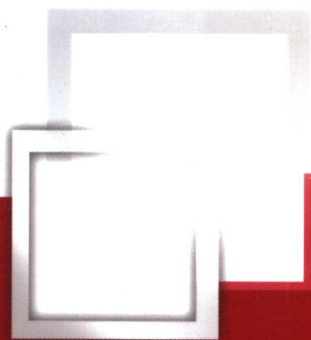


JISUANJI CAOZUO XITONG XITI JIEDA YU SHIYAN ZHIDAO



计算机操作系统 习题解答与实验指导

许曰滨 孙英华 赵毅 张慧敏 编



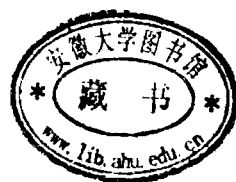
北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

计算机操作系统

习题解答与实验指导

许曰滨 孙英华 赵毅 张慧敏 编

北京邮电大学出版社
·北京·



内 容 简 介

本书为计算机操作系统习题解答与实验指导书,内容包括《计算机操作系统》教材中的各章节习题分析与解答,计算机操作系统的6个实验,及100道关于操作系统课程的考研试题参考答案。

本书可作为《计算机操作系统》(北京邮电大学出版社,2007)的配套教材使用,也可作为学生考研冲刺教材或计算机爱好者的自学读物。

图书在版编目(CIP)数据

计算机操作系统习题解答与实验指导/许曰滨等编. —北京:北京邮电大学出版社,2007.4

ISBN 978-7-5635-1426-7

I. 计… II. 许… III. 操作系统—高等学校—教学参考资料 IV. TP316

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第027496号

书 名: 计算机操作系统习题解答与实验指导

作 者: 许曰滨 孙英华 赵毅 张慧敏

责任编辑: 王晓丹

出版发行: 北京邮电大学出版社

社 址: 北京市海淀区西土城路10号(邮编:100876)

北方营销中心: 电话: 010-62282185 传真: 010-62283578

南方营销中心: 电话: 010-62282902 传真: 010-62282735

E-mail: publish@bupt.edu.cn

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京市梦宇印务有限公司

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16

印 张: 11.5

字 数: 276千字

版 次: 2007年5月第1版 2007年5月第1次印刷

ISBN 978-7-5635-1426-7/TP·279

定 价: 18.00元

· 如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社营销中心联系 ·

前 言

为了帮助计算机专业学生学习操作系统课程,更好地掌握计算机系统资源管理的基本原理和概念,按照操作系统教学大纲要求,结合《计算机操作系统》(许曰滨等,北京邮电大学出版社,2007年)一书编写了这本习题解答与实验指导教材。

本书共分为以下3部分。

第1部分:习题解答。书中针对《计算机操作系统》教材中的各章节习题,本着突出重点、针对性强的原则,逐一进行分析并给出了参考答案,目的是启发读者掌握正确的分析思路和解题方法。

第2部分:实验指导。书中共列出6个实验题。第1个是“gcc和gdb的使用”,第2个是“进程管理”,第3个是“进程通信”,第4个是“内存管理”,第5个是“设备管理”,第6个是“文件系统”。每个实验都给出实验要求、实验内容、实验预备知识和设计参考等内容。

第3部分:综合练习。包括100个题目,分为填空题、选择题、问答题、应用题等题型。全部练习题均选自近年来部分高等学校研究生入学考试试卷,以供考研同学复习操作系统课程时参考。其中,每个练习题都给出了具体的分析和解决方法。考生通过这部分的练习和自我检测,可为考研打下较深的基础。

本书编写过程中曾得到李媛媛、曲绍云、胡珊珊、宋术群、车小雪、崔海、鞠文广等硕士生的大力协助,部分练习题由他们搜集整理,并做出解答。在此谨表感谢。

因作者水平所限,书中难免有错误和遗漏,恳请读者予以批评指正。

编者
2006年12月

目 录

上篇 习题解答

第 1 章	绪论	3
第 2 章	作业管理	8
第 3 章	进程管理	15
第 4 章	并发性	21
第 5 章	存储器管理	35
第 6 章	虚拟存储器	42
第 7 章	设备管理	48
第 8 章	文件系统	56
第 9 章	分布式系统	64
第 10 章	安全	66

