



工业和信息化普通高等教育
“十二五”规划教材立项项目

21 世 纪 高 等 学 校 规 划 教 材

21st Century University Planned Textbooks

Visual FoxPro 程序设计

吴昊 熊李艳 主编

雷莉霞 范萍 李明翠 段楠楠 副主编

Visual FoxPro Programming

- ◆ 理论与实践相结合
- ◆ 图文并茂内容实用
- ◆ 层次分明讲解清晰



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



工业和信息化普通高等教育
“十二五”规划教材立项项目

21 世 纪 高 等 学 校 规 划 教 材

21st Century University Planned Textbooks

Visual FoxPro 程序设计

吴昊 熊李艳 主编

雷莉霞 范萍 李明翠 段楠楠 副主编

Visual FoxPro Programming

人 民 邮 电 出 版 社

北 京

图书在版编目 (C I P) 数据

Visual FoxPro程序设计 / 吴昊, 熊李艳主编. --
北京: 人民邮电出版社, 2011.6
21世纪高等学校规划教材
ISBN 978-7-115-25534-1

I. ①V… II. ①吴… ②熊… 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120018号

内 容 提 要

本书以 Visual FoxPro 6.0 中文版为基础, 主要讲述了 Visual FoxPro 的基本知识、数据库的建立和使用、数据库的基本操作、程序设计、关系数据库标准语言 SQL、表单设计、菜单设计、报表设计、系统开发等。

本书编写了与之配套的实验教材, 根据教学内容的要求, 其中每个实验都包括实验目的、实验知识介绍、实验示例和上机实验。同时, 实验教材还提供了大量的针对性很强的习题。以知识点为线索, 通过各种题型让读者掌握本课程的重点和难点。

本书理论教学与实践教学相结合, 图文并茂, 内容实用, 层次分明, 适合作为高校非计算机专业学生的数据库技术与应用课程的教材, 也可作为成人教育和职业技术教育的数据库应用课的教材, 还可作为工程技术人员和自学爱好者学习数据库的使用方法, 以及计算机等级考试的辅导用书。

21 世纪高等学校规划教材

Visual FoxPro 程序设计

-
- ◆ 主 编 吴 昊 熊李艳
副 主 编 雷莉霞 范 萍 李明翠 段楠楠
责任编辑 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 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京昌平百善印刷厂印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 16.25 2011 年 6 月第 1 版
字数: 425 千字 2011 年 6 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-25534-1

定价: 35.00 元

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

反盗版热线: (010)67171154

广告经营许可证: 京崇工商广字第 0021 号

[illegible]

