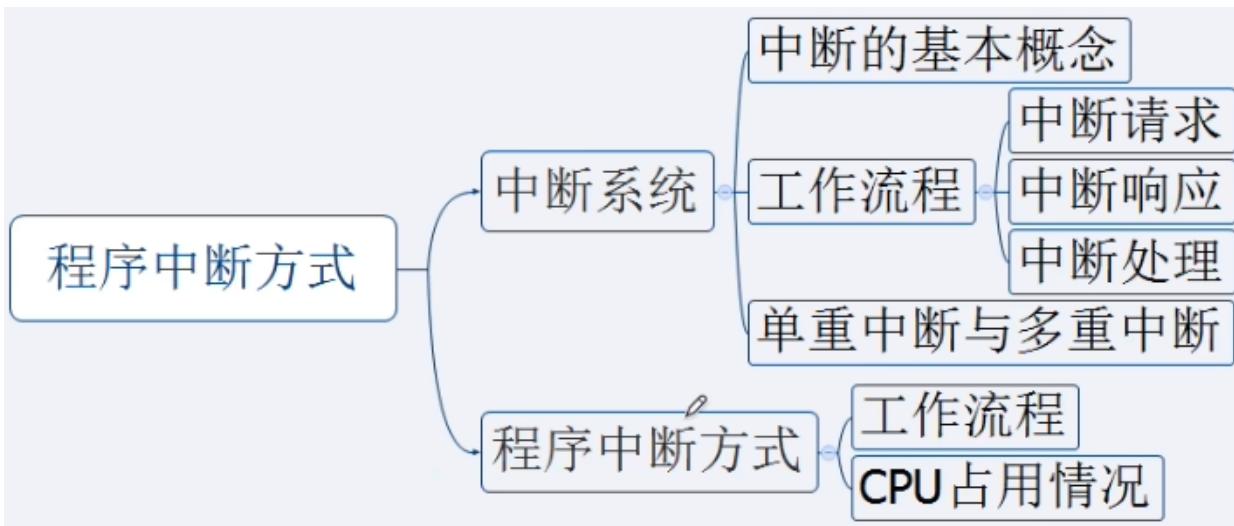
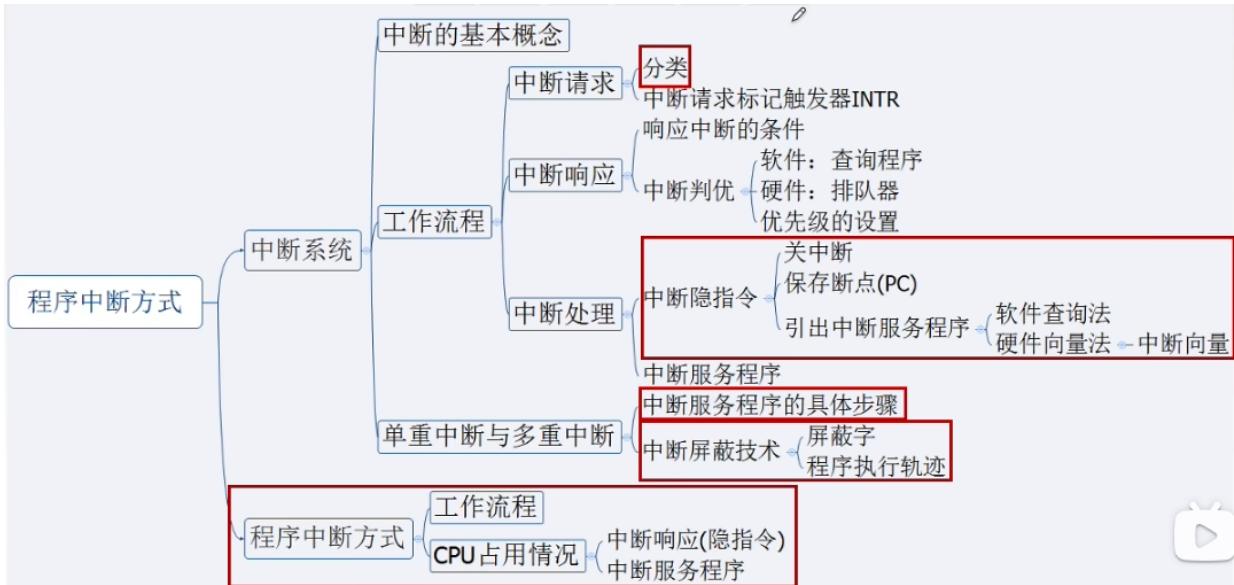
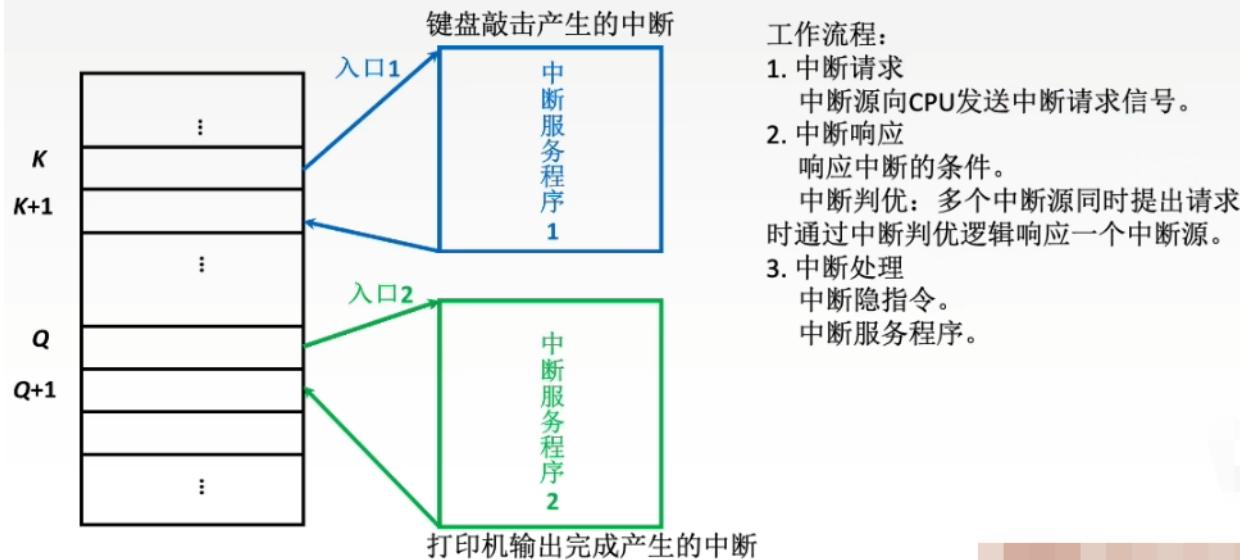


