



普通高等教育“十五”国家级规划教材



计算机 软件技术基础

(第二版)

麦中凡 吕庆中 李巍 何玉洁



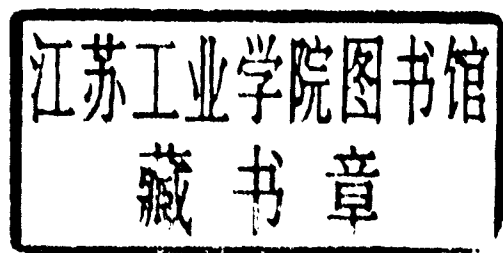
高等教育出版社

普通高等教育“十五”国家级规划教材

计算机软件技术基础

(第二版)

麦中凡 吕庆中 李巍 何玉洁



高等教育出版社

内容提要

本书第一版曾于 2001 年获得中国高校科技进步一等奖。新版教材在第一版的基础上进行了修订和更新,针对现代的软件开发平台、环境和工具,按照系统集成思想并结合实践,对程序设计语言、算法与数据结构、程序开发和软件工程、多媒体及其应用开发、操作系统、关系数据库系统及设计、计算机网络基本理论、技术及应用等方面的内容进行了综合介绍,力图通过有限的篇幅,给读者建立起开发一个软件系统的总体概念和方法。

本书在修订和更新时,十分注重系统集成思想,并吸收了当前软件技术发展的最新成果,力图使读者对软件技术有一个较清晰的认识。本书具有知识系统性、内容先进性、实用性的特点,适合高等学校非计算机专业学生使用。

图书在版编目(CIP)数据

计算机软件技术基础/麦中凡等. —2 版: —北京:
高等教育出版社, 2003 (2004 重印)
ISBN 7-04-011562-X

I. 计... II. 麦... III. 软件科学-高等学校-教材 IV. TP31

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 104652 号

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010-82028899

购书热线 010-64054588
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所
印 刷 中国农业出版社印刷厂

开 本	787×960 1/16	版 次	1999 年 4 月第 1 版
印 张	31.5		2003 年 3 月第 2 版
字 数	580 000	印 次	2004 年 4 月第 3 次印刷
		定 价	32.00 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

教育部计算机基础课程系列教材

出版说明

进入 21 世纪之后,我国明显地加快了建设世界教育大国的步伐,现在正向世界教育强国的目标迈进。实现这个历史性任务的最为关键指标是要有国际公认的高等教育质量,而高水平的教材是一流教育质量的重要保证。

“九五”期间,教育部工科计算机基础课程教学指导委员会曾组织了一批面向 21 世纪教材,其中有不少经典之作。本届教学指导委员会参与了国家级“十五”规划教材的组织工作。为了把计算机基础教育的优秀教材及时地推荐给广大从事计算机基础教育的教师和学生,本届教学指导委员会组织了本系列教材,它包含了部分计算机基础教育的国家级面向 21 世纪教材和国家级“十五”规划教材。希望它能起到促进和推动计算机基础教育改革的作用,使我国高校的计算机基础教育的质量再上一个台阶。

计算机基础教育改革一直在不断地深化,课程体系和教学内容趋于更加合理和科学。本系列的教材与以前出版的教材会有较大的变化,这也是我们期待的。

每一本教材都有它的应用范围,适合不同的办学层次、学科、地域和人才培养模式的教材必然有差异。本系列教材将会考虑这种差异,以满足各种层次和类型的教学所需。

列入本系列的教材,当在国内同类教材的优秀之列,我们希望作者把它打造成国家级的精品教材,要求:做到“三新”,即体系新、内容新、方法新;把每一本教材都做成既有文字教材,又有电子教材,既有教科书,又有辅助教材,成为真正意义上的“立体化”。教材的出版仅是“万里长征的第一步”,要成为精品教材,作者还必须根据读者的反映和需求不断修订原作,真正做到“与时俱进”。

