

高等学校数据库技术课程系列教材

# Visual FoxPro程序设计基础

(第2版)

梁 洁 主编

李志红 林 玲 左国超 许海成 何 萍 编



高等教育出版社  
Higher Education Press

高等学校数据库技术课程系列教材

# Visual FoxPro 程序设计基础

Visual FoxPro Chengxu Sheji Jichu

(第2版)

梁 洁 主编

李志红 林 玲 左国超 许海成 何 萍 编



高等教育出版社·北京  
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

## 内容提要

本书除保留原版中的精华外,新增加了全国计算机等级考试二级(Visual FoxPro 程序设计)的公共知识部分,对原教材中的示例进行了精简,改写并新增加了大量更易于教学的示例内容,补充生成一个完整的“世界杯”信息管理应用程序。

本书以一个贯穿全书的实例“足球世界杯”资料管理数据库为线索,以数据库管理系统 Visual FoxPro 为背景,循序渐进、深入浅出地介绍数据库基本理论、数据设计及操作、可视化编程技术和面向对象程序设计的方法,内容丰富,通俗易懂。数据库设计新颖、生动,贴近学生生活,体现现代教学以学生为主体、教师为主导的理念。全部资料采用真实数据,举例充分,突出应用,以案例驱动方式,通过生动的实例,使学习者对应用程序开发有全面、深刻的理解。

与本书配套的上机实验指导与测试教材同期出版并附有光盘。提供书中涉及的所有数据库数据、实验用数据、综合实验数据等教学资源,同时为教材使用者提供电子课件、试题库。配套教材便于教师备课,同时也便于学生开展自主学习和探索式学习。

本书可作为高等学校、各类培训班教材,也可供计算机应用开发人员学习使用。

## 图书在版编目(CIP)数据

Visual FoxPro 程序设计基础/梁洁主编. —2 版. —北京:高等教育出版社,2010. 2

ISBN 978 - 7 - 04 - 020847 - 4

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(2010)第 011622 号

策划编辑 孙惠丽 责任编辑 萧 潇 封面设计 于文燕 责任绘图 尹文军  
版式设计 王艳红 责任校对 金 辉 责任印制 朱学忠

出版发行 高等教育出版社  
社 址 北京市西城区德外大街 4 号  
邮政编码 100120  
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司  
印 刷 肥城新华印刷有限公司

开 本 787×1092 1/16  
印 张 21  
字 数 510 000

购书热线 010-58581118  
咨询电话 400-810-0598  
网 址 <http://www.hep.edu.cn>  
<http://www.hep.com.cn>  
网上订购 <http://www.landracom.com>  
<http://www.landracom.com.cn>  
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2006 年 1 月第 1 版  
2010 年 2 月第 2 版  
印 次 2010 年 2 月第 1 次印刷  
定 价 24.00 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 20847-00

# 前 言

数据管理和人们的生活密切相关，如资料管理、销售管理、学籍管理、工资管理、人事管理等。在数据库管理系统中，Visual FoxPro 6.0 以其简单易学的特性深受初学者的喜爱。它提供了结构化程序设计和面向对象程序设计两种设计方式，以其友好的工作界面、可视化的编程技术，为广大数据库开发人员提供了强有力的支持工具。

本书主要特色表现在以下几个方面。

(1) 整体设计。使用一个完整的、能够全面表现数据库设计特点、深受学生喜爱的“世界杯”数据库作为实例贯穿全书。前后章节环环紧扣，由浅入深，循序渐进，既有理论知识，又侧重于应用。

(2) 数据库设计新颖、生动，贴近学生生活。本书从学生角度出发，选择贴近学生的全新的“世界杯”资料管理，使学生既能在兴趣中学习数据库设计、实现的全过程，又能扩大知识面，开阔视野，加深对世界各国地理、文化的了解。

(3) 案例驱动。整个教材在内容的安排上以实例为主，避免理论过于枯燥，适合教学。从“世界杯”资料管理到其他学习资料管理、学籍管理等，活学活用，将书本知识应用于现实生活中，可容易地完成设计性和创新性实验要求。

(4) 精讲多练，讲练结合。与教材相配套的上机指导与测试教材中安排有 21 个实验，分别与各章节的知识点对应；与等级考试匹配，提供了 11 个综合实验，涉及图书、销售管理等数据库。各章附有大量测试题，内容上与等级考试一致，通过学习，可顺利通过全国计算机等级考试二级（Visual FoxPro 程序设计），满足就业择业需求。

