

高等学校计算机基础教育  
改革与实践系列教材

# 数据库技术及 应用 (Access)

主 编 贾 伟  
副主编 张英俊 魏建琴 肖 宁



高等教育出版社  
HIGHER EDUCATION PRESS

高等学校计算机基础教育改革与实践系列教材

# 数据库技术及应用( Access)

Shujuku Jishu ji Yingyong( Access)

主 编 贾 伟

副主编 张英俊 魏建琴 肖 宁



高等教育出版社·北京  
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

## 内容提要

本书在介绍数据库概念与原理的基础上,以 Access 2003 数据库管理系统为开发工具,系统、详细地介绍了以 VBA 编程技术为核心的开发数据库应用系统的步骤。

全书分为 10 章,主要内容包括数据库概述、Access 数据库简介及其应用、表结构的设计、数据表视图和数据记录操作、查询设计、窗体设计、报表设计、多表关联关系设计、数据库 Web 设计、宏设计、应用系统的菜单和工具栏设计、VBA 程序设计和小型数据库应用系统开发举例。

本书章节结构的设置符合数据库应用技能培养的认知规律,内容丰富,理论与实践并重,相关教学资源可以在中国高校计算机课程网下载,网址为 <http://computer.cncourse.com>。

本书既可作为高等学校非计算机专业的“数据库技术及应用”课程教材,也可作为从事数据库设计、开发的工程技术人员的参考书。

## 图书在版编目(CIP)数据

数据库技术及应用:Access/贾伟主编. —北京:高等教育出版社,2010.8

ISBN 978 - 7 - 04 - 030170 - 0

I. ①数… II. ①贾… III. ①关系数据库 - 数据库管理系统, Access - 高等学校 - 教材  
IV. ①TP311.138

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 126557 号

策划编辑 饶卉萍 责任编辑 康兆华 封面设计 张志奇 责任绘图 尹莉  
版式设计 张岚 责任校对 姜国萍 责任印制 朱学忠

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 100120

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司  
印 刷 肥城新华印刷有限公司

开 本 787 × 1092 1/16  
印 张 18.5  
字 数 440 000

购书热线 010 - 58581118  
咨询电话 400 - 810 - 0598  
网 址 <http://www.hep.edu.cn>  
<http://www.hep.com.cn>  
网上订购 <http://www.landaco.com>  
<http://www.landaco.com.cn>  
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2010 年 8 月第 1 版  
印 次 2010 年 8 月第 1 次印刷  
定 价 25.40 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

物料号 30170 - 00

# 高等学校计算机基础教育改革与实践系列教材

## 编审委员会

主任：陈立潮

副主任：段 富

委员：

亢临生 赵山林 贾 伟 李祥生

王建国 朱红康 张 森 张英俊

# 序 言

教育部高等学校计算机基础课程教学指导委员会在《高等学校计算机基础教学发展战略研究报告暨计算机基础课程教学基本要求》(以下简称《基本要求》)中指出,党的“十七大”提出了我国要从改造传统工业入手,走工业与信息技术相融合的新型工业化道路。为此,需要培养大批新一代“专业+信息”的工程技术人才。作为信息技术的核心,计算机基础教育的重要性被提到了空前的高度,计算机基础课程在高校确立了公共基础课的地位。在实施高等学校本科教学质量与教学改革的过程中,计算机基础课程的教学改革朝着高水平、应用化、规范化的方向推进。

在完成教育部高等学校计算机基础课程教学指导委员会课题的过程中,我们组织了十余所高等学校计算机基础教学的负责人和一线教师,对这些高等学校中几千名本科生以问卷的形式对计算机基础教育现状进行了抽样调查,内容涉及了大学生起始计算机技能基本情况、目前课程安排和课程效果评价三个方面,着重了解了当代大学生对计算机基础教育的新需求及对计算机基础课程的意见与建议等。通过对这些调查问卷进行科学的分析,我们得到一些计算机基础教学课程体系改革的启示。在此基础上,按照《基本要求》的精神,结合计算机技术发展和应用的实际,以“知识-技能-能力”培养为目标,对计算机基础课程体系进行了重新设计和调整,构建了“大学计算机基础+X门计算机应用课程”和“程序设计基础+X门计算机应用课程”两种“1+X”课程体系模式,形成了新型的计算机基础课程教学方案。

