对目前正在使用的系统有哪些不满意的地方。

(一) 访谈：用户面谈

一种理解业务功能和业务规则的最有效方法。

面谈过程需要认真的计划和准备，在面谈之前需要：

- 明确面谈目的。
- 确定要包括的相关用户。
- 确定参加会议的项目小组成员。
- 建立要讨论的问题和要点列表。
- 复查有关文档和资料。
- 确立时间和地点。
- 通知所有参加者有关会议的目的、时间和地点。

(一) 访谈：用户面谈

面谈中信息收集中的主要问题：

主题	对用户来说的问题
业务过程和操作是什么？	你要干什么？
业务过程应该怎样完成？	如何完成它？或需要哪些步骤？
需要什么样的信息？	你要使用哪些信息？你要使用什么样的表单或报告？

(一) 访谈：用户面谈

在访问用户的过程中使用情景分析技术往往非常有效。所谓情景分析就是对用户将来使用目标系统解决某个具体问题的方法和结果进行分析。

情景分析的用处：

- 它能在某种程度上演示目标系统的行为，从而便于用户理解，而且还可能进一步揭示出一些分析员目前还不知道的需求。
- 由于情景分析较易为用户所理解，使用这种技术能保证用户在需求分析过程中始终扮演一个积极主动的角色。

(一) 访谈：问卷调查

在完成最初的面谈和分析后，可作为一项协作技术可以收到良好的效果。

- 可用于确认假设和收集统计倾向数据。
- 问卷需要快速回答，允许匿名方式反映存在的问题。
- 相关的问题不能事先决定。
- 问题背后的假设对答案造成偏颇，如这符合你的期望吗？
- 难以探索一些新领域。
- 难以继续用户的模糊响应。

(一) 访谈：问卷调查

某出版社系统调查表1

编号	提出问题
1	您在哪个部门工作？
2	出版业务流程是什么？
3	您每日都处理那些文件、数据、报表？
4	工作中手工处理特别麻烦的事情是什么？
5	工作中手工处理什么问题解决不了？影响效率的问题有哪些？
6	您认为提高工作效率，节省工作时间，减轻工作强度可采取哪些办法？

(一) 访谈：问卷调查

某出版社系统调查表2

编号	提出问题
7	您的部门需要成本核算和统计的内容有哪些？
8	您的部门采用计算机管理工作情况如何？
9	如何改进业务流程使之更合理？
10	哪些问题是目前传统手工方法根本无法解决的？
11	出版社计算机管理信息系统需要解决什么问题？

(一) 访谈：现场考察

现场观察商业过程和工作流程：

掌握用户如何实际使用一个系统以及到底用户需要哪些信息最好的办法是亲自观察用户是如何完成实际工作的。

一般方法：

- 对办公室进行快速浏览，了解布局、设备要求和使用、 workflow 总体情况。
- 安排几个小时观察用户是如何实际完成他们的工作，理解用户实际使用计算机系统和处理事务的细节。
- 像用户一样接受训练和做实际工作，发现关键问题和瓶颈。

注意:观察可能使用户紧张。

(二) 面向数据流自顶向下求精

结构化分析方法就是面向数据流自顶向下逐步求精进行需求分析的方法。

可行性研究已经得出了目标系统的高层数据流图，需求分析的目标之一就是要把数据流和数据存储定义到元素级。

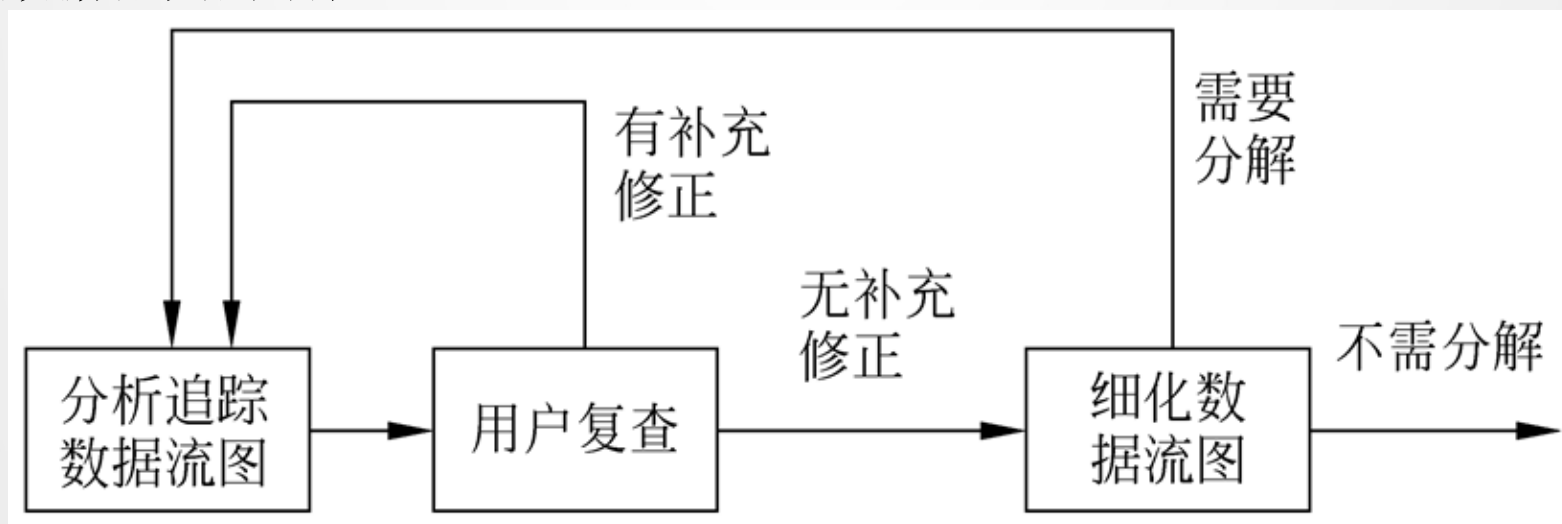
为了达到这个目标，通常从数据流图的输出端着手分析，这是因为系统的基本功能是产生这些输出，输出数据决定了系统必须具有的最基本的组成元素。

数据流图是帮助复查的极好工具，从输入端开始，分析员借助数据流图、数据字典和IPO图向用户解释输入数据是怎样一步一步地转变成输出数据的。这些解释集中反映了通过前面的分析工作分析员所获得的对目标系统的认识。

(二) 面向数据流自顶向下求精

过程：

- 从数据流图的输出端着手分析
- 从输出端往输入端回溯，可确定每个数据元素的来源，及有关的算法
- 数据元素归入数据字典
- 算法记录在IPO图中
- 增补数据流图
- 请用户复查
- 追踪更详细的数据流，把数据流图扩展到更低的层次。通过功能分解完成数据流图的细化。



(二) 面向数据流自顶向下求精

数据流图的输出端分析方法

- 输出数据是由哪些元素组成的呢?
 - 调查访问
- 每个输出数据元素又是从哪里来的呢?
 - 沿数据流图从输出端往输入端回溯，应该能够确定每个数据元素的来源，与此同时也就初步定义了有关的算法。
 - 沿数据流图回溯时常常遇到的问题
 - 为了得到某个数据元素需要用到数据流图中目前还没有的数据元素，或者得出这个数据元素需要用的算法尚不完全清楚。

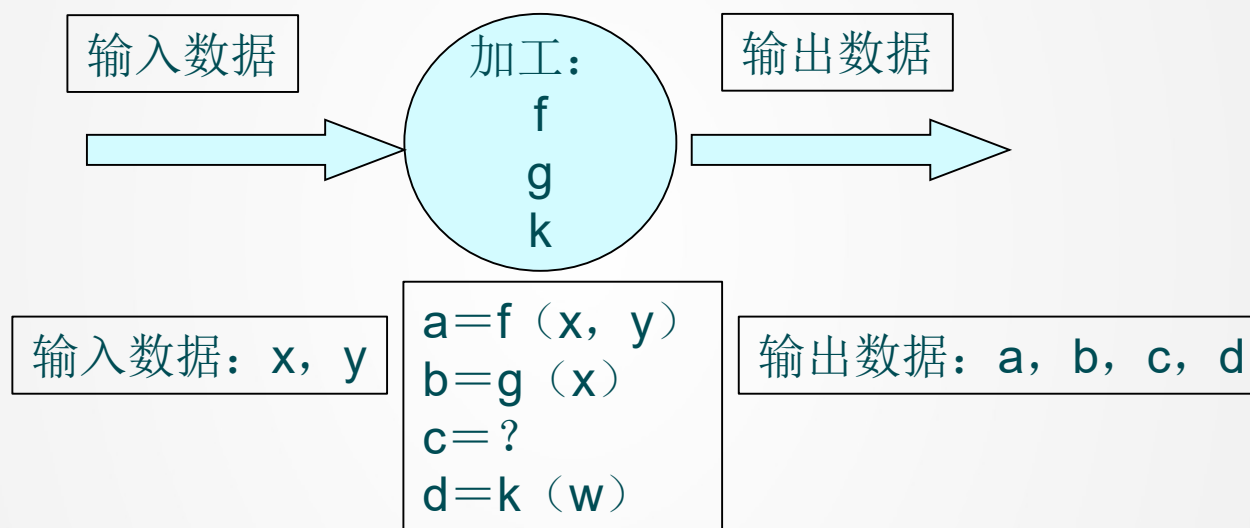
(二) 面向数据流自顶向下求精

沿数据流图回溯



(二) 面向数据流自顶向下求精

例子 - 回溯分析法



结论:

1. 缺乏一个得到输出数据c的加工
2. 加工k中缺少一个输入数据

(三) 简易的应用规格说明技术

简易的应用规格说明技术是为了解决使用传统的访谈或面向数据流自顶向下求精方法定义需求时，用户处于被动地位而且往往有意无意地与开发者区分“彼此”。由于不能像同一个团队的人那样齐心协力地识别和精化需求，这两种方法的效果有时并不理想的。

简易的应用规格说明技术分析需求的典型过程如下：

- 1 • 进行初步的访谈
- 2 • 开发者和用户分别写出“产品需求”
- 3 • 开会讨论，各自展示需求列表
- 4 • 得出了意见一致，为需求列表制定小型规格说明
- 5 • 根据会议结果，起草完整的软件需求规格说明

