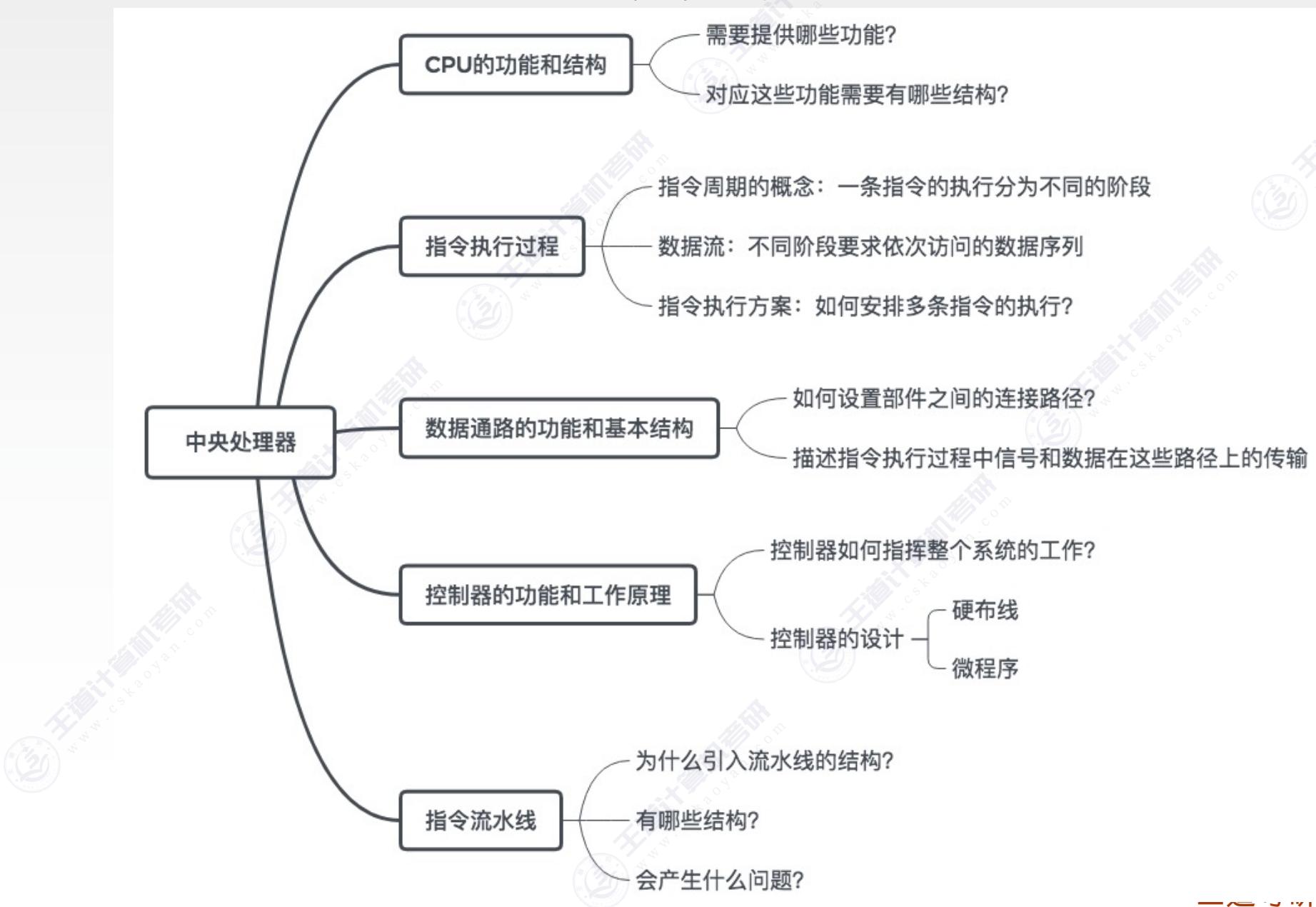


本节内容

中央处理器

指令执行过程

本章总览



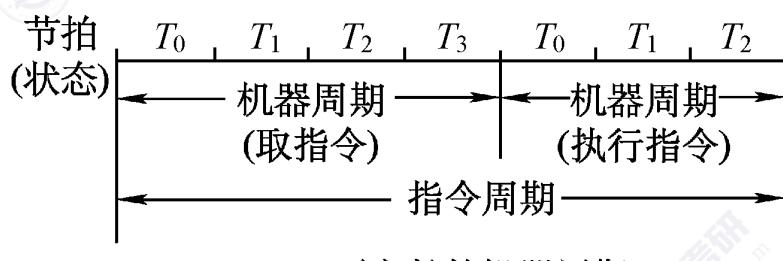
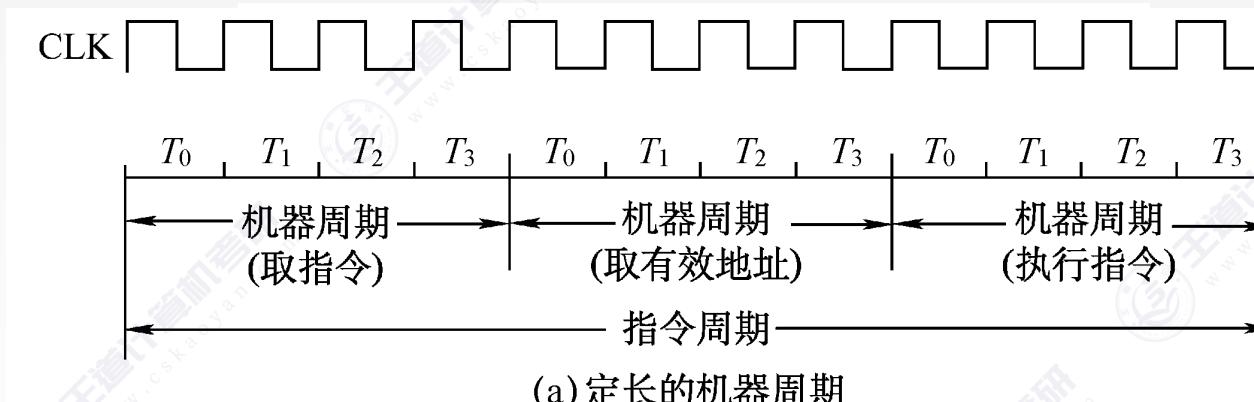
指令周期



