

高 | 等 | 学 | 校 | 教 | 材

数据库系统 实用教程

徐洁磐 柏文阳 刘奇志



高等教育出版社

高等学校教材

数据库系统实用教程

徐洁磐 柏文阳 刘奇志

高等教育出版社

内容提要

本书是一本实用数据库教材,重点突出应用性与新技术,它将数据库基本原理、技术与应用三者结合于一体,系统性强,基本概念与原理叙述清楚,内容深入浅出,文字浅显易懂,并配有大量辅助性材料。

本书由六部分组成,分别是基本原理部分(第一章~第二章),关系数据库系统的原理与技术部分(第三章~第七章),数据库的设计与管理部分(第八章~第十章),新型数据库部分(第十一章~第十三章),数据库应用部分(第十四章~第十六章)以及数据库实验指导部分。

本书可作为高等学校计算机类专业以及信息管理与信息系统等相关专业的教材,也可作为数据库应用开发人员的参考资料和相关培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

数据库系统实用教程/徐洁磐,柏文阳,刘奇志. 北京:高等教育出版社,2006.6

ISBN 7-04-019584-4

I. 数... II. ①徐...②柏...③刘... III. 数据库系统-高等学校-教材 IV. TP311.13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 054667 号

策划编辑	倪文慧	责任编辑	康兆华	封面设计	刘晓翔	责任绘图	朱 静
版式设计	王艳红	责任校对	金 辉	责任印制	毛斯璐		

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京未来科学技术研究所
有限责任公司印刷厂

开 本 787×1092 1/16
印 张 21.5
字 数 480 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2006 年 6 月第 1 版
印 次 2006 年 6 月第 1 次印刷
定 价 26.90 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 19584-00

前 言

数据库技术在我国已日渐普及,其应用领域也日趋广泛。数据库不仅在传统的事务处理领域发挥着重要作用,同时在非传统领域应用中也起到越来越大的作用。近年来,数据库与网络的结合、数据库在决策分析中的应用已成为发展的新趋势。

目前市场上关于数据库系统的教材很多,但是由于教材需求层次多、类型广,因此需要有适应不同需求特色的教材,本教材的特色如下:

1. 应用性

目前我国高等学校中的计算机专业大致分为研究型与应用型两种,随着我国高等教育向大众化教育的过渡,近年来应用型计算机专业发展很快,同时与计算机应用紧密相关的专业(如信息管理、软件工程、信息安全、电子商务、工程管理、统计、金融、自动控制、GIS、通信等)也在飞跃发展,相应地带动了应用型教材的需求。而市场上计算机类教材以研究型居多,应用型较少。本教材面向应用,以数据库基本原理及应用技术为主,适应应用型计算机专业以及与计算机应用紧密相关专业的数据库教学需要,可作为这种类型的本科数据库教材。

2. 新技术

由于数据库技术发展较快,目前的数据库教材更新周期长,大都存在一定程度的技术滞后,与目前我国计算机应用开发技术存在一定差距。本教材紧跟数据库应用技术新发展,力求适应国内数据库应用中新技术发展的需要。

3. 适合教学需要

本教材力求将原理、技术及应用三者有机结合,系统性强,基本概念与原理叙述清楚,内容深入浅出,文字浅显易懂,并配有相关辅助性材料。

(1) 本教材配有大量应用性习题,可帮助学生理解课程内容。

(2) 为了便于学生复习,在每章后面都配有复习指导。

(3) 为了配合数据库实验需要,在教材中配有实验指导书。

(4) 为了配合教材的使用,提供电子教案及其他参考资料书目。

本书可作为高等学校计算机应用型专业及工科相关专业的大学本科数据库系统课程教材,也可作为数据库应用开发人员的参考材料及相关应用培训教材。从内容上看,本书由下面几部分组成。

