



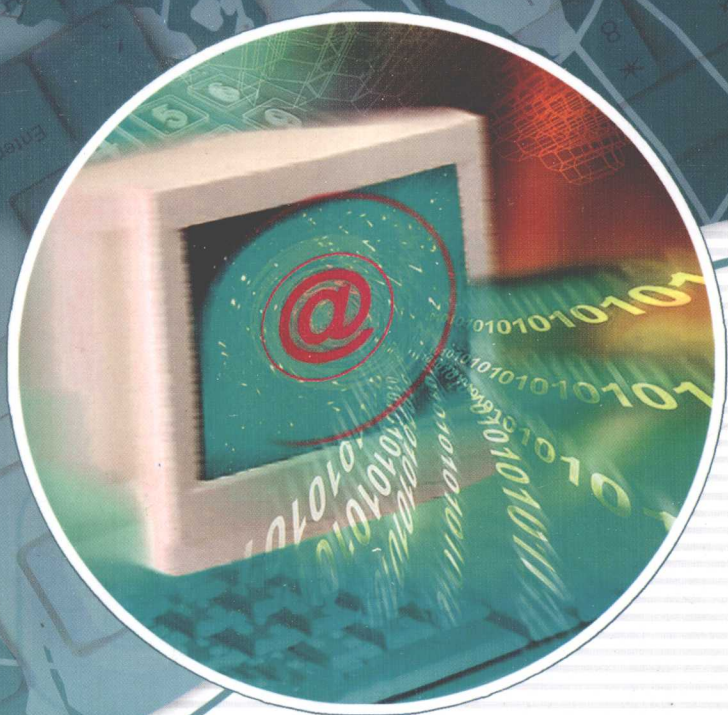
高等院校规划教材

主 编 高巍巍

副主编 侯相茹 杨巍巍 张 蕾

主 审 张 军

Visual FoxPro程序设计



138FO



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

21 世纪高等院校规划教材

Visual FoxPro 程序设计

主 编 高巍巍

副主编 侯相茹 杨巍巍 张 蕾

主 审 张 军

内 容 提 要

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)》增加了公共基础知识部分内容, 并附有大量练习题。

全书知识点覆盖全面, 重点突出, 重点、难点做详细讲解; 例题选取精心恰当, 部分习题根据最新考试大纲要求精心设计和编写, 具有典型性; 侧重于对学生实践能力的培养, 实例丰富, 实践部分内容紧密衔接, 最后形成一个完整的数据库开发系统, 系统性、实践性较强。

本书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, 读者可以到中国水利水电出版社网站或万水书苑免费下载, 网址: <http://www.waterpub.com.cn/softdown/>或 <http://www.wsbookshow.com>。

图书在版编目(CIP)数据

Visual FoxPro 程序设计 / 高巍巍主编. —北京: 中国水利水电出版社, 2009

21 世纪高等院校规划教材

ISBN 978-7-5084-6536-4

I. V… II. 高… III. 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.

TP311.138

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 133378 号

策划编辑: 石永峰 责任编辑: 杨元泓 加工编辑: 陈洁 封面设计: 李佳

书 名	21 世纪高等院校规划教材 Visual FoxPro 程序设计
作 者	主 编 高巍巍 副主编 侯相茹 杨巍巍 张 蕾 主 审 张 军
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 电话: (010) 68367658 (营销中心)、82562819 (万水)
经 售	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	北京市天竺颖华印刷厂
规 格	184mm×260mm 16 开本 21.25 印张 548 千字
版 次	2009 年 8 月第 1 版 2009 年 8 月第 1 次印刷
印 数	0001—4000 册
定 价	32.00 元

凡购买我社图书, 如有缺页、倒页、脱页的, 本社营销中心负责调换
版权所有·侵权必究

序

随着计算机科学与技术的飞速发展,计算机的应用已经渗透到国民经济与人们生活的各个角落,正在日益改变着传统的人类工作方式和生活方式。在我国高等教育逐步实现大众化后,越来越多的高等院校会面向国民经济发展的第一线,为行业、企业培养各级各类高级应用型专门人才。为了大力推广计算机应用技术,更好地适应当前我国高等教育的跨越式发展,满足我国高等院校从精英教育向大众化教育的转变,符合社会对高等院校应用型人才培养的各类要求,我们成立了“21世纪高等院校规划教材编委会”,在明确了高等院校应用型人才培養模式、培养目标、教学内容和课程体系的框架下,组织编写了本套“21世纪高等院校规划教材”。

