

高等学校计算机教材

Visual FoxPro 程序设计

(第二版)

高怡新 编著



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

高等学校计算机教材

Visual FoxPro 程序设计

(第二版)

高怡新 编著

人民邮电出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

Visual FoxPro 程序设计 / 高怡新编著. —2 版. —北京: 人民邮电出版社, 2006.12
高等学校计算机教材
ISBN 7-115-15358-2

I. V... II. 高... 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 (2006) 第 118418 号

内 容 提 要

本书根据高等院校最新的计算机教学大纲, 及作者多年来积累的教学经验, 在第一版的基础上做了较大的修订。主要是调整了某些章节的编排, 增加了 SQL 的教学内容, 删除了部分较难掌握的理论知识, 强化了对基本知识、基本技能和动手能力的训练。全书共分 10 章, 主要内容包括: 数据库系统概论、Visual FoxPro 简介、数据与数据运算、数据表基本操作、数据库及其操作、结构化查询语言 (SQL)、结构化程序设计、可视化表单设计、报表与菜单设计和应用程序开发实例。

本书的特点是概念清晰、实例丰富、编排合理。在每章后都附有一定数量的习题, 便于读者复习参考。为便于教师的授课, 配有相关电子教学文档。

本书可作为各类院校“Visual FoxPro 程序设计”或相关课程的教材, 也可作为各类培训班相关课程的教材。对于参加全国计算机二级 Visual FoxPro 考试的读者, 也是一本相当实用的参考书。

高等学校计算机教材

Visual FoxPro 程序设计 (第二版)

-
- ◆ 编 著 高怡新
责任编辑 刘雁斌
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
三河市海波印务有限公司印刷
新华书店总店北京发行所经销
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 19.25
字数: 462 千字 2006 年 12 月第 2 版
印数: 33 001 – 36 000 册 2006 年 12 月河北第 1 次印刷

ISBN 7-115-15358-2/TP · 5744

定价: 27.00 元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223

再版说明

多年来,“Visual FoxPro 程序设计”及相关课程,一直是多数高等院校非计算机专业开设的重要基础课程,也是全国计算机等级考试报考人数最多的二级考试课程。这不仅是因为 Visual FoxPro 软件对运行环境要求不高、便于学习与掌握,更重要的是通过该课程的教学,能够使学生在学数据库知识与现代信息管理技术的同时,学会对于大学生不应缺少的程序设计技术,包括传统的结构化程序设计技术以及先进的面向对象程序设计技术。事实证明,Visual FoxPro 是一款相当优秀的教学软件,以至于目前在非计算机专业的相关教学领域内几乎找不到更为合适的替代软件。

本书根据高等院校最新的计算机教学大纲,以及作者多年来积累的教学经验,在第一版的基础上做了较大的修订。主要是调整了某些章节的编排,进一步增加了结构化查询语言(SQL)的教学内容,删除了部分不太重要又较难掌握的理论知识,强化了对学生程序设计基础知识、基本技能和动手能力的训练。新版本还为各章提供了更为合适、更加丰富的范例和习题,并在书后给出了习题的参考答案。此外,新版本以广泛使用的 Windows XP 为系统软件平台,对原版中的所有附图进行了重新抓取。

本书第 1、2、3 章是基础部分。第 1 章主要介绍数据库、数据库管理系统和数据库系统等基本概念,以及数据模型、关系理论和关系运算等知识。第 2 章对 Visual FoxPro 软件做了简单介绍。第 3 章讲述数据与数据运算,其中有关数据类型、常量、内存变量、字段变量、函数和表达式的概念,以及各种数据的运算规则等都必须用心掌握,这是学好 Visual FoxPro 的基石。

第 4、5 章讲解数据表与数据库的基本操作,详细说明如何在交互方式下创建、维护、使用数据表和数据库,如何添加、修改或删除数据记录,如何按要求统计和汇总数据,如何按指定的关键字对记录进行索引和排序,如何建立数据库中多个数据表之间的联系,如何从一个或多个相关的数据表中查询所需的数据,以及如何创建视图等。掌握了这部分内容,就能够利用 Visual FoxPro 完成一些相对简单的数据管理工作。

