



高等教育规划教材

Visual FoxPro

程序设计教程

第 3 版

刘瑞新 汪远征 曹欢欢 等编著



提供电子教案和习题解答

下载网址 <http://www.cmpedu.com>



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



高等教育规划教材

Visual FoxPro 程序设计教程

第3版

刘瑞新 汪远征 曹欢欢 等编著



机械工业出版社

本书以 Visual FoxPro 6.0 中文版为语言背景, 以程序语言结构为主线, 通过大量实例, 深入浅出地介绍了数据库与 Visual FoxPro 的基础知识、Visual FoxPro 的编程环境与编程基础、Visual FoxPro 编程的工具与编程步骤、顺序结构程序设计、选择结构程序设计、循环结构程序设计、数组、自定义属性与方法、表单集与多重表单、菜单与工具栏、数据表和索引、多表操作与数据库、查询与视图、关系数据库标准语言 SQL 和报表。本书内容涵盖《全国计算机等级考试二级考试大纲 (Visual FoxPro 程序设计)》。

本书适合作为大学、高职高专及各类中等职业教育学校的教材, 也可以作为各类计算机培训班的教学用书, 还可以作为各类应试人员的学习用书。

本书配有电子教案, 需要的教师可登录 www.cmpedu.com 免费注册, 审核通过后下载, 或联系编辑索取 (QQ: 2966938356, 电话: 010-88379739)。

图书在版编目 (CIP) 数据

Visual FoxPro 程序设计教程 / 刘瑞新等编者. —3 版. —北京: 机械工业出版社, 2015.1

高等教育规划教材

ISBN 978-7-111-48219-2

I. ①V… II. ①刘… 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 233219 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 和庆娣 责任校对: 张艳霞

责任印制: 刘 岚

涿州市京南印刷厂印刷

2015 年 1 月第 3 版 · 第 1 次印刷

184mm×260mm·20 印张·496 千字

0001—3000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-48219-2

定价: 39.90 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线: (010) 88379833

机工官网: www.cmpbook.com

读者购书热线: (010) 88379649

机工官博: weibo.com/cmp1952

教育服务网: www.cmpedu.com

封面防伪标均为盗版

金书网: www.golden-book.com

出版说明

当前,我国正处在加快转变经济发展方式、推动产业转型升级的关键时期。为经济转型升级提供高层次人才,是高等院校最重要的历史使命和战略任务之一。高等教育要培养基础性、学术型人才,但更重要的是加大力度培养多规格、多样化的应用型、复合型人才。

为顺应高等教育迅猛发展的趋势,配合高等院校的教学改革,满足高质量高校教材的迫切需求,机械工业出版社邀请了全国多所高等院校的专家、一线教师及教务部门,通过充分的调研和讨论,针对相关课程的特点,总结教学中的实践经验,组织出版了这套“高等教育规划教材”。

本套教材具有以下特点:

- 1) 符合高等院校各专业人才的培养目标及课程体系的设置,注重培养学生的应用能力,加大案例篇幅或实训内容,强调知识、能力与素质的综合训练。
- 2) 针对多数学生的学习特点,采用通俗易懂的方法讲解知识,逻辑性强、层次分明、叙述准确而精炼、图文并茂,使学生可以快速掌握,学以致用。
- 3) 凝结一线骨干教师的课程改革和教学研究成果,融合先进的教学理念,在教学内容和方法上做出创新。
- 4) 为了体现建设“立体化”精品教材的宗旨,本套教材为主干课程配备了电子教案、学习与上机指导、习题解答、源代码或源程序、教学大纲、课程设计和毕业设计指导等资源。
- 5) 注重教材的实用性、通用性,适合各类高等院校、高等职业学校及相关院校的教学,也可作为各类培训班教材和自学用书。

欢迎教育界的专家和老师提出宝贵的意见和建议。衷心感谢广大教育工作者和读者的支持与帮助!

机械工业出版社

前 言

本教材第1版、第2版由于结构合理，内容取舍得当，易于教师讲授和方便学生理解，被许多大专院校连续多年选为教材，也因此成为同类书中印刷量最大的教材之一。

为了使本教材更加完善，我们对第2版教材进行了一些调整和充实，使之更加符合当前大专院校对 Visual FoxPro 课程的教学要求。因此，本书无论在内容和课时安排上，都更加适应教学的需要。

本书作为第二个层次的计算机教学内容，建立在读者没有任何程序设计知识的基础上，重点讲解计算机程序设计语言的基本知识（语言基本元素与结构、语言本身所支持的数据类型、数组、各种表达式的使用）、结构化程序设计知识（程序的输入和输出、程序的控制结构、顺序结构、选择结构、循环结构、子程序及文件的使用等）、面向对象程序设计的概念与方法和程序中常用的算法等。本书的基本内容主要围绕“程序设计”这个主题。

