



21世纪高等院校新概念系列教材

Visual FoxPro 6.0

数据库技术

智西湖 雷治军 主编



中国宇航出版社

Visual FoxPro 6.0

数 据 库 技 术

主 编: 智西湖 雷治军
副主编: 王少峰 张瑞玲
张鹏祥 张文质

江苏工业学院图书馆
藏书章

中国宇航出版社

内 容 简 介

本书根据高校计算机基础课程教学的要求,结合计算机等级考试大纲编写。书中简要介绍了数据库的基本理论;详细讲述了 Microsoft Visual FoxPro 6.0 中文版的系统环境、数据库和表的使用、视图、项目管理等知识;介绍了 Microsoft Visual FoxPro 6.0 的面向对象程序设计的理论和方法及 Microsoft Visual FoxPro 6.0 的网络应用;结合实例,讲述了小型数据库系统的开发过程。

本书按教材体系编写,深入浅出,编排合理,有丰富的例题和习题,是学习掌握 Microsoft Visual FoxPro 6.0 管理数据库、开发小型数据库系统知识的一本入门教材。本书适宜作高等院校各专业数据库技术课程及等级考试和自学考试的教材,也可供数据库技术培训班使用。

与本书配套,中国宇航出版社还出版有《Visual FoxPro 6.0 数据库技术实训》一书。

图书在版编目(CIP)数据

Visual FoxPro 6.0 数据库技术 / 智西湖, 雷治军主
编. —北京: 中国宇航出版社, 2004. 9

(21 世纪高等院校新概念系列教材)

ISBN 7-80144-867-7

I. V... II. ①智... ②雷... III. 关系数据库 -
数据库管理系统, Visual FoxPro 6.0 - 高等学校 - 教材

IV. TP311.138

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 087052 号

出 版 行 **中国宇航出版社**

地 址 北京市阜成路 8 号 邮 编 100830
(010)68768548

网 址 www.caphbook.com / www.caphbook.com.cn

经 销 新华书店

发行部 (010)68692341(含传真)

零售店 读者服务部 北京宇航文苑
北京市阜成路 8 号 北京市海淀区海淀大街 31 号
(010)68371105 (010)62579190

承 印 北京智力达印刷有限公司

版 次 2004 年 9 月第 1 版
2004 年 9 月第 1 次印刷
开 本 1 / 16
规 格 787 × 1092
印 张 20.25
字 数 488 千字
书 号 ISBN 7-80144-867-7
定 价 27.00 元

本书如有印装质量问题可与发行部调换

前 言

人类已经进入了一个前所未有的时代——信息社会，一个全球性的以互联网为主要载体、以信息高速公路建设为代表的信息化科技革命浪潮方兴未艾，信息技术的广泛应用深刻地影响和变革着人类社会的方方面面。具有利用计算机从网上获取信息和处理信息的能力，就意味着把握住了新时代的脉搏，把握住了新的机遇，意味着新生活的开始。信息时代，人们追求的不仅是知识（信息）量的多少，而且更注重获取知识（信息）的能力、方法和效率。可以说，21 世纪发展最快的将是信息资源开发、管理和服务的技術，即数据库技术。如今数据库技术的应用已越来越广泛，从小型单项事务处理到大型信息管理系统，乃至决策支持系统（DSS），都采用先进的数据库技术来保持系统数据的安全性、完整性和共享性。目前，一个国家的数据库建设规模（指数据库的个数、种类）、数据库信息量的大小和使用频率已成为衡量这个国家信息化程度的重要标志之一。

Microsoft Visual FoxPro 6.0 关系数据库系统是 20 世纪 90 年代后期发展起来的新一代小型数据库管理系统的杰出代表，它兼容早期流行的大众数据库 FoxBASE，在 Windows95/98/2000/XP/NT 环境下运行，它以强大的功能、完整而丰富的工具、极高的处理速度、友好的用户界面和良好的兼容性等特点，受到广大用户的青睐。Microsoft Visual FoxPro 6.0 中文版，不仅支持面向过程的程序设计，而且支持面向对象可视化程序设计，使应用程序的开发流程更为合理，使组织数据、定义数据库规则和建立应用程序等工作变得简单易行，是当前用户收集信息、查询数据、创建继承数据库系统、进行应用软件系统开发的理想工具软件。

本书作者在教学实践的基础上，根据高校大学生计算机基础课程的教学需要，参照计算机等级考试（二级）大纲编写而成，内容先进实用。全书分 12 章：第 1 章介绍数据库系统的基本理论；第 2 至第 10 章详细论述了 Visual FoxPro 6.0 系统环境、语法规则及面向对象程序设计的理论和方法；第 11 章通过一个完整的开发实例，具体展示了数据库应用系统的设计方法；第 12 章对 Visual FoxPro 6.0 的网络功能作了简单介绍；书后附有详细的命令、函数，以方便教师讲授和学生自学。

本书内容丰富，结构紧凑，概念阐述清楚，注重学生能力培养。叙述力求简明扼要，由浅入深，通俗易懂，是学习掌握数据库知识的入门向导，适宜作高等院校各专业数据库管理课程及等级考试和自学考试的教材。

