

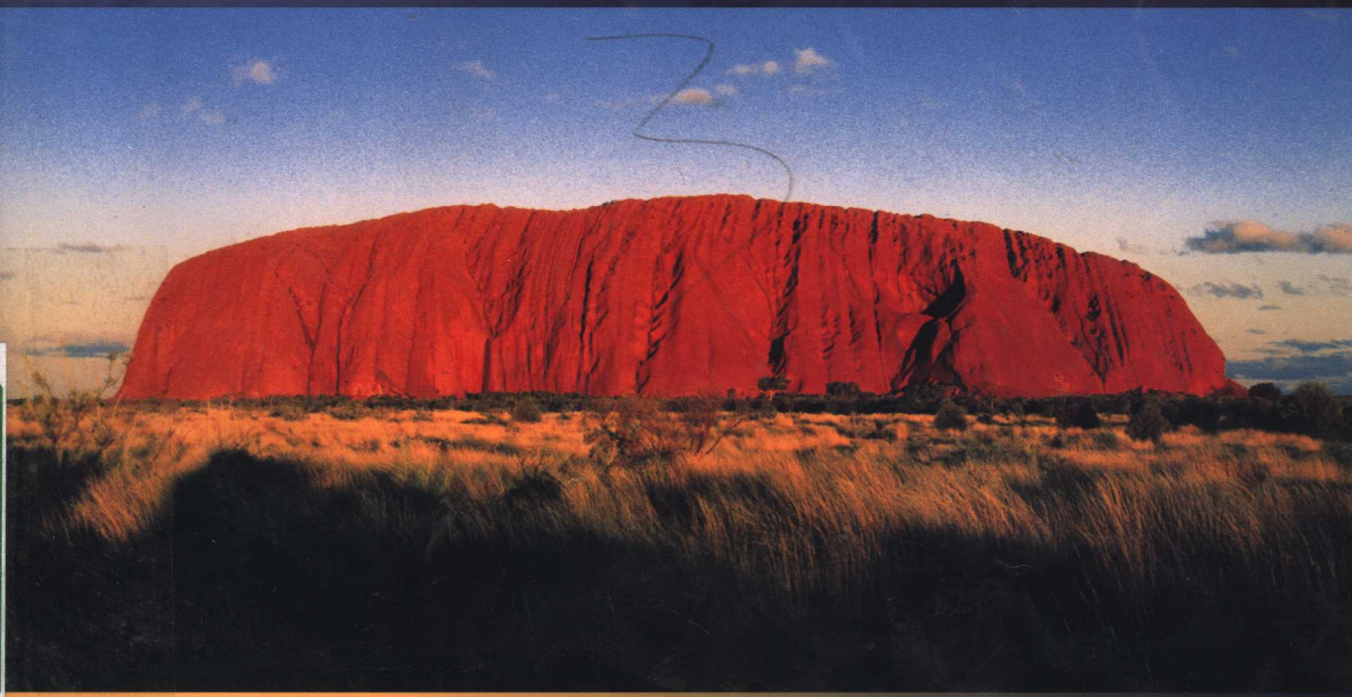
数据库系统基础

初级篇（第5版）

Fundamentals of Database Systems

Fifth Edition

[美] Ramez Elmasri Shamkant B. Navathe 著
邵佩英 徐俊刚 王文杰 等译



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

TURING

图灵计算机科学丛书

TP311.13/90=3

:1

2007

数据库系统基础

初级篇 (第5版)

Fundamentals of Database Systems

Fifth Edition

[美] Ramez Elmasri Shamkant B. Navathe 著
邵佩英 徐俊刚 王文杰 等译



图书在版编目(CIP)数据

数据库系统基础: 初级篇: 第5版 / (美) 埃尔姆斯里 (Elmasri, R.), (美) 内瓦西 (Navathe, S.B.) 著; 邵佩英, 徐俊刚, 王文杰等译. —北京: 人民邮电出版社, 2007.10
(图灵计算机科学丛书)
ISBN 978-7-115-16408-7

I. 数… II. ①埃…②内…③邵… III. 数据库系统—理论 IV. TP311.13

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 088603 号

内 容 提 要

本书是一本讲述数据库系统原理的教材, 重点强调数据库建模与设计的基础、数据库管理系统提供的语言和工具以及系统实现技术。全书共分4个部分, 第一部分介绍最基本的概念、术语及建模原则, 第二部分描述了关系数据模型和关系型DBMS, 第三部分讨论数据库设计, 第四部分主要描述数据库系统中使用的物理文件结构和存取方法。书中涉及的内容非常广泛, 包括DBMS的概念、术语和体系结构, ER模型和ER图, 数据抽象和语义数据建模, UML类图表示法, 基本关系模型, 关系代数和关系演算, SQL, 规范化, 磁盘上组织记录文件的主要方法, 文件的索引技术, 查询处理与优化, 以及物理数据库的设计与调优。

本书是高等院校计算机及相关专业本科生数据库系统课程的理想教材, 也是对相关技术人员非常有价值的参考书。

图灵计算机科学丛书

数据库系统基础: 初级篇 (第5版)

◆ 著 [美] Ramez Elmasri Shamkant B.Navathe
译 邵佩英 徐俊刚 王文杰 等
责任编辑 杨海玲

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京鸿佳印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 26.75
字数: 788千字 2007年10月第1版
印数: 1—4000册 2007年10月北京第1次印刷
著作权合同登记号 图字: 01-2006-3661号

