

应用技术型院校计算机类专业“十三五”系列规划教材



# 数据库系统原理

SHUJUKU XITONG YUANLI



主 编 王维虎

副主编 朱三元 李志敏



合肥工业大学出版社  
HEFEI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

应用技术型院校计算机类专业“十三五”系列规划教材



# 数据库系统原理

SHUJUKU XITONG YUANLI

主 编 王维虎

副主编 朱三元 李志敏



合肥工业大学出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

数据库系统原理/王维虎主编. —合肥:合肥工业大学出版社,2018.9  
ISBN 978-7-5650-4091-7

I. ①数… II. ①王… III. ①数据库系统 IV. ①TP311.13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 189078 号

## 数据库系统原理

主 编 王 维 虎

责任编辑 马 成 勋

出 版 合肥工业大学出版社  
地 址 合肥市屯溪路 193 号  
邮 编 230009  
电 话 理工编辑部:0551-62903200  
市场营销部:0551-62903198  
网 址 www.hfutpress.com.cn  
E-mail hfutpress@163.com

版 次 2018 年 9 月第 1 版  
印 次 2018 年 9 月第 1 次印刷  
开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16  
印 张 11.75  
字 数 293 千字  
印 刷 安徽昶颀包装印务有限责任公司  
发 行 全国新华书店

ISBN 978-7-5650-4091-7

定价: 25.00 元

如果有影响阅读的印装质量问题,请与出版社市场营销部联系调换。

# 前 言

数据库技术是计算机科学中的一个重要分支,因其发展迅速,在科学与社会各个领域广泛应用,是建设各类信息系统的基础。现如今,在推进“新工科”建设的背景下,数据库技术已经与计算机、控制、数学、统计学、物理学、生物学、心理学、社会学、法学等学科专业教育进行交叉与融合,涉及信息检索、数据管理,扩大到科技计算、计算机辅助设计、人工智能等各个领域。

本书从理论角度去看数据库,力求由浅入深,由具体到抽象,理论与实践紧密结合,既系统、完整又突出应用。使读者能够清楚地了解什么是数据库,以及数据库需要达到的目标,掌握数据库的设计方法,了解实际数据库应用系统的组成。

本书共分为9章:

第1章数据库系统概述。介绍了数据库理论中的一些基本概念,数据处理发展历程、数据模型、数据库系统的组成。内容包括:数据处理的四个发展阶段、数据库系统与数据库管理系统、数据库三级模式结构和二级映象等。

第2章关系数据库。讨论关系数据库的相关问题,讲解关系模型的基本概念,即关系模型的三个组成要素:关系模型的数据结构、关系操作和关系的完整性约束条件,重点讲解关系代数表达式在关系数据库中的应用。

第3章关系数据库标准语言SQL。介绍SQL的数据定义、数据查询和数据更新操作,主要包括数据库的创建与删除、基本表的创建与数据操作、索引的创建与删除和视图的定义与操作等,它是操作关系数据库的重要工具。

第4章关系规范化理论。本章从一个实例出发,介绍一个不好的关系模式会存在的问题,给出函数依赖和范式的基本概念,最后重点介绍关系数据库规范化的过程。

第5章数据库设计。本章讨论数据库设计的方法和设计,重点介绍基于RDBMS的关系数据库设计问题,从需求分析、概念结构设计、逻辑结构设计、物理结构设计、数据库实施和数据库的运行维护六个阶段进行详细讲解。

第6章事务与并发控制。事务是一系列的数据库操作,是数据库系统中的基本逻辑工作单位。本章重点介绍了事务的基本概念和ACID四个特点、事务的并发控制以及封锁技术、活锁与死锁和两段锁协议。

第7章数据库安全性和完整性。数据库管理系统 DBMS 必须提供一套完整且有效的机制来保证数据的安全性和完整性。数据库的安全性和完整性是数据库保护中的重要内容。本章主要介绍数据库的安全性以及安全性控制机制、数据库的完整性以及完整性控制机制。

