



新世纪高职高专教改项目成果教材
XIN SHIJI GAOZHIGAOZHUAN JIAOGAI XIANGMU CHENGGUO JIAOCAI



操作系统

—Windows 2000

方程主编



高等教育出版社

新世纪高职高专教改项目成果教材

操作系统

——Windows 2000

方 程 主 编

高等教育出版社

内容提要

本书是教育部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成果,是组织有关教育部高职高专教育专业教学改革试点院校编写的。

本书是为高职高专学生编写的教材,主要介绍计算机操作系统的基础知识及 Windows 2000 的操作方法。全书共分 10 章,分三部分介绍操作系统基础知识、Windows 2000 基础应用及 Windows 2000 高级应用的内容。全书提供了大量实例,每章前面有学习要点,其后附有习题,全书内容紧凑,结构清晰,编排新颖,实践性强。全书提供了大量实例,每章前面有学习要点,其后附有习题,全书内容紧凑,结构清晰,编排新颖,实践性强。

本书适合于高等职业学校、高等专科学校、成人高校、本科院校及举办的二级职业技术学院、继续教育学院以及民办高校使用,也可供计算机专业人员和爱好者参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

操作系统——Windows 2000 / 方程主编. —北京: 高等教育出版社, 2003.8

ISBN 7-04-012645-1

I. 操… II. 方… III. 窗口软件 Windows 2000—高等学校: 技术学校—教材 IV. TP316.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 056869 号

出版发行 高等教育出版社

购书热线 010-64054588

社 址 北京市西城区德外大街 4 号

免费咨询 800-810-0598

邮政编码 100011

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

传 真 010-82028899

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

经 销 新华书店北京发行所

印 刷 廊坊市科通印业有限公司

开 本 787×1092 1/16

版 次 2003 年 9 月第 1 版

印 张 20

印 次 2003 年 9 月第 1 次印刷

字 数 480 000

定 价 25.10 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

为认真贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》和《面向 21 世纪教育振兴行动计划》，研究高职高专教育跨世纪发展战略和改革措施，整体推进高职高专教学改革，教育部决定组织实施《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》（教高〔2000〕3 号，以下简称《计划》）。《计划》的目标是：“经过五年的努力，初步形成适应社会主义现代化建设需要的具有中国特色的高职高专教育人才培养模式和教学内容体系。”《计划》的研究项目涉及高职高专教育的地位、作用、性质、培养目标、培养模式、教学内容与课程体系、教学方法与手段、教学管理等诸多方面，重点是人才培养模式的改革和教学内容体系的改革，先导是教育思想的改革和教育观念的转变。与此同时，为了贯彻落实《教育部关于加强高职高专教育人才培养工作的意见》（教高〔2000〕2 号）的精神，教育部高等教育司决定从 2000 年起，在全国各省市的高等职业学校、高等专科学校、成人高等学校以及本科院校的职业技术学院（以下简称高职高专院校）中广泛开展专业教学改革试点工作，目标是：在全国高职高专院校中，遴选若干专业点，进行以提高人才培养质量为目的、人才培养模式改革与创新为主题的专业教学改革试点，经过几年的努力，力争在全国建成一批特色鲜明、在国内同类教育中具有带头作用的示范专业，推动高职高专教育的改革与发展。

教育部《计划》和专业试点等新世纪高职高专教改项目工作开展以来，各有关高职高专院校投入了大量的人力、物力和财力，在高职高专教育培养目标、人才培养模式以及专业设置、课程改革等方面做了大量的研究、探索和实践，取得了不少成果。为使这些教改项目成果能够得以固化并更好地推广，从而总体上提高高职高专教育人才培养的质量，我们组织了有关高职高专院校进行了多次研讨，并从中遴选出了一些较为成熟的成果，组织编写了一批“新世纪高职高专教改项目成果”教材。这些教材结合教改项目成果，反映了最新的教学改革方向，很值得广大高职高专院校借鉴。

新世纪高职高专教改项目成果教材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。

高等教育出版社
2002 年 11 月 30 日

前 言

人类已经进入 21 世纪, 随着我国加入 WTO, 我国的信息技术和信息产业将会有个快速发展的过程, 由信息技术推动生成的信息产业, 改变了人类社会的经济结构。信息技术, 尤其是网络技术及其在企业、政务、商务中的应用, 推动经济全球化的进程, 形成了地球经济村的概念。信息技术的发展, 将进一步解放生产力, 改变人类社会的经济结构、就业结构, 使人类生活、工作更安全、更舒适; 同时大大加快了科学技术的发展; 使信息和知识成为重要的战略资源, 管理思想和管理方式发生了根本的转变, 人才成为重要的战略资源。

