



数据库系统概论

An Introduction to Database System

第七章 数据库设计

刘淇

Email: qiliuql@ustc.edu.cn

课程主页：

<http://staff.ustc.edu.cn/~qiliuql/DB2020HF.html>



第七章 数据库设计

2

7.1 数据库设计概述

7.2 需求分析

7.3 概念结构设计

7.4 逻辑结构设计

7.5 数据库的物理设计

7.6 数据库实施和维护

7.7 小结



数据库设计概述

3

□ 数据库设计

- 数据库设计是指对于一个给定的应用环境，构造（设计）优化的数据库逻辑模式和物理结构，并据此建立数据库及其应用系统，使之能够有效地存储和管理数据，满足各种用户的应用需求，包括信息管理要求和数据操作要求。
- 目标：为用户和各种应用系统提供一个信息基础设施和高效率的运行环境



数据库设计概述

4

□ 数据库（系统）设计

- 《XX市企业就业补贴管理系统的设计与实现》
- 《XX市国税局电子发票管理系统的`设计与实现》
- 《基于J2EE的公安消防装备信息系统的`设计和实现》
- 《医疗安全不良事件上报与分析系统设计与实现》
- 《保险公司保险业务管理系统的`设计与实现》
- 《XX省电力集团公司现金预算管理系统》
- 《电视台固定资产管理信息系统的`设计与实现》
- 《政府公文管理系统设计与实现》
- 《个人信贷业务管理系统的`设计与实现》
- 《三星公司渠道管理系统设计与实现》



7.1 数据库设计概述

5

7.1.1 数据库设计的特点

7.1.2 数据库设计方法

7.1.3 数据库设计的基本步骤

7.1.4 数据库设计过程中的各级模式



7.1.1 数据库设计的特点

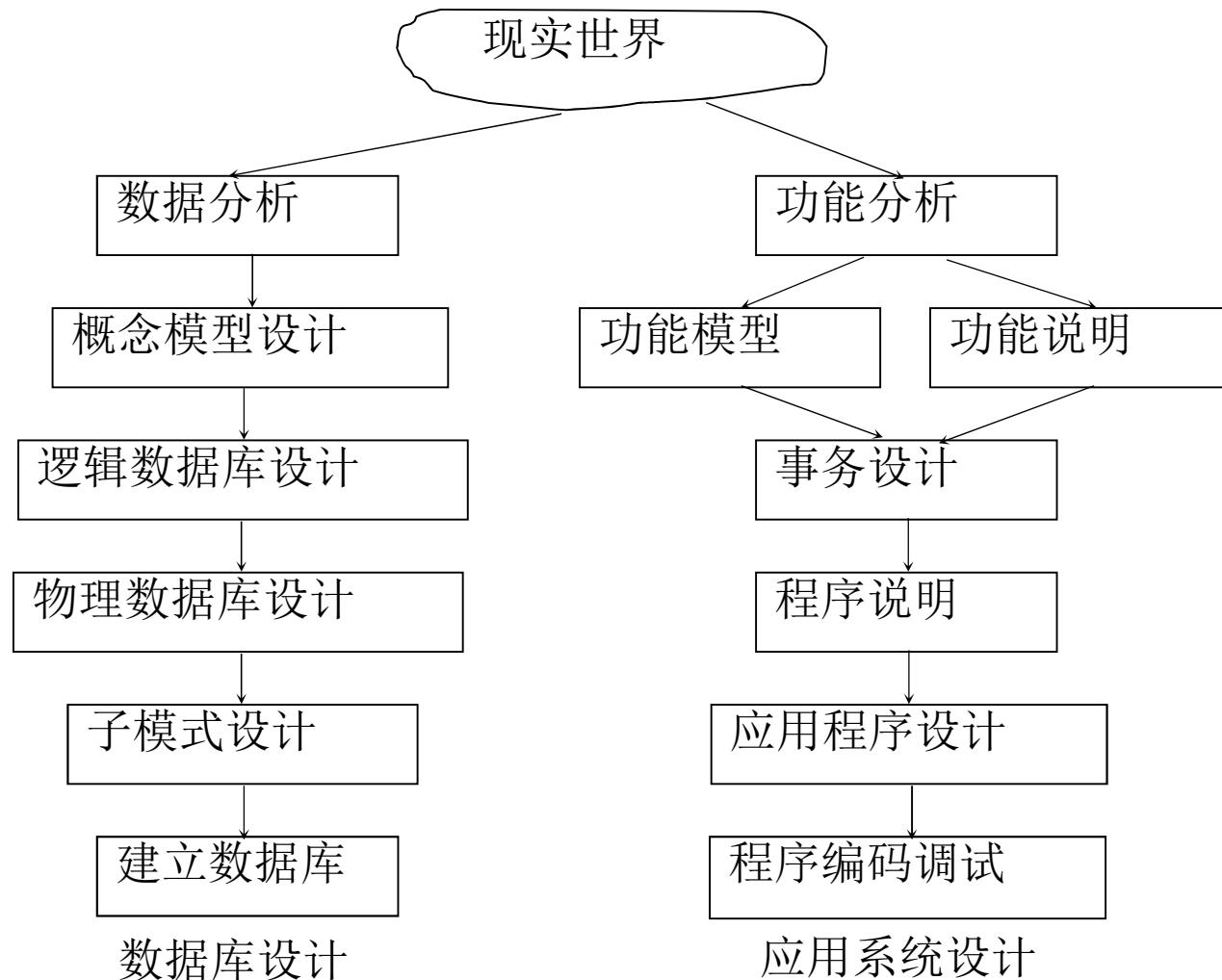
6

- 数据库建设的基本规律
 - 三分技术，七分管理，十二分基础数据
 - 管理
 - 数据库建设项目管理
 - 企业（即应用部门）的业务管理
 - 基础数据
 - 收集、入库
 - 更新新的数据
- 结构（数据）设计和行为（处理）设计相结合
 - 将数据库结构设计和数据处理设计密切结合



数据库设计的特点（续）

7



结构（数据库结构）和行为（数据处理）分离的设计



7.1 数据库设计概述

8

7.1.1 数据库设计的特点

7.1.2 数据库设计方法

7.1.3 数据库设计的基本步骤

7.1.4 数据库设计过程中的各级模式



7.1.2 数据库设计方法

9

- 手工与经验相结合方法
 - 设计质量与设计人员的经验和水平有直接关系
 - 数据库运行一段时间后常常不同程度地发现各种问题，增加了维护代价
- 规范设计法
 - 基本思想：过程迭代和逐步求精



数据库设计方法（续）

10

- 新奥尔良（New Orleans）方法
 - 将数据库设计分为若干阶段和步骤
 - 需求分析、概念设计、逻辑设计和物理设计
- 基于E-R模型的数据库设计方法
 - 概念设计阶段广泛采用
- 3NF（第三范式）的设计方法
 - 逻辑阶段可采用的有效方法
- ODL（Object Definition Language）方法
 - 面向对象的数据库设计方法



数据库设计方法（续）

11

- 计算机辅助设计 (CASE工具--Computer Aided/Assisted Software Engineering)
 - ORACLE Designer 2000
 - SYBASE PowerDesigner
 - erwin Data Modeler
 - Navicat



7.1 数据库设计概述

12

7.1.1 数据库设计的特点

7.1.2 数据库设计方法

7.1.3 数据库设计的基本步骤

7.1.4 数据库设计过程中的各级模式



7.1.3 数据库设计的基本步骤

13

- 数据库设计分6个阶段
 - 需求分析
 - 概念结构设计
 - 逻辑结构设计
 - 物理结构设计
 - 数据库实施
 - 数据库运行和维护
- 需求分析和概念设计独立于任何数据库管理系统
- 逻辑设计和物理设计与选用的DBMS密切相关



| | |
|-------------------------|-----------------|
| 第二章 系统需求分析 | 5 ⁺ |
| 2.1 系统核心需求定义..... | 5 ⁺ |
| 2.2 功能需求细节分析..... | 6 ⁺ |
| 2.2.1 一级功能需求用例 | 6 ⁺ |
| 2.2.2 订单管理功能需求细节 | 7 ⁺ |
| 2.2.3 仓库管理功能需求细节 | 7 ⁺ |
| 2.2.4 物流管理功能需求细节 | 8 ⁺ |
| 2.2.5 系统管理功能需求细节 | 10 ⁺ |
| 2.3 系统非功能需求分析..... | 11 ⁺ |
| 2.4 系统数据流分析..... | 11 ⁺ |
| 2.4.1 系统顶层数据流分析 | 11 ⁺ |
| 2.4.2 系统 1 层数据流分析 | 12 ⁺ |
| 2.4.3 系统 2 层数据流分析 | 13 ⁺ |
| 2.5 本章小结..... | 15 ⁺ |
| 第三章 系统总体设计 | 17 ⁺ |
| 3.1 系统设计目标..... | 17 ⁺ |
| 3.2 系统逻辑结构设计..... | 17 ⁺ |
| 3.3 系统物理拓扑结构设计..... | 18 ⁺ |
| 3.4 系统功能模块设计..... | 19 ⁺ |
| 3.5 系统数据库设计..... | 20 ⁺ |
| 3.5.1 概念模型设计 | 20 ⁺ |
| 3.5.2 逻辑模型与物理模型设计 | 21 ⁺ |
| 3.6 本章小结..... | 25 ⁺ |



| | |
|------------------------|-----------------|
| 第四章 系统详细设计 | 27 ⁺ |
| 4. 1 系统总体流程设计..... | 27 ⁺ |
| 4. 2 工作流技术设计..... | 28 ⁺ |
| 4. 3 订单管理模块详细设计..... | 29 ⁺ |
| 4. 4 仓库信息管理模块详细设计..... | 32 ⁺ |
| 4. 5 物流管理模块详细设计..... | 33 ⁺ |
| 4. 6 系统管理模块详细设计..... | 36 ⁺ |
| 4. 7 本章小结..... | 37 ⁺ |
| 第五章 系统实现与测试 | 39 ⁺ |
| 5. 1 系统开发与运行环境..... | 39 ⁺ |
| 5. 2 登录模块实现..... | 39 ⁺ |
| 5. 3 订单管理功能模块实现..... | 40 ⁺ |
| 5. 4 仓库管理功能模块实现..... | 42 ⁺ |
| 5. 5 物流管理功能模块实现..... | 43 ⁺ |
| 5. 6 系统管理功能模块实现..... | 45 ⁺ |
| 5. 7 工作流在系统中的执行过程..... | 46 ⁺ |
| 5. 8 系统测试..... | 47 ⁺ |
| 5. 8. 1 系统主要功能测试 | 47 ⁺ |
| 5. 9 本章小结..... | 49 ⁺ |
| 第六章 结论 | 51 ⁺ |



数据库设计的基本步骤（续）

16

一、数据库设计的准备工作：选定参加设计的人

1. 系统分析人员、数据库设计人员

- 自始至终参与数据库设计

2. 用户和数据库管理员

- 主要参加需求分析和数据库的运行维护

3. 应用开发人员（程序员和操作员）

- 在系统实施阶段参与进来，负责编制程序和准备软硬件环境



数据库设计的基本步骤（续）

17

二、数据库设计的过程(六个阶段)

1. 需求分析阶段

- 准确了解与分析用户需求（包括数据与处理）
- 最困难、最耗费时间的一步



数据库设计的基本步骤（续）

18

2.概念结构设计阶段

- 整个数据库设计的关键
- 通过对用户需求进行综合、归纳与抽象，形成一个独立于具体DBMS的概念模型



数据库设计的基本步骤（续）

19

3.逻辑结构设计阶段

- 将概念结构转换为某个DBMS所支持的数据模型
- 对其进行优化



数据库设计的基本步骤（续）

20

4. 数据库物理设计阶段

- 为逻辑数据模型选取一个最适合应用环境的物理结构（包括存储结构和存取方法）



数据库设计的基本步骤（续）

21

5. 数据库实施阶段

- 运用DBMS提供的数据库语言（如SQL）及宿主语言，根据逻辑设计和物理设计的结果
 - 建立数据库
 - 编制与调试应用程序
 - 组织数据入库
 - 进行试运行



数据库设计的基本步骤（续）

22

6. 数据库运行和维护阶段

- 数据库应用系统经过试运行后即可投入正式运行
- 在数据库系统运行过程中必须不断地对其进行评价、调整与修改



数据库设计的基本步骤（续）

23

设计一个完善的数据应用系统往往是上述六个阶段的不断
反复（P208 图7.2）

- 把数据库设计和对数据库中数据处理的设计紧密结合起来
- 将这两个方面的需求分析、抽象、设计、实现在各个阶段同时进行，相互参照，相互补充，以完善两方面的设计



数据库设计各个阶段的设计描述

| 设计阶段 | 设计描述 | |
|----------|-----------------------------|--|
| | 数 据 | 处 理 |
| 需求分析 | 数据字典、全系统中数据项、数据流、数据存储的描述 | 数据流图和判定表（判定树）、数据字典中处理过程的描述 |
| 概念结构设计 | 概念模型（E-R图） 数据字典 | 系统说明书包括： ① 新系统要求、方案和概图 ② 反映新系统信息流的数据流图 |
| 逻辑结构设计 | 某种数据模型 关系 非关系 | 系统结构图 (模块结构) |
| 物理设计 | 存储安排 方法选择 存取路径建立 | 模块设计 IPO 表 |
| 数据库实施阶段 | 编写模式 装入数据 数据库试运行 | 程序编码、编译联结、测试 |
| 数据库运行和维护 | 性能监测、转储 / 恢复 数据库重组和重构 | 新旧系统转换、运行、维护（修正性、适应性、改善性维护） |



7.1 数据库设计概述

25

7.1.1 数据库设计的特点

7.1.2 数据库设计方法

7.1.3 数据库设计的基本步骤

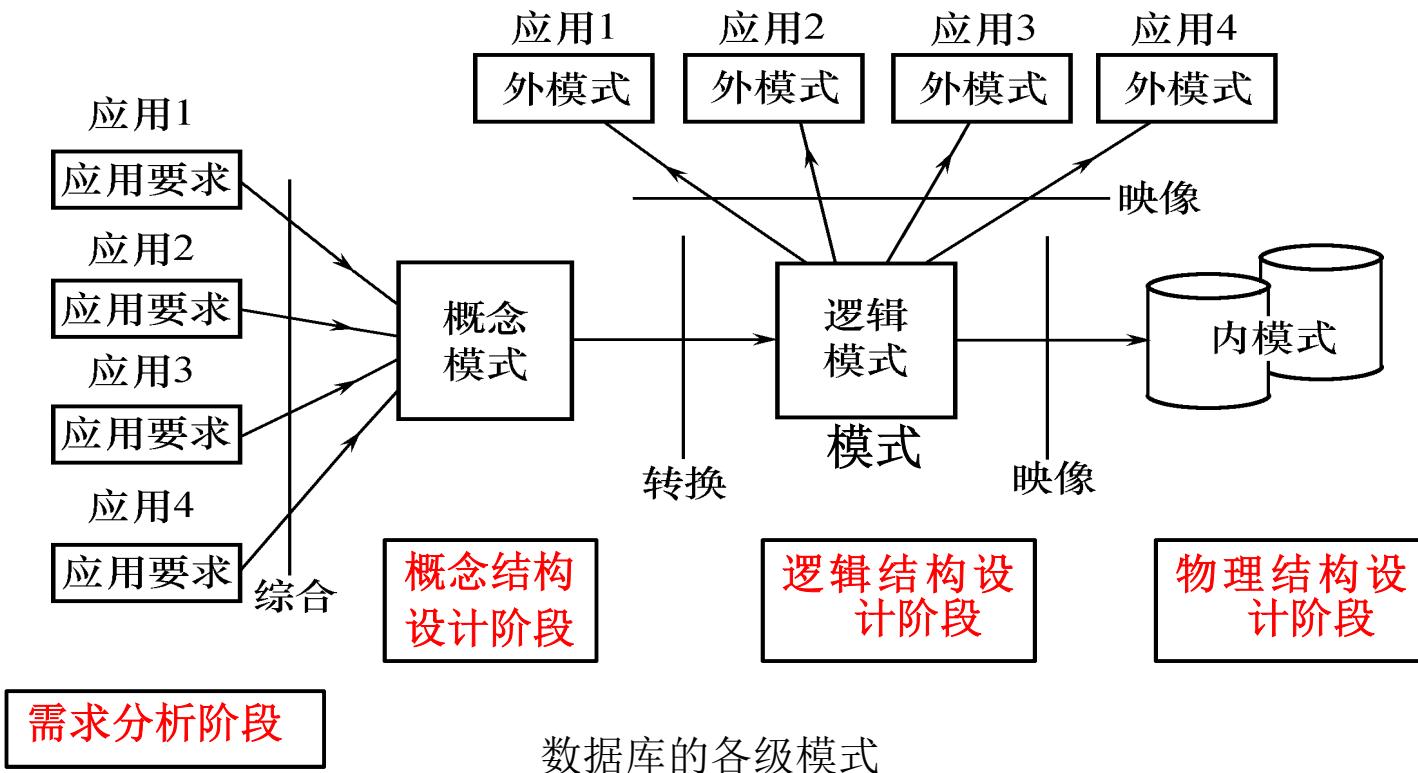
7.1.4 数据库设计过程中的各级模式



7.1.4 数据库设计过程中的各级模式

26

数据库设计不同阶段形成的数据库各级模式





第七章 数据库设计

27

7.1 数据库设计概述

7.2 需求分析

7.3 概念结构设计

7.4 逻辑结构设计

7.5 数据库的物理设计

7.6 数据库实施和维护

7.7 小结



7.2 需求分析

28

7.2.1 需求分析的任务

7.2.2 需求分析的方法

7.2.3 数据字典



7.2.1 需求分析的任务

29

- ❖ 需求分析的任务
- ❖ 需求分析的重点
- ❖ 需求分析的难点



需求分析的任务

30

- 详细调查现实世界要处理的对象（组织、部门、企业等）
- 充分了解原系统（手工系统或计算机系统）
- 明确用户的各种需求
- 确定新系统的功能
- 充分考虑今后可能的扩充和改变



需求分析的重点

31

- 调查的重点是“数据”和“处理”，获得用户对数据库要求
 - 信息要求
 - 处理要求
 - 安全性与完整性要求



需求分析的难点

32

- 确定用户最终需求
- 用户缺少计算机知识
- 设计人员缺少用户的专业知识
- 解决方法
- 设计人员必须不断深入地与用户进行交流



7.2 需求分析

33

7.2.1 需求分析的任务

7.2.2 需求分析的方法

7.2.3 数据字典



7.2.2 需求分析的步骤

34

- 调查需求
- 达成共识
- 分析表达需求



调查用户需求的具体步骤

35

- (1) 调查组织机构情况
- (2) 调查各部门的业务活动情况。
- (3) 在熟悉业务活动的基础上，协助用户明确对新系统的各种要求。
- (4) 确定新系统的边界



常用调查方法

36

- (1)跟班作业
- (2)开调查会
- (3)请专人介绍
- (4)询问
- (5)设计调查表请用户填写
- (6)查阅记录



进一步分析和表达用户需求

37

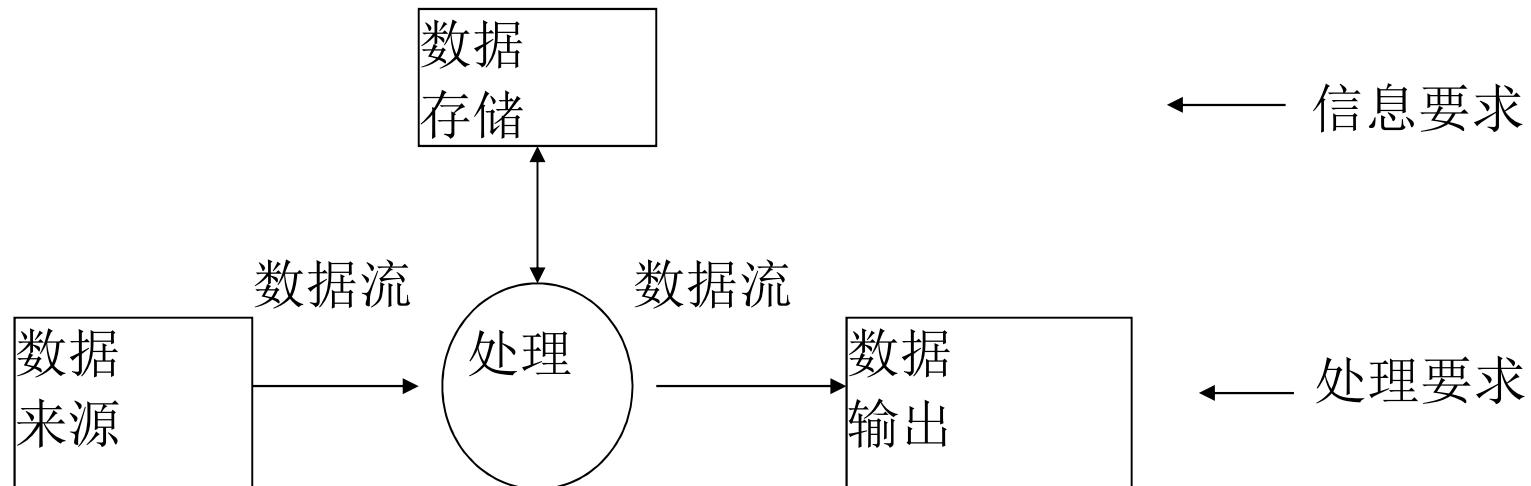
- 结构化分析方法（Structured Analysis，简称SA方法）
 - 从最上层的系统组织机构入手
 - 自顶向下、逐层分解分析系统



