

Lecture 18: 知识 - 指令执行过程

指令周期

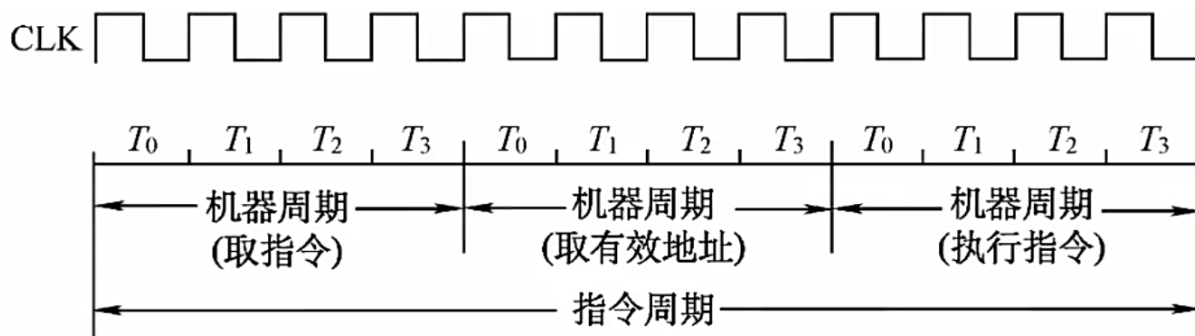
基本概念

概念： 时钟脉冲信号

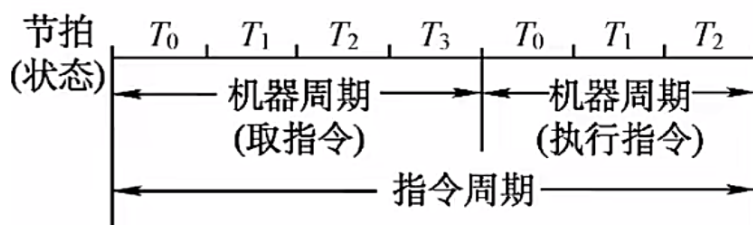
- **真题：** 2019年
- 实现：
 - 时钟脉冲信号是由机器脉冲源发出的脉冲信号经过整形和分频后形成；
- 关系：
 - 时钟脉冲信号的宽度称为时钟周期；
 - 时钟周期的倒数称为机器主频；

概念： 三类周期

- 概念：时钟周期
 - 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；
 - 时钟周期以相邻状态单元间组合逻辑电路的**最大延迟**为基准确定；
- 概念：机器周期
 - 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；
- 概念：指令周期
 - **真题：** 2011年
 - **CPU** 从主存中每取出并执行一条指令所需的全部时间；
 - 每个指令周期一定大于或等于一个 **CPU** 时钟周期；
- 图示：三种周期关系



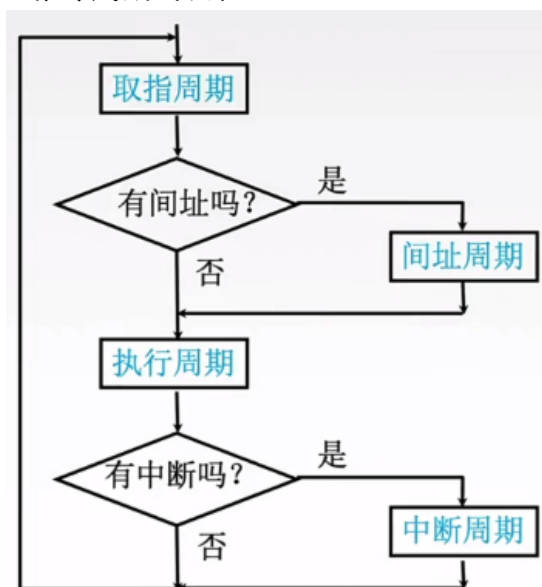
(a) 定长的机器周期



(b) 不定长的机器周期

概念： 指令周期的流程

- 图示：指令周期的流程



- 概念：CPU 确定当前的执行周期

- 实现：

- 通过不同的**触发器**，确定当前的指令周期；

- 意义：

- 四个工作周期都有 CPU 访存操作，只是访存的目的不同；
- 1. 取指周期是为了**取指令**；
- 2. 间址周期是为了**取有效地址**；
- 3. 执行周期是为了**取操作数**；
- 4. 中断周期是为了**保存程序断点**；

