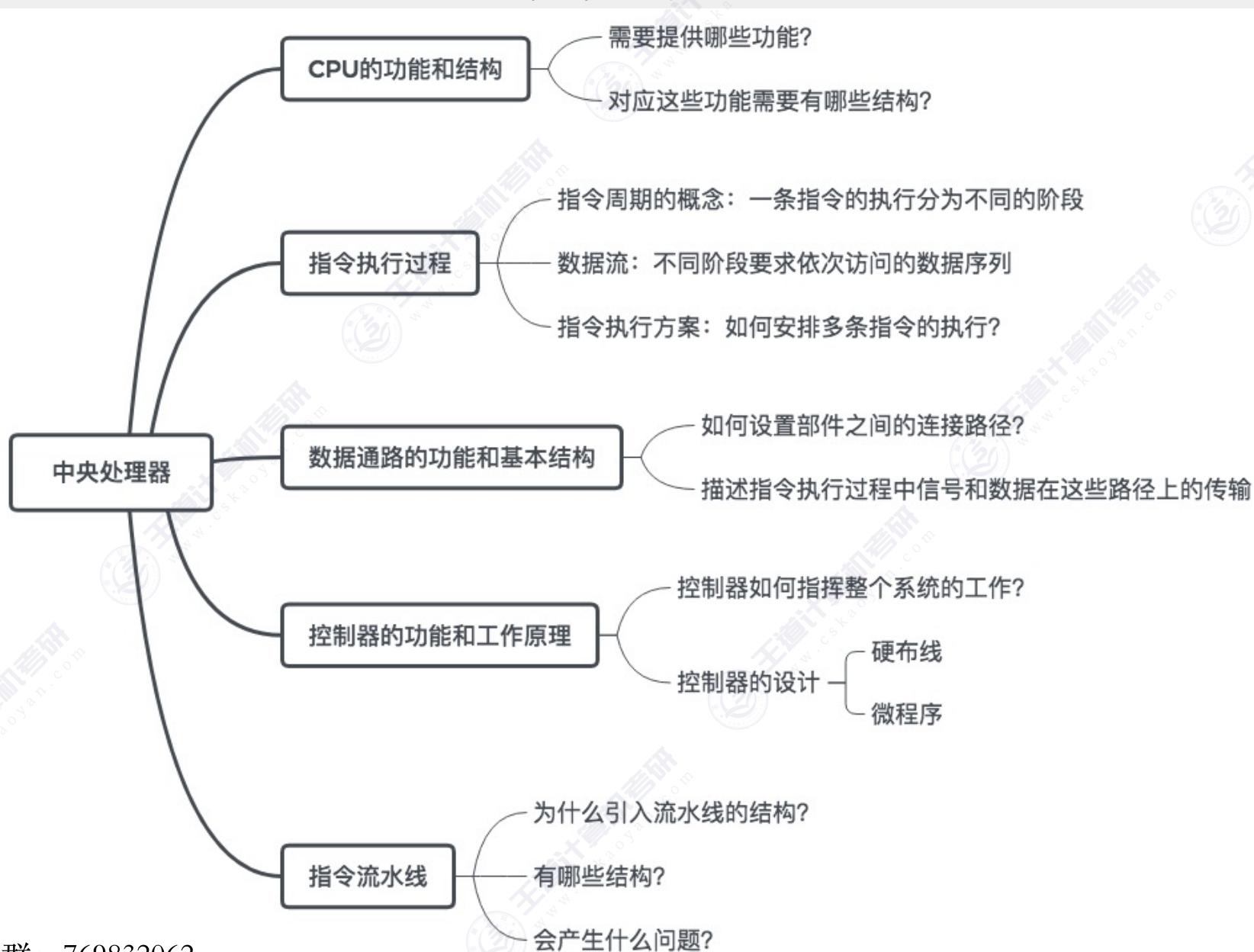


本节内容

# 中央处理器

## 指令执行过程

# 本章总览

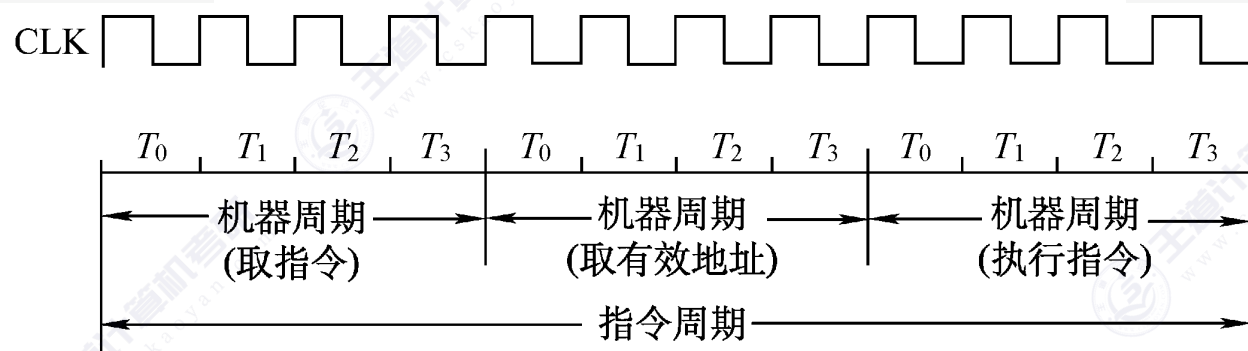


# 指令周期

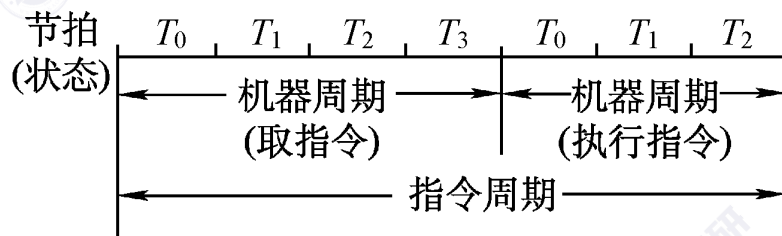
指令周期：CPU从主存中每取出并执行一条指令所需的全部时间。

指令周期常常用若干机器周期来表示，机器周期又叫**CPU周期**。

