

Visual FoxPro 数据库程序设计教程 (第二版)

◎ 主编 康 贤

Visual FoxPro
SHUJUKU CHENGXUSHEJI



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

高等学校计算机类“十二五”规划教材

Visual FoxPro 数据库程序设计教程

(第 二 版)

主编 康 贤

参编 段 玲 张玉林
解亚利 高景刚



西安电子科技大学出版社

内 容 简 介

本书共分 9 章,从数据库的基本概念到表、库、项目、程序、表单、菜单、报表的建立、修改、使用及 SQL 语言等,涵盖了 Visual FoxPro 程序设计的全部知识。本书适合高等学校计算机及相关专业的学生使用,教学课时安排在 50 学时左右。

本书是由几位长期从事教学工作,对数据库教学具有丰富经验的教师编写。在编写中,力求语言通俗易懂,以丰富的例子来讲解概念和方法,并且每章后还给出了大量的配套练习题,使得该书既有理论指导,又有较强的实用性,不仅非常适合作为教材使用,而且可以作为广大计算机应用人员的数据库自学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

Visual FoxPro 数据库程序设计教程/康贤主编. —2 版. —西安:西安电子科技大学出版社,2012.8
高等学校计算机类“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5606-2835-6

I. ① V… II. ① 康… III. ① 关系数据库—数据库管理系统—高等学校—教材 IV. ① TP311.138

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 130333 号

策 划 马晓娟

责任编辑 张 绚 马晓娟

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路 2 号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

网 址 www.xduph.com 电子邮箱 xdupfb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西天意印务有限责任公司

版 次 2012 年 8 月第 2 版 2012 年 8 月第 5 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印 张 18

字 数 421 千字

印 数 11 001~14 000 册

定 价 31.00 元

ISBN 978-7-5606-2835-6/TP · 1349

XDUP 3127002-5

如有印装问题可调换

本社图书封面为激光防伪覆膜,谨防盗版。

序

第三次全国教育工作会议以来,我国高等教育得到空前规模的发展。经过高校布局和结构的调整,各个学校的新专业均有所增加,招生规模也迅速扩大。为了适应社会对“大专业、宽口径”人才的需求,各学校对专业进行了调整和合并,拓宽专业面,相应的教学计划、大纲也都有了较大的变化。特别是进入21世纪以来,信息产业发展迅速,技术更新加快。面对这样的发展形势,原有的计算机、信息工程两个专业的传统教材已很难适应高等教育的需要,作为教学改革的重要组成部分,教材的更新和建设迫在眉睫。为此,西安电子科技大学出版社聘请南京邮电学院、西安邮电学院、重庆邮电学院、吉林大学、杭州电子工业学院、桂林电子工业学院、北京信息工程学院、深圳大学、解放军电子工程学院等10余所国内电子信息类专业知名院校长期在教学科研第一线工作的专家教授,组成了高等学校计算机、信息工程类专业系列教材编审专家委员会,并且面向全国进行系列教材编写招标。该委员会依据教育部有关文件及规定对这两大类的教学计划和课程大纲,对目前本科教育的发展变化和相应系列教材应具有的特色和定位以及如何适应各类院校的教学需求等进行了反复研究、充分讨论,并对投标教材进行了认真评审,筛选并确定了高等学校计算机、信息工程类专业系列教材的作者及审稿人。

审定并组织出版这套教材的基本指导思想是力求精品、力求创新、好中选优、以质取胜。教材内容要反映21世纪信息科学技术的发展,体现专业课内容更新快的要求;编写上要具有一定的弹性和可调性,以适合多数学校使用;体系上要有所创新,突出工程技术型人才培养的特点,面向国民经济对工程技术人才的需求,强调培养学生较系统地掌握本学科专业必需的基础知识和基本理论,有较强的本专业的基本技能、方法和相关知识,培养学生具有从事实际工程的研发能力。在作者的遴选上,强调作者应在教学、科研第一线长期工作,有较高的学术水平和丰富的教材编写经验;教材在体系和篇幅上符合各学校的教学计划要求。

