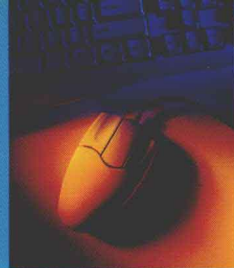




普通高等教育“十五”国家级规划教材

(高职高专教育)



操作系统 原理及其应用

(第2版)

沈祥玖 主编



高等教育出版社

普通高等教育“十五”国家级规划教材

(高职高专教育)

操作系统原理及其应用 (第2版)

沈样玖 主编



高等教育出版社

内容提要

本书是普通高等教育“十五”国家级规划教材。本书以典型的 Windows 2000 Server 为范例,讲述操作系统的基本概念及实际应用。

全书共 9 章,主要包括:第 1 章操作系统引论,第 2 章文件管理系统,第 3 章进程管理,第 4 章存储管理,第 5 章设备管理,第 6 章作业管理,第 7 章 UNIX 系统简介,第 8 章 Linux 系统简介,第 9 章上机实训。本书前一部分讲述操作系统的基本原理、基本概念,后一部分讲述 Windows 2000 Server 的具体技术实现,前后呼应,互为补充。避免了传统的操作系统教材以设计操作系统为出发点,理论讲述过于深奥,结合实际的操作系统过少的缺点。

本书适合于高等职业学校、高等专科学校、成人高校、本科院校举办的二级职业技术学院,也可供示范性软件职业技术学院、继续教育学院、民办高校、技能型紧缺人才培养使用,还可供本科院校、计算机专业人员和爱好者参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

操作系统原理及其应用 / 沈祥玖主编.—2 版.—北京:高等教育出版社,2004.7

ISBN 7-04-014763-7

I. 操... II. 沈... III. 操作系统-高等学校-教材 IV. TP316

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 056919 号

策划编辑 冯 英 责任编辑 欧阳舟 封面设计 王凌波 责任绘图 朱 静
版式设计 张 岚 责任校对 尤 静 责任印制 孔 源

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 北京星月印刷厂

开 本 787×1092 1/16
印 张 17.5
字 数 420 000

版 次 2001 年 9 月第 1 版
2004 年 7 月第 2 版
印 次 2004 年 7 月第 1 次印刷
定 价 22.10 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

出版说明

为加强高职高专教育的教材建设工作,2000年教育部高等教育司颁发了《关于加强高职高专教育教材建设的若干意见》(教高司[2000]19号),提出了“力争经过5年的努力,编写、出版500本左右高职高专教育规划教材”的目标,并将高职高专教育规划教材的建设工作分为两步实施:先用2至3年时间,在继承原有教材建设成果的基础上,充分汲取近年来高职高专院校在探索培养高等技术应用性专门人才和教材建设方面取得的成功经验,解决好高职高专教育教材的有无问题;然后,再用2至3年的时间,在实施《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》立项研究的基础上,推出一批特色鲜明的高质量的高职高专教育教材。根据这一精神,有关院校和出版社从2000年秋季开始,积极组织编写和出版了一批“教育部高职高专规划教材”。这些高职高专规划教材是依据1999年教育部组织制定的《高职高专教育基础课程教学基本要求》(草案)和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》(草案)编写的,随着这些教材的陆续出版,基本上解决了高职高专教材的有无问题,完成了教育部高职高专规划教材建设工作的第一步。

2002年教育部确定了普通高等教育“十五”国家级教材规划选题,将高职高专教育规划教材纳入其中。“十五”国家级规划教材的建设将以“实施精品战略,抓好重点规划”为指导方针,重点抓好公共基础课、专业基础课和专业主干课教材的建设,特别要注意选择一部分原来基础较好的优秀教材进行修订使其逐步形成精品教材;同时还要扩大教材品种,实现教材系列配套,并处理好教材的统一性与多样化、基本教材与辅助教材、文字教材与软件教材的关系,在此基础上形成特色鲜明、一纲多本、优化配套的高职高专教育教材体系。

普通高等教育“十五”国家级规划教材(高职高专教育)适用于高等职业学校、高等专科学校、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院、继续教育学院和民办高校使用。

教育部高等教育司

2002年11月30日

第2版前言

操作系统原理是高职高专计算机类相关专业的必修课，而适合高职高专院校特点的操作系统原理教材较少，特别是结合当代实际应用且理论联系实际的教材更少。传统的操作系统教材以设计操作系统为出发点，理论过于深奥，结合实际的操作系统讲述过少，不适合高职高专计算机类相关专业的培养目标。

