



普通高等教育“十二五”规划教材

Visual FoxPro 程序设计

(第二版)

Visual FoxPro

主 编 高巍巍
副主编 李云波 侯相茹 苍 圣



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

普通高等教育“十二五”规划教材

Visual FoxPro 程序设计

(第二版)

主 编 高巍巍

副主编 李云波 侯相茹 苍 圣



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书面向数据库的初学者,以 Visual FoxPro 6.0 为背景,介绍了数据库管理系统的基本概念和系统开发技术,其中包括 Visual FoxPro 6.0 语言基础、Visual FoxPro 6.0 数据库与表的基本操作、结构化查询语言 SQL、查询和视图、程序设计、面向对象程序设计、表单设计、报表设计、菜单设计、应用系统开发等。此外,本书依据新版《全国计算机等级考试考试大纲》增加了公共基础知识部分内容,并附有大量练习题。

本书内容通俗易懂、讲解循序渐进、实例丰富多样、表达图文并茂,书中配有大量的例题和习题,既可作为高等院校相关专业数据库课程的教材,也可作为全国计算机等级考试二级培训教材。

本书配有电子教案,读者可以从中国水利水电出版社网站和万水书苑免费下载,网址为:
<http://www.waterpub.com.cn/softdown/>和 <http://www.wsbookshow.com>。

图书在版编目(CIP)数据

Visual FoxPro程序设计 / 高巍巍主编. -- 2版. --
北京:中国水利水电出版社,2014.2
普通高等教育“十二五”规划教材
ISBN 978-7-5170-1697-7

I. ①V… II. ①高… III. ①关系数据库系统—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(2014)第015078号

策划编辑:石永峰

责任编辑:陈洁

封面设计:李佳

书 名	普通高等教育“十二五”规划教材 Visual FoxPro 程序设计(第二版)
作 者	主 编 高巍巍 副主编 李云波 侯相茹 苍 圣
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@263.net (万水) sales@waterpub.com.cn
经 售	电话: (010) 68367658 (发行部)、82562819 (万水) 北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	北京蓝空印刷厂
规 格	184mm×260mm 16开本 23.25印张 587千字
版 次	2009年8月第1版 2009年8月第1次印刷 2014年2月第2版 2014年2月第1次印刷
印 数	0001—3000册
定 价	45.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换
版权所有·侵权必究

第二版前言

本书的第一版从 2009 年 8 月出版至今已有 4 年多的时间，得到许多读者的厚爱，发行数万册，并且收到了许多读者的信息反馈，在此深表谢意。

根据教育部提出的非计算机专业基础教学三层次的要求，结合高等学校数据库课程教学特点，并配合全国计算机等级考试，我们对第一版的部分内容进行了修订，修订后的第二版整体上保持了第一版的体系和风格。

本书共 14 章，前 10 章为 Visual FoxPro 6.0 程序设计内容，包括 Visual FoxPro 6.0 概述、关系数据库理论的基础知识、常量、变量、表达式、各种常用的函数、数据库与表的基本操作、索引的创建与管理、数据完整性的实现、结构化查询语言 SQL、查询与视图、Visual FoxPro 编程基础、表单的基本操作、菜单的基本操作、报表的基本操作和数据库应用系统的开发。第 11~14 章为计算机等级考试的公共基础知识部分，包括算法的基本概念、各种数据结构、数据的查询与排序、程序设计方法与风格、结构化程序设计、面向对象程序设计、软件工程的基本概念、软件测试方法和数据库设计基础等。

在第二版中，编者为了帮助读者掌握每章的学习目标与要点，在每章开始处新增了学习目的与知识要点。本书修订后可以作为高等院校的教材和参考用书，同时也可以作为参加计算机等级二级考试的基本教材或参考用书，并适于广大计算机用户和计算机技术初学者使用。为了使广大读者更好地使用第二版教材，编者还编写了与本教材配套的实验教材，实验教材配有大量习题和实验指导，相关内容可为本教材的学习提供一些辅助作用。

本书由高巍巍任主编，李云波、侯相茹、苍圣任副主编。第 1、10 章由陈丽梅编写，第 2、3 章由侯相茹编写，第 4、7 章由邢丽波编写，第 5、8、9 章由李云波编写，第 6 章由张宪红编写，第 11、12、13、14 章由苍圣编写，其他的参编人员有马玲、范晶、高炜、赵磊等。

在编写过程中，我们力求做到严谨细致、精益求精，但由于时间仓促及作者的水平有限，书中难免有不足之处，诚请专家、学者、同行和广大读者不吝赐教。

编 者
2013 年 12 月

第一版前言

Visual FoxPro 是 Microsoft 公司推出的一个小型数据库管理系统，不仅具有强大的数据库管理功能，而且提供了面向对象程序设计的强大功能。它具有友好的界面、丰富的工具、完善的性能，从而使其成为小型数据库管理系统的重要开发工具。

本书介绍了数据库管理系统的基本概念和 Visual FoxPro 6.0 数据库管理系统对数据的管理与操作，以及面向对象的可视化程序设计方法。此外，编者依据新版《全国计算机等级考试考试大纲（二级 Visual FoxPro 考试大纲）》调整内容，并附有大量练习题，不仅适合作为高等学院的教材，而且适合作为全国计算机等级考试的培训教材。

