

21 世纪高等学校应用型教材

Visual FoxPro

程序设计教程

(第2版)

柳青 刘顺来 主编



高等教育出版社
Higher Education Press

21 世纪高等学校应用型教材

Visual FoxPro 程序设计教程

(第2版)

柳 青 刘顺来 主编

高等教育出版社

内容提要

本书采用案例教学方式编写,帮助初学者掌握 Visual FoxPro 程序设计的基础知识和方法。内容包括数据库概述、Visual FoxPro 基础、表的建立与操作、程序设计基础、数据库的建立与操作、界面设计、查询与视图、报表和标签、面向对象程序设计简介、应用程序设计实例。为帮助读者熟练掌握 Visual FoxPro 程序设计的基础知识和技能,还编写了与本书配套的《Visual FoxPro 程序设计教程(第2版)实验与实训》。

本书可作为高等学校数据库课程的教材或教学参考书,也可供各类计算机培训班和个人自学使用。

图书在版编目(CIP)数据

Visual FoxPro 程序设计教程/柳青,刘顺来主编.

—2版.—北京:高等教育出版社,2009.1

ISBN 978-7-04-025870-7

I.V… II.①柳…②刘… 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(2008)第 195912 号

策划编辑	耿芳	责任编辑	焦建虹	封面设计	于文燕	责任绘图	黄建英
版式设计	王莹	责任校对	杨凤玲	责任印制	毛斯璐		

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 唐山市润丰印务有限公司

开 本 787×1092 1/16
印 张 24.5
字 数 590 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2001 年 6 月第 1 版
2009 年 1 月第 2 版
印 次 2009 年 1 月第 1 次印刷
定 价 27.00 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 25870-00

第2版前言

Visual FoxPro 6.0 提供了为数据库结构和应用程序开发而设计的面向对象环境,具有强大的功能、完整而丰富的开发工具、较高的数据处理速度、友好的用户界面、完备的兼容性等特点,并且易于学习和使用,受到广大用户的欢迎。

Visual FoxPro 6.0 利用可视化的设计工具和向导,使组织数据、定义数据库和建立应用程序等工作变得简单易行,使用户可以方便地创建数据库、表、表单、查询、视图、报表、标签和应用程序。Visual FoxPro 6.0 为用户提供了集成化的系统开发环境,不仅支持面向过程的程序设计,而且支持面向对象可视化程序设计,拥有功能强大的可视化程序设计工具和客户/服务器应用程序的开发能力,支持 OLE 和 ActiveX,为用户开发功能全面的应用程序创造了良好的条件。本书以 Visual FoxPro 6.0 为例,全面介绍数据库管理系统的使用方法和应用程序的开发技能。

本书的第1版自2001年出版发行以来,受到广大读者的肯定和好评。为了适应高等学校教学改革与课程建设的最新发展,我们在第1版的基础上对大部分内容进行了重新编写。本次编写采用案例教学方式,通过案例引导,结合相关知识与技能的学习,配以可供学生拓展知识、提高创造能力的练习题,既巩固了所学知识,又扩展了学生的思路,帮助学生掌握 Visual FoxPro 程序设计的基础知识和方法,加强对自学能力、创新能力的培养。书中结合案例讲解设计方法,附有大量的代码及注释,帮助读者明确程序设计的思想和方法。针对初学者的特点,在编排上注意由简到繁、由浅入深和循序渐进,力求通俗易懂、简捷实用。

本书共分10章,内容包括数据库概述、Visual FoxPro 基础、表的建立与操作、程序设计基础、数据库的建立与操作、界面设计、查询与视图、报表和标签、面向对象程序设计简介和应用程序设计实例。书中除介绍 Visual FoxPro 程序设计的基础知识外,还结合案例介绍用 Visual FoxPro 开发应用程序的方法和技巧,便于初学者学习和掌握。本书注重实际能力的培养,每章给出本章小结与习题,帮助读者熟练掌握 Visual FoxPro 程序设计的方法与技巧。除此之外,还编写了配套的《Visual FoxPro 程序设计教程(第2版)实验与实训》,以帮助读者熟练掌握 Visual FoxPro 程序设计的基础知识和技能。

本书由柳青、刘顺来任主编。其中第1、2、3、4、9章由柳青撰写,第5、6、7、8、10章由刘顺来撰写。李新燕、陈忠、傅宜宁、严健武、张翠、温文庆等参加了部分内容的编写。全书由柳青负责修改和定稿。

限于编者的水平,书中若有不当之处,敬请读者批评指正。

编者

2008年8月

第1版前言

Visual FoxPro 6.0 提供了为数据库结构和应用程序开发而设计的面向对象环境,具有功能强大、开发工具丰富、数据处理速度快、用户界面友好等特点,易于学习和使用,受到广大用户的欢迎。