进一步分析和表达用户需求（续）

38

1. 首先把任何一个系统都抽象为：





进一步分析和表达用户需求（续）

39

2. 分解处理功能和数据

(1) 分解处理功能

- 将处理功能的具体内容分解为若干子功能

(2) 分解数据

- 处理功能逐步分解同时，逐级分解所用数据，形成若干层次的数据流图

(3) 表达方法

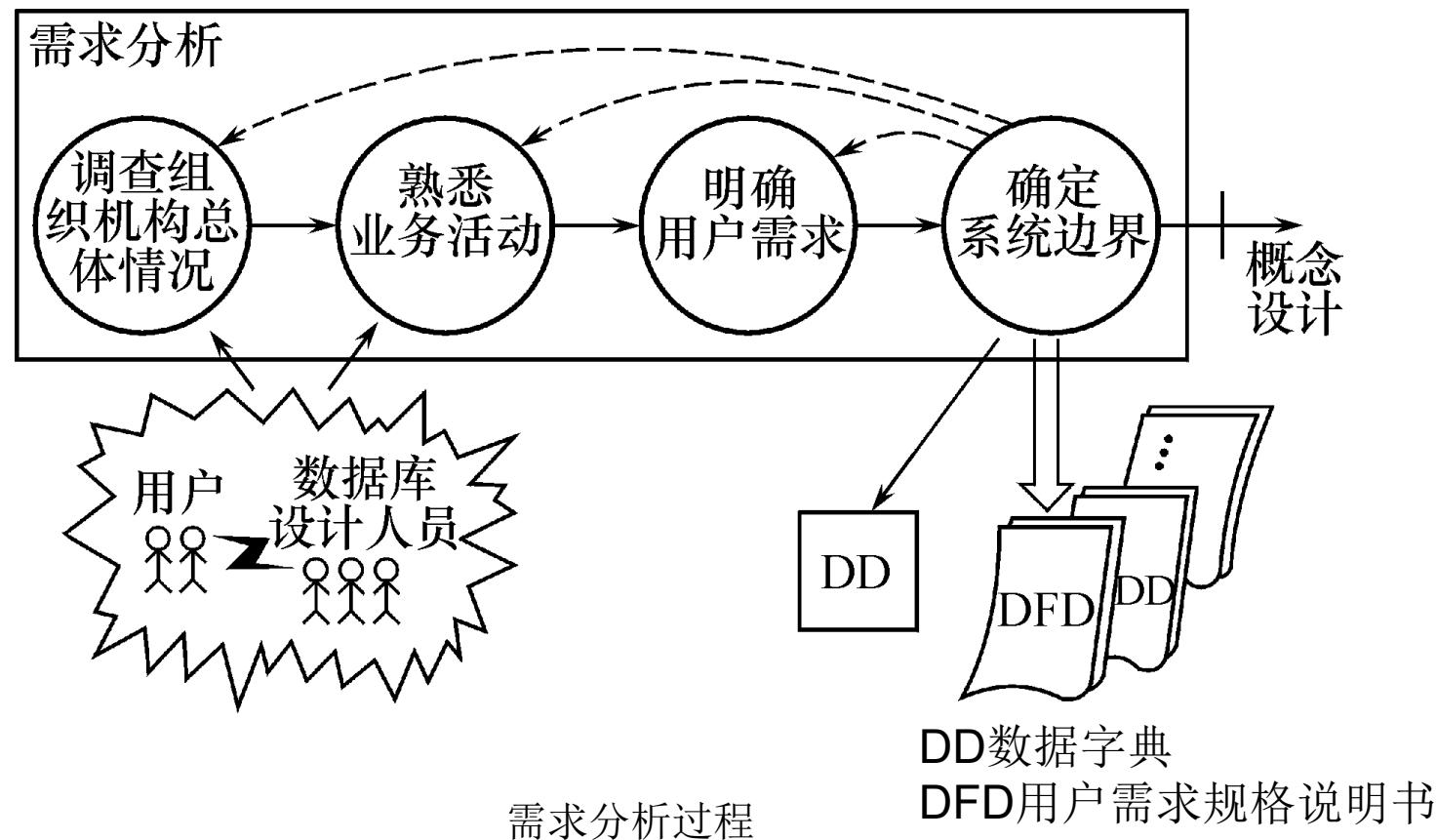
- 处理逻辑：用判定表或判定树来描述
- 数据：用数据字典来描述

3. 将分析结果再次提交给用户，征得用户的认可



需求分析过程

40





7.2 需求分析

41

7.2.1 需求分析的任务

7.2.2 需求分析的方法

7.2.3 数据字典



7.2.3 数据字典

42

- 数据字典的用途

- 进行详细的数据收集和数据分析所获得的主要结果

- 数据字典的内容

- 数据项
 - 数据结构
 - 数据流
 - 数据存储
 - 处理过程



1. 数据项

43

- 数据项是不可再分的数据单位
- 对数据项的描述

数据项描述 = { 数据项名, 数据项含义说明, 别名,
数据类型, 长度, 取值范围, 取值含义,
与其他数据项的逻辑关系, 数据项之间的
联系 }



2. 数据结构

44

- 数据结构反映了数据之间的组合关系。
- 一个数据结构可以由若干个数据项组成，也可以由若干个数据结构组成，或由若干个数据项和数据结构混合组成。
- 对数据结构的描述

数据结构描述 = { 数据结构名, 含义说明,
 组成: { 数据项或数据结构 } }



3. 数据流

45

- 数据流是数据结构在系统内传输的路径。
- 对数据流的描述

数据流描述 = { 数据流名, 说明, 数据流来源,
数据流去向, 组成: { 数据结构 } ,
平均流量, 高高峰期流量 }



4. 数据存储

46

- 数据存储是数据结构停留或保存的地方，也是数据流的来源和去向之一。
- 对数据存储的描述

数据存储描述 = {数据存储名, 说明, 编号,
输入的数据流, 输出的数据流,
组成: {数据结构}, 数据量, 存取频度,
存取方式}



5. 处理过程

47

- 具体处理逻辑一般用判定表或判定树来描述
- 处理过程说明性信息的描述

处理过程描述 = { 处理过程名, 说明, 输入: { 数据流 } ,
输出: { 数据流 } , 处理: { 简要说明 } }



数据字典举例

48

例：学生学籍管理子系统的数据字典。

数据项，以“学号”为例：

数据项： 学号

含义说明：唯一标识每个学生

别名： 学生编号

类型： 字符型

长度： 8

取值范围：00000000至99999999

取值含义：前两位标别该学生所在年级，
后六位按顺序编号

与其他数据项的逻辑关系：



处理过程（续）

49

数据结构，以“学生”为例

“学生”是该系统中的一个核心数据结构：

数据结构： 学生

含义说明： 是学籍管理子系统的主体数据结构，

定义了一个学生的有关信息

组成： 学号，姓名，性别，年龄，所在系，年级



处理过程（续）

50

数据流，“体检结果”可如下描述：

数据流： 体检结果

说明： 学生参加体格检查的最终结果

数据流来源： 体检

数据流去向： 批准

组成：

平均流量：

高峰期流量：



处理过程（续）

51

数据存储，“学生登记表”可如下描述：

数据存储： 学生登记表

说明： 记录学生的基本情况

流入数据流：

流出数据流：

组成：

数据量： 每年3000张

存取方式： 随机存取



处理过程（续）

52

处理过程“分配宿舍”可如下描述：

处理过程：分配宿舍

说明：为所有新生分配学生宿舍

输入：学生，宿舍

输出：宿舍安排

处理：在新生报到后，为所有新生分配学生宿舍。

要求同一间宿舍只能安排同一性别的学生，
同一个学生只能安排在一个宿舍中。

每个学生的居住面积不小于3平方米。

安排新生宿舍其处理时间应不超过15分钟。



处理过程（续）

53

判定树或判定表：

判定树又称决策树，是一种描述加工的图形工具，适合描述问题处理中具有多个判断，而且每个决策与若干条件有关。使用判定树进行描述时，应该从问题的文字描述中分清哪些是判定条件，哪些是判定的决策，根据描述材料中的联结词找出判定条件的从属关系、并列关系、选择关系，根据它们构造判定树。

判定树比起文字叙述，使人一目了然，清晰地表达了在什么情况下采取什么策略，不易产生逻辑上的混乱。因而判定树是描述基本处理逻辑功能的有效工具。



处理过程（续）

54

- 判定树：【例】某工厂对工人的超产奖励政策为：该厂生产两种产品A和B。凡工人每月的实际生产量超过计划指标者均有奖励。奖励政策为：
 - 对于产品A的生产者，超产数N小于或等于100件，每超产1件奖励2元；N大于100件小于等于150件时，大于100件的部分每件奖励2.5元，其余的每件奖励金额不变；N大于150件时，超过150件的部分每件奖励3元，其余按超产150件以内的方案处理。
 - 对于产品B的生产者，超产数N小于或等于50件时，每超产1件奖励3元；N大于50件小于等于100件时，大于50件的部分每件奖励4元，其余的每件奖励金额不变；N大于100件时，超过100件的部分每件奖励5元，其余按超产100件以内的方案处理。
 - 上述处理功能用判定树描述，如下图所示：





处理过程（续）

55

- 判定表：由四部分组成。
- 第一部分即①表示的部分，判定标的左上部称为基本条件项，列出各种可能条件。
- 第二部分即②表示的部分，判定标的右上部称为条件项，它列出了各种可能的条件组合。
- 第三部分即③表示的部分，判定标的左下部称为基本动作项，它列出了所有的操作。
- 第四部分即④表示的部分，判定标的右下部称为动作项，它列出在对条件组合下所选的操作。



处理过程（续）

56

- 判定表：【例】以学生的奖学金评定为例，说明判定表的应用。奖励的目的在于鼓励学生的品学兼优，此处理功能是要合理确定奖学金评定等级。决定受奖的条件为：成绩优秀占70%或50%以上，成绩为中或中以下占15%或20%以下，团结纪律为优良或一般者。奖励方案为一等奖、二等奖、三等奖、鼓励奖四种。因为受奖条件有些是相容的，相互组合的项较多。描述此学生奖励政策的判定表如下图所示：

| 条件 | 已修课程各科成绩比率 | 优秀 $\geq 70\%$ | Y | Y | Y | Y | N | N | N | N | 状态 |
|--------|-----------------|----------------|---|---|---|---|---|---|---|------|----|
| | | 优秀 $\geq 50\%$ | - | - | - | - | Y | Y | Y | Y | |
| 团结纪律评分 | 中以下 $\leq 15\%$ | Y | Y | N | N | Y | Y | N | N | Y | |
| | 中以下 $\leq 20\%$ | - | - | Y | Y | - | - | Y | Y | | |
| 奖励方案 | 优良 | Y | N | Y | N | Y | N | Y | N | 判定规则 | |
| | 一般 | N | Y | N | Y | N | Y | N | Y | | |
| | 一等奖 | * | | | | | | | | | |
| | 二等奖 | * | * | * | | | | | | | |
| 奖励方案 | 三等奖 | * | * | * | | | | | | 判定规则 | |
| | 鼓励奖 | * | | | | | | | | | |

是描述条件比较多的决策问题的有效工具



数据字典

57

- 数据字典是关于数据库中数据的描述，是元数据，而不是数据本身
- 数据字典在需求分析阶段建立，在数据库设计过程中不断修改、充实、完善



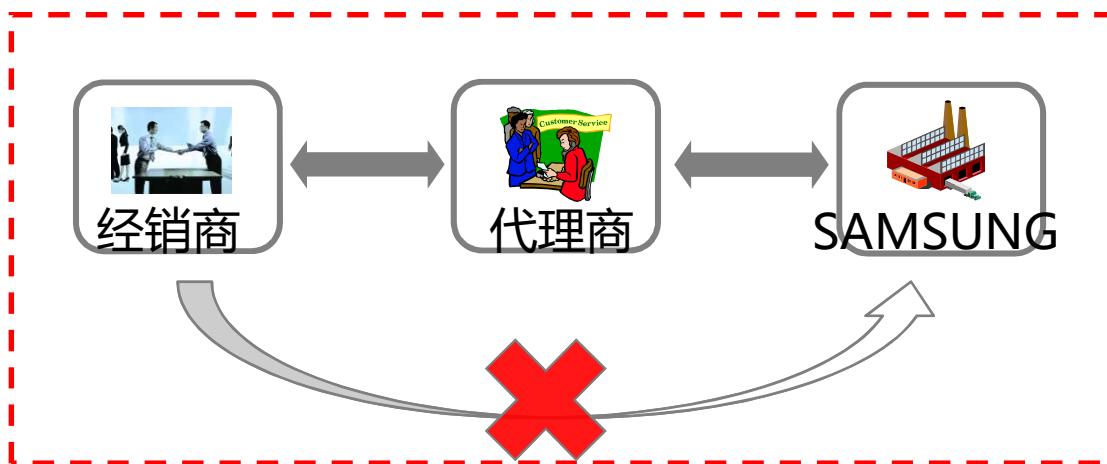
三星公司渠道管理系统设计与实现

58

□ 背景与意义

- **目前渠道结构复杂，渠道间客户恶性竞争：**经销商试图越级直接接收来自三星公司的产品，而不是按照三星—代理商—经销商的顺序，这将会导致市场秩序混乱。针对上述弊端，可以利用信息技术进行管理，以管理系统的形式规划设计三星渠道管理工作，从而实时掌握渠道和终端的有效信息。与此同时，以系统的方式也可以优化物流，库存，订单和其他信息，以便数据流更加准确透明。

- 越级拿货
- 恶性竞争
- 秩序混乱



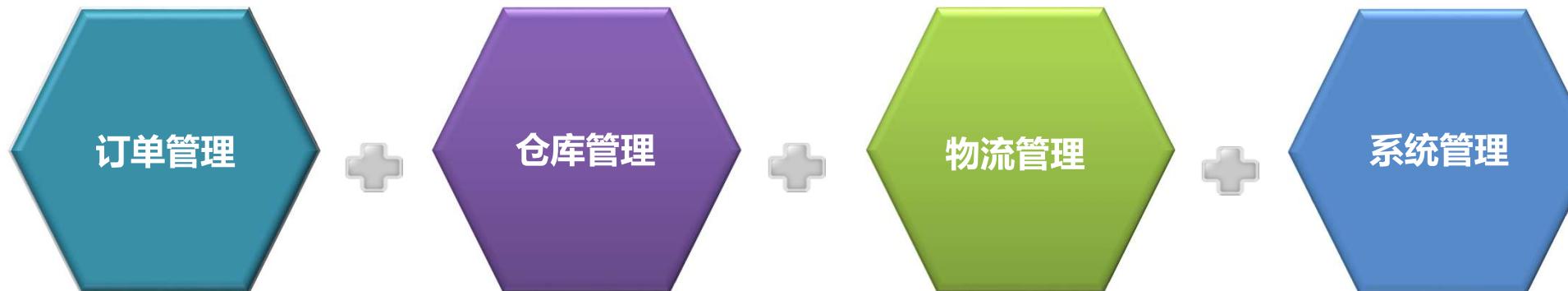


三星公司渠道管理系统设计与实现

59

□ 课题主要研究内容

- 针对三星公司渠道管理业务的要求，本系统结合软件开发思想，管理需要，首先研究分析确定系统的主要需求由订单管理、仓库管理、物流管理和系统管理四大部分组成。





三星公司渠道管理系统设计与实现

60

□ 系统核心需求分析

- 在构建三星公司渠道管理系统的的时候，我们参照前期调研可以规划从三部分内容进行阐述，分别是：功能需求、非功能需求、数据流分析

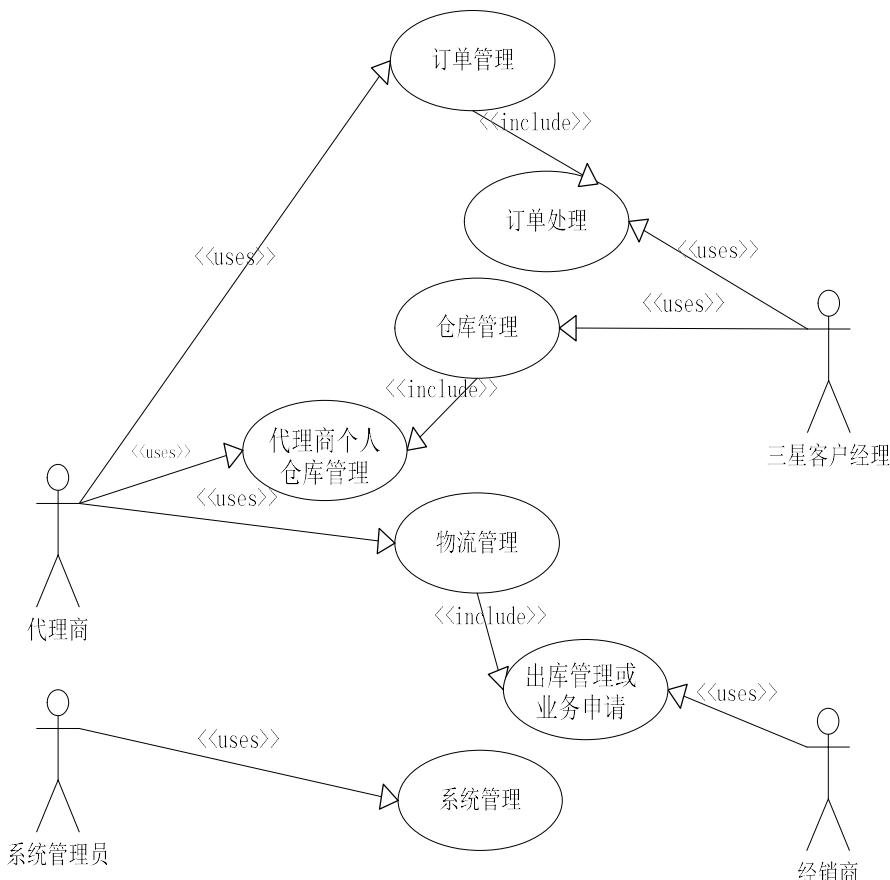
| 三星公司渠道管理系统 | |
|------------|---|
| 1、功能需求 | 1、订单管理 需求获取方法：参与观察业务流程 2、仓库管理 需求获取方法：参与观察业务流程 3、物流管理 需求获取方法：面谈 4、系统管理 需求获取方法：面谈 |
| 2、非功能需求 | 1、性能 2、安全性 3、易维护性 |
| 3、数据流分析 | 1、顶层：系统管理员（权限数据以及用户数据）、代理商（出入库数据、客户订单经信息以及相关内容审批结果、经销商（入库信息、调货申请、退货申请）、三星客户经理（订单处理信息、仓库信息） 2、1层：系统管理（用户信息单、权限信息单）、订单管理（产品信息单、订单）、仓库管理（仓库信息单、库存记录单）、物流管理（业务申请单） |



