

计算机与信息技术专业应用教材

数据库原理与应用

——基于SQL Server 2000

(第2版)

李春葆 曾平 编著



清华大学出版社

TP311.138/275=2

2007

► 计算机与信息技术专业应用教材

数据库原理与应用
——基于 SQL Server 2000
(第2版)

李春葆 曾 平 编著

清华大学出版社

北京

内 容 简 介

数据库技术是目前 IT 行业中发展最快的领域之一, 已经被广泛应用于各种类型的数据处理系统之中。了解并掌握数据库知识已经成为对各类科技人员和管理人员的基本要求。

本书基于 SQL Server 2000 系统讨论数据库的原理和应用方法。全书分为 3 部分: 第 1 章~第 5 章介绍数据库的一般原理; 第 6 章~第 18 章介绍 SQL Server 2000 数据库管理方法; 第 19 章~第 21 章介绍 VB 6.0 环境下开发 SQL Server 2000 数据库应用系统的相关技术。每章都配有练习题, 书中还安排了 16 个上机实验供选做。

本书内容由浅入深, 循序渐进, 通俗易懂, 适合自学, 可作为各类院校相关专业及其他培训班的“数据库原理与应用”或“SQL Server 2000 应用系统开发”课程的教学用书, 对于计算机应用人员和计算机爱好者, 本书也是一本实用的自学参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签, 无标签者不得销售。

版权所有, 翻印必究。侵权举报电话: 010-62782989 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

数据库原理与应用: 基于 SQL Server 2000/李春葆, 曾平编著. —2 版
—北京: 清华大学出版社, 2007.11

ISBN 978-7-302-16335-0

I. 数... II. ①李...②曾... III. ①关系数据库—数据库管理系统,
SQL Server IV. TP311.138

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 163518 号

责任编辑: 刘秀青

责任校对: 李玉茹

责任印制: 科海

出版发行: 清华大学出版社

<http://www.tup.com.cn>

c-service@tup.tsinghua.edu.cn

社总机: 010-62770175

投稿咨询: 010-62772015

地 址: 北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编: 100084

邮购热线: 010-62786544

客户服务: 010-62776969

印 装 者: 北京市鑫山源印刷有限公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 185×260 印 张: 29.5

版 次: 2007 年 11 月第 2 版

印 数: 1~4 000

定 价: 39.80 元

字 数: 718 千字

印 次: 2007 年 11 月第 1 次印刷

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等印装质量问题, 请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话: (010) 82896445 转 8501 产品编号: 027600-01

前 言

数据库技术是目前IT行业中发展最快的领域之一，已经广泛应用于各种类型的数据处理系统之中。了解并掌握数据库知识已经成为对各类科技人员和管理人员的基本要求。目前，“数据库原理与应用”课程已逐渐成为普通高校各个专业本、专科学生的一门重要专业课程，本课程既具有较强的理论性，又具有很强的实践性。

作者针对SQL Server 2000的特点，总结多年项目开发的经验，以及丰富的教学经验，于2006年1月出版了《数据库原理与应用——基于SQL Server 2000》，获得了教师与学生的一致好评。本书在原版书的基础上，补充了新内容和新实例，修改了部分章节，使内容符合时代的发展，章节安排更加合理，讲解更加流畅。

本书基于SQL Server 2000系统讨论数据库的原理和应用方法。全书分为3部分，第1章～第5章介绍数据库的一般原理；第6章～第18章介绍SQL Server 2000数据库管理方法；第19章～第21章介绍VB 6.0环境下开发SQL Server 2000数据库应用系统的相关技术。具体内容如下：

第1章为数据库系统概述，第2章为数据模型，第3章为关系数据库，第4章为关系数据库规范化理论，第5章为数据库设计，第6章为SQL Server 2000系统概述，第7章为创建和使用数据库，第8章为创建和使用表，第9章为Transact-SQL，第10章为SQL高级使用，第11章为索引，第12章为视图，第13章为数据库完整性，第14章为存储过程，第15章为触发器，第16章为SQL Server的安全管理，第17章为数据备份与还原，第18章为数据转换，第19章为VB与数据库，第20章为使用DAO操作数据库，第21章为使用ADO操作数据库。每一章后都给出相应的练习题，书中还安排了16个上机实验供读者选做。

本书内容的讲解由浅入深，循序渐进，通俗易懂，适合自学，力求具有实用性、可操作性和简单性。书中提供了大量例题，有助于读者理解概念、巩固知识、掌握要点、攻克难点。

本书可以作为各类院校相关专业及其他培训班的“数据库原理与应用”或“SQL Server 2000应用系统开发”课程的教学用书，对于计算机应用人员和计算机爱好者，本书也是一本实用的自学参考书。