下篇 实验指导

实验一	gcc 和 gdb 的使用	69
实验二	进程管理	75
实验三	进程通信	90
实验四	内存管理	100
实验五	设备管理	107
实验六	文件系统实验	112

附录

综合练习	119
------	-----

上篇 习题解答



第 1 章 绪 论

1.1 什么是操作系统？

答：操作系统，是管理计算机系统内全部资源的程序模块和数据集合的总称。它作为用户和计算机硬件之间的连接软件，主要是响应应用程序的各种要求，解决各种要求之间的矛盾，使系统的利用率提高，以使用户能够简单而高效地使用计算机。

1.2 判断下列说法哪些是正确的，哪些是错误的。

- (A) 操作系统是伴随着计算机的诞生而诞生的。
- (B) 早期的计算机上没有操作系统，通常按“人工操作方式”来控制计算机运行。
- (C) 单道批处理系统的运行过程中必须让操作人员干预。
- (D) “交互性”指的是运行中的程序与用户的会话能力。

(E) 在单道批处理系统中，整个内存只用来存放一个用户程序，只有多任务操作系统中才划分出一部分空间用来存放管理程序。

答：(A)错误。(B)正确。(C)错误，一个功能完善的单道批处理系统不必操作人员过多干预。(D)正确。(E)错误，单道系统中也需要划分出系统区专门存放操作系统。

1.3 计算机系统中有哪几种 I/O 控制方式？它们各自有哪些特点？

答：有以下 5 种 I/O 控制方式：

① 早期的系统中不配置特别的 I/O 机制，由处理机直接控制外部设备，进行输入/输出操作。

② 为了使处理机从物理设备的具体细节中分离出来，每一台外部设备上都配置了控制器装置，具体实施物理设备的传输控制。计算机只要将输入/输出命令下达给设备控制器就可以了。

③ 后来，系统中采用了中断机制，处理机可以不需要花费大量时间去等待低速 I/O 操作。中断机制的使用大大提高了系统的并行处理能力。

④ 再往后，系统配置了可直接存储器访问控制方式，即 DMA 方式，使数据输入/输出效率进一步提高。

⑤ 在系统结构的发展中，又出现了通道控制的 I/O 机制。计算机可以将 I/O 操作交给通道设备去控制完成。

1.4 单道批处理系统的特点是什么？

答：单道批处理系统的特点可概括为以下 4 方面：

① 系统中装有高级语言翻译程序，程序设计人员可以用更直观易懂的语言编写程序。

② 这也同时意味着程序设计人员可以摆脱计算机上的操作，将自己的程序交给计算机站的操作员就可以了。

③ 应用程序在监控程序的管理下，一个接一个地自动切换运行，基本上不需要人工

干预。

④ 内存中除了存储用户的应用程序外,还要驻留监控程序,存储空间划分为系统区和用户区。

1.5 根据自己的理解,说明操作系统与硬件和应用软件的关系如何。

答:应用软件是运行于 OS 之上的软件。操作系统与硬件的关系可分为以下 6 方面:

① 从目前情况看,操作系统是计算机硬件上必备的系统软件。

② 操作系统运行需要硬件支持。操作系统的性能发挥受硬件的影响很大,比如内存的容量直接影响运行的速度。

③ 计算机硬件的功能是操作系统提供给用户的。

④ 操作系统的发展与计算机硬件的发展紧密相关。

⑤ 一种操作系统只能运行于特定种类的计算机硬件上。

⑥ 一台计算机硬件上可以装有多种操作系统。

1.6 试比较单道批处理系统与多道批处理系统的特点。

答:① 单道批处理系统的特点为:自动性、顺序性、单道性。其优点有:系统实现简单。缺点有:资源利用率不高、平均周转时间长、系统无交互能力。

② 多道批处理系统的特点为:自动性、多道性。其优点有:资源利用率高、系统吞吐量大。缺点有:平均周转时间长、系统无交互能力。

1.7 在一个采用单道批处理方式的计算机系统中,某时刻提交了一个作业。该作业的运行规律是反复不断地执行下列 3 个步骤:

(A) 利用 CPU 进行 5 分钟计算;

(B) 利用打印机进行 10 分钟的结果输出;

(C) 利用绘图仪进行 20 分钟的图形输出。

请计算系统在执行该作业期间的 CPU 利用率是多少? 打印机和绘图仪的利用率分别是多少?

答:该作业以一种流水线方式运行,一个流水线的周期是 35 分钟,共分 3 阶段:计算、打印、绘图。CPU 的利用率是 $5/35$,打印机的利用率是 $10/35$,绘图仪的利用率是 $20/35$ 。

1.8 为什么要引入实时系统? 目前有哪几种类型的实时操作系统?

答:① 实时控制。当把计算机用于过程控制时,系统要求能及时采集现场数据,并能够在极其短的时间里产生控制信号输出。

② 实时信息处理。在计算机用于信息处理的领域中,计算机应当能够及时接收终端传送来的服务请求,根据用户命令对系统内存储的信息进行检索和处理,并在很短时间里给用户做出回答。

③ 实时系统可分为 3 种处理类型:过程控制、指令控制、询问响应。

1.9 从交互性、及时性和可靠性方面,将分时系统与实时系统进行比较。

答:从下面 3 方面进行比较:

① 交互性。分时系统能以交互方式向用户提供数据处理、资源共享等服务;实时信息处理系统的交互作用仅限于访问系统中某些特定的专用服务程序。

② 及时性。分时系统和实时信息处理系统都能以人所能接受的等待时间来确定;而实

时控制系统则以控制对象所要求的开始截止时间或完成截止时间来确定。

③ 可靠性。分时系统要求的可靠性不太高;实时系统要求的可靠性高,往往采用多级容错措施,以保证系统的安全。

1.10 从操作系统角度看,计算机系统应包含哪些资源?

答:计算机系统应包含两大类资源:硬件资源和软件资源。

- ① 硬件资源主要指的是处理机、内存、外设、外存等。
- ② 软件资源主要包括操作系统及各类工具软件和应用软件。

1.11 比较几种处理方式的性能,填入下表中。

答:

(第 1.11 题的表格)

处理类型	单道批处理	多道批处理	分时处理	实时处理
CPU 利用率	低	高	高	高
内存利用率	低	高	高	高
设备利用率	低	高	高	高
CPU 与外设的并行性	差	好	好	好
交互性	差	差	好	较好
响应速度	差	差	较好	好

1.12 内存管理有哪些主要功能?

答:内存管理的主要功能有 4 个方面:

- ① 内存空间分配。为程序分配内存空间,使它们各得其所,提高内存利用率,以减少不可用的内存空间,允许正在运算的程序申请附加的内存空间,以适应程序和数据的动态增长。
- ② 存储数据保护。确保每道用户程序都在自己的内存空间中运行,互不干扰。
- ③ 内存地址映射。将用户地址空间中的逻辑地址转换为内存地址空间中的物理地址。
- ④ 内存空间扩充。利用虚拟存储技术,从逻辑上扩充存储空间的容量,使用户所感觉到的内存容量比实际内存容量大得多。常用的虚拟技术有:请求调入功能和置换功能。

1.13 设备管理有哪些主要功能?

