

21世纪高等学校计算机规划教材

21st Century University Planned Textbooks of Computer Science

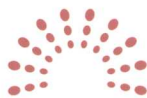
数据库技术与 Access应用

Database System and Access Applications

郭晔 王浩鸣 张天宇 主编

冯博琴 主审

- 内容精炼，定位准确，注重应用技能的培养
- 实例丰富，例题新颖，注重学习兴趣的培养
- 概念清晰，科学严谨，注重学生素质的培养



高校系列

 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

21世纪高等学校计算机规划教材

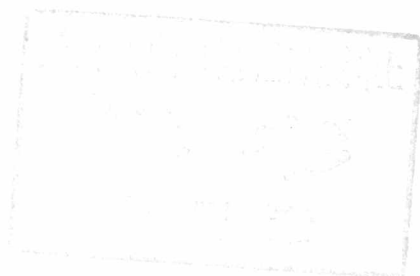
21st Century University Planned Textbooks of Computer Science

数据库技术与 Access应用

Database System and Access Applications

郭晔 王浩鸣 张天宇 主编

冯博琴 主审



高校系列

人民邮电出版社

北京

图书在版编目 (CIP) 数据

数据库技术与Access应用 / 郭晔, 王浩鸣, 张天宇主
编. —北京: 人民邮电出版社, 2009. 4
21世纪高等学校计算机规划教材. 高校系列
ISBN 978-7-115-19563-0

I. 数… II. ①郭…②王…③张… III. 关系数据库—数
据库管理系统, Access—高等学校—教材 IV. TP311. 138

中国版本图书馆CIP数据核字 (2009) 第006833号

内 容 简 介

本书是按照教育部高等教育司组织制订的《高等学校文科类专业大学计算机教学基本要求(2006)》中有关数据库技术的教学要求, 本着“厚基础、重能力、求创新”的总体思想编写的。

本书以目前非常流行、应用十分广泛的 Access 2003 关系数据库为背景, 以“航空运输管理系统”为实例, 从数据库的基本概念入手, 全面介绍了数据库系统的应用技术、关系数据库的设计及 SQL 查询语言的使用; 具体介绍了 Access 2003 数据库的建立、维护及管理, 表、窗体、报表、数据访问页、宏等的创建与使用; 通过 VBA 与数据库系统的融合, 简要介绍了软件设计的基本思想和方法, 以增强学生程序设计的能力; 通过实验和综合开发的示例, 较为全面地介绍了小型管理信息系统的开发方法与流程。

本书配有多媒体电子教案和习题, 以方便教师教学和学生自学。为帮助学生教材的内容加深理解, 培养学生的动手能力, 每章均有配套实验。

本书可作为高等学校各非计算机专业计算机课程教材, 也可作为培训教材及初学者的自学读物。

21 世纪高等学校计算机规划教材——高校系列

数据库技术与 Access 应用

-
- ◆ 主 编 郭 晔 王浩鸣 张天宇
主 审 冯博琴
责任编辑 滑 玉
执行编辑 刘 博
 - ◆ 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 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京鑫正大印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 17
字数: 440 千字 2009 年 4 月第 1 版
印数: 1—3 000 册 2009 年 4 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-19563-0/TP

定价: 29.00 元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

新发展，有较强的适应性。

本书由郭晔、王浩鸣、张天宇担任主编并对全书统稿。第 1、2 章由郭晔、张天宇编写，第 3、4 章由冯居易、王浩鸣编写，第 5、7 章由刘通、郭晔编写，第 6、13 章由王健编写，第 8、9 章由田西壮编写，第 10、11 章由黄艳、王浩鸣编写，第 12 章由王浩鸣编写。

在本书的编写过程中，承蒙西安交通大学冯博琴教授的亲自指导，西安财经学院信息学院院长刘小冬教授对书中内容提出了许多宝贵意见，学院全体老师给予了大力的支持和帮助，在此一并表示衷心感谢。

