



第9章 可编程接口芯片

- 9.1 并行接口与可编程并行接口**8255A**及其应用
- 9.2 可编程定时/计数器**8253**及其应用
- 9.3 串行通信



9.1 并行接口与可编程并行接口芯片8255A及其应用

并行接口分为**硬件连接接口**和**可编程接口**。

硬件接口的工作方式及功能用硬件连接设定；

可编程接口的工作方式及功能用软件编程方法改变。

目前大多数微机系统中的并行接口都是可编程的并行接口。

9.1 并行接口与可编程并行接口芯片8255A及其应用

一、并行接口的特点、功能与分类

1、并行接口的特点：

(1) 在多条数据线上以数据字节为单位与外部设备或被控对象传送信息。如打印机接口、A/D、D/A转换器接口等。

注意：并行接口的“并行”指接口与外部设备或被控对象一侧的并行数据线。

(2) 除了并行数据线外，至少还要设置两条握手信号线。握手信号线可以是固定的也可以是通过软件编程指定的。

(3) 并行接口中的8位或16位是一起行动的，即使只用到其中的一位，也是一次输入/输出8位或16位。

(4) 传送的信息不要求固定的格式。

9.1 并行接口与可编程并行接口芯片8255A及其应用

典型的并行接口电路图

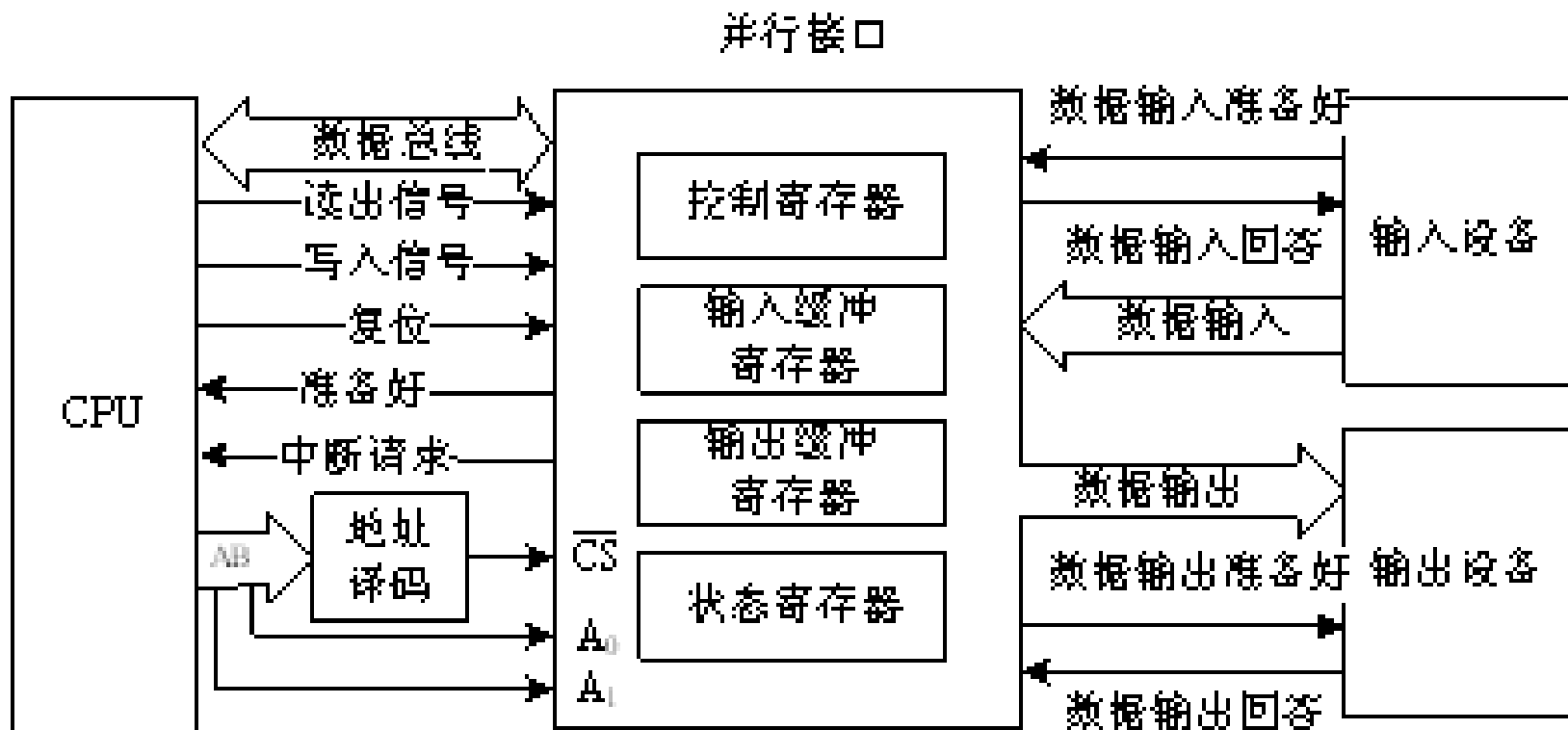


图9.1 并行接口电路示意图

9.1 并行接口与可编程并行接口芯片8255A及其应用

二、8255A的内部结构和引脚

1. 8255A的内部结构

8255A的内部结构
数据端口、
组控制电路、
数据总线缓冲器、
读/写控制逻辑

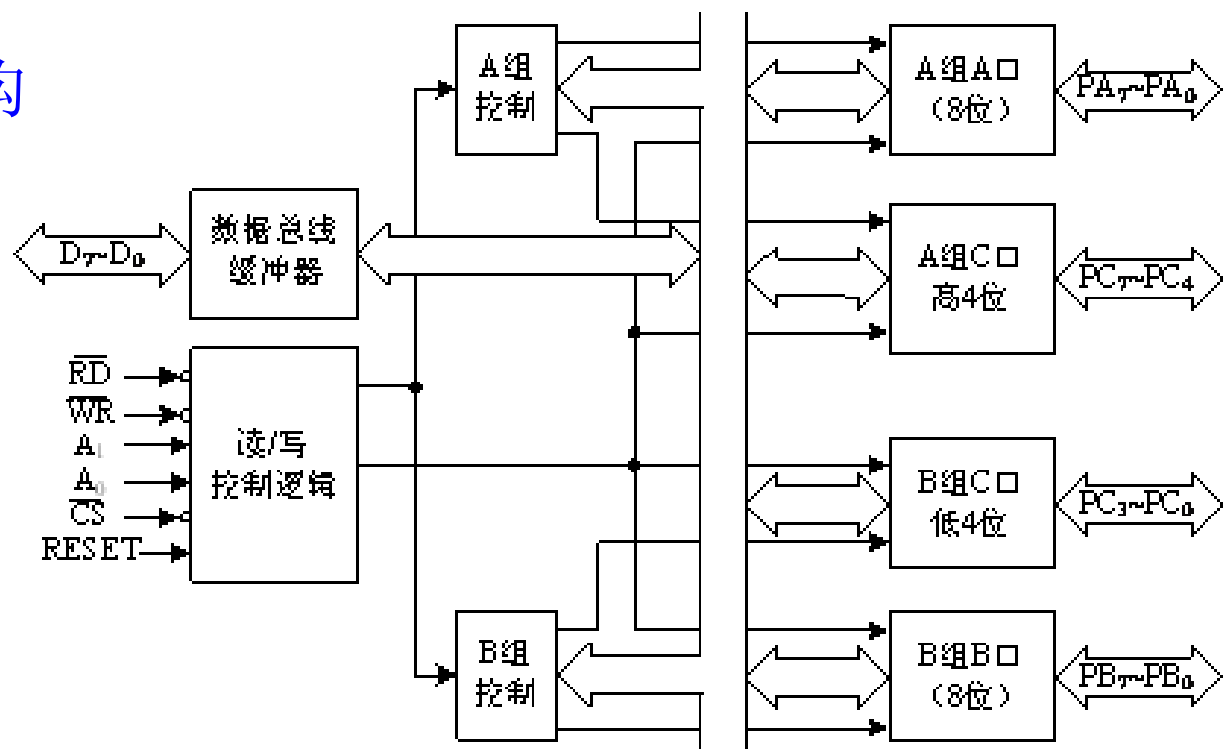


图9.2 8255A的内部结构图



9.1 并行接口与可编程并行接口芯片8255A及其应用

(1) 数据端口

8255A有3个8位的数据端口：端口A、端口B、端口C。

- ✓ 端口A：有1个8位数据输入锁存器、1个8位数据输出锁存器/缓冲器，端口A用在数据双向传输的场合；
- ✓ 端口B：有一个8位数据输入缓冲器、一个8位数据输出锁存器/缓冲器。
- ✓ 端口C：有一个8位数据输入缓冲器、一个8位数据输出锁存器/缓冲器。可作为8位I/O端口使用，也可分成两个4位I/O端口使用，还可以定义为控制、状态端口，配合端口A和端口B工作。



9.1 并行接口与可编程并行接口芯片8255A及其应用

(2) A组和B组控制部件

A组控制电路（包括端口A及端口C的高4位）

B组控制电路（包括端口B及端口C的低4位）

主要的两个功能：

- 接收来自芯片内部数据总线上的控制字，决定两组端口的工作方式或者是实现对端口C的按位置/复位操作；
- 二是接收来自读/写控制逻辑电路的读/写命令，产生相应的读/写操作。

9.1 并行接口与可编程并行接口芯片8255A及其应用

(3) 数据总线缓冲器

双向、三态的8位数据缓冲器，实现8255A与系统数据总线的连接。所有输入数据、输出数据、CPU发给8255A的控制字以及8255A的状态信息等都是通过该部件进行传送。

