



# 操作系统

广东工业大学

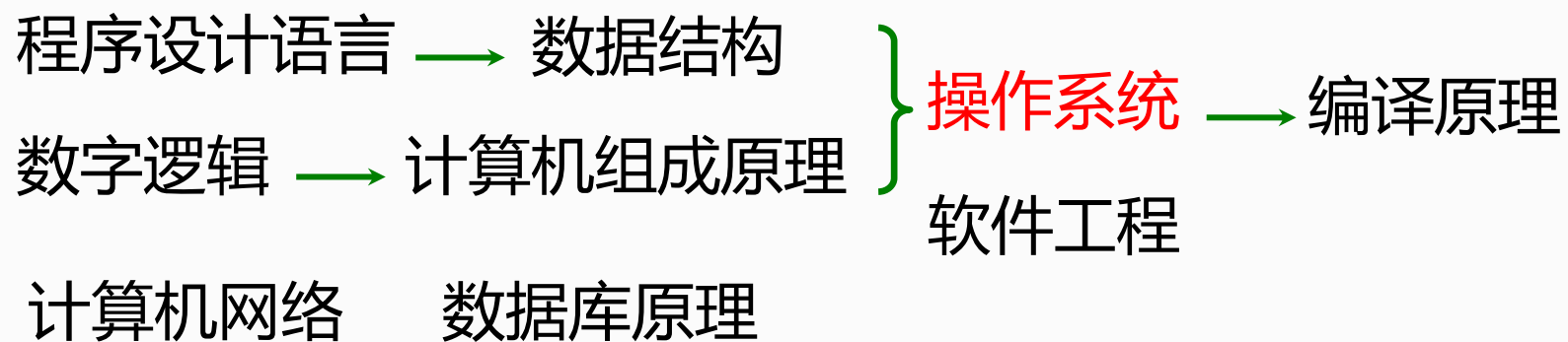
- 课程简介：操作系统是一门涉及较多硬件的系统软件课程，在计算机软硬件课程的设置上起着承上启下的作用。既涉及硬件资源管理又涉及软件算法，是计算机课程的专业主干课。
- 课程特点：其特点是概念多、较抽象和涉及面广，整体实现思想和技术又比较难于理解。
- 学习方法：牢记概念 理解功能 联系实际 前后贯通
- 主要知识：操作系统的四大管理功能
- **OS 是什么，做什么，如何做。**

# 一、《操作系统》课程的重要性

- 掌握核心系统软件
- 掌握并发处理的思想方法
- 考研专业课的重要科目
- 为后继课程打好基础

## 二、《操作系统》的课程地位

### 专业基础课



### 三、考研专业课统考

- 分数比例

150分, 180分钟

数据结构 45分; 计算机组成原理 45 分

操作系统 35分; 计算机网络 25分

- 试卷结构

单项选择题 80分 (40小题×2分)

综合应用题 70分

## 四、教材及主要参考书

《计算机操作系统》（第4版），汤小丹等

西安电子科技大学出版社

《操作系统考研辅导教程》电子科技大学出版社

《操作系统考研指导》清华大学出版社

## 五、课程内容

- 操作系统引论
- CPU管理
- 存储器管理
- 设备管理
- 文件管理
- 操作系统接口

进程管理  
处理机管理

I/O系统  
I/O控制方式  
缓冲技术  
I/O软件组成  
设备独立性  
设备分配  
驱动程序  
虚设备技术  
通道技术  
磁盘调度

死锁

设备管理

处理机管理

基本概念

操作系统

作业管理  
用户接口

文件管理

存储管理

文件基本概念  
文件的逻辑结构  
文件的物理结构  
文件目录  
外存空间管理  
文件共享与保护  
数据一致性

程序的装入与链接  
存储管理任务  
动态分区分配  
交换技术  
页式存储管理  
段式存储管理  
段页式  
虚拟存储技术

用户接口  
作业基本概念  
批处理系统作业管  
分时系统作业管

多道程序设计  
进程基本概念  
进程同步互斥  
进程间通信  
进程调度  
死锁

操作系统定义  
OS的作用  
OS特征  
OS的主要功能  
OS目标  
OS分类

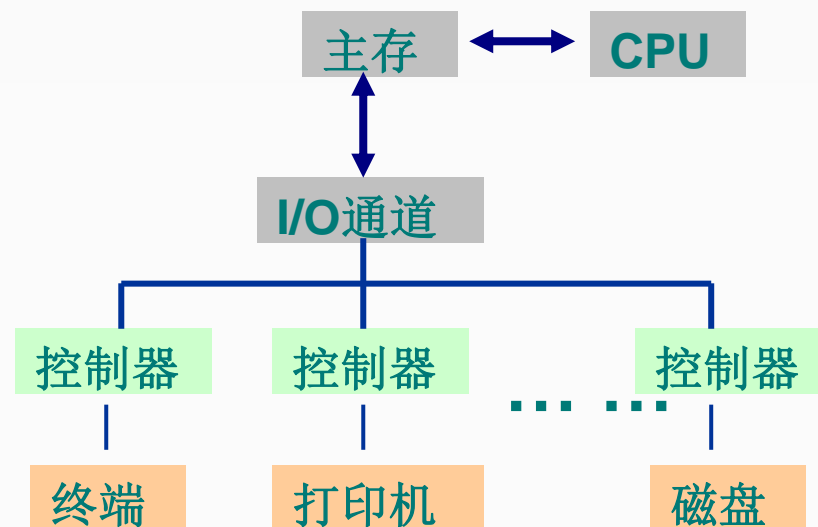
向上人生路!

## 六、OS课程所站的角度

- 单CPU
- 多任务
- CPU具有与外设并行操作的能力

### 特别指出：

- 程序均由CPU执行
- CPU只能执行机器语言程序
- CPU执行的程序均在内存中







# 操作系统

## 第一章 操作系统引论

# 第一章 操作系统引论

---

- 1.1 操作系统的目标和作用
- 1.2 操作系统的发展过程
- 1.3 操作系统的基本特性
- 1.4 操作系统的主要功能
- 1.5 OS结构设计

# 第一章 操作系统引论

---

- 1.1 操作系统的目标和作用
- 1.2 操作系统的发展过程
- 1.3 操作系统的基本特性
- 1.4 操作系统的主要功能
- 1.5 OS结构设计

# 一、操作系统（OS）的定义

- 你用过哪些OS?

Windows; Unix; Linux; Dos

- OS能做什么?

- ✓ 各种命令: dir copy del format
- ✓ 启动、结束用户程序
- ✓ 系统调用: 例如INT指令
- ✓ UNIX 等提供多任务、多用户环境

- OS不能做什么？

不做文档编辑

不做房屋设计

- OS是什么？

不是编译程序 ... ..

