



高职高专 **精品课程** 规划教材 计算机系列

操作系统原理及应用 ——Linux篇

王继水 顾理军 主 编



- 以国家级、省级优秀精品课程为基础
- 配有强大的网络教学资源：教学视频、案例、项目实践等
- 提供网上实践平台，可直接进行系统化、项目化实践
- 实现课程结构与内容实战化、职业化

清华大学出版社



高职高专精品课程规划教材 计算机系列

操作系统原理及应用——Linux 篇

王继水 顾理军 主 编

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书以 Linux 操作系统为例,介绍了操作系统的主要功能、基本原理和基本思想,并介绍了 Linux 操作系统的安装、配置、基本操作、系统管理、网络应用以及各种服务器的配置与维护。

本书在内容上突出理论与实践相结合的特点,注重学生应用能力的培养,在编写上深入浅出、图文并茂、通俗易懂,并配有习题和实验,便于教学与自学。

本书具有较强的灵活性和较宽的适用性,可作为高等专科学校和高等职业技术学院计算机相关专业操作系统课程的教材、非计算机专业操作系统选修课教材。

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 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

操作系统原理及应用——Linux 篇/王继水,顾理军主编. —北京:清华大学出版社,2008.8

(高职高专精品课程规划教材 计算机系列)

ISBN 978-7-302-18083-8

I. 操… II. ①王… ②顾… III. Linux 操作系统—高等学校:技术学校—教材 IV. TP316

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 100102 号

责任编辑:石 伟 张 瑜

封面设计:山鹰工作室

版式设计:杨玉兰

责任校对:李玉萍

责任印制:李红英

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

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

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:山东新华印刷厂临沂厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:17 字 数:401 千字

版 次:2008 年 8 月第 1 版 印 次:2008 年 8 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:26.00 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:027894-01

《高职高专精品课程规划教材》丛书序

教育部于 2003 年开始在全国高等学校(包括高职高专院校)中启动高等学校教学质量与教学改革工程精品课程建设工作(简称精品课程建设),随后许多省份和高校也启动了省级和校级精品课程建设工作。经过 4 年的发展,精品课程建设已经进入成熟期,网上涌现了大量的优质课程资源,充分利用这些资源,无论对学生学习课程还是教师的教学都有积极的促进意义。

系列化的优秀教材与精品课程相呼应非常有必要,不但可以使优质的教学资源以教材为载体最大程度地得到共享和利用,而且教材的沉淀、积累和推广也将反过来促进精品课程资源的不断完善。

现在各个高职高专院校都以就业为导向,把对学生的技能培养作为首要目标。因此本套丛书以“体现职业教育教学特点和强调现代教育技术应用”为原则,以提高课堂与实践的教学效率和效果为主旨,努力建设一套全新的、有实用价值的精品课程配套规划系列教材,并希望能够通过这套教材的出版和使用,促进优秀精品课程的发展,最大限度地发挥精品课程的“精品”与“网络课程资源立体化”的优势,使之成为一套适应社会需求,有利于培养高素质高技能人才的优秀系列教材。

本系列丛书具有以下特点:

- 以国家级、省级优秀精品课程为基础。
- 配有强大的网络教学资源:教学视频、案例、项目实践等。
- 提供网上实践平台,可直接进行系统化、项目化实践。
- 实现课程结构与内容实战化、职业化。

精品课程在各个方面都已经比较成熟,所以本丛书力求在实用性上更加突出,注重技术能力的培养,提倡动手实践。每个单元小节后都有必要的习题和实训案例。大部分教材还专门配有实验与实训指导。使读者在掌握基本知识的同时,还可以获得实际操作的基本技能。

每本教材都配有内容细致全面的网站,为教师免费提供电子教案、案例库、习题库;为教师和学生共同开设专题讨论网络空间,可实现更大范围的教与学互动,即时解决教学过程中遇到的问题。在帮助老师教学的同时更能培养学生的学习兴趣,通过自己动手实践来提高专业技术能力。

本系列教材主要针对高职高专院校,以三年制高职教育为主,同时也适用于同等学历的职业教育。希望通过本系列教材的编写和推广应用,不仅能够有利于提高精品课程的整体水平,而且能够通过精品课程成熟的教学经验和丰富的网络教学资源更有助于加快职业技术教育的改革步伐。

精品课程网址为: <http://www.wenyuan.com.cn/jpkc>。

前 言

操作系统是现代计算机中最基本、最重要的系统软件。操作系统管理和控制计算机中的所有软件和硬件资源，是计算机系统的核心，为用户提供了一个安全可靠的、友好的工作环境。因此操作系统不仅仅是计算机专业的必修课程，也是所有从事计算机工作的技术人员必须掌握的基础知识。

Linux 操作系统是符合 POSIX 标准的功能强大的操作系统，它可以运行于各种硬件平台，并支持多种系统软件和应用软件，是一个真正的多用户、多任务操作系统。Linux 还是一个自由软件，它的源代码是公开的，允许任何人获取、学习、修改和重新发布。另外，Linux 继承了 UNIX 的主要特性，在 Internet 的应用中占有明显的优势，在教学科研领域中具有广阔的应用前景。

