



高等学校“十二五”应用型特色规划教材

Visual FoxPro 6.0 程序设计基础

© 宋立智 张倩 辛立强 茹俊丽 姜淼 编著



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

高等学校“十二五”应用型特色规划教材

Visual FoxPro 6.0 程序 设计基础

宋立智 张倩 辛立强 茹俊丽 姜淼 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书以 Visual FoxPro 6.0 数据库管理系统为环境,根据教育部高等学校计算机基础课程教学指导委员会的教学要求和建议,并结合全国计算机等级考试二级(Visual FoxPro)考试大纲要求而编写。

全书以数据库的应用能力和程序设计能力的培养为主要目标,以比较贴近人们生活和工作的数据库管理为例,深入浅出地介绍了关系数据库的基本理论、Visual FoxPro 中的数据管理操作、关系数据库的设计与操作、SQL 语言的应用、面向过程的程序设计基础、面向对象程序设计及可视化编程的方法、利用 Visual FoxPro 建立一个小型数据库应用系统的方法与步骤等。本书配套教辅为《Visual FoxPro 6.0 程序设计实验指导与习题》(ISBN 978-7-121-29973-5),配套教学资源包括 PPT、源代码、习题解答。

本书适合作为应用型高等院校各专业数据库应用课程的教材,也可供参加“全国计算机等级考试二级——Visual FoxPro 数据库程序设计”的考生学习使用,同时也可作为 Visual FoxPro 爱好者的参考书籍。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

Visual FoxPro 6.0 程序设计基础/宋立智等编著. —北京:电子工业出版社,2016.11

ISBN 978-7-121-29980-3

I. ①V… II. ①宋… III. ①关系数据库系统—程序设计—高等学校—教材 IV. ①TP311.138

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 232750 号

策划编辑:任欢欢

责任编辑:任欢欢

印 刷:三河市华成印务有限公司

装 订:三河市华成印务有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编:100036

开 本:787×1 092 1/16 印张:16.5 字数:411.8 千字

版 次:2016 年 11 月第 1 版

印 次:2016 年 11 月第 1 次印刷

定 价:39.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888,88258888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式:192910558(QQ 群)。

前 言

Visual FoxPro 是微软推出的一款优秀的小型数据库管理系统软件,不仅能对小型关系数据库进行有效的管理,同时还支持面向过程、面向对象的程序设计,成为目前高等学校经济类、管理类等专业计算机基础教育的重要课程之一。

《Visual FoxPro 程序设计基础》一书是根据教育部高等学校计算机基础课程教学指导委员会的教学要求和建议,以及全国计算机等级考试二级(Visual FoxPro)考试大纲的要求,结合目前我国高等院校计算机基础课程开设的实际情况编著而成的,其目的在于通过本课程的学习,使学生(读者)了解数据库技术的发展及其应用,掌握数据库的基本原理和 SQL 语言的应用、程序设计的基本方法和常用算法,以及程序调试的基本技能,学习以数据库为核心的信息系统开发的基本过程、设计方法与规范,并通过 Visual FoxPro 6.0 这一开发工具的使用,初步掌握当前流行的面向对象及可视化编程的方法,具备利用计算机解决实际问题的初步能力,为今后利用计算机处理信息、不断跟踪和掌握计算机应用技术打下基础。

本书的编者是一个有十多年 Visual FoxPro 程序设计课程讲授经历的团队,多年的教学实践积累了该课程的丰富教学经验和教学资料。本书内容精炼、结构合理、重点突出,对该课程学习过程中可能遇到的难点和重点都做了清晰和详细的阐述;本书面向应用型教学需求,突出基础性和应用性,特别注重读者数据库操作能力和程序设计能力的培养,将 Visual FoxPro 的基础理论和应用有机结合起来;在编写过程中,在重点章节列举了大量的典型实例,希望能起到举一反三的功效。

全书共 11 章,以 Visual FoxPro 6.0 为平台,介绍了 Visual FoxPro 数据库的概念及其使用、管理和开发。内容包括数据库基础知识、Visual FoxPro 概述、Visual FoxPro 数据类型与数据运算、数据表的基本操作、数据库及其操作、关系数据库标准语言 SQL、Visual FoxPro 查询与视图、Visual FoxPro 程序设计基础、表单的设计与应用、报表与菜单设计、数据库应用程序开发实例等。

本书由长期从事 Visual FoxPro 程序设计课程教学的教师编写,其中第 1~2 章、第 11 章由宋立智编写,第 3~5 章由张倩编写,第 6~7 章由辛立强编写,第 8 章由茹俊丽编写,第 9~10 章由姜淼编写。全书由宋立智统撰定稿。