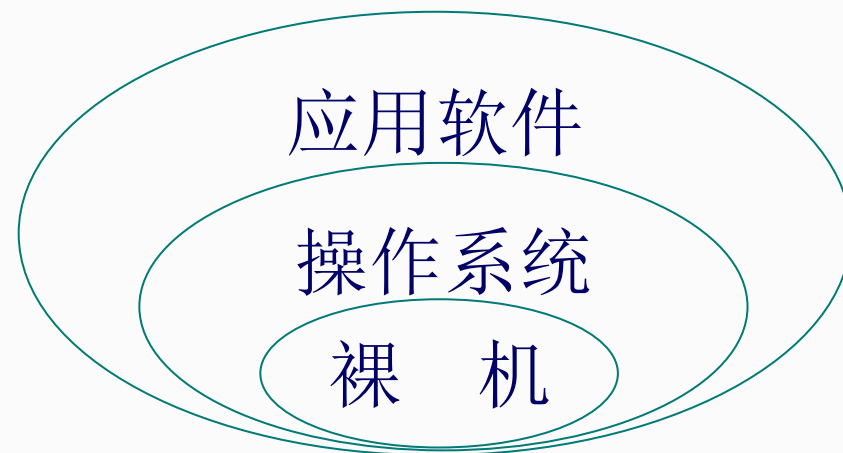
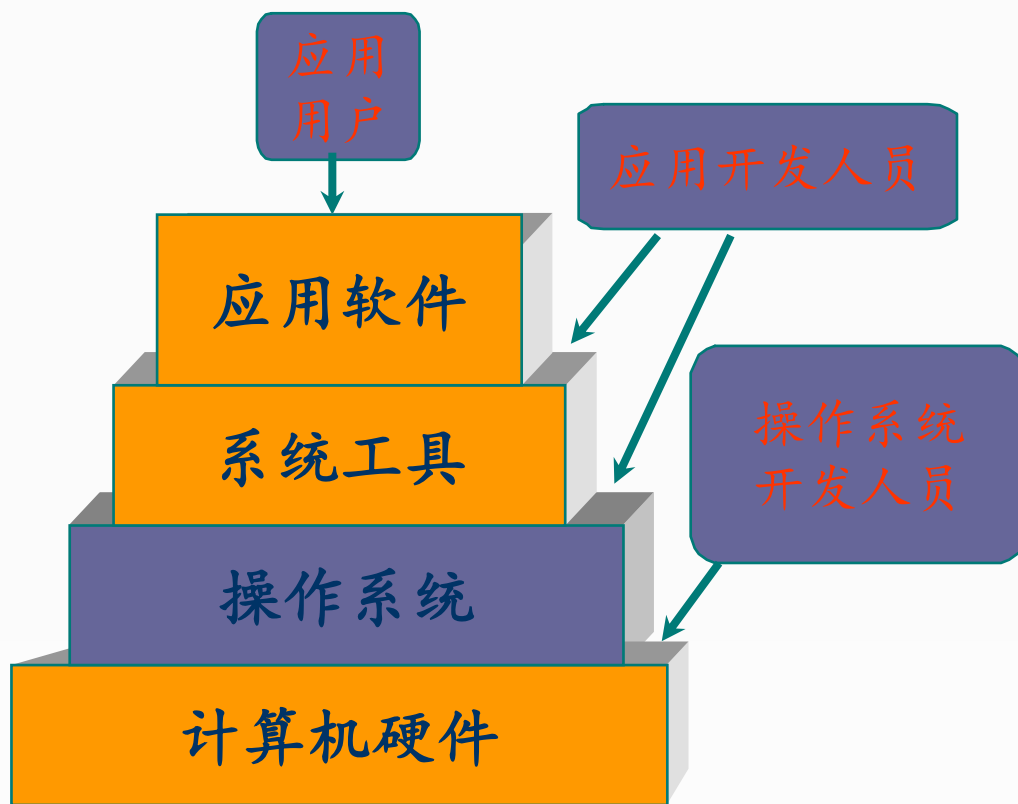
结论： OS不直接解决最终具体应用问题，为你完成所有“硬件相关、应用无关”的工作，以给你方便、效率、安全。



