

21世纪重点大学规划教材

吴小平 罗俊松 编著

# 操作系统



 机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



 配电子教案

21 世纪重点大学规划教材

# 操作系统

吴小平 罗俊松 编著



机械工业出版社

本书结合 Windows XP 和 Linux 实例,全面系统地介绍操作系统的原理和实现技术。全书共 9 章,第 1~6 章介绍操作系统的概念、功能、基本特征,以及处理器管理、存储器管理、设备管理、文件管理、死锁等操作系统的基本内容;第 7 章介绍多处理器、网络及分布式操作系统的基本原理;第 8 章介绍操作系统的安全性;第 9 章为实验指导。全书从教学实际出发,章节安排上尽量满足读者的阅读习惯,采用通俗易懂的语言,突出基础,注重应用。

本书可以作为高等学校计算机本科专业的操作系统课程教材,也可作为计算机应用开发人员的参考用书。

## 图书在版编目(CIP)数据

操作系统/吴小平,罗俊松编著. —北京:机械工业出版社,2011. 8  
(21 世纪重点大学规划教材)  
ISBN 978 - 7 - 111 - 34377 - 6

I. ①操… II. ①吴… ②罗… III. ①操作系统 - 高等学校 - 教材  
IV. ①TP316

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 137860 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:陈皓 马超

责任印制:杨曦

保定市中华美凯印刷有限公司印刷

2011 年 8 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm × 260mm · 19.75 印张 · 485 千字

0001 - 3000 册

标准书号: ISBN 978 - 7 - 111 - 34377 - 6

定价: 38.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010)68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010)88379649

读者购书热线:(010)88379203

封面无防伪标均为盗版

## 出版说明

“211工程”是“重点大学和重点学科建设项目”的简称，是国家“九五”期间唯一的教育重点项目。

进入“211工程”的100所学校拥有全国32%的在校本科生、69%的硕士生、84%的博士生，以及87%的有博士学位的教师；覆盖了全国96%的国家重点实验室和85%的国家重点学科。相对而言，这批学校中的教授、教师有着深厚的专业知识和丰富的教学经验，其中不少教师对我国主等学院的教材建设做过很多重要的工作。为了有效地利用“211工程”这一丰富资源，实现以重点建设推动整体发展的战略构想，机械工业出版社推出了“21世纪重点大学规划教材”。

本套教材以重点大学、重点学科的精品教材建设为主要任务，组织知名教授、教师进行编写。教材适用于高等院校计算机及其相关专业，选题涉及公共基础课、硬件、软件和网络技术等，内容紧密贴合高等院校相关学科的课程设置和培养目标，注重教材的科学性、实用性、通用性，在同类教材中具有一定的先进性和权威性。

为了体现建设“立体化”精品教材的宗旨，本套教材为主干课程配备了电子教案、学习指导、习题解答、课程设计和毕业设计指导等内容。

机械工业出版社

# 前 言

操作系统是计算机系统中不可缺少的基本系统软件，它用来控制和管理计算机系统的软、硬件资源，使计算机的各个部件能高效地协调运行，并为用户提供一个方便、灵活、安全使用计算机的平台。操作系统的原理与应用不仅是计算机专业学生必须学习和掌握的基本知识之一，也是从事计算机应用开发的人员深入了解和使用计算机技术的必备知识。操作系统课程除了是计算机各专业的核心课程之外，随着计算机技术的发展和应用领域的不断扩大，一些与计算机相关的专业也相继将它列为重要的必修或选修课程。

本书是作者在多年讲授“操作系统”课程的基础上，针对操作系统课程的特点，广泛汲取操作系统研究论著的精华，并充分结合目前操作系统课程的教学实际编写而成的。本书以操作系统的原理为主线，系统讲述操作系统的基本概念、基本原理及实现技术，并以 Windows XP 和 Linux 操作系统为实例，介绍现代操作系统的设计思想和主要实现方法。本书通过经典理论与实例相结合的方式，使用形象、生动、易懂的教学模式，尽量避免抽象、空洞的纯理论教学。本书在讲述操作系统经典内容的同时，也注意介绍操作系统的发展趋势及操作系统的最新研究应用成果。

