

国家级教学成果奖配套教材

高等学校数据库技术课程系列教材

数据库技术及应用

——原理+SQL Server+VB.NET

(第2版)

袁科萍 杨志强 龚沛曾 编著

高等教育出版社

国家级教学成果奖配套教材
高等学校数据库技术课程系列教材

数据库技术及应用

Shujuku Jishu ji Yingyong

——原理 + SQL Server + VB. NET(第2版)

袁科萍 杨志强 龚沛曾 编著

高等教育出版社·北京

内容提要

本书系统地阐述了数据库设计理论、数据库管理技术、基于ADO.NET的数据库访问技术和数据库应用系统开发技术。

全书理论教学分为三篇9章。数据库设计篇包括数据库技术概论、关系数据库和数据库设计3章；数据库管理篇包括关系数据库标准语言SQL、Transact-SQL、存储过程和触发器、数据库保护机制3章；数据库访问篇包括VB.NET程序设计基础、ADO.NET数据库访问技术和数据库应用系统开发3章。最后一部分是实践篇，由11个实验和1个大作业组成，培养学生的VB.NET程序设计技能，融Transact-SQL、存储过程、触发器、视图为一体的数据库操纵和管理技能，基于ADO.NET的数据库访问技能。前11个实验是为最后一个实验即大作业作技术储备；大作业要求学生运用本书介绍的所有数据库设计技术、管理技术和访问技术开发一个实际的数据库应用系统，以求促进实践、探究和创新能力的提高。

本书知识结构清晰，内容全面翔实，技术求新务实，案例丰富，讲解透彻，实用性强，在编写风格上更强调知识的灵活应用。本书可作为高等学校“数据库技术及应用”课程的教材，也可以作为广大数据库应用系统开发爱好者的自学参考书。本书配有丰富的教学辅助资源。

图书在版编目(CIP)数据

数据库技术及应用：原理+SQL Server+VB.NET / 袁科萍，杨志强，龚沛曾编著. --2版. --北京：高等教育出版社，2015.5

ISBN 978-7-04-042125-5

I. ①数… II. ①袁… ②杨… ③龚… III. ①关系数据库-数据库管理系统-高等学校-教材 IV. ①TP311.138

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第060074号

策划编辑	唐德凯	责任编辑	张 龙	特约编辑	刘亚军	封面设计	于文燕
版式设计	童 丹	插图绘制	杜晓丹	责任印制	张泽业		

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 100120
印 刷 北京丰源印刷厂
开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 21
字 数 520千字
购书热线 010-58581118
咨询电话 400-810-0598

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
版 次	2008年3月第1版 2015年5月第2版
印 次	2015年5月第1次印刷
定 价	32.00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 42125-00

前 言

数据库技术是现代信息技术的重要组成部分,已经被广泛应用于各行各业、各种类型的信息系统之中,在国家信息化的进程中占有重要的地位。“数据库技术及应用”课程正逐渐成为普通高校各个专业本科生的必修课程。本教材是根据教育部教学指导委员会发布的《高等学校计算机基础教学发展战略研究报告暨计算机基础课程教学基本要求》中关于“数据库技术及应用”课程的要求而编写的。

本书以设计数据库、管理数据库、访问数据库为知识体系展开阐述,以 SQL Server 和 VB.NET 作为实践平台,通过设计严谨、实用的实验案例和实验内容,强化学生基于这三种技术的实践能力训练,目的是培养学生在学习本课程后能自主开发与生活或专业相结合的数据库应用系统,从而促进学生实践、探究和创新能力的长足进步。

全书理论部分按知识结构划分为三篇,共 9 章;最后一篇为实践篇,设计了 12 个实验,具体安排如下:

数据库设计篇,由第 1 章—第 3 章组成,主要介绍数据库设计的基本原理。

第 1 章 数据库技术概述:主要介绍数据库系统的基本概念和发展状况。

第 2 章 关系数据库:主要介绍关系数据库的基本概念和关系代数。

第 3 章 数据库设计:主要介绍数据库的设计过程,重点讲述了概念模式设计过程中使用的 E-R 图、逻辑模式中涉及的 E-R 图到关系模式的转换和规范化处理。

数据库管理篇,由第 4 章—第 6 章构成,以 SQL Server 为平台从理论到实际介绍管理数据库的基本原理和方法。

第 4 章 关系数据库标准语言 SQL:主要介绍 CREATE、SELECT、INSERT、DELETE、UPDATE 等创建、查询和更新数据库的基本语句以及视图的创建语句。

第 5 章 Transact-SQL、存储过程和触发器:主要介绍 Transact-SQL 流程控制语言、存储过程和触发器的创建和应用。

第 6 章 数据库保护机制:主要介绍数据库的完整性、安全性和并发性控制原理与技术,及数据库备份的常规方法。

数据库访问篇,由第 7 章—第 9 章组成,介绍在 VB.NET 和 SQL Server 软件平台上开发数据库应用系统的数据库访问技术。

第 7 章 VB.NET 程序设计基础:主要介绍 VB.NET 的基本流程控制语句和项目前台控件功能表达的基本方法。

第 8 章 ADO.NET 数据库访问技术:主要介绍断开式数据库访问技术和连接式数据库访问技术,并拓展介绍了存储过程的访问方法。

第 9 章 数据库应用系统开发:主要介绍数据库应用系统开发的基本过程及实施技术,用各个过程中的实例为学生项目开发做技术引导。

实践篇,围绕教材的三部分理论内容设计了非常实用的12个实验,其中前11个实验的设计就是为了最后的项目开发作技术知识和能力的储备,而最后一个实验是综合性的大作业,让学生利用本教材的数据库设计、管理和访问技术完成一个实际的数据库应用系统的开发。

在教学安排中,考虑到学生的程序设计基础不同和原有编程环境的不同,为了提高教学实效和加强实践环节,教学的次序与教材章节次序可以不同步,下面是推荐的两套教学方案:

方案一:

数据库设计篇——讲解第1、2、3章;

数据库管理篇——讲解第4、5、6章;

数据库访问篇——讲解第7、8、9章;

实践篇——实验要求都完成。

如果学时不足,第4章和第7章可以让学生自学,并通过实验一、三、四巩固自学的知识。

方案二:

数据库设计篇——讲解第1、3章;

数据库管理篇——讲解第4、6章,其中第6章只介绍数据库管理的基本理论和概念,涉及第5章的T-SQL内容可以不作要求;

数据库访问篇——讲解第7、8、9章,其中第8.5节存储过程的访问可以不作要求,如果面对学过VB.NET的学生,第7章也可以不作要求。

实践篇——实验一、二、三、四、五、七、八、九要求完成,实验十二项目开发可以选择性地布置。

本书第2、3、5、6、8、9章由袁科萍编写,第1、4章由杨志强编写,第7章由龚沛曾编写,实践篇的实验一由龚沛曾编写,其余的实验二至实验十二由袁科萍编写。全书由袁科萍修改定稿。在教材试用和编写过程中得到了朱静、王睿智、张红云等老师的帮助和支持,并提出了许多宝贵意见,在此表示衷心的感谢。

本书内容丰富,软件平台新,涉及数据库技术全面,实用性强,讲解透彻。书中针对数据库管理技术及前台的数据库访问技术提供了大量面向实际应用的例题,有助于读者理解基本理论概念、掌握重要技术知识并应用理论和技术去解决实际问题。

本书既可作为普通高校“数据库技术及应用”课程的教学用书,也可以作为广大数据库应用系统开发爱好者的自学参考书。

由于时间仓促,编者水平有限,书中难免出现不足之处,敬请广大读者指正。本教材提供了一些新颖实用的教学资源,包括电子教案、实验辅导、屏幕自动演示帮助程序和学生典型开发案例等,使用本教材的学校可与作者联系。作者的E-mail为:yuankp@tongji.edu.cn。

