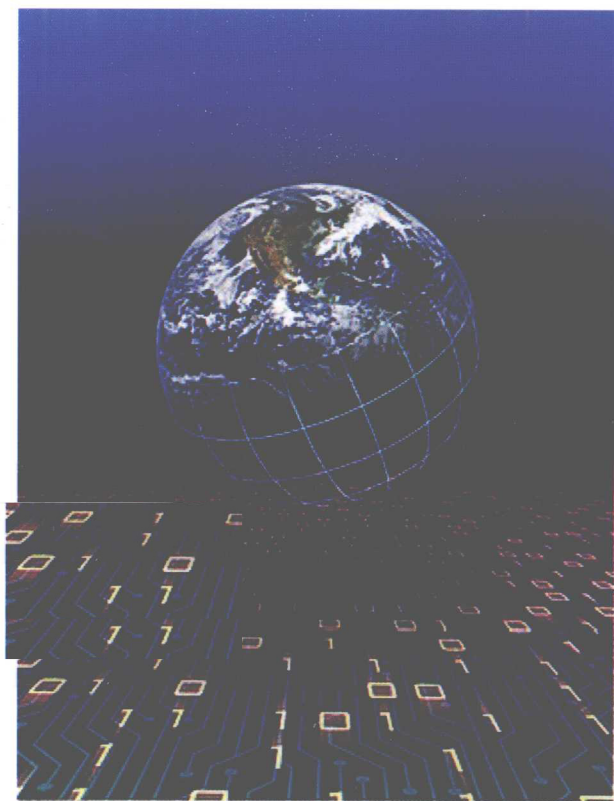


高等学校计算机应用规划教材

计算机软件技术基础

- ◆ 计算机软件技术特征和类型
- ◆ 程序设计语言技术
- ◆ 多媒体技术
- ◆ 算法的表示和类型
- ◆ 数据结构的特征和类型
- ◆ 数据库技术
- ◆ 软件工程



王东青 编著

清华大学出版社

高等学校计算机应用规划教材

计算机软件技术基础

王东青 编著

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本教材对计算机软件技术基础进行了全面讲述。全书共分 6 章, 分别从计算机软件的概念和类型、程序设计语言、多媒体技术、算法和数据结构、数据库技术、软件工程等方面全面介绍了计算机软件技术的思想、理论、方法和技术。本书思路清晰、结构合理、内容全面、示例丰富、详略得当、语言流畅、图文并茂, 可作为高等院校计算机软件技术基础课程的教材, 也可作为各类计算机软件技术培训班的教材, 还可以作为有意学习计算机软件技术知识人员的入门参考书。

本书对应的电子教案和习题答案可以到 <http://www.tupwk.com.cn/downpage> 网站下载。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签, 无标签者不得销售。

版权所有, 侵权必究。侵权举报电话: 010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

计算机软件技术基础 / 王东青 编著. —北京: 清华大学出版社, 2010.4
(高等学校计算机应用规划教材)

ISBN 978-7-302-22362-7

I. ①计… II. ①王… III. ①软件—高等学校—教材 IV. ①TP31

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 055671 号

责任编辑: 胡辰浩(huchenhao@263.net) 袁建华

装帧设计: 孔祥丰

责任校对: 成凤进

责任印制: 王秀菊

出版发行: 清华大学出版社

地 址: 北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编: 100084

社 总 机: 010-62770175

邮 购: 010-62786544

投稿与读者服务: 010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈: 010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者: 北京鑫丰华彩印有限公司

装 订 者: 三河市新茂装订有限公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 185×260 印 张: 10.25 字 数: 237 千字

版 次: 2010 年 4 月第 1 版 印 次: 2010 年 4 月第 1 次印刷

印 数: 1~5000

定 价: 18.00 元

产品编号: 023811-01

前 言

计算机技术的应用已经渗透到各个领域，逐渐成为一种社会生活和工作的必备技能。现在越来越多的应用软件需要依靠非计算机专业人员的设计与开发，很多系统软件与应用软件由非计算机专业人员来使用。我国高校非计算机类专业都开设了计算机软件技术基础课程，目的在于培养学生在掌握计算机软件技术基本知识的基础上应用计算机软件技术思考问题、分析问题和解决问题的能力，促进学生综合素质的提高。本教材是针对计算机软件技术基础课程的要求编写的，可以满足该课程教学内容的基本要求。

计算机软件技术包含的内容是非常丰富的，要想在一门课程中把软件技术的所有内容都包含在内，并且做到内容详略得当，是一件十分艰苦的工作。我国许多专家和学者在这方面做了大量的实践工作，总结出了许多经验，也出现了一批很好的教材。计算机软件技术的发展是非常快的，如何能在一本教材中完整地体现计算机软件技术的基础特点和发展状况，让学生能够及时了解和掌握最新的计算机软件技术的基础知识和技能，真正发挥本门课程的作用，是摆在许多承担计算机软件技术基础课程教学和研究工作的教师和专家面前的一项难题。作者在高校一直从事有关计算机软件技术基础课程的教学和研究工作，收集了大量有关计算机软件技术的资料和案例，也尝试使用过多本不同的教材，对该课程教材的教学需求和学生期望有深切的体会和了解。

