

# 第 9 章 控制单元的功能



## 9.1 操作命令的分析

## 9.2 控制单元的功能



## 9.1 操作命令的分析

完成一条指令分 4 个工作周期

取指周期

间址周期

执行周期

中断周期



# 9.1 操作命令的分析

## 一、取指周期

PC  $\rightarrow$  MAR  $\rightarrow$  地址线

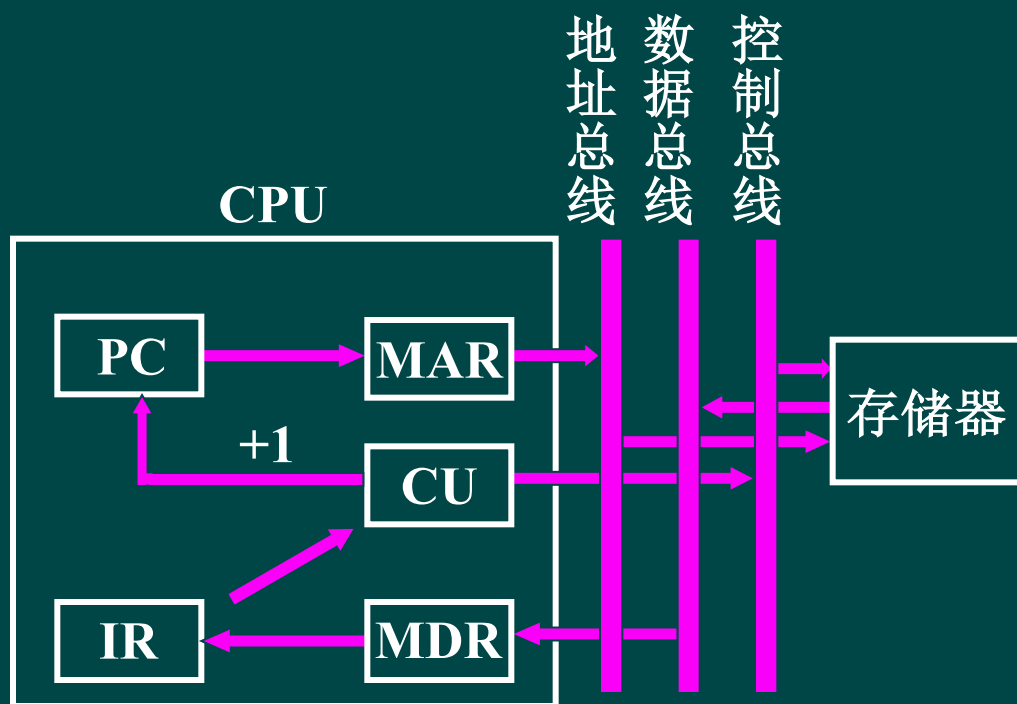
1  $\rightarrow$  R

M ( MAR )  $\rightarrow$  MDR

MDR  $\rightarrow$  IR

OP ( IR )  $\rightarrow$  CU

( PC ) + 1  $\rightarrow$  PC



## 二、间址周期

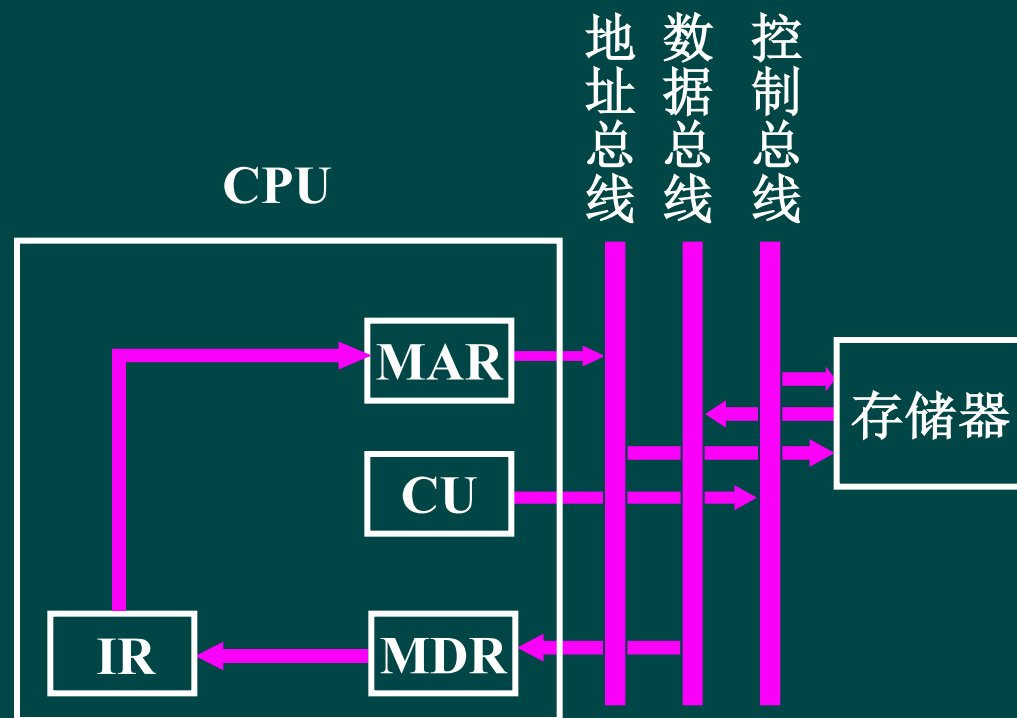
根据形式地址获取有效地址

$Ad(IR) \rightarrow MAR$

$1 \rightarrow R$

$M(MAR) \rightarrow MDR$

$MDR \rightarrow Ad(IR)$



## 三、执行周期

### 1. 非访存指令

(1) **CLA** ACC清零  $0 \rightarrow \text{ACC}$

(2) **COM** 取反  $\overline{\text{ACC}} \rightarrow \text{ACC}$

(3) **SAR** 算术右移  $\text{L}(\text{ACC}) \rightarrow \text{R}(\text{ACC}), \text{ACC}_0 \rightarrow \text{ACC}_0$

(4) **CSL** 循环左移  $\text{R}(\text{ACC}) \rightarrow \text{L}(\text{ACC}), \text{ACC}_0 \rightarrow \text{ACC}_n$