本书共 9 章。第 1 章介绍操作系统的概念、功能、基本特征、发展历史及主要种类，同时对流行的操作系统的特点进行介绍；第 2 章介绍处理器管理，包括进程的概念、控制、同步、通信、线程等内容；第 3 章介绍处理器调度和死锁；第 4 章介绍存储管理，包括分区式存储管理、分页式存储管理、分段式存储管理、段页式存储管理、虚拟存储管理等内容；第 5 章介绍设备管理，包括概念、I/O 控制方式、缓冲管理、设备分配、I/O 软件、虚拟设备、磁盘管理等内容；第 6 章介绍文件管理，包括文件组织与数据存储、文件目录、文件存储空间管理、文件的共享与保护、保持文件数据的一致性等内容；第 7 章介绍多处理器操作系统、网络操作系统、分布式操作系统的基本原理；第 8 章介绍操作系统的安全性，包括安全性概述和实现安全性的基本策略等内容；第 9 章为操作系统的实验指导。在相应章节后介绍操作系统实例，以帮助读者加深对操作系统原理的理解。

本书建议理论讲授 50 学时左右，上机实践 20 学时。本书第 1、2、3、5、6、7 章和附录由吴小平编写，其余部分由罗俊松编写，全书由吴小平统一定稿。

由于计算机技术发展很快，书中不足之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

编 者

# 目 录

出版说明

前言

<b>第 1 章 操作系统概论</b> .....	1
1.1 操作系统的概念 .....	1
1.2 操作系统的主要功能 .....	3
1.3 操作系统的基本特征 .....	7
1.4 操作系统的逻辑结构和运行模型 .....	9
1.5 操作系统的形成与发展 .....	11
1.6 主要操作系统类型 .....	13
1.7 流行操作系统简介 .....	19
1.7.1 Windows 操作系统 .....	19
1.7.2 UNIX 操作系统 .....	21
1.7.3 Linux 操作系统 .....	23
1.8 操作系统涉及的一些相关概念简介 .....	24
1.8.1 中断和异常 .....	24
1.8.2 系统调用 .....	28
1.9 习题 .....	29
<b>第 2 章 进程管理</b> .....	31
2.1 进程的概念 .....	31
2.1.1 进程的引入 .....	31
2.1.2 进程控制块 .....	34
2.1.3 进程的状态及其转换 .....	36
2.2 进程控制 .....	38
2.2.1 进程的创建与撤销 .....	38
2.2.2 进程的阻塞与唤醒 .....	40
2.2.3 进程的挂起与激活 .....	41
2.3 进程的互斥与同步 .....	42
2.3.1 基本概念 .....	42
2.3.2 实现进程互斥的硬件方法 .....	44
2.3.3 实现进程互斥的软件方法 .....	46
2.3.4 信号量机制 .....	47
2.3.5 经典互斥与同步问题 .....	50
2.3.6 管程机制 .....	54
2.4 进程间通信 .....	57

2.4.1	共享内存通信方式	58
2.4.2	消息缓冲通信方式	59
2.4.3	信箱通信方式	61
2.4.4	管道通信方式	62
2.5	线程	63
2.5.1	引入线程的目的	63
2.5.2	线程的概念	64
2.5.3	线程与传统进程比较	65
2.5.4	线程实现机制	66
2.6	Windows XP 中的进程和线程管理	67
2.7	Linux 中的进程管理	70
2.8	习题	75
<b>第3章</b>	<b>处理器调度与死锁</b>	<b>78</b>
3.1	处理器调度	78
3.1.1	处理器调度的基本概念	78
3.1.2	选择调度算法的原则	82
3.1.3	调度算法	84
3.1.4	实时调度	89
3.1.5	进程切换	91
3.1.6	Windows XP 中的处理器调度	92
3.1.7	Linux 中的处理器调度	95
3.2	死锁	99
3.2.1	产生死锁的原因和必要条件	99
3.2.2	预防死锁	102
3.2.3	避免死锁	104
3.2.4	检测和解除死锁	108
3.3	习题	109
<b>第4章</b>	<b>存储管理</b>	<b>112</b>
4.1	程序的链接和装入	112
4.1.1	逻辑地址和物理地址	112
4.1.2	程序链接	113
4.1.3	程序装入	114
4.2	分区式存储管理	116
4.2.1	单一连续分区存储管理	116
4.2.2	固定分区存储管理	117
4.2.3	可变分区存储管理	118
4.2.4	覆盖与交换技术	120
4.3	分页式存储管理	122
4.3.1	分页式存储管理的基本原理	123