本教材以典型的 Windows 2000 Server 为范例，讲述操作系统的基本概念及实际应用，通过该课程的学习，使学生不仅掌握操作系统的基本理论，而且通过上机实验和实习加深对基本理论和基本概念的理解，并能够使用具体的操作系统。本书前一部分讲述操作系统的基本原理、基本概念，后一部分讲述 Windows 2000 Server 的具体技术实现，前后呼应，互为补充。本书的基本结构为：第1章操作系统引论，第2章文件管理系统，第3章进程管理，第4章存储管理，第5章设备管理，第6章作业管理，第7章 UNIX 系统简介，第8章 Linux 系统简介，第9章上机实训。本书作为高职高专计算机类相关专业的教材，内容丰富、通俗易懂、便于自学。在本次修订时针对 Windows 2000 Server 的特点，增加了一些新的实用内容，特别是第2章文件管理系统和第9章上机实训中对磁盘管理和文件管理增加了实用内容。本书建议讲授 70 学时。

本书第1、2章由沈祥玖编写，第3、6、7、8章由徐延峰编写，第4、5章由李作纬编写，第9章由钱斌编写，全书由沈祥玖统编、定稿。尹涛老师审阅了全部书稿，刘志军、任青云、杨栋老师参与了本书大纲的讨论和编写工作，并提出了许多宝贵意见，在此一并表示感谢。

由于编者水平有限，书中不足之处，希望读者提出宝贵意见。

沈祥玖

2004年3月25日

第1版前言

操作系统原理是高职高专计算机专业的必修课，而适合于高职高专特点的操作系统原理教材比较少，特别是结合当代实际应用且理论联系实际的教材更少。传统的操作系统教材以设计操作系统为出发点，理论讲述过于深奥，结合具体的操作系统过少，不适合于高职高专的培养目标。

本教材以高职高专的学生为读者对象，基本理论以够用为度，以典型的 Windows NT 为实例，讲述操作系统的基本原理、基本概念以及操作系统的实际应用，通过该课程的学习，使学生不仅掌握操作系统的基本理论，通过上机实验和实习加深对基本理论和基本概念的理解，并且能够使用具体的操作系统。本书通过精心组织编排，前五章的前一部分讲述操作系统的基本原理、基本概念，后一部分讲述 Windows NT 的具体技术实现，前后呼应，互为补充。本书的基本结构为：第 1 章操作系统引论，第 2 章文件系统管理，第 3 章进程管理，第 4 章存储管理，第 5 章设备管理，第 6 章作业管理，第 7 章 UNIX 操作系统简介，第 8 章 Linux 操作系统简介。全书参考学时 70 学时左右，各学校可根据具体学时组织教学。

本书第 1、2 章由沈祥玖编写，第 3、6、7、8 章及附录由徐延峰编写，第 4、5 章由李作伟编写。全书由沈祥玖统编定稿，尹涛副教授审阅了全部书稿，并提出了不少宝贵建议。高等教育出版社的李琰编辑对本书的出版给予了大力支持和鼓励。在此一并致以热忱的谢意。

由于编者水平有限，本书可能还有不足之处，希望读者提出宝贵意见。

沈祥玖

2000 年 10 月 27 日于济南

目 录

第 1 章 操作系统引论 1	2.1 概述 27
1.1 操作系统概述..... 1	2.1.1 文件和文件系统..... 27
1.1.1 什么是操作系统..... 1	2.1.2 文件的分类..... 28
1.1.2 操作系统的地位..... 1	2.2 文件的结构及存取方法 29
1.1.3 操作系统的功能..... 2	2.2.1 文件的逻辑结构..... 29
1.2 操作系统分类..... 4	2.2.2 文件的物理结构..... 30
1.2.1 批处理系统..... 4	2.2.3 文件的存取方法..... 31
1.2.2 分时系统..... 5	2.2.4 文件存储空间管理..... 32
1.2.3 实时系统..... 5	2.3 文件目录 33
1.2.4 网络操作系统..... 6	2.3.1 单级和二级目录..... 33
1.2.5 通用操作系统..... 7	2.3.2 文件目录检索..... 34
1.3 微机操作系统的形成和发展..... 7	2.4 文件的使用 36
1.3.1 MS-DOS 操作系统..... 7	2.4.1 文件操作的系统调用..... 36
1.3.2 微机多任务操作系统..... 7	2.4.2 文件共享、保护和保密..... 37
1.3.3 Windows 操作系统..... 8	2.5 Windows NT/2000 文件系统 40
1.3.4 UNIX/XENIX 操作系统..... 9	2.5.1 FAT 文件系统..... 40
1.4 Windows NT/2000 简介..... 11	2.5.2 NTFS 文件系统..... 41
1.4.1 Windows NT/2000 的发展..... 11	2.5.3 管理文件与文件夹的访问许可权..... 43
1.4.2 Windows NT/2000 的特点..... 12	2.6 磁盘管理员 50
1.5 Windows NT/2000 模块结构..... 16	2.6.1 磁盘管理的控制台..... 50
1.5.1 Windows NT/2000 结构纵览..... 17	2.6.2 创建主磁盘分区..... 53
1.5.2 用户模式与内核模式的比较..... 17	2.6.3 创建扩展磁盘分区..... 56
1.5.3 NT 结构部件..... 18	2.6.4 指定“活动”的磁盘分区..... 57
1.6 NT Executive 的重要组件..... 24	2.6.5 对已创建磁盘分区的几个操作..... 57
1.6.1 对象管理器..... 24	2.7 磁盘卷 58
1.6.2 进程管理器..... 24	2.7.1 升级为动态磁盘..... 58
1.6.3 虚拟内存管理器..... 24	2.7.2 简单卷..... 59
1.6.4 本地过程调用功能..... 25	2.7.3 扩展简单卷..... 60
1.6.5 安全参考监视器..... 25	2.7.4 跨区卷..... 61
1.6.6 I/O 管理器..... 25	2.7.5 带区卷..... 61
本章小结..... 26	2.7.6 镜像卷..... 62
习题 1..... 26	2.7.7 RAID-5 卷..... 62
第 2 章 文件管理系统 27	2.8 文件的压缩、加密与磁盘整理 63

