



工业和信息化人才培养规划教材
Industry And Information Technology Training Planning Materials

Technical And Vocational Education

高职高专计算机系列

SQL Server 2008 数据库应用技术

SQL Server 2008 Database
Technology

张素青 孙杰 ◎ 主编

曹路舟 张倩 李继蕊 范乃英 冯艳茹 ◎ 副主编



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



工业和信息化部
Industry And Information Technology Training Planning Materials

Technical And Vocational Education
高职高专计算机系列

SQL Server 2008 数据库应用技术

SQL Server 2008 Database
Technology

张素青 孙杰 © 主编

曹路舟 张倩 李继蕊 范乃英 冯艳茹 © 副主编



人民邮电出版社

北京

图书在版编目(CIP)数据

SQL Server 2008数据库应用技术 / 张素青, 孙杰主
编. — 北京: 人民邮电出版社, 2013.10
工业和信息化人才培养规划教材. 高职高专计算机系
列
ISBN 978-7-115-32373-6

I. ①S… II. ①张… ②孙… III. ①关系数据库系统
— 高等职业教育—教材 IV. ①TP311.138

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第218872号

内 容 提 要

Microsoft 公司的 SQL Server 2008 数据库管理系统是当前中小企业首选的数据库解决方案。本书以 SQL Server 2008 关系数据库管理系统为平台,以案例教学法为编写主线,介绍了 SQL Server 2008 数据库系统的基本原理和数据库应用技术。

本书以学生选课系统作为教学案例,以网上书店系统作为实训案例,每章采用“学习要点—内容示例—归纳总结—习题实训”的结构体系。最后一章以一个具体的项目案例开发设计过程,将数据库原理知识与实际数据库开发结合在一起。

本书可以作为高职高专、成人教育的计算机相关专业的教材,也可作为从事计算机软件工作的科技人员和工程技术人员及其他相关人员的培训教材或参考书。

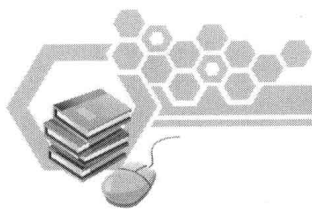
-
- ◆ 主 编 张素青 孙 杰
 - ◆ 副 主 编 曹路舟 张 倩 李继蕊 范乃英 冯艳茹
 - 责任编辑 王 威
 - 执行编辑 范博涛
 - 责任印制 杨林杰

 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号
 邮编 100061 电子邮件 315@ptpress.com.cn
 网址 <http://www.ptpress.com.cn>
 北京中新伟业印刷有限公司印刷

 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
 印张: 18.75 2013年10月第1版
 字数: 480千字 2013年10月北京第1次印刷
-

定价: 39.80 元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223
反盗版热线: (010)67171154



随着计算机技术的飞速发展,数据库技术的应用已经扩展到各个领域,不仅在传统的商业领域、管理领域和金融领域发挥着主要作用,而且在非传统领域如工程领域、多媒体技术领域等也起着关键作用。数据库技术是信息技术和信息产业的基础。

高等职业技术教育以就业为导向,培养市场需要的人才。目前,许多中小企业在数据库应用中使用 SQL Server 数据库平台,高职高专学生的就业主要面向这些单位,因此掌握这门技术是非常必要的。学习这门课程后,学生可以成为企业数据库系统管理员,也可以为软件开发做后台数据库设计与维护。

本书每章开头都有教学目标,每章末附有本章实训和课后作业,供学生及时理解并总结本章内容。

全书共 13 章,第 1 章数据库系统概述,主要讲授了数据库的基本概念、数据库技术的发展及数据模型、数据库设计的步骤;第 2 章讲授了 SQL Server 2008 的安装过程以及管理和开发工具;第 3 章介绍了数据库及其创建与管理;第 4 章介绍了数据表的创建与管理;第 5 章为 SQL Server 的数据查询;第 6 章介绍了视图和索引的概念、管理与应用;第 7 章介绍了 Transact-SQL 编程;第 8 章为存储过程;第 9 章为触发器;第 10 章介绍了 Transact-SQL 的高级应用,包括事务、游标;第 11 章介绍数据库的安全管理方面的知识;第 12 章介绍了数据库的备份与恢复;第 13 章通过一个银行业务系统的项目实例,对本书内容做了一个回顾和总结。