ISBN 978-7-115-16408-7/TP

定价: 55.00元

读者服务热线: (010)88593802 印装质量热线: (010)67129223

译者序

近几年来,虽然许多出版社都影印和翻译了多种数据库系统方面的教材,我们也曾与中国人民大学张坤龙老师等一起翻译了《数据库系统基础》的第3版。凭我们多年来从事数据库课程教育的实践经验,认为Elmasri和Navathe的《数据库系统基础》是一本出色的、系统的、先进的、实用的数据库课程教科书。它清晰地阐述了数据库系统理论和设计问题;它的内容极为充实,广泛地涵盖了所有涉及数据库系统的设计、实现和管理所要求的诸多专题;它使用优秀的实例引入最新的现代数据库技术,全书贯穿两个例子:COMPANY和UNIVERSITY,使得读者能够使用同一个应用来比较不同的方法。当我们得到并初步阅读了Elmasri和Navathe的《数据库系统基础》第5版时,我们发现它对全书又作了完善性修改和更新,适时地反映了数据库技术和应用开发的最新发展趋势。而且它新增了一些应用实例使读者可以参与其中,而书中章节后面的练习题和新的实验题,又可以让读者获得基于现代数据库的技术,如Oracle、MySQL和SQLServer,以及了解使用PHP和XML的Web数据库编程,获得建造数据库应用系统的实践经验。《数据库系统基础》正在成为从技术角度而不是从商业角度介绍数据库系统的权威教材。它既适合于研究生又适合于本科生使用,更为教师提供了足够丰富的数据库课程教育素材。当然,《数据库系统基础》一书也是从事数据库技术研究和应用开发人员的良师益友。

这就是为什么我们还要花费大量精力和时间来翻译《数据库系统基础》一书的原因和理由。

《数据库系统基础》一书包括8个部分和5个附录。从第一部分开始,介绍了为更好地掌握数据库设计与实现所需的基本概念,以及数据库系统中用到的概念建模技术。第二部分到第四部分深入讲解了数据库系统基础中最重要的几个方面,包括:关系模型的概念、约束、语言、设计和编程,数据库设计理论和方法学,数据存储、索引、查询处理和物理设计。第五部分和第六部分是数据库系统的高级专题,包括:事务处理、并发控制、恢复技术,以及对象和对象-关系数据库,并给出了如何用SQL实现这些概念。第七部分和第八部分作为结束,对诸如数据库安全性,适应高级应用的增强数据模型,分布式数据库及三层客户/服务器结构,以及XML、Web数据库、数据挖掘、数据仓库、移动数据库、多媒体数据库、地理信息系统、基因数据管理等新兴技术作了介绍。附录A给出许多可选用的显示ER或EER模式的图形记号,附录B给出磁盘的一些重要物理参数,附录C给出最早的图形化查询语言之一——示例查询(Query-By-Example, QBE)语言的概述,附录D和附录E介绍基于层次数据模型和网状数据模型的传统数据库系统(<http://www.aw.com/elmasri>)。

《数据库系统基础》一书分为“初级篇”和“高级篇”两册:“初级篇”包括第一部分到第四部分及附录,可以作为“数据库导论课程”的教科书;“高级篇”包括第五部分到第八部分及附录,可以作为“数据库高级课程”的教科书。当然,正如在前言中所指出的那样,讲授一门数据库课程有许多不同的方式,各位教师可根据课程侧重点的不同,以及根据学生的背景和需求组织教学内容。在前言中展示的各章节间的主要依赖关系图可以作为参考,各主题可以按不同顺序进行讲授。可以跳过那些选择性的章节,也可以添加书中其余部分的章节以便充实课程。

本书的翻译和审校由中国科学院研究生院信息学院邵佩英教授、徐俊刚副教授、王文杰副教授共同组织完成。参加翻译的还有（按姓氏笔画）裴莹、陈明、丁杰、林欢欢、张坤、张颖、周良、余清等。全书由邵佩英教授负责统一定稿。由于水平有限，翻译不当之处，恳请读者批评指正。

本书翻译过程中曾得到中国科学院高能物理所李伯民研究员的关心和指导，得到我们的研究生王辉、祝孔强、阚劲松的帮助，在此向他们表示衷心的感谢。我们还应感谢人民邮电出版社杨海玲等编辑们，是他们的远见和支持，使得本书能够尽快与读者见面。

译者

中国科学院研究生院信息学院

2007年5月

前 言

本书介绍了在设计、使用 and 实现数据库系统及应用时所需的基本概念。书中重点强调了数据库建模与设计的基础、数据库管理系统提供的语言和工具，以及系统实现技术。本书旨在作为本科生或研究生的数据库系统课程（一个或两个学期）的教材或教学参考书。本书假定读者已熟悉基本的程序设计和数据结构的概念，并对基本的计算机组成知识有所了解。

本书第一部分先提供了一个引言，并介绍了最基本的概念和术语以及数据库概念建模原则。第二部分到第四部分深入讲解了数据库基础中最重要的几个方面¹。

以下是第5版的主要特色：

- 本书内容的组织遵循独立性和灵活性原则，可以根据个人需要进行取舍。
- 新增加了一章来介绍SQL程序设计技术，这种技术用于使用PHP（一种流行的脚本语言）的Web应用。
- 对每章末尾的习题集进行了更新和扩充。
- 提供了一个辅助网站（<http://www.aw.com/elmasri>），其中包括可以装载到各种类型关系数据库中的数据，以便学生更好地进行实验题。
- 提供了一个简单的关系代数和关系演算解释程序。
- 每章末尾的实验题（第3章~第12章）涵盖了该章的主题，这些主题是与本书辅助网站上的数据库相关联的；这些实验题一开始是介绍性的，在后续的章节中则将引入新的资料对其进行扩展。
- 对补充资料进行了重要的修订，包括为教师和学生而准备的一组资料，例如PowerPoint幻灯片和书中的图表，以及带有答案的教师指导手册。

与第 4 版的主要区别

第5版对全书内容的组织结构改动较少，主要改动集中于对单独某一章的改进上。主要改动如下：

- 增加了新的实验题，并对每章（第一部分到第三部分）末尾的练习题做了改进。
- 给出了说明规范化和数据库设计算法的新示例（第10章和第11章）。
- 给出了一种新设计，这种设计增强了书中插图的视觉效果，并对各种属性和实体类型使用了特殊字体，从而增强了可读性和可理解性。

