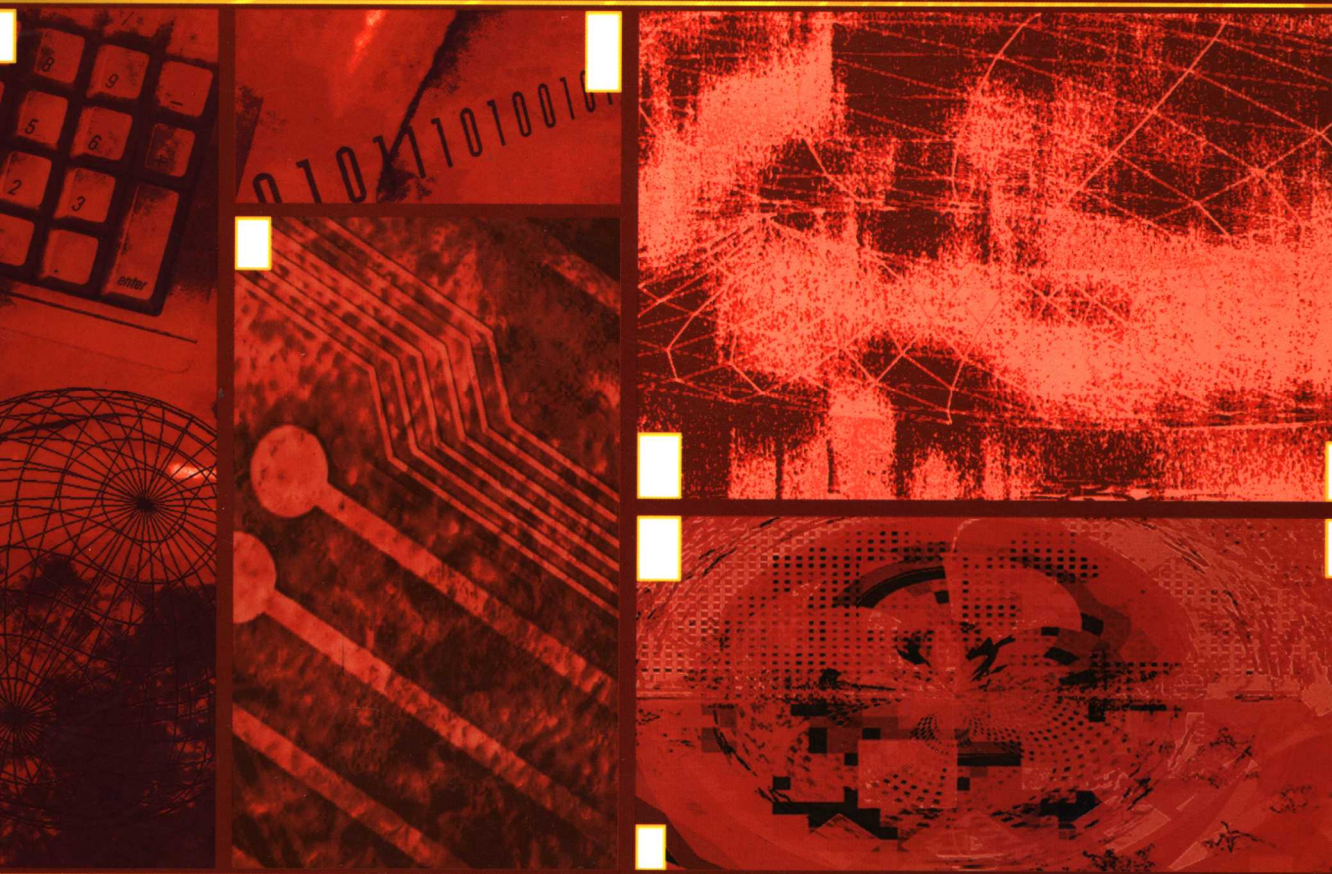


国家示范性软件职业技术学院系列教材

数据库原理及应用 案例教程

寿建霞 毛国红 张 繁 编著

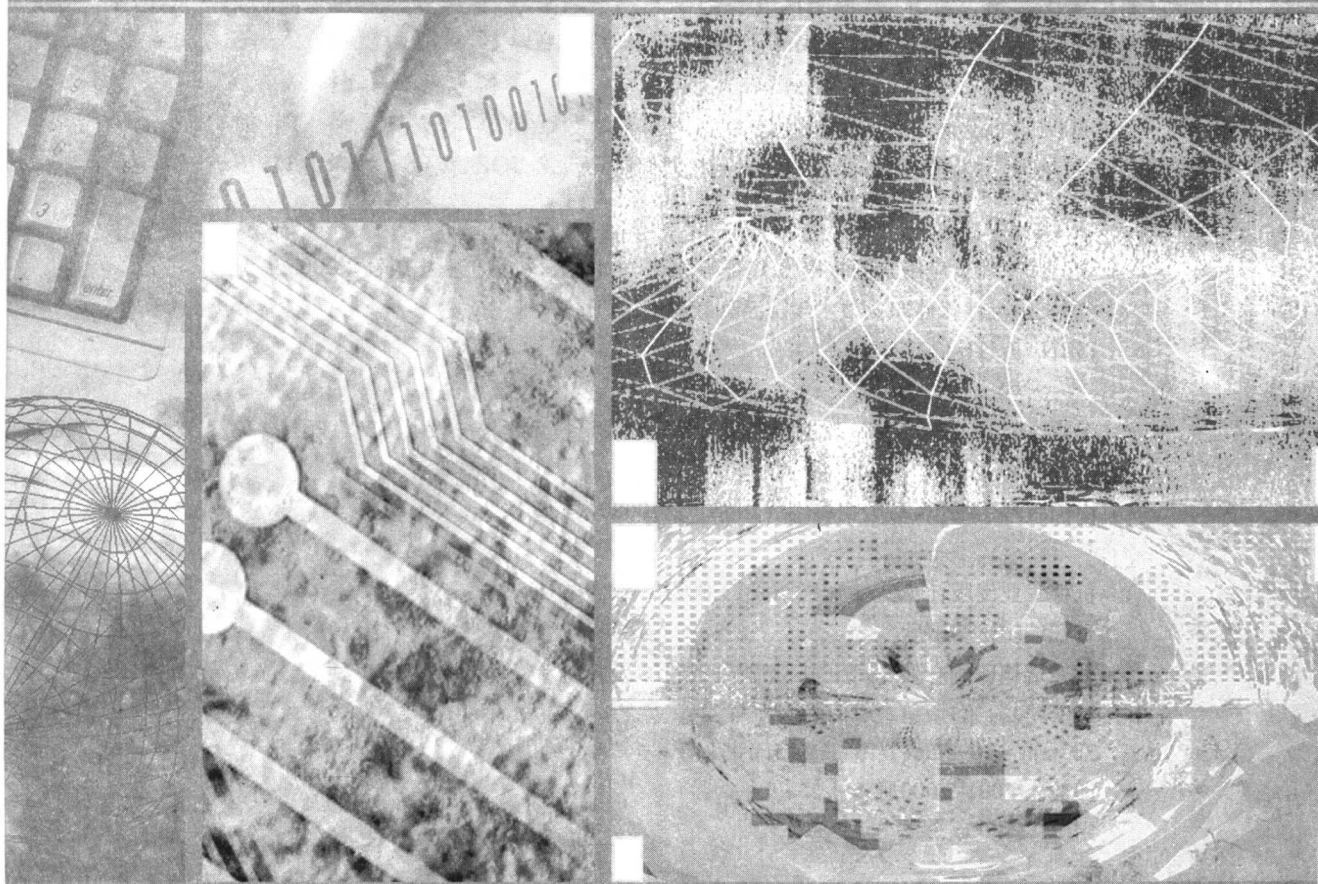


机械工业出版社
China Machine Press

国家示范性软件职业技术学院系列教材

数据库原理及应用 案例教程

寿建霞 毛国红 张 繁 编著



机械工业出版社
China Machine Press

全书以流行的SQL Server 2000为实验平台,讲述了数据库系统基本概念、关系模型、SQL语言及开发平台、数据库逻辑设计与规范化、数据库的安全与保护等内容。每章均附有习题,附录给出SQL语言的上机实验及一个实例数据库系统。教材中所有的案例、习题、实验都提供完整的、已上机验证过的程序文档供下载,同时为教师提供精美完整的PPT电子课件。

本书以案例来解析数据库原理,概念清楚、重点突出,适合作为国家示范性软件职业技术学院、高职高专学校、成人教育学院数据库原理与应用课程的教材,也很适合作为数据库原理自学教材和参考书。对于非计算机专业的本科学生,如果希望学到关键、实用的数据库技术,也可采用本书作为教材。

版权所有,侵权必究。

本书法律顾问 北京市展达律师事务所

图书在版编目(CIP)数据

数据库原理及应用案例教程/寿建霞等编著. -北京:机械工业出版社,2005.9

(国家示范性软件职业技术学院系列教材)

ISBN 7-111-17272-8

I. 数… II. 寿… III. 数据库系统-高等学校:技术学校-教材 IV. TP311.13

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第100804号

机械工业出版社(北京市西城区百万庄大街22号 邮政编码 100037)

责任编辑:姜淑欣

北京瑞德印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2006年1月第1版第2次印刷

787mm×1092mm 1/16·12.75印张

印数:4 001-7 000册

定价:22.00元

凡购本书,如有倒页、脱页、缺页,由本社发行部调换

本社购书热线:(010) 68326294

出版者的话