第 6 章介绍 SQL 语言,这是操纵关系数据库的国际标准语言,通过一些简洁的 SQL 命令不仅可以定义数据表的结构,增加、删除和更新数据表中的记录,还可以在数据库中进行满足各种要求的数据查询与检索。可以说,使用 SQL 语言能够实现数据库生命周期中的全部活动,因而学习与掌握 SQL 语言有其特别的重要性。

第 7、8、9 章是程序设计部分。第 7 章讲述传统的结构化程序设计,其间通过大量范例介绍了面向过程程序设计的基本方法与技巧,力图使读者在理解程序语句与流程的基础上,能够举一反三地编写一些简单的应用程序。第 8 章在阐述了面向对象程序设计的概念与常用术语之后,着重讲解如何利用 Visual FoxPro 提供的设计器进行可视化的表单设计。表单是可以包含文本框、列表框、命令按钮和选项按钮组等控件的图形用户界面,在整个基于数据库的应用程序系统设计中,表单设计有着极为重要的地位。第 9 章首先介绍报表设计,即如何将数据库中的数据以所需的报表形式打印出来。接着介绍菜单设计,即如何为所开发的应

用程序设计和创建一个适当的菜单系统。

第 10 章提供了一个教学管理应用系统的开发实例,通过此例较详细地介绍了开发一个数据库应用系统所需的各个步骤,包括用户需求分析、系统功能划分、功能模块设计、数据库与数据表设计、主程序设计、各个程序模块的创建与调试,以及整个应用系统项目的连编与运行等。该实例融汇了前面各章所讲述的知识,同时引入了不少编程思想和技巧,建议读者将该实例的各个模块输入自己的计算机并使其实际运行通过。

概念清晰、实例丰富、编排合理依然是本书的特点,为便于教师的授课,相关电子教学文档可从人民邮电出版社网站 <http://www.ptpress.com.cn> 下载。

本书可作为各类院校“Visual FoxPro 程序设计”或相关课程的教材,也可作为各类培训班有关课程的教材。对于参加全国计算机二级 Visual FoxPro 考试的读者,也不失为一本相当实用的参考书。衷心希望每一位读者能从本书中获益,同时欢迎对书中的不足提出宝贵意见。

作 者

2006 年 9 月

目 录

第 1 章 数据库系统概论	1
1.1 数据库的基本概念	1
1.1.1 信息、数据与数据库	1
1.1.2 数据管理技术的发展	1
1.1.3 数据库管理系统	2
1.1.4 数据库系统	3
1.2 数据模型	5
1.2.1 实体及实体间的联系	5
1.2.2 主要的数据库模型	5
1.3 关系数据库	7
1.3.1 关系术语与关系特点	7
1.3.2 关系运算	8
1.3.3 关系的完整性	9
习题	10
第 2 章 Visual FoxPro 简介	12
2.1 Visual FoxPro 概述	12
2.1.1 Visual FoxPro 的发展概况	12
2.1.2 Visual FoxPro 的特点	12
2.1.3 Visual FoxPro 的用户界面	14
2.1.4 Visual FoxPro 的工作方式	15
2.2 Visual FoxPro 的设计工具	16
2.2.1 向导	16
2.2.2 设计器	17
2.2.3 生成器	17
2.3 Visual FoxPro 的环境设置	18
2.3.1 “选项”对话框的使用	18
2.3.2 SET 命令的使用	21
2.4 Visual FoxPro 的项目管理器	21
2.4.1 项目管理器界面	22
2.4.2 项目管理器的使用	23
2.5 Visual FoxPro 的文件类型	24
习题	25

第3章 数据与数据运算	27
3.1 常量与变量	27
3.1.1 常量	27
3.1.2 字段变量	29
3.1.3 内存变量	30
3.2 运算符与表达式	32
3.2.1 数值表达式	32
3.2.2 字符表达式	33
3.2.3 日期表达式	34
3.2.4 逻辑表达式	34
3.2.5 表达式的书写规则	38
3.2.6 表达式输出命令	38
3.3 常用函数	39
3.3.1 数学运算函数	39
3.3.2 字符处理函数	40
3.3.3 日期时间函数	43
3.3.4 转换函数	44
3.3.5 测试函数	45
3.4 命令格式	47
3.4.1 命令结构	47
3.4.2 命令书写规则	48
习题	49
第4章 数据表基本操作	52
4.1 数据表的建立	52
4.1.1 表结构的建立与修改	52
4.1.2 表记录数据的输入	55
4.1.3 表数据的浏览与维护	56
4.2 数据表操作命令	58
4.2.1 创建数据表命令	58
4.2.2 追加与插入记录命令	61
4.2.3 记录指针移动命令	62
4.2.4 显示记录命令	63
4.2.5 删除记录命令	64
4.2.6 修改记录命令	65
4.3 数据表的排序与索引	67
4.3.1 物理排序	68
4.3.2 索引类型	69

