

## 第 1 章 操作系统概论课后习题解答

1. 什么是操作系统？它有哪些基本功能与基本特征？

【解答】操作系统是一个软件系统，它控制和管理计算机系统内各种硬件和软件资源，提供用户与计算机系统之间的接口。

操作系统的功能有：

(1) 提供用户接口

为方便用户使用计算机系统，操作系统提供了用户接口。操作系统提供两个级别的接口：作业控制级接口（通常又称为命令接口）：提供一组命令供用户直接或间接控制自己的作业；程序级接口：提供一组系统调用供用户程序和其他系统程序调用。

(2) 管理计算机资源

计算机系统资源包括硬件资源和软件资源。硬件资源有：处理机、存储器、外部设备；软件资源有：程序和数据。现代计算机系统一般采用多任务并发执行方式，而且有的计算机系统由多个用户同时联机使用。这使得计算机的资源不是由一个程序在运行时独占使用，而是由多个并发运行的程序共享使用。如果由各并发运行的程序自己决定如何使用资源，则会各行其是，造成冲突，混乱，使系统无法顺利高效运行。因此，要有一个地位高于各应用程序之上的软件来进行自动的统的管理，这个软件就是操作系统。操作系统的目标之一就是统一管理分配计算机系统资源，在保证各并发执行的应用程序顺利运行的前提下提高资源利用率。包括处理机管理、存储器管理、设备管理、文件管理。

操作系统的特性有：

(1) 并发

在单处理机系统中，并发性是指宏观上有多道程序在同时运行，但在微观上是交替执行的。多道程序并发执行能提高资源利用率和系统吞吐量。

(2) 共享

共享是指计算机系统资源被多个并发任务共同使用。

(3) 异步

在多道程序系统中，多进程并发执行，但在微观上，进程是交替执行的，因此进程以“走走停停”的不连续方式运行。由于并发运行环境的复杂，每个进程在什么时候开始执行，何时暂停，以怎样的速度向前推进，多长时间完成，何时发生中断，都是不可预知的。我们称此种特征为异步性。

(4) 虚拟

在操作系统中，虚拟指的是通过某种技术把一个物理实体映射为多个逻辑实体，用户程序使用逻辑实体。逻辑实体是用户感觉上的实际不存在的事物。例如在分时系统中，虽然只有一个 CPU，但是在分时系统的管理下，每个终端用户都认为自己独占一台主机。此时，分时操作系统利用分时轮转策略把一台物理上的 CPU 虚拟为多台逻辑上的 CPU。

2. 操作系统发展的动力是什么？

【解答】推动操作系统发展的主要动力有：

- (1) 不断提高计算机资源利用率的需要。
- (2) 方便用户的需要。
- (3) 器件不断更新换代的需要。
- (4) 计算机体系结构不断发展的需要。

3. 批处理系统的目标是什么？

【解答】批处理系统旨在实现作业步之间以及作业之间的自动过渡，减少作业控制及作业过渡时的手工操作，从而提高计算机系统的工作效率。

4. 为什么要引入多道程序并发执行技术？

【解答】在单道批处理系统中任何时刻只有一道作业在内存中，在一道作业的运行过程中，输入输出和计算操作是串行的，因此导致 I/O 设备和 CPU 串行工作，从而导致总有空闲资源，在 I/O 设备工作时 CPU 空闲，在 CPU 工作（指进行计算工作）时 I/O 设备空闲。即使是在脱机批处理系统中，内存和输入输出磁带之间的数据传输与 CPU 的计算工作也是串行的。

为了进一步提高资源利用率，从而最终提高系统吞吐量（系统在单位时间内完成的总工作量），在 60 年代中期引入了多道程序并发执行技术，从而形成了多道批处理系统。多道程序并发执行的基本思想是：在内存中同时存放多道程序，在操作系统的控制下交替执行。在多道批处理系统中，用户提交的作业都先存放在外存中并排成一个队列，称为后备队列，然后由作业调度程序按一定的策略从后备队列中选择若干作业调入内存，使它们并发运行，从而共享系统中的各种资源，提高资源利用率，最终提高系统吞吐量。

