

全国计算机等级考试教材系列

National Computer Rank Examination

二级 Visual FoxPro 程序设计教程

杨凤霞 主 编
贾凤波 黄艳红 副主编

Computer Rank
National Examination



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

最新大纲

全国计算机等级考试教材系列

二级 Visual FoxPro 程序设计教程

杨凤霞 主 编

贾凤波 黄艳红 副主编

中国水利水电出版社

内 容 提 要

信息技术已成为当今发展最迅速、最引人瞩目的技术之一。与此同时，系统的概念和系统的方法也已经渗透到社会各个领域。每年有大量的计算机初学者通过计算机等级考试跨入程序设计的殿堂，Visual FoxPro 6.0 对他们来说是一个很好的选择。

本书是依据新推出的《全国计算机等级考试考试大纲（二级 Visual FoxPro 程序设计）》编写的，内容做到了既不超纲，又不降低水平；讲解简明扼要，理论联系实际。在每一章的后面均附有练习题，供读者复习参考。

全书共分为 10 章，主要内容包括关系数据库基础知识、Visual FoxPro 6.0 的数据库设计、数据库应用系统的创建、面向过程的程序设计和面向对象的程序设计方法等。

本书适合作为全国计算机等级考试二级（Visual FoxPro）数据库程序设计培训教材，同时也可以作为其他人员学习 Visual FoxPro 的教材和参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

二级 Visual FoxPro 程序设计教程 / 杨凤霞主编. —北京：中国水利水电出版社，2006

（全国计算机等级考试教材系列）

ISBN 7-5084-2940-0

I. 二… II. 杨… III. 关系数据库—数据库管理系统, Visual FoxPro—程序设计—水平考试—教材 IV.TP311.138

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2006）第 038096 号

书 名	二级 Visual FoxPro 程序设计教程
作 者	杨凤霞 主 编 贾凤波 黄艳红 副主编
出版 发行	中国水利水电出版社（北京市三里河路 6 号 100044） 网址：www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@263.net（万水） sales@waterpub.com.cn
经 售	电话：（010）63202266（总机） 68331835（营销中心） 82562819（万水） 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	北京蓝空印刷厂
规 格	787mm×1092mm 16 开本 20 印张 484 千字
版 次	2006 年 4 月第 1 版 2006 年 4 月第 1 次印刷
印 数	0001—4000 册
定 价	30.00 元

凡购买我社图书，如有缺页、倒页、脱页的，本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

前 言

信息技术已成为发展最迅速、最引人注目技术之一。与此同时，系统的概念和系统的方法也已经渗透到社会发展的多个方向。每年有大量的计算机初学者通过计算机等级考试跨入程序设计的殿堂，Visual FoxPro 6.0 对他们来说是一个很好的选择。

Visual FoxPro 6.0 具有崭新的开发环境和系统结构，能更好地适应 Internet 应用程序以及分布式应用程序等，这些新颖实用的特点会协助开发人员更高效地完成开发工作。Visual FoxPro 6.0 将成为数据库应用系统或信息管理系统开发人员和广大用户的好帮手。基于以上原因，我们编写此书向广大读者介绍使用 Visual FoxPro 6.0 进行程序开发的方法。

本书的特点是：基于单机开发，通过详尽地讲解简单、实用而又具有代表性的开发实例，向读者介绍和讲解如何使用 Visual FoxPro 6.0 中提供的工具和功能来实现所需要的系统功能，并介绍一些设计和编程的技巧。

按照 2004 版的《全国计算机等级考试考试大纲》规定，将现有二级科目分成二级语言程序设计和二级数据库程序设计两类。二级仍定位为程序员，考核内容主要包括基础知识和程序设计。在教育部考试中心的组织下，根据 2004 版全国计算机等级考试二级（Visual FoxPro）数据库程序设计考试大纲的要求，我们编写了本书，作为 Visual FoxPro 培训教材。

