

# 数据库设计与应用

刘亚军 高莉莎 编著

清华大学出版社  
北京

# 前 言

---

本书主要介绍数据库设计技术及其应用。在数据库应用系统中,数据库设计的好坏直接影响到应用系统的质量。因此,设计一组优化的关系模式集是开发数据库应用系统的基础。本书运用大量实例对数据库设计过程中所涉及的技术和知识进行了详细的介绍,图文并茂,易于理解。

本书的内容包括数据库的基本概念、数据模型、关系数据库的设计理论、数据库设计的需求分析、数据库概念设计、数据库逻辑设计、数据库物理设计、数据库管理以及数据库设计示例,附录给出了各章习题的题解。

本书的最大特点是在数据库的概念设计中,除了采用一般的 E-R 图进行语义建模外,还采用了最新的 UML E-R 图进行语义建模。通过对比,使读者能够了解和掌握比较新的建模方法。

本书作者长期从事信息系统的开发和数据库的设计以及教学工作,有丰富的实际工作经验,书中很多地方都体现了作者的这些特点。

由于水平有限,书中难免有疏漏和不足之处,恳请读者批评指正。

作者

2007 年 3 月于东南大学

yjliu@seu.edu.cn

# 目 录

---

第 1 章 引言.....	1
1.1 数据库的应用实例 .....	1
1.1.1 从超市购物.....	1
1.1.2 从图书馆借书.....	1
1.1.3 学生网上选课.....	2
1.1.4 航空订票系统.....	2
1.2 数据库的基本概念 .....	2
1.2.1 数据.....	2
1.2.2 信息.....	2
1.2.3 数据库.....	3
1.2.4 数据库管理系统.....	3
1.2.5 数据库系统.....	3
1.2.6 数据库管理员.....	4
1.2.7 数据模型.....	4
1.2.8 数据模式.....	4
1.2.9 空值问题.....	5
1.3 应用软件系统的体系结构 .....	5
1.4 数据库与信息系统 .....	5
1.5 数据库设计的任务与步骤 .....	6
1.6 数据库设计人员 .....	7
本章习题.....	7
第 2 章 数据模型.....	8
2.1 层次数据模型 .....	8
2.2 网状数据模型.....	10
2.3 关系数据模型.....	11
2.3.1 关系 .....	11
2.3.2 关系的键 .....	12
2.3.3 关系的主属性和非主属性 .....	13
2.3.4 关系的完整性约束 .....	13

2.4	实体-联系数据模型 .....	14
2.4.1	基本 E-R 数据模型 .....	15
2.4.2	扩充 E-R 数据模型 .....	18
2.5	UML E-R 数据模型 .....	19
2.5.1	基本 UML E-R 数据模型 .....	19
2.5.2	扩充 UML E-R 数据模型 .....	21
	本章习题 .....	22
<b>第 3 章</b>	<b>关系数据库的设计理论 .....</b>	<b>23</b>
3.1	关系模式设计中的一些语义问题 .....	23
3.2	函数依赖 .....	26
3.2.1	函数依赖的定义 .....	26
3.2.2	函数依赖集的闭包 .....	28
3.2.3	属性集的闭包 .....	30
3.2.4	最小函数依赖 .....	31
3.3	多值依赖 .....	33
3.4	连接依赖 .....	35
3.5	关系模式的分解 .....	36
3.6	无损分解的验证 .....	39
3.7	保持依赖的验证 .....	43
3.8	关系模式的规范化 .....	45
3.8.1	第一范式 .....	45
3.8.2	第二范式 .....	47
3.8.3	第三范式 .....	48
3.8.4	BC 范式 .....	49
3.8.5	无损连接和保持函数依赖分解成 3NF 模式集的算法 .....	49
3.8.6	无损分解成 BCNF 模式的算法 .....	54
3.8.7	第四范式 .....	55
	本章习题 .....	56
<b>第 4 章</b>	<b>数据库设计的需求分析 .....</b>	<b>58</b>
4.1	业务需求的确定 .....	58
4.1.1	业务的流程 .....	58
4.1.2	组成业务的数据 .....	59
4.1.3	数据的处理 .....	59
4.1.4	业务规则 .....	60
4.2	数据需求的确定 .....	60
4.3	处理需求的确定 .....	63
4.4	数据的收集和分析 .....	64

