



第五章 数字量输入输出接口

主要内容

- * 接口基本概念
- * 接口电路（芯片）、端口地址
- * 数据传送方式
- * 总线及其接口
- * 中断电路及其处理
- * 定时/计数器电路与应用
- * 并行接口电路与应用
- * 串行接口电路与应用
- * DMA电路与应用



计数器和定时器电路(Timers & Counters)

•背景

为CPU和外部设备提供实时时钟:

定时或延时控制

定时中断、定时检测、定时扫描——Timer

对外部事件计数——Counter。

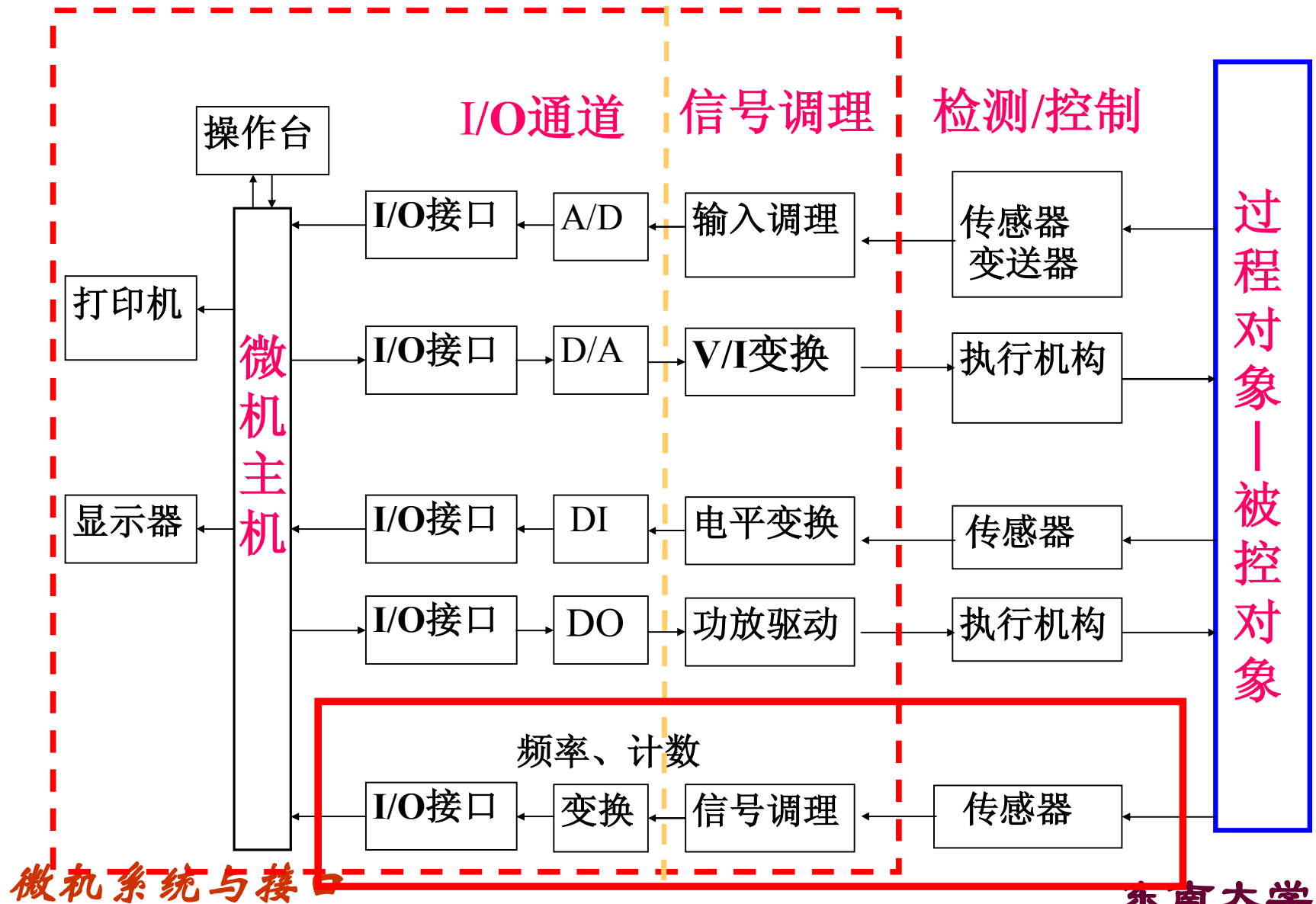
•定时/延时控制实现方法

(1) 软件定时;

(2) 硬件定时 (不可编程型; 可编程型)。



生产过程微机控制系统结构





计数器和定时器电路(续)

- 软件定时:

处理器执行若干条指令(循环)时间之和,

问题: CPU的利用率。

- 不可编程的硬件定时/计数:

如: 555外接电阻和电容(硬件可调定时值)构成;

74LS90十进制计数器(异步BIN加5进位)、74LS92(异步BIN加六进位(12进制))、74LS93(加8/16进)、CD4040(12级分频)。

定时/计数电路简单, 但无法软件控制和改变

=>可编程的定时器电路



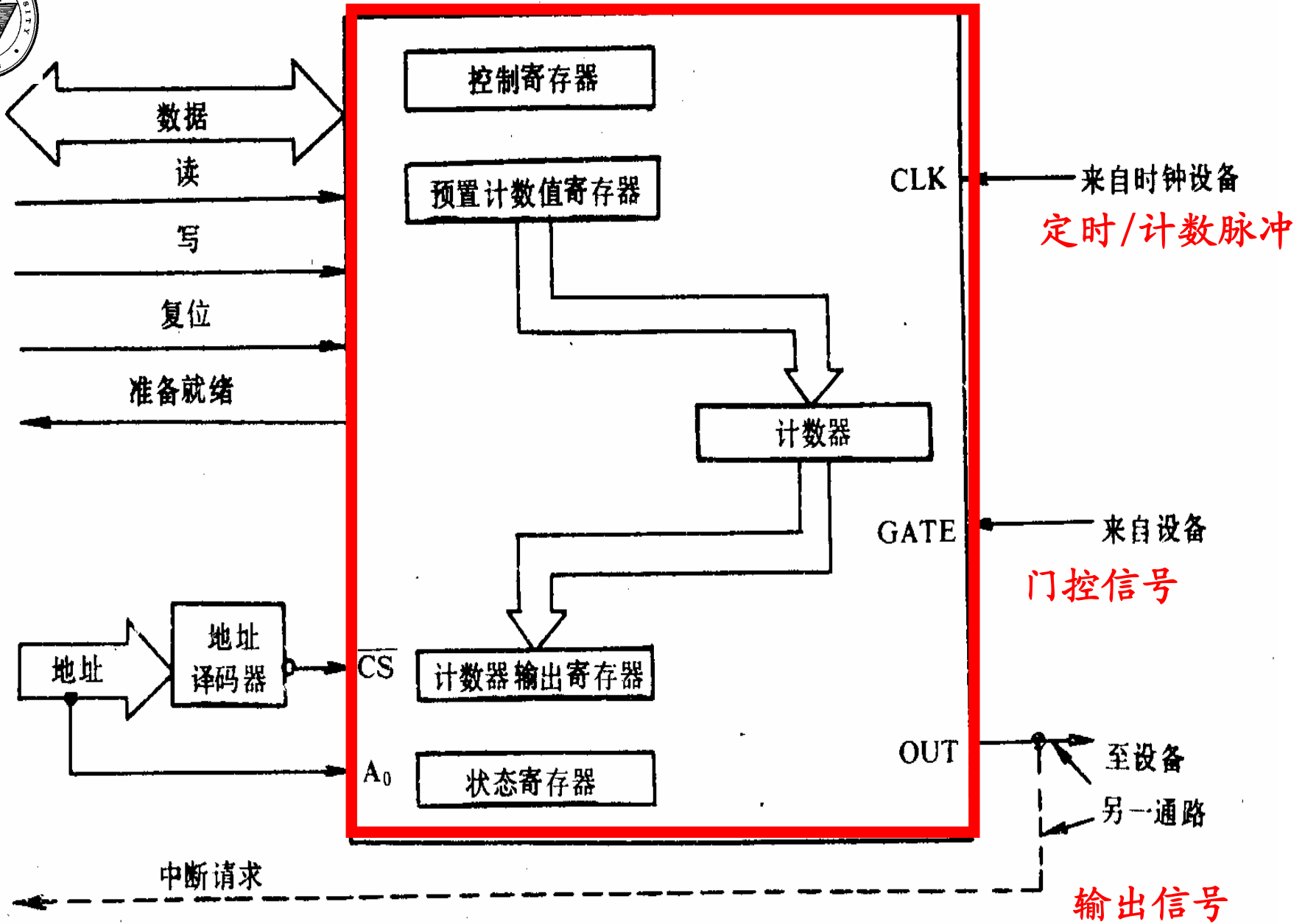
可编程的定时器电路

Programmable Interval Timer

主要用途

- 向I/O设备输出精确的定时信号;
- 用来作为可编程波特率发生器 (可变速率);
- 检测外部事件发生的频率或周期;
- 统计外部过程中事件发生的次数 (计数);
- 定时或计数到编程规定的值, 向CPU申请中断;
- 以均匀分布的时间间隔中断分时操作系统。

