

 高等财经院校“十一五”精品系列教材

数据库

SHUJUKU YUANLI YU YINGYONG

原理与应用

(第二版)

赛 英 聂培尧 主编



经济科学出版社
Economic Science Press

 高等财经院校“十一五”精品系列教材

数据库

SHUJUKU YUANLI YU YINGYONG

原理与应用



经济科学出版社

责任编辑：吕 萍 于海汛

责任校对：杨晓莹

版式设计：代小卫

技术编辑：邱 天

图书在版编目 (CIP) 数据

数据库原理与应用/赛英, 聂培尧主编. —2 版.

—北京: 经济科学出版社, 2010. 2

(高等财经院校“十一五”精品系列教材)

ISBN 978-7-5058-9005-3

I. ①数… II. ①赛…②聂… III. ①数据库系统-高等学校-教材 IV. ①TP311.13

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 010222 号

数据库原理与应用 (第二版)

赛 英 聂培尧 主编

经济科学出版社出版、发行 新华书店经销

社址: 北京市海淀区阜成路甲 28 号 邮编: 100142

总编部电话: 88191217 发行部电话: 88191540

网址: [www. esp. com. cn](http://www.esp.com.cn)

电子邮件: [esp@ esp. com. cn](mailto:esp@esp.com.cn)

汉德鼎印刷厂印刷

德利装订厂装订

787×1092 16 开 22 印张 400000 字

2010 年 2 月第 2 版 2010 年 2 月第 1 次印刷

印数: 0001—4000 册

ISBN 978-7-5058-9005-3 定价: 28.00 元

(图书出现印装问题, 本社负责调换)

(版权所有 翻印必究)

总 序

21 世纪最短缺的是什么？人才。

大学是以人才培养和科学研究为己任，大学教育说到底是一种人文教育，大学是养育人文精神的地方。尽管科学研究是当今评价一所大学水平和地位的重要内容，但是，支撑科学研究的基础是人才的培养。一所大学要培养出优秀的、具有国际化和市场竞争意识的人才，教材是实现培养目标的关键环节。没有优秀的教材，就不可能有高水平的高等教育；没有高质量的人才培养，就不可能产生一流或特色鲜明的大学。中国的大学教育已从往日的“精英教育”走向“平民教育”，上大学不再是少数人的专利。在这种情况下，如何保证教学质量的稳定与提高？教材建设的功能愈显重要。

一本好的教材，既是教师的得力助手，又是学生的良师益友。尤其是在当今知识爆炸的 21 世纪。为了提高教学质量，深化教材改革，山东财政学院启动了“十一五”精品教材建设工程。该项工程以精品课程教材建设为目标，以重点学科（专业）培育为基础，集中全校优秀师资力量，编撰了高等财经院校“十一五”精品系列教材。

本系列教材在编写中体现了以下特点：

1. 质量与特色并行。为保证编写质量，本系列教材从选题、立项到编写、出版，每个环节都坚持“精品为先、质量第一、特色鲜明”的原则。严把质量关，突出财经特点，树立品牌意识，建设精品教材。

2. 教学与科研相长。教材建设要充分体现科学研究的成果，科学研究要为教学实践服务。两者相得益彰，互为补充，共同提高。本系列教材将各领域最新教学与研究成果进行提炼、吸收；实现了教学、

科研结合的大学教育目标。

3. 借鉴与创新并举。任何一门学科都会随着时代的进步而不断发展。因此，我们在教材编写中始终坚持“借鉴与创新结合”的理念，舍其糟粕，取其精华。在中国经济改革实践基础上进行创新与探索，充分展示当今社会发展的新理论、新方法、新成果。

本系列教材是山东财政学院教学质量与教学改革工程建设的重要内容之一，适用于经济学、管理学及相关学科的本科教学。它凝聚了众多教授和专家多年教学的经验和心血，是大家共同努力的结晶。我们期望摆在读者面前的是一套优秀的精品教材。当然，由于我们的经验存在欠缺，教材中难免有不足之处，衷心期盼专家、学者及广大读者给予批评指正，以便再版时修改、完善。

