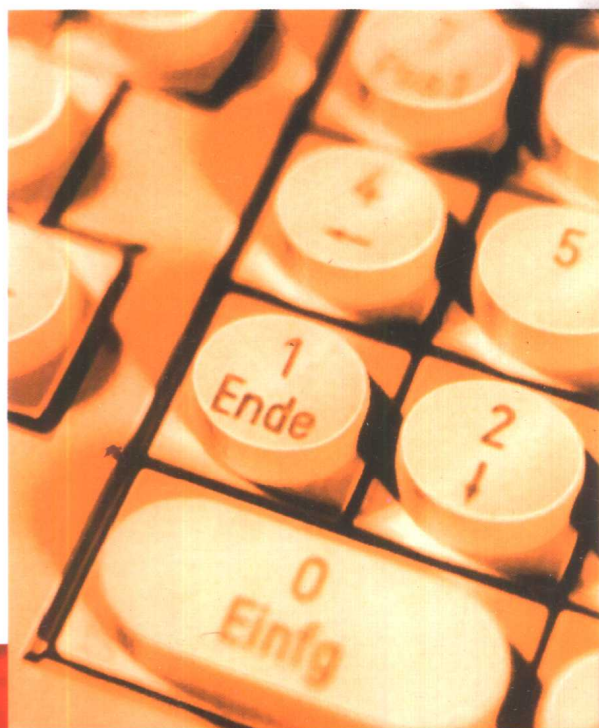




计算机基础课程系列教材

数据库 应用

FoxPro for Windows



马义玲 汪令江 编著
曾 勇 曾 新



机械工业出版社
China Machine Press

计算机基础课程系列教材

数据库应用

FoxPro for Windows

马义玲 汪令江
曾 勇 曾 新 编著
唐常杰 主审



机械工业出版社
China Machine Press

本书是为响应教育部提出的关于计算机基础教育的三层次教学模式，增强高等院校非计算机专业学生应用计算机的水平和能力而推出的计算机基础课程系列教材之一。

本书针对目前绝大多数微机都是在Windows平台上运行的实际状况，选择了FoxPro 2.6 for Windows 版本作为微机数据库应用平台，详细介绍了关系数据库FoxPro 的特点和功能、设计方法、数据类型及常用函数，并着重讲述了数据库文件操作、FoxPro 程序设计和人机交互设计工具。此外，还添加了Visual FoxPro 6.0 的内容。

本书结合简单易懂的实例，由浅入深，逐步引导非计算机专业学生顺利达到第二层计算机基础教育的要求，帮助非计算机专业学生扣开了通向第三层的大门。

本书可作为各高等院校非计算机专业教材及各类培训教材。

版权所有，侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

数据库应用：FoxPro for Windows / 马义玲等编著.-北京：机械工业出版社，2000.8
(计算机基础课程系列教材)

ISBN 7-111-08161-7

I. 数… II. 马… III. 关系数据库-数据库管理系统, FoxPro 2.6-教材 IV. TP311.138

中国版本图书馆CIP数据核字(2000)第35498号

机械工业出版社(北京市西城区百万庄大街22号 邮政编码 100037)

责任编辑：卢志坚

北京牛山世兴印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2000年8月第1版·2001年2月第3次印刷

787mm×1092mm 1/16·18.5印张

印数：7 001-9 000册

定价：29.00元

凡购本书，如有脱页、倒页、缺页，由本社发行部调换

计算机基础课程系列教材编委会

顾	问	古天祥	教育部计算机基础教学课程指导委员会委员										
		李志蜀	教育部计算机基础教学课程指导委员会委员										
主	编	史济民	中国计算机基础教育研究会荣誉副理事长										
		李光琳											
副	主	向重伦	唐常杰										
		刘乃琦	尹治本										
委	员	(以笔划为序)											
		王凡	马义玲	方红	向孟光	余凉							
		何枫	汪令江	吴宏瑜	吴家碚	杨嘉辉							
		周鸿	陈杰华	易涛	段凡丁	郝玉洁							
		赵卫东	贾年	袁平	常征	蒋明礼							
		曾勇	曾新	董毅	魏红宁								

序 言

经过10余年的教学实践，层次教学已成为高等院校计算机基础教学的基本模式。教育部倡导的“计算机文化基础——计算机技术基础——计算机应用基础”3个层次，为高校实施计算机基础教学提供了一个科学的框架。

