

21世纪高校计算机基础教育系列规划教材



Visual FoxPro 程序设计教程

李建元 熊 刚 主 编

徐文胜 吴克捷 聂伟强 吴建梅 副主编



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE



Visual FoxPro 程序设计教程

作者：[作者姓名]
出版社：[出版社名称]

ISBN: [ISBN号]
定价：[定价]

21 世纪高校计算机基础教育系列规划教材

Visual FoxPro 程序设计教程

主 编 李建元 熊 刚

副主编 徐文胜 吴克捷 聂伟强 吴建梅

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

内 容 简 介

本书系统地介绍了关系型数据库管理系统 Visual FoxPro 的基础知识和程序设计的基本方法,全书遵循由“语言基础—程序设计—系统开发”组成的3段教学法,结合全国高等学校计算机等级考试“二级 Visual FoxPro”大纲及全国计算机等级考试“二级 Visual FoxPro”考试大纲编写。全书共分12章,依次为:数据库基础理论、Visual FoxPro 使用基础、数据表的操作、数据库的操作、查询与视图、关系数据库标准语言 SQL、程序设计基础、面向对象程序设计基础、表单的设计及应用、报表的创建、菜单设计及应用系统开发实例。

本书配有大量切合讲述内容的例题和习题,便于读者效仿,举一反三,起到事半功倍的效果,并配有《Visual FoxPro 程序设计实验教程》,作为读者上机实践的指导,帮助读者进一步消化、吸收 Visual FoxPro 的基础知识和技能。

本书可作为非计算机专业本科生、高专和高职的数据库公共课教材,还可作为计算机等级考试培训辅导教材,以及数据库应用系统开发人员参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

Visual FoxPro 程序设计教程/李建元,熊刚主编.

—北京:中国铁道出版社,2007.2

(21世纪高校计算机基础教育系列规划教材)

ISBN 978-7-113-07737-2

I.V… II.①李… ②熊… 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(2007)第 021972 号

书 名: Visual FoxPro 程序设计教程

作 者: 李建元 熊 刚 等

出版发行: 中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街8号)

策划编辑: 严晓舟 秦绪好

责任编辑: 苏 茜 杨 勇 包 宁

封面设计: 高 洋

封面制作: 白 雪

责任校对: 吴媛媛

印 刷: 北京铭成印刷有限公司

开 本: 787×1092 1/16 印张: 17.75 字数: 412 千

版 本: 2007年2月第1版 2007年2月第1次印刷

印 数: 1~5 000 册

书 号: ISBN 7-113-07737-2/TP·2102

定 价: 24.00 元

版权所有 侵权必究

本书封面贴有中国铁道出版社激光防伪标签,无标签者不得销售

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社计算机图书批销部调换。



21 世纪高校计算机基础教育系列规划教材

编委会

主任：徐升华

副主任：李广振 何火娇

委员：任剑岚 朱欣成 李淑芝 徐远清 熊仲侃

江国文 李德鑫 柏万里 蒋腾旭 胡继平

陆 玲 张节兰 黄学光 刘 敏 李早水

赵学峰 杜建强 冯祥胜 王 俊 吴 昊

俞俊甫 杨志文 李志群 罗 坚 王声决

李建元 熊 刚

Microsoft Visual FoxPro 6.0 关系型数据库系统是 Microsoft 公司 Visual Studio 6.0 系列开发产品之一,是性能完善的编程语言。Visual FoxPro 6.0 提供了一个功能强大的集成化开发环境,采用可视化和面向对象的程序设计方法,使数据管理和应用程序的开发更加简便。

本书按照教育部提出的非计算机专业计算机基础教学的 3 个层次要求,参照《全国计算机等级考试大纲(最新版)》和《全国高等学校计算机等级考试(江西考区)考试大纲》组织编写。作者均为长期从事高校数据库技术课程教学的一线教师,对课程的重点、难点把握准确,本书是在总结了他们多年讲授此课程的体会和实践心得的基础上形成的。

