



普通高等教育“十五”国家级规划教材
(高职高专教育)



网络操作系统应用

柳 青 秦宗蓉 马晓明 陈立德 编

网络操作系统应用 柳青 秦宗蓉 马晓明 陈立德 编



高等教育出版社

普通高等教育“十五”国家级规划教材
(高职高专教育)

网络操作系统应用

柳 青 秦宗蓉 马晓明 陈立德 编

高等教育出版社

内容提要

本书是普通高等教育“十五”国家级规划教材(高职高专教育),主要内容分基础篇和应用篇,其中基础篇主要介绍操作系统的基础知识以及 Linux 的实现原理;应用篇主要包括 Linux 系统的安装和配置、网络管理和应用等内容。

本书内容丰富、全面,配有网络操作系统应用实验与实训。本书可作为高等职业院校、高等专科院校、成人高等院校计算机专业及相关专业学生学习用书,也可供本科二级学院继续教育学院和民办高校及有关人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

网络操作系统应用 / 柳青等编. — 北京: 高等教育出版社, 2003.7

ISBN 7-04-012519-6

I. 网... II. 柳... III. 计算机网络—操作系统(软件)—高等学校—教材 IV. TP316.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 046755 号

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010-82028899

购书热线 010-64054588
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所
印 刷 北京民族印刷厂

开 本 787×1092 1/16
印 张 15
字 数 360 000

版 次 2003 年 7 月第 1 版
印 次 2003 年 7 月第 1 次印刷
定 价 19.10 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

出版说明

为加强高职高专教育的教材建设工作,2000年教育部高等教育司颁发了《关于加强高职高专教育教材建设的若干意见》(教高司[2000]19号),提出了“力争经过5年的努力,编写、出版500本左右高职高专教育规划教材”的目标,并将高职高专教育规划教材的建设工作分为两步实施:先用2至3年时间,在继承原有教材建设成果的基础上,充分汲取近年来高职高专院校在探索培养高等技术应用性专门人才和教材建设方面取得的成功经验,解决好高职高专教育教材的有无问题;然后,再用2至3年的时间,在实施《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》立项研究的基础上,推出一批特色鲜明的高质量的高职高专教育教材。根据这一精神,有关院校和出版社从2000年秋季开始,积极组织编写和出版了一批“教育部高职高专规划教材”。这些高职高专规划教材是依据1999年教育部组织制定的《高职高专教育基础课程教学基本要求》(草案)和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》(草案)编写的,随着这些教材的陆续出版,基本上解决了高职高专教材的有无问题,完成了教育部高职高专规划教材建设工作的第一步。

2002年教育部确定了普通高等教育“十五”国家级教材规划选题,将高职高专教育规划教材纳入其中。“十五”国家级规划教材的建设将以“实施精品战略,抓好重点规划”为指导方针,重点抓好公共基础课、专业基础课和专业主干课教材的建设,特别要注意选择一部分原来基础较好的优秀教材进行修订使其逐步形成精品教材;同时还要扩大教材品种,实现教材系列配套,并处理好教材的统一性与多样化、基本教材与辅助教材、文字教材与软件教材的关系,在此基础上形成特色鲜明、一纲多本、优化配套的高职高专教育教材体系。

普通高等教育“十五”国家级规划教材(高职高专教育)适用于高等职业学校、高等专科学校、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院、继续教育学院和民办高校使用。

教育部高等教育司

2002年11月30日

前 言

操作系统是现代计算机系统中不可缺少的基本系统软件。操作系统管理和控制着计算机系统中的所有软、硬件资源,是计算机系统的灵魂和核心。操作系统还为用户使用计算机提供一个方便、灵活、安全可靠的工作环境。因此,操作系统是计算机专业必修的主干课程,也是所有从事计算机工作的技术人员和用户必须掌握的计算机基本知识。

