

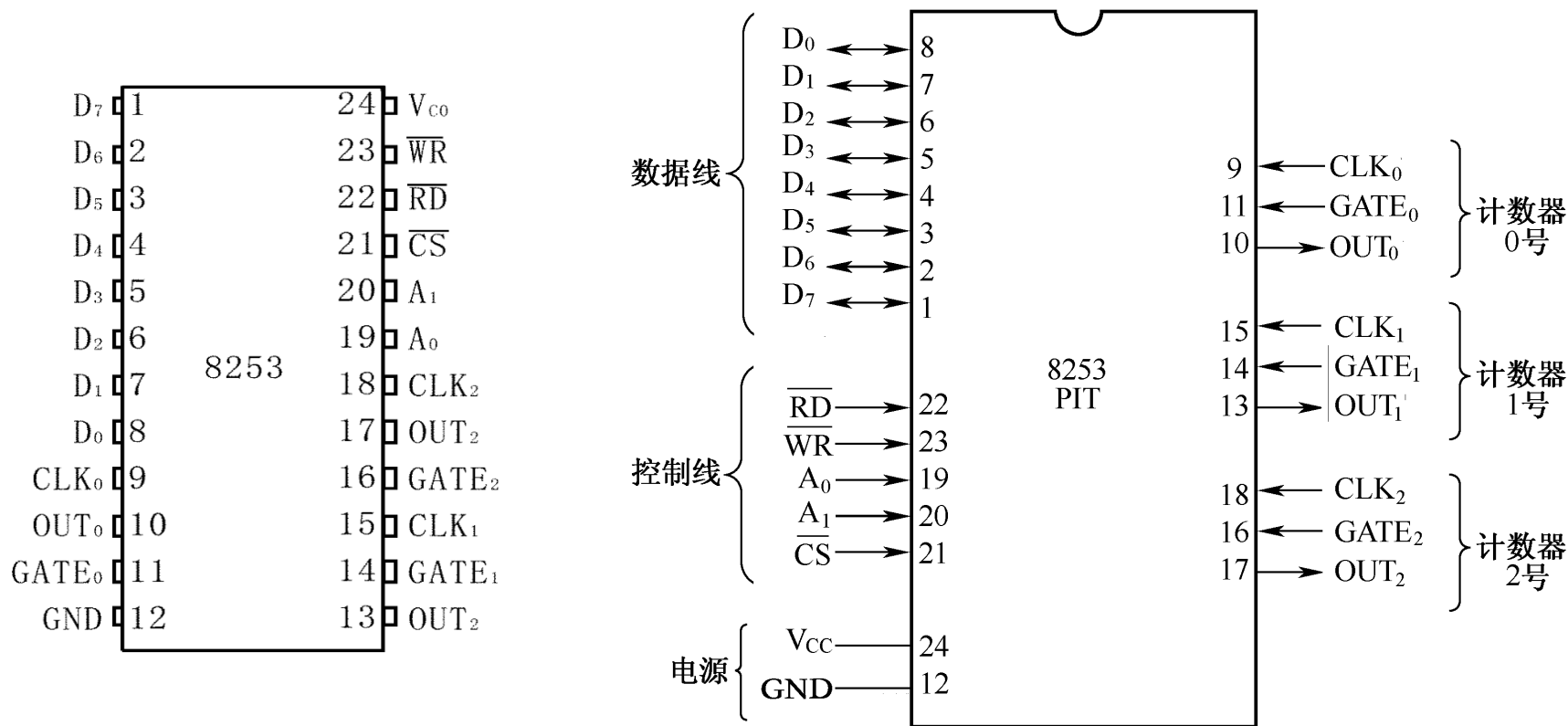


主要内容

1. **8253的引脚功能及特点**
2. **8253的原理结构及工作原理**
3. **8253的控制字及工作方式**
4. **8253与系统总线的接口方法**
5. **8253的应用设计**



1. 8253的引脚功能及特点



Intel公司生产的可编程定时/计数器
8253 采用24脚的DIP封装，具有定时，
计数与分频三大功能。

同类型的定时/计数器芯片: Intel 8254



1. 8253的引脚功能及特点

8253引脚定义

引脚名	功 能	连接去向
$D_0 \sim D_7$	数据总线（双向）	CPU
\overline{CS}	片选信号	译码电路
\overline{RD}	读信号	CPU
\overline{WR}	写信号	CPU
A_0, A_1	端口地址	CPU
$CLK_0 \sim CLK_2$	3个计数通道的时钟 (计数脉冲)	外部
$GATE_0 \sim GATE_2$	3个计数通道的控制信号	外部
$OUT_0 \sim OUT_7$	3个计数通道的输出信号	外部
V_{cc}	电源（+5V）	/
GND	地	/