近年来,随着我国教育的不断深入,高等职业教育发展迅速,无论是办学规模、数量和专业设置,还是办学条件和招生人数,都大大好于历史上任何一个时期。特别是继2003年教育部批准35所学校成立示范性软件职业技术学院以来,我国的软件人才培养格局得到了进一步改善,软件人才培养形成了多层次、多样化的结构。两年前的这一重大改革尝试,对于加大软件人才培养力度和提高软件人才培养质量,构建功能配套的软件人才培养体系,尽快满足国家软件产业发展对高素质软件职业技术人才的迫切需求,实现软件产业人才培养方面的跨越式发展,推动高等职业教育办学体制、培养模式的改革,具有重大意义,必将为我国软件产业的持续发展带来源源不竭的推动力。

示范性软件职业技术学院的目标,是建设一批能够培养大量具有竞争能力的实用型软件技术人才的基地,面向就业,产学结合,为我国专科层次软件职业技术人才培养以及高等职业教育的持续健康发展起到示范作用。示范性软件职业技术学院有别于传统高职教育的鲜明特点是,学生在学习期间就能够参加实际的软件开发工作,突出以技术应用能力为核心的人才培养特点,以职业技术需要为依据,针对行业按需培养具有良好实践技能的一线应用型人才。

教材作为知识的载体,是人才培养过程中传授知识、训练技能和发展智力的重要工具之一,也是学校教学、科研水平的重要反映。它不仅是教师传授知识的媒体,而且也成为培养学生综合能力的媒介,在教学中起到保证教学质量、主导教学方向的作用。虽然软件职业技术教育才刚刚起步,但其发展速度非常之快,有些课程还来不及编写专用的教材,还不同程度地借用着本科教材或沿用“本科压缩型”的专科教材和使用自编校内讲义,或者理论偏深,或者内容过于肤浅,或者知识过于陈旧,或者缺乏高职特色且实践环节薄弱,缺乏实际工作中的应用实例。显然,这样的教材是不适合软件职业技术学院用来培养大量就业能力强的高质量实用型软件技术人才的。“工欲善其事,必先利其器”。为了实现软件职业技术学院的培养计划,不断推进软件职业技术教育的健康发展,必须使软件职业技术学院的教材建设与之相适应。为适应二年制软件职业技术学院教学的需要,机械工业出版社华章分社秉承“出版要为教育服务”的理念,组织行业、企业的有关专家和相关院校的“双师型”优秀骨干教师,根据教学环节和职业技能鉴定考核的要求,密切配合实训,认真规划了当前急需的各种教材,从而倾心编写和出版了编写一批具有鲜明高职特色与职业资格证书和技术等级证书有机结合的实用教材。

