

◎ 高 等 学 校 计 算 机 基 础 教 材



Visual FoxPro

程序设计

(第2版)

主 编 王永国

副主编 李治能 王世好



高等教育出版社
Higher Education Press

TP311. 138/810

2009

高等学校计算机基础教材

Visual FoxPro 程序设计

(第2版)

主 编 王永国
 副主编 李治能 王世好
 编 者 王永国 李治能 丁亚涛
 王世好 王 云 邱蓓蓓



北方工业大学图书馆

C00255845

高等教育出版社

内容提要

本书是在总结编者多年教学实践、软件开发、试题库建设的基础上,从实用的角度出发,采用“案例”驱动的编写方式,通过 170 多个实例介绍数据库系统基础知识及 Visual FoxPro 程序设计方法。全书共 9 章,主要内容包括:数据库基础知识与 Visual FoxPro 系统概述、Visual FoxPro 语言基础、数据表与数据库的基本操作、查询与视图、面向过程的结构化程序设计、面向对象的程序设计、菜单和工具栏的设计、报表的设计、Visual FoxPro 应用程序的设计与开发——“电台歌曲点播系统”。

为便于教学和加强训练,每章前有内容概述、教学目标,每章后有本章小结和丰富的习题,以供读者练习与自测;同时编写了《Visual FoxPro 程序设计实训与考试指导》(第 2 版,其中包含光盘,由高等教育出版社出版)作为配套用书,其内容包括本书中的所有习题及参考答案、程序设计实训、试题库典型试题分析与无纸化练习系统等。

本书所配电子教案及相关教学资源可以从中国高校计算机课程网站下载,网址为 <http://computer.cncourse.com>。使用本书的学校也可以与作者(ygwang21@163.com)联系,获取更多相关教学资源。

本书既可作为高等学校数据库课程教材,也可作为计算机等级考试的参考书,对从事数据库应用开发的技术人员也具有重要的参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

Visual FoxPro 程序设计/王永国主编. —2 版. —北京:
高等教育出版社,2009. 11

ISBN 978-7-04-028394-5

I. V… II. 王… III. 关系数据库-数据库管理系统, Visual FoxPro - 程序设计-高等学校-教材
IV. TP311.138

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 181770 号

策划编辑	刘 茜	责任编辑	焦建红	封面设计	于文燕
版式设计	余 杨	责任校对	王 雨	责任印制	陈伟光

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-58581118
社 址	北京市西城区德外大街 4 号	咨询电话	400-810-0598
邮政编码	100120	网 址	http://www.hep.edu.cn
总 机	010-58581000		http://www.hep.com.cn
经 销	蓝色畅想图书发行有限公司	网上订购	http://www.landaco.com
印 刷	北京七色印务有限公司		http://www.landaco.com.cn
		畅想教育	http://www.widedu.com
开 本	787×1092 1/16	版 次	2006 年 8 月第 1 版
印 张	19.5		2009 年 11 月第 2 版
字 数	480 000	印 次	2009 年 11 月第 1 次印刷
		定 价	27.00 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。
版权所有 侵权必究
物料号 28394-00

前 言

《Visual FoxPro 程序设计》第1版出版于2006年。3年来,教、学、编著人员的情况都发生了很大的变化,水平也有一定程度的提高。为了能更好地服务于读者,根据在教学过程中对第1版的反馈意见,我们对原书在结构、内容上做了较大的调整、修改和增删,但原书的基本宗旨和风格不变。这次调整主要有以下几个方面:

1. 以 Windows XP 为背景,基于 Visual FoxPro 6.0 开发环境;
2. 从有利于教学的角度,对原书部分内容的顺序进行了调整,并将原来的 10 章优化为 9 章;
3. 紧跟计算机语言发展趋势,进一步加强了 SQL 语言的介绍,以适应当前广泛使用关系数据库系统的需要;
4. 突出应用能力的培养,加强基础知识,充实了部分习题,完善了与本书配套的《Visual FoxPro 程序设计实训与考试指导》的光盘内容及其练习软件,修订后将作为《Visual FoxPro 程序设计实训与考试指导》(第2版)出版。

本书由王永国、李治能两位同志执笔,参与修订的还有丁亚涛、王世好、王云、邱蓓蓓等。在修订过程中,我们参考了大量国内外教材、专著等材料,听取了部分学校对使用该教材的一些建议,并得到了全省同仁的大力支持。但由于我们才疏学浅,可能会有许多不足之处,希望学术同仁和读者不吝指教。

读者如果需要下载课件、配套练习程序或案例,可通过 E-mail 与我们联系:ygwang21@163.com。

编 者

2009 年 5 月

郑 重 声 明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010) 58581897/58581896/58581879

