



工业和信息化普通高等教育“十二五”规划教材立项项目

21世纪高等教育计算机规划教材

COMPUTER

# Visual FoxPro 9.0 程序设计教程

A Coursebook on Visual FoxPro 9.0  
Programming

■ 郭文强 主编

■ 任艳 蔡咏梅 副主编

- 突出可视化程序设计的思想、方法和技术
- 强调案例，注重实用性和实际编程能力的培养
- 满足计算机等级考试二级 VFP 考试的需要



 人民邮电出版社  
POSTS & TELECOM PRESS



工业和信息化普通高等教育“十二五”规划教材立项项目

21世纪高等教育计算机规划教材

COMPUTER

# Visual FoxPro 9.0 程序设计教程

A Coursebook on Visual FoxPro 9.0  
Programming

■ 郭文强 主编

■ 任艳 蔡咏梅 副主编



人民邮电出版社

北京

## 图书在版编目 (CIP) 数据

Visual FoxPro 9.0 程序设计教程 / 郭文强主编. —  
北京: 人民邮电出版社, 2013. 2  
21世纪高等教育计算机规划教材  
ISBN 978-7-115-30335-6

I. ①V… II. ①郭… 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(2013)第019165号

## 内 容 提 要

本书以培养大学生实践能力为核心, 增强大学生计算机应用水平为目的。全书共分为 12 章。前 10 章系统地介绍了 Visual FoxPro 的基础知识和编程方法; 第 11 章、第 12 章以案例教学的方式, 向读者展示了开发“学生成绩管理系统”的整个过程, 为广大初学者提供了一种开发应用程序的经验和思路。

本书注重基础知识的理解与实际操作技能相结合的培养; 在强调操作技能的同时, 为了巩固基础知识, 还配有相应的实验、习题册。

本书层次清楚, 实用性强, 可作为普通高等学校计算机相近专业及非计算机专业本科生的程序设计类课程教材, 也可供编程爱好者参考使用。

21 世纪高等教育计算机规划教材

### Visual FoxPro 9.0 程序设计教程

- 
- ◆ 主 编 郭文强  
副 主 编 任 艳 蔡咏梅  
责任编辑 武恩玉  
执行编辑 王 伟
  - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号  
邮编 100061 电子邮件 315@ptpress.com.cn  
网址 <http://www.ptpress.com.cn>  
北京隆昌伟业印刷有限公司印刷
  - ◆ 开本: 787×1092 1/16  
印张: 17 2013 年 2 月第 1 版  
字数: 408 千字 2013 年 2 月北京第 1 次印刷

---

ISBN 978-7-115-30335-6

定价: 35.00 元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223  
反盗版热线: (010)67171154

# 前 言

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

数据库技术作为数据管理最有效的手段之一，目前已广泛应用于各行各业中。基于数据库技术的计算机应用已成为计算机应用的主流。Visual FoxPro(简称 VFP)是 Microsoft 公司推出的基于 Windows 环境的关系数据库管理系统，具有完善的数据管理功能、丰富的各类工具、友好的界面和完备的兼容性等特点，是国内外最流行的数据库程序设计语言之一。Visual FoxPro 既是小型数据库管理系统的杰出代表，又是可视化面向对象的集成开发工具。它因优点众多而备受广大用户的欢迎。目前，我国很多高校都开设了 Visual FoxPro 程序设计课程。同时，Visual FoxPro 也是全国计算机等级考试的考试科目之一。

在程序设计教学中，现在绝大多数本科院校都以培养应用型人才为目标，着眼于学生综合素质和应用能力、创新意识的培养。本教材就充分贯彻以必须、够用、实用和会用为度的原则，极力优化 Visual FoxPro 课程的内容体系。本书面向 Visual FoxPro 的初、中级用户，采用由浅入深、循序渐进的讲述方法，在内容编写上充分考虑到初学者的实际阅读需求，并引入大量实用的操作指导和具有代表性的绘图实例，以期让读者直观、迅速地了解 Visual FoxPro 的主要功能。在学完每章内容之后，读者还可以通过习题与上机操作来巩固书中学到的知识。

本书编写环境为中文版 Visual FoxPro 9.0，是在众多一线教师多年 Visual FoxPro 课程教学和 Visual FoxPro 实际软件开发实践经验相结合的基础上完成的。在编写过程中着重突出以下特点。

(1) 强调实用性。本书保持知识系统性的同时，突出实际应用。多数实例为作者精心设计，新颖准确，贴近实际，这样能避免枯燥说理，易于理解和实践。

(2) 全面且重点突出。本书全面讲述了 Visual FoxPro 9.0 的相关知识，同时根据学习规律和实际需要，系统安排内容，重点突出，难点深入浅出，使读者能够迅速抓住重点又能理解相关功能，达到举一反三的效果。