除此之外,为了使读者更好地使用本教材,还编写了与之配套使用的《Visual FoxPro 6.0 程序设计实验指导与习题》(ISBN 978-7-121-29973-5),供学生(读者)上机实验(实践)和课后复习使用。

由于作者水平有限,书中难免有许多不足或疏漏之处,真挚地希望广大读者批评指正。

编著者

2016 年 8 月

目 录

第 1 章 数据库基础知识	1
1.1 数据管理技术概述	1
1.1.1 数据、信息与数据处理	1
1.1.2 数据管理技术的发展	2
1.2 数据库技术的基本概念	4
1.2.1 数据库	4
1.2.2 数据库管理系统	4
1.2.3 数据库系统	5
1.2.4 数据库体系结构	6
1.2.5 数据库系统结构分类	7
1.3 数据模型	8
1.3.1 数据模型的概念与分类	8
1.3.2 实体-联系模型	9
1.3.3 数据模型	11
1.4 关系数据库	12
1.4.1 关系数据库的基本概念	12
1.4.2 关系的运算	13
1.4.3 关系的完整性	15
1.4.4 关系数据库示例	15
第 2 章 Visual FoxPro 概述	17
2.1 Visual FoxPro 的发展过程	17
2.2 Visual FoxPro 6.0 的用户界面	18
2.2.1 Visual FoxPro 6.0 的启动与退出	18
2.2.2 Visual FoxPro 6.0 的界面	18
2.2.3 Visual FoxPro 6.0 的工作方式	19
2.3 Visual FoxPro 6.0 的设计工具	21
2.3.1 向导	21
2.3.2 设计器	21
2.3.3 生成器	22
2.4 Visual FoxPro 6.0 的系统设置	23
2.4.1 设置工作目录	23
2.4.2 设置日期格式	25
2.5 Visual FoxPro 项目管理器	26

2.5.1	建立与打开项目文件	26
2.5.2	“项目管理器”窗口	27
2.5.3	项目管理器的使用	28
2.6	Visual FoxPro 的文件类型	28
第 3 章	Visual FoxPro 数据类型与数据运算	30
3.1	数据类型、常量和变量	30
3.1.1	数据类型	30
3.1.2	常量	32
3.1.3	变量	32
3.1.4	数组变量	34
3.2	运算符与表达式	35
3.2.1	运算符	36
3.2.2	表达式	38
3.3	常用内部函数	39
3.3.1	常用数值函数	39
3.3.2	常用字符函数	41
3.3.3	数据类型转换函数	44
3.3.4	日期/日期时间函数	45
3.3.5	其他函数	46
第 4 章	数据表的基本操作	50
4.1	创建新的数据表	50
4.1.1	表结构的设计	50
4.1.2	创建表结构	51
4.1.3	命令的格式及约定	54
4.2	数据表的显示与维护	56
4.2.1	打开与关闭表	56
4.2.2	显示与修改表结构	57
4.2.3	数据记录的显示	59
4.2.4	追加与插入记录	61
4.2.5	数据表的复制	63
4.2.6	记录的定位	64
4.2.7	记录的编辑与修改	66
4.2.8	删除记录	67
4.2.9	表的过滤	69
4.3	表的索引与统计	71
4.3.1	索引的概念及类型	71
4.3.2	建立索引	73
4.3.3	索引文件的使用	74

4.3.4	表的统计操作	77
4.4	多表操作	79
4.4.1	Visual FoxPro 工作区	80
4.4.2	选择工作区	81
4.4.3	建立表之间的临时关系	82
第 5 章	数据库及其操作	86
5.1	数据库设计的基本步骤	86
5.2	数据库的创建与维护	87
5.2.1	创建数据库	87
5.2.2	数据库设计器	88
5.2.3	打开、关闭与删除数据库	89
5.2.4	数据库中表的基本操作	90
5.3	数据库表的设置	92
5.3.1	字段属性的设置	92
5.3.2	有效性规则设置	94
5.3.3	设置触发器	96
5.4	表间的永久关系与参照完整性	97
5.4.1	建立表间的永久关系	97
5.4.2	设置参照完整性	99
第 6 章	关系数据库标准语言 SQL	101
6.1	SQL 语言概述	101
6.2	SQL 的数据查询	102
6.2.1	SELECT 的语法规则	102
6.2.2	基于单个表的查询	103
6.2.3	特殊条件运算符查询	105
6.2.4	统计与分组查询	106
6.2.5	嵌套查询	108
6.2.6	多表查询	109
6.2.7	超链接查询	110
6.2.8	修改查询结果去向	111
6.3	SQL 的数据操纵	112
6.3.1	插入记录	112
6.3.2	更新记录	113
6.3.3	删除记录	114
6.4	SQL 的数据定义	114
6.4.1	创建表结构	114
6.4.2	修改表结构	116
6.4.3	删除表	118

