

21

世纪高等职业教育
计算机技术规划教材



Visual FoxPro 6.0 实用教程

何樱 主编
王秀玲 李丹 副主编

 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

21 世纪高等职业教育计算机技术规划教材

Visual FoxPro 6.0 实用教程

何 樱 主 编
王秀玲 李 丹 副主编

人民邮电出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

Visual FoxPro 6.0 实用教程 / 何樱主编. —北京: 人民邮电出版社, 2006.10

21 世纪高等职业教育计算机技术规划教材

ISBN 7-115-15052-4

I. V... II. 何... III. 关系数据库—数据库管理系统, Visual FoxPro 6.0—高等学校: 技术学校—教材 IV. TP311.138

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 084593 号

内 容 提 要

本书以 Visual FoxPro 6.0 中文版为语言背景, 全面介绍 Visual FoxPro 相关开发技术, 包括 Visual FoxPro 6.0 的基础知识、数据库和表、查询和视图、结构化程序设计、面向对象程序设计基础、表单、项目管理器、报表与标签、菜单与工具栏、数据的导入与导出, 最后给出了一个“学生成绩管理系统”实例, 以使读者能够全面地了解和掌握应用系统开发的方法和步骤。

本书概念清楚、逻辑性强、层次分明、例题丰富, 适合教师课堂教学和学生自学, 可作为高职高专院校以及各类成人教育学校和培训班的教材, 也适合作为初学编程人员的参考书。

21 世纪高等职业教育计算机技术规划教材

Visual FoxPro 6.0 实用教程

-
- ◆ 主 编 何 樱
副 主 编 王秀玲 李 丹
责任编辑 赵慧君
 - ◆ 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>
河北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: 18
字数: 429 千字 2006 年 10 月第 1 版
印数: 1—3 000 册 2006 年 10 月河北第 1 次印刷

ISBN 7-115-15052-4/TP · 5581

定价: 24.00 元

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

编者的话

Visual FoxPro 是最为实用的数据库管理系统和中小型数据库应用系统的开发工具之一，它为数据库结构和应用程序的开发而设计，是功能强大的面向对象程序设计软件。无论是组织信息、运行查询和创建集成的关系型数据库系统，还是为最终用户编写功能全面的数据管理应用程序，Visual FoxPro 都可以提供所有的必需工具。

教材是体现教学内容和教学方法的知识载体，是进行教学的基本工具，也是深化教学改革、全面推进素质教育、培养创新人才的重要保证。本书按照教育部计算机基础教学三个层次（基础、技术、应用）的要求组织编写，以 Visual FoxPro 6.0 为背景，全面系统地介绍了 Visual FoxPro 6.0 的基础知识，数据库和表的基本操作，建立索引和表间关系，查询和视图的有关操作，程序的基本结构和面向过程程序设计基础，面向对象的程序设计概念，并通过表单设计介绍了面向对象程序设计的方法，报表和标签的创建及有关使用技巧，菜单的设计方法和步骤，Visual FoxPro 与外部数据的交换，即数据的导入与导出。本书概念清楚、逻辑性强、层次分明、例题丰富，在最后一章给出了一个综合实例“学生成绩管理系统”，以使读者能够全面了解和掌握应用系统开发的基本原则、方法和步骤，轻松地学会 Windows 环境下的可视化编程。

书中所有程序均上机调试通过，具有界面友好、程序直观易读、代码效率高等特点，并且注重同一功能的多种实现方法。

本书由何樱主编，王秀玲、李丹、孙凌和杨娜为副主编。全书共 13 章，第 1、5、6 章由李丹编写，第 2 章由李宏伟编写，第 3、8 章由何樱编写，第 4 章由孙凌编写，第 7、13 章由杨娜编写，第 9、10、11、12 章由王秀玲编写。附录由荆园园、周溢辉编写，并参与了校对工作，连卫民审阅了全稿。