首批推出的是最有创新点和最具特色的专业基础课系列教材,其鲜明特色是:

(1) 定位准确。本着厚基础、重能力、求创新的总体思路,优化整合课程内容,从内容选材、教学方法、学习方法、实验和实训配套等方面突出高职教育的特点。按照国际软件产业的发展趋势和专业课教学计划,坚持学科定位,坚持办学方向,大力推动技术应用型人才的培养。突出对学生应用能力培养的特点,摆脱理论分析长而深的模式,增加并充实应用实例的内容。对职业岗位所需知识和能力结构进行恰当的设计安排。在知识的实用性、综合性上多下功夫,理论联系实际,加强操作与实训,把学生应用能力的培养融会贯通于教材之中。以就业为导向,打破传统学科教育的教学模式,以社会需要为目标,根据岗位和岗位群所需

能力与素质,提炼、整合成专业课程体系,构建新型高职教学模式,培养实践技能强、具有良好职业道德的技术应用型人才。

(2) 优势明显。繁荣高等职业教育教材事业,提高教材质量的基础和关键是教师。为此,我们建立了一支老、中、青相结合的教材编写队伍,他们都是知识功底扎实、教学经验丰富的主讲教师,所从事的都是其所在学校有学科优势的专业。他们在处理知识、能力和素质三者辩证统一的关系方面有独到见解。在内容的组织上,以素质教育为核心,正确把握新世纪教学内容和课程体系的改革方向,力争编写出高质量、有特色、有水平的好教材,以实现教材内容和体系的创新。

(3) 特色鲜明。这套教材充分体现了二年制软件职业教育在教学改革建设中不断改进的理论教学方法和具有高职特色的培养模式,既跟踪现代科学技术的最新发展,适当阐述技术原理和依据,更重视案例式教学方法。各门基础理论课内容以必需和够用为度,其广度和深度取决于学习专业课的需要,“够用为主”。对学生向专业高层次发展很重要的那些内容,或扼要概述,或归为自学部分。这为学生根据所在岗位工作实际补充专业知识和进一步学习提供了便利,增强了可持续发展的能力。所选的例题、习题或案例均贴近实际,通过实习实训课练习实际操作,解决实践技能问题,强化动手能力训练,以适应对学生的基本训练和能力培养,适应学生的接受能力和知识水平,适应学生的兴趣和需要,从而有利于快速培养满足社会需求的技术型与技能型人才。在这套教材的编写过程中,始终贯彻了能够使学生终身受益的“授之以渔”的教育思想,从而确保这套教材质优实用、特色十足。

(4) 精益求精。为了确保这套教材及时反映科学技术的变化,突出先进性;确保提高教材建设的水平;突出创新性;确保在课程教学大纲的要求范围内,在强化基本理论、基础知识、基本技能上下功夫,突出实用性;确保总结以往教材建设的经验,切实转变和更新教育思想和观念,突出针对性,各参编单位认真组织,精心筹划,从大纲拟定到内容撰写,反复推敲,几易其稿,彻底摒弃了低水平的“剪刀+浆糊”式的“编”书方式;各主审单位高度负责,对每次修改都提出了许多建设性的意见和建议。不仅如此,每本专业教材还聘请一线工程技术人员参编或担任主审,使教材内容更贴近工程实际,使理论联系实际在教材中得以充分体现。这对确保教材的品高质优、简洁实用起到了至关重要的决定作用。

(5) 科学严谨。主要体现在教材体系和教学内容两方面。一方面教材体系较好地体现了本门学科的内在科学逻辑,教材自身的章节与章节之间,内容、习题和附录之间等,都体现了科学的逻辑结构,恰当地反映了本学科与其他学科的外在联系。对基本概念、定理、定义的阐述准确无误,符合科学的抽象;对基本原理的论证、公式推导等符合科学的逻辑关系。另一方面,在教材内容安排上,从高职教育的特点出发,由浅入深,由简到繁,由具体到抽象,循序渐进,与教材的整个内容配套和协调,同时还涵盖了本学科领域的新进展、新方法、新技术,展示了本学科当前发展的最新水平,进而有利于培养出富有时代气息、适应未来专业和学科发展需要的现代应用型技术人才。

(6) 配套建设。为了给广大用书的教师和学生提供全方位的服务,在教材的配套建设方面,我们还为广大教师提供了相应的多媒体课件,从而极大地方便了教学。

为了不断改进教材的出版质量,我们将加强对教材的质量跟踪,采取多种形式调查了解教师、学生对使用教材质量的反映,并且要随着技术的发展和设备的更新而不断修订。我们热诚欢迎广大读者及时向我们反馈质量信息,以便在后续教材建设(编写出版一批有特色的专业主干课程教材)中做得更好,为广大师生提供更多、更适用的优秀教材。

国家示范性软件职业技术学院系列教材

◆ 专家指导委员会 ◆

(按姓氏笔画排序)

马在强	四川托普信息技术职业学院
尹作林	内蒙古电子信息职业技术学院
王世卿	郑州大学软件技术学院
王路群	武汉软件职业学院
邓安远	九江学院信息科学与技术学院
包健	杭州电子科技大学软件学院
刘远东	深圳信息职业技术学院
宋改勤	郑州经济管理干部学院
张凤生	河北软件职业技术学院
张舜德	宁波大红鹰职业技术学院软件职业技术学院
李占波	郑州大学软件技术学院
李学向	郑州大学软件技术学院
杨东勇	浙江工业大学软件学院
陈秋劲	武汉软件职业学院
巫家敏	大连东软信息技术职业学院
幸莉珊	河北软件职业技术学院
郑宁	杭州电子科技大学软件学院
胡景德	成都东软信息职业技术学院
赵玉兰	哈尔滨华夏计算机职业技术学院

