

 高等教育规划教材

数据库系统原理及 MySQL应用教程

李辉 等编著



免费提供电子教案

下载网址 <http://www.cmpedu.com>



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



高等教育规划教材

数据库系统原理及 MySQL 应用教程

李 辉 等编著



机械工业出版社

本书以 MySQL 为平台,全面系统地讲述了数据库技术的基本原理和应用。本书共 19 章,主要内容包括数据库系统概述、信息与数据模型、关系模型与关系规范化理论、数据库设计方法、MySQL 概述、MySQL 存储引擎与数据库操作管理、MySQL 表定义与完整性约束控制、MySQL 数据操作管理、MySQL 索引、MySQL 视图、MySQL 存储过程与函数、MySQL 触发器与事件调度器、MySQL 权限管理、事务与 MySQL 的多用户并发控制、MySQL 数据库备份与还原、MySQL 日志管理、MySQL 性能优化、MySQL 在 Web 技术中的应用、MySQL 管理客户端应用工具。

本书可以使读者充分利用 MySQL 数据库深刻理解数据库技术的原理,达到理论和实践紧密结合的目的。采用 MySQL 数据库为平台,还解决了学习者安装上机数据库管理系统软件中的操作系统兼容性(32 位和 64 位计算机、Windows、Linux 和 MAC 操作系统等)问题。

本书内容循序渐进,深入浅出,概念清晰,条理性强,每一章节都给出了应用实例。为解决学习者初期动手的茫然与困惑,本书还在相应章节专门将上机实践环节分为验证性实验和设计性实验。

本书可作为本科相关专业“数据库系统原理及应用”课程的配套教材,同时也作为数据库类考试的人员、数据库应用系统开发设计人员、工程技术人员及其他相关人员的参考书。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。

图书在版编目(CIP)数据

数据库系统原理及 MySQL 应用教程/李辉等编著. —北京:机械工业出版社,2015.11

高等教育规划教材

ISBN 978 - 7 - 111 - 52512 - 7

I. ①数… II. ①李… III. ①关系数据库系统—高等学校—教材
IV. ①TP311.138

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 307966 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:王 斌 王淑花 责任编辑:王 斌

责任校对:张艳霞

责任印制:乔 宇

唐山丰电印务有限公司印刷

2016 年 1 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·24 印张·594 千字

0001-3000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-52512-7

定价:56.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线:(010)88379833

机工官网:www.cmpbook.com

读者购书热线:(010)88379649

机工官博:weibo.com/cmp1952

教育服务网:www.cmpedu.com

封面无防伪标均为盗版

金书网:www.golden-book.com

出版说明

当前,我国正处在加快转变经济发展方式、推动产业转型升级的关键时期。为经济转型升级提供高层次人才,是高等院校最重要的历史使命和战略任务之一。高等教育要培养基础性、学术型人才,但更重要的是加大力度培养多规格、多样化的应用型、复合型人才。

为顺应高等教育迅猛发展的趋势,配合高等院校的教学改革,满足高质量高校教材的迫切需求,机械工业出版社邀请了全国多所高等院校的专家、一线教师及教务部门,通过充分的调研和讨论,针对相关课程的特点,总结教学中的实践经验,组织出版了这套“高等教育规划教材”。

本套教材具有以下特点:

1) 符合高等院校各专业人才的培养目标及课程体系的设置,注重培养学生的应用能力,加大案例篇幅或实训内容,强调知识、能力与素质的综合训练。

2) 针对多数学生的学习特点,采用通俗易懂的方法讲解知识,逻辑性强、层次分明、叙述准确而精炼、图文并茂,使学生可以快速掌握,学以致用。

3) 凝结一线骨干教师的课程改革和教学研究成果,融合先进的教学理念,在教学内容和方法上做出创新。

4) 为了体现建设“立体化”精品教材的宗旨,本套教材为主干课程配备了电子教案、学习与上机指导、习题解答、源代码或源程序、教学大纲、课程设计和毕业设计指导等资源。

5) 注重教材的实用性、通用性,适合各类高等院校、高等职业学校及相关院校的教学,也可作为各类培训班教材和自学用书。

欢迎教育界的专家和老师提出宝贵的意见和建议。衷心感谢广大教育工作者和读者的支持与帮助!

