

21世纪高等学校计算机科学与技术规划教材

Visual FoxPro

程序设计教程

刘卫国 主编

(第2版)



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

21 世纪高等学校计算机科学与技术规划教材

Visual FoxPro 程序设计教程

(第 2 版)

主 编 刘卫国

北京邮电大学出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书根据第1版修订改写而成。全书以 Visual FoxPro 6.0 为例,按照使用数据库的逻辑顺序,从数据库的交互式操作、数据库程序设计和数据库应用系统开发3方面组织教材内容,引导读者循序渐进地掌握数据库的基本理论和数据库应用系统开发的方法。全书主要内容有:数据库系统基础知识、Visual FoxPro 操作基础、Visual FoxPro 的数据及其运算、表的基本操作、数据库的基本操作、SQL 语言的应用、查询与视图设计、Visual FoxPro 项目管理器、结构化程序设计、面向对象程序设计基础、表单设计与应用、菜单设计、报表与标签设计、数据库应用系统开发。全书力求做到概念清晰,取材合理,深入浅出,突出应用。

为了方便教学和读者上机操作练习,作者还编写了《Visual FoxPro 程序设计上机指导与习题选解(第2版)》一书,作为与本书配套的实验教材。另外,还有与本书配套的教学光盘。本书既可以作为高等院校数据库应用课程的教材,又可供社会各类计算机应用人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

Visual FoxPro 程序设计教程/刘卫国主编. —2版. 北京:北京邮电大学出版社,2005

ISBN 7-5635-0713-2

I. V... II. 刘... 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(2005)第 140977 号

书 名	Visual FoxPro 程序设计教程
主 编	刘卫国
责任编辑	李欣一
出版发行	北京邮电大学出版社
社 址	北京市海淀区西土城路 10 号(100876)
电话传真	010-62282185(发行部)010-62283578(传真)
E-mail	ctrd@buptpress.com
经 销	各地新华书店
印 刷	北京通州皇家印刷厂
开 本	787 mm×1 092 mm 1/16
印 张	20.75
字 数	537 千字
版 次	2005 年 12 月第 2 版 2006 年 1 月第 2 次印刷

ISBN 7-5635-0713-2/TP·217

定 价:29.50 元

如有质量问题请与北京邮电大学出版社高校教材研发中心联系

版权所有 侵权必究

21 世纪高等学校计算机科学与技术规划教材

编 委 会

主 任	陈火旺	中国工程院院士,国防科技大学教授
委 员	周立柱	清华大学计算机系教授
	杨放春	北京邮电大学计算机科学与技术学院教授
	杨学军	国防科技大学计算机学院教授
	徐晓飞	哈尔滨工业大学计算机科学与技术学院教授
	李仁发	湖南大学计算机与通信学院教授
	卢正鼎	华中科技大学计算机学院教授
	周激流	四川大学计算机学院教授
	戴居丰	天津大学信息学院、软件学院教授
	蒋昌俊	同济大学电子与信息工程学院副教授
	何炎祥	武汉大学计算机学院教授
	周兴社	西北工业大学计算机学院教授
	陈志刚	中南大学信息学院教授
	黄继武	中山大学信息科学与技术学院教授
	周昌乐	厦门大学信息科学与技术学院教授
	侯 徇	西安交通大学电子与信息工程学院教授
	李 廉	兰州大学信息科学与工程学院教授
	孟祥旭	山东大学计算机学院教授

序

自 20 世纪 80 年代以来,高等学校计算机教育发展迅速,计算机教育的内容不断扩展、程度不断加深。特别是近十年来,计算机向高度集成化、网络化和多媒体化发展的速度一日千里;社会信息化不断向纵深发展,各行各业的信息化进程不断加速;计算机应用技术与其他专业的教学、科研工作的结合更加紧密;各学科与以计算机技术为核心的信息技术的融合,促进了计算机学科的发展,各专业对学生的计算机应用能力也有更高和更加具体的要求。

基于近年来计算机学科的发展,以及国家教育部关于计算机基础教学改革的指导思想,我们确立了这套“21 世纪高等学校计算机科学与技术规划教材”的编写思想与编写计划。教材是教学过程中的“一剧之本”,是高校计算机教学的首要问题。该套系列教材编写计划的制定凝聚了编委会和作者的心血,是大家多年来计算机学科教学和研究成果的体现,并得到了陈火旺院士的亲自指导与充分肯定。