微软公司开发的 Visual 系列语言不仅在功能上趋于统一，而且在编程的方法上也是一致的，它们都是采用“面向对象”编程技术的简化版——可视化编程。这是一种程序设计的新概念、新方法，学会一种可视化编程语言，可以毫不费力地学习另一种可视化编程语言。所以通过本教材的学习，读者不仅可以学会程序设计的基本知识、设计思想和方法，还可以学会可视化程序设计的通用方法与步骤。

本书以 Visual FoxPro 6.0 中文版为语言背景，以程序语言结构为主线，把可视化控件、向导分散到各章中介绍，通过大量实例，深入浅出地介绍了数据库与 Visual FoxPro 的基础知识、Visual FoxPro 的编程环境与编程基础、Visual FoxPro 编程的工具与步骤、顺序结构程序设计、选择结构程序设计、循环结构程序设计、数组、自定义属性与方法、表单集与多重表单、菜单与工具栏、数据表和索引、多表操作与数据库、查询与视图、关系数据库标准语言 SQL 和报表等。本书概念清晰、逻辑性强、层次分明、例题丰富，适合教师课堂教学和学生自学。本书内容涵盖《全国计算机等级考试二级考试大纲（Visual FoxPro 程序设计）》。

全书通过大量有趣的实例介绍了程序设计的基础和方法，使读者可以轻松学会使用 Windows 环境中的可视化编程工具。在例题讲解中，按照先给出设计目标，然后介绍为实现设计目标而采取的设计方法，使学生明确程序设计的思想和方法，做到有的放矢。

全书图文并茂，所有操作都依实际屏幕显示一步一步讲述，读者可以边看书边上机操作，通过范例和具体操作，理解基本概念并学会操作方法。针对初学者的特点，全书在编排上注意由简到繁、由浅入深和循序渐进的特点，力求通俗易懂、简捷实用。

本书由刘瑞新、汪远征、曹欢欢等编著，刘瑞新编写第1、12章，汪远征编写第2、3、4章，曹欢欢编写第5、6、8章，徐雅静编写第7、15章，刘桂玲编写第9、11章，刘克纯、田金雨、骆秋容、王如雪、曹媚珠、陈文焕、刘有荣、李刚、孙明建、李索、刘大学编写第10章，张超林编写第13、16章，沙世雁、缪丽丽、田金凤、陈文娟、李继臣、王如新、赵艳波、王茹霞、田同福、徐维维、徐云林编写第14章以及课件的制作、程序的调试等。全书由刘瑞新、汪远征教授统编定稿。

