



21世纪高等学校计算机
专业实用规划教材

数据库原理与应用 (MySQL版)

◎ 孟凡荣 闫秋艳 主 编



清华大学出版社



21世纪高等学校计算机
专业实用规划教材



数据库原理与应用 (MySQL版)

◎ 孟凡荣 闫秋艳 主 编

袁冠 葛欣 雷小锋 谢红侠 徐慧 王志晓 副主编



清华大学出版社

北京

内 容 简 介

全书主要论述了数据库相关基本概念、基本理论和基本技术,共计9章,内容包括数据库系统的产生与发展、数据库系统特点、数据库系统的数据模型、数据库系统体系结构、关系数据库方法、关系数据库标准语言 SQL、关系规范化理论、数据库设计、数据库保护、数据库设计实例和数据库技术新发展等。

本书既介绍了经典的数据库理论及设计方法,又展示了目前广泛应用的开源数据库管理系统 MySQL 的实际操作步骤,同时还给出了一个侧重数据库设计过程的应用系统开发实例,打通了从理论到具体 DBMS 应用再到实例开发三个重要环节。为初学者打牢理论基础的同时,又梳理了数据库应用程序开发的重要环节,做到学以致用。

本书可以作为高等院校计算机专业数据库原理与应用课程的教学用书、计算机相关专业的教学用书,也可以作为从事计算机、管理科学工作的读者,以及科技人员和数据库技术感兴趣的初学者等的学习用书或参考书。

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

数据库原理与应用: MySQL 版/孟凡荣,闫秋艳主编. —北京:清华大学出版社,2019
(21世纪高等学校计算机专业实用规划教材)
ISBN 978-7-302-52271-3

I. ①数… II. ①孟… ②闫… 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(2019)第 013167 号

责任编辑:黄 芝 薛 阳

封面设计:刘 键

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

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:三河市铭诚印务有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:21

字 数:513千字

版 次:2019年2月第1版

印 次:2019年2月第1次印刷

印 数:1~1000

定 价:49.00元

产品编号:081901-01

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、教学内容和教学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。

本系列教材立足于计算机专业课程领域,以专业基础课为主、专业课为辅,横向满足高校多层次教学的需要。在规划过程中体现了如下一些基本原则和特点。

(1) 反映计算机学科的最新发展,总结近年来计算机专业教学的最新成果。内容先进,充分吸收国外先进成果和理念。

(2) 反映教学需要,促进教学发展。教材要适应多样化的教学需要,正确把握教学内容和课程体系的改革方向,融合先进的教学思想、方法和手段,体现科学性、先进性和系统性,强调对学生实践能力的培养,为学生知识、能力、素质协调发展创造条件。

(3) 实施精品战略,突出重点,保证质量。规划教材把重点放在公共基础课和专业基础课的教材建设上;特别注意选择并安排一部分原来基础比较好的优秀教材或讲义修订再版,逐步形成精品教材;提倡并鼓励编写体现教学质量和教学改革成果的教材。

(4) 主张一纲多本,合理配套。专业基础课和专业课教材配套,同一门课程有针对不同层次、面向不同应用的多本具有各自内容特点的教材。处理好教材统一性与多样化,基本教材与辅助教材、教学参考书,文字教材与软件教材的关系,实现教材系列资源配套。

(5) 依靠专家,择优选用。在制定教材规划时要依靠各课程专家在调查研究本课程教

材建设现状的基础上提出规划选题。在落实主编人选时,要引入竞争机制,通过申报、评审确定主题。书稿完成后要认真实行审稿程序,确保出书质量。

繁荣教材出版事业,提高教材质量的关键是教师。建立一支高水平教材编写梯队才能保证教材的编写质量和建设力度,希望有志于教材建设的教师能够加入到我们的编写队伍中来。

21 世纪高等学校计算机专业实用规划教材

联系人:魏江江 weijj@tup.tsinghua.edu.cn

前 言

数据库技术是目前计算机科学技术领域发展最快、应用最广泛的技术之一,体现了数据管理及信息处理的最高发展水平。在大数据技术蓬勃发展的今天,更需要对经典数据库理论的理解和学习,为日新月异的数据管理技术奠定扎实的理论基础。