本教材在编写过程中，参考了国内外大量相关文献资料，力求体现如下三个特点：既全面介绍、又突出重点，做到点面结合；既讲述理论，又举例说明，做到理论与实践相结合；对重要的基本概念，既有中文解释，又有英文说明。点面结合，要求教材在全面讲述计算机软件技术时，既不能陷于对所有相关内容蜻蜓点水式地介绍，又不能忽略对重点内容的深入讲述。理论与实践相结合，在举例说明时，尽量结合实际情况，给出内涵丰富、有趣的示例，以便促进学生对基本概念和理论的理解与掌握。对重要的基本概念和术语，作者在查阅大量资料的基础上，尽量给出准确的、权威的定义，以方便教师的教学讲解和学生的阅读学习，并尽可能地标注上对应的英文。

本书是集体智慧的结晶，除封面署名外，参加本书编写和制作的人员还有洪妍、方峻、何亚军、王通、高娟妮、严晓雯、杜思明、孔祥娜、张立浩、孔祥亮、陈笑、吴啸天、蒋小冬、牛静敏、牛艳敏、何俊杰等。由于作者水平有限，本书不足之处也在所难免，欢迎广大读者批评指正。我们的电子邮箱是 huchenhao@263.net，电话 010-62796045。

作者

2010年1月

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 什么是计算机软件技术	1
1.2 软件分类	2
1.2.1 系统软件	2
1.2.2 编程软件	6
1.2.3 应用软件	9
1.3 软件架构	13
1.4 本章小结	14
1.5 复习题和思考题	15
1.5.1 复习题	15
1.5.2 思考题	15
第 2 章 程序设计语言	16
2.1 典型示例	16
2.2 程序设计语言的演变简史	19
2.3 程序设计语言的分类	21
2.4 程序设计语言的基本元素	23
2.4.1 语句和表达式	23
2.4.2 注释	25
2.4.3 数据类型	27
2.4.4 程序控制结构	31
2.4.5 子例程	38
2.5 本章小结	39
2.6 复习题和思考题	39
2.6.1 复习题	39
2.6.2 思考题	40
第 3 章 多媒体技术	41
3.1 概述	41
3.2 多媒体数据压缩技术	42
3.2.1 常见的压缩方法和标准	42
3.2.2 RLE	43
3.2.3 Huffman 编码法	44

3.3	图像	45
3.3.1	矢量图和位图	45
3.3.2	颜色	46
3.3.3	典型的图像文件格式	46
3.4	音频	47
3.4.1	数字音频的特点	47
3.4.2	音频文件格式	48
3.5	视频	49
3.5.1	数字视频的特点	49
3.5.2	视频文件格式	49
3.6	动画	50
3.6.1	动画基本原理	50
3.6.2	动画的主要技术	51
3.7	多媒体软件开发过程	52
3.8	本章小结	52
3.9	复习题和思考题	53
3.9.1	复习题	53
3.9.2	思考题	53
第4章	算法与数据结构	54
4.1	算法概述	54
4.1.1	算法示例	54
4.1.2	算法的概念	55
4.1.3	算法的表示方式	55
4.1.4	算法的复杂度分析	59
4.1.5	算法的分类	60
4.2	递归法	62
4.3.1	递归法的特征	62
4.3.2	Hanoi 塔	64
4.3	搜索算法	66
4.3.1	顺序搜索算法	66
4.3.2	二分搜索算法	68
4.3.3	散列搜索算法	70
4.4	排序算法	71
4.4.1	冒泡排序	71
4.4.2	插入排序	72
4.4.3	选择排序	74

4.5	数据结构概述	75
4.6	集合	78
4.7	线性表	78
4.7.1	线性表的基本特点	78
4.7.2	顺序表	79
4.7.3	链表	81
4.7.4	栈	83
4.7.5	队列	84
4.8	树	84
4.8.1	树的特点	84
4.8.2	二叉树的特点	86
4.9	图	88
4.9.1	图的定义和特点	89
4.9.2	图的表示方法	90
4.9.3	图的主要操作	91
4.10	本章小结	92
4.11	复习题和思考题	92
4.11.1	复习题	92
4.11.2	思考题	93
第 5 章	数据库技术	94
5.1	数据库技术应用示例	94
5.2	数据库技术概述	95
5.2.1	数据库技术的演变过程	95
5.2.2	数据库技术的概念	98
5.2.3	数据库模型和数据库建模	98
5.2.4	数据库存储结构	100
5.2.5	数据库管理系统的组成结构	102
5.2.6	数据库技术的作用和影响	102
5.3	关系型数据库技术	103
5.3.1	基本概念	103
5.3.2	数据库范式	104
5.3.3	数据库对象	106
5.3.4	实体关系图	107
5.3.5	数据完整性	108
5.3.6	数据库的安全性	109
5.3.7	数据库开发过程	110
5.4	SQL 语言	111
5.4.1	SQL 语言的特征	111

