

21世纪高等学校规划教材 | 计算机科学与技术



数据库原理与应用

肖海蓉 主编

任民宏 副主编

清华大学出版社

数据库原理与应用

肖海蓉 主编
任民宏 副主编

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书以关系数据库管理系统 SQL Server 2012 为平台,通过案例全面而系统地从数据库基础、数据库原理和数据库应用与实践三个方面阐述了数据库的基本理论和设计方法。在数据库基础知识方面主要从宏观角度介绍数据库系统的相关概念、数据管理技术的发展、数据模型和数据库的体系结构,数据库原理包括关系数据库基本理论、关系规范化理论、数据库设计的方法和步骤,数据库应用与实践涵盖 SQL Server 2012 数据库管理系统、T-SQL 语言在 SQL Server 2012 中的使用、SQL Server 2012 的安全性、完整性控制、事务管理与并发控制、数据库的备份和恢复、数据库的初步编程、数据库建模以及数据库的研究领域等。

本书注重实用性,以案例为驱动,采用面向对象的方法,将数据库理论、数据建模以及 SQL Server 实践操作相结合,强化数据库的设计、建模及实践应用,并配有适量的例题、习题和电子课件,不仅可以作为计算机类专业、信息管理与信息系统专业、信息与计算科学专业及其相关专业的数据库教材,也可以作为其他专业数据库课程的参考教材,还可供从事数据库应用、设计、管理或开发的技术人员与管理人员参考。

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

数据库原理与应用/肖海蓉主编.--北京:清华大学出版社,2016

21 世纪高等学校规划教材·计算机科学与技术

ISBN 978-7-302-41870-2

I. ①数… II. ①肖… 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(2015)第 254531 号

责任编辑:郑寅堃 薛 阳

封面设计:傅瑞学

责任校对:时翠兰

责任印制:宋 林

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

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

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 装 者:清华大学印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:28.25 彩 插:1 字 数:689 千字

版 次:2016 年 1 月第 1 版 印 次:2016 年 1 月第 1 次印刷

印 数:1~1000

定 价:55.00 元

产品编号:063797-01

出版说明

随着我国改革开放的进一步深化,高等教育也得到了快速发展,各地高校紧密结合地方经济建设发展需要,科学运用市场调节机制,加大了使用信息科学等现代科学技术提升、改造传统学科专业的投入力度,通过教育改革合理调整和配置了教育资源,优化了传统学科专业,积极为地方经济建设输送人才,为我国经济社会的快速、健康和可持续发展以及高等教育自身的改革发展做出了巨大贡献。但是,高等教育质量还需要进一步提高以适应经济社会发展的需要,不少高校的专业设置和结构不尽合理,教师队伍整体素质亟待提高,人才培养模式、教学内容和方法需要进一步转变,学生的实践能力和创新精神亟待加强。

教育部一直十分重视高等教育质量工作。2007年1月,教育部下发了《关于实施高等学校本科教学质量与教学改革工程的意见》,计划实施“高等学校本科教学质量与教学改革工程(简称‘质量工程’)”,通过专业结构调整、课程教材建设、实践教学改革、教学团队建设等多项内容,进一步深化高等学校教学改革,提高人才培养的能力和水平,更好地满足经济社会发展对高素质人才的需要。在贯彻和落实教育部“质量工程”的过程中,各地高校发挥师资力量强、办学经验丰富、教学资源充裕等优势,对其特色专业及特色课程(群)加以规划、整理和总结,更新教学内容、改革课程体系,建设了一大批内容新、体系新、方法新、手段新的特色课程。在此基础上,经教育部相关教学指导委员会专家的指导和建议,清华大学出版社在多个领域精选各高校的特色课程,分别规划出版系列教材,以配合“质量工程”的实施,满足各高校教学质量和教学改革的需要。

为了深入贯彻落实教育部《关于加强高等学校本科教学工作,提高教学质量的若干意见》精神,紧密配合教育部已经启动的“高等学校教学质量与教学改革工程精品课程建设工作”,在有关专家、教授的倡议和有关部门的大力支持下,我们组织并成立了“清华大学出版社教材编审委员会”(以下简称“编委会”),旨在配合教育部制定精品课程教材的出版规划,讨论并实施精品课程教材的编写与出版工作。“编委会”成员皆来自全国各类高等学校教学与科研第一线的骨干教师,其中许多教师为各校相关院、系主管教学的院长或系主任。