由于时间仓促，编者水平有限，书中难免出现错误和疏漏之处，敬请广大读者指正。

编 者
2007年10月

目 录

第1章 数据库系统概述	1	2.2.4 怎样设计E-R图	17
1.1 信息、数据和数据处理	1	2.3 数据库类型	19
1.1.1 信息与数据	1	2.3.1 层次模型	19
1.1.2 数据处理	2	2.3.2 网状模型	20
1.2 数据管理技术的发展	2	2.3.3 关系模型	21
1.2.1 人工管理阶段(20世纪50年代)	2	练习题2	23
1.2.2 文件系统阶段(20世纪60年代)	2	第3章 关系数据库	24
1.2.3 数据库系统阶段(20世纪60年代后期)	3	3.1 关系模型的基本概念	24
1.3 数据库系统的组成与结构	4	3.2 关系的数学定义	25
1.3.1 数据库系统的组成	4	3.3 关系代数	27
1.3.2 数据库系统体系结构	6	3.3.1 传统的集合运算	27
1.4 数据库管理系统	9	3.3.2 专门的关系运算	28
1.4.1 DBMS的主要功能	9	练习题3	30
1.4.2 DBMS的组成	10	第4章 关系数据库规范化理论	31
练习题1	11	4.1 问题的提出	31
第2章 数据模型	12	4.2 函数依赖	32
2.1 什么是数据模型	12	4.2.1 函数依赖的定义	32
2.1.1 数据的描述	13	4.2.2 函数依赖与属性关系	33
2.1.2 数据间联系描述	13	4.2.3 Armstrong公理	34
2.2 概念模型	13	4.2.4 闭包及其计算	35
2.2.1 信息世界中的基本概念	13	4.3 范式和规范化	36
2.2.2 实体间的联系方式	15	4.3.1 什么叫范式	36
2.2.3 实体-联系表示法(E-R方法)	15	4.3.2 范式的判定条件与规范化	36
		4.4 关系模式的分解	38
		4.4.1 模式分解中存在的问题	38
		4.4.2 无损分解的定义和性质	38

4.4.3 无损分解的测试方法.....	39	6.5.1 管理SQL Server服务器组.....	76
4.4.4 保持函数依赖的分解.....	39	6.5.2 注册SQL Server服务器.....	77
练习题4.....	40	6.6 SQL Server 2000的主要组件.....	77
第5章 数据库设计.....	42	6.6.1 联机丛书.....	78
5.1 数据库设计概述.....	42	6.6.2 企业管理器.....	78
5.2 需求分析.....	43	6.6.3 服务器网络实用工具和客户 网络实用工具.....	79
5.2.1 需求分析的步骤.....	43	6.6.4 查询分析器.....	80
5.2.2 需求分析的方法.....	45	6.6.5 导入和导出数据.....	80
5.3 概念结构设计.....	48	6.6.6 服务管理器.....	80
5.3.1 局部应用E-R模型设计.....	48	6.6.7 事件探查器.....	80
5.3.2 总体概念E-R模型设计.....	50	练习题6.....	81
5.4 逻辑结构设计.....	52	上机实验题1.....	81
5.5 物理结构设计.....	54	第7章 创建和使用数据库.....	82
5.6 数据库的实施和维护.....	54	7.1 查看数据库.....	82
练习题5.....	55	7.1.1 查看数据库.....	82
第6章 SQL Server 2000系统概述.....	57	7.1.2 查看关系图.....	85
6.1 SQL Server 2000系统简介.....	57	7.1.3 查看表的结构和内容.....	86
6.1.1 概况.....	57	7.1.4 查看视图.....	88
6.1.2 特性.....	58	7.1.5 查看存储过程.....	89
6.1.3 新增或增强功能.....	59	7.1.6 查看用户和角色.....	90
6.2 系统需求.....	61	7.1.7 数据库的其他组成部分.....	92
6.2.1 硬件需求.....	61	7.2 SQL Server数据库和文件.....	92
6.2.2 软件需求.....	62	7.2.1 文件和文件组.....	92
6.3 SQL Server 2000的安装.....	63	7.2.2 数据库存储结构.....	94
6.3.1 安装SQL Server 2000.....	63	7.2.3 事务日志.....	95
6.3.2 其他安装方式.....	66	7.3 创建数据库.....	96
6.3.3 从其他版本升级到SQL Server 2000.....	67	7.3.1 直接建立数据库.....	96
6.3.4 SQL Server 2000的配置选项.....	68	7.3.2 使用向导建立数据库.....	98
6.4 客户机/服务器体系结构.....	74	7.3.3 数据库的属性设置.....	99
6.5 SQL Server服务器的管理.....	76	7.3.4 数据库大小估算和收缩数据库	100