本书在内容的设计上力求做到深入浅出、循序渐进,遵循由“语言基础—程序设计—系统开发”组成的 3 段教学法,基本概念、基本技术与方法的讲解准确明晰。书中包含了大量的典型案例,通过案例的讲解既能说明有关概念,又具有一定的实际意义,以激发学生的学习兴趣,且所有案例均通过调试,可以在 Visual FoxPro 6.0 环境下直接运行。各章之后配有大量的上机练习题,使学生能够通过上机实践掌握所学内容,提高动手能力和实践技能,第 12 章“应用系统开发实例”使学生在学完 Visual FoxPro 6.0 后,对应用系统开发过程有一个初步的认识,掌握 Visual FoxPro 6.0 应用系统的开发技术。

本教材共分 12 章,第 1 章介绍了数据库基础理论,第 2 章介绍了 Visual FoxPro 使用基础,第 3 章介绍了数据表的操作,第 4 章介绍了数据库的操作,第 5 章介绍了查询与视图,第 6 章介绍了关系数据库标准语言 SQL,第 7 章介绍了程序设计基础,第 8 章介绍了面向对象程序设计基础,第 9 章介绍了表单的设计及应用,第 10 章介绍了报表的创建,第 11 章介绍了菜单设计,第 12 章介绍了 Visual FoxPro 应用系统开发实例。

本教材的第 1 章和第 2 章由吴克捷编写,第 3 章由李建元编写,第 4 章由聂伟强编写,第 5 章、第 8 章和第 9 章由熊刚编写,第 6 章由吴建梅编写,第 7 章和第 10 章~第 12 章由徐文胜编写。任剑岚、黎虹、杨志文、刘嘉俊也参加了本教材的编写工作,全书由聂承启教授担任主审。在本书的编写过程中,得到了全国高等学校计算机等级考试(江西考区)专家组全体专家、教授的大力支持与悉心指导,在此表示诚挚的谢意。

与本教材配套出版的实验教程包含了大量不同题型的练习题和上机实验题,同时附有详尽的解析及参考答案,有利于学生在课外进行自主学习,巩固所学的知识。

由于编者水平有限,书中难免存在疏漏与不足,恳请读者批评指正。

编者

2006 年 12 月

第 1 章 数据库基础理论.....	1
1.1 信息、数据和数据处理.....	1
1.1.1 信息与数据.....	1
1.1.2 数据处理.....	2
1.2 数据库系统的基本概念.....	3
1.2.1 数据库.....	3
1.2.2 数据库管理系统.....	4
1.2.3 数据库系统的组成.....	5
1.3 关系型数据库管理系统.....	6
1.3.1 关系数据库.....	6
1.3.2 关系的规范化.....	8
1.3.3 关系的完整性.....	8
1.3.4 关系运算.....	9
1.4 Visual FoxPro 数据库管理系统.....	11
1.4.1 Visual FoxPro 的组成和主要技术参数.....	11
1.4.2 Visual FoxPro 的文件类型.....	15
1.4.3 Visual FoxPro 的安装、启动和退出.....	16
1.4.4 Visual FoxPro 系统环境的配置.....	17
1.4.5 Visual FoxPro 的用户界面和用户操作方式.....	18
习 题.....	23
第 2 章 Visual FoxPro 使用基础.....	25
2.1 Visual FoxPro 6.0 的命名规则与数据类型.....	25
2.1.1 Visual FoxPro 6.0 的命名规则.....	25
2.1.2 Visual FoxPro 6.0 的数据类型.....	25
2.2 常量.....	28
2.3 变量.....	28
2.3.1 字段变量.....	29
2.3.2 内存变量.....	29
2.3.3 数组变量.....	32
2.3.4 系统变量.....	34
2.4 常用函数.....	34
2.4.1 数值函数.....	35
2.4.2 字符串函数.....	35
2.4.3 日期与时间函数.....	36
2.4.4 转换函数.....	37

