



高等学校“十二五”规划教材·计算机工程系列

Principles of Database System

数据库系统原理

(第2版)

◎主 编 张锡英 李林辉 边继龙

注重夯实理论基础 / 培养实践设计能力

精选典型案例分析 / 搭建优化实验平台



哈尔滨工业大学出版社
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

高等学校“十二五”规划教材·计算机工程系列

——哈尔滨工业大学图书馆

数据库系统原理

(第2版)

张锡英 李林辉 边继龙 主 编

哈尔滨工业大学出版社

内容简介

数据库系统原理完整地讲述了当前数据库技术从基本原理到应用实践的主要内容,包括:数据库系统概述、数据模型、关系数据库、SQL 查询语言、关系数据库设计、关系数据库管理系统设计实例、数据库保护和数据库发展的新技术等内容。本教材强调知识的实用性,充分体现了软件工程专业教育“理论够用、实践充分”的原则。根据学生的认知规律,较好地处理理论和实践、知识和能力之间的关系。

本书可以作为高等学校软件工程专业、计算机科学与技术、信息管理与信息系统等相关专业数据库课程教材,也可以供从事数据库系统教学、研究和应用的广大教师、工程技术人员等参考。

图书在版编目(CIP)数据

数据库系统原理/张锡英,李林辉,边继龙主编. 2 版. —哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2016. 3

ISBN 978 - 7 - 5603 - 5865 - 9

I. ①数… II. ①张… ②李… ③边… 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(2016)第 032384 号

策划编辑 王桂芝

责任编辑 刘 瑶

出版发行 哈尔滨工业大学出版社

社 址 哈尔滨市南岗区复华四道街 10 号 邮编 150006

传 真 0451 - 86414749

网 址 <http://hitpress.hit.edu.cn>

印 刷 黑龙江省地质测绘印制中心印刷厂

开 本 787mm × 1092mm 1/16 印张 16 字数 400 千字

版 次 2013 年 3 月第 1 版 2016 年 3 月第 2 版 2016 年 3 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978 - 7 - 5603 - 5865 - 9

定 价 32.00 元

(如因印装质量问题影响阅读,我社负责调换)

高等学校“十二五”规划教材

计算机软件工程系列

编 审 委 员 会

名誉主任 丁哲学

主 任 王义和

副 主 任 王建华

编 委 (按姓氏笔画排序)

王霓虹 印桂生 许少华 任向民

衣治安 刘胜辉 苏中滨 张 伟

苏建民 李金宝 苏晓东 张淑丽

沈维政 金 英 胡 文 姜守旭

贾宗福 黄虎杰 董宇欣

◎ 序

Foreword

随着计算机工程的发展和社会对计算机工程人才需求的增长,软件工程专业培养目标更加明确,特色更加突出。目前,国内多数高校软件工程专业培养目标是以求为导向,注重培养学生掌握软件工程基本理论、专业知识和基本技能,具备运用先进的工程化方法、技术和工具从事软件系统分析、设计、开发、维护和管理等工作能力,以及具备参与工程项目的实践能力、团队协作能力、技术创新能力和市场开拓能力,具有发展成软件行业高层次工程技术和企业管理人才的潜力,使学生成为适应社会市场经济和信息产业发展需要的“工程实用型”人才。

本系列教材针对软件工程专业“突出学生的软件开发能力和软件工程素质,培养从事软件项目开发和管理的级工程技术人才”的培养目标,集9家软件学院(软件工程专业)的优秀作者和强势课程,本着“立足基础,注重实践应用;科学统筹,突出创新特色”的原则,精心策划编写。具体特色如下:

1. 紧密结合企业需求,多校优秀作者联合编写

本系列教材编写在充分进行企业需求、学生需要、教师授课方便等多方市场调研的基础上,采取了校企适度联合编写的做法,根据目前企业的普遍需要,结合在校学生的实际学习情况,校企作者共同研讨、确定课程的安排和相关教材内容,力求使学生在校学习过程中就能熟悉和掌握科学研究及工程实践中需要的理论知识和实践技能,以便适应就业及创业的需要,满足国家对软件工程师人才的需要。

2. 多门课程系统规划,注重培养学生工程素质

本系列教材精心策划,从计算机基础课程→软件工程基础与主干课程→设计与实践课程,系统规划,统一编写。既考虑到每门课程的相对独立性、基础知识的完整性,又兼顾到相关课程之间的横向联系,避免知识点的简单重复,力求形成科学、完整的知识体系。

