

21世纪高等学校计算机科学与技术规划教材

# 数据库应用程序设计

—Visual Basic 6.0 + Access 2002 实现

SHUJUKU YINGYONG CHENGXU SHEJI

阳小华 王颖 刘杰 李海燕



北京邮电大学出版社  
[www.buptpress.com](http://www.buptpress.com)

21 世纪高等学校计算机科学与技术规划教材

# 数据库应用程序设计

——Visual Basic 6.0 + Access 2002 实现

阳小华 王颖 刘杰 李海燕

北京邮电大学出版社

## 内容简介

本书以 Visual Basic 6.0 + Access 2002 为数据库应用程序设计背景,介绍了在设计与开发数据库应用系统时所涉及的知识和技术,即前端的应用程序设计技术和后端的数据库技术。

本书共 13 章,分为三个部分:Visual Basic 程序设计、Access 数据库系统和数据库应用程序设计。第一部分由第 1 到第 7 章组成,主要介绍 Visual Basic 程序设计语言基础、各种基本控件和程序设计的基本结构与方法,并通过丰富的实例以图文并茂的形式介绍了常用的计算机算法;第二部分由第 8 到第 12 章组成,主要介绍数据库基本原理、Access 集成环境和数据库设计技术;第三部分即第 13 章通过一个数据库应用系统的实例综合介绍了数据库应用系统开发的全过程。

本书的主要特点是内容丰富、由浅入深、难点分散、突出概念、强化操作、注重实用,可作为高等院校和科研院所各专业的程序设计语言课程教材、数据库系统及应用的初级教程,还可作为全国计算机等级考试等认证考试的学习参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

数据库应用程序设计:Visual Basic 6.0+Access 2002 实现/阳小华等编著. —北京:北京邮电大学出版社,2004  
ISBN 7-5635-0842-2

I. 数... II. 阳... III. ①BASIC 语言—程序设计②关系数据库—数据库管理系统,Access 2002 IV. TP31

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 003787 号

---

书 名:数据库应用程序设计——Visual Basic 6.0+Access 2002 实现

编 著:阳小华等

E-mail: ctrd@buptpress.com

责任编辑:陈露晓

出版发行:北京邮电大学出版社

社 址:北京市海淀区西土城路 10 号(100876)

电话传真:010-62282185(发行部) 010-62283578(传真)

经 销:各地新华书店

印 刷:北京通州皇家印刷厂

开 本:787mm×1 092mm 1/16

印 张:19

字 数:406 千字

版 次:2004 年 2 月第 1 版 2006 年 2 月第 3 次印刷

---

ISBN 7-5635-0842-2/TP·105

定 价:28.00 元

如有质量问题请与北京邮电大学出版社联系

版权所有 侵权必究

## 21 世纪高等学校计算机科学与技术规划教材

### 编 委 会

|     |     |                     |
|-----|-----|---------------------|
| 主 任 | 陈火旺 | 中国工程院院士,国防科技大学教授    |
| 委 员 | 周立柱 | 清华大学计算机系主任          |
|     | 杨放春 | 北京邮电大学计算机科学与技术学院院长  |
|     | 杨学军 | 国防科技大学计算机学院院长       |
|     | 徐晓飞 | 哈尔滨工业大学计算机科学与技术学院院长 |
|     | 李仁发 | 湖南大学计算机与通信学院院长      |
|     | 卢正鼎 | 华中科技大学计算机学院院长       |
|     | 李志蜀 | 四川大学计算机学院院长         |
|     | 戴居丰 | 天津大学信息学院、软件学院院长     |
|     | 蒋昌俊 | 同济大学计算机科学与工程系主任     |
|     | 何炎祥 | 武汉大学计算机学院院长         |
|     | 周兴社 | 西北工业大学计算机系主任        |
|     | 陈志刚 | 中南大学信息学院副院长         |
|     | 姜云飞 | 中山大学软件学院院长          |
|     | 周昌乐 | 厦门大学软件学院院长          |
|     | 齐 勇 | 西安交通大学计算机科学与技术系主任   |
|     | 赵书城 | 兰州大学计算机学院院长         |
|     | 孟祥旭 | 山东大学计算机学院院长         |

## 序

自 20 世纪 80 年代以来,高等学校计算机教育发展迅速,计算机教育的内容不断扩展、程度不断加深。特别是近十年来,计算机向高度集成化、网络化和多媒体化发展的速度一日千里;社会信息化不断向纵深发展,各行各业的信息化进程不断加速;计算机应用技术与其他专业的教学、科研工作结合更加紧密;各学科与以计算机技术为核心的信息技术的融合,促进了计算机学科的发展,各专业对学生的计算机应用能力也有更高和更加具体的要求。