第 7 章	Visual FoxPro 查询与视图	119
7.1	查询的建立与使用	119
7.1.1	查询的定义	119
7.1.2	利用查询设计器建立查询	119
7.1.3	定向输出查询结果	124
7.2	视图的创建与使用	125
7.2.1	视图的概念	125
7.2.2	创建本地视图	126
7.2.3	视图的使用	128
第 8 章	Visual FoxPro 程序设计基础	132
8.1	Visual FoxPro 程序文件的建立与运行	132
8.1.1	Visual FoxPro 程序与程序设计	132
8.1.2	Visual FoxPro 程序文件的建立	134
8.1.3	Visual FoxPro 程序文件的运行	135
8.2	Visual FoxPro 程序设计中的基本语句	136
8.2.1	常用的辅助语句	136
8.2.2	常用的交互输入和输出语句	137
8.3	程序的控制结构与顺序结构程序设计	140
8.3.1	程序的 3 种控制结构	140
8.3.2	顺序结构程序设计	141
8.4	分支结构程序设计	142
8.4.1	双分支选择结构	142
8.4.2	IF 语句的嵌套	144
8.4.3	多分支选择结构	145
8.5	循环结构程序设计	147
8.5.1	当型循环结构	147
8.5.2	步长型循环结构	149
8.5.3	扫描型循环结构	151
8.6	程序的模块化设计	152
8.6.1	模块化程序设计思想	152
8.6.2	过程的定义与调用	153
8.6.3	自定义函数与调用	155
8.6.4	过程文件	157
8.7	变量的作用域	158
8.7.1	局部变量	158
8.7.2	局域变量	159
8.7.3	私有变量	160
8.7.4	全局变量	161

第 9 章 表单的设计及应用	162
9.1 Visual FoxPro 面向对象程序设计基础	162
9.1.1 面向对象程序设计概述	162
9.1.2 面向对象程序设计的基本概念	163
9.1.3 Visual FoxPro 对象操作	165
9.2 表单的设计与运行	166
9.2.1 表单常用属性、方法与事件	167
9.2.2 利用表单向导建立表单	168
9.2.3 利用表单设计器设计表单	171
9.2.4 利用表单生成器创建表单	181
9.3 常用表单控件的设计与应用	181
9.3.1 标签与文本框	182
9.3.2 命令按钮与命令按钮组	184
9.3.3 选项按钮组与复选框	188
9.3.4 微调框与编辑框	190
9.3.5 列表框与组合框	192
9.3.6 表格与页框	195
9.3.7 图像框与定时器	199
9.3.8 线条与形状控件	200
第 10 章 报表与菜单设计	202
10.1 报表的设计	202
10.1.1 报表的组成	202
10.1.2 报表向导	203
10.1.3 快速报表	205
10.1.4 报表设计器	206
10.1.5 报表控件的使用	208
10.1.6 报表的打印输出	212
10.2 菜单设计	213
10.2.1 菜单的结构与设计步骤	213
10.2.2 菜单设计器	215
10.2.3 下拉式菜单设计	218
10.2.4 快捷菜单设计	221
10.2.5 带有菜单的表单设计	222
第 11 章 数据库应用程序开发实例	224
11.1 数据库应用程序开发的一般步骤	224
11.2 工资管理系统的设计与实现	225

第1章 数据库基础知识

数据库技术产生于 20 世纪 60 年代中期，它的出现极大地促进了计算机的应用向各行各业的渗透。对于一个国家来讲，数据库的建设规模、数据库信息量的大小和使用频率已成为衡量该国信息化程度的重要指标。目前，各种管理信息系统（MIS）、办公自动化（OA）和决策支持系统（DDS）等系统的核心都离不开数据库技术的支持。因此，掌握数据库的基础知识、了解数据库管理系统的特点、熟悉数据库管理系统的操作是非常重要的。

