

# 第九章 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

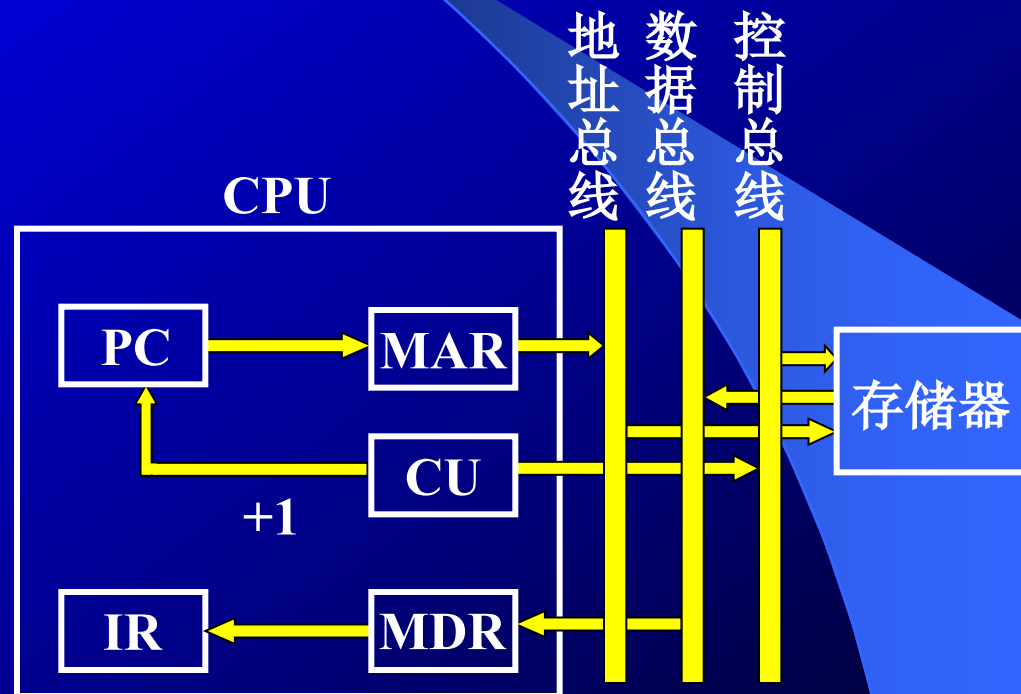
$PC \rightarrow MAR \rightarrow \text{地址线}$

$1 \rightarrow R$

$M(MAR) \rightarrow MDR$

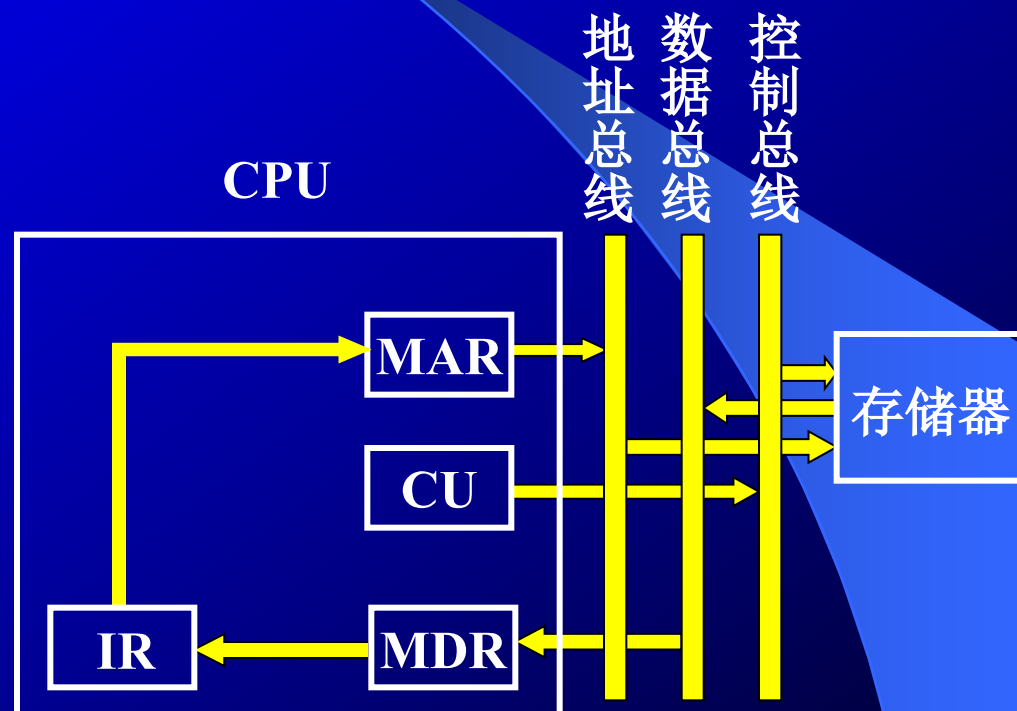
$MDR \rightarrow IR$

$(PC) + 1 \rightarrow PC$



# 9.1

# MDR $\rightarrow$ Ad ( IR )



# 三、执行周期

9.1

## 1. 非访存指令

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

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

(3) **SHR** 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

9.1

### (1) 加法指令

**ADD X**

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

$1 \rightarrow \text{R}$

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

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

### (2) 存数指令

**STA X**

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

$1 \rightarrow \text{W}$

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

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

### (3) 取数指令 **LDA X**

$$\text{Ad (IR)} \rightarrow \text{MAR}$$
$$1 \rightarrow \text{R}$$
$$\text{M (MAR)} \rightarrow \text{MDR}$$
$$\text{MDR} \rightarrow \text{ACC}$$

## 3. 转移指令

### (1) 无条件转 **JMP X**


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

### (2) 条件转移 **BAN X** (负则转)

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

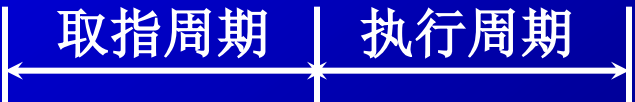
## 4. 三类指令的指令周期

非访存 指令周期



取指周期 | 执行周期

直接访存 指令周期



取指周期 | 执行周期

间接访存 指令周期



取指周期 | 间址周期 | 执行周期

转移 指令周期



取指周期 | 执行周期



# 四、中断周期

9.1

程序断点存入“0”地址

$0 \rightarrow \text{MAR}$

$1 \rightarrow \text{W}$

$\text{PC} \rightarrow \text{MDR}$

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

中断识别程序入口地址  $\text{M} \rightarrow \text{PC}$

$0 \rightarrow \text{EINT}$  (置“0”)