由于作者水平有限，书中难免有疏漏之处，恳请广大师生批评和指正。

作者

2008 年 9 月于西安

目 录

第 1 章 数据库系统概论.....1

1.1 数据库的基本概念.....1

1.1.1 信息与数据 1

1.1.2 数据库 2

1.1.3 数据处理 3

1.2 数据库管理系统和数据库系统.....4

1.2.1 数据库技术概述 4

1.2.2 数据库技术的发展 4

1.2.3 数据库技术与多学科技术的有机结合 6

1.2.4 数据库的新方向 9

1.2.5 数据库管理系统 9

1.2.6 常用数据库管理系统 10

1.3 数据库系统.....12

1.3.1 数据库系统 12

1.3.2 数据库系统结构 12

1.3.3 数据库系统的组成 13

1.3.4 数据库技术的研究领域 14

1.4 概念模型与数据模型.....15

1.4.1 概念模型 15

1.4.2 数据模型 17

本章小结.....17

习题.....18

实验.....19

第 2 章 关系数据库设计.....20

2.1 关系数据模型与关系运算.....20

2.1.1 关系数据模型 20

2.1.2 关系代数 22

2.2 关系模式的规范化.....26

2.2.1 关系模式规范化的必要性 26

2.2.2 模式的规范化 27

2.2.3 数据库规范化的应用 30

2.3 关系数据库设计的步骤与内容 31

2.3.1 数据库设计的一般步骤 31

2.3.2 航班管理系统数据库设计实例 32

本章小结 34

习题 35

实验 36

第 3 章 Access 关系数据库概述 37

3.1 Access 2003 简介 37

3.1.1 Access 2003 的特点 37

3.1.2 Access 2003 的安装 38

3.1.3 Access 2003 启动与关闭 38

3.2 Access 2003 的工作界面 39

3.2.1 标题栏 39

3.2.2 菜单栏 40

3.2.3 工具栏 41

3.2.4 “开始工作”任务窗格 42

3.2.5 数据库窗口 42

3.2.6 Access 的功能选项设置 43

3.3 Access 2003 数据库的对象 48

3.3.1 表 48

3.3.2 查询 49

3.3.3 窗体 49

3.3.4 报表 49

3.3.5 数据访问页 50

3.3.6 宏 50

3.3.7 模块 50

本章小结 51

习题 51

实验 52

第 4 章 创建 Access 数据库53	
4.1 数据库与数据库文件.....53	
4.1.1 Access 数据库文件.....53	
4.1.2 数据库的设计原则.....53	
4.2 创建 Access 数据库的方法.....54	
4.2.1 直接创建数据库.....54	
4.2.2 使用向导创建数据库.....55	
4.2.3 根据现有文件新建数据库.....58	
4.2.4 数据库的格式.....59	
4.2.5 数据库的转换功能.....59	
4.3 数据库基本操作.....60	
4.3.1 打开和关闭数据库.....60	
4.3.2 更改数据库文件的默认位置.....61	
4.3.3 复制和删除数据库.....62	
4.3.4 使用数据库对象.....62	
4.3.5 查看数据库对象的相关性.....63	
本章小结.....63	
习题.....64	
实验.....64	
第 5 章 表的创建与使用67	
5.1 使用表设计器创建表.....67	
5.1.1 使用表设计器创建表的步骤.....67	
5.1.2 表设计视图窗口.....68	
5.1.3 建立和命名字段.....69	
5.1.4 字段的数据类型及常规属性.....69	
5.1.5 主关键字和索引.....75	
5.1.6 字段的查阅属性设计.....77	
5.2 使用向导创建表.....78	
5.3 通过输入数据创建表.....80	
5.4 添加与编辑数据记录.....81	
5.4.1 添加数据记录.....81	
5.4.2 查看与编辑数据记录.....82	
5.5 表的复制、删除和重命名操作.....83	
5.5.1 复制表.....83	
5.5.2 删除表.....84	
5.5.3 重命名表.....84	
5.6 表的使用和编辑.....85	
5.6.1 改变数据记录的显示方式.....85	
5.6.2 查找和替换数据.....87	
5.7 数据的排序与筛选.....88	
5.7.1 简单排序.....88	
5.7.2 高级排序.....88	
5.7.3 数据的筛选.....89	
5.8 数据表关联.....90	
5.8.1 关系.....90	
5.8.2 查看、编辑和删除关系.....92	
5.8.3 设置参照完整性.....92	
5.9 域合计函数.....93	
本章小结.....95	
习题.....95	
实验.....97	
第 6 章 查询99	
6.1 查询的类型.....99	
6.1.1 使用查询对象查询.....99	
6.1.2 SQL 查询.....100	
6.2 建立查询.....102	
6.2.1 使用查询向导.....102	
6.2.2 查询设计视图.....103	
6.3 各种查询的设计.....105	
6.3.1 选择查询设计.....105	
6.3.2 参数查询.....110	
6.3.3 操作查询.....111	
6.3.4 交叉表查询.....114	
6.3.5 重复项查询和不匹配项查询.....115	
本章小结.....118	
习题.....118	
实验.....120	