4.3.2	分页式存储管理的地址变换机构	124
4.3.3	两级页表和多级页表	125
4.3.4	内存块的分配与回收	127
4.4	分段式存储管理	128
4.4.1	分段式存储管理的基本原理	128
4.4.2	分段式存储管理的地址变换机构	129
4.4.3	段的共享与保护	130
4.4.4	分段式存储管理与分页式存储管理的区别	131
4.5	段页式存储管理	131
4.5.1	段页式存储管理的基本原理	131
4.5.2	段页式存储管理的地址变换机构	132
4.6	虚拟存储管理	133
4.6.1	虚拟存储器的概念	133
4.6.2	请求分页虚拟存储管理	135
4.6.3	请求分段虚拟存储管理	140
4.6.4	请求段页式虚拟存储管理	141
4.7	Windows XP 中的存储管理	142
4.8	Linux 中的存储管理	144
4.9	习题	146
<b>第5章</b>	<b>设备管理</b>	<b>148</b>
5.1	输入/输出系统	148
5.1.1	计算机设备分类	148
5.1.2	设备控制器	149
5.1.3	通道	150
5.2	输入/输出控制方式	152
5.2.1	程序直接输入/输出控制方式	152
5.2.2	中断输入/输出控制方式	153
5.2.3	DMA 输入/输出控制方式	153
5.2.4	通道输入/输出控制方式	155
5.3	缓冲技术	156
5.3.1	单缓冲和双缓冲	156
5.3.2	循环缓冲	156
5.3.3	缓冲池	157
5.4	设备分配	158
5.4.1	用于设备分配的数据结构	158
5.4.2	设备分配策略	160
5.5	输入/输出软件	163
5.5.1	用户层输入/输出软件	163
5.5.2	设备无关软件	164



5.5.3	设备驱动程序 .....	165
5.5.4	输入/输出中断处理程序 .....	166
5.6	虚拟设备 .....	167
5.7	磁盘存储器管理 .....	168
5.7.1	存储设备概述 .....	168
5.7.2	磁盘调度 .....	169
5.7.3	独立磁盘冗余阵列 .....	171
5.7.4	提高磁盘输入/输出速度的方法 .....	172
5.8	Linux 中的设备管理 .....	173
5.9	Windows XP 中的设备管理 .....	176
5.10	习题 .....	179
<b>第 6 章</b>	<b>文件管理 .....</b>	<b>180</b>
6.1	概述 .....	180
6.1.1	文件和文件系统 .....	180
6.1.2	文件分类 .....	181
6.1.3	文件操作 .....	182
6.2	文件数据的组织和存储 .....	183
6.2.1	文件的逻辑结构 .....	183
6.2.2	文件的物理结构 .....	184
6.3	文件目录 .....	190
6.3.1	文件控制块 .....	190
6.3.2	索引节点 .....	191
6.3.3	目录结构 .....	192
6.3.4	目录检索技术 .....	193
6.4	文件存储空间管理 .....	194
6.4.1	空闲区表法 .....	194
6.4.2	空闲块链表法 .....	194
6.4.3	位示图法 .....	195
6.4.4	成组链接法 .....	196
6.5	文件共享 .....	196
6.6	文件系统的数据一致性 .....	198
6.7	Linux 的文件系统 .....	200
6.8	Windows XP 的文件系统 .....	203
6.9	习题 .....	206
<b>第 7 章</b>	<b>多处理器、网络和分布式操作系统 .....</b>	<b>207</b>
7.1	多处理器操作系统 .....	207
7.1.1	多处理器系统概述 .....	207
7.1.2	多处理器调度 .....	211
7.1.3	多处理器同步 .....	213

