

计算机组成原理

■ 第八章 输入/输出系统 8.3 中断请求与响应

1

中断的基本概念



中断：是指CPU在正常运行程序时，由于内部/外部事件（或由程序）引起CPU中断正在运行的程序，而转到为中断事件服务的程序中去，服务完毕，再返回执行原程序的这一过程。

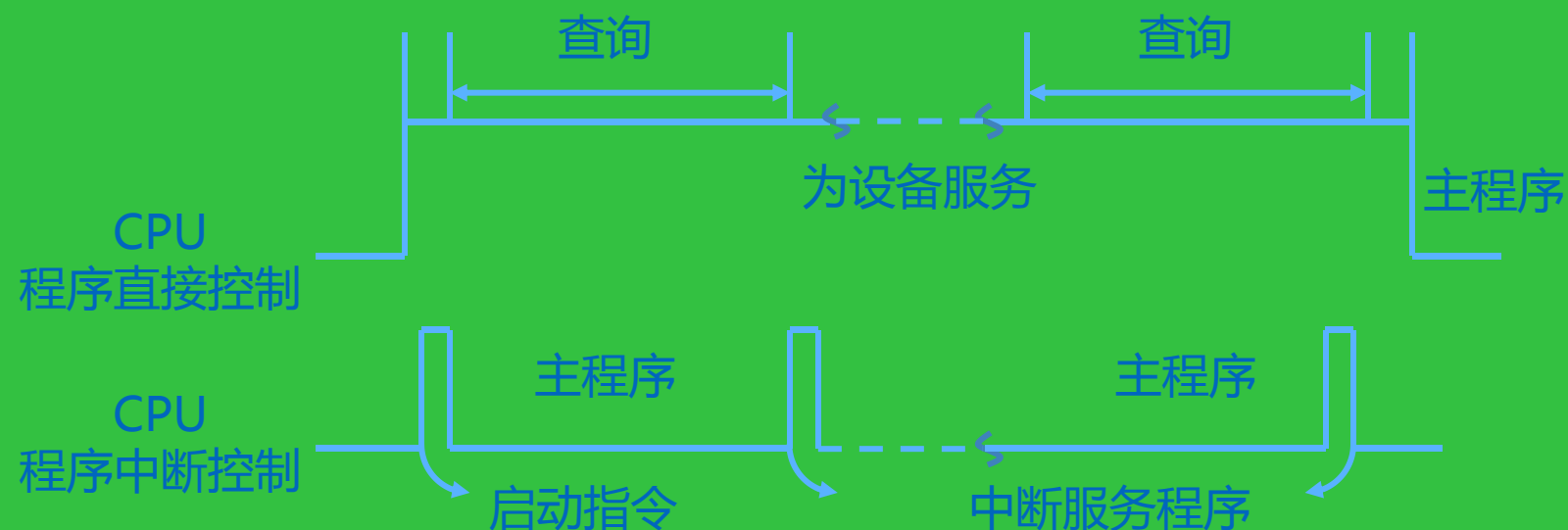


中断的特征：具有随机性。

