



中国高等职业技术教育研究会推荐
高职高专计算机专业规划教材

Visual FoxPro 6.0 程序设计基础及应用

■ 向 隅 主编
涂玉芬 主审



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

□ 中国高等职业技术教育研究会推荐

高职高专计算机专业规划教材

Visual FoxPro 6.0 程序设计基础及应用

向 隅 主编

陈 梅 吴 婷 副主编

涂玉芬 主审

中国高等职业技术教育研究会推荐 高职高专计算机专业规划教材

ISBN 978-7-269-1985-8

I. V... II. 向... III. 关系数据库—数据库管理系统, Visual FoxPro 6.0—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(2008)第003327号

第 一 版

责任编辑 董 琳 毛红兵

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路2号)

电 话 (029)88243882 88201467 邮 编 710071

http://www.xduph.com E-mail: xduph@pub.xnonline.com

经 销 新华书店

印刷单位 西安文惠印厂

版 次 2008年3月第1版 2008年3月第1次印刷

开 本 787毫米×1092毫米 1/16 印张 20.125

字 数 438千字

印 数 1—1000册

定 价 29.00元

ISBN 978-7-269-1985-8 / TP · 1032

西安电子科技大学出版社

XDUP 2274001-1

*** 如蒙赐教 函索即寄 ***

2008 本社图书封面为激光防伪图案, 盗版必究

内 容 简 介

本书是根据普通高等教育“十一五”国家规划教材的指导精神,并参考全国计算机等级考试大纲(二级 Visual FoxPro 程序设计)编写的。

全书共分为 13 章。书中主要内容包括:数据库基础知识、Visual FoxPro 基础知识、数据库和数据表的基本操作、关系数据库标准语言 SQL、查询与视图、程序设计基础、面向对象的程序设计、表单设计及应用、菜单设计及应用、报表设计及应用以及项目管理器的应用等。

本书内容丰富,实用性突出,强调理论与实践的结合。本书既可作为高职、高专计算机相关专业的数据库基础教材,也可作为 Visual FoxPro 6.0 的培训教材,同样适用于广大计算机爱好者自学使用。

★ 本书配有电子教案,有需要的老师可与出版社联系,免费提供。

图书在版编目(CIP)数据

Visual FoxPro 6.0 程序设计基础及应用 / 向隅主编.

—西安:西安电子科技大学出版社,2008.2

中国高等职业技术教育研究会推荐. 高职高专计算机专业规划教材

ISBN 978-7-5606-1982-8

I. V… II. 向… III. 关系数据库—数据库管理系统, Visual FoxPro 6.0—程序设计—高等学校:技术学校—教材 IV. TP311.138

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 003327 号

策 划 毛红兵

责任编辑 孟秋黎 毛红兵

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路 2 号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

<http://www.xduph.com> E-mail: xdupfxb@pub.xaonline.com

经 销 新华书店

印刷单位 西安文化彩印厂

版 次 2008 年 2 月第 1 版 2008 年 2 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 20.125

字 数 478 千字

印 数 1~4000 册

定 价 29.00 元

ISBN 978 - 7 - 5606 - 1982 - 8 / TP · 1027

XDUP 2274001-1

*** 如有印装问题可调换 ***

本社图书封面为激光防伪覆膜,谨防盗版。

前 言

一、关于本书

本书是根据普通高等教育“十一五”国家规划教材的指导精神，并参考全国计算机等级考试大纲(二级 Visual FoxPro 程序设计)编写的。

数据库技术作为数据管理最有效的手段之一，目前已广泛应用于各行各业中。基于数据库技术的计算机应用已成为计算机应用的主流。Visual FoxPro 是微软公司开发的目前微机上最流行的关系数据库系统之一，它以其强大的数据库处理性能、完整而又丰富的工具、良好的开发环境，深受广大用户的喜爱。Visual FoxPro 6.0 建立在 Windows 系列平台上，采用可视化、面向对象的程序设计方法，大大简化了应用系统的开发过程。利用 Visual FoxPro 可视化的设计工具和向导，用户可以快速地创建表单、报表和查询等。

本书以 Visual FoxPro 6.0 中文版为基础，用通俗易懂的语言全面讲解了 Visual FoxPro 6.0 的功能和操作方法，并配有大量实例，这便于读者轻松、快速地掌握 Visual FoxPro 6.0 的功能和后续知识的学习与提高。

二、本书结构

全书共 13 章，可分为三个部分。具体结构如下：

第一部分为第 1 章，即数据库基础知识。内容包括数据库的基本概念、数据库的三级模式、数据库系统的特点、关系模型的特点等。

第二部分为 Visual FoxPro 知识部分，由第 2~10 章组成。

第 2 章：Visual FoxPro 6.0 基础知识，讲述了 Visual FoxPro 6.0 系统的特点与工作方式、用户界面及命令格式。

第 3 章：Visual FoxPro 6.0 基本数据元素与常用函数。内容包括常量、变量、表达式以及常用函数和自定义函数。

第 4 章：创建和管理数据库。内容包括数据库的创建和维护，数据表的建立、显示、修改及记录的处理，索引的操作等。

第 5 章：表的创建及相关操作。内容包括浏览和修改数据表结构，浏览和修改数据表记录，排序和统计操作，多工作区概念及表间的联系。

第 6 章：SQL 标准语句的使用。内容包括 SQL 简介、SQL 的基本概念、数据定义、数据更新和数据查询。数据查询包括简单查询、嵌套查询、连接查询、分组与计算查询、集合的并运算等。

