

21世纪

高等院校计算机系列教材

Visual FoxPro

程序设计基础教程

(第二版)

李正凡 主编

刘琳岚 徐建功 孔凡良 副主编



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

21 世纪高等院校计算机系列教材

Visual FoxPro 程序设计基础教程

(第二版)

李正凡 主 编

刘琳岚 徐建功 孔凡良 副主编

中国水利水电出版社

内 容 提 要

《Visual FoxPro 程序设计基础教程》(第二版)以 Visual FoxPro 6.0 中文版为基础,并对 8.0 版中的新技术和新方法作适当介绍,对第一版中的例题作了全面的修订和充实,对各章练习题作适当增加和修订,加强了对 SQL 的描述,新增部分练习题参考答案和考试样题附录。全书分为 8 章,在讲述数据库程序设计基础和基本步骤之后,循序渐进地介绍了 Visual FoxPro 6.0 的可视化编程集成环境和开发工具,每章针对知识点配有相应的例题,章末附有“小结”和“练习题”,基本涵盖 Visual FoxPro 软件的所有环节,内容全面,层次分明,深入浅出。

本套教材适合作为高等学校各类专业学生学习数据库开发和程序设计的教材,也可作为高职、高专和各类计算机培训班的教材,或作为利用 Visual FoxPro 进行程序设计的专业或非专业初中级开发人员的参考书。

本书所配电子教案及相关案例素材可以从中国水利水电出版社网站免费下载,网址为: <http://www.waterpub.com.cn/softdown/>。

图书在版编目(CIP)数据

Visual FoxPro 程序设计基础教程 / 李正凡主编.

2 版. —北京:中国水利水电出版社, 2007

(21 世纪高等院校计算机系列教材)

ISBN 978-7-5084-4246-4

I. V... II. 李... III. 关系数据库—数据库管理系统, Visual FoxPro—高等学校—教材

IV. TP311.138

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 143313 号

书 名	Visual FoxPro 程序设计基础教程 (第二版)
作 者	李正凡 主 编 刘琳岚 徐建功 孔凡良 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 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
经 售	
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 19.5 印张 471 千字
版 次	2000 年 5 月第 1 版 2007 年 1 月第 2 版 2007 年 1 月第 8 次印刷
印 数	35001—39000 册
定 价	28.00 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

第二版前言

自《Visual FoxPro 6.0 程序设计基础教程》及其配套的《Visual FoxPro 6.0 程序设计基础上机教程》2000 年出版以来,编者收到许多读者的意见和建议,近几年 Microsoft 公司又陆续推出了 Visual FoxPro 7.0 β 、8.0、9.0 等新版本,为了适应这种发展的趋势和读者的要求,特此编写《Visual FoxPro 程序设计基础教程(第二版)》。

在数据库技术飞速发展的今天,Visual FoxPro 作为优秀的新一代小型数据库管理系统,仍然深受许多小型数据库应用系统开发人员的喜爱,拥有庞大的用户群。Visual FoxPro 8.0、9.0 等新版本,在操作界面、功能等方面作了一定改进,并增加了一些辅助开发工具,更加友好、完善。同时,由于其语言简练,简单易学,便于实现应用系统的快速开发,所以依然具有强大的生命力。

依据多年的实际开发和教学经验,并参考全国计算机等级考试大纲、全国高校非计算机专业计算机等级考试大纲(部分省市)和其他相关的同类教材,对第二版中的知识体系结构和内容的逻辑顺序进行了重新设计和安排,在保持以基础知识、基本理论和基本方法为着眼点的同时,争取做到知识体系完整,结构顺序合理,内容深度合适,例题典型全面,并能满足参加等级考试的读者的需求。

本书仍以 Visual FoxPro 6.0 中文版为基础,并对 8.0 等版本中的新技术和新方法作适当介绍。全书分为 8 章,将第一版中的 1、2 章合并压缩,对其他章节的内容也作了适当调整,加强了对 SQL 的描述,并对全书的例题作了全面的修订和充实,对各章练习题作适当的增加和修订,并新增附录:部分练习题参考答案、二级 Visual FoxPro 模拟试卷及参考答案。