本书由两部分组成，第一部分 Visual FoxPro 6.0 基本操作部分（第 1~10 章），第二部分是计算机等级考试的公共基础知识部分（第 11~14 章）。

第 1 章 Visual FoxPro 6.0 概述，包括数据库系统基础知识、Visual FoxPro 6.0 的安装与操作界面等相关内容；第 2 章 Visual FoxPro 6.0 编程基础，介绍编程的基本知识，包括常量、变量、表达式以及各种常用的函数；第 3 章数据库及表的基本操作，包括数据库及表的建立、修改、删除，为表建立索引及各种完整性操作；第 4 章结构化查询语言 SQL，包括数据的查询、数据操作、数据定义等功能；第 5 章查询和视图，包括建立视图与查询的各种方法；第 6 章 Visual FoxPro 程序设计基础，包括程序文件的建立与执行、程序的 3 种结构、过程与过程文件等；第 7 章表单设计与应用，包括面向对象的基本概念、Visual FoxPro 的各种类、表单的基本操作等；第 8 章菜单设计与应用，包括菜单的基本概念、下拉式与快捷菜单的设计方法与应用等；第 9 章设计报表与标签，包括报表的创建、编辑与打印；第 10 章应用系统的开发，包括应用系统开发的步骤、实例；第 11 章数据结构与算法，介绍数据结构和算法的基础知识；第 12 章数据库设计基础，包括数据系统的基本概念、代数运算等；第 13 章软件工程基础，包括软件工程的基础知识等；第 14 章程序设计基础，包括程序设计方法与风格、结构化程序设计、面向对象程序设计等。

全书内容通俗易懂，条理明确，讲解详尽，循序渐进。与本书配套的还有一本练习指导书《Visual FoxPro 程序设计实训与习题解析》，两本书相辅相成，针对教学中学生出现的各种问题，进行了透彻的讲解，既方便教师组织教学，又有利于学生自学。

本书由高巍巍任主编，侯相茹、杨巍巍、张蕾任副主编，张军任主审。具体分工为：第 5、8、9 章由高巍巍编写，第 1、4 章由侯相茹编写，第 2、6 章由杨巍巍编写，第 3、7 章由张蕾编写，第 10 章由马宪敏编写，第 11~14 章由范晶编写，其他的参编人员有苍圣、陈丽、高炜、马玲、张鑫瑜、张丽明等。

在编写过程中，我们力求做到严谨细致、精益求精，但由于时间仓促及作者的水平有限，书中难免有不足之处，恳请广大读者批评指正。

编者

2009 年 5 月

目 录

第二版前言

第一版前言

第1章 Visual FoxPro 6.0 概述	1	2.3 常用函数	59
1.1 数据库基础知识	1	2.3.1 数值函数	60
1.1.1 计算机数据管理的发展	1	2.3.2 字符函数	62
1.1.2 数据库系统	4	2.3.3 日期和时间函数	65
1.2 数据模型	6	2.3.4 数据类型转换函数	66
1.2.1 相关概念	6	2.3.5 测试函数	67
1.2.2 实体之间的联系	7	2.3.6 与表操作有关的测试函数	69
1.2.3 数据模型的分类	7	2.3.7 其他函数	70
1.3 关系数据库	8	习题 2	72
1.3.1 关系概述	8	第3章 Visual FoxPro 数据库与表的基本操作	75
1.3.2 关系模式	10	3.1 数据库的基本操作	75
1.3.3 关系运算	10	3.1.1 创建数据库	75
1.4 Visual FoxPro 6.0 系统概述	12	3.1.2 打开数据库	77
1.4.1 Visual FoxPro 的发展历程	12	3.1.3 关闭数据库	78
1.4.2 Visual FoxPro 6.0 的安装条件与配置	14	3.1.4 设置当前数据库	79
1.4.3 Visual FoxPro 6.0 的操作界面	16	3.1.5 修改数据库	80
1.4.4 项目管理器	22	3.1.6 删除数据库	81
1.4.5 设计器、向导和生成器简介	27	3.2 表的基本操作	81
1.4.6 Visual FoxPro 6.0 的操作方式	31	3.2.1 设计表结构	82
习题 1	32	3.2.2 创建表结构	84
第2章 Visual FoxPro 6.0 语言基础	34	3.2.3 表设计器	86
2.1 常量与变量	34	3.2.4 创建自由表	89
2.1.1 常用数据类型	34	3.2.5 创建数据库表	91
2.1.2 常量	35	3.2.6 表结构的操作	93
2.1.3 变量	41	3.2.7 删除表	94
2.2 表达式	51	3.2.8 将自由表添加到数据库	96
2.2.1 数值表达式	51	3.2.9 从数据库中移出表	97
2.2.2 字符表达式	53	3.2.10 表的打开与关闭	97
2.2.3 日期时间表达式	54	3.3 表记录的基本操作	99
2.2.4 关系表达式	55	3.3.1 表记录的录入	99
2.2.5 逻辑表达式	58	3.3.2 浏览表中记录	100
2.2.6 各种运算符的优先级	59	3.3.3 定位记录指针	101