典型芯片 i8253/8254 82C53/82C54

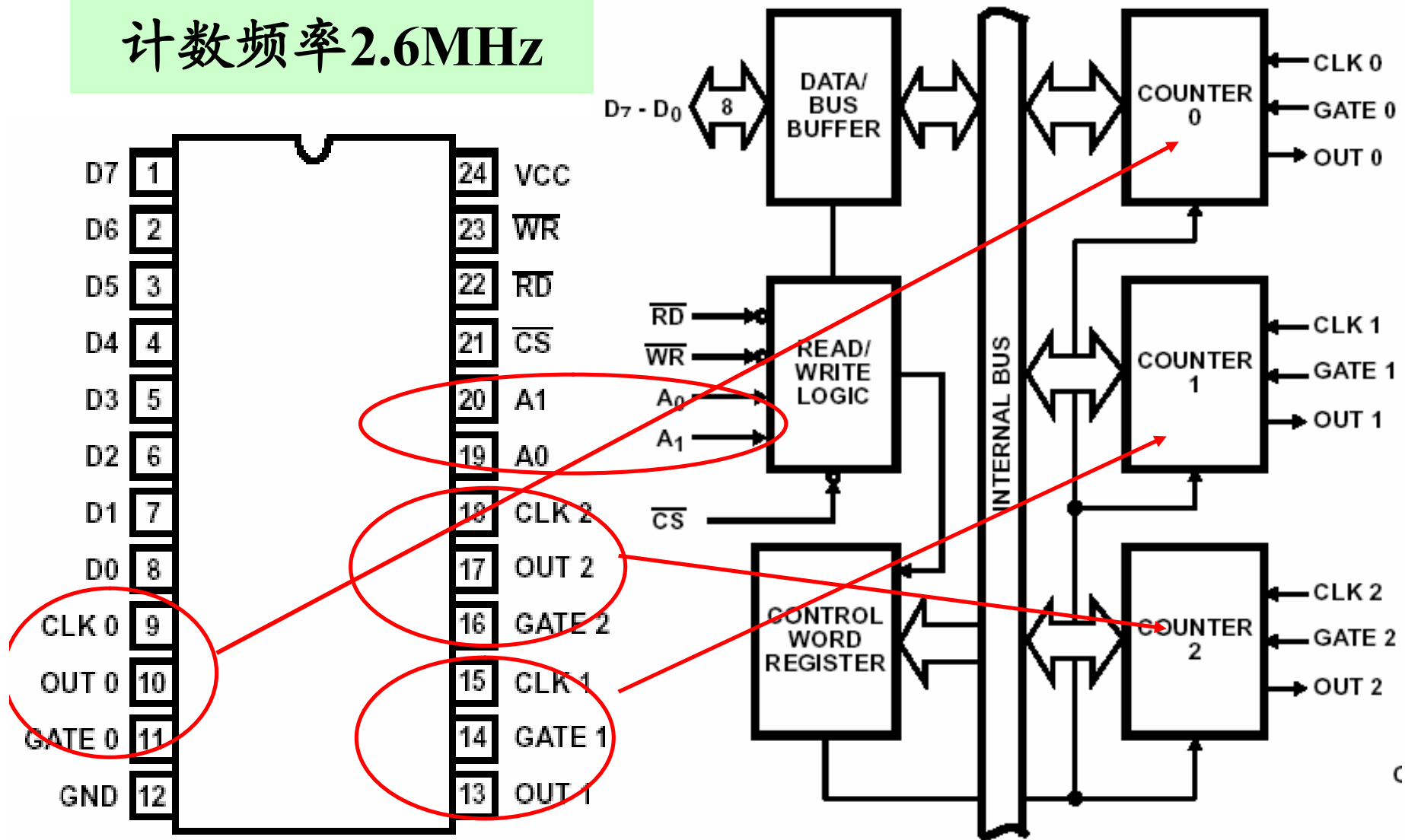


定时 / 计数器基本工作原理



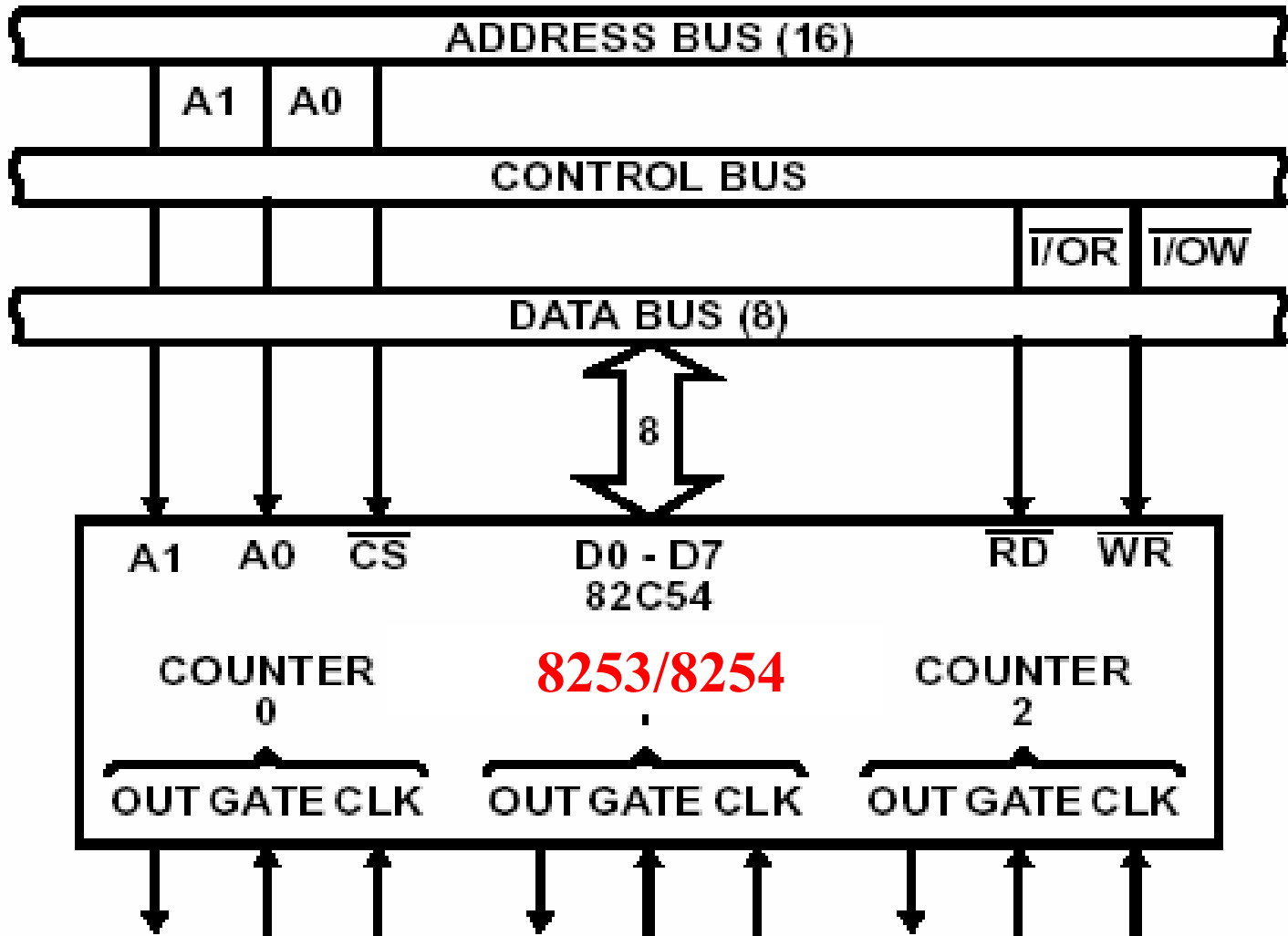
可编程定时器 / 计数器 i8253 (P311) (PIT—Programmable Interval Timer)

计数频率 2.6MHz





8253/8254接口电路





8253结构

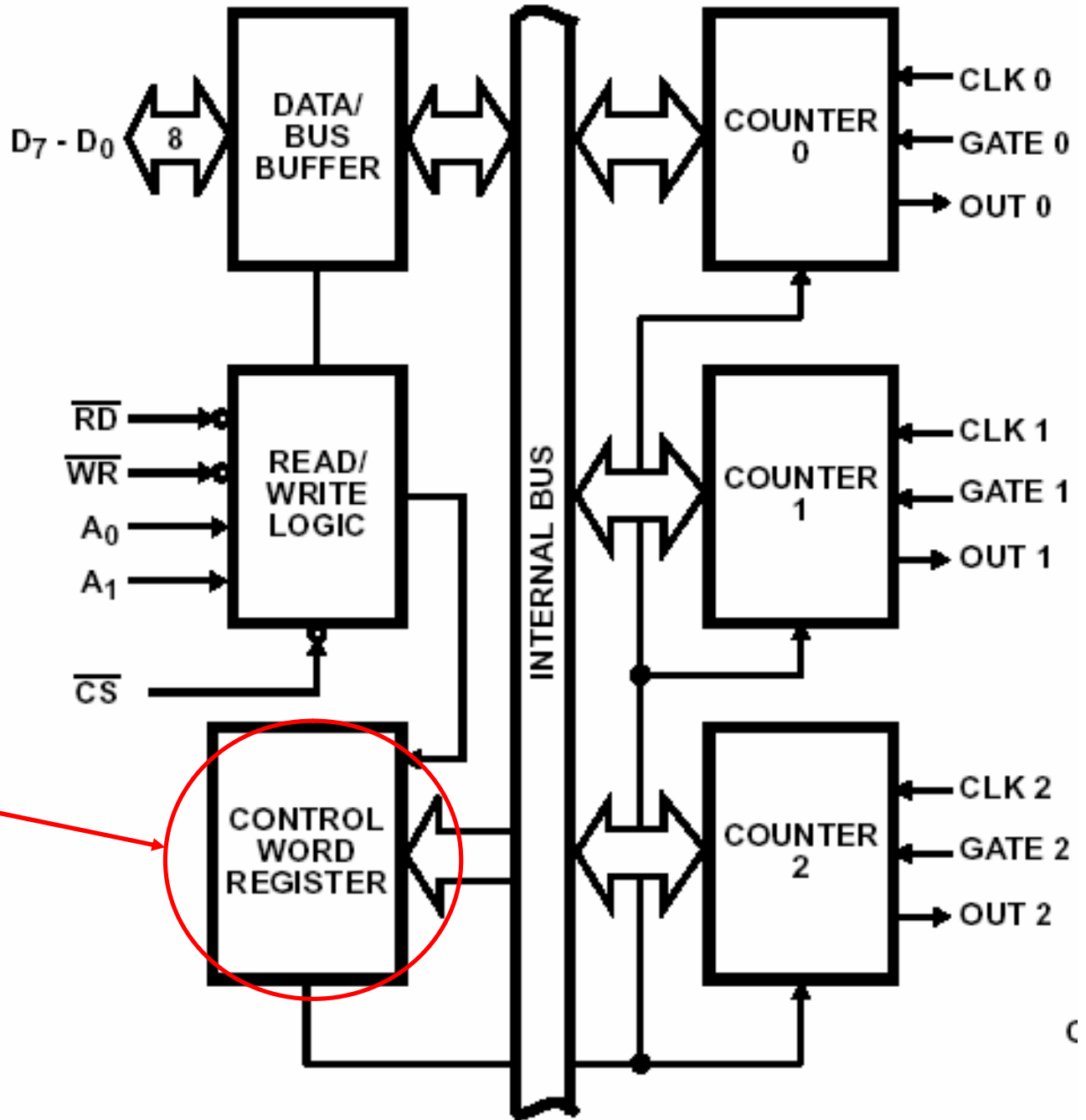
内含4个寄存器

A0、A1片内译码

--00、01、10

计数器0、1、2

--11控制字寄存器





辅助寻址

- 00—选计数器 0
- 01—选计数器 1
- 10—选计数器 2
- 11—无意义

选择
计数器

- 00—锁存计数器的数据
- 01—只读/写低 8 位字节
(设置高 8 位为 0)
- 10—只读/写高 8 位字节
(设置低 8 位为 0)
- 11—先读/写低 8 位字节,
再读/写高 8 位字节

读/写格式

- 0—计数值为二进制格式
- 1—计数值为BCD码格式

数制
格式

工作方式选择

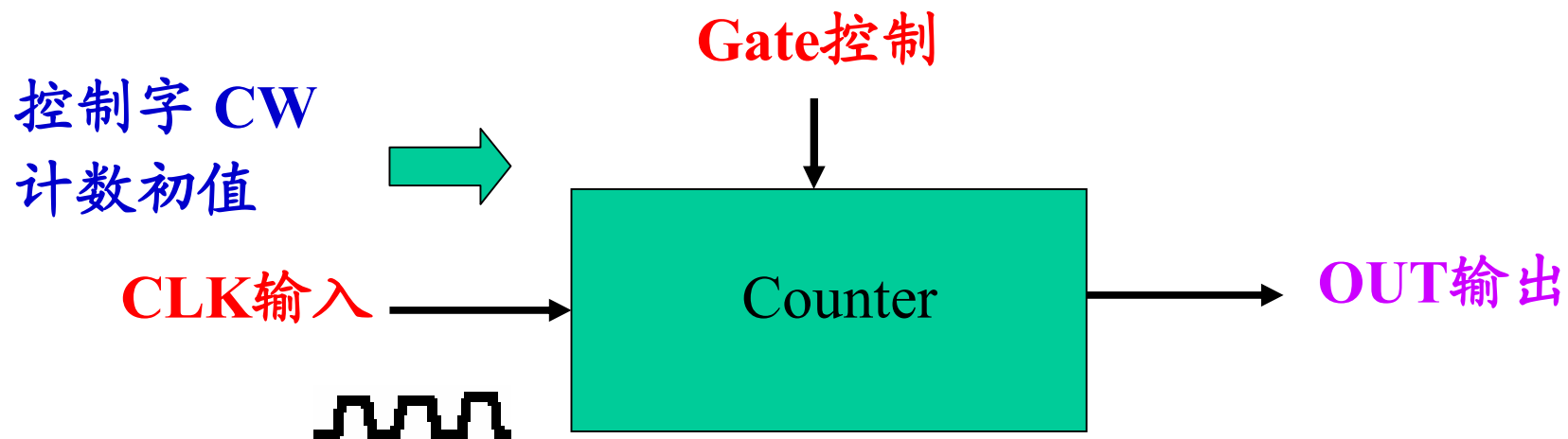
- 000—方式 0
- 001—方式 1
- × 10—方式 2
- × 11—方式 3
- 100—方式 4
- 101—方式 5

六种工作模式

初始化/编程——控制字 (P312)



8253编程：六种工作模式



- Mode0** 软件启动，输出高电平，不自动重复
- Mode4** 软件触发选通，输出负脉冲，不自动重复
- Mode1** 硬（GATE）触发，单稳输出，不自动重复
- Mode5** 硬（GATE）触发，输出负脉冲，不自动重复
- Mode2、3** 软硬触发，输出频率/方波，自动重装

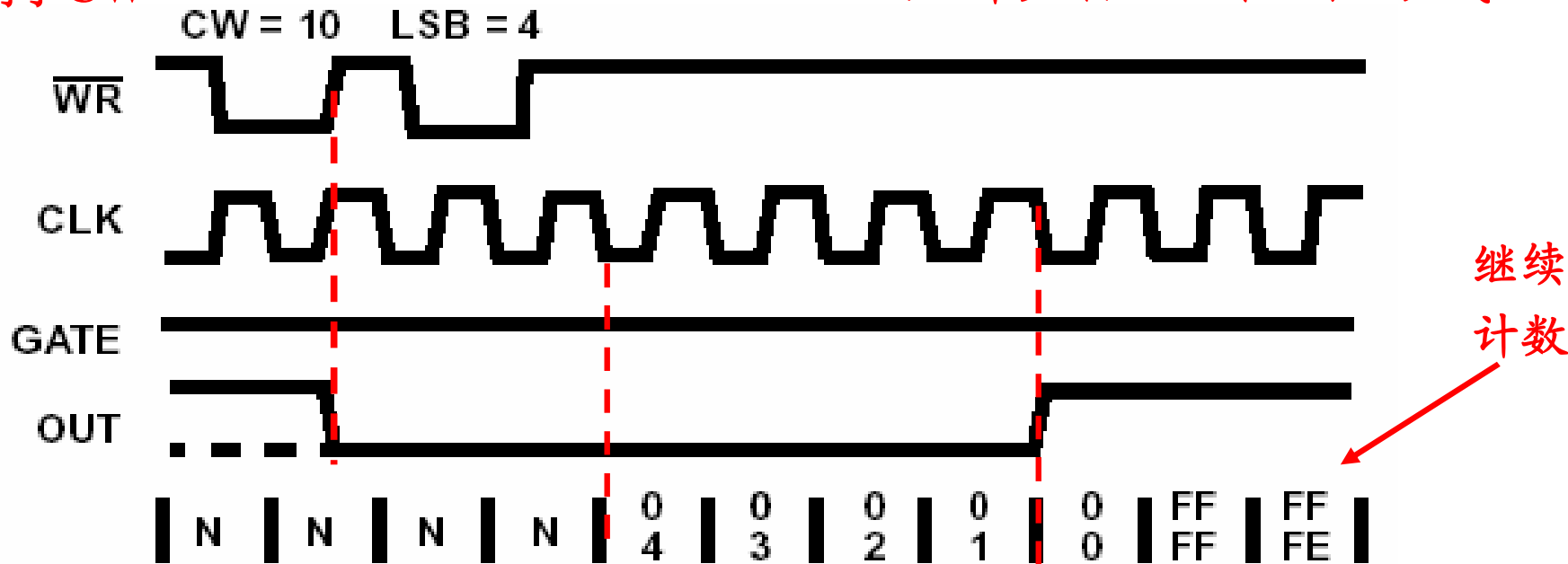


8253工作模式0 (P314)

- (1)计数回零时，OUT变为高电平并保持，直至写入新的控制字或初值。但计数器在到零后仍继续计数（GATE=1计数/=0暂停）。
- (2)计数过程中可改变计数值：8位计数：写入新的计数值后，计数器按新值开始计数；16位计数，在写入第一个字节后，计数器停止计数，写入第二个字节后，按新的初值计数。