程序断点 进栈

$(\text{SP}) - 1 \rightarrow \text{MAR}$

$1 \rightarrow \text{W}$

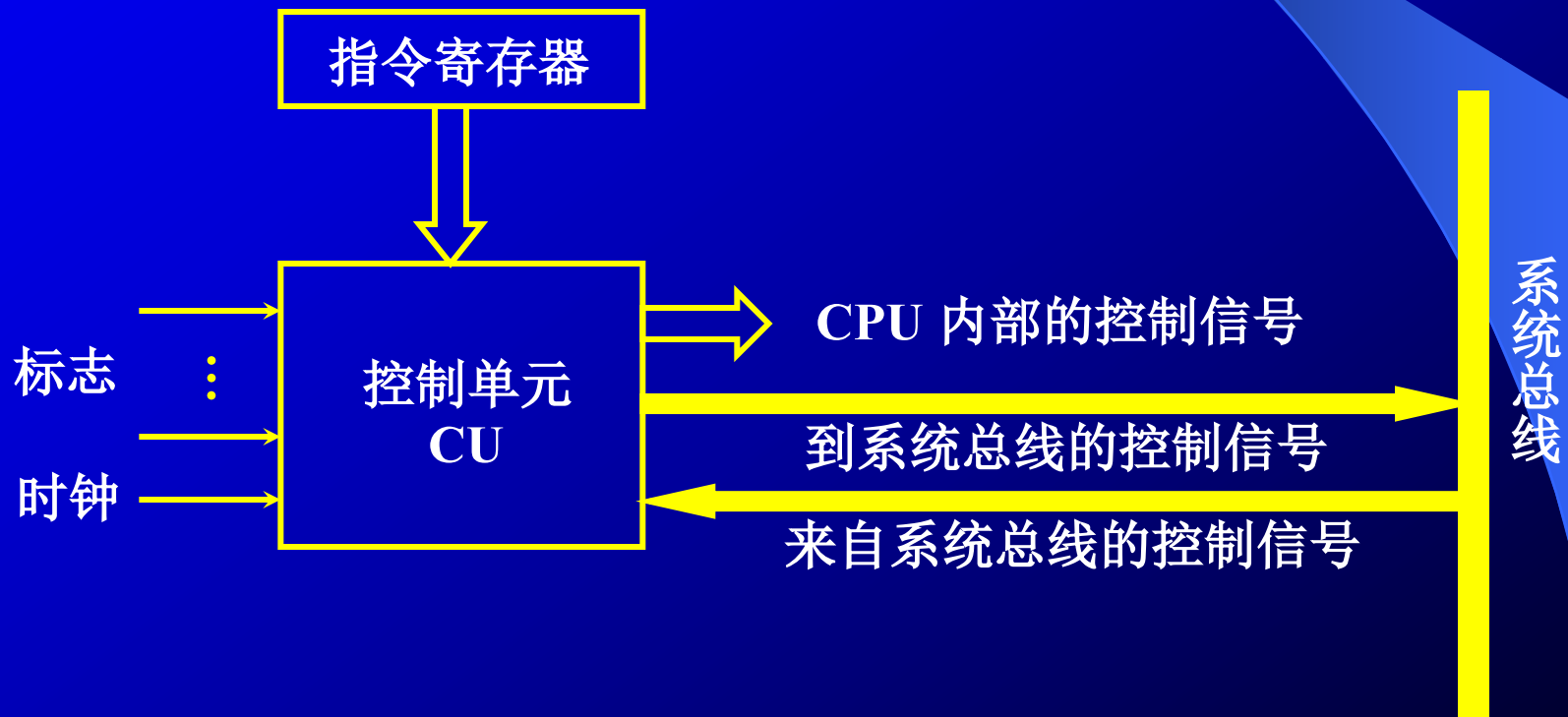
$\text{PC} \rightarrow \text{MDR}$

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

$0 \rightarrow \text{EINT}$  (置“0”)

