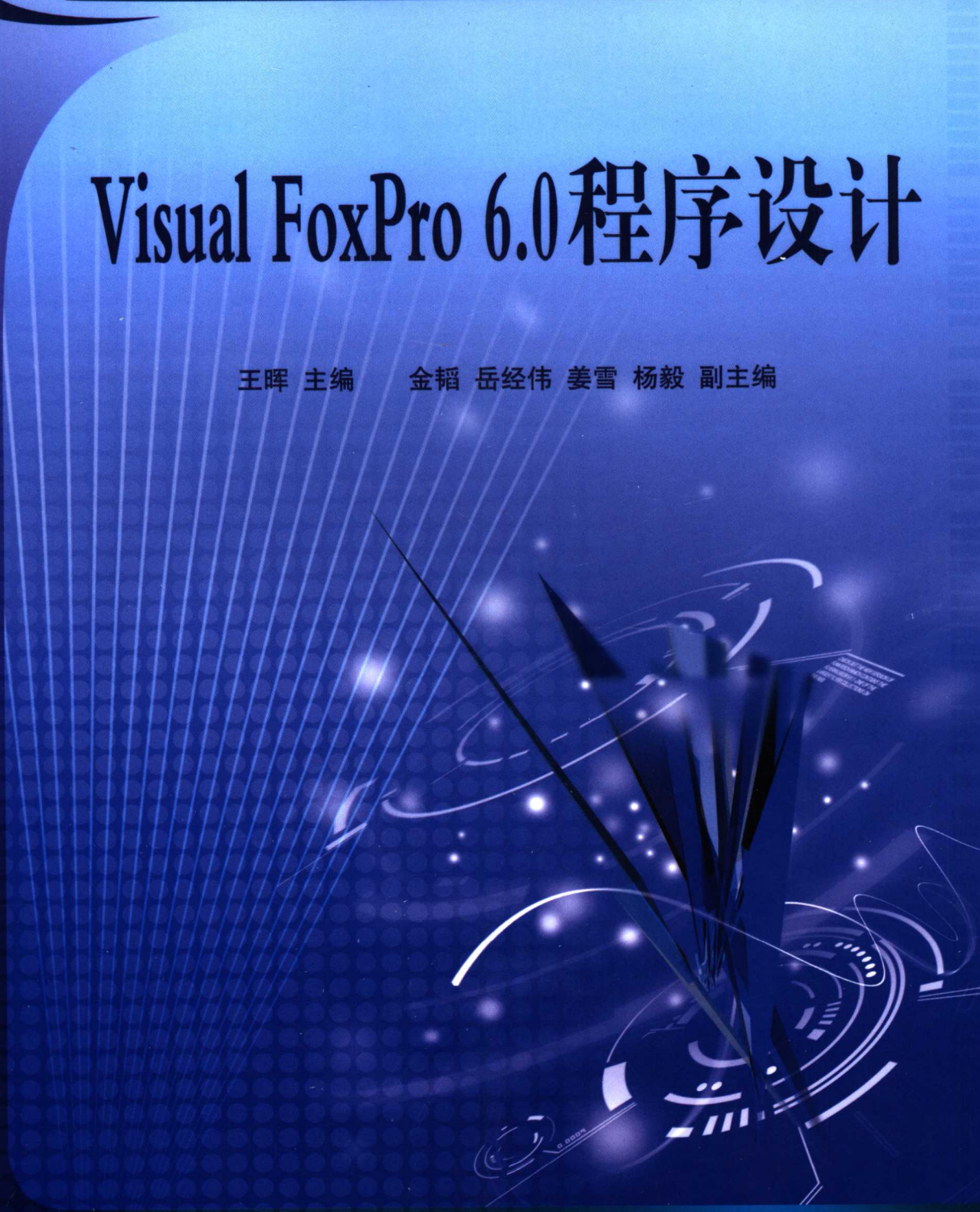




高等院校计算机应用技术规划教材

Visual FoxPro 6.0 程序设计

王晖 主编 金韬 岳经纬 姜雪 杨毅 副主编



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

高等院校计算机应用技术规划教材

Visual FoxPro 6.0 程序设计

王 晖 主编

金 韬 岳经伟 姜 雪 杨 毅 副主编

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

内 容 简 介

本书依据《全国计算机等级考试二级考试大纲 (Visual FoxPro 程序设计)》编写, 注重理论联系实际, 讲解简明扼要, 突出从实际操作入手、掌握关系型数据库管理系统 Visual FoxPro 的主要内容。本书在每一章都有小结、习题和上机指导, 供读者复习参考。全书共有 10 章, 主要内容包括关系型数据库的基础知识、Visual FoxPro 6.0 的数据库设计、数据库应用系统的创建操作、面向过程的程序设计和面向对象程序设计方法等。

