



国家级双语教学示范课程主教材
国家级优秀教学团队教学成果
重庆市精品课程主教材

数据库原理与设计

王国胤 刘 群 主编
夏 英 熊安萍 主审
冯博琴



高等学校工程创新型「十二五」规划计算机教材

Engineering Innovation



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

国家级双语教学示范课程主教材
国家级优学教材团队教学成果
重庆市精品课程主教材
高等学校工程创新型“十二五”规划计算机教材

数据库原理与设计

王国胤 刘 群 夏 英 熊安萍 主编

冯博琴 主审

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书为国家级双语教学示范课程主教材、国家级优秀教学团队教学成果。

本书全面介绍了数据库基本原理与设计技术,并以目前流行的 SQL Server 2008 为平台介绍了数据库管理系统的重要功能和技术。全书分为三部分:第一部分是基础知识部分(第 1~5 章),主要介绍数据库的一般原理性知识;第二部分是数据库系统技术部分(第 6~9 章),主要介绍数据库应用系统的开发步骤和提高数据库系统性能的技术;第三部分是数据库技术的应用和发展部分(第 10~13 章),主要介绍数据库技术的发展新趋势和新应用。本书附录给出了一个“网上服装销售系统”的数据库应用系统设计的案例。

本书为教师提供配套的教学资源和实验指导书,可以作为高等院校数据库及相关课程的教材,也可供相关技术人员参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

数据库原理与设计 / 王国胤等主编. —北京:电子工业出版社, 2011.8

高等学校工程创新型“十二五”规划计算机教材

ISBN 978-7-121-13807-2

I. ① 数… II. ① 王… III. ① 数据库系统—高等学校—教材 IV. ① TP311.13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 110096 号

策划编辑:章海涛

责任编辑:章海涛

特约编辑:曹剑锋

印 刷:

三河市鑫金马印装有限公司

装 订:

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销:各地新华书店

开 本:787×1092 1/16 印张:16.75 字数:470 千字

印 次:2011 年 8 月第 1 次印刷

印 数:4 000 册 定价:32.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

序

我国的计算机专业是国内所有专业中开设学校最多、招生规模最大、办学层次最丰富的专业，因此教材品种很多，市场呈现一片繁荣景象。但是本科生教材怎样才能算是一本优秀教材呢？评价角度很多，从内容上来看，我认为，教材应该包含三方面：一是应该反映本课程的基础知识和基本理论，保持内容的连贯性和稳定性；二是因计算机科学与技术领域的发展可谓日新月异，学科内容更新迅速，因此即使是本科教材，也应该及时跟踪本领域的科技发展，把握学科发展的国际前沿，动态地调整和更新教材内容；三则对许多作者相对而言比较困难，就是要求作者亲身参加科学研究和教学改革实践，将其科研和教改成果融入教材之中。这些材料往往能较好地激发学生的学习热情，但这又是只单纯地教书的老师感到吃力的地方。

本书的作者要我作序，由于先前对他们的工作有所了解，觉得可以写几句，便答应了。王国胤教授领导的国家级优秀教学团队长期以来不仅扎扎实实地做了大量的计算机专业教学改革，而且科研工作也做得十分出色，因此他们编写专业教材能编出特色来。

正如我期待的那样，本书作者长期在第一线从事“数据库原理”课程教学的工作，他们不仅有丰富的教学经验，而且具备本领域的科研实践经验。“数据库原理”是重庆邮电大学第一门国家级双语教学示范课程，课程组进行了一系列包括教学方法、考核方式在内的改革，并且探索出了“课赛结合”等一系列行之有效的教学模式和教学手段，获得了国家级教学成果奖二等奖。作者在多年教学积累的基础上，经过一年多的努力，完成本书的撰写，可以说，本书是他们长期辛勤工作的结晶。

