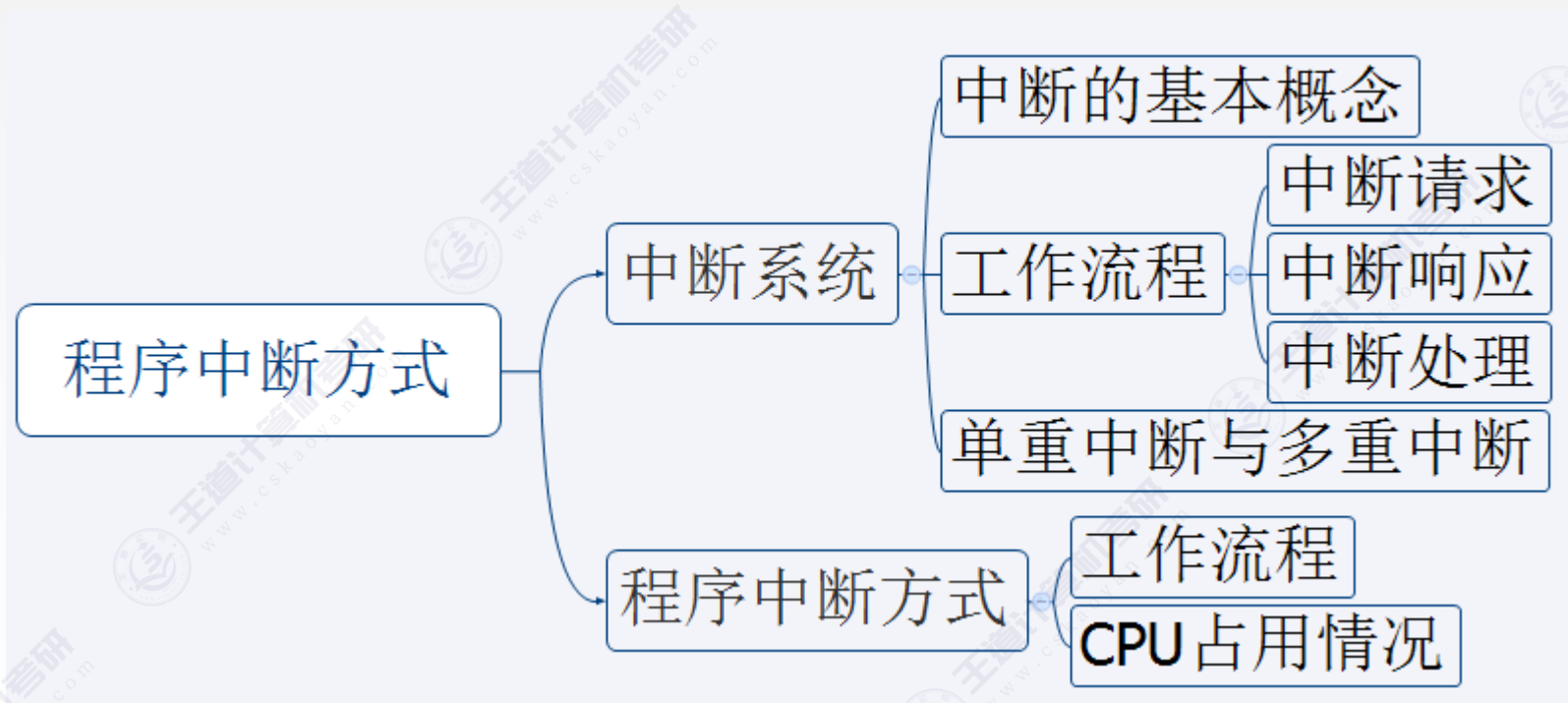


本节内容

输入/输出 系统

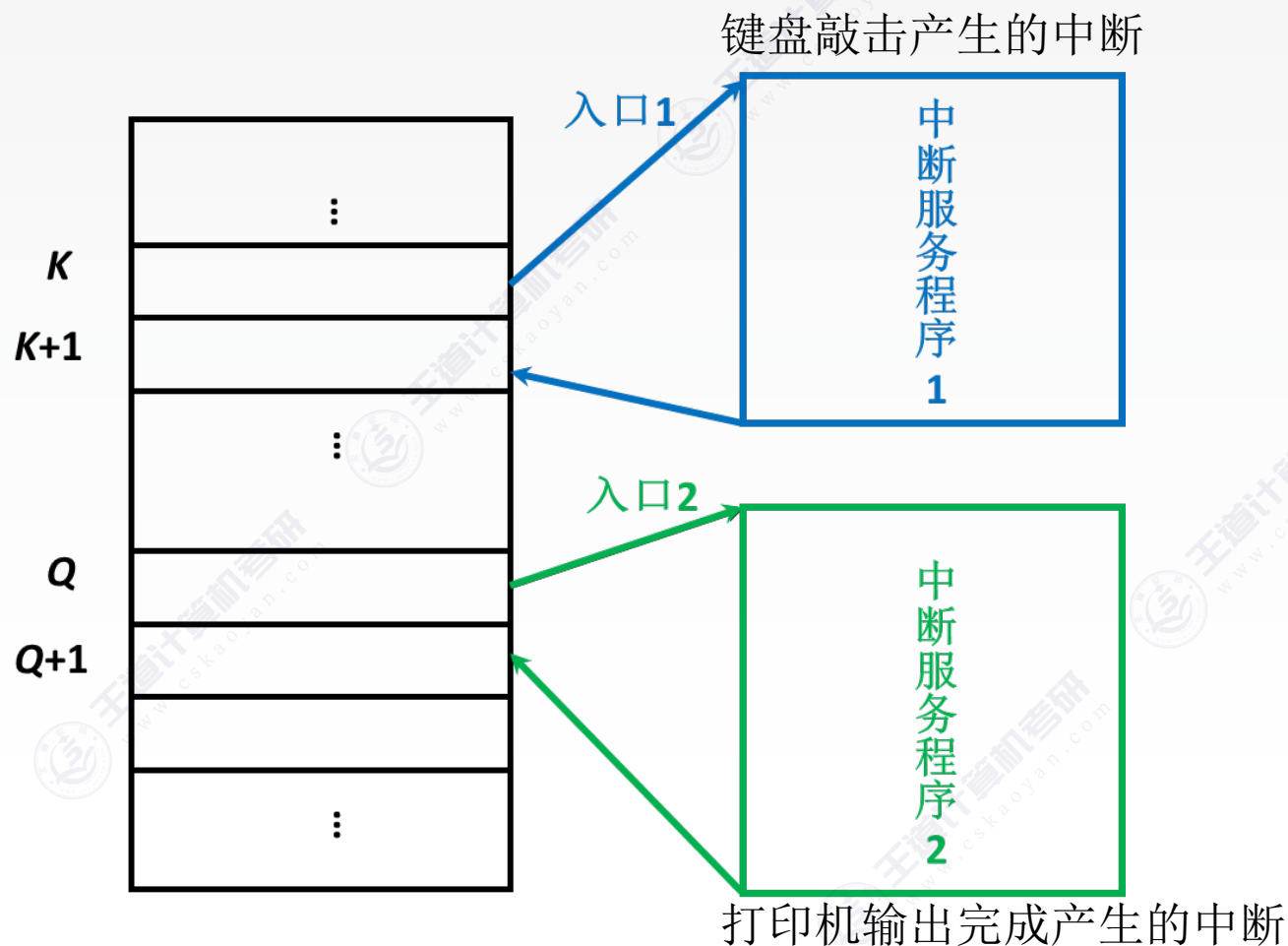
I/O方式2
程序中断方式

本节总览



中断的基本概念

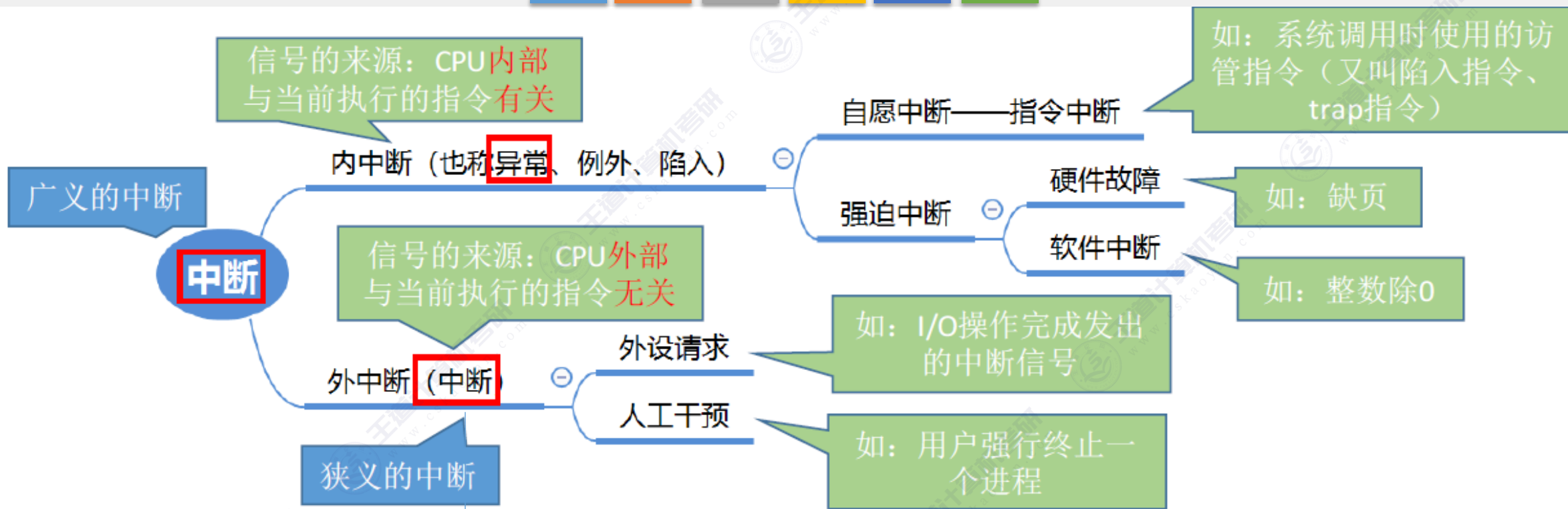
程序中断是指在计算机执行现程序的过程中，出现某些急需处理的异常情况或特殊请求，CPU暂时中止现程序，而转去对这些异常情况或特殊请求进行处理，在处理完毕后CPU又自动返回到现程序的断点处，继续执行原程序。



工作流程：

1. 中断请求
中断源向CPU发送中断请求信号。
2. 中断响应
响应中断的条件。
中断判优：多个中断源同时提出请求时通过中断判优逻辑响应一个中断源。
3. 中断处理
中断隐指令。
中断服务程序。

中断请求的分类



关中断的作用：实现原子操作

IF=1表示**开中断**（允许中断）
IF=0表示**关中断**（不允许中断）

非屏蔽中断：关中断时也会被响应（如：掉电）
可屏蔽中断：关中断时不会被响应

IF: Interrupt Flag, 存在PSW中, 8086芯片的PSW如下

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
				OF	DF	IF	TF	SF	ZF		AF		PF		CF

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	INTR ₁ INTR ₂ INTR ₃ INTR ₄					INTR _{n-1} INTR _n	
	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。