5.4.2	数据控制语句	112
5.4.3	数据定义语句	112
5.4.4	数据操纵语句	113
5.4.5	数据类型	114
5.5	数据库技术的发展趋势	114
5.5.1	数据库技术面临的挑战	114
5.5.2	数据库技术的发展趋势	115
5.6	本章小结	116
5.7	复习题和思考题	117
5.7.1	复习题	117
5.7.2	思考题	117
第 6 章	软件工程	118
6.1	概述	118
6.2	软件开发的主要活动	119
6.2.1	软件需求分析	119
6.2.2	软件设计	123
6.2.3	软件编码	127
6.2.4	软件测试	128
6.2.5	软件维护	134
6.3	软件过程和软件过程模型	134
6.3.1	软件过程	135
6.3.2	软件过程模型	137
6.3.3	能力成熟度模型	140
6.4	软件配置管理	142
6.5	软件质量管理	142
6.5.1	软件质量因素	143
6.5.2	软件质量保证	144
6.6	软件复用	145
6.7	软件项目管理	146
6.7.1	软件项目管理框架	146
6.7.2	软件项目计划过程	148
6.7.3	软件评估和控制过程	149
6.8	本章小结	150
6.9	复习题和思考题	150
6.9.1	复习题	150
6.9.2	思考题	151
	参考文献	152

第1章 概 述

计算机软件技术是计算机技术的一个重要组成部分，是计算机技术领域中最活跃的领域之一，是衡量计算机技术发展阶段的重要标志。计算机软件技术与计算机技术的应用密切相关。目前，在我们的日常生活、工作、学习、娱乐等领域中，处处都可以看到计算机软件技术的应用。登录网站、浏览各种信息，网站就是一种计算机软件技术的应用；去银行办理业务，离不开计算机程序的支持；写年终工作报告、给客户发送电子邮件，同样离不开计算机软件工具。本章将对计算机软件技术的概念、类型、体系架构等内容进行概述。

1.1 什么是计算机软件技术

为了理解什么是计算机软件技术，给出计算机软件技术的定义，本节将研究以下几个问题：什么是计算机软件，什么是计算机程序，计算机软件和计算机程序的关系，计算机软件和计算机硬件的关系。

软件是一个非常宽泛的概念，与硬件相对应，例如电影、电视、音乐、文档记录等都是软件。从城市建设角度来讲，下水管道、地铁交通、百货商场等都是硬件设施，而法律制度、规章制度、管理水平等则是软件。

由商务印书馆出版的现代汉语词典中，对软件的解释如下：“①计算机系统的组成部分，是指指挥计算机进行计算、判断、处理信息的程序系统或设备。包括汇编程序、操作系统、编译程序、诊断程序、控制程序、数据管理系统等。②借指生产、科研、经营等过程中的人员素质、管理水平、服务质量等。”在这个定义中，软件不仅仅是指计算机软件，还包括其他广义上的含义。

在计算机领域中，计算机软件(**computer software**)，简称为软件，是指在计算机系统中执行特定任务的计算机程序、算法和文档的集合。本书中的软件，如果没有特别强调，均指计算机软件。

软件包含了程序。计算机程序(**computer programs**)，简称程序，是指计算机的指令序列。计算机工作时离不开程序，当计算机的中央处理器执行计算机指令时，就是程序在运行。程序通常分为源代码和可执行程序两大类。源代码是指以程序设计语言编写的、可读的语句和声明的集合，程序设计人员的工作就是使用程序设计语言编写源代码，源代码经过编译后转变为计算机可以执行的程序；可执行程序是指包含了计算机可以直接执行的指令的文件。为了与源代码相区别，可执行程序又被称为二进制代码。当在市场上购买软件时，通常购买的就是程序的可执行版本。从这里来看，计算机软件不等同于计算机程序，

其外延要大于计算机程序。

软件也离不开算法。算法(algorithm)是数学、计算机等学科领域中的一个重要概念,是指一种有限指令的序列,是解决特定问题的明确的详细步骤,通常用于计算和数据处理。软件的目的就是完成特定的任务,由程序和算法具体来承担。

文档也是软件的重要内容。软件文档是指伴随软件存在的文本文档,用于解释软件的工作原理、使用方法、技术特点等内容。在软件的设计、开发和使用过程中,常见的文档包括需求分析、系统设计、算法描述、用户手册、技术服务、市场推广计划等。