第8章数据库恢复技术。数据库恢复机制是数据库管理系统 DBMS 的另一个重要组成部分。本章讲解数据库恢复的概念、故障的种类和常用的数据库恢复技术。

第9章数据库技术新发展。本章以数据模型、数据库应用、数据库管理系统开发技术3个方面为主线概述数据库的发展历程,展示数据库学科在理论、应用、系统开发等研究和应用领域的主要内容与发展方向。并给出当前数据技术的发展趋势和若干热门的研究课题。

本书的特色如下:

(1)注重课程体系的优化,强调基本概念、基本理论和基本工程的应用,在理论综述和公式推导中,尽量精选内容,用经典例题代替一般性文字的叙述。

(2)内容精简,突出工科特点,充分考虑教学计划的变更,尽量采用图表以代替叙述性内容,增加例题和练习题的数量,加强工程技术方法的分析和训练。

数据库系统原理是一门需要大量实践的课程。读者在学习本书内容的同时应注意辅以大量的实践练习,这样才能较好的理解和掌握书中所介绍的各个知识点。同时,注意举一反三,增强数据库设计时的灵活应变能力,为将来从事软件开发打下良好的基础。

在本书出版过程中,得到合肥工业大学出版社的大力支持,在此表示感谢。

由于编者的水平有限,书中难免有疏漏和不妥之处,敬请广大同行与读者批评指正。

编者

2018年7月

# 目 录

第一章 数据库系统概述 .....	(001)
1.1 基本知识 .....	(001)
1.2 数据模型 .....	(007)
1.3 层次模型 .....	(009)
1.4 概念模型 .....	(015)
1.5 数据库系统结构 .....	(021)
本章小结 .....	(024)
第二章 关系数据库 .....	(025)
2.1 关系数据模型 .....	(025)
2.2 关系的数据结构以及形式化定义 .....	(025)
2.3 关系操作 .....	(030)
2.4 关系的完整性 .....	(031)
2.5 关系代数 .....	(034)
2.6 关系演算 .....	(046)
本章小结 .....	(047)
第三章 关系数据库标准语言 SQL .....	(049)
3.1 SQL 概述 .....	(049)
3.2 实例:学生—课程数据库 .....	(051)
3.3 数据定义 .....	(052)
3.4 数据查询 .....	(057)
3.5 数据更新 .....	(073)
3.6 视图 .....	(076)
本章小结 .....	(082)



<b>第四章 关系数据库规范化理论</b> .....	(083)
4.1 问题的提出 .....	(083)
4.2 关系规范化理论 .....	(085)
4.3 范式 .....	(088)
4.4 规范化小结 .....	(094)
本章小结 .....	(095)
<b>第五章 数据库设计</b> .....	(096)
5.1 数据库设计概念 .....	(096)
5.2 需求分析 .....	(103)
5.3 概念结构设计 .....	(106)
5.4 逻辑结构设计 .....	(119)
5.5 数据库的物理设计 .....	(123)
5.6 数据库的实施和维护 .....	(126)
本章小结 .....	(128)
<b>第六章 事务与并发控制</b> .....	(130)
6.1 事务的基本概念 .....	(130)
6.2 并发控制 .....	(133)
6.3 封锁 .....	(135)
6.4 活锁与死锁 .....	(139)
6.5 两段锁协议 .....	(141)
本章小结 .....	(143)
<b>第七章 数据库安全性与完整性</b> .....	(145)
7.1 数据库安全性 .....	(145)
7.2 数据库安全性控制机制 .....	(146)
7.3 数据库完整性 .....	(150)
7.4 完整性控制机制 .....	(152)
本章小结 .....	(154)

第八章 数据库恢复技术 .....	(155)
8.1 数据库恢复概述 .....	(155)
8.2 故障的种类 .....	(155)
8.3 恢复的实现技术 .....	(157)
8.4 恢复策略 .....	(160)
8.5 具有检查点的恢复技术 .....	(161)
8.6 数据库镜像 .....	(163)
本章小结 .....	(164)
第九章 数据库技术新发展 .....	(166)
9.1 数据库技术发展概述 .....	(166)
9.2 数据库发展的 3 个阶段 .....	(167)
9.3 数据库系统发展的特点 .....	(170)
9.4 数据库技术发展趋势 .....	(176)
本章小结 .....	(180)