由于编者水平有限，书中难免存在不足和错误之处，敬请读者批评指正。

编者
2006 年 7 月

目 录

第 1 章 数据库的基本概念	1
1.1 数据、信息与数据处理	1
1.1.1 数据与信息	1
1.1.2 数据处理	2
1.2 数据模型	2
1.2.1 现实世界的描述	2
1.2.2 数据模型	4
1.3 数据库系统	5
1.3.1 有关数据库的基本概念	5
1.3.2 数据库管理系统	5
1.3.3 数据库系统及其构成	6
1.4 关系数据库	7
1.4.1 关系数据库	7
1.4.2 关系的规范化	8
1.4.3 表间的关联关系	9
1.4.4 关系运算	10
1.4.5 关系完整性	11
本章小结	12
习题	12
第 2 章 Visual FoxPro 6.0 概述	14
2.1 Fox 系列数据库的发展	14
2.1.1 从 FoxBASE 到 FoxPro	14
2.1.2 Visual FoxPro 的推出	15
2.1.3 Visual FoxPro 6.0 中文版的技术要点	15
2.2 Visual FoxPro 6.0 的安装与启动	16
2.2.1 安装环境	16
2.2.2 安装 Visual FoxPro 6.0	16
2.2.3 启动 Visual FoxPro 6.0	17
2.2.4 退出 Visual FoxPro 6.0	17
2.3 Visual FoxPro 6.0 用户界面	17
2.4 Visual FoxPro 6.0 系统环境设置	19
2.4.1 使用“选项”对话框	19
2.4.2 使用 SET 命令配置 Visual FoxPro	21

2.5	Visual FoxPro 6.0 向导	22
2.6	Visual FoxPro 6.0 生成器	23
2.7	Visual FoxPro 6.0 设计器	24
	本章小结	25
	习题	25
第3章	Visual FoxPro 基本知识	26
3.1	Visual FoxPro 数据类型	26
3.2	常量和变量	29
3.2.1	常量	29
3.2.2	变量	30
3.3	运算符和表达式	31
3.3.1	算术运算符和算术表达式	31
3.3.2	关系运算符和关系表达式	32
3.3.3	逻辑运算符与逻辑表达式	33
3.3.4	字符串运算符与字符串表达式	34
3.3.5	日期运算符与日期表达式	34
3.4	内存变量赋值及显示命令	35
3.4.1	内存变量赋值命令	35
3.4.2	内存变量值的显示命令	36
3.5	函数	37
3.5.1	算术运算函数	37
3.5.2	日期和时间函数	38
3.5.3	字符串函数	39
3.5.4	转换函数	40
3.5.5	状态检验函数	41
	本章小结	42
	习题	42
第4章	数据库和表	46
4.1	创建表	46
4.1.1	创建表	46
4.1.2	编辑表结构	50
4.2	表的基本操作	51
4.2.1	表的打开和关闭	51
4.2.2	浏览表	52
4.2.3	显示表	53
4.2.4	向表中添加记录	54
4.2.5	编辑表中数据	56
4.2.6	记录指针的移动	60
4.2.7	定制表	62

4.3 索引	64
4.3.1 索引的概念	64
4.3.2 索引的建立	65
4.3.3 索引的使用	67
4.4 数据库	68
4.4.1 创建数据库	68
4.4.2 数据库的基本操作	71
4.4.3 表间的关系	72
4.4.4 数据字典	77
本章小结	81
习题	82
第 5 章 查询和视图	85
5.1 SELECT 语句	85
5.1.1 SELECT 语句的基本格式	85
5.1.2 简单查询	86
5.1.3 特殊运算符和统计函数	87
5.1.4 高级查询	88
5.2 查询	92
5.2.1 查询和查询设计器	92
5.2.2 建立查询	94
5.2.3 修改查询	100
5.2.4 运行查询	101
5.2.5 定制查询的输出	101
5.3 视图	104
5.3.1 视图的基本概念	104
5.3.2 创建本地视图	104
5.3.3 更新数据	107
5.3.4 创建远程视图	108
本章小结	111
习题	111
第 6 章 结构化程序设计	114
6.1 程序和程序文件	114
6.2 程序文件的基本操作	115
6.2.1 建立和编辑程序文件	115
6.2.2 运行程序	115
6.3 常用基本操作	116
6.3.1 清屏命令	116
6.3.2 ACCEPT 命令	116
6.3.3 INPUT 命令	117