相信这套精心策划、精心编审、精心出版的系列教材会成为精品教材,得到各院校的认可,对于新世纪高等学校教学改革和教材建设起到积极的推动作用。

系列教材编委会

高等学校计算机、信息工程类专业 规划教材编审专家委员会

主任：杨震（南京邮电大学校长、教授）

副主任：张德民（重庆邮电大学通信与信息工程学院院长、教授）

韩俊刚（西安邮电学院计算机系主任、教授）

计算机组

组长：韩俊刚（兼）

成员：（按姓氏笔画排列）

王小民（深圳大学信息工程学院计算机系主任、副教授）

王小华（杭州电子科技大学计算机学院教授）

孙力娟（南京邮电大学计算机学院副院长、教授）

李秉智（重庆邮电大学计算机学院教授）

孟庆昌（北京信息科技大学教授）

周娅（桂林电子科技大学计算机学院副教授）

张长海（吉林大学计算机科学与技术学院副院长、教授）

信息工程组

组长：张德民（兼）

成员：（按姓氏笔画排列）

方强（西安邮电学院电信系主任、教授）

王晖（深圳大学信息工程学院电子工程系主任、教授）

胡建萍（杭州电子科技大学信息工程学院院长、教授）

徐祎（解放军电子工程学院电子技术教研室主任、副教授）

唐宁（桂林电子科技大学通信与信息工程学院副教授）

章坚武（杭州电子科技大学通信学院副院长、教授）

康健（吉林大学通信工程学院副院长、教授）

蒋国平（南京邮电大学自动化学院院长、教授）

总策划：梁家新

策划：马乐惠 云立实 马武装 马晓娟

电子教案：马武装

前 言

在国民经济的各个领域，数据库技术的应用是相当广泛的。例如银行储蓄客户的管理信息系统、工资统计管理信息系统、人事档案管理信息系统、火车售票管理信息系统、公路交通管理信息系统、学生管理信息系统等，都是数据库技术的应用。数据库技术不仅具有组织、存储、统计计算、查询、打印数据的完善功能，而且具有数据结构化，冗余度低，数据的独立性好，数据的完整性好等优点。目前，数据库已经成为高等院校相关专业大学生的重要课程，并作为全国计算机等级考试二级考试的主要内容。

Visual FoxPro 是新一代小型化的数据库管理系统软件的代表，它具有强大的功能，完善的工具，较高的数据处理速度，友好的图形界面，支持可视化的面向对象的程序设计方法，深受广大用户的欢迎。Visual FoxPro 提供了一个集成化的环境，使得数据的组织和操作简单方便。另外，它在语言处理方面作了很大的扩充，不仅支持传统的面向过程的程序设计，而且支持面向对象的程序设计。同时，它具有可视化的程序设计工具和向导，使得用户能够快速创建表单、菜单、查询和报表。和其他数据库管理系统相比，Visual FoxPro 的最大特点是自带编程工具，同时由于其程序设计语言和数据库管理系统相结合，因此它简单易学，非常适合于设计开发小型化的数据库管理应用程序。本书以 Visual FoxPro 9.0 为环境，讲解数据库的基本操作和数据库应用系统的开发方法。

本书是按照 Visual FoxPro 数据库管理系统的内容由浅入深而编写的，其中第 1 章至第 3 章讲解数据库和表的交互式命令操作，第 4 章讲解 SQL 语言及应用，第 5 章讲解查询程序文件和视图程序文件的可视化设计，第 6 章讲解程序设计，第 7 章讲解表单设计，第 8 章和第 9 章讲解菜单设计和报表设计。书中以工程项目应用为主线，以数据处理和信息管理为实例，同时兼顾了工科专业学生课时少、内容多等矛盾。本书依附教学大纲及计算机等级考试大纲，根据作者多年的教学经验，从实用性和先进性出发，重点突出，层次分明，内容组织合理，语言通俗易懂，特别适合高校计算机专业和相关专业教学使用，同时也可以推向社会，作为从事数据库应用开发工作的技术人员的参考书。

本书由康贤、解亚利、段玲、张玉林和高景刚共同编写，其中解亚利编写了第 1 章，段玲编写了第 3、4 章，张玉林编写了第 5、7 章，高景刚编写了第 8、9 章，康贤编写了第 1 章的部分内容和第 2、6 章，并对全书进行了统稿、定稿。在编写过程中，得到了长安大学教材科、长安大学信息学院和计算机基础教学部的大力支持，在此表示诚挚的感谢！

由于作者的学识水平有限，书中不足之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

编 者

第一版前言

在国民经济的各个领域，数据库技术的应用是相当广泛的。例如银行储蓄客户的管理信息系统、工资统计管理信息系统、人事档案管理信息系统、火车售票管理信息系统、公路交通管理信息系统、学生管理信息系统等，都是数据库技术的应用。数据库技术不仅具有组织、存储、统计计算、查询、打印数据的完善功能，而且具有数据结构化，冗余度低，数据的独立性好，数据的完整性好等优点。目前，数据库已经成为高等院校相关专业大学生的重要课程，并作为全国计算机等级考试二级考试的主要内容。