第 5 版的内容

第一部分描述为了更好地掌握数据库设计与实现所需的基本概念，以及数据库系统中用到的概念建模技术。第1章和第2章介绍了数据库、数据库的典型用户以及DBMS（数据库管理系统）的概

1. 在本书翻译出版过程中，为考虑与国内数据库教学内容的接轨，将*Fundamentals of Database Systems, Fifth Edition*分两册翻译出版，一本是您正在阅读的本书，另一本是本书的姊妹篇《数据库系统基础：高级篇》，后者主要对数据挖掘、XML、安全、Web数据库等新兴技术进行介绍。——编者注

念、术语和体系结构。第3章介绍了实体-联系 (Entity-Relationship, ER) 模型和ER图的概念, 并用它来说明概念数据库设计。第4章重点讨论数据抽象和语义数据建模的概念, 并且扩展ER模型以便把这些概念融入到模型中, 从而产生增强的实体-联系 (Enhanced ER, EER) 数据模型和EER图。第4章提出的概念包括子类、特化、泛化和并类型 (类别)。在第3章和第4章中还介绍了UML类图表示法。

第二部分描述了关系数据模型和关系型DBMS。第5章描述了基本关系模型、完整性约束和更新操作; 第6章描述了关系代数操作, 并介绍了关系演算; 第7章讨论了通过ER到关系的映射和EER到关系的映射进行关系数据库设计; 第8章详细介绍了SQL语言, 包括SQL标准, 大多数关系型系统中都实现了这一标准; 第9章介绍了有关SQL程序设计的主题, 如SQLJ、JDBC和SQL/CLI。

第三部分讨论了一些与数据库设计有关的主题。第10章和第11章涵盖了通过规范化进行关系数据库设计而开发的形式化体系、理论和算法。这些内容包括函数依赖和其他类型的依赖, 以及各种关系范式等; 第10章对规范化提供了循序渐进的直观的讲解; 第11章则给出了带有示例的关系设计算法, 并定义了一些其他类型的依赖, 如多值依赖和连接依赖等; 第12章概要介绍了使用UML完成中型和大型应用数据库设计过程中的各个阶段。

第四部分从描述数据库系统中使用的物理文件结构和存取方法开始。第13章描述了磁盘上组织记录文件的主要方法, 包括静态和动态的散列技术; 第14章描述了文件的索引技术, 包括B树和B⁺树数据结构和网格文件; 第15章介绍了查询处理与优化的基本知识; 第16章讨论了物理数据库的设计与调优。

附录A给出了展示基本的ER或EER模式时还可选用的其他一些图示表示法。如果教师认为必要, 可以用这些表示法替代书中所用的表示法。附录B给出了关于磁盘的一些重要的物理参数。附录C概述了QBE图形查询语言。附录D和附录E (在本书的辅助网站<http://www.aw.com/elmasris> 中也可找到) 讨论了基于分层和网状数据模型的遗留数据库系统。这些已经使用了30多年的数据库系统是现今许多商业数据库应用和事务处理系统的基础, 要完全取代它们还需要数十年。我们认为, 对于学习数据库管理的学生来说, 了解这些存在已久的方法也是很重要的。

如何使用本书

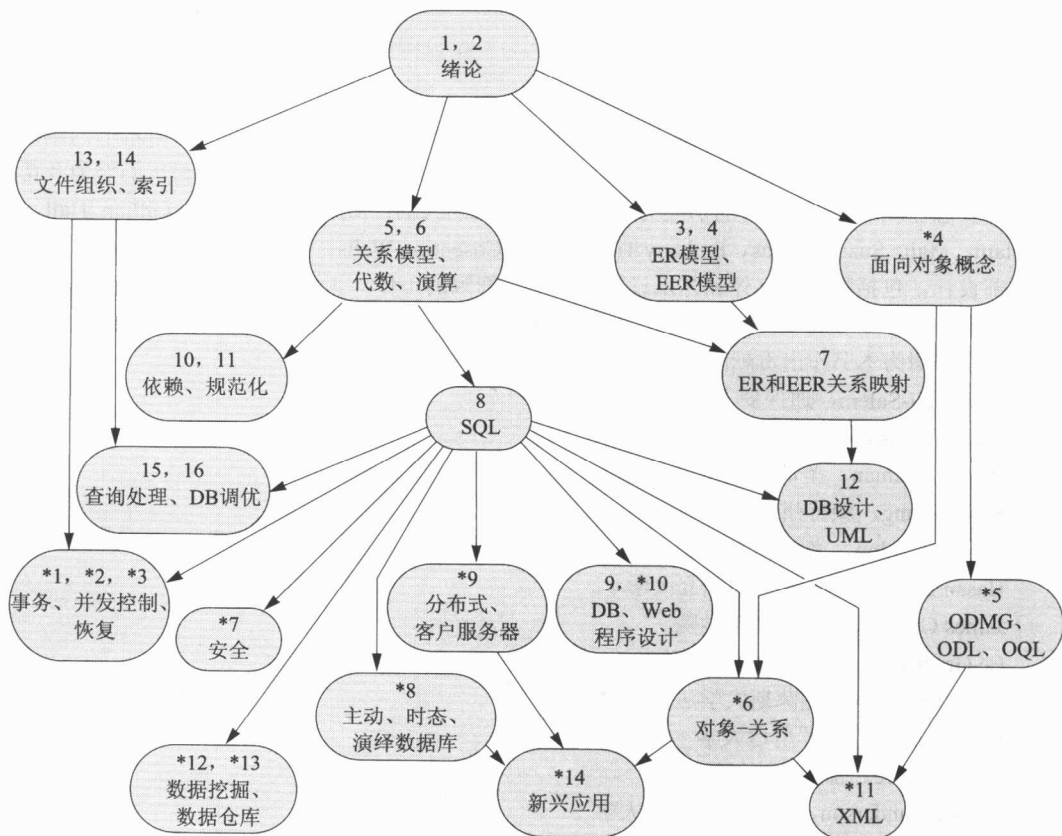
讲授数据库课程有许多种不同的方式。本书的第一部分到第四部分中的各章可用于讲授数据库系统的导论课程, 各位教师可以按照本书给出的顺序, 也可以按照自己喜欢的顺序组织讲授。根据课程侧重点的不同, 教师可以跳过那些选择性的章节, 也可以添加书中其余部分的章节以充实授课内容。在每章开篇的最后列出了对某个特定的主题不需要详细讨论的情况下可以跳过的小节。我们建议作为数据库导论课程的教材, 可以选用第1章到第14章的内容, 并根据学生的背景和需求, 从本书中的其他章节选择一些内容添加进来。如果要强调系统实现技术, 那么可以包括本书第四部分和本书姊妹篇《数据库系统基础: 高级篇》的第一部分的内容。

