



高等职业院校

技能型紧缺人才培养培训系列教材

数据库开发基础

(计算机应用与软件技术专业)

主编 耿 骞 汤艳莉



高等教育出版社

高等职业院校

技能型紧缺人才培养培训系列教材

数据库开发基础

(计算机应用与软件技术专业)

主编 耿 骞 汤艳莉

高等教育出版社

内容提要

本书根据教育部《职业院校计算机应用和软件技术专业领域技能型紧缺人才培养培训指导方案》编写。

本书全面、通俗地介绍了 SQL Server 2000 管理和应用的最新技术。主要内容包括：数据库系统与 SQL Server、SQL Server 2000 的配置与工具、数据库管理、数据表的设计与使用、数据的操作、T-SQL 语言、数据库的查询与索引、数据库完整性与并发控制、存储过程与触发器、安全管理、数据库文件管理、ODBC 与网络环境下的数据库使用、数据分析服务等。为方便读者学习，本书对数据库管理系统的一些基本概念和理论也作了介绍，读者即使没有该方面的基础，也可以轻松地使用本书。本书的目标是将一个从未接触过数据库的新手带入 SQL Server 2000 神秘的殿堂，使之熟练运用并掌握这方面的技术。

本书通过一个贯穿全书的 CRM（客户关系管理）系统实例，使内容更为生动、直观，便于读者快速地学习和掌握。本书适合五年制高等职业院校计算机专业及相关专业的师生阅读，亦适于企业管理人员、数据库管理员和开发人员使用。

图书在版编目（CIP）数据

数据库开发基础/耿骞，汤艳莉主编. —北京：高等教育出版社，
2004.7

ISBN 7-04-015160-X

I.数... II.①耿... ②汤... III.数据库系统—高等学校：
技术学校—教材 IV.TP311.13

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2004）第 044926 号

策划编辑	李 波	责任编辑	焦建虹	封面设计	刘晓翔	责任绘图	尹 莉
版式设计	范晓红	责任校对	康晓燕	责任印制	杨 明		

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 010-82028899

购书热线 010-64054588
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所
印 刷 中国农业出版社印刷厂

开 本 787×1092 1/16
印 张 22.75
字 数 550 000

版 次 2004 年 7 月第 1 版
印 次 2004 年 7 月第 1 次印刷
定 价 28.00 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

出版说明

为了贯彻《国务院关于推进职业教育改革与发展的决定》的精神，促进职业教育更好地适应社会主义现代化建设对生产、服务第一线技能型人才的需要，教育部、劳动和社会保障部、国防科工委、信息产业部、交通部、卫生部联合发出了关于实施“职业院校制造业和现代服务业技能型紧缺人才培养培训工程”的通知。

根据“工程”的精神，教育部、信息产业部联合推出了《高等职业教育计算机应用与软件技术专业领域技能型紧缺人才培养指导方案》，对职业教育教学改革提出了新的要求，即职业教育是就业教育，要按照职业教育本身所固有的规律，在借鉴国内外成功经验的基础上，建立具有鲜明职业教育特点的课程体系。方案强调照顾学生的经验，强调合作与交流，强调多种教学方式交替使用，强调教师是学生学习过程的组织和对话伙伴。

为了帮助职业学校教师理解新的教学理念，更好地实施技能型紧缺人才培养计划，在深刻理解新的教学指导方案的基础上，高等教育出版社率先出版一套计算机应用与软件技术专业领域教材，以期帮助教师理解方案和组织教学，其特点有：

1. 借鉴国外先进的职业教育经验

研究了国外职业教育的各种模式，如英国的 BTEC 模式，印度的 NIIT 模式，澳大利亚的 TAFE 模式等，学习借鉴这些模式的优秀之处，又不拘泥于某种模式。

2. 协作式学习方式

强调以学生的团队学习为主，学生分成小组共同就某些问题进行讨论。同时认为学习与思考同等重要。在有限的时间内，使学生最大限度地掌握技能，并掌握自主学习的方法，为其今后的知识和能力拓展打下良好的基础。通过这种方法，有效地培养学生的沟通能力，如口头表达能力、书面表达能力、理解他人的能力和发表自己见解的能力。