反盗版举报传真：(010) 82086060

E - mail: dd@ hep. com. cn

通信地址：北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编：100120

购书请拨打电话：(010)58581118

目 录

第 1 章 数据库基础知识与 Visual

FoxPro 系统概述 1

1.1 数据库的基本概念 1

1.1.1 数据、信息与数据处理 1

1.1.2 数据库技术的发展 3

1.1.3 数据模型 5

1.1.4 关系数据库的基础知识 8

1.1.5 数据库系统的组成 9

1.1.6 数据库系统的特点和分类 10

1.2 Visual FoxPro 的特点 11

1.3 Visual FoxPro 的安装、启动与

退出 12

1.3.1 Visual FoxPro 的安装 12

1.3.2 Visual FoxPro 的启动 15

1.3.3 Visual FoxPro 的退出 17

1.4 Visual FoxPro 的用户界面 17

1.4.1 Visual FoxPro 的界面组成 17

1.4.2 Visual FoxPro 的工作方式 19

1.4.3 Visual FoxPro 中的文件 20

1.5 Visual FoxPro 的辅助设计工具 20

1.5.1 Visual FoxPro 向导 20

1.5.2 Visual FoxPro 设计器 21

1.5.3 Visual FoxPro 生成器 22

1.6 Visual FoxPro 项目管理器 23

1.6.1 创建项目 23

1.6.2 打开和关闭项目 23

1.6.3 项目管理器的界面 24

1.6.4 使用项目管理器 25

1.6.5 定制项目管理器 26

本章小结 27

习题 1 27

第 2 章 Visual FoxPro 语言基础 29

2.1 Visual FoxPro 的命令格式 29

2.1.1 Visual FoxPro 的命令格式 29

2.1.2 Visual FoxPro 命令的书写

规则 30

2.2 Visual FoxPro 的数据类型 31

2.2.1 字符型 31

2.2.2 数值型 31

2.2.3 浮点型 31

2.2.4 双精度型 31

2.2.5 整型 31

2.2.6 货币型 31

2.2.7 日期型 32

2.2.8 日期时间型 32

2.2.9 逻辑型 32

2.2.10 备注型 32

2.2.11 通用型 32

2.3 常量和变量 32

2.3.1 常量 33

2.3.2 变量 34

2.3.3 数组 35

2.3.4 内存变量的操作 36

2.4 运算符与表达式 37

2.4.1 算术运算符与数值表达式 38

2.4.2 字符串运算符与字符串

表达式 38

2.4.3 日期时间运算符与日期

表达式 39

2.4.4 关系运算符与关系表达式 40

2.4.5 逻辑运算符与逻辑表达式 40

2.5 常用函数 41

2.5.1 数值运算函数 41

2.5.2 字符处理函数 44

2.5.3 日期、时间处理函数 46

2.5.4 转换函数 47

2.5.5 逻辑函数	50	本章小结	121
2.5.6 其他函数	50	习题3	122
本章小结	53	第4章 查询与视图	127
习题2	53	4.1 建立查询	127
第3章 数据表与数据库的基本操作 ...	58	4.1.1 查询设计器	127
3.1 数据库、表的基本概念	58	4.1.2 用查询设计器建立查询	129
3.2 数据表的建立和修改	59	4.2 创建视图	133
3.2.1 表结构的建立	59	4.2.1 视图的概念	133
3.2.2 表数据的录入	65	4.2.2 视图设计器	135
3.2.3 表的打开和关闭	67	4.2.3 创建本地视图	136
3.2.4 表结构的显示、修改与复制 ...	69	4.2.4 创建远程视图	139
3.3 数据表的维护	71	4.3 SQL 查询	141
3.3.1 记录的显示	72	4.3.1 SQL 概述	141
3.3.2 记录的修改	72	4.3.2 SQL-SELECT 命令的格式 ...	141
3.3.3 记录指针的定位	75	4.3.3 SQL-SELECT 命令查询示例 ...	144
3.3.4 记录的插入与追加	77	本章小结	149
3.3.5 记录的删除与恢复	80	习题4	149
3.3.6 数据转换	83	第5章 面向过程的结构化程序设计 ...	153
3.4 表的排序和索引	86	5.1 程序设计概述	153
3.4.1 排序	87	5.2 程序文件	154
3.4.2 索引	88	5.2.1 程序文件的建立、编辑与运行	154
3.5 数据的检索	96	5.2.2 程序中的常用命令	157
3.5.1 顺序查询命令	96	5.3 程序的基本控制结构	162
3.5.2 索引查询命令	98	5.3.1 顺序结构	162
3.6 数据的统计	98	5.3.2 分支结构	163
3.6.1 统计记录个数的命令	99	5.3.3 循环结构	168
3.6.2 求和命令	99	5.4 子程序、过程与自定义函数	180
3.6.3 求平均值命令	100	5.4.1 子程序	180
3.6.4 汇总命令	100	5.4.2 过程	184
3.7 多表操作	101	5.4.3 自定义函数	189
3.7.1 工作区	101	5.5 程序的调试	191
3.7.2 表的联接	103	5.5.1 调试器环境	192
3.7.3 表的关联	104	5.5.2 断点设置	193
3.8 数据库的操作	106	5.5.3 “调试”菜单中的命令介绍 ...	194
3.8.1 数据库设计	106	本章小结	195
3.8.2 数据库的基本操作	108	习题5	196
3.8.3 数据库表的基本操作	110		
3.8.4 数据词典的使用	113		