2. 8253的原理结构及工作原理

**定时/计数器8253—
共有三个独立的计数
通道（计数器）：**

计数器0

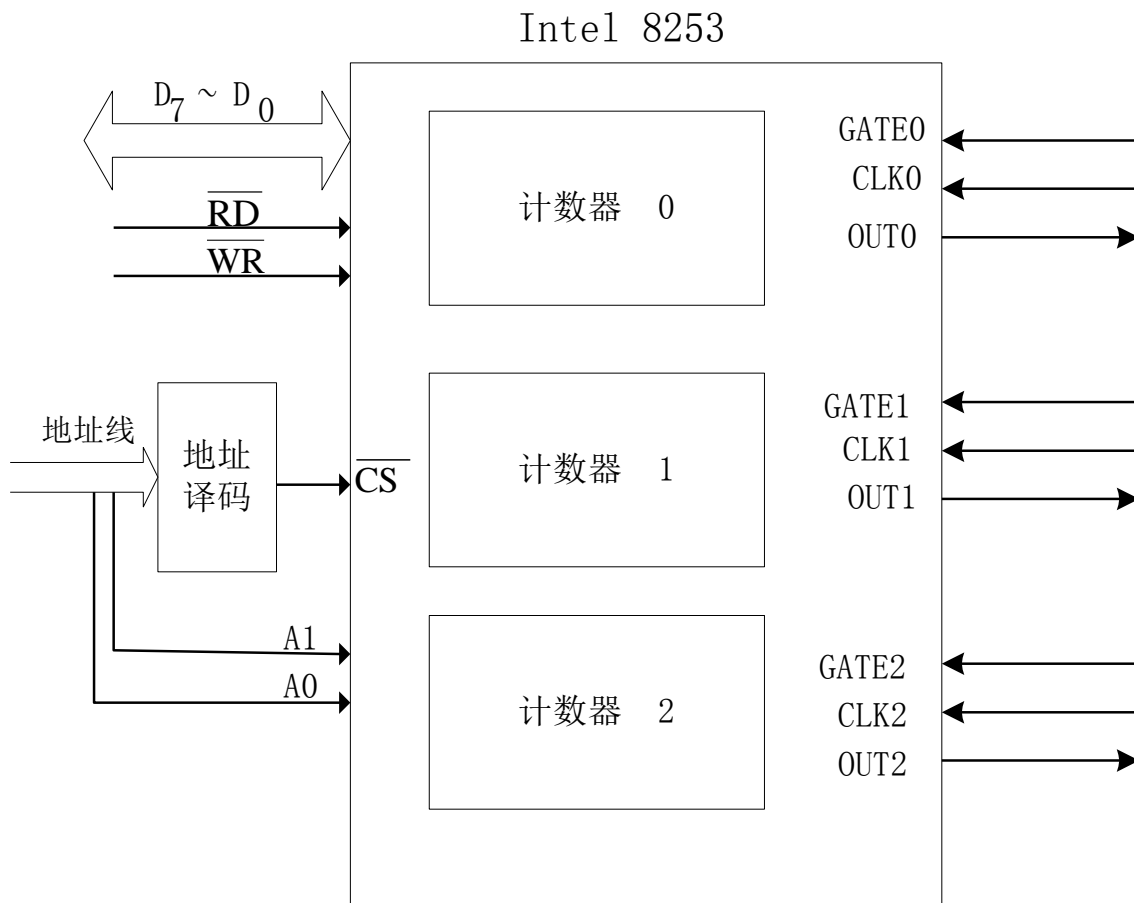
计数器1

计数器2

**每个计数器通道都可
以按照二进制或十进
制计数**

**每个通道有6种工作方
式，可以由程序设定
和改变**

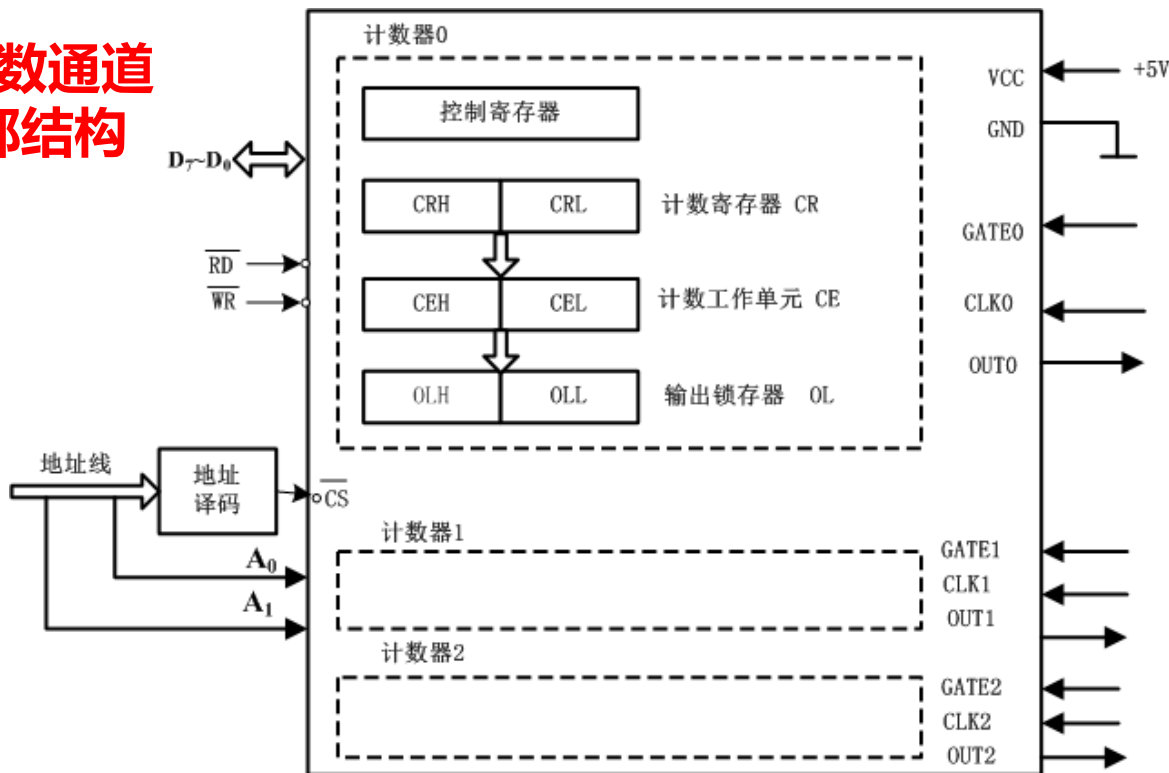
可编程定时/计数器8253的原理结构图





2. 8253的原理结构及工作原理

每个计数通道的
内部结构



每个计数通道主要包含四个部件：
计数寄存器 (CR, 16位)、
计数工作单元 (CE, 16位)、
输出锁存器 (OL, 16位)、
控制字寄存器 (CWR, 8位)。

每个计数通道有三个输入输出信号：
时钟 (计数脉冲) CLKx (输入)、
控制信号 GATEx (输入)、
输出信号 OUTx (输出)。

2. 8253的原理结构及工作原理



定时/计数器8253占用4个端口地址：

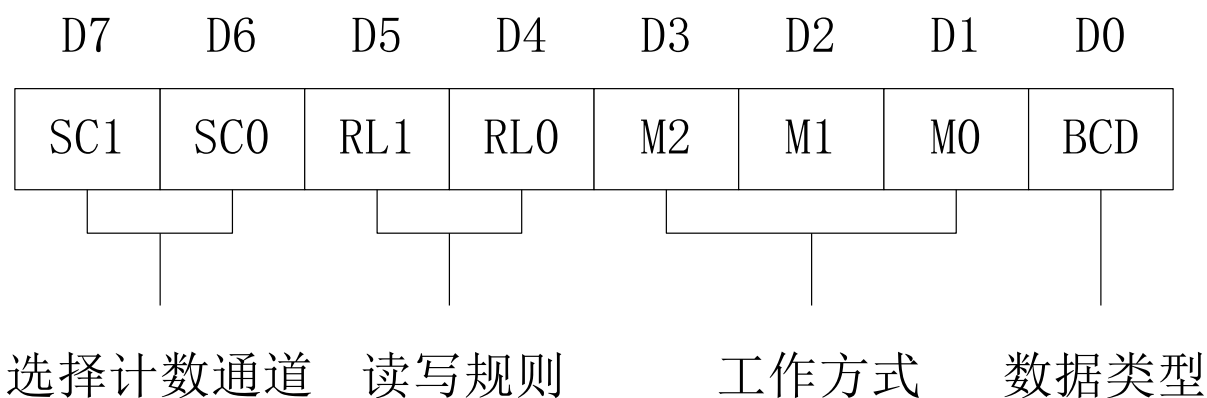
A_1A_0	寻 址
0 0	计数通道0
0 1	计数通道1
1 0	计数通道2
1 1	控制字寄存器



3. 8253的控制字及工作方式

控制字

定时/计数器8253一共有6种工作方式，由**控制字**寄存器的内容来设定。

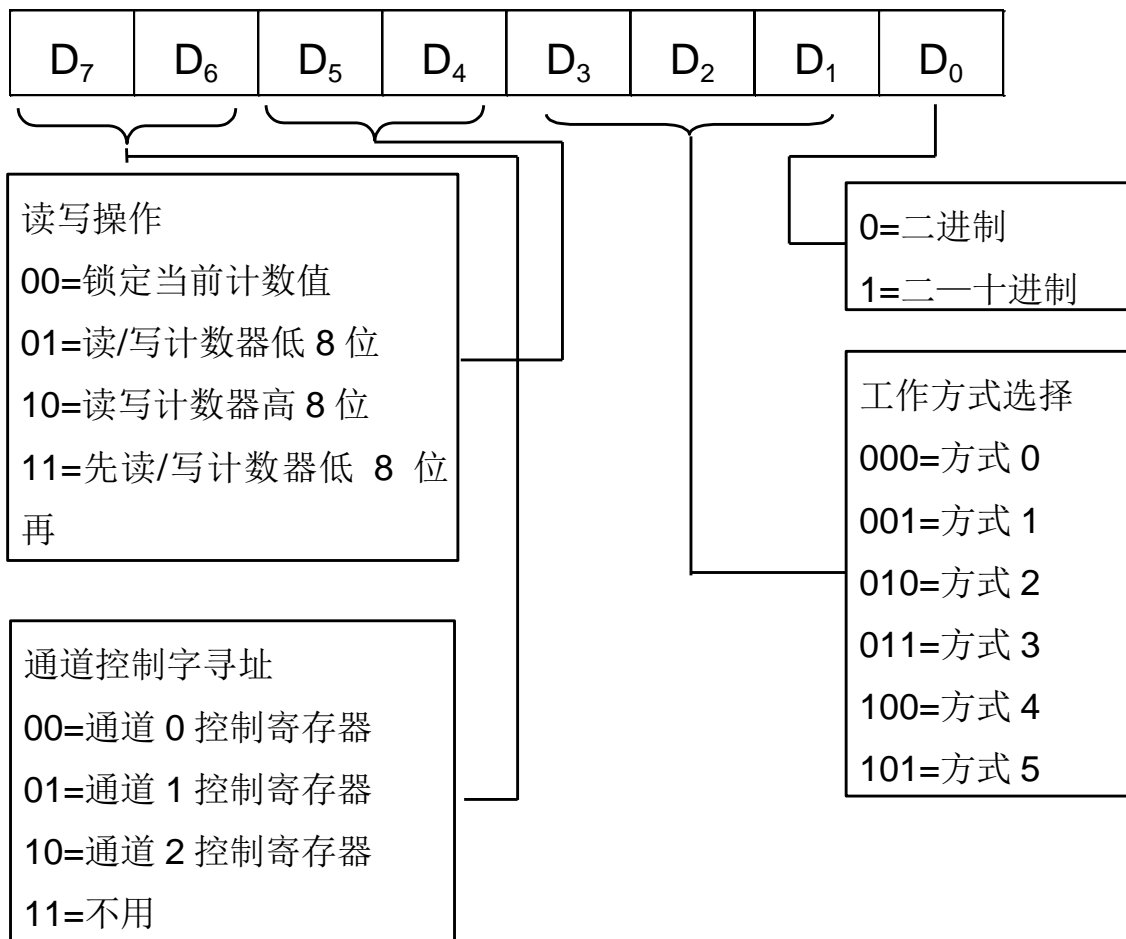


8253的方式控制



3. 8253的控制字及工作方式

8253的编程控制字





3. 8253的控制字及工作方式

工作方式

1. 方式0 —— 计数达到终值时中断

功能：方式0可以实现设定一个确定的时间 t_0 ，当到达时间 t_0 时，需要进行某种操作。

工作过程：在方式0下，当写入方式控制字后，相应的OUT端输出变为低电平，直到计数器达到0时变为高电平，表示达到了定时的时间。当再次写入时常数时，开始一个新的定时过程。