这套系列教材经过了我们精心的策划和组织,同时在编写过程中,充分考虑了计算机学科的发展与《计算机学科教学计划》中内容和模块的调整,使得整套教材更具科学性和实用性。整套系列教材体系结构按课程设置进行划分。每册教材均涵盖了相应课程教学大纲所要求的内容,既具备学科设置的合理性,又符合计算机学科发展的需要;从结构上遵循教学认知规律,基本上能够满足不同层次院校、不同教学计划的要求。

各册教材的作者均为多年来从事教学、研究的专家和学者,他们有丰富的教学实践经验,所编写的教材结构严谨、内容充实、层次清晰、概念准确、论理充分、理论联系实际、深入浅出、通俗易懂。

教材建设是一项长期艰巨的系统工程,尤其是计算机科学技术发展迅速、内容更新快,为使教材更新能跟上科学技术的发展,我们将密切关注计算机科学技术的发展新动向,以使我们的教材编写在内容上不断推陈出新、体系上不断发展完善,以适应高校计算机教学的需要。

21 世纪高等学校计算机科学与技术规划教材编委会

2005 年 9 月

前 言

随着计算机技术的发展,计算机的主要应用领域已从早期的科学计算逐渐转变为数据处理。在进行数据处理时,并不需要进行复杂的计算,而主要是进行大量数据的组织、存储、维护、查询和统计等工作。为了有效地完成这些工作,必须采用一整套严密合理的数据管理方法。由于数据库系统具有数据结构化、最低冗余度、较高的程序与数据独立性、易于扩充、易于编制应用程序等优点,因而成为数据管理的重要技术。

在计算机技术飞速发展,社会信息化进程加快的大背景下,广大工程技术人员、管理人员以及各行各业的人们都迫切需要掌握数据管理技术,以提高工作效率和质量。就高等教育来说,面向 21 世纪的高层次人才都需要学习和掌握数据库的基本知识和数据管理的基本方法,以开发出适用的数据库应用系统。本书就是为了满足这种需求而编写的,它既可以作为高等院校数据库应用课程的教材,又可供社会各类计算机应用人员阅读参考。

Visual FoxPro 是新一代小型数据库管理系统的代表,它以强大的功能、完整而又丰富的工具、较高的处理速度、友好的界面以及完备的兼容性等特点,受到广大用户的欢迎。Visual FoxPro 提供了一个集成化的系统开发环境,它使数据的组织与操作变得简单方便。它在语言体系方面作了强大的扩充,不仅支持传统的结构化程序设计,而且支持面向对象程序设计,并拥有功能强大的可视化程序设计工具。利用可视化的设计工具和向导,用户可以快速创建表单、菜单,查询和打印报表。相对于其他数据库管理系统而言,Visual FoxPro 的最大特点是自带编程工具,由于其程序设计语言和数据库管理系统的结合,所以很适合于初学者学习,更便于教学,这是 Visual FoxPro 成为常见的数据库教学软件的原因之一。本书便以 Visual FoxPro 6.0 为背景,介绍数据库的基本操作和数据库应用系统开发的方法。

本书根据第 1 版修订改写而成。全书在介绍数据库系统基础知识的基础上,按照使用数据库的逻辑顺序,从数据库的交互式操作、数据库程序设计和数据库应用系统开发 3 方面组织教材内容,引导读者循序渐进地掌握数据库的基本理论和数据库应用系统开发的方法。全书主要内容有:数据库系统基础知识、Visual FoxPro 操作基础、Visual FoxPro 的数据及其运算、表的基本操作、数据库的基本操作、SQL 语言的应用、查询与视图设计、Visual FoxPro 项目管理器、结构化程序设计、面向对象程序设计基础、表单设计与应用、菜单设计、报表与标签设计、数据库应用系统开发。全书力求做到概念清晰,取材合理,深入浅出,突出应用。

为了方便教学和读者上机操作练习,作者还编写了《Visual FoxPro 程序设计上机指导与习题选解(第 2 版)》一书,作为与本书配套的实验教材。另外,还有与本书配套的教学光盘。

