



软件应用基础

——Visual FoxPro程序设计

主 编 郭文强
副主编 徐 春 张菊玲



科学出版社

软件应用基础

——Visual FoxPro 程序设计

主 编 郭文强

副主编 徐 春 张菊玲

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书以培养大学生实践能力为核心,增强大学生计算机操作水平为目的。全书设计了10章内容,前9章系统地介绍了 Visual FoxPro 的基础知识和编程方法;第10章以案例教学的方式,例举了开发“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 Visual FoxPro 应用程序的经验和思路。

本书注重对基础知识的理解与实际操作技能相结合的学习模式,在强调操作技能的同时,为了巩固基础知识,还配备有相应的实验指导与习题册。

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。

图书在版编目(CIP)数据

软件应用基础: Visual FoxPro 程序设计 / 郭文强主编. —北京: 科学出版社, 2016.1

ISBN 978-7-03-047092-8

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(2016)第 010041 号

责任编辑: 于海云 / 责任校对: 郭瑞芝

责任印制: 霍 兵 / 封面设计: 迷底书装

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

新科印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2016 年 1 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2016 年 1 月第一次印刷 印张: 17

字数: 403 000

定价: 38.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

前 言

Visual FoxPro 9.0 是一个强大的快速关系数据库应用程序开发工具，它是 Microsoft 公司于 2004 年推出的 Visual Foxpro 系列中的最新版本，主要应用于 Windows 操作环境。它不仅可以创建和管理数据库，而且可以创建各种应用程序。由于它使用面向对象的编程语言，同时提供了可视化编程方式，因此用户在编写程序的时候不必输入繁琐的程序代码就可以建立一个面向对象的数据库应用程序，大大简化了系统的开发过程，并提高了系统的模块性和紧凑性。它以强大的性能、完整而丰富的工具、较高的处理速度、友好的界面以及完备的兼容性等特点，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。

本教材针对绝大多数本科院校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，贯彻以必需、够用、实用和会用为度的原则，优化课程内容体系。本书编写环境为中文版 Visual FoxPro 9.0，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，通过大量实用的操作指导和具有代表性的绘图实例，让读者直观、迅速地了解 Visual FoxPro 的主要功能。本书是在众多一线教师多年的 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，贴近实用，这样能避免枯燥说理，易于理解和实践。在学完每章内容之后，读者可以通过习题与上机操作来巩固书中学到的知识。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 进行项目开发给出了详细说明。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。

本书的参考学时为 54 学时，建议采用理论实践一体化教学模式，各章的参考学时见下面的学时分配表。

学时分配表

课程内容	学时	课程内容	学时
第 1 章 数据库系统概述	4	第 6 章 结构化程序设计	8
第 2 章 VFP 程序设计基础	4	第 7 章 表单设计	8
第 3 章 项目管理器、数据库及表的创建与操作	8	第 8 章 报表与标签设计	2
第 4 章 结构化查询语言及应用	8	第 9 章 菜单设计	2
第 5 章 查询与视图	4	第 10 章 学生成绩管理系统的开发实例	6

本书的第 1 章、第 4 章和第 5 章由张菊玲编写，第 2 章、第 6 章由韩莉英编写，第 3 章由蔡咏梅编写，第 7 章由任艳和徐春共同编写，第 8 章、第 9 章由任艳编写，第 10 章由徐春编写。全书由郭文强、徐春和张菊玲统稿。

在本书的编写过程中得到了有关专家的热心指导和无私帮助，同时科学出版社也为本书

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，恳请各位专家、读者批评指正。

前 言

编 者

2015 年 11 月

本书是作者在多年从事《...》课程的教学和科研工作的基础上编写而成的。在编写过程中，参考了国内外许多优秀的教材和有关文献，力求做到概念清晰、重点突出、由浅入深、循序渐进。本书可作为高等院校《...》课程的教学用书，也可供从事《...》工作的工程技术人员参考。