本书适合于作为高等院校、高职高专计算机及相关专业的教材, 也可作为全国计算机等级考试二级 Visual FoxPro 的培训教材, 同时也可作为计算机初学者学习 Visual FoxPro 6.0 的入门教材和参考用书。

图书在版编目 (C I P) 数据

Visual FoxPro 6.0 程序设计/王晖主编. —北京:
中国铁道出版社, 2006. 1
高等院校计算机应用技术规划教材
ISBN 7-113-06876-6
I. V… II. 王… III. 关系数据库—数据库管理系
统, Visual FoxPro 6.0—高等学校—教材
IV. TP311. 138
中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 003232 号

书 名: Visual FoxPro 6.0 程序设计
作 者: 王 晖 金 韬 岳经纬 姜 雪 杨 毅
出版发行: 中国铁道出版社 (100054, 北京市宣武区右安门西街 8 号)
策划编辑: 严晓舟 宋 丽
责任编辑: 秦绪好 黄园园 李晶璞
封面设计: 薛 为
封面制作: 白 雪
印 刷: 河北省遵化市胶印厂
开 本: 787×1092 1/16 印张: 15 字数: 356 千
版 本: 2006 年 2 月第 1 版 2006 年 2 月第 1 次印刷
印 数: 1~5 000 册
书 号: ISBN 7-113-06876-6/TP·1709
定 价: 22.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书, 如有缺页、倒页、脱页者, 请与本社计算机图书批销部调换。

在信息社会,人们时刻都在与信息打交道,处处都在进行信息的采集、分析、加工、处理和利用。由于科学技术和生产力的发展,信息量急剧膨胀,要求处理信息的能力越来越高,速度越来越快。为此,各种类型的数据管理系统应运而生,并得到飞速发展。Visual FoxPro 6.0 关系数据库系统是新一代小型数据库管理系统的杰出代表,它以强大的性能、完整而又丰富的工具、较高的处理速度、友好的界面以及完备的兼容性等特点,备受广大用户的欢迎。

Visual FoxPro 6.0 及其中文版是可运行于 Windows 系统平台的 32 位数据库开发系统,它不仅可以简化数据库管理,而且能使应用程序的开发流程更为合理。Visual FoxPro 6.0 还提供了一个集成化的系统开发环境,不仅支持面向过程的编程技术,而且在语言方面做了强大的扩充,支持面向对象的可视化编程技术,并拥有功能强大的可视化程序设计工具。目前,Visual FoxPro 6.0 是用户收集信息、查询数据、创建集成数据库系统及进行应用系统开发较为理想的工具。

数据库管理系统是高等院校计算机基础教育的主要课程之一。本书主要依据 2002 年《全国计算机等级考试二级考试大纲(Visual FoxPro 程序设计)》编写,并兼顾了计算机专业专升本考试大纲的要求。

全书共 10 章,第 1 章主要介绍了数据库系统的基本概念、Visual FoxPro 6.0 的特点及基本操作界面,是学习以后各章的基础。第 2 章介绍了 Visual FoxPro 6.0 的数据类型和常用函数,部分函数可以自学或供日后使用时查阅。第 3 章详细介绍了 Visual FoxPro 6.0 数据库操作的方法和命令,通过本章学习使初学者基本掌握数据库设计器、表设计器及项目管理器的使用,以及熟悉表和数据库的基本操作。第 4 章介绍了 Visual FoxPro 6.0 面向过程程序设计的基本语句和方法,通过学习培养学生阅读和编写简单小程序段的能力。在第 5 章中介绍了关系数据库标准语言 SQL,包括数据定义、数据查询和数据操纵功能,并且用大量实例介绍了 SQL 语句的使用方法。第 6 章主要介绍了查询与视图的建立方法与功能,注意比较查询与视图的区别与联系。第 7 章表单主要介绍面向对象的程序设计的思想及面向对象的相关概念,重点讲授表单的生成及表单生成器的使用及常用工具的使用。第 8 章主要介绍如何利用菜单生成器为应用程序等对象创建菜单、快捷菜单,以及如何激活菜单等。第 9 章主要介绍如何利用报表生成器来创建报表。第 10 章主要介绍如何利用项目管理器将所设计好的应用程序各组件组织成一个完整的应用程序,以及利用应用程序生成器和应用程序向导生成应用程序。