基于近年来计算机学科的长足发展,以及国家教育部关于计算机基础教学改革和指导思路,我们确立了这套“21 世纪高等学校计算机科学与技术规划教材”的编写计划与编写思想。教材是教学过程中的“一剧之本”,是高校计算机教学的首要问题。该套系列教材编写计划的制定凝聚了编委会和作者的心血,是大家多年来在计算机学科教学和研究成果的体现,该套教材得到了陈火旺院士的亲自指导与充分肯定。

这套系列教材由北京邮电大学出版社三文工作室精心策划和组织。编写过程中,充分考虑了计算机学科的发展和《计算机学科教学计划》中内容和模块的调整,使得整套教材具有科学性和实用性。整套系列教材体系结构按课程设置进行划分。每册教材均涵盖了相应课程教学大纲所要求的内容,既具备学科设置的合理性,又符合计算机学科发展的需要。从结构上遵循教学认知规律,基本上能够满足不同层次院校、不同教学计划的要求。

各册教材的作者均为多年来从事教学、研究的专家和学者,他们有丰富的教学实践经验,所编写的教材体系结构严谨、内容充实、层次清晰、概念准确、论理充分、理论联系实际、深入浅出、通俗易懂。

教材建设是一项长期艰巨的系统工程,尤其是计算机科学技术发展迅速、内容更新快,为使教材更新能跟上科学技术的发展,我们将密切关注计算机科学技术的发展新动向,以使我们的教材编写在内容上不断推陈出新、体系上不断完善,以适应高校计算机教学的需要。

21 世纪高等学校计算机科学与技术规划教材编委会

2004 年 8 月

## 前 言

数据库技术是计算机领域发展最快的学科之一,也是应用最广、实用性最强的一门技术。数据库的应用领域渗透到了各行各业,了解并掌握数据库应用已经逐步成为各类管理人员和科技人员的广泛要求。一个数据库应用系统可以分为两大部分,一是前端的应用程序,一是后端的数据库。相应地,我们需要掌握两方面的知识和技术:程序设计知识和数据库技术。

众所周知,Visual Basic 是微软为开发 Windows 应用程序而推出的集成开发环境,它具有良好的图形用户界面,采用可视化和事件驱动的面向对象程序设计机制,易学易用,受到程序开发人员和应用人员的广泛欢迎,是使用人数最多的程序设计语言。Access 是 Windows 环境下的关系型数据库系统,它具备大中型数据库的基本功能,与 SQL Server 等大型数据库管理系统有着天然的联系;又保持了桌面数据库的方便易用性,提供了丰富的可视化开发手段,引入了 VBA 面向对象的编程技术,是当前桌面数据库系统开发的主流工具。因此,以 Visual Basic 6.0 + Access 2002 作为介绍数据库应用程序设计的背景,应该说是个较好的选择。

全书共 13 章,分为三个部分:Visual Basic 程序设计、Access 数据库系统和数据库应用程序设计。第一部分由第 1 到第 7 章组成,主要介绍 Visual Basic 程序设计语言基础、各种基本控件和程序设计的基本结构与方法,并通过丰富的实例以图文并茂的形式介绍了常用的计算机算法;第二部分由第 8 到第 12 章组成,主要介绍数据库基本原理、Access 集成环境和数据库设计技术;第三部分即第 13 章通过一个数据库应用系统的实例综合介绍了数据库应用系统开发的全过程。

本书的主要特点是内容丰富、由浅入深、难点分散、突出概念、强化操作、注重实用。编者以程序设计语言和数据库系统的基本概念为要点,以基于控件的可视化程序设计和数据库设计为主线,通过众多实例将概念和技能的点线组成一个面,使得读者能够由点到线再到面,循序渐进地了解基本概念、掌握基本技能、培养实际开发能力。控件是可视化程序设计的主要对象,也是 Visual Basic 学习的重点和难点。本书将控件与实际应用紧密结合在一起,将控件与对应的程序设计技术逐步介绍,每一个控件的功能和作用都交待得十分清楚,同时通过丰富的实例帮助读者全面掌握控件技术。

数据库设计涉及许多理论,作为一本入门教材,我们并没有刻意回避基本理论的学习,而是将数据库理论融入到一个个具体的数据库设计实例中,尽量用通俗易懂的语言准

确而系统地介绍数据库应用系统背后的概念和理论。软件工程是提高软件开发效率和保证系统质量的基础,本书自始至终实践和贯彻了软件工程设计的基本原则,有助于读者养成良好的程序设计风范。

