

第八章 设备管理

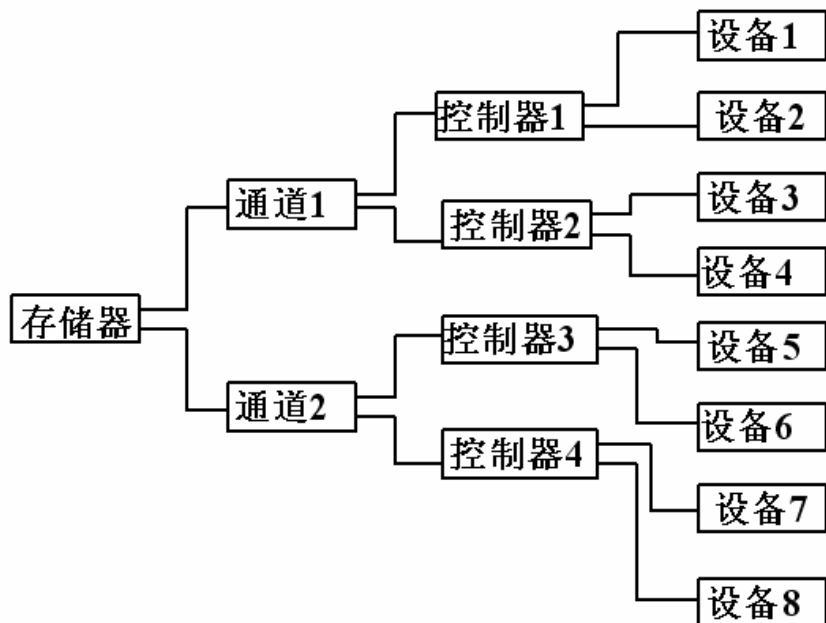
——也称作I/O软件或I/O系统





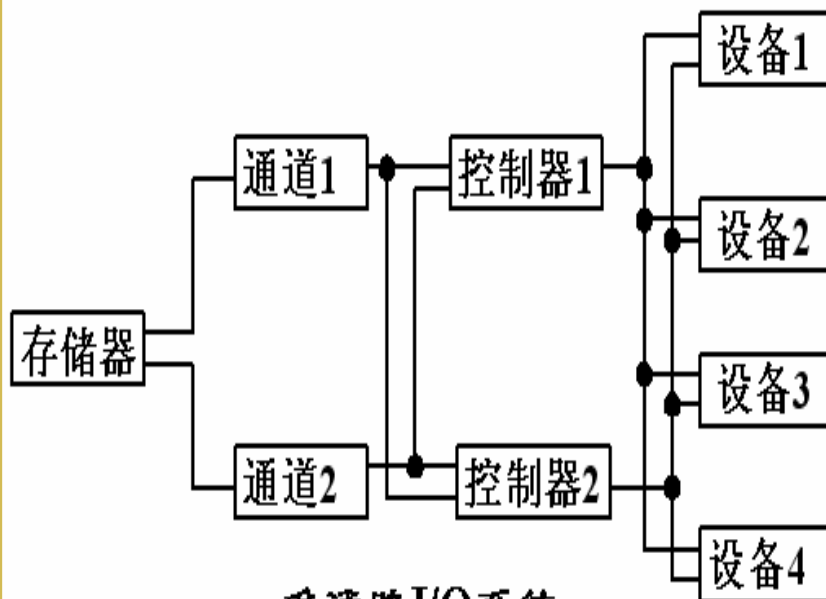
§ 1 设备管理概述

一、I/O系统硬件结构



单通路I/O系统

- 无硬件容错能力
- 通道不足的“瓶颈”现象



多通路I/O系统

具有通道的I/O系统采用**四级连接、三级控制**方式

CPU执行I/O
指令控制通道

通道执行通道
指令控制控制器

控制器发出电
讯号控制设备

设备产生I/O动作



§ 1 设备管理概述

二、设备的分类

1. 按信息交换单位分类：**块设备、字符设备**

- **块设备以数据块(扇区)作为信息传输的基本单位。** eg: 磁盘、磁带机等存储类设备
 - 是**可寻址**设备，即可以指定一块进行读/写
 - 传输速率较高**，其I/O过程的控制常采用“**DMA控制方式**”
- **字符设备以字符或少量字符流作为信息传输基本单位。** eg: 键盘、打印机等终端类设备
 - 不可寻址**，不能指定数据的输入源地址及输出的目标地址
 - 传输速率较低**，其I/O过程的控制常采用“**中断驱动方式**”





§ 1 设备管理概述

二、设备的分类

2.按设备固有属性、从资源分配角度、按设备共享属性

- **独占设备**是指在一段时间内只允许一个用户进程访问的设备
——**独享分配**:设置设备分配程序,将设备通路分配给某个进程,直至该进程完成I/O并释放该设备后,才能予以再次分配。
- **共享设备**指在一段时间内允许多个进程交替地同时访问的设备
——**共享分配**:设置磁盘驱动调度程序,对多个I/O请求进行优化排序,以减少为这些I/O请求服务所需的时间。
- **虚拟设备**指通过虚拟技术将一台独占设备变换为用户意义上的若干台逻辑设备,供若干个进程同时使用
——**虚拟分配**:设置Spooling系统,从独占设备出发实现虚拟设备,使多个进程同时获得虚拟设备并完成对独占设备的I/O。



§ 1 设备管理概述

例1：按 D 分类可将设备分为块设备和字符设备。

A.从属关系 B.操作特性 C.共享属性 D.信息交换单位

例2(南理工)：下面设备中属于共享设备的是 C。

A.打印机 B.磁带机 C.磁盘 D.磁带机和磁盘

例3 (西安电子科技大学)：大多数低速设备都属于 A 设备。

A.独享 B.共享 C.虚拟 D.Spooling

例4(浙大)：下面关于设备属性的论述中，正确的是 B。

A.字符设备的基本特性是可寻址，即能指定输入的源地址和输出的目标地址

B.共享设备必须是可寻址和可随机访问的设备

C.共享设备是指在同一时刻允许多个进程同时访问的设备

D.在分配共享设备和独占设备时都可能引起进程死锁



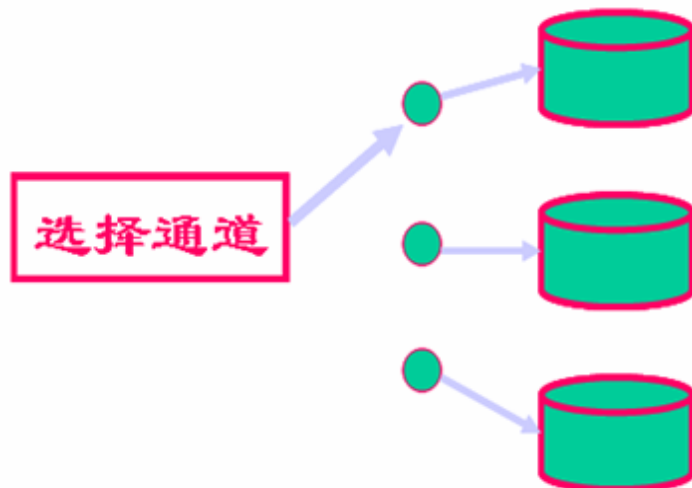
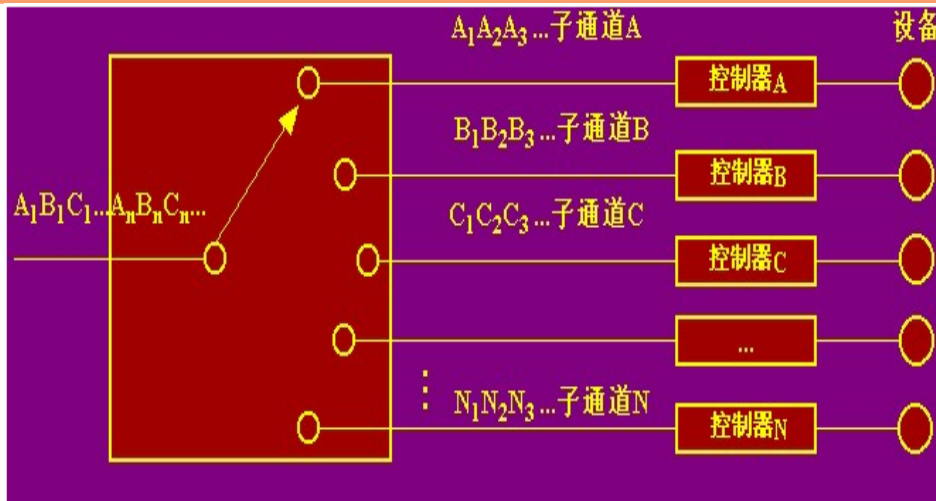
§ 1 设备管理概述