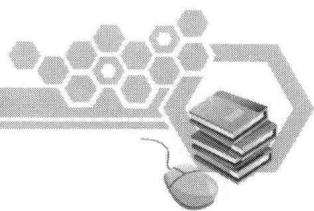
本书由张素青和孙杰担任主编,池州职业技术学院曹路舟、河南经贸职业学院张倩、河南职业技术学院李继蕊、河南财政税务高等专科学校范乃英、济源职业技术学院冯艳茹任副主编。李继蕊编写了本书的第 1 章、第 2 章,范乃英编写了本书的第 3 章和第 4 章,张素青编写了第 5 章和第 13 章,刘磊编写了第 6 章和第 7 章,乔陆编写了第 8 章和第 9 章,张大鹏编写了第 10 章和第 11 章,祁慧敏编写了第 12 章。

由于编者水平有限,书中不妥之处在所难免,衷心希望广大读者批评指正。

编 者

2013 年 5 月

目 录

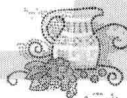


第 1 章 数据库系统概述 1	2.2.1 SQL Server 2008 的应用环境..... 48
1.1 数据库技术的基本概念..... 1	2.2.2 SQL Server 2008 的安装..... 49
1.2 数据库技术的发展阶段..... 4	2.3 SQL Server 的管理工具..... 59
1.2.1 人工管理阶段..... 4	本章小结..... 63
1.2.2 文件系统管理阶段..... 4	实训项目..... 63
1.2.3 数据库系统管理阶段..... 5	网上书店数据库系统..... 63
1.3 数据库系统的结构..... 6	第 3 章 数据库管理 65
1.3.1 数据库系统模式..... 6	3.1 SQL Server 2008 数据库概念..... 65
1.3.2 数据库系统的三级模式结构..... 6	3.1.1 系统数据库..... 65
1.3.3 数据库的二级映像..... 8	3.1.2 数据库文件分类..... 66
1.4 数据模型..... 9	3.1.3 数据库文件组..... 67
1.4.1 信息的三种世界及其描述..... 9	3.2 创建数据库..... 67
1.4.2 数据模型的组成要素..... 10	3.2.1 使用 SQL Server Management Studio 创建数据库..... 68
1.4.3 常见的数据模型..... 11	3.2.2 使用 T-SQL 语句创建数据库..... 69
1.4.4 概念模型..... 11	3.3 管理数据库..... 71
1.4.5 数据库的类型..... 15	3.3.1 选择数据库..... 71
1.5 关系数据库..... 18	3.3.2 查看数据库..... 71
1.5.1 关系模型及其定义..... 19	3.3.3 修改数据库..... 72
1.5.2 关系代数..... 23	3.3.4 收缩数据库..... 74
1.5.3 关系数据库规范化理论..... 27	3.3.5 删除数据库..... 76
1.6 数据库设计..... 34	3.3.6 分离与附加数据库..... 76
1.6.1 数据库设计的步骤..... 34	本章小结..... 78
1.6.2 数据库设计的实例..... 41	实训项目..... 78
本章小结..... 43	网上书店数据库的创建与管理..... 78
实训项目..... 44	课后习题..... 79
网上书店数据库系统..... 44	
课后习题..... 44	
第 2 章 SQL Server 2008 概述 46	第 4 章 数据库表的管理 80
2.1 SQL Server 2008 简介..... 46	4.1 表相关的几个概念..... 80
2.2 SQL Server 2008 的安装..... 48	4.1.1 数据完整性..... 80
	4.1.2 主键和外键..... 81