1. 数据库基本概念与原理

由第一章和第二章组成,主要讲述数据库系统的最基本的概念及数据模型,是本书的基础。

2. 关系数据库系统的原理与技术

由第三章~第七章组成,主要介绍关系数据库系统基本、原理、操作及技术,是本书的主要内容。

3. 关系数据库的设计与管理

由第八章~第十章组成,主要介绍关系数据库设计的理论、技术以及关系数据库系统的管理,是数据库开发应用的基础。

4. 新型数据库

由第十一章~第十三章组成,主要介绍几种新型的数据库系统以及分布式数据库与 Web 数据库。

5. 数据库应用

由第十四章~第十六章组成,主要介绍数据库在事务处理、非事务处理领域及分析领域中的应用。

6. 数据库实验指导

在附录中给出,包括 6 个实验及一个实验总结指导,为全书提供实验环节的指导。

对于普通高等学校本科计算机专业数据库课程的教学,建议使用本书的全部内容;对于应用型本科计算机及相关专业,建议选讲部分内容——凡带有“*”号的章节均可删减,包括第七章、第十一章、第十二章以及第十五章等 4 章内容及 2.3.4、2.4.4 小节等两小节内容。

值本书付梓之际,作者要感谢山东大学董继润教授,他为审阅本书付出艰辛的劳动并提出了很多宝贵意见。同时感谢南京大学计算机软件新技术国家重点实验室及费翔林教授为本书出版所提供的支持。最后,在本书编写过程中得到了南京大学计算机科学与技术系多位老师的支持和帮助以及陈巧珍老师的具体帮助,在此一并表示感谢。

由于作者水平所限,书中错误与缺点在所难免,恳切希望读者批评指正。

编 者

南京大学计算机软件新技术国家重点实验室

南京大学计算机科学与技术系

2006 年 5 月

目 录

第一章 数据库系统概述	1	习题二	42
1.1 基本概念	1	复习指导	43
1.2 数据库系统的发展及趋势	8	第三章 关系数据库系统	45
1.3 数据库系统的特点	10	3.1 关系数据库系统概述	45
1.4 数据库内部结构体系	12	3.2 关系数据库系统的衡量准则	46
1.4.1 数据库三级模式	12	3.3 关系模型数学理论——关系代数	48
1.4.2 数据库二级映射	13	3.3.1 关系的表示	48
习题一	13	3.3.2 关系操纵的表示	49
复习指导	14	3.3.3 关系模型与关系代数	51
第二章 数据模型	16	3.3.4 关系代数中的扩充运算	52
2.1 数据模型的基本概念	16	3.3.5 关系代数实例	56
2.2 数据模型的 4 个世界	17	3.4 关系数据库语言 SQL'92	57
2.3 概念世界与概念模型	18	3.4.1 SQL 概貌	57
2.3.1 E-R 模型	18	3.4.2 SQL 数据定义功能	60
2.3.2 扩充的 E-R 模型		3.4.3 SQL 数据操纵功能	62
——EE-R 模型	23	3.4.4 SQL 的更新功能	75
2.3.3 面向对象模型	25	3.4.5 视图	76
*2.3.4 谓词模型	27	习题三	78
2.4 信息世界与逻辑模型	31	复习指导	81
2.4.1 概述	31	第四章 数据库的安全性	
2.4.2 关系模型与关系模型		完整性保护	84
数据库管理系统	32	4.1 数据库的安全性保护	85
2.4.3 面向对象模型与面向对象		4.1.1 数据库的安全与安全数据库	85
数据库管理系统	37	4.1.2 数据库安全的基本	
*2.4.4 谓词模型及知识库系统	38	概念与内容	85
2.5 计算机世界与物理模型	40	4.1.3 数据库的安全标准	88
2.5.1 计算机中的磁盘	40	4.1.4 SQL 对数据库安全的支持	90
2.5.2 文件系统	40	4.2 数据库的完整性保护	93
2.5.3 逻辑模型的物理存储结构	42	4.2.1 数据库完整性保护的功能	93