本书由李正凡任主编,刘琳岚、徐建功、孔凡良任副主编,参编人员有薛春阳、吴晓晖、顾浩、李政、张赟等。

在本书的编写过程中,得到了华东交通大学、南昌航空工业学院、宁波大学、福建农林大学和上海金融学院等有关院校和老师的大力支持,在此一并表示感谢。

由于时间和水平所限,难免有不当和错误之处,恳请专家和读者指正。

编者的电子信箱为:zflee@sohu.com。

编 者

2006 年 9 月

第一版前言

为适应信息技术的发展和高等教育改革的需要，华东高校计算机基础教育研究会于1999年3月决定组织编写计算机基础教育系列丛书，它们涵盖国家教育部关于“普通高校本科生计算机基础教育三个层次指导性意见”的内容。其中，由华东交通大学、南昌航空工业学院、宁波大学、福建林学院和上海金融高等专科学校共五所院校负责编写《Visual FoxPro 6.0 程序设计基础教程》和配套实验指导书《Visual FoxPro 6.0 程序设计基础教程上机实验指导》。

数据库技术自20世纪60年代中期诞生以来已日趋成熟，今天，它已渗透到现代科技和社会生活的各个角落。在数据库技术中，关系型数据库系统以其完备的理论基础和易实现性而得到更为广泛的应用。

Visual FoxPro 6.0 是 Microsoft 公司推出的最新微机关系型数据库管理系统开发平台，它继承了 dBase、FoxBASE 和 FoxPro 直观易用的特点，采用了 Microsoft 公司的 Wizard 和 Rushmore™ 等最新技术，扩展了对应用程序的管理和在 Internet 上发布数据的功能，支持客户机/服务器结构，能与 Word、Excel、Visual Basic 等软件高度共享和交换数据，具有 Visual 系列功能强大、面向对象等特点，是微机数据库管理系统领域中具有代表性的佳作。

在 Visual FoxPro 6.0 的可视化集成开发环境中，提供了 Wizard、Designer、Builder 等功能完备的工具，它既支持面向过程程序设计，也支持面向对象程序设计，使开发者只需写很少的程序代码就可以建立功能比较完善的数据库应用系统，从而大大缩短了开发周期。

参与本书的编者均有多年从事“数据库应用基础”教学工作的经验。本书旨在为读者提供面向过程编程和面向对象可视化编程的基本知识，突出应用可视化工具和面向对象编程的方法，力求以精炼简洁的叙述，通过实例介绍 Visual FoxPro 6.0 程序设计的步骤和主要实现功能，使读者能够掌握其使用方法，并开发出一定水平的数据库应用系统。本书在各章的最后都给出了本章“小结”和“练习题”，并有配套上机实验指导书一本，这是本书的特色之一，以此作为学习知识的检验和上机操作的指导。

本书由李正凡主编，刘琳岚、薛春阳副主编，参编人员有吴晓晖、顾浩、李政、张赞。由宁波大学张均良教授主审。

在本书的编写过程中，得到了华东交通大学、南昌航空工业学院、宁波大学、福建林学院和上海金融高等专科学校等有关院校和老师的大力支持，在此一并表示感谢。

由于时间和水平所限，难免有不当和错误之处，恳请专家和读者指正。

编者的电子信箱为：zflee@sohu.com。

编 者

2000年2月

目 录

第二版前言

第一版前言

第 1 章 Visual FoxPro 基础	1
1.1 数据库基础	1
1.1.1 数据库系统及其特点与发展历史	1
1.1.2 E-R 方法与数据模型	6
1.1.3 数据库保护	9
1.1.4 关系代数	11
1.2 Visual FoxPro 简介	13
1.2.1 Visual FoxPro 的版本	13
1.2.2 Visual FoxPro 的特性概述	15
1.2.3 Visual FoxPro 的菜单系统	17
1.3 Visual FoxPro 6.0 的基本概念与规则	23
1.3.1 Visual FoxPro 的项目、文件、数据库、表、视图	23
1.3.2 Visual FoxPro 的命令结构和键盘宏	25
1.3.3 程序执行方式	27
1.3.4 Visual FoxPro 的常量、变量、数组	27
1.3.5 Visual FoxPro 的表达式与函数	30
1.3.6 Visual FoxPro 的文件类型	33
1.4 面向对象程序设计的概念	34
1.4.1 对象、属性、事件和方法	34
1.4.2 Visual FoxPro 的类	37
1.5 Visual FoxPro 6.0 的程序设计工具	40
1.5.1 向导	41
1.5.2 设计器和工具栏	42
1.5.3 生成器	43
1.6 小结	44
练习题	44
第 2 章 Visual FoxPro 程序设计	49
2.1 Visual FoxPro 程序设计的特点	49
2.1.1 数据库应用系统的开发步骤	49
2.1.2 开发 Visual FoxPro 应用程序的过程	50