程序中断方式

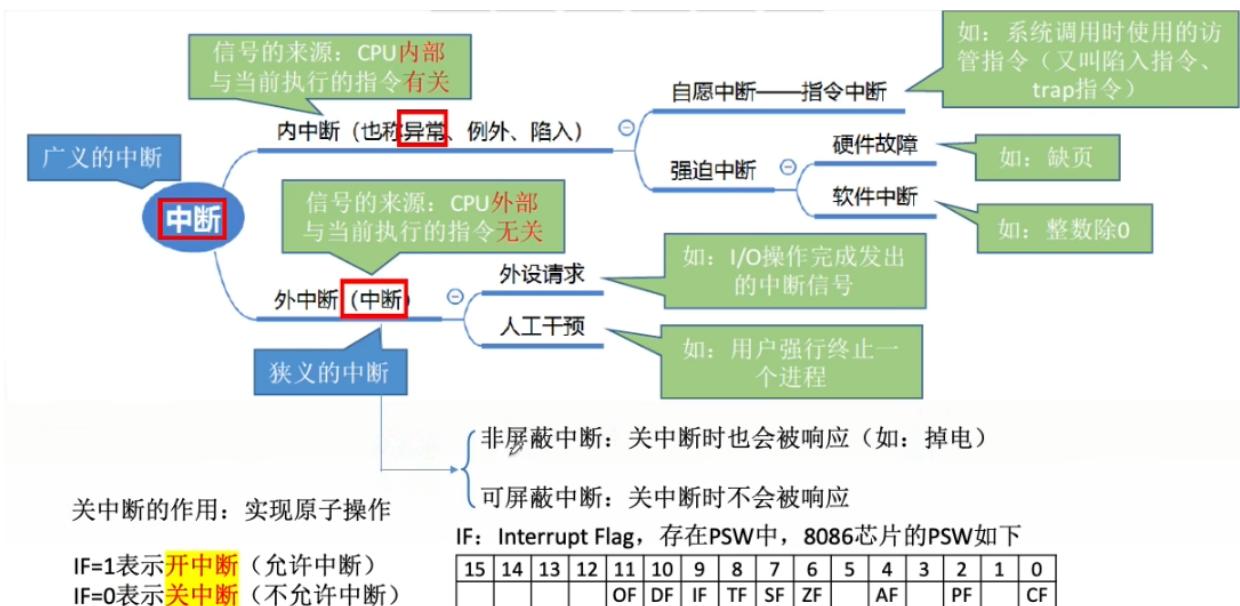


中断的基本概念

程序中断是指在计算机执行现行程序的过程中，出现某些急需处理的异常情况或特殊请求，CPU暂时中止现行程序，而转去对这些异常情况或特殊请求进行处理，在处理完毕后CPU又自动返回到现行程序的断点处，继续执行原程序。



中断请求的分类



中断请求标记

如何判断是哪个设备发来的中断信号？

每个中断源向CPU发出中断请求的时间是随机的。

为了记录中断事件并区分不同的中断源，中断系统需对每个中断源设置**中断请求标记触发器INTR**，当其状态为“1”时，表示中断源有请求。

这些触发器可组成**中断请求标记寄存器**，该寄存器可集中在CPU中，也可分散在各个中断源中。

中断请求标记寄存器	INTR1	INTR2	INTR3	INTR4	INTRn-1 INTRn	
	0	0	0	1	...	0 1
	掉电	过热	鼠标	键盘		扫描仪 打印机

对于**外中断**，CPU是在统一的时刻即每条指令执行阶段结束前向接口发出中断查询信号，以获取I/O的中断请求，也就是说，CPU响应中断的时间是在每条指令执行阶段的结束时刻。