第 7 章：查询与视图。内容包括查询的建立和使用、视图的建立与使用及查询与视图的区别。

第 8 章：Visual FoxPro 6.0 程序设计基础。内容包括程序文件的建立、简单的交互式输

入/输出命令、程序文件的编译和执行、结构化程序设计的三种控制结构、子程序、过程、过程文件和调试等。

第9章：面向对象程序设计。内容包括对象、事件、方法及类的概念，表单设计器的使用等。

第10章：控件的使用。内容包括标准控件的基本属性和使用方法、ActiveX 控件的添加及使用。

第三部分为 Visual FoxPro 6.0 的应用部分，由第11~13章组成。

第11章：菜单设计。内容包括菜单的组成、系统菜单、菜单系统的规划、菜单设计器的使用、菜单的设计及快捷菜单的设计等内容。

第12章：报表和标签。内容包括 Visual FoxPro 6.0 报表文件和标签文件的建立与输出方法等。

第13章：应用程序的创建和发布。内容包括怎样使用项目管理器进行组装、连编及发布等。

三、本书特点

本书内容丰富，实用性突出，结构合理，强调理论与实践的结合。

为使读者巩固和加深所学的知识，每章后均附有相关习题。

四、适用对象

本书既可作为高职、高专计算机类专业的数据库基础教材，也可作为 Visual FoxPro 6.0 的培训教材，同样也适用于广大计算机爱好者自学使用。

本书由向隅、陈梅、吴婷三位同志共同编写。向隅编写了第1~9章，陈梅编写了第10章，吴婷编写了第11~13章。全书由向隅负责统稿工作。

由于时间仓促，水平有限，书中疏漏之处在所难免，恳请读者批评指正。读者如果有好的意见或建议，可以发 E-mail 到 xiangyu200364@163.com。

编 者

2007年11月

目 录

第 1 章 数据库基础知识	1
1.1 数据库基础知识	1
1.1.1 数据库系统的基本概念	1
1.1.2 数据管理技术的发展过程	2
1.1.3 数据库系统的组成	5
1.2 数据库系统结构	6
1.2.1 从数据库用户角度出发的系统 体系结构	7
1.2.2 从数据库管理系统角度出发的 系统体系结构	10
1.3 数据模型	11
1.3.1 数据模型的基本概念	12
1.3.2 概念模型	12
1.3.3 实体联系数据模型	14
1.3.4 数据模型	16
1.4 数据库管理系统	18
1.4.1 数据库管理系统的功能	18
1.4.2 数据库管理系统的构成	19
1.5 关系数据库	20
1.5.1 关系模型的基本概念	20
1.5.2 关系的完整性	21
1.5.3 关系的代数运算	22
1.5.4 关系数据库管理系统	24
小结	24
习题 1	25
第 2 章 Visual FoxPro 6.0 基础知识	27
2.1 Visual FoxPro 系统概述	27
2.1.1 Visual FoxPro 的发展史	27
2.1.2 Visual FoxPro 6.0 的特点	28
2.2 Visual FoxPro 6.0 的安装与启动	29
2.2.1 安装 Visual FoxPro 6.0	29
2.2.2 Visual FoxPro 6.0 的卸载	31
2.2.3 启动和退出 Visual FoxPro 6.0	32
2.3 Visual FoxPro 6.0 的用户界面	33

2.3.1 Visual FoxPro 6.0 的主界面	33
2.3.2 Visual FoxPro 6.0 的工具栏	34
2.3.3 Visual FoxPro 6.0 的配置	37
2.4 Visual FoxPro 6.0 的辅助设计工具	40
2.4.1 设计器	40
2.4.2 向导	40
2.4.3 生成器	41
2.5 Visual FoxPro 6.0 文件类型	42
2.6 Visual FoxPro 6.0 的工作方式	43
2.6.1 Visual FoxPro 6.0 的基本操作方式	43
2.6.2 命令操作的基本要求	43
小结	44
习题 2	44
第 3 章 Visual FoxPro 6.0 基本数据 元素与常用函数	46
3.1 数据类型	46
3.2 常量与变量	48
3.2.1 常量	48
3.2.2 变量	50
3.2.3 内存变量常用命令	53
3.3 表达式	56
3.3.1 算术运算符和算术表达式	56
3.3.2 字符运算符和字符表达式	56
3.3.3 日期时间运算符和日期时间表达式	57
3.3.4 关系运算符和关系表达式	57
3.3.5 逻辑运算符和逻辑表达式	60
3.4 常用函数	60
3.4.1 数值函数	60
3.4.2 字符函数	63
3.4.3 日期与时间函数	66
3.4.4 数据类型转换函数	67
3.4.5 测试函数	68
3.4.6 光标位置函数	71
3.4.7 文件管理函数	71

