



教育部人才培养模式改革和开放教育试点教材

计算机操作系统

(第2版)

吴企渊 梁燕 编著



清华大学出版社

教育部人才培养模式改革和开放教育试点教材

计算机操作系统

(第2版)

吴企渊 梁 燕 编著

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

本书是计算机应用专业技术基础课教材,讲解计算机的重要系统软件,即计算机操作系统。

计算机操作系统是计算机技术与管理技术的结合。本教材是按照“少而精”和“由表及里、由浅入深、由此及彼”的原则编写的,通过“联想”、“对比”日常生活管理中的实例讲解主要的概念和算法技巧,增加学习者获得有关知识和技能的兴趣。全书共7章,第1章为概述。第2章~第6章分别详述计算机操作系统的5大功能,即作业管理、文件管理、存储管理、设备管理和进程管理。第7章是操作系统编程的主要技巧和方法。

本书是中央广播电视大学的本科生试用教材,也适合大专、高职、本科双学位和成人继续教育等教学选用。专科生学习的学时比例可侧重实践技能训练,本科生可侧重调度算法的模拟编程,特别要熟练掌握对现有操作系统的“系统调用”编程能力以及操作系统核心的模块编程。本教材也可作为从事计算机工作科技人员学习操作系统的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

计算机操作系统/吴企渊,梁燕编著. —2版. —北京:清华大学出版社,2003

(教育部人才培养模式改革和开放教育试点教材)

ISBN 7-302-06779-1

I. 计… II. ①吴… ②梁… III. 操作系统—电视大学—教材 IV. TP316

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 047112 号

出 版 者: 清华大学出版社

地 址: 北京清华大学学研大厦

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

邮 编: 100084

社 总 机: 010-62770175

客户服务: 010-62776969

责任编辑: 马瑛珺

印 刷 者: 北京国马印刷厂

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 185×260 印张: 16.25 字数: 374 千字

版 次: 2003 年 8 月第 2 版 2003 年 9 月第 2 次印刷

书 号: ISBN 7-302-06779-1/TP·5044

印 数: 6001~12000

定 价: 23.00 元

序

我们正处在跨越世纪的门槛上,人类社会在一股股变革性力量的推动下发生着根本性的变化。知识经济时代的到来向我们显示,一个国家最重要的资源已经不再是土地、劳动力或资本,而是其国民的知识和创造力;国与国的竞争虽然常常表现为政治、经济或军事实力的较量,但归根到底已是一场教育和科技的竞争。换言之,国家的综合实力将主要由其国民的教育水平来决定。一时间,世界各国的校长们、跨国企业的巨头们乃至许多的政府首脑们都在纷纷议论 21 世纪的教育,以迎接知识经济的挑战。我们中华民族有着蜿蜒几千年的文明,为在世界民族之林重振雄风,再展辉煌,发出了时代的特强音:实施科教兴国,提高全民素质。从中央领导到广大群众,都对教育提出了更高的要求,寄予了更大的希望,同时也给予了更多的支持。人们在这方面的思想观念和实践探索正在以空前的速度发展着。

中国的高等教育已经走完了一个世纪的路程。已经过去的 20 世纪正是它从无到有、从小到大、由产生到发展的一段百年历史。中国人民在短短的数十年时间里构筑了资本主义国家好几百年才形成的高等教育体系,涌现出一批高水平的学校,培养了一大批高层次人才,取得了辉煌的成就。但是在新时期,教育不适应现代化建设需要的矛盾不断显露,我国劳动者受教育水平普遍较低的现象无法面对新世纪的机遇和挑战,我国高等教育的发展现状也难以满足广大人民群众空前强烈的受教育愿望。一代伟人邓小平早在十年前就一针见血地指出,我们的最大失误是教育,一是放松了对青少年的思想道德教育,二是教育规模发展不够快。现在看来,这两个问题依然是症结所在。一个十二亿人口的泱泱大国,高等学校的毛入学率仅 10% 左右,实在很不相称。我国的高等教育已经面临着大力发展、高速发展、从根本上改变落后状态的紧迫问题。

令人欣慰和鼓舞的是中国有一所全世界最大的大学——中国广播电视大学,上百万的学生遍布在九百六十万平方公里的辽阔土地上。它突破传统教育在空间上的限制,不断减弱时间上的束缚,以覆盖面广、全方位为各类社会成员提供教育服务的优势,成为中国高等教育体系中的一个重要组成部分。二十多年来,它为实现高等教育大众化,为提高我国劳动者的整体素质,为变巨大的人口包袱为巨大的人力资源,以形成浩浩荡荡的高水平建设大军,发挥了不可磨灭的作用。最近,中央电大又有重大改革举措,进一步面向社会开展了“开放教育”等项试点工作,在教育思想、招生对象、培养模式、管理机制方面进行新的探索。尤其引人注目的是中央电大与国内的一些重点高校形成了紧密的合作关系,携手为我国现代远程教育开拓新路。重点高校有学科和教学上的优势,它们的加盟有利于电大提高教学质量、办出特色;而中央电大有很丰富的教育资源,有完整的办学系统,有一支富有经验的教学与管理队伍,特别是有较强的社会服务意识和人才市场意识,这对于需要进一步向社会开放的普通高校而言,又有许多值得学习和借鉴之处。我们完全有理由相信,中央电大和重点高校的结合,不仅可以在现阶段实现优势互补、资源共享,而且有