4.2 设计表	81	5.3.1 使用集合函数进行数据统计	115
4.2.1 表的设计要素	81	5.3.2 使用 GROUP BY 子句	116
4.2.2 数据类型	82	5.3.3 使用 COMPUTE BY 子句	117
4.2.3 约束	86	5.4 多表连接查询	118
4.2.4 表的设计实例	87	5.4.1 交叉连接	119
4.3 创建表	89	5.4.2 内连接	119
4.3.1 使用 SQL Server Management Studio 创建表	89	5.4.3 外连接	121
4.3.2 使用 T-SQL 语句创建表	90	5.4.4 自连接	122
4.4 表的管理和维护	92	5.5 合并结果集	123
4.4.1 查看表的定义信息	92	5.6 子查询	124
4.4.2 修改表	93	5.6.1 比较子查询	124
4.4.3 删除表	96	5.6.2 IN 子查询	125
4.4.4 查看表之间的依赖关系	96	5.6.3 批量比较子查询	126
4.5 表数据的添加、修改和删除	97	5.6.4 EXISTS 子查询	127
4.5.1 向表中添加数据	97	5.6.5 在 INSERT、UPDATE、DELETE 语句中使用子查询	128
4.5.2 修改表中的数据	98	本章小结	129
4.5.3 删除表中的数据	99	实训项目	129
4.6 导入和导出数据	99	项目 1: 在网上书店数据库中 进行简单查询	129
本章小结	104	项目 2: 在网上书店数据库查询中 使用集合函数	130
实训项目	104	项目 3: 在网上书店数据库查询中 使用连接查询和子查询	130
项目 1: 网上书店数据库中相关 表结构的创建	104	课后习题	130
项目 2: 在网上书店数据库数据 表中插入数据	105	第 6 章 视图和索引	132
项目 3: 网上书店数据库数据表的 导入与导出	107	6.1 视图的概述	132
课后习题	107	6.1.1 视图的基本概念	132
第 5 章 数据查询	108	6.1.2 视图的优点	133
5.1 SELECT 语句	108	6.2 定义视图	134
5.2 简单 SELECT 语句	109	6.2.1 使用 SQL Server Management Studio 创建视图	134
5.2.1 基本的 SELECT 语句	109	6.2.2 使用 T-SQL 语句创建视图	135
5.2.2 使用 INTO 子句	111	6.3 视图的维护	136
5.2.3 使用 WHERE 子句	112	6.3.1 查看视图的定义信息	137
5.2.4 使用 ORDER BY 子句	114	6.3.2 查看视图与其他对象的 依赖关系	138
5.3 SELECT 语句的统计功能	115		

6.3.3 修改和删除视图	139	7.6.1 BEGIN...END 语句块	166
6.4 通过视图操纵表数据	141	7.6.2 IF-ELSE 语句	166
6.4.1 通过视图修改数据	141	7.6.3 CASE 表达式	167
6.4.2 使用 INSERT 插入数据	141	7.6.4 WAITFOR 语句	170
6.4.3 使用 UPDATE 更新数据	142	7.6.5 WHILE 语句	170
6.4.4 使用 DELETE 删除数据	143	7.7 用户自定义函数	172
6.5 索引	144	7.7.1 用户自定义函数的创建	172
6.5.1 索引概述	144	7.7.2 用户自定义函数的 修改和删除	175
6.5.2 索引的分类	145	本章小结	175
6.5.3 创建索引	145	实训项目	176
6.5.4 查看索引	149	项目 1: 在 SQL 编辑器中编辑与 执行 SQL 语句	176
6.5.5 修改索引	151	项目 2: 创建与执行用户 自定义函数	176
6.5.6 删除索引	152	课后习题	176
本章小结	152	第 8 章 存储过程	178
实训项目	153	8.1 存储过程概述	178
项目 1: 在网上书店数据库中 创建视图并维护使用	153	8.1.1 存储过程基本概念	179
项目 2: 在网上书店数据库中 创建索引并查看维护	153	8.1.2 存储过程的类型	179
课后习题	153	8.1.3 存储过程的作用	180
第 7 章 Transact-SQL 编程	155	8.2 创建和执行存储过程	180
7.1 批处理	155	8.2.1 创建和执行不带参数的存储过程	180
7.2 注释	156	8.2.2 创建和执行带输入参数的 存储过程	183
7.3 常量和变量	157	8.2.3 创建和执行带输出参数的 存储过程	186
7.3.1 常量	157	8.3 管理存储过程	188
7.3.2 局部变量	157	8.3.1 查看存储过程	188
7.3.3 全局变量	158	8.3.2 修改存储过程	188
7.4 运算符和表达式	159	8.3.3 删除存储过程	189
7.4.1 运算符	159	8.3.4 存储过程的重命名	189
7.4.2 表达式	160	本章小结	190
7.5 函数	161	实训项目	190
7.5.1 字符串函数	161	项目 1: 在网上书店数据库中使用 一般存储过程	190
7.5.2 日期函数	162		
7.5.3 数学函数	163		
7.5.4 系统函数	164		
7.6 流程控制语句	166		