(3) 能力和兴趣培养并重。本书最后一章用一个完整的项目实例，对如何使用 Visual FoxPro 9.0 开发项目进行了详细说明。读者完全可以参照此项目进行实际项目开发，并对相应功能进行删减或改善，从而更深入地理解和掌握 Visual FoxPro 9.0。

本书的第 1 章、第 6 章由张菊玲编写，第 2 章、第 10 章由任艳编写，第 3 章、第 7 章由孙彬编写，第 4 章、第 5 章由蔡咏梅编写，第 8 章、第 9 章由郭文强编写，第 11 章、第 12 章由徐春编写。全书由郭文强、任艳统稿。

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

本书在编写过程中得到了有关专家的热心指导和无私帮助,同时人民邮电出版社也为本书的尽快出版做了大量工作,编者在此一并表示衷心的感谢。此外,本书编写时还参考了大量文献资料,在此向这些有关文献资料的作者深表谢意。由于作者学术水平有限,书中疏漏、欠妥之处在所难免,恳请广大读者批评指正,联系邮箱: gwq600@163.com。

编者

2012年10月

# 目 录

<b>第 1 章 数据库系统概述</b> .....	1
1.1 数据库系统基础知识.....	1
1.1.1 数据、数据库、数据库管理系统、数据库系统.....	1
1.1.2 数据管理技术的发展.....	2
1.1.3 数据库系统的特点.....	3
1.2 数据模型.....	4
1.2.1 数据模型组成要素.....	4
1.2.2 两大数据模型.....	4
1.2.3 概念模型.....	5
1.2.4 常用的数据模型.....	6
1.3 关系数据库.....	7
1.3.1 关系模型.....	7
1.3.2 关系运算.....	7
1.4 数据库设计基础.....	10
1.4.1 数据库设计步骤.....	10
1.4.2 数据库设计过程.....	10
思考题.....	10
<b>第 2 章 Visual FoxPro 9.0 软件概述</b> .....	11
2.1 Visual FoxPro 的发展历史.....	11
2.2 Visual FoxPro 9.0 的特点及增强功能.....	12
2.2.1 增强的集成开发环境 (IDE).....	12
2.2.2 其他增强功能.....	13
2.3 Visual FoxPro 9.0 的安装与启动.....	14
2.3.1 Visual FoxPro 9.0 的安装环境.....	14
2.3.2 Visual FoxPro 9.0 的安装.....	14
2.3.3 Visual FoxPro 9.0 的启动与退出.....	16
2.4 Visual FoxPro 9.0 的用户界面组成及操作.....	17
2.4.1 Visual FoxPro 9.0 的主界面.....	17
2.4.2 Visual FoxPro 9.0 的工作方式.....	19
2.5 Visual FoxPro 9.0 的辅助设计工具.....	20
2.5.1 向导.....	20
2.5.2 设计器.....	21
2.5.3 生成器.....	21
2.6 Visual FoxPro 9.0 的系统配置.....	22

2.6.1 使用“选项”对话框.....	22
2.6.2 使用 SET 命令.....	23
思考题.....	24

## 第 3 章 Visual FoxPro 程序设计基础

3.1 数据与信息.....	25
3.1.1 数据处理与数据管理.....	25
3.1.2 数据分类.....	27
3.1.3 数据模型.....	27
3.1.4 Visual FoxPro 数据库系统.....	28
3.2 常量、变量.....	29
3.2.1 常量.....	30
3.2.2 变量.....	31
3.3 Visual FoxPro 简单命令.....	35
3.3.1 文件操作.....	36
3.3.2 屏幕保护.....	38
3.4 运算符与表达式.....	39
3.5 函 数.....	45
3.5.1 数值函数.....	45
3.5.2 字符串函数.....	47
3.5.3 日期时间函数.....	50
3.5.4 类型转换函数.....	51
3.5.5 控制类函数.....	52
3.5.6 函数嵌套.....	55
3.6 SET 命令.....	56
3.7 数组变量.....	59
思考题.....	62

## 第 4 章 项目管理器及数据库的创建与操作

4.1 项目管理器.....	63
4.1.1 创建项目.....	63
4.1.2 定制项目管理器.....	66
4.1.3 使用项目管理器.....	67
4.2 数据库的创建与操作.....	69
4.2.1 创建数据库.....	69
4.2.2 使用数据库.....	70
思考题.....	73