由于编者水平有限，书中疏漏之处难免，欢迎读者对本书提出宝贵意见和建议。

编 者

目 录

出版说明

前言

第 1 章 数据库基础和 Visual FoxPro

编程环境 1

1.1 数据库的基本概念 1

1.1.1 数据与数据处理 1

1.1.2 数据库的产生 1

1.1.3 数据库系统 2

1.2 数据模型 2

1.2.1 基本概念 3

1.2.2 实体之间的联系 3

1.2.3 数据模型简介 3

1.3 关系数据库 4

1.3.1 基本概念 5

1.3.2 数据完整性 6

1.3.3 对关系数据库的要求 6

1.3.4 关系运算 7

1.4 Visual FoxPro 的特点 8

1.5 Visual FoxPro 的启动、退出

及主窗口 10

1.5.1 Visual FoxPro 的启动 10

1.5.2 Visual FoxPro 的退出 11

1.5.3 Visual FoxPro 的主窗口 11

1.6 配置 Visual FoxPro 12

1.6.1 设置环境和管理临时文件 12

1.6.2 配置 Visual FoxPro 工具栏 14

1.6.3 恢复 Visual FoxPro 环境 15

1.7 使用 Visual FoxPro 帮助和

联机文档 16

1.7.1 获得帮助 16

1.7.2 联机文档 16

1.7.3 获得示例 17

1.8 Visual FoxPro 的工作方式 17

1.8.1 交互方式 17

1.8.2 程序方式 17

1.8.3 最简单的操作命令 18

1.9 习题 1 18

第 2 章 Visual FoxPro 编程基础 21

2.1 数据的类型 21

2.1.1 数据的分类 21

2.1.2 基本的数据类型 21

2.1.3 数据表中字段的数据类型 21

2.2 常量与变量 22

2.2.1 常量 22

2.2.2 变量 23

2.3 表达式与运算符 26

2.3.1 算术运算符与算术表达式 26

2.3.2 字符串运算符与字符串表达式 27

2.3.3 日期时间运算符与日期时间

表达式 28

2.3.4 类与对象运算符 28

2.3.5 名表达式 28

2.4 函数 29

2.4.1 函数的分类 29

2.4.2 常用函数 29

2.5 习题 2 32

第 3 章 Visual FoxPro 编程的工具 35

3.1 项目管理器 35

3.1.1 创建和打开项目 35

3.1.2 项目管理器的操作 36

3.1.3 定制项目管理器 39

3.1.4 项目管理器中的命令按钮 41

3.2 设计器简介 41

3.3 工具栏简介 42

3.4 向导简介 42

3.5 生成器简介 43

3.6 表单设计器	44	5.3.4 使用焦点	76
3.6.1 打开表单设计器	44	5.3.5 形状与容器控件	77
3.6.2 表单设计器工具栏	45	5.3.6 使用对话框	79
3.6.3 表单控件工具栏	46	5.3.7 使用图像	81
3.6.4 属性窗口	46	5.4 习题 5	81
3.6.5 代码窗口	48	第 6 章 选择结构程序设计	84
3.7 习题 3	48	6.1 条件表达式	84
第 4 章 Visual FoxPro 的可视化编程	49	6.1.1 关系运算符与关系表达式	84
4.1 对象	49	6.1.2 逻辑运算符与逻辑表达式	85
4.1.1 对象的属性、事件与方法	49	6.1.3 运算符的优先顺序	85
4.1.2 控件与对象	50	6.2 条件选择语句	86
4.2 Visual FoxPro 可视化编程的步骤	55	6.2.1 单条件选择语句 IF	86
4.2.1 添加控件	56	6.2.2 多分支条件选择语句 DO CASE	91
4.2.2 修改属性	56	6.3 提供简单选择的控件	92
4.2.3 编写代码	57	6.3.1 使用命令按钮组	92
4.2.4 运行表单	58	6.3.2 使用选项按钮组	95
4.2.5 修改表单	59	6.3.3 使用复选框	98
4.3 控件的画法	59	6.4 计时器与微调器	102
4.3.1 在表单上画一个控件	59	6.4.1 使用计时器	102
4.3.2 控件的缩放和移动	60	6.4.2 使用微调器	105
4.3.3 控件的复制与删除	60	6.5 键盘事件	106
4.3.4 在表单上画多个同类控件	61	6.5.1 KeyPress 事件	106
4.3.5 布局工具栏	61	6.5.2 响应键盘事件	107
4.4 习题 4	63	6.6 习题 6	107
第 5 章 顺序结构程序设计	65	第 7 章 循环结构程序设计	110
5.1 顺序结构程序的概念	65	7.1 循环结构语句	110
5.2 基本语句	65	7.1.1 当型循环命令 DO WHILE	110
5.2.1 赋值语句	65	7.1.2 步长型循环命令 FOR	113
5.2.2 语句的续行	66	7.2 列表框与组合框控件	115
5.2.3 程序注释语句	66	7.2.1 使用列表框	115
5.2.4 程序暂停语句	67	7.2.2 使用组合框	122
5.2.5 程序结束语句	67	7.3 页框	126
5.3 输入与输出	68	7.3.1 带选项卡的表单	127
5.3.1 使用标签	68	7.3.2 不带选项卡的页框架	128
5.3.2 使用文本框	71	7.4 习题 7	129
5.3.3 使用编辑框	73	第 8 章 数组	132
		8.1 数组的概念	132

8.1.1 数组与数组元素	132	11.2 表的基本操作	191
8.1.2 数组的维数	132	11.2.1 使用“浏览”窗口	191
8.2 使用数组	133	11.2.2 定制“浏览”窗口	193
8.2.1 数组的定义	133	11.2.3 使用命令	194
8.2.2 数组的使用	136	11.3 在表单中操作表	197
8.2.3 数组数据的处理	139	11.3.1 在表单中显示浏览窗口	197
8.2.4 程序举例	141	11.3.2 数据环境	198
8.3 对象数组	143	11.3.3 在表单中操作数据表	198
8.3.1 对象的引用与释放	143	11.3.4 使用表格控件	200
8.3.2 运行时创建对象	144	11.3.5 使用页框	202
8.4 习题 8	150	11.3.6 逻辑字段的控制技巧	205
第 9 章 自定义属性与方法	153	11.3.7 编辑表单的设计	205
9.1 自定义属性	153	11.3.8 使用下拉列表框	207
9.1.1 添加自定义属性	153	11.3.9 深入了解控件和数据	208
9.1.2 数组属性	155	11.4 定制表	209
9.2 自定义方法	159	11.4.1 筛选表	209
9.2.1 自定义方法的概念	159	11.4.2 限制对字段的访问	210
9.2.2 参数的传递与方法的返回值	161	11.5 修改表结构	211
9.2.3 方法的递归调用	165	11.5.1 使用表设计器	211
9.3 习题 9	167	11.5.2 以编程方式修改表结构	212
第 10 章 设计菜单	169	11.6 数据表的索引	212
10.1 使用“菜单设计器”	169	11.6.1 基本概念	212
10.1.1 规划菜单系统	169	11.6.2 建立索引	213
10.1.2 “菜单设计器”简介	170	11.6.3 使用索引排序	215
10.1.3 主菜单中的有关选项	171	11.6.4 查找记录	217
10.1.4 在顶层表单中添加菜单	173	11.7 习题 11	220
10.2 自定义菜单的设计	174	第 12 章 多表操作与数据库	222
10.2.1 创建一个自定义菜单	174	12.1 使用多个表	222
10.2.2 在自定义菜单中使用 系统菜单项	176	12.1.1 工作区	223
10.2.3 在 MDI 表单中使用菜单	180	12.1.2 设置表间的临时关系	225
10.3 习题 10	184	12.1.3 在表单中对多表的控制	227
第 11 章 数据表和索引	185	12.1.4 多表的表单设计	228
11.1 创建新表	185	12.2 Visual FoxPro 数据库	235
11.1.1 表的概念	185	12.2.1 数据库表与自由表	235
11.1.2 表的结构设计	185	12.2.2 创建数据库	235
11.1.3 使用表设计器	187	12.2.3 在数据库中加入表	236
11.1.4 使用命令	189	12.2.4 打开数据库	237
		12.2.5 关联表	238

