

全国高等院校计算机基础教育研究会

“计算机系统能力培养教学研究与改革课题”立项项目

Oracle 数据库

应用与实训教程

肖璞 黄慧 杨君◎主编

实践教学 | 实验内容配合理论教学

层次化设计理念 | 知识层、应用层和综合层紧密结合

创新思维 | 优化实践教学，注重技术训练，提高应用能力



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

全国高等院校计算机

“计算机系统能力培养教学研究与

Oracle数据库 应用与实训教程

肖 璞 黄 慧 杨 君◎主 编



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

内 容 简 介

Oracle 是目前最流行的数据库开发平台之一,拥有较大的市场占有率和众多的高端用户,是大型数据库应用系统的首选后台数据库系统。本教程根据作者多年从事数据库等课程教学和应用程序开发的经验,在参考 Oracle 原版手册和国内外同类图书的基础上,从实用性角度出发,深入浅出地介绍了数据库的基础知识、Oracle 数据库的体系结构、Oracle 数据库应用与管理等知识,并且,在实训环节设计了基础与验证型、设计与开发型、研究与创新型的多层次的实验内容。

本书内容丰富,注重实训,适合作为大中专院系相关课程的教材和参考书,也适合 Oracle 数据库管理员、数据库开发人员、数据库初学者及其他数据库从业人员阅读。

图书在版编目(CIP)数据

Oracle 数据库应用与实训教程 / 肖璞, 黄慧, 杨君主编. -- 北京: 北京邮电大学出版社, 2016. 6
ISBN 978-7-5635-4763-0

I. ①O… II. ①肖… ②黄… ③杨… III. ①关系数据库系统 IV. ①TP311.138

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 098775 号

书 名: Oracle 数据库应用与实训教程
著作责任者: 肖 璞 黄 慧 杨 君 主编
责任编辑: 张珊珊
出版发行: 北京邮电大学出版社
社 址: 北京市海淀区西土城路 10 号 (邮编: 100876)
发行部: 电话: 010-62282185 传真: 010-62283578
E-mail: publish@bupt.edu.cn
经 销: 各地新华书店
印 刷: 北京通州皇家印刷厂
开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16
印 张: 15.75
字 数: 389 千字
版 次: 2016 年 6 月第 1 版 2016 年 6 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5635-4763-0

定 价: 32.00 元

• 如有印装质量问题, 请与北京邮电大学出版社发行部联系 •

前 言

Oracle 数据库是目前世界上流行的关系数据库管理系统之一,它在数据库领域一直处于领先地位。Oracle 数据库系统的可移植性好、使用方便、功能强,适用于各类计算机环境,是一种高效率、可靠性好、适应高吞吐量的数据库解决方案。Oracle 数据库系统的成熟体系结构以及跨平台的特性,使得它与各种高级语言都能很好地结合,其安全性、完整性和一致性等优点得以在商业和政府部门的应用中体现。

本教程的编写是为了完善计算机专业人才培养模式,配合新的课程体系。本教程在讲解理论知识的基础上优化实践教学环节,以提高读者的实践能力,同时也形成了如何开展计算机系统能力培养的实践方案。本教程在实训环节上既重视理论知识的重现,又注重读者解决数据库设计与应用能力的培养,让读者在实训中去体会和验证理论知识。

本教程着眼于教学内容,力求能够优化实践教学环节,提高读者的实践能力。因此,本教程在内容的选择和深度的把握上力求做到深入浅出、循序渐进。在每个章节中,都结合大量的示例,为读者对理论知识的理解提供了捷径。同时,设计了 13 个实训练习以巩固和加深读者对理论知识的理解。本教程每个章节的源程序都已上机调试通过。为适应多媒体教学的需要,我们为使用本教程的教师制作了配套的电子教案、实训练习的参考答案以及本教程的例题中所涉及的源代码。如有需要,可以到北京邮电大学出版社的网站 <http://www.buptpress.com> 下载。