Visual FoxPro 是新一代小型化的数据库管理系统软件的代表，它具有强大的功能，完善的工具，较高的数据处理速度，友好的图形界面及可视化的面向对象的程序设计方法，深受广大用户的欢迎。Visual FoxPro 提供了一个集成化的环境，使得数据的组织和操作简单方便。另外，它在语言处理方面作了很大的扩充，不仅支持传统的面向过程的程序设计，而且支持面向对象的程序设计。同时，它具有可视化的程序设计工具和向导，使得用户能够快速创建表单、菜单、查询和报表。和其他数据库管理系统相比，Visual FoxPro 的最大特点是自带编程工具，同时由于其程序设计语言和数据库管理系统相结合，因此它简单易学，非常适合于设计开发小型化的数据库管理应用程序。本书以 Visual FoxPro 6.0 为环境，讲解数据库的基本操作和数据库应用系统的开发方法。

本书是按照 Visual FoxPro 数据库管理系统的内容由浅入深而编写的，其中第 1 章至第 3 章讲解数据库和表的交互式命令操作，第 4 章讲解 SQL 语言及应用，第 5 章讲解查询程序文件和视图程序文件的可视化设计，第 6 章讲解程序设计，第 7 章讲解表单设计，第 8 章和第 9 章讲解菜单设计和报表设计，第 10 章讲解数据库应用系统开发实例——图书馆图书管理信息系统的设计开发。书中以工程项目应用为主线，以数据处理和信息管理为实例，同时兼顾了工科专业学生课时少、内容多等矛盾。本书依附教学大纲，根据作者多年的教学经验，从实用性和先进性出发，重点突出，层次分明，内容组织合理，语言通俗易懂，特别适合高校计算机专业和相关专业教学使用，同时也可以推向社会，作为从事数据库应用开发工作的技术人员的参考书。

本书由康贤、解亚利、段玲、张玉林和高景刚共同编写，其中解亚利编写了第 1 章，段玲编写了第 3、4 章，张玉林编写了第 5、7、10 章，高景刚编写了第 8、9 章，康贤编写了第 2、6 章，并对全书进行了统稿、定稿。在编写过程中，得到了长安大学教材科、长安大学信息学院和计算机基础教学部的大力支持，在此表示诚挚的感谢！

由于作者的学识水平有限，书中的疏漏和错误之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

编 者

2006年12月

目 录

第1章 Visual FoxPro基础	1	第2章 数据库中的数据元素	30
1.1 数据库基础知识.....	1	2.1 数据的类型	30
1.1.1 基本概念	1	2.2 常量与变量	30
1.1.2 计算机数据管理	2	2.2.1 常量	31
1.2 数据模型	4	2.2.2 变量	33
1.2.1 实体及其联系	4	2.2.3 内存变量的操作	35
1.2.2 数据模型	5	2.3 表达式	39
1.3 关系数据库	6	2.3.1 算术型运算符及表达式	39
1.3.1 关系术语	6	2.3.2 字符运算符及表达式	40
1.3.2 关系的特点	7	2.3.3 日期型运算符及表达式	40
1.3.3 关系运算	7	2.3.4 关系运算符及表达式	41
1.4 Visual FoxPro发展过程、 基本功能与特点	8	2.3.5 逻辑运算符及表达式	44
1.4.1 Visual FoxPro的发展过程	8	2.3.6 小结	45
1.4.2 Visual FoxPro基本功能与特点	9	2.4 常用函数	45
1.5 Visual FoxPro的安装和运行环境	11	2.4.1 数值型函数	45
1.5.1 软件、硬件及网络环境	11	2.4.2 字符型函数	48
1.5.2 Visual FoxPro的安装	12	2.4.3 日期和时间型函数	50
1.5.3 启动与退出	12	2.4.4 测试类函数	52
1.5.4 开发应用程序的方式	13	2.4.5 类型转换函数	56
1.5.5 帮助系统	14	习题二	59
1.6 Visual FoxPro的文件类型与系统性能	14	第3章 Visual FoxPro数据库、表的 基本操作	61
1.6.1 文件类型与文件组成	14	3.1 项目和项目管理器	61
1.6.2 系统性能指标	16	3.2 Visual FoxPro数据库	63
1.7 Visual FoxPro 6.0界面	17	3.2.1 新建数据库	63
1.7.1 主窗口介绍	17	3.2.2 打开和关闭数据库	64
1.7.2 配置Visual FoxPro 6.0	19	3.3 数据库表	67
1.7.3 设计器、向导和生成器	20	3.4 表的基本操作	73
1.8 Visual FoxPro 9.0介绍	24	3.4.1 打开和关闭表	73
1.8.1 Visual FoxPro9.0界面介绍	24	3.4.2 查看和修改表记录	74
1.8.2 Visual FoxPro 9.0的特点及 新增功能	26	3.4.3 表结构的操作	75
习题一	28	3.4.4 追加记录	76
		3.4.5 记录指针的定位	78