本书主要讲述了操作系统的基本原理，并以 Linux 操作系统为背景，介绍了 Linux 操作系统的安装、使用、网络设置以及各种服务器的架构与维护。本书在编写上力求循序渐进、通俗易懂，注重科学性与应用能力的培养，适应高职高专教学的特点。

全书共分 10 章。第 1 章介绍了操作系统的基础知识，第 2~5 章分别介绍了操作系统的五大主要功能，包括进程管理、用户接口与作业管理、存储管理、设备管理和文件管理。从第 6 章开始介绍了 Linux 的相关知识，第 6 章介绍了 Linux 的发展与主要特征，第 7 章介绍了 Linux 的安装，第 8 章介绍了 Linux 的简单使用，第 9 章介绍了 Linux 的系统管理知识，第 10 章介绍了 Linux 的网络设置以及 Linux 中的各种服务器的配置与维护。

本书可作为高等专科学校和高等职业技术学校计算机相关专业操作系统课程的教材、非计算机专业操作系统选修课教材或 Linux 操作系统选修教材。通过本书的学习，可使学生从理论到实践较全面地了解现代操作系统的基本概念、原理及方法，为今后从事相关的工作打下坚实的基础。

本书由常州机电职业技术学院王继水、顾理军编写。

由于编者水平有限，书中难免有错误和不妥之处，敬请读者批评指正。

目 录

第 1 章 操作系统引论	1	2.6 死锁	37
1.1 操作系统概述	1	2.6.1 死锁的定义	37
1.1.1 计算机系统的组成	1	2.6.2 产生死锁的原因 和必要条件	37
1.1.2 操作系统的定义	3	2.6.3 死锁的防止与避免	38
1.2 操作系统的功能和特征	3	2.7 线程	43
1.2.1 操作系统的功能	3	2.7.1 线程的引入	43
1.2.2 操作系统的特征	6	2.7.2 线程与进程的比较	43
1.2.3 操作系统的性能指标	8	2.7.3 线程的属性	44
1.3 操作系统的分类	8	2.7.4 线程的状态及其转换	44
1.3.1 单用户操作系统	9	2.8 Linux 中的进程管理	45
1.3.2 多道批处理操作系统	9	2.8.1 Linux 进程概述	45
1.3.3 分时操作系统	11	2.8.2 Linux 的进程控制	47
1.3.4 实时操作系统	13	2.8.3 Linux 的进程调度	48
1.3.5 通用操作系统	14	2.8.4 Linux 进程的同步和通信	50
1.3.6 网络操作系统	14	2.9 复习题	54
1.3.7 分布式操作系统	15	第 3 章 操作系统用户接口 与作业管理	56
1.4 复习题	15	3.1 用户接口	56
第 2 章 进程管理	16	3.1.1 程序接口	56
2.1 进程的基本概念	16	3.1.2 命令接口	58
2.1.1 程序的顺序执行 和并发执行	16	3.1.3 操作系统用户接口的发展	60
2.1.2 进程的定义与特征	18	3.2 作业管理概述	60
2.1.3 进程的状态及其转换	21	3.2.1 作业及其类型	60
2.2 进程控制	22	3.2.2 作业的状态及其转换	62
2.3 进程的互斥与同步	24	3.2.3 作业控制级的接口	63
2.3.1 互斥的定义	24	3.3 作业调度	63
2.3.2 同步的定义	25	3.3.1 作业调度应考虑的因素	63
2.3.3 信号量机制	27	3.3.2 作业调度算法	64
2.3.4 用 P、V 操作实现进程的 互斥	28	3.4 Linux 中的用户接口与作业管理	67
2.3.5 用 P、V 操作实现进程的 同步	29	3.5 复习题	67
2.4 进程的调度	31	第 4 章 存储管理	69
2.5 进程通信	34	4.1 存储管理的概念	69
		4.1.1 存储管理的功能	69