4.3.3 索引文件的建立	70
4.3.4 索引文件的打开与关闭	74
4.4 数据表的查询与统计	77
4.4.1 数据表的查询	77
4.4.2 数据表的统计	79
4.5 数据表之间的操作	82
4.5.1 工作区的选择	82
4.5.2 表之间的数据更新	83
4.5.3 表之间的物理连接	84
4.5.4 表之间的逻辑连接	85
习题	87
第 5 章 数据库及其操作	91
5.1 数据库的创建与维护	91
5.1.1 数据库的创建	91
5.1.2 数据库的打开与维护	92
5.1.3 数据库中表的组织	92
5.2 数据库表的设置	95
5.2.1 长表名与长字段名	95
5.2.2 设置字段属性	96
5.2.3 设置记录规则	97
5.3 表间关系与参照完整性	98
5.3.1 建立关系前的准备	98
5.3.2 创建永久关系	99
5.3.3 设置参照完整性	100
5.4 查询的建立与运行	102
5.4.1 使用查询设计器	102
5.4.2 查询设计器的界面	105
5.4.3 查询菜单的使用	108
5.5 视图的建立与维护	109
5.5.1 视图的概念	109
5.5.2 视图的创建	110
5.5.3 视图与数据更新	112
5.5.4 视图的使用与维护	113
习题	114
第 6 章 结构化查询语言 (SQL)	117
6.1 SQL 概述	117
6.2 SQL 的定义功能	118

6.2.1 建立表结构	118
6.2.2 修改表结构	121
6.2.3 建立视图	123
6.2.4 删除表	124
6.3 SQL 的操作功能	124
6.3.1 插入记录	124
6.3.2 更新数据	125
6.3.3 删除记录	126
6.4 SQL 的查询功能	126
6.4.1 SQL 查询命令	126
6.4.2 简单查询	127
6.4.3 特殊运算符	129
6.4.4 嵌套查询	130
6.4.5 多表查询	131
6.4.6 超联接查询	132
6.4.7 统计查询	133
6.4.8 分组查询	134
习题	136
第 7 章 结构化程序设计	139
7.1 程序文件的建立与运行	139
7.1.1 程序文件的建立	139
7.1.2 程序文件的运行	140
7.1.3 程序中的辅助命令	141
7.1.4 程序中的交互输入命令	142
7.2 顺序结构程序设计	145
7.2.1 3 种基本程序结构	145
7.2.2 顺序结构程序设计	145
7.3 分支结构程序设计	146
7.3.1 简单分支结构	146
7.3.2 选择分支结构	147
7.3.3 分支嵌套结构	148
7.3.4 多路分支结构	149
7.4 循环结构程序设计	150
7.4.1 当型循环结构	150
7.4.2 步长型循环结构	153
7.4.3 扫描型循环结构	155
7.4.4 循环嵌套结构	155
7.5 模块结构程序设计	158

7.5.1	程序模块的建立与运行	158
7.5.2	应用程序的模块化设计	160
7.5.3	带参模块的建立与调用	162
7.5.4	内存变量作用域	164
7.5.5	过程与过程文件	166
7.5.6	用户自定义函数	168
7.6	数组及其应用	170
7.6.1	数组的定义与使用	171
7.6.2	一维数组应用举例	172
7.6.3	二维数组应用举例	173
7.6.4	数组与数据表的数据传递	174
习题		176
第 8 章	可视化表单设计	180
8.1	面向对象程序设计简介	180
8.1.1	面向对象程序设计概述	180
8.1.2	对象与类的概念	181
8.1.3	对象与类的特性	182
8.1.4	Visual FoxPro 的基类	183
8.1.5	对象的引用	184
8.2	表单设计概述	186
8.2.1	创建表单的途径	186
8.2.2	表单的修改与运行	186
8.2.3	常用表单事件与方法	187
8.2.4	用表单向导创建表单	188
8.3	表单设计器的使用	192
8.3.1	表单设计器的启动	192
8.3.2	表单设计工具	193
8.3.3	表单生成器	195
8.3.4	用表单设计器设计表单	196
8.4	数据环境与数据绑定	198
8.4.1	数据环境	198
8.4.2	数据绑定	199
8.4.3	向表单添加字段	200
8.5	常用表单控件	200
8.5.1	标签与命令按钮	200
8.5.2	文本框与编辑框	202
8.5.3	列表框与组合框	204
8.5.4	复选框与选项按钮组	207

