



21世纪计算机系列规划教材

Visual FoxPro 程序设计

唐光海 李作主 主 编
马 卫 费丽娟 项巧莲 副主编



配备
教案、课件



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

21 世纪计算机系列规划教材

Visual FoxPro 程序设计

唐光海 李作主 主 编

马 卫 费丽娟 项巧莲 副主编

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书全面介绍关系数据库的基本知识及设计方法,并以 Visual FoxPro 9.0 为例,具体介绍数据库的基本操作、SQL 语言、查询和视图设计、结构化程序设计、面向对象程序设计、表单设计、菜单和工具栏设计、报表和标签设计等基本知识,重点介绍单机应用程序开发与生成,也阐明了客户机/服务器应用的基本概念。

为了满足考生参加全国计算机等级考试(Visual FoxPro 二级)的需求,本书中的大部分实例都可以在 Visual FoxPro 6.0 版本中运行,部分章节也对 Visual FoxPro 不同版本中差异较大的部分进行了介绍。

本书概念清晰、结构合理,力图在阐明基本原理的前提下,注重实践操作能力的培养,既可作为高等院校非计算机专业的教材,也可作为参加全国计算机等级考试(Visual FoxPro 二级)及自学关系型数据库系统人员的参考书。

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 程序设计 / 唐光海, 李作主主编. —北京: 电子工业出版社, 2009.9

(21 世纪计算机系列规划教材)

ISBN 978-7-121-09270-1

I. V… II. ①唐…②李… 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(2009)第 120394 号

策划编辑: 徐建军

责任编辑: 裴 杰

印 刷: 涿州市京南印刷厂

装 订: 涿州市桃园装订有限公司

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: 787×1092 1/16 印张: 21.75 字数: 560 千字

印 次: 2009 年 9 月第 1 次印刷

印 数: 5 000 册 定价: 31.00 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。

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

服务热线: (010) 88258888。

前 言

随着社会信息化的发展,数据库技术已成为人们科学、有效地组织数据,收集、处理、检索、分析、管理信息的重要工具。Visual FoxPro 作为优秀的小型数据库管理系统,为我们提供了一个集成化的开发环境。为了适应高校 Visual FoxPro 程序设计类课程的教学需要,我们组织编写了《Visual FoxPro 程序设计》一书。

全书共分 14 章,全面介绍 Visual FoxPro 的各个功能,包括数据库的基本操作、SQL 语言、查询和视图设计、结构化程序设计、面向对象程序设计、表单设计、菜单和工具栏设计、报表和标签设计等基本知识,重点介绍单机应用程序开发与生成,也阐明了客户机/服务器应用的基本概念。为了满足考生参加全国计算机等级考试(Visual FoxPro 二级)的复习需求,本书中的大部分实例都可以在 Visual FoxPro 6.0 版本中运行,部分章节也对 Visual FoxPro 不同版本中差异较大的部分进行了介绍。

本书以应用为目的,以系统性、实用性和先进性为编写原则,将一个完整的数据库应用系统作为实例贯穿全书各章中,力争做到结构合理、深入浅出、图文并茂。从基本概念到实际应用,通过精选的实例对数据库基础知识和 Visual FoxPro 整体面貌进行全面的介绍。参编此书的教师都是具有丰富教学经验的一线教师,了解学生在学习过程中的难点与易出现问题的关键点。编写者将自己的经验与多年来积累的实用技巧融汇在书中,内容精炼实用,每章后都附有习题,读者可通过这些习题进一步巩固所学知识。本书还配有上机实验指导教材,以便更好地对读者的上机环节提供指导与帮助,提高动手能力。本教材既可作为高等学校非计算机专业数据库程序设计课程的教材,也可作为参加全国计算机等级考试(Visual FoxPro 二级)的复习参考书。

本书由唐光海、李作主担任主编。马卫、费丽娟、项巧莲担任副主编。参编本教材的还有莫海芳、徐薇、李芸、赵丹青、熊伟、张慧丽、谢茂涛、谢瑾、吴谋硕、王莉、任恺和彭川等老师,全书由唐光海统稿。