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）。



(b) 不定长的机器周期

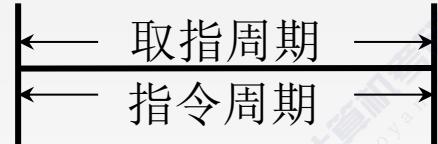
每个指令周期内机器周期数可以不等，每个机器周期内的节拍数也可以不等。

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。

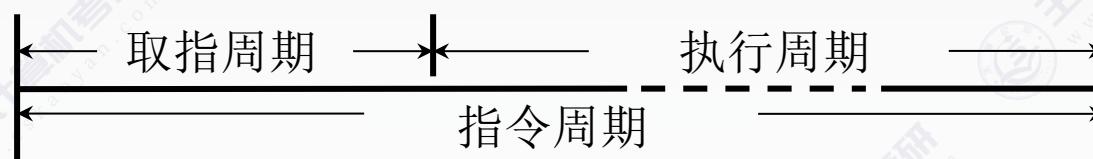
空指令NOP



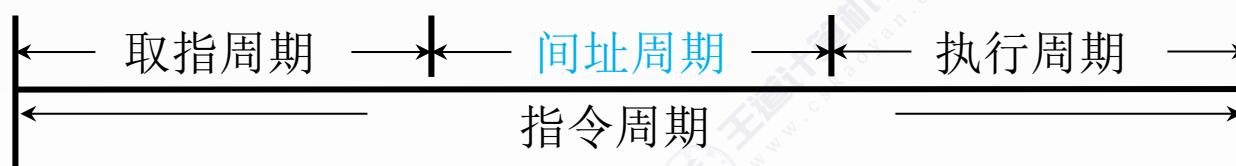
加法指令ADD



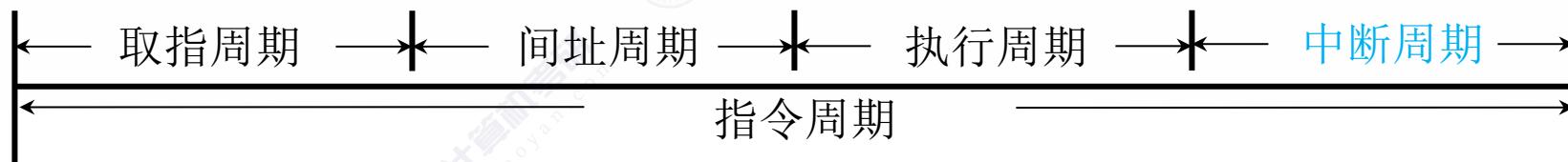
