

计 算 机 科 学 与 技 术 系 列 教 材

计 算 机 操 作 系 统

主 编 刘 腾 红 颜 彬 余 敦 辉
副 主 编 崔 洪 芳 陈 年 生 钟 保 荣 陈 琳



WUHAN UNIVERSITY PRESS
武汉大学出版社

计算机科学与技术系列教材

计算机操作系统

主 编	刘腾红	颜 彬	余敦辉	
副主编	崔洪芳	陈年生	钟保荣	陈 琳
参 编	骆正华	刘 敏	金 晶	

武汉大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

计算机操作系统/刘腾红,颜彬,余敦辉主编. —武汉:武汉大学出版社,2006.7

(计算机科学与技术系列教材)

ISBN 7-307-04976-7

I. 计… II. ①刘… ②颜… ③余… III. 操作系统—教材 IV. TP316

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 024277 号

责任编辑:谢文涛

责任校对:王 建

版式设计:支 笛

出版发行:武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件:wdp4@whu.edu.cn 网址:www.wdp.com.cn)

印刷:湖北鄂东印务有限公司

开本:787×980 1/16 印张:22.5 字数:462 千字

版次:2006 年 7 月第 1 版 2006 年 7 月第 1 次印刷

ISBN 7-307-04976-7/TP·197 定价:29.00 元

版权所有,不得翻印;凡购我社的图书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请与当地图书销售部门联系调换。

计算机科学与技术系列教材

编 委 会

主 任:何炎祥,武汉大学计算机学院院长,教授

副 主 任:康立山,中国地质大学(武汉)计算机学院院长,教授

陆际光,中南民族大学计算机科学学院院长,教授

编 委:(以姓氏笔画为序)

王江晴,中南民族大学计算机科学学院副院长,教授

王春枝,湖北工业大学计算机学院副院长,教授

牛冀平,黄冈师范学院计算机系主任,副教授

石曙东,湖北师范学院计算机科学与技术系主任,教授

朱 英,桂林电子工业学院计算机系副教授

孙扬波,湖北中医学院信息技术系信息管理与信息系统教研室
主任

刘腾红,中南财经政法大学信息学院副院长,教授

陈少平,中南民族大学电信学院副院长,教授

杜友福,长江大学计算机科学学院院长,教授

陆 迟,江汉大学数学与计算机科学学院计算机系主任,副教授

闵华松,武汉科技大学计算机科学与技术学院副院长,副教授

陈佛敏,咸宁学院信息工程学院计算机系主任,副教授

陈建新,孝感学院计算机科学系主任,副教授

李禹生,武汉工业学院计算机与信息工程系副主任,教授

李晓林,武汉工程大学计算机科学与工程学院副院长,副教授

张焕国,武汉大学计算机学院教授

张唯佳,湖北省信息产业厅信息化推进处处长

余敦辉,湖北大学数学与计算机科学学院计算机系副主任

肖 微,湖北警官学院信息技术系副教授

钟 璐,武汉理工大学计算机科学与技术学院院长,教授

钟阿林,三峡大学电气信息学院计算机系主任

姜洪溪,襄樊学院电气信息工程系副主任,副教授

桂 超,湖北经济学院计算机与电子科学系副主任,副教授

黄求根,武汉科技学院计算机科学学院院长,教授

阎 菲,湖北汽车工业学院计算中心主任,副教授

韩元杰,桂林电子工业学院计算机系教授

谢坤武,湖北民族学院信息工程学院计算机系主任,副教授

戴光明,中国地质大学(武汉)计算机学院副院长,教授

魏中海,华中农业大学理学院计算机系副教授

执行编委:黄金文,武汉大学出版社副编审



内 容 简 介

本书从计算机资源管理的角度，系统、全面、准确、通俗地阐述了操作系统的概念、原理和方法。全书共9章，包括引论、作业管理和用户接口、进程和处理机管理、存储管理、设备管理、文件系统、网络操作系统、UNIX 系统分析以及 Windows 2000/NT 介绍。

本书是计算机科学与技术专业系列教材中的一本，可作为高等院校计算机应用专业的教材，也可作为从事计算机工作的科技人员的参考书。



前 言



迄今为止,操作系统(Operating System, OS)在计算机系统中占据着特殊重要的地位。它是配置在计算机硬件系统上的第一层系统软件,其他所有软件如汇编程序、编译程序、数据库管理系统等系统软件以及大量的应用软件,都依赖于操作系统的支持。从用户的角度看,OS 是用户与计算机硬件系统的接口;从资源管理角度看,OS 是计算机系统资源的管理者。