CPU响应中断必须满足以下3个条件：

- ① 中断源有中断请求。
- ② CPU允许中断即开中断。
- ③ 一条指令执行完毕，且没有更紧迫的任务。

中断判优

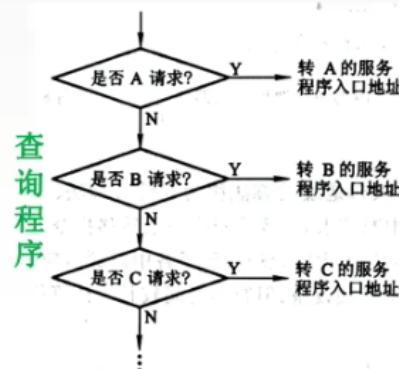
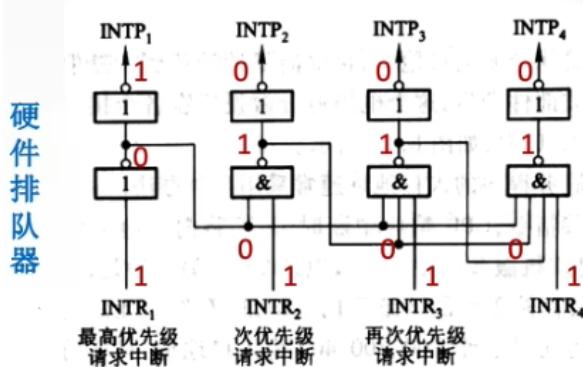
实现

有多个中断信号同时到来，先处理哪个？

中断判优既可以用硬件实现，也可用软件实现：

硬件实现是通过**硬件排队器**实现的，它既可以设置在CPU中，也可以分散在各个中断源中；软件实现是通过**查询程序**实现的。

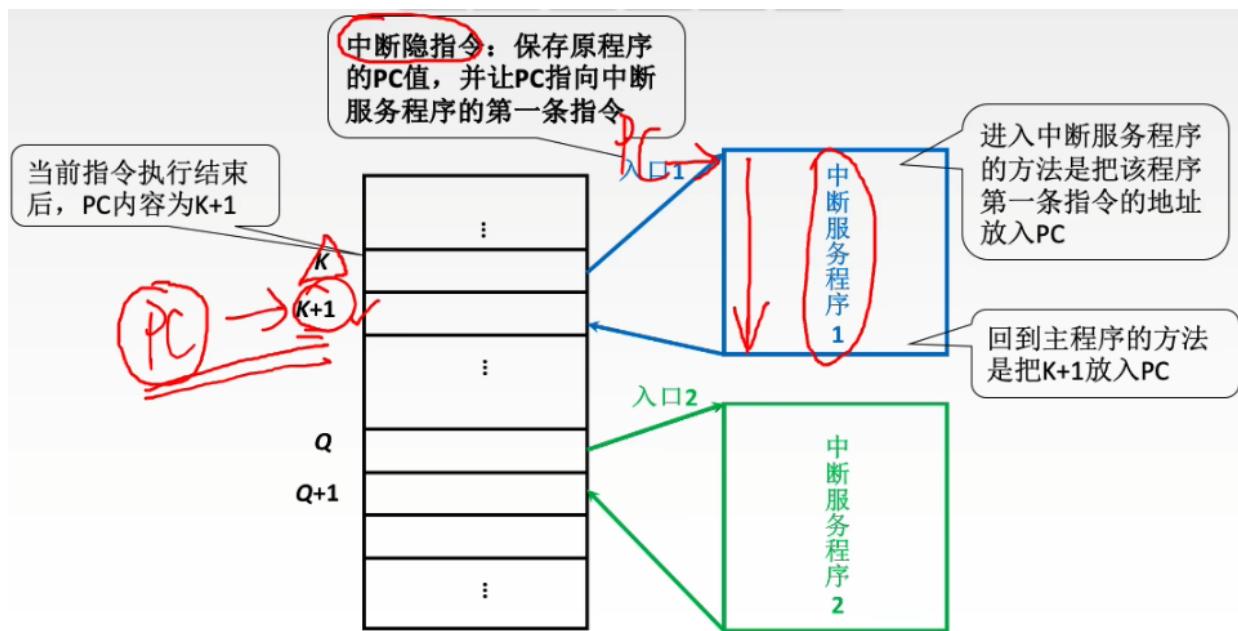
INTR1	INTR2	INTR3	INTR4	INTRn-1 INTRn	
0	0	0	1	...	0 1
掉电	过热	鼠标	键盘		扫描仪 打印机