4.2.2 完整性规则的 3 个内容	93	6.2.4 诊断管理	121
4.2.3 完整性约束的设置、 检查与处理	94	6.2.5 动态 SQL	122
4.2.4 触发器	96	6.3 数据交换的流程	123
习题四	98	6.4 数据交换的四种方式	124
复习指导	99	6.4.1 嵌入式 SQL	124
第五章 事务处理、并发控制与 故障恢复技术	100	6.4.2 自含式 SQL	126
5.1 事务处理	100	6.4.3 调用层接口	129
5.1.1 事务	100	6.4.4 Web 方式	130
5.1.2 事务的性质	101	习题六	131
5.1.3 事务活动	101	复习指导	131
5.1.4 有关事务的语句	102	* 第七章 数据库的物理组织	133
5.2 并发控制技术	103	7.1 概论	133
5.2.1 事务的并发执行	103	7.2 数据库的物理存储介质	134
5.2.2 封锁	106	7.3 磁盘存储器及其结构	134
5.2.3 封锁协议	107	7.4 文件组织	137
5.2.4 二阶段封锁协议	109	7.4.1 文件记录与磁盘块	137
5.2.5 封锁粒度	109	7.4.2 文件的定长记录 与变长记录	138
5.2.6 活锁与死锁	109	7.5 文件记录组织	138
5.3 数据库恢复技术	111	7.6 索引技术与散列技术	140
5.3.1 概述	111	7.6.1 索引技术	140
5.3.2 数据库故障分类	111	7.6.2 索引技术中的 B ⁺ 树	143
5.3.3 数据库故障恢复三大技术	112	7.6.3 散列技术	145
5.3.4 恢复策略	113	7.7 数据库与文件	147
习题五	114	7.7.1 数据库中的数据分类	147
复习指导	114	7.7.2 数据库存储空间组织	147
第六章 数据库中的数据交换	116	习题七	148
6.1 概述	116	复习指导	148
6.1.1 数据交换模型	116	第八章 关系数据库规范化理论	150
6.1.2 数据交换的五种方式	116	8.1 概述	150
6.2 数据交换的管理	119	8.2 规范化理论	153
6.2.1 会话管理	119	8.2.1 函数依赖	153
6.2.2 连接管理	120	8.2.2 与函数依赖有关的范式	156
6.2.3 游标管理	120	8.2.3 多值依赖与第四范式	160
		8.2.4 小结	163

8.3 规范化所引起的一些问题	164	11.2 面向对象方法的基本思想	199
8.4 关系数据库规范化的 非形式化判别法	165	11.2.1 概述	199
习题八	165	11.2.2 简单回顾	201
复习指导	167	11.3 面向对象方法的基本概念	201
第九章 数据库设计	169	11.4 面向对象数据模型	206
9.1 数据库设计概述	169	11.5 面向对象数据库管理系统	207
9.2 数据库设计的需求分析	170	11.5.1 面向对象数据库管理 系统的内容	208
9.2.1 需求调查	170	11.5.2 面向对象数据库语言	211
9.2.2 需求分析	171	11.6 面向对象数据库的应用	218
9.2.3 数据需求分析说明书	173	11.7 对象-关系数据库系统	219
9.3 数据库的概念设计	174	11.7.1 概述	219
9.3.1 数据库概念设计概述	174	11.7.2 对象-关系数据库 系统的特点	220
9.3.2 数据库概念设计的过程	174	11.7.3 对象-关系数据库系统 的结构及实现	222
9.3.3 数据库概念设计说明书	179	11.7.4 面向对象数据库系统与对象-关系 数据库系统之比较	222
9.4 数据库的逻辑设计	180	11.8 对象-关系数据库典型语言 SQL-3	223
9.4.1 数据库逻辑设计基本方法	180	11.8.1 数据类型	224
9.4.2 关系视图设计	183	11.8.2 表	227
9.4.3 数据库逻辑设计说明书	184	11.8.3 查询语言	229
9.5 数据库的物理设计	184	习题十一	232
9.5.1 存取方法设计	185	复习指导	232
9.5.2 存储结构设计	186	* 第十二章 知识库系统	234
9.5.3 数据库物理设计说明书	186	12.1 概述	234
习题九	187	12.1.1 知识库系统及其发展	234
复习指导	187	12.1.2 知识与知识表示	234
第十章 数据库管理	190	12.1.3 知识库、知识库管理系统 与知识库系统	235
10.1 数据库管理概述	190	12.2 知识库系统原理	237
10.2 数据库管理的内容	190	12.2.1 知识库语言 DATALOG	237
10.3 数据库管理员	195	12.2.2 数据库、演绎数据库 及知识库	237
习题十	196		
复习指导	196		
* 第十一章 面向对象数据库系统与对 象-关系数据库系统	198		
11.1 面向对象概念与数据库系统	198		