2011 年 4 月

目 录

第 1 章 数据库系统简介.....1

1.1 数据处理技术发展概述.....1

1.1.1 数据与信息.....1

1.1.2 数据处理.....1

1.1.3 数据库的发展阶段.....2

1.2 数据库系统的基本概念.....3

1.2.1 数据库.....3

1.2.2 数据库管理系统.....4

1.2.3 数据库应用系统和数据库系统.....4

1.3 数据模型.....5

1.3.1 层次模型.....5

1.3.2 网状模型.....6

1.3.3 关系模型.....7

1.4 关系数据库.....7

1.4.1 基本概念.....8

1.4.2 数据完整性.....9

1.4.3 对关系数据库的要求.....10

1.4.4 关系运算.....10

1.5 Visual FoxPro 6.0 系统概述.....12

1.5.1 Visual FoxPro 6.0 的基本功能.....12

1.5.2 Visual FoxPro 6.0 的特点.....12

1.5.3 Visual FoxPro 6.0 的文件.....13

第 2 章 Visual FoxPro 6.0 的基础 知识.....15

2.1 Visual FoxPro 6.0 系统菜单的使用.....15

2.1.1 Visual FoxPro 6.0 用户界面.....15

2.1.2 工具栏.....16

2.1.3 配置 Visual FoxPro 6.0 的运行环境.....17

2.2 Visual FoxPro 6.0 辅助设计工具.....19

2.2.1 向导.....19

2.2.2 设计器.....20

2.2.3 生成器.....20

2.3 Visual FoxPro 6.0 的基本概念.....21

2.3.1 Visual FoxPro 6.0 的项目.....21

2.3.2 Visual FoxPro 6.0 的工作方式.....21

2.3.3 Visual FoxPro 6.0 的命令格式.....22

2.4 Visual FoxPro 6.0 的数据类型和数据 存储.....24

2.4.1 数据和数据类型.....24

2.4.2 常量.....25

2.4.3 变量及其基本操作.....28

2.5 运算符与表达式.....33

2.5.1 算术运算符和算术表达式.....34

2.5.2 字符串运算符和字符串表达式.....34

2.5.3 日期运算符和日期表达式.....35

2.5.4 关系运算符和关系表达式.....35

2.5.5 逻辑运算符和逻辑表达式.....37

2.5.6 名表达式.....37

2.5.7 运算符的优先顺序.....38

2.6 函数.....39

2.6.1 函数的分类.....39

2.6.2 常用函数.....40

2.7 数组.....45

2.7.1 数组的概念.....45

2.7.2 数组的定义.....45

2.7.3 数组的赋值.....47

2.7.4 数组的使用.....48

第 3 章 数据库与表的基本操作.....49

3.1 创建数据表.....49

3.1.1 字段类型.....49

3.1.2 创建表结构.....51

3.1.3	修改表结构	55
3.1.4	表的打开和关闭	55
3.2	表记录的基本操作	56
3.2.1	追加记录	56
3.2.2	显示记录	56
3.2.3	定位记录	57
3.2.4	修改记录	60
3.2.5	删除记录	60
3.2.6	筛选记录	61
3.2.7	表操作的常用命令	63
3.3	建立数据库	69
3.3.1	数据库设计	69
3.3.2	创建数据库	70
3.3.3	打开数据库	70
3.3.4	关闭数据库	70
3.4	索引和排序	70
3.4.1	索引文件的类型	71
3.4.2	索引文件的建立	72
3.4.3	索引的修改和删除	74
3.4.4	索引文件的使用	75
3.4.5	排序	76
3.5	记录的查询	77
3.5.1	顺序查询	77
3.5.2	索引查询	77
3.6	表中数值参数的统计	78
3.6.1	求和	78
3.6.2	平均值	78
3.6.3	计数	79
3.6.4	汇总	79
3.7	文件操作命令	80
3.7.1	文件复制命令	80
3.7.2	文件重命名命令	81
3.7.3	删除文件命令	81
3.7.4	查看文件目录	81

第4章 数据库和表的高级应用 82

4.1	数据库的使用	82
4.1.1	向数据库添加数据表	82
4.1.2	从数据库中移去表	83
4.1.3	展开或折叠一个表	83
4.1.4	重排数据库的表	84
4.2	数据库的高级应用	84
4.2.1	使用其他数据库中的表	84
4.2.2	创建存储过程	84
4.2.3	引用多个数据库	84
4.3	设置表属性	86
4.3.1	设置字段标题	86
4.3.2	为字段输入注释	86
4.3.3	控制字段数据输入	87
4.3.4	控制记录的数据输入	88
4.4	建立表间的永久关系	90
4.4.1	创建永久关系	90
4.4.2	编辑表间的永久关系	91
4.4.3	删除表间的永久关系	91
4.4.4	参照完整性	91
4.5	使用多个表	92
4.5.1	查看工作区	92
4.5.2	在工作区中打开表	92
4.5.3	在工作区中关闭表	93
4.5.4	引用工作区	94
4.5.5	设置表间的临时关系	94

第5章 项目管理器 97

5.1	项目管理器介绍	97
5.1.1	项目管理器功能	97
5.1.2	项目管理器管理项目	97
5.2	项目连编	100
5.3	项目信息和项目文档	101

第 6 章 VFP 程序设计基础.....102

- 6.1 程序设计的基本概念.....102
 - 6.1.1 VFP 程序设计的概念.....102
 - 6.1.2 算法介绍.....102
- 6.2 VFP 程序设计步骤.....108
 - 6.2.1 应用程序的建立.....108
 - 6.2.2 应用程序的运行.....109
 - 6.2.3 应用程序的修改.....109
- 6.3 VFP 程序设计语言基础.....110
 - 6.3.1 VFP 语言的特点.....110
 - 6.3.2 源程序的组成.....110
- 6.4 顺序结构.....115
- 6.5 选择（分支）结构.....116
 - 6.5.1 单分支结构.....116
 - 6.5.2 双分支结构.....117
 - 6.5.3 多分支结构.....118
- 6.6 循环结构.....120
 - 6.6.1 条件循环（While 循环）.....120
 - 6.6.2 计数型循环（FOR 型循环）.....122
 - 6.6.3 指针型循环（Scan 型）.....123
 - 6.6.4 多重循环结构.....124
- 6.7 过程（多模块）程序.....126
 - 6.7.1 过程、函数的定义.....127
 - 6.7.2 调用过程、函数.....128
- 6.8 变量的作用域.....130
 - 6.8.1 公共变量.....130
 - 6.8.2 私有变量.....130
 - 6.8.3 本地变量.....131