第 7 章 窗体的创建与使用121	第 8 章 报表的创建与使用146
7.1 窗体概述.....121	8.1 报表概述.....146
7.1.1 窗体的概念.....121	8.1.1 报表的视图.....146
7.1.2 窗体的类型.....122	8.1.2 报表的结构.....147
7.1.3 窗体的视图.....123	8.1.3 报表设计区.....148
7.2 创建窗体.....125	8.1.4 报表的分类.....148
7.2.1 使用窗体向导创建窗体.....125	8.2 创建报表.....150
7.2.2 在设计视图中创建窗体.....126	8.2.1 使用报表向导创建报表.....150
7.2.3 自动创建窗体.....127	8.2.2 使用报表设计视图创建报表.....153
7.2.4 自动窗体.....128	8.2.3 修改报表的布局.....154
7.2.5 使用图表向导创建窗体.....128	8.3 报表数据的排序与分组.....156
7.2.6 使用数据透视表向导创建窗体.....129	8.3.1 在报表中对数据排序.....156
7.3 窗体的节.....130	8.3.2 在报表中对数据分组.....157
7.3.1 窗体页眉.....131	8.3.3 在报表中进行分组计算.....157
7.3.2 页面页眉.....131	8.4 预览和打印报表.....158
7.3.3 主体.....132	8.4.1 页面设置.....159
7.3.4 页面页脚.....132	8.4.2 打印预览.....159
7.3.5 窗体页脚.....132	8.4.3 打印报表.....159
7.4 窗体的属性.....133	本章小结.....160
7.4.1 设置窗体的【格式】属性.....133	习题.....160
7.4.2 设置窗体的【数据】属性.....134	实验.....161
7.5 控件及其应用.....135	第 9 章 Access 数据管理163
7.5.1 创建和删除控件.....136	9.1 数据库的格式转换.....163
7.5.2 控件的类型.....136	9.2 数据库的加密.....164
7.5.3 设置控件属性.....137	9.2.1 设置数据库密码.....164
7.5.4 编辑控件.....138	9.2.2 撤销数据库密码.....165
7.6 在窗体中使用表达式.....139	9.3 数据库的备份与还原.....165
7.7 创建和使用主/子窗体.....140	9.3.1 备份数据库.....165
7.7.1 同时创建主窗体和子窗体.....141	9.3.2 还原数据库.....166
7.7.2 创建子窗体并将其添加到已有窗体中.....142	9.4 数据库的压缩与修复.....167
本章小结.....143	9.4.1 压缩与修复数据库.....167
习题.....144	9.4.2 设置自动压缩选项.....168
实验.....145	9.5 数据库的导入与导出.....168

