



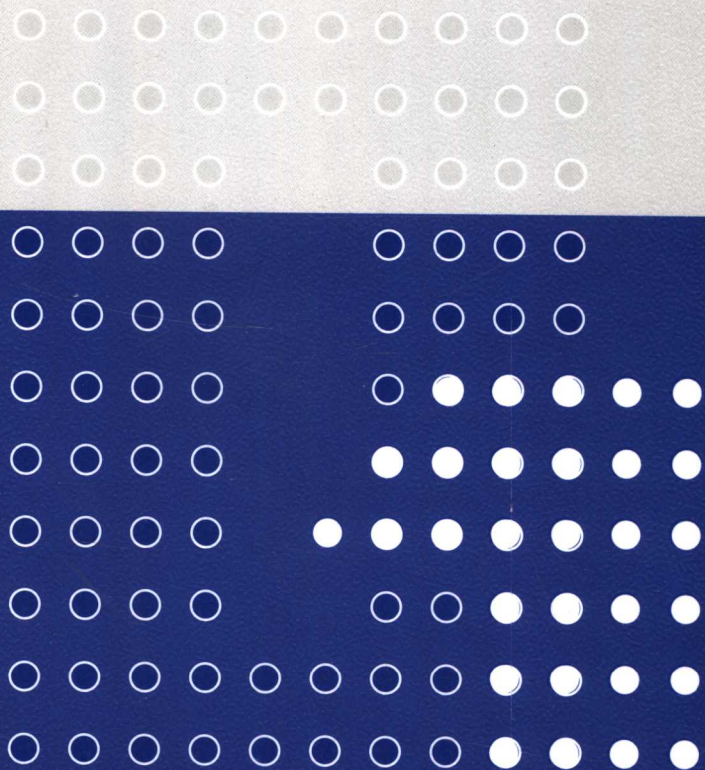
普通高等教育“十一五”国家级规划教材 计算机系列教材

全国普通高等学校优秀教材一等奖

全国优秀畅销图书奖

# 计算机操作系统教程

(第3版)



张尧学 史美林 张高 编著

清华大学出版社





普通高等教育“十一五”国家级规划教材 计算机系列教材

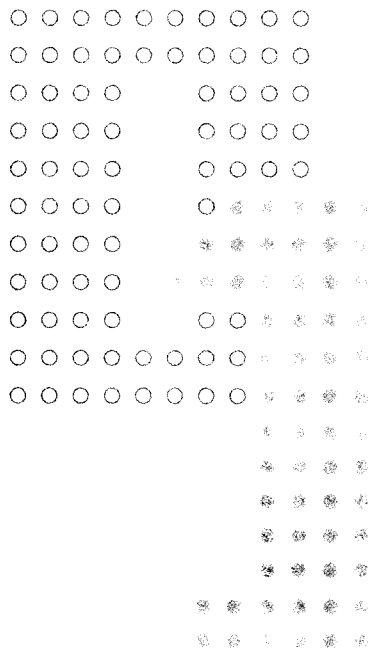
全国普通高等学校优秀教材一等奖

全国优秀畅销图书奖

张尧学 史美林 张高 编著

# 计算机操作系统教程

(第3版)



清华大学出版社  
北京

---

## 内容简介

操作系统是现代计算机系统中必不可少的基本系统软件,也是计算机专业的必修课程和从事计算机应用人员必不可少的知识。

本书是编著者在清华大学计算机系多年教学和科研的基础上对其第2版改编而成的。主要内容包括操作系统用户界面、进程与线程管理、处理机管理、内存管理、文件系统与设备管理等基本原理及Linux和Windows两个主流操作系统的内核介绍。

与第2版相比,本书进一步深入浅出地对操作系统基本原理进行了描述,而且,本书更进一步强调了学生对当前主流操作系统的了解。因此,本书去掉了第2版中的操作系统示例UNIX System V,换之为Linux 2.4和Windows NT。