7.4 数据库更名.....	102	上机实验题4.....	176
7.5 删除数据库.....	102		
练习题7.....	103		
上机实验题2.....	103		
第8章 创建和使用表.....	104		
8.1 建立表.....	104		
8.2 修改表的结构.....	106		
8.3 建立数据库关系图.....	107		
8.4 删除表.....	108		
8.5 记录的新增和修改.....	110		
练习题8.....	111		
上机实验题3.....	111		
第9章 T-SQL.....	113		
9.1 SQL语言.....	113		
9.1.1 概述.....	113		
9.1.2 SQL语言的分类.....	114		
9.2 T-SQL基础.....	115		
9.2.1 查询分析器.....	115		
9.2.2 数据库的操作语句.....	117		
9.2.3 表的操作语句.....	122		
9.2.4 数据查询.....	124		
9.3 T-SQL程序设计基础.....	140		
9.3.1 标识符.....	140		
9.3.2 数据类型.....	143		
9.3.3 运算符.....	156		
9.3.4 变量.....	161		
9.3.5 批处理.....	164		
9.3.6 注释.....	165		
9.3.7 控制流语句.....	165		
9.3.8 函数.....	172		
练习题9.....	175		
		第10章 T-SQL高级应用.....	177
		10.1 SELECT高级查询.....	177
		10.1.1 数据汇总.....	177
		10.1.2 联接查询.....	182
		10.1.3 子查询.....	186
		10.1.4 在查询的基础上创建新表.....	191
		10.2 管理ntext、text和image数据.....	192
		10.2.1 检索ntext、text或image值.....	193
		10.2.2 修改ntext、text或image值.....	195
		10.3 事务处理.....	197
		10.3.1 事务分类.....	198
		10.3.2 显式事务.....	198
		10.3.3 自动提交事务.....	202
		10.3.4 隐式事务.....	203
		10.4 数据的锁定.....	204
		10.4.1 并发问题.....	204
		10.4.2 事务的隔离级别.....	206
		10.4.3 SQL Server中的锁定.....	207
		10.4.4 自定义锁.....	210
		10.5 使用游标.....	215
		10.5.1 游标的概念.....	215
		10.5.2 使用游标.....	216
		10.5.3 游标类型.....	221
		练习题10.....	222
		上机实验题5.....	222
		第11章 索引.....	223
		11.1 索引简介.....	223
		11.1.1 创建索引的原因.....	223
		11.1.2 建立索引应该考虑的问题.....	224

11.2 索引类型	226	12.5.2 使用sp_helptext存储过程查询 视图信息	254
11.2.1 B-树索引结构	226	12.6 视图的删除	255
11.2.2 聚集索引和非聚集索引	226	12.6.1 使用企业管理器删除视图	255
11.2.3 唯一索引和组合索引	230	12.6.2 使用T-SQL语句删除视图	256
11.3 创建索引	230	练习题12	257
11.3.1 通过企业管理器创建索引	230	上机实验题7	257
11.3.2 通过向导创建索引	233	第13章 数据库完整性	258
11.3.3 使用SQL语言创建索引	234	13.1 约束	258
11.3.4 创建索引的选项设置	236	13.1.1 PRIMARY KEY约束	258
11.3.5 创建索引的空间考虑	238	13.1.2 FOREIGN KEY约束	259
11.3.6 在视图和计算列上创建索引	239	13.1.3 UNIQUE约束	260
11.4 查看和删除索引	239	13.1.4 CHECK约束	261
11.4.1 使用企业管理器	239	13.1.5 列约束和表约束	262
11.4.2 使用SQL语言	240	13.2 默认值	263
练习题11	240	13.2.1 在创建表时指定默认值	263
上机实验题6	241	13.2.2 使用默认对象	264
第12章 视图	242	13.3 规则	268
12.1 视图概述	242	13.3.1 创建规则	268
12.2 创建视图	243	13.3.2 绑定规则	270
12.2.1 使用企业管理器创建视图	244	13.3.3 解除和删除规则	270
12.2.2 使用向导创建视图	245	练习题13	271
12.2.3 使用SQL语句创建视图	248	上机实验题8	271
12.3 使用视图	249	第14章 存储过程	272
12.3.1 使用视图进行数据检索	249	14.1 概述	272
12.3.2 通过视图修改数据	250	14.2 创建存储过程	272
12.4 视图的修改	251	14.3 执行存储过程	277
12.4.1 修改视图	251	14.4 存储过程的参数	278
12.4.2 重命名视图	252	14.5 存储过程的查看、修改和删除	280
12.5 视图信息的查询	254	练习题14	282
12.5.1 使用企业管理器查询视图 信息	254		

