

普通高校本科计算机专业特色教材精选·计算机原理

计算机操作系统（第2版）

彭民德 肖健宇 编著 史美林 向勇 审

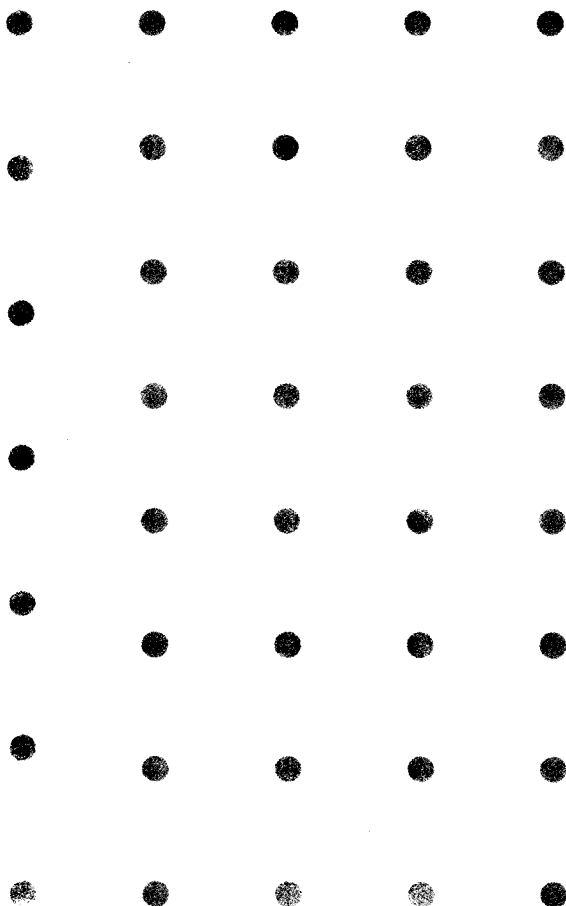
清华大学出版社



普通高校本科计算机专业特色教材精选·计算机原理

计算机操作系统（第2版）

彭民德 肖健宇 编著
史美林 向 勇 审



清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书系统地阐述了现代计算机操作系统的结构、功能和主要技术,包括进程与 CPU 管理、内存管理、设备管理和文件系统,讨论了操作系统的安全性。书中详细地介绍了 UNIX、Linux 和 Windows 实例,每章都有重点演示和交互练习,以及小结和习题。与本书配套的建立操作系统教学网站的电子文件可从出版社网站(<http://www.tup.com.cn>)下载,其中有动画讲解、交互练习、题目测试和问题讨论等内容。

本书是计算机专业本科教材,但对各个层次的读者学习计算机操作系统也有一定的帮助。

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 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

计算机操作系统/彭民德,肖健宇编著.—2版.—北京:清华大学出版社,2007.10
(普通高校本科计算机专业特色教材精选·计算机原理)
ISBN 978-7-302-15834-9

I. 计… II. ①彭… ②肖… 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(2007)第 132741 号

责任编辑:汪汉友

责任校对:李建庄

责任印制:李红英

出版发行:清华大学出版社

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

c-service@tup.tsinghua.edu.cn

社总机:010-62770175

投稿咨询:010-62772015

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编:100084

邮购热线:010-62786544

客户服务:010-62776969

印装者:北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:17

字 数:383 千字

版 次:2007 年 10 月第 2 版

印 次:2007 年 10 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:23.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:010-62770177 转 3103 产品编号:025524-01

编审委员会

主任：蒋宗礼

副主任：李仲麟 何炎祥

委员：（排名不分先后）

王向东	宁 洪	朱庆生	吴功宜	吴 跃
张 虹	张 钢	张为群	余雪丽	陈志国
武 波	孟祥旭	孟小峰	胡金初	姚放吾
原福永	黄刘生	廖明宏	薛永生	

出版说明

INTRODUCTION

在我国高等教育逐步实现大众化后,越来越多的高等学校将会面向国民经济发展的第一线,为行业、企业培养各级各类高级应用型专门人才。为此,教育部已经启动了“高等学校教学质量和教学改革工程”,强调要以信息技术为手段,深化教学改革和人才培养模式改革。如何根据社会的实际需要,根据各行各业的具体人才需求,培养具有特色显著的人才,是我们共同面临的重大问题。具体地说,培养具有一定专业特色的和特定能力强的计算机专业应用型人才则是计算机教育要解决的问题。