3.3.4	显示表记录	102	4.4	数据定义功能	146
3.3.5	插入与追加表记录	103	4.4.1	定义表	146
3.3.6	删除与恢复表记录	104	4.4.2	删除表	149
3.3.7	修改表记录	105	4.4.3	修改表结构	149
3.4	索引	106	4.4.4	视图	151
3.4.1	索引的基本概念	106	习题 4		152
3.4.2	创建索引	107	第 5 章 查询与视图		155
3.4.3	使用索引	110	5.1	查询	155
3.4.4	索引查找	111	5.1.1	使用查询向导创建查询	156
3.4.5	删除索引	112	5.1.2	使用查询设计器创建查询	158
3.5	数据库表之间的永久关系	112	5.1.3	修改查询	169
3.5.1	创建数据库表之间的永久关系	112	5.2	视图	170
3.5.2	管理表间永久关系	113	5.2.1	创建本地视图	170
3.6	数据完整性	114	5.2.2	视图与数据更新	175
3.6.1	实体完整性	114	5.2.3	视图与表的区别	176
3.6.2	域完整性	114	5.2.4	视图与查询的区别	176
3.6.3	参照完整性	115	习题 5		176
3.7	多个表的基本操作	116	第 6 章 Visual FoxPro 程序设计		178
3.7.1	工作区的基本概念	116	6.1	程序设计基础	178
3.7.2	创建表间的临时关联	117	6.1.1	程序的基本概念	178
3.8	排序	118	6.1.2	程序文件的建立与运行	178
习题 3		119	6.2	常用的交互式输入、输出语句	183
第 4 章 结构化查询语言 SQL		122	6.2.1	输入语句	183
4.1	SQL 概述	122	6.2.2	输出语句	188
4.2	数据查询功能	123	6.3	程序的控制结构	189
4.2.1	简单查询	125	6.3.1	程序结构的概念及分类	189
4.2.2	排序查询	129	6.3.2	顺序结构	190
4.2.3	计算与分组查询	130	6.3.3	选择结构	191
4.2.4	带特殊运算符的条件查询	133	6.3.4	循环结构	197
4.2.5	利用空值查询	135	6.4	过程与过程文件	205
4.2.6	嵌套查询	136	6.4.1	过程文件的建立与调用	205
4.2.7	别名与自连接查询	138	6.4.2	过程调用中的参数传递	207
4.2.8	超连接查询	139	6.4.3	用户自定义函数	211
4.2.9	集合的并运算	140	6.4.4	变量的作用域	211
4.2.10	查询中的几个特殊选项	141	习题 6		214
4.3	数据操作功能	144	第 7 章 表单设计		217
4.3.1	插入操作	144	7.1	面向对象基础知识	217
4.3.2	删除操作	144	7.1.1	基本概念	217
4.3.3	更新操作	145	7.1.2	面向对象程序设计的三个特性	218

7.2 Visual FoxPro 的类.....	218	9.1.1 使用报表向导创建报表.....	274
7.2.1 Visual FoxPro 的基类.....	218	9.1.2 使用快速报表创建报表.....	279
7.2.2 容器与控件.....	219	9.1.3 报表设计器.....	280
7.2.3 事件与方法.....	220	9.1.4 报表数据源.....	283
7.3 表单的建立与管理.....	221	9.1.5 报表布局.....	285
7.3.1 数据环境.....	221	9.1.6 报表控件.....	287
7.3.2 创建表单.....	223	9.1.7 使用报表设计器创建报表.....	290
7.3.3 管理表单.....	227	9.2 分组报表.....	292
7.3.4 运行表单.....	232	9.2.1 设计报表的记录顺序.....	292
7.4 常用表单控件.....	232	9.2.2 设计单级分组报表.....	292
7.4.1 输出类控件.....	232	9.2.3 设计多级数据分组报表.....	295
7.4.2 输入类控件.....	235	9.3 分栏报表.....	296
7.4.3 控制类控件.....	241	9.4 报表输出.....	298
7.4.4 容器类控件.....	246	9.4.1 预览报表.....	298
习题 7.....	248	9.4.2 报表输出.....	298
第 8 章 菜单设计.....	250	习题 9.....	298
8.1 菜单设计概述.....	250	第 10 章 数据库应用系统的开发.....	300
8.1.1 菜单的类型.....	250	10.1 数据库应用系统开发概述.....	300
8.1.2 菜单的热键和快捷键.....	251	10.2 程序开发实例：学生成绩管理系统	
8.1.3 菜单系统的设计与原则.....	251	总体设计.....	301
8.1.4 菜单系统的创建流程.....	251	10.2.1 系统的需求分析.....	301
8.2 菜单设计器.....	253	10.2.2 数据库设计与实现.....	302
8.2.1 打开“菜单设计器”窗口.....	253	10.2.3 创建项目和数据库的实现.....	304
8.2.2 “菜单设计器”窗口.....	254	10.3 学生成绩管理系统主窗口、主菜单	
8.2.3 Visual FoxPro 的“显示”菜单.....	257	和登录的设计.....	305
8.3 下拉式菜单设计与应用.....	258	10.3.1 创建系统菜单.....	305
8.3.1 新建菜单.....	259	10.3.2 创建系统的登录窗口.....	306
8.3.2 保存菜单.....	259	10.4 创建各模块表单.....	308
8.3.3 生成菜单.....	260	10.4.1 学生管理模块的创建.....	308
8.3.4 运行菜单.....	260	10.4.2 创建其他模块表单.....	314
8.3.5 修改菜单.....	261	10.5 应用系统程序的连编及运行.....	316
8.3.6 退出菜单.....	262	习题 10.....	317
8.3.7 下拉式菜单的应用实例.....	262	第 11 章 数据结构与算法.....	319
8.4 快捷菜单设计与应用.....	269	11.1 算法.....	319
8.4.1 定义快捷菜单.....	269	11.1.1 算法的基本概念.....	319
8.4.2 在表单中调用快捷菜单.....	269	11.1.2 时间复杂度和空间复杂度.....	320
习题 8.....	272	11.2 数据结构.....	321
第 9 章 报表设计.....	274	11.2.1 数据结构的定义.....	321
9.1 创建报表.....	274	11.2.2 线性结构和非线性结构.....	323