全书共11章。本书可作为计算机专业或相关专业操作系统课程的教材,也可供有关科技人员自学或参考。

---

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

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。

本书防伪标签采用特殊防伪技术,用户可通过在图案表面涂抹清水,图案消失,水干后图案复现;或将表面膜揭下,放在白纸上用彩笔涂抹,图案在白纸上再现的方法识别真伪。

---

## 图书在版编目(CIP)数据

计算机操作系统教程/张尧学,史美林,张高编著. —3版. —北京:清华大学出版社,2006.10

(计算机系列教材)

ISBN 7-302-13628-9

I. 计… II. ①张… ②史… ③张… III. 操作系统—教材 IV. TP316

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第092569号

---

出版者:清华大学出版社

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

社总机:010-62770175

地址:北京清华大学学研大厦

邮编:100084

客户服务:010-62776969

责任编辑:马瑛珺

印装者:北京鑫海金澳胶印有限公司

发行者:新华书店总店北京发行所

开本:185×260 印张:19 字数:471千字

版次:2006年10月第3版 2006年10月第1次印刷

书号:ISBN 7-302-13628-9/TP·8230

印数:1~5000

定价:25.00元

**主 任：**周立柱

**副 主 任：**王志英 李晓明

**编委委员：**(按姓氏笔画为序)

汤志忠 孙吉贵 杨 波

岳丽华 钱德沛 谢长生

蒋宗礼 廖明宏 樊晓桢

**责任编辑：**马瑛珺

E D I T O R S

**责任编委：**王志英

操作系统是计算机系统的核心,它负责控制和管理整个计算机系统的软硬件资源,使之协调工作。近年来,计算技术的发展日新月异,现代操作系统在经典体系结构的基础上,加入了很多新的特性和功能。

图形用户界面的出现是操作系统发展中的一个里程碑。图形界面相对字符界面更加方便和快捷的操作方式,使得计算机不再只是专业人员的工具,而为更多的普通用户所接受,办公系统也成为图形界面操作系统的主流应用。计算机的硬件处理能力的不断提升使得多媒体技术得到广泛的应用,新一代的操作系统可以利用三维图形、图像、视频和音频等更加直观的方式表示信息,用户还可以通过语音和电子笔等手段来更加高效地和计算机进行交互。这种自然的用户界面必将进一步促进计算机被更多的普通用户所接受,家庭计算和娱乐也将成为新一代的主流计算机应用。

对信息和数据的存储和管理是操作系统的基本功能。为了适应多媒体用户界面的需要,字符不再是信息表达的唯一方式,图形、图像、声音等多媒体信息逐渐成为计算机表示信息的基本结构。大容量存储技术的发展给用户利用计算机管理大量的数据提供了物质基础,这也给操作系统管理数据和信息带来了新的挑战。如何在海量的数据中高效地浏览、查找所需要的信息成为现代操作系统需要解决的重要问题。对数据的结构化以及和信息搜索的支持必将成为下一代操作系统的重要功能。

网络和互联技术的发展,使得计算机不再是信息的孤岛。互联网技术的发展使得更多的计算机之间可以更加方便地交换信息;移动计算和无线技术的发展,使得计算机可以连接和控制各种各样的智能设备。以前的用户只能在特定的场合使用计算机,现在人们离无处不在的计算机越来越近了。计算机之间的互连以及计算机和智能设备的互连成为现代操作系统的重要功能,随之而来的计算机的安全性问题也得到了前所未有的重视。通过开放的数据结构来支持数据的交换和共享,同时保证高度的安全性和稳定性成为下一代操作系统追求的重要目标。

尽管计算机的功能不断地发展和创新,计算机系统仍然遵循冯·诺依曼提出的体系结构,操作系统的核心功能依然是对处理器、存储器和输入输出设备的管理。对操作系统的基本原理和核心功能的学习和理解,是进一步创新的基础。

本书作者张尧学教授和史美林教授有多年丰富的计算机教学及科研经验,对各种现代操作系统有深入细致的了解。本书对操作系统的基本概念和发展历史进行了系统的阐述,并对操作系统的核心功能如进程管理、处理机调度、存储管理、文件系统和设备管理等作了

详尽的描述和分析。本书行文简洁流畅,讲解清晰,为读者深入理解操作系统的原理提供了坚实的理论基础。本书既注重对操作系统的经典内容的论述,又紧密联系当前操作系统的发展方向。以当代最流行的操作系统 Windows 和 Linux 作为实例,阐述了操作系统的具体实现,反映了现代操作系统技术最新发展方向。

