

四川省高校计算机等级考试中心指导教材  
21世纪高等学校计算机基础课规划教材

新编

# Visual FoxPro

## 程序设计教程

Visual FoxPro CHENGXU SHEJI JIAOCHENG

主 编 匡 松 马义玲 王 锦  
主 审 黄迪明



西南交通大学出版社  
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

本教材是在四川省高校计算机等级考试中心的直接指导下编写

# 新编 Visual FoxPro 程序设计教程

XINBIAN Visual FoxPro CHENGXU SHEJI JIAOCHENG

主 编: 匡 松 马义玲 王 锦

主 审: 黄迪明

副主编: 伍治林 戴彦群 刘帮涛 卢国军

编 委: (以姓氏笔画为序)

|     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 王学平 | 冯庆煜 | 兰清昭 | 刘 淳 | 刘玉萍 | 刘亚平 |
| 刘 容 | 刘建伟 | 张 彤 | 张 容 | 张选芳 | 张承虎 |
| 吴学东 | 余文春 | 邱俊山 | 陈宗荣 | 陈冠群 | 李 琦 |
| 宋敦波 | 郑力明 | 杨兴江 | 罗正生 | 罗明英 | 罗 敏 |
| 罗春林 | 范惠灵 | 易 欣 | 易 涛 | 卓学峰 | 周学文 |
| 赵杨杰 | 秦 勇 | 唐向阳 | 曹 冰 |     |     |



西南交通大学出版社  
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

-----  
**图书在版编目 (C I P) 数据**

新编 Visual FoxPro 程序设计教程 / 匡松, 马义玲, 王锦主编. — 成都: 西南交通大学出版社, 2006.12  
ISBN 7-81104-505-2

I. 新... II. ①匡...②马...③王... III. 关系数据库—数据库管理系统, Visual FoxPro—程序设计—教材 IV. TP311.138

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 162654 号  
-----

**内 容 提 要**

本书根据四川省计算机等级考试新大纲修订规定的二级 (Visual FoxPro) 等级考试内容要求编写而成。其内容包括: 数据库系统概述; Visual FoxPro 6.0 基础知识; Visual FoxPro 的数据基础; 表的创建和基本操作; 查询、统计和多表操作; 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; 软件技术基础等内容。通过对本书的学习, 可全面掌握 Visual FoxPro 面向对象可视化程序设计的方法与技巧, 同时还能满足参加二级 (Visual FoxPro) 等级考试的需要。

本书内容充实、通俗易懂, 结构科学合理, 例题丰富, 图文并茂, 每章均提供了大量典型习题。本书适合作为大学、高职、高专及各类中等学校学习 Visual FoxPro 程序设计的教材, 也可作为参加四川省和全国计算机等级二级考试人员或编程初学者的自学用书。

**新编 Visual FoxPro 程序设计教程**

主编: 匡 松 马义玲 王 锦

\*

责任编辑 万 方  
特邀编辑 李跃丽 马 跃  
封面设计 吴 强

西南交通大学出版社出版发行  
(成都二环路北一段 111 号 邮政编码: 610031)  
<http://press.swjtu.edu.cn>  
郫县犀浦印刷厂印刷

\*

成品尺寸: 189 mm × 235 mm 印张: 21.375  
字数: 482 千字  
2006 年 12 月第 1 版 2006 年 12 月第 1 次印刷  
**ISBN 7-81104-505-2**  
定价: 29.90 元

