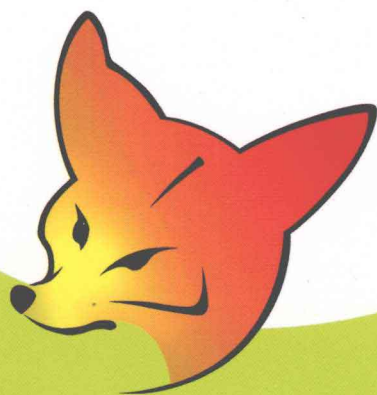


# Visual FoxPro

## 实用数据库教程 (第二版)

侯荣涛 主编



中国电力出版社  
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

# Visual FoxPro

## 实用数据库教程 (第二版)

主 编 侯荣涛  
副主编 林美华 刘 生  
参 编 耿学华 李振宏 吕 巍 黄 群 潘锦基



中国电力出版社  
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

## 内 容 提 要

本书主要依据大学本科相关课程的教学大纲和国家二级 VFP 等级考试大纲编写。全书共 10 章, 主要讲述了数据库的基本理论, 关系型数据库的创建、维护、更新技术方法以及实践, 基于 VFP 的 SQL 语言数据定义、操作和查询功能, 数据库应用系统开发技术等内容。

本书侧重于理论联系实际, 学练结合, 适合本科学生相关课程的选用, 也适合大专、高职和成人教育以及数据库应用开发人员的使用和参考, 对二级 VFP 等级考试很有帮助。

## 图书在版编目 ( CIP ) 数据

Visual FoxPro实用数据库教程 / 侯荣涛主编. — 2版. — 北京:  
中国电力出版社, 2011.2  
ISBN 978-7-5123-1373-6

I. ①V… II. ①侯… III. ①关系数据库 - 数据库管理系统,  
Visual FoxPro - 高等学校 - 教材 IV. ①TP311.138

中国版本图书馆CIP数据核字 (2011) 第017703号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

\*

2009 年 2 月第一版

2011 年 2 月第二版 2011 年 3 月北京第四次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 26 印张 586 千字

印数 8001—10000 册 定价 42.00 元

## 敬告读者

本书封面贴有防伪标签, 加热后中心图案消失  
本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

# 前言



本书为《Visual FoxPro 实用数据库教程》的第二版，书中简述了数据库的基本知识和基本原理，着重讲述了 Visual FoxPro 创建数据库，建立、更新与修改数据表，程序编写、运行与调试，SQL 的基本知识与应用，面向对象的可视化界面设计，面向需求的数据显示与输出，面向应用的系统开发与实践等内容。

第二版由侯荣涛担任主编，林美华、刘生担任副主编，耿学华、李振宏、吕巍、黄群和潘锦基参加编写。

本书对第一版中存在的问题和错误进行了修改和更正，对部分内容的设置进行了一定调整、充实与完善。特别是对 SQL 部分进行了充实与强化，以适应二级 VFP 等级考试的需要。增加了各个章节的例题和习题数量。为了帮助学生自学，补充了习题答案。

全书共分 10 个章节。

第 1 章关系型数据库管理系统概述。该章从数据库理论的基本概念出发，着重介绍了数据库系统的组成与结构，数据模型，数据库管理系统，关系型数据库的基本概念，还介绍了 Visual FoxPro 数据库管理系统的基本特点。

第 2 章 Visual FoxPro 语言基础，主要介绍 Visual FoxPro 语言的基本成分，Visual FoxPro 的数据类型，常量和变量的概念，以及与数据量相关的表达式和函数运算。这些知识是学习数据库设计和程序设计的基础。

第 3 章表与数据库的创建和使用，主要讲述数据库的创建和使用，数据库表的创建和使用，表的扩展属性，数据库表之间的关系的创建、参照完整性的概念、自由表的创建和使用、有关数据库和数据库表的函数。

第 4 章查询与视图，主要讲述查询向导的使用，查询设计器的使用，利用 SELECT-SQL 语句创建单表查询、多表查询，命令方式创建视图，视图向导的使用，视图设计器的使用等内容。

第 5 章 Visual FoxPro 程序设计基础，主要讲述程序设计的一些基础知识，包括程序设计的一些基本概念及程序设计的基本方法和步骤，并且对 Visual FoxPro 中三种基本控制结构的实现方法和使用方法进行了详细的介绍，同时也对自定义函数和过程进行了介绍。

