

21世纪高等学校计算机类课程创新规划教材 · 微课版



数据库原理及应用 (MySQL版)

微课视频版

◎ 李月军 付良廷 编著

《教学大纲》

《教学课件》

《电子教案》

《习题答案》

《程序源码》

《实验指导》

400分钟
视频讲解

清华大学出版社

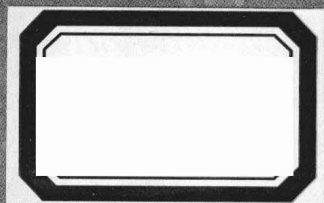


21世纪高等学校计算机类课程创新规划教材 · 微课版



数据库原理及应用 (MySQL版)

◎ 李月军 付良廷 编著



清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书是一部介绍现代数据库系统的基本原理、技术和方法的教科书。全书共分四篇：第一篇介绍数据库基础知识；第二篇介绍数据库管理与保护；第三篇描述数据库系统的设计与实现；第四篇给出了一个具体的数据库系统开发案例。

本书以数据库系统的核心——数据库管理系统的出现背景为线索，引出数据库的相关概念及数据库的整个框架体系，理顺了数据库原理、设计与应用之间的有机联系。本书突出理论产生的背景和根源，强化理论与应用开发相结合，重视知识的实用。

本书逻辑性、系统性、实践性和实用性强，可作为计算机各专业及信息类、电子类专业数据库相关课程教材，也可作为数据库应用系统开发设计人员、工程技术人员、备考国家软考数据库系统工程师证书人员、自学考试人员等的参考书。

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：MySQL版：微课视频版/李月军，付良廷编著. —北京：清华大学出版社，2019
(2020.1重印)

(21世纪高等学校计算机类课程创新规划教材·微课版)

ISBN 978-7-302-52962-0

I. ①数… II. ①李… ②付… III. ①关系数据库系统—高等学校—教材 IV. ①TP311.132.3

中国版本图书馆CIP数据核字(2019)第085654号

策划编辑：魏江江

责任编辑：王冰飞

封面设计：刘 键

责任校对：焦丽丽

责任印制：李红英

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：22.75

字 数：548千字

版 次：2019年10月第1版

印 次：2020年1月第2次印刷

印 数：1501~3000

定 价：59.80元

产品编号：081637-01

前 言

数据库课程不仅是高校计算机各专业的必修核心课程,也是其他专业如信息、物联网、电子类等专业的必修课程。随着对基于计算机网络和数据库技术的信息管理系统、应用系统需求量的增加,各类人员对数据库理论与技术的需求也在不断增加。于是,编写一本具有系统性、先进性和实用性,同时又能较好地适应不同层面需求的数据库教材无疑是必要的。

编写本书的原因:

- 数据库原理是高校相关专业人才培养方案的专业基础核心课程。在学习本课程时,首先要掌握数据库系统的基本原理知识;其次要了解数据库系统在实际应用中所面临的问题,并能够分析问题发生的场景及产生的原因,理解并掌握理论上所给出的解决方法;最后必须能够在具体的数据库管理系统上实现对数据及问题解决的具体操作,完成理论知识到实践应用的转化。MySQL 是轻型、免费的数据库管理系统,是很多中小型网站及软件开发公司采用的后台数据库系统。本书每章内容都融合了 MySQL 的具体语句实现,打破了纯理论的枯燥教学,有利于读者在掌握理论知识的同时提高解决问题的动手能力。
- 目前开发的计算机应用系统,大部分都需要数据库系统的后台支持,而且系统后期的使用、维护和管理也需要大量的相关人员,所以,对于致力于从事计算机开发的读者来说考取一个含金量较高的数据库证书是很有必要的。全国计算机技术与软件专业技术资格(水平)考试中的中级数据库工程师考试,是由国家人力资源和社会保障部与工业和信息化部联合颁发的证书,可以作为单位用人和职称聘任的依据。而该证书的应用技术考试,大部分是数据库原理内容。本书融入了该考试的相关内容,帮助读者了解考试的题目、题型及解题思路,为考取证书打下良好基础。

编写本书的指导思想是帮助读者掌握数据库系统的基本原理、技术和方法,了解现代数据库系统的特点及发展趋势,提高用所学知识解决实际问题的动手能力,培养数据库设计 and 应用能力。

本书具有如下特点:

(1) 既注重系统地介绍数据库的基本原理和方法,又补充了现代数据库系统的主要技术及新知识,强调基础理论、实用技术和方法。

(2) 缩减传统数据库系统的部分内容,突出数据库理论与实践紧密结合的特点,结合应用案例及软件环境讲解,突出能力训练。

本书根据教学的知识点、要点及层次,结合实践的特点来组织内容。

本书知识结构框架由四篇共计 11 章和三个附录组成:

第一篇:数据库基础知识,包括第 1~4 章,主要介绍关系数据库系统的基本概念、基本

技术和方法。

第二篇：数据库管理与保护，包括第 5~7 章，介绍关系数据库管理系统及其事务管理，描述数据库安全和完整性控制技术，讨论故障恢复的方法及策略。

第三篇：数据库系统设计，包括第 8~10 章，主要介绍关系数据库理论与数据库设计方法，具体介绍如何通过数据库的需求分析、概念设计、逻辑设计与物理设计等若干步骤，一步一步地将企业的管理业务、数据等转变成数据库管理系统所能接受的形式，从而达到利用计算机管理信息的目的。

第四篇：数据库系统开发案例，包括第 11 章，用一个实际的应用系统开发实例，详细展示其中的精髓。通过遵从本章的设计、构建和开发步骤，完成从理论到实践的跨越。

附录 A：MySQL 实验指导，通过 8 个具有代表性的具体实验，详细介绍了 MySQL 的使用方法，帮助读者加强、巩固对数据库技术理论和应用的掌握。

附录 B：习题答案，为本书各章的习题的配套参考答案。

附录 C：MySQL 实验指导参考答案，为本书附录 A 中 8 个实验配套参考答案。

本书每章除基本知识外，还有小结、适量的习题等，以配合对知识点的掌握。讲授时可根据专业、课时等情况对内容适当取舍，带有“**”的章节内容是取舍的首选对象。

本书可作为计算机各专业及信息类、电子类专业等数据库相关课程教材，也可作为数据库应用系统开发设计人员、工程技术人员、备考国家软考数据库工程师证书人员、自学考试人员等的参考书。

本书由安徽信息工程学院李月军和西京学院付良廷共同编著，李月军编写第 1~11 章和附录 B，付良廷编写附录 A 和附录 C。

注：为了便于教学，本书配有教学大纲、教学课件、电子教案、习题答案、程序源码和实验指导，读者可以扫描封底的课件二维码下载。本书还配有 400 分钟的视频讲解，扫描书中的二维码，可以在线观看；附录 D 中还列出了书中视频对应二维码的汇总表，方便读者查阅。

本书参考了多部优秀数据库方面的教材及网络内容，从中获得了许多有益的知识，在此一并表示感谢。

鉴于作者水平有限，书中难免会存在缺点和错误，敬请读者及各位专家指教。

李月军

2019 年 6 月于安徽芜湖

目 录



源码下载

第一篇 数据库基础知识

第 1 章 数据库系统的基本原理	3
1.1 数据库系统概述	3
1.1.1 数据库系统的应用	3
1.1.2 数据库系统的概念	4
1.1.3 数据管理技术的发展阶段	7
1.1.4 数据库系统的用户	10
1.2 数据模型	11
1.2.1 数据抽象的过程	12
1.2.2 关系模型	13
1.3 数据库体系结构	15
1.3.1 数据库系统的三级结构	15
1.3.2 数据库系统的三级模式	17
1.3.3 数据库系统的二级映射与数据独立性	17
1.3.4 数据库应用系统的开发架构**	18
1.4 高级数据库系统**	19
1.4.1 分布式数据库系统	19
1.4.2 面向对象数据库系统	21
1.4.3 并行数据库系统	22
1.4.4 多媒体数据库系统	24
1.5 数据仓库技术与数据挖掘技术**	25
1.5.1 数据仓库	25
1.5.2 联机分析处理	29
1.5.3 数据挖掘	31
1.6 非关系型数据库 NoSQL**	33
1.6.1 NoSQL 概述	33
1.6.2 NoSQL 相关理论	34
1.6.3 NoSQL 数据库模型	35




1.7 小结	36
习题 1	37

第 2 章 关系数据库标准语言 SQL 40


2.1 SQL 语言介绍	40
2.1.1 SQL 数据库的体系结构	40
2.1.2 SQL 的特点	41
2.1.3 SQL 语言的组成	42
2.2 数据定义	42
2.2.1 数据库的定义和删除	43
2.2.2 数据类型	43
2.2.3 基本表的定义、删除和修改	44
2.3 数据查询	47
2.3.1 基本查询	48
2.3.2 分组查询	52
2.3.3 连接查询	54
2.3.4 子查询	57
2.3.5 合并查询结果	59
2.4 数据的维护	60
2.4.1 插入数据	60
2.4.2 更新数据	62
2.4.3 删除数据	63
2.5 索引和视图	64
2.5.1 索引的创建与删除	64
2.5.2 视图	65
2.6 小结	68
习题 2	69