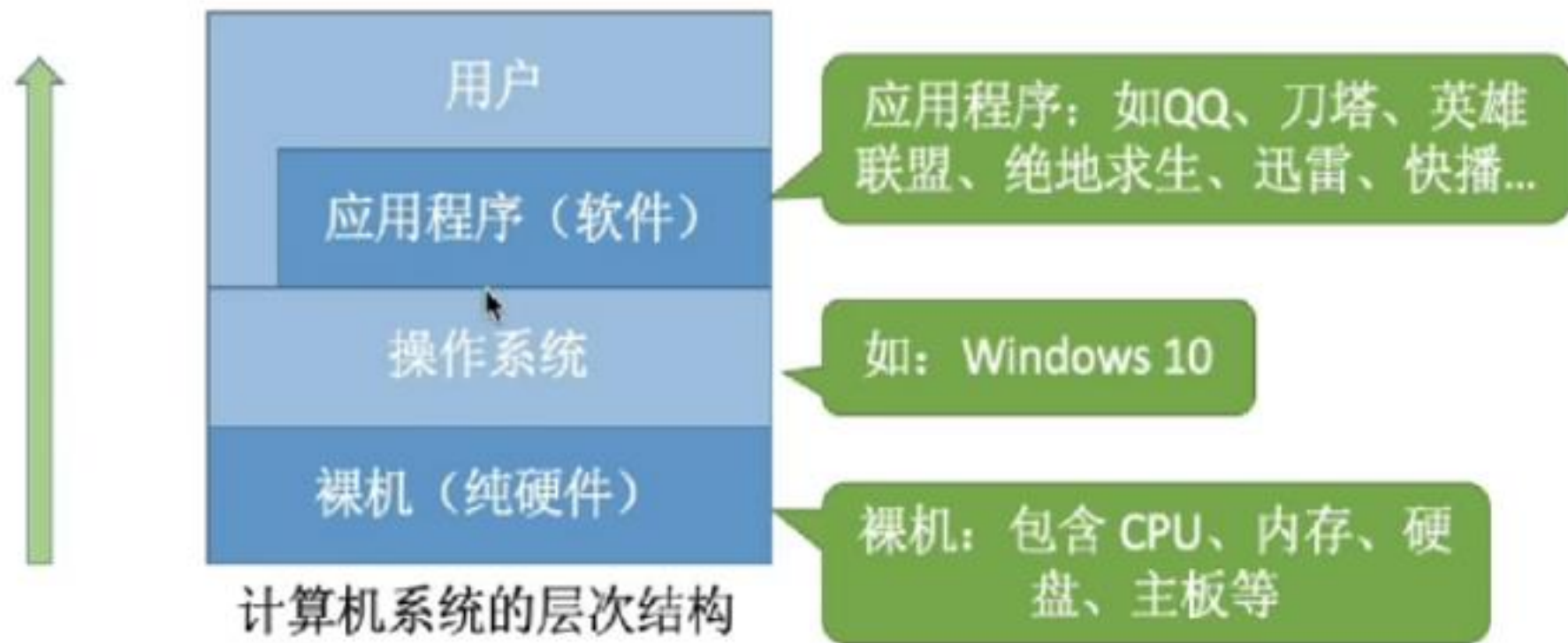
**OS是计算机系统的灵魂！**

OS是直接控制和管理计算机硬件、软件资源，合理地各类作业进行调度，以方便用户使用的程序集合

## 二、OS在计算机中的地位



操作系统功能示意图



### 三、OS的目标

目前存在着多种类型的OS，不同类型的OS，其目标各有所侧重。通常计算机硬件上配置的OS，其目标有以下几点：

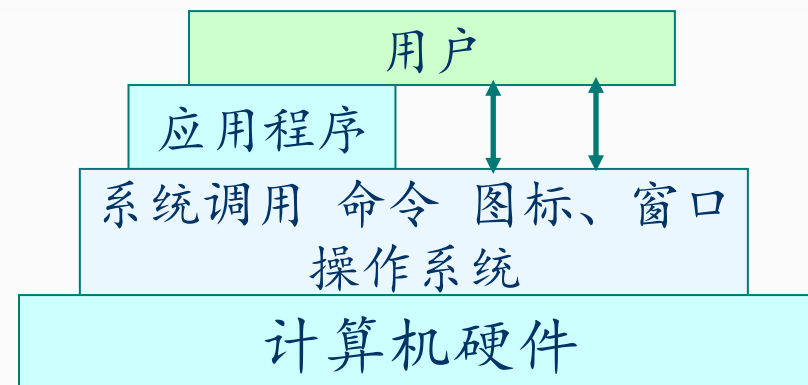
1. 有效性
2. 方便性
3. 可扩充性
4. 开放性



## 四、OS的作用

- 作为用户和计算机间的接口

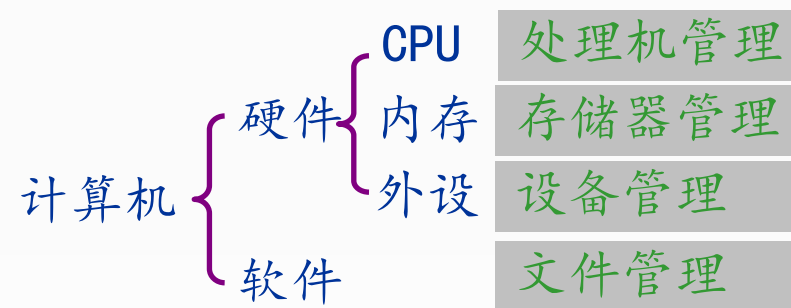
OS处于用户与计算机硬件系统之间  
用户通过OS来使用计算机系统



- 作为计算机系统资源的管理者

处理机管理、存储器管理、  
设备管理、文件管理

- 实现了对计算机资源的抽象



## 五、推动OS发展的主要动力

- 1、不断提高计算机资源的利用率
- 2、方便用户
- 3、元器件的不断更新换代
- 4、计算机体系结构的不断发展

# 第一章 操作系统引论

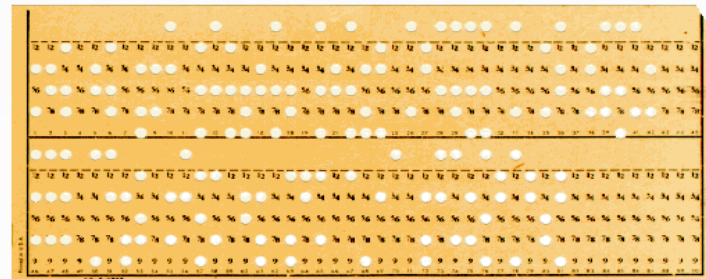
---

- 1.1 操作系统的目标和作用
- 1.2 操作系统的发展过程
- 1.3 操作系统的基本特性
- 1.4 操作系统的主要功能
- 1.5 OS结构设计

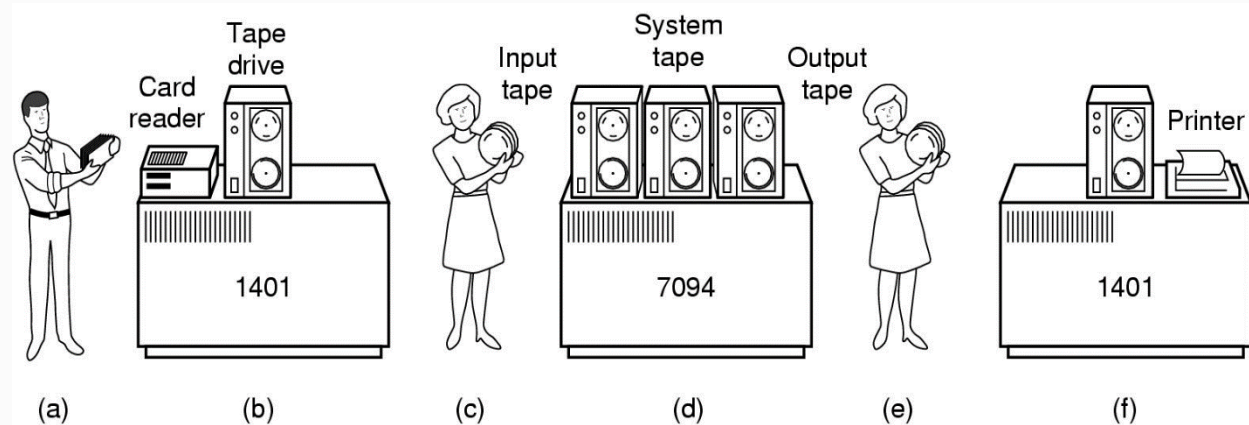
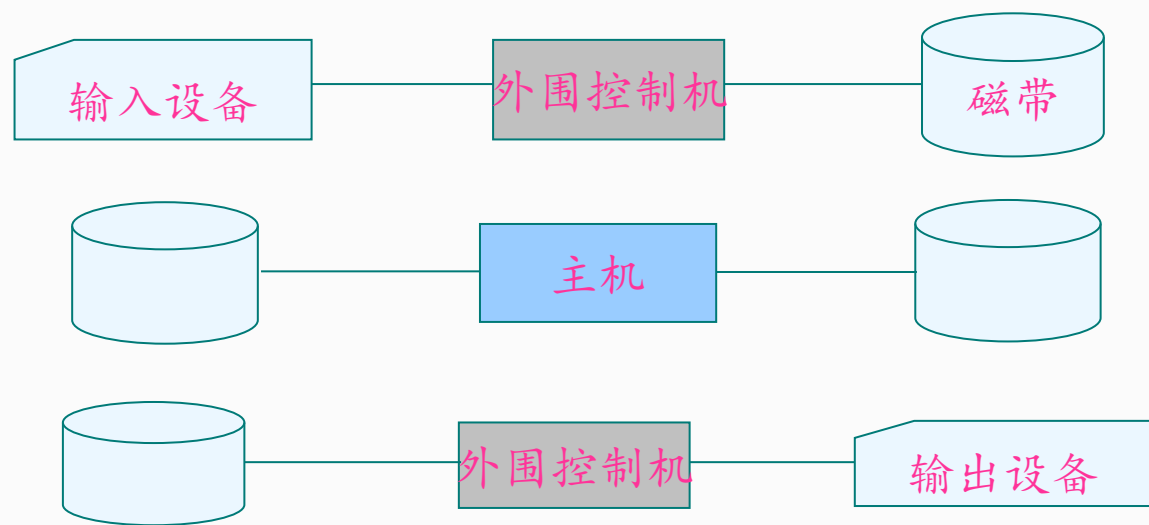
## ● 无OS

### 一、人工操作方式

- 1946-50年代中：电子管时代，计算机速度慢，无操作系统，集中计算，计算机资源昂贵；
- 工作方式：  
用户：既是程序员又是操作员；用户是专业人员；  
输入输出：纸带或卡片；  
缺点：用户独占全机，  
CPU等待人工操作



## 二、脱机I/O方式



优点:

- 1、减少了CPU的空闲时间
- 2、提高了I/O速度

向上人生路!

## ● 有OS

- 批处理系统 (Batch Processing System)
- 分时系统 (Time-Sharing System)
- 实时系统 (Real-Time System)

# 一、批处理系统

- 用户使用系统提供的作业控制语言（JCL）来描述自己对作业运行的控制意图，并将这些控制信息连同作业一起提交给计算机。
- 由OS去控制、调度各作业的运行并输出结果。
- 由于作业进入系统后用户不再干预，从而提高了效率。