第 7 章 SQL 关系数据库查询语言.....132

- 7.1 SQL 概述.....132
 - 7.1.1 SQL 语言的特点.....132
 - 7.1.2 SQL 语言的组成.....133
- 7.2 SQL 数据定义语言.....133

- 7.2.1 创建基本表.....133
- 7.2.2 修改基本表.....135
- 7.2.3 删除基本表.....137
- 7.3 SQL 数据查询语言.....137
 - 7.3.1 SELECT 语句.....137
 - 7.3.2 简单查询.....139
 - 7.3.3 连接查询.....142
 - 7.3.4 嵌套查询.....144
 - 7.3.5 分组与计算查询.....144
 - 7.3.6 集合的并运算.....145
 - 7.3.7 重定向.....146
- 7.4 SQL 数据操纵语言.....146
 - 7.4.1 数据插入.....146
 - 7.4.2 数据更新.....147
 - 7.4.3 数据删除.....148

第 8 章 查询与视图.....149

- 8.1 创建查询.....149
 - 8.1.1 利用“查询向导”建立查询.....149
 - 8.1.2 利用查询设计器设计查询.....152
 - 8.1.3 查询的运行和修改.....152
 - 8.1.4 定向输出查询结果.....152
- 8.2 创建视图.....152
 - 8.2.1 利用“视图向导”创建视图.....153
 - 8.2.2 用视图设计器创建视图.....153
 - 8.2.3 利用视图更新数据.....154

第 9 章 面向对象的程序设计.....156

- 9.1 VFP 中的对象.....156
 - 9.1.1 面向对象的基本概念.....156
 - 9.1.2 对象的属性、事件和方法.....156
- 9.2 创建对象和类.....159
 - 9.2.1 类的概念.....160
 - 9.2.2 类的创建.....162
 - 9.2.3 对象的应用.....164

9.3 表单设计	165	11.1.5 报表预览和打印	222
9.5 数据环境	175	11.2 设计标签	223
第 10 章 常用的表单控件	177	11.2.1 标签向导	223
10.1 标签控件	177	11.2.2 标签设计器	224
10.2 命令按钮控件	179	第 12 章 菜单和工具栏设计	225
10.3 文本框控件	181	12.1 菜单设计概述	225
10.4 计时器控件	184	12.1.1 菜单系统	225
10.5 编辑框控件	186	12.1.2 创建菜单系统的步骤	226
10.6 微调器控件	189	12.1.3 规划和设计菜单系统	226
10.7 复选框控件	191	12.2 下拉式菜单设计	226
10.8 形状控件	193	12.2.1 菜单设计器	227
10.9 线条控件	194	12.2.2 “显示”菜单的命令	228
10.10 选项组控件	194	12.2.3 “快速菜单”命令	229
10.11 命令组控件	197	12.2.4 生成和运行菜单	230
10.12 图像控件	198	12.3 创建自定义工具栏	231
10.13 列表框控件	200	第 13 章 应用系统开发	234
10.14 组合框	204	13.1 应用系统开发步骤	234
10.15 表格控件	206	13.2 “教师工资管理系统”的开发实例	236
10.16 页框控件	211	13.2.1 需求分析	236
第 11 章 报表和标签	215	13.2.2 数据库设计	237
11.1 创建报表	215	13.2.3 系统总体设计	238
11.1.1 报表向导创建报表	215	13.2.4 系统实现	239
11.1.2 快速报表	217	13.2.5 项目的管理	249
11.1.3 报表设计器创建报表	218	13.2.6 软件的发布	250
11.1.4 修改报表布局	219	参考文献	252

第 1 章

数据库系统简介

1.1 数据处理技术发展概述

数据库技术的产生源自对数据的管理，但人们对数据的认识，有狭义和广义两种。狭义上的数据，是指一些简单的数字和文字；广义上的数据，不仅包括数字和文字，还包括声音、图形、图像等多种类型的数据。数据可定义为存储在介质上的能够识别的用来描述事物特征的符号或符号记录。这些符号可以是数字、文字、声音、图形、图像等，即数据的表现形式是多种多样的。