5. 试分析单道与多道批处理系统的优缺点。

【解答】批处理系统实现了作业步之间以及作业之间的自动过渡，从而提高了计算机系统的工作效率。多道批处理系统使得 CPU 与外部设备并行工作，提高了资源利用率。但是批处理系统缺少人机交互，在作业运行过程中不能人工干预，使得用户不能灵活控制作业过程。

6. 为什么要引入分时操作系统？

【解答】多道批处理系统充分地提高了计算机资源利用率和系统吞吐量，但是它缺少人机交互能力，即用户把作业提交给计算机系统后，就完全脱离了自己的作业，不能干预作业的运行，因此不能及时修正作业运行过程中出现的错误，只有当作业运行结束后才能脱机修正错误，因此用户使用不方便。对一个程序员来说，每当他编写好一个程序时，都需要上机进行调试。由于新编写的程序难免有些错误或不当之处，因此希望能够进行人机交互以便能及时地修改错误，即用户希望可以随意干预、控制自己作业的运行流程。

因此，人们开发出交互式分时操作系统。在分时系统中，一台主机可以连接若干终端，每个用户可以通过终端与主机交互。用户可以方便地编辑和调试自己的程序，向系统发出各种控制命令，系统及时地响应用户的请求，输出计算结果以及出错、告警、提示信息。

7. 分时系统是怎样实现的？

【解答】在分时系统中，虽然若干用户通过各自的终端共享一台主机，但是在操作系统的管理下，每个用户都感觉自己在独占一台主机。分时系统采用的策略是：基于主机的高速运行，分时为终端用户服务。即主机按一定次序轮流为各终端用户服务，每个用户一次仅使用主机很短的一段时间（称为时间片，毫秒级），在分得的时间片内若用户没有完

成工作则暂时中断，将处理机分配给下一个用户。虽然在一个用户使用主机时其他用户处于等待状态，但是等待的时间很短，用户感觉不到，从而每个用户的各次请求都能得到快速响应，给每个用户的印象是：他独占一台计算机。

8. 实时操作系统应用在哪些场合？

【解答】实时系统应用于两个领域：

(1) 实时控制

当把计算机用于生产过程的控制，以形成以计算机为中心的控制系统时，系统要求能实时采集现场数据，并对所采集的数据进行及时处理，进而自动地控制相应的执行机构，使某些（个）参数（如温度、压力、方位等）能按预定的规律变化。类似地，也可将计算机用于武器的控制，如火炮的自动控制系统、飞机的自动驾驶系统，以及导弹的制导系统等。通常把要求进行实时控制的系统称为实时控制系统。

(2) 实时信息处理

通常，我们把要求对信息进行实时处理的系统，称为实时信息处理系统。该系统由一台或多台主机通过通信线路连接成百上千个远程终端，计算机接收从远程终端发来的服务请求，对数据进行检索和处理，并及时将结果反馈给用户。典型的实时信息处理系统有：飞机订票系统、情报检索系统。

9. 实时系统有哪些特点？

【解答】实时系统的特征：

(1) 及时性

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) 可靠性

由于实时系统的应用环境特殊，在实时系统中，任何软硬件故障都可能给系统带来严重的后果。必须采取相应的软硬件措施，以保证系统高度可靠。常用的硬件措施如采用双工机制，即准备两台功能相同的计算机，将其中一台作为主机，另一台作为后备机。后备机与主机并行工作，但不产生控制输出，若主机发生故障，后备机立即代替主机继续工作，保证系统不间断运行。

10. 操作系统的结构有哪些类型？分别阐述。

【解答】一般而言，操作系统有两种结构：层次结构、微内核结构。

(1) 层次结构

层次结构操作系统的设计思想是：按照操作系统各模块的功能和相互依存关系，把系统中的模块分为若干层次，其中任一层（除底层模块）都建立在它下面一层的基础上，每一层仅使用其下层所提供的服务。