本章主要介绍数据库的基础知识，包括数据处理、数据库技术、数据描述与数据模型、关系数据库与关系数据库管理系统等。

1.1 数据管理技术概述

早期的计算机主要用于科学计算，尽管计算过程异常复杂，但往往计算对象（数据）比较简单；之后当计算机应用于数据管理时，数据量急剧增加，其中非数值数据所占比例较大，而非数值数据比数值数据复杂得多，不仅要知道各项数据本身的内容，而且还需要知道它们之间的关系。为了有效地管理和利用这些数据，产生了数据库技术。

1.1.1 数据、信息与数据处理

数据、信息与数据管理是数据库技术中常涉及的基本概念，它们贯穿于本课程的始终。因此，应正确理解它们的内涵，掌握它们之间的联系与区别。

1. 数据与信息

提起数据，大多数人的第一反应是数学中能够进行加、减、乘、除运算的数字。其实，数字只是一种最常见、最简单的数据，这种理解是对数据的一种传统和狭隘的理解。

按照国际标准化组织（ISO）的定义，数据是对客观事物特征所进行的一种抽象化、符号化的表示。例如，某位同学身高 1.78 米、体重 65 千克、出生于 1986 年 7 月 18 日，这里的 1.78、65、1986 年 7 月 18 日等都是数据，它们描述了该位同学的某些基本特征。

从计算机的角度出发，凡是为了描述客观事物而用到的数字、字符、图形、图像以及声音等能输入到计算机中并能被计算机处理的都可以看成是数据，即凡是能够被计算机处理的对象都称为数据。

总之，数据是一种物理符号序列，用来记录事物的属性或状态，用“型”和“值”来表征。型是指数据的类型，不同数据类型，记录事物的性质也不相同。例如，用于表示成绩的数 120，表示得分的多少，其类型是数值型，而房间号 120 并不表示某一个量的大小，仅仅是房间的标号，数据处理中往往将其类型归为字符型。

目前，信息是一个被广泛使用，同时又非常模糊的概念。多数学者认为，信息是对原始数据经过加工处理并对人类社会实践和生产活动产生决策影响的数据，数据是信息的载体，而信息是数据中所包含的意义。

当我们把数据输入到计算机中以后，目的并不仅仅是把这些数据原封不动地再取出来，而是想要计算机对这些数据进行处理，为我们提供有用的、新的信息。

例如，某个班级的每位同学的数学期中考试成绩输入并保存在计算机中，这是原始数据，然后教师经过计算、查询等处理得到平均分、最高分和最低分以及优秀率等数据，这些数据反映了该班级数学课程学习情况的信息。

信息是有价值的，其价值取决于它的准确性、及时性、完整性和可靠性。为了提高信息的价值，应采用科学的方法来管理信息，常用的方法就是数据库技术。

2. 数据处理

数据处理又称为信息处理，是指利用计算机将各种类型的数据转换成信息的过程，包括数据的采集、整理、存储、分类、排序、加工、检索、维护、统计、传输等一系列处理过程，其目的就是要从大量的、原始的、杂乱的数据中获得人们所需要的资料并抽取有用的数据成分。

数据处理与数值计算相比，具有计算相对简单、数据量大、数据间逻辑关系复杂等特点。

例如，建筑工程预算根据施工图纸的有关数据，参照与之相关的建材价格表等有关数据，计算出工程的费用。预算得出的各项费用便是数据经数据处理后得到的信息，可作为投资者是否投资的依据。

1.1.2 数据管理技术的发展

数据管理是指对数据进行组织、存储、分类、检索和维护等操作，它是数据处理的核心。随着计算机硬件和软件技术的发展，数据管理手段和技术也在不断发展。到目前为止，计算机数据管理技术的发展大致经历了人工管理、文件系统和数据库系统三个阶段。

1. 人工管理阶段

20 世纪 50 年代中期以前，计算机主要用于科学计算。硬件方面，没有磁盘等直接存储设备；软件方面，没有专门的管理数据软件。进行数据处理时，数据与程序往往结合在一起，

如图 1-1 所示。



图 1-1 人工管理阶段程序与数据的关系

人工管理阶段有以下特点：

(1) 数据不保存。由于当时计算机主要用于科学计算，一般不需要将数据长期保存，因此只是在计算某一问题时才将数据输入，用完就撤走。

(2) 程序管理数据。数据主要由程序自己管理，程序设计时不仅要考虑数据的逻辑结构，而且要设计

其物理结构，包括存储结构、存取方式、输入方式，因而程序员的负担很重。

(3) 数据不能共享。数据共享是指多个用户、多个应用程序能够同时或不相互影响地使用同一个数据集合。在人工管理阶段，一个程序对应一组数据。即使多个程序涉及相同的数据，也必须各自定义，无法相互利用和参照，造成了程序之间有大量的数据冗余（重复）。