Linux 是符合 POSIX 标准的功能强大的操作系统。Linux 可运行于多种硬件平台,支持多种系统软件和应用软件,具有多用户、多任务、虚拟存储器、虚拟文件系统等特点。Linux 是一个自由软件,其源代码是公开的,开发模式也是开放和协作的,可以免费获得。在个人计算机和工作站上使用 Linux,能有效地发挥硬件的功能,使个人计算机可以作为工作站和服务器使用。由于 Linux 的开放性,十分适合教学科研领域,可帮助学生低成本、高效率地学习和研究操作系统。Linux 借鉴了 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。

本书第一章至第六章介绍了操作系统的基础知识以及 Linux 的实现原理,第七章至第九章介绍了 Linux 系统的使用,包括安装和配置、网络管理和应用等。教材中既介绍了操作系统的基础知识,又介绍了 Linux 的实现原理和使用方法,便于初学者学习和掌握操作系统的原理和使用方法。

本书力求讲述清楚明了、浅显易懂、深入浅出,注重实际能力的培养,适应高职高专的特点。除了每章后给出习题供读者练习外,还组织编写了配套的《网络操作系统应用实验与实训》,以帮助读者熟练掌握操作系统的基本知识和 Linux 系统的应用。

本书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或 Linux 操作系统选修课教材,也可以作为操作系统或 Linux 操作系统培训教材。

本书由柳青主编,秦宗蓉参加了第二、三、四、五、六章的编写,马晓明参加了第七、八章的编写,陈立德参加了第十章的编写,全书由柳青统稿和审定。

由于水平有限,时间比较仓促,书中难免有错误和不妥之处,望同行和读者批评指正。

编 者

2003 年 1 月

目 录

基 础 篇

第一章 操作系统引论	3	衡量	23
1.1 操作系统的概念	3	2.3.3 作业调度算法	24
1.1.1 什么是操作系统	3	2.4 用户与操作系统的接口	25
1.1.2 操作系统的发展	5	2.4.1 系统调用	25
1.2 操作系统的功能	8	2.4.2 命令接口	26
1.2.1 存储器管理	9	2.5 Linux 的用户接口	27
1.2.2 处理机管理	9	2.5.1 Shell 和 X Window 系统简介 ..	28
1.2.3 设备管理	10	2.5.2 Shell 命令的语法	28
1.2.4 文件管理	11	2.5.3 Shell 编程	29
1.2.5 作业管理	11	2.5.4 X Window 系统的安装、配置	
1.3 操作系统的分类	12	和使用	32
1.3.1 单用户操作系统	12	习题二	33
1.3.2 多道批处理系统	12	第三章 并发程序和进程	36
1.3.3 分时系统	13	3.1 进程的引入	36
1.3.4 实时系统	15	3.1.1 程序的顺序执行及其特点	36
1.3.5 通用操作系统	16	3.1.2 程序的并发执行及其特点	36
1.3.6 网络操作系统	16	3.2 进程的基本概念	37
1.3.7 分布式操作系统	17	3.2.1 进程的定义和特征	37
1.4 操作系统的主要性能指标	17	3.2.2 进程的状态及其转换	38
习题一	18	3.2.3 进程控制块	39
第二章 作业管理	19	3.3 进程的控制与调度	40
2.1 作业的基本概念	19	3.3.1 进程的控制	40
2.1.1 作业、作业步和作业流	19	3.3.2 进程的调度	41
2.1.2 作业类别和组织	19	3.4 进程的同步与进程通信	44
2.2 作业管理的功能	20	3.4.1 进程同步与互斥	44
2.2.1 作业管理的基本功能	20	3.4.2 进程通信	48
2.2.2 作业的状态及其转换	20	3.5 死锁	50
2.3 作业调度	21	3.5.1 死锁的概念	50
2.3.1 作业的输入/输出	21	3.5.2 产生死锁的原因和必要条件 ..	50
2.3.2 作业调度功能、目标及性能		3.5.3 解决死锁的基本方法	51