11.3 线性表.....	323	12.3 面向对象的程序设计.....	344
11.3.1 线性表的基本概念.....	323	习题 12.....	345
11.3.2 非空线性表的结构特征.....	323	第 13 章 软件工程基础.....	346
11.3.3 线性表的顺序存储结构.....	324	13.1 软件工程的基本概念.....	346
11.3.4 线性表的顺序存储结构的运算.....	324	13.1.1 软件和软件工程的定义.....	346
11.3.5 线性表的链式存储结构.....	324	13.1.2 软件生命周期.....	348
11.3.6 单链表的基本运算.....	325	13.1.3 软件工程的目标与原则.....	349
11.3.7 双链表和循环链表.....	326	13.2 结构化分析方法.....	349
11.4 栈和队列.....	327	13.3 结构化设计方法.....	350
11.4.1 栈的基本概念和运算.....	327	13.3.1 软件设计的概念.....	350
11.4.2 队列的基本概念和运算.....	329	13.3.2 软件设计的原理.....	351
11.5 树和二叉树.....	331	13.4 软件调试的方法.....	352
11.5.1 树的基本概念.....	331	13.5 软件测试的方法.....	352
11.5.2 二叉树的基本概念.....	332	习题 13.....	353
11.5.3 二叉树的性质.....	332	第 14 章 数据库设计基础.....	355
11.5.4 二叉树的存储结构.....	334	14.1 数据库系统的基本概念.....	355
11.5.5 二叉树的遍历.....	334	14.1.1 数据、数据库、数据库管理系统和 数据库系统的基本概念.....	355
11.6 查找技术.....	335	14.1.2 数据库系统的内部结构体系.....	356
11.6.1 查找的概念.....	335	14.2 数据模型.....	357
11.6.2 查找的基本方法.....	336	14.2.1 数据模型的基本概念.....	357
11.7 排序技术.....	336	14.2.2 E-R 模型.....	358
11.7.1 排序的概念.....	336	14.2.3 层次模型.....	358
11.7.2 基本排序算法.....	336	14.2.4 关系模型.....	358
习题 11.....	339	14.3 代数运算.....	359
第 12 章 程序设计基础.....	341	14.4 数据库设计方法和步骤.....	360
12.1 程序设计方法和风格.....	341	习题 14.....	361
12.2 结构化程序设计.....	342	参考文献.....	363
12.2.1 结构化程序设计的原则.....	343		
12.2.2 结构化程序设计的基本结构.....	343		

第1章 Visual FoxPro 6.0 概述

学习目的:

通过学习本章内容,使学生了解数据库的基础知识,掌握关系数据库以及数据库语言的基本概念和知识,对数据库语言及程序设计的思路有一定的基本了解,学习掌握 Visual FoxPro 的基本使用方法,为后续章节奠定基础。

知识要点:

- 数据、数据库、数据库管理系统、数据库系统、数据库应用系统等基本概念
- 数据库、数据库系统、数据库管理系统的关系
- 关系模型、关系的概念和特点
- 关系运算: 选择、投影、连接
- 熟悉 Visual FoxPro 6.0 集成开发环境,了解 Visual FoxPro 6.0 的工作方式

1.1 数据库基础知识

1.1.1 计算机数据管理的发展

1. 数据、信息以及数据处理

(1) 数据(Data)是指存储在某种媒体上能够被识别的物理符号。数据的表现形式不仅有数字、字母、文字和其他特殊字符组成的文本形式,还包括图像、图形、声音、动画等数据形式,但使用最多的仍是文本数据。在计算机中,数据是以二进制形式存储的。数据概念的两个方面:一是数据内容的不变性;二是数据形式的多样性。例如:日期的表示形式为“2013年8月8日”,也可以表示为“2013-08-08”或“08/08/13”。

(2) 信息(Information)是指数据经过加工处理后人们所获取的有用知识。

数据和信息的区别:信息是抽象的、观念性的,数据是具体的、物理性的;信息的形式单一,而数据的形式可以多种多样;数据是信息的具体表示形式,信息必须通过数据才能传播。

(3) 数据处理也称为信息处理,是指将数据转换成信息的过程,包括对各种数据的收集、存储、加工、分类、排序、检索、传播等一系列活动。其目的是从大量的原始数据中抽取和推导出有价值的信息,作为行动和决策的依据。例如:学生考试的各科成绩为原始数据,可以经过计算提取出平均成绩和总成绩等有效信息,计算过程可以看做为数据处理。