控制字CW

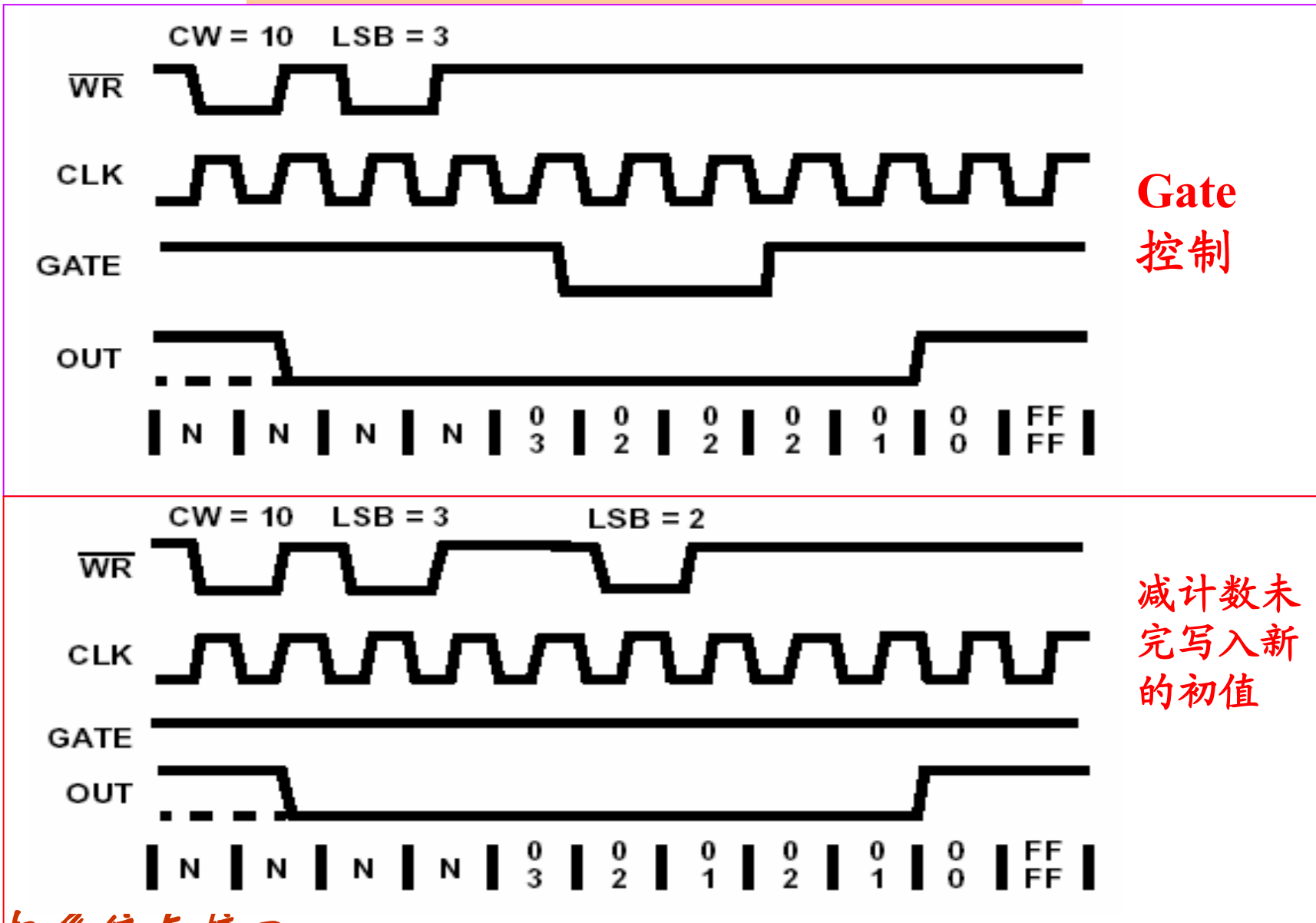
CW=10，计数器0、低8位方式



继续计数



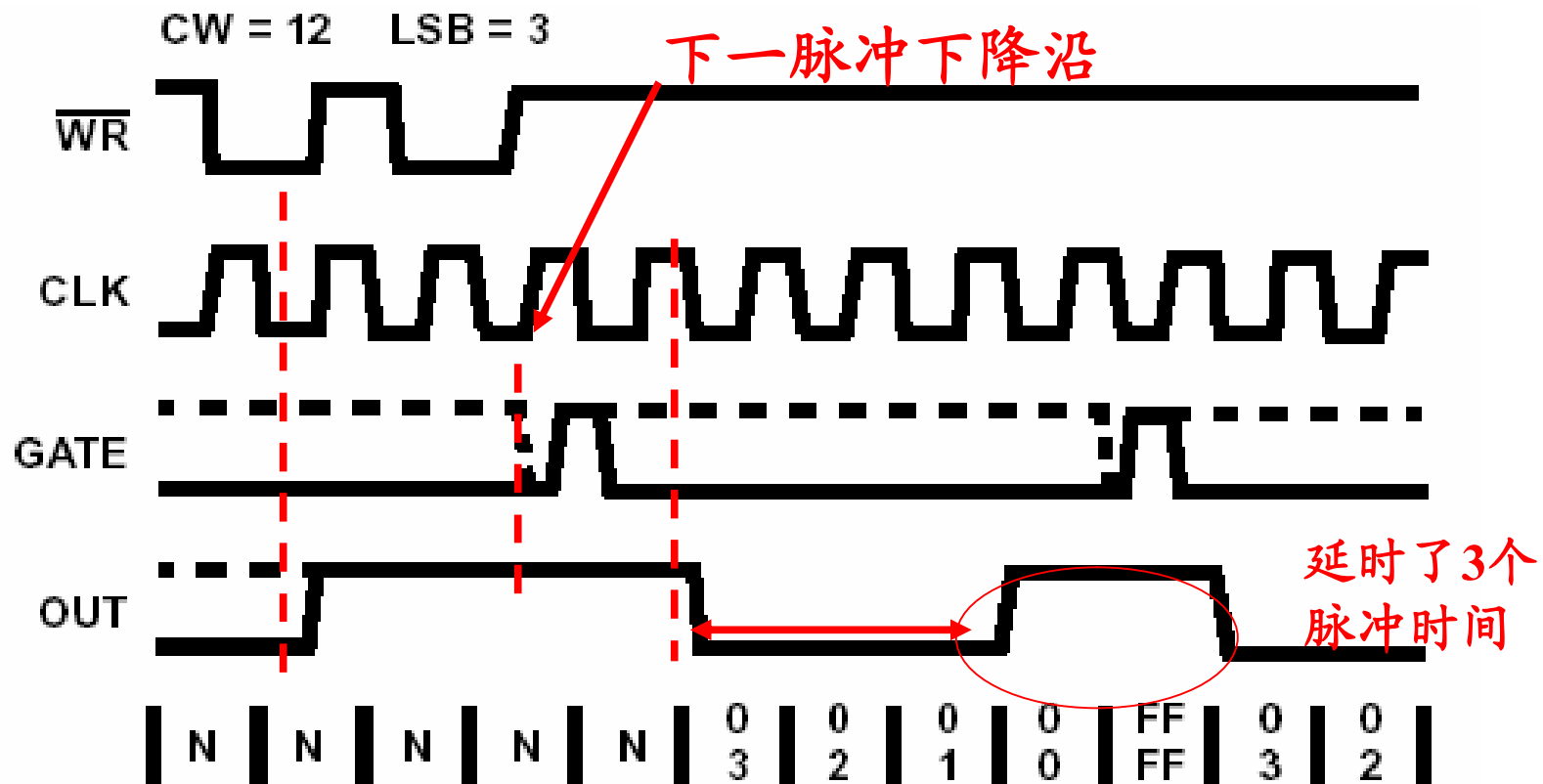
8253工作模式0 — 举例





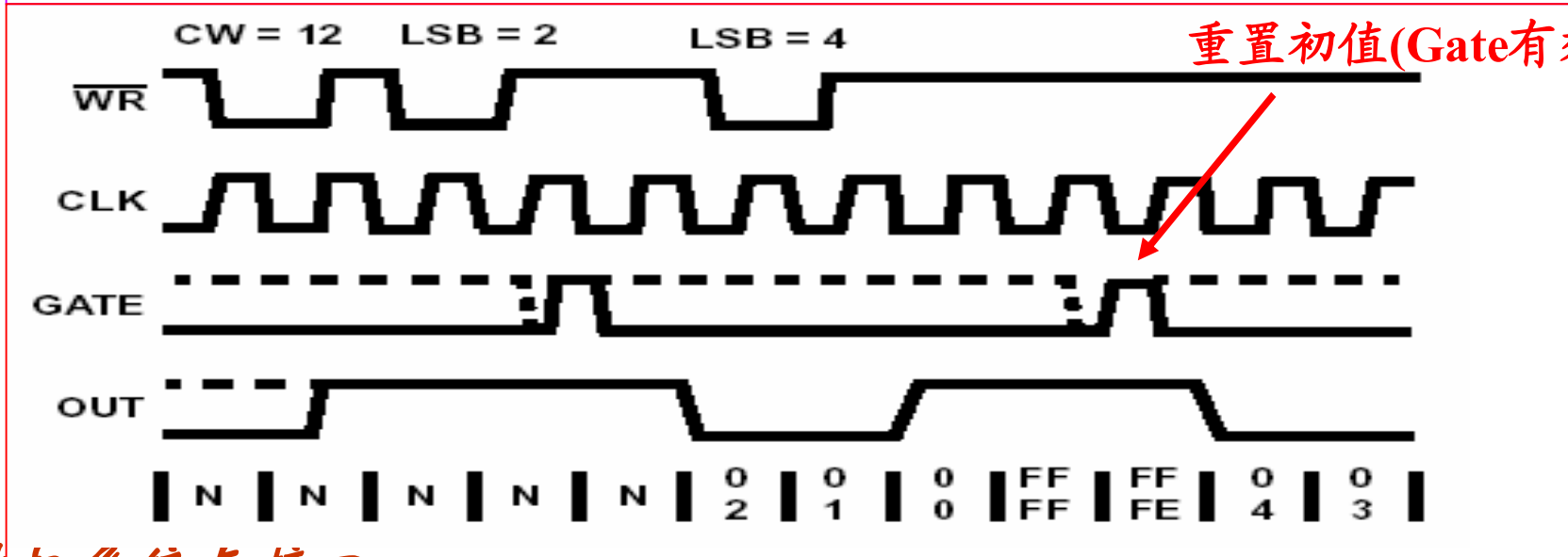
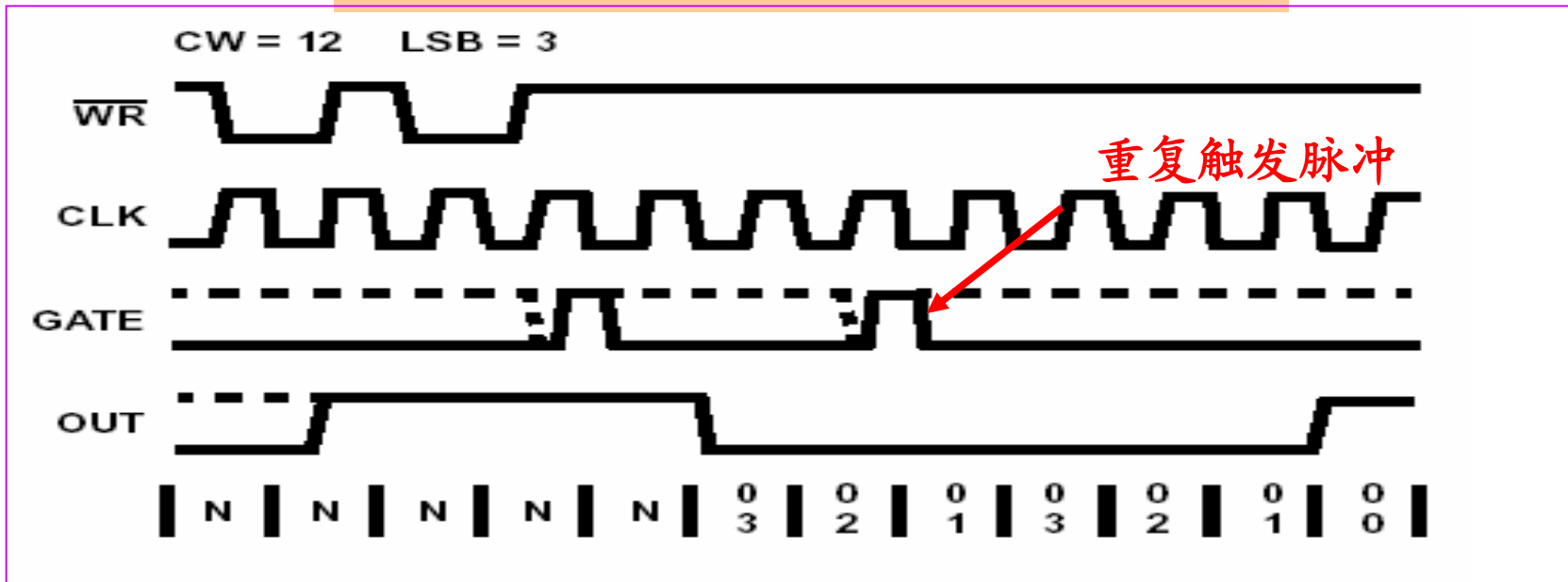
8253工作模式1 (P314)