12.2.3 基于证明论的知识库系统	240	14.3.2 企业资源规划发展史	277
12.2.4 基于模型论的知识库系统	243	14.3.3 ERP 系统介绍	277
习题十二	247	14.4 客户关系管理	279
复习指导	247	14.4.1 “客户关系管理”介绍	279
第十三章 分布式数据库与		14.4.2 CRM 内容的界定	280
Web 数据库	249	14.4.3 CRM 的构成	282
13.1 数据库发展史	249	14.4.4 CRM 与数据库应用系统	283
13.2 分布式数据库系统	250	14.5 数据库应用小结	283
13.2.1 基于网络的分布式		习题十四	283
数据库技术	250	复习指导	283
13.2.2 C/S 结构模式	252	* 第十五章 数据库非事务处理应用及	
13.2.3 应用程序与数据接口	253	相关的专用数据库	285
13.2.4 网络上的数据库安全	260	15.1 概述	285
13.2.5 存储过程	260	15.2 数据库在工程领域中的应用	
13.3 Web 数据库	262	及工程数据库介绍	285
13.3.1 互联网与 Web	262	15.2.1 计算机的工程应用系统	
13.3.2 Web 数据库的特点	263	与工程数据库	285
13.3.3 Web 数据库的 B/S		15.2.2 工程数据管理	286
结构模式	263	15.2.3 工程数据库管理	
13.3.4 Web 数据与数据库结构		系统的构造	287
数据的接口	265	15.2.4 工程数据交换与共享标准	
13.3.5 ADO 接口	265	——STEP 标准及其实现	288
13.3.6 JDBC 接口	270	15.3 数据库在多媒体领域中的应用	
习题十三	270	及多媒体数据库介绍	296
复习指导	271	15.3.1 多媒体与多媒体技术	296
第十四章 数据库事务处		15.3.2 多媒体系统	296
理的应用	273	15.3.3 多媒体数据管理	297
14.1 概述	273	15.4 数据库在 GIS 中的应用	
14.2 电子商务	274	及空间数据库介绍	299
14.2.1 电子商务简介	274	15.4.1 GIS 系统与空间数据库	299
14.2.2 电子商务的数据库		15.4.2 空间数据管理	300
应用系统	275	15.4.3 空间数据库管理	
14.3 企业资源规划	276	系统的实现	301
14.3.1 企业资源规划介绍	276	习题十五	302
		复习指导	302

第十六章 数据库在分析领域中的应用

及数据仓库	304
16.1 决策支持系统	304
16.2 数据仓库的基本原理	306
16.2.1 概论	306
16.2.2 数据仓库特点	307
16.3 数据仓库的基本结构	308
16.3.1 数据源	309
16.3.2 数据抽取	309
16.3.3 数据仓库管理层	310
16.3.4 数据集市层	310
16.4 联机分析处理	311
16.4.1 OLTP 与 OLAP	311
16.4.2 OLAP 的基本概念	311
16.4.3 OLAP 的基本数据模式——星	

形模式与雪花模式	312
16.4.4 OLAP 的多维数据结构——数	
据立方体及超立方体	314
16.4.5 OLAP 多维结构的	
物理存储	317
16.4.6 OLAP 的分析操作	318
16.5 数据挖掘	318
16.5.1 数据挖掘的方法	319
16.5.2 数据挖掘的步骤	320
16.6 DSS 中的建模与展示	320
16.7 DSS 整体结构	321
习题十六	322
复习指导	322
附录 “数据库课程”实验指导书 ..	323
参考文献	332