本书由刘卫国任主编,江林、童键任副主编。第 1、5、6、9 章由刘卫国编写,第 2 章由舒卫真编写,第 3、13 章由江林编写,第 4、12 章由童键编写,第 7、10、14 章由陈昭平编写,第 8 章由戴忠编写,第 11 章及附录由蔡立燕编写。最后由刘卫国教授统稿、定稿。国防科技大学徐飞老师认真仔细地审阅了全书,并提出了许多宝贵意见,在此表示感谢。在本书修订过程中,许多老师和同学提出了宝贵的修改意见,在此一并表示感谢。

由于作者学识水平有限,书中的疏漏或错误之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编 者

2005 年 10 月

目 录

第 1 章 数据库系统基础知识

1.1 数据管理技术的发展	1
1.1.1 数据与数据处理	1
1.1.2 数据管理技术	2
1.2 数据库系统	4
1.2.1 数据库系统的组成	4
1.2.2 数据库的三级模式结构	5
1.2.3 数据库系统的特点	6
1.3 数据模型	7
1.3.1 实体及其联系	7
1.3.2 数据模型	8
1.4 关系数据库	10
1.4.1 关系模型	10
1.4.2 关系数据库	11
1.4.3 关系运算	13
1.4.4 关系的完整性约束	13
1.5 数据库系统的体系结构与开发工具	14
1.5.1 数据库系统的体系结构	14
1.5.2 常见的数据库管理系统	15
1.5.3 常见的数据库开发工具	17
习题	17

第 2 章 Visual FoxPro 操作基础

2.1 Visual FoxPro 的安装与启动	18
2.1.1 Visual FoxPro 的运行环境	18
2.1.2 Visual FoxPro 的安装	18
2.1.3 Visual FoxPro 的启动与退出	19
2.2 Visual FoxPro 的用户界面	20
2.2.1 Visual FoxPro 系统菜单	20
2.2.2 Visual FoxPro 命令窗口	22
2.2.3 Visual FoxPro 工具栏	23
2.2.4 Visual FoxPro 状态栏	25
2.3 Visual FoxPro 操作概述	25
2.3.1 Visual FoxPro 操作方式	25
2.3.2 Visual FoxPro 可视化设计工具	26
2.3.3 Visual FoxPro 系统环境的设置	29
2.3.4 Visual FoxPro 帮助系统	31
2.4 Visual FoxPro 命令概述	31
2.4.1 Visual FoxPro 命令的结构	32

2.4.2 Visual FoxPro 命令中的常用短语	32
2.4.3 Visual FoxPro 命令的书写规则	33
习题	33

第3章 Visual FoxPro 的数据及其运算

3.1 Visual FoxPro 的数据类型	34
3.2 Visual FoxPro 的常量与变量	35
3.2.1 常量	35
3.2.2 变量	38
3.3 Visual FoxPro 的内部函数	41
3.3.1 数值函数	42
3.3.2 字符函数	43
3.3.3 日期和时间函数	46
3.3.4 数据类型转换函数	47
3.3.5 测试函数	48
3.4 Visual FoxPro 的表达式	50
3.4.1 算术表达式	50
3.4.2 字符表达式	50
3.4.3 日期和时间表达式	51
3.4.4 关系表达式	51
3.4.5 逻辑表达式	53
习题	55

第4章 表的基本操作

4.1 表的建立	56
4.1.1 设计表的结构	56
4.1.2 建立表的结构	57
4.1.3 向表输入记录	59
4.2 表的显示与维护	60
4.2.1 表的打开与关闭	61
4.2.2 表的显示	61
4.2.3 表的修改	63
4.2.4 表记录指针的定位	66
4.2.5 表记录的增加与删除	68
4.2.6 表的复制	69
4.3 表的排序与索引	73
4.3.1 表的排序	73
4.3.2 索引概述	74
4.3.3 建立索引文件	75
4.3.4 索引文件的使用	76
4.4 表的统计与计算	79
4.4.1 统计记录个数	79
4.4.2 求数值表达式之和与平均值	80
4.4.3 统计函数的计算	80
4.4.4 分类汇总	81