可能成长出一种符合我国国情发展教育的最具潜力的新型教育模式。

现在摆在我们面前的这套中央广播电视大学本科(专科起点)“计算机科学与技术”专业教材,就是中央电大和清华大学合作的产物。在开放教育试点启动之际,在计算机及其网络技术日新月异、其爆炸式发展和神话般应用使人们眼花缭乱、不知所措之时,在我国至少缺乏数十万计算机软件及网络技术人才的当口,这套教材像雪里送炭,像清风送爽,终于在人们的企盼和惊喜中问世了。它确实及时和解渴。教材的编者是清华大学计算机系一批学术水平高、教学经验丰富的教授,他们以知识、能力和素质的全面训练为目标,将教材的先进性、实用性和可读性融为一体。教材纲目清楚,重点突出,深入浅出,便于自学。书中每章有小结,章章有习题,有的还配有实验指导和习题解答,不仅对计算机专业学生适用,其他专业的学生也可以从此入门。清华大学的老师们还准备为这套教材制作多媒体导读光盘和网络辅导教材,指明教学基本要求,区分应该熟练掌握和只需一般了解的内容,并进行重点难点分析和讲解。这全套的教材称得上是难得的好书。

对于中国广播电视大学我是颇有感情的,不只是因为它过去的功绩和带给人们未来的曙光,还因为我本人二十年前也曾参与过中央电大“电子技术基础”课程的教学工作。那时我收到许多电大学生热情洋溢的来信,强烈感受到他们对知识与教育的渴求,感受到他们学习的艰辛和坚韧不拔的毅力,同时也感受到了广大学生对我的信任和鼓励。当年的电大学生如今多数已成为我国经济建设和社会发展中的骨干,一些人后来获得了博士学位,有的已成为我国重点大学的教授。中央电大的成功实践已在社会上赢得了很好的声誉,而当前扩大教育规模、构建终身学习体系的社会呼唤又给电大今后的发展提供了新的难得的机遇。近年来,信息网络与多媒体技术突飞猛进,也使电大的远程教育形式跃上了现代化的新台阶。这次中央电大和清华大学合作,共同在计算机专业开放教育改革试点中付出了辛勤的劳动,播下了希望的种子。我期待着中央电大有更多的创新,更大的发展,更加充满活力。我也殷切希望电大的学生们为中华民族的强盛而自强不息,学有所成。

努力吧,中国广播电视大学一定能成为中国教育界一颗璀璨的明珠。

清华大学副校长、教授 胡东成

二〇〇〇年八月于北京

第2版前言

“教育部人才培养模式改革和开放教育试点教材”是按照“以学生和学习者为中心”的教育思想设计的。本书第1版出版后,作者亲自深入广播电视大学教学第一线,了解到学员的许多宝贵意见。在此基础上本书进行再版,这次再版内容主要有以下几个方面:

(1) 保留了教材中绝大部分学科核心的“知识体系结构”内容,特别是该学科的知识体和知识面,按“少而精、宽又新”、“由表及里、由浅入深和由此及彼”原则论述。

(2) 改正一些错误和不妥之处。

(3) 对于多数学员来说,学习中面对许多新名词、新术语、新概念,再版中尽可能增补一些图表,以求帮助记忆。

(4) 面对“爆炸”量的信息时代,如何学习掌握众多交叉学科知识和技能,是新世纪教育的新课题。再版为此增补一些“助忆材料”,即尽量从历史发展和联系中归纳出一些规律性内容,避免零星碎片的记忆。

(5) 为了贯彻“宽又新”原则,对一些新技术的新动向作一些趋向性补充。

(6) 根据不少学员要求,对实验指示书作了较多可供选择的补充,以利于实践技能的训练,同时巩固知识学习。各地师生可根据机房或个人计算机设备的基本条件,在总学时范围内自行选择实验。

清华大学计算机科学与技术系 吴企渊

2003年2月于清华园

第 1 版前言

计算机操作系统是计算机技术基础课程,它的前接课程是计算机组成原理或微机原理、计算机编程语言和数据结构等相关硬件和软件技术基础课程。本书以目前常用的 DOS、Windows 和 UNIX(或 Linux)3 种普遍使用的操作系统为知识点的技能训练实例,穿插在有关知识包中,宏观上展示操作系统的整体结构,讲解原理性概念、名词和术语,微观上插入有层次的应用技巧和算法等。