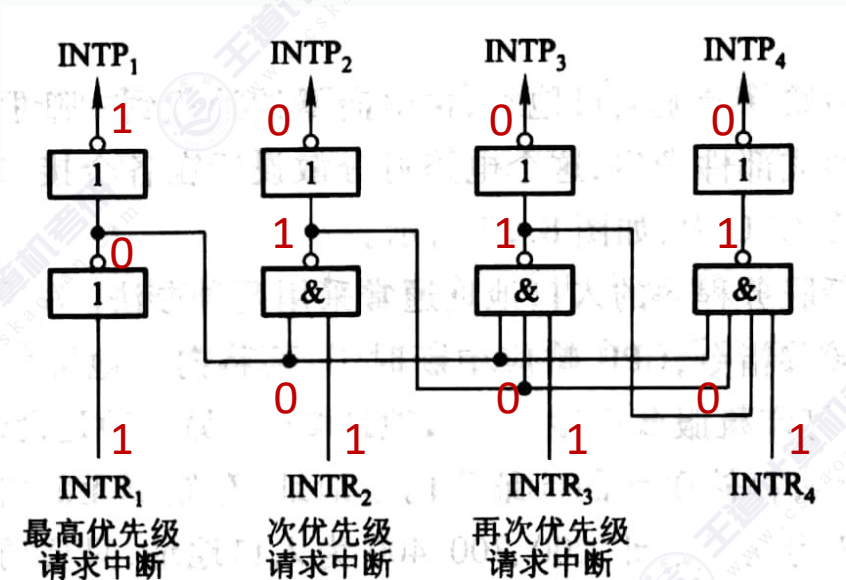
中断判优-实现

有多个中断信号同时到来，先处理哪个？

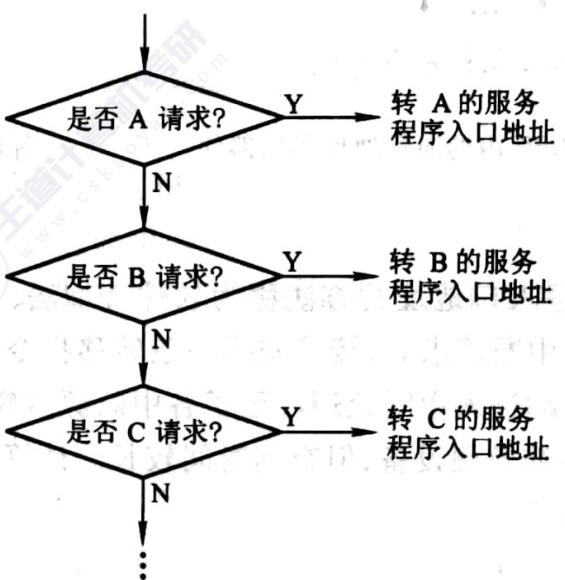
中断判优既可以用硬件实现，也可用软件实现：
硬件实现是通过**硬件排队器**实现的，它既可以设置在CPU中，也可以分散在各个中断源中；
软件实现是通过**查询程序**实现的。

INTR ₁	INTR ₂	INTR ₃	INTR ₄	...	INTR _{n-1}	INTR _n
0	0	0	1	...	0	1
掉电	过热	鼠标	键盘		扫描仪	打印机