3.4.8 系统函数	73	5.6.2 工作区的选择	114
3.4.9 显示信息函数	73	5.7 表间的联系	115
小结	74	5.7.1 关系的类别	116
习题 3	74	5.7.2 建立并编辑表间关联关系	116
第 4 章 创建和管理数据库	76	5.7.3 数据表的参照完整性	119
4.1 项目管理器	76	1. 小结	121
4.1.1 项目管理器简介	76	1. 习题 5	121
4.1.2 新建和打开项目	78	第 6 章 SQL 标准语句的使用	124
4.1.3 使用项目管理器	79	6.1 SQL 概述	124
4.1.4 项目管理器的个性化设置	80	6.2 SQL 的数据定义功能	125
4.2 数据库	81	6.2.1 表的定义	125
4.2.1 数据库的概念	81	6.2.2 表的删除	129
4.2.2 创建数据库	82	6.2.3 表结构的修改	129
4.2.3 数据库的维护	84	6.3 SQL 的数据操作功能	131
4.3 数据表	85	6.3.1 插入记录	131
4.3.1 数据表的基本概念	86	6.3.2 更新记录	133
4.3.2 创建数据表	87	6.3.3 删除记录	133
4.3.3 向数据表中输入记录	90	6.4 查询功能	133
4.4 建立和使用索引	91	6.4.1 单表查询	135
4.4.1 索引的概念	91	6.4.2 简单的连接查询	136
4.4.2 索引的类型	92	6.4.3 复杂查询	137
4.4.3 索引的建立	92	6.4.4 排序查询	139
小结	97	6.4.5 统计查询	139
习题 4	98	6.4.6 集合的并运算	140
第 5 章 表的创建及相关操作	100	1. 小结	141
5.1 更改数据表名	100	1. 习题 6	141
5.2 浏览和修改数据表结构	100	第 7 章 查询与视图	144
5.2.1 浏览表结构	100	7.1 查询	144
5.2.2 修改表结构	101	7.1.1 查询设计器简介	144
5.3 其他文件操作	102	7.1.2 建立查询	146
5.4 浏览和修改数据表记录	104	7.1.3 运行查询和修改查询	149
5.4.1 记录的定位	104	7.2 视图	150
5.4.2 浏览表数据	106	7.2.1 视图的概念	150
5.4.3 修改表记录	108	7.2.2 视图与查询的区别	151
5.5 排序与统计操作	112	7.2.3 建立视图	151
5.5.1 排序	112	7.2.4 建立远程视图	157
5.5.2 统计	112	7.2.5 修改视图	161
5.6 多工作区操作	114	7.2.6 使用视图	161
5.6.1 多工作区的概念	114	1. 小结	162

习题 7	162	9.4.5 面向对象程序设计的基本原理	205
第 8 章 Visual FoxPro 6.0 程序设计基础	165	9.4.6 面向对象程序的具体实现	206
8.1 程序与文件	165	9.5 表单设计器	209
8.1.1 程序的概念	165	9.5.1 表单设计器环境	209
8.1.2 程序文件的建立与执行	165	9.5.2 控件的操作与布局	212
8.1.3 程序的编译	168	9.5.3 表单的其他操作	215
8.1.4 程序中常用的命令	168	9.6 数据环境	216
8.1.5 简单的输入与输出命令	170	小结	219
8.1.6 编程的一般规则	172	习题 9	220
8.1.7 程序的基本要求与算法表示	172	第 10 章 控件的使用	222
8.2 程序的基本结构	173	10.1 表单控件	222
8.2.1 顺序结构	173	10.2 Visual FoxPro 6.0 中的常用控件	224
8.2.2 选择结构	174	10.2.1 标签控件(Label)	224
8.2.3 循环结构	177	10.2.2 命令按钮控件(CommandButton)	225
8.2.4 编程举例	180	10.2.3 命令按钮组控件(CommandGroup)	227
8.3 多模块程序	182	10.2.4 文本框控件(TextBox)	229
8.3.1 模块的定义和调用	182	10.2.5 编辑框控件(EditBox)	232
8.3.2 参数传递	184	10.2.6 选项组控件(OptionGroup)	233
8.3.3 变量的作用域	185	10.2.7 复选框控件(CheckBox)	235
8.4 程序调试	186	10.2.8 列表框控件(ListBox)	237
8.4.1 调试环境	186	10.2.9 组合框控件(ComboBox)	240
8.4.2 设置断点	188	10.2.10 表格控件(Grid)	242
8.4.3 调试菜单	190	10.2.11 页框控件(PageFrame)	243
小结	190	10.2.12 微调控件(Spinner)	243
习题 8	191	10.2.13 图像控件(Image)	244
第 9 章 面向对象程序设计	194	10.2.14 计时器控件(Timer)	245
9.1 面向对象编程与可视化编程	194	10.3 ActiveX 控件和 ActiveX 绑定控件	246
9.2 面向对象的概念	196	10.3.1 ActiveX 控件概述	246
9.3 对象、方法、事件的引用	198	10.3.2 在表单中添加 ActiveX 控件	247
9.3.1 对象的引用	198	小结	250
9.3.2 方法的引用	199	习题 10	251
9.3.3 事件的引用	200	第 11 章 菜单设计	253
9.4 Visual FoxPro 6.0 类的性质	200	11.1 菜单概述	253
9.4.1 类的概念	200	11.1.1 菜单的基本概念	253
9.4.2 类的性质	201	11.1.2 系统菜单	255
9.4.3 Visual FoxPro 6.0 的基类	202	11.1.3 菜单的作用	256
9.4.4 Visual FoxPro 6.0 中常用的方法和事件	203	11.1.4 菜单系统的规划原则	256
		11.1.5 菜单文件类型	257
		11.2 菜单设计	257