例如,操作系统作为一种软件,包含了各种操作命令程序、命令中处理数据的各种算法以及用户手册等文档。

计算机软件与计算机硬件是相互协同工作的。计算机硬件指计算机系统的物理部分,包括主板、显示器、CPU、RAM 内存、硬盘、键盘、鼠标、电源等,用于存储和运行计算机软件。如果缺少了计算机软件,计算机硬件是毫无用途的。从计算视角来看,计算机软件的有序指令可以按照某种顺序改变计算机硬件的状态,实现用户的需要。从形状上来看,计算机硬件是指有形的、可触摸的实际物体,而计算机软件则是无形的、不可触摸的抽象实体。

经过上面的分析可知,软件是一种产品,涉及到像操作系统、程序设计语言、算法等许多不同的技术。因此,计算机软件技术是与软件的设计、实施和使用相关的多种技术的统称。软件的设计与实施涉及到程序设计语言、算法和数据结构、数据库系统、多媒体、软件工程等技术,软件的使用涉及到质量、可靠性、专利、知识产权、道德、法律等管理和技术。

1.2 软件的分类

对软件进行分类是深入认识和理解软件的一种方式。软件的分类方式有很多种,例如,可以根据软件的功能进行分类,也可以根据软件的不同开发方式进行划分,还可以从软件的使用方式进行分类。根据软件的功能来划分是一种主要的分类方式,可以把软件分为系统软件、编程软件和应用软件 3 大类型。下面,我们将详细分析这些软件类型的特点,最后再讨论一下其他分类方式的软件类型的特点。

1.2.1 系统软件

系统软件(system software)指管理和控制计算机硬件、使计算机工作的软件。系统软件是一种非常重要的软件类型,它为用户提供了一种操作计算机硬件的便捷方法,为其他程序提供了运行的基础。对应用程序编程人员来讲,系统软件可以屏蔽计算机硬件例如打印机、显示器、键盘的访问细节,减轻编程人员的工作负担。另外,系统软件还可以增强计算机内存管理、处理器管理的安全性和稳定性等。

系统软件与应用软件不同，应用软件有助于提高终端用户的生产效率，例如用户使用 Word 软件来编写文档，通过网络玩游戏，这里的 Word 软件、游戏软件都是应用软件。系统软件则用于执行像把内存中的数据写入到磁盘中、把从键盘上输入的字符显示在显示器上等任务。

虽然操作系统是最主要的系统软件，但是系统软件并不等同于操作系统。根据系统软件的功能特点，可以继续划分为操作系统、设备驱动程序、实用工具以及其他系统软件。

1. 操作系统

操作系统(operating system, OS)是位于计算机系统硬件和软件之间的接口，负责管理和协调计算机硬件的操作和计算机有限资源的共享。各种应用程序都是通过宿主在操作系统中在计算机上运行。几乎所有的计算机，包括手持计算机、桌面计算机以及超级计算机，甚至游戏机，都离不开操作系统的支持。

操作系统为系统程序、用户接口、应用程序和硬件提供了许多服务，应用程序通过系统调用访问这些服务、通过设备驱动程序使用硬件。操作系统作用的层次结构示意图如图 1-1 所示。

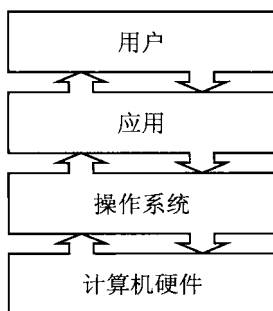


图 1-1 操作系统作用的层次结构示意图

出现于 1946 年、重达 30 吨的 ENIAC(Electronic Numerical Integrator and Computer)是公认的第一台电子计算机，装有 1 万 7 千多个电子管、1 万多个电容器和 6 千多个开关，占地面积 160 多平方米，耗电 174 千瓦，制造费用高达 45 万美元，但是这台“埃尼亚克”计算机是没有操作系统的。到了 20 世纪 60 年代初，可以执行作业的批处理系统出现在大型计算机上，一次只能运行一个程序。

1969-70, Ken Thompson 在 DEC 公司的 PDP-7 小型计算机上使用汇编语言写出了第一个 UNIX 操作系统。由于该操作系统提供了多任务管理、内存管理、内存保护等诸多新功能，很快地在许多计算机上流行起来。

操作系统可以完成程序的执行，其主要功能包括进程管理、内存管理、设备管理、文件管理、网络支持、安全管理等。

程序的每一次执行，操作系统就会创建一个进程。操作系统为每个进程建立一个用于描述进程状态和资源信息的数据结构，向进程分配资源、允许进程间共享和交换信息、保护进程的资源等。进程管理包括进程创建、进程调度、进程间通信、撤销进程等。