6.3.4	WAIT 命令	118
6.4	选择结构程序设计	118
6.4.1	分支语句	118
6.4.2	IF 语句的嵌套使用	122
6.4.3	多分支语句	124
6.5	循环结构程序设计	126
6.5.1	DO WHILE 语句	127
6.5.2	FOR 语句	129
6.5.3	SCAN 语句	130
6.5.4	使用循环语句应注意的几个问题	131
6.6	过程与函数	131
6.6.1	过程与过程文件	131
6.6.2	参数传递	134
6.6.3	用户自定义函数	136
6.6.4	变量的作用域	136
	本章小结	138
	习题	139
第 7 章	面向对象程序设计基础	143
7.1	面向对象程序设计的基本概念	143
7.1.1	类与对象	143
7.1.2	属性、事件和方法	144
7.2	Visual FoxPro 中的类	144
7.2.1	基类	145
7.2.2	容器类与控件类	145
7.3	Visual FoxPro 中的对象及引用	145
7.3.1	对象的引用	146
7.3.2	对象属性的设置	146
7.3.3	自定义属性	147
7.3.4	方法程序的调用	148
7.4	创建类	149
7.4.1	创建用户自定义类	149
7.4.2	将类添加到工具栏	151
7.4.3	类的使用	151
7.4.4	类的编辑	152
	本章小结	153
	习题	154
第 8 章	表单	155
8.1	设计表单	155
8.1.1	使用表单设计器设计表单	155

8.1.2	使用表单向导设计表单	158
8.1.3	数据环境	159
8.2	控件	160
8.2.1	标签	160
8.2.2	文本框	163
8.2.3	编辑框	165
8.2.4	形状与容器控件	169
8.2.5	对话框	170
8.2.6	命令按钮组	172
8.2.7	选项按钮组	175
8.2.8	复选框	177
8.2.9	计时器	180
8.2.10	列表框	183
8.2.11	组合框	187
8.2.12	表格	189
8.2.13	页框和页	191
8.3	表单集	193
8.3.1	表单集的操作	193
8.3.2	表单集应用举例	194
	本章小结	195
	习题	195
第 9 章	项目管理器	197
9.1	项目文件的创建与打开	197
9.2	项目管理器的基本操作	199
9.3	创建用户的应用系统	203
9.3.1	项目中文件的包含与排除	203
9.3.2	设置主文件	204
9.3.3	连编项目	204
	本章小结	205
	习题	206
第 10 章	报表和标签	208
10.1	创建报表	208
10.1.1	报表向导	208
10.1.2	快速报表	211
10.1.3	报表设计器	213
10.1.4	用报表设计器创建报表	215
10.2	修饰报表	217
10.2.1	添加报表控件	217
10.2.2	报表页面设置	219

10.3 设计标签	220
10.3.1 标签向导	220
10.3.2 标签设计器	221
本章小结	222
习题	222
第 11 章 菜单与工具栏	224
11.1 菜单的相关概念	224
11.1.1 常用的菜单形式	224
11.1.2 菜单设计的步骤	225
11.2 菜单设计器及其应用	225
11.2.1 启动菜单设计器	225
11.2.2 菜单设计器组成	226
11.2.3 系统主菜单中的有关命令	227
11.2.4 为应用程序创建菜单系统	229
11.3 在顶层表单中添加菜单	233
11.4 创建快捷菜单	235
11.5 创建工具栏	237
本章小结	240
习题	241
第 12 章 数据的导入和导出	242
12.1 数据导入	242
12.1.1 选择导入的文件类型	242
12.1.2 使用导入向导将数据导入新表	243
12.1.3 追加数据	245
12.2 数据导出	246
12.2.1 导出的文件类型	246
12.2.2 导出数据	246
本章小结	247
习题	247
第 13 章 应用系统开发实例	249
13.1 需求分析	249
13.1.1 系统功能	249
13.1.2 系统结构分析	250
13.2 数据库与表的设计	250
13.2.1 设计表	250
13.2.2 建立索引和表间关系	252
13.3 系统中各模块的设计	252
13.3.1 数据管理模块设计	252
13.3.2 学生成绩管理模块设计	254

