



面向 21 世纪 课 程 教 材
Textbook Series for 21st Century

计算机软件 技术基础

麦中凡 吕庆中 李 巍 何玉洁 刘 云



高 等 教 育 出 版 社
HIGHER EDUCATION PRESS

面向 21 世纪 课程教材
Textbook Series for 21st Century

计算机软件 技术基础

麦中凡 吕庆中 李 巍 何玉洁 刘 云



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

图书在版编目(CIP)数据

计算机软件技术基础 / 麦中凡等编. —北京: 高等教育出版社, 1999 (2000 重印)
面向 21 世纪课程教材
ISBN 7-04-007504-0

I. 计… II. 麦… III. 软件工程—高等学校—教材 IV. T
P31

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 64366 号

计算机软件技术基础
麦中凡 吕庆中 李巍 何玉洁 刘云

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市东城区沙滩后街 55 号
电 话 010-64054588
网 址 <http://www.hep.edu.cn>

邮政编码 100009
传 真 010-64014048

经 销 新华书店北京发行所
印 刷 中国科学院印刷厂

开 本 787×960 1/16
印 张 32.25
字 数 600 000

版 次 1999 年 11 月第 1 版
印 次 2000 年 4 月第 2 次印刷
定 价 29.80 元

凡购买高等教育出版社图书, 如有缺页、倒页、脱页等
质量问题, 请在所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

序

为贯彻教育部“面向 21 世纪教学内容与课程体系改革”的精神，适应计算机技术的迅速发展，工科计算机基础课程教学指导委员会确定了高等学校计算机基础教学“三个层次”的课程体系。本书作为其中第二层次的软件技术基础课程教材，由工科计算机基础课程教学指导委员会组织编写。

本书覆盖了工科计算机基础课程教学指导委员会制定的计算机软件技术基础教学要求的全部内容。

“计算机软件技术基础”因其内容庞杂、学时有限，历来是一个难于解决的问题。程序设计语言、算法与数据结构、软件开发与软件工程、多媒体与用户界面、操作系统、数据库、网络、工具与环境等都是需要涉及到的知识点，加上最新技术的发展，其中的名词术语就有 1 200 余条。当前国内有三种做法。一为浓缩型，将以上内容的每一部分浓缩后成为一“拼盘式”的教程。这种教程对师资要求较高且易流于“不深不透”。第二种是概括型，围绕实际问题的应用开发展开，能覆盖多少知识点就覆盖多少。这种方式看起来“学以致用”，但不够系统和全面，可能出现明显的薄弱环节。第三种是分散型，一种技术一门课，连硬件技术课程一起，共 20 几门任由学生选择。这种方式虽然能够“学以致用”，但学时偏多。此外，也缺乏精练的系列教材。本书的编写思路是：

1. 教材与教学不完全一致。教材注重系统全面，而教学采用概括型，以应用开发实例作为驱动，覆盖不到之处让学生自学。从“以教为主”到“教与自学相结合”，并逐步过渡到“以学为主”。“以学为主”更需要系统全面的参考教材，“宽编窄用”。

2. 内容必须现代化。不能迁就我国目前的发育不全的软件市场，“学以致用”的目标应是高校的科研水平（较市场超前）。因为学生还要 1~2 年后才毕业，根据摩尔定律，届时计算机技术的进步又到一个新周期。

3. 篇幅不能过大。内容叙述强调整体性，着重原理和关键机制，代码细节能省就省（它们最占篇幅）。这样虽有“不够明晰”之嫌，却能给教师留下一定的余地。

本书的内容分为三篇：第一篇讲述软件开发基础知识，一共七章。其中第一、二、四、五章由麦中凡执笔，第三章由刘云执笔，主要介绍程序语言、算法与数据结构、程序设计、软件工程、CASE 工具等。在前面章节的基础上，第六章在 Windows 平台上以目前比较流行的 Visual Basic 为开发工具，开发了

一个简单的学生成绩管理应用系统；第七章介绍了多媒体的一些相关知识，并利用 Visual Basic 提供的多媒体构件开发了一个简单的多媒体应用程序——Windows 平台下的视频播放。这两章由刘云执笔，吕庆中作了一定的增补。第二篇介绍软件环境基础知识，共四章。其中操作系统部分由吕庆中执笔，数据库系统部分由何玉洁执笔。在操作系统部分，对目前的一些常见操作系统作了简要的评述，以期扩大知识面并加深对操作系统的理解。在第十一章，提供了一个较为详尽的具有实际应用背景的数据库应用实例，意欲集中体现前面章节所讲的技术。第三篇，网络应用基本技术，共五章，由李巍执笔，讲述了从网络原理到 Java 应用等目前一些比较新的技术。