随着计算机科学的不断发展,计算机的应用范围越来越广泛,人们对操作系统的要求越来越高,对这门学科的研究也在不断深入。近年来,新的产品不断问世,新的概念也不断引入。可以说,OS 是计算机领域中最活跃的学科之一,具有与时俱进的特点。

本书是计算机科学与技术专业系列教材中的一本,具有内容丰富、涉及面广、概念抽象、实践性强等特点。它涉及计算机科学中硬件、软件诸多方面的知识。因此,要求读者在学习本书之前,一定要有计算机原理、数据结构及至少一门程序设计语言等方面的知识。考虑到计算机科学与技术专业的特点,我们在组织材料上,力争做到系统性、准确性、通俗性、实用性、新颖性,注重理论与实践的结合。并把培养读者分析问题、解决问题、实际动手和软件开发能力作为出发点。

本书共9章,包括:引论、作业管理和用户接口、进程和处理机管理、存储管理、设备管理、文件系统、网络操作系统、UNIX 系统分析和 Windows 2000/NT。每章后面都附有习题。

本书由中南财经政法大学信息学院刘腾红教授负责全书总纂与定稿工作。第一章由刘腾红执笔,第二章由湖北大学数学与计算机科学学院余敦辉执笔,第三章由长江大学计算机科学学院钟宝荣执笔,第四章由中南财经政法大学信息学院金晶、长江大学计算机科学学院陈琳执笔,第五章由湖北师范学院计算机科学与技术系陈年生执笔,第六章由湖北经济学院计算机与电子科学系崔洪芳执笔,第七章由中南财经政法大学信息学院骆正华执笔,第八章由江汉大学数学与计算机科学学院刘敏执笔,第九章由江汉大学数学与计算机科学学院颜彬执笔。

本书的编写得到武汉大学计算机学院何炎祥教授的大力帮助。《计算机科学与技术系列教材》编委会认真审阅了编写提纲,并提出了许多宝贵意见。中南财经



政法大学、湖北大学、长江大学、江汉大学、湖北经济学院、湖北师范学院等高校的领导和教师们对本书的编写给予了大力支持，武汉大学出版社的领导和编辑为本书的出版做了大量的工作。在此一并表示衷心的感谢！

由于作者水平有限，书中错误在所难免，恳请各位同行和读者赐教。

作 者

2005 年 11 月于武昌

目 录

第一章 引 论	1
1.1 什么是操作系统	1
1.1.1 计算机系统	1
1.1.2 操作系统在计算机系统中的地位	3
1.1.3 操作系统的定义	4
1.2 操作系统的功能	4
1.2.1 处理机管理	5
1.2.2 存储管理	5
1.2.3 设备管理	5
1.2.4 文件管理	6
1.2.5 作业管理	6
1.3 操作系统的类型	6
1.3.1 多道批处理系统	6
1.3.2 分时系统	11
1.3.3 实时系统	11
1.4 操作系统的特性及性能指标	13
1.4.1 操作系统的特性	13
1.4.2 操作系统的性能指标	14
1.5 中断系统	15
1.5.1 什么叫中断	15
1.5.2 中断装置	16
1.5.3 管态和目态	17
1.5.4 中断分类	17
1.5.5 中断屏蔽	18
1.5.6 中断优先级	18
1.5.7 中断处理	20
小 结	23
习题一	24



第二章 作业管理和用户接口	26
2.1 用户与操作系统间的接口	26
2.1.1 操作命令	27
2.1.2 系统功能调用	29
2.2 作业管理的基本概念	32
2.2.1 作业与作业步	32
2.2.2 作业的4种状态	34
2.3 作业的输入与输出	34
2.4 作业调度	38
2.4.1 作业调度的功能	38
2.4.2 调度性能的衡量	40
2.4.3 作业调度的算法	42
2.5 作业控制	45
2.5.1 脱机控制方式	46
2.5.2 联机控制方式	47
小 结	47
习题二	48
 第三章 进程和处理机管理	 50
3.1 进程的基本概念	50
3.1.1 程序顺序执行	50
3.1.2 程序的并发执行	51
3.1.3 进程描述	54
3.2 进程管理	60
3.2.1 进程创建原语	61
3.2.2 进程撤销原语	62
3.2.3 进程等待原语	63
3.2.4 进程唤醒原语	63
3.2.5 其他原语	64
3.3 进程间的同步与互斥	64
3.3.1 进程间的制约关系	65
3.3.2 进程互斥	65
3.3.3 信号灯和P, V操作	69
3.3.4 进程同步	73
3.4 进程通信	81
3.4.1 进程通信类型	81