第3章和第4章涵盖了如何使用ER模型和EER模型进行概念建模, 这部分内容对于较好地理解数据库是很重要的。但是, 这两章内容可以有选择地讲授, 或者在课程的后期讲授, 如果课程的重点是数据库管理系统 (DBMS) 的实现, 甚至可以跳过这两章。第13章和第14章介绍的是文件组织和索引, 这两章内容同样可以在课程的前期或后期讲授, 如果课程的重点是数据库模型和语言, 也可以跳过这两章。对于学习过文件组织课程的学生, 可以把这几章的部分内容作为课后阅读材料, 或者布置一些练习题来复习这些概念。

一个有完整生命周期的数据库设计与实现的项目, 要涵盖概念设计 (第3章和第4章)、数据模型映射 (第7章)、规范化 (第10章) 和SQL实现 (第9章)。同时还需要有关特定的程序设计语言和RDBMS的附加文档。

本书在编写时就考虑到了其主题可以按不同顺序进行讲授。下图展示了各章之间的主要依赖关

系¹。由图可知,在前面引导性的两章之后,可以从多个不同的主题开始讲授。这个图可能看起来有些复杂,但它显现了非常重要的一点是,如果按照如图所示的顺序进行讲授,章节间的依赖关系就不会丢失。如果教师想以自己选择的顺序来讲授课程,那么可以将此图作为参考。



如果将本书作为一个学期课程的教材,可以将某些章节留作课外阅读资料。第四部分、《数据库系统基础:高级篇》的第三部分和第四部分可以考虑作为这样的阅读资料。如果将本书作为上、下两个学期的教材,第一学期的课程“数据库设计/系统导论”,面向大二、大三或大四的学生,可以涵盖第1章~第14章的大部分内容。第二学期的课程“数据库设计与实现技术”,面向大四学生或一年级研究生,则可涵盖《数据库系统基础:高级篇》中的内容。在以上两个学期中可以有选择地选用《数据库系统基础:高级篇》第三部分和第四部分中的某些章节。除本书之外,如果学生所在学院还有其他介绍DBMS的资料,也可以作为本书的附加资料进行学习。

补充资料

本书的所有使用者均可获得辅助资料。

- 在网站<http://www.aw.com/cssupport>上提供了PowerPoint讲稿和图。
- 在本书辅助网站(<http://www.aw.com/elmasri>)上提供了第5版新增的实验手册。实验手册包括流行的数据建模工具、关系代数和关系演算解释程序,以及本书中使用的两个通用数据库

1. 图中不仅显示了本书中的各章,还给出了其姊妹篇《数据库系统基础:高级篇》中的各章(章号前加*以示区别),以便读者可以根据自身需要选用《数据库系统基础:高级篇》一书。——编者注

管理系统实现的示例。本书每章末尾的实验题也与实验手册相关。

- 得到确认的教师可以获得习题答案。请访问Addison-Wesley的教师资源中心(<http://www.aw.com/irc>)、联系当地的Addison-Wesley销售代表或者发送电子邮件到computing@aw.com以获取如何获得习题答案的信息。

致谢

非常荣幸能够向这么多人致谢,感谢他们对本书的帮助与贡献。首先要感谢本书的编辑Matt Goldstein及Katherine Harutunian。特别要感谢第5版的首席编辑Matt Goldstein所付出的努力及帮助。我们还要感谢Addison-Wesley的那些为第5版做出贡献的人们:Michelle Brown、Gillian Hall、Patty Mahtani、Maite Suarez-Rivas、Bethany Tidd和Joyce Cosentino Wells。我们感谢Gillian Hall完成了本书的内部设计,包括版式、字体和艺术设计方面非常细致的工作,正是她周全的考虑,我们才有了如此美观的书。

我们感谢为本书作出贡献的审稿人:

Hani Abu-Salem, 迪保罗大学

Jamal R. Alsabbagh, 大河谷州立大学

Ramzi Bualuan, 圣母大学

Soon Chung, 赖特州立大学

Sumali Conlon, 密西西比大学

Hasan Davulcu, 亚利桑那州立大学

James Geller, 新泽西理工学院

Le Gruenwald, 俄克拉何马大学

Latifur Khan, 得克萨斯大学达拉斯分校

Herman Lam, 佛罗里达大学

Byung S.Lee, 佛蒙特大学

Donald Sanderson, 东田纳西州立大学

Jamil Saquer, 西南密苏里州立大学

Costas Tsatsoulis, 堪萨斯大学

Jack C. Wileden, 马萨诸塞大学阿默斯特分校

我们感谢Raj Sunderraman与我们一起完成了本书的实验部分并设计了实验题。旧金山大学的Salman Azar也贡献了部分习题。

Sham Navathe要向他佐治亚理工学院的学生们致谢:Saurav Sahay、Liora Sahar、Fariborz Farahmand、Nalini Polavarapu、Wanxia Xie、Ying Liu以及Gaurav Bhatia。Ed Omiecinski也曾提供了有价值的建议和修正。