计算机技术在不断发展,计算机课程也将经历不断探索、积累经验、逐步提高的过程,对该套教材中的错误及不足之处,恳请同行和读者批评指正,以便我们在今后的修订中不断改进。

为了方便教学,本书配有电子课件,相关教学资源请登录华信教育资源网: www.hxedu.com.cn 免费下载。

编 者

目 录

第 1 章 数据库概述	(1)
1.1 数据库与数据库系统	(1)
1.1.1 数据库系统的组成	(1)
1.1.2 数据库系统的特点	(3)
1.2 数据模型	(4)
1.2.1 实体及其联系	(4)
1.2.2 数据模型	(6)
1.3 关系数据库	(7)
1.3.1 关系的基本概念及其特点	(7)
1.3.2 关系数据库	(9)
1.3.3 关系运算	(9)
1.3.4 关系的完整性约束	(10)
1.3.5 常见的关系数据库系统	(11)
本章小结	(13)
习题 1	(14)
第 2 章 Visual FoxPro 使用基础	(16)
2.1 Visual FoxPro 的用户界面	(16)
2.1.1 Visual FoxPro 的启动与退出	(16)
2.1.2 Visual FoxPro 的窗口	(17)
2.1.3 Visual FoxPro 的操作方式	(19)
2.1.4 系统环境设置与优化	(19)
2.2 项目管理器	(21)
2.2.1 建立与打开项目文件	(21)
2.2.2 项目管理器的选项卡	(21)
2.2.3 定制项目管理器	(23)
2.2.4 项目管理器的使用	(24)
2.3 实例——超市管理系统的分析	(26)
2.3.1 系统需求分析	(26)
2.3.2 系统功能	(27)
本章小结	(27)
习题 2	(27)
第 3 章 Visual FoxPro 语言元素	(29)
3.1 数据类型	(29)
3.2 常量	(30)
3.3 变量	(32)
3.3.1 变量的命名	(32)

3.3.2	变量的类型	(33)
3.3.3	数组	(36)
3.4	函数	(38)
3.4.1	数值函数	(39)
3.4.2	字符函数	(41)
3.4.3	日期和日期时间函数	(44)
3.4.4	类型转换函数	(45)
3.4.5	测试函数	(47)
3.4.6	其他函数	(51)
3.5	运算符与表达式	(52)
3.5.1	算术表达式	(52)
3.5.2	日期时间表达式	(53)
3.5.3	字符表达式	(53)
3.5.4	关系表达式	(54)
3.5.5	逻辑表达式	(56)
3.5.6	运算符的优先级	(56)
3.5.7	表达式生成器	(56)
本章小结		(57)
习题 3		(58)
第 4 章	数据库和表的操作	(60)
4.1	数据库的基本操作	(60)
4.1.1	数据库的创建	(60)
4.1.2	数据库的打开和关闭	(61)
4.1.3	数据库的添加和移去	(63)
4.2	数据库表的操作	(63)
4.2.1	表的建立和修改	(65)
4.2.2	表的打开和关闭	(69)
4.2.3	记录的定位	(70)
4.2.4	记录的编辑	(73)
4.2.5	数据库表与自由表的相互转换	(79)
4.3	排序、索引与查询	(80)
4.3.1	排序	(80)
4.3.2	索引	(81)
4.3.3	表记录的查询	(85)
4.3.4	RUSHMORE 优化技术	(85)
4.4	数据字典的建立	(87)
4.4.1	设置表的字段属性	(87)
4.4.2	设置表的记录有效性规则	(89)
4.4.3	触发器	(89)
4.4.4	建立表的永久关系	(90)