---

4.4.1	数据收集的方法 .....	64
4.4.2	数据的分析 .....	66
	本章习题 .....	67
<b>第 5 章</b>	<b>数据库的概念设计 .....</b>	<b>68</b>
5.1	概念设计的基本方法 .....	68
5.2	概念设计的数据模型 .....	69
5.3	局部视图的设计 .....	69
5.3.1	确定局部视图的设计范围 .....	69
5.3.2	确定实体及实体的主键 .....	71
5.3.3	定义实体间的联系 .....	72
5.3.4	给实体及联系加上描述属性 .....	87
5.4	高级建模技术 .....	90
5.4.1	特殊化和普遍化 .....	90
5.4.2	超类/子类关系的约束 .....	92
5.5	视图集成概述 .....	93
5.5.1	视图集成的策略 .....	95
5.5.2	视图集成的步骤 .....	96
5.6	实体的集成 .....	97
5.7	联系的集成 .....	103
5.7.1	相同元数、相同角色的联系的集成 .....	103
5.7.2	相同元数、不同角色的联系的集成 .....	105
5.7.3	不同元的联系集成 .....	107
5.8	新旧数据模式的集成 .....	110
5.9	实例 .....	111
	本章习题 .....	114
<b>第 6 章</b>	<b>数据库的逻辑设计 .....</b>	<b>117</b>
6.1	E-R 图到关系模式的映射 .....	117
6.1.1	实体到关系的映射 .....	117
6.1.2	基本 E-R 图映射为关系的方法 .....	119
6.1.3	扩充 E-R 数据模式的映射 .....	124
6.2	关系模式的优化 .....	127
6.3	关系模式的调整 .....	131
6.3.1	改善数据库性能 .....	131
6.3.2	节省存储空间的一些考虑 .....	132
6.4	外模式的设计 .....	133
	本章习题 .....	134

第 7 章 数据库的物理设计 .....	136
7.1 确定记录的存储结构 .....	136
7.1.1 数据项的存储技术 .....	136
7.1.2 记录在物理块上的分配 .....	137
7.1.3 物理块在磁盘上的分配 .....	138
7.1.4 数据压缩方法 .....	139
7.2 确定数据库的存储结构 .....	140
7.2.1 确定数据的存放位置 .....	140
7.2.2 选择文件的组织方式 .....	140
7.2.3 确定系统配置 .....	143
7.3 簇集设计 .....	143
7.4 索引的选择 .....	145
7.4.1 主索引 .....	145
7.4.2 辅助索引 .....	147
7.4.3 多级索引 .....	148
7.4.4 B <sup>+</sup> 树索引 .....	149
7.4.5 Hash 索引 .....	150
7.5 评价物理结构 .....	151
本章习题 .....	152
第 8 章 数据库的实现、运行与维护 .....	153
8.1 数据库的实现 .....	153
8.2 数据库的运行 .....	155
8.3 数据库的维护 .....	155
本章习题 .....	159
第 9 章 数据库应用示例 .....	160
9.1 客户订购登记管理 .....	160
9.1.1 需求分析 .....	160
9.1.2 概念设计 .....	161
9.1.3 逻辑设计 .....	167
9.2 学生住宿管理 .....	170
9.2.1 需求分析 .....	171
9.2.2 概念设计 .....	172
9.2.3 逻辑设计 .....	175
9.3 工资管理 .....	178
9.3.1 需求分析 .....	179
9.3.2 概念设计 .....	179

---

9.3.3 逻辑设计.....	182
9.4 人力资源管理 .....	185
9.4.1 需求分析.....	185
9.4.2 概念设计.....	186
9.4.3 逻辑设计.....	189
9.5 发票处理 .....	191
9.5.1 需求分析.....	191
9.5.2 概念设计.....	192
9.5.3 逻辑设计.....	194
9.6 保险业务管理 .....	195
9.6.1 需求分析.....	195
9.6.2 概念设计.....	196
9.6.3 逻辑设计.....	198
9.7 车辆租赁管理 .....	200
9.7.1 需求分析.....	200
9.7.2 概念设计.....	201
9.7.3 逻辑设计.....	203
9.8 飞机订票系统 .....	206
9.8.1 需求分析.....	206
9.8.2 概念设计.....	207
9.8.3 逻辑设计.....	209
9.9 酒店客房预订系统 .....	209
9.9.1 需求分析.....	210
9.9.2 概念设计.....	210
9.9.3 逻辑设计.....	213
9.10 学生工作管理.....	214
9.10.1 需求分析.....	214
9.10.2 概念设计.....	215
9.10.3 逻辑设计.....	217
附录 各章习题解答.....	220
参考文献.....	238