数据库技术是数据管理的技术，它随着数据管理任务的需要而产生，是一门综合性很强的技术，涉及操作系统、数据结构、算法设计和程序设计等知识。

1.1.1 数据与信息

1. 数据

数据是一种符号序列，用来记录客观事物的特征，用型和值来表示。不同数据类型，记录的事物性质也不同。如描述学生的一系列数据（“201101001”，“张小小”，“女”，1991，“信息”）是数据库存储和处理的基本对象。

2. 信息

光看一个数据“201101001”，不能明白其含义。只有赋予数据确切的含义后，它对人们才是有用的。例如，描述学生的一系列数据可以解释为：学号为“201101001”、名叫“张小小”的女同学是1991年出生的、信息学院的学生。通过各种方式所获得的数据，经过解释、分析、推理、归纳与综合等方法，从中获得的有用数据称为信息。

信息是经过加工的有用数据。信息都是数据，而只有经过加工后有使用价值的数据才能成为信息。加工所得的数据仍以数据形式表示，此时的数据是信息的载体，是人们认识信息的一种媒体。

1.1.2 数据处理

数据处理是指将基本原始数据转换成有用信息的过程，是对数据进行收集、存储、分类、排

序、计算、加工、检索、传输等一系列活动的总和。

数据在计算机中的具体处理过程如图 1-1 所示。

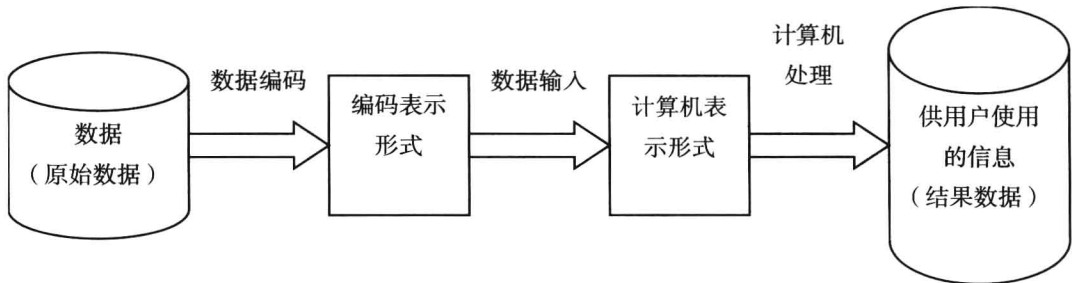


图 1-1 计算机中数据处理过程

1.1.3 数据库的发展阶段

数据处理的核心是数据管理。数据管理是指对数据的分类、组织、编码、存储、检索和维护等。随着计算机硬件、软件技术的发展，计算机数据管理经历了由低级到高级的 5 个阶段。

1. 人工管理阶段

在 20 世纪 50 年代中期之前，在硬件方面，只有纸带、磁带、卡片等存储设备，还没有出现存取速度快、容量大、支持随机访问、可直接存储的磁盘。软件方面，也没有专门的管理数据的软件，数据直接包含在计算机或处理它的程序中。这一阶段的数据管理任务，包括存储结构、存取方式、输入输出方式等完全由程序员通过编程实现。这一阶段的数据管理称为人工管理阶段，也称为无管理阶段。

2. 文件系统管理阶段

20 世纪 50 年代后期至 60 年代后期，数据处理采用程序和数据分离的处理方式。存储数据的数据文件可以长期保存在外存储器，程序使用文件名访问数据文件，这一阶段的数据管理称为文件管理阶段。

文件系统管理阶段实现了程序和数据的分离，但存在着一个致命的缺点：数据文件不能共享。程序和数据相互依赖，同一数据项可能出现在多个数据文件中，导致数据冗余度大、易造成数据的不一致性。

3. 数据库系统管理阶段

到 20 世纪 60 年代末，为解决多用户、多应用程序共享数据的需求，出现了统一管理数据的专门软件系统，即数据库管理系统。其特点是：能够有效地管理和存取大量数据，提高了数据的共享性，减少了数据冗余度，提高了程序数据和程序的独立性。

4. 分布式数据库管理阶段

分布式数据库系统是数据库技术和计算机网络技术相互渗透和有机结合的产物，产生于 20 世纪 70 年代后期。

5. 面向对象数据库系统阶段

面向对象数据库系统是面向对象设计和数据库技术相结合的产物。面向对象数据库是面向对象方法在数据库领域中的应用，它既是一个面向对象的系统，又是一个数据库系统。

1.2 数据库系统的基本概念

1.2.1 数据库

1. 概念

“数据库”（DataBase，DB）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的集合。

例如，把一个学校的教师的基本信息（编号、姓名、性别、出生日期、职称、是否党员、所在学院、照片、备注等）、教师工资（编号、基本工资、岗位工资、实际扣款、实发工资等）有序地组织起来，以一定的形式（如表格）存放到计算机存储介质上，这些相互关联的信息就可以看作一个数据库。