本书的编写历时两年半，三易其稿。参加编写的老师在各教学“点”上有丰富的经验，但合起来在整体思路也有过多次反复。北方交通大学的张纬老师、北京航空航天大学任爱华老师也曾参加本书的编写工作。最后由吕庆中作了全面的修改，麦中凡校订全书。作者虽然感到还有许多不尽如人意之处，但时间已经不容再拖了。

褚洪峰、毕凯、黄步霞参与了文字的录入、校对、绘图等工作，在此一并致谢。

在这里，我要感谢北京理工大学的吴鹤龄老师，他在百忙之中详细审读了书稿，并提出了好的意见和建议。还要对高等教育出版社的刘建元先生表示深切的感谢，他总是以极大的热情鼓励我们写好此书。

由于本书是按照新的教材体系及应用模式编写的，结构和内容的选取上还有不少值得商榷之处，只当“抛砖引玉”了。加之作者水平有限，书中不妥之处，欢迎批评指正。通信地址：

Oops@buaa.edu.cn

jliu@moon.bjnet.edu.cn

麦中凡

1999年5月于北航

教育部工科计算机基础课程系列教材

出版说明

为尽快实现国家教育部提出的计算机基础教学的基本目标，达到三个层次的教学基本要求，促进计算机基础教学水平上一个新台阶，教育部工科计算机课程教学指导委员会组织部分高等院校，在深入研究、探索和实践的基础上，并结合教育部“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革”立项课题的研究，编写了相应的示范性教材，其中许多教材配有 CAI 课件。

这套系列教材主要是根据我国当前教学改革和建设的需要，按照三个层次的课程体系确定的。

第一层次：计算机文化基础。主要结合当今信息社会的文化背景学习计算机基本知识及基本操作技能。

第二层次：计算机技术基础。重点阐述计算机硬件、软件的基本工作原理和相关的基础知识，使学生具有使用当今流行的系统平台和开发工具构造应用系统的初步能力。

第三层次：计算机应用基础。该层次的内容将尽可能按照多数专业的应用需求，选择公共的计算机应用知识作为教学基础，为今后的专业应用奠定重要基础。

本教材已组织了 10 多种，工科计算机课程教学指导委员会还将根据计算机技术和应用的最新发展，组织一些新的和不同类型的教材，供各个学校使用。

按照计算机“文化、技术、应用”三个层次编写新的高起点系列教材，对于规范高等院校计算机基础教学、提高教学质量、深化教学改革均是有益的尝试。其中一定存在不足之处，敬请专家、广大教师和同学们提出宝贵意见。

教育部工科计算机基础课程教学指导委员会

1998 年 12 月

内 容 提 要

本书是教育部“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划”的研究成果，是面向 21 世纪课程教材，同时也是根据教育部提出的非计算机专业计算机基础教学三层次要求，由工科计算机基础教学指导委员会组织编写的“九五”规划教材。

第一部分，软件开发基础知识。介绍了程序设计语言的一些基本概念、面向对象语言的基本特征、算法与数据结构基本知识、传统的软件工程技术和现代基于过程的软件工程的一些基本概念和技术等。在最后，本着理论联系实际、学以致用目的，以目前比较常用的 Visual Basic 语言为工具，分别介绍了两个具有一定实际应用背景的程序的设计。

第二部分，主要讲述软件环境的基础知识。主要是介绍操作系统和数据库技术的基本理论和一些基本的概念，以期能为读者学习新知识打下一定的基础。主要内容包括操作系统的基本概念、常见操作系统介绍和关系数据库系统的基本理论和设计等。在最后提供了一个实际的数据库应用开发实例。

第三部分，计算机网络基础知识。主要讲述计算机网络技术的基本原理、概念和基本应用，对网络技术作了比较全面的介绍。在最后，给出了几个网络程序的例子。

本书并不力求对所有的技术细节进行详细完整的叙述，而是着重于对一些基本概念、基本技术和目前比较新的技术做总体上的介绍，希望能让读者略窥软件技术的全貌，为将来进一步的学习打下基础。对于非计算机专业的读者来说，本书不啻为一本较好的入门导引；对计算机专业人士来说，本书也具有一定的参考价值。