2.8.1 文件、文件夹的压缩与解压缩	64	机制	108
2.8.2 文件复制或移动对压缩属性的影响	65	3.10 进程通信	113
2.8.3 文件与文件夹的加密、解密	65	本章小结	114
2.8.4 磁盘整理与故障恢复	65	习题 3	115
本章小结	66	第 4 章 存储管理	117
习题 2	66	4.1 存储管理的目的和功能	117
第 3 章 进程管理	67	4.2 覆盖和交换技术	118
3.1 进程概述	67	4.2.1 覆盖技术	118
3.1.1 进程概念的引入	67	4.2.2 交换技术	119
3.1.2 进程的概念	69	4.3 虚拟存储技术	120
3.1.3 进程状态	70	4.3.1 虚拟存储器的基本概念	120
3.1.4 进程实体	71	4.3.2 虚拟存储器建立的主要问题	120
3.2 进程的控制	73	4.4 缓冲存储器	121
3.3 进程调度	74	4.4.1 缓冲存储器的结构	121
3.4 进程通信	77	4.4.2 缓冲存储器的工作原理	122
3.4.1 进程的互斥与同步	77	4.5 存储管理机制	123
3.4.2 加锁与开锁	78	4.5.1 分区存储管理	123
3.4.3 信号量上的 P、V 操作	79	4.5.2 分页存储管理	126
3.4.4 消息通信	83	4.5.3 分段存储管理	131
3.5 死锁	85	4.5.4 段页式存储管理	137
3.5.1 死锁的产生	85	4.6 Windows 2000 的内存管理	138
3.5.2 死锁的解决方法	87	4.6.1 内存管理器的结构和功能	139
3.6 Windows 2000 进程的相关概念	88	4.6.2 地址空间分布	142
3.6.1 Windows 2000 的基元成分	88	4.6.3 地址变换	143
3.6.2 Windows 2000 的内核	95	4.6.4 页面错误处理	147
3.7 Windows 2000 的线程调度	96	4.6.5 页面调度策略和工作集	149
3.7.1 Windows 2000 调度概述	96	4.6.6 物理内存管理	152
3.7.2 优先级	97	本章小结	157
3.7.3 时间片	98	习题 4	157
3.7.4 描述表切换	99	第 5 章 设备管理	158
3.7.5 线程状态及调度	99	5.1 设备管理概述	158
3.7.6 调整线程调度	101	5.1.1 设备的分类	158
3.7.7 对称多处理器系统上的线程调度	103	5.1.2 设备管理的目标和功能	159
3.8 中断和异常处理	105	5.2 I/O 控制方式	160
3.8.1 中断调度	106	5.2.1 查询方式	160
3.8.2 异常调度	108	5.2.2 中断方式	161
3.8.3 系统服务调度	108	5.2.3 直接内存存取方式	161
3.9 Windows 2000 的同步与互斥		5.2.4 通道方式	162

