

全国高等农林院校“十一五”规划教材

Visual FoxPro

程序设计教程

—— 宋一弘 主编 ——

 中国农业出版社

全国高等农林院校“十一五”规划教材

Visual FoxPro 程序设计教程

宋一弘 主编

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

Visual FoxPro 程序设计教程/宋一弘主编. —北京:
中国农业出版社, 2008. 12

全国高等农林院校“十一五”规划教材

ISBN 978-7-109-13084-5

I. V… II. 宋… 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 (2008) 第 169797 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100125)

责任编辑 朱 雷 李兴旺

北京中兴印刷有限公司印刷

新华书店北京发行所发行

2008 年 12 月第 1 版

2008 年 12 月北京第 1 次印刷

开本: 820mm×1080mm 1/16 印张: 18.5

字数: 440 千字

定价: 28.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

编写人员名单

主 编 宋一弘
副 主 编 贾宗维 任玉东

编写人员 (按姓氏笔画排序)

任玉东 (东北农业大学)

刘 鹏 (山西农业大学)

刘文洋 (东北农业大学)

沈丽容 (南京林业大学)

宋一弘 (东北农业大学)

张宇波 (山西农业大学)

贾宗维 (山西农业大学)

前 言

Visual FoxPro 程序设计是高等学校非计算机专业普遍开设的课程之一,其教学目的是通过该课程的学习使学生在掌握程序设计方法的同时,学习和掌握数据库知识和现代信息管理技术。为了满足教学需要,我们以 Visual FoxPro 6.0 为基础编写了本教材。

Visual FoxPro 6.0 是一个优秀的适用于微型机的小型关系数据库管理系统,同以往的数据库相比,它具有更快速、有效、灵活的突出特点。Visual FoxPro 6.0 为用户提供了功能强大的面向对象程序设计开发工具及数据库开发辅助设计工具,它能够帮助用户迅速简捷地使用和管理数据,快速地操作数据库,大大简化了编写程序代码的过程。

本教材从数据库的基础知识入手,全面系统地介绍了 Visual FoxPro 6.0 的数据表,数据库的建立方法及其查询功能,程序设计基础,面向对象可视化编程技术,报表、菜单的使用等基本内容。本教材的特点是在 SQL 语句和表单的基本操作部分作了较详细的介绍。本教材内容由浅入深,基本理论和例题搭配合理,在基本内容系统、准确的前提下,尽量做到通俗易懂。

本书由宋一弘主编,贾宗维、任玉东任副主编。本书共 11 章,其中第 1 章、第 7 章由任玉东编写,第 2 章、第 11 章由张宇波编写,第 3 章、第 5 章由宋一弘编写,第 4 章由刘文洋编写,第 6 章由沈丽容编写,第 8 章、第 10 章由贾宗维编写,第 9 章由刘鹏编写。

由于时间仓促,编者的经验和水平有限,书中难免存在疏漏和不足之处,欢迎广大读者和专家批评指正。

编 者

2008 年 9 月

目 录

前言

第 1 章 数据库基础	1
1.1 数据库基础知识	1
1.1.1 数据、信息与数据处理	1
1.1.2 计算机数据管理的发展	2
1.1.3 数据库管理系统与数据库系统	4
1.1.4 数据模型	5
1.2 关系数据库	7
1.2.1 关系数据库	7
1.2.2 关系模型	7
1.2.3 关系运算	9
1.2.4 关系的规范化	12
习题 1	14
第 2 章 Visual FoxPro 6.0 程序设计开发环境	15
2.1 Visual FoxPro 6.0 系统概述	15
2.1.1 xBASE 数据库的演变	15
2.1.2 Visual FoxPro 6.0 的特点	16
2.2 Visual FoxPro 6.0 的安装与启动	17
2.2.1 安装 Visual FoxPro 6.0	17
2.2.2 启动与退出 Visual FoxPro 6.0	18
2.3 Visual FoxPro 6.0 运行环境及系统配置	19
2.3.1 Visual FoxPro 6.0 界面组成	19
2.3.2 建立工作目录与系统环境设置	23
2.4 Visual FoxPro 6.0 设计与管理工具	26
2.4.1 Visual FoxPro 6.0 向导	26
2.4.2 Visual FoxPro 6.0 设计器	28
2.4.3 Visual FoxPro 6.0 生成器	28
2.4.4 Visual FoxPro 6.0 项目管理器	29
2.4.5 Visual FoxPro 6.0 工作方式与命令书写规范	32
习题 2	33

