

# Access

# Access

## 数据库实用教程

主 编 骆耀祖 叶丽珠  
副主编 刘肃平 杨 波 郑冬花



电子教案下载网址 [www.cmpedu.com](http://www.cmpedu.com)



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

# Access 数据库实用教程

主 编 骆耀祖 叶丽珠  
副主编 刘肃平 杨 波 郑冬花



机械工业出版社

全书共分 10 章,主要内容包括:数据库基础知识、Access 2003 数据库设计与创建、表、查询、窗体、报表、数据访问页、宏、模块和 VBA 程序设计、数据库系统开发实例等内容。全书涵盖了全国高等学校计算机水平考试 II 级《Access 数据库》考试大纲的基本内容。

本书内容全面、由浅入深、详略得当,注重实践及应用,每章都附有适量的习题和上机实训。全书贯穿一个实用的信息系统,以其为核心内容编写大量翔实的实例,向用户介绍了 Access 2003 的使用方法,以及如何使用 Access 开发数据库应用程序。

本书可作为普通高校非计算机专业的计算机公共课教材,也可作为全国计算机等级考试( Access)的培训教材,还可供学习数据库技术的用户学习参考。

本书配套授课电子教案,需要的教师可登录 [www.cmpedu.com](http://www.cmpedu.com) 免费注册,审核通过后下载,或联系编辑索取(QQ: 1239258369, 电话: 010 - 88379739)。

## 图书在版编目(CIP)数据

Access 数据库实用教程/ 骆耀祖, 叶丽珠主编. —北京: 机械工业出版社, 2012. 1

ISBN 978-7-111-36234-0

I. ① A… II. ① 骆… ② 叶… III. ① 关系数据库 - 数据库管理系统, Access - 高等职业教育 - 教材 IV. ① TP311. 138

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 215793 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 鹿 征

责任印制: 李 妍

北京诚信伟业印刷有限公司印刷

2012 年 1 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm × 260mm · 18.25 印张 · 449 千字

0001-3000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-36234-0

定价: 34.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010)68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010)88379649

读者购书热线:(010)88379203

封面无防伪标均为盗版

# 前 言

本书是根据教育部高等学校非计算机专业计算机基础教育中关于“数据库基础及其应用”的基本要求，针对非计算机专业学生的特点，组织编写的面向普通高等学校的教材。全书从培养学生分析问题和解决问题的能力着手，以数据库原理和技术为核心，并以 Access 2003 数据库实践应用为重点，既强调扎实的理论基础，又注重技术实践的应用。本书首先介绍数据库的基础理论知识；接着系统、详细地介绍了 Access 数据库管理系统，包括 Access 2003 数据库设计与创建、表、查询、窗体、报表、数据访问页、宏等，各知识点贯穿在实例中进行讲解，以提高读者分析问题和解决问题的能力；介绍了模块和 VBA 程序设计、数据库系统开发实例，并按软件工程的思想给出整个应用系统的开发步骤，让初学者了解到一个完整数据库应用系统的开发过程。

本书在编写过程中，一是注重基础性，以使学生在专业发展上具有潜力，更适应社会发展的需求；二是注重实用性，把培养实际应用能力放在首位。内容安排上循序渐进，实例操作步骤详细，力争将知识讲解、能力培养、素质教育融为一体。每章都精心设计了大量的练习题和上机实训，使学生通过系统学习之后，可以设计一个简单的数据库应用系统，从而掌握数据库的实用技术。

全书共分 10 章，其中，第 1 章、第 2 章由刘肃平编写，第 3 章、第 7 章由郑冬花编写，第 4 章由叶丽珠编写，第 5 章由曹婵杰编写，第 6 章由刘向荣编写，第 8 章由骆耀祖编写，第 9 章、第 10 章由杨波编写。全书由叶丽珠统稿，骆耀祖审阅并定稿。

本书配有教学电子课件和实例数据库文件，包括实例素材、实例操作结果、课后综合练习的参考答案以及上机实训的操作步骤，有需要的读者请到出版社网站免费下载。

本书在编写过程中，得到广东商学院华商学院丘兆福教授、信息工程系各位同仁的大力支持和帮助，在此表示深深的谢意。由于编者水平有限，书中难免有疏忽、错漏之处，敬请广大读者批评指正。