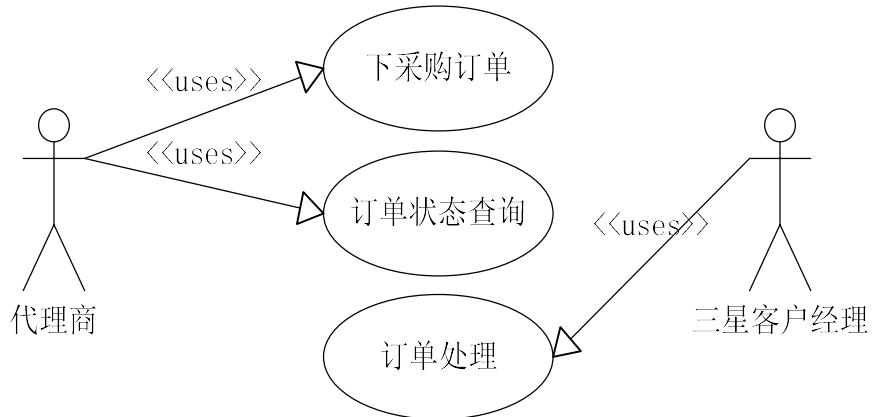
三星公司渠道管理系统设计与实现

61

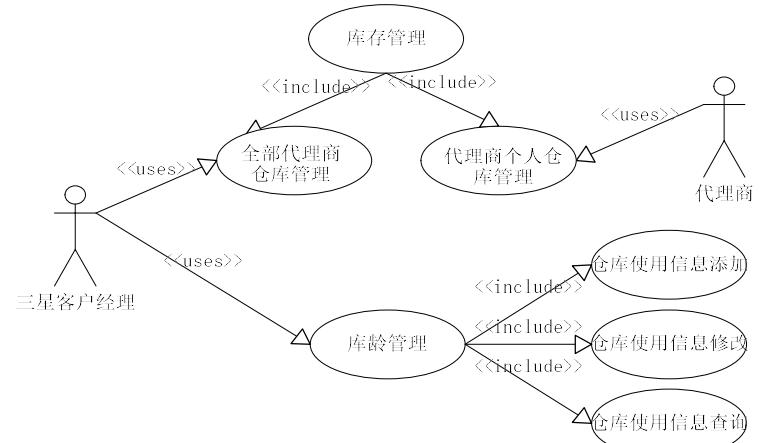
功能需求细节分析



总体功能需求用例图



订单管理功能需求用例图



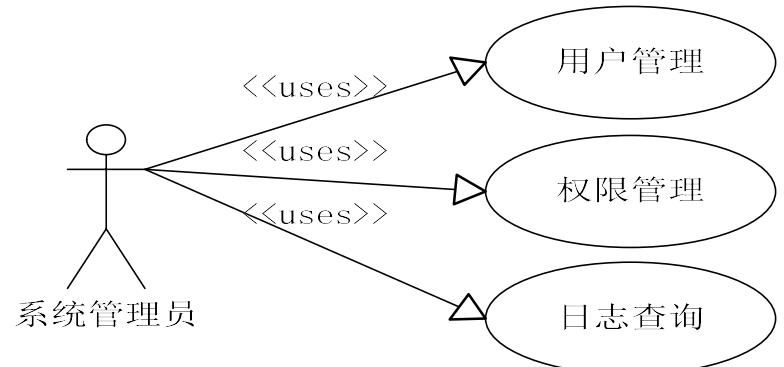
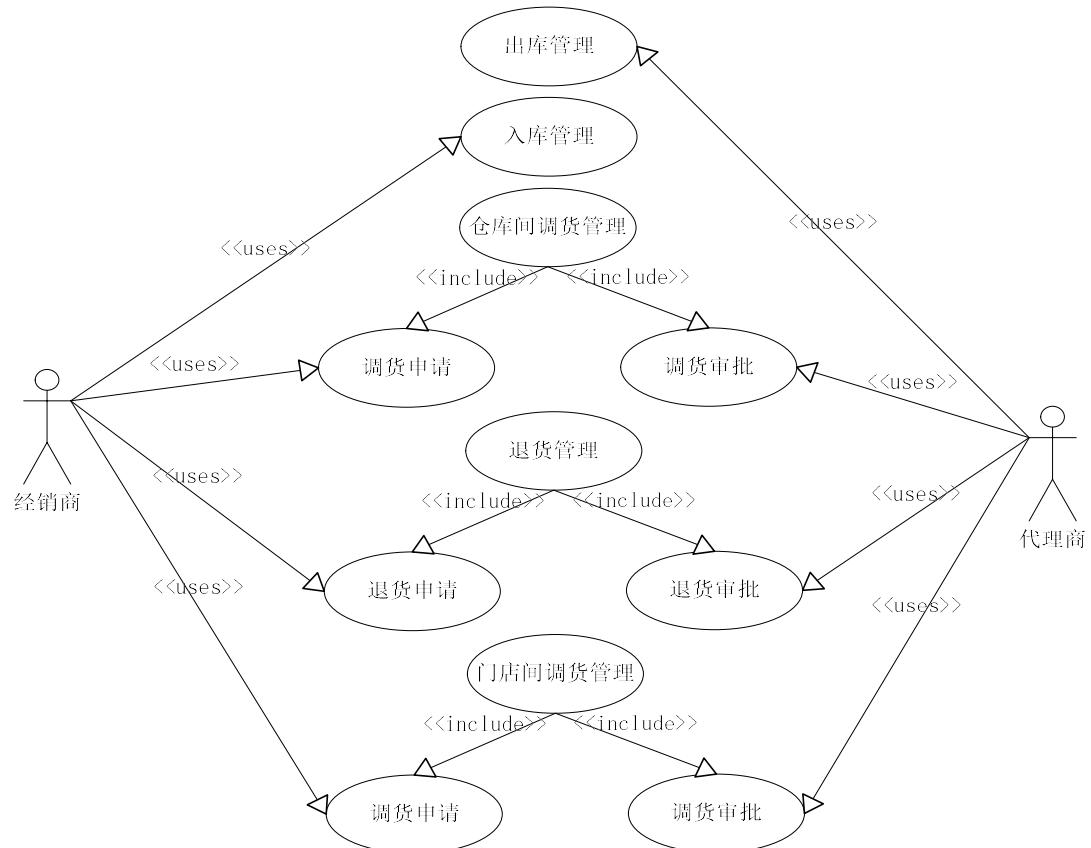
仓库管理需求用例图



三星公司渠道管理系统设计与实现

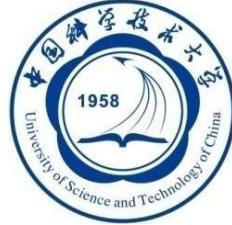
62

□ 功能需求细节分析



系统管理需求用例图

物流管理需求用例图



三星公司渠道管理系统设计与实现

63

□ 系统非功能需求分析

- 要求系统的总体响应时间控制在6秒之内，基本操作的响应时间控制在4秒之内，下订单、处理订单等操作响应时间要求控制在5秒之内，查询操作的响应时间要求控制在3秒之内。
- 要求系统易维护性强，让系统管理员在系统后期的维护工作相对简单，系统在工作范围时间里不出现死机卡顿的现象，且能够包容各类用户部分的错误操作，为其提供一个舒适友好的平台界面。
- 系统管理员、三星客户经理、代理商、经销商都拥有不同的权限，避免人为破坏数据，每个系统用户也都拥有属于自己的密码，有效防止非本系统人员进入系统，每个人权限不同，也有效的防治了越权操作。系统支持设置验证码功能，防治暴力破解程序。还要求系统能在一定程度上防止黑客入侵，即是遭遇入侵，也能保证重要数据不外泄。

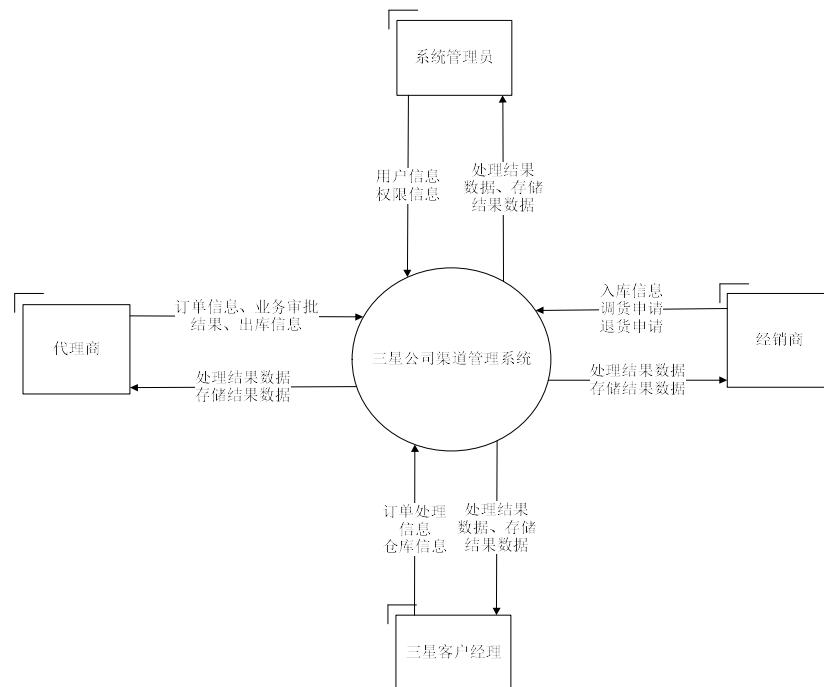


三星公司渠道管理系统设计与实现

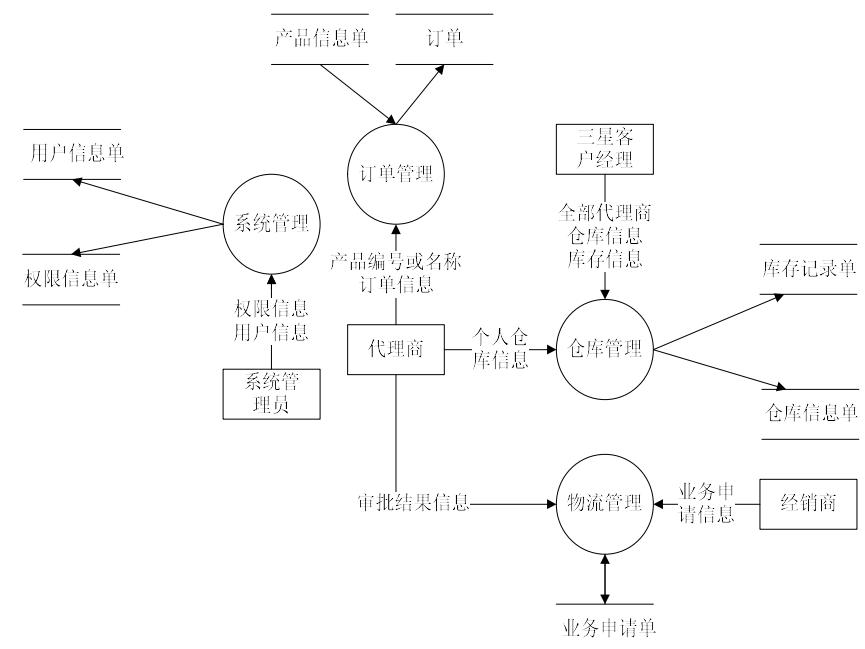
64

□ 系统数据流分析

- 数据流程分析其实就是从根本上剖析三星公司渠道管理工作的实际流转过程，探究系统中的各类用户需要向系统中输入什么数据信息，而系统在一系列的处理过程之后，又会反馈给各类用户什么样的处理结果。



三星公司渠道管理系统的顶层数据流图



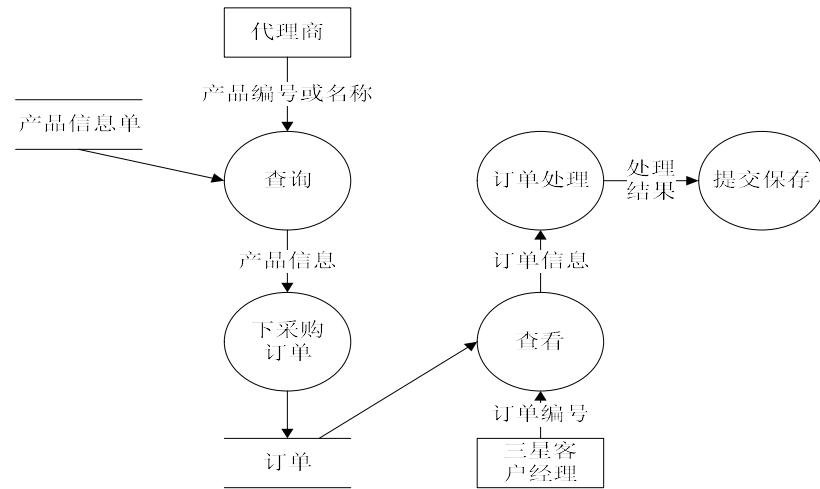
三星公司渠道管理系统1层数据流图



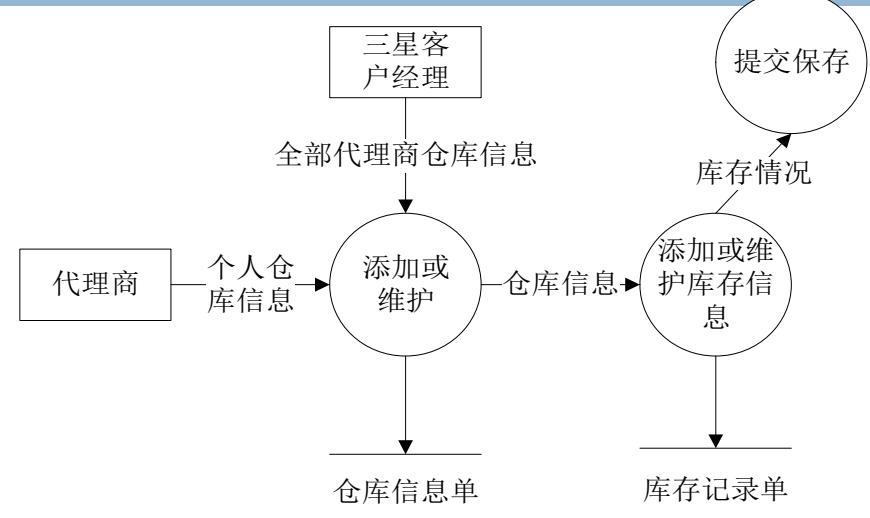
三星公司渠道管理系统设计与实现

65

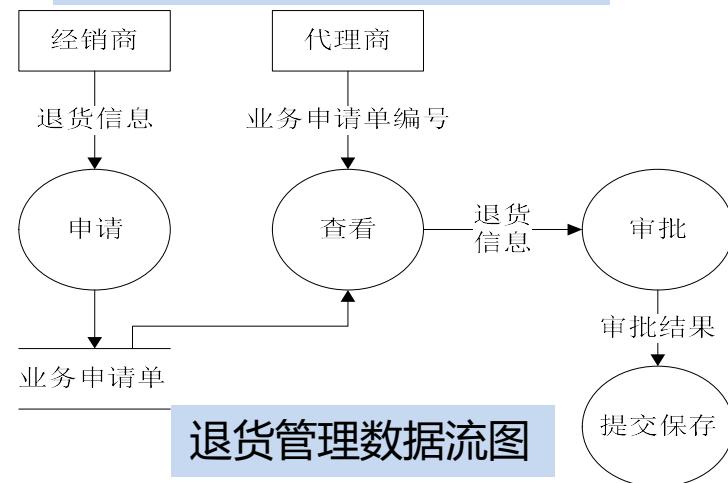
系统数据流分析



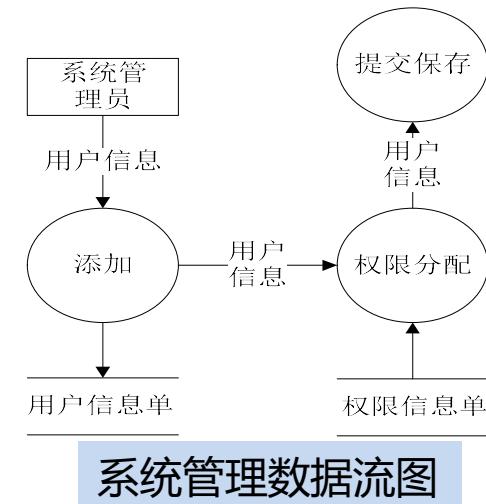
订单管理功能部分数据流图



仓库管理功能部分数据流图



退货管理数据流图



系统管理数据流图



需求分析小结

66

- 设计人员应充分考虑到可能的扩充和改变，使设计易于更改，系统易于扩充
- 必须强调用户的参与



第七章 数据库设计

67

7.1 数据库设计概述

7.2 需求分析

7.3 概念结构设计

7.4 逻辑结构设计

7.5 数据库的物理设计

7.6 数据库实施和维护

7.7 小结



7.3 概念结构设计

68

7.3.1 概念结构

7.3.2 概念结构设计的方法与步骤

7.3.3 数据抽象与局部视图设计

7.3.4 视图的集成



7.3.1 概念结构

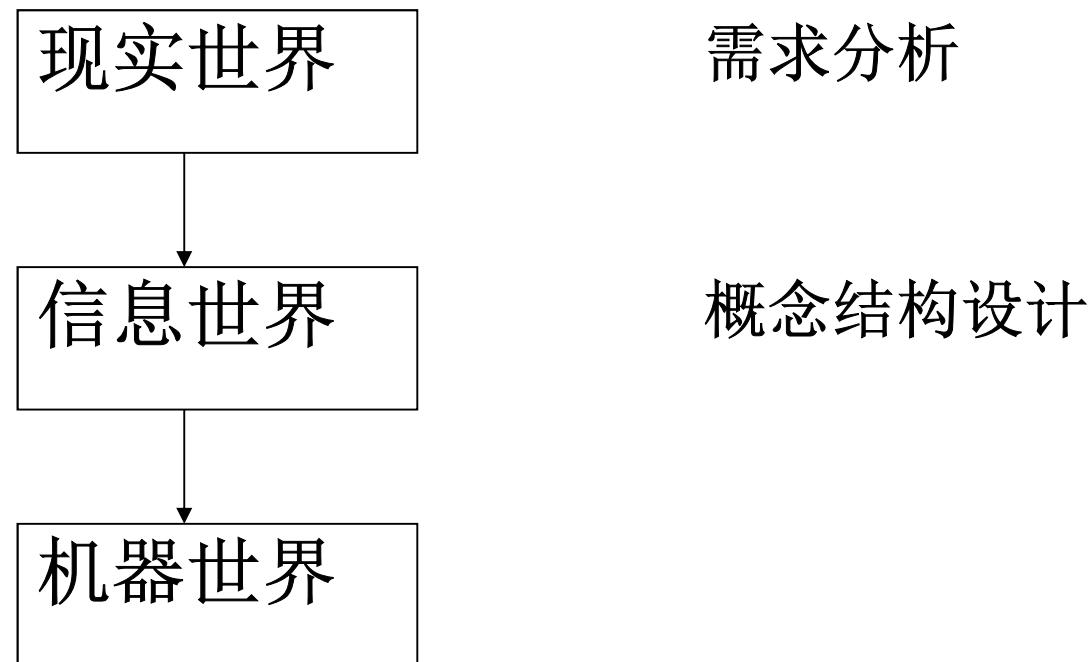
69

- 什么是概念结构设计
- 将需求分析得到的用户需求抽象为信息结构即概念模型的过程就是概念结构设计
- 概念结构是各种数据模型的共同基础，它比数据模型更独立于机器、更抽象，从而更加稳定
- 概念结构设计是整个数据库设计的关键



概念结构（续）

70





数据库设计各个阶段的设计描述

| 设计阶段 | 设计描述 | |
|----------|-----------------------------|--|
| | 数 据 | 处 理 |
| 需求分析 | 数据字典、全系统中数据项、数据流、数据存储的描述 | 数据流图和判定表（判定树）、数据字典中处理过程的描述 |
| 概念结构设计 | 概念模型（E-R图） 数据字典 | 系统说明书包括： ① 新系统要求、方案和概图 ② 反映新系统信息流的数据流图 |
| 逻辑结构设计 | 某种数据模型 关系 非关系 | 系统结构图 (模块结构) |
| 物理设计 | 存储安排 方法选择 存取路径建立 | 模块设计 IPO 表 |
| 数据库实施阶段 | 编写模式 装入数据 数据库试运行 | 程序编码、编译联结、测试 |
| 数据库运行和维护 | 性能监测、转储 / 恢复 数据库重组和重构 | 新旧系统转换、运行、维护（修正性、适应性、改善性维护） |