按照教育部的要求,“编委会”一致认为,精品课程的建设工作从开始就要坚持高标准、严要求,处于一个比较高的起点上;精品课程教材应该能够反映各高校教学改革与课程建设的需要,要有特色风格、有创新性(新体系、新内容、新手段、新思路,教材的内容体系有较高的科学创新、技术创新和理念创新的含量)、先进性(对原有的学科体系有实质性的改革和发展,顺应并符合21世纪教学发展的规律,代表并引领课程发展的趋势和方向)、示范性(教材所体现的课程体系具有较广泛的辐射性和示范性)和一定的前瞻性。教材由个人申报或各校推荐(通过所在高校的“编委会”成员推荐),经“编委会”认真评审,最后由清华大学出版

社审定出版。

目前,针对计算机类和电子信息类相关专业成立了两个“编委会”,即“清华大学出版社计算机教材编审委员会”和“清华大学出版社电子信息教材编审委员会”。推出的特色精品教材包括:

(1) 21 世纪高等学校规划教材·计算机应用——高等学校各类专业,特别是非计算机专业的计算机应用类教材。

(2) 21 世纪高等学校规划教材·计算机科学与技术——高等学校计算机相关专业的教材。

(3) 21 世纪高等学校规划教材·电子信息——高等学校电子信息相关专业的教材。

(4) 21 世纪高等学校规划教材·软件工程——高等学校软件工程相关专业的教材。

(5) 21 世纪高等学校规划教材·信息管理与信息系统。

(6) 21 世纪高等学校规划教材·财经管理与应用。

(7) 21 世纪高等学校规划教材·电子商务。

(8) 21 世纪高等学校规划教材·物联网。

清华大学出版社经过三十多年的努力,在教材尤其是计算机和电子信息类专业教材出版方面树立了权威品牌,为我国的高等教育事业做出了重要贡献。清华版教材形成了技术准确、内容严谨的独特风格,这种风格将延续并反映在特色精品教材的建设中。

清华大学出版社教材编审委员会

联系人:魏江江

E-mail:weijj@tup.tsinghua.edu.cn



前言

随着互联网的发展、大数据时代的来临,信息资源已成为各行各业的重要资源和财富,作为实施有效信息处理的数据库已经成为当今企事业单位和政府部门不可缺少的技术,每个员工每天都在直接或间接地与数据库打交道,可以说数据库已经成为整个信息社会赖以运转的基础。而数据库技术作为信息技术和信息产业的重要支柱,是目前 IT 行业中发展最快的技术之一,已经广泛应用于各种类型的数据处理系统之中,并成为计算机信息系统与各种应用系统的核心技术和重要基础,在社会各个领域发挥着强大的作用。

作为计算机学科和相关学科教育中的核心部分,数据库原理与应用课程是高等学校计算机类、信息类等相关专业的专业基础课,也是一门专业核心课程。作为数据库类课程群的一门基础课程,其主要内容包括数据库系统基础知识,关系数据模型,关系数据库,关系数据库的规范化理论,数据库设计,SQL Server 2012 数据库管理系统,T-SQL 语言在 SQL Server 2012 数据库管理系统的应用,数据库安全性、完整性、事务管理与并发控制,数据库恢复技术以及存储过程、触发器的编程技术等。

学习本课程的目的是使读者掌握如何利用数据模型描述现实世界中各种对象以及对象之间的相互关系,如何高效地存储数据、如何使用和管理数据,如何利用数据建模的理论和解决方法解决基于实际应用而提出的各种需求,从实践中充分理解数据库、数据库管理系统、数据库系统之间的关系,理解原理、设计 and 应用之间的关系,强化数据库理论、数据库设计的方法和步骤,了解目前数据管理技术的发展方向,为进一步学习数据库类课程群的后续系列课程,特别是数据库的应用开发技术课程打下坚实的基础。