11.2.1	菜单设计步骤	258
11.2.2	菜单设计器	258
11.2.3	使用菜单设计器创建菜单	262
11.2.4	用编程方式定义菜单	267
11.2.5	快捷菜单设计	269
11.2.6	为顶层表单添加菜单	270
11.3	工具栏的使用	271
11.3.1	定义工具栏类	271
11.3.2	在自定义工具栏类中添加对象	272
11.3.3	在表单集中添加自定义工具栏	272
	小结	274
	习题 11	274
第 12 章	报表和标签	276
12.1	报表的基本概念	276
12.1.1	报表概述	276
12.1.2	报表的设计方法	277
12.2	创建报表	278
12.2.1	利用报表向导创建报表	278
12.2.2	创建快速报表	282
12.3	报表设计器	284
12.3.1	报表设计器窗口及其分区	284
12.3.2	报表菜单	285
12.3.3	报表工具栏	286
12.4	定制报表和报表布局	286
12.4.1	设置报表的数据源	287

12.4.2	添加标题和总结区	288
12.4.3	向报表中添加控件	288
12.4.4	设置页标头和页注脚	290
12.4.5	完善报表	290
12.4.6	定义报表的页面	291
12.5	创建标签	292
12.5.1	标签	292
12.5.2	利用标签向导创建标签	292
12.5.3	利用标签设计器创建标签	294
12.6	报表和标签的输出	295
	小结	296
	习题 12	297
第 13 章	应用程序的创建和发布	299
13.1	应用程序的开发过程	299
13.1.1	系统开发的一般步骤	299
13.1.2	连编应用程序	301
13.1.3	主程序设计	303
13.2	应用程序生成器	304
13.2.1	应用程序向导的使用	304
13.2.2	应用程序生成器简介	305
13.3	应用程序的发布	309
	小结	312
	习题 13	313
	参考文献	314

第1章 数据库基础知识

数据库技术出现于 20 世纪 60 年代中期。它的出现一方面使计算机得到了更为广泛的应用,另一方面也使数据管理进入了一个更高的层次。进入 21 世纪后,数据库技术得到了更快的发展,并逐渐成为计算机技术的一个重要组成部分。

本章主要介绍与数据库相关的基础知识。通过本章的学习,读者应掌握以下内容:

- 数据库技术相关的基本概念
- 数据管理技术发展各个阶段的特点
- 数据库系统的特点
- 数据库的三级模式结构
- 关系模型的特点

1.1 数据库基础知识

1.1.1 数据库系统的基本概念

数据、数据库、数据库管理系统和数据库系统是数据库技术密切相关的四个基本概念。

1. 数据

数据(Data)是数据库中存储的基本对象,是描述现实世界中各种具体事物或抽象概念的、可存储并具有明确意义的信息。

数据与其语义是不可分的,数据的语义也称数据的含义,就是指对数据的解释。

2. 数据库

所谓数据库(DataBase, DB),顾名思义就是存放数据的仓库,是长期储存在计算机内的、有组织的、相互关联且可共享的数据集合。这种集合具有如下特点:

- (1) 数据库中的数据按一定的数据模型组织、描述和存储。
- (2) 具有较小的冗余度。
- (3) 具有较高的数据独立性和易扩展性。
- (4) 可被各种用户共享。

3. 数据库管理系统

数据库管理系统(DataBase Management System, DBMS)是位于用户与操作系统之间的一层数据管理软件,由一组计算机程序组成,它能帮助用户创建、维护和使用数据库,对数据库进行有效的管理。

数据库管理系统主要包括以下四个方面的功能:

(1) 数据定义功能。用户可以通过 DBMS 提供的数据定义语言(Data Definition Language, DDL)方便地对数据库中的数据对象进行定义。

(2) 数据操作功能。用户可以通过 DBMS 提供的数据操作语言(Data Manipulation Language, DML)实现对数据库中的数据进行更新(插入、删除和修改)和查询操作。

(3) 数据控制功能。数据库管理系统提供数据控制语言(Data Control Language, DCL),包括对表、视图等数据对象的授权、数据安全性控制、数据完整性控制、数据的并发控制、事务的开始与结束等控制功能,以实现数据库安全性、完整性、一致性的保障。

