



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

教育部“高等学校教学质量与教学改革工程”立项项目

主编 李建伟
编著 吴江红 马 梁 刘 依
苏 静 富 坤 韩红哲

实用操作系统教程

(第2版)

计算机科学与技术专业实践系列教材

清华大学出版社





普通高等教育“十一五”国家级规划教材

计算机科学

系列教材

教育部“高等学校教学质量与教学改革工程”立项项目

实用操作系统教程

(第2版)

主编	李建伟				
编著	吴江红	马	梁	刘	依
	苏 静	富	坤	韩	红哲

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

操作系统是计算机系统中的核心系统软件,“操作系统”课程是计算机专业的一门必修课程。本书深入浅出地阐述了操作系统的基本原理、基本结构、实现技术和运行机制。全书共分9章,依次介绍了操作系统的基本概念、进程(线程)管理、内存管理、I/O设备管理、文件管理及Linux操作系统的相关实现技术。这些知识可为读者理解、分析和应用操作系统打下坚实的专业基础。

本书内容讲解重点突出、通俗易懂,符合计算机专业“操作系统”课程教学大纲的要求,并涵盖了全国硕士研究生入学考试计算机学科专业基础综合考试大纲中操作系统部分的全部内容,每章后精选了大量典型习题和历年全国统考真题供读者练习。

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材,可用于普通高等院校计算机各专业“操作系统”课程的教材或考研参考书,也可作为广大计算机科学工作者和从事相关领域工作的工程技术人员的参考资料。

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

实用操作系统教程/李建伟主编.--2版.--北京:清华大学出版社,2016

计算机科学与技术专业实践系列教材

ISBN 978-7-302-43400-9

I. ①实… II. ①李… III. ①操作系统—高等学校—教材 IV. ①TP316

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第076203号

责任编辑:汪汉友 柴文强

封面设计:傅瑞学

责任校对:焦丽丽

责任印制:杨 艳

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦A座 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

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印装者:北京国马印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:22.5

字 数:543千字

版 次:2011年5月第1版

2016年7月第2版

印 次:2016年7月第1次印刷

印 数:1~2000

定 价:49.50元

产品编号:068251-01

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
计算机科学与技术专业实践系列教材

编 委 会

主 任：王志英

副 主 任：汤志忠

编 委 委 员：陈向群 樊晓桢 邝 坚

孙吉贵 吴 跃 张 莉

第2版前言

本书第1版自2011年出版以来多次重印,得到了广大读者的厚爱和支持。我们在深感欣慰的同时,也感谢广大读者在使用过程中提出的宝贵意见。在第1版的使用过程中,我们一方面关注学生们对教材内容的反馈,及时对发现的问题进行深入分析和总结;另一发面,也不断学习当代最新的操作系统技术,持续跟踪全国硕士研究生入学统一考试中计算机专业基础综合考试的考试大纲变化以及近几年全国统考真题。在此基础之上,我们对本书第1版的内容进行了修订、补充和调整。

本书编写前,我们对本书第1版的知识结构体系、内容编排进行了反复推敲,多次调整。相对于上一版,本书重点调整了进程管理部分的章节结构,更加突出进程同步和通信这部分内容。由于学时所限,删除了上一版教材中未列入计算机专业基础综合考试大纲的操作系统安全与保护一章。对每章结束部分的习题重新进行了整理,增加了一些典型习题和最近几年计算机专业研究生入学考试全国统考真题,使每章习题对广大读者,尤其是对考研读者更具实用性。在课堂教学中我们发现,一个好的例题往往胜过老师的长篇大论,能有效地帮助读者快速而深刻地理解所学理论知识。故在第2版中,我们在部分重点章节增添了一定数量的典型例题,更加突出本书的“例题讲解、习题巩固”的特点。

本书讲解通俗易懂,大量运用读者熟知的日常生活实例进行类比,生动而深刻地表述了操作系统的基本概念和基本原理。本书每章开头有内容提示和学习目标,指导读者阅读,帮助读者整理思路,形成清晰的逻辑体系和主线,增强了本书的可读性。同时,在本书编写过程中,结合了作者的长期教学体会,突出课程中重点、难点知识的讲解,对读者容易混淆的知识点进行了特别提醒和详细阐述,帮助读者少走弯路,节省学习时间,继续保持了第1版教材“重点突出、通俗易懂”的特点。

