



21世纪高职高专系列教材

数据库基础 及其应用

中国机械工业教育协会 组编



11.13



机械工业出版社
China Machine Press

21 世纪高职高专系列教材

数据库基础及其应用

中国机械工业教育协会 组编

主 编 江苏大学 刘秋生

副主编 大连理工大学 王秀坤 刘晓红

主 审 同济大学 陶树平



机械工业出版社

本书是根据高等职业技术教育教学要求编写的。全书共分 11 章, 内容包括数据库概述, Visual FoxPro 基础知识, 表、数据库的建立和维护, 视图和查询设计, 表单设计, 报表和标签设计, 项目设计等数据库操作的基本命令和数据库系统的应用软件设计, 每章配有习题。在取材上从实际出发, 避开了专业性很强的计算机科学与技术上的术语。围绕数据库的基本概念、基本操作和信息处理的基本功能, 既有完整的理论性体系, 又有很强的实用性, 便于教学和学习。

本书可作为高等职业技术学院、高等学校专科、职工大学、业余大学、夜大学、函授大学、成人教育学院等大专层次的数据库基础与应用、数据库技术等课程的教材, 也作为广大自学者及工程技术人员的自学用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

数据库基础及其应用/中国机械工业教育协会组编. —北京: 机械工业出版社, 2001 .1

21 世纪高职高专系列教材

ISBN 7-111-08407-1

I. 数… II. 中… III. 数据库系统—高等学校: 技术学校—教材
IV. TP311.13

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 07089 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 余茂祚

封面设计: 姚 毅 责任印制: 闫 焱

中国农业出版社印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2003 年 1 月第 1 版·第 4 次印刷

787mm×1092mm 1/16·15.5 印张·384 千字

12 001—16 000 册

定价: 23.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

本社购书热线电话 (010) 68993821、68326677—2527

封面无防伪标均为盗版

21 世纪高职高专系列教材编委会名单

编委会主任 中国机械工业教育协会 郝广发

编委会副主任 (单位按笔画排)

山东工程学院 仪垂杰

大连理工大学 唐志宏

天津大学 周志刚

甘肃工业大学 路文江

江苏大学 杨继昌

成都航空职业技术学院 陈玉华

机械工业出版社 陈瑞藻 (常务)

沈阳工业大学 李荣德

河北工业大学 檀润华

武汉船舶职业技术学院 郭江平

金华职业技术学院 余党军

编委会委员 (单位按笔画排)

广东白云职业技术学院 谢瀚华

山东省职业技术教育师资培训中心 邹培明

上海电机技术高等专科学校 徐余法

天津中德职业技术学院 李大卫

天津理工学院职业技术学院 沙洪均

日照职业技术学院 李连业

北方交通大学职业技术学院 佟立本

辽宁工学院职业技术学院 李居参

包头职业技术学院 郑刚

北京科技大学职业技术学院 马德青

北京建设职工大学 常莲

北京海淀走读大学 成运花

江苏大学 吴向阳

合肥联合大学 杨久志

同济大学 孙章

机械工业出版社 李超群 余茂祚 (常务)

沈阳建筑工程学院 王宝金

佳木斯大学职业技术学院 王跃国

河北工业大学 范顺成

哈尔滨理工大学工业技术学院 线恒录

洛阳大学 吴锐

洛阳工学院职业技术学院 李德顺

南昌大学 肖玉梅

厦门大学 朱立秒

湖北工学院高等职业技术学院 吴振彪

彭城职业大学 陈嘉莉

燕山大学 刘德有

序

1999年6月中共中央国务院召开第三次全国教育工作会议,作出了“关于深化教育改革,全面推进素质教育的决定”的重大决策,强调教育在综合国力的形成中处于基础地位,坚持实施科教兴国的战略。决定中明确提出要大力发展高等职业教育,培养一大批具有必备的理论知识和较强的实践能力,适应生产、建设、管理、服务第一线急需的高等技术应用性专门人才。为此,教育部召开了关于加强高职高专教学工作会议,进一步明确了高职高专是以培养技术应用性专门人才为根本任务;以适应社会需要为目标;以培养技术应用能力为主线设计学生的知识、能力、素质结构和培养方案;以“应用”为主旨和特征来构建课程和教学内容体系;高职高专的专业设置要体现地区、行业经济和社会发展的需要,即用人的需求;教材可以“一纲多本”,形成有特色的高职高专教材系列。

“教书育人,教材先行”,教育离不开教材。为了贯彻中共中央国务院以及教育部关于高职高专人才培养目标及教材建设的总体要求,中国机械工业教育协会、机械工业出版社组织全国部分有高职高专教学经验的职业技术学院、普通高等学校编写了这套《21世纪高职高专系列教材》。教材首批80余本(书目附书后)已陆续出版发行。

本套教材是根据高中毕业3年制(总学时1600~1800)、兼顾2年制(总学时1100~1200)的高职高专教学计划需要编写的。在内容上突出了基础理论知识的应用和实践能力的培养。基础理论课以应用为目的,以必需、够用为度,以讲清概念、强化应用为重点;专业课加强了针对性和实用性,强化了实践教学。为了扩大使用面,在内容的取舍上也考虑到电大、职大、业大、函大等教育的教学、自学需要。

