



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

武航星 姚琳 主编

Visual FoxPro 9.0 数据库应用技术

21世纪
计算机
科学
与
技术
实
践
型
教
程

丛书主编 陈明

清华大学出版社





普通高等教育“十一五”国家级规划教材

武航星 姚琳 主编

武航星 姚琳 黄晓璐 谢永红 魏星 韩伯涛 编著

Visual FoxPro 9.0 数据库应用技术

世纪
计
算
机
科
学
与
技
术
实
践
型
教
程

从书主编
陈明

清华大学出版社

内 容 简 介

本书按照教育部组织制定的《普通高等学校非计算机专业计算机基础课程教学大纲》在数据库技术与程序设计方面的基本要求,并以 Visual FoxPro 9.0 为设计环境编写的。

本书共分为 5 章,主要内容包括:数据库基础知识概述,Visual FoxPro 9.0 数据库管理及操作,查询、视图与 SQL 语言,结构化程序设计基础,Visual FoxPro 9.0 可视化程序设计和创建 Visual FoxPro 应用程序等。

本书概念准确、叙述清晰、内容翔实、层次分明、举例充分,突出理论概念与实际操作的紧密结合,兼顾课堂教学与课后学习的要求,考虑不同专业学生及不同教学要求的特点,知识体系完整,结构安排合理,内容深度适宜,讲解深入浅出,实例经典新颖,图文资源完备,适合文科类、语言类、经济管理类以及理工类非计算机专业的计算机程序设计课程教学和学生学习使用。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

Visual FoxPro 9.0 数据库应用技术/武航星,姚琳主编.—北京:清华大学出版社,2015

21 世纪计算机科学与技术实践型教程

ISBN 978-7-302-39517-1

I. ①V… II. ①武… ②姚… III. ①关系数据库系统—高等学校—教材 IV. ①TP311.138

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 032711 号

责任编辑:谢琛 薛阳

封面设计:常雪影

责任校对:李建庄

责任印制:何 芊

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编:100084

社总机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 装 者:三河市中晟雅豪印务有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:20

字 数:496 千字

版 次:2015 年 3 月第 1 版

印 次:2015 年 3 月第 1 次印刷

印 数:1~2500

定 价:36.00 元

产品编号:063662-01

《21 世纪计算机科学与技术实践型教程》

编辑委员会

主 任：陈 明

委 员：	毛国君	白中英	叶新铭	刘淑芬	刘书家
	汤 庸	何炎祥	陈永义	罗四维	段友祥
	高维东	郭 禾	姚 琳	崔武子	曹元大
	谢树煜	焦金生	韩江洪		

策划编辑：谢 琛

《21 世纪计算机科学与技术实践型教程》

序

21 世纪影响世界的三大关键技术：以计算机和网络为代表的信息技术；以基因工程为代表的生命科学和生物技术；以纳米技术为代表的新型材料技术。信息技术居三大关键技术之首。国民经济的发展采取信息化带动现代化的方针，要求在所有领域中迅速推广信息技术，导致需要大量的计算机科学与技术领域的优秀人才。

计算机科学与技术的广泛应用是计算机学科发展的原动力，计算机科学是一门应用科学。因此，计算机学科的优秀人才不仅应具有坚实的科学理论基础，而且更重要的是能将理论与实践相结合，并具有解决实际问题的能力。培养计算机科学与技术的优秀人才是社会的需要、国民经济发展的需要。

制订科学的教学计划对于培养计算机科学与技术人才十分重要，而教材的选择是实施教学计划的一个重要组成部分，《21 世纪计算机科学与技术实践型教程》主要考虑了下述两方面。

一方面，高等学校的计算机科学与技术专业的学生，在学习了基本的必修课和部分选修课程之后，立刻进行计算机应用系统的软件和硬件开发与应用尚存在一些困难，而《21 世纪计算机科学与技术实践型教程》就是为了填补这部分空白。将理论与实际联系起来，使学生不仅学会了计算机科学理论，而且也学会了应用这些理论解决实际问题。