为了适应 21 世纪人才培养的需要,培养具有特色的计算机人才,急需一批适合各种人才培养特点的计算机专业教材。目前,一些高校在计算机专业教学和教材改革方面已经做了大量工作,许多教师在计算机专业教学和科研方面已经积累了许多宝贵经验。将他们的教研成果转化为教材的形式,向全国其他学校推广,对于深化我国高等学校的教学改革是一件十分有意义的事。

清华大学出版社在经过大量调查研究的基础上,决定组织编写一套《普通高校本科计算机专业特色教材精选》。本套教材是针对当前高等教育改革的新形势,以社会对人才的需求为导向,主要以培养应用型计算机人才为目标,立足课程改革和教材创新,广泛吸纳全国各地的高等院校计算机优秀教师参与编写,从中精选出版确实反映计算机专业教学方向的特色教材,供普通高等院校计算机专业学生使用。

本套教材具有以下特点。

1. 编写目的明确

本套教材是在深入研究各地各学校办学特色的基础上,面向普通高校的计算机专业学生编写的。学生通过本套教材,主要学习计算机科学与技术专业的基本理论和基本知识,接受利用计算机解决实际问题的基本训练,培养研究和开发计算机系统,特别是应用系统的基本能力。

2. 理论知识与实践训练相结合

根据计算学科的三个学科形态及其关系,本套教材力求突出学科的理论与实践紧密结合的特征,结合实例讲解理论,使理论来源于实践,又进一步指导实践。学生通过实践深化对理论的理解,更重要的是使学生学会理论方法的实际运用。在编写教材时突出实用性,并做到通俗易懂,易教易学,使学生不仅知其然,知其所以然,还要会其如何然。

3. 注意培养学生的动手能力

每种教材都增加了能力训练部分的内容,学生通过学习和练习,能比较熟练地应用计算机知识解决实际问题。既注重培养学生分析问题的能力,也注重培养学生解决问题的能力,以适应新经济时代对人才的需要,满足就业要求。

4. 注重教材的立体化配套

大多数教材都将陆续配套教师用课件、习题及其解答提示,学生上机实验指导等辅助教学资源,有些教材还提供能用于网上下载的文件,以方便教学。

由于各地区各学校的培养目标、教学要求和办学特色均有所不同,所以对特色教学的理解也不尽一致,我们恳切希望大家在使用教材的过程中,及时地给我们提出批评和改进意见,以便我们做好教材的修订改版工作,使其日趋完善。

我们相信经过大家的共同努力,这套教材一定能成为特色鲜明、质量上乘的优秀教材,同时,我们也希望通过本套教材的编写出版,为“高等学校教学质量和教学改革工程”做出贡献。

清华大学出版社

前言

PREFACE

本书第1版2004年出版以来,受到许多操作系统教师欢迎。也有的学生来信,表示对书中的一些习题感兴趣。今年,本校计算机教学委员会的专家和领导们敦促我们申报了省级教研课题,希望把工作继续做下去,这对我们是莫大的鼓励。

第2版主要进行了以下一些修订。

(1) 增加了操作系统安全一章。针对计算机信息系统日益受到黑客入侵和计算机病毒侵蚀的严重形势,我们从引入一些计算机系统被攻击的案例以引起学生们重视操作系统安全性开始,分析了操作系统易受到攻击的原因,介绍了操作系统安全性机制和对操作系统安全性的评估标准。本章还讨论了目前最流行的 UNIX、Linux 系统和 Windows 系统的安全性。

(2) 删除了 MS-DOS 一章。20 世纪八九十年代,MS-DOS 曾经是最流行的微型计算机操作系统,而现在通常它只是被 Windows 系统内装,一般情况下都不单独使用了,因此已没有必要单独列一章来介绍。

但是,它仍然适用一些非图形化操作,特别是实时性很强的操作,用 MS-DOS 命令比操作 Windows 图形快。有些底层功能,比如 BIOS 配置、端口操作、串口通信、计算机间的 ping 操作等还要用 MS-DOS。就在修订这本书时,计算机感染了病毒,桌面上“我的电脑”、“我的文档”和“IE”等图标无法被点开,只好拿来 Windows 系统盘从光驱重新安装,但安装前先要保存数据。此时 Windows 系统已无法为我们保存数据文件。我们的唯一办法是从屏幕左下角执行“开始”|“程序”|“附件”|“命令提示符”菜单命令,进入 MS-DOS。在 MS-DOS 的命令提示符下,用 COPY 等命令可以把有用的文件保存到 U 盘。