每类专业的教材在内容安排和体系上是有机联系、相互衔接的,但每本教材又有各自的独立性。因此各地区院校可根据自己的教学特点进行选择使用。

为了提高质量,真正编写出有显著特色的21世纪高职高专系列教材,组织编写队伍时,采取专门办高职的院校与办高职的普通高等院校相互协作编写并交叉审稿,以便实践教学和理论教学能相互渗透。

机械工业出版社是我国成立最早、规模最大的科技出版社之一,在教材编辑出版方面有雄厚的实力和丰富的经验,出版了一大批适用于全国研究生、大学本科、专科、中专、职工培养等各种层次的成套系列教材,在国内享有很高的声誉。我们相信这套教材也一定能成为具有我国特色的、适合21世纪高职高专教育特点的系列教材。

中国机械工业教育协会

前 言

数据库系统的概念形成至今不到 40 年。但是,数据库系统随着信息技术的发展日新月异,理论上更加完善,应用极为广泛,软件十分丰富,特别是数据库管理系统层出不穷,数据库系统应用软件即信息系统已经成为企业管理必备工具。数据库技术成为当今信息社会的基础技术,是管理类学生必须掌握的基础知识。

本书是高等职业技术教育教学用书。是我们在多年从事高职高专、本科等各种层次学生的教学实践和教学经验的基础上编写而成的。

本书的主要特点是:

1. 系统性强。从数据库系统的应用着手,认识数据库在信息系统的作用,全面地介绍了数据的收集、传输、存储、加工、维护和使用的的基础知识和基本操作。

2. 突出重点。全书围绕三个中心,分别重点介绍数据库的基础知识、数据库的基本操作和数据库系统应用编程设计。

3. 实用性强。强调了理论与实践相结合。把学生容易掌握理解的学生学籍管理作为典例,并采用图文并茂的方式便于阅读理解。

4. 内容精练。在内容上作了精心的安排,以目前操作简便,容易掌握、理解,实用性强,应用面广的面向对象的关系型数据库管理系统 Visual FoxPro 6.0 作为数据库系统的开发工具。围绕 Visual FoxPro 6.0 的基本概念、基本操作,由浅入深地、系统地介绍关系型数据库管理系统的功能和数据处理的方法。

5. 适用面广。本书是面向理工类专业学生的教学用书,也可以作为计算机专业学生和其他工程技术人员的自学用书。加*的章节更适合于计算机科学与技术专业的学生。

全书共分 11 章。总课时为 96 学时。其中上机实验课为 32 学时,有条件的情况下,安排多媒体教室上课 30 学时,否则增加上机实验课时,同时还应该适当安排学生利用课余时间独立上机完成数据库操作练习,其余学时为课堂教学。各院校可以根据实际情况按上述比例压缩或增加学时。

本书是由江苏大学与大连理工大学联合编写。大连理工大学王秀坤教授编写了第 1 章、第 2 章,大连理工大学刘晓红高工编写第 3、4、5 章,其余部分和本书的构思由江苏大学刘秋生副教授完成。同济大学陶树平教授详细地审阅了全稿。江苏大学顾桂芳老师,蔡剑辉、郝必传、蔡兰波等同志为组稿、复核、数据组织等工作付出了大量的精力,在此一并表示衷心感谢!

本书的全体编著人员结合实际科研成果和教学经验,以实用、易懂、突出重点为准绳,在内容上反复提炼,精益求精。文字上反复推敲,语言上立足通俗,采用最简炼的语言,介绍较先进的技术。