我们还要再次感谢曾经审阅本书以及为本书前几版做出过贡献的人们。

- 第1版。Alan Apt (编辑)、Don Batory、Scott Downing、Dennis Heimbinger、Julia Hodges、Yannis Ioannidis、Jim Larson、Dennis McLeod、Per-Ake Larson、Rahul Patel、Nicholas Roussopoulos、David Stemple、Michael Stonebraker、Frank Tompa和Kyu-Young Whang。
- 第2版。Dan Joraanstad (编辑)、Rafi Ahmed、Antonio Albano、David Beech、Jose Blakeley、Panos Chrysanthis、Suzanne Dietrich、Vic Ghorpadey、Goets Graefe、Eric Hanson、Jungk L.Kim、Roger King、Vram Kouramajian、Vijay Kumar、John Lowther、Sanjay Manchanda、Toshimi Minoura、Inderpal Mumick、Ed Omiecinski、Girish Pathak、Raghu Ramakrishnan、Ed Robertson、Eugene Sheng、David Stotts、Marianne Winslett以及Stan Zdonick。

- 第3版。Maite Suarez-Rivas和Katherine Harutunian (编辑)、Suzanne Dietrich、Ed Omiecinski、Rafi Ahmed、Francois Bancelhon、Jose Blakeley、Rick Cattell、Ann Chervenak、David W.Embley、Henry A. Etlinger、Leonidas Fegaras、Dan Forsyth、Farshad Fotouhi、Michael Franklin、Sreejith Gopinath、Goetz Craefe、Richard Hull、Sushil Jajodia、Ramesh K. Karne、Harish Kotbagi、Vijay Kumar、Tarcisio Lima、Ramon A. Mata-Toledo、Jack McCaw、Dennis McLeod、Rokia Missaoui、Magdi Morsi、M.Narayanaswamy、Carlos Ordonez、Joan Peckham、Betty Salzberg、Ming-Chien Shan、Junping Sun、Rajshekhar Sunderraman、Aravindan Veerasamy以及Emilia E.Villareal。
 - 第4版。Maite Suarez-Rivas、Katherine Harutunian、Daniel Rausch以及Juliet Silveri (编辑)；Phil Bernhard、Zhengxin Chen、Jan Chomicki、Hakan Ferhatosmanoglu、Len Fisk、William Hankley、Ali R.Hurson、Vijay Kumar、Peretz Shoval、Jason T.L. Wang (审稿人)；Ed Omiecinski (协助完成了第27章)；得克萨斯大学阿灵顿分校的贡献者有Hyoil Han、Babak Hojabri、Jack Fu、Charley Li、Ande Swathi以及Steven Wu；佐治亚理工学院的贡献者有Dan Forsythe、Weimin Feng、Angshuman Guin、Abrar Ul-Haque、Bin Liu、Ying Liu、Wanxia Xie以及Waigen Yee。
- 最后，我们真切地感谢我们的家人所给予的支持、鼓励和耐心。

R.E.
S.B.N.

目 录

第一部分 引言与概念建模

第1章 数据库与数据库用户..... 2

1.1 引言.....	2
1.2 一个示例.....	4
1.3 数据库方法的特征.....	6
1.3.1 数据库系统的自描述性.....	7
1.3.2 程序与数据分离和数据抽象.....	7
1.3.3 支持数据的多视图.....	9
1.3.4 数据共享和多用户事务处理.....	9
1.4 幕前角色.....	10
1.4.1 数据库管理员.....	10
1.4.2 数据库设计者.....	10
1.4.3 最终用户.....	10
1.4.4 系统分析员和应用程序员 (软件工程师).....	11
1.5 幕后工作者.....	11
1.6 使用DBMS方法的优势.....	12
1.6.1 控制冗余.....	12
1.6.2 限制非授权的访问.....	12
1.6.3 为程序对象提供持久性存储.....	13
1.6.4 提供高效查询处理的存储结构.....	13
1.6.5 提供备份与恢复.....	14
1.6.6 提供多用户界面.....	14
1.6.7 表示数据间复杂联系.....	14
1.6.8 确保完整性约束.....	14
1.6.9 允许使用规则进行推理和动作.....	15
1.6.10 使用数据库方法的其他含义.....	15
1.7 数据库应用简史.....	16
1.7.1 使用分层和网状系统的早期 数据库应用.....	16
1.7.2 关系数据库提供应用灵活性.....	16
1.7.3 面向对象的应用和对更复杂 数据库的需求.....	16
1.7.4 在Web上交换数据实现电子 商务.....	17
1.7.5 为新应用扩展数据库功能.....	17
1.7.6 数据库与信息检索.....	17

1.8 什么时候不应该使用DBMS.....	18
1.9 小结.....	18
复习题.....	18
练习题.....	19
选读文献.....	19

第2章 数据库系统的概念和体系结构..... 20

2.1 数据模型、模式和实例.....	20
2.1.1 数据模型的分类.....	21
2.1.2 模式、实例和数据库状态.....	21
2.2 三层模式体系结构和数据独立性.....	23
2.2.1 三层模式体系结构.....	23
2.2.2 数据独立性.....	24
2.3 数据库语言和界面.....	25
2.3.1 DBMS的语言.....	25
2.3.2 DBMS界面.....	26
2.4 数据库系统的环境.....	27
2.4.1 DBMS的组成模块.....	27
2.4.2 数据库系统实用工具.....	29
2.4.3 工具、应用环境和通信软件.....	29
2.5 DBMS的集中式和客户/服务器体系 结构.....	30
2.5.1 集中式DBMS体系结构.....	30
2.5.2 基本的客户/服务器体系结构.....	31
2.5.3 DBMS两层客户/服务器体系 结构.....	32
2.5.4 面向Web应用的三层和 n 层体 系结构.....	32
2.6 数据库管理系统的分类.....	33
2.7 小结.....	35
复习题.....	36
练习题.....	36
选读文献.....	37