(4) 数据库的建立和维护功能。数据库管理系统可实现数据库的初始化、运行维护等功能。

4. 数据库系统

数据库系统(DataBase System, DBS)是指在计算机系统中引入数据库后的系统,一般由数据库、数据库管理系统、支持数据库运行的硬件、应用系统、数据库管理员(DataBase Administrator, DBA)和用户构成。

5. 数据库应用系统

数据库应用系统(DataBase Application System, DBAS)主要是指实现业务逻辑的应用程序,有时简称为应用系统。该系统一般为用户提供一个人性化的友好操作数据的图形用户界面(GUI),通过数据库语言或相应的数据访问接口,存取数据库中的数据。

数据库、数据库系统、数据库管理系统和数据库应用系统实际上是不可分的概念。数据库是一个结构化的数据集合;数据库管理系统是一个软件,在数据库中专门用于对数据进行管理;硬件是数据库赖以存在的物理设备;数据库应用系统则是为解决特定的应用问题而开发的程序,而用户则是应用系统的使用者。它们之间的关系如图 1-1 所示。

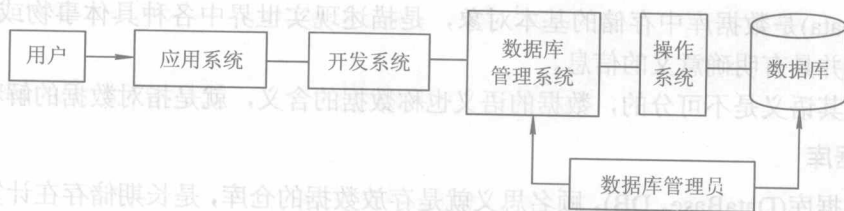


图 1-1 数据库系统

1.1.2 数据管理技术的发展过程

从数据本身来讲,数据管理是指收集数据、组织数据和提供数据等几个方面。而数据处理则是指将数据转换成信息的过程,即将一般数据加工成特定形式的数据。数据管理技术的发展大致经历了三个阶段:人工管理阶段、文件系统阶段和数据库系统阶段。

1. 人工管理阶段

在人工管理阶段(20 世纪 50 年代中期以前), 计算机主要用于科学计算, 还没有数据管理方面的软件, 数据处理方式基本是批处理。

这个阶段的数据管理有如下几个特点:

(1) 数据不保存。在人工管理阶段, 计算机主要应用于计算, 一般不需要长期保存数据, 只是在完成某一计算或课题时才输入数据, 运算处理完成后将结果数据直接输出。不仅原始数据不保存, 而且计算结果也不保存。

(2) 数据共享性差。数据与程序是一个整体, 一组数据只能对应一个应用程序, 各程序之间的数据不能相互传递, 数据不能重复使用, 存在着大量数据的冗余, 因此数据不能共享。数据独立性差, 编程效率较差, 数据不安全。

(3) 没有文件的概念。这个时期的数据组织必须由每个程序的程序员自行组织和安排。

(4) 没有形成完整的数据管理的概念, 数据无结构化。这个时期的每个程序都要包括数据存取方法、输入/输出方法和数据组织方法等。在数据的逻辑或物理结构发生变化后, 由于数据没有结构化, 因此, 数据的存储结构一旦发生变化, 都必须对应用程序作相应的修改。程序与数据不具有独立性。

人工管理阶段应用程序与数据的关系如图 1-2 所示。

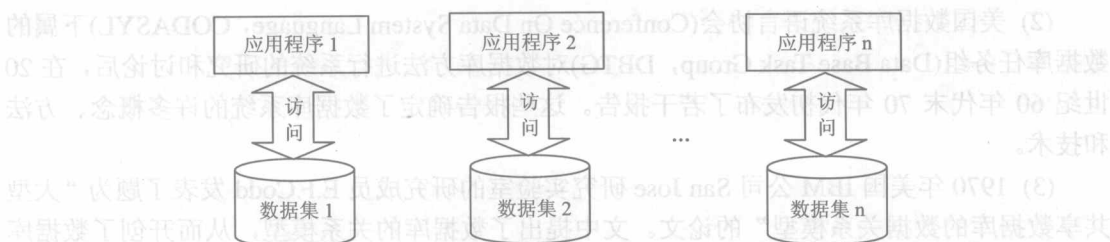


图 1-2 人工管理阶段应用程序与数据的关系图

2. 文件系统阶段

20 世纪 50 年代后期到 20 世纪 60 年代中期, 计算机技术有了较大的发展, 计算机不仅用于科学计算, 而且还用于信息管理方面。硬件方面, 出现了磁盘、磁鼓等直接存取的存储设备; 软件方面, 出现了操作系统和计算机高级语言。文件的概念已形成, 操作系统中的文件系统专门用于管理外存的数据。数据处理方式既有批处理, 又有联机实时处理。

这个阶段的数据管理具有以下特点:

(1) 数据可以以“文件”的形式长期保存在磁盘上, 按文件名访问, 按记录进行存取。

(2) 对文件可进行修改、插入、删除等操作。

(3) 程序与数据之间由文件系统提供存取方法进行转换, 使应用程序与数据间有了一定的独立性。

文件系统阶段的缺点如下:

(1) 文件之间缺乏联系, 数据冗余度高;