第3章 Visual FoxPro 6.0 程序设计语言基础	34
3.1 数据类型	34
3.1.1 字符型	34
3.1.2 数值型	34
3.1.3 浮点型	34
3.1.4 货币型	34
3.1.5 双精度型	35
3.1.6 整型	35
3.1.7 日期型	35
3.1.8 日期时间型	35
3.1.9 逻辑型	35
3.1.10 备注型	35
3.1.11 通用性	35
3.1.12 字符型(二进制)	35
3.1.13 备注型(二进制)	36
3.2 常量和变量	36
3.2.1 常量	36
3.2.2 简单内存变量	37
3.2.3 数组内存变量	39
3.2.4 字段变量	41
3.3 标准函数	42
3.3.1 数值计算函数	42
3.3.2 字符处理函数	45
3.3.3 日期类函数	48
3.3.4 类型转换函数	49
3.3.5 测试函数	51
3.3.6 数据库函数	52
3.4 运算符和表达式	54
3.4.1 算术运算符和数值表达式	54
3.4.2 字符串运算符和字符表达式	55
3.4.3 日期(时间)运算符和日期(时间)表达式	56
3.4.4 关系运算符和关系表达式	57
3.4.5 逻辑运算符和逻辑表达式	57
习题3	58
第4章 Visual FoxPro 6.0 数据库及其操作	60
4.1 Visual FoxPro 6.0 数据库及其建立	60

4.1.1 数据库的组成结构与相关资源	60
4.1.2 创建数据库	61
4.1.3 数据库操作命令	62
4.2 建立数据库表	63
4.2.1 在数据库中建立表	63
4.2.2 添加表记录	66
4.2.3 修改表结构	70
4.2.4 使用“浏览”窗口操作表	76
4.3 自由表	78
4.3.1 数据库表与自由表	78
4.3.2 将自由表添加到数据库	79
4.3.3 从数据库表中移出表	80
4.4 表的基本操作与相关命令	80
4.4.1 打开和关闭数据表命令	80
4.4.2 表中记录操作命令的常用子句	82
4.4.3 显示记录命令	83
4.4.4 删除记录命令	85
4.4.5 修改记录命令	87
4.4.6 查询定位命令与相关函数	87
4.4.7 复制表命令	90
4.4.8 追加记录命令	91
4.4.9 数据统计命令	91
4.5 索引与排序	93
4.5.1 索引和索引文件的概念与分类	93
4.5.2 在表设计器中建立索引	94
4.5.3 用命令建立索引	97
4.5.4 打开与设置索引	99
4.5.5 索引查询命令	101
4.6 数据完整性与表间永久性关系	101
4.6.1 实体完整性与关键字	102
4.6.2 域完整性与约束规则	102
4.6.3 表间永久性关系	102
4.6.4 参照完整性规则及其设置	104
4.7 多个表的同時使用	107
4.7.1 多工作区的概念与应用	108
4.7.2 使用数据工作期操作不同工作区的表	108
4.7.3 用 RELATION 命令建立表间临时性关系	112