本教程由肖璞、黄慧和杨君主编,其中第 1、2、4、6 章由黄慧编写,第 3、5、8、9 章和实训练习由肖璞编写,第 7、10、11、12 章由杨君编写。刘亚军教授为本教程的编写提供了宝贵的意见和大力协助。三江学院计算机科学与工程学院数据库兴趣小组的成员夏奕飞、古锐、张旺、徐冉参加了编写前期的资料收集和整理工作。本教程是作为全国高等院校计算机基础教育研究会的计算机系统能力培养教学研究与改革的课题研究成果出版的,在编写过程中,参考了大量的相关技术资料和程序开发源码资料,以及网上提供的有益资料,在此对众多作者一并表示感谢!

由于作者水平有限,书中难免存在错误或不足之处,敬请读者批评指正。如果读者在使用本教程的过程中有什么问题可直接与作者联系,E-mail:puxiao100@163.com。

编 者

目 录

第 1 章 数据库技术基础	1
1.1 数据库发展历程	1
1.1.1 数据管理的诞生	1
1.1.2 数据库技术的发展阶段	2
1.2 数据库系统概述	4
1.2.1 数据库相关的基本概念	4
1.2.2 数据库系统的组成	5
1.2.3 数据库系统的特征	6
1.2.4 数据库系统结构	7
1.3 数据模型	9
1.3.1 现实世界	10
1.3.2 信息世界	10
1.3.3 机器世界	13
1.4 主流数据库介绍	13
1.4.1 常用的关系型数据库	13
1.4.2 大型数据库的发展趋势	14
1.5 小结	16
思考题	17
第 2 章 关系数据库基础	18
2.1 关系模型	18
2.1.1 关系数据结构	18
2.1.2 关系操作	19
2.1.3 关系完整性约束	20
2.2 关系规范化理论	22
2.2.1 问题的提出	22
2.2.2 函数依赖	24
2.2.3 关系范式	25
2.3 关系代数	28

2.3.1 传统的集合运算	28
2.3.2 专门的关系运算	30
2.4 关系数据库系统设计	33
2.4.1 数据库设计方法	34
2.4.2 数据库设计步骤	34
2.5 小结	37
思考题	37
第3章 Oracle 数据库介绍及使用	39
3.1 Oracle 数据库	39
3.2 安装 Oracle 12c 数据库的软硬件需求	40
3.2.1 硬件需求	40
3.2.2 软件需求	40
3.3 Oracle 12c 数据库的安装	40
3.3.1 下载 Oracle 12c 的安装软件	40
3.3.2 安装 Oracle 12c 数据库	41
3.4 Oracle 的服务和环境变量设置	43
3.4.1 Oracle 的服务	43
3.4.2 Oracle 的环境变量	44
3.5 Oracle 数据库常用工具	46
3.5.1 SQL Plus	46
3.5.2 企业管理器	50
3.5.3 数据库配置助手	52
3.5.4 SQL Developer	53
3.6 小结	57
思考题	57
第4章 SQL 语言基础	58
4.1 SQL 简介	58
4.2 数据定义	60
4.2.1 定义、修改和删除基本表	60
4.2.2 建立和删除索引	62
4.3 查询	63
4.3.1 单表查询	63
4.3.2 多表查询	65
4.3.3 嵌套查询	67
4.4 数据更新	68

4.4.1 插入数据	68
4.4.2 修改数据	69
4.4.3 删除数据	69
4.5 视图	70
4.5.1 定义视图	70
4.5.2 查询视图	71
4.5.3 删除视图	71
4.6 数据控制	72
4.6.1 授权	72
4.6.2 权限回收	73
4.7 小结	73
思考题	74
第5章 Oracle 体系结构	75
5.1 Oracle 体系结构概述	75
5.2 Oracle 服务器的内存结构	77
5.2.1 系统全局区 SGA	77
5.2.2 程序全局区 PGA	80
5.3 Oracle 服务器的进程结构	80
5.3.1 服务器端后台进程	81
5.3.2 服务器进程结构	82
5.4 Oracle 服务器的物理结构	82
5.4.1 数据文件	83
5.4.2 控制文件	84
5.4.3 重做日志文件	84
5.4.4 其他文件	85
5.5 Oracle 服务器的逻辑结构	86
5.5.1 表空间	87
5.5.2 段	89
5.5.3 区间	90
5.5.4 数据块	90
5.6 Oracle 12c 的多租户环境	91
5.7 数据字典	92
5.8 小结	94
思考题	94
第6章 数据库安全管理	95
6.1 Oracle 数据库安全策略	95

