

世界著名计算机教材精选

PEARSON

数据库系统基础

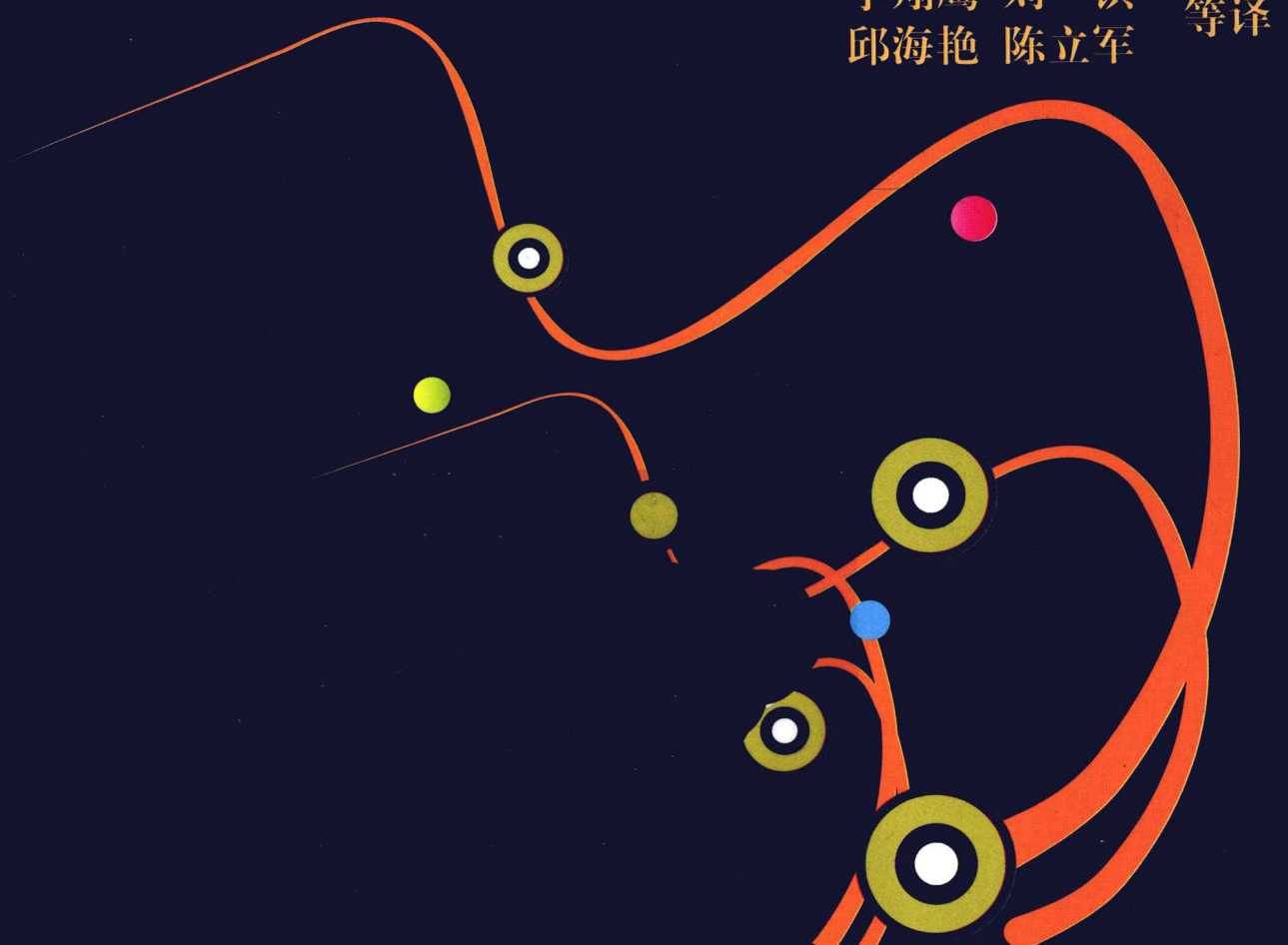
(第6版)

Ramez Elmasri
Shamkant B. Navathe

著

李翔鹰 刘 斌
邱海艳 陈立军

等译



FUNDAMENTALS OF DATABASE
SYSTEMS Sixth Edition

清华大学出版社

世界著名计算机教材精选

数据库系统基础

(第6版)

Ramez Elmasri
Shamkant B. Navathe 著

李翔鹰 刘 镔
邱海艳 陈立军 等译

清华大学出版社
北 京

Simplified Chinese edition copyright © 2011 by PEARSON EDUCATION ASIA LIMITED and TSINGHUA UNIVERSITY PRESS.

Original English language title from Proprietor's edition of the Work.

Original English language title: Fundamentals of Database Systems, sixth edition by Ramez Elmasri, Shankant B. Navathe © 2011

EISBN: 978-0-13-608620-8

All Rights Reserved.

Published by arrangement with the original publisher, Pearson Education, Inc., publishing as Addison Wesley.

This edition is authorized for sale only in the People's Republic of China (excluding the Special Administrative Region of Hong Kong and Macao).

