

高等院校教材

# Visual FoxPro 程序设计教程

梁锐城 主 编

杨 格 副主编

王 华 主 审



人民邮电出版社  
POSTS & TELECOM PRESS

高等院校教材

# Visual FoxPro 程序设计教程

梁锐城 主 编  
杨 格 副主编  
王 华 主 审

人民邮电出版社  
北 京

## 图书在版编目 (CIP) 数据

Visual FoxPro程序设计教程 / 梁锐城主编. -- 北京: 人民邮电出版社, 2011.10  
高等院校教材  
ISBN 978-7-115-25789-5

I. ①V… II. ①梁… III. ①关系数据库—数据库管理系统, Visual FoxPro—程序设计—高等学校—教材  
IV. ①TP311.138

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第121444号

## 内 容 提 要

本书从实用的角度出发, 结合编者多年的教学实践和编程经验, 由浅入深、循序渐进地介绍数据库基础知识与 Visual FoxPro 基础、自由表的基本操作、创建和使用数据库、查询与视图、结构化查询语言 (SQL)、Visual FoxPro 的结构化程序设计、Visual FoxPro 面向对象的程序设计与表单设计、菜单设计与应用和报表设计等内容。本书各章配有精心设计的实验和习题, 方便学生上机操作和巩固练习。

本书内容安排合理, 符合当前教学现状, 适合作为高等院校教材。因为在编写时参考了新的《全国计算机等级考试二级考试大纲 (Visual FoxPro 程序设计)》, 所以也可供参加等级考试的读者参考。

高等院校教材

## Visual Foxpro 程序设计教程

- 
- ◆ 主 编 梁锐城
  - 副 主 编 杨 格
  - 主 审 王 华
  - 责任编辑 丁金炎
  - 执行编辑 郝彩红 严世圣
  - ◆ 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 电子邮件 315@ptpress.com.cn
  - 网址 <http://www.ptpress.com.cn>
  - 大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷
  - ◆ 开本: 787×1092 1/16
  - 印张: 17
  - 字数: 426 千字 2011 年 10 月第 1 版
  - 印数: 1—3 000 册 2011 年 10 月河北第 1 次印刷

---

ISBN 978-7-115-25789-5

定价: 33.00 元

读者服务热线: (010)67132746 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

广告经营许可证: 京崇工商广字第 0021 号

# 前 言

随着计算机的日益普及，学习和掌握数据库技术和面向对象的编程技术，已成为广大计算机使用者的普遍要求。

Visual FoxPro 是新一代小型数据库管理系统。它以强大的功能，完善、丰富的工具，可靠、高效的管理方式，友好的界面，简单易学，便于开发等特点，深受许多小型数据库应用系统开发者的喜爱。

本书较系统地介绍了 Visual FoxPro 6.0 的基本知识，并以简明的例子讲解数据库管理、结构化查询语言（SQL）和程序设计，通过丰富的实例演示各种数据库对象的具体操作和数据库应用系统的设计。本书的实例和习题皆以“学生管理”数据库为操作实体，易为读者理解和接受。

本书在编写的过程中充分考虑到了当前教学的需要和现状，比如第 1 章在介绍 Visual FoxPro 的操作界面之前，先介绍数据库的原理，这样，学生可以首先对数据库形成一个概念，进而更好地理解 Visual FoxPro 的相关知识，这对于未接触过数据库原理的读者来说，是很有必要的。本书各章均配有上机实验和习题，方便学生上机练习和教师教学时使用。

本书体现了高等学校 Visual FoxPro 课程教学的大纲要求，同时还充分考虑了新的《全国计算机等级考试二级考试大纲（Visual FoxPro 程序设计）》的要求。本书可以作为高等学校教学用书和参加“全国计算机等级考试二级考试（Visual FoxPro）”考生的参考书，也可供各类计算机培训班和个人自学使用。

本书由梁锐城任主编，杨格任副主编，汪泽平参与了本书的编写，王华对本书进行了审稿。

为了便于读者学习，本书还免费提供电子教案 CAI 课件和综合型应用系统，可发送申请邮件到 [reliang@stu.edu.cn](mailto:reliang@stu.edu.cn)。