计算机操作系统课程在一般院校的教学中,反映是难教和难学,学完后留下的印象不深,忘掉了其中绝大部分内容,应用时又往往要从一些报刊杂志中去找答案。现有传统性的教材以国外的思路和实例为主,并且对原理讲解和操作系统应用融通不够。课程学习的知识难点往往在“共享”、“并发”、“虚拟”、“进程”和“线程”等概念或其他名词术语。作者根据 20 多年来对计算机系统的学习、应用以及与不同层次学员接触的教学经验,按照“由表及里、由浅入深”原则,讲解次序是:首先是软件资源管理为主的作业管理,包括任务管理、人机交互界面管理等;然后是文件管理、涉及硬件资源管理的存储管理、设备管理;最后深入到处理机管理,即“总经理”级的“进程管理”。本书与国内外绝大多数传统式操作系统教材的写作次序相反,并以思考题启发学习,以研究题引导进一步深入的自主学习。

作者认为计算机操作系统课程的知识体系结构包括知识体、知识面和知识点 3 个方面。知识体可以概括为以下一句话,计算机操作系统是计算机技术和管理技术的结合,学习时要注意与学习数理化课程不同。本教材摒弃“学院式”风格,而代以“口语化”风格,教材以学习者必须牢记的“两句话”为总结纲要,即第一句话是:计算机操作系统是方便用户,管理和控制计算机软硬件资源的系统软件(或程序集合)。第二句话是:操作系统目前有五大类型(批处理、分时、实时、网络和分布式)和五大功能(作业管理、文件管理、存储管理、设备管理和进程管理)。“纲举目张”,层层展开。对计算机的现状和发展,以三大宇宙观(时空观、静动观和阴阳观)总结归纳。在概念、名词、术语等的讲解中,运用大量日常生活中熟知的管理技巧实例作比喻,通过面向用户“情景”的“联想”、“对比”和综合归纳,尝试以符合人们学习知识强化记忆的理解过程进行讲解。同时通过必要的实验训练操作实例,掌握实际技能的应用。

学员可根据自己不同的认知能力和时间,选择感兴趣的章节阅读;并通过市场浏览或调研、上机实验和参观实习,初步掌握操作系统(包括网络操作系统)的安装、使用和维护,提高学习兴趣和增强学习信心。为进一步“自主学习”奠基。授课总学时一般为 45~56 学时。

为适应新世纪的“以学生和学习者为中心”的教育思想,本教材初次尝试从“教材”到

“学材”(学习材料)的转变,以适应学员在职、业余自主学习为目标,满足不同学习对象的多样需要。本教材编写中得到中央广播电视大学领导和教师的大力帮助,特别是袁薇老师,特在此谨向她表示感谢。书中错误和不当之处一定不少,恳请读者批评指正,共同探索“终身教育”之路。

清华大学计算机科学与技术系 吴企渊

2000年4月于清华园

目 录

第1章 计算机操作系统概述	1	2.1.2 作业管理的任务	40
教学要求	1	2.1.3 作业管理的功能	42
思考题	1	2.1.4 操作系统是用户和计算机	
1.1 什么是操作系统	1	之间的接口	42
1.1.1 操作系统在软件层次中		2.2 用户界面的任务和功能	44
的地位	2	2.2.1 用户界面的发展	44
1.1.2 操作系统的设计观点	5	2.2.2 界面管理的任务	46
1.2 操作系统的形成和5大类型	6	2.2.3 界面管理的功能	46
1.2.1 计算机操作系统的形成	7	2.2.4 用户界面研究	47
1.2.2 操作系统的5大类型	10	2.3 用户界面的设计特点	48
1.3 操作系统的5大功能	15	2.4 作业调度	49
1.3.1 作业管理	16	2.4.1 作业调度功能	49
1.3.2 文件管理	16	2.4.2 作业说明书内容举例	50
1.3.3 存储管理	16	2.4.3 作业调度算法	50
1.3.4 设备管理	16	2.5 操作系统常用命令分类简介	52
1.3.5 进程管理	17	2.5.1 操作系统是人机交互的接口	52
1.4 操作系统版本历史简介	18	2.5.2 常用命令对比	54
1.4.1 DOS 简史	20	2.5.3 UNIX, Linux 联机命令手册	
1.4.2 Windows 操作系统简史	20	索引	55
1.4.3 UNIX 操作系统版本简史	21	2.6 Shell 命令解释和控制语言	56
1.4.4 Linux 操作系统简史	22	2.6.1 DOS Shell 语言	56
1.5 表征操作系统的属性	24	2.6.2 UNIX/Linux 的 Shell 应用	
1.6 操作系统的“生成”、设置和		举例	57
配置概念	27	2.6.3 作业管理和进程管理的	
1.6.1 “生成”、配置和设置	27	类比说明	59
1.6.2 操作系统引导	28	2.7 重点小结	60
1.6.3 系统管理员	33	自测题	60
1.7 重点小结	34	研究题	61
自测题	36		
研究题	36	第3章 文件管理	62
第2章 作业管理	38	教学要求	62
教学要求	38	思考题	62
思考题	38	3.1 文件管理的任务和功能	63
2.1 作业管理的任务和功能	38	3.1.1 文件管理的任务	63
2.1.1 概念和术语	38	3.1.2 文件管理的功能	65
		3.1.3 文件的组织机构	65