(四) 快速建立原型

快速原型就是快速建立起来的旨在演示目标系统主要功能的可运行的程序，快速原型应该具备的特性：

快速原型应该具备的第一个特性是“快速”。

快速原型应该具备的第二个特性是“容易修改”。

为了快速地构建和修改原型，通常使用下述3种方法和工具：

- 第四代技术
- 可重用的软件构件
- 形式化规格说明和原型环境



目录
CONTENTS

第一节

需求分析的任务

第二节

需求获取方法

第三节

分析建模与规格说明

第四节

实体联系图 (E-R图)

第五节

数据规范化

第六节

状态转换图 (STD)

第七节

其他图形工具

第六节

验证软件需求

(一) 分析建模

为了更好地理解复杂事物，人们常常采用建立事物模型的方法。

模型：

为了理解事物而对事物做出的一种抽象，是对事物的一种无歧义的书面描述。通常，由一组图形符号和组织这些符号的规则组成。

建模方法：

结构化分析（Structured Analysis，SA），70年代末由DeMarco等人提出。该方法不是被所有的使用者一致地使用的单一方法，众多科学家对其进行了扩充，因此它是发展了超过30年的一个混合物。

面向对象分析

(一) 分析建模

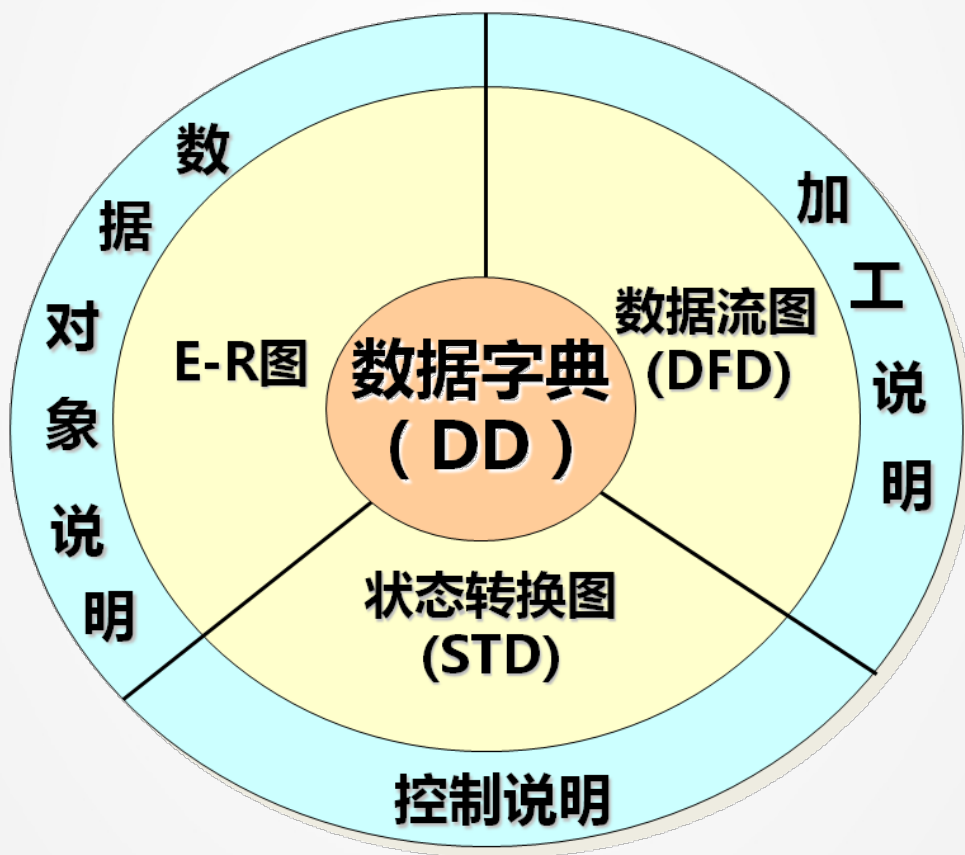
建模?

分析建模 “建模什么”

- **模型**：为理解事物而对事物作出的一种**抽象**，是对事物的一种**无歧义**的书面描述。
- 为了开发复杂的系统，应从**不同角度**（**模型**）抽象出目标系统的特性（数据模型、功能模型、行为模型）。
 - **数据流图（DFD）**：建立**功能模型**的基础。
 - **实体联系图（E-R图）**：描绘**数据对象及数据对象之间的关系**，用于建立**数据模型**。
 - **状态转换图（STD）**：描绘系统的各种**行为模型**和**在不同状态间转换的方式**。
 - **其他图形工具**：**层次方框图**（精细化数据的层次结构）、**Warnier图**（精细化并表达数据/信息的逻辑组织）、**IPO图**（表达输入数据、数据处理和输出数据之间的关系）

(一) 分析建模

结构化分析模型的组成



(二) 软件需求规格说明

Software Requirement Specification (SRS)

通常用自然语言+模型，完整、准确、具体地描述系统的数据要求、功能需求、性能需求、可靠性和可用性要求、出错处理需求、接口需求、约束、逆向需求以及将来可能提出的要求。

软件需求规格说明书，是需求分析阶段得出的最主要的文档。



(二) 软件需求规格说明

需求分析规格说明书（示例）

文档编号：_____

版本号：_____

文档名称：_____

项目名称：_____

项目负责人：_____

年 月 日

编写：_____

核对：_____

审核：_____

批准：_____

开发单位：_____

(二) 软件需求规格说明

软件需求说明书的编写提示 (GB856T—88)

1 引言	2 任务概述	3 需求规定	4 运行环境规定
1.1 编写目的	2.1 目标	3.1 对功能的规定	4.1 设备
1.2 背景	2.2 用户的特点	3.2 对性能的规定	4.2 支持软件
1.3 定义	2.3 假定和约束	3.2.1 精度	4.3 接口
1.4 参考资料		3.2.2 时间特性要求	4.4 控制
		3.2.3 灵活性	
		3.3 输入输出要求	
		3.4 数据管理能力要求	
		3.5 故障处理要求	
		3.6 其他专门要求	

(二) 软件需求规格说明

需求分析规格说明书（示例）

(1) 系统规格说明：

- ◆系统概貌 ◆功能要求 ◆性能要求 ◆运行要求
- ◆可能增加的要求 ◆DFD ◆IPO

(2) 数据要求：

- ◆DD ◆Hierarchy 或 Warnier Diagram

(3) 用户系统描述

【初步用户手册：从用户的观点考虑系统】

- ◆系统功能、性能 ◆使用与步骤等

(4) 修正的开发计划：

- ◆成本估计 ◆资源使用计划 ◆进度计划

(二) 软件需求规格说明

案例1：需求分析报告

“邮局报刊、杂志订阅系统”

用户需求说明书

1. 引言

我国的报刊和杂志一般都是通过邮局订阅和发行的，报刊和杂志种类繁多，订阅者可以是个人、单位，每个订阅者可以订阅多种和多份报刊、杂志，订阅期限各不相同。所以，报刊杂志的订阅工作较为繁杂，有必要利用计算机进行管理。

1.1 编写目的

此文档作为用户对即将开发的软件的功能要求，是软件设计和开发者的主要依据。

1.2 项目背景

项目委托单位：白玉兰市邮电局

软件开发单位：上海交通大学·F973、99TR 软件开发团

1.3 定义

略

1.4 参考资料

关于白玉兰市邮电局开发“报刊、杂志订阅系统”项目的批文

白玉兰市邮电局“报刊、杂志订阅系统”项目计划任务书

白玉兰市邮电局“报刊、杂志订阅系统”项目开发合同

[全屏显示](#)[关闭全屏显](#)

2. 任务概述

2.1 目标

(二) 软件需求规格说明

案例2：需求分析报告

8. 管理员管理用户和信箱邮件功能。包括输入（增删改）、查询、统计、报表。系统性能参数设置。
9. 广播功能。它用于公司定期向一定的用户发送信息，由于一般的用户数有一定数量，所以必须用数据库管。

四、运行需求

1. 用户接口

免费电子邮件系统作为一个面向大众的应用系统，对人机界面要求很高。网页格式必须大众化，争取和一般的邮件系统（如163，21CN等）的格式大致不变，以便于用户能马上掌握系统的操作方法。当然风格上可以有自己的特色。报表的格式要求和一般的报表格式一致，其打印方式采用浏览器打印。

在系统的用户注册和登录以及发送邮件等功能上要充分利用ENTER键，这样可以大大的方便用户，其他操作均采用触发的方式。

2. 硬件接口

本系统也可采用分布式处理的方式，故要求到多台服务器的并行连接。

3. 软件接口

本系统所用到的软件产品列出如下：

操作系统：REDHAT LINUX 6.2

邮件用户认证系统：openldap-1.2.9-5, pam-0.72-6

IMAP, POP3邮箱系统：cyrus-imapd-1.6.22, cyrus-sasl-1.5.21

邮件发送系统：postfix-19991231-pl06

数据库系统：MySQL-3.22.32-1

Web发布系统：Apache-1.3.12 PHP-4.0



西南大學

目录 CONTENTS

第一节

需求分析的任务

第二节

需求获取方法

第三节

分析建模与规格说明

第四节

实体联系图 (E-R图)

第五节

数据规范化

第六节

状态转换图 (STD)

第七节

其他图形工具

第六节

验证软件需求

(一) E-R图基本定义

- **ER图** ---- 是用来建立数据模型的工具。
- **数据模型** ---- 是一种**面向问题**的数据模型，把用户对数据的要求用实体联系模型表达出来，明确描述应用系统的数据模型。它描述了从用户角度看到的数据，反映了用户的现实环境，而且与在软件系统中的实现方法无关。
- 数据模型中包含3种相互关联的信息：
 - 数据对象（实体）、数据对象的属性
 - 及数据对象彼此间相互连接的关系（联系）。

