

21世纪高等学校规划教材 | 计算机科学与技术



数据库原理 及应用

雷景生 叶文珺 李永斌 主编
乐嘉锦 主审



清华大学出版社

21世纪高等学校规划教材 | 计算机科学与技术

数据库原理及应用

雷景生 叶文珺 李永斌 主编

乐嘉锦 主审

清华大学出版社

北京

内 容 简 介

本书是上海市精品课程“数据库原理及应用”的配套教材。

本书较系统全面地阐述了数据库系统的基础理论、基本技术和基本方法，共分 11 章和 2 个附录，具体内容主要包括数据库的基本概念、数据模型、关系数据库、关系数据库标准语言 SQL、触发器、存储过程、数据完整性、数据库安全、关系数据库理论、索引、数据库设计、事务管理、并发控制、数据库备份与恢复、数据仓库、数据挖掘及数据库新技术、SQL Server 2005 的使用、实验指导等。

书中和 SQL 语句有关的例子均在 SQL Server 2005 环境下测试通过。

本教材附带的实验指导（附录 B）是笔者多年数据库实验教学的积累，以 SQL Server 为实验环境，内容丰富全面，非常具有实用性

本书既可以作为高等院校计算机、软件工程、信息安全、信息管理与信息系统、信息与计算科学等相关专业本科生数据库课程的教材，也可以作为电气工程相关专业研究生数据库课程及电力企业信息化教材。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签，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

数据库原理及应用 / 雷景生，叶文珺，李永斌主编. —北京：清华大学出版社，2012.1
(21 世纪高等学校规划教材·计算机科学与技术)

ISBN 978-7-302-26156-8

I. ①数… II. ①雷… ②叶… ③李… 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（2011）第 136029 号

责任编辑：魏江江

责任校对：李建庄

责任印制：李红英

出版发行：清华大学出版社

地 址：北京清华大学学研大厦 A 座

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

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

印 装 者：北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销：全国新华书店

开 本：185×260 印 张：19 字 数：471 千字

版 次：2012 年 1 月第 1 版 印 次：2012 年 1 月第 1 次印刷

印 数：1~3000

定 价：29.50 元

编审委员会成员

(按地区排序)

清华大学	周立柱	教授
	覃征	教授
	王建民	教授
	冯建华	教授
	刘强	副教授
北京大学	杨冬青	教授
	陈钟	教授
	陈立军	副教授
北京航空航天大学	马殿富	教授
	吴超英	副教授
	姚淑珍	教授
中国人民大学	王珊	教授
	孟小峰	教授
	陈红	教授
北京师范大学	周明全	教授
北京交通大学	阮秋琦	教授
	赵宏	教授
北京信息工程学院	孟庆昌	教授
北京科技大学	杨炳儒	教授
石油大学	陈明	教授
天津大学	艾德才	教授
复旦大学	吴立德	教授
	吴百锋	教授
	杨卫东	副教授
同济大学	苗夺谦	教授
	徐安	教授
华东理工大学	邵志清	教授
华东师范大学	杨宗源	教授
	应吉康	教授
东华大学	乐嘉锦	教授
	孙莉	副教授
浙江大学	吴朝晖	教授
	李善平	教授

扬州大学
南京大学

南京航空航天大学

南京理工大学
南京邮电学院
苏州大学

江苏大学
中国矿业大学

武汉大学
华中科技大学
中南财经政法大学
华中师范大学

江汉大学
国防科技大学

中南大学
湖南大学
西安交通大学

长安大学
哈尔滨工业大学
吉林大学

山东大学

中山大学
厦门大学
仰恩大学
云南大学
电子科技大学

成都理工大学

西南交通大学

李 云 教授
骆 斌 教授
黄 强 副教授
黄志球 教授
秦小麟 教授
张功萱 教授
朱秀昌 教授
王宜怀 教授
陈建明 副教授
鲍可进 教授
张 艳 副教授
姜 薇 副教授
何炎祥 教授
刘乐善 教授
刘腾红 教授
叶俊民 教授
郑世珏 教授
陈 利 教授
颜 彬 教授
赵克佳 教授
邹北骥 教授
刘卫国 教授
林亚平 教授
沈钧毅 教授
齐 勇 教授
巨永锋 教授
郭茂祖 教授
徐一平 教授
毕 强 教授
孟祥旭 教授
郝兴伟 教授
潘小轰 教授
冯少荣 教授
张思民 教授
刘惟一 教授
刘乃琦 教授
罗 蕾 教授
蔡 淮 教授
于 春 讲师
曾华燊 教授