12.2.6	定义字段显示	239	14.2.3	几个特殊运算符	270
12.2.7	控制字段数据输入	240	14.2.4	嵌套查询	272
12.2.8	控制记录的数据输入	241	14.2.5	分组、排序及系统函数的使用	274
12.2.9	管理数据库记录	242	14.2.6	超联接查询	277
12.2.10	为数据库添加备注	242	14.2.7	集合的并运算	278
12.3	习题 12	243	14.2.8	查询输出去向及几个特殊选项	279
第 13 章	查询与视图	247	14.3	操作功能	280
13.1	创建查询	247	14.3.1	插入	280
13.1.1	启动“查询设计器”	247	14.3.2	删除	281
13.1.2	定义结果	248	14.3.3	更新	282
13.1.3	排序与分组	249	14.4	在表单中使用 SQL	282
13.1.4	输出查询	251	14.5	习题 14	286
13.1.5	查询的 SQL 语句	252	第 15 章	报表	291
13.2	定制查询	253	15.1	数据源和报表布局	291
13.2.1	精确搜索	253	15.1.1	决定报表的常规布局	291
13.2.2	在查询输出中添加表达式	254	15.1.2	报表布局文件	292
13.2.3	在表单中使用查询	254	15.1.3	本章所涉的数据源	292
13.3	创建视图	256	15.2	创建报表布局	292
13.3.1	启动“视图设计器”	256	15.2.1	快速报表	292
13.3.2	视图设计器	257	15.2.2	使用向导创建报表	293
13.3.3	使用“视图设计器”修改视图	258	15.2.3	启动“报表设计器”	296
13.4	定制视图	258	15.3	设计报表	296
13.4.1	控制字段显示和数据输入	258	15.3.1	报表工具栏	297
13.4.2	参数提示	258	15.3.2	报表的数据源	297
13.4.3	控制更新方法	259	15.3.3	报表布局	298
13.5	使用视图	261	15.3.4	报表中的控件使用	300
13.5.1	视图处理	261	15.3.5	报表变量	304
13.5.2	视图使用举例	261	15.3.6	报表控件的布局	305
13.6	习题 13	262	15.4	报表分组与多栏报表	307
第 14 章	关系数据库标准语言 SQL	266	15.4.1	报表分组	307
14.1	SQL 简介	266	15.4.2	报表分栏	309
14.1.1	SQL 语言的主要特点	266	15.5	预览和打印报表	310
14.1.2	SQL 语句的执行	267	15.5.1	预览结果	310
14.2	查询功能	267	15.5.2	打印报表	311
14.2.1	SQL 语法	267	15.6	习题 15	311
14.2.2	简单查询	269			

第1章 数据库基础和 Visual FoxPro 编程环境

数据库是数据库应用程序的核心。本章首先介绍数据库的基本概念，然后介绍数据模型、关系数据库以及 Visual FoxPro 关系数据库管理系统等基础知识。

1.1 数据库的基本概念

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，而且还存放数据之间的联系。

1.1.1 数据与数据处理

数据是指存储在某一种媒体上的能够识别的物理符号。数据的概念有两个方面的涵义：描述事物特性的数据内容以及存储在媒体上的数据形式。数据形式可以是多样的，例如“2015年1月16日”是一个数据，它可以表示为“2015-1-16”“15/16/2004”等多种形式。