3.2 文件分类	69	4.3.2 UNIX 请求调页管理	113
3.3 文件的物理结构和逻辑结构	73	4.3.3 页表的设计	114
3.3.1 文件的物理结构	73	4.3.4 请求淘汰换页算法	114
3.3.2 文件的逻辑结构	74	4.3.5 页式存储管理优缺点	116
3.4 文件目录	78	4.4 段式存储管理	117
3.4.1 一级文件目录	78	4.5 段页式存储管理	118
3.4.2 二级文件目录	78	4.5.1 特点	118
3.4.3 多级文件目录	78	4.5.2 实现原理	118
3.4.4 文件目录的管理	79	4.6 重点小结	118
3.5 文件存取控制	80	自测题	120
3.5.1 存取控制矩阵	80	研究题	120
3.5.2 用户权限表	80		
3.5.3 使用口令	81	第 5 章 输入输出设备管理	121
3.5.4 使用密码	81	教学要求	121
3.5.5 UNIX/Linux 操作系统的 安全性	81	思考题	121
3.5.6 计算机病毒简介	86	5.1 概述	121
3.6 文件系统的数据结构和表示	88	5.1.1 设备管理的任务与功能	121
3.6.1 UNIX/Linux 文件系统	88	5.1.2 发展历史	122
3.6.2 磁盘文件系统结构	88	5.1.3 外部设备分类	122
3.6.3 文件系统的数据结构	90	5.1.4 设备 I/O 方式	124
3.7 文件系统的系统调用	94	5.1.5 未来展望	125
3.8 重点小结	95	5.2 外部设备的安装	126
自测题	96	5.2.1 系统配置	126
研究题	96	5.2.2 用户外接设备	126
		5.2.3 用户外接特殊设备	127
第 4 章 存储管理	97	5.2.4 外部设备的即插即用	127
教学要求	97	5.2.5 设备驱动程序的编制	127
思考题	97	5.2.6 CPU 与外部信息的交换	129
4.1 存储管理的任务和功能	97	5.2.7 总线和接口	130
4.1.1 存储管理的任务	97	5.3 输入输出设备分配算法	134
4.1.2 存储管理的功能	97	5.4 设备管理技术	134
4.1.3 内存类型及寻址	98	5.4.1 磁盘管理技术	134
4.2 分区分配存储管理	106	5.4.2 缓冲技术	137
4.2.1 固定分区分配	106	5.4.3 虚拟设备的技术 (SPOOLing)	139
4.2.2 可变式动态分区分配	107	5.4.4 共享打印机	140
4.2.3 可重定位分区分配	109	5.5 设备处理程序编制内容	141
4.2.4 多重分区分配	109	5.5.1 设备处理程序	141
4.2.5 主存“扩充”技术	110	5.5.2 设备驱动程序的功能	141
4.2.6 主存保护技术	111	5.5.3 设备驱动程序的特点	141
4.3 请求页式存储管理	111	5.5.4 设备处理方式	142
4.3.1 实现原理	111	5.5.5 设备驱动程序举例	143

5.6 重点小结	148	7.2.2 分层原则	183
自测题	148	7.2.3 分块原则	186
研究题	149	7.2.4 模块接口法的设计步骤	187
第6章 进程及处理机管理	150	7.2.5 模块接口法的优缺点	187
教学要求	150	7.3 层次结构设计	188
思考题	150	7.3.1 层次模块化结构设计的必要性	188
6.1 概述	150	7.3.2 操作系统的结构模型	191
6.1.1 操作系统核心的功能和特点	150	7.3.3 操作系统的结构设计	192
6.1.2 为什么要引入“进程”概念	151	7.4 DOS 模块结构	194
6.1.3 顺序执行与并发执行	152	7.5 Windows 的编程模式简介	196
6.2 进程的定义和特征	153	7.6 微内核结构简介	196
6.2.1 程序与进程	153	7.7 Linux 的安装与程序模块举例	198
6.2.2 进程的5个基本特征	154	7.8 重点小结	200
6.2.3 进程与线程	154	自测题	201
6.3 进程调度	156	研究题	201
6.3.1 进程的描述	156	附录A 课程总复习指南	202
6.3.2 进程的状态及转换	157	附录B 计算机操作系统实验指示书 (学生用)	203
6.3.3 进程的调度算法举例	160	操作系统实验说明	203
6.3.4 进程控制块	162	实验1 UNIX/Linux 操作系统的安装 ——以 RedHat 红帽子 Linux 为例	203
6.4 进程通信	163	实验2 UNIX/Linux 操作系统的使用	205
6.4.1 同步与互斥	163	实验3 UNIX/Linux Shell 编程语言学习	209
6.4.2 临界区	169	实验4 学用 vi 编辑器	212
6.4.3 原语	169	实验5 Shell 使用及一些网络命令的使用	213
6.5 死锁	172	实验6 命令解释程序	216
6.5.1 什么是死锁?	172	实验7 作业调度设计	219
6.5.2 死锁的4个必要条件	173	实验8 分区存储管理设计	223
6.5.3 死锁的表示	173	实验9 请求页式存储管理设计	227
6.5.4 解决死锁问题的基本方法	174	实验10 进程管理设计(1)	232
6.6 重点小结	179	实验11 进程管理设计(2)	238
自测题	180	附录C Linux 简要使用说明 (配合实验用)	242
研究题	180	参考文献	249
第7章 操作系统结构和程序设计	181		
教学要求	181		
思考题	181		
7.1 操作系统的编程概念	181		
7.2 结构设计的目标	182		
7.2.1 设计目标	183		