近年来,计算机科学技术发展迅速,而数据库技术又是计算机科学技术发展最快的领域之一,同时也是应用最广泛的技术之一。在信息管理自动化程度日益提高的今天,数据库技术已经越来越多地渗透到了人们工作和生活的每一个方面。

开发好一个数据库应用系统的基础是要有一个好的数据库设计。因此,必须学习一些关于数据库设计的理论和方法。掌握如何收集和分析用户的数据需求,如何用 E-R 数据模型表达数据和数据间的联系,如何从数据模型中确定并优化数据库。

本章的主要内容:

- 数据库的应用实例。
- 数据库的基本概念。
- 软件的体系结构。
- 数据库设计的步骤。

## 1.1 数据库的应用实例

在人们的日常生活中,其实有很多事情都与数据库的应用有关。下面给出几个常见的数据库应用实例。

### 1.1.1 从超市购物

当人们去超市购物,选完商品后在收银台结账时,收银员使用条形码阅读器对所购买的每一件商品进行扫描,显示屏上显示所购商品的名称、单价、数量及总价等信息。实际上,这就是数据库的一个应用。计算机的数据库中存有每件商品的条形码、名称、单价以及现有库存数量等信息,当去收银台结账时,收银员使用条形码阅读器扫描每一件商品,计算机显示屏就将人们所购买的商品的名称、单价显示出来,收银员输入购买的每件商品的数量后,显示屏上显示出商品的总价,最后人们根据汇总后的总价付款。在这个过程中,一方面,数据库系统会记录下每笔销售商品的细节,以便销售数据的统计汇总和分析;另一方面,数据库中商品的现有库存数量会随着商品的销售不断更新。当库存数量低于某个最低限制时,数据库系统可能会设置报警机制,提醒管理人员及时订购商品以补充库存。

### 1.1.2 从图书馆借书

当人们去图书馆借阅图书时,图书馆的计算机管理系统会提供一个包含所有图书、所有作者等详细信息的数据库。读者可以根据书名、作者名和出版社等条件查询有关的图书。当查找到需要的图书,并且书库还有可借数量时,便可以办理借阅手续。图书管理员使用条

形码阅读器对所借阅的每一本图书进行扫描,显示屏上显示所借图书的名称、作者以及出版社等信息。图书管理员输入读者编号、图书编号以及借书日期等信息,然后存入数据库。读者还书时,在相应的数据库中记录还书的日期。如果读者在规定的时间内没有按时还书,数据库系统可能会提示图书管理员是否打印催书通知。

### 1.1.3 学生网上选课

在高等院校中,当学生通过互联网进行选课时,教务部门的计算机管理系统都会提供一个关于本学期各院系开设的所有课程,以及任课教师信息的数据库。学生可以根据课程名、系名以及教师名等信息进行查询,一旦确定所选课程,便可以填写选课单。当一门课程的选课人数超过规定的上限时,系统便会拒绝其他学生再选本课程;如果一门课程的选课人数低于规定的下限时,该门课程可能不再开设。教务部门根据网上学生的选课情况,经汇总后通知各个院系及任课教师。学期结束时,教师根据学生的选课单填写考试成绩。

### 1.1.4 航空订票系统

当人们需要乘坐飞机而预定飞机票时,航空公司都会提供一个关于各个航班的飞行时间、飞行目的地、价格以及空余座位等信息的数据库。根据乘客的需要,查询指定的航班,如果有空余座位,则可办理订票手续;否则,提供其他航班供乘客选择。办理订票手续时,航空公司会记录下乘客的身份证号、姓名、所乘航班、起飞地点以及目的地点等信息。