(5) **STP** 停机指令  $0 \rightarrow \text{G}$

## 2. 访存指令

(1) 加法指令     **ADD X**     ; **(ACC)+(X) → ACC**

$\text{Ad(IR)} \rightarrow \text{MAR}$

$1 \rightarrow \text{R}$

$\text{M(MAR)} \rightarrow \text{MDR}$

$(\text{ACC}) + (\text{MDR}) \rightarrow \text{ACC}$

(2) 存数指令     **STA X**     ; **ACC → X**

$\text{Ad(IR)} \rightarrow \text{MAR}$

$1 \rightarrow \text{W}$

$\text{ACC} \rightarrow \text{MDR}$

$\text{MDR} \rightarrow \text{M(MAR)}$



(3) 取数指令     **LDA X**                     **;(X)  $\rightarrow$  ACC**

$Ad( IR ) \rightarrow MAR$

$1 \rightarrow R$

$M( MAR ) \rightarrow MDR$

$MDR \rightarrow ACC$

### 3. 转移指令

(1) 无条件转     **JMP X**

$Ad( IR ) \rightarrow PC$

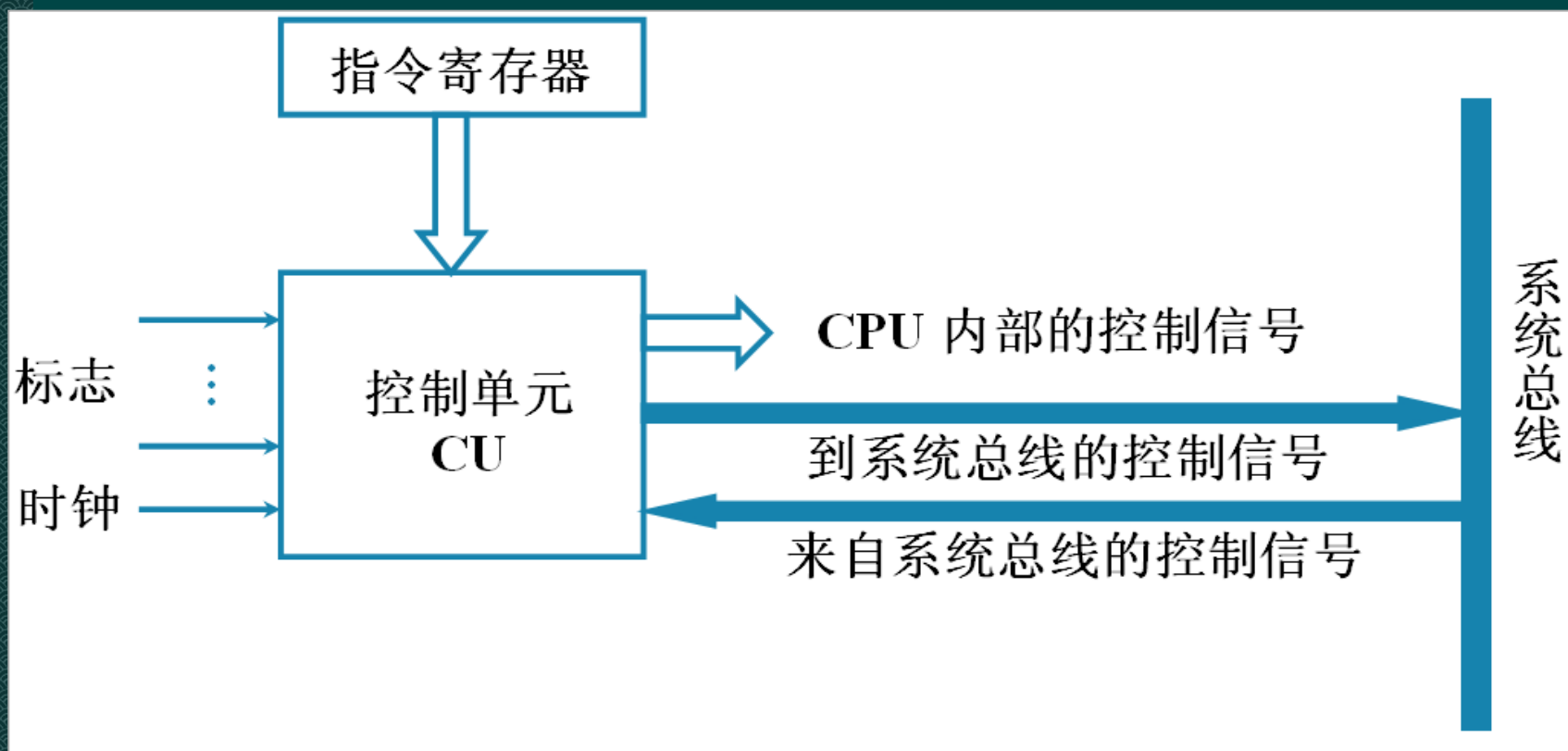
(2) 条件转移     **BAN X**     (负则转)

$A_0 \cdot Ad( IR ) + \bar{A}_0( PC ) \rightarrow PC$



## 9.2 控制单元的功能

### 一、控制单元的外特性







# 1. 输入信号

## (1) 时钟

控制单元 受时钟控制

一个时钟脉冲

发一个操作命令或一组需同时执行的操作命令

## (2) 指令寄存器 $OP(IR) \rightarrow CU$

控制信号 与操作码有关

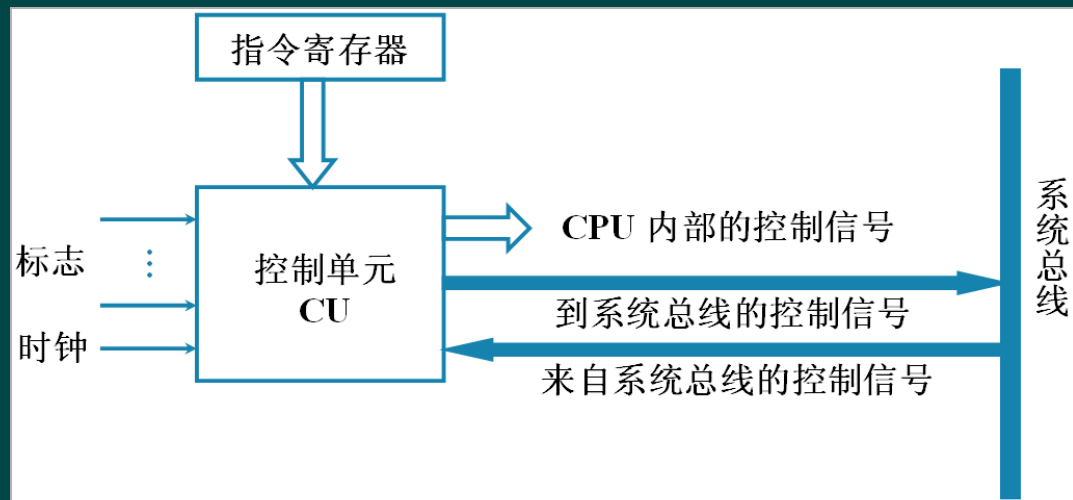
## (3) 标志

CU 受标志控制

## (4) 外来信号

如 INTR 中断请求

HRQ 总线请求 可举例操作系统中的假脱机技术 。





## 2. 输出信号

### (1) CPU 内的各种控制信号

$R_i \rightarrow R_j$

$(PC) + 1 \rightarrow PC$

ALU    +、-、与、或 .....