GATE作用：输入控制信号GATE可以暂停计数操作，来加长定时的时间（在时常数不变的情况下）

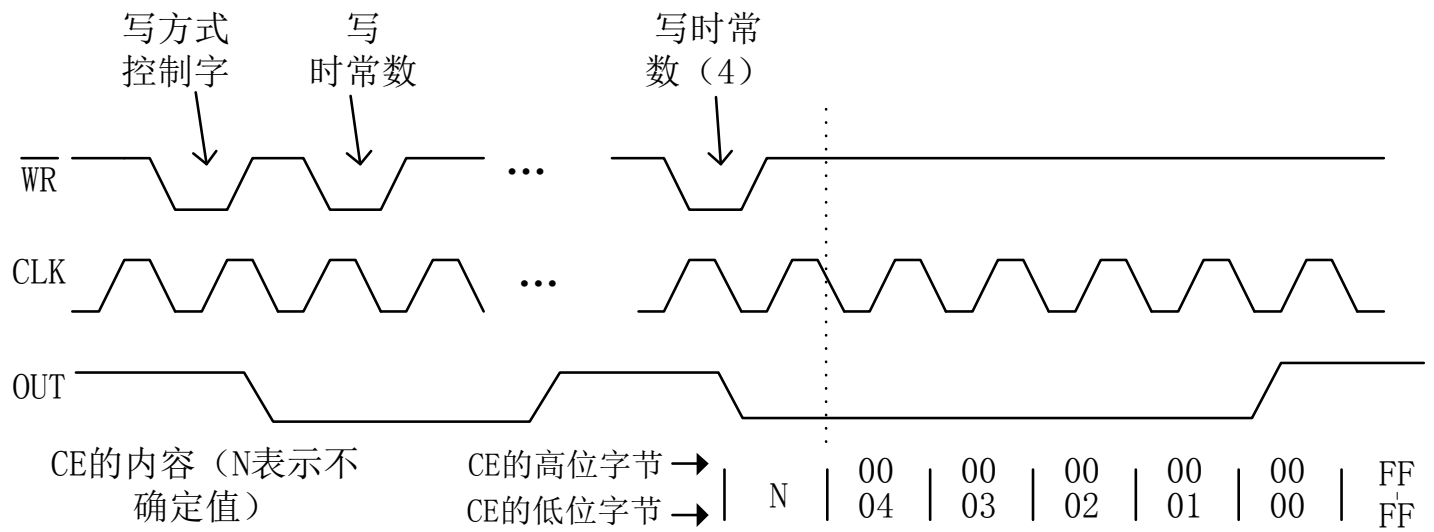
当GATE = 0时，表示相应的计数器暂停计数；

当GATE = 1时，表示相应的计数器正常计数。

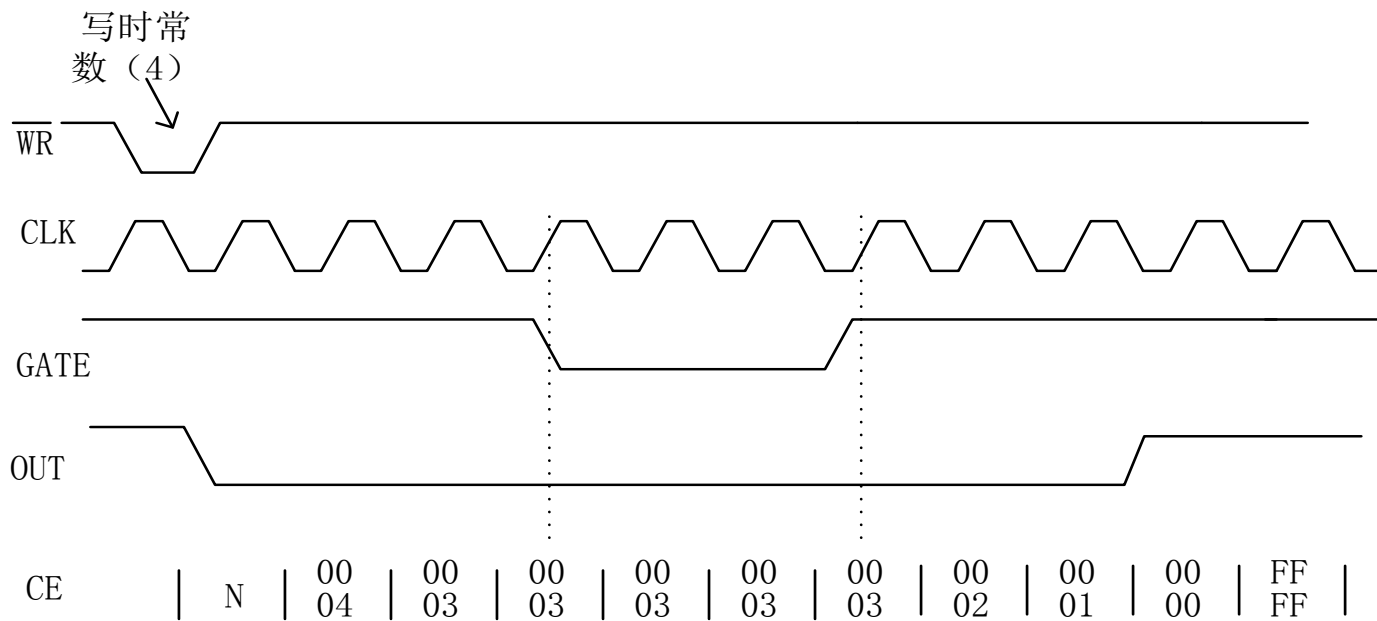


3. 8253的控制字及工作方式

●GATE=1
情况下方式
0计数过程



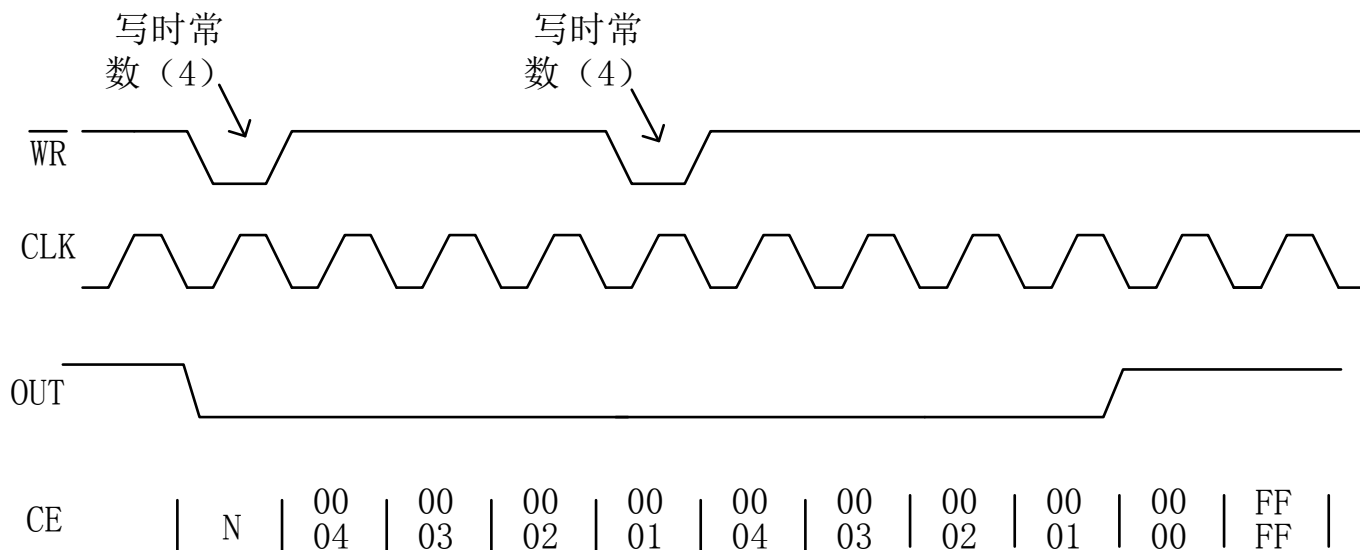
●利用GATE信号
加长OUT端的
低电平宽度





3. 8253的控制字及工作方式

●利用写入新的
时常数加长
OUT端的低电
平宽度





3. 8253的控制字及工作方式

例: 向8253的 $A_1A_0 = 11B$ 的地址写入0011 0000B, 则表示计数器0设置成方式0, 并且采用16位时常数, 假设时常数为1500, 则计数器0的初始化程序段如下:

MOV DX, COUNTD ; 写入8253的方式控制字

MOV AL, 0011 0000B

OUT DX, AL

MOV DX, COUNTA ; 计数器0置入时常数

MOV AX, 1500

OUT DX, AL

XCHG AL, AH

OUT DX, AL



3. 8253的控制字及工作方式

2. 方式1 —— 硬件触发的单脉冲形成

功能：用硬件触发形成单脉冲

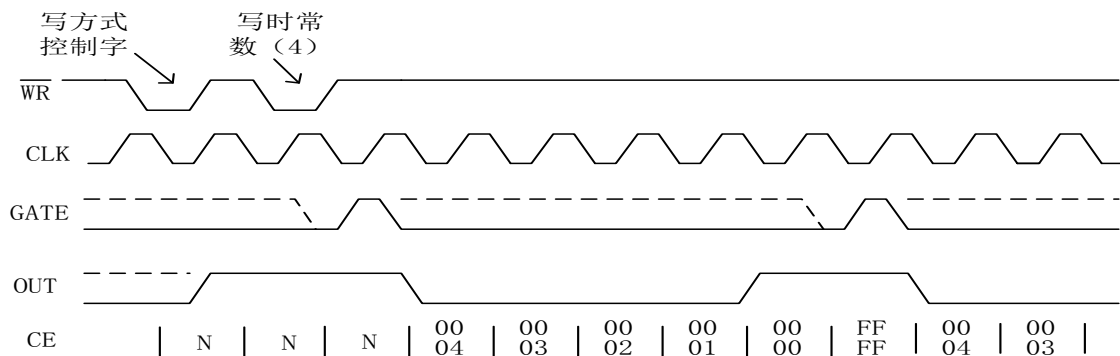
在方式1下，OUT端初始值为高电平，**在GATE端加入有效的触发信号（上升沿）**，并经过一个CLK脉冲后，OUT端变为低电平，表示一个单脉冲形成的开始，与此同时，将时常数从CR读入CE，并进行“减1”计数，这种计数不受GATE端低电平的限制。当计数达到0时，OUT端变为高电平，表示一个单脉冲过程的结束。