以上数据库的应用实例都是在事先已设计好数据库的前提下,通过编制应用程序来完成的。尽管人们熟知并常用这些应用,但可能并不知道在这些应用的背后,数据库是如何设计的。在数据库的应用中,数据库设计的好坏直接影响到实际的应用,影响到应用软件系统的质量。因此,这门课程将教会数据库设计者如何设计一个优质的数据库。

## 1.2 数据库的基本概念

在学习数据库设计内容之前,先来了解一些有关的基本概念。

### 1.2.1 数据

数据(Data)是数据库中存储的基本对象。数据有多种表现形式,如文字、图形、图像和声音等,它们都可以经过数字化后存入计算机中。

### 1.2.2 信息

在数据处理领域中,信息(Message)被理解为关于现实世界存在方式或运动状态的反映。数据与信息有如下的联系:

- (1) 数据是信息的符号表示,或称为载体;
- (2) 信息是数据的内涵,是对数据语义的解释;
- (3) 数据表示了信息,而信息只有通过数据的形式表现出来,才能被人们理解和接受。

### 1.2.3 数据库

数据库(Data Base,DB)是指逻辑上相关的、可共享的数据集合。这些数据集合可为单位或公司提供所需的各种信息。

数据库中的数据通常按一定的数据模型组织、描述和存储,具有较小的冗余度、较高的数据独立性和易扩展性,并可为各种用户所共享。

### 1.2.4 数据库管理系统

数据库管理系统(Data Base Management System,DBMS)是位于用户与操作系统之间的一层数据管理软件。它的主要功能包括以下几个方面。

(1) 数据定义功能:用数据描述语言定义模式、外模式和内模式。

(2) 数据操纵功能:用数据操纵语言实现对数据的操作,包括数据的检索、插入、删除和修改。

(3) 数据库的运行管理功能:对数据库的安全性、完整性、故障恢复和并发操作等方面的管理功能。

(4) 数据库的建立和维护功能:对数据库数据的初始装载、数据库转储、数据库重组和记录日志文件。

因此,数据库管理系统是数据库系统的一个重要组成部分。

### 1.2.5 数据库系统

数据库系统(Data Base System,DBS)是指在计算机系统中引入数据库后的系统构成,一般由数据库、数据库管理系统、应用程序、数据库管理员和用户构成。图 1.1 说明了数据库

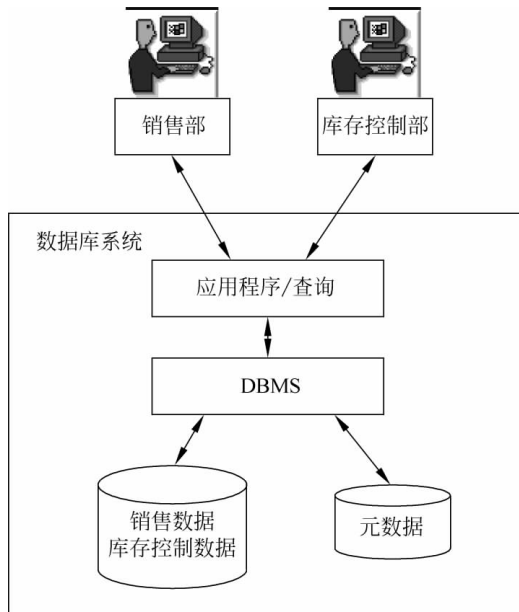


图 1.1 销售和库存控制部门的数据库应用

的访问形式,展示了销售和库存控制部门使用计算机对产品的销售和库存情况进行管理的流程。每个部门的应用程序通过 DBMS 对数据库进行访问,得到他们所需要的各种信息。

### 1.2.6 数据库管理员

数据库是一种共享的资源,需要有人进行数据库的规划、设计、协调、维护和管理等工作,负责这些工作的人员或集体称为数据库管理员(Data Base Administrator, DBA)。

### 1.2.7 数据模型

数据模型(Data Model)是现实世界数据特征的抽象。在数据库中用数据模型来抽象、表示和处理现实世界中的数据和信息。数据模型用于描述数据和数据之间的联系。

数据模型应满足以下三方面要求:

- (1) 能比较真实地模拟现实世界;
- (2) 容易被人所理解;
- (3) 便于在计算机上实现。

数据模型通常由数据结构、数据操作和完整性约束三部分组成。数据结构是刻画一个数据模型性质最重要的部分,是对系统静态特性的描述。因此,在数据库系统中,通常按照数据结构的类型来命名数据模型;数据操作是指对数据库中各种对象(型)的实例(值)允许执行的操作的集合,包括操作及有关的操作规则。数据操作是对系统动态特性的描述;完整性约束是对给定的数据模型中数据及其联系所具有的制约和依存规则,用以限定符合数据模型的数据库状态以及状态的变化,以保证数据的正确性、有效性及相容性。

在数据库中,数据模型一般可分为三级:

(1) 概念数据模型:在数据库设计的开始阶段,概念数据模型用来描述一个单位内部的数据和数据之间关系的概念化结构。这种模型主要用来为现实世界建模,是一种语义信息模型,与具体的 DBMS 无关。

(2) 逻辑数据模型:是用户从数据库中所看到的数据模型,与所选的 DBMS 有关,反映数据的逻辑结构。

(3) 物理数据模型:是反映数据存储结构的数据模型,与所选的 DBMS 有关,反映数据的物理结构。

### 1.2.8 数据模式

数据模式(Data Schema)是以一定的数据模型对一个单位的数据的类型、结构及其相互间的关系所进行的描述。

在 DBMS 中,数据模式一般也可分为三级:

(1) 概念模式:是用逻辑数据模型对一个单位的数据的描述。

(2) 外模式:是用逻辑数据模型对用户所用到的那部分数据的描述。外模式也称子模式或用户模式,是与应用程序对应的数据库视图,是数据库的一个子集。

(3) 内模式:是数据物理结构和存储方式的描述,是数据的数据库内部表示方式。内模式也称存储模式。

概念模式、外模式和内模式都存于数据目录中,是数据目录的基本内容。DBMS 通过

数据目录来管理和访问数据模式。一般在数据库系统中用户只能看到外模式。

### 1.2.9 空值问题

空值在数据库中是一个特殊的值,它表明该值为空缺或未知。空值对数据库用户来说可能会引起混淆,应尽量避免。

## 1.3 应用软件系统的体系结构

应用软件目前常分为单机版和网络版。所谓单机版是指应用软件系统不通过网络直接与数据库建立连接,存取数据库中的数据,用户界面也不是网页形式的。这类软件可以用 Delphi、C++ 等编程工具进行开发。近年来,随着网络的不断发展,不少应用软件系统都采用网络版的,即应用软件系统通过网络与数据库建立连接,存取数据库中的数据,用户界面是网页形式的。用户可以在提供浏览器的任何一台计算机上与远端的服务器进行数据交互,如图 1.2 所示。

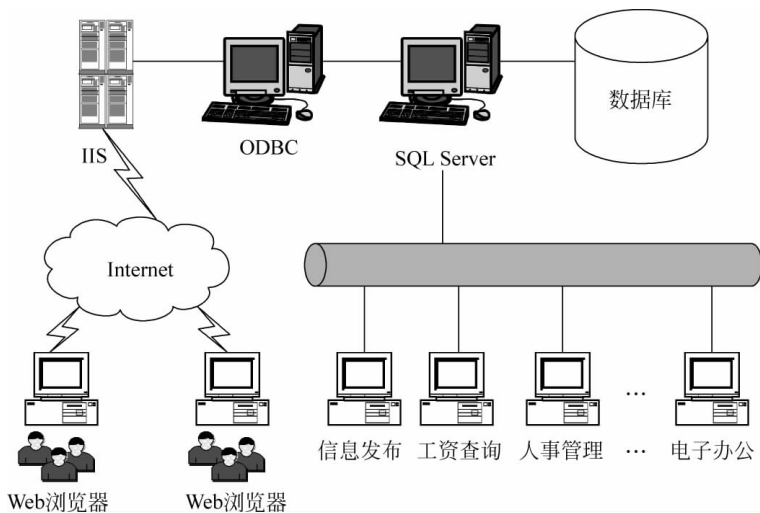


图 1.2 应用软件系统的体系结构

## 1.4 数据库与信息系统

数据库是信息系统的核心和基础,它把信息系统中大量的数据按一定的模型组织起来,提供存储、维护和检索数据的功能,使信息系统可以方便、及时、准确地从数据库中获得所需的信息。