本系列教材中的《离散数学》、《数据库系统原理》、《算法设计与分析》等基础教材在引入概念和理论时,尽量使其贴近社会现实及软件工程等学科的技术和应用,力图将基本知识与软件工程学科的实际问题结合起来,在具备直观性的同时强调启发性,让学生理解所学的

知识。《软件工程导论》、《软件体系结构》、《软件质量保证与测试技术》、《软件项目管理》等软件工程主干课程以《软件工程导论》为线索,各课程间相辅相成,互相照应,系统地介绍了软件工程的整个学习过程。《数据结构应用设计》、《编译原理设计与实践》、《操作系统设计与实践》、《数据库系统设计与实践》等实践类教材以实验为主题,坚持理论内容以必需和够用为度,实验内容以新颖、实用为原则编写。通过一系列实验,培养学生的探究、分析问题的能力,激发学生的学习兴趣,充分调动学生的非智力因素,提高学生的实践能力。

相信本系列教材的出版,对于培养软件工程人才、推动我国计算机工程事业的发展必将起到积极作用。



2011年7月

◎再版前言

Preface

数据库技术的应用十分普及,已成为计算机信息系统和应用的基础与核心。数据库技术是计算机应用的重要基础,以数据库系统为核心的各类软件已在不同领域得到了广泛的应用。“数据库原理”是一门理论与实践性都很强的课程。由于历史的原因,我国的教材内容通常以理论介绍为主,侧重于数据库理论和数据库设计的基本知识和基本语言的介绍,弱化了它的实践应用性。

本书结合作者长期的实际教学与科研经验编写而成,本着“厚基础、重能力、求创新”的总体思路,遵循实用、够用的原则,从内容选材、教学方法和实验等方面突出软件工程专业教育的特点。学生通过本书的学习,可以建立起一个完整的数据库原理及应用的知识体系,掌握数据库系统的实用技术和操作技能。本教材特别强调知识的实用性,充分体现了软件工程专业教育“理论够用、实践充分”的原则。根据学生的认知规律,较好地处理了理论和实践,知识和能力之间的关系。

从课程体系结构上讲,数据库原理及应用课程的教学内容既要涵盖一定的数据库基础理论,又要包括数据库操作实践方面的内容。即教学内容可由数据库基础理论、数据库系统应用及数据库系统的设计开发三大部分组成。其中数据库基础理论包括关系数据库系统理论、数据库设计理论、并发控制、数据库安全性、完整性控制理论及数据库管理系统的有关概念;数据库系统应用具体介绍一个数据库管理系统的操作和编程开发,而数据库应用系统的设计开发则介绍数据库应用系统的设计开发工具及实例。适当增加关系数据库的基本概念、数据库设计及开发方法的理论内容,数据库管理系统主要介绍 Oracle,强化数据库课程设计,要求学生设计开发一个具体的中小型数据库应用系统。突出针对性和实用性,强化学生在数据库应用中的分析能力和系统开发能力的培养。

本书第2版中对第1章的章节结构进行了调整,增加了部分内容;第5章新增加了10个例题,以及“检查点”部分的内容。为了加强学生对 Oracle 编程知识的学习,第2版将嵌入式 SQL 改写为 PL/SQL 程序设计,并独立为第9章。

本书由东北林业大学数据库系统原理课程组编写完成,张锡英、李林辉、边继龙任主编,全书由张锡英统稿。具体分工如下:张锡英负责第1章、第7~9章的编写,李林辉负责第3章、第4章和第6章内容的编写,边继龙负责第2章、第5章和第10章内容的编写。本教材为任课教师配备了课程的教学 PPT、教学案例、课后习题答案和实验指导书。