第3章 使用实体-联系(ER)模型的 数据建模..... 38

3.1 使用高级概念数据模型进行数据库设计.....	39
3.2 一个数据库应用示例.....	40
3.3 实体类型、实体集、属性和码.....	40

3.3.1 实体和属性	41	4.7.3 特化和泛化	83
3.3.2 实体类型、实体集、码和值集	43	4.7.4 聚集和关联	83
3.3.3 COMPANY数据库的初步概念设计	45	4.7.5 本体论和语义网	85
3.4 联系类型、联系集、角色和结构约束	46	4.8 小结	86
3.4.1 联系类型、联系集和联系实例	47	复习题	86
3.4.2 联系度、角色名称和递归联系	48	练习题	86
3.4.3 联系类型的约束	49	实验题	91
3.4.4 联系类型的属性	50	选读文献	93
3.5 弱实体类型	51		
3.6 COMPANY数据库ER设计的改进	52		
3.7 ER图、命名约定和设计问题	53		
3.7.1 ER图表示法小结	53		
3.7.2 模式结构的正确命名	53		
3.7.3 ER概念设计的设计选择	54		
3.7.4 ER图的候选表示法	55		
3.8 其他表示法示例: UML类图	55		
3.9 高于2度的联系类型	57		
3.9.1 对二元和三元(或高度)联系的选择	57		
3.9.2 三元(或高度)联系上的约束	60		
3.10 小结	60		
复习题	61		
练习题	61		
实验题	66		
选读文献	66		
第4章 增强的实体-联系(EER)建模	68		
4.1 子类、超类和继承	68		
4.2 特化和泛化	69		
4.2.1 特化	69		
4.2.2 泛化	71		
4.3 特化和泛化层次的约束和特征	71		
4.3.1 特化与泛化的约束	72		
4.3.2 特化和泛化的层次和格	73		
4.3.3 利用特化与泛化改进概念模型	75		
4.4 采用类别的并类型建模	76		
4.5 示例UNIVERSITY的EER模式设计选择和形式化定义	78		
4.5.1 UNIVERSITY数据库示例	78		
4.5.2 特化/泛化的设计选择	79		
*4.5.3 EER模型概念的形式化定义	80		
4.6 其他表示法的示例: UML类图中的特化/泛化	81		
4.7 数据抽象、知识表示和本体论概念	82		
4.7.1 分类和实例化	82		
4.7.2 标识	83		
		第二部分 关系模型: 概念、约束、语言、设计和编程	
		第5章 关系数据模型和关系数据库约束	96
		5.1 关系模型概念	96
		5.1.1 域、属性、元组和关系	97
		5.1.2 关系的特性	99
		5.1.3 关系模型表示法	101
		5.2 关系模型约束和关系数据库模式	101
		5.2.1 域约束	102
		5.2.2 码约束和NULL值约束	102
		5.2.3 关系数据库和关系数据库模式	103
		5.2.4 实体完整性、参照完整性和外码	104
		5.2.5 其他类型的约束	106
		5.3 更新操作、事务和处理违例约束	107
		5.3.1 插入操作	107
		5.3.2 删除操作	108
		5.3.3 更新操作	109
		5.3.4 事务的概念	109
		5.4 小结	109
		复习题	110
		练习题	110
		选读文献	113
		第6章 关系代数和关系演算	114
		6.1 一元关系操作: SELECT和PROJECT	115
		6.1.1 SELECT操作	115
		6.1.2 PROJECT操作	116
		6.1.3 操作序列和RENAME操作	117
		6.2 基于集合论的关系代数操作	118
		6.2.1 UNION、INTERSECTION和MINUS操作	118
		6.2.2 笛卡儿积(或叉积)操作	120
		6.3 二元关系操作: JOIN和DIVISION	121
		6.3.1 JOIN操作	121
		6.3.2 JOIN的变体EQUIJOIN和NATURAL JOIN	122