另一方面，计算机科学与技术专业的课程内容需要经过实践练习，才能深刻理解和掌握。因此，本套教材增强了实践性、应用性和可理解性，并在体例上做了改进——使用案例说明。

实践型教学占有重要的位置，不仅体现了理论和实践紧密结合的学科特征，而且对于提高学生的综合素质，培养学生的创新精神与实践能力有特殊的作用。因此，研究和撰写实践型教材是必需的，也是十分重要的任务。优秀的教材是保证高水平教学的重要因素，选择水平高、内容新、实践性强的教材可以促进课堂教学质量的快速提升。在教学中，应用实践型教材可以增强学生的认知能力、创新能力、实践能力以及团队协作和交流表达能力。

实践型教材应由教学经验丰富、实际应用经验丰富的教师撰写。此系列教材的作者不但从事多年的计算机教学，而且参加并完成了多项计算机类的科研项目，他们把积累的经验、知识、智慧、素质融于教材中，奉献给计算机科学与技术的教学。

我们在组织本系列教材过程中，虽然经过了详细的思考和讨论，但毕竟是初步的尝试，不完善甚至缺陷不可避免，敬请读者指正。

本系列教材主编 陈明

2005 年 1 月于北京

前言

Visual FoxPro 是微软公司推出的一个优秀的关系型数据库管理平台,适用于在微型计算机系统上,设计出各种规模和应用特点的数据管理信息系统。与其他数据库管理系统比较具有鲜明的特点。不仅具有强大的数据库管理功能,还提供了丰富的面向对象程序设计的各类开发工具。因为其朴实实用、简明扼要、通俗易学、理论与实践并重,而成为各类高等学校普遍开设的计算机程序设计的入门课程。

与之前的版本相比,Visual FoxPro 9.0 支持更为强大的可视化界面和程序设计环境,可以设计出更美观、更专业、更友好的软件界面;在数据库和数据表的管理上更为方便,增加了更快的数据引擎,支持更多的数据类型。同时还增加了其他一些设计功能和网络功能。本书根据教育部组织制定的《普通高等学校非计算机专业计算机基础课程教学大纲》在数据库技术与程序设计方面的基本要求,并以 Visual FoxPro 9.0 为环境编写。特别适用于文科类、语言类、经济管理类以及理工学科专业的计算机程序设计课程教学和学生使用。

本书共分为 5 章。主要内容包括:数据库与数据库技术基础,Visual FoxPro 9.0 的语言环境,Visual FoxPro 9.0 的语言基础,数据库及数据操作,查询、视图与 SQL 语言,结构化程序设计方法,Visual FoxPro 9.0 面向对象基础以及可视化程序设计方法等。在本书编写过程中,作者充分注意了概念精确、叙述清晰、语言准确、内容翔实、举例充分、习题典型,突出了理论概念与实际操作紧密结合,兼顾了课堂教学与课后学习的特点和要求,并在各章后附带了丰富的习题和实验上机题,非常适合作为教材使用。

通过本书的教学学习,可以使学生学习掌握数据信息的组织、描述、处理及管理的基本概念,掌握数据库技术的基本理论以及 Visual FoxPro 数据库管理系统的使用方法,学习掌握程序设计的基本方法,提高学生逻辑思维的能力和应用程序的设计技能,初步具备数据信息管理应用程序的开发能力,为学生应用计算机特别是应用数据库管理技术解决本专业中的实际问题打下良好的基础,以适应现代化社会对具有计算机应用能力的高素质复合型人才的需求。

本书的第 1 章由谢永红编写,第 2 章由韩伯涛编写,第 3 章由黄晓璐编写,第 4 章由姚琳编写,第 5 章由武航星编写,习题和上机部分由魏星编写,全书由武航星和姚琳统稿、

定稿。

本教材的编写得到了教育部 2014 年校企合作专业综合改革项目和北京科技大学“十二五”规划教材建设经费资助,特此致谢。同时感谢清华大学出版社的支持和帮助。尽管作者在编写此书的过程中,做了很多的努力,但由于水平所限、时间仓促等原因,疏漏与错误之处在所难免,希望使用本书的教师和学生给予批评指正。我们将不胜感谢。