版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

## 21世纪高等学校计算机基础课规划教材指导委员会

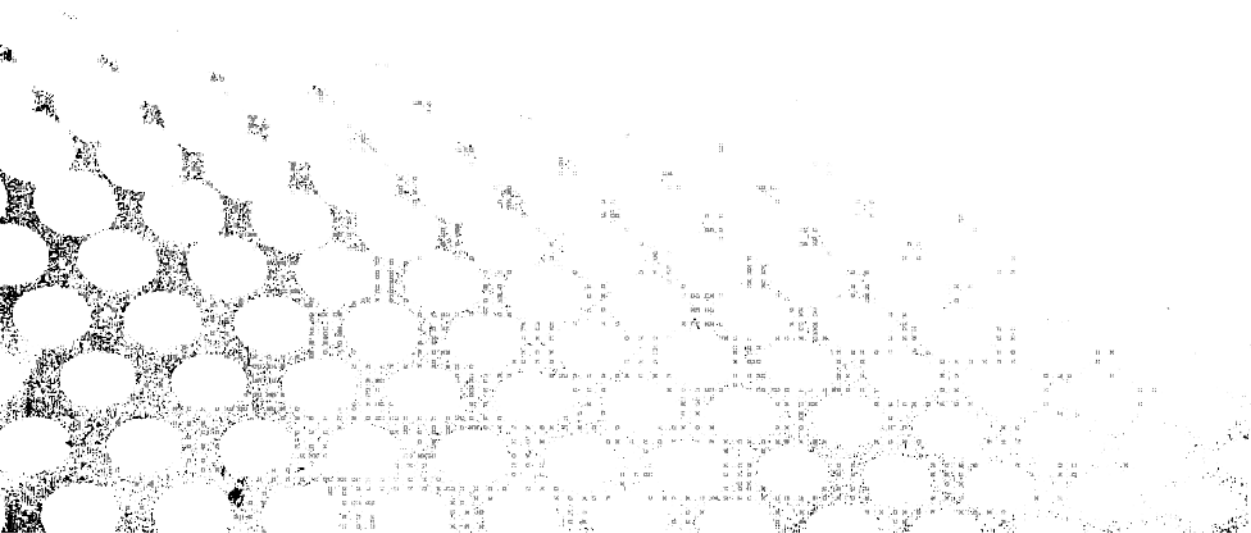
---

主 任: 兰家隆

副主任: 黄迪明

委 员: (以姓氏笔画为序)

|     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|
| 马义玲 | 王 晓 | 王 锦 | 匡 松 |
| 刘玉萍 | 刘成安 | 孙淑霞 | 张选芳 |
| 邱俊山 | 易 涛 | 潘世永 | 黎 明 |



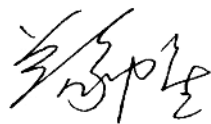
# 序

四川省计算机等级考试中心自 1993 年成立以来, 已经历了 13 年的历程, 迄今已组织了全省高校统一的考试 25 次, 参试人数已达 150 万左右。这有力地推动了四川省高校计算机基础教育的改革和发展, 为培养高素质应用型人才做出了突出贡献。

到目前为止, 有关计算机应用类教学用书种类很多, 但要能与计算机科学技术的发展相匹配、又能适应我省大多数高校教学软硬件环境要求所需要的教材并不多, 这就是编写、出版本系列教材的主要原因。在征求四川省高校部分一线教师意见的基础上, 以新近的四川省计算机等级考试大纲为指导, 以四川省计算机等级考试委员会部分成员为核心组成的编委会已经编写出版了《计算机应用基础》、《计算机应用基础上机实验与级考试题库过关指导》、《Visual Basic 程序设计教程》、《VFP 程序设计实用教程》等教材, 得到了良好的反响。此次又推出了《Visual Basic 实验与习题训练教程》、《新编 Visual FoxPro 程序设计教程》、《新编 Visual FoxPro 习题与实验教程》等新的系列教材, 力求在思路上有所创新, 在内容上有更好的兼容性, 以满足不同学校、不同专业和不同学生的需要。

我相信, 这些教材的陆续出版, 将有利于进一步推动我省高校计算机基础教育水平的提高, 推动计算机应用的普及, 推动全民族现代化素质的进一步改善。

四川省计算机等级考试委员会副主任  
电子科技大学教授



(兰家隆)

2006 年 12 月 于 成都

为了适应计算机技术的飞跃发展，做好精品教材的建设工作，2006年6月，本教材编委会在四川大学召开了“高校计算机基础教材（VB、VF）研讨会”。四川省计算机等级考试中心主任兰家隆教授、副主任黄迪明教授与部分考委、川内高校的部分专家教授和骨干教师到会参加了讨论。大家一致认为，根据教育部高教司有关高校计算机基础课程教学白皮书“1+X”的柔性分类指导思想，结合四川省计算机等级考试新大纲的基本要求，要编写出既适应起点高的学生，又照顾起点低的学生的“宽容度”教材，使各学校老师在教学可以根据本校学生实际情况对内容进行必学或选学，在语言表述上力求使老师好教，学生易学。针对VF理论教材与实验教材的编写，大家还对目前已出版的同类教材进行了类比分析。并特别强调，一定要避免同一内容在以上两种教材里重复出现的情况；精选例题要详略适当，要留给学生思考和动手的空间。

在上述编写指导思想下，负责编写工作的老师们为了编好这套教材付出了许多辛勤劳动：几易其稿，交叉看稿，反复锤炼；对内容的表述进行了逐字逐句的推敲；对例题及答案进行了反复的核实补充。经过仔细审核编写出的这套VF教材通俗易懂、实用性强、详略得当、便于自学，充分体现了“以人为本，以学生为主体，教师为主导”的现代教学新理念。

我们相信，有了高校教学一线广大老师的参与，这套新教材一定能上一个新的台阶，一定会受到众多高校的欢迎！

鸣谢：本书在编写过程中得到了西南财经大学、四川大学、西华师范大学、西南科技大学、西南民族大学、四川省教育学院、泸州医学院、西昌学院、乐山师范学院、成都理工大学工程技术学院、四川工程职业技术学院、四川航天职业技术学院、四川天一学院等院校的有关领导和老师的大力支持和帮助，在此表示衷心的感谢！此外，本书封面采用照片，格调新颖，突破了传统设计。为此向照片作者一并致谢！