本书各章编写分工如下:第 1、3 章由杨毅编写,第 2、4 章由姜雪编写,第 5、6 章由金韬编写,第 7、10 章由王晖编写,第 8、9 章由岳经纬编写。本书由王晖担任主编,负责全书的统稿工作,由金韬、岳经纬、姜雪、杨毅担任副主编,朱姬凤、苏妍参与了本书部分章节的编写。在本书的编写过程中,参考了大量同行的著作,在此表示深深的谢意。

限于作者的水平和时间,自觉书中尚有不足之处,恳请各位专家和读者批评指正。

编 者

2005 年 11 月

第 1 章 Visual FoxPro 6.0 基础	1
1.1 数据库基础知识	1
1.1.1 数据库系统中的基本概念	1
1.1.2 数据模型	3
1.1.3 关系型数据库	6
1.1.4 关系运算	7
1.2 Visual FoxPro 6.0 简介	8
1.2.1 Visual FoxPro 6.0 的特点	9
1.2.2 Visual FoxPro 6.0 的启动与退出	9
1.2.3 Visual FoxPro 6.0 操作方式简介	11
1.2.4 项目管理器简介	12
1.2.5 Visual FoxPro 6.0 向导简介	16
1.2.6 Visual FoxPro 6.0 设计器简介	17
1.2.7 Visual FoxPro 6.0 生成器简介	18
本章小结	19
习题 1	19
第 2 章 数据与数据运算	22
2.1 常量	23
2.2 变量	23
2.3 表达式	25
2.3.1 算术表达式	26
2.3.2 字符表达式	26
2.3.3 日期时间表达式	26
2.3.4 关系表达式	27
2.3.5 逻辑表达式	27
2.4 常用函数	28
2.4.1 数值函数	28
2.4.2 字符函数	28
2.4.3 日期和时间函数	29
2.4.4 数据类型转换函数	29
2.4.5 测试函数	30
本章小结	32
习题 2	32

第3章 数据库	34
3.1 数据库的基本概念	34
3.2 数据库的基本操作	36
3.2.1 建立数据库	36
3.2.2 打开数据库	37
3.2.3 改变当前数据库	38
3.2.4 关闭数据库	39
3.2.5 修改数据库	39
3.2.6 删除数据库	40
3.3 表的相关操作	40
3.3.1 建立表结构	41
3.3.2 追加记录	44
3.3.3 打开与关闭表	45
3.3.4 修改表结构	46
3.3.5 将自由表添加到数据库	47
3.3.6 从数据库中移出表	48
3.4 表记录的基本操作	49
3.4.1 使用浏览器显示或修改记录	49
3.4.2 显示记录的命令	50
3.4.3 记录指针的定位	51
3.4.4 插入记录的命令	52
3.4.5 删除记录的命令	53
3.4.6 修改记录的命令	54
3.5 排序与索引	55
3.5.1 表的排序	55
3.5.2 有关索引的基本概念	55
3.5.3 在表设计器中建立索引	57
3.5.4 用命令建立索引	58
3.5.5 使用索引	60
3.5.6 查询命令	61
3.6 多表操作	62
3.6.1 选择工作区	63
3.6.2 使用不同工作区的表	63
3.6.3 表间关系的类别	64
3.6.4 建立表之间的临时关系	65
3.7 数据完整性	65
3.7.1 实体完整性与主关键字	66
3.7.2 域完整性与约束规则	66