编 者
2015 年 1 月

目 录

第 1 章 数据库概述及 Visual FoxPro 基础	1
1.1 数据库基础	1
1.1.1 数据和数据管理	2
1.1.2 数据库的由来	2
1.1.3 数据库系统	4
1.1.4 数据抽象及数据库系统体系结构	5
1.1.5 数据库系统的基本特点	9
1.1.6 数据库系统的工作过程	10
1.1.7 关系数据库基础	11
1.2 Visual FoxPro 9.0 的语言基础	15
1.2.1 VFP 9.0 的数据类型	16
1.2.2 常量与变量	17
1.2.3 运算符与表达式	20
1.2.4 常用函数	24
1.2.5 VFP 中的命令	34
1.2.6 VFP 的文件类型	36
习题 1	37
第 2 章 Visual FoxPro 数据库及其操作	41
2.1 创建项目	41
2.2 数据库及其操作	47
2.2.1 数据库设计的一般步骤	47
2.2.2 数据库的创建	48
2.2.3 数据库的基本操作	50
2.3 创建数据表	51
2.3.1 基本概念	51
2.3.2 数据表的建立	57
2.4 数据表的操作	63

2.4.1	表的打开与关闭	63
2.4.2	修改数据表的结构	64
2.4.3	数据表的浏览	65
2.4.4	指针及记录定位	68
2.4.5	添加数据记录	70
2.4.6	编辑数据记录	73
2.4.7	删除数据记录	75
2.5	数据表排序与索引	78
2.5.1	数据表排序	78
2.5.2	数据表索引	79
2.5.3	数据记录的索引检索	85
2.6	数据表统计计算	86
2.6.1	数据记录的统计命令	86
2.6.2	求和命令	87
2.6.3	求平均值命令	87
2.7	数据完整性	87
2.7.1	实体完整性	88
2.7.2	域完整性	88
2.7.3	参照完整性	91
2.7.4	设置触发器	93
2.8	多数据表操作	94
2.8.1	工作区及其选择	94
2.8.2	使用不同工作区的表	95
2.8.3	数据表之间的关联	96
2.8.4	数据表之间的物理连接	100
习题 2		101
第 3 章	查询、视图与 SQL 基础	112
3.1	查询	112
3.1.1	查询文件的建立	113
3.1.2	查询的运行	122
3.2	视图	123
3.2.1	本地视图	123
3.2.2	远程视图	129
3.3	SQL 基础	134
3.3.1	SQL 的特点	134
3.3.2	数据查询语句	135
3.3.3	数据定义语句	152

3.3.4 数据修改语句	157
习题 3	161
第 4 章 Visual FoxPro 程序设计	169
4.1 程序与程序设计	169
4.1.1 程序与算法	169
4.1.2 程序文件与程序文件的创建	172
4.1.3 程序的编辑、运行与编程的一般规则	174
4.2 程序中的简单语句	176
4.2.1 注释和清屏语句	176
4.2.2 输入输出语句	177
4.2.3 程序运行结束语句	178
4.3 顺序结构程序设计	179
4.3.1 顺序结构程序特点	179
4.3.2 顺序结构程序设计举例	180
4.4 分支结构程序设计	181
4.4.1 单分支结构语句	181
4.4.2 双分支结构语句	182
4.4.3 多分支结构语句	183
4.4.4 分支语句的嵌套结构	186
4.5 循环结构程序设计	187
4.5.1 步长型循环结构语句	187
4.5.2 当型循环结构语句	188
4.5.3 表扫描循环结构语句	190
4.5.4 EXIT 和 LOOP 语句	192
4.5.5 多重循环结构	193
4.6 模块结构程序设计	195
4.6.1 模块调用参数传递	196
4.6.2 自定义函数	196
4.6.3 过程	198
4.6.4 传值与传址	203
4.7 变量作用域	204
4.8 SET 命令组	206
4.8.1 “开关”式的 SET 命令组	207
4.8.2 “参数”式的 SET 命令组	208
习题 4	209