可编程单脉冲 (可重复触发的单稳态触发器)
----硬件上升边沿启动, 不自动重复。





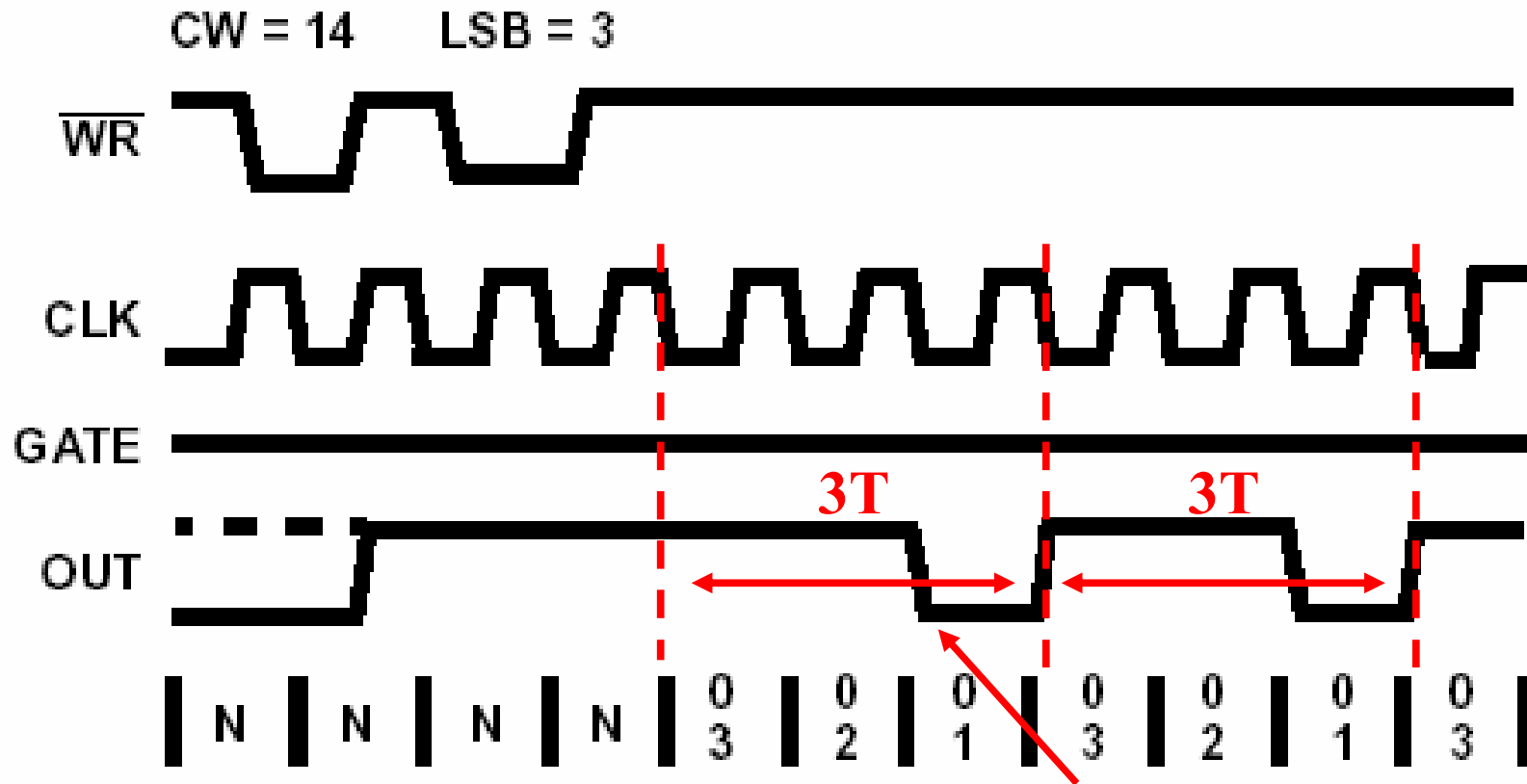
8253工作模式1 — 举例





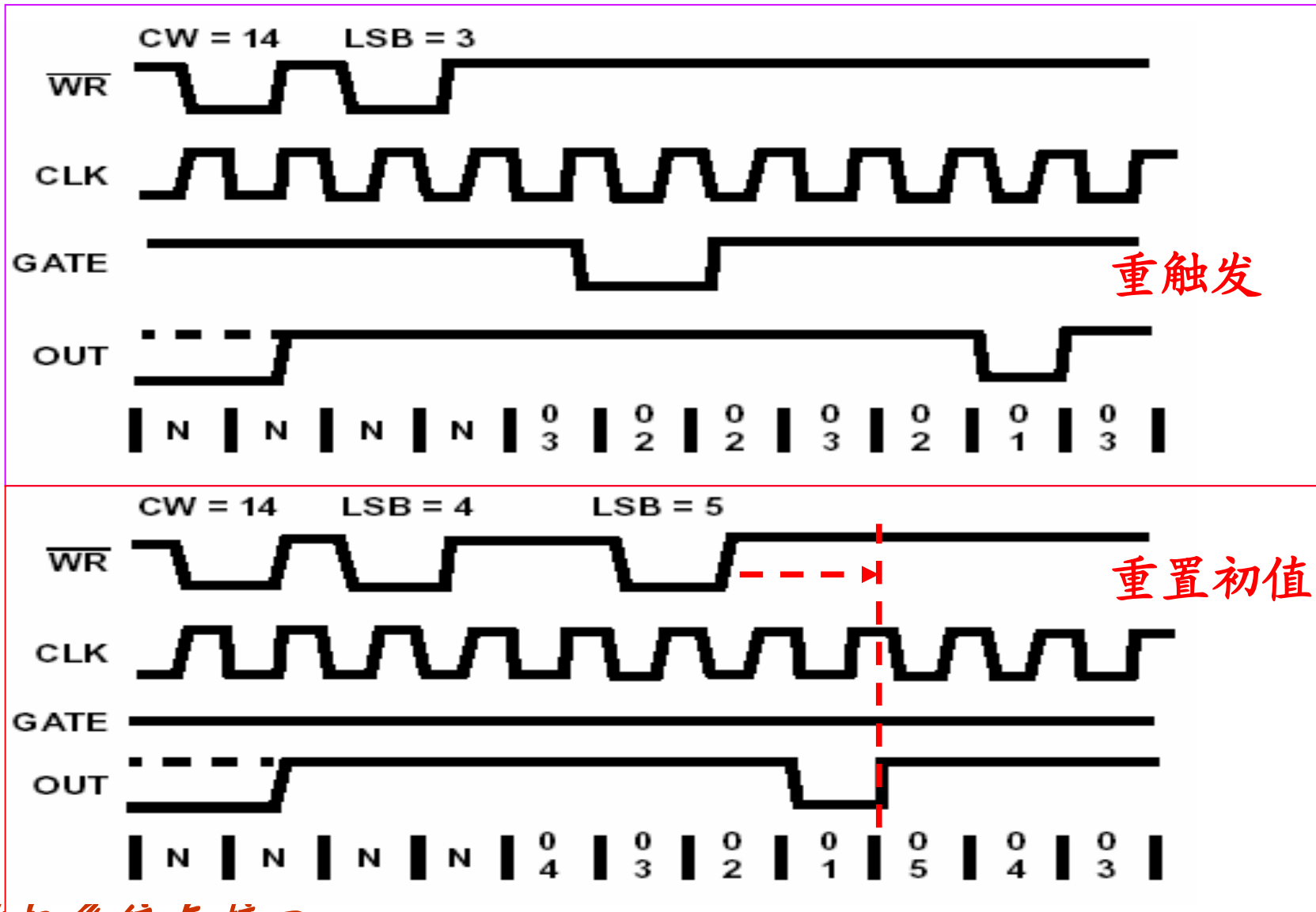
8253工作模式2 (P315)

频率发生器 --可软件设置, 软硬触发, 负脉冲 (一个时钟宽度) 输出。自动重装。





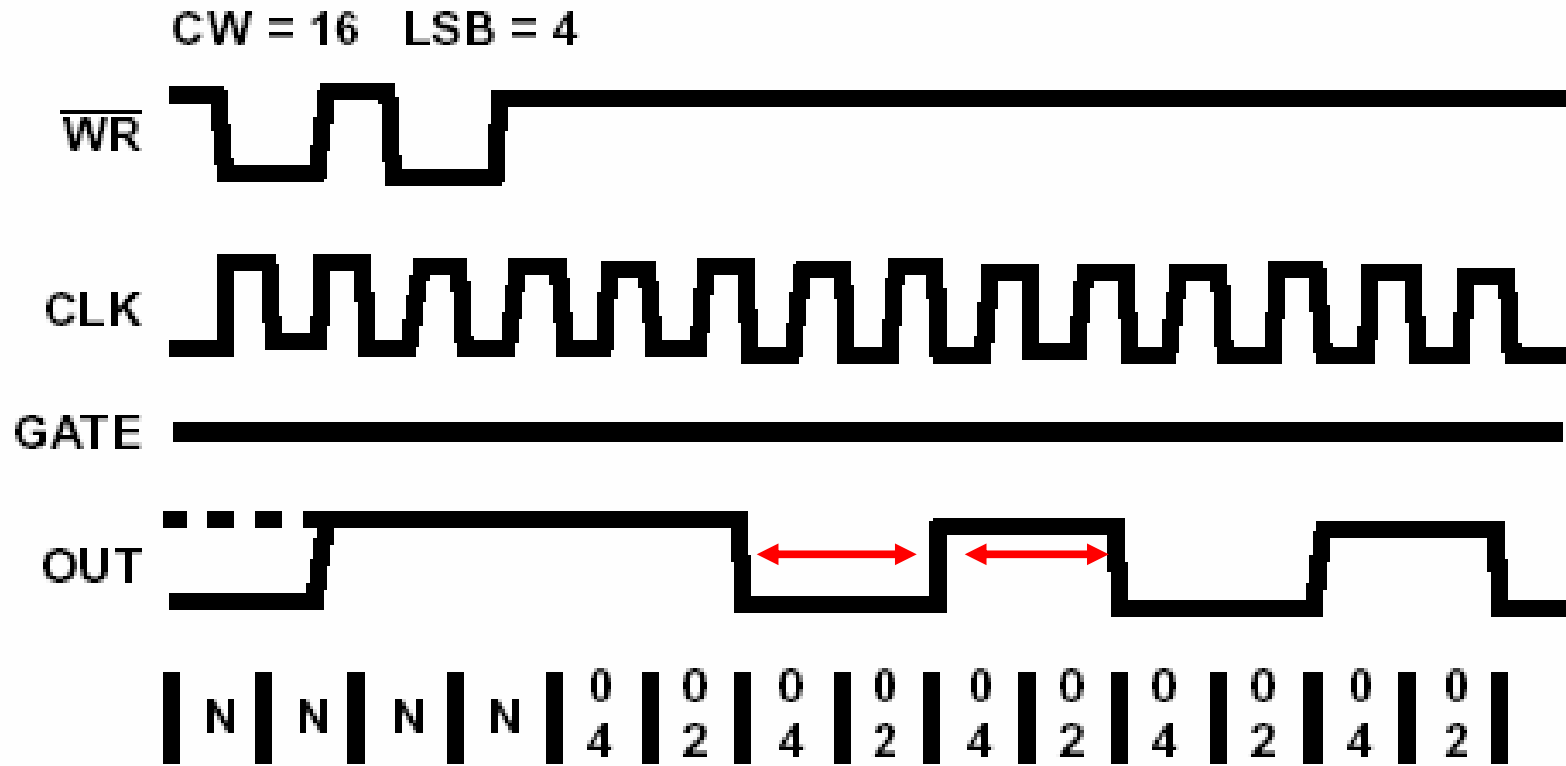
8253工作模式2 — 举例





8253工作模式3

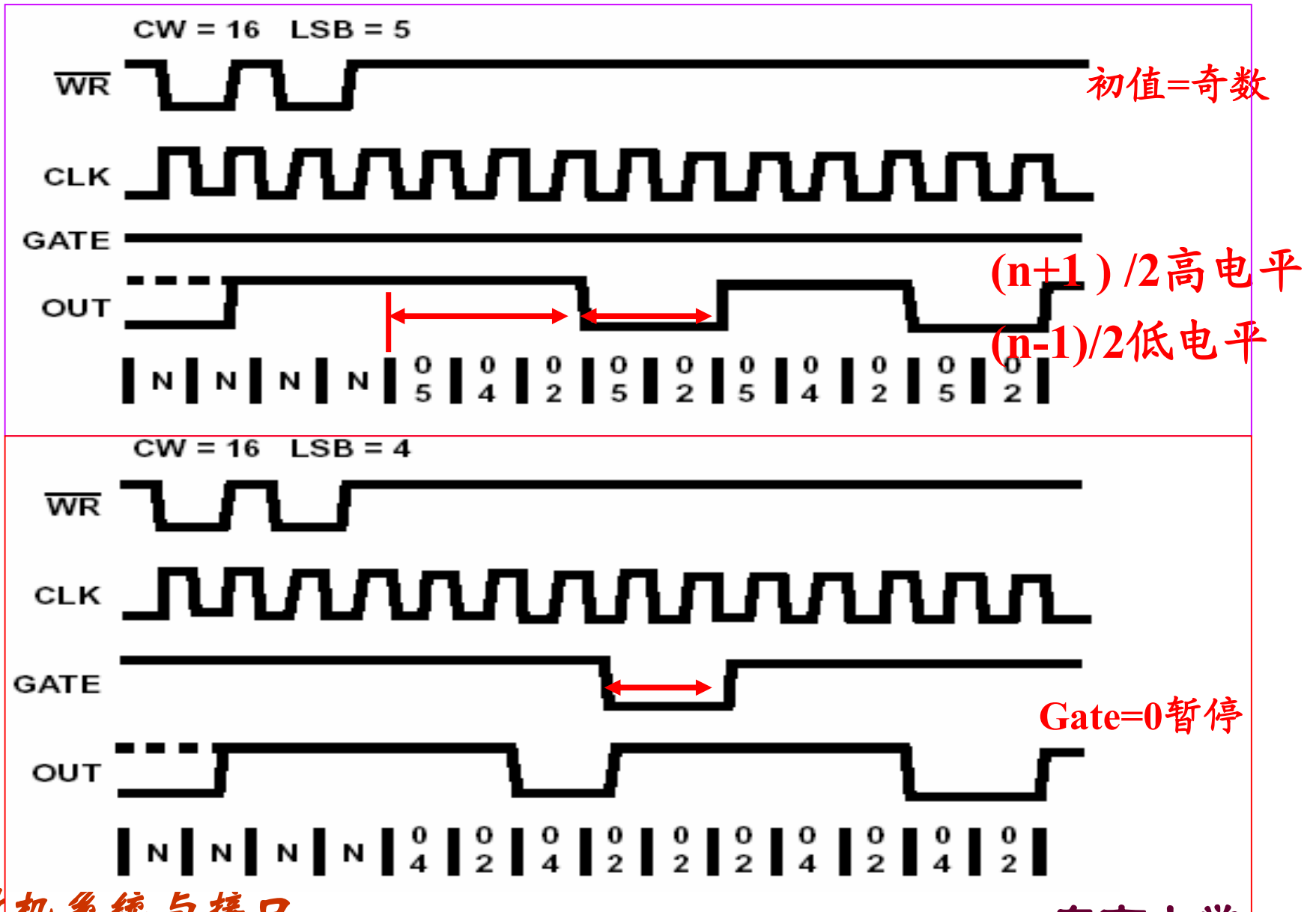
方波发生器 (软硬触发) $n/2$:类似于方式2, 唯一不同的是, 当计数到初值的一半时, 输出变为低, 至计数到零, 输出又变高, 并重新开始计数。 **自动重装**。