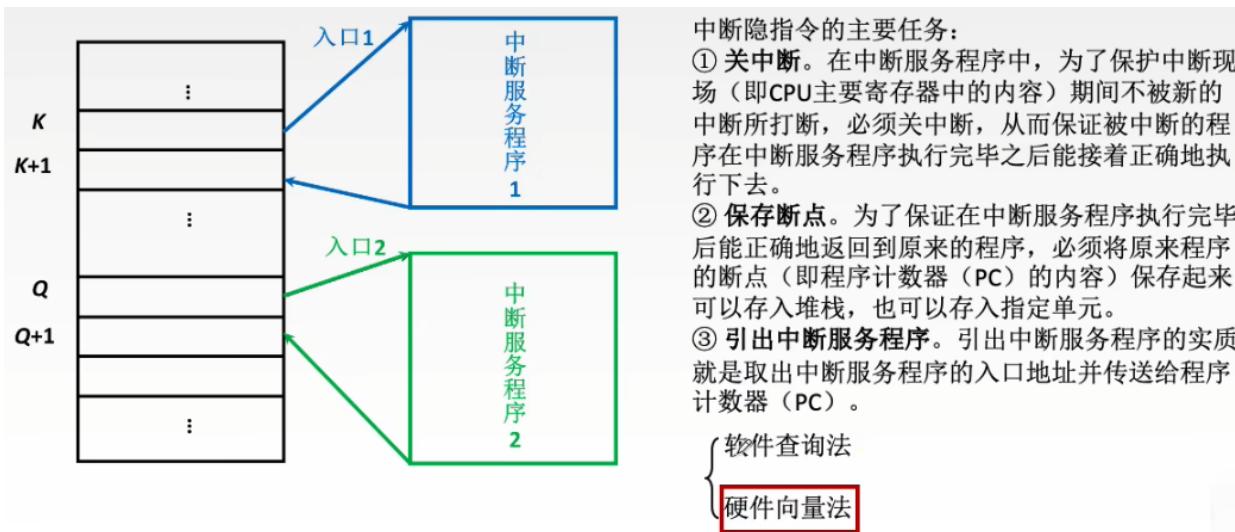
优先级设置

1. 硬件故障中断属于最高级，其次是软件中断；
2. 非屏蔽中断优于可屏蔽中断；
3. DMA请求优于I/O设备传送的中断请求
4. 高速设备优于低速设备；
5. 输入设备优于输出设备；
6. 实时设备优于普通设备。

