



教材

- 萨师煊，王珊：数据库系统概论(第5版)
高等教育出版社，2022.5



数据库系统概论

An Introduction to Database Systems

第一章 绪论

第一章 绪论

1.1 数据库系统概述

1.2 数据模型

1.3 数据库系统结构

1.4 数据库系统的组成

1.5 小结

数据库的地位

- ❖ 数据库技术产生于六十年代末，是计算机科学的重要分支。
- ❖ 数据库技术是信息系统的核心和基础，它的出现极大地促进了计算机应用向各行各业的渗透。
- ❖ 数据库的建设规模、数据库信息量的大小和使用频度已成为衡量一个国家信息化程度的重要标志。

第一章 绪论

1.1 数据库系统概述

1.1.1 四个基本概念

1.1.2 数据管理技术的产生和发展

1.1.3 数据库系统的特点

1.1.1 四个基本概念

- ❖ 数据(Data)
- ❖ 数据库(Database)
- ❖ 数据库管理系统(DBMS)
- ❖ 数据库系统(DBS)

一、数据

- ❖ 数据(Data)是数据库中存储的对象
- ❖ 数据的定义
 - 描述事物的符号记录
- ❖ 数据的种类
 - 数值、文本、图形、图像、音频、视频、学生的档案记录等
- ❖ 数据的特点
 - 数据与其语义是不可分的
 - 语义：数据的含义

数据举例

❖ 数据的含义称为数据的语义，数据与其语义是不可分的。

- 例如 93是一个数据

语义1：学生某门课的成绩

语义2：某人的体重

语义3：计算机系2003级学生人数

语义4：请同学给出。。。

数据举例

❖ 学生档案中的学生记录

（李明，男，197205，江苏南京市，计算机系，1990）

- 语义：学生姓名、性别、出生年月、籍贯、所在院系、
入学时间
- 解释：李明是个大学生，1972年5月出生，江苏南京市人，
1990年考入计算机系

二、数据库

❖ 数据库的定义

- 数据库(Database,简称DB)是长期储存在计算机内、有组织的、可共享的大量数据的集合。

❖ 数据库的基本特征

- 数据按一定的数据模型组织、描述和储存
- 可为各种用户共享
- 冗余度较小
- 数据独立性较高
- 易扩展

三、数据库管理系统

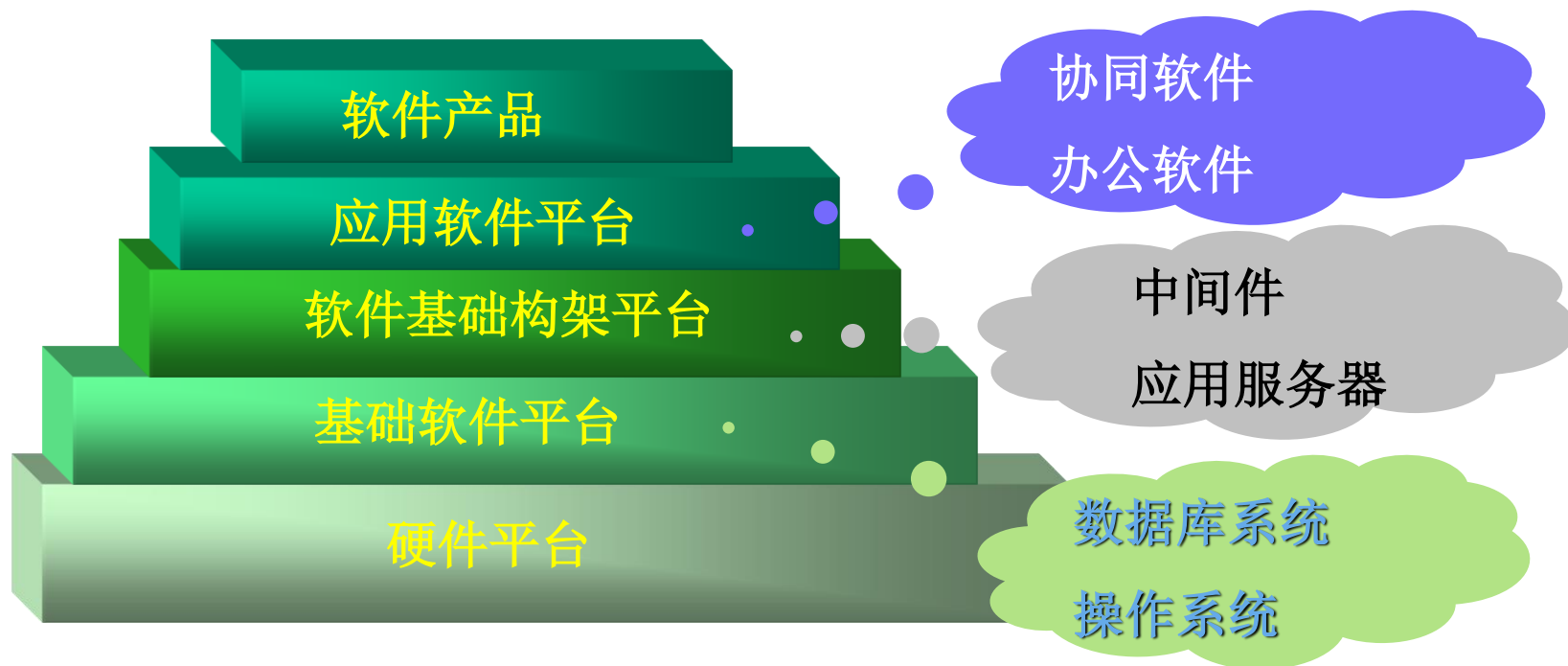
❖ 什么是DBMS

- 位于用户与操作系统之间的一层数据库管理软件。
- 是基础软件，是一个大型复杂的软件系统

❖ DBMS的用途

- 科学地组织和存储数据（向下）、高效地获取和维护数据（向上）

数据库在计算机系统中的位置



DBMS的主要功能

- **数据定义功能**

- 提供数据定义语言(DDL)

- 定义数据库中的数据对象

- **数据组织、存储和管理**

- 分类组织、存储和管理各种数据

- 确定组织数据的文件结构和存取方式

- 实现数据之间的联系

- 提供多种存取方法提高存取效率

DBMS的主要功能

- **数据操纵功能**

提供数据操纵语言(DML)

实现对数据库的基本操作 (查询、插入、删除和修改)

- **数据库的事务管理和运行管理**

保证数据的安全性、完整性、多用户对数据的并发使用

发生故障后的系统恢复

- **其它功能**

包括DBMS与其他软件的通信功能

DBMS间或与文件系统间的数据转换功能等

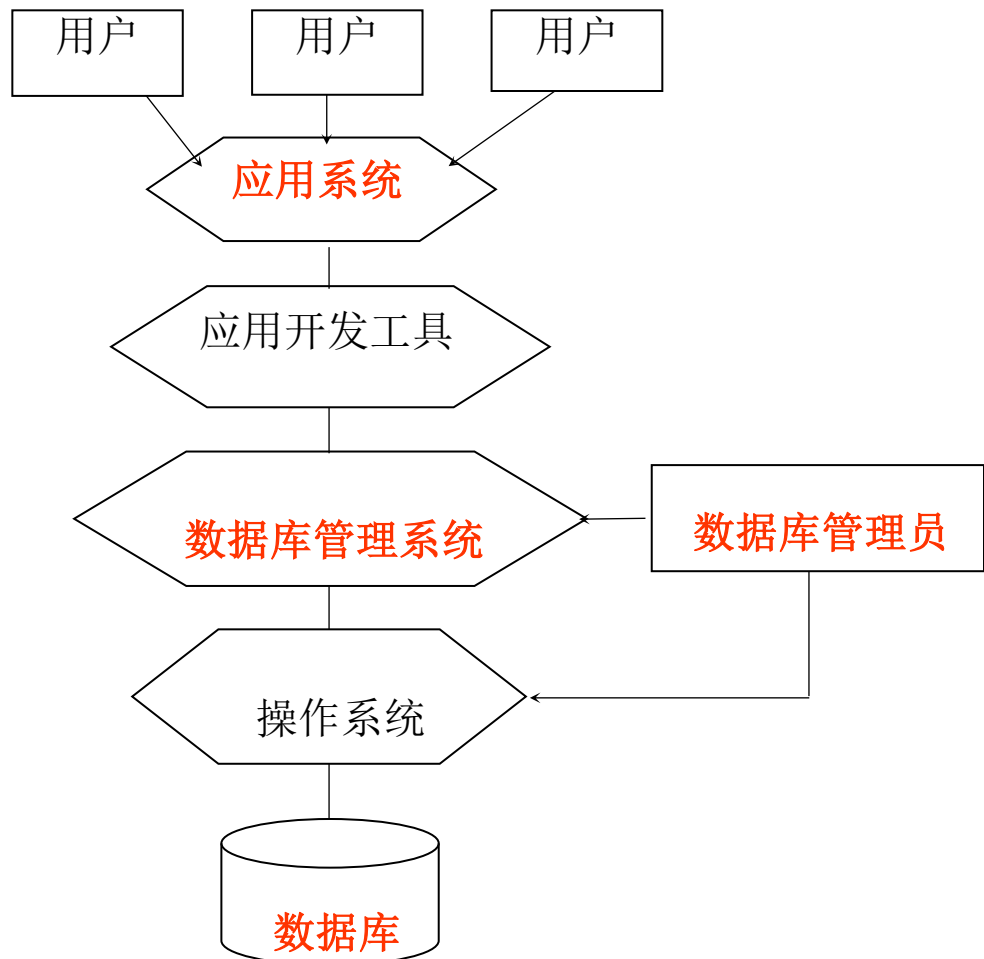
四、数据库系统

❖ 数据库系统（简称**DBS**）

在计算机系统中引入数据库后的系统构成

❖ 数据库系统的构成

- 数据库
- **DBMS**（及其开发工具）
- 应用系统
- 数据库管理员（**DBA**）



1.1 数据库系统概述

1.1.1 四个基本概念

1.1.2 数据管理技术的产生和发展

1.1.3 数据库系统的特点

数据管理技术的产生和发展

❖ 什么是数据管理

- 对数据进行分类、组织、编码、存储、检索和维护

❖ 数据管理技术的发展过程

- 人工管理阶段(**20世纪40年代中--50年代中**)
- 文件系统阶段(**20世纪50年代末--60年代中**)
- 数据库系统阶段(**20世纪60年代末--现在**)

❖ 数据管理技术的发展动力

- 应用需求的推动、计算机硬软件的发展

数据管理技术的产生和发展

角度	层面/阶段	人工管理阶段	文件系统阶段	数据库系统阶段
背景	应用背景	科学计算	科学计算、数据管理	大规模数据管理
	硬件背景	无直接存取存储设备	磁盘，磁鼓	大容量磁盘，磁盘阵列
	软件背景	无操作系统	有文件系统	有数据库管理系统
	处理方式	批处理	联机实时处理，批处理	联机实时处理，分布处理，批处理
特点	数据管理者	用户（程序员）	文件系统	数据库管理系统
	数据面向的对象	某一应用程序	应用程序	现实世界（个人，部门，企业等）
	数据的共享程度	无共享，冗余度极大	共享性差，冗余度大	共享性高，冗余度小
	数据的独立性	不独立，完全依赖于程序	独立性差	具有高度的物理独立性和一定的逻辑独立性
	数据的结构化	无结构	记录内有结构，整体无结构	整体结构化，用数据模型描述
	数据控制能力	应用程序控制	应用程序控制	有数据库管理系统提供数据安全性、完整性、并发控制和恢复能力

