

高等学校教材

# Visual FoxPro 6.0 程序设计

梁成华 赵晓云 主编

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 · BEIJING

## 内 容 简 介

本书根据教育部提出的非计算机专业计算机基础教学的要求编写。书中以 Visual FoxPro 6.0 为主要内容,介绍了关系数据库管理系统的基础理论及其应用系统开发技术。全书共分十三章,其内容包括数据库系统概述, Visual FoxPro 6.0 基础知识, Visual FoxPro 6.0 的数据基础,表的创建和基本操作,索引、排序与统计,数据库操作与视图,结构化查询语言 SQL,程序设计基础,面向对象的程序设计,表单设计,报表设计,应用系统的集成,软件技术基础等。每章后都有多种类型的习题供读者练习并附有参考答案。

本书可作为高等院校非计算机专业 Visual FoxPro 6.0 程序设计或数据库可视化程序设计的教材,也可作为计算机等级考试二级(Visual FoxPro 程序设计)的教材,同时也适合广大计算机用户和计算机初学者学习参考。

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/梁成华,赵晓云主编. —北京:电子工业出版社,2004.1

高等学校教材

ISBN 7-5053-9361-8

. V... . 梁... 赵... . 关系数据库—数据库管理系统, Visual FoxPro—程序设计 . TP311.138

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 126829 号

责任编辑:王昌铭

印 刷:

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

经 销:各地新华书店

开 本:787×1092 1/16 印张:23.75 字数:608 千字

印 次:2004 年 1 月第 1 次印刷

印 数:6 000 册 定价:30.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。  
联系电话:(010) 68279077。质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

# 前 言

可视化编程 ( Visual Programming ) 是 20 世纪 90 年代出现的一种全新的程序设计方法。 Visual FoxPro 6.0 ( 简称为 VFP 6.0 ) 是由美国 Microsoft 公司推出的可视化数据库开发系统。该系统运行在微机平台上, 具有速度快、简单、灵活等特点, 不仅适合各类小型数据库系统的开发, 而且还被广泛用于大型数据库的前端开发。

VFP 6.0 具有完整的数据库管理系统的功能, 引进数据字典和数据完整性验证机制, 使得组织数据和定义数据库规则变得简单易行。该系统同时具有面向对象程序设计的各类开发工具, 为应用程序的开发设计提供友好的图形界面、可视化的设计工具和向导。它还具有强大的程序自动生成能力, 为用户提供了合理可靠的系统集成化的开发环境。

本书根据教育部提出的非计算机专业计算机基础教学的要求编写。书中以 Visual FoxPro 6.0 为主要内容, 介绍关系数据库管理系统的基础理论及其应用系统开发技术, 并从最基本的概念和操作方法出发, 逐步介绍 VFP 6.0 的概念、理论、方法与操作步骤, 将数据库技术、可视化编程和应用作为一个统一体来考虑。书中还由浅入深、通俗易懂地讲述了面向对象编程的基础和概念, 使读者逐步掌握 VFP 6.0 的基本操作及面向对象的编程技术。