微机系统与接口 每个脉冲计数-2, 到0自动重装



8253工作模式3 — 举例

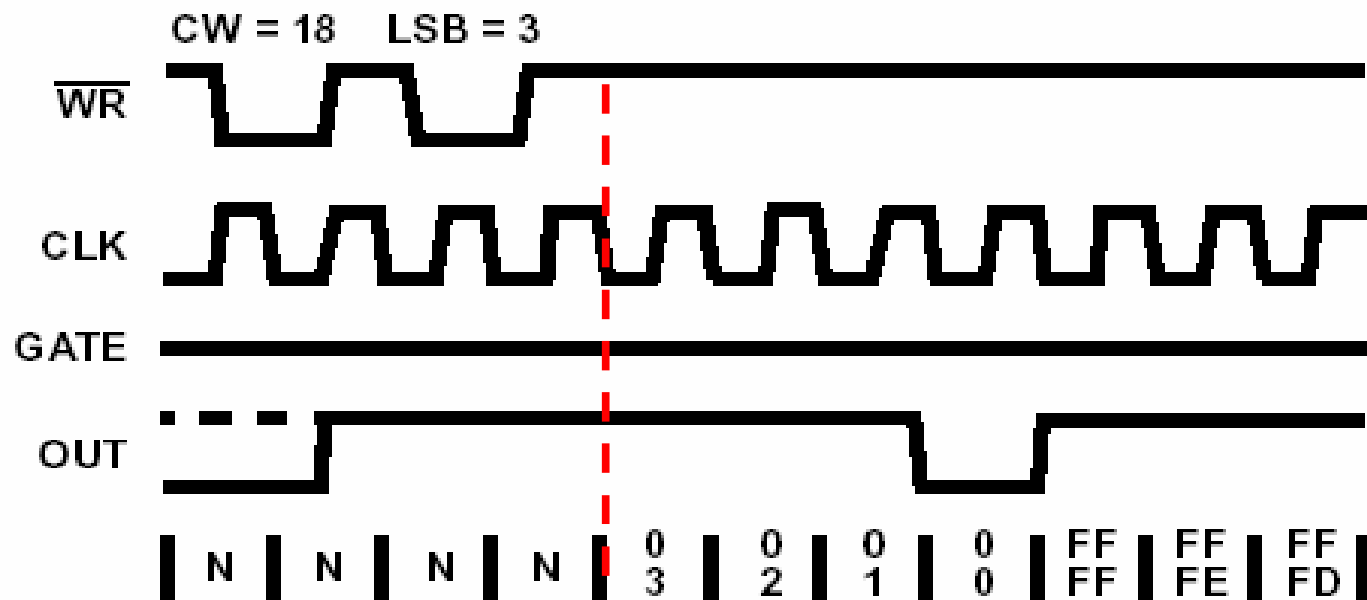




8253工作模式4

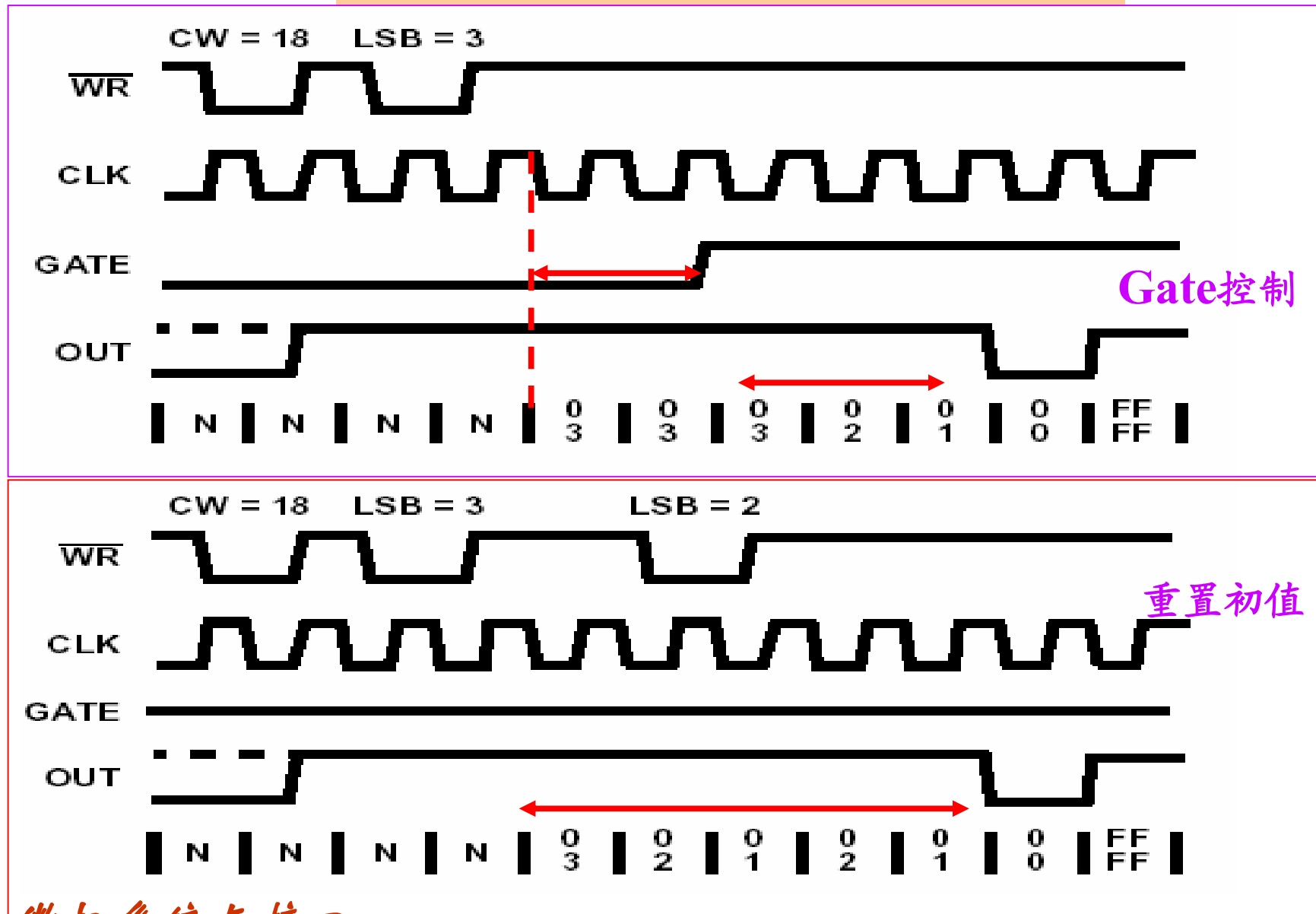
软件触发的选通信号发生器

当写入控制字后，输出为高。写入计数值后立即开始计数（相当于软件启动），当计数到零后，输出变低，经过一个时钟脉冲后，又变为高电平（负脉冲），计数器停止计数。（只计数一次）。GATE=1时，允许计数；计数过程中改变计数初值，则按新计数值重新开始计数





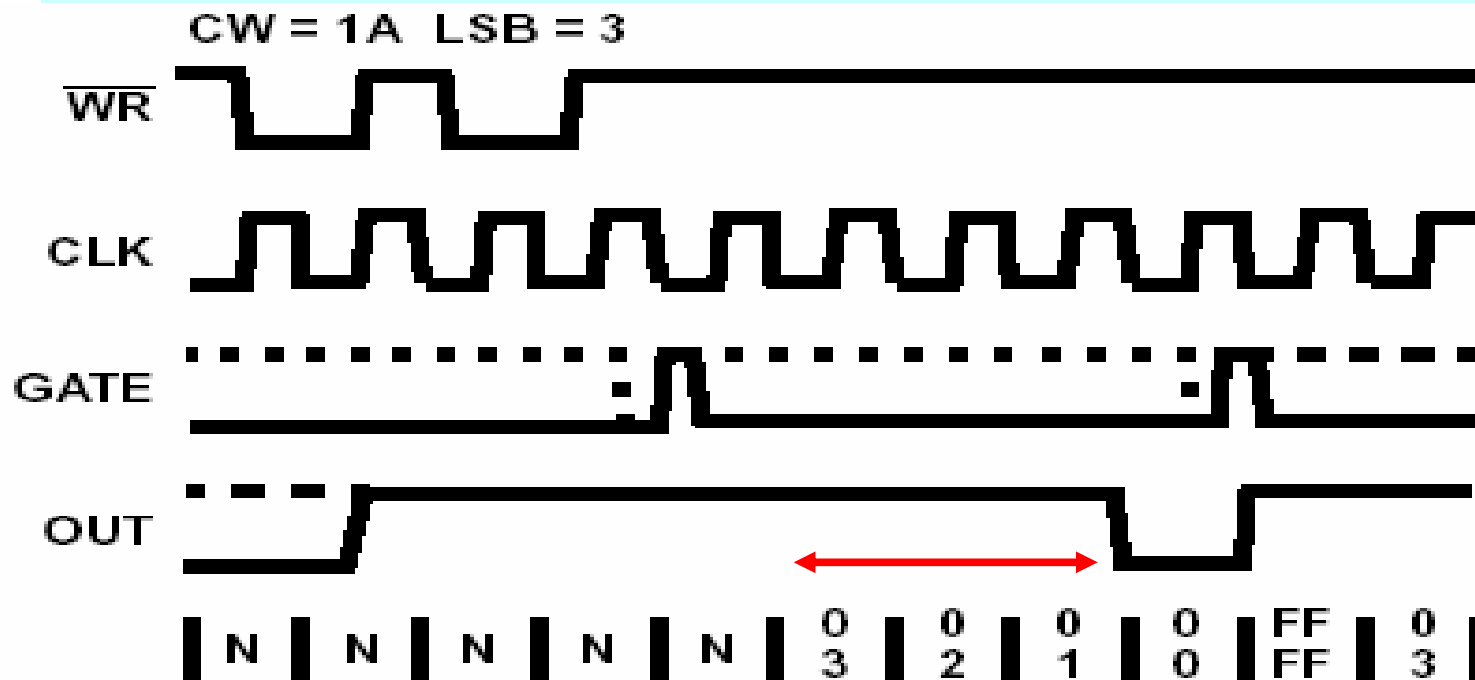
8253工作模式4 — 举例





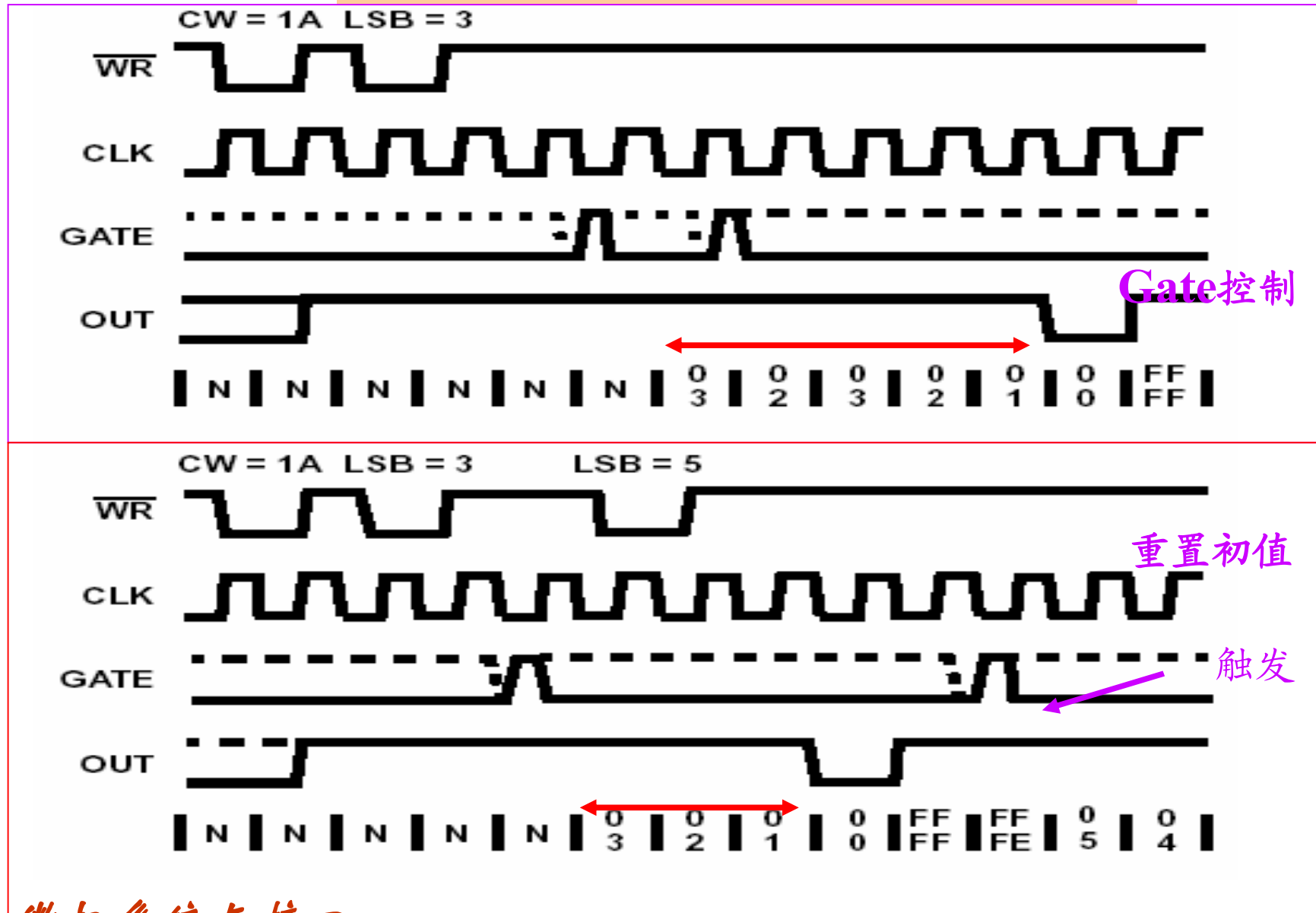
8253工作模式5

硬件触发的选通信号发生器 写入控制字后，输出为高。写入计数初值后并不立即开始计数，而是由GATE信号的脉冲上升沿触发启动。当计数到零后时，输出一个CLK脉冲宽度的负脉冲，输出变高，停止计数。直至下次GATE脉冲的触发才能计数。





8253工作模式5 — 举例



Gate控制

重置初值

触发



8253应用举例——PC/XT用 (P317)

CNT0 40H,

方式3, 日时钟定时

(18.158HZ, IRQ0, CLK=1.19MHZ, 初值N0=0000)

CNT1 41H,

方式2, DRAM刷新 (15 μ s, 初值N0=0018)

CNT2 42H,

方式3, 扬声器发声, 频率1KHZ

(OUT2 与8255 PB1相与后输出, 初值N0=1331)

控制字寄存器 43H



8253应用编程 (P318)