4.4.5	设置参照完整性	(91)
4.4.6	存储过程	(92)
4.5	多数据表的操作	(92)
4.5.1	多工作区的选择	(92)
4.5.2	数据表的临时关联	(94)
4.6	实例——超市管理系统数据库的建立	(95)
4.6.1	数据库与表的建立	(95)
4.6.2	数据字典的建立	(99)
	本章小结	(101)
	习题 4	(101)
第 5 章	关系数据库标准语言 SQL	(104)
5.1	SQL 概述	(104)
5.1.1	SQL 语言发展简史	(104)
5.1.2	SQL 语言的特点	(104)
5.1.3	SQL 语言的主要组成	(105)
5.2	SQL 语言的数据定义功能	(105)
5.2.1	SQL 创建表结构 (CREATE)	(105)
5.2.2	SQL 修改表结构 (ALTER)	(110)
5.2.3	SQL 删除表结构 (DROP)	(112)
5.3	SQL 语言的数据操纵功能	(112)
5.3.1	插入记录 (INSERT)	(113)
5.3.2	更新记录 (UPDATE)	(114)
5.3.3	删除记录 (DELETE)	(114)
5.4	SQL 的数据查询功能	(115)
5.4.1	基本查询	(115)
5.4.2	条件查询	(116)
5.4.3	计算与分组查询	(120)
5.4.4	排序查询	(122)
5.4.5	多表查询和自联接查询	(124)
5.4.6	超联接查询	(126)
5.4.7	嵌套查询	(128)
5.4.8	查询结果的合并	(132)
5.4.9	查询结果的输出	(133)
5.5	SQL 语言的改进与增强	(134)
	本章小结	(138)
	习题 5	(138)
第 6 章	查询与视图	(140)
6.1	查询	(140)
6.1.1	查询的创建、修改与运行	(140)
6.1.2	查询设计器的使用	(141)

6.1.3	查询去向	(143)
6.1.4	应用实例	(144)
6.2	视图	(145)
6.2.1	视图的概念	(145)
6.2.2	视图的创建和使用	(145)
6.2.3	视图与表、查询的关系	(148)
6.2.4	使用本地视图更新数据	(149)
6.2.5	参数视图的创建	(152)
6.2.6	远程视图的创建	(153)
	本章小结	(157)
	习题 6	(157)
第 7 章	结构化程序设计	(159)
7.1	程序设计基础	(159)
7.1.1	程序与程序文件	(159)
7.1.2	程序中数据的输入	(160)
7.1.3	程序中常用的命令	(161)
7.2	程序的控制结构	(162)
7.2.1	顺序结构程序设计	(162)
7.2.2	分支结构程序设计	(163)
7.2.3	循环结构程序设计	(168)
7.3	程序的模块化	(172)
7.3.1	子程序的定义和调用	(172)
7.3.2	过程的定义和调用	(175)
7.3.3	函数的定义和调用	(177)
7.3.4	内存变量的作用域	(178)
7.4	程序的调试	(180)
7.4.1	调试器的使用	(180)
7.4.2	断点的设置	(182)
	本章小结	(183)
	习题 7	(184)
第 8 章	面向对象程序设计	(187)
8.1	对象和类	(187)
8.1.1	对象的定义	(187)
8.1.2	类	(187)
8.2	基类	(188)
8.2.1	基类的类型	(188)
8.2.2	容器类	(190)
8.2.3	控件类	(190)
8.3	使用类设计器创建类	(190)
8.3.1	类的创建	(191)