编 者

目 录

序

前言

第 1 章 数据库系统概述 1

1.1 数据系统的特点及用途 1

1.1.1 数据库系统的主要特点 1

1.1.2 数据库系统的主要应用领域 1

1.2 数据库系统 2

1.3 现实世界的数据库描述 3

1.3.1 信息的三个领域 3

1.3.2 实体模型 4

1.3.3 数据模型 6

1.4 数据库的逻辑结构 9

1.5 数据库管理系统 11

1.5.1 数据库管理系统的基本功能 11

1.5.2 数据库管理系统的组成 11

1.6 几种典型的数据库管理系统 12

习题 14

第 2 章 关系模型系统 15

2.1 关系及其基本术语 15

2.2 *关系运算 16

2.3 关系数据库设计 20

习题 24

第 3 章 Visual Fox Pro6.0 基础 ... 26

3.1 Visual Fox Pro6.0 的特点 26

3.2 Visual Fox Pro6.0 运行环境 27

3.3 Visual Fox Pro6.0 的安装 27

3.4 Visual Fox Pro6.0 的启动与

退出 31

3.4.1 Visual Fox Pro6.0 的启动 31

3.4.2 Visual Fox Pro6.0 的退出 32

3.5 Visual Fox Pro6.0 系统界面 33

3.5.1 Visual Fox Pro6.0 的主窗口简介 33

3.5.2 Visual Fox Pro6.0 的菜单系统 34

3.5.3 Visual Fox Pro6.0 的工具栏 37

3.5.4 Visual Fox Pro6.0 的命令窗口 41

3.5.5 Visual Fox Pro6.0 的向导简介 42

3.5.6 Visual Fox Pro6.0 的设计器简介 44

3.5.7 Visual Fox Pro6.0 的生成器简介 45

3.6 Visual Fox Pro6.0 数据类型、常数、 变量及表达式 46

3.6.1 数据类型 46

3.6.2 常数与变量 47

3.6.3 运算符与表达式 50

3.7 Visual Fox Pro6.0 的命令语法 规则 53

3.8 Visual Fox Pro6.0 的文件类型 54

3.9 Visual Fox Pro6.0 的主要技术 指标 55

3.10 Visual Fox Pro6.0 的操作 方式 55

3.11 有关内存变量的操作 56

3.11.1 内存变量的建立 56

3.11.2 内存变量的显示 57

3.11.3 内存变量的清除 58

3.11.4 内存变量的保存与恢复 58

3.12 Visual Fox Pro6.0 的常用函数 ... 59

3.12.1 数学运算函数	60
3.12.2 字符处理函数	61
3.12.3 日期与时间函数	63
3.12.4 转换函数	63
习题	65

第4章 数据库、表的建立和数据库的维护

数据库的维护	68
4.1 数据库和表的概念	68
4.2 数据库的建立	68
4.3 表的建立	70
4.3.1 表结构	70
4.3.2 建立新表	71
4.4 数据库的维护	75
4.4.1 数据库的打开与关闭	75
4.4.2 在数据库中添加表	76
4.4.3 在数据库中移去/删除表	77
4.4.4 在数据库中查找表	79
4.4.5 数据库文件的删除	80
习题	80

第5章 表的维护

5.1 表的打开与关闭	81
5.1.1 表的打开	81
5.1.2 表的关闭	82
5.2 表结构的显示	82
5.3 表结构的修改	83
5.4 表结构的复制	85
5.5 表记录的输入	86
5.5.1 在建立表的同时输入数据	86
5.5.2 向表中追加记录	86
5.6 表记录的显示	89
5.7 表记录的定位	91
5.8 表记录的修改	93
5.8.1 使用显示菜单	93
5.8.2 EDIT/CHANGE 命令	93
5.8.3 REPLACE 命令	94

5.8.4 BROWSE 命令	95
5.9 表记录的删除	95
5.9.1 记录的逻辑删除	96
5.9.2 记录的恢复	97
5.9.3 记录的物理删除	98
5.9.4 删除表中全部记录	99
习题	99

第6章 视图与查询设计

6.1 视图设计	102
6.1.1 视图设计过程	102
6.1.2 创建视图	102
6.1.3 视图格式修改	106
6.2 视图调用	106
6.2.1 打开视图	106
6.2.2 输出视图数据	107
6.2.3 视图数据的修改	108
6.2.4 视图的关闭	108
6.3 查询设计	108
6.3.1 查询设计的概念	108
6.3.2 查询设计过程	109
6.3.3 创建查询文件	109
6.4 查询文件的调用	119
6.5 查询修改	119
习题	119

第7章 表单设计

7.1 对象与类	120
7.1.1 对象	120
7.1.2 类	121
7.1.3 Visual Fox Pro6.0 的容器与控件	122
7.2 表单设计方法	125
7.2.1 表单设计步骤	125
7.2.2 表单设计实例	126
7.3 表单的创建和维护	127
7.3.1 用向导创建表单	128
7.3.2 用表单设计器创建表单	131

7.4 表单控件的应用	138
7.4.1 控件与数据的关系	138
7.4.2 表单设计时控件的选择和引用	138
7.4.3 表单上控件的应用	139
习题	145
第 8 章 报表和标签的设计	146
8.1 报表与标签的设计方法	146
8.2 报表设计与创建报表文件	147
8.2.1 报表设计	147
8.2.2 创建报表格式文件	149
8.3 报表格式文件的调用与修改	157
8.3.1 报表格式文件的调用	157
8.3.2 报表格式文件的修改	158
8.4 标签设计与创建标签格式文件	158
8.4.1 标签设计	158
8.4.2 创建标签格式文件	158
8.5 标签的调用与修改	159
8.5.1 标签的调用	159
8.5.2 标签格式文件的修改	161
8.6 数值统计	161
8.6.1 计数命令	161
8.6.2 求和命令	162
8.6.3 求平均值命令	162
8.6.4 分类求和	163
习题	163
第 9 章 项目设计	164
9.1 项目设计	164
9.2 设置启动主文件	166
9.3 项目中添加文件	166
9.4 项目中移去文件	167
9.5 修改文件	167
9.6 项目文件的编译	168
习题	169

第 10 章 菜单设计和工具栏

定制	170
10.1 菜单设计	170
10.1.1 菜单的分类	170
10.1.2 菜单的组成	170
10.1.3 菜单的布局	171
10.2 创建菜单系统	175
10.2.1 创建定制菜单	175
10.2.2 菜单设计器的组成和使用方法	176
10.2.3 创建快捷菜单	177
10.2.4 创建 SDI 菜单	177
10.2.5 创建用户开发的菜单系统	178
10.2.6 定制菜单	182
10.3 执行菜单文件	183
10.4 菜单文件的维护	183
10.5 工具栏应用	184
10.5.1 创建工具栏	184
10.5.2 工具栏应用于表单	185
习题	186