2.4.5	数据文件函数.....	37
2.4.6	环境函数.....	38
2.5	表达式.....	38
2.5.1	数值型数据的运算.....	39
2.5.2	字符型数据的运算.....	39
2.5.3	日期时间型数据的运算.....	39
2.5.4	关系运算.....	40
2.5.5	逻辑型数据的运算.....	41
2.5.6	类与对象操作符.....	41
习 题		41
第 3 章	数据表的操作.....	44
3.1	项目管理器.....	44
3.1.1	创建项目.....	44
3.1.2	“项目管理器”的使用.....	45
3.2	数据表的建立.....	46
3.2.1	建立数据表结构.....	47
3.2.2	输入数据表数据.....	50
3.2.3	利用“表向导”创建数据表.....	52
3.2.4	表的打开与关闭.....	54
3.2.5	修改数据表结构.....	55
3.3	数据录入.....	57
3.4	数据的显示和修改.....	58
3.4.1	用编辑方式显示和修改数据.....	58
3.4.2	用浏览方式显示和修改数据.....	59
3.4.3	用命令方式浏览、修改数据.....	61
3.5	记录的定位.....	64
3.6	数据的删除和恢复.....	68
3.6.1	逻辑删除和恢复数据表中的记录.....	69
3.6.2	物理删除数据表中的记录.....	72
3.7	数据表维护命令.....	73
3.7.1	数据表结构的复制.....	73
3.7.2	数据表文件的复制.....	74
3.8	数据表的排序与索引.....	74
3.8.1	数据表的排序.....	74
3.8.2	索引.....	76
3.8.3	索引文件类型.....	77
3.8.4	创建索引.....	77
3.8.5	索引的使用.....	80

3.9	数据表的查询与统计	82
3.9.1	记录的顺序查询	82
3.9.2	数据表的索引查询	84
3.9.3	数据表的统计	86
习 题		88
第 4 章	数据库的操作	92
4.1	数据库的创建	92
4.1.1	建立数据库	92
4.1.2	打开和关闭数据库	94
4.1.3	向数据库中添加和移去数据表	94
4.2	建立表间的关联关系	95
4.2.1	建立表间的一对一关系	95
4.2.2	建立表间的一对多关系	95
4.2.3	向“项目管理器”添加数据库	96
4.3	数据库表属性的设置	98
4.3.1	字段属性的设置	98
4.3.2	表属性的设置	100
4.3.3	参照完整性	102
习 题		103
第 5 章	查询与视图	105
5.1	创建查询	105
5.1.1	利用“查询向导”创建查询	105
5.1.2	利用“查询设计器”创建查询	112
5.1.3	运行查询	115
5.2	创建视图	116
5.2.1	视图的概念	116
5.2.2	利用“视图向导”创建视图	116
5.2.3	利用“视图设计器”创建本地视图	119
5.3	利用视图更新数据	121
习 题		123
第 6 章	关系数据库标准语言 SQL	126
6.1	SQL 概述	126
6.1.1	SQL 的特点	126
6.1.2	SQL 的组成	127
6.2	SQL 的数据定义语言	127
6.2.1	CREATE TABLE	127
6.2.2	ALTER TABLE	128
6.2.3	DROP TABLE	129

6.3 SQL 的数据操纵语言	129
6.3.1 插入记录.....	129
6.3.2 更新记录.....	130
6.3.3 删除记录.....	130
6.4 SQL 的数据查询语言 SELECT	131
6.4.1 简单查询.....	131
6.4.2 带条件的查询.....	132
6.4.3 分组与计算查询.....	135
6.4.4 多表查询.....	136
6.4.5 嵌套查询.....	137
6.4.6 连接查询.....	139
习 题	140
第 7 章 程序设计基础	144
7.1 结构化的程序设计方法	144
7.2 程序文件和过程文件的编制与运行	145
7.2.1 程序文件和过程文件	145
7.2.2 文件的编制.....	146
7.2.3 程序文件的运行	147
7.2.4 过程文件的使用	147
7.3 顺序程序设计.....	148
7.3.1 程序的顺序流程.....	148
7.3.2 顺序流程控制语句.....	149
7.3.3 顺序程序设计方法和设计举例	150
7.4 分支结构设计.....	152
7.4.1 程序的分支流程.....	152
7.4.2 分支流程控制语句.....	153
7.4.3 分支程序设计方法和设计举例	155
7.5 循环结构设计.....	159
7.5.1 程序的循环流程.....	159
7.5.2 循环流程控制语句.....	160
7.5.3 循环程序设计方法和设计举例	165
7.6 子程序设计.....	172
7.6.1 变量的作用域.....	172
7.6.2 传递参数的方式.....	173
7.6.3 子程序设计举例.....	174
7.6.4 递归程序的设计方法和设计举例	177
7.7 程序的调试方法.....	178
7.7.1 程序中的错误与调试技术	178