众所周知,教材建设作为保证和提高教学质量的重要支柱及基础,作为体现教学内容和教学方法的知识载体,在当前培养应用型人才中的作用是显而易见的。探索和建设适应新世纪我国高等院校应用型人才培養体系需要的配套教材已经成为当前我国高等院校教学改革和教材建设工作面临的紧迫任务。因此,编委会经过大量的前期调研和策划,在广泛了解各高等院校的教学现状、市场需求,探讨课程设置、研究课程体系的基础上,组织一批具备较高的学术水平、丰富的教学经验、较强的工程实践能力的学术带头人、科研人员和主要从事该课程教学的骨干教师编写出一批有特色、适用性强的计算机类公共基础课、技术基础课、专业及应用技术课的教材以及相应的教学辅导书,以满足目前高等院校应用型人才培養的需要。本套教材消化和吸收了多年来已有的应用型人才培養的探索与实践成果,紧密结合经济全球化时代高等院校应用型人才培養工作的实际需要,努力实践,大胆创新。教材编写采用整体规划、分步实施、滚动立项的方式,分期分批地启动编写计划,编写大纲的确定以及教材风格的定位均经过编委会多次认真讨论,以确保该套教材的高质量和实用性。

教材编委会分析研究了应用型人才与研究型人才在培养目标、课程体系和内容编排上的区别,分别提出了3个层面上的要求:在专业基础类课程层面上,既要保持学科体系的完整性,使学生打下较为扎实的专业基础,为后续课程的学习做好铺垫,更要突出应用特色,理论联系实际,并与工程实践相结合,适当压缩过多过深的公式推导与原理性分析,兼顾考研学生的需要,以原理和公式结论的应用为突破口,注重它们的应用环境和方法;在程序设计类课程层面上,把握程序设计方法和思路,注重程序设计实践训练,引入典型的程序设计案例,将程序设计类课程的学习融入案例的研究和解决过程中,以学生实际编程解决问题的能力为突破口,注重程序设计的实现;在专业技术应用层面上,积极引入工程案例,以培养学生解决工程实际问题的能力为突破口,加大实践教学内容的比重,增加新技术、新知识、新工艺的内容。

本套规划教材的编写原则是:

在编写中重视基础,循序渐进,内容精炼,重点突出,融入学科方法论内容和科学理念,反映计算机技术发展要求,倡导理论联系实际和科学的思想方法,体现一级学科知识组织的层次结构。主要表现在:以计算机学科的科学体系为依托,明确目标定位,分类组织实施,兼容互补;理论与实践并重,强调理论与实践相结合,突出学科发展特点,体现学科发展的内在规律;教材内容循序渐进,保证学术深度,减少知识重复,前后相互呼应,内容编排合理,整体

结构完整；采取自顶向下设计方法，内涵发展优先，突出学科方法论，强调知识体系可扩展的原则。

本套规划教材的主要特点是：

(1) 面向应用型高等院校，在保证学科体系完整的基础上不过度强调理论的深度和难度，注重应用型人才的专业技能和工程实用技术的培养。在课程体系方面打破传统的研究型人才培养体系，根据社会经济发展对行业、企业的工程技术需要，建立新的课程体系，并在教材中反映出来。

(2) 教材的理论知识包括了高等院校学生必须具备的科学、工程、技术等方面的要求，知识点不要求大而全，但一定要讲透，使学生真正掌握。同时注重理论知识与实践相结合，使学生通过实践深化对理论的理解，学会并掌握理论方法的实际运用。

(3) 在教材中加大能力训练部分的比重，使学生比较熟练地应用计算机知识和技术解决实际问题，既注重培养学生分析问题的能力，也注重培养学生思考问题、解决问题的能力。

(4) 教材采用“任务驱动”的编写方式，以实际问题引出相关原理和概念，在讲述实例的过程中将本章的知识点融入，通过分析归纳，介绍解决工程实际问题的思想和方法，然后进行概括总结，使教材内容层次清晰，脉络分明，可读性、可操作性强。同时，引入案例教学和启发式教学方法，便于激发学习兴趣。

(5) 教材在内容编排上，力求由浅入深，循序渐进，举一反三，突出重点，通俗易懂。采用模块化结构，兼顾不同层次的需求，在具体授课时可根据各校的教学计划在内容上适当加以取舍。此外还注重了配套教材的编写，如课程学习辅导、实验指导、综合实训、课程设计指导等，注重多媒体的教学方式以及配套课件的制作。