## 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

CU 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

## 2. 输出信号

9.2

### (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

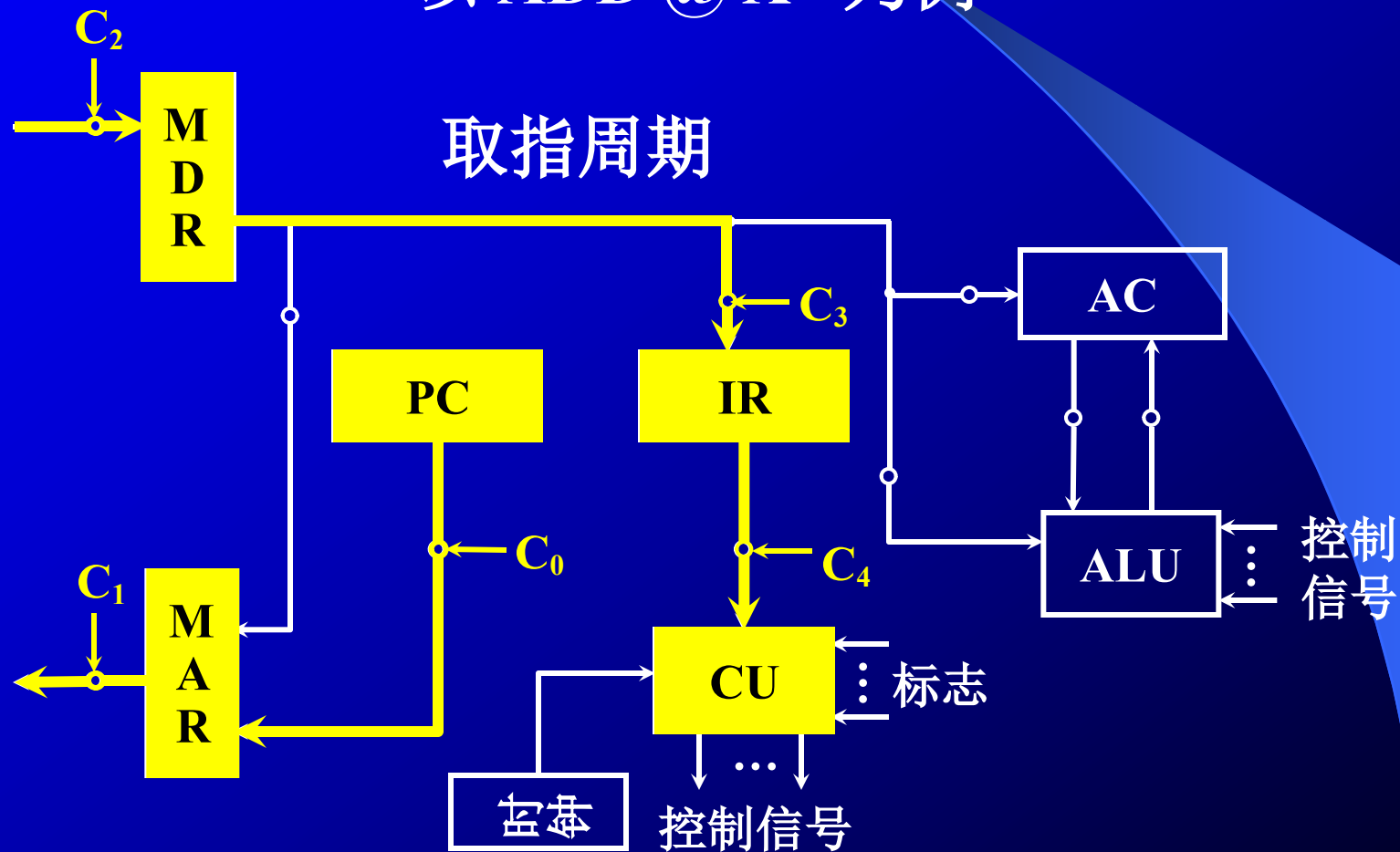
总线响应信号

## 二、控制信号举例

## 9.2

### 1. 不采用 CPU 内部总线的方式

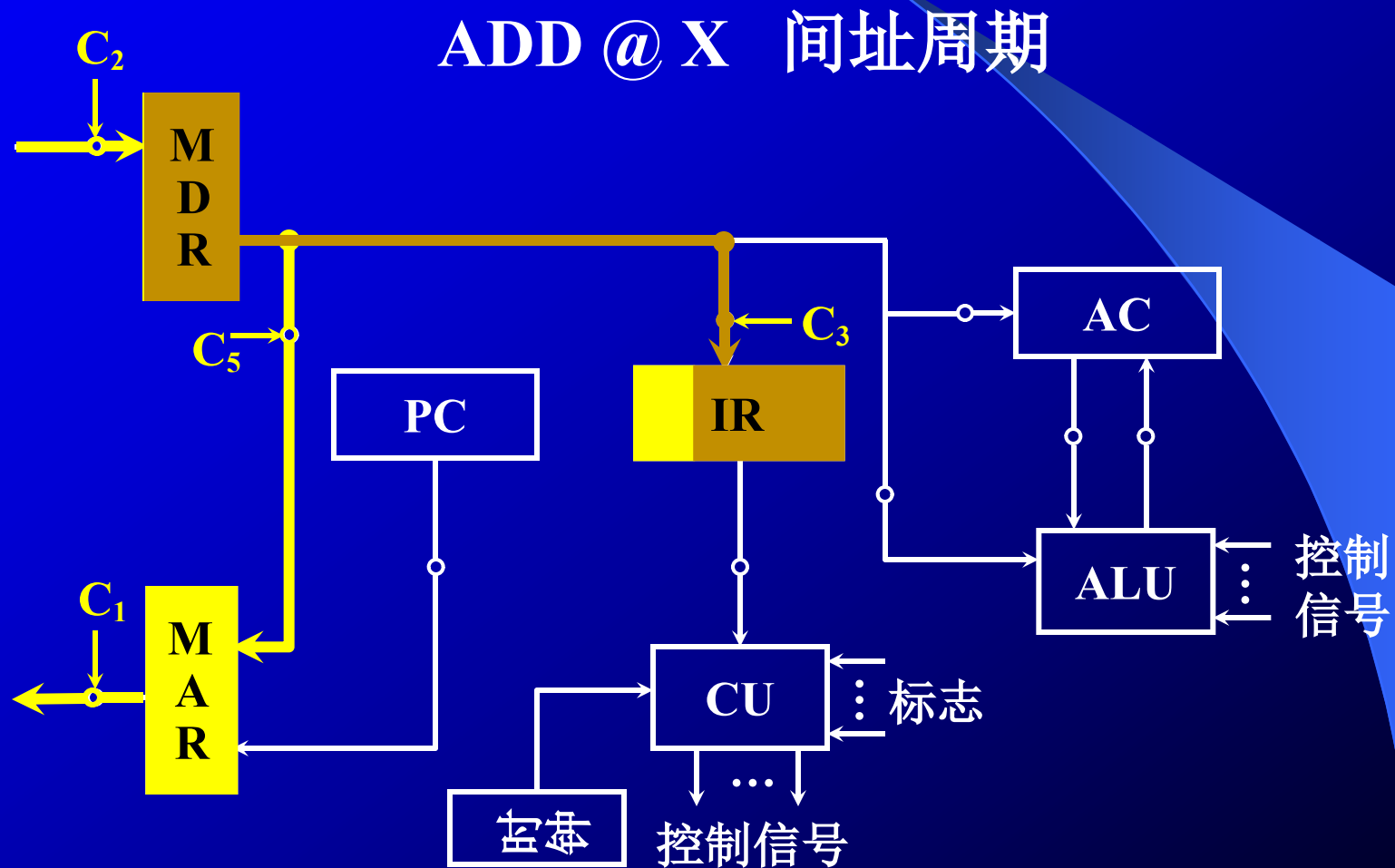
以  $\text{ADD } @X$  为例



## 二、控制信号举例

## 9.2

### 1. 不采用 CPU 内部总线的方式

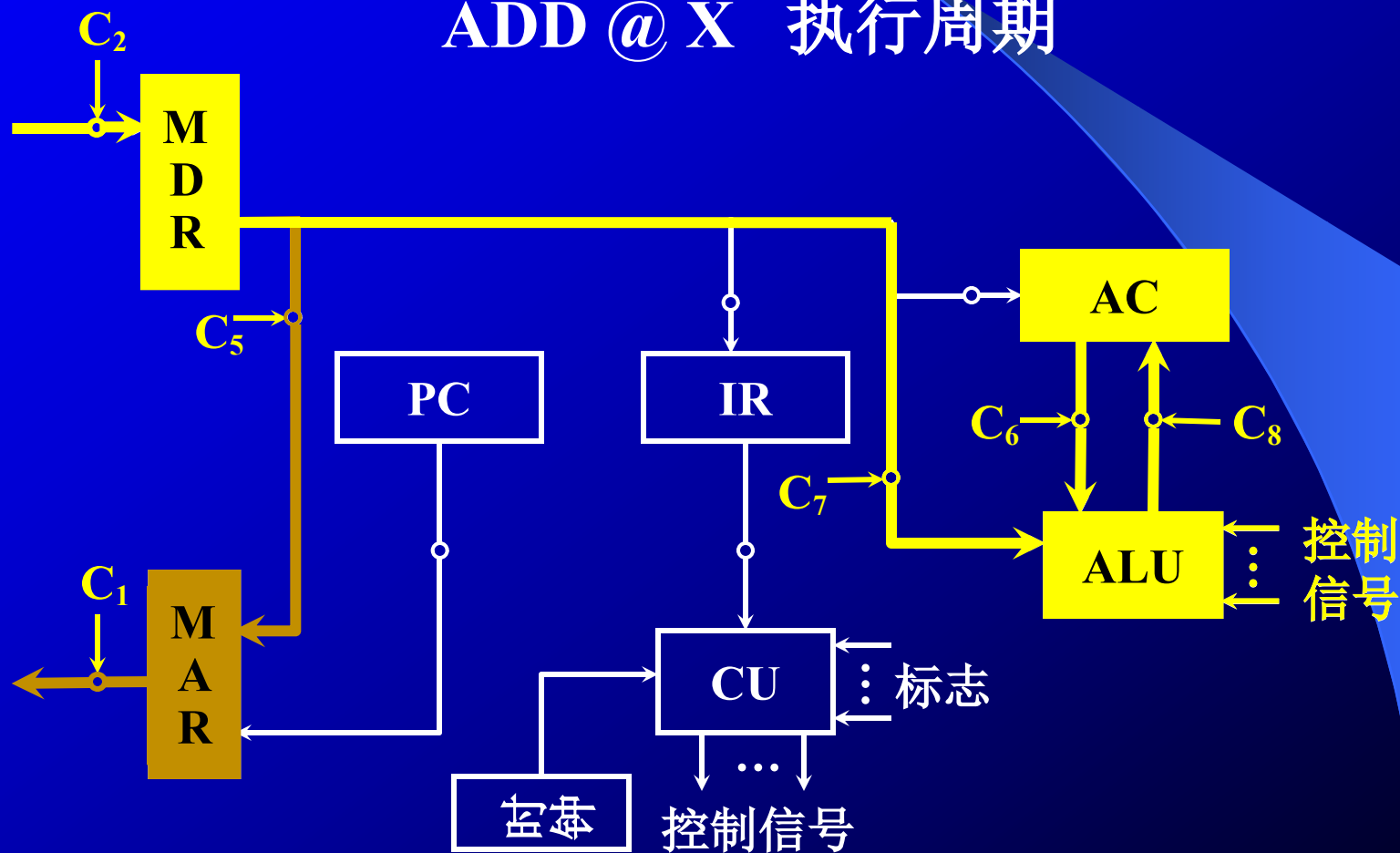


## 二、控制信号举例

## 9.2

### 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

9.2

### (1) ADD @ X 取指周期

- PC  $\rightarrow$  MAR  $\rightarrow$  地址线  