中断处理过程

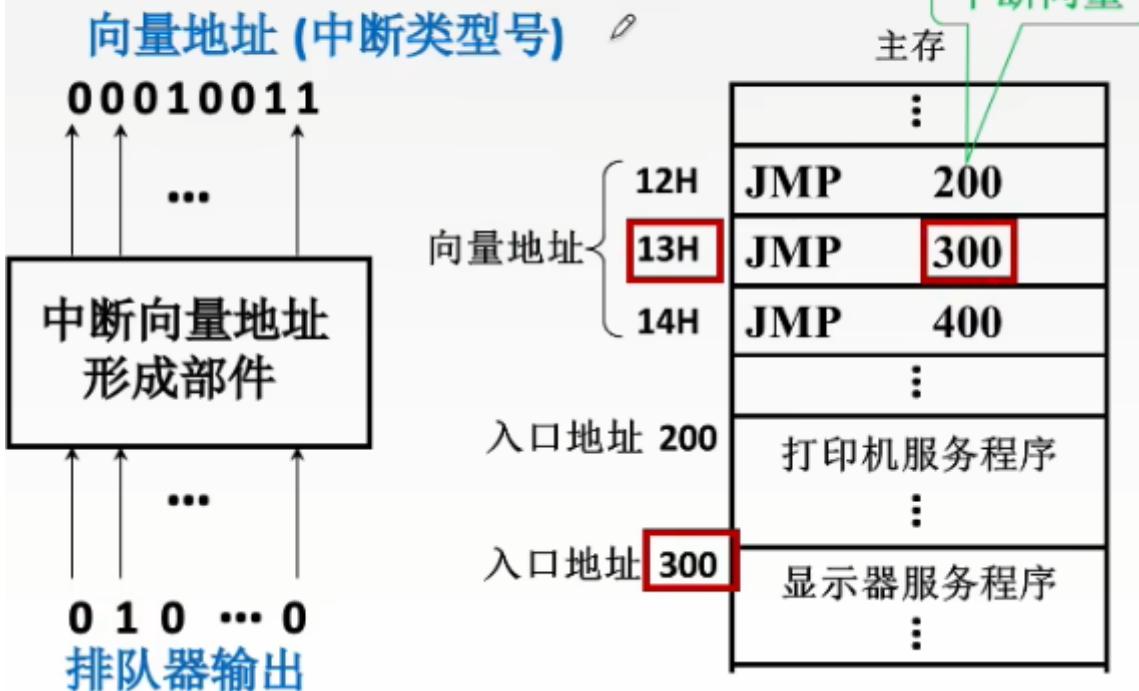


中断隐指令

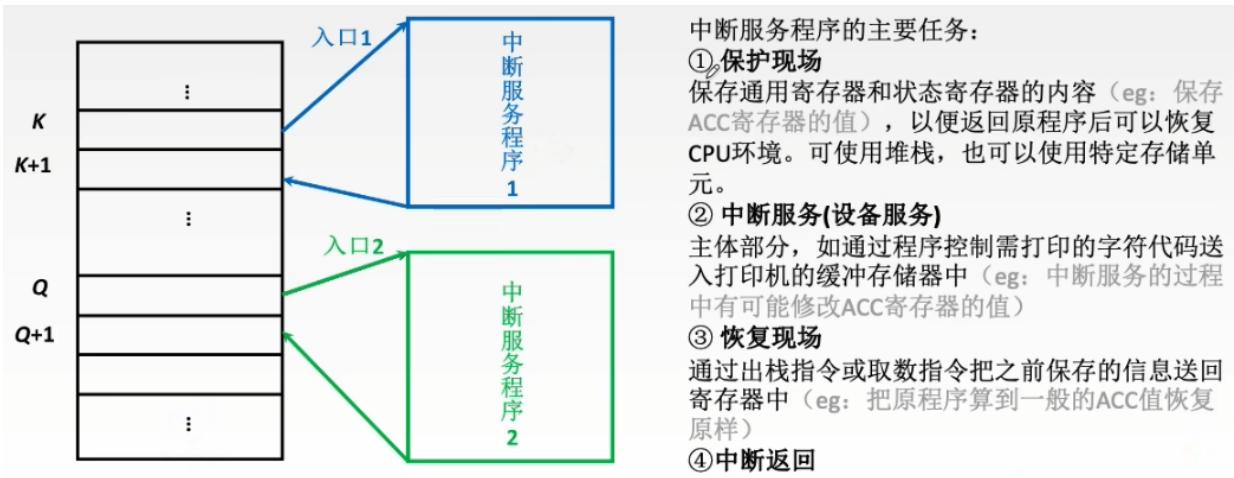


硬件向量法

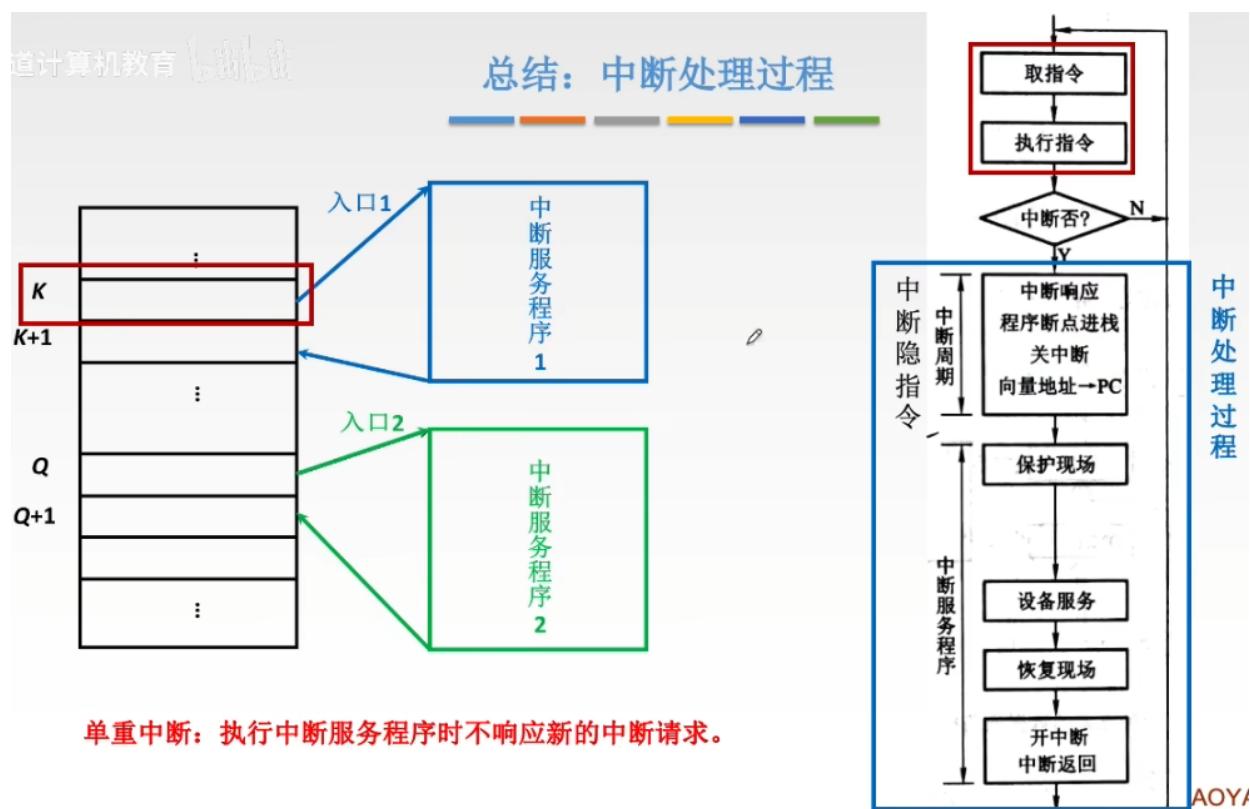
由 **硬件** 产生 **向量地址**
再由 **向量地址** 找到 **入口地址**