第 1 章 计算机操作系统概述

教学要求

本章的内容是对计算机操作系统的概述,它对全书有着提纲挈领的作用。因为在这一章里你将学到操作系统课程最精髓的两句话:

(1) 计算机操作系统是方便用户、管理和控制计算机软硬件资源的系统软件(或程序集合)。

(2) 操作系统目前有五大类型(批处理、分时、实时、网络和分布式)和五大功能(作业管理、文件管理、存储管理、设备管理和进程管理)。

思考题

(1) 有很多事情需要你去的时候,你的“时间”安排策略(“忙人策略”)是什么(例如,早晨起床后、学习日、节假日以及“忙不过来时”)?

(2) 在很挤的地方,你的“空间”安排策略是什么(例如,马路太拥挤、书桌太小、书架太小和房间太小等)?

(3) 现在有很多紧急而复杂的大小任务需要你去很快完成,你一个人的脑袋不够用时,你用什么办法有条理地去完成?

1.1 什么是操作系统

常用的操作系统(operating system, OS)有 DOS、OS/2、Windows 系列、UNIX 或 Linux 系列、NetWare 等。以下从不同的角度来回答和说明计算机操作系统的定义和特点。

操作系统相当于计算机系统的“管家”。所谓“管家”就是方便主人管理家务的人。实际上,每一个人在你的头脑里已形成有“操作系统”,管理和控制你的形体(硬件)和思维(软件)。而计算操作系统要管理的是计算机系统。学习过“计算机组成原理”或“微机原理”课程后,我们会知道,计算机系统是由两部分系统资源组成的,即硬件资源和软件资源。硬件资源包括中央处理单元(central processing unit, CPU)、存储器(memory、store、storage)和各种外围设备(peripheral devices)。软件资源包括系统软件(system software)和应用软件(application software),主要是指以各种文件形式储存的程序集合。那么对于操作系统这位“管家”而言,要管理的“家务”就是管理和控制计算机的软硬件资源,不仅要“看管”好软硬件资源,更要控制调度好,最终目标是要为计算机用户服务好,其中还包含提供各种有用的文档、资料 and 手册。

操作系统是为计算机用户服务的,它的主人就是用户。所以,计算机操作系统是方便用户、管理和控制计算机软硬件资源的系统软件(或程序集合)。

1.1.1 操作系统在软件层次中的地位

从软件方面来看,计算机软件分为系统软件和应用软件两大类。操作系统是最重要的系统软件之一。系统软件还包含实用程序和工具软件等服务程序的集合,因此,计算机操作系统是一种软件,属于系统软件。

系统软件用于计算机的管理、维护、控制和运行,并对运行的程序进行翻译、装入等服务工作。应用软件是指那些为了某一类应用需要而设计的程序,或用户为解决某个特定问题而编写的程序或程序系统。例如,航空订票系统和银行计算机管理系统都是应用软件。

另外,系统软件本身又可分为3部分,即操作系统、语言处理系统和常用的例行服务程序。其中语言处理系统包括各种语言的编译程序、解释程序和汇编程序;常用的例行服务程序的种类很多,通常包括库管理程序、链接编辑程序等。软件内容见表1-1。

表 1-1 软件内容

软件	系统软件	操作系统
		语言处理系统
		常用的例行服务程序
	应用软件	

操作系统由系统程序员开发、研制和编写,并把它“灌制”在外部存储器(例如,硬磁盘、软磁盘或光盘上),在相应的计算机硬件“平台”上运行。所以操作系统不同于由用户编写的应用软件。

同时,操作系统虽属于系统软件,却又不同于其他系统软件。因为其他系统软件都受操作系统的管理和控制,并得到操作系统的支持和服务。所以对于任何一个现代通用计算机系统来说,可以没有其他软件,但决不可以没有操作系统。其次,操作系统的设计必须兼顾面对用户和软硬件资源两个方面:

从用户角度看,操作系统可以看成是计算机“裸机”(bare machine)的硬件扩充。因为有了操作系统,计算机就变成更为强大的一台虚拟计算机,像是硬件的扩充。裸机是计算机的物质基础。没有了硬件,软件也就失去了作用;而若只有硬件,没有配置相应的软件,计算机就不能发挥它潜在的能力,硬件也就没有了活力。有人这样说:没有软件的裸机是一具僵尸;而没有硬件的软件则是一个幽灵。如果我们给一个只有定点运算功能的裸机配上浮点运算的软件,则计算机就具有了浮点运算的功能。因此,一个裸机在每加上一套软件后,就变成了一个新的功能更强的机器,称为“虚拟机”。软件的作用就是将原来的机器改造成强功能的虚拟机。操作系统与软硬件之间的层次关系如图1-1所示。

由图1-1可见,操作系统是最贴近硬件的一层软件,所以说操作系统是硬件的扩充。从人机交互方式来看,操作系统是用户与机器的接口(interface),具有友好方便的用户接口界面。一般用户使用现代计算机,不一定要知道计算机内部原理是用二进制计数,以及内部数据是如何存放的。现在用户使用计算机,不必像最早时期那样,要用一大堆的“0”和“1”来输入二进制数据和控制计算机运行。因此,现代操作系统必须具有用户与计

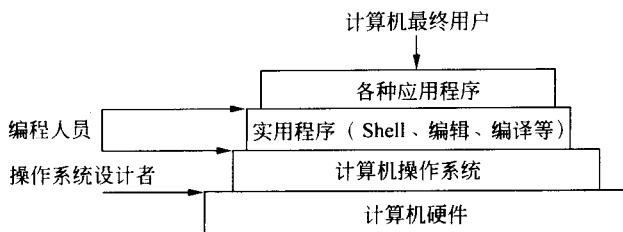


图 1-1 计算机系统层次关系示意图

算机间友好方便的界面。对普通计算机用户而言，离开了操作系统几乎无法工作。每个人都有这样的经验，友好交往要见“面”，“远看身材近看脸”。因为呈现给用户的最直观的印象首先是显示器屏幕上一种界面。DOS 和 UNIX 操作系统的模样是命令提示符和闪动的光标，Windows 操作系统则是展示各种图标的“桌面”。面对着界面，便可以对操作系统这位“管家”发布各种命令了。

从管理者角度看，操作系统也是管理资源的程序扩充。而且与计算机用户的应用特点有关。例如，科学计算、数据处理和实时控制等。因此，从管理资源的角度来看，操作系统是所管理资源的程序扩充。操作系统所做的工作就是分门别类的管理，并详细记录资源的使用情况，再按一定策略对资源进行调度分配，为用户服务。不同的操作系统管理的策略和方法是不同的。

从计算机的系统结构看，操作系统是一种层次化、模块化结构的程序集合，属于有序分层法，核心内部有很多有用的程序模块，操作系统工作时按一定的策略进行模块的有序层次调用。由精明强干的核心管理机构——内核(kernel)进行集中管理和控制。

从本课程的知识体系结构 3 个层次来看，操作系统是计算机技术和管理技术的结合。在现代社会中，先进的管理技术和先进的科学技术是现代社会经济发展的两个车轮。管理的好坏主要表现在下列两方面。一是管理机构利用最少的资源投入，取得最大的、合乎需要的成果产出，即高效性。二是管理的具体方法和技巧，要适应环境条件的变化。例如，按“摩尔”定理所示，计算机虽然至今还是二进制式的原理，并没有新的突破，但由于大规模、超大规模集成电路技术的成熟发展，计算机的价格性能比，约以每 18 个月翻一番，或者说每 10 年以 100 倍的速度发展。新产品不断涌现，往往各种计算机的硬件和软件产品，用户还没有完全应用好计算机的各项功能时，产品已被淘汰，所管理的计算机固定资产也很快贬值。

管理工作不同于作业工作，而是为作业工作提供服务的。但是，管理人员的管理内容必须与技术相结合。例如，公司的总经理、学校校长、医院院长和主任等，他们往往是管理者兼做专业业务工作。

“哲学是自然知识和社会知识的概括和总结。哲学的根本问题是思维和存在、精神和物质的关系问题”^①。有人把科学归纳为系统的知识。大多数搞技术工作的人学的是自

① 中国社会科学院语言研究所词典编辑室编. 现代汉语词典. 北京: 商务印书馆, 1979, 1447

然科学,但学一点哲学是很有用的,能增强综合解决问题的能力。管理学与数学、物理等自然科学相比还不是一门精确的科学,而是正在发展中的科学。目前,当管理人员在遇到问题时,并不能为管理者提供解决一切问题的标准答案,但通过管理学的学习,要掌握管理的理论原则和基本方法。因此,学习“计算机操作系统”这一门课程要注意与学习数、理、化课程不同的特点,往往在解决实际问题时“没有最好而只有更好”。