5.3 缓冲技术.....	164	本章小结.....	215
5.4 设备分配.....	166	习题 7.....	215
5.4.1 设备分配策略.....	166	第 8 章 Linux 系统简介	216
5.4.2 设备分配程序.....	169	8.1 Linux 概述.....	216
5.5 Windows 2000 的 I/O 系统.....	173	8.1.1 Linux 的发展.....	216
5.5.1 I/O 系统的结构.....	174	8.1.2 Linux 的特性.....	217
5.5.2 设备驱动程序.....	177	8.2 Linux 文件系统.....	218
5.5.3 I/O 系统的数据结构.....	182	8.2.1 概述.....	218
5.5.4 I/O 请求处理过程.....	185	8.2.2 EXT2 文件系统.....	219
本章小结.....	191	8.2.3 Linux 的虚拟文件系统.....	221
习题 5.....	191	8.3 Linux 内存管理.....	222
第 6 章 作业管理	192	8.4 Linux 中的进程管理.....	223
6.1 作业的概念.....	192	8.4.1 Linux 的进程控制块.....	223
6.2 作业调度.....	192	8.4.2 Linux 中的进程调度.....	224
6.2.1 作业的状态及其转换.....	193	8.4.3 Linux 中的进程控制.....	225
6.2.2 作业调度.....	194	8.4.4 Linux 进程通信.....	225
6.3 用户与操作系统的接口.....	195	8.5 Linux 中的设备管理.....	227
6.3.1 系统调用.....	196	8.5.1 概述.....	227
6.3.2 作业级的用户接口.....	197	8.5.2 Linux 中的设备驱动程序.....	227
6.4 作业控制.....	198	8.6 Linux 中的 Shell 简介.....	228
6.4.1 脱机控制方式.....	198	8.6.1 了解 Linux 中的 Shell.....	228
6.4.2 联机控制方式.....	199	8.6.2 Shell 的一般用法.....	229
本章小结.....	200	8.6.3 Shell 编程.....	232
习题 6.....	200	本章小结.....	233
第 7 章 UNIX 系统简介	201	习题 8.....	233
7.1 UNIX 操作系统概述.....	201	第 9 章 上机实训	234
7.2 系统结构.....	202	9.1 实验 1 Windows 2000 Server 操作	
7.3 文件系统.....	203	系统的使用.....	234
7.3.1 UNIX 文件系统概述.....	203	9.1.1 实验目的.....	234
7.3.2 文件目录结构和文件名.....	204	9.1.2 实验准备知识.....	234
7.3.3 与文件有关的系统调用.....	205	9.1.3 实验步骤.....	238
7.4 进程管理.....	205	9.2 实验 2 Windows 2000 Server 操作	
7.4.1 进程和进程控制块.....	205	系统安装.....	240
7.4.2 进程控制.....	208	9.2.1 实验目的.....	240
7.5 设备管理.....	210	9.2.2 实验准备知识.....	240
7.6 管道.....	210	9.2.3 实验步骤.....	242
7.7 系统调用.....	211	9.3 实验 3 Windows 2000 Server	
7.8 Shell 语言简介.....	212	磁盘管理.....	244

9.3.1 实验目的.....	244	9.7 实验 7 在 Windows 2000 Server	
9.3.2 实验准备知识.....	244	系统中安装设备驱动程序	249
9.3.3 实验步骤.....	245	9.7.1 实验目的	249
9.4 实验 4 查看线程调度状态及		9.7.2 实验准备知识	249
内存使用情况	248	9.8 实验 8 认知 UNIX 系统	249
9.4.1 实验目的	248	9.8.1 实验目的	249
9.4.2 实验准备知识	248	9.8.2 实验准备知识	249
9.4.3 实验步骤	248	9.8.3 实验步骤	250
9.5 实验 5 查看并指定进程的		9.9 实验 9 认知 Linux 系统	252
优先级	248	9.9.1 实验目的	252
9.5.1 实验目的	248	9.9.2 实验准备知识	252
9.5.2 实验准备知识	248	9.9.3 实验步骤	253
9.6 实验 6 外设与主板的硬件连接		附录 概念、术语解释	254
和安装	249	参考文献	266
9.6.1 实验目的	249		
9.6.2 实验准备知识	249		

1.1 操作系统概述

1.1.1 什么是操作系统

现代计算机系统是一个相当复杂的系统，即使相当普及的个人电脑也是如此。一个计算机系统由系统硬件和系统软件组成。系统硬件包括中央处理器（central processing unit, CPU，以下简称处理器）、内部存储器、输入/输出设备等。系统软件包括操作系统、各种语言处理程序、系统实用程序等。一台没有任何软件支持的计算机称为裸机，用户直接使用裸机来编制和运行程序是相当困难的。计算机系统必须在计算机厂商提供的系统软件的支持下，才能为用户程序提供一个良好的编制与运行程序的环境。因此，实际呈现在用户面前的计算机系统是经过若干次软件改造的计算机。操作系统是控制和管理计算机硬件、软件资源的最基本的系统软件，它方便用户充分、有效地利用资源，增强了整个计算机的处理能力。

正如图 1.1.1 所示，可把整个计算机系统，按功能划分为 4 个层次，即系统硬件、操作系统、系统实用软件和应用软件。这 4 个层次表现为一种单向服务关系，即外层可以使用内层提供的服务。

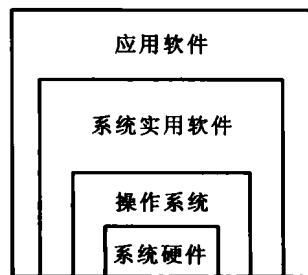


图 1.1.1 计算机系统的 4 个层次

1.1.2 操作系统的地位

系统硬件是计算机系统的基础，操作系统及其他软件最终还是要以机器指令的形式来访问和控制各种硬件资源。硬件系统的组织结构也在不断地改进。目前大、中、小型计算机经常采用的一种硬件系统组织方式是以主存为中心，CPU 和 I/O 系统充分地并行工作，并且通过这个双端口的主存相互通信。I/O 通道实际上是一台专用的 I/O 处理机，它接收 CPU 的委托，独立地执行自己的通道程序，分别用字节多路通道、组成多路通道和选择通道方式控制低速、中速和高速外围设备的工作。I/O 通道使 CPU 摆脱了对各种 I/O 设备的繁杂控制，而且还可使各种