Visual FoxPro 6.0 及其中文版是可运行于 Windows 95/98 和 Windows NT、Windows 2000 平台的 32 位数据库开发系统,该系统可以简化数据库的管理,使应用程序的开发流程更为合理。Visual FoxPro 6.0 利用可视化的设计工具和向导,使组织数据、定义数据库和建立应用程序等工作变得简单易行,使用户可以方便地创建数据库、表、表单、查询、视图、报表、标签和应用程序。Visual FoxPro 6.0 为用户提供了集成化的系统开发环境,不仅支持面向过程的程序设计技术,而且支持面向对象可视化程序设计技术,并拥有功能强大的可视化程序设计工具和客户/服务器应用程序的开发能力,支持 OLE 和 ActiveX,为用户开发功能全面的应用程序创造了良好的条件。

本书以 Visual FoxPro 6.0 为例,较详细地介绍了数据库管理系统的使用方法和应用程序的开发技巧。

为贯彻以能力为本的思想,本书注重应用能力的培养。在教材的编写中,既注意内容的系统性,也注重实用性;既有通俗易懂的原理介绍,又有具体的操作指导。全书配有大量的实例,且每章后面附有小结和适量的习题,突出了较强的实用性,可作为高等职业学校和高等专科学校相关专业数据库课程的教材或教学参考书,也可供各类计算机培训班和个人自学使用。

本书由柳青副教授任主编。其中第 1、2、3、7、9、10 章由柳青编写,第 4、5、6 章由李拥军编写,第 8、11 章由谭小球编写。全书由柳青负责统稿和定稿。

本书的编写得到广州航海高等专科学校的大力支持和帮助,在此表示衷心的感谢。

限于编者的水平,书中难免有不当之处,敬请指正。

编 者

2000 年 12 月

目 录

第 1 章 数据库概述1	
1.1 数据库的基本概念.....1	
1.1.1 数据处理的概念.....1	
1.1.2 数据库技术的发展.....2	
1.1.3 数据库系统.....3	
1.2 数据模型.....4	
1.2.1 实体的描述.....4	
1.2.2 实体间的联系.....5	
1.2.3 E-R 模型的表示方法.....7	
1.2.4 数据模型的类型.....7	
1.3 关系数据库.....9	
1.3.1 关系数据库的结构.....9	
1.3.2 关系运算.....9	
1.3.3 SQL 语言简介.....13	
1.3.4 关系数据库的规范化.....14	
本章小结.....14	
习题.....14	
第 2 章 Visual FoxPro 基础16	
2.1 Visual FoxPro 6.0 中文版概述.....16	
2.1.1 Visual FoxPro 的启动与退出.....16	
2.1.2 Visual FoxPro 的用户界面.....17	
2.1.3 Visual FoxPro 的设计工具.....20	
2.2 Visual FoxPro 语言基础.....22	
2.2.1 数据类型.....22	
2.2.2 数据存储方式.....24	
2.2.3 表达式.....28	
2.2.4 函数.....30	
2.2.5 Null 值.....31	
2.2.6 数据库和表的组成.....31	
2.2.7 命令格式.....32	
2.3 项目管理器.....33	
2.3.1 “项目管理器”的功能和界面.....34	
2.3.2 “项目管理器”的操作.....36	
2.3.3 可以从“项目管理器”访问的工具.....39	
本章小结.....42	
习题.....42	
第 3 章 表的建立与操作44	
3.1 表结构的建立与操作.....44	
3.1.1 用“表设计器”创建新表.....44	
3.1.2 用“表向导”创建新表.....49	
3.2 表的编辑和显示.....52	
3.2.1 向表中输入记录数据.....52	
3.2.2 用菜单方式显示和编辑表中的数据.....58	
3.2.3 用命令方式显示和编辑表中的数据.....64	
3.2.4 用 REPLACE 命令成批修改字段值.....68	
3.3 表的索引与排序.....70	
3.3.1 索引的建立和使用.....70	
3.3.2 改变记录的物理顺序.....74	
3.4 表内容的查找.....75	
3.5 使用多个表.....78	
本章小结.....80	
习题.....80	
第 4 章 程序设计基础83	
4.1 程序文件的建立.....83	
4.1.1 程序文件的建立与执行.....83	
4.1.2 程序设计的基本语句.....86	
4.2 程序控制的基本结构.....89	
4.2.1 顺序结构.....89	
4.2.2 IF 选择分支结构.....90	
4.2.3 DO CASE 语句.....91	
4.2.4 循环结构: DO WHILE.....94	
...ENDDO 语句.....94	