在以上课题研究的基础上,我们成立了“高等学校计算机基础教育改革与实践系列教材”编审委员会,希望能编写出一套适合于此教学方案的教材并建设相应的课程教学资源。

该系列教材以“面向应用、强化基础、注重融合”为原则,从面向应用的计算机硬件基础和软件基础两个角度入手,从融合专业技术的发展、社会对现代人才知识结构的要求出发,按照两种“1+X”的课程设置方案,选择了五门比较基础且通用的计算机基础课程来组织编写。其特点如下:

1. 从实践中来,到实践中去。所有教学内容均从应用问题出发,以引例、实例和案例作为背景,提出每章的教学内容与教学目的,使学生对学习什么知识、为什么要学这些知识有一个概括的认识,并通过解决问题使所学基础知识得到强化。所有引例、实例和案例都具有代表性,能激发学习的积极性,达到学以致用目的。

2. 内容新颖,知识结构更加合理。所有教学内容进一步体现了新版《基本要求》的精神,并

在此基础上,结合多年来教学改革与实践经验及地方经济结构和行业的需要,融合相关专业知  
识,适当地增加了部分内容。同时突破了传统的知识结构与教学模式,对相关内容的知识结构顺  
序做了调整,更利于学生对计算机基础知识的理解和掌握。

3. 进一步体现了计算机基础教育的目的和意义。计算机基础课程到底应该学哪些知识?  
计算机技术的发展水平和社会对计算机知识的需求是什么?计算机基础课程教学的内容怎样适  
应这种要求?所有这些是衡量计算机基础课程教学成败的关键。要使我们的教学紧跟时代的步  
伐,就要在不同的时期调整我们的教学内容。本丛书在这方面做了大量的调研,对教学内容进行  
了适当的选择,进一步体现了“大学计算机文化基础”之后的新的知识与内容,进一步满足  
了社会对现代人才面向应用的计算机技能的基本要求。

为了保证教材的编写质量,编委会对本系列教材的编写过程进行了全程把关,各书的主编和  
编委由来自各个高校的计算机基础教学负责人或骨干教师担任,他们都有丰富的教学实践和教  
材编写经验。可以说本系列教材综合了各高校计算机基础教育改革与实践的经验和成果,是集  
体智慧的结晶。

希望各高校在使用该系列教材的过程中能够提供有益的帮助和意见,促进相关课题研究工  
作的不断深入。

编审委员会  
2010年5月

# 前 言

Access 2003 是目前最受欢迎的小型关系数据库管理系统,易于学习和操作,功能强大。本书综合考虑教育部高等学校计算机基础课程教学指导委员会制定的理工类、医药类、农林类等“数据库技术及应用”课程教学的基本要求,针对高等学校非计算机专业学生的特点,总结作者多年从事一线教学的经验,并精选开发实例,由浅入深,理论结合实际,全面地讲述关系数据库系统的特点及应用与开发技术。

Access 作为 Microsoft Office 的组件之一,与目前人们广泛使用的 Word、Excel 和 PowerPoint 有着相同的操作环境、相似的操作界面和一致的设计风格,给读者的学习带来了方便,而且 Access 与 Word、Excel 等软件的数据共享也非常方便。使用 Access 时不必编写程序就可以完成其他数据库管理系统必须通过编程才能完成的功能,既能满足设计数据库应用软件的需求,又可以由非程序设计者来建立数据库应用软件,大大拉近了数据库使用者与数据库应用软件开发之间的距离。

Access 功能强大、内容丰富,既是数据库管理系统,又是数据库应用软件开发平台。为了使读者在较短的时间内尽快地掌握 Access 的主要功能和学习方法,本书在选材时做了适当的取舍,力争做到选材得当。本书在内容的安排上由浅入深,循序渐进,保持了全书的连贯性。书中给出丰富而实用的例题,把 Access 的强大功能和知识点融会贯通到例题中,并通过例题深入浅出地讲解具体的操作方法,使读者学得懂、记得住、用得上。

本书以“金鑫超市管理系统”项目的开发为例,全书文字简洁,语言流畅,条理清楚,通俗易懂。希望读者通过学习能够掌握 Access 的基本功能,并掌握开发数据库应用系统的方法。