习题 4	113
第 5 章 结构化程序设计	115
5.1 结构化程序设计基础	115
5.1.1 基本概念	115
5.1.2 程序的建立与执行	116
5.2 顺序结构程序设计	117
5.3 选择（分支）结构程序设计	120
5.3.1 条件语句	120
5.3.2 多分支结构	122
5.4 循环结构程序设计	124
5.4.1 条件循环语句	124
5.4.2 步长（计数）型循环语句	126
5.4.3 数据表扫描型循环语句	127
5.4.4 循环嵌套	128
5.5 多模块程序	131
5.5.1 子程序调用和返回	131
5.5.2 变量的作用域	133
5.6 自定义函数	136
5.7 过程与过程文件	137
习题 5	138
第 6 章 查询与视图	139
6.1 查询	139
6.1.1 查询设计器	139
6.1.2 建立查询	147
6.1.3 运行查询	150
6.1.4 查询设计器的局限性	150
6.1.5 查询向导	150
6.2 视图	154
6.2.1 视图的概念及分类	154
6.2.2 建立视图	155
6.2.3 利用视图进行数据更新	157
6.2.4 使用视图	158
6.2.5 视图向导	159
习题 6	159

第7章 结构化查询语言	161
7.1 SQL 语言概述	161
7.1.1 SQL 语言的特点	161
7.1.2 SQL 语言的功能分类	162
7.2 数据定义功能	162
7.2.1 数据表创建命令	163
7.2.2 数据表结构修改命令	164
7.2.3 视图的定义	166
7.2.4 删除表	168
7.3 SQL 的数据操作功能	169
7.3.1 插入数据	169
7.3.2 更新数据	169
7.3.3 删除数据	170
7.4 SQL 的数据查询功能	170
7.4.1 基本查询	172
7.4.2 简单的联接查询	173
7.4.3 嵌套查询	173
7.4.4 几个特殊的运算符	175
7.4.5 排序	176
7.4.6 简单的计算查询	177
7.4.7 分组与计算查询	178
7.4.8 利用空值查询	179
7.4.9 别名与自联接查询	180
7.4.10 内外层互相嵌套查询	181
7.4.11 使用量词和谓词的查询	181
7.4.12 超联接查询	183
7.4.13 集合的并运算	183
7.4.14 SQL SELECT 语句的查询去向	184
习题 7	185
第8章 表单设计与应用	187
8.1 面向对象的概念	187
8.1.1 对象与类	187
8.1.2 面向对象程序设计的特点	188
8.2 Visual FoxPro 6.0 基类简介	189
8.2.1 Visual FoxPro 6.0 基类	189

8.2.2 容器与控件	190
8.2.3 对象的事件	191
8.2.4 对象引用语法	191
8.3 创建与管理表单	192
8.3.1 使用向导设计表单	192
8.3.2 使用表单设计器设计表单	197
8.3.3 快速表单和表单运行	201
8.3.4 表单的常用属性和方法	202
8.3.5 表单常用事件与方法程序	204
8.4 表单常用控件	204
8.4.1 标签控件	206
8.4.2 命令按钮控件	208
8.4.3 命令组控件	209
8.4.4 文本框控件	210
8.4.5 编辑框控件	212
8.4.6 复选框控件	214
8.4.7 选项按钮组控件	215
8.4.8 列表框控件	217
8.4.9 组合框控件	220
8.4.10 表格控件	222
8.4.11 页框控件	226
8.4.12 计时器控件	226
8.4.13 图像控件	227
8.4.14 微调控件	228
习题 8	230
第 9 章 报表与标签	232
9.1 报表设计	232
9.1.1 报表类型	232
9.1.2 报表常用带区	232
9.2 报表格式设计	234
9.2.1 报表设计器	234
9.2.2 报表的数据源	234
9.2.3 报表的布局	235
9.2.4 存储与预览报表	236
9.2.5 快速报表	238
9.3 创建报表控件	239

9.3.1 域控件设计	239
9.3.2 标签控件设计	242
9.3.3 线条、矩形与圆角矩形设计	242
9.3.4 图片/ActiveX 绑定控件设计	244
9.4 报表输出	244
9.4.1 菜单方式打印报表	244
9.4.2 命令方式报表输出	245
9.5 报表向导	245
9.6 标签设计	249
习题 9	250
第 10 章 菜单设计	251
10.1 菜单系统概述	251
10.1.1 菜单的结构和种类	251
10.1.2 系统菜单	251
10.1.3 菜单设计的一般步骤	253
10.2 创建菜单、菜单项和子菜单	254
10.2.1 创建菜单	254
10.2.2 创建下拉菜单	256
10.2.3 创建子菜单	256
10.2.4 设置分隔线和指定热键	256
10.2.5 增加快捷键	257
10.2.6 菜单的常规选项和菜单选项	258
10.2.7 生成程序	259
10.2.8 执行菜单程序	259
10.3 快捷菜单	260
习题 10	263
第 11 章 应用系统开发实例	265
11.1 系统开发基本步骤	265
11.2 连编应用程序	266
11.3 发布应用程序	272
习题 11	275
附录	277
主要参考文献	278