在 Visual FoxPro 中，数据库是由一些表以及这些表之间的关系构成的，而表就是我们平时常用的二维表格。如教师基本情况表见表 1-1，教师工资表见表 1-2。

表 1-1 教师基本情况表

编号	姓名	性别	出生日期	职称	是否党员	所在学院	照片	备注
10001	徐喆	男	09/07/1971	副教授	T	电气学院	Gen	Memo
10002	张婵	女	02/12/1980	讲师	T	信息学院	Gen	Memo
10003	吴芳	女	04/26/1963	教授	F	外语学院	Gen	Memo
10004	余欣涛	男	11/16/1960	教授	T	土木学院	Gen	Memo
10005	付晓燕	女	04/25/1968	副教授	F	人文学院	Gen	Memo
10006	张山	女	01/08/1984	助教	F	信息学院	Gen	Memo
10007	曹赋哲	男	06/01/1983	助教	T	信息学院	Gen	Memo
10008	周华明	男	12/24/1966	教授	T	外语学院	Gen	Memo

表 1-2 教师工资表

编 号	基 本 工 资	岗 位 工 资	扣 款	实 发 工 资
10001	2000.0	1200.0	23.0	3177.0
10002	1700.0	900.0	52.0	2548.0
10003	2300.0	1500.0	45.0	3755.0
10004	2350.0	1800.0	88.0	4062.0
10005	2100.0	1300.0	56.0	3344.0
10006	1400.0	700.0	45.0	2055.0
10007	1600.0	800.0	80.0	2320.0
10008	2400.0	1900.0	32.0	4268.0

这两个表有一个相同的项——编号，两个表就是通过“编号”建立联系的。

2. 数据库的主要特点

数据库主要特点如下。

（1）数据可以共享。

数据资源为多个应用程序服务，实现了数据的共享。所行程序都存取同一份数据库，数据完

全共享。

(2) 数据独立性。

数据和应用程序之间相互分离，相互独立，不存在相互依赖关系。

(3) 可控制冗余度。

数据共享的实现，使得重复数据大大减少，但有时为了提高查询效率，也可以适当保留少量重复数据，可控制冗余度。

(4) 可避免不一致性。

当相同的数据存于不同的系统中时，若数据需要变更，两者的更改时间可能不同步，造成两者的不一致，若用数据库系统来管理，则仅需更改同一份数据，不一致性可以消除。

(5) 数据安全性。

可以对数据库系统实施不同的安全限制，从而保证数据的安全。

(6) 数据完整性。

对网络环境下多用户系统数据进行完整性检查，从而保证了数据的完整性。

(7) 标准化实施。

由于数据库的集中控制，保证遵循统一的标准，有助于数据或系统间的交流。

1.2.2 数据库管理系统

1. 概念

数据库管理系统 (DataBase Management System, DBMS) 是对数据库进行各种管理的一种系统软件，是用户和数据库之间的接口。

数据库管理系统以统一的方式管理、维护数据库中的数据，为用户访问数据库提供安全、有效、可靠的环境。

2. 主要功能

DBMS 主要职能包括数据库的定义、维护、运行控制、通信等。DBMS 在操作系统的支持和控制下运行，主要由以下功能组成。

(1) 数据库定义功能

DBMS 向用户提供“数据定义语言”(Data Define Language, DDL) 用于描述数据库的结构。

(2) 数据库操纵语言

DBMS 中的数据库操纵语言 (Data Manipulation Language, DML) 实现对数据库数据的查询、插入、删除和修改。其中，查询是 DML 的最主要的功能。

(3) 数据库运行控制功能

DBMS 对数据库的运行控制主要包括数据的安全性控制、数据的完整性控制、多用户环境下的并发控制以及数据库的恢复。

(4) 数据库维护功能

包括数据库数据初始装入，数据库转储、恢复、重组织，系统性能监视、分析以及登记日志文件等功能。

1.2.3 数据库应用系统和数据库系统

1. 数据库应用系统

数据库应用系统 (DataBase Application System, DBAS) 是指基于数据库的应用系统，是利

用数据库系统资源开发的面向某一实际应用的应用软件系统。一个 DBAS 通常是由数据库和应用程序两部分组成，它们都需要在 DBMS 的支持下开发。

2. 数据库系统

数据库系统（DataBase System，DBS）是指引进数据库技术后的计算机系统。

实际上，数据库应用系统是一个比较复杂的系统，它是由硬件系统、数据库管理系统及相关软件、数据库应用系统和用户等组成的。

数据库、数据库管理系统和数据库系统三者之间既有联系又有区别，它们之间的关系如图 1-2 所示。从图中可以看出：

- 用户通过 DBMS 建立和使用数据库；
- 数据库中包含了 DBMS 所面向的数据；
- 数据库管理系统是实现数据处理的手段和工具；
- 数据库和数据库管理系统是数据库系统的组成部分。