根据我们的理解，三层次教学中的文化基础为“入门”课，用于引导学生认识计算机文化在信息社会中的地位和作用。技术基础为“拓宽”课，用于从硬件和软件两个方面扩充学生的知识和技能。它们构成三层次教学的“基础与核心”。而应用基础层则是三层次教学的“归宿”，其目的在于结合专业的需要“深化”在某一方面（或领域）的计算机应用知识，加强学生解决本专业计算机应用的能力。本系列教材就是按照这样的思路编写的。第一批书目包括一、二层次的6本计算机公共课教材，即：

《计算机文化引论》

《C语言程序设计》

《计算机软件环境与工具》

《数据库应用 FoxPro for Windows》

《微型计算机硬件组成》

《计算机网络应用基础》

以后将陆续编写出版第三层次的教材，例如《微机原理与应用》、《图形处理与CAD基础》、《面向对象程序设计》等，以满足不同专业的学生深入学习的需要。

本系列教材具有下列特点：

1. 体现了全新的课程体系

考虑到软件技术的发展，本系列在《计算机文化引论》课之后，用程序设计、数据库和软件环境与工具等3本教材代替传统的一本教材——程序设计。又鉴于多媒体应用与网络应用在近10年来发展迅猛，本系列在首批书目中列入了《微型计算机硬件组成》与《计算机网络应用基础》两种教材，分别介绍这两个方面的知识。这一课程体系既在总体上满足教育部三层次教学的内容，也突出了计算机基础教学重在应用，立足于提高学生素质，帮助学生建立强烈的计算机文化意识，提高计算机文化素质的需要。

2. 按照知识单元安排每本教材的内容

自1994年起编者就在教育部高校工科计算机基础课程教学指导委员会的支持下，开展对计算机基础课知识结构的研究。1996年，该项研究被教育部列为面向21世纪计算机基础教学项目组立项课题。上述6种教材，每种覆盖知识单元的一个领域，构成一个相对独立的教学模块，特别方便不同层次的高校与读者按需选用。

3. 遴选作者，强强联手

参加编写本系列第一批教材的作者，都是根据本人的特长由所在学校推荐的、对该方面

的教学和科研富有经验的教师。编写大纲统一由系列教材编辑委员会审定，对保证教材质量起到良好的作用。

教育部计算机基础课程教学指导委员会委员、电子科技大学古天祥教授和教育部计算机基础课程教学指导委员会委员、四川大学李志蜀教授担任系列教材编辑委员会的顾问，对系列的选题与内容都提出了宝贵的意见。借此机会，编者对他们表示诚挚的感谢。

史济民 李光琳

2000年6月

前 言

随着计算机硬件和软件技术的迅速发展,对计算机基础教育的内容、方法和模式提出了更高的要求。尤其是如何迅速提高计算机应用水平和能力,是计算机技术教育与学习者关心的共同课题。为了提高计算机基础教育水平,增强高等院校非计算机专业学生应用计算机的水平和能力,教育部提出了关于计算机基础教育的三层次教学模式,即“计算机文化基础”、“计算机技术基础”和“计算机应用基础”。在这一教学思想的指导下,我们结合多年的计算机基础教学的经验,编写了这本微机数据库应用教材,以适应“计算机技术基础”这一教学层次中数据库技术基础教学的需要。

数据库技术是计算机和信息科学增长最迅速的重要领域之一。数据库从20世纪60年代中期产生到今天,仅仅30年的历史,但其发展速度之快,使用范围之广,是其他技术望尘莫及的。短短30年间,数据库已从第一代的网状、层次数据库,发展到第二代的关系数据库和第三代以面向对象模型为主要特征的数据库,数据库技术与网络通信技术、人工智能技术、面向对象程序设计技术、并行计算技术等互相渗透,互相结合,成为当前数据库技术发展的主要特征。

随着微机硬件的发展、性能的提高和操作系统功能的加强,微机数据库得到迅速的发展,并很快得到普及和广泛的应用。它的发展与整个数据库技术的发展是一致的。

非常典型且广泛应用的FoxPro微机数据库,从最初的dBASE II、FoxBASE到今天的Visual FoxPro,每一次升级都较大地提高和完善了数据库管理系统的功能。由于图形界面操作系统Windows的出现和广泛应用,DOS界面上的大多数软件已不能满足当今计算机应用的需要。为了适应微机数据库应用的发展,针对目前绝大多数微机都是在Windows平台上运行的实际状况,本书选择FoxPro 2.6 for Windows 版本作为微机数据库应用平台,详细介绍微机数据库的概念、技术及其应用。

为了使高校非计算机专业的学生和广大读者能更全面地了解微机数据库应用的最新知识,本书结合可视性界面的设计方法,介绍了Visual FoxPro 6.0的基本特点和应用,并引入了窗体、控件等面向对象的新概念。

