

数据库原理与应用

——基于Access 2003

(第2版)

李春葆 曾 平 编著



清华大学出版社

► 计算机与信息技术专业应用教材

数据库原理与应用—— 基于 Access 2003（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。本书是《数据库原理与应用——基于 Access》的第 2 版,是作者对原书内容的升级,讲解更加合理,更易于初学者轻松掌握。

本书基于 Access 2003 系统讨论数据库的原理和应用方法。全书分为两部分:第 1 章~第 5 章介绍数据库的基本原理,内容包括数据库系统概述,数据模型,关系数据库,关系数据库规范化理论以及数据库设计;第 6 章~第 15 章介绍 Access 系统开发数据库应用系统的使用技术,内容包括 Access 数据库系统概述,建立 Access 数据库,建立表,Access 表的使用,SQL 语言,查询、窗体、宏、报表的设计以及 Access 的编程工具 VBA。每章都配有练习题。附录包括 4 个上机实习题以及练习题参考答案。

本书内容由浅入深,循序渐进,通俗易懂,适合自学,既可作为参加二级考试应试者的教材,又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”课程的教学用书,对于计算机应用人员和计算机爱好者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 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

数据库原理与应用:基于 Access 2003(第 2 版)/李春葆,曾平编著. —北京:清华大学出版社,2008.3
ISBN 978-7-302-17165-2

I. 数... II. ①李...②曾... III. 关系数据库—数据库管理系统, Access 2003 IV. TP311.138

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 028815 号

责任编辑:沙作伟

封面设计:林 陶

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

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

邮 编:100084

社总机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印装者:北京市科普瑞印刷有限责任公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:21.75

字 数:529 千字

版 次:2008 年 4 月第 1 版

印 次:2008 年 4 月第 1 次印刷

印 数:1~4 000

定 价:33.00 元

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:010-62770177 转 3103 产品编号:028975-01

丛 书 序

为适应信息社会高速发展的需求，目前全国各类高等院校都在进行计算机教学的全方位改革，目的是规划出一整套面向计算机与信息技术专业、具有中国高校计算机教育特色的课程计划和教材体系。本丛书就是在这一背景下应运而生的。我们组织了由全国高校计算机专业的专家教授组成的“计算机与信息技术专业应用教材”课题研究组，通过对计算机和信息技术专业全方位的研讨，并结合我国当前的实际情况，编写了这套系统性、科学性和实践性都很强的丛书。

丛书特色

☑ 先进性：力求介绍最新的技术和方法

先进性和时代性是教材的生命，计算机与信息技术专业的教学具有更新快、内容多的特点，本丛书在体例安排和实际讲述过程中都力求介绍最新的技术和方法，并注重拓宽学生的知识面，激发他们的学习的热情和创新欲望。

☑ 理论与实践并重：阐明基础理论，强调实践应用

理论是实践的基础，实践是理论的升华；不能有效指导实践的理论是空头理论，没有理论指导的实践是盲目的实践。对于时代呼唤的信息化人才而言，二者缺一不可。本丛书以知识点为主线，穿插演示性案例于理论讲解之中，使枯燥的理论变得更易于理解、易于接受；此外，还在每一章的末尾提供大量的实习题和综合练习题，目的是提高学生综合利用所学知识解决实际问题的能力。

☑ 易教易学：创新体例，合理布局，通俗易懂

本丛书结构清晰，内容系统详实，布局合理，体例较好；力求把握各门课程的核心，通俗易懂，便于教学的展开，也便于学生学习。

丛书组成

本次推出的计算机与信息技术专业应用教材，涵盖计算机基础、程序设计和数据库三大领域，共 19 本：

- 计算机系统结构教程
- Java 语言程序设计
- C++程序设计（第 2 版）
- C++程序设计学习与上机实验指导
- 数据结构与算法教程（第 2 版）

- C 程序设计教程（基于 Visual C++ 平台）
- C 程序设计教程学习与上机指导（基于 Visual C++ 平台）
- C 程序设计教程（基于 Turbo C 平台）
- Access 数据库程序设计
- Access 2003 程序设计教程（第 2 版）
- 数据库原理与应用——基于 Visual FoxPro（第 2 版）
- 数据库原理与应用——基于 SQL Server 2000（第 2 版）
- Visual FoxPro 程序设计（第 2 版）
- Visual Basic 程序设计（第 2 版）
- 操作系统教程（第 2 版）
- SQL Server 2000 应用系统开发教程（第 2 版）
- SQL Server 2000 学习与上机实验指导
- 数据库原理与应用——基于 Access
- 数据库原理与应用——基于 Access 2003（第 2 版）