(5) 附有光盘，实现资源共享。提供教材涉及的数据库完整数据、实验用数据库及所有综合实验用数据以及与教材配套的全套电子课件。使用者如果需要其他资源，可通过电子邮件 [liangjie@ynu.edu.cn](mailto:liangjie@ynu.edu.cn) 与作者联系。

(6) 结构化组织教材。全书分成三个部分，对每一部分有详细说明，便于使用者选取学习内容。计算机现代教学中普遍存在信息量大与学时有限的矛盾，这种组织方式避免了学习的盲目性，在教学中可有取舍地将有些章节放在课后自学。

本书与上一版相比，除保留原版精华外，还增添了以下特色。

(1) 为适应学习者参加全国计算机等级考试的需要，新增加了等级考试的公共基础知识部分，并在与本书配套的上机实验指导与测试教材中加入了大量测试题及参考答案。

(2) 对第 1 版中不合适的示例进行了精简，根据教学实践和经验，删除了一部分内容，改写了教学示例，增加了一些更易于教学的内容。对第 1 版第十章进行调整，新增加了如何生成一个完整的“世界杯”信息管理应用程序的内容，使学习者对应用程序开发有全面、深刻的理解。

(3) 为方便教学，对原来出版的课件全部进行了修改。删除了第 1 版中过多的文字描述，

在表现形式、结构及内容上更加生动、精练。

(4) 修订了第1版光盘中的“世界杯”数据库数据。新加入了最新一届世界杯数据，并规范了世界杯届次的编码方式。

(5) 新版教材将内容分成三个部分：第一部分为数据库基础，第二部分为数据库应用，新补充的第三部分为应用拓展。各部分内容既相互独立，又相互衔接，书中对各部分内容有详细介绍，各学校可根据需要选取相应部分在课堂上讲授。

(6) 在与本书配套的上机实验指导与测试教材中新增加了三个更具特色的综合实验，并增加了与教材配套的第三部分的实验及测试题。

书中强调可视化的编程环境，读者几乎不需要程序设计的知识，就可以轻松学会应用。提供的所有源代码都通过上机运行测试，读者通过学习，在数据库设计、数据库管理及程序设计和开发等方面都将得到有力的训练。

本书第一、二章由梁洁编写；第三章由李志红编写；第四章由何萍、梁洁编写；第五章由崔燕妮编写；第六章由张黎编写；第七、十二章由林玲编写；第八、九章由马竹芬编写；第十章由许海成编写；第十一章由左国超、李锬华编写；本书电子课件的前8章由干文完成，后5章由梁洁完成。“世界杯”数据库由李志红设计完成。全书由梁洁审阅统稿。赵东风教授、余江教授对本书提供技术指导。

由于编者水平有限，书中难免有许多不足或疏漏之处，欢迎广大读者批评指正。

编 者

2009年10月于昆明

# 目 录

## 第一部分 数据库基础

<b>第一章 Visual FoxPro 系统概述</b> .....	2
1.1 数据库基本理论 .....	3
1.1.1 数据、信息与数据处理 .....	3
1.1.2 数据库系统 .....	4
1.1.3 数据模型 .....	6
1.1.4 关系数据库 .....	7
1.2 Visual FoxPro的运行界面 .....	12
1.2.1 安装、启动与退出 .....	12
1.2.2 用户界面 .....	15
1.3 项目管理器 .....	19
1.3.1 创建项目 .....	20
1.3.2 项目管理器的组成 .....	21
1.3.3 使用项目管理器管理文件 .....	23
1.4 Visual FoxPro工作方式及性能指标 .....	27
1.4.1 Visual FoxPro的工作方式 .....	27
1.4.2 “命令”窗口的使用 .....	28
1.4.3 向导、设计器和生成器 .....	31
1.4.4 文件类型及性能指标 .....	34
<b>思考题</b> .....	36
<b>实习题一</b> .....	36
<b>第二章 Visual FoxPro 数据基础</b> .....	38
2.1 常量、变量及数据类型 .....	39
2.1.1 常量及数据类型 .....	39
2.1.2 字段、内存变量及数组 .....	42
2.2 Visual FoxPro中的常用函数 .....	47
2.2.1 数值运算函数 .....	48
2.2.2 字符处理函数 .....	49
2.2.3 日期时间函数 .....	51
2.2.4 数据类型转换函数 .....	52
2.2.5 测试函数 .....	54
2.3 表达式与运算 .....	58
2.3.1 数值表达式与数值运算 .....	59
2.3.2 字符表达式与字符运算 .....	59
2.3.3 日期时间表达式与日期 时间运算 .....	60
2.3.4 条件表达式及比较运算 .....	60
2.3.5 逻辑表达式及逻辑运算 .....	63
<b>思考题</b> .....	64
<b>实习题二</b> .....	64
<b>第三章 数据库、表及其操作</b> .....	66
3.1 设计数据库 .....	67
3.1.1 分析数据需求 .....	67
3.1.2 确定数据库表 .....	68
3.1.3 确定所需字段 .....	68
3.1.4 确定表间联系 .....	69
3.1.5 完善数据库 .....	71
3.1.6 设计“世界杯”数据库 .....	71
3.2 数据库的创建和操作 .....	73
3.2.1 创建数据库 .....	74
3.2.2 操作数据库 .....	75
3.3 数据表的创建 .....	78
3.3.1 建立表结构 .....	78
3.3.2 记录的输入和删除 .....	84
3.4 数据表的基本操作 .....	88
3.4.1 在数据库设计器中操 作数据表 .....	88
3.4.2 设置数据库表属性 .....	91
3.4.3 数据过滤和字段筛选 .....	93