本书由贾伟担任主编,由张英俊、魏建琴、肖宁担任副主编。全书共分 10 章,其中第 1 章由贾伟编写,第 2、4 章由魏建琴编写,第 3、5 章由袁占花编写,第 6、7 章由肖宁编写,第 8、9 章由郝晓燕编写,第 10 章由张英俊编写。

对于本书中的错漏和不妥之处,恳切希望得到各方人士的批评指正。

作 者  
2010 年 5 月

# 目 录

<b>第 1 章 数据库概述</b> .....	1	2.2.4 数据库保护 .....	27
1.1 数据与数据处理 .....	1	2.3 创建表 .....	31
1.1.1 数据与信息 .....	1	2.3.1 表的设计 .....	31
1.1.2 数据处理 .....	2	2.3.2 表的创建 .....	33
1.2 数据库系统 .....	5	2.3.3 字段的属性设置与维护 .....	39
1.2.1 数据库系统的组成 .....	5	2.4 使用表 .....	48
1.2.2 数据库管理系统 .....	5	2.4.1 表的维护 .....	48
1.2.3 数据库系统结构 .....	6	2.4.2 表中数据的编辑 .....	49
1.3 数据库基础理论 .....	8	2.4.3 调整表的外观 .....	50
1.3.1 数据描述 .....	8	2.4.4 数据的查找与替换 .....	51
1.3.2 概念模型 .....	9	2.4.5 记录排序 .....	53
1.3.3 数据模型 .....	12	2.4.6 记录筛选 .....	54
1.3.4 关系数据库 .....	13	2.5 数据完整性 .....	57
1.4 数据库技术的发展与应用 .....	16	2.5.1 实体完整性与主关键字 .....	57
1.4.1 数据库技术与其他技术的结合 ..	16	2.5.2 域完整性与约束规则 .....	58
1.4.2 数据仓库 .....	16	2.5.3 参照完整性与表之间的关联 .....	58
1.4.3 OLTP 与 OLAP .....	17	2.6 数据的链接、导入与导出 .....	62
1.4.4 数据挖掘 .....	17	本章小结 .....	63
本章小结 .....	18	习题 .....	64
习题 .....	19	<b>第 3 章 查询</b> .....	67
<b>第 2 章 Access 数据库与表操作</b> .....	20	3.1 查询概述 .....	67
2.1 Access 简介 .....	20	3.1.1 查询的概念 .....	67
2.1.1 数据库系统实例——金鑫超市 管理系统 .....	20	3.1.2 查询的种类 .....	68
2.1.2 Access 简介 .....	21	3.1.3 查询的创建方法与视图 .....	69
2.2 创建与使用 Access 数据库 .....	23	3.1.4 查询条件 .....	70
2.2.1 创建数据库 .....	23	3.2 选择查询 .....	72
2.2.2 打开与关闭数据库 .....	24	3.2.1 创建选择查询 .....	72
2.2.3 Access 数据库对象 .....	25	3.2.2 创建基于多个表的选择查询 .....	73
		3.3 查询中的条件与计算 .....	74
		3.3.1 查询中的条件 .....	74