由于水平有限，书中难免存在不当之处，恳请读者批评指正。

编 者

# 目 录

|                                         |     |
|-----------------------------------------|-----|
| <b>第1章 数据库基本知识与 Visual FoxPro 基础</b>    | 1   |
| 1.1 数据处理技术的发展                           | 1   |
| 1.2 数据库系统                               | 5   |
| 1.3 Visual FoxPro 概述                    | 15  |
| 习题一                                     | 28  |
| <b>第2章 自由表的基本操作</b>                     | 31  |
| 2.1 Visual FoxPro 的语言基础                 | 31  |
| 2.2 自由表的建立与修改                           | 49  |
| 2.3 自由表的维护                              | 55  |
| 习题二                                     | 79  |
| <b>第3章 创建和使用数据库</b>                     | 83  |
| 3.1 建立、修改和删除数据库                         | 83  |
| 3.2 打开和关闭数据库                            | 86  |
| 3.3 创建数据库表                              | 88  |
| 3.4 数据表的索引                              | 94  |
| 3.5 指针定位查询                              | 101 |
| 3.6 工作区与数据工作期                           | 103 |
| 3.7 关联                                  | 107 |
| 习题三                                     | 113 |
| <b>第4章 查询与视图</b>                        | 115 |
| 4.1 查询                                  | 115 |
| 4.2 视图                                  | 122 |
| 习题四                                     | 126 |
| <b>第5章 结构化查询语言 (SQL)</b>                | 128 |
| 5.1 SQL 的特点                             | 128 |
| 5.2 SQL 的查询功能                           | 129 |
| 5.3 SQL 的定义功能                           | 137 |
| 5.4 SQL 的操作功能                           | 142 |
| 习题五                                     | 144 |
| <b>第6章 Visual FoxPro 的结构化程序设计</b>       | 146 |
| 6.1 程序与程序文件                             | 146 |
| 6.2 程序的基本结构                             | 152 |
| 6.3 模块化程序设计                             | 162 |
| 习题六                                     | 169 |
| <b>第7章 Visual FoxPro 面向对象的程序设计与表单设计</b> | 174 |
| 7.1 面向对象程序设计基础                          | 174 |
| 7.2 表单的基本操作                             | 184 |
| 7.3 表单设计器                               | 189 |
| 7.4 常用表单控件                              | 196 |

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| 习题七.....                     | 220 |
| <b>第 8 章 菜单设计与应用</b> .....   | 222 |
| 8.1 Visual FoxPro 系统菜单 ..... | 222 |
| 8.2 设计下拉式菜单 .....            | 223 |
| 8.3 设计快捷菜单 .....             | 231 |
| 习题八.....                     | 232 |
| <b>第 9 章 报表设计</b> .....      | 233 |
| 9.1 报表的基本操作 .....            | 233 |
| 9.2 在报表设计器中设计报表 .....        | 238 |
| 习题九.....                     | 246 |
| <b>上机实验</b> .....            | 248 |
| 实验一.....                     | 248 |
| 实验二.....                     | 248 |
| 实验三.....                     | 253 |
| 实验四.....                     | 256 |
| 实验五.....                     | 256 |
| 实验六.....                     | 259 |
| 实验七.....                     | 262 |
| 实验八.....                     | 263 |
| 实验九.....                     | 264 |
| <b>参考文献</b> .....            | 265 |

# 第1章 数据库基本知识与 Visual FoxPro 基础

Visual FoxPro 采用了可视化的、面向对象的程序设计方法，大大简化了应用系统的开发过程。Visual FoxPro 是目前非常流行的数据库管理系统，它以其开发成本低、简单易学、操作方便等优点得到迅速推广。

只有掌握数据库系统的基础知识，熟悉数据库管理系统的特点，计算机应用人员才能开发出适用的数据库应用系统。本章将首先介绍数据库和关系数据库的基础知识，为学好、用好 Visual FoxPro 打好基础。

## 1.1 数据处理技术的发展

计算机的主要功能就是处理数据，数据库管理系统是处理数据的有效工具。下面首先介绍信息数据、数据处理的概念和计算机数据管理的发展历程。

### 1.1.1 信息、数据与数据处理

信息、数据与数据处理是 3 个意义不同，但又关系密切的概念。

#### 1. 数据与信息

人们通常使用各种各样的物理符号来表示客观事物的特性和特征，这些符号及其组合就是数据。数据是指存储在某一媒体上能够识别的物理符号。数据的概念包括两个方面，即数据内容和数据形式。数据内容是指所描述客观事物的具体特性，也就是通常所说数据的“值”；数据形式则是指数据内容存储在媒体上的具体形式，也就是通常所说数据的“类型”。数据形式可以是多种多样的，例如，某人的出生日期是“1980 年 9 月 5 日”，也可以表示为“80/09/05”，其含义并没有改变。数据主要有数字、文字、声音、图形和图像等多种形式。

信息是指数据经过加工处理后所获取的有用知识。信息是以某种数据形式表现的。

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。

#### 2. 数据处理

数据处理就是将数据转换为信息的过程，数据处理也称信息处理。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。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。

通过处理数据可以获得信息，通过分析和筛选信息可以产生决策。例如，学生各门成绩为原始数据，经过计算得出平均成绩和总成绩等信息，计算处理的过程就是数据处理。

在计算机处理数据过程中，计算机使用外存储器来存储数据；通过计算机软件来管理数据；通过应用程序来对数据进行加工处理。

### 1.1.2 数据管理的发展历程

数据处理的核心问题是数据管理。计算机对数据的管理是指对数据的组织、分类、编码、存储、检索和维护提供操作手段。

伴随着计算机硬件、软件技术和计算机应用范围的发展，计算机在数据管理方面也经历了由低级到高级的发展过程，其发展过程大致经历了人工管理、文件管理、数据库管理等几个阶段。

#### 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。从 20 世纪 50 年代初开始，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。

人工管理阶段的特点是数据与程序不具有独立性，一组数据对应一组程序。

#### 2. 文件管理阶段

20 世纪 50 年代后期至 20 世纪 60 年代中后期，计算机开始大量地用于管理中的数据处理工作。由于计算机存储技术的发展和操作系统的出现，计算机硬件已经具有可直接存取的磁盘、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，程序与数据有了一定的独立性，程序和数据分开存储，有了程序文件和数据文件的区别。数据文件可以长期保存在外存储器上被多次存取。应用程序与数据之间的关系如图 1.1 所示。