三、I/O通道

1.定义：通道是一种特殊的处理机，它能接收来自CPU的I/O指令(通道程序首址、设备地址)，通过执行通道程序**独立控制**外设的I/O全过程,也称I/O处理机。

2.通道类型

- **字节多路通道：**主通道通过若干非分配型子通道连接大量的中、低速外设，子通道以字节为单位交叉使用主通道。
——加接能力强(IBM 370系统，256台)，但只能连接中低速设备
- **数据选择通道：**





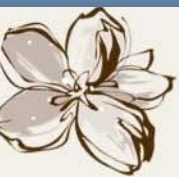
§ 1 设备管理概述

三、I/O通道

1.定义：通道是一种特殊的处理机，它能接收来自CPU的I/O指令(通道程序首址、设备地址)，通过执行通道程序**独立控制**外设的I/O全过程,也称I/O处理机。

2.通道类型

- **字节多路通道：**主通道通过若干非分配型子通道连接大量的中、低速外设，子通道以字节为单位交叉使用主通道。
——**加接能力强(IBM 370系统, 256台)，但只能连接中低速设备**
- **数据选择通道：**内含一分配型子通道，连接高速外设，数据以成组方式成批交换，但任何一段时间内，只能控制一台外设的数据交换。
——**可连接高速设备，但通道利用率低**
- **数组多路通道：**含多个非分配型子通道，各子通道分时共享主通道，以较高速度与主存进行信息交互。
——**通道程序并发的硬件实现**



§ 1 设备管理概述



四、设备管理的目标及功能

1.方便性:屏蔽设备的硬件细节, 向用户提供方便的设备使用接口。

—**设备命名:**OS采用命名规则向用户提供设备逻辑名称, 供用户使用逻辑名称提出I/O请求

—**设备保护:**I/O指令被定义为特权指令, 可阻止用户对设备端口的越权访问

—**格式化I/O:**提供用户空间的I/O库函数, 供用户程序表达I/O请求

—**设备驱动程序:**控制设备的I/O全过程, 包括I/O过程中与硬件相关的所有代码

—**中断处理程序:**处理来自设备的I/O中断, 也可看作是驱动程序的一部分

2.高效率:运用多种技术以提高设备工作效率, 如: 提高设备利用率、提高设备的有效速度等

—**分配:**独享分配、相关的阻塞与唤醒机制、共享分配

—**缓冲技术:**在内存设立缓冲区收容I/O数据, 提高设备有效速度

—**假脱机:**运用Spooling技术提供虚拟设备, 运行于核外(目态)



§ 1 设备管理概述

五、I/O系统的层次结构



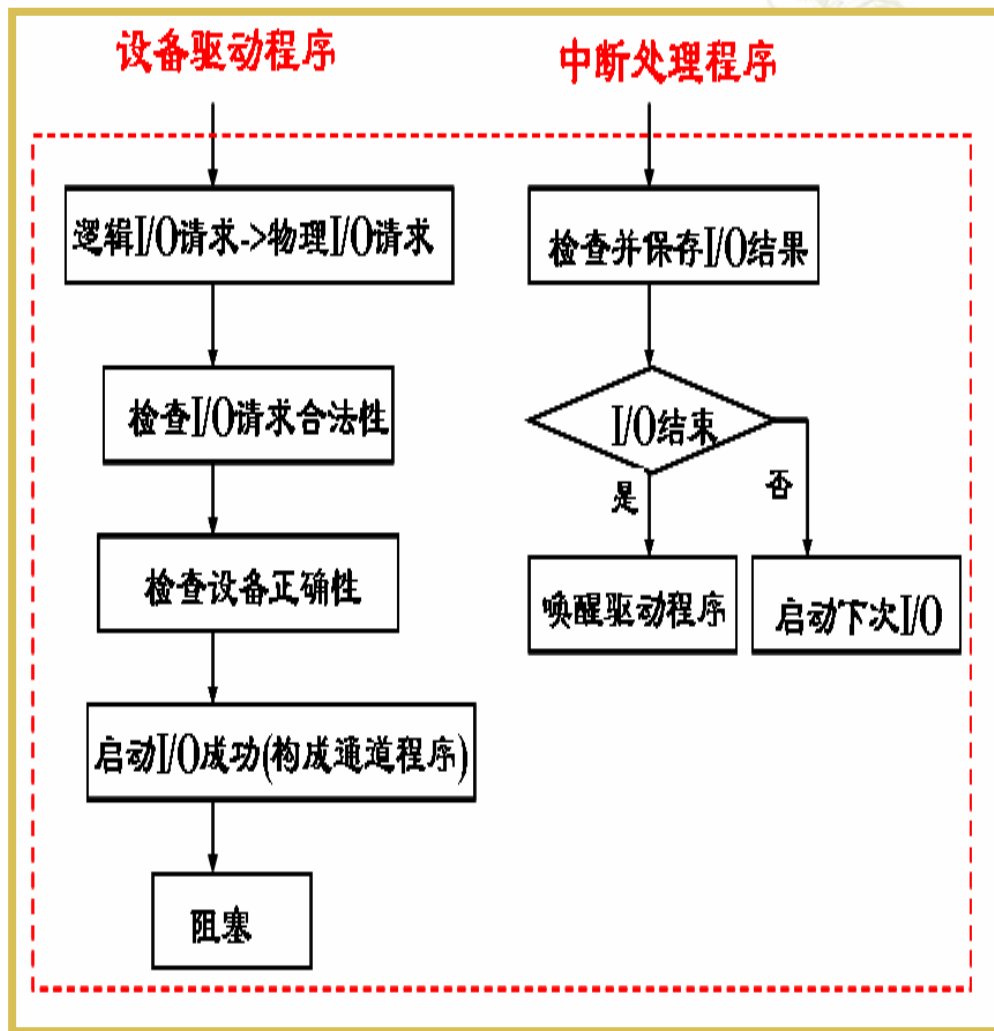
设备驱动程序是OS为每类设备的I/O所配备的低级系统例程，也称**设备处理程序**或**I/O进程**。它接收上层软件发来的抽象I/O要求，转换为设备能完成的具体要求，并启动设备完成I/O操作，从而将I/O过程的硬件细节对用户屏蔽。



§ 1 设备管理概述

五、I/O系统的层次结构

- ①将对盘块的抽象请求转换为(磁道号,盘面号,扇区号)
- ②是设备可完成操作?如:磁带走纸、打印机反绕均非法
- ③检查设备状态寄存器及端口测试,确保设备已准备就绪
- ④向控制器端口发送I/O命令及参数,启动控制器成功;或构成通道程序并启动通道成功。阻塞自己
- ⑤被唤醒后,将I/O结果传送至设备无关层并唤醒等待I/O结束的进程





§ 1 设备管理概述

例1(09年): 程序员利用系统调用打开I/O设备时, 通常使用的设备标识是 **B**。

A. 物理设备名 B. 逻辑设备名 C. 虚拟设备名 D. 独占设备名

例2(11年): 用户程序发出磁盘I/O请求后, 系统正确的处理流程是 **B**。

A. 用户程序->系统调用处理程序->中断处理程序->设备驱动程序
B. 用户程序->系统调用处理程序->设备驱动程序->中断处理程序
C. 用户程序->设备驱动程序->系统调用处理程序->中断处理程序
D. 用户程序->设备驱动程序->中断处理程序->系统调用处理程序





§ 1 设备管理概述

例3 (南航)：如果在设备处理时设置I/O进程，则不需要I/O进程工作时，I/O进程处于阻塞状态。

例4(西安电子科技大学)：设备驱动进程平时处于睡眠状态，当I/O请求和I/O中断出现时被唤醒。

例5(上海交大)：以下工作在4个I/O软件层的哪一层完成？

- (1) 为一个读操作计算磁道和扇区 **设备驱动程序层**
- (2) 维护一个最近使用块的缓存 **设备无关层**
- (3) 在设备寄存器中设置命令 **设备驱动程序层**