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

作为数据管理的最新技术，数据库技术是计算机科学技术中发展最快的领域之一，它已成为计算机信息系统与应用系统的核心技术和重要基础。数据库技术已在当代的社会生活中得到广泛的应用，并形成一個巨大的软件产业。

数据库技术始于 20 世纪 60 年代末，经过 40 多年的发展，已经历 3 次演变，形成以数据建模和 DBMS 核心技术为主，具有相当规模的理论体系和实用技术的一门学科，目前已成为计算机软件领域的一个重要分支。通常，人们把早期的层次数据库系统与网状数据库系统称为第一代数据库系统，把当今流行的关系数据库系统称为第二代数据库系统，当前正在发展的热点是新型的第三代乃至第四代数据库系统。数据库技术的发展方兴未艾，新原理、新技术不断出现，然而这些新型数据库系统大都建立在基本的数据库技术基础之上。

本书是上海市精品课程“数据库原理及应用”的配套教材，全书共分 11 章和两个附录，结合电力企业数据库应用案例，较为详细地介绍了数据库系统的基本概念、原理、方法和应用技术。

第 1 章介绍数据库系统的几个重要概念，回顾数据管理技术的发展过程，并在此基础上介绍数据库系统结构和数据库管理系统的体系结构。

第 2 章介绍数据模型的概念，并详细介绍了 E-R 模型。

第 3 章介绍关系数据库的基本概念，关系模型的运算理论：关系代数。

第 4 章介绍关系数据库标准语言 SQL 的应用。

第 5 章介绍数据库的存储过程和触发器的应用，并进一步介绍数据完整性的概念。

第 6 章介绍关系数据库理论，包括函数依赖、公理系统、规范化和模式分解等内容。

第 7 章介绍索引的概念及 SQL Server 中索引的结构。

第 8 章介绍一些常用的数据库系统的设计方法，主要介绍数据库的概念设计、逻辑设计以及物理设计，并给出一个电力系统数据库应用的实例。

第 9 章介绍数据库安全的概念以及 SQL Server 系统的安全机制。

第 10 章介绍数据库保护，包括事务的概念、并发控制和数据库恢复，并介绍 SQL Server 中的备份和恢复。

第 11 章简单介绍数据仓库、数据挖掘技术及数据库技术的最新发展动态。

附录 A 介绍 SQL Server 2005 的安装及简单使用。

附录 B 是实验指导，紧密结合教材内容提供 9 个上机实验，力求使实验内容详细、实用。

全书每章后面均配有适量的习题，以加强对数据库系统概念、方法的理解和掌握。

本书可以作为计算机、软件工程及相关专业的教材，讲授时应根据需要对内容作适当

取舍。

本书由上海电力学院雷景生教授负责内容的取材、组织和统稿。第1章、第2章、第10章和第11章由李永斌老师执笔，第3章、第6章、第9章及附录B由叶文珺老师执笔，第4章、第5章及附录A由冯莉老师执笔，第7章、第8章的数据库设计部分由杜海舟老师执笔，第8章的设计案例由袁仲雄老师提供。

在教材的编写过程中，尽可能引入新的技术和方法，力求反映当前的技术水平和未来的发展方向，但由于学识浅陋、水平有限，不足之处还望批评指正。

编者

2011年8月

目录

第 1 章 绪论	1
1.1 数据管理技术的发展.....	1
1.1.1 人工管理阶段.....	2
1.1.2 文件系统阶段.....	2
1.1.3 数据库管理阶段.....	3
1.2 数据库系统结构.....	5
1.2.1 三级模式结构.....	5
1.2.2 数据库系统的二级独立性.....	7
1.2.3 数据库系统的二级映像.....	7
1.3 数据库、数据库管理系统和数据库系统.....	7
1.3.1 数据库.....	7
1.3.2 数据库管理系统.....	8
1.3.3 数据库系统.....	8
1.4 数据库技术的发展.....	9
小结.....	10
习题.....	10
第 2 章 数据模型	12
2.1 数据模型的概念.....	12
2.1.1 数据的三个范畴.....	12
2.1.2 数据模型的组成要素及分类.....	14
2.2 E-R 模型.....	15
2.2.1 基本概念.....	15
2.2.2 E-R 图设计.....	18
2.3 面向对象模型.....	20
2.3.1 对象建模的基本知识.....	20
2.3.2 类图.....	23
小结.....	23
习题.....	24

