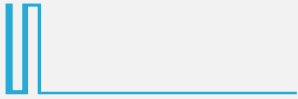


第九章 中央处理器(六)

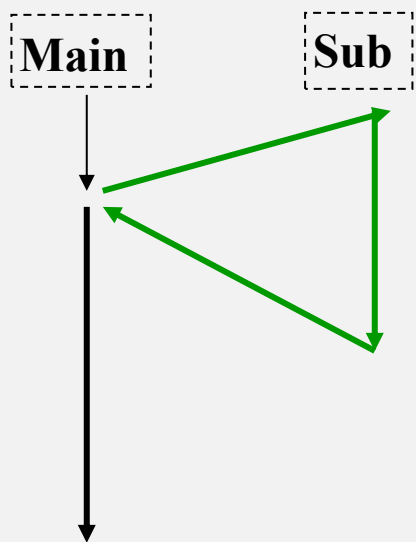
秦磊华 计算机学院



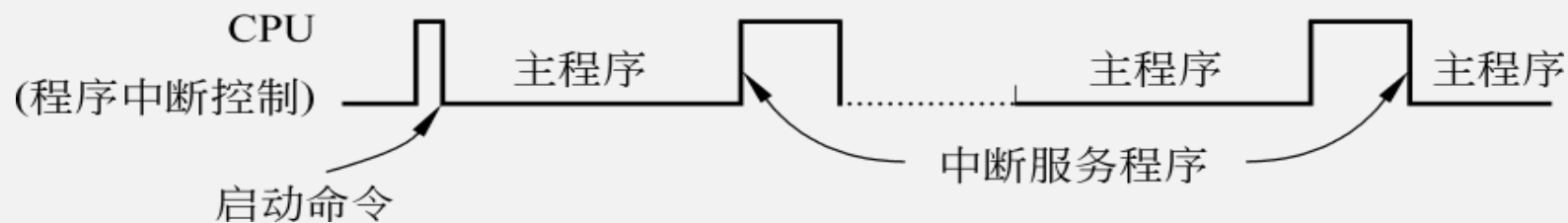
9.9 程序中断

1. 程序中断的流程

中断是在发生一个外部事件时暂时中止CPU正在执行的程序而调用与外部事件相关的处理程序(称为中断服务子程序)的过程，中断服务子程序完成后又[自动返回](#)到被前面暂时被中止的服务程序中继续执行。



2. 程序中中断的流程



3. 程序中中断输入输出方式的特点

◆提高CPU的使用效率

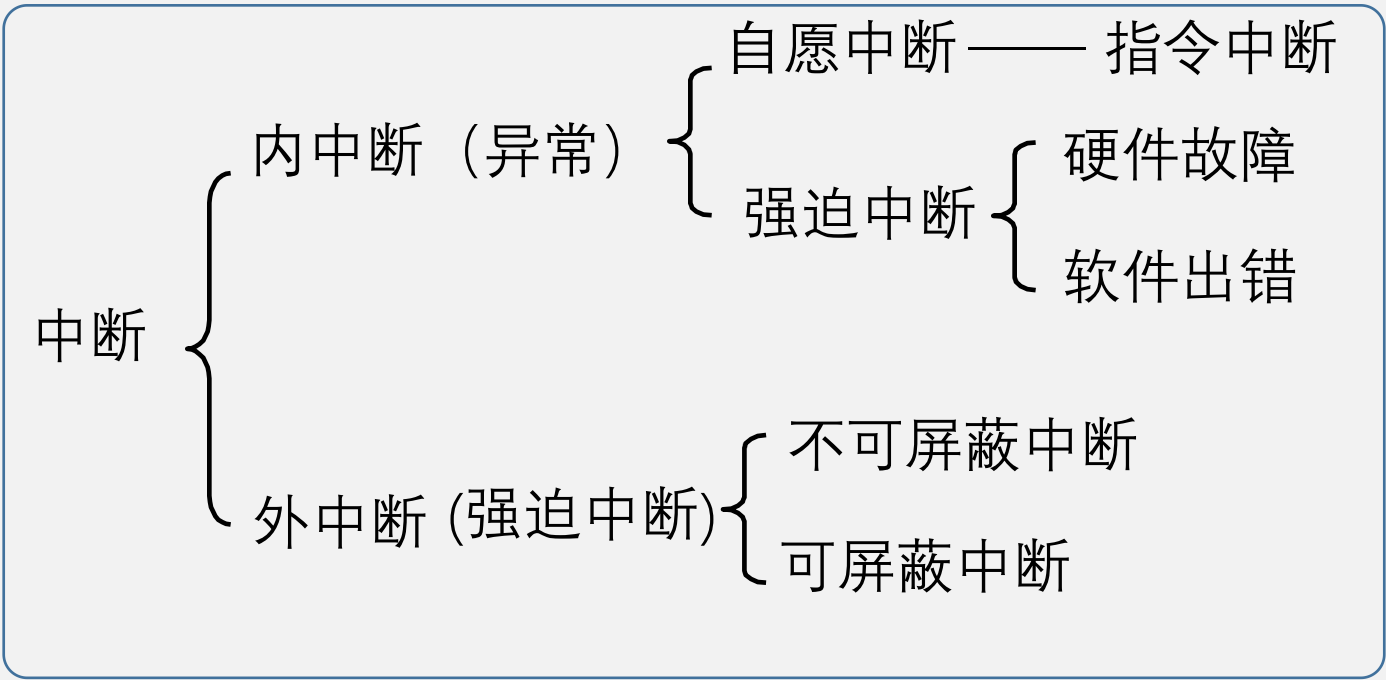
主动告知机制避免反复查询，仍需CPU占用(中断服务子程序+中断开销)

◆适合随机出现的服务

◆相关控制电路相对复杂，需要专门的硬件

4. 中断分类与作用

1) 中断分类



2) 中断作用

- ◆ 主机外设并行工作
- ◆ 程序调试
- ◆ 故障处理
- ◆ 实时处理
- ◆ 人机交互

5. 中断优先级

1) 中断优先级

◆ 响应优先级

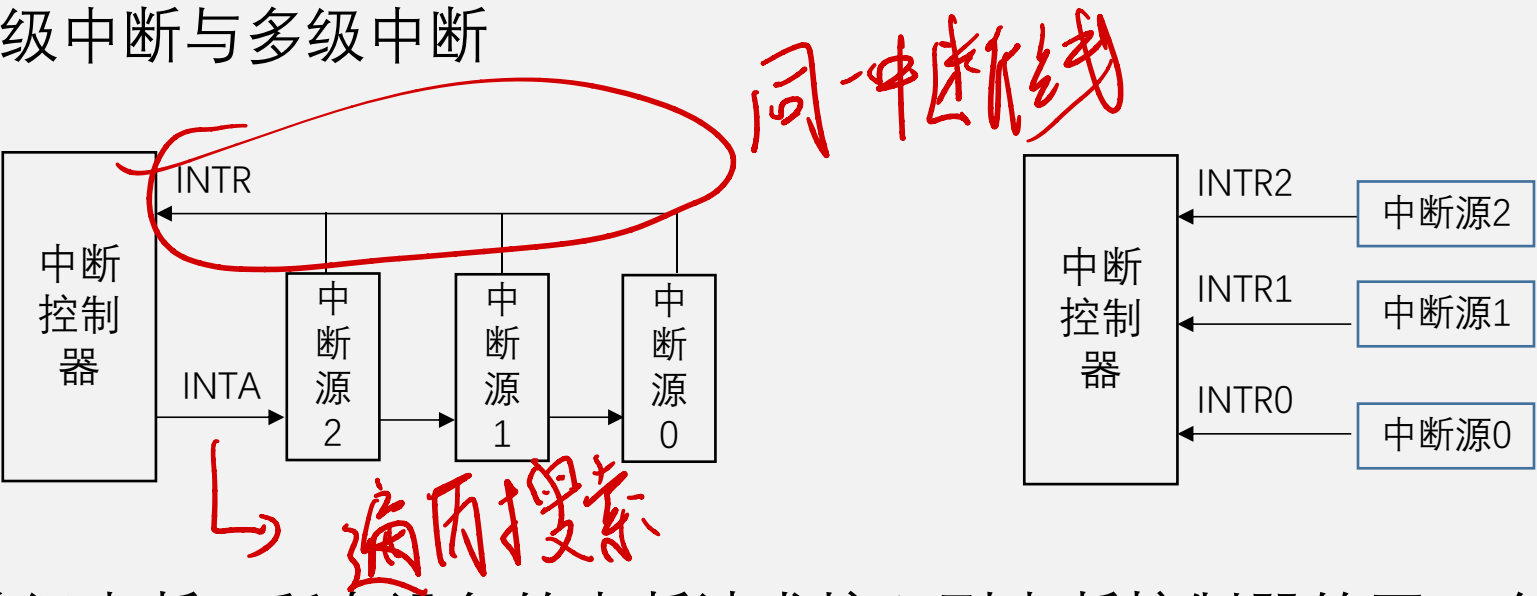
是指外设发出中断请求后，CPU响应中断请求的先后次序，一般由外围设备的物理连接或中断响应的策略确定；