全书共分 13 章。第 1 章为数据库系统概述, 其内容包括数据与信息及数据处理, 数据库管理的发展, 数据库系统的特点, 数据模型和关系数据库。第 2 章介绍 Visual FoxPro 6.0 的基础知识, 包括 VFP 6.0 的特点及性能指标, VFP 6.0 的安装、启动和退出, VFP 6.0 的系统窗口, VFP 6.0 的文件类型, VFP 6.0 的工作方式和命令结构, VFP 6.0 的辅助工具和项目管理器。第 3 章介绍 Visual FoxPro 6.0 的数据基础, 包括 VFP 6.0 的数据类型如常量、变量、运算符、表达式、常用函数等。第 4 章介绍表的创建和基本操作, 包括表的创建、打开和关闭, 表结构显示与修改, 数据记录指针及定位, 表结构、数据记录和文件的复制, 表的记录与数组之间数据的交换。第 5 章介绍索引、排序与统计, 包括表的排序与索引, 数据的查询, 表的统计, 多表操作。第 6 章介绍数据库操作与视图, 包括数据库的创建与管理、数据字典、视图。第 7 章介绍结构化查询语言 SQL, 包括数据定义功能、修改功能、查询功能及用查询设计器建立查询。第 8 章介绍程序设计基础, 包括程序文件的建立、编辑与运行, 程序中的常用命令, 程序的基本结构, 子程序, 过程与自定义函数, 程序的调试。第 9 章介绍面向对象的程序设计, 包括面向对象程序设计的概念, VFP 6.0 中的类, 自定义类, VFP 6.0 中的对象的操作。第 10 章介绍表单设计, 包括表单的基本操作, 表单常用控件, 表单其他控件。第 11 章介绍报表设计, 包括报表设计基础, 创建简单报表, 报表设计器, 报表的打印输出, 报表的其他数据源。第 12 章介绍应用系统的集成, 包括菜单系统设计, 应用程序的集成和发布。第 13 章介绍软件技术基础, 包括数据结构, 软件工程和操作系统。每章后都有多种类型的习题供读者练习并附有参考答案。

本书可作为高等院校非计算机专业 Visual FoxPro 程序设计或数据库可视化程序设计的教材, 也可作为计算机等级考试二级 ( Visual FoxPro 程序设计 ) 的教材, 同时又适合广大计算机用户和计算机初学者学习参考。

参加本书编写的有赵晓云、李荔、屈智成、王韬、陈玲玲、卫丹、卢国军、王玉军、谢宏伟、马可淳、王道清、梁成华。全书由梁成华、赵晓云任主编, 李荔、王道清任副主编。本书的作者长期工作在教学第一线, 积累了丰富的经验, 对计算机等级考试也颇有研究, 因此, 本

书也是教学经验的总结。

本书的出版得到了冯蜀龙教授的大力支持和马宏久高级工程师的通力协助,以及王玉军老师、徐冀川同志的鼎力相助。在此,一并向他们表示衷心的感谢。本书的编写,也得益于同仁们的相关资料,谨向书中参考文献列出的作者表示诚挚的谢意。

限于作者时间仓促,书中难免存在不妥之处,敬请读者批评指正。

编 者

2003年11月

# 目 录

第 1 章 数据库系统概述 .....	1
1.1 基本概念 .....	1
1.1.1 数据、信息与数据处理 .....	1
1.1.2 数据库 ( DataBase, DB ) .....	1
1.1.3 数据库系统 ( DataBase System , DBS ) .....	2
1.1.4 数据库管理系统 ( DataBase Management System , DBMS ) .....	2
1.1.5 数据库应用系统 ( DataBase Application System , DBAS ) .....	2
1.1.6 数据库模型 .....	2
1.2 数据管理技术的发展 .....	2
1.2.1 人工管理阶段 .....	3
1.2.2 文件管理阶段 .....	3
1.2.3 数据库管理阶段 .....	3
1.2.4 分布式数据库管理阶段 .....	5
1.3 数据库系统 .....	5
1.3.1 数据库系统的组成 .....	5
1.3.2 数据库系统的特点 .....	6
1.3.3 数据库管理系统的功能 .....	7
1.4 数据模型 .....	8
1.4.1 实体间的联系 .....	8
1.4.2 数据模型 .....	9
1.5 关系数据库 .....	11
1.5.1 关系的基本概念及其特征 .....	11
1.5.2 关系运算 .....	12
1.5.3 关系数据库 .....	13
1.5.4 完整性控制 .....	13
本章要点 .....	14
习题 1 .....	14
第 2 章 Visual FoxPro 6.0 基础知识 .....	16
2.1 Visual FoxPro 6.0 的发展简介 .....	16
2.2 Visual FoxPro 6.0 的特点及性能指标 .....	16
2.2.1 Visual FoxPro 6.0 的特点 .....	16
2.2.2 Visual FoxPro 6.0 的性能指标 .....	17
2.3 Visual FoxPro 6.0 的安装、启动和退出 .....	18
2.3.1 Visual FoxPro 6.0 的运行环境 .....	18
2.3.2 Visual FoxPro 6.0 的安装 .....	18
2.3.3 Visual FoxPro 6.0 的启动与退出 .....	19
2.4 Visual FoxPro 6.0 的系统窗口 .....	19