第 6 章 Visual FoxPro 程序设计的面向对象方法，主要讲述面向对象程序设计有关概念，VFP 基类，对象的引用与处理，VFP 中常用的事件和方法，类的创建与应用。

第 7 章表单和控件，主要介绍表单的基本知识，利用表单向导和表单设计器设计表单的方法以及常用控件的属性设置及应用。

第 8 章报表和标签，主要介绍报表和标签的设计、预览与打印等内容。

第 9 章菜单程序设计，主要介绍菜单的设计和制作，包括不同类型菜单的创建方法和使用方法。

第 10 章应用程序开发。该章综合应用前面各章所讲述的内容，着重介绍利用 VFP 开发应用程序的一般步骤，建立应用程序的主程序，应用程序的调试与优化技术以及应用程序的连编，并进行实例开发。

为了指导学生上机实践，书中各章均提供了上机内容和操作指导。

本书主要依据大学本科教学大纲和二级计算机等级考试的考试大纲而编写，适宜本科学生相关课程的选用，也适宜大专、高职和成人教育以及数据库应用开发人员的使用和参考。本书面向实际，面向应用，由浅入深，循序渐进，通俗易懂，适合自学。书中提供了较多例题，有助于读者理解概念、巩固知识、掌握要点、攻克难点。

由于编者水平所限，难免出现不足之处，敬请广大读者指正。

**编 者**

2011 年 1 月



## 前言

|              |                           |    |
|--------------|---------------------------|----|
| <b>第 1 章</b> | <b>关系型数据库管理系统概述</b>       | 1  |
| 1.1          | 数据库基本概念和基本理论              | 1  |
| 1.1.1        | 数据、信息、数据处理                | 1  |
| 1.1.2        | 数据管理的发展阶段                 | 2  |
| 1.1.3        | 数据库系统的组成与结构               | 2  |
| 1.1.4        | 数据库系统的特点                  | 3  |
| 1.2          | 数据模型                      | 4  |
| 1.2.1        | 概念模型                      | 4  |
| 1.2.2        | 基本数据模型                    | 6  |
| 1.3          | 关系数据库                     | 7  |
| 1.3.1        | 关系模型                      | 7  |
| 1.3.2        | 关系运算                      | 9  |
| 1.3.3        | 完整性规则                     | 11 |
| 1.4          | Visual FoxPro 系统概述        | 11 |
| 1.4.1        | Visual FoxPro 的发展历史及其特点   | 11 |
| 1.4.2        | 集成环境                      | 13 |
| 1.4.3        | 向导、设计器、生成器                | 14 |
| 1.4.4        | 工作方式                      | 15 |
| 1.4.5        | 常用文件类型                    | 15 |
| 1.4.6        | 常用命令                      | 16 |
| 1.5          | 项目管理器                     | 17 |
| 1.5.1        | 创建一个项目文件                  | 17 |
| 1.5.2        | 用“项目管理器”组织数据和文档           | 18 |
| 1.5.3        | 项目文件的打开与关闭                | 18 |
| 1.5.4        | 项目管理器中命令的操作               | 18 |
|              | 习题                        | 19 |
|              | 上机实验                      | 21 |
| <b>第 2 章</b> | <b>Visual FoxPro 语言基础</b> | 25 |
| 2.1          | 基本数据类型                    | 25 |
| 2.2          | 常量和变量                     | 26 |

|       |         |    |
|-------|---------|----|
| 2.2.1 | 常量      | 27 |
| 2.2.2 | 变量      | 28 |
| 2.2.3 | 数组      | 30 |
| 2.3   | 函数      | 31 |
| 2.3.1 | 数值型函数   | 31 |
| 2.3.2 | 字符处理函数  | 33 |
| 2.3.3 | 日期类函数   | 35 |
| 2.3.4 | 转换类函数   | 35 |
| 2.3.5 | 测试函数    | 37 |
| 2.3.6 | 其他函数    | 38 |
| 2.4   | 表达式     | 39 |
| 2.4.1 | 算术表达式   | 39 |
| 2.4.2 | 字符表达式   | 39 |
| 2.4.3 | 日期时间表达式 | 40 |
| 2.4.4 | 关系表达式   | 40 |
| 2.4.5 | 逻辑表达式   | 41 |
| 2.4.6 | 表达式小结   | 41 |
| 2.4.7 | 名称表达式   | 42 |
| 2.4.8 | 宏替换     | 42 |
|       | 习题      | 43 |
|       | 上机实验    | 45 |