硬件排队器



查询程序

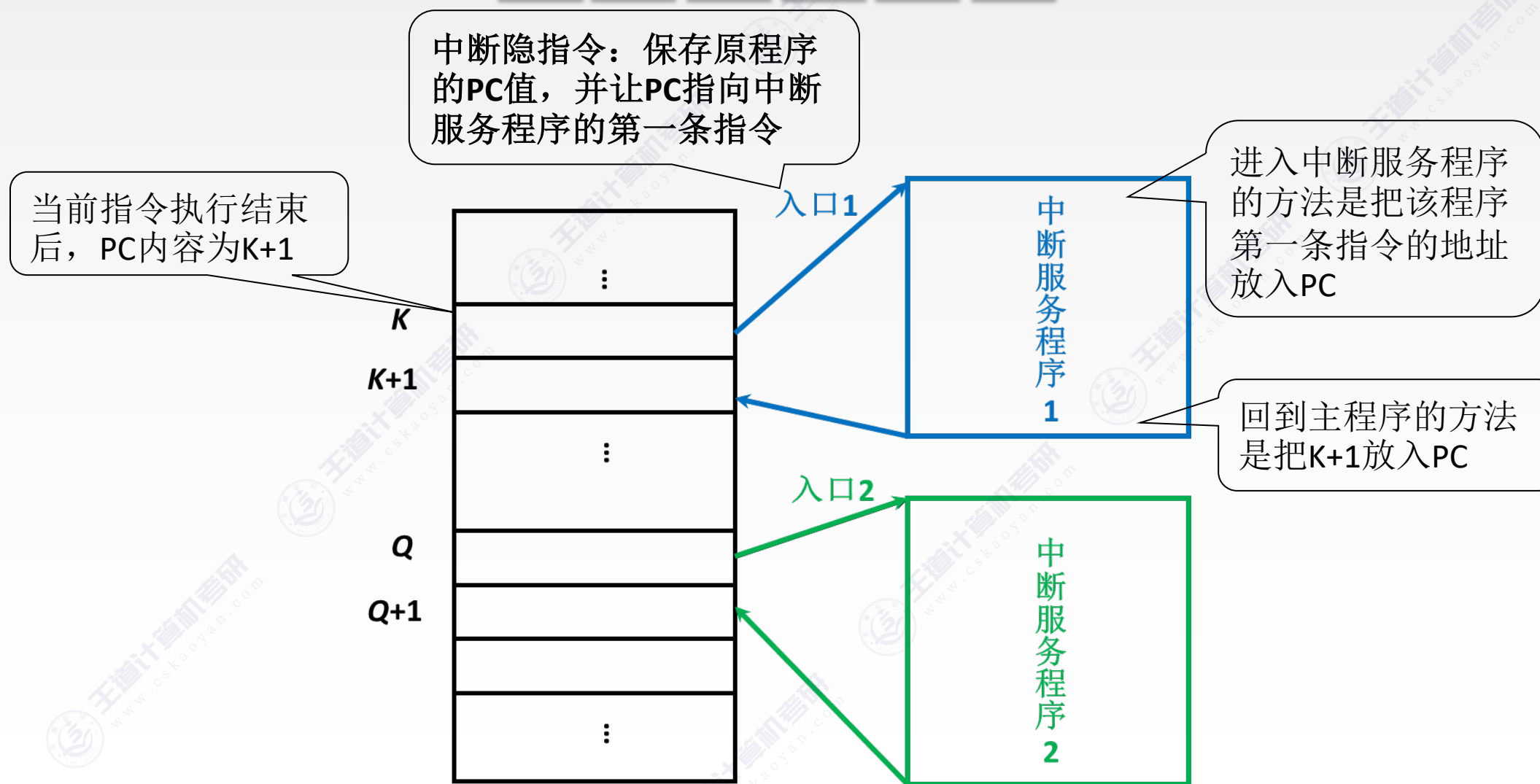


中断判优-优先级设置



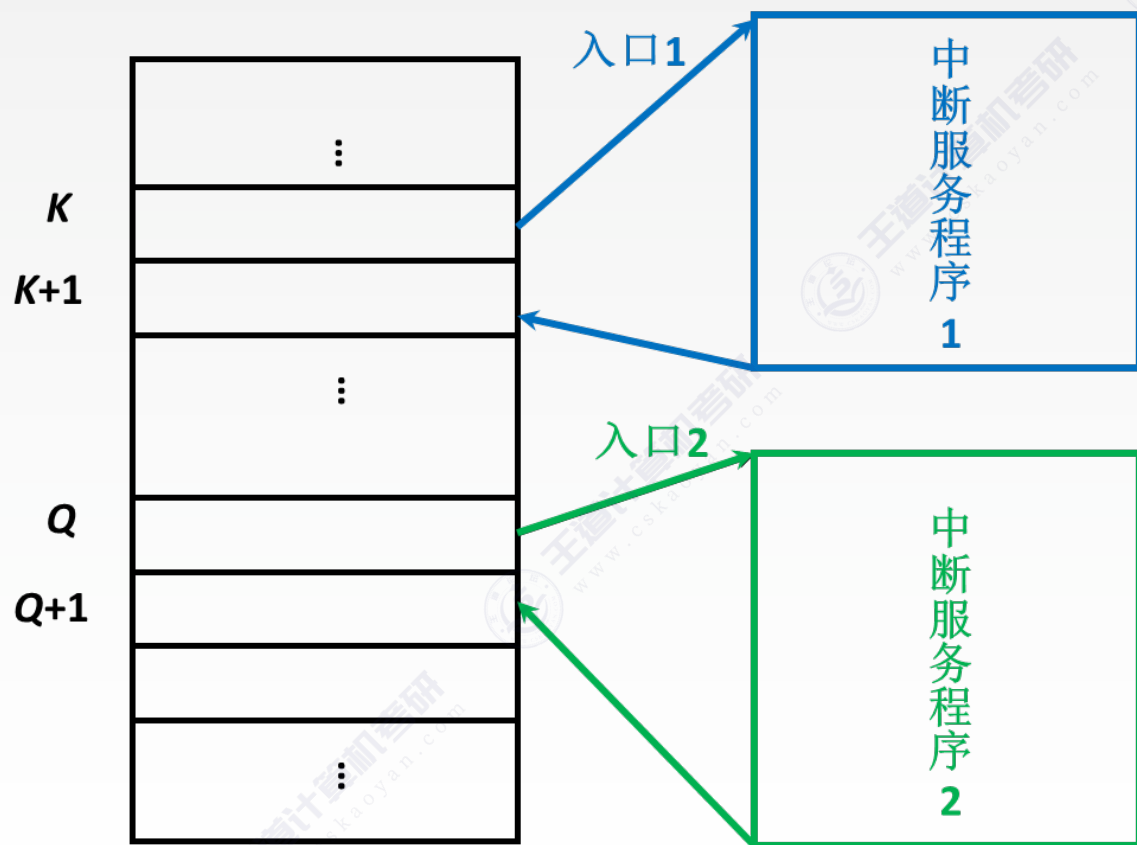
1. 硬件故障中断属于最高级，其次是软件中断；
2. 非屏蔽中断优于可屏蔽中断；
3. DMA请求优于I/O设备传送的中断请求
4. 高速设备优于低速设备；
5. 输入设备优于输出设备；
6. 实时设备优于普通设备。