由于作者水平有限,疏漏和不足之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

2016 年 1 月

目录◎

Contents

第1章 数据库引论	1
1.1 引言	1
1.2 数据库的基本概念	2
1.2.1 数据、信息及其管理	2
1.2.2 数据库、数据库管理系统和数据库系统	3
1.2.3 数据库技术的发展	5
1.2.4 数据库技术的主要特点	6
1.2.5 数据技术的研究领域	8
1.3 数据库体系结构	9
1.3.1 数据库管理系统外部的体系结构	9
1.3.2 数据库管理系统内部的系统结构	10
1.3.3 三级模式间的映射	11
本章小结	13
习题	13
第2章 数据模型	15
2.1 数据模型的基本概念	15
2.1.1 概念世界与概念模型	15
2.1.2 逻辑模型	19
2.1.3 物理模型	19
2.2 数据模型的组成要素	19
2.2.1 数据结构	19
2.2.2 数据操作	20
2.2.3 完整性约束	20
2.3 常用的几种数据模型	20
2.3.1 层次模型	20
2.3.2 网状模型	21
2.3.3 关系模型	23
2.3.4 面向对象数据模型	24
本章小结	25
习题	25
第3章 关系数据库	27
3.1 关系数据结构及形式化定义	27
3.1.1 关系	27
3.1.2 关系模式	29

3.1.3	关系数据库	29
3.2	关系操作	30
3.2.1	基本的关系操作	30
3.2.2	关系数据语言的分类	30
3.3	关系的完整性	30
3.3.1	关系的三类完整性约束	30
3.3.2	实体完整性	31
3.3.3	参照完整性	31
3.3.4	用户定义的完整性	32
3.4	关系代数	32
3.4.1	传统的集合运算	33
3.4.2	专门的关系运算	34
本章小结		39
习题		39
第4章	关系数据库标准语言 SQL	42
4.1	SQL 语言概述	42
4.1.1	SQL 的产生与发展	42
4.1.2	SQL 数据库的体系结构	42
4.1.3	SQL 的组成	43
4.1.4	SQL 的特点	43
4.2	学生 - 课程数据库	44
4.3	数据定义	45
4.3.1	基本表的创建、删除和修改	45
4.3.2	索引的建立与删除	51
4.4	数据查询	51
4.4.1	SELECT 的基本应用	52
4.4.2	连接查询	59
4.4.3	嵌套查询	63
4.4.4	集合查询	68
4.5	数据更新	69
4.5.1	插入数据	69
4.5.2	修改数据	70
4.5.3	删除数据	71
4.6	视图	72
4.6.1	创建视图	73
4.6.2	删除视图	75
4.6.3	查询视图	75
4.6.4	更新视图	76
4.6.5	视图的特点	77
本章小结		78
习题		78

第5章 数据库安全与保护	84
5.1 数据库的安全性	84
5.1.1 数据库系统的安全概述	84
5.1.2 数据库的安全性控制	85
5.1.3 用户标识和鉴别	86
5.1.4 存取控制	86
5.1.5 视图机制	92
5.1.6 审计	92
5.1.7 数据加密	92
5.2 数据库的完整性	93
5.2.1 完整性约束条件	94
5.2.2 完整性控制	95
5.3 数据库并发控制	98
5.3.1 并发控制概述	99
5.3.2 可串行性	104
5.3.3 封锁	105
5.3.4 封锁协议	106
5.3.5 活锁和死锁	109
5.4 数据库恢复技术	112
5.4.1 故障的种类	112
5.4.2 恢复的实现技术	113
5.4.3 恢复策略	116
5.4.4 检查点技术	118
本章小结	119
习题	120
第6章 关系数据库设计理论	123
6.1 数据依赖对关系模式的影响	123
6.2 关系模式的规范化	124
6.2.1 函数依赖	125
6.2.2 码	125
6.2.3 范式	126
6.3 多值依赖与第四范式(4NF)	128
6.3.1 多值依赖	128
6.3.2 第四范式	130
6.3.3 规范化小结	131
6.4 数据依赖的公理系统	131
6.4.1 Armstrong 公理系统	131
6.4.2 闭包及其计算	132
6.4.3 函数依赖的覆盖	133
6.5 关系模式的分解	135
6.5.1 无损连接性	135