# 第一章 数据库系统概述

数据库是数据管理的最新技术,也是计算机科学的一个重要分支。在当今的信息化社会,数据库技术已成为当前计算机理论和应用中发展极为迅速和应用非常广泛的一大领域。本章将介绍数据库的基本概念,包括数据管理的发展过程、数据模型、数据库系统的组成部分等等。读者从中可以学到为什么要使用数据库技术,以及数据库技术的重要性,并且本章是学习后续各个章节的基础。

## 1.1 基本知识

在系统地介绍数据库的基本概念之前,首先描述一下数据库中最常用的术语和基本概念。

### 1.1.1 基本概念

与数据库技术密切相关的5个基本概念,分别是数据、数据库、数据库管理系统、数据库应用系统和数据库系统,下面分别进行介绍。

#### (1) 数据(Data)

数据是数据库中存储的基本对象。描述事物的符号记录,统称为数据。数据的种类有数字、文字、图形、图像、声音、语言等。数据可以有多种表现形式,它们都可以经过数字化后存储在计算机中。

在现代计算机系统中,数据的概念是广义的。早期的计算机系统主要用于科学计算,处理的数据是整数、实数、浮点数等传统数学中的数据。现代计算机能存储和处理的对象十分广泛,表示这些对象的数据也越来越复杂。

值得注意的是,数据与其语义是不可分的。例如,500是一个数据,这个数据既可以表示一件物品的价格是500元,也可以表示一个学术会议参加的人数有500人,还可以表示一袋奶粉重500克。

#### (2) 数据库(DataBase,简称DB)

数据库,顾名思义,是指存放数据的仓库。只不过这个仓库是在计算机存储设备上,而且数据是按照一定的格式存放的。就如同,在现实生活中,仓储人员需要分门别类、按照规则地管理各式各样的货物。

严格来讲,数据库是长期储存在计算机内的、有组织的、可共享的大量数据集合。数据库中的数据按一定的数据模型组织、描述和储存,具有较小的冗余度、较高的数据独立性和易扩展性,并可为各种用户共享。

从其定义不难看出,数据库具有三个基本特点:

- 永久存储

由于所有数据存放在计算机的存储设备上,只要用户不去恶意地破坏或删除,数据将会长期地保存。

- 有组织性

数据库中的数据并不是杂乱无章地存放,而是按照某种数据模型进行有规则地存储,便于管理。

- 可共享性

在数据库中的数据一般只存储一次,能够实现各个不同用户进行数据共享,以此减少了数据的冗余度。

### (3) 数据库管理系统(DataBase Management System,简称 DBMS)

数据库管理系统,是位于用户与操作系统之间的一层数据管理软件,用于科学地组织和存储数据、高效地获取和维护数据。

DBMS 的主要功能,包括数据定义功能、数据操纵功能、数据库的运行管理功能、数据库的建立和维护功能。DBMS 是一个大型的复杂的软件系统,是计算机中的基础系统软件。目前,专门研制 DBMS 的厂商及其研制的 DBMS 产品很多。著名的有美国 IBM 公司的 DB2 关系数据库管理系统和 IMS 层次数据库管理系统、美国 Oracle 公司旗下的 Oracle 和 MySQL 关系数据库管理系统、美国微软公司的 MS SQL Server 关系数据库管理系统等。

### (4) 数据库应用系统(DataBase Application System,简称 DBAS)

数据库应用系统,是指利用数据库开发工具,比如高级程序设计语言(C、Java 等)或者 Web 程序设计语言(PHP、JSP 等),在数据库管理系统软件的基础上,设计出针对某一具体应用领域的软件系统。例如,管理信息系统(MIS)、地理信息系统(GIS)或者企业资源规划管理系统(ERP)、办公自动化系统(OA)等等。

