

库
本



普通高等教育“十二五”重点规划教材 计算机系列
中国科学院教材建设专家委员会“十二五”规划教材

Visual FoxPro程序设计教程

李敬兆 主 编

Visual FoxPro程序设计教程

普通高等教育“十二五”重点规划教材 计算机系列
中国科学院教材建设专家委员会“十二五”规划教材



科学出版社

社



普通高等教育“十二五”重点规划教材 计算机系列
中国科学院教材建设专家委员会“十二五”规划教材

Visual FoxPro 程序设计教程

李敬兆 主编

曲卫平 张 柱 张 玉 副主编
韦忠亮 周庆松 赵 宝

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书按照全国计算机等级考试大纲和安徽省计算机水平考试大纲组织编写。全书共分11章,主要包括数据库基础知识、Visual FoxPro 6.0 基础知识、Visual FoxPro 6.0 表操作、Visual FoxPro 6.0 数据库操作、Visual FoxPro 6.0 程序设计基础、关系数据库结构化查询语言 SQL、Visual FoxPro 6.0 查询与视图、表单设计与应用、菜单和工具栏设计与应用、报表设计与应用、应用程序的开发与生成。每章均安排了适当的习题,配套的《Visual FoxPro 程序设计实验教程》(李敬兆主编,科学出版社出版)一书中附有本书的习题参考答案。

本书适用于高等院校非计算机专业学生使用,也可作为国家或省级计算机二级 Visual FoxPro 等级考试用书。

图书在版编目(CIP)数据

Visual FoxPro 程序设计教程/李敬兆主编. —北京:科学出版社,2012
(普通高等教育“十二五”重点规划教材 计算机系列·中国科学院教材建设专家委员会“十二五”规划教材)

ISBN 978-7-03-033348-3

I. ①V… II. ①李… III. ①关系数据库系统-数据库管理系统, Visual FoxPro-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(2012)第 005972 号

责任编辑:赵丽欣 杨 阳/责任校对:耿 耘

责任印制:吕春珉/封面设计:子时文化

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>

铭浩彩色印装有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2012 年 2 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2012 年 2 月第一次印刷 印张:20

字数:480 000

定价:34.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈铭浩〉)

销售部电话 010-62142126 编辑部电话 010-62134021

版权所有,侵权必究

举报电话:010-64030229;010-64034315;13501151303

前 言

“Visual FoxPro 程序设计”是“大学计算机基础”的后续课程，是一门众多工作岗位实践都需要的综合性应用课程。其任务是以数据管理为主线，在讲授有关数据库、表的管理和程序设计的基础上，将知识加以系统化，以便学生了解查询、报表、表单等文件操作形式，注重将所学理论转化为技能，旨在培养计算机应用基本功扎实、操作能力强并具有创新精神的人才。

全书共分为 11 章，主要内容包括数据库基础知识、Visual FoxPro 6.0 基础知识、Visual FoxPro 6.0 表操作、Visual FoxPro 6.0 数据库操作、Visual FoxPro 6.0 程序设计基础、关系数据库结构化查询语言 SQL、Visual FoxPro 6.0 查询与视图、表单设计与应用、菜单和工具栏设计与应用、报表设计与应用、应用程序的开发和生成。每章设有基本知识介绍、实例讲解、小结和习题等板块，与本书配套的《Visual FoxPro 程序设计实验教程》中提供了各章的上机实验指导和习题参考答案，以方便学生学习和实践。

本书深入浅出、通俗易懂、重点突出、图文并茂，既从理论角度来讲述知识点，也从应用的角度、结合具体的实践强化理论知识，做到理论性与实用性相结合。

本书由安徽理工大学李敬兆担任主编，曲卫平、张柱、张玉、韦忠亮、周庆松、赵宝担任副主编。参加编写的还有王一春、常筠、罗跃惠、吕琦、吴多淮、王从容、陆士君、范洪生、沈林、吴艳婷等。