数据的概念在数据处理领域中已经大大地拓宽了，数据不仅包括各种文字或字符组成的文本形式的数据，而且包括图形、图像、动画、影像、声音等多媒体数据。

数据处理是指将数据转换成信息的过程，通过数据处理可以获得信息，如通过商店的进货量和销售量，就可以知道库存量，从而为进货提供依据。

1.1.2 数据库的产生

计算机管理数据随着计算机的发展而不断发展，利用计算机对数据进行处理经历了4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，没有像磁盘这样的速度快、存储容量大、随机访问、直接存储的外存储器。软件方面，没有专门管理数据的软件，数据包含在计算或处理它的程序之中。数据管理的任务包括存储结构、存取方法、输入输出方式等，完全由程序员通过编程实现。这一阶段的数据管理称为人工管理阶段。

2. 文件系统阶段

20世纪50年代后期至20世纪60年代后期，计算机开始大量地用于各种管理中的数据处理工作，大量的数据存储、检索和维护成为紧迫的需求。此时，在硬件方面，可直接存取的磁盘成为外存储器的主流；软件方面，出现了高级语言和操作系统。

这一阶段的数据处理采用程序与数据分离的方式，有了程序文件与数据文件的区别。数据文件可以长期保存在外存储器上被多次存取，在操作系统中文件系统的支持下，程序使用文件名访问数据文件，程序员只需关注数据处理的算法，而不必关心数据在存储器上如何存取。这一阶段的数据管理称为文件（系统）管理阶段。

文件系统中的数据文件是为了满足特定的需要而专门设计的，为某一特定的程序而使用，数据与程序相互依赖。同一数据可能出现在多个文件中，这不仅浪费存储空间，而且由于不能统一更新，容易造成数据的不一致。

3. 数据库系统阶段

随着社会信息量的迅猛增长, 计算机处理的数据量也相应增大, 文件系统存在的问题阻碍了数据处理技术的发展, 于是数据库管理系统便应运而生。

数据库技术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; 减少数据的冗余度, 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, 从而降低应用程序的开发和维护费用。

数据库管理系统从 20 世纪 60 年代末问世以来, 一直是计算机管理数据的主要方式。

4. 分布式数据库系统阶段

20 世纪 70 年代以前, 数据库多数是集中式的, 随着网络技术的发展, 为数据库提供了良好的运行环境, 使数据库从集中式发展到分布式, 从主机/终端系统结构发展到客户/服务器系统结构。

1.1.3 数据库系统

1. 基本概念

① 数据库 (DataBase): 是指存储在计算机存储器中, 结构化的相关数据的集合。它不仅存放数据, 而且还存放数据之间的联系。

数据库中的数据面向多种应用, 可以被多个应用程序共享。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的控制。

② 数据库管理系统 (DBMS): 是指帮助用户建立、使用和管理数据库的软件系统, 主要包括 3 部分: 数据描述语言 (DDL)、数据操作语言 (DML) 以及其他管理和控制程序。

③ 数据库应用系统 (DBAS): 利用数据库系统资源开发的面向某一类实际应用的应用软件系统。一个 DBAS 通常由数据库和应用程序两部分构成, 它们都需要在数据库管理系统的支持下开发和工作。

④ 数据库系统: 是指引进数据库技术后的计算机系统, 包括硬件系统、数据库集合、数据库管理系统和相关软件、数据库管理员、用户等 5 部分。

其中, 硬件系统是指运行数据库系统需要的计算机硬件, 包括主机、显示器、打印机等; 数据库集合是指数据库系统包含的若干个设计合理、满足应用需要的数据库; 数据库管理系统和相关软件包括操作系统、数据库管理系统、数据库应用系统等相关软件; 数据库管理员是指对数据库系统进行全面维护 and 管理的专门人员; 数据库系统最终面对的是用户。

2. 数据库系统的特点

与文件系统相比, 数据库系统具有以下特点:

- ① 数据的独立性强, 减少了应用程序和数据结构的相互依赖性。
- ② 数据的冗余度小, 尽量避免存储数据的相互重复。
- ③ 数据的高度共享, 一个数据库中的数据可以为不同的用户所使用。
- ④ 数据的结构化, 便于对数据统一管理和控制。

1.2 数据模型

在现实世界中, 事物和事物之间是存在联系的, 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, 学校教学系统中的教师、学生、课程、成绩等都是相互关联的。通常把

表示客观事物及其联系的数据及结构称为数据模型。

1.2.1 基本概念

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，如教师、职工、部门、单位等；也可以是抽象的事件，如比赛、订货、选修课程等。

2. 实体集

实体集是具有相同类型及相同性质（或属性）实体的集合，例如某个学校的所有学生的集合可以被定义为实体集 Students。

3. 属性

实体通过一组属性来表示，属性是实体集中每个成员具有的描述性性质。将一个属性赋予某实体集表明数据库为实体集中每个实体存储相似的信息，例如学生可以用学号、姓名、性别、出生日期等属性描述。但对每个属性来说，各实体有自己的属性，即属性被用来描述不同实体间的区别。

