



普通高等教育“十二五”规划教材

# Visual FoxPro

## 数据库程序设计教程

→ 杨丽军 薛鸿民 主编 [search](#)



科学出版社

38VF

普通高等教育“十二五”规划教材

# Visual FoxPro 数据库程序设计教程

杨丽军 薛鸿民 主编

刘敏钰 主审

科学出版社

北京

## 内 容 简 介

本书以 Visual FoxPro 6.0 为平台,以“学生成绩管理系统”之开发为教学案例,内容全面,突出应用。采取“两个结合”——把理论与实践相结合,把课程内容与等级考试要求相结合,既注重基础性和系统性,更注重实用性和可操作性。案例选取在设计层面上力求做到从整体到局部,循序渐进,简明易懂,使学生通过实验逐步完成应用系统的开发。课后习题结合等级考试,题量丰富并附有参考答案,便于学生测试与练习。

本书适合作为普通高等学校非计算机专业计算机基础课程的教材,也可作为高等学校成人教育的教材或培训资料。

### 图书在版编目(CIP)数据

Visual FoxPro 数据库程序设计教程/杨丽军,薛鸿民主编. —北京:科学出版社,2013

(普通高等教育“十二五”规划教材)

ISBN 978-7-03-037634-3

I. ①V… II. ①杨…②薛… III. ①关系数据库系统—程序设计—高等学校—教材 IV. ①TP311.138

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 116140 号

责任编辑:李瑜 刘文军 / 责任校对:耿耘

责任印制:吕春珉 / 封面设计:东方人华平面设计部

加工编辑:肖亮旋 / 版式设计:北大彩印

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

骏杰印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2013 年 7 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2013 年 7 月第一次印刷 印张:23 3/4

字数:540 000

定价:45.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换<骏杰>)

销售部电话 010-62140850 编辑部电话 010-62135763-1019

版权所有,侵权必究

举报电话:010-64030229; 010-64034315; 13501151303

# 前 言

本书根据教育部高等学校文科计算机基础教学指导委员会制订的《高等学校文科类专业大学计算机教学要求》(第6版—2011年版),参考全国计算机等级考试二级 Visual FoxPro 考试大纲编写而成。系统介绍 Visual FoxPro 6.0 数据库管理系统的知识体系,并以“学生成绩管理系统”的开发为教学案例,采用“任务驱动教学法”设计章节内容,实现“以应用为目的,以实践为重点,着眼信息素养培养”的总体目标。

数据库技术是数据管理的专用技术,是计算机信息系统的基础和主要组成部分。能够利用数据库技术与工具对数据进行基本的管理、分析、加工和利用,对大学生是非常有必要的。Visual FoxPro 6.0 是目前世界流行的小型数据库管理系统中版本性能优秀、功能强大的软件之一,尽管最新版本已为 Visual FoxPro 9.0,但在学校教学和教育部门考证中还依然沿用经典版的 Visual FoxPro 6.0。本书基于 Visual FoxPro 6.0 版本,讲述关系数据库系统的基础知识、面向过程和面向对象的语言基础、数据表和数据库以及数据库的各种操作、程序设计和系统开发的方法。全书由课程内容、课程实验和附录3部分组成。课程内容和课程实验共13章,主要包括关系数据库基础知识、Visual FoxPro 6.0 概述、表和数据库、Visual FoxPro 的语言基础、结构化查询语言 SQL、查询和视图、程序设计基础、表单设计与应用、报表与标签、菜单的设计与应用、项目管理和系统发布、数据库应用系统开发、课程实验。第13章课程实验汇集了第2~12章各章的实验内容,共安排有28个上机实验,并对每个实验给予操作提示。附录部分包括 Visual FoxPro 常用命令表、Visual FoxPro 常用函数表、全国等级考试二级 Visual FoxPro 考试大纲和各章习题参考答案。

本书由杨丽军、薛鸿民担任主编,其中第1章、第5章及第13章由刘敏钰编写,第2章和第4章由刘钊源编写,第3章和第7章由薛鸿民编写,第6章由李俊华(西京大学)编写,第8~12章、附录由杨丽军编写。全书由刘敏钰统稿并主审。