1.1 数据库系统概述

1.1.1 四个基本概念

1.1.2 数据管理技术的产生和发展

1.1.3 数据库系统的特点

1.1.3 数据库系统的特点

- ❖ 数据结构化
- ❖ 数据的共享性高，冗余度低，易扩充
- ❖ 数据由**DBMS**统一管理和控制
- ❖ 数据独立性高

一个数据库例子

Student表

学号 Sno	姓名 Sname	性别 Ssex	年龄 Sage	所在系 Sdept
201215121	李勇	男	20	CS
201215122	刘晨	女	19	CS
201215123	王敏	女	18	MA
201215125	张立	男	19	IS

Course表

课程号 Cno	课程名 Cname	先行课 Cpno	学分 Ccredit
1	数据库	5	4
2	数学		2
3	信息系统	1	4
4	操作系统	6	3
5	数据结构	7	4
6	数据处理		2
7	PASCAL语言	6	4

SC表

学号 Sno	课程号 Cno	成绩 Grade
201215121	1	92
201215121	2	85
201215121	3	88
201215122	2	90
201215122	3	80

数据结构化

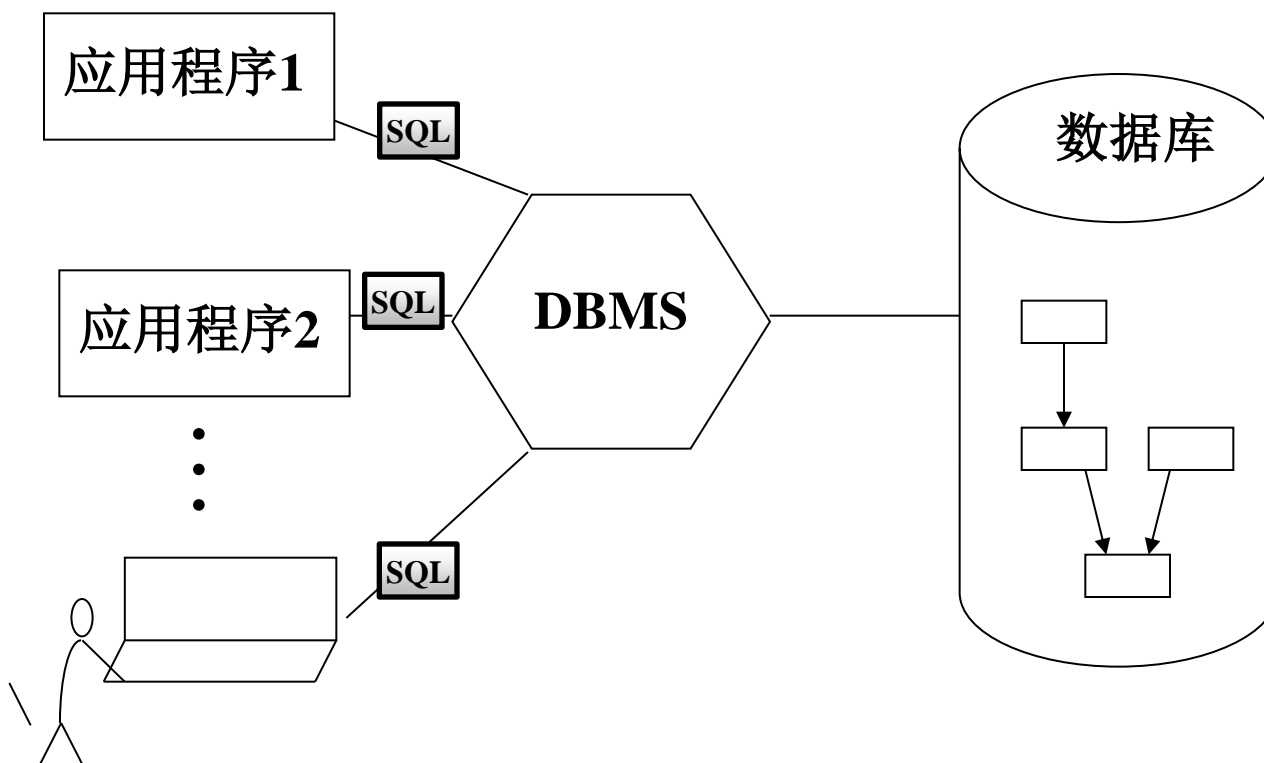
❖ 数据的结构化是数据库的主要特征之一

- 数据库中实现的是数据的真正结构化
- 数据的结构用数据模型描述，无需程序定义和解释

数据的共享性高，冗余度低，易扩充

- ❖ 数据库系统从整体角度看待和描述数据，数据面向整个系统，可以被多个用户、多个应用共享使用。
- ❖ 数据共享的好处
 - 减少数据冗余，节约存储空间
 - 避免数据之间的不相容性与不一致性
 - 使系统易于扩充

数据由DBMS统一管理和控制



数据独立性高

❖ 物理独立性

- 指用户的应用程序与存储在磁盘上的数据库中数据是相互独立的。
当数据的物理存储改变了，应用程序不用改变。

❖ 逻辑独立性

- 指用户的应用程序与数据库的逻辑结构是相互独立的。数据的逻辑结构改变了，用户程序也可以不变。

❖ 数据独立性是由DBMS的二级映像功能来保证的

提问

- ❖ 1. 数据？数据库？数据库管理系统？数据库系统？
- ❖ 2. 数据库系统的特点？

第一章 绪论

1.1 数据库系统概述

1.2 数据模型

1.3 数据库系统结构

1.4 数据库系统的组成

1.5 小结

数据模型

❖ 数据模型应满足三方面要求

- 能比较真实地模拟现实世界（可用性）
- 容易为人所理解（易用性）
- 便于在计算机上实现（技术可行性）

1.2 数据模型

1.2.1 两大类数据模型

1.2.2 概念模型

1.2.3 数据模型的组成要素

1.2.4 最常用的数据模型

1.2.5 层次模型

1.2.6 网状模型

1.2.7 关系模型

1.2.1 两大类数据模型

❖ 数据模型分为两类（分属两个不同的层次）

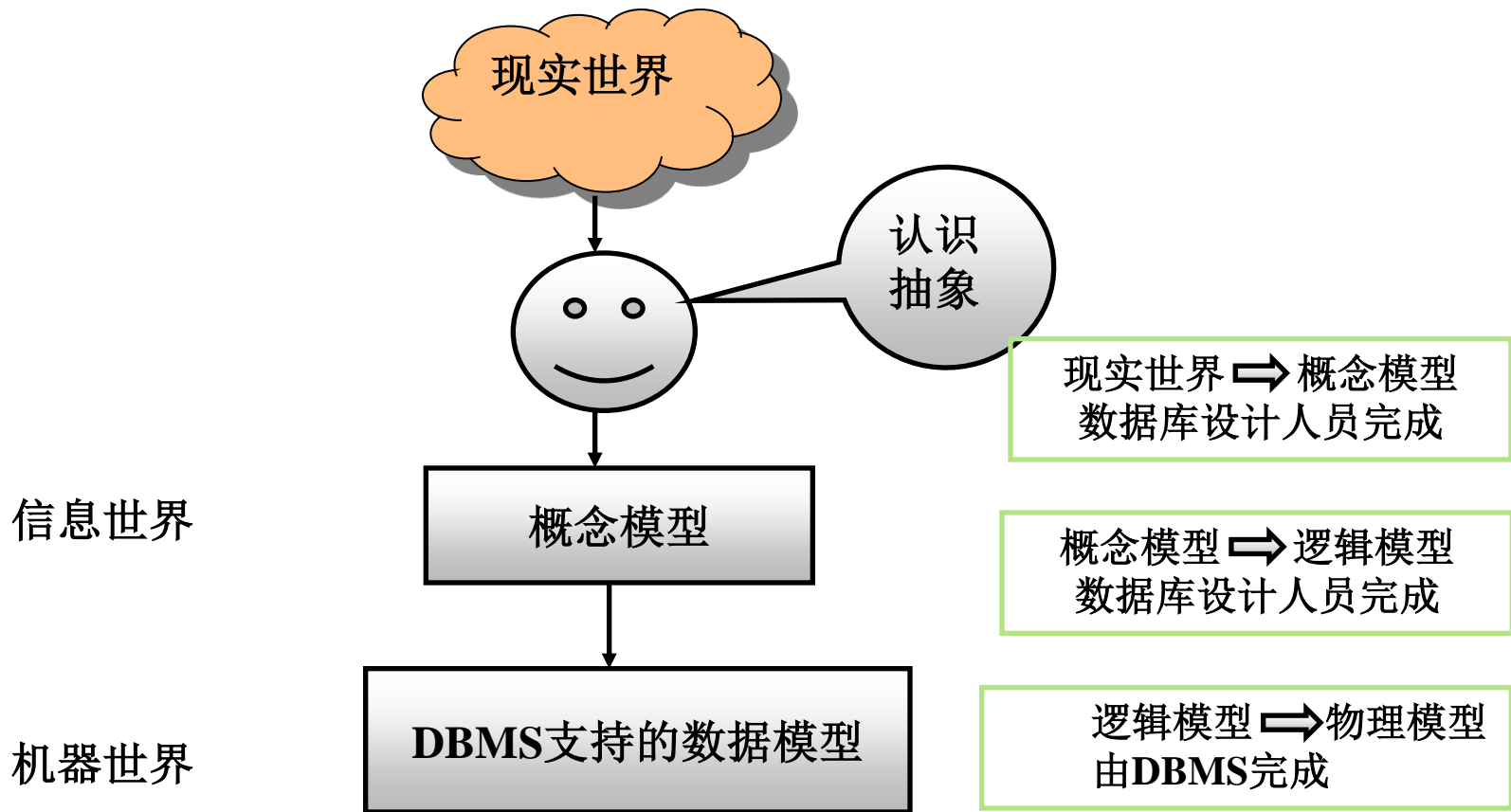
(1) 概念模型（信息世界模型）

- 也称信息模型，它是按用户的观点来对数据和信息建模，用于数据库设计。

(2) 逻辑模型和物理模型（机器世界模型）

- 逻辑模型主要包括网状模型、层次模型、关系模型、面向对象模型等，按计算机系统的观点对数据建模，用于DBMS实现。
- 物理模型是对数据最底层的抽象，描述数据在系统内部的表示方式和存取方法，在磁盘或磁带上的存储方式和存取方法。

两大类数据模型 (续)