3.7.3 参照完整性与表之间的关系	67
3.8 数据库设计基础	70
3.8.1 数据库设计步骤	70
3.8.2 数据库设计过程	71
本章小结	74
习题 3	75
第 4 章 程序设计基础	78
4.1 建立与编译程序文件	78
4.1.1 建立程序文件	78
4.1.2 程序编译	78
4.1.3 运行程序文件	78
4.1.4 建立可执行文件	79
4.1.5 程序结束的返回指令	79
4.2 输入输出程序设计	80
4.2.1 非定位输入输出命令	80
4.2.2 定位格式输入输出命令	81
4.3 程序基本结构	83
4.3.1 单分支 / 双分支语句	83
4.3.2 多分支语句	84
4.3.3 循环结构	85
4.4 子程序、过程和自定义函数	87
4.4.1 子程序	88
4.4.2 过程	88
4.4.3 自定义函数	90
4.5 变量的作用域	91
4.6 程序调试	93
4.6.1 调试器环境	93
4.6.2 设置断点	94
4.6.3 调试菜单	96
本章小结	96
习题 4	96
第 5 章 关系型数据库标准语言 SQL	99
5.1 SQL 概述	99
5.2 SQL 数据的查询	99
5.2.1 简单的查询	101
5.2.2 联接查询	102
5.2.3 嵌套查询	102
5.2.4 排序	103

5.2.5	计算查询	104
5.2.6	分组统计	105
5.2.7	超链接查询	106
5.2.8	量词和谓词	108
5.2.9	空值查询	110
5.2.10	集合的并运算	110
5.2.11	查询结果的保存	111
5.3	SQL 数据的操作	112
5.3.1	插入	112
5.3.2	更新	113
5.3.3	删除	113
5.4	SQL 数据的定义	114
5.4.1	表的定义	114
5.4.2	表的删除	117
5.4.3	表结构的修改	117
5.4.4	创建视图	119
本章小结		120
习题 5		121
第 6 章 查询与视图		128
6.1	查询	128
6.1.1	建立查询	128
6.1.2	查询设计器	129
6.1.3	创建查询实例	131
6.1.4	保存、修改及运行查询	136
6.2	视图	136
6.2.1	建立视图的方法	137
6.2.2	视图设计器	138
6.2.3	创建视图实例	139
6.2.4	远程视图与连接	143
6.2.5	使用、修改及删除视图	147
本章小结		148
习题 6		148
第 7 章 表单设计与应用		150
7.1	概述	150
7.1.1	对象与类	150
7.1.2	子类与继承	151
7.2	Visual FoxPro 基类简介	151
7.2.1	Visual FoxPro 基类	151

7.2.2 容器与控件	153
7.2.3 事件	154
7.3 建立并管理表单	155
7.3.1 创建表单	156
7.3.2 管理表单	158
7.3.3 常用事件与方法	160
7.4 表单设计器	163
7.4.1 表单设计器环境	163
7.4.2 数据环境	166
7.5 常用表单控件	169
7.5.1 标签 (Label) 控件	169
7.5.2 文本框 (TextBox) 控件	170
7.5.3 命令按钮 (CommandButton) 控件	171
7.5.4 命令按钮组功能	172
7.5.5 编辑框 (EditBox) 控件	174
7.5.6 复选框 (CheckBox) 控件	175
7.5.7 选项组 (OptionGroup) 控件	176
7.5.8 列表框 (ListBox) 控件	177
7.5.9 组合框 (ComboBox) 控件	179
7.5.10 表格控件的功能	180
7.5.11 页框 (PagePrame) 控件	184
本章小结	188
习题 7	188
第 8 章 菜单设计	195
8.1 Windows 9x 标准菜单介绍	195
8.2 菜单系统的规划	196
8.2.1 设计菜单系统的步骤	196
8.2.2 规划菜单系统的几个原则	196
8.3 下拉式菜单设计	197
8.3.1 用菜单设计器设计下拉式菜单的基本过程	197
8.3.2 定义菜单	198
8.3.3 快速生成应用程序的菜单系统	205
8.4 创建快捷菜单	206
8.5 用程序设计菜单	208
本章小结	209
习题 8	209
第 9 章 报表设计	211
9.1 报表的组成	211

9.2 快速报表	212
9.3 报表向导	213
9.4 报表设计器	214
9.5 预览和打印报表	215
本章小结	217
习题 9	217
第 10 章 开发应用程序	218
10.1 用项目管理器连编完整的应用程序	218
10.1.1 用项目管理器集成各个部件	218
10.1.2 连编应用程序	219
10.2 创建应用程序	222
10.2.1 应用程序向导	222
10.2.2 应用程序生成器	223
本章小结	227
习题 10	227
参考文献	228