在编写本书过程中得到了科学出版社的大力支持和帮助,在此表示衷心感谢。

由于时间仓促和水平所限,书中难免有疏漏与不足之处,敬请读者斧正。

编 者

2012年11月

# 目 录

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| 第 1 章 关系数据库基础知识 .....                | 1  |
| 1.1 数据库系统概述 .....                    | 1  |
| 1.1.1 数据库的基本概念 .....                 | 1  |
| 1.1.2 数据管理技术的发展 .....                | 2  |
| 1.1.3 数据库系统的特点 .....                 | 5  |
| 1.1.4 数据库系统的内部结构体系 .....             | 5  |
| 1.2 数据模型 .....                       | 7  |
| 1.2.1 数据模型的分类 .....                  | 8  |
| 1.2.2 数据模型的组成要素 .....                | 9  |
| 1.2.3 概念模型 .....                     | 9  |
| 1.2.4 常用的数据模型 .....                  | 11 |
| 1.3 关系数据库 .....                      | 14 |
| 1.3.1 关系数据结构 .....                   | 14 |
| 1.3.2 关系操作 .....                     | 16 |
| 1.3.3 关系完整性约束 .....                  | 20 |
| 习题一 .....                            | 21 |
| 第 2 章 Visual FoxPro 6.0 概述 .....     | 25 |
| 2.1 Visual FoxPro 6.0 简介 .....       | 25 |
| 2.1.1 Visual FoxPro 的历史沿革 .....      | 25 |
| 2.1.2 Visual FoxPro 6.0 的功能简介 .....  | 26 |
| 2.2 Visual FoxPro 6.0 的运行与安装 .....   | 27 |
| 2.2.1 Visual FoxPro 6.0 的运行环境 .....  | 27 |
| 2.2.2 Visual FoxPro 6.0 的安装 .....    | 27 |
| 2.2.3 Visual FoxPro 6.0 的启动与退出 ..... | 28 |
| 2.3 Visual FoxPro 6.0 操作概述 .....     | 29 |
| 2.3.1 Visual FoxPro 6.0 的用户界面 .....  | 29 |
| 2.3.2 Visual FoxPro 6.0 的操作方式 .....  | 32 |
| 2.3.3 Visual FoxPro 6.0 的系统配置 .....  | 33 |
| 2.4 Visual FoxPro 6.0 的应用 .....      | 35 |
| 2.4.1 Visual FoxPro 6.0 的命令 .....    | 35 |
| 2.4.2 Visual FoxPro 6.0 的命名规则 .....  | 36 |



|                                |                                     |    |
|--------------------------------|-------------------------------------|----|
| 2.4.3                          | Visual FoxPro 6.0 的文件类型 .....       | 36 |
| 2.4.4                          | Visual FoxPro 6.0 的技术指标 .....       | 37 |
| 2.4.5                          | Visual FoxPro 6.0 的向导、设计器、生成器 ..... | 38 |
| 习题二 .....                      |                                     | 39 |
| 第 3 章 表和数据库 .....              |                                     | 42 |
| 3.1                            | 表的创建 .....                          | 42 |
| 3.1.1                          | 表结构的设计 .....                        | 43 |
| 3.1.2                          | 表结构的创建 .....                        | 43 |
| 3.1.3                          | 表的打开与关闭 .....                       | 45 |
| 3.1.4                          | 表结构的修改 .....                        | 46 |
| 3.2                            | 表数据的处理 .....                        | 47 |
| 3.2.1                          | 表数据的输入 .....                        | 47 |
| 3.2.2                          | 表数据的显示和浏览 .....                     | 49 |
| 3.2.3                          | 记录指针的定位 .....                       | 51 |
| 3.2.4                          | 表数据的修改 .....                        | 54 |
| 3.2.5                          | 记录的删除与恢复 .....                      | 54 |
| 3.2.6                          | 筛选记录和字段 .....                       | 56 |
| 3.2.7                          | 表数据的其他操作命令 .....                    | 57 |
| 3.3                            | 数据库 .....                           | 58 |
| 3.3.1                          | 数据库的创建 .....                        | 58 |
| 3.3.2                          | 数据库的打开和关闭 .....                     | 59 |
| 3.3.3                          | 数据库表的操作 .....                       | 61 |
| 3.3.4                          | 数据库表的属性和设置 .....                    | 63 |
| 3.4                            | 表的索引 .....                          | 67 |
| 3.4.1                          | 索引的基本概念 .....                       | 67 |
| 3.4.2                          | 索引的创建 .....                         | 69 |
| 3.4.3                          | 索引的修改和删除 .....                      | 71 |
| 3.4.4                          | 索引的使用 .....                         | 72 |
| 3.5                            | 多表操作和表的关联 .....                     | 74 |
| 3.5.1                          | 工作区的概念及操作 .....                     | 74 |
| 3.5.2                          | 建立表间的临时关系 .....                     | 76 |
| 3.5.3                          | 永久关系与参照完整性 .....                    | 80 |
| 习题三 .....                      |                                     | 84 |
| 第 4 章 Visual FoxPro 语言基础 ..... |                                     | 88 |
| 4.1                            | 数据和数据类型 .....                       | 88 |