为了方便学习，与本书配套，中国宇航出版社还出版了《Visual FoxPro 6.0 数据库技术实训》一书，书中内容有上机实验指导、习题解答、自测题及小型数据库应用系统开发实例 4 个部分。

本书第 1 章由张鹏祥执笔，第 2、3、7 章由王少峰、曹英存执笔，第 4 章由张文质执笔，第 5、6 章由张瑞玲执笔，第 8、10 章由智西湖执笔，第 9、11 章由雷治军执笔，第 12 章由智爱娟执笔，附录由张昆朋、周震执笔。作者之间相互审阅，最后由主编通阅定稿。

洛阳师院计科系学生贾治国调试了书中的部分程序，协助处理了书中的部分图形。

本书的编写过程中参考了若干专家的著作，恕不一一列举，在此谨表谢意。

在本书编写过程中，尽管经过了认真的审校，但由于作者水平所限，错误之处在所难免，恳望广大读者给予批评指正。

作 者

2004 年 7 月

目 录

第 1 章 数据库系统基础	1	3.3 表的基本操作	57
1.1 数据库系统的基本概念	1	3.3.1 表的打开与关闭	57
1.1.1 信息、数据及数据管理	1	3.3.2 修改表结构	58
1.1.2 数据库系统	3	3.3.3 表记录的录入	59
1.1.3 数据库的安全保护	6	3.3.4 表记录的显示与修改	61
1.2 数据模型	7	3.3.5 记录的定位、插入、修改与 删除	68
1.2.1 数据模型的概念	7	3.4 创建数据库	72
1.2.2 三种主要数据模型	9	3.4.1 新建一个数据库	72
1.3 关系数据库的理论基础	12	3.4.2 数据表的修改和使用	75
1.3.1 关系的定义与性质	12	3.5 表的高级操作	78
1.3.2 关系的基本操作	14	3.5.1 表记录的排序与索引	78
1.3.3 关系模型的完整性约束条件	16	3.5.2 表记录的检索	85
1.3.4 关系中数据间依赖性与规范化 分解	17	3.5.3 表记录的统计处理	87
本章小结	21	3.5.4 多表操作	88
习题一	22	3.5.5 永久性关系	95
第 2 章 Visual FoxPro 6.0 基础	26	本章小结	99
2.1 Visual FoxPro 6.0 系统特征	26	习题三	99
2.2 VFP 6.0 系统的安装与启动	27	第 4 章 项目管理器	103
2.2.1 VFP 6.0 的安装环境	27	4.1 项目的创建和打开	103
2.2.2 VFP 6.0 的安装、启动及退出	27	4.2 项目管理器	104
2.3 VFP 6.0 集成环境简介	27	4.2.1 项目管理器中的选项卡	104
2.3.1 VFP 6.0 的主界面	27	4.2.2 项目管理器的折叠与分离	105
2.3.2 VFP 6.0 系统设置	33	4.2.3 项目管理器的快捷菜单	106
2.4 VFP 6.0 基本语法规则	35	4.2.4 项目管理器中的命令按钮	106
2.4.1 命令结构	35	4.3 项目管理器的基本操作	107
2.4.2 数据类型	36	4.3.1 创建新文件	107
2.4.3 常量与变量	37	4.3.2 添加文件	107
2.4.4 标准函数	42	4.3.3 移去文件	108
2.4.5 运算符与表达式	47	4.3.4 修改文件	109
本章小结	50	4.3.5 设置主文件	109
习题二	51	4.3.6 包含和排除	109
第 3 章 数据库和表	53	4.3.7 在项目管理器中运行程序	110
3.1 数据库与表的概念	53	4.3.8 连编应用程序	111
3.2 表的建立	54	本章小结	112
3.2.1 用表设计器创建表	54	习题四	112
3.2.2 用表向导创建表	55	第 5 章 查询与视图	114