13.3.3 系统管理模块的设计	260
13.3.4 系统主界面的设计	262
13.4 设置主程序并连编学生成绩管理系统	264
习题	265
附录	266
附录一 Visual FoxPro 常用函数	266
附录二 Visual FoxPro 事件语法与功能	271
附录三 Visual FoxPro 方法语法与功能	273
参考文献	275

第 1 章

数据库的基本概念

数据库是企业、组织或部门所涉及的存储在一起的相关数据的集合，它反映了数据本身的内容及数据之间的联系。

Visual FoxPro 是目前优秀的数据库管理系统之一。掌握数据库及数据库管理系统的基本概念，有助于在 Visual FoxPro 的可视化环境下，使用面向对象的方法开发出功能良好的数据库和应用程序。本章主要介绍数据库、数据库管理系统、关系及关系数据库的基本概念，关系数据库设计的基本知识。

1.1 数据、信息与数据处理

1.1.1 数据与信息

1. 数据

数据 (Data) 是数据库中存储的基本对象。凡是用来描述客观事物的数字、字符及一切能输入到计算机中，并能够被计算机处理的符号，都称为数据。简单地说，数据就是描述事物的符号记录。数据的概念包括两个内容：一是描述事物特性的数据内容，二是存储在某一种媒体上的数据形式。数据的形式多种多样，例如，某人的性别可以表示为“男”，也可以表示为“Male”。数据的种类也很多，数字只是最简单的一种数据，诸如文字、图像、声音等也都是数据。

目前，计算机的应用越来越广泛，很多事物被存储在计算机中进行处理。人们为了描述和处理这些事物，就要抽出对这些事物感兴趣的特征组成一个记录，例如在学生档案管理中，我们感兴趣的是学生的学号、姓名、性别、年龄、出生年月、籍贯和所在系，把这些特征组织起来：(200301001, 王璐, 女, 20, 1983, 北京, 计算机系)，这样一条学生记录就是数据。

2. 信息

信息 (Information) 是一种经过加工处理的特定形式的数据库，这种数据库形式对于数据库接收者来说是有意义的。

信息也是数据，经过提炼和抽象之后具有使用价值的数据库成为信息。信息是加工后的数据库，是加工的结果；数据库是加工的对象，是信息的具体表现形式。

1.1.2 数据处理

1. 数据处理

数据处理是将数据转换成信息的过程，即对各种类型的数据进行收集、整理、存储、分类、排序、加工、检索和传输的一系列活动的总称。通过处理数据可以获得信息，通过分析和筛选信息可以进行决策。例如，某人的“参加工作时间”是不会改变的基本特征之一，属于原始数据，而“工龄”是可以通过“参加工作时间”与当前日期计算出来的，属于信息。根据“工龄”信息，就可以判断此人何时需要晋升职称或办理退休手续。

2. 计算机数据管理

计算机数据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，是数据处理的中心问题。数据库技术是应数据管理任务的需要而产生的。

随着计算机技术的发展，在应用需求的推动下，数据管理技术经历了以下几个发展阶段。

(1) 人工管理

20 世纪 50 年代中期以前，计算机主要用于科学计算，计算机系统没有支持数据管理的软件，数据需要由应用程序管理；使用的外存有卡片、纸带和磁带等。

这一阶段数据管理的特点是：数据不保存；数据与程序不具有独立性，一组数据对应一组程序；数据不共享，因而存在大量的数据冗余。

(2) 文件系统

20 世纪 50 年代后期至 60 年代中期，计算机开始大量地用于管理中的数据处理工作，数据由专门的软件管理，称为文件系统；硬件方面有了磁盘等直接存取的存储设备。