本书中文简体翻译版由 Pearson Education(培生教育出版集团)授权给清华大学出版社在中国境内(不包括中国香港、澳门特别行政区)出版发行。

北京市版权局著作权合同登记号 图字:01-2010-2527 号

本书封面贴有 Pearson Education(培生教育出版集团)激光防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

数据库系统基础(第6版)/(美)埃尔玛斯利(Elmasri, R.), (美)纳瓦特赫(Navathe, S. B.) 著;李翔鹰等译. —北京:清华大学出版社, 2011.10

(世界著名计算机教材精选)

书名原文: Fundamentals of Database Systems

ISBN 978-7-302-26044-8

I. ①数… II. ①埃… ②纳… ③李… III. ①数据库系统—教材 IV. ①TP311.13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 131359 号

责任编辑:龙啟铭

责任校对:焦丽丽

责任印制:何 芊

出版发行:清华大学出版社

<http://www.tup.com.cn>

社 总 机:010-62770175

投稿与读者服务:010-62795954, jsjic@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编:100084

邮 购:010-62786544

印 刷 者:清华大学印刷厂

装 订 者:三河市李旗庄少明印装厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260

印 张:58.25

字 数:1426 千字

版 次:2011 年 10 月第 1 版

印 次:2011 年 10 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:121.00 元

产品编号:037759-01

译者序

数据库技术是计算机科学技术中发展最快的领域之一，也是应用最广泛的一门学科。数据库作为计算机专业及相关专业的核心课程，在国内外已经出版了大量的有关方面的教科书。而 Elmasri 和 Navathe 编写的本书，能够连续再版多次，为世界众多高校广泛采用，成为数据库系统原理的经典教材，究其原因，一方面，因其丰富的内容取胜，该书清晰地阐述了数据库系统的基本理论和设计问题，涵盖了数据库系统的设计、实现和管理等方面的诸多专题；另一方面，则在于其结构合理、更新及时，反映了数据库系统和应用开发的发展与动向。这次出版的第 6 版，无疑在保持原有特色的基础上，又有了很大的发展和变化，从第 5 版的 8 大部分扩充为目前的 11 大部分，使得全书的理论体系更加完整，并反映了现代数据库技术的最新发展动态。数据库技术作为理论原理和具体应用密切交融的学科，如何掌握好理论与应用的平衡尤为重要。本书的最大特点是理论和实践的完美结合，通过优秀的示例引入最新的现代数据库技术，从数据库应用系统开发的角度来介绍数据库的基本原理，引领读者将书中的知识应用到具体的项目中。作为高等院校计算机及相关专业本科生或研究生数据库系统课程的理想教材，本书堪称经典，也是对相关技术人员非常有价值的一本参考书。

本书包括 11 大部分共 29 章。第 1 部分从定义一个数据库开始，介绍性地描述了数据库系统中使用的主要概念和一些预备知识。接下来，围绕数据库的理论、设计与实现展开全书的讨论。第 2 部分介绍了关系数据模型的建模概念、数据结构和约束，并全面介绍了与关系模型相关的两个形式化语言：SQL 语言和关系代数。第 3 部分集中阐述了关系数据库设计过程中的概念建模，以及使用 ER 和 EER 模型进行概念建模的方法步骤。第 4 部分介绍了一些其他类型的数据模型，如面向对象数据模型、对象关系数据模型和 XML 数据模型，以及它们的相关语言和标准。第 5 部分讨论了数据库编程技术，对主流的数据库程序设计技术和目前广泛应用的 Web 数据库编程进行了介绍。第 6 部分阐述了进行关系数据库设计所需的规范化理论、原理和算法。第 7 部分描述了数据库系统中使用的物理文件结构和存取方法。第 8 部分重点讨论了查询处理和数据库性能优化。第 9 部分讨论了事务处理、并发控制和恢复技术，以及如何在 SQL 中实现上述概念。第 10 部分和第 11 部分讨论了一些高级主题，集中介绍了数据库研究中的新进展和新的数据库应用，包括数据库的安全性，分布式数据库，面向高级应用的增强数据模型、信息检索、数据挖掘和数据仓库等。

我们在翻译的过程中感到，作者在全书内容的组织上可谓用心良苦，在保持理论框架清晰完整的同时，还针对多个主题提供了灵活的使用方法。教师可以按不同顺序进行讲授，满足各种课程设置的需要。此外，本书 11 个部分的内容相对独立，便于自学，可供广大科技人员学习、参考。

本书第 1~10 章由李翔鹰负责翻译，第 11~20 章由刘斌负责翻译，第 21~29 章由邱海艳负责翻译，其余由陈立军负责翻译，全书由陈立军审校。由于水平有限，译文中有不妥之处，欢迎读者批评指正。

前 言

本书介绍了设计、使用和实现数据库系统以及数据库应用程序时所需的基本概念。书中重点介绍了数据库建模与设计的基础知识、数据库管理系统提供的语言和模型，以及数据库系统实现的技术。本书可供大学三、四年级的学生或研究生作为数据库系统的教科书和参考书使用，并可以安排一到两个学期的课时。本书对当今数据库系统和应用的重要方面以及相关技术进行了深入的阐述。我们假定读者熟悉基本的程序设计以及数据结构的概念，并对计算机的基本组织结构有一定的了解。