本书既坚持了传统《数据库原理》教材的内容稳定性，特别注重学生理论结合实际的实践能力培养，又融合了数据库领域的新知识，符合教育部计算机科学与技术专业教学指导委员会“数据库原理”课程的教学规范。全书内容体系结构严谨，概念清晰，内容丰富，易懂易懂，能让学生由浅入深地学习数据库的原理知识；并且，通过书中的教学案例，读者可以快速掌握数据库应用系统的开发技术和方法。本书配有用于教学的多媒体电子教案，还将配备相关的实验材料，便于教师组织教学和学生学学习。

希望作者在教学实践中不断总结经验，虚心吸取广大师生意见，把本书锤炼成一本精品教材，同时编写出更多、更好地反映科研和教学改革成果的优秀教材，为优秀人才培养做出更大的贡献。

冯博琴
西安交通大学

前言

“数据库原理”是计算机对数据进行管理的重要基础理论技术，不仅是计算机学科的核心课程，而且已成为其他理工科专业甚至管理类专业的热门选修课。重庆邮电大学“数据库原理”课程组经过 20 多年的教学实践，结合数据库和相关信息科学技术的发展，特别是国际化信息技术人才培养的需要，摸索出了一套有效的教学模式——“课赛结合”教学模式，将基础理论、技术开发和实践能力的培养有机结合，贯穿课程教学的始末，取得了很好的人才培养效果。课程组还联合重庆大学、西南大学、重庆交通大学、重庆理工大学、重庆工商大学和重庆师范大学等院校的“数据库原理”课程组，联合开展一年一度的重庆市数据库技术应用程序设计竞赛，将这一教学模式进行了有效的推广。

重庆邮电大学“数据库原理”课程先后被评选为重庆市精品课程、重庆市双语教学示范课程和国家级双语教学示范课程。通过重庆市高等教育教学改革研究重大项目“计算机类专业创新人才培养模式研究与实践”的实施，“课赛结合”教学模式成功推广到其他专业课程教学。为了进一步总结和推广课程组的教学改革方法和经验，特编写本教材，书中既介绍了原理又结合了实际应用，并且阐述了近年来数据库领域出现的新技术。

本书具有如下特点：

① 既注重介绍数据库基本理论与方法，又补充了数据库系统新的技术知识和发展趋势，力求做到理论知识的由浅入深，并训练初学者开发数据库系统的思路。

② 本书采用重庆市数据库技术应用程序设计竞赛的一等奖作品“网上服装销售系统”作为教学案例，力求将案例贯穿每章教学内容，附录 A 给出了开发该系统的整个设计过程及数据库相关的部分源代码。这一教材内容设计方案有利于学生结合实际应用，学习数据库系统的整体概念和开发方法。

③ 本书参照教育部计算机科学与技术专业教学指导委员会“数据库原理”课程的知识要点，并从近年来软件设计师考试有关数据库原理的试题中遴选出部分试题作为习题，配以本课程组用于本科生教学的多媒体课件，便于不同学校的教师根据实际情况和教学要求组织教学内容。

全书内容分为三部分，共 13 章。

第一部分，基础知识部分。这一部分由第 1~5 章组成，主要介绍数据库系统的基本概念及数据管理技术的发展过程、数据模型的组成要素及建模过程，包括结构化模型和半结构化模型的概念，同时介绍关系数据库概念和关系代数运算、关系数据库查询语言 SQL、关系数据库设计理论等。本部分以数据库基础理论知识为主。

第二部分，数据库系统技术部分。这一部分由第 6~9 章组成，主要介绍数据库系统的开发步骤、自动数据库设计工具、关系数据库系统的查询优化、数据库的事务管理及数据库的备份与恢复、数据库的完整性与安全性，在相应章节还特别补充了 SQL Server 2008 中有关事务处理的并发、备份、恢复、触发器、安全性和完整性的相关技术。本部分以数据库系统开发过程中的设计步骤和提高数据库系统性能的技术为主。

第三部分，数据库技术的应用与发展部分。这一部分由第 10~13 章组成，主要介绍数据库技术的应用，包括数据仓库、数据挖掘及 SQL Server 2008 的联机分析处理，介绍了近年来一些新数据模型，包括 XML 数据库和对象关系数据库等，最后结合应用需求，阐述了几种新数据库技术，如空间数据库、多媒体数据库、主存数据库及云存储、云数据库技术。本部分以探讨数据库技术的应用和新发展趋势为主。