这一阶段数据管理的特点是：数据可以长期保存，一个数据文件对应一个应用程序；数据共享性差、冗余度高；数据独立性差。

(3) 数据库系统

20 世纪 60 年代后期以来，计算机用于管理的规模越来越大，应用越来越广泛。出现了统一管理数据的专门软件系统——数据库管理系统；硬件上有了大容量磁盘且价格下降。

这一阶段数据管理的特点是：数据由数据库管理系统统一管理和控制，保证了数据的安全性、完整性、有效性和统一性；数据的独立性高，具有广泛的共享性，结构化程度高，冗余度低。

1.2 数据模型

说到模型我们并不陌生，例如，一张地图、一辆汽车模型都是具体的模型。模型是现实世界特征的模拟和抽象。数据模型也是一种模型，它是现实世界数据特征的抽象。

1.2.1 现实世界的描述

数据库是某个实际问题中涉及的数据的综合，它不仅要反映数据本身的内容，而且要反映数据之间的联系。由于计算机不能直接描述现实世界中的具体事物，所以人们必须事先把具体事物转换成计算机能够处理的数据。这个过程经历了对现实生活中事物特性的认识、概

念化到计算机数据库里的具体表示的逐级抽象过程。

1. 实体的描述

现实世界中存在各种事物，事物之间存在着联系，这种联系是客观存在的，是由事物本身的性质所决定的。例如，图书馆中有图书和读者，读者借阅图书；学校的教学系统中有教师、学生和课程，教师为学生授课，学生选修课程并取得成绩。

(1) 实体

实体是指客观存在并且相互区别的事物。例如，某个教师、某个学生和某一本图书都是实体。实体也可以是抽象的概念或联系，如学生的一次选课。

(2) 实体的属性

实体的属性是指描述实体的特性，即实体是通过属性来描述的。例如，学生实体的属性有学号、姓名、性别等。属性由属性名、类型和属性值组成。例如，“姓名”是属性名，类型为字符型，对于某个具体的学生而言，其属性值为“刘明”。

(3) 实体型

属性的集合表示一种实体的类型，称为实体型。例如，图书实体的实体型表示为（书号，书名，作者，单价），职工实体的实体型表示为（职工号，姓名，性别，出生日期，职称）。

(4) 实体集

同一类型的实体的集合，称为实体集。例如，某单位所有职工按照职工实体型的描述得到的数据构成职工实体集。

在 Visual FoxPro 中，用“表”来存放同一类实体组成的实体集，如图 1-1 所示的学生表；一个“表”中包含的若干个“字段”，即为实体的属性，如表中的学号、姓名、性别等均为字段；字段值的集合组成表中的一条记录，代表一个具体的实体，如表中的一行（200301001，王璐，女，1983/06/01，计算机）即为一条学生记录。

学号	姓名	性别	出生日期	专业
200301001	王璐	女	1983/06/01	计算机
200301002	陈刚	男	1982/12/12	计算机
.....			
200301060	赵磊	男	1983/09/10	计算机

图 1-1 学生表

2. 实体间联系及联系的种类

现实世界中，事物内部以及事物之间是有联系的，这些联系在信息世界中反映为实体集内部的联系和不同类型的实体之间的联系。例如，一名教师可以同时教授多个学生，每个学生也都有多个老师。

实体间的联系共分 3 种类型。

(1) 一对一联系 (One to One relationship, 记做 1:1)

一对一联系是双向的一对一。如果有两个实体集 A 和 B，A 中的每个实体只与 B 中的一个实体相关联，而 B 中的每个实体也只与 A 中的一个实体相关联，我们称 A 和 B 是一对一的联系。