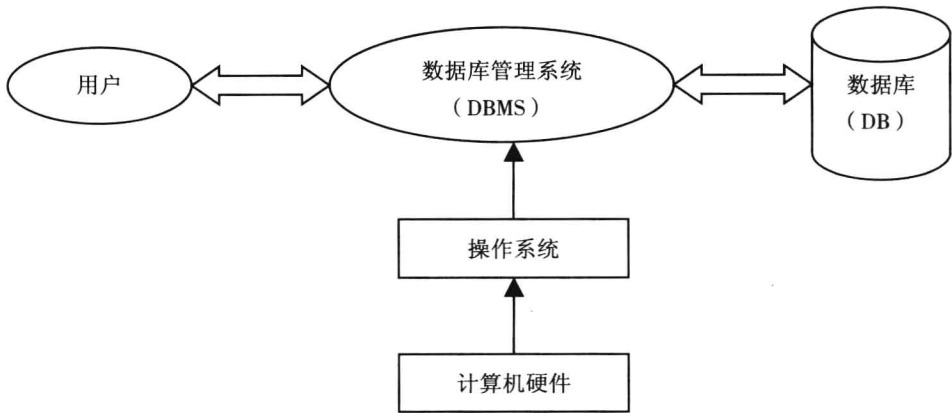


图 1-2 用户、DBMS、DB、DBS 的关系

1.3 数据模型

所谓模型（Model），是对对象抽象化、形式化的一种描述。一般情况下，需要建立两种模型，即信息模型和数据模型。

信息模型是在信息世界中为研究对象建立的一个较为抽象的（脱离计算机）的模型。数据模型是在计算机世界的数据库层所建立的能被计算机接受的实际模型。

从理论上讲，数据模型是指反映客观事物及客观事物间联系的数据组织的结构和形式。客观事物是千变万化的，各种客观事物的数据模型也是千差万别的，但也有其共同性。常用的数据模型有层次模型、网状模型和关系模型三种。

1.3.1 层次模型

层次模型（Hierarchical Model）是数据库系统中出现最早的数据模型，其结构是树形结构，自顶向下，层次分明，表示数据间的从属关系。层次模型示例如图 1-3 所示。

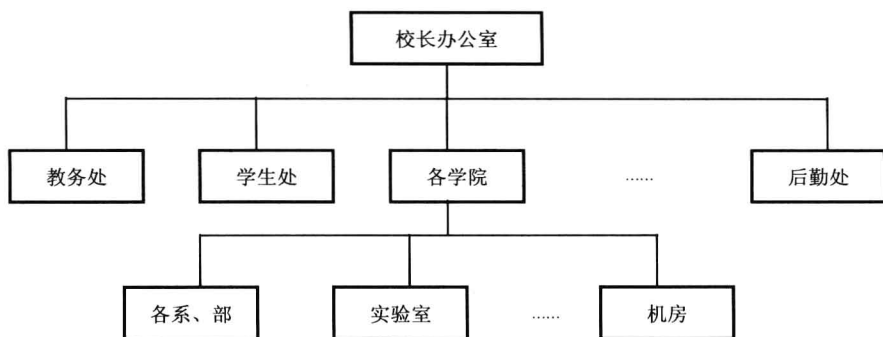


图 1-3 层次模型示例

层次模型具有如下特点。

- (1) 有，且只有一个根结点。
- (2) 除根结点以外，其他结点有且只有一个父结点。
- (3) 在这种树形结构中，每一个结点都表示一个实体类型或记录类型。结点间的连线反映的是不同实体之间的“一对多”联系。

层次模型结构示意图如图 1-4 所示。

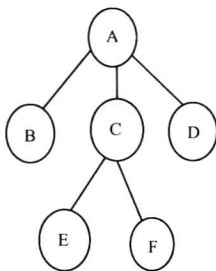


图 1-4 层次模型示意图

1.3.2 网状模型

网状模型（Network Model）是层次模型的扩充，也称“网络模型”，它表示多个从属关系的层次结构，呈现一种交叉的网络结构。网状模型是以记录为结点的网络结构。其主要特征如下：