答:设备管理的主要功能有 4 个方面:

- ① 缓冲管理。管理好各种类型的缓冲区,以缓和 CPU 和 I/O 之间的速度不匹配问题,最终达到提高 CPU 和外设的利用率,提高系统吞吐量的目的。
- ② 设备分配。根据用户的请求分配其所需的设备、关联的设备控制器和通道。
- ③ 设备处理。实现 CPU 和设备控制器之间的通信。即由 CPU 向设备控制器发出 I/O 指令,要求它完成指定的 I/O 操作,并能接收由设备控制器发来的中断请求,给予及时响应和处理。
- ④ 设备独立性和虚拟设备管理。让用户编制的应用程序与系统中实际的物理设备无关(即设备独立性),以及将只能允许一个进程使用的设备改造成为可供多个进程共享的设备。

1.14 文件管理有哪些主要功能?

答: 文件管理的主要功能有 4 个方面:

① 外存空间管理。为每个文件分配必要的外存空间,提高外存的利用率,并有助于提高文件系统的工作效率。

② 目录管理。为每个文件建立目录项,并对众多的目录项加以有效地组织,以实现方便的按名存取操作。

③ 文件读/写管理。根据用户请求,从外存中读取数据,或将数据写入外存。为此,系统首先需要根据文件名去查询文件目录,从中得到文件的外存地址;然后利用读/写指针对文件实现读/写;当读/写完成后,再修改指针为下一次读/写作准备。

④ 存取权限控制。防止未经核准的用户访问文件;防止冒名顶替存取文件;防止以不正确的方式访问文件。

1.15 什么是原语? 操作系统中为什么要将一部分程序设置为原语?

答: 原语是一些可被调用的公用小程序,它们各自完成一个规定的操作。其特点是:①它们处于操作系统的最底层,是最接近硬件的部分;②这些程序的运行具有原子性——其操作只能一气呵成(这主要是从系统安全性和便于管理考虑的);③这些程序的运行时间都较短,并且频繁被调用。通常把具有这些特点的程序称为原语(Atomic Operation)。定义原语的直接方法是屏蔽中断,让它的所有动作不可分隔地运行完再开放中断。系统中的设备驱动、进程控制、进程通信等功能中的部分操作都可定义为原语,使它们成为内核的组成部分。设置成原语的目的是使它们能快速处理,不至于因中断造成系统混乱。

1.16 某操作系统中有下面列出的一些功能程序,你认为哪些适合放入内核中,哪些不适合放入?

- | | |
|-------------------|-----------------|
| (A) 代码加载程序和代码卸出程序 | (B) 时钟中断处理程序 |
| (C) 键盘中断处理程序 | (D) 键盘命令解释程序 |
| (E) 内存空间分配和回收程序 | (F) 外存空间分配和回收程序 |
| (G) 进程控制与进程调度原语 | (H) 磁盘文件检索程序 |
| (I) 处理机闲逛程序 | (J) 设备分配与回收程序 |
| (K) 磁盘扫描与格式化程序 | (L) 数据通信的协议转换程序 |

答: (A) 适合。(B) 适合。(C) 适合。(D) 适合。(E) 适合。(F) 不适合。(G) 适合。(H) 不适合。(I) 适合。(J) 适合。(K) 不适合。(L) 不适合。

1.17 一个通用的操作系统应具有哪几个特征?

答: 通用操作系统应具有 4 大特征:并发性、共享性、虚拟性、不确定性。操作系统的最基本特征因系统而异:批处理系统具有成批处理的特征;分时系统具有交互性的特征;实时系统具有实时特征。

1.18 阅读下面的句子,选择适当的内容填空。

(A) 在一个_____ (单道,多道)批处理系统中,内存中同时驻有多个进程,它们以轮流方式使用 CPU 和计算机的其他资源。

(B) 多个进程同时运行于多台处理机上,是一种_____ (并行,并发)处理方式。

(C) 新提交的作业都被存放于_____ (外存,内存)之中。这些作业被排成队列后,存

放在_____ (作业池,输入井)中。

(D) 驻留在_____ (内存,引导扇区)中的操作系统引导程序进入内存投入运行,负责将操作系统的核心部分加载到内存中,并将控制权交给内核。

答:(A) 多道。(B) 并行。(C) 外存,作业池。(D) 引导扇区。

1.19 是什么原因使操作系统具有不确定性?