高等财经院校“十一五”精品系列

教材建设委员会

2008年7月

前 言

数据库技术是计算机科学技术中发展最快的领域之一，也是应用最广的技术之一，是计算机信息系统的核心技术和重要基础。随着应用需求的扩大、数据本身的变化、硬件技术的进步和 Internet 网络的普及，数据库技术也不断发展和变化着。新课题的不断提出，新技术的不断涌现，使数据库仍然保持为一个十分活跃、充满挑战的研究领域。我们本着加强基础、紧密联系实际应用、为教学和社会及产业服务的原则，在第一版基础上组织编写了本教材。

本书是面向高等院校计算机及相关专业的数据库课程教材，内容系统全面、深入浅出，既包括数据库系统基本概念、数据模型、数据库设计、数据库运行控制等数据库的基本原理，又涵盖了数据库的一般概念在实际数据库系统 Microsoft SQL Server 2000 中的实现和关系数据库应用系统的开发技术，还反映了数据库技术的最新发展和数据库应用的最新进展。

本书与同类教材相比，具有如下特色：

1. 结构科学，内容丰富。教材编写本着讲清理论、理顺体系、优化结构的指导思想，体现学科最新发展、丰富知识内容、加强实际应用，使读者通过学习本教材，以达到全面系统掌握数据库基础知识的目的。

2. 面向财经，通俗易懂。本书以高等财经类院校应用型人才培养为目标，涉及的基本概念和理论尽量用通俗的语言、直观的方式加以表达，全书着重于从应用的角度讲解而非讨论复杂的理论和内部技术。并采用一个金融企业的实例贯穿全书，使读者对数据库系统基本原理有一个系统、直观和全面的理解。

3. 理论与实践并重。本书在内容组织上将数据库的基本概念与理论、方法原理与应用实践有机结合，便于学生理论联系实际，把握基础理论和应用技术的脉络。在实践和技术应用上，本书结合 Microsoft SQL Server 讲解数据库的一般概念在实际数据库管理系统中的实现，着重介绍数据库设计及数据库应用系统的开

发技术。

4. 注重学科前沿知识。本书围绕数据库技术和应用的最新学术成果, 重点介绍与财经领域密切相关的知识与技术应用, 包括数据仓库、OLAP 联机分析处理、数据挖掘等。

5. 体例新颖, 便于学习。为了更好地把握教材内容, 加强学生分析问题、解决问题的能力培养, 本书每章均含有学习提要与目标、本章小结、练习与思考, 书后还附有上机实验指导, 便于学生学习与理解。

全书基本结构如下:

第1章数据库基础。介绍数据库系统的基本概念、数据模型、数据库管理系统的体系结构以及设计、管理和使用数据库的人员组成。

第2章关系模型。介绍关系模型的逻辑结构、关系操作和关系约束。

第3章关系数据库标准语言 SQL。结合 SQL Server 介绍标准 SQL 的数据定义、数据查询、数据更新等语句的基本用法以及视图的创建和使用。

第4章 SQL 高级应用。介绍 Transact - SQL 程序设计基础、存储过程、游标的使用等。

第5章关系数据库的规范化设计。介绍关系数据库的规范化设计理论以及数据库设计的全过程。

第6章数据库应用系统开发。介绍现代数据库应用系统流行的 C/S 结构和 B/S 结构的特点、常用的数据访问接口及在 Visual Basic 环境中使用 ADO 数据控件开发客户端数据库应用程序的方法。

第7章数据库的运行控制。介绍数据库管理系统实施数据的完整性控制、安全性控制、并发控制和故障恢复的基本原理及其在 SQL Server 中的实现方法。

第8章数据库高级应用。介绍数据库技术和应用的最新进展, 包括数据仓库、OLAP 技术、数据挖掘等数据库高级应用。

本书为山东财政学院“十一五”精品规划教材建设项目, 成书过程中得到了山东财政学院的大力支持。本书由赛英教授、聂培尧教授任主编, 负责教材大纲的拟定、总纂与定稿。具体分工如下: 第1、2、8章由赛英执笔, 第3、4、5章由耿长欣执笔, 第6、7章由谭晓华执笔。