第 11 章 程序设计

11.1 程序设计基础	187
11.1.1 建立 Visual Fox Pro6.0 程序文件	187
11.1.2 执行 Visual Fox Pro6.0 程序文件	189
11.1.3 调试 Visual Fox Pro6.0 程序文件	189
11.2 顺序程序设计	190
11.2.1 键盘输入命令	191
11.2.2 格式输出	192
11.2.3 格式输入	194
11.3 分支程序设计	196
11.3.1 二分支语句	196
11.3.2 IIF 函数的应用	198
11.3.3 多分支语句	198
11.4 循环程序设计	201
11.4.1 FOR 循环	201
11.4.2 DO WHILE 循环结构	202

11.4.3	SCAN 循环结构	204	附录 B	文件类型	219
11.5	过程与自定义函数设计	204	附录 C	控件和对象表	220
11.5.1	自定义函数	204	附录 D	事件表	221
11.5.2	过程设计	205	附录 E	方法表	223
11.5.3	参数传递方式	206	附录 F	属性表	225
附录		209	附录 G	环境配置	232
附录 A	函数表	209	附录 H	系统变量	234

第 1 章 数据库系统概述

1.1 数据库系统的特点及用途

虽然数据库仅有 30 多年的历史,但它却以压倒的优势居计算机应用之首。成为人类的各种活动都离不开对信息和数据的收集、处理、保存和应用。特别是 20 世纪 60 年代以来,社会生产力高度发展,新技术层出不穷,信息量急剧膨胀,促使整个社会成为信息化的社会,并进入自动化、网络化和社会化阶段。例如,查找情报资料、档案;处理银行账目、资金往来;航空、铁路、港口及交通运输管理;企事业单位人、财、物管理;地震预报、医疗诊断、金卡、金关、金桥、金卫、社会保险等。这些任务既需要利用大量的数据,又要求快速处理和及时得到结果,靠手工作业已经远远不能适应时代的发展。这种需求大大地推动了数据库技术的快速发展,由集中式发展到分布式,这是一个很大的飞跃。近年来面向对象的数据库研究与产生更使其焕然一新,它的应用已获得了巨大的经济效益和社会效益。为此,很有必要了解数据库系统的有关特点及主要的应用领域。

1.1.1 数据库系统的主要特点

1. 冗余度低 这不仅可以节省空间,减少更新操作的繁琐,还可减少数据的潜在不一致性。

2. 共享性 数据库中的数据可以做出多种组合,以最优方式去适应多个用户的需要。

3. 较高的数据独立性 数据独立性是指数据与使用的程序彼此独立,具体包括:

(1) 物理数据独立性 当数据存取方式改变时,不改变数据的全局逻辑结构,当然也不改变应用这些数据程序。

(2) 逻辑数据独立性 当数据的全局逻辑结构改变时,不改变某些局部的逻辑结构。由于程序只和局部逻辑结构有关,因此,程序也不需要改写。

4. 灵活性 在增强适应用户要求和变化方面比较灵活,数据库容易扩充,以便适应新的硬件和更大的数据容量。

5. 可统一管理与控制 为用户提供存储、检索、更新数据的手段,进发使用数据库的控制机制及安全保护机制。

1.1.2 数据库系统的主要应用领域

1. 信息管理系统、决策支持系统 目前我国大中型企、事业单位都不同程度地应用计算机进行经营管理,人、财、物管理及辅助决策等。企业中有生产、供应、销售、人事、财务、设备、计划、统计等各种信息管理子系统及整个网络上的信息资源共享的企业管理信息系统。事业单位中有各种情报、图书、资料的检索与管理及各种档案的检索与管理等。

2. 计算机辅助教学

(1) 各类课程的题库 如由北京清华大学等 6 所院校联合研制的大学物理题库,由大连理工大学等 22 所高校联合开发的大学理论力学题库,江苏理工大学研制的管理学、统计

学、工业外贸和数据库技术试题库，其数量都在 5000 题以上，可按要求自动组卷、出题等。

(2) 学习辅导类 如自适应的学习辅导系统，可根据学生回答问题的情况加以辅导，并再给出试题。

(3) 教学内容演示类 这一类通常都是采用多媒体技术，集知识库、声音、图文于一体。

(4) 管理类 如由大连理工大学研制的智能化教学组织与管理信息系统、教学质量评估系统，由大连市劳动保险公司和大连理工大学联合开发的大连市社会保险信息管理系统等都在履行着人工在功能与效率上根本无法与之相比的工作。

3. CAD 的基础 如在机械 CAD 中，要有零件库、图形库等，通常称之为工程数据库。

4. 人工智能、专家系统和人工神经网络等的基础 如在专家系统中，必须有知识库、规则库等，这些库恰恰是专家系统的核心内容。如 IBM-PC 机故障诊断专家系统——PCDOCTOR 就是一个典型的例子。近年来，我国也陆续产生了一些针对某种或某几种疾病的中医诊断专家系统。