### (2) 送至控制总线的信号

$\overline{MREQ}$

访存控制信号

$\overline{IO/M}$

访 IO/ 存储器的控制信号

$\overline{RD}$

读命令

$\overline{WR}$

写命令

INTA

中断响应信号

HLDA

总线响应信号

# 取指周期输出信号

PC  $\rightarrow$  MAR  $\rightarrow$  地址线

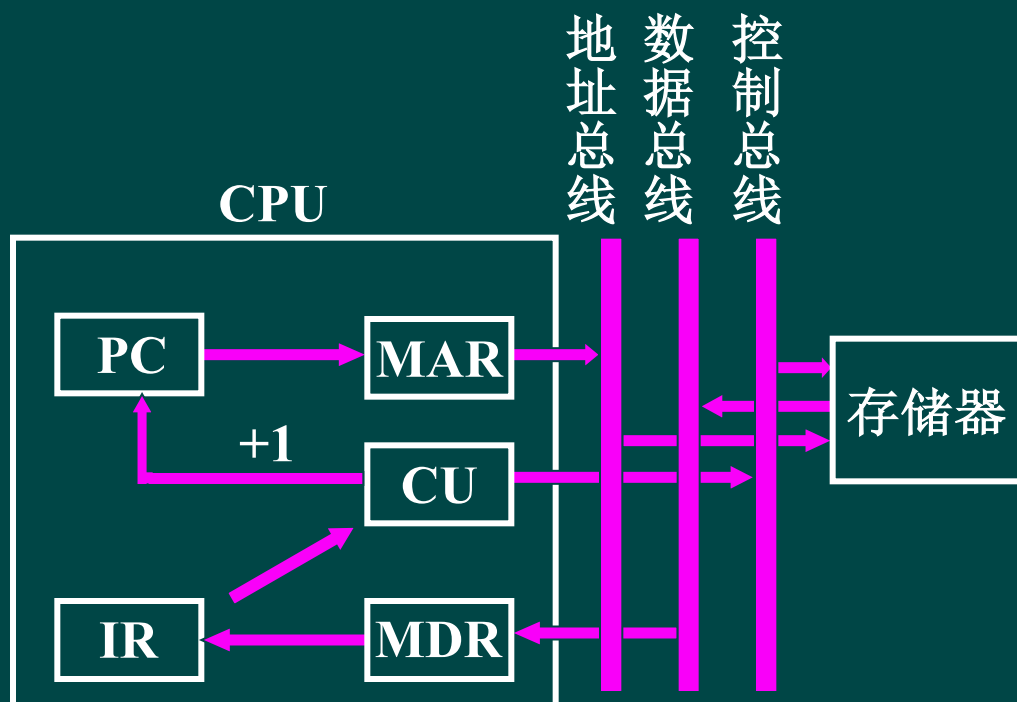
1  $\rightarrow$  R

M ( MAR )  $\rightarrow$  MDR

MDR  $\rightarrow$  IR

OP ( IR )  $\rightarrow$  CU

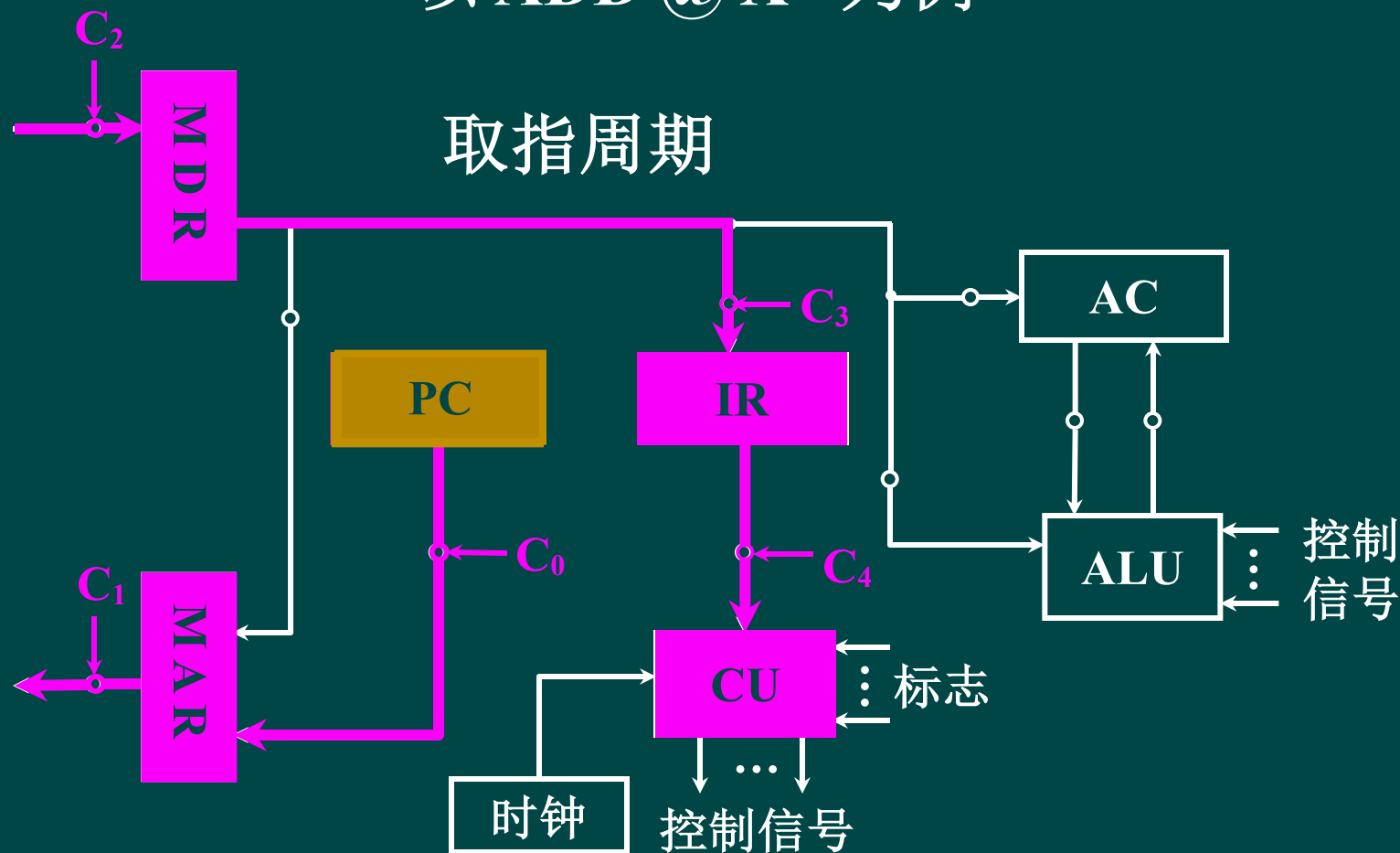
( PC ) + 1  $\rightarrow$  PC



## 二、控制信号举例

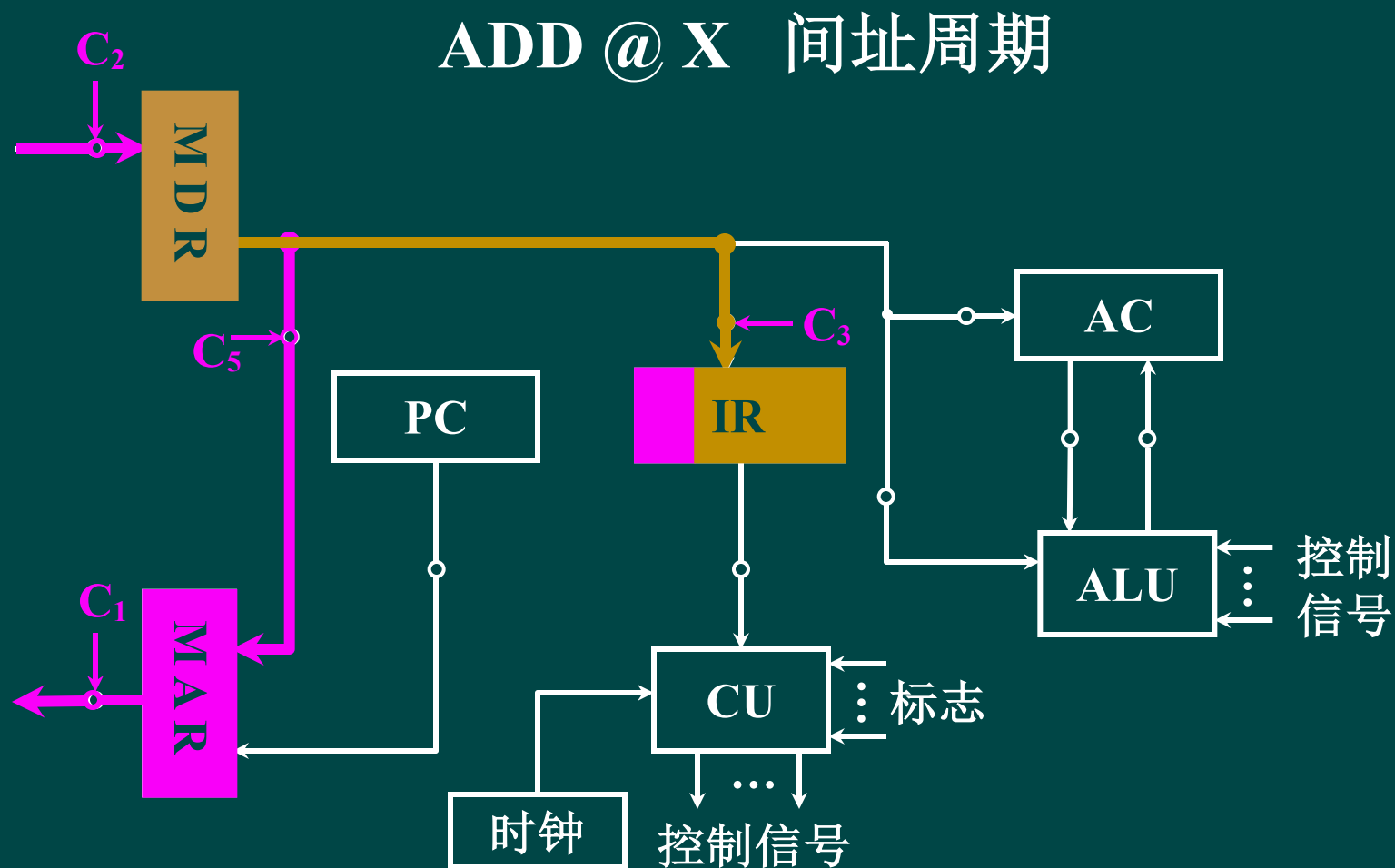