服务之窗

本丛书的出版者和作者竭诚为读者提供服务。

本套丛书免费为教师提供 PowerPoint 演示文档，该文档可将书中的内容及图片以幻灯片的形式呈现在学生面前，在很大程度上减轻了教师的备课负担，所以深受广大教师的欢迎。请致电：010-82896438 或发 E-mail: feedback@khp.com.cn 获取电子教案。

丛书编委会

主任委员：李春葆
 副主任委员：苏光奎 朱福喜
 委员：尹为民 尹朝庆 李春葆 伍春香 朱福喜
 苏光奎 胡新启 徐爱萍 曾 平 曾 慧

编者寄语

如果说科学技术的飞速发展是 21 世纪的一个重要特征的话，那么教学改革将是 21 世纪教育工作不变的主题。要紧跟教学改革，不断创新，真正编写出满足新形势下教学需求的教材，还需要我们不断地努力实践、探索和完善。本丛书虽然经过细致的编写与校订，仍难免有疏漏和不足，需要不断地补充、修订和完善。我们热情欢迎使用本丛书的教师、学生和读者朋友提出宝贵意见和建议，使之更臻成熟。

本丛书作者的电子邮件：licb1964@126.com

本丛书出版者的电子邮件：feedback@khp.com.cn

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。

“数据库原理与应用”课程正逐渐成为普通高校各个专业本、专科生的必修课程。

本书基于 Access 2003 系统讨论数据库的原理和应用方法。全书分为两部分,第 1 章~第 5 章介绍数据库的基本原理,第 6 章~第 15 章介绍 Access 系统开发数据库应用系统的使用技术。

第 1 章为数据库系统概述,第 2 章介绍数据模型,第 3 章介绍关系数据库,第 4 章介绍关系数据库规范化理论,第 5 章为数据库设计,第 6 章为 Access 数据库系统初步,第 7 章介绍建立 Access 数据库,第 8 章介绍建立表,第 9 章介绍 Access 表的使用,第 10 章介绍查询设计,第 11 章介绍 SQL 语言,第 12 章介绍窗体设计,第 13 章介绍宏的设计,第 14 章介绍报表设计,第 15 章介绍 Access 的编程工具 VBA。每章后都配有练习题。最后有两个附录,附录 A 给出了 4 个上机实习题,附录 B 给出全书练习题的参考答案。

本书在写法上注意由浅入深,循序渐进,通俗易懂,适合自学。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。

本书既可作为参加二级考试应试者的教材,又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”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,书中难免出现不足之处,敬请广大读者指正。编者的 E-mail 为: licb1964@126.com。

编 者
2008 年 3 月

目 录

第1章 数据库系统概述..... 1

1.1 信息、数据和数据处理	1
1.1.1 信息与数据	1
1.1.2 数据处理	2
1.2 数据管理技术的发展	2
1.2.1 人工管理阶段 (20世纪50年代)	2
1.2.2 文件系统阶段 (20世纪60年代)	2
1.2.3 数据库系统阶段 (20世纪60年代后期)	3
1.3 数据库系统的组成与结构	4
1.3.1 数据库系统的组成	4
1.3.2 数据库系统体系结构	6
1.4 数据库管理系统	9
1.4.1 DBMS的主要功能	9
1.4.2 DBMS的组成	10
练习1	11
1. 单项选择题	11
2. 简答题	13

第2章 数据模型..... 14

2.1 什么是数据模型	14
2.1.1 数据的描述	15
2.1.2 数据间联系的描述	15
2.2 概念模型	15
2.2.1 信息世界中的基本概念	15
2.2.2 实体间的联系方式	17
2.2.3 实体联系表示法 (E-R方法)	17
2.2.4 怎样设计E-R图	19
2.3 数据库类型	20

2.3.1 层次模型	21
2.3.2 网状模型	22
2.3.3 关系模型	23
练习题2	24

1. 单项选择题	24
2. 简答题	26

第3章 关系数据库..... 27

3.1 关系模型的基本概念	27
3.2 关系的数学定义	28
3.3 关系代数	30
3.3.1 传统的集合运算	30
3.3.2 专门的关系运算	30
练习3	33
1. 单项选择题	33
2. 简答题	35