§ 2 I/O控制方式

一、轮询方式

程序直接控制方式或程序I/O控制方式

1. 硬件特点：无中断机构，外设不能主动汇报I/O情况

2. I/O控制流程（以输入为例）

- (用户程序)通过CPU向控制器发启动命令,置其状态寄存器为busy
- 设备将一个字符（流）传入控制器数据寄存器中，与此同时，CPU循环测试设备状态
- busy为0，CPU将控制器中数据传入内存

3. 特点

—— CPU与外设串行，外设间串行

—— CPU忙式等待

eg：某终端一次输入时间为100ms，其中，外设启动指令为0.1ms。试问：在程序I/O控制方式下，一次终端I/O过程CPU的忙碌时间是多少？

【分析】 CPU忙=100ms

CPU忙式等待=100-0.1=99.9ms



§ 2 I/O控制方式



二、中断驱动方式

1. 控制流程

- (驱动程序)通过CPU向外设的控制器发I/O命令
- 控制器控制外设的I/O,CPU在其它进程的上下文中执行
- 一个数据I/O结束或出错, 控制器向CPU发出中断, 驱动程序进行中断处理, 实现数据在控制器和内存间的传送

2. 特点

- 能实现CPU和外设并行、外设和外设间并行操作
- CPU以数据为单位干预I/O过程,若用于高速的块设备则极其低效

eg1:某终端一次输入时间为100ms,其中外设启动指令为0.1ms。

轮询方式: CPU忙=100ms, 忙式等待=99.9ms

中断驱动方式: CPU忙=0.1ms

eg2:某磁盘块长1KB,若使用中断驱动方式进行读写控制, 读入一块需中断CPU多少次? 中断CPU的次数=1024次

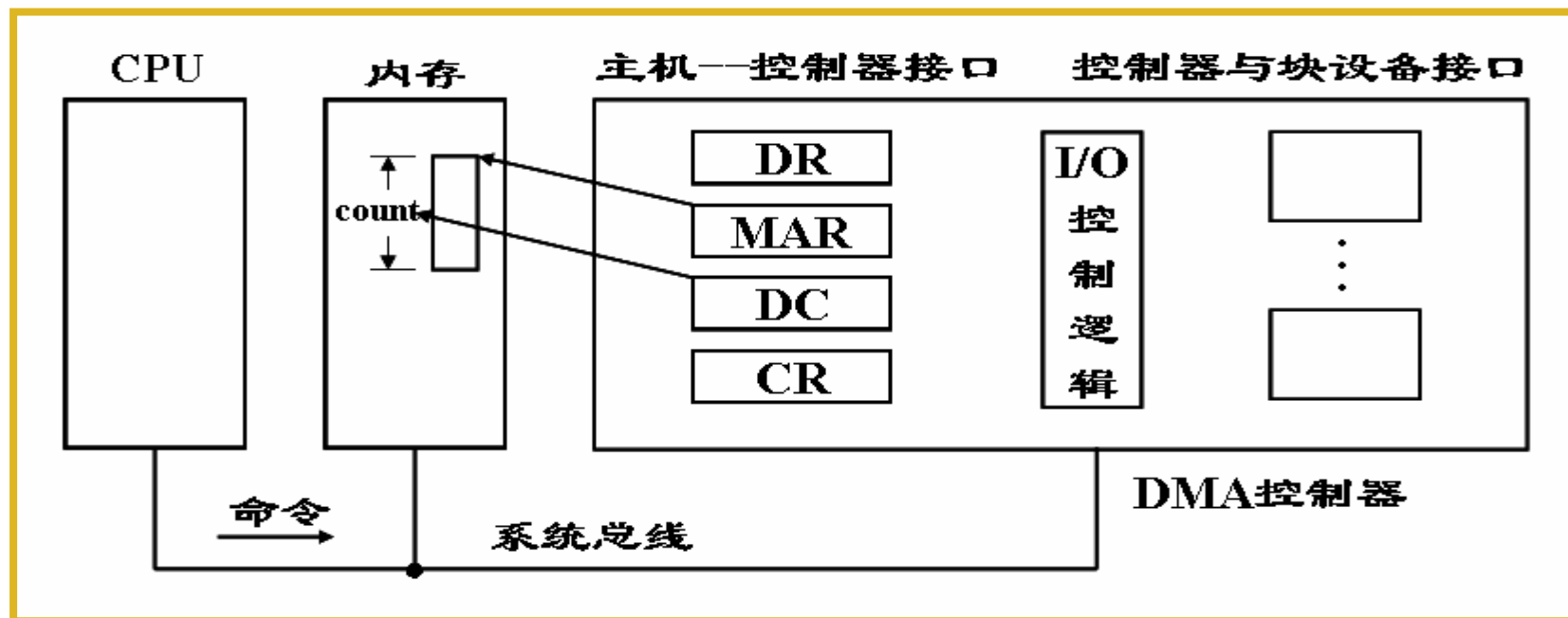


§ 2 I/O控制方式

三、DMA方式

1. 硬件基础：DMA控制器

- 数据寄存器DR:暂存从内存到设备的数据或反之
- 命令寄存器CR:接收来自CPU的命令或返回设备状态
- 内存地址寄存器MAR: I/O涉及的内存地址
- 数据计数器DC:本次要读写的字节数





§ 2 I/O控制方式



三、DMA方式

1. 硬件基础：DMA控制器

- 数据寄存器DR:暂存从内存到设备的数据或反之
- 命令寄存器CR:接收来自CPU的命令或返回设备状态
- 内存地址寄存器MAR: I/O涉及的内存地址
- 数据计数器DC:本次要读写的字节数

2. 控制过程

- (驱动程序)通过CPU向DMA控制器发送读/写一块指令
 - 将命令送CR寄存器, 以便译码执行
 - 将内存地址送MAR、传送字节数送DC寄存器
- DMA独立控制DC个字节传输, CPU转其它处理
 - DMA控制一个字节进入DR
 - DMA取代CPU接管总线控制权, 将该字节传入内存
 - DC减1, MAR加1; 若 $DC \neq 0$, 重复上述处理
- 一块传输结束或出错, DMA向CPU发中断; 驱动程序进行中断处理



§ 2 I/O控制方式



三、DMA方式

3.与中断驱动方式比较

- 中断驱动方式每个数据的传输中断CPU一次，
DMA控制方式一批数据的传输中断CPU一次
- 中断驱动方式中数据传送由CPU控制，
DMA控制方式中数据传送由DMA控制器完成，无需CPU介入
- DMA对I/O的管理与组织能力有限：数据传送方向、长度、
内存地址等仍需由CPU控制

eg:某磁盘块长1KB, 则读入一块需中断CPU多少次？

中断驱动方式： CPU中断处理次数=1024次

DMA方式： CPU中断处理次数=1 次





§ 2 I/O控制方式

四、通道控制方式

● 硬件基础：I/O通道

- **(驱动程序)**通过CPU向通道发送启动指令，并阻塞等待I/O完成
- 通道执行通道程序独立控制I/O过程，与此同时，CPU在其他进程上下文中执行
- I/O结束或出错，通道向CPU发I/O中断，唤醒驱动程序进行处理
- 此后某时刻，进程调度选中请求I/O的进程，该进程从指定内存始址中取出数据做进一步处理

eg:某进程的执行需要10个磁盘块的信息。试问：服务于进程的I/O请求共需中断CPU多少次？

DMA方式： CPU中断处理次数=10次

通道方式： CPU中断处理次数=1次



§ 2 I/O控制方式

例1(浙大): 在I/O设备控制方式的发展过程中, 最主要的推动力是 C。

- A.提高资源利用率
- B.提高系统吞吐量
- C.减少CPU对I/O控制的干预
- D.提高CPU和I/O设备并行操作的程度

例2(北大): CPU与通道可以并行执行, 并通过 C 实现彼此之间的通信和同步。

- A.I/O指令
- B.I/O 中断
- C.I/O指令和I/O中断
- D.用户

例3(浙大): 如果I/O设备与存储器进行数据交换不经过CPU来完成, 这种数据交换方式是 C。

- A.程序查询
- B.中断方式
- C.DMA方式
- D.无条件存取方式



§ 2 I/O控制方式

例4 (北方交通大学)：在有通道支持的系统中，设备驱动程序是根据I/O请求组织 F，然后启动 A。由通道向 H 发出I/O命令控制设备完成指定的操作。如果请求者进程已 B，CPU响应通道发来的中断请求，由IOCS把该进程 D。