8.5.5 命令按钮组	208
8.5.6 计时器	211
8.5.7 表格	212
8.5.8 页框	214
8.5.9 ActiveX 与 ActiveX 绑定控件	216
8.5.10 其他控件	217
8.6 表单集与多重表单	219
8.6.1 表单集	219
8.6.2 多重表单	220
习题	221
第 9 章 报表与菜单设计	225
9.1 报表设计基础	225
9.1.1 报表设计概述	225
9.1.2 使用向导创建报表	226
9.1.3 创建快速报表	229
9.2 报表设计器	230
9.2.1 报表设计器窗口	230
9.2.2 报表设计工具	231
9.2.3 在报表设计中使用控件	232
9.3 报表设计示例	236
9.3.1 设计带表格线的报表	236
9.3.2 设计档案卡片	238
9.3.3 设计分组报表	239
9.3.4 设计标签	241
9.4 菜单设计	243
9.4.1 菜单设计基本步骤	243
9.4.2 快速建立一个下拉菜单	244
9.4.3 菜单设计器概述	245
9.4.4 创建一个应用程序菜单	248
9.4.5 创建快捷菜单	250
习题	252
第 10 章 应用程序开发实例	254
10.1 应用程序开发步骤	254
10.1.1 需求分析	254
10.1.2 数据库设计	254
10.1.3 系统总体构架设计	255
10.1.4 创建各程序模块	256

10.1.5 主程序设计	256
10.1.6 调试、连编与发行	257
10.2 数据库设计基础	259
10.2.1 数据需求分析	259
10.2.2 确定所需表	259
10.2.3 确定所需字段	260
10.2.4 确定所需关系	261
10.2.5 设计求精	261
10.3 应用程序开发实例	262
10.3.1 系统设计	262
10.3.2 数据库设计	263
10.3.3 创建新类	265
10.3.4 主界面设计	267
10.3.5 查询表单设计	269
10.3.6 维护模块设计	270
10.3.7 统计与报表模块设计	274
10.3.8 系统主菜单设计	275
10.3.9 创建主程序	275
10.3.10 连编与运行	276
习题	278
附录	279
附录 1 各章习题参考答案	279
附录 2 Visual FoxPro 常用命令一览表	284
附录 3 Visual FoxPro 常用函数一览表	290
附录 4 Visual FoxPro 常用属性、方法与事件	292

第 1 章 数据库系统概论

现代社会是一个信息化的社会，然而信息的载体则是各种各样的数据。计算机是自动化的信息处理工具，基于数据库技术的计算机系统能够有效地采集、存储、加工和处理大量的数据。目前，各种数据库系统已成为办公自动化系统（OAS）、管理信息系统（MIS）和决策支持系统（DSS）的核心，并与计算机网络技术结合起来，成为电子商务、电子政务及其他各种信息处理系统的核心，得到了越来越广泛的应用。

1.1 数据库的基本概念

1.1.1 信息、数据与数据库

信息（Information）是客观世界在人们头脑中的反映，是客观事物的表征，是可以传播和加以利用的一种知识。而数据（Data）是信息的载体，是对客观存在实体的一种记载和描述。也就是说，对信息的记载和描述产生了数据；反之，对众多相关的数据加以分析和处理又将产生新的有用信息。目前，各国学者对“信息”一词的概念仍众说纷纭，然而对于信息重要性的认识却是完全一致的，即：信息如同材料和能源一样，是人类社会最为重要的资源之一。