(一) E-R图基本定义：实体、属性、联系

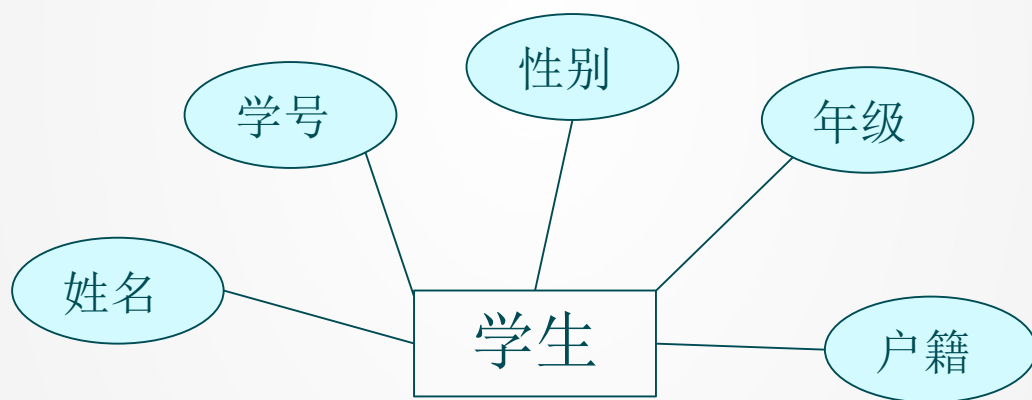
➤ **数据对象（实体）** (Entity)表示一个离散对象。它是具有一系列不同性质或属性的事务。实体通常使用名词表示，如计算机、雇员、歌曲、数学定理等。在ER模型中实体用**矩形框**表示，矩形框内写上实体名。



学生

(一) E-R图基本定义：实体、属性、联系

➤ **属性**就是实体所拥有的特征。一个实体拥有多个属性。
在ER模型中属性用椭圆框表示，框内写上属性名，并用无向边与其实体相连。

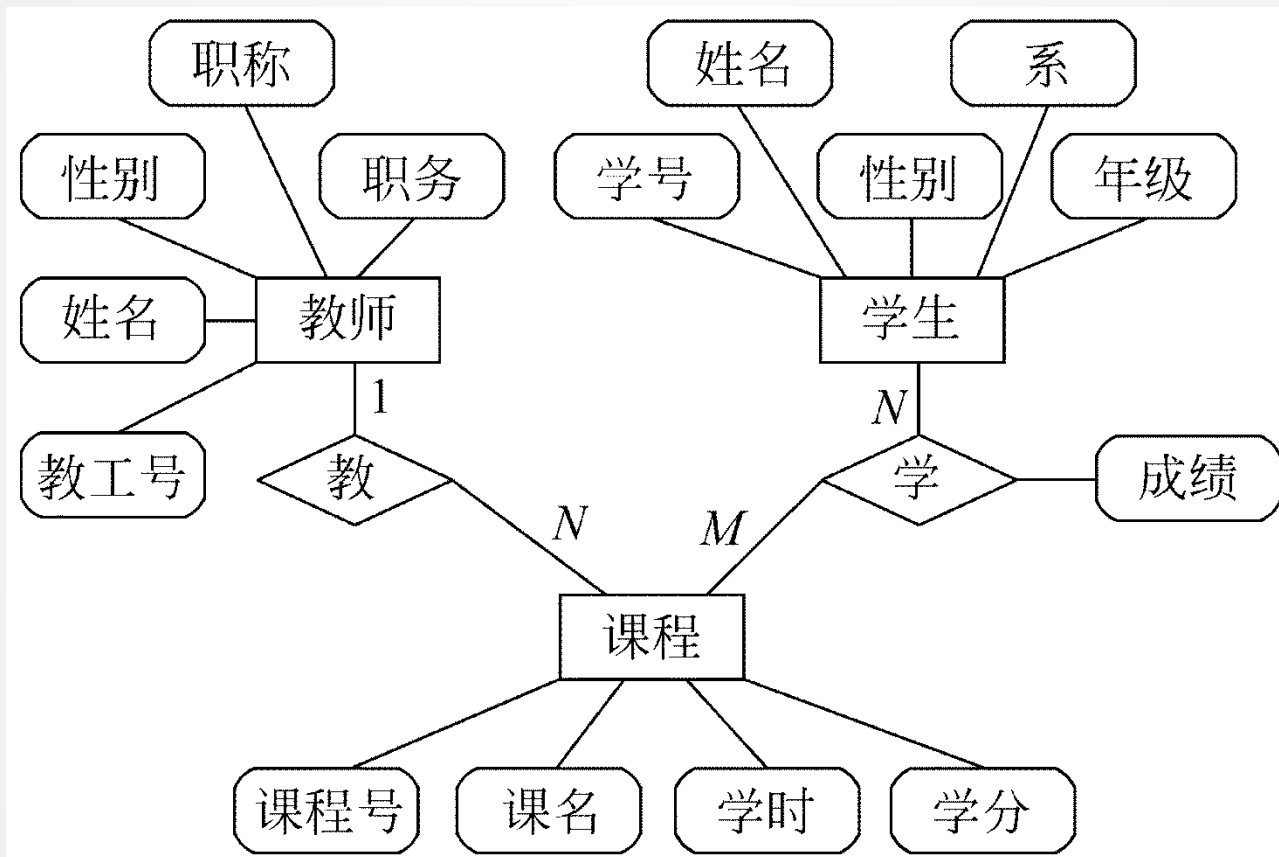


(一) E-R图基本定义：实体、属性、联系

➤ **联系**描述了两个或更多实体相互如何关联。联系可以被（粗略地）认为是动词。如：雇员和部门之间的管理关联。在ER模型中实体间的联系用菱形框表示，联系以适当的含义命名，名字写在菱形框中，用无向连线将参加联系的实体矩形框分别与菱形框相连，并在连线上标明联系的类型，即1-1、1-N或M-N。

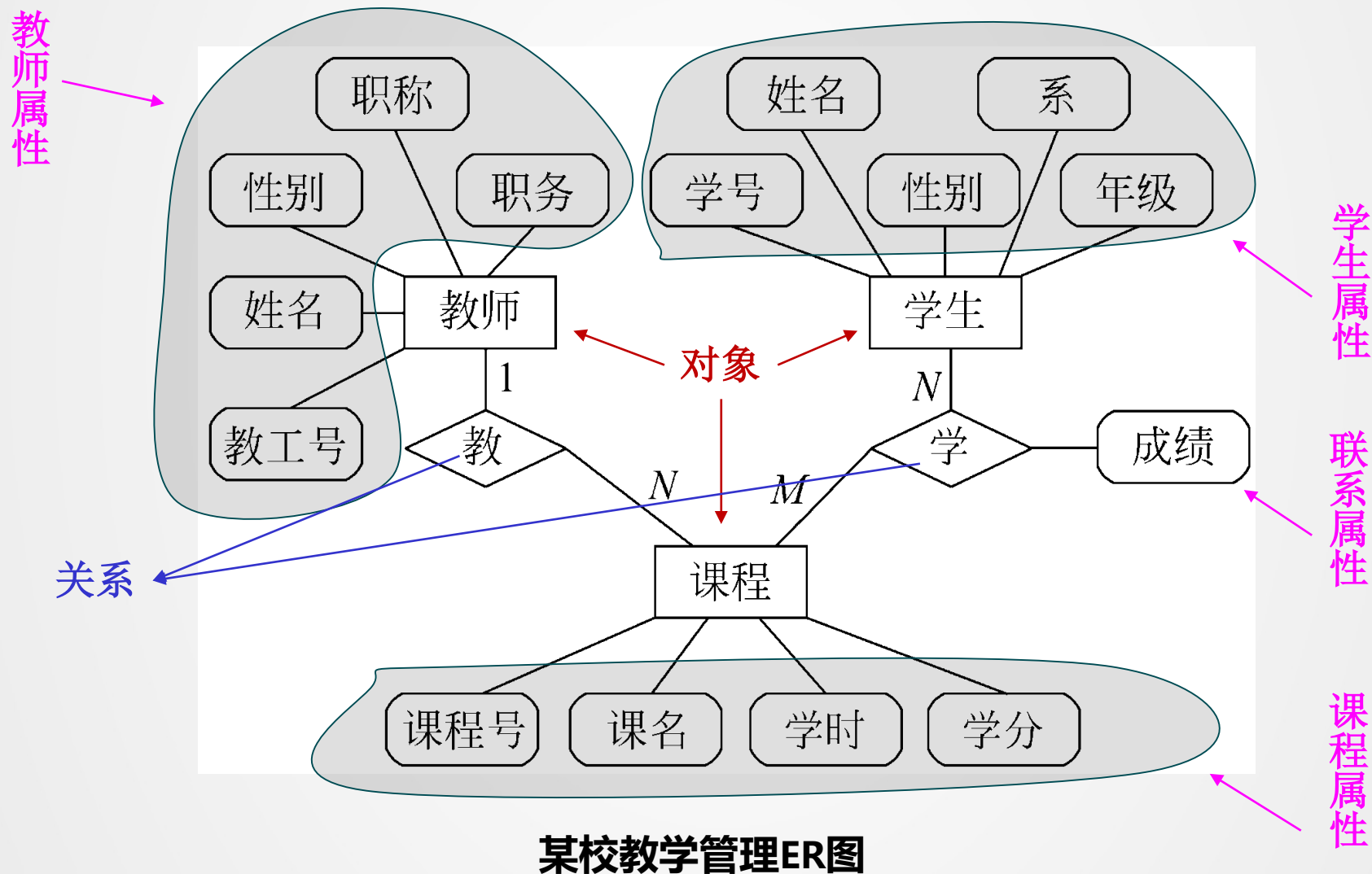


(二) E-R图



某校教学管理E-R图

(二) E-R图





西南大學

目录 CONTENTS

第一节

需求分析的任务

第二节

需求获取方法

第三节

分析建模与规格说明

第四节

实体联系图 (E-R图)

第五节

数据规范化

第六节

状态转换图 (STD)

第七节

其他图形工具

第六节

验证软件需求

(一) 数据规范化

软件系统经常使用各种长期保存的信息，这些信息通常以一定方式组织并存储在数据库或文件中，**为减少数据冗余，避免出现插入异常或删除异常**，简化修改数据的过程，通常**需要把数据结构规范化**。

通常用“范式(normal forms)”定义消除数据冗余的程度。

第一
范式

第二
范式

第三
范式

(二) 数据规范化的目的

- **消除数据冗余**，即消除表格中数据的重复；
- **消除多义性**，使关系中的属性含义清楚、单一；
- **使关系的“概念”单一化**，让每个数据项只是一个简单的数或字符串，而不是一个组项或重复组；
- **方便操作**。使数据的插入、删除与修改操作可行并方便；
- **使关系模式更灵活**，易于实现接近自然语言的查询方式。