目前市面上关于数据库原理与应用的教材很多,内容上要么偏重理论,要么实践上主要介绍某个数据库管理系统的简单操作与应用,并且数据库的整个分析与设计过程大都采用传统结构化的面向过程方法。鉴于数据库系统成功的关键在于数据库设计的好坏,同时针对读者学完数据库课程之后的普遍感受:数据库原理内容单调而枯燥,不容易理解。本次编写的数据库原理与应用教材,以数据库原理的核心理论为指导,采用面向对象的方法,以具体的软件项目为实例,突出以实际应用为主,同时引入数据建模工具 Power Designer,让读者在具体的实践中理解基本理论,并体会数据库设计的重要性。

本书在编写形式上,强调启发读者的思维,在掌握基本知识的基础上,引导读者思考,拓宽读者思路。在内容题材的选取上,凝聚了课程组多年来在基于数据库的信息系统的科研实践中的经验、体会,并结合课程组教师多年的数据库教学经验的积累和总结以及数据库类课程群建设方面的经验和成果,突出以实际应用为主,将数据库原理理论与目前最具典型代表性的 SQL Server 2012 数据库管理系统与最为流行的数据建模工具 Power Designer 相结合,通过分析和解剖数据库设计案例,将读者易于理解的应用实例贯穿原理理论内容中,帮助读者从不同角度理解和掌握抽象的原理理论,使原理与应用相互融合,以应用带动和强化原理,用原理指导应用。同时将数据库设计方法、数据库建模工具和数据库设计案例相结

合,培养读者数据建模的思想,使读者不仅会用数据库,更会分析、设计、管理数据库,既可提高读者的实际动手能力,又为开发数据库应用程序奠定坚实的基础。

全书共分 10 章,各章的内容安排如下。

第 1 章为数据库系统概述,主要内容包括数据库基础知识,数据管理技术及其发展,数据库系统的结构,数据模型,主流数据库管理系统。

第 2 章为关系数据库基础,以关系数据模型的三大要素数据结构、数据操作和数据的完整性为主线,主要介绍关系数据库中的基本概念、关系代数、关系演算。

第 3 章为数据库设计,通过案例全面地介绍数据库设计的过程,主要内容包括面向对象的数据库设计方法和设计步骤,对象模型、概念数据模型的设计过程以及如何将概念数据模型转换为关系模型。

第 4 章为关系数据库规范化理论,介绍关系数据库模式的理论基础,主要内容包括关系规范化的必要性,函数依赖、逻辑蕴涵、属性集闭包的概念,范式的判定,Armstrong 公理系统,模式分解及其准则。

第 5 章为数据库管理系统 SQL Server 2012,主要内容包括 SQL Server 2012 常用管理工具的使用,SQL Server 2012 数据库的基本结构,以及如何使用 SQL Server Management Studio(SSMS)图形化管理工具创建、管理数据库,创建、管理基本的数据库对象等。

第 6 章为 T-SQL 在 SQL Server 2012 中的使用,主要内容包括数据定义语言、数据查询语言、数据更新语言和数据控制语言在 SQL Server 2012 的使用方法,T-SQL 常用的语言元素,存储过程、触发器编程,以及嵌入式 SQL 的编程思想。

第 7 章为数据库的安全性和完整性控制,主要介绍了 SQL Server 2012 数据库的安全性管理和完整性控制。安全性管理包括 SQL Server 2012 的安全认证模式,登录账号,用户账号和角色的管理,权限管理操作;完整性控制包括完整性约束条件、完整性的实现方法。

第 8 章为数据库的事务管理和并发控制,主要内容包括事务的概念、状态和特性,事务控制,锁的概念,基于锁的封锁协议,并发调度的可串行性,SQL Server 2012 并发控制机制。

第 9 章为数据库的备份与恢复,主要介绍了 SQL Server 2012 数据库备份和恢复技术,包括数据库备份的方式、备份操作、数据库恢复方式和恢复操作。

第 10 章为数据库的研究领域,主要介绍数据库技术与其他技术相结合而出现的应用领域和数据库技术的新发展。

附录中通过贯穿本书的案例高校图书管理系统,主要介绍了数据建模工具 Power Designer 16.5 的数据建模过程。其中重点演示了数据库建模的方法和步骤,以及如何通过建立的物理数据模型生成数据库。