为了满足不同层次读者的应用需求,我们利用FoxPro 2.6提供的程序设计系统,结合简单易懂的实例,由浅入深,全面地介绍了程序设计的基本概念、方法和技巧,使读者能很快掌握程序设计方法,使非计算机专业的学生顺利达到第二层次计算机基础教育的要求,同时能较快地提高学生的数据库应用水平和能力。

本教材共分六章,内容丰富,实用性、可读性和系统性强。各章的主要内容和学习方法如下。

第1章 数据库概论。主要介绍信息、数据及数据库的基本概念。本章对于初学者是应了解的内容,对于具有一定数据结构基础的读者可选学或跳过不读。

第2章 关系数据库FoxPro概述。主要介绍数据库的设计方法、数据类型、表达式与函数以及FoxPro的特点与功能。本章对于无数据库设计基础的读者是必学的内容。

第3章 数据库文件的操作。主要介绍数据库的建立，数据库中记录的定位、编辑和查询，以及数据库的排序和索引等操作。本章是读者应熟练掌握的部分。

第4章 FoxPro程序设计。主要介绍程序设计的概念、方法以及FoxPro 2.6所提供的程序设计语句的应用。本章是高等院校非计算机专业本科生应学习和掌握的内容。对于其他层次的读者，可以按其需要选学该章内容。

第5章 人机交互的设计工具。主要介绍FoxPro 2.6所提供的人机交互式的设计工具。通过简单的人机对话可快速简便地完成诸如屏幕设计、菜单设计等工作。本章可作为选学内容，以提高微机数据库设计的效率。

第6章 Visual FoxPro 6.0 简介。主要介绍可视化的数据库设计软件Visual FoxPro 6.0的特点、功能和简单使用方法。本章可作为提高内容供读者选学。

本书每一章都附有不同类型的习题，以帮助理解和巩固学过的内容。

本书由汪令江编写第1章，曾勇编写第2章、第3章和第5章，马义玲编写第4章，曾新编写第6章。书中若有不妥之处，敬请广大读者批评指正。

本书由四川大学唐常杰教授主审，感谢唐教授提出了很好的意见。

编 者

2000年5月于成都

目 录

序言	
前言	
第1章 数据库概论	1
1.1 数据库	1
1.1.1 信息与数据	1
1.1.2 数据处理	2
1.1.3 数据库	2
1.2 数据模型	3
1.2.1 数据抽象	3
1.2.2 实体模型	4
1.2.3 数据模型	6
1.3 数据库系统	10
1.3.1 数据库系统组成	10
1.3.2 数据库系统结构	11
1.3.3 数据库系统设计	12
1.4 数据库管理系统	15
1.4.1 数据库管理系统的功能	16
1.4.2 数据库管理系统的分类	16
1.4.3 数据库管理系统的发展	17
1.4.4 典型数据库管理系统的简介	19
习题	22
第2章 关系数据库FoxPro概述	24
2.1 FoxPro的特点与功能	24
2.1.1 FoxPro的特点	24
2.1.2 FoxPro运行的系统环境	25
2.1.3 FoxPro2.6的安装、启动和退出	25
2.1.4 FoxPro的Command(命令)窗口	30
2.1.5 FoxPro 的常用文件类型	31
2.1.6 FoxPro 2.6 for Windows系统界面介绍	31
2.2 数据库的设计	35
2.2.1 数据库文件的组成	36
2.2.2 数据库结构的设计	36
2.3 数据类型、常量、变量、函数与表达式	37
2.3.1 数据类型	37
2.3.2 常量	38
2.3.3 变量	38
2.3.4 函数	39
2.3.5 表达式	39
2.4 常用函数	40
2.4.1 数值处理函数	40
2.4.2 字符处理函数	41
2.4.3 日期和时间处理函数	44
2.4.4 数据类型转换函数	45
2.4.5 数据库处理函数	45
习题	49
第3章 数据库文件的操作	50
3.1 建立数据库	50
3.1.1 建立数据库结构	50
3.1.2 打开和关闭数据库	52
3.1.3 输入数据	55
3.1.4 记录的定位	56
3.1.5 显示数据	58
3.2 编辑数据库	60
3.2.1 修改数据库结构	60
3.2.2 修改记录	61
3.2.3 增加记录	65
3.2.4 删除记录	65
3.3 复制数据库	68
3.3.1 数据库结构的复制	68
3.3.2 数据库文件的复制	68
3.3.3 成批记录数据传送	70
3.3.4 数据库的结构文件	70
3.4 数据库的排序与索引	72
3.4.1 数据库的排序	72
3.4.2 数据库的索引	73
3.5 查询信息	80
3.5.1 条件查询	80
3.5.2 快速查询	81
3.5.3 RQBE查询	84
3.6 多重数据库操作	89