3.6 线程的概念	52	5.3.1 中断的基本概念	85
3.6.1 线程与进程的区别和联系	52	5.3.2 中断的分类与优先级	86
3.6.2 线程的状态与操作	53	5.3.3 中断处理过程	86
3.6.3 引入线程的优点	53	5.4 缓冲技术	86
3.7 Linux 中的进程管理	53	5.5 设备分配	87
3.7.1 Linux 中的进程及其调度	54	5.5.1 设备分配中的数据结构	87
3.7.2 Linux 中的进程控制	55	5.5.2 设备分配策略	88
3.7.3 Linux 进程通信	56	5.5.3 设备分配步骤	89
习题三	58	5.5.4 SPOOLing 系统	90
第四章 存储管理	61	5.5.5 设备处理程序	90
4.1 存储管理的基本概念	61	5.6 Linux 中的设备管理	91
4.1.1 存储管理的功能	61	5.6.1 概述	91
4.1.2 存储器管理方式	61	5.6.2 Linux 中的设备控制方式	92
4.1.3 地址重定位	62	5.6.3 字符设备的管理	93
4.2 连续分配方式	63	5.6.4 块设备的管理	93
4.2.1 单一连续分配	63	5.6.5 网络设备的管理	93
4.2.2 分区存储管理	64	习题五	94
4.2.3 覆盖与交换	66	第六章 文件管理	96
4.3 离散分配方式	66	6.1 文件管理概述	96
4.3.1 页式存储管理	66	6.1.1 文件和文件系统	96
4.3.2 段式存储管理	69	6.1.2 文件分类	96
4.3.3 段页式存储管理	70	6.1.3 文件系统的功能	97
4.4 虚拟存储器	71	6.2 文件结构、存储设备和存取 方法	97
4.4.1 请求页式存储管理	72	6.2.1 文件的逻辑结构	97
4.4.2 请求段式存储管理	73	6.2.2 文件的物理结构	98
4.5 Linux 存储管理	74	6.2.3 文件的存取方法	99
4.5.1 Linux 存储管理的思想及特点	74	6.2.4 文件的存储设备	100
4.5.2 Linux 存储管理的实现技术	74	6.2.5 文件结构、存储设备及存取 方法之间的关系	101
习题四	77	6.3 文件存储空间的管理	101
第五章 设备管理	80	6.3.1 空白文件目录	101
5.1 设备管理概述	80	6.3.2 空白块链	102
5.1.1 设备分类	80	6.3.3 位示图	102
5.1.2 设备管理的任务和功能	81	6.4 文件目录管理	103
5.1.3 I/O 设备所需的资源	81	6.4.1 文件控制块和文件目录的 概念	103
5.2 输入/输出控制方式	82	6.4.2 一级目录结构	103
5.2.1 设备控制器	82		
5.2.2 输入/输出控制方式	82		
5.3 中断技术	85		

6.4.3 二级目录结构	103	6.7.1 Linux 文件系统概述	106
6.4.4 多级目录结构	104	6.7.2 Linux 文件系统的实现	106
6.5 文件的使用	104	6.7.3 Linux 虚拟文件系统 (VFS) ...	109
6.6 文件系统的层次模型	105	习题六	110
6.7 Linux 文件系统	106		

应 用 篇

第七章 网络操作系统 Linux 概述	115	8.3.4 配置时区	150
7.1 Linux 的发展	115	8.3.5 选择系统启动时的服务	151
7.2 Linux 的版本	116	8.3.6 配置打印机	151
7.3 操作系统的比较	117	8.3.7 密码的配置和验证	156
7.3.1 NetWare	117	8.3.8 制作启动盘和配置 LILO	157
7.3.2 Windows NT Server	118	8.3.9 配置 X Window	161
7.3.3 Linux	118	8.3.10 重新启动系统	161
7.4 Linux 特性	119	习题八	161
7.5 Linux 信息资源	123	第九章 网络管理与应用	162
习题七	124	9.1 Linux 的网络功能	162
第八章 Linux 的安装、配置与管理	125	9.2 网络功能的设置	163
8.1 安装前的准备工作	125	9.2.1 配置 NFS 服务器	163
8.1.1 备份数据	125	9.2.2 建立 PPP 连接和配置 PPP 服务器	170
8.1.2 基本配置信息	125	9.2.3 配置 DNS 服务器	172
8.1.3 Linux 分区	126	9.2.4 网络打印机的使用与设置	177
8.1.4 Linux 安装方式	130	9.3 Internet 站点的建立	181
8.2 安装 Linux	133	9.3.1 建立 Linux 站点	181
8.2.1 启动安装程序	133	9.3.2 设置电子邮件服务器	190
8.2.2 选择语言和键盘	134	9.3.3 设置 FTP 服务器	197
8.2.3 选择安装方式	135	9.3.4 设置 Proxy 服务器	209
8.2.4 创建 Linux 分区	136	9.3.5 数据库服务器的安装与配置 ...	212
8.2.5 选择安装软件包	145	9.4 网络命令简介	225
8.3 配置 Linux	147	习题九	229
8.3.1 配置鼠标	147	参考文献	230
8.3.2 配置网卡	148	参考网站	231
8.3.3 配置 TCP/IP 网络	148		