4.1.2 存储管理的方式.....	70	6.3 Linux 操作系统的主要功能	124
4.1.3 覆盖与对换技术.....	71	6.4 Linux 的发行版本	125
4.2 连续分配方式	74	6.5 复习题.....	128
4.2.1 单一连续分配.....	74	第 7 章 Linux 的安装与配置	129
4.2.2 固定分区分配.....	74	7.1 安装前的准备工作.....	129
4.2.3 动态分区分配.....	75	7.2 安装 Linux	130
4.3 离散分配方式	78	7.3 安装后的配置.....	146
4.3.1 页式存储管理.....	78	7.4 实验: Linux 操作系统的安装	150
4.3.2 段式存储管理.....	81	第 8 章 Linux 基础知识	151
4.3.3 段页式存储管理.....	85	8.1 登录、注销和关机.....	151
4.4 虚拟存储器	87	8.2 shell 简介	153
4.4.1 虚拟存储的概念.....	87	8.2.1 shell 简介	153
4.4.2 请求分页存储管理方式.....	90	8.2.2 shell 的特点	154
4.5 Linux 中的存储管理	95	8.3 Linux 的文件管理	154
4.5.1 Linux 存储管理概述	95	8.4 常用的 shell 命令	160
4.5.2 Linux 存储管理的实现技术	95	8.4.1 目录操作命令.....	160
4.6 复习题	99	8.4.2 文件操作命令.....	163
第 5 章 设备管理与文件管理	100	8.4.3 进程管理命令.....	166
5.1 设备管理概述	100	8.4.4 系统信息命令.....	169
5.1.1 设备的分类	100	8.4.5 网络命令.....	171
5.1.2 设备管理的任务和功能.....	101	8.4.6 其他命令.....	174
5.1.3 缓冲技术	102	8.5 shell 变量和脚本	175
5.1.4 设备驱动	103	8.6 vi 编辑器的使用.....	177
5.2 数据输入/输出控制方式.....	104	8.7 实验: Linux 的基本操作和常用命令 的使用.....	178
5.2.1 程序直接控制方式.....	105	第 9 章 Linux 系统管理	180
5.2.2 中断控制方式.....	105	9.1 图形界面管理.....	180
5.2.3 DMA 方式	106	9.2 用户管理.....	185
5.2.4 通道控制方式.....	107	9.2.1 用户和组.....	185
5.3 文件管理概述	108	9.2.2 用户和组群配置.....	187
5.3.1 文件类型和文件属性.....	108	9.3 RPM 软件包管理	190
5.3.2 文件系统的功能.....	110	9.4 实验: Linux 的用户管理	195
5.4 文件的逻辑结构.....	110	第 10 章 Linux 网络管理	196
5.5 外存分配方式	112	10.1 网络配置基础.....	196
5.6 Linux 中的设备管理	115	10.1.1 图形界面下的网络配置 与管理.....	197
5.7 复习题	117		
第 6 章 Linux 操作系统概述	119		
6.1 Linux 的历史	119		
6.2 Linux 操作系统的特点	122		

10.1.2	网络服务与守护进程.....	199
10.2	NFS 服务器	201
10.2.1	NFS 简介	201
10.2.2	NFS 的基本工作原理	202
10.2.3	NFS 的安装与配置	203
10.3	Linux 下的网上邻居 Samba 服务器	206
10.3.1	Samba 的组成.....	206
10.3.2	Samba 服务器的配置.....	206
10.4	DHCP 服务器.....	211
10.4.1	DHCP 服务简介.....	211
10.4.2	DHCP 服务器的安装 与配置	212
10.5	DNS 服务器	214
10.5.1	DNS 简介	214
10.5.2	DNS 安装与配置.....	217
10.5.3	DNS 客户端的配置.....	222
10.5.4	测试 DNS 服务.....	223
10.6	Linux 的 Web 服务器 Apache.....	224
10.6.1	Apache 简介	224
10.6.2	Apache 的安装与启动.....	224
10.6.3	Apache 的图形界面配置.....	225
10.6.4	Apache 配置文件简述.....	228

10.7	FTP 服务器.....	236
10.7.1	FTP 服务器简介	236
10.7.2	VSFTP 服务器的安装 与启动.....	237
10.7.3	VSFTP 服务器的配置.....	237
10.8	邮件服务器 Sendmail.....	240
10.8.1	电子邮件简介	240
10.8.2	Sendmail 的安装与启动	242
10.8.3	配置 Sendmail.....	244
10.9	实验一: Linux 的网络配置	247
10.10	实验二: NFS 服务器的配置.....	247
10.11	实验三: Samba 服务器配置	248
10.12	实验四: DHCP 服务器配置	248
10.13	实验五: DNS 服务器配置	249
10.14	实验六: Web 服务器 Apache 的 配置	249
10.15	实验七: FTP 服务器配置	250
10.16	实验八: 邮件服务器 Sendmail 的 配置	250
附录 操作系统原理及应用综合试题.....		252
参考文献		257

第 1 章 操作系统引论

操作系统是现代计算机中最基本、最重要的系统软件，它管理和控制着计算机系统的所有软件和硬件资源，是计算机系统的核心，为用户提供了一个安全可靠、友好的工作环境。本章主要介绍计算机系统的组成，操作系统的定义、功能、特征和性能指标，操作系统的发展及分类。在介绍各类操作系统的时候从其原理、特征及优缺点分别加以说明，方便读者了解各种操作系统。

学习目标

- 了解计算机系统的组成，掌握操作系统的定义。
- 掌握操作系统的主要功能及特征，掌握衡量操作系统性能的指标。
- 了解操作系统的发展，并掌握操作系统的分类。

1.1 操作系统概述

1.1.1 计算机系统的组成

操作系统是现代计算机系统的重要组成部分，其他所有软件，无论是系统管理软件还是应用软件，都依赖于操作系统的支持，并取得它的服务。如果一台计算机没有操作系统，用户将无法操作。