### 1. 不采用 CPU 内部总线的方式

以  $\text{ADD } @X$  为例



## 二、控制信号举例

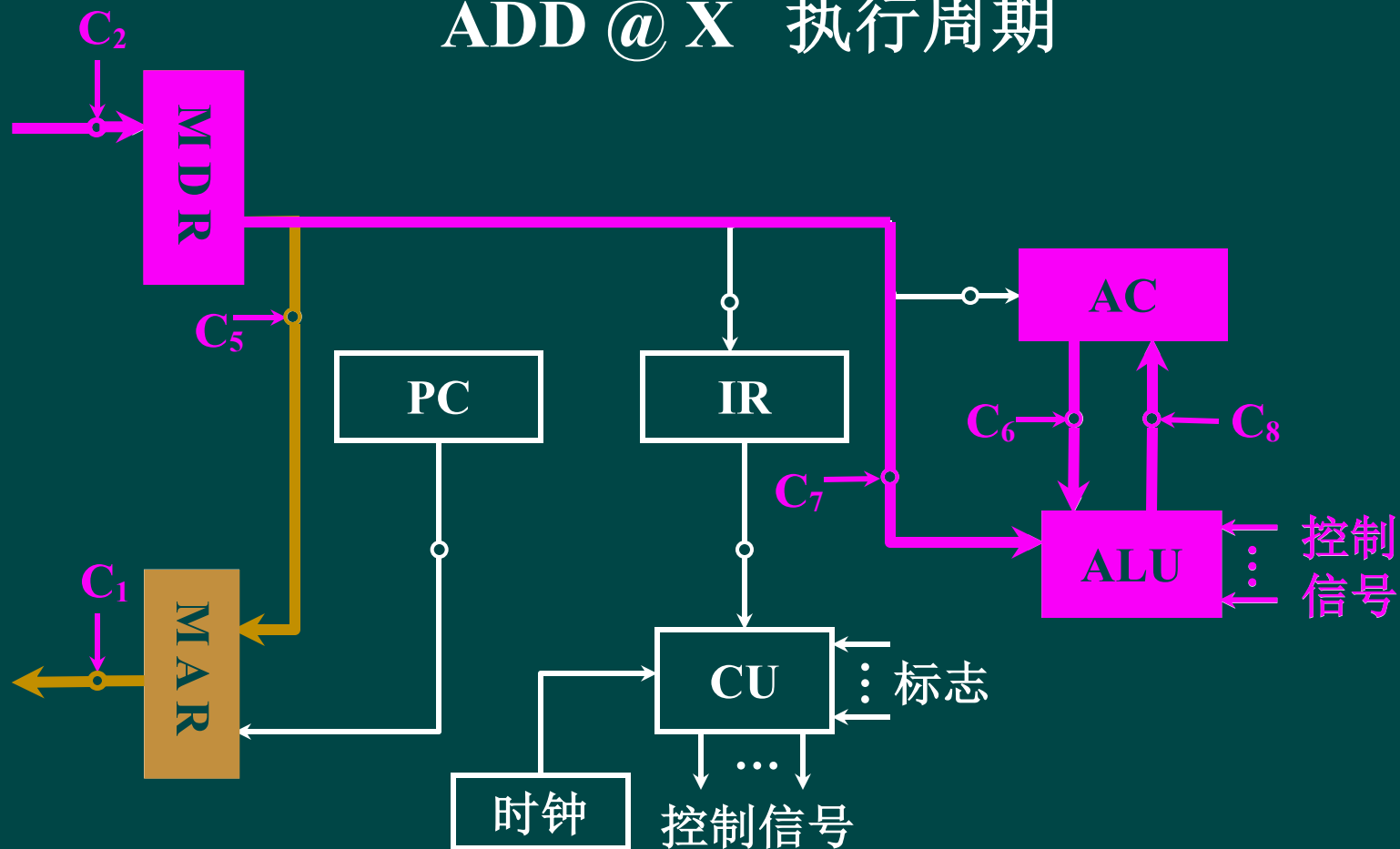
### 1. 不采用 CPU 内部总线的方式



## 二、控制信号举例

### 1. 不采用 CPU 内部总线的方式

ADD @X 执行周期





## 2. 采用 CPU 内部总线方式

### (1) ADD @ X 取指周期

- $PC \rightarrow MAR \rightarrow \text{地址线}$   
 $PC_0 \quad MAR_i$

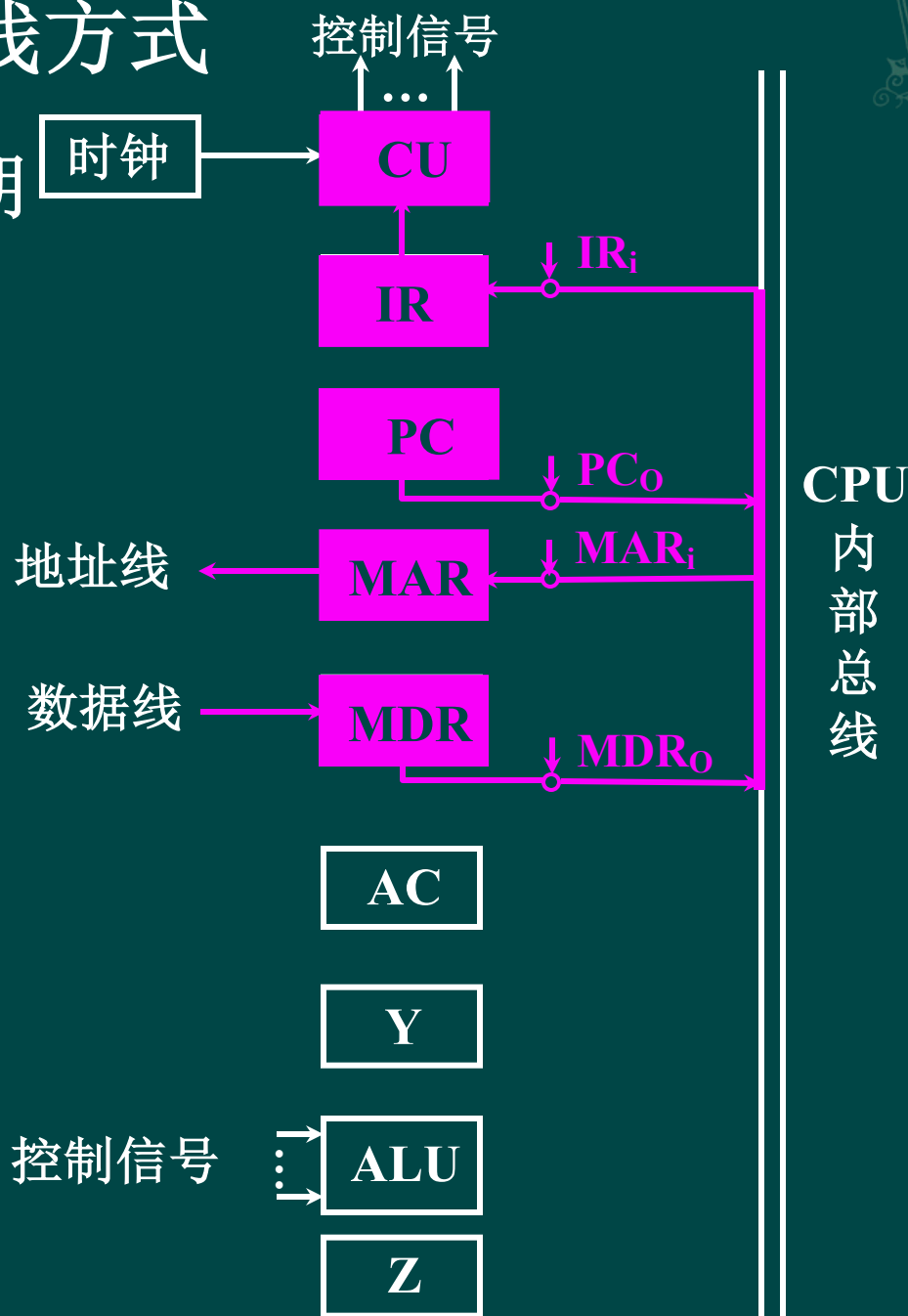
- CU 发读命令  $1 \rightarrow R$

- 数据线  $\rightarrow MDR$

- $MDR \rightarrow IR$   
 $MDR_0 \quad IR_i$