(4) 数据不具有独立性。当数据的逻辑结构或物理结构发生变化时，必须对应用程序做相应的修改。

2. 文件系统阶段

20 世纪 50 年代后期至 20 世纪 60 年代中期，计算机的硬件和软件系统都有了很大发展。硬件方面出现了可以直接存储的存储器，软件方面出现了高级语言和操作系统。计算机开始大量地用于数据处理工作。这时的数据处理过程中，程序和数据可以分别存储为程序文件和数据文件，因而程序与数据不再是一体，应用程序与数据之间的对应关系如图 1-2 所示。程序员可以把精力集中在数据处理的算法上，而不必再去花更多的时间去考虑数据存储的具体细节。

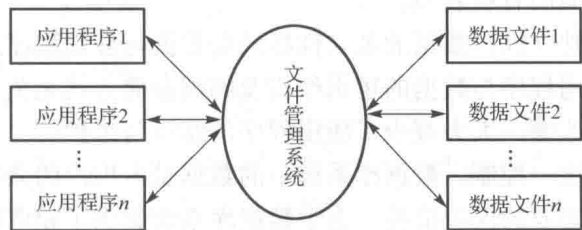


图 1-2 文件系统中程序与数据的关系

- 计算机数据处理的文件系统阶段虽然比人工管理阶段有了很大的进步，但仍有以下缺点：
- (1) 程序与数据间的相互依赖性。数据文件只是为了专门的需要设计的，仅供某一特定应用程序使用。
 - (2) 数据的冗余性。由于文件之间缺乏联系，造成每个处理程序都有相应的文件，有可能同样的数据在多个文件中重复存储。
 - (3) 数据的不一致性。这往往是由数据的冗余造成的，相同的数据在不同文件中存储时，如果处理程序没有同步更新，就会使同样的数据在不同的文件中不一致。
 - (4) 数据的无关性。数据文件无集中管理，各个文件无统一的管理机制，文件之间相互独立，无法相互联系。

3. 数据库系统阶段

从 20 世纪 60 年代后期开始，计算机广泛应用于企业管理，数据量急剧增加，数据管理的规模越来越大，数据共享的要求也越来越高，文件管理远远满足不了人们的需求。为适应多用户、多个应用程序共享大量数据的需要，出现了统一管理数据的专门软件系统，即数据库管理系统。数据库管理系统克服了以往所有数据管理方式的缺点，提供了一种更高效的数据管理方式，如图 1-3 所示。

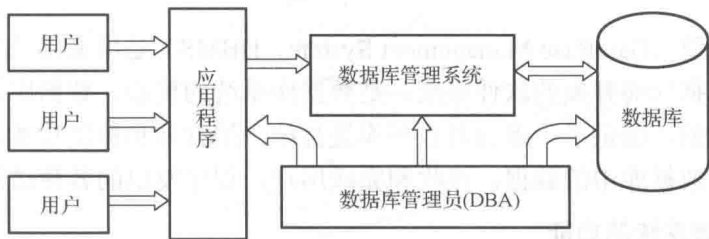


图 1-3 数据库系统中用户、程序与数据之间的关系

数据库系统能对所有的数据进行集中统一的管理，使数据存储独立于使用的应用程序，以实现数据的共享，大大消除了数据冗余，节省了存储空间。



数据库系统管理数据的特点如下：

(1) 数据共享性高，冗余度低，易扩充。在数据库系统阶段，数据不再分属于各个应用程序而是集中存放在数据库中面向整个系统。因此，数据可以被多个用户、多个应用程序共享，减少了不必要的数据冗余，节约了存储空间，还能避免数据之间的不相容性与不一致性。

(2) 数据结构化。在数据库系统中，数据是按照某种数据模型组织的，数据模型不仅描述数据本身的特征，而且还要描述数据之间的联系。因此，整个应用系统的数据不是孤立的，可方便地表示出数据之间的有机联系。

(3) 提高了数据的独立性。数据的独立性指的是数据与应用程序之间的依赖关系。在数据库系统中，用户的应用程序与数据的逻辑结构及物理存储方式无关，相互独立，不因一方的改变而使另外一方也改变，大大减少了应用程序的修改与维护。