概念结构（续）

72

□ 概念结构设计的特点

- (1) 能真实、充分地反映现实世界
- (2) 易于理解
- (3) 易于更改
- (4) 易于向关系、网状、层次等各种数据模型转换



概念结构（续）

73

- 描述概念模型的工具
 - E-R模型



7.3 概念结构设计

74

7.3.1 概念结构

7.3.2 概念结构设计的方法与步骤

7.3.3 数据抽象与局部视图设计

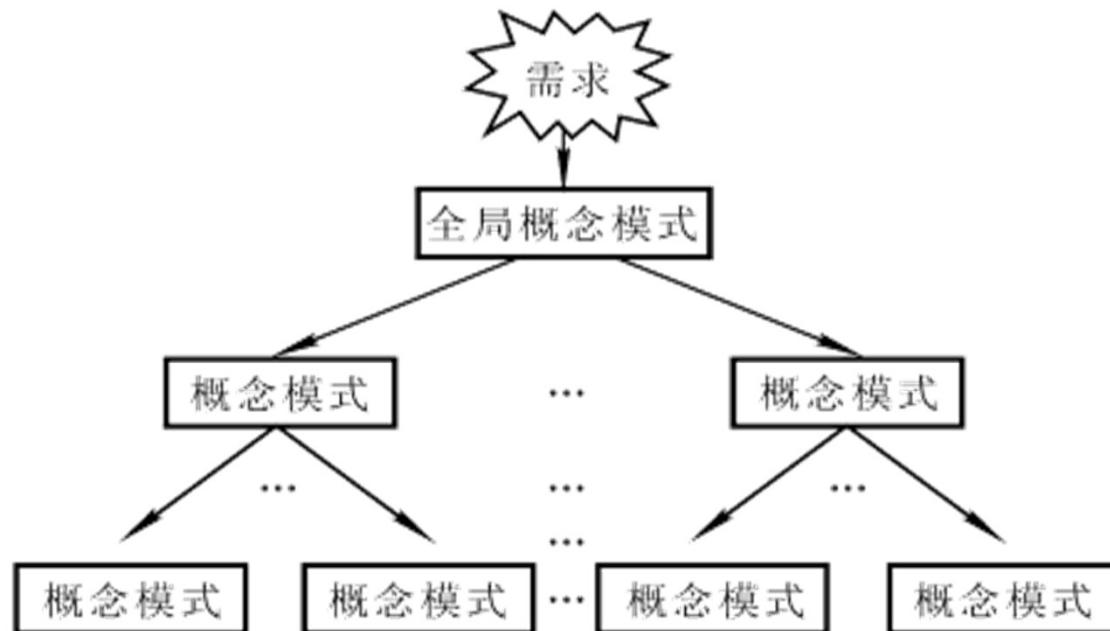
7.3.4 视图的集成



7.3.2 概念结构设计的方法与步骤

75

- 设计概念结构的四类方法
- 自顶向下
 - 首先定义全局概念结构的框架，然后逐步细化



自顶向下策略

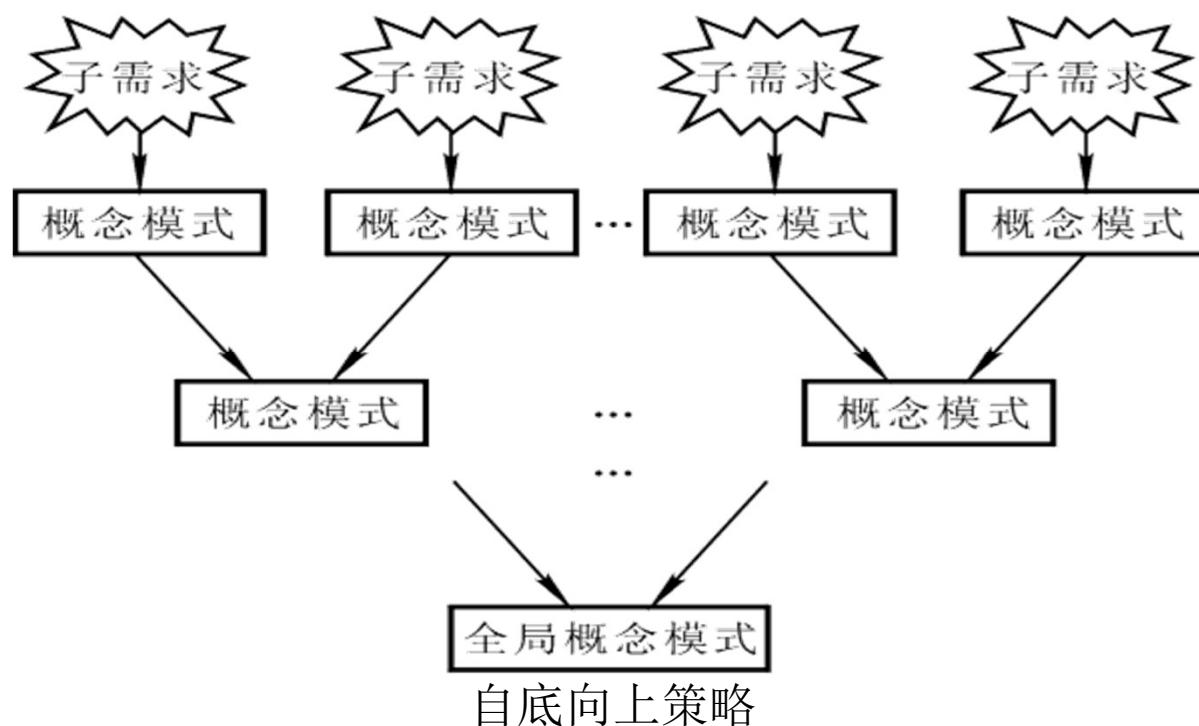


7.3.2 概念结构设计的方法与步骤

76

□ 自底向上

- 首先定义各局部应用的概念结构，然后将它们集成起来，得到全局概念结构



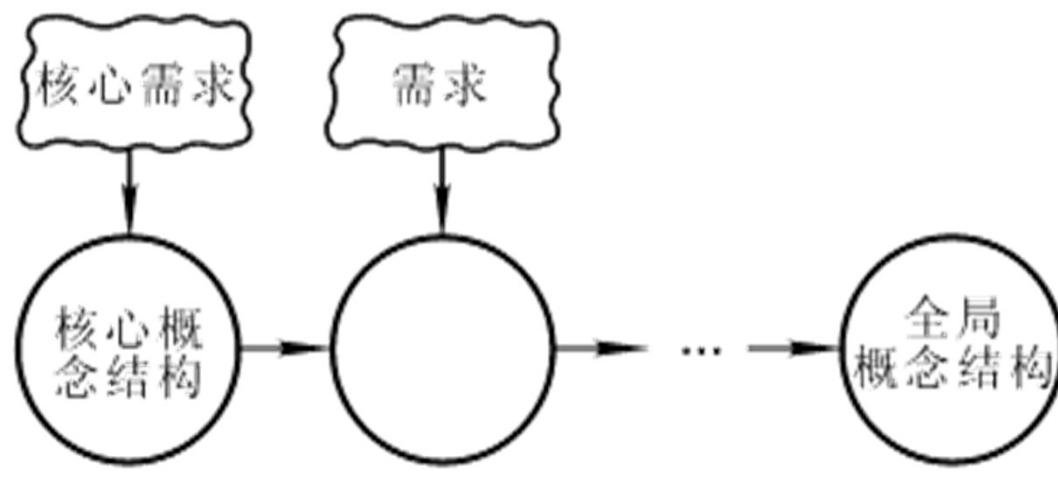


概念结构设计的方法与步骤（续）

77

□ 逐步扩张

- 首先定义最重要的核心概念结构，然后向外扩充，以滚雪球的方式逐步生成其他概念结构，直至总体概念结构



逐步扩张策略



概念结构设计的方法与步骤（续）

78

□ 混合策略

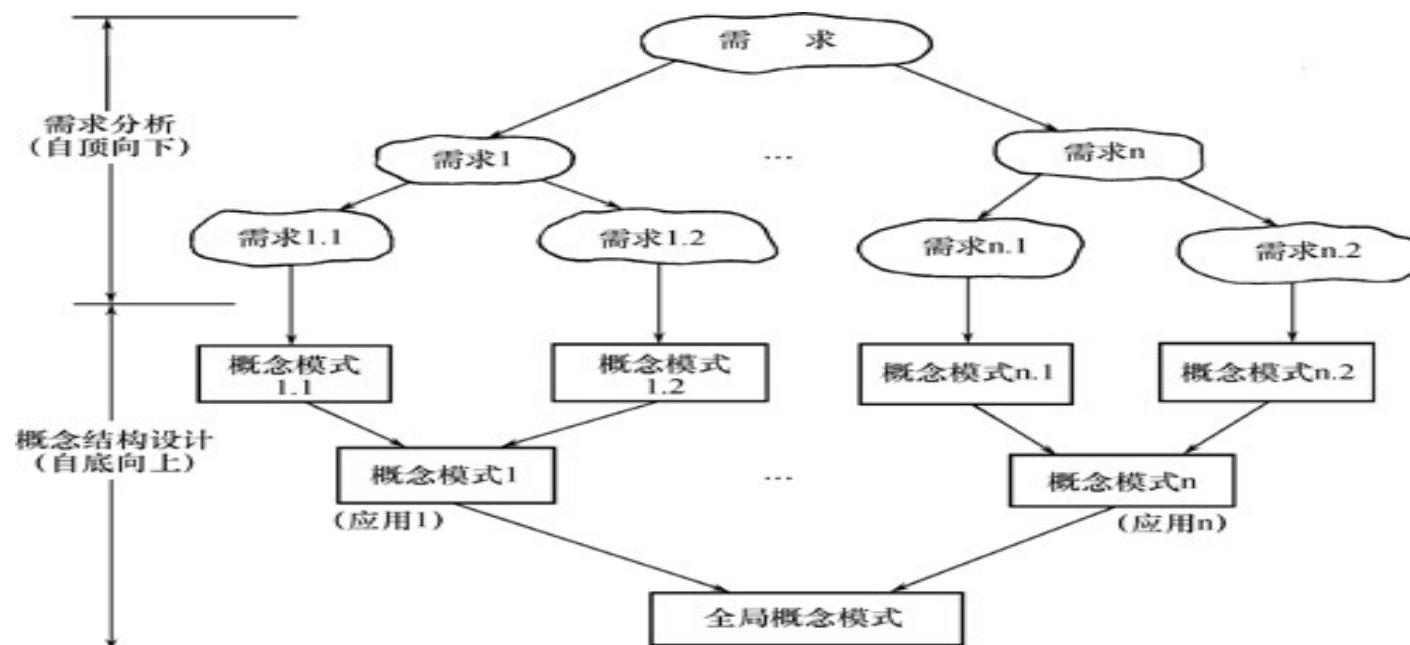
- 将自顶向下和自底向上相结合，用自顶向下策略设计一个全局概念结构的框架，以它为骨架集成由自底向上策略中设计的各局部概念结构。



概念结构设计的方法与步骤（续）

□ 常用策略

- 自顶向下地进行需求分析
- 自底向上地设计概念结构





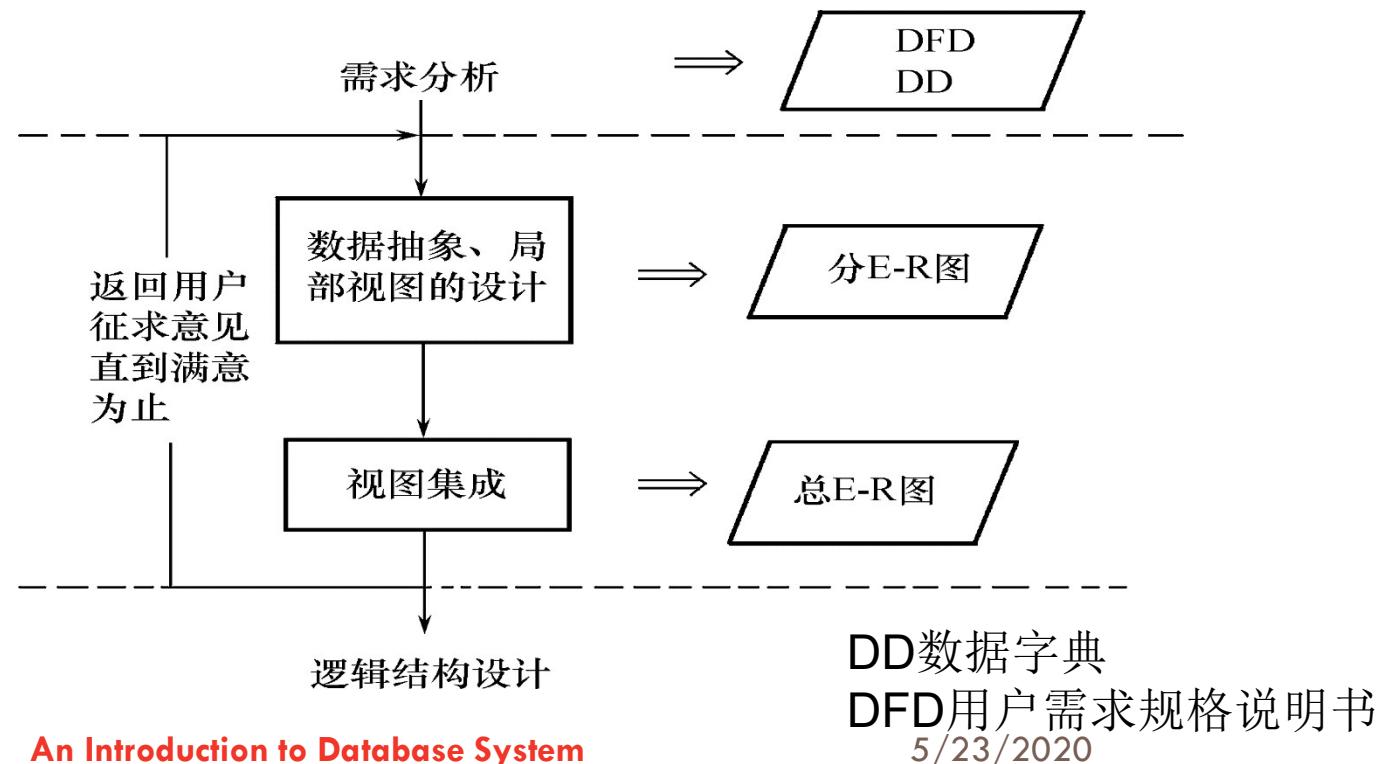
概念结构设计的方法与步骤（续）

80

❖ 自底向上设计概念结构的步骤

第1步：抽象数据并设计局部视图

第2步：集成局部视图，得到全局概念结构





7.3 概念结构设计

81

7.3.1 概念结构

7.3.2 概念结构设计的方法与步骤

7.3.3 数据抽象与局部视图设计

7.3.4 视图的集成



7.3.3 数据抽象与局部视图设计

82

- 数据抽象
- 局部视图设计



数据抽象

83

- 抽象是对实际的人、物、事和概念中抽取所关心的共同特性，忽略非本质的细节，并把这些特性用各种概念精确地加以描述。
- 概念结构是对现实世界的一种抽象



数据抽象（续）

84

□ 三种常用抽象

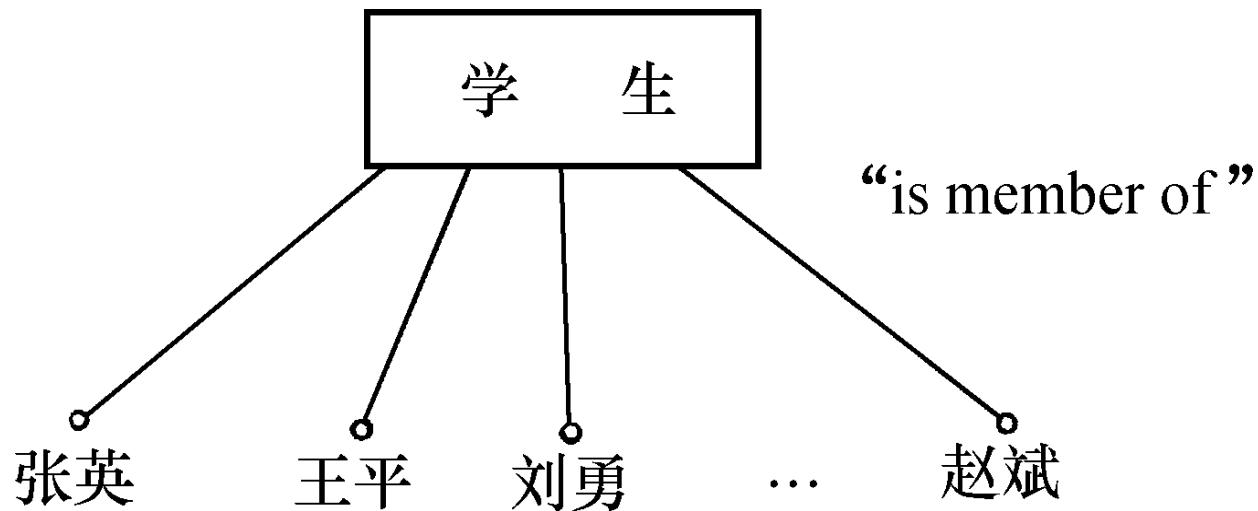
1. 分类 (Classification)

- 定义某一类概念作为现实世界中一组对象的类型
- 抽象了对象值和型之间的“is member of”的语义



数据抽象（续）

85





数据抽象（续）

86

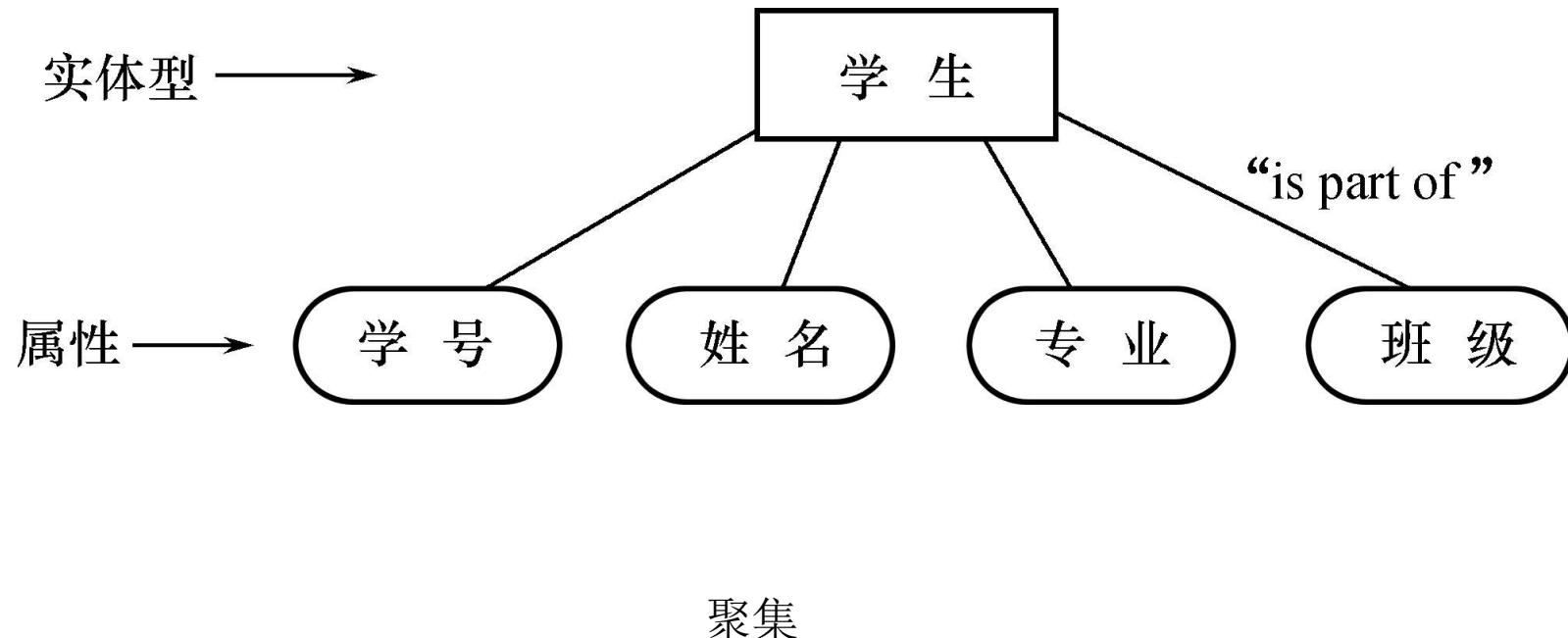
2. 聚集 (Aggregation)