计算机能够处理的信息必须是数字化的，从这个意义上讲，数据又可以看作是数字化的信息。在这里，数据的概念已在通常意义下大大地拓展了，数据不但包括数字、文字，还包括图形、图像、声音和视频等各种数字化的信息。

事实上，信息与数据的概念是密切相关的，在某些场合甚至是可以不加区分的。信息处理常常又被称为数据处理，包括数据的收集、存储、编码、传输、加工、排序、检索和维护等一系列的活动。此外，信息和数据是有价值的，其价值取决于它的准确性、可靠性、及时性与完整性。为了提高信息或数据的价值，就必须用科学的方法对其进行管理，这种科学的方法就是数据库技术。

数据库（Database，DB）是指存储在计算机外部存储器上的、结构化的相关数据集合。为了便于数据的管理和检索，数据库中的大量数据必须按一定的逻辑结构加以存储，这就是数据“结构化”的概念。数据库中的数据具有较高的数据共享性和较低的数据冗余度，以及较高的数据独立性、易扩展性和安全性，能有效地支持对数据进行的各种处理，并能保证数据的一致性和完整性。

1.1.2 数据管理技术的发展

自从计算机应用于数据处理领域以来，就面临着如何管理大量复杂数据的问题。时至今日，随着计算机软硬件技术与数据管理手段的不断发展，数据管理技术已经大致经历了 3 个

发展阶段。

1. 人工管理阶段

人工管理阶段约在 20 世纪 50 年代中期以前,那时计算机刚诞生不久,主要用于科学与工程计算。当时的硬件系统尚没有大容量的存储设备,而就其软件而言,操作系统和数据管理软件尚未产生。因此,这一阶段人们在进行数据处理时,就需要在编制的程序中对所处理的数据作专门的定义,并需要对数据的存取及输入/输出的方式作具体的安排。程序与数据不具有独立性,同一组数据在不同的程序中不能被共享。因此,各应用程序之间存在大量的重复数据,被称为数据冗余。

2. 文件管理阶段

文件管理阶段约在 20 世纪 50 年代后期至 60 年代后期,由于计算机软硬件技术的发展,大容量的存储设备逐渐地投入使用,操作系统也已诞生,从而为数据管理技术的发展提供了物质条件和工具手段,计算机开始大量地运用于管理工作中的数据处理。在当时的操作系统中通常包含一种专门进行文件管理的软件,或称文件管理程序,它可将数据的集合按照一定的形式存放到计算机的外部存储器中形成数据文件,而不再需要人们去考虑这些数据的存储结构、存储位置以及输入/输出方式等。用户只需运用简单的操作命令,即可通过文件管理程序实现对数据的存取、查询及修改等多项操作,操作系统则提供了应用程序与相应数据文件之间的接口。这样一来,同一个应用程序可以调用多个数据文件,而同一个数据文件即同一组数据也可以被多个应用程序所调用。从而提高了数据的应用效率,并使数据和程序之间有了一定的独立性。

然而,随着社会生活中数据量的急剧增加,文件管理程序的功能仍不能适应新的需要。因为在文件管理方式下,数据文件本身仍还是仅仅应用于一个或几个应用程序,数据的独立性较差、共享性较弱、冗余度较大。因而在一定程度上浪费了存储空间,并带来了数据修改工作的麻烦,也容易造成数据的不一致性。

3. 数据库管理阶段

20 世纪 60 年代中期之后,计算机用于数据管理的规模越来越大。为了克服文件管理方式的不足,解决多用户、多应用共享数据的需求,有关数据库的理论研究和具体应用得到了迅速的发展,进而出现了各种数据库管理系统,致使数据管理技术推进到了一个新的阶段。数据库管理方式是将大量的相关数据按照一定的逻辑结构组织起来,构成一个数据库,然后借助于专门的数据库管理系统软件对这些数据资源进行统一的、集中的管理。如此一来,不仅减少了数据的冗余度、节约了存储空间,而且充分实现了数据的共享,并具有相当好的易维护性和易扩充性,极大地提高了程序运行的效率和数据利用的效率。

20 世纪 60 年代后期到 80 年代初期是数据库管理技术的发展时期,此后便进入了成熟期。多年来,数据库技术已成为计算机科学的最重要的分支之一,并得到了惊人的发展,成为了各种现代管理信息系统和电子商务系统的核心。