联络人 王子恢 姜淑欣

前 言

数据库技术是当前计算机领域中应用最广泛的技术之一,几乎遍及计算机应用的各个方面,是计算机本科专业及其他许多本科专业的必修课。对本科的学生来说,数据库原理中的大部分内容还是容易掌握的,但其中也有小部分内容较难理解。对于国家示范性软件职业技术学院、高职高专学校、成人教育学院的学生来说,由于基础相对薄弱,学起来较困难。而且,对这些学生来说更强调应用技术的掌握,一般本科生使用的该类教材却往往偏重原理,不太适合。本书是专门针对这些学生的特点而编写的数据库原理类教材,书中通过大量案例来解释数据库的原理及应用技术,通俗易懂。另外,本教材在编写过程中只求精,不求全。强调只要介绍到的,就能够让学生彻底理解并加以应用。

本书共分7章,其结构、内容及各章间的联系如下:

第1章 数据库系统基本概念 以图书馆数据库应用系统、学生选课数据库应用系统为例,直观说明数据库系统中的重要概念,如数据库管理系统、数据库、表和表间的联系等。通过实例概括出数据库系统的一般结构,并说明用户、应用程序、数据库管理系统、数据库之间的关系,还使学生了解到利用数据库技术管理数据的优点。通过该章的学习,学生会对数据库系统有一个直观通俗的理解,从一开始就能明确学习目的,即掌握数据库操作、设计、应用开发的能力。本书重点是前两方面,即如何操作关系数据库(第1~4章)和如何设计关系数据库(第5、6章),并在第7章中简单介绍数据库的安全与保护问题。

第2章 关系模型 数据库是以数据模型为蓝本组织数据的,以关系模型为基础组织的数据库称为关系数据库,目前大多数数据库都是关系数据库,该章通过学生选课数据库应用系统中的实例解释关系模型的基本概念,如关系模型的数据结构、数据完整性、关系代数等,是后面各章的基础。

第3章 关系数据库语言SQL SQL是对关系数据库进行操作的标准语言,该章以学生选课数据库应用系统实例中的关系数据库(简称学生选课数据库)为操作对象,详细介绍SQL语言常用语句的语法、含义。每个语句都用例题说明,给出题目要求、答案,并分析解题思路及其内部的执行过程,帮助学生理解和掌握SQL语言。

第4章 SQL Server 2000 该章介绍SQL的开发环境——SQL Server 2000,介绍了SQL Server 2000主要工具的使用,包括SQL Server 2000的服务管理器、企业管理器和查询分析器等内容。

第5章 数据库设计 在第3章中用SQL对学生选课数据库进行了操作,学生选课数据库用若干个相互有联系的表来存储数据,那么如何设计这些表的结构和联系呢?即如何设计学生选课数据库呢?该章将回答这些问题。首先详细介绍了实体-联系模型的元素、设计方法;在此基础上给出将实体-联系模型转换到关系数据库的方法和步骤;最后以两个完整实例说明数据库逻辑设计的全过程。

第6章 规范化 对于第5章设计出来的学生选课数据库模式,必须有一种判断标准来检验其合理性,规范化理论就是这种标准。该章详细介绍规范化理论的基本概念、规范化的过程,

以及1NF、2NF、3NF、BCNF范式；分析规范化的本质，即每个关系只能有一个主题，如果某个关系有多个主题，就应该分解为多个关系；在分解关系的时候，建立关系间的联系。理解规范化的本质，对设计合理的数据库具有非常重要的意义。

第7章 数据库的安全与保护 数据库应该具有一种安全保护机制，通常采用权限控制的方法。该章全面介绍了SQL Server 2000的安全与保护机制，同时还介绍了数据库备份和恢复的基本原理，以及如何利用SQL Server 2000进行数据库的备份和恢复。

附录A SQL参考上机实验 介绍了8个上机实验的目的、内容和步骤。

附录B 学生选课数据库设计完整文档 包含贯穿全书的实例——学生选课数据库设计的完整文档，包括：学生选课数据库应用系统的需求说明、概念模型（E-R图）、逻辑模型、创建学生选课数据库的SQL脚本文件、创建学生选课数据库中各表的SQL脚本文件、创建学生选课数据库中各表联系的SQL脚本文件、装入数据库模拟数据的SQL脚本文件等内容。

本书的特色

本书非常强调基础性、实用性、通俗性，具有以下特点：

- 适于“案例驱动”教学模式。为了使数据库原理变得通俗易懂，全书几乎每章都用案例来说明相关概念和操作，并且全书始终贯穿了一个大的实例。各章所举的案例都是从简到难，逐步深入，便于学生理解，学以致用。
- 配套齐全。本书所有的案例、实验相关的已上机验证过的程序文档；附录A实验3～实验7答案、习题答案；精美、完整的电子课件，华章分社网站（www.hzbook.com）供教师免费下载。
- 浅显易懂。每一个知识点都用最浅显的语言反复解释，并前后呼应，适于自学。

通过本书的学习，可以帮助学生建立起一个完整的数据库原理与应用的知识体系，熟练掌握数据库系统的实用技术。

本书的适用范围

本书特别适合作为示范性软件职业技术学院、高职高专学校、成人教育学院的数据库原理与应用课程的教材，也很适合作为数据库原理自学教材和参考书。对于非计算机专业的本科学生，如果希望学到关键、实用的数据库技术，也可采用本书作为教材。

本书由寿建霞、毛国红、张繁共同编著而成。寿建霞任主编，确定教材大纲、规划各章节内容、执笔第1、2、3、5、6章和附录A、B，并完成全书的修改和统稿工作；毛国红执笔第4、7章；张繁参与了第5章的编写。本书在编写过程中，得到李澎林老师的指导和机械工业出版社的大力支持，在此一并表示衷心的感谢！