|                                |    |                                  |    |
|--------------------------------|----|----------------------------------|----|
| 第 1 章 数据库概述 .....              | 1  | 2.3 Visual FoxPro 的文件类型 .....    | 19 |
| 1.1 数据、信息与数据处理 .....           | 1  | 2.3.1 Visual FoxPro 常用文件类型 ..... | 19 |
| 1.1.1 数据与信息 .....              | 1  | 2.3.2 Visual FoxPro 表的类型 .....   | 21 |
| 1.1.2 数据处理 .....               | 2  | 2.4 Visual FoxPro 操作概述 .....     | 21 |
| 1.2 数据管理技术的发展 .....            | 2  | 2.4.1 Visual FoxPro 操作方式 .....   | 21 |
| 1.2.1 人工管理阶段 .....             | 2  | 2.4.2 Visual FoxPro 命令格式 .....   | 22 |
| 1.2.2 文件管理阶段 .....             | 3  | 2.5 Visual FoxPro 可视化设计工具 .....  | 23 |
| 1.2.3 数据库系统阶段 .....            | 4  | 2.5.1 Visual FoxPro 向导 .....     | 23 |
| 1.3 数据库系统基本概念 .....            | 5  | 2.5.2 Visual FoxPro 设计器 .....    | 24 |
| 1.3.1 数据库 .....                | 5  | 2.5.3 Visual FoxPro 生成器 .....    | 25 |
| 1.3.2 数据库管理系统 .....            | 5  | 2.6 项目管理器的基本概念 .....             | 26 |
| 1.3.3 数据库系统 .....              | 5  | 2.6.1 创建项目 .....                 | 26 |
| 1.3.4 数据库应用系统 .....            | 6  | 2.6.2 项目管理器的使用 .....             | 28 |
| 1.4 数据模型 .....                 | 6  | 习题 2 .....                       | 29 |
| 1.4.1 数据模型概述 .....             | 6  | 第 3 章 Visual FoxPro 数据基础 .....   | 30 |
| 1.4.2 E-R 概念数据模型 .....         | 7  | 3.1 数据类型 .....                   | 30 |
| 1.4.3 常用逻辑数据模型 .....           | 8  | 3.2 常 量 .....                    | 33 |
| 1.5 关系数据库 .....                | 10 | 3.3 变 量 .....                    | 34 |
| 1.5.1 关系术语 .....               | 11 | 3.3.1 内存变量 .....                 | 34 |
| 1.5.2 关系的规范化 .....             | 11 | 3.3.2 数组变量 .....                 | 36 |
| 1.5.3 关系运算 .....               | 12 | 3.3.3 字段变量 .....                 | 37 |
| 1.5.4 关系数据库 .....              | 13 | 3.4 运算符与表达式 .....                | 38 |
| 1.5.5 关系的完整性 .....             | 15 | 3.5 常用函数 .....                   | 41 |
| 习题 1 .....                     | 16 | 3.5.1 数值运算函数 .....               | 42 |
| 第 2 章 Visual FoxPro 概述 .....   | 17 | 3.5.2 字符处理函数 .....               | 45 |
| 2.1 Visual FoxPro 的启动和退出 ..... | 17 | 3.5.3 转换函数 .....                 | 49 |
| 2.2 Visual FoxPro 的用户界面 .....  | 17 | 3.5.4 日期和时间函数 .....              | 51 |