为了使学生基本掌握信息技术领域的基本技术——计算机技术, 尤其是对其中的系统软件——操作系统的使用方法, 有一个比较全面的了解, 在高等教育出版社的组织下, 吸收了参与研讨会的全国部分高等职业院校资深教师一些好的建议, 组织编写了这本教材, 旨在对操作系统的有关概念和使用技术作比较全面但篇幅不多的介绍, 并对当前比较流行的 Windows 2000 这一操作系统作比较详细的介绍。按照这套教材的服务对象、特点、内容和形式要求, 本书在编写中, 力图坚持科学性、实用性、先进性原则, 并着力反映计算机应用领域的新知识、新技术、新方法, 力求与计算机应用技术发展同步; 注重计算机应用能力的培养, 突出职业教育的特点, 与教育改革同步; 在编排形式上, 全书每章之前设有知识要点和重点难点介绍, 方便教学; 在编排风格上, 力求活泼新颖, 重点突出, 以增强学习兴趣, 提高学习效率。

全书共分 10 章, 第 1 章主要介绍进程和线程的概念、进程通信与调度问题以及多线程实现方法; 第 2 章介绍程序的装入和链接过程、连续分配和离散分配的存储管理方法、虚拟存储器的概念及处理机的调度与死锁问题; 第 3 章介绍设备与文件管理、目录管理及文件系统的实现; 第 4 章介绍 Windows 2000 的体系结构、安装及配置方法; 第 5 章介绍 Windows 2000 的程序操作、文件和文件夹等操作方法; 第 6 章主要介绍 Windows 2000 Professional 的文件系统及安全管理; 第 7 章介绍万维网 WWW、Outlook 和文件传输 FTP; 第 8 章介绍 TCP/IP 安装、配置与实现方法以及域名系统 DNS 和动态主机配置协议 (DHCP) 等; 第 9 章介绍脱机使用、同步管理及移动用户网络应用; 第 10 章介绍 Windows 2000 系统的安全体系和病毒防护方法。全书内容紧凑, 结构清晰, 编排新颖, 实践性强, 既可作为高职高专类学校的教材, 也适用于各类成人教育和培训用书。

本书第 1、3 章由吕新荣编写, 第 2 章由方程编写, 第 4、5 章由陆世伟编写, 第 6、8、9 章由陶剑文编写, 第 7、10 章由任一波编写, 全书由方程主编并统纂定稿, 陶剑文任副主编并提出很多很好的建议。

由于作者学识所限, 书中难免会有错误和不当之处, 恳请读者不吝赐教和批评指正, 我们将在修订中认真吸取, 使本书不断完善。

编者

2003 年 4 月于宁波

目 录

第一部分 操作系统基础知识

操作系统引论	2	2.4 分页和分段存储管理	44
第 1 章 进程和线程	7	2.5 虚拟存储器	54
1.1 进程和线程的概念	7	2.6 调度与死锁	64
1.2 进程间通信	16	习题	78
1.3 进程调度	24	第 3 章 设备和文件管理	80
1.4 多线程实现	27	3.1 设备管理	81
习题	31	3.2 文件	85
第 2 章 存储器和处理器管理	32	3.3 目录	89
2.1 程序的装入和链接	32	3.4 文件系统实现	93
2.2 无交换或无分页的存储管理	36	习题	105
2.3 交换	42		

第二部分 Windows 2000 实践 (基础篇)

第 4 章 Windows 2000 基础	108	6.2 用户配置文件管理	159
4.1 Windows 2000 Professional 简介	108	6.3 共享文件夹	165
4.2 Windows 2000 体系结构	115	6.4 注册表的管理	171
4.3 Windows 2000 Professional 的安装	119	6.5 磁盘清理程序	177
4.4 Windows 2000 Professional 启动	127	6.6 任务管理器	178
4.5 Windows 2000 的配置	128	6.7 磁盘扫描程序 (查错)	182
习题	136	6.8 磁盘碎片整理	183
第 5 章 Windows 2000 操作	137	6.9 打印机管理	185
5.1 浏览计算机	137	习题	186
5.2 个性化计算机	140	第 7 章 Windows 2000 应用	187
5.3 程序操作	147	7.1 万维网 WWW	187
5.4 文件和文件夹的操作	150	7.2 通过 Outlook 收发邮件	199
习题	152	7.3 文件传输 FTP	209
第 6 章 Windows 2000 资源管理	153	习题	214
6.1 用户管理	153		

第三部分 Windows 2000 实践 (高级篇)

第 8 章 Windows 2000 TCP/IP 基础	218	8.1 Microsoft TCP/IP 协议套件	218
------------------------------------	-----	---------------------------------	-----