数据库是信息系统的各个部分能否紧密地结合在一起以及如何结合的关键所在。

数据库设计是指对于一个给定的应用环境,构造最优的数据库模式,建立数据库及其应用系统,使之能够有效地存储数据,满足各种用户的应用需求(信息需求和处理需求)。

在数据库领域内,常常把使用数据库的各类系统统称为数据库应用系统。数据库设计是信息系统开发和建设的重要组成部分。

## 1.5 数据库设计的任务与步骤

数据库设计的基本任务主要是根据一个单位的信息需求和处理需求,以及所选 DBMS 的特点等设计出能够满足用户需求的一组关系数据模式集。

信息需求是指一个单位要求应用软件系统能够提供他们的所有信息,如查询产品销售情况、提供各种统计报表等。

处理需求是指一个单位经常需要对数据进行的各种操作,如统计商品订货情况、统计学生成绩等。

数据库设计的过程通常可分为以下几个阶段,如图 1.3 所示。

- 数据库设计的需求分析;
- 数据库的概念设计;
- 数据库的逻辑设计;
- 数据库的物理设计。

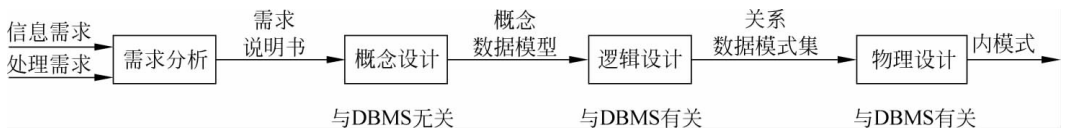


图 1.3 数据库设计的步骤

需求分析阶段的工作实际上是属于应用软件开发中的用户需求分析阶段的工作。在这个阶段,要收集并分析用户的数据需求,为以后的数据库设计做准备。

数据库概念设计阶段的主要任务是对应用领域进行概念建模,提供一个单位的数据和数据间关系的数据模型,为数据库的逻辑设计提供基础。概念设计是一种语义建模的过程,与应用软件系统最终选用的 DBMS 无关。

数据库逻辑设计阶段的主要任务是在概念设计的基础上,利用一些映射关系得到一组关系模式集,然后用关系数据理论对关系模式进行优化。逻辑设计与应用软件系统最终选用的 DBMS 有关。例如,选用关系数据库管理系统的话,利用映射关系得到的就是一组关系模式集。否则,就可能是其他模式集。

数据库物理设计阶段的主要任务是根据所选 DBMS 提供的各种手段设计数据库的内模式,也就是进行簇集设计、选择文件结构、索引结构等。物理设计也与应用软件系统最终选用的 DBMS 有关。

数据库设计是一个复杂的过程,也是一个严谨的过程,需要认真考虑很多细节问题。因此,学习数据库设计还需要学习一些理论和方法。否则,一个设计不良的数据库会给应用单位带来严重的错误。只有认真学好课程内容,加上不断地实践并进行经验积累,才能够更好地掌握数据库设计的方法。

## 1.6 数据库设计人员

数据库设计是一个非常重要的工作,因此,对数据库的设计人员有较高的要求。通常,数据库设计人员应该具备以下的技术和知识:

- 数据库的基本知识和数据库设计技术;
- 计算机科学的基础知识和程序设计的方法和技巧;
- 软件工程的原理和方法;
- 应用领域的知识。

不同设计人员所设计的数据库可能是不一样的,有经验的设计人员所设计的数据库比较合理,应用中很少遇到问题;而一个没有经验的设计人员所设计的数据库常常不合理,应用中也常出现问题,有时甚至难以解决。所以,对于那些比较重要的应用系统,选择一个有经验的设计人员进行数据库设计显得非常关键。

### 本章习题

1. 什么是数据?什么是信息?数据和信息有什么区别?
2. 数据库管理系统能够提供哪些主要功能?
3. 什么是数据模型?什么是数据模式?数据模型和数据模式有什么区别?
4. 数据库系统与数据库管理系统的主要区别是什么?
5. 数据库设计的任务是什么?由哪些步骤组成?