第6章 面向对象的程序设计	204	工具栏	262
6.1 面向对象程序设计方法	204	本章小结	264
6.1.1 基本概念	204	习题7	264
6.1.2 类	206	第8章 报表的设计	267
6.1.3 对象引用	211	8.1 设计报表	267
6.1.4 对象属性设置	212	8.1.1 报表规划与布局	267
6.1.5 调用对象的方法	212	8.1.2 报表设计步骤	268
6.1.6 响应事件	213	8.1.3 报表设计方法	269
6.2 表单的建立	213	8.1.4 修改报表	276
6.2.1 用表单向导设计表单	214	8.2 报表的输出	276
6.2.2 利用表单设计器设计表单	217	8.2.1 预览报表	277
6.2.3 在表单中对控件进行设置	218	8.2.2 打印报表	277
6.2.4 表单的属性设置	220	本章小结	277
6.2.5 表单的常用事件与方法	222	习题8	278
6.2.6 表单数据环境设计器	222	第9章 Visual FoxPro 应用程序的	
6.3 表单常用控件	223	设计与开发——“电台歌曲	
6.3.1 输出类控件	223	点播系统”	279
6.3.2 输入类控件	226	9.1 应用程序的开发过程	279
6.3.3 控制类控件	231	9.1.1 系统分析阶段	279
6.3.4 容器类控件	237	9.1.2 系统设计阶段	279
6.4 表单的高级设计	240	9.1.3 系统实施阶段	279
6.4.1 表单集	240	9.1.4 系统维护阶段	280
6.4.2 用户定义属性与方法程序	242	9.2 “电台歌曲点播系统”的开发	280
本章小结	244	9.2.1 “电台歌曲点播系统”的	
习题6	245	设计与总体规划	280
第7章 菜单和工具栏的设计	250	9.2.2 “电台歌曲点播系统”的	
7.1 菜单设计	250	开发步骤	282
7.1.1 菜单设计的方法与步骤	250	9.2.3 “电台歌曲点播系统”的	
7.1.2 创建下拉式菜单	255	主要特色	296
7.1.3 创建快捷菜单	256	9.3 “电台歌曲点播系统”的发行	297
7.1.4 菜单在应用程序中的使用	257	9.3.1 创建发布目录	297
7.2 创建自定义工具栏	258	9.3.2 使用安装向导创建发布	
7.2.1 创建一个工具栏类	258	磁盘和安装程序	297
7.2.2 为表单添加工具栏	259	本章小结	300
7.2.3 为 Visual FoxPro 主窗口		习题9	301
加入工具栏	261	参考文献	302
7.2.4 建立与菜单协同变化的			

第1章

数据库基础知识与 Visual FoxPro 系统概述

【内容概述】

本章将系统地介绍数据库的基础知识,并简要介绍 Visual FoxPro 系统,主要包括数据管理技术的发展,数据库的特点及相关概念,数据模型的概念,Visual FoxPro 的特点、安装、启动与退出,Visual FoxPro 的界面组成与工作方式,以及 Visual FoxPro 的辅助设计工具简介和项目管理器的使用。

【教学目标】

1. 了解数据管理技术的发展过程。
2. 掌握数据库技术的基本概念及相互关系。
3. 掌握关系数据库的概念,理解关系运算。
4. 掌握数据库系统的分类和特点,了解数据库管理系统与 Visual FoxPro 的关系。
5. 了解 Visual FoxPro 的发展历史、安装、启动和退出。
6. 熟悉 Visual FoxPro 的用户界面,了解 Visual FoxPro 的工作方式。
7. 了解 Visual FoxPro 的各种辅助设计工具。
8. 掌握 Visual FoxPro 中项目管理器的使用方法。

1.1 数据库的基本概念

1.1.1 数据、信息与数据处理

1. 数据

数据是指存储在某一媒体上能够被计算机处理的物理符号。例如,某学生的学号为 070401,姓名为张文清,性别为男,专业为计算机,高等数学成绩为 87 分,照片为一张 JPG 格式的图像文件。这些数据表示了该学生的某些特征。数据有数字、文本、图形、图像、声音等多种表现形式。事物的不同特征需要用不同的数据形式来表现,同一种特征也可以有不同的表现形式。例如,在上例的学生特征数据中,高等数学成绩为数字形式,照片为图像形式,其他的数据都是文本形式。性别除了可以用文本表示外,还可以用逻辑形式“T”和“F”表示。