本书可以作为程序设计语言的入门教材,也可以作为数据库系统及应用的初级教程,还可以作为全国计算机等级考试等认证考试的学习资料。编者认为,本教材值得初学者认真地学习三遍。第一遍重在掌握数据库应用程序设计的基本知识和技术,掌握初步的程序设计技能;第二遍着重深入理解应用程序设计中蕴含的各种基本概念和理论,不仅要知其然,还要知其所以然;第三遍仔细体会书中展现的软件工程设计的基本原理和方法,帮助自己养成良好的程序设计习惯,成为一个合格的软件设计师。

本书由阳小华教授主持编写,王颖、刘杰和李海燕等老师承担了主要的编写工作,参与本书编写的还有刘军、黄玲玲、周倩芳、雷雪飞、杨凯等老师。由于编写时间仓促,作者水平有限,书中难免存在不足和疏漏之处,恳请同行专家、广大读者批评指正。

编 者

2004 年 8 月于南华

# 目 录

|                                 |      |
|---------------------------------|------|
| 绪论                              | (1)  |
| 第 1 章 Visual Basic 程序设计概述       | (7)  |
| 1.1 Visual Basic 语言简介           | (7)  |
| 1.2 Visual Basic 集成开发环境         | (7)  |
| 1.2.1 窗体设计器                     | (9)  |
| 1.2.2 标准工具箱                     | (9)  |
| 1.2.3 属性窗口                      | (9)  |
| 1.2.4 工程窗口                      | (10) |
| 1.2.5 窗体布局窗口                    | (10) |
| 1.2.6 第一个 Visual Basic 程序       | (10) |
| 1.3 Visual Basic 程序设计的基本概念和步骤   | (11) |
| 1.3.1 对象和类                      | (11) |
| 1.3.2 事件                        | (16) |
| 1.3.3 启动窗体的设置                   | (19) |
| 1.3.4 Visual Basic 可视化程序设计的基本步骤 | (20) |
| 1.4 本章小结                        | (20) |
| 习题                              | (21) |
| 第 2 章 顺序结构程序设计                  | (23) |
| 2.1 基本数据类型                      | (23) |
| 2.2 常量与变量                       | (26) |
| 2.2.1 常量                        | (26) |
| 2.2.2 变量                        | (27) |
| 2.3 运算符与表达式                     | (28) |
| 2.3.1 算术表达式                     | (29) |
| 2.3.2 字符串表达式                    | (30) |
| 2.3.3 日期型表达式                    | (32) |
| 2.4 基本语句                        | (32) |
| 2.4.1 赋值语句                      | (33) |
| 2.4.2 注释语句                      | (34) |

---

|                                             |             |
|---------------------------------------------|-------------|
| 2.4.3 暂停语句 .....                            | (35)        |
| 2.4.4 程序结束语句 .....                          | (35)        |
| 2.5 数据输入与输出 .....                           | (35)        |
| 2.5.1 数据输出 .....                            | (35)        |
| 2.5.2 数据输入 .....                            | (39)        |
| 2.6 本章小结 .....                              | (45)        |
| 习题 .....                                    | (45)        |
| <b>第3章 选择结构程序设计 .....</b>                   | <b>(50)</b> |
| 3.1 条件表达式 .....                             | (50)        |
| 3.1.1 关系运算符与关系表达式 .....                     | (50)        |
| 3.1.2 逻辑运算符与逻辑表达式 .....                     | (51)        |
| 3.2 条件语句 .....                              | (51)        |
| 3.2.1 If...Then 语句 .....                    | (51)        |
| 3.2.2 If...Then...Else 语句 .....             | (52)        |
| 3.2.3 IIf 函数 .....                          | (53)        |
| 3.2.4 If 语句的嵌套 .....                        | (54)        |
| 3.3 多分支条件选择语句 .....                         | (58)        |
| 3.4 选择性控件 .....                             | (60)        |
| 3.4.1 单选按钮 .....                            | (60)        |
| 3.4.2 复选框控件 .....                           | (61)        |
| 3.4.3 焦点和 Tab 顺序 .....                      | (61)        |
| 3.4.4 鼠标事件 .....                            | (63)        |
| 3.5 本章小结 .....                              | (63)        |
| 习题 .....                                    | (64)        |
| <b>第4章 循环结构程序设计 .....</b>                   | <b>(67)</b> |
| 4.1 静态数组 .....                              | (67)        |
| 4.1.1 数组的概念 .....                           | (67)        |
| 4.1.2 数组的声明与使用 .....                        | (68)        |
| 4.1.3 与数组有关的常用函数 .....                      | (69)        |
| 4.2 For...Next 和 For Each...Next 循环语句 ..... | (69)        |
| 4.2.1 For...Next 循环语句 .....                 | (70)        |
| 4.2.2 For Each...Next 循环语句 .....            | (73)        |
| 4.3 Do...Loop 循环语句 .....                    | (74)        |
| 4.3.1 前测型 Do...Loop 循环 .....                | (74)        |
| 4.3.2 后测型 Do...Loop 循环 .....                | (75)        |
| 4.3.3 多重循环控制结构 .....                        | (77)        |

