

现代高职高专信息技术教材

# 操作系统

---

# 原理与应用

---

# (Linux)

---

李京平 孙悦 编著

中国高等职业技术教育研究会  
全国高等学校计算机基础教育研究会  
高职高专专业委员会  
组编推荐

中国林业出版社  
China Forestry Publishing House  
[www.cfph.com.cn](http://www.cfph.com.cn)



北京希望电子出版社  
Beijing Hope Electronic Press  
[www.bhp.com.cn](http://www.bhp.com.cn)



现代高职高专信息技术教材

# 操作系统

## 原理与应用

### (Linux)

李京平 孙悦 编著

中国高等职业技术教育研究会  
全国高等学校计算机基础教育研究会高职高专专业委员会  
组编推荐

中国林业出版社  
China Forestry Publishing House  
www.cfph.com.cn



北京希望电子出版社  
Beijing Hope Electronic Press  
www.bhpe.com.cn

## 内 容 简 介

本书是全国教育科学“九五”规划重点研究项目成果,体现全新高职高专教育教学理念、当今IT专业领域主流技术和技能,是新时代高职高专计算机相关专业首选教材。

本书由8章构成,内容包括:绪论,操作系统接口,处理机管理,存储器管理,文件系统,设备管理,操作系统的结构与设计,分布式操作系统等内容。

本书内容安排合理、重点突出、讲解清楚,突出面向实践、重在应用的特点,每章后面都附有大量相关习题。通过本书的学习,主要让学生了解Linux操作系统的基本概念、基本原理和基本实现技术。

本书可作为高职高专及各类高等院校计算机相关专业操作系统课程的教材,也可作为非计算机专业操作系统或Linux操作系统选修课教材。

## 图书在版编目(CIP)数据

操作系统原理与应用(Linux)/李京平,孙悦 编著.

—北京:中国林业出版社;北京希望电子出版社,2006.2

现代高职高专信息技术教材

ISBN 7-5038-4233-4

I.操... II.①李...②孙... III. Linux 操作系统—高等学校:  
技术学校—教材 IV. TP316.89

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第113604号

**出版:** 中国林业出版社(100009 北京市西城区刘海胡同7号 010-66184477)

北京希望电子出版社(100085 北京市海淀区上地3街9号金隅嘉华大厦C座611)

网址: www.bhp.com.cn 电话: 010-82702660(发行) 010-62541992(门市)

**印刷:** 北京东升印刷厂

**发行:** 全国新华书店经销

**版次:** 2006年2月第1版

**印次:** 2006年2月第1次

**开本:** 787mm×1092mm 1/16

**印张:** 15.5

**字数:** 352千字

**印数:** 0001~3000册

**定价:** 22.00元

# 现代高职高专信息技术教材

## 编委会成员名单

主 编：高 林

副主编：鲍有文 黄春麟 丁桂芝

编 委：（按姓氏笔画排序）

丁桂芝 马小军 王 本 王 辉 申 蔚

刘 莹 李京平 孙 悦 孙 慧 安淑芝

张俊玲 陆卫民 高 林 袁家政 曹 聪

黄春麟 鲍有文 樊月华

# 序

在新的世纪里,科学技术突飞猛进,知识经济日益显著。以微电子为基础,计算机、通信、网络、自动化、电子技术为主体的信息技术,是当前人类社会中发展最快、渗透性最强、应用面最广的先导技术。信息技术的广泛应用推动着以信息产品制造业、软件业、信息系统集成业和信息咨询服务业为主体的信息产业的发展。信息已成为重要的生产要素和战略资源,信息技术成为先进生产力的代表,信息产业将发展成为现代产业的带头产业,人类即将跨越工业时代进入信息时代。因此,信息化成为当今世界经济和社会发展的趋势,大力推进社会和国民经济信息化是推进我国社会主义现代化建设的重要任务。信息技术和产业的发展不仅需要大批专业技术人才,而且还产生了一批新的职业岗位。毋庸置疑,与信息技术相关的职业将成为未来最走俏的职业。

信息技术的人才需求将呈多元化趋势,表现在科学、工程、技术、管理、服务诸多方面的多元化。不仅需要从事信息科学、信息技术研发的人才,而且更缺少把研发成果转变为现实产品的工程化人才和产业人才,无论是从事信息科学、信息技术研发还是信息产品转化都需要大批的基础性人才和这类人才中的精英人才、领军人才。这实际上是对我国的高等教育和教育改革提出了新的要求和新的课题,要求我国的高等教育人才培养的多元化——针对社会需求,培养不同类型人才,这就要求改革我国高等教育的课程模式。在大专层次积极发展高等职业教育,进行技术应用型本科试点,培养工程硕士,开办软件学院都是这种尝试的重要组成部分,是高等教育适应和推动社会经济发展的重要标志。本套教材的编写就是为适应我国高等教育发展和培养技术应用型人才的需要,改革学科性的单一培养模式,在信息技术的专业领域进行教学改革的一次尝试。