◆ 处理优先级

是指CPU对各中断请求处理完成的先后次序，可通过改变中断屏蔽寄存器的相关位改变中断服务程序的处理优先级。

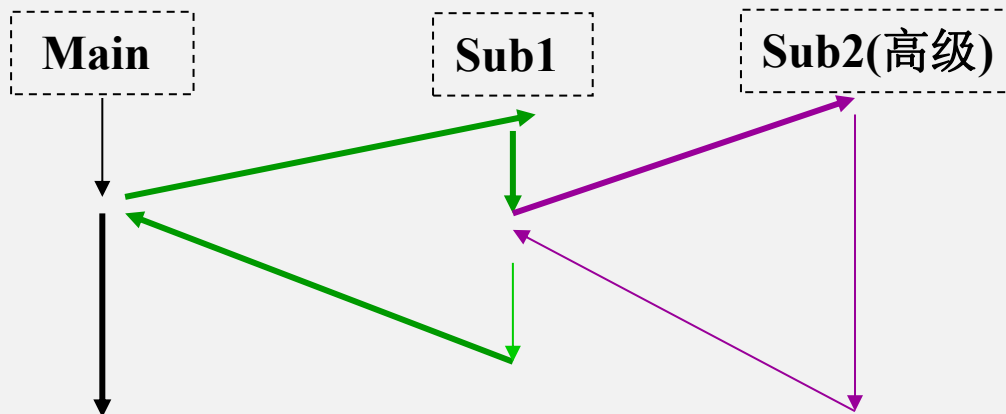
5. 中断优先级

2)单级中断与多级中断



- ◆单级中断：所有设备的中断请求接入到中断控制器的同一个输入端，他们具有相同的中断响应优先级； (3个中断服务程序)
- ◆多级中断：不同设备中断请求连接到中断控制器的不同输入端，具有不同的中断响应优先级；

6. 单级中断与多级中断响应与处理先后次序



- ◆ 当多个设备同时发中断请求时，CPU优先响应优先级高中断请求。
- ◆ 当CPU正在处理某个中断请求时，如果有更高优先级的中断请求，则高级中断可以中断正在被服务的低级中断；
- ◆ 同级中断不能中断同级中断；

