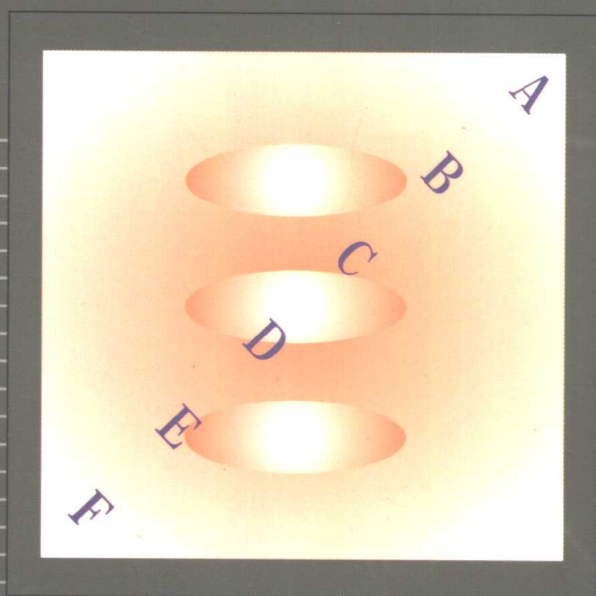


高等教育学历文凭考试计算机专业辅导教材

计算机操作系统

习题与解析

任爱华 主编



科学出版社

www.sciencep.com

高等教育学历文凭考试计算机专业辅导教材

计算机操作系统习题与解析

任爱华 主编

科学出版社

2002

内 容 简 介

本书是与高等教育学历文凭考试计算机专业教材《计算机操作系统》(科学出版社出版)相配套的辅导教材。内容按照教材对应章节的先后次序安排,每章包括内容概述、范例解析和习题解答三部分。其中范例解析部分对典型题、难题给出了解题思路,提供了解题方法和技巧;习题解答部分对教材中的每一道习题给出了详细的解题过程和答案。本书最后附有1997年至2001年北京市高等教育学历文凭考试操作系统基础试题及其答案。

本书不仅可以作为高等教育学历文凭考试计算机专业操作系统课程的辅导教材,也可以作为高等学校计算机操作系统课程的参考书以及广大操作系统读者的学习用书。

图书在版编目(CIP)数据

计算机操作系统习题与解析/任爱华主编. —北京:科学出版社, 2002

(高等教育学历文凭考试计算机专业辅导教材)

ISBN 7-03-010440-4

I. 计... II. 任... III. 操作系统(软件)-高等教育-自学考试-解题 IV. TP316-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 030916 号

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新蕾印刷厂 印刷

科学出版社总发行 各地新华书店经销

*

2002年7月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2002年7月第一次印刷 印张: 10 1/2

印数: 1—4 000 字数: 237 000

定价: 16.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈路通〉)

序

高等教育学历文凭考试是国家对尚不具备颁发国家承认学历的民办学校所招收的学生，检验其接受高等教育结果的一种验收性考试。1993年北京市在全国率先试点，目前已走过10年的历程。这10年来，北京20余所民办学校共计招生近20多万人，目前累计毕业生1万多人。为国家的经济建设和社会稳定起到了积极的作用。

为做好高等教育学历文凭考试试点的基础工作，1998年，北京市自学考试办公室聘请一批专家为计算机应用专业编写了一套教材，并委托科学出版社出版。几年来，在不断征求意见、不断改进完善的基础上，这套教材被几十所学校持续使用并得到了大家的认同。教材稳定后，应授课教师 and 同学们的要求，科学出版社希望再组织编写一套教学参考书。我们希望这套参考书能达到这样一种目的：

1. 它是按照教学大纲的内容，提纲挈领地全书的内容进行提炼，这样可以使教者和学者对教与学的要求一目了然；
2. 它不应是教材的浓缩本，而是结合实例指出和分析各章节的难点，并提出合理的学习方法，以起到指导学习的作用；
3. 为配合学习与课下的练习，本书应配置一定的习题并附参考答案。

非常感谢的是，本套教学参考书的编者——也就是教材的各位编写老师们——在学校繁重的教学和科研工作中，对出版社的建议给予了积极的响应。他们对本套教学参考书的编写提出了很多好的意见，使得本套书更具有针对性和实用性。希望通过出版社和编者的努力，能使大家更好地掌握课程的基本内容和基本技能。

需要强调的是，掌握正确的学习方法是非常重要的。本套教学参考书与主教材是相辅相成的，它对主教材的内容进行了简明扼要的介绍，从而能起到辅助学习的作用，但是它并不能替代主教材。这一点希望大家在使用时充分注意。