# 第 2 章

# 数据模型

在数据库设计中,数据模型是一个很重要的概念,常用来为现实世界建立语义模型,描述数据及数据之间的联系,数据模型可分为两类。

(1) 独立于计算机系统的数据模型:它完全不涉及信息在计算机系统种表示,只是用来描述某个特定组织所关心的信息结构,这类模型称为“概念数据模型”或“概念模型”。概念模型用于建立信息世界的数据库模型,强调其语义表达能力,因此,概念应该简单、清晰并易于用户理解。概念模型是现实世界的第一层抽象,是用户和数据库人员之间进行交流的工具。这类数据模型最著名的是“实体-联系模型”,即 E-R 模型。

(2) 直接面向数据库的逻辑结构:它是现实世界的第二层抽象。这类数据模型涉及计算机系统和数据库管理系统,又称为“基本数据模型”或“结构数据模型”,如层次数据模型、网状数据模型、关系数据模型以及面向对象数据模型。这类模型有严格的形式化定义,以便在计算机系统中实现。

本章主要介绍层次数据模型、网状数据模型、关系数据模型、基本 E-R 数据模型以及 UML E-R 数据模型。

## 2.1 层次数据模型

层次数据模型(Hierarchical Data Model)是一种用树型(层次)结构表示数据及数据间联系的数据模型。这种数据模型的特点是以记录为节点的有向树,且满足以下条件:

- (1) 有且仅有一个节点没有双亲节点,即根节点;
- (2) 其他节点有且仅有一个双亲节点。

图 2.1 展示了一个记录的型,表示记录是由系名、系号、系主任以及系的所在地点等字段组成。

图 2.2 显示了一个记录的实例,即记录的型的一个值,表示计算机系,系号为 9,系主任为李西远,计算机系的地点在中心楼。

系			
系名	系号	系主任	地点

图 2.1 记录的型

计算机系	9	李西远	中心楼
------	---	-----	-----

图 2.2 记录的实例

一个系通常有若干个班级,系和班级的这种“一对多(1:N)”关系在层次数据模型中用双亲子女关系(PCR)表示,如图 2.3 所示。图中的“1”和“N”表示“1 个”系有“多个”班级。

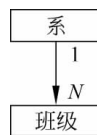


图 2.3 双亲子女关系的型

假如计算机系的学生由 4 个班级组成,则图 2.4 给出了一个双亲子女实例。

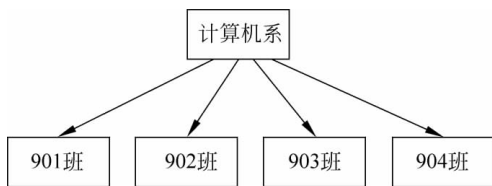


图 2.4 双亲子女关系的实例

利用双亲子女关系,可以构成层次数据模式。图 2.5 展示了层次数据模型的一个例子,它表示一个系由若干个班级和教研组组成;一个班级由若干个学生组成;一个教研组由若干个教师组成。

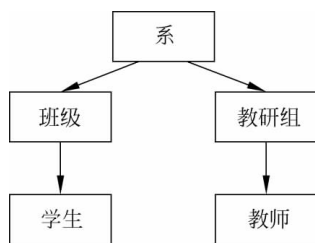


图 2.5 层次数据模型的例子

假设一个学生可以选修多门课程,而一门课程可以由多个学生选修,那么学生和课程之间的这种选修关系是一种“多对多(M:N)”的联系。在层次数据模型中也用双亲子女关系(PCR)表示,图 2.6 (a)表示学生与课程之间联系的型,图 2.6 (b)为学生与课程之间联系的一个实例。

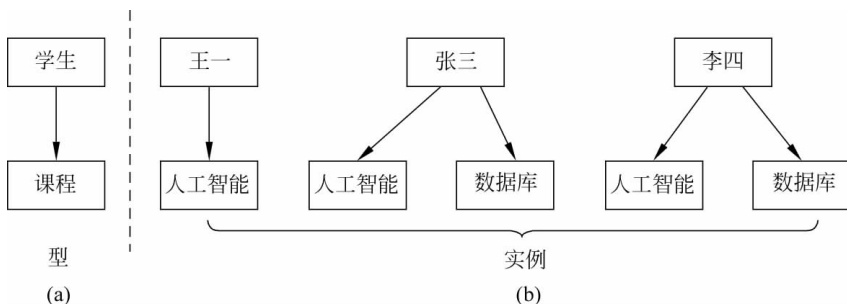


图 2.6 用双亲关系表示的一种 M:N 联系

可以看出,用这种方法表示多对多的联系,存在数据的冗余。解决冗余的方法,可以采用虚拟记录表示多对多的联系。如图 2.7 所示,虚拟记录是用指针替代的记录。这样,学生和课程可以一次存储而多次引用,这样便消除了数据冗余。