### 第3章 表与数据库的创建和使用 51

|       |             |    |
|-------|-------------|----|
| 3.1   | 表的创建和使用     | 51 |
| 3.1.1 | 表结构概述       | 51 |
| 3.1.2 | 字段的基本属性     | 52 |
| 3.1.3 | 表的创建        | 52 |
| 3.1.4 | 记录的添加       | 56 |
| 3.1.5 | 表的操作        | 59 |
| 3.1.6 | 表记录的操作      | 63 |
| 3.1.7 | 表的统计操作      | 72 |
| 3.2   | 表的索引        | 73 |
| 3.2.1 | 索引的概念及类型    | 73 |
| 3.2.2 | 索引文件的类型     | 74 |
| 3.2.3 | 索引的创建和使用    | 75 |
| 3.3   | 数据库的创建和基本操作 | 78 |
| 3.3.1 | 数据库概述       | 79 |
| 3.3.2 | 数据库的设计      | 79 |
| 3.3.3 | 数据库的创建      | 81 |



|              |                 |            |
|--------------|-----------------|------------|
| 3.3.4        | 数据库设计器和“数据库”菜单  | 83         |
| 3.3.5        | 数据库的组成          | 84         |
| 3.3.6        | 数据库的操作          | 85         |
| 3.3.7        | 数据库表创建与操作       | 87         |
| 3.4          | 数据字典            | 90         |
| 3.4.1        | 字段的扩展属性         | 90         |
| 3.4.2        | 数据库表的扩展属性       | 94         |
| 3.4.3        | 数据库表的约束机制及其激活时机 | 96         |
| 3.5          | 表之间的关系          | 97         |
| 3.5.1        | 建立表间的临时关系       | 97         |
| 3.5.2        | 删除表间的临时关系       | 100        |
| 3.5.3        | 创建表间的永久关系       | 100        |
| 3.5.4        | 参照完整性           | 101        |
| 3.5.5        | 数据完整性综述         | 103        |
| 3.6          | 有关数据库操作的命令和函数   | 103        |
| 3.6.1        | 有关数据库的命令和函数     | 103        |
| 3.6.2        | 有关数据库表的函数       | 104        |
| 3.7          | SQL 语言创建关系型数据库  | 105        |
| 3.7.1        | 数据定义            | 106        |
| 3.7.2        | 数据操作            | 108        |
|              | 习题              | 110        |
|              | 上机实验            | 113        |
| <b>第 4 章</b> | <b>查询与视图</b>    | <b>132</b> |
| 4.1          | 查询的创建和使用        | 132        |
| 4.1.1        | 利用查询向导创建查询      | 133        |
| 4.1.2        | 利用查询设计器创建和修改查询  | 136        |
| 4.2          | SELECT-SQL 查询语句 | 142        |
| 4.2.1        | 单表查询            | 146        |
| 4.2.2        | 多表查询(连接查询)      | 150        |
| 4.2.3        | 嵌套查询            | 151        |
| 4.3          | 视图的创建和使用        | 152        |
| 4.3.1        | 视图的基本概念         | 152        |
| 4.3.2        | 视图的类型           | 152        |
| 4.3.3        | 建立视图的必要条件       | 153        |
| 4.3.4        | 创建用户数据库视图       | 153        |
|              | 习题              | 159        |
|              | 上机实验            | 163        |



## 第5章 Visual FoxPro 程序设计基础 ..... 169

|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| 5.1 Visual FoxPro 程序设计基础 .....   | 169 |
| 5.1.1 基本概念 .....                 | 169 |
| 5.1.2 程序设计方法与步骤 .....            | 170 |
| 5.1.3 结构化程序设计与算法描述 .....         | 172 |
| 5.1.4 顺序程序设计 .....               | 173 |
| 5.1.5 选择结构程序设计 .....             | 176 |
| 5.1.6 循环结构程序设计 .....             | 178 |
| 5.1.7 子程序、过程与自定义函数 .....         | 182 |
| 5.1.8 过程文件 .....                 | 185 |
| 5.1.9 自定义函数 .....                | 188 |
| 5.1.10 参数传递 .....                | 189 |
| 5.1.11 Visual FoxPro 程序的调试 ..... | 191 |
| 5.2 程序设计综合应用举例 .....             | 193 |
| 习题 .....                         | 197 |
| 上机实验 .....                       | 208 |