本书的第 1、12 和 13 章由刘群编写，第 7、8 章由胡军编写，第 6、10 章由熊安萍编写，第 3~5 章由王晓蓉编写，第 2、9 和 11 章由吴思远编写。全书架构由王国胤负责组织设计，王国胤、刘群和夏英负责统稿。

本书的编写得到了重庆邮电大学“数据库原理”课程组和计算机学院老师们的大力支持和帮助，采用了重庆市数据库技术应用程序设计竞赛的部分成果，也得到了许多研究生的支持，他们帮助收集并整理了大量资料，在此感谢他们对本书的形成所做出的各种贡献。

本书为教师提供实验指导书、“网上服装销售系统”案例数据库资料、教学课件，可从华信教育资源网 <http://www.hxedu.com.cn> 下载；如需习题解答，请发邮件至 unicode@phei.com.cn 索取（注明您所在的院校及院系）。

由于作者学识浅显，经验有限，书中难免会出现许多不足和遗漏，希望各位同行提出批评指正。

作 者

目 录

第一部分 基础知识

第 1 章 数据库系统概论	3
1.1 基本概念	3
1.1.1 数据库管理系统	3
1.1.2 数据库系统的组成及特点	4
1.2 数据管理技术的发展	6
1.3 数据库系统的体系结构	9
1.3.1 数据库系统的内部体系结构	9
1.3.2 数据库系统的应用体系结构	11
1.4 SQL Server 2008 关系数据库概述	13
1.5 本书应用实例——网上服装销售系统简介	14
本章小结	14
习题 1	14
第 2 章 数据模型	16
2.1 数据建模的过程	16
2.2 概念模型	16
2.2.1 基本概念	17
2.2.2 实体-联系模型	19
2.2.3 UML	19
2.3 数据模型的组成要素	20
2.4 结构化数据模型	20
2.5 非结构化数据模型	24
本章小结	24
习题 2	24
第 3 章 关系数据库	26
3.1 关系数据库的概念	26
3.2 关系模型的基础	28
3.3 关系代数	29
3.4 关系代数的应用	32
本章小结	33
习题 3	33

第 4 章 关系数据库查询语言 SQL	35
4.1 SQL 的基本概念	35
4.2 数据定义语句	36
4.3 数据查询语句	38
4.3.1 查询语句的基本结构	38
4.3.2 SQL 中的简单查询	39
4.3.3 多个关系上的查询	41
4.3.4 子查询	43
4.3.5 集合查询	44
4.4 数据操纵语句	45
4.5 视图	47
4.6 嵌入式 SQL	49
4.7 存储过程与函数	53
4.7.1 PL/SQL 的块结构和变量常量的定义	53
4.7.2 控制结构	54
4.7.3 存储过程	55
4.7.4 SQL Server 2008 存储过程	56
本章小结	60
习题 4	60
第 5 章 关系数据库的设计理论	62
5.1 函数依赖	62
5.1.1 函数依赖的定义	62
5.1.2 候选码的定义	63
5.1.3 Armstrong 公理	63
5.1.4 闭包及其计算	64
5.2 关系模式的规范化	66
5.2.1 基本概念	66
5.2.2 第一范式 (1NF)	68
5.2.3 第二范式 (2NF)	68
5.2.4 第三范式 (3NF)	69
5.2.5 BC 范式 (BCNF)	69
5.2.6 多值依赖和第四范式	70
5.3 模式分解	71
5.3.1 模式分解的定义	71
5.3.2 无损连接性与函数依赖保持性	72
5.3.3 模式分解的算法	74
本章小结	75
习题 5	75