乘法指令MUL



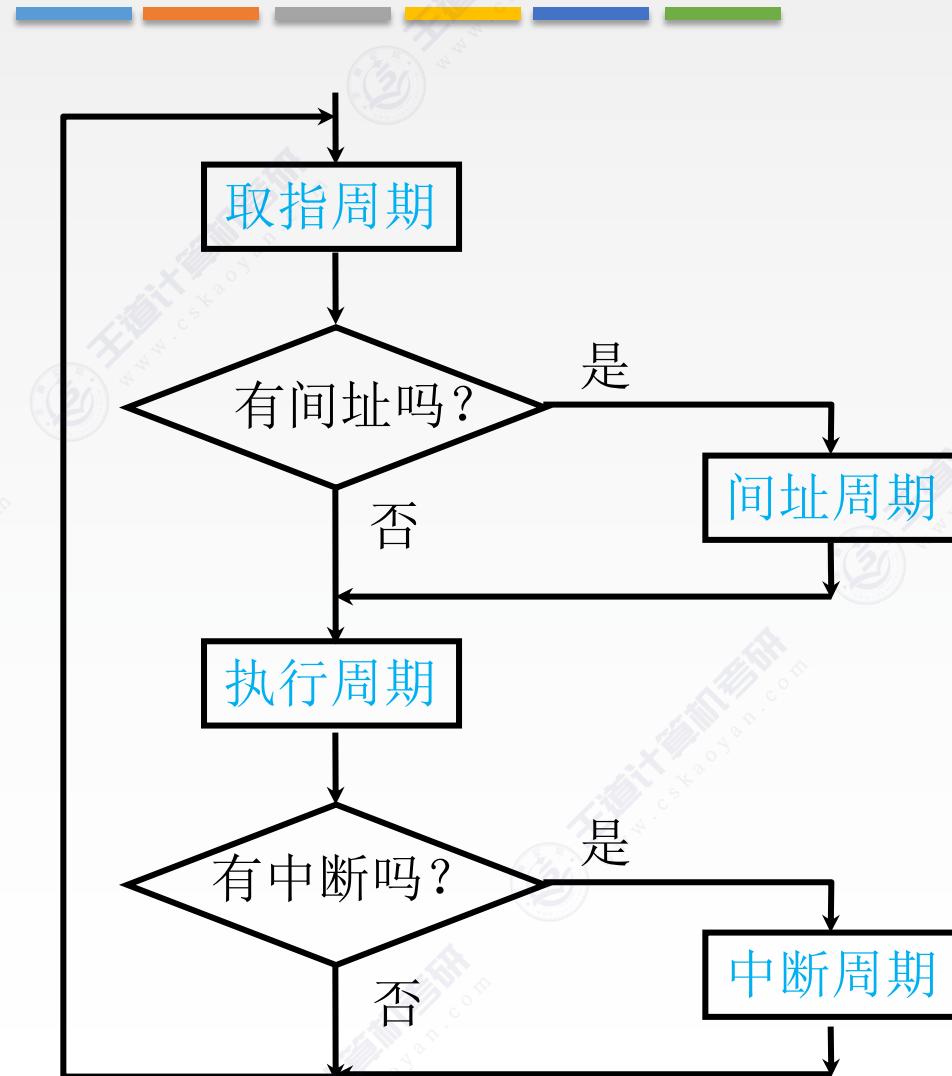
具有间接寻址
的指令



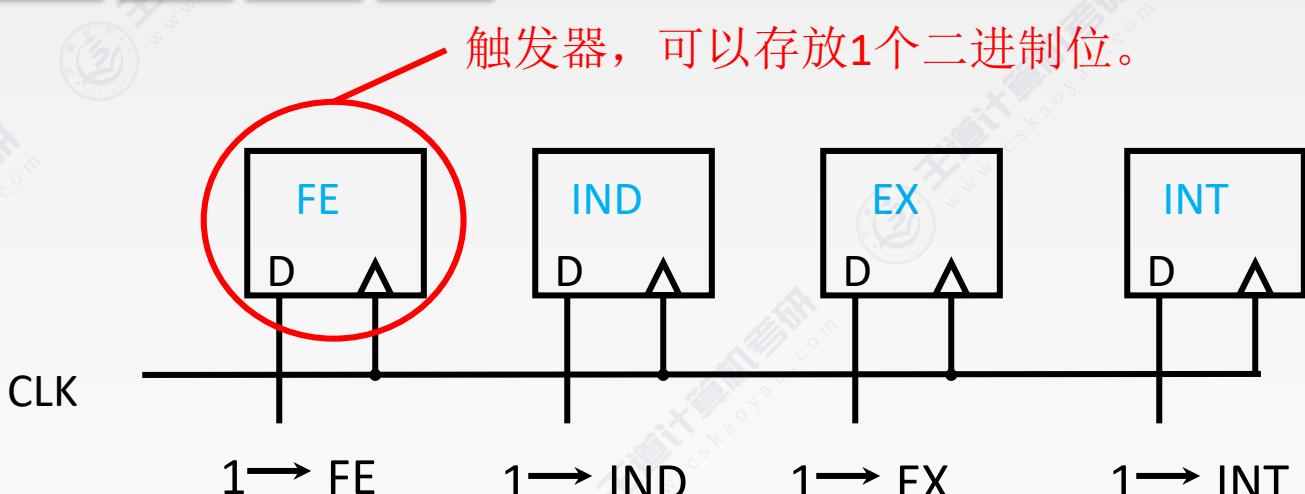
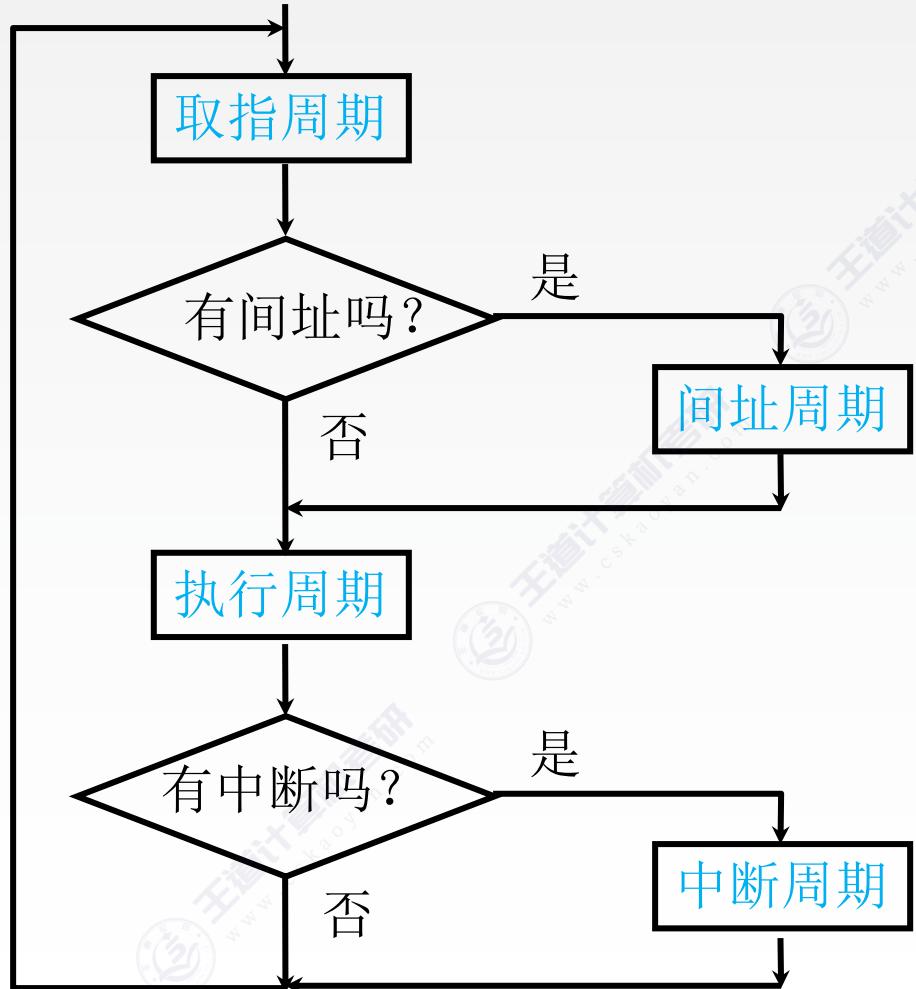
带有中断周期
的指令