第 5 章 面向对象的可视化程序设计	216
5.1 面向对象编程的基本概念	216
5.1.1 类	216
5.1.2 对象	217
5.1.3 属性	217
5.1.4 事件	218
5.1.5 方法	220
5.1.6 可视化程序设计	221
5.2 表单设计方法	222
5.2.1 创建表单	222
5.2.2 表单文件的保存	228
5.2.3 表单文件的运行	229
5.2.4 表单文件的修改	229
5.2.5 创建数据相关的表单	232
5.2.6 Visual FoxPro 其他控件对象介绍	249
5.3 菜单设计	253
5.3.1 菜单系统构成	254
5.3.2 菜单设计环境	255
5.3.3 菜单规划与菜单设计	259
5.3.4 下拉式主菜单的设计与应用	262
5.3.5 快捷菜单的设计	265
5.4 报表设计	269
5.4.1 报表文件的创建、保存、预览与打印	269
5.4.2 使用向导创建报表	273
5.4.3 快速报表	275
5.4.4 使用报表设计器创建报表	276
5.5 数据库应用系统开发流程	291
5.5.1 需求分析	291
5.5.2 数据库设计	291
5.5.3 应用程序设计	291
5.5.4 创建应用程序主程序	292
5.5.5 应用程序的连编	293
5.5.6 应用程序的发布	294
5.6 应用程序的调试	295
习题 5	297
参考文献	306

第 1 章 数据库概述及 Visual FoxPro 基础

【本章内容提要】

本章主要的内容是数据库和 Visual FoxPro 基础知识,主要包括以下几个部分:

- (1) 数据库系统的组成。
- (2) 数据抽象及数据库系统体系结构。
- (3) 数据库系统的基本特点。
- (4) Visual FoxPro 9.0 语言基础。

【本章学习重点】

本章应重点掌握和理解的知识:

- (1) 掌握数据库系统的组成。
- (2) 理解并掌握数据抽象不同层次上的数据模型。
- (3) 理解并掌握数据库系统三层模式两级映射的内部体系结构。
- (4) 掌握 Visual FoxPro 9.0 的常用数据类型。
- (5) 理解并掌握常量、变量。
- (6) 熟练掌握运算符与表达式。
- (7) 熟练掌握常用函数。

1.1 数据库基础

数据库技术的发展始于 20 世纪 50 年代中期,从那时起计算机的应用领域逐渐扩大到企业、政府机构等行业,数据处理因而成为计算机最重要的应用之一,数据库技术也随之飞速发展,并对计算机的应用产生着重要的影响。现代社会中,每个人每天几乎都要或多或少地和数据库打交道,例如去银行存款或取款,去图书馆借、还书,网上购物等,可以毫不夸张地说:几乎所有涉及计算机应用的领域中,数据库都担当着非常关键的角色。目前数据库技术已成为计算机软件领域的一个重要分支,形成了较为完整的理论体系和实用技术。

1.1.1 数据和数据管理

1. 信息和数据

数据(Data)是客观事物的基本事实;信息(Information)是客观事物的抽象与概括。两者相互联系、相互依存,但又有所区别。

简单地说,信息就是客观事物属性的反映。信息反映的是关于某一客观系统中某一事物的某一方面属性或某一时刻的表现形式,表现的形式可以是文字、数字、符号、声音、图像;被以上形式表现的信息最终以消息、情报、知识等具体形式提供给人们,作为决策的依据。

计算机中的数据一般分为两部分,其中一部分与程序仅有短时间的交互关系,随着程序的结束而消亡,它们称为临时性(Transient)数据,这类数据一般存放在计算机的内存中;而另一部分数据则对系统起着长期持久的作用,它们称为持久性(Persistent)数据。数据库中处理的就是这种持久性数据。

从计算机角度上看,数据是有一定结构的。数据有型(Type)与值(Value)之分,数据的型给出了数据表示的类型,如整型、实型、字符型等,而数据的值给出了符合给定类型的值,例如整型的值 150、实型的值 -128.38、字符型的值 CHINA 等。随着应用需求的扩大,数据的型有了进一步的扩大,它包括了将多种相关数据以一定结构方式组合构成特定的数据框架,这样的数据框架称为数据结构(Data Structure),在数据库中称为数据模式(Data Schema)。

数据和信息既有联系又有区别,主要的表现如下:

- (1) 数据是客观事物的基本事实,信息是客观事物的抽象与概括。
- (2) 数据是物理性的,信息是观念性的。
- (3) 信息通过数据进行表达和传播。
- (4) 信息是经过处理的并有用的数据,不同的处理方法得到不同的信息。
- (5) 数据是信息的表现形式,但数据若不具有知识性和有用性,则不能称其为信息。
- (6) 数据是客观事物的基本事实。信息是客观事物的抽象与概括,两者相互联系、相互依存,但又有所区别。