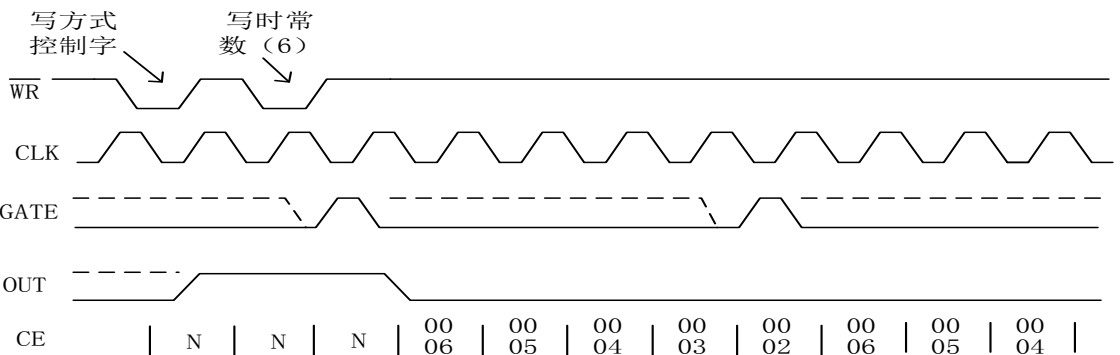
3. 8253的控制字及工作方式

方式1的计数过程

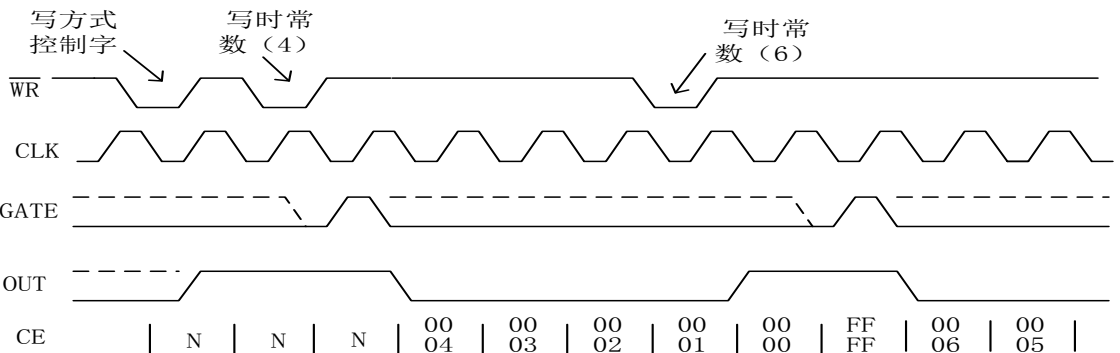
●正常情况



●在第一次硬件触发产生单脉冲完成之前，又来了一个触发信号，从而使单脉冲宽度变宽



●在某次单脉冲完成之前，又写入了新的时常数，下次单脉冲才采用新时常数





3. 8253的控制字及工作方式

例: 向8253的 $A_1A_0 = 11B$ 的地址写入0101 0010B, 则表示计数器1设置成方式1, 并且采用低8位时常数, 假设时常数为15, 则计数器1的初始化程序段如下:

MOV DX, COUNTD ; 写入8253的方式控制字

MOV AL, 0101 0010B

OUT DX, AL

MOV DX, COUNTB ; 计数器1置入时常数

MOV AL, 15

OUT DX, AL



3. 8253的控制字及工作方式

3 . 方式2 —— 分频脉冲形成

功能：方式2类似于N分频器，利用这种方式可以产生周期信号。

在正常情况下（ $GATE = 1$ ），将计数器设置成方式2后，OUT端输出高电平；向CR置入时常数N后，下一个CLK脉冲将时常数从CR读入CE，并开始“减1”计数；当计数到0001H时，OUT端变为低电平，经过一个CLK脉冲，OUT端再次变为高电平，产生一个时钟周期的负脉冲，与此同时，重新将时常数从CR读入CE，并继续计数。这样，就可以产生周期的分频信号。



3. 8253的控制字及工作方式

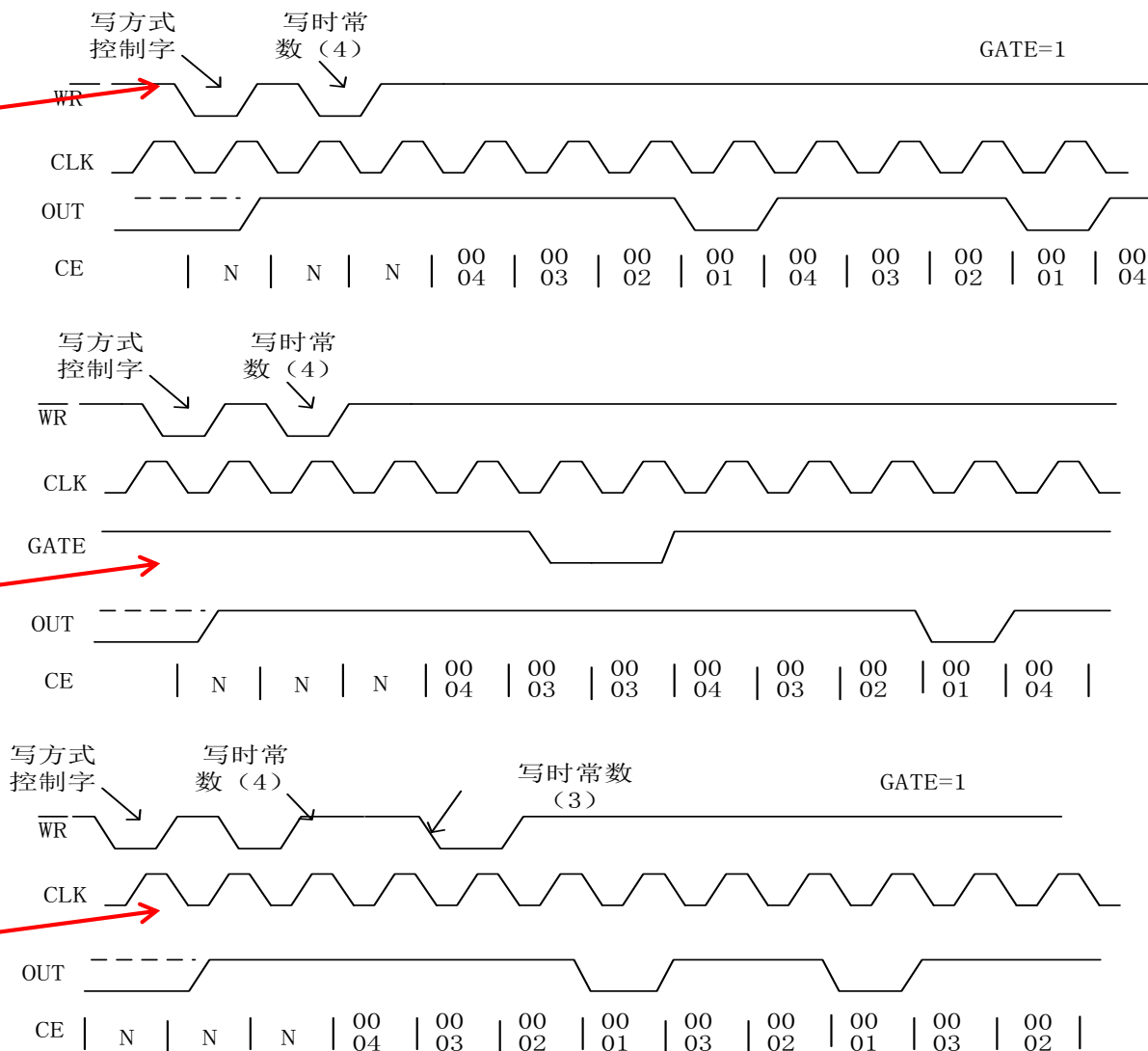
方式2的计数过程

正常情况下 (即 $GATE = 1$) 的分频脉冲形成。

当时常数为 N 时, 则 OUT 产生的信号为计数时钟的 N 分频, 高电平为 $(N - 1)$ 个计数时钟周期, 低电平为1个计数时钟周期。

$GATE$ 信号的作用效果, 当 $GATE$ 为低电平时, 计数器暂停计数, $GATE$ 端的上升沿使计数器重新读入时常数。

写入新的时常数的情况, 它只能在下一次分频脉冲后起作用。





3. 8253的控制字及工作方式

例：向8253的 $A_1A_0 = 11B$ 的地址写入 $1001\ 0100B$ ，则表示计数器2设置成方式2，并且采用低8位时常数，假设时常数为13，则计数器2的初始化程序段如下：

MOV DX, COUNTD ; 写入8253的方式控制字

MOV AL, 1001 0100B

OUT DX, AL

MOV DX, COUNTC ; 计数器2置入时常数

MOV AL, 13

OUT DX, AL

这样在OUT2端就产生了CLK2的13分频信号，这要是通过逻辑电路实现就比较麻烦。



3. 8253的控制字及工作方式

4. 方式3 —— 方波信号形成

功能：方式3类似于方式2，只是在OUT上产生对称的或近似对称的方波。

在正常情况下（ $GATE = 1$ ），将计数器设置成方式3后，OUT端输出高电平

- 向CR置入时常数N（设N为偶数）后，下一个CLK脉冲将时常数从CR读入CE，并开始“减2”计数，当计数到0时，OUT端变为低电平；重新将时常数从CR读入CE，并进行“减2”计数，当计数到0时，OUT端再次变为高电平，产生一个时钟周期的方波信号，重复这一过程，可以产生周期的对称方波信号。
- 当设定的时常数N为奇数时，在将时常数从CR读入CE时会自动减1，使CE中的初步变成 $N - 1$ （偶数），OUT端输出高电平，并开始“减2”计数，当计数到0时，再经过1个CLK后使OUT端变成低电平；重新将时常数从CR读入CE，并进行“减2”计数，当计数到0时，OUT端再次变为高电平，产生一个时钟周期的方波信号，重复这一过程，可以产生周期的近似对称的方波信号。