由于水平有限，本书难免会存在缺点和错误，恳请广大读者批评指正。

编 者
2005.3

目 录

出版者的话
专家指导委员会
前言

第1章 数据库系统基本概念	1
1.1 数据库系统应用实例	1
1.2 数据库系统的组成	4
1.2.1 数据库	4
1.2.2 数据库管理系统	6
1.2.3 数据库应用程序	6
1.2.4 用户	7
1.3 数据管理技术	7
1.3.1 文件系统阶段	7
1.3.2 数据库系统阶段	9
1.3.3 数据独立性	10
1.4 本章小结	12
1.5 习题	12
第2章 关系模型	13
2.1 关系模型的数据结构	13
2.1.1 关系的基本术语	13
2.1.2 关系的性质	14
2.1.3 关系的候选键与主键	15
2.1.4 关系模式	16
2.1.5 关系数据库	17
2.2 关系模型的数据完整性	17
2.2.1 实体完整性规则	17
2.2.2 参照完整性规则	18
2.2.3 用户自定义完整性规则	20
2.3 关系模型的数据操作——关系代数	20
2.3.1 传统的集合运算	20
2.3.2 专门的关系运算	23
2.4 关系代数综合实例	26
2.5 本章小结	30

2.6 习题	30
第3章 关系数据库语言SQL	33
3.1 SQL概述	33
3.2 数据定义	35
3.2.1 定义数据库	35
3.2.2 定义表结构	36
3.2.3 修改表结构	40
3.2.4 删除表结构	41
3.3 数据查询	42
3.3.1 查询语句基本结构	43
3.3.2 单表查询	44
3.3.3 多表连接查询	52
3.3.4 子查询	57
3.3.5 组合查询	63
3.4 数据更新	66
3.4.1 插入数据	66
3.4.2 修改数据	68
3.4.3 删除数据	69
3.5 视图	69
3.5.1 视图的基本概念	69
3.5.2 视图的创建与使用	71
3.6 本章小结	73
3.7 习题	73
第4章 SQL Server 2000	77
4.1 SQL Server 2000简介	77
4.1.1 SQL Server 2000的安装与配置	78
4.1.2 SQL Server 2000程序组和实用 工具简介	82
4.1.3 SQL Server 2000 系统数据库 简介	84
4.1.4 SQL Server 2000 系统表简介	85
4.2 SQL Server 2000的服务器的使用	85
4.2.1 服务器的启动与停止	85

4.2.2 服务器的连接和断开	87	6.3 规范化	140
4.3 SQL Server 2000的企业管理器的 使用	87	6.3.1 非规范化的关系	140
4.3.1 企业管理器的启动与关闭	87	6.3.2 最低程度的规范化关系的异常 分析	141
4.3.2 数据库的创建与管理	88	6.3.3 范式类型	143
4.3.3 表的创建与管理	91	6.3.4 第一范式 (1NF)	143
4.3.4 约束的创建与管理	95	6.3.5 第二范式 (2NF)	144
4.3.5 输入、修改、删除数据	100	6.3.6 第三范式 (3NF)	146
4.4 SQL Server 2000的查询分析器 的使用	101	6.3.7 BC范式 (BCNF)	147
4.4.1 查询分析器的启动与关闭	102	6.4 规范化的本质分析与总结	149
4.4.2 执行SQL语句	103	6.5 本章小结	151
4.4.3 查询结果的显示模式	105	6.6 习题	151
4.4.4 创建和运行脚本文件	105	第7章 数据库的安全与保护	153
4.4.5 查询分析器的常用快捷键	108	7.1 数据库安全控制机制	153
4.5 本章小结	109	7.1.1 安全控制模型	153
4.6 习题	110	7.1.2 数据库用户及权限	154
第5章 数据库设计	111	7.1.3 SQL Server 2000用户与权限 管理	154
5.1 实体-联系模型的元素	111	7.2 数据库备份机制	167
5.1.1 实体	112	7.2.1 为什么要进行数据库备份	167
5.1.2 属性	112	7.2.2 SQL Server 2000数据库备份的 种类	167
5.1.3 标识符	113	7.2.3 SQL Server 2000数据库备份的 方法	168
5.1.4 联系	113	7.3 数据库恢复机制	174
5.2 实体-联系模型转换为关系模型	117	7.3.1 为什么要进行数据库恢复	174
5.2.1 实体的转换	117	7.3.2 SQL Server 2000数据库恢复的 种类	174
5.2.2 联系的转换	118	7.3.3 SQL Server 2000数据库恢复的 方法	175
5.2.3 弱实体与转换	123	7.4 本章小结	178
*5.3 超类实体与子类实体	124	7.5 习题	178
5.4 实体-联系模型的转换规则总结	127	附录A SQL参考上机实验	181
5.5 数据库逻辑设计实例	127	实验1 用企业管理器建立数据库和表	181
5.5.1 学生选课子系统	127	实验2 用SQL DDL创建数据库和表	181
5.5.2 学生图书借阅管理子系统	129	实验3 数据库的简单查询实验	182
5.6 数据库物理设计	131	实验4 数据库的多表连接查询实验	183
5.7 本章小结	132	实验5 数据库的子查询、组合查询实验	184
5.8 习题	132		
第6章 规范化	135		
6.1 关系模型术语回顾	135		
6.2 函数依赖	137		

实验6 数据库的更新实验	184	B.5 创建StudentsInfo中各个表的脚本文件	188
实验7 数据库的视图定义及使用实验	185	B.6 创建StudentsInfo中各个表主键的脚本文件	189
实验8 数据库的安全与保护操作实验	185	B.7 创建Enrollment表外键的脚本文件	191
附录B 学生选课数据库设计完整文档 ...	187	B.8 装入StudentsInfo模拟数据的脚本文件	192
B.1 学生选课子系统的需求说明	187	参考文献	193
B.2 概念模型	187		
B.3 逻辑模型	187		
B.4 创建StudentsInfo的脚本文件	187		

第1章 数据库系统基本概念

本章以两个数据库系统的应用为例，直观地说明与数据库系统有关的重要概念。通过实例分析得出数据库系统的一般组成，并说明数据库系统中各个主要部件的定义以及它们之间的关系。通过实例，使学生初步了解数据库系统的概念、组成及其优点。