第4章 关系数据库规范化理论..... 36

4.1 问题的提出	36
4.2 函数依赖	37
4.2.1 函数依赖的定义	37
4.2.2 函数依赖与属性关系	38
4.2.3 Armstrong公理	39
4.2.4 闭包及其计算	39
4.3 范式和规范化	41
4.3.1 什么叫范式	41
4.3.2 范式的判定条件与规范化	41
4.4 关系模式的分解	43
4.4.1 模式分解中存在的问题	43
4.4.2 无损分解的定义和性质	43
4.4.3 无损分解的测试方法	44

4.4.4 保持函数依赖的分解.....	44	6.4.6 宏对象.....	72
练习4.....	45	6.4.7 模块对象.....	72
1. 单项选择题.....	45	6.5 Access的功能选项设置.....	72
2. 简答题.....	47	6.5.1 Access的视图选项设置.....	73
第5章 数据库设计.....	49	6.5.2 Access的常规选项设置.....	74
5.1 数据库设计概述.....	49	6.5.3 Access的编辑/查找选项设置.....	75
5.2 需求分析.....	50	6.5.4 Access的高级选项设置.....	76
5.2.1 需求分析的步骤.....	50	练习6.....	77
5.2.2 需求分析的方法.....	51	1. 单项选择题.....	77
5.3 概念结构设计.....	54	2. 简答题.....	77
5.3.1 局部应用E-R模型设计.....	55	第7章 建立Access数据库.....	78
5.3.2 总体概念E-R模型设计.....	56	7.1 Access数据库文件.....	78
5.4 逻辑结构设计.....	59	7.2 创建Access数据库的方法.....	78
5.5 物理结构设计.....	60	7.2.1 不使用“数据库向导”创建 数据库.....	79
5.6 数据库的实施和维护.....	60	7.2.2 使用“数据库向导”创建 数据库.....	80
练习5.....	61	7.3 转换Access数据库.....	84
1. 单项选择题.....	61	练习7.....	84
2. 简答题.....	62	1. 单项选择题.....	84
第6章 Access数据库系统初步.....	64	2. 简答题.....	84
6.1 Access系统的特点.....	64	第8章 建立表.....	85
6.2 Access系统的启动和退出.....	65	8.1 使用表设计器创建表.....	85
6.2.1 启动Access系统.....	65	8.1.1 数据表设计窗口.....	86
6.2.2 退出Access系统.....	66	8.1.2 数据表窗口中的工具栏.....	86
6.3 Access系统界面.....	66	8.1.3 建立和命名字段.....	87
6.3.1 Access的菜单栏.....	66	8.1.4 指定字段的数据类型.....	88
6.3.2 Access的工具栏.....	67	8.2 使用表向导创建表.....	98
6.3.3 Access的窗口及其操作.....	67	8.3 通过输入数据创建表.....	100
6.4 Access数据库的系统结构.....	68	8.4 表的复制、删除与更名.....	102
6.4.1 表对象.....	69	8.4.1 表的复制操作.....	102
6.4.2 查询对象.....	70	8.4.2 表的删除操作.....	102
6.4.3 窗体对象.....	70	8.4.3 表的更名操作.....	102
6.4.4 报表对象.....	71		
6.4.5 数据访问页对象.....	71		