操作系统允许同时执行多个程序，负责管理程序使用的所有系统内存，确保多个程序之间不发生内存使用方面的冲突。内存管理包括分配回收内存、内存保护、内存映射、虚拟内存管理等。

设备主要是指键盘、鼠标、显示器、打印机、磁盘、磁带、光盘驱动器等输入输出设备，设备管理是指操作系统对这些设备进行分配、调度等操作。

为了使访问数据的速度更快、更可靠并且可以更加充分地利用磁盘空间，计算机将数据以文件的形式存储在磁盘上。读取磁盘上的文件是操作系统的一项重要功能。文件管理是指操作系统对存储空间的分配和回收以及对文件的读写、查找、打开、关闭、删除等操作。

计算机网络是指互相连接的计算机和计算机设备的集合，允许计算机之间互相通信、共享资源(文件、打印机等)和信息。当前，绝大多数的操作系统都支持各种网络协议。

安全是计算机的一个重要问题。安全的计算机系统依赖于许多技术的正确运用。操作系统为应用程序提供了访问各种资源的功能，但是操作系统必须能够区分哪些操作请求是合法的，哪些操作请求是非法的。对于合法的操作请求，操作系统还应该能对其进行跟踪。操作系统应该具备安全管理功能。

当前，主要的操作系统包括微软公司的 Windows 系列操作系统、Unix 和类 Unix 操作系统、苹果公司的 Mac OS X 操作系统、Linux 操作系统等。

微软公司发布了多个不同系列、不同版本的操作系统。发布于 1982 年的 MS-DOS 1.0 是微软公司最早的操作系统，当然这只是一个字符界面的操作系统。Windows 系列操作系统推出之后，从 MS-DOS 6.22 开始不再单独发布，而是集成在了 Windows 系列操作系统中，直至 2000 年微软宣布终止 MS-DOS 的开发。1985 年 11 月微软公司发布了具有 GUI(graphical user interfaces, 图形化用户界面)的 Windows 1.0 系统。当时，该版本的操作系统被认为是 MS-DOS 的图形化操作工具而已。1987 年 10 月发布的 Windows 2.0 虽然在多窗口叠盖、扩展内存管理等方面有所增强，但是仍没有引起人们足够的关注。1990 年发布的 Windows 3.0 和 1992 年发布的 Windows 3.2 在虚拟内存管理、设备驱动程序等方面有所突破，并且采用汇编语言重写了一些关键命令，提供了一定程度的网络支持、多媒体管理等。1995 发布的 Windows 95 是微软公司最成功的操作系统产品之一，Windows 95 完全摆脱了 MS-DOS 的控制，具有全新的桌面形式、硬件即插即用功能、允许使用长文件名、采用抢占式多任务技术、扩大了网络功能、运行速度更快等，是一个完整的 32 位操作系统。1998 年发布的 Windows 98 和 Windows Me 都是从 Windows 95 演变而来的，被称为 9x 系列。Windows 操作系统的另外一个系列是 NT 系列。Windows NT 是微软于 1993 年 7 月发布的，NT 是 New Technology 的缩写。Windows 2000、Windows XP、Windows Server 2003、Windows Vista、Windows Server 2008、Windows 7 等都是基于 Windows NT 操作系统的。微软公司发布的系列操作系统的演变示意图如图 1-2 所示。