6.5.2 函数依赖保持性	137
本章小结	138
习题	139
第7章 数据库设计	140
7.1 数据库设计概述	140
7.1.1 数据库设计方法	141
7.1.2 数据库设计步骤	142
7.1.3 数据库设计过程中的各级模式	142
7.2 需求分析	143
7.2.1 需求调查	144
7.2.2 结构化分析方法	145
7.2.3 数据流图	145
7.2.4 数据字典	148
7.2.5 系统需求说明书	151
7.2.6 需求分析注意事项	153
7.3 概念结构设计	153
7.3.1 概念结构设计的方法与步骤	153
7.3.2 设计局部视图	155
7.3.3 集成视图	157
7.4 逻辑结构设计	161
7.4.1 E-R 模型向关系模型转换	161
7.4.2 数据模型的优化方法	162
7.4.3 设计用户子模式	163
7.5 物理结构设计	164
7.5.1 确定数据库的物理结构	164
7.5.2 索引方法	165
7.5.3 聚簇方法	166
7.5.4 散列技术	167
7.5.5 评价物理结构	167
7.6 数据库实施	167
7.6.1 数据库实施步骤	168
7.6.2 数据库试运行和评价	169
7.7 数据库维护	169
本章小结	170
习题	170
第8章 Oracle 10g 简介	173
8.1 Oracle 10g 产品特性简介	173
8.2 Oracle 数据库体系结构	175
8.2.1 Oracle 数据库服务器的物理存储结构	175
8.2.2 Oracle 数据库的逻辑存储结构	177
8.2.3 Oracle 10g 实例	179

8.3	Oracle 数据库安全管理	181
8.3.1	数据库的存取控制	181
8.3.2	特权和角色	183
8.3.3	审计	184
8.4	Oracle 数据库完整性管理	184
8.4.1	完整性约束	185
8.4.2	数据库触发器	185
8.5	Oracle 数据库并发控制	186
8.5.1	封锁机制	186
8.5.2	手工的数据封锁	186
8.6	Oracle 数据库备份与恢复	187
8.6.1	恢复数据库所使用的结构	187
8.6.2	联机日志	187
8.6.3	归档日志	188
8.6.4	数据库备份	189
8.6.5	数据库恢复	189
	本章小结	190
	习题	191
第9章	PL/SQL 程序设计	192
9.1	PL/SQL 编程基础知识	192
9.1.1	PL/SQL 概述	192
9.1.2	PL/SQL 块结构	193
9.1.3	PL/SQL 程序标识符	193
9.1.4	变量和常量	194
9.2	条件语句和循环语句	197
9.2.1	单分支条件语句 IF...THEN	197
9.2.2	双分支条件语句 IF...THEN...ELSE	197
9.2.3	多路分支条件语句 IF...THEN...ELSIF	198
9.2.4	多路判断 CASE 表达式	198
9.2.5	Loop...end loop 循环	200
9.2.6	While 循环	200
9.2.7	For 循环	201
9.2.8	异常处理	201
9.3	游标的使用	203
9.3.1	隐式游标	203
9.3.2	显式游标	204
9.3.3	游标属性	205
9.3.4	游标控制语句	207
9.3.5	修改游标中的结果集	208
9.4	存储过程和函数	209
9.4.1	存储过程的应用	209
9.4.2	函数的应用	211

9.5 触发器	212
9.5.1 触发器种类	212
9.5.2 创建及使用 DML 触发器	215
9.5.3 创建替代(Instead_of) 触发器	217
9.5.4 创建和使用用户事件触发器	218
9.5.5 创建和使用系统事件触发器	219
9.5.6 管理触发器	220
9.6 包	221
本章小结	223
习题	223
第 10 章 现代数据库系统及其典型代表	225
10.1 现代数据库系统概述	225
10.1.1 现代数据库的逻辑存储结构分类	225
10.1.2 现代数据库系统的新特征	228
10.2 分布式数据库系统	229
10.2.1 分布式数据库的概念	229
10.2.2 分布式数据库的特性	230
10.2.3 分布式数据库的数据存储方式	232
10.3 面向对象数据库	233
10.3.1 面向对象数据库的特征及功能	233
10.3.2 面向对象数据库模型	234
10.3.3 对象关系数据库和对象关系映射	237
10.3.4 对象持久性	237
本章小结	240
习题	240
参考文献	241



数据库引论

本章知识要点

本章重点介绍数据库的基本术语、数据库技术的发展过程及其主要特点;数据库系统的三级模式结构;目前常用的关系数据库管理系统及数据库应用领域的新技术。

1.1 引言

数据库技术是计算机科学技术中发展最快的领域之一,也是应用最广的技术之一,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。