### (5) 数据库系统(DataBase System,简称 DBS)

数据库系统,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(及其开发工具)、应用系统、数据库管理员(DBA)构成。数据库系统与计算机系统硬件软件之间的关系,如图 1-1 所示。

数据库系统和数据库是两个概念。数据库系统是一个人——机系统,数据库是数据库系统的一个组成部分。但是,在日常工作中人们常常把数据库系统,简称为数据库。希望读者能够从文章的上下文中区分“数据库系统”和“数据库”,不要引起混淆。

## 1.1.2 数据管理技术的产生和发展

数据处理的核心问题,就是数据管理。数据管理,是指对数据的分类、组织、编码、储存、检索和维

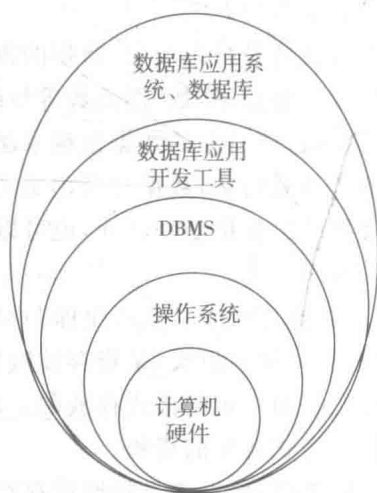


图 1-1 数据库系统的结构

护等。在计算机软、硬件发展的基础上,在应用需求的推动下,数据管理技术得到了很大的发展,它经历了人工管理、文件系统、数据库管理和分布式数据库系统管理四个发展阶段。

#### (1)人工管理阶段(20世纪50年代中期以前)

该阶段又称为手工管理阶段,其特征是数据和程序一一对应,即一组数据对应一个程序,数据面向应用,用户必须掌握数据在计算机内部的存储地址和存储方式,不同的应用程序之间不能共享数据。

人工管理数据有三个缺点:

- 一是,应用程序与数据之间依赖性太强,不独立。
- 二是,数据组和数据组之间可能有许多重复数据,造成数据冗余,数据结构性差。
- 三是,没有软件系统对数据进行管理。

#### (2)文件系统阶段(20世纪50年代后期至60年代中期)

本阶段的特征是把数据组织在一个个独立的数据文件中,实现了“按文件名进行访问、按记录进行存取”的管理技术。在文件系统中,按一定的规则将数据组织成为一个文件,应用程序可以通过对文件中的数据进行存取加工。至今,文件系统仍是一般高级语言普遍采用的数据管理方式。文件系统对数据的管理,实际上是通过应用程序和数据之间的一种接口实现的。

文件系统管理数据有两个缺点:

- 一是,文件系统的冗余度大。
- 二是,文件系统中缺乏数据与程序之间的独立性。

#### (3)数据库管理阶段(20世纪60年代后期以来)

在20世纪60年代后期,计算机性能得到很大提高,人们克服了文件系统的不足,开发一种软件系统,称之为数据库管理系统,从而将传统的数据管理技术推向一个新阶段,即数据库系统阶段。

一般而言,数据库系统由计算机软件 and 硬件资源组成。它实现了有组织地、动态地存储大量关联数据,并且方便多用户访问。通俗地讲,数据库系统可把日常一些表格、卡片等数据有组织地集合在一起,输入到计算机中,然后通过计算机进行处理,再按一定要求输出结果。所以,数据库相对于文件系统来说,主要解决了3个问题。

- ① 有效地组织数据,这主要指对数据进行合理设计,以便计算机存取;
- ② 将数据方便地输入到计算机中;
- ③ 根据用户的要求将数据从计算机中抽取出来,这是人们处理数据的最终目的。

数据库也是以文件方式存储数据的,但它是数据的一种高级组织形式。在应用程序和数据库之间有一个新的数据管理软件 DBMS,即数据库管理系统。数据库管理系统对数据的处理方式和文件系统不同,它把所有应用程序中使用的数据汇集在一起,并以记录为单位存储起来,便于应用程序查询和使用,其关系如图 1-2 所示。