机械工业出版社

前 言

数据库技术是现代信息技术的重要组成部分。数据库技术随着计算机技术的广泛应用与发展,无论是在数据库技术的基础理论、数据库技术应用、数据库系统开发,还是数据库商品软件推出方面,都有着长足的、迅速的进步与发展。同时数据库技术也是目前 IT 行业中发展最快的领域之一,已经广泛应用于各种类型的数据处理系统之中。了解并掌握数据库知识已经成为对各类科研人员和管理人员的基本要求。目前,“数据库系统原理及应用”课程已逐渐成为本科院校计算机、软件工程、信息管理等专业的一门重要专业课程。该课程既具有较强的理论性,又具有很强的实践性。

本书是作者在长期从事数据库课程教学和科研的基础上,为满足“数据库系统原理及应用”课程的教学需要而编写。本书以学习者的角度编写章节知识点,分别从数据库系统概述、信息与数据模型、关系模型与关系规范化理论、数据库系统设计、关系数据库标准语言、索引与视图、结合 MySQL 讲述数据库安全保护原理以及系统管理技术、数据库服务器端编程(触发器、存储过程与函数)、MySQL 在 Web 技术中的应用以及客户端管理工具: Workbench、Navicat,以及 XAMPP 环境下对 MySQL 管理等内容进行讲述。

本书内容循序渐进、深入浅出。以 MySQL 为应用对象,解决了学习者安装上机数据库管理系统软件中的操作系统兼容性(32 位和 64 位计算机、Windows、Linux 和 MAC 操作系统等)问题。MySQL 具有开源、免费、体积小、易于安装、性能高效、功能齐全等特点,因此 MySQL 非常适合于教学。为缓解学习者初期动手的茫然与困惑,本书在每章专门将上机实践环节分为验证性实验和设计性实验。

本书由李辉等编著,在编写过程中,李辉负责第 1 至 11 章、18 章的编写,杨小莹负责第 12 至 16 章的编写,胡倩参与编写部分章节,李全恩、孙鑫鑫、张标等参与编写和整理资料,管美静、张仲美、李铨、徐璟等老师也对本书编审提出一些修改建议,在此向他们一并表示感谢。虽然我们希望能够为读者提供最好的教材和教学资源,但由于作者水平和经验有限,错误之处难免,恳请各位专家和读者予以指正,并欢迎同行通过以下方式与我们进行交流,信箱: lihui@cau.edu.cn,教材使用问题 QQ 交流群: 138668506。

编 者

目 录

前言

第1章 数据库系统概述	1	2.5 概念模型向逻辑模型的转换	23
1.1 数据库系统概念	1	2.5.1 转换原则	23
1.1.1 数据库	2	2.5.2 转换实例	24
1.1.2 数据库管理系统	4	2.6 知识点小结	26
1.1.3 数据库管理员	7	2.7 习题	26
1.1.4 应用系统	7	2.8 概念模型(E-R图)画法与逻辑 模式转换实验	26
1.1.5 用户	8	第3章 关系模型与关系规范化理论	31
1.2 数据库系统特点	8	3.1 关系模型及其定义	31
1.3 数据库系统结构	9	3.1.1 关系模型概述	31
1.3.1 三级模式内部结构	9	3.1.2 关系操作	34
1.3.2 B/S与C/S应用结构	11	3.1.3 关系的完整性	35
1.4 知识点小结	12	3.2 关系代数	37
1.5 习题	12	3.2.1 关系的数学定义	37
第2章 信息与数据模型	13	3.2.2 关系代数概述	39
2.1 信息的三种世界及描述	13	3.2.3 传统的集合运算	39
2.1.1 信息的现实世界	13	3.2.4 专门的关系运算	40
2.1.2 信息世界	14	3.3 数据库设计的规范化	45
2.1.3 信息的计算机世界	14	3.3.1 问题的提出	45
2.1.4 三个世界之间的对应关系	15	3.3.2 函数依赖	47
2.2 数据模型	16	3.3.3 范式以及应用案例	50
2.2.1 数据模型的概念	16	3.3.4 规范化小结	53
2.2.2 数据处理三层抽象描述	16	3.4 知识点小结	54
2.2.3 数据模型的要素	17	3.5 习题	54
2.2.4 数据模型与数据模式的区别	17	3.6 关系的完整性、规范化管理与 应用实验	54
2.3 概念模型	18	第4章 数据库设计方法	58
2.3.1 基本概念	18	4.1 数据库设计概述	58
2.3.2 E-R模型	19	4.1.1 数据库设计的内容	58
2.4 逻辑模型	21	4.1.2 数据库设计的步骤	59
2.4.1 层次模型	22	4.2 系统需求分析	60
2.4.2 网状模型	22	4.2.1 需求分析的任务	60
2.4.3 关系模型	22	4.2.2 需求分析的方法	61
2.4.4 面向对象模型	23		