3.3.2 查询中的计算 .....	77	5.1.3 报表的功能和类型 .....	117
3.4 交叉表查询 .....	79	5.1.4 报表的结构与视图 .....	118
3.5 参数查询 .....	81	5.2 窗体的创建与使用 .....	119
3.6 操作查询 .....	82	5.2.1 创建窗体的方法 .....	119
3.6.1 创建删除查询 .....	82	5.2.2 窗体控件 .....	121
3.6.2 创建追加查询 .....	83	5.2.3 子窗体 .....	127
3.6.3 创建更新查询 .....	84	5.2.4 切换面板 .....	129
3.6.4 创建生成表查询 .....	85	5.3 报表的创建与使用 .....	131
本章小结 .....	86	5.3.1 创建报表的方法 .....	131
习题 .....	86	5.3.2 编辑报表 .....	136
<b>第4章 关系数据库标准语言 SQL .....</b>	<b>88</b>	5.3.3 输出报表 .....	142
4.1 SQL 概述 .....	88	本章小结 .....	144
4.1.1 SQL 的特点 .....	88	习题 .....	145
4.1.2 SQL 的功能 .....	89	<b>第6章 页 .....</b>	<b>146</b>
4.2 SQL 的数据定义 .....	90	6.1 数据访问页概述 .....	146
4.2.1 创建表 .....	90	6.1.1 数据访问页的概念 .....	146
4.2.2 修改表 .....	95	6.1.2 数据访问页的组成与类型 .....	147
4.2.3 删除表 .....	96	6.1.3 创建数据访问页 .....	148
4.2.4 建立索引 .....	96	6.2 数据访问页的设计 .....	152
4.2.5 删除索引 .....	97	6.2.1 数据访问页的布局控制 .....	152
4.3 SQL 的数据操纵 .....	97	6.2.2 数据访问页中的数据显示 .....	155
4.3.1 插入数据 .....	97	6.3 数据访问页的使用 .....	157
4.3.2 更新数据 .....	98	6.3.1 数据访问页的查看 .....	157
4.3.3 删除数据 .....	100	6.3.2 数据访问页的数值计算 .....	158
4.4 SQL 的数据查询 .....	100	6.4 数据访问页的发布 .....	161
4.4.1 SELECT 语句 .....	101	6.4.1 连接文件 .....	161
4.4.2 简单查询 .....	101	6.4.2 发布到 Web 服务器 .....	161
4.4.3 连接查询 .....	106	本章小结 .....	163
4.4.4 嵌套查询 .....	108	习题 .....	163
4.4.5 联合查询 .....	109	<b>第7章 宏 .....</b>	<b>166</b>
本章小结 .....	110	7.1 宏的概述 .....	166
习题 .....	110	7.1.1 宏的概念 .....	166
<b>第5章 窗体与报表 .....</b>	<b>114</b>	7.1.2 操作序列宏 .....	167
5.1 窗体与报表概述 .....	114	7.1.3 宏组 .....	167
5.1.1 窗体的功能和类型 .....	114	7.1.4 含有条件的宏 .....	168
5.1.2 窗体的结构与视图 .....	116	7.2 宏的创建与使用 .....	168

7.2.1 创建宏	168	9.2.3 常量与变量	217
7.2.2 创建宏组	169	9.2.4 数组	219
7.2.3 创建含有条件的宏	169	9.2.5 函数	221
7.2.4 编辑宏	170	9.3 VBA 的程序结构	223
7.2.5 运行和调试宏	171	9.3.1 顺序结构	223
7.3 宏的应用	174	9.3.2 分支结构	224
7.3.1 操作数据	174	9.3.3 循环结构	227
7.3.2 执行命令	177	9.3.4 Exit 语句	229
7.3.3 实现导入/导出功能	181	9.4 过程与模块	229
7.3.4 操纵数据库对象	183	9.4.1 过程	229
7.3.5 其他	188	9.4.2 模块	231
本章小结	190	9.5 VBA 的对象	232
习题	190	9.5.1 VBA 对象概述	232
<b>第 8 章 关系数据库设计</b>	<b>194</b>	9.5.2 VBA 对象的使用	235
8.1 概念模型设计	194	9.5.3 使用 Access 的对象模型	236
8.1.1 E-R 模型的设计方法	195	9.6 VBA 程序代码的调试	240
8.1.2 E-R 模型的设计步骤	196	9.6.1 调试 VBA 程序代码的基本知识	240
8.2 逻辑模型设计	198	9.6.2 调试 VBA 程序代码的工具	244
8.2.1 E-R 模型向关系模型的转换	199	9.6.3 VBA 程序代码设计示例	244
8.2.2 数据模型的优化	200	9.7 VBA 数据库编程	246
8.3 关系模式的规范化	200	9.7.1 VBA 数据库访问接口	246
8.3.1 关系模式规范化的必要性	200	9.7.2 用 DAO 访问数据库	247
8.3.2 函数依赖	202	9.7.3 用 ADO 访问数据库	250
8.3.3 关系模式的规范化	203	本章小结	252
8.4 物理模型设计	206	习题	252
8.4.1 物理模型设计步骤	206	<b>第 10 章 小型应用系统开发</b>	<b>254</b>
8.4.2 物理模型设计内容	207	10.1 应用系统开发概述	254
本章小结	208	10.1.1 系统分析	254
习题	209	10.1.2 系统设计	254
<b>第 9 章 VBA 编程应用</b>	<b>211</b>	10.1.3 系统实施	255
9.1 VBA 概述	211	10.1.4 系统运行与维护	255
9.1.1 VBA 编程环境	211	10.2 “金鑫超市管理系统”需求分析与设计	255
9.1.2 VBA 与宏的关系	213	10.2.1 应用系统需求分析	255
9.2 VBA 中的数据	215	10.2.2 应用系统概要设计	256
9.2.1 数据类型	215		
9.2.2 保留字与标识符	216		