初始化编程。

对8253初始化编程包括二个步骤，写入控制字和写入计数值。

例：PC机BIOS初始化编程 $T=0.840336\mu s(/1.19M)$

MOV AL,36H; 00110110B---CH0 方式3，方波

OUT 43H,AL; 写入控制字寄存器

MOV AL,0; 计数器初值

OUT 40H,AL; 写入初值低位

OUT 40H,AL; 写入初值高位

MOV AL,54H; 01010100B—CH1,方式2,

OUT 43H,AL

MOV AL,18; XT:18---15.1 μs

OUT 41H,AL

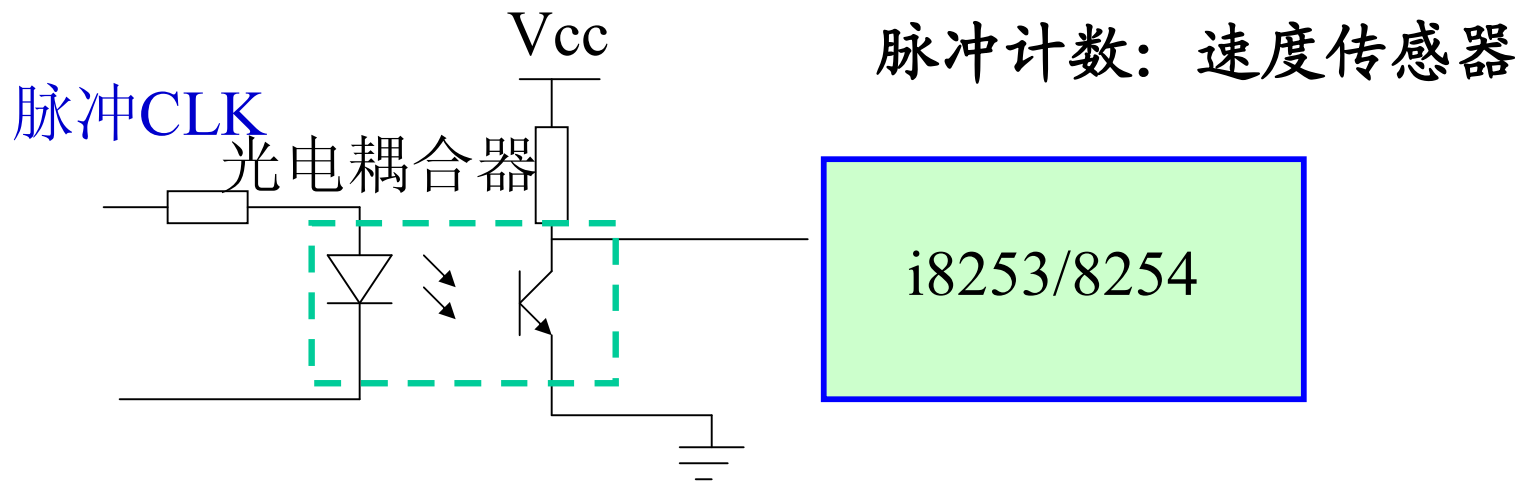


8253应用编程 (续)

```
MOV AL,0B6H;      10110110B—CH2,方式3,方波
OUT 43H,AL
MOV AX,1190      ;1KHz,
OUT 42H,AL
MOV AL,AH
OUT 42H,AL
.....
```



8253应用举例——脉冲计数测速



问题：如何扩大计数/定时范围？

(1) 8253通道级联

(2) 软件计数(定时中断,软件累加或递减)



第五章 数字量输入输出接口

主要内容

- * 接口基本概念
- * 接口电路（芯片）、端口地址
- * 数据传送方式
- * 总线及其接口
- * 中断电路及其处理
- * 定时/计数器电路与应用
- * 并行接口电路与应用
- * 串行接口电路与应用
- * DMA电路与应用