第 3 章 关系数据库	26
3.1 关系数据模型.....	26
3.1.1 关系数据模型概述.....	26
3.1.2 基本术语.....	28
3.1.3 关系的性质.....	31
3.2 关系的完整性.....	32
3.3 关系代数.....	34
3.3.1 传统的集合运算.....	35
3.3.2 专门的关系运算.....	36
3.3.3 关系代数运算的应用实例.....	39
3.3.4 关系代数的扩充操作.....	42
小结.....	43
习题.....	43
第 4 章 结构化查询语言 SQL	48
4.1 SQL 概述.....	48
4.1.1 SQL 语言的发展.....	48
4.1.2 SQL 语言的特点.....	48
4.1.3 SQL 语言的基本概念.....	50
4.2 数据定义语句.....	50
4.2.1 基本表的定义.....	51
4.2.2 基本表的修改与删除.....	53
4.2.3 基本表的删除.....	53
4.3 查询.....	54
4.3.1 单表查询.....	54
4.3.2 连接查询.....	68
4.3.3 嵌套查询.....	71
4.3.4 集合查询.....	78
4.4 数据操纵.....	80
4.4.1 插入数据.....	80
4.4.2 修改数据.....	82
4.4.3 删除数据.....	82
4.5 视图.....	83
4.5.1 视图的定义与删除.....	84
4.5.2 查询视图.....	86
4.5.3 更新视图.....	88
4.5.4 视图的作用.....	89
小结.....	90
习题.....	90

第 5 章 存储过程、触发器和数据完整性	92
5.1 SQL Server 编程结构.....	92
5.1.1 变量.....	92
5.1.2 显示信息.....	93
5.1.3 注释语句.....	93
5.1.4 批处理.....	93
5.1.5 流程控制语句.....	94
5.2 存储过程.....	97
5.2.1 存储过程的基本概念.....	97
5.2.2 创建存储过程.....	98
5.2.3 使用 SQL Server 管理控制台执行存储过程.....	102
5.2.4 修改和删除存储过程.....	102
5.3 触发器.....	103
5.3.1 触发器的基本概念.....	104
5.3.2 创建触发器.....	104
5.3.3 修改和删除触发器.....	110
5.4 数据库完整性.....	110
5.4.1 约束.....	111
5.4.2 默认值.....	111
5.4.3 规则.....	113
5.4.4 用户定义的数据完整性.....	114
小结.....	115
习题.....	115
第 6 章 关系数据库设计理论	117
6.1 问题的提出.....	117
6.2 基本概念.....	118
6.2.1 函数依赖.....	119
6.2.2 码.....	120
6.3 规范化.....	120
6.3.1 第一范式.....	121
6.3.2 第二范式.....	121
6.3.3 第三范式.....	122
6.3.4 BC 范式.....	122
6.3.5 多值依赖与第四范式.....	123
6.3.6 关系模式规范化.....	126
6.4 函数依赖的公理系统.....	127
6.4.1 Armstrong 公理系统.....	127
6.4.2 闭包.....	127
6.4.3 函数依赖集的等价和最小化.....	128

6.5 模式分解	130
6.5.1 模式分解的准则	130
6.5.2 分解的函数依赖保持性和无损连接性	131
6.5.3 模式分解的算法	134
小结	136
习题	137
第7章 索引	140
7.1 索引的概念	140
7.1.1 聚集索引	141
7.1.2 非聚集索引	142
7.1.3 唯一索引	143
7.1.4 何时应该创建索引	143
7.1.5 系统如何访问表中的数据	143
7.2 SQL Server 2005 中的索引	144
7.2.1 索引的结构	144
7.2.2 管理索引	145
小结	146
习题	147
第8章 数据库设计	148
8.1 数据库设计概述	148
8.2 数据库设计的过程	150
8.2.1 数据库设计的步骤	150
8.2.2 需求分析阶段	151
8.2.3 概念设计阶段	154
8.2.4 逻辑设计阶段	159
8.2.5 物理设计阶段	162
8.2.6 数据库实现阶段	163
8.2.7 数据库的运行与维护阶段	164
8.3 数据库设计实例：电网设备抢修物资管理数据库设计	165
8.3.1 需求分析	165
8.3.2 概念模型	168
8.3.3 逻辑模型	172
小结	175
习题	176
第9章 数据库安全	178
9.1 安全性概述	178
9.1.1 用户标识与鉴别	178