为了配合教学，本书配有免费电子课件，有需要的读者可以到科学出版社网站 www.abook.cn 下载。

由于水平有限，书中难免存在疏漏之处，望广大读者批评指正。

目 录

前言

第 1 章 数据库基础知识	1
1.1 数据库系统的组成及数据模型分类	1
1.1.1 数据库系统的组成概述	1
1.1.2 数据管理的发展阶段	2
1.1.3 数据模型的三要素	3
1.1.4 概念模型	4
1.1.5 数据模型的分类	6
1.1.6 数据库系统结构	9
1.2 数据库设计	10
1.2.1 需求分析	11
1.2.2 概念结构设计	13
1.2.3 逻辑结构设计	15
1.2.4 数据库物理设计	17
1.2.5 建立数据库	17
1.2.6 数据库运行与维护	18
小结	19
习题	20
第 2 章 Visual FoxPro 6.0 基础知识	23
2.1 Visual FoxPro 6.0 的安装、启动与退出	24
2.1.1 Visual FoxPro 6.0 的安装	24
2.1.2 Visual FoxPro 6.0 的启动	26
2.1.3 Visual FoxPro 6.0 的退出	27
2.2 Visual FoxPro 6.0 的界面	27
2.2.1 Visual FoxPro 6.0 的用户界面	27
2.2.2 Visual FoxPro 6.0 的操作方式	29
2.3 Visual FoxPro 6.0 的可视化设计工具	30
2.3.1 Visual FoxPro 6.0 向导	30
2.3.2 Visual FoxPro 6.0 设计器	31
2.3.3 Visual FoxPro 6.0 生成器	32
2.4 Visual FoxPro 6.0 文件类型与项目管理器	32
2.4.1 Visual FoxPro 6.0 文件类型	33
2.4.2 创建项目	33

2.4.3 项目开启与关闭操作	34
2.4.4 项目管理器的界面	34
2.4.5 定制项目管理器	36
2.5 Visual FoxPro 6.0 的配置	36
小结	37
习题	38
第3章 Visual FoxPro 6.0 表操作	39
3.1 设计表	39
3.2 创建自由表	41
3.2.1 创建表结构	42
3.2.2 向表中输入数据	49
3.3 表的基本操作	54
3.3.1 表的保存	54
3.3.2 表的打开和关闭	54
3.3.3 浏览表中数据	56
3.3.4 查看和修改表结构	59
3.3.5 表的复制	60
3.3.6 表的编辑	62
3.3.7 VFP 命令中的常用子句	62
3.4 对表中记录的基本操作	65
3.4.1 记录的定位	65
3.4.2 记录的显示	68
3.4.3 记录的插入和追加	69
3.4.4 记录的删除和恢复	73
3.4.5 修改记录	78
3.5 排序和索引	78
3.5.1 排序	78
3.5.2 索引简介	80
3.5.3 索引的建立	82
3.5.4 索引的使用	85
3.5.5 表的快速检索	89
3.6 多表操作	92
3.6.1 内存工作区	92
3.6.2 表的联接	94
3.6.3 表的关联	95
3.6.4 数据工作期	97
3.7 常用 VFP 文件操纵	97
小结	98

习题	98
第 4 章 Visual FoxPro 6.0 数据库操作	101
4.1 数据库的设计与创建	101
4.2 数据库维护	104
4.2.1 数据库的基本操作	104
4.2.2 数据库表的基本操作	106
4.3 数据库表的关联	109
4.4 数据字典	112
4.4.1 设置表的记录属性	112
4.4.2 设置字段属性	114
4.4.3 设置参照完整性	116
小结	118
习题	118
第 5 章 Visual FoxPro 6.0 程序设计基础	120
5.1 程序及程序文件	120
5.1.1 基本概念	120
5.1.2 程序文件的建立、编辑和运行	121
5.2 程序中常用的命令语句	124
5.2.1 赋值语句	124
5.2.2 常用的输入输出语句	125
5.2.3 其他命令	128
5.3 程序控制结构	129
5.3.1 顺序结构	129
5.3.2 分支结构	129
5.3.3 循环结构	135
5.4 子程序、过程和自定义函数	143
5.4.1 子程序	143
5.4.2 过程	144
5.4.3 自定义函数	148
5.4.4 内存变量的作用域	151
5.5 程序调试	153
5.5.1 调试器环境	153
5.5.2 断点设置	155
5.5.3 调试菜单选项介绍	156
小结	157
习题	157
第 6 章 关系数据库结构化查询语言 SQL	165
6.1 SQL 概述	165