一个机器周期又包含若干时钟周期（也称为节拍、**T周期**或**CPU时钟周期**，它是CPU操作的最基本单位）。



(a) 定长的机器周期



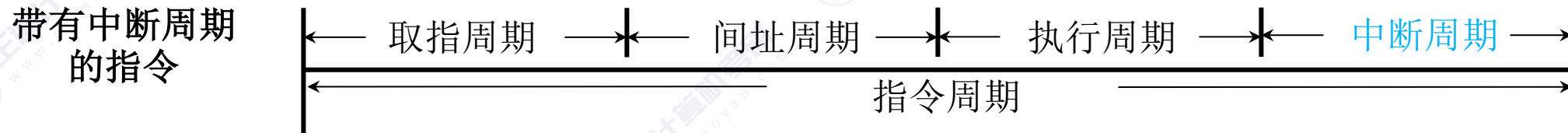
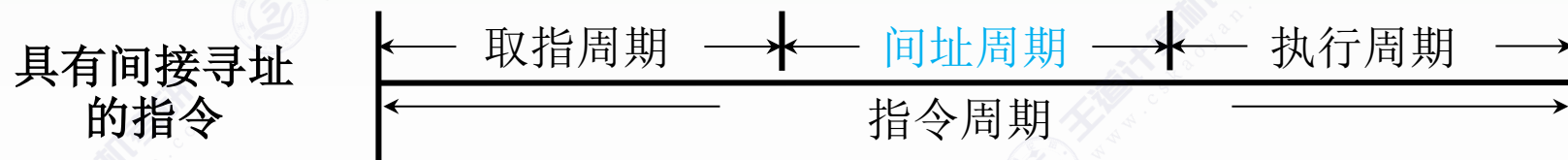
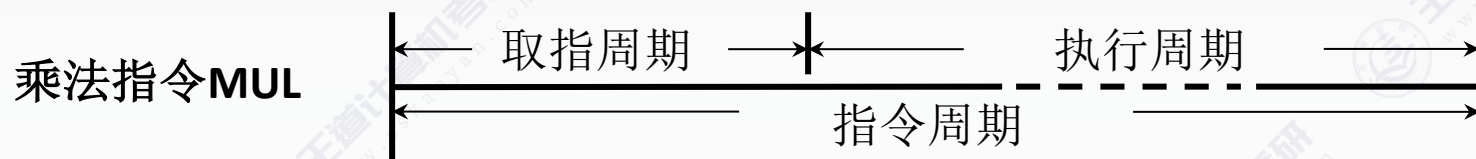
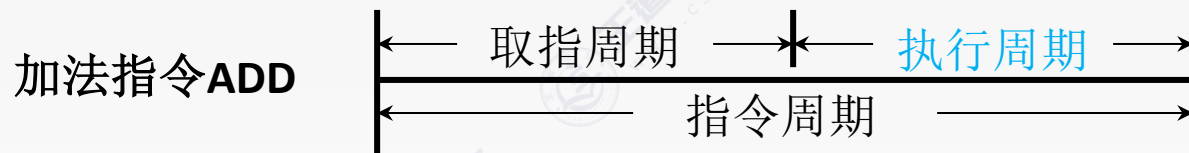
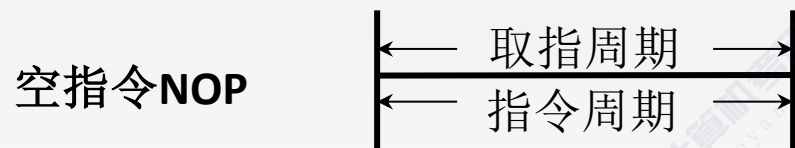
(b) 不定长的机器周期