本书体现了《全国计算机等级考试考试大纲》的要求，既不超纲，又不降低水平；讲解简明扼要，阐述由浅入深，层次分明，理论联系实际。

本书以介绍简单的基础知识开篇，向读者介绍 Visual FoxPro 6.0 的基本知识和基本操作，让读者能够对 Visual FoxPro 6.0 有一个基本的了解，然后依次介绍表、查询、表单、报表、菜单和工具栏的设计，最后介绍 Visual FoxPro 6.0 的程序设计技术。

本书由杨凤霞任主编，贾凤波、黄艳红任副主编，参与本书编写的还有童剑、林晓珊、张晋宝、毕超、赵京、郝文博、陈江、方春明、项天一、林丽、王晓青、黄浩、杨勇等老师，在此对他们的工作表示感谢。

由于时间仓促及编者水平有限，书中疏漏和错误之处实属难免，敬请读者不吝指正，以期日后修订时改进。如果读者在阅读本书的过程中遇到问题或有其他意见和建议，请发电子邮件至 xinyuanxuan@263.net，我们将竭诚为您提供帮助，并努力改进今后的工作，以奉献给读者高品质的图书。

编 者

2005 年 12 月

目 录

前言

第 1 章 数据库及 Visual FoxPro 基础知识	1
本章考点和学习目标	1
1.1 数据库简介	1
1.1.1 数据管理基础	1
1.1.2 数据库系统基础	4
1.1.3 数据模型分类	6
1.2 关系数据库简介	8
1.2.1 关系模型	8
1.2.2 关系运算	9
1.3 Visual FoxPro 简介	10
1.3.1 Visual FoxPro 基础	10
1.3.2 启动 Visual FoxPro	11
1.3.3 Visual FoxPro 设计器	12
1.3.4 使用工具栏	12
1.3.5 使用向导	13
1.3.6 Visual FoxPro 系统菜单	14
历年经典考题讲解	16
习题一	17
第 2 章 Visual FoxPro 编程基础	18
本章考点和学习目标	18
2.1 程序编辑环境	18
2.1.1 程序编辑窗口的基本操作	18
2.1.2 程序文件的运行	19
2.1.3 创建良好的程序编写环境	20
2.2 基本数据元素	22
2.2.1 常量	22
2.2.2 变量	22
2.2.3 表达式	24
2.2.4 运算符	24
2.2.5 函数	26
2.3 程序结构控制命令	30

2.3.1	简单条件语句	30
2.3.2	嵌套式条件语句	31
2.3.3	多重条件语句	32
2.3.4	基本循环语句	34
2.3.5	计数循环语句	35
2.3.6	数据表扫描循环语句	36
2.4	预处理语句	37
2.4.1	编译常量	37
2.4.2	条件编译	38
2.5	过程和用户自定义函数	39
2.5.1	过程与自定义函数的构成	39
2.5.2	过程与自定义函数的调用	40
2.5.3	参数接收	40
2.6	面向对象程序设计基础	41
2.6.1	类和对象	42
2.6.2	类程序设计	44
2.6.3	对象程序设计	47
2.6.4	事件程序设计	50
	历年经典考题讲解	51
	习题二	51
第3章	Visual FoxPro 数据库的基本操作	53
	本章考点和学习目标	53
3.1	数据库的建立与操作	53
3.1.1	建立项目	53
3.1.2	建立数据库	54
3.1.3	数据库设计器	57
3.1.4	操作数据库	58
3.2	数据表的建立与基本操作	60
3.2.1	建立表	60
3.2.2	表记录的操作	64
3.3	设置表的数据字典	72
3.3.1	设置字段约束	72
3.3.2	设置索引	78
3.3.3	设置表约束	86
3.3.4	设置数据表间关系	90
3.3.5	设置参照完整性	92
	历年经典考题讲解	95