2.4.1	Visual FoxPro 6.0 系统的窗口组成	19
2.4.2	Visual FoxPro 6.0 的菜单及操作	21
2.5	Visual FoxPro 6.0 的文件类型	22
2.5.1	Visual FoxPro 6.0 处理的文件类型	22
2.5.2	Visual FoxPro 6.0 表的类型	23
2.6	Visual FoxPro 6.0 的工作方式和命令结构	23
2.6.1	Visual FoxPro 6.0 的工作方式	23
2.6.2	Visual FoxPro 6.0 的命令结构	23
2.6.3	Visual FoxPro 6.0 命令的书写规则	24
2.7	Visual FoxPro 6.0 的辅助设计工具	25
2.7.1	向导	25
2.7.2	设计器	26
2.7.3	生成器	27
2.8	项目管理器	28
2.8.1	创建项目	28
2.8.2	项目管理器的使用	30
2.8.3	定制项目管理器	32
	本章要点	33
	习题 2	33
第 3 章	Visual FoxPro 6.0 的数据基础	35
3.1	数据类型	35
3.2	常量	37
3.3	变量	38
3.3.1	字段变量	38
3.3.2	内存变量	38
3.3.3	数组变量	40
3.3.4	系统变量	41
3.4	运算符与表达式	41
3.4.1	运算符	41
3.4.2	表达式	43
3.5	常用函数	44
3.5.1	数值运算函数	44
3.5.2	字符处理函数	46
3.5.3	日期时间函数	48
3.5.4	转换函数	49
3.5.5	测试函数	51
	本章要点	53
	习题 3	54
第 4 章	表的创建和基本操作	57
4.1	表的创建	57

4.1.1	表结构的设计	57
4.1.2	建立表的结构	59
4.1.3	表数据的输入	60
4.2	表的打开和关闭	62
4.2.1	打开表	62
4.2.2	关闭表	63
4.3	表结构的修改	63
4.3.1	利用表设计器修改表结构	64
4.3.2	利用表向导修改表结构	64
4.4	表的记录定位和显示	65
4.4.1	记录的定位	65
4.4.2	记录的显示	66
4.5	表数据的修改	67
4.5.1	记录的插入和追加	67
4.5.2	记录的删除和恢复	69
4.5.3	记录的修改	70
4.6	表结构和数据的复制	72
4.6.1	复制任何类型的文件	72
4.6.2	复制表文件	73
4.6.3	复制表的结构	73
4.7	表的过滤	74
4.7.1	记录过滤	74
4.7.2	字段过滤	74
4.8	数组和表之间的数据交换	75
4.8.1	单记录和数组之间的数据交换	75
4.8.2	多记录和数组之间的数据交换	76
	本章要点	78
	习题 4	78
第 5 章	索引、排序与统计	82
5.1	排序	82
5.2	索引	83
5.2.1	索引的概念	83
5.2.2	索引的建立	85
5.2.3	索引的使用和删除	88
5.3	查询	90
5.3.1	顺序查询	91
5.3.2	索引查询	91
5.4	统计	92
5.4.1	计数命令 COUNT	92
5.4.2	求和命令 SUM	92