3. 采用项目教学法组织教材

通过项目的活动过程培养学生的分析问题能力，团队精神，法律意识，沟通能力。每个项目相对较小，使学生对单个项目的学习过程不会太长，以减少学生的学习难度，提高学习兴趣。

4. 精心组织教材开发队伍

邀请教育专家、计算机专家、企业人士、职教教师共同参与项目开发，特别注意吸收双师型教师参加。

5. 根据项目特点设计课程解决方案

教材的组织是一个项目的解决方案，不是知识的细化，不以教会学生知识为目标，而以帮助学生掌握项目实施过程为目的。

6. 提供分层教学

书中实训指导、作业编排有一定梯度，以适应不同类别、不同能力学生的需要。

7. 配套完备的教学解决方案

教材出版的同时，与之配套的电子教案及与教材相关的素材将通过“网站：<http://sv.hep.com.cn>”公布，供任课教师免费下载。

通过以上方式，高等教育出版社将为职业院校师生提供精良的教学服务，有不完备的地方也欢迎广大的职业院校的师生给予批评指正。

高等教育出版社

2004年5月

前 言

为配合教育部“技能型紧缺人才培养培训工程”的实施,高等教育出版社组织教育专家、职业教育一线的骨干教师、企业的工程技术人员和培训工程师,根据技能型人才培养模式的要求编写了一套适用于职业教育的教材。教材在形式上按项目进行组织,在内容上主要选择生产生活中实用的案例展开讲解,使职业技能训练与常规教学活动有机结合。教材出版的同时,与本书相配套的电子教案及与教材相关的素材将通过“网站: <http://sv.hep.com.cn>”公布,供任课教师免费下载。

SQL Server 是基于 Windows NT/2000 操作系统的重要后台数据库,从早期的 6.0、6.5 和 7.0 版本的推广和普及,SQL Server 广泛地应用于我国众多的企业中。与 SQL Server 7.0 版本相比,SQL Server 2000 扩展了 7.0 版的性能,增强了可靠性、质量和易用性,增加了新的功能,从而成为大规模联机事务处理 (OLTP)、数据仓库和电子商务应用程序的优秀数据库平台。作为功能强大的后台数据库管理系统,SQL Server 越来越多地被应用于目前的各类管理信息系统开发和企业信息系统建设中。所以,学习和掌握 SQL Server 的有关内容并在实际工作中熟练使用 SQL Server 系统,已成为越来越多读者的需要。

本书系统、详实地介绍了 SQL Server 2000 的体系结构 and 应用原理并结合实例由浅入深地进行讲述,具有很强的操作性和实用性。全书由 13 章组成。第 1 章简要介绍数据管理与数据库管理系统、关系模型和关系数据库以及 SQL Server 的结构与安装方法;第 2 章介绍 SQL Server 2000 的配置与工具;第 3 章在讲述系统数据库的基础之上,介绍用户数据库的创建和数据库的操作;第 4 章阐述数据表的设计及相关的基本概念(如关系和模型等)以及数据表的创建、修改和删除;第 5 章介绍数据的操作;第 6 章介绍 T-SQL 语言;第 7 章讲述数据库的查询与索引;第 8 章介绍数据库完整性的概念与类型、约束、规则、缺省对象、触发器和并发控制;第 9 章介绍存储过程的基本概念、创建、编译和操作以及触发器的创建和操作;第 10 章介绍安全管理的机制,对服务器、用户、角色和权限的管理;第 11 章介绍事务日志及数据的备份、还原和复制;第 12 章介绍 ODBC 与网络环境下的数据库使用;第 13 章介绍数据分析服务的内容、SQL Server 2000 数据仓库技术、OLAP 服务和数据挖掘。