本书共分 10 章。第 1 章介绍《...》的基本概念和分类；第 2 章介绍《...》的组成和结构；第 3 章介绍《...》的编制方法；第 4 章介绍《...》的编制方法；第 5 章介绍《...》的编制方法；第 6 章介绍《...》的编制方法；第 7 章介绍《...》的编制方法；第 8 章介绍《...》的编制方法；第 9 章介绍《...》的编制方法；第 10 章介绍《...》的编制方法。

本书在编写过程中，得到了许多专家和同行的帮助，在此表示衷心的感谢。由于编者水平有限，书中难免存在不足之处，恳请各位专家和读者批评指正。

章 节	内 容	编 者	审 核 人
1	《...》的基本概念和分类	...	...
2	《...》的组成和结构	...	...
3	《...》的编制方法	...	...
4	《...》的编制方法	...	...
5	《...》的编制方法	...	...
6	《...》的编制方法	...	...
7	《...》的编制方法	...	...
8	《...》的编制方法	...	...
9	《...》的编制方法	...	...
10	《...》的编制方法	...	...

本书共分 10 章。第 1 章介绍《...》的基本概念和分类；第 2 章介绍《...》的组成和结构；第 3 章介绍《...》的编制方法；第 4 章介绍《...》的编制方法；第 5 章介绍《...》的编制方法；第 6 章介绍《...》的编制方法；第 7 章介绍《...》的编制方法；第 8 章介绍《...》的编制方法；第 9 章介绍《...》的编制方法；第 10 章介绍《...》的编制方法。

目 录

前言

第 1 章 数据库系统概述	1
1.1 数据库系统基本知识	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 两大类数据模型	4
1.3 数据库设计基础	10
1.3.1 数据库设计步骤	10
1.3.2 数据库设计过程	11
1.4 Visual FoxPro 9.0 软件概述	11
1.4.1 Visual FoxPro 的发展历史	11
1.4.2 Visual FoxPro 9.0 的特点及增强功能	12
1.4.3 Visual FoxPro 9.0 的安装与启动	13
1.4.4 Visual FoxPro 9.0 的用户界面组成及操作	15
1.4.5 Visual FoxPro 9.0 的辅助设计工具	19
1.4.6 Visual FoxPro 9.0 的系统配置	20
思考与练习	22
第 2 章 VFP 程序设计基础	24
2.1 数据与信息	24
2.1.1 数据处理与数据管理	24
2.1.2 数据分类	26
2.1.3 数据模型	26
2.1.4 VFP 数据库系统	27
2.2 常量、变量	29
2.2.1 常量	29
2.2.2 变量	31
2.3 VFP 简单命令	34
2.3.1 文件操作	36
2.3.2 屏幕保护	38
2.4 运算符与表达式	39

2.5	函数	45
2.5.1	数值函数	45
2.5.2	字符串函数	47
2.5.3	日期时间函数	50
2.5.4	类型转换函数	51
2.5.5	控制类函数	52
2.5.6	函数嵌套	54
2.6	SET 命令	55
2.7	数组变量	58
	思考与练习	62
第 3 章	项目管理器、数据库及表的创建与操作	63
3.1	项目管理器	63
3.1.1	创建项目	64
3.1.2	定制项目管理器	66
3.1.3	使用项目管理器	67
3.2	数据库的创建与操作	69
3.2.1	创建数据库	69
3.2.2	使用数据库	70
3.3	表的创建与操作	73
3.3.1	创建表	73
3.3.2	表记录的录入	78
3.3.3	表的操作	82
3.3.4	表的排序	92
3.3.5	表的索引	93
3.3.6	多表操作	99
3.3.7	表间的逻辑关联	100
3.3.8	表间的物理连接	102
3.3.9	数据库表	103
3.3.10	数据库表之间的永久关系	106
3.3.11	统计汇总命令	109
	思考与练习	111
第 4 章	结构化查询语言及应用	112
4.1	SQL 概述	112
4.2	数据定义	112
4.2.1	表的定义与删除	112
4.2.2	表结构的修改	115
4.2.3	视图的定义与删除	116
4.3	数据查询	117
4.3.1	单表查询	118

