



普通高等教育“十一五”国家级规划教材 (高职高专教育)
PUTONG GAODENG JIAOYU SHIYIWU GUOJIAJI GUIHUA JIAOCAI

SHUJUKU JISHU
YU SQL Server 2005
SHIYONG JIAOCHENG

数据库技术 与SQL Server 2005 实用教程

岳国英 主 编
李 鹏 胡文红 王 樱 副主编
成建国 卢素魁 主 审



中国电力出版社

<http://jc.cepp.com.cn>



普通高等教育“十一五”国家级规划教材 (高职高专教育)
PUTONG GAODENG JIAOYU SHIYIWU GUOJIAJI GUIHUA JIAOCAI

1201394

SHUJUKU JISHU
YU SQL Server 2005
SHIYONG JIAOCHENG

数据库技术 与 SQL Server 2005 实用教程

李 鹏 胡文红 岳国英 主 编
成建国 王 樱 副主编
卢素魁 主 审



准阴师院图书馆1201394



中国电力出版社

<http://jc.cepp.com.cn>

内容提要

本书为普通高等教育“十一五”国家级规划教材（高职高专教育）

本书的主要内容包括数据库技术基本知识、关系数据库及 SQL 应用、SQL Server 2005 基础知识、SQL Server 2005 Transact-SQL 编程和应用、数据库管理及 SQL Server 2005 实现。

全书共 13 章。第 1 章介绍数据库的基本知识。第 2~12 章为主要内容，从数据库设计到数据库实现，从数据库管理到数据查询和高级数据查询，提升到存储过程、触发器和游标的应用，以项目驱动突出实用技术，并配有项目引领的完整案例。第 13 章介绍了 SQL Server 2005 的报表服务、分析服务和集成服务。各章之后均附有习题和实训。

本书从教、学、做 3 个层面以 3 条主线展开，技术线路清晰，以具体项目贯穿始末，易于学习，可操作性强，循序渐进且层次分明，便于读者掌握数据库实用技术。

本书可作为高等职业技术学院、普通高等院校计算机及其相关专业数据库课程的教材，也可作为计算机应用系统开发与设计者学习数据库的参考用书。

图书在版编目（CIP）数据

数据库技术与 SQL Server 2005 实用教程 / 岳国英主编. —北京：中国电力出版社，2008

普通高等教育“十一五”国家级规划教材，高职高专教育

ISBN 978-7-5083-7229-7

I. 数… II. 岳… III. 关系数据库—数据库管理系统，SQL Server 2005—高等学校：技术学校—教材 IV. TP311.138

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2008）第 140060 号

丛 书 名：普通高等教育“十一五”国家级规划教材（高职高专教育）

书 名：数据库技术与 SQL Server 2005 实用教程

出版发行：中国电力出版社

地 址：北京市三里河路 6 号

邮政编码：100044

电 话：（010）68362602

传 真：（010）68316497，88383619

服务电话：（010）58383411

传 真：（010）58383267

E-mail: infopower@cepp.com.cn

印 刷：汇鑫印务有限公司

开本尺寸：184mm×260mm

印 张：20

字 数：450 千字

书 号：ISBN 978-7-5083-7229-7

版 次：2008 年 9 月北京第 1 版

印 次：2008 年 9 月第 1 次印刷

印 数：0001—3000 册

定 价：29.80 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签，加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

前言

数据库技术的发展使计算机应用领域拓展出一片崭新的、广阔的空间。数据库技术已成为计算机信息系统和计算机应用系统的核心与基础。因此,数据库技术是计算机及其相关专业的重要专业课程之一。

得益于我主编的另一本书《SQL Server 2000 数据库技术实用教程》读者给予的积极评价,本书的编写思想得到教育部专家的肯定,被列为国家“十一五”规划教材。我将本书的编写作为对老读者的一种回报、对新读者的一种关爱。相信本书会给新老读者带来裨益。