|                              |            |
|------------------------------|------------|
| 4.2 常量与变量 .....              | 91         |
| 4.2.1 常量 .....               | 91         |
| 4.2.2 变量 .....               | 92         |
| 4.3 标准函数 .....               | 97         |
| 4.3.1 数值函数 .....             | 97         |
| 4.3.2 字符函数 .....             | 100        |
| 4.3.3 日期时间函数 .....           | 102        |
| 4.3.4 转换函数 .....             | 104        |
| 4.3.5 测试函数 .....             | 106        |
| 4.4 运算符与表达式 .....            | 108        |
| 4.4.1 算术运算符和算术表达式 .....      | 109        |
| 4.4.2 字符运算符和字符表达式 .....      | 109        |
| 4.4.3 日期运算符和日期表达式 .....      | 110        |
| 4.4.4 关系运算符和关系表达式 .....      | 110        |
| 4.4.5 逻辑运算符和逻辑表达式 .....      | 112        |
| 习题四 .....                    | 112        |
| <b>第5章 结构化查询语言 SQL</b> ..... | <b>115</b> |
| 5.1 数据定义语言 .....             | 115        |
| 5.1.1 创建表结构 .....            | 116        |
| 5.1.2 修改表结构 .....            | 117        |
| 5.1.3 删除表 .....              | 119        |
| 5.2 数据操纵语言 .....             | 119        |
| 5.2.1 插入记录命令 .....           | 120        |
| 5.2.2 更新记录命令 .....           | 121        |
| 5.2.3 删除记录命令 .....           | 121        |
| 5.3 数据查询语言 .....             | 121        |
| 5.3.1 查询语句的一般形式 .....        | 122        |
| 5.3.2 基本查询 .....             | 122        |
| 5.3.3 条件查询 .....             | 123        |
| 5.3.4 简单的计算查询 .....          | 124        |
| 5.3.5 多表查询 .....             | 124        |
| 5.3.6 连接查询 .....             | 125        |
| 5.3.7 嵌套查询 .....             | 127        |
| 5.3.8 分组查询结果 .....           | 130        |
| 5.3.9 排序查询结果 .....           | 131        |
| 5.3.10 集合的并运算 .....          | 132        |



|                              |            |
|------------------------------|------------|
| 5.3.11 查询去向 .....            | 132        |
| 习题五 .....                    | 133        |
| <b>第 6 章 查询与视图 .....</b>     | <b>137</b> |
| 6.1 查询 .....                 | 137        |
| 6.1.1 查询的建立 .....            | 137        |
| 6.1.2 查询的修改 .....            | 145        |
| 6.1.3 查询的运行 .....            | 145        |
| 6.2 视图 .....                 | 146        |
| 6.2.1 视图的概念 .....            | 146        |
| 6.2.2 本地视图的建立 .....          | 148        |
| 6.2.3 视图的使用 .....            | 152        |
| 6.2.4 远程视图 .....             | 155        |
| 习题六 .....                    | 159        |
| <b>第 7 章 程序设计基础 .....</b>    | <b>162</b> |
| 7.1 程序设计概述 .....             | 162        |
| 7.1.1 程序设计简介 .....           | 162        |
| 7.1.2 结构化程序设计 .....          | 163        |
| 7.1.3 程序的控制结构 .....          | 164        |
| 7.1.4 程序文件的建立 .....          | 165        |
| 7.1.5 程序设计中的常用命令 .....       | 168        |
| 7.2 选择结构 .....               | 171        |
| 7.2.1 单向分支 .....             | 171        |
| 7.2.2 双向分支 .....             | 172        |
| 7.2.3 多向分支 .....             | 174        |
| 7.2.4 分支结构的嵌套 .....          | 175        |
| 7.3 循环结构 .....               | 177        |
| 7.3.1 条件循环 DO WHILE 语句 ..... | 177        |
| 7.3.2 计数循环 FOR 语句 .....      | 181        |
| 7.3.3 数据库循环 SCAN 语句 .....    | 183        |
| 7.3.4 循环的嵌套 .....            | 184        |
| 7.4 模块化程序设计 .....            | 185        |
| 7.4.1 子程序 .....              | 185        |
| 7.4.2 过程 .....               | 188        |
| 7.4.3 函数 .....               | 191        |
| 7.4.4 内存变量的作用域 .....         | 192        |