Visual FoxPro 6.0 是一种比较普及的小型关系型数据库管理系统,本章将介绍 Visual FoxPro 6.0 的一些基础知识,初学者掌握这些内容是学好、用好 Visual FoxPro 的必要条件。

1.1 数据库基础知识

信息时代的重要标志之一是数据和信息量的急剧增长。利用计算机快速、准确地存取、处理和加工数据是数据库和数据库管理系统的主要任务。

1.1.1 数据库系统中的基本概念

首先,我们应了解以下几个基本概念。

1. 数据 (Data)

什么是数据库 (DataBase)? 要说清楚这个概念,并给它一个比较科学的定义,首先要从什么是数据开始。

数据这个术语对读者来说虽然并不陌生,但许多人往往容易把数据和数字简单地联系在一起,即数据就是用 0~9 这些阿拉伯数字描述的数值,如 25, 329.6, -3 等。其实,数据的概念在数据处理的领域中已经大大地拓宽了。数字只是最简单的一种数据,广义的理解,数据的种类很多,例如:文字、图形、图像、声音、学生的档案记录、货物的运输情况等,这些都是数据。

给数据下个定义:描述客观事物属性的数字、文字、图形、图像、声音和表格等都是数据。从数据处理这个角度说,凡是能输入到计算机中,并能在计算机中存储、处理、传输和输出的各种信息都可称为数据。

在日常生活中直接用自然语言(如汉语)来描述事物。在计算机中,为了存储和处理这些事物,就要抽取出事物的特征组成一个记录来描述。例如:在学生档案中,如果人们最想了解的是学生的姓名、性别、出生日期、所学专业、入学成绩,那么可这样描述某学生:

(李玲, 女, 1986-4-25, 计算机应用, 470)

这里的学生记录就是数据。对于上面这条学生记录,其含义很容易理解为:李玲是个女大学生,1986 年 4 月 25 日出生,在学习计算机应用专业,以 470 分的成绩考入大学。而不了解语义的人则无法理解其含义。所以对于数据而言,其形式还不能完全表达其内容,还应明确其含义。数据的含义称为数据的语义,数据与其语义是不可分的。

2. 数据库 (DataBase, 简称 DB)

数据库,顾名思义,是存放数据的仓库。只不过这个仓库是在计算机存储设备上,而且数据是按一定的格式存放的。所以,给数据下如下定义:

数据库是指存储在计算机内的、有组织的、可共享的相关数据的集合。在这个定义中特别要注意“相关”、“有组织”和“可共享”这些描述,就是说,数据库不是简单地将一些数

据堆集在一起，而是把一些相互间有一定关系的数据，按一定的结构组织起来的数据集合，而且可以被多个用户、多个应用程序共享。例如，某个企业、组织或行业所涉及的全部数据的汇集，其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控制。

3. 数据库管理系统 (DataBase Management System, 简称 DBMS)

了解了数据和数据库的概念，下一个问题就是如何科学地组织和存储数据，如何高效地获取和维护数据。完成这个任务的是一个系统软件——数据库管理系统。

在计算机中，能够实现对数据库进行定义、描述、建立、管理和维护的系统软件，称做数据库管理系统。

4. 数据库系统 (DataBase System, 简称 DBS)