它与文件系统的重要区别是数据的充分共享、交叉访问应用程序的高度独立性。数据库对数据的存储是按照同一数据模型进行的,不同的应用程序都可以直接操作这些数据,即应用程序的高度独立性。数据库系统对数据的完整性、唯一性和安全性都提供一套有效的管理手段,即数据的充分共享性。数据库系统还提供管理和控制数据的各种简单操作命令,

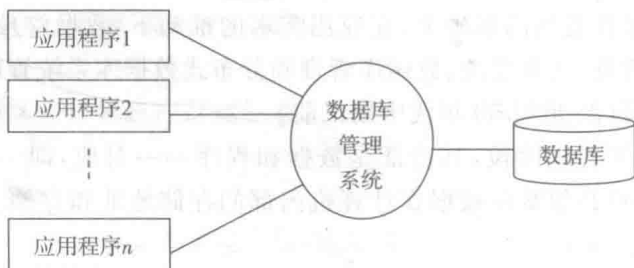


图 1-2 应用程序与数据的对应关系(数据库系统)

使用户编写程序时容易掌握,即操作方便性。

#### (4) 分布式数据库系统阶段(20 世纪 80 年代)

由于计算机网络通信的迅速发展以及地理位置上分散的公司、团体和组织对象对数据库的应用提出了更为广泛的需求。20 世纪 80 年代,在集中式数据库系统成熟技术的基础上,产生和发展了分布式数据库系统(Distributed Database System, DDBS)。分布式数据库系统是数据库技术和网络技术两者相互渗透和有机结合的结果。

世界上第一个分布式数据库系统 SDD-1 是由美国计算机公司(CCA)于 1979 年在 DEC 计算机上实现。20 世纪 90 年代以来,分布式数据库系统进入商品化应用阶段,传统的关系数据库产品均发展成以计算机网络及多任务操作系统为核心的分布式数据库产品,同时分布式数据库逐步向客户机/服务器(C/S)模式发展。

分布式数据库系统适合于单位分散的部门,允许各个部门将其常用的数据存储在本地的,实施就地存放本地使用,从而提高响应速度,降低通信费用。分布式数据库系统与集中式数据库系统相比具有可扩展性,通过增加适当的数据冗余,提高系统的可靠性,如图 1-3 所示。

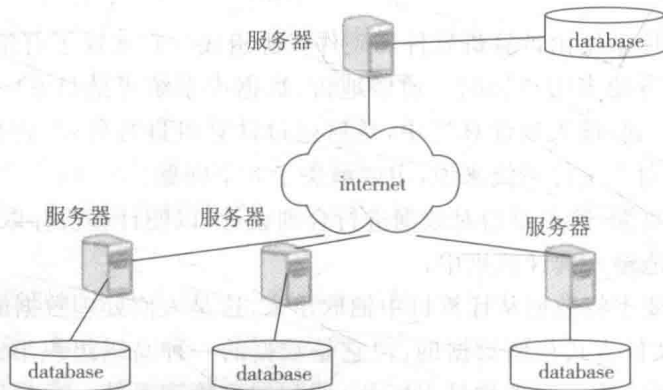


图 1-3 一个典型的分布式数据库系统

### 1.1.3 数据库系统的特点与组成

#### 1.1.3.1 数据库系统的特点

数据库系统的出现是计算机数据处理技术的重大进步,其特点包括以下 4 点:

### (1) 数据结构化

数据库系统实现整体数据的结构化,这是数据库的主要特征之一,也是数据库系统与文件系统的本质区别。

在数据库系统中,所谓“整体”,是指数据不再针对某一个应用,而是面向全组织,具有整体的结构化。不仅数据是结构化的,而且数据的存取单位,即一次可以存取数据的大小也很灵活,可以小到某一个数据项(如一个学生的学号、姓名),大到一组记录(成千上万个学生记录)。而在文件系统中,数据的存取单位只有一个:记录,如一个学生的完整记录、一门课程完整记录等。