2.1.3	应用程序生成器的使用	52
2.2	项目管理器的使用	55
2.2.1	Visual FoxPro 6.0 项目管理器	56
2.2.2	Visual FoxPro 6.0 项目管理器的使用	58
2.2.3	使用项目管理器组织文件	59
2.2.4	构造应用程序框架	63
2.3	程序设计方法	66
2.3.1	利用程序进行数据处理	66
2.3.2	程序设计方法	70
2.3.3	程序设计示例	79
2.4	小结	84
	练习题	84
第 3 章	数据库和表的设计与操作	87
3.1	数据库设计与操作	87
3.1.1	数据库设计	87
3.1.2	创建数据库	92
3.1.3	数据库操作	99
3.2	表设计与操作	104
3.2.1	表设计	104
3.2.2	表记录操作	116
3.2.3	表的索引	118
3.2.4	使用多个表	127
3.3	小结	130
	练习题	130
第 4 章	结构化查询语言 SQL 和报表	132
4.1	SQL 语言的基本概述	132
4.1.1	SQL 语言的基本概念	132
4.1.2	SQL 的基本功能	132
4.2	数据定义语言 DDL	133
4.2.1	用 CREATE 语句创建基本表	133
4.2.2	用 ALTER 修改基本表	136
4.2.3	用 DROP 命令删除一个表	138
4.3	数据操纵语言 DML	138
4.3.1	INSERT 命令	138
4.3.2	UPDATE 命令	139
4.3.3	DELETE 命令	139
4.4	查询和 SELECT 命令	140

4.4.1	创建和添加查询	140
4.4.2	运行查询	148
4.5	报表和标签	152
4.5.1	Visual FoxPro 的报表和标签	152
4.5.2	向应用程序添加报表和标签	159
4.6	小结	164
	练习题	164
第 5 章	使用视图查询和修改数据	167
5.1	创建视图	167
5.1.1	使用向导创建视图	167
5.1.2	创建本地视图	168
5.1.3	用已有的 SQL SELECT 语句创建视图	168
5.1.4	修改视图	169
5.1.5	重新命名视图	169
5.1.6	删除视图	169
5.1.7	创建多表视图	169
5.1.8	访问远程数据	172
5.2	使用视图	174
5.2.1	限制视图的取值范围	175
5.2.2	创建参数化视图	176
5.2.3	提示用户输入参数值	177
5.2.4	打开视图的多个实例	177
5.2.5	显示视图结构	178
5.2.6	创建视图索引	179
5.2.7	创建视图的临时关系	179
5.2.8	设置视图属性和连接属性	179
5.2.9	关闭视图的基表	181
5.3	在视图中更新数据	181
5.3.1	更新视图的基本操作	181
5.3.2	在视图中更新多个表	183
5.3.3	用数据字典定制视图	184
5.3.4	为视图字段创建默认值	184
5.3.5	在视图的字段和数据行上创建规则	184
5.4	集成视图	185
5.4.1	在视图中集成本地数据和远程数据	185
5.4.2	在视图中更新本地数据与远程数据	185
5.5	处理游离数据	185