“一切为了教学,一切为了读者”是我们的心愿,书中不足之处,恳望教师 and 同学们指正。

教育部高等学校非计算机专业计算机基础课程教学指导分委员会

2002.12

再版序言

本书 1999 年 11 月出版后,已连续印刷 6 次近 4 万册。由于内容取材新颖,填补了这方面的空白,在 2001 年的教育部优秀教材评审中本书获得科技进步一等奖。作者深知,这是对能反映现代技术进步的新编教材的鼓励和鞭策。本书的确存在不少问题,内容偏深,提炼不够,例题不足。获奖后一直想尽快再版,改进不足。

2001 年底开始改写第二版。时值美国计算机学会 ACM、电子电器工程师协会 IEEE-CS 发布了 2001 计算机课程体系。该课程体系全面修订了 1991 课程体系,公布了四个方向的知识体系:

- 计算机科学
- 计算机工程
- 软件工程
- 信息系统

该体系新增加了软件工程和信息系统,说明美国计算机教育改革也在向工程化、信息化靠拢。这给编写计算机应用教材以明确的启示:面向工程、面向应用。

第一版出版三年来,软件技术进步也相当明显。在我国,基于 XML 和 Java 的网络应用过程工程及其 CMM 评价、体系结构和基于型的构件设计,均已普及,这也诱发了我们再版的决心。

2001 年教育部教高司四号文件“关于加强高等学校本科教学工作,提高教学质量的若干意见”建议教材更新三年为宜。这样,我们的再版倒成了非改不行了。

本次修改再版主旨没有改变,提供相对完备的“软件技术基础”的教材。教学仍建议以案例引导摘取所需,其余留作学生自学参考。

本次再版做了如下变更:

程序设计语言一章中增加了网络编程语言及网络编程特性。

算法与数据结构一章,除重新整理外,增加了大量算法实例,以便学生编程上机练习。

为配合学生上机,第六、七章改动较大,完全按 SWEBOK 知识体的思路改写,完全按软件过程的观点解释软件工程,包括它的模型、方法、规范和标准。

第八、九章操作系统原文比较精炼，删除去过时的 DOS 和 NetWare 外没有大的改动。

第十、十一章数据库原理及应用做了较大调整，加强了数据库整体概念，如模型、完整性、保护、恢复等。弱化理论，突出应用，增加了数据库应用结构和 ODBC 访问技术、ADO 控件，增加了实例。

第十二章到十四章仍然是网络。考虑到第一版中网络内容所占篇幅较大，本次改版只保留了原版的第十二、十三章，并对原第十六章进行了调整。本版因篇幅所限，例题较少的缺陷没有得到大的改进。

在本次再版修改中，高等教育出版社有关同志一直为我们提供收集到的信息，鼓励我们再版，并对我们因工作忙碌不能按约定时间交稿一再容忍，为加速成书开展了并行作业，仅致深切谢意。

本次修订，李巍、何玉洁二位副教授仍负责网络和数据库部分。刘云因工作调动未参与此次工作。修改方案及前七章修改、审订由我和吕庆中博士完成。胡斌为排版、配图和配程序做了大量工作。

本次修订并未逃出“软件技术基础”名字含义的大框框，所以大而全的阴影始终很难摆脱。对于多用计算机的专业（如电子与信息工程、通信工程、自动控制、检测、信息管理），我们以为是适用的。至于其他非计算机专业，我们希望在切、割、删讲之余能给我们一些信息。我们的通信地址是：
mids@buaa.edu.cn。

麦中凡

2002.10 于北航

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。其中第一章到第五章由麦中凡执笔，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

