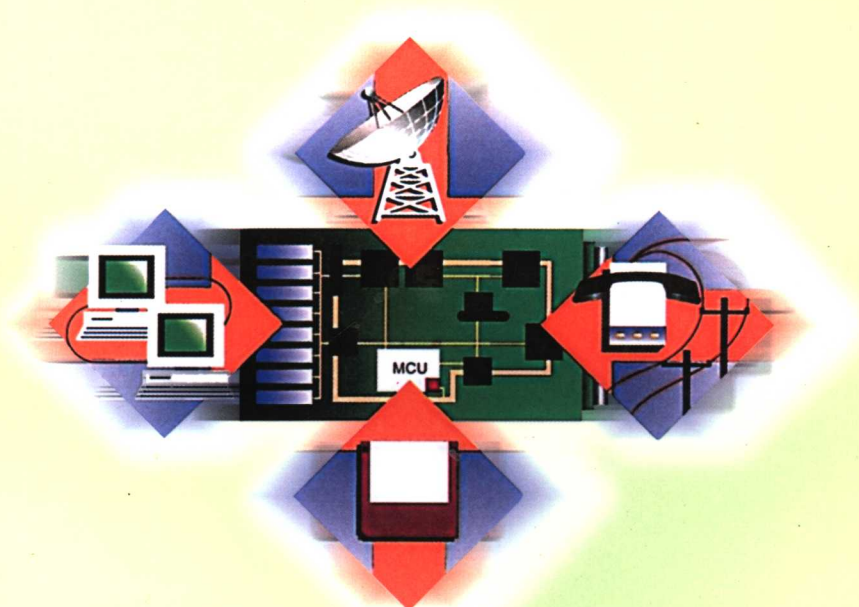


 新世纪高等学校
计算机专业教材系列

数据库原理及其应用教程

第二版

黄德才 主编



科学出版社
www.sciencep.com

新世纪高等学校计算机专业教材系列

数据库原理及其应用教程

(第二版)

黄德才 主编

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书详细介绍了数据库原理、方法及其应用开发技术。全书共分8章,分别介绍了关系数据库标准语言——SQL,数据模型,数据库系统的模式结构,关系模型与关系代数运算,关系模式的规范化设计理论,数据库的安全与保护,RAID技术,数据库设计的步骤和数据库实施,数据库应用系统的体系结构,Microsoft SQL Server 2000的安全管理、完整性策略、恢复技术、并发控制方法、触发器和存储过程,一个基于Delphi 6.0/SQL Server 2000的C/S结构的简单数据库应用系统开发过程等内容。书中还介绍了数据库技术的新发展,如面向对象数据库,分布式数据库,数据仓库与数据挖掘技术等。

本书配有较多的例题和适量的习题,随书光盘包括书中所有SQL例题和分别用Delphi和Visual Basic开发的数据库应用系统实例源程序和安装程序,并赠送PPT课件一套,不仅有利于教师进行多媒体教学,还便于学生自学。

本书既可作为普通高等院校有关专业“数据库原理及其应用”课程的教材,也可作为成人教育和自学考试的教材和参考书,还可供IT领域的技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

数据库原理及其应用教程/黄德才主编.—2版.—北京:科学出版社,2006
(新世纪高等学校计算机专业教材系列)

ISBN 7-03-017101-2

I. 数… II. 黄… 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029431号

责任编辑:段博原 贾瑞娜 / 责任校对:曾 茹

责任印制:张克忠 / 封面设计:陈 敬

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2002年8月第 一 版 开本:16(787×1092)

2006年7月第 二 版 印张:19 1/2

2006年7月第一次印刷 字数:443 000

印数:12 001—16 000

定价:32.00元(含光盘)

(如有印装质量问题,我社负责调换〈双青〉)

第二版前言

数据库技术是计算机科学与技术中发展最快的领域之一,也是应用最为广泛的技术之一,它已成为信息时代的核心技术和重要基础。在《数据库原理及其应用教程》第一版于2002年8月出版发行至今的3年多时间里,一方面是数据库技术得到进一步发展,数据库原理及其应用技术方面的知识更加丰富;另一方面是各高校“数据库原理及其应用”课程的教学时数从前些年的70多学时逐年下降,有的学校甚至将该课程的教学时数降到48学时(含上机练习的学时)。这就为我们提出了如何解决教学内容增加,而教学学时下降的问题。本书第二版就是在这种教学需求背景下,在近几年教学实践基础上进行修订和编写的。本书首次在指导思想和体系结构上突破了传统教材从“理论—实践—再理论”的教学内容组织方法。

本书主要对第一版中第1、2、3章的全部内容进行重新组织和修改补充;对第7章增加了SQL Server常用工具和基于VB的数据库应用系统开发实例;此外,对第4章、第5章和第8章也进行适当修改,并补充了部分数据库技术的新知识,对一些限于篇幅而没能写进教材的数据库技术新进展,也指出了明确的参考文献,便于读者自学和扩大知识面。