 $PC_0$   $MAR_i$

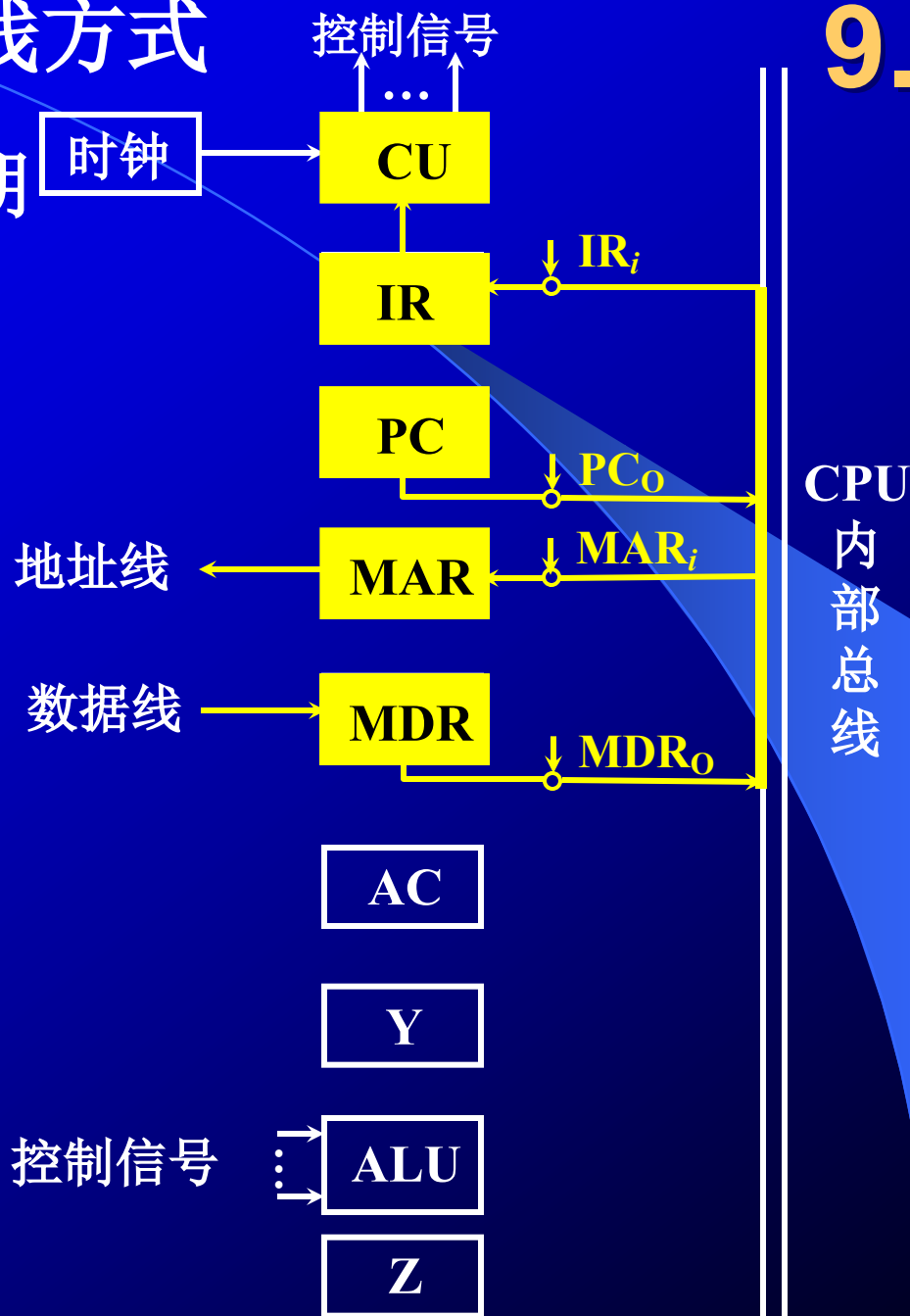
- CU 发读命令  $1 \rightarrow R$

- 数据线  $\rightarrow$  MDR

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

- OP (IR)  $\rightarrow$  CU

- (PC) + 1  $\rightarrow$  PC





## (2) ADD @ X 间址周期

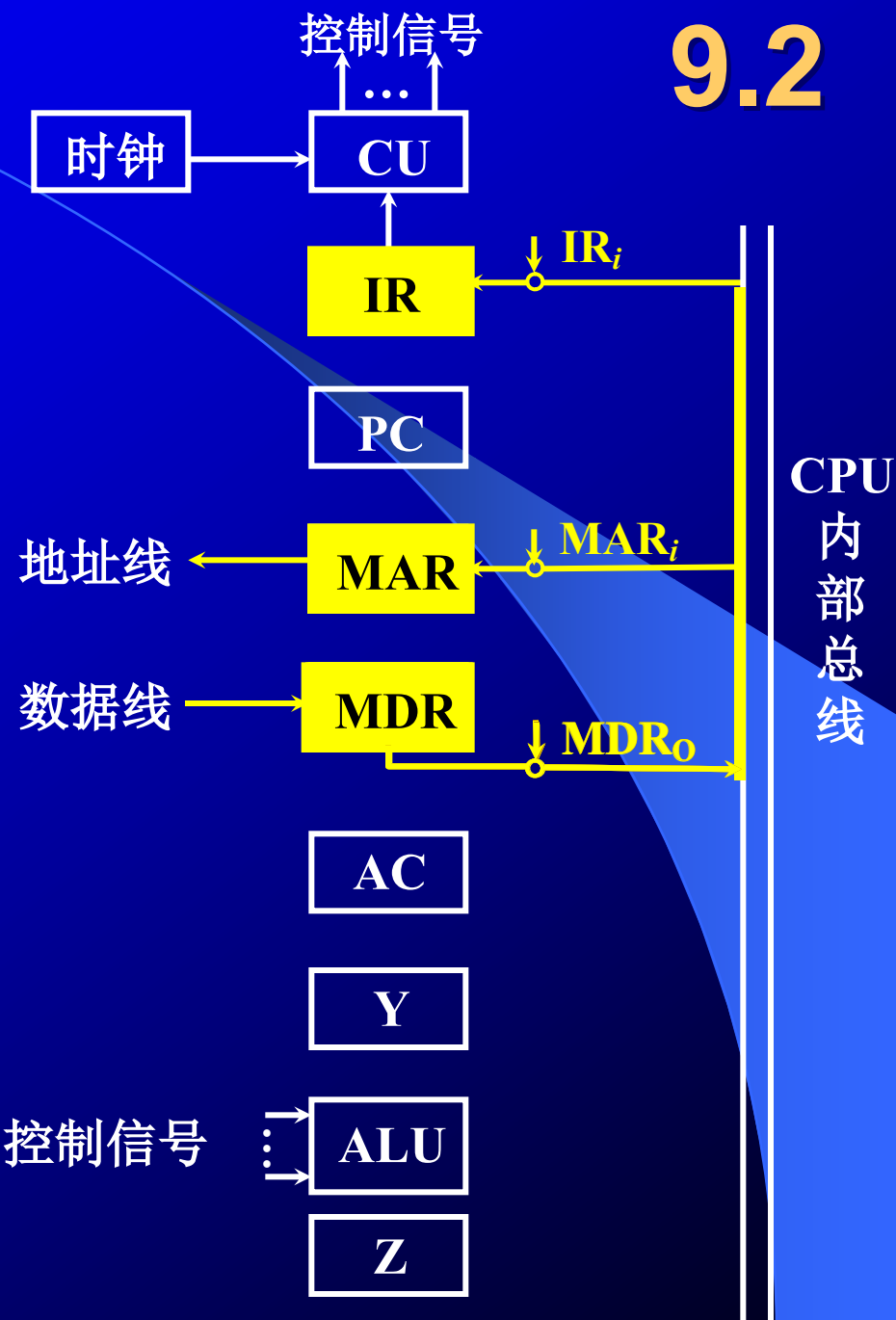
形式地址  $\rightarrow$  MAR

- MDR  $\rightarrow$  MAR  $\rightarrow$  地址线  
 $\text{MDR}_0$   $\text{MAR}_i$

- 1  $\rightarrow$  R

- 数据线  $\rightarrow$  MDR

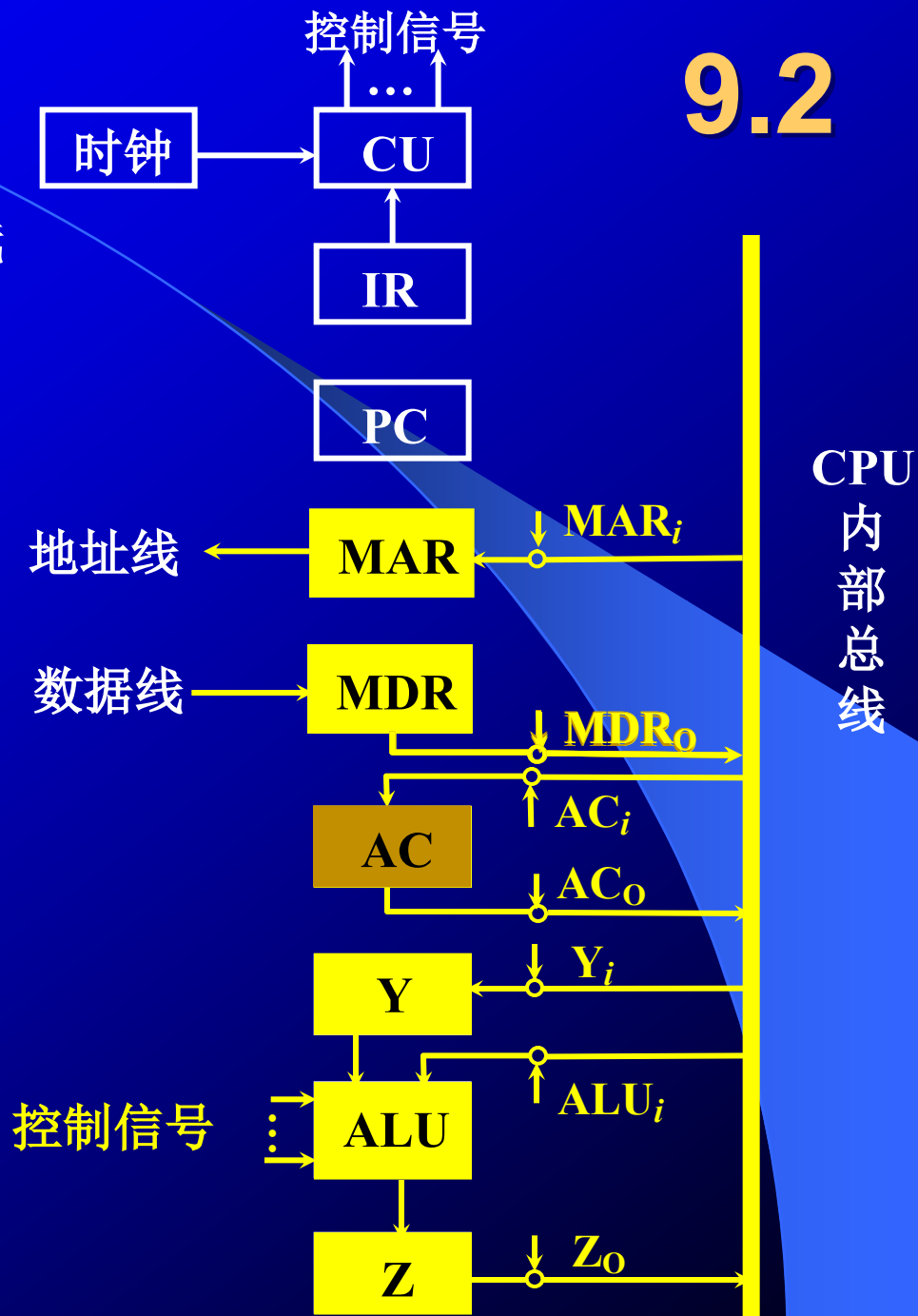
- MDR  $\rightarrow$  IR  
 $\text{MDR}_0$   $\text{IR}_i$

有效地址  $\rightarrow$  Ad (IR)

### (3) ADD @X 执行周期

# 9.2

- $\text{MDR} \longrightarrow \text{MAR} \longrightarrow \text{地址线}$   
 $\text{MDR}_0 \quad \text{MAR}_i$
- $1 \longrightarrow \text{R}$
- $\text{数据线} \longrightarrow \text{MDR}$
- $\text{MDR} \longrightarrow \text{Y} \longrightarrow \text{ALU}$   
 $\text{MDR}_0 \quad \text{Y}_i$
- $\text{AC} \longrightarrow \text{ALU}$   
 $\text{AC}_0 \quad \text{ALU}_i$
- $(\text{AC}) + (\text{Y}) \longrightarrow \text{Z}$
- $\text{Z} \longrightarrow \text{AC}$   
 $\text{Z}_0 \quad \text{AC}_i$