- 定义某一类型的组成成分
- 抽象了对象内部类型和成分之间 “is part of”的语义



数据抽象（续）

87

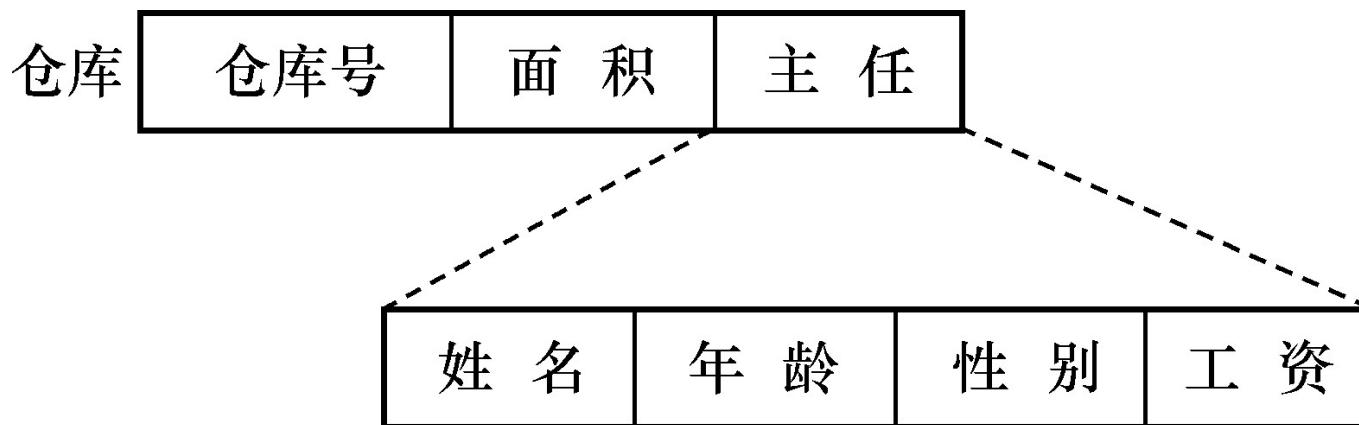




数据抽象（续）

88

- 复杂的聚集，某一类型的成分仍是一个聚集



更复杂的聚集



数据抽象（续）

89

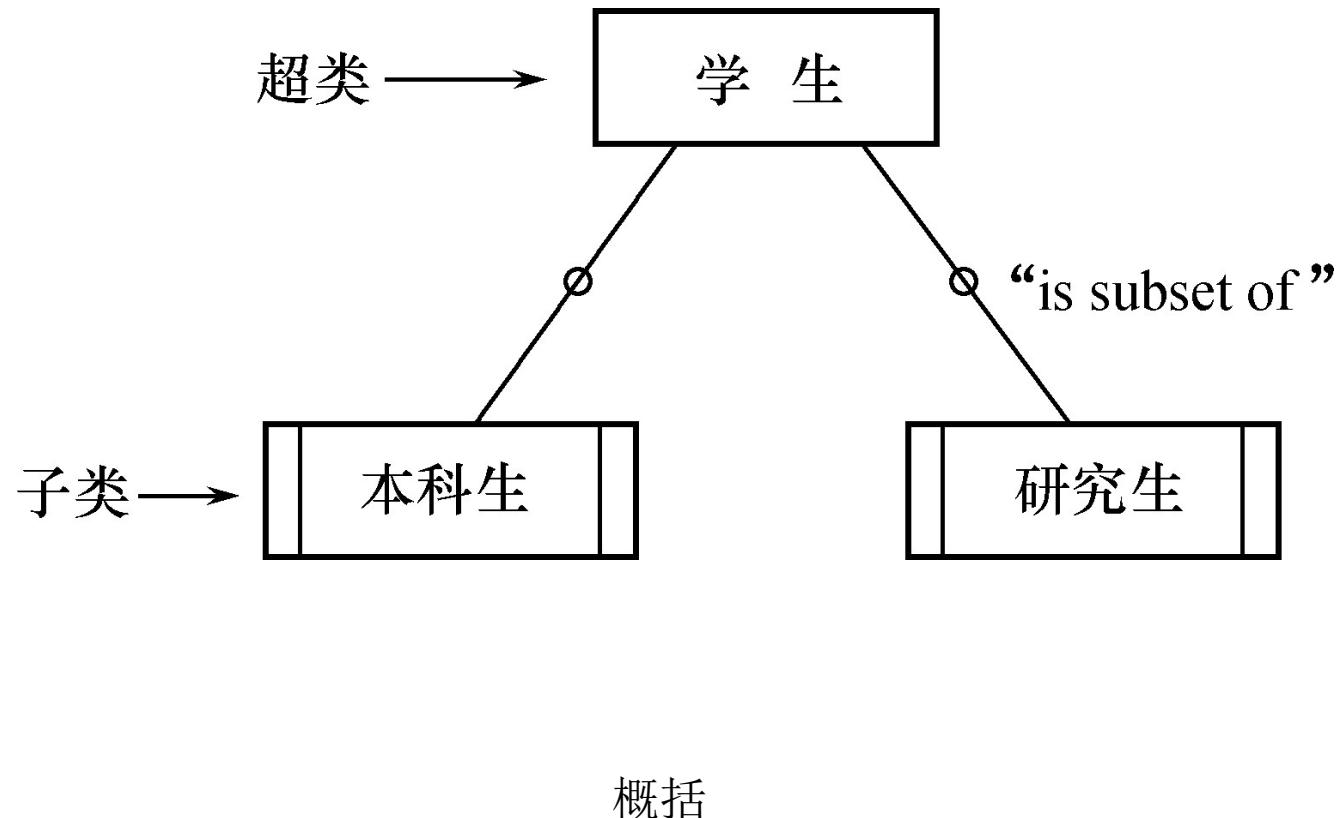
3. 概括 (Generalization)

- 定义类型之间的一种子集联系
- 抽象了类型之间的“is subset of”的语义
- 继承性



数据抽象 (续)

90





局部视图设计

91

设计分E-R图的步骤:

- 1.选择局部应用
- 2.逐一设计分E-R图



1. 选择局部应用

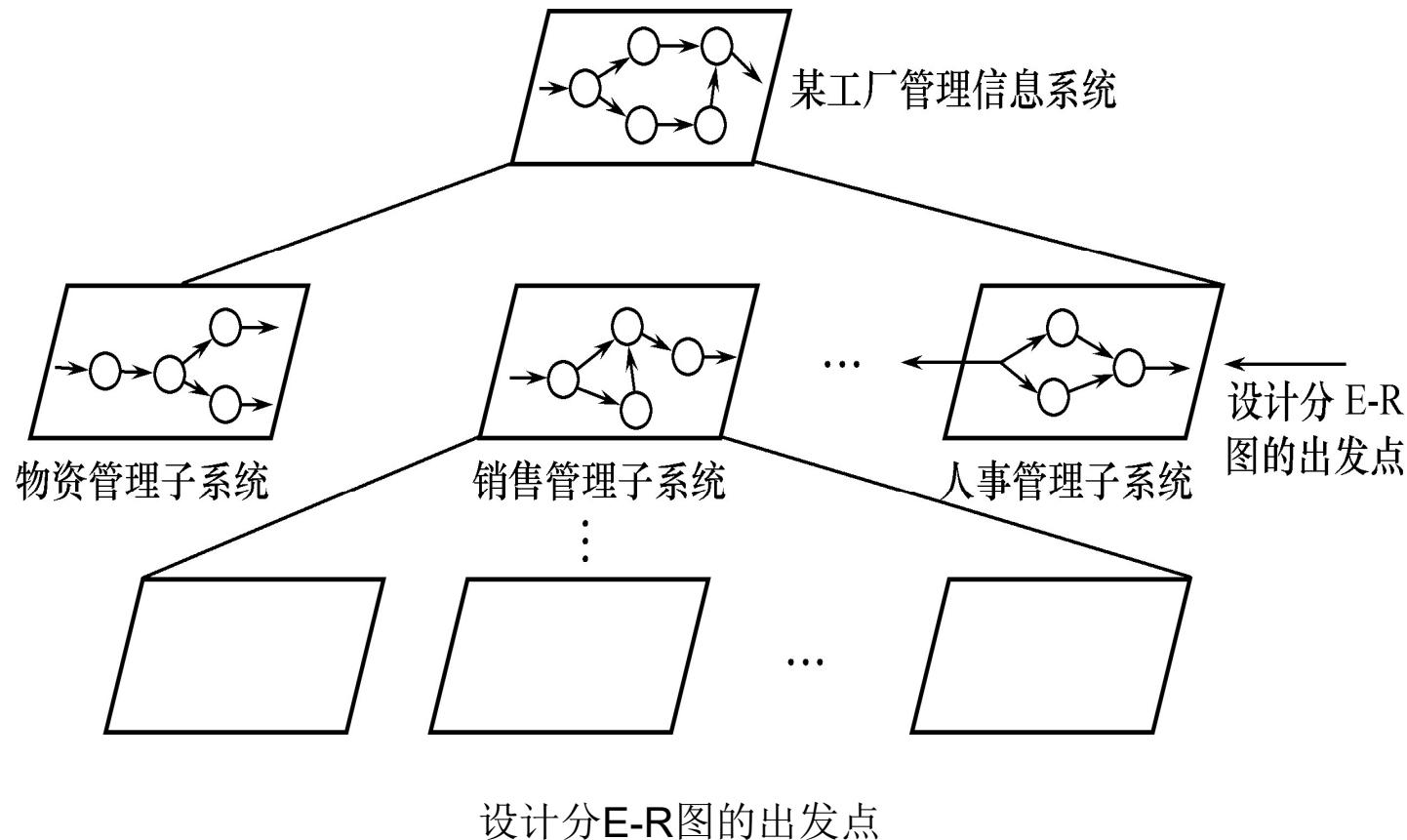
92

- 在多层的数据流图中选择一个适当层次的数据流图，
作为设计分E-R图的出发点
- 通常以中层数据流图作为设计分E-R图的依据



选择局部应用（续）

93

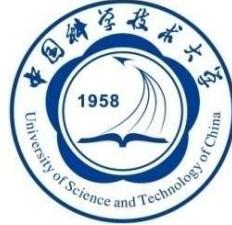




2. 逐一设计分E-R图

94

- 任务
- 将各局部应用涉及的数据分别从数据字典中抽取出来
- 参照数据流图，标定各局部应用中的实体、实体的属性、标识实体的码
- 确定实体之间的联系及其类型（1:1， 1:n， m:n）



逐一设计分E-R图（续）

95

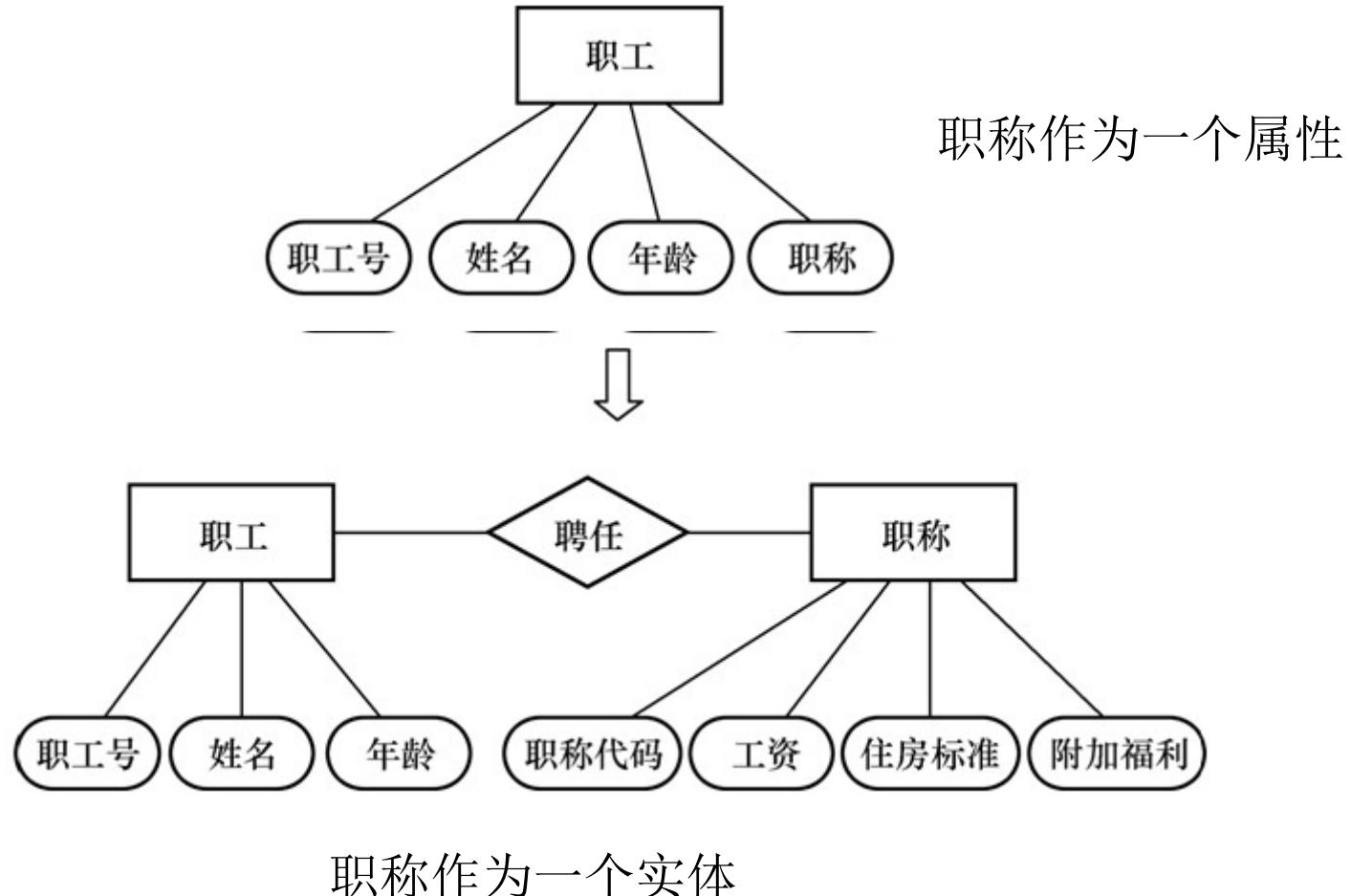
□ 两条准则：

- (1) 属性不能再具有需要描述的性质。即属性必须是不可分的数据项，不能再由另一些属性组成
- (2) 属性不能与其他实体具有联系。联系只发生在实体之间



逐一设计分E-R图（续）

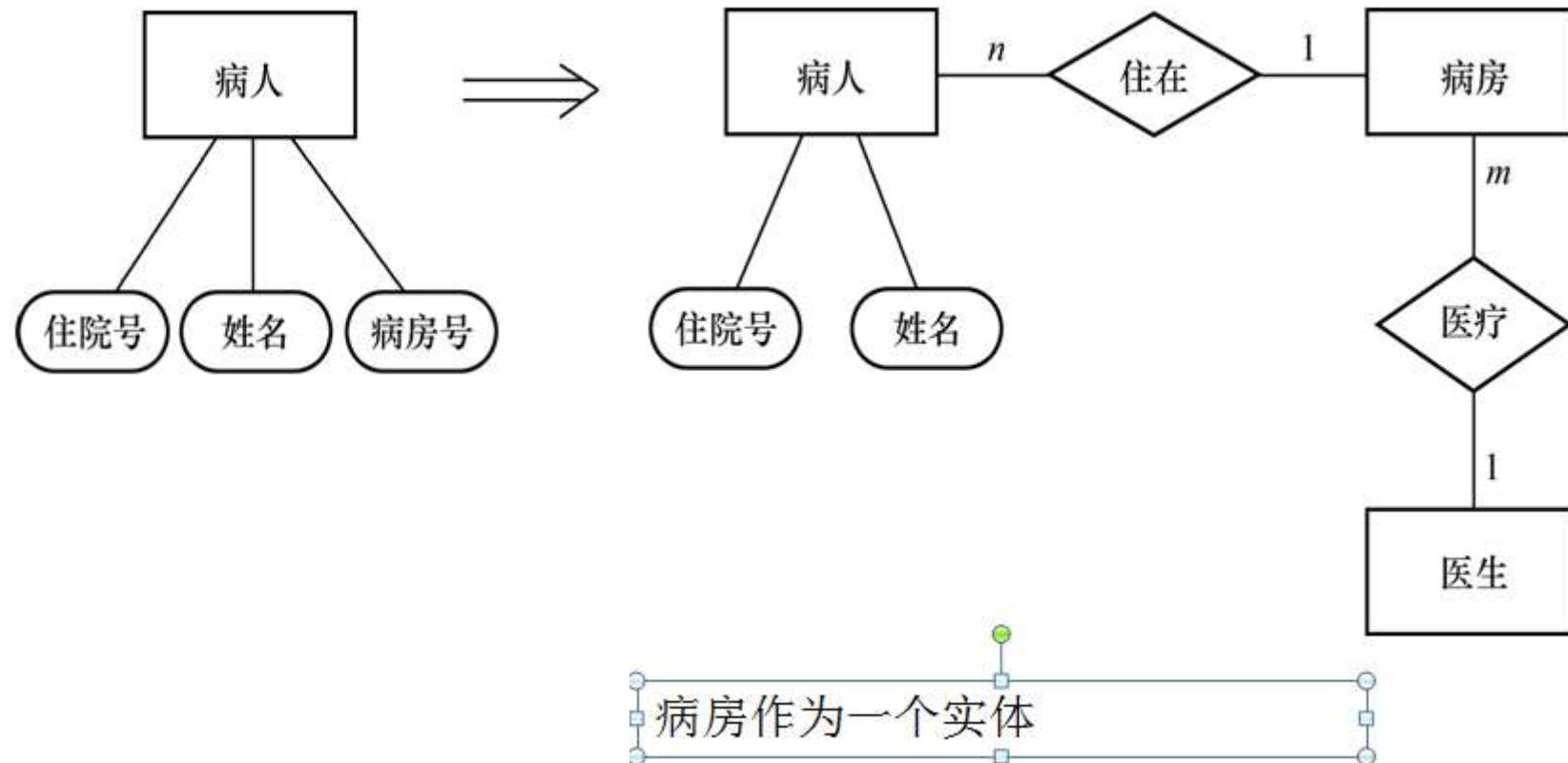
96





逐一设计分E-R图（续）

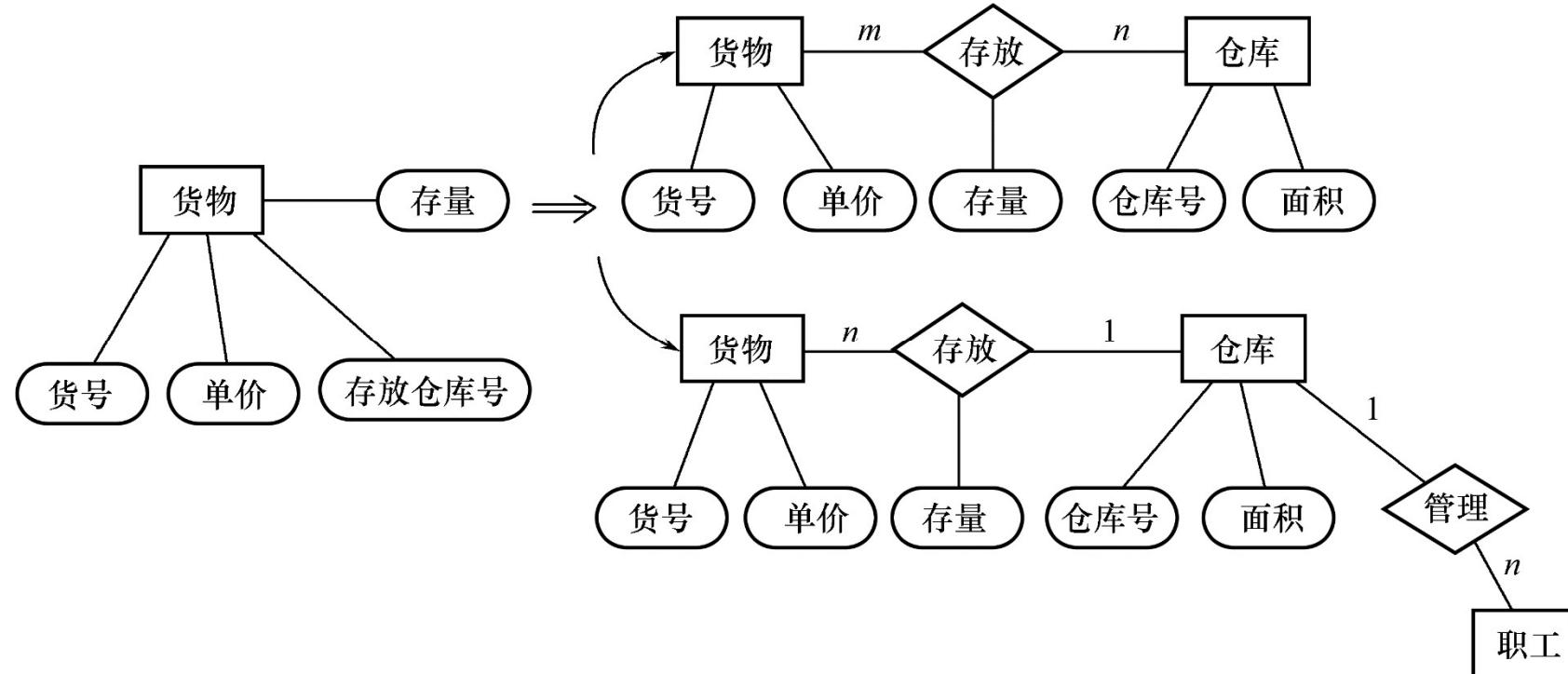
97





逐一设计分E-R图（续）

98



仓库作为一个实体



逐一设计分E-R图（续）

99

[实例] 销售管理子系统分E-R图的设计

- ❖ 销售管理子系统的主要功能（需求分析）：
 - 处理顾客和销售员送来的订单
 - 工厂是根据订货安排生产的
 - 交出货物同时开出发票
 - 收到顾客付款后，根据发票存根和信贷情况进行应收款处理