(6) 大部分教材配有电子教案，以使教材向多元化、多媒体化发展，满足广大教师进行多媒体教学的需要。电子教案用 PowerPoint 制作，教师可根据授课情况任意修改。相关教案的具体情况请到中国水利水电出版社网站 www.waterpub.com.cn 下载。此外还提供相关教材中所有程序的源代码，方便教师直接切换到系统环境中教学，提高教学效果。

总之，本套规划教材凝聚了众多长期在教学、科研一线工作的教师及科研人员的教学科研经验和智慧，内容新颖，结构完整，概念清晰，深入浅出，通俗易懂，可读性、可操作性和实用性强。本套规划教材适用于应用型高等院校各专业，也可作为本科院校举办的应用技术专业的课程教材，此外还可作为职业技术学院和民办高校、成人教育的教材以及从事工程应用的技术人员的自学参考资料。

我们感谢该套规划教材的各位作者为教材的出版所做出的贡献，也感谢中国水利水电出版社为选题、立项、编审所做出的努力。我们相信，随着我国高等教育的不断发展和高校教学改革的不深入，具有示范性并适应应用型人才培养的精品课程教材必将进一步促进我国高等院校教学质量的提高。

我们期待广大读者对本套规划教材提出宝贵意见，以便进一步修订，使该套规划教材不断完善。

21 世纪高等院校规划教材编委会

2004 年 8 月

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

序

前言

第1章 Visual FoxPro 6.0 概述	1	2.1.3 字符型常量	31
1.1 数据库系统基础知识	1	2.1.4 日期型常量	32
1.1.1 数据管理	1	2.1.5 日期时间型常量	35
1.1.2 计算机数据管理的发展	2	2.1.6 逻辑型常量	36
1.1.3 数据库系统的组成	4	2.2 变量	37
1.2 关系数据库的基础理论	5	2.2.1 字段变量	37
1.2.1 概念模型	5	2.2.2 内存变量	38
1.2.2 实体之间的联系	6	2.2.3 Visual FoxPro 命令格式与规则	45
1.2.3 数据模型	6	2.3 表达式	45
1.2.4 关系数据	7	2.3.1 数值表达式	46
1.2.5 关系运算	9	2.3.2 字符表达式	47
1.3 Visual FoxPro 的安装与运行	10	2.3.3 日期时间表达式	48
1.3.1 Visual FoxPro 的安装与卸载	11	2.3.4 关系表达式	50
1.3.2 启动与退出	12	2.3.5 逻辑表达式	54
1.4 Visual FoxPro 的操作界面	13	2.3.6 各种运算符的优先级	55
1.4.1 菜单系统	13	2.4 系统函数	55
1.4.2 工具栏	17	2.4.1 数值函数	55
1.4.3 命令窗口	18	2.4.2 字符函数	57
1.4.4 配置 Visual FoxPro 选项	19	2.4.3 日期和时间函数	60
1.4.5 设计器、向导、生成器	20	2.4.4 数据类型转换函数	61
1.5 Visual FoxPro 的操作方式	24	2.4.5 测试函数	62
1.5.1 命令操作方式	24	2.4.6 与表操作有关的测试函数	63
1.5.2 菜单操作方式	24	习题二	64
1.5.3 交互操作方式	25	第3章 数据库及表的基本操作	66
1.5.4 程序操作方式	25	3.1 数据库的基本操作	66
1.6 Visual FoxPro 6.0 系统概述	25	3.1.1 项目文件的建立	66
1.6.1 Visual FoxPro 的发展过程	25	3.1.2 数据库的建立	70
1.6.2 Visual FoxPro 的基本功能	26	3.1.3 数据库的打开与关闭	72
1.6.3 Visual FoxPro 的基本特点	26	3.1.4 数据库的修改	74
习题一	27	3.1.5 数据库的删除	74
第2章 Visual FoxPro 6.0 编程基础	30	3.2 表的基本操作	75
2.1 常量	30	3.2.1 表的建立	75
2.1.1 数值型常量	31	3.2.2 表的使用	87
2.1.2 货币型常量	31	3.2.3 表中记录的处理	94