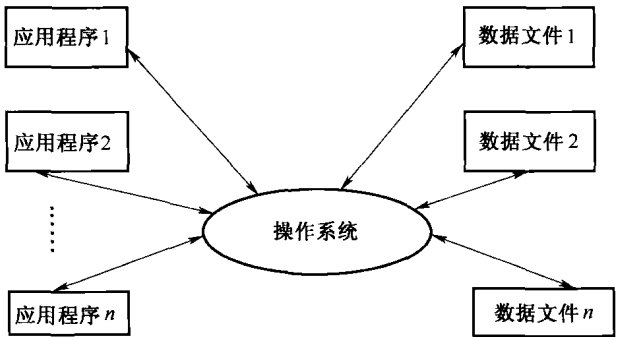


图 1.1 文件管理阶段的应用程序与数据之间的关系

在文件系统的支持下，只需用文件名访问数据文件，程序员可以集中精力在数据处理的算法上，而不必关心记录在存储器上的地址和内、外存交换数据的过程。

但是，文件系统中的数据文件是为了满足特定业务领域，或某部门的专门需要而设计的，服务于某一特定应用程序，数据和程序相互依赖。同一数据项可能重复出现在多个文件

中，导致数据冗余度大。这不仅浪费存储空间，增加更新开销，更严重的是，由于不能统一修改，容易造成数据的不一致性。

文件系统存在的问题阻碍了数据处理技术的发展，不能满足日益增长的信息需求，这正是数据库技术产生的原动力，也是数据库系统产生的背景。

### 3. 数据库管理阶段

从 20 世纪 60 年代后期开始，需要计算机管理的数据量急剧增长，数据共享的需求也日益增强。文件系统的管理方法已无法适应开发应用系统的需要。人们为了克服文件系统的不足，实现计算机对数据的统一管理，达到数据共享的目的，开发了一类新的数据管理软件——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了数据库管理阶段。

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、快捷的查询和使用。

数据库管理阶段的特点：提高了数据的共享性，使多个用户能够同时访问数据库中的数据；减小了数据的冗余度，从而提高了数据的一致性和完整性；数据库中数据的存储是按同一结构进行的，不同的应用程序都可直接使用这些数据，应用程序与数据间保持高度的独立性，从而降低了应用程序的开发和维护代价。

在数据库管理阶段，应用程序与数据之间的关系如图 1.2 所示。

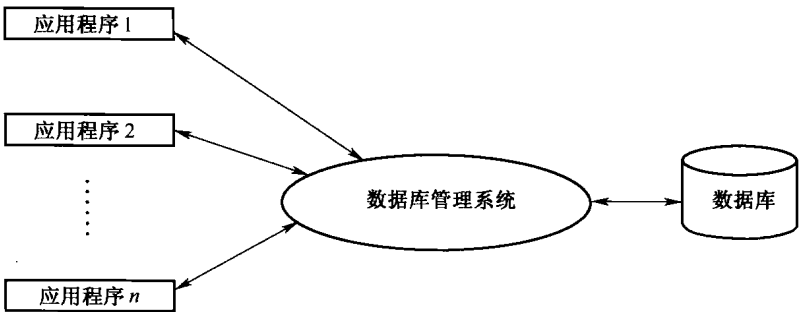


图 1.2 数据库管理阶段的应用程序与数据之间的关系

### 1.1.3 数据库新技术

数据库技术发展之快、应用之广是计算机科学其他领域技术无可比拟的。随着数据库应用领域的不断扩大和信息量的急剧增长，占主导地位的关系数据库系统已不能满足新的应用领域的需求，如 CAD（计算机辅助设计）/CAM（计算机辅助制造）、CIMS（计算机集成制造系统）、CASE（计算机辅助软件工程）、OA（办公自动化）、GIS（地理信息系统）、MIS（管理信息系统）、KBS（知识库系统）等，都需要数据库新技术的支持。这些新应用领域的特点包括：存储和处理的对象复杂，对象间的联系具有复杂的语义信息；需要复杂的数据类型支持，如抽象数据类型、无结构的超长数据、时间和版本数据等；需要常驻内存的对象管理及支持对大量对象的存取和计算；支持长事务和嵌套事务的处理。这些需求是传统关系数据库系统难以满足的。

## 1. 分布式数据库系统

在 20 世纪 70 年代前期, 数据库系统多数是集中式的。分布式数据库系统 (Distributed DataBase System) 是在集中式数据库基础上发展起来的, 是数据库技术与计算机网络技术、分布处理技术相结合的产物。分布式数据库系统是地理上分布在计算机网络不同结点, 逻辑上属于同一系统的数据库系统, 能支持全局应用, 同时存取两个或两个以上结点的数据。

数据库技术与网络技术的结合分为紧密结合与松散结合两大类。因此, 分布 DBMS 分为物理上分布、逻辑上集中的分布式数据库结构和物理上分布、逻辑上分布的分布式数据库结构两种。