|                               |            |
|-------------------------------|------------|
| 7.5 程序调试.....                 | 194        |
| 7.5.1 调试器 .....               | 194        |
| 7.5.2 用户定义对话框 .....           | 196        |
| 习题七.....                      | 197        |
| <b>第 8 章 表单设计与应用.....</b>     | <b>203</b> |
| 8.1 面向对象程序设计概述.....           | 203        |
| 8.1.1 对象和类 .....              | 203        |
| 8.1.2 Visual FoxPro 中的类 ..... | 205        |
| 8.2 表单的创建.....                | 207        |
| 8.2.1 使用向导创建表单 .....          | 207        |
| 8.2.2 使用表单设计器创建表单 .....       | 210        |
| 8.3 输出类控件.....                | 214        |
| 8.3.1 标签控件 .....              | 215        |
| 8.3.2 线条与形状控件 .....           | 216        |
| 8.3.3 图像控件 .....              | 217        |
| 8.4 输入类控件.....                | 217        |
| 8.4.1 文本框控件 .....             | 217        |
| 8.4.2 编辑框控件 .....             | 220        |
| 8.4.3 列表框控件 .....             | 221        |
| 8.4.4 组合框控件 .....             | 223        |
| 8.4.5 微调控件 .....              | 224        |
| 8.5 控制类控件.....                | 226        |
| 8.5.1 命令按钮控件 .....            | 226        |
| 8.5.2 命令按钮组控件 .....           | 227        |
| 8.5.3 复选框控件 .....             | 230        |
| 8.5.4 选项按钮组控件 .....           | 232        |
| 8.5.5 计时器控件 .....             | 233        |
| 8.6 容器类控件.....                | 234        |
| 8.6.1 表格 .....                | 235        |
| 8.6.2 页框 .....                | 239        |
| 8.6.3 容器 .....                | 241        |
| 8.7 链接类控件.....                | 241        |
| 8.7.1 ActiveX 控件 .....        | 241        |
| 8.7.2 ActiveX 绑定控件 .....      | 242        |
| 8.7.3 超级链接控件 .....            | 243        |
| 8.8 表单的高级设计.....              | 244        |



|                               |            |
|-------------------------------|------------|
| 8.8.1 表单控件的布局调整与焦点分配 .....    | 244        |
| 8.8.2 多文档界面表单 .....           | 245        |
| 8.8.3 表单集 .....               | 248        |
| 习题八 .....                     | 250        |
| <b>第 9 章 报表与标签 .....</b>      | <b>254</b> |
| 9.1 使用向导创建报表 .....            | 254        |
| 9.1.1 报表设计基础 .....            | 254        |
| 9.1.2 使用向导创建简单报表 .....        | 255        |
| 9.1.3 使用向导创建一对多报表 .....       | 257        |
| 9.2 使用报表设计器创建报表 .....         | 259        |
| 9.2.1 报表设计器 .....             | 259        |
| 9.2.2 使用快速报表创建报表 .....        | 261        |
| 9.2.3 报表设计器的使用 .....          | 262        |
| 9.2.4 报表操作命令 .....            | 267        |
| 9.3 标签的创建和使用 .....            | 267        |
| 9.3.1 利用向导创建标签 .....          | 267        |
| 9.3.2 使用标签设计器创建标签 .....       | 268        |
| 9.3.3 标签操作命令 .....            | 269        |
| 习题九 .....                     | 269        |
| <b>第 10 章 菜单的设计与应用 .....</b>  | <b>272</b> |
| 10.1 菜单的基本概念 .....            | 272        |
| 10.1.1 菜单的类型和结构 .....         | 272        |
| 10.1.2 创建菜单的一般步骤 .....        | 273        |
| 10.2 菜单设计器的使用 .....           | 275        |
| 10.2.1 菜单设计器 .....            | 275        |
| 10.2.2 使用菜单设计器创建下拉菜单 .....    | 277        |
| 10.3 创建快捷菜单 .....             | 280        |
| 10.3.1 快捷菜单设计器 .....          | 280        |
| 10.3.2 创建快捷菜单 .....           | 281        |
| 10.3.3 关于菜单程序文件 .....         | 282        |
| 习题十 .....                     | 282        |
| <b>第 11 章 项目管理和系统发布 .....</b> | <b>285</b> |
| 11.1 项目管理器 .....              | 285        |
| 11.1.1 项目管理 .....             | 285        |