本版新增的内容

第6版主要增加了以下几个突出特性：

- 重新组织了章节的内容，以便于教师在课程的开始就引入项目和实验题。
- 有关 SQL、关系数据库标准的内容已前移至本书的第4章和第5章。这样，便于教师在课程的开始就能将重点放到上述重要的主题上。
- 更新了对象-关系数据库和面向对象数据库的内容，使其遵循最新的 SQL 和 ODMG 标准，并将这两部分的内容合并到单独的一章中（第11章）。
- 扩充并更新了 XML 的内容，并前移至第12章。
- 重新组织了关于规范化理论的章节。前一章（第15章）重点集中在对规范化概念进行直观的阐述；而后一章（第16章）则强调了形式化理论和规范化算法。
- 更新了数据库安全威胁方面的内容，第24章讨论了 SQL 注入攻击和防范技术，并结合示例概括了基于标签安全的相关内容。
- 第26章扩充并更新了空间数据库和多媒体数据库。
- 新增的第27章介绍了信息检索技术，该章讨论了如何根据来自 Web 文档的信息进行检索、查询、浏览以及建立索引的模型和技术；并给出了在信息检索系统中典型的处理步骤和评估标准，以及如何将信息检索技术与数据库和 Web 查询相关联。

本书的主要特色如下：

- 本书内容组织灵活、独立。读者可根据个人需要进行取舍。
- 本书的配套网站 (<http://www.aw.com/elmasri>) 提供了可以装载到各种类型关系数据库的数据，以方便学生实现更多的实验题。
- 对关系代数和关系演算进行了简明的阐述。
- 为教师和学生提供了丰富的补充材料，如 PowerPoint 幻灯片，文本图片以及教师的习题指南。

第6版的章节组织

第6版对内容组织进行了调整，并增加了新的章节。本书可以分为如下11部分：

- 第1部分（第1章和第2章）对各章节进行了介绍。
- 对关系数据库和SQL的介绍已移入本书的第2部分（第3章到第6章）；第3章介绍了形式化关系模型和关系数据库约束；在第6章介绍关系代数和关系演算之前，我们介绍了有关SQL方面的内容（第4章和第5章），这就允许教师根据需要，在课程前部分就提早开始SQL项目的练习。（建议学生在学习形式化关系语言之前对SQL有较好的掌握，上述调整正是基于这样的考虑。）
- 实体-联系模型和数据库设计的内容现已安排在第3部分（第7章到第10章），如果课程的重点是数据库设计的话，也可以将其安排在第2部分之前。
- 第4部分涵盖对象-关系数据库和面向对象数据库（第11章）以及XML（第12章）方面的内容。
- 第5部分的章节介绍了数据库编程技术（第13章）以及如何使用PHP进行Web数据库程序设计（第14章，本书较早安排了此章内容）。
- 第6部分（第15章和第16章）是有关规范化和设计理论的章节（我们将所有形式化的规范算法的内容安排在第16章）。
- 第7部分（第17章和第18章）介绍文件组织、索引和散列。
- 第8部分的章节介绍查询处理和优化技术（第19章）以及数据库调优（第20章）。
- 第9部分中的第21章介绍事物处理的概念；第22章介绍并发控制；第23章介绍数据库的故障恢复。
- 第10部分涵盖其他的数据库主题。第24章介绍数据库安全，第25章介绍分布式数据库。
- 第11部分涵盖高级数据库模型和应用的内容。第26章介绍高级数据模型（主动、临时、空间、多媒体以及演绎数据库）；新增的第27章介绍信息检索和Web查询。第28章介绍数据库挖掘；第29章介绍数据仓库。

第6版的内容

第1部分描述了为了更好地理解数据库模型、系统和语言所需的基本概念。其中，第1章和第2章介绍数据库、典型用户以及DBMS的概念、术语和体系结构。

第2部分描述了关系数据模型、SQL标准以及形式化关系语言。第3章描述了基本关系模型，及其完整性约束和更新操作。第4章描述了关系数据库中SQL标准的基本内容，包括数据定义、数据修改操作和简单的SQL查询。第5章介绍了更为复杂的SQL查询以及SQL中的其他概念：触发器、断言、视图和模式修改。第6章描述了关系代数和关系演算操作。

第3部分涵盖了关于概念数据库建模和数据库设计的主题。第7章介绍了实体-关系

(ER)模型和 ER 图的概念,并说明如何用它们进行概念数据库的设计。第 8 章重点阐述数据抽象和语义数据模型的概念,并示例说明如何结合这些概念将 ER 模型扩展为高级的 ER (EER)数据模型和 EER 图。第 8 章阐述的概念包括:子类、特化、泛化和并类型(类别)。第 7 章和第 8 章还介绍了 UML 类图表示法。第 9 章讨论了通过 ER 和 EER 到关系的映射进行关系数据库设计。第 10 章是第 3 部分的最后一章,该章概括了在中型和大型数据库应用设计过程中的各个不同阶段。

第 4 部分涵盖了面向对象数据模型、对象关系数据模型和 XML 数据模型,以及它们的相关语言和标准。第 11 章首先介绍了对象数据库的概念。接着,展示了如何将它们与 SQL 标准结合从而为关系数据库系统增加对象的性能。最后,介绍了 ODMG 对象模型标准,该模型的对象定义和查询语言。第 12 章涵盖了 XML (可扩展的置标语言)模型和语言的内容,并讨论如何将 XML 与数据库系统相关联。该章介绍了 XML 的概念和语言,并将 XML 模型与传统的数据库模型相比较。此外,还展示了如何将数据在 XML 和关系数据库表示之间进行转化。