为了帮助读者更加深入地理解所学的理论知识,本书增加了Linux操作系统实现技术概要介绍,并将其分散到相关章节的后面。通过这部分内容的学习,读者既能及时感受到所学的操作系统理论在实际操作系统中是如何应用的,又能深入理解Linux操作系统,为今后学习、使用Linux打下良好基础。

全书共9章,适合于48~60学时的课堂教学。其主要内容包括操作系统基本理论、操作系统基本功能(进程管理、内存管理、设备管理、文件管理)、Linux操作系统介绍等。其中,对于Linux部分的教学内容,任课教师可依据本校的授课对象和授课学时自行掌握。

本书由李建伟担任主编,负责全书的统稿、校核和定稿工作。第1章~第5章由李建伟、马梁、刘依、韩红哲、张亚娟编写,第6章~第8章由吴江红、李建伟、苏静编写,第9章由李建伟、富坤、樊世燕编写。

河北工业大学计算机科学与软件学院顾军华教授仔细审阅了本书书稿,提出了许多宝贵意见,在此表示感谢。

感谢清华大学出版社的工作人员,他们为本书的顺利出版付出了辛勤的劳动。

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材,可作为高等院校计算机及相关专业的

教材,也可作为研究生入学统一考试的参考资料,还可供从事计算机及相关工作的专业人员学习操作系统原理时阅读。

本书的教学用电子课件和全部习题答案,读者可与出版社或作者联系。

本书在修订过程中汲取了众多国内外优秀操作系统教材的精华,包括 Internet 上的一些技术资料,听取了许多高校教师与广大读者的意见和建议,在此一并表示感谢。由于时间仓促以及作者水平所限,书中难免有疏漏之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2016 年 2 月

第1版前言

操作系统是计算机系统中最重要系统软件,它是硬件与软件的接口。操作系统与每个计算机用户联系密切,无论是计算机软、硬件的开发者,还是使用者,都需要了解操作系统的基本原理、基本结构和实现技术,理解操作系统的运作机制,从操作系统的高度来看待计算机系统的一切问题。

正如操作系统在计算机系统特殊地位那样,作为计算机专业重要必修课程之一的“操作系统”在计算机课程系统中起着承上启下的特殊作用。学好操作系统,可帮助学生梳理和整合以前课程所学的硬件和软件知识,做到融会贯通。2009年,“操作系统”被纳入全国硕士研究生入学统一考试计算机专业基础综合考试大纲,该课程的地位尤显重要。

本书的主要作者均为长期在一线从事“操作系统”课程教学的教师,具有丰富的教学、科研经验。近年来,随着新计算机课程的不断增加,“操作系统”和其他课程一样在逐渐压缩学时。为了适应此特点,本书内容在保证教育部高等学校计算机科学与技术教学指导委员会编写的操作系统教学大纲要求的基础上,对大纲以外的知识点进行了合理取舍,以方便老师和同学们使用。

近年来,考研人数逐年上升。我们在教学中时常发现,大部分准备考研的同学在备考时为了防止遗漏知识点,往往按照考研大纲的要求同时阅读多本教材。为了减轻这部分同学的负担,本书的编写者在编写前多次分析和讨论了考研大纲及近两年的统考真题,内容上严格比照考研大纲的要求进行编写。在每章首部,我们给出了本章的学习难点和重点,它们同时也是考研大纲规定的重要考点,希望读者在学习时给予重视。在每章的结束部分,我们精心选配了一定量的典型习题供读者使用,这些习题多源于国内知名高校的历年考研试卷和2009、2010年统考真题,这使得本书更具实用性。

本书语言通俗易懂,大量运用读者熟知的日常生活管理实例作类比,生动而深刻地表述了操作系统的基本概念和基本原理。同时,结合作者们的教学体会,突出重点、难点知识的讲解,并对读者容易忽略的疑点进行详细阐述,帮助读者少走弯路,节省学习时间。

全书共9章,适用于48~60学时的课堂教学。其内容主要包括:操作系统基本理论、操作系统基本功能(进程管理、存储管理、文件管理、设备管理)、操作系统安全与保护等。本书具有配套的实验指导教程,建议在讲完第2章后,依次穿插相关实验的讲解和布置。