4.2.5 循环结构: FOR...ENDFOR 语句.....	95	6.1.4 用“快速表单”设计表单.....	149
4.2.6 循环结构: SCAN...ENDSCAN 语句.....	96	6.1.5 表单的修改和运行.....	151
4.2.7 LOOP 与 EXIT 结构.....	97	6.2 表单常用控件.....	155
4.2.8 多种结构的嵌套.....	99	6.2.1 标签控件.....	155
4.3 过程与过程文件.....	101	6.2.2 文本框控件.....	157
4.3.1 子程序和过程的概念.....	101	6.2.3 命令按钮控件.....	158
4.3.2 过程文件.....	103	6.2.4 命令按钮组控件.....	159
4.3.3 参数传递与作用域.....	105	6.2.5 选项按钮组控件.....	161
4.3.4 自定义函数.....	108	6.2.6 复选框控件.....	162
4.3.5 子程序的嵌套与递归调用.....	109	6.2.7 列表框、编辑框与组合框控件.....	165
本章小结.....	111	6.2.8 微调控件.....	167
习题.....	112	6.2.9 图像控件.....	168
第 5 章 数据库的建立与操作	114	6.2.10 计时器控件.....	170
5.1 创建数据库.....	114	6.2.11 表格控件.....	171
5.1.1 建立数据库.....	114	6.2.12 页框控件.....	173
5.1.2 向数据库添加表.....	118	6.2.13 形状控件与线条控件.....	175
5.1.3 从数据库中移去表.....	119	6.2.14 控件综合应用举例.....	178
5.2 建立表间的关联关系.....	120	6.3 菜单设计.....	184
5.2.1 建立关联关系前的准备.....	120	6.3.1 创建菜单和子菜单.....	184
5.2.2 建立表间的永久关联关系.....	121	6.3.2 创建快捷菜单.....	197
5.2.3 建立表之间的临时关系.....	124	本章小结.....	199
5.3 设置表与数据库的特性.....	126	习题.....	200
5.3.1 设置字段标题.....	126	第 7 章 查询与视图	204
5.3.2 设置字段的注释.....	128	7.1 查询的建立与使用.....	204
5.3.3 设置字段的默认值.....	129	7.1.1 利用“查询向导”创建查询.....	204
5.3.4 设置字段的有效性规则.....	131	7.1.2 利用“查询设计器”创建查询.....	211
5.3.5 建立数据库的参照完整性.....	132	7.1.3 定向输出查询结果.....	219
本章小结.....	134	7.1.4 用表达式筛选查询结果.....	221
习题.....	134	7.2 视图的创建与运行.....	226
第 6 章 界面设计	136	7.2.1 利用“视图向导”创建视图.....	226
6.1 设计和创建表单.....	136	7.2.2 利用“视图设计器”创建视图.....	228
6.1.1 用“表单向导”设计单数据源 表单.....	136	7.2.3 用视图更新数据.....	232
6.1.2 用“表单向导”设计多数据源 表单.....	141	本章小结.....	234
6.1.3 用“表单设计器”设计表单.....	142	习题.....	234
		第 8 章 报表和标签	235
		8.1 创建报表.....	235
		8.1.1 用“报表向导”创建报表.....	235
		8.1.2 用“报表设计器”建立快速	

报表.....	239	习题	269
8.1.3 报表的设计	241	第 10 章 应用程序设计实例	270
8.2 标签	246	10.1 系统分析与设计	270
8.2.1 用“标签向导”创建标签	246	10.1.1 系统分析	270
8.2.2 用“标签设计器”创建标签	250	10.1.2 系统数据库设计	272
本章小结	251	10.2 建立应用程序	276
习题	252	10.2.1 创建登录界面与设计主程序	276
第 9 章 面向对象程序设计简介	253	10.2.2 基本数据管理界面设计	282
9.1 面向对象设计概述	253	10.2.3 学生信息管理界面设计	297
9.1.1 面向对象程序设计的基本 概念	253	10.2.4 学生成绩管理界面设计	307
9.1.2 Visual FoxPro 中的类	254	10.2.5 查询与统计界面设计	318
9.1.3 Visual FoxPro 中的对象	255	10.2.6 用户管理界面设计	330
9.2 创建类	257	10.3 项目连编与制作安装程序	335
9.2.1 类与任务的匹配	257	10.3.1 项目连编	335
9.2.2 创建新类	258	10.3.2 制作安装程序	336
9.2.3 将属性和方法添加到类	261	本章小结	337
9.2.4 使用类库文件	262	习题	337
9.3 面向对象程序设计	264	附录 A Visual FoxPro 6.0 的函数	339
9.3.1 将类添加到表单中	264	附录 B Visual FoxPro 6.0 的命令	353
9.3.2 在容器类中添加对象	265	附录 C Visual FoxPro 6.0 的类与对象	366
9.3.3 设置属性	266	附录 D Visual FoxPro 6.0 的属性、 事件和方法	368
9.3.4 调用方法	268	参考文献	382
本章小结	268		