本书是在第一版基础上修订、充实完成的。在此, 向第一版部分作者李文继和杨孔雨教授表示谢意。

在写作过程中, 为了全面反映数据库技术的最新研究成果和学术动态, 我们借鉴和参阅了大量国内外数据库技术方面的研究成果与相关文献, 并在一些方面进行有益的探索。在此, 特向那些未曾谋面的作者表示感谢。

同时，还要衷心感谢经济科学出版社的编辑们，正是他（她）们辛勤的工作才使得本书得以顺利出版。

由于数据库技术发展日新月异，加之作者水平有限，书中难免有缺点和错误，敬请读者批评指正，以便再版时加以修正。

编者

2010 年 2 月

目 录

第 1 章 数据库基础	1
1.1 数据库基本概念	1
1.2 数据模型	6
1.3 数据库管理系统的体系结构	9
1.4 设计、管理和使用数据库的人员	12
本章小结	14
练习与思考	15
第 2 章 关系模型	16
2.1 关系模型的基本概念	16
2.2 关系代数	21
2.3 关系演算	30
2.4 关系约束	32
本章小结	37
练习与思考	37
第 3 章 关系数据库标准语言 SQL	40
3.1 银行数据库	41
3.2 数据定义	44
3.3 数据查询	63
3.4 数据操纵	75
3.5 视 图	78
本章小结	81
练习与思考	82

第4章 SQL 高级应用	84
4.1 Transact - SQL 程序设计基础	84
4.2 存储过程	105
4.3 游 标	112
本章小结	118
练习与思考	119
第5章 关系数据库的规范化设计	120
5.1 数据库设计概述	120
5.2 数据库表的规范化	123
5.3 数据库设计的全过程	130
本章小结	156
练习与思考	157
第6章 数据库应用系统开发	159
6.1 现代数据库应用结构	159
6.2 数据访问接口	163
6.3 用 Visual Basic 开发数据库应用程序	168
本章小结	206
练习与思考	207
第7章 数据库的运行控制	208
7.1 数据库的完整性控制	208
7.2 数据库的安全控制	218
7.3 数据库的并发控制	233
7.4 数据库的备份与恢复	245
本章小结	259
练习与思考	259
第8章 数据库高级应用	261
8.1 数据仓库	262
8.2 OLAP 技术	272

8.3 数据挖掘	280
本章小结	290
练习与思考	291
 实验指导	 292
SQL Server 2000 预备知识	292
Transact - SQL 认识性实验	315
综合设计性实验	325
附录 A: 实验标准和基本要求	329
附录 B: Transact - SQL 认识性实验报告格式	331
附录 C: 综合设计性实验报告格式	333
 主要参考文献	 336

第 1 章 数据库基础

本章学习提要与目标

本章介绍数据库的基本知识，包括数据库基本概念、数据模型、基本结构等。通过本章的学习，使读者可以掌握数据库、数据库系统及数据库管理系统等基本概念，掌握数据库系统的特征，掌握数据模型的分类，掌握数据库系统三级模式和两级映象，了解设计、管理和使用数据库的人员。

在当今时代，数据库已经成为人们生活中不可缺少的一部分。例如，去银行存、取款，预订机票，查询高考成绩，在图书馆借阅图书等，这些活动都要涉及数据库的应用，这种应用是通过银行出纳员、售票人员、成绩管理员、图书管理员等专业人员间接进行的。互联网的出现，则急剧增加了用户对数据库的直接访问，比如，当你使用网上银行时，查询账户余额、转账等操作就要存取银行的数据库系统；当你在网上购物时，你所下的订单会保存在某个数据库中；当你在线阅读时，你所访问的数据也是来自某个数据库中的。尽管用户界面隐藏了访问数据库的细节，使大多数人并没有意识到自己正在与数据库打交道，但实际上使用数据库几乎已成为每个人生活中的基本组成部分。本章的 1.1 节首先介绍数据库系统的基本概念和特征，1.2 节介绍数据模型及其分类，1.3 节介绍数据库管理系统的体系结构，1.4 节介绍设计、管理和使用数据库的人员。