4. 联系

实体之间的对应关系称为联系，它反映了现实事物之间的相互联系，例如，一位学生可以选学多门课程；一个部门中可以有多个职工。

1.2.2 实体之间的联系

联系可以归纳为以下 3 类。

1. 一对一的联系

若对于实体集 A 中的每一个实体，都有实体集 B 中唯一的一个实体与之联系，则称实体集 A 与实体集 B 具有一对一的联系。例如，一个部门有一个经理，而每个经理只在一个部门任职，则部门和经理之间具有一对一的联系。

2. 一对多的联系

若对于实体集 A 中的每一个实体，实体集 B 中有 n ($n > 0$) 个实体与之联系，反之，对于实体集 B 中的每个实体，实体集 A 中至多只有一个实体与之联系，则称实体集 A 与实体集 B 具有一对多的联系。例如，一个部门有若干名职工，而每名职工只在一个部门工作，则部门与职工之间是一对多的联系。

3. 多对多的联系

若对于实体集 A 中的每一个实体，实体集 B 中有 n ($n > 0$) 个实体与之联系，反之，对于实体集 B 中的每个实体，实体集 A 中也有 m ($m > 0$) 个实体与之联系，则称实体集 A 与实体集 B 具有多对多的联系。例如，学生和选修课程的联系，某个学生可以选修多门课程，某门选修课程也可以被多名学生选修。

1.2.3 数据模型简介

数据库中的数据从整体来看是有结构的，即所谓数据的结构化。各实体以及实体间存在的联系的集合称为数据模型，数据模型的重要任务之一就是指出实体间的联系。按照实体集间的不同联系方式，数据库分为 3 种数据模型：层次型、网络型和关系型。

1. 层次模型

层次模型的结构是树结构，树的节点是实体，树的枝是联系，从上到下为一对多的联系。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，则此分支中最后的节点称为“叶”。图 1-1 所示为某系的机构设置，“根”节点是系，“叶”结点是各位教师。



图 1-1 树结构与层次模型

支持层次模型的数据库管理系统称为层次数据库管理系统，其中的数据库称为层次数据库。

2. 网状模型

用网形结构表示实体及其之间联系的模型称为网状模型。在网状模型中，每一个节点代表一个实体，并且允许节点有多于一个的“父”节点。这样网状模型代表了多对多的联系类型，如图 1-2 所示。

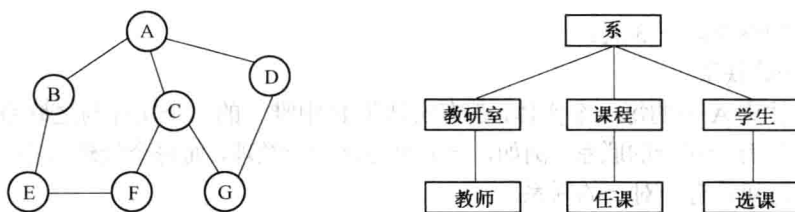


图 1-2 网形结构与网状模型

支持网状模型的数据库管理系统称为网状数据库管理系统，其中的数据库称为网状数据库。

3. 关系模型

关系模型是以数学理论为基础构造的数据模型，它用二维表格来表示实体集中实体之间的联系。在关系模型中，操作的对象和结果都是二维表（即关系），表格与表格之间通过相同的栏目建立联系。

关系模型有很强的数据表示能力和坚实的数学理论，且结构单一，数据操作方便，最易被用户接受，以关系模型建立的关系数据库是目前应用最广泛的数据库。由于关系数据库的许多优秀功能，层次数据库和网状数据库均已失去其重要性。

1.3 关系数据库

自 20 世纪 80 年代以来，新推出的数据库管理系统几乎都是基于关系模型的。Visual FoxPro 就是一种关系数据库管理系统。

1.3.1 基本概念

1. 关系与表

关系的逻辑结构就是一张二维表，如学籍表、课程表等。在 Visual FoxPro 中，一个关系就是一个“表”，每个表对应一个磁盘文件，表文件的扩展名为.DBF。表文件名即表的名称，也就是关系的名称。

2. 属性与字段

一个关系有很多属性（即实体的属性），对应二维表中的列（垂直方向）。每一个属性有一个名字，称为属性名。对于一张二维表格来说，属性就是表格中的栏（列），同栏的数据应具有相同的性质，如“姓名”这一栏就只能填充姓名数据，而不能是其他数据。

在 Visual FoxPro 中，属性表示为表中的“字段”，属性名即为字段名。

3. 关系模式与表结构

对关系的描述称为关系模式，一个关系模式对应一个关系的结构。其格式为：

关系名(属性名 1, 属性名 2, ..., 属性名 n)

在 Visual FoxPro 中对应的表结构为：

表名(字段名 1, 字段名 2, ..., 字段名 n)