(4) 读/写控制逻辑

完成对8255A内部3个数据端口和一个控制端口的译码

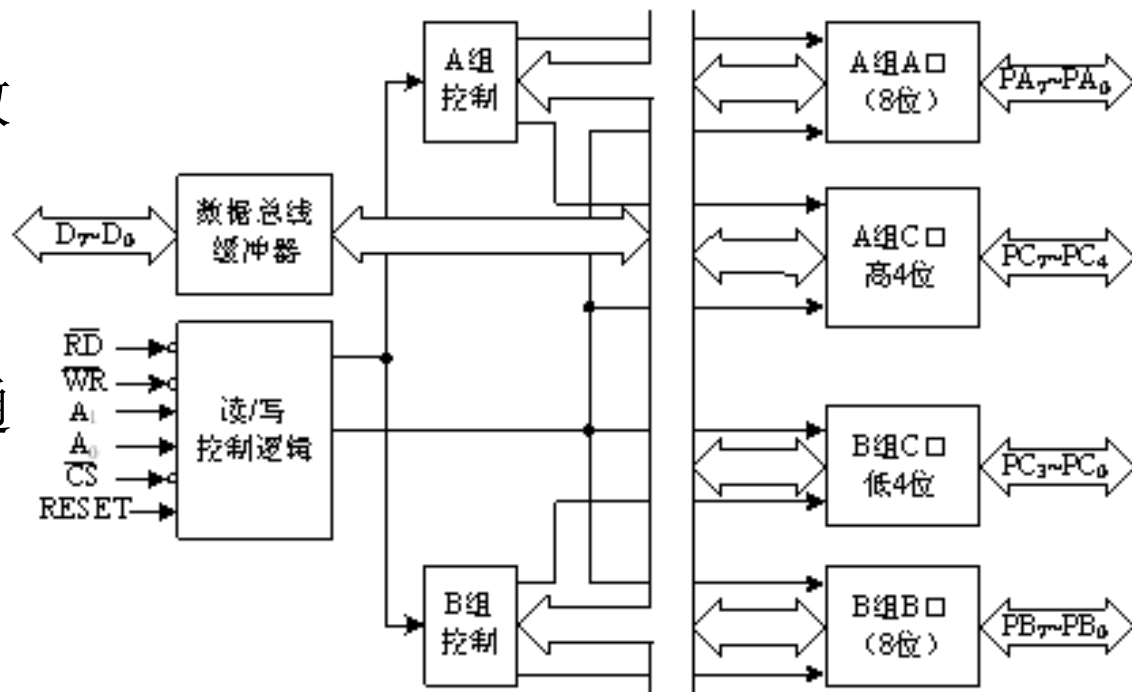


图9.2 8255A的内部结构图

9.1 并行接口与可编程并行接口芯片8255A及其应用

2. 8255A的引脚功能

8255A采用NMOS工艺，单一+5V电源，40引脚双列直插式封装

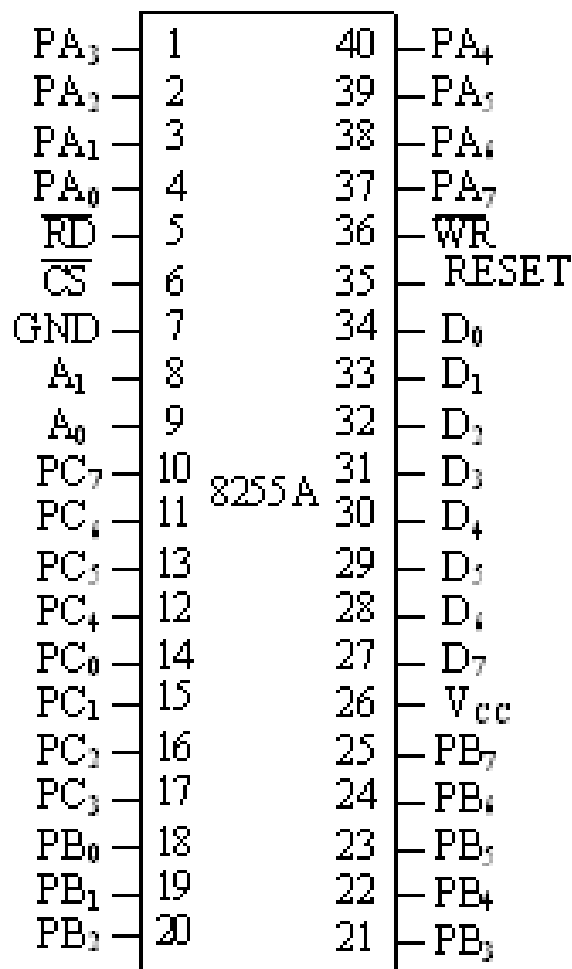


图9.3 8255A的引脚图

9.1 并行接口与可编程并行接口芯片8255A及其应用

$PA_0 \sim PA_7$: 端口A的数据输入/输出引脚, 与外设相连。

$PB_0 \sim PB_7$: 端口B的数据输入/输出引脚, 与外设相连。

$PC_0 \sim PC_7$: 端口C的数据输入/输出引脚, 与外设相连。

$D_7 \sim D_0$: 双向、三态数据线。CPU向8255A发送命令、数据, 8255A向CPU回送状态、数据。

\overline{RD} : 读信号。低电平有效时, CPU从8255A端口中读取数据或状态信息。

\overline{WR} : 写信号。低电平有效时, CPU向8255A发送数据或控制命令。

RESET: 复位信号。高电平有效时, 8255A内部的所有寄存器被清零, A、B、C三个端口均被设置为输入方式。

\overline{CS} : 片选信号。低电平有效时, 才能对8255A进行读/写操作。该片选信号通常由系统地址总线经过地址译码器译码产生。

A_1 、 A_0 : 芯片内部端口地址线, 通常与系统地址总线低位相连

9.1 并行接口与可编程并行接口芯片8255A及其应用

A_1A_0 编码用于选择内部端口，和 \overline{CS} 及 \overline{RD} 、 \overline{WR} 完成对8255A的基本操作，具体如表9-1：

表 9-1 8255A 端口地址选择及基本操作

\overline{CS}	A_1	A_0	\overline{RD}	\overline{WR}	操作	内容
0	0	0	0	1	读 A 口	数据
0	0	1	0	1	读 B 口	数据
0	1	0	0	1	读 C 口	数据
0	0	0	1	0	写 A 口	数据
0	0	1	1	0	写 B 口	数据
0	1	0	1	0	写 C 口	数据
0	1	1	1	0	写控制寄存器	控制字
1	×	×	×	×	无操作，总线悬浮（三态）	

9.1 并行接口与可编程并行接口芯片8255A及其应用

A_1A_0 编码用于选择内部端口，和 \overline{CS} 及 \overline{RD} 、 \overline{WR} 完成对8255A的基本操作，具体如表9-1：

表 9-1 8255A 端口地址选择及基本操作

\overline{CS}	A_1	A_0	\overline{RD}	\overline{WR}	操作	内容
0	0	0	0	1	读 A 口	数据
0	0	1	0	1	读 B 口	数据
0	1	0	0	1	读 C 口	数据
0	0	0	1	0	写 A 口	数据
0	0	1	1	0	写 B 口	数据
0	1	0	1	0	写 C 口	数据
0	1	1	1	0	写控制寄存器	控制字
1	×	×	×	×	无操作，总线悬空（三态）	

9.1 并行接口与可编程并行接口芯片8255A及其应用

A_1A_0 编码用于选择内部端口，和 \overline{CS} 及 \overline{RD} 、 \overline{WR} 完成对8255A的基本操作，具体如表9-1：

表 9-1 8255A 端口地址选择及基本操作

\overline{CS}	A_1	A_0	\overline{RD}	\overline{WR}	操作	内容
0	0	0	0	1	读 A 口	数据
0	0	1	0	1	读 B 口	数据
0	1	0	0	1	读 C 口	数据
0	0	0	1	0	写 A 口	数据
0	0	1	1	0	写 B 口	数据
0	1	0	1	0	写 C 口	数据
0	1	1	1	0	写控制寄存器	控制字
1	×	×	×	×	无操作，总线悬空（三态）	

9.1 并行接口与可编程并行接口芯片8255A及其应用

三、8255A的工作方式和控制字

1. 8255A的工作方式

- ✓ 有**3种不同的**工作方式，每种工作方式都有各自的特点；
- ✓ 不同工作方式所对应的引脚信号定义和工作时序也不相同；
- ✓ 每种工作方式可以通过**CPU向8255A写命令控制字**来设置。

(1) 方式0：基本的输入/输出工作方式

无固定的I/O联络（应答）信号。**A、B、C三个端口都可以工作于方式0**，其中端口**A**和端口**B**可以作为**8位**的输入或输出端口使用，端口**C**既可以作为**8位**的输入或输出端口，也可以作为两个**4位**（高4位和低4位）的输入或输出端口使用。**8255A**可产生**16种不同的I/O组合方式**。此时，**输出锁存**，**输入缓冲**。



9.1 并行接口与可编程并行接口芯片8255A及其应用

(2) 方式1选通的输入/输出方式。

端口**A**和端口**B**可作为数据的输入或输出端口使用，但必须利用端口**C**中的某些位提供的选通、应答信号进行工作，信号与端口**C**中的位有固定的对应关系，不能改变。

方式1通常用于查询方式或中断方式传送数据。

C口的某些位作为选通和应答信号时，输入和输出工作状态不同，各位所代表的意义也不同。

1) 方式1输入

端口**C**配合端口**A**和端口**B**输入数据时，各指定了3条线用作外部设备和**CPU**之间的应答信号。

9.1 并行接口与可编程并行接口芯片8255A及其应用

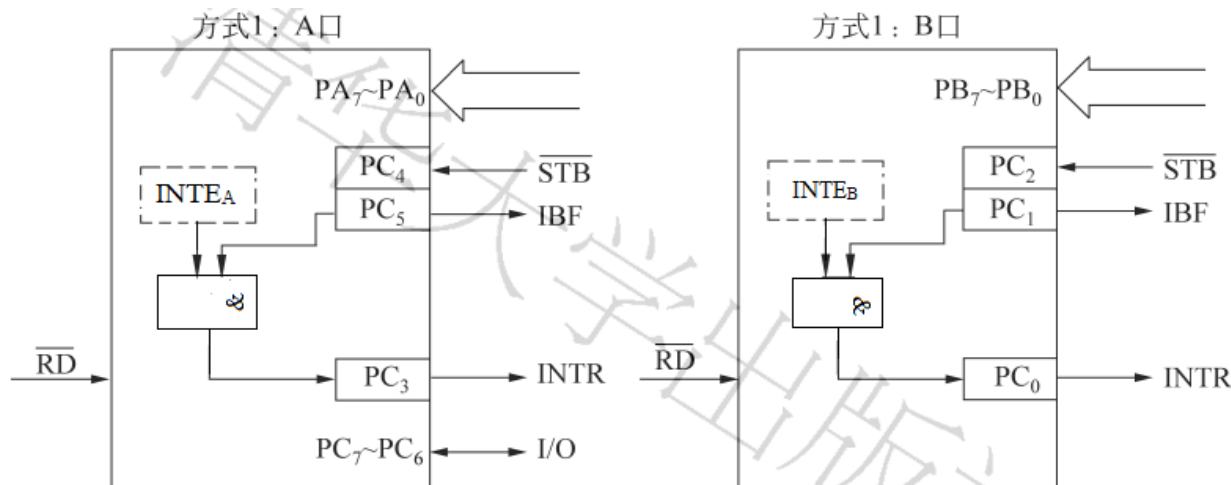


图 9.4 方式 1 输入数据时对应的控制信号

C口的相应选通、应答线定义：

\overline{STB} ：选通输入信号，低电平有效时，表示外部设备已准备好数据，8255A可以从数据口读数据到输入锁存器。该信号规定**PC₄对应A口**，**PC₂对应B口**。

9.1 并行接口与可编程并行接口芯片8255A及其应用

IBF: 输入缓冲器满信号，高电平有效时，表示数据已经锁存在输入锁存器中。当CPU从8255A取走数据后，在读信号的上升沿使IBF信号复位成低电平，以通知外部设备输入新的数据。该信号规定用PC₅对应于A口，用PC₁对应于B口。

INTR: 中断请求信号，高电平有效。在 \overline{STB} 、IBF均为高电平时有效，即当数据锁存于数据锁存器，并使IBF信号有效后，在选通信号由低变高的时刻，如果中断允许信号INTE有效，则8255A使INTR有效，向CPU发出中断请求，CPU发出的读信号有效后，INTR端降为低电平。该信号规定用PC₃对应于A口，用PC₀对应于B口。

INTE: 中断允许信号。INTE=1时允许中断，INTE=0时禁止中断。该信号没有外部引出端，其置“1”和清“0”通过对PC₄和PC₂的按位置/复位操作完成。

9.1 并行接口与可编程并行接口芯片8255A及其应用

2) 方式1输出

方式1输出时端口C各位的含义

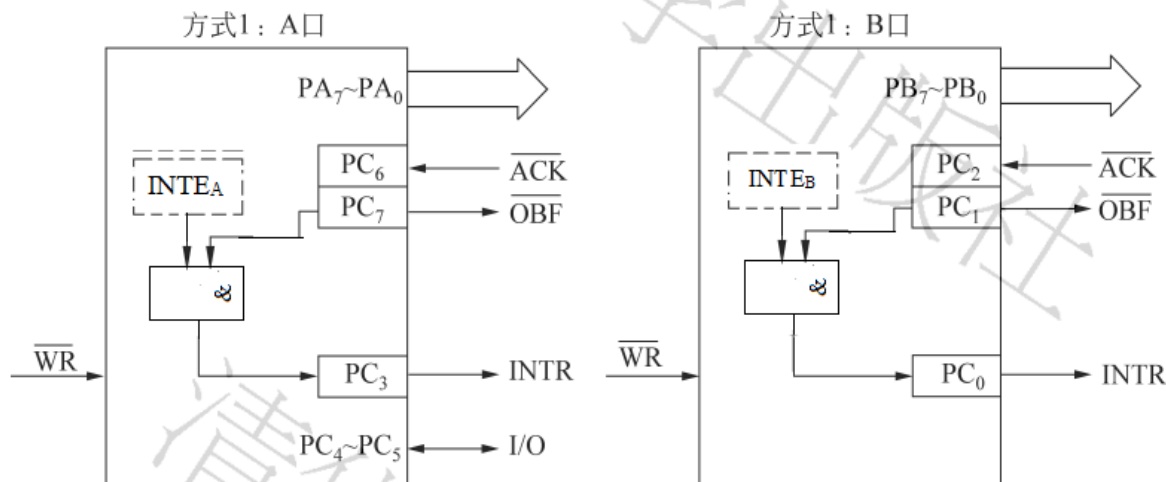


图 9.5 方式 1 输出数据时对应的控制信号

各信号的功能:

OBF : 输出缓冲器满信号, 低电平有效时, 表示CPU已经把数据输出到8255A的相应端口, 外部设备可以取走数据了。该信号规定**PC₇**对应A口, **PC₁**对应B口。

9.1 并行接口与可编程并行接口芯片8255A及其应用

ACK: 响应信号，低电平有效时，表示外部设备已经将数据从8255A取走。8255A一方面利用该信号的下降沿使 $\overline{\text{OBF}}$ 变高，通知外部设备8255A没有新的数据，另一方面利用该信号的上升沿使INTR变高，向CPU申请发送新的数据。该信号规定 PC_6 对应A口， PC_2 对应B口。

INTR: 中断请求信号，高电平有效。该信号是8255A向CPU发出的中断请求信号。当 $\overline{\text{ACK}}$ 和 $\overline{\text{OBF}}$ 同时为高电平时，如果中断允许信号INTE有效（即允许中断），则8255A使INTR有效，作为请求CPU进行下一次数据输出的中断请求信号。该信号规定 PC_3 对应A口， PC_0 对应B口。

INTE: 中断允许信号。与方式1下的输入情况相同，其置“1”和清“0”是通过对 PC_6 和 PC_2 的按位置/复位操作完成的。同样，对 PC_6 和 PC_2 的位操作只影响INTE的状态，而不会影响 PC_6 和 PC_2 引脚的电平状态。

一种双向选通输入输出方式，仅适用于端口A。端口A同时既作为输入端口也作为输出端口使用。此时，使用端口C中的5位作为端口A的选通、应答信号



图 9.6 方式 2 对应的控制信号

9.1 并行接口与可编程并行接口芯片8255A及其应用

8255A工作于方式1或方式2时，因为**C**口的某些位是作为固定联络信号的，所以可以通过读取**C**口的内容来测试或检验外部设备的状态。不同的情况下**C**口的状态字格式不同

D ₇	D ₆	D ₅	D ₄	D ₃	D ₂	D ₁	D ₀
I/O	I/O	IBF _A	INTE _A	INTR _A	INTE _B	IBF _B	INTR _B
A 组				B 组			

(a) 方式1输入状态字格式

D ₇	D ₆	D ₅	D ₄	D ₃	D ₂	D ₁	D ₀
OBF _A	INTE _A	I/O	I/O	INTR _A	INTE _B	OBF _B	INTR _B
A 组				B 组			

(b) 方式1输出状态字格式

D ₇	D ₆	D ₅	D ₄	D ₃	D ₂	D ₁	D ₀
OBF _A	INTE ₁	IBF _A	INTE ₂	INTR _A	×	×	×
A 组				B 组			

(c) 方式2状态字格式

图9.7 8255A的状态字



9.1 并行接口与可编程并行接口芯片8255A及其应用

2. 8255A的控制字

8255A有两个控制字：

工作方式控制字、 对**C**口的按位置/复位控制字。

两个控制字共用一个端口地址，用标志位区分。

(1) 工作方式控制字

设置**8255A**各数据端口的工作方式及数据传送方向

9.1 并行接口与可编程并行接口芯片8255A及其应用

A组控制					B组控制		
D ₇	D ₆	D ₅	D ₄	D ₃	D ₂	D ₁	D ₀
特征位 =1	A 组工作方式		A 口	C口高4位	B 组工作方式	B 口	C口低4位
	00 = 方式0		0 = 输出	0 = 输出	0 = 方式0	0 = 输出	0 = 输出
	01 = 方式1		1 = 输入	1 = 输入	1 = 方式1	1 = 输入	1 = 输入
	1× = 方式2						

图9.8 8255A的方式控制字

各位的功能:

D₇: 控制字**特征位**，**必须为1**，表示控制字为工作方式控制字。

D₆~D₅: 端口**A**的工作方式选择。**D₆D₅=00**为方式0，**D₆D₅=01**为方式1，**D₆D₅=1×**为方式2。

D₄: 端口**A**的数据传送方向选择。**D₄=0**为输出，**D₄=1**为输入。

D₃: 端口**C**高**4**位的数据传送方向选择。**D₃=0**输出，**D₃=1**输入。

D₂: 端口**B**工作方式选择。**D₂=0**表示方式0，**D₂=1**表示方式1

D₁: 端口**B**的数据传送方向选择。**D₁=0**为输出，**D₁=1**为输入。

D₀: 端口**C**低**4**位的数据传送方向选择。**D₀=0**输出，**D₀=1**输入。

9.1 并行接口与可编程并行接口芯片8255A及其应用

(2) 置位/复位控制字

指定端口**C**的某一位输出为高电平（置位）或低电平（复位）

D ₇	D ₆	D ₅	D ₄	D ₃	D ₂	D ₁	D ₀
特征位 =0	未用，通常置为0			位选择		置/ 复位选择	
				000=PC ₀	100=PC ₄	1 = 置位	
				001=PC ₁	101=PC ₅	0 = 复位	
				010=PC ₂	110=PC ₆		
				011=PC ₃	111=PC ₇		

图9.9 C口置/复位控制字格式

D7：特征位，必须为**0**，表示控制字是**C**口的置位/复位控制字。

D6~D4：未用，可以为任意值。

D3~D1：位选择，这3位组合后可选择**PC0~PC7**中的一位。

D0：对**D3~D1**所选择的位是置位（“1”）还是复位（“0”）。

示例：把**C**口的**PC2**置成高电平输出，则命令字为：
00000101B（05H）。

9.1 并行接口与可编程并行接口芯片8255A及其应用

四、8255A应用举例

【例9-1】 设8255A所有端口工作于方式0，端口A为输入，端口B为输出，端口C为输入，试对8255A进行初始化编程，设8255A的端口地址为200H~203H。

初始化程序段：

```
MOV DX, 203H      ; 8255A控制字端口地址203H
MOV AL, 99H        ; 工作方式控制字10011001B (99H)
OUT DX, AL          ; 送到控制字端口
```

初始化完成后就可以与8255A进行数据传送了。如下程序段实现从8255A的端口A读取一个字节的数据再输出到端口B。

```
MOV DX, 200H      ; A口地址200H
IN  AL, DX         ; 从端口A读取一个字节
MOV DX, 201H      ; B口地址201H
OUT DX, AL         ; 把读到的数据输出到端口B
```



9.1 并行接口与可编程并行接口芯片8255A及其应用

【例9-2】将8255A 的 A 口作为与打印机的接口，工作于方式0，实现把内存缓冲区 **BUFF** 中的字符打印输出。试完成相应的软硬件设计。

分析：在打印机和主机之间采用**Centronics**并行接口，它是国际公认的工业标准**8**位并行接口，共有**36**条线。

工作流程：主机将要打印的数据送上数据线，然后发选通信号。打印机将数据读入，同时使 **BUSY** 线为高，通知主机停止传送数据。这时，打印机内部对读入的数据进行处理，处理完以后使 **ACKNLG**有效，同时使 **BUSY** 失效，通知主机可以发下一个数据。

9.1 并行接口与可编程并行接口芯片8255A及其应用

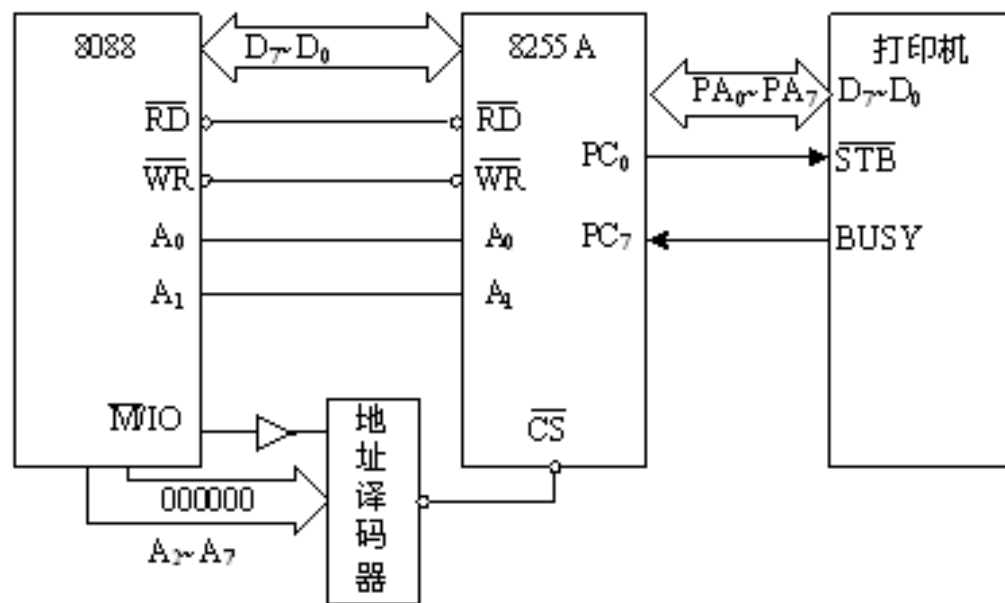


图9.10 查询方式打印机接口硬件连线图

由图可知：

- 1) 对 PC_0 的置位/复位产生选通信号，同时，由 PC_7 接收打印机发出的“**BUSY**”信号作为能否输出的查询状态标志。
- 2) 设定8255A的控制字为10001000B（88H）。即端口A为方式0、输出；端口C的为方式0、高4位输入，低4位为输出。
- 3) 选通信号 PC_0 的置位命令为00000001B或01H，复位命令为00000000B或00H。

9.1 并行接口与可编程并行接口芯片8255A及其应用

4) 程序设计如下:

```
DATA    SEGMENT
BUFF    DB 'This is a print program!','$'
DATA    ENDS
CODE    SEGMENT
        ASSUME CS:CODE,DS:DATA
START:  MOV AX,DATA
        MOV DS,AX
        MOV SI,OFFSETBUFF
        MOV AL,88H    ;初始化控制字,端口 A 为方式 0, 输出
        OUT 03H,AL    ;端口 C 高 4 位方式 0, 输入, 低 4 位方式 0, 输出
        MOV AL,01H
        OUT 03H,AL    ;使 PC0 置位, 即使选通无效
WAIT1:  IN  AL,02H
        TEST AL,80H   ;检测 PC7 是否为 1, 即是否“忙”
        JNZ WAIT1    ;为忙则等待
        MOV AL,[SI]
        CMP AL,'$'    ;是否为结束符
        JZ  DONE      ;是则输出回车
        OUT 00H,AL    ;不是结束符, 则从端口 A 输出
        MOV AL,00H
        OUT 03H,AL
        MOV AL,01H
        OUT 03H,AL    ;产生选通信号
        INC SI        ;修改指针, 指向下一个字符
        JMP WAIT1
```

```
DONE:   MOV AL,0DH
        OUT 00H,AL    ;输出回车符
        MOV AL,00H
        OUT 03H,AL
        MOV AL,01H
        OUT 03H,AL    ;产生选通
WAIT2:  IN  AL,02H
        TEST AL,80H   ;检测 PC7 是否为 1 即是否忙
        JNZ WAIT2    ;为忙则等待
        MOV AL,0AH
        OUT 00H,AL    ;输出换行符
        MOV AL,00H
        OUT 03H,AL
        MOV AL,01H
        OUT 03H,AL    ;产生选通
        MOV AH,4CH
        INT 21H
CODE    ENDS
        END  START
```