上机实验题9	282	第17章 数据备份与还原	310
第15章 触发器	283	17.1 备份和还原构架	310
15.1 概述	283	17.2 备份数据库	313
15.2 创建触发器	283	17.2.1 备份类型和常用备份策略	313
15.3 inserted表和deleted表	288	17.2.2 备份数据库中各种对象	314
15.4 使用触发器	289	17.3 数据库还原	325
15.5 修改触发器	291	17.3.1 数据库恢复模型	325
15.6 删除触发器	292	17.3.2 还原数据库备份	327
15.7 嵌套触发器	292	17.3.3 还原事务日志备份	331
练习题15	293	练习题17	332
上机实验题10	293	上机实验题12	332
第16章 SQL Server的安全管理	294	第18章 数据转换	333
16.1 SQL Server安全体系结构	294	18.1 DTS的基本概念	333
16.1.1 操作系统的安全性	294	18.2 数据的导入	334
16.1.2 SQL Server的安全性	295	18.3 数据的导出	336
16.1.3 数据库的安全性	295	练习题18	340
16.1.4 SQL Server数据库对象的 安全性	295	上机实验题13	340
16.2 SQL Server的验证模式	296	第19章 VB与数据库	341
16.2.1 NT验证模式	296	19.1 概述	341
16.2.2 混合验证模式	297	19.1.1 数据访问对象模型	341
16.2.3 NT验证模式对SQL Server 的影响	297	19.1.2 数据库的分类	341
16.2.4 设置验证模式	298	19.1.3 ODBC和数据源	343
16.3 账号和角色	299	19.2 常用的数据访问控件	345
16.3.1 服务器的登录账号	299	19.2.1 Data控件	345
16.3.2 数据库的用户	301	19.2.2 ADO Data控件	350
16.3.3 数据库角色	304	19.2.3 DataCombo控件	355
16.3.4 用户和角色的权限问题	308	19.2.4 DataGrid控件	357
练习题16	309	19.3 常用的高级用户界面控件	360
上机实验题11	309	19.3.1 ImageList控件	360
		19.3.2 TreeView控件	363
		19.3.3 ListView控件	369

19.3.4 公共对话框控件.....	376	20.6.2 Index对象的方法.....	401
练习题19.....	381	20.7 DAO编程实例.....	402
上机实验题14.....	381	练习题20.....	407
第20章 使用DAO操作数据库.....	382	上机实验题15.....	407
20.1 什么是DAO.....	382	第21章 使用ADO操作数据库.....	408
20.1.1 DAO操作数据库的步骤.....	383	21.1 ADO概述.....	408
20.1.2 DBEngine初始化数据库环境..	384	21.2 Connection对象.....	411
20.1.3 打开数据库.....	384	21.2.1 Connection对象的属性.....	413
20.1.4 打开数据集.....	385	21.2.2 Connection对象的方法.....	414
20.2 DBEngine对象.....	385	21.2.3 Connection对象的事件.....	416
20.2.1 DBEngine对象的属性.....	385	21.3 Recordset对象.....	418
20.2.2 DBEngine对象的方法.....	386	21.3.1 Recordset对象的属性.....	419
20.3 Workspace对象.....	387	21.3.2 Recordset对象的方法.....	425
20.3.1 Workspace对象的属性.....	387	21.3.3 Recordset对象的事件.....	436
20.3.2 Workspace对象的方法.....	388	21.4 Field对象.....	440
20.4 Database对象.....	390	21.4.1 Field对象的属性.....	440
20.4.1 Database对象的属性.....	390	21.4.2 Field对象的方法.....	443
20.4.2 Database对象的方法.....	391	21.4.3 Fields集合.....	443
20.4.3 TableDef对象.....	392	21.5 Command对象.....	447
20.4.4 Recordset对象.....	394	21.5.1 Command对象的属性.....	448
20.4.5 QueryDef对象.....	398	21.5.2 Command对象的方法.....	449
20.5 Fields集合和Field对象.....	399	21.5.3 Parameters集合和Parameter 对象.....	451
20.5.1 Field对象的属性.....	399	21.6 ADO编程综合实例.....	456
20.5.2 Field对象的方法.....	400	练习题21.....	459
20.5.3 Fields集合的属性.....	400	上机实验题16.....	459
20.5.4 Fields集合的方法.....	400	参考文献.....	460
20.6 Index对象.....	401		
20.6.1 Index对象的属性.....	401		