6.2 查询功能	166
6.2.1 简单查询	169
6.2.2 简单的连接查询	170
6.2.3 嵌套查询	171
6.2.4 几个特殊运算符	173
6.2.5 简单的计算查询	174
6.2.6 排序	174
6.2.7 分组与计算查询	175
6.2.8 使用量词和谓词查询	176
6.2.9 几个其他选项	178
6.3 操作功能	179
6.3.1 插入数据	179
6.3.2 更新数据	179
6.3.3 删除数据	180
6.4 定义功能	180
6.4.1 表的定义	180
6.4.2 表的删除	182
6.4.3 表结构的修改	182
小结	184
习题	185
第7章 Visual FoxPro 6.0 查询与视图	191
7.1 建立查询	191
7.1.1 查询设计器	191
7.1.2 用查询设计器建立查询	194
7.1.3 用查询向导建立查询	198
7.2 建立视图	202
7.2.1 视图的概念	202
7.2.2 视图设计器	204
7.2.3 建立本地视图	206
7.2.4 建立远程视图	209
小结	211
习题	211
第8章 表单设计与应用	215
8.1 面向对象程序设计方法	215
8.1.1 面向对象和过程程序设计的主要区别	215
8.1.2 面向对象程序设计的特点	215
8.1.3 基本概念	216
8.1.4 对象的属性、事件和方法	217

8.2 表单设计器	219
8.2.1 表单文件操作	219
8.2.2 表单设计器	221
8.2.3 表单常用属性、事件和方法	225
8.3 表单中常用控件的设计	226
8.3.1 标签 (Label)	226
8.3.2 文本框 (TextBox)	227
8.3.3 编辑框 (EditBox)	230
8.3.4 列表框 (ListBox)	231
8.3.5 组合框 (ComboBox)	232
8.3.6 命令按钮 (CommandButton) 和命令按钮组 (CommandGroup)	233
8.3.7 复选框 (CheckBox) 和选项按钮组 (OptionGroup)	236
8.3.8 计时器 (Timer)	238
8.3.9 表格 (Grid)	239
8.3.10 页框 (PageFrame)	239
8.3.11 微调 (Spinner)	240
8.4 典型例题	241
小结	247
习题	247
第9章 菜单和工具栏设计与应用	250
9.1 基本概念	250
9.1.1 菜单和工具栏	250
9.1.2 菜单设计器	252
9.2 创建菜单系统	254
9.2.1 快速创建菜单系统 (快速菜单)	255
9.2.2 自行创建菜单系统	255
9.2.3 定义菜单	258
9.3 为顶层表单添加菜单	260
9.4 快捷菜单的设计	261
小结	262
习题	262
第10章 报表设计与应用	264
10.1 报表的基本操作	264
10.1.1 使用报表向导设计报表	265
10.1.2 使用报表设计器创建报表	268
10.2 报表控件的使用	270
10.3 报表的数据分组	272
10.4 其他	275

小结	278
习题	279
第 11 章 应用程序的开发和生成	280
11.1 应用程序的开发流程	280
11.1.1 需求分析	280
11.1.2 系统设计	280
11.1.3 系统实施	280
11.1.4 运行和维护	280
11.2 实例——学生成绩管理系统	281
11.2.1 系统功能分析	281
11.2.2 功能模块	281
11.2.3 数据库设计	281
11.2.4 界面设计	283
11.3 应用程序的生成	289
11.3.1 应用程序生成的基本步骤	289
11.3.2 创建项目文件	289
11.3.3 添加所需文件	290
11.3.4 创建主文件并设置	290
11.3.5 连编应用程序	291
11.3.6 发布应用程序	292
小结	292
习题	292
参考文献	294
附录	295
2011 年 9 月全国计算机等级考试二级笔试试卷	295
2008 年计算机水平考试试卷（安徽考区）	301

第 1 章 数据库基础知识

数据库是数据管理的最新技术，是信息时代处理急剧膨胀的信息资源的最佳途径。随着网络世界的飞速发展，数据库技术在现代企业、政府事务管理以及国民经济各领域都得到了广泛的应用。

本章讲解数据库系统的基础知识，其中包括数据库系统的组成、数据模型和数据库设计 3 个方面的内容。通过本章的学习，读者应该达到以下学习目标。

- 了解数据库系统的组成。
- 掌握数据库的网状模型、层次模型和关系模型。
- 掌握数据模型的三要素及概念模型的建立。
- 掌握关系的性质和关系的完整性。
- 了解关系模式规范化理论中的函数依赖和范式。
- 了解数据库设计的 6 大步骤及方法。