10.3	“金鑫超市管理系统”数据库设计与创建 .....	257	10.4.6	采用主窗体实现系统控制 .....	276
10.4	“金鑫超市管理系统”实施 .....	261	10.5	数据库文件格式转换与保护 .....	277
10.4.1	“登录”窗体的设计与实现 .....	262	10.5.1	转换数据库文件格式 .....	277
10.4.2	创建“商品种类管理”窗体 .....	264	10.5.2	生成可执行的数据库文件 .....	277
10.4.3	“快捷管理”窗体的创建 .....	269	本章小结 .....	278	
10.4.4	“商品交易表及其明细”窗体的创建 .....	270	习题 .....	278	
10.4.5	查询的设计与实现 .....	275	<b>参考文献 .....</b>	<b>280</b>	

# 数据库概述

## 第 1 章

数据库是数据管理的最新技术,是计算机科学的重要组成部分。随着计算机科学与技术的发展,数据库技术的应用范围已经从传统的数据处理和信息管理领域渗透到计算机辅助设计、计算机辅助制造、人工智能、决策支持和网络应用等领域,数据库技术已经成为信息系统的核心与基础。如今,信息资源的开发、利用和共享已经成为一个企业或组织生存与发展的重要条件。数据库建设的规模、信息量以及使用频度也已经成为衡量一个国家信息化程度的重要标志。

本章主要介绍数据库的基本概念和基础知识,是后续章节的准备和基础。

## 1.1 数据与数据处理

通俗地讲,数据库就是存储数据的“仓库”,因此数据、信息等基本概念将贯穿在人们进行数据处理的整个过程之中。掌握好这些概念,对于今后更好地学习和使用数据库管理系统具有重要意义。

### 1.1.1 数据与信息

#### 1. 数据

数据就是一组表示客观世界某种实体的数量、行为和状态的非随机的、可以鉴别的物理符号,是反映客观事物存在方式和运动状态的记录。数据既是信息的载体,也是信息的具体表现形式。

数据作为信息的具体表现形式,既可以是数字,也可以是文字、图形、图像、声音、语言等多种形式,它们都可以经过数字化处理后被存入计算机中。这些数据既可以用来对客观事物进行定量描述(如商品的数量、价格等),也可以对客观事物进行定性记录(如商品名称、产地等),还可以对客观事物进行形象特征和过程记录(如视频、音频等)。

如果从计算机的角度来说,数据就是那些可以被计算机接受并能够被计算机处理的符号,是数据库存储的基本对象。

## 2. 信息

信息是客观世界在人们头脑中的反映,是人们进行社会活动、经济活动及生产活动的产物,并可以作用于这些活动。

信息是经过加工的、具有一定含义的数据,是对决策者有价值的信息。

信息和数据既有联系,又有区别。数据是信息的载体,是信息的表现形式。信息则是对数据加工的结果,是对数据的解释。例如,“23、24、25”就仅仅是一组数据,但是它们在学生信息管理系统中可能代表3个学生的年龄,此时这些数据就被赋予了实际的含义,就可以被称为信息。

### 1.1.2 数据处理

数据处理也称为信息处理。这里所说的数据处理是指对各种形式的数据进行收集、存储、分类、排序、检索、加工和传输等一系列活动。数据处理的基本目的就是从大量的或者杂乱无章的或者是难以理解的数据中提取并推导出对于某些特定的人来说有价值、有意义的信息。

随着计算机技术的发展和计算机普及应用,数据处理的规模日益扩大,数据处理的应用需求越来越广泛,因此也推动了数据处理技术从简单到复杂、从低级到高级的发展过程。数据处理技术经历了从人工管理、文件系统到数据库系统管理等3个发展阶段。

#### 1. 人工管理阶段

人工管理阶段是数据处理的最初阶段。在20世纪50年代,计算机技术还不够成熟,从硬件方面来看,外存储器只有纸带机、卡片机等顺序存取设备,而没有磁盘、光盘等直接存取设备;从软件方面来看,既没有操作系统,也没有专门的数据管理软件。在这一阶段,计算机主要用于科学计算,有以下几点特点。