4.5 多个表的操作	82
4.5.1 工作区	82
4.5.2 表的关联	83
4.5.3 表的联接	84
习题	86

第5章 数据库的基本操作

5.1 数据库的建立	87
5.1.1 建立数据库文件	87
5.1.2 向数据库添加自由表	88
5.1.3 为数据库表建立索引	88
5.1.4 建立表之间的永久联系	89
5.1.5 设置参照完整性	90
5.2 数据库的操作	91
5.2.1 数据库的打开与关闭	91
5.2.2 数据库的修改	92
5.2.3 数据库的删除	93
5.3 建立与修改数据库表	93
5.3.1 在数据库中直接建立表	93
5.3.2 修改数据库中的表	96
习题	97

第6章 SQL语言的应用

6.1 SQL语言概述	98
6.2 数据定义	99
6.2.1 建立表结构	99
6.2.2 删除表	102
6.2.3 修改表结构	102
6.3 数据查询	103
6.3.1 基本查询	104
6.3.2 带条件查询	105
6.3.3 嵌套查询	106
6.3.4 多表查询	107
6.3.5 联接查询	109
6.3.6 查询结果处理	110
6.4 数据操纵	112
6.4.1 插入记录	112
6.4.2 删除记录	113
6.4.3 更新记录	113
习题	114

第7章 查询与视图设计

7.1 查询设计	115
7.1.1 查询设计器	115
7.1.2 建立查询	116
7.1.3 查询文件的操作	118

7.2 视图设计	121
7.2.1 视图设计器	121
7.2.2 建立视图	122
7.2.3 使用视图更新数据	125
7.2.4 视图的 SQL 语句	126
习题	127

第 8 章 Visual FoxPro 项目管理器

8.1 建立与打开项目文件	128
8.2 项目管理器的界面	128
8.2.1 项目管理器的选项卡	129
8.2.2 项目管理器的命令按钮	129
8.2.3 定制项目管理器	130
8.3 项目管理器的使用	132
8.3.1 在项目管理器中新建或修改文件	132
8.3.2 向项目中添加或移去文件	132
8.3.3 项目文件的连编与运行	133
习题	133

第 9 章 结构化程序设计

9.1 程序设计基础	134
9.1.1 程序设计的概念	134
9.1.2 程序的控制结构	135
9.1.3 结构化程序设计方法	135
9.1.4 程序文件的建立与执行	136
9.2 顺序结构程序	137
9.2.1 程序文件中的辅助命令	137
9.2.2 交互式输入命令	138
9.2.3 格式输入输出命令的基本形式	140
9.3 选择结构程序	140
9.3.1 双分支选择语句	140
9.3.2 多分支选择语句	141
9.4 循环结构程序	143
9.4.1 DO WHILE 循环	143
9.4.2 FOR 循环	145
9.4.3 SCAN 循环	146
9.4.4 程序举例	148
9.5 程序的模块化	151
9.5.1 子程序、过程和函数	151
9.5.2 内存变量的作用域	155
9.5.3 调用子程序时的数据传递	157
9.6 程序调试	159
9.6.1 程序调试概述	159
9.6.2 调试器窗口	159
9.6.3 设置断点	161
9.6.4 “调试”菜单项	162

习题	163
----------	-----

第 10 章 面向对象程序设计基础

10.1 面向对象的概念	166
10.1.1 对象与类	166
10.1.2 事件驱动编程机制	167
10.1.3 子类与继承	168
10.2 Visual FoxPro 中的类与对象	169
10.2.1 Visual FoxPro 的基类	169
10.2.2 对象的引用	170
10.2.3 对象的事件与方法	172
10.3 面向对象程序设计方法	173
10.3.1 类的设计	173
10.3.2 对象的设计	180
习题	183

第 11 章 表单设计与应用

11.1 表单的建立与运行	184
11.1.1 用表单向导建立表单	184
11.1.2 用表单设计器建立表单	189
11.1.3 表单的运行	196
11.2 表单的操作	197
11.2.1 表单的属性	197
11.2.2 常用事件与方法	199
11.2.3 控件的操作与布局	201
11.2.4 表单的数据环境	202
11.3 常用表单控件	206
11.3.1 标签控件	207
11.3.2 命令按钮与命令按钮组控件	208
11.3.3 文本框与编辑框控件	210
11.3.4 复选框与选项按钮组控件	212
11.3.5 微调控件	214
11.3.6 列表框与组合框控件	215
11.3.7 表格控件	217
11.3.8 页框控件	219
11.3.9 计时器控件	220
11.3.10 其他控件	222
11.4 表单的应用	227
11.4.1 系统登录表单	227
11.4.2 数据编辑表单	229
11.4.3 数据查询表单	231
习题	232