练习题8	103	10.3 创建交叉表查询	126
1. 单项选择题	103	10.4 创建参数查询	128
2. 简答题	104	10.5 创建动作查询	130
第9章 Access表的使用	105	10.5.1 生成表查询	130
9.1 表的使用和编辑	105	10.5.2 删除查询	131
9.1.1 改变数据显示方式	105	10.5.3 追加查询	133
9.1.2 移动列	107	10.5.4 更新查询	134
9.1.3 查找和替换记录	108	练习题10	135
9.2 数据的排序	109	1. 单项选择题	135
9.2.1 简单排序	109	2. 简答题	136
9.2.2 高级排序	110	3. 设计题	136
9.3 数据的筛选	111	第11章 SQL语言	137
9.3.1 数据筛选	111	11.1 SQL语言概述	137
9.3.2 按选定内容筛选	111	11.2 SQL数据定义功能	137
9.3.3 按选定内容排除筛选	111	11.3 SQL数据查询功能	140
9.3.4 按窗体筛选	111	11.3.1 投影查询	140
9.3.5 高级筛选	112	11.3.2 选择查询	141
9.3.6 取消筛选	113	11.3.3 排序查询	143
9.4 数据表关联	113	11.3.4 使用聚合函数	144
9.4.1 定义表间的关系	113	11.3.5 表的连接查询	145
9.4.2 编辑已有的关系	115	11.3.6 子查询	148
9.4.3 删除关系	116	11.3.7 相关子查询	151
9.4.4 查看已有的关系	116	11.3.8 带EXIST测试的子查询	152
9.4.5 设置参照完整性	117	11.4 SQL数据操纵功能	152
9.4.6 联系类型	117	11.4.1 INSERT命令	153
练习题9	118	11.4.2 UPDATE命令	153
1. 单项选择题	118	11.4.3 DELETE命令	154
2. 简答题	118	练习题11	154
第10章 查询设计	119	1. 单项选择题	154
10.1 查询概述	119	2. 简答题	155
10.2 创建选择查询	121	3. 设计题	155
10.2.1 建立选择查询过程	121	第12章 窗体设计	156
10.2.2 设置查询条件	123	12.1 窗体概述	156

12.1.1 窗体的类型	156
12.1.2 窗体的组成	157
12.2 使用窗体向导创建窗体	158
12.3 使用窗体设计器创建窗体	162
12.3.1 使用窗体“设计”视图的过程	162
12.3.2 窗体“设计”视图工具栏	163
12.3.3 窗体“设计”视图工具箱	163
12.3.4 窗体属性的应用	165
12.4 窗体基本控件及其应用	167
12.4.1 标签	167
12.4.2 文本框	168
12.4.3 组合框和列表框	170
12.4.4 命令按钮	172
12.4.5 图像	174
12.4.6 子窗体/子报表	174
12.4.7 其他控件	174
12.5 在窗体中使用计算性表达式和宏 ...	175
12.5.1 在窗体中使用计算性表达式 ...	175
12.5.2 在窗体中使用宏	176
12.6 创建与使用主/子窗体	176
12.6.1 同时创建主窗体和子窗体	176
12.6.2 创建子窗体并将其添加到已有的窗体中	178
12.7 域聚合函数	180
12.7.1 DAvg函数	181
12.7.2 DCount函数	182
12.7.3 DLookup函数	183
12.7.4 DMin和DMax函数	183
12.7.5 DSum函数	184
练习题12	185
1. 单项选择题	185
2. 简答题	187
3. 设计题	187

第13章 宏

13.1 宏的概述	188
13.2 创建宏	188
13.2.1 创建宏的一般过程	188
13.2.2 创建宏的示例	189
13.3 宏对象的编辑和修改	195
13.3.1 添加操作	195
13.3.2 删除操作	195
13.3.3 更换操作、修改操作参数以及修改执行条件	196
13.4 运行宏的条件	196
13.4.1 数据处理事件	196
13.4.2 焦点处理事件	197
13.4.3 键盘输入事件	198
13.4.4 鼠标操作事件	198
13.5 常用的宏操作	198
13.6 运行宏	200
练习题13	201
1. 单项选择题	201
2. 简答题	202
3. 设计题	202

第14章 报表设计

14.1 报表概述	203
14.1.1 报表的视图	203
14.1.2 报表的结构	203
14.1.3 报表设计区	204
14.1.4 报表的分类	206
14.2 使用报表向导创建报表	207
14.2.1 使用“自动报表”创建报表 ...	207
14.2.2 使用“报表向导”创建报表 ...	209
14.2.3 使用“图表向导”创建报表 ...	211
14.2.4 使用“标签向导”创建报表 ...	212
14.3 使用报表“设计”视图创建报表 ...	214