目 录

第一章 导论	1	第三章 算法与数据结构	63
1.1 程序与软件.....	1	3.1 算法.....	63
1.2 软件的分类与应用软件.....	4	3.1.1 算法的表示.....	64
1.3 几种常用软件.....	5	3.1.2 算法的定义.....	67
1.4 学习提示.....	7	3.1.3 算法与建模.....	68
练习题.....	8	3.1.4 算法的优劣.....	70
第二章 程序设计语言	9	3.1.5 常用算法.....	72
2.1 高级程序设计语言概述.....	9	3.2 数据结构.....	81
2.2 高级程序设计语言实现计算的 方式.....	11	3.2.1 数据的结构关系.....	82
2.2.1 编译器工作原理.....	11	3.2.2 数据结构的研究方法.....	84
2.2.2 高级语言程序的解释 执行.....	14	3.2.3 线性表.....	86
2.3 高级程序设计语言的基本 特征.....	15	3.2.4 树和二叉树.....	93
2.3.1 变量、表达式、赋值.....	15	3.2.5 图的定义和术语.....	99
2.3.2 程序的控制结构.....	16	3.3 查找与排序.....	104
2.3.3 数据类型.....	22	3.3.1 查找.....	104
2.3.4 过程.....	27	3.3.2 排序.....	106
2.3.5 过程的数据传递.....	30	3.4 文件.....	108
2.3.6 变量的生命期和 Static 变量.....	32	3.4.1 文件的基本概念和术语.....	108
2.3.7 输入/输出.....	33	3.4.2 文件索引结构.....	110
2.4 面向对象程序语言的基本 特征.....	34	3.5 应用举例.....	111
2.4.1 对象概述.....	34	3.5.1 最大花费与最小花费.....	111
2.4.2 类与对象.....	36	3.5.2 分酒问题.....	115
2.4.3 类定义.....	41	小结.....	119
2.4.4 类继承.....	42	练习题.....	120
2.4.5 多态性.....	46	第四章 在 Visual Basic 环境下 编制应用程序	122
2.4.6 类继承带来的新问题.....	47	4.1 应用(程序)系统的体系结构.....	122
2.5 网络计算时代的编程语言.....	50	4.2 图形用户界面.....	123
2.5.1 HTML 和 XML.....	51	4.2.1 GUI 的诸元素及其实现.....	123
2.5.2 脚本语言.....	54	4.2.2 VB 平台界面.....	125
2.5.3 网络编程语言.....	56	4.3 Windows 编程环境.....	133
小结.....	60	4.4 Windows 环境下的 VB 编程.....	134
练习题.....	61	4.4.1 VB 程序设计的特点.....	134
		4.4.2 消息和事件驱动.....	137
		4.5 创建 VB 应用程序的步骤.....	138
		4.6 应用程序举例.....	140

4.6.1 问题的描述	140	问题	218
4.6.2 需求分析	141	6.4.2 构造原则	219
4.6.3 设计	142	6.4.3 构造的风格	220
4.6.4 界面设计	142	6.5 软件测试	222
4.6.5 实现	144	6.5.1 测试技术	222
小结	158	6.5.2 集成测试策略	226
练习题	158	6.5.3 其他测试	228
第五章 多媒体与多媒体应用		6.5.4 测试文档	228
开发	160	6.5.5 面向对象软件测试	229
5.1 多媒体	160	6.6 软件维护	231
5.1.1 什么是多媒体	160	小结	233
5.1.2 多媒体的应用	164	练习题	234
5.2 多媒体计算机系统	165	第七章 软件工程与软件过程	
5.2.1 多媒体计算机系统	166	管理	235
5.2.2 多媒体计算机 MPC	167	7.1 软件工程概述	235
5.3 多媒体技术与设备	169	7.2 软件工程过程	237
5.3.1 音频设备	169	7.2.1 软件过程活动	237
5.3.2 视频设备	170	7.2.2 软件过程模型	240
5.3.3 存储光盘	171	7.2.3 一个实用的应用开 发过程模型	244
5.4 多媒体应用开发	173	7.2.4 软件过程标准	246
5.4.1 多媒体应用软件的 制作过程	174	7.3 软件质量保证	247
5.4.2 多媒体数据的准备	176	7.3.1 软件质量与度量	247
5.4.3 多媒体开发工具与平台	179	7.3.2 软件质量保证	250
5.5 VB 多媒体程序设计	180	7.4 软件项目管理	254
5.5.1 蝶恋花的动画程序制作	181	7.4.1 风险管理	255
5.5.2 影片播放程序的制作	185	7.4.2 项目计划	257
小结	187	7.4.3 项目调度和追踪	259
练习题	187	7.5 软件配置管理	262
第六章 软件开发活动	188	7.6 软件开发环境和技术 基础设施	265
6.1 软件生存周期	188	小结	271
6.2 软件需求	193	练习题	272
6.2.1 需求工程	193	第八章 操作系统	273
6.2.2 导出需求	194	8.1 操作系统概述	273
6.2.3 分析模型	197	8.2 操作系统的特性	274
6.3 软件设计	206	8.3 操作系统的功能	276
6.3.1 设计的基本原则	207	8.4 操作系统的种类	278
6.3.2 设计模型	209	8.5 操作系统的结构	283
6.3.3 设计用的 UML	213	8.6 操作系统的资源管理	285
6.3.4 设计说明书的书写	216	8.6.1 进程管理	285
6.4 软件构造	218	8.6.2 存储管理	295
6.4.1 有关软件构造的几个		8.6.3 设备管理	299