A.通道 B.阻塞 C.撤销 D.唤醒 E.输出文件

F.通道程序 G.设备 H.设备控制器 I.I/O文件



§ 3 缓冲技术

一、引入缓冲目的

1. 匹配数据到达率和离去率,缓解CPU与设备间速度不匹配矛盾。
2. 减少I/O中断CPU的次数,放宽对CPU中断响应时间的限制。
3. 加大CPU与设备之间的并行性。

eg1: 一个计算程序以不均匀的速度产生阵发性的结果, 供打印机打印。

eg2: 一通讯速率为9.6KB/s的终端, 每发送一个字符需时 $100\mu\text{s}$ 。

(1) 1位字符缓冲: 中断频率为1次/ $100\mu\text{s}$, 响应时间 $\leq 100\mu\text{s}$

(2) 80位字符缓冲: 中断频率降至1/80, 响应时间 $\leq 100\mu\text{s}$

(3) 再增设4位缓冲: 中断频率降至1/80, 响应时间 $\leq 400\mu\text{s}$

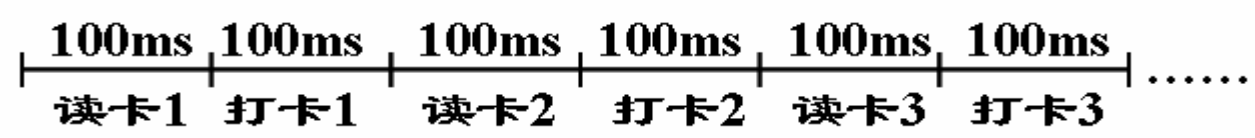


§ 3 缓冲技术

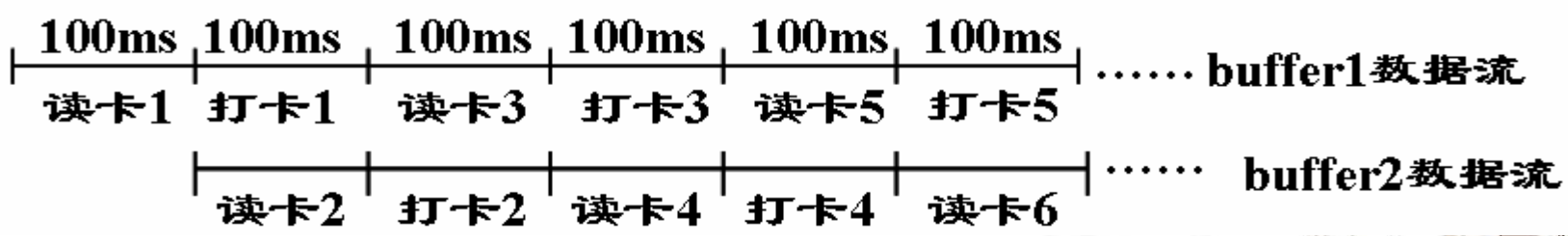
二、单缓冲和双缓冲

每当进程发出I/O请求时，OS在主存为之分配一个（二个）缓冲区，一个缓冲区可收容一个单位的输入/出数据。

例1：某单缓冲系统中，读卡机速度为600张/min，打印机速度为600行/min，将读卡机的一张卡片在打印机一行上打印出来。



单缓冲：1张卡片处理时间=100ms+100ms=200ms



双缓冲：1张卡片处理时间=100ms

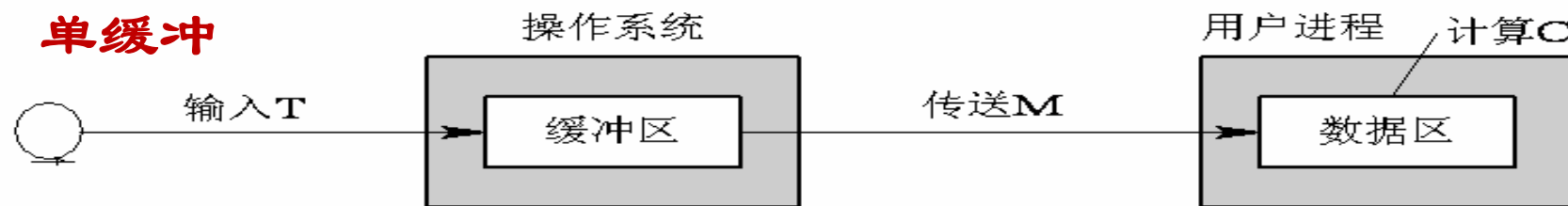




§ 3 缓冲技术

例2：磁盘输入过程。从磁盘将一块数据读入buffer所需时间为 T ，将buffer中数据传送至进程实体需时 M ，处理该块数据所需时间为 C 。**试推导**磁盘一块数据的有效处理时间是：

单缓冲： $\text{Max}(T, C) + M$ **双缓冲：** $\text{Max}(T, C)$



【推导】对于 $i=1, 2, 3 \dots n$ 块盘块，有：

$$T_{i+1} = T_i = T, \quad M_{i+1} = M_i = M, \quad C_{i+1} = C_i = C, \quad \text{且 } M \ll T, \quad M \ll C$$

由单缓冲磁盘工作示意图可知：

第 i 块盘块数据的计算 C 和第 $i+1$ 块盘块数据的输入 T 是并行的。

若 $C_i > T_{i+1}$ ，则第 $i+1$ 块处理时间为： $M_{i+1} + C_{i+1} = C + M$

若 $C_i < T_{i+1}$ ，则第 $i+1$ 块处理时间为：

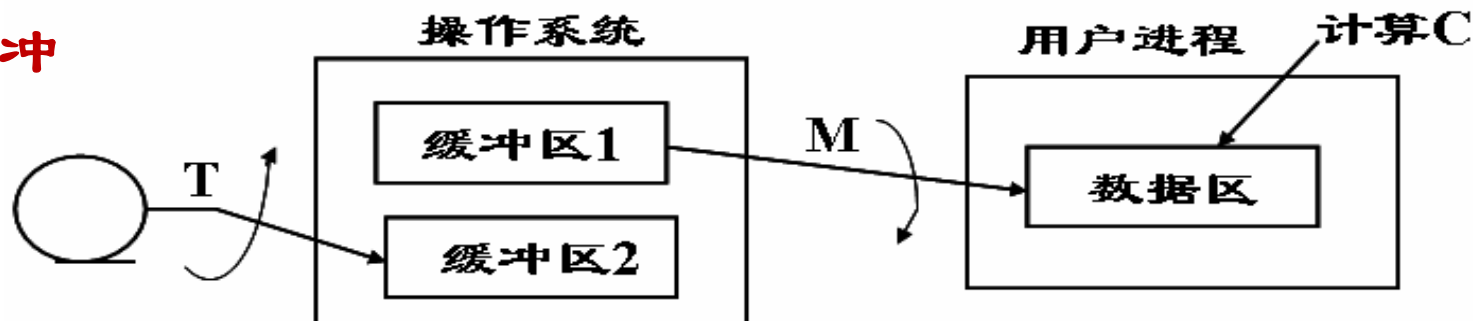
$$(T_{i+1} - C_i) + M_{i+1} + C_{i+1} = T - C + M + C = T + M$$

综上所述：单缓冲一块数据处理时间 $\approx \text{Max}(C, T) + M$

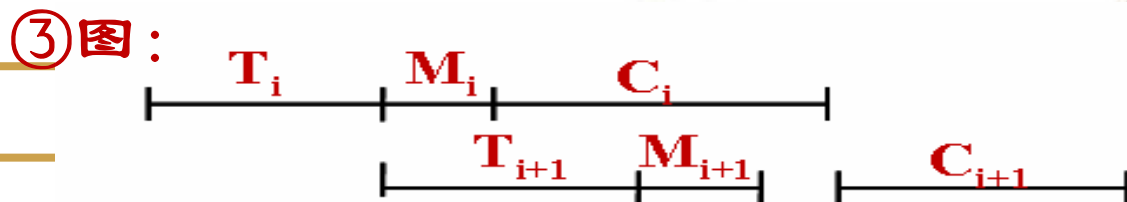
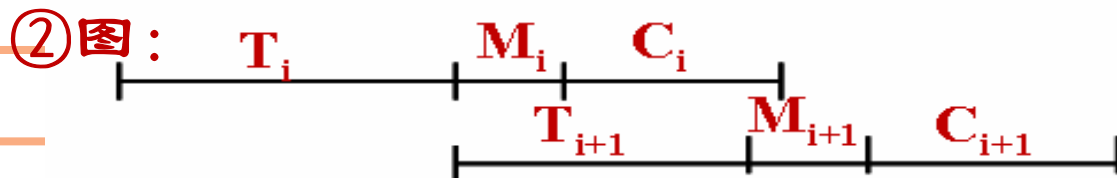
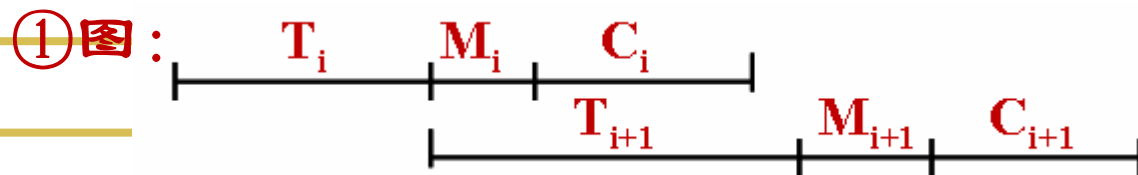