**第 5 章 Visual FoxPro 9.0 表的****创建与操作**..... 74

5.1 创建表	74
5.1.1 使用表设计器建表	75
5.1.2 使用表向导建表	76
5.1.3 使用命令建表	78
5.2 表记录的录入	79
5.2.1 浏览方式录入	79
5.2.2 编辑方式录入	80
5.2.3 使用命令录入	82
5.3 表的操作	82
5.3.1 打开和关闭表	83
5.3.2 复制表	84
5.3.3 浏览表	85
5.3.4 修改表	87
5.3.5 定位表记录	88
5.3.6 删除表记录	92
5.3.7 恢复表记录	94
5.3.8 更新表数据	94
5.4 表的排序	94
5.5 表的索引	95
5.5.1 索引的类型	95
5.5.2 索引的建立	96
5.5.3 索引的删除	98
5.5.4 索引的使用	99
5.6 多表操作	101
5.6.1 表间的逻辑连接	102
5.6.2 表间的物理连接	104
5.7 数据库表	105
5.7.1 添加自由表	105
5.7.2 移去、删除表	106
5.7.3 设置数据库表属性	107
5.7.4 设置表中字段的显示属性	107
5.7.5 设置表中字段的有效性	108
5.8 数据库表之间的永久关系	109
5.8.1 建立关系	109
5.8.2 编辑和删除关系	110
5.8.3 参照完整性	111
5.9 统计汇总命令	111
思考题	114

**第 6 章 结构化查询语言及应用**..... 115

6.1 SQL 概述	115
6.2 数据定义	116
6.2.1 表的定义与删除	116
6.2.2 表结构的修改	118
6.2.3 视图的定义与删除	120
6.3 数据查询	120
6.3.1 单表查询	121
6.3.2 多表查询	125
6.3.3 嵌套查询	128
6.3.4 集合查询	130
6.3.5 特殊选项	130
6.4 数据更新	131
6.4.1 插入数据	131
6.4.2 修改数据	132
6.4.3 删除数据	132
6.5 查询与视图	132
6.5.1 使用查询	132
6.5.2 使用视图	143
思考题	150

**第 7 章 结构化程序设计**..... 151

7.1 程序的建立与运行	151
7.1.1 建立程序文件	151
7.1.2 修改程序文件	153
7.1.3 程序运行方式和编译方式	154
7.1.4 程序结束方法	155
7.2 交互式输入命令	155
7.3 程序的基本结构	159
7.3.1 结构化程序及其特点	160
7.3.2 顺序结构	162
7.3.3 选择结构	162
7.3.4 循环结构	166
7.3.5 多重循环	172
7.4 模块化程序设计	175
7.4.1 过程和自定义函数	177
7.4.2 过程子文件	178
7.4.3 参数传递	180
7.4.4 子程序	182
7.5 变量的作用域	186
思考题	188

**第 8 章 表单设计**..... 189

8.1 面向对象程序设计概述	189
----------------	-----

8.1.1 对象	189	9.3 输出报表	230
8.1.2 属性	190	9.4 标签设计	231
8.1.3 事件与方法	190	思考题	233
8.2 表单对象	191	<b>第 10 章 菜单设计</b>	234
8.2.1 使用向导创建表单	191	10.1 创建菜单系统	234
8.2.2 使用设计器创建表单	194	10.1.1 菜单系统的结构	234
8.2.3 表单的数据环境	195	10.1.2 菜单的设计原则与步骤	235
8.2.4 表单的修改	196	10.1.3 菜单设计器的使用	236
8.2.5 表单的保存与运行	198	10.2 下拉式菜单设计	236
8.3 表单的常用控件	198	10.2.1 创建下拉菜单	236
8.3.1 标签	199	10.2.2 设置菜单的常规选项与 菜单选项	239
8.3.2 文本框	200	10.2.3 保存与生成菜单	240
8.3.3 编辑框	201	10.2.4 在顶层表单中使用菜单	240
8.3.4 命令按钮	202	10.2.5 创建快速菜单	241
8.3.5 命令按钮组	203	10.3 快捷菜单设计	242
8.3.6 选项按钮组	204	10.3.1 创建快捷菜单	242
8.3.7 复选框	205	10.3.2 将快捷菜单附加到对象	242
8.3.8 组合框	206	思考题	243
8.3.9 列表框	207	<b>第 11 章 学生成绩管理系统 开发实例</b>	244
8.3.10 微调按钮	208	11.1 系统的总体设计	244
8.3.11 表格	209	11.2 系统的数据库设计	244
8.3.12 图像	211	11.3 系统的界面设计及程序编码	245
8.3.13 计时器	212	11.3.1 系统主界面	246
8.3.14 页框	213	11.3.2 菜单设计	246
8.3.15 OLE 控件	215	11.3.3 录入成绩	247
8.4 表单的应用	215	11.3.4 编辑成绩	251
8.4.1 系统登录表单设计	215	11.3.5 查询成绩	255
8.4.2 数据编辑表单设计	217	11.3.6 打印模块	258
8.4.3 数据查询表单设计	219	11.3.7 学生成绩管理系统 主程序代码	259
思考题	221	思考题	259
<b>第 9 章 报表及标签设计</b>	222	<b>第 12 章 编译与发布应用程序</b>	260
9.1 创建报表	222	12.1 连编可运行文件	260
9.1.1 使用向导创建报表	222	12.2 发布应用程序	262
9.1.2 利用快速报表方法创建报表	224	思考题	264
9.1.3 使用设计器创建报表	225		
9.2 修改报表	226		
9.2.1 设置报表数据环境	226		
9.2.2 添加报表控件	227		
9.2.3 报表布局	230		