本章主要介绍以下几方面内容：

- 数据库系统应用实例。
- 数据库系统组成。
- 数据库系统的优点。

1.1 数据库系统应用实例

无论你进入商城购物、还是去图书馆借书，你都能看到数据库系统在工作。例如，当你进入图书馆借书时，你可以在无人看守的终端上，查看你要借的书是否存在。假设你要借阅机械工业出版社出版的书籍，则可以在终端的查询窗口上，选择按出版社查询。图1-1是某高校的图书馆管理系统的查询条件输入窗口，在“出版社”右边的输入框中输入查询的条件，即“机械工业出版社”，之后单击窗口上的“检索”按钮，屏幕上就显示出满足查询条件（这里为出版社 = ‘机械工业出版社’）的若干行，如图1-2所示。

馆藏高级查询			
查询种类:	☒ 中文图书 ☐ 外文图书 ☐ 古籍 ☐ 全部图书 ☐ 中文期刊 ☐ 外文期刊 ☐ 全部期刊 ☐ 非书资料		
检索方式:	☒ 前方一致 ☐ 任意匹配	最大返回数:	最多返回50条
题名		分类	
题名拼音简码		出版社	机械工业出版社
责任者		ISBN / ISSN	
丛书名		主题词	
图书出版年代:		检索	清除
简单检索			

图1-1 条件输入窗口

题 名	责任者	索 书 号	出 版 社	出版时间
国际贸易实务	张建东; 逢宇辉	F740.4 / ZL10	机械工业出版社	2004
软件项目管理	Hughes; Cotterell; 周伯生	TP311.52 / ZX7	机械工业出版社	2004
空间解析几何与线性代数	孙振铨; 丁效华	O182.2 / ZS1	机械工业出版社	2004
客户关系管理为何会失败	纽厄尔; 贾文玉; 吴联银	F274 / ZN7	机械工业出版社	2004
英语演讲	张民和	H319.9 / ZZ29	机械工业出版社	2004
物流管理	毛佩忠	F252 / ZMS	机械工业出版社	2004
信息系统开发与管理	常晋义	C931.6 / ZC2a	机械工业出版社	2004
系统分析与设计方法	惠滕; 孙慧; 肖刚	G202 / ZMBa	机械工业出版社	2004
C++程序设计课程设计	孙忱; 刘燕君; 刘振安	TP312C / ZL71b	机械工业出版社	2004
大学物理实验	张旭峰	O4-33 / ZZ7	机械工业出版社	2003
中国汽车工业企业单位大全	中国汽车工业协会; 中国汽车报社; 中汽华轮公司	F426.471-62 / ZZ1	机械工业出版社	2002
面向对象技术导论	刁成嘉	TP312 / ZD8	机械工业出版社	2004
信息化项目管理	陈禹六; 李清	F224.5 / ZL17	机械工业出版社	2004
网络处理器与网络系统设计	Comer; 陶智华; 张建忠	TP393.02 / ZK1a	机械工业出版社	2004

图1-2 查询结果显示

在这里,你所看到的查询条件输入窗口(图1-1)和查询结果窗口(图1-2)等都属于数据库应用程序(Database Application)的一部分。应用程序为用户提供了非常友好的窗口,从而为用户查找信息提供了方便。从图1-2中可知,查询结果中包含了题名(书名)、作者(责任者)、索书号、出版社、出版时间等信息,应用程序显示出来的这些信息到底是从哪里来的呢?又是如何得到的呢?应用程序实际上只是一个加工者,它处理的数据必然是从某个数据源中取得的,这个数据源就是数据库(Database, DB)。数据库好像是一个数据的仓库,保存着数据库应用程序相关的一些基础数据,如每本书的书名、出版社等。这些数据通常以表的形式存放,这种存放数据的模型称为关系模型,以关系模型创建的数据库称为关系数据库。图1-3就是一个按表的方式组织的图书馆数据库。

图书表				
书号	书名	作者	出版社	单价
TP913.2/530	21世纪的电信网	盛友招	人民邮电出版社	7.5
TP311.13/CM3	数据库系统原理及应用	苗霖兰	机械工业出版社	28
TP311.132/ZG1	XML数据库设计	尹志军	机械工业出版社	38
TP316/ZW6	操作系统	吴庆菊	科学出版社	35
TP316/ZY1	操作系统	沈震明	电子工业出版社	31
TP391.132.3/ZG5	网络数据库技术精粹	李智等	机械工业出版社	45

读者表			
读者号	姓名	性别	电话
001973	王平	男	88320701
001974	张丽	女	88320701
001975	王辉	男	88320701
001976	李建	男	88320701
001977	程淡	女	88320701

借阅表			
读者号	书号	借出日期	应还日期
001973	TP311.132/ZG1	2005-1-27	2005-3-28
001973	TP316/ZW6	2005-1-27	2005-3-28
001975	TP311.132/ZG1	2005-1-27	2005-3-28
001974	TP311.13/CM3	2005-1-27	2005-3-28
001975	TP316/ZW6	2005-1-27	2005-3-28
001974	TP311.132/ZG1	2005-1-28	2005-3-28

图1-3 图书馆数据库

上述图书馆数据库中有3个表,每个表有惟一的名称,如图书表、读者表、借阅表。图书表存放着与图书有关的数据,读者表存放着与读者有关的数据。而借阅表除存有与借阅有关的数据(如借出日期、应还日期)外,还存有读者号、图书号。有了读者号、图书号,就与其他两个表联系起来了,因为通过读者号就能找到与借阅这本书的读者有关的数据,通过图书号就能找到该书的书名、作者等数据。由此可见,数据库中不仅存放着单个实体的信息,如图书、读者等,而且还存放着它们之间的联系,如读者借阅图书。我们可以先通俗地给出一个数据库的定义,即数据库是由若干个相互有联系的表组成的,如上面的图书馆数据库。表可以从不同的角度来看,从横向看,表由表头和若干行组成,表中的行也称为记录,而表头确定表的结构;从纵向看,表由若干列组成,每列有惟一的列名,如图书表中,有一列的列名为出版社。列也可称为字段或属性。每一列有一定的取值范围,也称为域。如出版社一列,其取值只能是某一个出版社的名称,假如总共只有100个出版社,那么出版社一列的每一个取值只能是这100个出版社名称之一。上面非正式地解释了与数据库有关的名词。有了数据库,即有了相互关联的若干个表,就可以将数据存入这些表中,以后应用程序就能找到所需的数据了,这就解决了应用程序的数据来源问题。