## 第6章 Visual FoxPro 程序设计的面向对象方法 ..... 212

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| 6.1 面向对象程序设计概述 .....          | 212 |
| 6.1.1 程序设计的结构化方法与面向对象方法 ..... | 212 |
| 6.1.2 面向对象程序设计基本概念 .....      | 213 |
| 6.2 VFP 系统的基类 .....           | 214 |
| 6.3 VFP 中的事件 .....            | 216 |
| 6.3.1 事件驱动和事件循环 .....         | 216 |
| 6.3.2 核心事件 .....              | 216 |
| 6.3.3 事件触发的顺序 .....           | 217 |
| 6.3.4 常用事件 .....              | 218 |
| 6.4 VFP 中的方法 .....            | 222 |
| 6.5 对象的引用与处理 .....            | 227 |
| 6.5.1 引用对象 .....              | 227 |
| 6.5.2 设置对象属性 .....            | 229 |
| 6.5.3 调用对象的方法程序 .....         | 229 |
| 6.5.4 响应事件 .....              | 230 |
| 6.6 类的创建与应用 .....             | 231 |
| 6.6.1 子类和类库 .....             | 231 |
| 6.6.2 类的设计和创建 .....           | 232 |
| 6.6.3 类和类库的管理 .....           | 237 |
| 6.6.4 类的应用 .....              | 239 |

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| 6.7 工具栏的创建与应用 .....            | 242 |
| 6.7.1 对系统已有的工具栏进行定制 .....      | 242 |
| 6.7.2 创建一个包含系统已有工具按钮的工具栏 ..... | 243 |
| 6.7.3 创建自定义工具栏 .....           | 243 |
| 习题 .....                       | 245 |
| 上机实验 .....                     | 247 |

## 第7章

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| 表单和控件 .....                | 260 |
| 7.1 表单 .....               | 260 |
| 7.1.1 表单概述 .....           | 260 |
| 7.1.2 利用表单向导创建表单 .....     | 261 |
| 7.1.3 利用表单设计器创建、修改表单 ..... | 268 |
| 7.2 控件 .....               | 276 |
| 7.2.1 控件概述 .....           | 276 |
| 7.2.2 常用基本控件简介 .....       | 277 |
| 7.3 表单与控件设计综合实例 .....      | 310 |
| 习题 .....                   | 313 |
| 上机实验 .....                 | 316 |

## 第8章

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| 报表和标签 .....                  | 322 |
| 8.1 报表 .....                 | 322 |
| 8.1.1 报表概述 .....             | 322 |
| 8.1.2 利用报表向导创建报表 .....       | 324 |
| 8.1.3 利用报表设计器创建 / 修改报表 ..... | 331 |
| 8.1.4 报表预览与打印 .....          | 339 |
| 8.2 标签 .....                 | 340 |
| 习题 .....                     | 343 |
| 上机实验 .....                   | 344 |

## 第9章

|                        |     |
|------------------------|-----|
| 菜单程序设计 .....           | 345 |
| 9.1 概述 .....           | 345 |
| 9.1.1 建立菜单系统的步骤 .....  | 345 |
| 9.1.2 菜单系统的规划 .....    | 345 |
| 9.2 普通菜单的创建 .....      | 346 |
| 9.2.1 “菜单设计器”的使用 ..... | 346 |
| 9.2.2 保存菜单文件 .....     | 349 |
| 9.2.3 生成程序菜单文件 .....   | 349 |
| 9.2.4 运行菜单文件 .....     | 350 |
| 9.2.5 普通菜单创建实例 .....   | 350 |