1.1 数据库系统的组成及数据模型分类

1.1.1 数据库系统的组成概述

为了更好地理解数据库系统，需要知道数据库常用的术语和概念。

(1) 数据 (Data)：数据是描述客观事物的符号。数据有多种形式，可以是数字，也可以是文本、图形、图像、音频和视频。

(2) 信息 (Information)：信息是有一定含义的、已经被加工的并有意义的数

(3) 数据库 (Database, DB)：数据库是存储数据的仓库。采用数据库存储数据可以使数据管理易扩展、易共享更方便。

(4) 数据库管理系统 (Database Management System, DBMS)：数据库管理系统是运行于操作系统上的数据库管理软件，用于实现数据库的定义、操纵、管理和维护等功能，是数据库系统的核心。常见的数据库管理系统有 Visual FoxPro、Access、Oracle、SQL Server 等。

(5) 数据库应用系统 (Database Application System, DBAS)：数据库应用系统是在 DBMS 的支持下针对各种具体的应用领域开发出的数据库应用软件，用来完成对数据的组织、存储和管理，如高校的“学生学籍管理系统”。

(6) 数据库系统 (Database System, DBS)：组成要件是所有与数据库管理系统有关的部分，如数据库管理员和用户以及数据库软件和操作系统，如图 1-1 所示。

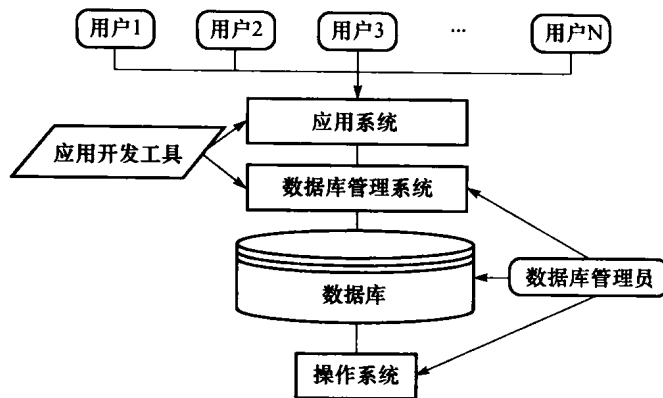


图 1-1 数据库系统

1.1.2 数据管理的发展阶段

计算机用于数据管理，主要是通过对数据进行分类、编码、存储、检索和维护来完成的。随着计算机硬件及软件技术的发展，数据管理技术也从人工管理阶段逐步发展到文件系统阶段、数据库管理阶段，这 3 个发展阶段的特点参见表 1-1。

表 1-1 数据管理技术 3 个发展阶段的特点

阶段 特点	人工管理阶段	文件系统阶段	数据库管理阶段
应用背景	科学计算	科学计算、数据管理	大规模数据管理
硬件背景	无存储设备	磁盘、磁鼓	大容量磁盘
软件背景	无操作系统	仅有文件系统	数据库管理系统
处理方式	批处理	联机实时处理、批处理	联机实时处理、批处理
数据的管理者	用户自己管理	文件系统	数据库管理系统
数据面向的对象	应用程序	应用程序	现实世界
数据共享	无共享，冗余度极大	共享性差，冗余度大	共享性高、冗余度小
数据独立性	不独立，完全依赖程序	独立性差	数据独立性高
数据结构化	无结构	记录内有结构、整体无结构	整体结构化高
数据控制方法	应用程序自己控制	应用程序自己控制	由数据库管理系统控制

1. 人工管理阶段（20 世纪 50 年代中期以前）

在人工管理阶段，应用程序直接对应于数据，数据无结构、不独立，且不能被其他程序共享，程序员只能编写特定的程序来处理某些数据，当时的计算机主要用于科学计算。

2. 文件系统阶段（20 世纪 50 年代～60 年代）

在文件系统阶段，数据被组织成许多相互独立的数据文件，对这些文件进行读写、删改、运算等操作的基本方法是“按文件名访问”。由于有了磁盘存储系统，数据的处理实现了随机存取方式，管理效率大大提高。但文件系统仍然存在着数据共享性差、相同数据的重复存储、各自管理和数据冗余度大的问题。