1.1 数据库基本概念

本节首先介绍一些数据库最常用的术语和基本概念，然后介绍与文件系统相比，数据库系统的特征与优势。

1.1.1 基本概念

1. 数据与数据处理

数据是数据库系统研究和处理的对象。所谓数据，通常是指可以用符号记录下来的对事物的描述。描述事物的符号可以是数字，也可以是文字、图形、图像、声音等。例如，一篇文章，一幅地图，一首乐曲都是数据。当然，我们这里研究的数据是指经过数字化存入计算机中的数据。

数据处理也称为信息处理，是指从某些已知的数据出发，推导加工出一些新的数据的过程。数据处理不同于科学计算，通常科学计算比较简单，而数据处理比较复杂。数据管理是数据处理的基础，包括数据的收集、整理、存储、维护、检索等操作。

2. 数据库

数据库这个名词起源于 20 世纪 50 年代，当时美国为了战争的需要，把各种情报集中在一起，存储在计算机中，称为数据库。1963 年，美国 Honeywell 公司的 IDS (Integrated Data Store) 系统投入运行，揭开了数据库技术的序幕。1965 年，美国利用数据存储系统帮助设计了阿波罗登月火箭，推动了数据库技术的发展。当时，在美国出现了形形色色的 Database 或 Databank，但它们基本上都是文件系统的扩充。

1968 年，美国 IBM 公司推出层次模型的 IMS 数据库系统；1969 年，美国 CODASYL (Conference on Data System Language, 数据库系统语言协会) 组织的数据库任务组 (DBTG) 发表关于网状模型数据库的 DBTG 报告；1970 年，IBM 公司的科德 (E. F. Codd) 发表论文提出关系模型数据库。这三件事情奠定了现代数据库技术发展的基础。

所谓数据库 (DataBase, 简称为 DB), 是指长期存储在计算机中的、有组织的、可共享的数据集合。数据库中的数据按一定的数据模型组织、描述和存储, 能为各种用户共享, 具有较小的冗余度、较高的数据独立性、数据间联系密切等特点。

3. 数据库管理系统

如图 1.1 所示, 数据库管理系统 (DataBase Management System, 简称为 DBMS) 是位于用户与操作系统之间的一层数据管理软件。它为用户或应用程序提供访问数据库的方法, 包括数据库的建立、查询、更新及各种数据控制。

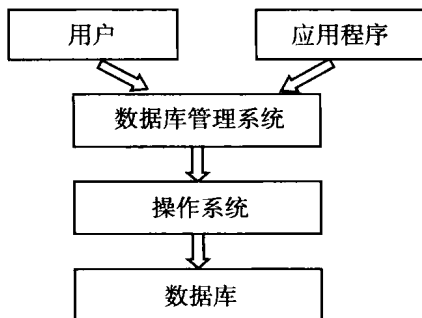


图 1.1 数据库管理系统

4. 数据库系统

数据库系统（DataBase System，简称为 DBS）是指引入数据库技术后的计算机系统。数据库系统是一个复杂的系统，不仅仅是一组对数据进行管理的软件，也不仅仅是一个数据库。DBS 是存储介质、处理对象和管理系统的集合体，由数据库、硬件、软件（包括数据库管理系统软件、操作系统软件、应用软件等）、数据库管理员和用户组成，是一个按照数据库方法存储、维护和向应用系统提供数据支持的系统。

1.1.2 数据库系统与文件系统

假设银行需要保存所有客户及其账户的信息。一种方法是将它们存储在操作系统文件中，应用程序通过文件系统对它们进行存取，但这种方法随着数据管理规模的扩大和数据量的急剧增加显露出一些缺陷：