第一章 数据库系统概述

本章主要介绍数据库系统的概况,包括基本概念、特点与基本知识点,对全书内容起到提纲挈领的作用。

1.1 基本概念

计算机科学与技术的飞速发展,计算机应用的深入与拓展,使得数据库在计算机领域中的地位与作用日益重要,它在商业活动、事务处理中占有主导地位,近年来在工程领域、多媒体领域等非事务处理领域以及分析领域中的地位与作用也变得十分重要。随着网络应用的普及,它在网络中也起到日趋重要的作用,因此,数据库已成为计算机应用系统的重要支撑。本书以数据库为核心,对其基本原理、应用及新技术做全面的介绍。

首先,本节将对与数据有关的6个基本概念做介绍,它们是数据、数据库、数据库管理系统、数据库管理员、数据库系统及数据库应用系统。

1. 数据

(1) 数据的概念

数据(data)是现实世界中的客体在计算机中的抽象表示,具体地说,它是一种存储于计算机内的符号串。

(2) 数据的特性

数据有下面5个特性。

① 数据表现形式的多样性

从表现形式上看,数据的表现形式很多,除常用的数字、文字、时间等形式外,还包括图像、图形、语言、视频等多媒体数据以及知识、规则、数学符号及推理等抽象数据。数据表现形式的多样性为数据的应用提供了有力基础。

② 数据的可构造性

从结构上看,数据分为结构化数据(structured data)、半结构化数据(semistructured data)与非结构化数据(non-structured data)。所谓非结构化数据即符号串是不规则结构形式;所谓半结构化数据即符号串呈半规则结构形式,如文件中的流式文件、互联网中的Web结构等均属于非结构化及半结构化形式。而软件中的数据大多是有结构的,它们称为结构化数据。首先,结构化数据有型(type)与值(value)之分,数据的型给出了数据的类型,如整型、实型、字符型等,而数据的值给出了符合给定类型的数值。随着应用需求的扩大,数据的型有了进一步扩大,它包括将多

种相关数据以一定结构方式组合构成特定的数据框架,称为数据结构(data structure),具有统一结构形式的数据结构的具体描述可称为数据模式(data schema)。

③ 数据的挥发性和持久性

从存储时间上看,数据一般分为两部分,其中一部分与程序仅有短时间的交互关系,随着程序的结束而消亡,它们称为临时性数据或挥发性(transient)数据。这类数据一般存放于计算机内存中;而另一部分数据则对系统起着长期持久的作用,它们称为持久性(persistent)数据,这类数据一般存放于计算机的外部存储器(如磁盘)内。

④ 数据的私有性与共享性

从其使用对象上看,数据可分为私有性与共享性两种。为特定应用(程序)服务的数据称为私有(private)数据,而为多个应用(程序)服务的数据则称为共享(share)数据。

⑤ 数据的海量性

从其存储数量上看,数据可分为小量、大量及海量三种。数据的量是衡量与区别数据的重要标志,这主要是由于数据“量”的变化可能会引起数据“质”的变化。数据量由小变大后,就需要对数据进行管理,需要保护与控制。目前数据以海量数据最为多见,因此一般数据均需管理、保护与控制。

随着计算机技术的进步与应用需求的扩大,数据的特性在发生变化,这些变化主要表现为以下几个方面。

- ① 数据的量由小量到大量进而到海量;
- ② 数据的组织形式由非结构化到结构化;
- ③ 数据的服务范围由私有到共享;
- ④ 数据的存储周期由挥发到持久。

数据的这些变化使得现代数据具有海量的、结构化的、持久的和共享的特点,本书如不做特别说明,所提数据即具备这四种特性。

下面讨论数据与其他几个重要概念之间的关系,它们是数据与软件及数据与信息之间的关系。

(1) 数据与软件

首先讨论软件(software),软件是计算机科学与技术的一大门类,它是建立在计算机硬件之上的一种运行(或处理)实体。软件一般由程序与数据两部分组成,其中程序给出了运行的过程,而数据则给出了运行的对象与结果,如图 1.1 所示。