6.1.1 数据库系统的安全性	95
6.1.2 数据库系统的身份验证	97
6.2 权限管理	97
6.2.1 系统权限	98
6.2.2 对象权限	99
6.2.3 系统权限的授予与回收	100
6.2.4 对象权限的授予与回收	101
6.3 用户与角色	102
6.3.1 用户管理	102
6.3.2 角色管理	105
6.4 概要文件	106
6.4.1 创建概要文件	107
6.4.2 分配概要文件	108
6.4.3 管理概要文件	109
6.5 小结	109
思考题	109
第7章 数据库管理	110
7.1 创建 Oracle 数据库	110
7.1.1 使用 DBCA 创建数据库	111
7.1.2 使用 SQL 语句手工创建数据库	113
7.2 数据库的操作	115
7.2.1 Oracle 数据库实例的状态	115
7.2.2 启动数据库	115
7.2.3 关闭数据库	117
7.3 表空间管理	118
7.3.1 表空间概述	119
7.3.2 创建表空间	121
7.3.3 表空间维护	122
7.4 小结	124
思考题	125
第8章 表	126
8.1 Oracle 数据库对象与数据类型	126
8.1.1 Oracle 数据库对象	126
8.1.2 数据类型	127
8.2 创建表	128

8.2.1 创建基本关系表	129
8.2.2 利用带存储参数的方式创建表	129
8.2.3 利用子查询创建表	130
8.2.4 完整性约束	131
8.3 更新表数据	133
8.3.1 插入数据	133
8.3.2 修改数据	135
8.3.3 删除数据	136
8.3.4 合并数据	136
8.3.5 事务控制	137
8.4 表的管理	139
8.5 小结	140
思考题	140
第9章 Oracle 支持的 SQL 查询	142
9.1 虚表和伪列	142
9.1.1 虚表	142
9.1.2 伪列	142
9.2 基本查询	143
9.2.1 查询所有列	143
9.2.2 查询指定列	143
9.2.3 改变列名	143
9.2.4 查询不重复数据	144
9.2.5 查询计算列	144
9.2.6 分页查询	144
9.2.7 WHERE 子句	145
9.2.8 排序	146
9.2.9 使用统计函数	147
9.2.10 分组	148
9.3 Oracle 支持的 SQL 函数	148
9.3.1 字符串函数	149
9.3.2 数学函数	149
9.3.3 日期时间函数	150
9.3.4 转换函数	151
9.4 高级查询	151
9.4.1 连接查询	152
9.4.2 子查询	153

9.4.3 集合操作	155
9.4.4 TOP-N 查询	157
9.4.5 树形层次查询	158
9.5 小结	159
思考题	159
第 10 章 其他方案对象	160
10.1 视图	160
10.1.1 创建视图	160
10.1.2 更新视图	161
10.1.3 管理视图	162
10.2 索引	162
10.2.1 索引的概念	162
10.2.2 创建索引	164
10.2.3 管理索引	165
10.3 序列	167
10.3.1 创建序列	167
10.3.2 使用序列	168
10.3.3 管理序列	169
10.4 同义词	169
10.4.1 创建同义词	169
10.4.2 管理同义词	169
10.5 小结	170
思考题	170
第 11 章 PL/SQL	171
11.1 PL/SQL 基础	171
11.1.1 PL/SQL 程序块	171
11.1.2 PL/SQL 编写规则	173
11.1.3 PL/SQL 程序形式和调试环境	178
11.2 PL/SQL 支持的 SQL 语句	179
11.2.1 SELECT 语句	179
11.2.2 INSERT、UPDATE、DELETE 语句	179
11.3 流程控制语句	180
11.3.1 条件语句	180
11.3.2 循环控制语句	182
11.3.3 跳转控制语句	183