## 设计目标：

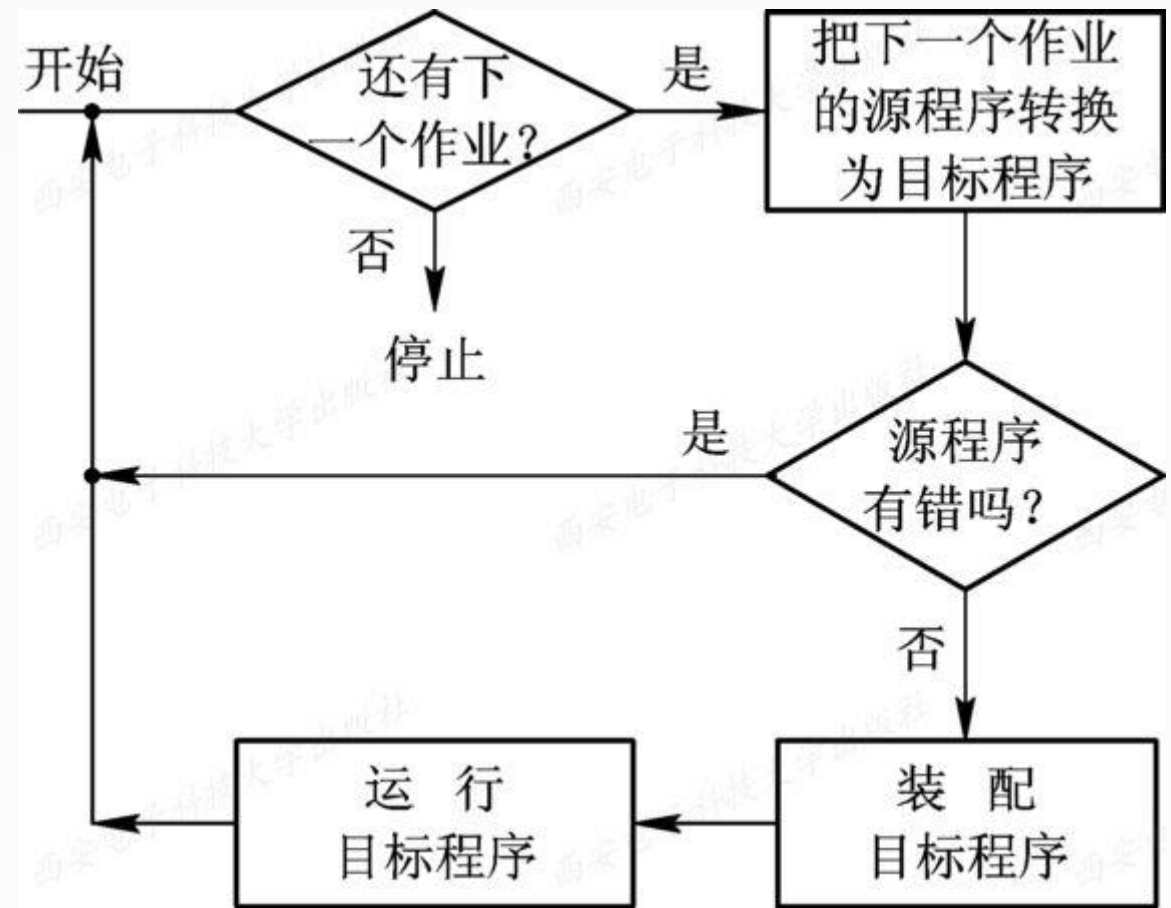
- 提高系统资源的使用效率；提高作业吞吐量

单道批处理系统；多道批处理系统

- 1、语文P34
- 2、数学P25
- 3、英语P36

# 单道批处理系统

为实现对作业的连续处理，需要先把一批作业以脱机方式输入到磁带上，并在系统中配上监督程序(Monitor)，在它的控制下，使这批作业能一个接一个地连续处理。

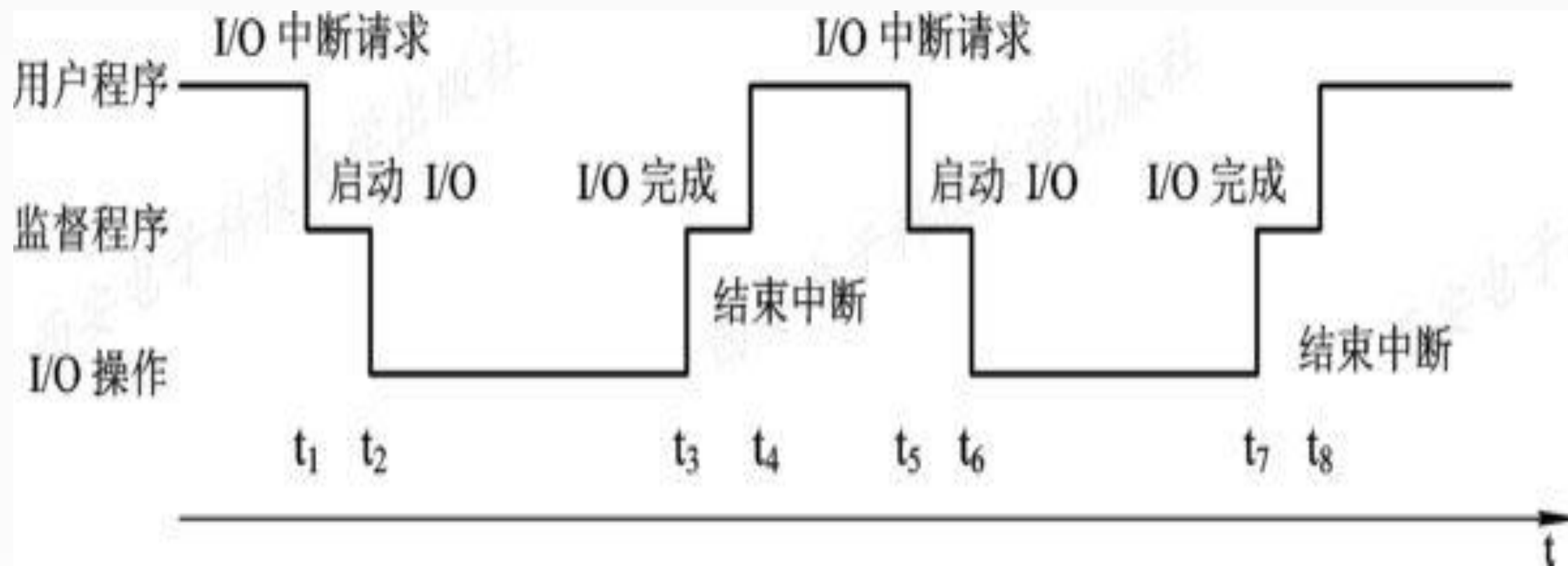


单道批处理系统的处理过程



## 单道批处理系统的缺点

系统中的资源得不到充分的利用。这是因为在内存中仅有一道程序，每逢该程序在运行中发出I/O请求后，CPU便处于等待状态，必须在其I/O完成后才继续运行。又因I/O设备的低速性，更使CPU的利用率显著降低。



单道程序的运行情况示意图

# 单道批处理系统的特征

自动性

顺序性

单道性

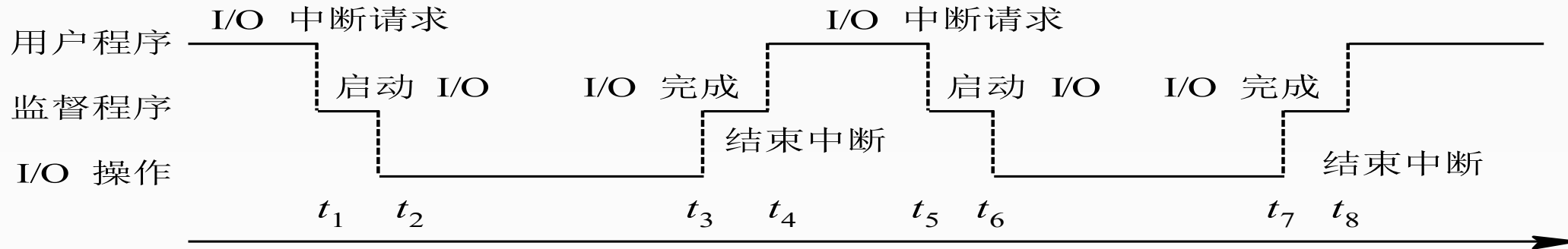
# 多道批处理系统

## 什么是多道程序设计？

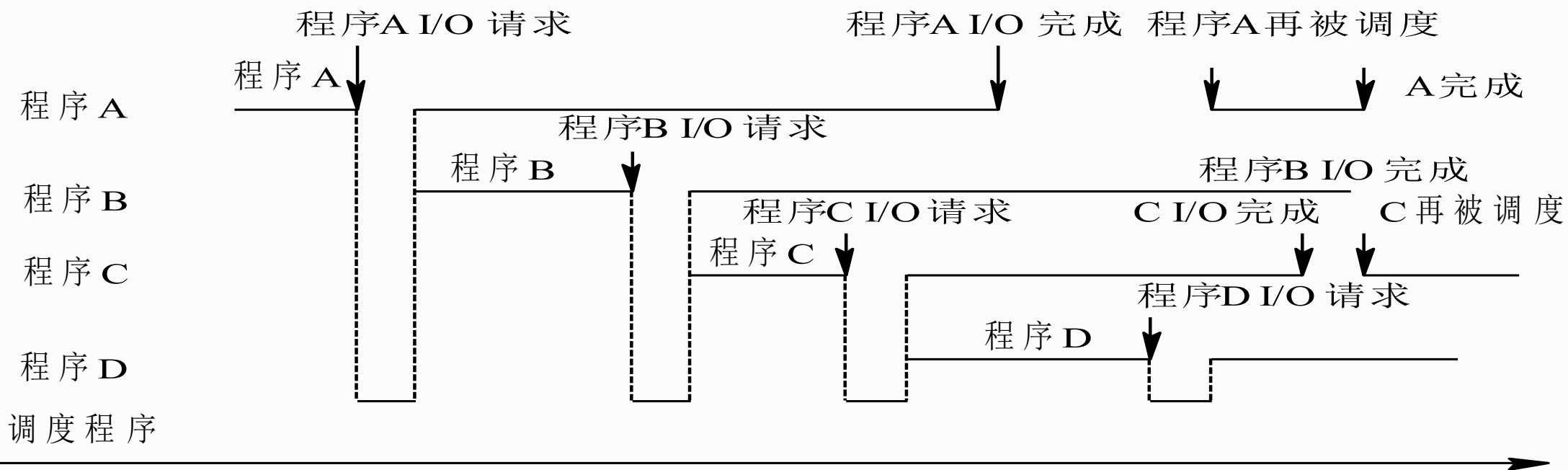
在多道批处理系统中，用户所提交的作业都先存放在外存上并排成一个队列，称为“后备队列”；然后，由作业调度程序按一定的算法从后备队列中选择若干个作业调入内存，使它们共享CPU和系统中的各种资源。