7.2	网络操作系统 .....	215
7.2.1	网络操作系统概述 .....	215
7.2.2	网络操作系统实例介绍 .....	217
7.3	分布式操作系统 .....	220
7.3.1	分布式操作系统概述 .....	220
7.3.2	分布式资源管理 .....	222
7.3.3	分布式进程通信 .....	223
7.3.4	分布式进程的互斥与同步 .....	225
7.3.5	分布式文件系统 .....	228
7.3.6	进程迁移 .....	230
7.3.7	分布式系统中的死锁 .....	232
7.4	习题 .....	234
<b>第8章</b>	<b>操作系统的安全性 .....</b>	<b>235</b>
8.1	系统安全性概述 .....	235
8.1.1	系统安全性的内涵 .....	235
8.1.2	影响系统安全的因素 .....	236
8.2	操作系统的安全机制 .....	237
8.2.1	身份鉴别 .....	238
8.2.2	存取控制 .....	239
8.2.3	最小特权管理 .....	241
8.2.4	硬件保护 .....	241
8.2.5	安全审计 .....	243
8.2.6	入侵检测 .....	244
8.2.7	数据加密技术 .....	245
8.3	系统安全评测标准 .....	247
8.4	Linux 的安全机制 .....	249
8.5	Windows XP 的安全机制 .....	251
8.6	习题 .....	253
<b>第9章</b>	<b>实验指导 .....</b>	<b>254</b>
9.1	实验1 进程的控制与通信 .....	254
9.2	实验2 进程调度与银行家算法 .....	263
9.3	实验3 虚拟存储器管理 .....	272
9.4	实验4 文件管理 .....	277
9.5	实验5 Linux 操作系统下的设备管理 .....	282
<b>附录</b>	<b>Linux 常用命令 .....</b>	<b>294</b>
<b>参考文献</b>	<b>参考文献 .....</b>	<b>305</b>

# 第1章 操作系统概论

计算机系统包括硬件系统和软件系统两部分。计算机硬件由处理器、存储器及输入/输出设备等可见部分组成，它是计算机软件运行的物质基础，通过运行计算机软件才能充分发挥硬件的功能，使计算机完成各种系统和应用任务。计算机软件有系统软件和应用软件之分，其中，操作系统是最重要、最基本的系统软件，它是对硬件系统的首次扩充，是所有软件运行的基础。其他软件的运行都依赖操作系统的支持及其提供的服务。现代计算机系统，无论是个人计算机还是小、中及大型计算机，都配备一种或多种操作系统。

本章首先介绍操作系统的概念、功能、基本特征，然后介绍操作系统的发展历史，最后介绍主要的操作系统种类和目前流行的操作系统的基本特点。

## 1.1 操作系统的概念

### 1. 配备操作系统的目的

现代计算机系统都配备一种或多种操作系统。人们对操作系统并不陌生，只要使用过计算机，就一定使用过操作系统。DOS、Windows、UNIX、Linux 等就是计算机操作系统的典型代表。

为什么要在计算机系统中配备操作系统呢？可以从以下几方面进行理解。

#### (1) 方便人们使用计算机

没有安装任何软件的计算机称为“裸机”。直接使用“裸机”十分困难，计算机的效率也很难发挥。为此，人们在计算机硬件上增加软件，对硬件的功能进行扩充。计算机硬件只能识别0和1组成的机器代码，因此，若计算机上没有配备操作系统，用户要自己编写软件，就必须使用机器语言。例如，若用户想要输入数据或打印数据，就必须自己使用机器语言编写相应的输入程序或打印程序。显然，没有配备操作系统的计算机极难使用，且对使用计算机的用户有很高的技术要求。

在计算机上配备操作系统后，用户一方面可以直接使用操作系统提供的各种命令操作计算机，如直接使用命令输入数据或输出数据；另一方面也可以利用得到操作系统支持的系统软件或应用软件操作计算机，例如，可以使用编译程序方便地将用户使用高级语言编写的源程序翻译成机器代码，这样用户不必再用机器语言编写程序。在计算机上配备操作系统后，既方便了用户，使计算机变得易学易用，又极大地降低了对计算机用户的技术要求。

#### (2) 有效管理计算机资源

计算机由处理器、存储器、输入/输出设备及网络设备等硬件资源组成。处理器用于执行程序，存储器用于存储程序和数据，输入/输出设备用于人机交互，网络设备用于计算机之间的通信。计算机的这些资源都非常宝贵，需要对它们进行合理管理，使所有资源总是尽可能处于高效利用状态。例如，为了使处理器和内存等硬件资源充分发挥它们的功能，计算机系统不会限定一段时间内在机器上只运行一道程序，而是允许许多用户或单用户以多任务方