# 第 1 章

## 数据库系统概述

### 1.1 数据库系统基础知识

数据库技术产生于 20 世纪 60 年代末,是数据管理的最新技术,也是计算机科学的重要分支。数据库技术是信息系统的核心和基础,它的出现极大地促进了计算机技术应用向各行各业的渗透。

#### 1.1.1 数据、数据库、数据库管理系统、数据库系统

数据、数据库、数据库管理系统和数据库系统是数据库技术密切相关的 4 个基本概念。

##### 1. 数据

数据是数据库中存储的基本对象,是客观事物属性的反映,是信息的载体。数据的种类很多,包括数值、文本、图形、图像、音频、视频等。例如学生情况记录、学生选课信息等这些都是数据。

在现代计算机系统中存储和处理的数据十分广泛,通常可分为整型、实型、字符型、日期型、日期时间型等。在日常生活中,人们可以直接用自然语言来描述某事物。例如,可以这样来描述某大学的一位同学的情况:马晓芳同学,学号 201102001,女,生日为 1992 年 5 月 21 日,会计学专业。在计算机中则常常这样来描述:

(201102001,马晓芳,女,1992 年 5 月 21 日,会计学)即把学生的学号、姓名、性别、出生日期和专业组织在一起,组成一条学生记录。这里的学生记录就是描述学生的数据。

##### 2. 数据库

数据库,顾名思义就是存放数据的仓库。只不过这个仓库是在计算机存储设备上,并且按照一定的数据结构存放。

严格地讲,数据库是数据的集合,这些数据长期储存在计算机内,它们是有组织的、可共享的、有联系的。数据库中的数据按照一定的数据模型组织、描述和存储,具有可共享性、较小的冗余度、较高的数据独立性和易扩展性。

##### 3. 数据库管理系统

那么,现代计算机是如何解决有效组织和存储大量数据,如何高效获取和维护这些数据的呢?实际上这一任务就是由数据库管理系统这一系统软件完成。

数据库管理系统是位于用户和操作系统之间的一层数据管理软件,数据库管理系统具有如下功能:

(1) 数据定义功能。用户通过它可以创建数据库、表等对象。

(2) 数组组织、存储和管理。数据库管理系统对数据分类组织、存储和管理,其内容包括数据字典、用户数据、数据的存取路径等。它可以确定以何种文件结构和存取方式组织数据,又是如何实现数据之间的联系。

(3) 数据操纵功能。实现数据的查询、插入、删除和修改等。

(4) 数据库的事务管理和运行管理。保证数据的安全性、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。

(5) 数据库的建立和维护功能。它包括数据的输入、转换功能,数据库的转储、恢复功能,数据库的重组织和性能监视、分析等。

(6) 其他功能。如完成数据库管理系统与网络中其他软件系统的通信功能。

#### 4. 数据库系统

数据库系统是指在计算机系统中引入数据库后的系统,由数据库、支持数据库运行的软硬件、数据库管理系统、应用程序和人员等部分组成,数据库系统的核心是数据库管理系统。一个完整的数据库系统可以用图 1.1 表示,数据库系统在整个计算机系统中的地位如图 1.2 所示。

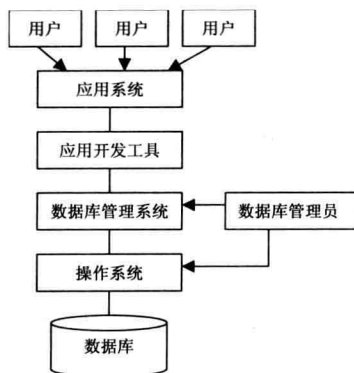


图 1.1 数据库系统

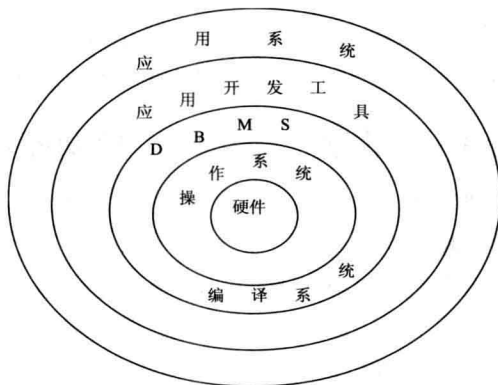


图 1.2 数据库在计算机系统中的地位

### 1.1.2 数据管理技术的发展

数据库技术是应数据管理任务的需要而产生的,数据管理即是对数据进行分类、组织、编码、存储、检索和维护等。

随着计算机软硬件的发展,计算机对数据的管理计算也在不断的进步。目前数据库管理技术经历了人工管理、文件系统和数据系统 3 个阶段,每一阶段都与计算机软硬件的发展密不可分。