11.4 游标	183
11.4.1 显式游标	184
11.4.2 游标的属性	186
11.4.3 用于游标的循环	187
11.4.4 使用游标更新数据	188
11.5 异常	188
11.5.1 异常处理	189
11.5.2 系统异常	189
11.5.3 用户自定义异常	191
11.6 存储过程	192
11.6.1 创建存储过程	192
11.6.2 调用存储过程	193
11.6.3 管理存储过程	194
11.7 函数	195
11.7.1 创建函数	195
11.7.2 调用函数	196
11.7.3 管理函数	196
11.8 触发器	197
11.8.1 触发器的类型与组成	197
11.8.2 创建触发器	199
11.8.3 管理触发器	204
11.9 小结	204
思考题	205
第 12 章 数据库备份与恢复	206
12.1 备份与恢复机制	206
12.1.1 数据库故障类型	206
12.1.2 备份方法	207
12.1.3 恢复方法	209
12.2 冷备份与恢复	210
12.3 热备份与恢复	211
12.4 逻辑备份与恢复	212
12.4.1 EXP 导出	213
12.4.2 IMP 导入	215
12.5 小结	217
思考题	217

实训练习..... 218

 实训一 数据模型和关系规范化..... 218

 实训二 关系代数..... 219

 实训三 Oracle 数据库环境 220

 实训四 SQL 语言基础 222

 实训五 用户与权限的管理..... 224

 实训六 数据库创建与表空间维护..... 226

 实训七 表..... 227

 实训八 Oracle 支持的 SQL 查询 229

 实训九 索引/视图/同义词/序列 231

 实训十 PL/SQL 程序练习..... 233

 实训十一 游标和异常..... 233

 实训十二 存储过程、函数和触发器 234

 实训十三 数据管理..... 236

参考文献..... 238

第 1 章 数据库技术基础

数据库技术是信息系统的一个核心技术,是一种计算机辅助管理数据的方法。它研究如何组织和存储数据,如何高效地获取和处理数据,是通过研究数据库的结构、存储、设计、管理以及应用的基本理论和实现方法,并利用这些理论来实现对数据库中的数据进行处理、分析和理解的技术。因此,数据库技术是研究、管理和应用数据库的一门软件科学。

本章将介绍数据库技术的发展阶段、数据模型、数据库系统结构和主流数据库等基础知识。

1.1 数据库发展历程

信息技术(Information Technology, IT)是当今使用频率最高的名词之一,它随着计算机技术在工业、农业以及日常生活中的广泛应用,已经被越来越多的个人和企业作为自己赶超世界潮流的标志之一。而数据库技术是信息技术中一个重要的支撑。没有数据库技术,人们在浩瀚的信息世界中将显得手足无措。

数据库技术是计算机科学技术的一个重要分支。从 20 世纪 50 年代中期开始,计算机应用从科学研究部门扩展到企业管理及政府行政管理部门,人们对数据处理的要求也越来越高。1968 年,世界上诞生了第一个商品化的信息管理系统(Information Management System, IMS),从此,数据库技术得到了迅猛发展。在互联网日益被人们接受的今天,Internet 又使数据库技术、知识、技能的重要性得到了充分的放大。如今数据库已经成为信息管理、办公自动化、计算机辅助设计等应用的主要软件工具之一,帮助人们处理各种各样的信息数据。

数据库技术从诞生到现在,在不到半个世纪的时间里,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,吸引越来越多的研究者加入。到目前为止,国内外已经开发建设了成千上万个数据库,它已成为企业、部门乃至个人日常工作、生产和生活的基础设施。同时,随着应用的扩展与深入,数据库的数量和规模越来越大,数据库的研究领域也已经大大地拓广和深化。我们可以沿着历史的轨迹,追溯一下数据库的发展历程。