3.4.4	工作区与多表操作	96	3.5.5	索引的常用命令	107
3.4.5	操作表的常用命令	98	3.6	数据完整性	108
3.5	索引	101	3.6.1	实体完整性与主关键字	108
3.5.1	索引的概念	101	3.6.2	域完整性与有效性规则	108
3.5.2	创建索引	103	3.6.3	参照完整性	111
3.5.3	使用索引建立表间联系	105	思考题		112
3.5.4	使用索引排序	106	实习题三		113

## 第二部分 数据库应用

<b>第四章 视图和查询的使用</b>	120	5.4.1	建立表结构	159
4.1 视图	120	5.4.2	表结构的修改	161
4.1.1 视图的概念	121	5.4.3	表的删除	163
4.1.2 使用视图向导创建视图	121	5.4.4	使用SQL定义视图	163
4.1.3 使用视图设计器创建视图	124	思考题		165
4.1.4 视图设计器	127	实习题五		165
4.1.5 视图与数据更新	130	<b>第六章 Visual FoxPro 程序设计</b>	166	
4.1.6 远程视图	132	6.1 Visual FoxPro程序设计特点	167	
4.2 查询	133	6.1.1 过程化与面向对象程序设计	167	
4.2.1 查询的概念	133	6.1.2 Visual FoxPro程序的概念	167	
4.2.2 使用查询设计器创建查询	134	6.2 程序文件的建立与执行	168	
4.2.3 查询生成的SQL语句	136	6.2.1 程序文件的建立	168	
4.2.4 设置查询去向	136	6.2.2 程序的执行	169	
思考题	137	6.3 程序的基本结构	171	
实习题四	137	6.3.1 顺序结构	171	
<b>第五章 结构化查询语言 SQL</b>	138	6.3.2 选择结构	174	
5.1 SQL概述	138	6.3.3 循环结构	177	
5.2 SQL的数据操作功能	139	6.3.4 综合编程实例	182	
5.2.1 插入	139	6.4 子程序、过程与自定义函数	184	
5.2.2 更新	141	6.4.1 子程序	184	
5.2.3 删除	141	6.4.2 过程和过程文件	187	
5.3 SQL的数据查询功能	142	6.4.3 自定义函数	191	
5.3.1 单表的查询	143	6.4.4 子程序、过程、自定义函数的比较	191	
5.3.2 联接查询	150	6.4.5 变量的作用域	192	
5.3.3 嵌套查询	153	6.5 典型例题解析	193	
5.3.4 集合的并运算	157	思考题	198	
5.3.5 几个特殊选项	157	实习题六	199	
5.4 数据定义功能	159			