数据库系统产生于 20 世纪 60 年代末。几十年来,数据库技术得到迅速发展,已形成较为完整的理论体系和一大批实用系统,现已成为计算机软件领域的一个重要分支。

在 20 世纪 50 年代,数据库管理还处于人工管理阶段,而计算机应用主要是用于科学计算。20 世纪 60 年代,为了克服文件系统的数据库冗余,方便用户操作,提高程序开发效率,因此产生了数据库系统。数据库系统产生之后,显示了其强大的生命力。20 世纪 70 年代,层次、网状数据库系统研制成功,并在商业上得到了广泛应用。当时,关系数据库的研究还集中在理论和实验系统的开发上,直至 20 世纪 80 年代初才形成产品。由于关系数据库有较好的理论基础,并具有操作方便等优点,因此关系数据库的商用系统迅速占领市场,并迅速取代了层次和网状数据库系统。1987 年,ISO 组织研究并颁布关系数据库语言 SQL 标准。20 世纪 90 年代,数据库技术进一步发展,推出许多新型数据库系统,以适应用户提出的新需求,并进而渗透到多媒体、人工智能、网络等领域。

随着数据库系统的推广使用,计算机应用已深入到工农业生产、商业、金融、行政管理、科学研究和工程技术的各个领域,如今的管理信息系统(MIS)、办公自动化(OA)、计算机辅助设计与制造(CAD/CAM)、计算机集成制造系统(CIMS)、地理信息系统(GIS)和知识库系统等也都以数据库技术为基础。20 世纪 90 年代初,我国已在邮电、银行、电力、铁路、气象、民航、情报、公安、军事、航天、财税等行业开发了以数据库为基础的大型计算机系统。

在人类迈向 21 世纪知识经济时代时,信息变为经济发展的战略资源,信息技术已成为社会生产力中重要的组成部分。人们充分认识到,数据库是信息化社会中的信息资源管理与开发利用的基础。对于一个国家来说,数据库的建设规模和使用水平已成为衡量该国信息化程度的重要标志。因此,数据库课程是当代大学生的一门重要的必修课程,也是大学生应具备的基本知识和技能。

数据库技术的前身是曾经被广泛应用的文件系统。1969 年,美国的 IBM 公司研制了世界上第一个层次型数据库管理系统(Information Management System, IMS);同年美国的 DBTG(Data Base Task Group)小组发表了 DBTG 报告,给出了网络型数据库的规范;而从 1970 年起,IBM 公司的科德(E. F. Codd)发表了一系列关于关系数据库的论文,从而奠定了关系数据库的基础。层次型、网络型,特别是关系型和面向对象数据库是数据库系统的主要类型。除此之外,分布式数据库、智能数据库等也是数据库技术的重要分支。

数据库技术是把人们所关心的各种类型的数据输入到计算机中,经过加工、处理和累积,使这些数据变成有用的信息。因此,如何管理和充分地利用这些数据,如何有效地描述和处理这些数据,便成为计算机研究领域的一个十分重要的课题。数据库技术就是在这种形势下产生和发展起来的,是数据管理的最新技术,并已成为当代计算机科学的一个新兴的、重要的、活跃的应用领域。

1.2 数据库的基本概念

随着计算机科学技术的飞速发展,计算机的应用逐渐由数值计算(军事和科学计算)向非数值计算(数据处理等)的各个领域乃至家庭中扩展,尤其是微型计算机在企事业方面的管理及办公自动化中的应用更为广泛,如工资管理、人事档案管理、仓库管理、财务管理、学生学籍管理、图书资料管理等。实际上,这种应用已经渗透到社会的各个方面,在计算机的所有应用中,数据处理(或称信息管理)已达科学计算、自动控制、人工智能等应用总和的80%以上。只要有信息的地方,就有数据库技术的用武之地。

数据库技术是数据信息管理技术的最新成果,为计算机的应用开辟了广阔的天地。数据库、数据库技术、数据库管理系统和数据库系统是数据库技术中最常用的术语,它们之间既有区别又有联系。

1.2.1 数据、信息及其管理

1. 数据与信息

数据库管理的对象是数据。所谓数据,是指能够被输入到计算机存储和处理的各种数字、文字、表格、图形、图像、声音等,这些数据具有不同的类型。

未经处理的数据只是基本素材,仅当对其进行适当的加工处理,产生出有助于实现特定目标的信息对人们才有意义。可见,信息实际上是指经过处理后的数据,是被加工了的数据。

数据与信息两者密不可分,既有联系又有区别。数据表示信息,而信息只有通过数据形式表示出来,才能被人们理解和接受。尽管数据与信息两者在概念上不尽相同,但通常人们并不严格地区分它们,例如,数据处理也可称为信息处理。