本书的编写原则是:以用为本,学以致用,以使读者掌握实用技术为核心,以案例为主线,以动手能力为突破点,以项目经验为目标。内容组织从教、学、做三个层面三条主线展开。“教”是指各章节内容的组织,这个层面主要是介绍知识,教授技术,以易于理解的“图书借阅管理”数据库设计、实现、管理、查询、编程为主线贯穿始终。“学”是指与“教”的知识同步案例,使读者通过模仿并有所拓展的“学”一些解决实际问题的方法和技术,并以“活期储蓄”数据库系统案例为主线,从实际业务逻辑的角度提出问题,通过分析给出解决方法和参考代码,与“教”的内容相呼应,形成“学”的主线。“做”是指各章后的实训内容,与“教”和“学”的内容相对称,对两个项目进行完善,使读者对项目的实施得到更深一层的认识,并自己亲自操作完成。本书学习结束时,读者已经具有了多个项目经验。

本书选择 SQL Server 2005 版本不仅因为它是目前最流行、应用最广泛的关系数据库管理系统,更重要的是将 SQL Server 2005 作为实现数据库技术的工具,起到触类旁通的作用。版本并不重要,本书的大部分内容在 SQL Server 2000 或以后推出的 SQL Server 更高版本都是适用的。

本书由浙江水利水电专科学校的岳国英教授任主编,河北工程技术高等专科学校的李鹏、浙江水利水电专科学校的胡文红、南昌工程学院的王樱等老师担任副主编,参加编写的还有浙江水利水电专科学校的王军、郑州牧业工程高等专科学校的王伟等老师。第1章和附录由王伟编写,第2章、第9章、第10章、第11章由岳国英编写,第3章、第4章和第12章由李鹏编写,第7章、第8章和第13章由胡文红编写,第5章和第6章由王樱编写,书中习题与实训由王军编写,案例由岳国英编写,全书由岳国英修改并统稿。

浙江水利水电专科学校成建国教授、河北大学的卢素魁副教授对本书作了审阅并提出了宝贵意见,在此,一并表示诚挚的谢意。

本书适合作为高等职业技术学院、普通高等院校计算机及其相关专业应用型人才培养

目 录

前 言

第 1 章 数据库技术基础知识	1
1.1 数据库技术概述	1
1.2 数据模型	6
1.3 数据库设计	8
1.4 概念模型	10
总结	13
习题 1	13
第 2 章 关系数据库设计	16
2.1 关系数据模型	16
2.2 E-R 模型到关系模型的转换	22
2.3 关系模型的 3 类完整性约束	24
2.4 关系数据库的规范化设计	26
2.5 案例：活期储蓄管理系统数据库设计	29
总结	33
习题 2	33
第 3 章 SQL Server 2005 基本知识	35
3.1 SQL Server 2005 简介	35
3.2 SQL Server 2005 的安装	36
3.3 SQL Server 2005 的配置	48
3.4 SQL Server 2005 的主要工具	52
3.5 系统数据库和示例数据库	55
3.6 创建和管理数据库	57
3.7 案例：创建活期储蓄数据库	63
总结	63
习题 3	64
实训 1 认识 SQL Server 2005，建立数据库	64
第 4 章 SQL Server 2005 数据库表管理	66
4.1 利用 Management Studio 创建数据库表	66
4.2 利用 Management Studio 创建视图	73
4.3 索引	77

习题 13	299
实训 10 创建报表、多维数据集和 SSIS	299
附录 A SQL Server 2005 的常用的内置函数	301
附录 B SQL Server 2005 的常用系统表	304
附录 C SQL Server 2005 的常用系统存储过程	306
参考文献	310
0.3 案例：定期备份数据库的完整性控制	308
总结	310
习题 9	310
实训 7 完善数据库的完整性控制	310
第 10 章 数据库的安全性及 SQL Server 安全管理	314
10.1 数据库安全控制的一般方法	314
10.2 SQL Server 的安全体系结构	318
10.3 SQL Server 数据库安全的管理	320
总结	324
习题 10	324
实训 8 实现数据库的安全管理	326
第 11 章 数据库并发控制及 SQL Server 的并发控制机制	330
11.1 事务及并发控制的基本概念	330
11.2 封锁机制	338
11.3 SQL Server 的并发控制机制	342
总结	346
习题 11	347
第 12 章 数据库恢复技术与 SQL Server 的数据恢复机制	348
12.1 故障的种类	348
12.2 数据库恢复的恢复技术	349
12.3 数据库恢复策略	351
12.4 SQL Server 的数据库备份和数据库恢复机制	352
总结	357
习题 12	357
实训 9 数据库的备份与恢复	358
第 13 章 SQL Server 2005 新技术简介	359
13.1 网络服务	359
13.2 分析服务	370
13.3 集成服务	391
13.4 案例：建立定期备份数据库的管理程序	397
总结	399