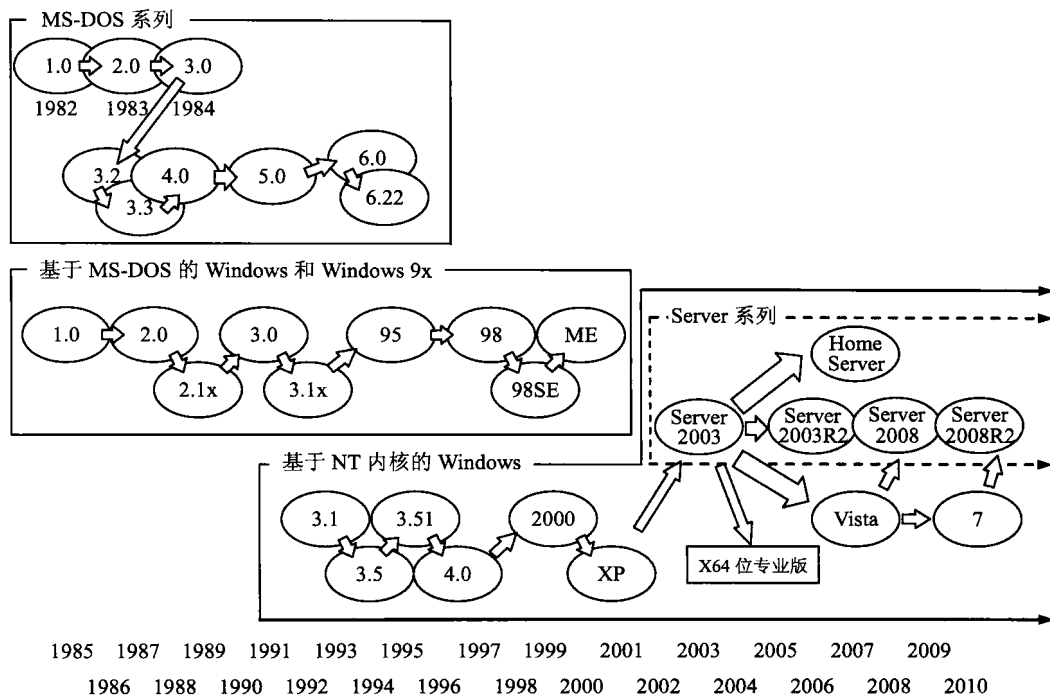


图 1-2 微软公司系列操作系统的演变示意图

Unix 最早是由 AT&T 贝尔实验室于 1969 年开发出来的，主要开发人员包括 Ken Thompson、Dennis Ritchie、Douglas McIlroy 等人。Unix 最初是用汇编语言编写的。1973 年，Ken Thompson 等人用 C 语言重新编写了 Unix，使得 Unix 的可移植性大大增强。Unix 是一个可移植的、多任务、多用户的操作系统。Unix 操作系统有许多特点，例如采用纯文本存储数据、层次性文件系统、把设备看作是文件、包含了许多软件工具等。目前，Unix 操作系统有许多不同的系列，主要包括 Free BSD、Net BSD、Sun OS、AIX、OpenServer、Solaris、HP/UX 等。

Mac OS X 是由美国苹果电脑公司开发的操作系统。从 2002 年开始，该操作系统被安装在所有的 Macintosh 计算机系统中。Mac OS X 中的 X 表示罗马数字 10。该操作系统是基于 Unix 的操作系统。Mac OS X 操作系统在兼容性以及影像模式、颜色、GUI 元素、Unicode 字符支持、绘图、目录加密、搜索、工作协同等方面都有显著的特点。

Linux 操作系统是一套免费使用和自由传播的类 Unix 操作系统。该系统是由世界各地的成千上万名程序员设计和实现的，其目的是建立不受任何商品化软件的版权制约的、全世界都能自由使用的 Unix 兼容产品。Linux 是 1991 年由芬兰赫尔辛基大学的学生 Linus Torvalds 设计的。其最初的想法是设计一个代替 Minix 系统的操作系统，该操作系统可用于 386、486 或奔腾处理器的个人计算机上，具有 Unix 操作系统的全部功能。Linux 以其高效性和灵活性著称，它能在 PC 计算机上实现全部的 Unix 特性，具有多任务、多用户的能力。Linux 属于自由软件，用户无需支付任何费用就可以获得其源代码，然后可以根据

自己的需要对它进行必要的修改。Linux 可以兼容大部分的 UNIX 系统。Linux 的核心程序的著作权归 Linux 本人所有，其他应用程序则归各自的作者所有。

2. 设备驱动程序

设备驱动程序(device driver)是一个允许高级计算机软件与硬件进行交互的程序。高级计算机软件一般独立于特定的计算机硬件，只是具备与硬件交互的功能框架。每种特定的设备例如打印机、网卡，都有具备功能框架要求的操作该设备的具体命令，这些具体的命令称为设备驱动程序。设备驱动程序从高级计算机软件处接受一般的命令，然后把这些命令分解成一系列低级的、与特定设备相关的命令，从而驱动该设备的运行。

3. 实用工具

实用工具(utility software)是一种计算机系统软件，其作用是在执行计算任务的过程中有助于管理和优化计算机硬件、操作系统或应用软件。目前，许多实用工具都已经被整合到操作系统中了。

典型的实用工具包括磁盘存储管理工具、系统配置和诊断工具、反病毒软件、文本编辑器、加密和解密工具、应用程序启动器、注册表优化工具、网络管理程序等。

磁盘存储管理工具主要用于磁盘的维护和优化，包括磁盘碎块诊断工具、磁盘检查程序、磁盘文件清理工具、磁盘空间分析工具、磁盘分区工具、磁盘备份工具、磁盘压缩工具、文件管理器、文件归档工具等。