式使用计算机，即允许同时装入多个任务运行。在这种情况下，需要解决的问题是，怎样对计算机的硬件资源进行有效管理，使装入的多道作业各得其所、互不干扰地在一段时间内同时执行。

管理计算机资源十分烦琐，对管理者有很高的技术要求。显然，计算机资源不可能由一般用户直接管理，只能让操作系统担任系统资源的管理者。利用操作系统对系统资源进行合理管理，可以使系统的各种资源得到高效利用，从而提高整个系统的运行效率。

## 2. 操作系统的定义

为了有效管理计算机资源，方便用户使用计算机，必须为计算机配备操作系统。操作系统属于最靠近硬件的系统软件，是对计算机硬件功能的首次扩充，是其他软件的基础运行平台。其他软件则是位于操作系统基础之上，并在操作系统的管理和支持下运行。因此，操作系统在计算机系统中占有重要地位。

任何计算机，只有在安装了相应操作系统后才构成一台可以使用的计算机系统。只有安装了操作系统，用户才能方便地使用计算机，计算机的各种资源才能分配给用户使用。只有在操作系统的支撑下，其他软件（如编译程序、数据库程序及网络程序等）才能获得运行条件而执行。操作系统性能的高低直接决定着计算机整体的硬件性能能否充分发挥出来。操作系统本身的安全性和可靠程度亦在一定程度上决定了整个计算机系统的安全性和可靠性。操作系统在整个计算机系统中的地位如图 1-1 所示。

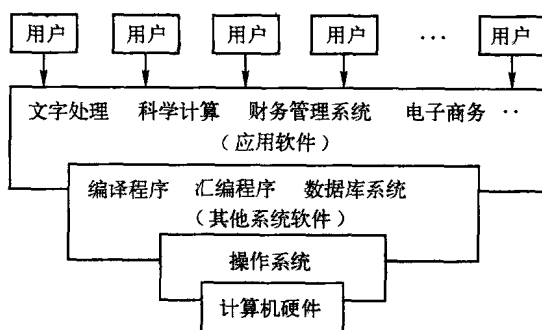


图 1-1 操作系统在计算机系统中的地位

尽管操作系统已出现并使用了很长时间，但操作系统的准确定义至今仍无统一的标准。综合各种观点和说法，一种被普遍认同的观点是：操作系统是一组控制和管理计算机硬件和软件资源，合理地组织计算机的工作流程，为其他软件提供支持，使计算机系统所有的资源最大限度地发挥作用，改善人机界面，方便用户使用计算机的最基本的系统软件。该观点表明，操作系统的作用主要表现在以下两个方面。

1) 从用户使用计算机角度看，操作系统是用户和计算机之间的接口。操作系统通过用户接口为用户提供服务，用户通过操作系统方便地使用计算机系统。

2) 从计算机角度看，操作系统是计算机各种资源的管理者，负责对各种硬件资源和软件资源进行分配和管理。

## 3. 操作系统的目标

目前存在多种类型的操作系统，不同类型的操作系统其目标侧重也不尽相同，通常设计操作系统应达到以下几个目标。

1) 方便用户使用计算机。操作系统应提供统一且界面友好的用户接口, 以方便用户使用计算机。

2) 能有效管理硬件资源和软件资源。操作系统应能有效分配和管理计算机的软、硬件资源, 使系统资源得到充分利用。

3) 提高系统效率。操作系统应能合理地组织计算机的工作流程, 改善系统性能, 提高系统运行效率。

4) 具有可扩充性。操作系统必须具有很好的可扩充性, 可以根据需要方便地增添新功能和修改旧功能, 以适应技术不断发展的需要。

5) 具有开放性。操作系统应遵循国际标准进行设计, 构造一个统一的开放环境, 以便不同厂家生产的计算机和设备能通过网络集成, 且能正确、有效地协调工作, 实现应用程序的可移植性和互操作性。

6) 具有可靠性。可靠性包括正确性和健壮性。操作系统除了应满足正确性这一基本要求外, 还应满足在发生硬件故障或某种意外情况时, 仍能进行适当处理, 避免造成严重损失的健壮性要求。

7) 具有可移植性。可移植性是指将程序从一个计算机环境转移到另一个计算机环境中仍能正常运行的特性。由于操作系统开发是一项非常庞大的工程, 为了避免重复工作, 缩短软件研发周期, 现代操作系统设计已将可移植性作为一个重要目标。