逐一设计分E-R图（续）

100

- 下图是第一层数据流图，虚线部分划出了系统边界
 - 接收订单、处理订单、开发票、支付过账

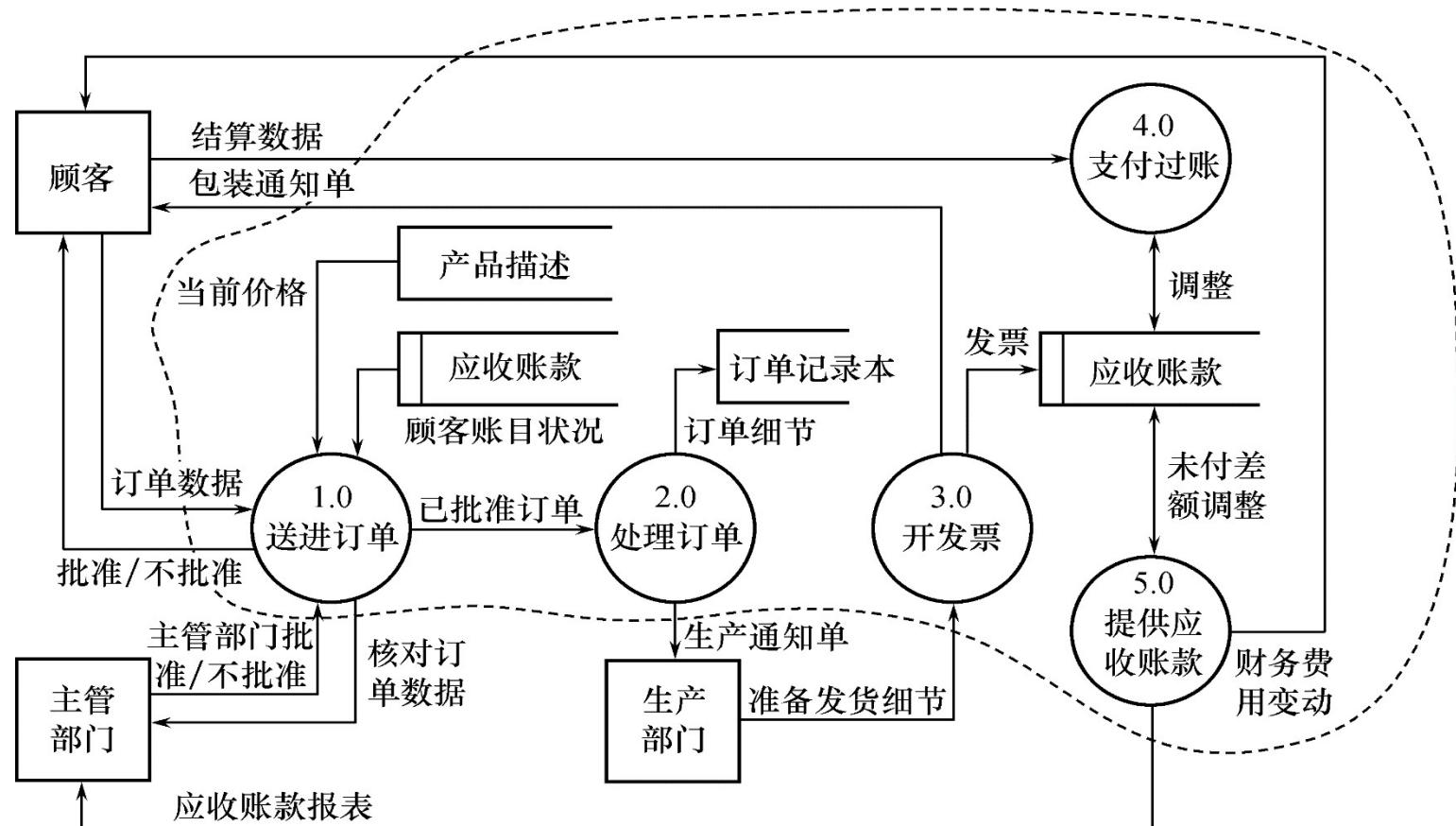


图7.18 销售管理子系统第一层数据流图



逐一设计分E-R图（续）

101

- 上图中把系统功能又分为4个子系统，下面四个图是第二层数据流图

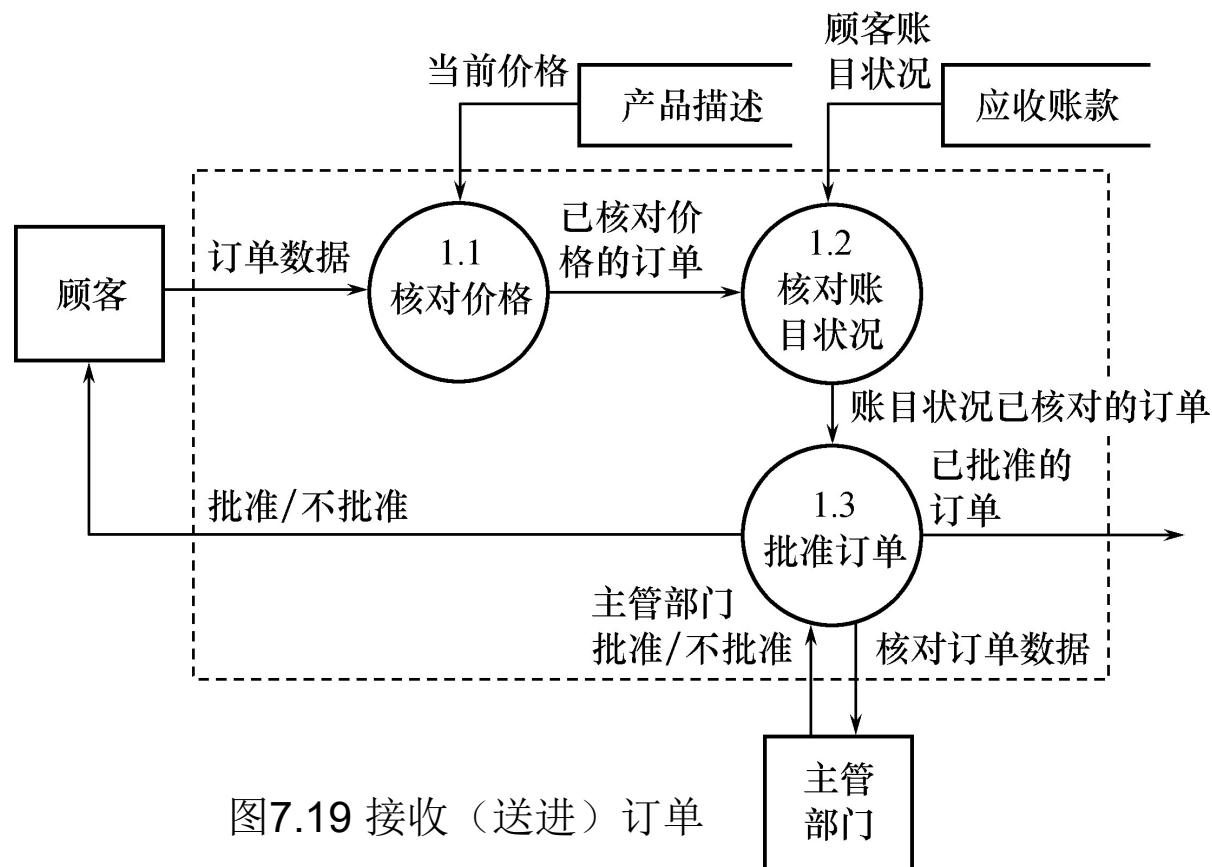


图7.19 接收（送进）订单



逐一设计分E-R图（续）

102

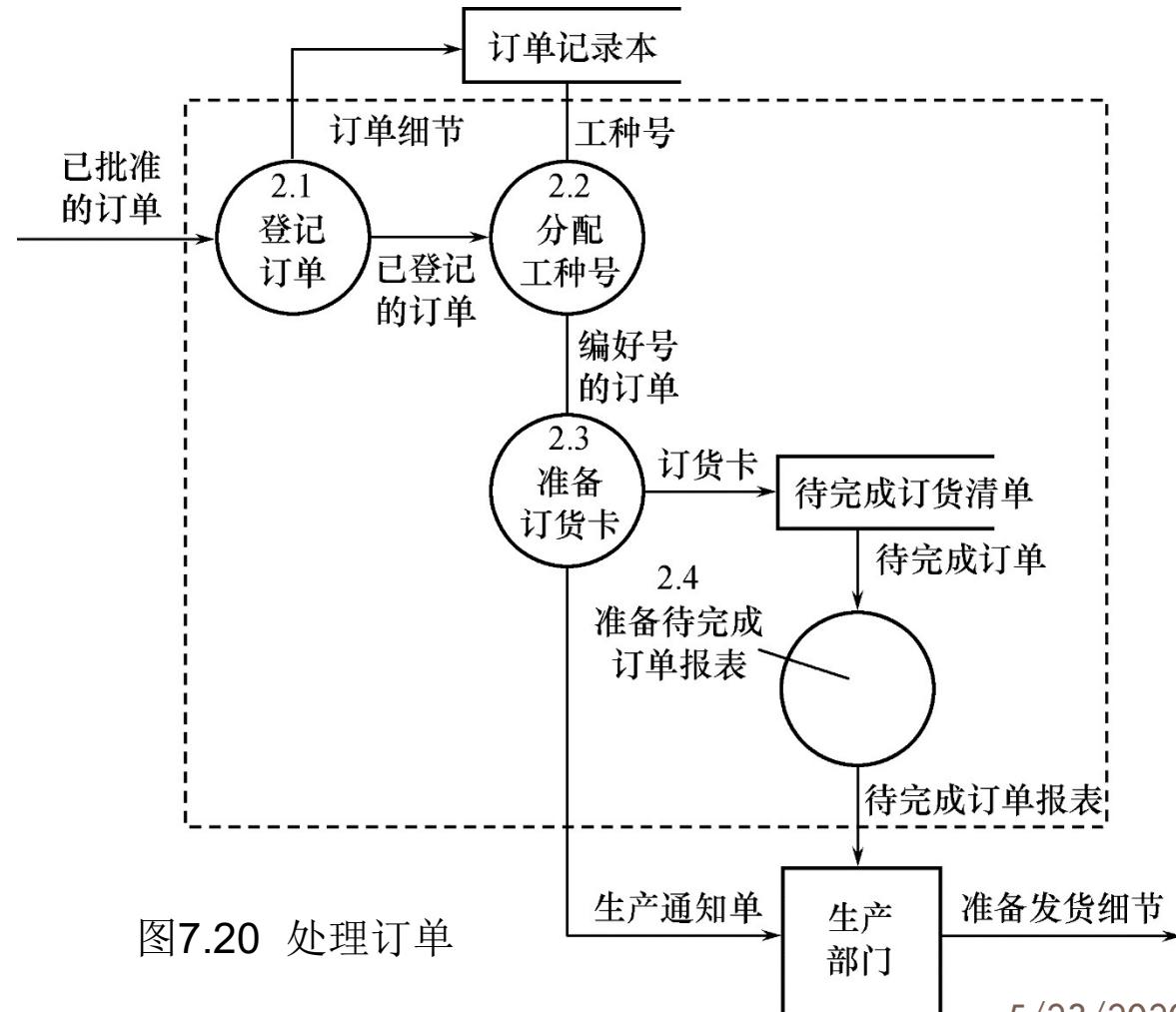


图 7.20 处理订单



逐一设计分E-R图（续）

103

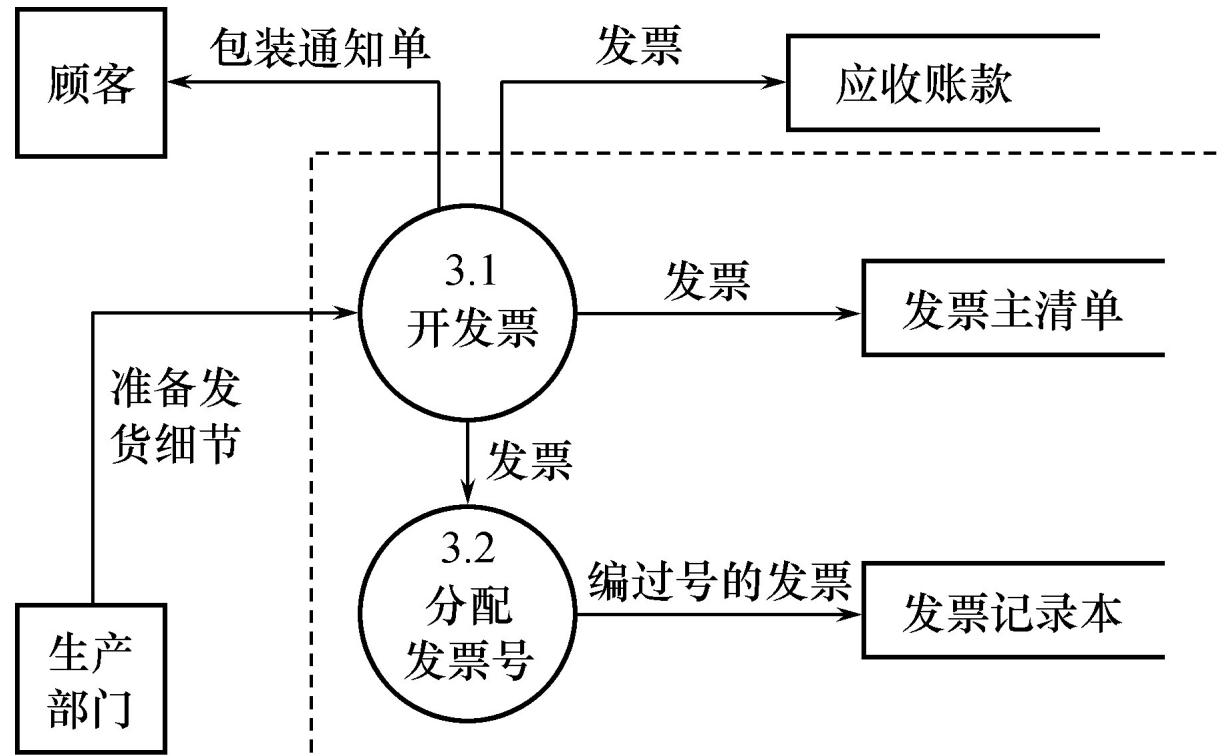


图7.21 开发票



逐一设计分E-R图（续）

104

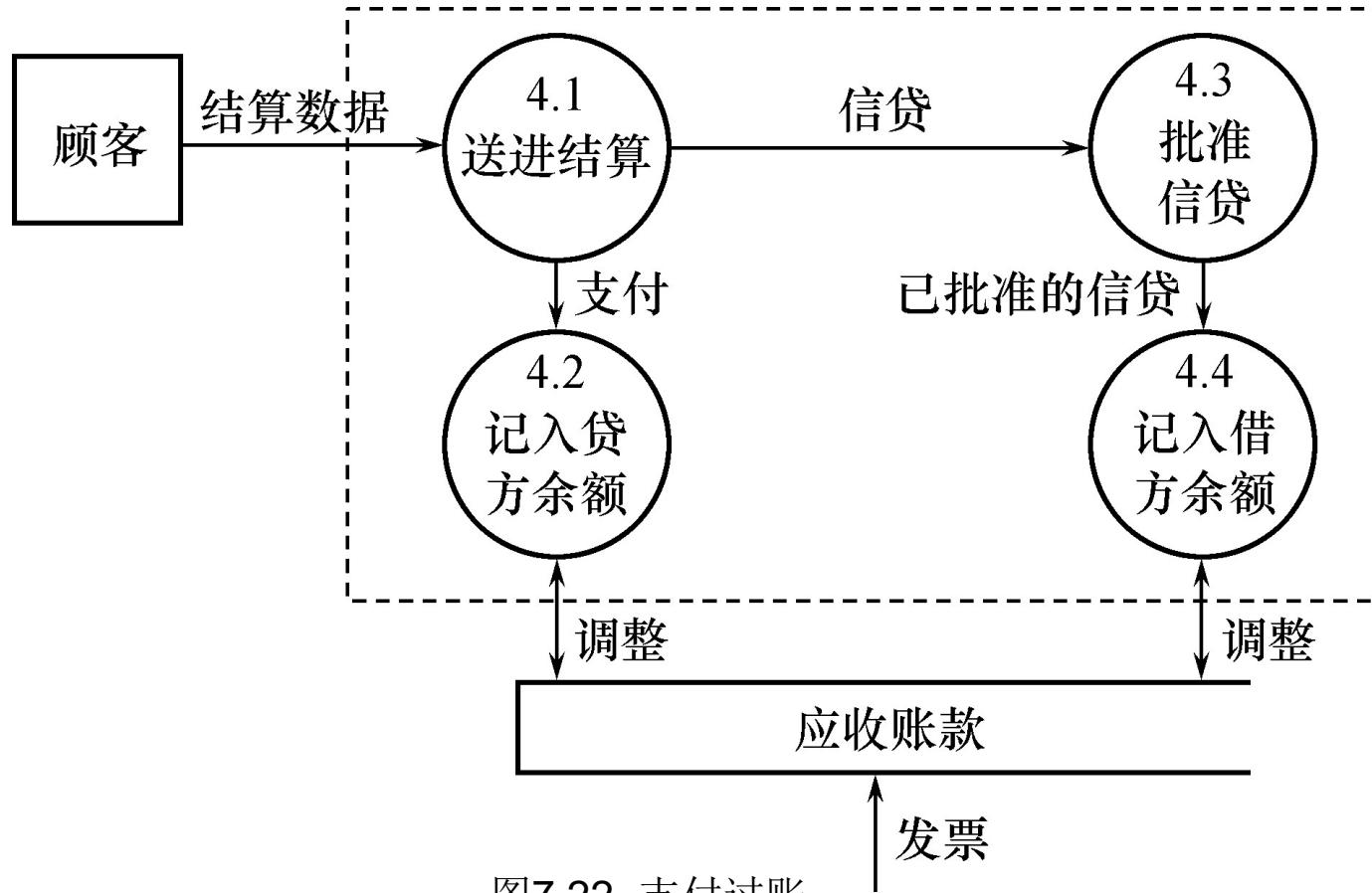
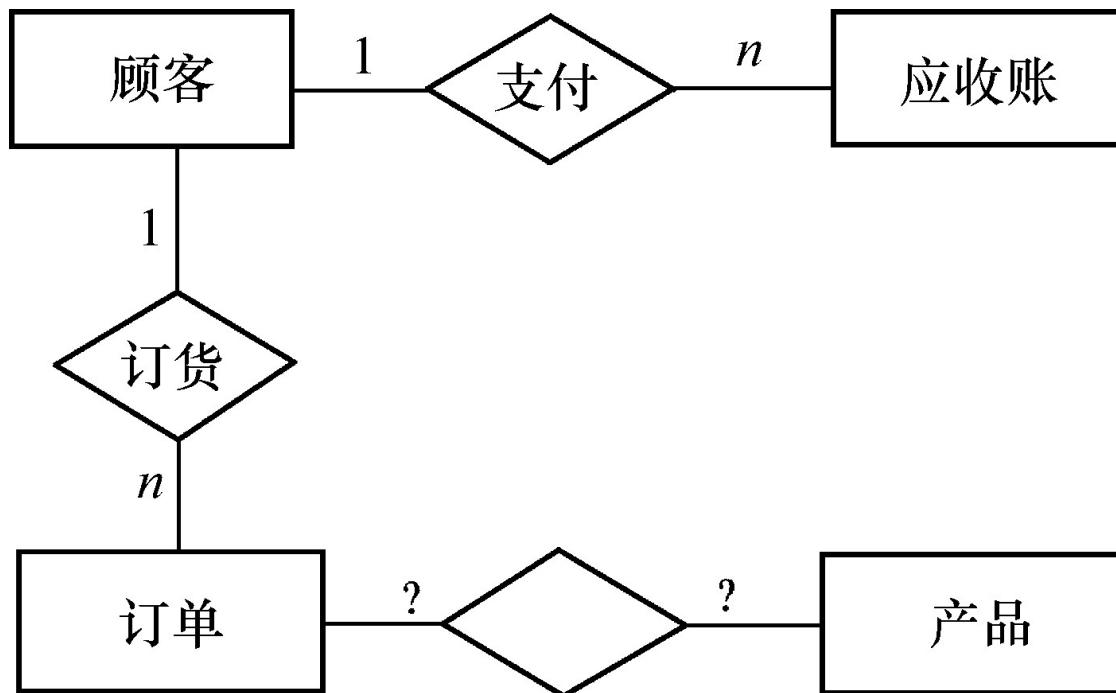