中断服务程序

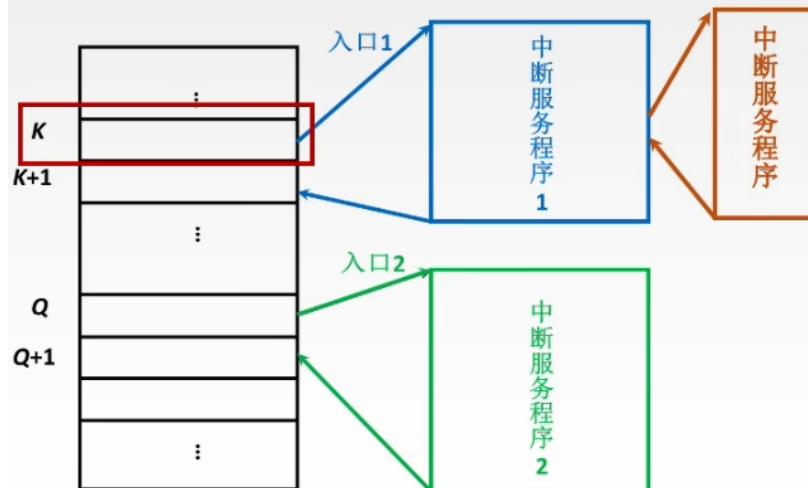


总结：中断处理过程



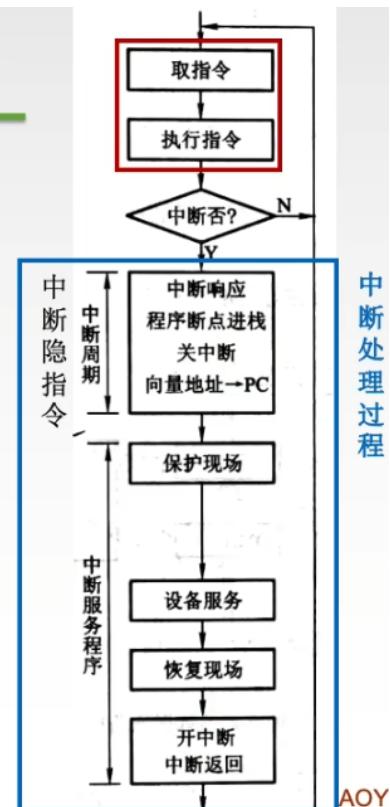
多重中断

多重中断（套娃警告）



单重中断：执行中断服务程序时不响应新的中断请求。

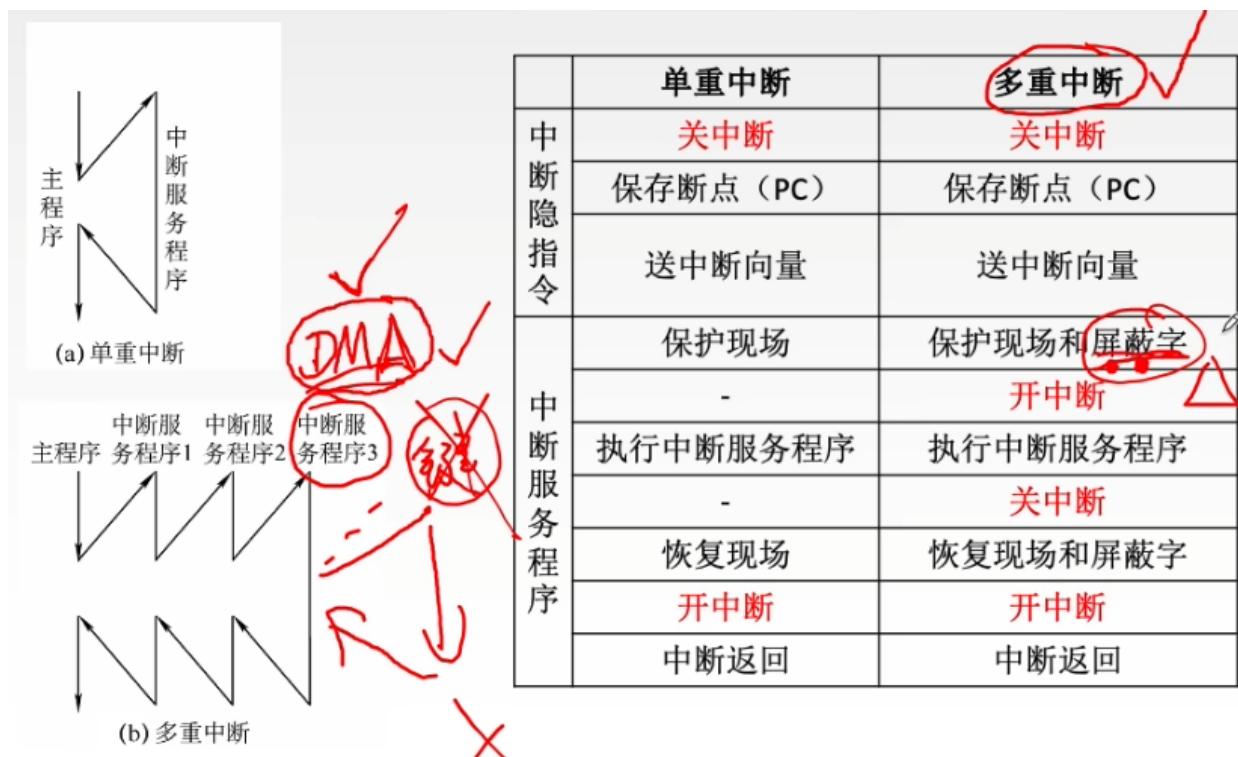
多重中断：又称中断嵌套，执行中断服务程序时可响应新的中断请求。



中断处理过程

AOY

单重重断与多重中断



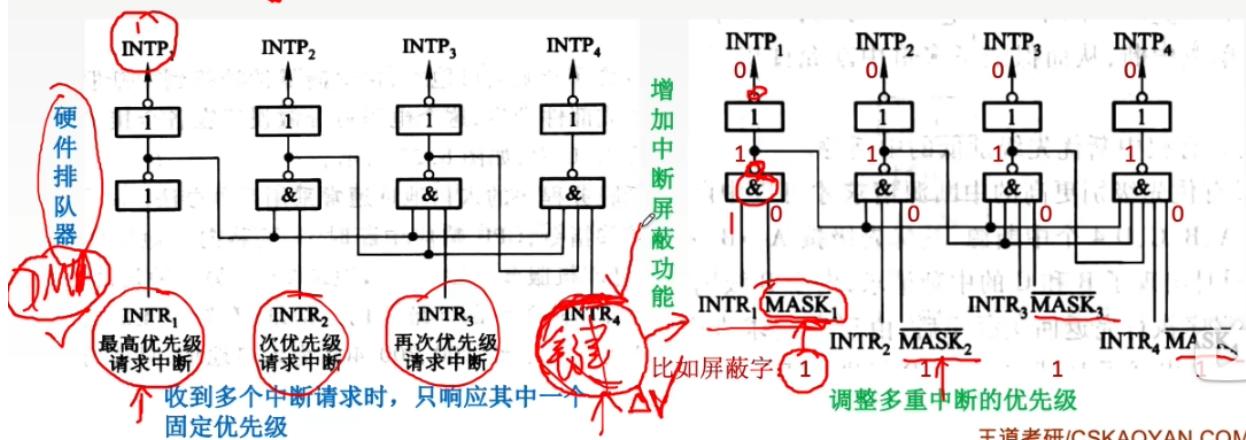
中断屏蔽技术

中断屏蔽技术主要用于多重中断，CPU要具备多重中断的功能，须满足下列条件。

① 在中断服务程序中提前设置开中断指令。

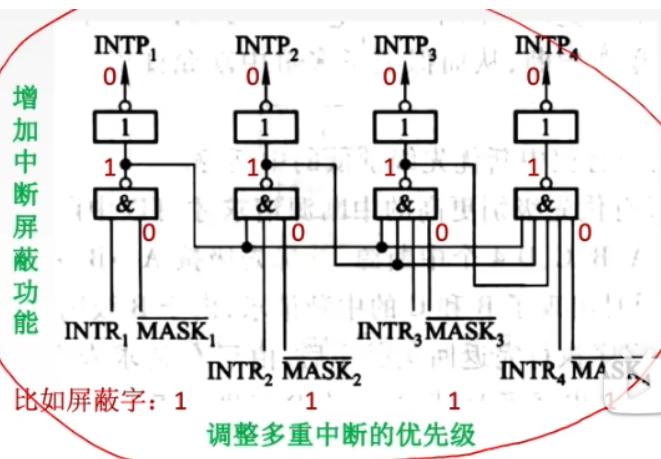
② 优先级别高的中断源有权中断优先级别低的中断源。