与其他众多的介绍 SQL Server 的书籍不同,为方便读者学习,本书用适当的篇幅,对数据库管理系统的一些基本概念和基本知识也作了介绍,如关系演算、关系数据库理论、关系规范化、数据库系统设计的过程等,因而学习本书只要求读者具有计算机操作的基本技能和计算机系统的基本知识。在教学安排上,使用本书只要求完成先修课程“计算机基础”或“计算机操作”。虽然数据库管理系统课程对本书内容的学习和掌握有很大的帮助,但不要求必须先修该课程。

本书同时面向 SQL Server 的初学者和已有一定数据库基础的读者。作者在写作时力求使文字通俗易懂，图例丰富。在介绍有关的内容和知识时，通过一个贯穿全书的 CRM（客户关系管理）系统实例，使内容更为生动、直观，便于读者理解、快速学习和掌握。书中所有的操作步骤和操作过程都经过实际运行。

本书既可以作为五年制高等职业院校计算机专业及相关专业的教材，也供企业管理人员、数据库管理员、开发人员等学习参考。

本书由耿骞、汤艳莉主编，参加编写工作的有刘畅、张敏、王洋、侯玉芳、邓瑞丰、龚芳、徐争荣、史梦圆、毛瑞、耿崇、张菁和何儒云。华胜天成公司的 SUN 培训讲师程喜荣审阅了全书，就本书的概念、用法及实例的应用提出了很好的意见，并从工程应用的角度给出了建议，使本书实用性更强，在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中难免存在一些不足和遗漏之处，欢迎读者批评、指正。

作者

2004 年 3 月

目 录

第 1 章 数据库系统与 SQL Server	1	习题	42
1.1 数据管理与数据库管理系统	1	第 3 章 数据库管理	43
1.1.1 文件系统管理时期和数据库 系统管理时期	1	3.1 数据库的文件类型	43
1.1.2 数据库系统	2	3.2 系统数据库	43
1.1.3 数据库管理系统	3	3.2.1 master 数据库	44
1.2 关系模型与关系数据库	4	3.2.2 tempdb 数据库	45
1.2.1 关系模型	4	3.2.3 model 数据库	45
1.2.2 数据演算	4	3.2.4 msdb 数据库	45
1.2.3 关系数据库	7	3.3 用户数据库的创建	45
1.3 SQL Server 的结构与安装	7	3.3.1 创建前的准备工作	45
1.3.1 SQL Server 的发展	7	3.3.2 使用向导创建数据库	46
1.3.2 SQL Server 的运行环境	8	3.3.3 使用企业管理器创建 数据库	50
1.3.3 SQL Server 的数据结构	8	3.3.4 使用 T-SQL 语句创建 数据库	52
1.3.4 SQL Server 2000 的新特性	10	3.4 数据库的操作	53
1.3.5 SQL Server 2000 的安装	14	3.4.1 数据库信息的显示	53
习题	22	3.4.2 数据库的修改	55
第 2 章 SQL Server 2000 的配置与 工具	23	3.4.3 数据库的删除	57
2.1 SQL Server 2000 的启动和 服务	23	习题	58
2.1.1 SQL Server 2000 的配置	23	第 4 章 数据表的设计与使用	59
2.1.2 启动和停止 SQL Server	24	4.1 数据表的设计	59
2.1.3 SQL Server 服务	27	4.1.1 数据表及相关概念	59
2.2 服务管理器	28	4.1.2 数据表的关系规范	62
2.3 服务器网络实用工具	29	4.1.3 数据库的设计过程	63
2.4 客户端网络实用工具	30	4.1.4 数据库的逻辑设计	65
2.5 企业管理器	33	4.1.5 AGENTCRM 系统数据 库设计	66
2.5.1 企业管理器的作用	33	4.2 数据表的创建	70
2.5.2 企业管理器的运行	33	4.2.1 创建数据表	70
2.6 查询分析器	37	4.2.2 修改数据表结构	74
2.6.1 查询分析器的作用	37	4.3 数据表信息的查看	83
2.6.2 查询分析器的使用	38	4.4 数据表的修改	85
2.7 联机丛书	41	4.5 数据表的删除	87