生活在现代社会中,人们都有经验。例如,坐过公共汽车或火车,到饭店吃过饭,到百货商店购过货物等。接触过社会中不少管理系统的部分具体内容,但对公共交通部门的公交系统、铁道系统和商贸系统等,不少人并不一定清楚其中是如何管理的,是如何调度的;更不清楚主席、总理、校长、经理、厂长和主任是如何安排日常具体工作和长远计划的。

管理工作的含义是管理者按一定的时间(往往是随时间动态变化的)和一定的空间(例如,不同地点)的时空观念调度所管辖下的人力、物力和财力。实际上,每一个成年人自己每时每刻在调度自己的身体各个部分。计算机的操作系统实际也是一个人为设计的自动管理者,在方便上机用户前提下,监督和控制计算机硬件软件资源的一种系统软件。目前流行的各种操作系统,都是一套完整独立的管理系统,其中应用了“堆栈”、“队列”、“表格”、“树型结构”、“图论”和“空间场”等数据结构方法进行的,使计算机资源得到充分利用。

可以从以下几种不同的角度,尽快熟悉一个操作系统:

用户的角度。从操作系统向用户提供服务的角度即从操作系统“由表及里”的外部特性来看,它提供了使用的语言,如命令语言、图形语言、菜单语言等。一般的操作系统向用户提供了命令一级、系统调用一级以及作业控制一级的服务。这些服务涉及设备控制、文件管理、进程的建立和撤销、内存管理等。此外,操作系统作为计算机硬件功能的扩充,为它的上一层(应用软件)提供了虚拟机环境。操作系统的用户界面已从第一代命令/程序接口和第二代图形接口,发展到第三代的虚拟现实环境。

资源管理的角度。从静态角度认识操作系统,它是计算机中各种软硬件资源的管理者。负责资源的登记、记录状况、分配、回收以及维护其完整性,并操纵其使用,同时向用户提供方便的使用界面。根据资源的分类可分成作业管理、文件管理、存储管理、设备管理和处理机管理等5个部分。这几个部分相对独立又互相关联,协调配合运行,共同完成用户的服务要求。

操作系统大量采用数据结构中的表格管理。例如,在 UNIX/Linux 中采用零进程的父子表格登记复制方法管理;在 Windows 中采用注册表管理,详细记录了各项工作过程,主要有3方面:

- (1) 详细记录操作系统设置及修改的内容,以便调整或增强系统性能;
- (2) 监视各项工作活动的变化内容,以便合理调度资源及时为用户服务;
- (3) 清理或整理系统中的各项记录,以便进行适当的恢复或修复工作。

进程的角度。从运行的动态变化观点来熟悉操作系统。操作系统要通过“共享资源”(一物多用和充分利用)来提高资源的利用率,必然要引入并发(快速交替工作)及并行(同时工作)机制。在这个意义上,操作系统由若干个可以同时独立运行的基本分配和执行单元程序(即进程)和一个对它们进行管理、协调的系统核心组成。在系统核心的管理下,各

个进程此起彼伏地运行,完成用户的服务工作。在一般“操作系统”课程教学中,讲解的主要是“操作系统核心”,“核心”在计算机启动时首先调入主内存(或主存或内存)才能工作,直至关机,一直常驻在内存。

1.1.2 操作系统的设计观点

服务用户和管理资源是操作系统的两大使命。但遗憾的是,这两者不一定统一。事实上,在资源的供给与用户的需求之间常常会发生矛盾。有限的资源如何为“苛刻”的用户服务?这便是计算机操作系统面临的主要问题,也是推动操作系统发展的巨大动力。

操作系统的设计观点包含用户观点和资源观点两方面。即一方面要面向用户服务,方便用户使用计算机;另一方面还要将计算机资源充分利用起来。

在管理工作中的最大“难点”是用户观点和资源观点往往不容易协调统一。例如,北京有一种小公共汽车(俗称“小巴”),从用户观点看,我坐上公共汽车,当然希望它马上就开,而从司机角度想,走一趟车为了充分利用“汽车”资源,最好是坐满乘客后开,充分利用这“一趟”资源。因此,乘客与司机之间常常为此引起矛盾。其根源是“小巴”是共享资源,所以车站的调度人员(有点像计算机操作系统)就要协调两者间的矛盾,尽量找到一个平衡点,既要使得乘客感到比较方便满意,又使每辆小公共汽车坐上更多的乘客,得到充分的利用。因此,就产生了大公共汽车、小公共汽车、区间车、高峰临时加班车等调度。如果你有一辆私人汽车,坐上就开就没有问题,但也要注意,开到马路上时,马路往往又成为“共享资源”,制约了你开车的速度。同样道理,用户总是希望计算机干活干得快一点,储存的东西多一点;但从资源方面看,CPU的速度总是有限的,内存的容量也是有限的。计算机的CPU、内存、显示器和打印机都属于共享资源,多个用户或一个用户在要求计算机完成众多任务时往往希望计算机“多快好省”,而计算机资源总是有限的,引起各种矛盾。这时,“方便用户”与“资源充分利用”常常是矛盾的。