编 者

# 目 录

## 前言

## 第 1 章 数据库基础知识 ..... 1

### 1.1 数据库概述 ..... 1

#### 1.1.1 数据、信息和数据处理 ..... 1

#### 1.1.2 数据管理的发展 ..... 2

#### 1.1.3 数据库的体系结构 ..... 3

#### 1.1.4 数据库系统 ..... 4

### 1.2 数据模型 ..... 6

#### 1.2.1 数据模型的组成要素 ..... 6

#### 1.2.2 概念模型 ..... 6

#### 1.2.3 逻辑模型 ..... 8

#### 1.2.4 物理模型 ..... 9

### 1.3 关系数据库 ..... 9

#### 1.3.1 关系模型 ..... 9

#### 1.3.2 关系数据库的完整性 ..... 11

#### 1.3.3 函数依赖 ..... 12

#### 1.3.4 关系模式的范式 ..... 13

### 1.4 关系运算 ..... 15

#### 1.4.1 传统的集合运算 ..... 15

#### 1.4.2 专门的关系运算 ..... 16

### 1.5 数据库设计基础 ..... 16

#### 1.5.1 数据库设计概述 ..... 17

#### 1.5.2 数据库的概念结构设计 ..... 17

#### 1.5.3 数据库的逻辑结构设计 ..... 19

### 综合练习 1 ..... 20

## 第 2 章 Access 2003 数据库

### 设计与创建 ..... 23

### 2.1 Access 2003 的简介 ..... 23

### 2.2 Access 2003 的安装、启动 与退出 ..... 24

#### 2.2.1 安装 Access 2003 ..... 24

#### 2.2.2 启动 Access 2003 ..... 27

#### 2.2.3 退出 Access 2003 ..... 27

### 2.3 Access 2003 的工作环境 ..... 27

#### 2.3.1 Access 2003 窗口简介 ..... 27

#### 2.3.2 Access 数据库对象简介 ..... 28

### 2.4 Access 数据库的创建 ..... 32

#### 2.4.1 创建空数据库 ..... 33

#### 2.4.2 使用向导创建数据库 ..... 34

### 2.5 数据库的打开与关闭 ..... 38

#### 2.5.1 打开数据库 ..... 38

#### 2.5.2 关闭数据库 ..... 39

### 综合练习 2 ..... 39

## 第 3 章 表 ..... 43

### 3.1 表结构设计概述 ..... 43

#### 3.1.1 字段的命名规定 ..... 43

#### 3.1.2 字段的数据类型 ..... 43

#### 3.1.3 教学管理信息系统数据库的表 结构设计实例 ..... 45

### 3.2 创建表 ..... 47

#### 3.2.1 使用向导创建表 ..... 47

#### 3.2.2 使用表设计器创建表 ..... 49

#### 3.2.3 输入数据创建表 ..... 50

#### 3.2.4 使用外部数据创建表 ..... 51

### 3.3 设置表中的字段属性 ..... 53

#### 3.3.1 自定义字段格式及大小 ..... 54

#### 3.3.2 输入掩码 ..... 55

#### 3.3.3 有效性规则及文本 ..... 57

#### 3.3.4 标题及默认值 ..... 59

#### 3.3.5 设置表的主键和索引 ..... 59

#### 3.3.6 查阅属性 ..... 61

### 3.4 表的基本操作 ..... 63

#### 3.4.1 打开与关闭表 ..... 63

#### 3.4.2 添加、修改与删除记录 ..... 63

#### 3.4.3 记录的排序 ..... 67

#### 3.4.4 记录的筛选 ..... 67

#### 3.4.5 数据的查找与替换 ..... 69

#### 3.4.6 表结构的操作 ..... 71

3.4.7 表的复制、删除和重命名 .....	71	4.6.4 删除查询 .....	124
3.5 数据表外观的设置 .....	72	4.7 创建 SQL 查询 .....	125
3.5.1 行高和列宽的设置 .....	72	4.7.1 SQL 概述 .....	126
3.5.2 数据表字体及格式的设置 .....	73	4.7.2 SQL 的数据定义 .....	126
3.5.3 列字段的设置 .....	74	4.7.3 SQL 的数据查询 .....	129
3.6 表之间的关系 .....	75	4.7.4 创建 SQL 特定查询 .....	133
3.6.1 表之间的关系类型 .....	75	4.7.5 SQL 的数据操作 .....	135
3.6.2 建立表之间的关系 .....	75	综合练习 4 .....	137
3.6.3 修改、删除表之间的关系 .....	77	<b>第 5 章 窗体</b> .....	141
3.6.4 设置参照完整性 .....	77	5.1 窗体概述 .....	141
综合练习 3 .....	78	5.1.1 窗体的组成 .....	142
<b>第 4 章 查询</b> .....	82	5.1.2 窗体的类型 .....	142
4.1 查询概述 .....	82	5.2 创建窗体 .....	142
4.1.1 查询的功能 .....	82	5.2.1 创建窗体的方法 .....	142
4.1.2 查询的类型 .....	83	5.2.2 使用“自动创建窗体”创建窗体 .....	143
4.1.3 查询视图 .....	85	5.2.3 使用“窗体向导”创建窗体 .....	144
4.1.4 创建查询的方法 .....	86	5.2.4 使用“设计视图”创建窗体 .....	145
4.2 创建选择查询 .....	87	5.2.5 使用“图表向导”创建窗体 .....	146
4.2.1 使用向导创建查询 .....	87	5.2.6 创建“主/子窗体” .....	149
4.2.2 使用设计视图创建查询 .....	92	5.3 设计窗体 .....	150
4.2.3 运行和修改查询 .....	96	5.3.1 窗体设计视图 .....	151
4.3 设置查询条件 .....	99	5.3.2 常用控件的介绍 .....	152
4.3.1 运算符 .....	99	5.3.3 控件的基本操作 .....	153
4.3.2 表达式 .....	101	5.3.4 常用控件的使用 .....	154
4.3.3 函数 .....	101	5.3.5 窗体和控件的属性 .....	164
4.3.4 设置查询的条件 .....	104	5.4 格式化窗体 .....	166
4.3.5 在查询中进行计算 .....	109	5.4.1 使用自动套用格式 .....	166
4.4 创建交叉表查询 .....	114	5.4.2 使用条件格式 .....	166
4.4.1 使用“交叉表查询向导”创建交叉表查询 .....	114	5.4.3 添加当前日期和时间 .....	167
4.4.2 使用“设计视图”创建交叉表查询 .....	117	5.4.4 窗体操作 .....	167
4.5 创建参数查询 .....	118	综合练习 5 .....	168
4.5.1 创建单参数查询 .....	118	<b>第 6 章 报表</b> .....	175
4.5.2 创建多参数查询 .....	119	6.1 报表概述 .....	175
4.6 创建操作查询 .....	121	6.1.1 报表的组成 .....	175
4.6.1 生成表查询 .....	121	6.1.2 报表的视图类型 .....	176
4.6.2 追加查询 .....	122	6.1.3 报表的类型 .....	176
4.6.3 更新查询 .....	123	6.1.4 创建报表的方法 .....	178
		6.2 创建报表 .....	178