9.9 程序中断

取指? 指令寄存器

7. 中断处理过程

1) 单级中断处理过程

◆ 关中断

关中断是中断控制器的中断允许触发器关闭, 其目的是在替换新老屏蔽字和保护现场操作时禁止一切中断, 以免引起CPU现场混乱

◆ 保护断点

将断点和PSW入栈保存

◆ 中断源识别

判断发出中断请求的设备, 并找到相应的中断服务程序在主存中的入口地址。有多种实现中断源识别的方法。

保护中断前的寄存器

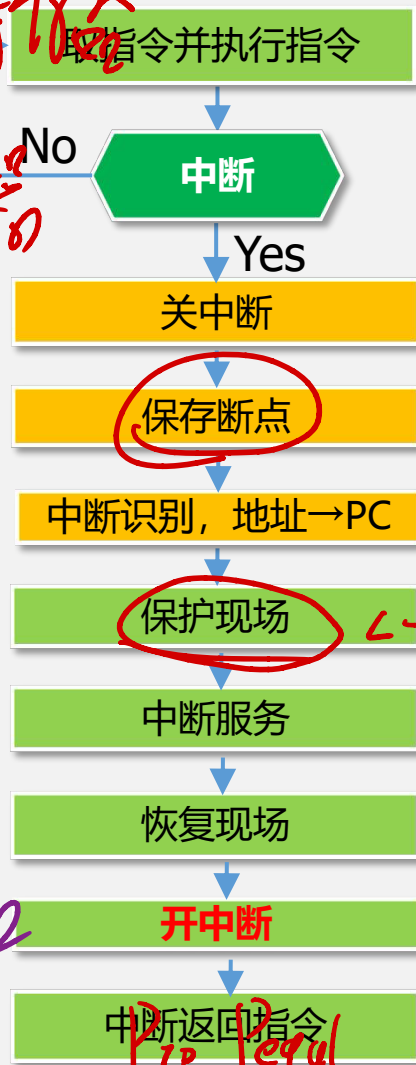
只有指令执行完检查

一条指令执行完检查中断寄存器

通用寄存器

中断响应

中断服务程序



最后一条指令
进行判断

入栈中断现场

在PC的入口地址选择有一个

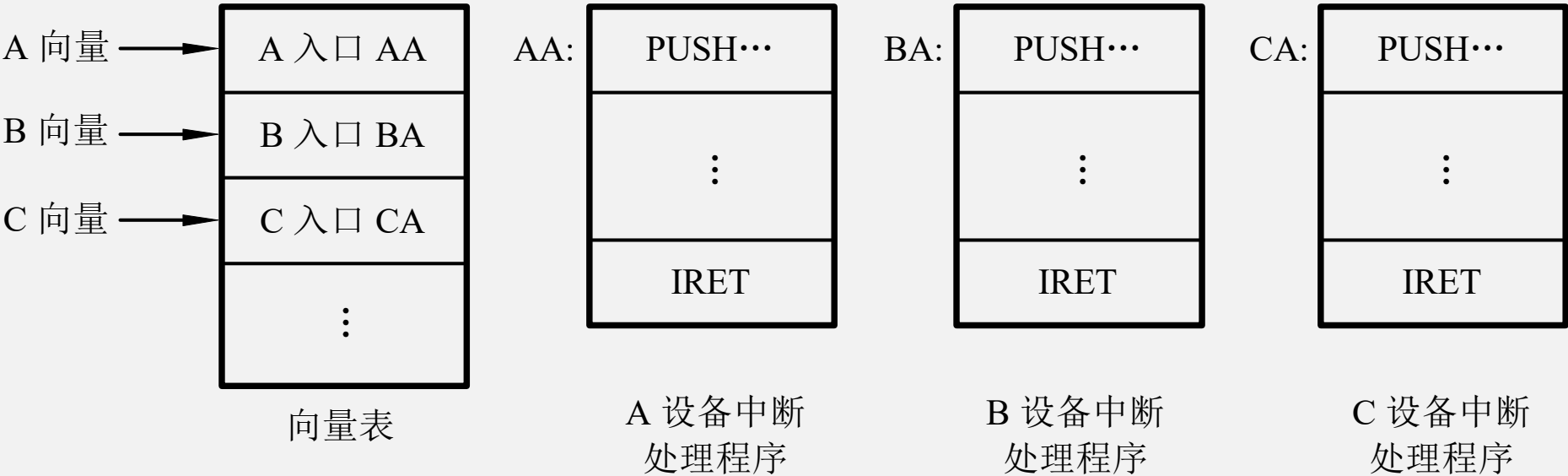
PC中断入口

增加中断判断
测试使

C语言程序: ☐ 不支持中断



7. 中断处理过程

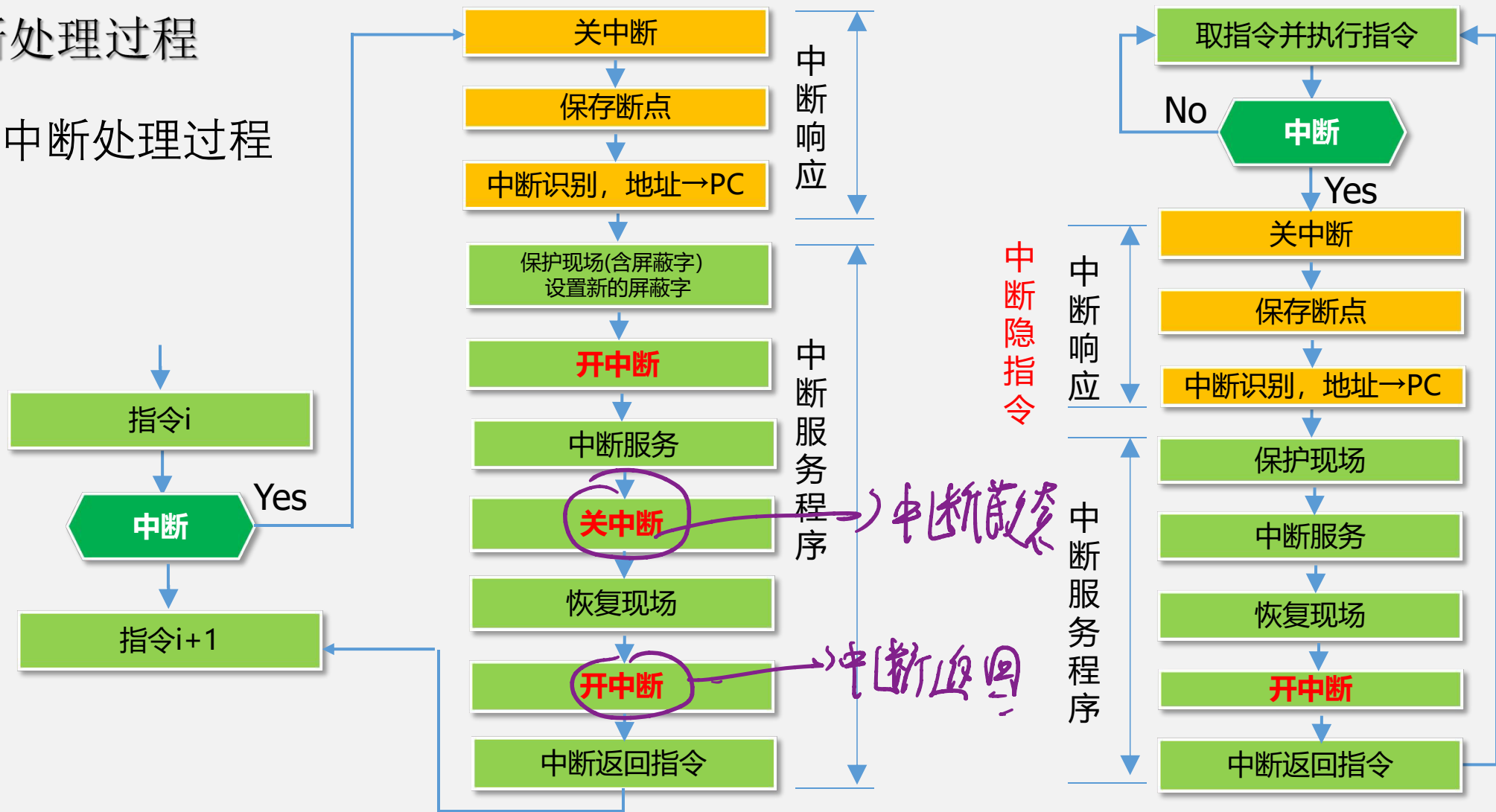


中断向量法：中断类型号× 4

9.9 程序中中断

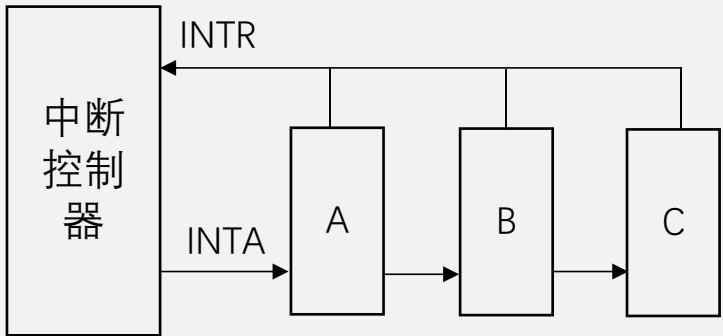
7. 中断处理过程

2) 多级中断处理过程