第 1 章 数据库基础

数据库技术是数据信息管理技术的重要成果，是计算机科学的重要分支，它被广泛地应用于国民经济、文化教育、企业管理以及办公自动化等方面，为计算机的应用开辟了广阔的天地。从某种意义上来说，数据库技术是计算机技术与信息技术相结合的产物，是信息管理和数据处理的核心。对于一个国家来说，数据库的建设规模、数据库信息量的大小已成为衡量国家信息化程度的重要标志。建立一个满足各级部门信息处理要求的行之有效的信息系统也成为企业或部门生存和发展的重要条件。因此，作为信息系统基础的数据库技术得到了越来越广泛的应用。

1.1 数据库基础知识

1.1.1 数据、信息与数据处理

1. 数据 (Data)

数据是对客观事物的某些特征及其相互联系的一种抽象化、符号化表示。例如，张扬出生日期为 1968 年 10 月 1 日，身高 1.75m，体重 60kg，部门代码 D3，职称是教授，其中张扬、1968 年 10 月 1 日、1.75m、60kg、D3、教授等都是数据。数据是人们为了进行交流、通信、解释，用来表示主客观对象的一种形式；或者说，数据是用来表示数量、活动、事务等情况的一组符号，这些符号可以是文字、字符、数字、表格、图形、声音等。在数据库中，把计算机能识别并能处理的一切符号都称为数据。

2. 信息 (Information)

信息是客观事物属性的反映，是经过加工并对人类社会实践和生产经营活动产生影响的数据表现形式。或者说，信息是对原始数据加工后得到的，对于某个目的来说有用的知识。数据是信息的原始资料，数据经过解释并赋予一定的意义后，便成为信息。计算机科学中的数据概念，即是那些能够被计算机硬件系统识别的物理符号。例如，软磁盘、硬磁盘、闪存等设备上的磁信号；CD 与 DVD 等光盘上的凹点与平面信号。

数据与信息在概念上是有区别的。从信息处理角度看，任何事物的属性都是通过数据来表示的，数据经过加工处理后，使其具有知识性并对人类活动产生决策作用，从而形成信息。信息是数据的内涵，数据是信息的载体和表现形式，信息是通过数据符号来传播的。

3. 数据处理 (Data Process)

数据处理又称为信息处理，即利用计算机对各种类型的数据进行处理，包括对数据的采集、存储、整理、分类、排序、统计、加工、检索、维护和传输等一系列操作过程。数据处理的目的是从大量的、原始的数据中获得我们所需要的资料并提取有用数据成分，作为行为和决策的依据。

4. 数据库 (Data Base, 简称 DB)

收集并抽取出一个应用所需要的大量数据之后,应将其保存起来以供进一步加工和处理。保存方法有很多种:人工保存、存放在文件里、存放在数据库里,其中数据库是存放数据的最佳场所。数据库就是长期储存在计算机内、有组织的、可共享的数据集合。数据库中的数据按一定的数据模型组织、描述和储存,具有较小的冗余度、较高的数据独立性和易扩展性。

1.1.2 计算机数据管理的发展

随着数据管理规模的扩大,计算机的数据管理技术经历了人工管理、文件系统管理和数据库系统三个阶段。

1. 人工处理阶段

20 世纪 50 年代中期以前,计算机用于进行数据管理的硬件只有卡片、纸带、磁带等,软件方面也没有计算机操作系统,更没有数据管理软件,计算机主要用于数值计算。在这个阶段,程序员将程序和数据编写在一起,每个程序都有属于自己的一组数据,程序之间数据不能共享,各程序运行时程序与数据需要重复输入,由于使用简单的手工工具,处理效率低,能处理的数据类型少而且可靠性差。图 1-1 中即是一个用卡片方式存放应用程序的例子。