7.7.2 调试器的使用.....	178
习 题.....	180
第 8 章 面向对象程序设计基础.....	182
8.1 面向对象程序设计的基本概念.....	182
8.1.1 对象、控件和类.....	182
8.1.2 属性、事件和方法.....	184
8.2 类的创建.....	187
8.2.1 利用“类设计器”创建类.....	187
8.2.2 利用编程方式创建类.....	189
8.2.3 将类添加到表单中.....	190
8.3 对象的建立和使用.....	190
8.3.1 由类创建对象.....	190
8.3.2 引用对象.....	191
8.3.3 设置对象属性.....	192
8.3.4 响应对象事件.....	193
8.3.5 调用对象方法.....	193
8.3.6 添加对象.....	193
8.4 面向对象程序设计实例.....	194
习 题.....	194
第 9 章 表单的设计及应用.....	197
9.1 设计表单的一般过程.....	197
9.2 创建表单.....	197
9.2.1 利用表单向导创建表单.....	197
9.2.2 利用“表单设计器”创建表单.....	201
9.2.3 利用“表单生成器”创建表单.....	202
9.3 表单的操作.....	203
9.3.1 表单的运行、修改和保存.....	203
9.3.2 设置表单属性.....	204
9.3.3 表单的事件与方法.....	206
9.3.4 设置表单的数据环境.....	207
9.4 表单控件的操作.....	209
9.4.1 向表单中添加控件.....	209
9.4.2 控件的基本操作.....	210
9.4.3 控件的布局.....	211
9.4.4 设置控件的 Tab 键次序.....	212
9.4.5 控件的事件与方法.....	213
9.5 常用表单控件.....	213
9.5.1 标签控件.....	213

9.5.2 文本框控件.....	216
9.5.3 命令按钮控件.....	218
9.5.4 命令按钮组控件.....	219
9.5.5 选项按钮组控件.....	221
9.5.6 复选框控件.....	223
9.5.7 编辑框控件.....	226
9.5.8 列表框控件.....	228
9.5.9 组合框控件.....	229
9.5.10 微调控件.....	231
9.5.11 表格控件.....	234
9.5.12 图像控件.....	236
9.5.13 计时器控件.....	237
9.5.14 页框控件.....	238
9.5.15 线条与形状控件.....	240
9.5.16 容器控件.....	241
9.5.17 超级链接控件.....	244
习 题.....	245
第 10 章 报表的创建.....	248
10.1 报表的使用步骤.....	248
10.2 报表的设计技术.....	249
10.2.1 快速制表.....	249
10.2.2 手工制表.....	250
10.3 报表的设计示例.....	252
习 题.....	253
第 11 章 菜单设计.....	254
11.1 菜单的使用步骤.....	254
11.2 菜单的设计技术.....	255
11.3 菜单的设计示例.....	257
习 题.....	259
第 12 章 应用系统开发实例.....	261
12.1 系统开发的步骤.....	261
12.2 利用 Visual FoxPro 环境的开发实例.....	263
12.2.1 Visual FoxPro 系统开发过程.....	263
12.2.2 Visual FoxPro 开发计算机等级考试报名软件.....	264
习 题.....	270
参考文献.....	271

第 1 章 数据库基础理论

本章首先介绍数据库的基础知识,包括数据库的基本概念、数据库的结构、数据库系统发展史。然后介绍微机数据库管理系统 Visual FoxPro 的特点、集成开发环境,最后讲解 Visual FoxPro 控制中心项目管理器的情况及 Visual FoxPro 的工作方式。

通过本章的学习,用户将会对数据库有一个基本的认识,初步具备操作 Visual FoxPro 的能力。

本章主要内容:

- 信息、数据和数据处理
- 数据库系统的基本概念
- 关系型数据库管理系统
- Visual FoxPro 数据库管理系统

1.1 信息、数据和数据处理

1.1.1 信息与数据

数据是反映客观事物特征的一种抽象化、符号化的表示,是反映客观的记录符号。数据本质上是对信息的一种符号化表示,即用一定的符号表示信息。代表信息的符号是由人为规定的,描述事物的符号可以是数字、文字、图形、图像、声音、语言等。例如,一个职工的姓名、年龄或照片。