编者

2014年7月

于同济大学

目 录

数据库设计篇

第 1 章 数据库技术概论	(3)	2.3.3 关系代数综合应用	(32)
1.1 数据库技术的发展	(3)	举例	(32)
1.2 数据库系统基础	(5)	思考题	(34)
1.2.1 常用术语	(5)	第 3 章 数据库设计	(35)
1.2.2 数据库三级模式结构	(8)	3.1 数据库设计概述	(35)
1.3 数据库应用系统	(9)	3.2 概念模式设计	(36)
1.4 数据库系统开发技术	(10)	3.2.1 E-R 模型的基本	(37)
1.5 常见的数据库管理系统	(13)	概念	(37)
思考题	(14)	3.2.2 实体、属性和联系的	(39)
第 2 章 关系数据库	(15)	设计	(39)
2.1 关系数据库应用系统引例	(15)	3.2.3 子类的设计	(41)
2.2 关系模型概述	(17)	3.2.4 E-R 图设计实例	(42)
2.2.1 关系模型的基本术语	(17)	3.3 逻辑模式的设计	(43)
2.2.2 数据模型三要素	(21)	3.3.1 E-R 图到关系模式	(44)
2.2.3 关系的性质	(23)	的转换	(44)
2.2.4 关系模式	(24)	3.3.2 关系模式的规范化	(47)
2.3 关系代数	(25)	处理	(47)
2.3.1 传统的集合运算	(25)	3.4 数据库实施与维护	(54)
2.3.2 专门的关系运算	(27)	思考题	(54)

数据库管理篇

第 4 章 关系数据库标准语言		第 5 章 Transact - SQL、存储	
SQL	(59)	过程和触发器	(75)
4.1 SQL Server 简介	(59)	5.1 Transact - SQL 语言	(75)
4.2 SQL 概述	(61)	5.1.1 数据类型	(75)
4.2.1 数据定义语言	(62)	5.1.2 标识符、变量和运	(77)
4.2.2 数据查询语言	(66)	算符	(77)
4.2.3 数据操纵语言	(71)	5.1.3 函数	(82)
4.2.4 视图的操作	(72)	5.1.4 流程控制语句	(88)
思考题	(74)	5.2 存储过程	(94)

5.2.1 存储过程的概念	(94)	实现	(113)
5.2.2 存储过程的创建和 执行	(96)	6.2 安全性控制	(119)
5.2.3 存储过程的处理	(100)	6.2.1 安全性概述	(119)
5.2.4 存储过程的查看、 修改和删除	(101)	6.2.2 数据库安全性控制的 一般方法	(120)
5.2.5 系统存储过程	(102)	6.2.3 SQL Server 的安全性 控制	(122)
5.3 触发器	(103)	6.3 并发控制	(128)
5.3.1 创建触发器	(103)	6.3.1 事务	(128)
5.3.2 查看、修改和删除 触发器	(110)	6.3.2 事务的并发执行	(129)
5.3.3 触发器的用途	(110)	6.3.3 数据库的并发控制	(131)
思考题	(111)	6.3.4 SQL Server 中的并发控 制机制	(135)
第6章 数据库保护机制	(112)	6.4 数据库备份与恢复	(137)
6.1 数据库的完整性	(112)	6.4.1 故障的类型	(137)
6.1.1 完整性规则	(112)	6.4.2 数据库备份与恢复	(138)
6.1.2 SQL Server 完整性的 思考题	(114)		