5.5.1	创建游离视图	186
5.5.2	显示和修改游离数据	186
5.5.3	更新联机数据	187
5.6	优化视图性能	188
5.6.1	控制递进式获取信息量大小	188
5.6.2	控制备注字段的获取	188
5.6.3	设置下载的最大记录数	188
5.6.4	优化过滤器和连接	189
5.6.5	控制连接结果	190
5.6.6	共享多个远程视图的连接	190
5.6.7	测试连接是否忙	191
5.7	小结	191
	练习题	191
第 6 章	利用表单设计应用程序界面	193
6.1	设计表单	193
6.1.1	设置数据环境	194
6.1.2	创建单文档和多文档界面	196
6.1.3	用表单集扩充表单	198
6.2	在表单中添加对象	199
6.2.1	深入了解容器和控件对象	199
6.2.2	添加 Visual FoxPro 容器	199
6.2.3	向表单中添加 Visual FoxPro 控件	200
6.2.4	在表单中添加数据绑定型控件	200
6.2.5	在表单中添加用户自定义的对象	201
6.2.6	确定表单中的控件数目	202
6.2.7	在表单中添加属性和方法程序	203
6.2.8	包含预定义常量	204
6.3	处理对象	204
6.3.1	在设计时设置属性	204
6.3.2	定义表单行为	205
6.3.3	指定表单的图标	206
6.3.4	编辑事件代码和方法程序代码	206
6.3.5	保存表单	207
6.3.6	将表单和控件保存为类	207
6.3.7	运行表单	208
6.3.8	在运行时刻设置属性	209
6.3.9	在运行时调用方法程序	210

6.3.10 对事件作出响应	210
6.4 管理表单	211
6.4.1 隐藏表单	211
6.4.2 释放表单	211
6.4.3 将参数传递到表单	211
6.4.4 从表单返回值	211
6.4.5 管理表单的多个实例	212
6.4.6 为表单设置设计区	212
6.4.7 在表单中使用本地和远程数据	213
6.4.8 设置表单模板	214
6.5 控件使用要点	215
6.5.1 设置控件的数据源	215
6.5.2 根据任务选择合适的控件	216
6.5.3 预先设定选择的控件	216
6.5.4 接受预先不能确定的输入	220
6.5.5 接受给定范围的数值输入	222
6.5.6 允许特定操作	222
6.5.7 使用计时器控件	223
6.5.8 显示信息	223
6.5.9 使用表格控件	225
6.6 控件使用技巧	227
6.6.1 使控件更容易使用的方法	227
6.6.2 允许用户拖放	228
6.6.3 扩展表单	231
6.7 小结	233
练习题	233
第7章 菜单、工具栏及数据共享	236
7.1 菜单和工具栏	236
7.1.1 设计菜单	236
7.1.2 使用菜单设计器创建菜单	237
7.1.3 在应用程序中使用菜单	241
7.1.4 创建自定义工具栏	242
7.2 定制和调测菜单系统	245
7.2.1 菜单系统的测试与调试	245
7.2.2 定制菜单系统	248
7.3 数据共享访问程序设计	249
7.3.1 控制对数据的访问	249

7.3.2	使用数据工作期	252
7.3.3	缓冲访问数据	255
7.3.4	更新数据	256
7.3.5	管理冲突	259
7.4	小结	260
	练习题	261
第 8 章	创建求助及应用程序发布	262
8.1	创建应用程序的帮助文件	262
8.1.1	创建图形方式 (HTML 样式) 帮助文件	262
8.1.2	对 HTML 样式帮助的在线访问	263
8.1.3	发布已编译的 HTML 样式帮助系统	264
8.1.4	用 WinHelp 4.0 创建图形样式 Windows 帮助文件	265
8.1.5	使用 WinHelp 函数编程实现帮助特性	265
8.1.6	创建.DBF 样式帮助	268
8.2	应用程序发布	272
8.2.1	发布应用程序	272
8.2.2	发布过程	272
8.2.3	准备要发布的应用程序	273
8.2.4	定制要发布的应用程序	276
8.2.5	准备制作发布磁盘	279
8.2.6	了解发布过程	279
8.2.7	使用安装向导制作发布磁盘	281
8.3	小结	283
	练习题	284
附录 A	部分练习题参考答案	285
附录 B	二级 Visual FoxPro 模拟试卷及参考答案	288
	参考文献	302

第 1 章 Visual FoxPro 基础

主题词

- 数据库
- 数据库管理系统
- 数据库系统
- 数据模型
- 关系数据库
- E-R 方法
- 项目
- 表和数据库
- 视图
- 表单
- 数据类型
- 表达式
- 对象
- 类

在学习使用 Visual FoxPro 6.0 进行程序设计开发的过程中,首先要建立一些有关数据库系统的基本概念,了解有关术语。本章将简要地讲述一下这方面的基础知识,并结合所要使用的开发工具 Visual FoxPro 6.0,介绍它的特点和基本的使用方法,为学习理解本教程其余各章的内容打下基础。