9.1 并行接口与可编程并行接口芯片8255A及其应用

【例9-3】 将**【例9-2】**中A口的工作方式改为方式1，采用中断方式将BUFF开始的缓冲区中的100个字符从打印机输出。系统的硬件连线如图9.11所示。

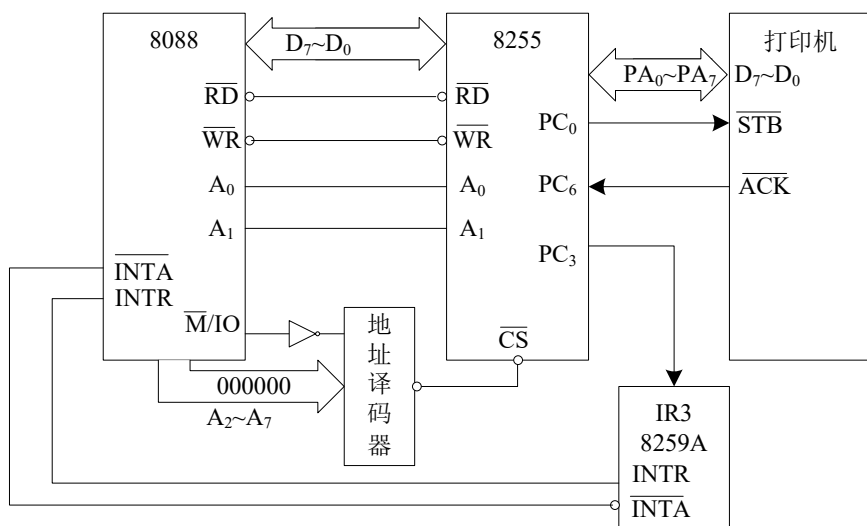


图9.11 中断方式打印机接口硬件连线图

分析：

1) 8255A 的工作方式控制字为1010XXX0B；置位PC0 的命令字为00000001B，复位命令字为00000000B。置位PC6的命令字为00001101B。

2) 由图9.11可以分析出，8255A 的 4 个端口地址分别为00H、01H、02H、03H。假设8259A 初始化时送ICW2为08H，则8255A端口A的中断类型号是0BH，其对应的中断向量在中断向量表中的地址为0002CH。

9.1 并行接口与可编程并行接口芯片8255A及其应用

3) 程序设计如下:

```
DATA SEGMENT
    BUFF DB 'This is a print program!', '$'
DATA ENDS
CODE SEGMENT
    ASSUME CS:CODE,DS:DATA
START: MOV AX, DATA
        MOV DS, AX
;主程序初始化 8255A 及 8259A, 并初始化中断向量表
MAIN:  MOV AL, 0A0H
        OUT 03H, AL           ; 设置 8255A 的控制字
        MOV AL, 01H           ; 使选通无效
        OUT 03H, AL
        PUSH DS
        XOR AX, AX
        MOV DS, AX
        MOV AX, OFFSET ROUTINTR
        MOV WORD PTR [002CH], AX
        MOV AX, SEG ROUTINTR
        MOV WORD PTR [002EH], AX ; 送中断向量
        MOV AL, 0DH
        OUT 03H, AL           ; 使 8255A 端口 A 输出允许中断
        POP DS
```

```
        MOV DI, OFFSET BUFF   ; 设置地址指针
        MOV CX, 99             ; 设置计数器初值
        MOV AL, [DI]
        OUT 00H, AL            ; 输出一个字符
        INC DI
        MOV AL, 00H
        OUT 03H, AL            ; 产生选通
        INC AL
        OUT 03H, AL            ; 撤消选通
        STI                    ; 开中断
        HLT                    ; 等待中断
NEXT:   LOOP NEXT              ; 修改计数器的值
        HLT
;中断服务程序段
ROUTINTR: MOV AL, [DI]
        OUT 00H, AL            ; 从端口 A 输出一个字符
        MOV AL, 00H
        OUT 03H, AL            ; 产生选通
        INC AL
        MOV 03H, AL            ; 撤消选通
        INC DI                  ; 修改地址指针
        IRET                   ; 中断返回
CODE    ENDS
        END START
```

9.1 并行接口与可编程并行接口芯片8255A及其应用

【例 9.4】 利用 8255A 将 4 位开关的二进制状态输入，经程序转换为对应的 LED 段选码（字形码）后，再输出到 8 位 LED 显示器。试完成相应的软硬件设计。

分析：

1) 本系统中有两组外设需要控制，一组是 4 位开关输入设备，一组是 8 位 LED 显示输出设备，由于两组外设均比较简单，在与 CPU 进行数据交换时可以采用无条件方式，故 8255A 在本系统中选择工作方式 0。

2) 8255A 在方式 0 下，A 口和 B 口可以做单向数据输入或输出，C 口的高 4 位和低 4 位可以做单向数据输入或输出。据此，本例的硬件电路设计方案不唯一，可以使用 A 口的低 4 位数据接 4 位开关，完成输入；使用 B 口的 8 位数据接 LED 段控，完成输出显示。

9.1 并行接口与可编程并行接口芯片8255A及其应用

3) 硬件电路连接

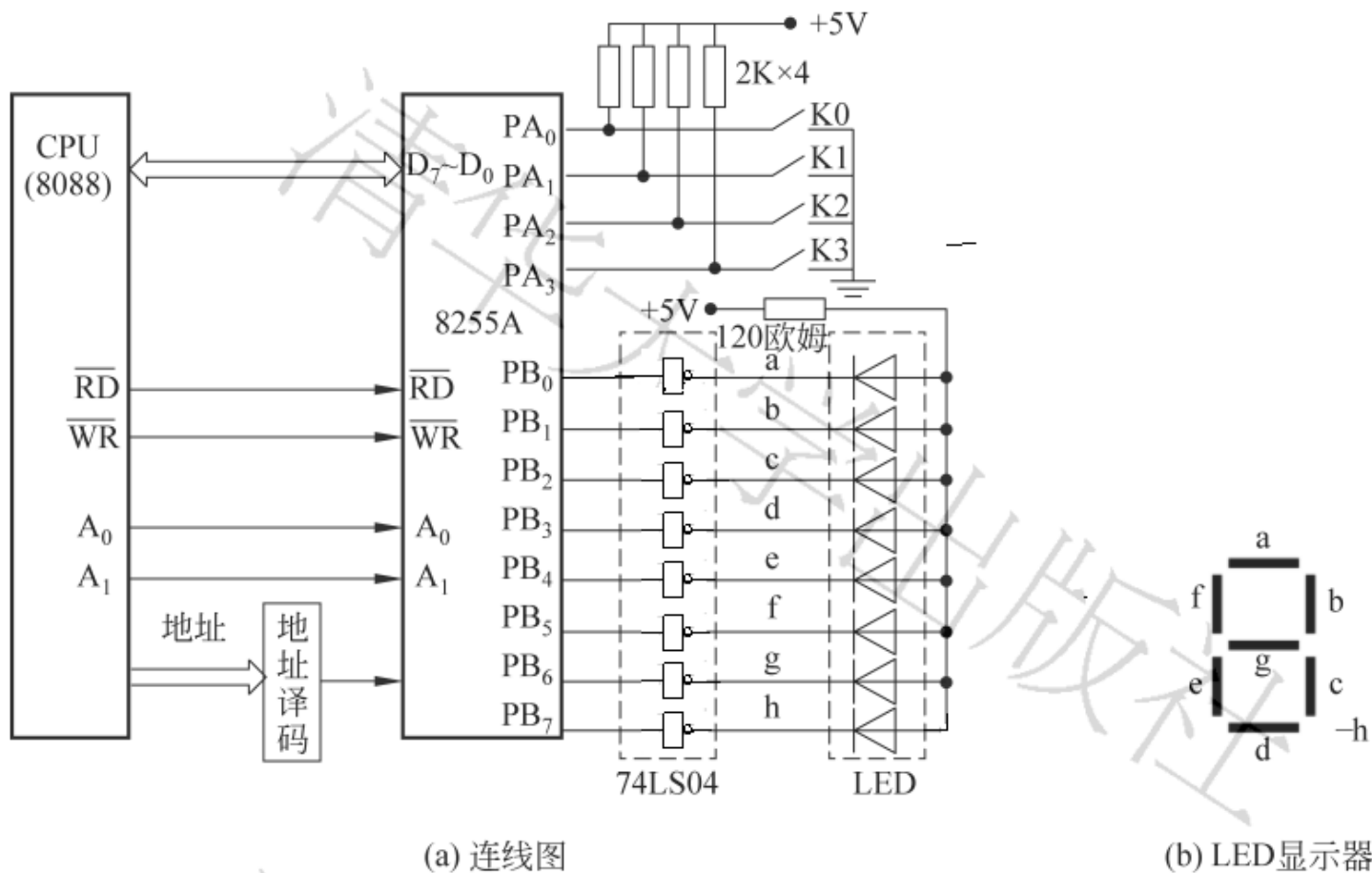


图 9.12 8255A 开关及 LED 接口电路设计图

9.1 并行接口与可编程并行接口芯片8255A及其应用

4) 设 8255A 端口 A 的地址为 D0H, 端口 B 的地址为 D1H, 端口 C 的地址为 D2H, 控制口的地址为 D3H, 则本例的初始化及输入、输出控制程序如下:

```
DATA SEGMENT
SCODE DB 3FH,06H,5BH,4FH,66H,6DH,7DH,07H
      DB 7FH,67H,77H,7CH,39H,5EH,79H,71H
DATA ENDS
CODE SEGMENT
      ASSUME CS:CODE,DS:DATA
START: MOV AX,DATA
      MOV DS,AX
      MOV AL,90H                      ; 设置方式选择控制字, A 口工作于方
                                      ; 式 0 输入, B 口工作于方式 0 输出
      OUT 0D3H, AL
      RDP1: IN AL,0D0H                 ; 读 A 口
      AND AL,0FH                      ; 取 A 口低 4 位
      MOV BX,OFFSET SCODE             ; 取 LED 段选码表首地址
      XLAT                            ; 查表, AL←(BX+AL)
      OUT 0D1H,AL                     ; 从 B 口输出 LED 段选码, 显示相应字形符号
      MOV AX,XXXXH                    ; 延时
      DELAY: DEC AX
      JNZ DELAY
      MOV AH,1                        ; 判断是否有键按下
      INT 16H
      JZ RDP1                         ; 若无, 则继续读端口 A
      MOV AH,4CH                      ; 否则返回 DOS
      INT 21H
CODE ENDS
END START
```



9.2 可编程定时/计数器8253及其应用

一、定时与计数概念

实现定时/计数的3种方法：

(1) 软件定时

软件定时：通过程序段实现，即采用循环让CPU执行一段不完成任何其它功能的程序段，通过改变循环次数控制执行时间。

(2) 硬件定时器

由硬件电路实现的定时/计数器，如采用专用定时芯片或数字逻辑电路构成定时电路等。

(3) 可编程定时/计数器

一种具有定时/计数功能的专用芯片，其定时时间和计数值由软件确定和改变。芯片设定好以后可与CPU并行工作，不占用CPU时间，等计数器计时到预定时间，便自动形成一个输出信号，向CPU提出中断请求。