2. 信息

信息是有一定含义的、已经被加工的、有决策价值的数据。信息是以某种数据形式表现的。

信息与数据的关系可以表示为:信息 = 数据 + 处理。例如,某班级学生的计算机成绩为 79 分、82 分、83 分、63 分……经过处理得出该成绩的标准差为 7.9,这就是一条信息,此信息说明不同学生的成绩差异小。

3. 数据处理

数据处理也称信息处理,是将数据转换成信息的过程,指从大量数据中提取有效的信息资源,为进一步分析、管理、决策提供依据,包括数据的采集、整理、存储、加工、分类、维护、排序、检索和传输等一系列活动的总称。目前,数据处理常常离不开计算机技术和数据库技术。在计算机中,通过计算机软件来管理数据,通过程序来对数据进行加工处理,用外存储器来存储数据。数据处理的过程如图 1-1 所示。

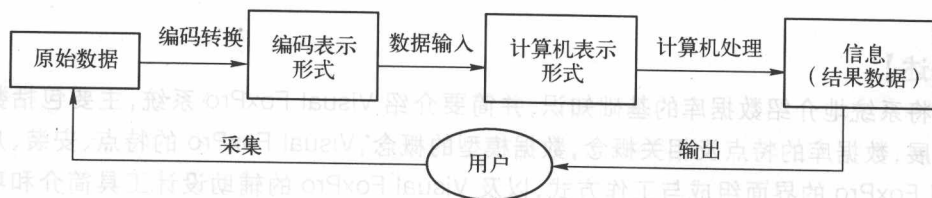


图 1-1 数据处理的过程

4. 数据管理技术的发展

计算机对数据的管理是指对数据的组织、分类、编码、存储、检索和维护提供操作手段。伴随着计算机技术的发展,计算机数据管理经历了人工管理、文件管理、数据库管理 3 个阶段。

(1) 第一阶段(20 世纪 50 年代中期):人工管理阶段

早期的计算机主要用于科学计算,计算处理的数据量很小,基本上不存在数据管理的问题。从 20 世纪 50 年代初开始,计算机被应用于数据处理。当时的计算机没有专门管理数据的软件,也没有像磁盘这样可随机存取的外部存储设备,对数据的管理没有一定的格式。

在人工管理阶段,数据包含在程序中,与处理它的应用程序一一对应,如图 1-2 所示。应用程序中的数据无法被其他程序利用,程序与程序之间存在着大量重复数据,称为数据冗余;同时,由于数据是对应某一应用程序的,使得数据的独立性很差,如果数据的类型、结构、存取方式或输入/输出方式发生变化,处理它的程序必须相应改变,数据结构性差且不能长期保存。

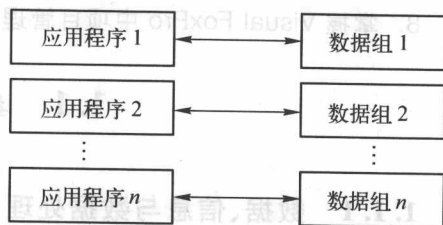


图 1-2 人工管理阶段应用程序与数据之间的关系

(2) 第二阶段(20 世纪 50 年代后期至 20 世纪 60 年代中期):文件管理阶段

文件系统通常包括在操作系统中。在文件系统中,数据与程序都是以文件形式存储的,可以长期保存和反复处理。程序与数据之间不再是直接的对应关系,而是由文件系统为程序与数据之间提供一个公共接口,即应用程序通过文件系统采用统一的方法存取、操作数据,因而程序和数

据有了一定的独立性。但是文件系统仍存在一些缺陷:

① 数据文件中的数据没有结构,数据之间没有有机的联系。

② 数据的共享性差,数据文件孤立存在,文件之间没有联系。

③ 数据的冗余度高,同一数据项可能重复出现在同一个或多个文件中,这就导致了数据冗余度高,从而造成数据的不一致性。

④ 程序对数据的依赖性高。

⑤ 数据的控制困难,数据管理、操作等都需要编程实现。

在文件管理阶段,应用程序与数据之间的关系如图 1-3 所示。

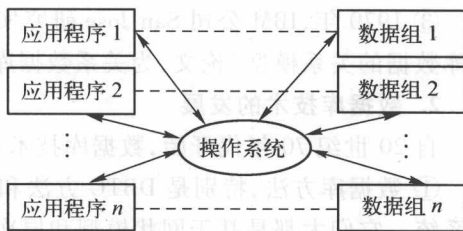


图 1-3 文件管理阶段应用程序与数据之间的关系

(3) 第三阶段(20 世纪 60 年代后期至今):数据库管理阶段

数据库管理阶段是 20 世纪 60 年代末在文件管理基础上发展起来的。随着计算机系统性价比的持续提高和软件技术的不断发展,人们克服了文件系统的不足,开发了一种新的数据管理软件——数据库管理系统,运用数据库技术进行数据管理。目前,数据库技术已经成为计算机科学与技术的一个重要分支。