# 三、多级时序系统

## 9.2

### 1. 机器周期

#### (1) 机器周期的概念

所有指令执行过程中的一个基准时间

#### (2) 确定机器周期需考虑的因素

每条指令的执行 步骤

每一步骤 所需的 时间

#### (3) 基准时间的确定

- 以完成 最复杂 指令功能的时间 为准
- 以 访问一次存储器 的时间 为基准

若指令字长 = 存储字长      取指周期 = 机器周期

## 2. 时钟周期（节拍、状态）

## 9.2

一个机器周期内可完成若干个微操作

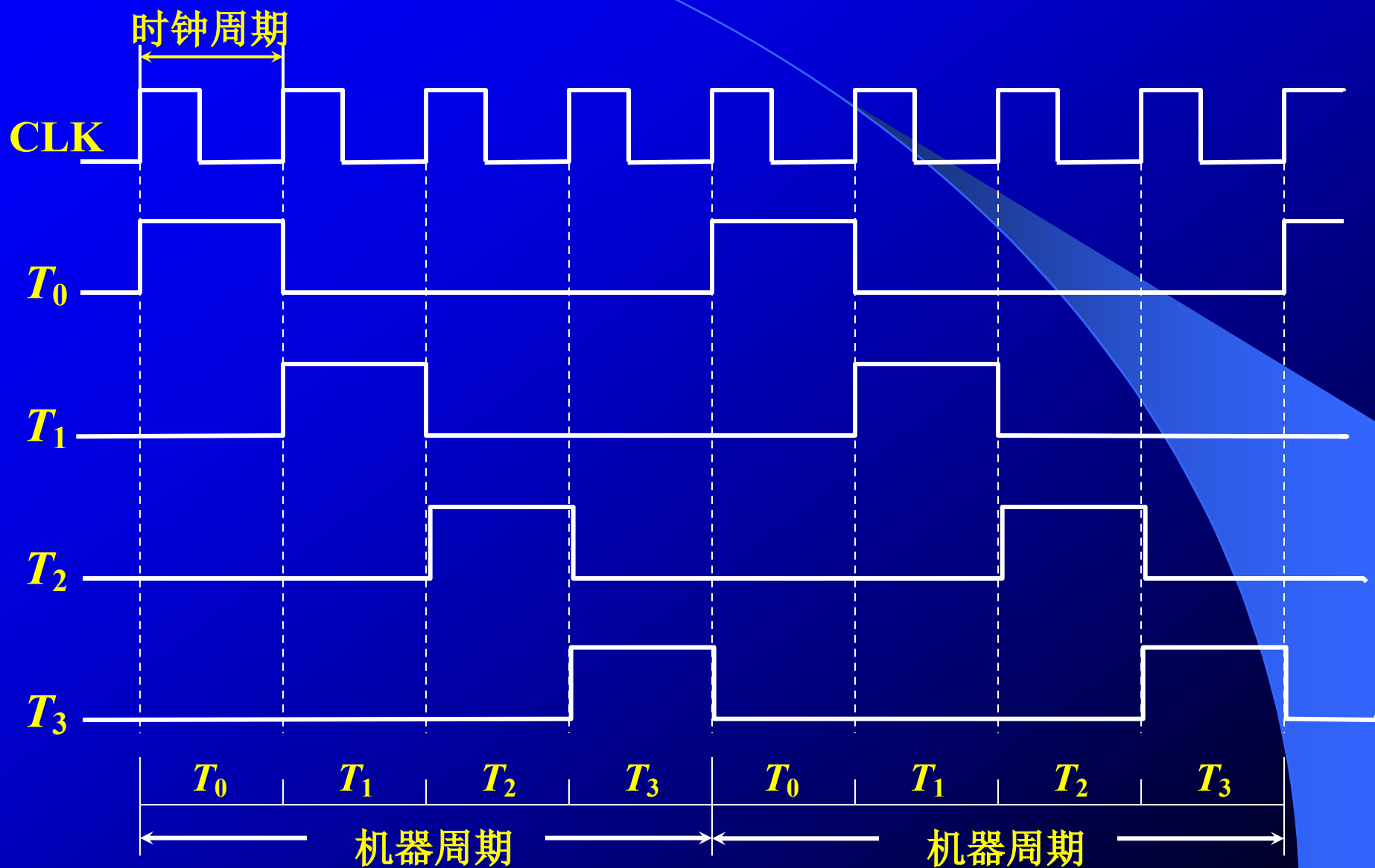
每个微操作需一定的时间

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

## 2. 时钟周期（节拍、状态）

9.2



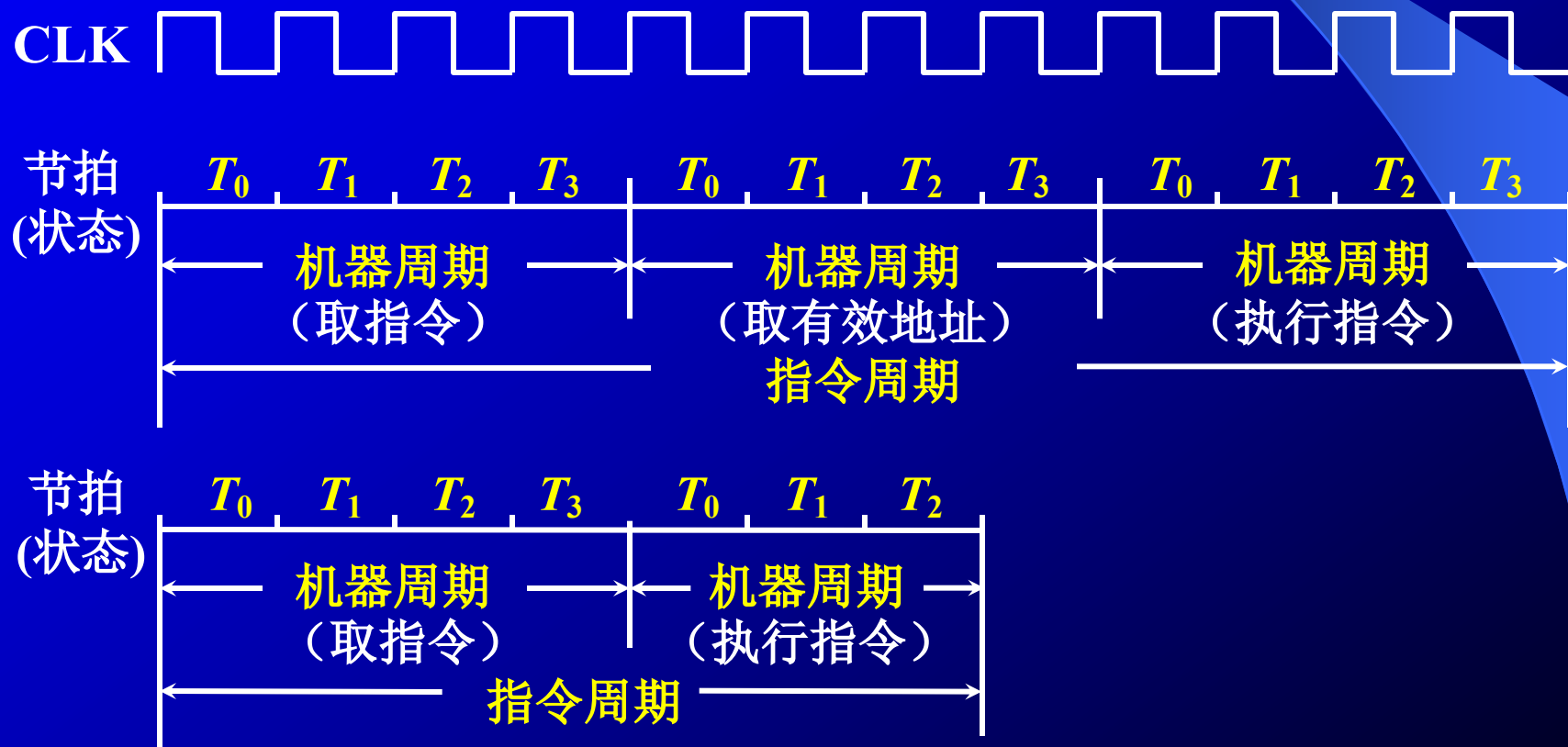
### 3. 多级时序系统

9.2

机器周期、节拍（状态）组成多级时序系统

一个指令周期含若干个机器周期

一个机器周期包含若干个时钟周期



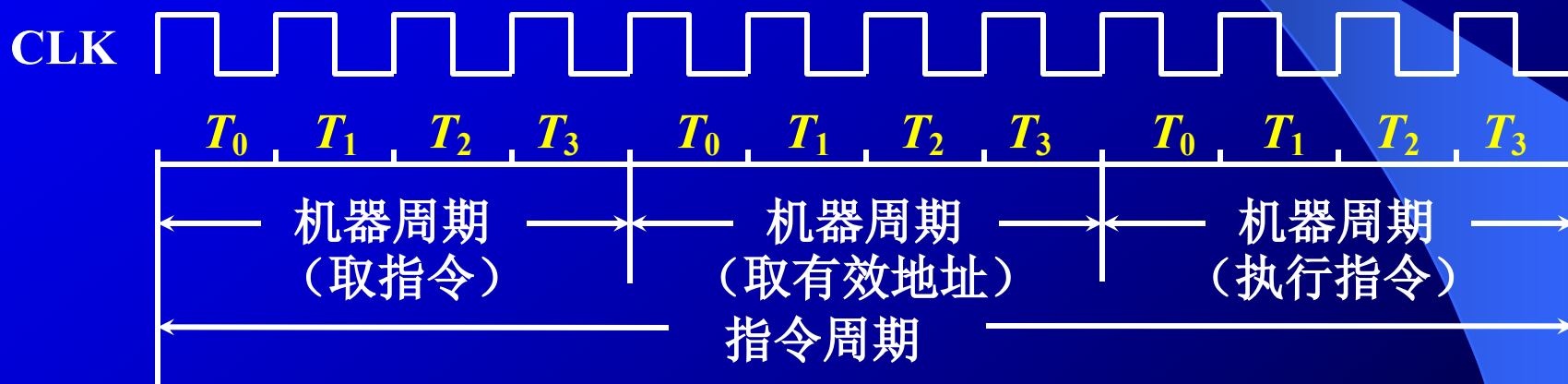
## 四、控制方式

## 9.2

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

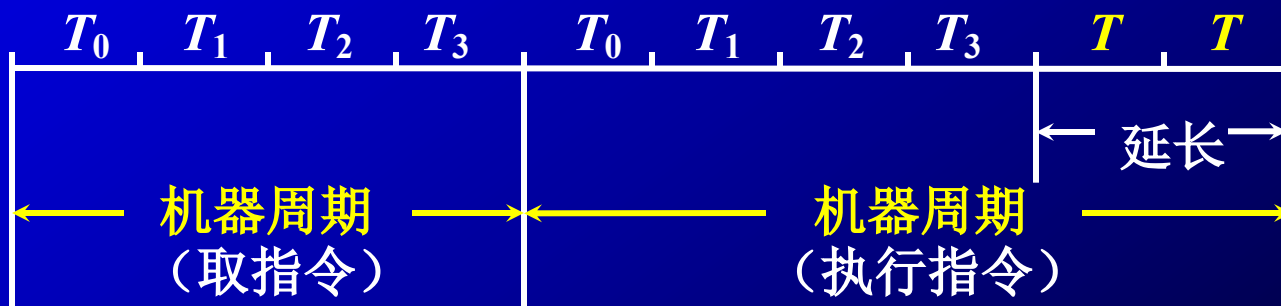
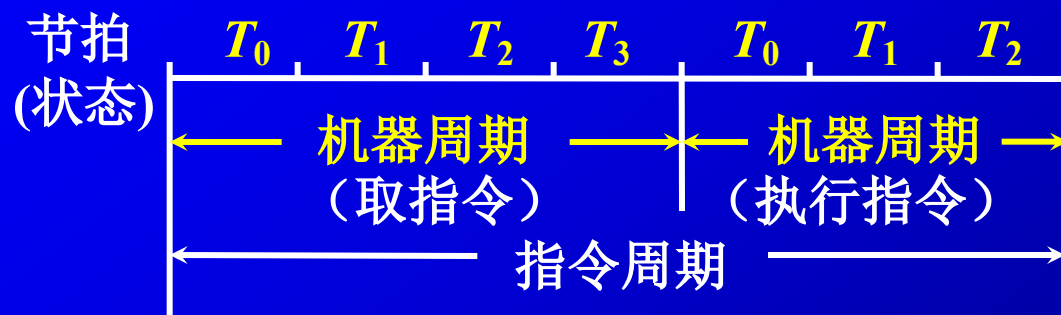