9.2 可编程定时/计数器8253及其应用

二、8253的内部结构和引脚功能

1. 8253内部结构:
由数据总线缓冲器、读/写控制逻辑、控制字寄存器及3个计数器（计数器0、1和2）组成

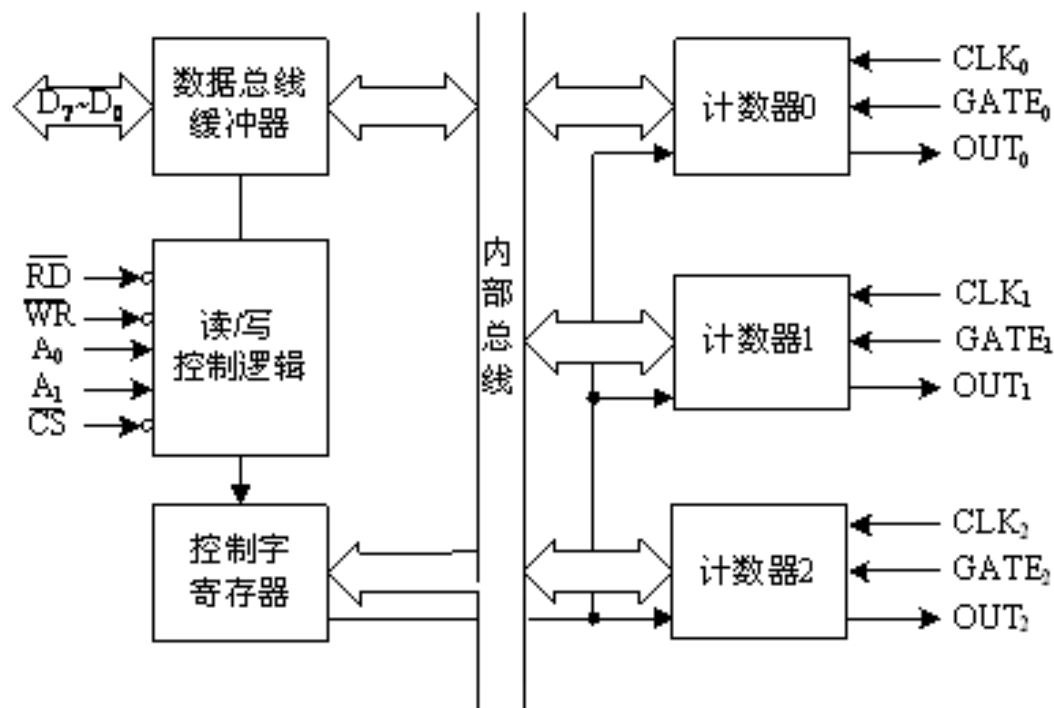


图9.13 8253的内部结构框图



9.2 可编程定时/计数器8253及其应用

(1) 数据总线缓冲器

数据总线缓冲器：三态、双向的8位寄存器，8位数据线 $D_7 \sim D_0$ 与CPU系统的数据总线连接，构成CPU和8253之间信息传送的通道，CPU通过该数据总线缓冲器向8253写入控制命令、计数初值或读取计数值。

(2) 读/写控制逻辑

读/写控制逻辑：接收CPU系统总线的读、写控制信号，片选信号和端口选择信号，以决定3个计数器、控制计数器中的哪一个进行工作，以及数据传送的方向。

(3) 控制字寄存器

控制字寄存器：只能写入而不能读出的8位寄存器，接收CPU送来的控制字，以选择计数器及其相应的工作方式等。

(4) 计数器

8253内部有3个相互独立的16位减“1”计数器，每个计数器都有6种不同的工作方式，可按照编程设定的方式工作。



9.2 可编程定时/计数器8253及其应用

计数器：由一个**16位**的可**预置初值**的寄存器、一个**减1计数器**及一个**输出锁存器**构成，每个计数器可按二进制或**BCD码减1计数**

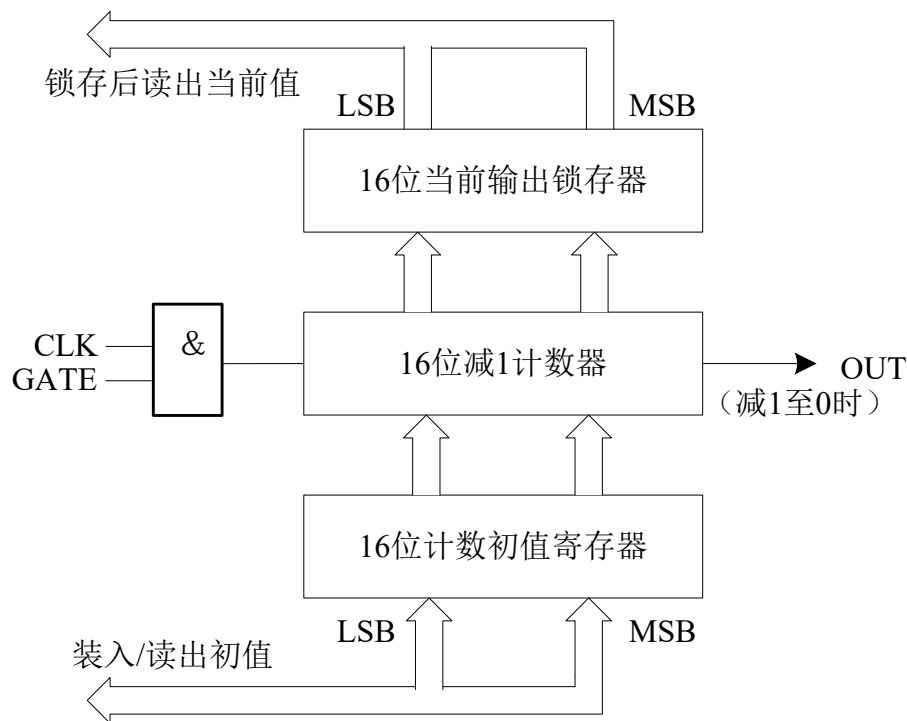


图9.14 8253计数器的内部逻辑结构框图



9.2 可编程定时/计数器8253及其应用

2. 8253引脚功能

双列直插式**24**脚封装，**NMOS**工艺制造，单一**+5V**电源供电。引脚排列（图9.15）。

D₇~D₀：双向、三态数据线。与**CPU**数据总线相连，传递**CPU**与**8253**间的数据信息、控制信息和状态信息。

具体包括写入**8253**的**控制字**、**计数初值**、**读计数器的当前值**。

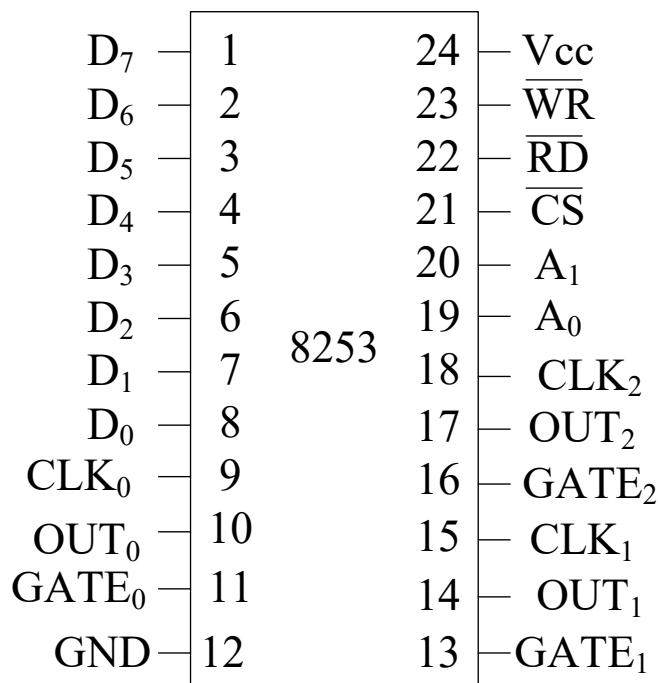


图9.15 8253的引脚图



9.2 可编程定时/计数器8253及其应用

\overline{CS} ：片选信号，输入。低电平有效时，8253被选中，允许CPU对其进行读/写操作。

\overline{RD} ：读信号，输入，低电平有效。控制CPU对8253的读操作，与 A_1 、 A_0 信号配合读取某个计数器的当前计数值。

\overline{WR} ：写信号，输入，低电平有效。控制CPU对8253的写操作，与 A_1 、 A_0 信号配合决定是写入控制字还是计数初值。

$CLK_0 \sim CLK_2$ ：时钟脉冲输入信号，输入定时基准脉冲或计数脉冲。

$GATE_0 \sim GATE_2$ ：门控输入信号，控制计数器的启动或停止。
 $GATE$ 高电平时，允许计数器工作。

$OUT_0 \sim OUT_2$ ：计数器输出信号，计数结束时，在OUT端产生输出信号，不同的工作方式有不同的输出波形。



9.2 可编程定时/计数器8253及其应用

A_1 、 A_0 ：端口地址选择线，用于**8253片内译码**，以选择内部三个计数器和控制字寄存器端口地址。

8253共占用**4**个端口地址， **A_0 、 A_1** 与片选信号及读/写信号共同决定了对**8253**各端口的操作功能。

表 9-3 8253端口地址分配及读写操作

\overline{CS}	\overline{RD}	\overline{WR}	A_1	A_0	寄存器选择及其操作
0	1	0	0	0	写计数器0
0	1	0	0	1	写计数器1
0	1	0	1	0	写计数器2
0	1	0	1	1	写控制字
0	0	1	0	0	读计数器0
0	0	1	0	1	读计数器1
0	0	1	1	0	读计数器2



9.2 可编程定时/计数器8253及其应用

三、8253的控制字和工作方式

1. 8253的控制字

8253的控制字主要实现4方面功能：选择计数器；设定计数器数据的读、写格式；设置计数器的工作方式；设置计数器计数的数制。

D ₇	D ₆	D ₅	D ₄	D ₃	D ₂	D ₁	D ₀
SC ₁	SC ₀	RL ₁	RL ₀	M ₂	M ₁	M ₀	BCD
计数器选择		读/写格式选择		工作方式选择			数制选择
00 = 计数器0		00 = 计数器锁存命令		000 = 方式0			0 = 二进制
01 = 计数器1		01 = 只读/写低字节		001 = 方式1			1 = BCD码
10 = 计数器2		10 = 只读/写高字节		×10 = 方式2			
11 = 无效		11 = 先读/写低字节 再读/写高字节		×11 = 方式3			
				100 = 方式4			
				101 = 方式5			

图9.15 8253方式控制字格式



9.2 可编程定时/计数器8253及其应用

2. 8253的工作方式

8253有**6种不同工作方式**，每一种方式都有其特点和应用范围。三个计数器不论工作在哪种方式下，都应遵循以下规则：

- ①控制字写入控制寄存器后，控制逻辑电路复位，输出信号**OUT**进入初始状态（高电平或低电平）；
- ②计数初值写入“计数初值寄存器”后，经过**一个时钟周期**送入“减1计数器”；
- ③通常在时钟脉冲**CLK**的**上升沿**对门控信号**GATE**采样。在不同工作方式下，对门控信号的**触发方式有不同的**要求；
- ④在时钟脉冲**CLK**的**下降沿**，计数器减“1”计数；



9.2 可编程定时/计数器8253及其应用

每一种工作方式在学习时都应关注以下几点：

(1) 计数启动方式

计数的开始可分为软件启动和硬件启动。软件启动时，计数初值写入后计数过程随即开始；硬件启动则是在写入计数初值后由门控信号 **GATE** 的上升沿触发计数过程。

(2) OUT 输出波形

OUT 是计数器的输出，在不同的工作方式中其输出的波形各不相同。对于 **OUT** 的输出波形需要重点关注的几个时刻：一是控制字写入控制寄存器后 **OUT** 输出的起始电平；二是计数开始后的电平；三是计数过程中电平变化及计数结束后的电平。

(3) 门控信号 **GATE** 对计数过程的影响

在软件启动方式中，**GATE** 为高电平允许计数，低电平停止计数；在硬件启动方式中，**GATE** 的上升沿重新触发计数过程。

(4) 单次计数或循环计数

减 1 计数器减至 0 时计数过程结束，称为单次计数；如果计数初值寄存器将初值重新加载给减 1 计数器，自动开始下一次计数过程称为循环计数。



9.2 可编程定时/计数器8253及其应用

(1) 方式0—计数结束时产生中断方式

在写入控制字**CW**后，**OUT**立即变为低电平，并且在计数过程中**一直维持低电平**。在**GATE=1**的前提下，写入计数初值**n**之后，在信号上升沿之后的下一个**CLK**脉冲计数值装入计数器，并开始计数。在计数过程中，**OUT**引脚一直保持低电平，**直到计数为“0”**时，其输出才由低电平变为高电平，并且保持高电平。