2. 数据处理和数据管理

数据处理(又称为信息处理)是指从某些已知的数据出发,推导整理出一些新的数据,从而又表示出一些新的信息的过程。它涉及数据的收集、整理、存储、分类、加工、检索、维护、统计和传输的一系列活动。

数据管理是指数据的收集、整理、组织、存储、维护、检索及传送等操作处理过程。

数据处理和数据管理是互相联系的,数据管理中的各种操作都是数据处理业务必不可少的基本环节,数据管理技术的好坏,直接影响到数据处理的效率。数据管理是数据处理的核心问题。数据库技术研究的就是如何实现数据管理的有效性和高效性。

1.1.2 数据库的由来

自计算机开始应用于数据处理之后,实际应用的数据处理量开始急剧增长,为了高效

地管理海量的数据,数据管理技术应运而生。近几十年来,数据管理技术不断发展,从人工管理阶段到文件系统阶段再到目前的数据库管理阶段,目前已成为较为成熟、完善、实用的理论和技术。

1. 人工管理阶段

人工管理阶段是指 20 世纪 50 年代中期以前。这一时期的计算机应用范围狭窄,主要用于科学计算。在这个时期,计算机硬件发展水平还很低,外部存储器只有纸带、卡片、磁带,没有能直接存取的存储设备(如磁盘等),因此数据不保存在计算机内。此时的应用程序和数据结合紧密,在进行某任务时,数据和应用程序将一起输入内存进行计算,任务完成后数据空间和程序空间一起释放,因此程序与数据不具有独立性。当多个任务需要同时使用同一数据时,就必须制作该数据的多个副本,因此数据的冗余度大,共享性差。

2. 文件系统阶段

文件系统阶段从 20 世纪 50 年代后期到 20 世纪 60 年代中期。该时期的计算机应用范围逐渐扩大,计算机不仅用于科学计算,而且还大量用于信息管理。当时,计算机硬件发展水平有了很大提高,出现了磁盘、磁鼓等能直接存取的外存储设备,应用程序和数据相对独立,而且数据也具有了一定的共享性。

但是,随着数据管理规模的不断扩大,文件系统的缺点很快暴露出来:在文件系统中,数据文件之间相互独立,缺乏联系,这样就导致当数据量急剧增加时,易于出现大量数据冗余和数据不一致。例如,在某单位的各部门分别建立各自需要的职工信息文件,如职工工资文件、职工档案文件和职工保健文件,这三个数据文件相互独立,如图 1-1 所示。

在图 1-1 中的三个数据文件中,每一名职工的联系电话都重复出现在每个文件中,这样就造成了数据的冗余;此外当职工更换联系电话时,必须分别修改三个数据文件,有可能只有工资文件做了修改而其他两个文件没有修改,这样就造成了数据的不一致。

3. 数据库系统阶段

为了克服文件系统存在的缺陷,数据库系统采用了新的存储结构,加强了数据文件之间的联系,从而消除了数据不一致并极大地减少了数据冗余。例如,对于上述文件系统中提到的例子,在数据库系统中采用如图 1-2 所示的存储方式,在这种方式中,只在职工档案文件中保存联系电话,当其他两个文件需要用到职工的联系电话时,则根据数据文件之间的联系规则。从档案文件中得到;当职工的联系电话改变时,只要修改职工档案文件中的联系电话即可。数据库技术正是通过这种方式消除了数据的不一致性,并大大地减少了数据冗余。

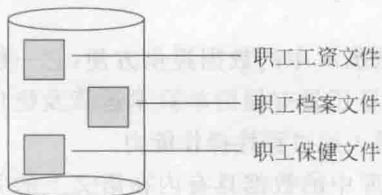


图 1-1 职工管理数据文件

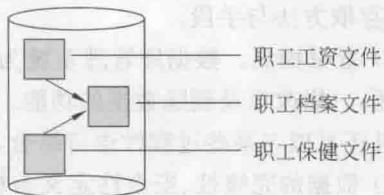


图 1-2 数据库系统中职工数据文件

20世纪70年代以来,数据库技术飞速发展,目前,数据库系统应用以深入到人类社会生活的各个领域,从企业管理、银行业务到信息检索、档案管理、普查、统计等,数据库技术已经与我们的生活息息相关。