现实世界中客观对象的抽象过程

1.2 数据模型

1.2.1 两大类数据模型

1.2.2 概念模型

1.2.3 数据模型的组成要素

1.2.4 最常用的数据模型

1.2.5 层次模型

1.2.6 网状模型

1.2.7 关系模型

1.2.2 概念模型

- ❖ 信息世界中的基本概念
- ❖ 实体型之间的联系
- ❖ 概念模型的表示方法
- ❖ 一个实例

概念模型

❖ 概念模型的用途

- 概念模型用于信息世界的建模
- 是现实世界到机器世界的一个中间层次
- 是数据库设计的有力工具
- 数据库设计人员和用户之间进行交流的语言

❖ 对概念模型的基本要求

- 简单、清晰、易于用户理解
- 较强的语义表达能力

一、信息世界中的基本概念

(1) 实体 (Entity)

客观存在并可相互区别的事物。可以是具体的人、事、物或抽象的概念。

(2) 属性 (Attribute)

实体所具有的某一特性。一个实体可以由若干个属性来刻画。

(3) 码 (Key)

唯一标识实体的属性集称为码。

(4) 域 (Domain)

属性的取值范围称为该属性的域。

(5) 实体型 (Entity Type)

用实体名及其属性名集合来抽象和刻画同类实体称为实体型

信息世界中的基本概念(续)

(6) 实体集 (Entity Set)

同一类型实体的集合称为实体集

(7) 联系 (Relationship)

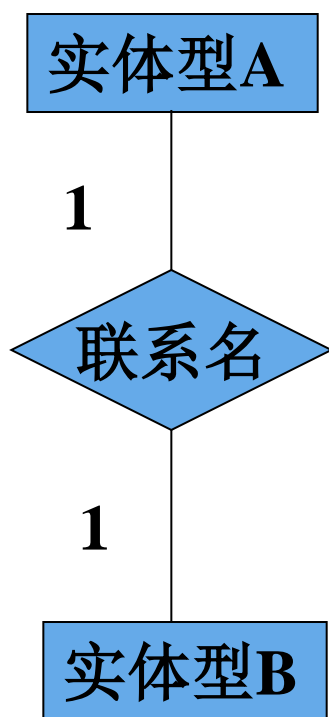
现实世界中事物内部以及事物之间的联系在信息世界中反映为实体内部的联系和实体之间的联系。

实体内部的联系通常是指组成实体的各属性之间的联系

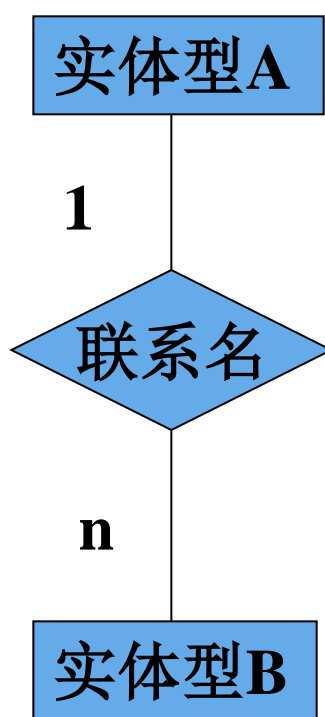
实体之间的联系通常是指不同实体集之间的联系

二、两个实体型之间的联系

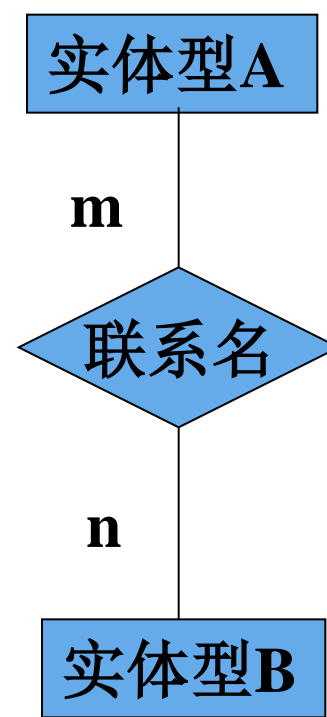
用图形来表示两个实体型之间的这三类联系



1:1联系



1:n联系



m:n联系

二、两个实体型之间的联系（续）

❖ 一对一联系（1:1）

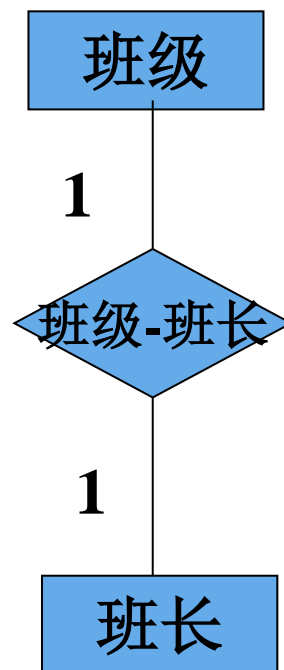
■ 实例

一个班级只有一个正班长

一个班长只在一个班中任职

■ 定义：

如果对于实体集**A**中的每一个实体，实体集**B**中至多有一个（也可以没有）实体与之联系，反之亦然，**则称实体集A与实体集B具有一对一联系，记为1:1**



1:1联系

两个实体型之间的联系 (续)

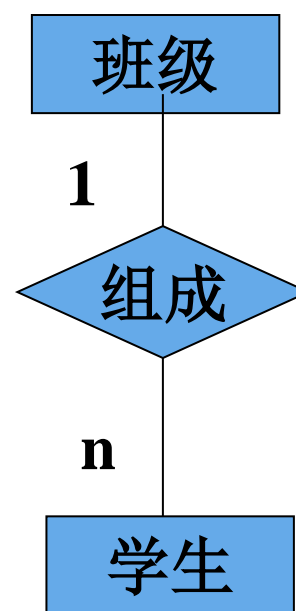
❖ 一对多联系 (1: n)

■ 实例

一个班级中有若干名学生，
每个学生只在一个班级中学习

■ 定义：

如果对于实体集**A**中的每一个实体，实体集**B**中有**n**个实体 ($n \geq 0$) 与之联系，反之，对于实体集**B**中的每一个实体，实体集**A**中至多只有一个实体与之联系，则称**实体集A与实体集B**有一对多联系，记为**1:n**



1:n联系

两个实体型之间的联系 (续)

❖ 多对多联系 (m:n)

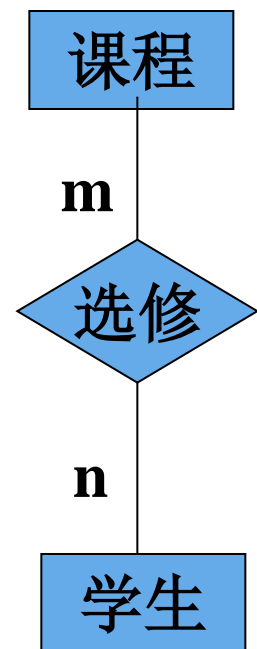
■ 实例

一门课程同时有若干个学生选修

一个学生可以同时选修多门课程

■ 定义:

如果对于实体集**A**中的每一个实体，实体集**B**中有**n**个实体 ($n \geq 0$) 与之联系，反之，对于实体集**B**中的每一个实体，实体集**A**中也有**m**个实体 ($m \geq 0$) 与之联系，则称实体集**A**与实体**B**具有多对多联系，记为**m:n**



m:n联系

三、单个实体型内的联系

❖ 一对多联系

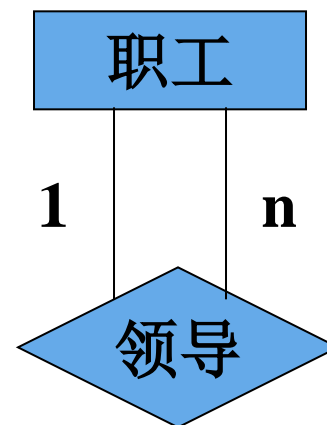
■ 实例

职工实体型内部具有领导与被领导的联系

某一职工（干部）“领导”若干名职工

一个职工仅被另外一个职工直接领导

这是一对多的联系



单个实体型内部
1:n联系

五、 概念模型的一种表示方法

❖ 实体—联系方法(E-R方法)