数据库技术从诞生开始到现在一直倍受人们关注,目前无论在计算机系统中的地位,还是在计算机应用中的地位,以及在计算机专业课程中的地位都是非常重要的,已经成为计算机信息系统和计算机应用系统的重要技术基础和支柱。因此,数据库技术是一个十分活跃的研究领域,也是一个日新月异的研究领域。

本书是在第一版教材《数据库原理与应用》的基础上进行编写的,教材自 2010 年出版至 2018 年 1 月共进行了 5 次印刷。为了满足教学需要和广大读者的需求,作者重新改编了本教材。

本书以关系数据库为核心,重点介绍了数据库相关的基本概念、基本原理和实用的数据库设计技术,着力打通数据库技术从理论到 DBMS 应用再到实例开发的三个重要环节,帮助初学者建立扎实的理论基础,同时建立清晰的知识脉络,为后续的深入学习开辟良好的开端。希望本书能够使读者对数据库系统有一个全面、深入、系统的了解,为进一步从事数据库系统的研究、开发和应用奠定坚实的基础。

本书主要特点如下。

(1) 针对高等学校教学大纲对本课程的要求,重点讲述数据库基本概念、基本原理和基本技术,同时充分考虑教学的需要,在内容选取、难易程度等因素上都有所考虑。根据教学实际情况,本书的内容适用于 48~64 学时教学。

(2) 本书选择轻量级开源数据库管理系统 MySQL,详细地讲述了安装过程和具体的 SQL 语句,为读者提供一个练习 SQL 语句的 DBMS 环境。

(3) 为了帮助读者能够更加容易地将理论知识和 DBMS 中练习的 SQL 语句,应用到程序的开发过程中,本书给出开发实例,重点介绍数据库设计的各个步骤及相应内容,以及与应用程序建立连接的方法,真正实现“从原理到应用”。

(4) 力求反映当前数据库领域的新水平、新技术。在多种类型数据库技术基础上,增加了大数据存储及管理 NoSQL 技术,帮助读者初步了解传统数据库到大数据技术的演变过程,同时体会大数据存储及管理技术的特殊之处。

本书由孟凡荣主编,其中,孟凡荣编写第 1 章和第 9 章中的部分内容,并负责全书的统稿,闫秋艳编写第 5 章和第 9 章,并协助全书的统稿,袁冠编写第 7 章和第 8 章,葛欣编写第 3 章,雷小锋编写第 6 章,谢红侠编写第 4 章,徐慧编写第 2 章,王志晓编写第 9 章的部分

内容。

本书标 * 章节为非重点章节,感兴趣的读者可自主学习。

由于编者水平有限,书中疏漏之处在所难免,殷切希望得到广大读者的批评指正。

编 者

2018 年 12 月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 数据库、数据库管理系统、数据库系统和数据库应用系统	1
1.1.1 数据库	1
1.1.2 数据库管理系统	3
1.1.3 数据库系统	4
1.1.4 数据库应用系统	6
1.2 数据库系统的产生与发展	7
1.2.1 数据、信息、数据管理与数据处理	7
1.2.2 数据管理技术的产生与发展	8
1.2.3 数据库系统的特点	12
1.3 数据模型	14
1.3.1 数据模型的几个重要问题	14
1.3.2 实体-联系数据模型	15
1.3.3 常用(结构)数据模型	22
1.4 数据库系统结构	29
1.4.1 数据库系统的三级模式结构	29
1.4.2 数据库的两级映像与数据独立性	31
1.4.3 用户通过 DBMS 访问数据库的过程	33
1.5 数据库管理系统	34
1.5.1 数据库管理系统的组成	35
1.5.2 数据库管理系统的主要功能	35
1.5.3 数据库管理系统应该满足的要求	36
1.5.4 数据库管理系统程序模块的组成	38
1.5.5 数据库管理系统的层次结构	39
1.5.6 常见的数据库管理系统	40
1.6 数据库应用系统开发概述	40
1.6.1 单用户结构	41
1.6.2 集中式结构	41
1.6.3 分布式结构	41
1.6.4 客户机/服务器结构	41