5.1 创建查询	114	本章小结	158
5.1.1 利用查询设计器创建查询	114	习题六	159
5.1.2 利用查询向导创建查询	120	第7章 VFP 程序设计	161
5.1.3 查询的使用	121	7.1 程序文件的建立与执行	161
5.2 创建视图	124	7.1.1 程序设计的基本概念	161
5.2.1 本地视图和远程视图	124	7.1.2 命令文件的建立	161
5.2.2 利用向导创建视图	124	7.1.3 命令文件的执行	163
5.2.3 利用视图设计器创建视图	126	7.2 基本输入输出	163
5.2.4 视图的使用	129	7.2.1 数据输入	163
5.2.5 利用视图更新表中数据	130	7.2.2 无格式输出	164
5.3 使用 SQL 语言操纵表中数据	132	7.3 程序的基本结构	164
5.3.1 SQL 语言简介	132	7.3.1 顺序结构	165
5.3.2 使用 VFP 的 SQL 定义语句	133	7.3.2 选择结构	166
5.3.3 利用 SQL 语言建立查询	134	7.3.3 循环结构	169
5.3.4 使用 SQL 语句更新表中 数据	138	7.4 数组	172
本章小结	139	7.4.1 数组的定义	172
习题五	140	7.4.2 数组的使用	172
第6章 报表与标签设计	143	7.5 过程与函数	173
6.1 概述	143	7.5.1 过程与函数的定义	174
6.1.1 报表与标签	143	7.5.2 过程与函数的调用	174
6.1.2 报表文件	143	本章小结	175
6.1.3 报表的形式	144	习题七	175
6.2 创建报表	144	第8章 面向对象程序设计基础	178
6.2.1 报表设计器简介	145	8.1 什么是面向对象程序设计	178
6.2.2 报表菜单项	145	8.2 类和对象	179
6.2.3 为报表设置数据源	145	8.2.1 对象及属性	179
6.2.4 利用“快速报表”创建报表	146	8.2.2 类的概念	180
6.2.5 利用报表向导创建报表	147	8.2.3 事件与方法	182
6.3 修改报表	149	8.3 设计类	184
6.4 利用报表进行分组、统计	151	8.3.1 创建类	184
6.4.1 数据分组	151	8.3.2 类属性的定义	185
6.4.2 分组报表举例	152	8.3.3 类的方法和事件	187
6.4.3 数据统计运算	153	8.3.4 通过编程定义类	190
6.4.4 数据统计报表举例	154	8.4 对象的操作	193
6.5 预览和打印报表	155	8.4.1 由类创建对象	193
6.5.1 报表的预览	155	8.4.2 设置对象的属性	195
6.5.2 报表的打印	156	8.4.3 调用对象方法和触发对象 事件	196
6.6 使用标签实现数据输出	156	8.4.4 对象设计实例	196
6.6.1 创建标签	156	本章小结	199
6.6.2 输出标签命令(LABEL)	157	习题八	199
6.6.3 创建、打印标签举例	157	第9章 表单和控件设计	200
		9.1 表单的建立	200

9.1.1 使用表单设计器创建表单	200	10.3.2 为应用程序创建工具栏	245
9.1.2 利用表单向导创建表单	201	本章小结	249
9.1.3 表单的修改及运行	204	习题十	249
9.2 表单与控件	205	第 11 章 小型数据库应用系统开发	250
9.2.1 表单工具栏和快捷菜单	206	11.1 数据库应用系统开发过程	250
9.2.2 表单的数据环境	208	11.1.1 系统分析	250
9.2.3 常用表单控件的属性	209	11.1.2 系统设计	251
9.2.4 常用表单控件的事件和方法	210	11.1.3 系统编码	252
9.3 基本表单控件	212	11.1.4 系统测试	252
9.3.1 标签控件	212	11.1.5 系统维护	253
9.3.2 文本框控件	213	11.2 应用系统开发实例	253
9.3.3 计时器控件	214	11.2.1 需求分析	253
9.3.4 命令按钮控件	215	11.2.2 总体设计	255
9.4 列表框和组合框控件设计	216	11.3 创建项目和数据库	256
9.4.1 列表框控件	216	11.3.1 创建项目文件	256
9.4.2 组合框控件	220	11.3.2 建立数据库	257
9.5 选择按钮控件设计	222	11.4 系统报表设计	258
9.5.1 单选按钮组	222	11.4.1 设计思路	258
9.5.2 复选框	223	11.4.2 设计步骤	258
9.5.3 微调按钮	223	11.5 用户操作界面设计	259
9.5.4 应用举例	223	11.5.1 修改密码表单设计	259
9.6 多媒体控件设计	225	11.5.2 按姓名查询表单设计	261
9.6.1 图像控件	225	11.5.3 教师信息统计表单设计	262
9.6.2 线条控件	226	11.6 系统菜单设计	263
9.6.3 形状控件	226	11.6.1 系统维护程序代码	264
9.6.4 ActiveX 控件	227	11.6.2 课时统计汇总程序代码	265
9.6.5 ActiveX 绑定控件	228	11.7 系统主程序设计	268
9.6.6 多媒体控件应用举例	228	11.7.1 设置主程序的基本方法	269
9.7 表格和页框控件设计	230	11.7.2 修改主程序文件	269
9.7.1 表格控件	230	11.8 制作系统帮助文件	270
9.7.2 页框控件	230	11.8.1 制作帮助文件的一般步骤	270
9.7.3 应用举例	231	11.8.2 制作 CHM 电子文档	271
本章小结	233	11.8.3 将帮助文档加入系统	275
习题九	233	11.9 连编项目与制作安装盘	276
第 10 章 设计菜单系统和工具栏	235	11.9.1 连编应用程序	276
10.1 菜单系统	235	11.9.2 制作系统安装盘	276
10.2 创建菜单系统	235	本章小结	280
10.2.1 创建菜单系统的步骤	235	习题十一	280
10.2.2 普通菜单和快捷菜单	236	第 12 章 VFP 6.0 的网络应用	281
10.2.3 菜单设计器的使用	238	12.1 网络数据库概述	281
10.3 设计工具栏	243	12.1.1 基于 Web 的数据库管理	281
10.3.1 定制 VFP 工具栏	244	系统	281
		12.1.2 在 Web 上运行应用程序	281