另一个问题是,应用程序如何从数据库取得所需的数据?应用程序是通过一个叫数据库管理系统(Database Management System, DBMS)的程序来取得数据的。DBMS是一个商品

化的软件，它管理着企业的数据库，使企业的数据以记录的形式保存在计算机中。例如，大学可以用DBMS管理学生的记录，这些记录组成学生数据库；图书馆利用DBMS保存藏书记录（即图书馆数据库）并提供按书名、作者等多种类型的查询功能。可见，DBMS的主要任务是管理数据库，并回答用户的各种请求，如查询请求。在上述的图书馆数据库的例子中，应用程序（它是一种类型的用户）向DBMS发出查询请求，该请求传到DBMS后，DBMS负责从图书馆数据库中找到应用程序所需的数据，并将数据返回给应用程序，应用程序将得到的数据以图1-2的形式显示出来。

通过上述分析，我们大致知道了数据库系统的工作过程：用户通过数据库应用（应用程序）输入查询条件，应用程序将查询条件转换为查询命令，将该命令发给DBMS，DBMS根据接收到的查询命令从数据库中取出数据返回给应用程序，再由应用程序以直观易懂的格式显示出查询结果。这个工作过程可用图1-4表示。

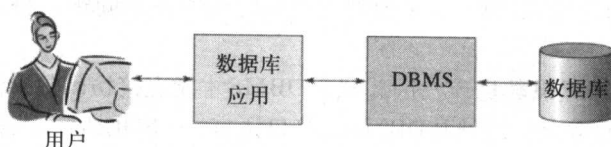


图1-4 数据库系统的组成

下面再来看一个跟大家密切相关的学生选课管理的数据库系统。一般学校都有一个用于教务管理的数据库系统，其中必定有一个类似于图1-5的成绩输入界面。

图1-5是一个应用程序提供的成绩输入界面。当任课教师输入完各个学生的考试成绩，并单击界面上的“保存”按钮后，应用程序把要保存的记录内容转换为插入命令，该命令传递给DBMS后，DBMS负责执行命令，并将成绩保存到数据库中。假设该数据库名为“学生选课数据库”，如图1-6所示。

序号	学号	姓名	性别	成绩	确认
1	20020301	李奇	女		☐
2	20020302	程东	男		☐
3	20020303	杨卫东	男		☐
4	20020304	陈梦	女		☐
5	20020305	蔡林	男		☐
6	20020306	邓月	女		☐
7	20020307	董立	男		☐
8	20020308	黄小平	女		☐
9	20020309	单新	男		☐

图1-5 成绩输入界面

Sno	Sname	Ssex	Sage	Sdept
20010101	Jone	M	19	Computer
20010102	Sue	F	20	Computer
20010103	Smith	M	19	Math
20030101	Allen	M	18	Automation
20030102	Deppa	F	21	Art

Sno	Cno	Grade
20010101	C1	90
20010102	C1	88
20010102	C2	94
20010102	C3	62

Cno	Cname	ProCno	Credits
C1	English		4
C2	Math	C5	2
C3	Database	C2	2

图1-6 学生选课数据库

在此之后，学生就可以通过应用程序提供的另一个查询界面，在输入查询条件（通常是自己的学号）之后，即可查看自己的考试分数。

在这个数据库系统中，我们看到：数据库是以表形式存放的若干张相互关联的表。用户（任课教师）通过应用程序输入成绩，应用程序将输入的成绩转换为插入命令，并将该命令发送给DBMS，DBMS执行插入命令将数据存入数据库中。查询的过程也一样，用户（学生）通

过应用程序输入查询条件，应用程序将查询条件转换为DBMS能够接收的查询语句，再传递给DBMS，DBMS执行查询语句，查到所需的成绩，并将结果返回给应用程序，应用程序将查询结果（成绩）显示给用户（学生）。

实际上，数据库系统都具有类似于图1-4那样的组成，其中包含用户、数据库应用、数据库管理系统和数据库。用户与数据库应用（即应用程序）交互，数据库应用与DBMS交互，DBMS访问数据库中的数据。

从以上分析可知，学习数据库系统需要弄清的主要问题有：

1) 数据模型。数据库是基于数据模型建立的。目前，绝大多数数据库是基于关系模型建立的，正如我们上面的两个数据库实例一样。我们将在本书的第2章中详述关系模型的数据结构、约束条件和基本操作。

2) 如何设计数据库，即如何确定表的结构？表中应该包含哪些列，每个列的取值范围是什么？各个表之间是如何联系的？这是数据库系统应用的基本问题，将在本书的第5、6章中论述。

3) 如何通过DBMS操纵数据库？因为只有DBMS才能直接访问数据库。DBMS提供了许多操纵数据库中数据的命令，这就是DBMS的接口语言——SQL语言。我们将在第3章中学习SQL语言。

4) 如何开发应用程序？我们的目的是为最终用户提供一个界面友好、使用方便、性能优越的应用程序。这里的最终用户指的是非专业人士，他们习惯使用可视化界面上的菜单、按钮等。而对于即将成为专业人士的读者来说，需要为最终用户开发数据库应用程序，因此数据库应用程序的开发是必须掌握的。目前多数应用程序的开发涉及高级语言如Java、C++等，这已超出了本书的范围。

因此，在学习完本书后，你应该能设计出像图书馆数据库、学生选课数据库之类的小型数据库，并能用某一种数据库管理系统（DBMS）提供的命令，熟练操纵数据库中的数据，完成数据的输入、修改、删除、查询等工作。当然，你还不具备数据库应用程序的开发能力，但后续的课程（如数据库应用开发之类的课程）会在本课程的基础上讲解如何开发应用程序，到那时，你就具备了设计数据库、操纵数据库以及开发基于数据库的应用程序的能力了。