|                                   |            |
|-----------------------------------|------------|
| 11.1.2 项目管理器的组成.....              | 286        |
| 11.1.3 项目管理器的使用.....              | 288        |
| 11.2 应用系统的发布 .....                | 293        |
| 习题十一 .....                        | 295        |
| <b>第 12 章 数据库应用系统开发</b> .....     | <b>298</b> |
| 12.1 数据库应用系统开发概述.....             | 298        |
| 12.2 学生成绩管理系统的基本结构 .....          | 299        |
| 12.2.1 系统的功能 .....                | 299        |
| 12.2.2 系统数据库的设计 .....             | 300        |
| 12.2.3 创建项目和数据库 .....             | 302        |
| 12.3 模块表单的创建 .....                | 303        |
| 12.3.1 创建学生信息模块 .....             | 303        |
| 12.3.2 其他模块表单的创建 .....            | 310        |
| 12.4 主菜单、登录和主窗口的设计 .....          | 314        |
| 12.4.1 系统菜单的创建 .....              | 314        |
| 12.4.2 登录程序的创建 .....              | 316        |
| 12.4.3 主窗口的创建 .....               | 318        |
| 12.5 应用系统的连编和运行 .....             | 318        |
| 习题十二 .....                        | 319        |
| <b>第 13 章 课程实验</b> .....          | <b>321</b> |
| 13.1 Visual FoxPro 6.0 的基础操作..... | 321        |
| 实验一 Visual FoxPro 6.0 的安装 .....   | 321        |
| 实验二 Visual FoxPro 6.0 窗口操作 .....  | 321        |
| 实验三 Visual FoxPro 6.0 的系统配置 ..... | 323        |
| 13.2 表和数据库的实验.....                | 323        |
| 实验四 表的创建 .....                    | 323        |
| 实验五 表的基本操作 .....                  | 325        |
| 实验六 数据库的基本操作 .....                | 328        |
| 实验七 完整性与参照性 .....                 | 330        |
| 13.3 Visual FoxPro 中数据的实验 .....   | 331        |
| 实验八 数据元素 .....                    | 331        |
| 13.4 SQL 实验.....                  | 333        |
| 实验九 SQL 定义语言 .....                | 333        |
| 实验十 SQL 操纵语言 .....                | 333        |
| 实验十一 SQL 查询语言 .....               | 334        |



|                                                    |     |
|----------------------------------------------------|-----|
| 13.5 查询与视图实验 .....                                 | 334 |
| 实验十二 查询文件的创建与使用 .....                              | 334 |
| 实验十三 视图文件的创建与使用 .....                              | 335 |
| 13.6 程序设计实验 .....                                  | 337 |
| 实验十四 创建程序文件 .....                                  | 337 |
| 实验十五 选择结构程序设计 .....                                | 338 |
| 实验十六 循环结构程序设计 .....                                | 339 |
| 实验十七 模块化程序设计 .....                                 | 340 |
| 13.7 表单设计实验 .....                                  | 341 |
| 实验十八 利用向导创建表单 .....                                | 341 |
| 实验十九 利用表单设计器创建表单 .....                             | 341 |
| 实验二十 输入类控件和输出类控件的使用 .....                          | 343 |
| 实验二十一 控制类控件和容器类控件的使用 .....                         | 343 |
| 实验二十二 连接类控件的使用 .....                               | 344 |
| 实验二十三 表单高级设计 .....                                 | 344 |
| 13.8 报表与标签设计实验 .....                               | 344 |
| 实验二十四 报表设计 .....                                   | 344 |
| 实验二十五 标签设计 .....                                   | 346 |
| 13.9 菜单设计实验 .....                                  | 346 |
| 实验二十六 设计菜单 .....                                   | 346 |
| 13.10 项目管理实验 .....                                 | 347 |
| 实验二十七 项目管理 .....                                   | 347 |
| 13.11 数据库系统开发实验 .....                              | 347 |
| 实验二十八 开发实例 .....                                   | 347 |
| 附录 A Visual FoxPro 常用命令表 .....                     | 348 |
| 附录 B Visual FoxPro 常用函数表 .....                     | 353 |
| 附录 C 2012 年全国计算机等级考试 (二级 Visual FoxPro) 考试大纲 ..... | 358 |
| 附录 D 习题参考答案 .....                                  | 361 |
| 参考文献 .....                                         | 368 |