数据库访问篇

第7章 VB.NET 程序设计

基础	(147)
7.1 VB.NET 基本概念	(147)
7.1.1 VB.NET 概述	(147)
7.1.2 VB.NET 集成开发 环境	(149)
7.1.3 一个简单的应用 程序	(154)
7.2 VB.NET 可视化界面设计	(157)
7.2.1 控件的基本概念	(157)
7.2.2 窗体	(162)
7.2.3 常用的基本控件	(166)
7.2.4 菜单和对话框	(174)
7.3 VB.NET 基本语法	(180)
7.3.1 VB.NET 数据类型 和表达式	(180)
7.3.2 控制结构	(186)
7.3.3 数组	(188)
7.3.4 过程	(189)

7.4 程序调试	(192)
7.4.1 错误类型	(193)
7.4.2 调试和排错	(194)
7.4.3 结构化异常处理	(195)
思考题	(197)

第8章 ADO.NET 数据库访问

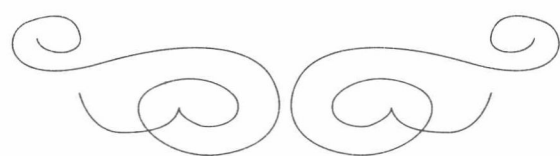
技术	(199)
8.1 数据库访问技术基本概念	(199)
8.1.1 问题的引入	(199)
8.1.2 ADO.NET 主要技术 思想	(200)
8.1.3 ADO.NET 体系结构	(200)
8.1.4 ADO.NET 数据提供程序 对象模型	(202)
8.1.5 DataSet 对象模型	(205)
8.1.6 ADO.NET 数据库访问 的一般过程	(206)
8.2 基于断开式连接的数据 访问	(212)

8.2.1 断开式访问模型主要对象	(212)	8.6.4 实例4——2010 上海世博会最佳城市实践区展示	(239)
8.2.2 基于 DataSet 的数据查询	(214)	思考题	(241)
8.2.3 基于 DataSet 的数据更新	(217)	第9章 数据库应用系统开发	(242)
8.3 基于绑定的数据访问	(217)	9.1 软件开发概述	(242)
8.3.1 基于拖放的数据绑定	(218)	9.1.1 软件开发的过程和模型	(242)
8.3.2 通过代码实现数据绑定	(220)	9.1.2 数据库应用系统的开发	(245)
8.3.3 基于数据绑定的综合实例	(222)	9.1.3 “大学教材管理信息系统”开发案例描述	(247)
8.4 基于 SqlCommand 对象的数据访问方法	(224)	9.2 需求分析	(247)
8.4.1 数据查询	(224)	9.3 数据库设计	(248)
8.4.2 数据更新	(227)	9.3.1 概念模式设计	(249)
8.5 存储过程的调用方法	(228)	9.3.2 逻辑模式设计	(249)
8.5.1 调用存储过程的一般过程	(228)	9.3.3 完整性控制	(250)
8.5.2 调用无参数的存储过程	(229)	9.3.4 存储过程与触发器的设计	(255)
8.5.3 调用有输入参数的存储过程	(230)	9.4 系统设计和实现	(258)
8.5.4 调用有输出参数的存储过程	(231)	9.4.1 界面设计	(258)
8.6 ADO.NET 数据访问综合实例	(232)	9.4.2 功能代码设计	(261)
8.6.1 实例1——客户信息查询	(232)	9.4.3 报表设计	(264)
8.6.2 实例2——银行ATM机	(234)	9.4.4 CHART 图表设计	(271)
8.6.3 实例3——图片的浏览		9.5 系统测试	(275)
		9.5.1 软件测试的基本概念	(275)
		9.5.2 软件测试实例	(277)
		9.6 应用系统开发文档	(279)
		思考题	(279)

实 践 篇

实验一 VB.NET 环境和程序设计	(283)	实验三 创建数据库和数据表	(293)
实验二 走进 SQL Server	(287)	实验四 SQL 数据查询	(304)
		实验五 视图、存储过程和触	