4.3	概念结构设计	65	6.1.1	存储引擎概述	115
4.3.1	概念结构设计的必要性	65	6.1.2	InnoDB 存储引擎	118
4.3.2	概念模型的特点	65	6.1.3	MyISAM 存储引擎	119
4.3.3	概念结构设计的方法与步骤	66	6.1.4	MEMORY 存储引擎	119
4.4	逻辑结构设计	72	6.1.5	MERGE 存储引擎	119
4.4.1	逻辑结构设计的任务和步骤	72	6.1.6	其他存储引擎	120
4.4.2	初始关系模式设计	72	6.1.7	存储引擎的选择	120
4.4.3	关系模式规范化	72	6.2	字符集	121
4.4.4	模式的评价与改进	73	6.2.1	字符集概述	121
4.5	物理结构设计	74	6.2.2	MySQL 支持的字符集	121
4.6	数据库实施	74	6.2.3	MySQL 字符集的选择	123
4.6.1	建立实际数据库结构	74	6.2.4	MySQL 字符集的设置	123
4.6.2	数据导入	74	6.3	MySQL 数据库操作管理	126
4.6.3	应用程序编码与调试	75	6.3.1	创建数据库	126
4.6.4	数据库试运行	75	6.3.2	修改数据库名称	127
4.6.5	整理文档	76	6.3.3	删除数据库	128
4.7	数据库运行和维护	76	6.4	知识点小结	128
4.7.1	维护数据库的安全性与完整性	76	6.5	习题	128
4.7.2	监测并改善数据库性能	76	6.6	MySQL 安装创建和维护数据库 实验	128
4.7.3	重新组织和构造数据库	76			
4.8	知识点小结	76	第 7 章 MySQL 表定义与完整性		
4.9	习题	77	约束控制	130	
4.10	利用 PowerDesigner 设计数据库 系统实验	78	7.1	表的基本概念	130
第 5 章 MySQL 概述		94	7.2	数据类型	130
5.1	MySQL 简介	94	7.2.1	数值类型	131
5.2	MySQL 工作流程	96	7.2.2	日期时间类型	132
5.3	MySQL 系统构成	97	7.2.3	字符串类型	132
5.4	MySQL 服务器与端口	98	7.2.4	复合类型	133
5.5	MySQL 的安装和使用	99	7.2.5	二进制类型	134
5.5.1	MySQL 的下载安装	99	7.2.6	选择合适的数据类型	134
5.5.2	启动和停止 MySQL 服务器	110	7.3	运算符	134
5.5.3	连接和断开 MySQL 服务器	111	7.3.1	算术运算符	134
5.6	知识点小结	114	7.3.2	比较运算符	135
5.7	习题	114	7.3.3	逻辑运算符	138
第 6 章 MySQL 存储引擎与数据库 操作管理		115	7.3.4	位运算符	139
6.1	存储引擎	115	7.4	表的操作	140
			7.4.1	创建表	140
			7.4.2	查看表	142

7.4.3	修改表	143	9.1.2	索引的作用	192
7.4.4	复制表	144	9.1.3	MySQL 索引的分类	193
7.4.5	删除表	145	9.2	索引的管理	194
7.4.6	表管理中的注意事项	145	9.2.1	创建索引	194
7.5	MySQL 约束控制	146	9.2.2	查看索引	200
7.5.1	数据完整性约束	146	9.2.3	删除索引	201
7.5.2	字段的约束	146	9.3	索引设计原则和注意事项	202
7.6	知识点小结	152	9.4	知识点小结	203
7.7	习题	152	9.5	习题	204
7.8	数据表的创建与修改管理		9.6	索引创建与管理实验	204
	实验	152	第 10 章	MySQL 视图	206
第 8 章	MySQL 数据操作管理	157	10.1	视图	206
8.1	插入数据	157	10.1.1	视图概述	206
8.1.1	为表的所有字段插入数据	157	10.1.2	视图的优势	206
8.1.2	为表的指定字段插入数据	159	10.1.3	视图的工作机制	207
8.1.3	同时插入多条记录	159	10.2	视图定义和管理	207
8.2	修改数据	160	10.2.1	创建视图	207
8.3	删除数据	161	10.2.2	删除视图	209
8.3.1	使用 Delete 命令删除表数据	161	10.2.3	查看视图	210
8.3.2	使用 truncate 清空数据	162	10.2.4	修改视图	211
8.4	单表查询	162	10.3	更新视图数据	212
8.4.1	SELECT 语法	162	10.4	对视图的进一步说明	213
8.4.2	简单查询	163	10.5	知识点小结	214
8.4.3	条件查询	167	10.6	习题	214
8.4.4	高级查询	171	10.7	视图创建与管理实验	214
8.5	多表查询	177	第 11 章	MySQL 存储过程与函数	217
8.5.1	内连接查询	178	11.1	存储过程与函数简介	217
8.5.2	子查询	180	11.1.1	概念	217
8.6	知识点小结	184	11.1.2	存储过程和函数区别	218
8.7	习题	184	11.2	存储过程与函数操作	218
8.8	MySQL 数据库表操作实验	185	11.2.1	创建和使用存储过程或函数	218
	实验一: MySQL 数据库表的数据插入、		11.2.2	变量	221
	修改、删除操作实验	185	11.2.3	定义条件和处理	223
	实验二: MySQL 数据库表数据的查询		11.2.4	游标的使用	225
	操作实验	186	11.2.5	流程的控制	227
第 9 章	MySQL 索引	192	11.2.6	查看存储过程或函数	229
9.1	索引	192	11.2.7	修改存储过程或函数	231
9.1.1	索引概述	192	11.2.8	删除存储过程或函数	232