12.1.3 开发 Web 应用程序的基本方法	282	习题十二	291
12.2 利用 VFP 6.0 建立查询网页	283	附录一 常用函数一览表	292
12.3 利用 VFP 6.0 在网上发布信息	289	附录二 常用命令一览表	304
本章小结	290	附录三 系统内存变量一览表	312

第 1 章 数据库系统基础

本章首先给出数据、数据库、数据库系统的基本概念，介绍数据管理技术的发展过程，指出文件系统的缺点和数据库系统的优点，讲述数据库系统的体系结构，提出数据库系统安全的概念，给出了有关的名词术语，为读者建立起数据库系统的基本概念。其次，介绍数据模型的知识：数据模型是数据库中数据之间的逻辑关系，是数据库的框架，是表示数据的组织形式，是定义数据库的依据。数据库按数据模型分类。在介绍了数据模型的基本概念之后，分别介绍层次、网状、关系三种不同的数据库模型。关系数据库建立在关系代数的基础上，有严密的数学理论基础，应用数学方法来处理数据库数据。IBM 公司的科德（E.F.Codd）从 1970 年起，发表多篇论文，奠定了关系数据库的理论基础。本章最后介绍关系代数的基本理论，包括关系的定义、基本操作、完整性约束条件等，介绍关系规范化理论和方法。本章内容对掌握和使用关系数据库有重要的指导意义。

1.1 数据库系统的基本概念

1.1.1 信息、数据及数据管理

信息、数据与人类的活动有着密切的联系，人们在生产劳动、社会活动、科学实验中，每天都可能遇到大量的数据需要处理，并从中分析提取出对我们有用的信息。那么什么是信息？什么是数据？信息与数据之间又有哪些联系呢？

1. 信息、数据的概念

首先要给出数据的概念。数据并不仅仅指数字，数据还包括字符串、日期、逻辑值，甚至图形、声音等也被称为数据。因此，可以将数据定义为对客观实体属性的描述或记录。从这个定义可以看出，数据有两方面的含义：数据是客观属性的反映；数据具有载体和表现形式。例如，有一份学生档案如表 1-1。

表中的每一行描述了一个学生的情况，一个学生就是一个客观实体，表中的一列反映了实体的一个属性，表头各列就是各属性的属性名，例如学号、姓名、性别等。“011111001”、“李 波”、“男”、“1982 年 8 月 14 日”、“团员”、“篮球”、“395.5”等就是数据，就是对这个学生（一个客观实体）的各个属性的描述。其次，这些数据必须具有载体和表现形式，把这张表写在纸上，纸就是载体，把它作为电子表格存在磁盘上，磁盘就是载体。另外，使用不同的语言符号或格式，数据就有不同的表现形式。

不经处理的一堆数据对我们来说没有什么意义。数据经过加工后获取的某种意义称之为信息。如将学生档案表中学生的数据按总成绩排序，我们就可以得到“某某同学可以得奖学金”这样一条信息。又如要组建运动队参加运动会，学生档案表中爱好一栏的资料可以为我

们提供重要信息：“常青可作为长跑运动员的挑选对象”、“李波、王萍可分别参加篮球队和排球队”等信息。如果是一批粮食产量的数据，按照品种进行分类统计计算，就可得到“某某品种是优良品种，应推广”、“某某品种须淘汰”等信息。

表 1-1 学生档案

学号	姓名	性别	出生日期	政治面貌	爱好	学习成绩
011111001	李 波	男	1982 年 8 月 14 日	团员	篮球	395.5
011111002	王 萍	女	1981 年 3 月 24 日	党员	排球	511.0
011111003	张 鸣	男	1980 年 2 月 21 日	群众	唱歌	521.0
010211012	李 波	女	1981 年 7 月 20 日	团员	舞蹈	402.0
010311010	张一飞	男	1979 年 6 月 26 日	团员	朗诵	556.0
010312001	常 青	女	1983 年 4 月 25 日	团员	长跑	445.0

综上所述，数据和信息既有区别又有联系。没有数据就没有信息，所有的信息都需要用数据来表示；不考虑信息，数据也没有任何存在的价值；很多信息又常常作为数据，再次进行处理，以便得到进一步的信息。故人们常常不严格区分数据与信息，本书讲的数据处理、数据库也常称作信息处理、信息库等。

2. 数据管理

对数据进行收集、组织、加工、储存、抽取、传输等操作称为数据处理。数据处理的特点是数值计算比较简单，但是，数据量大，数据结构复杂，数据之间有复杂的逻辑关系。因此，数据处理的关键不是数值计算，而是对数据的组织、储存、检索和维护，这部分工作被称为数据管理，是数据处理的重心。

3. 数据管理技术的发展

在讨论数据管理技术的时候，常常提到数据的物理组织（结构）、逻辑组织（结构）等，所谓物理组织（结构）是指数据在物理存储设备上的组织（结构）形式。所谓数据的逻辑组织（结构）是指数据在使用者面前所呈现的组织（结构）形式。设计数据的物理组织和逻辑组织是数据管理的一个重要方面。