第一，数据的冗余和不一致。在传统的文件处理中，应用程序所需要的所有文件的定义是该应用编程的一部分，不同的应用程序会定义不同的文件，特别是如果这些应用程序是在很长的一段时间内由不同的程序员创建的，就会造成相同的信息可能在不同的文件中重复存储。比如储蓄账户管理程序所定义的文件中包含客户地址和电话等信息，若银行又要开设支票账户，就要开发相应的程序，定义的文件中可能也包含客户地址和电话等信息，这就造成了数据的冗余存储。这种冗余除了导致存储和访问开销增大外，还可能导致数据的不一致。比如某个客户地址的变更可能在储蓄账户文件中得到反映，而在支票账户文件中却没有修改。

第二，数据间联系弱。在传统的文件处理中，数据文件之间相互独立，缺乏

联系，并且可能具有不同的格式，无法支持以一种方便而有效的方式获取数据。比如要找出某一邮编地区各个客户的所有储蓄账户和支票账户的信息，此需求涉及储蓄账户文件和支票账户文件两个孤立的文件，并且它们也可能具有不同的客户地址格式，编写这样一个应用程序是比较困难的。

数据库系统克服了文件系统的上述缺陷，提供了对数据更有效的管理。数据库系统具有以下几个特征：

1. 数据结构自描述

数据库系统不仅包含数据库本身，还通过系统目录（System Catalog）定义了数据库的结构，每个数据项的类型以及加在数据上的各种约束条件。系统中的任何应用都可以通过数据库管理系统软件从系统目录中提取出数据库的定义，根据需求方便地获得对数据库全部或某些数据项的存取。比如，客户信息数据库中包括客户编号、姓名、住址、电话等信息，处理储蓄账户的应用程序、处理支票账户的应用程序以及打印客户列表的应用程序都可以使用该数据库获得所需要的某些客户信息。即数据是面向整个系统的，可以被多个应用、多个用户所共享。数据共享可以大大减少数据冗余，避免数据的不一致性。

在传统的文件处理中，数据文件的定义一般作为应用程序自身的一部分，数据是面向特定的某个或几个应用程序的，并且对数据的操作只能以记录为单位，不能以数据项为单位。

2. 较高的数据独立性

在传统的文件处理中，数据文件的结构是在存取它的应用程序中定义的。因此，文件结构的任何改变将导致存取该文件的所有程序的改变。在数据库系统中，大多数情况下可以避免这种改变，即数据的逻辑结构改变了，应用程序可以不变，也就是说数据库的逻辑结构和用户的应用程序是相互独立的，通常把这种特性称为逻辑独立性。例如，要为客户信息数据库增加一个“生日”数据项，用户只需通过 DBMS 改变系统目录中客户信息数据库结构的描述，为其增加一个数据项，无需改变存取客户信息数据库的任何应用程序。

另外，数据库中的数据在磁盘上是如何存储的也是由 DBMS 管理的。DBMS 向用户隐藏起文件存储组织的细节，应用程序要处理的只是数据的逻辑结构。这样，就算数据的物理存储改变了，应用程序也不需改变，也就是说数据库的物理结构和用户的应用程序是相互独立的，通常把这种特性称为物理独立性。

3. 统一的数据管理与控制

数据库系统统一提供以下四个方面的数据管理与控制功能：

（1）数据完整性：保证数据库始终包含正确的数据。用户可以设计完整性规

则以确保数据满足某些特定的约束。例如，银行账户的余额永远不会低于某个预定的值（如1元）。

（2）数据库的可恢复性：在发生故障时，系统有能力把数据库恢复到最近某时刻的正确状态。对很多应用程序来说，这样的保证是至关重要的。例如，要把A账户的500元转入B账户。假设我们首先从A账户上减去了500元，但在转入B账户之前系统发生了故障，这500元没来得及存入B账户，这就造成了数据库状态的不一致。此时，就需要把数据库恢复到未作转账之前的正确状态。为此，数据库系统采用事务的概念保证转账事务涉及的借和贷两个操作要么全部发生，要么根本不发生。