11.3	系统函数	233	13.3.4	修改用户口令	258
11.3.1	数学函数	233	13.3.5	删除用户	259
11.3.2	字符串函数	234	13.4	账户权限管理	260
11.3.3	日期和时间函数	234	13.4.1	权限授予	260
11.3.4	系统信息函数	235	13.4.2	权限的转移和限制	262
11.3.5	加密函数	235	13.4.3	权限的撤销	263
11.4	知识点小结	236	13.5	知识点小结	263
11.5	习题	236	13.6	习题	264
11.6	存储过程与函数的创建管理 实验	236	13.7	数据库的安全机制管理 上机实验	264
第12章	MySQL 触发器与事件 调度器	240	第14章	事务与MySQL的多用户并发 控制	266
12.1	触发器	240	14.1	事务	266
12.1.1	触发器的概念	240	14.1.1	事务的概念	266
12.1.2	创建使用触发器	241	14.1.2	事务的ACID特性	267
12.1.3	查看触发器	244	14.1.3	MySQL事务控制语句	269
12.1.4	删除触发器	244	14.1.4	事务的隔离性级别	269
12.1.5	对触发器的进一步说明	245	14.2	MySQL的并发控制	271
12.2	事件	245	14.2.1	并发概述	271
12.2.1	事件的概念	245	14.2.2	锁的概述	272
12.2.2	创建事件	246	14.2.3	MyISAM表的表级锁	272
12.2.3	修改事件	247	14.2.4	InnoDB表的行级锁	274
12.2.4	删除事件	247	14.2.5	死锁	275
12.3	知识点小结	248	14.3	知识点小结	275
12.4	习题	248	14.4	习题	276
12.5	触发器创建与管理实验	248	第15章	MySQL数据库备份与 还原	277
第13章	MySQL 权限管理	251	15.1	备份与还原概述	277
13.1	访问控制	251	15.2	通过文件备份和还原	278
13.2	权限表	252	15.3	通过命令mysqldump备份 还原	279
13.2.1	user表	252	15.3.1	备份	279
13.2.2	db表和host表	253	15.3.2	还原	280
13.2.3	tables_priv表	254	15.4	表的导入和导出	281
13.2.4	columns_priv表	255	15.5	知识点小结	284
13.2.5	procs_priv表	255	15.6	习题	285
13.3	用户管理	255	15.7	数据库的备份与还原上机 实验	285
13.3.1	添加用户	255			
13.3.2	查看用户	257			
13.3.3	修改用户账号	258			

第 16 章 MySQL 日志管理	287	17.4.1 优化服务器硬件	307
16.1 MySQL 支持的日志	287	17.4.2 优化 MySQL 的参数	308
16.1.1 错误日志	288	17.5 知识点小结	309
16.1.2 启动	288	17.6 习题	309
16.1.3 查看	288	17.7 MySQL 性能优化上机实验	309
16.1.4 删除	289	第 18 章 MySQL 在 Web 技术中的	
16.2 二进制日志	289	应用	311
16.2.1 启动	289	18.1 PHP 概述	311
16.2.2 查看	290	18.1.1 何谓 PHP	311
16.2.3 删除	290	18.1.2 PHP 优势	311
16.2.4 二进制日志还原数据库	291	18.1.3 PHP 的工作原理	312
16.3 慢查询日志	292	18.1.4 PHP 结合数据库应用的优势	312
16.3.1 启动	292	18.2 HTML 与表单	313
16.3.2 查看	292	18.2.1 HTML 基础知识	313
16.3.3 删除	293	18.2.2 HTML 表单简介	314
16.4 通用查询日志	293	18.2.3 表单数据的接收	316
16.4.1 启动	293	18.3 使用 PHP 进行 MySQL 数据库	
16.4.2 查看	294	编程	317
16.4.3 删除	294	18.3.1 PHP 对 MySQL 数据库的工作	
16.5 知识点小结	294	原理	317
16.6 习题	295	18.3.2 编程步骤	317
16.7 MySQL 日志管理上机实验	295	18.3.3 使用 PHP 操作 MySQL	
第 17 章 MySQL 性能优化	297	数据库	317
17.1 性能优化概述	297	18.4 常见问题与解决方案	326
17.2 优化查询	298	18.5 知识点小结	328
17.2.1 分析语句查询	298	18.6 习题	328
17.2.2 索引对查询速度的影响	299	18.7 使用 PHP 访问 MySQL 数据库	
17.2.3 使用索引查询	300	上机实验	329
17.2.4 优化子查询	302	第 19 章 MySQL 管理客户端应用	
17.2.5 优化查询基本原则	303	工具	332
17.3 优化数据库结构	304	19.1 基于 Workbench 客户端应用工具	
17.3.1 将字段很多的表分解成		操作 MySQL	332
多个表	304	19.1.1 MySQL Workbench 的安装	332
17.3.2 增加中间表	304	19.1.2 数据库基本操作	335
17.3.3 增加冗余字段	305	19.1.3 数据表基本操作	338
17.3.4 优化插入记录的速度	305	19.1.4 数据记录基本操作	343
17.3.5 分析表、检查表和优化表	306	19.1.5 管理 SQL 脚本	347
17.4 优化 MySQL 服务器	307	19.1.6 数据的导入和导出	349