2. 数据管理技术的发展

利用计算机进行数据处理,数据处理的中心问题就是数据管理,数据管理指的是对数据进行分类、组织、编码、检索和维护的过程。计算机数据管理技术经历了由低级到高级的发展过程,通常将数据管理分为3个发展阶段:人工管理阶段、文件系统阶段、数据库系统阶段。

(1) 人工管理阶段。

20 世纪 50 年代中期以前, 数据处理都是通过手工进行的, 数据管理处于人工管理阶段。在这一阶段, 计算机的硬件与软件方面都有很大的局限性。在硬件方面, 外存储器只有卡片、纸带、磁带, 没有像磁盘这样的可以随机访问、直接存取的外部存储设备。在软件方面, 没有专门管理数据的软件, 数据由计算机或处理它的程序自行携带。数据管理任务包括存储结构、存取方法、输入输出方式等, 完全由程序设计人员自负其责。如图 1-1 所示。

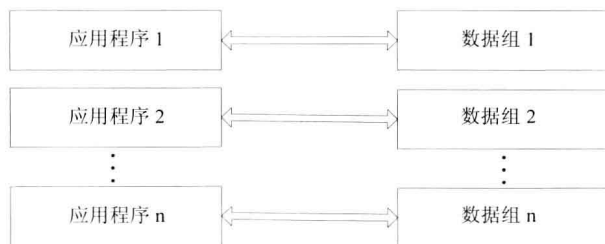


图 1-1 人工管理阶段中的程序与数据

人工管理阶段数据处理的特点:

- 数据量较少。数据和程序一一对应, 即一组数据对应一个程序, 数据面向应用, 独立性很差。由于应用程序所处理的数据之间可能会有一定的关系, 有很多重复数据, 造成数据冗余。
- 数据不保存。因为在该阶段计算机主要用于科学计算, 一般不需要将数据长期保存, 只在计算一个题目时, 将数据输入计算机, 得到计算结果即可。
- 数据缺少系统软件管理。程序员不仅要规定数据的逻辑结构, 而且在程序中还要设计物理结构, 包括存储结构的存取方法、输入输出方式等。也就是说数据对程序不具有独立性, 一旦数据在存储器上改变物理地址, 就需要相应地改变用户程序。

(2) 文件管理阶段。

20 世纪 50 年代后期到 60 年代, 计算机的硬件和软件得到飞速发展, 计算机不再只用于科学计算这项单一任务, 而且还可以做一些非数值数据的处理。此外, 这时也有了大容量的磁盘等存储设备, 并且已经有了专门管理数据的软件, 即文件系统。在文件系统中, 按一定的规则将数据组织成为一个文件, 应用程序通过文件系统对文件中的数据进行存取和加工。文件系统对数据的管理, 实际上是通过应用程序和数据之间的一种接口实现的, 如图 1-2 所示。

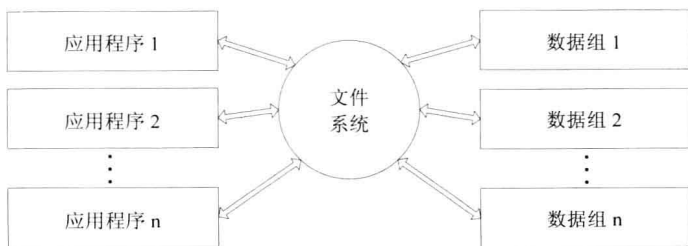


图 1-2 文件系统阶段中的程序与数据

文件管理阶段数据处理的特点:

- 程序和数据有了一定的独立性, 程序和数据分开存储, 有了程序和数据文件的区别。
- 数据和应用程序独立性差。尽管数据以文件方式独立存放, 但是文件系统中的数据文件是为了满足特定业务领域, 应用程序和数据相互依赖, 数据文件离开了使用它的应

用程序便失去了使用价值。

- 不同的应用程序建立各自的数据文件，同一数据文件存放在不同的数据文件中，不能相互共享，造成了数据冗余，不仅浪费存储空间，而且不能保证数据的一致性。
- 应用程序所需的数据分散在各文件中，无集中管理机制，缺乏对数据操作的控制方法，无法保证安全性和完整性。

(3) 数据库系统阶段。

20世纪60年代后期开始，需要计算机管理的数据急剧增长，并且对数据共享的需求日益增强。文件系统的管理方法已无法适应系统的需要，为了实现对数据的统一管理，达到数据共享的目的，数据库技术进一步发展了。

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，数据库系统的目标是解决数据冗余问题，实现数据独立性，实现数据共享并解决由于数据共享而带来的数据完整性、安全性及并发控制等一系列问题。为实现这一目标，在应用程序与数据库之间，由数据库管理系统 DBMS (Data Base Management System) 来控制，数据库管理系统是为数据库的建立、使用和维护而配置的软件，它是在操作系统支持下运行的。数据库管理系统对数据的处理方式和文件系统不同，它把所有应用程序中使用的数据汇集在一起，并以记录为单位存储起来，以便应用程序查询和使用。