8.3.2	为控件类或容器类添加对象	(191)
8.3.3	给类添加成员和定义事件	(192)
8.3.4	为新类指定外观	(193)
8.3.5	将新类添加到“表单控件”中	(194)
8.4	使用对象	(194)
8.4.1	对象引用	(194)
8.4.2	设置对象的属性	(195)
8.4.3	调用对象的方法和事件	(197)
	本章小结	(198)
	习题 8	(198)
第 9 章	表单创建与使用	(200)
9.1	创建表单	(200)
9.1.1	使用表单向导创建表单	(200)
9.1.2	使用表单设计器创建表单	(201)
9.1.3	快速表单	(203)
9.1.4	表单创建举例	(204)
9.2	表单的操作	(206)
9.2.1	表单的运行、修改和保存	(206)
9.2.2	设置表单属性	(207)
9.2.3	表单的事件和方法	(208)
9.2.4	设置表单数据环境	(210)
9.3	表单控件的操作	(212)
9.3.1	向表单中添加控件	(212)
9.3.2	控件的基本操作	(212)
9.3.3	控件布局	(212)
9.3.4	设置控件的【Tab】键次序	(213)
9.3.5	控件的事件和方法	(214)
9.3.6	表单控件操作举例	(214)
	本章小结	(214)
	习题 9	(215)
第 10 章	表单控件管理	(217)
10.1	输出类控件	(217)
10.1.1	标签 (Label) 控件	(217)
10.1.2	线条 (Line) 控件	(218)
10.1.3	形状 (Shape) 控件	(218)
10.1.4	图像 (Image) 控件	(219)
10.1.5	输出类控件举例	(219)
10.2	输入类控件	(220)
10.2.1	文本框 (Text) 控件	(220)
10.2.2	编辑框 (Edit) 控件	(221)

10.2.3	列表框 (List) 控件	(222)
10.2.4	组合框/下拉列表框 (Combo) 控件	(224)
10.2.5	微调 (Spinner) 控件	(224)
10.2.6	输入类控件举例	(225)
10.3	控制类控件	(226)
10.3.1	命令按钮 (Command) 控件	(226)
10.3.2	命令按钮组 (CommandGroup) 控件	(227)
10.3.3	选项按钮组 (OptionGroup) 控件	(228)
10.3.4	复选框 (Check) 控件	(228)
10.3.5	计时器 (Timer) 控件	(229)
10.3.6	控制类控件举例	(229)
10.4	容器类控件	(231)
10.4.1	表格 (Grid) 控件	(231)
10.4.2	页框 (PageFrame) 控件	(233)
10.4.3	容器 (Container) 控件	(234)
10.4.4	容器类控件举例	(234)
10.5	连接类控件	(235)
10.5.1	ActiveX 控件 (OleControl)	(235)
10.5.2	ActiveX 绑定控件 (OleBoundControl)	(236)
10.5.3	超级链接 (Hyperlink) 控件	(236)
10.5.4	连接类控件举例	(236)
	本章小结	(238)
	习题 10	(238)
第 11 章	报表和标签设计	(240)
11.1	报表设计	(240)
11.1.1	报表设计的步骤	(240)
11.1.2	常见的报表实例	(241)
11.2	利用报表向导创建报表	(241)
11.2.1	创建单表报表实例	(242)
11.2.2	创建一对多报表实例	(244)
11.3	利用报表设计器创建报表	(246)
11.3.1	创建快速报表	(247)
11.3.2	创建自定义报表	(248)
11.3.3	创建分组报表	(263)
11.3.4	创建多栏报表	(266)
11.4	报表输出	(267)
11.4.1	报表页面设置	(267)
11.4.2	报表的预览和打印	(268)
11.5	标签文件的设计与使用	(268)
11.5.1	使用标签向导创建标签	(269)

11.5.2 使用“标签设计器”创建标签.....	(270)
本章小结	(272)
习题 11	(272)
第 12 章 菜单与工具栏	(274)
12.1 菜单设计基础.....	(274)
12.1.1 菜单设计步骤	(275)
12.1.2 系统菜单概述	(277)
12.1.3 创建快速菜单	(278)
12.2 下拉式菜单设计.....	(280)
12.2.1 菜单设计器	(280)
12.2.2 “显示”菜单	(283)
12.2.3 下拉菜单实例	(284)
12.3 快捷菜单.....	(286)
12.3.1 创建快捷菜单	(286)
12.3.2 快捷菜单设计实例	(286)
12.4 为顶层表单添加菜单.....	(288)
12.4.1 为顶层表单添加菜单	(288)
12.4.2 为顶层表单添加快捷菜单.....	(288)
12.4.3 为顶层表单添加菜单实例.....	(289)
12.5 创建和使用工具栏.....	(291)
12.5.1 创建自定义工具栏	(291)
12.5.2 在表单中使用工具栏	(292)
本章小结	(294)
习题 12	(294)
第 13 章 应用系统的开发与发布	(296)
13.1 应用系统开发的步骤.....	(296)
13.2 应用程序的连编与发布.....	(297)
13.2.1 应用程序的连编	(297)
13.2.2 主程序设计	(302)
13.2.3 应用程序的发布	(303)
13.3 应用程序生成器.....	(305)
13.3.1 使用应用程序向导	(305)
13.3.2 应用程序生成器的设置	(306)
13.4 实例——超市管理系统的开发.....	(311)
13.4.1 需求分析	(311)
13.4.2 系统功能	(311)
13.4.3 系统的具体实现	(314)
本章小结	(316)
习题 13	(316)