数据库系统是指引入数据库技术后的计算机系统，数据库系统由计算机硬件、数据库管理系统、数据库、应用程序和用户等部分组成。

它们之间的关系及层次结构如图 1-1 和图 1-2 所示。

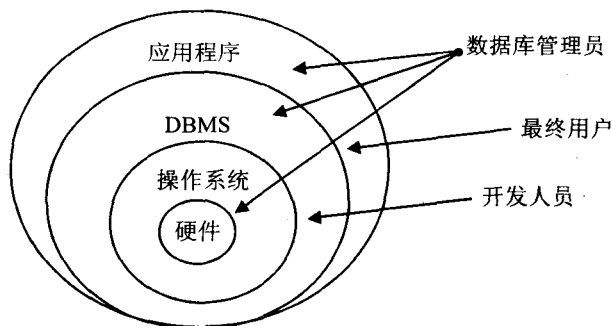


图 1-1 数据库系统层次示意图

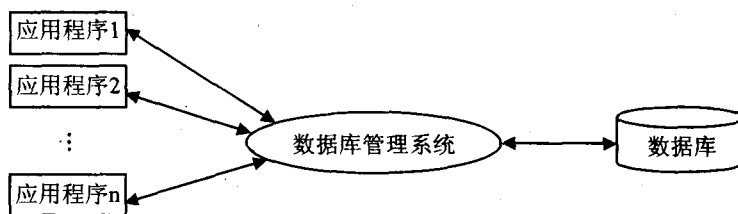


图 1-2 数据库、数据库管理系统、应用程序之间的关系

(1) 计算机硬件

计算机硬件 (Hardware) 是数据库系统赖以存在的物质基础，是存储数据库及运行数据库管理系统 DBMS 的硬件资源，主要包括主机、存储设备、I/O 通道等。大型数据库系统一般都建立在计算机网络环境下。

为使数据库系统获得较满意的运行效果，应对计算机的 CPU、内存、磁盘、I/O 通道等技术性能指标，采用较高的配置。

(2) 数据库管理系统

数据库管理系统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，才能有效地运行。

(3) 数据库

数据库中的数据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。数据库中的数据由 DBMS 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 DBMS 实现的。

(4) 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、处理特定业务的应用程序。应用程序的操作范围通常仅是数据库的一个子集，也即用户所需要的那部分数据。

(5) 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，特别是在微机上运行的数据库系统中，通常 DBA 就由终端用户担任。

1.1.2 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实物特性的认识、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；在体育竞赛中有参赛代表队、竞赛项目，代表队中的运动员参加特定项目的比赛等。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；订货、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，职工实体用 (职工号，姓名，性别，出生日期，职称) 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) 等多个属性来描述。

(3) 实体集和实体型

属性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，在职工实体集中，(0986, 吴大伟, 男, 55/12/06, 教授) 代表教工名册中的一个具体人；在图书实体集中，(098765, TP298, Visual FoxPro 教程, 张三立, 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，职工表、图书表等。Visual FoxPro “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。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，一个总经理不能同时在其他公司兼任总经理，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 中可以由多个记录与之对应，但表 B 中的一个记录最多只能有表 A 的一个记录与之对应。

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种特殊情况。

(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，一门课程可由多个学生选修。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由多个记录与其匹配。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。例如，在一张订单中可以包括多项商品，因此对于订单表中的每条记录，在商品表中可以有多条记录与之对应。同样，每项商品也可以出现在许多订单中，因此

对于商品表中的每条记录，在订单表中也有多条记录与之对应。

3. 数据模型简介

任何一个数据库管理系统都是基于某种数据模型的。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。数据库管理系统所支持的数据模型为3种：层次模型、网状模型和关系模型。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，相应地被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个简单的介绍，再比较详细地介绍关系数据模型。

(1) 层次模型

用树状结构表示实体及其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”，每个实体又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，图1-3给出一个层次模型的例子。

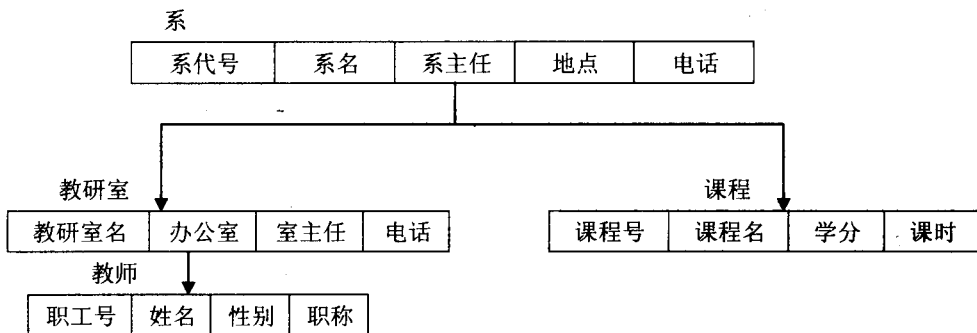


图 1-3 层次模型示例

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1-3中可以看出，系是根结点，系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及其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1-4给出了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。