II 目录

8.2 TCP/IP 协议体系结构	218	9.2 同步管理	255
8.3 TCP/IP 核心协议	220	9.3 移动用户网络应用	258
8.4 IP 寻址	225	习题	260
8.5 名字解析	241	第 10 章 Windows 2000 安全管理	261
8.6 IP 路由选择	246	10.1 安全概论	261
8.7 物理地址解析	251	10.2 Windows 2000 系统安全	266
习题	252	10.3 Windows 2000 病毒防护	288
第 9 章 Windows 2000 移动用户应用	253	习题	296
9.1 脱机使用	253		
附录一 Windows 2000 常用词汇	297		
附录二 Windows 2000 快捷键	306		
参考文献	310		

第一部分 操作系统基础知识

操作系统引论

计算机操作系统是随着计算机研究和应用的发展逐步形成并发展起来的，它是计算机系统中最基本的系统软件。操作系统的作用包括控制和管理计算机系统的软、硬件资源，使之得到有效利用；合理组织计算机系统的工作流程，以增强系统的处理能力；提供用户与操作系统之间的软件接口，使用户能通过操作系统方便地使用计算机。总之，所谓计算机操作系统是指控制和管理计算机的软、硬件资源，合理组织计算机的工作流程，方便用户使用的程序集合。

操作系统能够把一台“裸机”改造成一台功能更强大，用户使用更方便灵活，更安全可靠“虚拟机”。所谓虚拟，是指把一个物理上的实体变为若干个逻辑上的对应物。前者是实际存在的，而后者是虚的，只是用户的一种感觉。

一、操作系统的功能

从资源管理的角度看，操作系统具备五大功能。

1. 进程管理

进程管理又称“处理机管理”，其主要功能是对中央处理器（CPU）进行管理。为了提高宝贵的 CPU 资源的利用率，克服单道程序技术的缺点，操作系统采用多道程序技术，即在内存中同时驻留若干道已经开始但又尚未结束的程序，当一个程序因等待某一条件而不能运行下去时，就把 CPU 的使用权交给另一个程序；或者，当出现了一个比当前运行的程序更重要的可执行程序时，后者应能抢占 CPU 的使用权。多道程序设计的特点是多个程序共享 CPU 资源，CPU 的利用率较高。在多道环境下，程序之间不再是孤立的，它们之间存在着直接或间接的联系，需要通过同步、互斥等通信手段协调它们之间的关系。如果多道程序之间的关系失调，则可能产生死锁，必须采取各种手段预防、避免、检测和解决死锁问题。

在多道程序设计环境中，为了保证系统的安全，将指令分成特权指令和非特权指令。只允许操作系统程序执行的指令称为特权指令，一般用户不允许使用特权指令。指令集合中除特权指令之外的指令称为非特权指令。

在多道程序设计环境中，中央处理器交替执行操作系统程序和用户程序。当 CPU 正在执行操作系统程序时，称 CPU 处于系统态（又称管态、核心态）；当 CPU 正在执行用户程序时，称 CPU 处于用户态（又称目态）。

2. 存储管理

存储管理的主要功能是管理内存资源。由于多道程序共享内存资源，需要合理地为用户分配内存空间，将程序地址空间快速正确地映射到物理地址空间，并保证用户的程序和数据能够相互隔离、互不干扰。随着用户程序的不断增大，内存资源常常捉襟见肘，所以需要解决内存扩充的问题。即把内存和外存统一起来管理，只需要把程序的一部分调入内存，另一部分仍留在外存中，程序可以在内、外存之间互换，为用户提供一个容量比实际内存大得多的虚拟存储器，以保证大程序的运行。

3. 设备管理

计算机外部设备的种类繁多、功能差异很大，管理困难。操作系统设备管理的主要功能是按一定的策略为进程分配外设、启动外设进行数据传送，使用户不必了解设备以及接口的技术细节就可以方便地对设备进行操作。为了弥补 CPU 和外部设备速度的差异，提高 CPU 和外设之间的并行能力，系统采用了中断技术、通道技术、缓冲技术和虚拟设备技术等，为用户提供功能强大、界面友好的设备使用手段。

4. 文件管理

计算机系统中大量信息总是以文件形式保存在外存储器上。操作系统必须向用户提供能快速、有效、合理地存取这些数据的手段。文件管理的主要任务是有效管理文件的存储空间，合理组织和管理文件系统的目录，支持对文件的存储、读写操作，解决文件信息的共享、保护及访问控制等。

5. 作业管理

作业是用户需要计算机完成任务的总和，它是完成用户任务所需要的程序、数据以及如何对这些程序、数据进行处理的命令的集合。作业管理的主要任务是根据用户的要求对作业的实际运行进行合理的组织和相应的控制，即作业的调度和控制。