习题三	96
第4章 视图	97
本章考点和学习目标	97
4.1 视图概述	97
4.2 建立视图	97
4.2.1 创建本地视图	97
4.2.2 创建并使用远程视图	102
4.2.3 在视图中操作表	105
4.3 处理自由数据	106
4.3.1 处理游离视图	107
4.3.2 创建游离视图	107
4.3.3 显示和修改自由数据	108
4.4 优化视图性能	110
4.4.1 控制递进式获取信息量的大小	110
4.4.2 控制备注字段的获取	110
4.4.3 设置下载的最大记录数	110
4.4.4 优化过滤器和连接	111
4.4.5 共享多个远程视图的连接	112
历年经典考题讲解	113
习题四	113
第5章 查询	115
本章考点和学习目标	115
5.1 查询概述	115
5.2 建立查询	115
5.2.1 使用查询设计器	116
5.2.2 使用查询向导	117
5.2.3 使用查询去向	119
5.3 建立多表查询	122
5.3.1 建立“合同信息库”	122
5.3.2 建立多表查询	123
5.4 建立交叉表查询	127
5.4.1 用查询设计器建立交叉表查询	127
5.4.2 用查询向导建立交叉表查询	128
5.5 建立图形查询	131
5.5.1 区域图	132
5.5.2 立体堆叠区域图	132
5.5.3 横条图	132

5.5.4	立体横条图	132
5.5.5	竖条图	133
5.5.6	立体竖条图	134
5.5.7	饼状图	134
5.5.8	立体饼状图	134
5.5.9	XY 图	134
5.6	统计计算和分组	135
5.6.1	添加统计计算字段	135
5.6.2	确定查询输出的内容	139
5.6.3	数据分组	150
	历年经典考题讲解	153
	习题五	154
第 6 章	关系数据库标准语言 SQL	155
	本章考点和学习目标	155
6.1	SQL 概述	155
6.2	SQL 的数据定义功能	156
6.2.1	Select 语句	156
6.2.2	Where 子句	157
6.2.3	From 子句	159
6.2.4	更名运算	159
6.2.5	元组变量	159
6.2.6	排列元组的显示次序 (Order By)	160
6.2.7	集合操作	160
6.2.8	统计查询	161
6.2.9	嵌套子查询	162
6.3	数据库修改	164
6.3.1	删除	164
6.3.2	插入	165
6.3.3	更新	165
	历年经典考题讲解	166
	习题六	166
第 7 章	表单	168
	本章考点和学习目标	168
7.1	表单基础	168
7.2	创建表单	169
7.2.1	表单向导	169
7.2.2	表单设计器	172

7.2.3	创建一对多表单	173
7.2.4	设置数据环境	176
7.3	表单管理	177
7.3.1	隐藏表单	177
7.3.2	将参数传递到表单	177
7.3.3	将表单另存为 HTML 文件	177
7.3.4	管理表单的多个实例	178
7.3.5	在表单中使用本地和远程数据	179
7.3.6	设置表单模板	180
7.4	表单操作	181
7.4.1	设置表单属性	181
7.4.2	向表单中添加字段	182
7.4.3	向表单添加控件	184
7.4.4	加入页框	185
7.4.5	加入表格	186
7.4.6	完善控件按钮	187
7.4.7	使用调色板快速设置对象颜色	188
7.4.8	布局表单中的对象	189
7.4.9	设置对象的 Tab 键次序	190
7.5	为表单添加控件	191
7.5.1	标签控件	191
7.5.2	文本框控件	193
7.5.3	命令按钮控件	196
7.5.4	编辑框控件	199
7.5.5	选项组控件	201
7.5.6	微调按钮	203
7.5.7	组合框控件	204
7.5.8	列表框控件	206
7.5.9	表格控件	207
7.5.10	图像控件	208
	历年经典考题讲解	211
	习题七	211
第 8 章	菜单和工具栏	213
	本章考点和学习目标	213
8.1	创建菜单	213
8.1.1	菜单设计器	213
8.1.2	规划菜单系统	214