项目 2: 在网上书店数据库使用带 输入输出参数的存储过程	191	10.2.3 打开游标	220
项目 3: 在网上书店数据库中删除 存储过程	191	10.2.4 使用游标	221
课后习题	191	10.2.5 关闭和释放游标	222
第 9 章 触发器	192	本章小结	224
9.1 触发器概述	192	实训项目	224
9.1.1 触发器的概念	192	项目 1: 在网上书店数据库中 进行一个事务处理	224
9.1.2 触发器的类型与优点	193	项目 2: 在网上书店数据库中 使用游标打印图书表	225
9.2 创建和应用触发器	193	课后习题	225
9.2.1 INSERT 触发器	195	第 11 章 安全管理	226
9.2.2 UPDATE 触发器	197	11.1 安全管理结构	226
9.2.3 DELETE 触发器	199	11.2 服务器安全管理	228
9.2.4 INSERTED 表和 DELETED 表	201	11.2.1 身份验证模式	228
9.3 管理触发器	205	11.2.2 管理登录用户	229
9.3.1 查看触发器的定义	205	11.2.3 管理固定服务器角色	234
9.3.2 修改触发器	206	11.3 数据库安全管理	236
9.3.3 删除触发器	207	11.3.1 管理数据库用户	237
本章小结	208	11.3.2 管理数据库角色	240
实训项目	208	11.4 权限管理	244
项目 1: 在网上书店数据库中 创建 INSERT 触发器	208	11.4.1 权限类型	244
项目 2: 在网上书店数据库中 使用触发器	208	11.4.2 使用 SSMS 管理权限	246
项目 3: 在网上书店数据库中 删除触发器	208	11.4.3 使用 T-SQL 管理权限	247
课后习题	209	本章小结	248
第 10 章 T-SQL 高级应用	210	实训项目	248
10.1 事务	210	项目 1: 创建登录账户	248
10.1.1 事务的特性	211	项目 2: 创建数据库用户	249
10.1.2 事务的分类	212	课后习题	249
10.1.3 事务的处理	212	第 12 章 数据库的备份和恢复	250
10.2 游标	218	12.1 备份与恢复的基本概念	250
10.2.1 游标的概念	218	12.1.1 备份策略的制定	250
10.2.2 声明游标	219	12.1.2 备份与恢复的方式	251
		12.2 备份数据库	253
		12.2.1 使用 SQL Server Management Studio 备份数据库	253



12.2.2 使用 T-SQL 语句备份数据库258

12.2.3 备份压缩260

12.3 恢复数据库261

12.3.1 恢复数据库的准备工作261

12.3.2 使用 SQL Server Management Studio 恢复数据库262

12.3.3 使用 T-SQL 语句恢复数据库263

12.3.4 时间点恢复266

12.4 建立自动备份的维护计划267

本章小结268

实训项目269

项目 1: 创建与管理备份设备269

项目 2: 使用 SQL Server Management Studio 备份与恢复数据库269

项目 3: 使用 T-SQL 语句备份与恢复数据库269

课后习题270

第 13 章 项目案例272

13.1 案例分析272

13.1.1 需求概述272

13.1.2 问题分析272

13.2 项目设计275

13.2.1 数据库设计275

13.2.2 创建库、创建表、创建约束276

13.2.3 插入测试数据280

13.2.4 编写 SQL 语句实现银行的日常业务280

13.2.5 创建、使用视图283

13.2.6 使用存储过程实现业务处理284

13.2.7 利用事务实现转账289

参考文献292

第1章

数据库系统概述

本章目标:

- 了解数据库技术的相关概念、发展历程、常用数据库系统和数据库系统的结构
- 了解数据模型的定义、分类和关系数据库的相关理论知识;掌握常用的关系操作运算和 E-R 图的设计过程
- 掌握 1NF、2NF、3NF 及 BCNF 的定义和关系数据库的规范化理论
- 了解数据库的设计步骤;掌握数据库设计的实际应用

1.1 数据库技术的基本概念

1. 信息

信息是通过符号(如文字和图像等)、信号(如有某种含义的动作和光电信号等)等具体形式表现出来的内容。信息由意义和符号组成,它是对客观世界中各种事物的变化和特征的反映,是客观事物之间相互作用和联系的表征,是客观事物经过感知或认识后的再现,是事物运动的状态和方式。

信息的十大基本特征:可量度、可识别、可转换、可存储、可处理、可传递、可再生、可压缩、可利用、可共享。

信息与人类认识物质世界和自身成长的历史息息相关。人类社会之所以如此丰富多彩,都是因为信息和信息技术一直持续进步的必然结果!信息技术是研究信息的获取、传输和处理的技术,由计算机技术、通信技术、微电子技术、传感技术结合而成,有时也叫做“现代信息技术”。也就是说,信息技术是利用计算机进行信息处理,利用现代电子通信技术从事信息采集、存储、加工、利用以及相关产品制造、技术开发、信息服务的新学科,数据即是信息的载体。