本套教材的编写有以下特点:

(1) 注重技术能力目标分析,每本书都提出了该技术领域的技术能力目标,在每章开始的要点中,总结概括了其智能结构要求。

(2) 在编写过程中,注意以技术能力培养为本的课程模式的特点,先提出“问题”,然后对问题进行“分析”,最后总结归纳建立“概念”。即“找出问题,分析问题,总结归纳”是本套教材的写作特点。

(3) 案例分析是本套教材的又一写作特点,技术能力的培养不仅是要培养学生的逻辑思维能力,更要培养学生的形象思维能力,案例分析是完成这种培养的有效方法。

(4) 针对典型技术问题,有的放矢地讲解是本套教材的第四个写作特点。

(5) 技术是练出来的而不是讲出来的,给出用于训练的大量题目,使学生通过实际练习,达到掌握技术的目的,是本套教材编写的第五个写作特点。

本套教材包括《操作系统原理与应用(Windows 2000)》、《操作系统原理与应用(Unix/Linux)》、《可视化程序设计与VB》、《数据库设计技术(SQL-Server)》、《数据结构与程序设计技术》、《网络程序设计与Java语言》、《计算机网络工程》、《计算机系统集成技术(Web技术)》、《多媒体实用技术》、《虚拟现实技术》等,适用于信息技术领域以技术应用性为培养目标的专业和高等职业教育专业,如计算机应用技术、通信、电

子技术、自动化技术、软件技术及其相关专业选用，也可供从事信息技术的专业人员参考或作为继续教育的培训教材。

本套教材在编写过程中，始终得到了中国高等职业教育学会、全国高等院校计算机基础教育研究会高职高专专业委员会的大力支持和帮助，并指派了优秀教师参加编写，教材编委会在此对两个学会致以诚挚的谢意。

现代高职高专信息技术教材编委会

## 前 言

操作系统是计算机系统中最基础、最关键的系统软件，随着计算机系统复杂性的不断提高，操作系统的地位也越来越重要。作为计算机科学与技术专业的学生，掌握操作系统的基本原理和方法是非常重要的，也是非常必要的。

本书可作为高职高专计算机应用专业学生的教材。根据作者多年的教学经验，本书对操作系统的相关内容进行了适当取舍，详细介绍了操作系统的基本原理和实现方法，并以 Linux 操作系统为实例，介绍了操作系统管理功能的具体实现。此外，本书还介绍了操作系统的结构和设计方法、分布式操作系统的基本概念。

为了使学生更好地掌握操作系统的基本原理和方法，本书在相应章节后配备了实验内容，包括 Linux 的使用与操作、进程管理、内存管理和文件管理。实验内容可以用 C 语言在 Linux 操作系统环境下实现，也可以在 Windows 环境下实现。通过这些实验内容，可以让学生加深对操作系统理论部分的理解，巩固所学到的基本知识。

本书安排合理、重点突出、讲解清楚，突出面向实践、重在应用的特点，适合作为高职高专及各类高等院校计算机相关专业操作系统课程的教材，也可作为非计算机专业操作系统或 Linux 操作系统选修课教材，同时对于那些想了解和掌握操作系统基础知识的读者也具有很好的参考价值。