3.4.2 消息系统-进程直接通信例子 (消息队列)	83
3.5 死锁	85
3.5.1 产生死锁的原因和必要条件	85
3.5.2 预防死锁	89
3.5.3 避免死锁	91
3.5.4 死锁的检测与恢复	92
小 结	94
习题三	94
第四章 存储管理	96
4.1 概述	96
4.1.1 存储管理的功能	96
4.1.2 存储管理中使用的几个概念	97
4.2 简单的存储管理	101
4.2.1 单一连续区分配	101
4.2.2 分区分配	102
4.2.3 覆盖与交换	110
4.3 分页存储管理	113
4.3.1 分页管理的实现原理	113
4.3.2 地址变换过程	115
4.3.3 联想存储器	116
4.3.4 主存的分配与回收	116
4.3.5 分页存储管理的优缺点	118
4.4 请求分页存储管理	118
4.4.1 实现原理	119
4.4.2 置换算法	121
4.4.3 请求分页存储管理的优缺点	125
4.5 段式存储管理	126
4.5.1 段式管理的实现原理	126
4.5.2 地址变换过程	127
4.5.3 段式管理的存储保护	128
4.5.4 段式虚拟存储管理	129
4.5.5 段的动态链接	129
4.5.6 段的共享	132
4.5.7 段式存储管理的优缺点	132
4.6 段页式存储管理	133



4.6.1 段页式管理的实现原理	133
4.6.2 管理算法	135
4.6.3 段页式存储管理的优缺点	136
小 结	137
习题四	138

第五章 设备管理

143

5.1 I/O 系统	143
5.1.1 I/O 设备	144
5.1.2 设备控制器	145
5.1.3 I/O 控制方式	146
5.2 缓冲技术	150
5.2.1 单缓冲	151
5.2.2 双缓冲	152
5.2.3 循环缓冲	152
5.2.4 缓冲池	153
5.3 设备分配	154
5.3.1 设备独立性	154
5.3.2 设备分配的原则	155
5.3.3 设备分配中的数据结构	156
5.4 虚拟设备	159
5.4.1 Spooling 技术	159
5.4.2 Spooling 系统的组成和实现	160
5.4.3 Spooling 应用实例	162
5.5 磁盘存储器管理	163
5.5.1 磁盘的物理结构	163
5.5.2 磁盘调度	164
5.5.3 提高磁盘 I/O 速度的其他方法	167
5.6 设备驱动程序	168
5.6.1 驱动技术的发展	168
5.6.2 设备驱动程序的功能和特点	169
5.6.3 设备驱动程序的处理过程	171
小 结	172
习题五	172

第六章 文件系统

175

6.1 文件系统的概念	175
6.1.1 什么叫文件	175
6.1.2 文件分类和文件的属性	176
6.1.3 文件系统的功能	177
6.2 文件结构及存取方法	178
6.2.1 文件的逻辑结构	178
6.2.2 文件的存取方法	178
6.2.3 文件的物理结构	179
6.2.4 文件结构与存储设备以及存取方法的关系	186
6.3 文件存储空间管理	187
6.3.1 空白文件目录	187
6.3.2 位示图	188
6.3.3 空白块链	188
6.4 文件目录管理	189
6.4.1 文件控制块	190
6.4.2 一级文件目录结构	191
6.4.3 二级目录结构	191
6.4.4 多级目录结构	192
6.5 文件的共享与保护	195
6.5.1 文件的完整性	196
6.5.2 文件的存取保护方法	196
6.6 文件的使用	199
小 结	201
习题六	202
 第七章 网络操作系统	 203
7.1 概述	203
7.1.1 网络操作系统的功能	204
7.1.2 网络操作系统的特征	205
7.2 网络操作系统的结构	207
7.2.1 网络操作系统结构设计的模式	207
7.2.2 客户/服务器模式下的网络操作系统的组成	210
7.2.3 客户/服务器模式的工作过程	212
7.2.4 内核结构	212
7.3 网络操作系统的通信	214
7.3.1 基于共享变量的通信方式	214



7.3.2 基于消息传递的通信方式	214
7.3.3 远程过程调用	216
7.4 资源共享	219
7.4.1 硬盘共享	219
7.4.2 打印机共享	220
7.4.3 文件和数据共享	222
7.5 服务软件	223
7.5.1 名字服务	224
7.5.2 文件服务	224
7.5.3 电子邮件服务	226
7.5.4 WWW 服务	228
7.6 应用程序接口	229
7.6.1 操作命令接口	229
7.6.2 网络编程接口	231
小 结	234
习题七	235
第八章 UNIX 操作系统	237
8.1 概述	237
8.1.1 UNIX 操作系统的发展	237
8.1.2 UNIX 操作系统的特征	239
8.1.3 UNIX 操作系统的结构	240
8.2 UNIX 的进程	243
8.2.1 UNIX 进程描述	243
8.2.2 UNIX 系统的进程状态及变迁	248
8.3 UNIX 进程的控制与调度	251
8.3.1 UNIX 系统进程的控制	251
8.3.2 UNIX 系统进程的调度	256
8.4 存储器管理	258
8.4.1 概述	258
8.4.2 请求调页管理的数据结构	259
8.4.3 换页进程	262
8.4.4 请求调页	265
8.5 UNIX 设备管理	266
8.5.1 设备缓冲管理	266
8.5.2 核心与驱动程序的接口——设备开关表	270