5. 科学计算的基础 如用有限元法进行工程力学计算的问题，其中要用到大量的数据，这就特别需要有限元工程数据库。

可以说数据库的应用已渗透到各个领域，很难一一列举。它的研究、发展与应用越来越受到人们的重视。

1.2 数据库系统

数据库系统是一个实际可运行的、按照数据库方式存储、维护和向应用系统提供数据或信息支持的系统。通常由硬件、软件、数据库、用户四部分组成（这四部分也常被称为数据库系统的四要素）。

1. 硬件 硬件包括中央处理器、内存、外存、数据通道、显示器、打印机等各种存储、处理和传输数据的硬件设备。

2. 软件 软件包括：

(1) 数据库管理系统 (DBMS-Data Base Management System)，如 Foxpro、Oracle、Sybase、SQL Server 等，负责对数据库定义、操作和控制等。

(2) 操作系统，负责管理与调度硬、软件资源，对数据库管理系统 (DBMS) 起支持作用，如 UNIX、Windows 98、Windows NT 等。

(3) 各种宿主语言，如 COBOL、PL/I、FORTRAN、C 等。

(4) 实用程序，开发工具软件，如各种编辑软件、自动报表等。

(5) 应用程序，如用 Foxpro、Oracle、Sybase、PowerBuilder 等编制的人事管理、财务管理等各种应用程序。

3. 数据库 (DB) 数据库是存储在一起的相关数据的集合，这些数据无有害的或不必要的冗余，为多种应用服务；数据的存储独立于使用它的应用程序，对现有数据插入新数据、修改和检索原有数据等均能按一种公用的和可控制的方法进行；数据被结构化。

数据库通常由两大部分组成：

(1) 有关应用所需要的数据集合，称为物理数据库，它是数据库的主体。

(2) 关于各级数据结构的描述数据，称为描述数据库（数据字典）。

例如，销货合同库包含下列信息：

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
合同号	定货日期	品名	规格	型号	数量	单价	金额	交货期	订货单位	到站	联系人	电话

作为生产部门，要关心的内容为 3~6 项和第 9 项，以便组织生产。作为仓库保管部门，关心的内容为 3~6 项和 9~13 项，以便按时发货。而对于销售部门，则关心全部内容。

手工管理通常是一式多份，冗余度大，用计算机管理则只有一份就可共享。这种数据是工作数据。而类似于下面的数据库：

库名	用户标记	所属模式	口令	对应物理设备
销货合同库	A, B, C	...	...	...