本书由李京平、孙悦共同编写，其中，孙悦编写了第 4 章、第 5 章，其他章节由李京平编写。由于编者水平有限，错误和不妥之处在所难免，恳请读者批评指正。

编 者



# 目 录

序.....	ii	2.4.4 Linux 的图形接口.....	34
前言.....	iv	2.5 本章小结.....	38
第1章 绪论.....	1	2.6 习题.....	39
1.1 操作系统概述.....	2	2.7 实验: Linux 常用命令和权限的使用.....	39
1.1.1 操作系统的目标和作用.....	2	<b>第3章 处理机管理.....</b>	<b>31</b>
1.1.2 操作系统作为用户与计算机的接口.....	3	3.1 进程的概念.....	41
1.1.3 操作系统作为计算机系统的资源管理器.....	4	3.1.1 程序的并发执行.....	42
1.2 操作系统的发展和类型.....	6	3.1.2 进程的定义和特征.....	44
1.2.1 单道批处理系统.....	7	3.1.3 进程的状态及其转换.....	46
1.2.2 多道批处理系统.....	8	3.1.4 进程控制块 PCB.....	48
1.2.3 分时系统.....	9	3.2 进程控制.....	51
1.2.4 实时系统.....	11	3.2.1 进程创建.....	51
1.2.5 网络操作系统.....	12	3.2.2 撤消进程.....	52
1.2.6 分布式操作系统.....	12	3.2.3 进程阻塞.....	52
1.3 微机操作系统.....	13	3.2.4 进程唤醒.....	52
1.3.1 MS-DOS 操作系统.....	13	3.2.5 进程切换.....	53
1.3.2 Windows 操作系统.....	14	3.3 进程的同步与互斥.....	53
1.3.3 Linux 操作系统.....	15	3.3.1 同步与互斥的概念.....	54
1.4 Linux 的使用常识.....	15	3.3.2 临界区与临界资源.....	55
1.5 本章小结.....	15	3.3.3 软件方法解决进程之间的互斥.....	57
1.6 习题.....	16	3.3.4 硬件方法解决互斥.....	61
<b>第2章 操作系统接口.....</b>	<b>18</b>	3.3.5 信号量机制.....	63
2.1 联机命令接口.....	18	3.3.6 经典同步问题.....	66
2.1.1 联机命令格式及其类型.....	18	3.3.7 管程 (Monitor).....	70
2.1.2 终端处理程序.....	19	3.4 处理机调度.....	72
2.1.3 命令解释程序.....	20	3.4.1 调度的类型.....	72
2.2 程序接口.....	21	3.4.2 调度准则.....	73
2.2.1 系统调用与函数调用.....	21	3.4.3 调度算法.....	74
2.2.2 系统调用的类型.....	22	3.4.4 多处理机调度.....	79
2.2.3 系统调用的实现.....	23	3.5 进程通信.....	80
2.3 图形用户接口.....	23	3.5.1 进程通信的类型.....	80
2.4 Linux 用户接口.....	24	3.5.2 直接通信.....	81
2.4.1 Linux 的命令行接口.....	24	3.5.3 间接通信.....	83
2.4.2 Linux 命令行中的通配符.....	24	3.6 死锁.....	84
2.4.3 Linux 常用命令.....	25	3.6.1 死锁的概念.....	84
		3.6.2 死锁产生的原因和条件.....	86



3.6.3	死锁的预防 (Deadlock Prevention) ..87	4.6.1	覆盖技术 ..125
3.6.4	死锁的避免 (Deadlock Avoidance) ..88	4.6.2	交换技术 ..127
3.6.5	死锁的检测与恢复 ..91	4.7	虚拟存储器管理 ..127
3.7	线程 ..92	4.7.1	请求分页存储管理 ..129
3.7.1	线程的概念 ..92	4.7.2	请求分段存储管理 ..140
3.7.2	线程实现的机制 ..93	4.7.3	请求段页式管理 ..141
3.7.3	线程的状态 ..94	4.7.4	虚拟存储管理的优缺点 ..142
3.8	Linux 的进程管理 ..94	4.8	Linux 的内存管理 ..142
3.8.1	Linux 的进程控制块 ..94	4.8.1	地址映射 ..142
3.8.2	Linux 进程状态 ..96	4.8.2	Linux 的高速缓存机制 ..143
3.8.3	Linux 的进程调度 ..97	4.8.3	页面置换 ..145
3.8.4	Linux 的进程控制 ..99	4.8.4	内存空间的分配与回收 ..146
3.9	本章小结 ..99	4.9	本章小结 ..148
3.10	习题 ..100	4.10	习题 ..148
3.11	实验: 进程间通信 ..102	4.11	实验 ..150
<b>第 4 章</b>	<b>存储器管理 ..104</b>	<b>第 5 章</b>	<b>文件系统 ..152</b>
4.1	概述 ..104	5.1	文件系统概述 ..152
4.1.1	存储器管理的功能 ..104	5.1.1	文件及其分类 ..152
4.1.2	用户程序的主要处理过程 ..106	5.1.2	文件命名 ..153
4.1.3	存储器的层次 ..109	5.1.3	文件系统的功能 ..153
4.2	存储器的分区管理 ..109	5.2	文件结构和存取方法 ..154
4.2.1	单一连续分区 ..110	5.2.1	文件的存取方法 ..154
4.2.2	固定分区管理 ..110	5.2.2	文件的逻辑结构 ..155
4.2.3	动态分区管理 ..111	5.2.3	文件的物理结构 ..155
4.2.4	动态重定位分区管理 ..115	5.3	文件目录 ..159
4.3	分页存储管理 ..115	5.3.1	文件目录及主要操作 ..159
4.3.1	分页存储管理的基本原理 ..115	5.3.2	目录结构 ..160
4.3.2	分页存储管理系统中的地址转换 ... 117	5.3.3	文件目录的检索和改进 ..163
4.3.3	分页存储管理的优缺点 ..119	5.4	文件存储空间的管理 ..164
4.4	分段存储管理 ..120	5.4.1	文件存储空间的管理方法 ..164
4.4.1	分段存储管理的基本原理 ..120	5.4.2	文件存储空间的分配 ..165
4.4.2	地址转换机构 ..121	5.5	对文件的主要操作 ..166
4.4.3	段的共享和保护 ..122	5.6	文件的保护与文件系统的可靠性 ..168
4.4.4	分段存储管理的优缺点 ..123	5.6.1	文件的共享 ..168
4.5	段页式存储管理 ..123	5.6.2	文件的保护 ..170
4.5.1	段页式存储管理的基本思想 ..123	5.6.3	文件系统的可靠性 ..172
4.5.2	段页式存储管理中的地址转换 ... 124	5.7	Linux 的文件系统 ..175
4.5.3	段页式存储管理的优缺点 ..125	5.7.1	VFS 文件系统 ..176
4.6	覆盖技术与交换技术 ..125	5.7.2	Linux EXT2 文件系统 ..183