3.3 表的排序与索引.....	105	5.2.2 视图与查询的区别.....	172
3.3.1 表的排序.....	105	5.2.3 视图与数据更新.....	172
3.3.2 索引概述.....	106	习题五.....	173
3.3.3 索引的建立与使用.....	107	第6章 Visual FoxPro 程序设计基础	175
3.4 多个表的操作.....	111	6.1 程序文件的建立与执行.....	175
3.4.1 工作区.....	112	6.1.1 程序的基本概念.....	175
3.4.2 表的关联.....	113	6.1.2 程序文件的建立与运行.....	176
3.4.3 设置参照完整性.....	114	6.2 顺序结构.....	180
习题三.....	116	6.2.1 程序结构的概念及分类.....	180
第4章 结构化查询语言 SQL	118	6.2.2 常用的交互式输入语句.....	180
4.1 数据查询.....	119	6.3 选择结构.....	186
4.1.1 基本查询.....	121	6.3.1 条件语句.....	186
4.1.2 排序查询.....	126	6.3.2 分支语句.....	188
4.1.3 计算与分组查询.....	127	6.4 循环结构.....	190
4.1.4 带特殊运算符的条件查询.....	130	6.4.1 当型循环.....	191
4.1.5 利用空值查询.....	132	6.4.2 计数循环.....	194
4.1.6 嵌套查询.....	133	6.4.3 数据库扫描循环.....	195
4.1.7 别名与自连接查询.....	135	6.5 过程与过程文件.....	196
4.1.8 超连接查询.....	137	6.5.1 过程文件的建立和调用.....	197
4.1.9 集合的并运算.....	139	6.5.2 过程调用中的参数传递.....	199
4.1.10 查询中的几个特殊选项.....	139	6.5.3 用户自定义函数.....	202
4.2 数据操作.....	142	6.5.4 变量的作用域.....	203
4.2.1 插入操作.....	142	习题六.....	205
4.2.2 删除操作.....	143	第7章 表单设计与应用	208
4.2.3 更新操作.....	144	7.1 面向对象的概念.....	208
4.3 数据定义.....	144	7.1.1 对象与类.....	208
4.3.1 定义表.....	144	7.1.2 子类与继承.....	209
4.3.2 删除表.....	147	7.2 Visual FoxPro 的类.....	210
4.3.3 修改表结构.....	147	7.2.1 Visual FoxPro 的基类.....	210
4.3.4 视图.....	149	7.2.2 容器与控件.....	210
习题四.....	150	7.2.3 事件与方法.....	211
第5章 查询和视图	154	7.3 创建和管理表单.....	212
5.1 查询.....	154	7.3.1 数据环境.....	213
5.1.1 创建查询的方法.....	154	7.3.2 创建表单.....	214
5.1.2 查询设计器.....	154	7.3.3 管理表单.....	218
5.1.3 利用查询设计器创建查询.....	159	7.3.4 运行表单.....	223
5.1.4 使用查询向导建立查询.....	165	7.4 常用表单控件.....	223
5.2 视图.....	167	7.4.1 输出类控件.....	223
5.2.1 创建视图.....	167	7.4.2 输入类控件.....	226

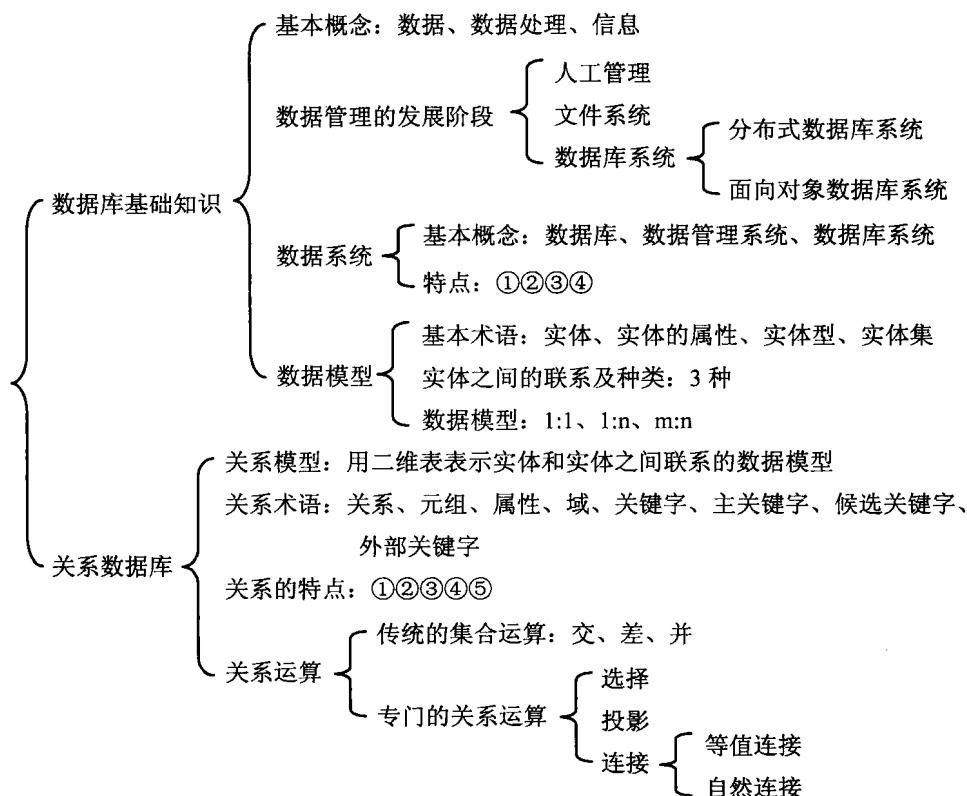
7.4.3 控制类控件	230
7.4.4 容器类控件	234
习题七	236
第8章 菜单设计与应用	238
8.1 Visual FoxPro 菜单简介	238
8.1.1 菜单的类型	238
8.1.2 菜单的热键和快捷键	239
8.2 下拉式菜单的设计	239
8.2.1 定义下拉式菜单	240
8.2.2 生成菜单程序文件	245
8.2.3 运行菜单程序文件	245
8.2.4 修改菜单文件	246
8.3 下拉式菜单的应用	247
8.3.1 使用自定义菜单替换系统菜单	247
8.3.2 在系统菜单任意位置插入 用户自定义菜单	250
8.3.3 为顶层表单添加下拉式菜单	251
8.4 快捷菜单的设计与应用	253
8.4.1 定义快捷菜单	253
8.4.2 在表单中调用快捷菜单	254
习题八	257
第9章 设计报表与标签	258
9.1 建立报表	258
9.1.1 快速报表	258
9.1.2 使用报表向导创建报表	260
9.2 报表设计器	262
9.2.1 报表设计器	262
9.2.2 “报表设计器”的报表带区	264
9.2.3 “报表”菜单	265
9.3 设计报表	265
9.3.1 设计报表布局	265
9.3.2 设置报表数据环境	265
9.3.3 添加报表控件	267
9.4 设计分组报表	268
9.5 设计多栏报表	270
9.6 打印报表	271
9.6.1 预览报表	271
9.6.2 打印报表	271
习题九	271