它主要用于描述数据，供 DBMS 使用，或供数据库管理员使用。

4. 用户 具体包括数据库管理员（DBA—Database Administrator）、系统分析员、应用程序员、终端用户。

(1) 数据库管理员可以是一个人或几个人组成的小组，主要职责是：

1) 决定数据库信息内容与结构，确定某现实问题的实体联系模型（数据之间的联系），建立与 DBMS 相关的数据模型和概念模型。

2) 决定存储结构和存取策略，建立内模式和模式/内模式变换。

3) 充当用户和 DBS 的联络员，建立外模式和外模式/模式变换。

4) 定义数据的安全性要求和完整性约束条件。

5) 确定数据库的后援支持手段及制订系统故障时数据库恢复策略。

6) 监视并改善系统的“时空”性能，提高系统的效率。

7) 当系统需要扩充和改造时，负责调整外模式、模式和内模式。

概括起来说，DBA 负责建立、控制、管理和维护公用数据库资源，但不涉及工作数据库内容，它涉及的是工作库的结构、字典库（描述库）的结构与内容。

(2) 系统分析员：负责应用系统的需求分析和规范说明，需与用户和 DBA 结合，确定系统软、硬件配置，数据模型设计等。

(3) 应用程序员：负责应用系统的程序模块设计。

(4) 终端用户：具体的业务人员，如出纳、会计等。

1.3 现实世界的数据描述

1.3.1 信息的三个领域

信息总是从客观事物出发，流经数据库，通过控制决策机构，最后又回到客观事物。信息的这一循环经历了三个领域：现实世界、观念世界和数据世界。

1. 现实世界 现实世界是存在于人们头脑之外的客观世界，事物及其相互联系就处在。

这个世界之中。事物可分成“对象”与“性质”两大类，又可分为“特殊事物”与“共同事物”两个重要级别。

2. 观念世界 观念世界是现实世界在人们头脑中的反映。客观事物在观念世界中称为实体，反映事物联系的是实体模型。

3. 数据世界 数据世界是观念世界中信息的数据化，现实世界中的事物及联系在这里用数据模型描述。

可见，客观事物是信息之源，是设计数据库的出发点，也是使用数据库的最终归宿。实体模型与数据模型是对客观事物及其联系的两级抽象描述。数据库的核心问题是数据模型。

图 1-1 给出了三个领域的内容及其联系。

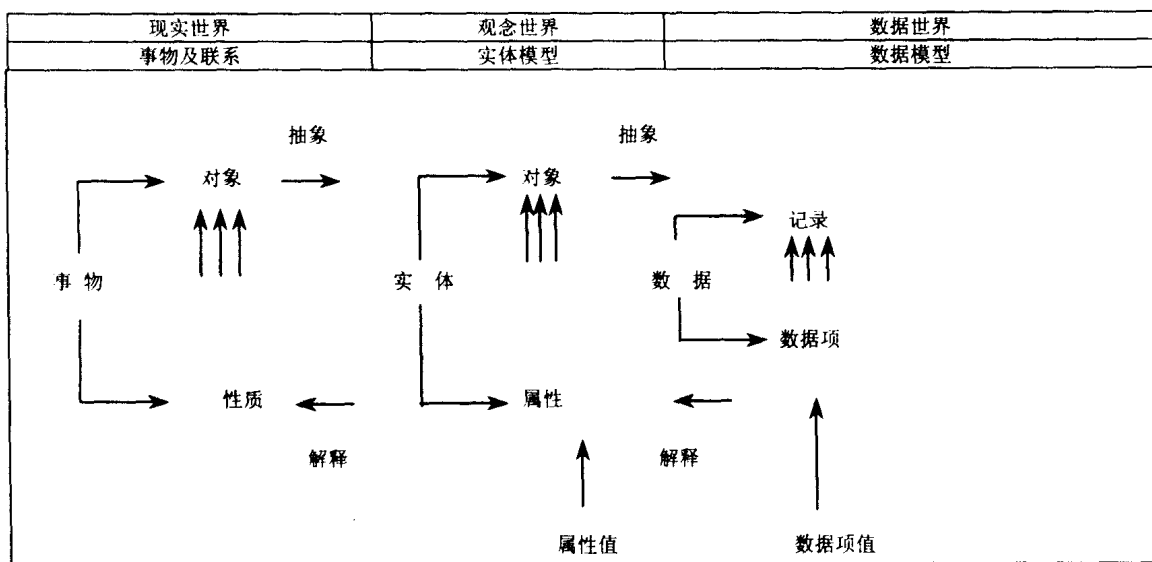


图 1-1 现实世界的数据化

1.3.2 实体模型

实体模型是设计数据库的先导，是确定数据库中包含哪些内容的关键。设计者应与合作，对客观事物及其联系做好模拟工作。一般应考虑如下几个方面：

1. 对象与属性 在观念世界中，我们用实体来描述客观事物。实体可分成“对象”与“属性”两大类。对象与属性分别是客观事物中对象与性质的抽象描述，两者既有区别又有联系。一个对象具有某些属性，若干属性又描述某个对象。但这种区别又是相对的，即一个对象所具有的某一属性，又可能是另一些属性描述的对象。例如对象“车”具有属性：型号、颜色、制造厂等，而制造厂又是属性厂名、厂址、建厂时间、规模等所描述的对象。

不能再细分的属性称为原子属性，如性别、颜色等；还可细分的属性称为可分属性，如“出生”可分为“年”、“月”、“日”等。我们在考虑对象和属性时，应注意原子属性与可分属性是相对而言的，要具体情况具体分析。

2. 实体与实体集 实体是某类事物中可以互相区别的个体，实体集是泛指一类个体的集合。概括地说，对象与属性的联系是一种实体集内部的联系，而一类事物与另一类事物之间的联系则是实体集之间的联系，也是对象的外部联系。但随着考虑问题的范围变化，内部与外部的概念也在变化，从小范围看是外部的东西，从大范围看就是内部的了。

3. 实体集之间的联系 设实体集 A、B 各包含若干实体，其间可以建立如下三种联系：

(1) 一对一联系 (1:1) 若 A 中的任一实体至多对应于 B 中的一个实体；反之，B 中的任一实体也至多对应于 A 中的一个实体，则称 A 对 B 是一对一的联系，其表示法如图 1-2 a 所示。

(2) 一对多联系 (1:m) 若 A 中至少有一个实体对应于 B 中一个以上实体；反之，B 中任一实体至多对应于 A 中的一个实体，则称 A 对 B 是一对多联系，如图 1-2 b 所示。

(3) 多对多联系 (m:n) 若 A 中至少有一个实体对应于 B 中一个以上实体；反之，B 中也至少有一个实体对应于 A 中一个以上实体，则称 A 对 B 是多对多联系，其表示方法如图 1-2 c 所示。

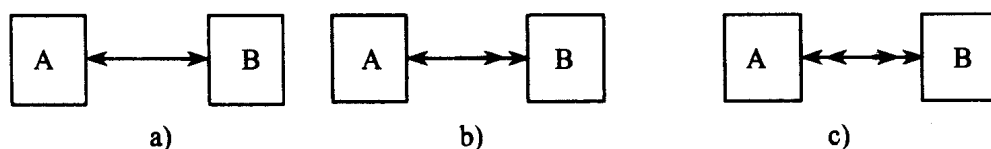


图 1-2 实体集之间的联系

4. 实体模型 在考察和研究了客观事物及其联系后，即可着手建立实体模型。为了使建立的实体模型包含所需要的信息，并使信息间的联系清晰，在其建立过程中应考虑：

- (1) 用户需要数据库回答哪些问题。
- (2) 实体模型应该包含哪些实体集才能圆满回答用户问题。
- (3) 这些实体集中哪些是明显的对象。
- (4) 根据考虑问题的范围和角度，确定实体集间的某种联系也作为实体来处理。
- (5) 根据现有技术条件，实际上能够观测和存储哪些对象和哪些属性。