(三) 如何规范化

- 规范化 将数据的逻辑结构归结为满足一定条件的二维表(关系)。即：
 1. 表格中每个信息项必须是一个不可分割的数据项，不可是组项。
 2. 表格中每一列 (列表示属性)中所有信息项必须是同一类型，各列的名字 (属性名) 互异，列的次序任意。
 3. 表格中各行 (行表示元组) 互不相同，行的次序任意。

教工号	姓名	性别	职称	职务
001	张 三	男	教授	院长
002	李 四	女	副教授	
003	王 五	男	讲师	

(三) 如何规范化

第一范式：第一范式在同一表中没有重复项出现，如果有则应将重复项去掉。

每个属性值都必须是原子值，即仅仅是一个简单值而不含内部结构。

如：

学生(学号, 姓名, 性别, 年龄, 年级, 专业, 籍贯)

教师(职工号, 姓名, 年龄, 职称, 职务, 工资级别, 工资)

课程(课程号, 课程名, 学分, 学时, 课程类型)

(三) 如何规范化

第二范式：满足第一范式条件，而且每个非关键字属性都由整个关键字决定(而不是由关键字的一部分来决定)。

每个表必须有一个(而且仅一个)数据元素为主关键字，其它元素与主关键字一一对应。

如：

选课 (学号， 课程号， 听课出勤率， 作业完成率， 分数)

教课 (职工号， 课程号， 授课效果)

(三) 如何规范化

第三范式：符合第二范式的条件，每个非关键字属性都仅由关键字决定，而且一个非关键字属性不能仅仅是对另一个非关键字属性的进一步描述(即一个非关键字属性值不依赖于另一个非关键字属性值)。

表中的所有数据元素，不但要能够唯一地被主关键字所标识，而且它们之间还必须相互独立，不存在其它的函数关系

例如，不符合第三范式的例子：

学号, 姓名, 年龄, 所在学院, 学院联系电话, 关键字为单一关键字“学号”；

存在依赖传递：(学号) \rightarrow (所在学院) \rightarrow (学院地点, 学院电话)

(三) 如何规范化

“**范式(Normal Forms)**”定义消除数据冗余的程度。
第一范式(**1 NF**)数据冗余程度最大，第五范式(**5 NF**)数据冗余程度最小。

但是：

1. 范式级别越高，存储同样数据就需要分解成更多张表，因此，“存储自身”的过程也就越复杂。
2. 随着范式级别的提高，数据的存储结构与基于问题域的结构间的匹配程度也随之下降，因此，在需求变化时数据的稳定性较差。
3. 范式级别提高则需要访问的表增多，因此性能(速度)将下降。

从实用角度来看，在大多数场合选用第三范式都比较恰当。



西南大學

目录 CONTENTS

第一节

需求分析的任务

第二节

需求获取方法

第三节

分析建模与规格说明

第四节

实体联系图（E-R图）

第五节

数据规范化

第六节

状态转换图（STD）

第七节

其他图形工具

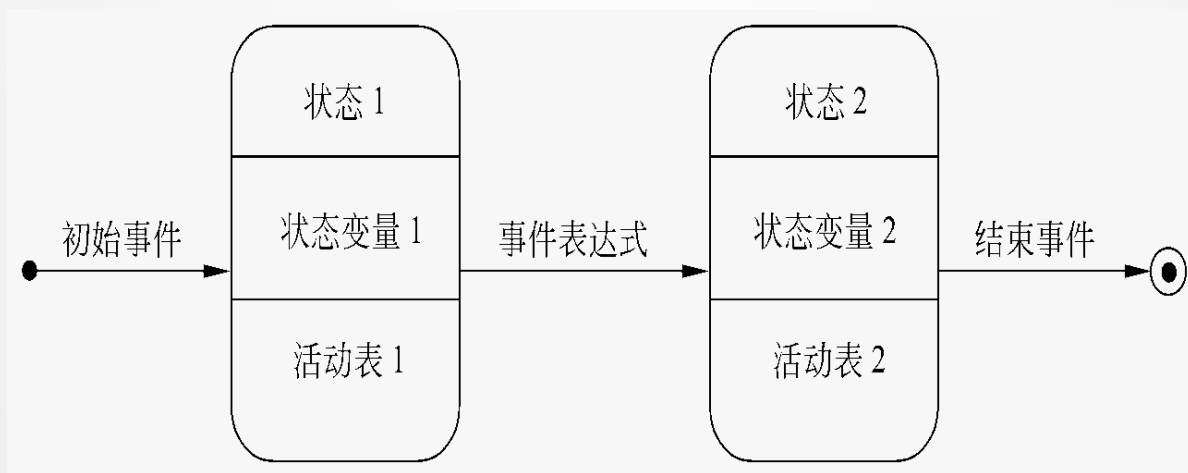
第六节

验证软件需求

(一) 状态转移图定义

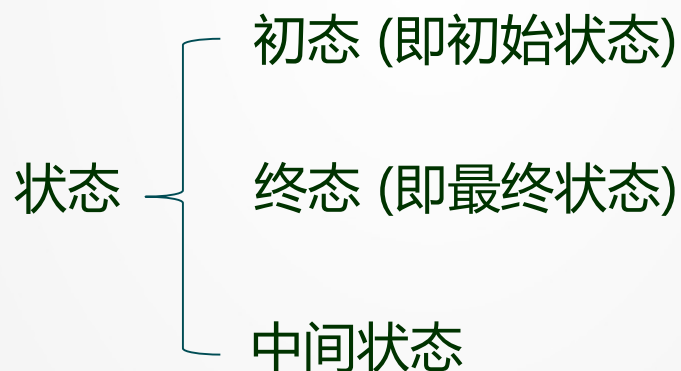
状态转换图(简称为状态图)

通过描绘系统的**状态**及引起系统状态转换的**事件**,
来表示系统的**行为**。此外, 状态图还指明了作为特定事
件的结果系统将做哪些动作(例如, 处理数据)。



(二) 状态转移图：状态

状态是任何可以被观察到的**系统行为模式**，一个状态代表系统的一种行为模式。**状态规定了系统对事件的响应方式**。系统对事件的响应，既可以是做一个(或一系列)动作，也可以是仅仅改变系统本身的状态，还可以是既改变状态又做动作。



一张状态图中只能有一个初态，而终态则可以有0至多个。

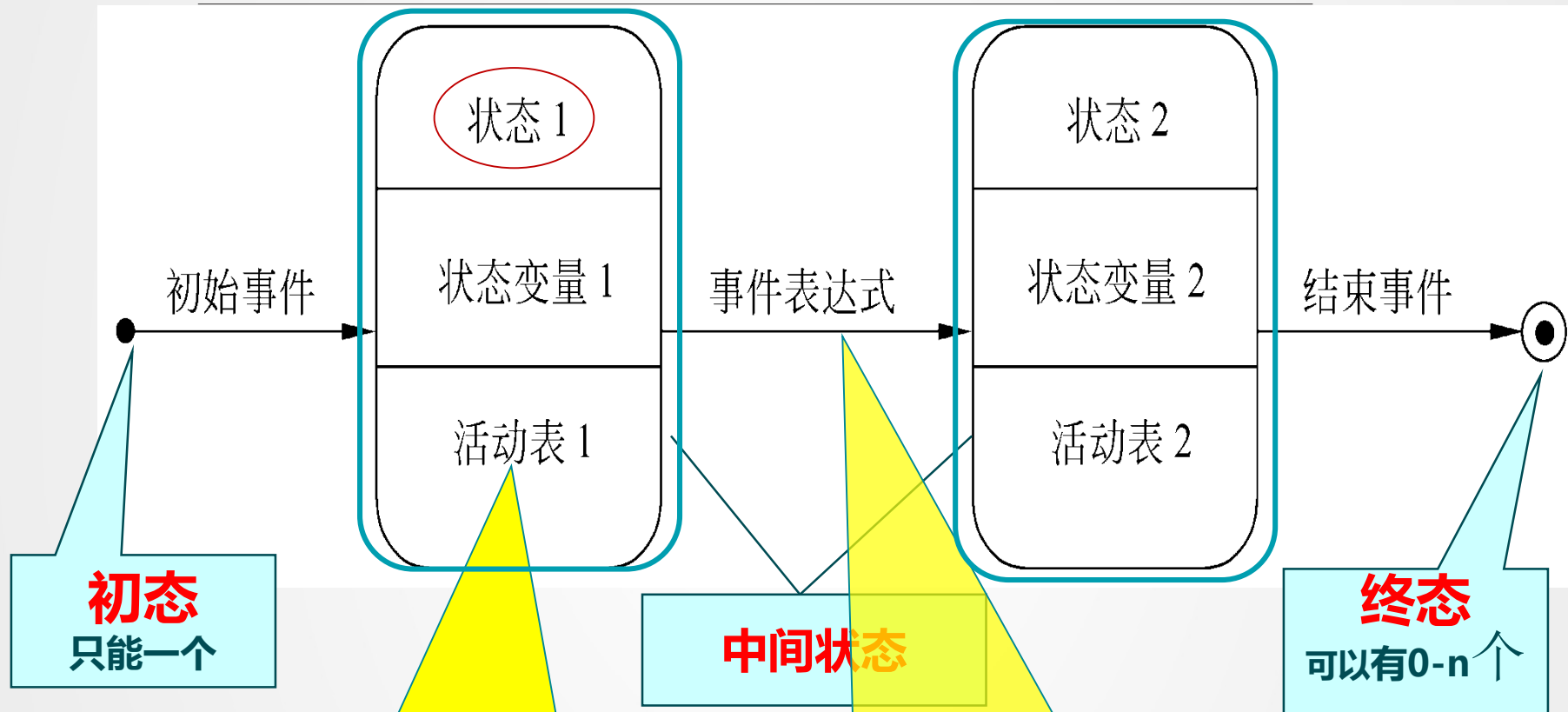
(二) 状态转移图：事件

事件是在某个特定时刻发生的事情，它是对引起系统做动作或(和)从一个状态转换到另一个状态的外界事件的抽象。

例如，用户移动或点击鼠标等都是事件。

简而言之，**事件就是引起系统做动作或(和)转换状态的控制信息。**

(二) 状态转移图：符号



活动表语法

事件名(参数表)/动作表达式

事件: entry, exit 和 do

exit / 输出: 你很棒!