在使用计算机时,如何选用和配置操作系统呢?对于一般的计算机,特别是个人计算机(personal computer,PC),俗称“电脑”,在选购电脑和选择安装操作系统时,建议用户不要盲目追求新潮,应该根据电脑的配置情况和购买电脑的用途来选择。

下面举例说明配置方案供大家参考。

市场上的电脑配件品种繁多,品质良莠不齐,价格也变动大,给消费者在购买电脑时带来了很大的不便。从市场上看,电脑配置一般可以分为高、中、低3个档次。高低档价格大约差一倍。游戏玩家追求“爽”、“酷”,往往是高档机的顾客,因为速度最快,立体效果最好。高档机还适合作可视化科学计算和图像处理的科学研究选用。而对于一般学习计算机编程的人员或进行文字编辑或数据处理工作人员,选择中档甚至低档机也已足够。在选购电脑之后,根据用途先选择什么样的应用软件,然后选择和配置操作系统。目前DOS短小精悍,占内存少,但会被淘汰;Windows操作系统有图形界面操作,使用方便;在网络信息服务方面,根据网络应用要求和规模,选用高档的计算机作为稳定可靠的网络服务器,一般应采用稳定可靠性较好的UNIX和Linux操作系统。

1.2 操作系统的形成和 5 大类型

操作系统最早仅仅是管理计算机的硬件资源,特别是外部设备,是由**监控程序**发展而来。计算机以**批处理**方式进行工作,用户将一批作业或任务记录在输入介质上(最早开始使用打电报的穿孔纸带输入输出机和磁鼓),然后联机,通过手控作业控制命令启动计算机,一个一个地工作,只能以**串行**方式工作。随着硬件一代又一代“时空”的飞速发展,从电子管、晶体管、中小集成电路、大规模集成电路发展到超大规模集成电路,体积越来越小,特别是 **CPU** 速度(“时间”)越来越快以及存储器容量(“空间”)越来越大,软件也紧随其后发展,要管理的内容越来越多,而 CPU 只有一个“脑袋”时,以及有多个 CPU 同时工作又如何管理和控制呢?一开始只能采用循环的询问办法。

计算机系统结构的第一个重大突破是采用**中断(interrupt)**技术:主机内部有**硬中断**,特别是外部设备和**硬通道**对主机的中断;以及由软件引发控制的**软中断**。使 CPU 和外部设备之间以及外部设备与外部设备之间,特别是在有通道的情况下,有可能实现真正的**并行处理**工作。中断就是让计算机主机停止当前运行的程序(要“保留现场”,以便以后有机会回来时“恢复现场”正常工作),转向执行别的程序的过程(根据中断要求,转向相应的有关中断处理程序)。为了防止在处理一个事件过程中受别的事件打扰,系统必须设置中断排队和屏蔽机制,事件中断按优先数排队,在中断工作期间不允许别的事件进入正在工作的过程。但为了使操作系统在处理当前事件的同时能接收后面事件的中断,又必须要有开放中断屏蔽的功能。这就为**分时操作系统**和**实时操作系统**奠定了基础。分时系统按时间片(即每隔一段时间)轮流处理各种事件(又分为固定时间片和非固定时间片),实时系统的中断以外部事件或人为要求为主。

并行操作这一概念早已为人们熟悉,它是为提高资源利用率而实施的一种技术。即在同一个瞬间内,完成多种操作功能。其中 CPU 和通道、通道与通道以及通道与 I/O(输入和输出)3 种并行操作已成为现代计算系统的基本特征。这 3 种并行操作又按分时方式共享系统资源,并对应有 3 种分时:CPU 和通道分时使用内存、只读存储器和数据通路等;通道与通道分时使用 CPU、内存、通道的公用控制部分等;同一通道中的 I/O 又分时使用内存、通道等。以上是分时使用硬件,属于硬件设计中的技术。进一步是**多道程序**(在主存中同时存放多个程序段)的软件设计技术,即**分时共享硬件和软件资源**。

计算机系统另一个重大突破是采用新一代的编程实现,引入了**进程(process)**的编程概念,进程是资源(包括内存空间和代码段等)的分配单位,又是运行单位。

作为管理计算机系统的“管家”,计算机操作系统有不同的类型,分类是管理技术的首要工作。人们习惯上将操作系统分为 5 大类型,它们是:

- (1) 批处理操作系统(batch processing operating system);
- (2) 分时操作系统(time sharing operating system);
- (3) 实时操作系统(real time operating system);
- (4) 网络操作系统(network operating system);
- (5) 分布式操作系统(distributed operating system)。