(2) 数据独立性差。

文件系统阶段应用程序与数据的关系如图 1-3 所示。

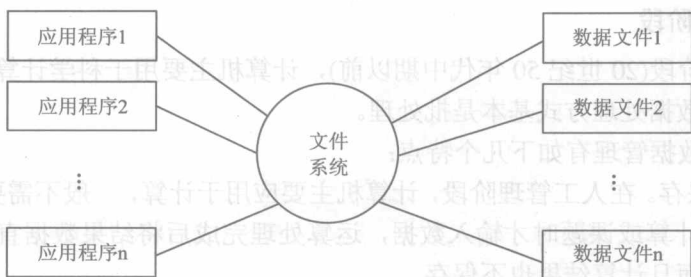


图 1-3 文件系统阶段应用程序与数据之间的关系图

3. 数据库系统阶段

20 世纪 60 年代后期以来，计算机用于数据管理的规模越来越大，迫切需要一种新的数据管理系统来对数据进行管理。这种需求极大地推动了数据库技术的产生，许多厂商也投入到数据管理技术的研究和开发之中。另外，硬件设备的进一步发展，也为数据库技术的产生提供了物质基础。

数据管理技术进入数据库阶段是以 20 世纪 60 年代末的以下三件大事作为标志的：

(1) 1969 年 IBM 公司研制开发出了第一个商品化的数据库管理系统软件 IMS(Information Management System)，它是基于层次模型的数据库管理软件。

(2) 美国数据库系统语言协会(Conference On Data System Language, CODASYL)下属的数据库任务组(Data Base Task Group, DBTG)对数据库方法进行系统的研究和讨论后，在 20 世纪 60 年代末 70 年代初发布了若干报告。这些报告确定了数据库系统的许多概念、方法和技术。

(3) 1970 年美国 IBM 公司 San Jose 研究实验室的研究成员 E.F.Codd 发表了题为“大型共享数据库的数据关系模型”的论文。文中提出了数据库的关系模型，从而开创了数据库关系方法和关系数据理论的研究领域，为关系数据库技术的发展奠定了基础。

随后，数据库技术得到了很大的发展，已深入到人类生产和生活的各个方面。关系数据库的理论研究和软件开发也取得了很大的成果，同时微型机的关系数据库系统也越来越丰富，性能越来越好，功能越来越强大。20 世纪 80 年代后分布式数据库系统和面向对象数据库系统相继出现。

数据库系统阶段的数据管理具有如下特点：

- (1) 数据结构化。
- (2) 数据冗余度低，实现了数据共享。
- (3) 数据独立性高。

数据库中的数据定义功能和数据管理功能是由 DBMS 提供的，所以数据对应用程序的依赖程度大大降低，数据和程序之间具有较高的独立性。

数据的独立性可分为数据的物理独立性和数据的逻辑独立性。数据的物理独立性是指应用程序对数据存储结构的依赖程度。数据的逻辑独立性是指应用程序对数据全局逻辑结构的依赖程度。