### (2) 数据的共享性高,冗余度低,易扩充

数据库中的数据,不再面向某个应用而是面向整个系统,因此可以被多个用户、多个应用以多种不同的语言共享使用。由于数据面向整个系统,是有结构的数据,不仅可以被多个应用共享使用,而且容易增加新的应用,这就使得数据库系统弹性大,易于扩充。解析数据共享可以大大减少数据冗余,节约存储空间,同时还能够避免数据之间的不相容性与不一致性。

所谓“数据面向某个应用”是指数据结构是针对某个应用设计的,只被这个应用程序或应用系统使用,可以说数据是某个应用的“私有资源”。所谓“弹性大”是指系统容易扩充也容易收缩,即应用增加或减少时不必修改整个数据库的结构,只需做很少的改动。可以取整体数据的各种子集用于不同的应用系统,当应用需求改变或增加时,只要重新选取不同的子集或加上一部分数据,便可以满足新的需求。

### (3) 数据独立性高

数据独立,是指应用程序不随数据存储结构的改变而变动。数据独立,可以包括物理数据独立和逻辑数据独立两个方面。

物理数据独立性,是当数据的存储格式和组织方法改变时,不影响数据库的逻辑结构,从而不影响应用程序。

逻辑数据独立性,是当数据库逻辑结构变化时(如数据定义的修改、数据间联系的变更等),不会影响用户的应用程序,即用户应用程序无须修改。

数据独立性提高了数据处理系统的稳定性,从而提高了程序维护的效益。数据独立性,是由数据库系统的二级映像功能来保证的。

### (4) 数据由 DBMS 统一管理和控制

数据库中数据的共享是并发,即多个用户可以同时存取数据库中的数据甚至可以同时存取数据库中同一个数据。为此,DBMS 必须提供统一的数据控制功能,包括数据的安全性保护、数据的完整性检查、并发控制和数据库恢复。

DBMS 数据控制功能包括四个方面:

- 数据的安全性保护:保护数据以防止不合法的使用造成的数据的泄密和破坏;
- 数据的完整性检查:将数据控制在有效的范围内,或保证数据之间满足一定的关系;
- 并发控制:对多用户的并发操作加以控制和协调,保证并发操作的正确性;
- 数据库恢复:当计算机系统发生硬件故障、软件故障,或者由于操作员的失误以及故意的破坏影响数据库中数据的正确性,甚至造成数据库部分或全部数据的丢失时,能将数据

库从错误状态恢复到某一已知的正确状态(亦称为完整状态或一致状态)。

DBMS 在数据库建立、运用和维护时对数据库进行统一控制,以保证数据的完整性、安全性,并在多用户同时使用数据库时进行并发控制,在发生故障后对系统进行恢复。数据库系统的出现使信息系统从以加工数据的程序为中心,转向围绕共享的数据库为中心的新阶段。

### 1.1.3.2 数据库系统的组成

数据库系统(Database System, DBS)实际上是一个应用系统,它是在计算机硬、软件系统支持下,由用户、数据库管理系统、存储设备上的数据和数据库应用程序构成的数据处理系统,如图 1-4 所示。

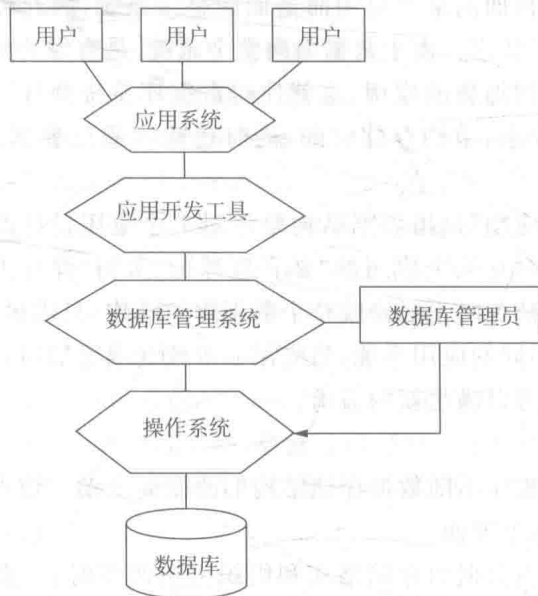


图 1-4 数据库系统的组成

下面详细介绍数据库系统的组成部分,如下:

#### (1) 数据

数据,是指数据库系统中存储在存储设备上的数据,它是数据库系统操作的对象。存储在数据库中数据具有集中性和共享性。

#### (2) 数据库管理系统

它是指负责数据库存取、维护和管理的软件系统,提供对数据库中数据资源进行统一管理和控制的功能,起着用户程序和数据库数据之间相互隔离的作用。数据库管理系统是数据库系统的核心,其功能强弱是衡量数据库系统性能优劣的主要方面。数据库管理系统一般由计算机软件公司提供。

#### (3) 应用程序

应用程序是指为适合用户操作、满足用户需求而编写的数据库应用程序。

#### (4) 用户

用户是指使用数据库的人员。数据库系统中的用户主要有终端用户、应用程序员和管

理员 3 类。

#### ● 终端用户

终端用户是指计算机知识不多的工程技术人员及管理人员,只能通过数据库系统所提供的命令语言、表格语言以及菜单等交互对话手段使用数据库中的数据。

#### ● 应用程序员

应用程序员是指为终端用户编写应用程序的软件人员,他们设计的应用程序主要用途是使用和维护数据库。

#### ● 数据库管理员

数据库管理员(DataBase Administrator, DBA)是指全面负责数据库系统正常运转的高级人员,负责对数据库系统本身的深入研究,具体职责包括:

- ◆ 决定数据库的信息内容和结构;
- ◆ 决定数据库的存储结构和存取策略;
- ◆ 定义数据的安全性要求和完整性约束条件;
- ◆ 监督和控制数据库的使用和运行;
- ◆ 改进和重组数据库系统。

## 1.2 数据模型

模型,特别是具体模型,大家并不陌生。一张中国地图、一个漂亮的玩偶和一台仿真汽车都是具体的模型。

而数据模型(Data Model)也是一种模型,它是对现实世界数据特征的抽象。也就是说,数据模型是用来描述数据、组织数据和对数据进行操作的,是数据库管理的科学形式框架。通俗地讲,数据模型就是现实世界的模拟。

### 1.2.1 数据模型的分类

数据模型,通常可以分为三类(它们分属不同的层次):

(1)概念模型,也称信息模型,它是按用户的观点来对数据和信息建模,用于数据库的概念结构设计。

#### (2)逻辑模型

逻辑模型是数据库系统中的主要数据模型,主要包括网状模型、层次模型、关系模型、面向对象模型、对象关系模型等,按计算机系统的观点对数据建模,用于数据库管理系统 DBMS 实现。

#### (3)物理模型

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。

数据模型之间的转换,本质上就是将现实世界中的客观对象转换为机器世界的抽象,如图 1-5 所示,抽象过程一般包括两个基本步骤,如下:(详细过程可以参见第七章内容)