1.1.3 数据库管理系统

数据库管理系统(Database Management System, DBMS)是管理数据库的软件工具,是帮助用户创建、维护和使用数据库的软件系统。它建立在操作系统的基础之上,实现对数据库的统一管理和操纵,满足用户对数据库进行访问的各种需要。

一般来说,数据库管理系统应具有以下一些功能。

1. 数据定义功能

数据库管理系统软件都具有专门的数据定义语言;用于描述数据库的结构。例如关系型数据库管理系统的标准语言 SQL,有 CREATE、ALTER、DROP 等命令分别用来创建、修改、删除关系数据库的二维表结构。此外,SQL 还具有定义数据库中数据之间的约束条件、定义二维数据表之间的关联等功能。

2. 数据操作功能

数据库管理系统提供的数据操作功能,可支持用户对数据库中的数据进行查询、追加、插入、删除、修改、更新、统计、排序等操作。不同的数据库管理系统实现数据操作的方法和命令格式不尽相同,然而大多数的数据库管理系统都支持 SQL,因而可通过相应的 SQL 命令实现各种数据操作功能。

3. 控制和管理功能

数据库管理系统必须具有控制和管理功能,以保障数据资源的安全。通常的安全措施包括对数据的备份、恢复和转储等功能,对用户的身份验证和用户权限控制,以及在多个用户同时操作数据库时进行并发控制等。数据库系统的规模越大,应用的部门越重要,要求的这类功能也就越强。

4. 数据字典

数据库管理系统通常提供数据字典功能,以便对数据库中数据的各种描述进行集中管理。数据字典中存放了系统中所有数据的定义和设置信息,例如字段的属性、字段间的规则和记录间的规则、数据表之间的联系等。用户可以利用数据字典功能,为数据表的字段设置默认值、创建表之间的永久关系等。

总之,数据库管理系统是用户和数据库之间的交互界面。用户只需通过它来实现对数据库的各种操作与管理。在其控制之下,用户在对数据库进行操作时,可以不必关心数据的具体存储位置、存放方式以及命令代码执行的细节等问题,就能完成对各种相关数据的处理任务,而且可以保证这些数据的安全性、可靠性与一致性。

目前,在各种计算机软件中,数据库管理系统软件占有极为重要的位置。广泛运用的大型数据库管理系统软件有 Oracle、Sybase、DB2 等,而在 PC 上广泛应用的数据库管理系统软件则有 SQLServer、Visual FoxPro 和 Access 等。

1.1.4 数据库系统

1. 数据库系统的组成

通常将引入数据库技术的计算机系统称为数据库系统。它可以实现有组织地、动态地存储大量的相关数据,并提供数据处理和共享的便利手段,为用户提供数据访问和所需的数据查询服务。一个数据库系统通常由 5 个部分组成,包括相关的计算机硬件平台、数据库集合、数据库管理系统、相关软件和人员。

(1) 计算机硬件平台

任何一个计算机系统都需要有存储器、处理器和输入/输出设备等硬件平台,一个数据库系统更需要有足够容量的内存与外存来存储大量的数据,同时需要有足够快的处理器来处理这些数据,以便快速响应用户的数据处理和数据检索请求。对于网络数据库系统,则还需

要有网络通信设备的支持。

(2) 数据库集合

数据库是指存储在计算机外部存储器上的结构化的相关数据集合。数据库不仅包含大量的数据本身,而且还包括数据之间的联系。数据库中的数据通常可以被多个用户和(或)多个应用程序所共享。在一个数据库系统中,常常可以根据实际应用的需要创建多个数据库。

(3) 数据库管理系统

数据库管理系统用来对数据库进行集中统一的管理,是帮助用户创建、维护和使用数据库的软件系统。数据库管理系统是整个数据库系统的核心。

(4) 相关软件

除了数据库管理系统软件之外,一个数据库系统还必须有其他相关软件的支持。这些软件包括操作系统、编译系统、应用软件开发工具等。对于大型的多用户数据库系统和网络数据库系统,则还需要多用户系统软件和网络系统软件的支持。

(5) 人员

数据库系统的人员包括数据库管理员和用户。在大型的数据库系统中,需要有专门的数据库管理员来负责数据库系统的日常管理和维护工作。而数据库系统的用户则可以根据应用程度的不同,分为专业用户和最终用户。