6.2.1 使用“自动创建报表”创建 报表 .....	178	7.3.2 添加命令按钮 .....	206
6.2.2 使用“报表向导”创建报表 .....	179	7.3.3 添加滚动文字 .....	208
6.2.3 使用“图表向导”创建报表 .....	182	7.3.4 设置主题和背景 .....	209
6.2.4 使用“标签向导”创建报表 .....	183	综合练习 7 .....	210
6.2.5 使用“设计视图”创建报表 .....	184	<b>第 8 章 宏</b> .....	213
6.3 编辑报表 .....	186	8.1 宏概述 .....	213
6.3.1 设置报表格式 .....	186	8.1.1 宏的基本概念 .....	213
6.3.2 添加背景图案 .....	186	8.1.2 常用的宏操作 .....	213
6.3.3 添加日期和时间 .....	187	8.2 创建序列宏 .....	215
6.3.4 添加分页符和页码 .....	187	8.2.1 创建操作序列宏 .....	215
6.3.5 绘制线条和矩形 .....	188	8.2.2 创建宏组 .....	216
6.4 报表排序和分组 .....	188	8.2.3 创建条件操作宏 .....	218
6.4.1 记录排序 .....	189	8.2.4 设置宏的操作参数 .....	220
6.4.2 记录分组 .....	189	8.3 运行宏 .....	220
6.5 使用计算控件 .....	190	8.3.1 自动运行宏 .....	220
6.5.1 报表添加计算控件 .....	190	8.3.2 直接运行宏 .....	221
6.5.2 报表统计计算 .....	191	8.3.3 从其他宏中运行宏 .....	221
6.5.3 报表常用函数 .....	193	8.3.4 通过事件触发宏 .....	222
6.6 创建子报表 .....	194	8.3.5 用快捷键触发执行宏 .....	222
6.6.1 在已有报表中创建子报表 .....	194	8.3.6 宏的综合实例 .....	223
6.6.2 将已有报表添加到其他已有报表 中建立子报表 .....	194	8.3.7 宏的编辑与调试 .....	225
6.6.3 链接主报表和子报表 .....	195	综合练习 8 .....	225
6.7 预览与打印报表 .....	195	<b>第 9 章 模块和 VBA 程序设计</b> .....	229
6.7.1 预览报表 .....	195	9.1 模块概述 .....	229
6.7.2 打印报表 .....	195	9.1.1 类模块 .....	229
综合练习 6 .....	196	9.1.2 标准模块 .....	229
<b>第 7 章 数据访问页</b> .....	198	9.1.3 将宏转换为模块 .....	230
7.1 数据访问页的概述 .....	198	9.2 创建模块 .....	230
7.1.1 数据访问页的页面视图 .....	198	9.2.1 模块的组成 .....	231
7.1.2 数据访问页的设计视图 .....	199	9.2.2 模块的创建 .....	231
7.2 创建数据访问页 .....	200	9.3 VBA 程序设计基础 .....	231
7.2.1 自动创建数据访问页 .....	200	9.3.1 面向对象程序设计的基本 概念 .....	232
7.2.2 使用向导创建页 .....	201	9.3.2 Visual Basic 编辑环境 .....	232
7.2.3 使用设计视图创建数据访 问页 .....	203	9.3.3 数据类型和数据库对象 .....	237
7.3 编辑数据访问页 .....	205	9.3.4 变量与常量 .....	238
7.3.1 添加标签 .....	205	9.3.5 常用标准函数 .....	241
		9.3.6 运算符和表达式 .....	242
		9.4 VBA 流程控制语句 .....	243