一个完整的计算机系统，无论是大型机、小型机还是微型机，都由硬件系统和软件系统组成。

计算机硬件系统一般由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备等部件组成。运算器主要进行算术运算、逻辑运算；控制器从存储器中取出指令，控制计算机各部分协调运行，控制器和运算器整合在 CPU 中；存储器有内存条、硬盘、光盘、U 盘等；输入设备是使计算机从外部获得信息的设备，如鼠标、键盘、光笔、扫描仪、话筒、数码相机、摄像头、手写板等；输出设备是把计算机处理信息的结果以人们能够识别的形式表示出来的设备，如显示器、打印机、绘图仪、音箱、投影仪等。这些部件构成了计算机硬件系统本身，是用户操作计算机的物质基础和工作环境。

没有任何软件支持的计算机称为裸机，裸机必须配置相应的软件才能使用。软件系统是指计算机系统所使用的各种程序的集合。从广义上讲，软件是指运行、维护、管理和应用计算机的所有程序和数据的总和。计算机软件一般分为系统软件和应用软件两大类，其中，系统软件用于计算机的管理、维护和运行，以及为程序提供翻译、装入等服务工作，包括操作系统、程序设计语言处理程序(汇编程序和编译程序等)、连接装配程序、系统实用程序及工具软件等。应用软件通常指那些为某一方面应用而设计的程序，或用户为解决某个特殊问题而编写的程序。

随着计算机技术的发展，计算机硬件的功能越来越强，软件资源也日趋丰富。计算机是硬件和软件结合的产物，用户使用的计算机系统是经过若干层软件改造的计算机，如

图 1.1 所示。

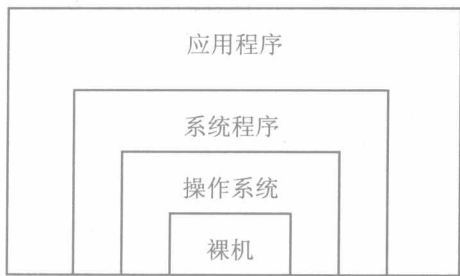


图 1.1 计算机系统的层次结构

由图 1.1 可见，计算机的硬件、软件以及应用之间是一种层次结构的关系。裸机(硬件)在最里层，其外层是操作系统。操作系统提供的资源管理功能和服务功能把裸机改造成为功能更强、使用更方便的机器。各种系统实用程序和应用程序运行在操作系统之上，它们以操作系统作为支撑环境，同时又向用户提供完成其工作所需的各种服务。

上述四个层次表现为一种单向服务关系，即外层的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。通常把这种约定称为界面(Interface)。

1. 硬件

硬件层的对外界面由指令系统组成。操作系统及其外层软件通过执行指令访问和控制各种硬件资源。指令系统与硬件系统的组织结构密切相关。为了能使操作系统高效地运行，硬件系统的组织结构不断改进，指令系统也日益复杂和庞大。

现代计算机硬件大都采用以主存为中心的结构，可使 CPU 和 I/O 设备并行工作。CPU 和各种 I/O 通道通过一个双端口的主存相互通信。实际上，I/O 通道是一台专用的 I/O 处理机，可以执行由指令编写的通道程序，从而控制系统中的高速、中速和低速外围设备并行工作，使 CPU 摆脱了对各种外设的繁杂控制，以充分利用其高速度的特点集中进行计算。由于 I/O 通道可以使各种外设并行工作，大大提高了整个计算机系统的处理能力和各种资源的利用率。

计算机硬件通常称为裸机。由于在裸机上运行的程序必须用机器语言编写，给用户的使用带来困难，严重降低了工作效率和计算机的利用率。

2. 操作系统

操作系统是为裸机配置的一种系统软件，以建立用户与计算机之间的友好界面。操作系统是裸机上面的第一层软件，也是最基本的系统软件，是对硬件系统功能的首次扩充。操作系统密切地依赖于计算机硬件，直接管理系统中各种硬件和软件资源。操作系统的主要部分驻留在主存中，称为操作系统内核或核心。操作系统由五个部分组成：进程管理、存储管理、设备管理、文件管理和用户接口。

操作系统的对外界面是系统调用。实用软件及各种应用软件通过系统调用访问计算机系统的软、硬件资源。实际上，系统调用是由操作系统提供的、能访问系统核心的程序接口。



3. 系统程序

系统程序与操作系统核心程序不同, 这些程序通常驻留在硬盘上, 仅当需要运行时才装入内存。系统程序的功能是为应用软件以及最终用户加工自己的程序或数据提供服务。此外, 计算机系统的管理员还可利用系统程序对系统进行日常维护。系统程序是计算机系统的基本组成部分, 通常由计算机系统的供应商提供, 并随硬件及操作系统一起出售。

系统程序主要包括以下几种类型。

(1) 文本编辑程序。将用户编写的程序或用户提供的数据传送到计算机外存储器中, 形成可以长期保存的文件。通常有两类文本编辑程序, 一种是行编辑程序, 以行为单位进行编辑和修改, 如 EDLIN(PCDOS)和 ed(UNIX)。另一种是全屏幕编辑程序, 可以在全屏幕范围内进行编辑和修改, 如 WPS(DOS)和 vi(UNIX)。有条件的情况下, 建议使用全屏幕编辑程序。