101010101 01 01 01010101

0110101011
101010101 01 010101
101010101 01 010101

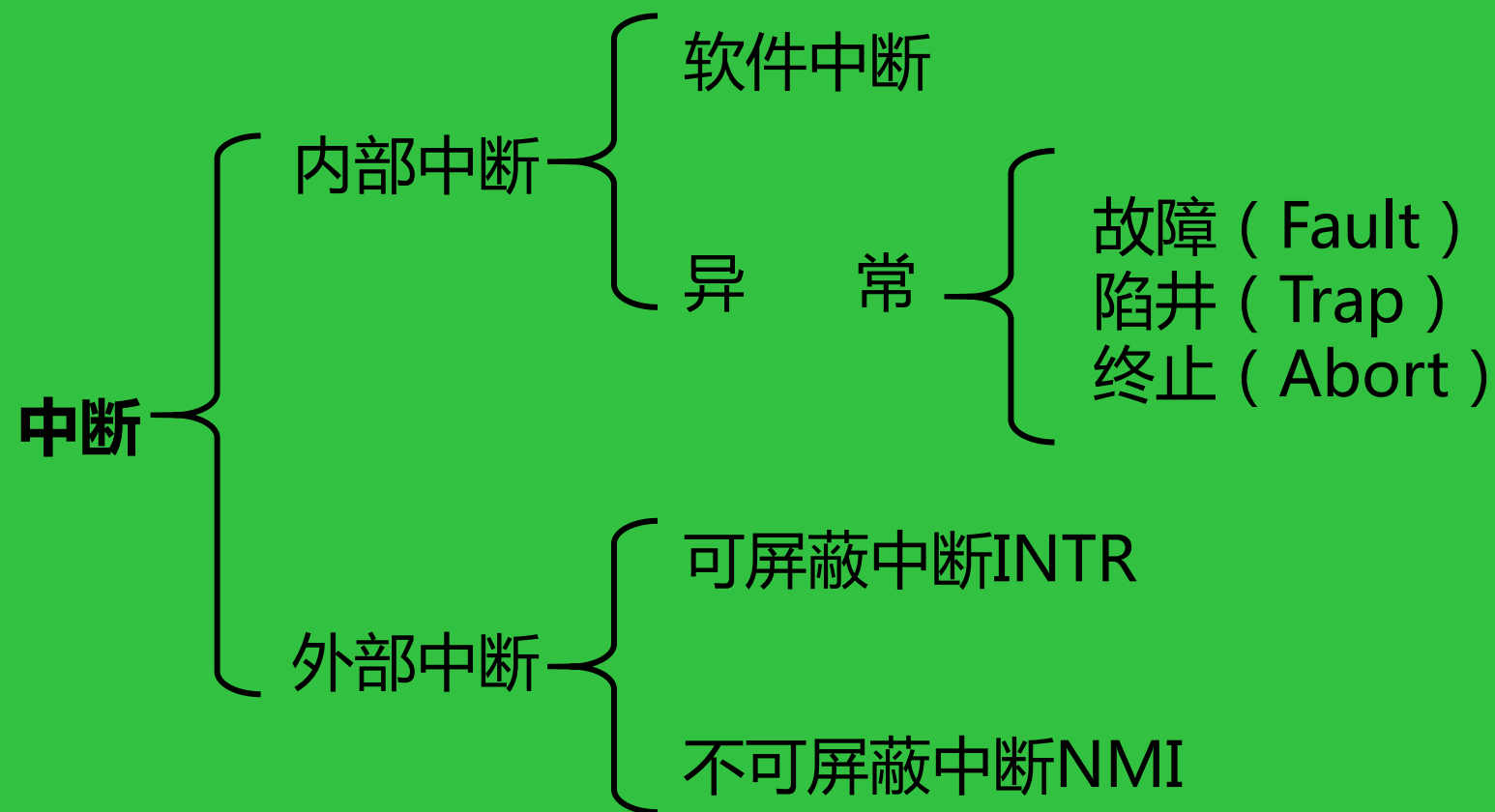
101010101 01 01010101 0110101011



实现主机与外设之间的并行工作

故障处理：中断系统能使计算机在运行过程中出现故障的时候，调用相应的中断服务程序处理故障。