因此,在网络课件中我们将保留 MS-DOS 的位置。

(3) 第1章增加了操作系统的发展简史。从作业自动定序到 IBM 360,从 CTSS、MULTICS 到 UNIX,以及个人计算机上的 DOS 和 Windows,直至 2007 年的 Vista。指出这些系统推出背景和技术特点,指出前面几个操作系统的开发者都曾获得图灵奖。

(4) 第2章增加了进程间的通信一节。介绍软中断通信、共享存储

区通信、共享文件通信,介绍一些系统变通的称为管道通信、剪贴板通信等技术。用纯软件方法实现互斥的 Dekker 算法我们也给出一个用 C 语言改写的版本,可以在没有同步工具的开发环境参考使用。

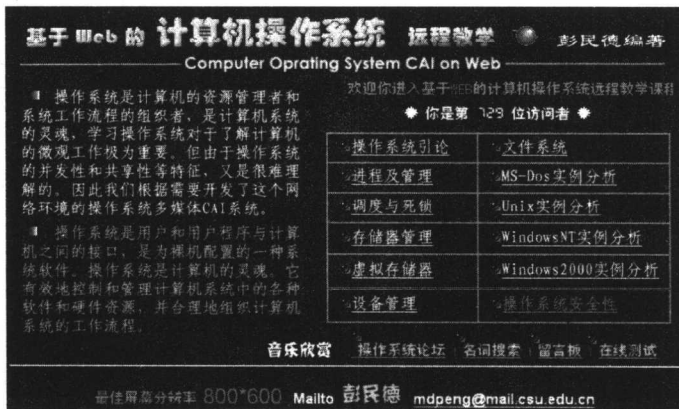
(5) 第 3 章增加了多级反馈队列调度算法的介绍。

(6) 在实存储器管理和虚存管理的两章,主要增加了关于分页共享要区分数据页和程序页,要以相同页号共享同一个程序页。更详细地讲解了 LRU 页面栈的管理和页面淘汰算法中的栈操作。增加了分段并分页的存储管理技术的讨论。

此外,还改正了原来存在的一些错误,增加了一些习题。

为了降低读者的阅读成本,本书把第 1 版的附书光盘进行了小的修改,并置于清华大学出版社网络本书相应的页面下,读者在学习时可自行免费下载。尽管可以离开配套的课件单独使用,但是我们还是推荐您把两者结合起来使用。因为网站形式的系统包含有一些用 ASP 和 Java 实现的交互操作:存储管理的分区分配、分区和分页的地址重定位, FIFO 及 LRU 页面淘汰算法, UNIX 文件的多重索引结构,操作系统的交互论坛,一组操作系统单选和多选题目的测试。这种交互对于学生的学习和老师出题都有帮助。

您可以参照出版社网站上提供的资料文件中所给的 readme 文件对系统环境进行配置和安装。可以安装在校园网、网络实验室,也可以安装在个人计算机上。而后从盘上 OS WEBS\content\index1.asp 进入,在运行一段 Flash 片头动画后,单击“由此进入”按钮,便出现本教学网站的主窗口。



以后就可以按照自己的需要和兴趣,单击其中的任一部分进行浏览和交互学习了。使用本书的老师如果需要其中习题答案,可以与我们联系。网站主窗口有编者的 E-mail。

第 2 版书稿由有深厚知识功底并有多多年操作系统教学经验的肖键宇博士进行了通读,适当地在一批专业名词首次出现时加注了英文。肖教授还乐意担任课题主要负责人把教学网站继续做得更好。参与初版编著的伍桂生、单先余老师几年来一直用本教材给学生授课,陆续提出了很好的改进意见。李亮撰写了关于操作系统安全的第 8 章。段珊老师也为书稿做了积极的工作,付出了辛勤的劳动。

另外,十分感谢本校计算机学部主任、博士生导师杨路明教授,陆惠民教授,陈

振、向亦斌副教授所给予的支持。还要特别感谢清华大学史美林教授、向勇博士给我们的积极评价，并为我们的书稿和网站主审把关，才得以让本书有较好的质量，谨表我们深深的谢忱。