第 14 章 Client/Server 应用程序开发	(319)
14.1 Client/Server 模式	(319)
14.1.1 Client/Server 结构的工作	(320)
14.1.2 开放数据库互联 (ODBC)	(320)
14.2 局域网中的 C/S 系统	(321)
14.2.1 配置 Visual FoxPro/SQL Server 的 C/S 系统	(321)
14.2.2 ODBC 数据源的建立和连接	(326)
14.2.3 远程视图	(329)
14.2.4 SQL Pass Through 技术	(330)
14.3 三层结构的数据库模式	(331)
14.3.1 B/W/S 结构的组成	(331)
14.3.2 Web 数据库的开发环境	(331)
14.4 网页生成与发布	(332)
14.4.1 用表生成 Web 页	(332)
14.4.2 将 Web 页发布到 Web 服务器	(333)
本章小结	(334)
习题 14	(335)
参考文献	(336)

第 1 章 数据库概述

数据库是数据管理的最新技术，是计算机科学的重要分支。今天，信息资源已成为各个部门的重要资源和财富。建立一个满足各部门信息处理要求的行之有效的信息系统已成为一个企业或组织生存和发展的重要条件。作为信息系统核心和基础的数据库技术得到越来越广泛的应用，越来越多新的应用领域采用数据库存储和处理他们的信息资源。数据库的建设规模、数据库信息量的大小和使用频度已成为衡量一个国家信息化程度的重要标志。

只有掌握数据库系统的基础知识，熟悉数据库管理系统的特点，计算机应用人员才能开发出适用的数据库应用系统。通过本章的学习，能够为读者打好理论基础。

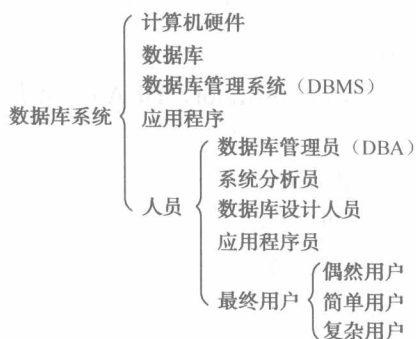
本章学习重点

- 数据库系统的组成；
- 数据库系统的基本概念；
- 关系数据库的基本概念。

1.1 数据库与数据库系统

1.1.1 数据库系统的组成

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。数据库应用系统简称为数据库系统（DataBase System, DBS），是一个计算机应用系统。它由计算机硬件、数据库、数据库管理系统、应用程序和人员组成，如下所示。



1. 计算机硬件

通常的计算机系统硬件，由于数据库系统数据量大，有丰富功能的 DBMS 对硬件资源也有更高的要求，具体如下。

- (1) 要有足够大的内存，存放 OS、DBMS 核心模块、数据缓冲区和应用程序。
- (2) 要有足够大的磁盘等直接存取设备存放数据库，有足够的外存为数据进行备份。
- (3) 要有较高的通道能力，以提高数据传送率。

2. 数据库

数据库 (DataBase) 是以一定的组织形式存放在计算机存储介质上的相互关联的数据的集合。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。