指令周期流程



指令周期流程

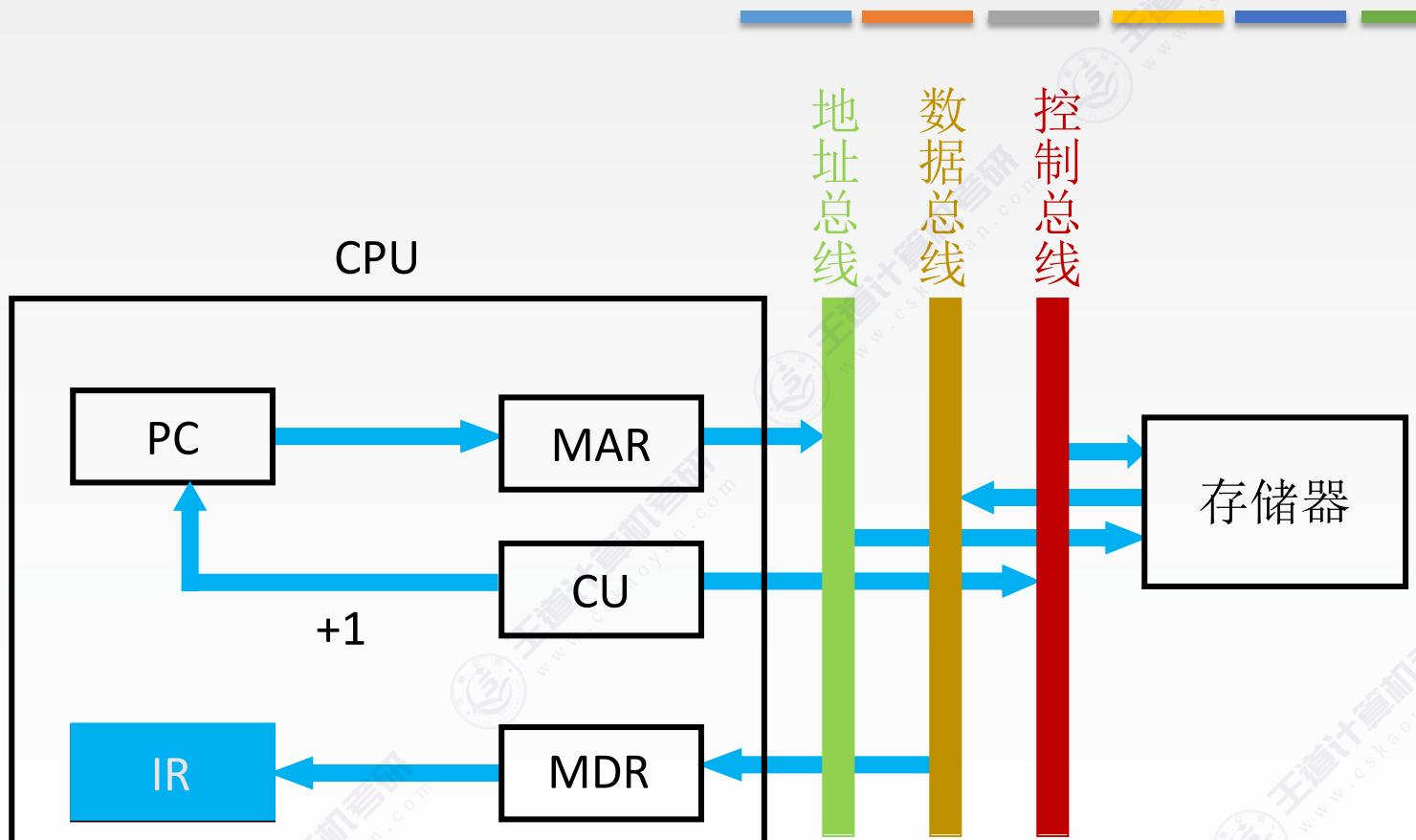


触发器，可以存放1个二进制位。

取指周期:	1	0	0	0
间址周期:	0	1	0	0
执行周期:	0	0	1	0
中断周期:	0	0	0	1

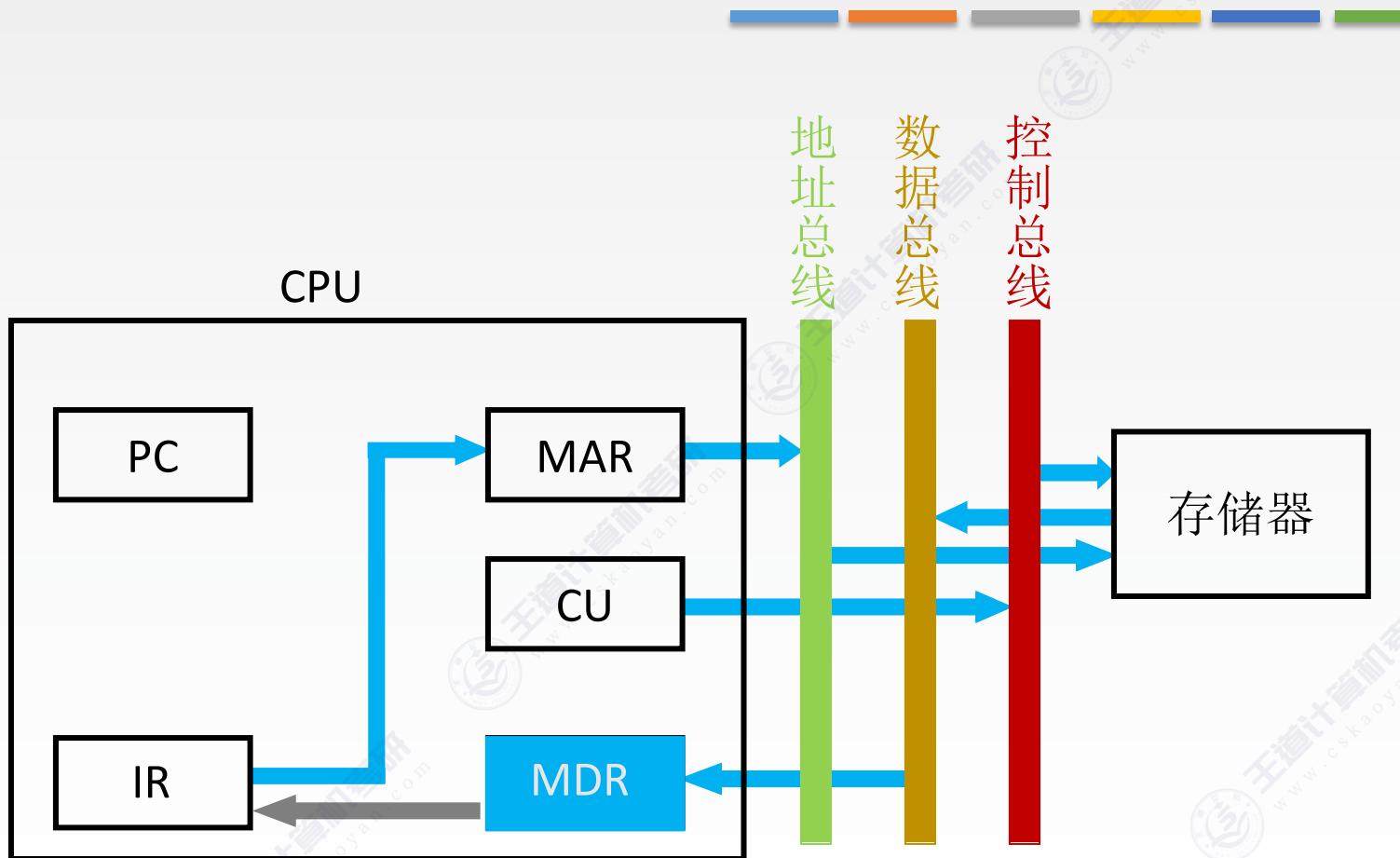
四个工作周期都有CPU访存操作，只是访存的目的不同。
取指周期是为了取指令，间址周期是为了取有效地址，执行周期是为了取操作数，中断周期是为了保存程序断点。

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: $(PC) \rightarrow MAR$
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: $1 \rightarrow R$
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MDR中的内容(此时是指令)送入IR, 记做: $(MDR) \rightarrow IR$
5. CU发出控制信号, 形成下一条指令地址, 记做: $(PC)+1 \rightarrow PC$