物理上分布、逻辑上集中的分布式数据库结构是一个逻辑上统一、地域上分布的数据集合, 是计算机网络环境中各个节点局部数据库的逻辑集合, 同时受分布式数据库管理系统的统一控制和管理, 即把全局数据模式按数据来源和用途, 合理分布在系统的多个节点上, 使大部分数据可以就地或就近存取, 而用户感觉不到数据的分布。

物理上分布、逻辑上分布的分布式数据库结构是把多个集中式数据库系统通过网络连接起来, 各个节点上的计算机可以利用网络通信功能访问其他节点上的数据库资源。它一般由两部分组成: 一是本地节点的数据, 二是本地节点共享的其他节点上有关的数据。在这种运行环境中, 各个数据库系统的数据库由各自独立的数据库管理系统集中管理。节点间的数据共享由双方协商确定。这种数据库结构有利于数据库的集成、扩展和重新配置。

## 2. 面向对象数据库系统

面向对象方法是一种认识、描述事物的方法论, 它起源于程序设计语言。面向对象数据库系统 (Object-Oriented DataBase System) 是将面向对象的模型、方法和机制, 与先进的数据库技术有机地结合而形成的新型数据库系统。它从关系模型中脱离出来, 强调在数据库框架中发展类型、数据抽象、继承和持久性。它的基本设计思想是, 一方面把面向对象语言向数据库方向扩展, 使应用程序能够存取并处理对象; 另一方面扩展数据库系统, 使其具有面向对象的特征, 提供一种综合的语义数据建模概念集, 以便对现实世界中复杂应用的实体和联系建模。因此, 面向对象数据库系统首先是一个数据库系统, 具备数据库系统的基本功能, 其次是一个面向对象的系统, 针对面向对象的程序设计语言的永久性对象存储管理而设计的, 充分支持完整的面向对象概念和机制。

面向对象数据库是数据库技术与面向对象程序设计相结合的产物, 是面向对象方法在数据库领域中的实现和应用。它既是一个面向对象的系统, 又是一个数据库系统。Visual FoxPro 不但仍然支持标准的过程化程序设计, 而且在语言上还进行了扩展, 提供了面向对象程序设计的强大功能和更大的灵活性。本书将在第 7 章中详细介绍面向对象的基本概念。

## 3. 多媒体数据库系统

多媒体数据库系统 (Multi-media Database System) 是数据库技术与多媒体技术相结合的产物。在许多数据库应用领域中, 都涉及大量的多媒体数据, 这些与传统的数字、字符等格式化数据有很大的不同, 都是一些结构复杂的对象。

多媒体数据库系统的主要特点如下。

### (1) 数据量大

格式化数据的数据量小, 而多媒体数据量一般都很大, 1min 视频和音频数据就需要几十兆数据空间。

## (2) 结构复杂

传统的数据以记录为单位，一个记录由多个字段组成，结构简单，而多媒体数据种类繁多、结构复杂，大多是非结构化数据，来源于不同的媒体且具有不同的形式和格式。

## (3) 时序性

文字、声音或图像组成的复杂对象需要有一定的同步机制，如一幅画面的配音或文字需要同步，既不能超前也不能滞后，而传统数据无此要求。

## (4) 数据传输的连续性

多媒体数据如声音或视频数据的传输必须是连续、稳定的，不能间断，否则会出现失真而影响效果。

多媒体数据库管理系统一般具有如下基本功能。

① 能够有效地表示多种媒体数据，对不同媒体的数据如文本、图形、图像、声音等能够按应用的不同，采用不同的表示方法。

② 能够处理各种媒体数据，正确识别和表现各种媒体数据的特征，各种媒体间的空间或时间关联。

③ 能够像其他格式化数据一样对多媒体数据进行操作，包括对多媒体数据的浏览、查询、检索，对不同的媒体提供不同的操作，如声音的合成、图像的缩放等。

④ 具有开放功能，提供多媒体数据库的应用程序接口等。

## 4. 数据仓库

信息技术的高速发展，数据和数据库在急剧增长，数据库应用的规模、范围和深度不断扩大，一般的事务处理已不能满足应用的需要，企业界需要在大量信息数据基础上的决策支持（Decision Support），数据仓库（Data Warehouse）技术的兴起满足了这一需求。数据仓库作为决策支持系统（Decision Support System）的有效解决方案，涉及 3 方面的技术内容：数据仓库技术、联机分析处理（On-Line Analytical Processing）技术和数据挖掘（Data Mining）技术。

# 1.2 数据库系统

下面介绍数据库系统的基本概念，数据库管理系统所支持的各种数据模型、数据库系统的体系结构和关系数据库的基本知识。

## 1.2.1 数据库系统的组成

数据库应用系统是指系统开发人员利用数据库系统资源开发出来的，面向某一类实际应用的应用软件系统。数据库应用系统简称为数据库系统（DataBase System，DBS），是一个计算机应用系统。它由计算机硬件、数据库管理系统、数据库、应用程序和用户等部分组成，如图 1.3 所示。