9.4.1 赋值语句 .....	245	10.3.3 建立表间的关系 .....	269
9.4.2 条件语句 .....	246	10.4 创建教学管理系统	
9.4.3 循环语句 .....	249	操作界面 .....	270
9.4.4 其他语句——标号和 GoTo 语句 .....	251	10.4.1 “数据输入”窗体 .....	270
9.5 过程调用和参数传递 .....	251	10.4.2 “数据浏览”窗体 .....	271
9.5.1 过程调用 .....	251	10.4.3 “数据维护”窗体 .....	272
9.5.2 参数传递 .....	255	10.4.4 “数据查询”窗体 .....	273
9.6 VBA 数据库编程 .....	256	10.5 创建教学管理系统报表 .....	273
9.6.1 数据访问接口 .....	256	10.5.1 创建单表报表 .....	273
9.6.2 数据访问对象 .....	257	10.5.2 创建多表报表 .....	274
综合练习 9 .....	260	10.5.3 创建统计汇总报表 .....	274
<b>第 10 章 数据库系统开发实例</b> .....	267	10.6 实现教学管理系统 .....	275
10.1 数据库应用系统设计流程 .....	267	10.6.1 创建“系统登录”窗体 .....	275
10.2 需求分析及主要功能模块 .....	268	10.6.2 创建主控窗体 .....	278
10.3 设计数据库 .....	268	10.6.3 创建子窗体 .....	279
10.3.1 创建数据库 .....	268	10.6.4 设置启动选项 .....	279
10.3.2 创建数据表 .....	269	综合练习 10 .....	280
		<b>参考文献</b> .....	283



# 第1章 数据库基础知识

## 本章学习目标

- 熟悉数据库的基本概念
- 了解数据模型的组成要素、概念模型及逻辑模型
- 掌握关系数据库中涉及的基本概念、定义及关系运算
- 熟练掌握数据库设计的方法及步骤

数据库技术是计算机的最重要的技术之一，是计算机软件的一个独立分支。数据库技术是建立管理信息系统的核心技术。当数据库技术与网络通信技术、多媒体技术结合在一起时，计算机应用将无所不在，无所不能。随着信息技术的发展，数据库技术已进入一个崭新的时代。为了能掌握更新、更全面的信息，用户需要对信息进行有效的存储、管理，以便灵活、高效地将其运用、处理。首先，用户要认识数据库技术的相关知识。

数据库技术是研究数据库结构、存储、设计和使用的软件学科，是进行数据管理和处理的技术。在信息社会里，信息已成为各行各业的重要财富资源，以数据库为核心的信息系统已成为企业、学校及各种组织生存和发展的重要条件。

## 1.1 数据库概述

数据库技术中涉及的基本概念较多，主要包括有信息、数据与数据处理、数据库、数据库管理系统及数据库系统等。

### 1.1.1 数据、信息和数据处理

#### 1. 数据

数据是指存储在某一存储媒体介质上能够被识别的物理符号，是反映客观特性的记录。这一概念反映出两方面的含义：一是描述事物特性的数据内容，二是存储在某一媒体介质上的数据形式。根据描述事物特性的符号有多种多样，因此，数据形式也可以有多种多样，例如某人的出生日期是“2011年3月20日”，可以将其数据形式改写为“2011/3/20”，而其含义并没有改变。

数据的概念在数据处理领域中已经大大拓宽。数据不仅仅指数字、字母、文字和其他特殊字符组成的文本形式的数据，而且还包括图形、图像、动画、影像、声音等多媒体数据。

#### 2. 信息

信息是信息论中的一个术语，是现实世界事物的存在方式或运动状态的反映，泛指通过各种方式传播、可以被感受的声音、文字、图像、符号等表示的某一特定事物的消息、情报或知识，其具有可以感知、可以存储、可以加工、可以传递和可以再生等特点。

数据和信息是两个相互联系但又相互区别的概念；数据是信息的具体表现形式，信息是数据有意义的表现。

### 3. 数据处理

数据处理也称信息处理。数据处理就是将数据转换为信息的过程。数据处理的内容主要包括：数据的收集、整理、存储、加工、分类、维护、排序、检索和传输等一系列活动的总和。数据处理的目的是从大量的数据中，根据数据自身的规律及其相互联系，通过分析、归纳、推理等科学方法，利用计算机技术、数据库技术等技术手段，提取有效的信息资源，为进一步分析、管理、决策提供依据。

例如，将每个教师的年龄作为原始数据，经过计算得出平均年龄、最大年龄及最小年龄等信息处理，计算处理的过程就是数据处理。

## 1.1.2 数据管理的发展

伴随着计算机技术的不断发展，数据处理发生了极大的变革。数据处理及时地应用了这一先进的技术手段，使数据处理的效率和深度大大提高，也促使数据处理和数据管理的技术得到很大的发展，其发展过程大致经历了人工管理、文件管理、数据库管理、分布式数据库管理及面向对象数据管理等阶段。

### 1. 人工管理阶段

早期的计算机主要用于科学计算，计算处理的数据量很小，基本上不存在数据管理的问题。20世纪50年代初人们开始将计算机应用于数据处理。当时的计算机没有专门管理数据的软件，也没有像磁盘这样可以随机存取的外部存储设备，对数据的管理没有一定的格式，数据依附于处理它的应用程序，使数据和应用程序一一对应，互为依赖。

由于数据与应用程序的对应、依赖关系，应用程序中的数据无法被其他程序利用，程序与程序之间存在着大量重复数据，称为数据冗余；同时，由于数据是对应某一应用程序的，使得数据的独立性很差，如果数据的类型、结构、存取方式或输入/输出方式发生变化，处理它的程序必须相应改变，数据结构性差，而且数据不能长期保存。