第1章 数据库概述

本章导读

随着计算机技术的发展,计算机的应用已经进入社会的各个领域,乃至人们的家庭生活中。数据信息处理已成为计算机应用的主要领域之一。在数据信息处理过程中,不需要进行复杂的计算,例如,一所学校的学生信息管理、一个单位的人事档案管理、一个大型百货商店的商品管理(进、销、存管理)等,主要是从事大量数据的存储、查找和统计等工作。若要有效地使用保存在计算机系统的大量数据,就必须严格合理地对这些数据进行组织、存储和维护等,这一切都离不开数据库技术。

数据库技术是研究数据库结构、存储、设计和使用的一门软件科学,是进行数据管理和处理的技术。在信息社会里,信息已成为各行各业的重要资源,以数据库为核心的信息系统已成为企业或组织生存和发展的重要条件。数据库技术已成为计算机科学与工程领域的重要研究方向之一,也日益成为计算机与工程技术人员应掌握的必不可少的知识与技能。

本章主要学习数据库的基础知识和基本概念、数据模型、关系数据库等内容,为后面学习和掌握 Visual FoxPro 程序设计技术打下基础。

1.1 数据库的基本概念

1.1.1 数据处理的概念

数据(Data)和信息(Information)是数据处理中的两个基本概念。数据是人们为了进行交流、通信、解释,用来表示主、客观对象的一种形式。或者说,数据是用来表示数量、活动、事务等情况的一组符号,这些符号可以是文字、数字、表格、图形、声音等。在数据库中,把计算机能识别并处理的一切符号都称为数据。这里的符号包括数字、文字(西文字母、汉字等)、各种符号和图形等。通常可将数据分为许多类,例如,表示工资、物价、考试成绩等具有量的多少的数据称为数值型数据,表示姓名、商品名称、课程名称的数据称为字符型数据。

信息是客观事物属性的反映,是经过加工并对人类社会实践和生产经营活动产生影响的数据表现形式。或者说,信息是对原始数据加工后得到的,对于某个目的来说有用的知识或数据。数据是信息的原始资料,数据经过解释并赋予一定的意义后便成为信息。

信息和数据在概念上既有联系,又有区别。它们之间的关系可以看成是原料和成品之间的关系,不经过加工的数据只是一种原始材料,不能给人以知识和智慧,不能影响人们的社会实践和生产经营活动,这种数据只能记录客观世界的事实。数据只有经过提炼和加工,发生质的变化后,才能成为信息。因此,信息来源于数据,是对数据进行加工处理的产物。数据经过加工后被赋予一定的含义,使其具有知识性,并对人类活动产生作用,从而形成信息。经过加工

后得到的信息仍然以数据的形式出现,此时的数据是信息的载体,是供人们认识和利用信息的一种媒介。例如,某百货公司各月份的商品销售量是该公司商品销售情况的反映,商品销售量可以用数字表示为一组数据,管理人员难以从该组数据中直接得到该公司的销售情况分析,但是,把商品销售数据按商品进行分组,并统计出各种商品的销售量后,就可以知道该公司各种商品的销售情况了。这组反映商品销售情况的数据就是信息,它们是在原始销售数据的基础上经加工后得到的。

数据处理又称为信息处理,是利用计算机对各种类型的数据进行处理,包括对数据的采集、存储、整理、分类、排序、统计、加工、检索、维护和传输等一系列操作过程。数据处理的目的是从大量的、原始的数据中获得人们所需要的资料并提取有用数据成分,作为行为和决策的依据。随着人类社会的发展和进步,在人类社会活动(包括政治、经济和文化活动)中,信息居于非常重要的地位。可以说,人类的全部活动都是在信息的支配和指导下进行的。随着信息量的急剧增长,人们对数据处理提出了更高的要求。电子计算机已经成为数据处理的强有力的工具,尤其是数据库技术的发展,将数据处理提高到一个更高的水平。

1.1.2 数据库技术的发展

随着计算机硬件与软件技术的发展,利用计算机进行数据处理经历了人工管理、文件系统和数据库系统3个阶段。

1. 人工管理阶段

数据处理的初期阶段,由于计算机技术还很落后,数据量不是很大,数据处理是一个程序对应一组数据,数据和程序在一起。因此,数据不能长期保存,没有软件系统对数据进行管理,基本上没有文件的概念,数据本身不具有独立性而且有大量的数据冗余。

2. 文件系统阶段

把数据组织成文件的形式,所有的文件由一个称为文件管理系统的软件进行管理。文件中的数据以“记录”的形式存放,记录由某些相关的数据项组成,若干个具有相同性质的记录的集合构成了文件。每一个用户都可以建立、维护和处理一个或几个文件,每个文件都以特定的文件名保存在外部存储器上,数据可以离开处理它的程序而独立存在。应用程序通过文件系统对文件中的数据进行操作,文件系统作为应用程序和数据之间的桥梁,使得一批数据在一个专门的文件系统管理之下可以被多个应用程序使用。因此,文件系统可以使数据具有独立性,在一定程度上减少了数据的冗余。但是,文件系统的方法还存在着冗余度大、空间浪费、文件不易扩充等缺点,数据还缺乏充分的独立性,数据间的联系及数据共享还不理想,对数据的统一管理和控制还比较困难。