2. 数据

数据(Data)是载荷或记录信息的按一定规则排列组合的物理符号,可以是数字、

文字、图像，也可以是计算机代码。对信息的接收始于对数据的接收，对信息的获取只能通过对数据背景的解读。数据背景是接收者针对特定数据的信息准备，即当接收者了解物理符号序列的规律，并知道每个符号和符号组合的指向性目标或含义时，便可以获得一组数据所载荷的信息，即数据转化为信息，可以用公式“数据+背景=信息”表示。

在计算机系统中，各种字母、数字符号的组合，语音，图形，图像等统称为数据，数据经过加工后就成为信息。在计算机科学中，数据是指所有能输入计算机并被计算机程序处理的符号的介质的总称，是用于输入电子计算机进行处理，具有一定意义的数字、字母、符号和模拟量等的通称，是组成信息系统的最基本要素。

3. 数据库

数据库 (DataBase, DB) 是一个长期存储在计算机内的、有组织的、有共享的、统一管理的数据集合。它是一个按数据结构来存储和管理数据的计算机软件系统。数据库的概念实际包括以下两层意思。

(1) 数据库是一个实体，它是能够合理保管数据的“仓库”，用户在该“仓库”中存放要管理的事物数据，“数据”和“库”两个概念结合成为数据库。

(2) 数据库是数据管理的新方法和技术，它能更合适地组织数据、更方便地维护数据、更严密地控制数据和更有效地利用数据。

严格地说，数据库是存储在一起的相关数据的集合，这些数据是结构化的，无有害的或不必要的冗余，并为多种应用服务；数据的存储独立于使用它的程序；对数据库插入新数据，修改和检索原有数据均能按一种公用和可控制的方式进行。当某个系统中存在结构上完全分开的若干数据库时，则该系统包含一个“数据库集合”。

4. 数据库管理系统

数据库管理系统 (DataBase Management System) 是一种操纵和管理数据库的大型软件，用于建立、使用和维护数据库，缩写为 DBMS。它对数据库进行统一的管理和控制，以保证数据库的安全性和完整性。用户通过 DBMS 访问数据库中的数据，数据库管理员也通过 DBMS 进行数据库的维护工作。它可使多个应用程序和用户用不同的方法在同时或不同时刻去建立、修改和询问数据库。DBMS 提供数据定义语言 DDL (Data Definition Language) 与数据操作语言 DML (Data Manipulation Language)，供用户定义数据库的模式结构与权限约束，实现对数据的追加、删除等操作。

按功能划分，数据库管理系统大致可分为以下 6 个部分。

(1) 模式翻译：提供数据定义语言 (DDL)。用它书写的数据库模式被翻译为内部表示。数据库的逻辑结构、完整性约束和物理储存结构保存在内部的数据字典中。数据库的各种数据操作 (如查找、修改、插入和删除等) 和数据库的维护管理都是以数据库模式为依据的。

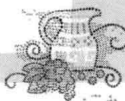
(2) 应用程序的编译：把包含着访问数据库语句的应用程序，编译成在 DBMS 支持下可运行的目标程序。

(3) 交互式查询：提供易使用的交互式查询语言，如 SQL。DBMS 负责执行查询命令，并将查询结果显示在屏幕上。

(4) 数据的组织与存取：提供数据在外围储存设备上的物理组织与存取方法。

(5) 事物运行管理：提供事物运行管理及运行日志，事物运行的安全性监控和数据完整性检查，事物的并发控制及系统恢复等功能。

(6) 数据库的维护：为数据库管理员提供软件支持，包括数据安全控制、完整性保障、数据



库备份、数据库重组以及性能监控等维护工具。

5. 数据语言

数据库中数据语言分两类：数据定义语言和数据操纵语言。

数据定义语言（Data Definition Language, DDL）是 SQL 语言集中负责数据结构定义与数据库对象定义的语言，由 CREATE、ALTER 与 DROP 三个语法所组成，最早是由 Codasyl（Conference on Data Systems Languages）数据模型开始，现在被纳入 SQL 指令中作为其中一个子集。目前大多数的 DBMS 都支持对数据库对象的 DDL 操作，部分数据库（如 PostgreSQL）可把 DDL 放在交易指令中，也就是它可以被撤回（Rollback）。较新版本的 DBMS 会加入 DDL 专用的触发程序，让数据库管理员可以追踪来自 DDL 的修改。