- $OP(IR) \rightarrow CU$

- $(PC) + 1 \rightarrow PC$



## (2) ADD @ X 间址周期

形式地址  $\rightarrow$  MAR

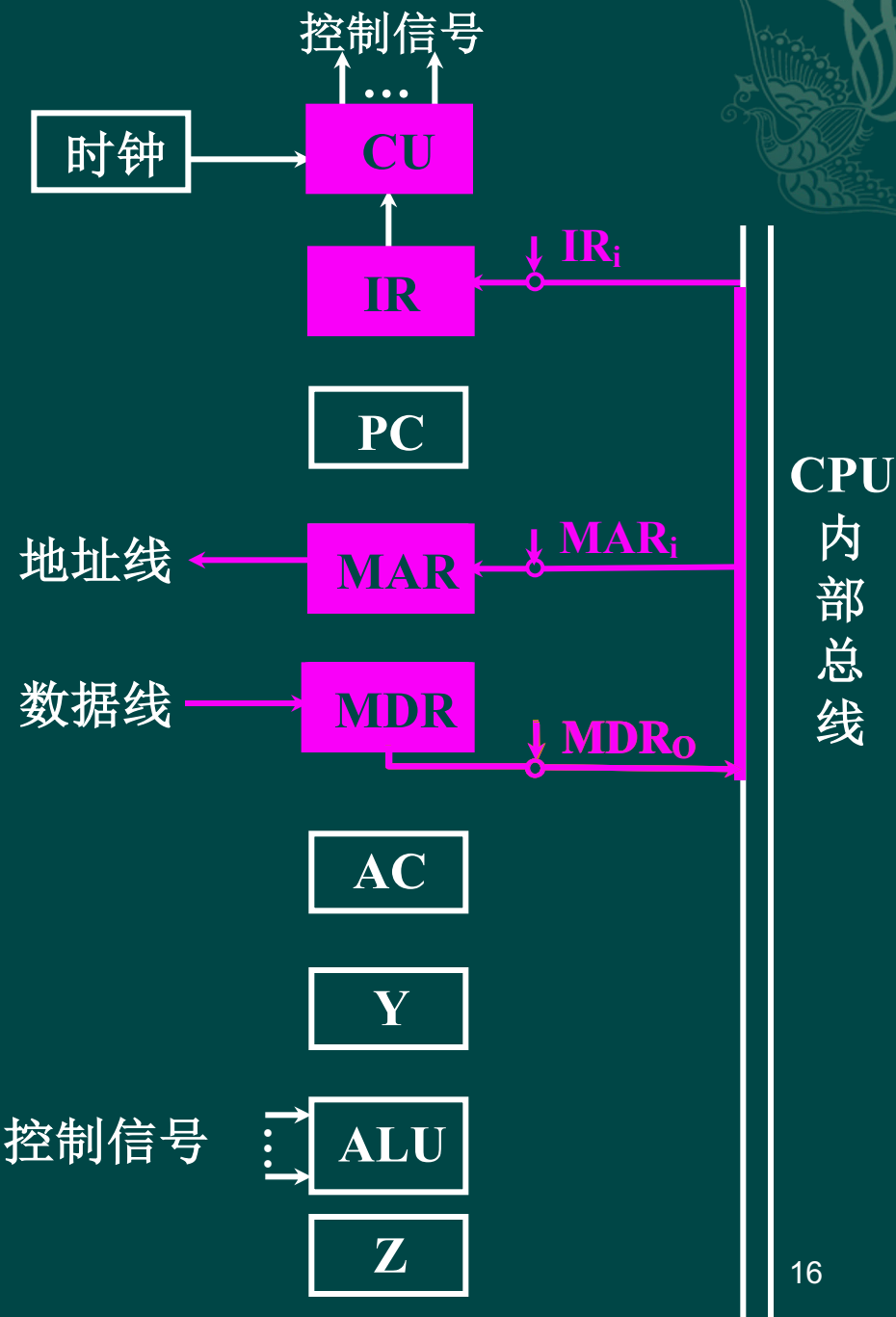
• MDR  $\rightarrow$  MAR  $\rightarrow$  地址线  
 $MDR_0$   $MAR_i$

• 1  $\rightarrow$  R

• 数据线  $\rightarrow$  MDR

• MDR  $\rightarrow$  IR  
 $MDR_0$   $IR_i$

有效地址  $\rightarrow$  Ad (IR)



### (3) ADD @ X 执行周期

• MDR  $\longrightarrow$  MAR  $\longrightarrow$  地址线  
 $\text{MDR}_0$   $\text{MAR}_i$