第 5 部分讨论了数据库编程技术。第 13 章涵盖了 SQL 程序设计的主题,例如,嵌入式 SQL、动态 SQL、ODBC、SQLJ、JDBC 以及 SQL/CLI。第 14 章介绍了 Web 数据库编程,在我们的例子中使用的是 PHP 脚本语言。

第 6 部分涵盖了规范化理论。第 15 章和第 16 章涵盖了通过规范化进行关系数据库设计所需的形式化体系、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 15 章逐步地对规范化过程进行了直观讲解,并定义了多值依赖和连接依赖。第 16 章介绍了基于规范化的关系的设计算法以及该算法的理论依据和原理。

第 7 部分描述了数据库系统中使用的物理文件结构和存取方法。第 17 章描述了磁盘上组织文件记录的主要方法,包括静态和动态的散列技术。第 18 章描述了文件的索引技术,包括 B 树和 B⁺树的数据结构和网格文件。

第 8 部分重点讨论了查询处理和数据库性能优化。第 19 章介绍了查询处理和优化,第 20 章将讨论了物理数据库的设计和优化。

第 9 部分讨论了事务处理、并发控制和恢复技术,包括如何在 SQL 中实现上述概念。第 21 章介绍了事务处理系统中所需的技术,并定义了调度的恢复和串行化的概念。第 22 章概括了各种并发控制协议,并重点讨论了两阶段封锁。此外,还讨论了基于时间戳排序和乐观的并发控制技术,以及多粒度级别封锁。最后,第 23 章重点强调了数据库恢复协议,并概括了数据库恢复中用到的概念和技术。

第 10 部分和第 11 部分涵盖了一些高级主题。第 24 章概括了数据库安全方面的内容,其中包括使用 SQL 命令进行授权 (GRANT) 和取消权限 (REVOKE) 的自主访问控制模型,根据用户类别和多实例化的强制访问控制。该章讨论了数据隐私及其与安全的关系,并概述了 SQL 注入攻击的内容。第 25 章介绍了分布式数据库并讨论了三层客户机/服务器的体系结构。第 26 章介绍了一些面向高级应用的增强数据模型,其中包括主动数据库与触发器,以及时态数据库、空间数据库、多媒体数据库和演绎数据库。新增加的 27 章介绍了信息检索技术,以及信息检索技术如何与数据库系统和 Web 搜索的方法相关联。第 28 章介绍数据挖掘,概述了数据挖掘和知识发现的过程,讨论了关联规则挖掘、分类以及聚类的算法,并简要介绍了其他的方法和商业工具。第 29 章介绍了数据仓库和 OLAP 的

概念。

附录 A 给出了几种其他图形表示法，它们用于显示基本的 ER 或 EER 模式。如果教师更喜欢使用这些表示法，也可以用它们来替代本书中的表示法。附录 B 给出了一些关于磁盘的重要物理参数。附录 C 概括了 QBE 图形查询语言。附录 D 和附录 E（可从本书的配套网站 <http://www.aw.com/elmasri> 下载）介绍了基于分层和网状数据模型的遗留数据库系统。作为许多商业数据库应用和传统的处理系统的基础，这些数据库已经使用了 30 年有余。我们认为，向学习数据库管理的学生揭示这些遗留数据库的方法是非常重要的，这样可以使他们更好地了解数据库技术的发展。

如何使用本书

讲授一门数据库课程可以有多种不同的方法。作为数据库系统的介绍课程，第 1 部分至第 7 部分的章节可以按照它们在本书中的顺序进行讲授，也可以根据教师个人喜好的顺序进行讲解。教师可以根据课程的重点，对这些内容进行删减，或者从本书的其余部分选择一些章节添加进来。在本书各章的第一小节结尾处，我们列出了当不需要详细讨论一些主题时可以删略的章节。如果作为一门介绍数据库的课程，我们建议涵盖第 1 章到第 15 章的内容，并可根据学生的背景和掌握程度选择其他章的一些内容；如果强调数据库系统的实现技术，则应该使用第 7、8、9 章来代替一些前面的章节。