所以为了进一步提高资源的利用率和系统吞吐量，在20世纪60年代中期引入了多道程序设计技术，由此形成了多道批处理系统。

# 单道程序、多道程序工作示例：



(a) 单道程序运行情况



(b) 四道程序运行情况

多道程序运行，系统性能明显改善。将多道程序设计技术应用于批处理系统，就形成多道批处理系统。

- **优点：**资源利用率高、系统吞吐量大
- **缺点：**周转时间变长、无交互能力

## 多道批处理系统的特征

- 多道性
- 无序性
- 调度性

# 多道批处理系统需要解决的问题

多道批处理系统是一种十分有效，但又非常复杂的系统，为使系统中多道程序间能协调地运行，系统必须解决下述一系列问题：

**(1) 处理机争用问题。**既要能满足各道程序运行的需要，又要能提高处理机的利用率。

**(2) 内存分配和保护问题。**系统应能为每道程序分配必要的内存空间，使它们“各得其所”，且不会因某道程序出现异常情况而破坏其它程序。

**(3) I/O设备分配问题。**系统应采取适当的策略来分配系统中的I/O设备，以达到既能方便用户对设备的使用，又能提高设备利用率的目的。

向上人生路！

(4) 文件的组织和管理问题。系统应能有效地组织存放在系统中的大量的程序和数据，使它们既便于用户使用，又能保证数据的安全性。

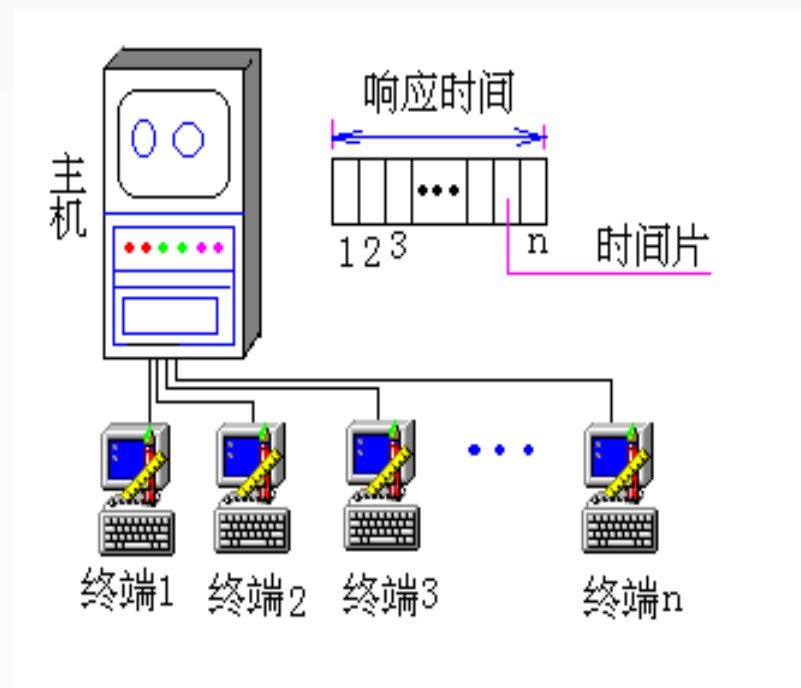
(5) 作业管理问题。系统中存在着各种作业(应用程序)，系统应能对系统中所有的作业进行合理的组织，以满足这些作业用户的不同要求。

(6) 用户与系统的接口问题。为使用户能方便的使用操作系统，OS还应提供用户与OS之间的接口。



## 二、分时系统(Time-Sharing System)

- 一台计算机连接多个终端，用户通过各自的终端把作业送入计算机；计算机又通过终端向各个用户报告其作业的运行情况。
- 计算机能分时轮流地为各终端用户服务，并能及时地对用户服务请求予以响应。



**目标：**对用户的请求及时响应；尽量提高系统资源的利用率。

## 分时系统基本特征：

- 1、多路性
- 2、独立性
- 3、及时性
- 4、交互性

### 三、实时系统(Real-Time System)

提高系统的响应时间，对随机发生的外部事件作出**及时**响应并在**规定的时间内**对其进行处理。

#### 1、实时控制系统

要求计算机能尽快处理测量系统测得的数据，以尽快实施响应控制。如：工业控制；导弹发射；飞机飞行

#### 2、实时信息系统

要求计算机能对终端设备发来的服务请求及时予以正确的回答。  
如：订票系统；股票交易系统

# 实时任务

按任务执行时是否呈现周期性来划分

- 周期性实时任务。
- 非周期性实时任务。

都必须联系着一个截止时间(Deadline)。

- 开始截止时间——任务在某时间以前必须开始执行；
- 完成截止时间——任务在某时间以前必须完成。

## 根据对截止时间的要求来划分

- 硬实时任务(hard real-time task)。系统必须满足任务对截止时间的要求，否则可能出现难以预测的结果。
- 软实时任务(Soft real-time task)。它也联系着一个截止时间，但并不严格，若偶尔错过了任务的截止时间，对系统产生的影响也不会太大。

## 实时系统基本特征：

- 1、快速的响应时间
- 2、有限的交互能力
- 3、高可靠性

## 三种基本操作系统的比较

	多路性	独立性	及时性	交互性	可靠性
批处理系统	无	无	差 (天, 时)	差	一般
分时系统	多终端服务	有	好 (分, 秒)	好	可靠
实时系统	多路采集、多路控制	有	最好 (ms, $\mu$ s)	一般	高度可靠

# 第一章 操作系统引论

---

- 1.1 操作系统的目标和作用
- 1.2 操作系统的发展过程
- 1.3 操作系统的基本特性
- 1.4 操作系统的主要功能
- 1.5 OS结构设计



## 操作系统的基本特性（并发、共享、虚拟、异步）

- 并发(Concurrence)

并发：指两个或多个事件在同一时间间隔内发生

并行：指两个或多个事件在同一时刻发生。

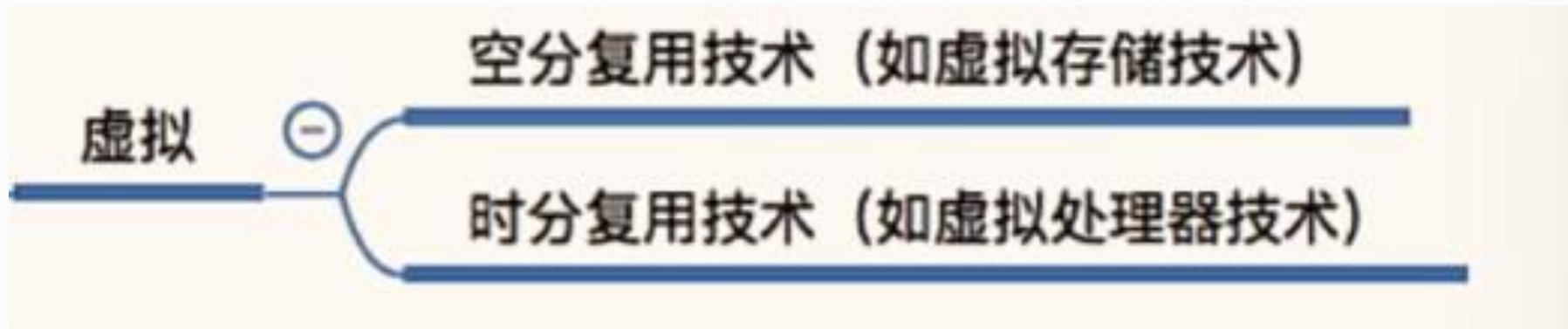
- 共享(Sharing)