3.4.6	显示记录命令	80
3.4.7	删除记录	81
3.4.8	在表中插入记录	84
3.4.9	记录值替换	84
3.4.10	表的排序	85
3.5	索引	85
3.5.1	索引类型	86
3.5.2	创建复合索引文件	87
3.5.3	索引的操作	88
3.6	多表操作	90
3.6.1	工作区	90
3.6.2	选定工作区	90
3.6.3	查看工作区使用状况	91
3.6.4	使用其他工作区的表	91
3.7	表与表之间的联系	92
3.7.1	创建数据表之间的关联	93
3.7.2	数据库的数据完整性	95
3.8	自由表	97
3.8.1	创建自由表	97
3.8.2	将自由表添加到数据库	98
3.8.3	将表从数据库移出	99
3.9	数据的统计计算	99
3.9.1	统计记录个数	99
3.9.2	数值型字段纵向求和	100
3.9.3	数值型字段纵向求平均值	100
习题三		101

第4章 关系数据库标准语言SQL105

4.1	SQL概述	105
4.2	查询功能	106
4.2.1	基本查询	106
4.2.2	条件(WHERE)查询	108
4.2.3	排序查询	109
4.2.4	分组计算查询	111
4.2.5	联接查询	112
4.2.6	嵌套查询	117
4.2.7	利用空值查询	121
4.2.8	集合的并运算	122
4.2.9	查询输出去向	122

4.3	定义功能	124
4.4	操作功能	131
4.4.1	插入	131
4.4.2	更新	132
4.4.3	删除	132
习题四		132

第5章 查询与视图设计137

5.1	应用查询向导创建查询	137
5.2	应用查询设计器设计查询	140
5.2.1	查询设计器	140
5.2.2	建立查询文件	142
5.2.3	查询文件的运行方法	143
5.2.4	修改查询文件	144
5.2.5	定向输出查询文件	145
5.3	查询文件设计举例	146
5.4	视图设计	148
5.4.1	视图设计器	148
5.4.2	建立视图	149
5.4.3	使用视图更新数据	153
5.4.4	视图的SQL语句命令	154
习题五		155

第6章 程序设计及过程的基础158

6.1	程序与程序文件	158
6.1.1	基本概念	158
6.1.2	程序文件的建立和执行	159
6.1.3	程序设计的三个过程	160
6.1.4	输入/输出语句	161
6.2	程序的三种基本结构	164
6.2.1	三种结构的基本含义	164
6.2.2	选择结构程序	164
6.2.3	循环程序	168
6.3	多模块程序设计	174
6.3.1	模块的分类	174
6.3.2	模块的建立与调用	175
6.3.3	变量的作用域	179
习题六		181