指令周期的数据流-间址周期



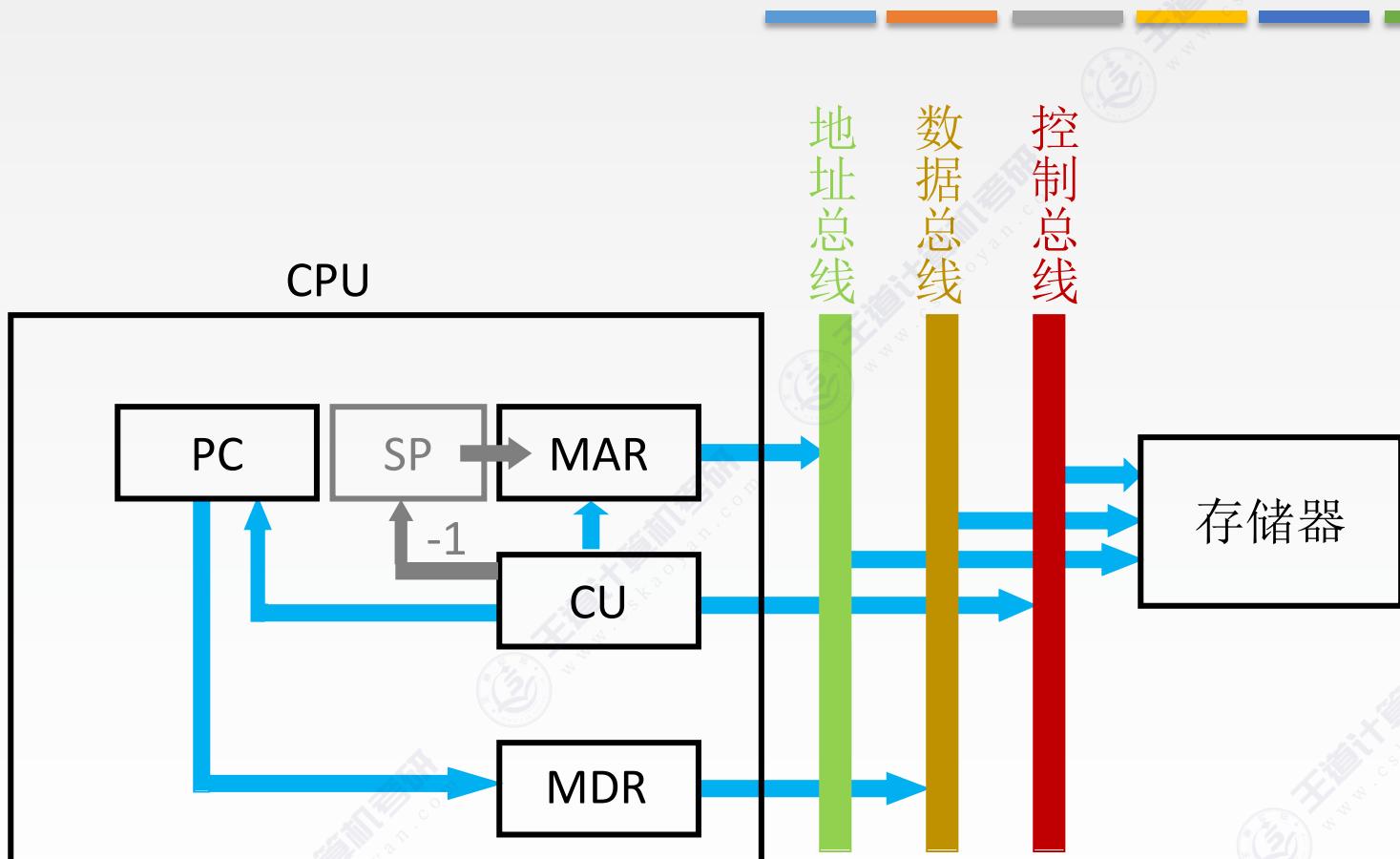
1. 将指令的地址码送入MAR，
记做: $Ad(IR) \rightarrow MAR$
或 $Ad(MDR) \rightarrow MAR$
2. CU发出控制信号, 启动主存做读操作,
记做: $1 \rightarrow R$
3. 将MAR所指主存中的内容经数据总线
送入MDR, 记做: $M(MAR) \rightarrow MDR$
4. 将有效地址送至指令的地址码字段,
记做: $(MDR) \rightarrow Ad(IR)$