8. 中断响应与中断处理优先级举例

1) 单级中断处理过程

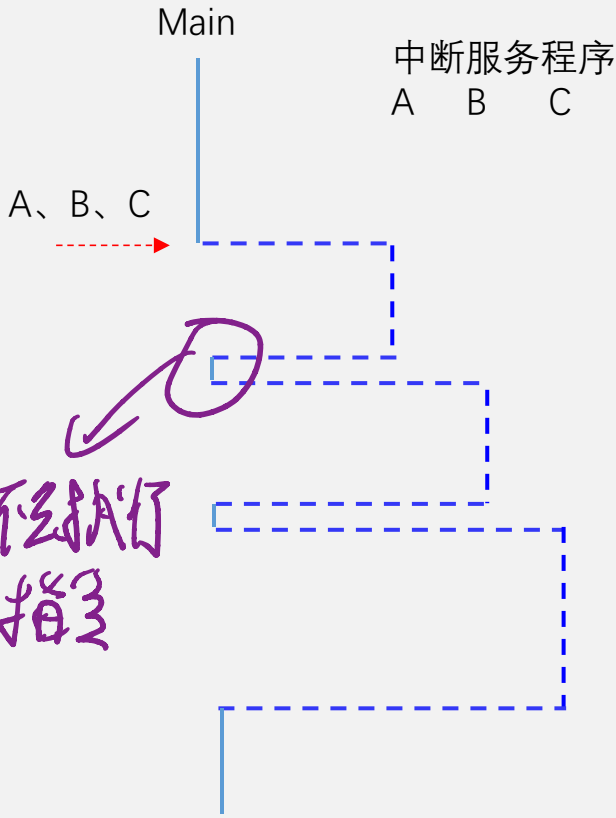


◆ 单级响应优先级别由外围设备的物理连接确定

$A \rightarrow B \rightarrow C$

◆ 单级中断的处理优先级同响应优先级

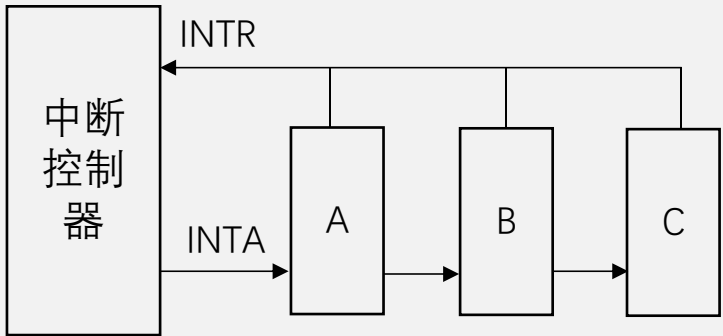
$A \rightarrow B \rightarrow C$



不执行了
指向

8. 中断响应与中断处理优先级举例

1) 单级中断

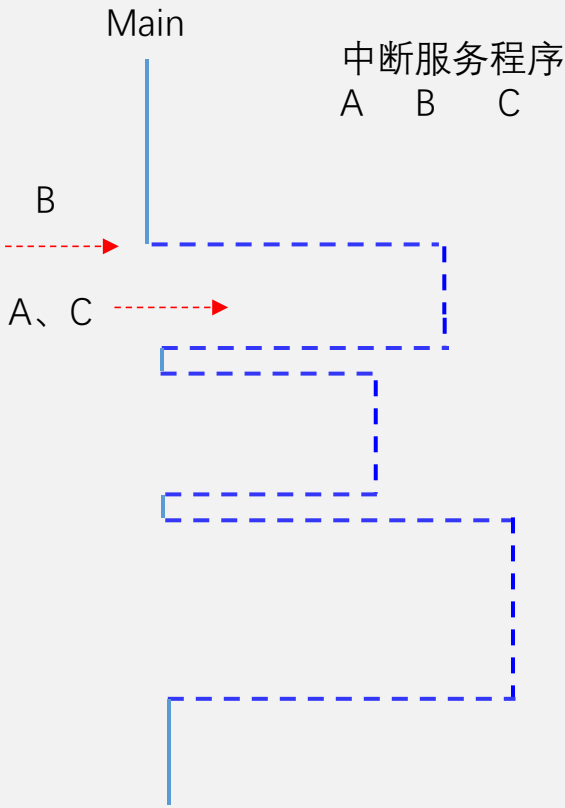


◆ 单级响应优先级由外围设备的物理连接确定

$A \rightarrow B \rightarrow C$

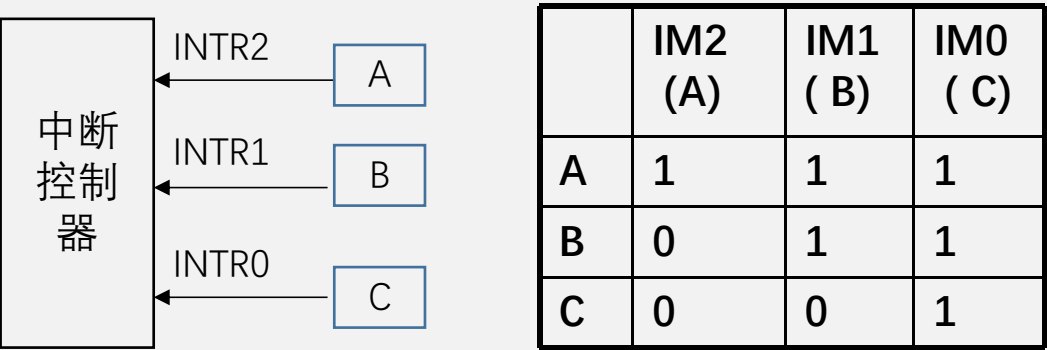
◆ 单级中断的处理优先级同响应优先级

$A \rightarrow B \rightarrow C$



8. 中断响应与中断处理优先级举例

2) 多级中断

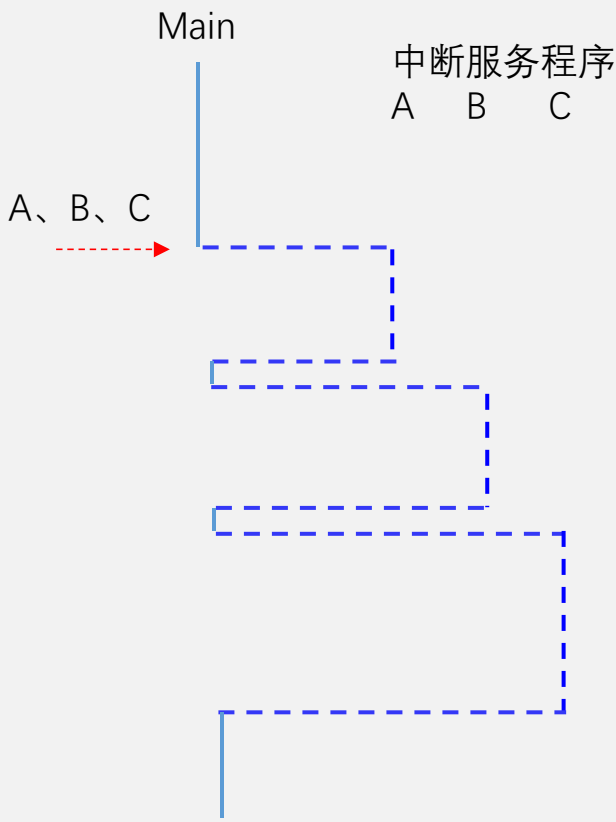


1: 屏蔽, 0: 开放中断

◆ 多级响应优先级由外围设备物理连接确定