14.3.1 用报表“设计”视图创建 报表	214
14.3.2 在报表中添加字段	215
14.3.3 在报表中排序和分组	216
14.3.4 在报表中添加文字和公式	217
14.3.5 用预定义格式来设置报表 的格式	218
14.3.6 添加分页符和页码	218
14.3.7 修改报表的布局	219
14.3.8 在报表上绘制线条	219
14.3.9 在报表上绘制矩形	220
14.4 创建子报表	220
14.4.1 子报表的定义和作用	220
14.4.2 创建子报表的示例	221
14.5 启动报表	226
14.6 报表的预览和打印	227
练习题14	228
1. 单项选择题	228
2. 简答题	228
3. 设计题	228
第15章 Access的编程工具VBA	229
15.1 VBA编程环境	229
15.1.1 进入VBE	229
15.1.2 VBE界面	230
15.2 VBA程序设计基础	233
15.2.1 数据类型	233
15.2.2 常量、变量与数组	234
15.2.3 运算符与表达式	240
15.3 程序流程控制	243
15.3.1 分支结构	243
15.3.2 循环结构	246
15.4 模块、函数与子过程	248
15.4.1 模块	248
15.4.2 函数与子过程	249
15.5 面向对象的程序设计	252
15.5.1 面向对象程序设计的 基本概念	252
15.5.2 面向对象程序设计示例	256
15.6 VBA的数据库编程	259
15.6.1 数据库引擎及其接口	259
15.6.2 VBA访问数据库的类型	260
15.6.3 数据访问对象(DAO)	260
15.6.4 ActiveX数据对象(ADO)	273
15.7 调试过程	279
15.7.1 使用Debug.Print	279
15.7.2 设置断点	279
练习题15	280
1. 单项选择题	280
2. 简答题	282
3. 设计题	282
参考文献	283
附录A 上机实习题	284
实习题1: 创建数据库和表、使用表	284
实习题2: 创建窗体、查询和宏	287
实习题3: 创建报表	290
实习题4: VBA编程	294
附录B 练习题参考答案	301
练习题1参考答案	301
1. 单项选择题	301
2. 简答题	301
练习题2参考答案	302
1. 单项选择题	302
2. 简答题	302
练习题3参考答案	303
1. 单项选择题	303
2. 简答题	303
练习题4参考答案	304

1. 单项选择题	304	练习题11参考答案	315
2. 简答题	304	1. 单项选择题	315
练习题5参考答案	306	2. 简答题	316
1. 单项选择题	306	3. 设计题	317
2. 简答题	306	练习题12参考答案	318
练习题6参考答案	307	1. 单项选择题	318
1. 单项选择题	307	2. 简答题	318
2. 简答题	308	3. 设计题	318
练习题7参考答案	308	练习题13参考答案	323
1. 单项选择题	308	1. 单项选择题	323
2. 简答题	309	2. 简答题	323
练习题8参考答案	309	3. 设计题	325
1. 单项选择题	309	练习题14参考答案	328
2. 简答题	309	1. 单项选择题	328
练习题9参考答案	310	2. 简答题	328
1. 单项选择题	310	3. 设计题	329
2. 简答题	310	练习题15参考答案	332
练习题10参考答案	312	1. 单项选择题	332
1. 单项选择题	312	2. 简答题	332
2. 简答题	312	3. 设计题	333
3. 设计题	314		

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，人们研究了许多文件类型，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，文件系统中的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，简称为 DBMS）从数据库中映像出来的，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。

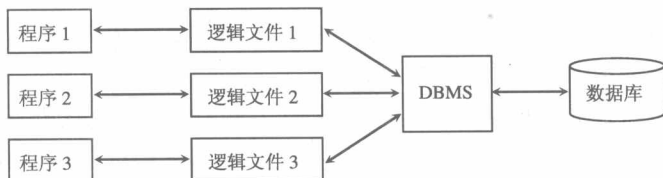


图 1.1 应用程序使用从数据库中导出的逻辑文件

- 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。
- 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,是对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。

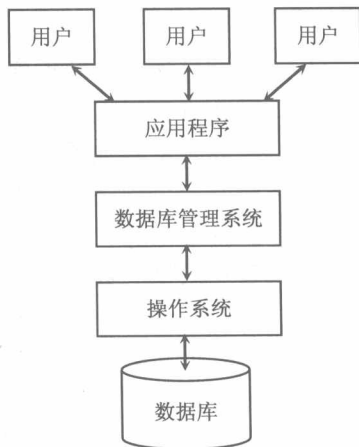


图 1.2 数据库系统组成

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，以辅助进行决策；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，并按照一定的结构形式进行存储，或者说，把数据库看成若干单个性质的数据文件的联合和统一的数据整体，并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

应用程序界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系列的命令执行，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，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。

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。