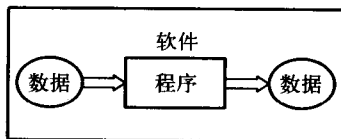


图 1.1 程序与数据关系示意图

在软件中,数据(主要指其结构)是最稳定的部分,而程序则是可变部分,因此数据称为软件中的不动点(fixed point),它在软件中起着基础性的作用。

软件发展至今,程序与数据之间的不同关系形成了目前流行的两种结构。

① 以程序为中心的结构

在这种软件结构中,以程序为中心而以数据为辅助,即每个程序有若干个数据为其支撑,它们构成了如图 1.2(a)所示的结构。

② 以数据为中心的结构

在这种软件结构中,以数据为中心而以程序为辅助,即以一个数据集合为中心,围绕它有若干个程序对数据做处理,它们构成了如图 1.2(b)所示的结构。

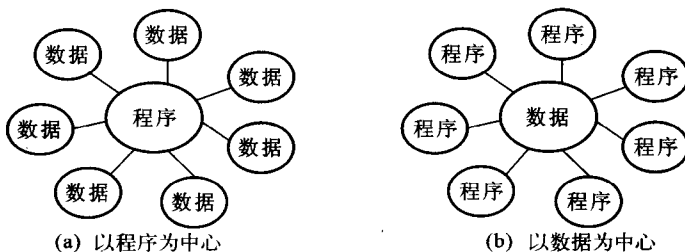


图 1.2 软件的两种结构

目前大多数软件结构采用以数据为中心的结构。

在过去,软件是以程序为中心,而数据则以私有形式从属于程序。在这种软件系统中,数据是分散、凌乱的,它造成了数据管理的混乱,如存在数据冗余大、一致性差、结构复杂等多种弊病。但经过若干年的发展,数据在软件中的地位和作用发生了本质变化,在软件中已占据主体地位,而程序则退居附属地位,它们构成了以数据为中心的结构。在这种软件结构中,需要对数据做集中、统一的管理,并使其为多个应用程序所共享,它们构成了如图 1.3 所示的结构,这种结构为数据库系统的产生与发展奠定了基础。

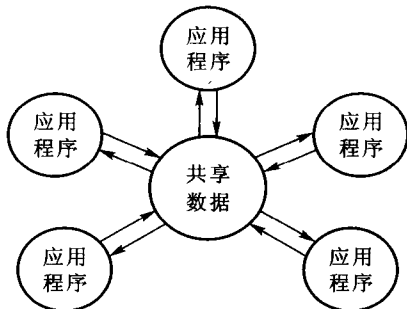


图 1.3 以数据为主体的软件系统

(2) 数据与信息

数据与信息(information)是两种不同的概念,在实际应用中往往容易引起混淆,数据是指客体在计算机中的表示形式,而信息则是客体的语义表现。数据与信息表示了一个事物的两个不同方面的理解。

2. 数据库

数据库(DataBase,简称 DB)是数据的集合,具有统一的结构形式,存放于统一存储介质内,并由统一机构管理,它由多种应用数据集合而成,并能被应用所共享。

数据库中存放数据,数据按所提供的数据模式存放,能够构造复杂的数据结构,以建立数据之间的内在联系与复杂关系,从而构成数据的全局结构模式。

数据库中的数据具有“集成”、“共享”的特点,即数据库集中了各种应用的数据,并对其进行统一构造与存储,而数据可为不同的应用服务。

3. 数据库管理系统

数据库管理系统(DataBase Management System,简称 DBMS)是统一管理数据库的一种软件(属于系统软件),它的功能如下。

- (1) 数据库中的数据组织。
- (2) 数据库中的数据操纵。
- (3) 数据库中的数据维护。
- (4) 控制及保护数据不受破坏。
- (5) 数据库中的数据交换。
- (6) 数据库中的数据服务。
- (7) 数据字典。