随着社会上各行业急剧增长的数据处理

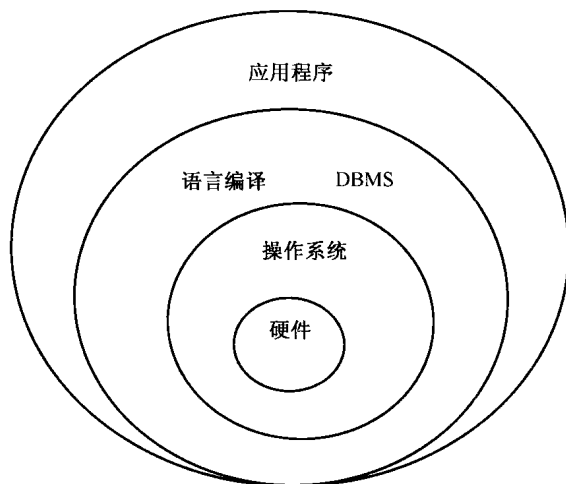


图 1.3 数据库系统的组成

的需要，为提高数据处理速度、工作效率和经济效益，人们利用数据库技术开发了大量的应用程序，如人事管理系统、图书管理系统、教学管理系统、生产管理系统，以及工资、财务管理系统等。无论是面向内部业务和管理的管理信息系统，还是面向外部、提供信息服务的开放式信息系统，从实现技术角度而言，都是以数据库为基础和核心的计算机应用系统。

### **1. 数据库管理系统**

数据库管理系统 (DataBase Management System, DBMS)，是对数据库进行管理的软件系统。它的功能可概括为 5 个方面：数据的组织和存储，数据的查询，数据的增加，删除和修改，数据的排序和索引，数据的统计和分析。DBMS 提供对数据库中数据资源进行统一管理和控制的功能，将用户应用程序与数据库数据相互隔离。它是数据库系统的核心，其功能的强弱是衡量数据库系统性能优劣的主要指标。

DBMS 必须运行在相应的系统平台上。在操作系统和相关的系统软件支持下，它才能有效地运行。

### **2. 数据库**

数据库 (DataBase) 是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的集合。它不仅包括描述事物的数据本身，而且还包括相关事物之间的联系。

数据库中的数据也是以文件的形式存储在存储介质上的，它是数据库系统操作的对象和结果。数据库中的数据具有集中性和共享性。所谓集中性是指把数据库看成性质不同的数据文件的集合，其中的数据冗余度很小。所谓共享性是指多个不同用户使用不同语言，为了不同的应用目的可同时存取数据库中的数据。

数据库中的数据由数据库管理系统进行统一管理和控制，用户对数据库进行的各种数据操作都是通过数据库管理系统实现的。

数据库中的数据往往不是像文件系统那样，只面向某一项特定应用，而是面向多种应用，可以被多个用户、多个应用程序共享。数据结构独立于使用数据的程序，对于数据的增加、删除、修改和检索由系统软件进行统一的控制。

### **3. 应用程序**

应用程序 (Application) 是在 DBMS 的基础上，由用户根据应用的实际需要所开发的、处理特定业务的程序。应用程序的操作范围通常仅是数据库的一个子集，也即用户所需的那部分数据。

### **4. 数据库用户**

用户 (User) 是指管理、开发、使用数据库系统的所有人员，通常包括数据库管理员、应用程序员和终端用户。数据库管理员 (DataBase Administrator, DBA) 负责管理、监督、维护数据库系统的正常运行；应用程序员 (Application Programmer) 负责分析、设计、开发、维护数据库系统中运行的各类应用程序；终端用户 (End-User) 是在 DBMS 与应用程序的支持下，操作使用数据库系统的普通使用者。不同规模的数据库系统，用户的人员配置可以根据实际情况有所不同。大多数用户都属于终端用户，在小型数据库系统中，特别是在计算机上运行的数据库系统中，DBA 通常就由终端用户担任。

## **1.2.2 数据模型**

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。人们把客观存在的事物以数据的形式存储到计算机中，经历了对现实生活中事物特性的认识、

概念化到计算机数据库里的具体表示的逐级抽象过程。

### 1. 实体的描述

现实世界存在各种事物，事物与事物之间存在着联系。这种联系是客观存在的，是由事物本身的性质所决定的。例如，图书馆中有图书和读者，读者借阅图书；学校的教学系统中有教师、学生、课程，教师为学生授课，学生选修课程并取得成绩；在物资或商业部门有货物、客户，客户要订货、购物。如果管理的对象较多或者比较特殊，事物之间的联系就可能较为复杂。

#### (1) 实体

客观存在并且可以相互区别的事物称为实体。实体可以是实际的事物，也可能是抽象的事件。比如，学生、图书等属于实际事物；借阅图书、比赛等活动是比较抽象的事件。

#### (2) 实体的属性

描述实体的特性称为属性。例如，学生实体用学号、姓名、性别、身高、体重、出生日期、血型等若干个属性来描述；图书实体用总编号、分类号、书名、作者、单价等属性来描述。

#### (3) 实体集和实体型

字段值的集合表示一个实体，而属性的集合表示一种实体的类型，称为实体型。同类型的实体的集合，称为实体集。

例如，在学生实体集当中，(1161001, 张大大, 男, 1.7, 130, 65/12/06, A) 表示一个具体学生；在图书实体集中，(10765, TP196, Visual FoxPro 教程, 吴桂, 22.50) 则具体代表一本书。

在 Visual FoxPro 中，用“表”来存放同一类实体，即实体集。例如，学生表、图书表等。Visual FoxPro 的一个“表”包含若干个字段，“表”中所包含的“字段”就是实体的属性。字段值的集合组成表中的一条记录，代表一个具体的实体，即每一条记录表示一个实体。