第 12 章 菜单设计

12.1 菜单设计概述	233
12.1.1 菜单的结构	233

12.1.2 建立菜单系统的步骤	234
12.1.3 系统菜单的控制	234
12.2 下拉式菜单设计	235
12.2.1 菜单设计器窗口	235
12.2.2 建立菜单文件	239
12.2.3 生成菜单程序	239
12.2.4 运行菜单程序	240
12.3 “快速菜单”命令	241
12.4 为顶层表单添加菜单	242
12.5 快捷菜单设计	243
习题	246

第 13 章 报表与标签设计

13.1 报表设计	247
13.1.1 利用报表向导设计报表	247
13.1.2 利用快速报表设计报表	251
13.1.3 利用报表设计器设计报表	252
13.1.4 报表数据分组	262
13.1.5 报表输出	264
13.2 标签设计	268
习题	269

第 14 章 数据库应用系统开发

14.1 数据库应用系统的开发步骤	270
14.2 系统需求分析	271
14.2.1 系统调查	271
14.2.2 系统功能需求	273
14.2.3 系统数据需求	274
14.3 系统设计	274
14.3.1 系统功能模块设计	274
14.3.2 系统菜单设计	274
14.3.3 数据库设计	275
14.4 系统的实现	281
14.4.1 各模块界面设计	281
14.4.2 几个主要程序代码段的实现	286
14.4.3 应用系统的发布过程	289
习题	293

附录 1 Visual FoxPro 常用文件类型一览表	294
附录 2 Visual FoxPro 6.0 常用命令一览表	295
附录 3 Visual FoxPro 6.0 常用函数一览表	306
参考文献	318

第1章 数据库系统基础知识

数据库系统(Database System, DBS)是指引进数据库技术的计算机系统。数据库技术是从20世纪60年代末开始逐步发展起来的计算机软件技术,它的产生推动了计算机在各行各业信息管理中的应用。学习 Visual FoxPro,就是希望能利用计算机完成对大量数据的组织、存储、维护和处理,从而方便、准确和迅速地获取有价值的信息,以便作为各种决策活动的依据。要学习和使用 Visual FoxPro,有必要了解和掌握有关数据库的一些基本概念。作为学习的理论先导,本章介绍一些数据库系统基础知识。

1.1 数据管理技术的发展

数据库系统的核心任务是数据管理,但并不是一开始就有数据库技术,数据管理技术经历了由低级到高级、由简单到逐步完善的发展历程。

1.1.1 数据与数据处理

1. 数据和信息

数据和信息是数据处理中的两个基本概念,有时可以混用,如平时讲数据处理就是信息处理,但有时必须分清。一般认为,数据是人们用于记录事物情况的物理符号。为了描述客观事物而用到的数字、字符以及所有能输入到计算机中并能被计算机处理的符号都可以看作是数据。例如,某考生的总分为624,某人的职称为“高级工程师”,这里的624、“高级工程师”就是数据。在实际应用中,有两种基本形式的数据:一种是可以参与数值运算的数值型数据,如表示成绩、工资的数据;另一种是由字符组成、不能参与数值运算的字符型数据,如表示姓名、职称的数据。此外,还有图形、图像、声音等多媒体数据,如人的照片、商品的商标等。

信息是数据中所包含的意义。通俗地讲,信息是经过加工处理并对人类社会实践和生产活动产生决策影响的数据。不经过加工处理的数据只是一种原始材料,对人类活动产生不了决策作用,它的价值只是在于记录了客观世界的事实。只有经过提炼和加工,原始数据才发生了质的变化,给人们以新的知识和智慧。

数据与信息既有区别,又有联系。数据是表示信息的,但并非任何数据都能表示信息,信息只是加工处理后的数据,是数据所表达的内容。另一方面信息不随表示它的数据形式而改变,它是反映客观现实世界的知识,而数据则具有任意性,用不同的数据形式可以表示同样的信息。例如一个城市的天气预报情况是一条信息,而描述该信息的数据形式可以是文字、图像或声音等。