每个指令周期内机器周期数可以不等，每个机器周期内的节拍数也可以不等。

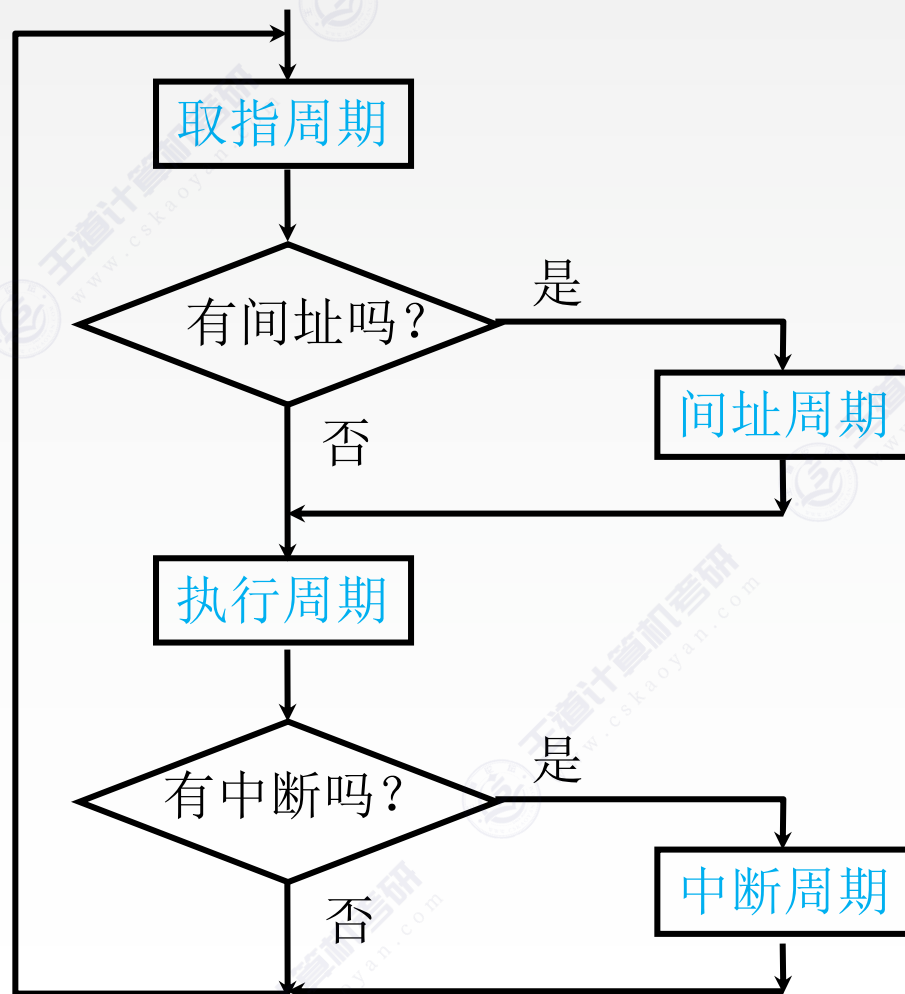
取指周期 执行周期

# 指令周期