|                                          |            |
|------------------------------------------|------------|
| 9.2.6 用快速菜单创建菜单 .....                    | 353        |
| 9.3 快捷菜单的创建 .....                        | 354        |
| 9.4 设置常规选项与菜单选项 .....                    | 355        |
| 9.5 系统菜单的控制及主窗口标题的设置 .....               | 356        |
| 9.6 顶层表单菜单设计 (SDI 菜单) .....              | 357        |
| 习题 .....                                 | 358        |
| 上机实验 .....                               | 359        |
| <b>第 10 章 应用程序开发</b> .....               | <b>364</b> |
| 10.1 开发应用程序的一般步骤 .....                   | 364        |
| 10.1.1 需求分析 .....                        | 364        |
| 10.1.2 数据库设计 .....                       | 365        |
| 10.1.3 功能设计 .....                        | 365        |
| 10.1.4 应用程序设计 .....                      | 366        |
| 10.1.5 系统测试与发布 .....                     | 366        |
| 10.1.6 系统运行与维护 .....                     | 366        |
| 10.2 建立主程序 .....                         | 366        |
| 10.2.1 概述 .....                          | 366        |
| 10.2.2 主程序的建立 .....                      | 368        |
| 10.3 应用程序调试 .....                        | 369        |
| 10.3.1 VFP 的调试环境 .....                   | 369        |
| 10.3.2 设置调试的跟踪事件 .....                   | 370        |
| 10.3.3 调试应用程序 .....                      | 370        |
| 10.3.4 设置调试断点 .....                      | 371        |
| 10.4 连编应用程序 .....                        | 372        |
| 10.4.1 管理项目管理器中的文件 .....                 | 373        |
| 10.4.2 设置项目信息 .....                      | 375        |
| 10.4.3 设置在启动时隐藏 VFP 主窗口 .....            | 376        |
| 10.4.4 编译应用程序 .....                      | 376        |
| 10.5 应用程序的发布 .....                       | 378        |
| 10.5.1 准备 .....                          | 378        |
| 10.5.2 Visual FoxPro 9.0 发布应用程序的步骤 ..... | 379        |
| 10.5.3 用 InstallShield 创建应用软件安装程序 .....  | 381        |
| 习题 .....                                 | 389        |
| 上机实验 .....                               | 391        |
| <b>习题答案</b> .....                        | <b>398</b> |

计算机作为具有较高的运算速度、巨大的数据存储能力、可以准确地进行各种算术运算和逻辑运算的现代化计算工具,已被广泛地应用于各个领域。计算机技术的高速发展被认为是人类进入信息时代的标志。在信息时代,人们对大量的信息进行加工处理。在这一过程中应用数据库技术,一方面促进了计算机技术的高速发展,另一方面也形成了专门的信息处理理论及数据库管理系统。从某种意义上说,数据库管理系统正是计算机技术和信息时代相结合的产物,它是信息处理或数据处理的核心,是研究数据共享的一门科学,是计算机科学的一个重要分支。

本章从数据库理论的基本概念出发,着重介绍了数据库系统的组成与结构、数据模型、数据库管理系统、关系型数据库的基本概念,还介绍了 Visual FoxPro 数据库管理系统的基本特点。

本章重点:数据库管理技术发展的几个阶段及各个阶段的特点,数据模型中的基本术语和分类,关系型数据库的存储结构和几种基本的关系运算。

## 1.1 数据库基本概念和基本理论

### 1.1.1 数据、信息、数据处理

信息和数据是数据库管理的基本内容和对象,数据和信息在概念上是有区别的。

#### 1. 数据

数据是自然的、未经过处理的事实,其本质是对信息的一种符号化表示。具体地说,数据是存储在某一媒体上的,能够识别的物理符号。数据的表现形式包括数字、文字、图形、图像、声音等。

#### 2. 信息

信息是指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过的具有使用价值的数据。

#### 3. 数据处理

数据处理是指将数据转换成信息的过程。具体地说,是指对数据进行采集、存储、检索、加工、变换和传输的过程。其目的和意义在于获取和提炼出对人们有价值的

#### 4. 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现形式;而同一数据也可能有不同的解释。信息和

数据的关系是：信息=数据+处理。

### 1.1.2 数据管理的发展阶段

计算机数据管理技术的发展经历了人工管理、文件系统和数据库系统三个阶段。

#### 1. 人工管理阶段

在 20 世纪 50 年代中期之前，计算机主要应用于科学计算，没有数据管理方面的系统，数据处理是批处理方式。其特点主要是：

- 数据管理尚无统一的数据管理软件，主要依靠应用程序管理数据。程序设计人员不仅要规定数据的逻辑结构，而且要设计数据的物理存储结构和存取方式。
- 数据是面向应用程序的，一组数据只能对应一个应用程序，数据不能共享。
- 应用程序依赖于数据，不具有数据独立性，一旦数据的结构发生变化，应用程序往往要作相应的修改。

#### 2. 文件系统阶段

计算机不仅应用于科学计算，还大量应用于管理。已有专门的管理数据的软件—文件系统，数据处理是批处理方式。其特点主要是：

- 数据可以文件的形式长期保存在辅助存储器中（磁盘）。
- 程序与数据之间具有相对的独立性，即数据不再属于某个特定的应用程序，数据可以重复使用，数据文件组织多样化，有索引文件、索引链接文件、直接存取文件等。数据不只是属于某个程序，可以反复使用。
- 数据文件之间相互独立、缺乏联系；数据冗余度大且易产生不一致性；数据无集中管理，其安全性得不到保证等。