与其他教材相比,本书具有如下特点。

1. 采用面向对象的方法

从获取应用需求到数据库设计,打破传统教材的结构化设计方法,采用面向对象的分析和设计方法,用对象分解取代功能分解。

2. 以案例为驱动,培养读者应用建模能力

引入数据建模的思想,根据高校图书管理系统的应用需求,介绍了数据建模的基本理论

和方法,同时在附录中通过案例介绍了最为流行的数据建模工具 Power Designer 16.5,使读者进一步理解数据库设计的思想,在实践中体会数据库建模的重要性,提高数据库设计的能力。

3. 理论实践相结合

针对 SQL 语言的内容,打破传统教材先编写标准 SQL 语言、再编写其应用的惯例,本书把 SQL 的整个知识点贯穿到 SQL Server 2012 的应用中,以案例为驱动,使理论与实践相结合,加深读者印象。

4. 明确学习内容和目标,方便总结和复习

每一章内容介绍之前,均设置本章的学习目标、学习重点和难点,这样可以使读者明确本章的要求和学习内容,每一章配有适量的例题,所有例题均在 SQL Server 2012 环境中调试通过。章末设置本章内容小结和习题,加强读者对本章所学知识的理解、掌握和巩固,并鼓励学生在教材知识的基础上,进行自主、扩展学习。

5. 方便读者阅读

内容上图文并茂,逻辑性强,层次分明,方便读者阅读。

本书是集体智慧的结晶,由肖海蓉任主编,任民宏任副主编,鲁秋菊参编。其中,肖海蓉编写第 1 章、第 3 章、第 4 章、第 5 章、第 6 章和附录,任民宏编写第 7 章、第 8 章和第 10 章,鲁秋菊编写第 2 章和第 9 章。

本书不仅可以作为计算机类专业、信息管理与信息系统专业、信息与计算科学专业及其相关专业的数据库教材,也可以作为其他专业数据库课程的参考教材,还可供从事数据库应用、设计、管理或开发的技术人员和管理人员参考。为配合本课程的教学需要,本教材为教师配有习题参考答案,可发 E-mail(Zhengyk@tup.tsinghua.edu.cn)联系索取。

本书的出版得到了清华大学出版社的大力支持,责任编辑在书稿结构和表达方式上给出了一些指导性的意见,在此表示由衷的感谢。本书在编写过程中,参阅了大量的参考书目和文献资料,在此向参考资料的作者表示深深的感谢。另外,在编写期间,许多老师和读者也对本书的编写提出了许多宝贵建议和修改意见,陈凯、付凯、韦澄杰、张攀在本书的编写过程中做了大量辅助性的工作,在此表示由衷的感谢。由于编者水平有限,加之时间仓促,书中难免还会存在一些疏漏与错误,恳请读者批评指正。如果读者有好的建议或意见,可将邮件发至信箱 xhr1226@163.com。

编 者

2015.10

目 录

第 1 章 数据库系统概述	1
1.1 数据库基础知识	1
1.1.1 认识数据库及其应用	1
1.1.2 数据库的基本概念	3
1.2 数据管理技术的发展	12
1.2.1 数据管理技术的发展阶段	12
1.2.2 数据库技术的发展	18
1.2.3 当代信息系统环境对数据库技术的要求	19
1.3 数据库系统的结构	20
1.3.1 相关概念	20
1.3.2 数据库系统的内部体系结构	21
1.3.3 数据库系统的外部体系结构	25
1.3.4 用户访问数据库的过程	31
1.4 数据模型	32
1.4.1 信息的三个世界	32
1.4.2 数据模型及其分类	35
1.5 主流关系数据库管理系统介绍	38
本章小结	41
习题 1	41
第 2 章 关系数据库基础	45
2.1 关系的概念	45
2.2 关系数据模型	48
2.2.1 关系模型及其要素	48
2.2.2 关系的性质及类型	49
2.3 关系代数	51
2.3.1 关系代数概述	51
2.3.2 传统的集合运算	51
2.3.3 专门的关系运算	53
2.3.4 关系代数运算实例分析及查询优化	56
2.4 关系演算	58
2.4.1 元组关系运算	58