5.7.3 日志文件系统.....	186	7.1 操作系统的设计目标.....	217
5.8 本章小结.....	187	7.2 操作系统的结构.....	218
5.9 习题.....	188	7.2.1 操作系统结构分类.....	218
5.10 实验.....	189	7.2.2 操作系统的逻辑结构.....	220
<b>第6章 设备管理.....</b>	<b>191</b>	7.2.3 微内核.....	220
6.1 设备管理概述.....	191	7.3 操作系统的设计.....	222
6.1.1 设备的类型.....	191	7.3.1 模块接口法.....	222
6.1.2 设备管理的目标和功能.....	192	7.3.2 层次结构法.....	222
6.1.3 I/O子系统的组成.....	193	7.3.3 核扩充法.....	223
6.1.4 设备驱动程序.....	194	7.4 Linux操作系统的结构.....	223
6.2 I/O控制方式.....	195	7.4.1 Linux内核.....	223
6.2.1 程序(Programmed) I/O方式.....	195	7.4.2 Linux shell.....	224
6.2.2 中断驱动(Interrupt-Driven)		7.4.3 Linux文件结构.....	224
I/O方式.....	196	7.4.4 Linux实用工具.....	225
6.2.3 直接内存存取(DMA)方式.....	197	7.5 本章小结.....	225
6.2.4 通道控制方式.....	199	7.5 习题.....	225
6.3 缓冲技术.....	200	<b>第8章 分布式操作系统.....</b>	<b>226</b>
6.3.1 单缓冲(Single Buffer).....	201	8.1 分布式操作系统概述.....	226
6.3.2 双缓冲(Double Buffer).....	201	8.1.1 分布式操作系统特点.....	226
6.3.3 缓冲池.....	202	8.1.2 进程通信.....	227
6.4 设备分配.....	203	8.1.3 资源管理.....	227
6.4.1 设备分配策略.....	203	8.1.4 系统结构.....	228
6.4.2 设备分配中的数据结构.....	204	8.2 分布式系统的进程管理.....	228
6.4.3 设备分配过程.....	205	8.2.1 进程迁移.....	228
6.4.4 SPOOLing系统.....	206	8.2.2 同步与互斥.....	230
6.5 磁盘管理与调度.....	207	8.2.3 进程间的通信.....	231
6.6 Linux设备管理.....	211	8.2.4 死锁问题.....	232
6.6.1 Linux设备管理的实现层次.....	211	8.3 分布式文件系统.....	235
6.6.2 设备文件.....	212	8.3.1 概述.....	235
6.6.3 输入/输出空间管理.....	213	8.3.2 分布式文件系统的文件服务.....	235
6.6.4 设备驱动程序.....	215	8.3.3 分布式文件系统的目录服务.....	236
6.7 本章小结.....	215	8.4 本章小结.....	236
6.8 习题.....	216	8.5 习题.....	237
<b>第7章 操作系统的结构与设计.....</b>	<b>217</b>	<b>参考文献.....</b>	<b>238</b>

### 本章知识点及重点

- 操作系统在计算机系统中的作用
- 操作系统的功能
- 操作系统的类型
- 微机操作系统的特点
- 操作系统的资源管理功能
- 多道批处理系统的特点

在使用计算机的时候，你是否能够感觉到和计算机系统之间有一定距离？计算机的任何动作，包括对数据的处理和对外部设备的任何操作都是由计算机所能识别的机器指令来指挥的。而作为计算机系统的用户，我们并不需要输入机器指令也不需要了解机器指令的执行过程，我们所需要做的只是输入一些文字化的命令或点按图形按钮。显然，计算机用户发给计算机的指令和计算机能够识别、理解和执行的指令之间存在着巨大的差别，那么谁来弥补计算机系统和用户之间的这些差异呢？