3.6.1 工作区的选择与互访	89	4.8.1 代码输入式菜单	139
3.6.2 数据库的关联	90	4.8.2 光带移动式菜单	142
3.6.3 View窗口	92	4.8.3 下拉式菜单	143
3.6.4 数据库文件间的更新	96	4.9 常用环境参数设置命令	147
3.6.5 数据库文件的连接	97	习题	149
3.7 数据统计与报表生成	98	第5章 人机交互的设计工具	155
3.7.1 统计命令	98	5.1 屏幕生成器	155
3.7.2 报表生成	102	5.2 报表书写器	168
习题	103	5.3 项目管理器	179
第4章 FoxPro程序设计	105	5.4 文档生成器	182
4.1 程序设计概述	105	5.5 菜单生成器	184
4.1.1 结构化程序设计的特点和基本 结构	105	习题	190
4.1.2 三种基本结构	106	第6章 Visual FoxPro 6.0简介	191
4.1.3 算法与流程图	106	6.1 Visual FoxPro 6.0概述	191
4.1.4 计算机解题的基本步骤	108	6.2 Visual FoxPro 6.0 的运行环境	193
4.2 程序的建立与执行	109	6.3 Visual FoxPro 6.0 的操作界面	194
4.2.1 FoxPro程序的基本构成	109	6.3.1 Visual FoxPro 项目管理器	194
4.2.2 程序文件的建立和编辑	109	6.3.2 命令窗口	199
4.2.3 程序文件的编译和执行	110	6.3.3 Visual FoxPro 6.0 的菜单系统和 工具栏	199
4.3 顺序程序设计与常用语句	111	6.4 Visual FoxPro 6.0 快速入门	203
4.3.1 顺序程序设计	111	6.4.1 建立项目文件	203
4.3.2 程序设计中的常用语句	112	6.4.2 建立一个数据库文件	204
4.4 分支程序设计	117	6.4.3 向数据库中增加表	205
4.4.1 单向选择	118	6.4.4 建立一个用户输入显示界面	208
4.4.2 双向选择	118	6.4.5 运行已建立好的表单	211
4.4.3 多向选择	119	6.4.6 制作报表	211
4.5 循环程序设计	120	6.4.7 退出Visual FoxPro 6.0	215
4.5.1 条件循环	120	6.5 数据库管理	215
4.5.2 计数循环	122	6.5.1 表的建立	215
4.5.3 库文件扫描循环	122	6.5.2 在表中添加记录	221
4.5.4 多重循环	123	6.5.3 删除记录	223
4.6 数组应用	124	6.5.4 移动记录指针	224
4.6.1 数组中常用的语句	124	6.5.5 将已有的表添加到数据库中或 从数据库中移去	226
4.6.2 数组中常用的函数	127	6.6 数据的索引	226
4.7 子程序、过程与自定义函数的程序 设计	129	6.6.1 索引类型	230
4.7.1 子程序	129	6.6.2 建立索引	230
4.7.2 过程	134	6.6.3 用多个字段进行索引排序	232
4.7.3 自定义函数	137	6.6.4 筛选记录	234
4.8 菜单程序设计技巧	138	6.6.5 建立表之间的永久联系	234

6.7 视图简介	236	6.9.1 使用“报表向导”创建报表	256
6.7.1 建立本地视图	236	6.9.2 使用“报表设计器”修改报表	262
6.7.2 修改本地视图	242	6.10 Visual FoxPro 6.0 面向对象程序设计	
6.8 查询	247	初步	272
6.8.1 Visual FoxPro 中的查询	247	6.10.1 对象简介	273
6.8.2 使用“查询向导”创建查询	247	6.10.2 类简介	273
6.8.3 运行查询	251	6.10.3 对象的操作处理	274
6.8.4 使用查询设计器修改查询	251	6.10.4 创建表单	275
6.9 设计报表	256	习题	285

第1章 数据库概论

随着计算机技术的蓬勃发展, 计算机应用已经涉足到人们日常生活、工作的各个领域。尤其在当今信息社会, 计算机已成为人们日常工作中处理数据的得力助手和工具。数据处理是计算机四大应用(科学计算、过程控制、数据处理和辅助设计)的一个主要方面, 而且已经渗透到许多其他应用领域。本章将从介绍数据处理的对象——信息入手, 介绍与数据处理的核心技术——数据库技术相关的概念、知识和技能, 为进一步学习数据库技术及其应用奠定基础。