1.1.1 数据管理的诞生

数据库的历史可以追溯到 50 年前,那时的数据管理非常简单,通过大量的分类、比较和表格绘制的机器运行数百万穿孔卡片来进行数据的处理,其运行结果在纸上打印出来或者制成新的穿孔卡片。而数据管理就是对所有这些穿孔卡片进行物理的储存和处理。

然而,1951 年雷明顿兰德公司(Remington Rand Inc.)的一种叫作 Univac I 的计算机推出了一种一秒钟可以输入数百条记录的磁带驱动器,从而引发了数据管理的革命。1956 年 IBM 生产出第一个磁盘驱动器——the Model 305 RAMAC。此驱动器有 50 个盘片,每个

盘片直径是 2 英尺,可以储存 5 MB 的数据。使用磁盘最大的好处是可以随机地存取数据,而穿孔卡片和磁带只能顺序存取数据。

1951 年,Univac 系统使用磁带和穿孔卡片作为数据存储。

数据库系统的萌芽出现于 20 世纪 60 年代。当时计算机开始广泛地应用于数据管理,对数据的共享提出了越来越高的要求。传统的文件系统已经不能满足人们的需要,能够统一管理和共享数据的数据库管理系统(DBMS)应运而生。数据模型是数据库系统的核心和基础,各种 DBMS 软件都是基于某种数据模型的。

1.1.2 数据库技术的发展阶段

数据库技术涉及许多基本概念,主要包括:信息、数据、数据处理、数据库、数据库管理系统以及数据库系统等。

数据库技术是现代信息科学与技术的重要组成部分,是计算机数据处理与信息管理系统核心。数据库技术研究和解决了计算机信息处理过程中大量数据有效地组织和存储的问题,在数据库系统中减少数据存储冗余、实现数据共享、保障数据安全以及高效地检索数据和处理数据。数据库技术的根本目标是要解决数据的共享问题。

数据库技术研究和管理的对象是数据,所以数据库技术所涉及的具体内容主要包括:通过对数据的统一组织和管理,按照指定的结构建立相应的数据库和数据仓库;利用数据库管理系统和数据挖掘系统设计出能够实现对数据库中的数据进行添加、修改、删除、处理、分析、理解、报表和打印等多种功能的数据管理和数据挖掘应用系统,并利用应用管理系统最终实现对数据的处理、分析和理解。

数据管理技术的发展大致划分为以下四个阶段:人工管理阶段、文件系统阶段、数据库系统阶段、高级数据库阶段。

1. 人工管理阶段

20 世纪 50 年代以前,计算机主要用于数值计算,计算机的软硬件均不完善。硬件存储设备只有纸带、卡片、磁带,没有直接存取设备;从软件看(实际上,当时还未形成软件的整体概念),没有操作系统以及管理数据的软件;从数据看,数据量小,数据无结构,由用户直接管理,且数据间缺乏逻辑组织,数据依赖于特定的应用程序,缺乏独立性。这个阶段由于还没有软件系统对数据进行管理,程序员在程序中不仅要规定数据的逻辑结构,还要设计其物理结构,包括存储结构、存取方法、输入输出方式等。当数据的物理组织或存储设备改变时,用户程序就必须重新编制。数据的组织面向应用,不同的计算程序之间不能共享数据,使得不同的应用之间存在大量的重复数据,很难维护应用程序之间数据的一致性。

这一阶段的主要特征可归纳为以下几点:

- 计算机中没有支持数据管理的软件;
- 数据组织面向应用,数据不能共享,数据重复;
- 在程序中要规定数据的逻辑结构和物理结构,数据与程序不独立;
- 数据处理方式——批处理。

2. 文件系统阶段

20 世纪 50 年代中期到 60 年代中期,由于计算机大容量存储设备(如硬盘)的出现,推动了软件技术的发展,而操作系统的出现标志着数据管理步入一个新的阶段。这一阶段的