### 2. 实体间联系及联系的种类

实体之间的对应关系称为联系，它反映现实世界事物之间的相互关联。例如，一位读者可以借阅若干本图书；同一本书可以相继被几个读者借阅。

实体间联系的种类是指一个实体型中可能出现的每一个实体与另一个实体型中有多少个具体实体存在联系。两个实体间的联系可以归结为 3 种类型。

#### (1) 一对一联系 (one-to-one relationship)

考查公司和总经理两个实体型：如果一个公司只有一个总经理，那么一个总经理不能同时在其他公司再兼任总经理，在这种情况下公司和总经理之间存在一对一的联系。

在 Visual FoxPro 中，一对一的联系表现为主表中的每一条记录只与相关表中的一条记录相关联。例如，一个单位劳资部门的职工表和财务部门使用的工资表之间就存在一对一的联系。

#### (2) 一对多联系 (one-to-many relationship)

考查部门和职工两个实体型：一个部门有多名职工，而一名职工只在一个部门就职，即只占一个部门的编制。部门与职工之间则存在一对多的联系。考查学生和系两个实体集：一个学生只能在一个系里注册，而一个系有很多个学生。系和学生也是一对多的联系。

在 Visual FoxPro 中，一对多的联系表现为主表中的每一条记录与相关表中的多条记录相关联。即表 A 的一个记录在表 B 中可以有多个记录与之对应，但表 B 中的一个记录最多只

能有一个表 A 的记录与之对应。

一对多联系是最普遍的联系。也可以把一对一的联系看作一对多联系的一个特殊情况。

(3) 多对多联系 (many - to - many relationship)

考查学生和课程两个实体型：一个学生可以选修多门课程，一门课程由多个学生选修。因此，学生和课程间存在多对多的联系。图书与读者之间也是多对多联系，因为一位读者可以借阅若干本图书；同一本书可以相继被几个读者借阅。

在 Visual FoxPro 中，多对多的联系表现为一个表中的多个记录在相关表中同样有多个记录与其匹配。即表 A 的一条记录在表 B 中可以对应多条记录，而表 B 的一条记录在表 A 中也可以对应多条记录。

3. 数据模型简介

为了反映事物本身及事物之间的各种联系，数据库中的数据必须有一定的结构，这种结构用数据模型来表示。数据库不仅管理数据本身，而且要使用数据模型表示出数据之间的联系。可见，数据模型是数据库管理系统用来表示实体及实体间联系的方法。一个具体的数据模型应当正确地反映出数据之间存在的整体逻辑关系。

任何一个数据库管理系统都是基于某种数据模型的。数据库管理系统所支持的数据模型分为 3 种：层次模型、网状模型、关系模型。因此，使用支持某种特定数据模型的数据库管理系统开发出来的应用系统相应地称为层次数据库系统、网状数据库系统、关系数据库系统。

关系模型对数据库的理论和实践产生很大的影响，成为当今最流行的数据库模型。本书重点介绍关系数据库的基本概念和使用，为了使读者对数据模型有一个全面的认识，进而更深刻地理解关系模型，这里先对层次模型和网状模型作一些简单地介绍。

(1) 层次模型

用树状结构表示实体类型及实体之间联系的模型称为层次模型。在这种模型中，数据被组织成由“根”开始的“树”，每个实体由根开始沿着不同的分支放在不同的层次上。如果不再向下分支，那么此分支序列中最后的结点称为“叶”。上级结点与下级结点之间为一对多的联系。层次模型如图 1.4 所示。

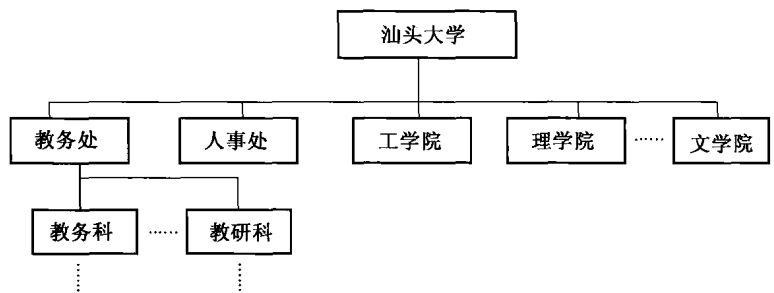


图 1.4 层次模型示例

层次模型实际上是由若干个代表实体之间一对多联系的基本层次联系组成的一棵树，树的每一个结点代表一个实体类型。从图中可以看出，“汕头大学”是根结点，“汕头大学”管理的树状结构反映的是实体型之间的结构。该模型的实际存储数据由链接指针来体现联系。

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。层次数据模型不能直接表示出多对多的联系。

## (2) 网状模型

用网状结构表示实体类型及实体之间联系的模型称为网状模型。网中的每一个结点代表一个实体类型。网状模型突破了层次模型的两点限制：允许结点有多于一个的父结点；可以有一个以上的结点没有父结点。因此，网状模型可以方便地表示各种类型的联系。