19.2 基于 Navicat 客户端应用工具	19.3.1 下载和安装	363
操作 MySQL	19.3.2 数据库的操作	364
19.2.1 下载与安装	19.3.3 表的操作	365
19.2.2 查询操作	19.3.4 查询操作	367
19.2.3 视图操作	19.3.5 视图操作	369
19.2.4 索引操作	19.3.6 索引操作	369
19.2.5 存储过程	19.3.7 存储过程操作	370
19.2.6 备份和还原	19.3.8 备份和恢复	371
19.2.7 用户与权限操作	19.3.9 用户与权限	372
19.3 基于 XAMPP 集成环境下	参考文献	374
phpMyAdmin 操作 MySQL		

第1章 数据库系统概述

数据库是指以一定的方式存储在一起、能为多个用户共享、具有尽可能小的冗余度、并且与应用程序彼此独立的数据集合。目前使用最为广泛的是关系型数据库，它是建立在关系模型基础上的数据库，借助于集合代数等数学概念和方式来处理数据库中的数据。现在常用的数据库，例如，Oracle、Microsoft SQL Server、Access 和 MySQL 等，大多数都是关系型数据库。

本章学习目标

- 理解数据库系统的概念和组成。
- 掌握数据库系统的组成及各部分的主要功能。
- 理解数据库系统与人工管理系统、文件系统的区别。
- 了解数据管理技术的三个发展阶段。
- 掌握三级模式映射关系。
- 掌握 B/S 和 C/S 结构。

目前，数据库是数据管理的最新技术，是计算机科学的重要分支。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。数据库知识变得越来越重要，而且它无处不在，比如今日头条等网络新闻的存储、QQ 好友信息同步、求职信息发布、选课信息呈现、电子商务平台的个性化信息的推荐等。

因此，数据库已经成为现代信息系统不可或缺的重要组成部分。具有数百万甚至数十亿字节信息存储量的数据库已经普遍存在于金融、教育、工业、农业、服务业和政府部门等诸多行业部门的信息系统中，数据库技术是计算机领域中发展最快的技术之一。

1.1 数据库系统概念

数据库系统是指在计算机系统中引入数据库后的系统，一般由数据库、数据库管理系统（及其开发工具）、数据库应用系统、用户（其中包括数据库管理员等）构成，如图 1-1 所示。

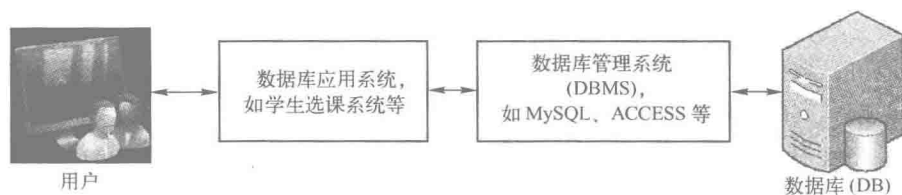


图 1-1 数据库系统的组成

数据库的作用是帮助用户更好地管理事务，它是相互联系的表和其他结构的集合。

数据库管理系统（DataBase Management System, DBMS）是用于创建、处理和管理数据库的计算机系统软件。

数据库应用系统包括为特定应用环境建立的数据库、开发各类应用程序及编写的文档资料，它们是一个有机整体。数据库应用系统涉及到各个方面，比如高考志愿填报系统、学生选课系统等。通过运行数据库应用系统可以实现对数据库中数据的添加、删除、修改、查询等操作。