|                               |     |                           |     |
|-------------------------------|-----|---------------------------|-----|
| 3.5.5 测试函数 .....              | 52  | 5.3 统计命令 .....            | 116 |
| 习题 3 .....                    | 55  | 5.3.1 计数命令 .....          | 116 |
| <b>第 4 章 表的基本操作</b> .....     | 57  | 5.3.2 求和命令 .....          | 117 |
| 4.1 建立表 .....                 | 57  | 5.3.3 求平均值命令 .....        | 117 |
| 4.1.1 分析和设计表的结构 .....         | 57  | 5.3.4 计算命令 .....          | 118 |
| 4.1.2 建立表的结构 .....            | 60  | 5.3.5 汇总命令 .....          | 119 |
| 4.1.3 输入记录 .....              | 63  | 5.4 多个表的同时使用 .....        | 120 |
| 4.2 打开和关闭表 .....              | 68  | 5.4.1 工作区的使用 .....        | 120 |
| 4.2.1 打开表 .....               | 68  | 5.4.2 建立表间的临时关系 .....     | 121 |
| 4.2.2 关闭表 .....               | 69  | 习题 5 .....                | 125 |
| 4.3 显示和修改表结构 .....            | 70  | <b>第 6 章 数据库的操作</b> ..... | 126 |
| 4.3.1 显示表结构 .....             | 70  | 6.1 建立和打开数据库 .....        | 126 |
| 4.3.2 修改表结构 .....             | 70  | 6.1.1 建立数据库 .....         | 126 |
| 4.4 复制表 .....                 | 71  | 6.1.2 打开数据库 .....         | 127 |
| 4.4.1 复制表结构 .....             | 71  | 6.2 数据库中表的基本操作 .....      | 128 |
| 4.4.2 复制表文件 .....             | 72  | 6.2.1 新建表 .....           | 128 |
| 4.5 记录的操作 .....               | 73  | 6.2.2 添加表 .....           | 130 |
| 4.5.1 定位记录 .....              | 73  | 6.2.3 移除表 .....           | 132 |
| 4.5.2 显示记录 .....              | 76  | 6.3 设置数据库表的属性 .....       | 132 |
| 4.5.3 修改记录 .....              | 80  | 6.3.1 设置表中字段的显示标题 .....   | 132 |
| 4.6 删除与恢复记录 .....             | 85  | 6.3.2 设置表中字段的输入输出掩码 ..... | 135 |
| 4.6.1 逻辑删除记录 .....            | 86  | 6.3.3 设置表中字段的注释 .....     | 137 |
| 4.6.2 恢复表中逻辑删除的记录 .....       | 88  | 6.3.4 设置表中字段的默认值 .....    | 138 |
| 4.6.3 物理删除表中的记录 .....         | 94  | 6.3.5 设置表中字段的有效性规则 .....  | 140 |
| 4.7 表的过滤 .....                | 96  | 6.3.6 设置触发器 .....         | 141 |
| 4.7.1 过滤字段 .....              | 96  | 6.4 建立永久关系 .....          | 143 |
| 4.7.2 过滤记录 .....              | 99  | 6.4.1 建立表间的关联关系 .....     | 143 |
| 习题 4 .....                    | 101 | 6.4.2 设置参照完整性 .....       | 146 |
| <b>第 5 章 索引、统计和多表操作</b> ..... | 102 | 习题 6 .....                | 150 |
| 5.1 物理排序 .....                | 102 | <b>第 7 章 视图与查询</b> .....  | 151 |
| 5.2 索引 .....                  | 104 | 7.1 视图的创建与应用 .....        | 151 |
| 5.2.1 索引的概念及类型 .....          | 104 | 7.1.1 创建视图 .....          | 151 |
| 5.2.2 建立索引 .....              | 106 | 7.1.2 利用视图更新数据 .....      | 158 |
| 5.2.3 使用索引 .....              | 110 | 7.2 查询的创建与应用 .....        | 160 |

|                                 |            |                               |            |
|---------------------------------|------------|-------------------------------|------------|
| 7.2.1 创建查询.....                 | 160        | 9.3.2 其他命令.....               | 195        |
| 7.2.2 使用查询.....                 | 166        | 9.4 程序的基本结构.....              | 196        |
| 习题 7.....                       | 169        | 9.4.1 顺序结构.....               | 196        |
| <b>第 8 章 关系数据库标准语言 SQL.....</b> | <b>170</b> | 9.4.2 分支结构.....               | 196        |
| 8.1 SQL 概述.....                 | 170        | 9.4.3 循环结构.....               | 200        |
| 8.1.1 SQL 的特点.....              | 170        | 9.5 子程序和过程文件.....             | 203        |
| 8.1.2 SQL 数据库的体系结构.....         | 171        | 9.5.1 子程序.....                | 203        |
| 8.2 SQL 的数据定义.....              | 171        | 9.5.2 过程文件.....               | 204        |
| 8.2.1 创建表.....                  | 171        | 9.5.3 内存变量的作用域和参数传递.....      | 205        |
| 8.2.2 修改表的结构.....               | 172        | 9.5.4 参数传递.....               | 208        |
| 8.2.3 删除字段.....                 | 173        | 9.6 程序的调试.....                | 209        |
| 8.2.4 增加字段.....                 | 174        | 9.6.1 调试程序.....               | 209        |
| 8.3 SQL 的数据查询功能.....            | 174        | 9.6.2 调试器.....                | 210        |
| 8.3.1 SELECT 语句的格式.....         | 175        | 习题 9.....                     | 211        |
| 8.3.2 投影查询.....                 | 176        | <b>第 10 章 面向对象程序设计.....</b>   | <b>212</b> |
| 8.3.3 条件查询.....                 | 177        | 10.1 面向对象程序设计基础.....          | 212        |
| 8.3.4 统计查询.....                 | 182        | 10.1.1 基本概念.....              | 212        |
| 8.3.5 分组查询.....                 | 183        | 10.1.2 面向对象程序设计基本方法.....      | 214        |
| 8.3.6 查询的排序.....                | 184        | 10.1.3 Visual FoxPro 中的类..... | 215        |
| 8.3.7 连接查询.....                 | 185        | 10.1.4 属性、事件与方法程序.....        | 216        |
| 8.4 SQL 的数据操纵功能.....            | 187        | 10.2 对象的操作.....               | 217        |
| 8.4.1 插入记录.....                 | 187        | 10.2.1 引用容器类对象.....           | 218        |
| 8.4.2 更新记录.....                 | 188        | 10.2.2 设置对象的属性值.....          | 218        |
| 8.4.3 删除记录.....                 | 189        | 10.2.3 调用对象方法.....            | 219        |
| 习题 8.....                       | 189        | 10.2.4 设计类与对象.....            | 219        |
| <b>第 9 章 程序设计基础.....</b>        | <b>190</b> | 习题 10.....                    | 226        |
| 9.1 程序设计基本知识.....               | 190        | <b>第 11 章 表单设计.....</b>       | <b>227</b> |
| 9.1.1 Visual FoxPro 的语法成分.....  | 190        | 11.1 表单设计基础.....              | 227        |
| 9.1.2 程序的书写规则.....              | 191        | 11.1.1 表单概述.....              | 227        |
| 9.2 程序文件的建立、编辑与运行.....          | 191        | 11.1.2 表单向导.....              | 232        |
| 9.2.1 建立和编辑程序文件.....            | 191        | 11.1.3 表单设计器.....             | 237        |
| 9.2.2 运行程序文件.....               | 193        | 11.1.4 表单的基本操作.....           | 243        |
| 9.3 程序中的基本命令.....               | 194        | 11.1.5 控件的基本操作.....           | 244        |
| 9.3.1 交互式输入命令.....              | 194        | 11.2 表单常用控件及应用.....           | 245        |