本稿肯定有不当或不尽如人意之处，难免还有错误，欢迎您批评指正。

编著者

2007年9月

第1版 前言

PREFACE

操作系统是计算机系统的资源管理者和系统工作流程的组织者，是计算机系统的灵魂，学习操作系统对于了解计算机的微观工作极为重要，但是由于操作系统的并发性和共享性等特征，其原理和技术又是很难理解的。

我国高校计算机类专业自 20 世纪 70 年代末开始开设操作系统课程，已有二十多年历史，曾经引进过一些很有影响的教材，国内同仁也结合自己科研教学实践写了一批优秀的教材，笔者在参考文献中列出了其中一部分。最早的一本当推中国科学院张尤腊等人于 1979 年编写的《计算机操作系统》，而 2003 年出版的 William S. Davis 等著、陈向群等译的《操作系统基础教程》（第 5 版）和 William Stallings 著、魏迎梅等译的《操作系统——内核与设计原理》（第 4 版）可以说是国内外操作系统著作的最新代表，它们结合最新实例，深入具体地阐述了现代操作系统的概念和技术。这些优秀的著作和其中一些国内作者，在本人二十多年的操作系统教学中，一直是笔者的良师益友。本书力图站在现代操作系统技术和实例的高度，尝试一种新的“教材+网站”的教学模式。

20 世纪 90 年代中期以来人类进入了因特网时代。远程网络平台给人们带来了巨大的实惠，也深刻影响着教育事业。笔者在 8 年前便着手开发基于网络平台的操作系统课件，旨在建立一个操作系统教学网站，发挥网络资源共享，使课堂延伸到实验室和学生宿舍，给学习时间和方式更多灵活性。同时电子课件的多媒体特性也能让学生更容易理解一些抽象的概念和过程。对于在客户端的学习者，只要有 Internet Explorer 浏览器就够了。基于网络平台的操作系统课件于 1997 年初步开发完成，并安装在自己本校机房供学生远程使用。1997 年在华东师大和 2000 年在清华大学召开的两届全国操作系统会议上，该课件曾经演示交流，受到好评。其间和会后有一些同行来函来电表示需要这些课件，但笔者觉得尚待改进，此后虽有数批学生以毕业设计和课程设计方式参与了调试和改进，本人仍然感到这些课件不成熟。现笔者已经到了退休之年，虽然课

件还有许多地方没有做好,但更多的工作有待年轻的同仁去完成了,因此决定把已有的课件奉献给大家。本书则是与课件基本相同的纸质印刷版本,可以作为教材单独使用,当然最好是与配套的网络课件同时使用,这样,网络教学与书本学习相结合,能起到更好的学习效果。

1. 本书(课件)基本内容

本书(课件)既包含了操作系统原理的绝大部分内容,如操作系统的功能、特点、分类,以及操作系统的进程管理、内存管理、设备管理和文件系统,也介绍了 MS-DOS、UNIX/Linux、Windows 2000、Windows NT、Windows 2003 几个具体的操作系统实例。无论是原理部分还是实例部分,力求做到讲解所有常用的知识点。网络课件还有一部分交互练习,主要针对重要的知识点,比如多程序设计、进程管理的 3 个经典同步问题、内存管理的程序地址的物理映射、UNIX 文件的物理结构。网络课件有两百多道测试题,这些单项选择和多项选择的练习和测试对于具体掌握相关知识点将很有帮助作用。笔者将把网络课件作为一个教学网站的内容来建设,并为此开设论坛、BBS 等。

2. 课件使用方法

本书配套课件使用的 ASP、Flash 和试题库,需要按照附录的“安装说明”进行必要的安装。安装后,可以用鼠标选择任意部分的内容观看学习。

如果不使用开头的动画和交互式课件内容,可以不安装。只要单击本书提供的根目录上的 OS Webs\content\index.htm,就可以运行。

3. 本书(课件)的系统特点

(1) 知识的系统性。本书(课件)包含了操作系统原理的绝大部分内容,也讲解了几个具体的操作系统实例。

(2) 本书和配套课件,即纸质和电子两种介质所含的内容基本上是一致的。

(3) 电子版是基于 Web 的。既可以在单机上用,也可以在网络环境下使用,因而也可以远程使用。

(4) 电子版是多媒体的,它既包含文字,也包括图片、动画。目的是向读者形象地展示操作系统中某项功能、某项数据结构、某个操作过程或某项技术。让一些看不见、摸不着的东西可视化了。鉴于动画制作的复杂性,笔者特别注意挑选操作系统中最重要的知识点制作动画。