二、操作系统的类型

从操作系统的功能出发可以把它分成以下几种类型：

1. 批处理系统

批处理系统也称为作业处理系统。在批处理系统中，操作人员将作业成批地装入计算机中，由操作系统在计算机中某个特定区域（一般称为输入井）将其组织好并按一定的算法选择其中的一个或几个作业，将其调入内存使其运行。运行结束后，把结果放入“输出井”，由计算机统一输出后，交给用户。

批处理系统的主要优点是系统吞吐量大，资源利用率高。所谓“吞吐量”是指单位时间内系统所能完成的任务的总和。批处理系统的主要缺点是交互能力比较差。

2. 分时系统

所谓“分时”，是指在不同的时间间隔内，不同设备访问（共享）同一个其他设备。分时系统允许多个用户同时使用一台计算机。不同用户通过各自的终端以交互方式使用计算机，共享主机的各种软、硬件资源。分时系统的主要特点是：

（1）同时性 它也称为多路性。若干用户同时与一台计算机相连，宏观上看各个用户在同时使用计算机，他们是并行的；微观上看各个用户在轮流使用计算机。

（2）交互性 用户通过终端设备（如键盘、鼠标）向系统发出请求，并根据系统的响应结果再向系统发出请求，直至得到满意的结果。这种“你问，我答”式的人机交互方式是分时系统的显著特征，所以分时系统也称为交互式系统。

（3）独立性 每个用户使用各自的终端与系统交互，彼此独立、互不干扰。从用户角度来说，好像他独占整个计算机，其他用户根本就不存在一样。

（4）及时性 所谓及时性是指用户向系统发出请求后，应该在较短的时间内得到响应。这里“响应时间”是衡量分时系统性能的重要指标之一。所谓响应时间是指从用户发出命令到系统给予反应所经历的时间。该时间间隔的大小由用户所能接受的等待时间来确定，一般为 2~

3s。影响响应时间的因素很多，主要有系统开销、用户数目、时间片的大小，以及系统和用户之间交换的数据量的多少等。

分时系统的出现提高了系统资源的利用率，减少了系统维护人员，节省了开支，促进了计算机的普及，显著地提高了研究、检查和调试程序的效率。

3. 实时系统

实时系统是指能够及时响应随机发生的外部事件，并在规定的时间范围内完成对该事件处理的系统。实时系统可分为实时控制系统和实时信息处理系统。

(1) 实时控制系统 实时控制系统要求尽快地测量出被控系统的各种数据，并尽快地做出响应(处理)。这种系统的特点是响应速度快，可靠性要求高，在军事和工业控制领域应用广泛。

(2) 实时信息处理系统 根据用户提出的查询请求进行信息检索和处理，并在较短的时间内对用户做出正确的响应。例如，把计算机用于民航飞机票的预定、查询、售票及情报检索系统等。

实时系统最主要的特征就是其快速的处理能力，适应这种实时性的要求。实时系统在设计时力求简单而实用。一般的实时系统都拥有高精度的实时时钟；具有快速的中断响应和中断处理能力；支持多道程序设计，任务调度算法简单、实用，数据结构简洁、明了，任务切换速度快，能够处理时间驱动的任务(周期性任务)和事件驱动的任务；可靠性高；具有较强的系统再生能力。

4. 网络操作系统

计算机网络是通过通信设施把地理上分散的具有自制能力的计算机连接起来，以实现数据交换、资源共享和互操作为目的的计算机系统。网络操作系统是建立在主机操作系统基础上，用于管理网络通信和共享资源，协调各主机上任务的运行，并向用户提供统一的、有效的网络接口的软件集合，包括网络管理、通信、资源共享、系统安全和多种网络应用服务。

5. 分布式操作系统

分布式操作系统也是通过通信网络将物理上分散且具有自制能力的计算机系统互连起来，实现信息和资源共享，协作完成任务。但分布式系统要求一个统一的操作系统实现系统资源的统一管理。分布式操作系统负责管理分布式系统中的所有资源，包括整个系统的资源分配和调度、任务划分、数据传输、协调工作，并为用户提供一个统一的界面，用户通过该界面使用系统资源时无须了解资源的位置。

三、操作系统的特征

一般来说，操作系统具有以下四个基本特征：

1. 并发性

并发性又称为同时性，是指在操作系统中同时存在许多活动，这些活动都已经开始但又没有结束。在操作系统中，并发性和并行性是既相似又有区别的两个概念。其中并发性是指两个或多个事件在同一时间间隔内发生；而并行性是指两个或多个事件在同一时刻发生。在单处理机系统中，每一时刻仅能执行一道程序。因此，宏观上程序是并发运行的，微观上程序是交替运行的。

2. 共享性

由于操作系统的共发性，这时整个系统的软、硬件资源不再为某个程序所独占，而是由许

多程序共同使用，即许多程序共享系统中的各种资源。资源共享是由于并发而引起的，如果没有并发性，系统中只允许一个程序运行，所有资源都由该程序独享，自然不存在共享性的问题；但是，如果操作系统不对被共享的资源实施有效的管理，并发程序也无法正常运行。可以说，并发性和共享性是操作系统的两个最基本的特征。