# 第1章 关系数据库基础知识

随着信息技术的飞速发展，数据库技术已广泛应用在社会的各个领域。在当今信息化时代，利用计算机进行数据处理已成为人们日常工作的内容。数据库技术是研究、管理和应用数据库的一门软件科学，是现代信息科学与技术的重要组成部分，是计算机数据处理与信息管理的核心。本章主要介绍数据库系统和关系数据库的基础知识。

## 1.1 数据库系统概述

### 1.1.1 数据库的基本概念

#### 1. 数据 and 数据处理

##### (1) 数据

数据(Data)是描述现实世界中各种具体事物或抽象概念的符号记录，是具有明确意义，可存储在某一媒体上能够识别的物理符号，包括数字、文字、符号、图形、图像和声音等形式。

##### (2) 信息

信息是对现实世界客观事物的反映，是一种已经被加工为特定形式的数据，即数据是信息的载体。信息可以离开信息系统而独立存在，也可以离开信息系统的各个组成和阶段而独立存在；而数据的格式往往与计算机系统有关，并随载荷它的物理设备的形式而改变。

##### (3) 数据处理

数据处理是指将数据转换成信息的过程，其中心问题是数据管理。数据处理也称信息处理，是对各种类型的数据进行收集、存储、分类、计算、加工、检索与传输的过程，包括收集原始数据、编码转换、数据输入、数据处理、数据输出。数据处理的目的是从大量的数据中，根据数据自身的规律及其相互联系，通过分析、归纳、推理等科学方法，利用计算机技术、数据库技术等技术手段，提取有效的信息资源，为进一步分析、管理、决策提供依据。

#### 2. 数据库

数据库(DataBase, DB)是指存储在计算机存储设备上的、有组织的、可共享的相关数据的集合。顾名思义，数据库就是存放数据的仓库，但数据库不仅存放描述事物的数据本身，还存放相关事物之间的联系。

### 3. 数据库管理系统

数据库管理系统 (DataBase Management System, DBMS) 是对数据库进行管理的系统软件, 是数据库系统的核心。数据库管理系统位于用户与操作系统之间, 必须运行在相应的系统平台上, 在操作系统和相关的系统软件支持下, 提供数据定义、数据查询、数据操纵、数据控制和数据维护等功能。

### 4. 数据库应用系统

数据库应用系统 (DataBase Application System, DBAS) 是指数据库系统开发人员根据用户的需求, 在数据库管理系统的支持下, 以数据库为基础和核心, 面向某一类实际应用问题而开发的应用软件, 如学生管理系统、图书管理系统等。

### 5. 数据库系统

数据库系统 (DataBase System, DBS) 是计算机系统引入数据库技术后形成的系统, 一般由计算机硬件、计算机软件 (包括操作系统、数据库管理系统和应用系统等)、数据库和人员组成, 核心是数据库管理系统。数据库系统的人员主要指最终用户、数据库应用系统开发人员和数据库管理员 (DataBase Administrator, DBA)。最终用户指通过应用系统的用户界面使用数据库的人员, 他们一般对数据库知识了解不多。数据库应用系统开发人员包括系统分析员、系统设计员和程序员。系统分析员负责应用系统的分析, 他们和用户、数据库管理员相配合, 参与系统分析; 系统设计员负责应用系统设计和数据库设计; 程序员则根据设计要求进行编码。数据库管理员是数据管理机构的一组人员, 他们负责对整个数据库系统进行总体控制和维护, 以保证数据库系统的正常运行, 如图 1.1 所示。