## 1.2 操作系统的主要功能

配备操作系统的目的是高效地使用资源, 以提高系统资源的利用率和方便用户使用。为了实现上述目的, 操作系统应具有以下几方面的管理功能: 处理器管理功能、存储器管理功能、设备管理功能及文件管理功能。此外, 随着网络技术的不断发展, 操作系统还应具备相应的网络功能。同时, 为了方便用户使用计算机, 操作系统还应向用户提供方便、友好的用户接口。

### 1. 处理器管理功能

处理器是计算机系统中的核心硬件资源, 它的性能与使用情况对整个系统的性能有至关重要的影响。处理器的速度一般比其他硬件设备的工作速度快得多, 其他设备的正常运行往往也离不开处理器。因此, 有效管理处理器并充分利用处理器资源是操作系统最重要的管理任务之一。处理器管理主要包括以下内容。

#### (1) 进程控制

在多道程序环境中, 要使作业运行, 必须先为它创建一个或多个进程, 并为之分配必要的资源。进程运行结束时, 要撤销该进程, 以便回收该进程占用的资源。进程控制的主要任务就是为作业创建进程, 撤销已结束的进程, 以及控制进程在其生命过程中的状态转换。

#### (2) 进程同步

系统中的进程以异步方式运行, 即进程以各自独立的、人们不可预知的速度向前推进。为了使多个进程能有条不紊地运行, 需要进行进程同步, 即对进程的执行次序及访问资源的顺序进行协调。协调有以下两种方式。

1) 进程互斥方式: 指诸进程在访问临界资源时, 必须采用互斥方式访问。

2) 进程同步方式：指诸进程在合作完成某个共同任务时，必须对它们的执行次序加以协调。

为了实现进程同步，系统中必须设置进程同步机制。

### (3) 进程通信

在多道程序环境中，系统往往为一个应用程序建立多个进程，通过这些进程的相互合作来完成一项共同任务。这些相互合作的进程之间需要交换信息，即在进程间进行通信。进程间常采用消息传递机制通信。具体的通信方式有以下两种。

1) 直接通信方式。当合作的诸进程位于同一个计算机系统中时，通常采用直接通信方式，即由源进程利用发送命令将消息直接挂到目标进程的消息队列上，而目标进程利用接收命令从其消息队列中取出消息。

2) 间接通信方式。当合作的诸进程位于不同的计算机系统中时，通常采用间接通信方式，即由源进程利用发送命令将消息送入一个存放消息的中间实体中，之后由目标进程利用接收命令从中间实体中取出消息。

### (4) 调度

在多道程序环境中，作业一般要经过调度才能执行。存在以下两种最基本的调度。

1) 作业调度：指从后备队列中，按照一定的算法选择若干个作业，调入内存，建立相应的进程，并分配必要的资源，使之成为就绪进程，再将它们插入就绪队列。

2) 进程调度：指从就绪队列中，按照一定的算法选择一个进程，将处理器分配给它使之运行。

## 2. 存储器管理功能

这里的存储器指内部存储器，它是计算机系统中重要且“紧俏”的资源，管理它的好坏对系统性能有重要影响。存储器管理的主要任务是：为多道程序提供良好的运行环境，方便用户使用存储器，提高存储器的利用率及从逻辑上扩充内存容量。存储器管理主要包括以下内容。

### (1) 内存的分配与回收

为每道作业分配内存空间使它们各得其所、互不干扰，以及当作业运行结束时及时回收分配给它的内存空间，是存储器管理最基本的功能。操作系统分配内存可以采用以下两种具体的分配方式。

1) 静态分配方式。即作业需要的内存空间在它装入时分配，作业装入后的整个运行期间内，既不允许作业申请新的内存空间，也不允许作业在内存中移动位置。

2) 动态分配方式。即在作业装入时为它分配所需要的基本内存空间，在以后的运行期间内，允许作业申请新的内存空间，也允许作业在内存中移动位置。

### (2) 内存保护

为了保证所有进程都在自己的内存空间中运行而互不干扰，系统必须随时检查进程对内存的访问是否合法。必须防止某个进程访问非共享的其他进程的代码和数据，尤其应防止用户进程侵犯操作系统的内存区。