中断处理过程



中断处理过程-中断隐指令

并不是一条具体的指令，而是CPU在检测到中断请求时自动完成的一系列动作



中断隐指令的主要任务：

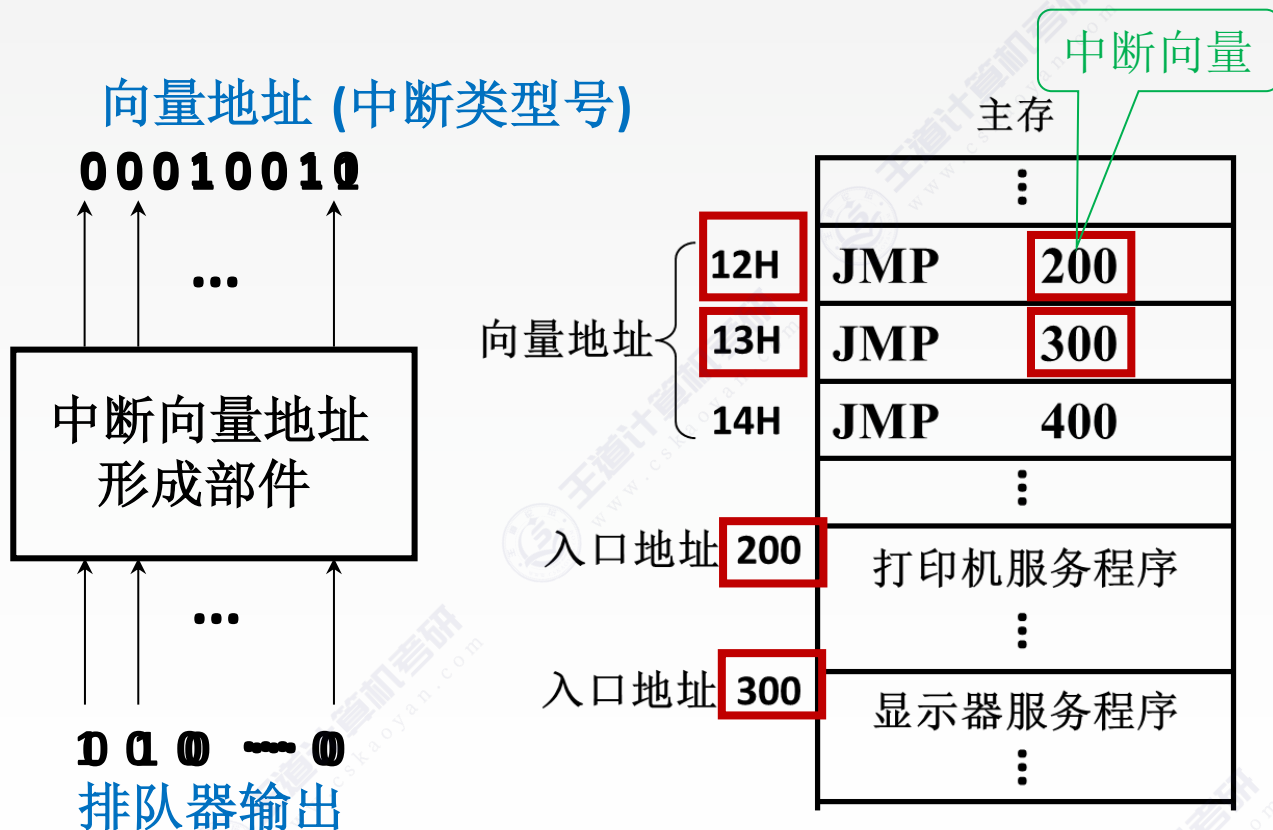
- ① **关中断**。在中断服务程序中，为了保护中断现场（即CPU主要寄存器中的内容）期间不被新的中断所打断，必须关中断，从而保证被中断的程序在中断服务程序执行完毕之后能接着正确地执行下去。
- ② **保存断点**。为了保证在中断服务程序执行完毕后能正确地返回到原来的程序，必须将原来程序的断点（即程序计数器（PC）的内容）保存起来。可以存入堆栈，也可以存入指定单元。
- ③ **引出中断服务程序**。引出中断服务程序的实质就是取出中断服务程序的入口地址并传送给程序计数器（PC）。