微软亚洲研究院成立以来,一直将支持中国高校的课程建设作为重要的工作,很高兴微软的张高博士能参与本书的编写工作。我谨代表微软公司表达对支持中国教育事业的长期承诺和诚意,希望和中国高校的专家和教授一起,写出更多这样好的教材,为中国信息产业的腾飞尽一份力量。

沈向洋

微软亚洲研究院院长

2006年8月

---

F O R W A R D

计算机技术发展的飞速变化超过了人们想象的速度。但是,操作系统作为一门计算机的基础课程,无论是对计算机等信息技术专业的学生或研究人员,还是对一般计算机应用人员而言,都是非常有益和重要的。

本书自1993年出版以来,得到了广大读者的支持和厚爱,特别是1999年第2版之后,本书更得到了许多学校的老师和学生们的支持,这令编著者非常感动。在前两版的基础上,结合Internet技术、多媒体技术及操作系统技术的发展,我们又对第2版进行了改编。

本书的改编考虑了如下几个事实:

首先这是一本讲授操作系统基本原理的本科生教材,因此讲授内容不宜过深过细,而重在强调“为什么”,“是什么”和“怎样做”。因此,除了对第1版与第2版中的有些基本概念进一步明确之外,未在基本概念方面进行大的变动。

其次,考虑到Linux、Windows系列正成为目前正在使用的主流操作系统,本书的操作系统实例由原来的UNIX改为Linux和Windows。而且,我们对实验和习题也进行了改编。

第三,操作系统究竟怎样发展?原来曾有许多预言,例如微内核、面向对象等。现在看来,都不一定正确。而且,复杂的、理论很高深的东西,不一定就是最好的和最实用的。武学的最高境界据说是练到手中无剑乃至心中无剑,练到有即是无,无即是有,因此,计算机的发展也会不会变成“没有软件的计算机就是最好的计算机”?从哲学观点看,这不是没有可能的。因此,本书不做展望,把空间留给老师和学生,用自己的脑子和所学的知识去思考操作系统的发展。

本书共分11章:第1章简要介绍操作系统的基本概念、功能、分类以及发展历史等。第2章主要讨论操作系统的两种界面和简单的使用操作方法。第3章介绍进程与线程管理的有关概念和技术。第4章主要介绍处理机管理和调度策略。调度策略与算法主要用于处理机管理,但在交换区等其他资源分配时也被大量使用。第5章介绍存储管理,包括分区、分页以及分段和段页式管理等。作为进程管理与存储管理的实例,第6章和第7章分别是Linux和Windows NT的进程与存储管理系统。第8章介绍文件系统。第9章讲述设备管理技术。第10章和第11章则在第8章与第9章的基础上介绍Linux和Windows NT的文件和设备管理方法。

本书的讲授学时可为64~70学时左右:第1章为2学时,第2章为4学时,第3章为8~10学时,第4章为6学时,第5章为6~8学时,第6章为8学时,第7章为6学时,第8章为8学时,第9章为6学时,第10章与第11章分别为4~6学时和4学时。教师也可

根据自己的教学计划安排学时。

本书第1章的第1节~第4节及第7节由史美林编写,第7章和第11章由微软亚洲研究院张高博士编写,第6章和第10章由红旗 Linux 公司门小燕女士提供了资料,其他部分由张尧学编写。

在本书的改编过程中,华北水利水电学院朱贵良教授提供了许多宝贵意见和修改建议;清华大学杨华杰同志帮助整理和试做了所有习题和实验;微软亚洲研究院院长沈向洋博士专门赐序;还有教育部领导和同事们对编著者“不务正业”的容忍和给予时间;多少个节假日不能休息,不能和家人团聚,仍然毫无怨言,以最大的爱支持我们工作的亲人们,都是编著者们万分感谢的!没有大家的支持,本书的改编是不可能的。