（3）数据的并发控制：避免并发操作之间相互干扰，防止破坏数据库的完整性。为了提高系统的总体性能和加快响应速度，许多系统允许多个用户同时更新数据。例如，某账户中原有余额500元，甲乙两个客户同时从该账户中取款，分别取出50元和100元。每个取款操作首先读取账户余额，在其上减去取款额，然后将结果写回。如果甲乙客户的取款操作并行执行，可能他们读到的余额都是500元，并将分别写回450元和400元。账户中到底剩下450元还是400元要视甲乙哪个操作最后写回结果而定，而实际上这两种结果都是错误的，正确的结果应该是350元。为了消除这种情况发生的可能性，数据库系统提供并发控制功能。

（4）数据安全性：保证数据的安全，防止数据丢失或被窃取、破坏。并非数据库系统的所有用户都可以访问所有数据。例如，用户通过ATM自动取款机只能访问自己的账户，而无权访问其他账户。

从文件系统发展到数据库系统是信息处理领域的一个重大变化。在文件系统下，信息处理的传统方式如图1.2所示，程序设计处于中心地位，数据只起着服从程序设计需要的作用；而在数据库方式下，信息处理的方式发生了改变，如图1.3所示，数据占据了中心地位。数据库的设计成为信息系统首先关心的问题，而利用这些数据的应用程序的设计则要围绕既定的数据库结构来进行。

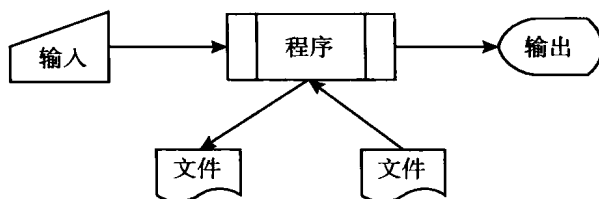


图 1.2 文件系统下的信息处理方式

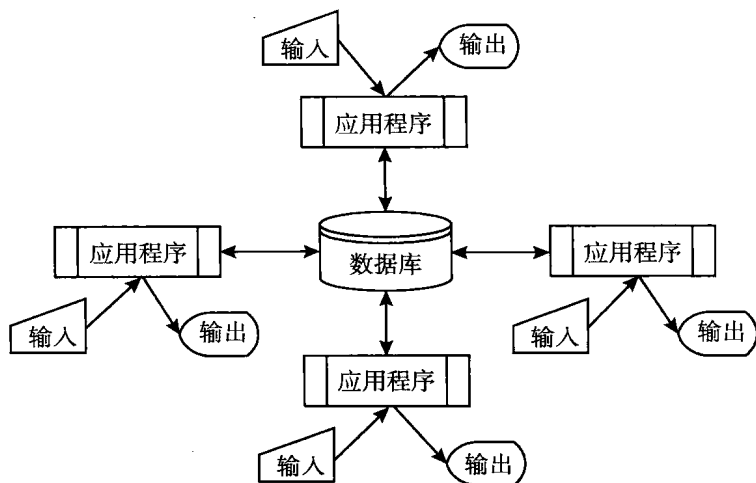


图 1.3 数据库系统下的信息处理方式

1.2 数据模型

1.2.1 数据模型的分类

数据库结构的基础是数据模型，数据模型描述数据的类型、数据间的联系和施加在数据上的约束条件。大多数数据模型还包括一个对数据库进行检索和更新的基本操作的集合。即数据模型所描述的内容有三，分别是数据结构、数据操作和数据约束。

根据不同的应用层次，数据模型可分为概念数据模型、逻辑数据模型和物理数据模型三类。

概念数据模型又称为概念模型，用于客观世界的建模，着重于刻画客观世界中复杂事物的结构和相互间的内在联系。概念模型与具体的数据库管理系统和计算机物理实现无关。它在数据库设计中广泛使用，是数据库设计人员和用户之间进行交流的语言。采用概念数据模型，数据库设计人员可以在设计的开始阶段，把主要精力用于了解和描述现实世界，而把涉及数据库管理系统和物理实现的一些具体问题推迟到后续阶段考虑。常见的概念模型有实体—联系模型、扩充的实