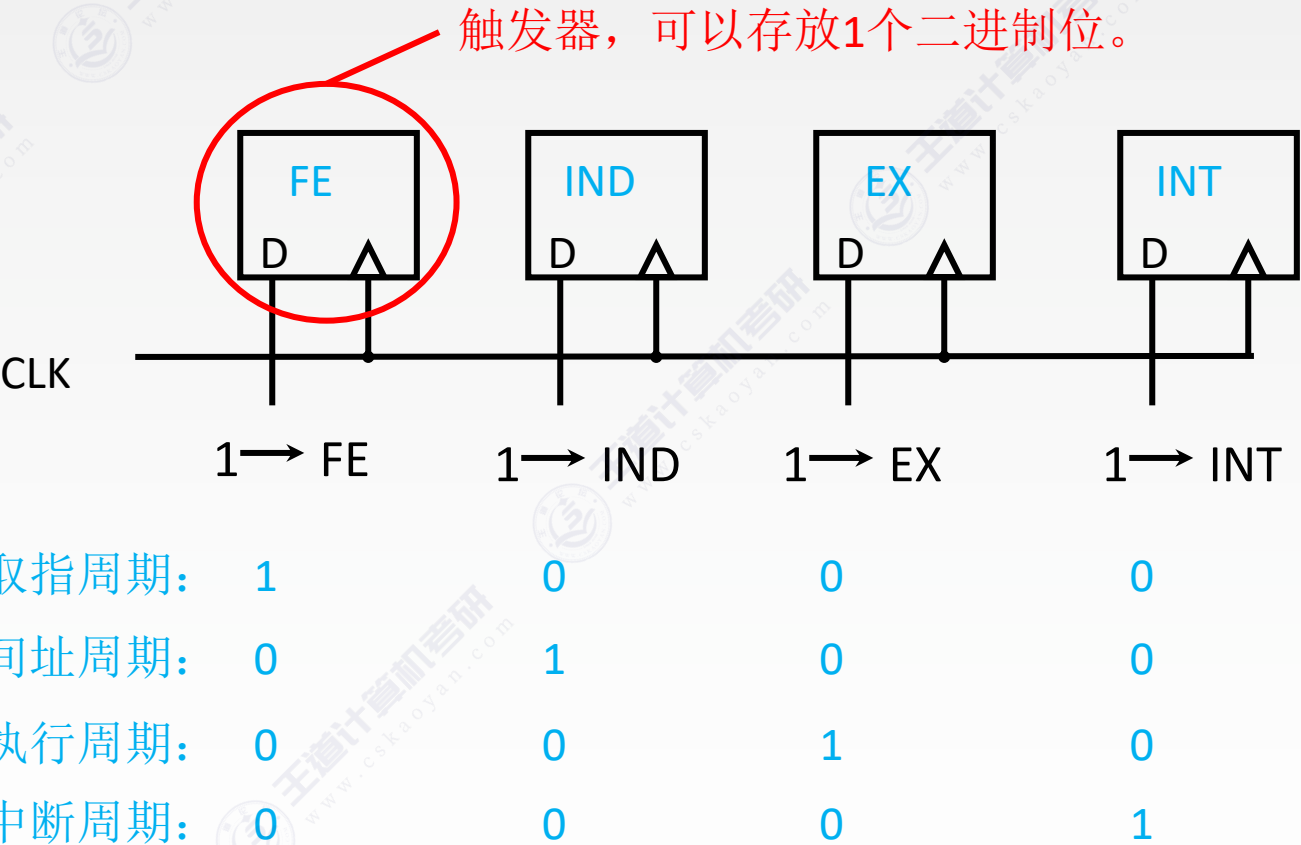
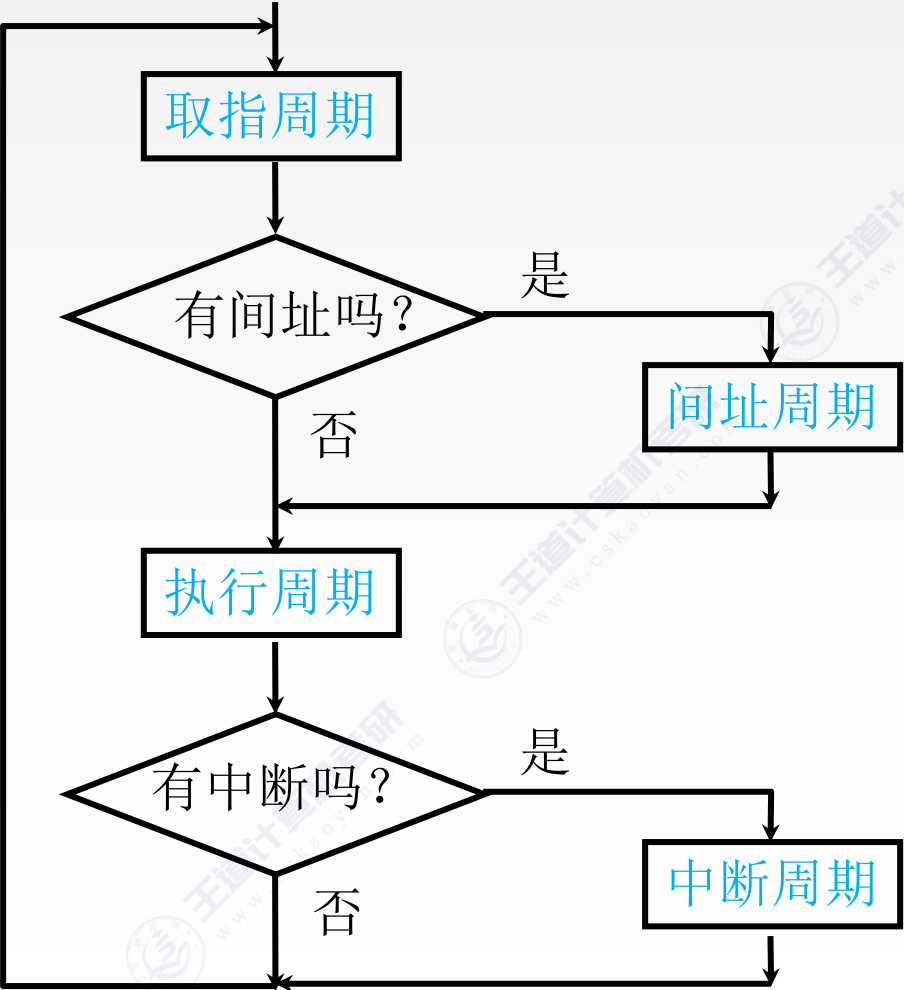
每个指令周期内机器周期数可以不等，每个机器周期内的节拍数也可以不等。