第二部分 数据库系统技术

第 6 章 数据库设计	79
6.1 软件开发过程简介	79
6.2 数据库设计	81
6.2.1 数据库设计的特点	81
6.2.2 数据库设计的基本步骤	82
6.3 需求分析	83
6.3.1 需求分析的任务和方法	83
6.3.2 数据流图	86
6.3.3 数据字典	87
6.4 概念结构设计	88
6.4.1 概念结构设计的方法与步骤	88
6.4.2 局部 E-R 模型设计	90
6.4.3 全局 E-R 模型设计	92
6.4.4 UML 模型的设计	95
6.5 逻辑结构设计	103
6.5.1 逻辑结构设计的方法和步骤	103
6.5.2 E-R 模型向关系模型的转换	104
6.5.3 关系模型的优化	105
6.5.4 用户子模式的设计	105
6.6 数据库的物理设计	106
6.6.1 物理设计的内容与方法	106
6.6.2 存取方法的选择与存储结构的确定	107
6.6.3 物理设计性能的评价	109
6.7 数据库的实施和维护	109
6.8 自动数据库设计工具介绍	111
本章小结	113
习题 6	113
第 7 章 关系数据库系统及其查询优化	116
7.1 关系数据库系统	116
7.1.1 关系数据库系统的定义与分类	116
7.1.2 全关系系统的基本准则	116
7.1.3 关系数据库管理系统	118
7.2 关系数据库的查询优化	120
7.2.1 概述	120
7.2.2 关系代数表达式的变换	121
7.2.3 查询优化的一般准则	122

7.2.4 查询优化的构建和算法	123
7.2.5 优化器的处理过程	123
7.2.6 物理优化	123
本章小结	124
习题 7	125
第 8 章 数据库管理	126
8.1 事务处理	126
8.1.1 事务的状态与特性	126
8.1.2 事务的并发与可串行化	127
8.1.3 SQL 中的事务处理模型	129
8.2 事务的并发控制	130
8.2.1 封锁与封锁协议	130
8.2.2 活锁与死锁	131
8.2.3 两阶段锁	132
8.2.4 多粒度锁	133
8.2.5 基于时间戳的协议	134
8.2.6 SQL Server 2008 的并发控制	135
8.3 数据库的备份与恢复	136
8.3.1 数据库故障与恢复的基本概念	136
8.3.2 数据库恢复的技术	137
8.3.3 数据库恢复的策略	139
8.3.4 数据库的备份策略	140
8.3.5 SQL Server 2008 的备份与恢复技术	141
本章小结	142
习题 8	143
第 9 章 数据库的完整性和安全性	144
9.1 数据库的完整性控制	144
9.2 断言	147
9.3 触发器	148
9.4 数据库的安全性控制	151
9.5 数据库安全性的控制策略	154
9.6 角色与权限	157
9.7 SQL Server 2008 的安全机制	159
本章小结	163
习题 9	163

第三部分 数据库技术的应用与发展

第 10 章 数据库技术的应用	167
------------------------------	------------

10.1	数据仓库	167
10.1.1	数据仓库概述	167
10.1.2	数据仓库的体系结构	168
10.1.3	数据仓库的数据存储与处理	169
10.1.4	数据仓库的开发步骤	170
10.2	联机分析处理	171
10.2.1	联机分析处理概述	171
10.2.2	联机分析处理的实现方法	172
10.2.3	联机分析处理的实施	173
10.2.4	联机分析处理的新发展	174
10.3	数据挖掘	175
10.3.1	数据挖掘概述	175
10.3.2	关联规则	176
10.3.3	数据分类	178
10.3.4	数据聚类	178
10.4	决策支持系统	180
10.4.1	传统决策支持系统	180
10.4.2	基于数据仓库、OLAP 和数据挖掘的新决策支持系统	181
10.4.3	传统决策支持系统与新的决策支持系统的比较	182
10.4.4	综合决策支持系统	183
10.5	信息检索系统	184
10.6	SQL Server 2008 联机分析服务	186
10.6.2	OLAP 模型设计和应用开发	189
10.6.3	多维数据库设计	189
	本章小结	191
	习题 10	191
第 11 章	XML 与关系数据库	192
11.1	XML 的基础知识	192
11.1.1	XML 简介	193
11.1.2	XML 应用程序接口	198
11.2	XML 与关系数据库	200
11.3	SQL Server 2008 对 XML 的支持	201
	本章小结	205
	习题	205
第 12 章	对象—关系数据库	206
12.1	面向对象的基本概念	206
12.1.1	类	206
12.1.2	对象	206