主要标志是计算机中有了专门管理数据库的软件——操作系统(文件管理)。

在文件系统阶段,数据以文件为单位存储在外存,而且由操作系统统一管理。操作系统为用户使用文件提供了友好界面。文件的逻辑结构与物理结构脱钩,程序和数据分离,使数据与程序有了一定的独立性。用户的程序与数据可分别存放在外存储器上,各个应用程序可以共享一组数据,实现了以文件为单位的数据共享。

数据处理系统把计算机中的数据组织成相互独立的数据文件,系统可以按照文件的名称对其进行访问,对文件中的记录进行存取,并可以实现对文件的修改、插入和删除,这就是文件系统。文件系统实现了记录内的结构化,即给出了记录内各种数据间的关系,但是,文件从整体来看却是无结构的。其数据面向特定的应用程序,因此数据共享性、独立性差,且冗余度大,管理和维护的代价也很大。

但由于数据的组织仍然是面向程序,所以存在大量的数据冗余。而且数据的逻辑结构不能方便地修改和扩充,数据逻辑结构的每一点微小改变都会影响到应用程序。由于文件之间互相独立,因而它们不能反映现实世界中事物之间的联系,操作系统不负责维护文件之间的联系信息。如果文件之间有内容上的联系,那也只能由应用程序去处理。

3. 数据库系统阶段

20世纪60年代后期,随着计算机在数据管理领域的普遍应用,人们对数据管理技术提出了更高的要求:希望面向企业或部门,以数据为中心组织数据,减少数据的冗余,提供更高的数据共享能力,同时要求程序和数据具有较高的独立性,当数据的逻辑结构改变时,不涉及数据的物理结构,也不影响应用程序,以降低应用程序研制与维护的费用。数据库技术正是在这样一个应用需求的基础上发展起来的。

数据库中的数据不再只针对某一特定应用,而是面向全组织,具有整体的结构性,共享性高,冗余度小,具有一定的程序与数据间的独立性,并且实现了对数据进行统一的控制。数据库技术有以下特点:

(1) 面向企业或部门,以数据为中心组织数据,形成综合性的数据库,为各应用共享。

(2) 采用一定的数据模型。数据模型不仅要描述数据本身的特点,而且要描述数据之间的联系。

(3) 数据冗余小,易修改、易扩充。不同的应用程序根据处理要求,从数据库中获取需要的数据,这样就减少了数据的重复存储,也便于增加新的数据结构,便于维护数据的一致性。

(4) 程序和数据有较高的独立性。

(5) 具有良好的用户接口,用户可方便地开发和使用数据库。

(6) 对数据进行统一管理和控制,提供了数据的安全性、完整性以及并发控制。

从文件系统发展到数据库系统,这在信息领域中具有里程碑的意义。在文件系统阶段,人们在信息处理中关注的中心问题是系统功能的设计,因此程序设计占主导地位;而在数据库方式下,数据开始占据了中心位置,数据的结构设计成为信息系统首先关心的问题,而应用程序则以既定的数据结构为基础进行设计。

4. 高级数据库系统阶段

80年代以来关系数据库理论日趋完善,逐步取代网状和层次数据库占领了市场,并向

更高阶段发展。目前数据库技术已成为计算机领域中最重要技术之一,它是软件科学中的一个独立分支,正在朝分布式数据库、数据库机、知识库系统、多媒体数据库方向发展。特别是现在的数据仓库和数据挖掘技术的发展,大大推动了数据库向智能化和大容量化的发展趋势,充分发挥了数据库的作用。

由于互联网的普及,Web 和数据仓库等应用兴起,数据的绝对量在以惊人的速度迅速膨胀;同时,移动和嵌入式应用快速增长。针对市场的不同需求,数据库正在朝系列化方向发展。数据库管理系统是网络经济的重要基础设施之一。支持 Internet(甚至于 Mobile Internet)数据库应用已经成为数据库系统的重要方面。