9.5.1 数据导出	168	10.4.5 其他的基本控件	192
9.5.2 导入数据	169	本章小结	193
9.5.3 数据链接	170	习题	193
9.6 切换面板	171	实验	194
9.6.1 切换面板的基本概念	171	第 11 章 宏的创建与使用	197
9.6.2 创建切换面板	171	11.1 宏的基本概述	197
9.6.3 自动启动切换面板	173	11.1.1 宏的功能	197
本章小结	174	11.1.2 宏的组成	197
习题	174	11.1.3 宏的类型	198
实验	175	11.2 创建宏	199
第 10 章 数据访问页的创建与使用	177	11.2.1 创建宏	199
10.1 数据访问页的基本概念	177	11.2.2 测试宏	201
10.1.1 数据访问页的特点	177	11.3 运行宏	202
10.1.2 数据访问页的类型	177	11.3.1 直接运行宏	202
10.1.3 数据访问页的视图	178	11.3.2 在菜单或工具栏中运行宏	202
10.1.4 数据访问页的组成	178	11.3.3 在窗体中加入宏	203
10.2 创建和保存数据访问页	179	11.3.4 宏组中运行宏	205
10.2.1 自动创建数据访问页	179	11.4 事件与宏操作	206
10.2.2 使用向导创建数据访问页	180	11.4.1 事件及对事件的响应	206
10.2.3 保存数据访问页	182	11.4.2 常用的宏操作	208
10.2.4 在 IE 浏览器中打开数据访问页对象	183	11.4.3 将宏对象转换为 Visual Basic 代码	208
10.3 使用设计视图创建数据访问页	184	11.5 宏使用举例	209
10.3.1 使用设计视图创建数据访问页的方法	184	11.5.1 判断空报表	209
10.3.2 数据访问页的使用	186	11.5.2 检索数据	211
10.3.3 使用字段列表向数据访问页中添加透视表控件	187	本章小结	213
10.3.4 设置数据访问页的属性	188	习题	213
10.4 工具箱及其常用控件	190	实验	214
10.4.1 数据访问页中的工具箱	190	第 12 章 在 Access 中创建 VBA 模块	217
10.4.2 标签控件	190	12.1 VBA 程序设计基础	217
10.4.3 文本框控件	191	12.1.1 常量、变量和数组	217
10.4.4 滚动文字	192	12.1.2 运算符与表达式	218
		12.1.3 常用的内部函数	220

12.2 程序流程控制·····222	13.1 系统分析·····241
12.2.1 选择结构·····222	13.1.1 需求分析·····241
12.2.2 循环结构·····225	13.1.2 功能描述·····243
12.3 模块与过程·····226	13.2 系统设计·····244
12.3.1 模块·····226	13.2.1 功能设计·····244
12.3.2 过程·····227	13.2.2 数据库设计·····244
12.4 面向对象程序设计·····228	13.3 系统实施·····247
12.4.1 概述·····228	13.3.1 数据库和数据表设计·····247
12.4.2 基本理论·····228	13.3.2 查询设计·····249
12.5 VBA 开发环境·····231	13.3.3 窗体设计·····251
12.5.1 进入 VBA·····231	13.3.4 报表设计·····254
12.5.2 VBA 调试环境·····232	13.3.5 菜单设计·····255
12.6 VBA 代码的保护·····236	13.3.6 编译运行系统·····256
12.6.1 制作 MDE 文件·····236	13.4 运行与维护·····256
12.6.2 设定密码·····238	本章小结·····256
本章小结·····239	习题·····256
习题·····239	实验·····258
实验·····240	参考文献·····259
第 13 章 航空运输管理系统·····241	

第 1 章

数据库系统概论

数据库作为数据管理的最新技术，是计算机科学的重要分支。在当今信息社会中，信息已经成为各行各业的重要财富和资源，数据库的应用无处不在，信息系统也越来越显示出它的重要性，成为一个企业或一个部门生存和发展的必要条件。数据库技术作为信息系统的核心和基础，正被广泛应用。

对于一个国家来说，数据库的建设规模、数据库信息量的大小和使用频度已经成为衡量这个国家信息化程度的重要标志。因此，掌握数据库的基本知识及数据库的使用方法不仅是计算机科学与技术专业、信息管理专业的基本技能，也是非计算机专业必备的技能。

本章介绍数据库系统的基本概念，包括数据库系统常用术语、数据库管理系统、数据库技术的发展、数据模型及数据库系统的组成，本章是后面各章节的准备和基础。

1.1 数据库的基本概念

1.1.1 信息与数据

郭心同学高考成绩是 587 分，刘三同学本学期成绩排名是第 39 名等数据，在大多数人脑中的第一反应是在计算机中如何处理这些数据，使得这些数据具有特定意义，如按高考成绩决定学生的升学情况，按成绩排名决定奖学金情况等，从而使数据演变为信息。

1. 数据 (Data)