#### 3. 数据库系统阶段

数据库管理阶段已克服了文件系统的弱点，其特点主要是：

- 采用数据模型表示复杂的数据结构；数据模型不仅描述数据本身的特征，还描述数据之间的联系。
- 有较高的数据独立性，数据的结构分为物理结构和逻辑结构等不同的层次，用户以简单的逻辑结构操作数据而无需考虑数据的物理存储结构。
- 提供了数据安全性、完整性等控制功能，以及对数据操作的并发控制、数据的备份与恢复等功能。
- 有优良的用户接口，用户通过简单的终端查询语句或简单的命令就可操作数据库，也可以通过程序方式操作数据库。

### 1.1.3 数据库系统的组成与结构

数据库系统（Database System, DBS）是实现有组织地、动态地存储大量关联数据，方便用户访问的计算机软硬件资源组成的具有管理数据库功能的计算机系统。

数据库系统由数据库、支持数据库运行的软硬件、数据库管理系统、应用程序和人员等部分组成，如图 1-1 所示。

#### （1）数据库（DB）。

数据库是指以一定的组织形式存放在计算机存储介质上的相互关联的数据集合。

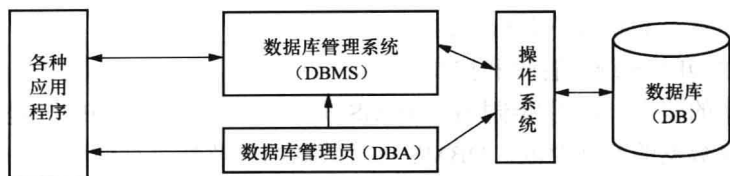


图 1-1 数据库系统

## (2) 硬件。

数据库系统对硬件资源提出了较高要求，数据库系统需要有足够大的内存和外存，用来运行操作系统、数据库管理系统核心模块和应用程序，以及存储数据库。

## (3) 数据库管理系统 (DBMS)。

数据库管理系统是帮助用户创建、维护和使用数据库的系统软件，是数据库系统的核心。它对数据库进行统一的管理和控制，以保证数据库的安全性和完整性，较流行的微机数据库管理系统有 Visual FoxPro、SQL Server 等。

## (4) 相关软件。

相关软件包括操作系统、编译系统、应用开发工具软件和计算机网络软件等。

## (5) 应用程序。

数据库应用程序是为特定应用开发的数据库应用软件。数据库应用程序是对数据库中的数据进行处理和加工的软件，它面向特定应用。例如，基于数据库的各种管理软件：管理信息系统、决策支持系统等都属于数据库应用系统。

## (6) 人员。

在大型数据库系统中，需要有专人负责数据库系统的建立、维护和管理工作，承担该任务的人员称为数据库管理员 (Data Base Administrator, DBA)。用户是另外一种人员，分为专业用户和最终用户。专业用户侧重设计数据库、开发应用系统程序，为最终用户提供友好的用户界面。最终用户侧重对数据库的使用，主要是通过数据库进行联机查询，或者通过数据库应用系统提供的界面使用数据库。

### 1.1.4 数据库系统的特点

现在数据库已经成为各种计算机应用系统的核心部分，之所以如此，是因为数据库有许多独特的特点，它们主要是：

#### (1) 数据结构化。

数据库系统实现了整体数据的结构化，是数据库的主要特征之一。

#### (2) 数据的共享性高，冗余度低，易扩充。

在数据库系统中，对数据的定义和描述已经从应用程序中分离出来，通过数据库管理系统来统一管理。建立数据库时，应当以面向全局的观点组织数据库中的数据，数据面向整个系统，因此数据可被多个用户的、多个应用程序共享使用，数据共享可以减少数据冗余，数据共享还可以避免数据的不一致性，同时还易于扩充。

#### (3) 数据独立性高。

在数据库系统中，数据库管理系统提供映像功能，实现了应用程序对数据的总体逻辑结构、物理存储结构之间较高的独立性。用户只以简单的逻辑结构来操作数据，无需

考虑数据在存储器上的物理位置与结构。

(4) 数据由 DBMS 统一管理和控制。

整个数据库的建立、运用和维护由 DBMS 统一管理和控制。DBMS 提供了安全保密机制,可防止对数据的非法存取。DBMS 可对数据的完整性进行检查。DBMS 对多用户的并发操作加以控制和协调,保证了数据的正确性。另外,DBMS 还实现了对数据库破坏后的恢复。