现以教学情况为例来建立实体模型。教学情况可由学生、课程、教员、学习、任课教师等方面的情况组成，所研究的对象与属性如图 1-3 所示。

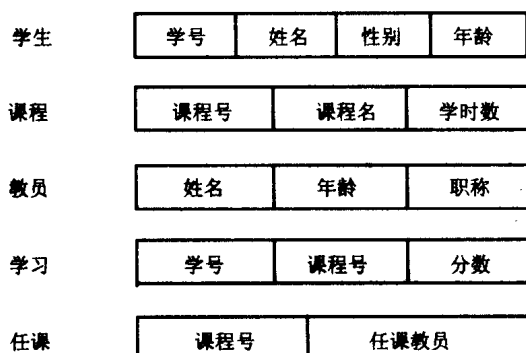


图 1-3 与教学有关的对象与属性

学生对课程是多对多的联系，一个学生可以学习多门课程，而一门课程又可以有多个学生学习。假设教员对课程是一对多的联系，即一个教员可以讲授多门课程，但一门课程至多只能由一个教员任教（当同一门课程分别由几个不同教员开课时，被看作是不同的几门课程，它们的课程名可以相同，但课程号不相同就可以区别，从而可以满足一对多的假设）。我们用矩形表示研究的对象，用椭圆表示属性，把教学情况的实体模型表示成如图 1-4 所示的形

式。图中的学习实际上是学生与课程的关系，而任课则是教员与课程的关系，我们也把它们看作对象，并且各有相应的属性。

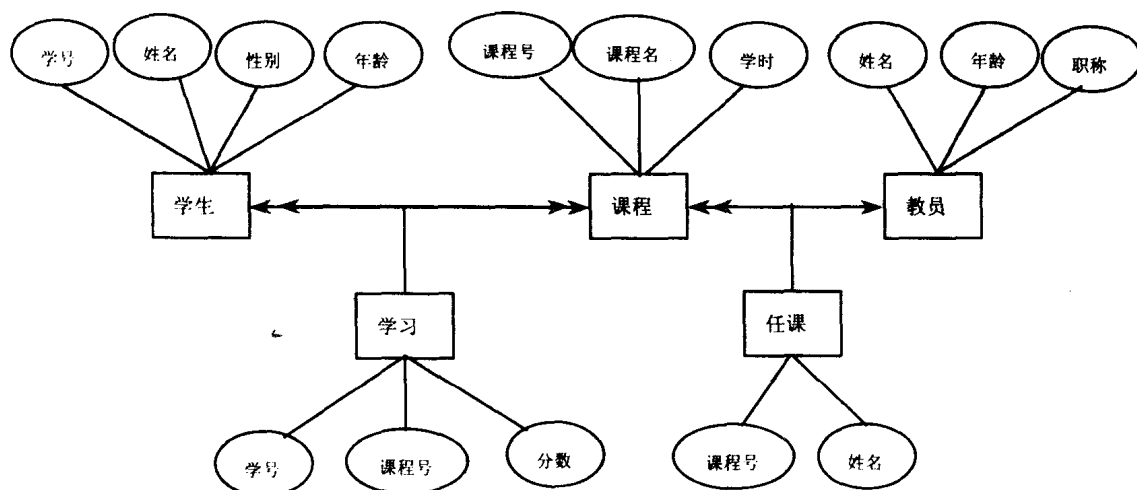


图 1-4 教学实体模型

1.3.3 数据模型

数据模型是实体模型的数据化，其实现方法可以凭借数学理论来解决。目前按照图论理论建立的模型有层次模型和网状模型，按照关系代数理论建立的模型称为关系模型。对前两种模型只做一般性的介绍，而关系模型则是本章讨论的重点。

在正式介绍数据模型之前，要了解型与值的概念。型（或类型）是对某类数据的总体描述，如对实体集的描述（记录类型）。值是具体数据值，如描述一个实体的记录（记录和记录值）。

下面对三种数据模型分述如下。

1. 层次模型（Hierarchical Model） 用树形结构表示实体集之间联系的模型叫层次模型。或者说数据的层次模型是以记录类型为结点的有向树。这样的树由结点和连线组成。结点表示实体集，连线表示实体集之间的联系。层次模型的特点是：

- (1) 有且仅有一个结点无父亲，这个结点就是树的根。
- (2) 其他结点有且仅有一个父亲。

层次模型可用图 1-5 来表示，图中 R 是根， R_1 、 R_2 是 R 的子女，两者是兄弟。 R_3 、 R_4 是 R_2 的子女， R_1 、 R_3 、 R_4 无子女，称为叶子结点。

在树中，每一个结点只有一个父亲，因此，如果结点 R_i 有子女 R_j ，则从 R_j 到 R_i 的映像是一致的，所以对于每一个结点（根结点除外），只需指出它的父亲结点，就可以表示出层次模型的整体结构。