- 有一个以上的结点无双亲。
- 至少有一个结点有多个双亲。

网状模型结构示意图如图 1-5 所示。

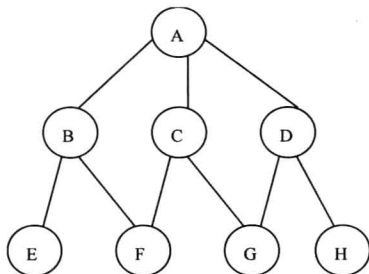


图 1-5 网状模型结构示意图

1.3.3 关系模型

关系模型（Relational Model）是目前最重要的一种数据模型，它用二维表来表示实体和实体之间的联系，其基本结构就是二维表。

所谓“关系”是指那种虽具有相关性但非从属性的平行的数据之间按照某种序列排列的集合关系。可以说，一个二维表就是一个关系。如表 1-1 所示的教师基本情况表和表 1-2 所示的教师工资表就是两个关系。

再例如，有数据记录如下：甲，男，30 岁；乙，女，25 岁；丙，男，55 岁；丁，女，45 岁。这四组数据之间是平行的，不存在从属关系，但若他们是同一部门的员工，我们可以建立一张二维表(一个关系)。表 1-3 所示为某部门职工基本情况表。

表 1-3某部门职工基本情况表

姓 名	性 别	年 龄
甲	男	30
乙	女	25
丙	男	55
丁	女	45

表 1-3 中的每一数据可看成独立的数据项，它们共同构成了该关系的全部内容。表格中的每一行称为一个记录。每一条记录由若干数据项组成。表格中的每一列称为一个字段。字段表示关系模型中各种数据项的类型，每一字段由若干相同类型的数据项组成。

关系模型的特点是：

- （1）描述一致性，不仅用关系描述实体本身，而且用关系描述实体间的联系；
- （2）具有更好的数据独立性；
- （3）关系必须是规范化的关系，这使关系模型结构简单、操作简便；
- （4）关系模型建立在数学概念的基础上，有较强的理论基础。

与层次模型和网状模型相比，关系模型概念简单、清晰、操作直观、易学易用。目前所使用的数据库管理系统几乎都支持关系模型。

数据库的性质是由其中的数据模型决定的。因此数据库的类型可以分为以下三种：

- 层次数据库；
- 网状数据库；
- 关系数据库。

数据库中的数据如果依照层次模型进行存储，则为层次数据库；若依照网状模型进行数据存储，则为网状数据库；依照关系模型进行数据存储，则为关系数据库。

1.4 关系数据库

自 20 世纪 80 年代以来，新推出的数据库管理系统几乎都是支持关系模型。Visual FoxPro 就是关系数据库管理系统的典型代表。

1.4.1 基本概念

1. 关系与表

关系的逻辑结构是一张二维表，如教师基本情况表、教师工资表等。在 Visual FoxPro 中，一个关系就是一个“表”或者说一个数据表，每个表对应着一个磁盘文件，表文件的扩展名是 .dbf。表文件名就是表的名称，也就是关系的名称，如表 1-2 所示的工资表在 Visual FoxPro 中处理后可用“工资.dbf”为名称存储。

2. 属性与字段

一个关系有很多属性（即实体的属性），对应二维表中的列。每一个属性有一个名称，称为属性名。对于二维表来说，属性就是表格中的列，同列的数据除了第一行以外都应具有相同的性质，如“年龄”这一栏只能填写年龄数据，不能是其他的如“张三”这样的姓名数据。

在 Visual FoxPro 中，属性表示为表中的字段，属性名即为字段名。也就是说，二维表中的属性在 Visual FoxPro 中称为“字段”。相应地，字段除了有名称以外，每个字段都有其固定的类型，如“姓名”字段是字符型，“年龄”字段是数值型，“出生日期”字段是日期型。有关数据类型的概念以及如何定义每个字段类型将在第 2 章中进行详细地讲解。