2. 文件系统阶段

到 20 世纪 60 年代中期,使用了比第一阶段先进得多且比较有效的工具,例如磁盘、磁带等大容量存储设备,同时期,产生了计算机操作系统。数据以文件的形式存储在外存储器上,由操作系统统一管理,操作系统为用户提供了按名存取的文件管理功能,使得文件的逻辑结构和物理结构脱钩,程序和数据分离,这样,程序与数据就有了一定的独立性。用户的应用程序与数据文件可分别存放在外存储器上,实现了数据以文件方式的共享。文件系统阶段数据的处理效率较人工处理阶段高,且可靠性也有较大的提高。文件系统中程序与数据的关系如图 1-2 所示。

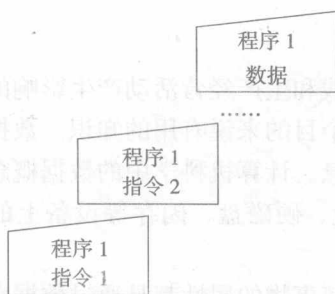


图 1-1 卡片方式存放应用程序

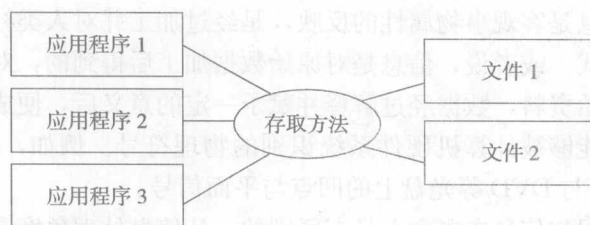


图 1-2 文件系统中程序与数据的关系

3. 数据库系统阶段

20 世纪 60 年代后期,使用电子计算机进行数据处理的规模越来越大,同时出现了大容量且廉价的磁盘存储器,操作系统也日渐成熟。为了解决数据的独立性问题,实现数据的统一管理,达到数据共享的目的,出现了数据库技术。表 1-1 以对照的形式,列出了数据库与一般文件应用系统的主要差别。数据库技术从 20 世纪 60 年代中期产生到今天仅仅 40 年的历史,经历了三

代演变,发展成为以数据建模和 DBMS 核心技术为主,内容丰富的一门学科;带动了一个巨大的软件产业——DBMS 产品及其相关工具和解决方案。数据库技术取得了巨大的成功,从第一代层次与网络数据库系统和第二代关系数据库系统,发展到第三代以面向对象数据库模型为主要特征的新一代数据库系统。

表 1-1 数据库系统与文件系统性能对照表

序 号	文件系统	数据库系统
1	文件中的数据由特定的用户专用	库内数据由多个用户共享
2	每个用户拥有自己的数据,导致数据重复存储	原则上可消除重复。为方便查询允许少量重复存储,但冗余度可以控制
3	数据从属于程序,两者互相依赖	数据独立于程序,强调数据的独立性
4	各数据文件彼此独立,从整体看为“无结构”的	各文件的数据相互联系,从总体看是“有结构”的

(1) 第一代数据库系统。第一代数据库系统是 20 世纪 70 年代研制的层次和网状数据库系统。1963 年, Bachman 设计开发的 IDS 系统开始投入运行,它可以为多个 COBOL 程序共享数据库;1968 年, TOTAL 等网状数据库系统开始出现;1969 年, IBM 公司 Mc Gee 等人开发的层次式数据库系统的 IMS 系统发表,它可以让多个程序共享数据库。1969 年 10 月, CODASYL 数据库研制者提出了网络模型数据库系统规范报告,使数据库系统开始走向规范化和标准化。1971 年,美国数据库系统语言协会下属的数据库任务组对网络数据库方法进行了系统的研究、探讨,提出了称为 DBTG 报告的若干报告, DBTG 报告确定并建立了网络数据库系统的许多概念、方法和技术,提出了三级抽象模式(即对应用程序所需的那部分数据结构描述的外模式,对整个客体系统数据结构描述的概念模式,对数据存储结构描述的内模式),解决了数据独立性的问题,标志着数据库在理论上的成熟。正因为如此,许多专家认为数据库技术起源于 20 世纪 60 年代末。