2.4.2 域关系运算	60
本章小结	62
习题 2	62
第 3 章 数据库设计	65
3.1 数据库设计概述	65
3.1.1 数据库设计的基本任务和目标	65
3.1.2 数据库设计的特点与方法	67
3.1.3 数据库设计步骤	68
3.2 需求分析	71
3.2.1 需求分析的任务	71
3.2.2 用例建模	72
3.2.3 对象模型	73
3.2.4 需求分析案例	80
3.3 数据库概念结构设计	84
3.3.1 概念结构设计概述	84
3.3.2 概念结构设计任务	88
3.3.3 概念结构设计案例	93
3.3.4 概念设计的其他问题	94
3.4 数据库逻辑结构设计	98
3.4.1 逻辑结构设计任务	99
3.4.2 概念模型转换为关系模型的方法	99
3.4.3 关系模型优化	104
3.4.4 逻辑结构设计案例	107
3.5 数据库的物理结构设计	107
3.5.1 影响物理结构的主要因素	108
3.5.2 物理结构设计任务	108
3.5.3 物理结构设计案例	113
3.6 数据库的实施	114
3.7 数据库的运行和维护	115
本章小结	116
习题 3	117
第 4 章 关系数据库规范化理论	122
4.1 问题导入	122
4.1.1 关系模式规范化的必要性	123
4.1.2 关系模式的规范化	125
4.2 函数依赖及关系的范式	131
4.2.1 函数依赖的定义及分类	131

4.2.2 关系的范式及其规范化·····	134
4.3 函数依赖的公理系统·····	146
4.3.1 Armstrong 公理系统·····	146
4.3.2 函数依赖集的等价和最小化·····	150
4.4 关系模式的分解·····	151
4.4.1 模式分解的准则·····	152
4.4.2 模式分解的算法·····	155
本章小结·····	156
习题 4·····	157
第 5 章 数据库管理系统 SQL Server 2012 ·····	162
5.1 SQL Server 2012 简介·····	162
5.1.1 SQL Server 2012 的体系结构·····	163
5.1.2 SQL Server 2012 的主要特性·····	164
5.1.3 SQL Server 2012 的安装·····	166
5.1.4 SQL Server 2012 的配置·····	178
5.2 SQL Server 2012 常用管理工具·····	181
5.2.1 SQL Server Management Studio·····	181
5.2.2 SQL Server 2012 的配置工具·····	184
5.2.3 SQL Server 2012 的性能工具·····	185
5.3 创建服务器组和注册服务器·····	188
5.3.1 服务器组的创建与删除·····	188
5.3.2 服务器的注册、删除和连接·····	190
5.3.3 启动和关闭 SQL Server 2012 服务器·····	192
5.4 SQL Server 2012 数据库操作·····	193
5.4.1 SQL Server 2012 的数据库基本结构·····	193
5.4.2 使用 SSMS 创建数据库·····	198
5.4.3 数据库的管理·····	201
5.5 SQL Server 2012 数据库基本对象操作·····	206
5.5.1 SQL Server 2012 的数据类型·····	206
5.5.2 表的创建和维护·····	209
5.5.3 数据库关系图的创建和维护·····	219
5.5.4 索引的创建和维护·····	222
5.5.5 视图的创建和维护·····	227
5.5.6 存储过程的创建和维护·····	230
5.5.7 触发器的创建和维护·····	235
本章小结·····	237
习题 5·····	238