|                                          |     |                                           |     |
|------------------------------------------|-----|-------------------------------------------|-----|
| 11.2.1 标签控件 .....                        | 245 | 13.1.2 报表布局文件 .....                       | 281 |
| 11.2.2 文本框控件 .....                       | 247 | 13.2 使用“报表向导”创建报表 .....                   | 281 |
| 11.2.3 命令按钮控件 .....                      | 249 | 13.3 使用“报表设计器”创建报表 .....                  | 284 |
| 11.2.4 编辑框控件 .....                       | 254 | 13.3.1 打开“报表设计器” .....                    | 284 |
| 11.2.5 计时器控件 .....                       | 256 | 13.3.2 创建快速报表 .....                       | 285 |
| 11.2.6 图像控件 .....                        | 257 | 13.3.3 报表设计工具栏简介 .....                    | 288 |
| 11.2.7 表格控件 .....                        | 258 | 13.3.4 报表的数据源 .....                       | 289 |
| 11.2.8 ActiveX 控件和 ActiveX<br>绑定控件 ..... | 261 | 13.3.5 报表布局 .....                         | 289 |
| 11.2.9 命令按钮组控件 .....                     | 262 | 13.3.6 报表控件的使用 .....                      | 292 |
| 习题 11 .....                              | 267 | 13.4 打印报表 .....                           | 295 |
| <b>第 12 章 菜单设计及应用</b> .....              | 268 | 13.5 报表设计举例 .....                         | 295 |
| 12.1 菜单系统的结构与步骤 .....                    | 268 | 习题 13 .....                               | 299 |
| 12.1.1 菜单系统的基本结构 .....                   | 268 | <b>第 14 章 应用程序的集成与发布</b> .....            | 300 |
| 12.1.2 菜单的类型 .....                       | 269 | 14.1 应用程序的一般开发过程 .....                    | 300 |
| 12.1.3 菜单设计的一般步骤 .....                   | 269 | 14.1.1 应用程序设计的基本过程 .....                  | 300 |
| 12.2 建立菜单系统 .....                        | 270 | 14.1.2 应用程序组织结构 .....                     | 300 |
| 12.2.1 创建菜单栏（主菜单） .....                  | 270 | 14.1.3 主程序设计 .....                        | 303 |
| 12.2.2 创建子菜单（下拉菜单） .....                 | 273 | 14.2 利用项目管理器开发应用程序 .....                  | 304 |
| 12.2.3 指定菜单项任务 .....                     | 274 | 14.2.1 用项目管理器组织文件 .....                   | 304 |
| 12.2.4 生成并运行菜单程序 .....                   | 276 | 14.2.2 连编项目 .....                         | 305 |
| 12.3 设计快捷菜单 .....                        | 276 | 14.3 发布应用程序 .....                         | 307 |
| 习题 12 .....                              | 279 | 14.3.1 准备工作 .....                         | 307 |
| <b>第 13 章 报表设计</b> .....                 | 280 | 14.3.2 应用程序的发布 .....                      | 308 |
| 13.1 报表的基本组成 .....                       | 280 | 习题 14 .....                               | 309 |
| 13.1.1 报表布局 .....                        | 280 | <b>附录 1 Visual FoxPro 6.0 常用函数表</b> ..... | 310 |
|                                          |     | <b>附录 2 Visual FoxPro 6.0 命令概要</b> .....  | 321 |

# 数据库概述

本章主要介绍与数据库有关的基本概念和基本知识，内容包括数据、信息和数据处理，数据管理技术的发展，数据库系统，数据模型，关系数据库等。这些基本概念和基本知识是学习使用 Visual FoxPro 的基础。

## 1.1 数据、信息与数据处理

### 1.1.1 数据与信息

#### 1. 数据

数据是客观事物属性的取值，例如，一个人的姓名、年龄、身高、体重等都是数据。在计算机系统中，凡能为计算机所接受和处理的各种字符、数字、图形、图像及声音等都可称为数据。因此数据泛指一切可被计算机接受和处理的符号。数据可分为数值型数据（如产量、价格、成绩等）和非数值型数据（如姓名、日期、文本、声音、图形、图像等）。数据可以被收集、存储、处理（加工、分类、计算等）、传播和使用。