4. 元组与记录

在一个表格（一个关系）中，行（水平方向）称为“元组”。在 Visual FoxPro 中，元组表示为表中的“记录”。

一个表中可以有多个记录，也可以没有记录，没有记录的表称为“空表”。

5. 域

域是属性取值的范围，不同的属性有不同的取值范围，即不同的域。如成绩的取值范围是 0~100，逻辑型属性的取值只能是 .T.（真）或 .F.（假）。

6. 码与关键字

用来区分不同元组（实体）的属性或属性组合，称为码。在 Visual FoxPro 中对应的概念是关键字，关键字是字段或字段的组合，用于在表中唯一标识记录。如学生成绩表中的学号字段是关键字，因为学号不可能重复，可以用来唯一标识一个记录；性别字段就不是关键字，因为表中相同的性别可能会在不同记录中出现，即有两个或两个以上记录的该属性相同。

如果码的任意真子集都不能成为码，这样的“最小码”称为“候选码”。候选码可能有多个，被选中用来区别不同元组的候选码称为主码。在 Visual FoxPro 中，对应的概念是候选关键字和主关键字。

如果表中的某个字段不是本表的关键字，而是另外一个表中的关键字，则称该字段为外部关键字。

7. 关系模型与数据库

从集合论的观点来看，一个关系模型就是若干个有联系的关系模式的集合，一个关系模式是命名的属性集合，另外，关系是元组的集合，元组是属性值的集合。

在 Visual FoxPro 中，把相互之间存在联系的表放到一个数据库中统一管理。例如，在订货管理数据库中可以包含订单表和客户表。

1.3.2 数据完整性

数据完整性是指数据库中数据的正确性和一致性（或相容性），保证数据完整性可以防止数据库中存在不合法的数据，防止错误的数据进入数据库中。

数据完整性可以分为实体完整性、域完整性和参照完整性。

1. 实体完整性

实体完整性是指数据库表的每一行都有一个唯一的标识。实体完整性由实体完整性规则来定义，完整性规则是指表中的每一行在组成码（关键字）的列上不能有空值或重复值，否则就不能起到唯一标识行的作用。

2. 域完整性

域完整性是指数据库数据取值的正确性。它包括数据类型、精度、取值范围以及是否允许空值等。取值范围又可分为静态和动态两种：静态取值范围是指列数据的取值范围是固定的，如年龄小于 150；动态取值范围是指列数据的取值范围由另一列或多列的值决定，或更新列的新值依赖于它的旧值。

3. 参照完整性

参照完整性是指数据库中表与表之间存在码（关键字）与外码（外部关键字）的约束关系，利用这些约束关系可以维护数据的一致性或相容性，即在数据库的多个表之间存在某种参照关系。要实现这种参照关系，首先要创建表的码与外码。

① 当对含有外码的表进行插入、更新操作时，必须检查新行中外键的值是否在主表中存在，若不存在就不能执行该操作。

② 当对主表中的行进行删除、更新操作时，必须检查被删除行或被更新行中主码的值是否在被一个或多个外码参照引用，若正被参照就不能执行该操作。

1.3.3 对关系数据库的要求

通常生活中的二维表格多种多样，不是所有二维表格都被当作“关系”而存放到数据库中。也就是说，在关系模型中对“关系”有一定的规范化要求。

① 关系中的每个属性（列）必须是不可分割的数据单元。如图 1-3a 所示的复合表不符合要求，不能直接作为关系，应将它改为如图 1-3b 所示的二维表。

姓 名	成绩		
	语文	数学	外语

a)

姓 名	语文	数学	外语

b)

图 1-3 复合表与关系表

a) 复合表 b) 关系表

② 同一关系中不应有完全相同的属性名，即在同一个表格中不能出现相同的栏（字段）。

③ 关系中不应有完全相同的元组，即在同一个表格中不能出现相同的行（记录）。

④ 元组（记录）和属性名（字段）与次序无关，即交换两行或两列的位置不影响数据的实际含义。

1.3.4 关系运算

关系运算对应于 Visual FoxPro 中对表的操作,在对关系数据库进行查询时,为了找到用户感兴趣的数据,需要对关系进行一定的运算。这些运算以一个或两个关系作为输入,运算的结果是产生一个新的关系。关系的运算主要指选择、投影和连接 3 种运算。

1. 选择运算

选择运算是指从关系中找出满足给定条件的元组,又称为筛选运算。选择的条件以逻辑表达式给出,使得逻辑表达式的值为真的元组被选取。选择是从行的角度进行的运算,即选择部分行,经过选择运算可以得到一个新的关系,其关系模式不变,但其中的元组是原关系的一个子集。

在 Visual FoxPro 中,选择操作使用命令短语 FOR | WHILE 〈条件〉或设置记录过滤器来实现。

2. 投影运算

从关系模式中指定若干个属性组成新的关系称为投影。投影是从列的角度进行的运算,经过投影可以得到一个新关系,其关系模式所包含的属性个数往往比原关系少,或者属性的排列顺序不同。投影运算提供了垂直调整关系的手段,体现出关系中列的次序无关的特性。