4.6 视图	89	6.4.3 变量	136
4.6.1 视图的概念	89	6.4.4 批和脚本	136
4.6.2 视图的作用	89	6.4.5 流控制语言	137
4.6.3 创建视图	90	6.4.6 函数	140
4.6.4 视图的查看、修改与 删除	96	习题	146
4.7 临时表	98	第7章 数据库的查询与索引	149
习题	99	7.1 界面操作实现查询	149
第5章 数据的操作	100	7.1.1 查看表的全部数据	149
5.1 添加数据	101	7.1.2 查看表的部分数据	150
5.1.1 使用菜单添加数据	101	7.1.3 指定查询条件的查询	151
5.1.2 使用 T-SQL 语句添加 数据	105	7.2 SELECT 查询语句	154
5.2 修改数据	107	7.2.1 SELECT 语句说明	154
5.2.1 使用菜单修改数据	107	7.2.2 简单查询	154
5.2.2 使用 T-SQL 语句修改 数据	108	7.2.3 常用集合函数	158
5.3 删除数据	109	7.2.4 嵌套查询	159
5.3.1 使用菜单删除数据	109	7.2.5 分组查询	159
5.3.2 使用 T-SQL 语句删除 数据	110	7.2.6 查询结果排序	160
习题	111	7.2.7 连接查询	161
第6章 T-SQL 语言	113	7.2.8 合并数据集	162
6.1 数据定义语言 DDL	113	7.2.9 查询结果保存	163
6.1.1 CREATE 语句	113	7.3 索引	163
6.1.2 ALTER 语句	117	7.3.1 聚簇索引和非聚簇索引	163
6.1.3 DROP 语句	117	7.3.2 索引的创建、维护和 删除	164
6.2 数据控制语言 DCL	118	7.4 全文索引	171
6.2.1 GRANT 语句	119	7.4.1 全文索引的创建	171
6.2.2 REVOKE 语句	121	7.4.2 全文查询	176
6.2.3 DENY 语句	122	7.4.3 全文索引的维护和删除	178
6.3 数据操纵语言 DML	124	习题	178
6.3.1 SELECT 语句	124	第8章 数据库完整性与并发控制	180
6.3.2 INSERT 语句	125	8.1 完整性的概念与类型	180
6.3.3 UPDATE 语句	125	8.2 约束	181
6.4 附加的语言元素	130	8.2.1 完整性约束及类型	181
6.4.1 数据类型	130	8.2.2 缺省约束的设置	182
6.4.2 标识符与运算符	133	8.2.3 检查约束的设置	186
		8.2.4 惟一约束的设置	188
		8.2.5 主键约束的设置	192
		8.2.6 外键约束的设置	193

8.3 规则	193	10.1.2 混合登录模式	223
8.4 缺省对象	194	10.1.3 设置安全模式	223
8.5 触发器	195	10.1.4 创建登录	225
8.5.1 触发器的功能	195	10.2 用户管理	228
8.5.2 触发器的类型	196	10.2.1 用户与登录名	228
8.6 数据库的并发控制	196	10.2.2 创建数据库用户	229
8.6.1 并发控制的作用	196	10.2.3 guest 用户	230
8.6.2 锁及其类型	197	10.2.4 删除用户	231
8.6.3 两段锁协议	199	10.3 角色管理	231
8.6.4 SQL Server 中的并发 构架	201	10.3.1 角色的作用	231
习题	201	10.3.2 系统服务器角色和系统 数据库角色	232
第 9 章 存储过程与触发器	202	10.3.3 添加服务器角色成员	233
9.1 存储过程的基本概念	202	10.3.4 为数据库角色添加成员	234
9.1.1 存储过程的作用	202	10.3.5 创建数据库角色	236
9.1.2 存储过程的优点	202	10.3.6 删除数据库角色	237
9.1.3 系统存储过程	203	10.4 权限管理	238
9.2 存储过程的创建与编译	203	10.4.1 权限及类型	238
9.2.1 存储过程的设计	203	10.4.2 服务器权限	238
9.2.2 使用 T-SQL 语言创建存储 过程	204	10.4.3 对象权限	238
9.2.3 存储过程创建示例	205	10.4.4 语句权限	243
9.2.4 存储过程的编译	209	10.4.5 暗示性权限	246
9.3 存储过程的操作	210	习题	246
9.3.1 执行存储过程	210	第 11 章 数据库文件管理	247
9.3.2 查看存储过程	212	11.1 事务和事务日志	247
9.3.3 删除存储过程	213	11.1.1 事务概述	247
9.4 触发器的创建	213	11.1.2 事务日志	249
9.4.1 触发器的基本概念	213	11.1.3 非日志作业	250
9.4.2 触发器的创建	214	11.1.4 检查点	250
9.4.3 触发器创建示例	216	11.2 备份	251
9.5 触发器的操作	218	11.2.1 备份和还原概述	251
9.5.1 查看和修改触发器	218	11.2.2 备份的方法	252
9.5.2 删除触发器	219	11.2.3 创建备份设备	253
习题	220	11.2.4 执行备份	254
第 10 章 安全管理	222	11.3 还原	260
10.1 服务器的安全管理	222	11.3.1 还原方法	260
10.1.1 Windows 登录模式	222	11.3.2 执行数据库还原	261
		11.4 复制	265