外围设备之间并行工作。这种大、中、小型计算机系统是以 CPU 和 I/O 系统之间以及各 I/O 设备之间尽可能地并行工作来换取更高的系统性能/价格比的。

微型计算机系统普遍采用总线结构, CPU 通过系统总线(含地址、数据和控制信息)与存储器、I/O 接口相连,各种外围设备通过 I/O 接口挂接到系统总线上,这种连接方式使整个系统扩充灵活、维护方便。例如,IBM PC 和 PC/XT 微型计算机使用的标准 PC 总线(62 引脚)支持 8 位数据传输和 20 位地址,IBM PC/AT 微型计算机使用的扩展 PC 总线(62+36 引脚)支持 16 位数据传输和 24 位地址。在 IBM PC 系统中,将接口控制卡(适配器卡)插入机箱内的“I/O 扩展槽”与系统总线连接,I/O 扩展槽也称为 I/O 通道,但它实际上只是系统总线的延伸。

在计算机系统的层次结构中,包围着系统硬件的一层就是操作系统(operating system, OS)。它是最基本的系统软件,控制和管理着系统硬件(处理器、内存和外围设备),为上层的实用程序和用户应用程序提供一个屏蔽硬件工作细节的良好使用环境。操作系统把一个裸机变成了一个可“操作”的、方便灵活的计算机系统。另一方面,因为计算机中的程序、数据大多以文件形式存放在外存储器中,构成文件系统,接受操作系统的管理。所以,尽管操作系统处于系统软件的最低层,却是其他所有软件的管理者。因此,操作系统层是计算机系统层次结构中是特殊的、极为重要的一层,它不仅接受硬件层提供的服务并向上层的系统实用软件层、应用软件层提供服务,而且还管理着全系统的硬件和软件资源。

系统实用软件层由一组系统实用程序(utility)组成,如语言编译程序(compiler)、文本编辑程序(text editor)、调试程序(debugging utility)、连接程序(linker)和系统维护程序(maintenance program)等。系统实用程序的功能是为应用软件以及用户加工自己的程序和数据提供服务,并为管理员对系统进行日常维护提供工具。例如,Microsoft 32 位 Windows 操作系统的基础是 32 位内核,由内核进行系统调度和内存管理。由于 32 位操作系统支持 32 位设备驱动器,操作系统和设备间的通信变得更为迅速。32 位 Windows 操作系统的其他许多特性来源于它对 Win32 API 的支持。这个 API 集合只能由 32 位内核系统,如 Windows NT 和 Windows 95/98 方能完全实现。使用 Win32 API 的好处是支持长文件名,可安装 32 位文件系统,并能更好地管理系统资源。

应用软件层包括各类软件,如数据库管理系统、办公自动化系统、事务处理系统等。

1.1.3 操作系统的功能

前面从计算机系统的层次结构观点,讨论了操作系统这个最基本的系统软件与系统硬件以及上层的系统实用软件、应用软件的关系。现在再从资源管理的观点,进一步看看操作系统应具备哪些功能。

引入操作系统的目的有如下两方面原因:

① 操作系统要方便用户使用。一个好的操作系统应给用户提供一个良好的操作界面,使用户不必了解硬件和系统软件的细节就可方便地使用计算机。这里的“用户”是一个广义的概念,不仅包括系统的一般用户、系统管理员,还应包括系统实用软件的设计者。

② 操作系统应最大限度地发挥计算机系统资源的使用效率。这里的系统资源既包括 CPU、内存、外围设备等硬件资源,也包括程序和数据等软件资源(亦称信息资源)。操作系统应合理地组织计算机的工作流程,使这些硬件、软件资源为多个用户所共享。

为了实现上述目标，操作系统通常具备以下 5 个方面的功能。

(1) 进程管理

进程管理主要是对处理器进行管理。CPU 是计算机系统中最宝贵的硬件资源。为了提高它的利用率，采用了多道程序技术。如果一个程序因等待某一条件而不能继续运行时，就把处理器占用权转交给另一个可运行的程序。或者出现了一个比当前运行的程序更重要的可运行的程序时，允许后者抢占 CPU。为了描述多道程序的并发执行，就要引入进程的概念。通过进程管理协调多道程序之间的关系，使 CPU 资源得到最充分的利用。