<b>第七章 表单设计</b> .....	200	8.4.2 利用报表设计器修改报表	247
7.1 表单设计基础	201	8.4.3 利用报表设计器新建报表	248
7.1.1 类和对象	201	8.4.4 定义报表页面及打印报表	251
7.1.2 容器与控件	204	8.4.5 分组报表	253
7.2 单表表单	205	8.4.6 报表设计技巧	255
7.2.1 使用表单向导创建表单	206	<b>8.5 标签文件的建立</b>	258
7.2.2 使用表单设计器创建表单	209	8.5.1 利用向导建标签	259
7.2.3 设置、添加数据环境	216	8.5.2 标签设计器	259
7.2.4 字段映像	218	<b>思考题</b>	260
7.2.5 表单控件操作技巧	219	<b>实习题八</b>	260
7.3 一对多表单	221	<b>第九章 菜单设计与应用</b>	262
7.3.1 使用表单向导创建一对多 表单	221	9.1 设计下拉式菜单	263
7.3.2 使用表单设计器创建一对 多表单	223	9.1.1 规划菜单系统	263
7.3.3 以视图为数据源创建表单	224	9.1.2 用菜单设计器建菜单	264
7.4 常用控件的使用	225	9.1.3 快速建立菜单	273
7.4.1 不与数据绑定的控件	225	9.2 创建快捷菜单	274
7.4.2 与数据绑定的控件	229	<b>思考题</b>	275
<b>思考题</b>	237	<b>实习题九</b>	275
<b>实习题七</b>	237	<b>第十章 生成应用程序</b>	276
<b>第八章 报表与标签设计</b>	238	10.1 应用程序开发实例	277
8.1 报表设计基础	239	10.1.1 使用项目管理器组织文件	277
8.1.1 报表常规布局	239	10.1.2 构造应用程序框架	279
8.1.2 创建报表布局的方法	240	10.1.3 连编应用程序	283
8.2 利用向导建报表	240	10.2 应用程序生成器	285
8.3 使用“快速报表”建报表	242	10.2.1 使用应用程序向导	285
8.4 使用报表设计器	244	10.2.2 使用应用程序生成器	286
8.4.1 “报表设计器”窗口	244	<b>思考题</b>	287
		<b>实习题十</b>	287

## 第三部分 应用拓展

<b>第十一章 数据库设计</b> .....	290	11.2.4 逻辑结构设计阶段	295
11.1 数据库设计的特点	290	11.2.5 数据库物理设计阶段	296
11.2 数据库设计的基本步骤	291	11.2.6 数据库实施阶段	299
11.2.1 需求分析阶段	291	11.2.7 数据库运行和维护阶段	300
11.2.2 系统设计阶段	292	<b>思考题</b>	300
11.2.3 数据库概念结构设计阶段	294	<b>实习题十一</b>	301



<b>第十二章 综合基础知识</b> .....	302	12.2.1 程序设计方法和风格.....	312
12.1 <b>数据结构与算法</b> .....	303	12.2.2 结构化程序设计.....	312
12.1.1 算法.....	303	12.2.3 面向对象的程序设计.....	312
12.1.2 数据结构的基本概念.....	304	<b>12.3 软件工程基础</b> .....	313
12.1.3 线性表及其顺序存储结构.....	305	12.3.1 软件工程基本概念.....	313
12.1.4 栈和队列.....	306	12.3.2 结构化分析方法.....	315
12.1.5 线性链表.....	308	12.3.3 结构化设计方法.....	316
12.1.6 树与二叉树.....	309	12.3.4 软件的测试.....	318
12.1.7 查找技术.....	311	12.3.5 程序的调试.....	320
12.1.8 排序技术.....	311	<b>思考题</b> .....	320
12.2 <b>程序设计基础</b> .....	312	<b>实习题十二</b> .....	320
<b>附录 Visual FoxPro 常用函数</b> .....	321		
<b>参考文献</b> .....	325		

# 第一部分 数据库基础

在网络时代，数据库管理是计算机应用中快速增长、充满挑战的领域，数据库日益成为日常生活中不可或缺的部分和商务、网络运作中的核心部分，例如因特网购物管理及客户关系管理等。本部分是数据库基础知识部分，包括第一章至第三章。这三章介绍了数据库基本概念、数据模型、作为编程等应用基础的 Visual FoxPro 的语言元素，创建了一个完整的数据库，这一部分是以后数据库管理及应用的基础。

数据库管理系统开发的第一步是数据分析，然后是数据库的设计与实现，本部分以一个通俗有趣的实例“足球世界杯资料管理”为示例，深入浅出地介绍了原始数据分析、提炼以及基于应用的数据库的设计与实现过程。

Visual FoxPro 作为数据库管理系统，同时又是一门程序设计语言，与其他编程语言不同之处在于，它既有数据库的创建、管理功能，又有基于数据库的编程应用功能。本部分集中体现了 Visual FoxPro 在创建、操作、管理数据库方面的强大、方便的功能。

# 第一章 Visual FoxPro 系统概述

## 本章内容简介

为引入 Visual FoxPro 系统,本章先介绍与之相关的数据与信息、数据处理技术的发展、数据模型,重点介绍关系模型、关系数据库。Visual FoxPro 作为关系数据库的一种系统实现,本章将介绍其特点、工作界面、项目文件的创建,项目管理器的使用及 Visual FoxPro 系统的基本技术指标等知识。