本章主要介绍以下内容:

- 数据库的概念
- 数据模型及其建立的过程
- 数据库系统及其设计的内容和步骤
- 数据库管理系统及其典型系统的简介

本章共分四节, 前三节是本章的重点, 介绍了数据库技术的一些基本的概念。这些基本概念是学习本书后续章节的一个基础, 同时也会在后续章节中进一步得到深化和具体化。对于初学者, 第4节的内容可以只进行大致的浏览, 待学习完全书的内容之后, 再回过头来阅读该节内容, 将会有更深刻的理解。

1.1 数据库

在信息社会中, 信息是一种资源。对企业来说, 各种必须的信息是其赖以生存和发展的命根子; 对一个国家来说, 信息决定其如何建设和发展; 对一个人来说, 信息是其决定如何发展才能适应社会的基本要素。信息是维持生产活动、经济活动和社会活动必不可少的基本资源, 它是有价值的, 是构成客观世界的三大要素(信息、能源和材料)之一。因此, 人们为了获取有价值的信息用于决策, 就需要对信息和用于表示信息的数据进行处理和管理。人们用计算机对数据进行处理的应用系统称为计算机信息系统, 而计算机信息系统的核心是数据库。

1.1.1 信息与数据

信息和数据是数据库管理的基本内容和对象。信息是现实世界事物状况的反映, 通过加工它可以用一系列数据来表示。如“今年的高考理科录取分数线为436分, 王进同学的高考成绩为509分。”这是一条能够说明王进同学今年已经有可能被某一大学录取的信息。这条信息可以加工为高考录取线(理科, 436)和王进的高考成绩(王进, 509)两条数据, 这两条数据同样表达了王进同学今年已经有可能被某一大学录取的信息。

信息具有如下重要特征:

- 1) 信息具有表征性。它能够表达事物的属性、运动特性及状态。
- 2) 信息具有可传播性。信息可以进行获取、存储、传递、共享。
- 3) 信息具有可处理性。信息可以进行压缩、加工、再生。

4) 信息具有可用性、可增值性、可替代性。

数据是记录现实世界中各种信息并可以识别的符号,是信息的载体,是信息的具体表现形式。数据的表示形式不仅仅只是数字,还包括字符(文字和符号)、图表(图形、图像和表格)及声音等形式。数据以格式化的形式来表示事实和概念,这种形式有助于通信、解释和处理。

数据有两方面的特征:一是客体属性的反映,这是数据的内容。二是记录信息的符号,这是数据的形式。形式是内容的表现方式,内容是形式的实质。

数据与信息是密切关联的。信息是向人们提供关于现实有关事物的知识;数据则是载信息的物理符号;二者是不可分离而又有一定区别的两个相关的概念。信息可以用不同的数据来表示,也不随它的数据形式不同而改变。但在一些不是很严格的场合下,对它们又没有做严格的区分,甚至当作同义词来使用,如信息处理与数据处理、信息采集与数据采集等。

1.1.2 数据处理

要使获得的信息能够充分地发挥作用,就必须对其进行处理。这种处理称为信息处理,常常又称为数据处理。严格地说,信息处理中包含了数据处理,而数据处理是信息处理最主要的内容。数据处理实际上是指利用计算机对各种形式的数据进行一系列的存储、加工、计算、分类、检索、传输等处理。如果稍加扩展就包括数据的采集、整理、编码和输入等数据组织,这一数据组织过程也应属于数据处理的内容,只不过这一过程主要是由人对其进行有效的处理,并把数据组织到计算机中。

我们可以将数据处理分为两个层次的操作。一是数据收集、分类、组织、编码、存储、检索、传输和维护等操作,称为基本操作,这些基本操作环节称为数据管理;二是加工、计算和输出等操作,随管理对象的不同其操作要求是千差万别的,而这些操作可称为应用操作,它应由应用程序来实现。

1.1.3 数据库

1. 数据库的概念

在日常工作中,需要处理的数据量往往都很大,为便于计算机对其进行有效的处理,我们可以将采集的数据存放在建立在磁盘、光盘等外存媒介的“仓库”中,这个“仓库”就是数据库(Database或Data Base,简称DB)。数据集中存放在数据库中,便于对其进行处理,提炼出对决策有用的数据和信息。这就同一个工厂生产出产品要先存放在仓库中,既便于管理,又便于分期分批地销售;一个学校采购大量的图书存放在图书馆(书库),供学生借阅。因此,数据库就是在计算机存储器中用于存储数据的仓库。