数据库中的数据也是以文件的形式存储在存储介质上的, 它是数据库系统操作的对象和结果。数据库中的数据具有集中性和共享性的特点。所谓集中性是指把数据库看成性质不同的数据文件的集合, 其中的数据冗余很小; 所谓共享性是指多个不同用户使用不同语言, 为了不同应用目的可同时存取数据库中的数据。

数据库中的数据由数据库管理系统进行统一管理和控制, 用户对数据库进行的各种数据操作都是通过数据库管理系统实现的。

数据库中的数据往往不像文件系统那样, 只面向某一项特定应用, 而是面向多种应用, 可以被多个用户、多个应用程序共享。数据结构独立于使用数据的程序, 对于数据的增加、删除、修改和检索由系统软件进行统一控制。

3. 数据库管理系统

数据库管理系统 (DataBase Management System, DBMS) 是对数据库进行管理的软件系统, 简称为 DBMS。DBMS 提供对数据库中数据资源进行统一管理和控制的功能, 将用户应用程序与数据库数据相互隔离。它是数据库系统的核心, 其功能的强弱是衡量数据库系统性能优劣的主要指标。它的功能可概括为 5 个方面: 数据的组织和存储, 数据的查询, 数据的增加、删除和修改, 数据的排序和索引, 数据的统计和分析。

DBMS 必须在操作系统和相关的系统软件支持下, 才能有效地运行。

4. 应用程序

应用程序 (Application) 是在 DBMS 的基础上, 由用户根据应用的实际需要所开发的、处理特定业务的应用程序。应用程序的操作范围通常只是数据库的一个子集, 也就是用户所需的那部分数据。

5. 人员

管理、开发、使用数据库系统的所有人员, 主要有: 数据库管理员 (DBA)、系统分析员、数据库设计人员、应用程序员和最终用户。

(1) 数据库管理员 (DataBase Administrator, DBA)。负责管理、监督、维护数据库系统的正常运行。具体职责如下:

- ① 决定数据库中的信息内容和结构;
- ② 决定数据库的存储结构和存取策略;
- ③ 定义数据的安全性要求和完整性约束条件;
- ④ 监控数据库的使用和运行;
- ⑤ 数据库的改进和重组重构。

(2) 系统分析员。负责应用系统的需求分析和规范说明, 和用户及 DBA 相结合, 确定系统的软/硬件配置, 并参与数据库系统的概要设计。

(3) 数据库设计人员。负责数据库中数据的确定、数据库各级模式的设计。

(4) 应用程序员。负责分析、设计、开发、维护数据库系统中运行的各类应用程序。

(5) 最终用户 (End-User)。在 DBMS 与应用程序支持下, 操作、使用数据库系统的普通使用者。

- ① 偶然用户。不经常访问数据库, 但每次访问通常需要不同的数据库信息。

- ② 简单用户。经常通过应用程序员设计的应用程序查询和修改数据库。
- ③ 复杂用户。较熟悉数据库管理系统的有关功能，能自己应用某种手段访问数据库。

1.1.2 数据库系统的特点

1. 数据结构化

一个组织涉及许多应用，在数据库系统中不仅要考虑到某个应用的数据结构，还要考虑整个组织的数据结构。在描述数据时，不仅要描述数据本身，还要描述数据之间的联系。在数据库中，数据不再针对某一应用，而是面向全组织、具有整体的结构化。不仅数据是结构化的，而且存取数据的方式也很灵活，可以存取数据库中的某一个数据项、一组数据、一个记录或一组记录。

2. 数据的共享性高、冗余度低、易扩充

数据库系统是从整体角度看待和描述数据的，数据不再面向某个应用而是面向整个系统，因此数据可以被多个用户、多个应用共享使用。数据共享可以大大减少数据冗余，节约存储空间。数据共享还能够避免数据之间的不相容性与不一致性。

由于数据面向整个系统，是有结构的数据，不仅可以被多个应用共享使用，而且容易增加新的应用，这就使得数据库系统弹性大，易于扩充，可以适应各种用户的要求。可以取整体数据的不同子集用于不同的应用系统，当应用需求改变或增加时，只要重新选取不同的子集或加上一部分数据便可以满足新的需求。