## 学习目标

理解关系模型及关系数据库,理解概念模型、关系模型和 Visual FoxPro 中对数据的描述。学会在 Visual FoxPro 中设置工作目录、创建项目文件、使用项目管理器,会在项目管理器中创建自由表。学会使用 Visual FoxPro 的命令窗口,初步建立程序及命令的概念。

## 预备知识

在学习本章之前应能熟练操作 Windows 的资源管理器,对 Windows 的文件、文件类型及文件夹的概念和操作非常熟悉。

## 学习切入点及方法

数据处理的核心问题是数据管理。数据库不仅管理数据本身,而且要使用数据模型表示数据之间的联系。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。因此学习的切入点是对数据模型的理解。

本章是基础知识部分,概念较多。为加深对概念的理解,我们引入了项目管理器及表的创建。本章学完后要求创建项目文件,并在项目中创建两张自由表,以理解关系模型及相关概念。在学习完第三章之后再阅读本章,乃至学完第十章后再回过来看,对于概念模型、关系模型和数据库设计的过程,会有更深的理解。

## 建议学时

建议课堂讲授 4~6 学时,上机 4~6 学时。

当今社会计算机广泛应用于信息处理领域。随着微型计算机日益普及,数据库系统的应用非常广泛,例如学籍管理系统、公司进销存数据管理系统、人事管理系统、图书管理系统、档案管理系统等。

中文 Visual FoxPro 6.0 是目前微型计算机上应用较多的关系数据库管理系统之一,它采用了当今最为流行的面向对象程序设计技术、可视化技术,以其卓越的数据库处理性能、良好的开发环境赢得了广大用户的喜爱,特别适合初学者作为入门软件学习数据库技术与面向对象程序设计。用户可以通过 Visual FoxPro 的开发环境方便地设计数据库的结构、管理数据库、设计

应用程序界面、从数据库中提取数据、设计报表、设计菜单，利用项目管理器对数据库和程序进行管理、生成可执行文件、发布应用程序等。

数据库系统由数据库、介于数据库与应用程序之间的数据库管理系统和提供用户使用的各类应用程序 3 部分组成。数据库管理系统是数据库系统的重要部分。

## 1.1 数据库基本理论

### 1.1.1 数据、信息与数据处理

#### 1. 数据与数据处理

数据 (Data) 是用来记录或标记事物的物理情况的一种物理符号系列。在计算机中，能被计算机所接受和处理的符号，例如数字、字母、文字和其他特殊字符以及图形、图像、声音等多媒体都称为数据。数据存储于计算机存储设备 (如磁盘、光盘等) 中。

数据的概念包括两个方面，一是描述事物特征的数据内容，二是存储在媒体上的数据具有一定的类型。数据类型中，表示数值大小的如学生各门课程的成绩，职工的工资、奖金，商品的价格等数据，称为数值型数据；表示人名、地名和单位名称等的的数据，称为字符型数据。

在使用计算机对一个单位或部门的数据进行管理时，必须对各种类型的数据进行收集、存储、分类、计算、加工、检索和传输，这一系列的处理过程就是数据处理，通常也称为信息处理。大量的数据经过加工处理后成为对人类生活有用的数据。

#### 2. 信息

信息 (Information) 是经过加工处理并对人类社会实践和生产活动产生决策影响的有价值的信息。各种策略、计谋及办法就是人们根据客观情况 (广义的数据)，经过大脑的思考和反复研究 (加工处理) 而产生的。经过处理的数据能够反映客观事物或过程的本质和内在联系，为人们工作和决策提供必要的基础和依据，得到的是有价值、有意义的信息。因此，数据处理就是指将数据转换成信息的过程。

数据与信息在概念上既有联系又有区别。不是所有数据都能成为信息，只有经过加工处理之后，具有新知识的数据才成为信息。不经过加工处理的数据只是原始材料的堆砌，不能给人们知识和智慧，无法对人类活动提供决策依据。数据经过加工处理之后所得的信息仍然以数据的形式出现，此时的数据是信息的载体。因此，信息是反映客观世界的有用的知识，数据是信息的表现形式，数据经过加工处理得到有意义的信息。

信息与数据之间的关系可以简单地用“信息=数据+处理”表示。

#### 3. 数据处理技术的发展

数据处理的核心问题是数据管理。随着计算机技术的发展，数据的管理方式发生了很大的变化，从技术上说，数据处理经历了 3 个主要阶段。

##### (1) 人工管理阶段

在计算机用于数据处理的初期，对数据的管理是由程序员个人考虑和安排的。他们把数据处理纳入程序设计的过程中，除了编制应用程序外，还要考虑数据的逻辑定义和物理组织，程序中包含要处理的数据，需要引用数据时，直接按地址存取。严格说来，这种管理只是一种技