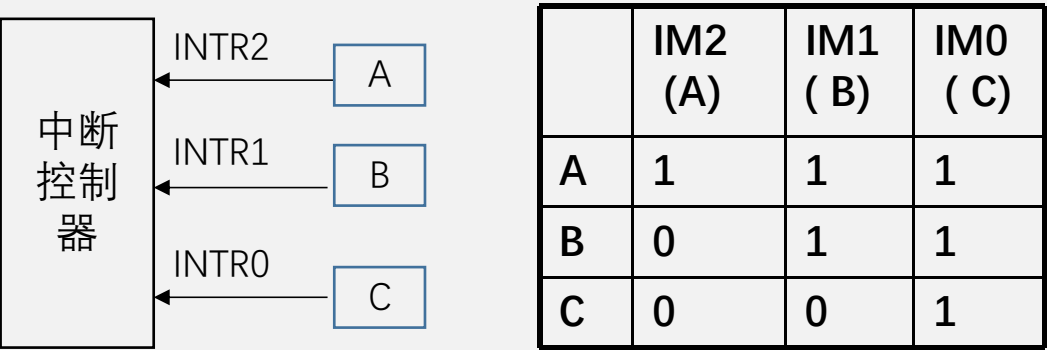
A → B → C

◆ 多级中断的处理优先级与屏蔽位有关

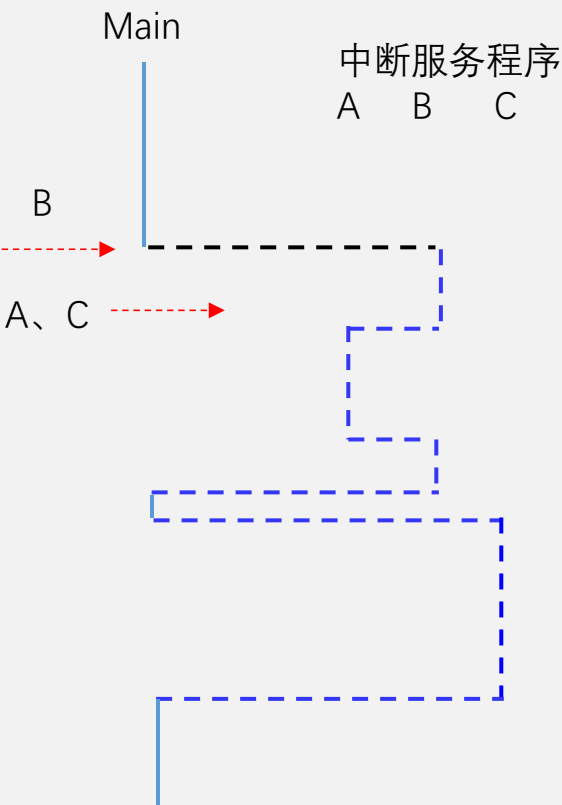


8. 中断响应与中断处理优先级举例

2) 多级中断



1: 屏蔽, 0: 开放中断



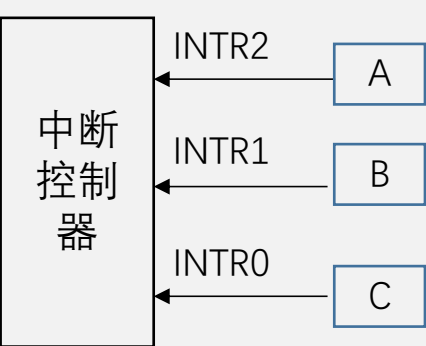
◆ 多级响应优先级由外围设备物理连接确定

A → B → C

◆ 多级中断的处理优先级与屏蔽位有关

8. 中断响应与中断处理优先级举例

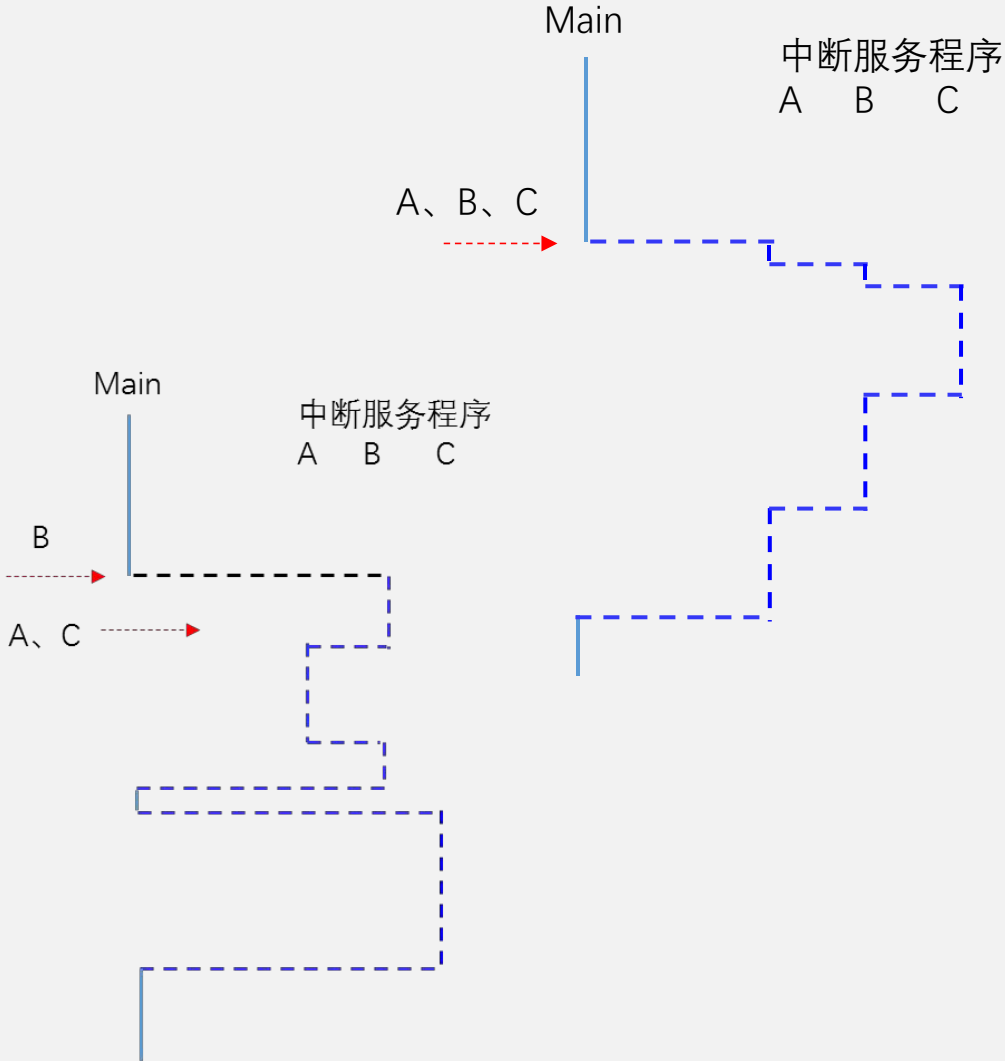
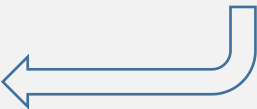
2) 多级中断



	IM2 (A)	IM1 (B)	IM0 (C)
A	1	1	1
B	0	1	1
C	0	0	1

1: 屏蔽, 0: 开放中断

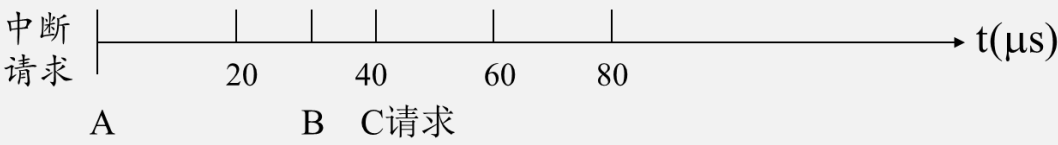
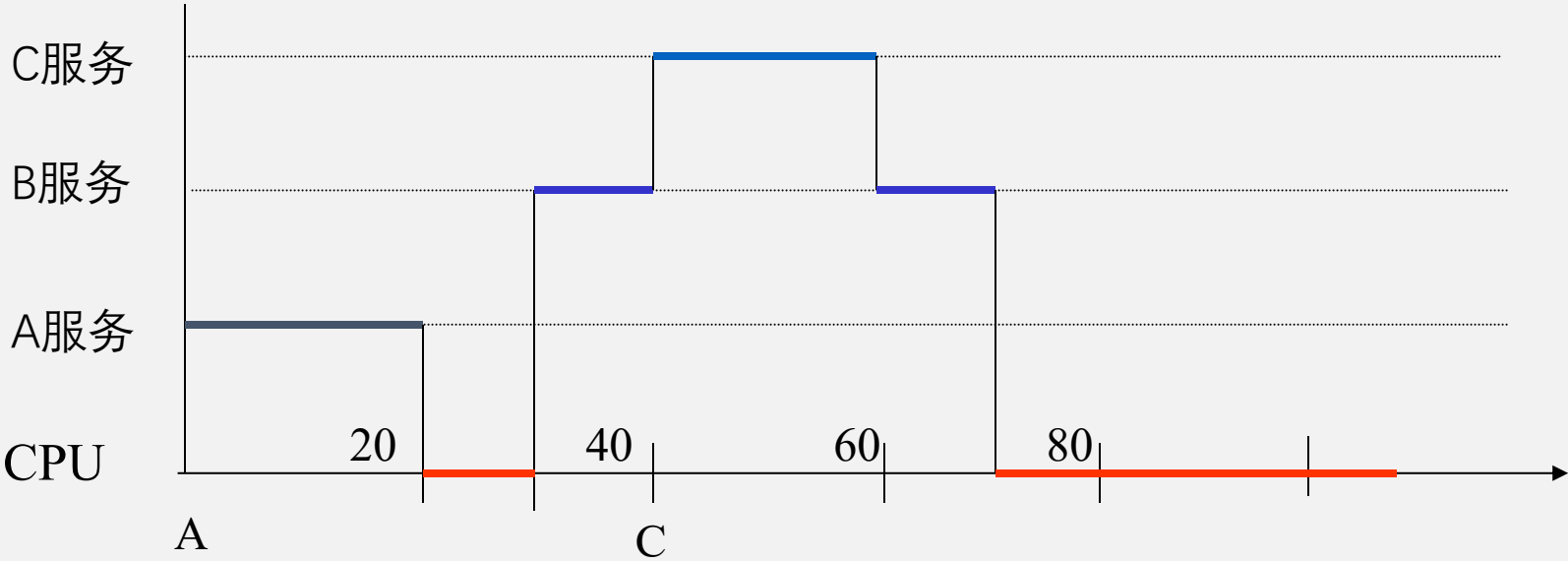
	IM2 (A)	IM1 (B)	IM0 (C)
A	1	0	0
B	1	1	0
C	1	1	1