图7.22 支付过账



逐一设计分E-R图 (续)

105



订单、顾客、应收账款相关的分E-R图框架



逐一设计分E-R图（续）

106

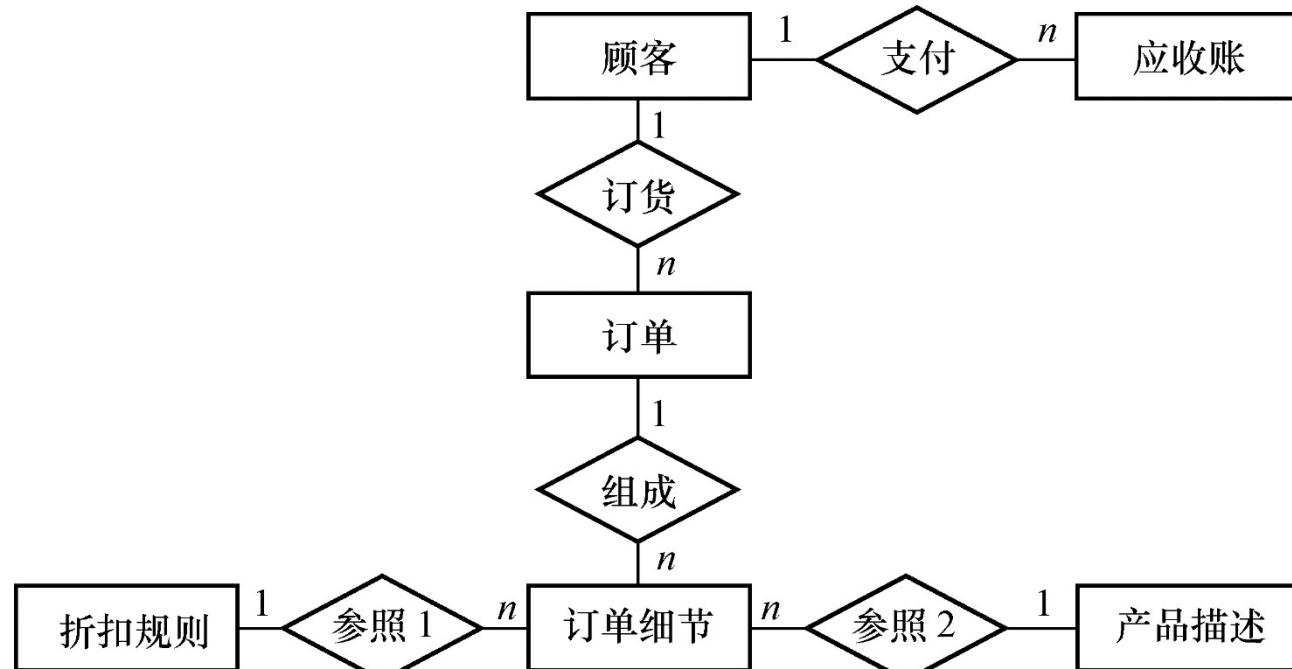
- 参照第二层数据流图和数据字典，遵循两个准则，进行如下调整：
 - (1) 订单与订单细节（零件号，订货数等）是 $1:n$ 的联系
 - (2) 原订单和产品的联系实际上是订单细节和产品的联系。
 - (3) 图7.21中“发票主清单”是一个数据存储，不必作为实体加入分E-R图
 - (4) 工厂对大宗订货给予优惠



逐一设计分E-R图（续）

107

□ 得到分E-R图如下图所示



销售管理子系统的分E-R图



逐一设计分E-R图（续）

108

对每个实体定义的属性如下：

- 顾客：{顾客号，顾客名，地址，电话，信贷状况，账目余额}
- 订单：{订单号，顾客号，订货项数，订货日期，交货日期，工种号，生产地点}
- 订单细则：{订单号，细则号，零件号，订货数，金额}
- 应收账款：{顾客号，订单号，发票号，应收金额，支付日期，支付金额，当前余额，货款限额}
- 产品描述：{产品号，产品名，单价，重量}
- 折扣规则：{产品号，订货量，折扣}



7.3 概念结构设计

109

7.3.1 概念结构

7.3.2 概念结构设计的方法与步骤

7.3.3 数据抽象与局部视图设计

7.3.4 视图的集成



7.3.4 视图的集成

110

- 各个局部视图即分E-R图建立好后，还需要对它们进行合并，集成为一个整体的数据概念结构即总E-R图。

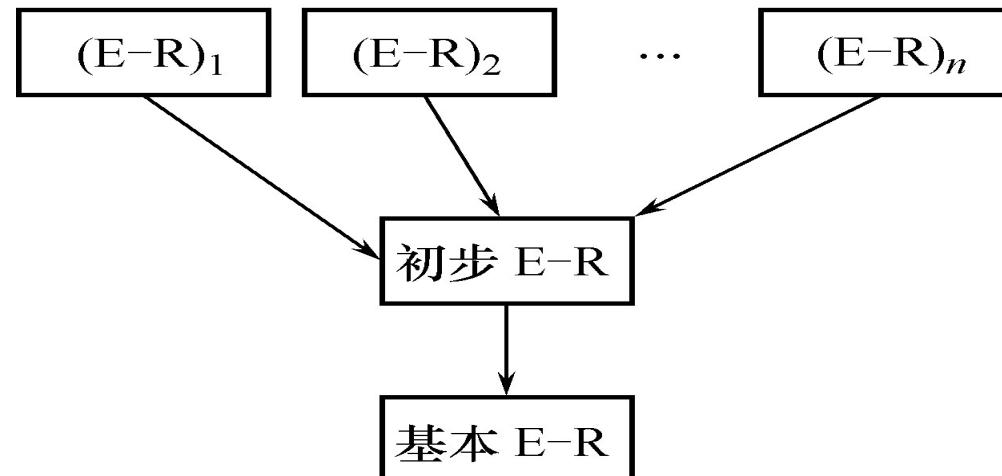


视图集成的两种方式

111

□ 多个分E-R图一次集成

- 一次集成多个分E-R图
- 通常用于局部视图比较简单时



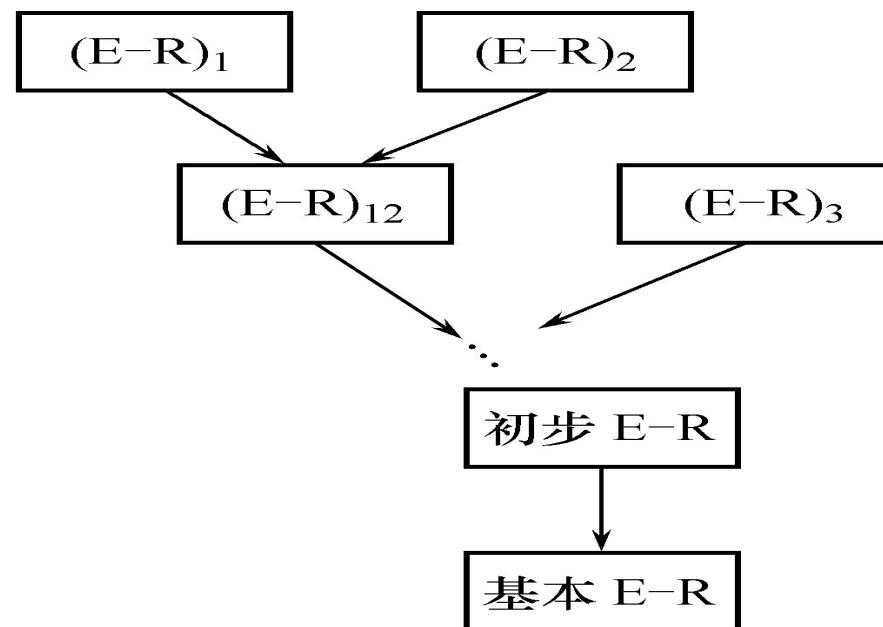


视图的集成（续）

112

□ 逐步集成

- 用累加的方式一次集成两个分E-R图





视图的集成（续）

113

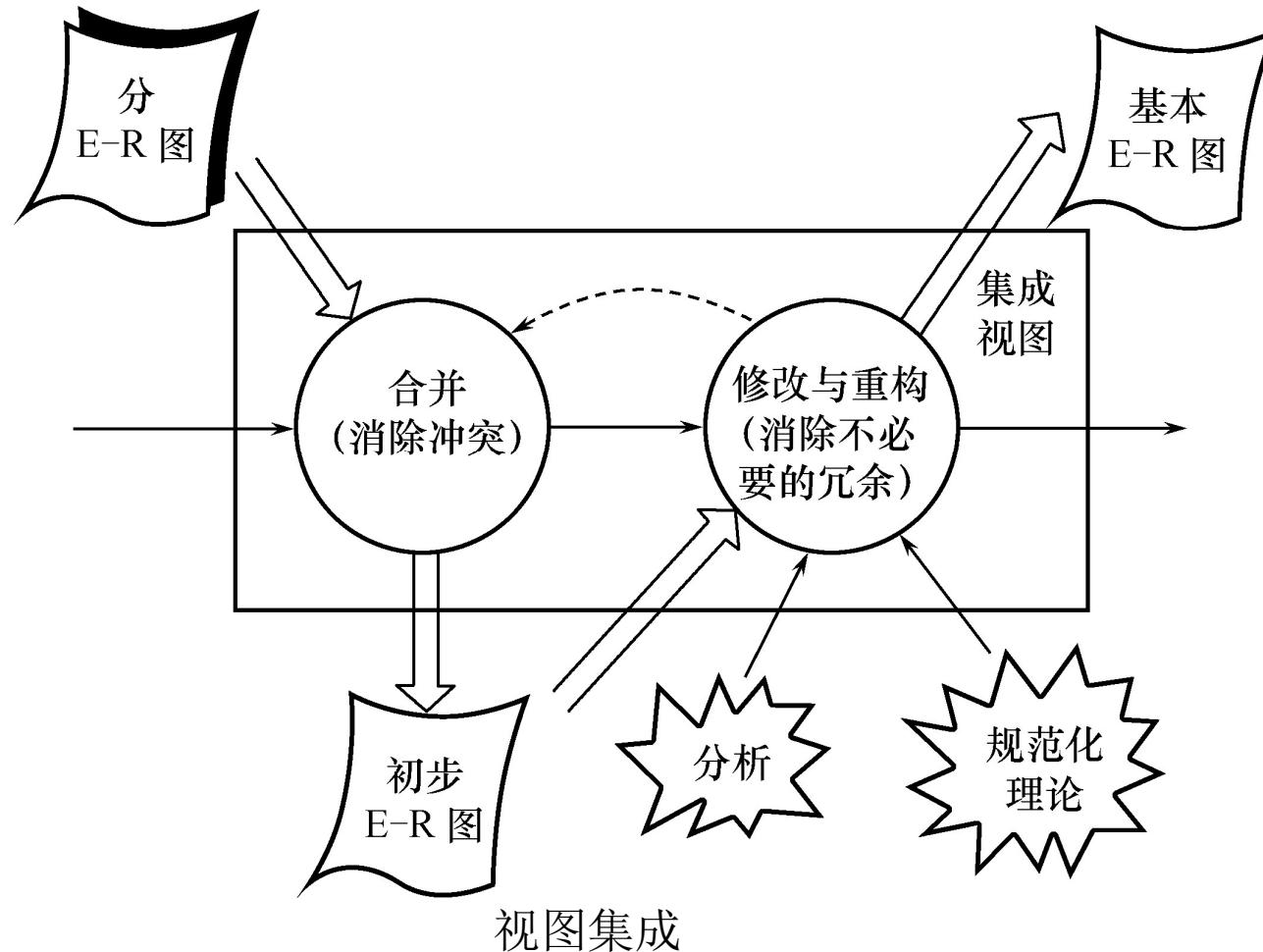
□ 集成局部E-R图的步骤

1. 合并
2. 修改与重构



视图的集成（续）

114





合并分E-R图，生成初步E-R图

115

- 各分E-R图存在冲突
 - 各个分E-R图之间必定会存在许多不一致的地方
- 合并分E-R图的主要工作与关键
 - 合理消除各分E-R图的冲突



合并分E-R图，生成初步E-R图（续）

116

- 冲突的种类
 - 属性冲突
 - 命名冲突
 - 结构冲突



1. 属性冲突

117

□ 两类属性冲突

□ 属性域冲突

- 属性值的类型
- 取值范围
- 取值集合不同

□ 属性取值单位冲突



2. 命名冲突

118

□ 两类命名冲突

- 同名异义：不同意义的对象在不同的局部应用中具有相同的名字
- 异名同义（一义多名）：同一意义的对象在不同的局部应用中具有不同的名字



3. 结构冲突

119

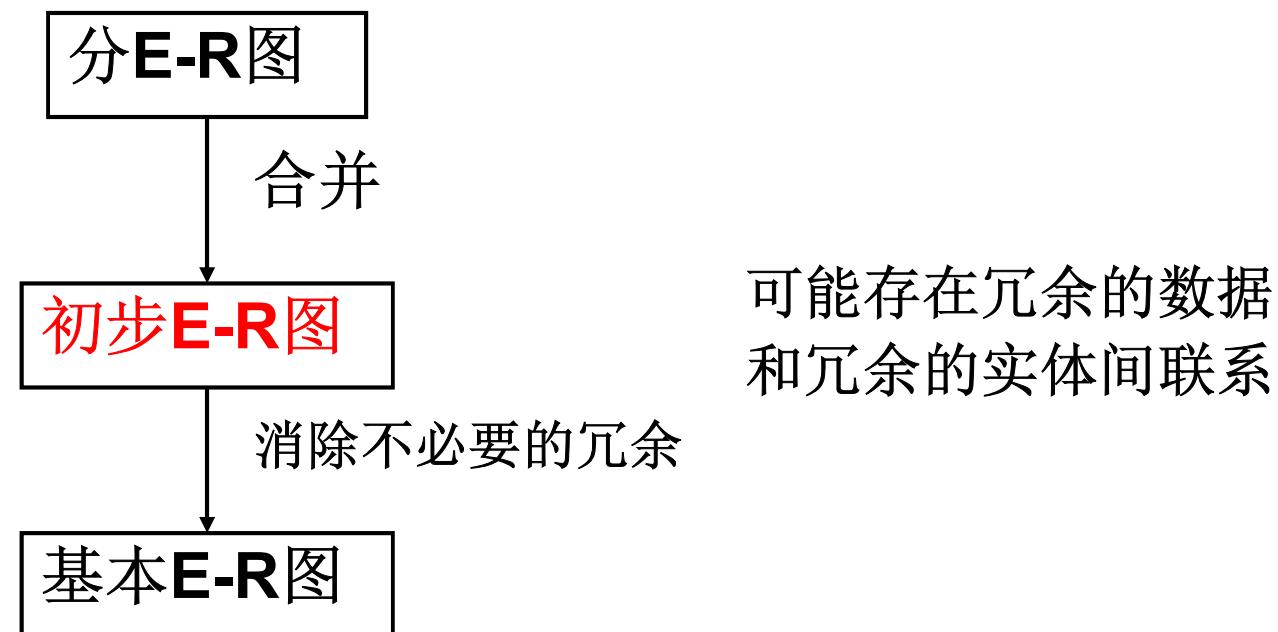
- 三类结构冲突
 - 同一对象在不同应用中具有不同的抽象
 - 同一实体在不同分E-R图中所包含的属性个数和属性排列次序不完全相同
 - 实体之间的联系在不同局部视图中呈现不同的类型



消除不必要的冗余，设计基本E-R图

120

- 基本任务
 - 消除不必要的冗余，设计生成基本E-R图





消除不必要的冗余，设计基本E-R图（续）

121

- 冗余
- 消除冗余的方法



1. 冗余

122

- 冗余的数据是指可由基本数据导出的数据
冗余的联系是指可由其他联系导出的联系
- 冗余数据和冗余联系容易破坏数据库的完整性，给数据库维护增加困难
- 消除不必要的冗余后的初步E-R图称为基本E-R图



消除冗余的方法

123

□ 分析方法

- 以数据字典和数据流图为依据
- 根据数据字典中关于数据项之间的逻辑关系来消除冗余



消除冗余的方法（续）

124

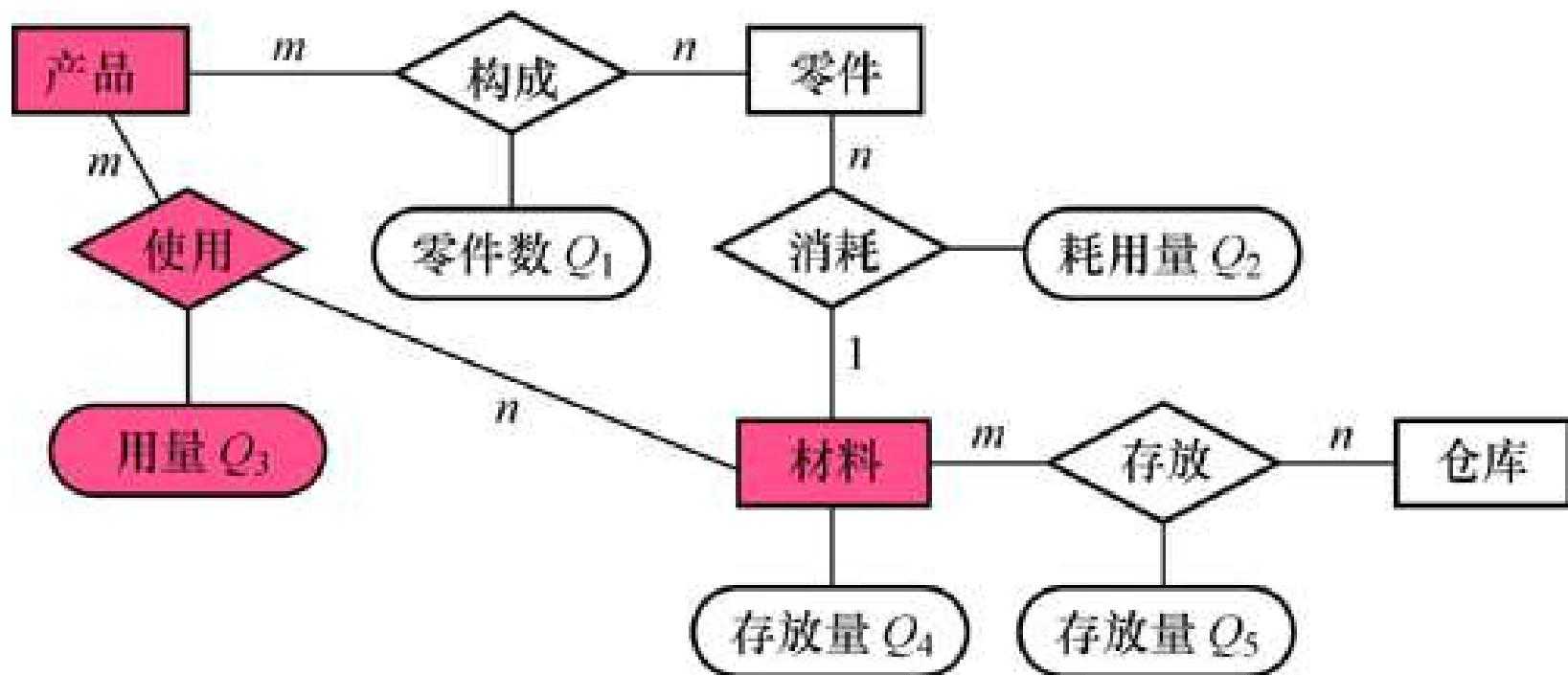


图7.26消除冗余 ($Q_3=Q_1 \times Q_2$ 和 Q_4 是冗余)