#### 1. 人工管理阶段

这一阶段出现在 20 世纪 50 年代中期以前,当时计算机的硬件状况是没有大量的外存储设备,软件状况是没有操作系统,也没有专门管理数据的软件,数据处理的方式是批处理。因此人工管理阶段的特点是:

(1) 数据不保存。由于没有外存储设备,数据输入用完就撤走,无法长期存储在计算机中。

(2) 应用程序管理数据。数据的管理由各个应用程序来完成,每个应用程序根据需要自己设计、说明和管理数据,没有专门的软件管理。

(3) 数据不共享。数据是面向某一应用程序的,不同应用程序之间的数据不能交叉访问,即无法相互利用,即便是同样的数据也必须各自设计,因此带来大量的冗余数据。

(4) 数据不具有独立性。当数据的结构发生变化时, 必须对应用程序做出相应的修改才能保证程序的正确运行, 这就加重了程序员的负担。

在人工管理阶段应用程序与数据之间是一一对应的关系, 如图 1.3 所示。

## 2. 文件系统阶段

20 世纪 50 年代后期到 60 年代中期, 在硬件方面计算机已经有了磁盘、磁鼓等外存储设备, 软件方面操作系统中已经有了专门管理数据的软件, 即文件系统。文件系统阶段管理数据有如下特点。

(1) 数据以文件的形式长期保存。外存设备用来长期存储大量数据, 可以对保存在外存上的数据进行查询和更新操作。

(2) 数据的物理结构与逻辑结构有了区别。

(3) 由文件系统管理数据。

(4) 数据共享性差, 冗余度大。

(5) 数据独立性差。

文件系统阶段应用程序和数据之间的关系如图 1.4 所示。



图 1.3 人工管理阶段应用程序与数据之间的关系

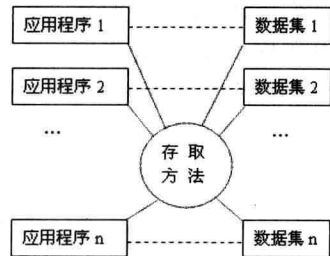


图 1.4 文件管理阶段应用程序与数据之间的关系

## 3. 数据库系统阶段

20 世纪 60 年代后期以来, 计算机管理的数据量越来越大、类型越来越丰富, 应用范围也越来越广泛。这时的硬件已经有了大容量的磁盘, 硬件价格下降; 而软件价格上升, 为编制和维护系统软件及应用程序所需的成本相对增加; 数据处理对联机处理的方式要求越来越高。在这种背景下, 以文件系统作为数据管理的手段已经不能满足应用的需求了, 此时数据库技术应运而生, 出现了专门管理数据的系统软件——数据库管理系统。

### 1.1.3 数据库系统的特点

与人工管理和文件系统阶段相比, 数据库系统的特点主要有以下几个方面。

#### (1) 数据结构化

数据库系统实现了整体数据结构化, 数据库中的数据不再仅仅针对某一应用, 而是面向全组织的, 不仅数据内部结构化而且整体也是结构化的, 数据之间是具有联系的。

#### (2) 数据共享性高、冗余度低、易扩展

数据库系统从整体角度看待和管理数据, 数据不再面向某一应用而是面向整个系统, 数据可以被多个用户、多个应用共享使用。数据共享不但大大减少了数据冗余, 节约了存储空间, 同时还避免了数据间的不一致性。数据库系统阶段应用程序与数据之间的关系如图 1.5 所示。

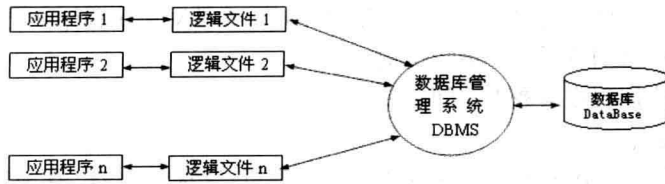


图 1.5 数据库系统中程序与数据之间的关系

### (3) 数据独立性高

数据的独立性是指数据与应用程序之间是相互独立的，当数据的结构发生变化时应用程序不变。数据的结构分为逻辑结构和存储结构，存储结构又称为物理结构，因此数据的独立性分为逻辑独立性和物理独立性。

所谓逻辑独立性是指当数据的逻辑结构发生变化时应用程序不用变，物理独立性则是指当数据的存储结构发生变化时应用程序不用变。

### (4) 数据由数据库管理系统统一管理和控制

这一阶段数据的共享是并发的共享，即多个用户可以同时存取数据库中的数据甚至可以同时存取数据库中的同一数据，这必然会带来数据的不一致性和不完整性。为了保证数据的一致性、正确性和完整性，数据库管理系统提供了数据的安全保护、完整性检查、并发控制和数据库恢复技术。

## 1.2 数据模型

数据模型是对现实世界中的信息的抽象。由于计算机不能直接处理现实世界中的具体事物，所以必须先把这些具体事物转换为计算机能够处理的数据。

### 1.2.1 数据模型组成要素

数据模型是严格定义的一组概念的集合，这些概念精确地描述了系统的静态特性、动态特性和完整性约束，因此数据模型通常含有数据结构、数据操作和数据的约束条件 3 个方面。