5.4.3	求平均命令 AVERAGE	93
5.4.4	计算命令 CALCULATE	94
5.4.5	汇总命令 TOTAL	95
5.5	多表的操作	95
5.5.1	工作区与数据工作期	96
5.5.2	表之间的关系	98
5.5.3	表文件之间的连接	100
5.5.4	表文件的更新	102
	本章要点	103
	习题 5	103
第 6 章	数据库操作与视图	107
6.1	数据库的创建与管理	107
6.1.1	创建数据库	107
6.1.2	在项目中添加数据库	108
6.1.3	打开数据库	109
6.1.4	修改数据库	110
6.1.5	浏览数据库	111
6.1.6	关闭数据库	111
6.1.7	数据库对表的管理	112
6.2	数据字典	113
6.2.1	长表名和长字段名	113
6.2.2	字段属性	114
6.2.3	记录规则	115
6.2.4	永久关系	116
6.2.5	设置参照完整性	117
6.3	视图	119
6.3.1	视图的概念	119
6.3.2	视图的创建	119
6.3.3	视图的应用	121
	本章要点	122
	习题 6	122
第 7 章	结构化查询语言 SQL	126
7.1	SQL 简介	126
7.2	SQL 数据定义功能	127
7.2.1	建立表结构	127
7.2.2	修改表结构	131
7.2.3	删除表	134
7.3	SQL 的数据修改功能	134
7.3.1	插入数据	134
7.3.2	删除数据	136

7.3.3	更新数据	136
7.4	SQL 的数据查询功能	137
7.4.1	简单查询	140
7.4.2	嵌套查询	143
7.4.3	连接查询	144
7.4.4	分组及使用库函数查询	145
7.5	用查询设计器建立查询	146
7.5.1	启动查询设计器及查询设计器的组成	147
7.5.2	查询设计器的应用	149
7.5.3	指定查询结果的去向	153
	本章要点	156
	习题 7	156
第 8 章	程序设计基础	159
8.1	程序文件	159
8.1.1	程序设计的方法及原则	159
8.1.2	Visual FoxPro 的语法和规则	162
8.2	程序文件的建立、编辑与运行	163
8.2.1	程序文件的建立和编辑	163
8.2.2	程序文件的执行	163
8.3	程序中的常用命令	164
8.3.1	简单输入命令	164
8.3.2	输出命令	167
8.3.3	其他程序运行命令	169
8.3.4	系统设置命令	170
8.4	程序的基本结构	171
8.4.1	顺序结构	171
8.4.2	选择结构	172
8.4.3	循环结构	175
8.5	数组应用	182
8.6	子程序、过程与自定义函数	185
8.6.1	子程序	185
8.6.2	内存变量的作用域和参数传递	188
8.6.3	过程及过程文件	191
8.6.4	自定义函数	193
8.7	程序的调试	194
8.7.1	调试程序	194
8.7.2	调试器	195
	本章要点	198
	习题 8	199
第 9 章	面向对象的程序设计	215

9.1	面向对象程序设计的概念	215
9.1.1	对象 (Object)	215
9.1.2	类 (Class)	216
9.2	Visual FoxPro 中的类	217
9.2.1	基类	217
9.2.2	属性、事件、方法	219
9.3	自定义类	219
9.3.1	创建新类	219
9.3.2	修改属性	221
9.3.3	添加新的属性	221
9.3.4	类方法	223
9.3.5	编程方式定义类	224
9.4	Visual FoxPro 中对象的操作	224
9.4.1	创建对象	224
9.4.2	对象的引用	225
9.4.3	属性设置	226
9.4.4	方法调用	226
	本章要点	228
	习题 9	228
第 10 章	表单设计	230
10.1	表单的基本操作	230
10.1.1	表单的创建	230
10.1.2	表单设计器	234
10.1.3	利用代码窗口编辑事件过程	239
10.1.4	表单的数据环境	240
10.2	表单常用控件	241
10.2.1	控件的基本操作	241
10.2.2	标签控件	242
10.2.3	文本框控件	242
10.2.4	命令按钮控件	243
10.2.6	常用表单控件的应用	244
10.3	表单其他控件	245
10.3.1	选项按钮组	245
10.3.2	复选框	246
10.3.3	命令按钮组	247
10.3.4	编辑框	248
10.3.5	列表框	248
10.3.6	组合框	249
10.3.7	微调按钮	249
10.3.8	计时器	250