第 6 章 T-SQL 在 SQL Server 2012 中的使用	240
6.1 SQL 概述	240
6.1.1 SQL 的发展历程	240
6.1.2 T-SQL 组成和特点	241
6.1.3 T-SQL 的基础知识	243
6.2 数据定义语言在 SQL Server 2012 的使用	245
6.2.1 数据库定义	245
6.2.2 基本表的定义	249
6.2.3 索引的定义	256
6.2.4 视图的定义	259
6.3 数据查询在 SQL Server 2012 的应用	265
6.3.1 SELECT 语句介绍	266
6.3.2 简单查询	267
6.3.3 连接查询	274
6.3.4 嵌套查询	278
6.3.5 组合查询	284
6.4 数据更新在 SQL Server 2012 的使用	286
6.4.1 插入数据	286
6.4.2 修改数据	290
6.4.3 删除数据	291
6.4.4 数据更新操作检查的完整性	293
6.5 数据控制在 SQL Server 2012 的应用	293
6.5.1 数据控制方法与 SQL Server 的数据库操作权限	293
6.5.2 数据控制实例分析	294
6.6 数据库初步编程	295
6.6.1 T-SQL 常用的语言元素	295
6.6.2 存储过程编程	303
6.6.3 触发器编程	305
6.7 嵌入式 SQL	311
6.7.1 如何区分 SQL 语句和主语言语句	311
6.7.2 嵌入式 SQL 的处理过程	311
6.7.3 SQL 与主语言间的通信	312
6.7.4 两种不同数据处理方式的协调	313
本章小结	318
习题 6	319
第 7 章 数据库的安全性和完整性控制	324
7.1 数据库的安全性控制	324

7.1.1	数据库安全性控制方法	324
7.1.2	SQL Server 2012 系统的安全体系结构	328
7.1.3	SQL Server 2012 的用户和角色管理	329
7.1.4	SQL Server 2012 的架构管理	345
7.1.5	SQL Server 2012 的权限管理	348
7.2	数据库的完整性控制	353
7.2.1	完整性约束条件及完整性控制	353
7.2.2	SQL Server 2012 的数据库完整性实现方法	357
	本章小结	359
	习题 7	359
第 8 章	数据库的事务管理与并发控制	362
8.1	事务管理	362
8.1.1	问题背景	362
8.1.2	事务的概念和特性	363
8.1.3	事务的控制	365
8.2	并发控制	367
8.2.1	问题导入	367
8.2.2	锁概述	368
8.2.3	基于封锁的协议	371
8.2.4	封锁带来的问题	372
8.2.5	并发调度的可串行性	372
8.2.6	SQL Server 2012 的并发控制机制	374
	本章小结	378
	习题 8	379
第 9 章	数据库的备份与恢复	383
9.1	数据库的备份	383
9.1.1	备份的相关概念	383
9.1.2	SQL Server 2012 数据备份方式	384
9.1.3	SQL Server 2012 备份设备的管理	385
9.1.4	SQL Server 2012 数据库备份	389
9.2	数据库的恢复	391
9.2.1	SQL Server 2012 数据恢复模型	391
9.2.2	SQL Server 2012 数据库恢复	392
9.2.3	SQL Server 2012 数据库的分离和附加	394
9.3	数据的转换	397
9.3.1	SQL Server 2012 数据导出	397
9.3.2	SQL Server 2012 数据导入	400

本章小结	406
习题 9	406
第 10 章 数据库的研究领域	408
10.1 概述	408
10.1.1 数据模型的发展	408
10.1.2 数据库技术与其他技术相结合	409
10.1.3 面向应用领域的数据库新技术	409
10.2 分布式数据库系统	409
10.2.1 分布式数据库技术概述	409
10.2.2 分布式数据库系统的体系结构	412
10.2.3 分布式数据库系统的组成和功能	415
10.3 数据仓库与数据挖掘技术	415
10.3.1 数据仓库	415
10.3.2 数据挖掘技术	418
10.4 数据库技术和人工智能技术相结合	418
10.4.1 知识库	418
10.4.2 主动数据库	419
10.4.3 模糊数据库	420
10.5 并行数据库	421
10.5.1 概述	421
10.5.2 并行数据库系统的目标和研究的问题	421
10.6 移动数据库	422
10.6.1 概述	422
10.6.2 移动数据库的关键技术	423
10.7 空间数据库	424
10.7.1 概述	424
10.7.2 空间数据库研究的主要内容	424
本章小结	425
习题 10	425
附录 A 数据库设计工具 Power Designer 16.5	427
参考文献	437