消除冗余的方法（续）

125

- 效率VS冗余信息
 - 需要根据用户的整体需求来确定
- 若人为地保留了一些冗余数据，则应把数据字典中数据关联的说明作为完整性约束条件
 - $Q4 = \sum Q5$
 - 一旦Q5修改后就应当触发完整性检查，对Q4进行修改



消除冗余的方法（续）

126

- 规范化理论
- 函数依赖的概念提供了消除冗余联系的形式化工具

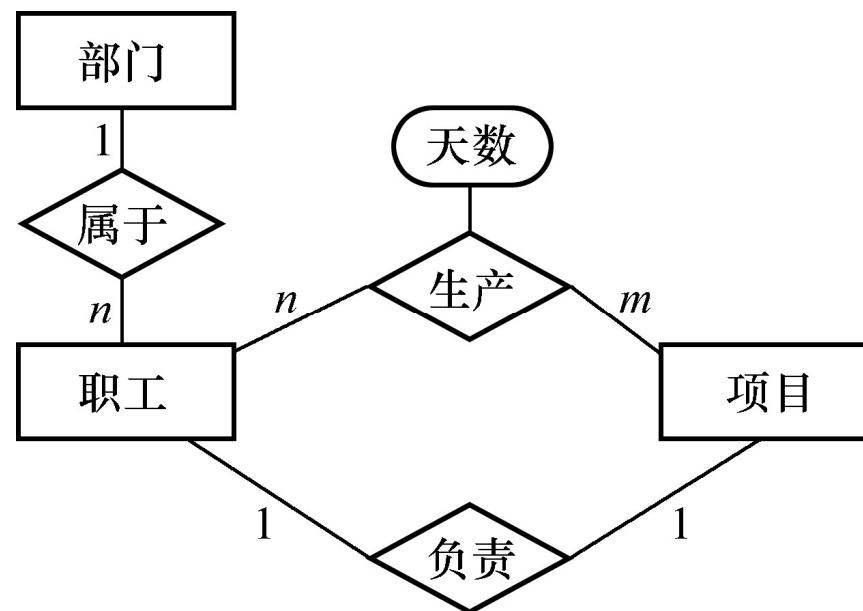


消除冗余的方法（续）

127

□ 方法

1. 确定分E-R图实体之间的数据依赖，并用实体码之间的函数依赖表示。



劳动人事管理的分E-R图



消除冗余的方法（续）

128

上图中，

- 部门和职工之间一对多的联系可表示为：
职工号 → 部门号
- 职工和产品之间多对多的联系可表示为：
(职工号, 项目号) → 工作天数
- 得到函数依赖集 F_L



消除冗余的方法（续）

129

2. 求 F_L 的最小覆盖 G_L ，差集为 $D = F_L - G_L$ 。

逐一考察 D 中的函数依赖，确定是否是冗余的联系，若是，就把它去掉。

- (1) 冗余的联系一定在 D 中，而 D 中的联系不一定是冗余的；
- (2) 当实体之间存在多种联系时要将实体之间的联系在形式上加以区分。



消除冗余，设计生成基本E-R图实例

130

[实例] 某工厂管理信息系统的视图集成。

图1.14(c)、图7.24、图7.29分别为该厂物资、销售和劳动人事管理的分E-R图

图7.30为该系统的基本E-R图



消除冗余，设计生成基本E-R图实例（续）

131

该厂物资管理分E-R图

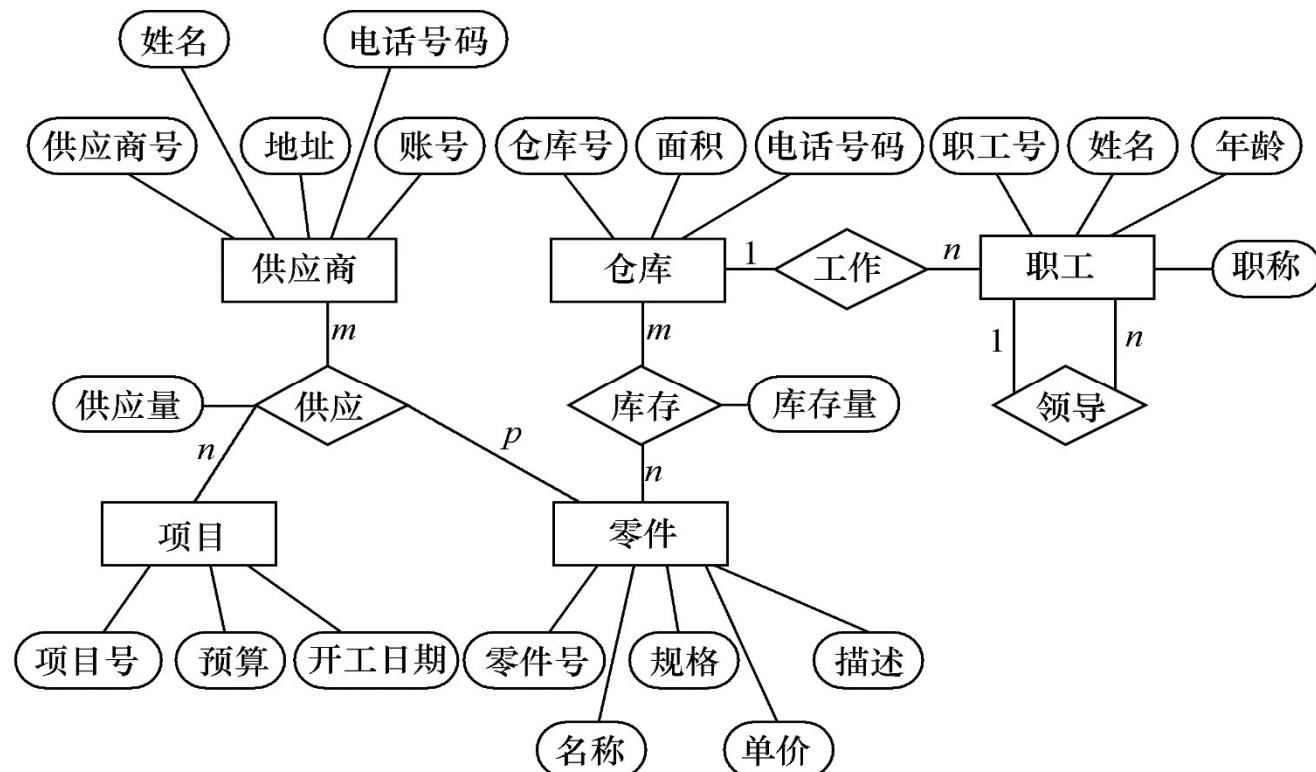


图1.14(c) 工厂物资管理E-R图



消除冗余，设计生成基本E-R图实例（续）

132

该厂销售管理分E-R图

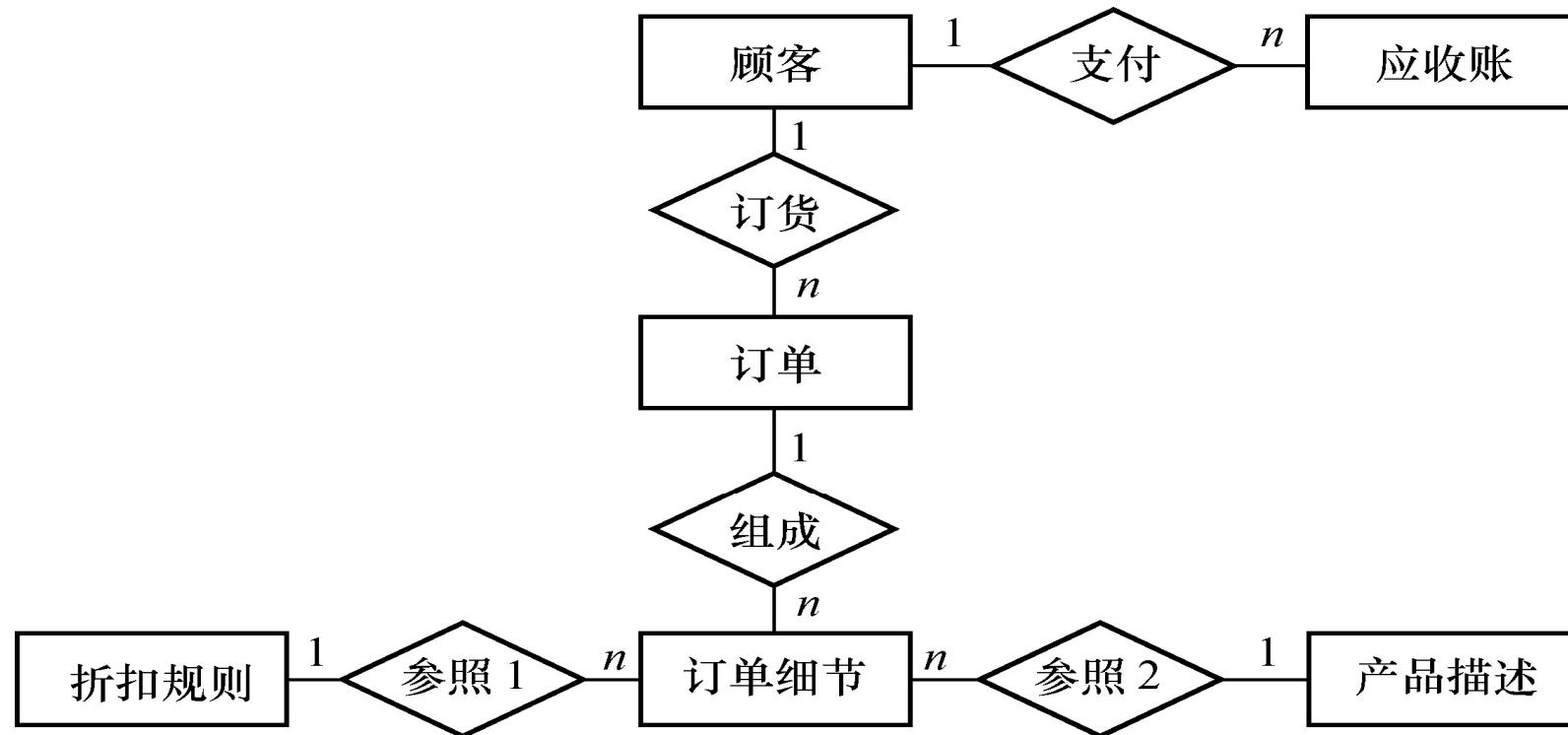


图7.24 销售管理子系统的分E-R图



消除冗余，设计生成基本E-R图实例（续）

133

该厂劳动人事管理分E-R图

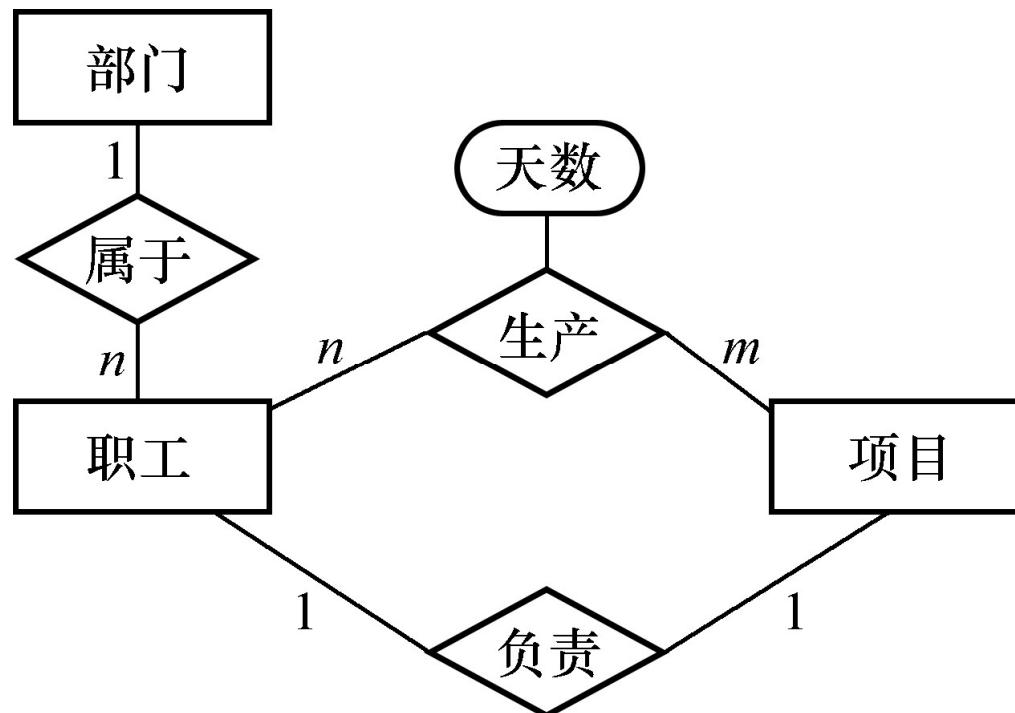


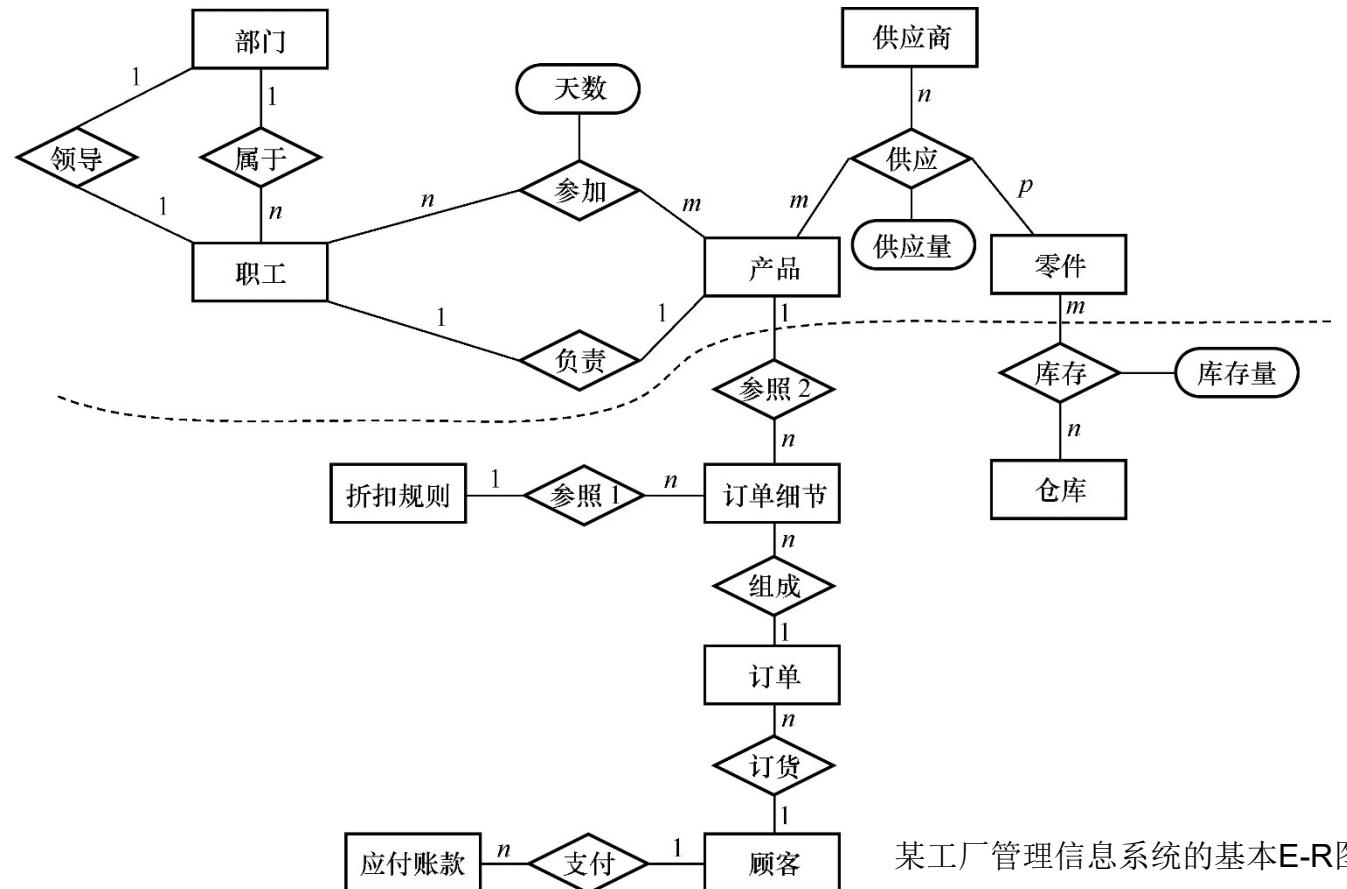
图7.29 劳动人事管理的分E-R图



消除冗余，设计生成基本E-R图实例（续）

134

系统的基本E-R(图7.30)





消除冗余，设计生成基本E-R图实例（续）

135

集成过程，解决了以下问题：

- 异名同义，项目和产品含义相同（统一为产品）
- 库存管理中职工与仓库的工作关系已包含在劳动人事管理的部门与职工之间的联系之中，所以可以取消
- 职工之间领导与被领导关系可由部门与职工（经理）之间的领导关系、部门与职工之间的从属关系两者导出，所以也可以取消



验证整体概念结构

136

- 视图集成后形成一个整体的数据库概念结构，对该整体概念结构还必须进行进一步验证，确保它能够满足下列条件：
 - 整体概念结构内部必须具有一致性，不存在互相矛盾的表达
 - 整体概念结构能准确地反映原来的每个视图结构，包括属性、实体及实体间的联系
 - 整体概念结构能满足需要分析阶段所确定的所有要求



验证整体概念结构（续）

137

- 整体概念结构最终还应该提交给用户，征求用户和有关人员的意见，进行评审、修改和优化，然后把它确定下来，作为数据库的概念结构，作为进一步设计数据库的依据。



概念结构设计小结

138

- 概念结构设计的步骤
- 抽象数据并设计局部视图
- 集成局部视图，得到全局概念结构
- 验证整体概念结构



概念结构设计小结

139

- 数据抽象
 - 分类
 - 聚集
 - 概括



概念结构设计小结

140

- 设计局部视图
 - 1. 选择局部应用
 - 2. 逐一设计分E-R图
- 标定局部应用中的实体、属性、码，实体间的联系
- 用E-R图描述出来



概念结构设计小结

141

□ 集成局部视图

□ 1. 合并分E-R图，生成初步E-R图

➤ 消除冲突

- 属性冲突
- 命名冲突
- 结构冲突

□ 2. 修改与重构

➤ 消除不必要的冗余，设计生成基本E-R图

- 分析方法
- 规范化理论