全书由李建伟、刘金河担任主编,李建伟负责全书的统稿、定稿工作。参加编写的人员及分工:第1章、第3章、第4章由李建伟、刘金河、温泉编写;第2章、第5章、第6章、第7章、第8章由吴江红、任德华、苏静、李建伟编写;第9章由李建伟、张彦忠、傅灵丽编写。陈顺通、薛美云、韩炜、杜涛、代俊秋参与了本书的选材讨论及部分编写工作。感谢清华大学出版社的工作人员,他们为本书的出版付出了辛勤的劳动。

本书可作为高等院校计算机及相关专业的教材,也可作为研究生入学统一考试的参考资料,也可供从事计算机及相关工作的专业人员学习操作系统原理时阅读。

作者向出版社提供了本书的教学用电子课件和全部习题答案,有需要的老师,可与作者联系(lijianwei@hebut.edu.cn)或从出版社网站下载。

本书在编写过程中参考了大量相关文献资料,在此向参考文献的作者们深表谢意。由于编者们的才学有限,加之时间仓促,书中难免有不足之处,恳请专家及广大读者指正。

编 者
2011 年 4 月

目 录

第 1 章 操作系统概述	1
1.1 操作系统的概念	1
1.1.1 计算机系统资源	1
1.1.2 操作系统的地位	3
1.1.3 操作系统的定义	4
1.1.4 操作系统的设计目标	5
1.2 操作系统的发展历史与分类	6
1.2.1 操作系统的发展历史	6
1.2.2 操作系统分类	10
1.3 操作系统的主要功能	20
1.3.1 处理机管理功能	20
1.3.2 内存管理功能	21
1.3.3 设备管理功能	21
1.3.4 文件管理功能	22
1.3.5 用户接口管理功能	22
1.4 操作系统的主要特征	23
1.4.1 并发执行	24
1.4.2 资源共享	24
1.4.3 一切皆虚拟	25
1.4.4 异步性	26
1.5 操作系统的结构设计	26
1.5.1 无结构操作系统	26
1.5.2 模块化结构操作系统	27
1.5.3 分层式结构操作系统	27
1.5.4 虚拟机结构操作系统	28
1.5.5 微内核结构操作系统	29
1.6 操作系统的运行环境	30
1.6.1 操作系统硬件运行环境	30
1.6.2 操作系统与其他系统软件关系	36
1.7 初识 Linux 操作系统	36
1.7.1 Linux 概述	36
1.7.2 Linux 内核设计	38
1.7.3 Linux 启动和初始化过程	40
1.7.4 Linux 系统调用介绍	40

习题 1	41
第 2 章 进程、线程管理	45
2.1 进程的基本概念	45
2.1.1 程序执行过程	45
2.1.2 进程的定义和特征	49
2.1.3 进程状态和状态转换	52
2.1.4 进程控制块及其组织方式	55
2.2 进程控制	58
2.2.1 进程创建	59
2.2.2 进程执行与进程切换	60
2.2.3 进程阻塞与唤醒	61
2.2.4 进程挂起与激活	62
2.2.5 进程撤销	62
2.3 线程	63
2.3.1 进程的局限性	63
2.3.2 线程及其属性	64
2.3.3 线程状态与控制	67
2.3.4 线程间同步和通信	67
2.3.5 线程的实现	69
2.3.6 多线程模型	70
2.4 Linux 进程管理概述	71
2.4.1 Linux 中的进程及其进程控制块	71
2.4.2 Linux 中的进程控制	76
2.4.3 Linux 中的线程	77
习题 2	78
第 3 章 进程同步与通信	80
3.1 进程同步和互斥	80
3.1.1 进程同步和互斥的基本概念	80
3.1.2 信号量机制	88
3.1.3 利用信号量解决互斥问题	89
3.1.4 利用信号量解决同步问题	90
3.2 典型进程同步问题详解	93
3.2.1 生产者-消费者问题	93
3.2.2 哲学家就餐问题	96
3.2.3 读者写者问题	99
3.3 管程机制	102
3.3.1 为何引入管程	102
3.3.2 管程的定义	103