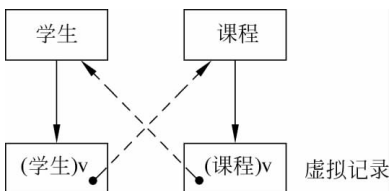


图 2.7 用虚拟记录表示 M:N 联系

层次数据模型的优点是:

- (1) 能直观地描述客观世界;
- (2) 记录之间的联系通过指针来实现,查询效率较高。

层次数据模型的缺点是:

- (1) 只能直接表示一对多的联系,不能直接表示多对

多的联系；

(2) 数据的查询和更新较复杂。

### 2.2 网状数据模型

网状数据模型(Network Data Model)是一种用有向图(网络结构)表示数据及数据之间联系的数据模型。有向图中的节点表示记录类型,箭头表示从箭尾的记录类型到箭首的记录类型间联系是 1 : N 联系。在网状数据模型中,仍以记录为数据单位,一个记录包含若干数据项,数据项可以是多值或复合的数据(不同于层次数据模型),每个记录有一个码(DBK)。数据间的联系用“系”表示,系代表两个记录型之间的 1 : N 联系,如图 2.8 所示。

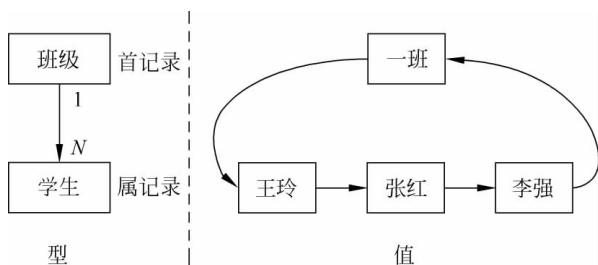


图 2.8 班级-学生系

在网状数据模型中,记录之间的多对多联系可用两个一对多联系表示。例如,学生通过选课和课程发生的“多对多”联系,可用图 2.9 表示。其中,LINK 是联系记录型,学生和课程都是实体记录型;学生与 LINK 以及课程与 LINK 之间都是 1 : N 联系。

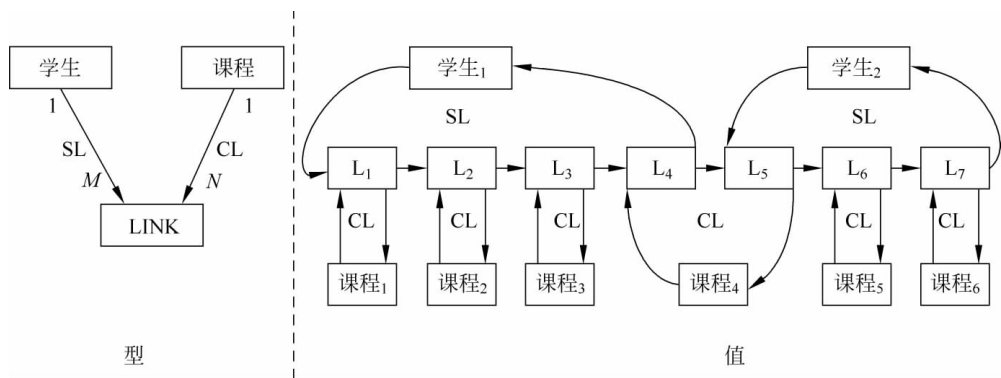


图 2.9 用联系记录表示 M : N 联系

网状数据模型的优点是：

(1) 不同记录之间的联系通过指针实现；

(2) M : N 联系也容易实现(一个 M : N 联系可拆成两个 1 : N 联系),查询效率较高。