- 用E-R图来描述现实世界的概念模型
- E-R方法也称为E-R模型

E-R图

❖ 实体型

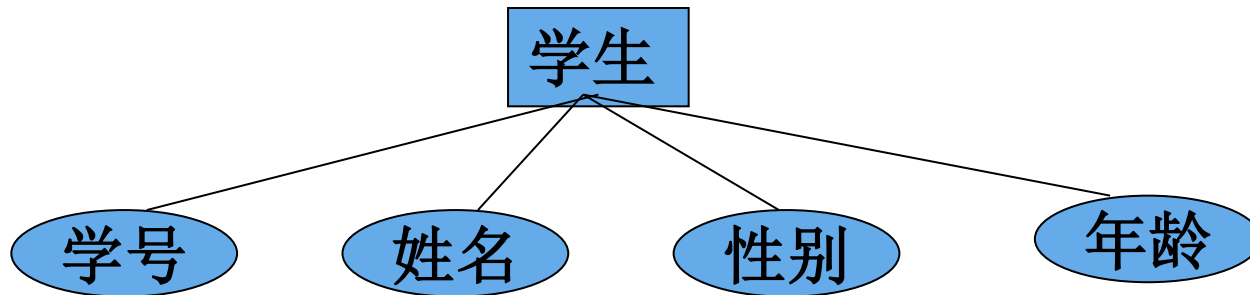
用矩形表示，矩形框内写明实体名。

学生

教师

❖ 属性

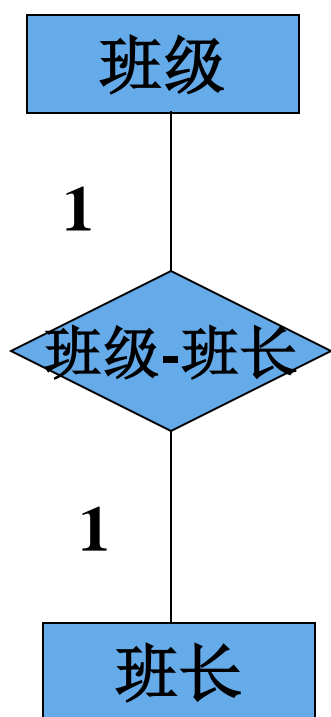
用椭圆形表示，并用无向边将其与相应的实体连接起来



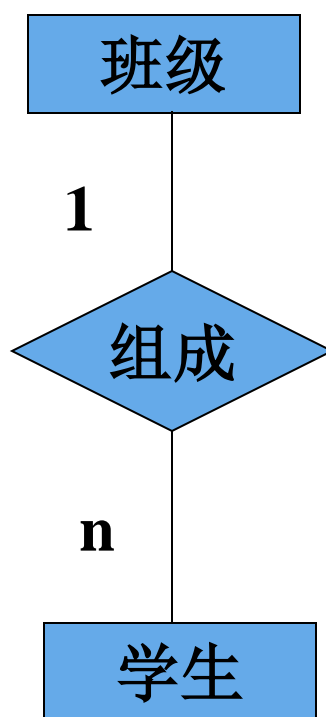
❖ 联系

- 用菱形表示，菱形框内写明联系名，并用无向边分别与有关实体连接起来，同时，在无向边旁标上联系的类型（1:1、1:n或m:n）

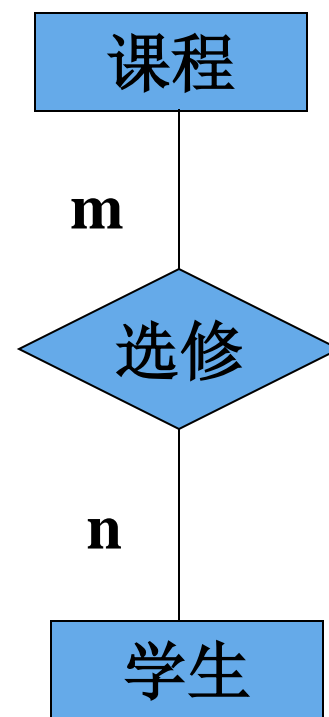
联系的表示方法示例



1:1联系



1:n联系

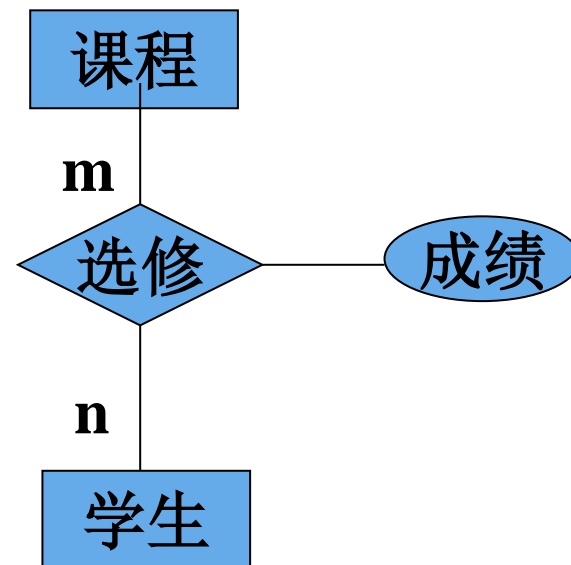


m:n联系

联系的属性

❖ 联系的属性:

联系本身也是一种实体型，也可以有属性。如果一个联系具有属性，则这些属性也要用无向边与该联系连接起来



六、一个实例

用E-R图表示某个工厂物资管理的概念模型

❖ 实体型

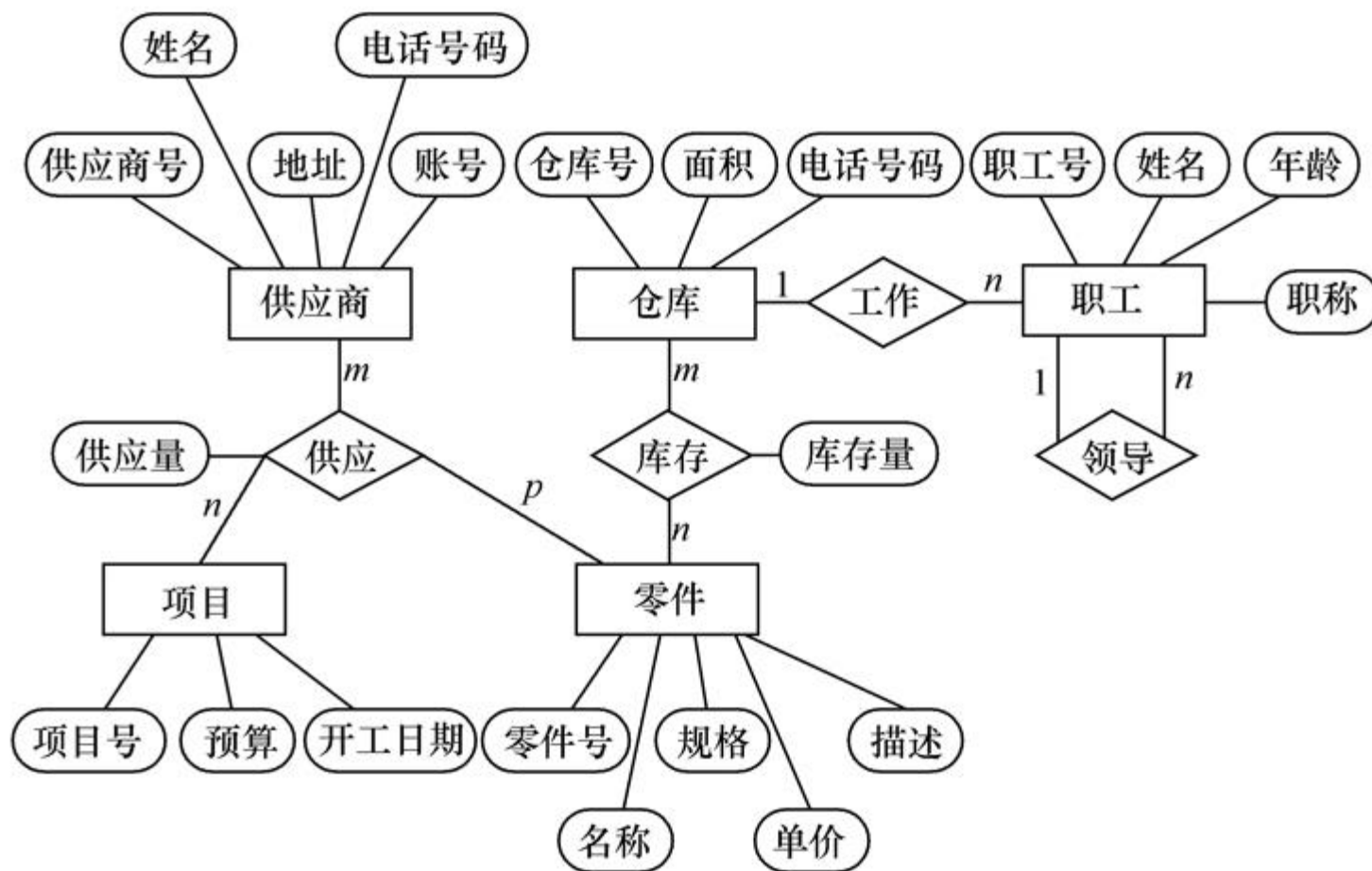
- 仓库： 仓库号、面积、电话号码
- 零件： 零件号、名称、规格、单价、描述
- 供应商： 供应商号、姓名、地址、电话号码、帐号
- 项目： 项目号、预算、开工日期
- 职工： 职工号、姓名、年龄、职称

一个实例

❖ 实体之间的联系如下：

- (1) 一个仓库可以存放多种零件，一种零件可以存放在多个仓库中。仓库和零件具有多对多的联系。用库存量来表示某种零件在某个仓库中的数量。
- (2) 一个仓库有多个职工当仓库保管员，一个职工只能在一个仓库工作，仓库和职工之间是一对多的联系。职工实体型中具有一对多的联系
- (3) 职工之间具有领导-被领导关系。即仓库主任领导若干保管员。
- (4) 供应商、项目和零件三者之间具有多对多的联系

一个实例



(c) 完整的实体-联系图

1.2 数据模型

1.2.1 两大类数据模型

1.2.2 概念模型

1.2.3 数据模型的组成要素

1.2.4 最常用的数据模型

1.2.5 层次模型

1.2.6 网状模型

1.2.7 关系模型

1.2.3 数据模型的组成要素

❖ 数据结构

- 描述的是数据对象，以及对象之间的联系
- 是对系统静态特性的描述

❖ 数据操作

- 描述查询、更新(包括插入、删除、修改)等规则
- 是对系统动态特性的描述

❖ 完整性约束条件

三、数据的完整性约束条件

❖ 数据的完整性约束条件

- 一组完整性规则的集合。
- 完整性规则：给定的数据模型中数据及其联系所具有的制约和储存规则
- 用以限定符合某种数据模型的数据库状态以及状态的变化，以保证数据的正确、有效、相容。

1.2 数据模型

1.2.1 两大类数据模型

1.2.2 数据模型的组成要素

1.2.3 概念模型

1.2.4 最常用的数据模型

- 层次模型
- 网状模型
- 关系模型
- ...

1.2.4 最常用的数据模型

❖ 非关系模型

- 层次模型(Hierarchical Model)
- 网状模型(Network Model)

❖ 关系模型(Relational Model)

❖ 面向对象模型(Object Oriented Model)

❖ 对象关系模型(Object Relational Model)

层次模型

- ❖ 层次模型是数据库系统中最早出现的数据模型
- ❖ 层次数据库系统的典型代表是IBM公司的IMS
(Information Management System) 数据库管理系统
- ❖ 层次模型用树形结构来表示各类实体以及实体间的联系

一、层次数据模型的数据结构

❖ 层次模型

1. 有且只有一个结点没有双亲结点，这个结点称为**根**结点
2. 根以外的其它结点**有且只有**一个双亲结点

❖ 层次模型中的几个术语

- 根结点，双亲结点，兄弟结点，叶结点

层次数据模型的数据结构(续)

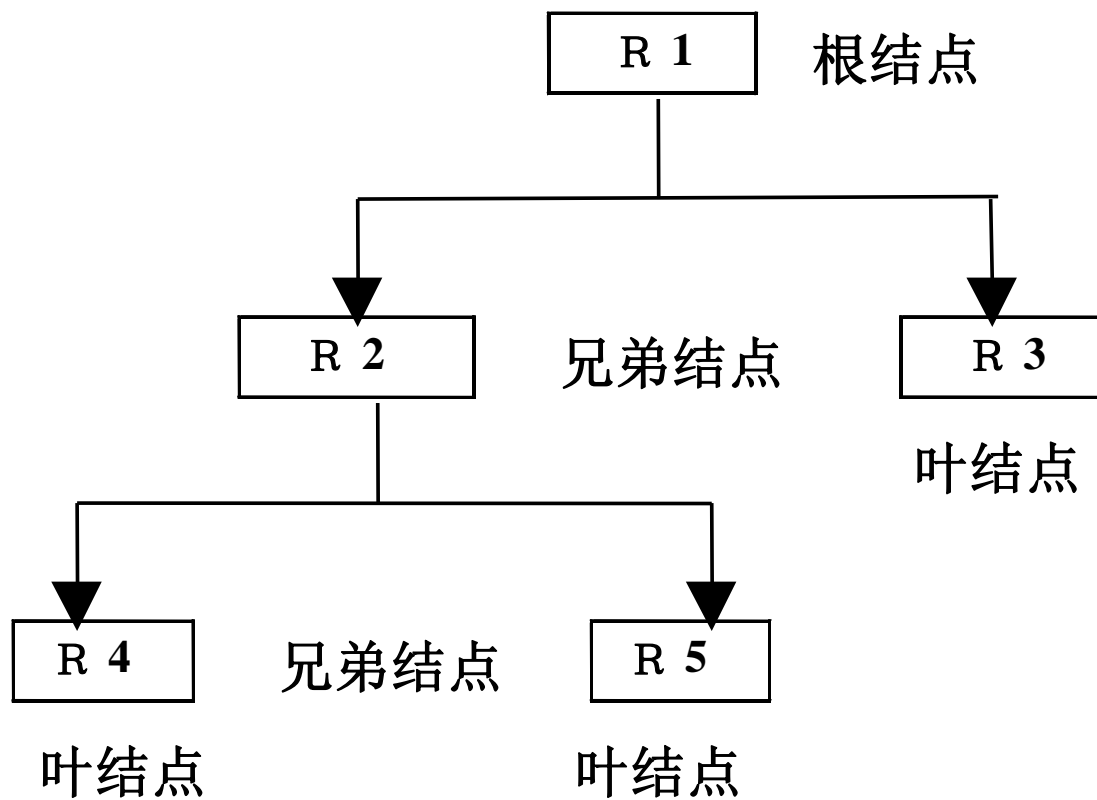


图1.16 一个层次模型的示例

层次数据模型的数据结构(续)