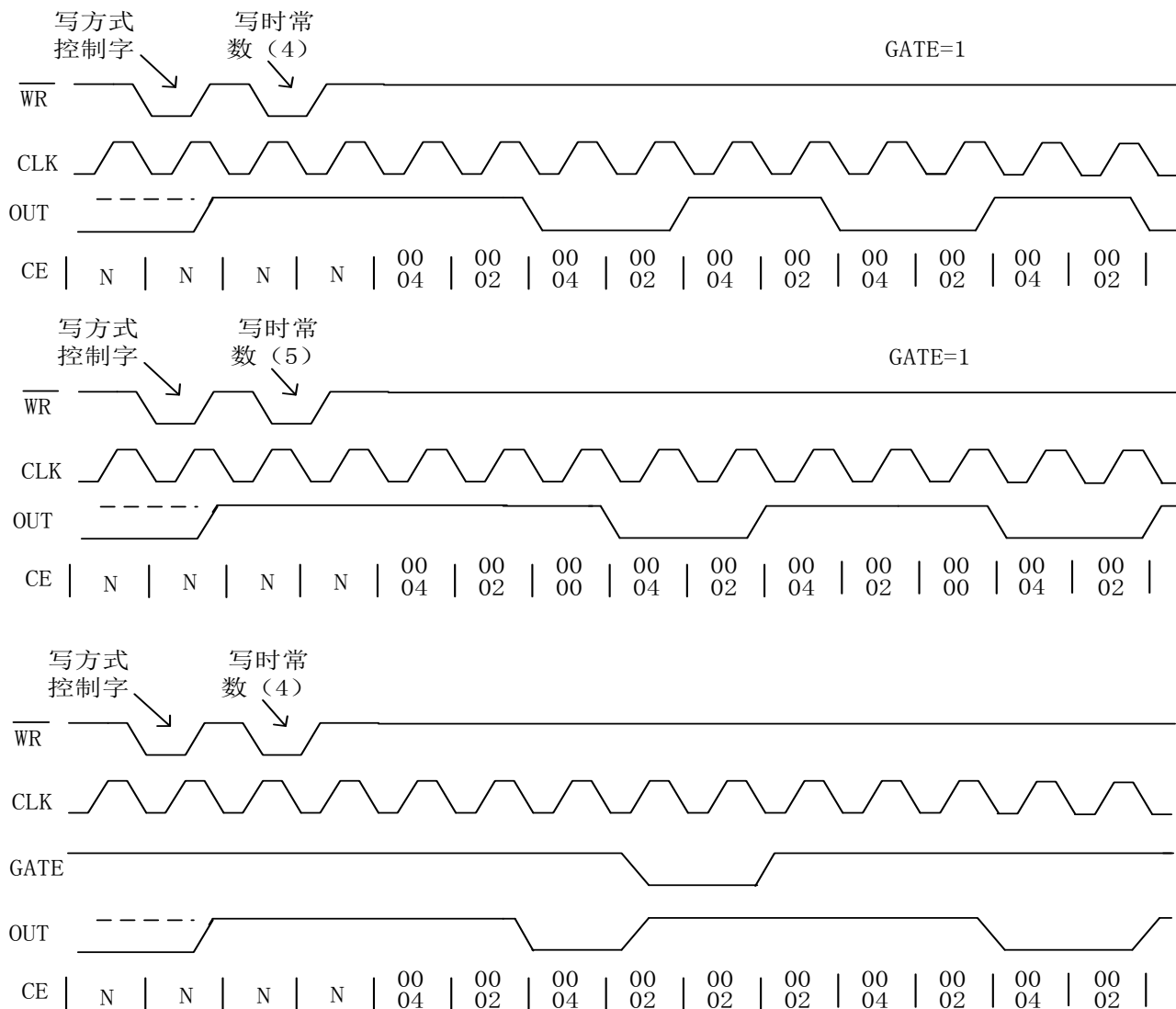
3. 8253的控制字及工作方式

方式3的计数过程

• 正常情况下 (即GATE = 1) 的对称方波信号形成, 时常数N为偶数;

• 正常情况下的近似对称方波信号形成, 时常数N为奇数;

• GATE信号的作用效果, 当GATE为低电平时, 计数器暂停计数, GATE端的上升沿使计数器重新读入时常数。





3. 8253的控制字及工作方式

例：向8253的 $A_1A_0 = 11B$ 的地址写入0011 0110B，则表示计数器0设置成方式3，并且采用16位时常数，假设时常数为2000，则计数器0的初始化程序段如下：

```
MOV DX, COUNTD           ; 写入8253的方式控制字
MOV AL, 0011 0110B
OUT DX, AL
MOV DX, COUNTA           ; 计数器0置入时常数
MOV AX, 2000
OUT DX, AL
XCHG AL, AH
OUT DX, AL
```

这样在OUT2端就产生了CLK2的2000分频的方波信号，如果通过逻辑电路实现，就显得比较麻烦。



3. 8253的控制字及工作方式

5 . 方式4 —— 软件触发产生选通信号

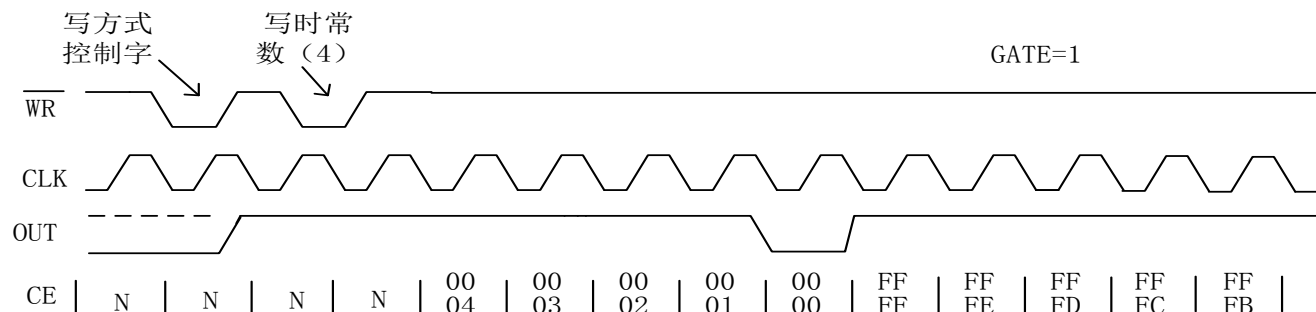
在方式4下，OUT端初始值为高电平。在正常情况下（ $GATE = 1$ ），将计数器设置成方式4后，OUT端输出高电平；向CR置入时常数N后，下一个CLK脉冲将时常数从CR读入CE，并开始“减1”计数；当计数到0时，OUT端变为低电平，经过一个CLK脉冲，OUT端再次变为高电平，完成一次选通信号的产生。当再次写入时常数N时，OUT端将经过（ $N + 1$ ）计数时钟周期后产生负的选通信号。



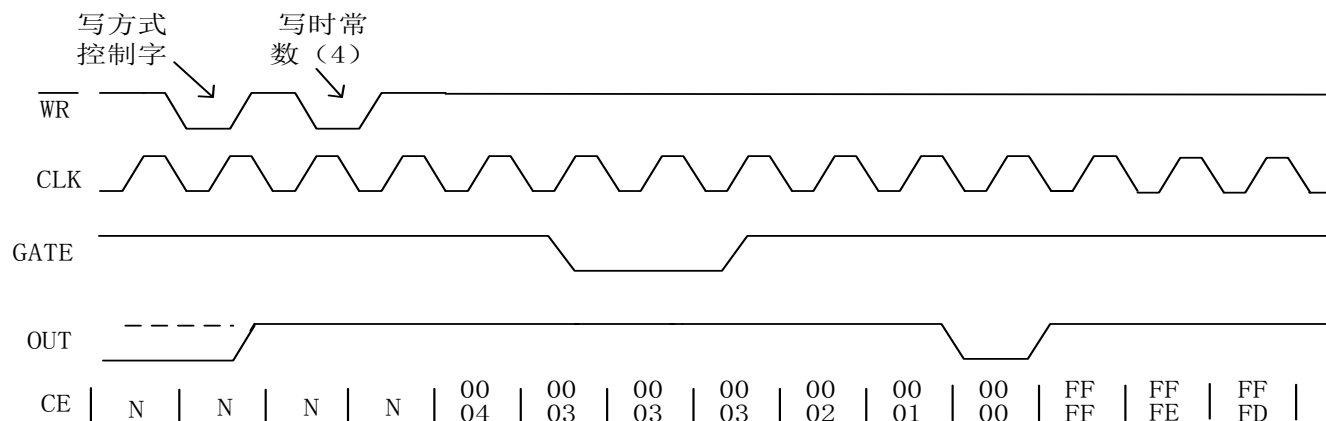
3. 8253的控制字及工作方式

方式4的计数过程

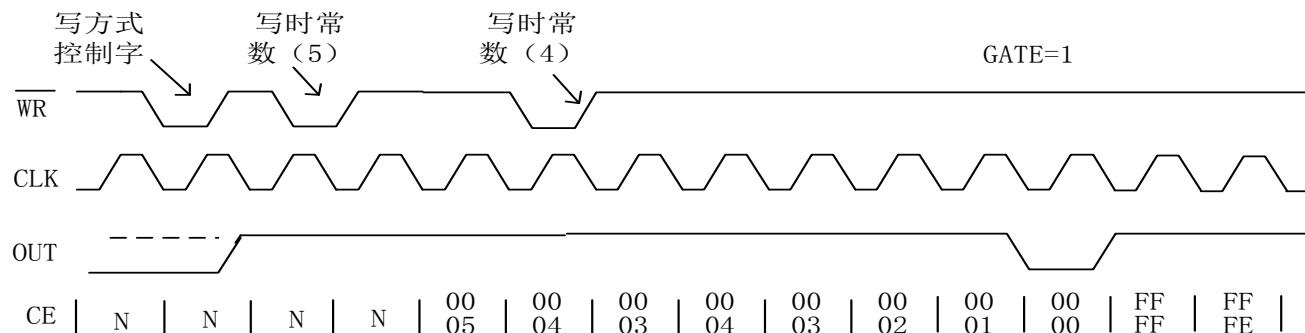
•表示正常情况



•GATE低电平信号的作用效果，它使计数器暂停计数；



•在某次选通信号形成之前，又写入了新的时常数，这时本次选通信号不再形成。





3. 8253的控制字及工作方式

例：向8253的 $A_1A_0 = 11B$ 的地址写入 0101 1000B，则表示计数器1设置成方式4，并且采用低8位时常数，假设时常数为75，则计数器1的初始化程序段如下：

```
MOV DX, COUNTD           ; 写入8253的方式控制字
MOV AL, 0101 1000B
OUT DX, AL
MOV DX, COUNTB           ; 计数器1置入时常数
MOV AL, 75
OUT DX, AL
```