第 1 章

数据库系统概述

CHAPTER 01

数据库是一门研究数据管理的技术，始于20世纪60年代末，经过30多年的发展，已形成理论体系，成为计算机软件的一个重要分支。数据库技术主要研究如何存储、使用和管理数据，是计算机数据管理技术发展的最新阶段。在本章中，主要介绍数据管理技术的发展、数据模型和数据库系统的基本概念等，为后面各章的学习奠定基础。

1.1 信息、数据和数据处理

计算机的出现，开辟了数据处理的新纪元。数据处理的基本问题是数据的组织、存储、检索、维护和加工利用，这些正是数据库系统所要解决的问题。

数据是数据库系统研究和处理的对象。但是数据与信息是分不开的，它们既有联系又有区别，因此首先要搞清数据与信息在概念上的不同。

1.1.1 信息与数据

1. 信息

“信息”是对现实世界事物存在方式或运动状态的反映。具体地说，信息是一种已经被加工为特定形式的数据，这种数据形式对接收者来说是有意义的，而且对当前和将来的决策具有明显的或实际的价值。

信息有如下一些重要特征：

- 信息传递需要物质载体，信息的获取和传递要消耗能量。
- 信息是可以感知的。不同的信息源有不同的感知方式（如感觉器官、仪器或传感器等）。
- 信息是可以存储、压缩、加工、传递、共享、扩散、再生和增值的。

信息是资源，人类进行各项社会活动，不仅要考虑物质条件，而且要认真研究信息和利用信息。正因为如此，人们才将能源、物质和信息并列为人类社会活动的三大要素。

2. 数据

数据本质上是对信息的一种符号化表示，即用一定的符号表示信息。采用什么符号，

完全是人为规定。为了用计算机进行信息处理,就得把信息转换为计算机能够识别的符号,即用0和1两个符号编码来表示各种各样的信息。

3. 数据与信息的联系

信息与数据是两个既有联系、又有区别的概念。数据是信息的载体,而信息是数据的内涵。同一信息可以有不同的数据表示形式;而同一数据也可能有不同的解释。例如,“李明同学‘数据库系统与应用’课程考试分数为95分”。这段文字(数据)提供了李明考试成绩优秀的信息。可见数据与信息是密切相关的。因此,在许多场合下,对它们不做严格的区分,可互换使用。例如通常说的,“信息处理”与“数据处理”具有同义性。

1.1.2 数据处理

当把信息表示成数据后,这些数据便被人们赋予了特定的含义,反映了现实世界事物的存在特性和变化状态。由于现实世界事物往往是相互关联的,基于这一事实,可以从已知数据出发,参照相关数据,进行加工计算,产生出一些新的数据。这些新的数据又表示了新的信息,可以作为某种决策的依据。上述的整个过程,就叫做数据处理。

在数据处理的一系列活动中,数据收集、存储、分类、传输等操作为基本操作,这些基本操作环节称为数据管理,而加工、计算、输出等操作是千变万化的,不同业务有不同的处理。数据管理技术是解决上述基本环节的,而其他环节是由应用程序实现的。

1.2 数据管理技术的发展

随着计算机软硬件技术的发展,数据管理技术的发展大致经历了人工管理、文件系统和数据库系统3个阶段。

1.2.1 人工管理阶段(20世纪50年代)

这一时期,没有磁盘,没有专门的数据管理软件。计算机主要用于科学计算,数据量不大。人工管理方式的特点是:

- 数据不保存。
- 程序与数据合在一起,因而数据没有独立性,要修改数据必须修改程序。
- 编写程序时要安排数据的物理存储。一旦数据的物理存储改变,必须要重新编程,程序员的工作量大、繁琐,程序难以维护。
- 数据面向应用,这意味着即使多个不同程序用到相同数据,也得各自定义,数据不仅高度冗余,而且不能共享。

1.2.2 文件系统阶段(20世纪60年代)

这一时期,计算机外存已有了磁鼓、磁盘等存储设备,软件有了操作系统。人们在操

作系统的支持下,设计开发了一种专门管理数据的计算机软件,称之为文件系统。这时,计算机不仅用于科学计算,也已大量用于数据处理,其特点是:

- 数据以文件的形式长期保存。由于计算机大量用于数据处理,数据需要长期保留在外存上反复处置,即经常对其进行查询、修改、插入和删除等操作。因此,在文件系统中,按一定的规则将数据组织为一个文件,存放在外存储器中长期保存。
- 数据的物理结构与逻辑结构有了区别,但比较简单。程序员只需用文件名与数据打交道,不必关心数据的物理位置,可由文件系统提供的读写方法去读/写数据。
- 文件形式多样化。为了方便数据的存储和查找,人们研究了多种文件类型,如索引文件、链接文件、顺序文件和倒排文件等。数据的存取基本上是以记录为单位的。
- 程序与数据之间有一定的独立性。应用程序通过文件系统对数据文件中的数据进行存取和加工,因此,处理数据时,程序不必过多地考虑数据的物理存储的细节,文件系统充当应用程序和数据之间的一种接口,可使应用程序和数据都具有一定的独立性。这样,程序员可以集中精力于算法,而不必过多地考虑物理细节。并且,数据在存储上的改变不一定反映在程序上,这可以大大节省维护程序的工作量。