(2) 查错调试程序。主要用于检查系统或用户的错误, 常用的调试程序有 Debug 等。

(3) 程序设计语言处理程序。一般由编译程序和汇编程序两部分组成。编译程序将高级语言源程序翻译为汇编语言程序或目标程序, 汇编程序将汇编语言源程序翻译为目标程序。

(4) 装配程序。将浮动地址的目标程序装配成绝对地址的可执行程序, 即从地址空间的逻辑地址向存储空间的物理地址映射。在不同的系统中, 常用的装配命令有 Load、Lind、ld 及 ln 等。

4. 应用程序

应用程序通常由计算机用户或软件公司编制, 如数据库管理系统、办公自动化系统及事务处理系统等。这些应用软件通常作为计算机系统的选件, 用户根据需要选择购买。

1.1.2 操作系统的定义

操作系统(Operating System, OS)是计算机系统软件的重要组成部分, 用来控制和管理计算机系统资源, 合理地组织计算机工作流程, 为用户有效地使用计算机提供一个功能强大、使用方便和可扩展的工作环境。操作系统是计算机用户与计算机之间进行通信的接口。

操作系统在计算机系统中占有特殊且重要的位置, 所有其他软件都建立在操作系统的基础上, 并得到其支持和服务; 用户利用操作系统提供的命令和服务操纵和使用计算机。若一个计算机没有操作系统, 犹如一个人没有大脑思维一样, 将一事无成。

综上所述, 可以对操作系统做如下的定义: 操作系统是一组控制和管理计算机硬件和软件资源、合理地对各类作业进行调度、方便用户使用的程序的集合。

1.2 操作系统的功能和特征

1.2.1 操作系统的功能

操作系统的功能是管理和控制计算机系统硬件、软件资源, 合理地组织计算机工作流程, 并为用户提供一个良好的工作环境和友好的接口。计算机系统的硬件资源主要包

括处理机、存储器、外存储器、输入/输出设备等；软件资源一般以文件形式存储在外存储器中。为了提高系统资源的利用率，应尽可能地提高设备和程序的并行程度，因而，引入了多道程序技术，即内存中同时存放几道程序并交替执行，这些程序共享系统中的硬件、软件资源。当某一道程序因 I/O 请求而暂停执行时，CPU 立即转去执行另一道程序。多道程序技术不仅使 CPU 能得到充分利用，还可以提高 I/O 设备和内存的利用率。

在多道程序运行环境下，用户提交给系统的作业所需要资源的总和，远远多于系统拥有的资源，系统不能同时满足所有作业对资源的要求。因此，多个作业投入运行必然会引起对资源的争夺。为使系统中的程序能够有条不紊地运行，从资源管理的角度出发，操作系统应具有五个方面的功能：处理机管理、存储器管理、设备管理、文件管理和用户接口。

1. 处理机管理

处理机即 CPU(Central Processing Unit)，也就是中央处理器，是整个计算机系统中的核心硬件资源。其性能和使用情况对整个计算机系统的性能有关键的影响。处理机的速度一般比其他硬件设备的工作速度要快得多，其他设备的正常运行往往也离不开处理机。因此，有效利用和管理处理机，充分利用处理机资源是操作系统最重要的管理任务。

在多道程序的环境中，处理机分配的主要对象是进程。进程是指程序在并发环境下的一次运行过程。操作系统通过进程调度选择一个合适的进程分配处理机，因此，处理机管理归根结底就是进程管理。操作系统有关进程方面的管理很多，主要有进程控制、进程同步与互斥、处理机调度、进程通信及死机检测与处理等。

(1) 进程控制

当用户程序要运行时，应为其创建进程，分配内存等必要的资源并放入进程就绪队列中。当进程运行完毕时，立即撤销该进程，操作系统回收其所占有的资源。进程控制的基本功能就是创建和撤销进程以及控制进程的状态转换。

(2) 进程同步与互斥

进程同步是指两个或两个以上进程要协作完成一个任务，它们之间需要互相配合与协调，即一个进程的某些动作与协作进程的某些动作之间在时序上要有一定的关系。如果协作进程的某些操作没有完成，进程就要在执行路径的某些点上等待这些操作的完成，然后才能继续执行。进程互斥是指在两个或两个以上的进程竞争某些资源(临界资源)，进程互斥地使用这类资源。

(3) 进程通信

相互合作的进程运行时，它们之间往往要交换一定的信息，这种进程间进行的信息交换称为进程通信。

(4) 处理机调度

当一个正在执行的进程已经完成，或因某事件而无法继续执行时，系统应进行进程调度，重新分配处理机。进程调度是指按一定算法(如最高优先算法)从进程就绪队列中选出某个进程，把处理机分配给它，使其投入运行。现代操作系统大多是线程级操作系统，处理机调度的对象是线程。

2. 存储器管理

存储器是计算机系统重要的资源。存储器是计算机的记忆部件，存储器主要指计算机

的内存。内存是程序运行的舞台，一个程序要在处理机上运行，其代码和数据就要全部或部分地驻留于内存。除操作系统要占相当大的内存空间外，在多道程序系统中，并发运行的程序都要占有自己的内存空间。因此，内存总是一种紧张的系统资源。