4.3.2	联接查询	123
4.3.3	嵌套查询	126
4.3.4	集合查询	128
4.3.5	特殊选项	129
4.4	数据更新	129
4.4.1	插入数据	129
4.4.2	修改数据	130
4.4.3	删除数据	130
	思考与练习	130
第 5 章	查询与视图	131
5.1	使用查询	131
5.2	使用视图	142
	思考与练习	149
第 6 章	结构化程序设计	152
6.1	程序的建立与运行	152
6.1.1	建立程序文件	152
6.1.2	修改程序文件	153
6.1.3	程序运行方式和编译方式	155
6.1.4	程序结束方法	156
6.2	交互式输入命令	156
6.3	程序的基本结构	159
6.3.1	结构化程序的特点	160
6.3.2	顺序结构	162
6.3.3	选择结构	162
6.3.4	循环结构	166
6.3.5	多重循环	171
6.4	模块化程序设计	174
6.4.1	过程和自定义函数	177
6.4.2	过程子文件	178
6.4.3	参数传递	180
6.4.4	子程序	182
6.5	变量的作用域	186
	思考与练习	188
第 7 章	表单设计	189
7.1	面向对象程序设计概述	189
7.1.1	对象	189
7.1.2	属性	190
7.1.3	事件与方法	190

7.2	表单对象	191
7.2.1	使用向导创建表单	191
7.2.2	使用设计器创建表单	194
7.2.3	表单的数据环境	195
7.2.4	表单的修改	197
7.2.5	表单的保存与运行	198
7.3	表单的常用控件	199
7.3.1	标签	199
7.3.2	文本框	200
7.3.3	计时器	201
7.3.4	命令按钮	202
7.3.5	容器	204
7.3.6	编辑框	204
7.3.7	命令按钮组	206
7.3.8	选项按钮组	207
7.3.9	复选框	208
7.3.10	组合框与列表框	209
7.3.11	微调按钮	211
7.3.12	表格	211
7.3.13	图像	213
7.3.14	页框	214
7.3.15	OLE 控件	216
7.4	表单的应用	216
7.4.1	系统登录表单设计	216
7.4.2	数据编辑表单设计	218
7.4.3	数据查询表单设计	220
	思考与练习	221
第 8 章	报表及标签设计	222
8.1	创建报表	222
8.1.1	使用向导创建报表	222
8.1.2	利用快速报表方法创建报表	225
8.1.3	使用设计器创建报表	226
8.2	修改报表	226
8.2.1	设置报表数据环境	227
8.2.2	添加报表控件	227
8.2.3	报表布局	230
8.3	输出报表	231
8.4	标签设计	232
	思考与练习	234

第 9 章 菜单设计	235
9.1 创建菜单系统	235
9.1.1 菜单系统的结构	235
9.1.2 菜单的设计原则与步骤	235
9.1.3 菜单设计器的使用	236
9.2 下拉式菜单设计	237
9.2.1 创建下拉式菜单	237
9.2.2 设置菜单的常规选项与菜单选项	240
9.2.3 保存与生成菜单	241
9.2.4 在顶层表单中使用菜单	241
9.2.5 创建快速菜单	242
9.3 快捷菜单设计	243
9.3.1 创建快捷菜单	243
9.3.2 将快捷菜单附加到对象	243
思考与练习	244
第 10 章 学生成绩管理系统的开发实例	245
10.1 系统的总体设计	245
10.2 系统的数据库设计	245
10.3 系统的界面设计及程序编码	246
10.3.1 系统主界面	246
10.3.2 菜单设计	247
10.3.3 录入模块	247
10.3.4 编辑模块	251
10.3.5 查询模块	255
10.3.6 打印模块	257
10.3.7 学生成绩管理系统主程序代码	259
10.4 连编可执行文件	259
10.5 发布应用程序	261
思考与练习	262

第 1 章 数据库系统概述

1.1 数据库系统基本知识

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与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：赵刚同学，学号为 20150030126，男，1996 年 8 月 12 日，信息安全专业。在计算机中常常这样来描述：

(20150030126, 赵刚, 男, 1996 年 8 月 12 日, 信息安全)

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，这些数据是长期存储在计算机内、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