3. 不确定性

在多道程序设计中，各个程序之间存在着直接或间接的联系，程序的推进速度受它的运行环境的影响。这时同一程序和数据的多重运行可能得到不同的结果；程序的运行时间、运行顺序也具有不确定性；外部输入的请求、运行故障发生的时间不可预测。这些都是不确定性的表现。

4. 虚拟性

操作系统中经常使用“虚拟”这个概念。在只有一个 CPU 的计算机上可以同时运行多个程序，每个程序都好像独占了一个 CPU；若干用户分时使用同一台计算机，好像每人都在使用一台独立的计算机一样；在一台物理内存只有 1MB 的计算机上运行了总容量超过 5MB 的程序，好像用户拥有一台内存为 5MB 甚至更大的计算机一样，这些都是操作系统虚拟性的表现。

四、操作系统的性能

一般从以下 5 个方面对操作系统的性能进行评价。

1. 可靠性

作为用户来说，希望操作系统是绝对可靠的。但由于操作系统的并发性、共享性等特点，要做到绝对可靠是比较困难的。一般采取如下措施希望产生一个可靠性较好的操作系统。

- (1) 在系统设计时尽可能避免可能的软、硬件故障。
- (2) 在系统运行过程中，一旦出错应能及时检测，减少损失。
- (3) 系统一旦出现错误，要能迅速找出其原因，确定其发生的位置，尽快地排除错误。
- (4) 尽快地对因错误造成的损失进行修复。

2. 方便性

计算机硬件只能识别二进制 0 和 1 代码，用户如果直接使用裸机会很不方便，裸机上配置了操作系统以后，大大地提高了计算机系统处理能力。用户通过操作系统提供的接口使用计算机，更方便，更易学习。

3. 效率

效率是操作系统的—个重要的性能指标。一般由 4 个参数来衡量系统的效率。

- (1) 系统的吞吐量 即在单位时间内系统处理作业的数量，吞吐量越大，系统的效率越高。
- (2) 资源利用率 即系统中各部件的使用程度，要求资源利用率要高。
- (3) 批处理系统的作业周转时间 要求作业周转时间越短越好。
- (4) 响应时间 从用户向系统发出请求到获得系统的应答所需的时间，响应时间越短越好。

4. 可维护性

系统维护是指对已经交付给用户的操作系统所进行的软件工程活动。其中包括改正性维护、适应性维护和完善性维护等。

5. 可移植性

操作系统应能适应不同系列机型的变化，即当计算机 CPU 的系列发生变化时，相应的操作

系统应做到不作修改或少作修改，就能在新的计算机上运行。

五、操作系统的内部结构

1. 模块化结构

这种操作系统由许多标准的、可兼容的基本单位构成，称之为模块。采用模块化结构的操作系统被划分成若干模块，各个模块功能上相对独立，模块之间通过规定的接口相互调用。各个模块可以单独设计，最后把各个模块连接起来合成一个完整的软件系统。设计时要求模块之间的关系尽可能地少。模块化结构的操作系统可由多人分工，同时设计一个系统，缩短了系统开发周期。但由于模块之间形成了较复杂的调用关系，相互依赖，造成结构不清晰，从而使得分析、移植和维护系统较为困难。

2. 层次化结构

为了避免模块化结构的缺陷，采用层次化结构。所谓层次化结构是将操作系统分成许多基本的模块，将这些模块按照某种逻辑关系排成若干层，各层之间只能单向依赖，即上层软件基于下层软件之上，不能构成循环。层次化结构的特点是把整体问题局部化，把一个大型复杂系统分解成若干单向依赖的层次，大大地简化了接口设计，整个系统的正确性由各层次的正确性来保证，易于保证可靠性，也便于维护和移植。具体的设计方法有自底向上和自顶向下两种。

3. 虚拟机结构

虚拟机结构在裸机上扩展了一层软件，向上提供了若干台虚拟机。这些虚拟机不是那种具有文件等良好特征的扩展计算机，而仅仅是裸机硬件的精确复制。它包含有核心态/用户态、I/O 功能、中断以及真实硬件的全部内容。因为每台虚拟机与裸机完全一样，所以每台虚拟机可以运行裸机上能够运行的任何操作系统。虽然虚拟机是裸机的精确复制，实际上它是一个具有比裸机更方便、灵活的计算机。例如，在奔腾 CPU 上运行老的 MS-DOS 程序，此时程序运行在虚拟 8086 模式下。