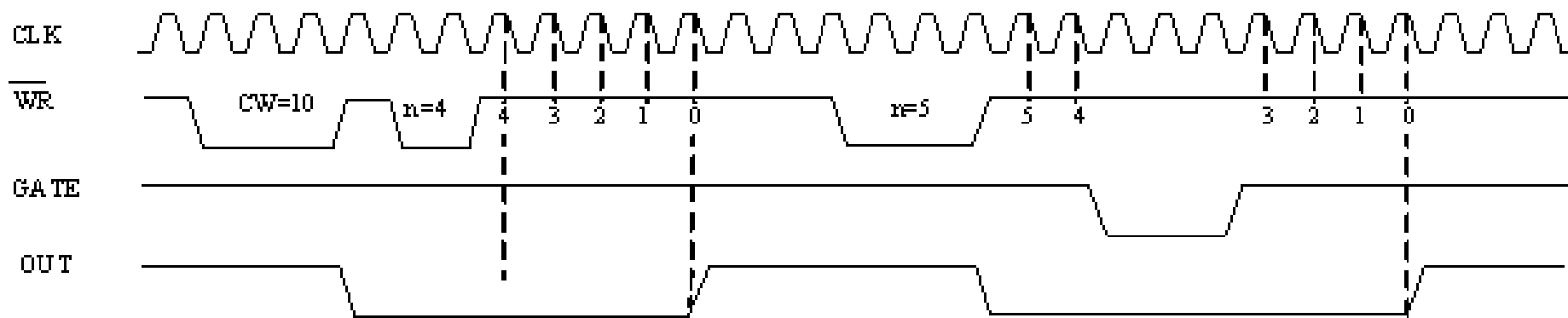


图9.16 方式0的工作时序

图 9.17 方式0的工作时序



9.2 可编程定时/计数器8253及其应用

方式0的特点:

- ① **OUT**初始电平为低电平;
- ② 计数初值无自动装入功能, 若要继续计数, 需重新写入计数初值;
- ③ 当**GATE**为高电平时, 才允许计数, 且在计数过程中, 如果**GATE**变为低, 则暂停计数, 直到**GATE**变高后再接着计数;
- ④ 在计数期间若给计数器装入新值, 则会在写入计数初值后重新开始计数过程。



9.2 可编程定时/计数器8253及其应用

(2) 方式1—可重复触发的单稳态触发器

在写入控制字**CW**后，**OUT**立即变为高电平，写入计数初值**n**后，计数器并不开始计数，而是直到**GATE**上升沿触发之后的第一个**CLK**的下降沿时才启动计数，并使**OUT**引脚由高电平变为低电平。在整个计数过程中，**OUT**引脚始终保持低电平，直到计数为“0”时变为高电平。一个计数过程结束后，**OUT**引脚输出一个宽度为**n**个**CLK**周期的负脉冲。

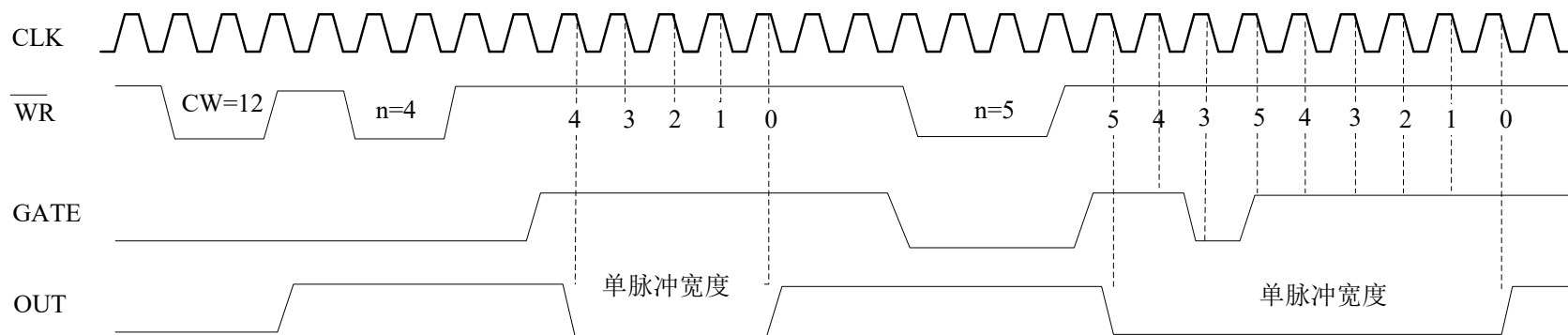


图 9.18 方式1的工作时序



9.2 可编程定时/计数器8253及其应用

方式1的特点：

- ① 硬件启动计数，即由门控信号**GATE**的上升沿触发计数；
- ② 可重复触发。计数到“0”后，不需再次送计数初值，只要再次出现**GATE**上升沿脉冲，即可产生一个同样宽度的单稳脉冲。
- ③ 计数过程中，若装入新的计数初值，当前计数值将不受影响，仍继续计数直到结束。计数结束后，只有再次出现**GATE**上升沿脉冲，才按新初值启动计数。
- ④ 计数过程中，若门控信号**GATE**又产生新的触发脉冲，则计数器将立即从初值开始重新计数，直到计数结束，**OUT**端才变为高电平。利用这一功能，可延长**OUT**输出的单脉冲宽度。

9.2 可编程定时/计数器8253及其应用

(3) 方式2—频率发生器（分频器）

写入控制字**CW**之后，**OUT**立即变为高电平，在写入计数初值**n**之后第一个**CLK**的下降沿将**n**装入计数器，在门控信号**GATE**为高电平时，开始减1计数。在计数过程中，**OUT**引脚始终保持高电平，直到计数器减为“1”时，**OUT**引脚变为低电平，维持一个时钟周期后（即计数减为“0”），又恢复为高电平，同时自动将计数值**n**加载到计数器，重新启动计数，形成循环计数过程，**OUT**引脚连续输出负脉冲。

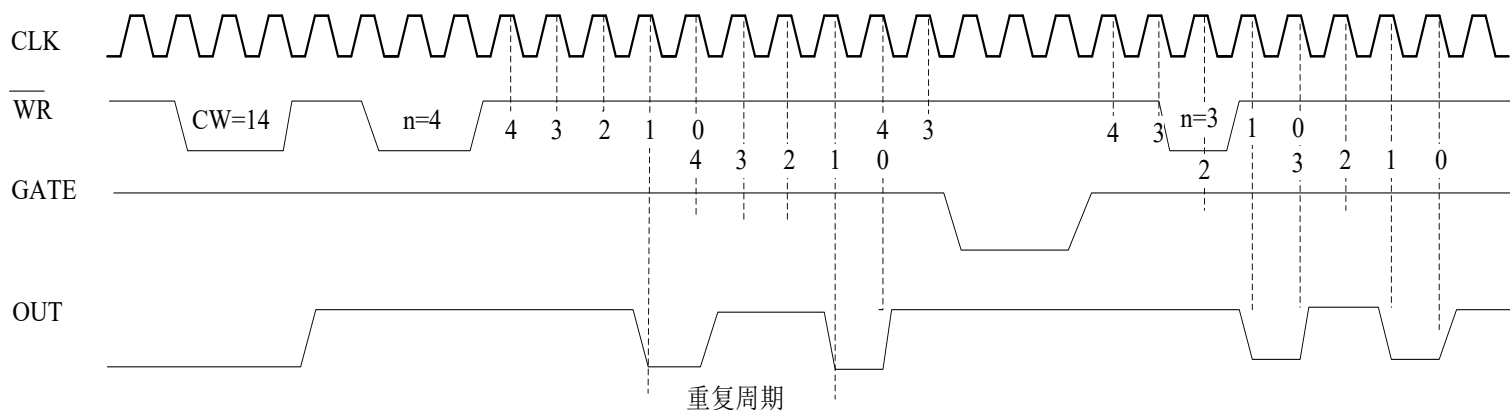


图 9.19 方式2的工作时序



9.2 可编程定时/计数器8253及其应用

方式2的特点：

- ① 计数初值有**自动装入**功能，不用重新写入计数值，计数过程可由**GATE**信号控制。
- ② 在计数过程中，当**GATE**为低电平时，暂停计数；在**GATE**变为高电平后的下一个**CLK**脉冲使计数器恢复计数初值，重新开始计数。
- ③ 若计数初值为 n ，则**OUT**引脚上每隔 n 个时钟脉冲就输出一个负脉冲，其频率为输入时钟脉冲频率的 $1/n$ ，故方式2也称为分频器。**OUT**端输出的是输入**CLK**脉冲的 n （初值）分频。
- ④ 在计数过程中，若装入新的计数初值，则当前输出不受影响。在下次自动装入初值时才按新值计数。

9.2 可编程定时/计数器8253及其应用

(4) 方式3—方波发生器

与方式2类似，有自动重复计数功能，但OUT引脚输出的波形不同。当计数初值 n 为偶数时，OUT输出对称的方波信号，正负脉冲的宽度为 $n/2$ 个时钟周期；当计数初值 n 为奇数时，OUT输出不对称的方波信号，正脉冲宽度为 $(n+1)/2$ 个时钟周期，负脉冲宽度为 $(n-1)/2$ 个时钟周期。方式3的特点与方式2相同，只是输出波形不同。

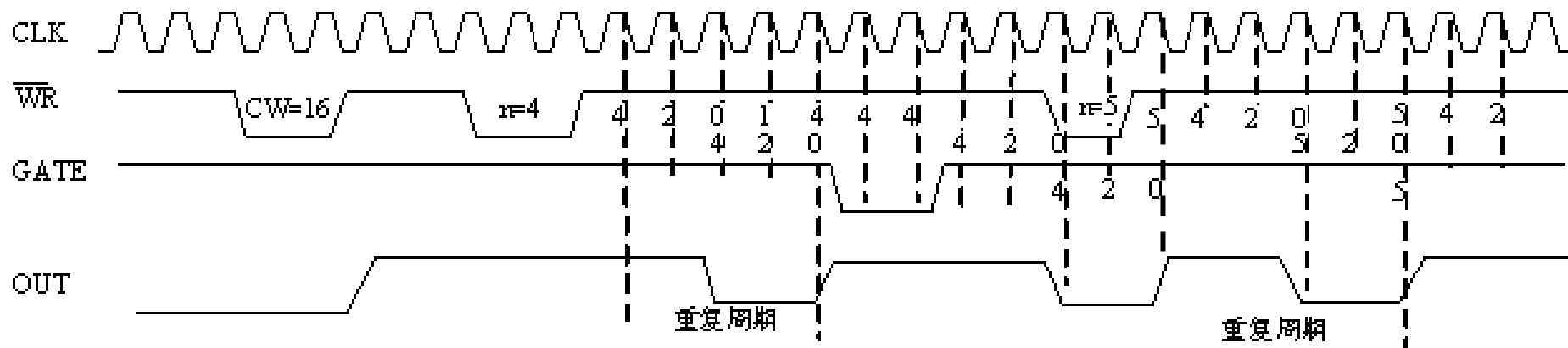


图 9.20 方式3的工作时序

A collage of four images: a calculator, a clock face, a newspaper clipping, and a fountain pen. The calculator is in the top left, the clock is in the top right, the newspaper is in the bottom left, and the fountain pen is in the bottom right. The entire collage is set against a dark background.

写入控制字**CW**后，**OUT**立即变为高电平，在写入计数初值**n**之后的第一个**CLK**的下降沿将**n**装入计数器，待下一个计数脉冲信号**CLK**到来且门控信号**GATE**为高电平时（即软件启动），开始计数。当计数为“0”时，**OUT**引脚由高电平变为低电平，维持一个时钟周期后，**OUT**又从低电平变为高电平。一次计数过程结束后，**OUT**引脚输出宽度为一个时钟周期的负脉冲信号。





9.2 可编程定时/计数器8253及其应用

方式4的特点:

- ① 无自动重复计数功能，只有在写入新的计数初值后，才能开始新的计数；
- ② 若设置的计数初值为 n ，则在写入计数初值 n 个时钟脉冲之后，才使OUT引脚产生一个负脉冲信号。

A collage of four images: a calculator, a clock face, a newspaper clipping, and a fountain pen. The calculator is in the top left, the clock is in the top right, the newspaper is in the bottom left, and the pen is in the bottom right. The images are arranged in a 2x2 grid.