操作系统完成了计算机系统和用户之间的协调与协作的工作。从更深一层的意义来说，操作系统管理着整个计算机系统，包括系统资源的分配与回收、协调不同用户以及用户程序对系统提出的各类应用需求、处理计算机系统中各种操作之间的冲突、检测系统出现的故障和维护系统的正常运行。因此，如果说计算机用户是计算机系统的主人，操作系统就是用户管理计算机系统的大管家。通过这个大管家，用户可以不必深入了解计算机系统运作的各种内部细节而得到计算机系统所提供的各种服务。

计算机系统包括硬件和软件两大部分，操作系统属于软件中的系统软件，它的作用是扩充硬件功能、提供应用软件的运行环境，从而实现应用软件和计算机系统硬件的连接。操作系统作为系统软件是程序模块的集合，它能有效地组织和管理计算机系统硬件及软件资源，合理地组织计算机的工作流程，控制程序的执行。因此，操作系统可以使整个计算机系统高效地运行，并向计算机系统的用户提供各种服务功能。通过操作系统计算机系统的用户可以灵活、有效、方便地使用计算机。

操作系统作为系统软件，是配置在计算机硬件平台上的第一层软件。由于操作系统在计算机系统的位置和其重要作用，其性能的好坏直接影响到整个计算机系统性能的优劣。因此，任何一个操作系统都包含和体现了计算机科学中最新的技术和成果。正是由于这个原因，学习操作系统的原理和方法对计算机应用专业的学生来说是非常重要的。通过操作系统的学习不仅可以进一步了解和掌握计算机系统的整个软件和硬件的体系结构，同时也可以为进一步学习计算机科学中的其他知识和技能打下良好的基础。

### 1.1 操作系统概述

#### 1.1.1 操作系统的目标和作用

操作系统为计算机用户管理着计算机系统，作为用户对操作系统有哪些管理方面的要求？操作系统需要对用户提供哪些服务？在设计操作系统时，其目标是什么？操作系统作为管理计算机系统资源、为计算机系统的用户提供服务的系统软件，应该具有方便性、有效性、可扩充性和开放性。

##### (1) 方便性。

操作系统设计的首要目标是要方便用户使用计算机系统，作为用户的简单操作到复杂的计算机执行过程之间的桥梁。用户只需要输入容易记忆的简单指令或直观的图形按钮，就可以通过操作系统把它们转化为复杂的计算机指令，让计算机按照用户的要求工作。

##### (2) 有效性。

操作系统设计的第二个目标是要充分利用计算机系统的资源以便充分发挥计算机系统的效能。计算机系统中包含着各类资源，如：CPU、主存储器、辅存储器、I/O 设备等，通常一个计算机系统资源数量都是有限的。管理这些资源时，不同的管理策略会有不同的效果，操作系统必须在有限资源的基础上采用合理、有效的管理策略提高系统为用户服务的效果。本课程将涉及到提高有效性的主要管理策略。

##### (3) 可扩充性。

随着计算机技术的迅速发展，计算机系统的硬件和体系结构也在不断地发生变化，对操作系统也提出了更高的功能和性能要求。因此，现代操作系统的设计必须具有很好的可扩充性以便适应各种新技术所提出的要求。

##### (4) 开放性。

在计算机技术的发展过程中，计算机系统硬件存在着不同的标准、不同的生产厂家生产各种标准不同的计算机部件，从而导致了计算机类型的多样化。为了能够适应这种多样化的环境，操作系统应该具有开放性的结构以实现应用软件在各种计算机系统上的正常运行，这就是通常所说的可移植性和互操作性。

上述4种性能，后两个是计算机技术发展提出的新的要求，而前两个是传统操作系统要解决的主要问题。在早期的操作系统设计过程中，由于计算机系统的硬件非常昂贵，所以更注重有效性的要求。操作系统的设计主要侧重的是系统资源的利用率和系统的吞吐量。但是，随着计算机硬件生产水平的上升和价格的下降，操作系统尤其是微机上所配置的操作系统的着眼点则更侧重操作系统的方便性。友好的界面、方便的操作已经成为计算机操作系统研究的重要内容。

从上述操作系统的设计目标可以看出操作系统在计算机系统中的作用。具体体现在下面几个方面。

##### (1) 操作系统作为计算机系统硬件的扩充。

操作系统除了为用户提供简单方便的操作以外，还负责解释和执行应用程序对硬件的操作。应用程序的程序员可以使用高级程序设计语言编制代码，并通过操作系统提供的功能服务转化成对计算机硬件的低级操作。也可以说，操作系统是方便的高级应用和复杂的

低级操作之间的桥梁。

例如，在 C 语言中可以使用中断调用函数得到操作系统提供的中断服务功能，完成对硬件的操作。作为程序员只需了解和掌握中断函数的调用方式和参数而无须了解计算机系统硬件的具体操作步骤。