(4) 实现了数据的统一控制。数据库系统中的数据是各用户的共享资源，允许多个用户同时访问，往往还提供必要的保护措施。由于数据库系统提供了相应的各种控制功能，从而确保了数据的并发控制、安全性和完整性。并发控制可以防止多个用户同时访问数据时产生的数据不一致，安全性可以防止非法用户存取数据，完整性可以保证数据的正确性和有效性。

1.2 数据库技术的基本概念

数据库技术是为满足数据管理任务的需要而产生的一种新技术，研究内容主要是如何科学地组织和存储数据，如何高效地获取和处理数据。数据库技术的基本概念有数据库、数据库管理系统、数据库系统和数据库系统的体系结构等。

1.2.1 数据库

通俗地讲，数据库 (DataBase, DB) 是存放数据的仓库，可以把数据库简单地定义为某一组织或部门为满足其数据处理需要而按一定方式存储在计算机中的相关数据的集合。数据库中的数据并不是杂乱无章的、分散的、孤立的，而是按照某种数据模型组织起来的，存储在计算机外存储器中，可供多个用户共享，具有最小的冗余度和较高的数据独立性与易扩展性。数据库不仅包含数据本身，而且包括相关数据之间的联系。

数据库中数据的存储、管理与使用是通过数据库管理系统软件来实现的。

1.2.2 数据库管理系统

数据库管理系统 (DataBase Management System, DBMS) 是用来帮助用户在计算机上建立、使用和维护数据库而开发的软件系统，是数据库系统的核心。数据库管理系统是在操作系统的支持下工作的，提供了一系列对数据库进行统一的管理和控制功能，能有效地组织、存储、获取和管理数据库中的数据，接收和完成用户、程序发出的各种访问数据的请求。

1. 数据库管理系统的功能

数据库管理系统软件有很多，但无论哪种数据库管理系统软件，都应该提供以下几种基本功能：

(1) 数据定义功能。DBMS 提供数据定义语言 (Data Definition Language, 简称 DDL)，

使用户能够用它来定义数据库的结构，描述数据及数据之间的联系，建立、修改或删除数据库。

例如，关系数据库管理系统的标准语言 SQL，就提供了 CREATE、ALTER 和 DROP 等命令，分别用来创建、修改和删除关系数据库的二维表的结构。

(2) 数据操作功能。DBMS 提供数据操纵语言 (Data Manipulation Language, 简称 DML)，实现对数据库中数据的增加、修改、删除和检索等操作。

(3) 控制和管理功能。DBMS 提供数据控制语言 (Data Control Language, 简称 DCL)，用于实现对数据库的控制和管理，以确保数据资源的安全。

2. 常用的数据库管理系统

数据库管理系统软件经过几十年的发展，取得了辉煌的成就，产生了巨大的经济效益。目前，在各种计算机软件中，数据库管理系统占有极为重要的地位。根据管理数据的规模和应用场合，数据库管理系统软件可分为如下两类：

(1) 大型数据库管理系统。如 DB2、Oracle、Sybase 和 Informix 等，大型数据库管理系统软件需要专人管理和维护，性能比较强，一般应用于大型数据处理场所，如飞机订票系统、银行系统、通信系统等。

(2) 小型数据库管理系统。主要在小型服务器或微型计算机上运行，例如 SQL Server、Visual FoxPro、Access 等，其中微型机数据库管理系统 (Visual FoxPro、Access) 功能相对简单，集数据定义和数据操作于一体，因其容易掌握，使用也比较方便，目前被广泛地使用。

1.2.3 数据库系统

数据库系统 (DataBase System, 简称 DBS) 是指安装和使用了数据库技术的计算机系统。数据库系统实际上是一个具有管理数据库功能的计算机软/硬件综合系统，能够实现有组织地、动态地存储大量的相关数据，具备相应的数据处理与共享手段，为用户提供数据访问和查询服务。数据库系统通常由硬件系统、数据库、数据库管理系统、应用系统、数据库管理员 (DataBase Administrator) 和数据库的终端用户 6 部分组成，如图 1-4 所示。