总结.....	197
习题 8.....	198
实训 6 建立图书借阅数据库的触发器和存储过程.....	199
第 9 章 数据库完整性及 SQL Server 的完整性控制	200
9.1 完整性约束条件及完整性控制.....	200
9.2 SQL Server 的数据完整性及其实现.....	201
9.3 案例：活期储蓄数据库的完整性控制.....	208
总结.....	212
习题 9.....	212
实训 7 完善活期储蓄数据库的完整性约束.....	213
第 10 章 数据库的安全性及 SQL Server 安全管理	214
10.1 数据库安全性控制的一般方法.....	214
10.2 SQL Server 的安全体系结构.....	218
10.3 SQL Server 数据库安全性管理.....	220
总结.....	234
习题 10.....	234
实训 8 实现数据库的安全管理.....	235
第 11 章 数据库并发控制及 SQL Server 的并发控制机构	236
11.1 事务及并发控制的基本概念.....	236
11.2 封锁机制.....	238
11.3 SQL Server 的并发控制机制.....	242
总结.....	246
习题 11.....	247
第 12 章 数据库恢复技术与 SQL Server 的数据恢复机制	248
12.1 故障的种类.....	248
12.2 数据恢复的实现技术.....	249
12.3 数据库恢复策略.....	251
12.4 SQL Server 的数据备份和数据恢复机制.....	252
总结.....	267
习题 12.....	267
实训 9 数据库的备份与恢复.....	268
第 13 章 SQL Server 2005 新技术简介	269
13.1 报表服务.....	269
13.2 分析服务.....	279
13.3 集成服务.....	291
13.4 案例：建立活期储蓄管理系统数据库的报表.....	297
总结.....	299

4.4 建立表间关系（外键关系）	81
4.5 案例：活期储蓄数据库的表管理	82
总结	85
习题 4	86
实训 2 创建图书借阅数据库表	86
第 5 章 关系数据库标准语言 SQL	89
5.1 SQL 概述	89
5.2 数据定义	91
5.3 数据更新	97
5.4 数据查询	101
5.5 视图	107
5.6 案例：活期储蓄数据库的管理与查询	108
总结	112
习题 5	112
实训 3 图书借阅数据库的数据查询（一）	113
第 6 章 SQL Server 2005 数据查询	114
6.1 简单查询	114
6.2 连接查询	118
6.3 子查询	125
6.4 联合查询	129
6.5 案例：活期储蓄数据库上的数据查询	132
总结	134
习题 6	134
实训 4 图书借阅数据库的数据查询（二）	136
第 7 章 Transact SQL 编程基础	137
7.1 基本知识	137
7.2 常用函数和自定义函数	145
7.3 批处理和流程控制语句	153
7.4 案例：活期储蓄数据库的简单编程	159
总结	162
习题 7	163
实训 5 图书借阅数据库简单编程	164
第 8 章 存储过程和触发器	165
8.1 存储过程	165
8.2 触发器	176
8.3 游标及其应用	186
8.4 案例：建立活期储蓄数据库的触发器和存储过程	189

第 1 章 数据库技术基础知识

数据库技术作为数据管理的实现技术，已成为计算机应用技术的核心。随着计算机技术、通信技术、网络技术的迅速发展，人类社会进入了信息时代。建立一个行之有效的管理信息系统已成为每个企业或组织生存和发展的重要条件。从某种意义上而言，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。理解数据库的基本知识是正确运用数据库技术的基础。

1.1 数据库技术概述

1.1.1 数据库基本概念

1. 数据

数据 (Data) 是描述现实世界事物的符号记录，是用物理符号记录的可以鉴别的信息。物理符号有多种表现形式，包括数字、文字、图形、图像、声音及其他特殊符号。数据的各种表现形式，都可以经过数字化后存入计算机。