---

|              |                      |              |
|--------------|----------------------|--------------|
| 4.4          | 循环程序设计综合应用 .....     | (80)         |
| 4.5          | 列表框与组合框 .....        | (87)         |
| 4.5.1        | 列表框(ListBox) .....   | (87)         |
| 4.5.2        | 组合框(ComboBox) .....  | (89)         |
| 4.6          | 控件数组 .....           | (90)         |
| 4.7          | 本章小结 .....           | (92)         |
|              | 习题 .....             | (93)         |
| <b>第 5 章</b> | <b>过程 .....</b>      | <b>(101)</b> |
| 5.1          | 过程与模块 .....          | (101)        |
| 5.2          | 通用过程 .....           | (102)        |
| 5.2.1        | Sub 过程 .....         | (102)        |
| 5.2.2        | Function 过程 .....    | (104)        |
| 5.3          | 参数传送 .....           | (106)        |
| 5.3.1        | 形参与实参 .....          | (106)        |
| 5.3.2        | 按地址传递 .....          | (106)        |
| 5.3.3        | 按值传递 .....           | (108)        |
| 5.3.4        | 数组参数的传送 .....        | (110)        |
| 5.4          | 变量的作用域与生存期 .....     | (112)        |
| 5.4.1        | 变量的作用域 .....         | (112)        |
| 5.4.2        | 变量的生存期 .....         | (112)        |
| 5.4.3        | 同名变量 .....           | (113)        |
| 5.4.4        | 过程的作用域 .....         | (114)        |
| 5.5          | 动态数组 .....           | (114)        |
| 5.6          | 用户定义的数据类型与枚举类型 ..... | (116)        |
| 5.6.1        | 用户自定义类型 .....        | (116)        |
| 5.6.2        | 枚举类型 .....           | (118)        |
| 5.7          | 本章小结 .....           | (120)        |
|              | 习题 .....             | (121)        |
| <b>第 6 章</b> | <b>文件 .....</b>      | <b>(133)</b> |
| 6.1          | 文件访问类型 .....         | (133)        |
| 6.2          | 文件访问操作 .....         | (134)        |
| 6.3          | 顺序文件访问 .....         | (136)        |
| 6.3.1        | 顺序文件的打开与关闭 .....     | (136)        |
| 6.3.2        | 顺序文件的输出 .....        | (137)        |
| 6.3.3        | 顺序文件的输入 .....        | (139)        |
| 6.4          | 随机文件访问 .....         | (143)        |