信息是现实世界中各种事物的存在特征、运动形态及不同事物间的互相联系等要素在人脑中的抽象反映,是一个抽象的概念,是通过人的感官感知出来并经过人脑的加工而形成的反映现实世界中事物的概念。这里的事物既包括看得见、摸得着的物体,又包括触及不到的抽象概念(如产量、质量、速度等)。例如,人们通过对一个工厂所有职工的年龄、职称等数据进行加工,可以得到这个工厂的平均年龄,各种高、中、低级职称的职工所占比例等情况,进而了解该工厂的人员结构。而工厂的平均年龄等即为加工过的数据,是有用的信息。

信息是加工处理后的数据,是潜在于数据中的意义,是现实世界的真实反映。信息不仅可以为人们所认识和理解,而且能够把它作为知识进行推理、加工和传播,从而达到认识世界、改造世界的目的。信息在现代生活中起着越来越重要的作用,已经成为了一种资源,形成了信息产业。

数据和信息是相互依赖、相互联系又相互区别的概念。信息以数据为载体而表现,信息是数据的内涵,数据则是表示信息的一种手段。在计算机中,信息以数据来表示。例如,对一个学生的描述,在计算机中可以用学号、姓名、性别、出生日期和所在班级等数据来表现。

现实世界中存在多种不同的事物类。事物类可以是实际物体的集合,例如,工厂的职工、运输公司的汽车、图书馆的图书等,也可以是抽象概念的集合,例如,一个规划、一些图纸等。

每一事物类由隶属于该类的具体事物组成，例如，“职工”类可由张三、李四等一个个具体的人组成。

每一事物又具有自己的一些性质，例如，对李四来说，有自己的姓名、性别、年龄等。事物类、事物和性质构成现实世界中 3 个层次的概念。

信息世界是用来描述现实世界的。现实世界中的事物类，对应于信息世界中的实体集，与事物对应的是实体。实体是现实世界中任何事物的抽象命名。从事物到实体，人们关心的是事物的本质而不是它们的名称，与性质相对应的是属性。

这里讨论的信息是存储在计算机中的，在计算机世界中，与上述 3 个层次相对应的概念分别是文件、记录和字段。

3 个世界的类比关系如表 1-1 所示。

表 1-1 3 个世界的类比关系

现实世界	信息世界	数据世界
事物类	实体集	文件
事物	实体	记录
性质	属性	字段

综上所述，事物、信息、数据，实际贯穿了 3 个世界，即现实世界、信息世界和数据世界。

1.1.2 数据处理

数据处理是指对信息进行搜索、整理和加工、存储及传播等一系列活动的总和。它从大量杂乱无章的数据中提取人们所需要的有价值、有意义的数据。以此作为决策的依据。数据处理也称为信息处理。

数据处理的详细步骤如下：

（1）搜集数据。根据系统自身的需求和用户的需要收集相关的数据。所搜集原始数据的完整性、适时性和真实性程度可决定形成信息的质量高低，因此，原始数据的搜集必须及时、可靠、完整、实用。

（2）数据的整理和加工。包括对数据的核对、编辑、增删、分类、比较、选择、计算和汇总等工作，只有根据管理任务的要求进行数据的加工整理，才能形成符合管理决策所需的信息。

（3）信息存储。经过加工处理后的信息，必须及时存储起来，以便以后使用。

（4）信息传播。按管理工作的要求，提供给有关部门或人员以纸质或电子类文件、报表、图像、图形、声音等较为直观、形象的信息。信息可通过报表、电话、电报等方式传播，也可以通过计算机网络、人造通信卫星、微波通信及光纤通信等先进的传输技术进行传播。

借助于计算机，人们可以科学地保存和管理大量复杂的数据，方便人们充分地利用这些宝贵的信息资源。而计算机网络的出现，使得信息产业得到了史无前例的发展。

数据处理的特点是数据量大，数据结构复杂，数据之间有复杂的逻辑关系，而数据的计算通常比较简单。当前的数据处理都是由数据库管理系统来完成。

1.2 数据库系统的基本概念

1.2.1 数据库

数据库(DataBase, DB)是存储数据的仓库,所谓数据库是长期存储在计算机内、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、描述和存储,具有较小的冗余度、较高的数据独立性和易扩展性,并可被一定范围内的各种用户共享。