数据操纵语言（Data Manipulation Language, DML）供用户实现对数据的追加、删除、更新、查询等操作，即增（insert）、删（delete）、改（update）、查（select）操作语句。

6. 数据库管理员

数据库管理员（DataBase Administrator, DBA），是一个负责管理和维护数据库服务器的人。数据库管理员负责全面管理和控制数据库系统。这个职位对不同的人意味着不同的意义。

一个小的软件开发工作室和一个分工高度明细的大公司相比，DBA 的职责更加宽泛一些。一个公司，不管它是自己开发应用软件，还是购买第三方的应用软件，只要涉及数据库，就需要确定是否雇佣一个或几个 DBA。知道 DBA 这个职位有哪些要求，对于企业内部这个职位的定义或者对于那些未来的 DBA 将是至关重要的。

数据库管理员的主要任务如下。

- 安装和升级数据库服务器（如 Oracle、Microsoft SQL Server），以及应用程序工具。
- 设计数据库系统存储方案，并制定未来的存储需求计划。
- 一旦开发人员设计了一个应用，就需要 DBA 来创建数据库存储结构。
- 一旦开发人员设计了一个应用，就需要 DBA 来创建数据库对象。
- 根据开发人员的反馈信息，必要的时候，修改数据库的结构。
- 登记数据库的用户，维护数据库的安全性。
- 保证数据库的使用符合知识产权相关法规。
- 控制和监控用户对数据库的存取访问。
- 监控和优化数据库的性能。
- 制定数据库备份计划，灾难出现时对数据库信息进行恢复。
- 维护适当介质上的存档或者备份数据。
- 备份和恢复数据库。
- 联系数据库系统的生产厂商，跟踪技术信息。

7. 数据库系统

数据库系统（DataBase Systems），是由数据库及其管理软件组成的系统。它是为适应数据处理的需要而发展起来的一种较为理想的数据处理的核心机构。它是一个实际可运行的存储、维护和应用系统提供数据的软件系统，是存储介质、处理对象和管理系统的集合体。

数据库系统一般由以下 4 个部分组成。

（1）数据库（DataBase, DB）是指长期存储在计算机内的，有组织，可共享的数据的集合。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 (Data Base Management System, DBMS) 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 4 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。第四类为数据库管理员 (Data Base Administrator, DBA)，负责数据库的总体性控制。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。

1.2 数据库技术的发展阶段

数据库发展阶段大致划分为如下几个阶段：人工管理阶段、文件系统管理阶段、数据库系统管理阶段。

1.2.1 人工管理阶段

20 世纪 50 年代中期之前，计算机的软硬件均不完善。硬件存储设备只有磁带、卡片和纸带，软件方面还没有操作系统，当时的计算机主要用于科学计算。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。由于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如下几点。

- 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。

人工管理阶段的程序与数据的关系如图 1.1 所示。

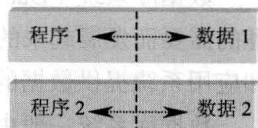
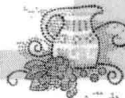


图 1.1 人工管理阶段

1.2.2 文件系统管理阶段

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）。



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。在文件系统阶段,数据以文件为单位存储在外存,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。

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。

文件系统阶段程序与数据的关系如图1.2所示。

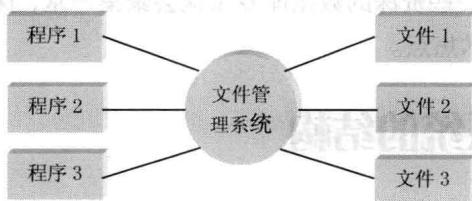


图 1.2 文件系统阶段

1.2.3 数据库系统管理阶段

20世纪60年代后,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。数据库技术有如下特点。

- 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。
- 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。
- 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。
- 程序和数据有较高的独立性。
- 具有良好的用户接口,用户可方便地开发和使用数据库。
- 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。

数据库系统阶段程序与数据的关系如图1.3所示。

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

的树结构为基础进行设计。

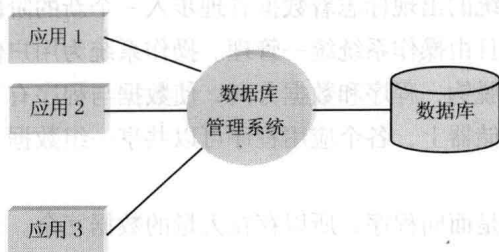


图 1.3 数据库系统阶段

随着信息管理内容的不断扩展，出现了丰富多样的数据模型（层次模型、网状模型、关系模型、面向对象模型、半结构化模型等），新技术也层出不穷（数据流、Web 数据管理、数据挖掘等）。目前每隔几年，国际上一些资深的数据库专家就会聚集一堂，探讨数据库研究现状、存在的问题和未来需要关注的新技术焦点。