4. 客户/服务器结构

现代操作系统的趋势是将传统的操作系统代码放置到更高层，从操作系统中去掉尽可能多的东西，而只留下一个最小的核心。通常的方法是把大多数操作系统功能，如文件服务、进程服务等，由用户进程来实现。为了获取某项服务，用户进程（称为客户进程）将该请求发送给一个服务器进程，服务器进程完成此操作后，把结果返回给客户进程。这样，服务器以用户进程的形式运行，而不是运行在核心态，所以它们不直接访问硬件。某个服务器的崩溃不会导致整个系统的崩溃。客户/服务器结构的另一个优点是它更适用于分布式系统。

5. 对象结构

随着计算机的发展，面向对象技术得到了广泛的重视和应用，由于其具有数据隐藏以及消息激活对象等特征，被广泛应用于操作系统的设计和实现中，特别是在网络操作系统和分布式操作系统中。面向对象的操作系统中的对象是操作系统管理的信息和资源的抽象，可以被视为受保护的信息或资源的总称。它拥有自己的状态和存储空间，而且其状态（也就是存储内容）只能由事先定义好的操作来改变。而改变这些对象状态的操作又需要其他对象发来相应的消息后才能被启动，所以容易采取某种手段对对象实施保护。Windows 2000 就被称为对象操作系统。

第 1 章 进程和线程

本章学习要求

理解 Windows 2000 的进程管理、进程间通信的原理和机制及进程间调度的算法；掌握进程和线程的概念、进程的转换模型及 Windows 2000 的多线程实现方法。

现代的所有计算机都能同时做几件事情。当一个用户程序正在运行时，计算机还能同时读取磁盘，并向屏幕或打印机输出正文。在一个多道程序系统中，CPU 由一道程序向另一道程序切换，使每道程序运行几十或几百毫秒。严格地说，在某一个瞬间，CPU 只能运行一道程序。但在 1 秒钟期间，它可能运行多道程序，这样就给用户一种并行的错觉。有时人们所说的伪并行就是指 CPU 在多道程序之间快速切换，以此来区分它与真正的硬件并行，例如 CPU 和一个甚至多个 I/O 设备的并行。人们很难对多个并行活动进行跟踪。因此，经过多年的努力，操作系统的设计者发展了用于描述并行的一种模型，使得并行更容易处理。在这个模型中，计算机上所有可运行的软件，通常包括操作系统，被组织成若干顺序进程，简称进程。

自从 20 世纪 60 年代提出进程概念后，在操作系统中一直都是以进程作为能独立运行的基本单位的。直到 20 世纪 80 年代中期，人们又提出了比进程更小的能独立运行的基本单位——线程；试图用它来提高系统内程序并发执行的程度，从而可进一步提高系统的吞吐量。近几年，线程概念已得到广泛应用，不仅在新推出的操作系统中，大多都已引入了线程概念，而且在新推出的数据库管理系统和其他应用软件中，也都纷纷引入了线程来改善系统的性能。

1.1 进程和线程的概念

1.1.1 进程的定义和描述

进程 (process) 是一个具有一定独立功能的程序在一个数据集合上的一次动态执行过程。进程与处理器、存储器和外设等资源的分配和回收相对应，进程是计算机系统资源的使用主体。在操作系统中引入进程的并发执行，是指多个进程在同一计算机操作系统中的并发执行。引入进程并发执行可提高对硬件资源的利用率，但又带来额外的空间和时间开销，增加了操作系统的复杂性。

作为描述程序执行过程的概念，进程具有动态性、独立性、并发性和结构化等特征。动态性是指进程具有动态的地址空间，地址空间的大小和内容都是动态变化的。地址空间的内容包括代码（指令执行和处理器状态的改变）、数据（变量的生成和赋值）和系统控制信息（进程控制块的生成和删除）。独立性是指各进程的地址空间相互独立，除非采用进程间通信手段，否则不能相互影响。并发性也称为异步性，是指从宏观上看，各进程是同时独立运行的。结构化是指进程地址空间的结构划分，如代码段、数据段和核心段划分。

进程和程序是两个密切相关的不同概念，它们在以下几个方面存在区别和联系。

进程是动态的，程序是静态的。程序是有序代码的集合；进程是程序的执行。进程通常不能在计算机之间迁移；而程序通常对应着文件、静态和可以复制。

进程是暂时的，程序是永久的。进程是一个状态变化的过程；程序可长久保存。

进程与程序的组成不同：进程的组成包括程序、数据和进程控制块（即进程状态信息）。

进程与程序是密切相关的。通过多次执行，一个程序可对应多个进程；通过调用关系，一个进程可包括多个程序。进程可创建其他进程，而程序并不能形成新的程序。

进程是程序代码的执行过程，但并不是所有代码执行过程都从属于某个进程。例如，处理器调度器是操作系统中的一段代码，它完成的功能包括：① 把处理器从一个进程切换到另一个进程；② 防止某进程独占处理器。处理器调度器的执行过程就不与进程相对应。