2. 数据处理与数据管理

数据处理是指对各种形式的数据进行操作的一系列活动的总和,如汇集、传输、分组、排序、存储、计算、检索与制表等。数据处理的目的是为了对大量的原始数据进行加工处理,从而得到人们所需要的有价值的数据,以作为行动和决策的依据。

数据处理的中心问题是数据管理,数据管理指的是对数据的分类、组织、编码、存储、检索和维护。

数据处理一般不涉及复杂的科学计算,主要特点是处理的数据量大、数据结构复杂、数据之间有复杂的逻辑联系。因此,数据处理业务矛盾的焦点不是计算,而是数据管理。这部分操作是数据处理业务的基本环节,而且是任何数据处理业务中必有的共性部分;而怎样加工和计算,则根据实际情况加以处理。因此,对数据管理部分,理当加以突出,集中精力研制出一个通用、高效且使用方便的管理软件,把数据有效地管理起来,以便最大限度地减轻程序员的负担;至于处理业务中的加工计算,因不同业务各不相同,要靠程序员根据实际情况编写应用程序加以解决。

数据处理是与数据管理相联系的,数据管理技术的优劣将直接影响数据处理的效率,数

数据库技术正是瞄准这一目标,研究、发展并逐渐完善起来的专门技术。

1.2.2 数据库、数据库管理系统和数据库系统

1. 数据库

数据库(Database)指长期存储在计算机内的、有组织、可共享的数据的集合。数据库中的数据按一定的数学模型组织、描述和存储,具有较小的冗余,较高的数据独立性和易扩展性,并可为各种用户共享。数据库产生于距今六十多年前,随着信息技术和市场的发展,特别是二十世纪九十年代以后,数据管理不再仅仅是存储和管理数据,而转变成用户所需要的各种数据管理的方式。数据库有很多种类型,从最简单的存储有各种数据的表格到能够进行海量数据存储的大型数据库系统都在各个方面得到了广泛的应用。

数据库技术就是把一批相关数据组织成数据库,并对其进行集中、统一的管理,实施很强的安全性和完整性控制的技术。

例如,企业或事业单位的人事部门常常要把本单位职工的基本情况(职工号、姓名、年龄、性别、籍贯、工资、简历等)存放在表中,这张表就可以看成是一个数据库的组成部分之一。有了这个表我们就可以根据需要随时查询某职工的基本情况,也可以查询工资在某个范围内的职工人数等等。仅仅保存职工基本情况表不能满足到人事管理业务的要求,还需要建立职工的家庭成员情况表、职工奖惩记录表、职工培训情况表、职工职务变迁表等,来达到全面规范人事管理的要求。若干个描述职工相关信息的表就构成了“人事管理系统数据库”。此外,在财务管理、仓库管理、生产管理中也需要建立众多的这种“数据库”,使其可以利用计算机实现财务、仓库、生产的自动化管理。

由此可见,数据库是一个单位或是一个应用领域的通用数据处理系统,它存储的是属于企业和事业部门、团体和个人的有关数据的集合。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。其结构基于数据间的自然联系,从而可提供一切必要的存取路径,并且数据不再针对某一应用,而是面向全组织,具有整体的结构化特征。数据库中的数据是为众多用户所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;多个用户可以同时共享数据库中的数据资源,即不同的用户可以同时存取数据库中的同一个数据。数据共享性不仅满足了各用户对信息内容的要求,同时也满足了各用户之间信息通信的要求。

2. 数据库管理系统

数据库管理系统(Database Management System)是一种操纵和管理数据库的大型软件,用于建立、使用和维护数据库,简称DBMS。它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DBMS访问数据库中的数据,数据库管理员也通过DBMS进行数据库的维护工作。它可使多个应用程序和用户用不同的方法在同时或不同时刻去建立、修改和查询数据库。大部分DBMS提供数据定义语言DDL(Data Definition Language)和数据操作语言DML(Data Manipulation Language),供用户定义数据库的模式结构与权限约束,实现对数据的增加、删除等操作。