2. 数据库

数据库 (DataBase, DB) 是长期存储在计算机内、有组织的、可共享的数据集合。这种集合具有以下特点：

- (1) 最小的冗余度。以一定的数据模型来组织数据，避免出现不必要的重复数据。
- (2) 应用程序对数据资源共享。以最优方式为某个特定组织或企业的多种应用服务。
- (3) 数据独立性高。数据结构较强地独立于使用它的应用程序。
- (4) 统一管理和控制。对数据的定义、操纵和控制，由数据库管理系统进行统一管理和控制。

3. 数据库管理系统

数据库管理系统 (DataBase Management System, DBMS) 是位于用户与操作系统之间的一个数据管理软件，它的基本功能包括以下几个方面：

- (1) 数据定义功能：DBMS 提供数据定义语言 (Data Definition Language, DDL)，使用 DDL 用户可以方便地创建数据库及其中的对象。
- (2) 数据操纵功能：DBMS 还提供数据操纵语言 (Data Manipulation Language, DML)，使用 DML 用户可以操纵数据，实现对 DB 中数据的基本操作，如查询、插入、删除和修改。
- (3) 数据库的运行管理功能：数据库的建立、运行和维护由 DBMS 统一管理和控制，以保证数据的安全性、完整性、并发控制以及数据恢复等。

(4) 数据库的维护功能：包括数据库初始数据的输入、数据库的转换、数据库的转储和恢复、数据库的重组、性能监视、性能分析等功能。

数据库管理系统软件有多种，比较著名的有 Oracle、Informix、Sybase、SQL Server、DB2 等。

4. 数据库系统

数据库系统 (DataBase System, DBS) 是指在计算机系统中引入数据库后构成的系统。一般由数据库、操作系统、数据库管理系统 (及其开发工具)、应用程序、数据库管理员和用户构成。应当指出的是，数据库的建立、使用和维护等工作只有 DBMS 远远不够，还要有专门的人员来完成，这些人被称为数据库管理员 (DataBase Administrator, DBA)。

1.1.2 数据库技术的产生与发展

数据库技术也称为数据管理技术。它是对数据的分类、组织、编码、存储、检索和维护的技术，其发展是和计算机技术及其应用的发展联系在一起的。数据管理技术经历了 3 个阶段：人工管理阶段、文件系统阶段和数据库系统阶段。

1. 人工管理阶段

这一阶段是指 20 世纪 50 年代中期以前，计算机主要用于科学计算，当时的计算机硬件状况是：外存只有磁带、卡片、纸带，没有磁盘、光盘等直接存取的存储设备；软件状况是：没有操作系统，没有管理数据的软件，数据处理方式是批处理。

人工管理阶段的特点是：数据不保存、无专门软件进行数据管理、数据不共享（冗余度大）、数据不具有独立性（完全依赖于程序）、数据无结构。

2. 文件系统阶段

这一阶段从 20 世纪 50 年代后期到 60 年代中期，计算机硬件和软件都有了一定的发展。计算机不仅用于科学计算，还大量用于管理。这时硬件方面已经有了磁盘、磁鼓等直接存取的存储设备。在软件方面，操作系统中已经有了文件系统。处理方式上不仅有了文件批处理，而且能够联机实时处理。

文件系统阶段的数据管理特点是：数据可以长期保存，由文件系统管理数据，程序与数据有一定的独立性，数据共享性差（冗余度大），数据独立性差，记录内部有结构（但整体无结构）。

3. 数据库系统阶段

从 20 世纪 60 年代后期以来，计算机硬件和软件技术得到了飞速发展，计算机用于管理的规模更为庞大，应用越来越广泛，数据量急剧增长，数据的共享要求越来越强，出现了内存大、运算速度快的主机和大容量的磁盘。在数据处理方式上，联机实时处理要求更多，并开始提出和考虑分布处理。

为了解决多用户、多应用共享数据，使数据为尽可能多的应用服务，文件系统已不能满足应用需求，一种新的数据管理技术——数据库技术应运而生。

与人工管理和文件系统阶段相比较，数据库系统阶段具有以下的特点：

(1) 数据结构化。在文件系统中，各文件相互独立，文件记录内部结构的最简单形式

是等长同格式记录的集合。这种思想就是数据库方法的雏形。这种方法把文件系统中记录内部有结构的思想扩大到了记录之间。但这种方法还存在着局限性。因为这种灵活性只是对某一个应用而言的, 而一个组织或企业包括许多应用。从整体来看, 不仅要考虑一个应用(程序)的数据结构, 而且要考虑整个企业(或组织)的数据结构问题。这就要求在描述数据时不仅描述数据本身, 还要描述数据之间的联系。文件系统中记录内部已有了某些结构, 但记录之间是没有联系的。因此, 数据的结构化是数据库的主要特征之一, 也是数据库与文件系统的根本区别。