### 2. 文件管理阶段

从20世纪50年代后期开始至20世纪60年代末这一时期称为文件管理阶段，应用程序通过专门管理数据的软件即文件系统管理来使用数据。由于计算机存储技术的发展和操作系统的出现，同时计算机硬件也已经具有可以直接存取的磁盘、磁带及磁鼓等外部存储设备，软件则出现了高级语言和操作系统，而操作系统的一项主要功能是文件管理，因此，数据处理应用程序利用操作系统的文件管理功能，将相关数据按一定的规则构成文件，通过文件系统对文件中的数据进行存取、管理，实现数据的文件管理方式。

在文件管理阶段，文件系统为程序与数据之间提供了一个公共接口，使应用程序采用统一的存取方法来存取、操作数据，程序与数据之间不再是直接的对应关系，因而程序和文件有一定的独立性。但文件系统只是简单地存放数据，数据的存取在很大程度上仍依赖于应用程序，不同程序难于共享同一数据文件，数据独立性较差。此外，由于文件系统没有一个相应的模型约束数据的存储，因而仍有较高的数据冗余，这又极易造成数据的不一致性。

### 3. 数据库管理阶段

数据库管理阶段是20世纪60年代末在文件管理基础上发展起来的。随着计算机系统性

价比的持续提高，软件技术的不断发展，人们克服了文件系统的不足，开发出一类新的数据库管理软件——数据库管理系统（DataBase Management System, DBMS），运用数据库技术进行数据管理，将数据管理技术推向数据库管理阶段。

数据库技术使数据有了统一的结构，对所有的数据实行统一、集中、独立的管理，以实现数据的共享，保证数据的完整性和安全性，提高了数据管理效率。数据库也是以文件方式存储数据的，但它是数据的一种高级组织形式。在应用程序和数据库之间，由数据库管理软件 DBMS 把所有应用程序中使用的相关数据汇集起来，按统一的数据模型，以记录为单位存储在数据库中，为各个应用程序提供方便、快捷的查询、使用。

#### 4. 分布式数据库管理阶段

分布式数据库管理阶段是在数据库技术和计算机网络技术结合的基础上产生的。网络技术的发展为数据库提供分布运行的环境，从主机/终端体系结构发展到客户/服务器系统结构。分布式数据库系统既可以把全局数据模式按照数据来源和用途合理地分布在系统的多个结点上，使大部分数据可以就地存取，而用户感觉不到分布，即物理上分布、逻辑上集中的分布式数据结构（紧密型）；又可以把多个集中式数据库系统通过网络连接起来，各结点上的计算机可以利用网络通信功能访问其他结点上的数据资源，即物理上、逻辑上分布的分布式数据库（松散型）。

#### 5. 面向对象数据库管理阶段

面向对象数据库系统是数据库技术与面向对象程序设计技术相结合的产物。面向对象数据库系统是面向对象方法在数据库系统中的实现和应用，它既是一个面向对象的系统，又是一个数据库系统。

### 1.1.3 数据库的体系结构

#### 1. 数据库的三级体系结构

1975 年，美国国家标准委员会 ANSI 所属的标准计划和要求委员会（Standards Planning And Requirements Committee, ANSI/SPARC）DBMS 研究组公布了一个关于数据库标准的报告。该报告提出的数据库管理系统的体系结构（称做 ANSI/SPARC 体系结构）分为 3 层：内模式、模式和外模式。图 1-1 显示了数据库的三级体系结构和它们之间的联系。

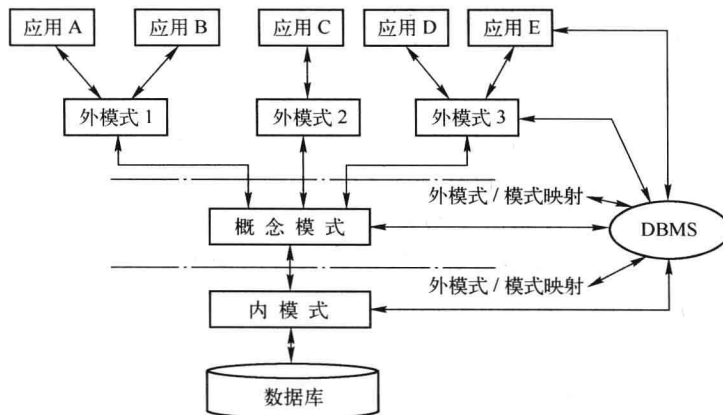


图 1-1 数据库体系结构

### (1) 模式

模式又称为概念模式或逻辑模式，对应于概念级。它是由数据库设计者综合所有用户的数据，按照统一的观点构造的全局逻辑结构，是对数据库中全部数据的逻辑结构和特征的总体描述，是所有用户的公共数据视图（全局视图）。它是由数据库系统提供的数据库模式描述语言（Data Description Language, DDL）来描述、定义的，体现、反映了数据库系统的整体观。

### (2) 外模式

外模式又称为子模式，对应于用户级。它是某个或某几个用户所看到的数据库的数据视图，是与某一应用有关的数据的逻辑表示。外模式是从模式导出的一个子集，包含模式中允许特定用户使用的那部分数据。用户可以通过外模式描述语言（外模式 DDL）来描述、定义对应于用户的数据记录（外模式），也可以利用数据操纵语言（Data Manipulation Language, DML）对这些数据进行记录。外模式反映了数据库的用户观。