北京市高等教育自学考试委员会办公室

2002年4月3日

前 言

操作系统是计算机系统配置的最基础的系统软件，它是整个计算机系统软件的核心，也是计算机教学中非常重要的内容之一。为了帮助读者学习和理解操作系统原理，我们编写了这本关于习题与练习的书。其目的是通过对习题的思考，使读者充分地了解和掌握操作系统的基本原理，以及解决操作系统问题的基本原则和方法，加深对操作系统原理的理解，并有助于提高分析问题与解决问题的能力。

本书是与科学出版社出版的高等教育学历文凭考试计算机专业教材《计算机操作系统》相配套的辅导教材，内容也是按照教材对应章节先后次序安排的。全书共分七章。第一章是操作系统总体相关概念的习题分析与解答，第二章至第六章主要讨论了包括进程管理、存储管理、设备管理和文件管理等方面的习题分析与解答，第七章提供了DOS操作系统和Windows 98方面的习题与解答。本书最后附有1997年至2001年北京市高等教育学历文凭考试操作系统基础试卷及其参考答案。

为了便于读者理解，本书每一章分为三部分。第一部分是内容概述，其中包括基本概念的简单陈述，是对教学大纲和考试大纲所要求掌握的概念、理论、方法的总结，它便于读者在学习过程中提纲挈领地掌握所学内容。第二部分是范例解析，它提供了典型题的解题思路和方法，以便在解题技巧、拓广思路方面对读者有所帮助。第三部分是习题解答，它对教材中的每一道习题都给出了详细的解题过程和答案。

本书的第一、二章由任爱华编写，第三章由孙云峰编写，第四、五章由张茂林编写，第六章由张迪编写，第七章由石宏义编写，李鹏参与了第二章至第五章的习题范例的编写工作。全书由任爱华进行统一修改、审校并统稿。

限于编著者的水平，错误与不妥之处定然难免，恳请读者批评指正。

任爱华

2002年3月

目 录

第一章 操作系统概述	(1)
1.1 本章内容概述	(1)
1.2 范例解析	(4)
1.3 习题与解答	(6)
第二章 进程管理	(9)
2.1 本章内容概述	(9)
2.2 范例解析	(12)
2.3 习题与解答	(19)
第三章 存储管理	(30)
3.1 本章内容概述	(30)
3.2 范例解析	(34)
3.3 习题与解答	(42)
第四章 设备管理	(44)
4.1 本章内容概述	(44)
4.2 范例解析	(49)
4.3 习题与解答	(54)
第五章 文件管理	(60)
5.1 本章内容概述	(60)
5.2 范例解析	(67)
5.3 习题与解答	(73)
第六章 操作系统接口	(78)
6.1 本章内容概述	(78)
6.2 范例解析	(80)
6.3 习题与解答	(83)
第七章 DOS 与 Windows 98 操作系统	(86)
7.1 本章内容概述	(86)
7.2 范例解析	(90)
7.3 习题与解答	(97)
上机实验作业	(100)
附录 历年北京市高等教育学历文凭考试计算机操作系统基础试题及答案	(133)
参考文献	(160)

第一章 操作系统概述

1.1 本章内容概述

1.1.1 存储程序式计算机

存储程序式计算机由控制器、运算器、存储器、输入装置、输出装置组成。通常把控制器和计算器的组合称为 CPU，输入装置和输出装置统称为 I/O 设备。其中 CPU 是一种能够解释指令、执行指令并控制操作顺序的硬件设备；存储器是计算机存储程序 and 数据的部件；I/O 设备用于完成输入/输出任务。

存储程序式计算机的计算模型是顺序过程计算模型，其主要特点是：集中顺序过程控制，即控制部件根据程序对整个计算机的活动实行集中过程控制，并根据程序规定的顺序依次执行每一个操作。

1.1.2 操作系统的形成和发展

1. 单道批处理

实现了作业的自动定序、自动过渡。一个作业处理完毕后，监督程序自动地处理下一个作业。重复上述过程，直到该批作业全部处理完毕。

联机批处理：作业从输入机到磁带，由磁带调入内存，以至结果的输出打印都是由中央处理机直接控制的。

脱机批处理：脱机批处理系统由主机和卫星机组成，卫星机又称外围计算机，它不与主机直接连接，只与外部设备打交道。作业通过卫星机输入到磁带上，当主机需要输入作业时，就把输入带同主机连上。主机从输入带上把作业调入内存，并予以执行。作业完成后，主机负责把结果记录到输出带上，再由卫星机负责把输出带上的信息打印输出。

执行系统：借助于通道、中断技术，输入/输出工作可以在主机控制之下完成。这时，原有的监督程序不仅要负责调度作业自动地运行，而且还要提供输入/输出控制功能（即用户不能直接使用启动外设的指令，它的输入/输出请求必须通过系统去执行）。这种增强功能后的监督程序常驻内存，称为执行系统。执行系统比脱机处理前进了一步，它节省了卫星机，降低了成本，支持主机和通道、主机和外设的并行操作。在执行系统中用户程序的输入/输出工作是委托给系统实现的，由系统检查其命令的合法性，提高了系统的安全性，可以避免由于不合法的输入/输出命令造成对系统的威胁。