数据管理技术的优劣直接影响着数据处理的效率，发明、改进数据管理技术是计算机应用的一个热门话题。伴随着计算机在数据管理方面应用的深入，计算机数据管理技术经历了三个发展阶段。

第一阶段，人工管理阶段，又称自由管理阶段。20 世纪 60 年代以前，计算机尚不普及，数据处理工作中数据量较小，缺少必要的软件支持。因此，程序员在设计程序时既要考虑算法，又要直接管理数据的组织存储。存取数据要按照设备的物理地址进行，使得程序高度依赖于数据，直接影响了程序的灵活性与通用性。

第二阶段，文件管理阶段。到了 20 世纪 60 年代，随着计算机在数据处理方面应用范围的扩大，人工管理的缺点日益突出，如数据缺乏独立性，程序依赖数据的物理组织，不同用户的数据不能共享，数据的冗余度大，系统的维护工作难度大等。为解决这些问题，人们设计了专门的软件，负责对数据进行管理，使得数据的物理存取方法对程序员透明，即程序员不需要了解数据物理存取的细节。数据的逻辑组织和物理组织之间的转换由系统自动进行，当

数据的物理组织改变时不影响逻辑组织，提高了数据的物理独立性，这就是文件管理阶段。文件的组织形式有顺序文件、索引文件、直接存取文件等。

第三阶段，数据库管理阶段。从 20 世纪 60 年代末开始，人们进一步发现，文件系统虽然实现了以文件为单位的数据共享，但未能实现以记录或数据项为单位的数据共享，数据的逻辑组织还与应用程序密切相连，缺乏数据的逻辑独立性，数据仍存在大量冗余。这时由于计算机硬件的发展，出现了大容量的直接存取设备，为大规模数据处理提供了物质基础，使得数据处理的规模进一步扩大，对数据处理提出了更高的要求，数据管理技术发展到了一个新的阶段，产生了数据库管理技术。它有以下特点：

(1) 面向系统组织数据，提高了共享程度，大大减少了数据冗余度。

(2) 数据库系统中有专门的数据库管理软件（称作数据库管理系统 DBMS），在应用程序和数据库数据之间架起了一座桥梁，提供了数据的物理独立性和逻辑独立性。物理独立性是指当数据库的物理布局 and 物理组织形式改变时，不影响数据库的全局逻辑结构，也不影响应用程序。数据的逻辑独立性是指当数据库的全局逻辑结构改变时，不影响某些局部逻辑结构的性质，对那些使用未发生变化的局部逻辑结构的应用程序不产生影响。

(3) 数据库管理系统为用户提供了方便的用户接口，用户可以使用查询语言或简单的命令来操作数据库，也可以用程序方式（用高级语言如 C、COBOL 或用数据库操纵语言如 FoxPro、Sybase、Informix、Oracle 等编程）操作数据库。

(4) 数据库管理系统提供了数据保护和并发控制的功能。由于数据库可为多个用户共享，故对数据库数据进行完整性、安全性、一致性控制是十分必要的。防止非法存取数据，避免有意或无意对数据的破坏，保证数据的有效性和正确性，提供数据之间逻辑关系正确性的检验等。

数据库管理技术是数据管理的有效方法，正在不断地发展。表 1-2 给出三个阶段的特点。

表 1-2 数据管理技术发展阶段及特点

	人工管理阶段	文件系统阶段	数据库系统阶段
数据管理者	用户	文件系统	数据库系统
数据共享性	无共享	共享性差，冗余度大	共享性高，冗余度小
数据独立性	数据不独立，依赖程序	独立性差，有一定的物理独立性，无逻辑独立性	具有高度的物理独立性和一定的逻辑独立性
数据结构化	无结构	记录内有结构，整体无结构	整体结构化，用数据模型描述

1.1.2 数据库系统

数据库系统缩写为 DBS (Data Base System)，是一个复杂的系统。它有自身的体系结构，由数据库以及支持数据库运行的软硬件环境、应用程序、数据库管理员等相互独立又相互联系的若干部分组成。

1. 系统组成

(1) 数据库 DB (Data Base)

数据库是长期存储在计算机系统内、有组织、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、存储，具有较小的冗余度、较高的数据独立性和易扩展性，可供各种用户共享，能为多种应用服务，它独立于应用程序而存在，是数据处理系统的核心和管

理对象。

(2) 数据库管理系统 DBMS (Data Base Management System)

DBMS 是专门用于数据管理的软件。它提供数据库定义、数据装入、数据操纵、数据控制、数据库保护等功能。DBMS 是应用程序和数据库之间的接口, 负责逻辑数据和物理地址间的转换(映射), 是数据库系统的核心。

(3) 计算机软硬件环境

现代的微型计算机系统均可满足数据库系统对计算机硬件的要求。包括 CPU、存储器、高速大容量外存及其他外设等。数据库系统因其数据量大而对内存和高速外存要求较高, 一般应有 400KB 以上的内存及缓冲区, 硬盘中的自由空间应在 100MB 以上。