3. 数据库系统阶段

在文件系统的基础上形成了数据库技术。数据库是把数据按一定的结构和形式组织起来的记录的集合,这些数据存储在计算机外存储器上,具有的特点为:尽可能不重复(即最少冗余);以最优方式服务于一个或多个应用程序(应用程序对数据资源的共享);数据的存放应尽可能地独立于使用它的应用程序(数据的独立性);用一个软件统一管理这些数据,如维护、增加、变更和检索数据等。数据库的基本思想是要对所有的数据实行统一、集中和独立的管理,使数据独立于程序而存在,并可提供给各类不同的用户共享使用。

用数据库进行数据管理的特点如下。

① 数据库中的数据必须是关联的。实际上,这种关联是把数据按一定结构存放。可见,数据库不但存放数据,而且存入数据之间的关系。

② 数据库中的数据都与应用程序无关地存放在外存储器上。

目前,数据库系统已经得到了广泛应用,大型复杂的信息管理系统大多数以数据库为核心,数据库系统已经成为现代管理信息系统强有力的工具,在计算机应用中起着越来越重要的作用。目前,关系数据库已经在数据库技术中占据了主流的地位。同时,数据库技术与网络技术、多媒体技术、面向对象程序设计技术等互相渗透、互相融合,正成为计算机应用领域重要的组成部分。

1.1.3 数据库系统

数据库系统是指引进数据库技术后的计算机系统。数据库是指以一定方式存储在计算机存储设备上的、相互关联的数据的集合,供数据处理时使用。数据库的基本思想是要对所有的数据实行统一、集中和独立的管理,使数据独立于程序而存在,并可提供给各类不同的用户共享使用。

数据库系统(数据库应用系统)由相关的硬件环境、软件系统、数据和人员4个部分组成。下面对各个部分分别进行介绍。

1. 硬件环境

硬件环境是数据库系统的物理支撑。数据库系统需要在操作系统的支持下工作,而且本身包含着数据库管理系统和应用程序等,因而需要有较大的内存容量。同时,由于用户的数据、系统软件和应用软件都要保存在外部存储器上,也需要较高的外存容量。

2. 软件系统

软件系统包括系统软件和应用软件。系统软件主要包括支持数据库管理系统运行的操作系统、数据库管理系统、开发应用系统的程序设计语言及其编译系统、应用系统开发工具等。软件系统为开发应用系统提供了良好的环境。

数据库管理系统(DataBase Management System, DBMS)负责对数据库进行统一管理和控制,是应用程序和数据库中数据之间的接口。数据库管理系统的职能是管理和维护数据库、接受用户提出的访问、处理数据库的各种请求。数据库只有在数据库管理系统的管理下,才能实现对数据的各种操作。数据库管理系统提供一系列与高级语言类似的命令,可以使用这些命令来实现对数据库的各种操作,也可以直接用这些命令编写应用程序。

数据库管理系统一般具有以下特征。

- ① 支持整个数据的共享存取。
- ② 可以灵活定义特定应用领域的数据结构。
- ③ 有为处理和分析数据提供广泛通用工具的能力。

在数据库系统中,对数据库进行的各种操作都通过数据库管理系统实现,因而使数据库中的数据具有较大的独立性。

应用软件是指在数据库管理系统的基础上根据自己的实际需要自行开发的应用程序。

3. 数据

数据是数据库系统的管理对象,是提供数据的信息源。数据库是把数据按一定的结构和形

式组织起来的记录的集合, 这些数据存储在计算机外存储器上, 具有的特点为: 尽可能不重复 (即最少冗余); 以最优方式服务于一个或多个应用程序 (应用程序对数据资源的共享); 数据的存放应尽可能地独立于使用它的应用程序 (数据的独立性); 用一个软件统一管理这些数据, 如维护、增加、变更和检索数据等。

4. 人员

数据库系统的人员是指管理、开发和使用数据库的主要人员, 主要包括数据库管理员、系统分析员、应用程序员和用户。数据库管理员负责管理和控制数据库系统; 系统分析员负责应用系统的需求分析和规范说明, 确定系统的软硬件配置、系统的功能和数据库概念设计; 应用程序员负责设计应用系统的程序模块, 编写应用程序; 用户通过应用系统提供的用户界面使用数据库。常用的界面形式有菜单驱动、图形显示、表格操作等, 这些界面提供了简明直观的数据表示方式和方便快捷的操作方法。

1.2 数据模型

数据库系统研究的对象是客观事物以及反映这些客观事物间相互联系的数据。数据库把数据按一定结构和形式组织起来, 各个数据对象以及它们之间存在的相互关系的集合称为数据模型。