3.3.3	条件变量	104
3.3.4	管程解决生产者-消费者问题	104
3.4	进程通信	105
3.4.1	高级通信分类	106
3.4.2	消息传递系统	107
3.5	Linux 进程通信概述	110
3.5.1	管道	110
3.5.2	信号	111
3.5.3	消息队列	112
3.5.4	信号量	112
3.5.5	共享内存	112
习题 3		113
第 4 章	处理机调度	117
4.1	三级调度体系	117
4.1.1	高级调度	118
4.1.2	中级调度	120
4.1.3	低级调度	120
4.1.4	三级调度关系	121
4.2	进程调度目标和调度方式	122
4.2.1	进程调度目标	122
4.2.2	进程调度方式	123
4.3	调度算法的评价准则	124
4.3.1	面向用户的评价准则	124
4.3.2	面向系统的评价准则	125
4.4	典型进程调度算法	126
4.4.1	先来先服务调度算法	126
4.4.2	短作业(进程)优先调度算法	127
4.4.3	最短剩余时间优先调度算法	129
4.4.4	时间片轮转调度算法	129
4.4.5	优先级调度算法	130
4.4.6	高响应比优先调度算法	132
4.4.7	多级反馈队列调度算法	133
4.5	线程调度算法	135
4.5.1	用户级线程调度	135
4.5.2	核心级线程调度	136
4.6	实时调度算法	137
4.6.1	实时调度目标和所需必要信息	137
4.6.2	抢占调度和快速切换机制	137
4.6.3	典型实时调度算法	138

4.7 Linux 进程调度概述	139
习题 4	141
第 5 章 死锁	145
5.1 死锁的基本概念和产生原因	145
5.1.1 死锁的基本概念	145
5.1.2 产生死锁的原因	147
5.2 死锁的必要条件	151
5.3 死锁的处理	152
5.3.1 死锁的处理方法	152
5.3.2 资源分配图	153
5.4 死锁的静态预防	154
5.4.1 破坏互斥条件	154
5.4.2 破坏请求和保持条件	154
5.4.3 破坏不剥夺条件	155
5.4.4 破坏环路等待条件	155
5.5 死锁的动态避免	156
5.5.1 系统安全状态	156
5.5.2 银行家算法	158
5.6 死锁的检测和解除	160
5.6.1 等待图检测死锁	161
5.6.2 多体资源类死锁检测算法	161
5.6.3 死锁解除方法	163
5.6.4 鸵鸟算法	164
5.7 线程死锁	164
习题 5	164
第 6 章 内存管理	168
6.1 内存管理概述	168
6.1.1 存储器的层次结构	168
6.1.2 内存管理功能	169
6.1.3 内存管理目标	170
6.2 程序的链接和装入	171
6.2.1 几个基本概念	171
6.2.2 程序的链接	173
6.2.3 程序的装入	174
6.3 连续分配方式	176
6.3.1 单一连续分配	176
6.3.2 固定分区分配	176
6.3.3 可变分区分配	178

6.3.4	动态可重定位分区分配	184
6.4	基本分页存储管理方式	185
6.4.1	基本概念	186
6.4.2	基本分页管理的地址变换机构	187
6.4.3	多级页表	189
6.4.4	页面的共享与保护	191
6.4.5	基本分页存储管理优缺点	192
6.5	基本分段存储管理方式	193
6.5.1	分段存储管理的引入	193
6.5.2	基本分段管理的地址结构	193
6.5.3	基本分段管理的地址变换机构	194
6.5.4	分段共享与保护	195
6.5.5	基本分段存储管理优缺点	196
6.5.6	分页和分段的主要区别	196
6.6	基本段页式存储管理方式	196
6.6.1	基本原理与地址变换机构	196
6.6.2	Intel 80386 段页式存储管理机制	198
习题 6		200
第 7 章	虚拟存储管理	203
7.1	覆盖与交换技术	203
7.1.1	覆盖技术	203
7.1.2	交换技术	205
7.2	虚拟存储管理	206
7.2.1	程序局部性原理	206
7.2.2	虚拟存储器及其特征	207
7.3	请求分页存储管理方式	208
7.3.1	请求分页中的硬件支持	208
7.3.2	请求分页中的软件支持	210
7.3.3	页面置换算法	211
7.3.4	页面调度性能	215
7.3.5	影响缺页率因素	217
7.3.6	Belady 现象	217
7.3.7	请求分页存储管理优缺点	218
7.4	请求分段存储管理方式	219
7.4.1	基本概念	219
7.4.2	请求分段存储管理优缺点	221
7.5	请求段页式存储管理方式	222
7.6	存储管理方案总结	223
7.7	Linux 存储管理概述	223