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

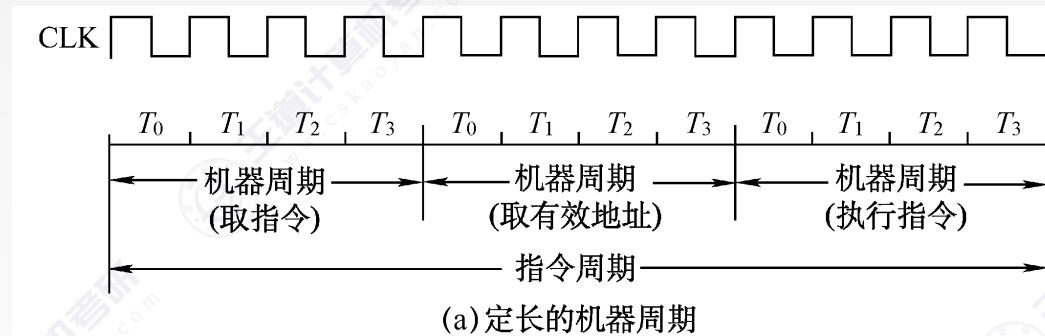


中断：暂停当前任务去完成其他任务。
为了能够恢复当前任务，需要保存断点。
一般使用堆栈来保存断点，这里用SP表示
栈顶地址，假设SP指向栈顶元素，进栈操
作是先修改指针，后存入数据。

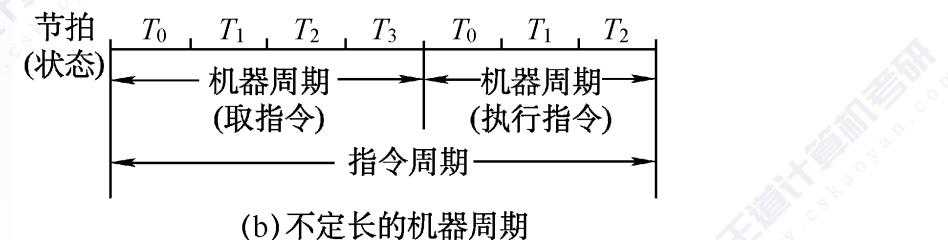
1. CU控制将SP减1，修改后的地址送入MAR
记做： $(SP)-1 \rightarrow SP, (SP) \rightarrow MAR$
本质上是将断点存入某个存储单元，假设其
地址为a，故可记做： $a \rightarrow MAR$
2. CU发出控制信号，启动主存做写操作，
记做： $1 \rightarrow W$
3. 将断点(PC内容) 送入MDR，
记做： $(PC) \rightarrow MDR$
4. CU控制将中断服务程序的入口地址
(由向量地址形成部件产生)送入PC，
记做：向量地址 $\rightarrow PC$

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。



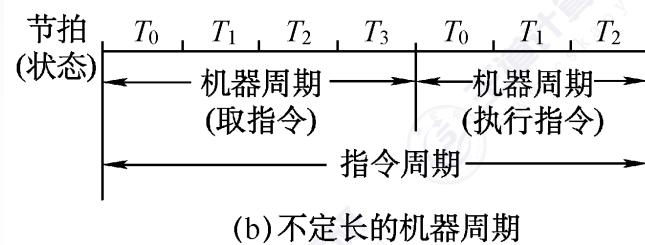
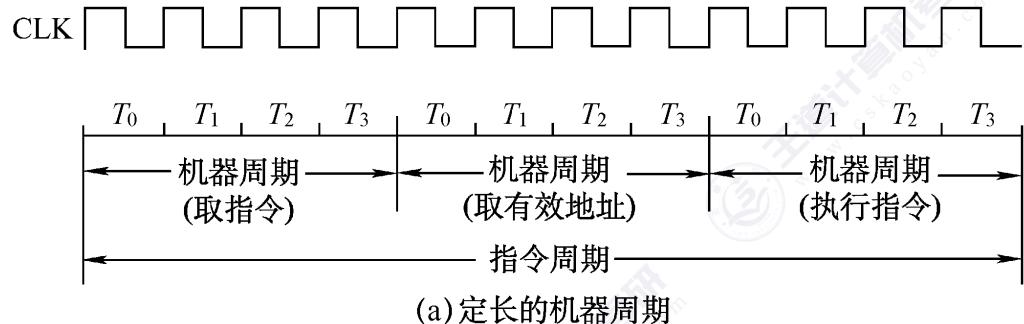
(a) 定长的机器周期



(b) 不定长的机器周期

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。



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