在数据库管理阶段,数据与程序独立,由数据库管理系统管理数据。应用程序与数据之间的关系如图 1-4 所示。在应用程序和数据库之间,由数据库管理软件把所有应用程序中使用的数据汇集起来,按统一的数据模型,以记录为单位存储在数据库中,进行集中、独立的管理。一个数据库可以为多个应用程序所共享,使程序的执行效率大大提高,降低了数据的冗余度,实现了数据资源共享,提高了数据的完整性、一致性。

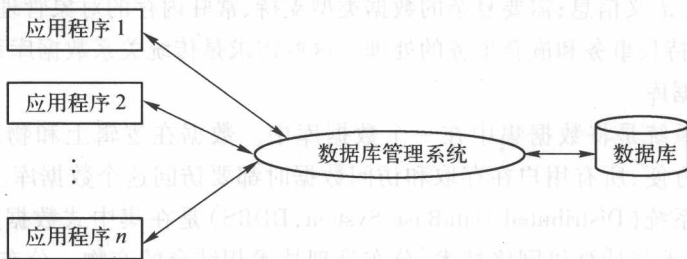


图 1-4 数据库管理阶段应用程序与数据之间的关系

在数据库管理阶段,数据库也是以文件形式存储数据的,但它是数据的一种高级组织形式。数据库管理系统利用了操作系统提供的输入/输出控制和文件访问功能。

1.1.2 数据库技术的发展

1. 数据库技术萌芽

数据库技术萌芽于 20 世纪 60 年代中期,到 20 世纪 60 年代末 20 世纪 70 年代初出现了 3 个事件,标志着数据库技术日趋成熟,并有了坚实的理论基础。

① 1969 年,IBM 公司研制并开发了信息管理系统 (Information Management System, IMS),IMS 的数据模型是层次结构的。

② 美国数据系统语言协会下属的数据库任务组 DBTG (DataBase Task Group) 对数据库方法进行系统的讨论、研究,提出了若干报告,称为 DBTG 报告。DBTG 报告涵盖了数据库系统的许多概

念、方法和技术。DBTG 所提倡的方法是基于网状结构的,它是网状模型的基础和典型代表。

③ 1970 年,IBM 公司 San Jose 研究实验室的研究员 E. F. Codd 发表了著名的“大型共享数据库数据的关系模型”论文,为关系数据库技术奠定了理论基础。

2. 数据库技术的发展

自 20 世纪 70 年代开始,数据库技术有了很大的发展,表现为:

① 数据库方法,特别是 DBTG 方法和思想应用于各种计算机系统,出现了许多商品化数据库系统。它们大都是基于网状模型和层次模型的。这些商用系统的运行,使数据库技术日益广泛地应用到企业管理、事务处理、交通运输、信息检索、军事指挥、政府管理、辅助决策等各个方面。数据库技术成为实现和优化信息系统的基本技术。

② 关系方法的理论研究和软件系统的研制取得了很大的成果。自 20 世纪 80 年代开始,几乎所有新开发的数据库系统都是关系数据库系统,随着微型计算机的出现与迅速普及,运行于微型计算机的关系数据库系统日益丰富,性能越来越好,功能越来越强,其应用遍及社会的各个领域。

3. 目前的数据库技术

基于关系模型的数据库技术将网络技术、面向对象技术等相结合,产生了以下数据库系统。

(1) 对象-关系型数据库系统

随着计算机技术和网络技术的发展,数据库应用中出现了如 CAD(计算机辅助设计)/CAM(计算机辅助制造)、CIMS(计算机集成制造系统)、OA(办公自动化)、GIS(地理信息系统)、MIS(管理信息系统)、KBS(知识库系统)等新领域。这些领域的特点是:存储和处理的对象复杂,对象间的联系具有复杂的语义信息;需要复杂的数据类型支持、常驻内存的对象管理以及支持对大量对象的存取和计算;支持长事务和嵌套事务的处理。这些需求是传统关系数据库系统难以实现的。

(2) 分布式数据库

集中式数据库系统是将数据集中在一个数据库中。数据在逻辑上和物理上都是集中存放的。其特点是访问方便,所有用户在存取和访问数据时都要访问这个数据库。

分布式数据库系统(Distributed DataBase System, DDBS)是在集中式数据库系统基础上发展起来的,是数据库技术与计算机网络技术、分布处理技术相结合的产物。分布式数据库系统是地理上分布在计算机网络不同结点,逻辑上属于同一系统的数据库系统,能支持全局应用,同时存取两个或两个以上结点的数据。