与货仓、书库需要管理员和一套管理制度一样,数据库的管理也需要一个管理系统,这个管理系统就称为数据库管理系统(Data Base Management System,简称DBMS)。以数据库为核心,并对其进行管理的计算机系统称为数据库系统(Data Base System,简称DBS)。

2. 数据库产生

数据管理的发展经历了人工管理、文件系统到数据库系统三个阶段。

在人工管理阶段,由于没有软件系统对数据进行管理和计算机硬件的限制,数据的管理是靠人工进行的,而计算机只能对数据进行计算。当时对数据处理的过程是,先将程序和数据输入计算机,计算机运行结束后,将结果再输出,由人工保存,计算机并不存储数据。

50年代后期到60年代中期,由于计算机外存得到发展,软件又有了操作系统,对数据管理便产生了文件系统。在文件系统阶段,是按照数据文件的形式来存放数据的,在一个文件中包含若干个“记录”,一个记录又包含若干个“数据项”,用户通过对文件的访问实现对记录的存取。这种数据管理方式称为文件管理系统。文件管理系统的一个致命的不足是数据的管理没有实现结构化组织,数据与数据之间没有联系,文件与文件之间没有有机的联系,数据不能脱离建立其数据文件的程序,从而使文件管理系统中的数据独立性和一致性差,冗余度大,限制了大量数据的共享和有效的应用。

60年代末期,随着计算机技术的发展,为了克服文件管理系统的缺点,人们对文件系统进行了扩充,研制了一种结构化的数据组织和处理方式,即数据库系统。数据库系统建立了数据与数据之间的有机联系,实现了统一、集中、独立地管理数据,使数据的存取独立于使用数据的程序,实现了数据的共享。

3. 数据库的特征

数据库技术在60年代后期发展起来以后,在计算机应用中得到迅速的发展。目前,已经成为信息管理的最新、最重要的技术。数据库有以下明显特点:

1) 数据结构化。数据库中的数据不再像文件系统中的数据那样从属特定的应用,而是按照某种数据模型组织成为一个结构化的数据整体。它不仅描述了数据本身的特性,而且描述了数据与数据之间的种种联系,这使数据库具备了复杂的内部组织结构。

2) 实现数据共享。这是数据库技术先进性的重要体现。由于数据库中的数据实现了按某种数据模型组织为一个结构化的数据,实现了多个应用程序、多种语言及多个用户能够共享一个库中的数据,甚至在一个单位或更大的范围内共享,大大提高了数据的利用率,提高了工作效率。

3) 减少数据冗余度。在数据库技术之前,许多应用系统都需要建立各自的数据文件,即使相同的数据也都需要在各自的系统中保留,造成大量的数据重复存储,这一现象称为数据的冗余。由于数据库实现了数据共享,减少了存储数据的重复,节省了存储空间,减少了数据冗余。

4) 数据独立性。数据库技术中的数据与程序相互独立,互不依赖,不因一方的改变而改变另一方,这大大简化了应用程序设计与维护的工作量,同时数据也不会随程序的结束而消失,可长期保留在计算机系统中。

1.2 数据模型

前面已经介绍过,数据库中的数据是结构化的,即建立数据库就需要考虑如何去组织数据,如何表示数据及数据之间的联系,并将其合理地存放在计算机中,才能便于对其进行有效的处理。数据模型就是描述数据及数据之间联系的结构形式,它研究的内容就是如何组织数据库中的数据。通常可以用图解的方法来表示数据库中的数据结构形式。数据模型是数据库的核心内容。为了建立数据模型,就必须首先对需要描述的事物进行抽象。本节分别就数据模型的建立过程——数据抽象和数据抽象的两个结果——实体模型和数据模型进行介绍。

1.2.1 数据抽象

针对数据的组织过程我们可以将其对象划分为“三个世界”,即现实世界、信息世界和计

计算机世界。存在于人们头脑之外的客观世界称为现实世界；现实世界在人们头脑中的反映就是一个信息世界，信息世界中的信息可以用文字或符号记载下来；最后人们对信息进行整理并以数据的形式存储在计算机世界的数据库中。由此可以看出，在计算机世界的数据库中存储的数据，是经过两级抽象而来的，并且反映的是现实世界的有关信息。现实世界的复杂事物经过两级抽象的结果就是数据模型。而抽象的过程是先将现实世界抽象为信息世界的实体模型，然后再将实体模型经过二级抽象得到数据库系统支持的数据模型。数据抽象的过程如图1-1所示。