(2) 数据共享性高、冗余度小、易扩充。数据的冗余度是指数据重复的程度。数据库系统从整体角度描述数据, 使数据不再是面向某一应用, 而是面向整个系统。因此, 数据可以被多个应用共享。这不仅大大减小了数据的冗余度、节约了存储空间、减少了存取时间, 而且可以避免数据之间的不相容性和不一致性。

由于数据库中的数据面向整个应用系统, 所以容易增加新的应用, 适应各种应用需求。当应用需求改变或增加时, 只要重新选取整体数据的不同子集, 便可以满足新的要求, 这就使得数据库系统具有弹性大, 易扩充的特点。

(3) 数据独立性高。数据独立性包括物理独立性和逻辑独立性。

数据的物理独立性是指当数据的物理存储改变时, 应用程序不用改变。换言之, 应用程序与数据库中数据的存储是相互独立的。数据在数据库中的存储形式是由 DBMS 管理的, 程序员不需要了解, 应用程序要处理的只是数据的逻辑结构。

数据的逻辑独立性是指当数据的逻辑结构改变时, 应用程序不用改变。换言之, 应用程序与数据库的逻辑结构是相互独立的。

如果数据具有独立性, 则可以将数据的定义和描述从应用程序中分离出来。数据的存取由 DBMS 管理, 程序员不必考虑存取路径等细节, 从而简化了应用程序的编制, 大大减少了应用程序的维护工作量。

(4) 统一的数据管理和控制。数据库系统中的用户是共享资源的。数据库的共享一般是并发的, 即多个用户可以同时访问数据库中的数据, 甚至可以同时访问数据库中同一个数据。因此, 数据库管理系统必须提供以下几个方面的数据控制保护功能。

①数据的安全性(security)保护: 数据的安全性是指保护数据以防止不合法的使用所造成的数据泄密和破坏, 使每个用户只能按规定对某些数据以某种方式进行使用和处理。例如: 用身份鉴别、口令检查或其他手段来检查用户的合法性, 只有合法用户才能进入数据库系统。

②数据的完整性(integrity)控制: 数据的完整性指数据的正确性、有效性和相容性。完整性检查提供必要的功能, 保证数据库中的数据在输入和修改过程中始终符合实际的定义和规定, 在有效的范围内或保证数据之间满足一定的关系。例如: 月份是 1~12 之间的正整数, 性别是“男”或“女”, 大学生的年龄是大于 15、小于 45 的整数, 一个学生的学号是唯一的, 等等。

③数据库恢复(recovery): 计算机系统的硬件故障、软件故障、操作员的失误以及人为的攻击和破坏, 会影响数据库中数据的正确性, 甚至会造成数据库中部分或全部数据的

丢失。因此数据库管理系统必须能够进行应急处理,将数据库从错误状态恢复到某一已知的正确状态。

④并发 (concurrency) 控制:当多个用户的并发进程同时访问数据库时,可能会发生由于相互干扰而导致结果错误的情况,并使数据库的完整性遭到破坏。因此,必须对用户的并发操作加以控制和协调。

1.1.3 数据库系统的体系结构

数据库系统的体系结构划分为 5 类,即集中式系统、个人计算机系统、分布式系统、客户/服务器系统和浏览器/服务器系统。目前,客户/服务器结构和浏览器/服务器系统是数据库系统中最为常用的体系结构。

1. 集中式系统

在集中式系统中,DBMS 和应用程序以及与用户终端进行通信的软件等都运行在一台宿主计算机上,所有的数据处理都在宿主计算机中进行。宿主计算机一般是大型机、中型机或小型机。应用程序和 DBMS 之间通过操作系统管理的共享内存或应用任务区来进行通信,DBMS 利用操作系统提供的服务来访问数据库。终端通常是非智能的,本身没有处理能力。近年来,微处理器的出现引起了智能化终端的发展,这种终端可以完成某些用户的输入、输出处理。