数据库中的数据是海量级数据,其结构复杂,因此需要管理,它主要完成如下几方面功能。

(1) 数据模式定义

数据库管理系统负责为数据库构造模式,即为数据库构造统一数据框架。

(2) 数据存取的物理操作

数据库管理系统负责为数据模式的物理存取提供有效方法和手段,如构造索引(index)、簇(cluster)及分区(partition)等。

(3) 数据操纵

数据库管理系统为用户使用数据提供便利条件,它一般提供数据查询、插入、修改以及删除功能,此外,其自身还具有一定的运算、转换及统计能力,它还有一定的过程调用能力。

(4) 数据的完整性与安全性定义及检查

数据库中的数据具有内在语义上的关联性与一致性,它们构成了数据的完整性。数据的完整性是保证数据库中数据正确的必要条件,因此必须经常检查,以维护数据的正确性。

数据库中的数据具有可共享性,而数据共享可能会引发数据的非法使用,因此必须对数据的正确使用做出必要的规定,并在使用时检查,这就是数据的安全性。

数据完整性与安全性的维护是数据库管理系统的基本职能。

(5) 数据的并发控制与故障恢复

数据库是一个集成、共享的数据集合体,能够为多个应用服务,因此就存在应用对于数据库的多个并发操作。而在并发操作中,由于多个应用间的相互干扰会对数据库中的数据造成破坏,因此,数据库管理系统必须对多个应用的并发操作做必要的控制,以确保数据不被破坏,这就是数据的并发控制。

数据库中的数据是重要的信息财富,数据库管理系统有责任保护它并在其意外遭受破坏后及时进行恢复,这就是数据的故障恢复。

(6) 数据交换

数据库中的数据需要与外界数据主体做数据交换,这种外界数据主体可以是操作员,也可以是应用程序。作为一种扩充,数据库管理系统还提供数据交换管理功能。

(7) 数据服务

数据库管理系统对数据库中的数据提供多种服务,如提供数学函数、输入/输出函数、数据转换函数、日期函数等,此外还提供如数据复制、转储、重组、性能监测、分析等服务。

(8) 数据字典

数据字典是一组关于数据的数据,又称元数据(metadata),它存放数据库管理系统中的数据模式结构,数据完整性规则、安全性要求,等等。数据字典是数据库管理系统中的一个专门的系统数据库,具有固定的模式结构,称为信息模式(information schema),用户可通过查询语言对其进行操作,以获取数据库的结构性信息。

为了完成以上八种功能,数据库管理系统一般提供相应的数据语言(data language)。

(1) 数据定义语言

数据定义语言(Data Definition Language,简称 DDL)负责数据的模式定义与数据的物理存取操作。

(2) 数据操纵语言

数据操纵语言(Data Manipulation Language,简称 DML)负责数据的操纵,包括查询及增加、删除、修改等操作,此外还包括数据交换等操作。

(3) 数据控制语言

数据控制语言(Data Control Language,简称 DCL)负责数据完整性、安全性的定义与检查以及并发控制、故障恢复等功能。

以上三种语言都是非过程性语言,它们可以有多种表示形式。

此外,数据库管理系统还包括为用户提供服务(utility)的软件,如提供程序包或函数库、类库等。

4. 数据库管理员

由于数据库的可共享性,因此数据库的规划、设计、维护及监控都需要有专人管理,它们称为数据库管理员(Database Administrator,简称 DBA),其主要工作内容如下。

(1) 数据库的建立与调整

DBA 的主要任务之一是在数据库设计的基础上建立数据模式,同时进行数据加载。此外,在数据库运行过程中还需要对数据库进行调整、重组及重构,以保证其运行效率。

(2) 数据库维护

DBA 必须对数据库中数据的完整性、安全性、并发控制及系统恢复进行实施与维护。

(3) 改善系统性能,提高系统效率

DBA 必须随时监视数据库运行状态,不断调整内部结构,使系统始终保持最佳状态与最高效率。

5. 数据库系统

数据库系统(DataBase System,简称 DBS)由 5 个部分组成。

(1) 数据库(数据)