图 1.5 所示为一个简单的网状模型。每一个联系都代表实体之间一对多的联系，系统用单向或双向环形链接指针来具体实现这种联系。如果课程和选课人数较多，链接将变得相当复杂。网状模型的主要优点是表示实体间多对多的联系，具有很大的灵活性。这种灵活性是以数据结构复杂化为代价的。

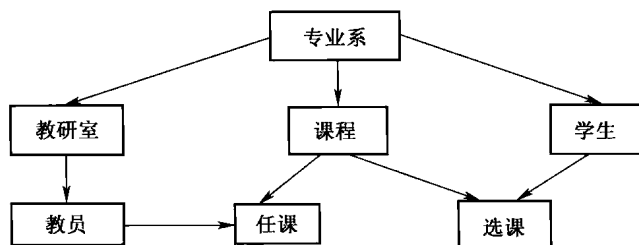


图 1.5 网状模型示例

支持网状数据模型的 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实体，用有向边（箭头）表示实体间的联系，实体和联系用不同的方法来表示；从物理上看，每一个结点都是一个存储记录，用链接指针来实现记录之间的联系。这种用指针将所有数据记录都“捆绑”在一起的特点，使得层次模型和网状模型存在难以实现系统的修改与扩充等缺陷。

## (3) 关系模型

用二维表结构来表示实体及实体之间联系的模型称为关系模型。关系模型是以关系数学理论为基础的。在关系模型中，操作的对象和结果都是二维表，这种二维表就是关系。

关系模型与层次模型、网状模型的本质区别在于数据描述的一致性，模型概念单一。在关系模型数据库中，每一个关系都是一个二维表，无论实体本身还是实体间的联系均用称为“关系”的二维表来表示，使得描述实体的数据本身能够自然地反映它们之间的联系。而传统的层次模型数据库和网状模型数据库是使用链接指针来存储和体现联系的。

关系模型的特点有如下几个。

- ① 一个二维表中，所有的记录格式相同，长度相同。
- ② 同一字段数据的性质是相同的，它们均为同一属性的值。
- ③ 行和列的排列顺序并不重要。

关系模型数据库以其完备的理论基础、简单的模型、说明性的查询语言和使用方便等优点得到最广泛的应用。

### 1.2.3 数据库系统的体系结构

为了有效地组织、管理数据，提高数据库的逻辑独立性和物理独立性，人们为数据库设计了一个严谨的体系结构，包括 3 个模式（外模式、模式和内模式）和 2 个映射（外模式-模式映射和模式-内模式映射）。美国国家标准协会的计算机与信息处理委员会中的标准

计划与需求委员会（ANSI/X3/SPARC）的数据库管理系统研究小组于 1975 年、1978 年提出了标准化的建议，将数据库结构分为 3 级：面向用户或应用程序的用户级；面向建立和维护数据库人员的概念级；面向系统程序员的物理级。用户级对应外模式，概念级对应模式，物理级对应内模式，使不同级别的用户对数据库形成不同的视图。所谓视图，就是指观察、认识和理解数据的范围、角度和方法。简而言之，视图就是数据库在用户“眼中”的反映，很显然，不同层次（级别）用户所“看到”的数据库是不相同的。

数据库系统的体系结构是数据库系统的总框架。数据库系统是指引进数据库技术后的计算机系统，实现有组织地、动态地存储大量相关数据，提供数据处理和信息资源共享的便利手段。

在数据库模式中数据结构具有物理结构和逻辑结构两个方面。描述物理结构的称为物理数据库描述（或存储模式、内模式），它直接与操作系统或硬件联系。一个数据库系统只有一个内模式。

描述逻辑结构的称为模式（或概念模式、全局模式），它是数据库数据的完整表示，是所有用户的公共数据视图。一个数据库系统只有一个模式，它总是以某一种数据模型为基础，统一考虑所有用户的要求，并有机地综合成一个逻辑整体。模式仅仅是数据型的描述，不涉及具体数据值。模式的一个具体值称为模式的一个实例，一个模式往往有许多的实例。模式是相对稳定的，而实例是不断变动的。因为模式反映的是数据库的结构，一旦定义好基本就不再变动；而实例反映的是数据库某个时刻的状态，数据库的数据是在不断更新变化的。

针对每一个用户或应用，又由模式导出若干个子模式（或叫外模式）。子模式是直接面向用户的，是用户能够看见并使用的局部数据的逻辑结构描述。每一个子模式都是模式的一个子集；也可以把它看成是模式的一个窗口。一个数据库系统可以有多个子模式。

数据库系统的 3 个模式中还提供了两种映像功能。一种是在存储结构与逻辑结构之间的映像（转换）功能，另一个是在逻辑结构与用户结构之间的映像（转换）功能。第一种映像使得数据存储结构改变时，逻辑结构不变，因而相应的程序也不变，这就是数据库的物理独立性；第二种映像使得逻辑结构改变时，用户结构不变，应用程序也不用改变，这是数据和程序的逻辑独立性。由于这种独立性，使得应用程序的编写再不用考虑数据的描述和存取问题，从而大大减少了应用程序的修改和维护工作。