8.6.4 文件管理	303	10.8.2 SQL 语言基础	353
8.6.5 操作系统的发展	311	10.8.3 数据操纵	354
小结	312	10.8.4 数据控制功能	361
练习题	313	10.8.5 数据定义功能	361
第九章 几种常见的操作系统	314	10.8.6 事务处理	365
9.1 Windows 95	314	10.8.7 触发器	366
9.2 Unix 系统	316	10.8.8 存储过程	367
9.2.1 Unix 系统的结构与特性	317	10.9 数据库应用结构	368
9.2.2 不同厂家的 Unix	318	10.9.1 集中式应用结构	369
9.2.3 Linux 系统	319	10.9.2 文件服务器结构	369
9.3 Windows NT 系统	319	10.9.3 客户/服务器结构	370
9.3.1 Windows NT 的两种形式	320	10.9.4 互联网应用结构	371
9.3.2 Windows NT 的体系结构	320	10.10 数据库访问技术	372
9.3.3 Windows NT 的主要特性	323	10.10.1 ODBC	372
9.3.4 Windows NT 的安全性	324	10.10.2 OLE DB	374
9.3.5 Windows NT 的网络服务	325	10.10.3 ADO	376
小结	326	10.11 数据库技术应用的发	
练习题	327	展——数据仓库	377
第十章 关系数据库系统	328	10.11.1 数据仓库概念	377
10.1 数据库基础	328	10.11.2 数据仓库的结构	378
10.1.1 什么是数据库?	328	小结	379
10.1.2 数据管理的发展	330	练习题	380
10.2 数据模型	333	第十一章 数据库应用系统的	
10.3 数据的完整性	337	设计与实现	382
10.4 数据库系统的特点	338	11.1 应用背景与需求说明	382
10.5 数据库保护	339	11.2 数据库设计	382
10.5.1 安全控制	340	11.2.1 概念设计	383
10.5.2 数据恢复	340	11.2.2 设计关系模式	384
10.6 关系数据库	341	11.2.3 确定数据库应用的	
10.6.1 数据库系统模式的		功能	386
概念	341	11.3 数据库开发环境	387
10.6.2 关系数据库的组成	344	11.3.1 VB 中的数据访问	388
10.6.3 关系规范化	345	11.3.2 VB 数据库体系结构	388
10.7 关系数据库设计	348	11.4 创建数据库	389
10.7.1 数据库设计规范	348	11.5 创建数据库应用程序	400
10.7.2 实体-联系模型		11.5.1 数据控件与数据	
(E-R 模型)	350	感知控件	401
10.8 SQL 语言	351	11.5.2 Data 控件应用程序	
10.8.1 SQL 概述	351	示例	403
		11.5.3 使用 ADO 数据访问	
		控件	404
		小结	412
		练习题	413