**数据结构：**是对系统静态特性的描述。

**数据操作：**对数据库中各种对象（型）的实例（值）允许运行的操作及有关的操作规则。它是对系统动态特性的描述。包括对数据的检索、更新（包括插入、删除、修改）等行为。

**数据的约束条件：**是一组完整性规则的集合。完整性规则是给定的数据模型中数据及其联系所具有的制约和储存规则，可用以限定符合数据模型的数据库状态以及状态的变化，以保证数据的正确、有效、相容。

### 1.2.2 两大数据模型

在数据库中用数据模型这个工具来抽象、表示和处理现实世界中的数据和信息。通俗地讲，数据模型就是对现实世界的模拟。

数据模型应满足三方面要求：

- 能比较真实地模拟现实世界；
- 容易为人所理解；

- 便于在计算机上实现。

数据模型分成两个不同的层次：

- (1) 概念模型，也称信息模型，它是按用户的观点来对数据和信息建模的。
- (2) 数据模型，主要包括网状模型、层次模型、关系模型等，它是按计算机系统的观点对数据建模的。

### 1.2.3 概念模型

概念模型是现实世界到信息世界的第一层抽象，是数据库设计人员进行数据库设计的有力工具，也是数据库设计人员与用户之间的交流工具。

首先我们来了解信息世界中的一些基本概念。

#### 1. 实体的描述

实体：客观存在并可相互区别的事物。

实体的属性：描述实体的特性。

实体型：用属性的集合表示一种实体的类型即实体型。

实体集：同类型的实体的集合称为实体集。

#### 2. 两个实体之间的联系描述

##### (1) 一对一联系

如果对于实体集 A 中的每一个实体，实体集 B 中至多有一个实体与之联系，反之亦然，则称实体集 A 与实体集 B 具有一对一联系。记为 1:1。例如班级与班长之间的联系，一个班级只有一个正班长，一个班长只在一个班中任职，因此班级与班长之间是一一对一的联系；再如乘客与座位之间的联系，一个乘客只能坐一个座位而每个座位也只能坐一个乘客。

##### (2) 一对多联系

如果对于实体集 A 中的每一个实体，实体集 B 中有  $n$  个实体 ( $n \geq 0$ ) 与之联系，反之，对于实体集 B 中的每一个实体，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 有一对多联系，记为 1: $n$ 。例如班级与学生之间的联系，一个班级中有若干名学生，每个学生只在一个班级中学习；再如宿舍和学生之间的关系，一个宿舍可以住多个学生，而每个学生只能住一个宿舍。

##### (3) 多对多联系

如果对于实体集 A 中的每一个实体，实体集 B 中有  $n$  个实体 ( $n \geq 0$ ) 与之联系，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 ( $m \geq 0$ ) 与之联系，则称实体集 A 与实体集 B 具有多对多联系，记为  $m:n$ 。例如课程与学生之间的联系，一门课程同时有若干个学生选修，而一个学生也可以同时选修多门课程；再如顾客和商品，一个顾客可以购买多种商品，每种商品可以被多个顾客购买。

#### 3. 实体联系图

概念模型采用实体联系图的方法来描述现实世界，它是最为著名的 P.P.S. Chen 于 1976 年提出来的，目前已经被广泛采用，简称为 E-R 图。

E-R 图提供了表示实体型、属性和联系的方法，方法如下：

实体型：用矩形表示，在矩形框内写上实体型的名字。

属性：用椭圆表示，在椭圆中写明实体的属性并用一条线连接到实体上。

联系：用菱形表示，在菱形框中写明联系的名称，引出两条线分别连接两个实体并在上面写上联系的类型。

例如学生和课程之间，一个学生可以选修多门课程而每门课程可以有多个学生选，因此学生和课程之间是多对多的联系，对应 E-R 图如图 1.6 所示。

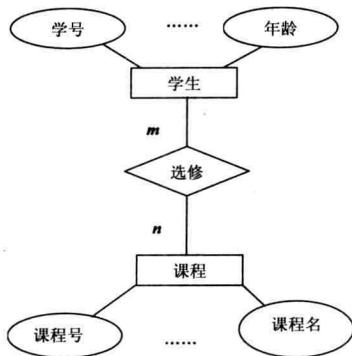


图 1.6 学生选课实体联系图

### 1.2.4 常用的数据模型

目前，数据库领域中常用的数据模型包括层次模型、网状模型和关系模型，层次模型和网状模型统称为非关系模型。

#### 1. 层次模型

满足下面两个条件的基本层次联系的集合为层次模型。

- (1) 有且只有一个节点没有双亲节点，这个节点称为根节点；
- (2) 除根以外的其他节点有且只有一个双亲，节点实体使用记录类型描述，每个节点表示一个记录类型，从而实现一对多的联系。