发器	(307)	数据库(一)	(318)
实验六 SQL Server 的安全管理 ...	(311)	实验十 用 ADO.NET 对象访问	
实验七 建立 VB.NET 和数据库的		数据库(二)	(320)
连接	(313)	实验十一 用 ADO.NET 对象访问	
实验八 基于绑定的数据库		数据库(三)	(322)
访问	(316)	实验十二 数据库应用系统	
实验九 用 ADO.NET 对象访问		设计	(325)
参考文献	(327)		



数据库设计篇

第 1 章 数据库技术概论

数据库技术是数据管理的技术。数据库技术自 20 世纪 60 年代中期诞生以来,已有 50 多年的历史,因其发展速度快、应用范围广而成为现代信息技术的重要组成部分。目前,各种各样的计算机应用系统和信息系统绝大多数是以数据库为基础和核心的,因此掌握数据库技术是衡量大学生计算机素质的重要方面。

本章将对数据库技术作简单的概述。

1.1 数据库技术的发展

20 世纪 50 年代中期以前,没有操作系统,更没有进行数据管理的软件,程序员只能采用人工方式管理数据,数据无法实现共享,也不具有独立性。到了 20 世纪 60 年代中期,有了操作系统。在操作系统的统一管理下,实现了以文件为单位的数据共享,数据也具有了一定的独立性,但是存在许多缺陷。直到 20 世纪 60 年代中期,为了提供对数据更高级、更有效的管理,数据库技术应运而生。根据数据模型的发展,数据库技术可以划分为三代:第一代的网状、层次数据库系统,第二代的关系数据库系统,第三代的以面向对象模型为主要特征的数据库系统。

1. 第一代:网状、层次数据库系统

(1) 网状数据库系统

最早出现的是网状数据库系统。因为现实世界事物之间的联系更多的是非层次关系的,所以用网状模型表示具有很大的优势。

世界上第一个网状数据库系统是美国通用电气公司 Bachman 等人在 1964 年开发成功的 IDS。IDS 奠定了网状数据库系统的基础,并在当时得到了广泛的应用。1971 年,美国 CODASYL(Conference on Data Systems Languages,数据库系统语言研究会)中的 DBTG(Data Base Task Group,数据库任务组)提出了一个著名的 DBTG 报告,对网状数据模型和语言进行了定义,并在 1978 年和 1981 年又做了修改和补充。因此,网状数据模型又称为 CODASYL 模型或 DBTG 模型。

在 20 世纪 70 年代,曾经出现过大量的网状数据库系统。比较著名的有 Cullinet 公司的 IDMS、Honeywell 公司的 IDSII、Univac 公司的 DMS1100、HP 公司的 IMAGE 等。在数据库技术的发展史上,网状数据库系统占有重要地位。

(2) 层次数据库系统

层次数据库系统是紧随网状数据库系统出现的。现实世界中很多事物是按层次组织起来的,层次数据模型的提出就是为了模拟这种按层次组织起来的事物。

最著名的层次数据库系统是1969年IBM公司研制的IMS(Information Management System),迄今为止已经发展到IMS9。这个具有40多年历史的数据库系统在如今的Web应用中仍扮演着新的角色。

2. 第二代:关系数据库系统

第二代数据库的主要特征是支持关系数据模型。1970年,IBM公司的E. F. Codd发表了题为“大型共享数据库数据的关系模型”的论文,提出了数据库的关系模型,为关系数据库技术奠定了理论基础,并因此获得了1981年的ACM图灵奖。

关系模型建立在数学中“关系”的基础上,有坚实的关系代数作基础。对用户而言,关系数据库就是一组二维表。这种直观明了的数据组织形式很快就得以推广使用。

在20世纪70年代及80年代的前半期,数据库研究人员集中围绕关系数据库进行了大量的研究开发工作,关系数据库迅速得到广泛的应用。到目前为止,数据库技术的研究与应用绝大多数以关系数据库为基础。