- 指系统中的资源供内存中的多道程序所共同使用。

分类 { 互斥共享方式： 例 打印机、摄像头设备的共享使用  
同时共享方式： 例 磁盘、硬盘资源的共享使用

- **虚拟(Virtual)技术**

指通过某种技术把一个物理实体变成若干个逻辑上的对应物。  
例，分时系统将一机虚拟为多机。

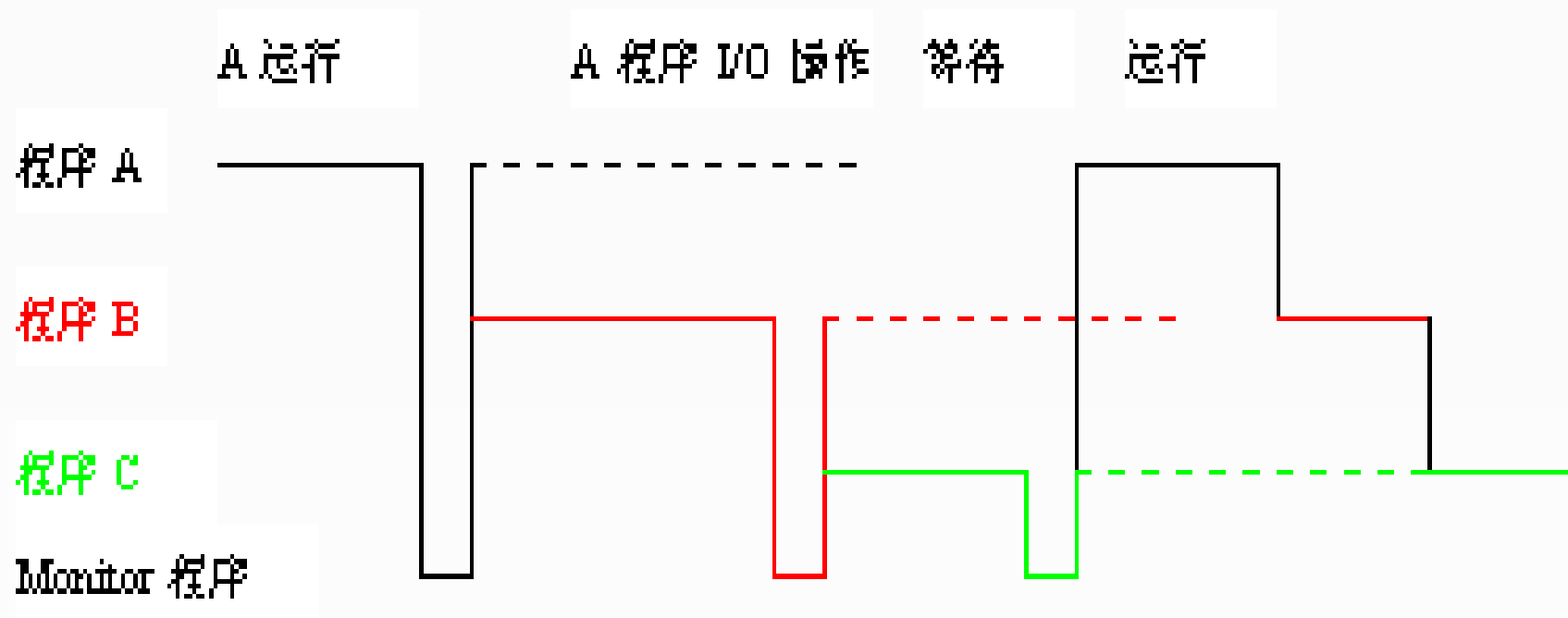


- 虚拟(Virtual)技术

- 异步性(Asynchronism)

← 由于共享资源

系统中并发执行的多道程序“走走停停”，以不可预知的速度向前推进



# 第一章 操作系统引论

---

- 1.1 操作系统的目标和作用
- 1.2 操作系统的发展过程
- 1.3 操作系统的基本特性
- 1.4 操作系统的主要功能
- 1.5 OS结构设计

## 操作系统的功能

- 处理机管理功能
- 存储器管理功能
- 设备管理功能
- 文件管理功能
- 用户接口

OS定义： OS是直接控制和管理计算机硬件、软件资源，合理地  
对各类作业进行调度，以方便用户使用的程序集合

# 一、处理机管理功能

## 1. 进程控制

进程的生(创建进程、分配需要的资源)和死(撤销进程、回收分配的资源)以及进程状态的转换。

## 2. 进程同步

为使多个进程能有条不紊地运行，系统中必须设置进程同步机制。进程同步的主要任务是为多个进程(含线程)的运行进行协调。有两种协调方式：① 进程互斥方式，这是指诸进程(线程)在对临界资源进行访问时，应采用互斥方式；② 进程同步方式，指在相互合作去完成共同任务的诸进程(线程)间，由同步机构对它们的执行次序加以协调。

### 3. 进程通信

进程通信常发生在需要多个进程相互合作去实现某一目标的时候，进程通信的本质是B进程之间的信息交换。当相互合作的进程在同一计算机系统时，发送进程可以使用发送命令直接将信息放入目标进程的消息队列中，当需要通信的进程不在同一计算机系统中时就需要另外一些策略。



## 4. 调度

调度:包括作业调度和进程调度。作业调度是通过一定的算法策略从外存上将作业放入内存,分别为它们创建进程,分配资源,使之处于就绪状态;进程调度是从就绪状态的进程队列中选择一定的进程为之分配处理机,使它可以运行。

## 二、存储器管理功能

### 1. 内存分配

OS在实现内存分配时，可采取静态和动态两种方式。在静态分配方式中，每个作业的内存空间是在作业装入时确定的；在作业装入后的整个运行期间，不允许该作业再申请新的内存空间，也不允许作业在内存中“移动”；在动态分配方式中，每个作业所要求的基本内存空间，也是在装入时确定的，但允许作业在运行过程中，继续申请新的附加内存空间，以适应程序和数据的动态增涨，也允许作业在内存中“移动”。

为了实现内存分配，在内存分配的机制中应具有这样的结构和功能：

- 内存分配数据结构，该结构用于记录内存空间的使用情况，作为内存分配的依据；
- 内存分配功能，系统按照一定的内存分配算法，为用户程序分配内存空间；
- 内存回收功能，系统对于用户不再需要的内存，通过用户的释放请求，去完成系统的回收功能。

## 2. 内存保护

内存保护的主要任务，是确保每道用户程序都只在自己的内存空间内运行，彼此互不干扰。

为了确保每道程序都只在自己的内存区中运行，必须设置内存保护机制。一种比较简单的内存保护机制，是设置两个界限寄存器，分别用于存放正在执行程序的上界和下界。系统须对每条指令所要访问的地址进行检查，如果发生越界，便发出越界中断请求，以停止该程序的执行。

### 3. 地址映射

存储器管理提供地址映射功能， 以将地址空间中的逻辑地址转换成内存空间与之对应的物理地址。

## 4. 内存扩充

存储器管理中的内存扩充任务，并非失去扩大物理内存的容量，而是借助于虚拟存储技术，从逻辑上去扩充内存容量，使用户感觉到的内存容量比实际内存容量大得多。

### 三、设备管理功能

管理计算机系统中所有的外围设备，主要任务是：完成用户进程提出的I/O请求，为用户进程分配其所需的I/O设备；提高CPU与I/O设备的利用率；提高I/O速度；方便用户使用I/O设备。

## 1. 缓冲管理

CPU运行的高速性和I/O低速性间的矛盾自计算机诞生时起便已存在。而随着CPU速度迅速、大幅度的提高，使得此矛盾更为突出，严重降低了CPU的利用率。如果在I/O设备和CPU之间引入缓冲，则可有效地和缓CPU和I/O设备速度不匹配的矛盾，提高CPU的利用率，进而提高系统吞吐量。因此，在现代计算机系统中，都毫无例外地在内存中设置了缓冲区，而且还可通过增加缓冲区容量的方法，来改善系统的性能。