数据库系统虽然也是一种系统软件, 但它的运行跟其他应用软件一样, 需要操作系统的支持, 处理汉字数据, 还需要中文操作系统。当前的主流操作系统如 UNIX、Linux、NOVELL、OS/2、Windows、Windows NT 等支持多数数据库系统, 当然, 每一个数据库系统都需要上述的一种操作系统来支持。现在的中文操作系统都是对相应西文操作系统的汉化, 使用汉字信息数据库需用操作系统的中文版本。

(4) 应用软件

针对自己的业务需要, 使用 DBMS 中的应用程序接口语言, 编写处理本部门数据管理工作的数据库应用程序, 以提高工作效率和方便用户使用, 开发这些软件是数据库系统的深入应用。

(5) 数据库管理员 DBA (Data Base Administrator)

“世间一切事物中, 人是第一可宝贵的”, 数据库系统中数据库管理员是非常重要的。大型系统都配有 DBA, 微机数据库的 DBA 由用户担任。DBA 负责对数据库进行管理和维护, 对数据库的逻辑结构、数据的来龙去脉十分清楚, 能定义各种数据, 构建数据字典, 供系统参考使用。

2. 数据库系统的体系结构

数据库系统采用分级的方法来提高数据的逻辑独立性和物理独立性。各种各样的数据库系统基本上是按照同样的方法来分级的。按美国国家标准化组织(ANSI) 1975 年和 1978 年的报告, 数据库分三级体系结构: 用户级、概念级、内部级, 下面分别叙述。

(1) 用户级

又称局部逻辑级、外部级, 是一个用户或应用程序所涉及的数据库的结构, 其描述称为用户视图。它面向用户, 是用户眼中的数据库。后面本书将具体介绍使用专门语言对用户视图的描述和定义。用户视图的语言定义称为外部模式或子模式, 子模式中的记录叫做外部记录, 是用户程序存取数据的基本单位。

(2) 概念级

又称全局逻辑级, 对数据库数据组织的整体逻辑结构进行描述。其描述称为概念视图, 面向整个数据库, 也通过专门的语言来描述和定义。概念视图的语言定义称为概念模式, 简称模式。模式包括记录型、联系、数据项的描述。对于一个数据库, 只能有一个模式, 但可以有多个子模式, 子模式是模式的子集。如一个数据库描述的实体中含有 20 个属性, 该数据库的模式就要有对这 20 个属性的描述, 若某个应用程序仅仅涉及到其中的 10 个属性, 这个应用程序对应的子模式就只有这 10 个属性的描述。

(3) 内部级

又称存储级，为提高模式对存储设备的独立性而设立。对数据如何存入外部存储器进行具体描述。其描述称为数据库的内部视图，它面向存储设备。内部视图的语言定义称为内模式或存储模式。也有人将该级又进一步细分为存储级和物理级。在存储级将数据库划分成域，域又划分成页来组织数据。域和页不依赖物理存储设备。物理级具体解决数据库在物理设备上的组织问题。它将数据库分为物理记录或块，把块作为存取的基本单位。内模式中的记录与物理记录之间的转换由操作系统来完成。

数据库分三级描述，DBMS 在三级模式之间建立了两个映射，将子模式映射到模式，将模式映射到内模式。由于用户根据子模式编写应用程序，因此，模式改变时，子模式可能不变或很小变化，应用程序也就不变或很小变化。这就大大提高了数据的逻辑独立性。由于存储模式对用户是透明的（“透明”一词意味着“看不见”，即用户不需要了解存储模式），存储模式的任何变化都被模式到内模式的映射所隐藏，这就保证了数据的高度物理独立性。

3. 数据库管理系统（DBMS）的组成

DBMS 由三类程序组成：语言、运行程序、维护程序。

(1) 语言

DBMS 中有两类语言：程序设计语言、操作数据库语言。

① 程序设计语言 当前的 DBMS 使用的程序设计语言，一类为普通的计算机高级语言如 COBOL、C 等，而把数据库的数据操纵语言作为高级语言的一部分，嵌入高级语言中，或者把数据操纵语言作为子程序让高级语言调用，这就是所谓的宿主语言。其中高级语言称为主语言，数据操纵语言寄生在主语言上。

DBMS 使用的另一类程序设计语言是所谓的自含语言，它是一个独立的高级语言系统，有自己的编译解释程序，有数据操纵命令，有一般高级语言中不可缺少的控制命令。可以直接用来编写应用程序，能开发出功能相当完善的数据库应用软件。本书讲的 Visual FoxPro 就是这样一种自含语言的 DBMS。当前多数 DBMS 都属于这一类，如 Informix、Oracle 等。

② 定义和操纵数据库的语言 相对于程序设计语言，定义和操纵数据库的语言称为数据子语言。它有两个功能：定义用于描述数据库，操纵用于使用数据库。

数据描述语言 DDL（Data Description Language）可以定义用户数据库、概念数据库和存储数据库。

数据操纵语言 DML（Data Manipulation Language）是应用程序和数据库的接口，有数据查询、插入、删除、修改等各种操作命令。DML 命令通常指明操作对象和条件，是面向用户的逻辑性操作命令，不涉及物理细节。