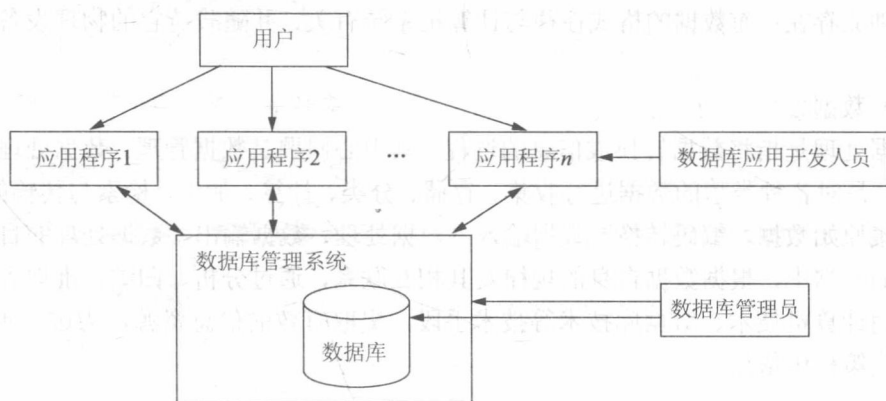


图 1.1 数据库系统

#### 1.1.2 数据管理技术的发展

数据管理技术是指对数据进行分类、组织、编码、输入、存储、检索、维护和输出的技术。伴随着计算机硬件和软件的发展, 在应用需求的推动下, 数据管理技术的发展



经历了人工管理、文件系统、数据库系统和高级数据库系统等几个阶段。

### 1. 人工管理阶段

在 20 世纪 50 年代中期以前, 计算机主要用于科学(数值)计算。当时的硬件没有类似磁盘之类能够直接存取的存储设备, 只有纸带、卡片和磁带; 软件也没有操作系统和专门用于管理数据的软件; 数据量小、无结构且由用户直接管理, 采用批处理的数据处理方式, 数据依赖于特定的应用程序, 因此, 数据既不能单独长期保存也不能共享, 存在大量冗余, 缺乏独立性。人工管理阶段应用程序与数据的对应关系如图 1.2 所示。

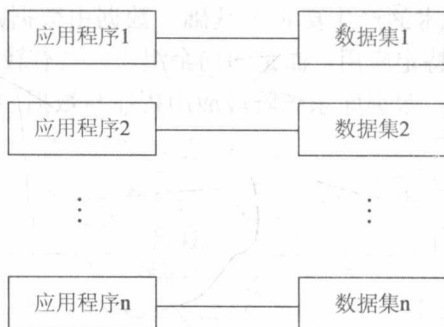


图 1.2 人工管理阶段应用程序与数据的对应关系

### 2. 文件系统阶段

从 20 世纪 50 年代后期到 60 年代中期, 计算机不仅用于科学计算, 而且开始用于数据处理。数据存储设备出现了磁盘、磁鼓等能够直接存取的外部存储器; 软件也有了操作系统, 特别是操作系统中的文件系统, 可以用来管理数据。文件系统把计算机中的数据组织成相互独立的数据文件, 应用程序按照文件名访问文件, 对文件中的数据进行存取, 也可以实现对文件的修改、插入和删除。文件系统阶段应用程序与数据的对应关系如图 1.3 所示。

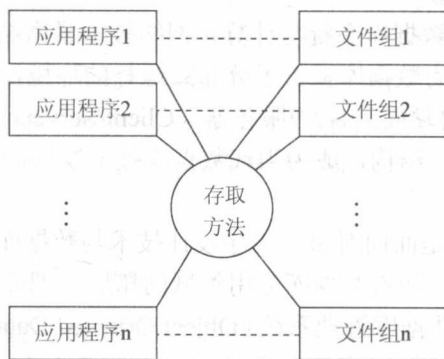


图 1.3 文件系统阶段应用程序与数据的对应关系

从图 1.3 可以看出, 文件系统对数据的管理, 实际上是通过应用程序和数据之间建



立的接口实现的。数据独立于应用程序，可以重复使用，但文件系统只是简单地存放数据，文件之间并无有机联系，即从整体来看文件是无结构的。数据的存放依赖于应用程序的使用方法，应用程序之间很难共享同一数据文件，因此数据独立性较差。没有一个约束管理数据的存储，数据的冗余较大。所以，文件系统很难满足大规模数据管理的需要。

### 3. 数据库系统阶段

在 20 世纪 60 年代后期，计算机硬件和软件都有了较大的发展，特别是大容量外部存储器的出现为数据库技术的产生奠定了基础。数据由数据库管理系统统一管理和控制，数据不再只针对某一特定应用，而是面向全组织，具有较高的独立性、整体的结构性，共享性高，冗余度小。数据库系统阶段应用程序与数据的对应关系如图 1.4 所示。