数据是数据库中存储的基本对象，是对现实世界中客观事物的符号表示，可以是数值数据，如 23.4、-666、\$6 900、¥870 929 等；也可以是非数值数据，如文字、图形、图像、声音、语音等。单纯的数据形式不能完全表达其内容，需要经过解释。因此，数据和关于数据的解释是不可分割的。数据的解释是关于数据含义的说明。数据的含义称为语义，如数据“87”，可解释为某同学考大学计算机基础成绩为 87 分，也可以解释为某同学成绩排名是第 87 名等。由于其解释和产生数据的背景密不可分，所以，“数据”要经过加工处理，变为有用的信息。

2. 信息 (Information)

信息是一种已经加工为特定形式的数据，这种数据形式对接收者来说是具有确定意义的，它不仅会对人们当前和未来活动产生影响，而且会对接收者的决策具有实际价值。数据与信息有着不可分割的联系，信息是由处理系统加工过的数据，它是一种原料和成品之间的关系，如图 1-1 所示。

信息的特性：事实性、等级性、精确性、完整性、可压缩性、及时性、扩展性、传输性、经

济性、共享性。

3. 信息与数据的联系

- (1) 数据是信息的符号表示，或称载体。
- (2) 信息是数据的内涵，是数据的语义解释。
- (3) 数据是符号化的信息。
- (4) 信息是语义化的数据。

例如，图 1-2 是一幅黑白图像：

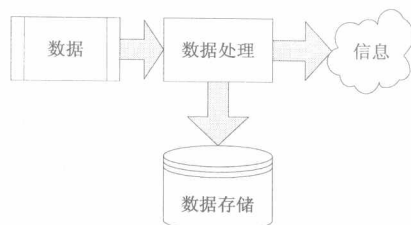


图 1-1 数据与信息的关系

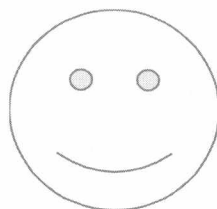


图 1-2 示意图

从数据角度看——黑白点阵；

从信息角度看——脸谱。

1.1.2 数据库

从企业到政府机关，从学校到科研机构，从城市到农村，信息技术的应用与社会、经济发展息息相关，数据库应用无所不在。

1. 几个应用实例

(1) 高考成绩数据库：实现成绩录入的准确性、高效性和安全性，并对成绩进行客观的统计分析。不同用户具有不同权限，凭密码登录来确保不同需求，工作人员、录生人员及考生均可方便按需所取。

(2) 银行管理数据库：实现普通操作员、高级管理员、存取款、开户销户、用户修改密码、卡号挂失、当天数据备份、银行注册、查询历史存取信息、浏览及打印等功能。

(3) 航空运输管理：有效而快速地完成航班管理、客票管理、行李运输管理、货物运输管理，实现基于网络环境下的全面管理。

(4) Access 示例数据库 Northwind：Access 示例数据库（Northwind）是一个相当出色的数据库系统。Northwind 示例数据库是一个简化了的典型企业管理数据库，包括了产品、订单、订单明细、供应商、雇员、客户、产品类别和运货商等数据，可以利用 Access 的表、查询、窗体和标本报表对象，实现输入、修改、浏览和查找数据以及打印报表等常用管理功能。

通过以上几个简单的例子，可以看到，在我们的身边数据库应用无处不在，例子举不胜举。因此，掌握数据库技术已经成为信息时代的一个基本需求。

2. 数据库（DataBase, DB）

数据库，顾名思义，是存放数据的仓库。这个仓库一定是存放在计算机存储设备上，而且是按一定格式存放数据的。

人们收集并抽取一个应用所需的大量数据之后，应将其保存起来，以供进一步加工处理，进一步抽取有用的信息。在科学技术飞速发展的今天，人们的视野越来越广，数据量也急剧增加。

过去人们把数据存放在文件柜里,现在人们借助计算机和数据库技术科学地保存大量复杂的数据,以便能方便而充分地利用这些宝贵的信息资源。

严格地讲,数据库是长期存储在计算机内的、有组织的和可共享的数据集合。数据库中的数据按一定的数据模型组织、描述和储存,具有较小的冗余度、较高的数据独立性和易扩展性,并可为不同用户所共享。