最典型的数据库系统有SQL Server、Oracle、DB2、MySQL等。

3. 第三代:以面向对象模型为主要特征的数据库系统

从20世纪80年代以来,由于数据库技术自身的发展以及与相关技术的有机结合,衍生出了一系列新型的数据库系统,统称为第三代数据库系统。第三代数据库系统的一个共同特点是支持面向对象模型,因此又称为以面向对象模型为主要特征的数据库系统。

第三代数据库系统继承了传统数据库的理论和技術,但又不是传统的数据库;在整体概念、技术内容、应用领域,甚至基本原理都有了重大的发展和变化,从而成为当今数据库大家族的重要成员。而传统数据库在理论和技術上发展得最为成熟、应用效果最好、应用面最广泛,其核心技术、基本原理、设计方法和应用经验等仍然是整个数据库技术发展和应用的基础。

第三代数据库系统类型很多,下面仅举几例,即可窥见一斑。

(1) 分布式数据库

物理上分布在不同的地方,通过网络互联,逻辑上可以看作一个完整的数据库称为分布式数据库。分布式数据库是数据库技术与网络技术相结合的产物,是数据库领域的重要分支。

分布式数据库的研究始于20世纪70年代中期。世界上第一个分布式数据库系统SDD-1是由美国计算机公司于1979年在DEC计算机上实现。20世纪90年代以来,分布式数据库系统进入商品化应用阶段,传统的关系数据库产品均发展成以计算机网络及多任务操作系统为核心的分布式数据库产品,同时分布式数据库逐步向客户机/服务器模式和浏览器/服务器模式发展。

现已有专门的分布式数据库管理系统产品,目前主流的数据库管理系统(如SQL Server、Oracle、DB2等)都支持分布式数据库事务处理服务。

(2) 多媒体数据库

多媒体数据库是数据库技术与多媒体技术结合的产物。多媒体数据库提供了一系列用来存储图像、音频和视频的对象类型,能够更好地对多媒体数据进行存储、管理和查询。

(3) 工程数据库

工程数据库是一种能存储和管理各种工程设计图形和工程设计文档,并能为工程设计提供各种服务的数据库。它主要应用于 CAD/CAM、CIM、CASE 等工程应用领域。

(4) 空间数据库

空间数据是用于表示空间物体的位置、形状、大小和分布特征等诸方面信息的数据,适用于描述所有二维、三维和多维分布的关于区域的现象。而空间数据库系统是描述、存储和处理空间数据及其属性数据的数据库系统。

(5) 实时数据库

为了获得对更新与查询极快的响应,满足实时应用的需要,将数据库和实时系统两者的概念、技术、方法和机制进行无缝结合产生了实时数据库。实时数据库就是其数据和事务都有显式定时限制的数据库,在时间的约束条件下保证共享数据的一致性;数据的正确性不仅依赖于逻辑结果,而且依赖于逻辑结果的产生时间和导出结果所使用数据的时间一致性。

实时数据库主要应用在时间要求非常严格、数据量非常大的生产工控中。当今广泛使用的实时数据库只有三个产品:美国 OSI 公司的 PI、美国 Honeywell 公司的 PHD 和美国 AspenTech 公司的 IP21。

1.2 数据库系统基础

本节首先介绍数据库常用术语,然后分析数据库的系统结构。

1.2.1 常用术语

1. 数据模型

数据模型(Data Model)是数据库结构的基础,是用来描述数据的一组概念和定义。数据模型有三要素:数据结构、数据操作、数据约束条件。

(1) 数据结构 是所研究的对象类型的集合,是对系统静态特性的描述。

(2) 数据操作 是对数据库中各种对象(型)的实例(值)允许执行的操作的集合,包括操作及相关的操作规则。如操作有检索、插入、删除、修改,操作规则有优先级别等。数据操作是对系统动态特性的描述。

(3) 数据约束条件 一组完整性规则的集合。也就是说,对于具体的应用必须遵循特定的语义约束条件,以保证数据的正确、有效和相容。例如,学生信息中,要求性别只能取“男”或“女”,分数只能取 0~100 的数值等,这些要求可以通过建立数据的约束条件来实现。