第10章 应用系统的开发	272
10.1 数据库设计	272
10.1.1 数据库设计步骤	272
10.1.2 数据库设计过程	273
10.2 应用系统开发的步骤	275
10.2.1 可行性分析阶段	275
10.2.2 需求分析阶段	276
10.2.3 系统设计阶段	276
10.2.4 实现阶段	277
10.2.5 测试阶段	278
10.2.6 运行与维护阶段	278
10.2.7 系统开发的总体规划	278
10.3 数据库应用系统开发	282
10.3.1 “教务管理系统”功能分析	282
10.3.2 系统结构	282
10.3.3 部分程序模块的实现	283
10.3.4 构造“教务管理系统”项目	289
习题十	289
第11章 数据结构与算法	290
11.1 算法	290
11.1.1 算法的基本概念	290
11.1.2 时间复杂度和空间复杂度	291
11.2 数据结构	292
11.2.1 数据结构的定义	292
11.2.2 线性结构和非线性结构	293
11.3 线性表	293
11.3.1 线性表的基本概念	293
11.3.2 线性表的存储结构	294
11.3.3 线性表的运算	296
11.4 栈和队列	297
11.4.1 栈的基本概念和运算	297
11.4.2 队列的基本概念和运算	299
11.5 树和二叉树	301
11.5.1 树的基本概念	301
11.5.2 二叉树的基本概念	302
11.5.3 二叉树的性质	302
11.5.4 二叉树的存储结构	303
11.5.5 二叉树的遍历	304
11.6 查找和排序	305

11.6.1 基本查找算法	305	13.1.3 软件工程的目标与原则	318
11.6.2 基本排序算法	306	13.2 结构化分析方法	319
习题十一	308	13.3 结构化设计方法	319
第 12 章 数据库设计基础	310	13.3.1 软件设计的概念	319
12.1 数据库系统的基本概念	310	13.3.2 软件设计的原理	320
12.1.1 数据、数据库、数据库管理系统、 数据库系统的基本概念	310	13.4 软件测试的方法	320
12.1.2 数据库系统的内部结构体系	312	习题十三	322
12.2 代数运算	313	第 14 章 程序设计基础	323
12.3 数据库设计方法和步骤	314	14.1 程序设计方法和风格	323
习题十二	315	14.2 结构化程序设计	324
第 13 章 软件工程基础	316	14.2.1 结构化程序设计的原则	324
13.1 软件工程的基本概念	316	14.2.2 结构化程序设计的基本结构	324
13.1.1 软件和软件工程的定义	316	14.3 面向对象的程序设计	325
13.1.2 软件生命周期	318	习题十四	327
		参考文献	328