1.1.3 数据库系统

数据库系统(DataBase System, DBS)就是引入了数据库技术后的计算机系统。它由5个部分组成:硬件、软件、数据库、数据库管理系统、数据库管理员。

1. 硬件

这里,硬件包括中央处理器、内存、外存、输入输出设备等;如果考虑到数据库应用程序对联网操作的支持,要得到较高的数据传输率,高性能的网络设备也不可或缺。

2. 软件

此处的软件主要指操作系统软件和各种应用开发主语言,如 Windows、Linux 操作系统, C、Visual C++、Java 等应用开发语言。

3. 数据库

数据库是以一定的组织形式长期存放在计算机存储介质上的相互关联的数据的集合。其中,数据指的是可以被记录的具有实际含义的客观事物的基本事实,简单地讲就是对客观事物的记录,如用于记录学生的学号、姓名、班级、专业等数据。

在实际应用中,数据库的设计、创建和数据的录入应该是基于特定目的进行的,应该有预期的用户群。例如,对于教学管理系统数据库而言,将根据便于教学管理这一目的,为学生和教师用户群提供服务,创建和录入记录学生、教师、课程信息的数据。

数据库的规模可以是任意的。例如,记录某单位职工联系电话可能只需要几百条记录,而记录一个大型图书馆图书信息可能就会需要几十万条记录。

4. 数据库管理系统

数据库管理系统(DataBase Management System, DBMS)是支持用户创建和管理数据库的应用程序,数据库管理系统是数据库系统的核心,负责数据库中的数据组织、数据操纵、数据维护、控制以及保护、数据服务等。它的主要功能如下:

(1) 数据模式定义。数据库管理系统负责为数据库构建模式,也就是为数据库构建其数据框架。

(2) 数据存取的物理构建。数据库管理系统负责为数据模式的物理存取及构建提供有效的存取方法与手段。

(3) 数据操纵。数据库管理系统为用户使用数据库中的数据提供方便,它一般提供查询、插入、修改以及删除数据的功能。此外,它自身还具有做简单算术运算及统计的能力,而且还可以与某些过程性语言结合,使其具有强大的过程性操作能力。

(4) 数据的完整性、安全性定义与检查。数据库中的数据具有内在语义上的关联性和一致性,它们构成了数据的完整性,数据的完整性是保证数据库中数据正确的必要条件,因此必须经常检查以维护数据的正确。数据库中的数据具有共享性,而数据共享可能

会引发数据的非法使用,因此必须要对数据正常使用做出必要的规定,并在使用时做检查,这就是数据的安全性。

(5) 数据库的并发控制与故障恢复。数据库是一个集成、共享的数据集合体,它能为多个应用程序服务,所以就存在着多个应用程序对数据库的并发操作。在并发操作中如果不加控制和管理,多个应用程序间就会互相干扰,从而对数据库中的数据造成破坏。因此,数据库管理系统必须对多个应用程序的并发操作做必要的控制以保证数据不被破坏,这就是数据库的并发控制。数据库中的数据一旦遭到破坏,数据库管理系统必须有能力及时进行恢复,这就是数据库的故障恢复。

(6) 数据的服务。数据库管理系统提供对数据库中数据的多种服务功能,如数据备份、转存、重组、性能检测和分析等。

5. 数据库管理员

由于数据库的共享性,因此对数据库的规划、设计、维护、监视等需要由专人管理,称他们为数据库管理员(DataBase Administrator, DBA)。其主要工作如下:

(1) 数据库设计(DataBase Design)。DBA 的主要任务之一是进行数据库设计,具体的是进行数据模式的设计。

(2) 数据库维护。DBA 必须对数据库中的数据安全性、完整性、并发控制及系统恢复、数据定期转存等进行实施与维护。

(3) 改善系统性能,提高系统效率。DBA 必须随时监视数据库运行状态,不断调整内部结构,使系统保持最佳状态和最高效率。

1.1.4 数据抽象及数据库系统体系结构

1. 数据抽象

数据库技术通过建立数学模型的方法,对现实世界进行抽象,最终将现实世界的信息转换为存储于数据库中并可被用户使用的数据。数据库建立的过程实际上是一个数据逐步抽象的过程,从数据抽象的级别可分为4种数据模型,它们分别是概念模型、逻辑模型、内部模型和外部模型,它们之间的关系如图1-3所示。