数据、计算机硬件和数据库应用,这三者推动着数据库技术与系统的发展。数据库要管理的数据的复杂度和数据量都在迅速增长;计算机硬件平台的发展仍然实践着摩尔定律;数据库应用迅速向深度、广度扩展。尤其是互联网的出现,极大地改变了数据库的应用环境,向数据库领域提出了前所未有的技术挑战。这些因素的变化推动着数据库技术的进步,出现了一批新的数据库技术,如 Web 数据库技术、并行数据库技术、数据仓库与联机分析技术、数据挖掘与商务智能技术、内容管理技术、海量数据管理技术等。限于篇幅,本章不可能逐一展开来阐述这些方面的变化,只是从这些变化中归纳出数据库技术发展呈现出的突出特点。

事实上,数据库系统的稳定和高效也是技术上长久不衰的追求。此外,从企业信息系统发展的角度看,一个系统的可扩展能力也是非常重要的。由于业务的扩大,原来的系统规模和能力已经不再适应新的要求的时候,不是重新更换更高档次的机器,而是在原有的基础上增加新的设备,如处理器、存储器等,从而达到分散负载的目的。数据的安全性是另一个重要的课题,普通的基于授权的机制已经不能满足许多应用的要求,新的基于角色的授权机制以及一些安全功能要素,如存储隐通道分析、标记、加密、推理控制等,在一些应用中成为切切实实的需要。

数据库系统要支持互联网环境下的应用,要支持信息系统间“互联互通”,要实现不同数据库间的数据交换和共享,要处理以 XML 类型的数据为代表的网上数据,甚至要考虑无线通信发展带来的革命性的变化。与传统的数据库相比,互联网环境下的数据库系统要具备处理更大量的数据以及为更多的用户提供服务的能力,要提供对长事务的有效支持,要提供对 XML 类型数据的快速存取的有效支持。

1.2 数据库系统概述

1.2.1 数据库相关的基本概念

数据(Data):描述事物的符号记录,可以是数字,也可以是文字、图形、图像、声音、语言等,数据有多种形式,它们都可以经过数字化后存入计算机。数据的含义称为数据的语义,数据与语义是不可分的。

数据库(Database,DB):存储数据的仓库,是长期存放在计算机内、有组织、可共享的大量数据的集合。数据库中的数据按照一定数据模型组织、描述和存储,具有较小的冗余度,

较高的独立性和易扩展性,并为各种用户共享。

数据库系统(Database System,DBS):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、应用系统、数据库管理员构成,简称数据库。

数据库管理系统(Database Management System,DBMS):是位于用户与操作系统之间的一层数据管理软件。它的主用功能包括:

- 数据定义功能:提供数据定义语言(Data Definition Language,DDL),让用户方便地对数据库中的数据对象进行定义;
- 数据组织、存储和管理:要提高存储空间利用率和存储效率;
- 数据操纵功能:提供数据操纵语言(Data Manipulation Language,DML),实现对数据库基本操作,如添加、修改、删除和查询等;
- 数据库的建立和维护功能:统一管理控制,以保证安全、完整、多用户并发使用;
- 其他功能:与网络中其他软件系统通信功能,异构数据库之间的互访和互操作功能。

数据库管理员(Database Administrator,DBA):是从事管理和维护数据库管理系统的相关工作人员的统称,属于运维工程师的一个分支,主要负责业务数据库从设计、测试到部署交付的全生命周期管理。DBA的核心目标是保证数据库管理系统的稳定性、安全性、完整性和高性能。

1.2.2 数据库系统的组成

数据库系统一般由四个部分组成。

(1) 数据库: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。

(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:主要有以下四类:

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DBA,负责数据库的总体信息控制。DBA的具体职责包括:具体数据库中的信息内容和结构,决定数据库的存储结构和存取策略,定义数据库的安全性要求和完整性约束条件,监控数据库的使用和运行,负责数据库的性能改进、数据库的重组和重构,以提高系统的性能。