第 1 章 Visual FoxPro 6.0 概述

知识结构图



数据库技术产生于 20 世纪 60 年代末期, 数据库技术是信息社会的重要基础技术之一, 是计算机科学领域中发展最为迅速的分支。由于数据库技术的出现, 数据处理能力得到了极大的提高, 可靠性不断增强, 成本也不断降低, 从而推动了计算机应用的普及。

本书将介绍关系数据库管理系统——Visual FoxPro 6.0, 它卓越的处理性能、良好的开发环境赢得了广大用户的喜爱。用户可以通过 Visual FoxPro 6.0 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, 设计查询、报表及菜单; 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。

1.1 数据库系统基础知识

1.1.1 数据管理

1. 数据

数据(Data)是指存储在某一种媒体上能够被识别的物理符号序列, 它的内容是事物特性的反映。数据不仅包括数字、字母、文字和其他特殊字符组成的文本形式的数据, 而且还包括

图像、图形、声音、电影、动画等多媒体数据，但使用最多、最基本的仍然是文字数据。

数据的概念包括两个方面：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。

例如，日期的表示形式为“2009 年 4 月 8 日”，也可以表示为“2009/04/08”或“04/08/09”。

2. 信息

信息（Information）是经过加工处理并对人类客观行为产生影响的数据表现形式。从计算机的角度，通常将信息看做是人们进行各种活动所需要获取的知识。

数据和信息在概念上是有区别的；所有的信息都是数据，而只有经过提炼和抽象之后具有使用价值的数据才能成为信息。经过加工所得到的信息仍以数据的形式表现，此时的数据是信息的载体，是人们认识信息的一种媒体。

3. 数据处理

数据处理也称为信息处理，是指将数据转换成信息的过程，它包括对数据的收集、存储、加工、分类、检索、统计、传播等一系列活动。数据处理的目的是从大量的、原始的数据中获得所需要的资料并提取有用的数据作为行动和决策的依据。

1.1.2 计算机数据管理的发展

计算机在数据管理方面经历了由低级向高级的发展过程。通常将数据管理分为 5 个阶段：人工管理阶段、文件系统阶段、数据库系统、分布式数据库系统、面向对象数据库系统。

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。

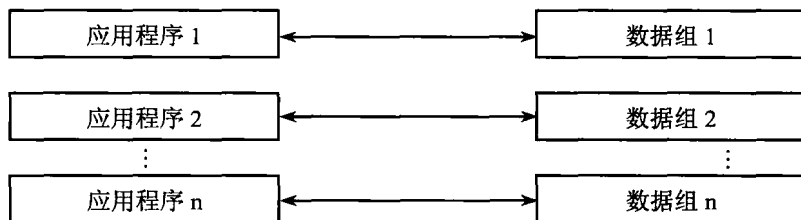


图 1-1 在人工管理阶段中的程序与数据

这种数据处理的特点如下：

（1）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，故程序和程序之间就会有大量重复的数据。

（2）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。

（3）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。

人工管理数据有两个缺点：第一，应用程序之间依赖性太强，不独立；第二，数据组和数据组之间可能有许多重复数据，造成数据冗余，数据结构性差。

2. 文件系统阶段

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。

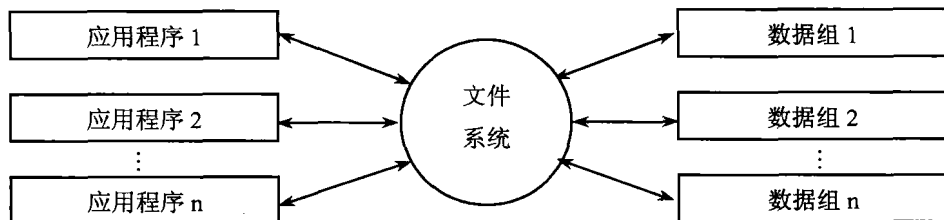


图 1-2 在文件系统阶段中的程序与数据

文件系统阶段的特点有：程序和数据有了一定的独立性，程序和数据分开存储，有了程序和数据的区别；数据文件可以长期保存在外存储器上进行多次存取；但是文件系统中的数据文件是为了满足特定业务领域，或某部门的专门需要而设计的服务于某一特定应用程序，数据和程序相互依赖，同一数据项可能重复出现在多个文件中，导致数据冗余度大，这不仅浪费存储空间，增加更新开销，更严重的是，由于不能统一修改，容易造成数据的不一致性。