通道和中断技术的出现，导致了操作系统进入执行系统阶段。通道是一种专用 I/O 处理部件，它能控制一台或多台外设工作，负责外部设备与主存之间的信息传输。所谓中断是指当主机接到外部硬件（如 I/O 设备）发来的信号时，马上停止当前的工作，转去处理这一事件，在处理完之后，主机又回到曾被中断的工作点继续工作。

2. 多道成批系统

多道程序设计技术是在计算机内存中同时存放几道相互独立的程序，使它们在管理程序控制之下，相互穿插地运行。多道程序运行的三个特征是：多道；宏观上并行；微观上串行。

在批处理系统中采用多道程序设计技术就形成了多道批处理操作系统，在一般的计算中心都配有这类操作系统。批量操作系统是操作系统的一种类型。该系统把用户提交的作业（相应的程序、数据和处理步骤）成批送入计算机系统保存，然后由作业调度程序自动选择作业运行。这样能缩短作业之间的交接时间，减少处理机的空闲等待，从而提高了系统效率。批量操作系统的优点是系统的吞吐率高，缺点是对用户的响应时间（用户向系统提交作业到获得系统的处理信息这一段时间）较长，用户不能及时了解自己程序的运行情况并加以控制。

3. 分时系统

让操作员（用户）通过控制台（终端）直接操作、控制自己程序的运行，这种操作方式称为联机工作方式。在分时系统中，一个计算机可以同时连接许多终端设备，每个用户可以通过终端向系统发出命令，请求完成某项工作，而系统则分析从终端设备发来的命令，完成用户提出的要求，之后，用户又根据系统提供的运行结果，向系统提出下一步请求，如此这样重复上述交互会话过程，直到用户完成预计的全部工作为止。分时系统采用了分时技术，把处理机时间划分成很短的时间片（如几百毫秒）轮流地分配给各个联机作业使用，如果某个作业在所分配的时间片用完时计算还未完成，该作业就暂时中断，等待下一轮时间片分配到后继续计算，此时处理机让给另一个作业使用。分时系统具有以下四个特点：多路性；独占性；交互性；及时性。

4. 实时系统

实时操作系统对外部输入的信息，能够在规定的时间内处理完毕并立即作出反应。实时系统按其使用方式不同分为两类：实时控制系统、实时信息处理系统。

实时系统的特点如下：

- (1) 系统对外部实时信号必须能及时响应，响应的时间间隔要足以能够控制发出实时信号的那个环境；
- (2) 实时系统要求有高可靠性和安全性；
- (3) 系统的整体性强；
- (4) 实时系统没有分时系统那样强的交互会话功能，通常不允许用户通过实时终端设备去编写新的程序或修改已有的程序，实时系统是一个专用系统。实时终端设备通常只是作为执行装置或询问装置。

5. 计算机网络

计算机连网的目的：一是使所有的程序、数据和其他资源可被网络上任一个用户使用，而不必考虑资源与用户的物理位置。一是通过供给可替换的资源而达到高度的可靠

性。

一组相互连接并能交换信息的计算机形成了一个网络。当计算机联网后,如何能适应网络环境的需要?一种较简单的方法是对原有的操作系统做某种改造,这样,既不会使原有的软件失效,又可以实现网络通信的需要。方法是在原有的操作系统中增加网络通信和资源共享管理模块。它负责本机系统同网上其他系统之间的资源共享和负载均衡,并实现网上的消息和文件的传输,这样就形成了网络操作系统。

计算机网络并不是一个一体化的系统,它没有标准的、统一的接口。网上各站点的计算机有各自的操作系统、系统调用命令和数据格式等,网上的信息通信是靠网络协议。

6. 分布式系统

一个分布式系统首先是若干台计算机的集合,有网络支持,这些计算机有自己的局部存储器和外部设备,它们既可独立工作(自治性),亦可合作。在这个系统中各机器可以并行操作且有多个控制中心,即具有并行处理和分布控制的功能。分布式系统是一个一体化的系统,在整个系统中有一个全局的操作系统称为分布式操作系统,它负责全系统的资源分配和调度、任务划分、信息传输、控制协调等工作,并为用户提供一个统一的界面、标准的接口。分布式系统和计算机网络的区别在于前者具有多机合作和健壮性。

1.1.3 操作系统的基本概念

操作系统是整个计算机系统的核心,是计算机硬件平台之上的第一层系统软件。

操作系统是一个大型的并发程序系统,它负责计算机的全部软、硬件资源的分配和调度工作,控制并协调并发活动,实现信息的存取和保护。它提供用户接口,使用户获得良好的工作环境。操作系统使整个计算机系统有条不紊地工作,它可以提高计算机工作效率,并且使许多工作自动化。