### (3) 内模式

内模式又称为存储模式，对应于物理级。它是数据库中全体数据的内部表示或底层描述，是数据库最低一级的逻辑描述，它描述了数据在存储介质上的存储方式和物理结构，对应着实际存储在外存储介质上的数据库。内模式由内模式描述语言（内模式 DDL）来描述、定义，它是数据库的存储观。

在一个数据库系统中只有唯一的数据库，因而作为定义、描述数据库存储结构的内模式和定义、描述数据库逻辑结构的模式，也是唯一的，但建立在数据库系统之上的应用则是非常广泛、多样的，所以对应的外模式不是唯一的，也不可能唯一。

## 2. 两层映射

为了实现三个抽象级别的联系和转换，DBMS 在三层结构之间提供两层映射。

### (1) 外模式/模式映射

通过外模式与模式之间的映射把描述局部逻辑结构的外模式与描述全局逻辑结构的模式联系起来，即把用户数据库与概念数据库联系起来。

### (2) 模式/内模式映射

通过模式与内模式之间的映射，把描述全局逻辑结构的模式与描述物理结构的内模式联系起来，即把概念数据库与物理数据库联系起来。

## 1.1.4 数据库系统

数据库系统（Database System, DBS）是一个复杂的系统，它是采用数据库技术的计算机系统。因此数据库系统的含义已经不仅仅是一组对数据进行管理的软件（即通常称为数据库管理系统），也不仅仅是一个数据库。一个数据库系统是一个实际可以运行的，按照数据库方式存储、维护和向应用系统提供数据或信息支持的系统。它是存储介质、处理对象和管理系统的集合体，通常由数据库、硬件、软件、数据库管理员组成，如图 1-2 所示。

### (1) 数据库

数据库是长期存储在计算机内、有组织的、可以共享的数据集合。通常由两大部分组成：一部分是有关应用所需要的工作数据的集合，称做物理数据库，它是数据库的主体；另

一部分是关于各级数据结构的描述，称做描述数据库。

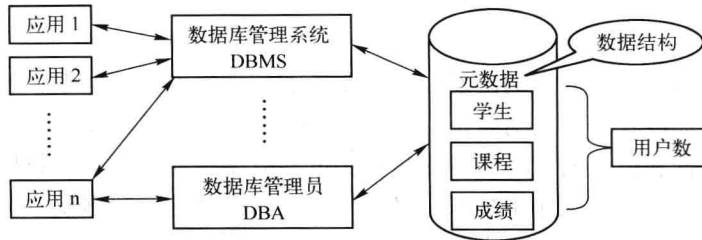


图 1-2 DBS 的功能和组成

## (2) 数据库系统硬件

数据库系统对硬件也有一些特殊要求，因为操作系统、数据库管理系统的各功能部件及应用程序要存储在内存，还有数据库的各种表格、目录、系统缓冲区、各用户工作区及系统通信单元等都要占用内存。数据库系统通常要求大容量直接存取存储设备和较高的通道能力，要求处理器有较强的数据处理能力（如变字长运算、字符处理等）。

## (3) 软件支持系统

数据库软件主要包括操作系统、各种宿主语言、实用程序以及数据库管理系统等。数据库管理系统是管理数据库的软件系统，它是在操作系统的文件系统基础上发展起来的，而且 DBMS 是在操作系统支持下工作的。如要开发应用系统，还要有应用开发支撑软件、各种宿主语言（如 COBOL、PL/I、Fortran、C 等）及其编译系统，这些语言应与数据库有良好的接口。

数据库应用设计的目标是按照用户的需求，利用 DBMS 提供的数据库操作语言、程序设计语言或应用开发工具，设计菜单、表单、查询、报表和其他应用程序。

数据库和数据库应用是根据用户需求进行设计的，而数据库管理系统是实现数据库和应用设计的工具软件，它是数据库软件开发商提供的商品化软件包。

## (4) 数据库管理员

管理、开发和数据库系统的人员主要有数据库管理员（Database Administrator, DBA）、系统分析员、应用程序员和用户。数据库系统中不同人员涉及不同的数据抽象级别，具有不同的数据视图。

非数据处理用户就是一般的业务人员，他们具体操作应用系统，通过应用系统的用户界面使用数据库来完成其业务活动。他们没有什么数据处理专业知识，其他各类人员的工作都是为了支持他们的工作，所以他们被称为最终（或终端）用户。

应用程序员负责设计应用系统的程序模块，根据外模式编写应用程序和编写对数据库的操作过程。系统分析员负责应用系统的需求分析和规范说明。他们要和用户及 DBA 相配合，确定系统的软硬件配置并参与数据库各级模式的概要设计。

DBA 是负责数据库的建立、使用和维护的专门的人员。数据库管理员负责全面管理和控制数据库系统，是数据库系统最重要的人员，DBA 的素质在一定程度上决定着数据库应用的水平。

由于职责重要和任务复杂，DBA 一般是由业务水平较高、资历较深的人员担任。

## 1.2 数据模型

数据库中组织数据应当从全局出发，不仅要考虑到事物内部的联系，还要考虑到事物之间的联系，表示事物以及事物之间联系的模型就是数据模型。数据模型是用来抽象、表示和处理现实世界的数据和信息的工具，也就是现实世界数据特征的抽象。数据模型是数据库系统的核心和基础，目前的数据库系统都是基于某种数据模型的。数据模型按不同的应用层次分成3种类型：概念数据模型、逻辑数据模型、物理数据模型。