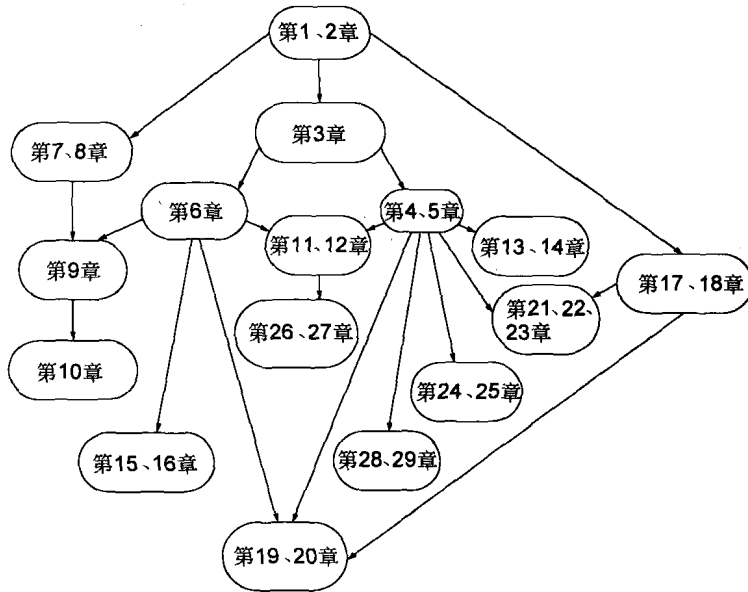
第 7 章和第 8 章介绍了使用 ER 和 EER 模型进行概念建模，这些内容将有助于从概念上加深对数据库的理解。不过，也可以在课程的后期的部分加入这些内容。如果课程的重点是 DBMS 的实现，甚至可以将这些内容删去。第 17 章和第 18 章介绍了文件的组织和索引。这些内容可以在课程的前期或后期讲授。如果课程的重点是数据库的模型和语言，甚至可以将这些内容删去。对于那些已经学习过文件组织的学生来说，这些章节的内容可以作为阅读材料，或者将这些章节中的练习题作为相关概念的复习。

如果课程的重点是数据库设计，那么教师应该在介绍了关系数据库的内容之后，尽早开始介绍第 7 章和第 8 章。一个完整的数据库设计和实现的生命周期将包括概念设计（第 7 章和第 8 章），关系数据库（第 3 章、第 4 章和第 5 章），数据模型和映射（第 9 章），规范化（第 15 章）以及通过 SQL 的应用程序实现（第 13 章）。如果重点是 Web 数据库编程和应用，那么也应该包括第 14 章的内容。此外，还需要一些有关特定编程语言以及使用 RDBMS 的其他文献。

本书在编写时就考虑了其主题可以按不同顺序进行讲授。下页图展示了各章之间的主要依赖关系。由图可知，在前面介绍性的两章内容之后，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，但是值得注意的是，如果按照如图所示的顺序进行讲授，章节间的依赖关系不会丢失。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，可以将选读的章节留作课外阅读材料。如果将本书作为上、下两个学期的教材，第一学期的课程可以是“数据库设计和数据库系统导论”，面向大二、大三或大四的学生，涵盖第 1 章至第 15 章的大部分内容。第二学期的课程是“数

数据库模型与实现技术”，面向大四学生或一年级研究生，可涵盖第 16 章至第 29 章的大部分内容。教师还可以根据个人喜好，以其他的方式来安排两个学期的课程学习顺序。



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 对本书的指导、鼓励和支持。感谢 Gillian Hall 对作品的管理支持以及 Rebecca Greenberg 对本书全面细致的编辑。我们还要感谢 Pearson 公司中那些为第 6 版做出贡献的人们：Jeff Holcomb、Marilyn Lloyd、Margaret Waples 和 Chelsea Bell。

Sham Navathe 要特别感谢 Saurav Sahay 对第 27 章的重要贡献。本版中许多学生也在各个章节中作出了贡献，他们是：Rafi Ahmed、Liora Sahar、Fariborz Farahmand、Nalini Polavarapu 和 Wanxia Xie（以前的学生）；Bharath Rengarajan、Narsi Srinivasan、Parimala R.Pranesh、Neha deodhar、Balaji Palanisamy 和 Hariprasad Kumar（现在的学生）。向佐治亚理工学院的同事 Ed Omiecinski 和 Leo Mark 以及 SPSU 的 Venu Dasigi 表示感谢，感谢他们对本书的探讨，以及 Atlanta 对本书的审稿。

我们还要再次感谢曾经审阅以及为本书的前几版做出贡献的人们。

第 1 版： Alan Apt（编辑）、Don Batory、Scott Downing、Dennis Heimbinger、Julia Hodges、Yannis Ioannidis、Jim Larson、Per-Ake Larson、Dennis McLeod、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、Goetz Graefe、Eric Hanson、Junguk 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 Bancilhon、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、Rajshekhhar 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 Jack Fu、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 Weimin Feng、Dan Forsythe、Angshuman Guin、Abrar Ul-Haque、Bin Liu、Ying Liu、Wanxia Xie 以及 Waigen Yee。

第 5 版: Matt Goldstein 和 Harutunian (编辑); Michelle Brown、Gillian Hall、Patty Mahtani、Maite Suarez-Rivas、Bethany Tidd 和 Joyce Cosentino Wells (来自 Addison-Wesley); Hasan Davulcu、James Geller、Le Gruenwald、Latifur Khan、Herman Lam、Byung S. Lee、Donald Sanderson、Jamil Saquer、Costas Tsatsoulisyiji Jack C. Wileden (审稿人)、Raj Sunderraman (提供了实验项目); Salman Azar (提供了新的练习题); Gaurav Bhatia、Fariborz Farahmand、Ying Liu、Ed Omiecinski、Nalini Polavarapu、Liora Sahar、Saurav Sahay、Wanxia Xie (佐治亚理工学院)。