1.1.4 操作系统的特性及其应解决的基本问题

操作系统的主要功能是管理系统的软、硬件资源。这些资源按其性质来分,可以归纳为四类:处理机、存储器、外部设备和信息(程序和数据)。

操作系统的特性:① 并发性;② 共享性;③ 不确定性。

操作系统的性能指标:① 系统可靠性;② 系统吞吐量(Throughput);③ 系统响应时间;④ 系统资源利用率;⑤ 可移植性。

操作系统具有并发、共享的特征。为了解决程序并发执行和资源共享引起的新矛盾,操作系统必须解决如下几个问题:

- (1) 提供对各种资源调度的策略和方法;
- (2) 协调并发活动的关系;
- (3) 保证数据的一致性;
- (4) 实现数据的存取控制。

1.1.5 分析和设计操作系统的几种观点

可从用户观点、资源管理观点、进程观点、模块分层观点来分析和设计操作系统。

用户观点把操作系统看成是虚拟机，关心的是操作系统为用户提供了哪些方便；资源观点从计算机的硬件和软件资源的管理角度考虑操作系统的功能和设计模块；进程观点从操作系统的运行角度考虑如何构造系统的并发控制环境，并且以进程为基本控制单位体现运行时刻的系统成分和系统行为；模块分层观点从操作系统体系结构设计角度考虑如何搭建操作系统功能模块。

1.1.6 微机操作系统

在 IBM 兼容 PC 机上常见的操作系统有 DOS、OS/2、Windows 9x/2000/Me/NT、XENIX、Unix 以及 Linux 等。在这些操作系统中，Linux 是公开源码的自由软件。

1.2 范例解析

例 1.1 解释操作系统在计算机系统中的地位和基本功能。

答 操作系统是运行在计算机硬件平台上的第一层系统软件，是所有其他软件安装和运行时依赖的基础软件，操作系统提供了用户使用计算机的基本接口。

操作系统负责管理和控制计算机系统中的软、硬件资源，安排计算机工作流程。所以，按照资源观点，操作系统的基本功能包括：文件系统管理、处理机管理、存储管理、设备管理以及用户接口等。

分析 回答此类问题首先要了解什么是计算机系统，它包括了计算机的硬件和软件。硬件包括 CPU、内存以及外部设备；软件包括系统软件、应用软件，统称程序和数据。而在系统软件中运行在最底层的软件，亦即运行在硬件层上的第一层软件就是操作系统。计算机的硬件和软件也被称为计算机资源，操作系统所起的作用就是管理计算机的资源，为用户提供方便使用计算机的人-机界面。所以，从管理计算机资源的角度分析操作系统的功能，则得到按资源管理命名的功能模块名称。对于安装了操作系统的计算机系统，提供了比硬件机器（裸机）本身更强的功能，此时，该机器也被称之为虚拟机。

例 1.2 简述批处理系统、分时系统以及实时系统各自的特点。

答 根据操作系统处理作业的方式可分为批处理系统、分时系统和实时系统。批处理系统将一批用户的作业依次自动定序运行，无用户干预，直到这一批作业全部结束后再处理下一批。特点是系统资源的利用率高，但对用户的响应不及时。分时系统亦称交互式系统，其特点是对用户的响应及时，当多个用户同时使用计算机时都有独占的感觉。实时系统通常是一个专用系统，它的特点是响应时间快，快的程度依赖于实时系统的种类，如果是实时控制系统，则响应时间依赖于实时控制对象的需求，根据需要即时响应；如果是实时信息管理系统，其响应时间与分时系统的要求相似，只要使用者不抱怨响应慢即可，一般不超过 3 秒。实时系统对安全性要求较高，系统的安全可靠是实时系统的保障。

分析 通常,分时系统采用得非常普遍,如 Windows、Linux、Unix 等都是分时系统作为主要特征的系统。而对实时系统和批处理系统,我们通常接触的相对不多,但随着计算机应用的不断普及,实时系统会越来越多,如 VxWorks 就是一种嵌入式实时操作系统。对于批处理系统,目前专用于批处理的系统已很少见到,但在 Linux 和 Unix 中都兼有批处理的功能。

例 1.3 简述 DOS、Windows 以及 Linux 操作系统的特点

答 DOS 操作系统的特点是单用户单任务,并以磁盘文件管理为主要特征的 PC 机上的操作系统,用户界面是以命令方式提交用户请求,该系统由 IBM 公司最先开发。Windows 是单用户多任务的 PC 机上的操作系统,用户界面主要以窗口图符操作提交用户请求,也可使用 DOS 的命令行方式提交用户请求,该系统是微软公司的产品。Linux 是多用户多任务操作系统,安装 Linux 的系统可以连接多个终端,使多个用户同时使用主机。该系统可用在 PC 机上,也可用在工作站上。它的用户界面以命令行为基础,也有多种窗口界面可供安装使用。Linux 由芬兰人 Linus 开发,并在 Internet 上发展壮大起来的, Linux 是自由软件,公开源码。