第7章 表单的设计和应用	183	第8章 菜单的设计与应用	222
7.1 面向对象程序设计的基本概念	183	8.1 菜单的概念	222
7.1.1 对象(Object)	183	8.1.1 菜单的类型	222
7.1.2 类(Class)	184	8.1.2 系统菜单设置	223
7.1.3 类和对象的分类	185	8.1.3 菜单设计步骤	224
7.2 可视化表单设计的基础	187	8.2 用菜单设计器设计菜单	224
7.2.1 表单及其基本特性	187	8.2.1 菜单设计器窗口	224
7.2.2 表单的数据环境	189	8.2.2 创建下拉式菜单	227
7.2.3 对象引用的规则	190	8.2.3 生成快速菜单	230
7.3 利用表单向导建立表单	190	8.2.4 创建SDI菜单	231
7.3.1 利用表单向导创建基于 一个表的表单	190	8.3 快捷菜单设计	232
7.3.2 利用一对多表单向导创建表单	193	8.4 在菜单中添加事件代码	234
7.4 应用表单设计器设计表单	196	习题八	237
7.4.1 应用表单设计器设计表单	196	第9章 报表设计及应用	239
7.4.2 表单设计器的基本操作	197	9.1 使用报表向导	239
7.4.3 数据环境设计器的基本操作	199	9.1.1 启动报表向导	239
7.5 常用的表单控件及其应用	201	9.1.2 创建单一报表	240
7.5.1 常用控件的公共属性	201	9.1.3 创建一对多报表	243
7.5.2 标签(Label)控件	201	9.2 快速制作报表	245
7.5.3 文本框(TextBox)控件	202	9.3 使用报表设计器制作报表	247
7.5.4 命令按钮(CommandButton)控件	202	9.3.1 报表设计器简介	247
7.5.5 命令按钮组(CommandGroup)控件	203	9.3.2 利用报表设计器设计报表	249
7.5.6 编辑框(EditBox)控件	204	9.4 报表的输出	256
7.5.7 复选框(CheckBox)控件	204	9.4.1 页面设置	256
7.5.8 选项按钮组(OptionGroup)控件	204	9.4.2 预览报表	256
7.5.9 列表框(ListBox)控件	206	9.4.3 打印输出	257
7.5.10 组合框(ComboBox)控件	208	9.4.4 用命令操作	257
7.5.11 表格(Grid)控件	208	习题九	258
7.5.12 计时器(Timer)、页框(PageFrame)、 图像(Image)和微调控件(Spinner)	211	附录 I ASCII码表	260
7.6 表单的应用举例	213	附录 II Visual FoxPro常用函数一览表	262
7.6.1 系统登录密码验证表单	213	附录 III Visual FoxPro常用命令一览表	265
7.6.2 数据的录入和编辑表单	215	参考文献	277
7.6.3 数据查询表单	217		
习题七	218		

第1章 Visual FoxPro 基础

1.1 数据库基础知识

随着生产技术的发展,计算机的使用已深入到社会生活的各个方面,信息管理也已发展到自动化、网络化和社会化阶段。数据库正是在这一形势下应运而生的,其应用范围不断扩大,不仅应用于事务处理,而且进一步应用到情报检索、人工智能、专家系统、计算机辅助设计及非数值计算的各个方面。可以说,数据库系统已成为计算机应用系统的重要组成部分之一。

数据库是按一定方式把相关数据组织、存储在计算机中的数据集合。数据库不仅存放数据,而且存放数据之间的联系。本章主要介绍数据库系统和关系型数据库管理系统 Visual FoxPro 的基本内容。

1.1.1 基本概念

学习数据库首先要搞清楚数据库、数据库系统、数据库管理系统等几个相互关联但又有区别的基本概念。

1. 数据

数据是指存储在某一种媒体上能够被识别的物理符号,它包括两方面内容:一是描述事物特性的数据内容;二是存储在某一种媒体上的数据形式。描述事物特性必须借助一定的符号,这些符号就是数据形式。数据形式可以是多种多样的,例如,某人的出生日期可以是“一九九七年九月十五日”、“09/15/97”等。所谓符号,不仅仅是指用数字、字母、文字和其他特殊字符组成的文本形式的数据,还可以是包括图形、图像、动画、影像、声音等多媒体数据。当然,使用最多、最基本的仍然是文本形式的数据。所谓存储,不仅是指把数据写在纸上,还包括在磁介质上、光介质上和半导体存储器里存放数据。

2. 数据处理

数据处理是指将数据转换成信息的过程。其基本目的是从大量的现有数据出发,根据事物之间的固有联系和运动规律,通过分析归纳、演绎推导等手段,提取出对人们有价值、有意义的信息。信息和数据的关系是

$$\text{信息} = \text{数据} + \text{处理}$$

其中,数据是投入,是输入;信息是产出,是输出的结果。当两个或两个以上数据处理过程前后相继时,前一过程称为预处理。预处理的输出作为二次数据,成为后面处理过程的输入,此时,信息和数据的概念就产生了交叉,表现出相对性。

3. 数据库

数据库(Data Base)是以一定的组织方式存储在计算机存储设备上的结构化的相关数据的集合。它不仅描述事物数据本身,而且还描述了相关事物之间的联系。

数据库面向多种应用,可为多个用户所共享,其数据结构化,具有良好的可操作性,与应用程序完全独立,且数据的增加、删除、修改和检索由系统软件统一控制。

4. 数据库管理系统

数据库管理系统(Data Base Management System, DBMS)是数据库系统的核心部分。它担负着对数据库中的资源进行统一管理的任务,并且负责执行用户发出的各种请求命令。它控制整个数据库系统的运行,是为用户提供对数据的存储、管理、操作和控制的统一的有效手段,从而使得用户应用程序的设计变得十分简单。