• 1  $\longrightarrow$  R

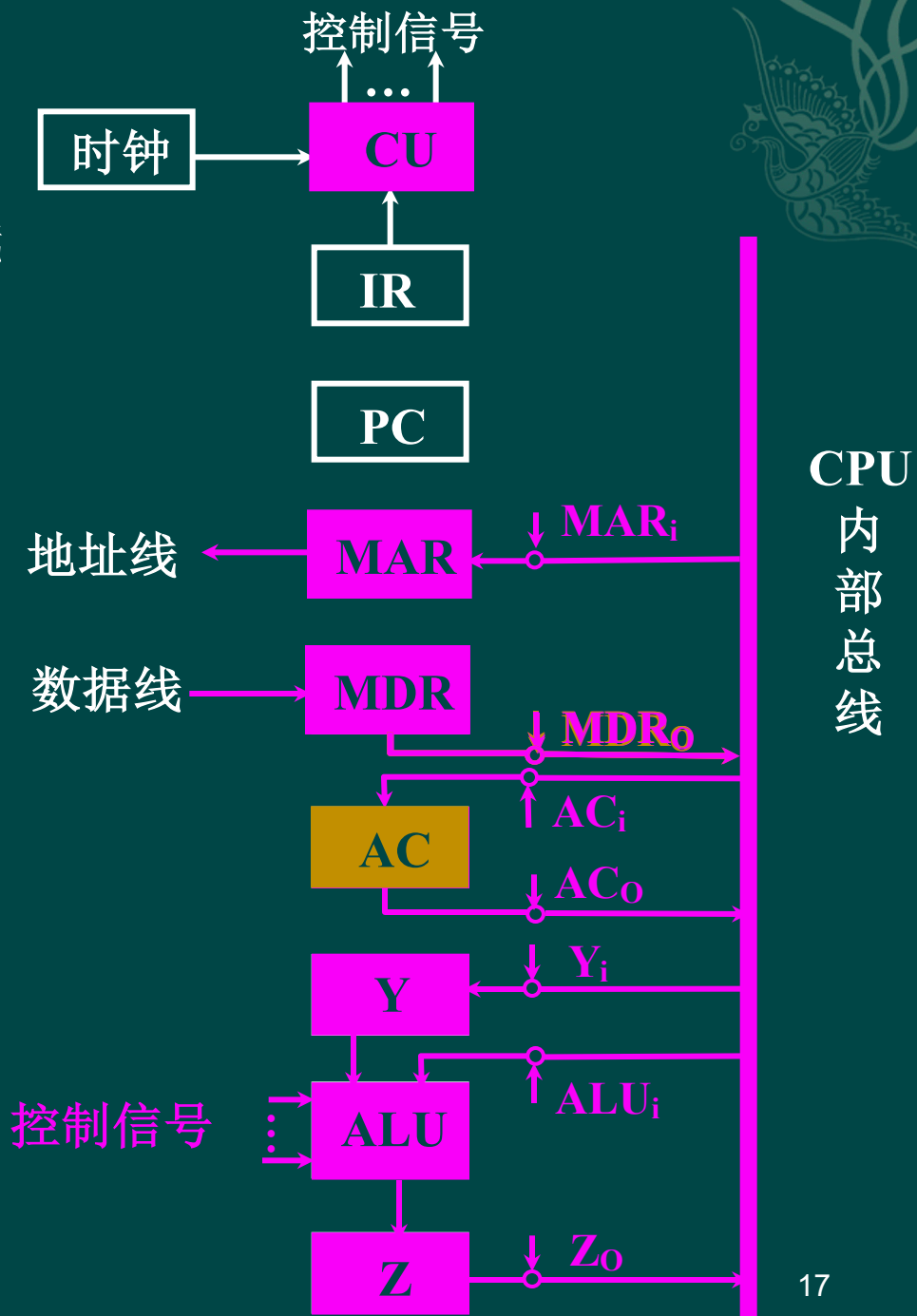
• 数据线  $\longrightarrow$  MDR

• MDR  $\longrightarrow$  Y  $\longrightarrow$  ALU  
 $\text{MDR}_0$   $Y_i$

• AC  $\longrightarrow$  ALU  
 $\text{AC}_0$   $\text{ALU}_i$

• (AC) + (Y)  $\longrightarrow$  Z

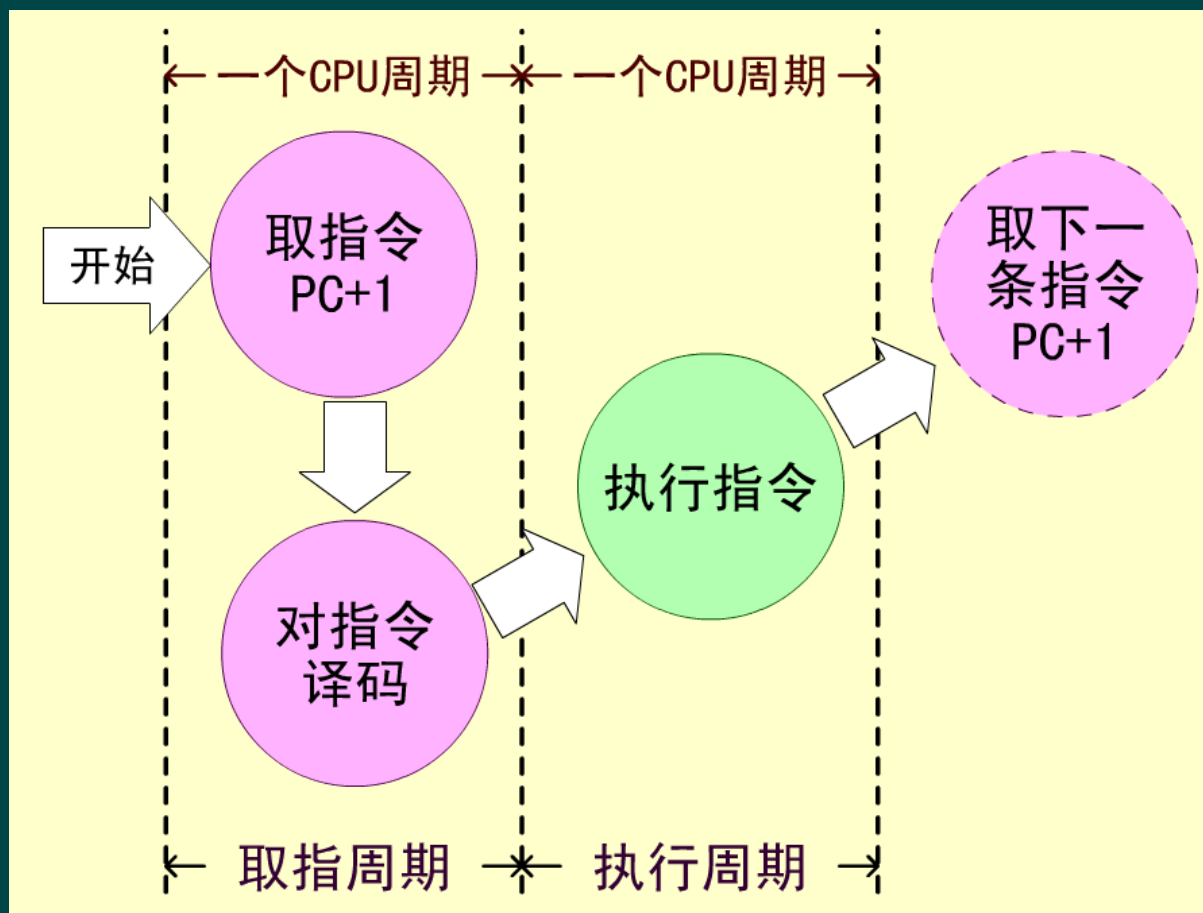
• Z  $\longrightarrow$  AC  
 $Z_0$   $\text{AC}_i$