集中式系统的主要优点是:具有集中的安全控制,以及处理大量数据和支持大量并发用户的能力。集中式系统的主要缺点是:购买和维持这样的系统一次性投资太大,并且不适合分布式处理。

2. 个人计算机系统

当 DBMS 在个人计算机 (PC) 上运行时,PC 机起到宿主机的作用,同时也起到了终端的作用。与大型系统不同,通常个人计算机上的 DBMS 功能和数据库应用功能是结合在一个应用程序中的,这类 DBMS (如 FoxPro、Access) 的功能灵活,系统结构简洁,运行速度快,但这类 DBMS 的数据共享性、安全性、完整性等控制功能比较薄弱。

3. 客户/服务器系统

在客户/服务器 (Client/Server, C/S) 结构的数据库系统中,数据处理任务被划分为两部分:一部分运行在客户端,另一部分运行在服务器端。划分的方案可以有多种,一种常用的方案是:客户端负责应用处理,数据库服务器完成 DBMS 的核心功能。

在 C/S 结构中,客户端软件和服务器端软件可以运行在一台计算机上,但大多是分别运行在网络中不同的计算机上。客户端软件一般运行在 PC 上,服务器端软件可以运行在从 PC 机到大型机等各类计算机上。数据库服务器把数据处理任务分开在客户端和服务器上运行,因而充分利用了服务器的高性能数据库处理能力以及客户端灵活的数据表示能力。通常从客户端发往数据库服务器的是数据更新和查询请求,从数据库服务器传回给客户端的只是查询结果,不需要传送整个文件,从而大大减少了网络上的数据传输量。

C/S 结构是一个简单的两层模型,一端是客户机,另一端是服务器。这种模型中,客户机上都必须安装应用程序和工具,致使客户端过于庞大,负担太重,而且系统安装、维

护、升级和发布工作量大、专业性强,从而影响效率。

4. 浏览器/服务器系统

随着 Internet 的迅速普及,出现了三层客户机/服务器模型:客户机→应用服务器→数据库服务器。这种结构的客户端只需安装浏览器就可以访问应用程序,这种系统称为浏览器/服务器(Browser/Server, B/S)系统。B/S 结构克服了 C/S 结构的缺点,是 C/S 的继承和发展。

5. 分布式系统

一个分布式数据库系统由一个逻辑数据库组成,整个逻辑数据库的数据存储在分布于网络中的多个节点上的物理数据库中。

在分布式数据库中,由于数据分布于网络中的多个节点上,因此与集中式数据库相比,存在一些特殊的问题,例如,数据存储对应用程序的透明性、节点自治性、分布式查询和分布式更新处理等,这就增加了系统实现的复杂性。

当今分布式数据库主要体现在客户/服务器结构和浏览器/服务器结构的数据库系统中,服务器的数目可以是一个或多个。当系统中存在多个数据库服务器时,就形成了分布式系统。

1.1.4 数据库系统三级模式结构

在数据库系统中,数据模型可以分为三个层次,分别称为外模式、模式和内模式,它们分别对应概念模型、逻辑模型和物理模型。

在数据模型中有“型”(Type)和“值”(Value)的概念。型是对某一类数据的结构和属性的说明(或定义),值是对型的一个具体赋值。例如:图书记录定义为(编号,书名,作者,出版社,出版日期,定价),这是记录的型,而(G11.11, C 语言程序设计,张大海,蓝天,2006.4, 26.30)是记录型的一个值。

1. 模式

模式(schema)也称为逻辑模式,是数据中全体数据的逻辑结构和特征描述,是所有用户的公共数据视图。它是数据库系统模式结构的中间层,既不涉及数据的物理存储细节和硬件环境,也与具体的应用程序及其所使用的开发工具(如 Visual C#、Java、PowerBuild、ASP、JSP 等)无关。

一个数据库只有一个模式。数据库模式以某一种数据模型为基础,统一综合地考虑了所有用户的需求,并将这些需求有机地结合成一个逻辑整体。

定义模式时不仅要定义数据的逻辑结构(包括数据记录由哪些数据项构成,数据项的名字、类型、取值范围等),而且要定义数据之间的联系,定义与数据有关的安全性、完整性要求。