巧，是数据的人工管理方式。

人工管理阶段的特点是：没有软件系统对数据进行管理，数据和程序不可分，数据不独立；数据依附于应用程序而且有大量的重复，数据冗余量大；数据与程序一一对应，各程序之间的数据不能相互传递，数据不能重复使用。为了克服这些缺陷，在 20 世纪 60 年代初期出现了用文件系统处理数据的技术。

### (2) 文件系统阶段

文件系统是指一种专门管理数据的软件。在这种系统中，按一定的规则将数据组织为一个文件，应用程序通过文件系统对文件中的数据进行存取。

把数据组织成文件的形式后，计算机数据管理方法得到了极大的改善。出现了数据文件，它独立于程序文件。数据文件中的数据是按一定的逻辑单位存放的。相关的数据项的集合构成文件。文件按不同的组织方法可以分为顺序文件、随机文件、索引文件、倒排文件等。每个文件都以指定的文件名或文件标识存储在外部存储介质上。数据被组织成文件之后，就可以离开处理它的程序而独立存在，用户可以在程序中按这个文件标识来引用其中的数据。这样就使应用程序和数据都有了一定的独立性，数据的重复存储率也有所降低。

文件管理系统比起人工管理方式虽然有了很大改进，但仍然存在着许多弱点。文件基本上还只是对应于一个或几个应用程序，数据不完全独立；不同应用程序中仍会出现许多相同的数据，仍存在大量数据冗余；文件仍是一个不具有弹性结构的信息集合，数据之间缺乏有机的联系，数据不能集中统一管理。此外，文件系统的不易扩充和应用程序编写较烦琐等缺点，使数据的统一管理和控制十分困难。

### (3) 数据库系统阶段

数据库技术是在文件系统的基础上发展起来的新技术。它把数据从过去附属于程序变为数据与程序相对独立，并对数据加以组织和管理，使之能为更多的程序共享。它有效地解决了数据的独立性问题，实现了数据的统一管理，达到了数据共享的目的。数据库技术的出现是计算机数据管理的一次历史性飞跃。

## 1.1.2 数据库系统

### 1. 数据库系统的基本概念

数据库系统是指引进数据库技术后的计算机系统。它实质上是一种由有组织地、动态地存储的有密切联系的数据集合，以及对其进行统一管理的计算机软件以及硬件资源所组成的系统。数据库系统将有关部门中反映客观事物的大量信息进行记录、分类、整理等定量化、规范化处理，并以记录为单位存储于数据库中。在数据库系统的统一管理下，用户通过应用程序向数据库发出查询、统计、打印等命令，可以得到满足不同层次需要的各种信息。

### 2. 数据库系统的组成

数据库系统由硬件系统、数据库、数据库管理系统、应用程序和用户组成。数据库系统有 3 个重要的组成部分：经过组织、可供多个用户使用的数据库；介于数据库与应用程序之间的数据库管理系统；供用户使用的各类应用程序。

数据库 (Database) 是指存储在计算机存储设备上的、按一定的数据模型进行组织的、有结构的数据集合。如何按一定的数据结构存放这些数据，如何方便、迅速地读取这些数据，需

要在设计数据存储结构时考虑。

数据库管理系统 (Database Management System, DBMS) 是指帮助用户建立、使用和管理数据库的软件系统, 它是数据库系统的核心部分, 由一系列系统软件组成。Visual FoxPro 属于数据库管理系统, 它提供了对数据库中数据存放和读取的有效手段。

通过数据库管理系统, 数据成为用户方便使用的资源, 便于各种用户共享, 数据的安全性、完整性和可用性也得到增强。目前最为流行的三大数据库管理系统有 Informix、Oracle 和 Sybase, 上述系统也有微机版本。专门在微机上运行的数据库管理系统有 Visual FoxPro、Access 和 SQL Server 等。数据库系统各部分的关系如图 1.1 所示。



图 1.1 数据库系统 (以 DBMS 为核心)

数据库应用系统 (Database Application System, DBAS) 是指系统开发人员利用数据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。它是一个人机交互系统, 包括用户、计算机硬件、数据库、数据库管理系统和为用户编写的应用程序, 用户可以对数据库进行操作。数据库应用系统的核心是应用程序和软件系统。