# 三、多级时序系统

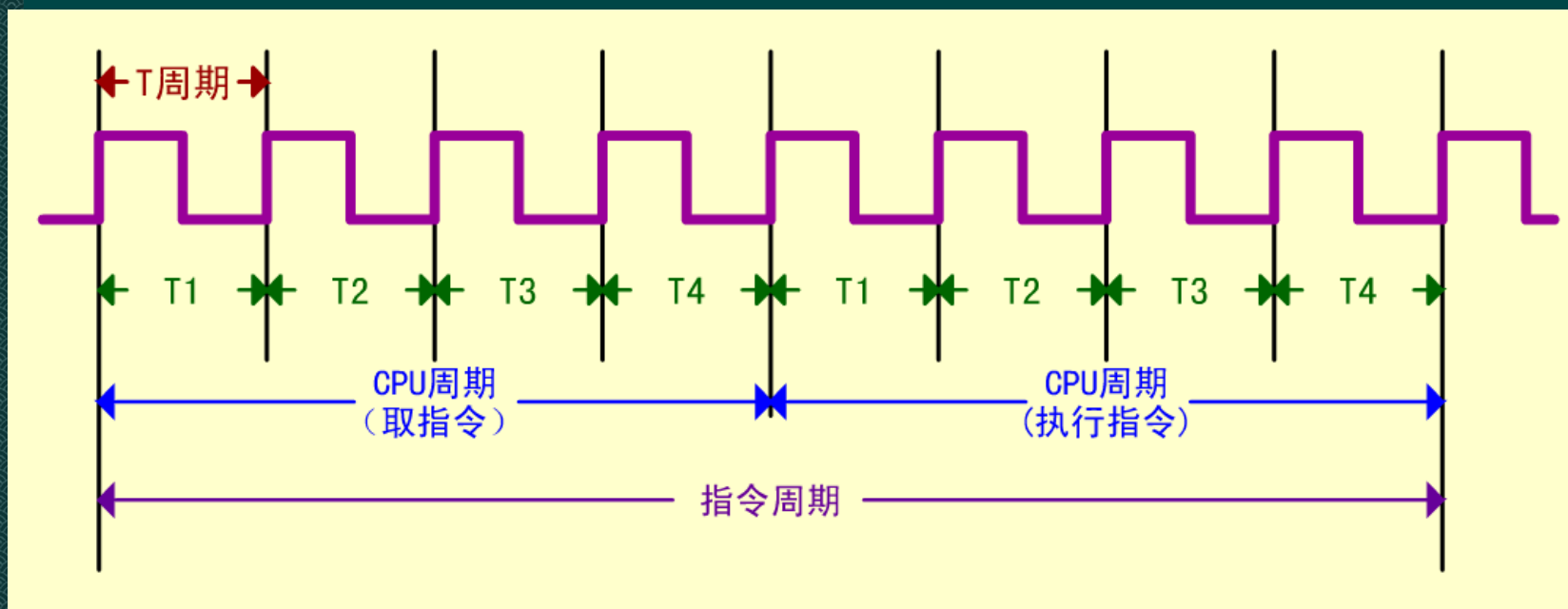
## 1. 机器周期（CPU周期）

- 以 访问一次存储器 的时间 为基准



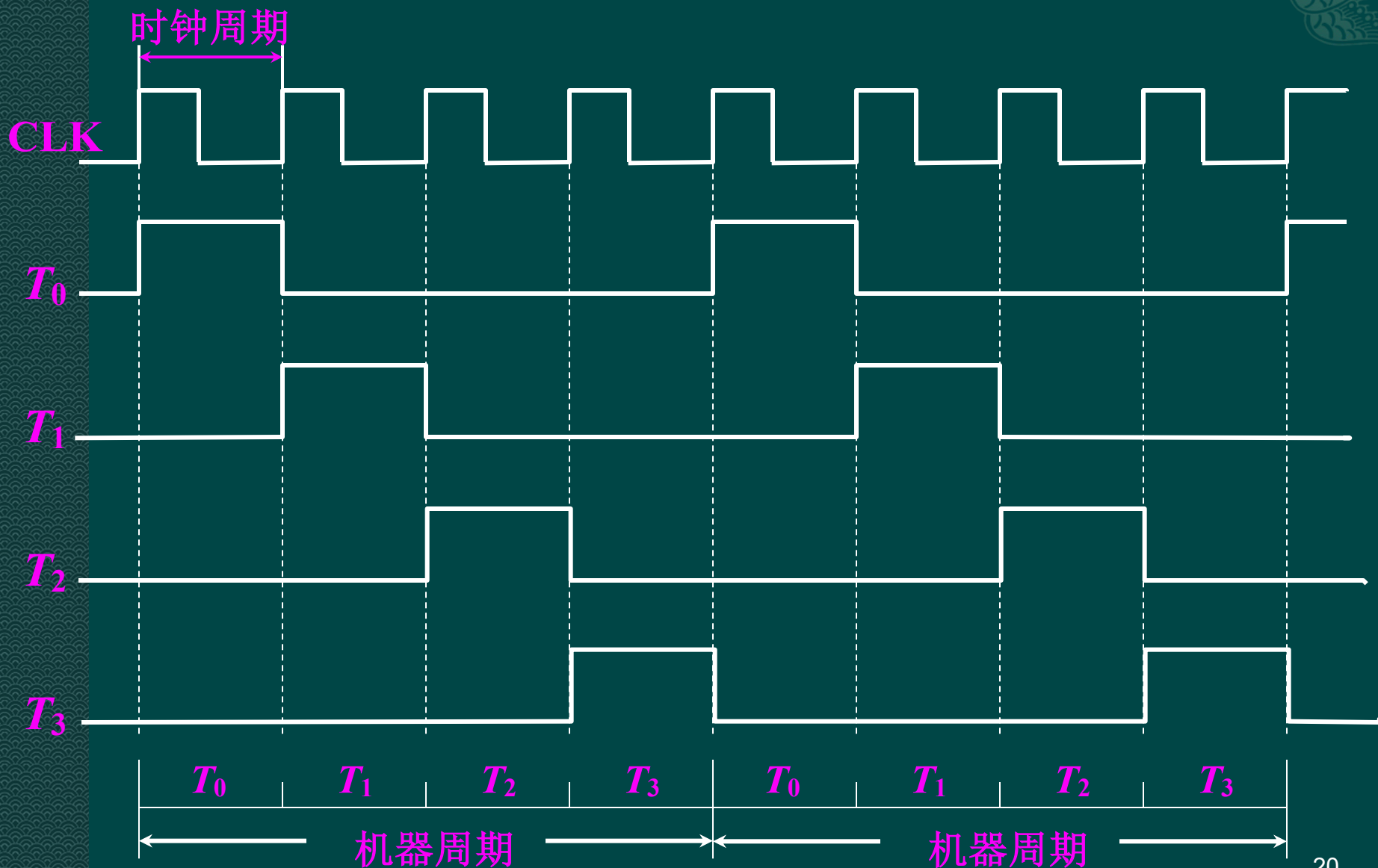
## 2. 时钟周期（节拍、状态）

- 将一个机器周期分成若干个时间相等的时间段（节拍、状态、时钟周期）
- 用时钟周期控制产生一个或几个微操作命令
- 时钟周期是控制计算机操作的最小单位时间





## 2. 时钟周期（节拍、状态）







# 例：取指周期控制信号安排

1  $PC \rightarrow MAR \rightarrow \text{地址线}$

$T_0$

2  $1 \rightarrow R$

3  $M(MAR) \rightarrow MDR$

$T_1$

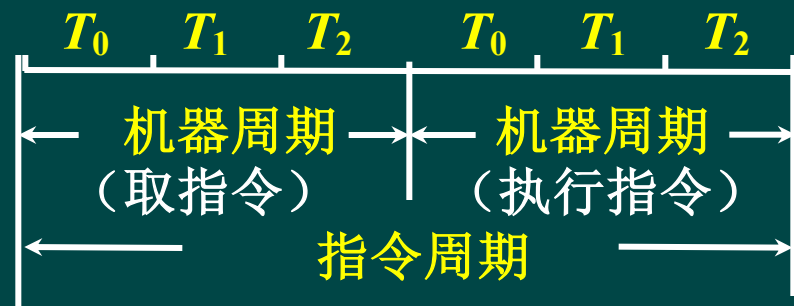
4  $MDR \rightarrow IR$

$T_2$

5  $OP(IR) \rightarrow CU$

6  $(PC) + 1 \rightarrow PC$

$T_1$

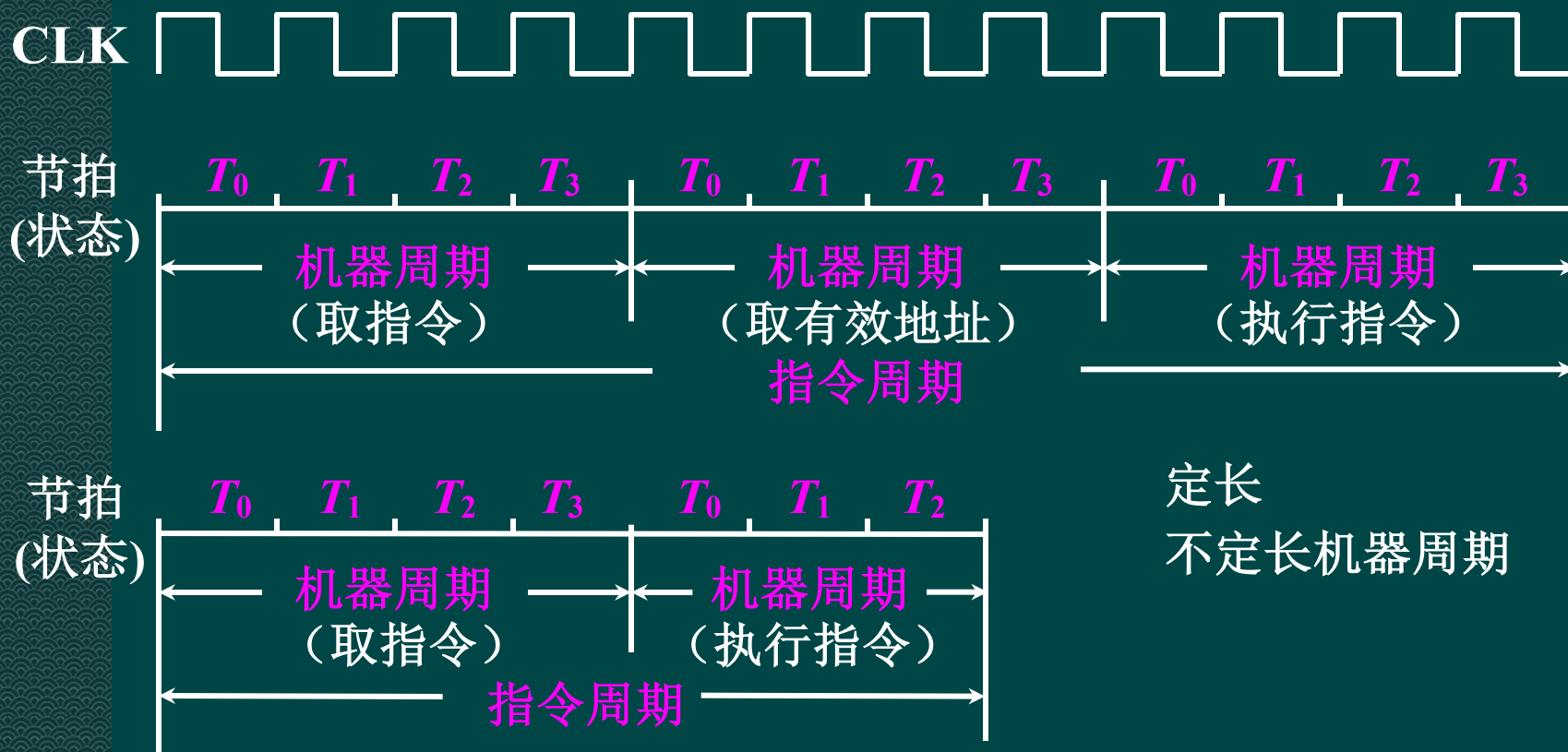


### 3. 多级时序系统

机器周期、节拍（状态）组成多级时序系统

一个指令周期包含若干个机器周期（CPU周期）

一个机器周期包含若干个时钟周期