数据库系统阶段数据处理的特点：

- 数据结构化。数据的结构化是数据库系统的主要特征之一，这是数据库与文件系统的根本区别。结构化是如何实现的，则与数据库系统采用的数据模型有关。
- 数据共享性高，冗余度小，易扩充。数据库是从整体的观点来看待和描述数据的，数据不再是面向某一应用，而是面向整个系统。这样就减小了数据的冗余，节约存储空间，缩短存取时间，避免数据之间的不相容和不一致。对数据库的应用可以很灵活，面向不同的应用，存取相应的数据库的子集。当应用需求改变或增加时，只要重新选择数据子集或者加上一部分数据，便可以满足更多更新的要求，这就是系统的易扩充性。
- 数据独立性高。数据库提供数据的存储结构与逻辑结构之间的映像或转换功能，使得当数据的物理存储结构改变时，数据的逻辑结构可以不变，从而程序也不用改变。
- 统一的数据管理和控制功能，包括数据的安全性控制、数据的完整性控制及并发控制、数据库恢复。数据库是多用户共享的数据资源，对数据库的使用经常是并发的。为保证数据的安全可靠和正确有效，数据库管理系统必须提供一定的功能来保证。
- 数据库的安全性。指防止非法用户的非法使用数据库而提供的保护。比如，不是学校的成员不允许使用学生管理系统，学生允许读取成绩但不允许修改成绩等。
- 数据的完整性。指数据的正确性和兼容性。数据库管理系统必须保证数据库的数据满足规定的约束条件，常见的有对数据值的约束条件。
- 数据的并发控制是多用户共享数据库必须解决的问题。

由于数据库的这些特点，它的出现使信息系统的研制从围绕加工数据的程序为中心转变到围绕共享的数据库来进行，便于数据的集中管理，提高了程序设计和维护的效率，也提高了数据的利用率和可靠性。当今的大型信息管理系统均是以数据库为核心。

Visual FoxPro 就是一种数据库管理系统软件，在数据库管理系统的支持下，数据与程序的关系如图 1-3 所示。

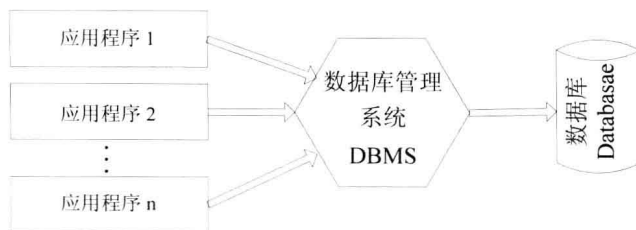


图 1-3 数据库系统中数据与程序的关系

数据库技术不断发展,涌现出许多不同类型的新型数据库系统:

- 分布式数据库系统阶段。

分布式数据库的研究始于 20 世纪 70 年代中期,随着传统的数据库技术日趋成熟、计算机网络技术的飞速发展和应用范围的扩大,以分布式为主要特征的数据库系统的研究与开发受到人们的注意。分布式数据库是数据库技术与网络技术相结合的产物,是逻辑上统一、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控制和管理。

- 面向对象数据库系统阶段。

面向对象数据库系统是 20 世纪 80 年代引入计算机科学领域的一种新的程序设计技术,它是将先进的数据库技术与面向对象的程序设计有机地结合而形成的新型数据库系统。面向对象数据库系统的主要特点是具有面向对象技术的封装性和继承性,提高了软件的可重用性。

- 多媒体数据库系统。

多媒体数据库是数据库技术与多媒体技术结合的产物。多媒体数据库不是对现有的数据进行界面包装,而是从多媒体数据与信息本身的特性出发,考虑将其引入到数据库中之后而带来的有关问题。多媒体数据库从本质来说,要解决三个难题:第一是信息媒体的多样化,不仅仅是数值数据和字符数据,要扩大到多媒体数据的存储、组织、使用和管理;第二要解决多媒体数据集成或表现集成,实现多媒体数据之间的交叉调用和融合,集成度越细,多媒体一体化表现才越强,应用的价值也才越大;第三是多媒体数据与人之间的交互性。

1.1.2 数据库系统

数据库系统(DatabaseSystem, DBS)是指引进数据库技术后的计算机系统。它实质上是由有组织地、动态地存储的有密切联系的数据集合及对其进行统一管理的计算机软件和硬件资源所组成的系统。这类系统主要由五部分组成:硬件系统、以数据为主体的数据库、数据库管理系统、数据库应用系统、用户等部分组成。数据库系统结构如图 1-4 所示。

1. 数据库(Database, DB)

数据库就是存储数据的仓库。具体而言是按一定的数据模型组织、描述和存储的有组织、可共享的数据的集合,是数据库系统的重要组成部分。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。数据库具有数据结构化、数据独立性、数据安全性、数据冗余度小、数据共享等特点。

2. 数据库管理系统(Database Management System, DBMS)

数据库管理系统是位于用户与操作系统之间的一层数据管理软件,它属于系统软件,为用户或应用程序提供访问数据库的方法,包括数据库的建立、查询、更新以及各种数据控制。数据库管理系统是数据库系统的核心部分,其主要功能如下:

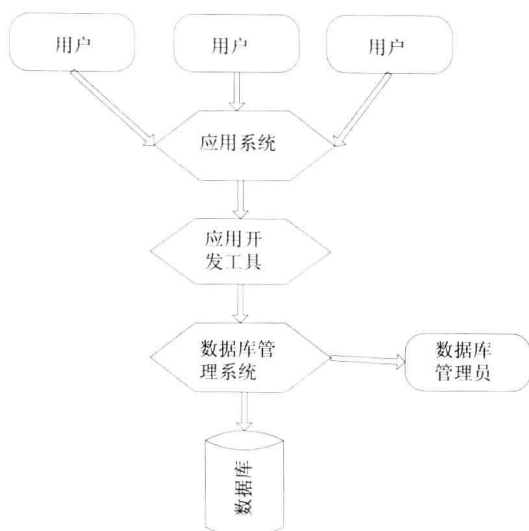


图 1-4 数据库系统结构图

(1) 定义功能: DBMS 提供数据定义语言 (Data Definition Language, DDL), 用户通过它可以方便地对数据库中的数据对象进行定义, 包括定义数据的完整性、安全控制等约束; 在关系数据库中对数据库、基本表、视图和索引等进行定义。

(2) 数据操作功能: DBMS 向用户提供数据操纵语言 (Data Manipulation Language, DML), 用户可以实现对数据库中数据的操作。基本的数据操作分为两类四种: 对数据库中的检索 (查询) 和更新 (插入、删除和修改)。

(3) 数据库的运行管理: 这是 DBMS 的核心部分, 也是 DBMS 对数据库的保护功能。包括并发控制、安全性检查、完整性约束条件的检查和执行、数据库的内部维护等。所有数据库的操作都要在这些控制程序的统一管理、统一控制下进行, 从而保证数据库的安全性、完整性、多用户对数据的并发使用以及发生故障后的系统恢复。

(4) 数据库的监视和维护功能: 包括数据库原始数据的输入、转换功能, 数据库的转储、恢复功能, 数据库的重新组织功能和监视、分析功能等。这些功能通常是由数据库管理员操作 DBMS 的许多实用程序来实现的。

目前最为流行的大型数据库管理系统有 Oracle、SQL Server 与 Sybase, 这些系统也有微机版本, 专门在微机上运行的数据库管理系统有 Visual FoxPro、Access 与 Delphi 等。

3. 数据库应用系统 (Database Application System, DBAS)

数据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软件系统。一个数据库应用系统通常由数据库和应用程序两部分组成, 它们是在数据库管理系统支持下设计和开发出来的。主要分为两大类:

(1) 管理信息系统。

例如, 教学管理系统、图书管理系统、学生管理系统、财务管理系统、生产管理系统等, 它们是面向机构内部业务和管理的数据库应用系统。

(2) 开放式信息服务系统。

例如, 大型综合的科技情报系统、经济信息和专业的证券实时行情、商品信息等。他们是面向外部、能够提供动态信息查询功能, 以满足用户的不同信息需求的数据库应用系统。

4. 计算机硬件

计算机硬件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。

5. 用户

用户是指使用数据库系统的人员。数据库系统中的用户主要有终端用户、应用程序员和管理员三类。

终端用户是指计算机知识不多的工程技术人员及管理人员，他们只能通过数据库系统所提供的命令语言、表格语言以及菜单等交互对话手段使用数据库中的数据。

应用程序员是指为终端用户编写应用程序的软件人员，他们设计的应用程序主要用途是使用和维护数据库。

数据库管理员（Database Administrator, DBA）是指全面负责数据库系统正常运转的高级人员，他们负责对数据库系统本身的深入研究。

1.2 数据模型

1.2.1 相关概念

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。

1. 实体（Entity）

客观存在并且可以互相区别的事物称为实体。实体可以是具体的实际事物，如学生、老师、教科书；也可以是抽象的事件，如选课、比赛等。

2. 实体的属性（Attribute）

实体具有的特性称为属性。属性用型（type）和值（value）来表征，例如学号、姓名、年龄是属性的类型，而具体的值（0113016）、陈辰、18 等则是属性值。每个属性都有一个值域（domain），值域的类型可以是整数、实数或字符，例如学生的姓名、年龄都是学生这个实体的属性，姓名的类型为字符型、年龄的类型为整型。

3. 实体型

用实体名及描述它的各属性值可以表示一种实体的类型，称为实体型。如学生实体，其型的描述为“学生（学号，姓名，年龄）”。

4. 实体集（Entity Set）

同类型的实体的集合称为实体集，如一个班的所有学生、一批书籍等。

在 Visual FoxPro 6.0 中，用“表”来存放同一类实体，即实体集。例如：学生（student）表，表中包含若干个字段，就是实体的属性，字段值的集合组成了一条记录，代表一个具体的实体，即每一条记录表示一个实体。

1.2.2 实体之间的联系

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：一名教师可以教多个班级。常见的实体之间的联系有以下三种类型（设 A 和 B 是两个实体）：

1. 一对一联系（one-to-one relationship）记作 1:1

如果 A 中的任一属性至多对应 B 中的唯一属性，且 B 中的任一属性至多对应 A 中的唯一属性，则称 A 与 B 是一对一。例如：电影院中观众与座位之间、乘车旅客与车票之间、病人与病床之间等都是一对一联系。

2. 一对多联系（one-to-many relationship）记作 1:n

如果 A 中至少有一个属性对应 B 中一个以上的属性，且 B 中任一属性至少对应 A 中的一个属性，则称 A 对 B 是一对多联系。例如：学校对系，班级对学生等都是一对多联系。