第十二章 计算机网络概述	414	13.3.1 网络操作系统概述.....	448
12.1 什么是计算机网络.....	414	13.3.2 Windows NT.....	449
12.1.1 什么是局域网.....	415	13.4 建立网络环境.....	450
12.1.2 园区网、城域网和广域网.....	416	13.4.1 网络软件需要考虑的问题.....	451
12.2 网络中的信号传输.....	417	13.4.2 用户账户的管理.....	452
12.2.1 数字信号.....	417	13.4.3 用户组的管理.....	453
12.2.2 模拟信号.....	418	13.4.4 网络文档的编制.....	454
12.2.3 信号传输方法的比较.....	418	13.5 网络环境的安全性.....	455
12.2.4 位同步.....	419	13.6 Windows NT 4.0 组网实例.....	456
12.2.5 基带和宽带传输.....	419	小结.....	458
12.3 网络的拓扑结构.....	420	练习题.....	459
12.3.1 总线型结构.....	420	第十四章 网络程序设计	461
12.3.2 星型结构.....	421	14.1 Windows Socket 程序设计.....	461
12.3.3 环型结构.....	422	14.1.1 Windows Socket 编程特点.....	462
12.3.4 网状结构.....	422	14.1.2 Socket 的建立流程.....	463
12.4 网络的传输介质.....	423	14.1.3 编程实例介绍.....	464
12.4.1 同轴电缆.....	423	14.2 CGI 程序设计.....	467
12.4.2 双绞线.....	424	14.2.1 一个简单的实例.....	469
12.4.3 光纤.....	425	14.2.2 Form 输入的分析和解码.....	471
12.4.4 无线传输.....	425	14.2.3 利用 CGI 产生 HTML 输出.....	473
12.5 网络适配器.....	427	14.3 ASP 编程.....	474
12.5.1 网卡的工作原理.....	427	14.3.1 ASP 语法简介.....	475
12.5.2 网卡的配置.....	428	14.3.2 ASP 内建对象.....	476
12.6 网络软件.....	428	14.3.3 服务器组件.....	476
小结.....	429	14.3.4 ASP 应用实例.....	477
练习题.....	430	14.4 Java 语言的网路程序设计.....	479
第十三章 网络协议与网络操作系统	432	14.4.1 100%的 Java.....	479
系统.....	432	14.4.2 Java Applet.....	480
13.1 OSI 参考模型.....	432	14.4.3 利用 Java 开发 Socket 应用程序.....	483
13.1.1 OSI/RM 的协议层次.....	433	14.4.4 Java 开发工具.....	488
13.1.2 协议服务.....	436	小结.....	489
13.1.3 IEEE 802 系列标准.....	438	练习题.....	490
13.2 网络传输协议.....	439	参考文献	491
13.2.1 NetBEUI.....	439		
13.2.2 TCP/IP 协议.....	440		
13.2.3 串行链路上的 SLIP/PPP 协议.....	447		
13.3 网络操作系统.....	448		

第一章 导 论

当今社会信息化程度日益加深，各行各业都利用计算机处理信息。随着网络的普及，人们的生活、工作、娱乐方式正在发生改变，能坐在家里获取各种有用的知识和信息，使生产能力更强、工作更有效。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。作为信息处理工具的计算机似乎有神奇的力量，什么都能干，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，全部执行完就达到所需的要求了。下面先来谈谈程序的特性。

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。也就是说程序是指示一个计算机动态执行的序列。正因为如此，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，内容上要能得到计算结果。在后面的章节中将会知道，程序的动态执行就是进程。