11.4.1 数据库复制概述	265	13.1.3 数据挖掘概述	302
11.4.2 复制前的准备——配置发布 与分发	268	13.2 SQL Server 2000 的数据 仓库技术	303
11.4.3 快照复制	272	13.2.1 数据仓库的结构	303
习题	284	13.2.2 数据仓库模型	304
第 12 章 ODBC 与网络环境下的数据 库使用	286	13.2.3 数据集市	305
12.1 开放数据库互连	286	13.3 SQL Server 2000 的 OLAP 服务	305
12.1.1 概述	286	13.3.1 数据源的建立	305
12.1.2 ODBC 的体系结构	286	13.3.2 多维数据集	309
12.1.3 连接 ODBC 数据源	287	13.3.3 维的管理	322
12.2 基于 XML 的 Web 访问	291	13.3.4 多维数据集的角色管理	330
12.2.1 概述	292	13.4 SQL Server 2000 的数据 挖掘	338
12.2.2 使用 HTTP 访问 SQL Server 2000	292	13.4.1 数据挖掘的方法	339
习题	297	13.4.2 关系数据库中的数据 挖掘	340
第 13 章 数据分析服务	299	13.4.3 多维数据集中的数据 挖掘	347
13.1 数据分析服务的内容	299	习题	351
13.1.1 数据仓库	299		
13.1.2 联机分析处理	300		

第 1 章

数据库系统与SQL Server

Microsoft SQL Server 2000 是微软于 2000 年 10 月发布的一个关系数据库管理系统。作为 1999 年发布的 SQL Server 7.0 的更新版本, SQL Server 2000 具有更强的功能,成为大规模联机事务处理、数据仓库和电子商务应用的数据库平台。它可以满足各类企业客户的需要,是一套完整的数据库和数据分析解决方案。

1.1 数据管理与数据库管理系统

1945 年,第一台电子计算机产生。当时的计算机主要应用于科学计算领域。随着计算机技术的发展,20 世纪 50 年代之后,计算机技术逐步进入商业和金融领域,人们开始利用计算机进行数据管理。计算机数据管理经历了两个时期,即文件系统管理时期和数据库系统管理时期。

1.1.1 文件系统管理时期和数据库系统管理时期

1. 文件系统管理时期

最初的数据管理通过文件系统实现。计算机处理的各种数据存放在各自的文件里,使用数据时将文件打开,把文件中的数据读到内存中,使用完后将结果写入文件。这样的数据存放方式有明显的不足,即无法对数据进行有效的统一管理,具体表现在:

① 应用程序的设计者需要对所使用文件的逻辑结构和物理结构都有清楚的了解。这给应用程序的开发带来一定的难度,程序员要为所用的每个文件都写好相应的接口,结果增加了编程工作量,导致应用程序开发效率降低。