尽管文件系统有上述优点,但是,这些数据在数据文件中只是简单地存放,文件中的数据没有结构,文件之间并没有有机的联系,仍不能表示复杂的数据结构;数据的存放仍依赖于应用程序的使用方法,基本上是一个数据文件对应于一个或几个应用程序;数据面向应用,独立性较差,仍然出现数据重复存储、冗余度大、一致性差(同一数据在不同文件中的值不一样)等问题。

1.2.3 数据库系统阶段(20世纪60年代后期)

随着计算机软硬件的发展、数据处理规模的扩大,20世纪60年代后期出现了数据库技术。关于什么是数据库,从不同的角度去定义可能差别较大,但是对数据库所应具有的特点,其认识大体上是一致的。下面指出数据库技术的若干特点:

- 数据结构化 数据库是存储在磁盘等外部直接存取设备上的数据集合,按一定的数据结构组织起来。与文件系统相比,文件系统文件之间不存在联系,因而从总体上看数据是没有结构的;而数据库中的文件是相互联系着的,并在总体上遵从一定的结构形式。这是文件系统与数据库系统的最大区别。数据库正是通过文件之间的联系反映现实世界事物间的自然联系。
- 数据共享 数据库中的数据是考虑所有用户的数据需求、面向整个系统组织的。因此数据库中包含了所有用户的数据成分,但每个用户通常只用到其中一部分数据。不同用户所使用的数据可以重叠,同一部分数据也可为多个用户共享。
- 减少了数据冗余 在数据库方式下,用户不是自建文件,而是取自数据库中的某个子集,它并非独立存在,而是靠数据库管理系统(DataBase Management System, DBMS)从数据库中映象出来的,所以叫作逻辑文件。如图1.1所示,用户使用的

是逻辑文件，因此尽管一个数据可能出现在不同的逻辑文件中，但实际上的物理存储只可能出现一次，这就减少了数据冗余。

- 有较高的数据独立性 数据独立的好处是数据存储方式的改变不会影响到应用程序。数据独立又有两个含义，即物理数据独立性和逻辑数据独立性。所谓物理数据独立性是指数据库物理结构（包括数据的组织和存储、存取方法以及外部存储设备等）发生改变时，不会影响到逻辑结构，而用户使用的是逻辑数据，所以不必改动程序；所谓逻辑数据独立性是指数据库全局逻辑发生改变时，用户也不需改动程序，就像数据库并没发生变化一样。这是因为用户仅使用数据库的一个子集，全局变化与否与具体用户无关，只要能从数据库中导出所用到的数据就行。

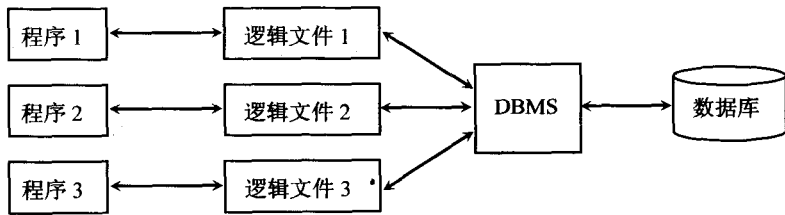


图 1.1 应用程序使用从数据库中导出的逻辑文件

- 用户接口 在数据库系统中，数据库管理系统作为用户与数据库的接口，提供了数据库定义、数据库运行、数据库维护和数据安全性、完整性等控制功能。此外，还支持某种程序设计语言，并设有专门的数据操纵语言，为用户编程提供了方便。

从文件系统管理发展到数据库系统管理是信息处理领域的重大变化，人们由传统的关注系统功能设计（因为程序设计处于主导地位，数据服从于程序）转向关注数据的结构设计，数据的结构设计成为信息系统首要关心的中心问题。

1.3 数据库系统的组成与结构

通常把引进了数据库技术的计算机系统称为数据库系统，它的目的是存储和产生所需要的有用信息。这些有用的信息可以是使用该系统的个人或组织的有意义的任何事情，换句话说，是某个人或组织辅助决策过程中不可少的事情。