用户是指使用数据库应用程序记录信息，并使用程序界面读取、录入和查询数据的人。

1.1.1 数据库

1. 信息与数据

为了了解世界，与世界交流，人们需要描述各种事物。用自然语言描述虽然很直接，但过于烦琐，不利于用计算机表达。为此，人们常常只抽取那些感兴趣的事物特征或属性来描述事物，将描述事物的符号记录为数据，数据是数据库中存储的基本对象，而信息是从数据中获得的有意义的内容。数据在大多数人头脑中的直观反映就是数字（1、2、3……）。实际上数字只是数据的一种最简单的形式，是数据的一种传统和狭义的理解。广义的理解，数据的种类很多，文本（Text）、图形（Graph）、图像（Image）、音频（Audio）、视频（Video）、学生的档案记录、商品的销售情况等都是数据。通常将描述事物的符号记录称为数据。数据有多种形式，它们都可以经过数字化后保存在计算机中。在日常生活中，人们可以直接用自然语言（如汉语）来描述事物。例如，可以这样来描述某高校计算机系一位同学的基本信息：李梅，女，1995年6月生，安徽省阜阳市人，2014年入学。在计算机中描述如下：

（李梅，女，1995-06，安徽省阜阳市，计算机系，2014）

即把学生的姓名、性别、出生年月、出生地、所在院系、入学时间等组织在一起，组成一条记录，描述了李梅同学的信息。因此将从数据中获得的有意义的内容称为信息。这里的学生记录就是描述学生的数据。这样的数据是有结构的表述数据语义。记录是计算机中表示和存储数据的一种格式或一种方法。

数据和信息之间是相互联系的。数据是反映客观事物属性的记录，是信息的具体表现形式。数据经过加工处理后，就成为信息；而信息需要经过数字化转变成数据才能存储和传输。

2. 数据库

数据库可以形象地理解为存放数据的仓库，只不过这个仓库是在计算机存储设备上，而且数据是按一定格式存放的。在科学技术飞速发展的今天，数据量急剧增加，海量数据涌现，过去人们把数据存放在文件柜中，现在人们借助计算机和数据库技术科学地保存和管理大量的复杂的数据，以便能方便而充分地利用这些宝贵的信息资源。

严格地讲，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，并可为各种用户共享。概括地讲，数据库数据具有永久存储、有组织和可共享三个特点。

3. 数据处理与数据管理

数据管理是数据处理的基础工作，数据库是数据管理的技术和手段。数据库中的数据具有整体性和共享性。

数据处理也称信息处理，就是将数据转换为信息的过程。数据处理的内容主要包括数据

的收集、整理、存储、加工、分类、维护、排序、检索和传输等一系列活动。数据处理的目的从大量的数据中，根据数据自身的规律及其相互关系，通过分析、归纳、推理等科学的方法，利用计算机技术、数据库技术等手段，提取有效的信息资源，为进一步分析、管理和决策提供依据。

所谓**数据管理**，是指对各种数据进行分类、组织、编码、存储、检索和维护。发展到现在，数据管理技术经历了三个阶段，分别为人工管理阶段、文件系统阶段和数据库系统阶段。

(1) 人工管理阶段

20世纪50年代中期以前，由于计算机硬件还没有像现在这样的磁盘、软件没有专门管理数据的软件，所以，计算机只局限于科学技术方面，数据则由计算和处理它的程序自行携带。该时期被称为人工管理阶段。

人工管理阶段的特点如下：

- 数据不能长期保存。
- 程序本身管理数据。
- 数据不能共享。
- 数据不具有独立性。

(2) 文件系统阶段

随着技术的发展，在20世纪50年代后期到20世纪60年代中期，计算机不仅应用于科学技术，而且开始用于管理。在该时期由于计算机硬件出现了磁盘，计算机软件出现了高级语言和操作系统，因此，程序和数据有了一定的独立性，出现了程序文件和数据文件，这就是所谓的文件系统阶段。

文件系统阶段的特点如下：

- 数据可以长期保存。
- 数据由文件系统来管理。
- 数据冗余大，共享性差。
- 数据独立性差。

(3) 数据库系统阶段

随着网络技术的发展，计算机软、硬件功能的进步，在20世纪60年代后期，计算机可以管理规模巨大的数据，这时如果计算机还使用文件系统来管理数据，则远远不能满足当时各种应用需求，于是出现了数据库技术，特别是关系型数据库技术。该阶段就是所谓的数据库系统阶段。

数据库系统阶段的特点如下：

- 数据实现结构化。
- 数据实现了共享性。
- 数据独立性强。
- 数据粒度变小。

注意：数据管理与数据库管理区别是，数据管理是应用于整个组织的功能，它是一个面向管理的功能，主要关系一个组织某单位数据的隐私和安全问题；而数据库管理是一个技术性更强的功能，专用于特定的数据库，包括处理该数据库的应用。

1.1.2 数据库管理系统

1. 数据库管理系统 (DBMS) 的定义

数据库管理系统 (Database Management System, DBMS) 安装于操作系统之上, 是一个管理、控制数据库中各种数据库对象的系统软件, 如图 1-2 所示。数据库用户无法直接通过操作系统获取数据库文件中的具体内容; 数据库管理系统通过调用操作系统的服务, 如进程管理、内存管理、设备管理及文件管理等服务, 为数据库用户提供管理、控制数据库中各种数据库对象、数据库文件的接口, 实现对数据的管理和维护。