尽管本书对教材内容进行了补充和修改,但由于编著者水平有限,书中难免有错误和不妥之处,恳请广大读者批评指正。

编著者

2006年8月

---

F O R W A R D



<b>第1章 绪论</b>	<b>/1</b>
1.1 操作系统概念	/1
1.2 操作系统的历史	/2
1.2.1 手工操作阶段	/3
1.2.2 早期批处理	/3
1.2.3 多道程序系统	/6
1.2.4 分时操作系统	/6
1.2.5 实时操作系统	/7
1.2.6 通用操作系统	/7
1.2.7 操作系统的进一步发展	/8
1.3 操作系统的基本类型	/8
1.3.1 批处理操作系统	/8
1.3.2 分时系统	/9
1.3.3 实时系统	/10
1.3.4 通用操作系统	/10
1.3.5 个人计算机上的操作系统	/10
1.3.6 网络操作系统	/11
1.3.7 分布式操作系统	/11
1.4 操作系统功能	/12
1.4.1 处理机管理	/12
1.4.2 存储管理	/13
1.4.3 设备管理	/13
1.4.4 信息管理(文件系统管理)	/13
1.4.5 用户接口	/14
1.5 计算机硬件简介	/14
1.5.1 计算机的基本硬件元素	/14
1.5.2 与操作系统相关的几种主要寄存器	/15
1.5.3 存储器的访问速度	/16
1.5.4 指令的执行与中断	/17
1.5.5 操作系统的启动	/18
1.6 算法的描述	/18
1.7 研究操作系统的几种观点	/19

1.7.1 操作系统是计算机资源的管理者 /20

1.7.2 用户界面的观点 /20

1.7.3 进程管理的观点 /20

习题 /21

## 第2章 操作系统用户界面 /22

2.1 简介 /22

2.2 一般用户的输入输出界面 /23

2.2.1 作业的定义 /23

2.2.2 作业组织 /24

2.2.3 一般用户的输入输出方式 /24

2.3 命令控制界面 /26

2.4 Linux 与 Windows 的命令控制界面 /28

2.4.1 Linux 的命令控制界面 /28

2.4.2 Windows 的命令控制界面 /29

2.5 系统调用 /32

2.6 Linux 和 Windows 的系统调用 /33

2.6.1 Linux 系统调用 /33

2.6.2 Windows 系统调用 /34

本章小结 /36

习题 /36

## 第3章 进程管理 /38

3.1 进程的概念 /38

3.1.1 程序的并发执行 /38

3.1.2 进程的定义 /42

3.2 进程的描述 /43

3.2.1 进程控制块 PCB /43

3.2.2 进程上下文 /45

3.2.3 进程上下文切换 /46

3.2.4 进程空间与大小 /47

3.3 进程状态及其转换 /47

3.3.1 进程状态 /47

- 3.3.2 进程状态转换 /48
- 3.4 进程控制 /48
  - 3.4.1 进程创建与撤销 /49
  - 3.4.2 进程的阻塞与唤醒 /50
- 3.5 进程互斥 /51
  - 3.5.1 资源共享所引起的制约 /51
  - 3.5.2 互斥的加锁实现 /54
  - 3.5.3 信号量和 P,V 原语 /55
  - 3.5.4 用 P,V 原语实现进程互斥 /58
- 3.6 进程同步 /59
  - 3.6.1 同步的概念 /59
  - 3.6.2 私用信号量 /61
  - 3.6.3 用 P,V 原语操作实现同步 /61
  - 3.6.4 生产者-消费者问题 /62
- 3.7 进程通信 /63
  - 3.7.1 进程的通信方式 /63
  - 3.7.2 消息缓冲机制 /65
  - 3.7.3 邮箱通信 /66
  - 3.7.4 进程通信的实例——和控制台的通信 /67
  - 3.7.5 进程通信的实例——管道 /70
- 3.8 死锁问题 /73
  - 3.8.1 死锁的概念 /73
  - 3.8.2 死锁的排除方法 /74
- 3.9 线程的概念 /76
  - 3.9.1 为什么要引入线程 /76
  - 3.9.2 线程的基本概念 /77
  - 3.9.3 线程与进程的区别 /78
  - 3.9.4 线程的适用范围 /78
- 3.10 线程分类与执行 /80
  - 3.10.1 线程的分类 /80
  - 3.10.2 线程的执行特性 /81