数据传送



CPU（总线）与外设间的数据传送方式

一、~~无条件传送方式~~

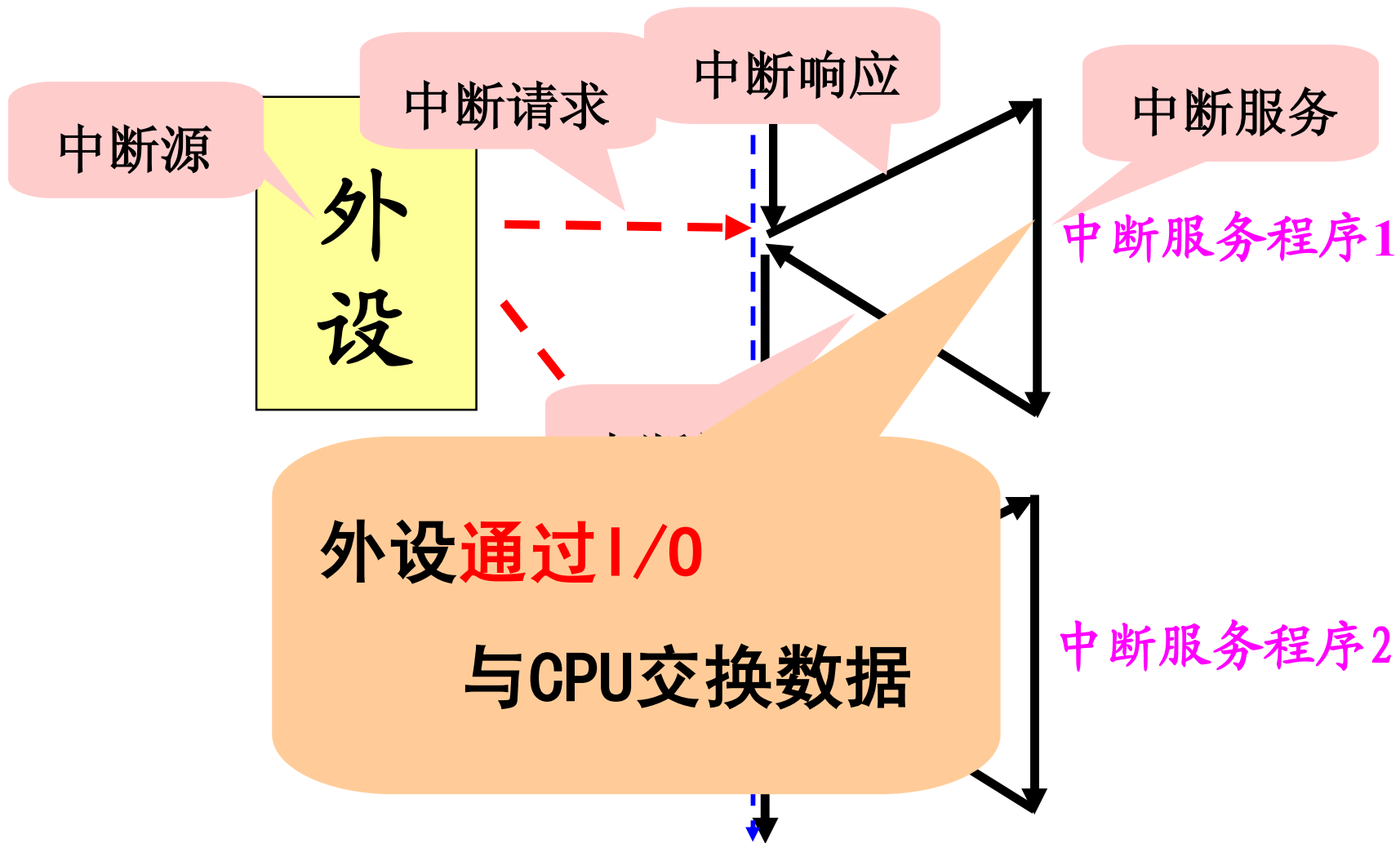
二、条件传送方式（查询方式）

三、中断传送方式

四、DMA传送方式（**D**irect **M**emory **A**ccess）



回顾中断实现过程





回顾中断传送方式的特点

CPU和外设大部分时间处在并行工作状态，
只在CPU响应外设的中断申请后，
进入I/O数据传送的过程

这一I/O数据传送过程8259中断控制器无法完成
需要并行/串行接口电路来完成
基本的I/O数据传送过程称为通信

学习并行/串行接口电路，抓住：

- ① I/O数据传送——通信
- ② 查询、中断数据传送方式

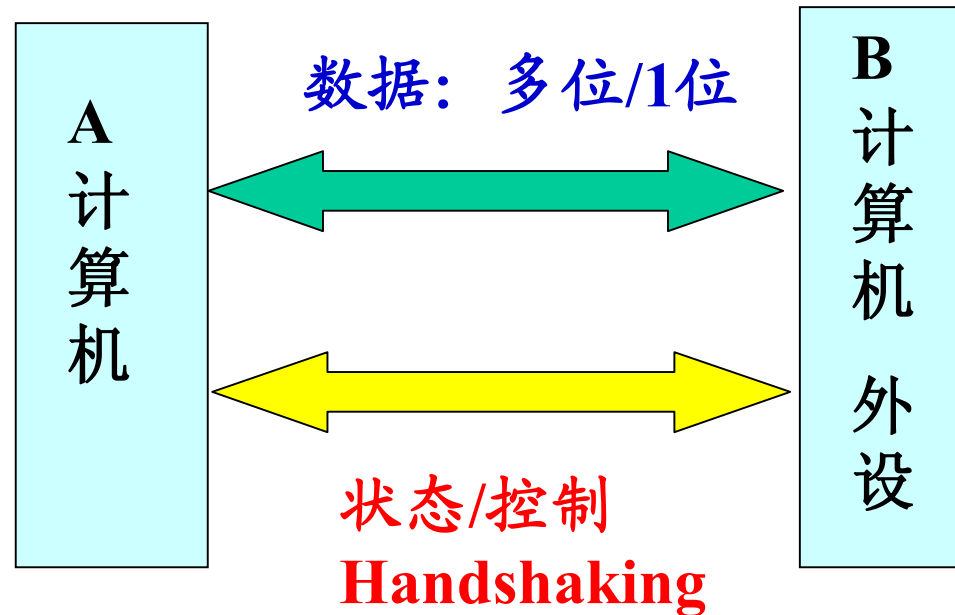


数据传送——通信的基本概念

通信（数据传送）

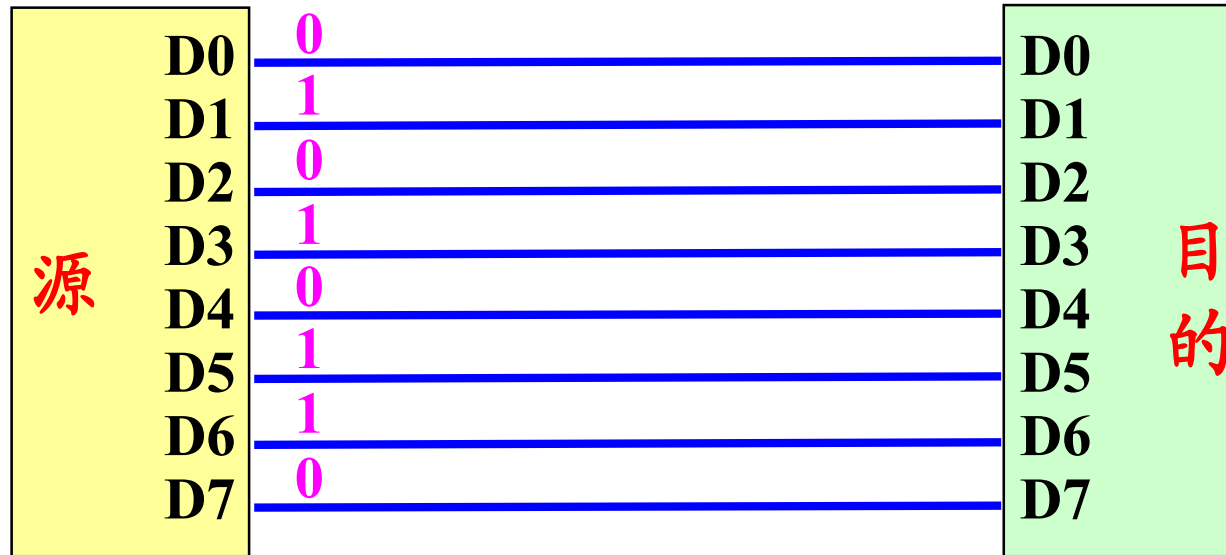
指计算机与外设、计算机与计算机间的信息交换

通信的基本方法：**并行通信和串行通信**





并行通信

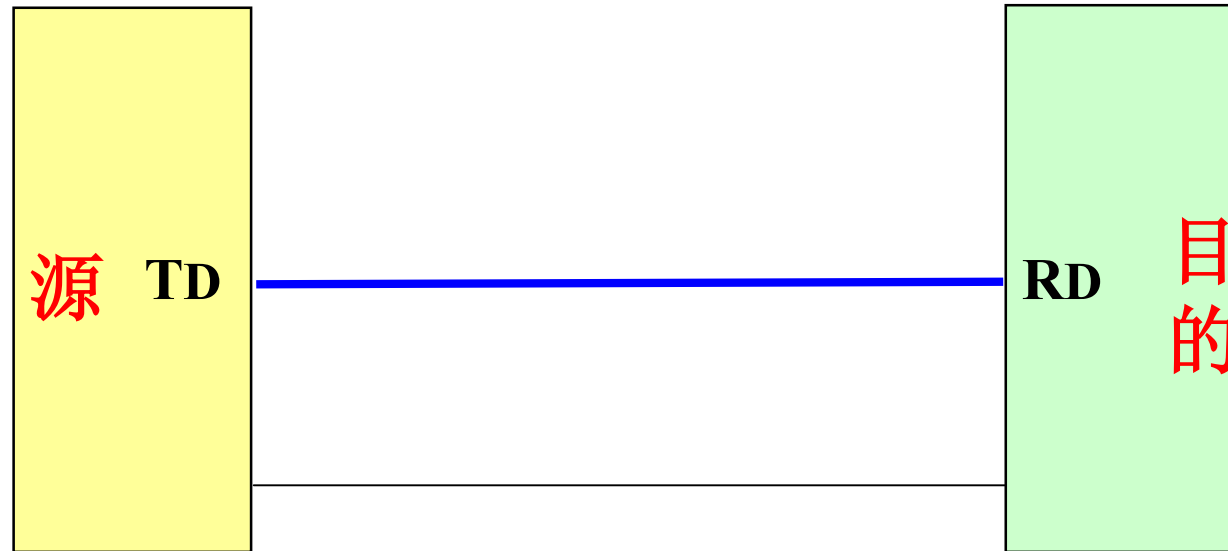


将数据的各位**同时**在**多根并行传输线**上进行传输。
数据的各位同时由源到达目的地

多根数据线：**速度快**但**线路费用高**（**空间**↑**时间**↓）
→ **并行通信**适于**短距离**、**高速通信**



串行通信



将数据的各位按时间顺序依次在一根传输线上传输。
数据的各位依次由源到达目的地

数据线少：速度慢但线路费用低（空间↓时间↑）
→ 串行通信适于长距离、中低速通信



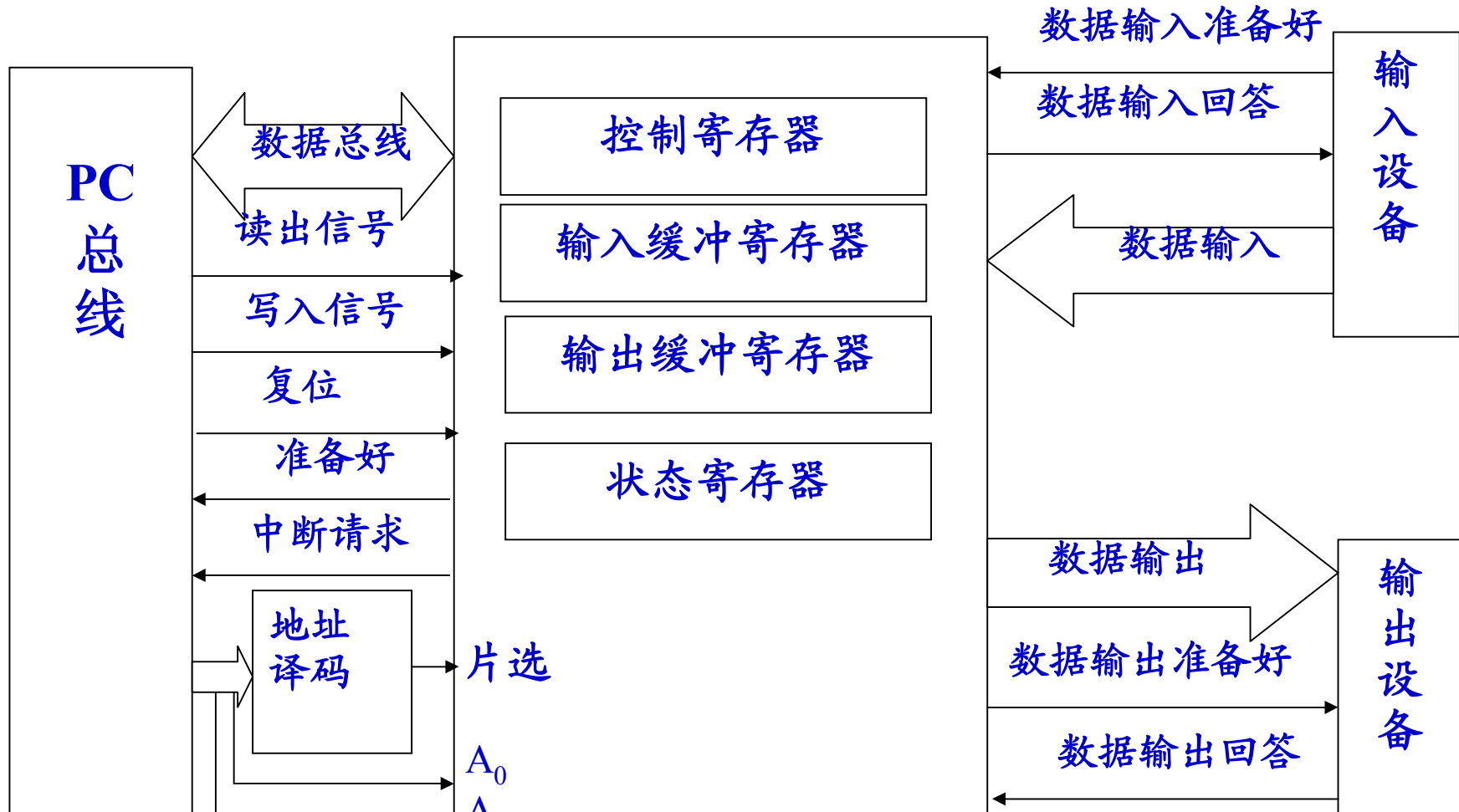
第五章 数字量输入输出接口

主要内容

- * 接口基本概念
- * 接口电路（芯片）、端口地址
- * 数据传送方式
- * 总线及其接口
- * 中断电路及其处理
- * 定时/计数器电路与应用
- * 并行接口电路与应用
- * 串行接口电路与应用
- * DMA电路与应用



并行接口与外设连接示意图



输出过程: PIO Ready (数据输出缓冲器空) - CPU WR; Strobe (锁存) / Output Ready 当外设接收一个数据 ACK, 通知接口准备下一次输出数据

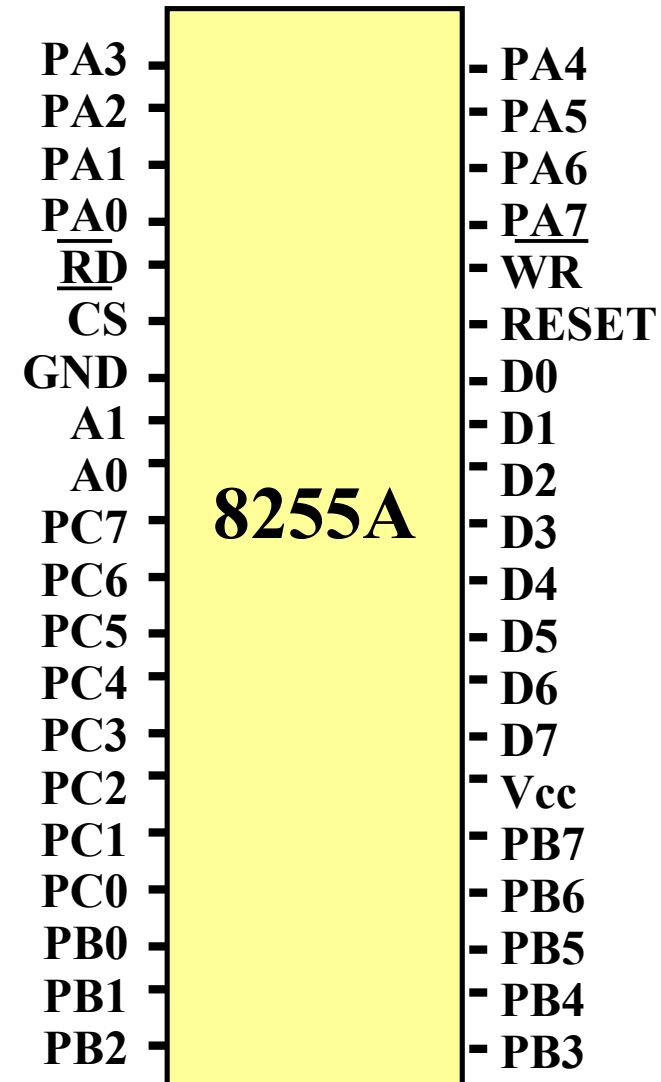


可编程并行接口 i8255A(P281)

Programmable Peripheral Interface

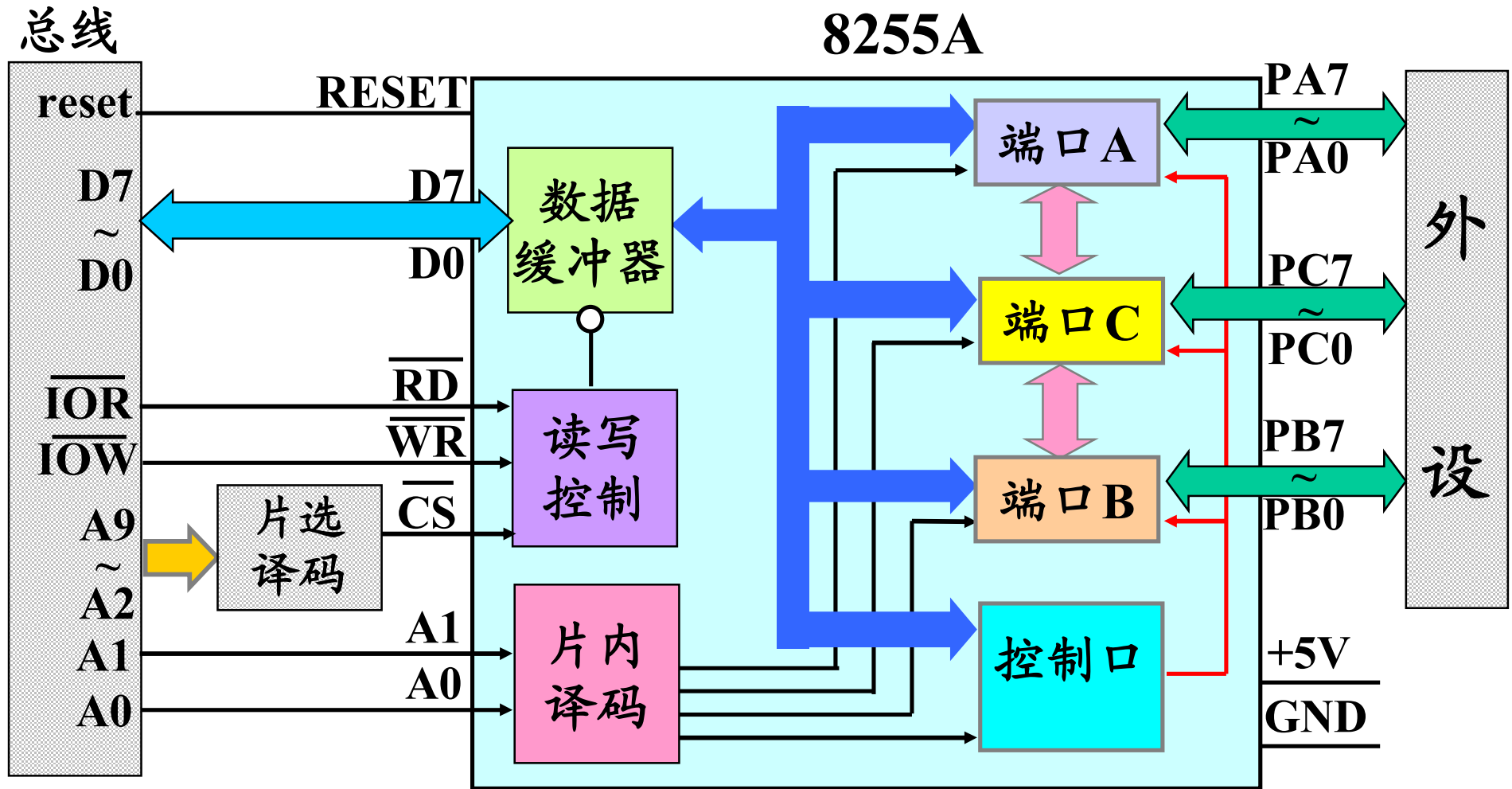
三个可独立寻址的8
位数据端口：A、B、C

三个端口可分A、B组
控制；



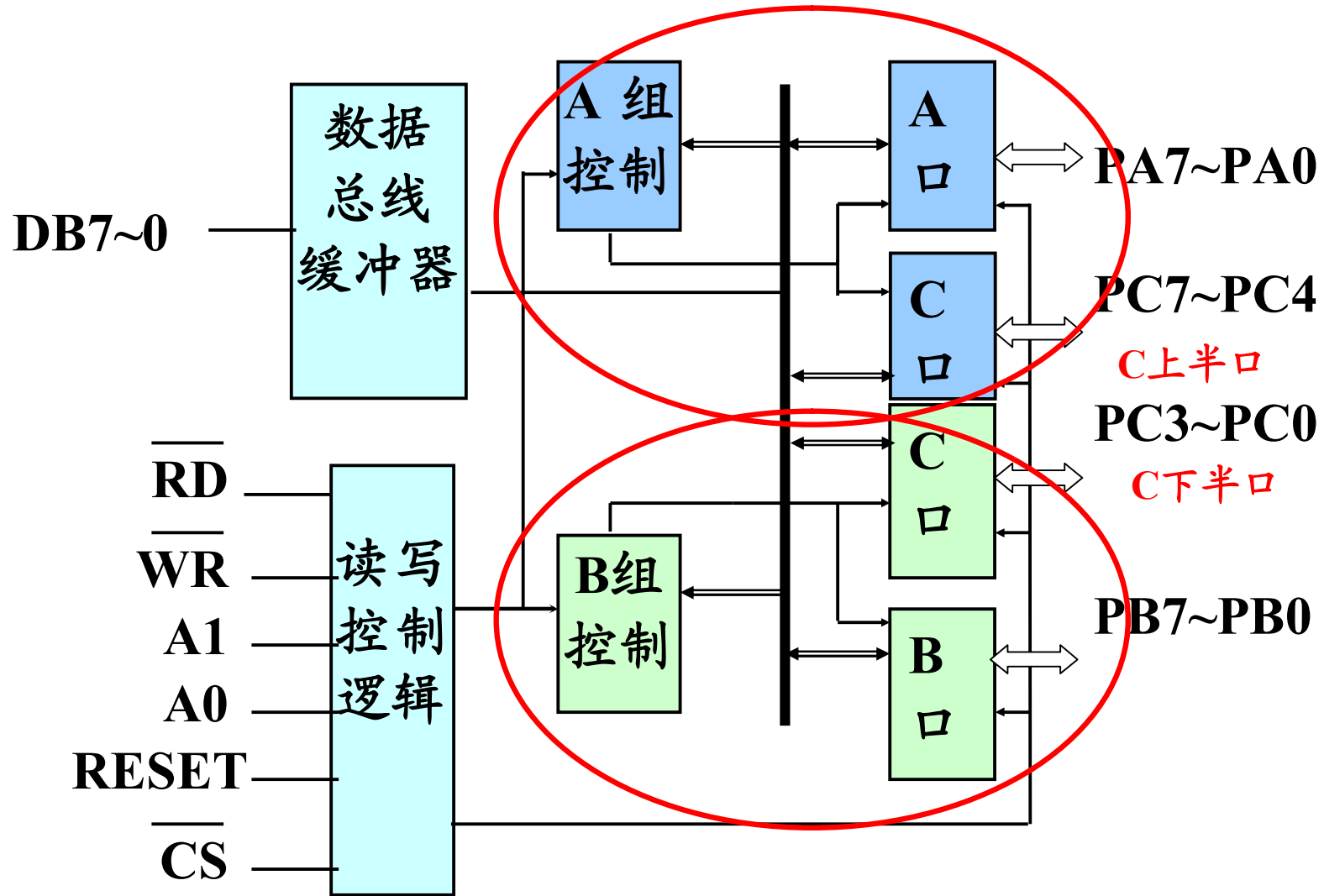


8255内部结构与外部接线图





8255内部结构 - C口分上(PC7~4)下(PC3~0)





8255内部三组端口可编程特性

- (1) **三个数据端口A、B、C**每个端口均为8位，可选输入或输出操作。
- (2) **端口A和B**：各有一个8位数据输入锁存/缓冲器和一个8位数据输出锁存器。
- (3) **端口C**：一个8位数据输入缓冲器（没有锁存）和一个8位数据输出锁存/缓冲器。可分为两个4位端口使用或用作控制或状态信息端口，依工作方式而定。
- (4) **A组、B组控制电路**内有控制寄存器接受CPU输出的命令字，决定各自的工作方式及对端口C的按位置位或复位操作。



由 \overline{CS} 、A1、A0、 \overline{RD} 、 \overline{WR} 引脚的不同组合，实现各种不同的功能。（教材P322表5.8）