事件表达式

事件说明[守卫条件] / 动作表达式

事件说明: 事件名(参数表)

(三) 状态转移图案例

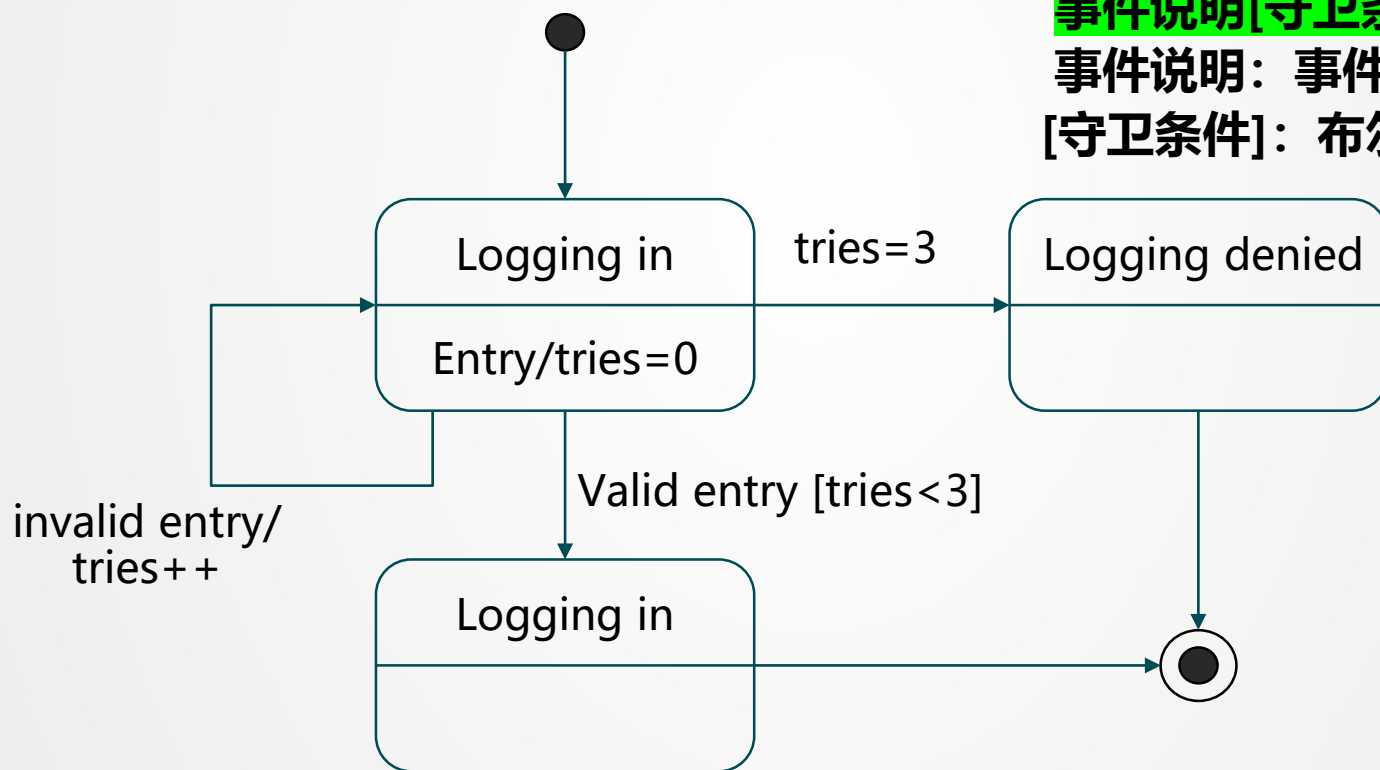
案例：某网址登录状态图

事件表达式

事件说明[守卫条件] / 动作表达式

事件说明：事件名(参数表)

[守卫条件]：布尔表达式



(三) 状态转移图案例

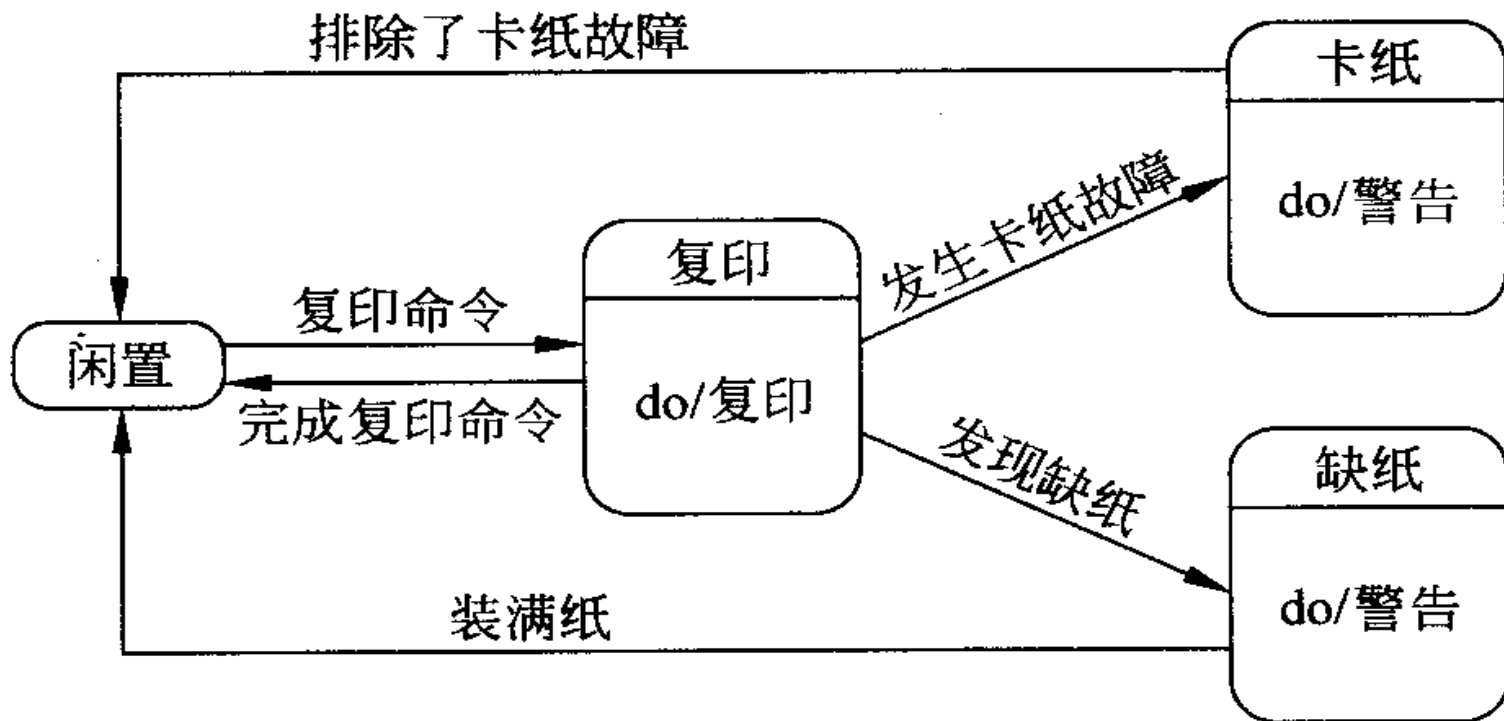
案例：复印机状态图

复印机的工作过程大致如下：未接到复印命令时处于**闲置状态**，一旦接到复印命令则进入**复印状态**，完成一个复印命令规定的工作后又回到闲置状态，等待下一个复印命令；如果执行复印命令时发现没纸，则进入**缺纸状态**，发出警告，等待装纸，装满纸后进入闲置状态，准备接收复印命令；如果复印时发生卡纸故障，则进入**卡纸状态**，发出警告等待维修人员来排除故障，故障排除后回到闲置状态。

请用状态转换图描绘复印机的行为。

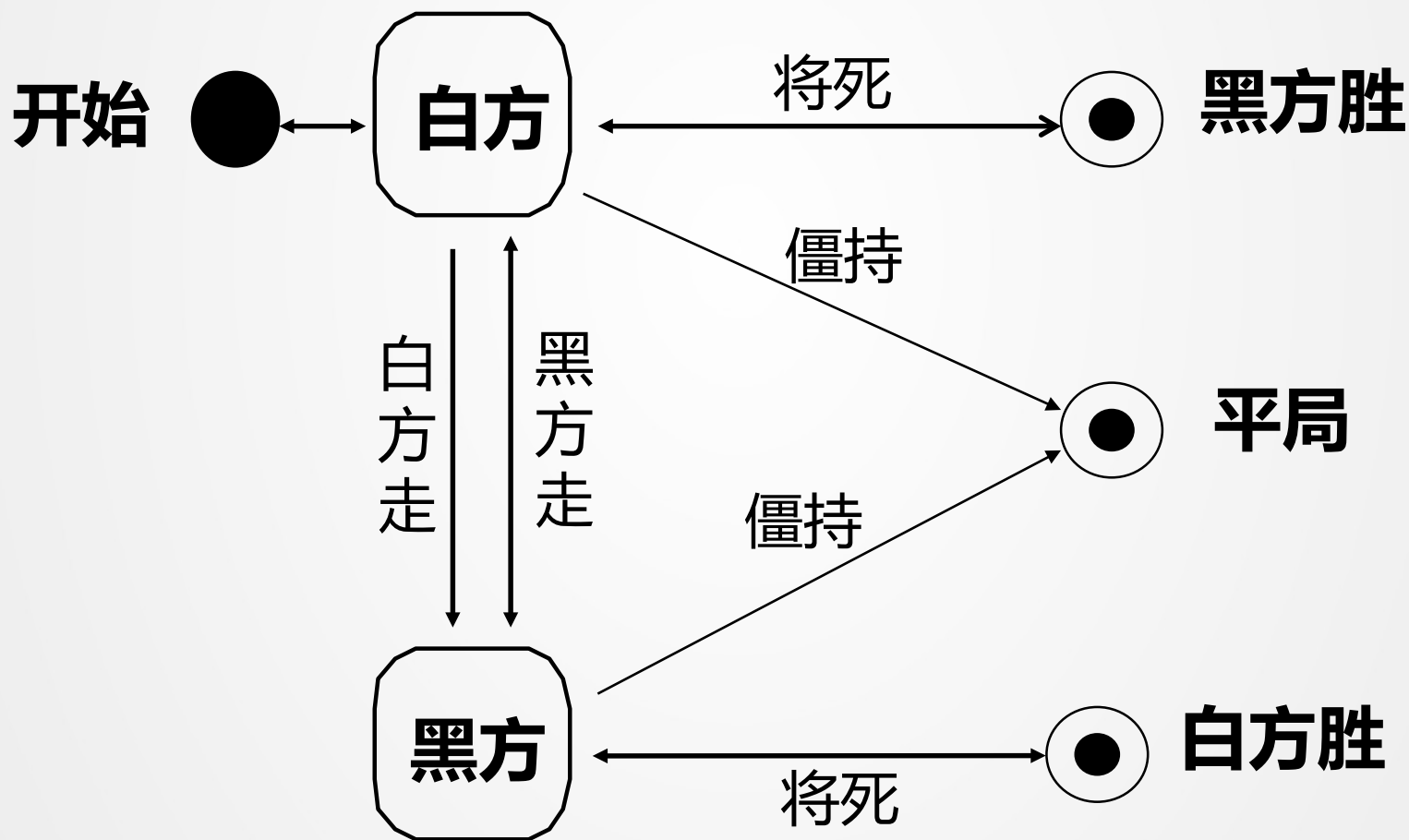
(三) 状态转移图案例

从问题陈述可知，复印机的状态主要有“闲置”、“复印”、“缺纸”和“卡纸”。引起状态转换的事件主要是“复印命令”、“完成复印命令”、“发现缺纸”、“装满纸”、“发生卡纸故障”和“排除了卡纸故障”。