#### 2. 信息

信息是事物状态及运动方式的反映（表现形式），通常需经过加工、处理后才能交流使用。人们往往用数据去记载、描述和传播信息，因此我们说数据是描述或表达信息的具体表现形式，是信息的载体。

信息与数据既有联系又有区别，它们之间的关系可描述为，信息是对客观现实世界的反映，数据是信息的具体表现形式。注意，用不同的数据形式可以表示同样的信息，但信息不随数据形式的不同而改变，例如，某个部门要召开会议，可以把“开会”这样一个信息通过广播（声音形式的数据）、文件（文字形式的数据）等方式通知给有关单位，在这里，声音或文字都是不同的反映方式（表现形式），可以表示同一个信息。

### 1.1.2 数据处理

数据处理也称为信息处理，是指利用计算机将各种类型的数据转换成信息的过程，包括数据的采集、整理、存储、分类、排序、加工、检索、维护、统计和传输等一系列处理过程。数据处理的目的是从大量的原始数据中获得人们所需要的资料并提取有用的数据成分，从而为人们的工作和决策提供必要的数据库基础和决策依据。

## 1.2 数据管理技术的发展

数据管理是指对数据进行组织、存储、分类、检索和维护等操作，是数据处理的核心。随着计算机硬件技术和软件技术的发展，数据管理的水平不断提高，管理方式也发生了很大的变化。数据管理技术的发展主要经历了人工管理、文件管理和数据库系统管理三个阶段。

### 1.2.1 人工管理阶段

人工管理阶段始于 20 世纪 50 年代，出现在计算机应用于数据管理的初期。这个时期的计算机主要用于科学计算。从硬件条件看，由于当时没有磁盘作为计算机的存储设备，数据只能存放于卡片、纸带、磁带上。在软件方面，既没有操作系统，也没有专门管理数据的软件，数据通过计算生成或由处理它的程序自行携带。

在人工管理阶段，数据管理的特点和存在的主要问题是：

(1) 数据不能独立，编写的程序直接针对程序中的数据，程序的运行依赖于数据的逻辑格式和物理格式。当数据修改时，程序也必须修改；相应地，程序修改后数据的格式、类型也必须变化，以适应处理它的程序。

(2) 数据不能长期保存。数据被包含在程序中，程序运行结束后，数据和程序一起从内存中释放。

(3) 没有专门进行数据管理的软件。人工管理阶段不仅要设计数据的处理方法，而且还要说明数据在存储器中的存储地址。这种管理方式既不灵活，也不安全，编程效率低，程序维护和数据管理困难。

(4) 数据无法共享。一组数据对应于一个程序，应用程序和数据是相互结合且不可分割的，各程序之间的数据不能相互传递，一个程序中的数据不能被其他程序利用，从而导致程序和程序之间有大量重复的数据存在。

人工管理阶段程序与数据之间的关系如图 1-1 所示。

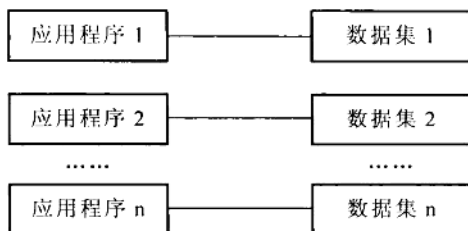


图 1-1 人工管理阶段程序与数据之间的关系

### 1.2.2 文件管理阶段

在 20 世纪 60 年代, 计算机软、硬件技术得到快速发展, 硬件方面有了磁盘、磁鼓等容量大且能长期保存数据的存储设备; 软件方面有了操作系统, 操作系统中有专门的文件系统用于管理外部存储器上的数据文件, 数据与程序分开, 数据能长期保存。

在文件管理阶段, 把有关的数据组织成一个文件, 这种数据文件能够脱离程序而独立存储在外存储器上, 并由一个专门的文件管理系统对其进行管理。在这种管理方式下, 应用程序通过文件管理系统对数据文件中的数据进行加工处理。应用程序与数据文件之间具有一定的独立性。与早期人工管理阶段相比, 使用文件系统管理数据的效率和数量都有很大提高, 但仍存在以下问题:

(1) 数据没有完全独立。虽然数据和程序被分开, 但所设计的数据依然是针对某一特定的程序, 所以无论是修改数据文件还是程序文件, 二者都要相互影响。也就是说, 数据文件仍然高度依赖于其对应的程序, 不能被多个程序所共享。

(2) 存在数据冗余。文件系统中的数据没有合理和规范的结构, 使得数据的共享性极差, 即使是不同程序使用部分相同数据, 数据结构也完全不同, 也需要创建各自的数据文件。这便造成数据的重复存储, 即数据的冗余。