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 1 部分 数据库概述

第 1 章 数据库与数据库用户 3	
1.1 引言..... 3	
1.2 一个示例..... 6	
1.3 数据库方法的特征..... 8	
1.3.1 数据模型数据库系统的 自描述性..... 8	
1.3.2 程序与数据分离和数据 抽象..... 9	
1.3.3 支持数据的多视图..... 11	
1.3.4 数据共享和多用户 事务处理..... 11	
1.4 幕前角色..... 12	
1.4.1 数据库管理员..... 12	
1.4.2 数据库设计者..... 12	
1.4.3 最终用户..... 13	
1.4.4 系统分析员和应用 程序员..... 13	
1.5 幕后工作者..... 14	
1.6 使用 DBMS 方法的优点..... 14	
1.6.1 控制冗余..... 14	
1.6.2 限制非授权访问..... 16	
1.6.3 为程序对象提供 永久性存储..... 16	
1.6.4 为高效查询处理提供 存储结构和搜索 技术..... 16	
1.6.5 提供备份与恢复..... 17	
1.6.6 提供多用户接口..... 17	
1.6.7 表示数据间的复杂 联系..... 17	
1.6.8 强制执行完整性 约束..... 17	
1.6.9 允许使用规则进行 推理和动作..... 18	
1.6.10 使用数据库方法的 其他潜在优势..... 18	
1.7 数据库应用简史..... 19	
1.7.1 使用层次和网状系统的 早期数据库应用..... 19	
1.7.2 提供数据抽象和应用 灵活性的关系 数据库..... 20	
1.7.3 面向对象的应用和对 更复杂数据库的 需求..... 20	
1.7.4 使用 XML 在 Web 上 交换数据以实现电子 商务..... 21	
1.7.5 为新应用扩展数据库 性能..... 21	
1.7.6 数据库与信息检索..... 22	
1.8 何时不使用 DBMS..... 22	
1.9 本章小结..... 23	
复习题..... 23	
练习题..... 23	
选读文献..... 24	
第 2 章 数据库系统的概念和 体系结构 25	
2.1 数据模型、模式和实例..... 25	
2.1.1 数据模型的分类..... 26	
2.1.2 模式、实例和数据库 状态..... 27	
2.2 三层模式体系结构和 数据独立性..... 28	

2.2.1	三层模式体系结构.....	28	2.5.1	集中式 DBMS 的体系结构.....	37
2.2.2	数据独立性.....	30	2.5.2	基本的客户机/服务器体系结构.....	37
2.3	数据库语言和界面.....	31	2.5.3	DBMS 的两层客户机/服务器体系结构.....	39
2.3.1	DBMS 语言.....	31	2.5.4	面向 Web 应用的三层和 n 层体系结构.....	40
2.3.2	DBMS 界面.....	32	2.6	数据库管理系统的分类.....	41
2.4	数据库系统环境.....	33	2.7	本章小结.....	44
2.4.1	DBMS 的组成模块.....	34	复习题.....	45	
2.4.2	数据库系统实用工具.....	36	练习题.....	45	
2.4.3	工具、应用环境和通信软件.....	36	选读文献.....	46	
2.5	DBMS 的集中式和客户机/服务器体系结构.....	37			

第 2 部分 关系数据模型与 SQL

第 3 章 关系数据模型和关系

	数据库约束.....	49
3.1	关系模型概念.....	50
3.1.1	域、属性、元组和关系.....	50
3.1.2	关系的特性.....	52
3.1.3	关系模型表示法.....	55
3.2	关系模型约束和关系数据库模式.....	55
3.2.1	域约束.....	56
3.2.2	码约束和 NULL 值约束.....	56
3.2.3	关系数据库和关系数据库模式.....	58
3.2.4	实体完整性、参照完整性和外码.....	59
3.2.5	其他类型的约束.....	62
3.3	更新操作、事务和处理违例约束.....	62
3.3.1	插入操作.....	63
3.3.2	删除操作.....	64
3.3.3	更新操作.....	65
3.3.4	事务的概念.....	65

3.4	本章小结.....	66
	复习题.....	66
	练习题.....	67
	选读文献.....	70
第 4 章	SQL 基础.....	71
4.1	SQL 数据定义和数据类型.....	72
4.1.1	SQL 中模式和目录的概念.....	72
4.1.2	SQL 的 CREATE TABLE 命令.....	73
4.1.3	SQL 中的属性数据类型和域.....	75
4.2	在 SQL 中定义约束.....	77
4.2.1	指定属性约束和属性默认值.....	77
4.2.2	指定码和参照完整性约束.....	78
4.2.3	为约束命名.....	79
4.2.4	使用 CHECK 指定元组约束.....	79
4.3	SQL 中的基本查询.....	79
4.3.1	基本 SQL 查询的 SELECT-FROM-	