(5) 课件系统是开放的,所有的文档、图片、动画、语音以及程序和试题库都可以用 FrontPage、Dreamweaver MX、Photoshop、ASP、VBScript、Java、Access 等工具进行修改,使读者个性化的设计加入进来。

4. 本书(课件)的适用范围

本书的基本定位是计算机类本科专业教材,需 72 个学时。根据课件的 Web 特点,适合建立局域网上的操作系统教学网站。本书如果配合电子课件教学,可以减少课

时, 只需 54 学时。

本书包括了操作系统主要的基本原理和技术, 又介绍了几个现今流行操作系统的实例, 因此对于各个层次的人员学习操作系统都有参考价值。

李建华教授、张伟博士是早期的课题合作者, 单先余工程师为改进课件的效果做了很多工作, 写了课件安装说明, 并参与了第 10 章的编写, 彭文新工程师编写了第 7 章和第 8 章, 片头的 Flash 动画由戴高工程师创作。全书写作过程中, 伍桂生老师通读书稿, 黄志刚副教授、李冠雄工程师、胡胜丰老师对于本书的写作给予了热情的协助, 中南大学博士生导师陈松桥教授也提出了宝贵建议。原长沙铁道学院计算机系和湖南涉外经济学院计算机系有十多位学生, 在网络课件开发中先后付出了辛勤的劳动。在此谨表深深的谢意。还要特别感谢清华大学计算机系的史美林教授和向勇副教授, 他们认真审阅了全书, 使本书的质量得到进一步提高。

本书和课件可能还有许多不足, 甚至还有错误, 欢迎读者和同仁批评指正, E-mail: mdpeng@ mail.csu.edu.cn。

彭民德

目 录

CONTENTS

第 1 章 操作系统引论	1
1.1 操作系统的功能和特征	1
1.1.1 操作系统的功能	1
1.1.2 操作系统的外特征	5
1.1.3 操作系统的微观特征	7
1.1.4 操作系统的基本技术	8
1.1.5 多道程序设计的实现	9
1.2 操作系统发展简史	10
1.2.1 从无助的人工操作到作业自动定序	10
1.2.2 20 世纪 60 年代中期的 IBM OS/360	12
1.2.3 从 CTSS、MULTICS 到 UNIX	14
1.2.4 个人计算机上的 DOS 和 Windows	15
1.2.5 操作系统的发展动力	18
1.3 操作系统的基本类型	19
1.3.1 批处理系统	19
1.3.2 分时系统	19
1.3.3 实时系统	20
1.3.4 网络操作系统	21
1.3.5 分布式操作系统	21
1.4 操作系统结构	22
1.4.1 整体式系统	22
1.4.2 层次式系统	22
1.4.3 虚拟机	23
1.4.4 客户机/服务器系统	25
1.5 现代操作系统概念	26
1.6 重点演示和交互练习：多道程序设计	28
小结	29

习题	30
第2章 进程及其管理	33
2.1 进程的概念及其引入	33
2.1.1 并发程序的特征	33
2.1.2 进程的定义	34
2.1.3 进程与程序的联系和区别	35
2.2 进程的描写	35
2.2.1 进程实体	35
2.2.2 PCB	35
2.2.3 PCB 队列	36
2.3 进程状态及转化	36
2.3.1 进程状态	36
2.3.2 进程状态转化	37
2.4 进程管理	37
2.4.1 进程管理原语	37
2.4.2 创建进程的时机	37
2.4.3 创建进程的基本操作	38
2.5 进程互斥与同步	38
2.5.1 进程互斥与同步的概念	38
2.5.2 临界区准则	39
2.5.3 临界区的软件解决方案	39
2.5.4 上锁与解锁指令	40
2.5.5 信号量与 P、V 操作	41
2.5.6 经典同步问题	44
2.6 进程间的通信	48
2.6.1 软中断通信	48
2.6.2 共享存储区(剪贴板)通信	48
2.6.3 管道通信	49
2.6.4 消息通信	50
2.7 线程	52
2.7.1 线程概念的引入	52
2.7.2 线程与进程的比较	53
2.8 重点演示和交互练习: 经典同步问题	53
2.8.1 生产者—消费者问题的 Java 程序实现	53
2.8.2 读者—写者问题的 Java 程序实现	55
2.8.3 哲学家就餐问题的 Java 程序实现	55
小结	57