数据库管理系统通常会选择某种“数学模型”存储、组织、管理数据库中的数据, 常用的数学模型包括“层次模型”“网状模型”“关系模型”及“面向对象模型”等。基于“关系模型”的数据库管理系统称为关系数据库管理系统 (Relational Database Management System, RDBMS)。随着关系数据库管理系统的日臻完善, 目前关系数据库管理系统已占据主导地位。

通过关系数据库管理系统, 数据库开发人员可以轻而易举地创建关系数据库容器, 并在该数据库容器中创建各种数据库对象 (表、索引、视图、存储过程、触发器、函数等), 以及维护各种数据库对象。

数据库管理系统的目标是让用户能够更方便、更有效、更可靠地建立数据库和使用数据库中的信息资源。数据库管理系统不是应用软件, 它不能直接用于诸如工资管理、人事管理资料管理等事务管理工作, 但数据库管理系统能够为事务管理提供技术和方法、应用系统的设计平台和设计工具, 使相关的事务管理软件很容易设计。也就是说, 数据库管理系统是为设计数据管理应用项目提供的计算机软件, 利用数据库管理系统设计事务管理系统可以达到事半功倍的效果。

数据库管理系统与数据库应用系统的区别如下:

- 1) 前者是提供数据库管理的计算机系统软件, 后者是实现某种具体信息管理功能的计算机应用软件。
- 2) 前者是为后者提供了数据库的定义、存储和查询方法, 后者是通过前者管理数据库。
- 3) 前者及其数据库安装在服务器端, 它们之间通过数据访问技术进行数据通信。后者安装在客户端, 由专门的开发系统或语言设计。

2. 数据库管理系统 (DBMS) 的主要功能

数据库管理系统是位于用户与操作系统之间的一层数据管理软件, 和操作系统一样是计算机的基础软件, 也是一个大型复杂的软件系统。

其主要功能包括如下几个方面:

(1) 数据库的建立和维护

数据库初始数据的输入、转换功能, 数据库的转储、恢复功能, 数据库的重组功能

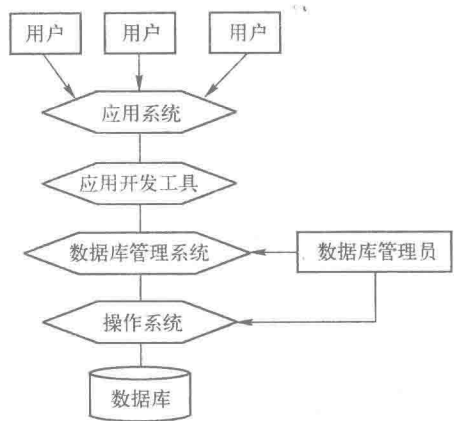


图 1-2 数据库管理系统与操作系统之间关系图

性能监听、分析功能等。这些功能通常是由一些实用程序或管理工具完成的。

(2) 数据定义功能

DBMS 提供数据定义语言 (Data Definition Language, DDL), 用户通过它可以方便地对数据库中的数据对象进行定义。

(3) 数据组织、存储和管理

DBMS 要分类组织、存储和管理各种信息, 包括数据字典、用户数据、数据的存取路径等。要确定以何种文件结构和存取方式在存储器上组织这些数据, 如何实现数据之间的联系。数据组织和存储的基本目标是提高存储空间利用率和方便存取, 提供多种存取方法 (如索引查找、Hash 查找、顺序查找等) 来提高效率。

(4) 数据操作功能

DBMS 还提供了数据操作语言 (Data Manipulation Language, DML), 用户可以使用 DML 操作数据, 实现对数据库的基本操作, 如查询、插入、删除和修改等。

(5) 数据库事务管理和运行管理

数据库在建立、运用和维护时由数据库管理系统统一管理、统一控制, 以保证数据的安全性、完整性、多用户对数据的并发使用及发生故障后的系统恢复。

(6) 其他功能

包括 DBMS 与网络中其他软件系统的通信功能; 一个 DBMS 和另一个 DBMS 或文件系统的数据的转换功能; 异构数据之间的互访和互操作功能等。

3. 常见的关系型数据库管理系统

目前, 商品化的数据库管理系统以关系型数据库为主导产品, 技术比较成熟。主要有 Oracle 公司的 Oracle 和 MySQL, IBM 公司的 DB2, SYBASE 公司的 Sybase, Microsoft 公司的 SQL Server、Access 和 Visual FoxPro 等。