目 录

第一章 导论	1	3.2.3 串	70
1.1 程序与软件	1	3.2.4 树和二叉树	71
1.2 软件的分类	4	3.2.5 图	76
1.3 常见软件介绍	5	3.3 查找	81
小结	8	3.3.1 基本概念	82
练习题	9	3.3.2 查找算法	82
第二章 程序设计语言	10	3.4 排序	84
2.1 高级程序设计语言概述	10	3.4.1 基本概念	84
2.2 高级程序设计语言实现		3.4.2 插入排序	85
计算的方式	12	3.4.3 选择排序	85
2.2.1 编译器工作原理	12	3.4.4 交换排序	86
2.2.2 高级语言程序的解释执行 ..	15	3.5 文件简介	87
2.3 高级程序设计语言基本特征	16	3.5.1 基本概念	87
2.3.1 变量、表达式、赋值	16	3.5.2 文件的结构	88
2.3.2 程序的控制结构	17	3.5.3 文件的操作	89
2.3.3 数据类型	21	3.6 应用举例——分酒问题	89
2.3.4 过程	26	小结	92
2.3.5 过程的数据传递	29	练习题	92
2.3.6 变量的生命期和 Static 变量	31	第四章 程序开发和软件工程	93
2.3.7 输入/输出	31	4.1 程序设计过程	93
2.4 面向对象程序语言的基本特征 ..	33	4.1.1 需求分析	94
2.4.1 对象概述	33	4.1.2 程序设计	95
2.4.2 类与对象	35	4.1.3 编码	100
2.4.3 类定义	37	4.1.4 测试与排错	102
2.4.4 类继承	38	4.2 软件工程概述	106
2.4.5 多态性	41	4.3 传统的软件工程	108
小结	42	4.3.1 生存周期模型	108
练习题	44	4.3.2 需求分析	109
第三章 算法与数据结构	45	4.3.3 设计	118
3.1 算法	45	4.3.4 软件测试	121
3.1.1 算法的两要素	46	小结	128
3.1.2 算法的特征	48	练习题	129
3.1.3 算法的表示	49	第五章 软件过程管理与软件工程	
3.1.4 常用算法	52	环境	130
3.2 数据结构	59	5.1 软件过程	130
3.2.1 数据结构概述	59	5.2 软件过程模型	132
3.2.2 线性表	63	5.3 软件项目管理	136

5.3.1 风险分析与风险管理	136	7.5.2 影片播放程序的制作	209
5.3.2 软件质量保证	138	小结	212
5.3.3 项目进度与追踪	140	练习题	213
5.3.4 项目计划	141	第八章 操作系统	214
5.4 软件配置管理	142	8.1 操作系统概述	214
5.5 软件重用	145	8.2 操作系统的特性	216
5.6 软件开发环境	151	8.3 操作系统的功能	217
小结	155	8.4 操作系统的种类	219
练习题	156	8.5 操作系统的结构	223
第六章 VB 环境下的应用程序开发	157	8.6 操作系统的资源管理	226
6.1 VB 介绍	157	8.6.1 进程管理	227
6.1.1 VB 概述	157	8.6.2 存储管理	235
6.1.2 VB 程序设计的特点	158	8.6.3 设备管理	241
6.1.3 消息和事件驱动	159	8.6.4 文件管理	245
6.1.4 VB 开发环境	161	8.7 操作系统的发展	254
6.1.5 VB 项目文件和可执行文件	167	小结	256
6.1.6 创建 VB 应用程序的步骤	169	练习题	256
6.2 应用程序举例	170	第九章 几种常见的操作系统	257
6.2.1 问题的描述	170	9.1 DOS 系统	257
6.2.2 问题分析	171	9.2 Windows 95	260
6.2.3 设计过程	173	9.3 UNIX 系统	262
6.2.4 程序的编制	179	9.3.1 UNIX 系统结构与特性	263
6.2.5 排错与调试	183	9.3.2 不同厂家的 UNIX	264
小结	185	9.3.3 Linux 系统	265
练习题	186	9.4 NetWare 系统	266
第七章 多媒体与多媒体应用开发	187	9.4.1 NetWare 的结构特点	267
7.1 多媒体	187	9.4.2 NetWare 的目录管理	269
7.1.1 什么是多媒体	187	9.5 Windows NT 系统	270
7.1.2 多媒体的应用	188	9.5.1 Windows NT 的两种类型	271
7.2 多媒体计算机系统	189	9.5.2 Windows NT 的体系结构	271
7.2.1 多媒体计算机系统	190	9.5.3 Windows NT 的主要特性	274
7.2.2 多媒体计算机 MPC	191	9.5.4 Windows NT 的安全性	276
7.3 多媒体技术与设备	193	9.5.5 Windows NT 的网络服务	277
7.3.1 音频设备	193	小结	278
7.3.2 视频设备	194	练习题	278
7.3.3 存储光盘	195	第十章 关系数据库系统	280
7.4 多媒体应用开发	198	10.1 数据库初步	280
7.4.1 多媒体应用软件的制作过程	198	10.1.1 文件系统	280
7.4.2 多媒体数据的准备	200	10.1.2 数据库系统	282
7.4.3 多媒体开发工具与平台	203	10.1.3 数据库数据的组织	284
7.5 VB 的多媒体程序设计	205	10.1.4 数据库应用模式	292
7.5.1 动画程序蝶恋花的制作	205	10.2 关系数据库	298