分析 纵观 Windows 操作系统的发展,我们已经用过的有 Windows 95/98/NT 直到 Windows Me、Windows 2000 以及 Windows XP,其中,Windows Me 是微软公司 Windows 9x 系列产品的最后一个版本,是面向个人及家庭用户的新一代操作系统。Windows 2000 是 Windows NT 的新版,目前的 Windows XP 沿袭了 Windows 2000 的系统内核,两者有 90% 的系统代码是相同的,只有 10% 的不同代码反映了 Windows XP 系统具有图像处理和应用软件方面的改进。在微软的这些不同版本的操作系统中,Windows NT/2000/XP 属于网络操作系统,也即在操作系统内核提供了网络通信和管理功能。最早的 Windows 3.x 并不是独立的操作系统,Windows 3.x 依赖于 DOS,为 DOS 操作系统提供了窗口界面,并增添了多任务的功能。DOS 7.0 以上的版本是为 Windows 9x 提供的命令行方式,已经不是实际意义上独立的 DOS 了。实际独立的 DOS 操作系统是指 DOS 1.0~DOS 6.22 版本。Linux 是自由软件,开放源码,无论是哪个公司发布的 Linux,其内核的版本都来自于自由软件,其版本号形式为:

major. minor. patchlevel

其中, major 是主版本号, minor 是次版本号, patchlevel 是对当前内核版本的修正次数。例如 kernel 2.2.6 表示对内核 2.2 版本的第 6 次修正版。稳定内核的版本号的次版本号是偶数,如 2.2.6,而开发内核所用的则是奇数,如 2.3.6。

例 1.4 并发和并行有何区别?

答 并发是指多个任务在单处理机下分时运行,从宏观上看它们同时都在向前推进,但从微观上看它们正在分时地轮流使用处理机。并行是指多个任务在多个处理机上正在同时运行,在微观上看这些任务是在各自的物理处理机上分别运行。

分析 当在多机环境中,如果要求运行的任务多于处理机的数目,而这些任务又需要同时执行,这时就需要采用分时技术将这些任务分配到相应的处理机上运行,每个处理机都有一个等待队列,登记着等待处理机的任务。这样的系统则是一个并发系统,因为不能保证所有的任务都能同时在处理机上执行,但是可以让每个任务都启动起来,分时轮流地使用这些物理处理机。

例 1.5 设计操作系统，至少应了解哪些硬件接口？

答 操作系统是搭在硬件平台上的第一层软件，所以设计操作系统必然要使用硬件平台提供的编程接口，这些接口有：

(1) 所有硬件寄存器：程序计数器 (PC: Programme Counter)、程序状态字 (PSW: Programme Statue Word)、通用寄存器、设备控制器、设备状态寄存器、数据缓冲寄存器等；

(2) 汇编指令；

(3) 中断表；

(4) 输入/输出设备地址；

(5) 内存保护机构和内存地址变换机构。

分析 操作系统是用来管理计算机资源的程序，计算机资源有：处理机、内存、外部设备以及软件资源。所以，与处理机相关的硬件接口有 PC、PSW、指令系统、中断、通用寄存器。与内存相关的有：内存地址保护机构、内存块的管理机构、内存块的划分、地址变换机构。与外部设备相关的接口有：设备上的各种寄存器，设备的物理地址。在了解了这些硬件接口后，软件人员方可编制最基层的软件来控制计算机系统工作。

1.3 习题与解答

1. 存储程序式计算机的主要特点是什么？

答 主要特点是以顺序计算为基础，根据程序规定的顺序依次执行每一个操作，控制部件根据程序对整个计算机的活动实行集中过程控制，即为集中顺序过程控制。这类计算是过程性的，实际上这种计算机是模拟人们的手工计算的产物。即首先取原始数据，执行一个操作，将中间结果保存起来；再取一个数据，和中间结果一起又执行一个操作，如此计算下去。在遇到多个可能同时执行的分支时，也是先执行完一个分支，然后再执行第二个分支，直到计算完毕。

2. 批处理系统和分时系统各具有什么特点？

答 批处理系统是在解决人机矛盾以及高速度的中央处理机和低速度的 I/O 设备这两对矛盾的过程中发展起来的。它的出现改善了 CPU 和外设的使用情况，其特点是实现了作业的自动定序、自动过渡，从而使整个计算机系统的处理能力得以提高。