实时处理





内部中断：来自于CPU内部的指令中断请求，分为软件中断和异常。



外部中断：中断请求来自CPU外部，又分为可屏蔽和不可屏蔽中断。



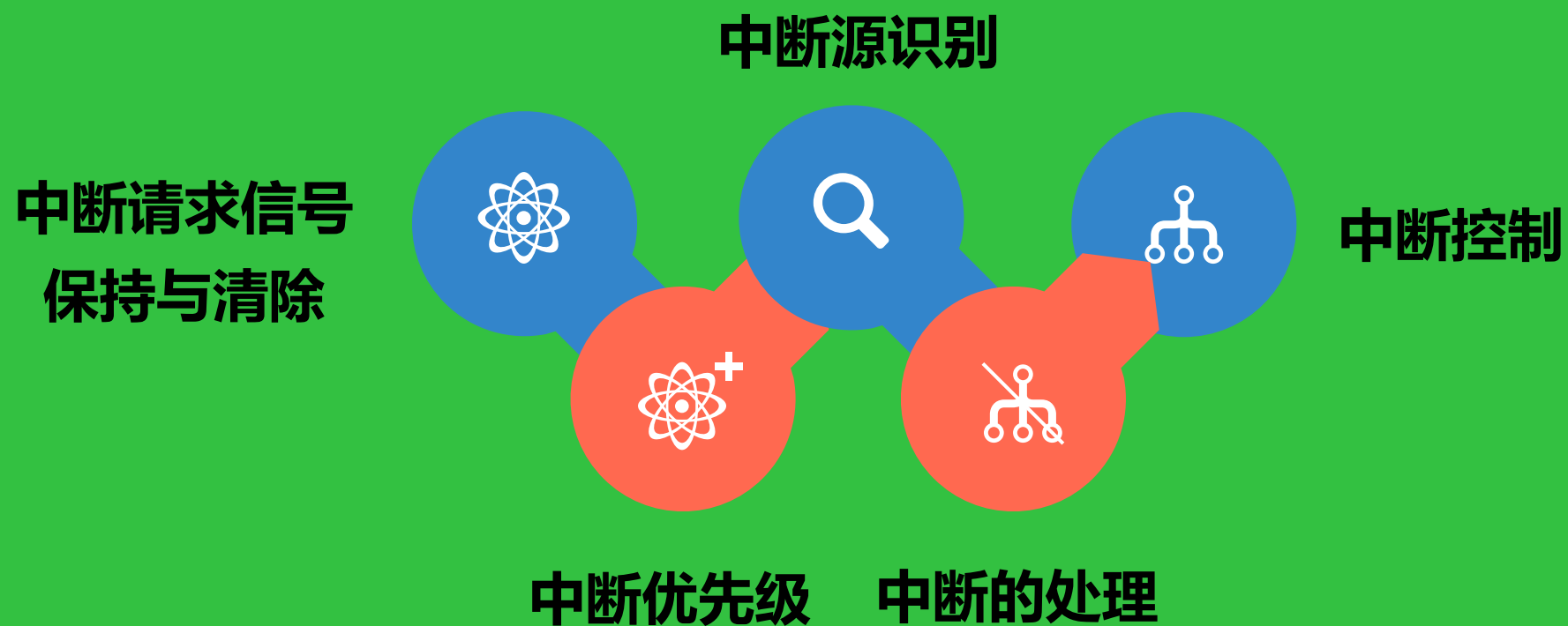
不可屏蔽中断NMI：由系统内部硬件引发的中断，优先级高于外部硬件中断，且不受中断允许标志位的影响，所以是不可屏蔽中断。