本章小结 /82

习题 /83

#### 第4章 处理机调度 /85

##### 4.1 分级调度 /86

4.1.1 作业的状态及其转换 /86

4.1.2 调度的层次 /87

4.1.3 作业与进程的关系 /87

##### 4.2 作业调度 /88

4.2.1 作业调度功能 /88

4.2.2 作业调度目标与性能衡量 /89

##### 4.3 进程调度 /91

4.3.1 进程调度的功能 /91

4.3.2 进程调度的时机 /92

4.3.3 进程调度性能评价 /92

##### 4.4 调度算法 /93

##### 4.5 算法评价 /97

4.5.1 FCFS方式的调度性能分析 /97

4.5.2 轮转法调度性能评价 /101

4.5.3 线性优先级法的调度性能 /101

##### 4.6 实时系统调度方法 /103

4.6.1 实时系统的特点 /103

4.6.2 实时调度算法的分类 /104

4.6.3 时限调度算法与频率单调调度  
算法 /105

本章小结 /107

习题 /108

#### 第5章 存储管理 /109

##### 5.1 存储管理的功能 /109

5.1.1 虚拟存储器 /109

5.1.2 地址变换 /110

5.1.3 内外存数据传输的控制 /112

5.1.4	内存的分配与回收	/113
5.1.5	内存信息的共享与保护	/113
5.2	分区存储管理	/114
5.2.1	分区管理基本原理	/114
5.2.2	分区的分配与回收	/117
5.2.3	有关分区管理其他问题的讨论	/120
5.3	覆盖与交换技术	/121
5.3.1	覆盖技术	/121
5.3.2	交换技术	/122
5.4	页式管理	/123
5.4.1	页式管理的基本原理	/123
5.4.2	静态页面管理	/124
5.4.3	动态页式管理	/127
5.4.4	请求页式管理中的置换算法	/129
5.4.5	存储保护	/132
5.4.6	页式管理的优缺点	/132
5.5	段式与段页式管理	/133
5.5.1	段式管理的基本思想	/133
5.5.2	段式管理的实现原理	/133
5.5.3	段式管理的优缺点	/138
5.5.4	段页式管理的基本思想	/138
5.5.5	段页式管理的实现原理	/138
5.6	局部性原理和抖动问题	/140
	本章小结	/143
	习题	/144
<b>第6章</b>	<b>进程与存储管理示例</b>	<b>/145</b>
6.1	Linux 进程和存储管理简介	/145
6.2	Linux 进程结构	/148
6.2.1	进程的概念	/148
6.2.2	进程的虚拟地址结构	/149
6.2.3	进程上下文	/150
6.2.4	进程的状态和状态转换	/152

- 6.2.5 小结 /154
- 6.3 进程控制 /154
  - 6.3.1 Linux启动及进程树的形成 /154
  - 6.3.2 进程控制 /156
- 6.4 Linux进程调度 /159
- 6.5 进程通信 /161
  - 6.5.1 Linux的低级通信 /161
  - 6.5.2 进程间通信 IPC /163
- 6.6 Linux存储管理 /171
  - 6.6.1 虚存空间和管理 /171
  - 6.6.2 请求调页技术 /173
- 本章小结 /175
- 习题 /176

**第7章 Windows的进程与内存管理 /177**

- 7.1 Windows NT的特点及相关的概念 /177
  - 7.1.1 Windows NT体系结构的特点 /177
  - 7.1.2 Windows的管理机制 /177
- 7.2 Windows进程和线程 /180
  - 7.2.1 Windows的进程和线程的定义 /180
  - 7.2.2 进程和线程的关联 /180
  - 7.2.3 Windows进程的结构 /181
  - 7.2.4 Windows线程的结构 /182
  - 7.2.5 Windows进程和线程的创建 /183
- 7.3 Windows处理器调度机制 /184
  - 7.3.1 调度优先级 /184
  - 7.3.2 线程状态 /185
  - 7.3.3 线程调度机制 /186
- 7.4 Windows的内存管理 /187
  - 7.4.1 内存管理器 /188
  - 7.4.2 内存管理的机制 /188
- 7.5 虚拟地址空间 /189
  - 7.5.1 虚拟地址空间布局 /189