简单、清晰是层次模型的优点。但由于上述两个条件的限制，使得 $m:n$ 关系不能直接用它来表示。要想用层次模型表示 $m:n$ 关系，必须设法先将该关系分为多个 $1:m$ 关系，然后再用层次模型来表示。

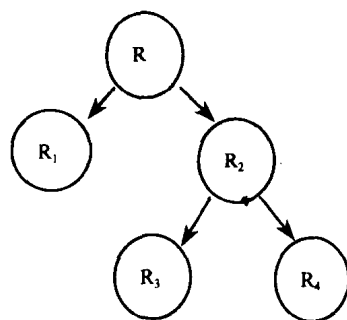


图 1-5 层次模型

在现实世界中，许多实体集间的联系本身就是一个自然的层次关系，例如：家族关系等就是层次关系。图 1-6 和图 1-7 是教学的层次数据模型及层次数据模型实例（以记录为结点的森林）。

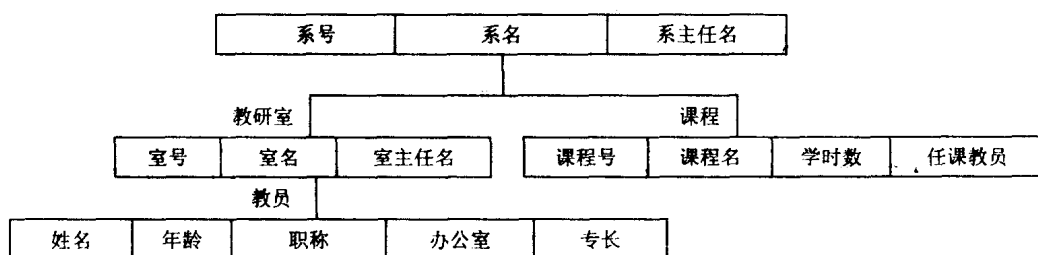


图 1-6 教学层次数据模型

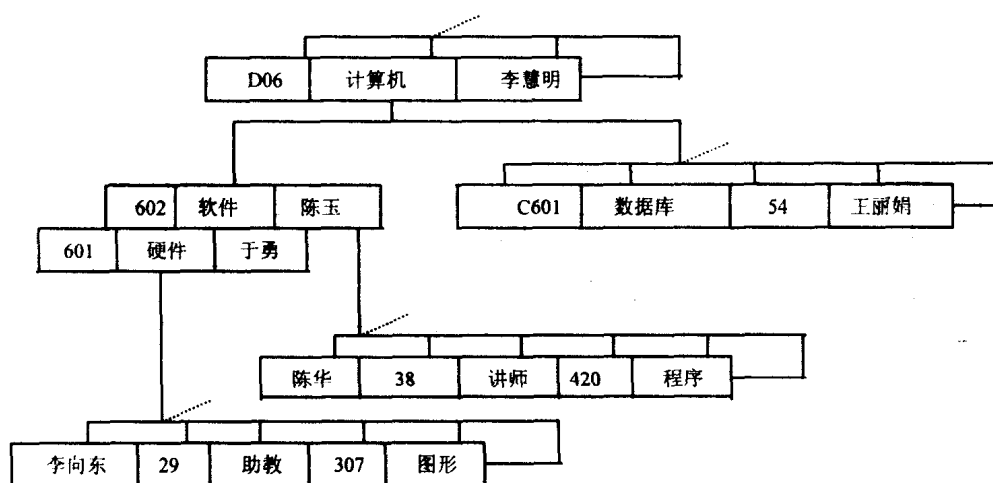


图 1-7 教学层次模型实例

2. 网络模型（Network Model）如果取消层次模型中的两个限制，即一个结点可以有多个父结点，两个结点之间可以有两种或多种联系，便形成了网络。用这种网络结构来表示实体之间联系的模型称之为网络模型，如图 1-8 所示。

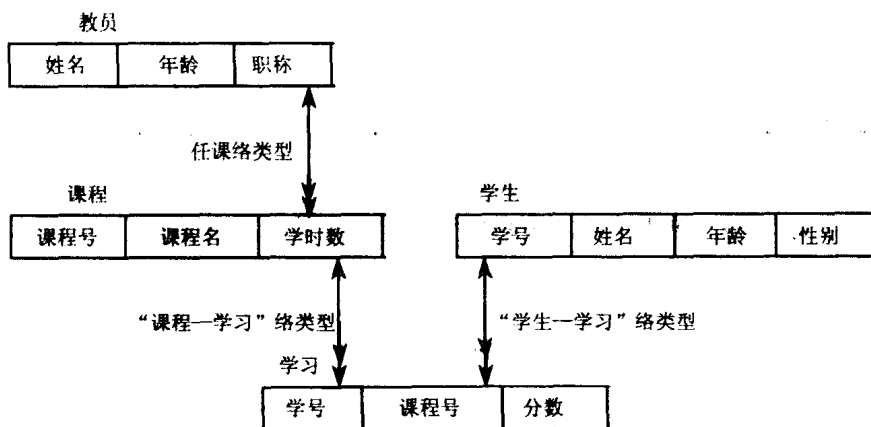


图 1-8 网络模型

网络模型和层次模型本质上是一样的。只不过层次是网络的特殊形式。网络模型和层次