例如，班级和班长之间就是一对一的联系。

(2) 一对多联系 (One to Many relationship, 记做 1:n)

如果有两个实体集 A 和 B, A 中的每个实体与 B 中的 n 个实体 ($n \geq 0$) 相关联, 而 B 中的每个实体至多与 A 中的一个实体相关联, 我们称 A 和 B 是一对多的联系, 而 B 和 A 则是多对一的联系。一对多联系是最普遍的联系。

例如, 部门和职工这两个实体集之间存在一对多的联系, 班级和学生之间也存在一对多的联系。

(3) 多对多联系 (Many to Many relationship, 记做 m:n)

如果有两个实体集 A 和 B, A 中的每个实体与 B 中的 n 个实体 ($n \geq 0$) 相关联, 而 B 中的每个实体也与 A 中的 m 个实体 ($m \geq 0$) 相关联, 我们称 A 和 B 是多对多的联系。

例如, 教师和学生之间为多对多的联系。

实际上, 一对一联系为一对多联系的特例, 而一对多联系是多对多联系的特例。

1.2.2 数据模型

数据模型是数据库管理系统用来表示实体及实体间联系的方法, 是数据库设计的核心与基础。一个具体的数据模型应当正确反映出数据之间存在的整体逻辑关系。

数据库不仅管理数据本身, 还要使用数据模型表示出数据之间的联系。任何一个数据库管理系统都是基于某种数据模型的。数据库管理系统支持 3 种数据模型: 层次模型、网状模型和关系模型。目前最流行的数据模型是关系模型。

1. 层次模型

用树型结构表示实体及其之间联系的模型称为层次模型。层次模型实际上是由若干个代表实体之间一对多联系的基本层次联系组成的一棵树, 树的每个节点代表一个实体类型。图 1-2 所示的为一个学校组织结构的层次模型。

支持层次模型的数据库管理系统称为层次数据库管理系统, 在这种系统中建立的数据库是层次数据库。层次模型的缺点是不能直接表示多对多的联系。

2. 网状模型

用网状结构表示实体及其之间联系的模型称为网状模型。网中的每一个节点代表一个实体类型。网状模型允许一个以上的节点无双亲及一个节点可以有多于一个的双亲。图 1-3 所示的为一个学校教学实体的网状模型。

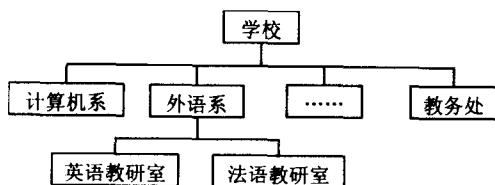


图 1-2 层次模型

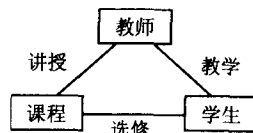


图 1-3 网状模型

支持网状模型的数据库管理系统称为网状数据库管理系统, 在这种系统中建立的数据库是网状数据库。网状模型可以方便地表示各种类型的联系。

3. 关系模型

用二维表结构表示实体及其之间联系的模型称为关系模型, 如图 1-1 所示。在关系模型

中，操作的对象和结果都是关系，每个关系都是一个二维表，无论实体本身还是实体之间的联系均用二维表来表示，使得描述实体的数据本身能够自然地反映它们之间的联系。

支持关系模型的数据库管理系统称为关系数据库管理系统，在这种系统中建立的数据库是关系数据库。关系数据库以其完备的理论基础、简单的模型、说明性的查询语言和使用方便等优点得到广泛的应用。

1.3 数据库系统

1.3.1 有关数据库的基本概念

1. 数据库

数据库 (Database, DB) 是存储在计算机存储设备上，结构化的相关数据集合。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。数据库中存放的数据往往是面向多种应用，可以被多个用户、多个应用程序所共享。

2. 数据库应用系统

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。例如，常见的工资管理系统、学生成绩管理系统、图书管理系统等，都是数据库应用系统。