全书从数据库标准语言SQL及其在SQL Server中的使用开始,导出数据模型、关系代数、关系演算、关系模式规范化设计理论、数据库安全与保护、数据库设计与实施等数据库系统原理与知识,再介绍数据库应用系统开发实例,最后介绍数据库的新理论和新发展,使整个教学过程贯穿“实践—理论—再实践—再理论”的逐渐发展过程,便于学生理解和掌握数据库的原理及其应用技术,使教学获得事半功倍的效果。

本书配有教学资料光盘,其中不仅有利于课堂教学的PPT教学课件以及教材中的SQL例题,还有用Delphi和Visual Basic开发的数据库应用系统实例源程序和安装程序。读者不仅可以通过安装和使用这个应用系统来理解数据库管理系统与数据库应用系统之间的区别和联系,还可以在没有任何开发经验的情况下按照开发步骤说明,自己开发完成并运行这个应用系统实例(约3~4个小时),真正帮助读者架起理论与实践的桥梁,这不仅能帮助读者切实理解客户端与服务端的概念及其相互联系,增强实践能力,激发学习兴趣,更有利于提高教学质量和教学效果。

此外,本书还有配套的《数据库原理及其应用教程——学习指导、例题分析、习题解答与标准试题库》学习指导书。该书每章都包括“学习要求与重点”、“主要知识点”、“典型例题分析”、“教程习题答案”、“标准试题库(填空题、选择题、简答题和综合题)”和“标准试题库参考答案”等6部分,最后的附录还给出的一套模拟试题及参考答案。读者若将教材和指导书配合使用,不仅可以全面巩固所学知识,还有助于提高知识的灵活应用能力。

本书由黄德才任主编并完成全书的修订工作,许芸、王文娟和沈良忠参加了有关章节的校对工作。本书的编写得到了编者同事和科学出版社的大力支持,编者的研究生张良燕完成了用Visual Basic开发的数据库应用系统实例,王玲丽和钟艳平还参加了第1章、

第8章中部分内容的修改和增补工作,在此一并表示衷心的感谢!

限于编者水平所限,加之数据库技术的发展非常迅速,书中疏漏和不当之处在所难免,殷切希望广大师生和读者批评指正,以期在下次修订时予以纠正。

作者的电子邮件地址是 hdc@zjut.edu.cn。

黄德才

2006年2月于杭州

第一版前言

数据库是计算机科学中十分重要且发展迅速的重要分支, DBMS(数据库管理系统)同操作系统一样,已成为各种应用系统开发的基础平台。数据库原理及其应用课程的重要性越来越突出,它不仅是普通高校计算机、信息管理等专业的主干课程,而且已成为许多非计算机专业学生的必修或选修课程;它还是政府上网工程中人员培训的必修科目。

对于绝大多数学生来说,学习数据库课程的主要目的不是去研究和开发商品化的 DBMS,而是为了应用现有的 DBMS 和数据库应用系统开发工具,解决实际工作中的各类计算机应用问题。因此,高校计算机或信息管理类专业的学生,必须兼顾数据库理论与实际应用知识的学习,不仅要掌握数据库的基本原理,还必须懂得如何将具体的 DBMS 与某种客户端应用开发工具结合,完成基于“C/S”或“B/S”结构的数据库应用系统的开发过程,才能真正理解和掌握数据库原理及应用的完整概念和知识,为开发数据库应用系统奠定坚实的基础。

然而,国内目前出版的各种计算机专业和信息管理专业的数据库教材,在内容安排和组织上都存在一些不尽如人意的地方。这些教材基本上可以分为两类,一种是“数据库系统原理”类的教材,其特点是注重理论,主要内容放在数据库系统原理和数据库设计原理上,内容抽象且脱离实际,缺少对数据库应用系统开发方面的知识,没能为学生架起从理论到实践的桥梁,使得学生在学习数据库理论知识后却不知道如何应用。此外,这类教材中的不少书籍在介绍标准 SQL 语言时给出的例子,有些根本无法在当今最流行的 SQL Server 系统中运行(全国多数高校的计算机实验环境和学生自己的计算机环境都使用 SQL Server),使学习内容与实践环境严重脱节,给学生学习增加了困难。另一种是“数据库原理及其应用”类的教材,虽然增加了一些应用知识,但仅停留在数据库应用系统开发环境和一般开发技术的简单介绍层面上,这样反而给学生理解理论与实践之间的联系设置了障碍。