最常见的缓冲区机制有单缓冲机制、能实现双向同时传送数据的双缓冲机制，以及能供多个设备同时使用的公用缓冲池机制。



## 2. 设备分配

设备分配的基本任务，是根据用户进程的I/O请求、系统的现有资源情况以及按照某种设备分配策略，为之分配其所需的设备。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，还须为分配出去的设备分配相应的控制器和通道。

为了实现设备分配，系统中应设置设备控制表、控制器控制表等数据结构，用于记录设备及控制器的标识符和状态。据这些表格可以了解指定设备当前是否可用，是否忙碌，以供进行设备分配时参考。在进行设备分配时，应针对不同的设备类型而采用不同的设备分配方式。对于独占设备(临界资源)的分配，还应考虑到该设备被分配出去后，系统是否安全。设备使用完后，还应立即由系统回收。

### 3. 设备处理

设备处理程序又称为设备驱动程序。其基本任务是用于实现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命令，要求它完成指定的I/O操作；反之由CPU接收从控制器发来的中断请求，并给予迅速的响应和相应的处理。

处理过程是：设备处理程序首先检查I/O请求的合法性，了解设备状态是否是空闲的，了解有关的传递参数及设置设备的工作方式。然后，便向设备控制器发出I/O命令，启动I/O设备去完成指定的I/O操作。设备驱动程序还应能及时响应由控制器发来的中断请求，并根据该中断请求的类型，调用相应的中断处理程序进行处理。对于设置了通道的计算机系统，设备处理程序还应能根据用户的I/O请求，自动地构成通道程序。

## 四、文件管理功能

### 1. 文件存储空间的管理

由文件系统对诸多文件及文件的存储空间，实施统一的管理。其主要任务是为每个文件分配必要的外存空间，提高外存的利用率，并能有助于提高文件系统的运行速度。

为此，系统应设置相应的数据结构，用于记录文件存储空间的使用情况，以供分配存储空间时参考；系统还应具有对存储空间进行分配和回收的功能。为了提高存储空间的利用率，对存储空间的分配，通常是采用离散分配方式，以减少外存零头，并以盘块为基本分配单位。盘块的大小通常为512 B~8 KB。

## 2. 目录管理

为了使用户能方便地在外存上找到自己所需的文件，通常由系统为每个文件建立一个目录项。目录项包括文件名、文件属性、文件在磁盘上的物理位置等。由若干个目录项又可构成一个目录文件。目录管理的主要任务，是为每个文件建立其目录项，并对众多的目录项加以有效的组织，以实现方便的按名存取。即用户只须提供文件名，即可对该文件进行存取。其次，目录管理还应能实现文件共享，这样，只须在外存上保留一份该共享文件的副本。此外，还应能提供快速的目录查询手段，以提高对文件的检索速度。

### 3. 文件的读/写管理和保护

(1) 文件的读/写管理。该功能是根据用户的请求，从外存中读取数据；或将数据写入外存。在进行文件读(写)时，系统先根据用户给出的文件名，去检索文件目录，从中获得文件在外存中的位置。然后，利用文件读(写)指针，对文件进行读(写)。一旦读(写)完成，便修改读(写)指针，为下一次读(写)做好准备。由于读和写操作不会同时进行，故可合用一个读/写指针。

(2) 文件保护。① 防止未经核准的用户存取文件； ② 防止冒名顶替存取文件； ③ 防止以不正确的方式使用文件。

## 1.4.5 操作系统与用户之间的接口

### 1. 用户接口

(1) 联机用户接口。

(2) 脱机用户接口。

(3) 图形用户接口。

## 2. 程序接口

程序接口是为用户程序在执行中访问系统资源而设置的，是用户程序取得操作系统服务的唯一途径。它是由一组系统调用组成的，每一个系统调用都是一个能完成特定功能的子程序。每当应用程序要求OS提供某种服务(功能)时，便调用具有相应功能的系统调用(子程序)。早期的系统调用都是用汇编语言提供的，只有在用汇编语言书写的程序中才能直接使用系统调用。

## 1.4.6 现代操作系统的新功能

现代操作系统是在传统操作系统基础上发展起来的，它除了具有传统操作系统的功能外，还增加了面向安全、面向网络和面向多媒体等功能。

### 1. 系统安全

(1) 认证技术。

(2) 密码技术。

(3) 访问控制技术。

(4) 反病毒技术。



## 2. 网络的功能和服务

- (1) 网络通信。
- (2) 资源管理。
- (3) 应用互操作。

### 3. 支持多媒体

- (1) 接纳控制功能。
- (2) 实时调度。
- (3) 多媒体文件的存储。



# 第一章 操作系统引论

---

- 1.1 操作系统的目标和作用
- 1.2 操作系统的发展过程
- 1.3 操作系统的基本特性
- 1.4 操作系统的主要功能
- 1.5 OS结构设计

操作系统的结构设计经历了以下几代：

- 传统的操作系统结构
  - ✓ 无结构操作系统
  - ✓ 模块化OS结构
  - ✓ 分层式OS结构
- 现代操作系统结构
  - ✓ 微内核的OS结构

## 一、无结构操作系统

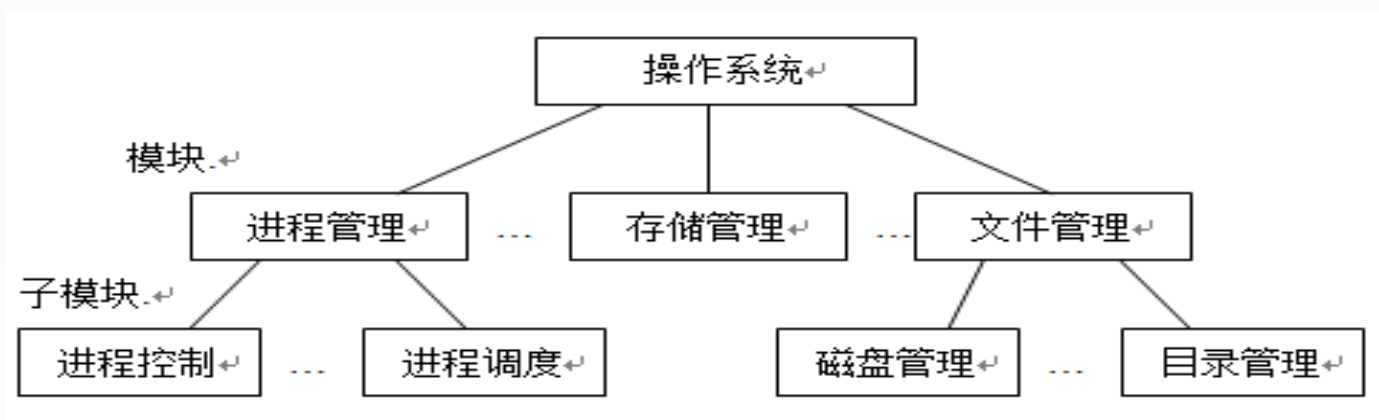
OS是由众多的过程直接构成，各过程之间可相互调用，但OS内部不存在任何结构，所以这种OS是无结构的，又称为整体系统结构。

### ❖ 缺点

既庞大又杂乱，缺乏清晰的程序结构；程序错误多，调试难、阅读理解难、维护难。

## 二、模块化操作系统结构

OS是采用“模块化程序设计”技术，按其功能划分为若干个独立的模块，管理相应的功能，同时规定好各模块之间的接口，以实现其交互，对较大模块又可按子功能进一步细分下去。