(2) 微内核结构

微内核结构是 20 世纪 90 年代发展起来的。其基本思想是：把操作系统中的基本功能模块组织为微内核，其他功能模块尽量放到核外，通过调用微内核来实现。微内核结构是对传统内核的提炼，它有如下优点：

简化内核代码维护工作

建构灵活

安全性高

方便移植

11. 处理机管理有哪些主要功能？它们的主要任务是什么？

【解答】（1）处理机调度

要在单处理机系统中并发运行多道程序，必须按照一定策略对处理机进行调度，就像在一条铁路上运行多列火车一样，需要进行调度，要决定在某个时刻把处理机分配给哪个进程进行计算操作。这是处理机管理的核心任务。

（2）进程控制

进程是程序的一次动态运行过程，在其生存期内从产生到消亡经过了一系列状态的转换。在多道程序并发运行的系统中，通常不会让一道程序独占计算机全部资源不间断地运行完毕，而是让多个进程交替运行。这样进程在其生存期内肯定有多种状态，最起码有运行和不运行两种状态。进程的状态数量是操作系统按照一定的管理策略来设置的，进程状态转换是操作系统实施进程管理的一个基本操作。操作系统提供了一些原语来对进程状态的转换进行控制。

（3）进程通信

在多道程序环境下，可以由系统为一个应用程序建立多个进程，这些进程相互合作去完成某一共同任务，它们之间要交换信息——进程通信。为保证进程之间正确通信，操作系统提供了一系列通信原语供应用进程调用。

（4）进程同步

在多道程序系统中，多个并发进程处在同一运行环境中，必然存在着某种联系，如进程之间的资源共享和进程之间的协作。操作系统必须采用一定策略来处理并发进程之间的制约关系，使各进程能顺利运行，即使各进程同步协调运行。操作系统中设置了同步机制来完成此功能。

12. 内存管理有哪些主要功能？它们的主要任务是什么？

【解答】操作系统提供如下存储管理功能：

（1）内存分配

内存分配的任务是为每道程序分配一定的存储空间。往往会出现多道程序对内存的需求总和超过实际内存空间，因此在制定分配策略时应以提高内存利用率为目标。

（2）地址转换

程序必须装入内存才能被 CPU 访问到并执行，程序指令的操作对象——数据也必须装入内存才能被程序访问，程序和数据装入内存后占据一定的物理内存地址空间，程序的逻辑地址空间往往和物理地址空间不重合，而程序最终是在物理地址空间中运行，即访问程序中的指令和数据时是按其所在的实际内存单元的地址来进行的，所以要正确地访问数据和指令，必须把指令中的逻辑地址转换成相应的物理地址，这一操作称为地址转换，又称为“重定位”。

（3）内存保护

内存保护的任务是确保每道用户程序都在自己的内存空间中运行，互不干扰。即，不允许用户程序访问操作系统的程序和数据（只可以通过系统调用访问操作系统），也不允许访问（存取）其他程序的存储空间。

#### (4) 内存扩充

在多道程序环境中，内存资源比较紧张，往往会出现多道程序对内存的需求总和超过实际内存容量的情况。因此在采用合适的内存分配策略以提高内存利用率的基础上，要采用内存扩充技术来为多道程序运行提供充足的内存空间。这里说的内存扩充是从逻辑角度而言的，不是指添加物理内存，扩充物理内存容量。

13. 设备管理有哪些主要功能？它们的主要任务是什么？

**【解答】**

##### (1) 设备分配

根据用户程序的 I/O 请求，为之分配所需的设备。如果在 I/O 设备和 CPU 之间还存在着设备控制器和 I/O 通道时，还要为分配出去的设备分配相应的控制器和通道。