2. 数据处理

数据处理是指将数据转换成信息的过程。它包括对数据的收集、存储、分类、计算、加工、检索和传输等一系列活动。其基本目的是从大量的、杂乱无章的、难以理解的数据中整理出对

人们有价值、有意义的数据(即信息),作为决策的依据。例如,全体考生各门课程的考试成绩记录了考生的考试情况,属于原始数据,对考试成绩进行分析和处理,如按成绩从高到低顺序排列、统计各分数段的人数等等,可以根据招生人数确定录取分数线。

1.1.2 数据管理技术

随着计算机硬件和软件技术的发展以及社会对数据处理需求的不断增长,计算机管理数据的方式也在不断改进,经历了人工管理、文件系统和数据库系统 3 个发展阶段。

1. 人工管理阶段

20 世纪 50 年代中期以前,计算机主要应用于科学计算,数据量较少,一般不需要长期保存数据。硬件方面,没有磁盘等直接存取的外存储器。软件方面,没有对数据进行管理的系统软件。在此阶段,对数据的管理是由程序员个人考虑和安排的,他们既要设计算法,又要考虑数据的逻辑结构、物理结构以及输入输出方法等问题。程序与数据是一个整体,一个程序中的数据无法被其他程序使用,因此程序与程序之间存在大量的重复数据。数据存储结构一旦有所改变,则必须修改相应程序。应用程序的设计与维护的负担繁重。

2. 文件系统阶段

20 世纪 50 年代后期至 60 年代后期,计算机开始大量用于数据管理。硬件上出现了直接存取的大容量外存储器,如磁盘、磁鼓等,这为计算机管理系统数据提供了物质基础。软件方面,出现了操作系统,其中包含文件系统,这又为数据管理提供了技术支持。

文件系统提供了在外存储器上长期保存数据并对数据进行存取的手段。文件的逻辑结构与存储结构有一定区别,即程序与数据有一定的独立性。数据的存储结构变化,不一定影响到程序,因此程序员可集中精力进行算法设计,并大大减少了维护程序的工作量。

文件系统使计算机在数据管理方面有了长足的进步。时至今日,文件系统仍是一般高级语言普遍采用的数据管理方式。然而当数据量增加、使用数据的用户越来越多时,文件系统便不能适应更有效地使用数据的需要了,其症结表现在 3 个方面:

(1) 数据的冗余度大。由于数据文件是根据应用程序的需要而建立的,当不同的应用程序所需要使用的数据有许多部分相同时也必须建立各自的文件,即数据不能共享,造成大量重复。这样不仅浪费存储空间,而且使数据修改变得非常困难,容易发生同一个数据在不同的文件中所存储的数值不同而造成数据不一致的矛盾。

(2) 数据独立性差。在文件系统中,数据和应用程序是互相依赖的,即程序的编写与数据组织方式有关,如果改变数据的组织方式,就必须修改有关应用程序。这无疑将增加用户的负担。此外,数据独立性差也不利于系统扩充、系统移植等开发推广工作。

(3) 缺乏对数据的统一控制管理。在同一个应用项目中的各个数据文件没有统一的管理机构,数据完整性和安全性很难得到保证。数据的保护等均交给应用程序去解决,使得应用程序的编制相当繁琐。

为了较好地解决文件系统存在的问题,发展了数据库系统。

3. 数据库系统阶段

20 世纪 60 年代后期,计算机在管理中应用规模更加庞大,数据量急剧增加,数据共享性更强。硬件价格下降,软件价格上升,编制和维护软件所需成本相对增加,其中维护成本更高。这些成为数据管理在文件系统的基础上发展到数据库系统的原动力。

在数据库系统中,由一种叫作数据库管理系统(Database Management System, DBMS)的

系统软件来对数据进行统一的控制和管理,从而可以有效地减少数据冗余,实现数据共享,解决数据独立性问题,并提供统一的安全性、完整性和并发控制功能。

数据库是在数据库管理系统的集中控制之下,按一定的组织方式存储起来的、相互关联的数据集合。在数据库中集中了一个部门或单位完整的数据资源,这些数据能够为多个用户同时共享,且具有冗余度小、独立性和安全性高等特点。