在多道系统中，若采用了分时技术，就是分时操作系统，它是操作系统的另一种类型。它一般采用时间片轮转的办法，使一台计算机同时为多个任务服务。对用户都能保证足够快的响应时间，并提供交互会话功能。它与批处理系统之间的主要差别在于，分时系统是人-机交互式系统，响应时间快；而批处理系统是作业自动定序和过渡，无人机交互，周转时间长。

3. 实时系统的特点是什么？一个实时信息处理系统和一个分时系统从外表看来很相似，它们有什么本质的区别呢？

答 实时系统对响应时间的要求比分时系统更高，一般要求响应时间为秒级、毫秒级甚至微秒级。将电子计算机应用到实时领域，配置上实时监控系統，便组成各种各样

的专用实时系统。实时系统按其使用方式不同分为两类：实时控制系统和实时信息处理系统。实时控制是指利用计算机对实时过程进行控制和提供监督环境。实时信息处理系统是指利用计算机对实时数据进行处理。实时系统大部分是为特殊的实时任务设计的，这类任务对系统的可靠性和安全性要求很高。

与分时系统相比，实时系统没有那样强的交互会话功能，通常不允许用户通过实时终端设备去编写新的程序或修改已有的程序。实时终端设备通常只是作为执行装置或询问装置，属专用系统。

4. 什么是多道程序设计技术？试述多道程序运行的特征。

答 多道程序设计技术是在计算机内存中同时存放几道相互独立的程序，使它们的管理程序控制下，相互穿插地运行。

多道程序运行的特征如下：

- (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，即它们先后开始了各自的运行，但都未运行完毕；
- (3) 微观上串行：从微观上看，内存中的多道程序轮流地或分时地占有处理机，交替执行（单处理机情况）。

5. 什么是操作系统？从资源管理的角度去分析操作系统，它的主要功能是什么？

答 操作系统是一个大型的程序系统，它负责计算机的全部软、硬件资源的分配与回收，控制与协调等并发活动，实现信息的存取和保护。它提供用户接口，使用户获得良好的工作环境，为用户扩展新的系统功能提供软件平台，操作系统使整个计算机系统实现了高效率 and 高度自动化。

操作系统的主要功能是管理系统的软、硬件资源，它们可归为四类：处理机管理、存储管理、设备管理和文件管理等。

6. 操作系统的主要特征是什么？为什么会具有这样的特征？

答 操作系统的特征有：并发性，共享性，不确定性，虚拟性。

其中并发性和共享性是其主要特征。由于操作系统建立并控制着多个并发执行的进程，完成着同时进行的几项任务，进程之间相互制约，并且共享着系统的某些资源，进程的这些活动便形成了操作系统的主要特征。并且许多事件的产生是随机的，而且事件产生的先后顺序又有许多可能组合，但操作系统必须能处理任何一种可能的事件序列。所以，操作系统又具有不确定性。另外，操作系统中还广泛使用了虚拟技术，使得配备了操作系统之后的系统在资源的使用上更加自由和灵活，不受物理设备数量的限制。

7. 设一计算机系统有输入机一台、打印机两台，现有二道程序同时投入运行，且程序 A 先开始运行，程序 B 后运行。程序 A 的运行轨迹为：计算 50 ms，打印信息 100 ms，再计算 50 ms，打印信息 100 ms，结束。程序 B 运行的轨迹为：计算 50 ms，输入数据 80 ms，再计算 100 ms，结束。要求：

- (1) 用图画出这二道程序并发执行时的工作情况。
- (2) 说明在二道程序运行时，CPU 有无空闲等待？若有，在哪段时间内等待？为什么会空闲等待？
- (3) 程序 A、B 运行时有无等待现象？在什么时候会发生等待现象？