在数据库系统中,用户不能直接与存储的数据资源打交道,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来实现的。数据库管理系统在这里实际上起着一种隔离作用。

5. 数据库应用系统

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实际应用的应用软件系统。Visual FoxPro 数据库管理系统向用户提供了一系列相当于计算机高级语言中语句的命令,用户可以直接使用这些命令来编写用户应用程序。

6. 数据库系统

数据库系统(Data Base System, DBS)是指引进数据库技术后的计算机系统。它由计算机硬件系统、数据库集合、系统软件(指操作系统和数据库管理系统等)、数据库管理员和用户组成。数据库系统的主要特点是:实现数据共享,减少数据冗余,采用特定的数据模型,具有较高的物理独立性,有统一的数据控制功能。

数据库系统的层次结构如图 1.1 所示。其中,数据库管理系统是其核心软件。

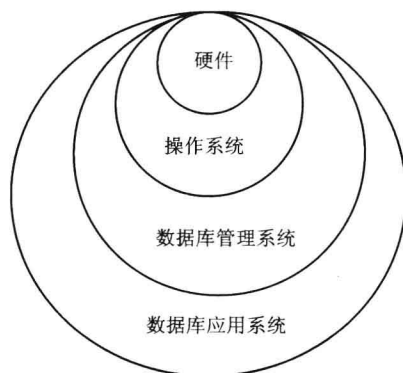


图 1.1 数据库系统层次结构

1.1.2 计算机数据管理

数据处理的中心问题是数据管理。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。与其他任何技术的发展一样,计算机数据管理也经

历了由低级到高级的发展过程。计算机数据管理随着计算机硬件、软件技术和计算机应用范围的发展而不断发展,大致经历了如下四个阶段。

1. 人工管理阶段

计算机诞生之初,外存储器只有纸带、磁带、卡片等,而没有像磁盘这样存储速度快、容量大,且可随机访问、直接存储的外存储器。软件方面,没有专门的数据管理软件,数据由计算机或处理它的程序自行携带,数据处理方式基本上是批处理。这一阶段,计算机数据管理的特点如下:

(1) 数据与程序不具有独立性。一组数据对应一组程序,这就使得程序依赖于数据。如数据的类型、格式或者数据量、存取方法、输入/输出方式等改变了,程序也必须做相应的修改。

(2) 数据不长期保存。由于数据是面向应用程序的,因此一个程序中定义的数据在程序运行结束后一起被释放,数据不能被其他应用程序调用,造成数据冗余。

(3) 系统中没有对数据进行管理的软件。数据管理任务完全由程序设计人员负责,这就给程序设计人员增加了很大负担。

2. 文件系统阶段

20 世纪 50 年代后期,计算机开始大量地用于数据处理。在这一阶段里,程序与数据有了一定的独立性,它们开始分开存储,有了程序文件和数据文件的区别。数据可以长期保存,并被多次存取。同时,在文件系统的支持下,数据的逻辑结构和物理结构之间也可以有一定的差别:数据的逻辑结构是指呈现在用户眼前的数据结构;数据的物理结构是指数据在物理设备上的实际存储结构。例如,用户看到的记录是按记录号顺序排列的,而实际上这些记录可能是分散存储在磁盘的不同扇区里,通过链接方式组织在一起的。用户访问文件时,只需给出文件名和逻辑记录号,而不必关心实际存储地址和存储过程。但程序员必须知道数据在文件中是如何组织的,必须编写程序才能存取这些数据。该阶段对数据的管理虽然有了一定的进步,但一些根本问题仍没有解决,主要表现在三个方面:数据冗余度大,缺乏数据独立性,数据未集中管理。

3. 数据库系统阶段

从 20 世纪 60 年代开始,计算机应用于管理的规模更加庞大,对数据共享的需求日益增强。为解决数据独立性问题,实现数据统一管理,达到数据共享的目的,发展了数据库技术。这一阶段,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。在数据库系统中,对数据的定义和描述已经从应用程序中分离出来,通过数据库管理系统来统一管理。数据的最小访问单位是字段,访问时,可以直接访问一个字段或一组字段、一条记录或一组记录。在建立数据库时,应该全面考虑数据,不能像文件系统那样只从某一部门的局部考虑,这样才能发挥数据共享的优势。