(2) 第二代数据库系统。第二代数据库系统是关系数据库系统。1970 年 IBM 公司 Codd 发表了题为“大型共享数据库数据的关系模型”的论文,提出了关系数据模型,开创了关系数据库方法和关系数据库理论,关系方法由于其理论上的完美和结构上的简单,对数据库技术的发展起了至关重要的作用,成功地为关系数据库技术奠定了理论基础。20 世纪 70 年代是关系数据库理论研究和原型系统开发的时代。关系数据库系统的研究取得了一系列的成果,主要包括以下几个方面:

- ① 奠定了关系模型的理论基础,给出了被人们普遍接受的关系模型的规范说明。
- ② 提出了关系数据语言,如关系代数、关系演算、SQL 语言、QBE 等。这些描述性语言一改以往程序设计语言和网状、层次数据库语言的面向过程的风格,以其易学易懂的优点得到了最终用户的欢迎,为 20 世纪 80 年代数据库语言标准化打下了基础。
- ③ 研制了大量的关系数据库系统原型,攻克了系统实现中查询优化、并发控制、故障恢复等一系列关键技术。不仅大大丰富了数据库管理系统实现技术和数据库理论,更重要的是促进了关系数据库系统产品的蓬勃发展和广泛应用。

(3) 第三代数据库系统。20 世纪 80 年代以来,数据库理论和应用进入成熟发展时期。随着计算技术和计算机网络的发展,计算机应用领域迅速扩展,数据库应用领域也在不断地扩大,数

数据库技术在商业领域的巨大成就刺激了其他领域对数据库需求的迅速增长。一方面,新的数据库应用领域,如计算机辅助设计/制造(CAD/CAM)、过程控制、办公自动化系统、地理信息系统(GIS)、计算机制造系统(CIMS)等,为数据库的应用开辟了新的天地;另一方面,在实际应用中,管理方面的新需求也直接推动了数据库技术的研究与发展。

以关系数据库为代表的传统数据库已经很难胜任新领域的需求,因为新的应用要求数据库能处理复杂性较高的数据,如处理与时间有关的属性,甚至还要求数据库有动态性和主动性。这样就必须有新的数据库技术才能够满足现实需要,为了满足现代应用的需求,必须将数据库技术与其他现代数据处理技术(如面向对象技术、时序和实时处理技术、人工智能技术和多媒体技术)完善地集成,以形成“新一代数据库技术”,也可称为“现代数据库技术”,如时态数据库技术、实时数据库技术和多媒体数据库技术等。

第三代数据库系统中最主要的数据库类型是面向对象数据库系统(Object Oriented Data Base System, OODBS),它是数据库技术与面向对象程序设计方法相结合的产物,它既是一个DBMS,又是一个面向对象系统。因而既具有DBMS特性,如持久性、辅助管理、数据共享(并发性)、数据可靠性(事务管理和恢复)、查询处理和模式修改等,又具有面向对象的特征,如类型/类、封装性/数据抽象、继承性、对象标识、复合对象和可扩充等特性。

1.1.3 数据库管理系统与数据库系统

1. 数据库管理系统

数据库管理系统(简称DBMS)是位于用户与操作系统之间的一层数据管理软件,对数据库统一进行管理和控制,以保证数据库的安全性和完整性,它是数据库系统的核心软件。数据库管理系统的主要功能包括以下几个方面:

(1) 数据定义功能。DBMS提供数据定义语言(Data Definition Language, DDL),用户通过它可以方便地对数据库中的数据对象进行定义。

(2) 数据操纵功能。DBMS提供数据操纵语言(Data Manipulation Language, DML),用户可以使用数据操纵语言实现对数据库的基本数据操作,如查询、插入、删除和修改等。