① 数据不保存。在需要计算时,利用卡片、纸带等介质将数据输入,经过运算得到结果。数据处理过程结束后,数据不保存。

② 数据与程序不独立。程序和程序是一个不可分割的整体。也就是说,数据是程序的一个组成部分。

③ 数据不能共享。即一组数据对应一个程序,不同应用程序的数据之间是相互独立、彼此无关的。即使两个不同的应用程序涉及同一个(或同一组)数据,也必须各自定义,无法相互利用,不能共享,于是造成数据的高度冗余。

④ 没有文件的概念,数据处理采用批处理方式。在这一阶段,由于计算机的存储能力很弱,没有文件的概念,数据的组织完全由程序员自行设计、组织和安排,数据处理采用批处理方式。

在人工管理阶段,应用程序与数据集之间的对应关系如图1-1所示。

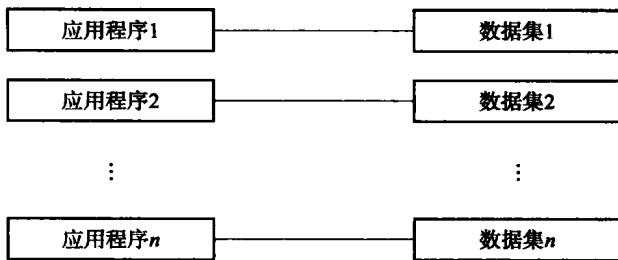


图1-1 人工管理阶段中应用程序与数据集之间的对应关系

## 2. 文件系统阶段

从20世纪50年代后期到20世纪60年代中期,随着计算机技术的发展,在硬件方面,有了磁盘、磁鼓等直接存取的大容量存储设备;在软件方面,产生了操作系统,并且有了专门的数据管理软件,即文件系统。在文件系统中,数据是以文件的形式出现的。也就是说,按一定的规则将数据组织成文件,应用程序通过文件系统对文件中的数据进行存取和加工处理。该阶段主要有以下一些特点。

① 数据可以长期保存、反复使用。由于有大容量存储设备和文件系统的支持,数据可以方便地长期保存在大容量的外部存储设备上,并且可以反复地使用,即同一个(或同一组)数据可以经常被用于查询、修改、插入和删除等。

② 数据具有独立性。由于程序和数据之间有文件系统进行管理,使应用程序与数据之间有了一定的独立性。程序通过文件名的方式访问数据,使程序设计人员进行数据处理时不必再关心数据的物理存储位置,从而减轻了工作强度,提高了工作效率。

③ 文件组织的多样化。由于有大容量存储设备的支持,文件的组织形式也发生了很大变化。除顺序文件外,还出现了索引文件、链表文件、直接存取文件等多种形式。但是,文件之间相互独立、缺乏联系,数据之间的联系要通过程序去构造。

④ 数据可以实时处理。在文件系统的支持和管理下,数据处理既可以采用批处理方式,也可以采用实时处理方式,并且数据的存取是以记录作为基本单位的。

虽然文件系统阶段与人工管理阶段相比有了很大的进步,但是还存在着独立性差、共享不足、冗余度高等缺陷。

在文件系统阶段,应用程序与数据集之间的对应关系如图1-2所示。

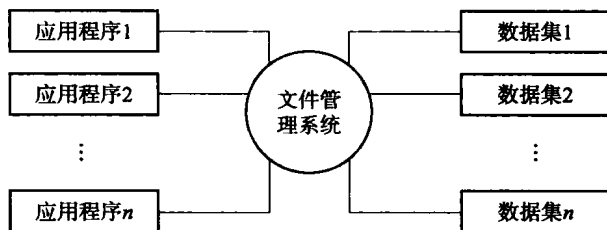


图1-2 文件系统阶段中应用程序与数据集之间的对应关系

## 3. 数据库系统管理阶段

从20世纪60年代后期开始,处理数据的规模日益庞大,应用也越来越广泛,数据量急剧增加,要求数据共享的呼声也越来越高。同时,随着计算机技术的发展,出现了大容量的磁盘,软件的内容和规模也逐渐丰富与完善。在此背景下,人们开始使用数据库与数据库管理系统来管理数据,数据管理技术进入数据库系统管理阶段。数据库系统克服了文件系统的缺陷,为数据的管理提供了更高级、更有效的方式。