|                                  |              |
|----------------------------------|--------------|
| 6.4.1 随机文件的打开与关闭 .....           | (143)        |
| 6.4.2 随机文件的读写 .....              | (144)        |
| 6.5 二进制文件访问 .....                | (147)        |
| 6.6 文件系统控件 .....                 | (149)        |
| 6.6.1 驱动器列表框(DriveListBox) ..... | (149)        |
| 6.6.2 目录列表框(DirListBox) .....    | (149)        |
| 6.6.3 文件列表框(FileListBox) .....   | (150)        |
| 6.6.4 系统资源管理通用的对话框 .....         | (152)        |
| 6.7 本章小结 .....                   | (155)        |
| 习题 .....                         | (156)        |
| <b>第7章 多文档界面与菜单 .....</b>        | <b>(160)</b> |
| 7.1 多文档界面应用程序 .....              | (160)        |
| 7.2 启动对象 .....                   | (162)        |
| 7.3 菜单程序设计 .....                 | (163)        |
| 7.3.1 用菜单编辑器设计菜单 .....           | (164)        |
| 7.3.2 菜单控件的代码 .....              | (166)        |
| 7.3.3 弹出式菜单 .....                | (168)        |
| 7.4 MDI 应用程序中的菜单设计 .....         | (170)        |
| 7.4.1 创建 MDI 应用程序的菜单 .....       | (170)        |
| 7.4.2 创建窗口菜单 .....               | (171)        |
| 7.4.3 排列子窗体 .....                | (172)        |
| 7.5 本章小结 .....                   | (172)        |
| 习题 .....                         | (173)        |
| <b>第8章 Access 数据库系统概述 .....</b>  | <b>(175)</b> |
| 8.1 数据库系统基础知识 .....              | (175)        |
| 8.1.1 数据库系统的组成 .....             | (175)        |
| 8.1.2 数据库系统的分层结构 .....           | (177)        |
| 8.1.3 关系数据模型 .....               | (178)        |
| 8.2 Access 集成开发环境 .....          | (180)        |
| 8.2.1 Access 简介 .....            | (180)        |
| 8.2.2 Access 数据库系统的组成 .....      | (180)        |
| 8.2.3 Access 数据库系统的建立 .....      | (184)        |
| 8.3 Access 数据库的安全 .....          | (185)        |
| 8.3.1 密码保护 .....                 | (185)        |
| 8.3.2 用户级安全机制 .....              | (186)        |
| 8.4 本章小结 .....                   | (186)        |

|                           |       |
|---------------------------|-------|
| 习题 .....                  | (187) |
| <b>第 9 章 表</b> .....      | (188) |
| 9.1 表的设计与使用 .....         | (188) |
| 9.1.1 表设计器 .....          | (188) |
| 9.1.2 数据表 .....           | (191) |
| 9.1.3 主键与索引 .....         | (194) |
| 9.2 表的关联 .....            | (195) |
| 9.2.1 实体关联的类型 .....       | (195) |
| 9.2.2 表间关联的建立 .....       | (196) |
| 9.2.3 外键与参照完整性 .....      | (197) |
| 9.3 表分析器与数据规范化 .....      | (198) |
| 9.3.1 表分析器 .....          | (198) |
| 9.3.2 表的规范化 .....         | (199) |
| 9.4 本章小结 .....            | (201) |
| 习题 .....                  | (202) |
| <b>第 10 章 查询</b> .....    | (205) |
| 10.1 选择查询 .....           | (206) |
| 10.1.1 字段选择查询 .....       | (206) |
| 10.1.2 记录选择查询 .....       | (208) |
| 10.2 联接查询 .....           | (210) |
| 10.3 操作查询 .....           | (212) |
| 10.3.1 追加查询 .....         | (212) |
| 10.3.2 生成表查询 .....        | (214) |
| 10.3.3 删除查询 .....         | (215) |
| 10.3.4 更新查询 .....         | (216) |
| 10.4 统计查询 .....           | (216) |
| 10.4.1 简单统计查询 .....       | (216) |
| 10.4.2 交叉表统计查询 .....      | (219) |
| 10.5 参数查询 .....           | (220) |
| 10.6 SQL 查询 .....         | (222) |
| 10.7 本章小结 .....           | (224) |
| 习题 .....                  | (225) |
| <b>第 11 章 窗体和报表</b> ..... | (228) |
| 11.1 窗体 .....             | (228) |
| 11.1.1 简单窗体设计 .....       | (228) |

|                                             |              |
|---------------------------------------------|--------------|
| 11.1.2 子窗体设计 .....                          | (232)        |
| 11.2 报表 .....                               | (234)        |
| 11.2.1 简单报表 .....                           | (234)        |
| 11.2.2 分组报表 .....                           | (237)        |
| 11.2.3 子报表 .....                            | (239)        |
| 11.3 本章小结 .....                             | (240)        |
| 习题 .....                                    | (241)        |
| <b>第 12 章 宏和 VBA .....</b>                  | <b>(243)</b> |
| 12.1 宏的基本概念 .....                           | (243)        |
| 12.2 宏的设计与使用 .....                          | (244)        |
| 12.2.1 宏的创建 .....                           | (244)        |
| 12.2.2 宏的运行 .....                           | (244)        |
| 12.2.3 宏的修改 .....                           | (245)        |
| 12.2.4 条件宏 .....                            | (245)        |
| 12.3 宏组 .....                               | (246)        |
| 12.4 宏的应用 .....                             | (248)        |
| 12.5 VBA .....                              | (250)        |
| 12.6 本章小结 .....                             | (253)        |
| 习题 .....                                    | (254)        |
| <b>第 13 章 Visual Basic 数据库应用程序设计 .....</b>  | <b>(255)</b> |
| 13.1 Visual Basic 数据库应用基础 .....             | (256)        |
| 13.1.1 ADO 概述 .....                         | (256)        |
| 13.1.2 ADO 常用对象的属性与方法 .....                 | (257)        |
| 13.1.3 ADO 的使用 .....                        | (260)        |
| 13.2 Visual Basic 数据库应用系统设计实例——学生选课系统 ..... | (261)        |
| 13.2.1 系统概述 .....                           | (261)        |
| 13.2.2 数据库设计 .....                          | (264)        |
| 13.2.3 应用逻辑设计与实现 .....                      | (267)        |
| 13.3 本章小结 .....                             | (270)        |
| 习题 .....                                    | (270)        |
| <b>附录 1 编码约定 .....</b>                      | <b>(271)</b> |
| <b>附录 2 ASCII 字符集 .....</b>                 | <b>(276)</b> |
| <b>附录 3 Visual Basic 语句和关键字 .....</b>       | <b>(278)</b> |
| <b>附录 4 Visual Basic 系统函数大全 .....</b>       | <b>(279)</b> |
| <b>参考文献 .....</b>                           | <b>(289)</b> |