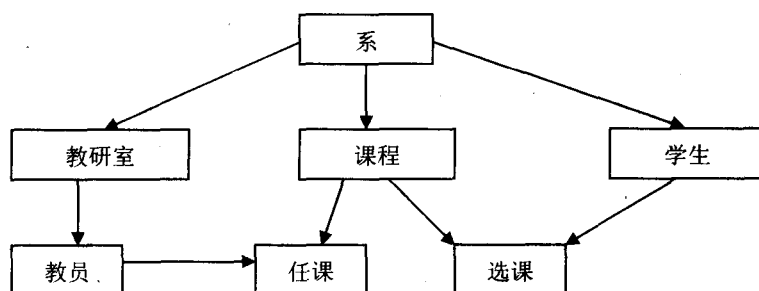


图 1-4 网状模型示例

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）关系数据模型

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。

关系模型与层次型、网状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。

1.1.3 关系型数据库

如上所述，数据库中的数据以不同的方式组织，即构成了不同的数据模型，常用的数据模型有关系型、层次型和网状型。以关系方式组织数据的数据库称为关系型数据库。

关系模型是目前最重要的一种数据模型。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 就是一种关系型数据库管理系统。下面将结合 Visual FoxPro 来集中介绍关系型数据库系统中的一些基本概念。

- 关系 (Relation)：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”。如图 1-5 给出的学生档案表就是一个关系。
- 关系模式：对关系的描述称为关系模式。一般表示为：
关系名 (属性 1, 属性 2, ..., 属性 n)

图 1-5 中的关系可描述为：

学生档案 (学号, 姓名, 性别, 出生日期, 党员, 专业, 入学成绩, 备注)

学号	姓名	性别	出生日期	党员	专业	入学成绩	备注
11031101	王昆	男	10/21/86	T	计算机应用	520.0	Memo
11031106	高云鹏	男	11/12/86	T	计算机应用	500.0	Memo
11031104	李玲	女	04/25/86	F	计算机应用	470.0	Memo
11031102	张小丹	女	02/12/87	F	计算机应用	510.0	Memo
11031121	赵宇航	男	01/03/87	F	计算机应用	490.0	Memo
21032105	杨柳	女	10/11/86	F	数学教育	500.0	Memo
21032101	王洋洋	女	06/01/87	T	数学教育	510.0	Memo
21032106	陈景峰	男	10/05/86	F	数学教育	490.0	Memo
21032115	赵大有	男	09/11/86	F	数学教育	498.0	Memo
21032107	陆森林	男	01/22/87	T	数学教育	515.0	Memo

图 1-5 学生档案表

- 元组 (Tuple)：表中的一行即为一个元组。元组对应存储文件中的一个具体记录。
- 属性 (Attribute)：表中的一列即为一个属性，每一个属性都有一个属性名。对应于 Visual FoxPro 即为字段和字段名。如学生档案表中有 6 个属性：学号，姓名，性别，出生日期，党员，专业，入学成绩，备注。
- 域 (Domain)：属性的取值范围，如学生的性别域是 (男，女)，专业的域是一个学校所有专业名的集合。
- 主码 (Key)：表中某个属性或属性组，它可以唯一确定一个元组。如学生档案表中的学号，可以唯一确定一个学生，也就是本关系中的主码，而系名则不是主码。在 Visual FoxPro 中主关键字和候选关键字就起着唯一标识一个元组的作用。

综上所述，为了更好地理解以上概念，可以从集合论的观点来定义关系，那么一个具体的关系模型就是若干个元组的集合。关系模式则是命名的属性集合，而元组就是属性值的集合。

关系数据库是表的集合。在 Visual FoxPro 中，把相互之间存在联系的表放在一个数据库中统一管理，数据库文件的类型为 .dbc。例如，在一个学生信息数据库中，可以加入学生档案表、成绩表、课程表等。

1.1.4 关系运算

在关系数据库中查询用户所需数据时，需要对关系进行一定的关系运算。关系运算的对象是关系，运算的结果也是关系。关系的基本运算有两类：一类是传统的集合运算；另一类是专门的关系运算，主要有选择、投影和联接 3 种。

1. 传统的集合运算

进行并、差、交集运算的两个关系必须具有相同的模式，即相同的结构。

(1) 并

两个相同结构的关系的并是由属于这个关系的元组组成的集合。

例如，有两个不同的学生档案关系 R1、R2，分别存放的是同一个系两个不同班级的学生信息，把第二个班的学生的记录追加到第一个班的学生记录后面就是这两个关系的并集。

(2) 差

设有两个相同的结构的关系 R 和 S，R 差 S 的结果是由属于 R 但不属于 S 的元组组成的集合，即差运算的结果是从 R 中去掉 S 中也有的元组。