与人工管理和文件系统相比,数据库系统有以下几个主要的特点。

① 数据结构化。数据结构不再面向单一的应用程序,而成为面向整个组织的数据结构。例如,以学校管理为例,要想避免数据冗余和数据之间的依赖性,就要求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。图1-3给出了学生基本情况、选课情况及成绩等数据记

录之间的关系。

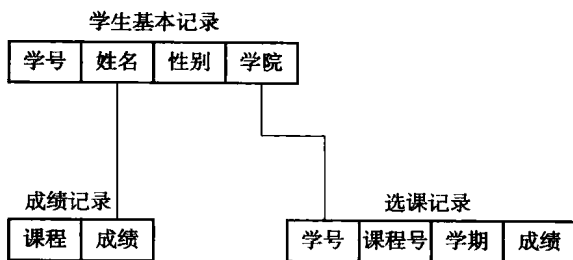


图 1-3 数据之间的关系

② 数据冗余度小,易扩充。数据库系统从整体的角度来看待和描述数据,数据不是专门面向某一个应用,而是面向整个系统。于是,数据就可以实现共享,可以大大减少数据冗余,节约存储空间,缩短存取时间,避免数据之间出现不相容和不一致。

由于数据是面向整个系统且具有结构的,不仅可以被许多应用所共享,而且容易增加新的应用。即当应用需求发生改变或增加时,只要重新选择数据子集或者加上一部分数据,就可以满足更多、更新的要求,从而保证系统具备易扩充性。

③ 数据的独立性高。数据库中的数据与程序之间有很强的独立性(包括数据的物理独立性和逻辑独立性),即在数据库系统中,数据的组织和存储方法与应用程序互不依赖、彼此独立。因此,大大简化了应用程序的编制,减少了应用程序的维护和修改的工作量。

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。也就是说,数据在磁盘上的数据库中如何存储是由 DBMS(数据库管理系统,稍后介绍)来管理的,用户不需要了解,应用程序所要处理的只是数据的逻辑结构。这样,当数据的存储方式发生改变时,应用程序不必改变。

逻辑独立性是指用户的应用程序与数据库的逻辑结构是相互独立的。也就是说,即使数据的逻辑结构改变了,用户程序也可以保持不变。

④ 为用户提供方便的接口。用户既可以使用查询语言或终端命令来操作数据库,也可以使用程序方式来操作数据库。

⑤ 数据由 DBMS 统一管理和控制。数据库是多用户共享的数据资源。为了适应数据共享环境,数据库管理系统提供了多种数据管理与控制功能,如数据库的安全性、完整性、一致性、并发控制功能及数据恢复功能等。

在数据库系统管理阶段,应用程序与数据库之间的对应关系如图 1-4 所示。

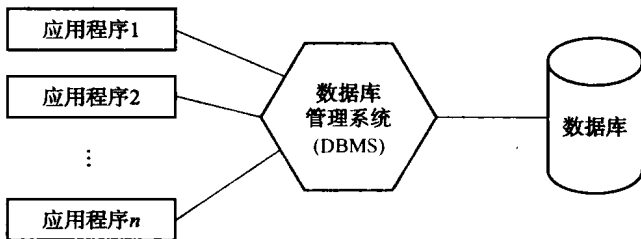


图 1-4 数据库系统管理阶段中应用程序与数据库之间的对应关系

## 1.2 数据库系统

数据库系统(Database System, DBS)是指带有数据库并利用数据库技术进行数据管理的计算机系统,它可以实现有组织地、动态地存储大量的相关数据,提供数据处理和信息资源共享服务。

### 1.2.1 数据库系统的组成

一个完整的数据库系统由数据库、数据库管理系统、硬件系统、软件系统和相关人员这5个部分组成。

#### 1. 数据库

数据库(Database, DB)是按照特定的组织方式保存在存储介质上的数据的集合,并且可以同时被各种用户所共享。数据库中的数据具有较小的冗余度、较高的数据独立性和可扩展性。数据库不仅包含描述事物数据本身,也包含数据之间的联系。

数据库是数据库系统的构成主体,是数据库系统的管理对象。

#### 2. 数据库管理系统

数据库管理系统(Database Management System, DBMS)是数据库系统的核心,是一种系统软件,负责数据库中数据的组织、操纵、维护、控制、保护和服务等。数据库管理系统是位于用户和操作系统之间的数据管理软件。