8. 中断响应与中断处理优先级举例

例 中断硬件排队中外设A、B、C的响应优先级是 $A > B > C$ ，其中断屏蔽字如下表。按下图时间轴所示设备中断请求，画出CPU执行程序轨迹。设中断服务程序时间均为 $20\ \mu s$ 。

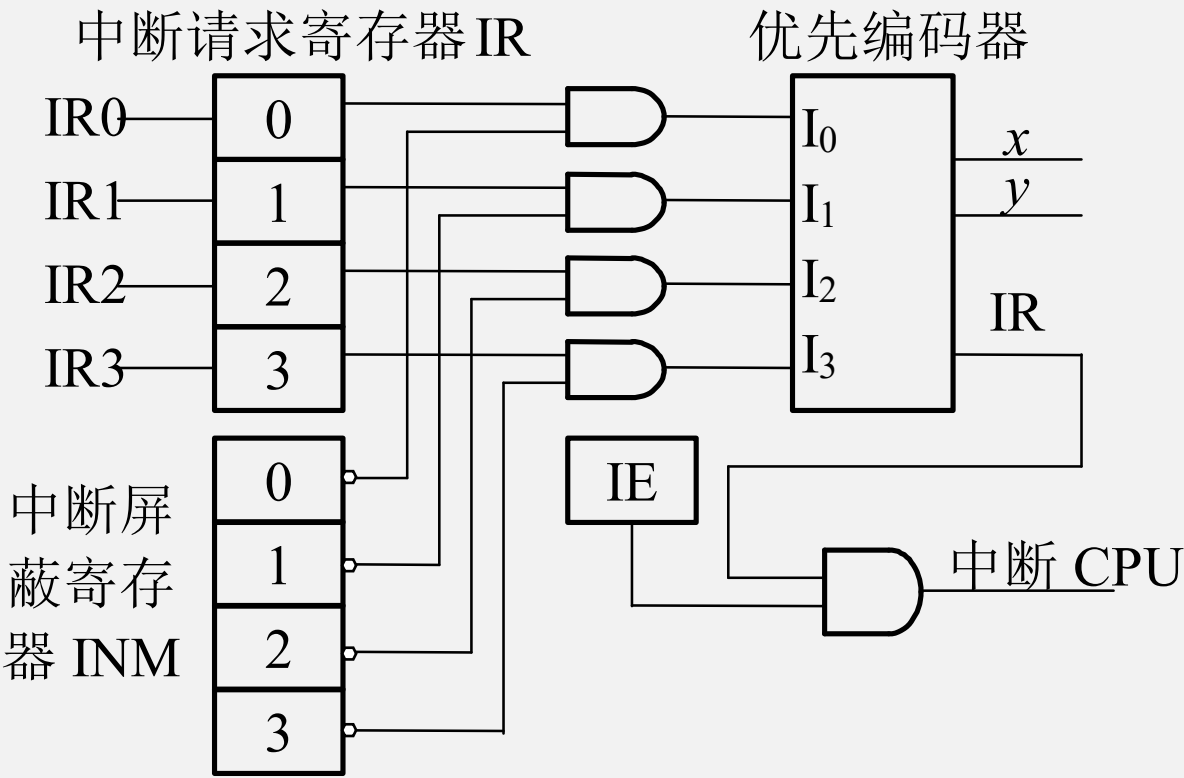
设备	屏蔽 A	屏蔽 B	屏蔽 C
A	1	1	1
B	0	1	0
C	0	1	1
CPU	0	0	0