数据模型反映了客观世界中各种事物的联系, 是用来反映数据与数据之间联系的静态结构与行为的一种手段。数据模型规范了数据库中数据的组织形式, 表示了数据与数据之间的联系, 具有联系性的相关数据总是按照一定的组织关系排列, 从而构成一定的结构, 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与实体间联系的方法。一个数据模型应正确反映出数据之间存在的整体逻辑关系。

1.2.1 实体的描述

1. 实体

客观存在并且可以相互区别的事物称为实体。实体可以是具体的人、事、物, 也可以是抽象的概念或联系。例如, 职工、学生、教师、课程就是具体的实体, 而学生的选课、教师的授课、产品的订货、一次比赛等也是实体, 它们是抽象实体。

2. 实体的属性

每个实体都具有一定的特征或性质, 根据实体的特征可以区分不同的实体。例如, 图书馆中图书的总编号、分类号、书名、作者、单价、出版社等都是图书实体具有的特征。实体的特征称为属性。一个实体可以用若干个属性描述, 如学生的学号、姓名、性别、出生日期、所在系、专业、爱好、家庭住址等, 把这些属性组合起来即可描述某个学生的全部特征。

一个实体对象的属性取决于考虑问题的角度。若对同一个实体对象规定了不同的属性, 便成为两个不同的实体。例如, 一个人, 在人口统计中关心其姓名、年龄、性别、文化程度、婚姻状况等属性, 而在工资处理中关心其工资、奖金、水电费、房租等属性。选择什么属性要根据处理问题的需要而确定。

3. 实体型与实体集

属性值的集合表示一个实体。属性的集合表示一个实体的类型, 称为实体型。同类型的实

体型的集合称为实体集。例如，在学生实体集中，（2003010301、吴明、男、1980/12/28、计算机）表示学生档案实体集中的一名具体学生。在关系数据库中，用二维表存放同一类实体，如学生档案表、商品信息表等。

4. 关键字

在实体属性中，用于区别实体集中不同实体的某个属性或某几个属性（最少属性）的组合称为关键字。在如表 1-1 所示的实体集中，能做关键字的属性是商品代码，一旦关键字有一个取值，便唯一地标识了集合中的某一实体。而商品名称、商品型号等属性都没有这种特征，不能做关键字。因此，关键字是用来标识实体的。

表 1-1 基本信息表

商品代码	商品名称	商品型号
A001	计算机整机	联想
A002	计算机整机	七喜
B001	显示器	飞利浦 17 英寸
B002	液晶显示器	三星 17 英寸
C001	硬盘	Maxtor-120
D001	主板	华硕
E001	键盘	微星
F001	鼠标	航天鼠 4D

1.2.2 实体间的联系

实体间的对应关系称为联系，反映现实世界事物之间的相互关系。例如，学生选课实体中的学号必须是学生档案实体中存在的学号，这种联系就是实体间的联系。实体间的联系通常分为 3 种类型。

1. 一对一联系

对于任意两个实体集 A 和 B，如果实体集 A 中的每一个实体，实体 B 中至多有一个实体与其联系，反之亦然，则称实体集 A 与实体集 B 存在一对一联系，记为 1:1。例如，一个班级和正班长两个实体间的联系是一对一联系，一个班只有一个正班长，一个正班长不能在其他班同时任正班长。

在 Visual FoxPro 中，一对一联系表现为主表中的每条记录只与子表中的一条记录相关联。例如，一个学校的学生档案表与学生成绩表之间存在一对一联系；表 1-1 的“商品代码”与表 1-2 的“商品代码”间的联系是一对一联系。

2. 一对多联系

对于任意两个实体集 A 和 B，如果实体集 A 中的每一个实体，实体集 B 中有 n 个 ($n>1$) 与之联系，反之，对于实体集 B 中的每一个实体，实体集 A 中只有一个实体与之联系，则称实体集 A 与实体集 B 存在一对多联系，记为 1: n 。例如，班和学生实体之间存在一对多联系，因为一个班级中有若干名学生，而每名学生只能属于一个班级；学生与图书的联系也是一对多联

系，一名学生可以借多本图书，而一本图书一次只能被一名学生借阅。

表 1-2 库存数量表

商品代码	库存数量
A001	2
A002	89
B001	125
B002	100
C001	226
D001	6
E001	412
F001	134

在 Visual FoxPro 中，一对多联系表现为主表中的每一条记录与相关表中的多条记录相联系。例如，表 1-2 的“商品代码”与表 1-3 的“商品代码”间的联系是一对多联系。

表 1-3 进 货 表

进库序号	商品代码	进货数量	进货单价
0001	A001	100	8 800.00
0002	B001	125	860.00
0003	A002	89	8 350.00
0004	C001	250	730.00
0005	C001	86	730.00
0006	D001	456	890.00
0007	B002	100	2 580.00
0008	A001	15	8 800.00
0009	E001	512	50.00
0010	F001	134	20.00