## 1.2 数据模型

### 1.2.1 概念模型

数据库需要根据应用系统中数据的性质、内在联系,按照管理的要求来设计和组织。

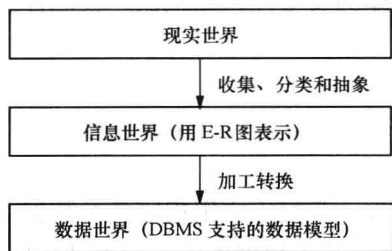


图 1-2 数据处理的三个世界

把客观存在的事物以数据的形式存储到计算机中,需要经历三个领域,分别是现实世界、信息世界和数据世界,如图 1-2 所示。

现实世界是指客观存在的世界中的事物及其相互联系。在目前的数据库方法中,把客观事物抽象成信息世界的实体,用概念模型来表示实体及其之间的联系,然后再将实体描述成计算机世界的记录。

信息世界也称为概念世界。现实生活中的客观事物千姿百态,不同类的事物很容易区别开来。即使是同一类事物,如两个人,可以通过姓名、性别、年龄、身高等这些特征来加以区分。同时,客观世界中的事物总是息息相关的,如学生与课程之间的联系,学生与老师之间的联系等。要将这些事物以数据的形式存储在计算机中,人们必须经历对现实世界中事物特性的认识、概念化,然后到计算机数据库的过程,即把现实世界转化为信息世界。数据世界是信息世界中信息的数据化,现实世界中的事物及其相互联系在这里用数据模型来描述。

#### 1. 基本术语

##### (1) 实体 (Entity)。

客观存在并可以相互区别的事物在信息世界中称之为实体。这些事物既可以是直观的,如一本书、一个学生;也可以是抽象的,如一门课程、一场考试。

##### (2) 属性 (Attribute)。

实体所具有的某一特性在信息世界中称为属性。一个实体可由若干属性来描述。如某学生的特征可由学号、姓名、性别、年龄、专业等属性来描述。

##### (3) 实体集 (Entity set)。

实体集是具有相同特性的实体的集合。如在一所学校中,所有教师组成一个教师实体集,所有学生组成一个学生实体集,所有的课程组成一个课程实体集。

##### (4) 值域 (Domain)。

值域是实体属性取值的范围。如课程成绩一般在 0~100 之间,性别的取值必须为“男”或“女”,年龄的取值应该从 0 开始且不应该超过某个固定的值(如 150)等。这



种属性的取值范围称为值域。

### (5) 联系 (Relationship)。

在现实世界中,事物内部以及事物之间是有联系的,这些联系必然在信息世界中加以反映,一般存在两类联系:一类是实体内部的联系,实体内部的联系通常是指各属性之间的联系;另一类是实体之间的联系。

#### 2. 联系类型

两个实体之间的联系可以分为以下三类:

##### (1) 一对一联系 (1:1)。

如果对于实体集 A 中的每一个实体,实体集 B 中至多有一个实体与之联系,反之亦然,则称实体集 A 与实体集 B 具有一对一联系,记为 1:1。例如,确定部门实体与经理实体之间存在一对一联系,意味着一个部门只能由一个经理管理,而一个经理只能管理一个部门。

##### (2) 一对多联系 (1:n)。

如果对于实体集 A 中的每一个实体,实体集 B 中有 n 个实体 ( $n \geq 0$ ) 与之联系,反之,对于实体集 B 中的每一个实体,实体集 A 中至多只有一个实体与之联系,则称实体集 A 与实体集 B 有一对多联系,记为 1:n。例如,一个部门中有若干名职工,而每个职工只在一个部门中工作,部门与职工之间具有一对多联系。

##### (3) 多对多联系 (m:n)。

如果对于实体集 A 中的每一个实体,实体集 B 中有 n 个实体 ( $n \geq 0$ ) 与之联系,反之,对于实体集 B 中的每一个实体,实体集 A 中也有 m 个实体 ( $m \geq 0$ ) 与之联系,则称实体集 A 与实体集 B 具有多对多联系,记为 m:n。例如,一门课程同时有若干个学生选修,而一个学生可以同时选修多门课程,课程与学生之间具有多对多联系,如图 1-3 所示。