数据库是某个企业、组织或部门所涉及数据的综合,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。由于计算机不可能直接处理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。

数据库管理技术的发展与计算机硬件、软件的发展相适应,是随着计算机技术的发展而发展的。它经历了由低级到高级的发展过程,这一过程大致分为如下3个阶段。

- 无管理阶段
- 文件系统阶段
- 数据库系统阶段

1. 无管理阶段

无管理阶段的特点如下:

(1) 数据不保存。在需要计算时,利用卡片、纸带等介质将数据输入,经过运算得到运算结果,数据处理的过程就结束了。

(2) 数据不能独立,是程序的组成部分,即数据和程序是不可分割的一个整体。程序员对数据的存储结构、存取方法及输入/输出格式都要控制。要修改数据就必须修改程序。程序员直接与物理设备打交道,加大了程序设计难度,降低了编程效率。

(3) 数据不能共享。数据是面向应用的,同一数据在不同程序中各自定义,不能互相利用。因而造成数据高度冗余。

2. 文件系统阶段

从20世纪50年代后期到60年代中期,数据管理发展到文件系统阶段。此时的计算机操作系统中已有了专门的管理数据软件,称为文件系统。文件是操作系统管理数据的基本单位,是若干条记录的集合。文件可以命名,通过文件名以记录为单位存取数据。数据项是描述事物性质的最小数据单位。记录是若干数据项的集合,一个记录能表达一个具体事物。

文件系统阶段的特点如下:

(1) 待处理的数据以文件的形式单独存储,程序与数据之间有了物理上的独立性。数据可以长期保留在外存上,因此可以对其进行反复处理。例如,进行查询、修改和删除等操作。应用程序通过文件系统对文件中的数据进行存取和加工,程序员不必考虑数据在计算机中的实际存储方法。

(2) 文件中的数据是面向特定应用的,文件之间是孤立的。不能反映现实世界事物之间的内在联系。数据文件与程序文件一一对应,相互依赖,数据冗余度仍旧很大,同一数据在不同的程序中不相互关联可能造成数据的不一致。

3. 数据库系统阶段

从 20 世纪 60 年代后期开始, 数据管理进入数据库系统阶段。这一时期计算机管理的规模日益庞大, 应用越来越广泛, 数据量也急剧增长, 数据要求共享的呼声越来越强。这种共享的含义是多种应用、多种语言互相覆盖的共享数据集合。此时的计算机有了大容量磁盘, 计算能力也非常强。硬件价格下降, 编制软件和维护软件的费用相对在增加。联机实时处理的要求更多, 并开始提出和考虑并行处理。反映现实世界的各类数据之间存在着错综复杂的联系, 为反映这种复杂的数据结构, 让数据资源能为多种应用需要服务, 并为多个用户所共享, 同时为了让用户能更方便地使用这些数据资源, 在计算机科学领域中逐步形成了数据库技术这一独立分支。计算机中的数据及数据的管理统一由数据库系统来完成。

数据库系统的特点如下:

- (1) 数据独立于程序。数据的改变不会或很少影响应用程序。
- (2) 实现了数据共享。数据的存储是按统一的结构进行的, 不同的用户可以使用同一数据库中自己所需要的数据。
- (3) 数据冗余度小, 易扩充。一个数据可以在不同的应用程序中出现, 但数据文件只需存储一次。
- (4) 数据操作方便。实际上数据库管理系统的每一条命令都是要求计算机做什么, 具体怎么做由系统来完成。而一般的高级语言用户必须自己编写怎样做的具体步骤。
- (5) 有一定的管理方法保证数据的安全性和完整性。