8.1.3	创建菜单	214
8.1.4	为菜单系统指定任务	218
8.2	创建自定义工具栏	222
8.2.1	定义工具栏类	222
8.2.2	在自定义工具栏类中添加对象	223
8.2.3	在表单集中添加自定义工具栏	224
8.3	定制菜单系统	226
8.3.1	显示状态栏信息	226
8.3.2	定义菜单标题的位置	226
8.3.3	保存与还原菜单	227
8.3.4	为菜单系统创建默认过程	227
8.4	建立货物管理系统的主界面菜单	227
8.4.1	建立表单	228
8.4.2	编写代码	229
	历年经典考题讲解	230
	习题八	230
第9章	报表	232
	本章考点和学习目标	232
9.1	报表概述	232
9.2	创建报表	232
9.2.1	使用报表向导	232
9.2.2	快速制作报表	240
9.2.3	报表设计器	242
9.3	计划、创建报表布局	246
9.3.1	计划报表布局	246
9.3.2	设置报表数据环境	247
9.4	添加报表控件	249
9.4.1	添加字段	249
9.4.2	添加标签控件	250
9.4.3	选择、移动及调整报表控件的大小	252
9.4.4	复制和删除报表控件	253
9.4.5	对齐控件	253
9.4.6	调整控件的位置	253
9.5	预览、打印报表	254
9.5.1	添加和使用变量	254
9.5.2	预览结果	255
9.5.3	打印报表	255

历年经典考题讲解	256
习题九	256
第 10 章 Visual FoxPro 应用程序技术	257
本章考点和学习目标	257
10.1 项目管理器基础	257
10.1.1 项目管理器简介	257
10.1.2 项目管理器基本操作	259
10.2 应用程序生成器与连编应用程序	261
10.2.1 使用应用程序向导	261
10.2.2 应用程序生成器	262
10.2.3 连编应用程序	265
10.3 程序调试	265
10.3.1 跟踪窗口	266
10.3.2 局部窗口和监视窗口	268
10.3.3 事件跟踪	269
10.3.4 使用错误处理程序	269
10.4 优化程序	270
10.4.1 快速定位记录	270
10.4.2 引入缓冲	272
10.5 发布应用程序	273
10.5.1 准备工作	273
10.5.2 发布程序	277
10.5.3 制作安装盘	280
10.5.4 发布考勤管理系统	281
10.5.5 软件发布	283
历年经典考题讲解	287
习题十	287
附录 1 全国计算机等级考试二级 VFP 考试大纲	290
附录 2 全真模拟笔试试题	294
附录 3 课后习题及模拟试题答案	304

第 1 章 数据库及 Visual FoxPro 基础知识

本章考点和学习目标

考点:

- 具有 Visual FoxPro 数据库和关系数据库基本知识

学习目标:

- 了解数据库基础知识
- 了解关系数据库的基本概念
- 了解 Visual FoxPro 基础及其简单操作

1.1 数据库简介

数据库技术是信息社会的重要基础技术之一,是计算机科学领域中发展最为迅速的分支。数据库技术是一门综合性技术,它涉及到操作系统、数据结构、算法设计和程序设计等知识,因此在计算机科学中将数据库技术作为专门学科来研究和学习。

那什么叫数据库呢?作为应用系统的核心和管理对象,数据库就是以一定的组织方式将相关的数据组织在一起,存放在计算机存储器上形成的、能为多个用户共享的、与应用程序彼此独立的一组相关数据的集合。

1.1.1 数据管理基础

1. 数据与数据处理

数据是指存储在某一介质上能够识别的物理符号。数据的概念包括两个方面:其一是描述事务特性的数据内容;其二是存储在某一介质上的数据形式。数据的形式是多种多样的。

数据的概念在数据处理领域中已经大大拓宽。数据不仅包括数字、字母、文字和其他特殊字符组成的文本形式,而且还包括图形、图像、动画、影像、声音等多媒体形式。但是使用最多、最基本的仍然是文字数据。