§ 3 缓冲技术

双缓冲



在双缓冲机制下，第 i 盘块的数据移动 M 与计算 C 和第 $i+1$ 盘块的输入 T 并行

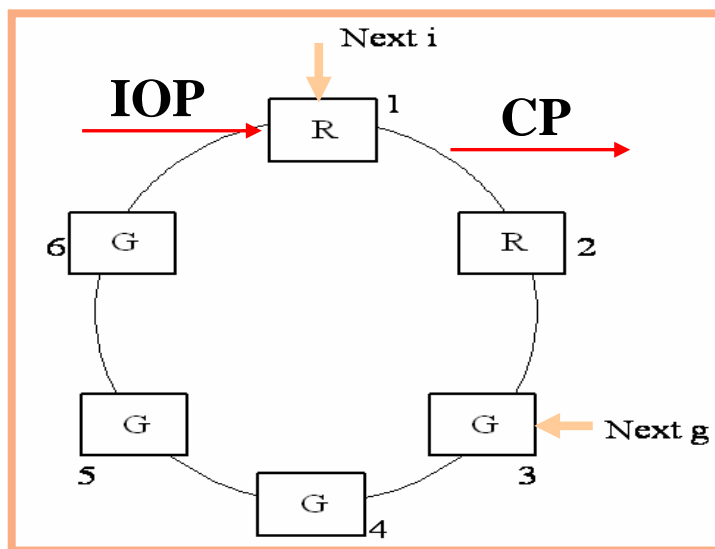


§ 3 缓冲技术

三、多缓冲机制

❖ 技术特点

- 为一个进程的输入或输出所提供的多个缓冲区，通过链接指针组织成循环链表，因此**多缓冲**称作**循环缓冲**。
- 任一缓冲只分配给某一进程使用，因此**多缓冲**是**专用缓冲**；任一缓冲只用作输入或输出缓冲，因此**多缓冲**是**单向缓冲**。





§ 3 缓冲技术

三、多缓冲机制

❖ 技术特点

- 为一个进程的输入或输出所提供的多个缓冲区，通过链接指针组织成循环链表，因此**多缓冲**称作**循环缓冲**。
- 任一缓冲只分配给某一进程使用，因此**多缓冲**是**专用缓冲**；任一缓冲只用作输入或输出缓冲，因此**多缓冲**是**单向缓冲**。

四、缓冲池机制

定义： Buffer Pool中设置供进程共享的多个缓冲区，每个缓冲既可用于输入又可用于输出。从而改进多缓冲的专用、单向缓冲为通用、双方向缓冲，提高了缓冲区的整体利用率。

- **优化**多缓冲机制中缓冲只能为一个进程专用为多个进程共享，**即改专用缓冲为公用缓冲**。
- **优化**多缓冲机制中只能用于输入/出缓冲为可输入输出的双向缓冲，**即改单向缓冲为双向缓冲**。



§ 3 缓冲技术

例1：判断和选择。

(**大连理工**)引入缓冲技术最主要的目的是为了解决CPU与外设之间速度不匹配问题。 (**T**)

(**西安交大**)缓冲技术是借用外存储器的一部分区域作为缓冲区。
(**F**)

缓冲技术中的缓冲池在 **A** 中。

A.主存 B.外存 C.ROM D.寄存器

例2(**北京大学**):在操作系统中, 一种以空间换时间的资源转换技术是 **A** , 以时间换空间的技术是 **D** 。

A. 缓冲技术 B.通道技术 C. 中断技术 D.虚拟存储技术





§ 3 缓冲技术

例3 (南航): 假定把磁盘上一个数据块中信息输入到一单缓冲区的时间 T 为 $100\ \mu\text{s}$, 将缓冲区中数据传送到用户区的时间 M 为 $50\ \mu\text{s}$, 而CPU对这一块数据进行计算的时间 C 为 $50\ \mu\text{s}$, 这样, 系统对每一块数据的处理时间为 $150\ \mu\text{s}$; 若将单缓冲改为双缓冲, 则系统对每一块数据的处理时间为 B。

A. $50\ \mu\text{s}$ B. $100\ \mu\text{s}$ C. $150\ \mu\text{s}$ D. $200\ \mu\text{s}$

例4 (11年): 某文件占10个磁盘块, 现要把该文件磁盘块逐个读入主存缓冲区, 并送用户区进行分析, 假设一个缓冲区与一个磁盘块大小相等, 把一个磁盘块读入缓冲区的时间为 $100\ \mu\text{s}$, 将缓冲区数据传送到用户区的时间是 $50\ \mu\text{s}$, CPU对一块数据进行分析的时间为 $50\ \mu\text{s}$ 。在单缓冲和双缓冲结构下, 读入并分析完该文件的时间分别是 B。

A. $1500\ \mu\text{s}$ 、 $1000\ \mu\text{s}$ B. $1550\ \mu\text{s}$ 、 $1100\ \mu\text{s}$
C. $1550\ \mu\text{s}$ 、 $1550\ \mu\text{s}$ D. $2000\ \mu\text{s}$ 、 $2000\ \mu\text{s}$



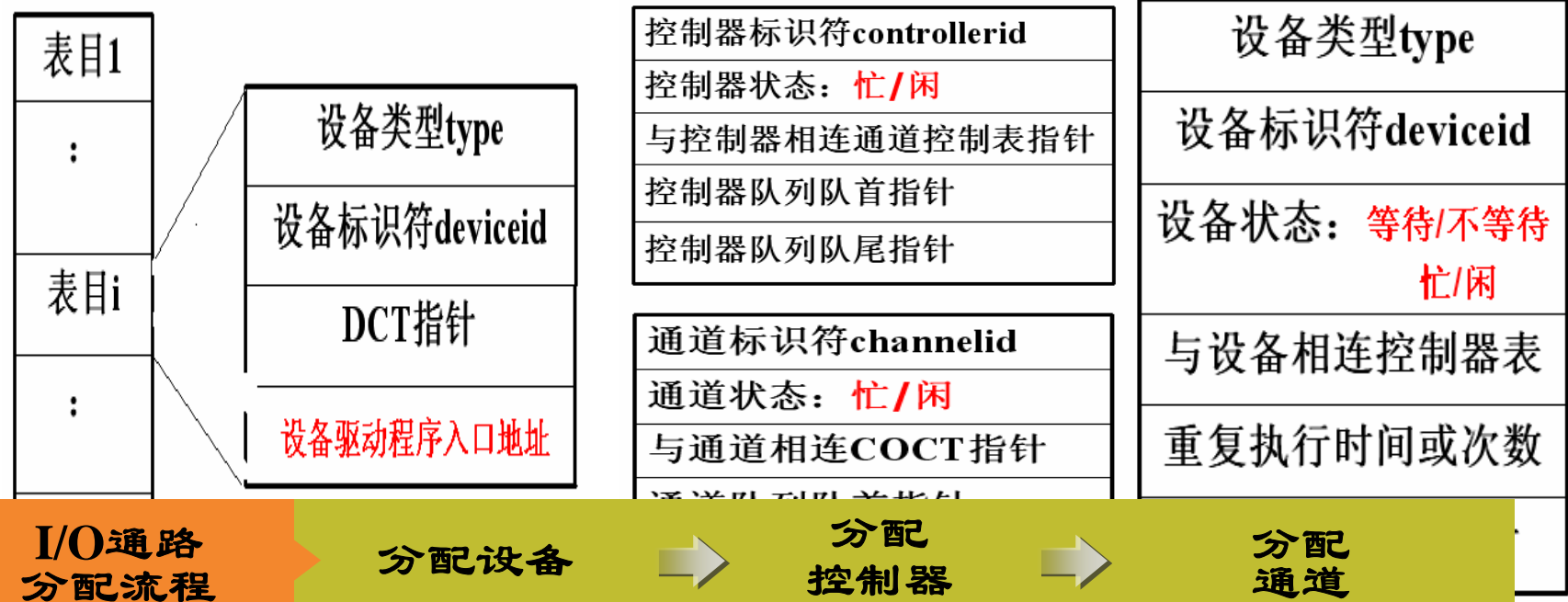


§ 4 对独占设备的分配



一、数据结构

- 1.设备控制表**DCT:Device Control Table**
- 2.控制器控制表**COCT:Controller Control Table**
- 3.通道控制表**CHCT:Channel Control Table**
- 4.系统设备表**SDT:System Device Table**