3. 多对多联系

对于任意两个实体集 A 和 B，如果实体集 A 中的每一个实体，实体集 B 中有 n 个实体($n>1$)与其联系，反之，对于实体集 B 中的每一个实体，实体集 A 中也有 m 个实体 ($m>1$) 与其联系，则称实体集 A 和实体集 B 存在多对多联系，记为 $n:m$ 。例如，课程与学生之间存在多对多联系，一名学生可以选择多门课程，同时一门课程可以被多名学生选择。

在 Visual FoxPro 中，多对多联系表现为一个表中的多条记录在相关的表中同样有多条记录与其相匹配。即表 A 中的一条记录可与表 B 中的多条记录对应，同样，表 B 中的一条记录也可以与表 A 中的多条记录对应。例如，一张订单中可以包括多项商品，因而订单中的一条记录在商品表中可以有多条记录与之对应；同样，每项商品也可以出现在多张订单中，即商品表中

的一项商品可以与订单表中的多条记录对应。

1.2.3 E-R 模型的表示方法

E-R 模型即实体-关系模型,由实体、属性和关系组成,三者结合表示现实世界,形成概念模型。

① 实体:用矩形表示,矩形内标明实体名称。

② 属性:用椭圆表示,椭圆内标明属性名称,用无向线将属性与实体连起来。

③ 关系:用菱形表示,菱形内标明属性联系名称,用无向线与有关实体连起来,并在无向线上标明关系类型。

例如,教学管理中的学生选课概念模型的 E-R 图可用图 1-1 表示。学生选课管理设计的实体如下:

① 学生:属性有学号、姓名、性别、出生日期、专业。

② 课程:属性有课程号、课程名称、课程性质、学时数、学分。

③ 教师:属性有教师编号、姓名、性别、出生日期、学历、职称。

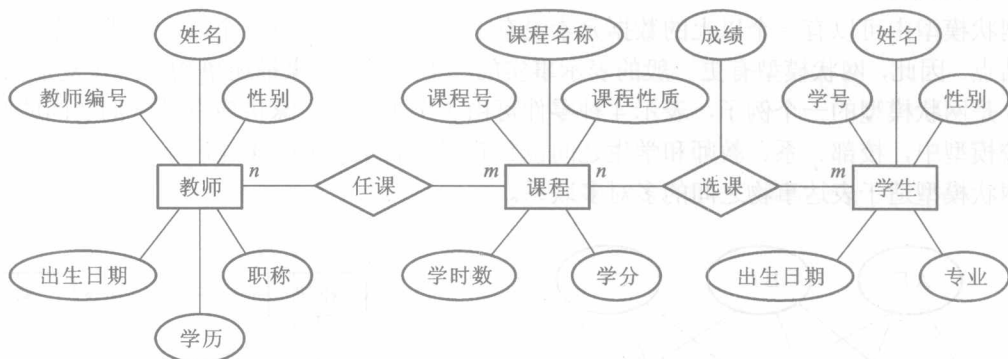


图 1-1 学生选课管理 E-R 图

这些实体之间的联系如下:

- 一名教师可以讲授多门课程,一门课程也可以由多名教师来讲授。
- 一名学生可以选修多门课程,一门课程也可以被多名学生选修。

1.2.4 数据模型的类型

根据数据描述实体对象的属性特征以及人们采用的描述方法,数据模型可分为 3 种类型。层次模型 (Hierarchical Model)、网状模型 (Network Model) 和关系模型 (Relational Model)。相应的,数据库也可分为层次型数据库、网络型数据库和关系型数据库。

1. 层次模型

层次模型中,每个数据元素可以与下面任何一层的多个数据元素相联系,但只能与它上面一层中的一个数据元素相联系。层次模型最简单的结构及约束可以用数据结构中的树来描述。层次模型像一棵由根元素出发向下逐层辐射枝叶的倒置的树,最高一层的数据元素称为根元素,根元素是唯一的,而且只有下属元素。树的结点表示数据元素,枝表示数据元素之间的联系。

在层次模型中,有且仅有一个结点无上层结点(称为根),其他结点有且仅有一个上层结点。例如,一个企业的组织机构就是层次模型,如图1-2所示。

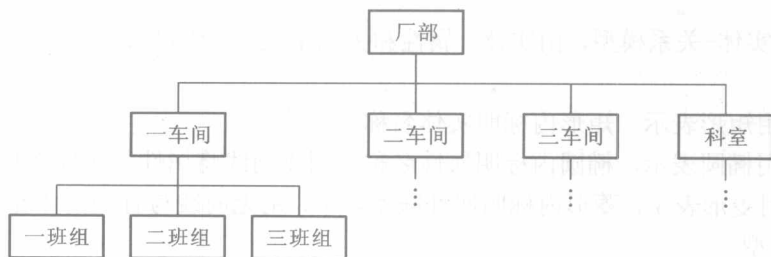


图 1-2 层次模型示意图

层次模型的特点是层次分明,结构清晰,适于表达事物之间的一对多联系,如一个单位的行政组织关系、生产组织关系等。由于层次模型结构的严格性,不能直接地表示所有的事实,并且对数据存储和操作都不是理想的。