答:这一特性是并发性和共享性的必然结果。由于系统内的进程很多,每个进程所引发的事件都不是预先安排的,因此,进程的推进速度是不可预知的。即并发进程所处的状态是不确定的。从另一方面说,为了达到进程的并发和共享,操作系统应及时、准确地响应各个进程的需求。由于它们的推进速度不可预知,因而它们在某一时刻的资源拥有情况和系统资源的共享情况也是不确定的。

1.20 简述计算机系统的启动过程。

答:计算机在接通电源,让电源接通瞬间的第一个电脉冲,控制 CPU 执行只读存储器 (ROM) 中的一个称为 BIOS 的程序模块。该模块中的“硬件诊断程序”投入运行,检查硬件配置和设备状态,并在屏幕上显示内存容量和各个设备的连接情况。其次,诊断程序运行结束后,该程序再将外存储器上的“操作系统引导程序”读入内存。应当指出,这是一段很小的程序,通常放在外存的低端地址,比如磁盘的 0 扇区(通常称为引导扇区)上。由于一个扇区的容量较小,放不下太多的代码,因此引导程序的功能非常有限。最后,让刚被装入的引导程序立即投入运行,把操作系统的内核部分一一装入内存中,并将 CPU 控制权交给内核。内核运行起来,做一些必要的初始化工作,比如,内存分区、建立链表、创建必须的系统进程等。系统安排停当后显示系统提示符,并执行“CPU 闲逛”程序,等待用户到来。

第2章 作业管理

2.1 什么是作业？作业有哪几种类型？

答：作业是用户提交给计算机的一个计算任务，内容包括：用户用某种计算机语言编写的源程序，作业运行所需的初始数据，以及控制作业运行的命令等。

作业的类型包括：

(1) 批处理型作业。这是巨型机和大型服务器上主要处理的一类作业。这些作业的运行时间一般都比较长。用户将自己的作业通过与主机相连的前端机——工作站或PC机——提交给系统，系统将所有作业组织成一个作业流，然后对它们逐一进行控制和调度。

(2) 交互型作业。如果一个作业是通过交互方式启动的，比如说，通过鼠标或键盘启动，则该作业称为交互型作业。各用户可以独占一台终端机，对自己的作业实施交互控制。这类作业有：电脑游戏软件、计算机辅助设计程序、虚拟现实系统等。另外，交互型作业特别适合于对程序的动态调试：边改动程序，边观看运行结果。

(3) 实时型作业。这是一类适合于特定应用场合的作业。

2.2 实时作业按响应时间的类型划分，可分为哪几种类型？

答：(1) 时间要求苛刻型的实时作业：响应时间一般在微秒量级，有的甚至更小。

(2) 普通型的实时作业：响应时间一般为毫秒量级。响应快的不小于0.1 ms，慢的不高于数百毫秒。

(3) 时间要求宽松型的实时作业：响应时间一般为秒量级。

2.3 判断下列句子中哪些是错误的，并说明为什么。

(A) 作业控制方式主要有两种：脱机作业控制方式和联机作业控制方式。

(B) 脱机作业控制又称为“批作业”控制。在这种处理方式中，作业提交时必须同时向系统提交用作业控制语言书写的作业说明书。作业提交以后被存放在外存的作业池中。

(C) 联机作业控制是分时系统中使用的一种控制方式。作业是以交互方式控制的。

(D) 联机作业控制又称为“交互”控制，作业提交时虽然不需要有作业说明书，但是也要将作业存放在作业池中。

答：(A) 对。(B) 对。(C) 对。(D) 错，许多联机作业用户直接通过终端命令来调用系统的功能，比如显示磁盘文件目录等。在这种作业控制方式中，用户可以不预先建立后备作业。