# 指令周期流程

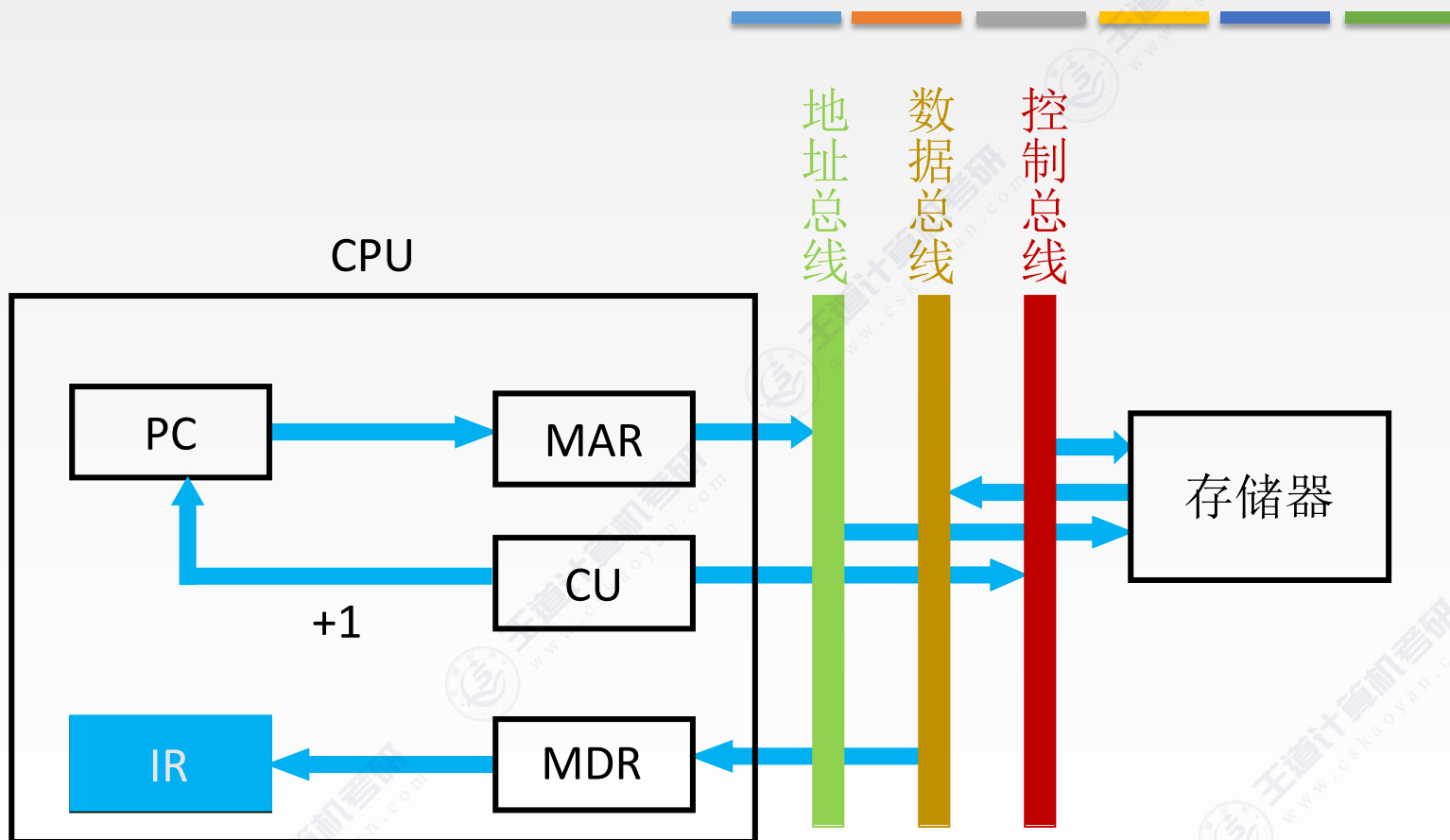


# 指令周期流程



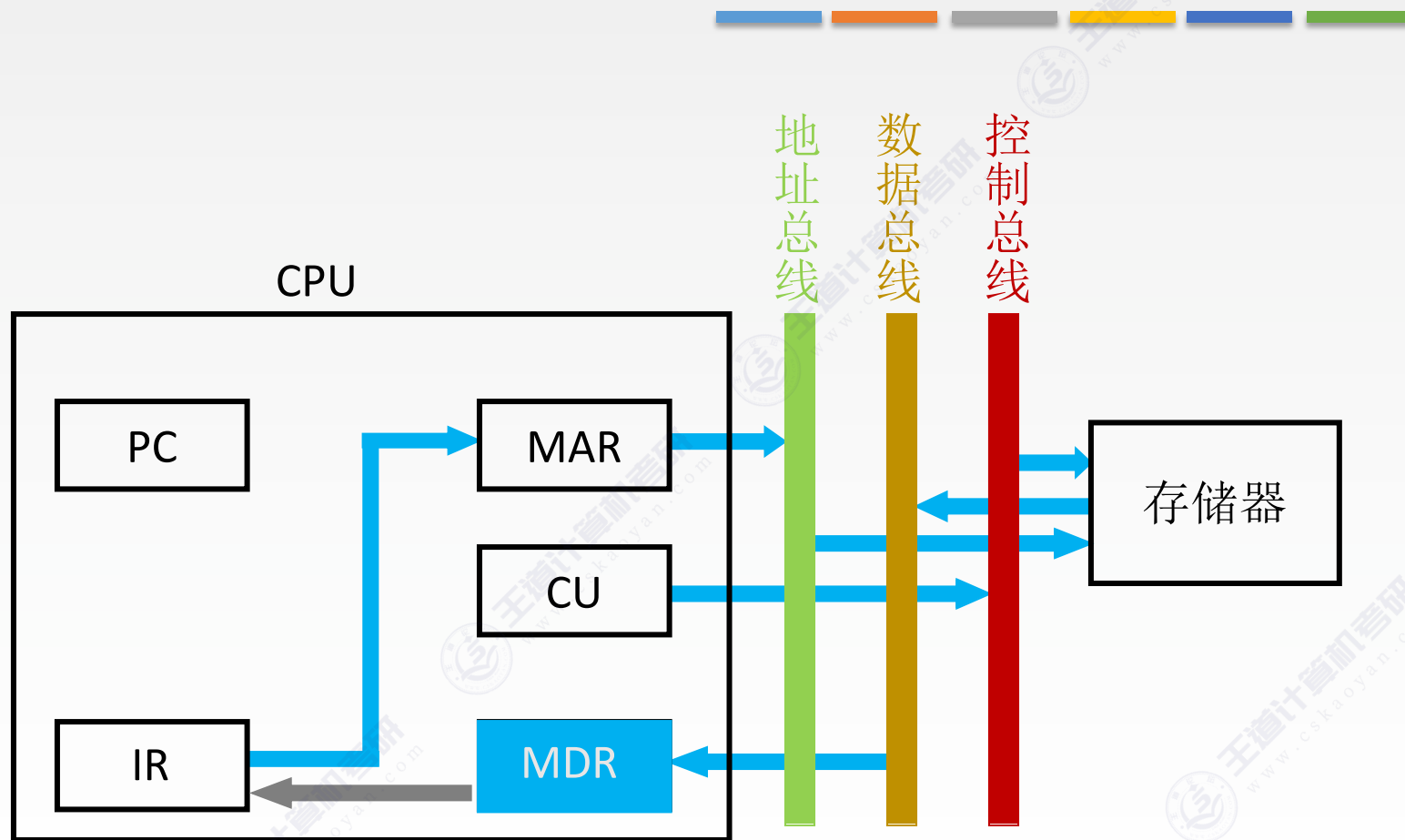
四个工作周期都有CPU访存操作，只是访存的目的不同。取指周期是为了取指令，间址周期是为了取有效地址，执行周期是为了取操作数，中断周期是为了保存程序断点。

## 指令周期的数据流-取指周期



1. 当前指令地址送至存储器地址寄存器，记做：(PC) → MAR
2. CU发出控制信号，经控制总线传到主存，这里是读信号，记做：1 → R
3. 将MAR所指主存中的内容经数据总线送入MDR，记做：M(MAR) → MDR
4. 将MDR中的内容(此时是指令)送入IR，记做：(MDR) → IR
5. CU发出控制信号，形成下一条指令地址，记做：(PC)+1 → PC

## 指令周期的数据流-间址周期



1. 将指令的地址码送入MAR，  
记做：  $Ad(IR) \rightarrow MAR$   
或  $Ad(MDR) \rightarrow MAR$
2. CU发出控制信号，启动主存做读操作，  
记做：  $1 \rightarrow R$
3. 将MAR所指主存中的内容经数据总线送入MDR，记做：  $M(MAR) \rightarrow MDR$
4. 将有效地址送至指令的地址码字段，  
记做：  $(MDR) \rightarrow Ad(IR)$