### (3) 地址映射

源程序经编译、链接后形成可装入程序。可装入程序的起始地址是0，程序中的其他地址都相对起始地址0进行计算，这些地址形成的范围称为“逻辑地址空间”或“地址空

间”，其中的地址称为“逻辑地址”或“相对地址”。

计算机内存中的内存单元也通过地址进行区分。由内存中一系列内存单元限定的地址范围称为“内存空间”，其中的地址称为“物理地址”或“绝对地址”。

在多道程序环境中，将程序装入内存后，其地址空间中的逻辑地址与内存空间中的物理地址不可能一致，因此，存储器管理必须提供地址映射功能，将逻辑地址转换为对应的物理地址。

#### (4) 内存扩充

计算机的物理内存容量总是有限的。有限的内存容量往往限制着大型程序运行或一段时间内多道程序同时运行。为了满足用户的内存要求和改善系统性能，现代操作系统都提供了相应的内存扩充功能。存储器管理中的内存扩充不是增加物理内存的容量，而是利用虚拟存储技术，将物理外存虚拟为虚拟内存，从逻辑上对内存容量进行扩充，使用户感觉到系统的内存容量比系统真实物理内存容量大得多。

#### (5) 内存共享

为了提高内存资源的利用率，存储器管理应提供内存共享功能，即当多个程序含有相同的代码段时，允许在内存中只保留该代码段的一个副本。

### 3. 设备管理功能

计算机系统的外围设备种类繁多，控制复杂。相对处理器而言，外围设备的运转速度比较慢。如何充分利用各种设备资源，提高处理器与设备的并行性，方便用户和程序控制、操作设备，一直是操作系统需要解决的主要问题。

设备管理的主要任务是：为用户分配 I/O（输入/输出）设备，完成用户提出的 I/O 请求，提高处理器和 I/O 设备的利用率，提高系统的 I/O 速度，方便用户使用 I/O 设备。要完成上述任务，设备管理应具有以下功能。

#### (1) 缓冲管理

由于处理器与外围设备的速度差异很大，当它们需要交换信息时，应在它们之间设置缓冲区，以缓解它们速度不匹配的矛盾。缓冲管理就是设置和管理各种类型的缓冲区。合理设置缓冲区，可以有效提高处理器和 I/O 设备的利用率，进而提高系统的吞吐量。

#### (2) 设备分配与回收

设备分配就是根据用户的输入/输出请求及系统现有资源的使用情况，按照某种设备分配策略为用户分配所需设备。设备分配除了分配 I/O 设备外，还包括分配对应的设备控制器。若处理器与设备控制器之间存在 I/O 通道，设备分配还包括分配相应的 I/O 通道。

设备回收指当进程的输入/输出完成后，系统应及时回收设备，以便将它重新分配给其他进程使用。

#### (3) 设备驱动

设备驱动又称为设备处理。设备驱动过程中要使用专门的设备驱动程序（或称设备处理程序）。设备驱动程序与硬件密切相关，不同的设备控制器具有不同的设备驱动程序。设备驱动程序用来实现处理器与设备控制器之间的通信。

设备驱动过程如下：①设备驱动程序首先检查输入/输出请求的合法性，检查设备是否处于空闲状态，传递必要的参数及设置设备的工作方式；②向设备控制器发出输入/输出命

令，启动 I/O 设备完成指定的输入/输出操作；③输入/输出完成后驱动程序及时响应由设备控制器发来的中断请求，并根据该中断请求的类型调用相应的中断处理程序进行处理。对于设置了通道的计算机系统，设备驱动程序还应根据用户的输入/输出请求，自动构成通道程序。

#### (4) 实现设备独立性

设备独立性又称为设备无关性，其基本含义是：应用程序独立于具体使用的物理设备，即应用程序通过逻辑设备名申请使用设备，而该逻辑设备名到底对应哪一台物理设备由操作系统根据实际情况决定。

实现设备独立性提高了设备分配时的灵活性，使程序不再局限于某个具体的物理设备，既有利于提高系统效率，又方便用户编程。

#### (5) 实现虚拟设备

在一段时间内仅允许一个进程使用的设备称为独占设备。使用虚拟设备技术可以将一台独占设备改造为能同时提供给多个进程共享的设备，或者说，可以将一台物理设备变换为多台对应的逻辑设备（虚拟设备）同时提供给多个用户使用。使用虚拟设备技术可以有效提高系统设备的利用率。