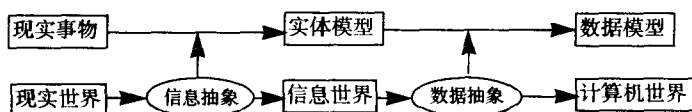


图1-1 数据抽象过程

1.2.2 实体模型

1. 基本概念

现实世界是存在于人们头脑之外的客观世界，现实世界的现实事物经过人们头脑的认识、整理、分类之后进入信息世界，以实体模型的形式表现出来。实体模型也称概念模型或信息模型，它是按用户的观点对现实世界中的事物建立的一种模型。这类模型概念简单、清晰，与计算机无关，用户易于理解，是用户与数据库设计人员之间交流的语言。实现实体模型的过程就是实现现实世界到计算机世界的两级抽象中的第一级抽象——信息抽象过程。下面就如何进行信息抽象及与其有关的基本概念进行介绍。

现实世界中的事物在信息世界中被抽象为“实体”。实体可定义为客观存在的并相互区分的“事物”。它可以指实际的东西，如人、汽车等，也可以指概念性的东西，如演出、学习等。性质相同的同类实体的集合称为“实体集”，也称为实体整体，如所有的学生、所有的汽车、所有的学校、所有的课程、所有的零件都称为实体集。实体的某一特性称为实体的“属性”，如一个学生实体的姓名、性别、年龄等都是学生的属性。属性有“型”和“值”的区分，如学生属性的名称、姓名、性别、年龄等是属性的型，而属性的值是其型的具体内容，如王源、男、18分别是姓名、性别、年龄的值。由此可以看到，事物的若干属性值的集合可表征一个实体，而若干个属性型所组成的集合可表征一个实体的类型，简称为“实体型”。同类型的实体集合组成实体集。

为了准确描述现实世界中的事物，还需要在信息世界中描述事物与事物之间的联系。为此，不但要抽象出实体，还有抽象出实体之间的联系。在信息世界中，这种联系被抽象为实体属性型内部之间的联系（即属性之间的联系）和各种实体型之间的联系（也称实体之间的联系）。反映实体型集合及其联系的结构形式称为实体模型，由于它将现实世界的事物抽象成为信息世界的一种概念，所以又称为概念模型，也称为信息模型。

2. 实体联系的类型

两个实体之间的联系可以分为三种类型。

(1) 一对一的联系

如果实体集A中的一个实体至多与实体集B中的一个实体相对应（相联系），反之亦然，则

称实体集A与实体集B的联系为一对一的联系。如一个学校只能有一个校长，一个校长也只能在一个学校任职，则学校与校长的联系即为一对一的联系，还有班长与班、学生与座位之间也都是一对一的联系。

(2) 一对多的联系

如果实体集A中的一个实体与实体集B中的多个实体相对应(相联系)，反之，实体集B中的一个实体至多与实体集A中的一个实体相对应(相联系)，则称实体集A与实体集B的联系为一对多的联系。如一个父亲可以有多个子女，而一个子女只会有一个父亲，父亲与子女的联系即为一对多的联系，还有学校对系、系对班级、班级对学生、公司对职员都是一对多的联系。

(3) 多对多的联系

如果实体集A中的一个实体与实体集B中的多个实体相对应(相联系)，而实体集B中的一个实体也与实体集A中的多个实体相对应(相联系)，则称实体集A与实体集B的联系为多对多的联系。如一个老师可以有多个学生，而一个学生同时会有多个老师，老师与学生的联系即为多对多的联系，还有学生与课程、商店与商品、工厂与产品等都是多对多的联系。

3. 实体模型的表示方法

为了在信息世界中简洁、清晰地描述现实世界的实体模型，通常使用E-R图描述，E-R图是P.P.S.Chen于1976年提出的实体联系模型(Entity-Relationship Model)。E-R图提供了实体、属性与联系的方法。在E-R图中：