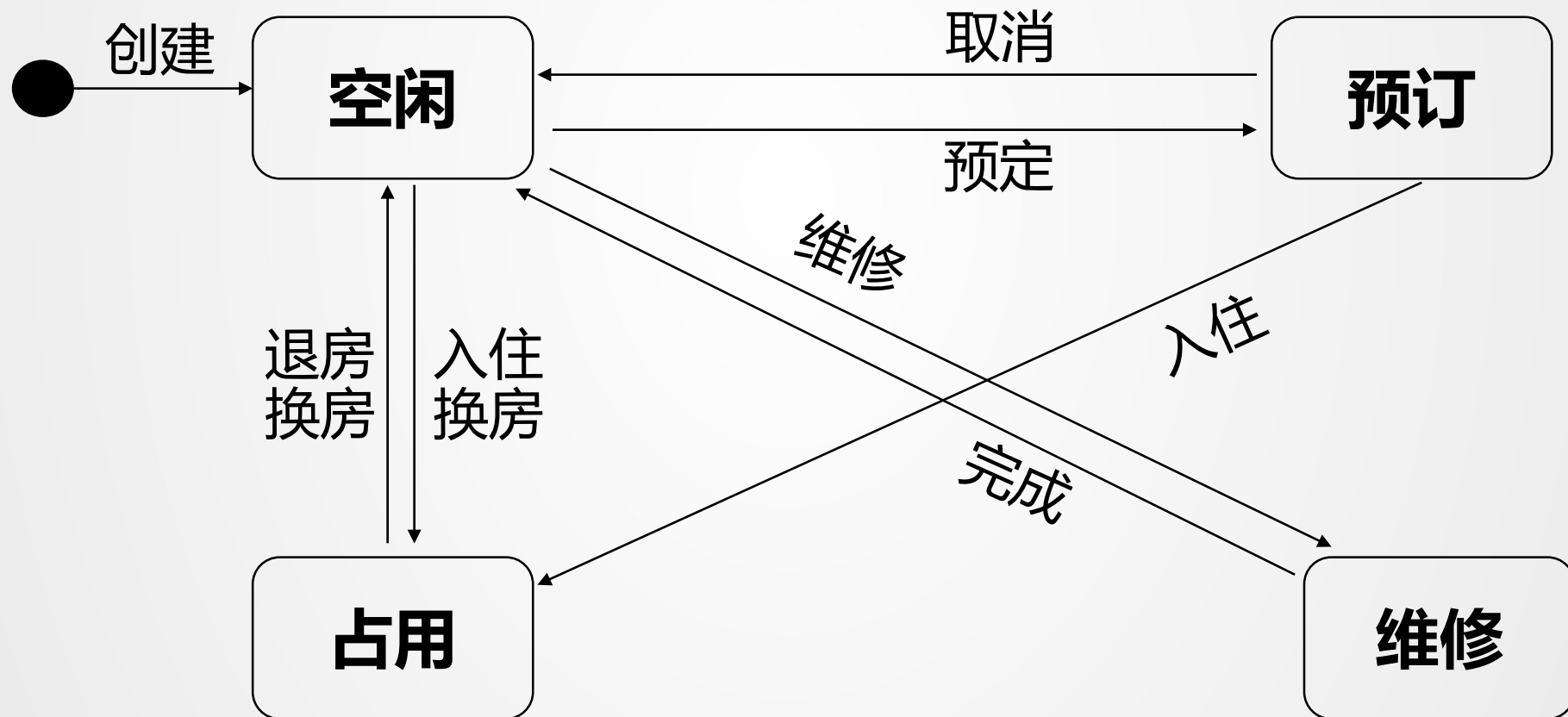
(三) 状态转移图案例

例子：象棋比赛状态转换图



(三) 状态转移图案例

例子：客房的状态转换图



课堂练习



(3) 绘制状态转换图 (STD)