3. 数据库特征

- ◇ 数据按一定的数据模型组织、描述和储存。
- ◇ 可为不同用户共享。
- ◇ 冗余度较小。
- ◇ 数据独立性较高。
- ◇ 易扩展。

1.1.3 数据处理

1. 数据处理 (Data Processing)

对数据的采集、存储、检索、加工、变换和传输的总和称为数据处理。数据可由人工或自动化装置进行处理,经过解释并赋予一定的意义之后,便成为信息。数据处理的基本目的是从大量的、杂乱无章的、难以理解的数据中抽取并推导出对于某些特定的人们来说有价值、有意义的数。据。数据处理是系统工程和自动控制的基本环节。数据处理贯穿于社会生产和社会生活的各个领域。数据处理技术的发展及其应用的广度和深度,极大地影响着人类社会发展的进程。数据处理离不开软件的支持,数据处理软件包括:用以书写处理程序的各种程序设计语言及其编译程序,管理数据的文件系统和数据库系统,以及各种数据处理方法的应用软件包。为了保证数据安全可靠,还有一整套数据安全保密的技术。

数据处理,包括数值的和非数值的。对数据进行分类、组织、编码、存储、检索和维护,是通过使用软件对数据进行处理的核心问题。

2. 数据处理应用

随着计算机的日益普及,在计算机应用领域中,数值计算所占比重很小,而通过计算机数据处理进行信息管理已成为主要的应用,如测绘制图管理、仓库管理、财会管理、交通运输管理、技术情报管理、办公室自动化等。在地理数据方面,既有大量自然环境数据(土地、水、气候、生物等各类资源数据),也有大量社会经济数据(人口、交通、工农业等),常要求进行综合性数据处理。地理数据处理,需要建立地理数据库,系统地整理和存储地理数据,减少冗余,编写数据处理软件,充分利用数据库技术进行数据管理和处理。

3. 数据处理方式

根据处理设备的结构方式、工作方式以及数据的时间空间分布方式的不同,数据处理的方式也不同。不同的处理方式要求不同的硬件和软件支持。每种处理方式都有自己的特点,应当根据应用问题的实际环境选择合适的处理方式。数据处理主要有4种分类方式。① 根据处理设备的结构方式区分,有联机处理方式和脱机处理方式。② 根据数据处理时间的分配方式区分,有批处理方式、分时处理方式和实时处理方式。③ 根据数据处理空间的分布方式区分,有集中式处理方式和分布处理方式。④ 根据计算机中央处理器的工作方式区分,有单道作业处理方式、多道作业处理方式和交互式处理方式。

通过学习数据库技术,读者能够对数据进行处理,把数据处理为信息,以适应信息时代对计

计算机应用者的要求。

1.2 数据库管理系统和数据库系统

1.2.1 数据库技术概述

数据库技术是研究数据的分类、组织、储存、检索及维护等功能的技术，它是计算机科学技术中发展最快、应用最广泛的领域之一。数据库技术的研究也取得重大突破，它已成为计算机信息系统和计算机应用系统的重要技术基础和支柱。

20 世纪 50 年代，美国为了战争的需要，收集各种情报并将之存入计算机，称其为 Information Base 或 DataBase（数据库）。1963 年，美国 Honeywell 公司的 IDS（Integrated Data Store）系统投入运行，揭开了数据库技术的序幕。1965 年，美国利用数据库帮助设计了阿波罗登月火箭，推动了数据库技术的产生。当时，社会上虽然产生了许多形形色色的 Database 或 Databank，但基本上都是文件系统的扩充。1968 年，美国 IBM 公司推出了层次模型的 IMS 数据库系统，并于 1969 年形成产品；1969 年，提出了 COBOL 语言的美国 CODASYL（Conference on Data System Language，数据系统语言协会）组织的数据库任务组（DBTG）发表了网状数据库系统的标准文本（1971 年正式通过）；1970 年初，IBM 公司的高级研究员 E.F.Code 发表论文提出了关系模型，奠定了关系数据库的理论基础。20 世纪 80 年代，关系数据库成为应用的主流，几乎所有新推出的 DBMS（DataBase Management System）产品都是关系型的，这在计算机数据管理的发展史上是一个重要的里程碑。关系数据库具有数据结构化、最低冗余度、较高的程序与数据独立性、易于扩充及易于编制应用程序等优点，目前较大的信息系统都是建立在关系数据库系统理论设计之上的。随着用户应用需求的提高、硬件技术的发展和 Intranet/Internet 提供多媒体交流方式的日渐丰富，数据库技术与网络通信技术、人工智能技术、面向对象程序设计技术及并行计算技术等相互渗透、相互结合，逐渐成为当前数据库技术发展的主要特征，形成了数据库新技术。