§ 4 对独占设备的分配

❖ 自主学习内容（设备分配中要考虑的因素）

1. 独占设备分配算法有哪些？

2. 如何保证设备分配中的安全性，即不会引起进程死锁？

3. 什么是设备无关性，如何在设备分配中实现设备无关性？

4. 在实现设备无关性中，LUT表的作用是什么？



§ 5 磁盘的性能和调度

一、磁盘访问时间

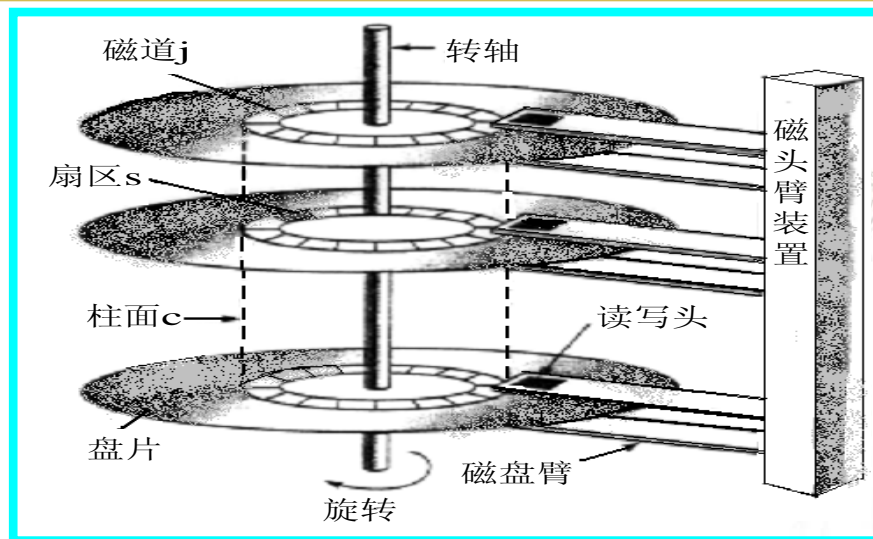
1. 寻道时间 T_s —— 移臂定位时间

► 将磁臂(磁头)从当前位置移动到指定柱面(磁道)所需时间

- 设 s 为磁盘启动时间, m 为读写头移动速率, n 为磁头移动道数, 则: $T_s = s + m * n$

2. 旋转延迟时间 T_r —— 指定扇区旋转至磁头下所需的时间

- 设 r 为磁盘旋转速度, 则: 平均 $T_r = 1/2r$





§ 5 磁盘的性能和调度

一、磁盘访问时间

1. 寻道时间 T_s —— 移臂定位时间

► 将磁臂(磁头)从当前位置移动到指定柱面(磁道)所需时间

- 设 s 为磁盘启动时间, m 为读写头移动速率, n 为磁头移动道数,
则: $T_s = s + m * n$

2. 旋转延迟时间 T_r —— 指定扇区旋转至磁头下所需的时间

- 设 r 为磁盘旋转速度, 则: 平均 $T_r = 1/2r$

3. 传输时间 T_t

► 把数据从磁盘读出或向磁盘写入数据所经历的时间

- 设 b 为读写字节数, N 为一条磁道上的字节数,
则: $T_t = b/rN$

【公式】 磁盘访问时间 $T_a = T_s + T_r + T_t$

$$= s + m * n + 1/2r + b/rN$$



§ 5 磁盘的性能和调度

二、磁盘驱动调度

磁盘驱动调度是指采用调度策略决定对多个磁盘I/O请求的响应次序，使得为这些I/O请求服务所需的时间最少。驱动调度包含二方面考虑：**移臂调度**和**旋转调度**。