3. 8253的控制字及工作方式

6 . 方式5 —— 硬件触发产生选通信号

功能：方式5与方式4类似，只是每次选通信号的产生是由硬件触发的。

在方式5下，OUT端初始值为高电平。

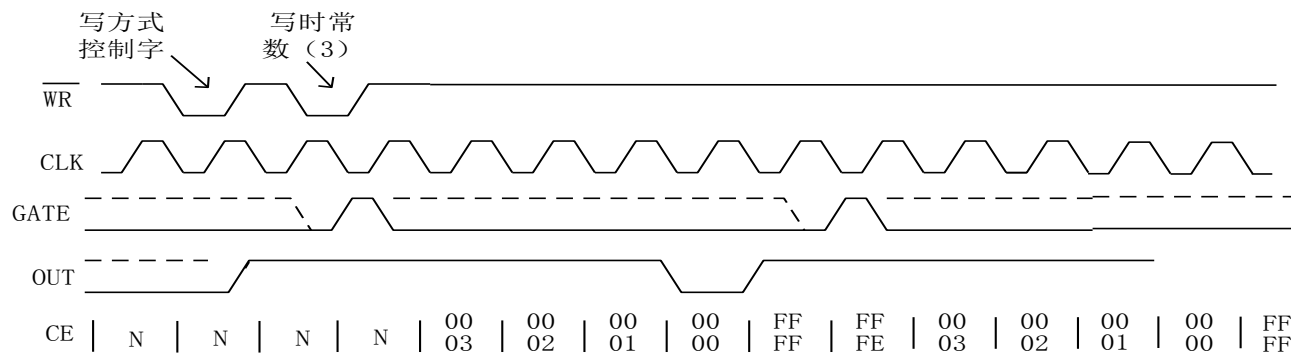
在正常情况下（ $GATE = 1$ ），将计数器设置成方式4或写入时常数时，都使OUT端输出高电平；当GATE端输入上升沿时，其下一个CLK脉冲可以将时常数从CR读入CE，并开始“减1”计数；当计数到0时，OUT端变为低电平，经过一个CLK脉冲，OUT端再次变为高电平，完成一次选通信号的产生。当再次输入GATE的上升沿时，OUT端将经过（ $N + 1$ ）计数时钟周期后产生负的选通信号。



3. 8253的控制字及工作方式

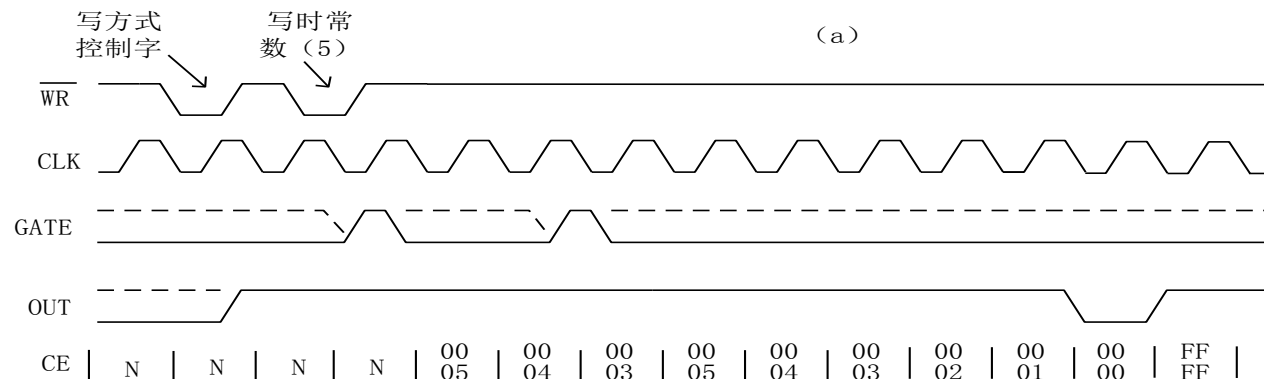
方式5的计数过程

• 正常情况



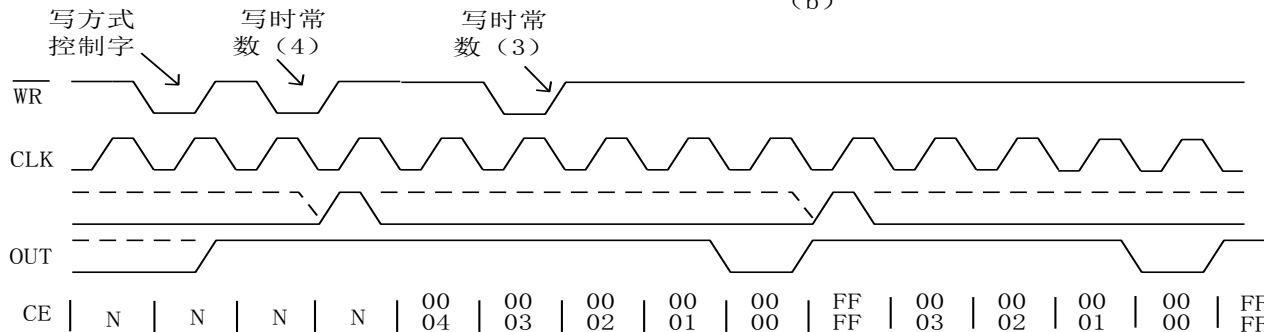
(a)

• 在第一次硬件触发产生选通信号完成之前，又来了一个硬件触发信号，从而使选通信号的产生时间延迟；



(b)

• 在某次单脉冲完成之前，又写入了新的时常数，这时不影响本次选通信号的形成，下次选通信号才采用新的时常数。



(c)



3. 8253的控制字及工作方式

例: 向8253的 $A_1A_0 = 11B$ 的地址写入0001 1010B, 则表示计数器0设置成方式5, 并且采用低8位时常数, 假设时常数为155, 则计数器0的初始化程序段如下:

MOV DX, COUNTD ; 写入8253的方式控制字

MOV AL, 0001 1010B

OUT DX, AL

MOV DX, COUNTA ; 计数器0置入时常数

MOV AL, 155

OUT DX, AL



3. 8253的控制字及工作方式

8253的计数值的读取

在任何时刻都可以读取某个计数器的当前计数值，这应该分两步实现：

- 输出计数器锁存命令，将方式控制字中 $RL_1RL_0=00B$ ，这样可以将相应计数通道中的当前计数值锁存到OL锁存器，而CE会继续计数；
- 用IN指令读取OL内容。

例：要读取计数器1中的计数值，其程序如下：

```
MOV  DX, COUNTD      ; 输出计数器锁存命令
MOV  AL, 0100 0000B
OUT  DX, AL
MOV  DX, COUNTB
IN   AL, DX           ; 从OL读取低位字节
XCHG AH, AL
IN   AL, DX           ; 从OL读取高位字节
XCHG AH, AL
```