1.3.2 数据库管理系统

数据库管理系统 (Database Management System, DBMS) 是负责对数据库的建立、使用和维护进行管理的大型系统软件，是数据库系统的核心组成部分。它建立在操作系统的基础上，是位于操作系统与用户之间的一层数据管理软件，负责对数据库进行统一的管理和控制。

Visual FoxPro 就是一个功能完善的 DBMS，能够实现数据库管理的各项功能，而且使用方便，适合中小企业开发各种数据库应用管理系统。

1. DBMS 的功能

由于不同的 DBMS 要求的硬件资源、软件环境是不同的，因此其功能与性能都存在着差异。一般来说，DBMS 的功能主要包括以下 6 个方面。

(1) 数据定义

数据定义包括定义构成数据库结构的外模式、模式和内模式，定义模式之间的映射，定义有关的约束条件。例如为保证数据库安全而定义的用户口令和存取权限等。

(2) 数据操纵

数据操纵包括对数据库数据的检索、插入、修改和删除等基本操作。

(3) 数据库运行管理

数据库运行管理是数据库管理系统的核心部分，包括对数据库进行并发控制、安全性检查、完整性约束条件的检查和执行、数据库的内部维护等。

(4) 数据组织、存储和管理

数据库中需要存放多种数据，如数据字典、用户数据、存取路径等，DBMS 负责分门别

类地组织、存储和管理这些数据，确定以何种文件结构和存取方式物理地组织这些数据，如何实现数据之间的联系，以便提高存储空间利用率和提高随机查找、顺序查找、增加、删除和修改记录等操作的时间效率。

(5) 数据库的建立和维护

数据库的建立是指建立数据库系统初始数据的输入与数据转换等。维护数据库包括数据库的转储与恢复、数据库的重组与重构造、性能的监视与分析等。

(6) 数据通信接口

DBMS 需要提供与其他软件系统进行通信的功能。例如，将数据转换成为另一个 DBMS 能够接受的格式，或者接收其他 DBMS 的数据。

2. DBMS 的组成

- (1) 数据定义语言 (DDL) 及其翻译处理程序。
- (2) 数据操纵语言 (DML) 及其编译程序。
- (3) 数据库运行控制程序。
- (4) 实用程序 (如数据转储程序、数据库恢复程序等)。

1.3.3 数据库系统及其构成

1. 数据库系统

数据库系统 (Database System, DBS) 是指引进数据库技术后的计算机系统，实现有组织地、动态地存储大量相关数据，提供数据处理和信息资源共享的便利手段。

2. 数据库系统的构成

数据库系统由 5 部分组成：硬件系统、数据库集合、数据库管理系统及相关软件、数据库管理员 (DBA) 和用户 (User)。

硬件系统是指支持数据库的物理设备，要求有足够的内存、外存空间和较快的联机访问速度以支持对外存的频繁访问。

软件系统包括数据库管理系统和支持数据库系统运行的操作系统及相关软件。

数据库管理员是建立、维护和管理数据库系统的专业人员，负责定义并存储数据库，监督和控制数据库的使用，数据库的日常维护，必要时重新组织和改进数据库。

数据库系统各组成部分之间的相互关系如图 1-4 所示。

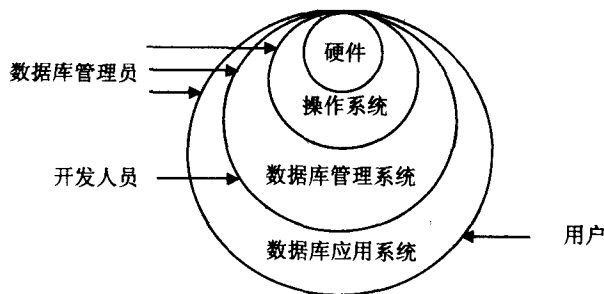


图 1-4 数据库系统层次示意图

3. 数据库系统的特点

- (1) 实现数据共享，减少数据冗余