软件查询法

硬件向量法

中断处理过程-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**



中断隐指令的主要任务:

① **关中断**。在中断服务程序中,为了保护中断现场(即CPU主要寄存器中的内容)期间不被新的中断所打断,必须关中断,从而保证被中断的程序在中断服务程序执行完毕之后能接着正确地执行下去。

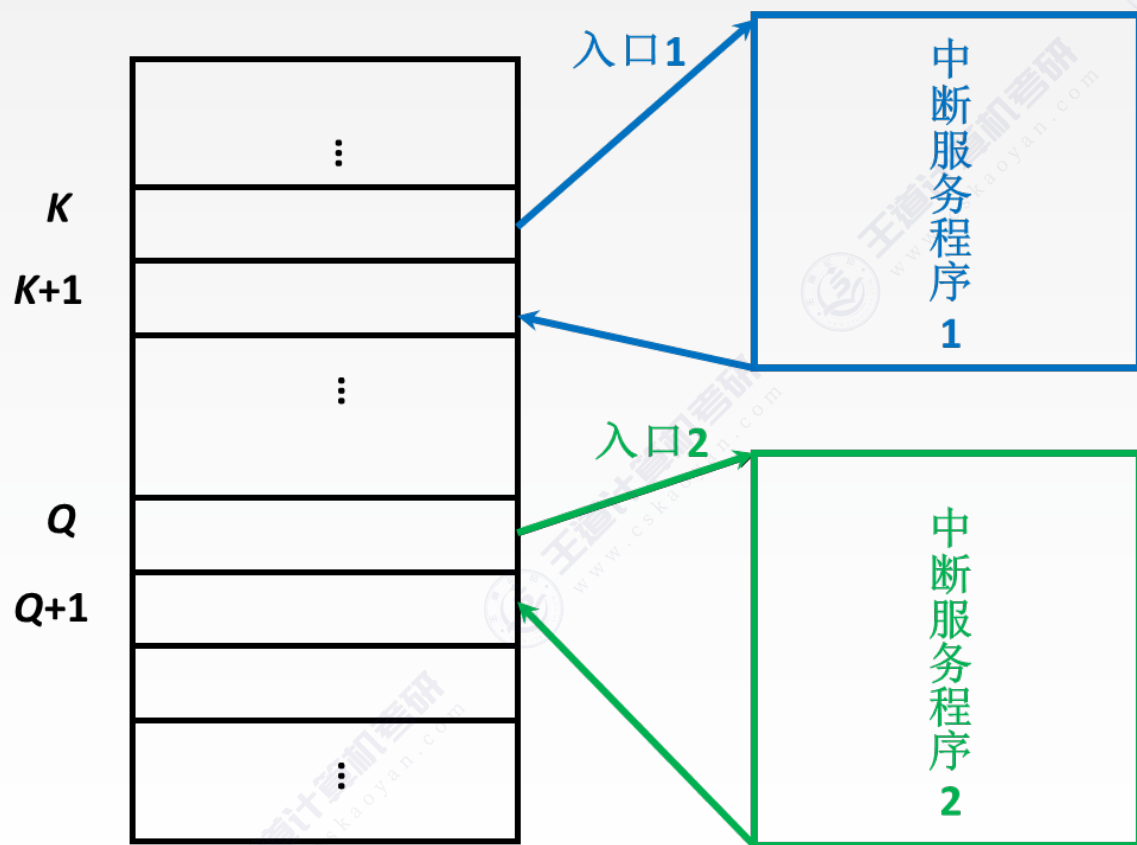
② **保存断点**。为了保证在中断服务程序执行完毕后能正确地返回到原来的程序,必须将原来程序的断点(即程序计数器(PC)的内容)保存起来。可以存入堆栈,也可以存入指定单元。