3. 数据的独立性高

数据库系统具有两种独立性：物理独立性和逻辑独立性。

物理独立性是指用户的应用程序与存储在磁盘上的数据库中数据是相互独立的。即数据在磁盘上的数据库中怎样存储是由 DBMS 管理的，用户程序不需要了解，应用程序要处理的只是数据的逻辑结构，这样当数据的物理存储改变了，应用程序不用改变。

逻辑独立性是指用户的应用程序与数据库的逻辑结构是相互独立的，即数据的逻辑结构改变了，用户程序也可以不变。

数据与程序的独立，把数据的定义从程序中分离出来，加上数据的存取又由 DBMS 负责，从而简化了应用程序的编制，大大减少了应用程序的维护和修改。

4. 数据由 DBMS 统一管理和控制

数据库的共享是并发的共享，即多个用户可以同时存取数据库中的数据，甚至可以同时存取数据库中同一个数据。

为此，DBMS 还必须提供以下几个方面数据控制功能：

(1) 数据的安全性保护。保护数据以防止不合法的使用造成数据的泄密和破坏，使每个用户只能按规定，对某些数据以某些方式进行使用和处理。

(2) 数据的完整性检查。数据的正确性、有效性和相容性。完整性检查将数据控制在有效的范围内，或保证数据之间满足一定的关系。

(3) 并发控制。当多个用户的并发进程同时存取、修改数据库时，可能会发生相互干扰而得到错误的结果或使得数据库的完整性遭到破坏，因此必须对多用户的并发操作加以控制和协调。

(4) 数据库恢复。计算机系统的硬件故障、软件故障、操作员的失误，以及故意的破坏也会影响数据库中数据的正确性，甚至造成数据库部分或全部数据的丢失。DBMS 必须具有

将数据库从错误状态恢复到某一已知的正确状态的功能。

1.2 数据模型

数据模型是数据库系统的核心和基础,各种机器上实现的 DBMS 软件都是基于某种数据模型的。数据库是某个企业、组织或部门所涉及的数据的综合,它不仅要反映数据本身的内容,而且还要反映数据之间的联系。计算机不可能直接处理现实世界中的具体事物,必须要把具体事物转换成计算机能够处理的数据。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。数据模型就是对现实世界的模拟和抽象。

数据模型应满足三个方面的要求:一是能比较真实地模拟现实世界;二是容易为人所理解;三是便于在计算机上实现。一种数据模型很难满足这三个方面的要求,在数据库系统中针对不同的对象和应用,采用不同的数据模型。

根据应用的不同,可将数据模型分为两类:一类是概念模型,也称信息模型,它按用户的观点对数据和信息进行建模,主要用于数据库设计;另一类是数据模型,主要包括层次模型、网状模型和关系模型,它是按计算机系统的观点对数据库建模,主要用 DBMS 来实现。

人们把现实世界中的具体事物抽象、组织为某一 DBMS 支持的数据模型,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中具体表示的逐级抽象过程,首先要把现实世界中的客观对象抽象成独立于计算机系统的概念模型,然后再将概念模型转换为计算机系统中某一具体的 DBMS 所支持的数据模型。本节首先介绍概念模型中的实体、联系等基本概念和描述方式,然后介绍三类经典的数据模型。

1.2.1 实体及其联系

数据库需要根据应用系统中数据的性质、内在联系,按照管理的要求来设计和组织。人们把客观存在的事物以数据的形式存储到计算机中,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中具体表示的逐级抽象过程。

1. 基本概念

现实世界存在各种事物,事物与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;在物资或商业部门有货物和客户,客户要订货、购物。如果管理的对象较多或者比较特殊,事物之间的联系就可能较为复杂。

(1) 实体。客观存在并且可以相互区别的事物称为实体。实体可以是实际的事物,也可能是抽象的事件、概念或联系。例如,商品、供应商等属于实际事物;进货、销售等活动是比较抽象的事件。