(4) 数据由 DBMS 统一管理和控制。它主要包括以下方面：

- 为用户提供存储、检索和更新的手段。

- 实现数据库的并发控制：对程序的并发操作加以控制，防止数据库被破坏，杜绝提供给用户不正确的数据。

- 实现数据库的恢复：当数据库被破坏或数据不可靠时，系统有能力把数据库恢复到最近某个正确状态。

- 保证数据完整性：保证数据库中的数据始终是正确的。

- 保障数据安全性：保证数据安全，防止数据丢失、破坏。

(5) 数据的最小存取单位是数据项。

数据库系统中最小数据存取单位是数据项，即使用时可以按数据项或数据项组进行存取数据，也可以按记录或记录组存取数据。

数据库系统阶段应用程序与数据的关系如图 1-4 所示。

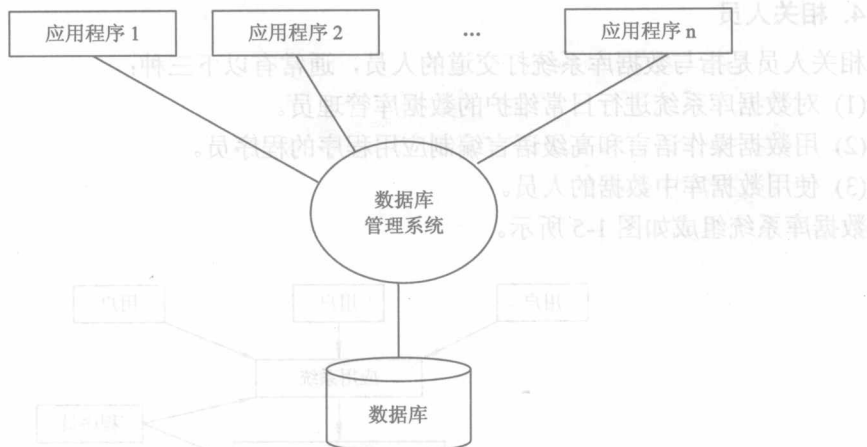


图 1-4 数据库系统阶段应用程序与数据之间的关系图

4. 高级数据库技术阶段

20 世纪 70 年代中期以来，随着计算机技术的不断发展，出现了分布式数据库、面向对象数据库和智能知识数据库等，通常被称为高级数据库技术。

当前数据库技术的发展呈现出一些新的特点，数据库技术与其他学科的内容相结合，是新一代数据库技术的一个显著特征，涌现出各种新型的数据库，例如：

- 数据库技术与分布处理技术相结合，出现了分布式数据库。
- 数据库技术与并行处理技术相结合，出现了并行数据库。
- 数据库技术与人工智能相结合，出现了演绎数据库、知识数据库和主动数据库。
- 数据库技术与多媒体处理技术相结合，出现了多媒体数据库。
- 数据库技术与模糊技术相结合，出现了模糊数据库。

1.1.3 数据库系统的组成

数据库系统一般由计算机系统、数据库、数据库管理系统和相关人员组成。

1. 计算机系统

计算机系统(Computer System)是指用于数据库管理的计算机硬件、软件系统。

2. 数据库

数据库是统一管理的相关数据的集合。这些数据以一定的结构存放在磁盘中。其基本特点是：数据能够为各种用户共享、具有可控制的冗余度、数据对程序的独立性以及由数据库管理系统统一管理和控制等。在使用上，数据库通常是数据库管理系统的一个组成部分。

3. 数据库管理系统

数据库管理系统是在操作系统支持下工作的管理数据的软件，是数据库系统的核心。它能够为用户或应用程序提供访问数据库的方法，包括数据库的建立、更新、查询、统计、显示、打印及各种数据控制。

4. 相关人员

相关人员是指与数据库系统打交道的人员，通常有以下三种：

- (1) 对数据库系统进行日常维护的数据库管理员。
- (2) 用数据操作语言和高级语言编制应用程序的程序员。
- (3) 使用数据库中数据的人员。

数据库系统组成如图 1-5 所示。

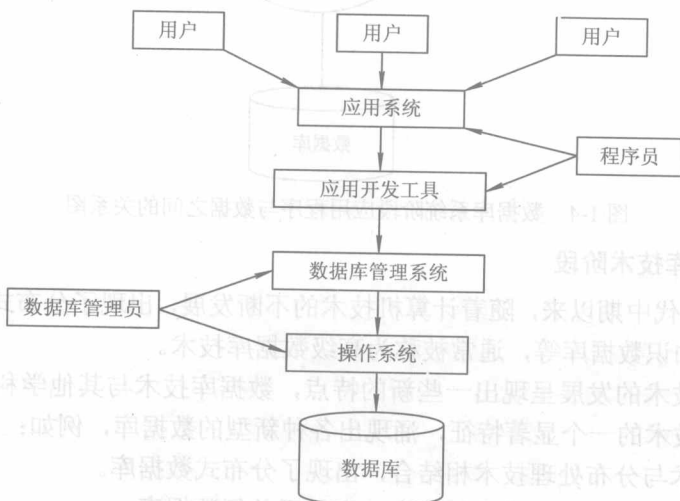


图 1-5 数据库系统组成图

1.2 数据库系统结构

数据库系统体系结构可以从不同层次或不同角度来分析。从数据库最终用户角度出发，数据库系统可分为单用户结构、主从式结构、分布式结构和客户机/服务器结构等；从数据库管理系统角度出发，数据库系统采用三级模式结构。

1.2.1 从数据库用户角度出发的系统体系结构

1. 单用户结构的数据库系统

图 1-6 所示是单用户结构的数据库系统示意图。在这种结构的数据库系统中，整个数据库系统包括操作系统、DBMS、应用程序和数据库都安装在一台计算机上，由一个用户独占，各计算机之间没有直接的联系，数据库相互独立，不同机器中的数据不共享。此种结构容易造成数据大量冗余。

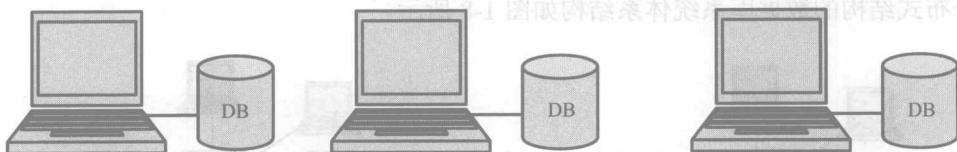


图 1-6 单用户结构的数据库系统示意图

单用户结构的数据库管理系统是一种比较简单的数据库系统。目前比较流行的这种结构的 DBMS 有 Access 和 Visual FoxPro。

2. 主从式结构的数据库系统

图 1-7 所示为主从式结构的数据库系统示意图，这种结构一般采用大型主机和终端相结合的方式组成。在这种结构的系统中，操作系统、应用程序、数据库管理系统和数据库等数据和资源都存储在主机中，所有的数据库处理任务由主机完成，终端只是作为一种输入/输出设备，用户通过终端并发地存取主机数据，用户界面放在各终端上。