数据处理是指将数据转换成信息的过程。从数据处理的角度而言,信息是一种被加工成特定形式的数据,这种数据形式对于数据接收者来说是有意义的。

在计算机中,使用计算机存储器(如磁盘)来存储数据;通过计算机软件来管理数据;通过应用程序来对数据进行加工处理。

2. 计算机数据管理

数据处理的中心问题是数据管理。计算机对数据的管理是指如何对数据分类、组织、编码、存储、检索和维护。

计算机在数据管理方面也经历了由低级到高级的发展过程。计算机数据管理随着计算机硬

件、软件技术和计算机应用范围的发展而发展,多年来经历了人工管理、文件系统、数据库系统、分布式数据库系统和面向对象数据库系统等几个阶段。

(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。当时的硬件状况是外存储器只有纸带、卡片、磁带,没有像磁盘这样的可以随机访问、直接存取的外部存储设备;软件状况是没有操作系统,没有专门管理数据的软件,数据由计算或处理它的程序自行携带。数据管理任务,包括存储结构、存取方法、输入/输出方式等完全由程序设计人员负责。

这一时期计算机数据管理的特点是:数据与程序不具有独立性,一组数据对应一组程序。数据不长期保存,程序运行结束后就退出计算机系统,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,称为数据冗余。

(2) 文件系统。20 世纪 50 年代后期到 60 年代中期,计算机的应用范围逐渐扩大,不仅用于科学计算,而且还大量用于管理。可以直接存取的磁鼓、磁盘称为联机的主要外部存储设备;在软件方面,出现了高级语言和操作系统。操作系统中有了专门的数据管理软件,称为文件系统。

在文件系统阶段,程序和数据有了一定的独立性,程序和数据分开存储,有了程序文件和数据文件的区别。数据文件可以长期保存在外存储器上被多次存取。

在文件系统的支持下,程序只需用文件名就可以访问数据文件,程序员可以将精力集中在数据处理的算法上,而不必关心记录在存储器上的地址和内、外存交换数据的过程。

但是,文件系统中的数据文件是为了满足特定业务,或某部门的专门需要而设计的,服务于某一特定应用程序,数据和程序相互依赖。同一数据项可能重复出现在多个文件中,导致数据冗余度大,这不仅浪费了存储空间,增加了更新开销,更严重的是,由于数据不能统一修改,容易造成数据的不一致。

文件系统存在的问题阻碍了数据处理技术的发展,不能满足日益增长的信息需求,这是数据库技术产生的原动力,也是数据库系统产生的背景。

(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更为庞大,应用越来越广泛,需要计算机管理的数据量急剧增长,同时多种应用、多种语言互相覆盖地共享数据集合的要求越来越强烈。硬件中出现了大容量磁盘,硬件价格下降,软件价格上升,为编制和维护系统软件及应用程序所需的成本相对增加。在处理方式上,联机实时处理要求更多,并开始提出和考虑分布处理。在这种背景下,以文件系统作为数据管理手段已经不能满足应用的需求,于是为解决多用户、多应用共享数据的需求,使数据为尽可能多的应用提供服务,出现了数据库技术和统一管理数据的专门软件系统——数据库管理系统。

1968 年,美国 IBM 公司研制成功的数据库管理系统 (Information Management System, IMS) 标志着数据处理技术进入了数据库系统阶段,IMS 是层次模型数据库。1969 年,美国 CODASYL (Conference On Data System Language, 数据系统语言协会) 委员会公布了 DBTG 报告,对研制开发网状数据库系统起到了推动作用。自 1970 年起,IBM 公司的研究成果奠定了关系数据库的理论基础。目前关系数据库系统已逐渐淘汰了网状数据库和层次数据库,成为当今最流行的商用数据库系统。

一般来说,数据库系统由计算机软、硬件资源组成。它实现了有组织地动态存储大量关联数据的功能,方便多用户访问。它与文件系统的重要区别是数据的充分共享、交叉访问以及应用程序的高度独立性。也就是说,数据库系统可以把日常一些表格、卡片等数据有组织地集