❖ 层次模型的特点：

- 结点的双亲是唯一的
- 只能直接处理一对多的实体联系
- 任何记录值只有按其路径查看时，才能显出它的全部意义
- 没有一个子女记录值能够脱离双亲记录值而独立存在

层次数据模型的数据结构(续)

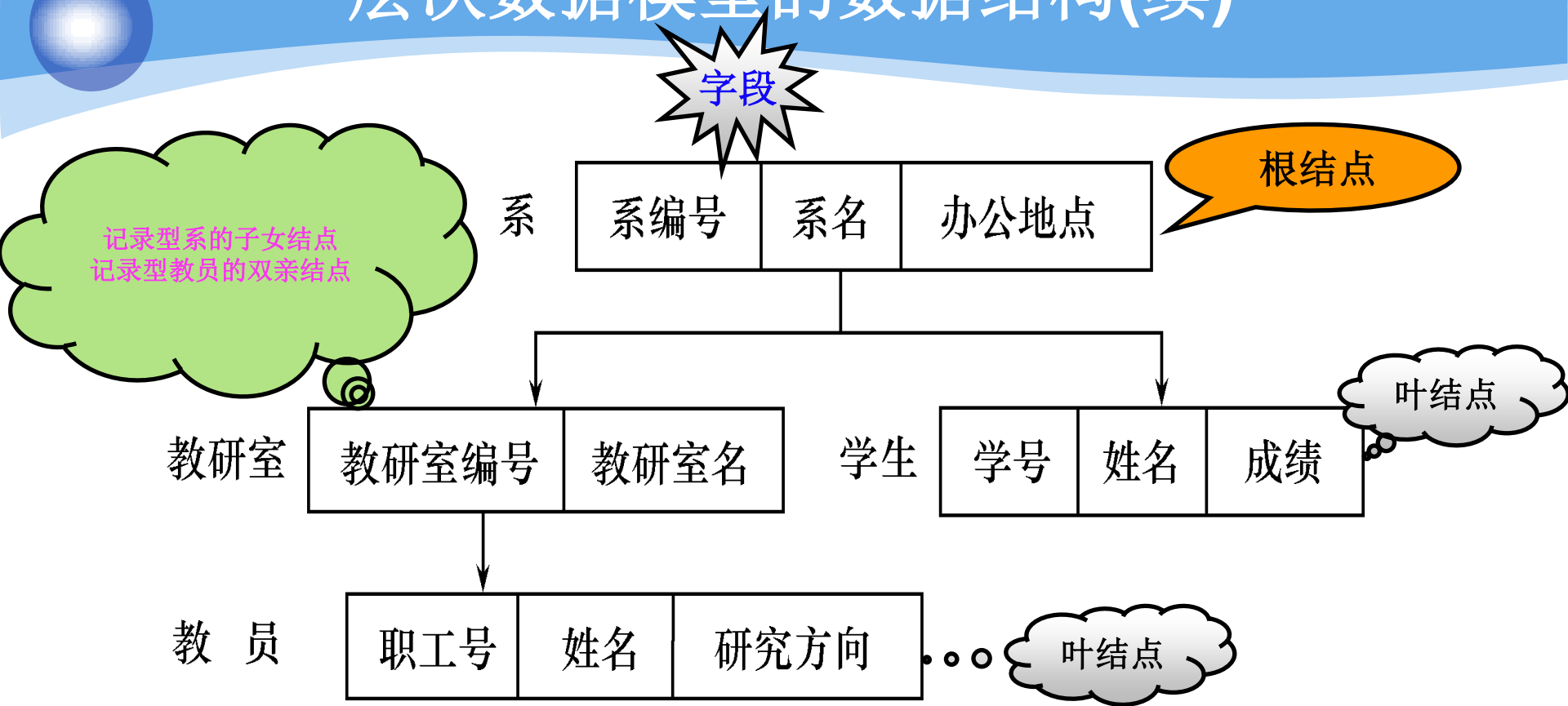


图1.17 教员学生层次数据库模型

层次数据模型的数据结构(续)

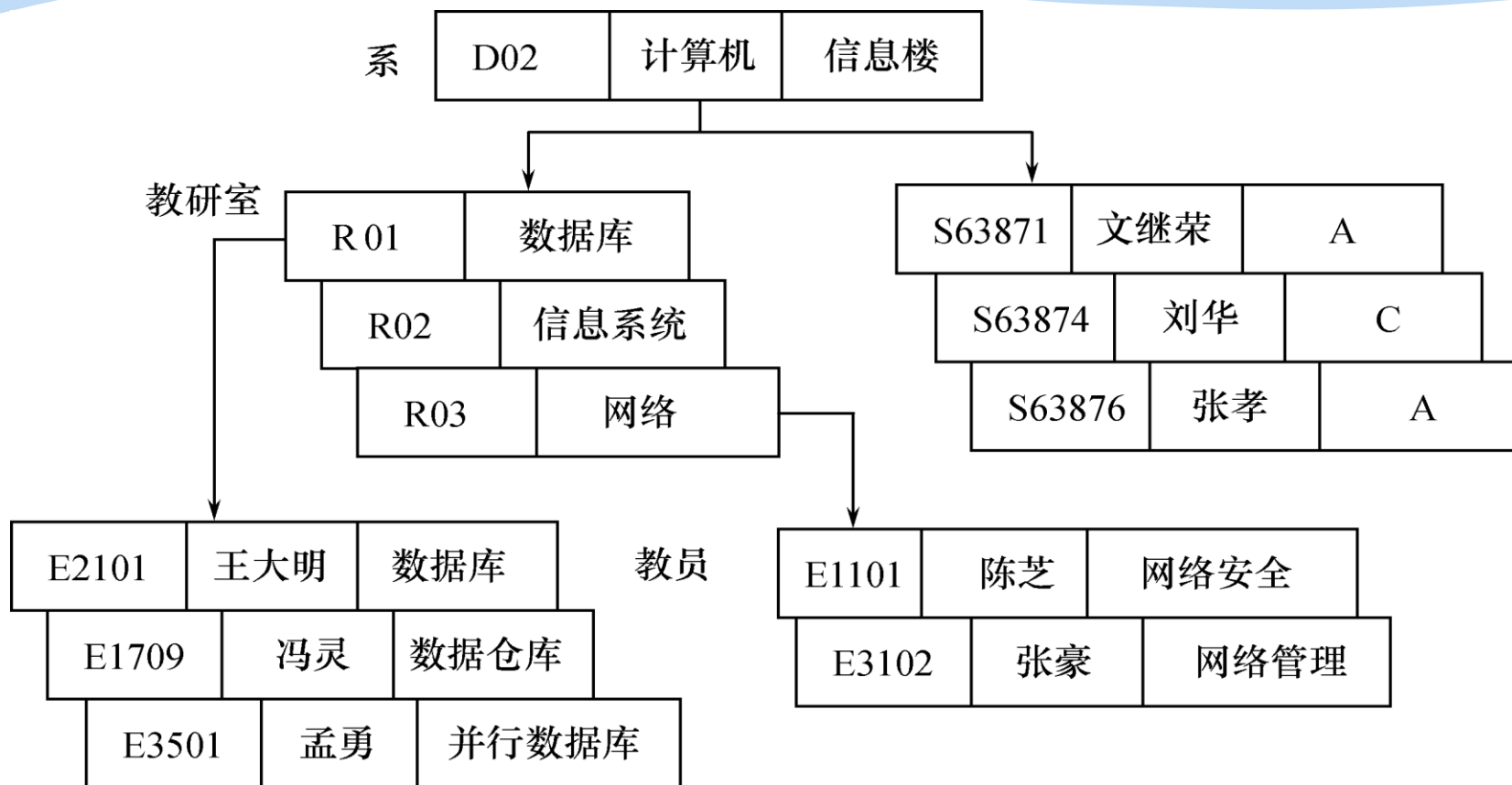


图1.18 教员学生层次数据库的一个值

二、多对多联系在层次模型中的表示

❖ 多对多联系在层次模型中的表示

- 用层次模型间接表示多对多联系
- 方法
 - 将多对多联系分解成一对多联系
- 分解方法
 - 冗余结点法
 - 虚拟结点法

三、层次模型的数据操纵与完整性约束

❖ 层次模型的数据操纵

- 查询
- 插入
- 删除
- 更新

层次模型的数据操纵与完整性约束（续）

❖ 层次模型的完整性约束条件

- 无相应的双亲结点值就不能插入子女结点值
- 如果删除双亲结点值，则相应的子女结点值也被同时删除

四、层次数据模型的存储结构

❖ 邻接法

按照层次树前序遍历的顺序把所有记录值依次邻接存放，即通过物理空间的位置相邻来实现层次顺序

❖ 链接法

.....