10.2.1 关系模型	298	第十二章 计算机网络概述	350
10.2.2 关系的完整性	299	12.1 什么是计算机网络	350
10.3 关系的规范化	301	12.1.1 什么是局域网	351
10.3.1 规范化	301	12.1.2 园区网、城域网和 广域网	353
10.3.2 函数依赖	303	12.2 网络中的信号传输	353
10.3.3 范式	304	12.2.1 数字信号	354
10.3.4 设计折中	307	12.2.2 模拟信号	354
10.4 关系数据库的设计	308	12.2.3 信号传输方法的比较	355
10.4.1 数据库设计	308	12.2.4 位同步	356
10.4.2 实体-联系模型 (E-R 模型)	310	12.2.5 基带和宽带传输	356
10.5 SQL 语言	311	12.3 网络的拓扑结构	357
10.5.1 SQL 语言基础	312	12.3.1 总线型结构	357
10.5.2 SQL 中的数据操纵	313	12.3.2 星型结构	358
10.5.3 SQL 中的数据定义	317	12.3.3 环型拓扑结构	359
10.5.4 数据控制功能	321	12.3.4 网状拓扑结构	360
10.5.5 事务处理	321	12.4 网络的传输介质	360
10.5.6 触发器	322	12.4.1 同轴电缆	361
10.5.7 存储过程	323	12.4.2 双绞线	362
小结	324	12.4.3 光缆	363
练习题	324	12.4.4 无线传输	364
第十一章 一个数据库应用系统的 设计与实现	326	12.5 网络适配器	365
11.1 应用背景与需求说明	326	12.5.1 网卡的工作原理	365
11.2 数据库设计	327	12.5.2 网卡的配置	366
11.2.1 概念设计	327	12.6 网络软件	367
11.2.2 设计关系模式	328	小结	368
11.2.3 确定数据库应用的功能	330	练习题	369
11.3 数据库开发环境	331	第十三章 网络协议与网络操作系统	371
11.3.1 Visual Basic 中的数据 访问	332	13.1 OSI 参考模型	371
11.3.2 Visual Basic 数据库体系 结构	333	13.1.1 OSI/RM 的协议层次	372
11.4 创建数据库	335	13.1.2 协议服务	375
11.4.1 可视化数据管理器	335	13.1.3 IEEE 802 的系列标准	377
11.4.2 数据访问对象	340	13.2 网络传输协议	379
10.4.3 添加索引	343	13.2.1 NetBEUI	379
11.4.4 添加关系和引用完整性	344	13.2.2 IPX/SPX	380
11.5 创建数据库应用程序	345	13.2.3 TCP/IP 协议	381
11.5.1 数据控件 (Data Control)	345	13.2.4 串行链路上的 SLIP/PPP 协议	389
11.5.2 创建一个简单的应用 程序	345	13.3 网络操作系统	390
11.5.3 创建数据窗体	348	13.3.1 网络操作系统概述	390
小结	348	13.3.2 Novell Netware	391
练习题	349	13.3.3 Windows NT	395
		13.4 建立网络环境	396