本书是在作者多年数据库教学经验和数据库应用系统开发实践的基础上编写的一本体现当前数据库理论发展和应用技术水平,符合 21 世纪 IT 发展需要的新教材。本书内容丰富,层次分明,概念清楚,逻辑性强,理论叙述深入浅出,实际应用完整具体,本书不仅配有较多的例子和适量的习题,而且还有包括书中标准 SQL 例题和实验数据库应用系统的配套光盘。这不仅有利于教师进行多媒体教学,也将为学生自学提供极大的帮助。本书不仅介绍了数据库系统基本原理和标准 SQL(全部例子都在 SQL Server 2000 上运行通过),且首次介绍了将 Delphi 与 SQL Server 2000 结合开发的一个基于 C/S 结构的简单而完整的数据库应用系统,学生无需系统开发经验即可在 3~4 小时内建立完成并运行该系统,这真正为学生架起了理论与实践的桥梁。实践表明,这不仅能够帮助学生真正理解客户端与服务器端的概念及其相互关系,增强学生的实践能力,还有利于提高教学质量和教学效果,培养学生的系统开发能力和创新能力。

全书共分 8 章,第 1 章绪论,主要内容有数据库的常用术语、计算机数据管理技术的产生和发展、数据模型、数据库系统的模式结构、DBMS 的功能等;第 2 章关系数据库,主

要介绍关系模型的基本概念、关系代数运算、关系演算及其三种关系查询语言——ISBL, ALPHA, QBE 等;第3章关系数据库标准语言——SQL,主要有SQL的特点、数据定义、数据查询、数据更新、视图定义、数据控制、嵌入式SQL以及查询优化等有关知识;第4章关系模式的规范化设计理论,内容有关系模式可能存在的异常、关系模式的函数依赖、关系模式的范式(1NF~5NF)、关系模式的分解特性等;第5章数据库的安全与保护,包括安全性、完整性、并发控制、事务处理与故障恢复技术、RAID 技术介绍等;第6章数据库设计,介绍数据库设计概念、数据库设计的步骤(数据库规划、需求分析、概念结构设计、逻辑结构设计、物理结构设计)和数据库实施等内容;第7章数据库应用系统开发,内容包括数据库应用系统的体系结构,Microsoft SQL Server 2000 的主要特点、安装、基本工具、安全管理、完整性策略、恢复技术和并发控制及其触发器和存储过程,一个基于 Delphi 6.0/Server 2000 的 C/S 结构的简单数据库应用系统;第8章数据库技术新发展,其内容有数据库家族概述、面向对象数据库技术、分布式数据库、数据仓库与数据挖掘等。讲授完本书全部内容大约需要 64 学时,对于专科生或教学学时数较少的本科生可以不讲授标有“*”的内容。书中标有“**”的内容主要安排给学生课后自学,如果时间充裕,也可选择其中部分内容用于课堂讲授。

本书可作为普通高校计算机专业、信息管理与信息系统专业和信息计算与数学专业学生“数据库原理及其应用”专业课程的教材,也可作为成人教育和自学考试同名课程的教材和参考书,还可作为 IT 领域科技人员的参考书。

本书主要由黄德才、许芸、王文娟编写,黄德才任主编并草拟提纲、规划各章节基本内容。第1、4、7、8章由黄德才负责编写,第2、3章由许芸编写,第5、6章由王文娟编写。黄德才完成全书的修改和统稿工作,并对第2、3、5、6章进行了补充。本书的编写得到了编者同事和科学出版社的大力支持,编者的研究生郭海东、沈良忠还参加了第7章内容的编写工作,在此表示衷心的感谢!

限于编者水平所限,加之数据库技术的发展非常迅速,书中疏漏和不当之处在所难免,真切希望广大师生和读者来信批评指正,以期在修订时予以完善。

作者的电子邮件地址是 huangdc@mail.hz.zj.cn。

黄德才
2002年7月于杭州

目 录

第二版前言

第一版前言

| | |
|---------------------------------------|------|
| 第 1 章 关系数据库标准语言——SQL | (1) |
| 1.1 SQL 概述 | (1) |
| 1.1.1 SQL 的发展 | (1) |
| 1.1.2 SQL 的特点 | (2) |
| 1.1.3 基本概念 | (3) |
| 1.2 SQL 的数据定义 | (4) |
| 1.2.1 数据库的建立与删除 | (4) |
| 1.2.2 基本表的定义、删除与修改 | (8) |
| 1.2.3 建立与删除索引 | (13) |
| 1.3 SQL 的数据查询 | (14) |
| 1.3.1 简单的选择与投影查询 | (14) |
| 1.3.2 连接查询 | (21) |
| 1.3.3 嵌套查询 | (24) |
| 1.3.4 集合查询 | (28) |
| 1.4 SQL 的数据更新 | (29) |
| 1.4.1 插入数据 | (29) |
| 1.4.2 修改数据 | (30) |
| 1.4.3 删除数据 | (30) |
| 1.5 SQL 的视图 | (31) |
| 1.5.1 定义视图 | (32) |
| 1.5.2 查询视图 | (33) |
| 1.5.3 更新视图 | (34) |
| 1.6 SQL 的数据控制 | (35) |
| 1.6.1 授权 | (35) |
| 1.6.2 收回权限 | (37) |
| 1.7 嵌入式 SQL | (38) |
| 1.7.1 嵌入式 SQL 的介绍 | (38) |
| 1.7.2 嵌入式 SQL 语句与主语言之间的通信 | (39) |
| 1.7.3 PowerBuilder 中的嵌入式 SQL 语句 | (40) |
| 1.7.4 在 Delphi 中使用 SQL 语句 | (44) |
| 1.7.5 在 VB 中使用 SQL 语句 | (46) |
| 习题 | (47) |