12.1.3 继承	207
12.1.4 多重继承	208
12.1.5 对象标识	208
12.1.6 对象包含	208
12.2 面向对象语言	209
12.3 对象关系模型	209
12.3.1 嵌套关系	210
12.3.2 复杂类型	210
12.3.3 引用类型	212
12.3.4 继承类型	212
12.4 面向对象设计和关系设计	214
12.4.1 从面向对象属性到关系属性	212
12.4.2 面向对象中联系的标识	215
12.4.3 关系模型与对象关系模型的区别	215
12.5 与复杂类型有关的查询	217
本章小结	218
习题	219
第 13 章 数据库发展趋势	220
13.1 数据库技术的发展趋势	220
13.1.1 数据库技术的发展趋势	220
13.1.2 数据库技术面临的挑战	221
13.2 多种主流数据库系统简介	221
13.2.1 分布式数据库	222
13.2.2 空间数据库	224
13.2.3 主存数据库	225
13.2.4 多媒体数据库	227
13.3 云存储技术及云数据库	229
本章小结	234
习题 13	235
附录 A 数据库发展趋势	236
A.1 需求分析	236
A.2 概念结构设计	241
A.3 逻辑结构设计	243
A.4 物理设计与实施	247
A.5 数据库运行与维护	250
A.5 系统中与数据库相关的部分代码	251
参考文献	256

第一部分 基础知识

- 第1章 数据库系统概论
- 第2章 数据模型
- 第3章 关系数据库
- 第4章 关系数据库查询语言SQL
- 第5章 关系数据库的设计理论

Engineering Innovation



第 1 章 数据库系统概论

本章要点:

- ✧ 数据库系统的基本概念
- ✧ 数据管理技术的发展历史
- ✧ 数据库系统的体系结构

1.1 基本概念

数据库技术是一种先进的数据管理技术,它研究如何组织和存储数据,如何高效地管理数据。数据库技术始于 20 世纪 60 年代末,目前已形成了坚实的理论基础、成熟的商业产品和广泛的应用领域,吸引越来越多研究者的加入,成为计算机科学与技术的一个重要分支。现今,数据库技术已经成为每项信息管理业务的基础,被广泛地应用于企业信息管理系统、电子商务系统中,支持各种企业和商业的智能处理和数据挖掘,也出现在很多科学研究领域中,如天文学、生物化学、气象观察等,用于存储科学家所收集到的各种数据。随着信息管理内容的不断扩展和新技术的层出不穷,以及不断出现的新的数据形式,数据库技术正面临着前所未有的挑战,这也推动了数据库技术与系统的发展,极大地促进了计算机应用向各行各业的渗透。目前,数据库系统已经广泛应用于各行各业,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一个企业信息化程度的重要标志。

数据库技术对数据的科学管理方便了人们对数据的共享,保障了数据的安全性和可靠性。

1.1.1 数据库管理系统

现代社会是信息爆炸的时代,对于快速增长的信息的管理已经成为首先要解决的问题。数据库系统的目的就是对他们进行有效的组织、存储、检索、维护和加工利用。数据库系统研究和处理的基本对象是数据,数据与信息是分不开的。本节将先介绍数据库系统所涉及的相关概念。

(1) 数据

数据是一组对客观事物定性或定量描述的原始物理符号集合,包括文本、图形、图像、声音等形式,也是数据库存储和处理加工的基本对象。数据本身并没有什么意义,或者说不能完全表达自身代表的含义,如数字“30”。为了表达数据的含义,在描述数据值的同时还需要明确数据的含义,即语义或信息。如“30”可能是一个人的年龄,也可能是一个班的人数。