基 础 篇

本篇主要介绍操作系统的基础知识及 Linux 的实现原理。

第一章 操作系统引论

1.1 操作系统的概念

1.1.1 什么是操作系统

1946 年诞生的第一台计算机没有操作系统，甚至没有任何软件。计算机发展到今天，已经离不开操作系统。从微型计算机到巨型计算机，计算机系统一般都配置了一种或多种操作系统。如果一台计算机没有操作系统，用户将无法操作。

1. 计算机系统的组成

平时所见的计算机仅仅是计算机的硬件，一个完整的计算机系统，无论大型机、小型机、甚至微机，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。这些部件构成了计算机系统本身和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，必须配置相应的软件才能应用。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，软件是指为运行、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，以及对程序进行翻译、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、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。

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。经过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作业所需的各种服务。

上述 4 个层次表现为一种单项服务关系，即外层的软件必须事先以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），各层次特点如下：

（1）硬件

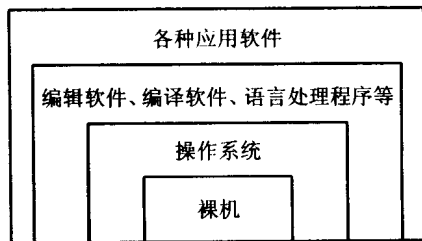


图 1.1 操作系统与硬件的关系示意图

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,与此同时,指令系统也日益变得复杂和庞大。

现代的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、交换信息。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。即使硬件的功能很强,由于在裸机上运行的程序必须用机器语言编写,给用户使用带来困难,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。操作系统核心由 5 个部分组成:进程管理、存储管理、设备管理、文件管理和作业管理。

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软件提供的、能访问系统核心的接口程序。

(3) 系统实用程序

系统实用程序与操作系统核心程序不同,这些程序通常驻留在磁盘上,仅当需要运行时才装入内存。实用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实用程序对系统进行日常维护。实用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。

实用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 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物理地址的映射。

③ 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。

④ 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) 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、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,用户根据需要进行选择购买。

2. 操作系统和计算机系统的关系

操作系统(OS, Operating System)是计算机系统软件的重要组成部分,它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系统提供一个功能强大、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一个接口,计算机用户通过操作系统与计算机资源打交道。

操作系统在计算机系统中占有特殊重要的位置,所有其他软件都建立在操作系统基础上,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。若一个计算机系统没有操作系统,犹如一个人没有大脑一样,将一事无成。

1.1.2 操作系统的发展

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密切相关。一般根据逻辑元件的发展将计算机的发展过程分为4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、并行、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、分布式操作系统等发展过程。

1. 手工操作阶段

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,上机基本采用手工操作方式。

手工操作方式流程:编好的程序或数据先经穿孔机送到纸带(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,可借助扳键显示和查找问题,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:

① 资源独占。一台计算机的全部硬件资源(如处理机、存储器、外设等)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。

② 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,系统资源的利用率十分低。

③ 人工干预。计算机在人的直接联机干预下工作,人工操作时,CPU空闲等待。

2. 早期批处理(Batch Processing)