1.1 数据库基础

数据库技术是在 20 世纪 60 年代末兴起的一种数据管理方法,也是信息管理中的一项非常重要的新技术。由于数据库具有数据结构化、冗余度低、程序独立性高和易于扩充、易于编制应用程序等优点,因此近年来得到迅速发展,被广泛应用于国民经济、文化教育、企业管理、电子商务和电子政务等各个领域,为计算机应用开辟了广阔的天地。

1.1.1 数据库系统及其特点与发展历史

1. 数据、信息和数据库

数据和信息密切相关,但又有区别。数据(Data)在一般意义上被认为是对客观事物特征所进行的一种抽象化、符号化表示。例如,某人身高 1.79 米、体重 75 公斤、年龄 26 岁,这里的 1.79、75、26 等数值就是数据。除数值数据外,文字、声音、图形、图像等凡是能被计算机处理的对象都可称为计算机的数据。

信息(Information)通常被认为是有一定含义的、经过加工(处理)的、对决策有价值的信息。例如,“1998 年全国工商税收完成 8552 亿元”是一条信息,而“全国”、“1998”、“年”、“工商税收”、“8552”、“亿元”等都只是数据。可以说数据表示了信息,而信息只有通过数据形式表现出来才能为人所理解。

所谓数据库(DataBase, DB),在通俗的意义上可理解为存储数据的仓库,它是按一定组织方式存储的相互有关的数据的集合,这些数据不仅彼此关联,而且可动态变化。

例如,一个图书馆管理系统包含有“读者信息”、“书籍信息”、“借阅信息”、“读者种类”、“书籍种类”等数据,按关系型数据库系统的方法可将它们组织成几张二维表,其内容分别如

表 1-1 至表 1-5 所示。

表 1-1 读者信息表

读者编号	读者姓名	读者性别	工作单位	家庭住址	种类编号	电话号码	读者年龄	备注
20060001	张珊	女	北京钢铁集团	北京	0001	010-8881786	25	
20060002	李兰	女	天津建筑公司	西安	0002	022-8877255	36	
20060003	王荣	女	清华大学	北京	0002	010-8886177	56	
20060004	刘哲	男	北京大学	北京	0001	010-8871773	53	
20060005	徐海洋	男	上海出版社	上海	0002	020-2221553	42	
20060006	黄冬	男	山东大学	济南	0001	0531-8818876	21	
20060007	夏冰	女	蒙牛集团	北京	0001	010-88812273	45	
20060008	杨志	男	中国石化集团	上海	0002	020-8887168	36	
20060011	吴军	男	北京大学	北京	0001		63	
20060019	鲁华	男	上海海关	上海	0002	020-8887555	31	
20060031	宁静	女	上海交通大学	上海	0001	020-5556778	22	
20060026	欧阳山	男	山东矿业集团	济南	0002	0531-8881666	32	

表 1-2 书籍信息表

书籍编号	书籍名称	书籍作者	出版社	页数	价格	类别编号	备注
0001	Visual FoxPro 6.0	王磊	新华出版社	233	23.00	001	
0002	Access 2000 指南	刘蓓	清华大学出版社	655	33.00	001	
0003	Visual Basic 6.0	李娟	人民邮电出版社	369	36.00	001	
0004	数据库系统概论	张志刚	高等教育出版社	321	25.00	001	
0005	软件工程	徐鑫	科学出版社	236	22.00	002	
0006	大学英语	马德高	人民邮电出版社	360	25.00	001	
0007	组合数学	王玮	新华出版社	251	21.00	002	
0008	编译原理	陈立三	清华大学出版社	230	13.00	001	
0011	古文观止	马斐	人民邮电出版社	450	31.00	002	
0016	平凡的世界	路遥	延安出版社	1100	45.00	002	
0021	红楼梦	曹雪芹	文艺出版社	1020	50.00	002	
0025	古代文化研究	齐传文	山东大学出版社	660	42.00	002	

表 1-3 借阅信息表

借阅编号	读者编号	书籍编号	出借日期	还书日期	备注
100001	20060002	0002	01/12/06	/ /	
100002	20060006	0003	03/11/06	/ /	
100003	20060007	0007	03/12/06	/ /	
100004	20060008	0005	03/13/06	/ /	