答 (1) 工作情况如图 1.1 所示。

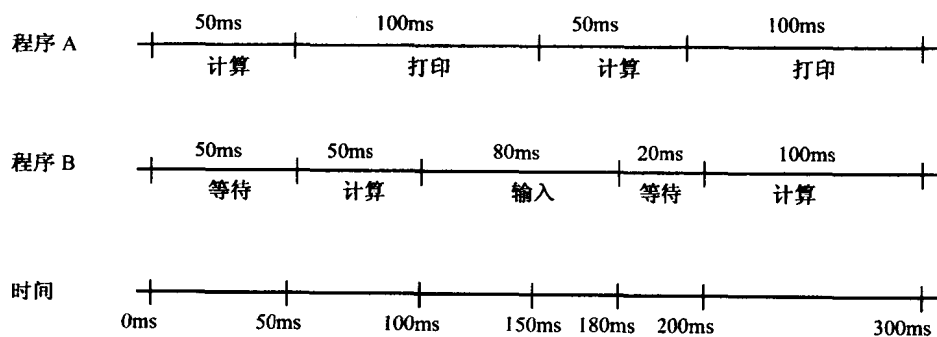


图 1.1 工作情况示意图

(2) CPU 有空闲等待, 它发生在 100~150 ms 时间段内, 此时间段内程序 A 与程序 B 都在进行 I/O 操作。

(3) 程序 A 无等待现象, 程序 B 在 0~50 ms 时间段与 180~200 ms 时间段内有等待现象。

工作情况的另一种描述形式如图 1.2 所示。

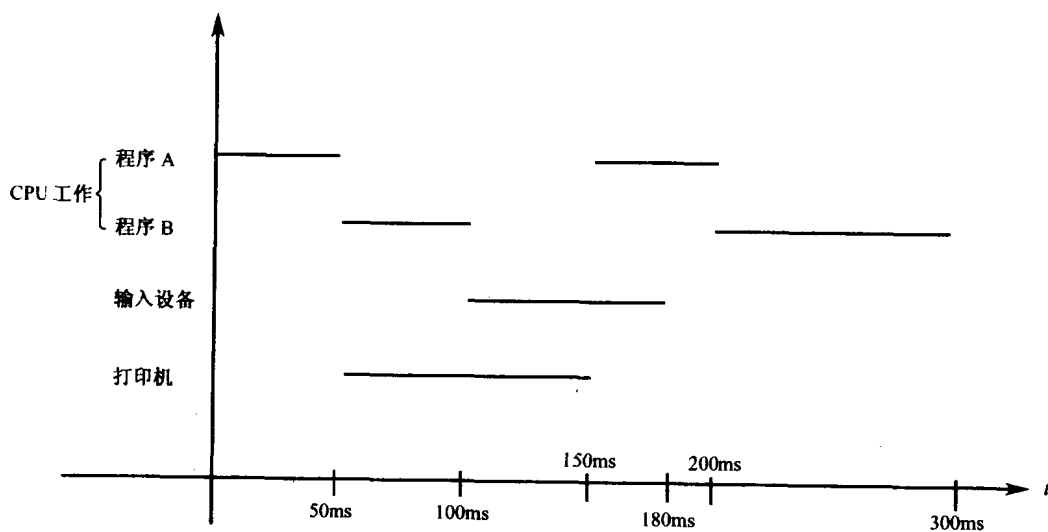


图 1.2 工作情况示意图

第二章 进 程 管 理

2.1 本章内容概述

2.1.1 引言

通常把用户提交的程序和控制步骤一起称为作业，当作业的程序进入内存后称为进程。处理机管理分为作业管理和进程管理两个阶段。

作业调度是分配处理机工作的准备阶段，主要是分配内存和建立进程。进程管理的主要功能是把处理机分配给进程以及协调各个进程之间的相互关系。它由进程调度程序和交通控制程序两部分内容组成。

进程通常具有三种状态：运行状态（正在使用 CPU）、阻塞状态（等待输入/输出）和就绪状态（等待分配 CPU）。

2.1.2 进程的引入和定义

引入进程的原因：为了从变化的角度，动态地分析研究这些可以并发执行的程序段，引入进程的概念。

进程是指程序在一个数据集合上运行的过程；是系统进行资源分配和调度运行的一个独立单位；有时也称为活动或任务。

进程的特性有两个：一是活动性，二是并发性。

进程通常分为两类，一类是系统进程，另一类是用户进程。它们的区别是：

(1) 系统进程是操作系统用来管理系统资源并行活动的并发程序；用户进程是可以独立执行的用户程序段，它是整个操作系统服务的对象，是系统资源的实际享有者。

(2) 系统进程之间的关系由操作系统自己负责；用户进程之间的关系主要由用户自己负责。

(3) 系统进程直接管理有关的软、硬资源；用户进程只能间接地和系统资源发生关系。

(4) 在进程调度中，系统进程的优先级高于用户进程。

进程与程序的区别：

(1) 动态性和静态性。

(2) 从结构上看每个进程，其实体都是由程序段和相应的数据段两部分构成的，这一特征与程序的含义相近。

(3) 一个进程可以涉及到一个或几个程序的执行；反之，同一程序也可以对应多个进程，即同一程序段可以在不同数据集合上运行，可构成不同的进程。

(4) 并发性。进程能真实地描述并发执行，而程序就不具有这种明显的特征，它只是指令的集合。

(5) 进程具有创建其他进程的功能。

(6) 操作系统中的每一个程序都是在一个进程现场中运行的。实际上, 进程是一个虚拟机, 它为用户规定地址空间和逻辑资源。所谓虚拟机, 即逻辑机, 指的是一个概念上的环境。在这样一个环境中, 程序所看到的机器界面在实际硬件中或许存在或许不存在。