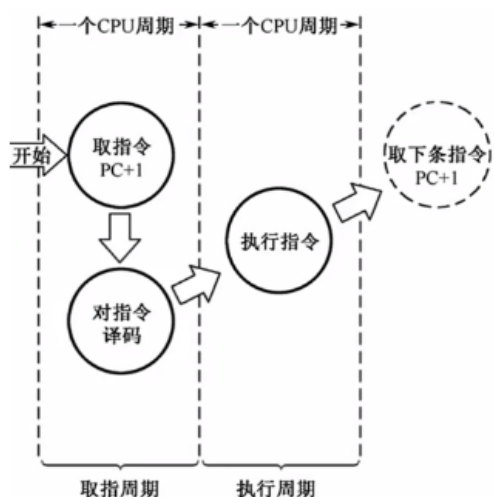
- 真题：2011年

- 如果不采用 **Cache** 和指令预取技术，则每个指令周期 **CPU** 都至少访问内存一次，即使是空指令、也需要在其取值周期访问一次内存，目的是取指令，并且空指令也需要在其结束后进行 **PC+1**；

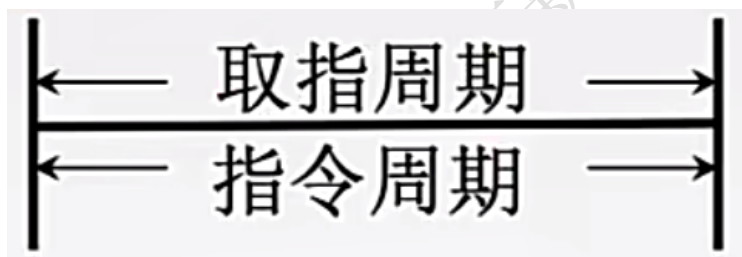
• 补充：

- **真题：** 2019年
- 在取数（间址周期）和执行（执行周期）中， $R[r2] \leftarrow -R[r1] + M[R[0]]$ 指令会涉及通用寄存器、**ALU** 和存储器，但不会涉及指令译码器；
- 因为在取数之前，指令译码器需要对指令进行译码，通过译码结果向控制器提供控制信号，而在取数和执行阶段用不到指令译码器；

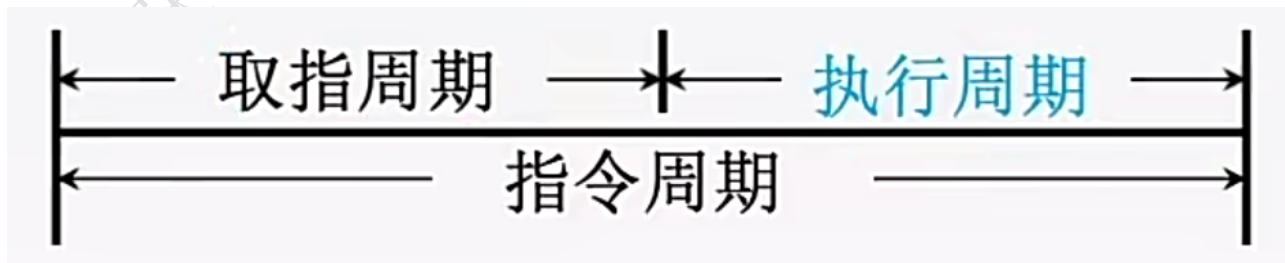
• 图示：仅取指周期和执行周期时



概念： 空指令



概念： 加法指令



概念： 间接寻址

- 间址周期：CPU 对指令中还有的地址信息进行译码、取址，得到间接地址，这个部分所花时间称之为间址周期；



指令周期的数据流

取指周期

概念：取指周期的过程

- 1. 当前指令地址送至存储器地址寄存器，记做： $(PC) \rightarrow MAR$
- 2. 控制中心 **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： $(PC) + 1 \rightarrow PC$

间址周期

概念：间接寻址周期的操作

- 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： $(MDR) \rightarrow Ad(IR)$

中断周期

概念：中断周期的操作

- 1. **CU** 控制将 **SP** 减 1，修改后的地址送入 **MAR**，记做： $(SP) - 1 \rightarrow SP$ ， $(SP) \rightarrow MAR$
 - 本质上是当前程序的断点对应的地址存入某个存储单元，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**；