1.6.5 浏览器/服务器结构	43
*1.7 数据库技术的新发展	44
小结	45
习题 1	46
第 2 章 关系数据库	50
2.1 关系模型	50
2.1.1 关系数据结构	50
2.1.2 关系操作	53
2.1.3 关系完整性约束	54
2.2 关系代数	56
2.2.1 传统的集合运算	56
2.2.2 专门的关系运算	58
2.2.3 关系代数举例	66
*2.3 关系演算	68
2.3.1 元组关系演算	68
2.3.2 域关系演算	69
2.4 查询优化	69
2.4.1 查询优化的必要性	70
2.4.2 查询优化的策略和算法	72
2.5 关系系统	73
2.5.1 关系系统定义	74
2.5.2 关系系统分类	74
*2.5.3 全关系系统的 12 条基本准则	74
小结	76
习题 2	77
第 3 章 关系数据库标准语言 SQL	79
3.1 SQL 概述	79
3.1.1 SQL 的发展	79
3.1.2 SQL 的特点	79
3.1.3 SQL 体系结构	80
3.2 SQL 的定义功能	81
3.2.1 基本表的定义	81
3.2.2 基本表的修改和删除	84
3.2.3 索引的建立与删除	85
3.3 数据查询	87
3.3.1 单表查询	88
3.3.2 连接查询	96

3.3.3	嵌套查询	102
3.4	数据更新	109
3.4.1	插入数据	109
3.4.2	删除数据	110
3.4.3	修改数据	111
3.5	视图	111
3.5.1	建立视图	112
3.5.2	删除视图	113
3.5.3	查询视图	113
3.5.4	更新视图	114
3.6	数据控制	114
3.6.1	授权	114
3.6.2	收回权限	115
	小结	116
	习题 3	116
第 4 章	关系规范化理论	119
4.1	问题的提出	119
4.1.1	一个泛关系模式的实例	119
4.1.2	改造泛关系模式 S_D_P	121
4.1.3	存在问题的原因	123
4.1.4	规范化理论的提出	124
4.2	函数依赖和范式	124
4.2.1	函数依赖的概念	124
4.2.2	码的函数依赖定义	127
4.2.3	范式	128
4.3	数据依赖的公理系统	134
4.3.1	函数依赖集的闭包	135
4.3.2	函数依赖的推理规则	135
4.3.3	属性集闭包与 F 逻辑蕴涵的充要条件	136
4.3.4	Armstrong 公理的正确性和完备性	139
4.3.5	函数依赖集的等价和最小函数依赖集	141
4.4	关系模式的分解方法	142
4.4.1	模式分解的概念	142
4.4.2	分解的无损连接性判定	144
4.4.3	分解的函数依赖保持性判定	148
4.4.4	关系模式的分解算法	149
	小结	150
	习题 4	150

第 5 章 数据库设计	153
5.1 数据库设计概述	153
5.1.1 数据库设计的定义和知识要求	153
5.1.2 数据库设计的内容	154
5.1.3 数据库设计方法	154
5.1.4 数据库设计的基本步骤	156
5.2 需求分析	158
5.2.1 需求分析的任务	158
5.2.2 需求分析的方法和过程	159
5.2.3 需求分析常用工具	159
5.2.4 需求分析实例	162
5.3 概念结构设计	166
5.3.1 概念结构设计的定义	166
5.3.2 概念结构设计方法	167
5.3.3 局部视图设计	168
5.3.4 集成全局视图	170
5.4 逻辑结构设计	173
5.4.1 逻辑结构设计的任务和步骤	173
5.4.2 E-R 图向关系模型的转换原则	173
5.4.3 逻辑结构的优化	175
5.4.4 设计用户外模式	176
5.5 物理结构设计	176
5.5.1 确定数据库的物理结构	177
5.5.2 评价物理结构	178
5.6 数据库实施	178
5.7 数据库的运行和维护	183
5.8 数据库设计实例	184
小结	188
习题 5	188
第 6 章 数据库保护	190
6.1 事务	190
6.1.1 事务的概念	190
6.1.2 事务的特性	191
6.2 数据库恢复	192
6.2.1 数据库系统的故障	192
6.2.2 数据库恢复的实现技术	193
6.3 并发控制	196