数据库技术的发展先后经历了层次数据库、网状数据库和关系数据库等几个阶段。层次数据库和网状数据库可以看作是第一代数据库系统,关系数据库可以看作是第二代数据库系统。自20世纪70年代提出关系数据模型和关系数据库后,数据库技术得到了蓬勃发展,应用也越来越广泛。但随着应用的不断深入,占主导地位的关系数据库系统已不能满足新的应用领域的需求。例如,在实际应用中,除了需要处理数字、字符数据的简单应用之外,还需要存储并检索复杂的复合数据(如集合、数组、结构)、多媒体数据、计算机辅助设计绘制的工程图纸和地理信息系统提供的空间数据等。对于这些复杂数据,关系数据库都无法实现对它们的管理。正是实际中出现的许多问题,促使数据库技术不断向前发展,涌现出许多不同类型的新型数据库系统。下面概要性地对它们作一些介绍。

(1) 分布式数据库系统

传统的数据库系统是集中式数据库,也就是说,整个数据库是存放在一台计算机或服务器上的。这种系统的数据采取集中管理的方式,较容易实现。但随着数据库应用规模的不断扩大,集中式数据库有很多缺陷和不便。分布式数据库系统(Distributed Database System, DDBS)是在集中式数据库基础上发展起来的,它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。分布式数据库是一个物理上分布在计算机网络不同结点,而逻辑上又属于同一系统的数据集合。网络上每个结点的数据库都有自治能力,能够完成局部应用。同时每个结点的数据库又属于整个系统,通过网络也可以完成全局应用。

(2) 面向对象数据库系统

面向对象数据库系统(Object-Oriented Database System, OODBS)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,具备数据库系统的基本功能,其次它又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的概念和机制。

(3) 多媒体数据库系统

多媒体数据库系统(Multimedia Database System, MDBS)是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,都涉及到大量的多媒体数据,它们与传统的数字、字符等格式化数据有很大的不同,都是一些结构复杂的对象。

(4) 数据仓库

随着信息技术的高速发展,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,企业界需要在大量信息数据基础上的决策支持,数据仓库(Data Warehouse, DW)技术的兴起满足了这一需求。数据仓库作为决策支持系统(Decision Support System, DSS)的有效解决方案,涉及3方面的技术内容:数据仓库技术、联机分析处理(On Line Analysis Processing, OLAP)技术和数据挖掘(Data Mining, DM)技术。

1.2 数据库系统

数据库系统其实就是以数据库应用为基础的计算机系统,和一般的应用系统相比,数据库系统有其自身的特点,它将涉及到一些相互联系而又有区别的基本概念。

1.2.1 数据库系统的组成

数据库系统是把有关计算机硬件、软件、数据和人员组合起来为用户提供信息服务的系统。因此,数据库系统由计算机系统、数据库及其描述机构、数据库管理系统和有关人员组成,是由这几个方面组成的具有高度组织性的总体。

1. 硬件

数据库系统对计算机硬件除要求 CPU 的处理速度高、内存容量大以外,还要求有足够的外存空间以存储数据库中的数据。

2. 软件

数据库系统中的软件包括操作系统、数据库管理系统及数据库应用系统等。

数据库管理系统是数据库系统的核心软件之一。它提供数据定义、数据操作、数据库管理和控制等功能。功能的强弱随系统而异,大系统功能较强、较全,小系统功能较弱、较少。目前较流行的数据库管理系统有 Oracle、Sybase、SQL Server、Access、Visual FoxPro 等。

数据库应用系统是指系统开发人员利用数据库系统资源开发出来的、面向某一类实际应用的应用软件系统。它分为两类:

(1) 管理信息系统。这是面向机构内部业务和管理的数据库应用系统。例如,人事管理系统、教学管理系统等。

(2) 开放式信息服务系统。这是面向外部、提供动态信息查询功能,以满足不同信息需求的数据库应用系统。例如,大型综合科技信息系统、经济信息系统和专业的证券实时行情、商品信息系统等。