13.4.1 网络软件需要考虑的问题	397	15.2.4 Internet 电子邮件的使用 ...	441
13.4.2 用户帐户的管理	398	15.3 文件传输 FTP	446
13.4.3 用户组的管理	399	15.3.1 FTP 的工作原理	446
13.4.4 网络文档的编制	400	15.3.2 匿名 FTP	447
13.5 网络环境的安全性	401	15.3.3 文件的压缩和还原	447
13.6 Windows NT 4.0 组网实例	402	15.4 万维网 WWW	448
小结	405	15.4.1 WWW 的基本原理	448
练习题	406	15.4.2 超文本标记语言	451
第十四章 网络技术与网络互连	407	15.4.3 超文本传输协议	453
14.1 传统局域网技术	407	15.4.4 WWW 的交互技术	454
14.1.1 以太网	407	15.5 企业内部网 Intranet	454
14.1.2 令牌环网	410	15.5.1 Intranet 的网络结构	456
14.2 高速局域网技术	411	15.5.2 Intranet 的安全性	458
14.2.1 交换式以太网	413	15.5.3 基于 Windows NT 建立 Intranet	460
14.2.2 快速以太网和千兆以太网	415	小结	463
14.2.3 100VG-AnyLAN	416	练习题	463
14.2.4 FDDI	418	第十六章 网络程序设计	465
14.2.5 ATM 局域网	419	16.1 Windows Socket 程序设计 ...	465
14.3 网络互连设备	421	16.1.1 Windows Sockets 编程特点	466
14.3.1 集线器	422	16.1.2 Socket 的建立流程	467
14.3.2 网桥	423	16.1.3 编程实例介绍	468
14.3.3 路由器	425	16.2 CGI 程序设计	471
14.3.4 网关	427	16.2.1 一个简单的实例	473
14.4 广域网	428	16.2.2 Form 输入的分析和解码 ...	475
14.4.1 调制解调器	428	16.2.3 利用 CGI 产生 HTML 输出	478
14.4.2 公用电话网 (PSTN) ...	431	16.3 使用 IDC、HTX 开发 WWW 数据库检索程序	478
14.4.3 公用分组交换网 (PDN) ...	432	16.4 ASP 编程	482
14.4.4 综合业务数据网	433	16.4.1 ASP 语法简介	484
14.4.5 帧中继 (Frame Relay) ...	434	16.4.2 ASP 内建对象	484
14.4.6 数字数据网 (DDN) ...	434	16.4.3 服务器组件	485
14.4.7 宽带综合业务数字网 B-ISDN 和 ATM	435	16.4.4 ASP 应用实例	486
小结	437	16.5 Java 语言的程序设计 ...	487
练习题	437	16.5.1 100% 的 Java	489
第十五章 Internet 网络	438	16.5.2 Java Applet	490
15.1 Internet 简介	438	16.5.3 利用 Java 开发 Socket 应用程序	493
15.2 电子邮件 E-mail	439	16.5.4 Java 开发工具	498
15.2.1 Internet 电子邮件的工作原理	439	小结	500
15.2.2 电子邮件协议	440	练习题	500
15.2.3 多用途邮件扩展 MIME ...	441	参考书目	502

第一章 导 论

当今社会日益信息化，各行各业都利用计算机处理信息。随着网络普及，我们的生产、生活、工作、娱乐的方式正在改变，我们的生产能力更强，我们的工作更有效，我们能坐在家获取各种有用的知识和信息。社会信息化和数字化带来的效益是巨大的，许多原本需要耗费大量人力物力的事现在可以轻而易举地完成，如出版业、金融业、服务行业……举不胜举。作为信息处理的计算机似乎有神奇的力量，什么都能干，它创造出的虚拟战场、虚拟商场、史前影像还真能演习、交易、观赏。这股神奇之力来自软件！

本书讲述的是软件开发中的一些基本技术以及作为软件开发人员需要掌握的一些相关知识。作为开篇，本章将讨论软件的一些基本特性并对一些常见软件作简要介绍。

1.1 程序与软件

虽然计算机被称作“电脑”，但事实上，它只是一台快速执行指令的机器，这些指令非常简单（简单的四则运算、逻辑运算、数据传送和跳转指令），但它们的组合却能完成非常复杂的任务。要让它做出符合人们意图的事，只需把这些简单的指令排成一个顺序执行的序列。这正如两根毛衣针虽然只有上针、下针、收针、放针四个操作，但根据不同的口诀却可以织出各色花样的毛衣，这个口诀就是织花样的程序。世界上第一位程序员 Ada 就是这样以穿孔卡片为 Babbage 的差分引擎计算机编制织花程序的。所以，程序是计算机指令的序列，编制程序的工作就是为计算机安排指令序列。把程序装入计算机内存，按顺序逐条执行，全部执行完就达到我们的要求了。下面让我们先来谈谈程序的特性。