在现代计算机系统中，并发运行的进程越来越多，单个进程也越来越大。尽管近年来计算机的内存也在不断扩大，但是，有限的内存还是不能满足系统中并发进程对内存的需求。为了解决这个问题，让更多的进程在系统中并发运行，操作系统采用虚拟存储管理技术，把外存虚拟成内存，为进程提供大于实际物理内存的存储空间。这时，进程的一部分代码和数据可先装入内存，另一部分则驻留在外存，当进程需要访问这部分程序空间时，再将他们从外存调入内存。进程在内存部分和外存部分的交换还涉及地址交换技术。

存储器管理的主要工作是对内存进行分配和回收、保护和扩充。存储器管理的功能包括以下几项。

(1) 内存分配和回收。不同的程序有自己的内存空间，这是多道程序并发执行的首要条件。程序运行结束后，必须释放其占用的存储空间，由存储管理程序回收，以便再分配。存储器管理需要合理分配内存，以保证系统及用户程序的存储区互不冲突。

(2) 内存保护。为保证进程都能在自己的内存空间运行而互不干扰，要求进程在执行时能随时检查对内存的所有访问是否合法。必须防止因某进程的错误而扰乱了其他进程的运行，尤其应防止用户进程侵犯操作系统的内存区。

(3) 地址映射。在多进程并发的系统中，操作系统必须提供地址映射机构，把进程地址空间中的逻辑地址转换为内存空间对应的物理地址。地址映射机构可使用户不必过问物理存储空间的分配细节，从而为用户编程提供了方便。

(4) 地址扩充。内存容量的大小直接影响大型作业或多个作业的并发执行。为满足用户对内存容量的要求，满足大型程序或多进程并发执行的需要，改善系统性能，必须扩充内存容量。由于价格、技术等客观原因的限制，无法无限地增大内存空间，可通过虚拟存储技术获得内存扩充的效果，使系统的逻辑内存远远大于物理内存，运行比物理内存大得多的应用程序，或让更多的进程并发执行。

3. 设备管理

计算机系统的外围设备种类繁多、控制复杂、价格昂贵。相对处理机来说，外部设备运转速度比较慢。如何提高处理机和设备的并行性，充分利用各种设备资源，便于用户和程序对设备的操作和控制，长期以来一直是操作系统要解决的主要问题。

设备管理的主要任务就是充分利用各种设备资源，包括缓冲管理、设备独立性、虚拟设备、设备的分配、设备驱动、设备的控制和信息传输技术等。由于系统要支持众多的设备，而且各类设备的控制和信息传输操作差别极大，因此，设备管理代码在操作系统核心中占有相当大的部分。一般与设备密切相关的代码由设备制造商或专门的软件生产商编制。

(1) 缓冲管理

处理机不能直接访问外围设备，当处理机和外围设备交换信息时，利用缓冲区来缓解处理机和外围设备间速度不匹配的矛盾，提高处理机与设备、设备与设备间操作的并行程度，以提高处理机和外围设备的利用率。

(2) 设备分配

系统根据用户程序所请求的设备类型，按分配算法对设备和设备相应的控制器和通道

进行分配,建立从外设到内存之间传输信息的通路。当进程的输入/输出完成后,应及时回收设备,以便重新分配给其他进程使用,将未获得所需设备的进程放进相应设备的等待队列中。

(3) 设备驱动

设备驱动的任务是将逻辑设备名转换成设备的物理地址,启动指定的 I/O 设备,完成用户规定的 I/O 操作,对设备发来的中断请求进行及时响应,根据中断类型进行相应的处理。

(4) 设备独立性

即设备的无关性。用户在编制程序时,应避免直接使用实际的设备名,使用逻辑设备名可以方便用户编程,有利于解决外设的故障和增加设备分配的灵活性。

(5) 虚拟设备

把一次仅允许一个进程访问的设备称为独占设备。独占设备使得系统效率很低,并可能产生死锁。可利用大容量外存,通过虚拟技术将一台独占设备改造成能被多个进程共享的设备,以提高设备的利用率。这种经过虚拟技术改造后的设备,是一种逻辑上的设备,称为虚拟设备。

4. 文件管理

文件是计算机中信息的主要存放方式,也是用户存放在计算机中最重要的资源和财富。文件系统应有效地支持文件的储存、检索和分类等操作,将文件长期、有效、安全、有组织地存放在文件系统之中,并向用户提供方便的存取手段和共享方式。文件系统在操作系统接口中占的比例最大,用户使用操作系统的感觉在很大程度上取决于对文件系统的使用效果。

文件管理的主要功能有:文件存储空间的分配和回收、目录管理、文件的存取控制、文件的安全与维护、文件逻辑地址与物理地址的映射及文件系统的安装、卸除和检查等。

5. 用户接口

操作系统的重要目标是方便用户使用计算机。操作系统内核通过系统调用向应用程序提供接口,方便用户进程对文件和目录的操作、申请和释放内存、对各类设备进行 I/O 操作以及对进程进行控制。此外,操作系统还通过命令接口向用户提供操作系统命令,使用户方便地与系统交互。在现代操作系统中,命令接口可分为命令行接口和图形接口。