## 绪 论

计算机系统由硬件系统和软件系统构成,软件系统按照其作用域不同可分为系统软件、支撑软件(主要指数据库系统)和应用软件,而不同的计算机系统用户因其工作的领域不同可归纳为不同的用户角色,如从事软件开发工作的是软件工程师,从事系统维护与管理的是系统维护工程师等。如果从用户的计算机应用水平和层次划分,可以把用户分为高、中、初级系统开发人员和高、中、初级应用人员(如图 1 所示)。

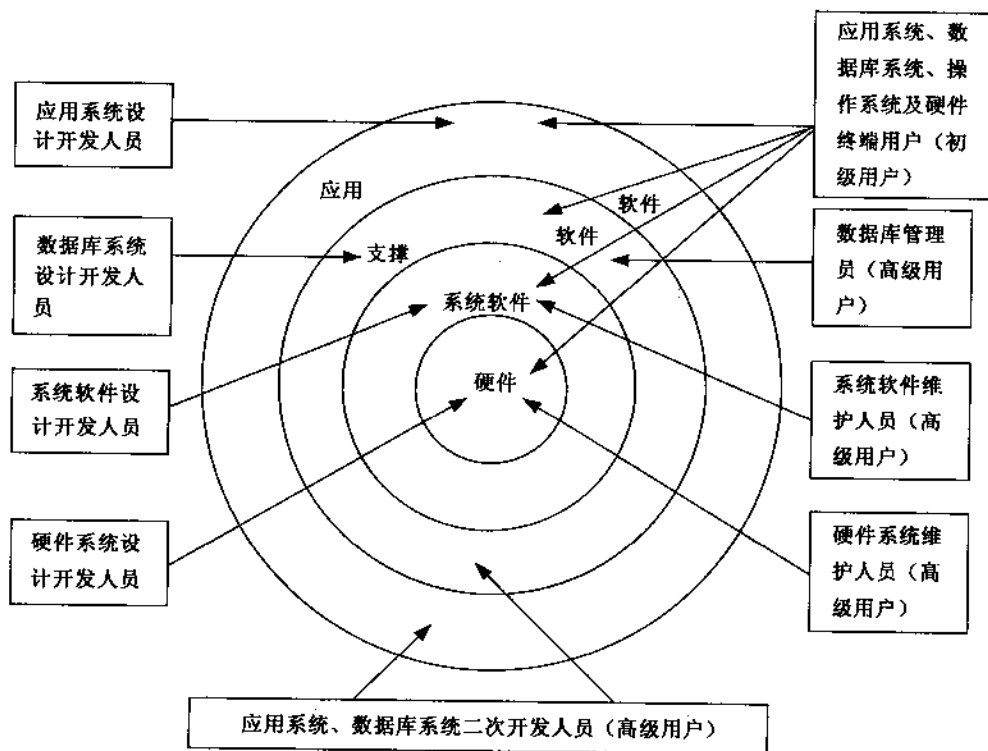


图 1 计算机系统层次结构及用户角色划分

目前,随着计算机不断普及,计算机用户面的不断拓展,不但对计算机软、硬件技术的要求不断提高,同时对用户应用计算机的能力和深度也提出了挑战。许多具有进取精神的应用型终端用户不再满足于一般的办公型应用,开始有了将计算机技术融入工作的需要,这种需要要求他们获取更多的计算机专业知识,以完成他们从纯应用型的初级终端