9.1.2	存取控制	179
9.1.3	自主存取控制方法	180
9.1.4	强制存取控制方法	180
9.1.5	视图机制	181
9.1.6	审计	181
9.1.7	数据加密	182
9.2	SQL Server 的安全性	182
9.2.1	SQL Server 2005 的身份验证模式	182
9.2.2	SQL Server 2005 的安全机制	182
9.3	用户管理和角色管理	184
9.3.1	登录用户和数据库用户	184
9.3.2	用户管理	184
9.3.3	角色管理	186
9.3.4	SQL Server 的固定角色	187
9.4	权限管理	189
9.4.1	授予权限	190
9.4.2	收回权限	191
9.4.3	禁止权限	193
9.5	架构	193
	小结	194
	习题	194
第 10 章	数据库保护	197
10.1	事务	197
10.1.1	事务的定义	197
10.1.2	事务的 ACID 性质	198
10.1.3	事务的状态	199
10.2	并发控制	200
10.2.1	并发操作与数据的不一致性	200
10.2.2	封锁	202
10.2.3	并发操作的调度	206
10.3	数据库的恢复	210
10.3.1	存储器的结构	210
10.3.2	恢复的原则和实现方法	212
10.3.3	故障类型和恢复方法	212
10.4	SQL Server 数据库备份与恢复	214
10.4.1	数据库备份方法	214
10.4.2	数据库恢复	216
	小结	218

习题 218

第 11 章 数据库技术新进展 220

 11.1 数据仓库 220

 11.1.1 数据仓库的概念、特点与组成 220

 11.1.2 数据的技术 222

 11.1.3 数据仓库的几个重要概念 224

 11.1.4 数据仓库的结构 225

 11.1.5 数据仓库的多维数据模型 227

 11.1.6 数据仓库系统设计 229

 11.1.7 数据仓库的未来 232

 11.2 数据挖掘 233

 11.2.1 支持数据挖掘的基础 233

 11.2.2 数据挖掘的分析方法 234

 11.2.3 数据挖掘常用的基本技术 236

 11.2.4 数据挖掘技术实施的步骤 237

 11.2.5 数据挖掘技术发展 237

 11.3 数据库技术的研究及发展 237

 11.3.1 数据库技术的研究热点 238

 11.3.2 数据库技术的发展方向 240

 11.4 结语 243

小结 244

习题 244

附录 A SQL Server 2005 的安装及使用 245

 A.1 SQL Server 简介 245

 A.2 SQL Server 2005 的安装 246

 A.3 SQL Server 配置管理器 254

 A.4 启动 SQL Server 服务 258

 A.5 使用 SQL Server Management Studio 管理数据库 259

附录 B 实验 270

 实验一 通过 SQL Server Management Studio 创建及管理数据库 270

 实验二 通过 SQL 语句创建与管理数据表 273

 实验三 单表查询 274

 实验四 复杂查询 275

 实验五 视图的创建与使用 276

实验六 存储过程	277
实验七 触发器	278
实验八 实现数据完整性	280
实验九 索引及数据库安全	281
参考文献	283

数据库是“由一个互相关联的数据的集合和一组用以访问这些数据的程序组成”。在经济管理的日常工作中，常常需要把某些相关的数据放进这样的“仓库”，并根据管理的需要进行相应的处理。例如，大学通常要把学生的基本信息（学号、姓名、籍贯等）存放在表中，这张表就可以看成是一个数据库，有了这个“数据库”，就可以根据需要随时查询某学生的基本情况。这些工作如果都能在计算机上自动进行，那信息管理就可以达到极高的水平。

J.Martin 给数据库下了一个比较完整的定义：数据库是存储在一起的相关数据的集合，这些数据是结构化的，无有害的或不必要的冗余，并为多种应用服务；数据的存储独立于使用它的程序；对数据库插入新数据，修改和检索原有数据均能按一种公用和可控制的方式进行。当某个系统中存在结构上完全分开的若干个数据库时，则该系统包含一个“数据库集合”。

数据库管理的对象是数据及数据的关联，数据是一个广义的概念，是存储在计算机媒体上的物理符号的集合，数据分为数值型数据（如成绩、价格、工资）与非数值型数据（如姓名、地址、声音、图像），是描述事物的符号。

用户关心的是数据的内涵——信息，也就是对数据的语义解释。对数据加工处理后得到的有用知识称为“信息”。信息来源于数据，数据是信息的具体表现形式，数据是物理性的，信息是观念性的。例如：某学校要召开会议，这个事件形成了“开会”信息。把该信息通知有关院系时，既可以通过“声音”传播，也可以通过“文字”传递，尽管数据形式不同，但“开会”这个信息的内容并没有变。

数据库的数据要求具有两个特性：

- 整体性：数据库中的数据是从全局观点出发建立的，按一定的数据模型进行组织、描述和存储。
- 共享性：数据库中的数据是为众多用户共享其信息而建立的，已经摆脱了具体程序的限制和制约；不同的用户可以按各自的用法使用数据库中的数据。

1.1 数据管理技术的发展

数据管理技术的发展共经历了三个阶段。