操作系统通过用户接口提供对文件系统的操作命令,提供系统维护、系统开发接口,以及向用户提供有关信息。操作系统的用户接口有三类:程序接口、命令行接口和图形接口。

1.2.2 操作系统的特征

1. 并发性

并发(Concurrence)是指两个或多个事件在同一时间间隔内发生。并发与并行是有区别的。并行是指两个或多个事件在同一时刻发生。计算机内有多多个进程并行执行,这只有在多 CPU 的系统中才能实现。在单 CPU 的计算机系统中,多个进程是不可能同时执行的。并发是从宏观上看多个进程的活动,这些进程在串行并交错地运行,由操作系统负责这些进程间的运行切换。

进程的并发执行,有效地改善了系统资源的利用率和提高了系统的吞吐量,复杂操作系统必须具有控制和管理各种并发活动的能力。

2. 共享性

共享(Sharing)是指多个用户或进程共享系统的软、硬件资源,共享首先是出于经济方面的考虑,因为操作系统向每一个用户分别提供所有的资源是非常浪费的。共享可以提高各种系统设备和系统软件的使用效率。在合作开发某一项目时,同组用户共享软件和数据库可以大大提高开发效率和速度。

共享方式可以分为互斥共享和同时共享。互斥共享的设备有打印机、磁带机和绘图仪等,这些设备不允许两个以上的用户程序同时访问,只有当一个进程使用完毕并释放了所占的资源后,才允许另一个进程访问。有些快速设备如磁盘,允许多个进程并发访问,但由于进程访问和释放该资源的时间极短,在宏观上可看作允许多个进程同时访问,这类设备的共享方式也称为同时共享。

操作系统与多个用户进程共同使用计算机系统资源,资源共享是指系统中的硬件和软件资源不再为某个进程所独占,而是供多个用户共同使用。并发和共享是操作系统的两个最基本的特征,这两者之间又是互为存在条件的。资源共享是以进程并发为前提条件的,若系统不允许进程并发执行,自然不存在资源共享问题。若系统不能对资源共享实施有效的管理,也必将影响到进程的并发执行,甚至根本无法并发执行。

3. 虚拟性

操作系统向用户提供了比直接使用裸机要简单方便得多的高级抽象服务方式,从而对用户隐藏了对硬件操作的复杂性。这就相当于在原先的物理计算机上覆盖了一到多层系统软件,将其改造成为一台功能更强大而且易于使用的虚拟机。例如,分时系统就是把一个物理计算机系统虚拟为多台逻辑上独立、功能上相同的计算机系统,SPOOLing系统可以将一台物理I/O设备虚拟为多台逻辑设备或将一台独占设备改造成共享设备。

在操作系统中,所谓虚拟(Virtual)是指把一个物理实体变为若干个逻辑上的对应物。物理实体是实实在在的,而后者是虚拟的,是在逻辑上存在的。相应地,用于实现虚拟的技术,称为虚拟技术。在操作系统中利用了多种虚拟技术,分别实现虚拟处理机、虚拟内存和虚拟设备等。

4. 不确定性

不确定性又称异步性(Asynchronism),是指同样一个数据集的同一个程序在同样的计算机环境下运行,每次执行的顺序和所需的时间都不相同。产生这种现象的原因是多道程序下的操作系统内部的活动是极其复杂的,这些活动之间又有错综复杂的联系。系统内活跃进程数量的变化及它们之间复杂的联系、进程的输入/输出请求、从外围设备发出的中断等大量事件发生的时间都是不可预测的,外围设备的速度也存在细微的、不确定的变化,因此,进程的执行就在不可预测的次序中前进,即进程的执行顺序和执行时间具有不确定性。

在多道程序环境下,允许多个进程并发执行,但由于竞争资源等因素的限制,使进程的执行不是“一气呵成”,而是以“走走停停”的方式运行的。进程的执行是以异步方式进行的。每个进程在何时执行、多个进程间的执行顺序以及完成每道进程所需的时间都是

不确定和不可预知的,进程是以人们不可预知的速度向前推进的。

操作系统的不确定性不是指程序执行结果的不确定。程序执行结果不确定性往往是由程序设计本身的错误或各程序之间的配合不当引起的。由于这些结果是在操作系统复杂的不确定性环境下发生的,使得程序的每次执行情况不易复现,增加了程序调试和排错的困难。

从另一方面来说,操作系统是一个极其庞大、复杂的软件系统,它不会是十全十美的。在某些特殊情况下,一些较为隐蔽的问题可能暴露出来,这种错误同样也不易复现并难以调试。这好比城市的交通,由于受到不可预测的因素的影响,交通事故也是不可能复现的。一个操作系统在经过测试和交付用户使用以后,还可能隐含有成百上千个潜在的缺陷(Bug),操作系统的这种缺陷往往需要几年的维护时间来修复,并且很难彻底消除。