- 实体集用矩形框表示，并在矩形框里写上实体名。
- 属性用椭圆框表示，并在椭圆框里写上属性名。
- 联系用菱形框表示，并在菱形框里写上联系方式。

如图1-2、图1-3、图1-4分别是学校与校长(一对一)、班级与学生(一对多)、学生与课程(多对多)的E-R实体模型图。

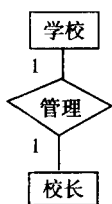


图1-2 一对一模型

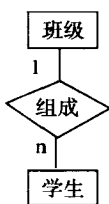


图1-3 一对多模型

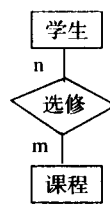


图1-4 多对多模型

下面通过一个学生课程管理系统来说明一个综合实体模型是如何建立的。

设有班级、学生、课程、教师、参考书和教室六个实体，其属性有：

班级：班级编号，班级名称，专业

学生：学号，姓名，性别，年龄

课程：课程编号，课程名称，学分，学时，实验学时

教师：教师编号，姓名，性别，年龄，职称

参考书：书号，书名，价格，内容提要

教室：教室编号，楼号，房号，座位数

六个实体与其属性的联系可用E-R图表示为如图1-5a)、b)、c)、d)、e)、f)所示的形式。

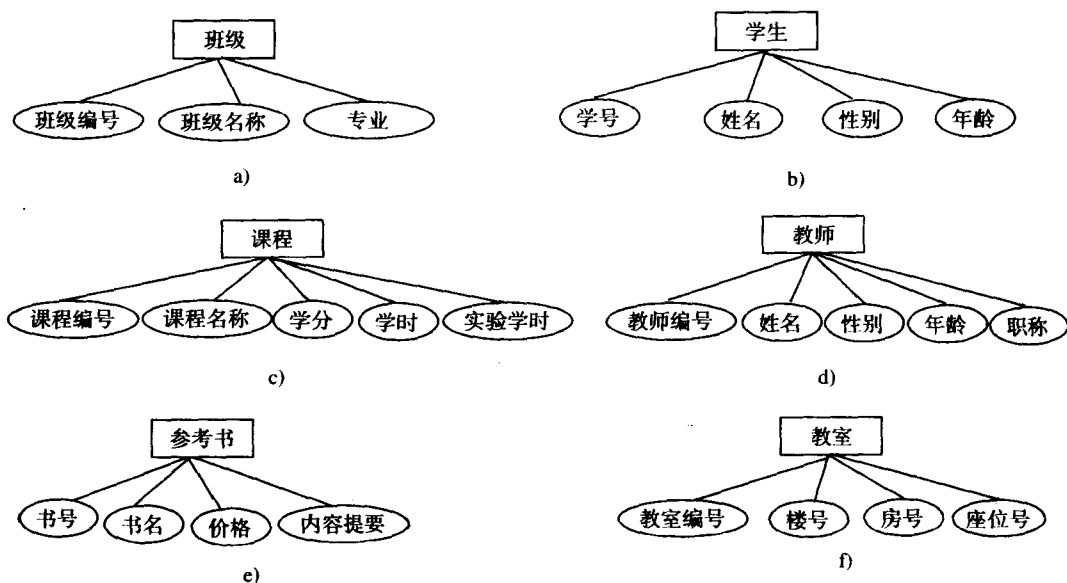


图1-5 六个实体与其属性联系图

六个实体之间的联系可用E-R图表示为如图1-6所示的形式。

将图1-5和图1-6合并在一起就是一个完整的关于学校课程管理的实体模型。为了清晰起见，往往采用如图1-5和图1-6所示的两张E-R图的形式，将实体及其属性和实体之间的联系分别描述。

在数据库设计中，一般先将现实世界的事物抽象为用E-R图描述的实体模型，然后再对实体模型进一步进行抽象，即第二级抽象——数据抽象，把用E-R图表示的实体模型转换为数据模型。

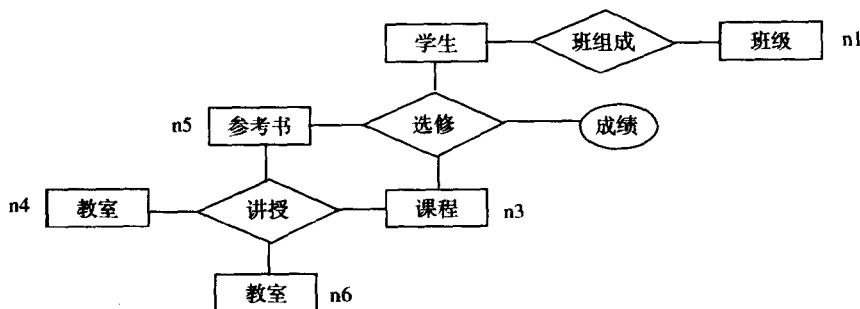


图1-6 六个实体之间的联系图

1.2.3 数据模型

数据模型是实体模型的数据化。实现数据模型的过程就是实现现实世界到计算机世界的两级抽象中的第二级抽象——数据抽象过程。实体模型经过数据抽象，现实事物就被抽象为计算机世界的的数据，也就是说现实事物在计算机世界是用数据表示的。下面就如何进行数据抽象及与其有关的基本概念进行介绍。

在计算机世界，对应于每一个实体的数据称为“记录”；对应于实体属性的数据称为“数据项”或“字段”；对应于实体的数据称为“记录型”；对应于实体集的数据构成“记