(2) 实体的属性。描述实体的特性称为属性。例如,供应商实体用供应商编号、供应商名、供应商地址、电话等若干个属性来描述,商品实体用商品号、商品名等若干个属性来描述;销售实体用商品编号、销售时间、销售价、数量、经手人等属性来描述。

(3) 码。唯一标识实体的属性集。例如,供应商实体中的供应商编号,商品实体中的商品号。

(4) 域。属性的取值范围。例如,销售实体中的数量属性的取值范围为整数。

(5) 实体型。具有相同属性的实体必然具有共同的特征和性质。用实体名及属性名集合表示一种实体的类型，称为实体型。例如，供应商实体型用供应商（供应商编号，供应商名，供应商地址，电话）来描述。

(6) 实体集。同类型的实体的集合，称为实体集。例如，在供应商实体集中，（0001，纳爱斯有限公司，浙江丽水市括苍南路 19 号，0578-2286666）表示一个具体的供应商实体，若干个供应商实体组成供应商实体集。

在 Visual FoxPro 中，用“表”来存放同一类实体，即实体集。例如，供应商表、销售表等。Visual FoxPro 的一个“表”包含若干个字段，“表”中所包含的“字段”（列）就是实体的属性。字段值的集合（一行）组成表中的一条记录，代表一个具体的实体，即每一条记录（表中的一行）表示一个实体。

(7) 联系。联系分为实体内部各属性间的联系和实体之间的联系。这里说的联系是指实体之间的联系，它反映现实世界事物之间的相互关联。例如，一位供应商可以供应若干种商品；同一种商品可以由若干位供应商来供应。

实体间联系的种类是指一个实体型中可能出现的每一个实体与另一个实体型中多少个具体实体存在联系。两个实体间的联系可以归纳为 3 种类型。

① 一对一联系（One-to-One Relationship）。若对于实体集 A 中的每一个实体，在实体集 B 中至多有一个实体与之联系，反之亦然，则称实体集 A 与实体集 B 具有一对一联系。例如，考查公司和总经理两个实体型，如果一个公司只有一个总经理，且这个总经理不能同时在其他公司再兼任总经理，在这种情况下公司和总经理之间存在一对一的联系。

在 Visual FoxPro 中，一对一的联系表现为主表中的每一条记录与相关表中的记录只有一条相关联。例如，一个单位劳资部门的职工表和财务部门使用的工资表之间就存在一对一的联系。

② 一对多联系（One-to-Many Relationship）。若对于实体集 A 中的每一个实体，在实体集 B 中有多个实体与之联系，反之，对于实体集 B 中的每一个实体，在实体集 A 中至多只有一个实体与之联系，则称实体集 A 与实体集 B 具有一对多联系。例如，考查公司和职工两个实体型，一个公司有多名职工，而一名职工只在一个公司就职，公司与职工之间则存在一对多的联系。考查学生和学院两个实体集，一个学生只能在一个学院里注册，而一个学院有很多个学生。学院和学生也是一对多的联系。

在 Visual FoxPro 中，一对多的联系表现为主表中的每一条记录与相关表中的多条记录相关联。即表 A 的一个记录在表 B 中可以有多个记录与之对应，但表 B 中的一个记录在表 A 中最多只能有一个与之对应的记录。

一对多联系是最普遍的联系。也可以把一对一的联系看作一对多联系的一个特殊情况。

③ 多对多联系（Many-to-Many Relationship）。若对于实体集 A 中的每一个实体，在实体集 B 中有多个实体与之联系，反之，对于实体集 B 中的每一个实体，在实体集 A 中也有多个实体与之联系，则称实体集 A 与实体集 B 具有多对多联系。例如，考查供应商和商品两个实体型，一个供应商可以供应多种商品，一种商品可以由多个供应商供应。因此，供应商和商品间存在多对多的联系。

在 Visual FoxPro 中，多对多的联系表现为一个表中的多个记录在相关表中同样有多个记录与其匹配。即表 A 的一条记录在表 B 中可以对应多条记录，而表 B 的一条记录在表 A 中也可以对应多条记录。