6.3.1	并发操作引发的问题	196
6.3.2	调度及其可串行化	198
6.3.3	事务的隔离性级别	200
6.3.4	封锁技术	201
6.3.5	死锁与活锁问题	204
6.3.6	封锁的粒度	205
6.4	数据库安全性	205
6.4.1	用户标识与鉴别	206
6.4.2	存取控制	206
6.4.3	视图机制	208
6.4.4	数据加密	208
6.4.5	审计	209
6.5	数据库完整性	209
6.5.1	完整性约束条件的类型	209
6.5.2	完整性控制机制的功能	210
6.5.3	完整性约束的表达方式	211
	小结	219
	习题 6	219
第 7 章	MySQL 数据库操作	222
7.1	MySQL 简介	222
7.2	MySQL 的体系结构	222
7.3	MySQL 的查询语言	223
7.3.1	表、列和数据类型	223
7.3.2	函数	224
7.3.3	SQL 语句	224
7.4	MySQL 数据库的安装	225
7.5	MySQL 数据库的基本操作	228
7.5.1	数据库操作	228
7.5.2	数据库表的操作	229
7.5.3	数据库视图操作	231
7.5.4	数据操作语言	233
7.6	常用开发平台与 MySQL 数据的连接	241
7.7	MySQL 数据库的备份与恢复	243
7.8	MySQL 数据库的安全	245
第 8 章	数据库应用实例	248
8.1	引言	248
8.2	楼盘销售系统	248

8.2.1	开发背景	248
8.2.2	需求分析	248
8.2.3	系统设计	253
8.2.4	系统实现	258
8.3	数据库精品课程学习系统	263
8.3.1	开发背景	263
8.3.2	需求分析	263
8.3.3	系统设计	267
8.3.4	系统实现	271
8.4	煤矿采掘衔接计划管理系统	273
8.4.1	需求概要	273
8.4.2	数据流图	274
8.4.3	系统设计	279
8.4.4	系统实现	287
	小结	291
第9章	数据库新技术	292
9.1	面向对象数据模型	292
9.1.1	面向对象数据模型的定义	292
9.1.2	面向对象数据库管理系统	293
9.1.3	面向对象数据库系统的概念与特征	294
9.1.4	面向对象数据库系统的查询	294
9.1.5	面向对象数据库系统的并发控制	295
9.2	XML 数据库	295
9.2.1	XML 技术	295
9.2.2	XML 数据库	296
9.2.3	XML 数据库分类	297
9.2.4	XML 数据库管理系统	297
9.3	分布式数据库系统	298
9.3.1	分布式数据库及其分类	298
9.3.2	分布式数据库的特点	299
9.3.3	分布式数据库的分级结构	300
9.3.4	分布式数据库的数据分布	301
9.4	工程数据库	302
9.4.1	工程数据库基本概念	302
9.4.2	工程数据库体系结构	302
9.4.3	长事务管理	303
9.5	其他数据库	304
9.5.1	模糊数据库	304

9.5.2	空间数据库	305
9.5.3	统计与科学数据库	306
9.5.4	实时数据库	306
9.5.5	内存数据库	307
9.6	大数据管理技术	308
9.6.1	什么是大数据	308
9.6.2	大数据的特点	309
9.6.3	传统关系型数据库面临的问题	309
9.6.4	NoSQL 数据库	310
9.7	数据仓库	312
9.7.1	什么是数据仓库	312
9.7.2	数据仓库的体系结构	313
9.7.3	数据仓库的作用	314
9.8	知识发现	314
9.8.1	KDD 的相关概念	315
9.8.2	KDD 的基本任务	316
9.8.3	KDD 的处理过程	316
9.8.4	KDD 的方法	319
	小结	320
	参考文献	321