现代计算机如何解决有效地组织和存储大量的数据，如何高效地获取和维护数据，这一任务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) 数据组织、存储和管理，数据库管理系统对数据分类组织、存储和管理，包括数据字典、用户数据、数据的存取路径等。可以确定以何种文件结构和存取方式组织数据，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, 数据库的重组和性能监视、分析等。

(6) 其他功能, 即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。

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, 数据管理是对数据进行分类、组织、编码、存储、检索和维护。

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进步。数据库管理技术经历了人工管理、文件系统和数据库系统三个阶段, 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。因此人工管理阶段具有如下特点。

(1) 数据不保存。由于没有外存储设备, 因此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对一的关系, 如图 1.1 所示。

2. 文件系统阶段

20 世纪 50 年代后期到 60 年代中期, 计算机在硬件方面已经有了磁盘、磁鼓等外存储设备, 在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 1.2 所示。

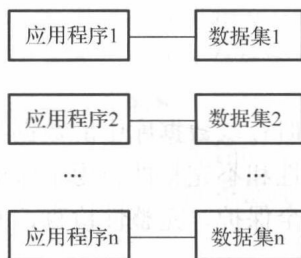


图 1.1 人工管理阶段应用程序与数据之间的关系

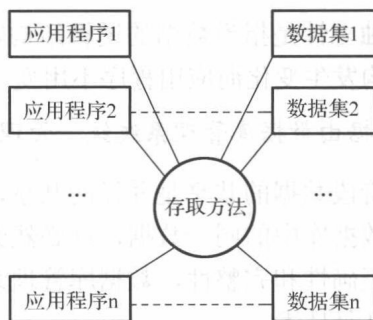


图 1.2 文件管理阶段应用程序与数据之间的关系

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；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；数据处理方式上对联机处理方式要求更多。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，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，不仅数据内部是结构化的而且整体是结构化的，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 1.3 所示。

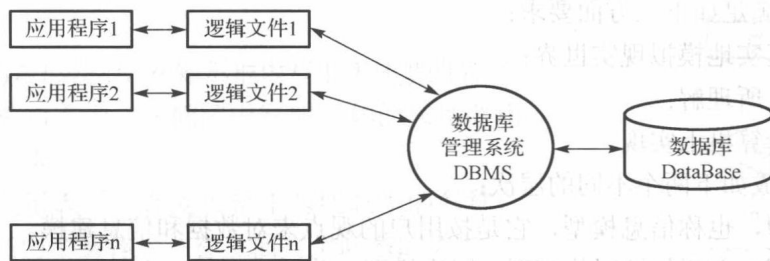


图 1.3 数据库系统中应用程序与数据之间的关系

3. 数据独立性高

数据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而应用程序不变。数据的结构分为逻辑结构和存储结构，存储结构又成为物理结构，因此数据的独立性分为逻辑独立性和物理独立性。

逻辑独立性是指当数据的逻辑结构发生变化而应用程序不用变,物理独立性是指当数据的存储结构发生变化而应用程序不用变。

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,这必然会带了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三个方面。

数据结构是对系统静态特性的描述。

数据操作是对数据库中各种对象(型)的实例(值)允许执行的操作及有关的操作规则,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)。

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,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 两大类数据模型

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现实世界的模拟。

数据模型应满足如下三方面要求:

- (1) 能比较真实地模拟现实世界;
- (2) 容易为人所理解;
- (3) 便于在计算机上实现。

数据模型分成如下两个不同的层次:

- (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。
- (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。

1. 概念模型

概念模型是对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。

信息世界中的基本概念主要有如下几个。

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：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 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名学生选修一个学生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，具体方法如下。