文件系统存在的问题阻碍了数据处理技术的发展，它不能满足日益增长的需求，这正是数据库技术产生的原动力，也是数据库系统产生的背景。

3. 数据库系统阶段

从 20 世纪 60 年代后期开始，需要计算机管理的数据量急剧增长，并且对数据共享的需求日益增强。文件系统的数据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。

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，在应用程序与数据库之间，有一个数据库管理系统 DBMS (DataBase Management System)。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。

数据库的主要目的是有效地管理和存取大量的数据资源，包括：提高数据的共享性，使多个用户能够同时访问数据库中的数据；减小数据的冗余度，以提高数据的一致性和完整性；提供数据与应用程序的独立性，从而减少应用程序的开发和维护代价。

Visual FoxPro 就是一种在微机上运行的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。

4. 分布式数据库系统阶段

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。20 世纪 70 年代后期之前，数据库系统多数是集中式的。网络技术的进展为数据库提供了分布式运行环境，从主机—终端系统结构发展到客户/服务器 (Client/Server) 系统结构。

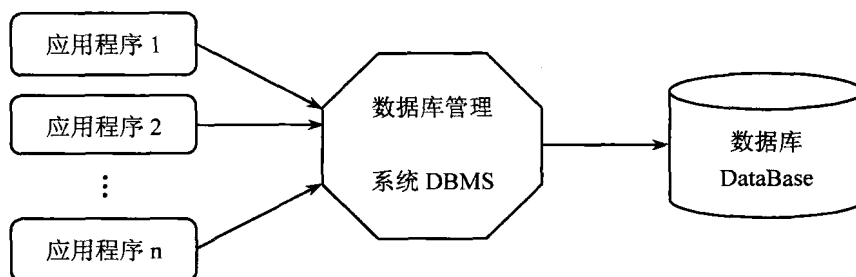


图 1-3 在数据库系统中数据与程序的关系

数据库技术与网络技术的结合分为紧密结合与松散结合两大类。因此，分布式 DBMS 也分为两大类：一是物理上分布、逻辑上集中的分布式数据库结构；二是物理上集中、逻辑上分布的数据库结构两种。

5. 面向对象数据库系统阶段

面向对象数据库系统（Object-Oriented DataBase System, OODBS）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。它是 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，它的发展十分迅猛，影响涉及计算机科学及其应用的各个领域。

通俗地讲，面向对象的方法就是按照人们认识世界和改造世界的习惯方法对现实世界的客观事物对象进行最自然的、最有效的抽象和表达，同时又以各种严格高效的行为规范和机制实施客观事物的有效模拟和处理，而且把对客观事物的表达（对象属性结构）和对它的操作处理（对象行为特征）结合成为一个有机整体，事物完整的内部结构和外部行为机制被反映得淋漓尽致。

面向对象数据库系统是从关系模型中脱离出来，强调在数据库框架中发展类型、数据抽象、继承和持久性。它的基本设计思想是，一方面把面向对象语言向数据库方向扩展，使应用程序能够存取并处理对象，另一方面扩展数据库系统，使其具有面向对象的特征，提供一种综合的语义数据建模概念集，以便对现实世界中复杂应用的实体和联系建模。因此，面向对象数据库系统首先是一个数据库系统，具备数据库系统的基本功能，其次是一个面向对象的系统，针对面向对象的程序设计语言的永久性对象存储管理而设计的，充分支持完整的面向对象概念和机制。

1.1.3 数据库系统的组成

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 and 硬件资源所组成的系统。这类系统主要由 5 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、数据库管理员和用户。

1. 数据库

数据库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。

2. 数据库管理系统

为了让多种应用程序并发地使用数据库中具有最小冗余度的共享数据，必须使用数据库与程序具有较高的独立性。这就需要有一个软件系统对数据实行专门管理，提供安全性和完整性等统一控制机制，方便用户以交互命令或程序方式对数据库进行操作。数据库管理系统就是帮助用户建立、使用和管理数据库的软件系统，它由一系列系统软件组成，是数据库系统的核心部分。

数据库管理系统通常由以下7个部分组成：数据描述语言(DDL)；数据操纵语言(DML)；动态数据交换(DDE)；对象链接与嵌入(OLE)；结构化查询语言(SQL)；向导程序(Wizards)；其他管理和控制程序。

通过数据库管理系统，数据成为用户方便使用的资源，易于被各种用户所共享，数据的安全性、完整性和可用性也可以得到增强。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

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，面向某一类实际应用的应用软件系统，如以数据库为基础的学生管理系统、人事管理系统等。