(2) 数据库管理系统(软件)

(3) 数据库管理员(人员)

(4) 系统平台之一——硬件平台(硬件)

(5) 系统平台之二——软件平台(软件)

这 5 个部分涵盖数据、软件、硬件及人员等,它们构成了以数据库为核心的一个完整运行实体,称为数据库系统。

在数据库系统中,其硬件平台包括以下两类。

(1) 计算机

它是系统中硬件的基础平台,常用的有微型计算机、小型机、中型机、大型机及巨型机。

(2) 网络

数据库系统以前建立在单机上,但是近年来它较多地建立在网络上,包括局域网、广域网及互联网,其结构形式以客户机/服务器(Client/Server,C/S)方式与浏览器/服务器(Browser/Server,B/S)方式为主,并逐步走向三层结构体系。

在数据库系统中,其软件平台包括以下三类。

(1) 操作系统

它是系统的基础软件平台,目前常用的有 Windows 与 UNIX(包括 Linux)两种。

(2) 数据库系统开发工具

为开发数据库应用所提供的工具,包括过程性程序设计语言,如 C、C++ 等,也包括可视化开发工具 Visual Basic、Power Builder、Delphi 等,还包括与互联网有关的 ASP、JSP、PHP、HTML 及 XML 等以及一些专用开发工具。

(3) 中间件

在网络环境下,数据库系统中的数据库与应用之间需要有一个提供标准接口与服务的统一平台,称为中间件(middle ware),目前使用较为普遍的中间件有微软公司的 .NET、ODMG 公司的 CORBA 以及 SUN 公司的 J2EE 等,它们为数据库应用开发及用户使用提供了基础性的服务。

6. 数据库应用系统

利用数据库系统做应用开发可构造一个数据库应用系统(DataBase Application System, 简称 DBAS), 数据库应用系统由数据库系统及应用软件、应用界面、用户这 4 部分组成, 具体内容包括以下几个方面。

- (1) 数据库
- (2) 数据库管理系统
- (3) 数据库管理员
- (4) 系统平台之一——硬件平台
- (5) 系统平台之二——软件平台
- (6) 应用软件
- (7) 应用界面
- (8) 用户

其中应用软件由数据库系统所提供的数据库管理系统(软件)及数据库系统开发工具书写而成, 应用界面大都由相关的可视化工具开发而成, 而用户则是数据库应用系统的使用者。这 3 部分与具体应用关系密切。

数据库系统的 5 个部分与数据库应用系统的 4 个部分以一定逻辑层次结构组成以数据库系统为核心的应用实体, 其层次结构示意图如图 1.4 所示。

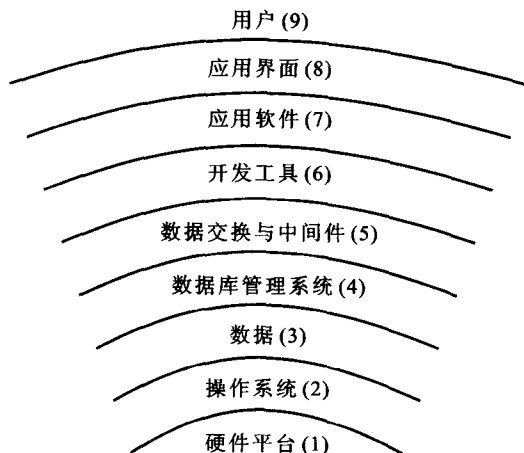


图 1.4 数据库应用系统层次结构示意图

目前大量流行应用系统即属于这种系统, 一般也可称为信息系统(Information System), 其典型应用包括管理信息系统(Management Information System, MIS)、企业资源规划(Enterprise Resource Planning, ERP)、办公自动化系统(Office Automation, OA)、情报检索系统(Information Retrieval System, IRS)、客户关系管理(Customer Relationship Management, CRM)、财务信息系统(Financial Information System, FIS)等事务处理系统。