#### (2) 操作系统作为扩展机。

抽象是计算机科学中处理复杂性问题的主要技术，其基本思想是把一组低级操作的指令捆绑成一个用高级指令调用的函数。这些函数实际上起到了扩展指令集的作用，它提供了操作计算机系统硬件的更强有力的手段。各种操作系统都包含了众多这类函数的集合，提供了完整的操作计算机系统硬件的手段。所以，从用户的角度可以把操作系统看作是一个对计算机系统的扩展机。

例如：如果没有操作系统的输入/输出子系统的支持，当一个用户要从磁盘上读取一条信息时，需要众多的低级指令。包括读写磁头的定位、监督所需要的数据块传送和处理可能出现的错误。当有了操作系统的支后，则只需要一条能够为操作系统解释的读写命令就可以得到所需要的数据。

#### (3) 操作系统作为虚拟机。

在计算机系统中通常系统资源为多个计算机系统的用户共同使用。因此，在使用系统资源的时候多个用户之间就会发生冲突而导致对系统资源的竞争。虚拟机是在概念上提供给用户的计算机，其基本功能是允许资源共享。把用户对计算机系统的操作转换为用户对虚拟机的操作，可以使用户觉得计算机系统具有足够的资源供自己使用。由于，操作系统是协调和控制硬件资源使用的管理者，通过操作系统用户可以透明地使用系统所提供的各类资源。因此，操作系统可以看作是提供给计算机系统用户的一个虚拟机。

虚拟存储器就是一个典型的虚拟机的例子，它利用辅存储器模拟主存储器达到扩充系统主存的目的。因此，目前在微机系统中虽然主存的大小受到硬件的限制，但是它可以运行比自身主存大得多的应用程序。

#### (4) 操作系统作为资源管理器。

操作系统的一个主要的任务之一是优化系统资源的使用以保证所有应用程序的运行性能，同时操作系统还要满足某些特殊应用的需求并受到这些应用的限制。例如，保证具有相互作用的进程之间的相互响应时间以及对共享资源的合理使用等。

### 1.1.2 操作系统作为用户与计算机的接口

操作系统作为用户和计算机的接口具有两方面的含义，其一是用户使用计算机的界面，又称用户接口；其二是用户程序操作计算机硬件的執行者，又称程序接口。

应用程序包括系统应用程序和用户应用程序，两者之间没有严格的划分。帮助开发和使用的其他应用程序的应用程序被认为是系统应用程序，例如，编译系统、汇编系统、Internet 浏览器等。为某些用户的特殊需求建立的应用程序称为用户应用程序，例如，数据库管理系统、教学课件、游戏等。对每一类应用程序都具有自己的接口形式。



## 4 → 操作系统原理与应用 (Linux)

### 1. 用户接口

用户接口是计算机用户使用计算机的界面，一般具有两种形式：命令行形式和图形形式。命令行形式又常称为命令解释器，图形形式又常称为图形界面接口 GUI。

命令行形式的接口主要完成如下的任务。

- 执行和管理应用程序
- 管理文件
- 获得系统信息

命令行形式的操作是由用户输入命令，由命令解释器解释后传给计算机系统。命令的格式一般包括命令关键字和一些参数，并且由回车作为命令输入の確認。这些命令行的形式一般都具有成批命令一次执行的形式，通常称为批处理程序，它可以包含多个指令并一次执行。如：DOS 操作系统中的批处理文件和 Linux 中的 shell 文本程序等都属于批处理程序的范围。这种形式的接口要求用户具有一定的计算机应用水平，能够记住指令的形式、指令所需要的必要参数以及这些参数在命令中的作用。

图形界面接口具有更方便的操作形式，更适合那些不断增长的普通计算机用户。用户只需用鼠标点按菜单或代表命令的图标就可以操作计算机系统，而不需要记忆命令形式和用键盘键入复杂的命令。典型的图形操作系统界面是微软公司的视窗系统。

### 2. 应用程序接口

应用程序接口是操作系统提供给用户应用程序使用系统服务的界面，它是通过系统调用命令来实现的。用户应用程序是按照某种程序设计语言的语法要求来描述用户需求所需要的逻辑关系，其中不仅有完成用户需求所必须的算法，还有一些与计算机硬件相关的操作。例如，读、写磁盘的操作和各种输入/输出操作。为了支持用户应用程序的正常运行，完成用户的需求，操作系统必须提供给用户一些方便的调用手段。这些手段称为系统功能服务，用户应用程序在需要时，采用系统功能调用命令来使用操作系统提供的这些功能服务。