7.7.1	Linux 虚拟内存管理	223
7.7.2	Linux 物理内存管理	228
7.7.3	页面缓存与 Swap 交换空间	231
习题 7		232
第 8 章	I/O 设备管理	237
8.1	I/O 设备管理概述	237
8.1.1	I/O 设备的分类	237
8.1.2	I/O 设备的差异性	238
8.1.3	I/O 设备管理的任务和功能	239
8.2	I/O 系统	240
8.2.1	I/O 系统结构	240
8.2.2	设备控制器	242
8.2.3	I/O 控制方式	244
8.3	I/O 软件	252
8.3.1	I/O 软件的设计目标	252
8.3.2	I/O 软件层次	253
8.3.3	I/O 中断的执行流程	257
8.4	设备分配与回收	259
8.4.1	设备管理中的数据结构	259
8.4.2	设备分配与回收	261
8.4.3	SPOOLing 系统	262
8.5	缓冲管理	264
8.5.1	缓冲的引入	264
8.5.2	单缓冲	265
8.5.3	双缓冲	266
8.5.4	循环缓冲	267
8.5.5	缓冲池	269
8.6	磁盘存储器管理	270
8.6.1	磁盘及其访问	270
8.6.2	磁盘调度算法	272
8.6.3	磁盘高速缓冲	276
8.7	I/O 控制	278
8.7.1	I/O 控制的引入	278
8.7.2	I/O 控制的功能	278
8.7.3	I/O 控制的实现	279
8.8	Linux 设备管理	279
8.8.1	Linux 设备管理概述	279
8.8.2	Linux 设备管理中的数据结构	280
8.8.3	Linux 的设备文件	283

8.8.4 Linux 的设备驱动程序	284
习题 8	291
第 9 章 文件系统	296
9.1 文件的基本概念	296
9.1.1 文件的概念	296
9.1.2 文件属性及其分类	297
9.2 文件系统	298
9.2.1 文件系统的概念	298
9.2.2 文件系统的组成	299
9.3 文件结构	302
9.3.1 文件逻辑结构	302
9.3.2 文件物理结构	305
9.4 文件目录和目录查询	311
9.4.1 文件目录的概念	311
9.4.2 文件目录结构	313
9.4.3 目录查询技术	316
9.5 文件存储空间管理	318
9.5.1 文件存储空间划分	318
9.5.2 文件存储空间的分配技术	318
9.5.3 空闲文件存储器空间管理方法	319
9.6 文件的共享与保护	322
9.6.1 文件共享	322
9.6.2 文件保护	323
9.7 文件系统的可靠性	325
9.7.1 文件的可靠性	325
9.7.2 文件的保密性	326
9.8 Linux 文件管理	327
9.8.1 Linux 虚拟文件系统	327
9.8.2 文件系统的安装与拆卸	330
9.8.3 Linux 常见文件系统调用	331
9.9 EXT2 文件系统	334
习题 9	336
参考文献	341

第 1 章 操作系统概述

通过本章的学习,读者将了解操作系统的概念和发展历史,掌握操作系统的主要功能、特征和发展方向,熟悉操作系统的结构设计和运行环境,为后续章节的学习打下良好的基础。

读者在本章将学到一个贯穿本课程的总纲,即操作系统采取各种合理有效的管理方法替用户管理好计算机系统中的各种软硬件资源,通过多任务并发或并行执行的方式共享计算机系统资源,最大限度地提高资源利用率;操作系统为用户提供了一个方便、安全、高效地使用计算机资源的接口。请读者牢记这个总纲,本书后续各章节都是围绕它展开讲解的。

【本章学习目标】

- 操作系统的概念、功能、特征和提供的服务。
- 批处理系统的特征、单道和多道的区别、多道程序设计技术的特征。
- 分时系统和实时系统的区别。
- 操作系统的运行环境(内核态与用户态、中断、异常、系统调用)。
- 操作系统体系结构及各自的优缺点。