7.5.2	虚拟地址转换	/191
7.6	页面调度	/193
7.6.1	缺页处理	/193
7.6.2	工作集及页面调度策略	/193
7.6.3	页框号和物理内存管理	/194
	本章小结	/195
	习题	/195
<b>第8章</b>	<b>文件系统</b>	<b>/197</b>
8.1	文件系统的概念	/197
8.2	文件的逻辑结构与存取方法	/200
8.2.1	逻辑结构	/200
8.2.2	存取方法	/202
8.3	文件的物理结构与存储设备	/204
8.3.1	文件的物理结构	/205
8.3.2	文件存储设备	/207
8.4	文件存储空间管理	/208
8.5	文件目录管理	/210
8.5.1	文件的组成	/211
8.5.2	文件目录	/211
8.5.3	便于共享的文件目录	/213
8.5.4	目录管理	/215
8.6	文件存取控制	/216
8.7	文件的使用	/218
8.8	文件系统的层次模型	/219
	本章小结	/220
	习题	/221
<b>第9章</b>	<b>设备管理</b>	<b>/223</b>
9.1	引言	/223
9.1.1	设备的类别	/223
9.1.2	设备管理的功能和任务	/224
9.2	数据传送控制方式	/225

9.2.1	程序直接控制方式	/225
9.2.2	中断方式	/227
9.2.3	DMA 方式	/228
9.2.4	通道控制方式	/230
9.3	中断技术	/232
9.3.1	中断的基本概念	/232
9.3.2	中断的分类与优先级	/233
9.3.3	软中断	/234
9.3.4	中断处理过程	/234
9.4	缓冲技术	/235
9.4.1	缓冲的引入	/235
9.4.2	缓冲的种类	/236
9.4.3	缓冲池的管理	/237
9.5	设备分配	/239
9.5.1	设备分配用数据结构	/239
9.5.2	设备分配的原则	/241
9.5.3	设备分配算法	/242
9.6	I/O 进程控制	/242
9.6.1	I/O 控制的引入	/242
9.6.2	I/O 控制的功能	/243
9.6.3	I/O 控制的实现	/243
9.7	设备驱动程序	/244
	本章小结	/244
	习题	/245

## 第 10 章 Linux 文件系统 /247

10.1	Linux 文件系统的特点与文件类别	/247
10.1.1	特点	/247
10.1.2	文件类型	/248
10.2	Linux 的虚拟文件系统	/249
10.2.1	虚拟文件系统 VFS 框架	/249
10.2.2	Linux 虚拟文件系统的数据结构	/250



10.2.3	VFS 的系统调用	/256
10.3	文件系统的注册和挂装	/257
10.3.1	文件系统注册	/257
10.3.2	已挂装文件系统描述符链表	/258
10.3.3	挂装根文件系统	/259
10.3.4	挂装一般文件系统	/260
10.3.5	卸载文件系统	/260
10.4	进程与文件系统的联系	/261
10.4.1	系统打开文件表	/261
10.4.2	用户打开文件表	/261
10.4.3	进程的当前目录和根目录	/262
10.5	ext2 文件系统	/262
10.5.1	ext2 文件系统的存储结构	/262
10.5.2	ext2 文件系统主要的磁盘数据 结构	/263
10.5.3	ext2 文件系统的内存数据结构	/266
10.5.4	数据块寻址	/267
10.6	块设备驱动	/268
10.6.1	设备配置	/269
10.6.2	设备驱动程序的接口	/269
10.7	字符设备驱动	/271
习题		/271
第 11 章	Windows 的设备管理和文件系统	/272
11.1	Windows I/O 系统的结构	/272
11.1.1	设计目标	/272
11.1.2	设备管理服务	/273
11.2	设备驱动程序和 I/O 处理	/274
11.2.1	设备驱动类型和结构	/274
11.2.2	Windows 的 I/O 处理	/275
11.3	Windows 的文件系统	/277
11.3.1	Windows 磁盘管理	/277
11.3.2	Windows 文件系统格式	/277