3. 多对多联系（one-to-many relationship）记作 m:n

如果 A 中至少有一个属性对应 B 中一个以上属性，且 B 中也至少有一个属性对应 A 中一个以上属性，则称 A 与 B 是多对多联系。例如：学生与课程、工厂与产品、商店与顾客等都是多对多联系。

上述 3 种联系是实体之间的基本联系，原则上，许多实体之间的复杂联系都可用若干组基本联系等价地表示。

1.2.3 数据模型的分类

数据库中的数据是有结构的，这些结构反映了事物与事物之间的联系，对这种结构的描述就是数据模型。数据模型是数据库管理系统用来表示实体及实体之间联系的方法。数据库设计的核心问题之一就是设计一个好的数据模型。数据库管理系统中常用的数据模型有如下 4 种：

1. 层次模型（Hierarchical Model）

数据的层次模型使用树状结构来表示实体的类型和实体间的联系，层次模型像一棵倒置的树，根结点在上，层次最高，子结点在下，逐层排列。它具有如下特点：

- (1) 有且仅有一个根结点无双亲。
- (2) 根结点以外的子结点向上有且仅有一个父结点，向下有若干子结点。

如某大学各机构的层次模型如图 1-5 所示。

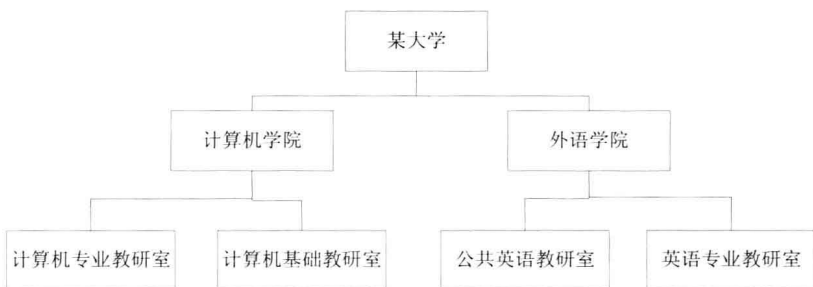


图 1-5 层次模型事例

2. 网状模型（Network Model）

网状模型是层次模型的拓展，广义上讲，任意一个连通的基本层次联系的集合就是个网状模型。网中的每一个结点表示一个实体类型。它能够表示实体间的多种复杂联系和实体类型之间的多对多联系。它具有如下特点：

- (1) 有一个以上结点无双亲。
- (2) 至少有一个结点多于一个双亲。

如某时刻几个城市之间火车班次的网络如图 1-6 所示。

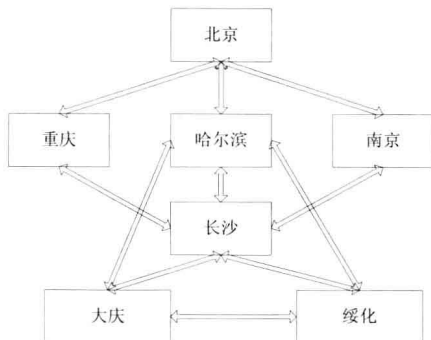


图 1-6 网状模式事例

3. 关系模型 (Relational Model)

关系模型是用二维表结构来表示实体与实体之间联系的模型。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。在二维表中，每一行称为一个记录，用于表示一组数据项，表中的每一列称为一个字段或属性，用于表示每列中的数据项，表中的第一行称为字段名，用于表示每个字段的名称。关系模型具有如下优点：

(1) 描述单一。在关系模型中，每个关系是用一张表格来描述的，字段、记录描述的都很清楚，更重要的是可用关系的性质来衡量关系。

(2) 关系规范化。每一个分量是一个不可分的数据项，即不允许表中有表。

支持关系模型的数据库管理系统称为关系数据库管理系统，Visual FoxPro 系统就是一种关系数据库管理系统。如一个名为“学生”的关系如图 1-7 所示。

学号	姓名	性别	出生日期	民族	政治面貌	所属院系
BC13010	李莉莉	女	03 12 94	汉	团员	外语
BC13010	陈伟杰	男	15 10 93	汉	团员	外语
BC13010	王丽娜	女	27 04 94	回	群众	外语
BC13010	张庆峰	男	20 07 96	汉	党员	外语
BC13020	王碧龙	男	04 09 95	满	党员	计算机
BC13020	柳梅	女	18 05 94	汉	团员	计算机
BC13020	孙砾	男	23 11 93	汉	群众	计算机
BC13030	李志博	男	05 10 94	汉	团员	艺术
BC13030	钱晓霞	女	18 05 95	回	党员	艺术
BC13040	赵立强	男	17 08 94	蒙古	党员	自动化
BC13040	郭晓基	男	10 11 94	汉	群众	自动化
BC13040	孙凤梅	女	12 10 95	朝鲜	团员	自动化

图 1-7 关系模型事例

4. 面向对象模型

面向对象的数据模型是面向对象技术与数据库技术相结合的产物。完全面向对象的数据数据库管理系统目前并没有完全成熟。

1.3 关系数据库

1.3.1 关系概述

1. 关系的基本概念

(1) 关系：一个关系就是一张二维表。通常将一个没有重复行也没有重复列的二维表称