用户向具有一定的维护和二次开发能力的高级用户这种角色的转变。

那么,如何才能实现这种角色的转变呢?概括地说,我们要做到以下几点:

### 一、全面了解计算机软件

传统上软件分为两大类:一为系统软件,一为应用软件。系统软件指软件开发商为释放硬件潜能、方便使用而配备的软件,如操作系统、各种语言编译/解释系统、网络软件、数据库管理软件、各种服务程序、界面工具箱等支持计算机正常运作和“通用”的软件。应用软件是指为解决某一应用领域问题的软件,如财会软件、通信软件、科技计算、计算机辅助制造(CAD/CAM)软件等。而数据库系统由于兼有系统软件和应用软件两者的功能,被独立划分为介于系统软件和应用软件之间的支撑软件,但由于现在几乎无处不用,已被习惯性看成系统软件了。

一台计算机上提供的系统软件的总和叫做软件(开发)平台,在此平台上应用开发者可编制应用程序。应用程序通用化、商品化后就是应用软件。如按照应用领域分类,各行各业可以说都有自己的应用特点。软件的使用者称为最终用户(end user)。他一般不需编制程序即可利用应用软件去解决自己的问题。有时要利用应用软件提供的简单语言编写简单程序,这叫二次开发。对最终用户一般只需做使用培训,一般不需做软件技术知识的培训。

当今计算机应用领域非常广阔,就技术特点而言可分为:

#### • 业务软件

业务软件主要用于处理日常业务信息,目前已发展为管理信息系统(MIS)。它的特点是有一个或多个数据库,存放所有业务的信息;而应用程序是离散的,如工资、会计、仓库、生产计划调度,彼此只有数据联系。技术重点是数据库应用,如联机事务处理(OLTP)、联机分析处理(OLAP)、决策支持系统(DSS)等,目的是改善业务运营。近年来为适应市场竞争,发展了业务流程再造(DPR)、企业资源规划(ERP)等技术。

#### • 科技计算软件

传统的科技应用领域,注重数值算法的速度和精度。目前已转向多机协作计算、并行计算、可视计算、大量图形的计算机辅助设计。当今系统模拟软件的实时性要求已不亚于系统软件的设计。

#### • 嵌入式软件

嵌入式软件使工业产品自动化、智能化成为可能。一般在每个产品(如电冰箱、导弹)中放置一个单片机,固化其中的软件根据传感器传入的数据控制该产品行为。这些软件在宿主机(host)上以某种语言开发,它经交叉编译后成为单片机的机器码程序,“烧入”单片机,故称为嵌入式。应用程序的开发、调试、修改、升级全在宿主机上完成。近年Java芯片和Java嵌入式应用发展特别迅速。

#### • 实时软件

用来监控、分析、控制实时事件的软件就是实时软件。它包括从外部环境收集信息(模拟量数据要通过A/D、D/A变换),分析后按照应用要求转移信息,处理后做出响应

(到外部的输出),监控部件保证能按时间要求做出响应(一般是1微秒~1秒)。多用于工业控制系统。

- 个人计算机软件

目前,我们用到的字处理、电子报表、计算机制图、多媒体写作、娱乐游戏、个人数据库、个人财务、联机上网等软件都属于个人计算机软件。这类软件在市场上大量涌现,其特点是“用户友好”,不用编程直接使用。

- 人工智能软件

人工智能软件一般以非数值算法解题,有一个知识库,存放知识和规则。一般计算量大,空间开销也大。实际可用的是各种专家系统,辅助决策、模式识别、定理证明。近年图像、声音识别、自学习、人工神经网络发展迅速,它们一般作为传统应用程序的子部分投入实际应用,例如语音输入、机器语言翻译等。

## 二、深入了解计算机软件开发方法

软件开发总是在某个操作系统平台之上进行的,平台一般提供大量应用工具,这些工具大大地简化了编程,编出的应用系统大为丰富。有使用方便、清新悦目的用户界面;有计算结果的各种表达:表格、表单、图符、图像、图形、动画,甚至音频、视频等。几十年来,各种支持应用的工具软件形成了当今计算机的应用文化。对应用开发者而言,开发的应用程序也必须适应这种文化,而不单是编写核心计算的程序。做人机界面的设计时,要充分利用平台提供的测试、部署、通信、安装工具加速应用开发,并使开发的应用(程序)系统与各厂商提供的应用软件风格相似。