2. 数据库

数据库(DataBase, DB)是长期存储在计算机外存上有结构、可共享的数据集合。数据库中的数据按照一定的数据模型描述、组织和存储,具有较小的冗余度、较高的数据独立性和可扩展性,并可以为多个用户共享。

根据数据库管理系统的类型,数据库可以分成两类:桌面型数据库和网络数据库。

(1) 桌面型数据库

Access、FoxPro 等数据库管理系统创建的数据库被称为桌面型数据库,其主要特点如下。

- ① 主要运行在个人计算机上,操作系统通常为桌面型操作系统,如 Windows XP 等。
- ② 没有或只提供有限的网络应用功能。
- ③ 提供功能较弱的数据库管理工具和功能较强的前端开发工具。
- ④ 管理简单,使用方便。
- ⑤ 主要应用于小型的数据库系统,满足日常小型办公需要。

桌面型数据库并不是不能应用于网络环境。对于并发用户数不多和安全性能要求不高的场合,使用桌面型数据库可以体现出管理简单、使用方便的优势。目前,许多小型的 Web 站点背后的数据库就是 Access。

(2) 网络数据库

网络数据库的主要特点如下。

- ① 运行在网络操作系统之上,如 Windows 2000 Server、UNIX、Linux Server 等。
- ② 具有强大的网络功能和分布式功能,可以根据具体的情况组合成各种模式。
- ③ 一般来说,数据库系统管理工具、前端开发工具和后台数据库是可以分离的。
- ④ 技术先进,功能强大。
- ⑤ 具有完备的数据库安全性。

3. 数据库管理系统

数据库管理系统(DataBase Management System, DBMS)是指数据库系统对数据库进行管理的软件系统,是数据库系统的核心组成部分,数据库的一切操作,如查询、更新、插入、删除以及各种控制,都是通过 DBMS 进行的。

DBMS 是位于用户(或应用程序)和操作系统之间的系统软件。DBMS 是在操作系统支持下运行的,借助于操作系统实现对数据的存储和管理,使数据能被各种不同的用户所共享,保证用户得到的数据是完整的、可靠的。DBMS 与用户之间的接口称为用户接口,它提供给用户可使用的数据库语言。

DBMS 种类很多,功能与性能方面存在一定的差异。但是,一般说来,所有 DBMS 都具有以下 4 个基本功能。

(1) 数据定义功能 用户可以通过 DBMS 提供的数据定义语言对数据库的数据对象进行定义。

(2) 数据操纵功能 用户可以通过数据操纵语言实现对数据库的查询、插入、修改、删

除等操作。

(3) 数据库运行管理 管理数据库的运行是 DBMS 运行时的核心工作。所有访问数据库的操作都要在 DBMS 的统一管理下进行,以保证数据的安全性、完整性、一致性以及多用户对数据库的并发使用。

(4) 数据库的建立和维护 建立数据库,包括数据库初始数据的输入与数据转换等。维护数据库,包括数据库的转储与恢复、数据库的重组与重构造、性能的监控与分析等。

数据库管理系统总是基于某种数据模型的,因此将数据库管理系统视为某种数据模型在计算机系统上的具体实现。

4. 应用程序

可以利用各种开发工具开发满足特定应用环境的数据库应用程序。根据应用程序的运行模式,应用程序开发工具可以分成两类:一是用于开发客户机/服务器模式中的客户端程序,如 Visual Basic、Visual C++、PowerBuilder 等;二是用于浏览器/服务器模式中的服务端程序,如 ASP.NET 等。