续表

借阅编号	读者编号	书籍编号	出借日期	还书日期	备注
100005	20060008	0005	03/13/03	/ /	
100006	20060003	0008	03/23/06	/ /	
100007	20060001	0006	04/01/06	/ /	
100008	20060005	0004	04/05/06	/ /	
100010	20060003	0006	04/05/06	/ /	
100011	20060002	0001	04/06/06	/ /	

表 1-4 读者种类表

种类编号	种类名称	借书数量	借书期限	备注
0001	普通读者	15	30 天	这是一般的用户
0002	超级读者	30	60 天	这是超级用户
0003	管理员	0	0	这是管理员

表 1-5 书籍种类表

类别编号	类别名称	关键词	备注
001	一般图书		
002	珍贵图书		

在关系型数据库系统中，表中的一列称为一个字段，一行称为一条记录，一条记录由多个字段构成，多条记录的集合则构成一个数据表文件（在 Visual FoxPro 中以.DBF 为扩展名）。“图书馆管理系统”将作为实例贯穿全书，在下面的章节中将会引用此例，为简洁起见，有关图书馆管理系统的表名、列名分别用如下字符串替代：

DZ.DBF（读者信息表）：

{dzbh(读者编号), dzxm(读者姓名), dzxb(读者性别), gzdw(工作单位), jtzz(家庭住址), zlbh(种类编号), dhbm(电话号码), dznl(读者年龄), bz(备注)}

SJ.DBF（书籍信息表）：

{sibh(书籍编号), sjmc(书籍名称), sjzz(书籍作者), cbs(出版社), ys(页数), jg(价格), lbbh(类别编号), bz(备注)}

JY.DBF（借阅信息表）：

{jybh(借阅编号), dzbh(读者编号), sjbh(书籍编号), cjrj(出借日期), hsrq(还书日期), bz(备注)}

DZZL.DBF（读者种类表）：

{zlbh(种类编号), zlmc(种类名称), jssl(借书数量), jsqx(借书期限), bz(备注)}

SJZL.DBF（书籍种类表）：

{lbbh(类别编号), lbmc(类别名称), gjc(关键词), bz(备注)}

但是，仅有大量数据是没有多大实际意义的，至少应有一个维护数据，并引导用户访问数据的机构，这就引入了数据库管理系统（Data Base Management System, DBMS）的概念。它是数据库系统的管理控制中心，一般应具有下列功能：

- 提供数据库定义语言（Data Definition Language, DDL），供用户定义数据库文件结构，建立所需的数据库。

- 提供数据库操纵语言（Data Manipulation Language, DML），实现对数据库数据的基本操作：检索、插入、修改和删除。
- 提供核心控制程序，实现对数据库运行操作的统一管理，包括并发控制、存取控制（安全性检查）、完整性约束条件的检查和执行、数据库内部的维护（如索引、数据字典的自动维护）等。
- 提供一组实用程序，完成数据库的建立和维护功能，包括初始数据的载入、转换功能，数据库的转储功能，数据库的性能监视、分析功能，数据通信功能等。

在微机上运行的数据库管理系统通常将 DDL 与 DML 合在一起提供，构成一体化的语言。本书介绍的 Visual FoxPro 6.0 就是这种数据库管理系统软件。

2. 数据库系统

数据库系统（DataBase System, DBS）就是以数据库应用为基础的计算机系统。广义地讲，实际的数据库系统由下面几部分构成：

（1）计算机硬件：硬件资源需要有足够大的内存、外存空间，用来运行操作系统、DBMS 核心模块、数据缓冲区和应用程序，以及存储数据库数据。此外，还要求系统具有较高的通道能力，以提高数据传送率。按目前的一些应用，还应包括与计算机网络相关的硬件。

（2）数据库：存储在计算机外存设备上的数据的集合。

（3）数据库管理系统：数据库系统的核心软件，起管理、操作控制等作用。

（4）相关软件：包括操作系统、编译系统、应用开发工具软件及计算机网络软件等。

（5）人员：包括数据库的管理分析员（Data Base Administrator, DBA）、应用程序员和用户等。

3. 数据库系统的特点

（1）面向全组织的复杂的数据结构。数据库系统中的数据是相互关联的，这种关联不仅表现在记录内部，更重要的是记录类型之间的相互联系。整个数据库是以一定的形式结构而成的。这种结构不仅能将数据组织起来，还能充分反映现实世界中数据间的联系，满足用户的不同需要。