第 3 章 数据库编程 72



3.1 MySQL 编程基础	72
3.1.1 常量与变量	72
3.1.2 常用系统函数	75
3.2 程序控制流语句	79
3.2.1 语句块、注释和重置命令结束标记	79
3.2.2 存储函数	80
3.2.3 条件判断语句	81
3.2.4 循环语句	84
3.3 存储过程	86
3.3.1 创建存储过程	87

3.3.2	调用存储过程	87
3.3.3	存储过程的参数	87
3.3.4	删除存储过程	89
3.4	游标	89
3.4.1	游标的定义和使用	90
3.4.2	异常处理	92
3.5	嵌入式 SQL	94
3.5.1	SQL 与宿主语言接口	94
3.5.2	SQL 通信区	95
3.5.3	主变量的定义与使用	95
3.5.4	嵌入式 SQL 中游标的定义与使用	97
3.5.5	动态 SQL 语句	98
3.6	小结	100
	习题 3	100
第 4 章	关系模型的基本理论	102
4.1	关系模型的基本概念	102
4.1.1	基本术语	102
4.1.2	关系的特征	103
4.2	数据库完整性 	104
4.2.1	3 类完整性规则	104
4.2.2	MySQL 提供的约束	106
4.2.3	触发器	111
4.3	关系代数 	113
4.3.1	关系代数的基本操作	113
4.3.2	关系代数的 4 个组合操作	115
4.3.3	关系代数操作实例	118
4.4	关系运算	120
4.4.1	元组关系运算 	121
4.4.2	域关系运算**	124
4.5	小结	125
	习题 4	126


第二篇 数据库管理与保护








第 5 章	数据库的安全性	135
5.1	数据库安全性概述 	135



5.2	数据库安全性控制	136
5.2.1	用户标识与鉴别	137
5.2.2	存取控制策略	138
5.2.3	自主存取控制 	138
5.2.4	强制存取控制	139
5.3	视图机制	140
5.4	安全级别与审计跟踪	141
5.4.1	安全级别**	141
5.4.2	审计跟踪	141
5.5	数据加密	142
5.6	统计数据库的安全性	143
5.7	MySQL 的安全设置	143
5.7.1	用户管理	144
5.7.2	权限管理	145
5.7.3	角色管理	153
5.8	小结	156
	习题 5	156
第 6 章 事务与并发控制		159
6.1	事务	159
6.2	事务的 ACID 特性 	160
6.2.1	原子性	160
6.2.2	一致性	160
6.2.3	隔离性	161
6.2.4	持久性	162
6.2.5	MySQL 事务控制语句	162
6.3	并发控制 	165
6.3.1	理解什么是并发控制	165
6.3.2	并发执行可能引起的问题	166
6.3.3	事务隔离级别	168
6.3.4	MySQL 事务隔离级别设置	169
6.4	封锁	173
6.4.1	锁 	173
6.4.2	封锁协议	175
6.4.3	封锁带来的问题 	177
6.5	两段封锁协议	179
6.6	MySQL 的并发控制	180

6.6.1	表级锁	181
6.6.2	行级锁	182
6.6.3	表的意向锁	183
6.7	小结	184
	习题 6	184
第 7 章	故障恢复	187
7.1	数据库故障恢复概述	187
7.2	故障的分类 	188
7.2.1	事务故障	188
7.2.2	系统故障	188
7.2.3	介质故障	188
7.3	恢复的实现技术	189
7.3.1	数据备份	189
7.3.2	登记日志文件	190
7.4	恢复策略 	191
7.4.1	事务故障的恢复	191
7.4.2	系统故障的恢复	191
7.4.3	介质故障的恢复	192
7.5	具有检查点的恢复技术	192
7.6	MySQL 数据备份与恢复	193
7.6.1	数据的备份与恢复	194
7.6.2	表数据的导出与导入	196
7.6.3	使用二进制日志文件恢复数据	199
7.7	小结	202
	习题 7	202

第三篇 数据库系统设计

第 8 章	使用实体-联系模型进行数据建模	207
8.1	概念模型设计 	207
8.1.1	概念模型设计的重要性	207
8.1.2	概念模型设计的方法	208
8.2	实体-联系模型	209
8.2.1	实体及实体集	209
8.2.2	属性及其分类	209
8.2.3	联系及其分类	212