数据库技术的研究是从 20 世纪 60 年代开始的,在这五十多年中有一大批研究者做了大量的工作,并且取得了重大成就,其中最值得骄傲的是有 4 位图灵奖获得者,他们是:网状数据库之父查尔斯·威廉·巴赫曼(Charles. W. Bachman),关系数据库之父埃德加·科德(Edgar F. Codd),数据库技术和事务处理专家詹姆斯·格雷(Jim Gray)和对现代数据库系统底层的概念与实践做出基础性贡献的迈克尔·斯通布雷克(Michael Stonebraker)。

数据库技术不仅得到了数据库研究者的关注,而且还得到了众多使用者的关注。目前数据库技术已经是计算机科学的重要分支,也是计算机科学技术中发展最快和应用最广泛的重要分支之一。数据库技术已经成为计算机信息系统和计算机应用系统的重要技术基础和支柱,带动了一个巨大的软件产业,是理论成果转化为产品的成功范例。

本章主要阐述数据库相关的基本概念,介绍数据库技术产生与发展的背景,数据库系统的特点,数据模型的组成要素、概念模型及数据库系统体系结构。

通过本章的学习,要求读者能够掌握数据库、数据库管理系统、数据库系统和数据库应用系统的基本概念;了解数据管理技术的产生和发展过程;了解层次数据模型及网状数据模型的基本概念;掌握关系数据模型的相关概念;掌握数据库系统的组成,数据库系统三级模式和两层映像的体系结构,数据库系统的特点;了解 DBA 的职责;特别应该掌握概念模型的基本概念及其主要建模方法——实体-联系方法。

学习本章的重点在于基本概念和基本知识的把握,从而为后续的学习打下良好和扎实的基础。

1.1 数据库、数据库管理系统、数据库系统和数据库应用系统

目前数据库的应用非常广泛,几乎各行各业都在直接或间接地与数据库打交道,例如网上购物、银行业务、铁路购票和酒店住宿等。在实际应用中,数据库、数据库管理系统、数据库系统和数据库应用系统经常被统称为数据库,而实质上这 4 个概念是不一样的,它们具有不同的定义和含义。下面首先介绍这 4 个概念的定义与含义,以便在后续的学习中能够根据上下文的关系正确使用相关的术语。

1.1.1 数据库

目前关于数据库(Database, DB)的概念,还没有统一而明确的定义。原因主要在于数据库技术是一门新兴学科,它的概念、原理和方法仍在不断发展变化中,它所涉及的领域也

非常广泛,所以国内外不同人士从不同的角度给出了很多不同的描述。下面列举了部分专家学者对数据库给出的定义。

(1) 长期存储在计算机内的、有组织的和可共享的数据集合。

(2) 相互关联的数据集合。

(3) 可供用户分享的数据集合体。

(4) 一群物理数据单元的集合体,这些数据单元之间存在某种关系。

(5) 能为计算机所存取的任何数据的集合体。

(6) 由一个模式控制的记录和集合区域的集合体。

(7) 存放数据的仓库。

(8) 按一定方式存储在一起的数据集合体。

(9) 有组织的数据集合,其结构能反映数据间的自然关系,能满足多种应用。

(10) 彼此之间存在逻辑关系的一些数据的存储体。

(11) 数据库是一个记录保存系统。

(12) 数据库是长期存储在计算机系统内的一个通用化的、综合性的、有结构的、可共享的数据集合;具有较小的数据冗余度和较高的数据独立性、安全性和完整性;数据库的创建、运行和维护是在数据库管理系统控制下实现的,并可为各种用户共享。