模式仅仅涉及到型的描述,不涉及具体的值。模式的一个具体值称为模式的一个实例,同一模式可以有很多实例。模式反映的是数据的结构及其联系(即数据库的型),而实例反映的是数据库某一时刻的状态。所以模式是相对稳定的,而实例是相对变动的。

2. 外模式

外模式(external schema)也称为子模式(subschema)或用户模式,它是数据库用户

(包括应用程序员和最终用户)能够看到和使用的局部数据的逻辑结构和特征的描述,是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。

外模式通常是模式的子集。一个数据库可以有多个外模式。由于它是各个用户的数据视图,如果不同的用户在不同应用需求、看待数据的方式、对数据保密的要求等存在差异,则其外模式描述就是不同的。即使对模式中同一数据记录,在外模式中的结构、类型、长度、保密级别等都可以不同。另一方面,同一个外模式也可为某一用户的多个应用系统所用,但一个应用程序只能使用一个外模式。

外模式是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,数据库中其余数据是不可见的。

例如:某大学的全部数据的逻辑结构和特征描述构成该大学的数据模式,该大学有学籍管理系统、图书管理系统、人事管理系统、资产管理系统等多个应用系统,每个应用系统涉及的数据是数据模式的一个子集,该子集就是一个外模式。

3. 内模式

内模式(internal schema)也称为存储模式(storage schema),一个数据库只有一个内模式。它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。简言之,数据库的内模式是数据库模式的物理实现。

例如:记录的存储方式是顺序存储、B 树结构存储还是 hash 方法存储;索引按照什么方式组织;数据是否压缩存储、是否加密存储、有何规定等。

1.2 数据模型

1.2.1 数据模型及其组成要素

模型是现实世界特征的模拟和抽象。数据模型(Data Model)也是一种模型,它是实现数据特征的抽象。数据库系统的核心是数据库,数据库是根据数据模型建立的,因而数据模型是数据库系的基础。

数据模型必须能够精确地描述 DB 对象的静态特性、动态特性和完整性约束条件。因此,数据模型通常是由数据结构、数据操作和完整性约束 3 个要素组成。

1. 数据结构

数据结构研究数据之间的组织形式(数据的逻辑结构)、数据的存储形式(数据的物理结构)以及数据对象的类型等。存储在数据库中的对象类型的集合是数据库的组成部分。例如:在图书馆管理中,要管理的数据对象有图书、读者、借阅等基本情况。图书对象集中,每本图书的基本信息包括编号、书名、作者、出版社、出版日期、定价等信息,这些基本信息描述了每本图书的特性,构成在数据库中存储的框架,即对象类型。

数据结构用于描述 DB 对象的静态特性。

数据结构是刻画一个数据模型性质最重要的方面。因此,在数据库系统中,通常按照其数据结构的类型来命名数据模型。例如,层次结构、网状结构、线性表(关系)结构的

数据模型分别命名为层次模型、网状模型和关系模型。

2. 数据操作

数据操作用于描述 DB 对象的动态特性。

数据操作是指对数据库中的各种对象的实例允许执行的操作的集合，包括操作及有关的操作规则。数据库主要有查询和更新（包括插入、删除、修改）两大类操作。

3. 数据完整性约束

数据完整性约束是一组完整性规则的集合。完整性规则是给定的数据模型中数据及其联系所具有的制约和存储规则，用于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、有效和相容。

数据模型应该反映和规定其必须遵守的、基本的、通用的完整性约束。此外，数据模型还应该提供定义完整性约束的机制，以反映具体所涉及的数据必须遵守的特定语义约束。例如：在图书信息中，图书的“定价”只能取大于零的值；人员信息中的“性别”只能为“男”或“女”；学生选课信息中的“课程号”的值必须取自学校已经开设的课程课程号等。

数据模型是数据库技术的关键，它的 3 个要素完整地描述了一个数据模型。一个 DBMS 对于数据模型的数据结构、数据操作、完整性约束由相应的语言（或命令）来实现。

1.2.2 数据模型的种类

目前，数据库领域中最常用的数据模型有：层次模型、网状模型和关系模型。其中，层次模型和网状模型统称为非关系模型。非关系模型的数据库系统在 20 世纪 70 年代非常流行，到了 20 世纪 80 年代，关系模型的数据库系统以其独特的优点逐渐占据了主导地位，成为数据库系统的主流。