(2) 采用特定的数据模型。数据库中的数据是有结构的,这种结构由数据库管理系统所支持的数据模型表现出来。任何一种数据库管理系统都支持一种数据模型。

(3) 具有较高的数据独立性。数据库管理系统提供映像功能,实现了应用程序对数据的逻辑结构和物理结构之间的独立性,使得用户只需考虑逻辑结构,简单地操作逻辑数据,而无需考虑数据的物理存储结构。

(4) 有统一的数据控制功能。数据库可以被多个用户共享，数据的存取往往是并发的。数据库管理系统提供必要的保护措施，包括数据的并发控制功能、安全性控制功能和完整性控制功能。

在数据库管理系统支持下，数据与程序的关系如图 1.2 所示。

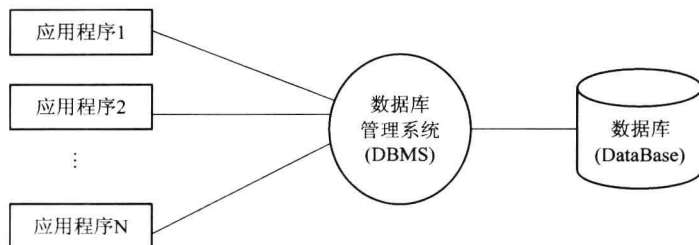


图 1.2 数据库系统中数据与程序的关系

4. 分布式数据库系统阶段

在 20 世纪 70 年代后期，数据库系统多数是集中式的。但随着网络技术的发展，为数据库提供了越来越好的运行环境，从而使数据库系统从集中式发展到分布式，从主机—终端系统结构发展到客户机—服务器系统结构。分布式数据库是数据库技术和计算机网络技术紧密结合的产物。分布式数据库是一个逻辑上统一、地域上分布的数据集合，是计算机网络环境中各个结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。

1.2 数据模型

1.2.1 实体及其联系

把客观存在的事物以数据的形式存储到计算机中，需要经历对现实生活中事物特性认识的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

实体 客观存在并且可以相互区别的事物称为实体。实体可以是实际事物，如一个职工、一个部门；也可以是抽象事件，如一次订货、一场比赛。

属性 描述实体的特性称为属性，如在职工实体中用若干个属性(职工号、姓名、性别、出生日期)来描述。属性的具体值称为属性值，用以刻画一个具体的实体，如属性值组合(050103, 王伟, 男, 05/20/87)表示职工中一个具体的人。

实体集和实体型 属性的集合称为实体型，属性值的集合称为实体，同类型实体的集合称为实体集。例如，在学生实体集中，“朱明明，女，06/20/88，590.5，.T.”就是一个实体，表示一个具体的人。在 Visual FoxPro 中，用“表”来存放实体集，“表”中的字段相当于实体的属性，“表”中的记录相当于实体的元组。

2. 实体之间的联系

实体之间的对应关系称为联系，它反映了现实世界中事物之间的相互关联。联系分为两种：一是实体内部各属性之间的联系，例如，相同性别的人有很多，但一个人只能有一

种性别；二是实体之间的联系，例如，多个学生可以选修一门功课，多门功课可以被一个学生选修。两个实体间的联系类型又有如下三种：

一对一联系 例如，大学和校长两个实体，一个大学只能有一个校长，一个校长也只能在一个大学任职。大学和校长两个实体是一对一联系。

一对多联系 例如，系和教师两个实体，一个系有多个教师，而每个教师只能在一个系工作。系和教师两个实体是一对多联系。

多对多联系 例如，学生和课程两个实体，一个学生可以选修多门课程，同时每门课程可以被多个学生选修。学生和课程两个实体是多对多联系。

1.2.2 数据模型

根据数据之间的关系，数据库可分为层次模型、网状模型、关系模型和面向对象模型。由于完全面向对象的数据库管理系统目前尚未成熟，因此，传统的说法只有层次模型、网状模型和关系模型三种。

1. 层次模型

用树形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，如图 1.3 所示。



图 1.3 层次模型示例

层次模型的特点是有且仅有一个根结点无父结点，其他结点有且仅有一个父结点。

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。

2. 网状模型

用网状结构来表示实体及其之间联系的模型称为网状模型。网状模型允许结点有多于一个的父结点；也允许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，如图 1.4 所示。