每个中断源都有一个屏蔽触发器，1表示屏蔽该中断源的请求，0表示可以正常申请，所有屏蔽触发器组合在一起，便构成一个屏蔽字寄存器，屏蔽字寄存器的内容称为屏蔽字。



屏蔽字设置的规律：

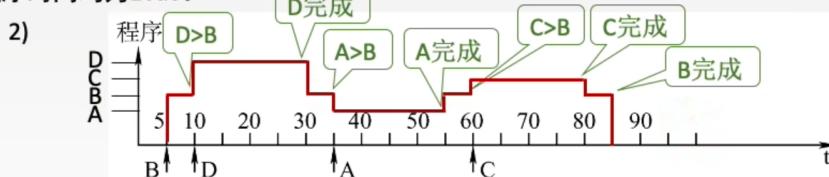
1. 一般用'1'表示屏蔽，'0'表示正常申请。
2. 每个中断源对应一个屏蔽字(在处理该中断源的中断服务程序时，屏蔽寄存器中的内容为该中断源对应的屏蔽字)。
3. 屏蔽字中'1'越多，优先级越高。每个屏蔽字中至少有一个'1'(至少要能屏蔽自身的中断)。



设某机有4个中断源A、B、C、D，其硬件排队优先次序为A>B>C>D，现要求将中断处理次序改为D>A>C>B。

1) 写出每个中断源对应的屏蔽字。

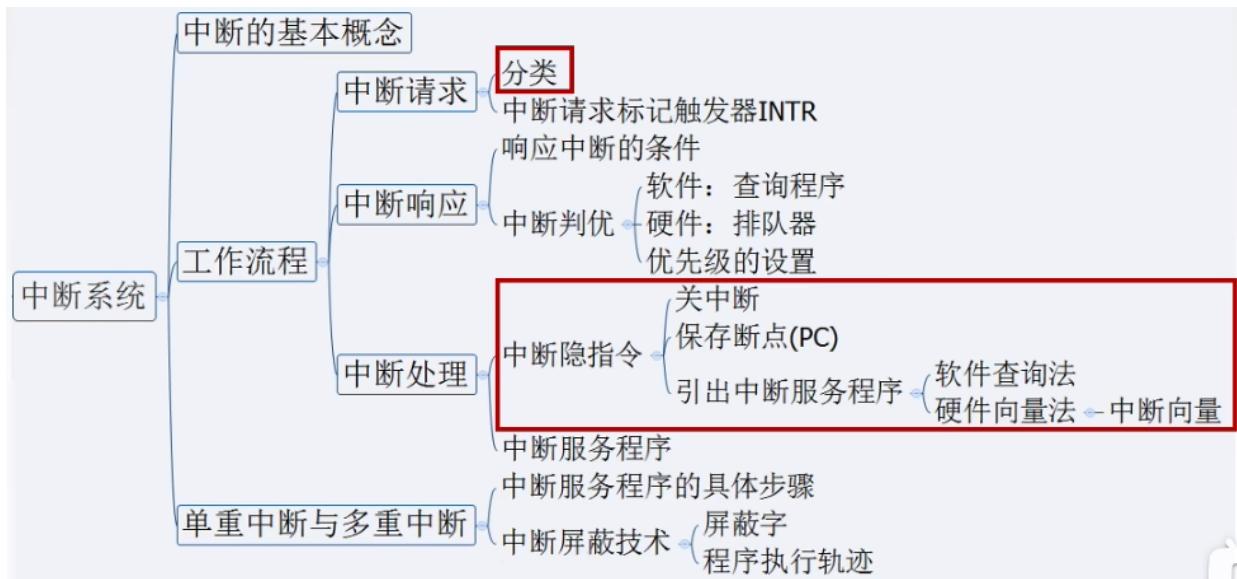
2) 按下图所示的时间轴给出的4个中断源的请求时刻，画出CPU执行程序的轨迹。设每个中断源的中断服务程序时间均为20us。