Visual FoxPro 是专门为数据库应用而设计的一种可视化程序设计语言, 是一个自包含的应用程序开发环境。作为微型计算机上使用的数据库管理系统, 因其结构小巧精炼、使用快速方便, 成为中小型企业开发数据库应用程序的首选工具之一。

### 3. 数据库系统主要特性

数据库系统的主要特点如下。

#### (1) 实现数据共享、减少数据冗余

存储在数据库中的数据能进行多种组合, 以最优方式满足不同用户的需求。用户可以各自使用数据库中不同的数据, 也可以调用相同的数据。数据共享可以提高数据的利用率, 减少数据的冗余度, 有利于保持数据的一致性。

#### (2) 数据的独立性

在数据库系统中, 数据库管理系统 (DBMS) 把数据与应用程序隔离开来, 使数据独立于应用程序, 即数据具有独立性。在数据库系统中, 当数据存储方式和数据逻辑结构发生改变时, 并不需要改变用户的应用程序。

#### (3) 采用特定的数据模型

数据库中的数据是有结构的, 这由数据库系统在结构和组织技术上采用的特定的数据模型来体现, 它保证了数据的易于修改和扩充。用户需求的不断变化, 数据需要的不断扩充, 使数据库逐步建立和完善起来。

#### (4) 统一管理与控制

数据库系统能对数据进行必要的完整性管理与控制, 确保数据的正确、有效。在多用户环境下, 多个用户同一时刻访问同一数据库时, 可能造成数据更新失控及数据可靠性降低等问题, 数据库系统的并发控制功能提供了避免出现这种错误的能力。在统一管理与控制下, 数据库系

统可以提供安全性与保密性措施，使得数据不被破坏。

### 1.1.3 数据模型

数据库研究的对象是客观事物以及反映这种客观事物之间相互联系的数据。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数据之间的联系。

模型是对现实世界的模拟和抽象，数据模型是对现实世界数据特征的抽象。数据模型通常可划分成两个层次：第一层次为概念数据模型，是按用户的观点来对数据建模，主要用于数据库设计；第二层次为逻辑数据模型，是按计算机系统的观点对数据建模，我们所说的数据模型通常指的就是逻辑数据模型，主要用于数据库管理系统的实现。一个数据库管理系统都是基于某种数据模型的。数据库管理系统支持的数据模型有层次模型、网状模型、关系模型和面向对象模型。

#### 1. 概念模型中的数据描述

##### (1) 实体

客观存在并可以相互区别的事物称为实体。实体既可以是具体的对象，如某班的一个同学、一间教室等，也可以是抽象的事物，如一门课程、一节课等。

##### (2) 实体集

同类实体的集合称为实体集。例如，全体学生是一个实体集，学校开设的全部课程是一个实体集，某单位的男职工是一个实体集等。

##### (3) 属性

实体所具有的某一特性称为属性。一个实体可以由多个属性描述，如学生实体有学号、姓名、专业、性别、出生日期、入学成绩、特长等属性。属性的类型可以是数值、字符串等。每一个属性有一个取值范围，称为值域，如姓名为字符类型，性别取值只能是“男”或“女”，入学成绩大于 600 分，等等。

##### (4) 码

唯一标识实体的属性或属性集称为码 (Key)。如在学生实体中，学号能唯一标识某一个学生，学号就是学生实体的码。

##### (5) 实体型

用实体名及其属性名集合来抽象和描述的同类实体，称为实体型。如“学生(学号, 姓名, 专业, 性别, 出生日期, 入学成绩, 特长)”就是一个实体型。

##### (6) 联系

事物及事物之间的联系在概念模型中表现为实体内部和实体之间的联系。实体内部的联系是实体各属性之间的联系，实体之间的联系是不同实体集之间的联系。

概念模型中通常使用 E-R 图来表示实体联系。E-R 图提供了表示实体、属性和实体联系的方法。

#### 2. 常用的数据模型

在逻辑数据模型(即通常所说的数据模型)中，从数据库管理系统易于实现的角度出发来设计数据结构。常用的数据模型有以下几种。

### (1) 层次模型

用树状结构表示实体及其之间联系的数据模型称为层次模型。在这种模型中，数据被组织成由“根”开始逐级伸展的一棵“树”，每个实体放在不同的层次上。现实世界中许多实体之间的联系就是层次关系，如行政管理机构、家族关系等。

支持层次模型的 DBMS 称为层次数据库管理系统，如早期 IBM 的 IMS 数据库管理系统。

### (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。网状模型可以很好地描述现实世界，可以方便地表示不同实体类型之间的联系。但网状模型数据结构复杂，编程困难，用户不易学习。

支持网状模型的 DBMS 称为网状数据库管理系统，如 DBTG (Database Task Group) 系统、IDS/2 等。

### (3) 关系模型

用二维表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。与前两种模型相比，关系模型数据描述一致、模型概念单一。