在手工操作阶段,计算机系统中没有任何管理软件,用户直接承担所有的运行管理和具体操作。由于作业由许多作业步组成,任何一步的错误都可能导致该作业从头开始。如何尽可能节省CPU的时间,提高CPU的利用率成为十分迫切的任务。

随着计算机技术的发展,计算机的运行速度有了很大提高,组成计算机系统的部件和设备日益增多,规模日益庞大,手工操作的慢速度和计算机的高速度之间的矛盾发展到了不能容忍

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、出错处理等编为程序，最初称为监督程序（monitor），并连同用户程序一起送入计算机，通过执行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。

为了提高主机的使用效率，解决主机高速度和输入输出设备慢速度的矛盾，20 世纪 50 年代末到 60 年代初出现了批处理系统。所谓批处理，是把用户提交的作业分类，把一批作业编成一个作业执行序列，每一批作业由专门编制的监督程序（monitor）自动依次处理。

早期的批处理可分为两种方式：

（1）联机批处理

将慢速的输入输出（I/O）设备和主机直接相连，作业的执行过程如下：

- ① 用户提交作业，包括作业程序、数据、用作业控制语言编写的作业说明书。
- ② 将作业做成穿孔纸带或卡片。
- ③ 有选择地把若干作业合成一批，通过输入设备（纸带输入机或读卡机）存入磁带。
- ④ 若系统资源能满足该作业要求，监督程序读入一个作业。
- ⑤ 从磁带调入汇编程序或编译程序，将用户作业源程序翻译成目标代码。
- ⑥ 连接装配程序把编译后的目标代码以及所需的子程序装配成一个可执行程序。
- ⑦ 启动执行。
- ⑧ 执行完毕，输出计算结果。
- ⑨ 再读入一个作业，重复以上步骤。
- ⑩ 一批作业完成，返回第③步继续处理下一批作业。

这种联机批处理方式可使作业自动转接，减少了作业建立和人工操作时间。但在作业的输入和执行结果的输出过程中，主机 CPU 仍处于停止等待状态，慢速的输入输出设备和快速主机之间仍处于串行工作，CPU 的时间存在很大的浪费。

（2）脱机批处理

在主机与输入输出设备之间增加专门与输入输出设备打交道的卫星机，如图 1.2 所示。输入设备通过卫星机把作业输入到输入磁带，再送到主机；作业完成后，输出磁带通过卫星机将作业执行结果输出到输出设备。主机只需要与速度相对较快的磁带机发生关系，主机与卫星机可以并行工作，可以充分发挥主机的高速度计算能力，大大提高了系统的处理能力。

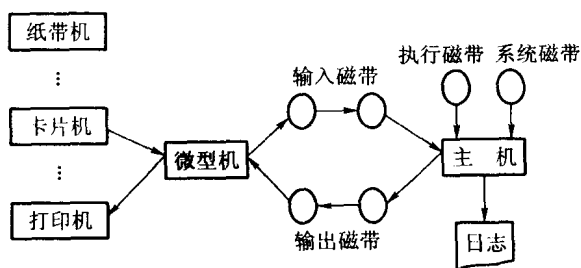


图 1.2 早期脱机批处理模型

监督程序负责管理作业的运行，装入和运行各种系统处理程序，如汇编程序、编译程序、连接装配程序、程序库（如输入输出标准程序等），完成作业的自动过渡。

批处理实现了作业的自动过渡，提高了计算机系统的处理能力。但仍存在一些缺点（如磁带需人工拆装等）。

在批处理过程中, 监督程序、系统程序和用户之间存在调用关系, 任何一个环节出问题都将导致整个系统的停顿; 此外, 用户程序也有可能破坏监督程序和系统程序, 这时, 必须由操作员干预才能恢复。20 世纪 60 年代初, 随着通道和中断技术的发展, 操作系统得到进一步的发展。

通道是一种专用处理部件, 可以控制一台或多台输入/输出设备工作, 负责输入/输出设备与主存之间的信息传输。通道启动后能与 CPU 并行操作, 因而 CPU 和多种输入/输出设备也能并行操作。中断是指当主机接到外部事件信号(如输入/输出设备完成信号)时, 停止原来的工作, 转去处理该事件, 处理完毕返回原来的断点继续工作。