1. 层次模型

层次模型（hierarchical model）是数据库中最早出现的数据模型，层次数据库系统采用树型结构作为数据的组织方式。用树型结构表示实体类型以及实体间的联系是层次模型的主要特征。其示意图如图 1-1 所示。

层次结构类似一棵树。树的节点是记录类型，根节点只有一个，根节点以外的节点只有一个双亲节点，每一个节点可以有多个子节点。

层次模型的另一个最基本的特点是，任何一个给定的记录值（也称为实体）只有按照其路径查看时，才能显出它的全部意义。子记录值不能脱离双亲记录值而独立存在。

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，这是 1968 年 IBM 公司推出的第一个大型的商用数据库管理系统，曾经得到广泛的使用。目前，仍有某些特定用户在使用该系统。

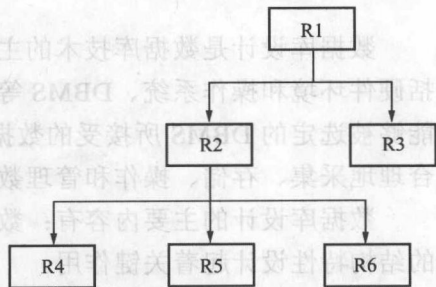


图 1-1 层次模型示意图

2. 网状模型

用网状（图）结构表示实体类型及实体之间联系的数据模型称为网状模型（network model）。其示意图如图 1-2 所示。在网状模型中，一个子节点可以有多个父节点，在两个节点之间可以有一种或多种联系。记录之间联系是通过指针实现的。网状模型的数据结构比较复杂，虽然效率较高，但是编写应用程序难度较大，要求程序员必须熟悉数据库的逻辑结构。

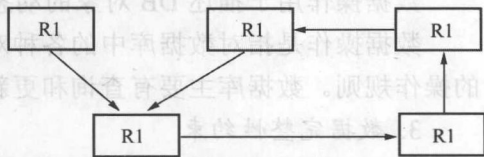


图 1-2 网状模型示意图

3. 关系模型

关系模型（relational model）是目前最常用的一种数据模型。关系模型的数据结构比较简单，便于实现和组织。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，开创了数据库关系方法和关系数据理论的研究，为关系数据库技术奠定了理论基础。由于 E.F.Codd 的杰出工作，他于 1981 年获得 ACM 图灵奖。

20 世纪 80 年代以来，计算机厂商推出的数据库管理系统几乎都支持关系模型，非关系模型系统的产品也大都加上了支持关系模型的接口。数据库领域当前的研究工作也都是以关系方法为基础的。

在现实世界中，人们经常用表格形式表示数据信息。但是日常生活中使用的表格往往比较复杂，在关系模型中基本数据结构被限制为二维表格。因此，在关系模型中，数据在用户观点下的逻辑结构就是一张受限的二维表。每一张二维表称为一个关系（relation）。

关系模型比较简单，容易为初学者所接受。关系在用户看来是一个表格，记录是表中的行，属性是表中的列。

关系模型是数学化的模型，可把表格看成一个集合，因此集合论、数理逻辑等知识可引入到关系模型中来。关系模型已得到广泛应用，本书以后各章节的讨论均基于关系模型。

1.3 数据库设计

1.3.1 数据库设计概述

数据库设计是数据库技术的主要内容之一。数据库设计是指对于给定的应用环境（包括硬件环境和操作系统、DBMS 等软件环境），构建一个性能良好的、能满足用户要求的、能够被选定的 DBMS 所接受的数据库模式，建立数据库以及应用系统，使之能够有效地、合理地采集、存储、操作和管理数据，满足企业或组织中各类用户的应用需求。

数据库设计的主要内容有：数据库的结构特性设计和数据库的行为特性设计。数据库的结构特性设计起着关键作用。

数据库的结构特性是静态的，一般情况下不会轻易变动。因此，数据库的结构特性设计又称为静态结构设计。其设计过程是：首先对现实世界中的事物、事物之间的联系进行