(2) 运行程序

数据库运行程序负责数据库系统的正常运行，分库监控、存取控制、数据存取、有效性检查、并发控制、通讯等。

(3) 维护程序

用于维护数据库系统，使之保持最佳工作状态。分数据装入、无用数据删除、重组数据库、转储拷贝、跟踪等。

1.1.3 数据库的安全保护

数据库技术是数据处理的高级阶段，它提高了数据的共享性。这样一来，就提出了一系

列新的问题：如何解决多个用户同时使用一个数据库的并发控制、一个数据库可以被哪些用户使用；如何防止非法用户的使用以及数据库完整性保护、故障修复等等。本节简单介绍这方面的概念。

1. DBMS 的安全保护措施

数据库的安全保护是指防止非法用户窃取或修改数据库中的数据。DBMS 中一般采取四种措施：用户身份鉴定、存取权限控制、密码存储数据、事后监察审计等。

(1) 用户身份鉴定

这是系统提供的最外层的安全保护措施。由系统提供一定的方式让用户输入自己的名字或身份标识，每次进入系统时，系统对用户的合法性进行核实鉴定，使不合法者不能使用。采用的方法有两步：核对用户名和口令。当输入的用户名正确时，再让其输入口令，以进一步核对。这是因为用户名很容易被人窃取的缘故。输入口令时，屏幕不显示，防止被人看到。为进一步提高保密程度，可将固定密码改为变动密码。即密码是由预先约定好的某一过程或函数计算出来的。当然，计算的方法不能过于复杂，应使用户便于心算。用户身份鉴定是防止非法用户入侵的常用的有效方法。

(2) 存取权限控制

系统内数据并不是对系统的所有合法用户开放的。一个合法用户对系统内的一些数据有读、写、修改的权力，而对另一些数据则只有读的权力，没有写和修改的权力，或者连读的权力也没有。在数据库系统中将每个用户对各个数据的存取权限进行定义，是系统提供的第二层安全保护措施。在进入系统的用户对数据进行操作之前，先进行存取权限的核对，这样可防止合法用户越权行事。

(3) 密码存储数据

使用密码存储数据是另一种安全保护方法。把数据用密码存储在外存中，即使通过不正常的渠道（不通过 DBMS，而是通过自己编写的程序）获取数据后，也难以识别数据。合法用户操作数据时，先由系统通过密码钥匙进行译码解密后再操作。

(4) 事后检查审计

一个数据库系统内部都有完善的工作日志，定期检查工作日志，检查核对数据库中的重要数据，可及时发现数据库的安全问题，以便采取补救措施。

2. 完整性保护

完整性保护通过对数据及数据之间的逻辑关系施加约束条件来实现。如对数据项的类型、范围、进行限制，防止象“-3岁”、“2月30日”等荒谬数据进入系统。对系统的新旧数据之间转换时规定约束条件，防止出现“某人1996年50岁，而1997年49岁”的怪现象。有的系统专门设立冗余数据进行完整性约束，不断进行核对，防止数据出错。

3. 并发控制

在一段时间间隔内，多个用户共同操作同一个数据库，称为对数据库的并发操作。对并发操作不进行控制就可能造成数据不一致，甚至出现严重问题。如在铁路系统的多窗口售票系统中，不加控制，可能将同一天的同一车次的同一座号的车票卖给多个乘客。为解决这类问题，DBMS 采用加锁和解锁的方法来进行控制。一个用户对一个数据进行操作之前，先进行加锁操作，这样其他用户就不能对这个数据进行操作，该用户操作结束之后，进行解锁操作，其他用户才可以对这个数据进行操作。

4. 故障处理

一个 DBS 不出现任何故障是不可能的。如硬件的损坏、软件故障、操作失误、电脑病毒破坏、地震、火灾等因素造成数据丢失。在设计 DBS 时,就要考虑这个问题。一般采用转储数据的办法来预防。对于重要的数据随时转储是必要的。一旦发生故障,可很快恢复数据。另外,要建立系统工作日志,以便在发生故障后,能很快找到故障原因,便于进行处理。

1.2 数据模型

1.2.1 数据模型的概念

数据模型像航空模型、汽车模型、建筑模型一样,使人能从中了解真实生活中的事物,是对数据特征的抽象,描述数据的共性。在进行数据模型的研究中经常用到实体、属性、实体间的联系等概念,下面我们分别介绍。

1. 实体

实体是现实世界中任何可被识别的事物的抽象。这些事物可以是生物、非生物,可以是具体的,也可以是抽象的。如一类人、一项工程、一个科研项目等。

2. 属性

在现实生活中,不同事物的区别是由事物的性质和特征决定的。事物抽象为实体后,实体的区别就由事物的性质和特征的抽象表示来决定。事物的性质和特征的抽象表示被称为属性,属性是对实体的描述。如学号、姓名、性别、年龄、家庭住址等属性就描述了“学生基本情况”这个实体。同样研究学生,当规定不同的属性时,就是不同的实体。如在体育教师的眼中,看到的学生是学号、姓名、立定跳远成绩、铅球成绩、百米成绩、3000 米成绩等属性,这个实体就是“学生身体素质”实体。当规定属性为学号、姓名、数学成绩、物理成绩、化学成绩、总成绩等,就成为另一个实体“学生成绩”,与前述的“学生基本情况”、“学生身体素质”的实体不一样。可见实体是完全由属性来确定的。