2.4 什么是作业控制语言？

答：作业控制语言是由一组作业控制命令组成的集合，专门用于批处理系统。其中，每一条作业控制命令给出作业的一条说明。用户在提交自己的作业时，一般要同时提交一份关于作业的说明书。它是一个说明如何运行作业的文件，其中的每一项说明都是作业控制语言(JCL, Job Control Language)的一条命令。作业说明书中的内容有作业步的定义、程序和数据的说明等。

2.5 试说明常见的操作系统接口有哪几种。

答：操作系统常见的接口有 3 种：

- ① 脱机命令接口——适用于批处理系统的作业控制语言接口。
- ② 联机命令接口——适用于分时或实时系统的接口。
- ③ 程序级接口——适用于应用程序中的功能调用接口。

2.6 通常，操作系统中提供的操作命令有哪些种类？

答：操作命令功能和格式差别很大。从功能上说，大体可分为以下几种：

(1) 系统访问类。这类命令允许用户通过登录进入系统，使用完毕时退出等。比如，login 命令、logoff 命令及 password 命令等。

(2) 磁盘操作类。超级用户可通过这类命令进行磁盘管理，而对普通终端用户来说，这类命令一般只限于在自己定义的磁盘上使用。常用的命令有：磁盘内容备份和恢复、磁盘初始化、比较两个磁盘的内容等。

(3) 目录和文件操作类。用户在外存上建立的目录和文件，可以在访问权限许可的情况下用此类命令进行操作(有关目录和文件的内容将在文件管理一章中介绍)。常用的目录操作命令有：建立目录、显示目录、删除目录、指定当前目录等。文件操作命令有：文件拷贝、文件显示、文件命名、文件移动、文件删除等。

(4) 编辑、编译和程序运行类。编辑命令允许用户将程序或数据通过此类命令进行编辑，并以文件的形式存储于外存中。编译命令是将用户编制的源程序编译成目标程序的一组命令。当一个可执行的程序以文件的形式存储于外存上时，运行类命令可以将其调入内存并启动运行。

(5) 辅助命令类。系统还提供一些辅助命令。比如，查询系统的某些信息、数据通信、管道操作、启动批处理、输入/输出重定向等命令。

(6) 专用命令类。这是专门由系统管理员使用的一类命令，允许查看系统内各作业的运行状态、管理系统时钟、建立或修改系统时间、询问各作业的运行时间、占用的内存容量、外存上各扇区的存储情况及剩余空间等。另外，允许超级用户对系统的某些功能进行启动和关闭、管理普通用户和用户组、向普通用户发布消息、系统故障检测与恢复等。这些命令只能在计算机的控制台上发出，以便指挥系统的运行。

2.7 什么是系统调用命令？常用的系统调用命令有哪些？

答：系统调用命令又称访管指令，是操作系统提供给用户的程序级接口，通过该接口，用户程序可以调用系统的底层程序模块，完成一些繁琐的操作。

系统调用命令通常可分为以下 4 类。

(1) 进程控制类。这是用于控制进程的一类系统调用。其中包括创建进程(fork)、结束进程(exit)、运行等待(wait)、文件执行(exec)等。

(2) 文件操作类。对磁盘文件进行访问的系统调用有：创建文件(creat)、打开文件(open)、读文件(read)、写文件(write)、关闭文件(close)等。

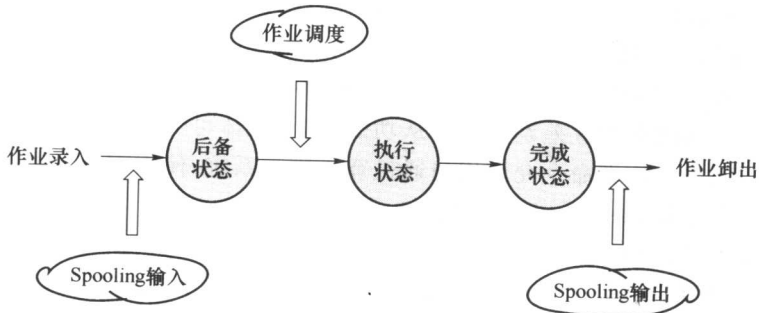
(3) 进程通信类。进程通信用的系统调用有：创建消息队列(msgget)、发送消息(msgsend)、接收消息(msgrcv)等。