8.2.4	E-R 模型应用示例	213
8.3	利用 E-R 模型的数据库概念设计 	214
8.3.1	局部 E-R 模型设计	214
8.3.2	全局 E-R 模型设计	217
8.4	小结	222
	习题 8	223
第 9 章	关系模型规范化设计理论	225
9.1	关系模式中可能存在的异常 	225
9.1.1	存在异常的关系模式示例	225
9.1.2	可能存在的异常	226
9.1.3	关系模式中存在异常的原因	226
9.2	函数依赖 	227
9.2.1	函数依赖的定义	227
9.2.2	发现函数依赖	228
9.2.3	最小函数依赖集	230
9.3	候选键 	231
9.3.1	候选键的定义	231
9.3.2	属性集的闭包	232
9.3.3	求候选键	233
9.4	关系模式的规范化	234
9.4.1	范式及规范化 	234
9.4.2	完全函数依赖、部分函数依赖和传递函数依赖	234
9.4.3	以函数依赖为基础的范式 	235
9.4.4	关系的分解 	239
9.4.5	多值依赖与 4NF	243
9.4.6	关系模式规范化总结	246
9.5	小结	247
	习题 9	247
第 10 章	数据库设计	251
10.1	数据库设计概述	251
10.1.1	数据库设计问题	251
10.1.2	数据库设计方法	252
10.1.3	数据库应用系统设计过程	253
10.2	需求分析	256

10.2.1	需求分析的任务	256
10.2.2	需求分析的过程	256
10.2.3	用户需求调研的方法	257
10.2.4	数据流图**	258
10.2.5	数据字典	261
10.2.6	用户需求描述与分析实例**	263
10.3	概念数据建模	266
10.3.1	建模方法	266
10.3.2	建模的基本任务与步骤	267
10.4	逻辑结构设计	268
10.4.1	E-R 图向关系模型的转换 	268
10.4.2	采用 E-R 模型的逻辑设计步骤 	272
10.5	物理设计	275
10.5.1	索引的存取方法	276
10.5.2	聚簇索引的存取方法	276
10.5.3	不适于建立索引的情况	277
10.6	数据库的实现与测试	277
10.7	数据库的运行与维护	279
10.8	MySQL 数据库的性能优化	280
10.8.1	优化简介	280
10.8.2	优化查询	281
10.8.3	优化数据库结构	284
10.8.4	优化插入记录的速度	285
10.9	小结	286
习题 10		286

第四篇 数据库系统开发案例

第 11 章	数据库应用系统设计实例**	293
11.1	系统总体需求	293
11.1.1	用户总体业务结构	293
11.1.2	总体安全要求	293
11.2	系统总体设计	294
11.2.1	系统设计考虑的主要内容	294
11.2.2	系统的总体功能模块	294
11.3	系统需求描述	295
11.3.1	系统全局数据流图	295

11.3.2	系统局部数据流图	295
11.3.3	系统数据字典	297
11.4	系统概念模型描述	299
11.4.1	构成系统的实体	299
11.4.2	系统局部 E-R 图	299
11.4.3	合成全局 E-R 图	301
11.4.4	优化全局 E-R 图	302
11.5	系统的逻辑设计	303
11.5.1	转化为关系数据模型	303
11.5.2	关系数据模型的优化与调整	304
11.5.3	数据库表的结构	305
11.6	数据库的物理设计	308
11.6.1	创建表	308
11.6.2	创建索引	310
11.7	小结	311

附录 A	MySQL 实验指导	312
-------------	-------------------	-----

实验一	数据库和表的管理	312
实验二	数据查询	314
实验三	索引和视图	315
实验四	数据完整性	316
实验五	存储过程和存储函数	317
实验六	数据库的安全管理	319
实验七	数据库的备份与恢复	320
实验八	图书管理系统数据库设计	321

附录 B	习题答案	326
-------------	-------------	-----

附录 C	MySQL 实验指导参考答案	336
-------------	-----------------------	-----

附录 D	书中视频对应二维码汇总表	349
-------------	---------------------	-----

参考文献		350
-------------	--	-----

第一篇

数据库基础知识



在当今智能化社会,各组织机构都更加需要具备有效地获取、管理、使用与其工作业务有关的准确、及时、完整信息的能力。数据库系统无疑是当前提供这种能力的最先进、最有效的基本工具,它的使用日益广泛,深入到需要管理信息的任何领域、部门和个人。

对于一个国家来说,数据库的建设规模、数据库信息量的大小和使用频度已成为衡量这个国家信息化程度的重要标志。因此,数据库课程不仅是计算机科学与技术专业、软件工程专业、信息管理专业的必修课程,也是许多非计算机专业的选修课程。