② 对文件结构的修改将导致对应用程序的修改,使应用程序的维护工作量加大。

③ 在数据管理中,为了充分发挥计算机的效率,一般都允许多个程序“同时”运行,即并发访问,这样可以充分利用数据库资源,而文件系统一般不支持并发访问。

④ 基于文件系统的数据管理使得人们在数据的安全性和保密性方面难以采取有效的措施。

2. 数据库系统管理时期

针对以上缺点,人们开发了以统一管理数据和共享数据为主要特征的系统,即数据库系

统。1964 年,美国通用电气公司成功开发出第一个数据库系统——IDS(Integrated Data Store),从而奠定了网状数据库的基础。1969 年,IBM 推出第一个层次模型的数据库系统——IMS(Information Management System)。与文件系统相比,数据库系统有一系列的优点,具体表现在以下几个方面:

(1) 数据结构化

在文件系统中,用户要访问数据,就必须了解文件的存储格式、记录的结构等。而在数据库系统中,数据库系统为用户处理了具体的细节,向用户提供非过程化的数据库语言,用户只要提出需要什么数据,而不必关心如何获得这些数据。对数据的管理完全由数据库系统来实现。

(2) 数据冗余度小

数据库系统克服了文件系统的数据库冗余问题。数据库设计时,设计人员综合考虑数据管理的需要,把它们集成为一个逻辑模式,每个逻辑数据项只存储一次,避免了数据冗余。

(3) 数据共享

数据库系统允许多个应用程序同时访问数据库中的相同数据,充分支持数据共享。为了支持数据共享,数据库系统提供并发控制机制,保证多个用户或者多个应用程序同时更新数据库时能得到正确的结果。

(4) 数据独立

在文件系统中,数据结构和应用程序是相互依赖的,任何一方的改变都会影响另一方的改变。而在数据库系统中,这种依赖性很小,数据和程序具有相对独立性。数据库的建立通过数据模型来描述,与使用数据的程序无关。这样,应用程序的编写不再考虑数据的描述和存储问题,减少了应用程序的维护和修改工作。

(5) 完善的数据控制

关系数据库管理系统提供了对数据的安全性控制、完整性控制、并发控制及数据库恢复等功能。其中,数据库的安全性控制目的在于保护数据库的任何部分都不会受到恶意侵害或未经授权的存取和修改;完整性是指数据的有效性、正确性和相容性,即控制数据在一定范围内有效,或要求数据和数据之间满足一定的关系;并发控制使得多个用户可以同时访问数据库,甚至可以同时访问同一个表中的不同记录,这样极大地提高了计算机系统资源的使用效率;数据库恢复保障系统可以在出现硬件或软件故障时,把数据库恢复到正常的状态。

1.1.2 数据库系统

数据库系统(Database System, DBS)提供了对数据进行有效处理的方法。它由四大部分组成:数据库(Database, DB)、数据库管理系统(Database Management System, DBMS)、数据库应用程序和数据库管理员(Database Administrator, DBA)。

数据库是按照一定数据模型组织在一起,能为多个应用程序共享,与应用程序相对独立的相互关联的数据集合。

数据库管理系统是位于用户与操作系统之间的数据管理软件。数据库在建立、运用和维护时由数据库管理系统统一管理、统一控制。数据库管理系统使用户能方便地定义数据和操纵数据,并能够保证数据的安全性、完整性、多用户对数据的并发使用及发生故障后的系统恢复。

数据库管理系统具有数据库定义功能、数据存取功能、数据库运行管理、数据库组织、存储和管理以及性能优化功能。

数据库应用系统是在数据库管理系统支持下运行的计算机应用系统，通常由数据库系统、应用程序和反映实际情况的数据构成。数据库应用程序与 DBMS 进行通信，访问 DBMS 中的数据。数据库应用程序是一个允许用户插入、修改、删除并报告数据库中数据的程序。传统上数据库应用程序是由程序员用程序设计语言编写的。近年来出现了多种面向对象的数据库应用程序开发工具，这些工具可以简化使用 DBMS 的过程，并且不需要专门编程。