(4) 信息维护类。此类系统调用包括：系统时间设置(stime)、获取系统时间(time)、进程使用 CPU 时间(times)、文件访问和修改时间(utime)、系统名称(uname)等。



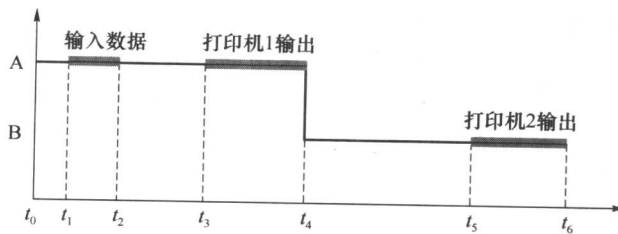
2.8 作业有哪几种状态？请画出作业的状态转换图。

答：作业有 3 种状态，分别表示为：“后备状态”、“执行状态”和“完成状态”。作业状态的转换图如下：



2.9 有两个作业 A 和 B 提交到一台计算机系统上运行，它们的运行轨迹如下图所示。其中，A 的运行安排是先运行 10 分钟，然后等待 20 分钟输入数据，再运行 30 分钟，最后打印结果 30 分钟。B 是先运行 1 小时，再打印结果 30 分钟。看图并请回答下列问题：

- (1) 该计算机系统采用何种作业处理方式？何种 I/O 方式？
- (2) 在 A 和 B 的运行期间，CPU 的利用率为多少？
- (3) 这种 I/O 方式有何弊端？你认为应如何解决？
- (4) 如果系统采用假脱机 I/O 方式，且支持多道批处理。请画出 A 和 B 并发运行的轨迹，并计算 CPU 的利用率。



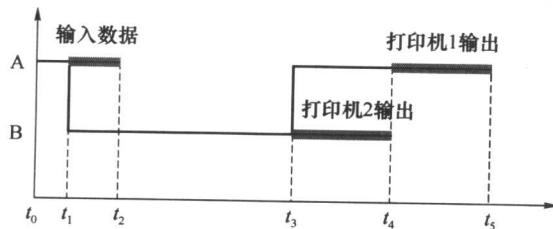
(第 2.9 题的插图)

答：(1) 单道批处理方式，及联机 I/O 方式。

(2) CPU 的利用率为 100/180。

(3) CPU 利用率较低，可采用多道批处理方式。

(4) 多道批处理及假脱机 I/O 系统的运行轨迹如下图。CPU 利用率为 100/130。



2.10 何谓脱机 I/O 和联机 I/O?

答: ① 脱机 I/O 是 20 世纪 50 年代末出现的一项计算机输入/输出技术。在支持这项技术的计算机体系结构中引入一台“外围机”专门处理 I/O 事务,让计算机的运算与数据 I/O 处理完全分离进行。这样,既提高了 I/O 速度,又减少了 CPU 的等待时间。

② 在联机 I/O 技术中不设置外围机,所有输入/输出工作都在计算机的控制下完成。这样,可使计算机的结构简化,减少了硬件的成本,同时也减少了操作人员的干预。到 20 世纪 60 年代中期,随着大容量外存的出现,又提出一种称做“假脱机 I/O”的技术,使 I/O 速度得到提高,并减少了 CPU 的等待时间。

2.11 作业调度的时机有哪些?