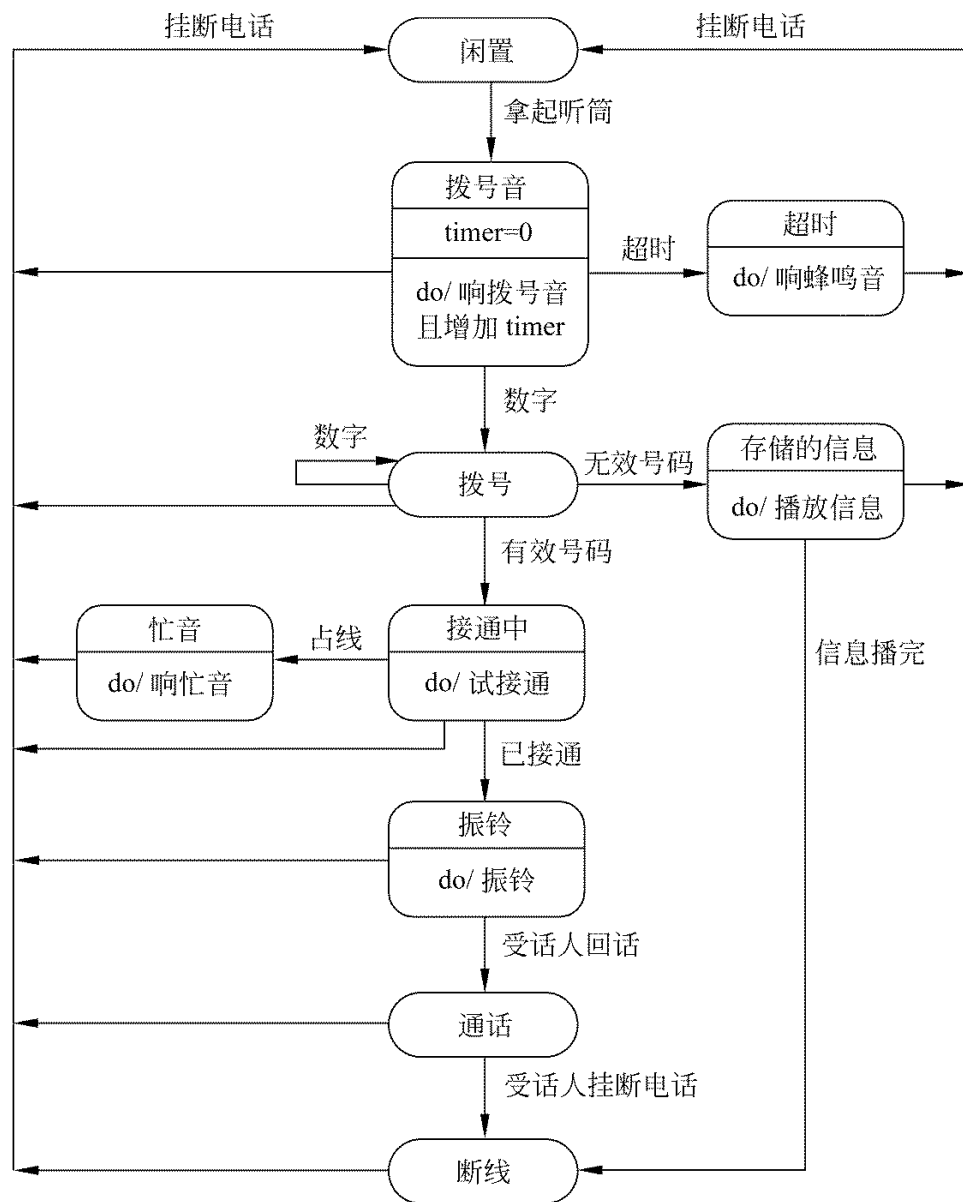
电话系统的状态图

电梯的状态转换图

课堂练习



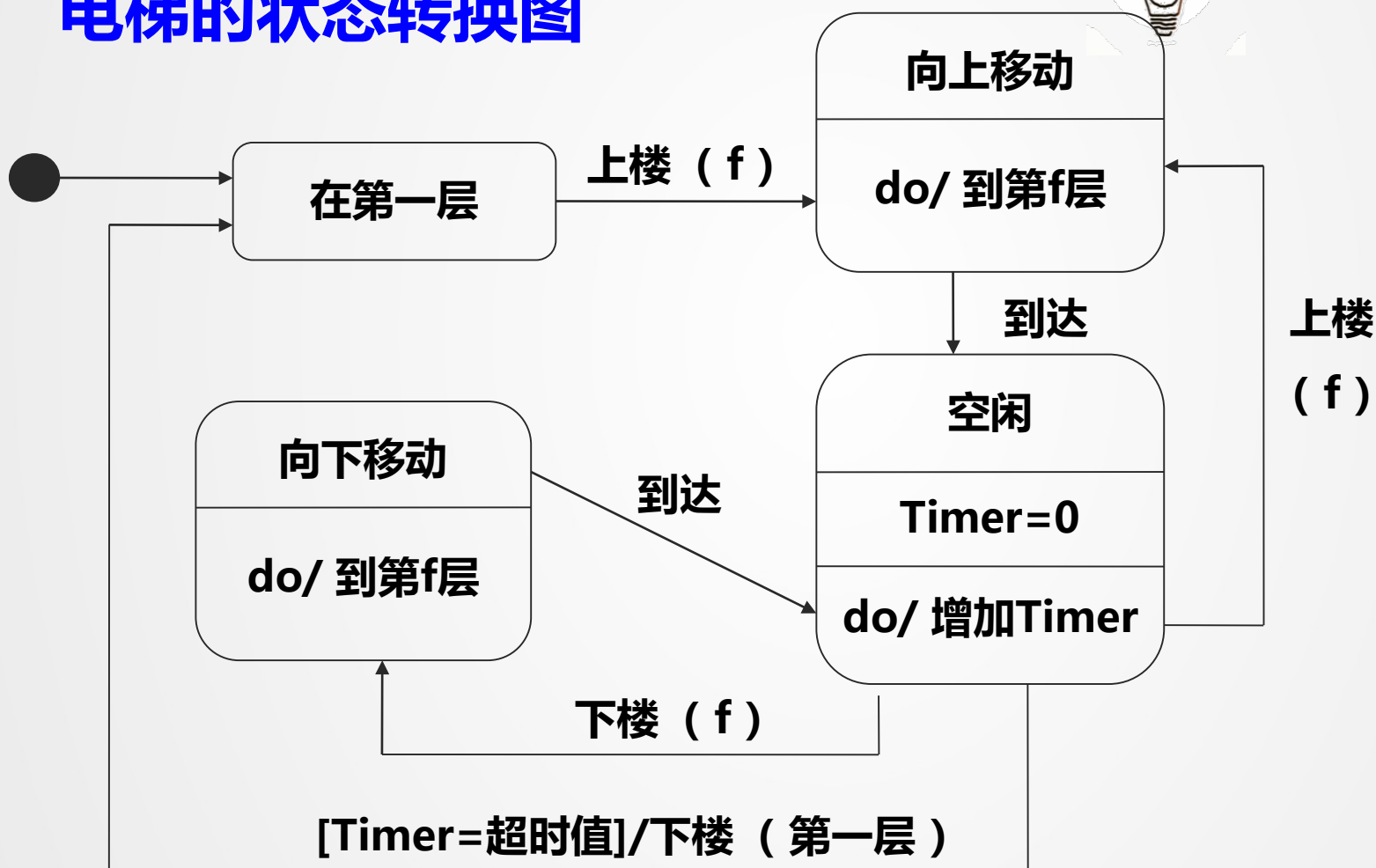
电话系统的状态图



课堂练习



电梯的状态转换图





西南大學

目录 CONTENTS

第一节

需求分析的任务

第二节

需求获取方法

第三节

分析建模与规格说明

第四节

实体联系图 (E-R图)

第五节

数据规范化

第六节

状态转换图 (STD)

第七节

其他图形工具

第六节

验证软件需求

(一) 其他图形工具

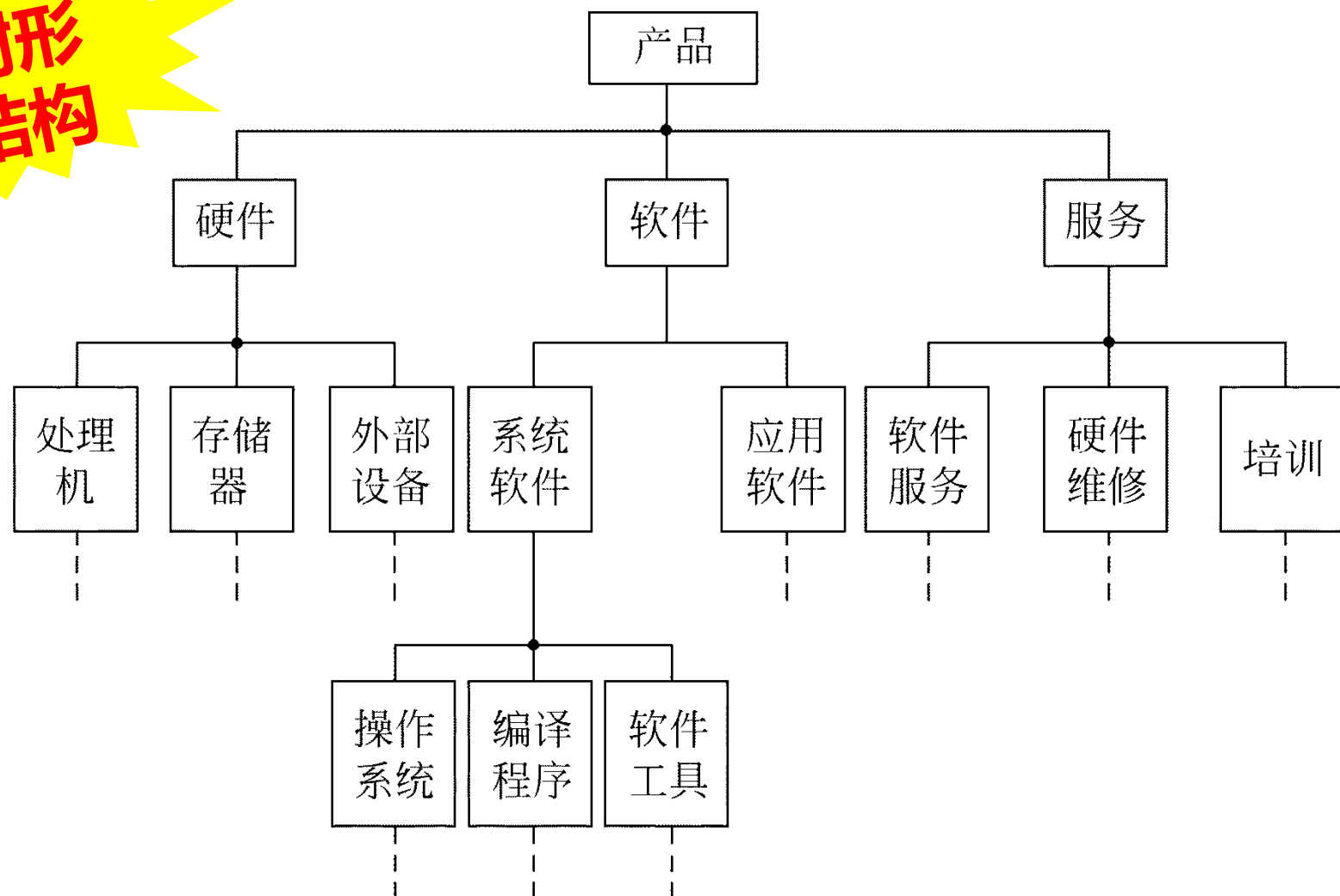
- 描述复杂的事物时，图形远比文字叙述优越得多，形象、直观、容易理解。
 - ✓ DFD：建立功能模型的基础（+DD）
 - ✓ E-R图：建立数据模型
 - ✓ STD：建立行为模型
- 此外，在需求分析阶段可能用到的另外三种图形工具。
 - 层次方框图：精细化数据的层次结构
 - Warnier 图：精细化并表达数据/信息的逻辑组织
 - IPO 图：表达输入数据、数据处理和输出数据之间的关系

(二) 层次方框图

- 层次方框图用树形结构的一系列多层次的矩形框描绘数据的层次结构。
- 树形结构的顶层是一个单独的矩形框，它代表完整的数据结构，下面的各层矩形框代表这个数据的子集，最底层的各个框代表组成这个数据的实际数据元素(不能再分割的元素)。
- 随着结构的精细化，层次方框图对数据结构也描绘得越来越详细，这种模式非常适合于需求分析阶段的需要。系统分析员从对顶层信息的分类开始，沿图中每条路径反复细化，直到确定了数据结构的全部细节时为止。

(二) 层次方框图

树形
结构

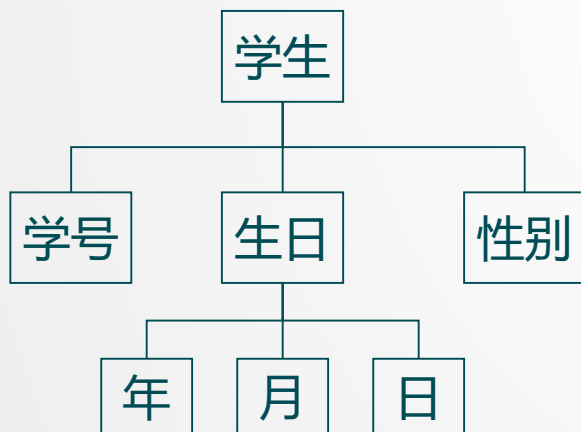


(二) 层次方框图与层次结构图

树形
结构

• 层次方框图

- 描述系统数据的层次结构。
- 图中的连线表示数据的组成关系



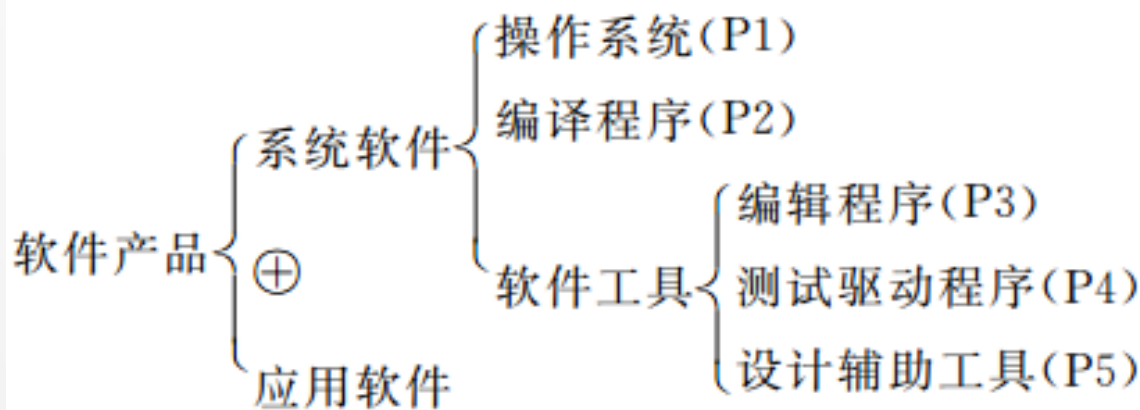
“学生”数据组成的层次方框图

• 层次结构图 (层次图、H图 功能模块图)