③ **引出中断服务程序**。引出中断服务程序的实质就是取出中断服务程序的入口地址并传送给程序计数器(PC)。

软件查询法

硬件向量法

中断处理过程-中断服务程序



中断服务程序的主要任务:

① 保护现场

保存通用寄存器和状态寄存器的内容 (eg: 保存 ACC 寄存器的值), 以便返回原程序后可以恢复 CPU 环境。可使用堆栈, 也可以使用特定存储单元。

② 中断服务(设备服务)

主体部分, 如通过程序控制需打印的字符代码送入打印机的缓冲存储器中 (eg: 中断服务的过程中有可能修改 ACC 寄存器的值)

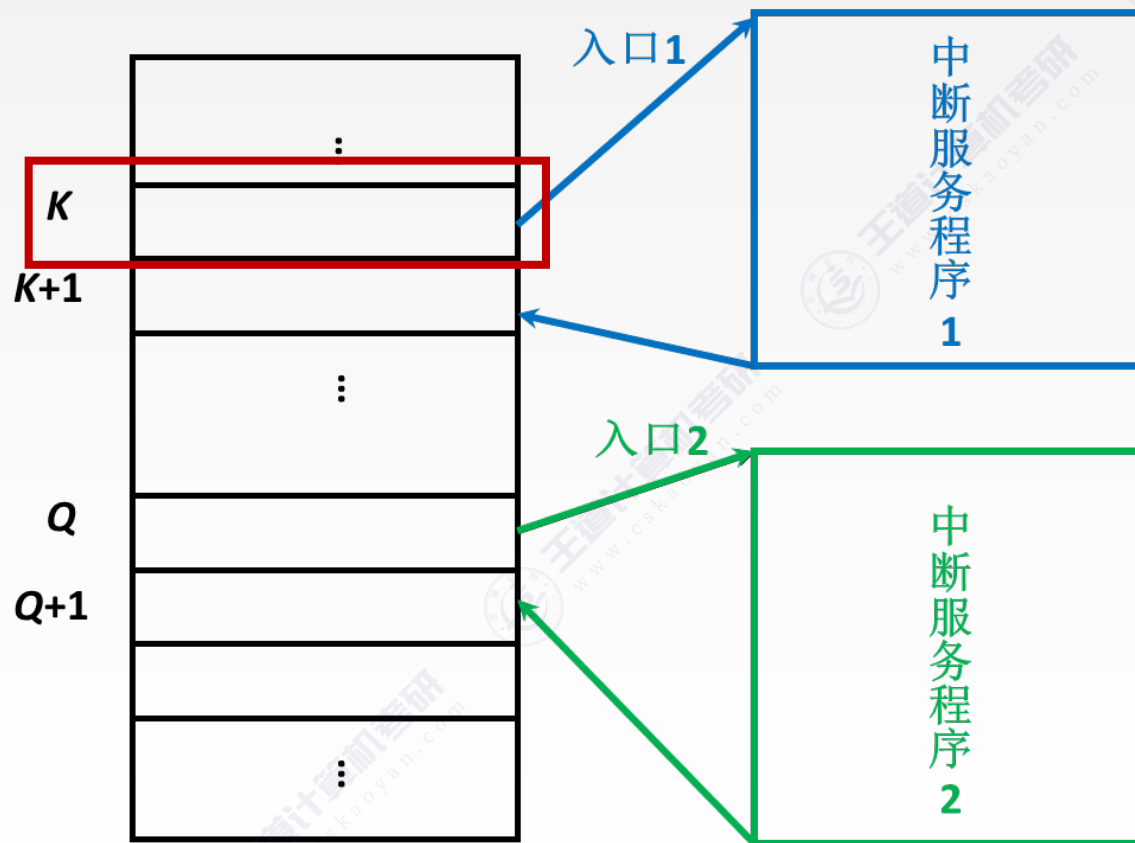
③ 恢复现场

通过出栈指令或取数指令把之前保存的信息送回寄存器中 (eg: 把原程序算到一般的 ACC 值恢复原样)

④ 中断返回

通过中断返回指令回到原程序断点处。

总结：中断处理过程



单重中断：执行中断服务程序时不响应新的中断请求。