方式**5**与方式**1**的工作原理相似，也是由**GATE**门控信号的上升沿触发计数器来计数，但它的输出波形为单脉冲选通信号，同方式**4**。

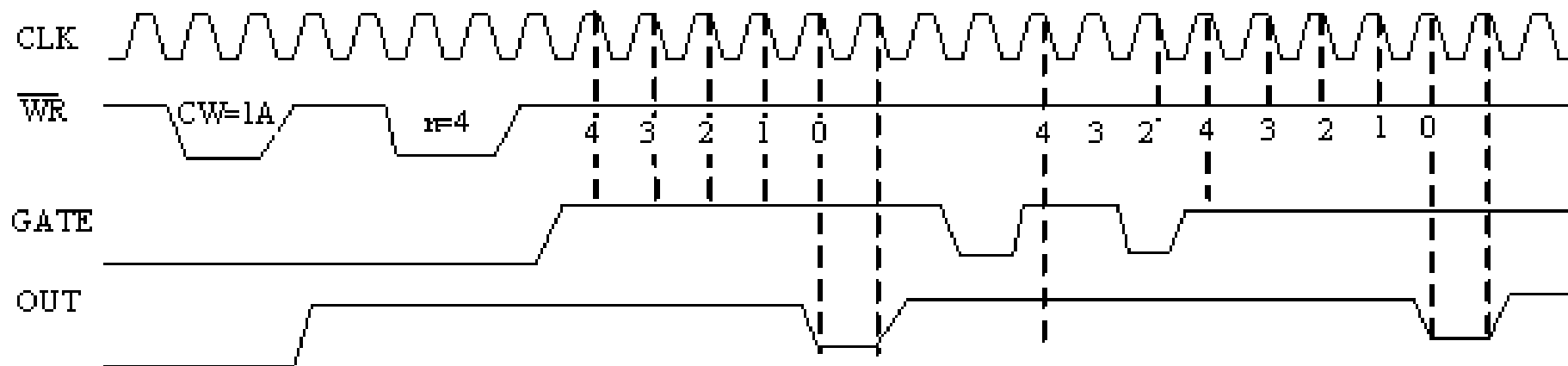


图 9.22 方式5的工作时序



9.2 可编程定时/计数器8253及其应用

方式5的特点：

- ① 硬件启动计数，即由门控信号**GATE**的上升沿触发计数；
- ② 可重复触发。计数到“0”后，不需再次送计数初值，只要**GATE**信号再次出现上升沿，即可产生一个同样宽度的单稳脉冲
- ③ 计数过程中，若装入新的计数初值，只要**GATE**信号不出现上升沿，则当前输出不受影响。如果在这以后，**GATE**出现上升沿，计数器才开始按新值计数。
- ④ 计数过程中，若门控信号**GATE**又产生新的触发脉冲，则重新开始计数。此时输出的单脉冲宽度会变长。

方式5的输出波形与方式4相同。两种工作方式的区别是：方式4为软件启动计数，即**GATE**=1，写入计数初值时启动计数；方式5为硬件启动计数，即先写入计数初值，再由**GATE**的上升沿触发后，才启动计数。



9.2 可编程定时/计数器8253及其应用

8253的6种不同工作方式总结:

- 1) 方式 0、2、3、4 为软件触发方式，方式 1、5 为硬件触发方式。
- 2) 方式 0、1、4、5 为单次计数，方式 2、3 为循环计数。方式 1、5 在 **GATE** 重复触发的情况下，也可以实现循环计数。
- 3) 方式2、4、5的输出波形虽然相同，即都是宽度为一个时钟周期的负脉冲，但方式2可以连续自动工作，方式4由软件触发启动，方式5由硬件触发启动。

工作方式	OUT触发计数方式	OUT终止计数方式操作	初始值自动装载	功能
0	高电平	低电平	无	计数（定时）中断
1	上升沿	无影响	无	单脉冲发生器
2	高电平或上升沿	低电平	有	频率发生器或分频器
3	高电平或上升沿	低电平	有	方波发生器或分频器
4	高电平	低电平	无	单脉冲发生器
5	上升沿	无影响	无	单脉冲发生器



9.2 可编程定时/计数器8253及其应用

四、8253的初始化编程及应用举例

1. 8253的初始化编程

8253工作之前须**先初始化**（设定其工作方式和计数初值）。

初始化编程**顺序较灵活**：

- ✓ 可以写入一个计数器的控制字和计数初值之后，再写入另一个计数器的控制字和计数初值；
- ✓ 可以把**所有计数器**的控制字都写入之后，再写入**各自的**计数初值。

注意：

- 计数器的**控制字**须写在其**计数初值之前**；
- 如果写入的计数初值为**8位**，则只需写低**8位**；
- 如果计数初值为**16位**，且其低**8位**为**0**，则只写计数值的高**8位**；
- 如果计数初值为**16位**，且高、低**8位**都不为**0**，则需分两次写入，**先写入低8位**，再写入高**8位**。



9.2 可编程定时/计数器8253及其应用

【例9-5】在某微机系统中，设8253的端口地址为2A0H~2A3H，现要求其计数器0工作于方式1，按二进制计数，计数初值为5080H，则初始化程序段为：

```
MOV    DX,2A3H    ; 控制字端口地址为2A3H
MOV    AL,32H      ; 控制字为00110010B
OUT    DX,AL       ; 写入控制字到端口地址
MOV    DX,2A0H     ; 计数器0端口地址为2A0H
MOV    AL,80H
OUT    DX,AL       ; 先写计数初值的低8位到计数器0
MOV    AL,50H
OUT    DX,AL       ; 再写计数初值的高8位到计数器0
```



9.2 可编程定时/计数器8253及其应用

【例9-6】在某微机系统中，设8253的端口地址为40~43H，现要求计数器0工作于方式3，计数初值为1234，按BCD码计数；计数器2工作于方式2，计数初值为61H，采用二进制计数，则其初始化程序段为：

```
MOV  AL,00110111B    ; 计数器0控制字
OUT  43H,AL           ; 写入控制端口
MOV  AX,1234H         ; 计数初值1234H
OUT  40H,AL           ; 写入计数器0的低字节
MOV  AL,AH            ;
OUT  40H,AL           ; 写入计数器0的高字节
MOV  AL,10010100B     ; 计数器2控制字
OUT  43H,AL           ; 写入控制端口
MOV  AL,61H           ; 计数初值61H
OUT  42H,AL           ; 写入计数器2的低字节
```



9.2 可编程定时/计数器8253及其应用

【例9-7】 设某微机系统中8253的端口地址为2A0H~2A3H，要求读取计数器1的计数值，采用锁存器锁存方式。

```
MOV  DX,2A3H
MOV  AL,40H      ; 计数器1的锁存命令
OUT  DX,AL
MOV  DX,2A1H
IN   AL,DX        ; 读取计数器1的低8位数据
MOV  AH,AL        ; 暂存于AH中
IN   AL,DX        ; 读取计数器1的高8位数据
XCHG AL,AH        ; AX中为计数器1的16位计数值
```

9.2 可编程定时/计数器8253及其应用

2. 8253在微机中的应用

在微机系统中，经常要采用定时/计数器进行定时或计数控制。如在PC/XT系统中，计数器0用于定时时钟，计数器1用于DRAM定时刷新，计数器2用于驱动扬声器工作。

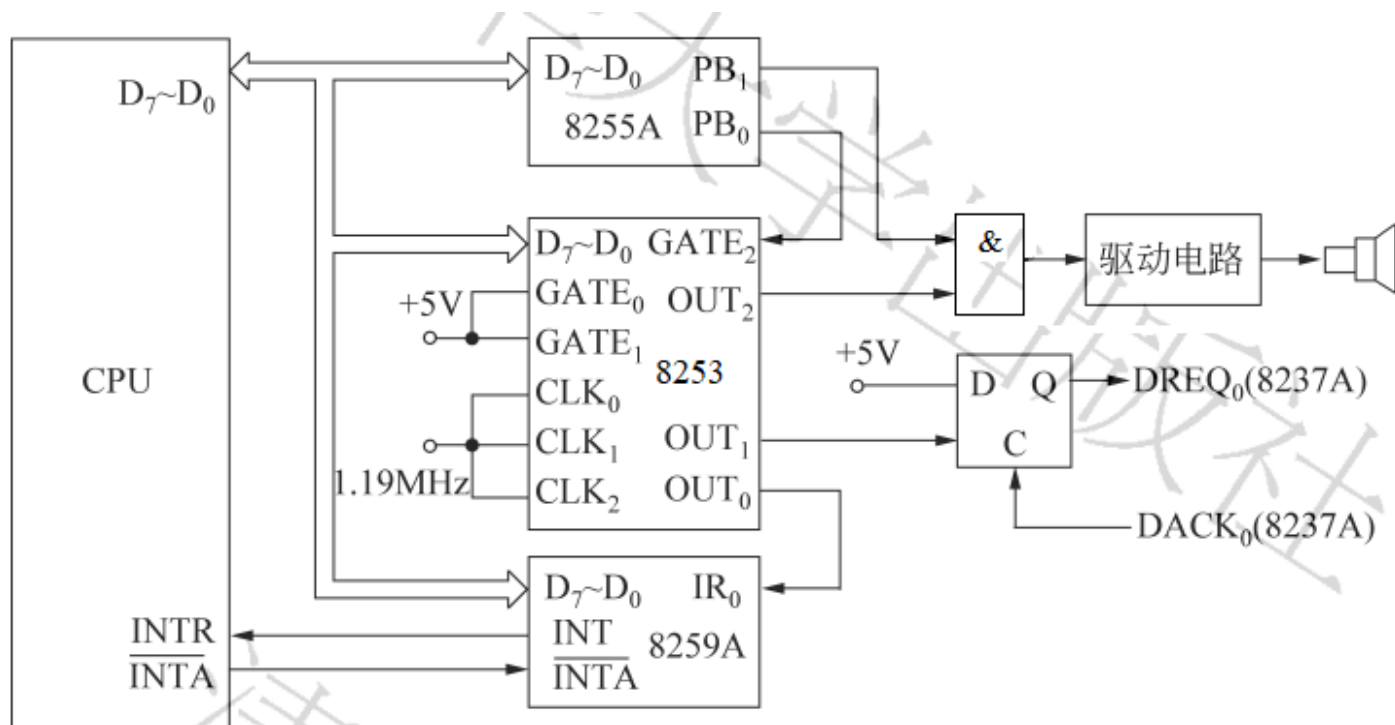


图 9.23 8253 的接口电路



9.2 可编程定时/计数器8253及其应用

计数器0：方式3， $GATE_0$ 接高电平， OUT_0 直接接8259A的 IR_0 （总线的 IRQ_0 ）引脚，每隔55ms产生一次定时中断，用于系统实时时钟和磁盘驱动器的电机定时。

计数器1：方式2， $GATE_1$ 接高电平， OUT_1 输出经D触发器后作为对DMA控制器8237A通道0的 $DREQ_0$ 信号，每隔15.1 μs 定时启动刷新DRAM。

计数器2：方式3， $GATE_2$ 由8255A芯片的 PB_0 控制，当 PB_0 的输出使 $GATE_2$ 为高电平时，计数器2方能工作， OUT_2 输出的方波与8255A芯片的 PB_1 信号共同接入一个“与”门来控制扬声器的音调，扬声器发声的长短取决于 OUT_2 信号延续时间的多少



9.2 可编程定时/计数器8253及其应用

各个计数器的计数初值计算：

计数器0： 55ms（54.925493ms）产生一次中断，即每秒产生18.206次中断请求，所以，计数初值 $=1.19318\text{MHz} \div 18.206 = 65536$ （即0000H）；

计数器1： 在PC/XT计算机中，要求在2ms内进行128次刷新操作，由此可计算出每隔 $2\text{ms} \div 128 = 15.084\text{ms}$ 必须进行一次刷新操作。所以，计数初始值 $= 15.084\text{ms} \times 1.19318\text{MHz} = 17.9979 \approx 18$