10.3.9	图像	250
10.3.10	表格	251
10.3.11	页框	251
	本章要点	252
	习题 10	252
<b>第 11 章</b>	<b>报表设计</b>	<b>254</b>
11.1	报表设计基础	254
11.1.1	Visual FoxPro 6.0 报表的创建方式	254
11.1.2	报表设计器界面	254
11.1.3	报表的常规布局	255
11.2	创建简单报表	256
11.2.1	报表向导	256
11.2.2	快速报表	259
11.3	报表设计器	260
11.3.1	启动报表设计器	261
11.3.2	设置报表的数据环境	261
11.3.3	报表的控件设计	261
11.3.4	报表的布局调整	265
11.3.5	报表的数据分组	266
11.4	报表的打印输出	267
11.4.1	使用菜单输出报表	267
11.4.2	命令方式输出报表	268
	本章要点	268
	习题 11	268
<b>第 12 章</b>	<b>应用系统的集成</b>	<b>270</b>
12.1	菜单系统设计	270
12.1.1	菜单的规划	270
12.1.2	创建菜单	270
12.1.3	下拉菜单	271
12.1.4	快捷菜单的设计	280
12.2	应用程序的集成和发布	282
12.2.1	应用程序系统的架构	282
12.2.2	系统项目集成和程序发布	284
	本章要点	287
	习题 12	288
<b>第 13 章</b>	<b>软件技术基础</b>	<b>289</b>
13.1	数据结构	289
13.1.1	数据结构的基本概念	289
13.1.2	线性结构	290
13.1.3	非线性结构	293

13.1.4	线性表的查找	296
13.1.5	线性表的排序	298
13.2	软件工程	299
13.2.1	软件工程概述	299
13.2.2	软件生存周期和开发模型	300
13.2.3	面向对象程序设计	302
13.2.4	软件复用及软件集成	303
13.3	操作系统	303
13.3.1	操作系统的概念和类型	303
13.3.2	进程及处理机管理	304
13.3.3	存储管理	306
13.3.4	设备管理	307
13.3.5	文件管理	307
	本章要点	308
	习题 13	308
附录一	Visual FoxPro 6.0 常用函数表	312
附录二	Visual FoxPro 6.0 命令概要	321
附录三	计算机等级考试二级 (VFP) 模拟试卷	331
附录四	习题答案	345
	参考文献	368

# 第 1 章 数据库系统概述

随着计算机的发展和推广，计算机技术越来越广泛地应用于各个领域，特别是在数据处理、信息管理等方面得到了广泛的应用，与此同时对数据存储、数据处理的要求也越来越高。为了更加有效地管理各类数据，数据库技术应运而生，并得到不断的发展。

本章主要介绍数据库、数据库系统、数据库管理系统、数据库模型等基本概念以及它们之间的相互关系，并着重介绍了关系模式、关系、元组、属性、域等基本概念以及关系数据库和关系运算在 Visual FoxPro 中的体现。

## 1.1 基本概念

### 1.1.1 数据、信息与数据处理

#### 1. 数据与信息

人们通常使用各种各样的物理符号来表示客观事物的特性和特征。我们把存储在媒体上且能够识别的这些物理符号称之为数据 (Data)。数据的概念包括两个方面，即数据内容和数据形式。数据内容是指所描述的客观事物的具体特性，数据形式则是指数据内容存储在媒体上的具体形式。数据的表现形式主要有数字、文字、声音、图形和图像等。

信息(Information)是指数据经过加工处理后所获取的有用知识。

数据和信息是两个相互联系、但又相互区别的概念。数据是信息的具体表现形式，信息是数据有意义的表现。例如，将客观事物的某种特性所反映的知识用一定方法描述出来，则前者是信息后者是数据。

但在许多情况下，信息和数据并不是截然分开的，因为信息本身就是数据化的，数据本身也是一种信息，它们都是客观事物的特性和特征所反映的知识。例如在计算机处理中，“数据交换”和“信息交换”，“数据处理”和“信息处理”，“数据资源”和“信息资源”都可认为是同义的。