5. 数据库系统相关人员

数据库系统相关人员是数据库系统的重要组成部分,分为三类:数据库管理员、应用程序开发人员和最终用户。

(1) 数据库管理员 负责数据库的建立、使用和维护的专门人员。

(2) 应用程序开发人员 开发数据库应用程序的人员,可以使用数据库管理系统的所有功能。

(3) 最终用户 一般来说,最终用户是通过应用程序使用数据库的人员。最终用户无需自己编写应用程序。

6. 数据库系统

数据库系统(DataBase System, DBS)是由硬件系统、数据库管理系统、数据库、数据库应用程序、数据库系统相关人员等构成的人-机系统,是指带有数据库的整个计算机系统,如图 1.2.1 所示。

过去,数据库公司提供的产品仅仅是 DBMS。随着数据库公司向面向应用的系统集成转型,产品往往是一整套网络数据库应用解决方案,包括 DBMS、数据库应用服务器、开发工具套件等。

从严格意义上来说,数据库、数据库管理系统、数据库系统三者的含义是有区别的,但是在许多场合往往不作严格区分,希望读者不要误解。

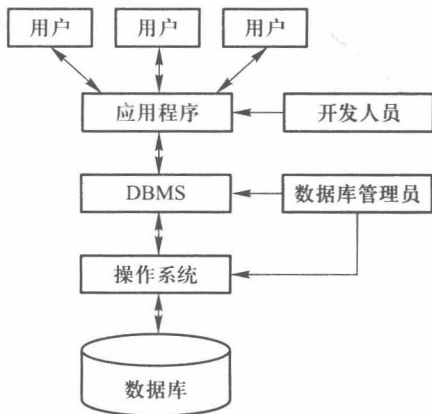


图 1.2.1 数据库系统

1.2.2 数据库三级模式结构

目前世界上有大量的数据库系统正在运行,其类型和规模可能相差很大,但其体系结构却是大体相同的。一般都遵循美国国家标准委员会(American National Standards Institute, ANSI)下属的标准计划和要求委员会(Standards Planning and Requirements Committee, SPARC)于1978年提出的一个有关数据库标准的报告,简称为SPARC报告。该报告指出,数据库系统应具有三级模式的结构,由外模式、模式和内模式三级构成,如图1.2.2所示。

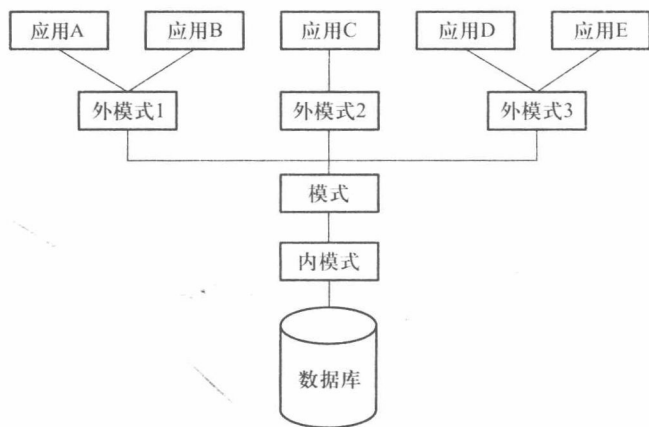


图 1.2.2 数据库系统三级模式结构

1. 外模式

外模式,又称子模式,是用户级数据库,是用户看到和使用的数据库,又称为用户视图。一个数据库可有多个不同的用户视图,每个用户视图由数据库的某一部分抽象表示组成。

外模式是保证数据库安全性的一个有力措施,每个用户只能看见和访问数据库中对应外模式中的数据,而其余数据是不可见的。

2. 模式

模式,又称为概念模式,介于外模式和内模式之间,是所有用户视图的最小并集,是数据库管理员看到和使用的数据库,又称为DBA视图。一个数据库系统只存在一个DBA视图,把数据库作为一个整体的抽象表示。

概念模式把用户视图有机地结合成一个整体,综合平衡考虑所有用户要求,实现数据的一致性,最大限度降低数据冗余,准确反映数据间的联系。

3. 内模式

内模式又称为存储模式,是物理级数据库,它描述数据的实际存储组织,又称为内部视