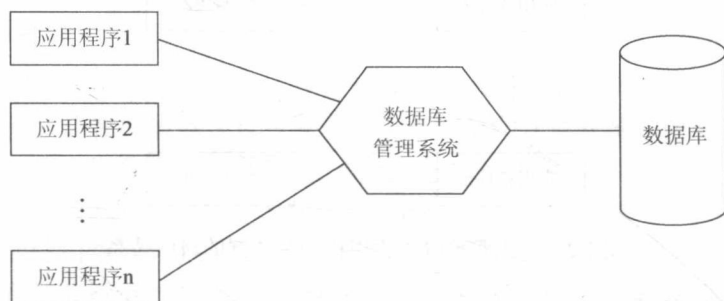


图 1.4 数据库系统阶段应用程序与数据的对应关系

### 4. 高级数据库系统阶段

自 20 世纪 70 年代后期以来，数据库系统与其他技术相结合产生了新的数据库系统，以分布式数据库系统和面向对象数据库系统为代表，数据管理技术进入到一个新的阶段，即高级数据库系统阶段。

#### (1) 分布式数据库系统

分布式数据库系统是数据库系统与计算机网络技术紧密结合的产物。20 世纪 70 年代后期，网络技术的发展为数据库提供了分布式运行的环境，数据库应用系统的体系结构从原有的主机/终端结构发展到客户/服务器（Client/Server, C/S）结构、浏览器/服务器（Browser/Server, B/S）结构，成为当代数据库技术发展的主要特征。

#### (2) 面向对象数据库系统

面向对象数据库系统是面向对象的程序设计技术与数据库技术相结合的产物。从 20 世纪 80 年代中后期以来，随着数据库应用领域的拓展，把面向对象技术与数据库技术相结合，产生了面向对象数据库管理系统（Object Oriented DataBase Management System, OODBMS）和对象关系型数据库管理系统（Object Relational DataBase Management System, ORDBMS）。面向对象数据库管理系统，既是一个数据库管理系统，又是一个面向对象系统，它将所有实体都看做对象并将这些对象类进行封装，对象之间的通信通过消息。对象关系型数据库管理系统在实质上还是关系数据库。



### 1.1.3 数据库系统的特点

与人工管理和文件系统相比,数据库系统主要有以下特点。

#### (1) 数据结构化

在数据库系统中,采用一定的数据模型将整个组织的数据结构化成一个数据整体,数据不再仅仅面向某一应用程序,而是面向系统,实现了整体数据的结构化;不仅数据内部是结构化的,而且整体是结构化的,数据之间是有联系的。整体数据的结构化,既是数据库的主要特征之一,也是数据库系统与文件系统的本质区别。

#### (2) 数据的共享性高、冗余度低、易扩充

数据库系统从整体角度看待和描述数据,数据不再面向某个应用,而是面向整个系统,因此数据可以被多个用户、多个应用共享使用。数据共享性可以减少数据冗余,节约存储空间,提高数据的一致性与完整性。

数据的结构化使得系统易于扩充。当应用需求增加或改变时,只需增加一部分数据或重新选择整体数据的不同子集,扩充系统功能以满足新的需求。

#### (3) 数据独立性高

数据的独立性是指数据与应用程序间的互不依赖性,即数据的逻辑结构、存储结构与存取方式的改变不会影响应用程序,包括数据的逻辑独立性和数据的物理独立性。

逻辑独立性是指用户的应用程序与数据库的逻辑结构是相互独立的,即数据库总体逻辑结构的改变,不需要修改相应的应用程序。物理独立性是指用户的应用程序与存储在磁盘上的数据库中的数据是相互独立的,即数据物理结构(包括存储结构、存取方式)的改变,不会影响数据库的逻辑结构,不会引起应用程序的变化。数据独立性是由数据库管理系统的二级映像功能来保证的。

#### (4) 数据由数据库管理系统统一管理和控制

数据库管理系统提供以下的数据控制功能。

- 1) 数据完整性检查:检查数据库中数据的正确性以保证数据的正确。
- 2) 数据的安全性保护:检查数据库访问者以防非法访问。
- 3) 并发控制:控制多个应用程序的并发访问所发生的相互干扰以保证其正确性。
- 4) 数据库恢复:恢复发生故障后的数据库以保证数据库处于正确状态。

数据库管理系统在数据库创建、运行和维护时对数据库进行统一控制,以保证数据的完整性和安全性,并在多用户同时使用数据库时进行并发控制,发生故障后对数据库进行恢复。

### 1.1.4 数据库系统的内部结构体系

数据库系统的内部具有三级模式与二级映像,如图1.5所示。

#### 1. 数据库系统的三级模式

数据模式是数据库系统中数据结构的一种表示形式,它具有不同的层次与结构方式。