层次数据模型的存储结构（续）

按邻接法存放图1.20（b）中以根记录A1为首的层次记录实例集

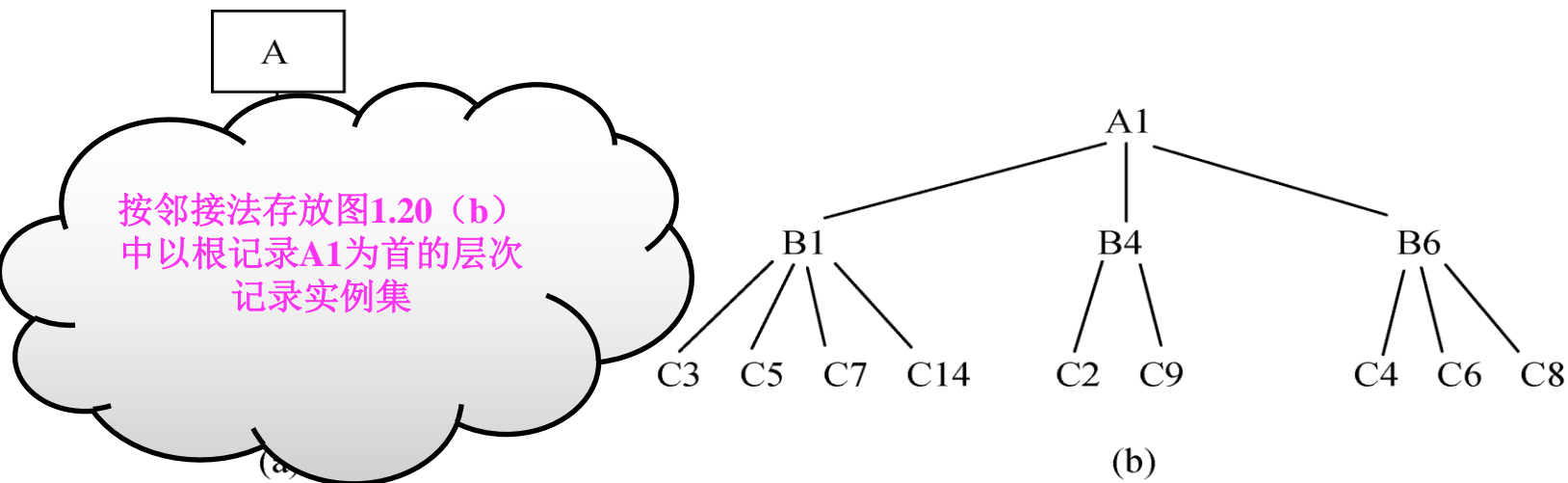


图1.20 层次数据库及其实例

A1	B1	C3	C5	C7	C14	B4	C2	C9	B6	C4	C6	C8	A2	A1	...
----	----	----	----	----	-----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

图1.21 邻接法

五、层次模型的优缺点

❖ 优点

- 层次模型的数据结构比较简单清晰
- 查询效率高，性能优于关系模型，不低于网状模型
- 层次数据模型提供了良好的完整性支持

❖ 缺点

- 多对多联系表示不自然
- 对插入和删除操作的限制多，应用程序的编写比较复杂，效率低
- 查询子女结点必须通过双亲结点

1.2 数据模型

1.2.1 两大类数据模型

1.2.2 数据模型的组成要素

1.2.3 概念模型

1.2.4 最常用的数据模型

- 层次模型
- 网状模型
- 关系模型
- ...

网状模型

- ❖ 网状数据库系统采用**网状模型**作为数据的组织方式
- ❖ 典型代表是**DBTG**系统：
 - 亦称CODASYL系统
 - 70年代由DBTG提出的一个系统方案
 - 奠定了数据库系统的基本概念、方法和技术
- ❖ 实际系统
 - Cullinet Software Inc.公司的 IDMS
 - Univac公司的 DMS1100
 - Honeywell公司的IDS/2
 - HP公司的IMAGE

一、网状数据模型的数据结构

❖ 网状模型

1. 允许一个以上的结点无双亲；
2. 一个结点可以有多个的双亲。

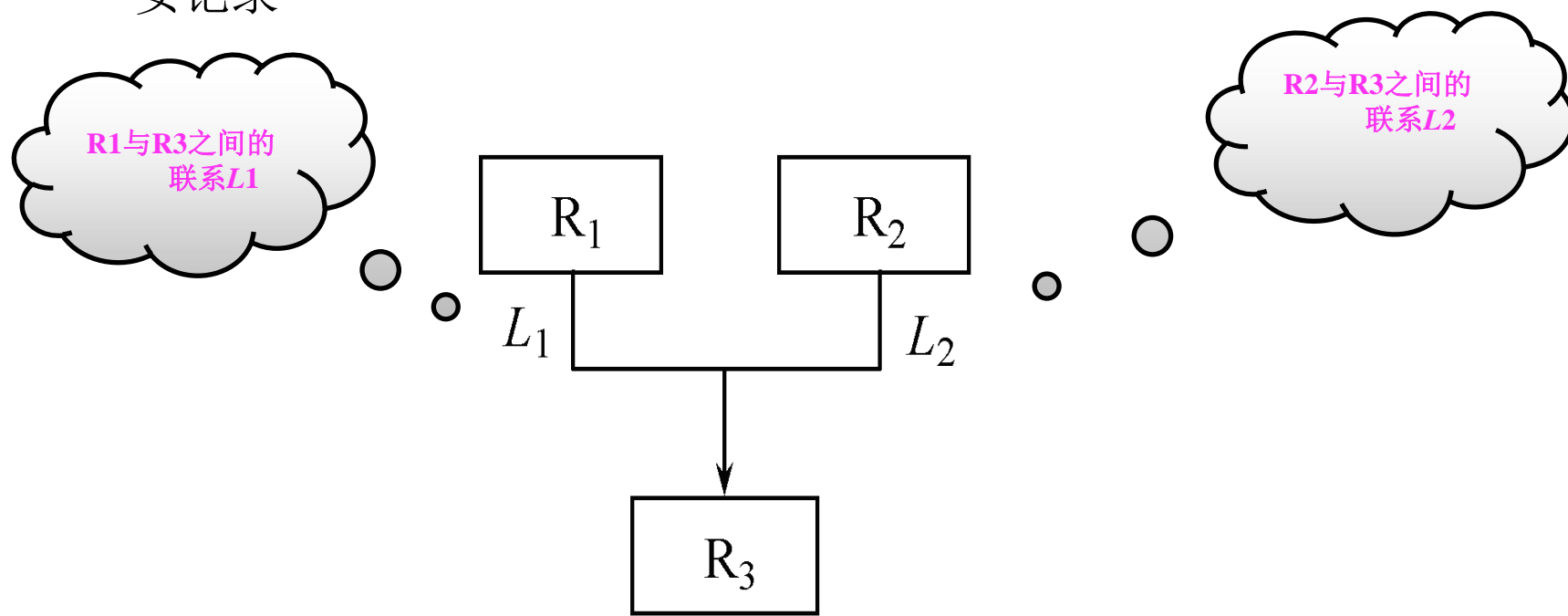
网状数据模型的数据结构（续）

❖ 网状模型与层次模型的区别

- 网状模型允许多个结点没有双亲结点
- 网状模型允许结点有多个双亲结点
- 网状模型允许两个结点之间有多种联系（复合联系）
- 网状模型可以更直接地去描述现实世界
- 层次模型实际上是网状模型的一个特例

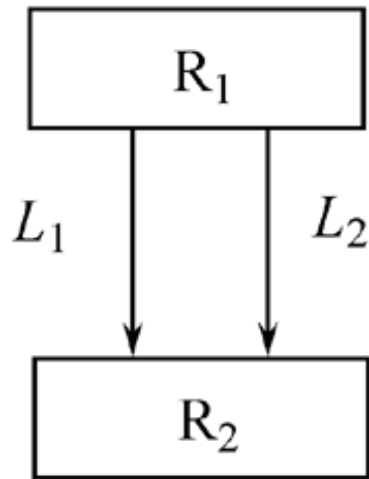
网状数据模型的数据结构（续）

- ❖ 网状模型中子女结点与双亲结点的联系可以不唯一
要为每个联系命名，并指出与该联系有关的双亲记录和子女记录

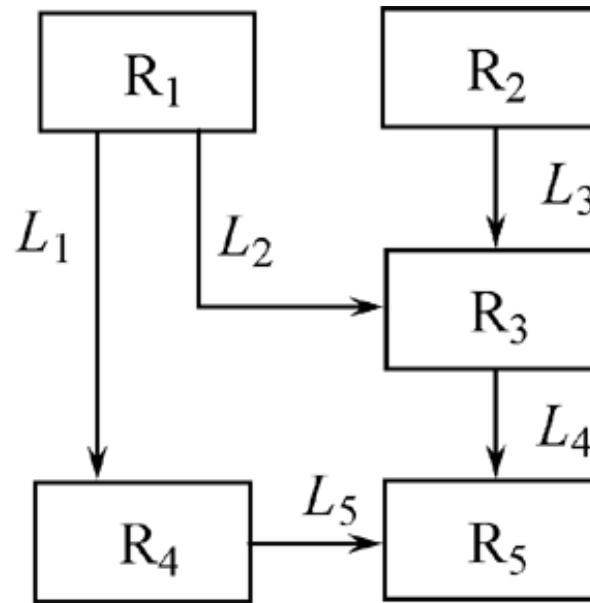


(a)

网状数据模型的数据结构（续）



(b)



(c)

网状模型的例子

网状数据模型的数据结构（续）

多对多联系在网状模型中的表示

- 用网状模型间接表示多对多联系
- 方法：

将多对多联系直接分解成一对多联系

网状数据模型的数据结构（续）

例如：一个学生可以选修若干门课程，某一课程可以被多个学生选修，学生与课程之间是多对多联系

- 引进一个学生选课的联系记录，由3个数据项组成
 - 学号
 - 课程号
 - 成绩
 - 表示某个学生选修某一门课程及其成绩

网状数据模型的数据结构（续）

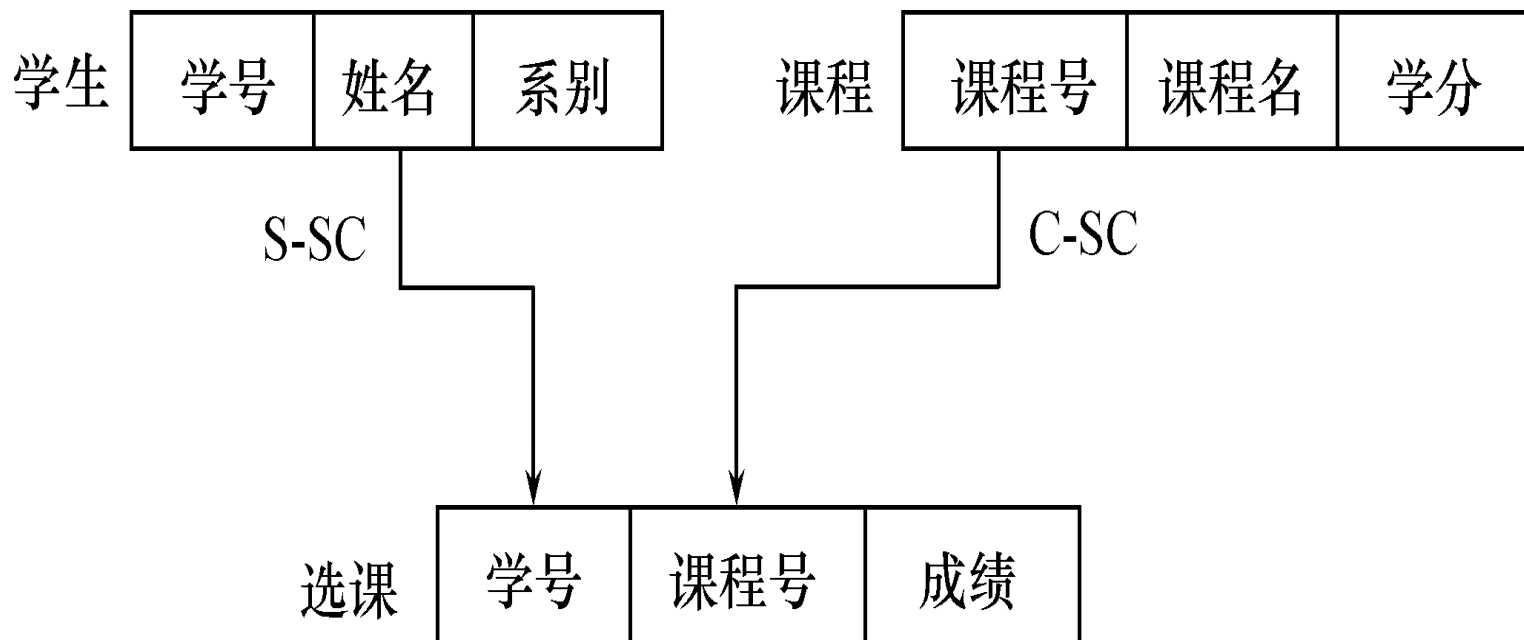


图1.24 学生/选课/课程的网状数据模型

二、网状数据模型的操纵与完整性约束（续）

- ❖ 网状数据库系统（如**DBTG**）对数据操纵加了一些限制，提供了一定的完整性约束
 - 码：唯一标识记录的数据项的集合
 - 一个联系中双亲记录与子女记录之间是一对多联系
 - 支持双亲记录和子女记录之间某些约束条件