1.2 数据库系统的组成

通过1.1节比较直观的介绍，我们已经知道了数据库系统的组成，本节将给出数据库系统各个组成部分的定义。

一个完整的数据库系统由数据库（DB）、数据库管理系统（DBMS）、应用程序、用户和硬件组成。在图1-4所示的数据库系统的组成图中并没有画出硬件，但可想而知，数据库系统中的数据库要存放在计算机的外存上，DBMS、数据库应用程序等软件要在计算机上运行，因此，数据库系统中必然包含了硬件，只是硬件的内容通常不在数据库一类的书上讨论罢了，本书也不涉及硬件的内容。

1.2.1 数据库

所谓数据库（Database，DB），就是一个有结构的、集成的、可共享的、统一管理的数据集合，可以通过以下几点来分析和理解数据库：

1) 数据库是一个有结构的数据集合,也就是说,数据是按一定的数据模型来组织的,数据模型可用数据结构来描述。数据模型不同,数据的组织结构以及操纵数据的方法也就不同。因此,理解数据库的前提是理解数据模型。现在的数据库大多数是以关系模型来组织数据的(关系模型将在第2章中详细讨论)。在这里,可以先简单地把关系模型的数据结构即关系理解成为一张二维表。图1-3所示的图书馆数据库中的读者表、图书表等都是关系。以关系模型组织起来的数据库称为**关系数据库**。

在关系数据库中,不仅存放着各种用户数据,如与读者有关的数据、与图书有关的数据、与借阅有关的数据等,而且还存放着与各个表结构定义有关的数据,这些数据通常称为**元数据**。元数据也是以表的形式组成的,这些表称为**系统表**。图1-7给出了两个系统表的例子。

系 统 表			
表 名	列 数	主 键	
Students	5	Sno	
Courses	4	Cno	
Enrollment	3	{Sno, Cno}	
列 名	表 名	数据类型	长 度
Sno	Students	CHAR	10
Sname	Students	CHAR	8
Ssex	Students	CHAR	1
Sage	Students	INTEGER	4
Sdept	Students	CHAR	20
Cno	Courses	CHAR	6
Cname	Courses	CHAR	20
PreCno	Courses	CHAR	6
Credits	Courses	INTEGER	4
Sno	Enrollment	CHAR	10
Cno	Enrollment	CHAR	6
Grade	Enrollment	INTEGER	4

图1-7 元数据示例

图1-7中的第一个表存储了数据库中每个表的表名、表中列的个数等相关的信息;第二个表存储了每个表中含有多少列,以及每列的列名、数据类型(即该列中存放的是什么类型的数据)、列的长度等情况。

DBMS依靠元数据来管理数据库中的表、列等对象。同时,用户也可以用与查询用户数据一样的方法来查询元数据,进而得到表、列等结构信息。例如,可以查询自己所使用的表有多少个列、每个列存放什么类型的数据等。

2) 数据库是一个集成的数据集合,也就是说,数据库中集中存放着企业中各种各样的数据。集中存放的好处是:一个数据只需一个备份,重复存储少,即消除了数据的冗余。没有

数据冗余,也就能保证数据的一致。

3) 数据库是一个可共享的数据集合,也就是说,数据库中的数据可以被不同的用户使用。换言之,每一个用户可以按自己的要求访问相同的数据库。

4) 数据库是一个统一管理的数据集合,也就是说,数据库由DBMS统一管理,任何数据访问都是通过DBMS来完成的。

1.2.2 数据库管理系统

如上所述,数据库管理系统(DBMS)是一种用来管理数据库的商品化软件。所有访问数据库的请求都是由DBMS来完成的。DBMS提供了对数据库操作的许多命令,这些命令所组成的语言中最常用的就是SQL语言。

DBMS提供以下主要功能:

1) 数据定义。DBMS提供数据定义语言(Data Definition Language, DDL)。通过DDL,可以方便地定义数据库中的各种对象。例如,可用DDL来定义如图1-6所示的学生选课数据库中的学生(Students)表的结构。

2) 数据操纵。DBMS提供数据操纵语言(Data Manipulation Language, DML)。通过DML,可以实现数据库中数据的基本操作,比如向表中插入一行数据、删除表中的某些行数据、修改表中的某些数据以及查询表中的数据等。

3) 安全控制和并发控制。DBMS提供数据控制语言(Data Control Language, DCL)。通过DCL,可以控制什么情况下谁可以执行什么样的数据操作。另外,由于数据库是共享的,多个用户可以同时访问数据库(并发操作),这可能会引起访问冲突,从而导致数据的不一致。为此,DBMS还提供了并发控制的功能,以避免并发操作时可能带来的数据不一致性问题。

4) 数据库备份与恢复。DBMS提供了备份数据库和恢复数据库的功能。

注意:“DBMS”这一术语通常指的是某个特定厂商的特定数据库产品,例如Microsoft SQL Server 2000产品。但有时企业的人员用“数据库”这一术语来代替DBMS,这种用法是不恰当的,但却非常普遍。甚至还有人用“数据库”这一术语来代替数据库系统,这种用法就更不恰当了,但也很常见,所以要注意把握这些术语的使用。

1.2.3 数据库应用程序

数据库应用程序是计算机专业人员利用某种高级语言,为实现某些特定功能而编写的程序,例如查询程序、报表程序等。这些程序为最终用户提供方便使用的界面(即可视化的窗体),最终用户从窗体上输入必要的信息(如查询条件),应用程序接受最终用户输入的信息,经过加工处理,并转换成DBMS能够识别的SQL语句,然后传给DBMS,由DBMS执行该语句,负责从数据库若干个表中找到符合条件的数据,再将查询结果返回给应用程序,应用程序将得到的结果按用户习惯的方式显示出来。由此可见,应用程序为最终用户访问数据库提供了途径。

有一段时间,应用程序与DBMS之间的边界曾经划分得非常清楚。应用程序使用高级语言编写,调用DBMS提供的语句;而DBMS提供数据管理的服务。然而,今天的许多数据库产品本身包含了许多方便、实用的应用程序,如许多产品提供报表、窗体生成器、查询处理器等应用程序。明确这一点很重要,因为我们有时使用的实际上是数据库产品中的一个应用程