1.3.1 数据库系统的组成

数据库系统（Database System, DBS）是数据库应用系统的简称。数据库系统是指计算机系统中引入数据库之后组成的系统，是用来组织和存取大量数据的管理系统。数据库系统是由计算机系统、数据库、数据库管理系统、应用程序和用户组成。数据库系统的组成及其各组件之间的关系如图1.2所示。

1. 计算机系统

计算机系统由硬件和必需的软件组成。

- 硬件 指存储数据库和运行数据库管理系统 DBMS (包括操作系统) 的硬件资源。它包括物理存储数据库的磁盘、磁鼓、磁带或其他外存储器及其附属设备、控制器、I/O通道、内存、CPU及其他外部设备等。
- 必需的软件 指计算机正常运行所需要的操作系统和各种驱动程序等。

2. 数据库

数据库是指数据库系统中集中存储的一批数据的集合。它是数据库系统的工作对象。

为了把输入、输出或中间数据加以区别,通常把数据库数据称为“存储数据”、“工作数据”或“操作数据”。它们是某特定应用环境中进行管理和决策所必需的信息。

特定的应用环境,可以指一个公司、一个银行、一所医院或一所学校等各种各样的应用环境。在这些应用环境中,各种不同的应用可通过访问其数据库获得必要的信息,以进行辅助决策,决策完成后,再将决策结果存储在数据库中。

特别需要指出的是,数据库中的存储数据是“集成的”和“共享的”。

所谓“集成”,是指把某特定应用环境中的与各种应用相关的数据及其数据之间的联系(联系也是一种数据)全部集中地按照一定的结构形式进行存储,或者说,把数据库看成为若干个性质的数据文件的联合和统一的数据整体,且在文件之间局部或全部消除了冗余。这使数据库系统具有整体数据结构化和数据冗余小的特点。

所谓“共享”,是指数据库中的一块块数据可为多个不同的用户所共享,即多个不同的用户,使用多种不同的语言,为了不同的应用目的,而同时存取数据库,甚至同时存取同一块数据。共享实际上是基于数据库是“集成的”这一事实的结果。

3. 数据库管理系统

DBMS用于负责数据库存取、维护和管理。数据库系统各类用户对数据库的各种操作请求,都是由DBMS来完成的,它是数据库系统的核心软件。DBMS提供一种超出硬件层之上的对数据库的观察的功能,并支持用较高的观点来表达用户的操作,使数据库用户不受硬件层细节的影响。DBMS是在操作系统(OS)支持下工作的。

4. 应用程序

应用程序介于用户和数据库管理系统之间,是指完成用户操作的程序,该程序将用户的操作转换成一序列的命令执行,例如,实现学生平均分统计,打印学生学籍表等。在这些命令中,需要对数据库中的数据进行查询、插入、删除和统计等操作,应用程序将这些复杂的数据库操作交由数据库管理系统来完成。

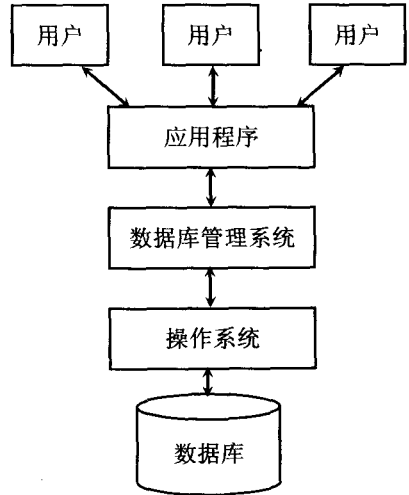


图 1.2 数据库系统组成

5. 用户

用户是指存储、维护和检索数据库中数据的使用人员。数据库系统中主要有3类用户：终端用户、应用程序员和数据库管理员。

- 终端用户 是指从计算机联机终端存取数据库的人员，也可称为联机用户。这类用户使用数据库系统提供的终端命令语言、表格语言或菜单驱动等交互式对话方式来存取数据库中的数据。终端用户一般是不精通计算机和程序设计的各级管理人员、工程技术人员或各类科研人员。终端用户有时也称最终用户。
- 应用程序员 是指负责设计和编制应用程序的人员。这类用户通过设计和编写“使用及维护”数据库的应用程序来存取和维护数据库。这类用户通常使用Access、PB或Oracle等数据库语言来设计和编写应用程序，以对数据库进行存取操作。应用程序员也称为系统开发员。
- 数据库管理员 (DBA) 是指全面负责数据库系统的“管理、维护和正常使用的”人员。它可以是一个人或一组人。特别是对于大型数据库系统，DBA极为重要，常设置有DBA办公室，应用程序员是DBA手下的工作人员。担任数据库管理员，不仅要具有水平较高的技术专长，而且还要具备较深的资历，并具有了解和阐明管理要求的能力。DBA的主要职责有：参与数据库设计的全过程，与用户、应用程序员、系统分析员紧密结合，设计数据库的结构和内容；决定数据库的存储与存取策略，使数据的存储空间利用率和存取效率均较优；定义数据的安全性和完整性；监督控制数据库的使用和运行，及时处理运行程序中出现的問題；改进和重新构造数据库系统等。