例如，在图书馆管理系统中，将读者信息表、书籍信息两者通过借阅信息表联系在了一起。在数据库中可将其组织成如图 1-1 所示的结构。使用这种结构，对诸如“刘哲的借阅情况”、“借阅《大学英语》的读者的姓名”等查询，可通过不同的存取路径完成。

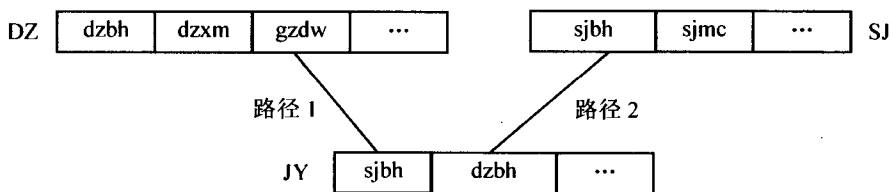


图 1-1 数据库中的数据结构

（2）数据冗余度小，易扩充。所谓冗余即指数据的重复。绝对不冗余是不可能的，但不必要的冗余会带来以下缺点：浪费存储空间、存取时间长、数据间易产生不相容和不一致。

在数据库系统管理下的数据，不再是面向应用，而是面向系统。数据集中管理，统一进行

组织、定义和存储,避免了不必要的冗余,因而也避免了数据的不一致性;同时还带来了数据的灵活应用方式,可以取整体数据的各种合理子集用于不同的应用系统,当应用需求变化时,只需重新选取不同子集或者加上一小部分数据,便可以有更多的用途,满足新的要求。正是这一点,使多用户、多应用共享数据成为现实。

(3) 具有较高的数据和程序的独立性。数据库系统的体系结构一般划分为三个层次,称为三级模式,如图 1-2 所示。其中,用户模式(亦称外模式)是数据库用户的数据视图,逻辑模式(亦称模式)是对数据库中全体数据的逻辑结构和特性的描述,存储模式(亦称内模式)是对数据库在物理存储器上具体实现的描述。它们之间进行了两次转换:用户模式/逻辑模式映像、逻辑模式/存储模式映像。

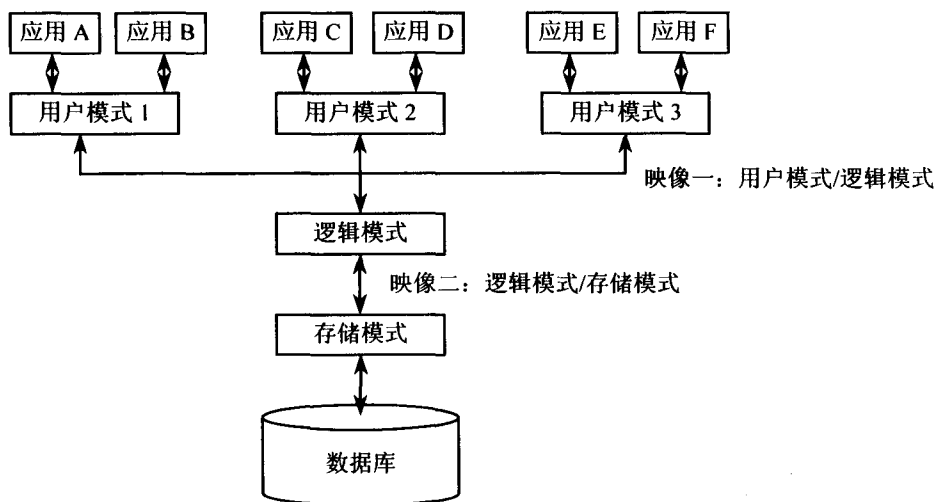


图 1-2 数据库系统体系结构

用户模式/逻辑模式映像定义了某一用户模式和逻辑模式之间的对应关系。当逻辑模式因某种原因改变时,只需要修改用户模式/逻辑模式之间的映像,而用户模式可以不变,相应的应用程序也可不必修改,从而实现了数据的逻辑独立性。