可屏蔽中断：由外设通过中断请求线向处理器申请而产生的中断，处理器可以用指令来屏蔽（禁止），即不响应它的中断请求。

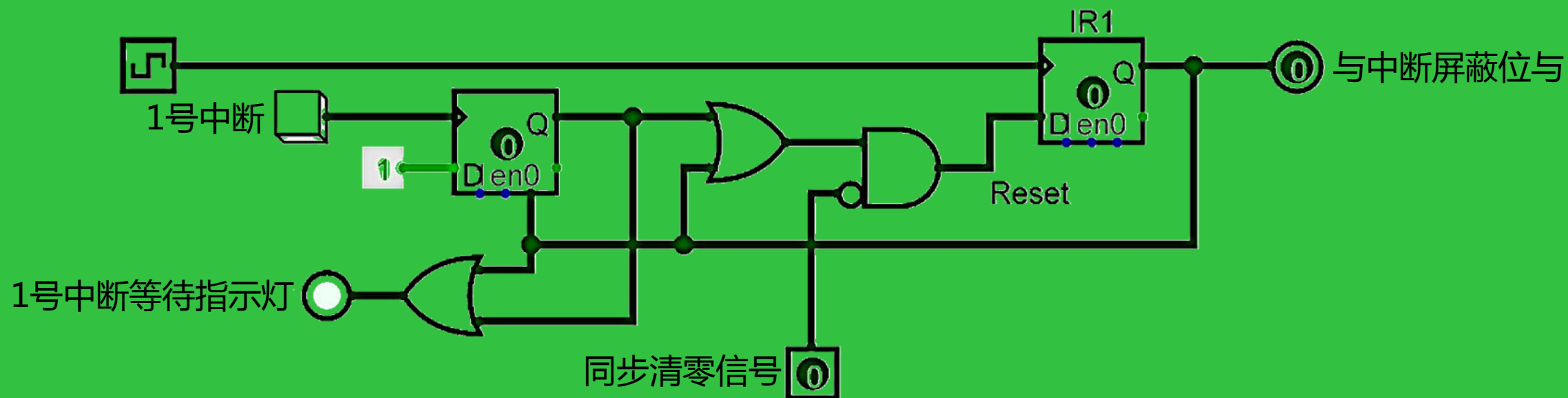
4

中断系统的基本功能





中断请求信号保持与清除



4

中断系统的基本功能——中断源识别



中断号：是系统分配给每个中断源的代号，以便识别和处理。
中断号在中断处理过程中起到很重要的作用。



中断号的获取：CPU对系统中不同类型的中断源，获取它们的中断号的方法是不同的。



中断触发方式：是指外设以什么逻辑信号去申请中断，即边沿触发和电平触发两种方式。



中断排队方式：当系统有多个中断源时，就可能出现同时有几个中断源都申请中断，而处理器在一个时刻只能响应并处理一个中断请求；为此，要进行中断排队。处理器按“优先级高的先服务”的原则提供服务。

- **按优先级排队：**根据任务的轻重缓急，给每个中断源指定CPU响应的优先级，任务紧急的先响应，可以暂缓的后响应。
- **循环轮流排队：**不分级别高低，CPU轮流响应各个中断源的中断请求。

**中断嵌套**

- 当CPU正在处理某个中断时，会出现优先级更高的中断源申请中断；为了使更紧急的、级别更高的中断源及时得到服务，需要暂时打断（挂起）当前正在执行的中断服务程序，去处理级别更高的中断请求，处理完成后返回被打断了的的中断服务程序继续执行。
- 但级别相同或级别低的中断源不能打断级别高的中断服务，这就是所谓的中断嵌套。
- 可屏蔽中断可以进行中断嵌套。NMI不可以进行中断嵌套。

**中断屏蔽**

- 处理器用指令来控制中断屏蔽触发器的状态，从而控制是否接受某个特殊外设的中断请求。
- 处理器内部也有一个中断允许触发器，只有当其为“1”（即开中断），CPU才能响应外部中断。



中断优先级：是指CPU响应和处理中断请求的先后次序



为了兼顾中断响应的时效与配置的灵活，通常采用两套机制结合组成中断优先序管理体系：

- **硬件响应优先序**：未被屏蔽的几个中断源同时提出申请时，CPU选择服务对象的顺序由硬件电路实现，用户不能修改。
- **软件服务优先序**：在各中断服务程序开头，用软件设置自己的中断屏蔽字，以此改变实际服务顺序。