通常系统功能服务由操作系统内核和系统库函数提供，这种方式的优点有两个。其一，简化了用户的操作，用户在其应用程序中不需要了解这些功能实现的细节，只需知道其调用的形式。其二，降低了由于用户程序的误操作对计算机系统的损害，因为对计算机系统硬件的操作是由操作系统完成的而不是由用户程序直接操作。

#### 1.1.3 操作系统作为计算机系统的资源管理器

从操作系统在计算机系统中的作用可以看出，操作系统是处于最接近系统硬件的系统软件。如下所示：

用户
应用程序
语言机环境
操作系统
计算机硬件

用户层次对应计算机系统的一般使用者，应用程序对应计算机系统的实际应用，由应用程序设计者实施，语言机的层次是应用程序的编译环境，操作系统层次是表示系统状态、描述系统调用以及内核处理部分，由系统程序设计者和操作系统设计者实现，最后才是计算机系统的硬件层次。

由此，可以看出操作系统是作为计算机系统的最底层的软件，负责向上层提供对硬件操作的功能服务。操作系统的功能主要是对系统资源的管理包括记录资源状态、资源的分配与回收、资源分配策略的确定等。在计算机系统中所有的资源可以分为 4 大类，处理机资源、存储器资源、外部设备和文件系统。所以，操作系统作为资源管理的软件分别对上述资源进行管理。操作系统对上述资源进行管理的观点、策略和方法，也影响着其他的计算机应用软件的编制方法。分析和掌握操作系统中管理程序的功能和实现方法，对提高计算机系统应用人员的计算机应用能力也起着举足轻重的作用。

### 1. 处理机管理

中央处理机（CPU）是计算机系统中最重要、最宝贵的资源，对处理机的利用率直接影响着计算机系统的性能。处理机管理的主要任务是分配处理机去处理计算机系统中的各类事务。在多道程序环境下，对处理机的分配都是以进程为基本单位，因而对处理机的管理也常常称为进程管理。它主要包含以下几个方面：

- 进程控制：为作业创建进程、为进程分配所需的资源、控制进程在运行期间的状态以及状态的转换、在进程结束后撤销进程回收该进程占用的资源。
- 进程同步与互斥：在多道程序环境下，由于多个进程同时存在并运行，它们之间必然存在对资源的竞争。为了使多道程序有条不紊地运行，处理机管理对所有必须运行的进程进行协调。协调的方式有两种，互斥方式和同步方式。
- 进程通信：一个应用程序可以建立多个进程，这些进程相互合作去完成一个共同的任务。这些相互合作的进程在运行的过程中往往需要交换信息以便协调各个进程之间的推进速度和资源的合理使用以保证整个任务的完成。进程通信的任务就是用来实现在相互合作进程之间的信息交换。
- 进程调度：在多道程序环境下，当把作业调入到内存并建立了相应的进程后，并不意味着可以马上占用 CPU 运行，而是要根据已经进入到内存中的所有进程的实际情况来决定其运行的时间。所以，进入到内存中的进程一般要在进程就绪队列中等待。进程调度的任务就是在就绪队列中按照一定的算法选出一个进程，把 CPU 分配给它使其运行。

### 2. 存储器管理

存储器管理是指对计算机主存储器的管理。随着计算机硬件的发展和其价格的降低，计算机的主存储器越来越大，但是，计算机的主存储器仍然是计算机系统性能的瓶颈。一个程序只有被调入主存储器后，才能被分配给处理器运行，主存储器的有效利用是提高系统性能的重要手段，因此，主存储器是仅次于处理机的计算机系统资源。有效的主存储器管理必须和处理机调度结合起来才能得到更高的效率。存储器管理包含以下几个方面的内容：

- 存储器分配和存储无关性：为每一个运行的程序和其所需要的数据分配一个存储

## 6 → 操作系统原理与应用 (Linux)

空间。而对于程序员来说并不需要知道存储分配的细节，为此，存储管理功能应该具有提供“地址重定位”的能力。

- 存储保护：由于主存储器中可同时存放多道程序，为了防止程序间的相互干扰、相互影响和破坏，存储管理必须保证每个用户程序只能访问自己的存储空间，而不能任意存取其他范围的信息。
- 存储器扩充：用辅存储器扩充主存储空间以便提高整个计算机系统的资源利用率。实现这种功能的软件技术称为“虚拟存储器”。

### 3. 设备管理

设备管理主要指对外部设备的管理。由于实际的物理设备品种繁多、用法各异，这部分功能庞杂而琐碎。其特点是各类外部设备和主机的速度之间极不匹配，要求外部设备和主机并行地工作以提高系统的利用率。设备管理主要包含以下几个方面的内容：