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，两条线分别连在两个实体上并在上面写上联系的类型。

例如学生和课程，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 1.4 所示。

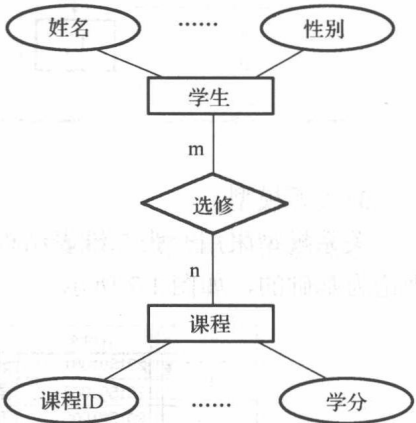


图 1.4 学生选课实体联系图

2. 常用的数据模型

目前，数据库领域中常用的数据模型有层次模型、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) 有且只有一个结点没有双亲结点，这个结点称为根结点；
- (2) 根以外的其他结点有且只有一个双亲结点实体通过用记录类型描述，每个结点表示一个记录类型实现一对多的联系；

层次模型是一个树形结构，如图 1.5 所示。

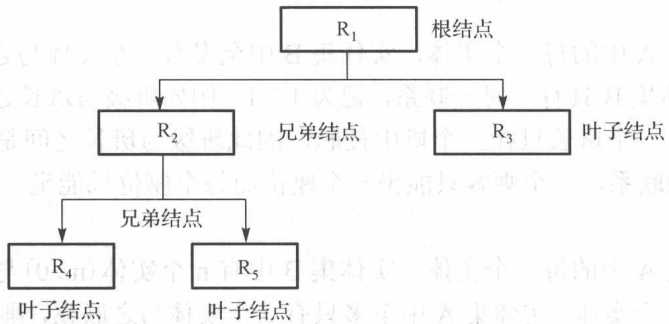


图 1.5 层次模型

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) 允许一个以上的结点无双亲；
- (2) 一个结点可以有多于一个的双亲。

网状模型去掉了层次模型的所有限制，能够更加真实地描述现实世界，网状模型如图 1.6 所示。

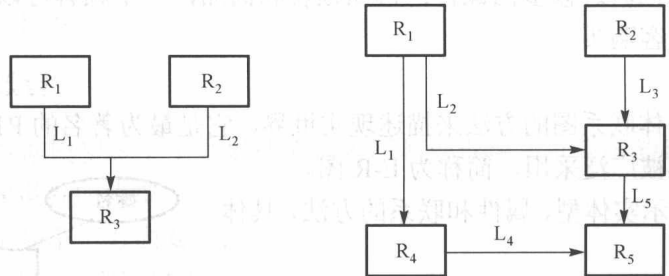


图 1.6 网状模型

3) 关系模型

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，它是以关系数学理论为基础的，如图 1.7 所示。

	Sno	Sname	Ssex	Sbirth	Major	Resume	Photo
▶	201501001	刘钟涛	男	10/01/97	计算机科学	备注	Gen
	201501002	周静娴	女	02/03/96	计算机科学	备注	Gen
	201501003	卫安琪	女	04/01/96	计算机科学	备注	Gen
	201502001	梁心媛	女	05/21/97	法学	备注	Gen
	201502002	陈志霖	男	08/12/95	法学	备注	Gen
	201502003	迟鑫月	女	06/06/97	法学	备注	gen
	201503001	周耀武	男	02/04/96	酒店管理	备注	gen
	201503002	何优优	女	03/02/95	酒店管理	备注	gen

图 1.7 学生关系图

3. 关系数据库

1)关系模型

(1)关系术语。

关系：一张二维表。

元组：行。

属性：列。

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，称 x 为关系 R 的外部关键字。

(2)关系的特点。

- ① 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。

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、广义笛卡儿乘积和专门的关系运算选择、投影、连接、除。常用的关系运算的运算符如图 1.8 所示。

运算符		含义	运算符		含义
集合运算符	U	并差交广义 笛卡儿乘积	比较运算符	>	大于
	-			≥	大于等于
	∩			<	小于
	×			≤	小于等于
	÷			=	等于
专门的关系 运算符	σ	选择投影连接除	逻辑运算符	≠	不等于
	π			¬	非
	⋈			∧	与
	÷			∨	或

图 1.8 关系运算的运算符

(1)传统的集合运算，并、差、交、广义笛卡儿积。

① 并运算， $R \cup S = \{t | t \in R \vee t \in S\}$ ，例如关系 R 和关系 S 的并运算如图 1.9 所示。

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

图 1.9 关系并运算