数据库管理员是负责数据库的建立、使用和维护的专门的人员。

1.1.3 数据库管理系统

数据库管理系统是用于描述、管理和维护数据库的程序系统，是数据库系统的核心组成部分。它建立在操作系统的基础上，对数据库进行统一的管理和控制。

1. 数据库管理系统的组成

(1) 数据定义语言及其翻译处理程序

数据定义语言(Data Definition Language, DDL)供用户定义数据库的模式、内模式、外模式、各级模式间的映射、有关的约束条件等。用 DDL 定义的外模式、模式和内模式分别称为源外模式、源模式和源内模式，各种模式翻译程序负责将它们翻译成相应的内部表示，即生成目标外模式、目标模式和目标内模式。这些目标模式描述的是数据库的框架，而不是数据本身。描述存放在数据字典中，作为 DBMS 存取和管理数据的基本依据。

(2) 数据操纵语言及其解释程序

数据操纵语言(Data Manipulation Language, DML)用来实现对数据库的检索、插入、修改、删除等基本操作。

(3) 系统运行控制程序

系统运行控制程序负责数据库运行过程中的控制与管理，包括系统启动程序、文件读写与维护程序、存取路径管理程序、缓冲区管理程序、安全性控制程序、完整性检查程序、并发控制程序、事务管理程序、运行日志管理程序等。

(4) 实用程序

实用程序包括数据初始装入程序、数据转储程序、数据库恢复程序、性能监测程序、数据库再组织程序、数据转换程序、通信程序等。

2. 数据库管理系统的功能

(1) 数据定义

数据定义包括定义构成数据库结构的模式、内模式和外模式，定义各个外模式与模式之间的映射、模式与内模式之间的映射以及有关的约束条件。

(2) 数据操纵

数据操纵包括对数据库数据的检索、插入、修改和删除等基本操作。

(3) 数据库运行管理

包括对数据库进行并发控制、安全性检查、完整性约束条件的检查和执行、数据库的内部

维护(如索引、数据字典的自动维护)等,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) 数据组织、存储和管理

包括对数据字典、用户数据、存取路径等数据进行分门别类地组织、存储和管理,确定文件结构和存取方式以及如何实现数据之间的联系,以便提高存储空间利用率,提高随机查找和顺序查找以及增、删、改等操作的时间效率。

(5) 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、性能的监视与分析等。

(6) 数据通信接口

DBMS 提供与其他软件系统进行通信的功能(如提供与其他系统的接口),从而将数据转换为另一个系统能够接受的格式,或者接收其他 DBMS 或文件系统的数据库。

1.2 关系模型与关系数据库

1.2.1 关系模型

数据模型是对客观事物及其联系的数据化描述。在数据库系统中,对现实世界中数据的抽象、描述和处理等都是通过数据模型来实现的。数据模型是数据库系统设计中用于提供信息表示和操作手段的形式构架,是数据库系统实现的基础。目前,数据库系统支持的数据模型有 3 种,即层次模型、网状模型和关系模型。层次模型是用树型结构来表示实体之间的联系;网状模型的结构是无条件限制的无向图;关系模型通过二维表来表示实体和实体之间的联系。

关系模型建立在数学概念的基础上,应用关系代数和关系演算等方法处理数据。从用户观点来看,关系模型下数据的逻辑结构是二维表,每一个关系为一张二维表,相当于一个文件,实体间的联系均通过关系来进行描述。关系模型具有以下特点:

① 概念简单。在关系模型中,实体与实体之间的联系均以关系来表示。关系之间的联系通过相容(来自同一个域)的属性来表示。这样的表示逻辑清晰,易于理解。

② 规范化。规范化是指在关系模型中,关系必须满足一定的给定条件,最基本的要求是关系中的每一个分量都是不可分的数据项。

由于关系模型概念简单、清晰,并建立在严密的数学理论基础之上,以此为基础的程序开发及数据建立方法得到了广泛的应用,关系模型已经成为数据库管理系统中的主流模型。

1.2.2 数据演算

早期的关系操作可用两种方式来表示:关系代数与关系演算。现在已经证明这两种方式是等价的。如果使用关系代数来表示关系操作,其操作的对象是关系,操作的结果也是关系。常

用的关系操作有两类：传统的集合运算和专门的关系运算。

1. 传统的集合运算

(1) 并

设关系 r 和关系 s 具有相同的目 n (即两个关系都有 n 个属性), 且相应的属性取自同一个域, 则关系 r 与关系 s 的并(Union)由属于 r 或属于 s 的元组组成, 其结果关系仍为 n 目关系。记作

$$r \cup s = \{t | t \in r \vee t \in s\}$$

关系 r 、 s 的定义如下:

设有关系 r , 其中 a 、 b 、 c 是关系 r 的属性名, a_1 、 b_1 、 c_1 等分别是属性 a 、 b 、 c 的属性值, 关系 r 如表 1-1 所示。

表 1-1 关系 r

a	b	c
a_1	b_1	c_1
a_1	b_2	c_2
a_2	b_2	c_1

设有关系 s , 其中 a 、 b 、 c 是关系 s 的属性名, a_1 、 b_1 、 c_1 等分别是属性 a 、 b 、 c 的属性值, 关系 s 如表 1-2 所示。

表 1-2 关系 s

a	b	c
a_1	b_2	c_2
a_1	b_3	c_2
a_2	b_2	c_1

设关系 r 和 s 的定义如表 1-1 和表 1-2 所示, 则 $r \cup s$ 的并操作结果如表 1-3 所示。

表 1-3 $r \cup s$ 的结果

a	b	c
a_1	b_1	c_1
a_1	b_2	c_2
a_2	b_2	c_1
a_1	b_3	c_2

(2) 交

设关系 r 和关系 s 具有相同的目 n , 且相应的属性取自同一个域, 则关系 r 与关系 s 的交(Intersection)由既属于 r 又属于 s 的元组组成, 其结果关系仍为 n 目关系。记作

$$r \cap s = \{t | t \in r \wedge t \in s\}$$

设关系 r 、 s 的定义同上，则 $r \cap s$ 的结果如表 1-4 所示。

表 1-4 $r \cap s$ 的结果

a	b	c
a_1	b_2	c_2
a_2	b_2	c_1

(3) 差

设关系 r 和关系 s 具有相同的目 n ，且相应的属性取自同一个域，则关系 r 与关系 s 的差 (Difference) r/s (本书记作 $r-s$) 由属于 r 而不属于 s 的所有元组组成，其结果关系仍为 n 目关系。记作

$$r-s=\{t|t\in r\wedge t\notin s\}$$

设关系 r 、 s 的定义同上， $r-s$ 的结果如表 1-5 所示。

表 1-5 $r-s$ 的结果

a	B	c
a_1	b_1	c_1

(4) 广义笛卡儿积

该类运算将关系看做是元组的集合。两个分别为 n 目和 m 目的关系 r 和 s 的广义笛卡儿积 (Extended Cartesian) 是一个 $(n+m)$ 属性元组的集合。元组的前 n 属性是关系 r 的元组，后 m 属性是关系 s 的元组。则关系 r 和关系 s 的广义笛卡儿积有 $n \times m$ 个元组。记作

$$r \times s = \{ (r_1, \dots, r_n, s_1, \dots, s_m) | (r_1, \dots, r_n) \in r \wedge (s_1, \dots, s_m) \in s \}$$

设关系 r 、 s 的定义同上，则关系 r 、 s 的广义笛卡儿积结果如表 1-6 所示。

表 1-6 $r \times s$ 的结果

a	b	c	a	b	c
a_1	b_1	c_1	a_1	b_2	c_2
a_1	b_1	c_1	a_1	b_3	c_2
a_1	b_1	c_1	a_2	b_2	c_1
a_1	b_2	c_2	a_1	b_2	c_2
a_1	b_2	c_2	a_1	b_3	c_2
a_1	b_2	c_2	a_2	b_2	c_1
a_2	b_2	c_1	a_1	b_2	c_2
a_2	b_2	c_1	a_1	b_3	c_2
a_2	b_2	c_1	a_2	b_2	c_1