合在一起,输入到计算机,然后通过计算机处理,再按一定要求输出结果,所以对于数据库来说,主要解决以下3个问题:

- 1) 有效地组织数据。主要是对数据进行合理设计,以便计算机存放。
- 2) 将数据方便地输入到计算机中。
- 3) 根据用户的要求将数据从计算机中抽取出来。

这样便达到了人们处理数据的最终目的。

数据库也是以文件方式存储数据的,但它是数据的一种高级处理方式。在应用程序和数据库之间有一个新的数据管理软件 DBMS (DataBase Management System),即数据库管理系统。数据库管理系统对数据的处理方式和文件系统不同,它把所有应用程序中使用的数据汇集在一起,并以记录为单位存储起来,便于应用程序查询和使用,如图 1-1 所示。

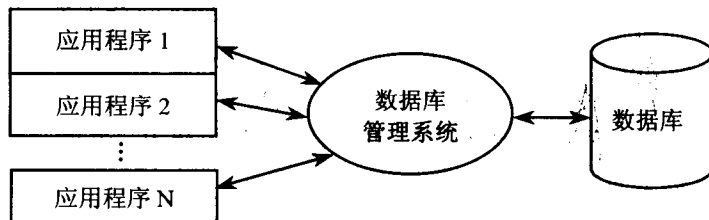


图 1-1 应用程序与数据库的关系

数据库系统和文件系统的区别是:数据库对数据的存储是按照同一结构进行的,不同应用程序都可以直接操作这些数据(即应用程序的高度独立性);数据库系统对数据的完整性、惟一性和安全性都提供一套有效的管理(即数据的充分共享性);数据库系统还提供管理和控制数据的各种简单操作命令,使用户编写程序时更容易掌握(即操作方便性)。

(4) 分布式数据库系统。随着计算机科学和技术的发展,数据库技术与通信技术、面向对象技术、多媒体技术、人工智能技术、面向对象程序设计技术及并行计算技术等相互渗透、相互结合,使数据库系统产生了新的发展,成为当代数据库发展的主要特征。

数据库技术与网络通信技术的结合产生了分布式数据库系统。20 世纪 70 年代之前,数据库系统多数是集中式的。网络技术的发展为数据库提供了分布式运行的环境,从主机—终端体系结构发展到客户/服务器(Client/Server, 简称 C/S) 系统结构。

数据库技术与网络技术的结合分为紧密结合与松散结合两大类。分布式数据库系统又分为物理上分布、逻辑上集中的分布式数据库结构和物理上分布、逻辑上分布的分布式数据库结构两种。

物理上分布、逻辑上集中的分布式数据库结构是一个逻辑上统一、地域上分布的数据集合,是计算机网络环境中各个节点局部数据库的逻辑集合,同时受分布式数据库管理系统的统一控制和管理,把全局数据模式按数据来源和用途,合理分布在系统的多个节点上,使大部分数据可以就地或就近存取,而用户不会感到数据的分布。

物理上分布、逻辑上分布的分布式数据库结构是把多个集中式数据库系统通过网络连接起来,各个节点上的计算机可以利用网络通信功能访问其他节点上的数据库资源。它一般由两部分组成:一是本地节点的数据;二是本地节点共享的其他节点上有关的数据。在这种运行环

境中,各个数据库系统的数据库有各自独立的数据库管理系统集中管理。节点间的数据共享由双方协商确定。这种数据库结构有利于数据库的集成、扩展和中心配置。

目前使用较多的是基于第二种结构的客户/服务器系统结构。C/S 结构将应用程序根据应用情况分布到客户的计算机和服务服务器上,将数据库管理系统和数据库放置到服务器上,客户端的程序使用开放数据库连接(Open Data Base Connectivity, ODBC)标准协议通过网络访问远程的数据库。