层次模型是一个树形结构，如图 1.7 所示。

#### 2. 网状模型

满足下面两个条件的基本层次联系的集合为网状模型。

- (1) 允许一个以上的节点无双亲；
- (2) 一个节点可以有多个的双亲。

网状模型去掉了层次模型的所有限制，能够更为真实地描述现实世界，网状模型如图 1.8 所示。

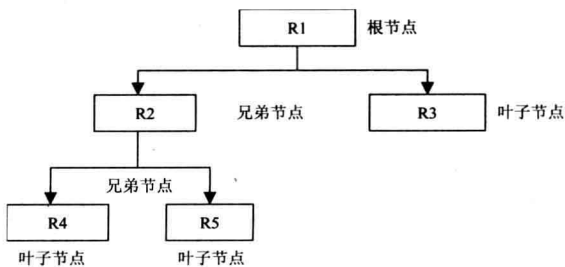


图 1.7 层次模型

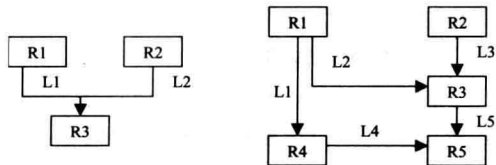


图 1.8 网状模型

#### 3. 关系模型

采用一张二维表结构即关系来表示实体以及实体之间的联系，是以关系数学理论为基础的，如图 1.9 所示。

	Sno	Sname	Ssex	Sbirth	Major	Resume	Photo
1	201101001	柳阳	男	10/01/92	电子商务	备注	Gen
	201101002	马真真	女	02/03/93	电子商务	备注	Gen
	201101003	乔恩远	女	04/01/92	电子商务	备注	Gen
	201102001	马晓芳	女	05/21/92	会计学	备注	Gen
	201102002	王路	男	08/12/93	会计学	备注	Gen
	201102003	贾改燕	女	06/06/92	会计学	备注	gen
	201103001	丁亮	男	02/04/92	金融学	备注	gen
	201103002	胡永红	女	03/02/92	金融学	备注	gen

图 1.9 学生关系二维表

## 1.3 关系数据库

数据库技术产生于 20 世纪 60 年代末,是数据管理的最新技术,也是计算机科学的重要分支。数据库技术是信息系统的核心和基础,它的出现极大地促进了计算机技术应用向各行各业的渗透。

### 1.3.1 关系模型

#### 1. 关系术语

关系:就是一张二维表。

元组:二维表中每一行就是一个元组。

属性:二维表中每一列就是一个属性。

域:属性的取值范围。

关键字:唯一标识一个元组的属性或属性集合。

外部关键字:属性  $x$  不是它所在关系  $R$  的关键字,但却是另一个关系  $S$  的关键字,这时称  $x$  为关系  $R$  的外部关键字。

#### 2. 关系的特点

- (1) 必须按范式规范化;
- (2) 不能出现相同的属性名;
- (3) 关系中不允许出现重复的元组;
- (4) 元组次序无关紧要;
- (5) 列的次序无关紧要。

### 1.3.2 关系运算

关系运算的特点是运算对象是关系,运算结果也是关系。关系可以看成是元组的集合,因此关系支持传统的集合运算,并且关系具有自身的关系运算。关系运算通常包括传统的并、交、差、广义笛卡尔乘积以及专门的关系运算(选择、投影、连接、除)。如图 1.10 所示。

运算符		含义	运算符	含义	
集合运算符号	$\cup$	并	比较运算符	$>$	大于
	$-$	差		$\geq$	大于等于
	$\cap$	交		$<$	小于
	$\times$	广义笛卡尔乘积		$\leq$	小于等于
				$=$	等于
专门的关系运算符	$\sigma$	选择	逻辑运算符	$\neq$	不等于
	$\pi$	投影		$\neg$	非
	$\bowtie$	连接		$\wedge$	与
	$\div$	除		$\vee$	或

图 1.10 关系运算的运算符

1. 传统的集合运算，并、差、交、广义笛卡尔积

(1) 并运算： $R \cup S = \{t | t \in R \vee t \in S\}$ ， $R, S$ 为两个关系。

A	B	C
a1	b1	c1
a1	b2	c2
a2	b2	c1

$R$

A	B	C
a1	b1	c1
a1	b2	c2
a1	b3	c2
a2	b2	c1

$R \cup S$

A	B	C
a1	b2	c2
a1	b3	c2
a2	b2	c1

$S$

(2) 交运算： $R \cap S = \{t | t \in R \wedge t \in S\}$ 。

A	B	C
a1	b1	c1
a1	b2	c2
a2	b2	c1

$R$

A	B	C
a1	b2	c2
a2	b2	c1

$R \cap S$

A	B	C
a1	b2	c2
a1	b3	c2
a2	b2	c1

$S$

(3) 差运算： $R - S = \{t | t \in R \wedge t \notin S\}$ 。

A	B	C
a1	b1	c1
a1	b2	c2
a2	b2	c1

$R$

A	B	C
a1	b1	c1

$R - S$

A	B	C
a1	b2	c2
a1	b3	c2
a2	b2	c1

$S$

(4) 广义笛卡尔乘积： $R \times S = \{t_r t_s | t_r \in R \wedge t_s \in S\}$ 。

设  $R$  是  $n$  目关系， $k_1$  个元组， $S$  是  $m$  目关系， $k_2$  个元组，则  $R \times S$  是一个  $(n+m)$  列、 $(k_1 \times k_2)$  行的集合，每个元组的前  $n$  列是关系  $R$  的一个元组，后  $m$  列是关系  $S$  的一个元组。