3. 数据库系统阶段（20 世纪 60 年代以后）

自 20 世纪 60 年代后期以来，世界逐步进入信息化时代。航空、航天及地球资源勘探以及国民经济各领域的数据量剧增，各种应用对数据的共享要求更为迫切，同时在计算机硬件方面也有了大容量的磁盘存储器，于是出现了数据库系统。数据库系统可以对所有的数据实行统一的、集中的管理，使数据存储真正独立于使用数据的程序，实现数据共享。

在数据库系统阶段，应用程序是通过数据库管理系统与存储于数据库中的数据建立关系的，如图 1-2 所示。

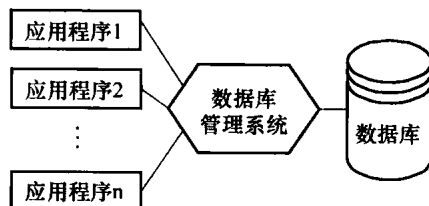


图 1-2 数据库系统阶段应用程序与数据之间的关系

人们逐渐采用数据库存储数据，实现了数据最小冗余度和较高的数据独立性。在数据库的基础上建立 DBMS，实现对数据库的统一管理和控制，保证了数据的完整性、安全性和并发控制性，当数据库发生故障后，还可以对数据库进行恢复。

随着计算机技术和互联网技术的快速发展，数据库技术综合各种新技术在国民经济各领域得到了广泛的发展和应用，如图 1-3 所示。

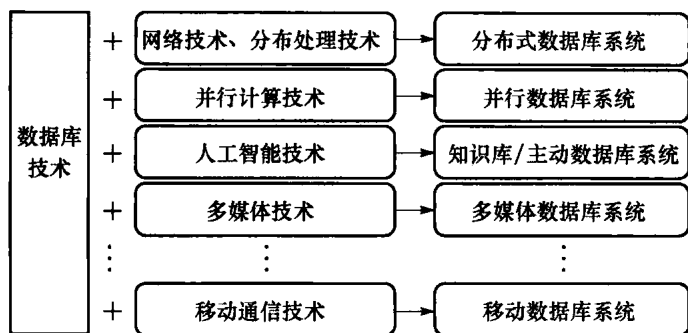


图 1-3 数据库领域新的分支

在图 1-3 中可以看到数据库技术的应用与发展。

- 数据库技术与网络技术和分布处理技术相结合，发展成为分布式数据库系统。
- 数据库技术与并行计算技术相结合，发展成为并行数据库系统。
- 数据库技术与人工智能技术相结合，发展成为知识库系统或主动数据库系统。
- 数据库技术与多媒体技术相结合，发展成为多媒体数据库系统。
- 数据库技术与移动通信技术相结合，发展成为移动数据库系统。

数据库技术与新技术结合还有很多发展分支，例如，数据库技术与地理信息系统（Geographic Information System, GIS）结合，发展成为空间数据库系统等。

1.1.3 数据模型的三要素

数据模型是数据库结构的基础，是用来描述数据的一组概念和定义。数据模型的三要素是指数据结构、数据操作和数据完整性约束条件。

1. 数据结构

数据结构从以下两个方面描述了数据对象。

- (1) 确定该数据对象是怎样的。例如，数据对象的域、属性。
- (2) 确定该数据对象与其他对象之间的联系方式是怎样的。例如，构成方式是网状模型、层次模型还是关系模型。

2. 数据操作

数据操作是指对数据库中各种对象允许执行操作的集合，包括操作及有关的操作规则。

数据库主要有查询和更新（包括插入、删除、修改）两大类操作。数据模型必须定义这些操作的确切含义、操作符号、操作规则（如优先级）以及实现操作的语言。

数据操作描述了数据库系统的动态特性，体现了数据库的通用性、规范性、灵活性和安全性等特性。

3. 数据的完整性约束条件

数据的完整性约束条件是一组完整性规则。该规则对数据模型中的数据及其联系进行了必要的制约，以此限定符合数据模型的数据库状态以及状态的变化，保证数据的正确性、有效性和类型相容性。