3. 实体和属性的型与值

实体与属性的结构称为型,在结构约束下的取值称为值。如表 1-1 描述的“学生档案”实体中,(学号,姓名,性别,出生日期,政治面貌,爱好,学习成绩)就是实体的型,而(“011111001”,“李 波”,“男”,“1982 年 8 月 14 日”,“团员”,“篮球”,395.5)就是这个实体的一个值。“姓名”是一个属性的型,它限制这个属性的取值范围是字符串型,且长度有限制;而“李 波”、“常 青”等就是这个属性的值。

4. 关键字

在实体的属性中,可惟一标识一个个体的属性或属性组(该属性组为极小属性组,即去掉其中任一属性就不能惟一标识一个个体)称为关键字,又称“标准码”、“候选码”或“码”。码中的属性称为“主属性”,未包含在任一码中的属性称为“非主属性”。若存在多个码,则选定其中一个作“主码”,表 1-1 描述的“学生档案”实体中属性“学号”就是该实体的一个关键字,它惟一标识一个学生,不同的学生有不同的学号,而属性“姓名”不是关键字,因为有两个学生重名。属性组(姓名,性别)也是该实体的关键字,两个重名的学生性别不同。一般来说,在和人、物有关的实体中,有编号时,常用编号来作关键字;在描述两个事物联

系的实体中，常用能分别标识两个事物的属性的组合来作关键字。

有时在实体集中经常选择一些不能惟一标识个体的属性(组)来标识个体，这些属性(组)称为次关键字或次码。在表 1-1 中，性别、政治面貌可作为次关键字，用性别、政治面貌可标识一类学生。

5. 三个世界的观点

在数据处理的研究中，要涉及不同的范畴，通常称为三个不同的世界：现实世界、信息世界、计算机世界。三个世界中研究的对象不同，但有密切的联系，可以互相转化。

现实世界又称物质世界，涉及的对象是客观存在的事物。这些事物可以是具体的，如机器零件、学生等；也可以是抽象的，如行动计划、历史事件等。

信息世界又称抽象世界、概念世界，研究的对象是对现实世界事物的抽象，是在进行数据处理时对现实世界事物的最高级抽象，抽象结果也称为概念模型。它用实体表示事物，用实体的属性代表事物的性质和特征。

计算机世界又称数据世界，是对信息世界的具体描述，它用记录表示实体，用记录的数据项来刻画实体的属性。根据与软硬件的关系，信息世界中研究结果又分三个层次：物理模型、逻辑模型和外部模型。物理模型描述数据在计算机外存上的存储方式和方法，它依赖于硬件和软件，是最低层次的抽象。逻辑模型按照选定的 DBMS 描述整体数据的逻辑关系，它不依赖计算机硬件，但依赖软件(DBMS)。外部模型面向用户，是逻辑模型的一部分。图 1-1 说明三个世界的关系。

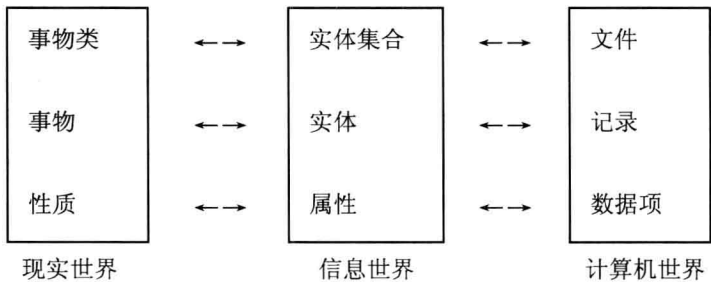


图 1-1 三个世界的关系

6. 实体间的联系

实体间的联系方式有三类：一对一联系（记为 1:1）、一对多联系（记为 1:n）、多对多联系（记为 m:n）。

在两个不同型的实体集合之间，若存在一一对应的关系，则称此联系为一对一联系或简单联系，记为 1:1。例如设 M 表示我国在世的有配偶男性集合，W 表示我国在世的有配偶女性集合，则 M 与 W 之间的夫妻关系就是 M 与 W 之间的 1:1 联系，因为我国实行一夫一妻制。

在两个不同型的实体集合之间，若存在这样一种关系：甲方的一个实体对应乙方的若干实体，而乙方的一个实体最多只与甲方的一个实体相对应，则称这种联系为一对多联系，记为 1:n。例如设 C 为某校的班级集合，S 为某校的学生集合，则班级和学生之间就是一种 1:n 联系，因为一个班级可以有多个学生，而一个学生只能属于一个班级。

在两个不同型的实体集合之间，若任一方的一个实体都对应另一方的若干实体，称此种