(3) 数据不能被集中管理。文件系统中的数据文件没有集中的管理机制, 数据的安全性和完整性都不能得到保障。各数据之间、数据文件之间缺乏联系, 给数据处理造成不便。

文件系统阶段程序与数据之间的关系如图 1-2 所示。

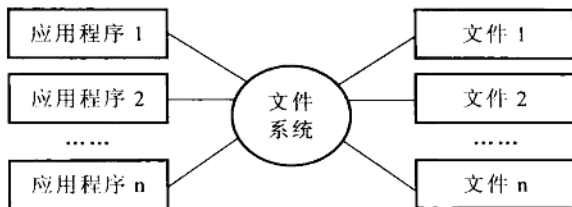


图 1-2 文件系统阶段程序与数据之间的关系

### 1.2.3 数据库系统阶段

由于文件系统管理数据存在缺陷,迫切需要一种新的数据管理方式,把数据组成合理结构,进行集中、统一管理。数据库技术始于 20 世纪 60 年代末,到了 20 世纪 80 年代,随着计算机的普遍应用和数据库系统的不断完善,数据库系统在全世界范围内得到广泛的应用。

在数据库系统管理阶段,所有相关的数据被集中到一个数据库中,形成一个数据中心,实行统一规划,集中管理,用户通过数据库管理系统来使用数据库中的数据。

数据库系统的主要特点如下:

(1) 实现了数据结构化: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中,实现了数据的独立和集中管理,克服了人工管理和文件管理的缺陷,大大方便了用户的使用,提高了数据管理的效率。

(2) 实现了数据共享:数据库中的数据能被多个应用程序共享、为多个用户服务。数据共享可以减少数据冗余,节约存储空间,还能够避免数据之间的不一致性。

(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。数据独立可以简化应用程序的编制,减少应用程序的维护和修改。

(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,使得程序的开发和运行效率大大提高,减少了数据冗余,实现了数据资源共享,提高了数据的完整性、一致性以及数据的管理效率。

数据库系统阶段程序与数据之间的关系如图 1-3 所示。

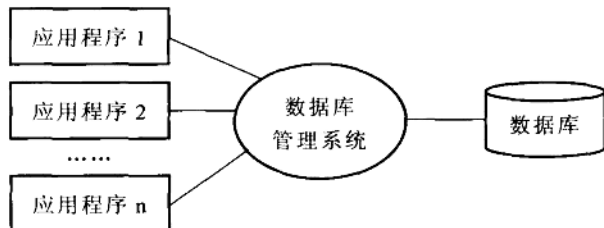


图 1-3 数据库系统阶段程序与数据之间的关系

## 1.3 数据库系统基本概念

在数据库技术中,我们常常接触到数据库、数据库管理系统、数据库系统、数据库应用系统这些名词,它们之间有着一定的联系和区别。

### 1.3.1 数据库

数据库(Data Base, DB)就是按一定的组织形式存储在一起的相互关联的数据的集合。实际上,数据库就是一个存放大量业务数据的场所,其中的数据具有特定的组织结构。所谓“组织结构”,是指数据库中的数据不是分散的、孤立的,而是按照某种数据模型组织起来的,不仅数据记录内的数据之间是彼此相关的,数据记录之间在结构上也是有机地联系在一起的。数据库具有数据的结构化、独立性、共享性、冗余量小、安全性、完整性和并发控制等基本特点。在数据库系统中,数据库已成为各类管理系统的核心基础,为用户和应用程序提供了共享的资源。

### 1.3.2 数据库管理系统

数据库管理系统(Data Base Management System, DBMS)是负责数据库的定义、建立、操纵、管理和维护的一种计算机软件,是数据库系统的核心部分。数据库管理系统是在特定操作系统的支持下工作的,它提供了对数据库资源进行统一管理和控制的功能,使数据结构和数据存储具有一定的规范性,提高了数据库应用的简明性和方便性。DBMS为用户管理数据提供了一整套命令,利用这些命令可以实现对数据库的各种操作,如数据结构的定义,数据的输入、输出、编辑、删除、更新、统计和浏览等。

### 1.3.3 数据库系统

数据库系统(Data Base System, DBS)是指计算机系统引入数据库后的系统构成,是一个具有管理数据库功能的计算机软硬件综合系统。具体地说,它主要包括计算机硬件、操作系统、数据库(DB)、数据库管理系统(DBMS)和相关软件、数据库管理员及用户等组成部分。

(1) 硬件系统:是数据库系统的物理支持,包括主机、外部存储器、输入/输出设备等。

(2) 软件系统:包括系统软件和应用软件。系统软件包括支持数据库管理系统运行的操作系统(如 Windows 2000)、数据库管理系统(如 Visual FoxPro 6.0)、开发应用系统的高级语言及其编译系统等;应用软件是指在数据库管理系统基础上,用户根据实际