使用关系模型设计的数据库称为关系型数据库，简称关系数据库。支持关系模型的 DBMS 称为关系型数据库管理系统。20 世纪 80 年代以来，推出的数据库管理系统几乎都支持关系模型。关系模型具有结构简单、操作简便、理论严谨、表示能力强等优点。

关系模型对数据库的理论和实践产生很大影响，它标志着数据库技术走向成熟。目前，关系模型成为最流行的数据库模型。

## 1.1.4 关系数据库

### 1. 关系模型表示

关系模型是将数据组织看成满足一定条件的二维表。每一个关系为一个二维表，在 Visual FoxPro 中称为表，不同数据元素之间的联系均通过关系描述。如表 1.1 是一张学生关系的结构模型表。

表 1.1 学生关系

学号	姓名	性别	出生日期	专业	入学成绩	三好学生
20090102001	刘鹏	男	1991-10-7	传媒学	610	.F.
20090102002	杨莹	女	1991-11-20	传媒学	598	.T.
20090201001	何小方	男	1990-3-13	管理学	567	.F.
20090203001	周红	女	1991-2-11	管理学	655	.F.
20090201003	李艳	女	1991-1-21	管理学	587	.T.
20090102369	张丽	女	1991-12-11	传媒学	639	.F.
20090301087	马波	男	1991-12-29	历史	590	.F.

关系模型的主要特点表现在关系规范化、集合性操作及数据描述的统一性。下面先介绍在关系模型中常用的术语和在 Visual FoxPro 中的表示。

#### (1) 关系

一个关系就是一张二维表，每个关系有一个名称，称为关系名。在 Visual FoxPro 中，一个



关系存储成一个文件，称为表，文件扩展名为.dbf。与前面概念模型中实体的描述相对应，Visual FoxPro 使用表来存放同类实体，即实体集。如“学生”表存放学生实体集。

### (2) 元组

表中的行称为元组。元组对应于 Visual FoxPro 表文件中的一条记录。每条记录代表一个具体的实体，即一条记录描述一个实体。

### (3) 字段

表中的列相当于记录的属性，称为字段或数据项。字段就是实体的属性，字段的命名往往和属性名相同，如学生表中有学号、姓名、性别、出生日期、入学成绩、专业、特长等字段。

### (4) 值域

属性的取值范围。如姓名只能是字符类型，性别的值域是（男，女），等等。

### (5) 码（关键字）

能唯一标识表文件中每条记录的字段或字段的组合称为码。若表中有多个码，从中选取一个作为主码。在 Visual FoxPro 中称码为关键字（简称为键），主码称为主关键字（简称为主键）。如学生表中的学号字段就是键。

### (6) 外部关键字

若表中的某字段不是本表的关键字，而是另一张表的关键字，这个字段就称为外部关键字。

### (7) 关系模式

对关系的描述称为关系模式。关系模式是型，与记录类型相对应。一般表示为：

关系名（属性 1，属性 2，…，属性  $n$ ）

如“学生”表可描述为：

学生（学号，姓名，性别，入学成绩，专业，特长）

### (8) 联系

在关系模型中，实体以及实体间的联系都是用关系来表示。实体以及实体之间的联系在 Visual FoxPro 中称为表和表间关系。

在关系模型中所描述对象间的联系只能用关系来表示。例如，在学生、成绩、课程 3 个关系模型中，用同名属性表示出了学生、成绩、课程 3 个事物之间的联系：

学生（学号，姓名，性别，出生日期，专业，入学成绩，三好学生，照片）

成绩（学号，课程号，成绩）

课程（课程号，课程名，周学时，学分）

其中“学生”关系中的学号与“成绩”关系中的“学号”是一对多联系，“课程”关系中的“课程号”与“成绩”关系中的“课程号”是一对多联系，而“学生”与“课程”之间是多对多联系。

### (9) 关系的规范化

关系模型要求关系必须是规范化的，所谓规范化是指关系数据库中的每一个关系都必须满足一定的要求。根据满足规范的条件不同，可以划分为 6 个等级：第一范式（1NF）、第二范式（2NF）、第三范式（3NF）、修正的第三范式（BCNF）、第四范式（4NF）和第五范式（5NF）。对通常的问题，只要把数据规范到第三范式即可。

第一范式：在一个关系中消除重复字段，且各字段都是不可分的基本数据项。