| | |
|------------------------------|------|
| 第2章 数据管理与数据库 | (49) |
| 2.1 数据库的常用术语 | (49) |
| 2.1.1 数据与信息 | (49) |
| 2.1.2 数据独立性 | (50) |
| 2.1.3 数据库系统 | (51) |
| 2.2 计算机数据管理技术的产生和发展 | (51) |
| 2.2.1 人工管理阶段 | (52) |
| 2.2.2 文件系统阶段 | (53) |
| 2.2.3 数据库系统阶段 | (54) |
| 2.2.4 数据库技术的发展 | (56) |
| 2.2.5 数据库技术的主要研究领域 | (58) |
| 2.3 数据模型 | (58) |
| 2.3.1 数据模型的构成 | (59) |
| 2.3.2 数据模型的分类 | (59) |
| 2.3.3 实体-联系(E-R)模型 | (61) |
| 2.3.4 常用的结构数据模型 | (67) |
| 2.4 数据库系统的模式结构 | (72) |
| 2.4.1 数据库系统模式的概念 | (72) |
| 2.4.2 数据库的三级模式 | (73) |
| 2.4.3 数据库的二级映像功能与数据独立性 | (74) |
| 2.5 DBMS 的功能 | (76) |
| 2.6 数据库系统的组成 | (77) |
| 习题 | (79) |
| 第3章 关系数据库模型 | (81) |
| 3.1 关系模型的基本概念 | (81) |
| 3.1.1 关系模型概述 | (81) |
| 3.1.2 关系数据结构 | (82) |
| 3.1.3 完整性规则 | (85) |
| 3.2 关系代数 | (86) |
| 3.2.1 传统的集合运算 | (86) |
| 3.2.2 专门的关系运算 | (87) |
| 3.2.3 关系运算举例 | (91) |
| 3.3 关系演算 | (92) |
| 3.3.1 元组关系演算 | (92) |
| 3.3.2 域关系演算 | (93) |
| 3.3.3 关系运算的安全限制 | (94) |
| 3.4 三种关系查询语言 | (95) |
| 3.4.1 基于关系代数的语言——ISBL | (96) |
| 3.4.2 元组关系演算语言——ALPHA | (97) |

| | | |
|------------|---------------------|--------------|
| 3.4.3 | 域关系演算语言——QBE | (100) |
| 3.5 | 查询优化 | (103) |
| 3.5.1 | 查询优化概述 | (103) |
| 3.5.2 | 查询实例分析 | (105) |
| 3.5.3 | 查询优化的一般策略 | (106) |
| 3.5.4 | 关系代数的等价公式 | (107) |
| 3.5.5 | 查询优化的一般步骤 | (108) |
| | 习题 | (109) |
| 第4章 | 关系模式的规范化设计理论 | (112) |
| 4.1 | 问题的提出 | (112) |
| 4.1.1 | 关系模式可能存在的异常 | (112) |
| 4.1.2 | 异常原因分析 | (113) |
| 4.1.3 | 异常问题的解决 | (114) |
| 4.2 | 关系模式的函数依赖 | (115) |
| 4.2.1 | 再论关系与关系模式 | (115) |
| 4.2.2 | 函数依赖的一般概念 | (115) |
| 4.2.3 | 候选键与主键 | (117) |
| 4.2.4 | 函数依赖的推理规则 | (118) |
| 4.3 | 关系模式的规范化 | (126) |
| 4.3.1 | 范式及其类型 | (126) |
| 4.3.2 | 第一范式(1NF) | (127) |
| 4.3.3 | 第二范式(2NF) | (127) |
| 4.3.4 | 第三范式(3NF) | (129) |
| 4.3.5 | BC范式(BCNF) | (130) |
| 4.3.6 | 多值依赖 | (132) |
| 4.3.7 | 第四范式(4NF) | (134) |
| 4.3.8 | 关系模式规范化步骤 | (135) |
| 4.4 | 关系模式的分解特性 | (136) |
| 4.4.1 | 模式分解中存在的问题 | (136) |
| 4.4.2 | 无损连接 | (138) |
| 4.4.3 | 无损连接的测试 | (138) |
| 4.4.4 | 保持函数依赖的分解 | (142) |
| 4.4.5 | 分解成3NF的模式集 | (143) |
| 4.4.6 | 关系模式设计原则 | (144) |
| | 习题 | (144) |
| 第5章 | 数据库的安全与保护 | (147) |
| 5.1 | 安全与保护概述 | (147) |
| 5.2 | 数据库的安全性保护 | (147) |
| 5.2.1 | 用户鉴别 | (148) |