#### 3. 硬件系统

硬件环境是数据库系统的物理支撑,包括CPU、内存、外存储器及输入输出设备等。由于数据库系统承担着数据管理的任务,它要在计算机操作系统的支持下工作,而且本身包含着数据库管理例行程序、应用程序等,因此要求有足够大的内存空间。同时,由于用户的数据库、系统软件和应用软件都要保存在外存储器上,所以对外存储器容量的要求也很高,还要求有较好的通道性能。

#### 4. 软件系统

软件系统包括系统软件和应用软件两大类。系统软件主要包括操作系统、数据库管理系统、开发应用系统的高级语言及其编译系统、应用系统开发工具软件等。系统软件为开发应用系统提供了良好的环境,其中数据库管理系统是连接数据库和用户的纽带,是软件系统的核心。应用软件是指在数据库管理系统的基础上根据实际需要而开发的应用程序。

#### 5. 相关人员

数据库系统的人员是指管理、开发和使用数据库系统的全部人员,主要包括数据库管理员、系统分析员、应用程序员和最终用户。不同的人员涉及不同的数据抽象级别,数据库管理员负责全面地管理和控制数据库系统;系统分析员负责应用系统的需求分析和规范说明,确定系统的软、硬件配置、系统的功能及数据库概念模型的设计;应用程序员负责设计应用系统的程序模块,根据数据库的外模式来编写应用程序;最终用户通过应用系统所提供的用户界面来使用数据库。

### 1.2.2 数据库管理系统

数据库管理系统,是用于建立、维护和管理数据库的系统软件,它提供安全性和完整性控制



机制,具有完备的数据库操作命令。它既可以在交互方式下管理和访问数据,也可以利用开发工具来开发数据库应用程序。常用的数据库管理系统有 Visual FoxPro、Access、SQL Server、Oracle、Sybase 等。

数据库管理系统所管理的对象主要是数据库,其功能包括数据定义功能、数据操纵功能、数据控制功能、数据库维护功能和数据通信功能等。

### 1. 数据定义功能

通过 DBMS(数据库管理系统)数据定义子语言(Data Definition Language,DDL),可以定义数据库中的数据表、索引等,并设置数据的完整性约束、表间关联等相关信息。

### 2. 数据操纵功能

通过 DBMS 数据操纵子语言(Data Manipulation Language,DML),可以实现对数据库中的数据进行存取、检索、插入、修改和删除等操作。

### 3. 数据控制功能

通过 DBMS 数据控制子语言(Data Control Language,DCL),可以实现安全性和完整性控制,实现并发控制和故障恢复。数据库管理例行程序是数据库管理的核心部分,它包括并发控制、存取控制、完整性条件检查与执行、数据库内部维护等,数据的所有操作都在这些控制程序的统一管理下进行,以确保数据正确、有效。

### 4. 数据库维护

数据库维护功能主要包括数据更新和转换(实现与其他软件的数据转换)、数据库转存和恢复、数据库重组、结构维护和性能监视等。

### 5. 数据通信功能

DBMS 要经常与操作系统进行信息交换,因此必须提供与操作系统的联机处理、分时处理和远程作业传输的接口。

## 1.2.3 数据库系统结构

数据库是长期存储在计算机内的、有组织的、可以共享的大量数据的集合。数据库中的数据按一定的数据模型组织、描述和存储,具有较小的数据冗余度、较高的数据独立性和可扩展性,并可为各种用户共享。要考察数据库系统的结构,可以有多种不同的层次或不同的角度。

从数据库管理系统的内部来看,数据库系统通常采用三级模式结构;从用户的角度来看,数据库系统的结构可以分为单用户结构、主从式结构、分布式结构、客户-服务器结构、浏览器-应用服务器-数据库服务器多层结构等。

下面重点介绍数据库系统的三级模式结构。

### 1. 数据库系统模式的概念

在数据模型中有“型”(type)和“值”(value)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,学生记录的型可以定义为(学号,姓名,性别,系别,年龄,籍贯),而该型所对应的具体值可以是(9000201,王明,男,计算机,23,北京)。

模式(schema)是数据库中全体数据的逻辑结构和特征描述,它仅仅涉及型的描述,并不涉及具体的值。模式的一个具体的值称为模式的一个实例(instance)。同一个模式可以有許多实