- (1) 现实世界中的客观对象抽象为概念模型；
- (2) 把概念模型转换为某一 DBMS 支持的数据模型。

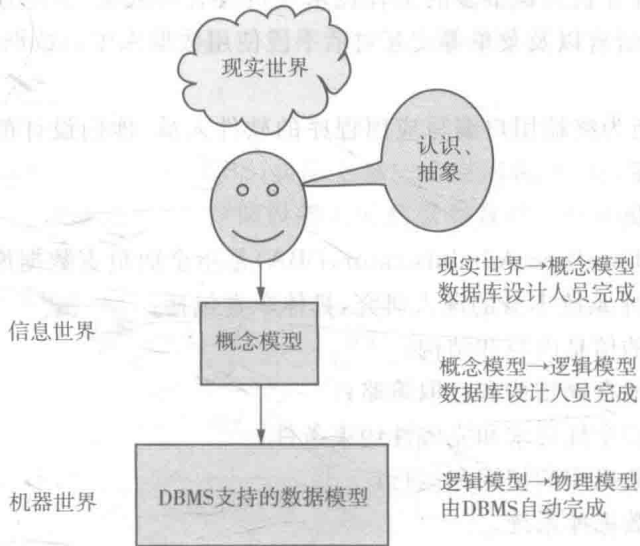


图 1-5 现实世界中客观对象的抽象过程

### 1.2.2 数据模型的组成要素

一般而言,数据模型主要由数据结构、数据操作和完整性约束条件三个要素组成,如图 1-6 所示。

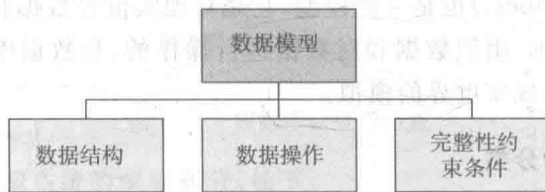


图 1-6 数据模型的三要素

#### (1) 数据结构

描述数据库的组成对象,以及对象之间的联系。描述的内容包括与数据类型、内容、性质有关的对象、与数据之间联系有关的对象。

数据结构,是对系统静态特性的描述。

#### (2) 数据操作

数据操作,对数据库中各种对象(型)的实例(值)允许执行的操作及有关的操作规则。数据操作的类型包括数据的查询和数据的更新(包括插入、删除、修改)。

数据模型对操作的定义,主要有:操作的确切含义、操作符号、操作规则(如优先级)和实现操作的语言。

因此,数据操作是对系统动态特性的描述。

### (3) 数据的完整性约束条件

数据的完整性约束条件,是一组完整性规则的集合。完整性规则是指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。

数据模型对完整性约束条件的定义,用来反映和规定本数据模型必须遵守的基本的、通用的完整性约束条件。例如,在关系模型中,任何关系必须满足实体完整性和参照完整性两个条件。同时,提供定义完整性约束条件的机制,以反映具体应用所涉及的数据必须遵守的特定的语义约束条件。

### 1.2.3 常用的数据模型

常用的数据模型(特指逻辑模型),根据存储结构的不同,可以划分为4大类:

第一,相对于关系模型而言,将层次模型(Hierarchical Model)和网状模型(Network Model)称之为非关系模型,其主要来源于数据结构中的非线性结构,即树和图。

第二,关系模型(Relational Model),主要来源于数据结构中的线性结构,即表结构。

第三,面向对象模型(Object Oriented Model),主要采用面向对象程序设计技术 OO 进行数据模型的设计,其思想来源于类和对象的理念,是一种比较新的技术。

第四,对象关系模型(Object Relational Model),采用了来自关系模型和面向对象模型的优点,具有更好的扩展性。

在此,重点介绍一下层次模型、网状模型和关系模型这三种,至于面向对象模型 OOM 和对对象关系模型 OOR 会在后续第9章中介绍。每种数据模型的讲解,分别按照数据模型的三个组成要素展开。

## 1.3 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。它用树形结构来表示各类实体以及实体间的联系。

### 1.3.1 层次数据模型的数据结构

满足下面两个条件的基本层次联系的集合为层次模型:

(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) 根以外的其他结点有且只有一个双亲结点。

通过一个实例,如图 1-7 所示,来了解层次模型中的几个术语:根结点,双亲

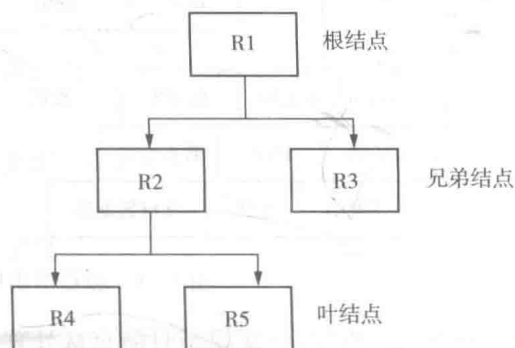


图 1-7 层次模型实例