| | | |
|------------|-----------------|--------------|
| 5.2.2 | 存取权限控制 | (148) |
| 5.2.3 | 视图机制 | (149) |
| 5.2.4 | 跟踪审查 | (149) |
| 5.2.5 | 数据加密存储 | (150) |
| 5.3 | 数据库的完整性保护 | (150) |
| 5.3.1 | 完整性约束的分类 | (151) |
| 5.3.2 | 完整性控制 | (152) |
| 5.3.3 | 触发器 | (155) |
| 5.4 | 数据库的并发控制技术 | (155) |
| 5.4.1 | 事务及特性 | (155) |
| 5.4.2 | 数据库的并发控制 | (157) |
| 5.4.3 | 并发的目的 | (157) |
| 5.4.4 | 并发所引起的问题 | (157) |
| 5.4.5 | 并发控制方法 | (159) |
| 5.4.6 | 并发调度的可串行性 | (163) |
| 5.4.7 | 时标技术 | (165) |
| 5.5 | 数据库的恢复技术 | (167) |
| 5.5.1 | 故障的种类 | (167) |
| 5.5.2 | 恢复技术 | (168) |
| 5.5.3 | 检查点机制 | (172) |
| 5.6 | 数据库的复制与相关技术 | (173) |
| 5.6.1 | 数据库的复制 | (173) |
| 5.6.2 | 数据库的镜像 | (174) |
| 5.6.3 | RAID 技术简介 | (174) |
| | 习题 | (175) |
| 第6章 | 数据库设计与实施 | (176) |
| 6.1 | 数据库设计概述 | (176) |
| 6.1.1 | 数据库设计概念 | (176) |
| 6.1.2 | 数据库设计步骤 | (177) |
| 6.1.3 | 数据库设计的特点 | (178) |
| 6.2 | 数据库规划 | (179) |
| 6.3 | 需求分析 | (179) |
| 6.3.1 | 需求分析的任务 | (180) |
| 6.3.2 | 需求分析的步骤 | (180) |
| 6.3.3 | 数据字典 | (183) |
| 6.4 | 概念结构设计 | (185) |
| 6.4.1 | 基本方法 | (185) |
| 6.4.2 | 主要设计步骤 | (186) |
| 6.5 | 逻辑结构设计 | (190) |

| | | |
|------------|---------------------------------|--------------|
| 6.5.1 | E-R 模式到关系模式的转换 | (190) |
| 6.5.2 | 关系模式的优化 | (192) |
| 6.6 | 物理结构设计 | (194) |
| 6.6.1 | 聚簇设计 | (194) |
| 6.6.2 | 索引设计 | (195) |
| 6.6.3 | 分区设计 | (195) |
| 6.7 | 数据库的实施和维护 | (196) |
| 6.7.1 | 数据库的建立与调整 | (196) |
| 6.7.2 | 数据库系统的试运行 | (197) |
| 6.7.3 | 数据库系统的运行和维护 | (197) |
| | 习题 | (198) |
| 第7章 | 数据库应用系统开发 | (200) |
| 7.1 | 数据库应用系统的结构 | (200) |
| 7.1.1 | 集中式结构 | (200) |
| 7.1.2 | 二层客户机/服务器结构 | (201) |
| 7.1.3 | 三层客户机/服务器结构 | (202) |
| 7.1.4 | 多层结构 | (203) |
| 7.2 | Microsoft SQL Server 2000 | (204) |
| 7.2.1 | SQL Server 的主要特点 | (205) |
| 7.2.2 | SQL Server 的安装 | (206) |
| 7.2.3 | SQL Server 的基本工具 | (210) |
| 7.2.4 | SQL Server 的安全性管理 | (217) |
| 7.2.5 | SQL Server 的完整性策略 | (218) |
| 7.2.6 | SQL Server 的恢复技术 | (220) |
| 7.2.7 | SQL Server 的并发控制 | (222) |
| 7.2.8 | 数据库编程 | (224) |
| 7.3 | 一个简单而完整的数据库应用系统 | (227) |
| 7.3.1 | 图形化客户端开发工具——Delphi | (227) |
| 7.3.2 | 一个数据库应用系统的实例 | (231) |
| | 习题 | (254) |
| 第8章 | 数据库技术新发展 | (255) |
| 8.1 | 数据库家族概述 | (255) |
| 8.2 | 面向对象数据库技术 | (256) |
| 8.2.1 | 面向对象方法学简介 | (256) |
| 8.2.2 | 面向对象数据模型 | (257) |
| 8.2.3 | 面向对象数据库管理系统 | (261) |
| 8.3 | 分布式数据库 | (267) |
| 8.3.1 | 分布式数据库系统产生 | (267) |
| 8.3.2 | 分布式数据库系统的定义 | (269) |