逻辑模式/存储模式映像定义了数据逻辑结构和物理存储间的对应关系。当数据库的物理存储结构改变时,仅需要修改逻辑模式/存储模式之间的映像,逻辑模式可保持不变,从而实现了数据的物理独立性。

(4) 统一的数据控制功能。数据库是各用户共享的资源。共享必然伴随着并发操作,即许多用户同时使用数据库。为此,数据库系统提供三方面的数据控制功能:

1) 安全性控制。数据的安全性是指保护数据以防止不合法的使用所造成数据的泄密和被破坏。为此要设置一套安全保护措施,只有合法身份的用户才能执行指定权限的操作。

2) 完整性控制。数据的完整性是指数据的正确性、有效性与相容性。系统提供必要的功能,保证数据库中的数据在输入、修改过程中始终符合原来的定义和规定。此外,当计算机软硬件发生故障而破坏了数据或对数据库数据的操作发生错误时,系统能提供相应机制,把数据库恢复到正确状态。

3) 并发控制。当多用户的并发进程同时存取、修改数据库时，可能会发生互相干扰而得到错误结果，并使数据库完整性遭到破坏，因此必须对多用户的并发操作加以控制、协调。

4. 数据库技术的发展

数据管理技术随着计算机软件和硬件的发展而不断发展，大致经历了人工管理、文件系统和数据库系统三个发展阶段，而在数据库系统阶段又经历了萌芽阶段、蓬勃阶段和成熟阶段，如图 1-3 所示。

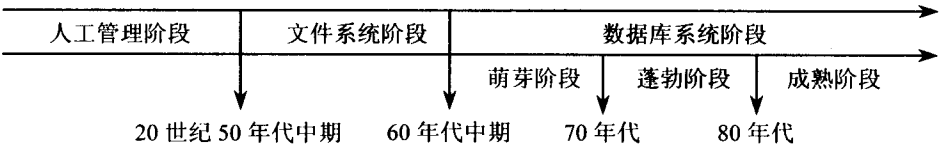


图 1-3 数据管理技术发展示意图

文件系统数据管理技术是数据库系统的前身，也是数据库系统发展阶段的基础，文件系统本身有一些比较突出的缺陷：

- 冗余度大。文件系统用户各自建立自己的文件，数据不能共享，造成大量重复，不仅浪费存储空间，还易产生数据的不一致。
- 缺乏数据独立性。数据与程序相互依赖，要改变数据结构就得修改程序，耗费时力。
- 数据无集中管理。各个文件没有统一管理机构，无法相互联系，各自为政，其安全性、完整性无法保证。

以上问题都造成了文件系统管理的低效率、高成本，同时也促进了数据库系统的产生和发展。数据库系统克服了文件管理系统的种种弊端，提供给用户一个更为优秀的、合理的数据管理系统。

自 20 世纪 60 年代后期数据库诞生以来，各种数据库管理系统已推出逾千种。数据库技术迅速发展，大量商品化的数据库系统广泛应用于各种领域，理论更加完善。其中，以关系型数据库产品发展最快，从大型机到微机，从 UNIX 到 Windows，推出了许多成熟的关系数据库管理软件，例如，Oracle、Informix、SYBASE、dBASE、FoxBASE、FoxPro、Visual FoxPro 等。随着计算机网络技术和多媒体技术的发展，数据库系统也将这些技术吸收到其中，并提出相应的商业化产品。

1.1.2 E-R 方法与数据模型

1. 三个世界

数据模型是数据库系统中用于提供信息表示和操作手段的形式构架。数据库中用概念模型实现了对现实世界的抽象，进而转换成机器中存取的数据，这一过程可用图 1-4 表示。

2. 概念模型

数据模型是借助概念模型（或信息模型）转化而来的，而概念模型是数据库设计人员在认识现实世界中的实体及实体间联系后进行一种抽象，并用一种方法描述出来，表示概念模型的方法中最常用的是实体—联系方法（Entity-Relationship

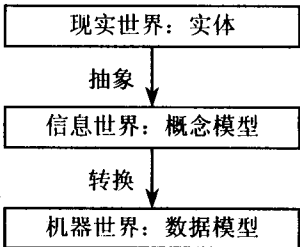


图 1-4 从现实世界到机器世界