1.3 数据库系统的结构

1.3.1 数据库系统模式

在数据模型中有“型”和“值”的概念。型是指对某一类数据的结构和属性的说明，值是型的一个具体赋值。例如：学生记录定义为（学号，姓名，性别，系别，年龄）这样的记录型；而（1011001，孙悟空，男，计算机系，20，花果山）则是该记录型的一个记录值。

模式（Scheme）是数据库中全体数据的逻辑结构和特征的描述，它仅仅涉及型的描述，不涉及具体的值。模式的一个具体值称为模式的一个实例（Instance）。同一个模式可以有很多实例。模式是相对稳定的，而实例是相对变动的，因为数据库中的数据是在不断更新的。模式反映的是数据的结构及其联系，而实例反映的是数据库某一时刻的状态。

当设计数据库时，对数据库的结构感兴趣，即模式；当应用数据库时，关心的是数据库中存在的数据库——实例（Instance）。数据库中的数据经常变化，而数据库的结构在一定时间范围内不会改变。数据库中结构的定义可以在多个抽象级别进行，形成多个级别的数据库模式。

虽然实际的数据库管理系统产品种类很多，它们支持不同的数据模型，使用不同的数据库语言，建立在不同的操作系统之上，数据的存储结构也各不相同，但它们在体系结构上通常都具有相同的特征，即采用三级模式结构（早期微型机上的小型数据库系统除外），并提供两级映像功能。

1.3.2 数据库系统的三级模式结构

美国国家标准委员会（ANSI）所属的标准计划和要求委员会（SPARC, Standards Planning And Requirements Committee）在 1975 年公布了关于数据库标准的报告，提出了数据库的三级组织结构，称为 SPARC 分级结构。三级结构对数据库的组织从内到外分为 3 个层次描述，分别称为内模式（物理模式或存储模式）、模式（逻辑模式或概念模式）、外模式（子模式或用户模式），如

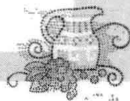


图 1.4 所示。

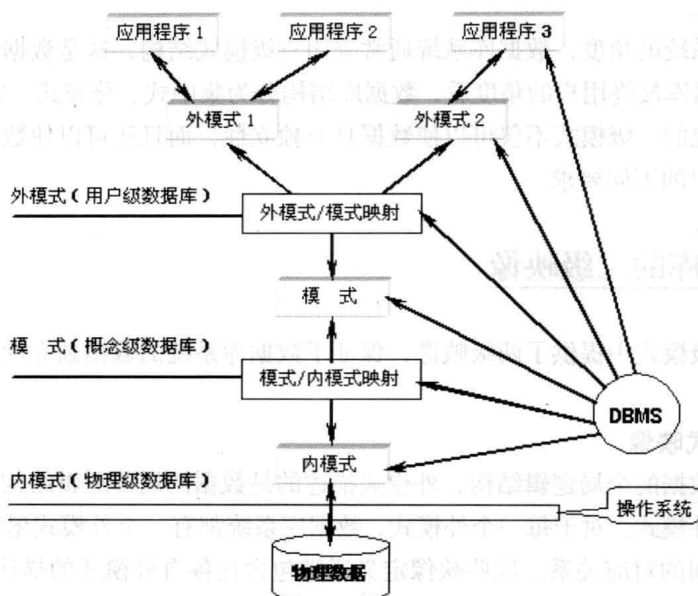


图 1.4 数据库的三级组织结构

1. 内模式 (Internal Schema) —— 物理模式或存储模式

内模式是指数据在数据库系统的内部表示,即对数据的物理结构/存储方式的描述,是低级描述,一般由数据库管理系统 (DBMS) 提供的语言或工具完成。要修改存储数据库的结构 (例如,用倒排文件代替多链表),那么仅仅需要把这些修改反映在存储模式中。

通常我们不关心内模式的具体技术实现,而是从一般组织的观点 (即概念模式) 或用户的观点 (外模式) 来讨论数据库的描述。但我们必须意识到基本的内模式和存储数据库的存在。