无论是哪一类信息系统,从实现技术角度而言,都是以数据库技术为基础的计算机系统。

3. 数据库

数据库(Database, DB)是数据库系统中按一定法则存储在外存储器中的大批数据。它不仅包括描述事物的数据本身,而且还包括相关事物之间的联系。

数据库中的数据往往不是像文件系统那样,只面向某一项特定应用,而是面向多种应用,可以被多个用户、多个应用程序共享。其数据结构独立于使用数据的程序,对于数据的增加、删除、修改和检索由系统软件进行统一的控制。

4. 数据库系统的有关人员

数据库系统的有关人员主要有 3 类:最终用户、数据库应用系统开发人员和数据库管理员(Database Administrator, DBA)。最终用户指通过应用系统的用户界面使用数据库的人员,他们一般对数据库知识了解不多。数据库应用系统开发人员包括系统分析员、系统设计员和程序员。系统分析员负责应用系统的分析,他们和用户、数据库管理员相配合,参与系统分析;系统设计员负责应用系统设计和数据库设计;程序员则根据设计要求进行编码。数据库管理

员是数据管理机构负责对整个数据库系统进行总体控制和维护,以保证数据库系统正常运行的一组人员。

在数据库系统中,硬件、软件和有关人员之间的层次关系如图 1.1 所示。

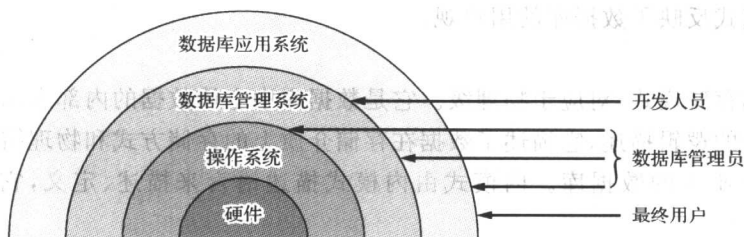


图 1.1 数据库系统层次关系示意图

1.2.2 数据库的三级模式结构

为了有效地组织、管理数据,提高数据库的逻辑独立性和物理独立性,人们为数据库设计了一个严谨的体系结构,数据库领域公认的标准结构是三级模式结构,它包括外模式、模式和内模式。

美国国家标准协会(American National Standard Institute, ANSI)的数据库管理系统研究小组于 1978 年提出了标准化的建议,将数据库结构分为 3 级:面向用户或应用程序员的用户级、面向建立和维护数据库人员的概念级、面向系统程序员的物理级。用户级对应外模式,概念级对应模式,物理级对应内模式,使不同级别的用户对数据库形成不同的视图。所谓视图,就是指观察、认识和理解数据的范围、角度和方法,是数据库在用户“眼中”的反映,很显然,不同层次(级别)用户所“看到”的数据库是不相同的。数据库的三级模式结构如图 1.2 所示。

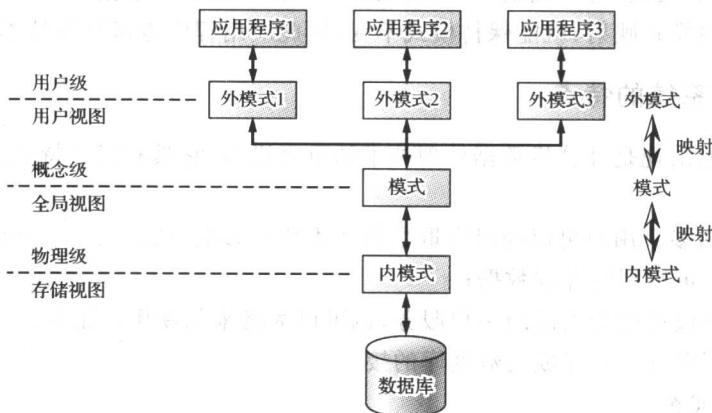


图 1.2 数据库的三级模式结构

1. 模式

模式又称概念模式或逻辑模式,对应于概念级。它是由数据库设计者综合所有用户的数据,按照统一的观点构造的全局逻辑结构,是对数据库中全部数据的逻辑结构和特征的总体描述,是所有用户的公共数据视图(全局视图)。它是由数据库管理系统提供的数据库模式描述语言(Data Description Language, DDL)来描述、定义的,体现、反映了数据库系统的整体观。

2. 外模式

外模式又称子模式,对应于用户级。它是某个或某几个用户所看到的数据库的数据视图,