这时，AX的内容就是计数器1的当前计数值（注意，在计数器1设定工作方式时，其方式控制字 RL_1RL_0 的应为11B）。



3. 8253的控制字及工作方式

8254与8253的主要区别

Intel 8254是8253的改进型，它与8253的主要区别有：

➤ 允许的计数脉冲（CLK）的频率范围不同：

8253：最大时钟频率为2MHz

8254：最大时钟频率为8MHz

8254-2：最大时钟频率为10MHz

➤ 在8254中，每个通道中还有一个状态寄存器，CPU通过它可以读取其状态，8254也可进行计数值读取。

4. 8253与系统总线的接口方法



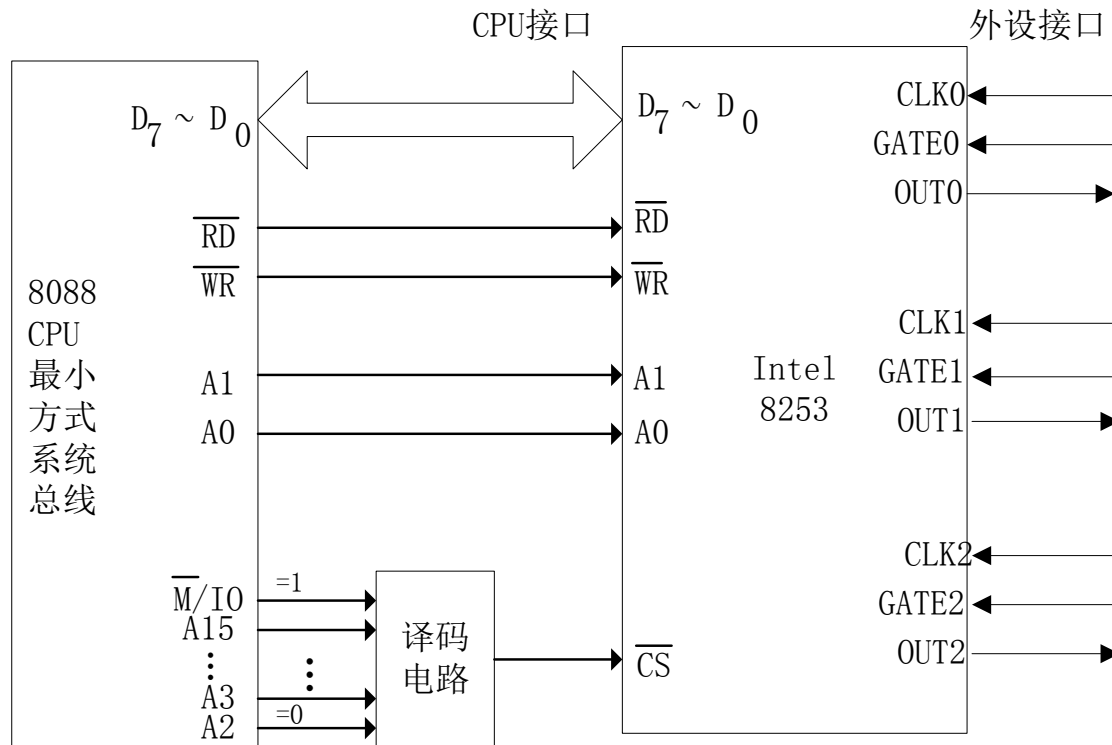
在采用8253进行定时/计数器设计时，首先应该将它与CPU正确连接，在已经设计好8086/8088系统总线情况下，可以直接利用系统总线中的信号与8253连接。

这里给出五种系统总线情况下8253的连接方法：

- 8088的最小方式
- 8088的最大方式
- 8086的最小方式
- 8086的最大方式
- IBM PC系统机。

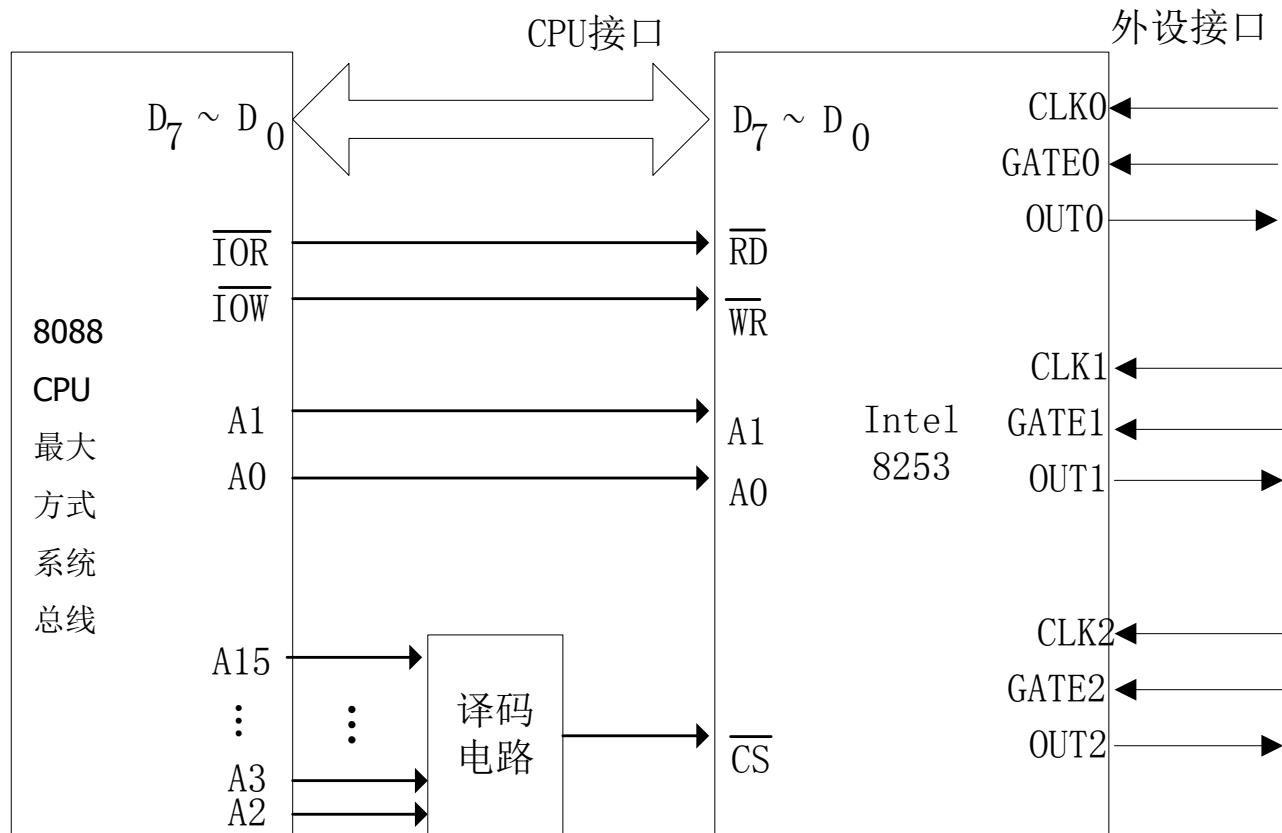


8088最小方式系统总线与8253的连接框图





8088最大方式系统总线与8253的连接框图

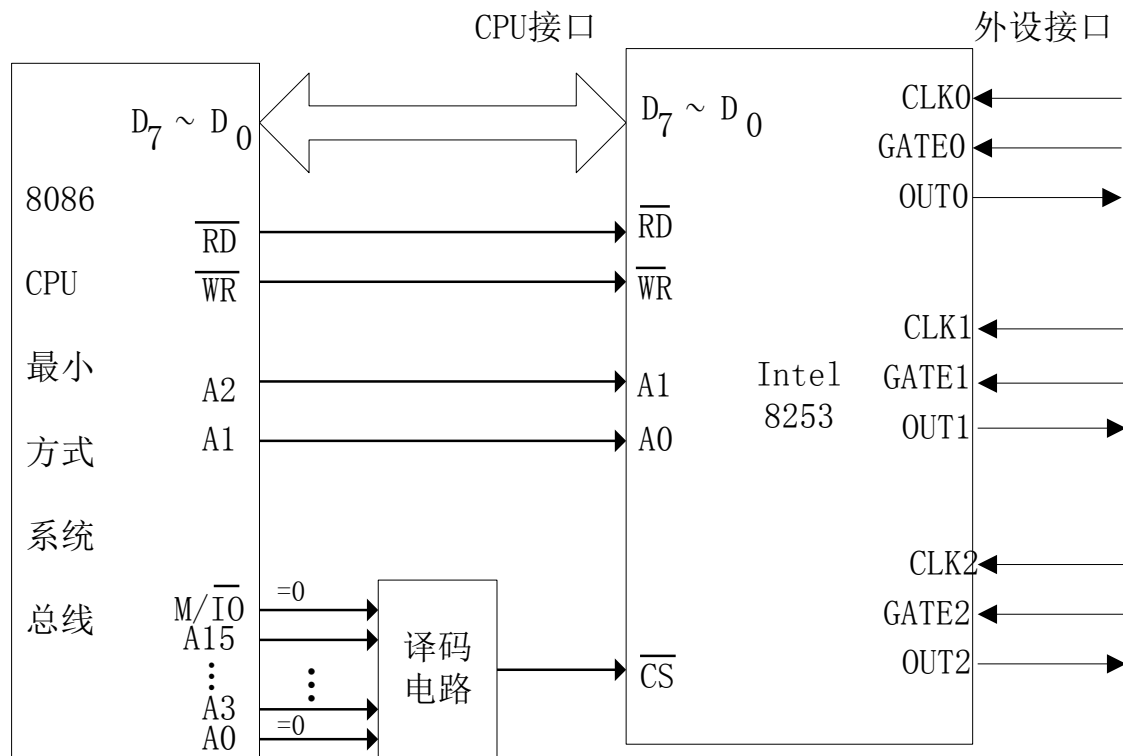




- $\overline{M}/\overline{IO}$ 和 A_0 均为低电平有效，而且约定采用 A_2 、 A_1 作为 8253 的内部地址线。

- 图中给出使用偶地址的情况，当采用奇地址时，只需要将图中的地址信号 A_0 换成 \overline{BHE} ，并且将 8086 总线的 $D_7 \sim D_0$ 换成 $D_{15} \sim D_8$ 。