三、网状数据模型的存储结构

❖ 常用方法

- 单向链接
- 双向链接
- 环状链接
- 向首链接

四、网状数据模型的优缺点

❖ 优点

- 能够更为直接地描述现实世界，如一个结点可以有多个双亲
- 具有良好的性能，存取效率较高

❖ 缺点

- 结构比较复杂，而且随着应用环境的扩大，数据库的结构就变得越来越复杂，不利于掌握
- **DDL、DML**语言复杂，用户不容易使用

作业

- ❖ 调研下面几种数据模型（选一种），包括数据模型的数据结构、数据操作、完整性约束、优缺点、产品情况
 - 网状模型
 - 面向对象的数据模型

1.2 数据模型

1.2.1 两大类数据模型

1.2.2 数据模型的组成要素

1.2.3 概念模型

1.2.4 最常用的数据模型

- 层次模型
- 网状模型
- 关系模型
- ...

关系模型

- ❖ 关系数据库系统采用关系模型作为数据的组织方式
- ❖ 1970年美国IBM公司San Jose研究室的研究员E.F.Codd首次提出了数据库系统的关系模型
- ❖ 计算机厂商新推出的数据库管理系统几乎都支持关系模型

一、关系数据模型的数据结构

- ❖ 在**用户观点**下，关系模型中数据的逻辑结构是一张二维表，它由行和列组成。

学生登记表

属性					
学 号	姓 名	年 龄	性 别	系 名	年 级
2005004	王小明	19	女	社会学	2005
2005006	黄大鹏	20	男	商品学	2005
2005008	张文斌	18	女	法律	2005
...

元组

关系数据模型的数据结构（续）

- **关系（Relation）**

一个关系对应通常说的一张表

- **元组（Tuple）**

表中的一行即为一个元组

- **属性（Attribute）**

表中的一列即为一个属性，给每一个属性起一个名称即属性名

关系数据模型的数据结构（续）

- **主码（Key）**

表中的某个属性集，它可以唯一确定一个元组。

- **域（Domain）**

属性的取值范围。

- **分量**

元组中的一个属性值。

- **关系模式**

对关系的描述

关系名（属性1，属性2，...，属性n）

学生（学号，姓名，年龄，性别，系，年级）

关系数据模型的数据结构（续）

例1：系与学生之间的一对多联系：

学生（学号，姓名，年龄，性别，系号，年级）

系（系号，系名，办公地点）

例2：系与系主任间的一对一联系

例3：学生与课程之间的多对多联系：

学生（学号，姓名，年龄，性别，系号，年级）

课程（课程号，课程名，学分）

选修（学号，课程号，成绩）

关系数据模型的数据结构（续）

❖ 关系必须是规范化的，满足一定的规范条件

最基本的规范条件：关系的每一个分量必须是一个不可分的数据项，
不允许表中还有表

图1.27中工资和扣除是可分的数据项，不符合关系模型要求

职工号	姓名	职 称	工 资			扣 除		实 发
			基 本	津 贴	职 务	房 租	水 电	
86051	陈 平	讲 师	1305	1200	50	160	112	2283
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

图1.27 一个工资表(表中有表)实例

关系数据模型的数据结构（续）

表1.2 术语对比

关系术语	一般表格的术语
关系名	表名
关系模式	表头（表格的描述）
关系	（一张）二维表
元组	记录或行
属性	列
属性名	列名
属性值	列值
分量	一条记录中的一个列值
非规范关系	表中有表（大表中嵌有小表）

二、关系数据模型的操纵与完整性约束

❖ 关系模型的操纵

- 数据操作是集合（关系）操作，操作对象和操作结果都是关系
 - 查询、插入、删除、更新
- 存取路径对用户隐蔽，用户只要指出“干什么”，不必说明“怎么干”

❖ 关系的完整性约束条件

- 实体完整性
- 参照完整性
- 用户定义的完整性

三、关系数据模型的存储结构

- ❖ 实体及实体间的联系都用关系（表）来表示
- ❖ 表以文件形式存储
 - 有的DBMS一个表对应一个操作系统文件
 - 有的DBMS自己设计文件结构

四、关系数据模型的优缺点

❖ 优点

- 建立在严格的数学概念的基础上
- 概念单一
 - 实体和各类联系都用关系来表示
 - 对数据的检索结果也是关系
- 关系模型的存取路径对用户透明
 - 具有更高的数据独立性，更好的安全保密性
 - 简化了程序员的工作和数据库开发建立的工作

关系数据模型的优缺点（续）

❖ 缺点

- 存取路径对用户透明导致查询效率往往不如非关系数据模型
- 为提高性能，必须对用户的查询请求进行优化增加了开发**DBMS**的难度

第一章 绪论

1.1 数据库系统概述

1.2 数据模型

1.3 数据库系统结构

1.4 数据库系统的组成

1.5 小结

数据库系统结构

1.3.1 数据库系统模式的概念

1.3.2 数据库系统的三级模式结构

1.3.3 数据库的二级映像功能与数据独立性

1.3.1 数据库系统模式的概念

- ❖ “型” 和 “值” 的概念
 - 型(Type): 对数据的结构的说明
 - 值(Value): 是型的一个具体赋值
- ❖ 例如关系模式和关系

数据库系统模式的概念（续）

❖ 模式（Schema）

- 数据库结构和特征的描述
- 是型
- 模式是相对稳定的

❖ 实例（Instance）

- 模式的一个具体值
- 反映数据库某一时刻的状态
- 同一个模式可以有很多实例
- 实例随数据库中的数据更新而变动

数据库系统模式的概念（续）

例如：在学生选课数据库模式中，包含学生关系模式、课程关系模式和学生选课关系模式

- 2003年的一个学生数据库实例，包含：
 - 2003年学校中所有学生的记录
 - 学校开设的所有课程的记录
 - 所有学生选课的记录
- 2002年度学生数据库模式对应的实例与2003年度学生数据库模式对应的实例是**不同**的

数据库系统结构（续）

1.3.1 数据库系统模式的概念

1.3.2 数据库系统的三级模式结构

1.3.3 数据库的二级映像功能与数据独立性

1.3.2 数据库系统的三级模式结构

- ❖ 模式（Schema）
- ❖ 外模式（External Schema）
- ❖ 内模式（Internal Schema）

数据库系统的三级模式结构（续）

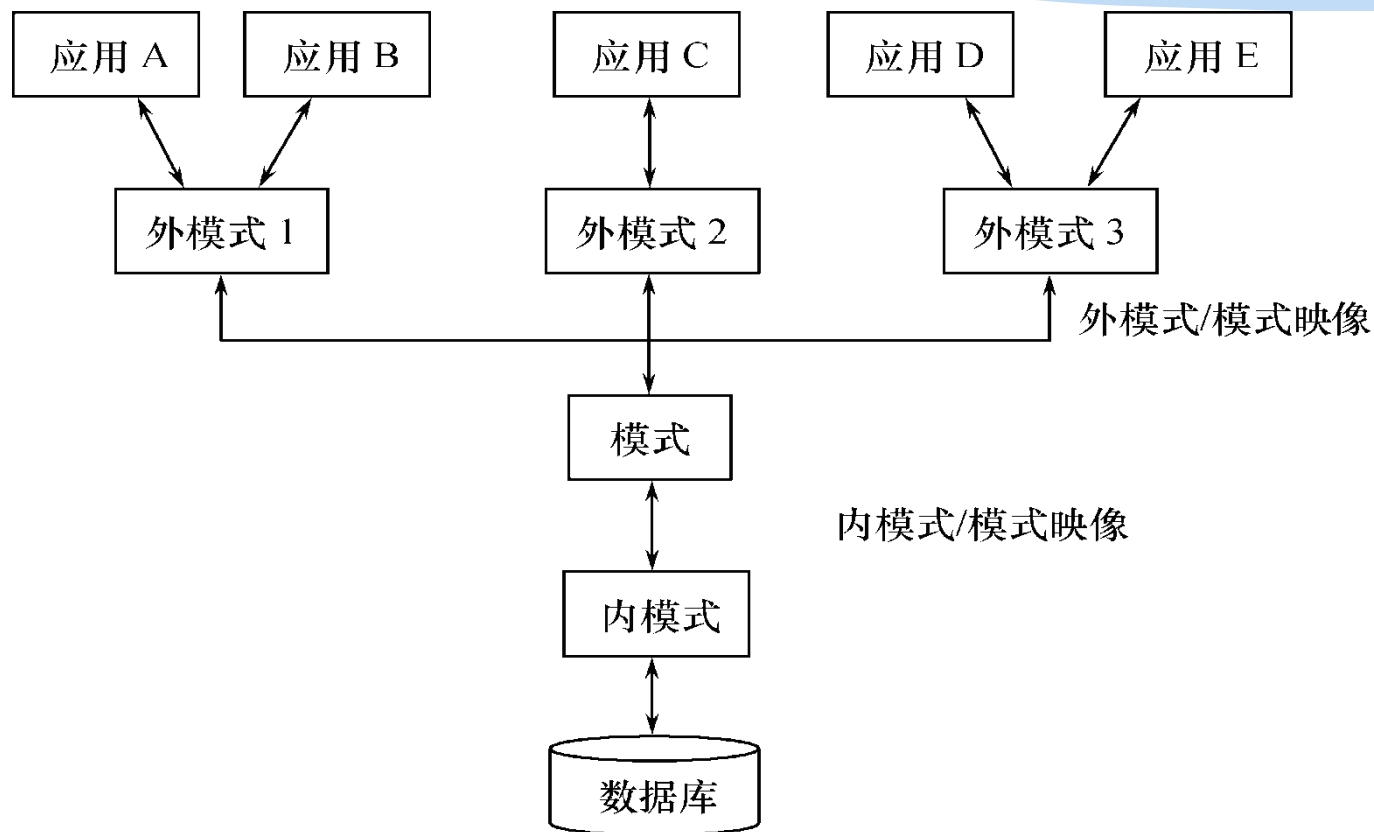


图1.28 数据库系统的三级模式结构

一、模式（Schema）

- ❖ 模式（也称逻辑模式）
 - 数据库中**全体数据**的逻辑结构和特征的描述
 - 所有用户的共享，综合了所有用户的需求
- ❖ 一个数据库只有一个模式
- ❖ 模式的地位：是数据库系统模式结构的中间层
 - 与数据的物理存储细节和硬件环境无关
 - 与具体的应用程序、开发工具及高级程序设计语言无关
- ❖ 模式的定义
 - 数据的逻辑结构（数据项的名字、类型、取值范围等）
 - 数据之间的联系
 - 数据有关的安全性、完整性要求