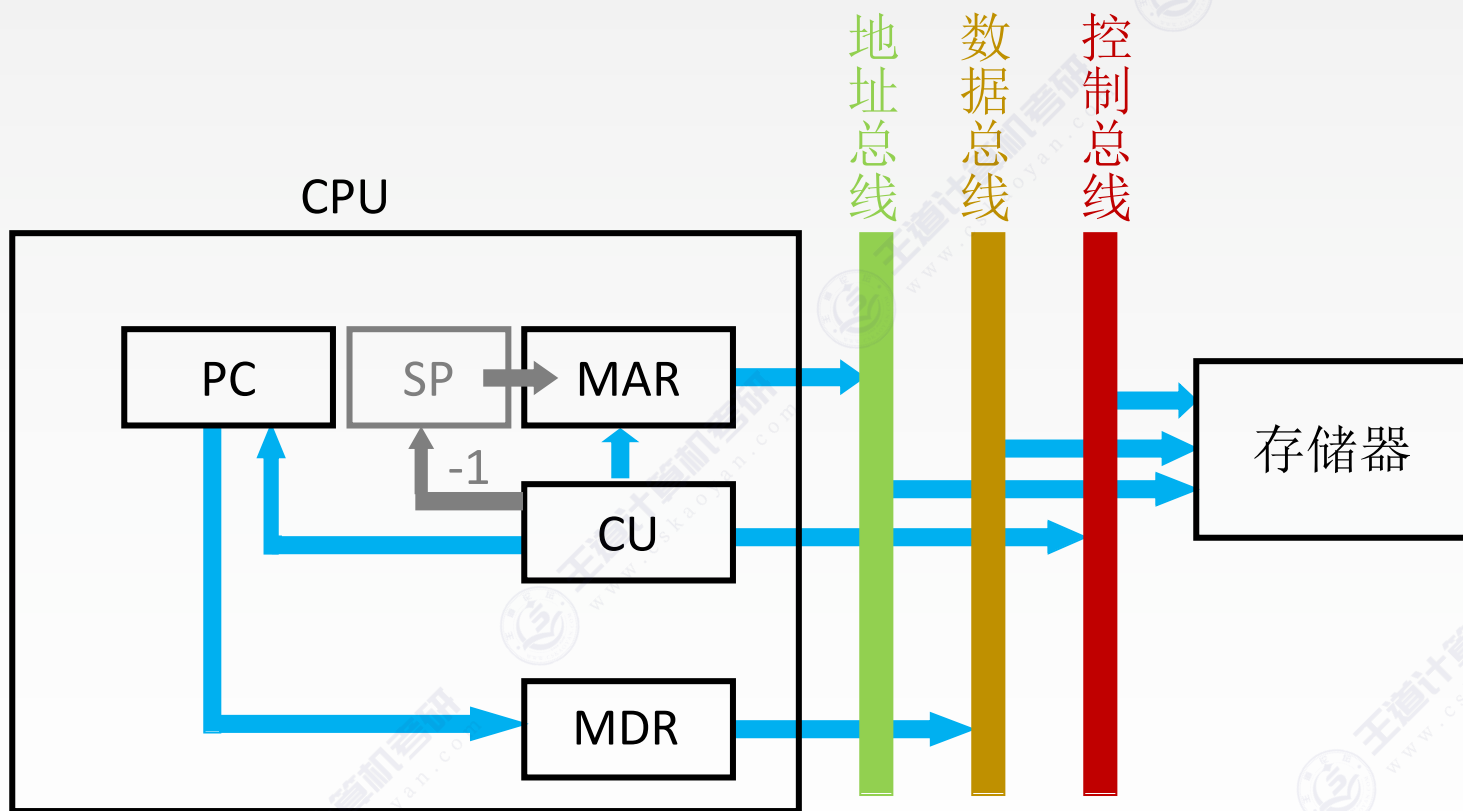


## 指令周期的数据流-执行周期



执行周期的任务是根据IR中的指令字的操作码和操作数通过ALU操作产生执行结果。不同指令的执行周期操作不同，因此没有统一的数据流向。

## 指令周期的数据流-中断周期

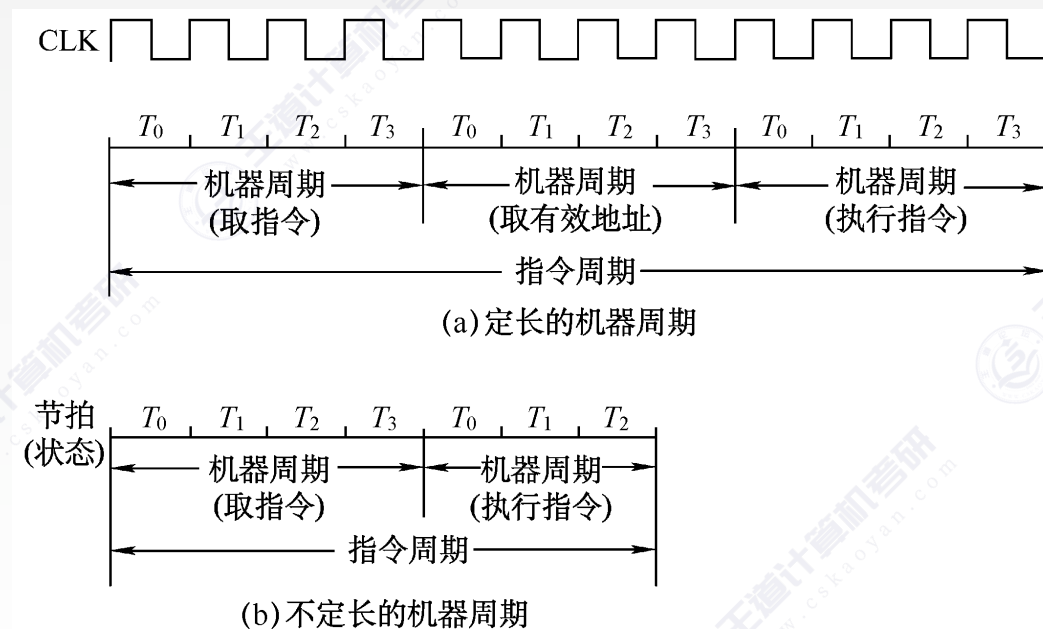


中断：暂停当前任务去完成其他任务。  
为了能够恢复当前任务，需要保存断点。  
一般使用堆栈来保存断点，这里用SP表示栈顶地址，假设SP指向栈顶元素，进栈操作是先修改指针，后存入数据。

1. CU控制将SP减1，修改后的地址送入MAR  
记做：  $(SP)-1 \rightarrow SP$ ,  $(SP) \rightarrow MAR$   
本质上是将断点存入某个存储单元，假设其地址为a，故可记做：  $a \rightarrow MAR$
2. CU发出控制信号，启动主存做写操作，  
记做：  $1 \rightarrow W$
3. 将断点(PC内容) 送入MDR，  
记做：  $(PC) \rightarrow MDR$
4. CU控制将中断服务程序的入口地址  
(由向量地址形成部件产生)送入PC，  