##### (2) 缓冲管理

进程在运行过程中要和输入输出设备之间传输数据，在进程的数据存储区和 I/O 设备控制器之间直接传输数据效率较低或者无法进行，因此操作系统提供了缓冲技术。缓冲管理的任务是解决 CPU 和外设速度不匹配的矛盾，使它们能充分并行工作，从而提高 CPU 和 I/O 设备的利用率，最终达到提高系统吞吐量的目的。

##### (3) 设备驱动

设备驱动程序实现 CPU 与设备控制器之间的通信。由 CPU 向设备控制器发出 I/O 指令，由设备控制器驱动相应设备进行 I/O 操作；当 I/O 操作完成时，设备控制器向 CPU 发送中断信号，由相应的中断处理程序进行处理。

##### (4) 设备无关性

又称设备独立性。即用户编写的应用程序与实际使用的物理设备无关。用户编写的应用程序中不直接指定使用哪台具体的物理设备，而是使用操作系统提供的逻辑设备，然后由操作系统把用户程序中使用的逻辑设备映射到具体的物理设备，实施具体的 I/O 操作。这样做的一个明显好处是用户应用进程的运行不取决于某台具体物理设备的状态，而由操作系统为其分配一台合适的设备完成 I/O 操作。这样会避免出现有设备可用但进程却无法运行的情况。

14. 文件管理有哪些主要功能？它们的主要任务是什么？

**【解答】**文件管理具体有如下功能：

##### (1) 文件存储空间的管理

为新文件分配所需的外存存储空间，回收释放的文件存储空间。在进行文件存储空间的分配和回收时，要考虑到提高外存空间的利用率和提高文件的存取速度。

##### (2) 目录管理

为了能方便地在外存中找到所需要的文件，要为外存中存放的文件建立目录，每个文件都对应着一个目录项。目录项包含文件名、文件属性、文件在外存中的存放位置等用户和操作系统所需信息。目录管理的主要任务是建立外存中文件的目录结构，实现用户程序对文件的“按名存取”。文件目录项要按一定结构组织起来，以便于操作系统检索。在 UNIX/LINUX 中采用了树型目录结构。

##### (3) 文件操作

包括文件的创建、删除、打开、关闭、读、写等。这其实是一组文件系统功能调用，

在用户程序中当要对文件进行操作时，可以调用文件系统提供的这些文件操作功能。

#### (4) 文件的存取权限控制

为了防止系统中的文件被非法窃取和破坏，操作系统提供了文件的存取权限控制功能，以防止未被授权的用户存取文件，防止用户以不正确的方式存取文件。当用户对某一文件操作时，首先检查其对该文件的操作权限，如果该用户具有对该文件的此种操作权限，则允许该用户存取该文件，否则拒绝用户对该文件的此种操作。

#### 15. 操作系统提供了哪些人机接口？

**【解答】**为方便用户使用计算机系统，操作系统提供了用户接口。操作系统提供两个级别的接口：

(1) 作业控制级接口（通常又称为命令接口）：提供一组命令供用户直接或间接控制自己的作业。作业级接口由一组用户可直接使用控制作业运行的命令和命令解释器构成。如：在 DOS 系统中有内部命令和外部命令，有命令解释器 `command.com`。该接口又可进一步分为联机用户接口和脱机用户接口。

联机用户接口：由一组键盘字符命令（或鼠标命令）和命令解释器组成，使用户可以联机交互方式使用计算机。

脱机用户接口：操作命令的形式为作业控制语言，用户以脱机批处理方式使用计算机。用户对作业流程的控制意图是利用作业控制语言书写成一份作业说明书来表达的。

(2) 程序级接口：提供一组系统调用供用户程序和其他系统程序调用。程序级接口由一组系统功能调用命令以及完成这些命令的程序模块组成。为方便用户编程，提高编程效率，规范编程，操作系统提供了完成某些通用功能的程序，供用户在开发应用程序时调用。不同的操作系统提供了不同的系统功能调用以及调用方式。