\overline{CS}	A1	A0	\overline{RD}	\overline{WR}	功 能	
0	0	0	0	1	对端口 A 读	输 入
0	0	1	0	1	对端口 B 读	
0	1	0	0	1	对端口 C 读	
0	1	1	0	1	非法: 控制端口不可读	
0	0	0	1	0	对端口 A 写	输 出
0	0	1	1	0	对端口 B 写	
0	1	0	1	0	对端口 C 写	
0	1	1	1	0	控制端口 写	
1	×	×	×	×	数据缓冲器为三态	断 开
×	×	×	1	1		



8255编程——1个控制端口，2个控制字

8255主控制字

1	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
标识位	A组: 00-方式0; 01-方式1; 1X-方式2		A口: 0-出 1-入	C上 半口 0-出 1-入	B组: 0-方式 0;1-方 式1	B口: 0-出 1-入	C下 半口: 0-出 1-入

C口位控控制字

0	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
标识位	X	X	X	位选择: 000~111--Bit0~Bit7			1-置位; 0-复位



方式0 基本的输入输出

基本I/O功能

输入、输出；

输入不锁存，输出锁存；

用查询方式，A、B作数据口，C作控制状态口

注：此时，对C口各位无特定要求



方式1 选通的输入输出

一个输入/输出端口

包括8位数据端口（A口或B口）

和3位控制线（借助C口的3位）

注：对C口各位有严格定义

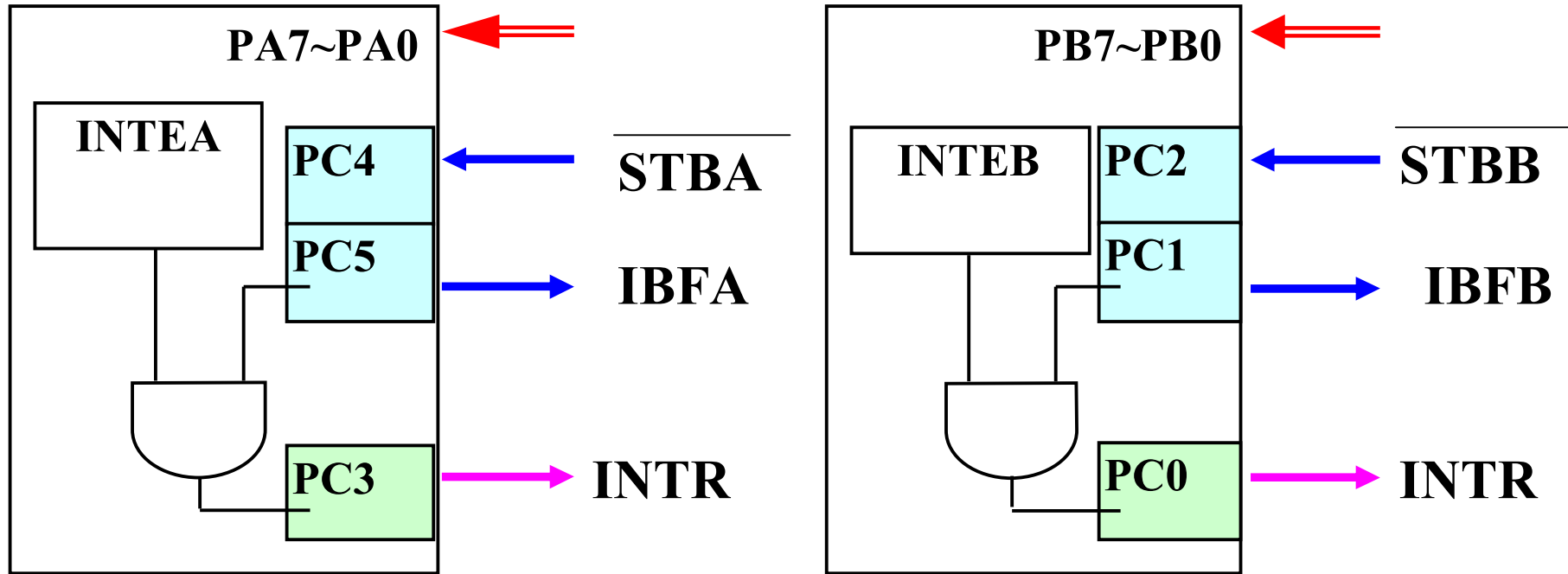
在方式1下工作（查询或中断方式）：

A口和B口可作输入或输出

注：C口余二位作I/O（方式0），均锁存



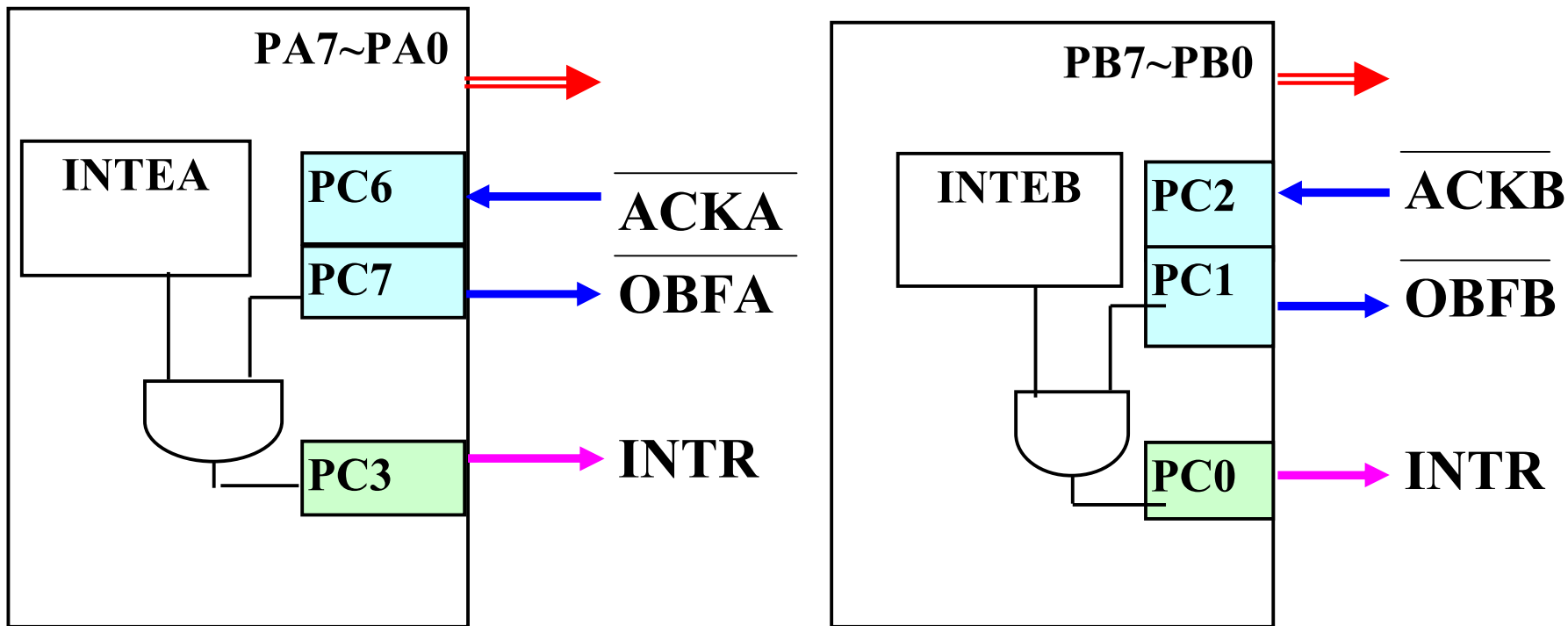
方式1输入



STB—选通输入，使数据送入输入锁存器 STROBE
 IBF—输入缓冲器满 INPUT BUFFER FULL
 INTR— STB=1, IBF=1, INTE=1 则 INTR=1, RD清 INTR
 INTEA=1 中断允许 (用位控方式写 PC4=1, P324-5)
 INTEB=1 中断允许 (用位控方式写 PC2=1, P324-5)



方式1输出



$\overline{\text{OBF}}$ — 输出缓冲器满，ACK使 $\text{OBF}=1$

$\overline{\text{ACK}}$ — 外设收到数据信号

$\text{INTEA}=1$ 中断允许 (用位控方式写 $\text{PC6}=1$ ，P325-6)

$\text{INTEB}=1$ 中断允许 (用位控方式写 $\text{PC2}=1$ ，P325-6)



8255控制字举例（对照P323控制字）

A口输入，B口输出，
C口上半口输入，下半口输出，
方式0

1	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
标识位	A组: 00-方式0; 01-方式1; 1X-方式2		A口: 0-出 1-入	C 上 半口 0-出 1-入	B组: 0-方式 0;1-方 式 1	B口: 0-出 1-入	C 下 半口: 0-出 1-入

控制字: **10011000=98H**

片选地址 280H~283H

```
MOV DX, 283H
```

```
MOV AL, 98H
```

```
OUT DX, AL
```




8255A的C口位控操作例

设8255A控制端口地址为283H
端口C的PC₇=1, 控制字为0000**1111**B, 即0FH;
而要使PC₃=0, 则控制字为0000**0110**B, 即06H。

0	D	D	D	D3	D2	D1	D0
	6	5	4				
标识位	X	X	X	位选择: 000~111--Bit0~Bit7			1-置位; 0-复位

程序:

```

MOV AL, 0FH      ; 置PC7=1的控制字
MOV DX, 0283H   ; 控制端口地址
OUT DX, AL      ; 置PC7=1
MOV AL, 06H     ; 置PC3=0的控制字
OUT DX, AL     ; 置PC3=0

```

德



8255A应用举例（一）

PC/XT中8255A在系统板上连接（P327图5.50）：

方式0----检测系统配置、状态，键盘

A口 60H，输入，部件测试码或键盘扫描码

B口 61H，输出，-允许键盘工作/+清除键盘数据，

-键盘CLK低，-允许I/OCH校验，-允许 RAM奇偶校验，

DIP入,N,+扬声器发声,+定时器2门控

C口 62H，输入，RAM校验状态，I/OCH，测T2出，

测扬声器状态，（PC3~0：入DIP开关，

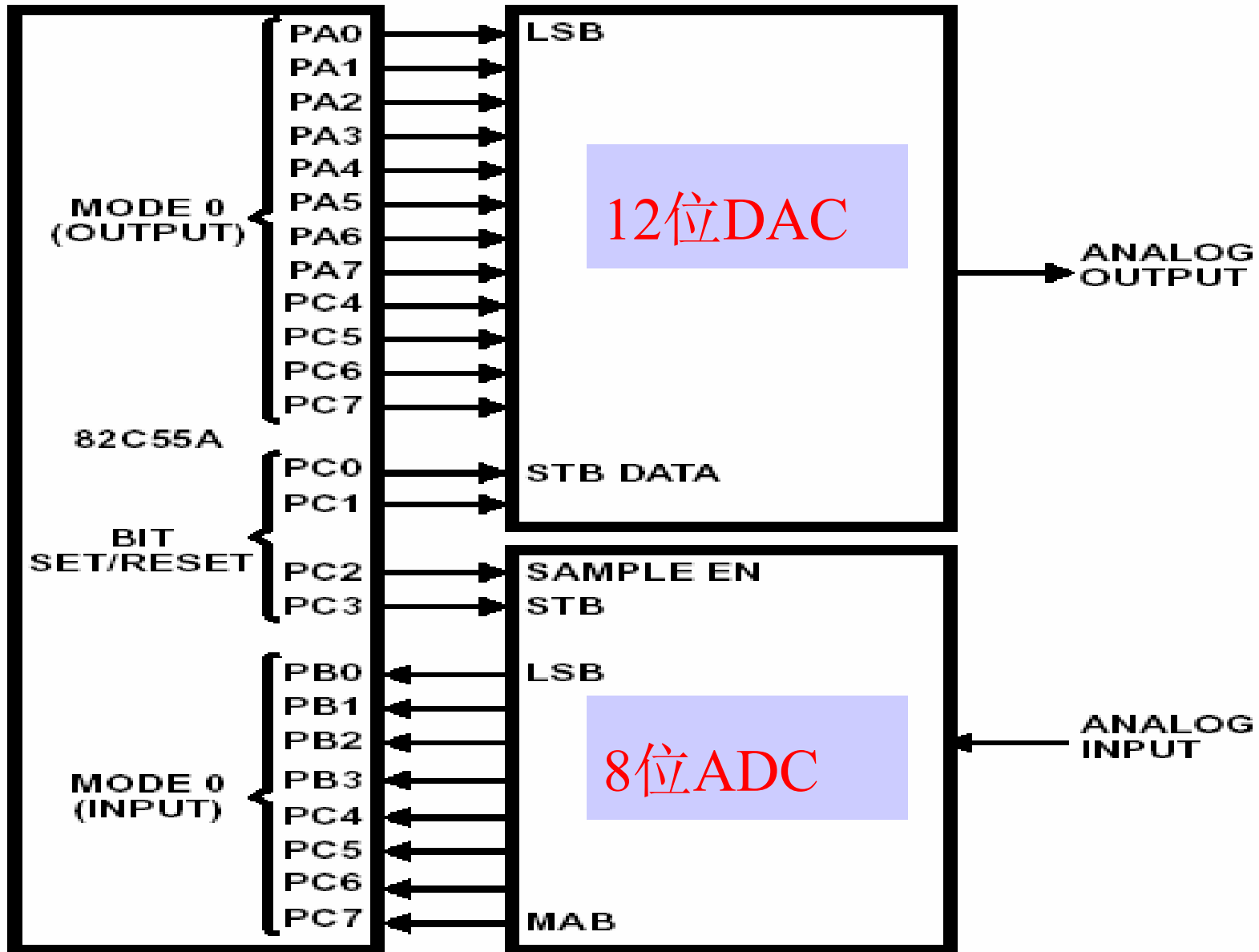
PB3=1时输入5-8，PB3=0 G有效，输入1-4）

控制R：63H 自检A口输出：10001001B，

完成自检后A口输入：10011001B，



8255A应用举例 (二)





并行通信小结

- 1、数据的各位**同时**在**多根并行传输线**上进行传输。
多根数据线 → **距离短、线路费用高**
(**空间↑ 时间↓**)
- 2、并行通信适于**短距离、高速**通信;
- 3、并行接口芯片8255A:
A、B、C口;
分A、B组控制
工作方式0、1、2

长距离通信 → 串行通信



数字输入输出应用注意

工业应用（控制开关、继电器等）时注意：

1、电气隔离

光电耦合器—PHOTO-COUPLER

2、功率驱动

3、抗干扰



生产过程微机控制系统结构