9.9 程序中中断

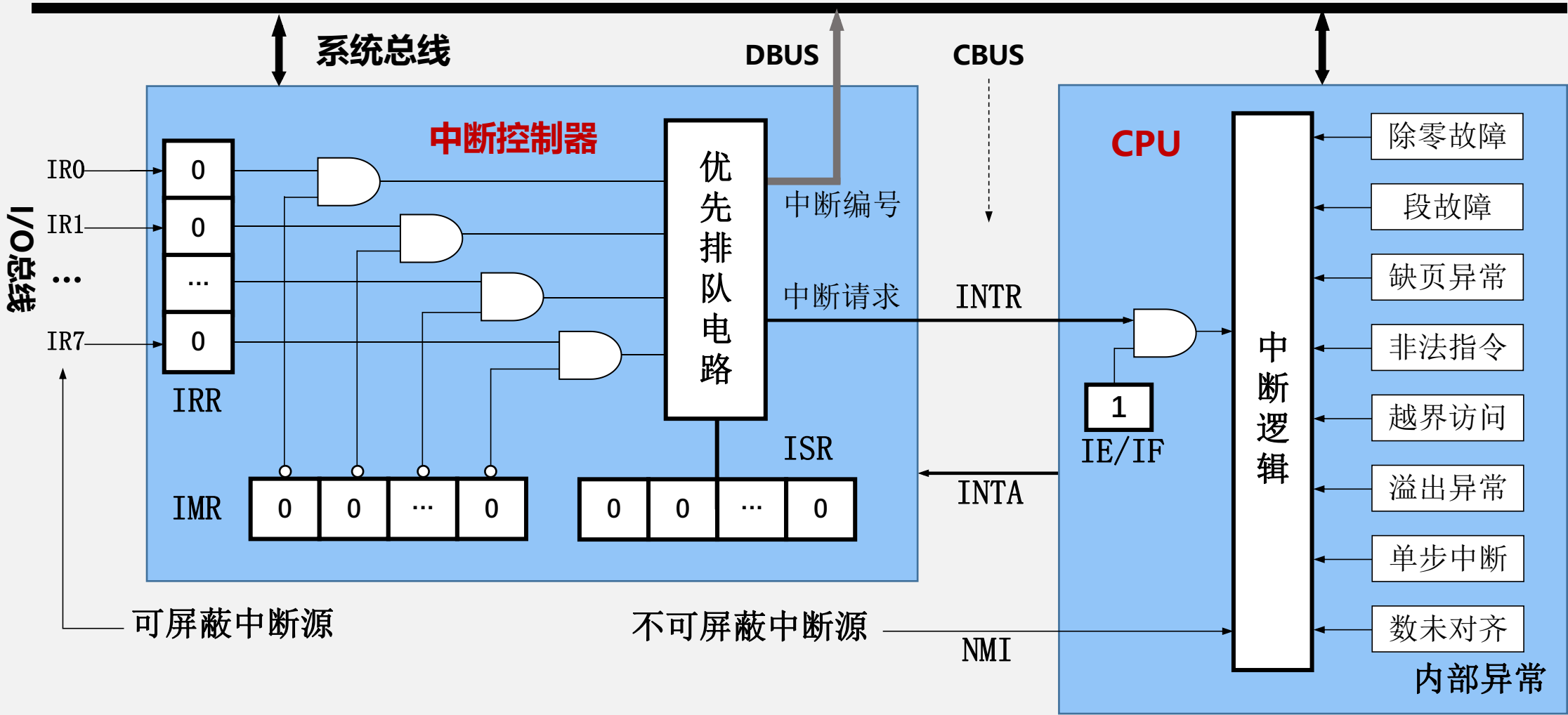
9. 中断控制接口





9.9 程序中中断

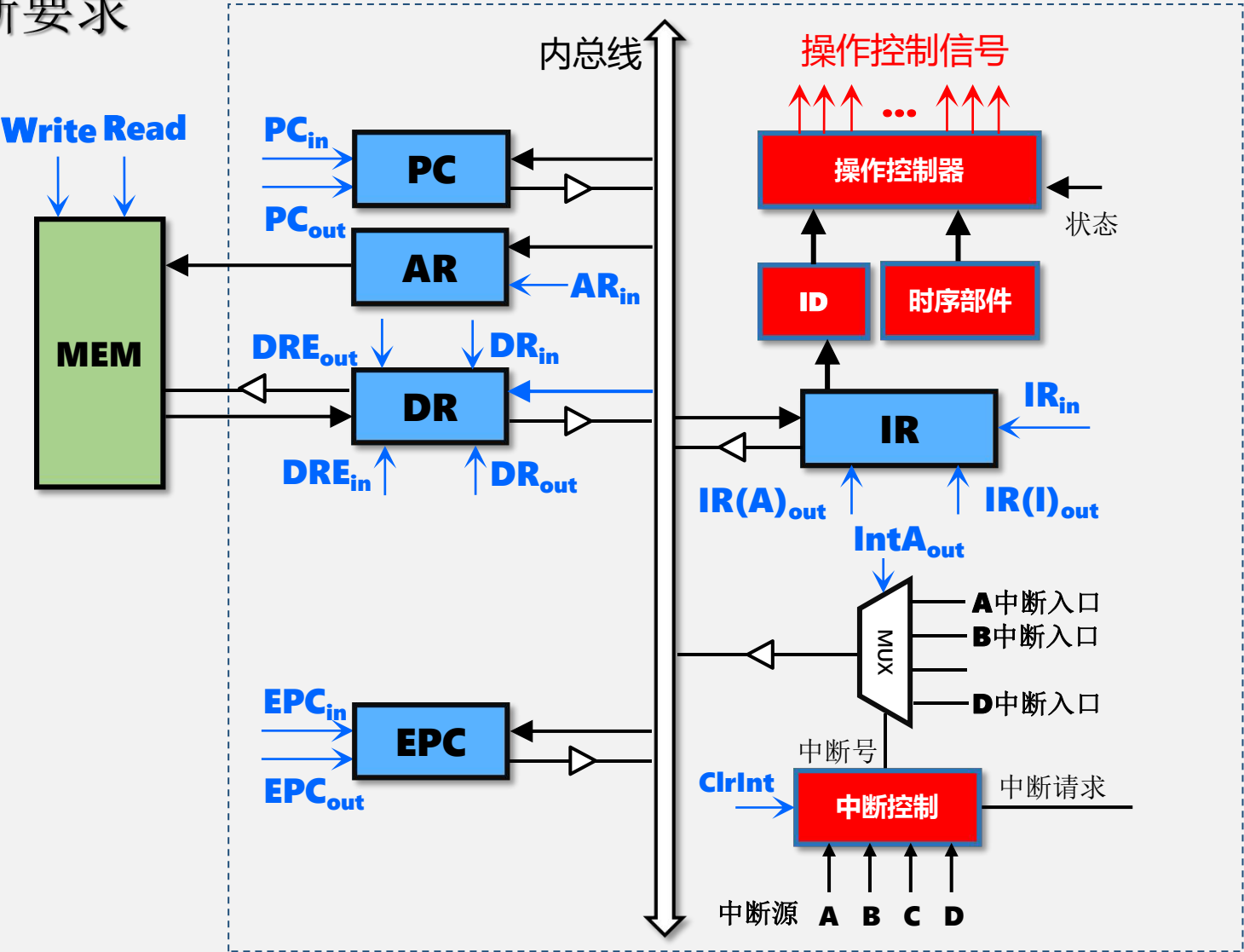
9. 中断控制接口



10. 中断异常处理对CPU设计的新要求

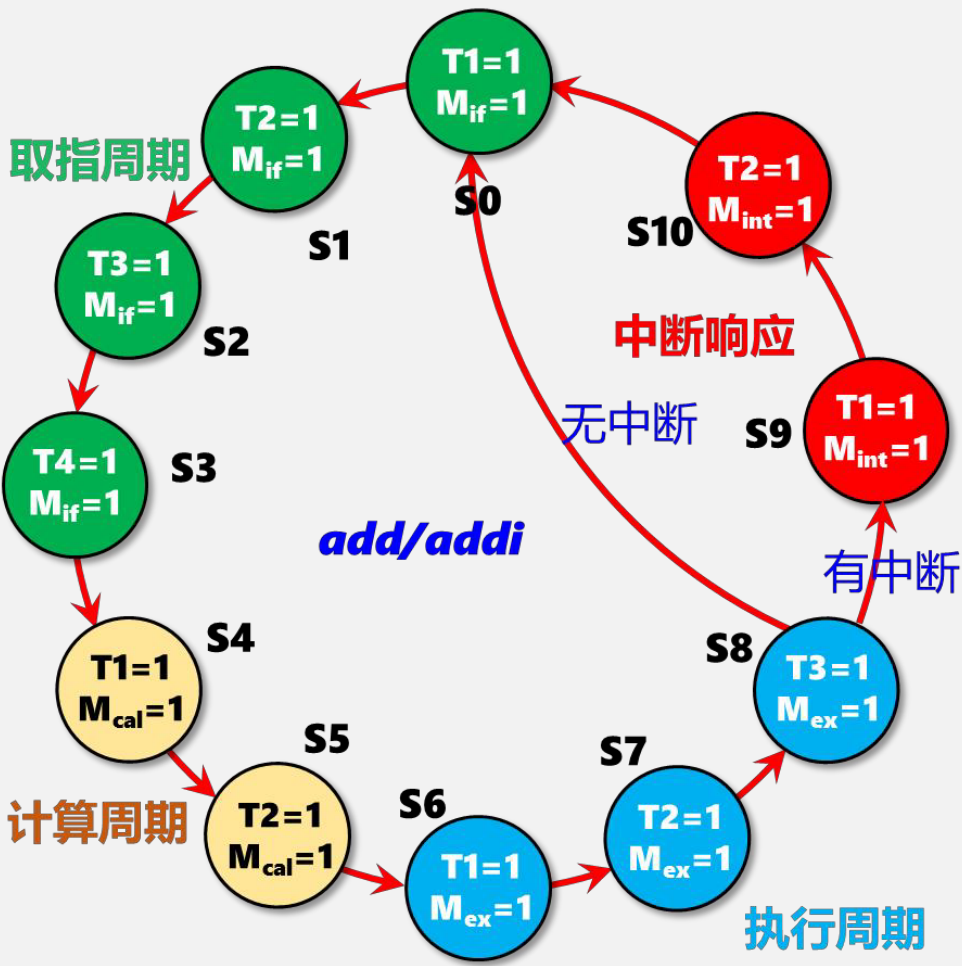
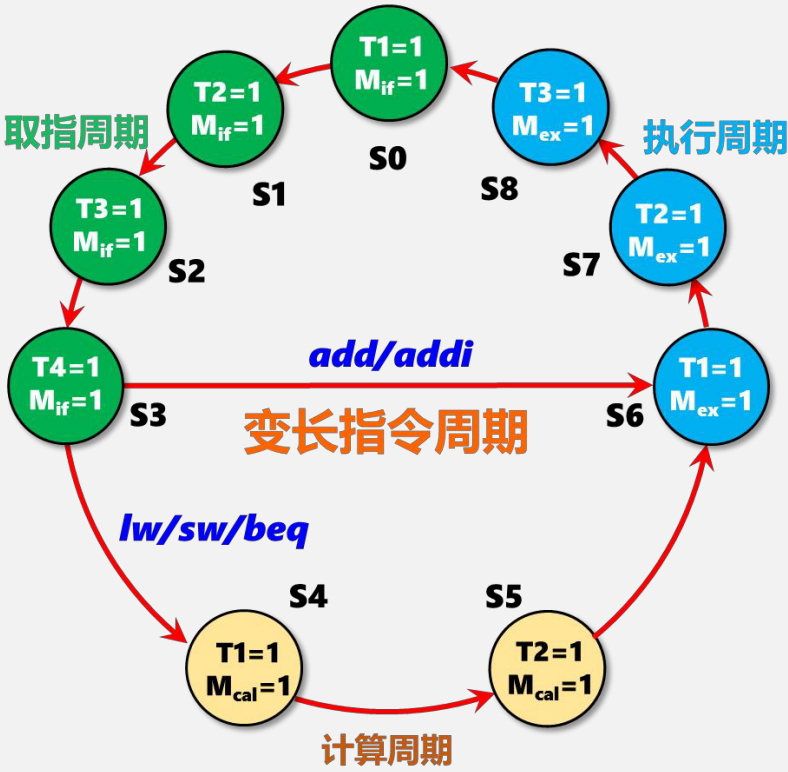
1) 中断异常处理数据通路升级