问题自行开发的应用程序。

(3) 数据库：是数据库系统的管理对象，为用户提供数据的信息源。

(4) 数据库管理员 (DBA)：是负责管理和控制数据库系统的主要维护管理人员。

(5) 用户：是数据库的使用者，利用数据库管理系统软件提供的命令访问数据库并进行各种操作。用户包括专业用户和最终用户。专业用户即程序员，是负责开发应用程序的设计人员。最终用户是对数据库进行查询或通过数据库应用系统提供的界面使用数据库的人员。

### 1.3.4 数据库应用系统

数据库应用系统 (Data Base Application System, DBAS) 是在 DBMS 支持下根据实际问题开发出来的数据库应用软件。一个 DBAS 通常由数据库和应用程序两部分组成，它们都需要在 DBMS 支持下开发。

由于数据库的数据要供不同的应用程序共享，因此在设计应用程序之前首先要对数据库进行设计。数据库的设计是以“关系规范化”理论为指导，按照实际应用的报表数据，首先定义数据的结构，包括逻辑结构和物理结构，然后输入数据形成数据库。开发应用程序也可采用“功能分析，总体设计，模块设计，编码调试”等步骤来实现。

## 1.4 数据模型

### 1.4.1 数据模型概述

数据模型是对现实世界数据特征的抽象，是用来描述数据的结构和联系的一组概念和定义，是数据库的核心内容。数据模型按不同的应用层次可划分为概念数据模型和逻辑数据模型两类。

由于计算机不能直接处理现实世界中的具体事物，所以必须把具体事物转换成计算机能够处理的数据。在数据库系统中，实现转换的过程通常是先把现实世界中的客观事物抽象为概念数据模型 (简称概念模型)，然后再把概念数据模型转换为某一数据库管理系统所支持的逻辑数据模型 (简称数据模型)，如图 1-4 所示。

概念数据模型和逻辑数据模型是数据模型的不同应用层次。概念数据模型是从现实世界到数据世界的一个中间层次，是一种面向客观世界、面向用户的模型，是数据库设计人员进行数据库设计的重要工具，也是数据

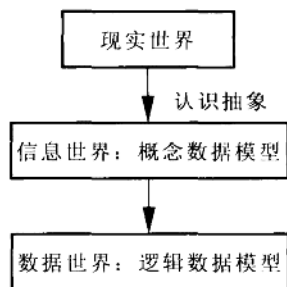


图 1-4 事物到数据的抽象过程

库设计人员和用户之间进行交流的语言，E-R 模型、扩充的 E-R 模型等是常用的概念模型。逻辑数据模型是一种面向数据库系统的模型，即依赖于某种具体的数据库管理系统 DBMS，主要用于 DBMS 的实现，常见的逻辑数据模型包括层次模型、网状模型和关系模型等。

### 1.4.2 E-R 概念数据模型

E-R 模型 (Entity-Relationship Data Model) 即实体-联系数据模型，用来描述现实世界，具有直观、自然、语义丰富及便于向逻辑数据模型转换等优点。

设计 E-R 模型的目标是有效和自然地模拟现实世界，而不是关心它在计算机中如何实现，因此 E-R 模型中只应包含那些对描述现实世界具有普遍意义的抽象概念。E-R 模型中的基本概念有实体、联系、属性等。

#### 1. 实体 (Entity)

客观存在并可相互区分的事物称为实体。它是信息世界的基本单位。实体既可以是人，也可以是物；既可以是实际对象，也可以是抽象对象；既可以是事物本身，也可以是事物与事物之间的联系。例如一个学生、一个教师、一门课程、一支铅笔、一部电影、一个部门等都是实体。

同类型的实体的集合称为实体集 (Entity Set)。例如，一个学校的全体学生是一个实体集，而其中的每个学生都是实体集的成员。

#### 2. 联系 (Relationship)

联系是实体集之间关系的抽象表示，是对现实世界中事物之间关系的描述。例如，公司实体集与职工实体集之间存在“聘任”联系。实体集之间的联系可分为三类：

(1) 一对一联系 (1:1) ——如果对于实体集 A 中的每一个实体，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：在一个学校中，一个班级只有一个正班长，而一个班长只在一个班中任职，则班级与班长之间具有一对一联系。又如职工和工号的联系是一对一的，每一个职工只对应于一个工号，不可能出现一个职工对应于多个工号或一个工号对应于多名职工的情况。

(2) 一对多联系 (1:n) ——如果对于实体集 A 中的每一个实体，实体集 B 中有  $n$  个实体 ( $n \geq 0$ ) 与之联系，反之，对于实体集 B 中的每一个实体，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 有一对多联系。

考查系和学生两个实体集，一个学生只能在一个系里注册，而一个系可以有很多学生。所以系和学生是一对多联系。又如单位的部门和职工的联系是一对多的，一个部门对应于多名职工，多名职工对应于同一个部门。

(3) 多对多联系 (m:n) ——如果对于实体集 A 中的每一个实体，实体集 B 中有  $n$  个实体 ( $n \geq 0$ ) 与之联系，反之，对于实体集 B 中的每一个实体，实体集 A 中也有  $m$