数据库系统概述

学习目标

- 了解数据库技术、数据管理技术的发展历程；
- 理解数据库、数据库管理系统、数据库系统的概念以及相互之间的关系，数据库系统的组成以及各部分的作用；
- 掌握数据库管理系统的主要功能，数据库系统阶段数据管理的主要特点；
- 掌握数据库系统的三级模式结构和两级映像，理解数据库应用系统体系结构的三层架构的作用；
- 理解信息的三个世界、数据模型的三个层次及其组成要素；
- 了解目前市面上主流关系数据库管理系统的特性。

重点：数据库管理系统的概念和功能、数据库系统阶段数据管理的特点。

难点：数据模型的三个层次、数据库系统的三级模式结构。

数据库和数据库系统已成为现代社会日常生活中的重要组成部分，到银行存取款，到淘宝、天猫网店购物，到图书馆借书等都离不开数据库的支持。随着全球数字化、网络宽带化、互联网应用于各行各业，累积的数据量越来越大，而这些杂乱无章的数据一般不能直接给人类的各项社会活动带来社会效益，这就需要对这些数据进行科学的组织和存储、高效的获取和处理，从而得到有价值的信息，进而帮助人们做出正确的决策。那么，如何组织和存储数据、如何处理数据、如何获取数据呢？这些都需要数据库技术的支持。因此，数据库已成为现代社会的一个重要基础。

1.1 数据库基础知识

数据库技术作为数据管理最有效的手段，是现代计算机信息系统和计算机应用系统的基础和核心。本节首先通过介绍具有代表性的数据库的应用，引入数据库中的相关术语和基本概念。

1.1.1 认识数据库及其应用

生活中，我们经常使用数据库，无论是家庭、企业、政府部门，都需要使用数据库来存储数据信息。从桌面的数据库到大型相互关联组织的分布式数据库，数据库已成为越来越重要的商业资产。

1. 场景引入

问题：什么是数据库？数据库用来做什么？生活中哪些地方使用了数据库？如何描述、组织这些数据？如何存取这些数据？什么是数据库管理系统？应用程序如何访问数据库？如何提高大量数据的访问效率？多人如何操作数据库？哪些人可以操作哪些数据？数据库、数据库管理系统和数据库系统是什么关系？应用程序和数据库管理系统又是什么关系？

2. 数据库的应用

数据库的应用领域非常广泛，只是应用程序界面向用户隐藏了访问数据库的细节，以至于大多数用户可能没有意识到他们正在和一个数据库打交道，然而访问数据库已经成为当今几乎每个人生活中不可缺少的组成部分。以下是一些具有代表性的应用。

1) 图书管理

图书馆是高校图书资料的情报中心，是为大众服务的学术性机构。图书馆一般会拥有一个包含所有图书详细信息的数据库。在图书馆的正常运营中，总是面对大量的借阅者信息，书籍信息以及由两者相互作用产生的借书、还书、预订等信息。建立图书管理系统，能够提高图书馆的管理水平。具体体现在：能够判断读者的借阅证是否有效，能够记录借阅者的借书信息、借阅日期等流通信息，借阅者是否有超期的书、是否超期末付款，以及借阅者的级别及最大的借阅次数；系统用户能够根据图书类别、图书名称、出版社等信息查询库中的图书；图书管理员、图书借阅者能够查询借阅者及借阅者的详细借阅信息；对借阅者有挂失的图书，查询借阅者所有借出的书籍的流通信息，修改流通信息，并做挂失处理；对有超期记录的借阅者，根据有关规定进行罚款处理，修改相应的流通记录，并把罚款记录保存于表单。

2) 企业客户关系管理

企业为客户而生，目的是为股东获得利润，只有服务好客户，才能获得利润。因此，客户管理在企业经营中的地位越来越重要。建立客户关系管理系统，企业能够向客户提供自动化的业务流程，为各个部门的业务人员的日常工作提供客户资源共享，为客户提供优质的服务。而数据库是客户关系管理的重要组成部分，是企业前台各部门进行各种业务活动的基础，是后台分析人员从大量交易数据中提取有价值的各种信息的来源。例如，能够针对不同客户群建立客户档案，实现客户细化管理；能够跟踪查询客户的消费行为和消费状况，根据客户消费记录，统计、分析客户消费行为习惯，建立客户流失预警，并针对不同客户采取不同的营销策略，预测未来客户需求；能够从服务项目、价格、工作效率、服务态度、服务意识等方面，根据数据库中的数据动态生成客户满意度图表。