程序由程序语言抽象的符号表达

人们怎么来表示程序呢？用机器码最直接，它是机器可以直接“读懂”的语言，但编起来太麻烦，一整版 32 位 1 和 0 的组合谁读都会错。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，即要在符号和电信号之间进行转换。于是用八进制数、十六进制数编程，这样要容易读多了，也容易转换。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”就成了用汇编程序作“翻译”。把符号表示翻译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，也就是说，完成了抽象到具体的映射。更进一步出现了高级语言，完全不需要考虑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，让编译程序将其翻译为机器码程序。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转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。

编程语言越是高级越宜人、越自动，翻译程序任务越重，所以，编程语言的设计与实现是软件技术中重要的一环。下一章中将介绍程序设计语言。

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写出程序，它同时表达了语义，即该程序要做的计算。翻译是语义等价的，执行后，或是改变(加工)了数据或是提供一组动作。对一组数据进行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。算法使数据由初始态变为终止态。按解题的算法排定顺序，当然同样的数据改变可以用不同的算法，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。

数据一般用于描述事物的属性和状态，人们往往因不善于设计数据结构致使程序质量低劣。算法和数据结构是软件技术中很基本的技术。第三章中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，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抽象层次更高的对象概念。

程序是分层嵌套的

利用底层的中断指令，一个程序执行到某个中间位置就暂停执行(挂起)转而执行另一个子程序，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是层层嵌套的结构。如图 1.1(a)所示。

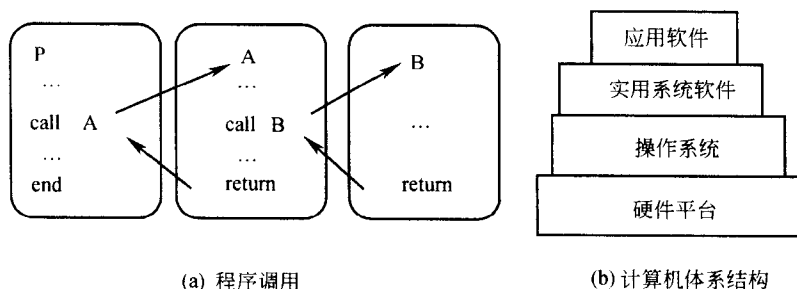


图 1.1 程序的嵌套结构

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”的三个块逆时针转 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(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(b)图中，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。这样，程序的结构是嵌套的，程序的功能是叠加的。

程序还有一个更为广义的理解，即程序是信息。人们知道信息只有大小而无形状，信息可用多种媒体(声、文、图)表示，信息的传递总要借助某种介质(媒体)。程序作为商品要以有形的介质作为载体进行交易，故称软件(Software)。软件有以下一些特性：

- 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。
 - 软件是具有使用性能的软设备。人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。
 - 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、销售形成了巨大的信息产业。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。
- 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，应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,将以软件工程方法作主线介绍软件技术。

- 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。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硬件环境及配套软件升级,导致软件做相应升级。例如 286 PC 上的 Word 3.0 字处理功能作文字编辑并没有什么大缺陷,但是,人们只愿使用最新版本的 Word。

1.2 软件的分类与应用软件

传统上把软件分两大类: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、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线正在模糊。例如,数据库系统早期只有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。

一台机器上提供的系统软件的总和叫做软件(开发)平台,在此平台上应用开发者编制应用程序。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。最终用户只需做使用培训,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,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。本书就技术特点分类。

- **业务软件** 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。当今系统模拟软件的实时性要求不亚于系统软件设计。

- **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。每个产品(如电冰箱、导弹)中放一单片机,其中的软件即可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(一般是一微秒到一秒)。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。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** 以非数值算法解题,一般有一个知识库,存放知识和规则。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 几种常用软件

随着计算机应用的不断深入,各种对计算机软件的需求也不断增加。为满足各种需要,人们开发了各种类型的软件,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。下面介绍一些常用的软件。

- **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,它管理着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 Windows、OS/2、NetWare、Linux、SCO Unix 等;运行于苹果电脑上的 Mac OS;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像的。

- **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