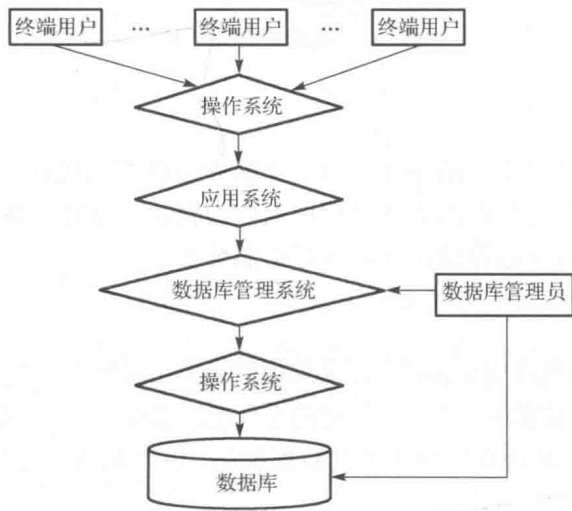


图 1-4 数据库系统的组成

硬件系统是指存储数据库和运行数据库系统的硬件资源。与计算机的其他应用相比，数据库系统的计算机硬件往往要求有容量足够大的内存和外存，用来运行操作系统、数据库管理系统、应用程序及存储数据。另外，对于网络数据库系统，则还需要有相应的网络设备的支持。数据库管理系统软件是数据库系统的核心，帮助用户创建、维护和使用数据库。一个数据库系统若能够稳定运行，还必须有相应人员的支持才行，这些人员包括数据库管理员和用户。负责数据库的建立、维护和管理工作的人员是数据库管理员；使用系统的用户为最终用户或终端用户。

1.2.4 数据库体系结构

为了更加有效地管理数据，提高数据库的逻辑独立性和物理独立性，人们需要为数据库设计一个严谨的体系结构。ANSI（美国国家标准学会）所提出的三层体系结构建议，得到了数据库领域的广泛支持，成为目前公认的数据库体系结构标准。

ANSI 将数据库体系结构分为三层，为不同级别的用户提供了三种不同的视图模式。所谓的视图，是指用户观察、认识和理解数据的范围、角度和方法，即数据库在用户“眼中”的反映。这种分层的结构，可以使不同级别的用户“看到”不一样的数据库。在标准的数据库体系结构中，三种不同的视图模式分别称为内模式、模式和外模式，如图 1-5 所示。

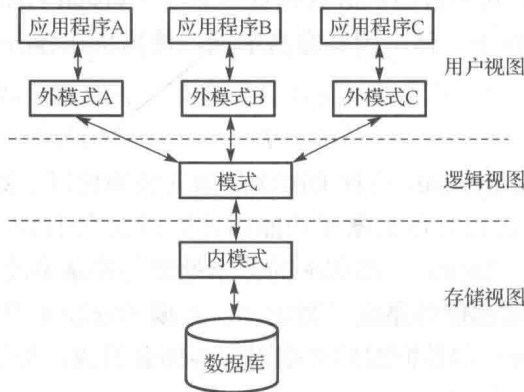


图 1-5 数据库体系结构

1. 内模式

内模式为用户提供了数据库的存储视图，又称为存储模式或物理模式，它与计算机硬件直接进行交互。内模式是对数据库中全体数据的内部描述，反映了数据在存储介质上的存储方式和物理结构，对应着实际存储在外存储器中的数据库。

2. 模式

模式为用户提供了数据库的逻辑视图，又称为逻辑模式或概念模式。模式是由数据库设计人员综合所有的用户数据，按照统一的方式构造的全局逻辑结构。它是对数据库中全部数据的逻辑结构和特征的总体描述，是所有用户的公共数据视图，以全局的观念反映了数据库中的数据。

3. 外模式

外模式为用户提供了数据库的用户视图，又称为子模式，是从模式中导出的一个子集。

外模式包含了模式中允许特定用户使用的部分数据,是与某一应用程序相关数据的逻辑表示。外模式为应用程序提供了数据库访问接口,允许应用程序和数据库中的相关数据建立联系。

数据库体系结构中三级模式的划分,是在用户级、概念级和物理级三个层次上的对数据库的抽象表示。虽然只有物理数据库是实际存在的,但概念数据库提供了对物理数据库的逻辑描述,而用户数据库提供了访问物理数据库的接口,这样用户就能够简单地管理数据,而不必关心数据在计算机中的物理表示和存储。

1.2.5 数据库系统结构分类

开发一个数据库系统,往往首先根据其业务需求和使用环境确定数据库系统的体系结构,以便选择相应的数据库管理系统和开发工具。目前,常见的数据库系统体系结构有如下几种。

1. 单用户数据库系统

单用户数据库系统是指数据库、数据库管理系统、应用系统等都安装在同一台计算机上,某一时刻只能由单个用户独占地使用数据库中的数据,不同的计算机之间不能共享数据。这是一种最简单的数据库系统。