3) 信用卡购物

当顾客使用信用卡购物时，服务人员需要检查顾客是否有足够的剩余金额可以购买该商品。在检查的过程中，需要访问数据库中包含的顾客信用卡进行购物的信息。为了检查顾客信用卡，存在一个数据库应用程序，此程序使用顾客的信用卡号码来检查顾客想购买的商品的价格，以及顾客这个月已经购买的商品总额是否在信用限度内。当购买被确认有效后，则这次的购买详细信息又被添加到这个数据库中。在确认此次购买生效之前，这个应用

程序也会访问数据库,检查该信用卡是否在丢失列表中。

4) 使用 Internet

Internet 上的很多站点都是由数据库应用程序驱动的。例如,当用户在中国知网网站搜索某期刊的某篇论文时,其实用户正在访问存储在中国期刊网某个数据库中的数据;当用户通过 Web 访问某个银行网站,检索其交易明细和账户余额时,这些信息也是从银行的数据库中提取出来的,同时用户的查询记录也可能被保存到某个数据库中;当用户通过 Web 查询航班信息时,其实用户正在访问存储在航班管理数据库系统中的数据;当用户在淘宝网店确认了一个网上订单,则其订单信息也就保存到了某个数据库中。

以上只是几种数据库系统应用,毫无疑问,还有更多的应用情况,如国防军工领域、科技发展领域、企业人事管理、企业销售管理、制造业管理、证券管理、航空售票管理、银行账务管理、医院诊断管理、电信业务管理、电子政务管理、学校教务管理、学籍管理、科研管理、毕业设计管理等。尽管人们已经熟知并常用这些应用,但在这些应用的背后却隐藏着复杂的计算机技术,这种技术的核心就是数据库本身。

当然,随着信息时代的发展,数据库也相应产生了许多新的应用领域,如移动数据库、空间数据库、多媒体数据库、专家决策系统等。

3. 数据库应用系统示例

图 1-1 给出了一个关于高校图书管理系统数据库的简单示例。其中,图 1-1(a)表示读者类别信息、图 1-1(b)表示读者信息、图 1-1(c)表示图书信息、图 1-1(d)表示读者借阅信息。

应用该数据库,可以查询高校图书馆的所有图书信息、读者信息以及不同读者的借阅信息,图 1-1 是该数据库所涉及的部分数据信息。该数据库由 4 张基本表组成,每个基本表存储了同一记录结构的数据。读者类别表存储了不同类别读者的相关信息,包括类别编号、类别名称、可借阅天数、可借阅数量、超期罚款额;读者表存储了每位读者的相关信息,包括读者卡号、姓名、性别、单位、办卡日期、卡状态;图书表存储了库中图书的相关信息,包括图书编号、书名、类别、作者、出版社、出版日期、单价、库存数量;而借阅表存储了每位读者借阅相关图书的详细信息,包括读者卡号、图书编号、借书日期、还书日期。

要定义此数据库,也就是设计数据库的结构,必须指定每张基本表的记录结构,并指定各个数据元素的数据类型。为了构建这个高校图书管理数据库,必须把每位读者的读者类别、图书、图书借阅情况等信息以记录的形式存储在适当的基本表中。而不同基本表中的记录可能是相关的,如读者表中的类别编号与读者类别表中的类别编号有关。

该数据库设计好后,则考虑如何对数据进行存储操作以及读取操作,如数据查询、修改、插入、删除等,在对数据进行操作的过程中,如何保证数据的正确、有效,安全性、并发性等,这些都是系统的基本任务。此案例系统将贯穿本书的每一章。

1.1.2 数据库的基本概念

为了便于理解什么是数据库以及数据库技术对各行各业信息管理的支撑作用,首先要介绍数据库最常用的术语和基本概念,本节主要介绍数据库、数据库管理系统、数据库系统、数据库管理员。