在 Visual FoxPro 中,投影操作使用命令短语 FIELDS 〈字段 1〉,〈字段 2〉,...,或设置字段过滤器来实现。

选择运算和投影运算经常联合使用,从数据库文件中提取某些记录和某些数据项。

3. 连接运算

从两个关系中选取满足连接条件的元组组成新关系,称为连接(或链接、连结)。连接是关系的横向结合,连接运算将两个关系模式的属性名拼接成一个更宽的关系模式,生成的新关系中包含满足连接条件的元组。连接过程是通过连接条件来控制的,连接条件中将出现两个关系中的公共属性名,或者具有相同语义、可比的属性。

选择和投影运算都是一目运算,它们的操作对象只是一个关系,相当于对一个二维表进行切割。连接运算是二目运算,需要两个关系作为操作对象,如果需要连接两个以上的关系,应当两两进行连接。

在 Visual FoxPro 中,连接操作相当于对两个二维表进行拼接。有两种意义下的连接操作,用 JOIN 命令实现两个表的连接将得到一个新的表;关联操作命令 SET RELATION 属于逻辑上的连接操作。

4. 自然连接和优化

自然连接是指去掉重复属性的等值连接,它是按照属性值对应相等为条件进行的连接操作。自然连接是最常用的连接运算。

系统在执行连接运算时,要进行大量的比较操作,因此执行时比较费时。尤其在包括许多元组的关系之间进行连接时,更加突出。

优化的一般方法是:

- ① 首先进行选择运算,尽量减少关系中元组的个数,缩小参与连接运算关系的数量,减少访问记录的次数。
- ② 然后能投影的投影,使关系中的属性个数减少。在投影时必须注意保留连接两个关系所需要的公共属性或具有相同语义的属性,否则关系之间就失去了联系。

③ 最后再进行连接操作。

利用关系的投影、选择和连接运算，可以方便地分解或构造新的关系。

1.4 Visual FoxPro 的特点

1. 简单、易学、易用

(1) 快速完成应用任务

提供了“向导”、“生成器”和“设计器”3种工具，这3种工具都使用图形交互界面方式，使用户能够简单而又快捷地完成数据操作任务。

(2) 一致的用户界面，使用方便的工具栏

Visual FoxPro 改进了用户界面，其主窗口与许多其他 Microsoft 产品（如 Word、Excel）更趋于一致，使得用户更容易操作，系统功能更易于发挥。Visual FoxPro 也给用户提供了使用方便的“工具栏”，工具栏里有许多按钮，它们代表着菜单里的某些选项。

(3) 不编程而建立应用程序界面

Visual FoxPro 提供的“表单设计器”是一种功能强大的工具，用户能够不编程或使用很少的代码来实现友好的交互式应用程序界面，并可对界面进行控制。

(4) 用项目管理器统一管理工作

Visual FoxPro 提供的另一种高效易用的工具是“项目管理器”，通过项目管理器，用户可以集中地管理数据、文档、类库、源代码等各种资源。例如，建立和更新数据库，设计或改变窗体和报表，定义或改变类库，生成或重新生成自己的应用程序等。另外，用户也能在项目管理器中使用 Visual FoxPro 提供的简单而有效的其他工具，如向导、生成器、工具栏等。

2. 功能更强大

Visual FoxPro 能通过使用快速查询（Rushmore）技术和对系统的优化，使用户最大限度地体会到快速而又功能强大的优点。

(1) 真正的数据库概念

以前的 XBase 软件中称 .DBF 文件为数据库，使人容易产生数据库就是一个二维表的错误认识。而 Visual FoxPro 废除了以前 XBase 不合理的数据库概念，采用独特的数据库容器（DataBase Container），为用户管理应用系统中的表、查询、表单、报表、程序等数据提供了方便。数据库容器支持长数据库文件名和字段名，可为字段名设置新的显示标题，为字段指定默认值，设置字段级和记录级的有效性规则，设置表的插入、删除和改变记录的触发事件代码。

(2) 可视化编程技术

Visual FoxPro 用与 Visual C++、Visual Basic 同样的编程技术，这是它取名为 Visual FoxPro 的原因。可视化编程技术给人一种所见即所得的感受，在编辑屏幕表单、报表、菜单时，可以直接运行，不必来回调试，极为方便。

(3) 具有面向对象编程的能力

Visual FoxPro 在支持标准 XBase 传统的面向结构的编程方式的同时，也提供了完全的面向对象编程（OOP）能力。在 Visual FoxPro 的对象模式下，用户可以利用所有的面向对象编程特性，这些特性包括“继承”“封装”“多态性”以及“分类”，它们都作为用户所熟悉的 XBase 编程语言的扩展集而实现。