记做： 向量地址  $\rightarrow PC$

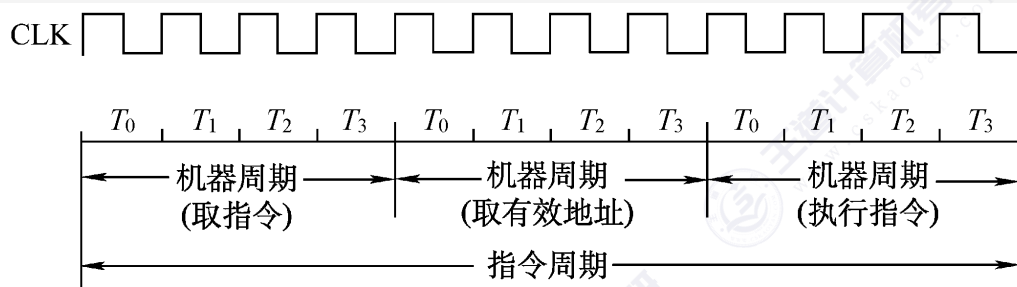
# 指令执行方案

一个指令周期通常要包括几个时间段（执行步骤），每个步骤完成指令的一部分功能，几个依次执行的步骤完成这条指令的全部功能。

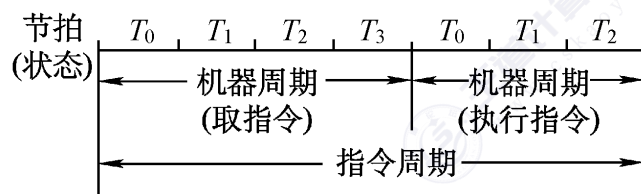


# 指令执行方案

一个指令周期通常要包括几个时间段（执行步骤），每个步骤完成指令的一部分功能，几个依次执行的步骤完成这条指令的全部功能。



(a) 定长的机器周期



(b) 不定长的机器周期

## 方案1. 单指令周期

对所有指令都选用相同的执行时间来完成。

指令之间串行执行；指令周期取决于执行时间最长的指令的执行时间。

对于那些本来可以在更短时间内完成的指令，要使用这个较长的周期来完成，会降低整个系统的运行速度。

## 方案2. 多指令周期

对不同类型的指令选用不同的执行步骤来完成。

指令之间串行执行；可选用不同个数的时钟周期来完成不同指令的执行过程。

需要更复杂的硬件设计。

## 方案3. 流水线方案

在每一个时钟周期启动一条指令，尽量让多条指令同时运行，但各自处在不同的执行步骤中。

指令之间并行执行。

## 本节回顾