数据库管理系统是数据库系统的核心,是管理数据库的软件。数据库管理系统就是实现把用户意义下抽象的逻辑数据处理,转换为计算机中具体的物理数据处理的软件。有了数据库管理系统,用户就可以在抽象意义下处理数据,而不必顾及这些数据在计算机中的布局 and 物理位置。数据库管理系统的功能如下:

(1)数据定义:DBMS提供数据定义语言DDL,供用户定义数据库的三级模式结构、两级映像以及完整性约束和保密限制等约束。DDL主要用于建立、修改数据库的库结构。DDL所描述的库结构仅仅给出了数据库的框架,数据库的框架信息被存放在数据字典(Data

Dictionary) 中。

(2) 数据操作: DBMS 提供数据操作语言 DML, 供用户实现对数据的增加、删除、更新、查询等操作。

(3) 数据库的保护: 数据库中的数据是信息社会的战略资源, 所以数据的保护至关重要。DBMS 对数据库的保护通过 4 个方面来实现: 数据库的恢复、数据库的并发控制、数据库的完整性控制和数据库安全性控制。DBMS 的其他保护功能还有系统缓冲区的管理以及数据存储的某些自适应调节机制等。

(4) 数据组织、存储与管理: DBMS 要分类组织、存储和管理各种数据, 包括数据字典、用户数据、存取路径等, 需确定以何种文件结构和存取方式在存储级上组织这些数据, 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, 选择合适的存取方法提高存取效率。

(5) 数据库的运行管理: 数据库的运行管理功能是 DBMS 的运行控制、管理功能, 包括实现数据库保护的 4 个方面的功能、运行日志的组织管理、事务的管理和自动恢复, 即保证事务的原子性。这些功能保证了数据库系统的正常运行。

(6) 数据库的维护: 这一部分包括数据库的数据载入、转换、转储、数据库的重组合重构以及性能监控等功能, 这些功能分别由各个实用程序来完成。

(7) 通信: DBMS 具有与操作系统的联机处理、分时系统及远程作业输入的相关接口, 负责处理数据的传送。对网络环境下的数据库系统, 还应该包括 DBMS 与网络中其他软件系统的通信功能以及数据库之间的互操作功能。

目前广泛应用的数据库管理系统产品主要有 Oracle、MS SQL Server、DB2 和 SYBASE 等大中型 DBMS, 桌面型的数据库管理系统如 MySQL 及 Access 也有应用。

3. 数据库系统

数据库系统 DBS (Data Base System, 简称 DBS) 是指在计算机系统中引入数据库后的系统构成, 一般是由相关的数据库、数据库管理系统 (及其开发工具)、应用程序、数据库管理人员及用户组成。

数据库系统由数据库及其管理软件组成的系统。数据库系统是为适应数据处理的需要而发展起来的一种较为理想的数据处理系统, 也是一个为实际可运行的存储、维护和应用系统提供数据的软件系统, 是存储介质、处理对象和管理系统的集合体。

数据库系统一般由 4 个部分组成:

(1) 数据库: 构成系统的数据集合, 包括数据及数据之间的联系的集合。

(2) 硬件: 构成计算机系统的各种物理设备, 包括存储所需的外部设备。硬件的配置应满足整个数据库系统的需要。

(3) 软件: 包括操作系统、数据库管理系统及应用程序。数据库管理系统是数据库系统的核心软件, 是在操作系统的支持下工作, 解决如何科学地组织和存储数据, 如何高效获取和维护数据的系统软件。其主要功能包括: 数据定义功能、数据操纵功能、数据库的运行管理和数据库的建立与维护。

(4) 人员: 主要有 4 类。第一类为系统分析员和数据库设计人员, 系统分析员负责应用系统的需求分析和规范说明, 他们和用户及数据库管理员一起确定系统的硬件配置, 并参与数据库系统的概要设计。数据库设计人员负责数据库中数据的确定、数据库各级模式的设计。第二类为应用程序员, 负责编写使用数据库的应用程序。这些应用程序可对数据进行检索、建立、删除或修改。第三类为最终用户, 他们利用系统的接口或查询语言访问数据库。第四类用户是数据库管理员 (data base administrator, DBA), 是从事管理和维护数据库管理系统 (DBMS) 的相关工作人员的统称, 主要负责业务数据库从设计、测试到部署交付的全生