A	B	C
a1	b1	c1
a1	b2	c2
a2	b2	c1

$R$

A	B	C
a1	b2	c2
a1	b3	c2
a2	b2	c1

$S$

A	B	C	A	B	C
a1	b1	c1	a1	b2	c2
a1	b1	c1	a1	b3	c2
a1	b1	c1	a2	b2	c1
a1	b2	c2	a1	b2	c2
a1	b2	c2	a1	b3	c2
a1	b2	c2	a2	b2	c1
a2	b2	c1	a1	b2	c2
a2	b2	c1	a1	b3	c2
a2	b2	c1	a2	b2	c1

$R \times S$

2. 专门的关系运算：选择、投影、连接

(1) 选择：选择运算符的含义是在关系  $R$  中选择满足给定条件的诸元组。记作

$$\delta_F(R) = \{t | t \in R \wedge F(t) = \text{'真'}\}$$

$F$  为选择条件，是一个逻辑表达式；选择运算是从行的角度进行的运算。例如有如下关系  $R$ ，而  $R$  由 sno(学号)，sname(姓名)，ssex(性别)，sbirth(出生日期)，major(专业)属性组成。



sno	sname	ssex	sbirth	major
201101001	柳阳	男	1992/10/1	电子商务
201101002	马真真	女	1993/2/3	电子商务
201101003	乔恩远	女	1992/4/1	电子商务
201102001	马晓芳	女	1992/5/21	会计学
201102002	王路	男	1993/8/12	会计学
201102003	贾改燕	女	1992/6/6	会计学
201103001	丁亮	男	1992/2/4	金融学
201103002	胡永红	女	1992/3/2	金融学

则,  $\sigma_{ssex="女"}(R)$ 取值结果为

sno	sname	ssex	sbirth	major
201101002	马真真	女	1993/2/3	电子商务
201101003	乔恩远	女	1992/4/1	电子商务
201102001	马晓芳	女	1992/5/21	会计学
201102003	贾改燕	女	1992/6/6	会计学
201103002	胡永红	女	1992/3/2	金融学

(2) 投影: 从  $R$  中选择出若干属性列组成新的关系。记作

$$\pi_A(R) = \{ t[A] \mid t \in R \}$$

$A$  为  $R$  中的属性列, 投影操作主要是从列的角度进行运算。

$\Pi_{sno,sname,ssex}(R)$ 结果为

sno	sname	ssex
201101001	柳阳	男
201101002	马真真	女
201101003	乔恩远	女
201102001	马晓芳	女
201102002	王路	男
201102003	贾改燕	女
201103001	丁亮	男
201103002	胡永红	女

(3) 连接:

$$\textcircled{1} \theta \text{ 连接: } R \bowtie_{\theta} S = \{ \hat{r}_i, \hat{s}_j \mid \hat{r}_i \in R \wedge \hat{s}_j \in S \wedge \theta(\hat{r}_i[A], \hat{s}_j[B]) \}$$

从两个关系的笛卡尔积中选取属性间满足一定条件的元组。

$$\textcircled{2} \text{ 等值连接: } R \bowtie_{\theta} S = \{ \hat{r}_i, \hat{s}_j \mid \hat{r}_i \in R \wedge \hat{s}_j \in S \wedge \hat{r}_i[A] = \hat{s}_j[B] \}$$

从关系  $R$  与  $S$  的广义笛卡尔积中选取  $A$ 、 $B$  属性值相等的那些元组。

$$\textcircled{3} \text{ 自然连接: } R \bowtie_{\theta} S = \{ \hat{r}_i, \hat{s}_j \mid \hat{r}_i \in R \wedge \hat{s}_j \in S \wedge \hat{r}_i[B] = \hat{s}_j[B] \}$$

两个关系中进行比较的分量必须是相同的属性组, 在结果中把重复的属性列去掉。

例如:

R			S	
A	B	C	B	E
a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	5	b <sub>1</sub>	3
a <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	6	b <sub>2</sub>	7
a <sub>2</sub>	b <sub>3</sub>	8	b <sub>3</sub>	10
a <sub>2</sub>	b <sub>4</sub>	12	b <sub>3</sub>	2
			b <sub>5</sub>	2