2. 主从式结构

主从式体系结构的数据库系统是指将数据库、数据库管理系统和数据库应用程序安装在主机上,终端只作为主机的输入输出设备,多个终端用户可使用主机上的数据和程序,如图 1-6 所示。在这种结构中,所有处理任务都由主机完成,用户终端本身没有应用程序和数据。当终端用户数目增加到一定程度时,主机任务会过分繁重,响应缓慢,从而使系统性能大幅度降低。

3. 客户/服务器体系结构 (Client/Server, C/S)

C/S 结构是目前流行的数据库系统体系结构之一,如图 1-7 所示。

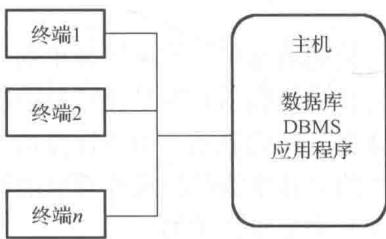


图 1-6 主从式结构

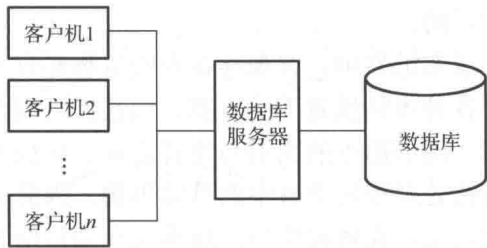


图 1-7 客户/服务器结构

网络上的节点服务器存放数据及执行 DBMS 功能,客户机 DBMS 应用开发工具和应用程序。客户端的用户请求被传送到服务器,服务器处理后,只是将结果返回给用户,因而显著减少了网络上数据的传输量,提高了系统性能。这样不仅可以实现对数据库资源的共享,而且还极大地提高了数据库的安全性能。

4. Web 浏览器/服务器数据库系统 (B/S)

随着 Internet 技术的发展,出现了 Web 数据库,随之也产生了 Web 浏览器/服务器体系结构的数据库系统,B/S 体系结构如图 1-8 所示。

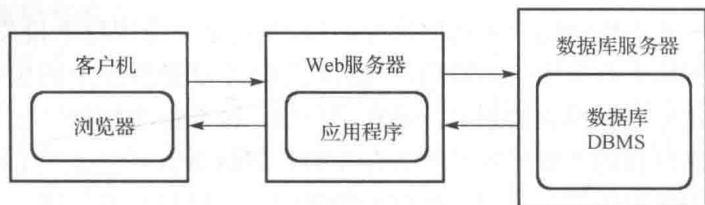


图 1-8 B/S 结构

在 Web 浏览器/服务器数据库系统体系结构中,客户端仅安装浏览器软件,用户通过 URL 向 Web 服务器发出请求,Web 服务器运行脚本程序,向数据库服务器发出请求。数据库服务器执行处理后,将结果返回给 Web 服务器。Web 服务器根据结果产生网页文件,客户端收到网页文件后,将其在浏览器中显示出来。

1.3 数据模型

数据库中的数据源于现实世界的客观事物。由于计算机不能处理这些具体的事物,因此需要把现实世界中的客观事物抽象为能用计算机存储和处理的数据,由现实世界转换为信息世界。

1.3.1 数据模型的概念与分类

数据模型是对现实世界数据特征的抽象,是用于抽象表示、处理现实世界的数据与信息的工具。

1. 数据模型的概念

利用计算机处理现实世界的具体事物时,通常需要对客观事物加以抽象,提取其主要特征,归纳形成一个简单清晰的轮廓,将复杂的问题变得简单且易于处理,这就是建立数据模型的目的。

现实世界中,客观存在着的事物都有一些特征,人们正是利用这些特征来区分事物的,同时各种事物虽然千差万别,但它们之间是相互联系的,而且这种联系有时是比较复杂的。例如,图书馆中的图书与读者之间、高校中教师、学生和课程之间的联系。由于计算机不可能直接处理现实世界中的具体事物,因此必须把现实世界中的具体事物转换成计算机能够处理的对象。在数据库中,这项工作是借助于数据模型这一工具来抽象完成的。

在数据库中,数据模型是用于提供信息表示和操作手段的形式框架,也是将现实世界转换为数据世界的桥梁,如图 1-9 所示。

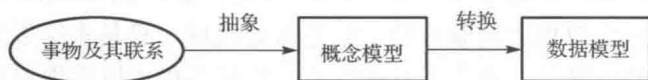


图 1-9 数据模型的应用层次

2. 数据模型的分类

在数据库技术中,数据模型按不同的应用层次可划分为概念数据模型(简称概念模型)和逻辑数据模型(也称数据模型)两大类。