## ❖ 优点

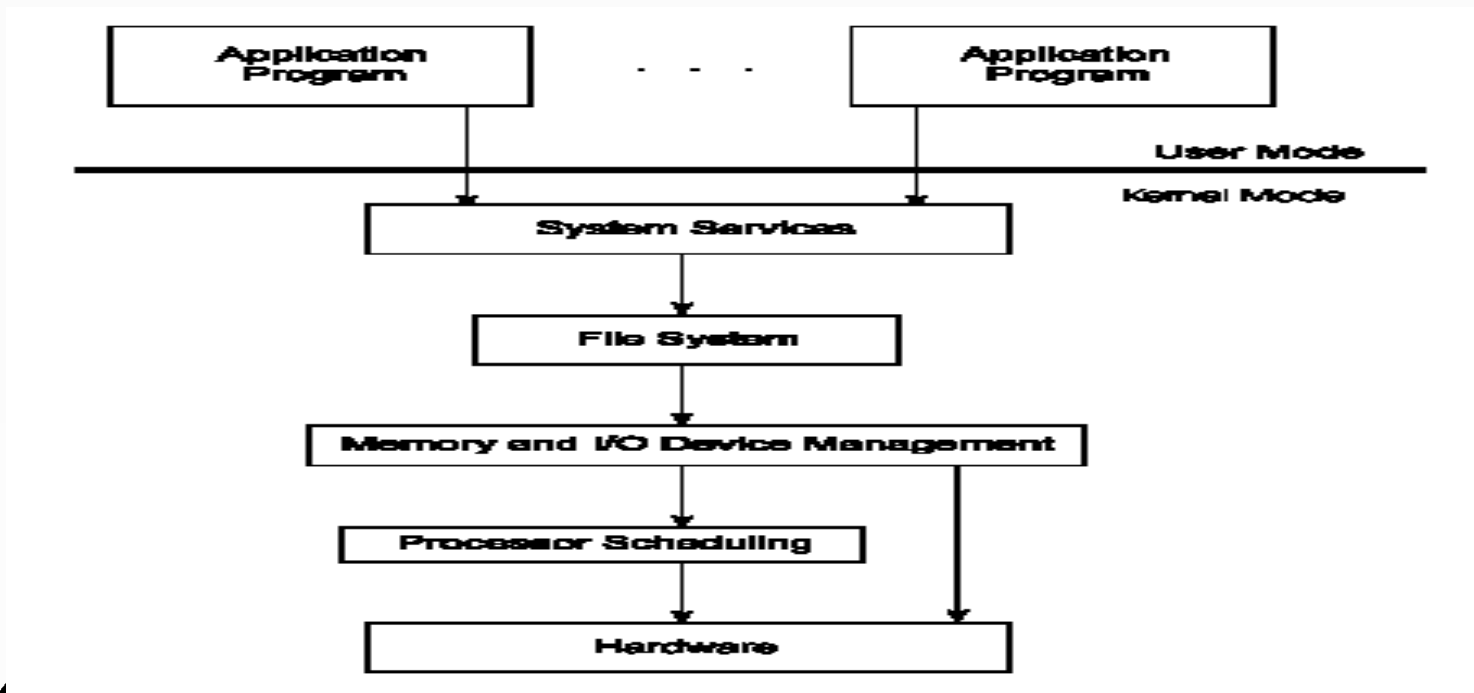
- ✓ 提高了OS设计的正确性、可理解性
- ✓ 容易扩充和维护
- ✓ 加速了OS的开发过程

## ❖ 缺点

- ✓ 模块及接口划分较困难
- ✓ 从功能上划分模块，未区别共享资源和独占资源
- ✓ 由于管理的差异，使OS结构变得不够清晰

### 三、分层式操作系统结构

分层式OS结构是对模块化结构的一种改进，它按分层式结构设计的基本原则，将OS 划分为若干个层次，每一层都只能使用其底层所提供的功能和服务，从硬件开始，在其上面一层一层地自底向上增添相应功能的软件，这种OS结构称为分层式OS结构。





### 三、分层式操作系统结构

#### ❖ 优点：

- ❖ • 易保证系统的正确性，
- ❖ • 易扩充和易维护性。

#### ❖ 缺点：系统效率降低了。

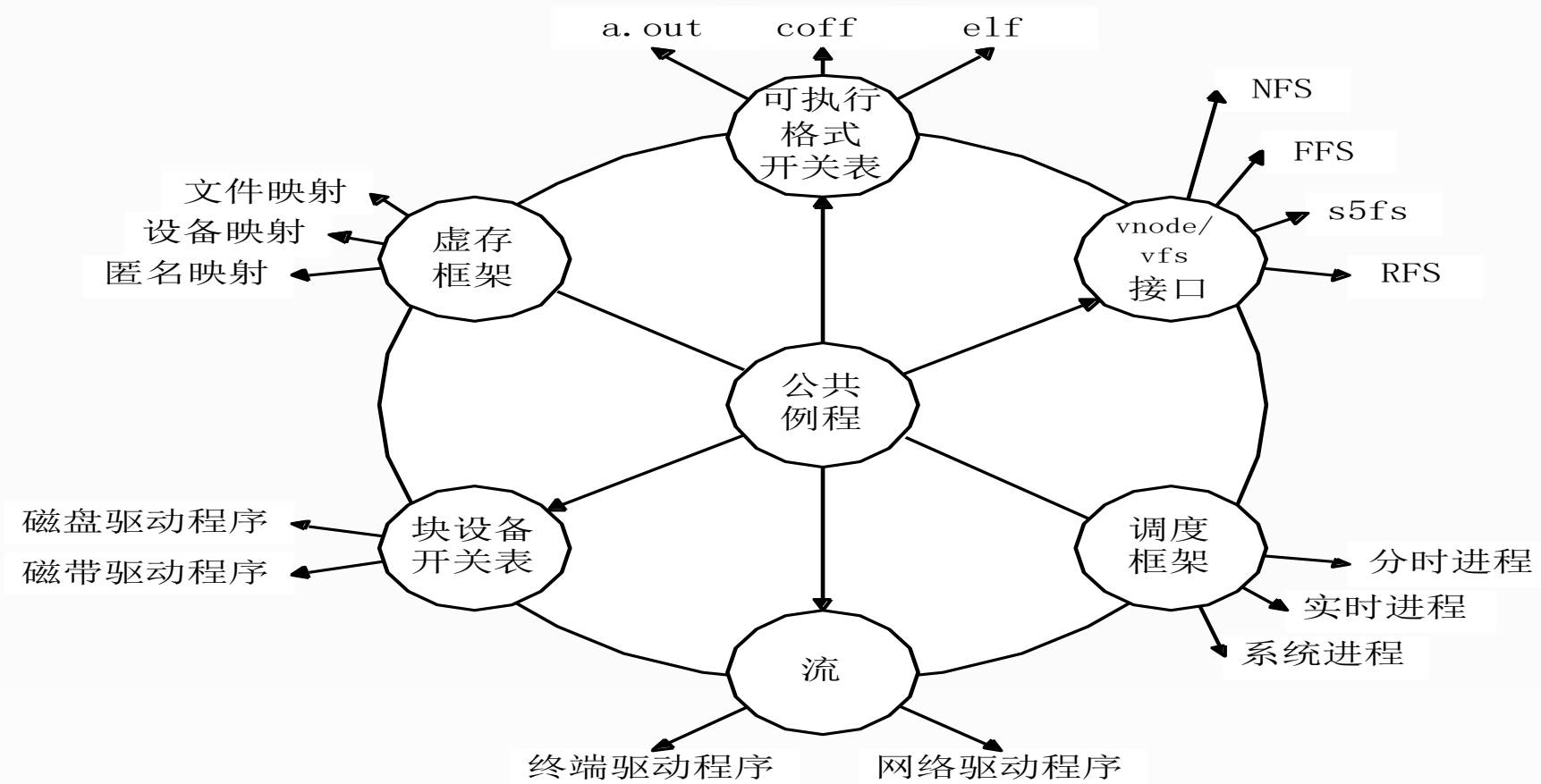
## 四、微内核的OS结构

在OS内核中只留下一些最基本的功能，而将其他服务分离出去，由工作在用户态下的进程来实现，形成所谓“客户/服务器”模式。客户进程可通过内核向服务器进程发送请求，以获取OS的服务。

## ❖ 特点

- ✓ 小而精练
- ✓ 系统的灵活性和可扩充性好
- ✓ 系统的可靠性高
- ✓ 适用于分布式系统

例，windows 2000/XP、UNIX、嵌入式OS



现代UNIX结构

## 常见的OS

- MS DOS
- MS Windows
- UNIX
- Linux
- 手持系统 (handheld system)
- 嵌入式操作系统 (Embedded OS)