8.5.3 磁盘驱动程序	273
8.5.4 磁盘读、写程序	274
8.6 UNIX 文件管理	275
8.6.1 UNIX 文件系统概述	276
8.6.2 文件的物理结构	278
8.6.3 索引节点的管理	280
8.6.4 空闲磁盘空间的管理	282
8.6.5 用户文件描述符和文件表	284
8.6.6 目录管理	285
8.6.7 文件系统的系统调用	287
小 结	292
习题八	293
 第九章 Windows 2000 操作系统	294
9.1 Windows 操作系统的发展历程	294
9.1.1 MS-DOS 操作系统	294
9.1.2 Windows 95/98/Me 操作系统	295
9.1.3 Windows NT 操作系统	296
9.1.4 Windows 2000	296
9.2 Windows 2000 的体系结构	298
9.2.1 体系结构的分类	298
9.2.2 Windows 2000 的特点	299
9.2.3 Windows 2000 的体系结构	300
9.3 Windows 2000 的进程和处理器管理	305
9.3.1 Windows 2000 的进程和线程模型	305
9.3.2 Windows 2000 的进程实现	305
9.3.3 Windows 2000 的线程实现	307
9.3.4 Windows 2000 的线程调度	308
9.4 Windows 2000 的存储管理	315
9.4.1 Windows 2000 的虚拟地址空间	315
9.4.2 虚拟地址空间分配	316
9.4.3 地址转换机制	316
9.4.4 页目录、页表和页表项的结构	319
9.4.5 页面调度策略与工作集管理	320
9.4.6 Windows 2000 的内存保护机制	321
9.5 Windows 2000 的文件系统	321



9.5.1 文件系统格式	321
9.5.2 NTFS 文件系统	324
9.5.3 NTFS 的磁盘结构	327
9.5.4 NTFS 的可靠性	330
9.5.5 NTFS 的安全性	332
9.6 Windows 2000 的 I/O 系统	333
9.6.1 Windows 2000 的 I/O 设计目标	333
9.6.2 Windows 2000 的 I/O 结构	334
9.6.3 Windows 2000 的设备驱动程序	335
9.6.4 Windows 2000 的 I/O 处理	337
小 结	341
习题九	342
参考文献	343



第一章 引 论



操作系统（Operating System, OS）是计算机系统中必备的核心系统软件。截止到目前，用户使用计算机系统，首先要与操作系统打交道。本章将讨论什么是操作系统，操作系统的功能，操作系统的类型及主要性能指标，并介绍中断系统的有关概念。

1.1 什么是操作系统

1.1.1 计算机系统

计算机系统是一个复杂的系统。一个完整的计算机系统由硬件系统和软件系统两部分组成。硬件系统是组成计算机的各种元件、部件和设备的总称；软件系统是指计算机运行所需的各种程序及其有关的文档资料。硬件是整个计算机的物质基础，没有硬件系统就谈不上计算机。但是只有硬件系统，而没有配套的软件系统，计算机系统也无法工作。通常，我们将没有配置软件的计算机称为裸机。计算机的软件系统是建立在硬件系统基础之上的，只有将硬件系统和软件系统有机地结合起来，才能充分发挥计算机的作用，完成计算机所应承担的任务。我们将配置了软件的计算机称为虚拟计算机。

从功能上讲，可以把整个计算机系统划分为四个层次：机器层、操作系统层、系统层和应用层，如图 1-1 所示。这四个层次表现为一种单向服务关系，即，外层软件必须以事先约定好的方式使用内层软件或硬件提供的服务，这种约定称为界面。下面简要地看一看各层次的特点。

1. 机器层

机器层是指裸机（硬件），即无任何软件的机器设备本身。它的对外界面由机器指令系统组成，机器指令系统与硬件的组织结构密切相关。操作系统及其外层软件通过执行各种机器指令访问和控制各种硬件资源。

迄今为止，计算机硬件的组织结构仍采用冯·诺依曼（Von Neumann）的基本原理，即“存储程序控制”原理。它一般归纳为五类部件组成：控制器、运算器、存储器、输入设备和输出设备。人们通常把控制器和运算器做在一起，称为中央处