数据模型应该反映和规定本数据模型必须遵守的完整性约束条件。例如，在关系模型中，任何关系都必须满足实体完整性和参照完整性两个约束条件。

此外，数据模型还应该提供定义完整性约束条件的机制，以反映具体应用所涉及的数据必须遵守的特定的语义约束条件。例如，在人事管理中必须遵守设定的男、女职工退休年龄的约束条件。

1.1.4 概念模型

利用计算机帮助人们处理各种问题，必须把现实世界中的事物及其活动抽象为数据，然后把针对某一方面应用的相关数据按照一定的数据结构形式组织起来才能更好地使用。概念模型的任务就是把现实世界的对象对应到实体、属性和联系，概念模型的作用就是为信息世界建模。

1. 概念模型中的几个基本概念

在建立概念模型之前，需要明确概念模型的几个基本概念。

(1) 实体 (Entity)：客观存在并可以相互区分的事物称为实体，实体可以是具体的人、事、物、也可以是抽象的概念或联系。实体可以用若干个属性的属性值组成的集合来表示。例如，一个学生可以用学号、姓名、性别、出生日期、籍贯等属性来表示。

(2) 属性 (Attribute)：实体所具有的某一特征称为属性，实体用若干个属性来描

述。属性是事物的某一方面特征的抽象描述。学生姓名、学号、性别和出生日期就是该学生对象的属性。根据不同的属性值可以区分不同的对象,例如,学生姓名为“李玉龙”,学号为“200524205”,性别为“男”,出生日期为“1988年5月1日”。

(3) 域 (Domain): 在实际应用中,属性值都有一定的值域,也称为取值范围,可以对值域进行必要的定义。例如,性别的域为(男,女)。

(4) 码 (Key): 唯一标识实体的属性集称为码(或关键字),例如,“学号”是学生实体的码。

(5) 实体型 (Entity Type): 具有相同属性的实体必然具有共同的特征和性质,可以用实体名及其属性名来抽象出同类实体,称为实体型。例如,学生(学号、姓名、性别、出生年月、所在院系、年级)是一个实体型。

(6) 实体集 (Entity Set): 同一类型实体的集合称为实体集。例如,全体学生就是一个实体集。

(7) 联系 (Relationship): 在现实世界中,事物内部以及事物之间是有联系的,这些联系在信息世界中反映为实体内部的联系和实体之间的联系。

2. 用 E-R 图表示概念模型

表示概念模型最常用的方法是实体-联系图方法 (Entity-Relationship Approach, 简称 E-R 图)。用矩形框表示实体、用菱形表示实体之间的联系,这种方法可以把现实世界需要处理的对象对应到概念世界中来。

1) 两个实体之间的联系

实体内部的联系通常是指实体内部各属性之间的联系,而两个实体型之间的联系可以分为3类。

(1) 一对一联系 (1:1)。若对于实体集 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,一个班级只有一个班长,班长只在一个班中任职,班级与班长之间具有一对一联系。

(2) 一对多联系 (1:n)。若对于实体集 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,一个班级中有若干名学生,而每个学生只在一个班级中学习,则班级与学生之间具有一对多联系。

(3) 多对多联系 (m:n)。若对于实体集 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,一个学生可以同时选修多门课程,一门课程可以被多个同学选修,学生与课程之间具有多对多联系。

综合两个实体之间的3类联系方式的特点,可以归纳出:一对一联系是一对多联系的特例,而一对多联系又是多对多联系的特例。

两个实体型之间的3类联系方式如图1-4所示。

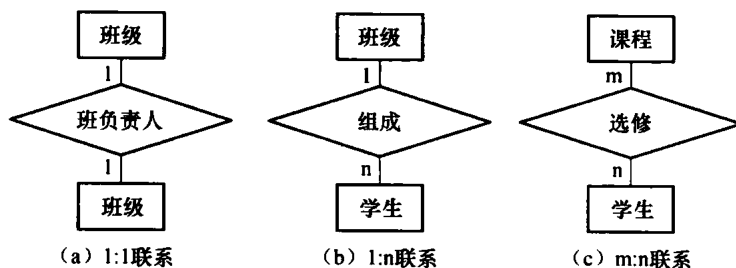


图 1-4 两个实体型之间的 3 类联系方式

2) 两个以上实体型之间的联系

两个以上实体型之间的联系与两个实体型之间的联系情况相似，也同样存在着一对一、一对多、多对多联系。只不过在多个实体型之间的联系中，要注意归纳出各实体型之间相同的联系，把相同或相关的联系组合在一起。例如，对于课程、教师与参考书这 3 个实体型，一门课程与教师构成一对多的讲授联系、一门课程与参考书也构成了一对多的联系、多名教师与多本参考书构成了多对多的联系。3 个实体型都是通过相同的联系名“授课”来建立多实体型之间的联系的，如图 1-5 所示。