#### 2. 数据处理

数据处理 (Data Procession, DP) 就是将数据转换为信息的过程。数据处理的内容主要包括数据的收集、整理、存储、加工、分类、排序、检索和传输等一系列活动。数据处理的目的是从大量的原始数据中，根据数据的自身规律和它们之间的固有联系，通过分析、归纳、推理等科学手段，提取出有效的信息资源，为我们的经济活动服务。

例如，财政、金融、证券、审计、人力资源、市场营销、旅游管理、物流供应、办公自动化等等都离不开数据处理。

### 1.1.2 数据库 (DataBase, DB)

数据库是指存储在计算机存储设备上，结构化的相关数据的集合。

数据库中的数据有以下特点：这些数据无不必要的冗余（重复），能为多种应用服务；数

据的存储独立于使用它们的程序；数据的组织方式有利于查找、节省空间及维护。

数据库的概念包括了两个方面，即描述事物的数据本身及相关数据之间的联系。例如，学生成绩数据库，它是学生成绩所涉及的全部数据的集合，既包括了学号、姓名、成绩等学生成绩所涉及的数据内容，同时也包括了各项数据内容相互之间的联系。此数据库中的数据无不必要的重复，能为多个部门服务，数据结构独立于使用数据的程序，数据的增加、修改、检索、删除及维护等由数据库系统统一控制。

### 1.1.3 数据库系统 ( DataBase System , DBS )

数据库系统是指采用了数据库技术的完整的计算机系统。它主要包括计算机的硬件系统、软件系统、数据、数据库管理人员和用户等部分。例如图书馆中基于数据库的图书查询系统。

### 1.1.4 数据库管理系统 ( DataBase Management System , DBMS )

数据库管理系统是指帮助用户建立、使用和管理数据库的软件系统，它处理数据库数据的定义、存取、管理、控制等。应用程序对数据库的操作是在数据库管理系统的支持和控制下进行的，数据库管理系统是数据库系统的核心。

例如 Visual FoxPro ( VFP ) 就是一种基于关系模型的数据库管理系统。

### 1.1.5 数据库应用系统 ( DataBase Application System , DBAS )

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，面向实际应用的软件系统。数据库应用系统通常分为以下两大类。

#### 1. 功能程序

该类程序的主要任务是完成一个特定的操作要求，例如增加、删除、修改、查找、打印统计表等。

#### 2. 控制程序 ( 菜单程序 )

该类程序的主要任务是显示整个应用系统或其中局部子系统的功能清单 ( 菜单 )，同时接受用户的选择，并按选择调用相应的功能程序完成用户的操作要求。在简单的数据库应用系统中，菜单可能只需要一级，控制程序只有一个；在复杂的数据库应用系统中，菜单可能是多级的，这时控制程序就有多个。

有了数据库应用系统后，用户不必学习各种操作命令，只要掌握该系统中应用程序的功能和安装、启动方法，就可以利用菜单程序方便、快速、高效地使用数据库。

### 1.1.6 数据库模型

数据库是以一定的组织方式存储在一起的、共享的、独立于应用程序的、相互关联的数据集合。这个集合的组织形式称为数据库模型，它决定了数据库之间联系的表达方式。

数据库模型主要有 3 种，即层次模型、网络模型及关系模型。

## 1.2 数据管理技术的发展

数据管理技术经历了漫长的发展阶段，其发展过程大致分为人工管理、文件管理、数据库管理及分布式数据库管理等 4 个阶段。

### 1.2.1 人工管理阶段

早期的计算机主要用于科学计算，数据处理都是通过手工方式进行的。当时的计算机上没有专门管理数据的软件，也没有像磁盘这样的可以随机存取的外部存储设备。对数据的管理没有一定的格式，数据附属于处理它的程序，数据和应用程序一一对应。

由于当时的计算机数据处理过程是一组数据对应一个程序，一个程序中的数据无法被其他程序利用，使得程序与程序之间存在着大量的重复数据（被称为数据冗余）。同时，由于数据是对应某一应用程序的，使得数据的独立性很差，如果数据的类型、结构、数据量、存取方式或输入、输出方式发生变化，处理它的程序必须做出相应的改变；而且，数据不能被长期保存。