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。

综上所述，数据库系统具备以下主要特性：

(1) 具有较高的数据独立性。在数据库系统中，数据库管理系统把数据与应用程序隔离开来，使数据独立于应用程序，实现了应用程序对数据的总体逻辑结构、物理存储结构之间的较高的独立性。用户只以简单的逻辑结构来操作数据，无需考虑数据在存储器上的物理位置与结构。

(2) 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。不同的用户可以使用数据库中的不同数据，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。

(3) 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。数据库系统不仅可以表示事物内部各数据项之间的联系，而且可以表示事物与事物之间的联系，从而反映出现实世界事物之间的联系。因此，任何数据库管理系统都支持一种抽象的数据模型。

(4) 有统一的数据控制功能。数据库可以被多个用户或应用程序共享，数据的存取往往是并发的，即多个用户同时使用同一个数据库。数据库管理系统必须提供必要的保护措施，包括并发访问控制功能、数据的安全控制功能和数据库的完整性控制功能。

(5) 安全性与保密性。数据库系统可以提供安全性与保密性措施功能，以使数据不会遭到破坏与盗用。数据的安全性涉及数据库的保护措施，也就是要避免无权限使用的人或无权限修改的人对数据进行有意或无意的破坏或泄露；数据的保密性涉及个人或机构自身的权利，它决定何时、何地、何种程度的传递。

1.2 关系数据库的基础理论

1.2.1 概念模型

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

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，也可能是抽象的事件。比如：学生、老师、书桌等实际的事物；另外还有选课、比赛等比较抽象的事件。

2. 实体的属性

描述实体的特性称为属性。例如，一个学生实体用（学号、姓名、性别、专业、出生日期、籍贯）等若干个属性来描述。

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。

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，如一个部门可以有多个员工。两个实体之间的联系可以归结为 3 种类型，具体介绍如下：

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。

1.2.3 数据模型

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。不同的数据模型以不同的方式把数据组织到数据库中，常用的数据模型有 3 种：层次模型、网状模型和关系模型。

1. 层次数据模型

层次数据模型（Hierarchical Model）使用树型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，根节点在上，层次最高，子节点在下，逐层排列，如图 1-4 所示。

层次模型满足下述两个基本条件：

- 有且只有一个节点无双亲，这个节点即为树的根，称为根节点。
- 其他节点有且仅有一个双亲，无子女节点称为叶节点。

2. 网状数据模型

网状数据模型（Network Model）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。网中的每一个节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的联系。

网状数据模型的特点如下：

- 可以有任意个节点（包括零个）无双亲。
- 允许节点有多个双亲。
- 允许两个节点之间有两种或两种以上的关系。

网状模型结构如图 1-5 所示。

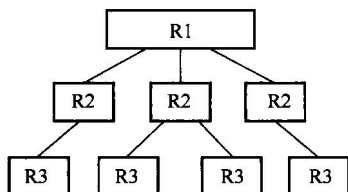


图 1-4 层次模型结构

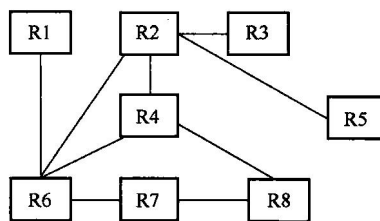


图 1-5 网状模型结构图

3. 关系模型

关系模型（Relational Model）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。

从上述关系模型可以看出，关系模型具有以下优点：

（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、记录描述得很清楚。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。

关系模型与层次模型和网状模型的区别在于数据描述的一致性，是目前最流行的数据库模型。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。

1.2.4 关系数据

Visual FoxPro 6.0 是一种关系型数据库管理系统，支持关系模型。一个关系就是一张二维表，如图 1-6 所示。

商品编码	商品名称	分类编码	供应商编码	进货日期	进货价格
1101	品牌橙汁	1001	8001	11/09/01	4.10
1102	品牌桃汁	1001	8001	12/10/01	3.90
1103	品牌矿泉水	1001	8802	09/08/01	0.89
2101	Z牌酱油	2001	5101	05/12/00	3.85
2102	Y牌食盐	2001	5201	02/03/01	1.17
2103	Z牌食醋	2001	5101	06/01/01	2.89
3101	美味干红	3001	7101	12/18/00	28.55
3102	美味干白	3001	7101	10/28/00	35.56
3103	酒王白酒	3001	7201	06/06/00	12.36
1104	品牌纯净水	1001	8803	01/05/01	1.25
4201	电饭锅	4001	9101	10/25/99	88.65
4202	多用锅	4001	9101	08/12/00	168.3

图 1-6 关系模型