本章介绍数据库技术的基本概念,要求读者了解数据库管理技术的发展阶段、数据模型的概念、数据库管理系统的功能及组成、数据库系统的组成与全局结构等。

1.1 数据库系统概述



视频讲解

1.1.1 数据库系统的应用

信息资源是企业 and 公司的重要财富和资源,一个满足各企业和公司要求的行之有效的信息系统是一个企业和公司生存发展的重要前提。因此,作为信息系统核心和基础的数据库技术也得到了越来越广泛的应用。下面是一些具有代表性的应用。

(1) 电信业:用于存储客户的通话记录,产生每月的账单,维护预付电话卡的余额和存储通信网络的信息。

(2) 银行业:用于存储客户的信息、账户、贷款以及银行的交易记录。

(3) 金融业:用于存储股票、债券等金融票据的持有、出售和买入的信息;也用于存储实时的市场数据,以便客户能够进行联机交易,公司能够进行自动交易。

(4) 销售业:用于存储客户、产品及购买信息。

(5) 联机的零售商:用于存储客户、产品及购买信息,以及实时的订单跟踪,推荐品清单的生成,还有实时的产品评估。

(6) 大学:用于存储学生的信息,课程注册、成绩的信息,教师及行政人员的相关信息。

(7) 航空业:用于存储订票和航班的信息。航空业是最先以地理上分布的方式使用数据库的行业之一。

(8) 人力资源:用于存储雇员、工资、所得税和津贴的信息,以及产生工资单。

(9) 制造业:用于管理供应链,跟踪工厂中产品的生产情况、仓库和商店中产品的详细清单以及产品的订单。

正如以上所列举的,数据库已经成为当今几乎所有企业不可缺少的组成部分了。

现在,很多机构已经将数据库的访问提至 Web 界面,提供大量的在线服务和信息。例如,当访问一家在线书店,浏览一本书时,其实你正在访问的是存储在某个数据库中的数据;当确认了一个网上订购,你的订单也就保存在了某个数据库中。此外,关于访问网络的数据也可能会存储在一个数据库中。

因此,尽管用户界面隐藏了访问数据库的细节,大多数人甚至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。

我们也可以从另一个角度来评判数据库系统的重要性。像 Oracle 这样的数据库系统厂商是世界上最大的软件公司之一,并且在微软和 IBM 等这些有多样化产品的公司中,数据库系统也是其产品线的一个重要组成部分。

1.1.2 数据库系统的概念

简要地说,一个数据库系统就是一个相关的数据集和一个管理这个数据集的程序集以及其他相关软件与硬件等组成的集合体。其数据集包含了特定应用环境的相关信息,被称为数据库;其程序集被称为数据库管理系统,它提供了一个接收、存储和处理数据库数据的环境。

数据库系统的总目标就是使用户能有效且方便地管理与使用数据库的数据。

数据、数据库、数据库管理系统和数据库系统是数据库技术密切相关的 4 个基本概念。

1. 数据(Data)

数据是数据库存储的基本对象,是描述现实世界中各种具体事物或抽象概念的、可存储并具有明确意义的符号记录。

具体事物是指有形且看得见的实物,例如学生、教师等;抽象概念则是指无形且看不见的虚物,例如课程、合同等。

在日常生活中,人们可以直接用语言来描述事物。例如可以这样来描述某校计算机系一位同学的基本情况:王晓海同学,男,1990年10月2日出生,2011年入学。在计算机中经常如下描述:

(王晓海,男,1990/10/02,计算机系,2011)

即把学生的姓名、性别、出生日期、所在系、入学时间等组织在一起,组成一个记录。这里的学生记录就是描述学生的数据。记录是数据库系统表示和存储数据的一种格式。

2. 数据库(DataBase, DB)

简单地说,数据库就是相互关联的数据集合。严格地说,数据库是长期存储在计算机内、有组织的、可共享的大量数据的集合。数据库中的数据按一定的数据模型组织、描述和存储,具有较小的冗余度、较高的数据独立性和易扩展性。

例如与学生有关的信息,包括学生的个人基本信息、选修的课程信息及相关课程的成绩信息等。学生的基本信息包括学号、姓名、性别等;课程信息包括课号、课程名、学分、讲课教师等;学生和课程之间是通过选课信息进行关联的,选课信息包括学号、课号、成绩等。

现在假设要编写应用程序来访问每个学生的学号、姓名、选修课程的名称及该课程的成绩