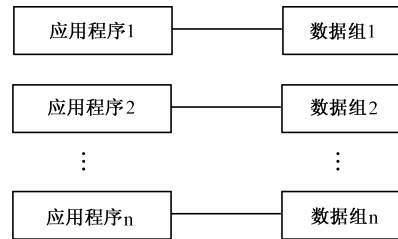


图 1-1 应用程序与数据之间的关系

人工管理阶段，应用程序与数据之间的关系如图 1-1 所示。

### 1.2.2 文件管理阶段

文件管理阶段是随着计算机存储技术的发展和操作系统的出现而出现的。在这一阶段，计算机硬件已经具有可直接存取的磁盘、磁带及磁鼓等外部存储设备；而软件，则出现了高级语言和操作系统；数据和程序有了一定的独立性，可以分别以特定的文件名或文件标识符保存于外存储器上，由操作系统统一管理。数据文件可以长期保存在外部存取设备上，数据的存取以记录为单位，并出现了多种文件组织形式，如顺序文件、索引文件及随机文件等。同时，数据的逻辑结构和存储结构可以不同。数据的逻辑结构是指呈现在用户面前的数据结构。数据的物理结构是指数据在物理存储设备上的实际存储结构。例如，数据的记录是按照记录号顺序排列的，而实际上这些记录可能分别存储在磁盘的不同扇区，再通过链接方式连接在一起。

文件管理阶段，应用程序与数据之间的关系如图 1-2 所示。

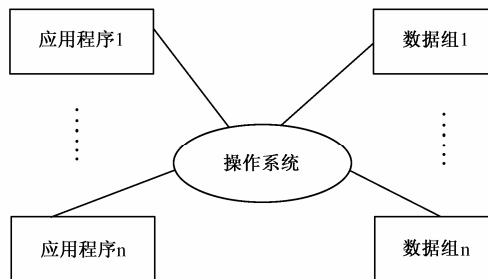


图 1-2 应用程序与数据之间的关系

### 1.2.3 数据库管理阶段

数据库管理阶段是 20 世纪 60 年代末在文件管理的基础上发展起来的。数据库技术使数据有了统一的结构，对所有的数据能实行统一、集中、独立的管理，以实现数据的共享，保证数据的完整性和安全性，提高了数据管理效率。数据库也是以文件方式存储数据的，但它是数据的一种高级组织形式。在应用程序和数据库之间，有一个新的数据库管理软件 DBMS，

即数据库管理系统。

在数据库管理阶段，应用程序与数据之间的关系如图 1-3 所示。

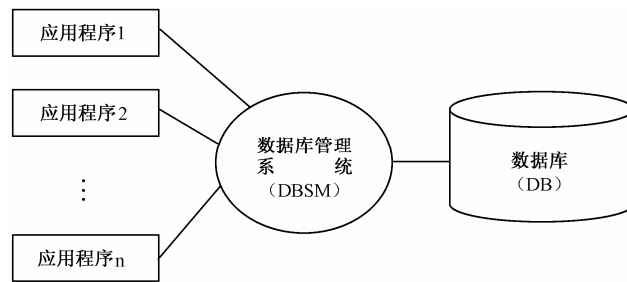


图 1-3 数据库与应用程序之间的关系

### 1. 数据库系统的主要特点

(1) 实现了数据的结构化：在数据库中采用了特定的数据模型组织数据。数据库系统把数据存储于有一定结构的数据库文件之中，实现了数据的独立和集中管理，克服了人工管理和文件系统管理的缺陷，大大方便了用户的使用和提高了数据管理的效率。

(2) 实现了数据共享：数据库中的数据能为多个用户服务。

(3) 实现了数据独立：用户的应用程序与数据的逻辑结构及数据的物理存储方式无关。

(4) 实现了数据统一控制：数据库系统提供了各种控制功能，保证了数据的并发控制、安全性和完整性。数据库作为多个用户和应用程序的共享资源，允许多个用户同时访问。并发控制可以防止多用户并发访问数据时而产生的数据不一致性。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。