- 设备无关性：为了方便用户对设备的使用，当用户向系统申请和使用设备时，希望只提供设备的逻辑设备名而与实际物理设备无关。设备的无关性也提高了设备的利用率。
- 设备分配：由于外部设备的种类和数量在计算机系统中都是有限的，每一类设备的台数往往少于使用它的用户程序数，因此，必须正确地进行设备分配才能保证系统的效率。针对设备的不同类型，设备分配一般有独占设备、共享设备和虚拟设备3种不同的分配方式。
- 设备传输控制：控制实际物理设备和主机之间信息的传输。主要有中断技术、DMA技术、通道技术和缓冲技术。
- 磁盘调度：在外部设备中使用最多的是磁盘设备，磁盘也是外部设备中和主机交互信息最多的设备。合理的磁盘调度策略和算法是提高计算机系统性能的一个重要方面。磁盘的调度策略和算法是和文件管理中对信息的存放形式紧密相关的，两者密切配合才能得到较高的效率。

### 4. 文件管理

文件管理也称作软件资源管理，其主要功能是为用户提供简便、统一的存取和管理信息的方法。文件管理包含以下几个方面的内容：

- 文件的结构与组织。
- 目录文件。
- 文件的共享与保密。
- 文件的存取控制和使用。

从上述操作系统的功能可以看出，操作系统作为计算机系统的资源管理器，管理着所有计算机系统的资源。读者可以再次体会到，操作系统的功能与效率直接决定着一个计算机系统的性能与效率。

## 1.2 操作系统的发展和类型

操作系统在现代计算机系统的发展中起着非常重要的作用，操作系统性能的优劣直接

影响到计算机系统性能的发挥，可以说操作系统是计算机系统的核心，通常把操作系统比喻为计算机系统的大脑。操作系统的出现和发展完全是由于客观的需要决定的，随着计算机技术的不断发展和计算机应用的日益扩展和普及，操作系统也在不断地发展和完善。在操作系统的发展过程中，起主导作用的思想是提高计算机系统资源的利用率和方便用户使用计算机。操作系统功能的演变和发展都是在这个主导思想的指导下完成的。

在早期的计算机系统中，由于构成计算机的主要部件都是电子管，运算速度相对较慢。用户在使用计算机时，通常采用手工操作和人为干预的方式。随着计算机硬件的发展，计算机运算速度大大提高，从每秒几千次、几万次提高到几十万次、上百万次。仅从计算机的运算速度上就提高了几十倍、上百倍，人为干预的手工操作方式已经不能充分发挥计算机的资源效率。在计算机的高速运转和手工操作之间产生了矛盾，即所谓的人—机矛盾。为了解决这个矛盾，提高计算机系统资源的利用率，就出现了批处理系统。其基本思想是去掉人工的干预，把人工干预的工作由操作系统来实现，以提高系统资源的利用率。

### 1.2.1 单道批处理系统

单道批处理系统是指在系统中配置一个监督管理程序（Monitor），对一批作业统一管理并使这些作业一个一个地连续处理。单道的含义是作业的执行是串行的，在计算机系统中始终只保持一个作业处于执行状态。

#### 1. 联机批处理

这是一种早期的批处理作业的形式，计算机用户把作业交给计算机操作员，由操作员把多个用户的作业同时加载到输入设备上，输入设备可以是纸带机或卡读机。输入设备准备好后，由监督程序统一把这些作业传送到辅存储器上，然后根据每个作业的作业说明，检查每个作业对系统资源的要求。对能够得到满足要求的作业，由监督程序把该作业调入内存。作业运行完成后，再把处理结果输出到输出设备上。

这种系统在整个处理过程中，由监督程序实现了作业的自动定序、自动过渡，比手工操作的效率大大提高了。这种处理方式，在作业从提交到完成的整个过程中，始终由监督程序直接控制，每个作业的输入/输出操作也是在监督程序的控制之下。所以，称为联机批处理系统。

#### 2. 脱机批处理

在联机批处理作业系统中，输入/输出占用了 CPU 的处理时间。随着 CPU 处理速度的不断提高，在系统输入或输出时 CPU 的大部分时间都是空闲的。CPU 的高速处理能力和输入/输出设备的低速性能又形成了一个矛盾。使得 CPU 的效能不能充分发挥，为了解决这一矛盾引入了脱机输入/输出技术。

脱机技术的基本思想是引入外围计算机或称为卫星机与低速的外部设备交换数据，而使主机去做需要高速处理的事情。作业从输入设备输入到辅存储器是一个缓慢的过程，由卫星机处理，主机不去干预，当主机需要时就把辅存储器中的作业调入内存。作业完成后，主机负责把处理结果输出到辅存储器上，由卫星机把它输出到外部设备上。这样，主机就摆脱了慢速的输入/输出工作，更充分地发挥自己的高速处理能力，所以称为脱机形式。卫星机和主机可以并行工作，计算机系统的效率可以得到更充分的发挥。