网状模型的特点是可以有多个结点无父结点，一个结点可以有多个父结点。

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。

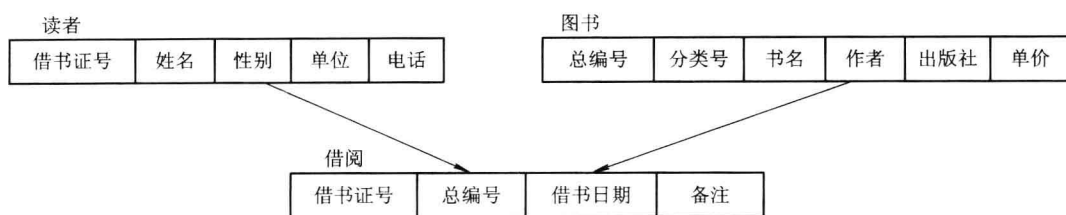


图 1.4 网状模型示例

3. 关系模型

用二维表结构来表示实体以及实体之间联系的模型称为关系模型。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，如表 1.1 所示。

表 1.1 学生登记表

学号	系别	姓名	性别	出生年月	入学成绩	是否团员	籍贯	说明
050101	电子	朱明明	女	06/20/88	590.5	.T.	湖北	备注
050102	电子	张晓	男	06/25/87	595.0	.T.	陕西	备注
050103	计算机	王伟	男	05/20/87	589.3	.F.	山西	备注
050104	计算机	李晓云	女	02/13/88	599.0	.F.	河南	备注
050105	数学	高山	男	04/05/86	575.5	.T.	内蒙	备注

这种二维表的特点是：每一列中是类型相同的数据；列和行的顺序可以任意改变；表中的数据是最小单位；表中不允许再含子表。

支持关系数据模型的 DBMS 称为关系数据库管理系统。在这种系统中建立的数据库是关系数据库。或者说，按照关系模型建立的数据库称为关系数据库。Visual FoxPro 的数据库是典型的关系数据库，它是在不同数据库之间、表之间存在着指定联系的数据库系统。

1.3 关系数据库

1.3.1 关系术语

关系 一个关系就是一张二维表，每个关系有一个关系名。在计算机里，一个关系可以存储为一个文件，在 FoxBASE+ 和 FoxPro 中称为数据库文件，在 Visual FoxPro 中称为表文件。

元组 二维表中水平方向的行称为元组，每一行是一个元组，如表 1.1 中有 5 个元组。元组对应存储文件中的一个具体记录。

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，与前文中的实体属性相同。属性名和该属性的数据类型、宽度等在数据定义时做出规定，属性值是各记录的字段值。例如，表 1.1 中的“姓名”、“性别”为属性名，“王伟”、“男”是属性值。

域 指属性的取值范围，即不同元组对同一个属性的取值所限定的范围。例如，姓名的取值范围是汉字；性别则只能是“男”或“女”。

关系模式 对关系的描述称为关系模式。其格式为

关系名(属性名 1, 属性名 2, …, 属性名 n)

一个关系模式对应一个关系的结构。

关键字 能够唯一确定一个元组的属性或属性组合称为关键字。如表 1.1 中, 若姓名没有相同的值, 姓名就可以作其关键字。在 Visual FoxPro 中, 关键字能够唯一确定一个元组。

外部关键字 如果一个实体中的某属性不是本实体的主关键字或候选关键字, 而是另一个实体的主关键字或候选关键字, 则该属性就称为外部关键字。

1.3.2 关系的特点

关系主要有以下特点:

(1) 关系必须规范化。最基本的要求是每个属性值是不可分割的数据单元, 即表中不能有子表。如表 1.1 就是一个关系, 而表 1.2 是一个复合表, 不能称为二维表, 即不能直接作为关系来存放。

表 1.2 复 合 表

姓名	性别	应发工资		应扣工资			应扣合计	实发工资
		工资	奖金	房租	水电	公积金		

但是, 可以把表 1.2 改变成二维表, 如表 1.3 所示, 就能作为关系来存放。

表 1.3 关 系 表

姓名	性别	工资	奖金	房租	水电	公积金	应扣合计	实发工资

- (2) 在同一关系中不能出现相同的属性名。
- (3) 关系中不允许有完全相同的元组。
- (4) 在一个关系中元组的次序无关紧要。
- (5) 在一个关系中列的次序无关紧要。

1.3.3 关系运算

对关系数据库进行查询时, 需要找出用户感兴趣的数据, 这就需要进行关系运算。

1. 传统的集合运算

并 两个相同结构的关系的并是由属于这两个关系的元组组成的集合。

差 设有两个相同结构的关系 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。

交 设有两个相同结构的关系 R 和 S, 它们的交是由既属于 R 又属于 S 的元组组成的集合。

在 Visual FoxPro 中, 可以通过 SQL 中的 UNION 子句实现并运算, 而差运算和交运算则可以通过编写程序来实现。