Access 为创建功能强大的客户/服务器应用程序提供了专用工具。客户/服务器应用程序具有本地(客户)用户界面,但访问的是远程服务器上的数据。

(5) 面向对象数据库系统。数据库技术与面向对象程序设计技术结合产生了面向对象数据库系统。面向对象数据库吸收了面向对象程序设计方法的核心概念和基本思想,采用面向对象的观点来描述现实世界实体(对象)的逻辑组织、对象之间的限制和联系等。它克服了传统的局限性,能够自然地存储复杂的数据对象以及这些对象之间的复杂关系,从而大幅度地提高了数据库管理效率、降低了用户使用的复杂性。因此,面向对象数据库技术有望成为继数据库技术之后的新一代数据管理技术。

Access 从本质上说,是传统的关系型数据库系统,但它在用户界面、程序设计等方面进行了很好地扩充,提供了面向对象程序设计的强大功能。

1.1.2 数据库系统基础

本节介绍与数据库技术相关的基本概念和数据库管理系统所支持的各种数据模型。

1. 数据库基本概念

(1) 数据。数据是指描述事务的符号记录。在计算机中,文字、图形、图像、声音等都是数据,学生的档案、教师的基本情况、货物的运输情况等也都是数据。

(2) 数据库。数据库是存储在计算机存储设备中的、结构化的相关数据的集合。它不仅包括描述事务的数据本身,而且包括相关事务之间的关系。

数据库中的数据不只是面向某一项特定的应用,而是面向多种应用,可以被多个用户、多个应用程序共享。

(3) 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的面向某一类实际应用的软件系统。例如,学生教学管理系统、财务管理系统、人事管理系统、图书管理系统、生产管理系统等。

(4) 数据库管理系统。数据库管理系统是指位于用户与操作系统之间的数据管理软件。数据库管理系统是为数据库的建立、使用和维护而配置的软件。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。数据库管理系统使用户能方便地定义数据和操纵数据,并能够保证数据的安全性、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。在微机环境中, Visual FoxPro 和 Access 等都是数据库管理系统。

(5) 数据库系统是指引进数据库技术后的计算机系统,能实现有组织地、动态地存储大量相关数据,提高数据处理和信息资源共享的便利手段。数据库系统由 5 部分组成,包括硬件系统、数据库集合、数据库管理系统及相关软件、数据库管理员和用户。

2. 数据库系统特点

数据库系统的出现是计算机数据处理技术的重大进步,它具有以下特点:

(1) 实现了数据共享。数据共享允许多个用户同时存取数据而互不影响, 这个特征正是数据库技术先进性的体现。数据共享包括以下 3 个方面:

- 所有用户可以同时存取数据。
- 数据库不仅可以为当前的用户服务, 也可以为将来的新用户服务。
- 可以使用多种语言完成与数据库的接口。

(2) 实现了数据独立。所谓数据独立是指应用程序不随数据存储结构的改变而变动。这是数据库系统一个最基本的优点。数据独立包括两个方面:

- 物理数据独立: 数据的存储方式和组织方法改变时, 不影响数据库的逻辑结构, 从而不影响应用程序。
- 逻辑数据独立: 数据库逻辑结构变化时(如数据定义的修改、数据间联系的变更等), 不会影响用户的应用程序, 即用户应用程序无须修改。

数据独立提高了数据处理系统的稳定性, 从而提高了程序维护的效益。

(3) 减少了数据冗余度。用户的逻辑数据文件和具体的物理数据文件不必一一对应, 存在着“多对一”的重叠关系, 有效地节省了存储资源。

(4) 避免了数据不一致性。由于数据只有一个物理备份, 所以数据的访问不会出现不一致的情况。

(5) 加强了对数据的保护。数据库中加入了安全保密机制, 可以防止对数据的非法存取。由于进行集中控制, 所以有利于控制数据的完整性。数据库系统采取了并发访问控制, 保证了数据的正确性。另外, 数据库系统还采取了一系列措施来实现对数据库破坏的恢复。

3. 数据库管理系统

数据库管理系统(DBMS)支持用户对数据库的基本操作, 是数据库系统的核心软件, 其主要目标是使数据成为方便用户使用的资源, 易于被各种用户所共享, 并增进数据的安全性、完整性和可用性。