3) 单个实体型内的联系

学生是一个实体型，在学生实体型内部，每个学生都与班长构成一对一联系，班长与其他学生构成一对多联系，如图 1-6 所示。

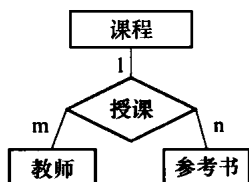


图 1-5 三个实体型间的联系

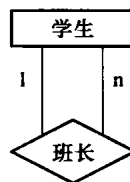


图 1-6 单个实体型内的联系

1.1.5 数据模型的分类

在数据库领域中有网状模型 (Network Model)、层次模型 (Hierarchical Model) 和关系模型 (Relational Model)，其中最常用的是关系模型，按照这三种模型建立的数据库系统分别称为网状数据库系统、层次数据库系统和关系数据库系统。

1. 网状模型

1) 网状模型的基本概念

网状模型是数据库系统中最先出现的数据模型，1961 年美国通用电气公司 (General Electric Co.) 的 Bachman 开发出世界上第一个网状数据库管理系统 (DBMS)，奠定了网状数据库的基础，并获得了图灵奖。网状数据库由于能对管理和处理事务进行自然地模拟，因此在关系数据库出现之前，网状数据库管理系统要比层次数据库管理系统用得普遍。

2) 网状数据模型的数据结构

网状数据模型允许多个结点没有双亲结点，允许结点有多个双亲结点。此外，它还

允许两个结点之间有多种联系（称为复合联系）。因此，网状模型可以更直接地去描述现实世界。

2. 层次模型

1) 层次模型的基本概念

层次模型也是在数据库系统中较早出现的数据模型，1968年美国IBM公司开发了层次型数据库管理系统（Information Management System, IMS）。

层次模型用树型结构来表示各类实体以及实体间的联系。现实世界中许多实体之间的联系本来就呈现这种层次关系，例如，家族关系、国家机关中的行政管理体系、大学的校、院、系和教研室关系等。

2) 层次数据模型的数据结构

(1) 只有一个结点没有双亲结点，这个结点称为根结点。

(2) 根结点以外的其他结点有且只有一个双亲结点。

在层次数据模型中，每个结点表示一个记录类型，结点之间的连线表示记录类型间的联系，这种联系是父子之间的一对多的联系。因此，层次型数据库系统智能处理一对多的实体联系。对于多对多的联系可以先将其分解成一对多联系，然后再用多个一对多联系来表示多对多联系。

3. 关系模型

关系模型是目前最重要和最常用的数据模型。1970年由美国IBM公司E. F. Codd首次提出了关系模型的概念，从而奠定了关系模型的理论基础。

20世纪80年代以来，各计算机软件厂商推出的数据库管理系统几乎都支持关系模型，例如，早期的dBaseⅡ、dBaseⅢ、dBaseⅣ、FoxBase、FoxPro以及目前还在使用的Visual FoxPro、MySQL、SQL Server、DB2和Oracle都是关系型数据库系统。

1) 关系数据模型的数据结构

关系模型的数据结构对应一张规范化的二维表。它由记录行和属性列组成。关系模型要求关系必须是规范化的，最基本的要求是，关系的每一个分量必须是一个不可再分的数据项，也就是说，不允许表中还有表。

2) 关系模型对应于关系数据库的一些术语

- 关系 (Relation)：关系对应于数据库中的数据表，如表1-2所示。该表呈现了关系模型的数据结构，它是一个规范的二维表，内容是学生信息。每个关系有一个关系名，关系名就是表名。

表1-2 学生信息

学号	姓名	性别	出生日期	所在院系	专业	年级
200814485	孙锦	女	19890513	计算机	信息安全	2008
200814493	张敏华	男	19880320	计算机	信息安全	2008
200814458	李明伟	男	19900917	计算机	计算机科学	2008
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
200814510	王桦	男	19910710	计算机	信息安全	2008