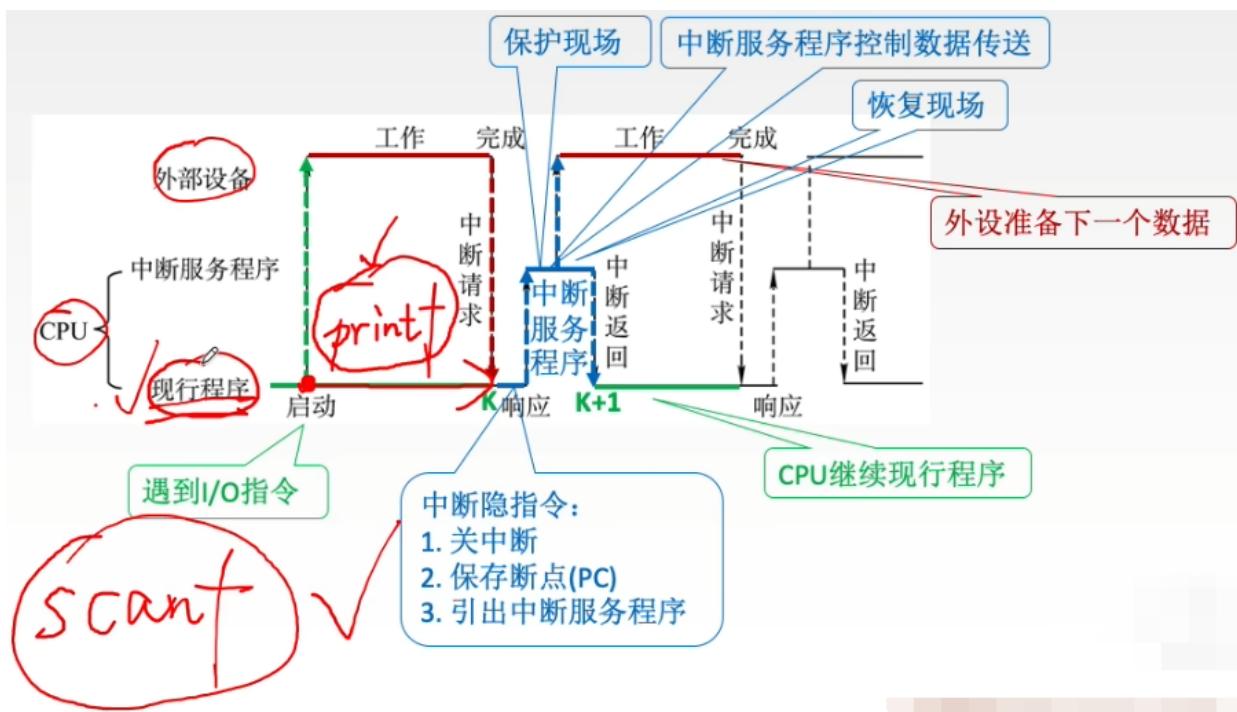
1)

中 断 源	屏 蔽 字				
	A	B	C	D	
A	1	1	1	0	中断源A的屏蔽字为1110
B	0	1	0	0	中断源B的屏蔽字为0100
C	0	1	1	0	中断源C的屏蔽字为0110
D	1	1	1	1	中断源D的屏蔽字为1111

中断系统小结

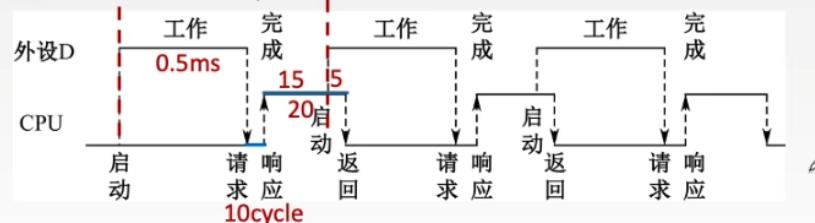


程序中断方式



假定CPU主频为50MHz, CPI为4。设备D采用异步串行通信方式向主机传送7位ASCII字符, 通信规程中有1位奇校验位和1位停止位, 从D接收启动命令到字符送入I/O端口需要0.5ms。请回答下列问题, 要求说明理由。

2) 设备D采用中断方式进行输入/输出, 示意图如下:



I/O端口每收到一个字符申请一次中断, 中断响应需10个时钟周期, 中断服务程序共有20条指令, 其中第15条指令启动D工作。若CPU需从D读取1000个字符, 则完成这一任务所需时间大约是多少个时钟周期? CPU用于完成这一任务的时间大约是多少个时钟周期? 在中断响应阶段CPU进行了哪些操作?

主频50MHz, 时钟周期为 $1/50\text{MHz} = 20\text{ns}$

0.5ms对应时钟周期数为 $0.5\text{ms}/20\text{ns} = 25000$

传送1个字符需要的时钟周期数为 $25000 + 10 + 15 \times 4 = 25070$

传送1000个字符需要的时钟周期数为 $25070 \times 1000 = 25070000$

CPU用于该任务的时间大约为 $1000 \times (10 + 20 \times 4) = 9 \times 10^4$ 个时钟周期

中断隐指令:

1. 关中断
2. 保存断点(PC)
3. 引出中断服务程序