- ◆ 开关中断
 - 增加E寄存器
- ◆ 保存断点
 - 增加EPC寄存器/堆栈
- ◆ 中断识别
 - 增加中断控制逻辑
- ◆ 软件支持
 - eret指令支持



10. 中断异常处理对CPU设计的新要求

2) 变长指令周期状态机修改

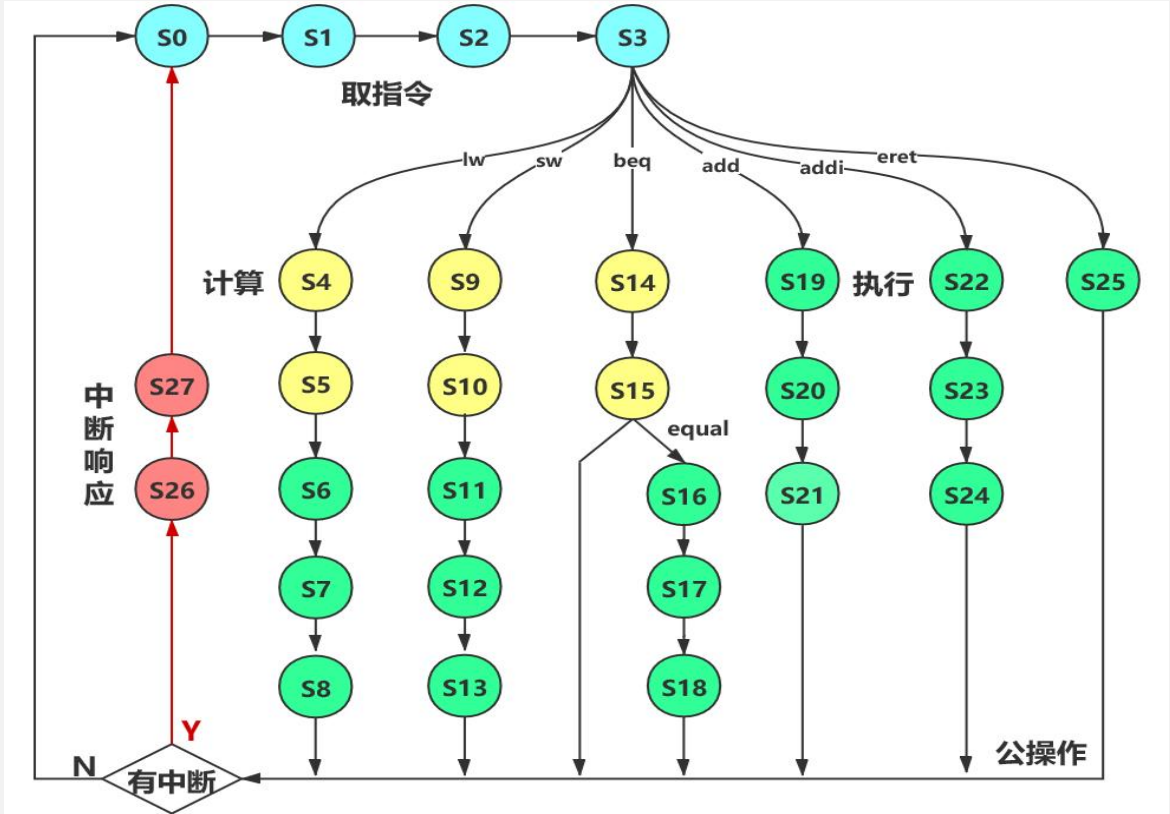
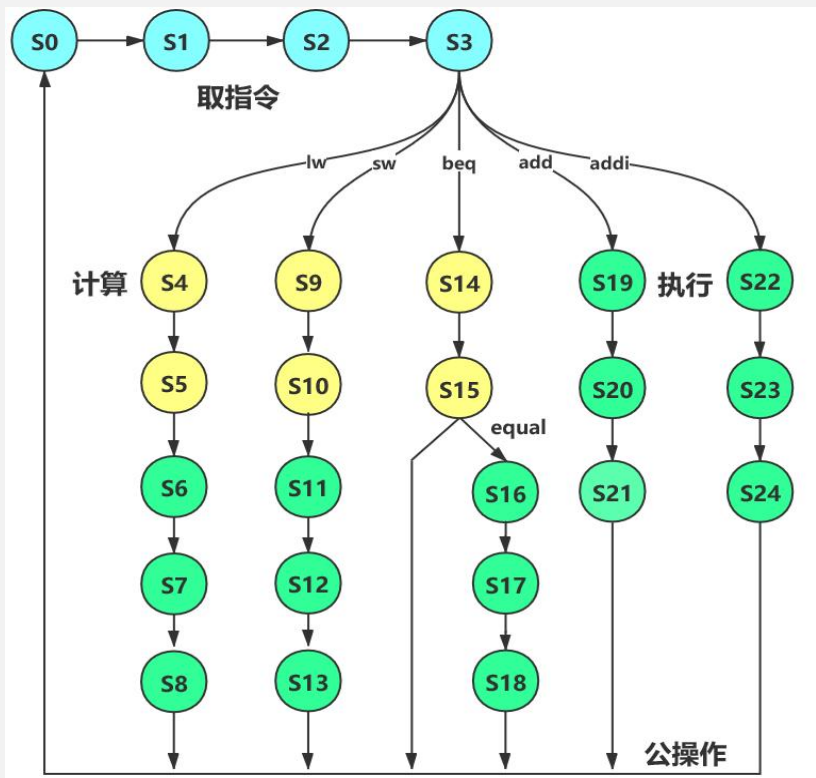


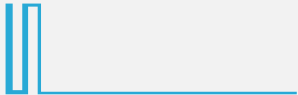


9.9 程序中断

10. 中断异常处理对CPU设计的新要求

3) 变长指令周期状态机修改





第六部分完