借助通道和中断技术, 输入/输出可在主机控制下完成批处理, 监督程序不仅要负责运行的自动调度, 还要提供输入/输出控制功能。新的监督程序常驻内存而成为执行程序。

在执行系统中, 输入/输出由主机控制下的通道完成。用户程序的输入/输出工作由系统执行而不需要人工干预, 并且由系统检查命令的合法性, 以避免不合法的输入/输出命令造成对系统的影响, 从而提高系统的安全性。执行系统实现了主机、通道和输入/输出设备的并行操作, 提高了系统效率, 方便用户对输入/输出设备的使用。

典型的批处理系统如 FMS (Fortran Monitor System, FORTRAN 监督系统) 和 IBM/7094 机上的 IBM 操作系统 IBSYS 等。

3. 多道程序系统

批处理系统每次只调用一个用户程序进入内存并运行, 称为单道运行。由于计算机系统对作业的处理是单通道顺序处理(按顺序一道一道处理用户作业), 可能出现两种情况: 以计算为主的作业, 由于输入/输出数据量少, 外围设备空闲; 以输入/输出为主的作业, 主机空闲。因此, 计算机资源使用的效率仍然不高。为此, 出现了多道程序系统, 使多道程序合理搭配, 交替运行, 充分利用资源, 提高效率。

在单处理机系统中, 多道程序运行具有以下特点:

- ① 多道。计算机内存中同时存放几道相互独立的程序。
- ② 宏观上并行。同时进入系统的几道程序都处于运行过程中(先后开始各自的运行, 但都未运行完毕)。
- ③ 微观上串行。各道程序轮流使用 CPU, 交替执行。

在批处理系统中采用多道程序设计技术后, 形成了多道批处理系统。要处理的作业在外部存储器中形成作业队列, 等待运行。需要调入作业时, 作业调度程序根据作业对资源的要求和调度原则, 从外存调几个作业进入内存, 交替执行。某个作业完成后, 再调入一个或几个作业。系统运行时, 内存中总是存在几道程序, 系统资源得到比较充分的利用。

在多道程序系统中, 并行运行的程序共享计算机系统的硬件和软件资源, 既有对资源的竞争, 又必须同步。因此, 同步与互斥机制成为操作系统设计中的重要问题。

随着多道程序的增加, 有可能出现内存不够用的问题, 提高内存的使用效率成为关键。因此, 出现了诸如覆盖技术、对换技术和虚拟存储技术等内存管理技术。由于多道程序在内存中, 为保证系统程序存储区和各用户程序存储区的安全可靠, 需要利用内存保护的技术。

多道程序系统标志着操作系统渐趋成熟, 操作系统先后出现了作业调度管理、处理机管理、存储器管理、外部设备管理和文件系统管理等功能。

4. 分时操作系统

批处理方式下, 用户提交作业后完全脱离自己的作业, 在作业运行过程中不能进行干预, 只有等批作业处理结束才能得到计算结果, 根据结果再作下一步处理, 若有出错, 需要重新处理。批处理方式的优点是计算机效率高, 但用户使用不方便。

20 世纪 60 年代中期, 随着计算机技术和软件技术的发展, 使提高计算机运行效率和方便用户两者得以兼顾。由于 CPU 速度的不断提高和分时处理技术的使用, 一台计算机可同时连接多个用户终端, 不同用户可在不同的终端上使用计算机, 好像自己独占计算机一样。

分时技术把处理机的运行时间分成很短的时间片, 轮流分配给各联机作业使用。若某个作业在分配的时间片内不能完成, 该作业暂时中断, 把处理机让给另一个作业使用, 等待下一轮再继续运行。由于计算机速度很快, 作业运行轮转得很快, 每个用户的感受好像是独占一台计算机, 可以通过终端向系统发出各种操作控制命令, 完成作业的运行。