习题	57
第3章 调度与死锁	61
3.1 概述	61
3.2 分级调度	62
3.2.1 高级调度	62
3.2.2 中级调度	62
3.2.3 低级调度	62
3.3 常用调度算法	64
3.3.1 FIFO 调度算法	64
3.3.2 SJF 调度算法	65
3.3.3 HRN 调度算法	66
3.3.4 RR 调度算法	67
3.3.5 优先级调度算法	67
3.3.6 多级反馈队列调度	68
3.4 死锁问题	70
3.4.1 产生死锁的必要条件	70
3.4.2 预防死锁	71
3.4.3 死锁避免及银行家算法	72
3.4.4 死锁的检测	74
3.5 重点演示和交互练习：优先级调度算法	75
小结	77
习题	78
第4章 存储器管理	81
4.1 概述	81
4.1.1 存储管理的基本任务	81
4.1.2 存储管理的基本概念	82
4.2 单一连续分配	83
4.2.1 存储区域分配	83
4.2.2 存储区域回收	83
4.3 分区管理	84
4.3.1 固定分区	84
4.3.2 可变分区	84
4.3.3 存储保护	85
4.4 分页管理	86
4.4.1 分页的概念	86
4.4.2 地址映射机构	87

4.4.3	地址变换	88
4.4.4	页的共享	89
4.4.5	保护机制	90
4.5	分段管理	91
4.5.1	分段地址空间	91
4.5.2	段表与地址变换	91
4.5.3	分段与分页的异同点	92
4.6	覆盖与对换	92
4.6.1	覆盖	92
4.6.2	对换	93
4.7	重点演示和交互练习: 地址重定位	94
4.7.1	静态重定位	94
4.7.2	动态重定位	95
4.7.3	分页重定位	96
小结		97
习题		98
第5章	虚拟存储器	101
5.1	虚拟存储器的概念	101
5.1.1	分级存储体系	101
5.1.2	局部性原理	102
5.1.3	虚拟存储器	102
5.2	请求分页式虚拟存储管理	103
5.2.1	对页式存储技术的改进	103
5.2.2	缺页中断处理过程	103
5.2.3	工作集概念	103
5.3	页面淘汰算法	105
5.3.1	淘汰最老页面的 FIFO 算法	105
5.3.2	淘汰最近最少使用页面的 LRU 算法	105
5.3.3	OPT 算法	107
5.4	段页式存储管理	107
5.4.1	基本概念	107
5.4.2	地址转换	108
5.4.3	管理算法	108
5.5	重点演示和交互练习: 页面淘汰算法	109
小结		111
习题		111

第 6 章 设备管理	115
6.1 设备管理概述	115
6.1.1 输入输出的硬件组成.....	115
6.1.2 计算机设备分类.....	116
6.1.3 设备管理的功能.....	117
6.1.4 主要数据结构.....	118
6.2 缓冲技术	118
6.2.1 缓存的作用.....	118
6.2.2 管理缓冲存储.....	119
6.3 中断技术	120
6.3.1 中断的作用.....	120
6.3.2 中断处理过程.....	120
6.3.3 嵌套中断处理过程.....	121
6.4 SPOOLing 技术	121
6.4.1 SPOOLing 系统的一般结构.....	121
6.4.2 SPOOLing 系统的工作原理.....	122
6.4.3 假脱机打印.....	122
6.4.4 SPOOLing 系统的优点	122
6.5 设备驱动	123
6.5.1 逻辑设备和物理设备.....	124
6.5.2 设备状态监视.....	124
6.5.3 设备驱动程序.....	125
6.6 磁盘的特性及调度算法	125
6.6.1 活动头磁盘.....	125
6.6.2 磁盘的存取速度.....	126
6.6.3 FCFS 调度算法	127
6.6.4 SCAN 及其改进算法.....	127
6.7 用户请求输入输出的实现过程	128
6.8 重点演示和交互练习：中断过程、磁盘调度、输入输出实现过程	129
小结.....	129
习题.....	130
第 7 章 文件系统	133
7.1 文件与文件系统	133
7.1.1 文件.....	133
7.1.2 文件系统.....	133
7.1.3 文件系统模型.....	134
7.1.4 文件卷.....	135