WHERE 结构.....	80	HAVING 子句.....	105
4.3.2 多义属性名、别名、 重命名和元组变量.....	82	5.1.9 SQL 查询的讨论与 小结.....	108
4.3.3 未指定 WHERE 子句的 查询语句和星号 (*) 的用法.....	84	5.2 指定约束作为断言以及 动作作为触发器.....	109
4.3.4 SQL 中作为集合 的表.....	84	5.2.1 指定一般约束作为 SQL 中的断言.....	109
4.3.5 子串模式匹配和算术 运算符.....	86	5.2.2 SQL 中的触发器.....	110
4.3.6 查询结果排序.....	87	5.3 SQL 中的视图(虚表).....	111
4.3.7 基本 SQL 检索查询的 讨论与小结.....	88	5.3.1 SQL 中视图的 概念.....	111
4.4 SQL 中的插入、删除和 更新语句.....	88	5.3.2 指定 SQL 中的 视图.....	112
4.4.1 INSERT 命令.....	88	5.3.3 视图的实现、更新和 内联视图.....	113
4.4.2 DELETE 命令.....	90	5.4 SQL 中的模式更改语句.....	115
4.4.3 UPDATE 命令.....	90	5.4.1 DROP 命令.....	115
4.5 SQL 的其他特性.....	91	5.4.2 ALTER 命令.....	116
4.6 本章小结.....	92	5.5 本章小结.....	117
复习题.....	92	复习题.....	118
练习题.....	93	练习题.....	118
选读文献.....	94	选读文献.....	119
第 5 章 更多 SQL: 复杂查询、 触发器、视图和模式修改.....	95	第 6 章 关系代数和关系演算.....	121
5.1 更复杂的 SQL 查询.....	95	6.1 一元关系运算: 选择和 投影.....	122
5.1.1 包含空值和三值 逻辑的比较.....	95	6.1.1 选择运算.....	122
5.1.2 嵌套查询、元组与集/ 多集比较.....	97	6.1.2 投影运算.....	124
5.1.3 关联嵌套查询.....	99	6.1.3 运算序列和更名 运算.....	125
5.1.4 SQL 中的 EXISTS 和 UNION 函数.....	99	6.2 基于集合论的关系代数 运算.....	127
5.1.5 SQL 中的显式集合和 属性重命名.....	101	6.2.1 并、交和差运算.....	127
5.1.6 SQL 中的连接表和外 连接.....	102	6.2.2 笛卡儿积(叉积) 运算.....	129
5.1.7 SQL 中的聚集函数.....	103	6.3 二元关系运算: 连接运算和 除运算.....	130
5.1.8 分组: GROUP BY 和		6.3.1 连接运算.....	130

6.3.3	关系代数运算的 完备集	134	6.6.3	存在量词与全称 量词	146
6.3.4	除运算	134	6.6.4	元组关系演算的 查询示例	147
6.3.5	查询树表示法	136	6.6.5	查询图表示法	149
6.4	其他关系运算	137	6.6.6	全称量词与存在量词的 转换	149
6.4.1	广义投影	137	6.6.7	查询中使用全称 量词	150
6.4.2	聚集函数和分组	138	6.6.8	安全表达式	151
6.4.3	递归闭包运算	139	6.7	域关系演算	152
6.4.4	外连接运算	140	6.8	本章小结	154
6.4.5	外并运算	141	复习题	155	
6.5	关系代数中的查询示例	142	练习题	155	
6.6	元组关系演算	144	实验题	159	
6.6.1	元组变量和值域 关系	145	选读文献	160	
6.6.2	元组关系演算中的 表达式与公式	146			

第 3 部分 概念建模与数据库设计

第 7 章	使用实体-联系 (ER) 模型的数据建模	165	7.4.4	联系类型的属性	180
7.1	使用高级概念数据模型 进行数据库设计	166	7.5	弱实体类型	181
7.2	一个数据库应用示例	167	7.6	改进 COMPANY 数据库的 ER 设计	182
7.3	实体类型、实体集、 属性和码	169	7.7	ER 图、命名约定和 设计问题	183
7.3.1	实体和属性	169	7.7.1	ER 图表示法小结	183
7.3.2	实体类型、实体集、 码和值集	171	7.7.2	模式结构的正确 命名	183
7.3.3	COMPANY 数据库的 初步概念设计	174	7.7.3	ER 概念设计的 设计选择	185
7.4	联系类型、联系集、角色和 结构约束	175	7.7.4	ER 图的替代 表示法	185
7.4.1	联系类型、联系集和 联系实例	175	7.8	其他表示法示例: UML 类图	186
7.4.2	联系度、角色名称和 递归联系	176	7.9	大于 2 度的联系类型	188
7.4.3	二元联系类型的 约束	178	7.9.1	对二元和三元(或度 数更高)联系的 选择	188

7.9.2 三元（或度数更高） 联系上的约束.....	191	8.8 本章小结	222
7.10 本章小结	192	复习题	223
复习题	193	练习题	223
练习题	193	实验题	230
实验题	199	选读文献	231
选读文献	200	第 9 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	233
第 8 章 增强的实体-联系（EER） 建模	201	9.1 使用 ER 到关系的映射 进行关系数据库设计	233
8.1 子类、超类和继承	201	9.1.1 ER 到关系的映射 算法	233
8.2 特化和泛化	203	9.1.2 ER 模型构造映射的 讨论和总结	238
8.2.1 特化	203	9.2 EER 模型构造到关系的 映射	239
8.2.2 泛化	204	9.2.1 特化或泛化的映射	239
8.3 特化和泛化层次的约束和 特征	205	9.2.2 共享子类（多重继承） 的映射	242
8.3.1 特化与泛化的约束	205	9.2.3 类别的映射 （并类型）	242
8.3.2 特化和泛化的 层次和格	208	9.3 本章小结	244
8.3.3 利用特化和泛化改进 概念模型	210	复习题	244
8.4 采用类别的并类型建模	211	练习题	244
8.5 示例 UNIVERSITY 的 EER 模式、设计选择和 形式化定义	213	实验题	245
8.5.1 UNIVERSITY 数据库 示例	213	选读文献	246
8.5.2 特化/泛化的设计 选择	215	第 10 章 实际数据库设计方法学和 UML 图的使用	247
8.5.3 EER 模型概念的 形式化定义	215	10.1 组织中信息系统的角色	248
8.6 其他表示法的示例：UML 类图中的特化/泛化表示	216	10.1.1 使用数据库系统的 组织环境	248
8.7 数据抽象、知识表示和 本体概念	218	10.1.2 信息系统的 生命周期	250
8.7.1 分类和实例化	218	10.1.3 数据库应用系统的 生命周期	250
8.7.2 标识	219	10.2 数据库设计与实现过程	252
8.7.3 特化和泛化	220	10.2.1 第 1 阶段：需求 汇集和分析	253
8.7.4 聚集和关联	220	10.2.2 第 2 阶段：概念	
8.7.5 本体和语义词	222		