6.3.3 关系代数操作的完备集	124	8.1.2 SQL的CREATE TABLE命令	160
6.3.4 DIVISION操作	124	8.1.3 SQL中的属性数据类型和域	161
6.3.5 查询树表示法	126	8.2 在SQL中定义约束	162
6.4 其他关系操作	127	8.2.1 指定属性约束和属性默认值	162
6.4.1 广义投影	127	8.2.2 指定码和参照完整性约束	163
6.4.2 聚集函数和分组	127	8.2.3 为约束命名	164
6.4.3 递归闭包操作	128	8.2.4 使用CHECK指定元组约束	164
6.4.4 OUTER JOIN操作	130	8.3 SQL中的模式更改语句	165
6.4.5 OUTER UNION操作	130	8.3.1 DROP命令	165
6.5 关系代数中的查询示例	131	8.3.2 ALTER命令	165
6.6 元组关系演算	133	8.4 SQL中的基本查询	166
6.6.1 元组变量和值域关系	133	8.4.1 基本SQL查询的SELECT-FROM-WHERE结构	166
6.6.2 元组关系演算中的表达式与公式	134	8.4.2 多义属性名、别名和元组变量	168
6.6.3 存在量词与全称量词	134	8.4.3 未指定WHERE子句的查询语句和星号(*)的用法	170
6.6.4 使用存在量词的查询示例	135	8.4.4 SQL中作为集合的表	170
6.6.5 查询图表示法	136	8.4.5 子串样式匹配和算术操作符	172
6.6.6 全称量词与存在量词的转换	137	8.4.6 查询结果排序	173
6.6.7 使用全称量词	137	8.5 更复杂的SQL查询	173
6.6.8 安全表达式	138	8.5.1 包含NULL和三值逻辑的比较	173
6.7 域关系演算	139	8.5.2 嵌套查询、元组与集/多集比较	174
6.8 小结	140	8.5.3 关联嵌套查询	176
复习题	141	8.5.4 SQL中的EXISTS和UNIQUE函数	177
练习题	141	8.5.5 SQL中的显式集合和属性重新命名	178
实验题	144	8.5.6 SQL中的连接表和外连接	179
选读文献	146	8.5.7 SQL中的聚集函数	180
第7章 使用ER到关系的映射和EER到关系的映射进行关系数据库设计	147	8.5.8 分组: GROUP BY和HAVING子句	181
7.1 使用ER到关系的映射进行关系数据库设计	147	8.5.9 SQL查询的讨论与小结	183
7.1.1 ER到关系的映射算法	147	8.6 SQL中的插入、删除和更新语句	184
7.1.2 ER模型构造映射的讨论和总结	151	8.6.1 INSERT命令	184
7.2 EER模型构造到关系的映射	152	8.6.2 DELETE命令	185
7.2.1 特化或泛化的映射	153	8.6.3 UPDATE命令	186
7.2.2 共享子类(多重继承)的映射	154	8.7 指定约束作为断言和触发器	186
7.2.3 类别的映射(并类型)	155	8.8 SQL中的视图(虚表)	187
7.3 小结	156	8.8.1 SQL中视图的概念	187
复习题	156	8.8.2 SQL中的视图规范	188
练习题	156	8.8.3 视图的实现和更新	188
实验题	157	8.9 SQL的其他特性	190
选读文献	157	8.10 小结	190
第8章 SQL-99: 模式定义、约束、查询和视图	158	复习题	192
8.1 SQL数据定义和数据类型	159	练习题	192
8.1.1 SQL2中模式和目录的概念	159	实验题	194
		选读文献	195

第9章 SQL 程序设计技术简介.....197

- 9.1 数据库程序设计: 问题与技术.....197
 - 9.1.1 数据库程序设计方法.....198
 - 9.1.2 阻抗失配.....198
 - 9.1.3 数据库程序设计中的典型交互序列.....199
- 9.2 嵌入式SQL、动态SQL和SQLJ.....199
 - 9.2.1 用嵌入式SQL检索单个元组.....199
 - 9.2.2 在嵌入式SQL中使用游标检索多个元组.....202
 - 9.2.3 使用动态SQL在运行时指定查询.....203
 - 9.2.4 SQLJ: Java中嵌入SQL命令.....204
 - 9.2.5 SQLJ中使用迭代器检索多个元组.....206
- 9.3 使用函数调用的数据库程序设计: SQL/CLI和JDBC.....207
 - 9.3.1 以C语言为宿主语言, 使用SQL/CLI进行数据库程序设计.....208
 - 9.3.2 JDBC: 面向Java程序设计的SQL函数调用.....211
- 9.4 数据库存储过程与SQL/PSM.....214
 - 9.4.1 数据库存储过程和函数.....214
 - 9.4.2 SQL/PSM: 扩展SQL以指定持久存储模块.....215
- 9.5 小结.....216
 - 复习题.....216
 - 练习题.....216
 - 实验题.....217
 - 选读文献.....218

第三部分 数据库设计理论和方法学**第10章 函数依赖和关系数据库的****规范化**.....220

- 10.1 关系模式的非形式化设计准则.....221
 - 10.1.1 给予关系中的属性以清晰的语义.....221
 - 10.1.2 元组中的冗余信息和更新异常.....223
 - 10.1.3 元组中的NULL值.....225
 - 10.1.4 生成寄生元组.....226
 - 10.1.5 总结和讨论设计准则.....227
- 10.2 函数依赖.....228
 - 10.2.1 函数依赖的定义.....228
 - 10.2.2 函数依赖的推理规则.....229
 - 10.2.3 函数依赖集的等价.....232

10.2.4 最小函数依赖集.....232

- 10.3 基于主码的范式.....233
 - 10.3.1 关系的规范化.....233
 - 10.3.2 范式的实际使用.....234
 - 10.3.3 码的定义和参与码的属性.....234
 - 10.3.4 第一范式.....235
 - 10.3.5 第二范式.....238
 - 10.3.6 第三范式.....239
- 10.4 第二范式和第三范式的通用定义.....239
 - 10.4.1 第二范式的通用定义.....240
 - 10.4.2 第三范式的通用定义.....241
 - 10.4.3 解释第三范式的通用定义.....241
- 10.5 Boyce-Codd范式.....241
- 10.6 小结.....243
 - 复习题.....244
 - 练习题.....244
 - 实验题.....247
 - 选读文献.....248

第11章 关系数据库设计算法和**其他依赖**.....249

- 11.1 关系分解的性质.....250
 - 11.1.1 关系分解和范式的不足.....250
 - 11.1.2 分解的依赖保持性质.....250
 - 11.1.3 分解的非加性(无损)连接性质.....251
 - 11.1.4 检验二元分解的非加性连接性质.....253
 - 11.1.5 连续非加性连接分解.....254
- 11.2 关系数据库模式设计算法.....254
 - 11.2.1 依赖保持分解成3NF模式.....254
 - 11.2.2 非加性连接分解成BCNF模式.....255
 - 11.2.3 依赖保持和非加性(无损)连接分解成3NF模式.....256
 - 11.2.4 NULL值和悬挂元组问题.....258
 - 11.2.5 规范化算法的讨论.....258
- 11.3 多值依赖和第四范式.....261
 - 11.3.1 多值依赖的形式化定义.....261
 - 11.3.2 函数依赖和多值依赖的推理规则.....263
 - 11.3.3 第四范式.....263
 - 11.3.4 非加性连接分解成4NF关系.....264
- 11.4 连接依赖和第五范式.....265
- 11.5 包含依赖.....266
- 11.6 其他依赖和范式.....267
 - 11.6.1 模板依赖.....267