1. 程序的静态与动态属性

程序实际上是一个用计算机语言描述的某一问题的解决步骤，它的表示是静态的。人们的最终目的还是要它解决问题，所以程序必须能够运行，否则毫无用处。程序指示出一个计算机动态执行的序列，所以，编写程序就是为机器写行动计划，形式上必须符合程序设计语言的规范，内容要能获得所希望的计算结果。在后面的章节中，我们将会知道，程序的动态执行就是进程。

2. 程序是由程序语言抽象的符号表达

我们怎么表示程序呢？用机器码最直接，它是机器可以直接“读懂”的语言，但编起程序来太可怕，一整版的 32 位 1 和 0 的组合谁读都有可能弄错。即使编出二进制程序也得通过穿孔或什么手段才能“装入”内存，这不是也要在符号和电信号之间进行转换吗？于是用 8 进制数、16 进制数编程，这样要易读多了，也易于转换。进一步把操作码变成英文字母就出现了汇编语言，这时的“转换”成了用汇编程序作“翻译”，把易懂的符号表示翻成机器具体执行的指令集。它们是同一程序的两种不同表示。学术一点说，完成了抽象到具体的映射。更进一步出现了高级语言，完全不顾机器指令和内存存储安排，只有变量、运算符、表达式、过程、函数，让编译程序翻译为机器码程序。这样，高层抽象提供的概念更加宜人。程序员的工作是把要计算的问题化成高级程序设计语言的表达式、语句、过程/函数、对象，而不是机器指令序列。

语言愈是高级愈宜人、越自动，翻译程序任务越重，所以，程序设计语言的设计与实现是软件技术中重要的一环。在第二章中，我们将对程序设计语言做详细介绍。

3. 程序是对数据施行算法的过程

按程序设计语言提供的符号和语法可写出程序，它同时也表达了语义，即该程序要做的计算。翻译是语义等价的。程序执行后或是改变（加工）了数据或是提供一组动作。对一组数据排序虽然没有改变数据的值，但改变了它们之间的顺序（结构）关系，这也要有一个计算的办法，即算法。算法的作用是使数据由初始态变为终止态。我们按解题的算法编定程序的执行步骤，当然同样的数据改变可以用不同的算法实现。例如，排序方法就有快速排序、二分排序、冒泡排序、希尔排序、堆叠排序等五六种算法，各种算法虽然可以达到同一目的（功能），但所需的时空开销大不相同，即性能各有优劣。在不同情况下选用不同算法是为了达到效率、质量的最佳。

数据一般用于刻划事物的属性和状态，我们往往因不善于设计数据结构致使程序质量低劣。因此，算法和数据结构是软件技术中很基础的技术。第三章中，我们将介绍算法和数据结构方面的知识。

从对象的角度来看，可以说程序是对对象的行为和状态及对象间关系的描述。那么，在面向对象的程序里，它是不是没有数据结构和算法了呢？其实不然，状态和属性是用数据表示的，状态改变的方法就包含了算法。只是面向对象语言提供了更高抽象的对象概念。

4. 程序是分层嵌套的

高层程序可以利用低层程序提供的服务。一个程序执行到某个需要调用低层服务的位置时就暂停执行（挂起）转而执行低层子程序，待子程序执行完后返回，又恢复原程序执行，完毕后再停机。这反映到程序结构中就是层层嵌