2. 网状模型

网状模型中可以有一个以上的数据元素没有上层联系,至少有一个以上结点有多于一个的上层结点。因此,网状模型有更一般的表示事实的能力,可以用来描述事物之间较复杂的联系。图1-3是网状模型的一个例子,表示4种零件可由3个不同的厂家供应以及它们之间的联系。在学校模型中,校部、系、教师和学生之间也具有网状联系,如图1-4所示。

网状模型适于表达事物之间的多对多联系。

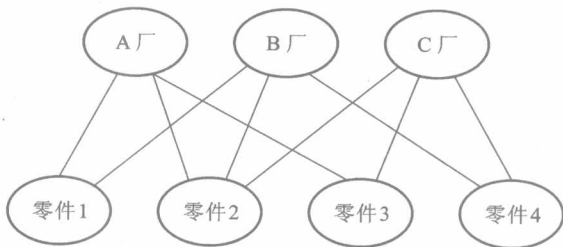


图 1-3 网状模型示意图

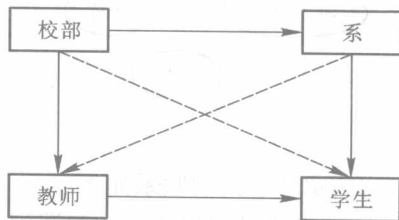


图 1-4 学校模型中的网状结构

3. 关系模型

关系模型中,不同数据之间的联系用关系来表示,其实质是将数据的逻辑结构归结为满足一定条件的二维表形式,每个二维表称为一个关系。在二维表中,每一行称为一个记录(元组),每一列称为一个数据项或字段(属性),数据项名称为字段名或属性名,整个表表示一个关系。这种模型既可以用来表达事物之间的一对一和一对多联系,也可以用来表达多对多联系。

下面以表1-4所示的学生成绩关系作为例子来分析关系数据模型。

关系模型的主要特点如下。

① 关系中每一列具有相同的属性,每个属性(列)被指定一个不同的属性名(字段名),且属性名不能重复,列数根据需要设置。

表 1-4 某班级学生成绩表

学 号	姓 名	英 语	高 等 数 学	计算机基础	总 分	平 均 分
10101	王涛	90.00	80.00	95.00	265.00	88.33
10102	李冰	80.00	56.00	75.00	211.00	70.33
10103	谢红	55.00	75.00	52.00	182.00	60.67
10104	郑洁	62.00	67.00	88.00	217.00	72.33
10105	袁明	50.00	70.00	60.00	180.00	60.00
10106	张莉	52.00	49.00	58.00	159.00	53.00
10107	罗娟	86.00	78.00	92.00	256.00	85.33

② 关系中的每一个数据项必须是简单的数据项，而不是组合数据项。

③ 关系中每一行记录由一个个体事物的诸多属性构成。

④ 行和列的排列顺序是任意的。

⑤ 一个关系是一张二维表，不允许有相同的字段名，也不允许有相同的记录。

利用关系模型构筑的关系数据库可以提供数据库系统的全部功能。

关系数据库除了功能强大以外，还具有简单灵活、操作方便、易学易懂、数据独立性强等优点，因而得到了迅速发展和应用。

1.3 关系数据库

1.3.1 关系数据库的结构

关系数据库（Relation Database）是若干个按照关系模型设计的数据表的集合，也可以说，关系数据库由若干张按关系模型设计的二维表组成。

一般将一张二维表称为一个数据表，在数据表中包含了数据和数据之间的关系。一个关系数据库由若干个数据表组成，而数据表又由若干条记录构成，每一条记录由若干个字段（数据项）组成。在关系数据库中，每一个数据表都具有相对独立性，该独立性的唯一标志是数据表名，又称为表文件名，一个文件名代表一个独立的表文件。在关系数据库中，对数据表中数据的访问首先通过表文件名实现，因而不允许有数据表同名。关系数据库中各个数据表的独立性可以方便对数据表中的数据进行操作、存取和传输。

对于关系数据库中具有相关性的数据表，其相关性依靠各个独立数据表内具有相同属性的字段而建立。一般情况下，一个关系数据库中可以有多个相关的独立数据表，可为数据资源的共享和充分利用提供极大的方便。由于关系数据库中各数据表之间具有独立性，而若干个数据表之间又具有相关性，因而使其具有极大的优越性，得到迅速普及。

1.3.2 关系运算

关系数据库采用关系模型作为数据的组织方式，因此，关系数据库的基本数据结构是满足一定条件的二维表。