答: 调度一个作业的时机有以下 3 种:

(1) 一个作业完成后。当一个作业运行结束,内存中活跃的进程数量必然减少了。为了不至于降低处理机的利用率,操作系统需要保持内存中足量的进程。因此,有必要调度一个外存上的后备作业,使它投入执行。

(2) 有新作业提交。如果系统中的作业数量尚未使系统达到饱和状态,处理机仍有一些闲置时间,若此时有新作业提交,系统在确认当前内存的道数不足的情况下,可立即调度新作业,使它执行。

(3) 处理机利用率较低。如果内存中的进程多为 I/O 型的,它们的计算任务不足以让 CPU 忙碌起来。那么,系统可将部分等待 I/O 的进程挂起来,而后调度外存上的计算型进程,投入内存执行。

2.12 请说出常用的作业调度算法有哪几种,并简要说明各算法的原理。

答: 常用算法有: 先来先服务 (FCFS) 算法、最短作业优先 (SJF) 算法、最高优先级 (HPF) 算法和最高响应比优先 (HRF) 算法。

① FCFS (First Come First Served) 算法是一种对长作业比较有利的算法, FCFS 指的是, 哪一个作业先提交给系统, 就先运行哪一个作业。

② SJF (Shortest Job First) 算法是为了让作业的平均周转时间降下来, 提高单位时间内的作业吞吐量采用的一种算法。系统的作业调度可优先选择短的作业, 以充分照顾到短作业用户的利益。该算法每次调用, 总是从后备作业队列中选择一个运行时间长度最短的作业, 使它投入运行。

③ HPF (Highest Priority First) 算法是基于作业运行紧迫性的一种调度方案。当一个作业进入系统, 用户赋予一个优先级之后, 便作为后备作业开始被系统调度。调度程序每次总是选择后备作业中优先级最高的作业, 使它运行。

④ HRF (Highest Response First) 是一种折中算法, 是为了克服上述两种算法的不足之处而提出来的。它既考虑到作业进入系统的先后次序, 又顾及到作业的运行长度。

2.13 假如一个采用 HPF 算法的多道批处理系统中收到 6 个作业, 它们的优先数及对存储器的需求如下表所示 (设高优先级作业有较高的优先数)。若系统配置的内存空间为 1 MB, 其中有 640 KB 供用户程序使用, 余者供操作系统使用。请写出这些作业的调度顺序如何? (提示: 作业调度算法都要受到系统中可用资源的制约)



(第 2.13 题的表格)

作业号	提交时刻	CPU 时间	存储器需求	优先数
1	0.0	1.0	100 KB	1
2	0.5	1.0	500 KB	2
3	1.0	0.5	60 KB	3
4	1.5	2.0	200 KB	3
5	2.0	0.2	110 KB	1
6	2.5	0.1	150 KB	2

答：调度顺序为：J3、J4、J6、J1、J5、J2。

2.14 请说明衡量作业调度性能的准则有哪些？

答：系统吞吐量大、处理机利用率高、资源均衡利用、对短作业优惠、优先权有保证、响应时间有保证、截止时间有保证。

2.15 有 5 个作业 A、B、C、D、E，它们几乎同时到达，预计它们的运行时间为 10 min，6 min，2 min，4 min，8 min。其优先级分别为 3，5，2，1 和 4，这里 5 为最高优先级。对于下列每一种调度算法，计算其平均进程周转时间（进程切换开销可不考虑）。

- ① FCFS 算法（到达次序按 A、B、C、D、E 次序）
- ② SJF 算法
- ③ HPF 算法
- ④ HRF 算法

答：① 此处仅给出 FCFS 和 HPF 的周转时间，其他可参照处理。采用先来先服务（FCFS）调度算法时，5 个任务在系统中的执行顺序、完成时间及周转时间如下表所示。

执行次序	运行时间/min	优先数	等待时间/min	周转时间/min
A	10	3	0	10
B	6	5	10	16
C	2	2	16	18
D	4	1	18	22
E	8	4	22	30

根据表中的计算结果，5 个进程的平均周转时间

$$T = (10 + 16 + 18 + 22 + 30) / 5 = 19.2 \text{ min}$$

② 采用最高优先级调度（HPF）算法时，5 个任务在系统中的执行顺序、完成时间及周转时间如下表所示。

执行次序	运行时间/min	优先数	等待时间/min	周转时间/min
B	6	5	0	6
E	8	4	6	14
A	10	3	14	24
C	2	2	24	26
D	1	1	26	27