套结构。如图 1.1 (a) 所示。

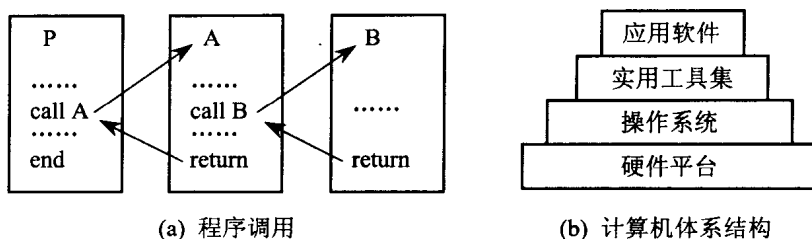


图 1.1 程序的嵌套结构

显然，内嵌的子程序是在主程序的“环境”下执行，主程序声明的数据资源它自然可用。这里有一个有趣的现象：如果把图 1.1 (a) 中“程序调用图”的三个块顺时针转 90°，就可得到“计算机体系结构”图（如图 1.1 (b)）。两者具有某种相似性：在图 (a) 中，程序 P 调用程序 A，程序 A 又调用程序 B，最后，程序 P 利用 A、B 提供的服务完成自己的计算任务。在图 (b) 中，操作系统利用硬件提供的服务实现自己的功能，在操作系统之上的实用系统软件，如数据库系统等，利用操作系统提供的服务实现自己的功能。位于最高层的应用软件利用操作系统和实用工具集提供的服务实现自己的功能。这就是说，程序的结构是嵌套的，程序的功能是迭加的。

程序是一种信息，它的传播需要借助某种介质。程序作为商品以有形介质为载体进行交易，就称做软件（Software）。软件有以下一些特性：

(1) 软件是功能、性能相对完备的程序系统。程序就是软件，但软件不仅是程序，还包括说明其功能、性能的说明性信息，如使用维护说明、指南、培训教材等。

(2) 软件是具有使用性能的软设备。我们编制一个应用程序，可以解决自己的问题，但不能称之为应用软件。一旦使用良好并转让给他人则可称应用软件。

(3) 软件是信息商品。既然是商品，则不仅有功能、性能要求，还要有质量、成本、交货期、使用寿命要求。软件开发者一般不是使用者。软件的开发、生产、销售，形成了市场前景广阔的信息产业。它不同于传统产业，研制开发是其主要的生产方式，而大批量生产是十分容易的拷贝工作，制造成本极低，如同电影工业一样。

软件是极具竞争性的商品，投入的资金主要是人工费，研制时日一长，成本陡增就会使软件变得毫无竞争力。技术先进固然重要，更重要的是科学管理，按软件工程的办法制作软件。利用软件工具开发软件、管理项目是当今软件开发的基本模式。这种管理和技术的相互交织，很难将技术和管理截然分开。

例如, 软件配置管理系统是一个管理软件, 它本身又成为重用、集成等软件技术的基础。在后面的章节中, 我们以软件工程方法作主线介绍软件技术。

(4) 软件是只有过时而无“磨损”的商品。硬件和一般产品都有使用寿命, 长时间使用有了“磨损”就会变得不可靠。软件和硬件不同, 用得越多软件内的错误清除得越干净。所以软件只有过时而无用坏一说。所谓过时往往是它所在的环境硬件配套软件升级, 导致软件做相应升级。例如, 在 286 PC 上的 Word 3.0 做文字编辑并没有什么大缺陷, 但是, 人们更愿意使用最新版本的 Word。

1.2 软件的分类

传统上把计算机软件分两大类: 一为系统软件, 一为应用软件。系统软件指软件制售商为释放硬件潜能、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、科技计算软件、计算机辅助制造 (CAD/CAM) 软件……。在当今整个社会信息化的情况下, 系统软件和应用软件的界限正在模糊。例如, 数据库系统早期只在数据处理领域用得着, 科学计算、工程控制领域有了文件系统就不一定需要它, 但现在已是系统软件了。再如, 文字处理软件今天还是应用软件, 随着信息化的深入, 它很可能就成为各机必备的系统软件的一部分。多媒体应用就是一个典型的例子, 现在在 CPU 一级就提供了对多媒体的直接支持, 如 Intel 的 MMX 芯片、AMD K6、PIII 等, 都提供了多媒体指令。

一台机器上提供的系统软件的总和叫做软件 (开发) 平台, 在此平台上编制应用程序就是应用开发。应用程序通用化、商品化后就是应用软件。此时的使用者是最终用户 (End User)。他们一般不需编制程序即可利用应用软件去解决自己的问题。但使用者有时要利用应用软件提供的简单语言编写简单的程序, 这叫二次开发。最终用户只需做使用培训, 一般不需作软件技术知识的培训。

当今计算机应用领域非常广阔, 按照应用领域分类举不胜举, 各行各业都有自己的应用特点。下面我们将从技术特点的角度对软件做简单分类:

业务 (Business) 软件 业务软件处理日常业务信息, 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

展了业务过程重组 (BPR)、企业资源规划 (ERP) 等技术。

科技计算软件 传统的应用领域注重数值算法的速度和精度。目前转向多机协作计算、并行计算、可视计算、大量图形的计算机辅助设计。当今的系统模拟其实时性要求不亚于系统软件设计。