(2) 存储管理

内存（又称主存）是另一宝贵的硬件资源。虽然 RAM 芯片的集成度不断地提高、价格不断地下降，但由于需求量大，内存整体的价格仍较昂贵，而且受 CPU 寻址能力的限制，内存的容量也有限。因此，当多个程序共享有限的内存资源时，如何为它们分配内存空间，使它们既彼此隔离、互不侵扰，又能保证在一定条件下互相调用，尤其是当内存不够用时，如何把当前未运行的程序及数据及时调出内存，要运行时再从外存调入内存，等等，都是存储管理的任务。

(3) 设备管理

设备管理是指计算机系统中除了 CPU 和内存以外的所有输入、输出设备的管理。除了进行实际 I/O 操作的设备外，还包括诸如设备控制器、DMA 控制器、通道等支持设备。外围设备的种类繁多，功能差异很大。这样，设备管理的首要任务是为这些设备提供驱动程序或控制程序，使用户不必详细了解设备及接口的技术细节，就可方便地对这些设备进行操作。另一任务就是利用中断技术、DMA 技术和通道技术，使外围设备尽可能与 CPU 并行工作，以提高设备的使用效率并提高整个系统的运行速度。

(4) 文件管理

程序和数据以文件形式存放在外存储器（如磁盘、光盘、磁带）中，需要时再把它们装入内存。文件包括的范围很广，例如，用户作业、源程序、目标程序、初始数据、结果数据等，而且各种系统软件甚至操作系统本身也通过文件进行组织。因此，文件是计算机系统中除 CPU、内存、外围设备以外的另一类资源即软件资源。有效组织、存储、保护文件，以使用户方便、安全地访问它们，是操作系统文件管理的任务。

对上述 4 种资源的管理并非是完全独立的，它们之间存在着相互依赖的关系。对每一种资源的管理，操作系统都要做到：记录资源的使用情况，以某种策略分配资源，回收资源。操作系统常借助于一些表、队列等数据结构来实施管理功能。

除了上述 4 项功能之外，操作系统还应该向用户直接提供使用它自己的手段，这就是操作系统的作业管理功能。

(5) 作业管理

所谓作业，就是用户在一次算题过程中，或一次事物处理中，要求计算机系统所做工作的集合。例如，用 Fortran 语言编制了一个算题程序，要经过下列步骤：把源程序读入系统，对源程序进行编译，运行目标程序，打印输出结果。上述每一步骤称为作业步，只有完成所有的作业步才称作完成了一个作业。用户应该如何向系统提交作业，操作系统应该如何组织和调度作业步的运行来提高整个系统的运行效率，这些都是作业管理的任务。

从系统层次结构和资源管理两个角度考察操作系统后，便可以较完整地了解什么是操作系统了。

1.2 操作系统分类

不同的硬件结构，尤其是不同的应用环境，应有不同类型的操作系统，以实现不同的目标。通常，将操作系统分成如下3类：

- 批处理系统 (batch processing system)
- 分时系统 (time-sharing system)
- 实时系统 (real-time system)

1.2.1 批处理系统

批处理系统的设计目标是提高系统资源的使用效率和作业吞吐量（单位时间处理作业的个数）。

这类操作系统要求用户使用系统提供的作业控制语言，来描述自己对作业运行的控制意图，并将这些控制信息连同自己的程序和数据一起作为一个作业提交给操作员。操作员启动有关程序将一批作业输入到计算机外存，由操作系统去控制、调试各作业的运行并输出结果。由于作业进入计算机系统后，用户不再对作业的运行进行人工干预，从而提高了系统的运行效率。

早期的批处理系统是单道的，一个作业调入内存后要直到正常运行结束或因某种原因运行不下去而中途退出时，系统才去调入下一个作业。作业总是一个一个地顺序运行，当一个作业运行时它便独占了全机所有资源。显然，尽管这种单道批处理系统减少了作业交接时的机时浪费，但整个系统资源利用率和运行效率还是很低的。其主要原因是处理器和输入/输出设备的串行工作方式，当作业进行输入/输出操作时处理器在空闲着，等待输入/输出操作的完成，这就浪费了大量的处理器时间。

为提高处理器资源的利用率，应尽可能地使处理器与输入/输出设备并行工作，这样便相应地出现了多道技术。多道 (multiprogramming) 是指在内存中同时存放若干道用户作业并允许这些作业在系统中交替地运行。如果这些作业搭配合理，就能使处理器与输入/输出设备高度并行工作，当然，这还需要中断机构等硬件的支持。多道技术看似简单，实践起来并不容易，如何使内存中的多道作业有条不紊地运行，如何为它们分配资源，这促进了操作系统的重大进步。将多道技术引入批处理系统，就实现了一个多道批处理系统。现代计算机上的批处理系统，差不多都是多道批处理系统。其工作流程大致如下：各用户使用操作系统提供的作业控制语言，描述作业运行时的控制意图以及对资源的需求，然后将程序、数据以及这些信息一并交给操作员，操作员可随时把一批批作业交给系统。在外存中存放大量后备作业，系统根据一定的原则从后备作业中选择搭配合理的若干作业调入内存。搭配合理主要是指作业的选择既能充分利用系统各类资源又能满足不同用户响应时间的要求，内存中的作业按多道方式组织它们的运行。例如，某个作业因等待输入/输出操作的完成而暂时不能继续运行下去时，系统就使另一作业投入运行。这样，内存中的多个作业交替运行，某个作业运行完毕，系统输出它的运行结果并回收分配给它的资源，系统再从外存中调入另一个作业。作业不断地流入系统，形成一个作业流。