3. 关系模式与表结构

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 中对应的表结构为：

表名（字段名 1，字段名 2，…，字段名 n）。

如表 1-1 所示的教师基本情况表可以表示为：

教师基本情况（编号，姓名，性别，出生日期，职称，党员否，所在学院，照片，备注）。

表 1-2 所示的教师工资表可以表示为：

教师工资（编号，基本工资，岗位工资，扣款，实发工资）

要注意一点，由于编程时输入的标点符号通常要求是英文半角状态下输入的，为了编程时不需要进行中英文的切换，通常会用英文字母来表示表名和字段名，可以使用英文单词也可以使用中文拼音的第一个字母来表示。上述两个表可以表示成如下形式：

```
jsqk (bh , xm, xb, csrq, zc, dyf, szxy, zp, bz)
jsgz (bh , jbgz , gwgz , kk , sfgz )
```

4. 元组与记录

二维表除了第一行之外的每一行称为一个“元组”。

在 Visual FoxPro 中，元组表示为表中的“记录”。

表 1-1 和表 1-2 所示的教师基本情况表和教师工资表都分别有 8 条记录。

一个表也可以没有记录，没有记录的表称为“空表”。对于空表来说，只有表头部分，称为“表结构”。也就是说，一个表是由表结构和表记录构成的。表结构和表记录都存储在扩展名为 .dbf 的表文件中。

5. 域

域是指属性的取值范围，不同的属性有其不同的取值范围，即不同的域。如，成绩的取值范围是 0~100；每个班同学的年龄也有一定的取值范围；“党员否”字段是逻辑型的，其取值只有两个：. T.（真）或 . F.（假）（“. T.” 是一个整体，两边的点号不能省略，和字母之间也不能有空格）。

6. 码和关键字

用来区分不同的元组的属性或属性组合，称为码。在 Visual FoxPro 中对应的概念是关键字，关键字是字段或字段的组合，用来在表中唯一地标识记录。若是一个字段表示的关键字，称为“单关键字”，若多个字段组合形成的关键字称为“组合关键字”。

如教师基本情况表中的“编号”字段就是关键字，因为每个教师都有一个唯一的编号。每个教师的编号不可能重复，一个编号就代表一个教师，一个教师只有一个编号，二者是一一对应的。性别字段就不是关键字，因为相同的性别可能会在不同的记录中出现。通常来说，姓名也不是关键字，因为可能会出现同名的教师，若整个表中没有重名的教师，则姓名也是关键字。

也可以出现组合关键字，如把“职称”和“出生日期”进行组合，职称和出生日期都相同的记录通常是没有的。但要注意，将“职称”和“出生日期”进行组合不是简单地将二者加起来那么容易，二者进行组合要符合表达式的规则，要避免“类型不匹配”的错误产生。有关表达式的规则将在第2章讲解。

如果码的任意真子集都不能成为码，这样的最小码称为“候选码”。候选码可能有多个，被选中用来区别不同元组的候选码称为主码。在 Visual FoxPro 中，对应的概念是候选关键字和主关键字。如表 1-1 所示的教师基本信息表中，没有相同的姓名和相同的出生日期，因此编号、姓名、出生日期都是候选关键字，一旦选择“编号”为主关键字，则该表有候选关键字 2 个、主关键字 1 个。主关键字最多只能有一个。

主关键字也简称“主键”。如果表中的某个字段不是本表的关键字，而是另外一个表中的关键字，则称该字段为外部关键字，简称“外键”。

7. 关系与数据库

在 Visual FoxPro 中，把相互之间存在联系的表放到一个数据库中进行统一管理。例如，可以把教师基本情况表和教师工资表放到教师管理数据库中。数据库文件的扩展名为 .dbc。数据库中的表通过相同的关键字建立关联。

1.4.2 数据完整性

数据完整性是指数据库中数据的正确性和一致性。数据完整性是用来防止数据库中存在不合法的数据，防止错误的数据进入数据库中。

数据完整性可以分为实体完整性、域完整性和参照完整性。

1. 实体完整性

实体完整性是指数据库表的每一行都拥有一个唯一的标识。实体完整性由实体完整性规则来定义。完整性规则是指表中的每一行在组成关键字的列上不能有空值（Null）或重复值，否则就不能起到唯一标识该行的作用。

2. 域完整性

域完整性是指数据库中字段取值的正确性。它包括数据类型、精度、取值范围以及是否允许为空值等。取值范围又分为静态和动态两种：静态取值范围是指字段的取值范围是固定的，如成绩在 0~100 分；动态取值范围是指字段的取值范围由另一个字段或多个字段的值决定（如表 1-2 所示的教师工资表中，实发工资的值就由基本工资、岗位工资和扣款三个字段的值决定），或更新字段的新值依赖于它的旧值。

3. 参照完整性

参照完整性是指数据库中表与表之间存在主键与外键的约束关系，利用这些约束关系可以维