不同的 DBMS 要求的硬件资源、软件环境是不同的, 其功能与性能也存在差异, 但一般来说, 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, 定义各个外模式与模式之间的映射, 定义模式与内模式之间的映射, 定义有关的约束条件(例如, 为保证数据库中数据具有正确语意而定义的完整性规则, 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。对数据库的运行管理是 DBMS 运行时的核心部分, 包括对数据库进行并发控制、安全性检查、完整性约束的检查以及数据库的内部维护(如索引、数据字段的自动维护)等。所有访问数据库的操作都要在这些控制程序的统一管理下进行, 以保证数据的安全性、完整性、一致性以及多用户对数据库的并发使用。

(4) 数据组织、存储和管理。数据库中需要存放多种数据, 例如, 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, 并确定以哪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及提高随机查找、顺序查找、增加、删除、修改等操作的时间效率。

(5) 数据库的建立和维护。建立数据库包括数据库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、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, 提供与其他 DBMS 或文件系统的接口, 从而将数据转换为另一个 DBMS 或文件系统能够接受的格式, 或者接收其他 DBMS 或文件系统的数据库。

为了提供上述功能, DBMS 通常由以下 4 部分组成:

(1) 数据定义语言及其翻译处理程序。DBMS 一般都提供数据定义语言 (Data Defining Language, 简称 DDL) 供用户定义数据库的外模式、模式、内模式、各级模式间的映射、有关的约束条件等。用 DDL 定义的外模式、模式和内模式分别称为源外模式、源模式和源内模式, 各种模式翻译程序负责将它们翻译成相应的内部表示, 即生成目标外模式、目标模式和目标内模式。

(2) 数据操纵语言及其编译(解释)程序。DBMS 提供了数据操纵语言 (Data Manipulation Language, DML) 实现对数据库的检索、插入、修改、删除等基本操作。DML 分为宿主型 DML 和自主型 DML 两类。宿主型 DML 本身不能独立使用, 必须嵌入主语言中, 例如, 嵌入 C、COBOL、FORTRAN 等高级语言中。自主型 DML 又称为自含型 DML, 它是交互式命令语言, 语法简单, 可以独立使用。

(3) 数据库运行控制程序。DBMS 提供了一些负责数据库运行过程中控制与管理的系统运行控制程序, 包括系统初启程序、文件读写与维护程序、存取路径管理程序、缓冲区管理程序、安全性控制程序、完整性检查程序、并发控制程序、事务管理程序、运行日志管理程序等, 它们在数据库运行过程中监视对数据库的所有操作, 控制管理数据库资源, 处理多用户的并发操作等。

(4) 实用程序。DBMS 提供一些实用程序, 包括数据初始装入程序、数据转储程序、数据库恢复程序、性能监测程序、数据库再组织程序、数据转换程序、通信程序等。数据库用户可以利用这些实用程序完成数据库的建立与维护以及数据格式的转换与通信。

1.1.3 数据模型分类

现实世界是存在于人脑之外的客观世界, 要解释和认识世界, 就需要用模型来进行描述。

从理论上讲, 数据模型是指反映客观事物以及事物之间联系的数据组织的结构和形式。客观事物是千变万化的, 各种客观事物的数据模型也是千差万别的, 但也有其共同性。常用的数据模型有如下 3 种:

- 层次模型。
- 网状模型。
- 关系模型。

1. 层次模型

层次模型 (hierarchical model) 表示数据间的从属关系结构, 是一种以记录某一事物的类型为根结点的有向树结构。层次模型像一棵倒置的树, 根结点在上, 层次最高; 子结点在下, 逐层排列。其重要特征如下:

- (1) 仅有一个无双亲的根结点。
- (2) 根结点以外的子结点, 向上仅有一个父结点, 向下有若干子结点。

层次模型表示的是从根结点到子结点的一个结点对多个结点, 或从子结点到父结点的多