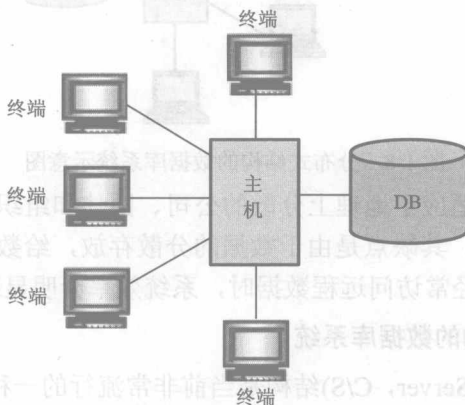


图 1-7 主从式结构的数据库系统示意图

主从式结构的优点是简单且数据的冗余现象大大减少，并实现了数据的局部共享，数据的维护和管理也更加方便，但这种结构对主机性能要求比较高。

主从式数据库系统由一台主机并行处理各终端的数据输入与输出，负责整个数据库的管理，因此，当终端用户增加到一定程度后，主机的任务会过于繁重，使性能大大下降，可靠性不够高。目前，此种结构主要用于金融系统如银行系统的一些业务中。

3. 分布式结构的数据库系统

分布式结构的数据库系统由计算机网络组织将所需的若干节点连接起来,在逻辑上使数据形成一个整体,物理上数据分散存储在各网络节点上,各节点数据通过网络系统组织被其他节点的系统所共享。

分布式结构的数据库系统的主要特征在于它的网络化结构。作为其组成部分的节点,都配有各自的本地数据库。在处理数据时由本地计算机访问本地数据库完成局部应用;当本地数据库没有处理的数据时,可通过网络处理异地数据库中的数据。

分布式结构的数据库系统体系结构如图 1-8 所示。

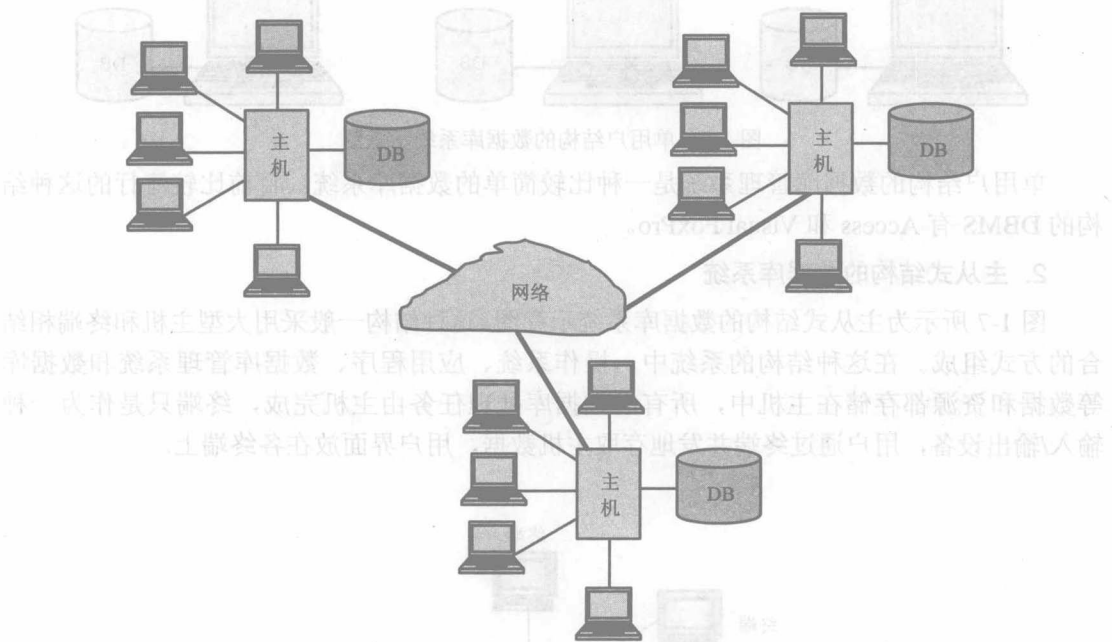


图 1-8 分布式结构的数据库系统示意图

分布式结构的优点是适应了地理上分散的公司、团体和组织对数据库应用的需求,体系结构灵活,经济性能好。其缺点是由于数据的分散存放,给数据的处理、管理与维护带来困难,而且当用户需要经常访问远程数据时,系统效率会明显地受到网络传输的制约。

4. 客户机/服务器结构的数据库系统

客户机/服务器(Client/Server, C/S)结构是当前非常流行的一种结构,在这种结构中,网络中某个(些)节点上的计算机专门用于执行 DBMS 功能,称为服务器;其他节点上的计算机安装 DBMS 的外围应用开发工具以及用户的应用程序,称为客户机。客户机只需向服务器提出请求,不处理具体事务,服务器接受客户机的请求,并对相应事务进行处理,其结果返回给客户机。因此,基于客户机/服务器的数据库系统由于只需将用户的请求和服务器处理的结果在网上进行传输,因而大大减少了网上数据的流量,提高了系统的性能、吞吐量和负载能力,数据库更加开放,可移植性高。同时,由于客户机和服务器的分离,使系统、应用和开发工具软件在整个系统中的适应性更宽。