一个应用(程序)系统总是由多个程序模块组成。过程式编程是函数/子例程、数据块;面向对象是类、包;基于构件编程是接口类、构件、连接件。为了功能全、编程少,它们往往是共享的,能重用就重用。而且大量重用经过实用考验的模块,应用程序更可靠。

模块的相互联系就形成体系结构(Architecture),就如同一个房子规定了它各个构件的位置,它们共同表现出这个房子的使用性能。一般应用(程序)系统的体系结构如图2所示。

从逻辑上讲现代应用程序必须有为用户服务的模块,图中以小方块表示交互的用户输入和输出显示、报表软硬拷贝、保存文件、入库、安装等。第二部分是业务服务模块,图中以小三角表示,即常说的这个(软件)程序该做什么核心计算。可以是实现某个业务流程的各个模块,如民航订票系统的查询、订票、收费、出票各功能模块。也可以是解决科学计算的高阶微分方程数值解的程序模块。第三部分是数据服务的模块,图中以小圆圈表示。它是与数据库交互的模块。这里的数据库是广义的,包括文件库。有些专用的科学计算的数据并不一定与其他应用有共享需求,作为文件保存为永久性数据,但此时数据服务十分简单。如图所示,两个应用 Application1 和 Application2 共享若干模块,也有独享的模块。

在这三层的应用模型中,用户服务、数据服务比较规范。软件制造商提供大量工具,用户只需在给定的模块框架中设置选项,输入数据,程序就开发完了。而业务服务一般是

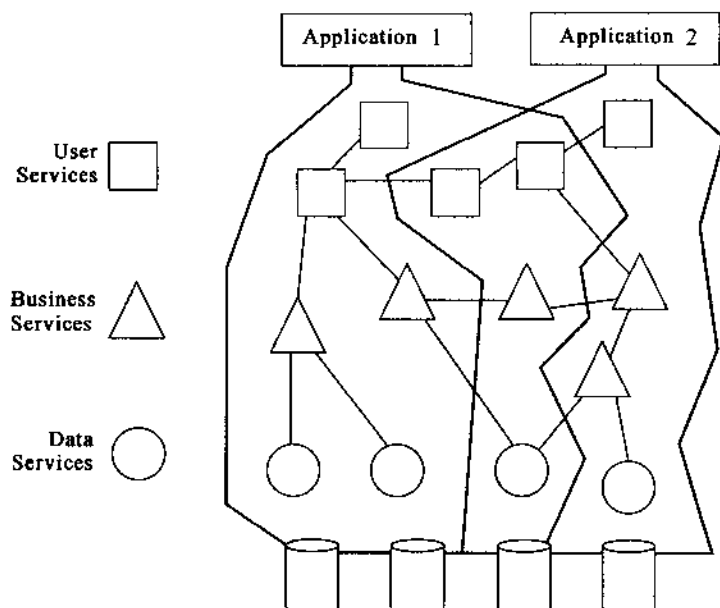


图2 三层应用体系结构

要新开发的,当然,也可以用到已有的模块。

对于简单的应用,软件制造商提供大量应用软件,第二层也可不必“开发”,或作少量定制连接,应用程序就“开发”完成了。

### 三、深入了解数据库管理系统

一般来说,计算机软件主要有两大功能:一是对数据的表示、存储和管理;一是对数据的处理。在一些计算机软件中,数据结构简单,数据量少,主要是计算复杂,数据依附于程序,程序运行完后,数据随之消失。而另一些应用系统中,常有大量的、结构复杂的数据,如事物处理,处理较简单,但程序完成后,要求保留数据。这类应用目前在应用系统中占据很大的比重,常被称为数据密集型应用,它一般具备三个特点:

- 涉及的数据量大,一般需要放在外部存储器中,内存只能一次处理一小部分。
- 数据不随程序的结束而消失,需长期保存,称为持久性数据。
- 数据往往被多个应用共享。

实现这类应用系统的核心就是数据库管理系统,对于大多数实际的应用系统来说,不涉及到数据库管理系统是不可能的。掌握数据库系统的基本思想和基本知识,是对软件开发人员的基本要求。数据库管理系统多种多样,基于微机 Windows 平台的数据库管理系统主要有:Access、FoxPro、Paradox 等;常见的大型关系数据库系统有 SQL Server、Informix、Oracle、DB2 以及国产的 Openbas、DM2 等。随着多媒体和 Internet、WWW 的兴起,现在的大型数据库大都支持多媒体数据类型并以各种方式提供了对 WWW 的支持。