(1) 采用 **完全统一** 的机器周期和节拍

以 **最长** 的 **微操作序列** 和 **最繁** 的微操作作为 **标准**

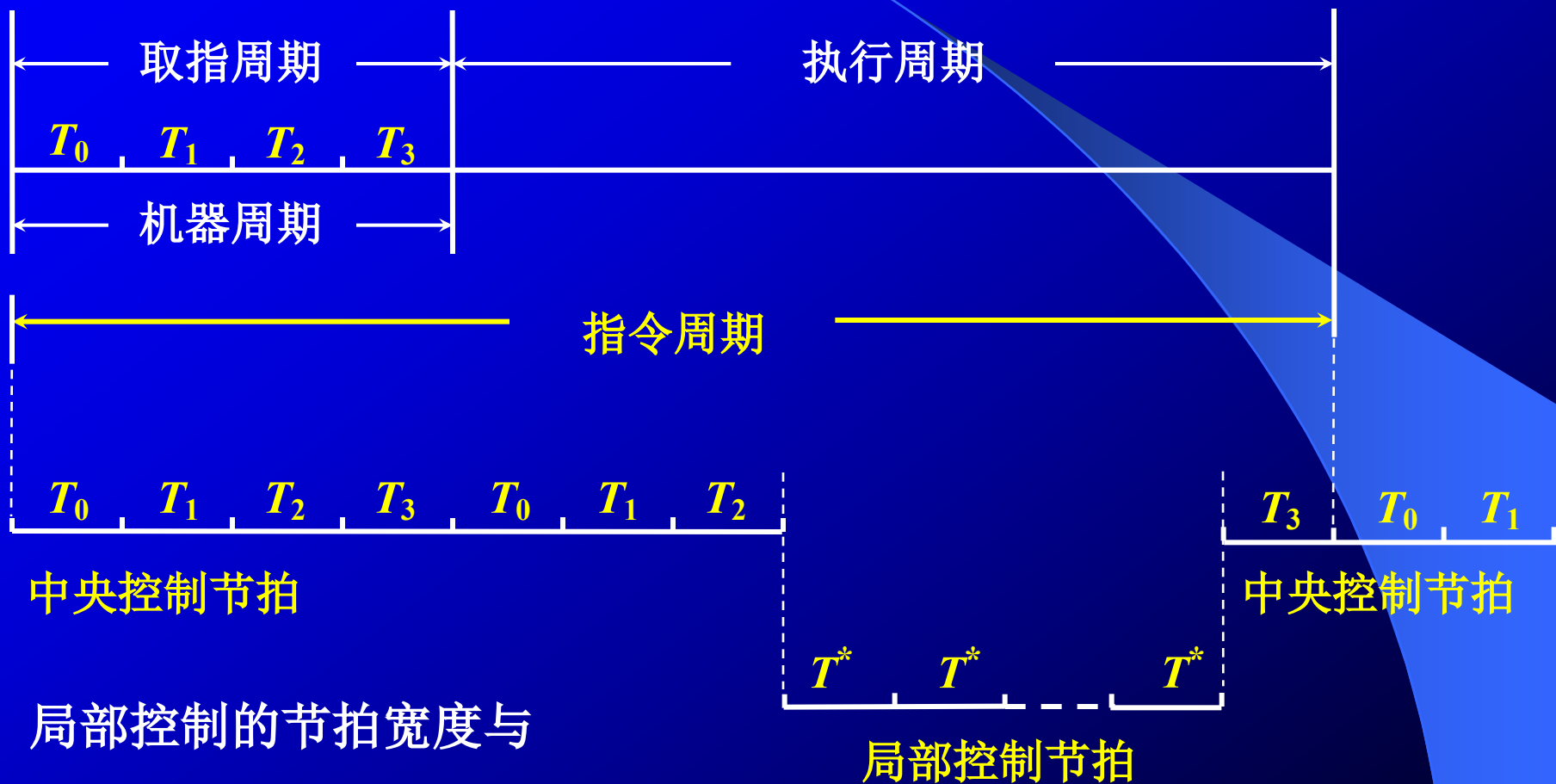


## (2) 采用不同节拍的机器周期





### (3) 采用中央控制和局部控制相结合的方法 9.2



局部控制的节拍宽度与  
中央控制的节拍宽度一致

## 2. 异步控制方式

无基准时钟信号

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

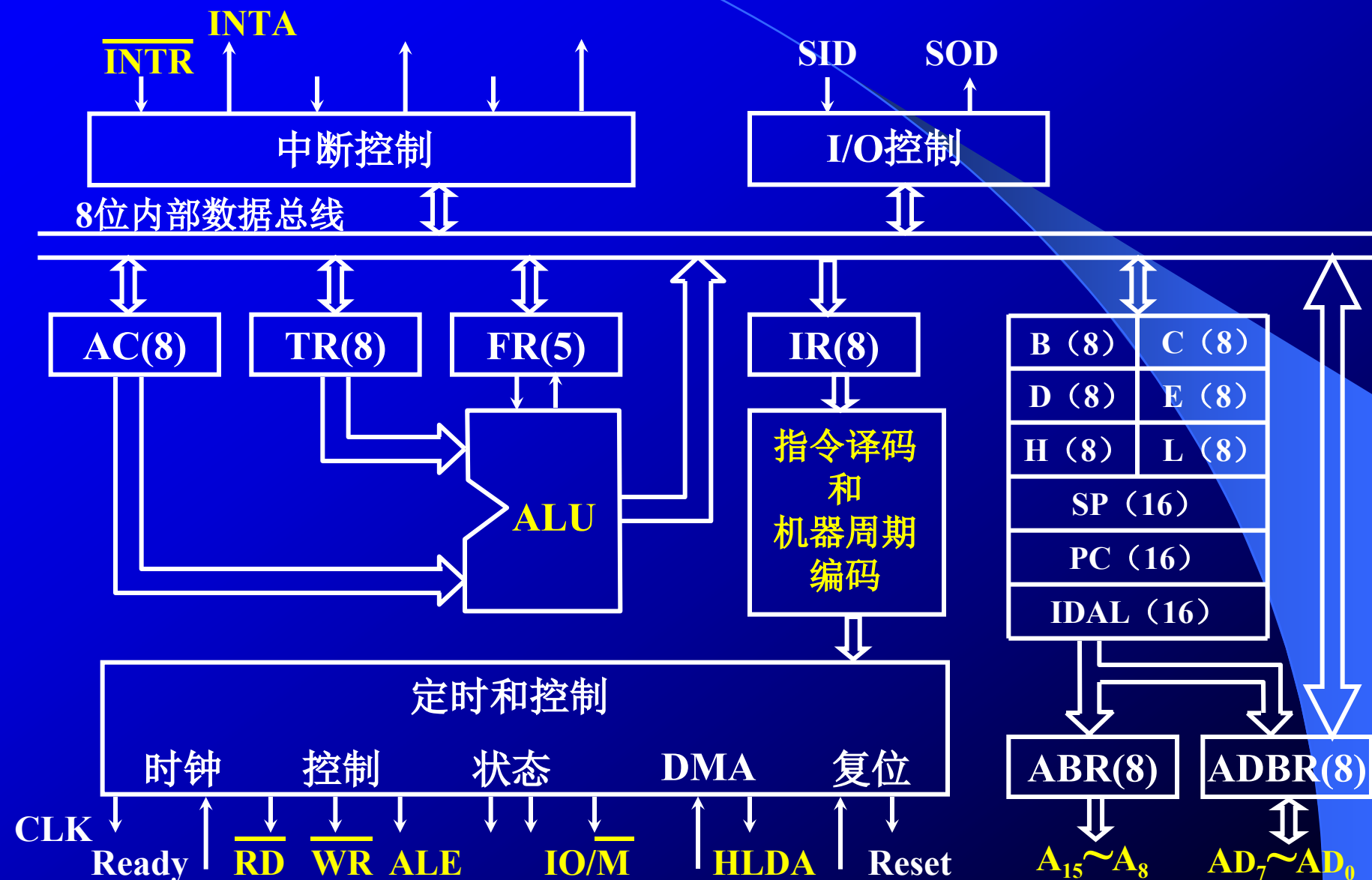
(2) 连续 和 单条 指令执行转换开关

(3) 符合停机开关

# 五、多级时序系统实例分析

9.2

## 1. 8085 的组成



## 2. 8085 的外部引脚

9.2

### (1) 地址和数据信号

$A_{15} \sim A_8$      $AD_7 \sim AD_0$

SID    SOD

### (2) 定时和控制信号

入  $X_1$     $X_2$

出  $CLK$     $ALE$     $S_0$     $S_1$   
 $IO/\overline{M}$     $\overline{RD}$     $\overline{WR}$

### (3) 存储器和 I/O 初始化

入  $HOLD$    Ready

出  $HLDA$



## (4) 与中断有关的信号

入  $\overline{\text{INTR}}$ 出  $\text{INTA}$ 

Trap 重新启动中断