进程控制块（Process Control Block, PCB）是由操作系统维护的用来记录进程相关信息的数据结构。每个进程在操作系统中都有对应的进程控制块，操作系统维护的进程控制块总数可能会有所限制。操作系统依据进程控制块对进程进行控制和管理，进程控制块中的内容会随进程推进而动态改变。进程控制块处于操作系统核心，通常不能由应用程序自身的代码来直接访问，而要通过系统调用进行访问。在 UNIX 中也可通过进程文件系统（/proc）直接访问进程映像。

进程控制块的内容可分成进程描述信息、进程控制信息、资源占用信息和处理器现场保护结构这 4 个部分。进程描述信息包括进程标识符（process ID）、进程名（通常是可执行文件名）、用户标识符（user ID）和进程组（process group）等。进程控制信息包括当前状态、优先级、代码执行入口地址、程序的外存地址、运行统计信息（执行时间、页面调度）、进程阻塞原因等。资源占用信息是指进程占用的系统资源列表。处理器现场保护结构保存寄存器值，如通用寄存器、程序计数器 PC、状态字 PSW，地址包括栈指针等。

操作系统要将处于同一状态的进程的进程控制块组织在一起，常用的组织方式有链表和索引表两种。链表方式是将同一状态的进程控制块组成一个链表，多个状态对应多个不同的链表，如就绪链表和阻塞链表等。索引表方式是将同一状态的进程归入一个索引表，再由索引指向相应的进程控制块，多个状态对应多个不同的索引表，如就绪索引表和阻塞索引表等。

对进程执行活动全过程的静态描述称为进程上下文。进程上下文包括进程的用户地址空间内容、处理器中寄存器内容及与该进程相关的核心数据结构等，可分成用户级上下文、寄存器级上下文和系统级上下文。用户级上下文是指进程的用户地址空间，包括用户正文段、用户数据段和用户栈。寄存器级上下文是指程序寄存器、处理器状态寄存器、栈指针、通用寄存器的值等。系统级上下文包括进程的静态部分（PCB 和资源表格）和由核心栈等构成的动态部分。

1.1.2 线程的概念

在只有进程概念的操作系统中，进程是存储器、外设等资源的分配单位，同时也是处理器调度的对象。为了提高进程内的并发性，在引入线程的操作系统中，把线程作为处理器调度的对象，而把进程作为资源分配单位，一个进程内可同时有多个并发执行的线程。

线程（Thread）是一个动态的对象，它是处理器调度的基本单位，表示进程中的一个控制点，执行一系列的指令。由于同一进程内各线程都可访问整个进程的所有资源，因此它们之间的通信比进程间通信要方便；而同一进程内的线程间切换也会由于许多上下文的相同而简化。

线程与进程是两个密切相关的概念。可以把原来的进程概念理解为只有一个主线程的进程。

同一进程内各线程的差异主要体现在线程状态、寄存器上下文和堆栈等必不可少的线程执行环境上。这样，在操作系统中引入线程概念，就可减小并发执行的时间和空间开销，容许通过在系统中建立更多的线程来提高并发性。线程的优点具体体现在以下几方面：① 线程的创建时间比进程短；② 线程的终止时间比进程短；③ 同进程内的线程切换时间比进程短；④ 由于同进程内线程间共享内存和文件资源，因此可直接进行不通过内核的通信。

操作系统中有多种方式可实现对线程的支持。最自然的方法是由操作系统内核提供线程的控制机制。在只有进程概念的操作系统中可由用户程序利用函数库提供线程的控制机制。还有一种做法是同时在操作系统内核和用户程序两个层次上提供线程控制机制。这就构成了内核线程、用户线程和轻量级进程这三种线程的实现方式。

内核线程 (kernel-level thread) 是指由操作系统内核完成创建和撤销，用来执行一个指定的函数线程。在支持内核线程的操作系统中，内核维护进程和线程的上下文信息以及线程切换由内核完成。一个内核线程由于 I/O 操作而阻塞，不会影响其他线程的运行。这时处理器时间片分配的对象是线程，所以多线程的进程获得更多处理器时间。Windows NT 和 Windows 2000 支持内核线程。

用户线程 (user-level thread) 是指不依赖于操作系统核心，由应用进程利用线程库提供创建、同步、调度和管理线程的函数来控制的线程。由于用户线程的维护由应用进程完成，不需要操作系统内核了解用户线程的存在，因此可用于不支持内核线程的多进程操作系统，甚至是单用户操作系统。用户线程切换不需要内核特权，用户线程调度算法可针对应用优化。在许多应用软件中都有自己的用户线程。例如数据库系统 Informix 和图形处理软件 Aldus PageMaker 等。由于用户线程的调度在应用软件内部进行，通常采用非抢先式和更简单的规则，也无需用户态/核心态切换，因此速度特别快。当然，由于操作系统内核不了解用户线程的存在，当一个线程在进入系统调用后阻塞时，整个进程都必须等待。这时处理器时间片是分配给进程的，进程内有多个线程时，每个线程的执行时间相对减少。