1.FCFS：按进程请求访问磁盘的次序响应进程的I/O请求。

例：已知磁头当前位置为100磁道，磁盘请求以55、39、90、18、184、160 磁道的次序到达磁盘驱动器。

请求次序	磁道号	移动磁道数
1	55	45
2	39	16
3	90	51
4	18	72
5	184	166
6	160	24

平均寻道数= $(45+16+51+72+166+24)/6=62.3$





§ 5 磁盘的性能和调度

2.SSTF: Shortest Seek Time First

► 总是响应距当前磁头距离最近的I/O请求

例：已知磁头当前位置为100磁道，磁盘请求以55、39、90、18、184、160 磁道的次序到达磁盘驱动器。

响应次序	磁道号	移动磁道数
1	90	10
2	55	35
3	39	16
4	18	21
5	160	142
6	184	24

平均寻道数= $(10+35+16+21+142+24)/6=40.8$

进程“饥饿”
现象



§ 5 磁盘的性能和调度

3. 电梯调度—SCAN算法

► 总是响应沿磁头移动方向距离最近的I/O请求

例：已知磁头当前位置为100磁道，磁盘请求以55、39、90、18、184、160 磁道的次序到达磁盘驱动器。**磁头向内移动。**

响应次序	磁道号	移动磁道数
1	160	60
2	184	24
3	90	94
4	55	35
5	39	16
6	18	21

平均寻道数= $(60+24+94+35+16+21)/6=41.6$





§ 5 磁盘的性能和调度

4. 单向扫描C-SCAN

► 磁头总是从0道至最大道扫描，然后直接向0道方向返回。

例：已知磁头当前位置为100磁道，磁盘请求以55、39、90、18、184、160 磁道的次序到达磁盘驱动器。

响应次序	磁道号	移动磁道数
1	160	60
2	184	24
3	18	166
4	39	21
5	55	16
6	90	35

平均寻道数 = $(60 + 24 + 166 + 21 + 16 + 35) / 6 = 53.7$

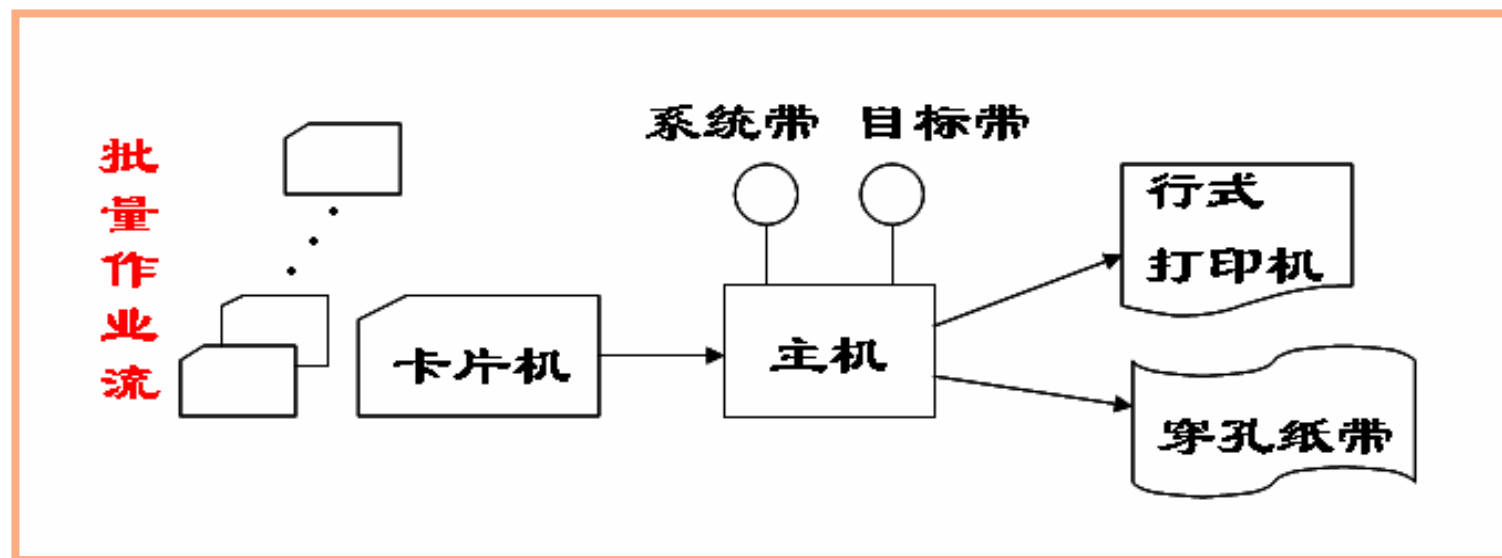
为适应极大量请求而设计





§ 6 SPOOLing(斯普林)系统

一、独占设备的效率问题

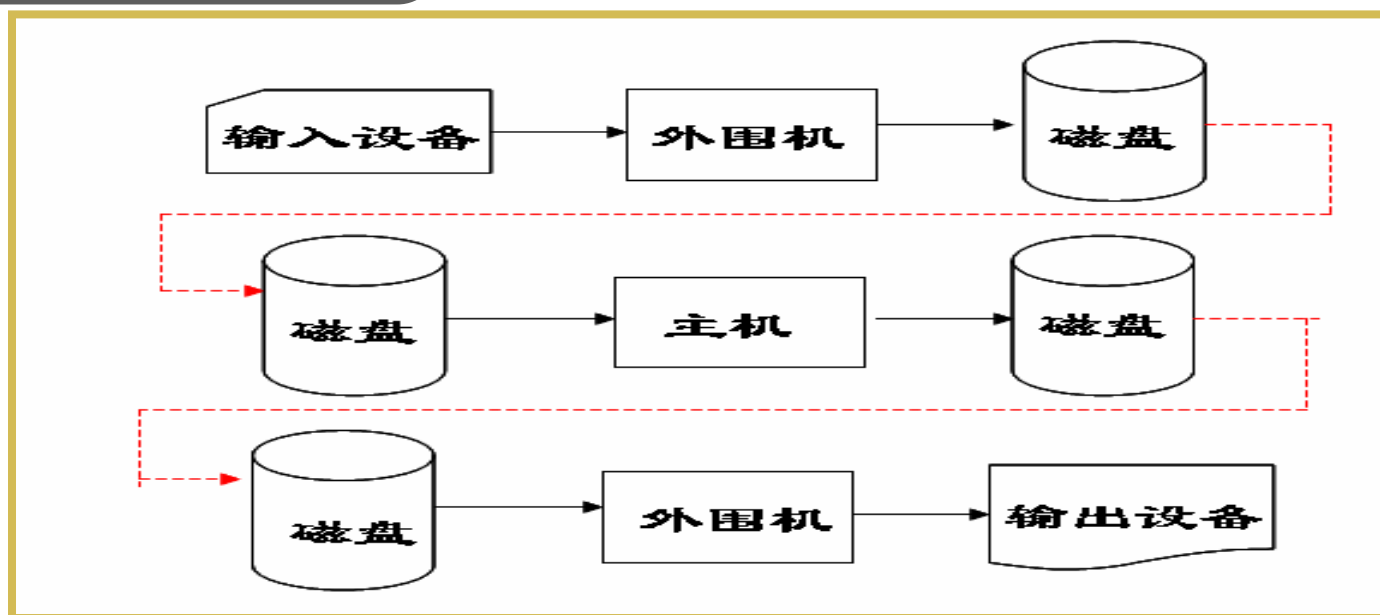


1. 独占设备的独享分配策略，导致设备利用率低。
2. 主机联机控制慢速外设的I/O，延长了作业的执行时间。



§ 6 SPOOLing(斯普林)系统

二、(真)脱机系统



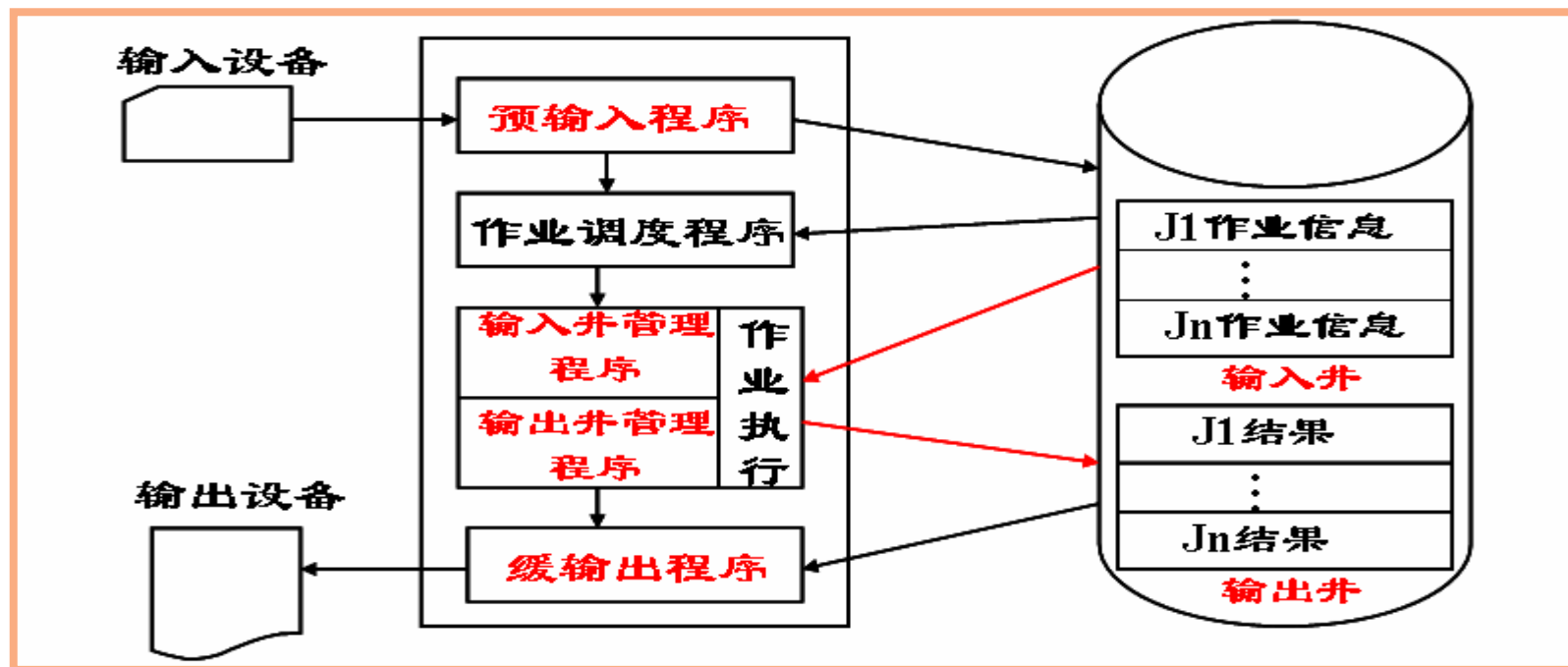
- **用高速I/O设备代替慢速I/O设备，减少CPU等待I/O的时间，也缩短了作业的运行时间。**
- **卫星机代价。**
- **增加了手工操作在主机和卫星机之间搬动I/O盘，不仅低效，且易出错。**

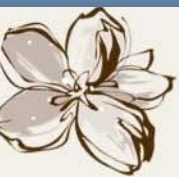


§ 6 SPOOLing(斯普林)系统

三、SPOOLing系统硬件基础

1. **输入井和输出井**：模拟脱机系统的输入盘和输出盘
2. **输入缓冲区和输出缓冲区**：用于收容独享外设和井之间的交换数据，以及井和内存之间的交换数据
3. **输入/输出通道**：用于控制慢速I/O外设的输入输出过程