| | | |
|-------|----------------------|-------|
| 8.3.3 | 分布式数据库系统的主要特点 | (270) |
| 8.3.4 | 分布式数据库系统的模式结构 | (272) |
| 8.3.5 | 分布式数据库管理系统及其分类 | (273) |
| 8.3.6 | 分布式数据库系统的优缺点 | (275) |
| 8.4 | 数据仓库与数据挖掘 | (276) |
| 8.4.1 | 数据的事务处理与分析处理 | (276) |
| 8.4.2 | 什么是数据仓库 | (278) |
| 8.4.3 | 数据仓库数据的四个基本特征 | (279) |
| 8.4.4 | 数据仓库系统的组成 | (280) |
| 8.4.5 | 数据仓库中数据的组织 | (281) |
| 8.4.6 | 数据仓库工具 | (282) |
| 8.4.7 | 数据挖掘工具 | (287) |
| | 习题 | (297) |
| | 参考文献 | (299) |

第 1 章 关系数据库标准语言——SQL

数据库技术是计算机数据管理的最新技术,是计算机科学的重要分支。当计算机的主要应用领域从科学计算转变到数据及事务处理时,数据库技术应运而生并成为计算机科学的重要领域。今天,数据库技术不仅在企业管理信息系统(MIS)、计算机集成制造系统(CIMS)、办公信息系统(OIS)、地理信息系统(GIS)、Internet 技术等许多方面得到广泛应用,且越来越多的新应用领域都采用数据库来存储和处理它们的信息资源。对于一个国家来说,数据库的建设规模、数据库信息量的大小和使用频度、数据库的安全性和可靠性已成为衡量一个国家信息化程度的重要标志。因此,数据库原理及其应用课程成为计算机科学与技术专业、信息管理专业的重要专业课程之一。

SQL 是 Structured Query Language 的缩写,其读音为[si:kwə]或直接读字母“S-Q-L”,中文翻译为“结构化查询语言”。它是关系数据库中使用的标准数据查询语言,IBM 公司最早使用在其开发的数据库系统中,并于 1987 年得到国际标准化组织的支持成为国际标准。目前,SQL 已被广泛地应用在各种商品化关系数据库管理系统(RDBMS)之中,且是在相当一段时间内无法被取代的重要数据查询语言。可以毫不夸张地说,如果不能掌握和熟练使用 SQL 语言,就很难成为数据库方面的顶级高手。

1.1 SQL 概述

1.1.1 SQL 的发展

SQL 语言由 Boyce 和 Chamberlin 于 1974 年提出。在 1975 ~ 1979 年,IBM 公司 San Jose Research Laboratory 研制了著名的关系数据库管理实验系统 System R 并实现了这种语言。由于它功能丰富,语言简捷,所以备受用户及计算机工业界欢迎,被众多计算机公司和软件公司所采用。经各公司的不断修改、扩充和完善,SQL 语言最终发展成为关系数据库的标准语言。

1986 年 10 月美国国家标准局(American National Standard Institute, ANSI)的数据库委员会 X3H2 批准了 SQL 作为关系数据库语言的美国标准。同年公布了 SQL 标准文本(SQL—1986)。1987 年国际标准化组织(International Organization for Standardization, ISO)也通过了这一标准。此后 ISO 与 ANSI 积极合作并不断地修改和完善 SQL 标准,于 1989 年公布了 SQL—1986 标准,1992 年公布了 SQL—1992 标准,1999 年公布了标准 SQL—1999,亦称 SQL3,2003 年 ISO 在以前所有标准的基础上增加了一些新的功能,形成了最新标准 SQL—2003。据报道,ISO 又在研究和制定新的 SQL 标准,并预计在 2007 年发布。当然,所有这些新的标准并不仅仅是对 SQL 语言本身的完善,而是随着 IT 技术的发展和各个领域实际应用的需求,对基于 SQL 语言的整个数据库管理系统应该支持的功能进行适时的补充和完善。比如,随着面向对象技术发展和多媒体数据应用的需求,SQL 标准增加了基本对象支持、增强对象支持和多媒体支持等功能;为了不同应用程序系统之间