(3) 面向对象数据库

面向对象数据库系统(Object-Oriented DataBase System, OODB)是将面向对象的模型、方法和机制,与先进的数据库技术有机地结合而形成的新型数据库系统。它从关系模型中脱离出来,强调在数据库框架中发展类型、数据抽象、继承和持久性。它的基本设计思想是:一方面把面向对象语言向数据库方向扩展,使应用程序能够存取并处理对象;另一方面扩展数据库系统,使其具有面向对象的特征,提供一种综合的语义数据建模概念集,以便对现实世界中有复杂应用的实体和联系建模。因此,面向对象数据库系统首先是一个数据库系统,它具备数据库系统的基本功能,其次是一个面向对象的系统,针对面向对象的程序设计语言的永久性对象存储管理而设计的,充分支持完整的面向对象概念和机制。

(4) 多媒体数据库

多媒体数据库系统(Multi-media DataBase System, MDBS)是将数据库技术与多媒体技术相

结合的产物。在许多数据库应用领域中,都涉及大量的多媒体数据。多媒体数据比传统的数字、字符等格式化数据复杂。多媒体数据库系统具有数据量大、结构复杂、音画时序性、数据传输的连续性等特点。从实际应用的角度考虑,多媒体数据库管理系统(MDBMS)应具有如下基本功能:

① 能够有效地表示多种媒体数据,对不同媒体的数据如文本、图形、图像、声音等能够按应用的不同,采用不同的表示方法。

② 能够处理各种媒体数据,正确识别和表现各种媒体数据的特征,各种媒体间的空间或时间关联。

③ 能够像其他格式化数据一样对多媒体数据进行操作,包括对多媒体数据的浏览、查询和检索,对不同的媒体提供不同的操纵,如声音的合成、图像的缩放等。

④ 具有开放功能,能提供多媒体数据库的应用程序接口等。

(5) XML 数据库

随着 Internet 的迅速发展,Web 上各种半结构化、非结构化数据源已经成为重要的信息来源。使用 XML(eXtensible Markup Language,可扩展置标语言),用户可以定义自己的标记以描述文档的结构。XML 是 W3C(World Wide Web Consortium,万维网联盟)在 1998 年制定的一项标准,用于网络数据交换。XML 是在标准通用置标语言(SGML)和超文本置标语言(HTML)的基础上发展起来的,它汲取了两者的优点并克服了 SGML 过于简单和 HTML 局限性等缺点,具有更多的结构和语义以及更好的可扩展性、自描述性、数据与显示分离和简洁性等特点。

(6) 数据仓库与联机分析处理

信息技术高速发展,数据和数据库在急剧增长,数据库应用的规模、范围和深度不断扩大,一般的事务处理已不能满足应用的需要,企业界需要基于大量信息数据的 DS(Decision Support,决策支持),DW(Data Warehousing,数据仓库)技术的兴起满足了这一需求。数据仓库作为 DSS(Decision Support System,决策支持系统)的有效解决方案,涉及 3 方面的技术内容:数据仓库技术、OLAP(On-Line Analysis Processing,联机分析处理)技术和 DM(Data Mining,数据挖掘)技术。

1.1.3 数据模型

1. 3 个世界

计算机信息管理的对象是现实生活中的客观事物,但描述这些事物的信息是无法直接存入计算机的,必须进一步整理和归类,进行信息规范化,然后才能将规范信息数据化并存入计算机中。这一过程经历了 3 个领域——现实世界、信息世界和数据世界。这 3 个领域中的术语的对照关系如表 1-1 所示。

表 1-1 不同领域的术语

现实世界	信息世界		数据世界
	概念模型	关系数据模型	(在 Visual FoxPro 中)
事物类	实体集	关系	表
事物	实体	元组	记录
性质	属性	属性	字段

① 现实世界:存在于人脑之外的客观世界,包括事物和事物之间的联系。

② 信息世界:是现实世界在人脑中的反映,用数据模型来表示这种反映。数据模型分为概念模型(抽象的数据模型)和实现模型(具体实现的数据模型)。概念模型既不依赖于具体的计算机系统,也不依赖于某个具体的数据库管理系统。实现模型是将概念模型转换为某个具体的数据库管理系统的数据模型。

③ 数据世界:根据信息世界中的数据模型,在具体的数据库管理系统中表示事物和事物之间的联系。

例如,学生借阅图书这个现实世界的事件,在信息世界中将抽象为学生和书籍两个实体集,两个实体集间的联系为“借阅”。用关系模型表示为学生、书籍和借阅 3 个关系。用 Visual FoxPro 建立学生、书籍和借阅 3 个数据表,并为学生和借阅两个表建立联系,为书籍和借阅两个表建立联系。这样,就完成了从现实世界到数据世界的转换。