嵌入式 (Embedded) 软件 嵌入式软件用于工业产品自动化、智能化, 每个产品 (如电冰箱、导弹) 中放一只读的单片机, 其中的软件可根据传感器传入的数据控制该产品行为。这些软件首先在宿主机 (host) 上以某种语言开发, 经交叉编译后成为单片机的机器码程序, “烧入” 单片机, 故为嵌入式。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 (Real-time) 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), 分析后按应用要求转移信息, 处理后作出响应 (到外部的输出), 监控部件保证能按时间要求作出响应 (一般是 $1\mu\text{s} \sim 1\text{s}$)。多用于工业控制系统。

个人计算机软件 包括字处理、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, 其特点是“用户友好”, 不用编程就可直接使用。

人工智能软件 以非数值算法解题, 一般有一知识库存放知识和规则。这类软件计算量大, 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。近年来图像、声音识别、自学习、人工神经网络也发展迅速, 它们作为传统应用软件的一个子部分正在投入实际应用。例如, 语音输入, 机器语言翻译等。

1.3 常见软件介绍

随着计算机应用的不断深入, 对计算机软件的需求也不断增加, 为满足各种需要, 人们开发了成千上万的各种软件。可以说, 有什么样的需求, 就有什么样的软件。由于软件种类繁多, 不能一一列举。下面我们将简单介绍一些常用的软件。

1. 操作系统

从计算机系统的体系结构来看, 操作系统 (Operating System) 是对硬件的首次扩充, 它管理计算机系统的软硬件资源 (如 CPU、内存、硬盘、打印机等外部设备和各种软件), 并向上层软件提供服务, 其他所有的软件都是在操作系统的基础上运行的。操作系统与硬件密切相关, 一般来说, 某一种操作系统只能运行于某类硬件架构之上。当然, 同种硬件架构上可以运行不同的操

作系统。目前比较常见的操作系统有：运行于 Intel 平台上的 DOS、Windows 3.x、Windows 95/98/2000、Windows NT、OS/2、Netware、Linux、SCO UNIX 等；运行于苹果电脑上的 MacOS；运行于多种硬件平台上的各种 UNIX，如 SUN 公司的 Solaris、IBM 公司的 AIX、我国独立开发的 COSIX 等。对于一个开发人员来说，不掌握操作系统的基本知识和基本概念是难于想象的。鉴于操作系统在整个计算机系统的重要性，我们将在后面的章节中详细介绍。

2. 数据库管理系统

信息管理是计算机的一个重要应用领域，而信息管理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，仅微机 Windows 平台的数据库管理系统就有：Access、FoxPro、Paradox 等，常见的大型关系数据库系统如 SQL Server、Informix、Oracle、DB2 等，国产的 Openbase、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。在后面的章节中，我们将首先介绍数据库的一些基本知识，并在此基础上实际开发一个具有实际应用背景的学校信息管理系统。

3. 群件系统

群件（Groupware）是近几年开发的一种基于电子邮件的应用系统软件，它拓宽了电子邮件的内涵，涵盖了很多通信协作功能，如制定召开会议的计划、共享项目进度表等。以在网络上召开会议为例，网络上每个人都留有一份事务安排日程表和办公时间的空余时间。安排会议的人可以通过群件系统来协调应邀参加会议的时间安排。此外，群件系统还提供了网络上共享信息的便利手段。网络管理员可以预先设计好信息的输出形式，并指明可以共享的成员（客户端用户），每个客户端用户使用客户软件去访问和更新共享信息。目前，主要的群件产品有：如 Lotus 公司的 Notes、Microsoft 公司的 Exchange Server、Novell 公司的 GroupWise 等。

4. 办公软件套件

办公套件是日常工作中需要用到的一些软件，它包括以下几类软件：字处理软件、电子表格处理软件、演示制作软件、个人数据库、个人信息管理软件等。常见的办公室套件有：微软公司的 Office、Lotus SmartSuits、金山公司的 WPS 等。

5. 多媒体处理软件

多媒体技术已经成为计算机技术的一个重要方面，因而多媒体处理软件也成为应用软件中的一大种类。多媒体处理软件主要包括图形处理、图像处理、动画制作、音频视频处理、桌面排版等。我们将在后面的章节中详细介绍多媒