4. 其他工具

除了操作系统、设备驱动程序和实用工具之外，系统软件还包括服务器、窗口化系统等。

服务器(server)是指向客户端提供服务的计算机硬件或服务器软件或是他们的组合。有时，服务器是指运行了服务器操作系统的计算机硬件；有时，服务器是指能够提供服务的软件程序。例如，上网浏览网页时，浏览器是客户端程序，网站则是运行在服务器计算机上的服务器端程序。通常情况下，服务器端程序和客户端程序的关系是一对多的关系，即一个服务器端程序通过网络向多个客户端程序提供服务。作为计算机硬件，服务器随着服务器软件的不同需求而不同。在 Internet 领域，服务器提供了许多服务，包括 World Wide Web、域名服务器、电子邮件服务器、FTP 服务器、即时通信服务器、在线游戏服务器等。

窗口化系统(windowing system)是图形化用户界面(graphical user interface, GUI)的组成部分，支持窗口管理器，并且为图形化硬件、定位设备(例如鼠标)、键盘提供基本的支持。Microsoft Windows、Mac OS 以及许多类 Unix 等操作系统都包含了与操作系统集成的窗口化系统。窗口化系统允许用户同时使用多个应用程序工作，每一个程序都运行在自己的窗口(屏幕中的一个矩形区域)中。

1.2.2 编程软件

编程软件(programming software)又称为编程工具(programming tool)或软件开发工具(software development tool)，是一种软件开发人员用于创建、调试、维护其他程序和应用软

件的软件工具。一般地，这些软件工具包括程序设计语言以及编译程序、调试程序、解释程序、链接程序、文本编辑程序等。这些软件工具的集合称为集成开发环境(integrated development environment, IDE)，例如 Microsoft Visual Studio 就是典型的 IDE。由于本书第 2 章将详细介绍程序设计语言，因此下面只重点介绍其他软件工具的特点。

1. 编译程序

编译程序(compiler)是一种把用某种计算机语言编写的源代码程序转变成另一种计算机语言(目标语言，通常是二进制形式，被称为目标代码)的计算机程序。这种编译的目的是使得源代码成为一种可执行的程序。

通常情况下，编译程序用于把高级程序设计语言编写的源代码转变成汇编语言或机器语言等低级语言，以便计算机能够执行。相反，把低级程序语言代码转换为高级程序语言代码的程序称为反编译程序。

- 编译过程的主要操作包括词法分析、语法分析、语义分析、代码生成和代码优化。
- 词法分析是指从左至右逐个字符对源程序进行扫描，产生一个个单词符号，把作为字符串的源程序改造成为单词符号串的中间程序。
- 语法分析的任务是在词法分析的基础上将单词符号串组合成各类语法短语，如程序、语句、表达式等。语法分析程序判断源程序在结构上是否正确、是否满足语法规则等。
- 语义分析也是编译过程的一个逻辑阶段，其任务是对结构上正确的源程序进行上下文有关性质、类型进行审查，并且报告错误。例如常见的语义错误包括：表达式中数组变量的使用方式错误、赋值语句的右端与左端的类型不匹配等。
- 代码生成是把源代码的内部表示形式转换为可以由计算机识别和执行的机器码形式的过程。对于复杂的编译程序，为了对代码进行优化，在生成代码时会生成各种中间代码形式。
- 为了使程序执行得更快、占用更少的内存资源、提高程序的效率等，对代码进行调整的过程称为代码优化。

2. 调试程序

调试程序(debugger)是一种测试和诊断其他程序的计算机程序。在集成开发环境中，当发现了程序的错误时，对于源代码级的错误，调试程序将显示出错误在源代码中的位置。如果是针对低级语言或机器语言的调试，则错误位置会以反汇编的形式显示出来。

另外，调试程序还有其他一些功能，例如逐步运行程序、在设置的断点处中止程序的执行、跟踪特定变量的值等。

3. 解释程序

一般地，解释程序(interpreter)是指执行某种编程语言编写的指令的计算机程序。解释和编译是程序设计语言实现计算的两种主要方式。但是，这两种计算方式并非是绝对不同的，原因是大多数的解释程序也像编译程序一样执行一些翻译工作。

对于一个解释程序而言，它可以以多种方式执行计算机指令：直接执行源代码，例如具有 C#语法特点的 XMLmosaic 语言的解释程序；将源代码翻译成更有效率的中间代码然后执行，例如 Perl、Python、MATLAB、Ruby 等语言都是这种类型的解释程序；明确执行由解释程序的编译功能生成的预编译代码，例如 Java 语言，Python 语言也可以先生成预编译的 .pyc 代码，然后再执行。

中间代码可以是独立的机器代码，然后被链接程序链接起来，再由解释程序或编译程序来执行。

4. 链接程序

链接程序(linker)是指把一个或多个由编译程序生成的对象合并成为一个可执行程序的计算机程序。

计算机程序通常由多个部分或模块组成。这些并不包含在一个对象文件中的部分或模块也被称为符号。一般地，对象文件包含 3 种符号：已定义的符号、未定义的符号和本地符号。已定义的符号允许其他模块调用，未定义的符号可以调用其他已定义的符号，本地符号则是指对象文件内部使用的重定位符号。当程序由多个对象文件组成时，链接程序把这些文件合并成一个统一的可执行程序，实现符号之间的调用。