1.1 操作系统的概念

1.1.1 计算机系统资源

计算机系统资源通常分为两大部分:计算机硬件和计算机软件。

1. 计算机硬件

计算机硬件是指人能看得见、摸得着的各种计算机部件,包括处理器、存储器、输入/输出(I/O)设备和系统总线等。

一台基本的个人计算机的硬件系统可抽象为图 1.1 所示的模型。

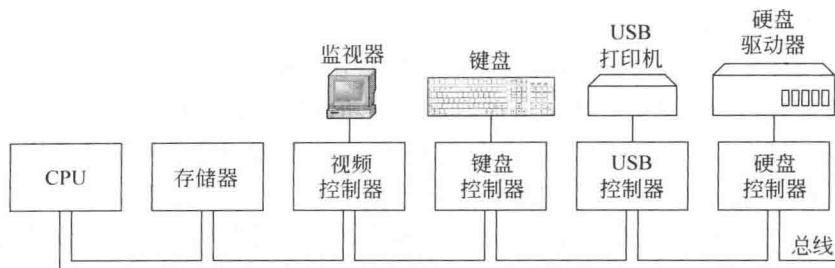


图 1.1 个人计算机硬件系统

处理器控制计算机的操作,实现数据处理功能。计算机完成的主要操作都需要处理器进行控制 and 处理。传统的计算机中只有一个处理器,通常称之为中央处理器,即人们常说的 CPU(Central Processing Unit)。

存储器通常指用于存储程序 and 数据的内存,又称主存。内存依靠电才能存储数据,所以具有存取速度快 and 断电易失性等特点。计算机主存的大小是衡量计算机存储性能的一个重要指标,通常分为 K 级、M 级、G 级 and T 级。

处理器 and 存储器是计算机硬件资源的核心,它们是最宝贵的系统资源,二者通常称为主机。

输入/输出(I/O)设备是指计算机 and 外部进行信息交换的设备。其中,输入设备负责接收外部信息,包括各种命令请求、数据信息输入等;输出设备负责将计算机处理过的信息传送给外界,包括接收信息的人 and 设备。常见的 I/O 设备包括:外存(磁盘、磁带、光盘等)、键盘、显示器、打印机、CD-ROM、绘图仪、网卡等。输出设备通过设备控制器 and CPU 及内存进行信息交互,它们的显著特点是种类繁多、差异巨大,并且大多数设备直接 and 用户进行接触。

系统总线是构成计算机系统的互连机构,它是系统功能部件之间传送数据的公共通道,常被称为计算机系统的枢纽。无论哪个设备,如需使用总线与另一个设备交换信息,都要先向操作系统提出申请,获得总线使用权之后才能进行通信。在通信双方进行数据交换时,系统不再响应其他设备提出的总线使用申请,其他设备只能等待。

对于单处理器系统,总线大体分为三类:数据总线、地址总线 and 控制总线。数据总线是计算机各部件之间传送数据的通道。地址总线是 CPU 用来传送地址的通道。控制总线是传送各功能模块间传输数据时所需控制信号的通道。总线速度对系统性能有着极大的影响,它是衡量总线的一个重要指标。

随着计算机技术的飞速发展,单一处理器的计算能力已经很难再大幅提高,于是出现了多核处理器技术。该技术把两个以上的 CPU 核集成在一块芯片上,操作系统在多个 CPU 核上分配工作负荷,以提高系统的计算性能。

2. 计算机软件

计算机硬件是所有计算机软件运行的物质基础。光有硬件的计算机被称为裸机,用户直接使用硬件非常不方便,也会降低硬件资源利用率。计算机软件是一个为计算机系统配置程序 and 数据的集合,它能充分发挥硬件潜能,扩充硬件功能,并能组织、协调好硬件的使用,完成各种系统任务 and 应用任务。计算机硬件 and 软件相辅相成、互相促进、缺一不可。

计算机软件根据完成任务的不同可分以下几种。

(1) 固化软件。固化软件指与计算机硬件联系比较密切、主要完成系统中各类硬件设备设置、实现系统引导的软件。固化软件通常具有功能简单、规模较小、所需存储空间不大等特点。例如计算机加电后,固化在计算机 ROM 中的系统初始化程序按约定将操作系统内核程序加载入内存,并执行系统初始化程序。

(2) 系统软件。系统软件是指为程序运行提供运行环境的软件。系统软件管理着计算机系统各种资源,生成计算机可识别的机器指令,为各类程序提供良好的运行环境。系统软件种类繁多,包括:操作系统、编译系统、数据库管理系统、分布式软件系统等。其中,操作系统是计算机系统最底层的系统软件,紧挨着硬件层,它为用户管理好系统中的各种