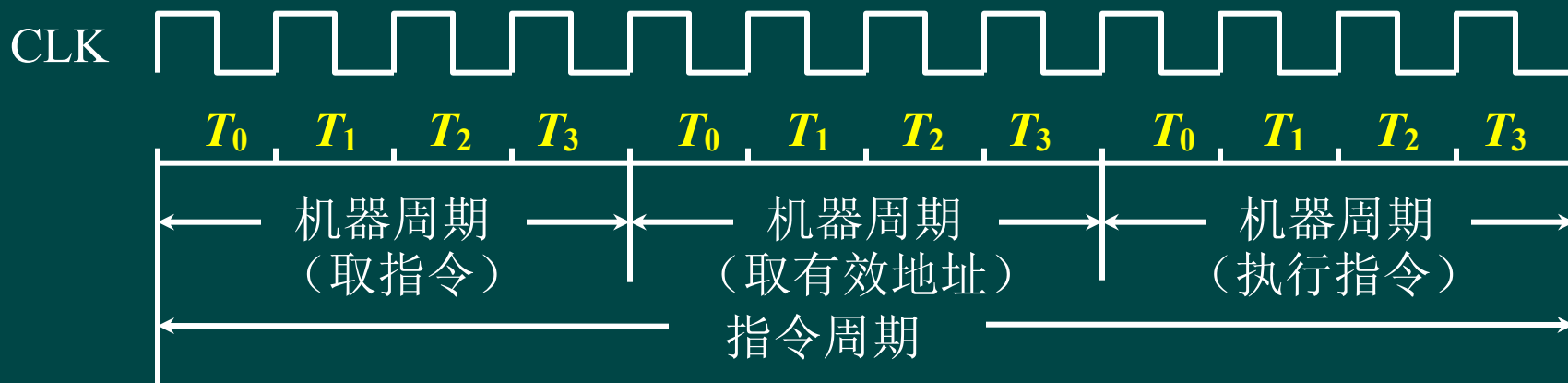


## 四、控制方式

产生不同微操作命令序列所用的时序控制方式

### 1. 同步控制方式

任一微操作均由 统一基准时标 的时序信号控制

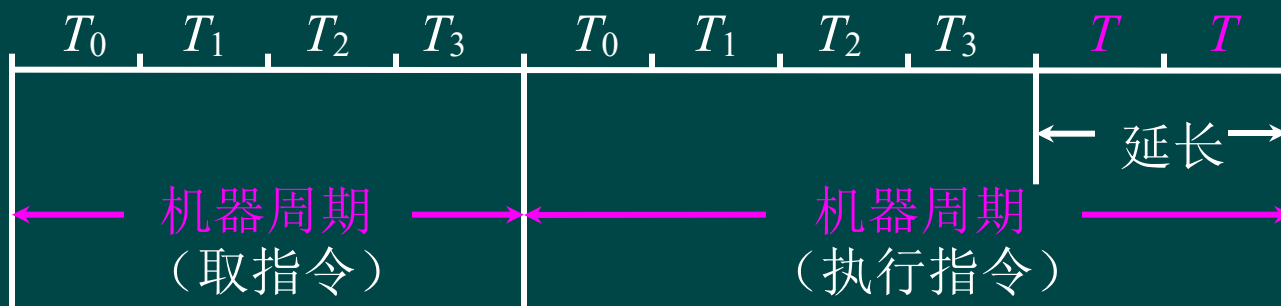
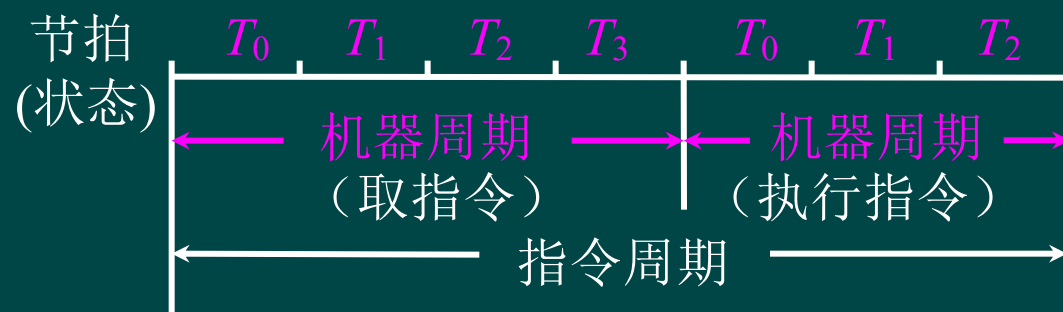


#### (1) 采用 定长 的机器周期

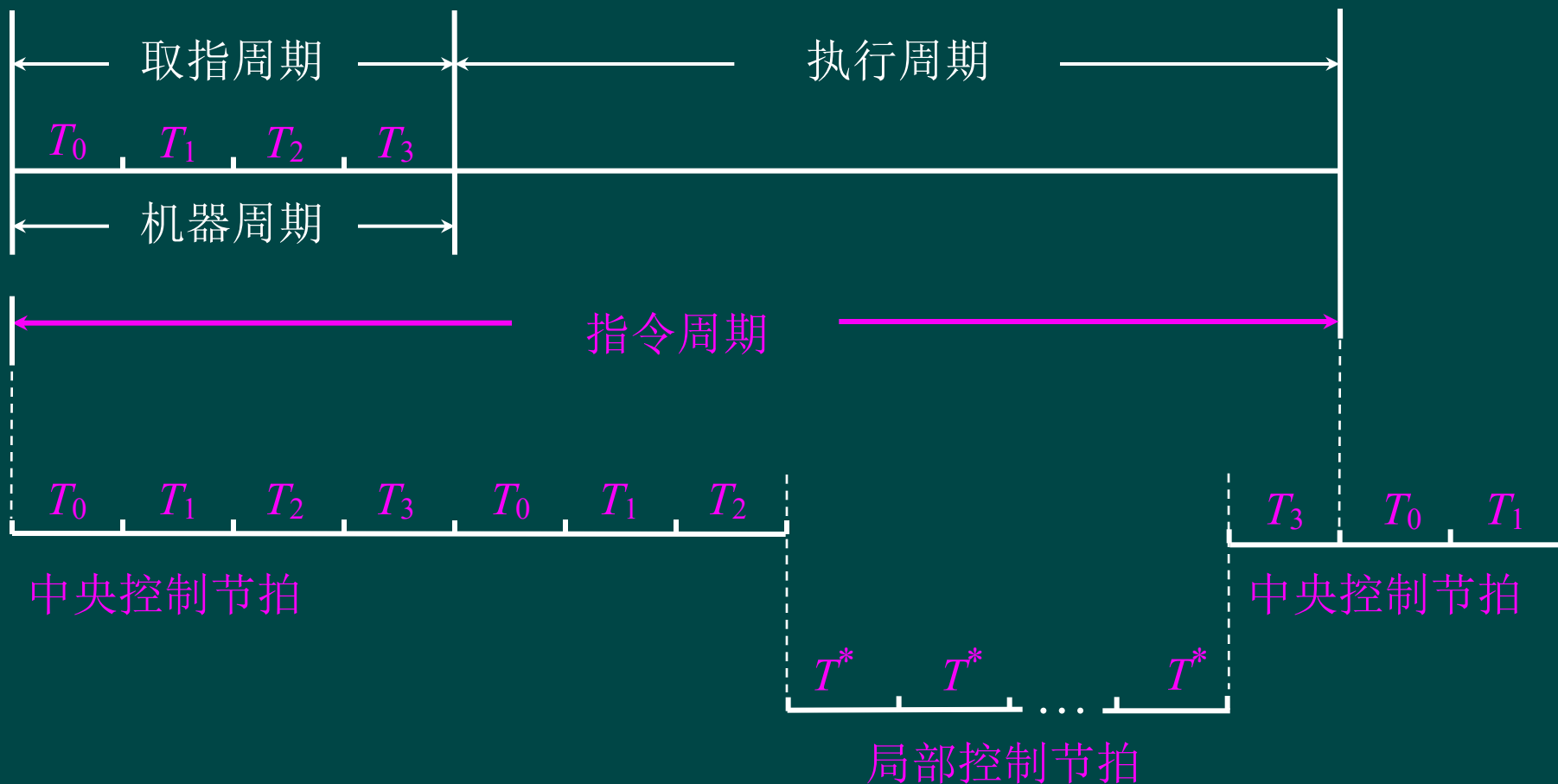
以最长微操作序列和最繁的微操作作为标准  
机器周期内节拍数相同

## (2) 采用不定长的机器周期

机器周期内 节拍数不等



### (3) 采用中央控制和局部控制相结合的方法



## 2. 异步控制方式

无基准时标信号

无固定的周期节拍和严格的时钟同步

采用 应答方式

## 3. 联合控制方式

同步与异步相结合

## 4. 人工控制方式

(1) Reset

(2) 连续 和 单条 指令执行转换开关

(3) 符合停机开关



# 专业术语

- ◆ Control unit
- ◆ Control bus
- ◆ Control signal
- ◆ microoperation

# 要点

- ◆ 控制单元在指令的取指、间址、执行和中断周期中发出的控制信号
- ◆ 每个控制信号是在指定机器周期的指定节拍 $T$ 发出