这样的系统，系统资源利用率高，作业吞吐量大。

批处理系统的主要缺点是用户使用不太方便。用户把作业提交给系统后，无法对作业运行中可能出现的意外情况进行干预，于是可能是程序中一个很小的错误就导致了整个作业流无法继续运行。这种情况特别不利于程序的调试。

1.2.2 分时系统

一台计算机连接多个终端，用户通过各自的终端把作业送入计算机，计算机又通过终端向各用户报告其作业的运行情况。这种计算机分时轮流地为各终端用户服务并能及时对用户服务请求予以响应，这就构成了分时系统。

分时系统的主要优点是它和多个终端用户的交互会话工作方式，方便了用户使用计算机并可大大加快程序的调试过程。因此，分时系统设计的主要目标是对用户请求的及时响应，并在可能条件下尽量提高系统资源的利用率。

分时概念并不陌生。例如，硬件设计技术中的 I/O 通道与 CPU 分时使用内存；又如，多道程序技术中的多道程序分时共享硬、软件资源。分时系统中的分时则不同，它是把 CPU 的运行时间划分成一个个长短相等（或基本相等）的时间片，并把这些时间片依次轮流地分配给各终端用户程序。系统中的终端数目是有限的，只要时间片的长短确定得适当，那么一个终端用户程序从放弃 CPU 到下次再得到 CPU，只经过不太长的而且可确定的一段时间（例如 2 s~3 s）。

多道批处理系统中，用户无法干预程序的运行，其中一个原因就是用户不知道系统何时把他的程序投入运行；在分时系统中，用户程序从微观上看是“走走停停”，但从宏观上看却总是在“走”，用户的任何干预总能在 2 s~3 s 时间内得到及时响应。用户的感受好像是一台 CPU 速度变慢的计算机在专门为他服务。

不难看出，分时系统的基本特征是：

① 同时性。若干个用户同时使用一台计算机。微观上看是各用户轮流使用计算机；宏观上看是各用户在并行工作。

② 独立性。用户之间可以相互独立操作，互不干涉，系统保证各用户程序运行的完整性，不会发生相互混淆或破坏现象。

③ 及时性。系统可对用户的输入及时做出响应。分时系统性能的主要指标之一是响应时间，它是指从终端发出命令到系统予以应答所需的时间。

④ 交互性。用户可根据系统对请求的响应结果，进一步向系统提出新的请求。这种能使用户与系统进行人-机对话的工作方式，明显有别于批处理系统，因而分时系统又被称为交互系统。

IBM 公司于 1968 年推出的 SS/360 也是一个成功的分时系统。目前广为流行的 UNIX 系统也是一个分时操作系统，但它是每隔 1 s 就产生一次时钟中断来重新计算所有进程的优先数，按动态优先数来分配 CPU，而不是采用固定时间片轮转法。

1.2.3 实时系统

实时系统的应用环境是指：需要对外部事件及时响应并处理的一些场合。实时系统可分成两类：

① 实时控制系统。计算机用于飞机飞行，导弹发射等的自动控制时，要求计算机能尽快处

理测量系统测得的数据,及时地对飞机或导弹进行控制或将有关信息通过显示终端提供给决策人员。计算机用于轧钢、石化、机加工等工业生产过程控制时,也要求计算机能及时处理由各类传感器送来的数据,然后控制相应的执行机构。

② 实时信息处理系统。计算机用于预定飞机票,查询有关航班、航线、票价等事宜时,或计算机用于银行系统、情报检索系统时,都要求计算机能对终端设备发来的服务请求及时予以正确的回答。

实时系统设计的目标是实时响应及处理的能力和高可靠性。对系统资源利用率,实时系统要求不高,甚至为保证高可靠性而在硬件上采用冗余措施。

实时系统与批处理系统和分时系统的不同之处在于:

① 无论批处理系统还是分时系统,都属于处理用户作业的通用系统,系统本身只起管理、调度、服务的作用;而许多实时系统则是为某种应用而专门设计的专用系统,系统本身就包含有实时控制过程或实时信息处理的专用程序。有些实时系统也有一定范围内的通用性,但应具有较强的系统生成能力,以便根据需要来剪裁或贴补系统功能,与实际应用环境相适应。