总之, 数据库技术是研究如何科学地组织和存储数据, 如何高效地获取和处理数据。数据库技术是到目前为止发展最成熟的数据管理技术。

1.2.2 数据库管理系统

数据库管理系统 (DataBase Management System, DBMS) 是一系列软件的集合。这些软件以统一的方式管理、维护数据库中的数据, 为用户 (应用程序) 访问数据库提供安全、有效、可靠的环境, 是构成数据库系统的核心部分。其具体职能主要包括数据库的定义、维护、运行控制、通信等。DBMS 在操作系统的支持和控制下运行, DBMS 主要有以下功能:

1. 数据库定义功能

DBMS 提供数据定义语言 (Data Definition Language, DDL) 定义数据库的结构, 包括模式、外模式和内模式的定义, “外模式/模式”和“模式/内模式”两级映像的定义, 数据完整性的定义, 安全保密性的定义等。这些定义存储在系统的数据字典 (Data Dictionary) 中, 是 DBMS 运行的基本依据。

2. 数据库操纵功能

DBMS 提供数据操纵语言 (Data Manipulation Language, DML), 实现对数据库数据的查询、插入、删除和修改。DML 有宿主型和自主型两类。宿主型 DML 不能独立使用, 而必须嵌入某种主语言 (如 C、PASCAL、FORTRAN 等高级程序设计语言); 自主型 DML 可以单独使用, 通常供终端用户交互式地直接对数据库进行操作。DBMS 具有 DML 的编译程序和解释程序。

3. 数据库运行控制功能

DBMS 对数据库运行的控制主要是通过数据安全性控制、数据完整性控制、并发控制和数据库恢复 (也称故障恢复) 4 个方面实现的。

(1) 数据安全性控制。数据安全性控制是指防止未被授权者非法访问数据库。采取的措施有鉴定身份、设置口令、控制用户存取权限、数据加密等。

(2) 数据完整性控制。数据的完整性是指数据的正确性和相容性。在定义数据库时, DBMS 把完整性定义(如数据类型、值域、主键、外部键等)作为模式的组成部分存入数据字典。运行时根据完整性约束条件进行完整性检查, 采取恰当的应对措施。

(3) 并发控制。数据库是一个共享资源, 可以供多个用户使用。当各个用户并发地存取同一数据时, 就有可能发生冲突, 读写或存储不正确的数据, 破坏数据库的一致性。DBMS 必须提供并发控制机制(如采用封锁技术)合理地调度并发事务的并发操作, 以保证数据的正确性。

(4) 数据库恢复。数据库运行过程中有可能发生各种故障, 包括事务故障、系统故障(如硬件故障、软件故障、电源故障)、介质故障(如磁盘损坏)等。DBMS 必须提供一定的数据库恢复机制, 把数据库从故障状态恢复到故障发生前某一已知的正确状态。数据库恢复主要通过记载事务日志(事务日志中记载着更新操作的对象和操作类型等)和数据库定期转储来实现。

4. 数据库维护功能

数据库维护功能包括数据库数据初始装入、转换功能, 数据库转储、恢复功能, 数据库重组功能以及登记日志文件等。

DBMS 从功能上可分为下面 3 个组成部分。

- 语言处理部分
- 系统运行控制部分
- 系统维护部分

用户不能直接加工和使用数据库中的数据, 必须通过数据库管理系统来进行。DBMS 的主要功能是维护数据库系统的正常活动, 接受并响应用户对数据库的一切访问要求, 包括建立及删除数据文件, 检索、统计、修改和组织数据库中的数据, 为用户提供对数据库的维护手段等。通过使用 DBMS, 用户可以逻辑地、抽象地使用数据, 而不必关心这些数据在计算机中的存放方式及计算机处理数据的具体过程。

1.2.3 数据库系统的组成

数据库系统由计算机系统、数据库、数据库管理系统、应用程序集合及数据库管理员 5 部分组成。

1. 计算机系统

计算机系统指用于进行数据管理的计算机硬件资源和基层软件资源。硬件资源包括计算机及一些必要的外围设备。软件资源包括操作系统和各种语言处理系统。

2. 数据库

数据库(DataBase)是数据的仓库。是以一定的组织方式存储在计算机存储设备上的数据集合。数据间相互关联, 能为多个用户所共享, 其存储与应用程序彼此独立。在计算机中, 数据库是由许多数据文件及相关的辅助文件组成的。数据库以文件的形式存储在磁盘上, 数据库中的数据要通过输出设备的输出才能显示。