## (5) CPU 初始化

入  $\overline{\text{Reset in}}$ 出  $\text{Reset out}$ 

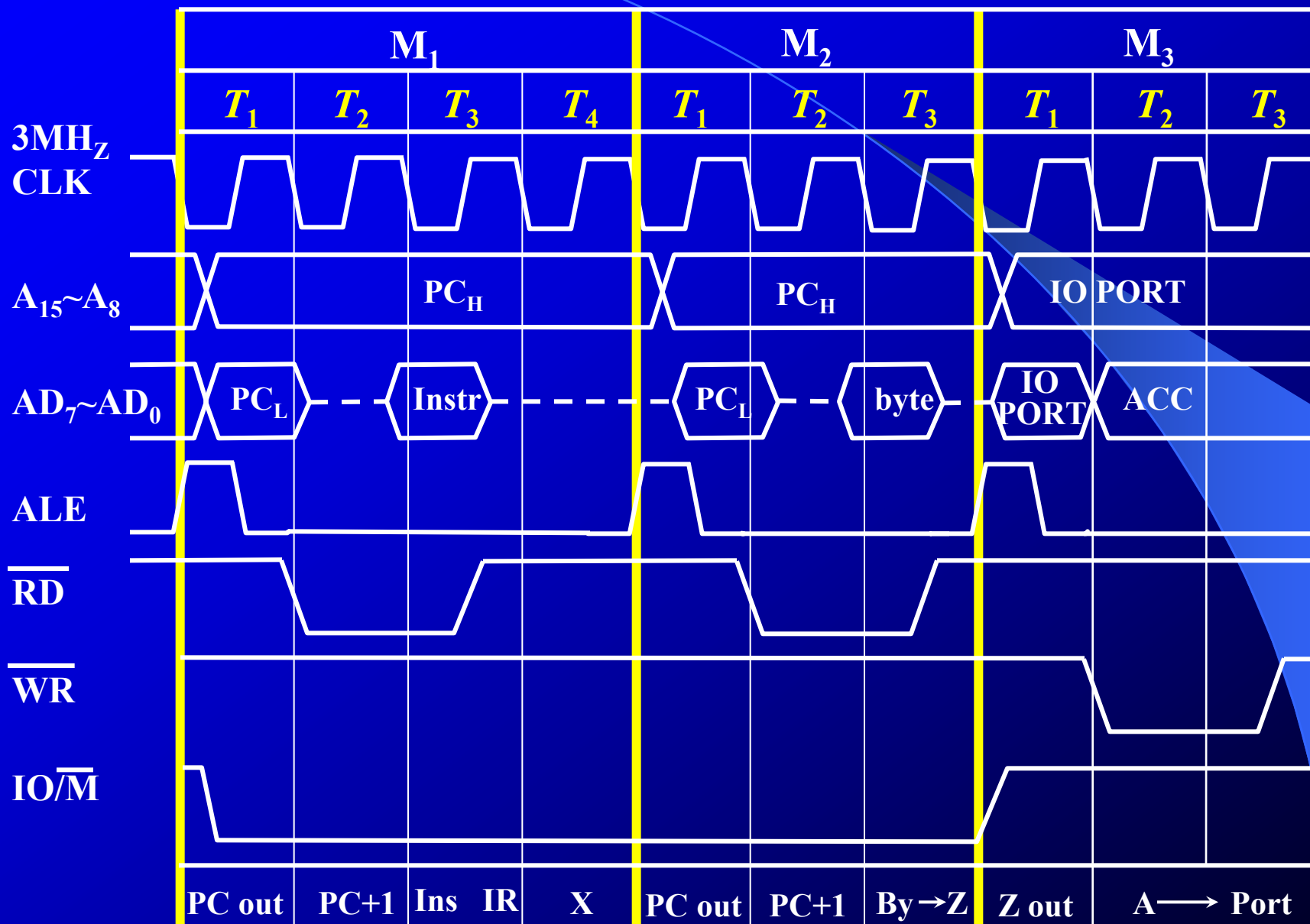
## (6) 电源和地

 $V_{cc}$  +5V $V_{ss}$  地

$X_1$	1	40	$V_{cc}$
$X_2$	2	39	HOLD
Reset out	3	38	HLDA
SOD	4	37	$\overline{\text{CLK(out)}}$
SID	5	36	$\overline{\text{Rstet in}}$
Trap	6	35	$\overline{\text{Ready}}$
RST7.5	7	34	IO/M
RST6.5	8	33	$S_1$
RST5.5	9	32	$\overline{\text{RD}}$
$\overline{\text{INTR}}$	10	31	$\overline{\text{WR}}$
$\text{INTA}$	11	30	ALE
$AD_0$	12	29	$S_0$
$AD_1$	13	28	$A_{15}$
$AD_2$	14	27	$A_{14}$
$AD_3$	15	26	$A_{13}$
$AD_4$	16	25	$A_{12}$
$AD_5$	17	24	$A_{11}$
$AD_6$	18	23	$A_{10}$
$AD_7$	19	22	$A_9$
$V_{ss}$	20	21	$A_8$

### 3. 机器周期和节拍（状态）与控制信号的关系

9.2



每个控制信号在指定机器周期的  
指定节拍  $T$  时刻发出

以一条输出指令（IO 写）为例

机器周期  $M_1$  取指令操作码

机器周期  $M_2$  取设备地址

机器周期  $M_3$  执行 ACC 的内容写入设备