② 分时系统也要求及时响应,但那是以人所能接受的等待时间来定,一般为 $2\text{ s}\sim 3\text{ s}$,稍长、稍短一些都不会带来“灾难性”后果。而实时系统则不同,实时响应要求是以具体的控制过程或信息处理过程所能接受的延迟时间来定。对于某些实时控制过程,及时响应要求的时间可达毫秒甚至微秒数量级。实时系统,特别是实时控制系统,应具备强有力的中断机制、实时时钟管理机制和快速的任务切换机制。

③ 在一些实时信息处理系统,如民航订票系统中也有多个终端用户的问题。但与分时系统中的多终端用户相比,其与系统的交互作用要受到限制。实时系统仅允许终端操作员访问有限的专用程序,而不能编写程序或修改已存程序。

④ 高可靠性对实时系统至关重要。实时系统常采用双工体制,即两台完全相同的计算机,一台作为值班机一台作为后备机,两机并行运行,任一时刻都有着完全相同的CPU现场,一旦值班机发生故障,后备机立即切入。操作系统软件也要特别可靠,并应具备某种防护机构来保证任务过载时系统仍能正常运行。与批处理系统、分时系统相比,实时系统的资源利用率一般较低。

1.2.4 网络操作系统

将地理位置不同、具有独立功能的多个计算机系统,通过通信设备和通信线路连接起来,在功能完善的网络系统软件(网络协议、信息交换方式、控制程序和网络操作系统)的支持下,以实现更加广泛的硬件资源、软件资源的共享,这就是计算机网络。

单机操作系统是封闭的,而网络操作系统恰恰相反,它是开放系统。因为只有“开放”,才适应网络中多用户之间的交往和全网资源的共享。一个计算机系统入网后,不但大大扩大了本机用户的可用资源范围,同时也使该机的用户范围从本机用户扩大到全网用户。这就要求网络环境下的操作系统,既要为本机用户提供有效使用网络资源的手段,又要为网络用户使用本机资源提供服务。因此,网络操作系统除了应具有单机操作系统的功能之外,还应有网络管理模块,其主要功能是支持网络通信和提供各种网络服务。

根据网络作用的地理范围不同,可将计算机网络分成两大类:广域网和局域网。广域网的

地理范围从几百千米到几千千米，甚至上万千米，可以覆盖一个地区、一个国家，甚至跨洲。局域网的地理范围是几千米到几十千米，一个企业或一个大学内都可组建局域网。广域网和局域网是一个相对概念。局域网的系统软件，通常由网络协议及协议软件、网络通信软件和网络操作系统 3 部分组成。局域网的网络操作系统的主要功能是实现系统共享资源的管理。

1.2.5 通用操作系统

上面介绍的批处理系统、分时系统和实时系统是操作系统的 3 种基本类型。如果一个系统兼有批处理、分时处理和实时处理三者，那就形成了通用操作系统。

例如，把批处理与分时处理相结合，有分时用户时，系统及时对他们的请求作出响应，而当系统暂时没有分时用户或用户较少时，就可利用一些空闲的时间片去处理无需及时响应的批作业。类似地，也可把批处理与实时处理相结合，有实时请求时进行实时处理，没有实时请求时运行批作业。这都可提高系统资源的利用率。

在通用操作系统中，往往把批处理作业作为后台（background），而需要及时响应的用户作业作为前台（foreground）。前、后台作业的区别在于：只有前台作业不需要使用处理器时，后台作业才能得到处理器的控制权；一旦前台作业可以开始工作时，后台作业要立即让出处理器。如 UNIX、Microsoft Windows NT、Windows 95/98 等。

衡量一个操作系统的性能时，常采用如下一些指标：

- ① 系统的 RAS。RAS 是可靠性、可维护性和可用性三者的总称。
- ② 系统的吞吐率。
- ③ 系统的响应时间。
- ④ 系统资源的利用率。
- ⑤ 可移植性，即把一个操作系统从一种硬件环境移植到另一种硬件环境所需要的工作量。

至于操作系统是否方便用户使用，有无良好的用户界面，是无法定量评判的，但这却是衡量操作系统性能优劣的一个重要方面。

1.3 微机操作系统的形成和发展

1.3.1 MS-DOS 操作系统

MS-DOS 是美国微软公司（microsoft）的产品，主设计人是 Tim Paterson。由于 IBM 公司与 Microsoft 公司签订协议，使用 MS-DOS 作为 IBM 个人计算机（personal computer, PC）的操作系统，并更名为 PC-DOS。于是，除系统文件名称有些不同外，PC-DOS 与 MS-DOS 没有什么不同。进入 20 世纪 90 年代，两公司在发展策略上出现分歧，MS-DOS 最终只推出了 5.0 版。最后由 Microsoft 公司又推出 6.0、6.2 版。

1.3.2 微机多任务操作系统

在一台计算机上同时运行多个应用程序的能力，十年前还只是大、中、小型计算机操作系统才具备的。而今，随着高档微机的出现，具备多任务能力的微机操作系统受到广大用户的欢