2. 模式 (Schema) —— 逻辑模式或概念模式

模式是对数据库中全体数据的逻辑结构和特性的描述,是所有用户的公共数据视图。数据库管理系统 (DBMS) 提供数据定义语言 DDL 来描述逻辑模式,严格定义数据的名称、特征、相互关系、约束等。

3. 外模式 (External Schema) —— 子模式或用户模式 (视图)

外模式是模式的子集或变形,是与某一应用有关的数据的逻辑表示。不同用户需求不同,看待数据的方式也可以不同,对数据保密的要求也可以不同,使用的程序设计语言也可以不同,因此不同用户的外模式的描述可以是不同的。

案例:民航售票系统包括处理航班程序和处理旅客程序。

案例分析:

(1) 程序的使用人员不必知道关于人事档案、丢失的行李、飞行员的航行分配等信息;

(2) 调度员可能需要知道关于航班、飞机和人事档案等信息 (如哪些飞行员有资格驾驶 747),但不必知道雇员的工资、旅客等信息。

所以可以为订票部门建立一个数据库视图,为调度部门建立另一个完全不同的视图。

需要注意的是,视图处理的数据并不实际存储在数据库中,而仅可以从逻辑数据库中构造出来。视图比 (逻辑) 模式的抽象级别更高。当用户希望通过访问视图得到年龄时, DBMS 翻译这

个要求，再从物理数据库上取出数据完成计算。切记：一个数据库只有一个模式，一个内模式，但可以有多个外模式。

从数据库管理系统的角度，数据库系统通常采用三级模式结构，这是数据库管理系统内部的结构。而从数据库最终用户的角度看，数据库结构分为集中式、分布式、客户/服务器和并行结构等。数据库系统的三级模式不仅可以使数据具有独立性，而且还可以使数据达到共享，使同一数据满足更多用户的不同要求。

1.3.3 数据库的二级映像

在图 1.4 的三级模式中提供了两级映像，保证了数据库系统的数据独立性，既物理独立性与逻辑独立性。

1. 外模式/模式映像

模式描述的是数据的全局逻辑结构，外模式描述的是数据的局部逻辑结构。对应于同一个模式可以有任意多个外模式。对于每一个外模式，数据库系统都有一个外模式/模式映像，它定义了该外模式与模式之间的对应关系。这些映像定义通常包含在各自外模式的描述中。

当模式改变时（如增加新的属性或关系、改变属性的数据类型等），有数据库管理员对各个外模式/模式的映像做相应改变，可以使外模式保持不变。应用程序是依据数据的外模式编写的，从而应用程序不必修改，保证了数据与程序的逻辑独立性，简称数据的逻辑独立性。

2. 模式/内模式映像

数据库中只有一个模式，也只有一个内模式，所以模式/内模式映像唯一的，它定义了数据库全局逻辑结构与存储结构之间的对应关系。例如，说明逻辑记录和字段在内部是如何表示的。该映像定义通常包含在模式描述中。当数据库的存储结构改变了（如选用了另一种存储结构），由数据库管理员对模式/内模式映像做相应改变，可以使模式保持不变，从而应用程序也不必改变。保证了数据与程序的物理独立性，简称数据的物理独立性。

在数据库的三级模式结构中，数据库模式即全局逻辑结构是数据库的中心和关键，它独立于数据库的其他层次。因此设计数据库模式结构时应首先确定数据库的逻辑模式。

数据库的内模式依赖于它的全局逻辑结构，但独立于数据库的用户视图（即外模式），也独立于具体的存储设备。它是将全局逻辑结构中所定义的数据结构及其联系按照一定的物理存储策略进行组织，以达到较好的时间与空间效率。

数据库的外模式面向具体的应用程序，它定义在逻辑模式之上，但独立于存储模式和存储设备。当应用需求发生较大变化，相应外模式不能满足其他视图要求时，该外模式就得做相应改动，所以设计外模式时应充分考虑到应用的扩充性。

特定的应用程序是在外模式描述的数据结构上编制的，它依赖于特定的外模式，与数据库的模式和存储结构独立。不同的应用程序有时可以共用同一个外模式。数据库的二级映像保证了数据库外模式的稳定性，从而从底层保证了应用程序的稳定性，除非应用需求本身发生变化，否则应用程序一般不需要修改。

数据与程序之间的独立性，使得数据的定义和描述可以从应用程序中分离出去。另外，由于数据的存取由数据库管理系统管理，用户不必考虑存取路径等细节，从而简化了应用程序的编制，大大减少了应用程序的维护和修改。