1.3.2 数据库系统体系结构

数据库系统有着严谨的体系结构。目前世界上有大量的数据库在运行中，其类型和规模可能相差很大，但是就其体系结构而言却是大体相同的。

1. 数据库系统的三级模式结构

美国国家标准学会 (ANSI) 所属标准计划和要求委员会在1975年公布了一个关于数据库标准的报告，提出了数据库的三级模式结构，这就是有名的SPARC分级结构。

所谓模式 (Schema) 是数据库中全体数据的逻辑结构和特征的描述，模式只是对实体的描述，而与具体的值无关。例如，学生记录定义为 (学号,姓名,性别,班号)，这称为记录型 (即记录类型的简称)，而 (101,张三,男,99051) 则是该记录型的一个记录值。于是，(学号,姓名,性别,班号) 就是模式。模式的具体值称为实例 (Instance)，同一模式可以有多个实例。

从数据库管理系统的角度看，各数据库的体系结构都具有相同的特征。三级模式结构是从逻辑上对数据库的组织从内到外的3个层次描述，分别称为内模式、概念模式和外模式，如图1.3所示。

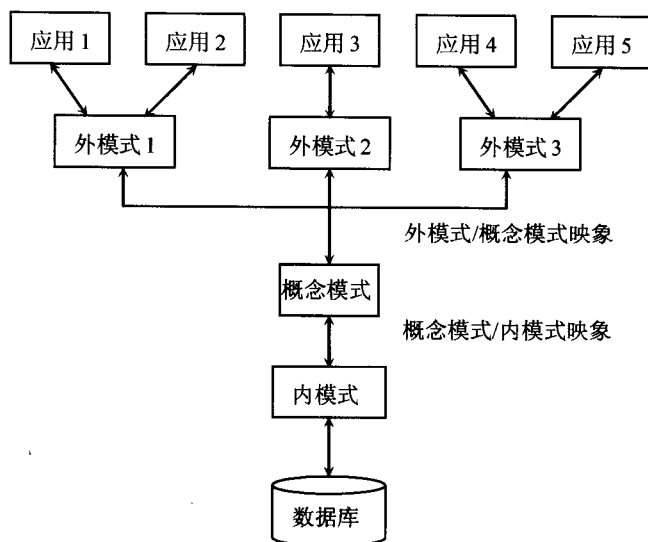


图 1.3 SPARC 分级结构

- 概念模式 简称模式、概念视图或 DBA 视图，是对数据库的整体逻辑结构和特征的描述，并不涉及数据的物理存储细节和硬件环境，与具体的应用程序和使用的应用开发工具无关。这种模式由多个概念记录型组成，还包括记录间的联系、数据的完整性和其他数据控制方面的要求。
- 内模式 又称存储模式，具体描述了数据如何组织存储在存储介质上。内模式是系统程序员用一定的文件形式组织起来的一个个存储文件和联系手段；也是由他们编制存取程序，实现数据存取的。一个数据库只有一个内模式。
- 外模式 外模式通常是模式的一个子集，故又称外模式为子模式。外模式面向用户，它是数据库用户能够看到和使用的局部数据的逻辑结构和特征的描述，是与某一应用有关的数据的逻辑表示。

综上所述，概念模式是内模式的逻辑表示，内模式是概念模式的物理实现，外模式则是概念模式的部分抽取。3个模式反映了对数据库的3种不同观点：概念模式表示了概念级数据库，体现了对数据库的总体观；内模式表示了物理级数据库，体现了对数据库的存储观；外模式表示了用户级数据库，体现了对数据库的用户观。总体观和存储观只有一个，而用户观可能有多个，有一个应用，就有一个用户观。

2. 3个模式之间的映象

前面谈到的三级模式，只有内模式才是真正存储数据的，而概念模式和外模式仅是一种逻辑表示数据的方法，但却可以放心大胆地使用它们，这是靠DBMS的映象功能实现的。

数据库系统的三级模式是数据的3个抽象级别，它把数据的具体组织留给DBMS管理，使用户能逻辑地、抽象地处理数据，而不必关心数据在计算机中的具体表示方式与存储方式。为了能够在内部实现这3个抽象层次的联系和转换，数据库管理系统在这三级模式之间提供了两层映象：