计数器2： 假设扬声器的发声频率为1kHz，则计数初值 $= 1.19318\text{MHz} \div 1\text{kHz} = 1193.18 \approx 1190$



9.2 可编程定时/计数器8253及其应用

对计数器0进行初始化的程序:

```
MOV     AL, 00110110B
```

; 控制字: 计算器0, 先读写低字节后高字节, 方式3, 二进制计数

```
OUT     43H, AL           ; 写入控制字
```

```
MOV     AL, 0             ; 预置计数值n=65536
```

```
OUT     40H, AL           ; 先写低字节
```

```
OUT     40H, AL           ; 后写高字节
```

初始化计数器1的程序为:

```
MOV     AL, 01010101B
```

; 控制字: 计数器1, 只写低字节, 方式2, BCD计数

```
OUT     43H, AL           ; 写入控制字
```

```
MOV     AL, 18H           ; 预置初值BCD数18
```

```
OUT     41H, AL           ; 送入低字节
```



9.2 可编程定时/计数器8253及其应用

对计数器2的发声驱动程序:

BEEP PROC FAR

MOV AL, 10110110B

; 控制字:计数器2, 先读写低字节后高字节, 方式3, 二进制计数

OUT 43H, AL ; 写入控制字

MOV AX, 1193 ; 预置计数值n=1193

OUT 42H, AL ; 先写低字节

MOV AL, AH

OUT 42H, AL ; 后写高字节

IN AL, 61H ; 读8255A的B口

MOV AH, AL

OR AL, 03H ; 使PB₁和PB₀均为0

OUT 61H, AL ; 打开GATE₂门, OUT₂输出方波

..... ; 循环延时

MOV AL, AH

OUT 61H, AL

RET

BEEP ENDP



9.2 可编程定时/计数器8253及其应用

3.8253 的应用实例

【例 9.8】在 8086 系统中，现有频率为 1MHz 的信号源，使用 8253 实现输出周期 1s 的方波信号。请设计硬件接口电路并编写相应的驱动程序。

分析：

- (1) 输出方波信号，8253 选择方式 3 对信号源进行分频。
- (2) 如果想得到周期 1s 的方波，此例中需要将 1MHz 信号分频为 1Hz，分频倍数为 10^6 。8253 的计数器是 16 位的，最大计数值为 $2^{16}=65536$ ，也就是说一个计数器最多可以将 CLK 信号分频 65536 倍。因为 $65536 < 10^6$ ，所以仅使用 8253 的一个计数器不能实现，只能采用两个计数器级联的方式。8253 有 3 个计数器，可以使用其中的任意 2 个级联，故设计方案不唯一。
- (3) 本例中采用计数器 0 和计数器 1 级联，也就是计数器 0 对 1MHz 信号源进行分频后，OUT0 输出的信号作为计数器 1 的计数脉冲连至 CLK1，具体硬件连接设计如图 9.24 所示。

9.2 可编程定时/计数器8253及其应用

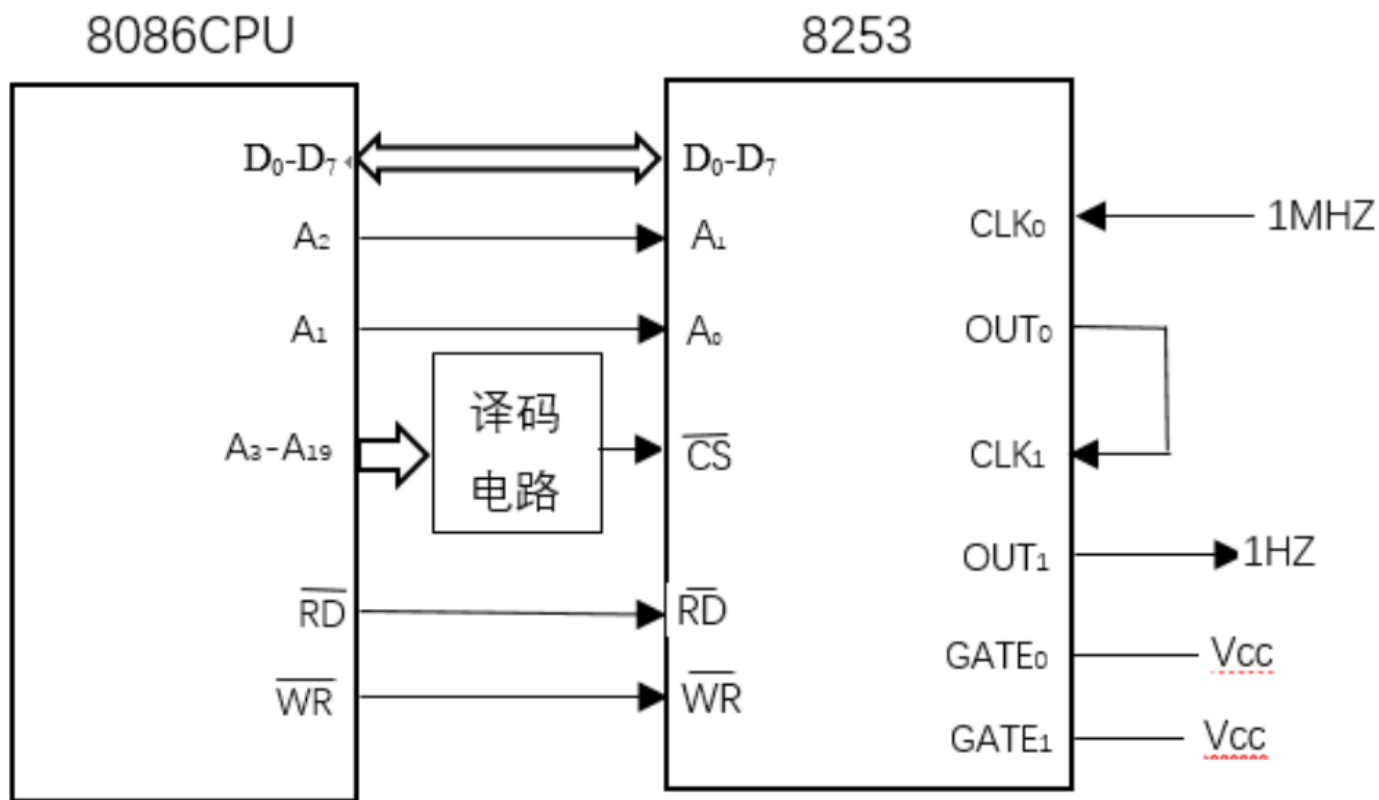


图 9.24 8253 级联输出方波电路设计图



9.2 可编程定时/计数器8253及其应用

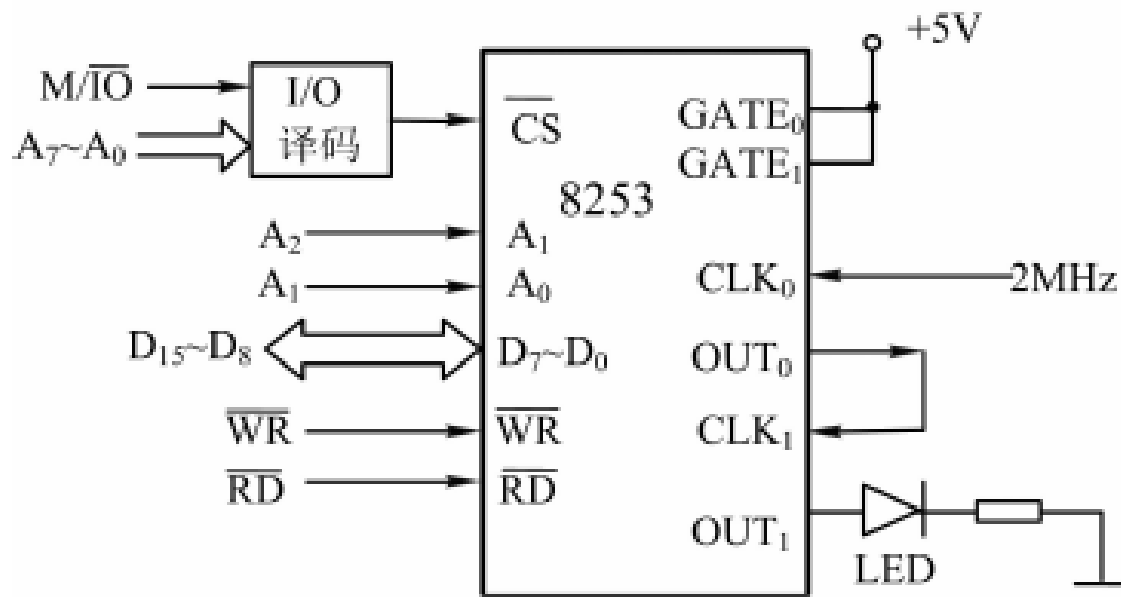
假设 8253 的 4 个端口地址分别为 0640H、0642H、0644H 和 0646H，设置两个计数器各分频 1000 倍，则实现本例功能的软件驱动程序如下：

```
DATA SEGMENT
A8253 EQU 0640H
B8253 EQU 0642H
C8253 EQU 0644H
CON8253 EQU 0646H
DATA ENDS
CODE SEGMENT
    ASSUME CS:CODE,DS: DATA
START: MOV AX, DATA
        MOV DS, AX:
        MOV DX, CON8253           ; 8253 控制口地址
        MOV AL, 36H               ; 计数器 0，方式 3
        OUT DX, AL
        MOV DX, A8253             ; 8253 计数器 0 初值寄存器地址
        MOV AX, 1000               ; 计数初值 1000，将 1MHZ 分频为 1KHZ
        OUT DX, AL
        MOV AL, AH
        OUT DX, AL
        MOV DX, CON8253           ; 8253 控制口地址
        MOV AL, 76H               ; 计数器 1，方式 3
        OUT DX, AL
        MOV DX, B8253             ; 8253 计数器 1 初值寄存器地址
        MOV AX, 1000               ; 计数初值 1000,将 1KHZ 分频为 1HZ
        OUT DX, AL
        MOV AL, AH
        OUT DX, AL
AA1:    MOV AH,4CH
        INT 21H
CODE ENDS
        END START
```

9.2 可编程定时/计数器8253及其应用

【例】现有频率为2MHz的信号源，利用8253控制LED发光管的点亮和熄灭，要求点亮10s，熄灭10s，再重复。编写初始化程序。

- 8253各端口地址为81H、83H、85H和87H；
- 数据线D7~D0与CPU的D15~D8相连，以选中奇地址口；
- OUT1连到LED，高电平点亮LED，低电平熄灭LED。





9.2 可编程定时/计数器8253及其应用

编程使OUT₁输出周期20秒、占空比1:1的方波，便能使LED按10s间隔交替点亮和熄灭。

若将2MHz时钟加到CLK₁端，OUT₁输出的脉冲周期最大为 $0.5\mu\text{s} \times 65536 = 32768\mu\text{s} = 32.768\text{ms}$ ，达不到20秒。可用几个通道级连的方案来解决。即

➤CLK₀输入2MHz时钟信号，置通道0为方式2。计数初值N₀=5000，从OUT₀端得到负脉冲序列，其频率为 $2\text{MHz}/5000 = 400\text{Hz}$ ，周期2.5ms。

➤再把它输入CLK₁，并设通道1为方式3。为了使OUT₁输出周期为20秒（频率为 $1/20 = 0.05\text{Hz}$ ）的方波，应取时间常数N₁= $400\text{Hz}/0.05\text{Hz} = 8000$ 。



9.2 可编程定时/计数器8253及其应用

MOV AL, 00110101B

； 计数器0控制字，先读写低字节后高字节，方式2，BCD计数

OUT 87H, AL

MOV AL, 00H ; 计数初值低字节

OUT 81H, AL

MOV AL, 50H ; 计数初值高字节

OUT 81H, AL

MOV AL, 01110111B

； 计数器1控制字，先读写低字节后高字节，方式3，BCD计数

OUT 87H, AL

MOV AL, 00H ; 计数初值低字节

OUT 83H, AL

MOV AL, 80H ; 计数初值高字节

OUT 83H, AL