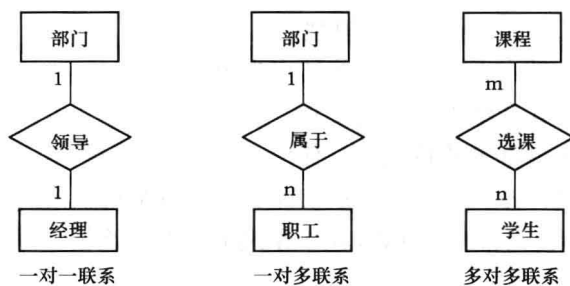


图 1-3 实体联系图

### 3. 实体-联系模型

实体与实体之间的联系可以用实体联系图(简称 E-R 图)来表示。在 E-R 图中规定,实体用矩形表示,矩形框内写明实体名;属性用椭圆来表示,并用无向边将其与相应的实体连接起来;联系用菱形表示,菱形框内写明联系名,并用无向边将其与有关的实体连接起来,同时再无向边上注明联系的类型 (1:1、1:n 或 m:n), 如图 1-4 所示。

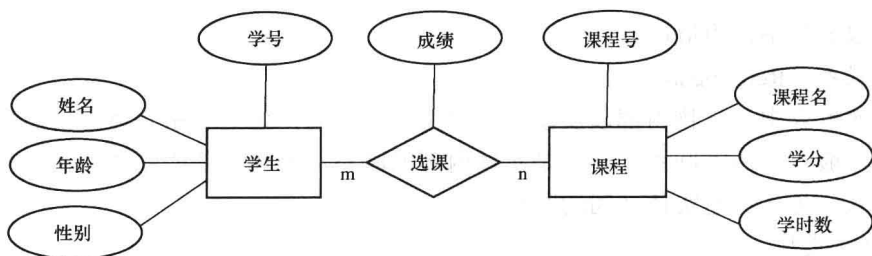


图 1-4 学生选课实体联系图

### 1.2.2 基本数据模型

数据库是以一定组织方式存储在计算机存储介质上，并能为多个用户共享且独立于应用程序的相关数据的集合。可以把它看成是数据的仓库，这个“仓库”中的数据彼此之间是有联系的、有规则的，而不是独立的、杂乱无章的。数据库的性质由数据模型决定。

数据模型是在数据库领域中定义数据及其操作的一种抽象表示，数据模型决定了数据及其相互间的联系方式，决定了数据库的设计方法。按照数据间不同的联系方式，可将数据模型分为三种：层次模型、网状模型和关系模型。满足层次模型特性的数据库为层次型数据库；满足网状模型特性的数据库为网状型数据库；满足关系模型特性的数据库为关系型数据库。

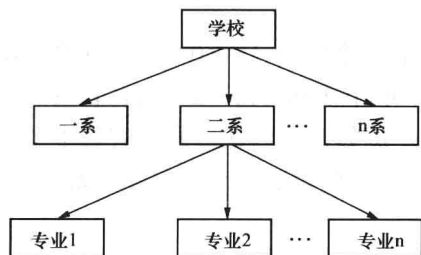


图 1-5 层次模型示例

#### 1. 层次模型

层次模型表示数据间的从属关系结构，其总体结构像一棵倒置的树。根结点在上，层次最高；子结点在下，逐层排列，在不同的结点（数据）之间只允许存在单线联系，如一个学校的行政机构可以抽象成为一个层次模型，如图 1-5 所示。满足下面两个条件的基本层次联系的集合为层次模型：

- (1) 有且仅有一个结点无双亲，称此结点为根结点。
- (2) 除根结点外，其余结点均有且仅有一个双亲。

层次模型的另一个最基本的特点是，任何一个给定的记录值，只有按其路径查看时才能显示它的全部意义，没有一个子记录值能够脱离双亲记录值而独立存在。

1969 年美国 IBM 公司推出的 IMS 系统是最典型的层次模型系统，曾在 20 世纪 70 年代商业上广泛应用。

#### 2. 网状模型

网状模型采用结点间的连通图（网状结构）表示实体及其联系，其总体结构呈现一种交叉关系的网络结构，能表示实体之间复杂的联系情况，如图 1-6 所示。满足下面两个条件的基本层次联系的集合称为网状模型：

- (1) 允许一个以上的结点无双亲。
- (2) 一个结点可以有多于一个的双亲。

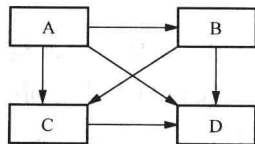


图 1-6 网状模型示例