(3) 数据库的运行管理功能。数据库在建立、运用和维护时由数据库管理系统统一管理、统一控制,以保证数据的安全性、完整性、多用户对数据的并发使用及发生故障后的系统恢复。

(4) 数据库的建立和维护功能。包括数据库初始数据的输入、转换功能,数据库的转储、恢复功能,数据库的重组功能和性能监视、分析功能等。

数据库管理系统通常由3个部分组成:数据定义语言及其编译程序、数据操纵语言或查询语言及其编译或解释程序、数据库管理例程序。

2. 数据库系统及其组成

数据库系统(DataBase System)是指引进数据库技术的计算机系统。数据库系统由以下几部分组成:

(1) 计算机硬件系统。用来运行操作系统、数据库管理系统、应用程序以及存储数据库的本地计算机系统和网络硬件环境。

(2) 数据库集合。存储在本地计算机外存设备或网络存储设备上的若干个设计合理、满足应

用需要的数据库。

(3) 数据库管理系统。数据库管理系统是数据库系统的核心,是用于协助用户创建、维护和使用数据库的系统软件。

(4) 相关软件。包括操作系统、编译系统、应用开发工具软件和计算机网络软件等。

(5) 人员。包括数据库管理员和用户。数据库管理员负责数据库系统的建立、维护和管理。用户可分为专业用户和最终用户。

1.1.4 数据模型

1. 数据模型的概念

数据模型(Data Model)是现实世界数据特征的抽象,用于描述一组数据的概念和定义。数据模型是数据库中数据的存储方式,是数据库系统的基础。在数据库中,数据的物理结构又称数据的存储结构,就是数据元素在计算机存储器中的表示及其配置;数据的逻辑结构则是指数据元素之间的逻辑关系,它是数据在用户或程序员面前的表现形式,数据的存储结构不一定与逻辑结构一致。因此数据模型的研究包括以下3个方面:

(1) 概念数据模型。这是面向数据库用户的现实世界的数据库模型,主要用来描述世界的概念化结构,它使数据库的设计人员在设计的初始阶段,摆脱计算机系统及数据库管理系统的具体技术问题,集中精力分析数据以及数据之间的联系等,与具体的数据库管理系统无关。概念数据模型必须换成逻辑数据模型,才能在数据库管理系统中实现。

(2) 逻辑数据模型。这是用户在数据库中看到的数据模型,是具体的数据库管理系统所支持的数据模型,主要有网状数据模型、层次数据模型和关系数据模型三种类型。此模型既要面向用户,又要面向系统,主要用于数据库管理系统的实现。在数据库中用数据模型来抽象、表示和处理现实世界中的数据和信息,主要是研究数据的逻辑结构。

(3) 物理数据模型。这是描述数据在存储介质上的组织结构的数据模型,它不但与具体的数据库管理系统有关,而且还与操作系统和硬件有关。每一种逻辑数据模型在实现时都有与其相对应的物理数据模型。数据库管理系统为了保证其独立性与可移植性,将大部分物理数据模型的实现工作交由系统自动完成,而设计者只设计索引、聚集等特殊结构。

2. 实体与联系

在数据模型中,我们称现实世界中客观存在并且相互区别的事物为实体,实体可以是具体的人、事、物,也可以是抽象的概念或事件;可以指事物本身,也可以指事物之间的联系,如一个人、一件物品、一个部门等都可以是实体。称同类型实体的集合为实体集,例如,学校全体学生构成一个学校的学生实体集。研究数据模型主要是要描述属性和联系,属性是指实体的特性,是实体之间相互区别的标志。一个实体可以由若干个属性来刻画,例如,学生实体可以用学号、姓名、性别、出生日期和籍贯等属性来描述。实体之间的对应关系称为联系,它反映了现实世界各个事物之间的相互关系。例如,“学生”与“课程”之间有“选课”的关系。实体之间的联系有以下三种类型:

(1) 一对一联系(1:1)。如果对于实体集A中的每一个实体,实体集B中至多有一个(也可以没有)实体与之联系,反之亦然,则称实体集A与实体集B具有一对一联系,记为1:1。例如,