交换数据和应用程序跨平台性,SQL 标准增加了对 XML 和 JAVA 的支持;为了帮助企业高层分析决策,增加了数据仓库和联机分析处理(OLAP)的支持功能等。读者若想了解更多相关知识,可阅读参考文献[1]、[2]、[3]。

自 SQL 成为国际标准语言以后,各个数据库厂家纷纷推出支持标准 SQL 的数据库管理系统或接口软件,使不同数据库系统之间的互操作有了共同的基础,使数据库技术得到革命性的发展。此外,SQL 对数据库以外的领域也产生了很大影响,有不少软件产品将 SQL 语言的数据查询功能与图形功能、软件工程工具、软件开发工具、人工智能程序结合起来。因此,SQL 已成为数据库领域中使用最为广泛的一个主流语言。

1.1.2 SQL 的特点

SQL 语言之所以能够为用户和业界所接受,并成为国际标准,是因为它是一个综合的、功能极强同时又简便易学的语言。SQL 语言集数据查询(data query)、数据操纵(data manipulation)、数据定义(data definition)和数据控制(data control)功能于一体,主要特点包括:

1) 综合统一。数据库系统的主要功能是通过数据库支持的数据语言来实现的。非关系模型(层次模型、网状模型)的语言一般都分为模式数据定义语言(schema data definition language,模式 DDL),外模式数据定义语言(subschema data definition language,外模式 DDL)与数据存储有关的描述语言(data storage description language, DSDL)及数据操纵语言(data manipulation language, DML),分别用于定义模式、外模式、内模式和进行数据的存取与处理。当用户数据库投入运行后,如果需要修改模式,必须停止现有数据库的运行,转储数据,修改模式并编译后再重装数据库,十分麻烦不便。

SQL 语言则将数据定义语言(DDL)、数据操纵语言(DML)、数据控制语言(DCL)的功能集于一体,语言风格统一,可以独立完成数据库生命周期中的全部活动,包括定义关系模式、插入数据、建立数据库、查询、更新、维护、数据库重构、数据库安全性控制等一系列操作要求,这就为数据库应用系统的开发提供了良好的环境。用户在数据库系统投入运行后,还可根据需要随时、逐步地修改模式,且并不影响数据库的运行,从而使系统具有良好的可扩展性。

另外,在关系模型中实体和实体间的联系均用关系表示,这种单一的数据结构使数据的查找、插入、删除、修改等每一种操作都只需一种操作符,从而克服了非关系系统由于信息表示方式的多样性带来的操作复杂性。例如,在 DBTG 中,需要两种插入操作符:STORE 用来把记录存入数据库,CONNECT 用来把记录插入系值以建立数据之间的联系。

2) 高度非过程化。非关系数据模型的数据操纵语言是面向过程的语言。为完成某项请求,必须指定存取路径。而 SQL 语言进行数据操作,只要提出“做什么”,而无需指明“怎么做”,因此无需了解存取路径,存取路径的选择以及 SQL 语句的操作过程由系统自动完成。这不仅大大减轻了用户负担,而且有利于提高数据独立性。

3) 面向集合的操作方式。非关系数据模型采用的是面向记录的操作方式,操作对象是一条记录。例如,查询所有平均成绩在 60 分及以上的学生姓名,用户必须编写一段处理程序,指明存取路径和循环控制方法等,才能一条一条地把满足条件的学生记录找出来。而 SQL 语言采用集合操作方式,用户只需一条 SELECT 命令即可获得所有满足条件

的学生姓名。SQL 不仅操作对象、查找结果可以是元组的集合,且一次插入、删除、更新操作的对象也可以是元组的集合。

4) 一种语法,两种使用方式。SQL 语言既是自含式语言,又是嵌入式语言。作为自含式语言,它能够独立地用于联机交互操作使用方式,用户可以在终端键盘上直接键入 SQL 命令对数据库进行操作;作为嵌入式语言,SQL 语句能够嵌入到高级语言(如 C, C++, PowerBuilder, Visual Basic, Delphi, ASP)的程序中,供程序员设计程序时使用。而在两种不同的使用方式下,SQL 语言的语法结构基本上是一致的。这种以统一的语法结构提供两种不同使用方式的做法,为应用程序的开发提供了极大的灵活性与方便性。

5) 语言简洁,易学易用。SQL 语言功能极强,但由于设计巧妙,语言十分简洁,完成核心功能只用了 9 个动词(表 1-1)。SQL 语言接近英语句子,因此容易学习,容易使用。

表 1-1 SQL 语言的动词

| SQL 功能 | 动词 | SQL 功能 | 动词 |
|--------|---------------------|--------|------------------------|
| 数据查询 | SELECT | 数据操纵 | INSERT, UPDATE, DELETE |
| 数据定义 | CREATE, DROP, ALTER | 数据控制 | GRANT, REVOKE |