(13) 使用数据库管理系统建立起来的并由数据库管理系统所能存取和维护的数据及数据间逻辑关系的集合体。

(14) 数据库是存储在一起的相关数据的集合,这些数据没有不必要的冗余,能为多种应用服务;数据的存储独立于程序;对数据库的插入、修改和检索均能按一种公用的和可控的方法进行;若在一个系统中存在着结构上完全分离的多个数据库,则称该系统为一个数据库集合。

(15) 数据库是存储在磁鼓、磁盘或其他存储介质上的数据集合;有若干个应用程序以数据库为背景进行检索、修改、插入或删除等操作,还可能有一些联机远程终端用户访问数据库;数据库是集成的,包含许多用户的数据,每个用户只享用其中一部分数据,不同用户所使用的数据可以重叠,并且同一片数据可以为多用户共享。

(16) 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的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”。

(17) 数据库是依照某种数据模型组织起来并存放在二级存储器中的数据集合。这种数据集合具有如下特点:尽可能不重复,以最优方式为某个特定组织的多种应用服务,其数据结构独立于使用它的应用程序,对数据的增加、删除、修改和检索由统一软件进行管理和控制。

(18) 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。

上述定义尽管有所不同,但都认为数据库是数据的集合体,而且这个集合体中的数据必须能够被计算机管理并为多个用户共享。

在这里给出数据库的另外一种定义。

数据库是指在计算机的存储设备上合理存放相关联、有结构的数据集合。

数据库定义的示意图如图 1-1 所示。

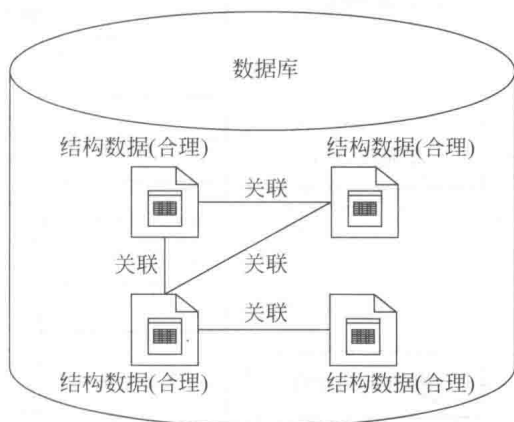


图 1-1 数据库定义的示意图

这个定义具有如下含义。

(1) 数据库首先是指在计算机的存储设备上存放的、属于计算机领域的一个术语。

(2) 数据库是一个数据集合。

(3) 这个数据集合是有结构的,这一点也是和文件系统相比最大的特点之一。

(4) 这个数据集合是相关联的数据集合,并且只有相关联的数据才可以存放在一起,否则没有意义和研究价值。

(5) 这个数据集合是合理存放的。那么到底该如何合理存放?这也是数据库技术研究的关键问题之一,数据库规范化理论和数据库设计方法专门研究合理存放问题。

这个定义相对更适理解解和记忆,并且含义丰富。

1.1.2 数据库管理系统

数据库管理系统(Database Management System, DBMS)是一个操纵和管理数据库的大型软件,它由一组计算机程序构成。它是位于用户与操作系统之间的一层数据管理软件。它能够对数据库进行有效的管理,包括建立和维护数据库,接收和完成用户访问数据库的各种请求。数据库管理系统和操作系统一样,是计算机的系统软件或者叫基础软件。

数据库管理系统包含的功能很多,不同 DBMS 的功能也有差异,但是总的来说应该具备数据定义功能、数据存取功能、数据库运行管理功能、数据库建立和维护功能,以及数据库的传输功能等。

目前,数据库市场上有很多数据库管理系统产品,例如,Oracle、Sybase、DB2、MySQL、Access、PostgreSQL、MySQL 和 Microsoft SQL Server 等。

典型的 DBMS 程序模块组成如图 1-2 所示。

由图 1-2 可以看出,DBMS 是一个复杂的系统,它可以完成数据库的存取,但同时还需要考虑安全性管理、完整性管理、并发控制和故障恢复等。