1.2.2 数据库技术的发展

计算机数据管理方法是不断发展的，至今大致经历了 3 个阶段：人工管理阶段、文件系统阶段和数据库系统阶段。

1. 人工管理阶段

20 世纪 50 年代中期以前，计算机的存储和运算能力都较低，计算机主要用于科学计算（数据量小、结构简单，如高阶方程、曲线拟合等），外存只有磁带、卡片和纸带等，没有磁盘等直接存取设备，没有操作系统，没有数据管理软件（用户用机器指令编码）。

本阶段的特点如下。

- ◇ 应用程序管理数据。
- ◇ 数据不共享。
- ◇ 数据不具有独立性。
- ◇ 用户负责数据的组织、存储结构、存取方法及输入/输出等细节。
- ◇ 数据完全面向特定的应用程序，每个用户使用自己的数据，数据不保存，用完就移除。
- ◇ 数据与程序没有独立性，程序中存取数据的子程序随着存储结构的改变而改变。

人工管理阶段数据与程序的依赖关系可用图 1-3 表示。

2. 文件管理阶段

从 20 世纪 50 年代后期到 60 年代中期,计算机的硬件、软件都有了很大发展。主要表现为计算机不但用于科学计算,还用于管理,外存有了磁盘、磁鼓等直接存取设备,还有了专门管理数据的软件(一般称为文件系统),包括在操作系统中。

本阶段的特点如下。

◇ 数据可以长期保存。

◇ 由文件系统管理数据(按文件名访问,按记录进行存取;实现了记录内的结构性,但整体无结构;存取数据的最小粒度是记录),即系统提供存取方法(索引文件、链接文件、直接存取文件及倒排文件等),支持对文件的基本操作(增加、删除、修改和查询等),用户程序不必考虑物理细节,数据的存取基本上以记录为单位。

◇ 数据共享性差、冗余度大,一个数据文件对应一个或几个用户程序,而且是面向应用的。

◇ 数据独立性差,数据与程序有一定的独立性,因为文件的逻辑结构与存储结构由系统进行转换,数据在存储上的改变不一定反映在程序上。

本阶段的主要缺点如下。

◇ 数据与程序的独立性差。

文件系统的出现并没有从根本上改变数据与程序紧密结合的状况。文件系统只是解脱了程序员对物理设备存取的负担,它并不理解数据的语义,只负责存储。数据的语义信息只能由程序来解释。也就是说,数据收集以后怎么组织,以及数据取出来之后按什么含义应用,只有全权管理它的程序知道。数据的逻辑结构改变则必须修改应用程序。一个应用若想共享另一个应用生成的数据,必须同另一个应用沟通,了解数据的语义与组织方式。

◇ 数据的冗余度大。

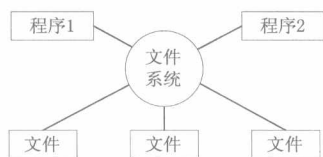


图 1-4 文件系统阶段程序与文件的关系

数据仍然是面向应用的。当不同应用程序所需要的数据有部分相同时,也必须建立各自的文件,而不能共享相同的数据,进行数据分散管理。

◇ 数据的不一致性。

由于数据存在很多副本,给数据的修改与维护带来了困难,容易造成数据的不一致性,可用图 1-4 表示。

3. 数据库系统阶段

20 世纪 60 年代后期,计算机的硬件、软件有了进一步的发展。主要体现为计算机管理的数据量大、关系复杂且共享性要求高(多种应用、不同语言共享数据);外存有了大容量磁盘、光盘;软件价格上升、硬件价格下降,编制和维护软件及应用程序成本相对增加,其中维护的成本更高,力求降低。