6) 支持三级模式结构。三级模式结构是一种使数据库管理系统能对数据库中数据进行有效组织和管理的技術,有关概念将在 2.4 节中详细介绍。标准 SQL 语言自然也支持这种三级模式结构。

1.1.3 基本概念

1) 基本表。基本表也称为关系或表,是数据库中独立存在的表。比如,当表 1-2 所示的 Students 表存放在数据库中就是一个基本表,它由 CREATE TABLE 命令(下一节介绍)创建的。为了提高对基本表的查询速度,可以对一个基本表建立若干索引,这些索引都依附于该基本表且存放在数据库文件中。

2) 属性和属性名。基本表中的每一列称为一个属性,它规定每列数据的性质;每列第一行的字符串,如 Sno, Sname 等称为列名或属性名,有时也简称属性。

3) 表结构和元组。基本表属性名的集合称为表结构。表 1-2 中的(Sno, Sname, Ssex, Sage, Sdept)就是基本表 Students 的表结构;基本表中除表结构以外的每一行称为一个元组或数据行。比如,表 1-2 中的(S03, 范林军, 女, 18, 计算机)就是基本表 Students 的一个元组。显然,一个基本表由表结构和许多元组构成。

表 1-2 基本表 Students

| Sno | Sname | Ssex | Sage | Sdept |
|-----|-------|------|------|-------|
| S01 | 王建平 | 男 | 21 | 自动化 |
| S02 | 刘华 | 女 | 19 | 自动化 |
| S03 | 范林军 | 女 | 18 | 计算机 |
| S04 | 李伟 | 男 | 19 | 数学 |
| S05 | 黄河 | 男 | 18 | 数学 |
| S06 | 长江 | 男 | 20 | 数学 |

4) 属性值。基本表中每个元组的一个数据称为一个属性值。比如“S03”,“范林军”就分别是属性 Sno, Sname 对应的一个属性值。显然,一个属性可以取很多个值。

5) 视图。视图是从一个或几个基本表导出的表,由 CREATE VIEW 命令(1.5 节介绍)创建。视图中只存放视图的定义及其关联的基本表名等信息而不存放视图对应的数据行,这些数据仍然存放在导出视图的基本表中,因此视图又称为虚拟表。但 SQL 在查询视图时与基本表完全相同,且用户可以在视图上再定义视图。

6) 存储文件。存储文件也称数据库文件,它由若干个基本表组成。存储文件的物理结构是任意的,对用户是透明的。

为了突出基本概念和基本功能,下面在介绍 SQL 的命令功能和格式时,略去了一些语法细节。由于各种 DBMS 产品在实现标准 SQL 语言时一般都做了某种扩充,因此,不同的 DBMS 产品会稍有差别。读者在具体使用某个 DBMS 产品时,应当参阅销售商提供的有关手册。

1.2 SQL 的数据定义

SQL 的数据定义功能包括定义表、定义视图和定义索引,如表 1-3 所示。由于视图是虚拟表,索引依附于基本表,因此 SQL 一般不提供修改视图定义和修改索引定义的操作。如果用户想修改视图定义或索引定义,只需先将其删除然后重新定义即可。本节介绍基本表和索引的定义,视图的定义将在 1.5 节专门讨论。

表 1-3 SQL 的数据定义语句

| 操作对象 | 操作方式 | | |
|------|--------------|------------|-------------|
| | 创建 | 删除 | 修改 |
| 表 | CREATE TABLE | DROP TABLE | ALTER TABLE |
| 视图 | CREATE VIEW | DROP VIEW | |
| 索引 | CREAT INDEX | DROP INDEX | |

1.2.1 数据库的建立与删除

假设读者已经按照 7.2.2 节的方法在自己的计算机上安装好 Microsoft SQL Server 2000 标准版,则我们可以利用 SQL Server 2000 的企业管理器(enterprise manager)建立一个名为 student_Mis 的数据库。

SQL Server 企业管理器是一个集成化的数据库操作环境工具。几乎所有的操作都可以在该工具中完成,比如创建数据库、制作数据库后备副本、执行各种向导工具、服务器配置、数据复制等。图 1-1 就是 SQL Server 企业管理器的一个典型窗口,该窗口可以在 Windows 中通过依次单击[开始]—[程序]—[SQL Server 2000]—[企业管理器]来打开。

在图 1-1 中,我们可以看到 SQL Server 企业管理器窗口分成三个区,即菜单区、对象浏览区和任务板区。

菜单区位于该工具窗口的顶端,主要包括 SQL Server 企业管理器工具的各种菜单命令,如“控制台”、“窗口”、“操作”、“查看”、“工具”以及“工具栏”等,通过选择菜单区中的菜单命令或工具栏中对应的工具,用户可以执行数据库的许多操作命令。