在数据库系统阶段，应用程序和数据完全独立，应用程序对数据的管理和访问更加灵活，一个数据库可以为多个应用程序共享，使得程序的编制和效率大大提高，减少了数据的冗余度，实现数据资源共享，提高了数据的完整性、一致性以及数据的管理效率。

### 2. 数据库系统的分类

数据库系统的分类有多种形式，按照数据的存放地点，数据库系统可分为集中式数据库系统和分布式数据库系统。

#### (1) 集中式数据库系统

集中式数据库系统是将数据集中在一个数据库中，数据在逻辑上和物理上都是集中存放的，所有的用户在存取和访问数据时，都要访问这个数据库。例如，一个银行储蓄系统，如果系统的数据存放在一个集中式数据库中，则所有储户在存款和取款时都要访问这个数据库。这种方式访问方便，但通信量大，速度慢。

#### (2) 分布式数据库系统

分布式数据库系统是将多个集中式的数据库通过网络连接起来，使各个结点的计算机，可以利用网络通信功能访问其他结点上的数据库资源，使各个数据库系统的数据实现高度共享。分布式数据库系统是在 20 世纪 70 年代后期开始使用的，由于网络技术的发展为数据库提供了良好的运行环境，使数据库系统从集中式发展到分布式，从主机/终端系统发展到客户机/服务器系统结构。在网络环境中，分布式数据库在逻辑上是一个集中式数据库系统，实际上数据是存储在计算机网络的各个结点上。每个结点的用户并不需要了解他所访问的数据究竟在什么地方，就如同在使用集中式数据库一样，因为在网络上的每个结点都有自己的数据库管理系统，

都具有独立处理本地事务的能力，而且这些物理上分布的数据库又是共享的资源。分布式数据库特别适合地理位置分散的部门和组织机构，如铁路民航订票系统、银行业务系统等。

在分布式数据库系统中，数据与应用程序的关系如图 1-4 所示。



图 1-4 分布式数据库系统数据与应用程序的关系

分布式数据库系统的主要特点是：

- 系统具有更高的透明度；
- 可靠性更高、效率更高；
- 局部与集中控制相结合；
- 系统易于扩展。

### 1.2.4 分布式数据库管理阶段

网络技术的发展为数据库提供了越来越好的运行环境，使数据库系统从集中式管理阶段发展到分布式数据库管理阶段。

数据库技术与网络技术的结合是指把多个集中式数据库通过网络连接起来，各个结点上的计算机可以通过网络访问其他结点上的数据库资源。在这种运行环境中，各个数据库系统的数据实现了高度的共享。分布式数据库系统是一个逻辑上统一、地域上分布的数据集合，是计算机网络环境中各个结点局部数据库的逻辑集合，同时受分布式数据库管理系统的控制和管理。

值得一提的是，近年来，智能数据库的研究取得了可喜的进展。传统数据库存储的数据都是已知的事实，智能数据库除了存储已知的事实外，还能存储用于逻辑推理的规则，故又称为“基于规则的数据库”(Rule-Based DataBase)。例如，某智能数据库中存有“总经理领导经理”的规则，如果同时存有“甲是总经理”、“乙是经理”等数据，它能够推理得出“甲领导乙”的新事实。随着人工智能逐步走向实用化，对智能数据库的研究日趋活跃。演绎数据库、专家数据库和知识库系统等都属于智能数据库的范畴。

## 1.3 数据库系统

### 1.3.1 数据库系统的组成

数据库系统为用户应用计算机系统求解一类问题的泛称。数据库系统实际上是一个应用系统，它由计算机的硬件系统、软件系统，数据库、数据库管理员和用户等部分组成。

#### 1. 计算机硬件系统

计算机硬件系统是数据库系统赖以存在的基础，是存储数据库及运行 DBMS 的硬件资源，主要包括主机、键盘、显示器、外存储器、输入、输出设备等。

#### 2. 计算机软件系统

软件系统主要是指支持数据库系统的系统软件(操作系统、数据库管理系统等)以及与之相