数据库系统的体系结构如图 1.6 所示。

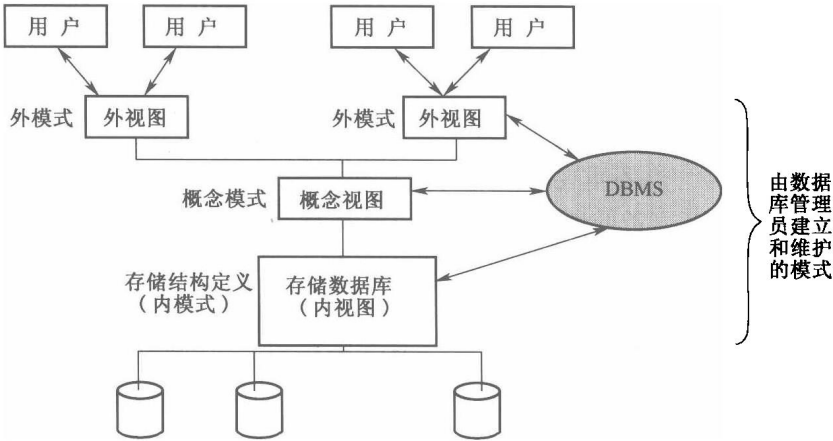


图 1.6 数据库系统的体系结构

## 1.2.4 关系数据库概述

自 20 世纪 80 年代以来,新推出的数据库管理系统几乎都支持关系模型,Visual FoxPro 就是一种关系数据库管理系统。本节将结合 Visual FoxPro 来集中介绍关系数据库系统的基本概念。

### 1. 关系模型

关系模型的用户界面非常简单,一个关系的逻辑结构就是一张二维表。这种用二维表的形式表示实体和实体间联系的数据模型称为关系数据模型。

### 2. 关系术语

在 Visual FoxPro 中,一个“表”就是一个关系。图 1.7 所示为一个 XSQK 表和一个 CJ 表两个关系。这两个表中都有唯一标识,一个学生的属性——学号,根据学号通过一定的关系运算就可以把两个关系联系起来。

| 学号      | 姓名  | 性别 | 身高   | 体重  | 血型 | 团员 | 入团时间     | 爱好   | 照片  |
|---------|-----|----|------|-----|----|----|----------|------|-----|
| 1161001 | 张骏  | 男  | 1.80 | 150 | A  | T  | 01/01/98 | Memo | gen |
| 1161002 | 陈晴  | 男  | 1.73 | 120 | B  | T  | 05/01/97 | Memo | Gen |
| 1161003 | 马大大 | 男  | 1.80 | 130 | A  |    |          |      |     |
| 1161004 | 夏小雪 | 女  | 1.62 | 95  | A  |    |          |      |     |
| 1161005 | 钟大成 | 女  | 1.65 | 102 | O  |    |          |      |     |
| 1161006 | 王晓宁 | 男  | 1.82 | 135 | AB |    |          |      |     |
| 1161007 | 魏文鼎 | 男  | 1.75 | 120 | B  |    |          |      |     |
| 1161008 | 宋成城 | 男  | 1.78 | 123 | B  |    |          |      |     |
| 1161009 | 李文静 | 女  | 1.63 | 98  | O  |    |          |      |     |
| 1161010 | 张宁如 | 女  | 1.67 | 110 | A  |    |          |      |     |

| 学号      | 数学 | 总分    | 平均分  | 英语 | 政治 | 计算机应用 | 电子技术 |
|---------|----|-------|------|----|----|-------|------|
| 1161001 | 60 | 399.0 | 79.8 | 87 | 80 | 87    | 85   |
| 1161002 | 85 | 444.0 | 88.8 | 89 | 85 | 95    | 90   |
| 1161003 | 55 | 297.0 | 59.4 | 45 | 41 | 85    | 71   |
| 1161004 | 60 | 346.0 | 69.2 | 96 | 80 | 55    | 55   |
| 1161005 | 85 | 389.0 | 77.8 | 96 | 80 | 63    | 65   |
| 1161006 | 50 | 383.0 | 76.6 | 94 | 83 | 85    | 71   |
| 1161007 | 67 | 393.0 | 78.6 | 92 | 82 | 87    | 85   |
| 1161008 | 87 | 411.0 | 82.2 | 84 | 85 | 85    | 90   |
| 1161009 | 61 | 302.0 | 60.4 | 80 | 46 | 44    | 71   |
| 1161010 | 60 | 300.0 | 60.0 | 56 | 66 | 73    | 45   |

图 1.7 XSQK 表和 CJ 表

### (1) 关系

一个关系就是一张二维表,每个关系有一个关系名。在 Visual FoxPro 中,一个关系存储为一个文件,文件扩展名为 .dbf,称为“表”。

对关系的描述称为关系模式,一个关系模式对应一个关系的结构。其格式为:

关系名 (属性名 1, 属性名 2, ..., 属性名 n)

在 Visual FoxPro 中表示为表结构:

表名 (字段名 1, 字段名 2, ..., 字段名 n)

### (2) 元组

在一个二维表(一个具体关系)中,水平方向的行称为元组,每一行是一个元组。元组对应存储文件中的一个具体记录。例如,XSQK 表和 CJ 表两个关系各包括多条记录(或多个元组)。

### (3) 属性

二维表中垂直方向的列称为属性,每一列有一个属性名,与前面讲的实体属性相同,在 Visual FoxPro 中表示为字段名。每个字段的数据类型、宽度等在创建表的结构时规定。例