2. 概念模型

概念模型是现实世界中事物与事物间联系的抽象。最常见的概念模型称为实体-联系方法(Entity-Relationship Approach),简称 E-R 方法。

(1) 实体

实体是客观存在并可相互区别的物体。实体可以是实在的物体,如学生、图书等,也可以是抽象的事件,如订货、借书等。

(2) 属性

实体具有的某一种特性称为属性,例如,学生实体具有的姓名、性别等属性。属性有属性名和属性值之分,例如,姓名是属性名,“章明”、“李芳芳”就是属性值。

(3) 实体型和实体值

属性的集合称为实体型,表示一种实体的类型。例如,学生的实体型可以表示为:学生(姓名,性别,出生日期,专业)。某个具体的学生就是实体值,如(章明,男,1985/1/2,外语)。

(4) 实体集

性质相同的同类实体的集合称为实体集,例如一个班的学生、图书馆的所有图书、皇马球队的所有比赛等。

(5) 实体集间的联系

实体集之间是互相联系的,如“学生”实体集通过上课与“教师”实体集建立联系。实体集之间一般有 3 种联系:

① 一对一联系(简记为 1:1)。若两个不同型的实体集中,任一方的一个实体只与另一方的一个实体相对应,称这种联系为一对一联系,表示为 1:1。例如班长与班级的联系,一个班级只有一个班长,一个班长对应一个班级,如图 1-5(a)所示。

② 一对多联系(简记为 1:n)。若两个不同型的实体集中,甲方的一个实体对应乙方若干个实体,而乙方的一个实体只对应甲方一个实体,称这种联系为一对多联系。例如班长与学生的联系,一个班长对应多个学生,而本班每个学生只对应一个班长,如图 1-5(b)所示。

③ 多对多联系(简记为 m:n)。若两个不同型的实体集中,两实体集中任一实体均与另一实体集中若干个实体对应,称这种联系为多对多联系。例如教师与学生的联系,一位教师给多个学生授课,每个学生也有多位任课教师,如图 1-5(c)所示。

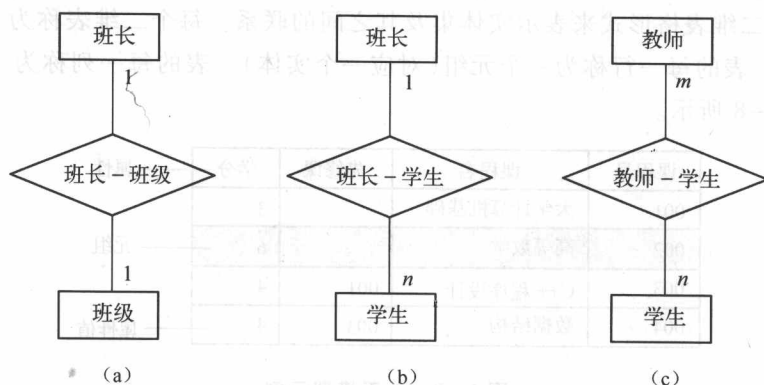


图 1-5 实体间的 3 种联系

3. 数据模型(实现模型)

具体实现的数据模型是根据一定的规则从概念模型转换而来的,它决定了数据库中数据之间联系的表达方式。实现模型必须既能表示实体集的信息,又能表示实体集间的联系。目前有 3 种常用的数据模型:层次模型、网状模型和关系模型。层次模型和网状模型用指针表示实体间的联系,而关系模型用关系(二维表)表示实体间的联系。任何一个数据库管理系统都是基于某种数据模型的。数据模型不同,相应的数据库系统就完全不同。

(1) 层次模型

层次模型是用树状结构来表示实体集以及实体间联系的,只能表示一对多的关系。军队编制、机关编制、家谱等都可以用层次模型来表示。层次模型的特点如下:

- ① 有且仅有一个结点而无父结点,这个结点即为树的根结点。
- ② 其他结点有且仅有一个父结点。

层次模型的示例如图 1-6 所示。

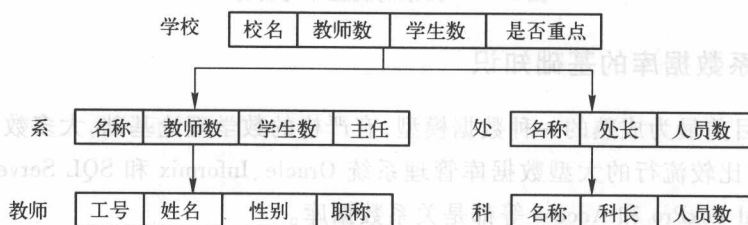


图 1-6 层次模型示例

(2) 网状模型

网状模型能够表示实体间的多种复杂联系和实体类型之间的多对多的联系。网状模型的特点如下:

- ① 可以有一个以上的结点而无父结点。
- ② 至少有一个子结点有一个以上的父结点。
- ③ 在两个结点之间存在两个或两个以上的联系。

网状模型示例如图 1-7 所示。

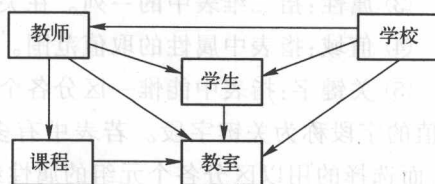


图 1-7 网状模型示例

(3) 关系模型

关系模型用二维表格形式来表示实体集及其之间的联系。每个二维表称为一个“关系”(对应一个实体集)。表的每一行称为一个元组(对应一个实体)。表的每一列称为一个属性。关系模型示例如图 1-8 所示。

课程号	课程名	先修课	学分	属性
001	大学计算机基础		3	
002	高等数学		6	元组
003	C++ 程序设计	001	4	
004	数据结构	003	4	属性值

图 1-8 关系模型示例

关系的特点如下:

- ① 每一列都是不可再分的基本属性。
- ② 同一关系中不允许出现相同的属性名。
- ③ 同一关系中不允许有完全相同的元组。
- ④ 行、列的次序无关。

在如图 1-9 所示的两个表中,第一个表需要转换为第二个表,才能作为关系。

课程名	学时数	
	讲课	上机
计算机基础	30	20
C 语言	70	35

➡

课程名	讲课时数	上机时数
计算机基础	30	20
C 语言	70	35

图 1-9 关系的属性不可再分

1.1.4 关系数据库的基础知识

关系模型是目前最为成熟的一种数据模型,有严格的数学理论基础,大多数 DBMS 都是关系型的。例如,当前比较流行的大型数据库管理系统 Oracle、Informix 和 SQL Server 以及小型数据库管理系统 Visual FoxPro 和 Access 等都是关系数据库。

1. 关系模型中的常用术语

- ① 关系:指一张二维表。在关系数据库系统中,一个关系称为一个数据表。
- ② 元组:指二维表中的一行。在关系数据库系统中,一行称为一条记录。
- ③ 属性:指二维表中的一列。在关系数据库系统中,一列称为一个字段。
- ④ 值域:指表中属性的取值范围。例如,性别属性的取值范围为“男”或“女”。

⑤ 关键字:指表中能惟一区分各个元组的属性或属性组合。在关系数据库系统中具有惟一取值的字段称为关键字段。若表中有多个这样的属性(组),所有这些属性组均称为候选关键字,而选择的用以区分各个元组的属性组则称为主关键字。一个表中可以有多个候选关键字,但只能有一个主关键字。

⑥ 外部关键字:如果表中一个字段不是本表的主关键字,而是另外一个表的关键字,这个字段就称为外部关键字。通过外部关键字能使表与表之间建立联系。

⑦ 关系模式:是对关系的描述,一个关系模式对应一个关系的结构。例如,学生关系的模式为:学生(学号,姓名,性别,出生日期,专业)。

2. 传统的集合运算

传统的集合运算主要指并、差、交,当用于关系时,要求参加运算的两个关系是相容的,即两关系度数相同,相应属性取自同一个域。

设 R 和 S 是相容两关系,则

① 并:由属于 R 或属于 S 或同时属于 R 和 S 的元组组成的集合,记为 $R \cup S$ 。

② 差:由属于 R 而不属于 S 的所有元组组成的集合,记为 $R - S$ 。

③ 交:由同时属于 R 和 S 的元组组成的集合,记为 $R \cap S$ 。

【例 1.1】 设 R 和 S 如下,则 $R \cup S, R - S, R \cap S$ 结果仍为关系,如图 1-10 所示。

R			S			$R \cup S$			$R - S$			$R \cap S$		
X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
a	3	e	b	1	b	a	3	e	a	3	e	a	3	e
b	1	d	c	2	c	b	1	d	b	1	d	b	1	d
a	5	a	a	3	e	a	5	a						
						c	2	c						

图 1-10 3 种集合运算

3. 专门的关系运算

(1) 选择(δ)

从关系中找到满足条件的记录,是一种横向的操作,属于单目运算(只需对一个关系进行操作)。

(2) 投影(π)

从关系中选取若干属性组成新的关系,是一种纵向的操作,属于单目运算。

(3) 连接($\bowtie$)

将两个关系通过共同的属性名连接成一个新的关系,可实现两个关系的合并。新的关系可以由原来两个关系中属性间满足一定条件的元组组成,因此连接是一种横向、纵向同时进行的操作。连接属于双目运算(对两个关系进行的操作)。

1.1.5 数据库系统的组成

数据库系统(DataBase System, DBS)是应用了数据库技术的计算机系统,其组成结构如图 1-11 所示。

数据库系统包括以下部分。

1. 支持数据库系统的计算机硬件环境和操作系统

数据库系统的运行需要硬件系统和操作系统的支持。硬件系统的性能应稳定、高效,