本阶段的特点如下。

◇ 数据的结构化。

这是数据库系统与文件系统的根本区别。在文件系统中,相互独立的文件记录内部是有结构的。最常用的文件格式是同等长度的记录的结合。这种格式在存储一些长度可能有变化的数据时浪费比较严重,因此这种情况适合采用变长记录(定长的主记录+详细记录)。使用这种方法要求

我们在描述数据时不仅要描述数据本身，还要描述数据之间的联系，即保证整体数据的结构化。因此，在数据库系统中，数据不再针对某一个具体应用，而是面向全组织，具有整体的结构化。可以存取数据库中的一个数据项、一个记录或一组记录（存取数据的最小粒度是数据项）。

◇ 数据的共享性高、冗余度低、易扩充。

因为数据库系统是从系统应用的角度来组织和描述数据的，它不再是面向某个单一的系统，因此，数据库内的数据可以被多个用户、多个应用所共享。从根本上减少了数据的冗余，节约了存储空间。

在人工管理或文件系统管理时，由于数据被重复存储，并由不同的应用程序来修改，因此很容易引起数据的不一致性，即在任一时刻，同一数据的各个复制值不同。由于数据库系统中存储数据的最小粒度可以是数据项，因此对于不同的应用，可以选取全体数据的不同子集产生针对于某个应用的临时特殊的子数据库，具有较大的灵活性。

◇ 数据独立性高。

数据独立性是指数据的物理独立性和数据的逻辑独立性两个方面。物理独立性是指用户的应用程序与存储在磁盘上的数据库中的数据是相互独立的。即：用户的数据以何种形式（二进制或八进制）存放在磁盘的何处（哪个扇区、哪个磁道），其存放顺序是什么样的等都是由 DBMS 统一来管理的，用户不需要了解。用户需要了解的仅是这些数据的逻辑结构。其优点是：数据的物理存储即使改变了，用户的应用程序不需要跟着改变。逻辑独立性是指用户的应用程序与数据库的逻辑结构也是相互独立的。即使数据的逻辑结构改变了，用户的应用程序也可以保持不变。

◇ 数据由 DBMS 统一管理与控制。

数据的共享性要求数据的存取可以并发进行，即多个用户可以同时存取同一个数据库中的同一数据或不同数据。为达到这个目的，DBMS 至少应提供以下几种数据的保护与控制功能：第一，数据的安全性（Security）保护，防止不合法的使用造成数据的泄密和破坏，限制每个用户只能按照规定的方式进行数据的存取与使用；第二，数据的完整性（Integrity）检查，包括数据的正确性、有效性和相容性；第三，并发（Concurrency）控制，当多个用户对同一数据或不同数据同时进行存取或做其他操作时，如果不加以控制或协调，可能会造成数据的破坏或失效，这种情况应加以避免；第四，数据库恢复（Recovery），计算机系统会因为硬件故障、软件故障、误操作或人为破坏而遭到损坏，从而造成数据库系统内的数据全部或部分失效。因此，DBMS 应该提供一种可以使数据库内数据进行全部或部分恢复的功能，最大限度地减少用户的损失。

数据库的出现使信息系统从以加工数据的程序为中心转向以围绕共享的数据库为中心的新阶段。数据库系统阶段数据与程序的关系可用图 1-5 表示。

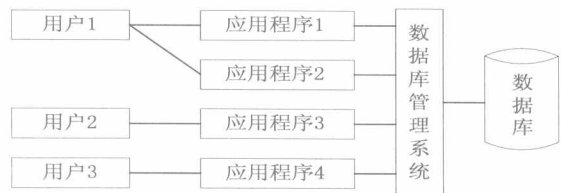


图 1-5 数据库系统阶段数据与程序的关系

1.2.3 数据库技术与多学科技术的有机结合

各种学科技术与数据库技术的有机结合，使数据库领域中新内容、新应用和新技术层出不穷，形成了各种新型的数据库系统。包括面向对象数据库系统、分布式数据库系统、知识数据库系统、模糊数据库系统、并行数据库系统以及多媒体数据库系统等。数据库技术被应用到特定的应用领域，又出现了工程数据库、演绎数据库、时态数据库、统计数据库、空间数据库、科学数据库和