### 1.2.1 数据模型的组成要素

数据模型的组成要素包括3个部分：数据结构、数据操作、数据约束。

1) 数据结构：主要描述数据的类型、内容、性质以及数据间的联系等。数据结构是数据模型的基础，数据操作和约束都建立在数据结构上。不同的数据结构具有不同的操作和约束。

2) 数据操作：主要描述在相应的数据结构上的操作类型和操作方式。

3) 数据约束：主要描述数据结构内数据间的语法、词义联系、它们之间的制约和依存关系，以及数据动态变化的规则，以保证数据的正确、有效和相容。

### 1.2.2 概念模型

概念模型是面向数据库用户的现实世界的模型，主要用来描述世界的概念化结构，它使数据库的设计人员在设计的初始阶段，摆脱计算机系统及DBMS的具体技术问题，集中精力分析数据以及数据之间的联系，与具体的数据管理系统无关。概念数据模型必须转化成逻辑数据模型，才能在DBMS中实现。目前，被广泛使用的概念模型是E-R数据模型，即实体—联系数据模型。

#### 1. 信息处理的3个层次

##### (1) 现实世界

现实世界就是存在于人脑之外的客观世界，客观事物及其相互联系就处于现实世界中。客观事物可以用对象和性质来描述。

##### (2) 信息世界

信息世界就是现实世界在人们头脑中的反映，又称为观念世界。客观事物在信息世界中称为实体，反映事物间联系的是实体模型或概念模型。现实世界是物质的，相对而言信息世界是抽象的。

##### (3) 数据世界

数据世界就是信息世界中的信息数据化后对应的产物。现实世界中的客观事物及其联系，在数据世界中以数据模型描述。相对于信息世界，数据世界是量化的、物化的。

由于计算机只能处理数据，所以首先要解决的问题是按用户的观点对数据和信息建模，然后再按计算机系统的观点对数据建模。换句话说，就是要解决现实世界的问题如何转化为概念世界的问题，以及概念世界的问题如何转化为数据世界的问题，如图1-3所示是现实世界客观对象的抽象过程。

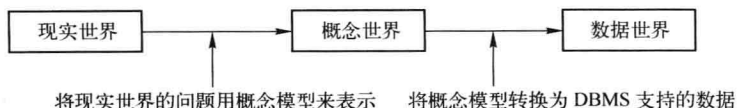


图 1-3 现实世界客观对象的抽象过程

## 2. 实体

客观事物在信息世界中称为实体 (Entity)，它是现实世界中任何可以区分、识别的事物。实体可以是具体的人或物，也可以是抽象概念。例如，一位教师、一个院系等属于实际事物；学生选课、教师授课、一场比赛等都是抽象的事物。

### (1) 实体的属性

实体所具有的某一特性称为属性 (Attribute)。一个实体可以用若干属性来描述。每个属性都有特定的取值范围即值域 (Domain)，值域的类型可以是整数型、实数型、字符型等。例如，教师实体可以用编号、姓名、性别、学历、职称、政治面貌等属性来描述。

### (2) 实体型和实体值

实体型就是实体的结构描述，通常是实体名和属性名的集合。具有相同属性的实体，有相同的实体型。如对教师的实体型可以描述为教师 (编号、姓名、性别、出生日期、职称、学历、基本工资)。实体值是实体的具体实例。如教师张朋的实体值是 (T601、张朋、男、11-10-1953、教授、硕士、3200)。

### (3) 属性型和属性值

与实体型和实体值相似，实体的属性也有型与值之分。属性型就是属性名及其取值类型，属性值就是属性在其值域中所取的具体值。

### (4) 实体集

性质相同的同类实体的集合称为实体集。例如，一个班的学生。

## 3. 实体联系

建立实体模型的一个主要任务就是要确定实体之间的联系。常见的实体联系有 3 种：一对一联系、一对多联系和多对多联系。

### (1) 一对一联系 (1:1)

如果实体集 E1 中每个实体至多和实体集 E2 中的一个实体有联系，反之亦然，那么实体集 E1 和 E2 的联系称为“一对一联系”。如班长与班级的联系，一个班级只有一个班长，一个班长对应一个班级。

### (2) 一对多联系 (1:n)

如果实体集 E1 中每个实体可以与实体集 E2 中任意个 (零个或多个) 实体间有联系，而 E2 中每个实体至多和 E1 中一个实体有联系，那么称 E1 对 E2 的联系是“一对多联系”。如班长与学生的联系，一个班长对应多个学生，而本班每个学生只对应一个班长。

### (3) 多对多联系 (m:n)

如果实体集 E1 中每个实体可以与实体集 E2 中任意个 (零个或多个) 实体有联系，反之亦然，那么称 E1 和 E2 的联系是“多对多联系”。如教师与学生的联系，一位教师为多个学生授课，每个学生也有多位任课教师。

### 1.2.3 逻辑模型

逻辑模型是用户从数据库看到的模型，是具体的 DBMS 支持的数据模型，如网状模型、层次模型及关系模型等。逻辑模型既要面向用户，又要面向系统，主要用于数据库管理系统 (DBMS) 的实现。