2. 数据库系统的特点

数据库系统的主要特点包括数据结构化、数据共享、数据独立性以及统一的数据控制功能。

(1) 数据结构化

数据库中的数据是以一定的逻辑结构存放的,这种结构是由数据库管理系统所支持的数据模型决定的。数据库系统不仅可以表示事物内部各数据项之间的联系,而且可以表示事物和事物之间的联系。只有按一定结构(即按一定规律)组织和存放的数据,才便于对它们实现有效的管理。

(2) 数据共享

数据共享是数据库系统最重要的特点,数据库中的数据能够被多个用户、多个应用程序所共享。此外,由于数据库中的数据被集中管理、统一组织,因而避免了不必要的数据冗余。与此同时,还带来了数据应用的灵活性。

(3) 数据独立性

在数据库系统中,数据与程序基本上是相互独立的,其相互依赖的程度已大大减小。对数据结构的修改将不会对程序产生影响或者没有大的影响。反之,对程序的修改也不会对数据产生影响或者没有大的影响。

(4) 统一的数据控制

数据库系统必须提供必要的数据安全保护措施。这些措施主要包括以下几方面。

① 安全性控制。数据库系统提供了安全措施,使得只有合法的用户才能进行其权限范围内的操作,以防止非法操作造成数据的破坏或泄密。

② 完整性控制。数据的完整性包括数据的正确性、有效性和相容性。数据库系统可以提供必要的手段来保证数据库中的数据在处理过程中始终符合其事先规定的完整性要求。

③ 并发操作控制。对数据的共享将不可避免地出现对数据的并发操作,即多个用户或

多个应用程序同时使用同一个数据库、同一个数据表或同一条记录。不加控制的并发操作将导致相互干扰而出现错误的结果,并使数据的完整性遭到破坏,因此必须对并发操作进行控制和协调。通常采用数据锁定的方法来处理并发操作,例如当某个用户访问某个数据时,先将该数据锁定,只有当这个用户完成对此数据的读写操作之后才消除锁定,之后才允许其他的用户访问此数据。

1.2 数据模型

数据库中的数据是按一定的逻辑结构存放的,这种逻辑结构通常是用数据模型来表示的。任何一个数据库管理系统都是基于某种数据模型的。因此,了解数据模型的基本概念是学习数据库的基础。

在考察数据模型之前,我们先来考察一下实体及实体之间的联系。

1.2.1 实体及实体间的联系

如前所述,数据是对客观存在事物的一种记载和描述,而我们将客观存在的并且可以相互区分的事物称为实体(Entity)。实体可以是实际的事物,例如一个学生、一本书等;也可以是抽象的事件,例如一个创意、一场比赛等。

实体的某一特性称之为属性(Attribute)。例如,关于学生实体可用学号、姓名、性别、出生日期、所在班级等属性来描述;关于比赛实体可用比赛名、时间、地点、参赛者、举办方等属性来描述。

实体之间的关联称为联系(Relationship),它反映了客观事物之间相互依存的状态。实体之间的联系可以归结为以下3种类型。

① 一对一联系。如果A公司只与B公司做生意,而B公司也只与A公司做生意,那么这两家公司实体之间就存在着一对一的联系。

② 一对多联系。如果一家总公司有多家子公司,而这些子公司都属于这家总公司,那么总公司与子公司之间就存在着一对多的联系。一对多的联系是最普遍的联系,也可以将一对一的联系看作是一对多联系的特殊情况。

③ 多对多联系。如果一家公司经营多种业务,而一种业务可以被多家公司所经营,那么这家公司与这种业务两个实体之间就存在着多对多的联系。多对多联系比较复杂,在实际应用中,可以将多对多联系分解为几个一对多的联系来处理。

1.2.2 主要的数据库模型

一个数据库模型应满足3个方面的要求:一是能够比较真实地模拟现实世界;二是容易为人所理解;三是便于在计算机上实现。目前比较流行的数据库模型主要有3种,即按图论理论建立起来的层次模型与网状模型,以及按关系理论建立起来的关系模型。

1. 层次模型

层次模型是数据库系统中最早出现的数据模型。在层次结构模型的数据集合中,各数据对象之间是一种依次的一对一的或一对多的联系。在这种模型中,层次清楚,可沿层次路径