(2) 信息

信息是当代社会发展的重要战略资源,是管理和决策的依据,具有时间性、事实性、完整性、共享性等。具体地说,信息是一种已经被加工为特定形式的数据,是对现实世界事物存在方式或运动状态的反映,这些数据形式对接收者来说是有意义的,而且对当前或将来的决策具有实际的价值。如“某品牌衬衫销量为 30 件”,于是数据“30”就被赋予了特定的语义,具体描述了信息。

总之,数据与信息之间的关系可以归纳为:数据是信息的载体,信息是数据的内涵,即数据

是信息的一种符号表示，信息通过数据的描述，给予数据语义的解释。尽管两者的概念有所区别，但在某些场合下，人们并不严格区分。

（3）数据管理

当所有相关信息被数据符号化后，这些数据也被赋予了特定的语义，充分反映了现实世界有关事物的存在特性和变化状态。从哲学的角度说，现实世界里所有的事物都是具有联系的。基于这一事实，可以从已知数据出发，经过相应的加工运算，产生出一些新的数据，获取一些新的信息，为决策和研究提供有利的依据。如何通过对大量数据的存储处理，将数据转换为新的更有意义的信息，从而为生产、管理和决策提供有利的支持呢？这需要经过数据的收集、分类、组织、编码、存储、检索、维护等一系列操作，这些操作统称为数据管理。

在以上数据处理过程中，数据收集、分类、存储与组织属于基本操作，它们构成了数据管理的过程，编码、检索、维护等操作是随着业务的不同而千变万化的，需要通过编写一定的应用程序来实现。通过指定一系列的标准、规范，使用一定的工具实现的数据管理，人们能够获得大量的信息，以最大限度地提高信息共享程度。

1.1.2 数据库系统的组成及特点

通常，把引入了数据库技术的计算机系统称为数据库系统，其主要作用就是对数据进行管理，并帮助生成新的有意义的信息。数据库系统主要包含以下几个概念。

1. 数据库（DataBase, DB）

“数据库”这个名词最早来源于 20 世纪中期，美军将其所收集的各种情报文件存储在计算机中，并称为“数据库”。可以把它理解为一个电子文件柜，也可以当成一个存储数据的仓库或容器。具体来说，数据库是指能够长期存储的、按照某种模型组织起来的、可被各种用户或应用共享的数据集合。数据库中的数据不仅反映现实世界中的数据，还要体现数据之间的联系。数据库具有以下几个特点：

① 数据库中的数据是按照一定的结构-数据模型组织存储起来的，数据间有着相互联系，数据各自都有语义解释。比如，存储数据“20, 红色, 8, 200”，这些数据可以描述成标示为 20 的红色 8 码的衬衫售价为 200 元，也可以根据应用环境的不同解释成其他含义。

② 数据库的存储介质通常是硬盘，也包括磁盘、光盘等能够进行持久存储的工具，所以能够进行超大量数据的长时间存储。

③ 数据库中的数据为用户所共享，允许多个不同用户同时存取数据库中的数据，方便服务于不同的应用。

④ 数据库中的数据是集成的。所谓集成，是指将某一特定应用环境中的各种相关数据及其之间的联系全部集中地按照一定结构存储起来，形成一个统一的数据整体，并且局部或全部消除了数据间的冗余，故具有较好的结构化特性、较少的冗余性和较高的数据独立性。

2. 数据库管理系统（DataBase Management System, DBMS）

数据库管理系统是一种操纵和管理数据库的大型软件，介于用户和操作系统之间，用于建立、使用和维护数据库，对数据库进行统一的管理和控制，以保证数据库的安全性和完整性。用户通过数据库管理系统访问数据库中的数据，数据库管理员通过数据库管理系统对数据库进行维护。数据库管理系统提供多种功能，可使多个用户和不同应用程序访问、修改或建立数据库，实现对共享数据的定义、组织、管理和维护。按照国家标准《计算机软件分类与代码》分类，数据库管理系统属于支撑软件，目标是用户界面友好，具有高可靠性、高性能、高可伸缩性和高安全性。

目前,市场上具有代表性的数据库产品包括 Oracle 公司的 Oracle、IBM 公司的 DB2 以及 Microsoft 的 SQL Server 等。

数据库管理系统一般都具有以下基本功能:

① 数据库定义功能:提供数据定义语言(Data Definition Language, DDL),让用户能够方便地定义数据库的逻辑结构、存储结构和存取路径,描述对数据的完整性和安全性等要求。数据库的逻辑结构、完整性约束和物理存储结构保存在数据字典(即数据库中各类数据描述的集合)中,对数据库进行的任何操作都是以此为依据。例如,数据库管理系统根据数据字典中的定义,从存储记录中导出全局逻辑记录,又从全局逻辑记录导出用户所要存取的记录。数据库的完整性是指数据库中的数据必须满足一定的约束条件,保证数据的正确性和有效性。数据库的安全性是指数据库中的数据只能被合法的用户在合法的权限范围内访问。

② 数据存取功能:提供数据操纵语言(Data Manipulation Language, DML),在保证数据的完整性和安全性基础上,方便、高效地实现数据的查找、插入、修改和删除等操作。数据操纵语言分为独立型和宿主型两类。独立型数据操纵语言,又称为自含型数据操纵语言,即用户独立地通过交互方式进行数据库操作。宿主型数据操纵语言,又称为嵌入型数据操纵语言,不能独立使用,必须嵌入到某种宿主语言(Host Language,如 C 语言)中才能实现数据库操作。

③ 数据组织与存储功能:把需要在数据库中存储的数据,包括用户数据、存取路径(即索引)、数据字典等,进行合理地组织,并确定数据的逻辑结构和物理存储方式,以提高存储空间利用率和存取效率,简单地说,就是提供数据在外围存储设备上的物理组织和存储方式。

④ 事务运行管理功能:提供事务运行管理及运行日志,事务运行的安全性监控和数据完整性检查,事务的并发控制及系统恢复等功能。

⑤ 数据库建立维护功能:包括数据库初建、数据转换、数据库转储、数据库重组和重构、系统性能监视分析等,数据库管理系统为数据库管理员提供了数据安全控制、完整性保障、数据库备份、数据库重组和性能监控等维护工具软件,用于提高系统运行效率。

⑥ 通信接口:为了提高数据库系统的开发性,扩大应用范围,数据库管理系统提供与其他类型数据库系统或软件之间的格式转换和网络通信功能,实现异构数据库互访和互操作。

3. 数据库系统(DataBase System, DBS)

数据库系统是数据库应用系统的简称,是计算机系统引入数据库之后的系统,由计算机系统、数据库、数据库管理系统、应用程序和用户五部分组成,如图 1-1 所示。

① 计算机系统:由必需的计算机硬件和计算机系统软件组成。计算机硬件资源是数据库系统运行的物质基础,是能够存储数据库的所有物理存储设备。用于建立数据库系统的计算机可以是大型机、小型机、工作站和微机,具体的选择和配置要与应用规模相匹配,一般要求有足够大的内存、外存容量,有较高的 CPU 处理速率和 I/O 处理能力,满足数据的存储空间和存取速度要求,保证系统高效运行。对于基于网络的数据库系统,网络传输速率也

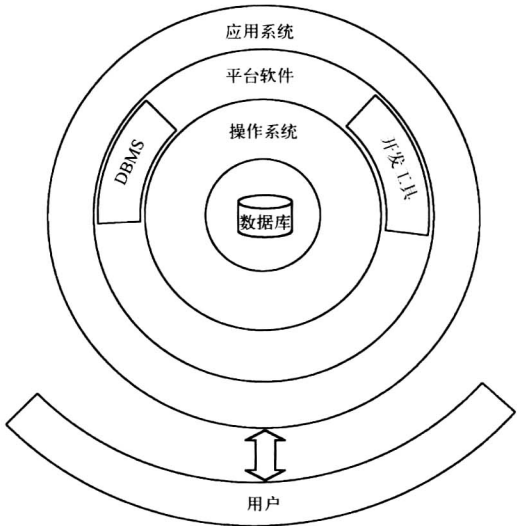


图 1-1 数据库系统的组成