1.2.3 操作系统的性能指标

操作系统性能指标是对操作系统性能和特征的描述,这些性能和特征常采用如下一些指标来衡量。

(1) 系统的可靠性、可维修性和可用性。可靠性通常用平均无故障时间来衡量,指系统能正常工作时间的平均值。显然,时间越长,可靠性越高。可维修性指平均故障修复时间,即从故障发生至故障修复所需的平均时间,显然该时间越短,可维修性越高。可用性是指计算机系统的正常使用率,指系统在执行任务的任意时刻能正常工作的概率。

(2) 系统吞吐量。系统吞吐量是指系统在单位时间内所处理的信息量,它以每小时或每天所处理的进程数来度量。当然在实测吞吐量时,应把各种类型的进程按一定方式进行组合。

(3) 系统响应时间。响应时间是指从给定系统输入到开始输出这一段时间间隔。对于批处理系统,输入应从用户提交进程算起;对于分时系统,输入应从用户发出终端命令时算起。

(4) 系统资源利用率。系统资源利用率是指在给定时间内,系统中的某一资源(如 CPU 外部设备等)的实际使用时间所占的比例。显然,要提高资源的利用率,就应该使资源尽可能地忙碌。

(5) 可维护性。可维护性一是指系统运行过程中,不断排除系统设计中遗留下来的错误;二是指对系统的功能做某些改进或扩充。可维护性的好坏,在于系统的设计结构是否清晰,用户使用是否方便,系统是否提供了足够的软件开发工具及系统的使用手册是否齐全和方便阅读等。

(6) 可移植性。可移植性是指把一个操作系统从一种硬件环境转移到另一种硬件环境所需要的工作量,通常用人月或人年表示。

1.3 操作系统的分类

操作系统随着计算机技术及其应用的日益发展而逐渐发展和不断完善,其功能由弱到强,在计算机系统中的地位不断提高。如今,操作系统已成为计算机系统的核心,所有的计算机系统都必须配置操作系统。

操作系统的发展与计算机的体系结构紧密相关。一般根据逻辑元件的发展将计算机的发展过程分为四个阶段：电子管、晶体管、集成电路及大规模和超大规模集成电路，现代计算机正向着巨型、微型、分布、网络化和智能化等方面发展。与计算机的发展相适应，操作系统也经历了手工操作(无操作系统)、批处理、多道程序系统、分时操作系统、实时操作系统、通用操作系统、网络操作系统以及分布式操作系统等发展过程。

操作系统可按照不同方式进行分类。例如，按用户数目的多少，可分为单用户和多用户系统；根据操作系统所依赖的硬件规模，可分为大型机、中型机、小型机和微型机操作系统；根据操作系统提供给用户的工作环境，可分为单用户操作系统、多道批处理操作系统、分时系统、实时系统、网络操作系统和分布式操作系统等。

1.3.1 单用户操作系统

早期计算机的运算速度慢，没有操作系统，甚至没有任何软件，用户直接用机器语言或汇编语言编写程序，上机时独占系统资源。操作流程是用户先将编好的程序或数据经穿孔机送到纸带(或卡片)上，然后将纸带(或卡片)装入纸带输入机(或卡片输入机)等输入设备上，经手工启动输入设备，把程序和数据输入计算机内存，再通过控制台启动程序。若在程序运行过程中出现问题，可以借助扳键和显示查找问题，并利用扳键进行修改，然后再次启动程序运行。程序运行完毕，打印机输出计算结果，用户取走并卸下纸带(或卡片)，然后才能让下一个用户上机操作。

手工操作方式的特点如下：

- 资源独占。一台计算机的全部硬件资源(如处理器、储存器及外部设备等)均由一个用户独占使用，不会出现资源被其他用户占用而引起的等待现象。
- 串行工作。用户与用户之间，程序与程序之间，操作与计算机运行、计算机各部件之间都是串行工作，系统的资源利用率十分低。
- 人工干预。计算机在人的直接干预下工作，人工操作时，CPU 空闲等待。

随着计算机技术的发展，计算机的运行速度有了很大的提高，组成计算机系统的部件和设备日益增多，规模日益庞大，手工的慢速度和计算机的高速度之间的矛盾发展到了不可容忍的地步，急需摆脱手工操作方式。

为了能通过程序完成计算机的使用、管理和操作，人们把计算机的输入/输出、运行控制及出错处理等编写为程序，最初称为监督程序(Monitor)，并连同用户程序一起送入计算机，通过监督程序管理计算机资源，指挥用户程序的运行，以摆脱人工干预。这种监督程序就是操作系统的雏形。

单用户操作系统一次只能支持一个用户进程的运行，因而，不像大型操作系统那样去追求系统资源的利用率，多数采用资源独占的方式，即 CPU、内存和外设一次只为一个用户服务，提供较强的文件管理功能。这种操作系统向用户提供联机交互式的工作环境。例如，MS-DOS 是一个典型的单用户操作系统。

1.3.2 多道批处理操作系统

早期的计算机系统非常昂贵，为了能充分利用它，应尽量让系统连续运行，以减少系统的空闲时间，就产生了批处理操作系统。批处理操作系统是将用户作业成批地提交给操