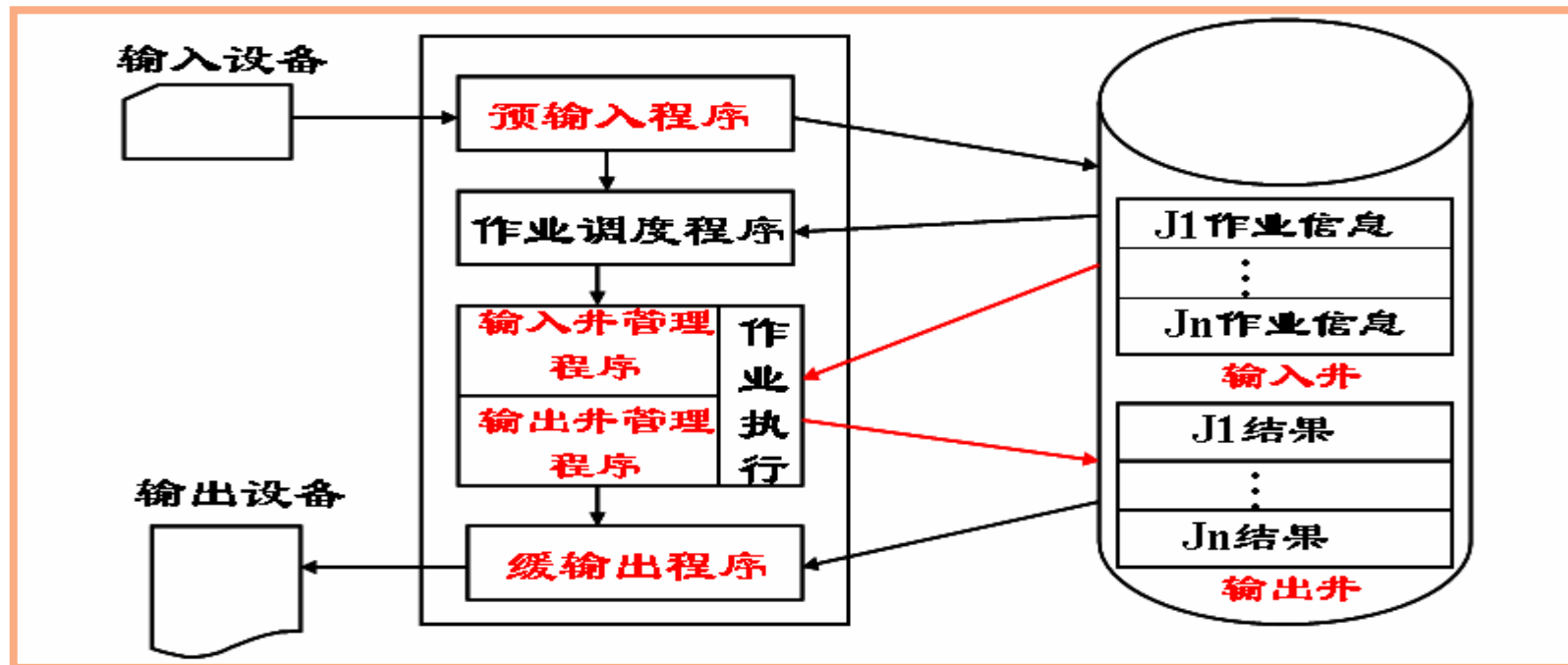




§ 6 SPOOLing(斯普林)系统

四、SPOOLing系统组成

- 1.预输入程序:**控制作业原始信息从慢速外设输入至输入井。
- 2.井管理程序:**截获作业执行中启动慢速外设的I/O请求, 改向输入/输出井进行。由输入井管理程序和输出井管理程序组成。
- 3.缓输出程序:**在适当时机(CPU空闲、物理外设空闲且信息已成批),控制作业结果从输出井输出至慢速外设。



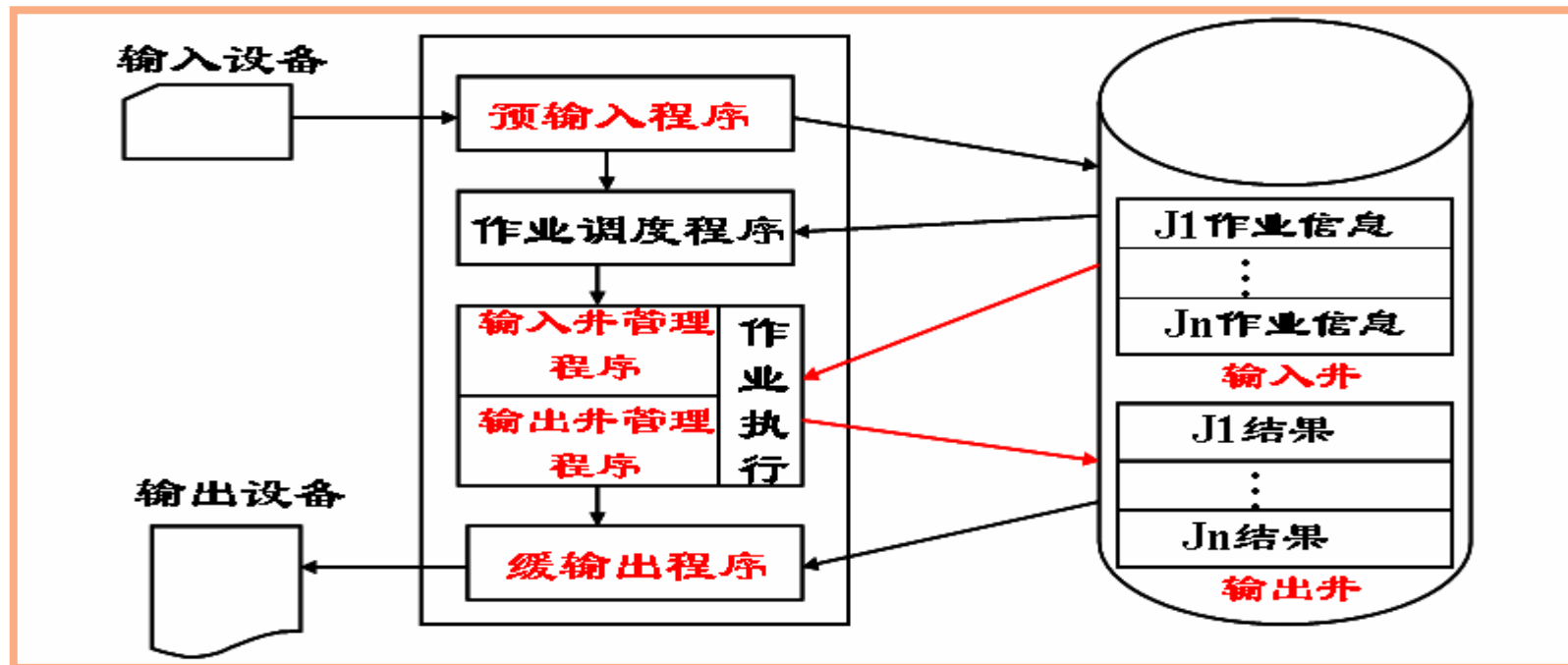


§ 6 SPOOLing(斯普林)系统



五、SPOOLing系统特点

1. **实现了假脱机**：在联机的情况下实现同时外围设备操作。
2. **运行中作业的I/O针对高速输入/出井进行**，提高了I/O速度，减少了用户进程等待I/O的时间。
3. **将独占设备改造成了可共享设备，实现了虚拟设备。**





§ 6 SPOOLing(斯普林)系统

例1 (**北京理工大学**):在Spooling系统中, 用户进程实际分配到的的是 **B** 。

- A. 用户所要求的外设 B. 外存区, 即虚拟设备
C. 设备的一部分存储区 D. 设备的一部分空间

例2: (**西安电子科技大学**)在关于Spooling的叙述中, **A** 描述是不正确的。

- A. Spooling系统中不需要独占设备
B. Spooling系统加快了作业执行速度
C. Spooling系统使独占设备变成共享设备
D. Spooling系统利用了处理器和通道并行工作的能力



§ 6 SPOOLing(斯普林)系统

例3:利用虚拟设备达到I/O要求的技术是指 A 。

A.利用外存作缓冲,将作业与外存交换信息和外存与物理设备交换信息两者独立起来,并使它们并行工作的过程

B.把I/O要求交给多个物理设备分散完成的过程

C.把I/O信息先存放在外存,然后由一台物理设备分批完成I/O要求的过程

D.把共享设备改为某个作业的独享设备,集中完成I/O要求的过程





§ 6 SPOOLing(斯普林)系统

例4 (东南大学):假设一个单CPU系统, 以**单道方式**处理一个作业流, 作业流中有两道作业, 其占用CPU时间、输入卡片数、打印输出行数如下所示:

作业号	占用CPU计算时间(分)	输入卡片张数	输出行数
1	3	100	2000
2	2	200	600

其中: 卡片机输入速度为1000张/分, 打印机速度为1000行/分。**忽略读写盘时间。**

- (1) 不采用Spooling技术, 试计算这两道作业的总运行时间(从第一个作业输入开始, 到最后一个作业输出完毕);
- (2) 如果采用Spooling技术, 试计算这两道作业的总运行时间。