#### 1. 层次模型

用树形结构表示数据及其联系的数据模型称为层次模型，如图 1-4 所示。

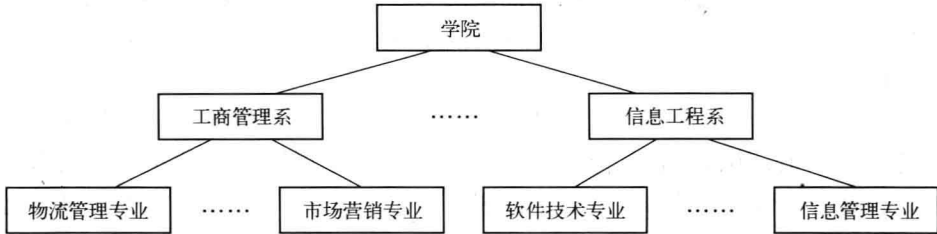


图 1-4 层次模型

树是由结点和连线组成的，结点表示数据集，用连线表示数据之间的联系，树形结构只能表示一对多联系。通常将表示“一”的数据放在上方，称为父结点；而表示“多”的数据放在下方，称为子结点。树的最高位置只有一个结点，称为根结点。根结点以外的其他结点都有一个父结点与它相连，同时可能有一个或多个子结点与它相连。没有子结点的结点称为叶子结点，它处于分枝的末端。

层次模型的基本特点如下：

- 1) 有且仅有一个结点无父结点，称为根结点。
- 2) 其他结点有且只有一个父结点。

支持层次数据模型的 DBMS 称为层次数据库管理系统，在这种系统中建立的数据库是层次数据库。层次模型可以直接方便地表示一对一联系和一对多联系，但不能用它直接表示多对多联系。

#### 2. 网状模型

用网络结构表示数据及其联系的数据模型称为网状模型。网状模型是层次模型的拓展，网状模型的结点间可以任意发生联系，能够表示各种复杂的联系，如图 1-5 所示。

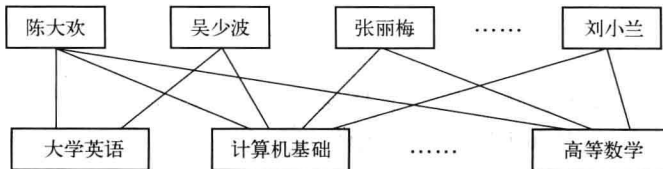


图 1-5 网状模型

网状模型的基本特点如下：

- 1) 允许一个以上结点无父结点。
- 2) 至少有一个结点有多于一个的父结点。

网状模型和层次模型在本质上是一样的，从逻辑上看，它们都是用结点表示数据，用连



线表示数据之间的联系。从物理上看,层次模型和网络模型都是用指针来实现两个文件之间的联系。层次模型是网状模型的特殊形式,网状模型是层次模型的一般形式。

支持网状模型的 DBMS 称为网状数据库管理系统,在这种系统中建立的数据库是网状数据库。网络结构可以直接表示多对多联系,这也是网状模型的主要优点。

### 3. 关系模型

人们习惯用表格形式表示一组相关的数据,既简单又直观,表 1-1 就是一张学生信息表。这种由行与列构成的二维表,在数据库理论中称为关系,用关系表示的数据模型称为关系模型。在关系模型中,实体和实体间的联系都是用关系表示的。也就是说,二维表格中既存放着实体本身的数据,又存放着实体间的联系。关系不但可以表示实体间一对多的联系,通过建立关系间的关联,也可以表示多对多的联系。

表 1-1 学生信息表

学号	姓名	性别	民族	政治面貌	出生日期	专业
200901001	吴站橘	男	汉族	党员	1990-11-14	汉语言文学
200901002	孙应万	男	汉族	其他	1990-03-05	汉语言文学
200901003	吴时方	女	回族	群众	1990-11-11	对外汉语
200901004	杨璟丽	女	汉族	预备党员	1991-05-01	对外汉语

关系模型是建立在关系代数基础上的,具有坚实的理论基础。与层次模型和网状模型相比,具有数据结构单一、理论严密、使用方便、易学易用的特点,因此,目前绝大多数数据库系统的数据模型,都是采用关系模型。关系模型成为数据库应用的主流。

## 1.2.4 物理模型

物理模型是面向计算机物理表示的模型,描述了数据在存储介质上的组织结构,它不但与具体的 DBMS 有关,而且还与操作系统和硬件有关。每一种逻辑数据模型在实现时都有其对应的物理数据模型。DBMS 为了保证其独立性与可移植性,大部分物理数据模型的实现工作由系统自动完成,而设计者只设计索引、聚集等特殊结构。

## 1.3 关系数据库

目前,虽在数据库领域中存在多种组织数据的方式,但关系数据库是效率最高的一种数据库系统。关系数据库系统是采用关系模型作为数据的组织方式。关系数据库是若干个依照关系模型设计的数据表的集合。也就是说,关系数据库是由若干张完整的关系模型设计的二维表组成的,所有关系数据库实际上就是二维表。本书后面将要讲到的 Access 就是基于关系模型的数据库系统。

### 1.3.1 关系模型

#### 1. 关系术语

##### (1) 关系

一个关系就是一张二维表,通常将一个没有重复行、重复列的二维表看成一个关系,每