轻量级进程 (Light Weight Process) 是指由内核支持的用户线程。一个进程可有一个或多个轻量级进程，每个轻量级进程由一个单独的内核线程来支持。由于同时提供内核线程控制机制和用户线程库，因此可很好地把内核线程和用户线程的优点结合起来。

1.1.3 进程的状态转换

进程在从创建到终止的全过程中一直处于不断变化的过程。为了刻画进程的这种变化过程，所有操作系统都把进程分成若干种状态，约定各种状态间的转换条件。对进程状态的刻画也经历了一个不断精确化的过程。下面就讨论进程的状态模型。

1. 五状态进程模型

(1) 五种状态

在五状态进程模型中，进程状态被分成下列五种状态。进程在运行过程中主要是在就绪、运行和阻塞三种状态间进行转换。创建状态和退出状态描述进程创建的过程和进程退出的过程。如图 1-1 所示。

① 运行状态 (Running)：进程占用处理器资源；处于此状态的进程的数目小于等于处理器的数目。在没有其他进程可以执行时（如所有进程都在阻塞状态），通常会自动执行系统的空闲进程。

② 就绪状态 (Ready)：进程已获得除处理器外的所需资源，等待分配处理器资源；只要分配了处理器进程就可执行。就绪进程可以按多个优先级来划分队列。例如，当一个进程由于时间片用完而进入就绪状态时，排入低优先级队列；

当进程由于 I/O 操作完成而进入就绪状态时，排入高优先级队列。

③ 阻塞状态 (Blocked)：当进程由于等待 I/O 操作或进程同步等条件而暂停运行时，它处于阻塞状态。在条件满足之前，即使把处理器分配给该进程，它也是无法继续执行的。

④ 创建状态 (New)：进程正在创建过程中，还不能运行。操作系统在创建状态要进行的工作包括分配和建立进程控制块表项、建立资源表格（如打开文件表）并分配资源、加载程序并建立地址空间表等。

⑤ 退出状态 (Exit)：进程已结束运行，回收除进程控制块之外的其他资源，并让其他进程从进程控制块中收集有关信息（如记帐和将退出代码传递给父进程）。

(2) 七种状态转换

五状态进程模型中的状态转换主要包括下列七种。操作系统中多个进程的并发执行是通过调度与超时两种转换间的循环或调度、等待事件和事件出现三种转换间的循环来描述的。

① 创建新进程：创建一个新进程，以运行一个程序。创建新进程的可能原因包括用户登录、操作系统创建以提供某项服务、批处理作业等。

② 收容 (Admit, 也称为提交)：收容一个新进程，进入就绪状态。由于性能、内存、进程总数等原因，系统会限制并发进程总数。

③ 调度运行 (Dispatch)：从就绪进程表中选择一个进程，进入运行状态。

④ 释放 (Release)：由于进程完成或失败而终止进程运行，进入结束状态。为了简洁，状态变迁图中只画出了运行状态到退出状态间的释放转换；但实际上，还存在从就绪状态或阻塞状态到退出状态的释放转换。运行到结束的转换可分为正常退出 (Exit) 和异常退出 (abort)；其中异常退出是指进程执行超时，内存不够，非法指令或地址访问，I/O 操作失败，被其他进程所终止等原因而退出。从就绪状态或阻塞状态到结束状态的释放转换可能是由于多种原因引发，如父进程可在任何时间终止子进程。

⑤ 超时 (Timeout)：由于用完时间片或高优先级进程就绪等原因导致进程暂停运行。

⑥ 事件等待 (Event Wait)：进程要求的事件未出现而进入阻塞；可能的原因包括：申请系统服务或资源、通信、I/O 操作等。

⑦ 事件出现 (Event Occurs)：进程等待的事件出现；如操作完成、申请成功等。

对于五状态进程模型，操作系统要解决的一个重要问题是当一个事件出现时，如何检查阻塞进程表中的进程状态。

2. 挂起进程模型

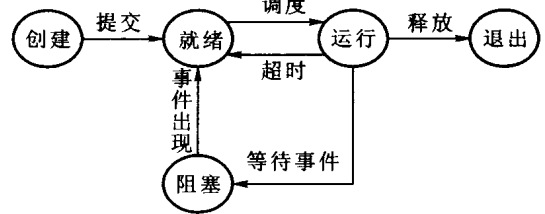


图 1-1 五状态进程模型图