(1) Oracle

Oracle 是美国 Oracle 公司开发的一种适用于大型、中型和微型计算机的关系数据库管理系统。提供的以分布式数据库为核心的一组软件产品, 是目前最流行的客户/服务器 (Client/Server) 或 B/S 体系结构的数据库之一。Oracle 数据库由三种类型的文件组成, 即数据库文件、日志文件和控制文件。Oracle 自动建立并更新一组数据字典, 用来记录用户名、数据库元素及用户权限等信息。DBA 可通过数据字典来监视 Oracle 的状态, 并帮助用户完成其应用。Oracle 本身也是根据数据字典来管理和控制整个数据库的。

Oracle 数据库最新版本为 Oracle Database 12c。

(2) DB2

DB2 是 IBM 公司研制出的一种关系型数据库管理系统, 分别在不同的操作系统平台上服务。DB2 主要应用于大型应用系统, 具有较好的可伸缩性, 可以支持从大型机到单用户环境, 应用于 OS/2、Windows 等平台下。DB2 提供了高层次的数据利用性、完整性、安全性和可恢复性, 以及小规模到大规模应用程序的执行能力, 具有与平台无关的基本功能和 SQL 命令。DB2 还采用了数据分级技术, 能够使大型数据很方便地下载到 LAN 数据库服务器, 使 C/S 用户和基于 LAN 的应用程序可以访问大型数据, 并且使数据库本地化及远程连接透明化。

(3) Sybase

Sybase 是美国 SYBASE 公司推出的客户机/服务器 (C/S) 模式的关系数据库系统, 也

是世界上第一个真正的基于客户机/服务器架构的关系数据库管理系统。Sybase 数据库将用户分为四种不同的类型，即系统管理员、数据库管理员、数据库对象管理员和其他一般用户。系统管理员可访问所有数据库和数据库对象。

(4) MySQL

MySQL 是目前最流行的关系型数据库管理系统之一，由瑞典 MySQL AB（AB，在瑞典语中表示“股份公司”，是“aktiebolag”的首字母缩写）公司开发，目前属于 Oracle 公司。在 Web 应用方面，MySQL 是最好的 RDBMS（Relational Database Management System，关系数据库管理系统）应用软件之一。目前最新的版本是 5.6，本书也将以此版本作为讲述对象。

MySQL 所使用的 SQL 语言是用于访问数据库的最常用标准化语言。MySQL 软件分为社区版和商业版，由于其体积小、速度快、总体拥有成本低，尤其是开放源码这一特点，一般中小型网站的开发都选择 MySQL 作为网站数据库。由于其社区版的性能卓越，搭配 PHP 和 Apache 可组成良好的开发环境。

(5) SQL Server

SQL Server 是美国微软公司开发的一个关系数据库管理系统，采用客户/服务器体系结构，以 T-SQL 作为其数据库查询和编程语言。SQL Server 采用二级安全验证、登录验证以及数据库用户许可验证等安全模式。SQL Server 支持两种身份验证模式：Windows NT 身份验证和 SQL Server 身份验证，权限分配非常灵活。SQL Server 可以在不同的 Windows 操作平台上运行，并支持多种不同类型的网络协议，如 TCP/IP、IPX/SPX 等。近年来，SQL Server 不断更新版本，最新版本为 SQL Server 2014。

(6) PostgreSQL

PostgreSQL 是一个开放源代码的关系型数据库管理系统，它是在加州大学伯克利分校计算机系开发的 POSTGRES 基础上发展起来的。目前，PostgreSQL 数据库已经是一个非常优秀的开源项目，很多大型网站都使用 PostgreSQL 数据库来存储数据。

PostgreSQL 支持大部分 SQL 标准，并且提供了许多其他特性，如复杂查询、外键、触发器、视图、事务完整性和 MVCC。同样，PostgreSQL 可以用许多方法扩展，例如，通过增加新的数据类型、函数、操作符、聚集函数和索引方法等。

(7) Access

1992 年，Microsoft 公司首次发布了 Access。Access 是 Microsoft 公司推出的基于 Windows 的桌面关系数据库管理系统（RDBMS），是 Office 系列应用软件之一。它提供了表、查询、窗体、报表、页、宏、模块 7 种用来建立数据库系统的对象；提供了多种向导、生成器、模板，把数据存储、数据查询、界面设计、报表生成等操作规范化，为建立功能完善的数据库管理系统提供了方便，也使得普通用户不必编写代码，就可以完成大部分数据管理的功能。由于 Access 只是一种桌面数据库，所以它适合数据量少（记录数不多和数据库文件不大）的应用。目前最新版本为 Access 2013。

(8) Visual Foxpro

Visual FoxPro 简称 VFP，是 Microsoft 公司推出的数据库开发软件，用它来开发数据库，既简单又方便。Visual FoxPro 源于美国 Fox Software 公司推出的数据库产品 FoxBase，在 DOS 上运行，与 xBase 系列相容。FoxPro 原来是 FoxBase 的加强版，最高版本曾出过 2.6。之后，Fox Software 被微软收购，加以发展，使其可以在 Windows 上运行，并且更名为 Visual Fox-