多用户分时操作系统是当今计算机操作系统中最普遍使用的一类操作系统。

5. 实时操作系统

20 世纪 60 年代, 随着计算机在工业过程控制、军事实时控制等方面的应用, 出现了各种实时处理系统, 相应发展了实时操作系统。实时操作系统要求计算机对外来信息以足够快的速度进行处理, 并在被控对象允许时间范围内做出快速响应, 其响应时间要求在秒级、毫秒级、微秒级或更小。近年来, 实时操作系统正得到越来越广泛的应用。

6. 通用操作系统

多道批处理系统和分时系统的不断改进、实时系统的出现及其应用日益广泛, 使得操作系统日益完善。在此基础上, 出现了通用操作系统。

通用操作系统同时兼有多道批处理、分时处理、实时处理的功能(或其中两种以上的功能)。例如, 将实时处理和批处理相结合构成实时批处理系统。在这样的系统中, 首先保证优先处理实时任务, 插空进行批作业处理。一般将实时任务称为前台作业, 批处理作业称为后台作业。批处理和分时处理相结合可构成分时批处理系统。在保证分时用户的前提下, 可进行批量作业的处理。同样, 分时用户和批处理作业可按前后台方式处理。

从 20 世纪 60 年代中期开始, 开始研制大型通用操作系统, 试图达到功能齐全、可适应各种应用范围和操作方式变化多端的目标。UNIX 是一个通用的多用户分时交互型的操作系统, 其核心的功能足以与许多大型的操作系统相媲美, 核心层以外可以支持庞大的软件系统。UNIX 操作系统得到了广泛的应用, 并不断完善, 对现代操作系统有着重大的影响。目前广泛使用的各种工作站级的操作系统, 如 SUN 公司的 Solaris、IBM 公司的 AIX 等, 都是基于 UNIX 的操作系统。

7. 操作系统的进一步发展

进入 20 世纪 80 年代, 随着大规模集成电路工艺的飞跃发展, 微处理器的出现和发展, 掀起了计算机大发展的浪潮。一方面迎来了个人计算机的时代, 同时又向计算机网络、分布式处理、巨型计算机和智能化方向发展。

1.2 操作系统的功能

如前所述, 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。计算机系统的主要硬件资源包括处理机、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, 操作系统应具有以下五个方面的功能。

1.2.1 存储器管理

存储器管理的主要工作是对内存进行分配、保护和扩充。存储器管理具备以下功能:

① 内存的分配和回收。除操作系统和其他系统软件外, 内存中一般还有一个或多个用户程序。不同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。常用的存储器分配方式有静态分配法(一次性分配)和动态分配法(运行过程中随时分配)。

② 存储保护。为保证各道程序在被分配的内存空间中正确运行, 互不干扰和破坏, 尤其是不能破坏操作系统常驻内存的程序, 必须提供存储保护措施。即: 程序在执行时随时检查对内存的访问权限是否合法, 若越界则拒绝执行, 并发出越界错误信号。

③ 地址变换机制和变换功能(地址映射)。由目标程序限定的地址范围称为该程序的地址空间(逻辑地址)。内存空间是内存物理地址的集合。在多道程序系统中, 操作系统必须把程序地址空间中的逻辑地址转换为内存空间中的物理地址, 因而需要有地址变换机制和地址映射功能。

④ 地址扩充。内存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, 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来解决, 当用户需要的内存容量超过系统提供的内存容量时, 把内存储器 and 外存储器结合起来管理, 提供一个容量比实际内存大得多的虚拟存储器, 使用户的感觉和使用内存一样。

1.2.2 处理机管理

处理机管理又称进程管理。在单道作业或单用户情况下, 处理机被一个作业或一个用户独占, 处理机的管理十分简单。在多道程序或多用户的情况下, 要组织多个作业同时运行, 处理机管理需要解决对处理机的分配调度策略、分配实施和资源回收等问题, 以提高 CPU 的利用率。在多道程序环境下, 处理机的分配和运行以进程为基本单位进行。若某个进程因某事件而无法继续执行时, 将引起对处理机的重新分配。

操作系统对处理机管理策略的不同, 所提供的作业处理方式也不同, 如批处理方式、分时