4

中断系统的基本功能——中断的处理



中断响应周期

- 当CPU收到外设的中断请求后，如果当前一条指令已执行完，且允许中断，CPU进入中断响应周期，发出中断应答信号完成一个中断响应周期。



中断响应

- 读取中断源的中断号，完成中断申请与中断响应的握手过程。



中断处理

标志位的处理与断点保存

处理器获得外部中断源的中断号后，保存断点（返回地址），关闭中断，保护现场。

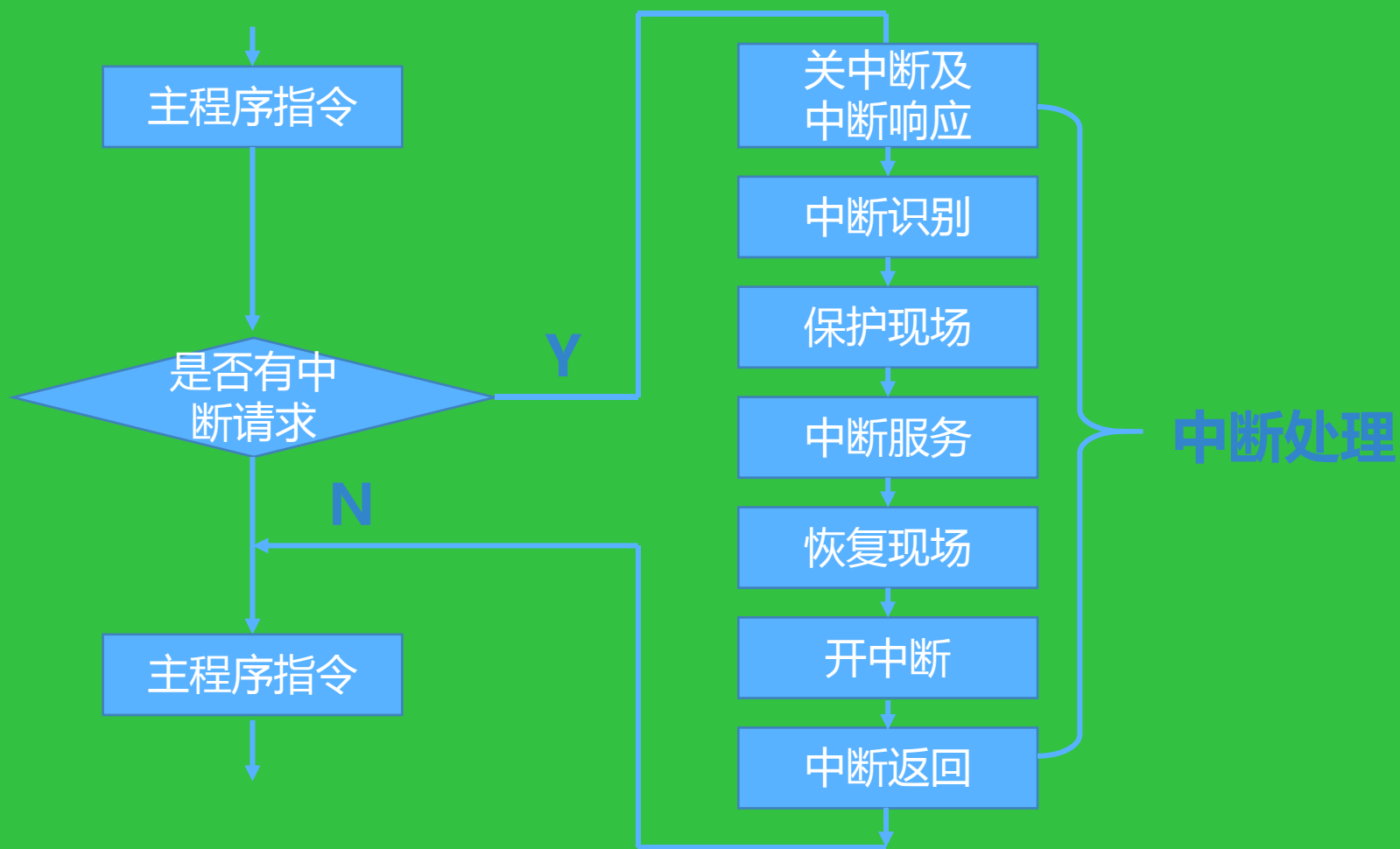
向中断服务程序转移并执行中断服务程序

返回断点

中断服务程序执行完毕后，恢复断点和现场，要返回主程序。

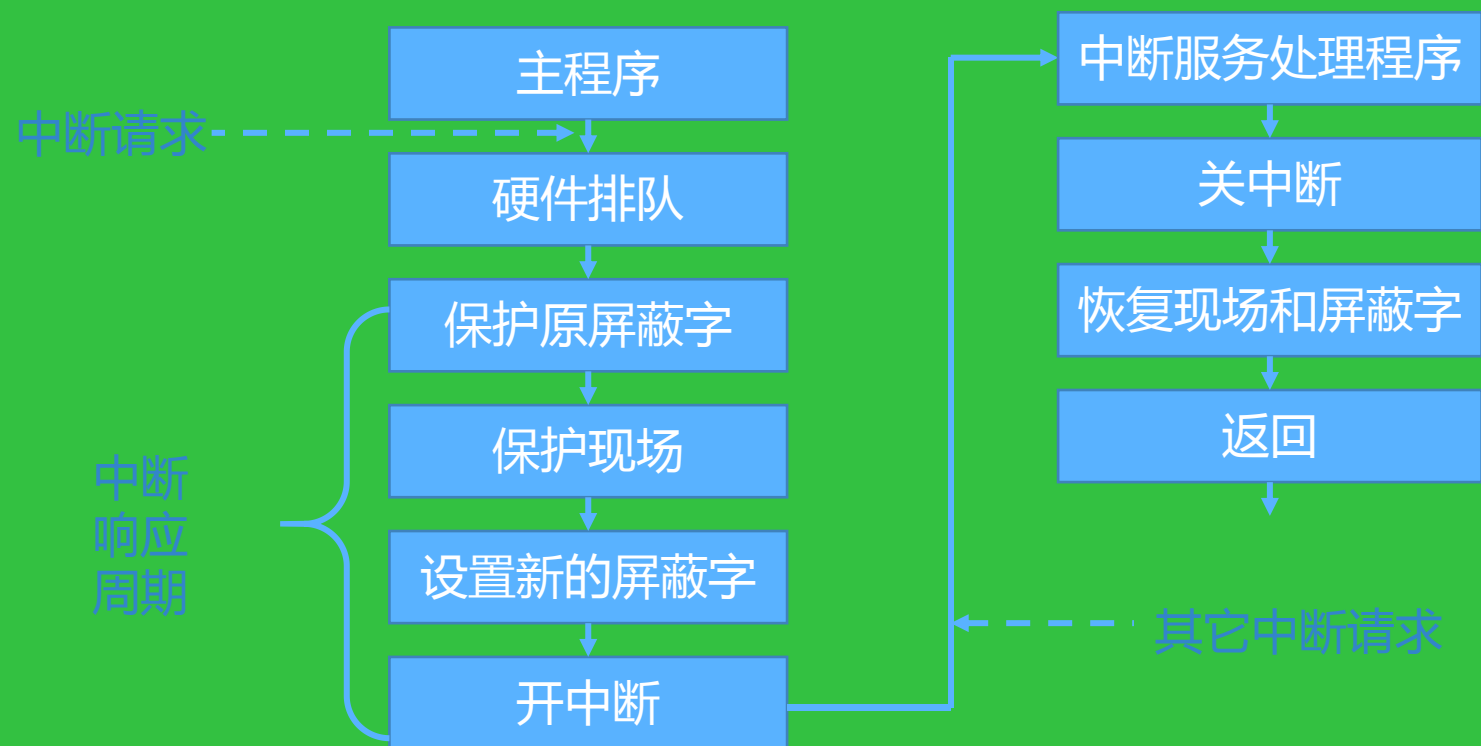


单级中断处理的流程





多级中断处理的流程





谢谢!