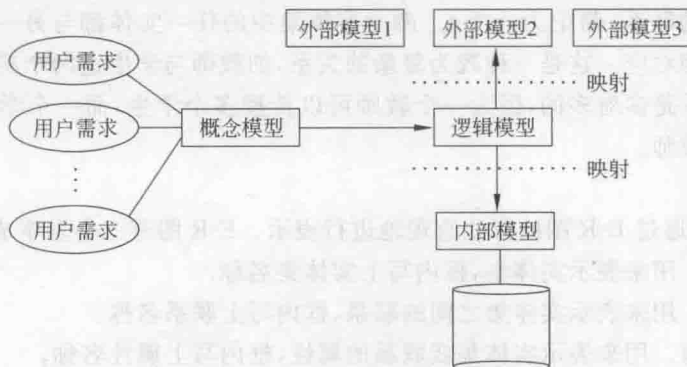


图 1-3 数据抽象过程

1) 概念模型

在 4 种模型之中,概念模型的抽象级别最高。概念模型是从用户需求的角对数据库建模,是对整个数据库应用项目所涉及的数据的全面描述;概念模型独立于硬件和软件。现在采用的概念模型主要是实体联系模型(Entity-Relationship Model,E-R 模型)。

(1) E-R 模型基本概念

① 实体。现实世界中的事物可以抽象成为实体,实体是概念模型中的基本单位,它们是客观存在的且又能相互区别的事物。凡是有共性的实体可组成一个集合称为实体集。如张一名、李一隆是实体,所有的学生可组成一个学生实体集。

② 属性。属性描述了实体的特征,一个实体往往含有若干个属性,每个属性可以有值,一个属性的取值范围称为该属性的值域。如实体张一名可以有学号、姓名、年龄等属性;张一名的年龄属性为 18,18 就是年龄属性的值。

③ 联系。现实世界中事物间的关联称为联系,联系反映了实体集间的一定关系,如工人与设备之间的操作关系,上、下级之间的领导关系,生产者与消费者之间的供求关系。联系也可以附有属性,联系和它的所有属性构成了联系的一个完整描述。

实体集间的联系有多种,就实体集的个数而言有一个实体集间的联系、多个实体集间的联系、两个实体集间的联系。

a. 一个实体集间的联系。一个实体集内有若干个实体,它们之间的联系称为实体集内部联系。如某公司职工这个实体集内部可以有上、下级联系。

b. 多个实体集间的联系。包括三个实体集间的联系以及三个以上实体集间的联系。如工厂、产品、用户这三个实体集间存在着工厂提供产品为用户服务的联系。

c. 两个实体集间的联系。两个实体集间的联系是一种最为常见的联系,两个实体集间的联系可以有以下几种。

- 一对一的联系,简记为 $1:1$ 。实体集 A 中一个实体在实体集 B 中至多对应一个实体,反之亦然。如汽车与车牌号、个人与身份证号等。
- 一对多的联系,简记为 $1:n$ 。实体集 A 中的一个实体在实体集 B 中可对应多个实体,但实体集 B 中的一个实体在实体集 A 中至多只有一个实体与之对应。此种联系是关系数据库中最普遍的联系。如司机与乘客、班级与学生等。
- 多对多的联系,简记为 $m:n$ 。两个实体集中的任一实体都与另一实体集中的多个实体相对应。这是一种较为复杂的关系,如教师与学生这两个实体集间的教与学的联系是多对多的,因为一个教师可以传授多个学生,而一个学生又可以受教于多个教师。

(2) E-R 图

E-R 模型可通过 E-R 图的形式直观地进行表示。E-R 图有三个基本成分:

① 矩形框。用来表示实体集,框内写上实体集名称。

② 菱形框。用来表示实体集之间的联系,框内写上联系名称。

③ 椭圆形框。用来表示实体集或联系的属性,框内写上属性名称。

其中实体集和属性、联系与属性之间用直线连接;实体集和联系之间也以直线连接,并在直线端部标注联系的类型($1:1$ 、 $1:n$ 、 $m:n$)。下面通过例子来说明 E-R 图。