链接程序经常把来自称为库的文件集合的对象作为输入，链接程序的输出往往并不包括整个库文件，而仅仅是包含其他对象文件或库文件调用到的符号。在计算机软件领域，有各种各样的库文件。

5. 文本编辑程序

文本编辑程序(text editor)也称为文本编辑器，是用于编辑纯文本文件的计算机程序。很多情况下，文本编辑程序由操作系统或软件开发环境提供，用于对配置文件、源代码进行编辑和修改。例如，Unix 操作系统中的 vi 就是一个文本编辑器，微软的 Windows 系列操作系统中的记事本也是文本编辑器。

文本编辑程序的一般功能包括：搜索、替换功能；剪切、复制、粘贴功能；文本格式化功能；撤销、重做功能；导入其他功能；过滤等。除此之外，许多文本编辑程序还有一些特殊功能，包括：可以提示语法、提高用户编程效率的源代码编辑功能；用于管理复杂的编程项目的 IDE；用于 World Wide Web 编程的编辑器，例如 Dreamweaver、Frontpage 等；数学、物理、化学公式编辑功能等。

6. IDE

IDE 是一种为计算机编程人员提供的、具备软件开发需要的编辑、编译、调试、链接以及自动化工具的多种功能的计算机软件。IDE 也被称为集成设计环境、集成调试环境等。有时，版本控制系统和工具也被集成到 IDE 中。目前，许多 IDE 还有类浏览器、对象审查器、类图等面向对象软件开发功能。

使用 IDE 可以提高编程效率，例如在编写程序时可以随时执行编译操作、当出现语法错误时可以随时反馈错误提示等。目前，大多数的 IDE 都是可视化的，允许用户通过拖拉的形式创建并设计应用程序。

有些 IDE 支持多种编程语言，例如基于 Java 语言的 Eclipse、基于 C# 的 MonoDevelop 等都是支持多种语言的 IDE。在这种 IDE 中，提供了插件功能，允许同时安装多种语言的插件。例如，可以在 Eclipse 环境中安装 C/C++、Python、Ruby、PHP 等插件以支持相应的语言。插件也是一种计算机应用程序，它和主应用程序互相交互，以提供特定的功能。

1.2.3 应用软件

应用软件(application software)是指在计算机上运行的、支持或改进软件用户工作的计算机程序。或者说，应用软件可以直接完成终端用户的工作。从某种意义上讲，系统软件和编程软件都是为应用软件服务的，应用软件才是真正直接提高用户工作的。从目前的计算机应用现状来看，有各种各样的应用软件，许多专家也从不同的角度提出了多种不同的应用软件分类方式。

一般地，常见的应用软件类型包括：工业自动化软件、业务软件、内容访问软件、教育软件、仿真软件、多媒体开发软件、产品工程软件等。下面，分别介绍这些应用软件的特点。

1. 工业自动化软件

工业自动化(industrial automation)是指对工业生产线、工艺过程、机器进行控制以便减少人工干预的控制系统。工业自动化软件是指用于工业控制系统的应用软件，包括数字化控制、可编程逻辑控制器以及其他工业控制系统等。

数字化控制(numerical control, NC)是指由编程命令控制的机器工具的自动化。现在的 NC 又称为计算机数字化控制，其自动化往往是由 CAD/CAM 程序控制的。

可编程逻辑控制器(programmable logic controller, PLC)是一种专门为在工业环境下应用而设计的数字运算操作的电子装置。它采用可以编制程序的存储器，用来在其内部存储执行逻辑运算、顺序运算、计时、计数和算术运算等操作的指令，并能够通过数字式或模拟式的输入和输出，控制各种类型的机械或生产过程。其主要应用包括：开关量的逻辑控制、模拟量控制、运动控制、过程控制、数据处理、通信联网等。

2. 业务软件

业务软件(business software)是有助于提高业务生产效率或者度量业务生产效率的应用软件。业务软件又可以细分成多种类型，包括企业软件、企业基础设施软件、信息工作者软件等。需要指出的是，各种类型的软件之间的界限并不是很清晰，有时某种业务软件可能同时属于多种不同的类型。

企业软件(enterprise software)是指解决分布式环境中企业级管理流程和数据流程需求的软件。常见的企业软件包括财务管理软件(financial management, FM)、企业资源计划(enterprise resource planning, ERP)、客户关系管理(customer relationship management, CRM)、供应链管理(supply chain management, SCM)、执行信息系统(executive information system, EIS)、管理驾驶舱(dashboard)等。与此相对的是部门软件。部门软件是企业软件的子类，主要用于解决小型组织或大型组织的业务部门的业务管理需求，例如差旅费管理、呼叫中