11.6.2 域-码范式	268	13.1.1 存储层次和存储设备	304
11.7 小结	268	13.1.2 数据库的存储	305
复习题	268	13.2 二级存储设备	306
练习题	269	13.2.1 磁盘设备的硬件描述	306
实验题	270	13.2.2 磁带存储设备	310
选读文献	270	13.3 块缓冲	311
第 12 章 实际数据库设计方法和		13.4 把文件记录保存在磁盘上	312
UML 图的使用	271	13.4.1 记录和记录类型	312
12.1 组织中信息系统的角色	271	13.4.2 文件、定长记录和变长记录	313
12.1.1 使用数据库系统的组织环境	271	13.4.3 记录块、跨块记录与非跨块	
12.1.2 信息系统的生命周期	273	记录	314
12.1.3 数据库应用系统的生命周期	274	13.4.4 在磁盘上分配文件块	315
12.2 数据库设计与实现过程	275	13.4.5 文件首部	315
12.2.1 第1阶段: 需求汇集和分析	276	13.5 文件操作	315
12.2.2 第2阶段: 概念数据库设计	277	13.6 无序记录文件(堆文件)	317
12.2.3 第3阶段: DBMS的选择	284	13.7 有序记录文件(排序文件)	318
12.2.4 第4阶段: 数据模型映射		13.8 散列技术	320
(逻辑数据库设计)	285	13.8.1 内部散列	321
12.2.5 第5阶段: 物理数据库设计	286	13.8.2 磁盘文件的外部散列法	323
12.2.6 第6阶段: 数据库系统的实现		13.8.3 允许动态文件扩展的散列	
和调优	286	技术	324
12.3 使用UML图作为数据库设计规范		13.9 其他主文件组织	327
说明的辅助工具	287	13.9.1 混合记录文件	327
12.3.1 UML作为设计规范说明的		13.9.2 B树和其他数据结构作为主	
标准	287	组织	327
12.3.2 将UML用于数据库应用设计	287	13.10 使用RAID技术的并行磁盘访问	327
12.3.3 各种UML图	288	13.10.1 用RAID增强可靠性	328
12.3.4 建模和设计的示例:		13.10.2 用RAID改善性能	329
UNIVERSITY数据库	291	13.10.3 RAID组织体系和级别	329
12.4 基于UML的设计工具:		13.11 新的存储系统	331
Rational Rose	293	13.11.1 存储局域网	331
12.4.1 面向数据库设计的Rational		13.11.2 网络连接存储	331
Rose	293	13.12 小结	332
12.4.2 Rational Rose Data Modeler	293	复习题	332
12.4.3 使用Rational Rose Data		练习题	333
Modeler的数据建模	294	选读文献	335
12.5 自动化数据库设计工具	297	第 14 章 文件的索引结构	336
12.6 小结	299	14.1 单级有序索引的类型	336
复习题	299	14.1.1 主索引	337
选读文献	300	14.1.2 聚簇索引	339
第四部分 数据存储、索引、查询处理		14.1.3 辅助索引	339
和物理设计		14.1.4 小结	344
第 13 章 磁盘存储、基本文件结构		14.2 多级索引	344
和散列	304	14.3 使用B树与B ⁺ 树的动态多级索引	346
13.1 概述	304	14.3.1 搜索树和B树	347
		14.3.2 B ⁺ 树	350

14.4	多码上的索引	357	15.8.1	查询执行的代价成分	383
14.4.1	多属性上的有序索引	357	15.8.2	代价函数中使用的目录 信息	384
14.4.2	分区散列法	357	15.8.3	SELECT操作的代价函数 示例	384
14.4.3	网格文件	358	15.8.4	JOIN的代价函数示例	386
14.5	其他类型的索引	358	15.8.5	多关系查询和连接顺序	387
14.5.1	使用散列和其他数据结构 作为索引	358	15.8.6	说明基于代价的查询优化 的示例	388
14.5.2	逻辑索引与物理索引	359	15.9	Oracle中的查询优化概述	390
14.5.3	讨论	359	15.10	语义查询优化	390
14.6	小结	359	15.11	小结	391
	复习题	360		复习题	391
	练习题	360		练习题	391
	选读文献	362		选读文献	392
第 15 章	查询处理和优化的算法	363	第 16 章	物理数据库设计和调优	393
15.1	把SQL查询转换成关系代数	364	16.1	关系数据库中的物理数据库设计	393
15.2	外排序算法	365	16.1.1	影响物理数据库设计的因素	393
15.3	SELECT与JOIN操作的算法	366	16.1.2	物理数据库设计决策	394
15.3.1	SELECT操作的实现	366	16.2	关系系统中的数据库调优概述	396
15.3.2	JOIN操作的实现	369	16.2.1	索引的调优	396
15.4	PROJECT和集合操作的算法	374	16.2.2	数据库设计的调优	397
15.5	聚集操作和外连接的实现	375	16.2.3	查询的调优	398
15.5.1	聚集操作的实现	375	16.2.4	其他的查询调优原则	399
15.5.2	外连接的实现	375	16.3	小结	400
15.6	用流水线组合操作	376		复习题	400
15.7	在查询优化中使用启发式规则	376		选读文献	400
15.7.1	查询树和查询图的表示法	377	附录 A	ER模型的可选图形表示法	401
15.7.2	查询树的启发式优化	378	附录 B	磁盘参数	403
15.7.3	将查询树转换为查询执行 计划	383	附录 C	QBE 语言概述	405
15.8	利用选择性和代价估算进行查询 优化	383			

Part 1

引言与概念建模

本部分内容

- 第1章 数据库与数据库用户
- 第2章 数据库系统的概念和体系结构
- 第3章 使用实体-联系（ER）模型的数据建模
- 第4章 增强的实体-联系（EER）建模