2.1.3 进程的状态和进程控制块

我们从进程管理的角度出发, 将进程划分成运行、阻塞、就绪三种基本状态。

运行状态: 进程正在处理机上运行的状态, 该进程已获得必要的资源, 也获得了处理机, 其程序正在处理机上执行。

阻塞状态: 进程等待某种事件完成 (例如, 等待输入/输出操作的完成) 而暂时不能运行的状态。处于该状态的进程不能参加竞争处理机, 此时, 即便处理机空闲, 此状态下的进程也不能运行, 因为它等待的事件还未完成, 所以还谈不上为它分配处理机。

就绪状态: 该进程运行所需的一切条件都得到满足, 但因处理机个数少于进程个数, 该进程仍在等待分配处理机, 一旦获得处理机就立即投入运行, 所以就绪状态是进程等待处理机的状态。

基本状态会依一定条件而相互转化:

- (1) 就绪→运行, 由于处理机调度;
- (2) 运行→就绪, 由于时间片用完;
- (3) 运行→阻塞, 由于请求某种事件发生;
- (4) 阻塞→就绪, 由于等待的事件已经发生。

进程表示为程序段、私有数据块和进程控制块。进程控制块是一个与动态过程相联系的数据结构, 记载了进程的外部特性 (名字、状态等) 以及与其他进程的联系 (通信关系), 还记录了进程所拥有的各种资源。进程控制块是进程存在的标志。

2.1.4 进程控制

原语通常由若干条指令所组成, 用来实现某个特定的原子操作。通过一段不可分割的或不可中断的程序实现其功能。引进原语的主要目的是为了实现在进程的通信和控制。

进程控制原语有: 创建原语、撤销原语、阻塞原语、唤醒原语等。

线程是被系统独立调度的基本单位。

线程与进程的比较:

(1) 在引入线程的操作系统中, 把线程作为调度和分派处理机的基本单位, 而把进程作为资源拥有的基本单位。

(2) 不仅进程之间可以并发执行, 而且在一个进程中的多个线程之间, 亦可并发执行, 因而使操作系统的并发性加强。

(3) 线程自己不拥有系统资源 (也有一点必不可少的资源), 但它可以访问其隶属进程的资源。

(4) 在创建或撤销进程时, 操作系统所付出的开销将显著地大于在创建或撤销线程时的开销。

线程可分成两类：一类是内核级线程，另一类是用户级线程。它们的比较如下：

(1) 线程在调度和切换上所花费的开销要比进程小得多。

(2) 当传统的用户进程调用一个系统调用时，该进程要由用户态进入核心态。当内核完成系统调用而返回时，该进程才从核心态回到用户态，继续执行。当一个用户级线程调用一个系统调用时，内核把系统调用只看做是该线程的行为，因而只有该线程进入核心态，而该线程所属的进程以及该进程中的其他线程仍然在用户态中。

(3) 对于只设置了用户级线程的系统，调度是以进程为单位进行的。对于设置了内核支持线程的系统，其调度是以线程为单位进行的。

2.1.5 进程调度

进程调度的主要问题就是采用某种算法合理有效地把处理机分配给进程，其调度算法应尽可能提高资源的利用率，减少处理机的空闲时间。

进程调度程序的主要职能有：

- ① 记录系统中所有进程的有关情况；
- ② 确定分配处理机的原则；
- ③ 分配处理机给进程；
- ④ 从进程收回处理机。

常用的进程调度算法有：先来先服务、优先数法、简单轮转法、分级轮转法等。

2.1.6 进程通信

进程之间并发执行，相互制约和通信。为了支持并发执行，我们为每个进程建立一个进程控制块，用它记录进程自己的运行环境。进程之间相互制约是由于进程之间竞争资源或者等待其他进程提供某种通信信息。

临界资源：指那些在同一时间内只允许一个进程访问的资源。

进程互斥：指进程之间排他性地访问某种资源。例如：两个并行的进程 A 和 B，如果当 A 进行某个操作时，B 不能做这一操作，进程间的这种限制条件称为进程互斥。

进程同步：指进程之间的一种必须互相合作的协同工作关系和一种时序上的有先后的等待关系。例如：两个并行的进程 A 和 B，如果进程 A 在某一指定点上能继续执行的话，则要求进程 B 一定要先做某一件事，否则，进程 A 必须等待，直到进程 B 先做的那件事发生后 A 方可继续执行。

信号量：只允许由 P/V 操作进行访问和修改的数据结构。

P 操作定义：

- P (S): 1. $S := S - 1$;
2. 如果 $S < 0$, 阻塞当前进程;
 3. 如果 $S \geq 0$, 继续执行当前进程。

- V (S): 1. $S := S + 1$;
2. 如果 $S \leq 0$, 释放阻塞在 S 上的进程，继续执行当前进程;
 3. 如果 $S > 0$, 继续执行当前进程。

通信原语是实现进程间的同步与互斥的一种工具。通常把开锁和关锁、P 操作和 V