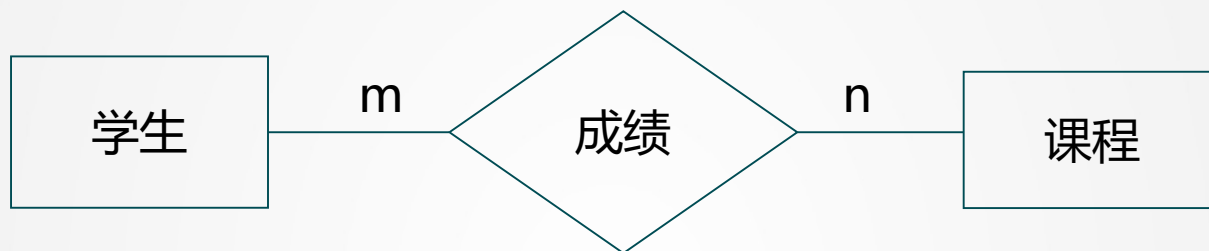
- 描述系统的软件结构。
- 其图中的连线表示模块的调用关系

(三) Warnier 图

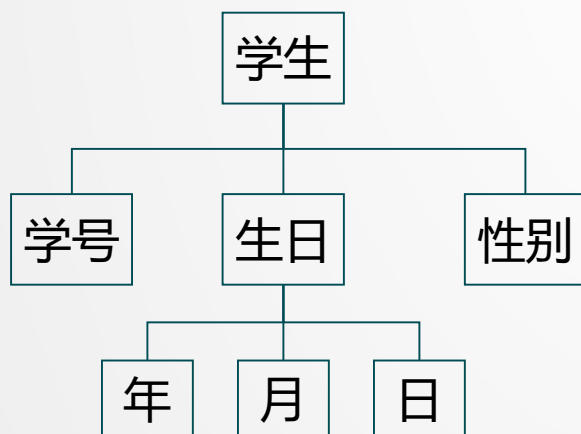
- 法国计算机科学家Warnier提出了表示信息层次结构的另外一种图形工具。
- Warnier图也用树形结构描绘信息，但是这种图形工具比层次方框图提供了更丰富的描绘手段。
- 用Warnier图可以表明信息的逻辑组织。
- 它可以指出一类信息或一个信息元素是重复出现的，也可以表示特定信息在某一类信息中是有条件地出现的。
- 重复和条件约束是说明软件处理过程的基础，所以很容易把Warnier图转变成软件设计的工具。



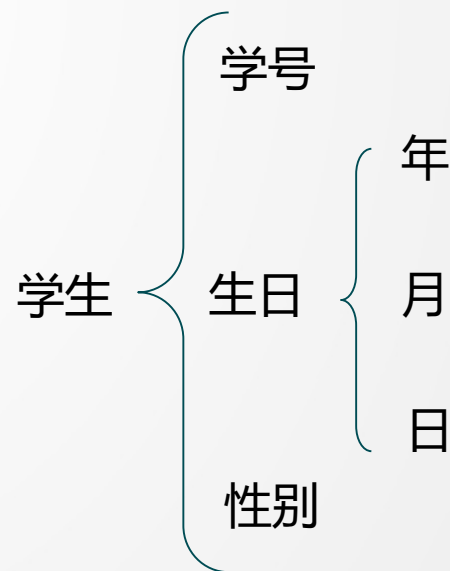
例子：成绩录入系统的数据需求三种形式



E-R模型



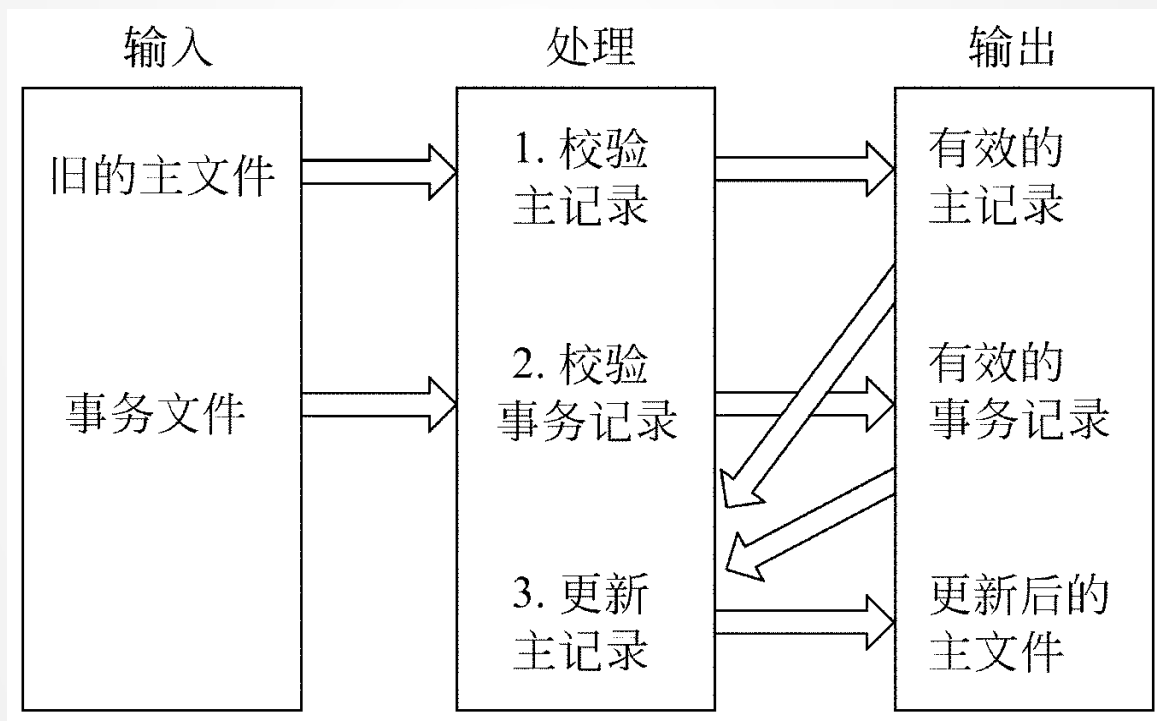
层次方框图



Warnier图

(四) IPO 图

IPO图是输入、处理、输出图的简称，它是由美国IBM公司发展完善起来的一种图形工具，能够方便地描绘输入数据、对数据的处理和输出数据之间的关系。



IPO图一个例子：主文件更新

(四) IPO 图

一种改进的IPO图/表

IPO 表

系统：_____ 作者：_____

模块：_____ 日期：_____

编号：_____

被调用：

调用：

输入：

输出：

处理：

局部数据元素： 注释：

➤在需求分析阶段可以使用**IPO表**简略地**描述系统的主要算法**(即数据流图中各个处理的基本算法)。

➤需求分析阶段，IPO表中的许多附加信息暂时还不具备，但在设计阶段可以进一步补充修正这些图，作为设计阶段的文档。

➤这正是在需求分析阶段用IPO表作为描述算法的工具的重要优点。

(四) IPO 图

改进的IPO图/表 示例

IPO 表	
系统: <u>选课系统</u> 作者: ×××	
模块: <u>判断读者是否还具有继续选课资格模块</u> 日期: ××××	
被调用: <u>选课系统</u>	调用: today (): 求当前日期
输入: 学生信息 选课记录 课程信息	输出: 学生是否还具有继续选课资格
处理: 学生如果有下列情况之一将不能继续选课 (1) 学生信息不存在。 (2) 学生已经达到了规定的选课门数上限。 (3) 已经超过选课时间, 通道已经关闭。	
局部数据元素: 设学生允许最多选取 3 门课程。X 为学生当日所选课程的门数上限。Y 为选课系统通道关闭时间。Z 为学生已经成功选中课程数已经达上限的标志。X, Z 均可以从学生信息当中获得, 在程序流程图中用 “X←学生信息” 来表示。Y 可从课程信息当中获得。	



西南大學

目录 CONTENTS

第一节

需求分析的任务

第二节

需求获取方法

第三节

分析建模与规格说明

第四节

实体联系图 (E-R图)

第五节

数据规范化

第六节

状态转换图 (STD)

第七节

其他图形工具

第六节

验证软件需求



(一) 软件需求验证

需求分析阶段的工作结果是开发软件系统的重要基础，大量统计数字表明，软件系统中15%的错误起源于错误的需求。

为了提高软件质量，确保软件开发成功，降低软件开发成本，一旦对目标系统提出一组要求之后，必须严格验证这些需求的正确性。一般说来，应该从下述4个方面进行验证：

方面	验证内容	方法
一致性	所有需求必须是一致的，任何一条需求不能和其他需求互相矛盾。	形式化的描述方法，用软件工具验证
完整性	需求必须是完整的，规格说明书应该包括用户需要的每一个功能或性能。	原型方法
现实性	指定的需求应该是用现有的硬件技术和软件技术基本上可以实现的。	参照以往经验，分析现有技术实现的可能性
有效性	必须证明需求是正确有效的，确实能解决用户面对的问题。	原型方法

(二) 用于需求分析的软件工具

- **软件工具应该满足下列要求：**
 - ✓有形式化语言(或表)。
 - ✓能导出详细的文档。
 - ✓提供分析手段，指明分析的结果
 - ✓能够改进通信状况。
- **典型代表：**
 - PSL/PSA(问题陈述语言/问题陈述分析系统)

(二) PSL/PSA的主要功能和优点

- PSL/PSA 系统是CADSAT（计算机辅助设计和规格说明分析工具）的一部分。其中：
 - **PSL** 是用来描述系统的形式语言，
 - **PSA** 是处理PSL描述的分析程序。
- **主要功能**
 - (1) 描述任何应用领域的信息系统。
 - (2) 创建数据库，保存对系统的描述符。
 - (3) 对描述符施加增、删、改操作。
 - (4) 产生格式化文档及各种分析报告。

优点：

改进了文档质量，保证文档具有完整性、一致性、无二义性，从而减少管理和维护 费用。

便于增、删、改。

本章小结

- 1.本章讲解了需求分析的重要性，以及如何与用户交谈获取需求。
- 2.讲述建立模型的方法，在需求分析阶段建立数据模型、功能模型和行为模型。
- 3.讲述如何使用实体联系图建立数据模型，使用数据流图建立功能模型，使用状态图建立行为模型。
- 4.详细阐述状态转换图。
5. 验证软件需求。

本章结束