### 4. 文件管理功能

现代计算机系统中，信息（程序和数据）总是以文件形式保存在外存上，需要时再调入内存。保存在外存上的文件，不可能由用户直接管理，而是由操作系统中的文件管理功能进行管理。文件管理的主要任务是：对系统文件和用户文件进行有效管理，实现按名存取，实现文件的共享、保密和保护，保证文件安全，向用户提供一套能方便操作文件的命令和接口。要实现上述任务，文件管理应具有以下功能。

#### (1) 文件存储空间管理

文件存储空间管理的主要任务是为文件分配和回收外存空间。分配方法应有利于提高外存的利用率和提高文件的读/写速度。

#### (2) 目录管理

操作系统通过文件目录对文件实施管理。文件目录中，每个文件对应一个目录项，该目录项包含文件名、文件属性、文件在外存上的位置等信息。通过对文件目录进行有效管理，实现文件按名存取，实现文件共享，提高文件的检索速度。

#### (3) 文件的读/写管理

该管理的基本功能是实现文件的读或写，即怎样根据用户请求，从外存中读取文件数据，或将数据写到外存文件中。

#### (4) 文件保护

为了防止系统中的文件被非法窃取或破坏，文件管理功能必须提供有效的保护措施，以达到下述目标：防止未经核准的用户存取文件，防止冒名顶替存取文件，防止以不正确的方式使用文件。

### 5. 网络功能

随着计算机网络的迅速发展，网络功能已成为操作系统的重要组成部分。现代操作系统都注重为用户提供便捷、可靠的网络通信服务。为此，操作系统应至少具有以下几种网络功能。



### (1) 网络资源管理

管理用户对网上资源的访问，实现网上资源共享，保证网络信息资源的安全性和完整性。

### (2) 数据通信管理

数据通信管理为网络应用提供必要的网络通信协议；处理网络信息传输过程中的物理细节；通过通信软件，按照网络通信协议，完成网络上计算机之间的信息传输。

### (3) 网络管理

网络管理包括网络性能管理、网络安全管理、网络故障管理、网络配置管理及日志管理等。

## 6. 用户接口

为了方便用户使用计算机，操作系统向用户提供了“用户接口”。用户接口提供了一个友好的用户使用计算机的途径。目前操作系统提供的用户接口通常包括以下几种。

### (1) 命令接口

为了便于用户直接或间接控制自己的作业，操作系统向用户提供了命令接口。用户可以通过向作业发出命令来控制作业运行。例如，在控制台上输入 UNIX 命令 `ls`，将列出当前文件目录的内容。命令接口可进一步划分成联机命令接口和脱机命令接口两种。

### (2) 程序接口

程序接口是为用户程序在执行过程中访问系统资源而设置的，是用户程序取得操作系统服务的唯一途径，提供给编程人员使用。程序接口由一组系统调用组成。每个系统调用是一个能完成特定功能的子程序。

### (3) 图形接口

图形接口采用了图形化的操作界面，将系统的各项功能、各种应用程序及数据文件以非常容易识别的图标形式直观、逼真地表示出来。用户可以方便地使用鼠标、菜单及对话框等完成各种操作。

## 1.3 操作系统的基本特征

目前存在着多种类型的操作系统。不同类型的操作系统有各自的特征，但它们都具有并发、共享、虚拟及异步等共同特征。在这些共同特征中，并发是操作系统中最重要的特征，其他 3 个特征都以并发为前提。

### 1. 并发

并发指若干个事件或活动在同一时间段内发生。在多道程序环境中，并发指在一个时间段内宏观上有多个程序在同时运行。注意不要将并发与并行概念混淆，并行指若干个事件或活动在同一时刻发生。尽管程序并发执行指某时间间隔内宏观上有多道程序在同时执行，但微观上程序的具体执行方式取决于计算机系统中处理器的数量。在单处理器系统中，由于只有一个处理器，在每一时刻只能执行一个程序，故程序执行在微观上总是交替进行的；而在多处理器系统中，由于存在多个处理器，在同一时刻每个处理器上可以处理一个程序，故程序可以并行执行。

操作系统是一个并发系统，并发性是操作系统的最基本特征。在操作系统的支持下，通