	数据库设计	255	10.3.3	各种 UML 图	268
10.2.3	第 3 阶段: DBMS 的选择	263	10.3.4	建模和设计的示例: UNIVERSITY 数据库	272
10.2.4	第 4 阶段: 数据模型映射 (逻辑数据库设计)	265	10.4	基于 UML 的设计工具: Rational Rose	274
10.2.5	第 5 阶段: 物理数据库设计	265	10.4.1	面向数据库设计的 Rational Rose	274
10.2.6	第 6 阶段: 数据库系统的实现和调优	266	10.4.2	Rational Rose Data Modeler	274
10.3	使用 UML 图作为数据库设计规范说明的辅助工具	267	10.4.3	使用 Rational Rose Data Modeler 的数据建模	275
10.3.1	UML 作为规范说明的标准	267	10.5	自动化数据库设计工具	279
10.3.2	将 UML 用于数据库应用设计	267	10.6	本章小结	281
				复习题	282
				选读文献	283

第 4 部分 对象、对象关系与 XML: 概念、模型、语言与标准

第 11 章	对象及对象关系数据库	287	11.2.2	使用引用类型的对象标识符	303
11.1	对象数据库概念概述	288	11.2.3	基于 UDT 创建表	303
11.1.1	面向对象的概念和特征	288	11.2.4	SQL 中操作的封装	304
11.1.2	对象标识以及对象和文字的比较	290	11.2.5	SQL 中的指定继承和函数重载	304
11.1.3	复杂类型结构的对象和文字	291	11.2.6	通过引用指定联系	305
11.1.4	操作封装和对象持久性	293	11.3	ODMG 对象模型和 ODL 对象定义语言	305
11.1.5	类型层次和继承	296	11.3.1	ODMG 对象模型概述	306
11.1.6	其他面向对象的概念	298	11.3.2	ODMG 对象模型中的继承	311
11.1.7	对象数据库概念小结	299	11.3.3	对象模型中的内置接口和类	311
11.2	对象-关系特征: SQL 标准中的对象数据库扩展	300	11.3.4	原子 (用户定义) 对象	313
11.2.1	对象的用户定义类型和复杂结构	300			

11.3.5	类外延、码和 工厂对象	315	12.3	XML 文档、DTD 和 XML 模式	343
11.3.6	对象定义语言 ODL	317	12.3.1	合式、有效 XML 文档及 XML DTD ...	343
11.4	对象数据库概念设计	321	12.3.2	XML 模式	345
11.4.1	ODB 与 RDB 概念 设计的区别	321	12.4	从数据库存取 XML 文档	349
11.4.2	将 EER 模式映射为 ODB 模式	322	12.5	XML 语言	350
11.5	对象查询语言 OQL	324	12.5.1	XPath: 在 XML 中 指定路径表达式	350
11.5.1	简单 OQL 查询, 数据库入口点和 迭代变量	324	12.5.2	XQuery: 在 XML 中指定查询	352
11.5.2	查询结果和路径 表达式	325	12.5.3	XML 相关的其他 语言和协议	353
11.5.3	OQL 的其他特性	327	12.6	从关系数据库中抽取 XML 文档	353
11.6	ODMG 标准中的 C++ 语言绑定概述	331	12.6.1	基于平面或图数据 生成层次 XML 视图	353
11.7	本章小结	332	12.6.2	断开环以实现从图到 树的转换	357
	复习题	333	12.6.3	从数据库抽取 XML 文档的其他步骤	358
	练习题	334	12.7	本章小结	358
	选读文献	335		复习题	359
第 12 章	XML: 可扩展置标语言	337		练习题	359
12.1	结构化、半结构化和 非结构化数据	337		选读文献	359
12.2	XML 层次 (树) 数据模型	341			

第 5 部分 数据库编程技术

第 13 章	SQL 程序设计技术简介	363	SQLJ	366	
13.1	数据库程序设计: 问题与 技术	364	13.2.1	用嵌入式 SQL 检索 单个元组	366
13.1.1	数据库程序设计 方法	364	13.2.2	用嵌入式 SQL 使用游标检索 多个元组	369
13.1.2	阻抗失配	365	13.2.3	使用动态 SQL 在运行 时指定查询	371
13.1.3	数据库程序设计中的 典型交互序列	365	13.2.4	SQLJ: Java 中	
13.2	嵌入式 SQL、动态 SQL 和				