二、外模式（External Schema）

❖ 外模式（也称子模式或用户模式）

- 数据库用户（包括应用程序员和最终用户）使用的**局部数据**的逻辑结构和特征的描述
- 数据库用户的数据视图，是与某一应用有关的数据的逻辑表示

外模式（续）

❖ 外模式的地位：介于模式与应用之间

- 外模式与模式的关系：一对多

- 外模式通常是模式的子集

- 一个数据库可以有多个外模式。反映了不同的用户的应用需求、看待数据的方式、对数据保密的要求

- 对模式中同一数据，在外模式中的结构、类型、长度、保密级别等都可以不同

- 外模式与应用的关系：一对多

- 同一外模式也可以为某一用户的多个应用系统所使用

- 但一个应用程序只能使用一个外模式

❖ 外模式的用途

- 保证数据库安全性的一个有力措施

- 每个用户只能看见和访问所对应的外模式中的数据

三、内模式（Internal Schema）

❖ 内模式（也称存储模式）

- 是数据物理结构和存储方式的描述
- 是数据在数据库内部的表示方式
 - 记录的存储方式（顺序存储，按照B树结构存储，按hash方法存储）
 - 索引的组织方式
 - 数据是否压缩存储
 - 数据是否加密
 - 数据存储记录结构的规定

❖ 一个数据库只有一个内模式

数据库系统结构（续）

1.3.1 数据库系统模式的概念

1.3.2 数据库系统的三级模式结构

1.3.3 数据库的二级映像功能与数据独立性

1.3.3 数据库的二级映像功能与数据独立性

- ❖ 三级模式是对数据的三个抽象级别
- ❖ 在**DBMS**内通过二级映象实现这三个抽象层次的联系和转换
 - 外模式 / 模式映像
 - 模式 / 内模式映像

一、外模式 / 模式映像

- ❖ 模式：描述的是数据的全局逻辑结构
- ❖ 外模式：描述的是数据的局部逻辑结构
- ❖ 同一个模式可以有任意多个外模式
- ❖ 每一个外模式，数据库系统都有一个外模式 / 模式映像，定义外模式与模式之间的对应关系
- ❖ 映像定义通常包含在各自外模式的描述中

外模式 / 模式映象（续）

保证数据的逻辑独立性

- 当模式改变时，数据库管理员修改有关的外模式 / 模式映象，使外模式保持不变
- 应用程序是依据数据的外模式编写的，从而应用程序不必修改，保证了数据与程序的逻辑独立性，简称数据的逻辑独立性。

二、模式 / 内模式映像

- ❖ 模式 / 内模式映像定义了数据全局逻辑结构与存储结构之间的对应关系。
- ❖ 数据库中模式 / 内模式映像是唯一的
- ❖ 该映像定义通常包含在模式描述中

模式 / 内模式映象（续）

保证数据的物理独立性

- 当数据库的存储结构改变了（例如选用了另一种存储结构），数据库管理员修改模式 / 内模式映象，使模式保持不变
- 应用程序不受影响。保证了数据与程序的物理独立性，简称数据的物理独立性。

第一章 绪论

1.1 数据库系统概述

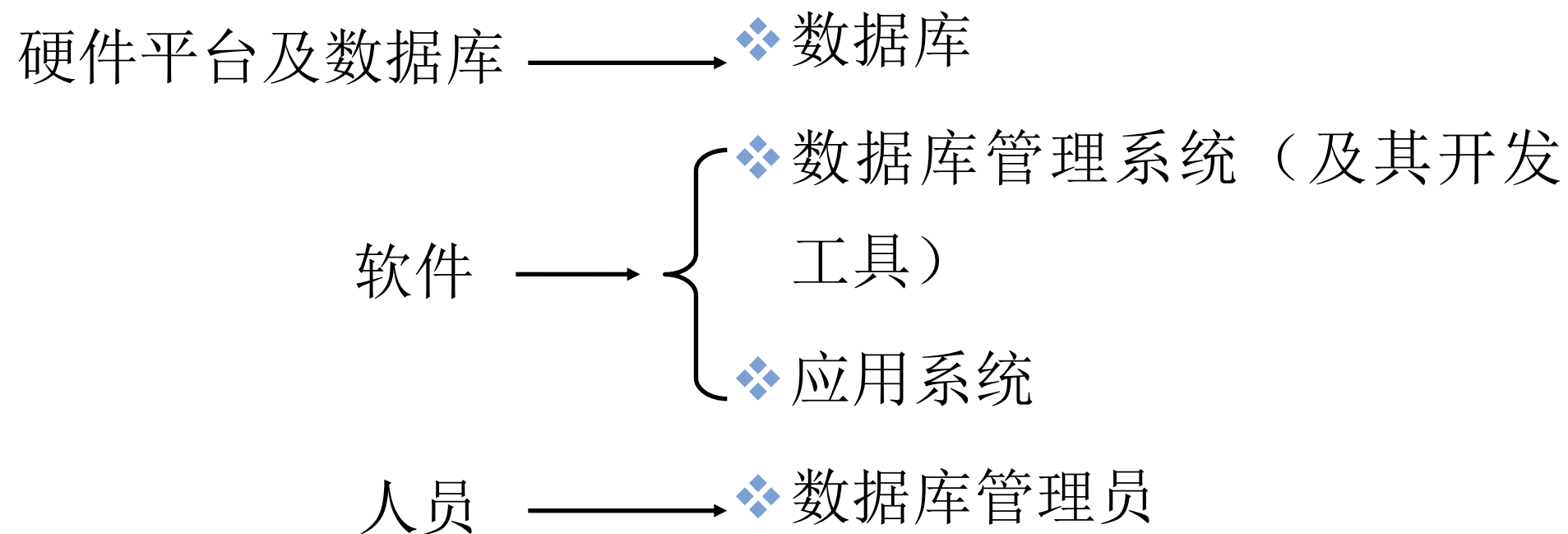
1.2 数据模型

1.3 数据库系统结构

1.4 数据库系统的组成

1.5 小结

1.4 数据库系统的组成



一、硬件平台及数据库

❖ 数据库系统对硬件资源的要求

(1) 足够大的内存

- 操作系统
- DBMS的核心模块
- 数据缓冲区
- 应用程序

(2) 足够大的外存

- 磁盘或磁盘阵列：数据库
- 光盘、磁带：数据备份

(3) 较高的通道能力，提高数据传送率

二、软件

- ❖ **DBMS**

- ❖ 支持**DBMS**运行的操作系统

- ❖ 与数据库接口的高级语言及其编译系统

- ❖ 以**DBMS**为核心的应用开发工具

- ❖ 为特定应用环境开发的数据库应用系统

三、人员

- ❖ 数据库管理员
- ❖ 系统分析员和数据库设计人员
- ❖ 应用程序员
- ❖ 用户

人员（续）

❖ 不同的人员涉及不同的数据抽象级别，具有不同的数据视图，如下图所示

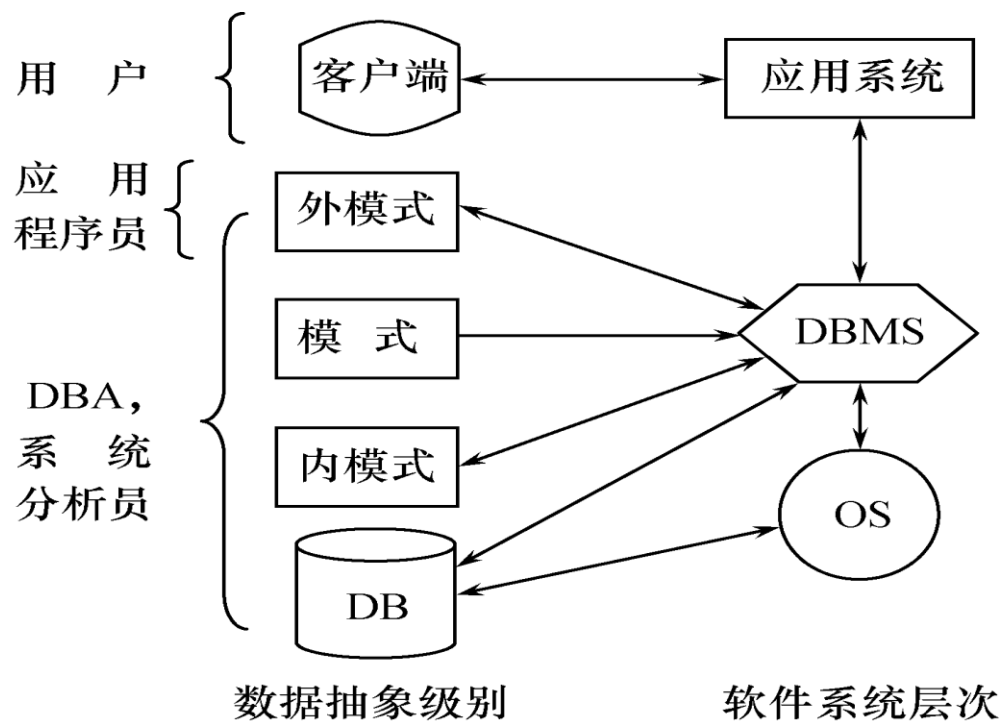


图1.30 各种人员的数据视图

1. 数据库管理员(DBA)职责

- ❖ 1. 决定数据库中的信息内容和结构
- ❖ 2. 决定数据库的存储结构和存取策略
- ❖ 3. 定义数据的安全性要求和完整性约束条件
- ❖ 4. 监控数据库的使用和运行
- ❖ 5. 数据库的改进和重组

2. 系统分析员和数据库设计人员

❖ 系统分析员

- 负责应用系统的需求分析和规范说明
- 与用户及DBA协商，确定系统的软硬件配置
- 参与数据库系统的概要设计

❖ 数据库设计人员

- 参加用户需求调查和系统分析
- 确定数据库中的数据
- 设计数据库各级模式

3. 应用程序员

- ❖ 设计和编写应用系统的程序模块
- ❖ 进行调试和安装

4. 用户

用户是指最终用户（**End User**）。最终用户通过应用系统的用户接口使用数据库。

- 偶然用户
- 简单用户
- 复杂用户

第一章 绪论

1.1 数据库系统概述

1.2 数据模型

1.3 数据库系统结构

1.4 数据库系统的组成

1.5 小结

1.5 小结

❖ 数据库系统概述

- 数据库的基本概念
- 数据管理的发展过程

❖ 数据模型

- 数据模型的三要素
- 概念模型， E-R 模型
- 三种主要数据库模型

小结(续)

❖ 数据库系统的结构

- 数据库系统三级模式结构
- 数据库系统两层映像系统结构

❖ 数据库系统的组成

下课了。。。

休息一会儿。。。