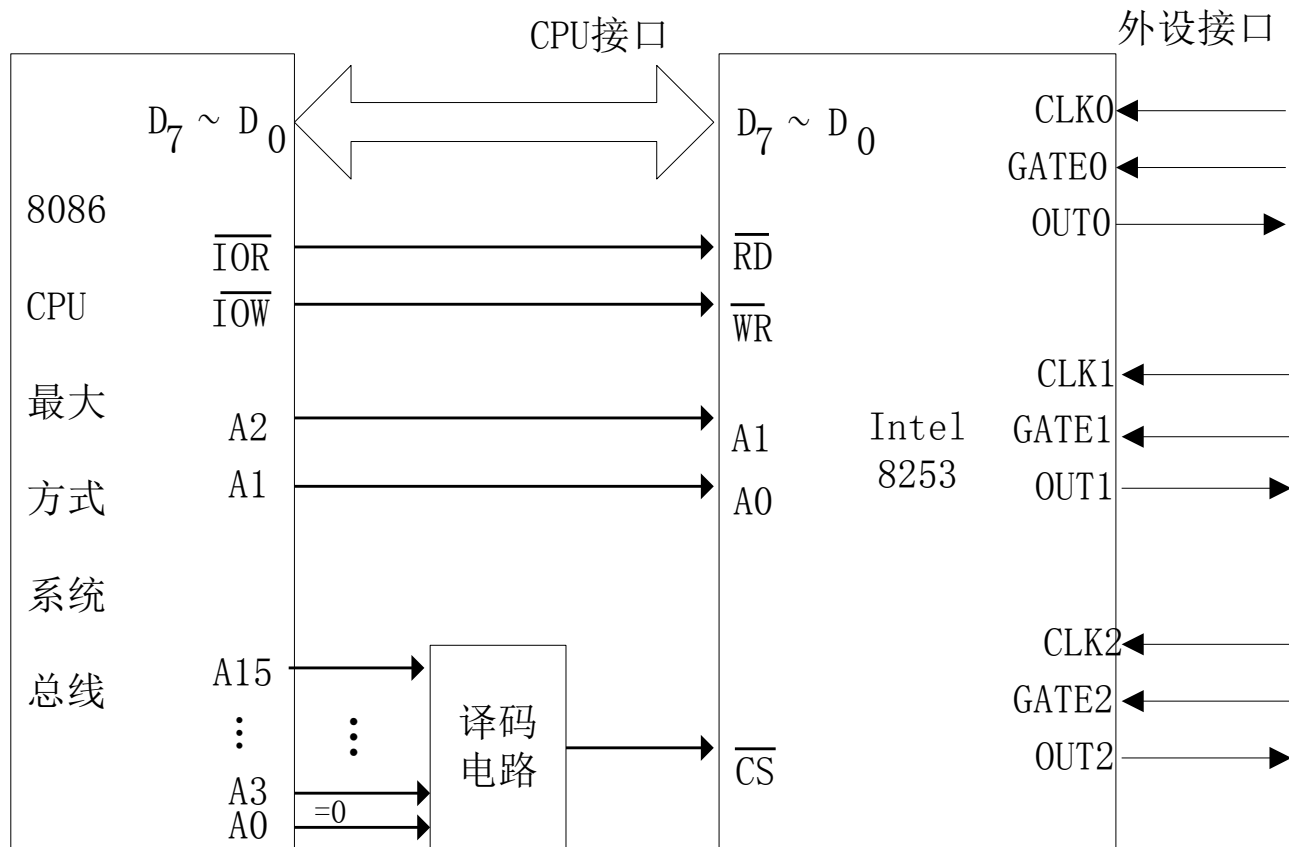
8086最小方式系统总线与8253的连接框图





8086最大方式系统总线与8253的连接框图

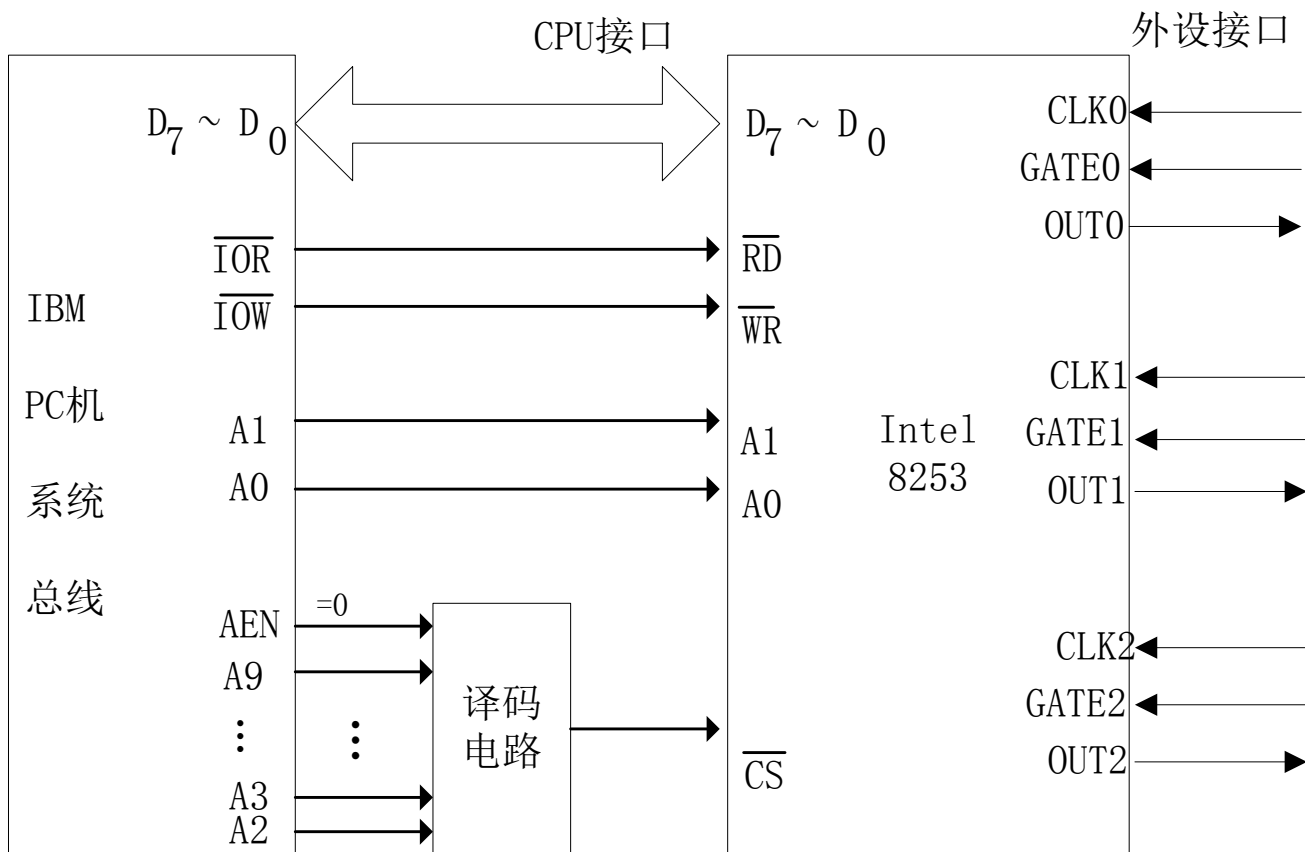
- 图中给出使用偶地址的情况，当采用奇地址时，只需要将图中的地址信号A0换成 $\overline{\text{BHE}}$ ，并且将8086总线的D7~D0换成D15~D8。





- 在IBM PC机系统中，采用8088的最大方式。
- 由于系统中包含DMA机构，因此，设计端口和存储器的译码电路时，必须是非DMA操作模式，即AEN=0。
- 应该注意，系统的数据总线只有8位，故没有 $\overline{\text{BHE}}$ 信号。

IBM PC机系统总线与8253的连接框图

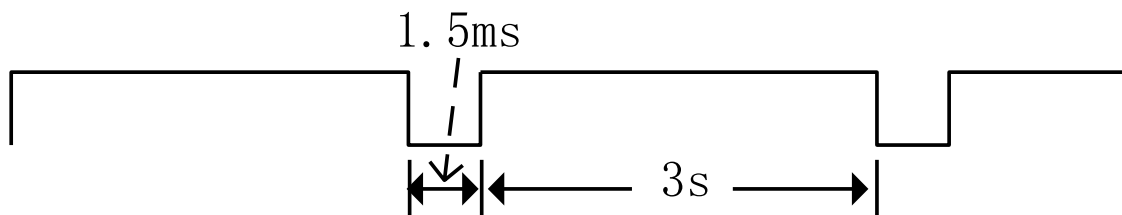


5. 8253的应用设计



例1. 在以8086构成的最大方式系统中，有一片8253的端口地址分别为301H、303H、305H和307H，给定的外部时钟为512kHz。要求：

- (1) 利用计数器0产生周期为1ms的周期信号；利用这一计数器能产生的最低信号频率为_____，这时的时常数CR0=_____。
- (2) 利用计数器1和2产生如下图所示的周期信号，并编写初始化程序。
- (3) 画出8253的端口译码电路及其连接图。



8253所要产生的周期信号

5. 8253的应用设计



解：设给定的外部时钟为CLK，其周期 $T = 1/512\text{kHz} = 1.953125\mu\text{s}$ 。

(1) 为了得到1ms的周期信号，因此计数器0应该采用方式2或方式3，其时常数 $CR0 = 1\text{ms}/1.953125\mu\text{s} = 512$ 。利用这个计数器分频时，其最大的分频次数为65536，这时得到最低的频率为 $512\text{kHz}/65536$ ，即约为7.81Hz。

(2) 为了产生如图所示的周期信号，应该采用方式2，但在方式2下，其低电平时间仅为一个时钟周期，因此，利用一个计数通道无法实现这个任务。现在采用计数器1和计数器2联合，先利用计数器1产生周期为1.5ms的周期信号，然后将输出OUT1信号作为计数器2的时钟输入CLK2，这样可以实现题目的要求。

对于计数器1，工作方式可以选用方式2或方式3，一般采用方式3，这样可以使产生的信号（近似）对称，其时常数 $CR1 = 1.5\text{ms}/1.953125\mu\text{s} = 768$ ，需要采用16位的时常数表示。对于计数器2，工作方式只能选用方式2，其时常数 $CR2 = (3\text{s} + 1.5\text{ms}) / 1.5\text{ms} = 3001$ ，也需要采用16位的时常数表示。

5. 8253的应用设计



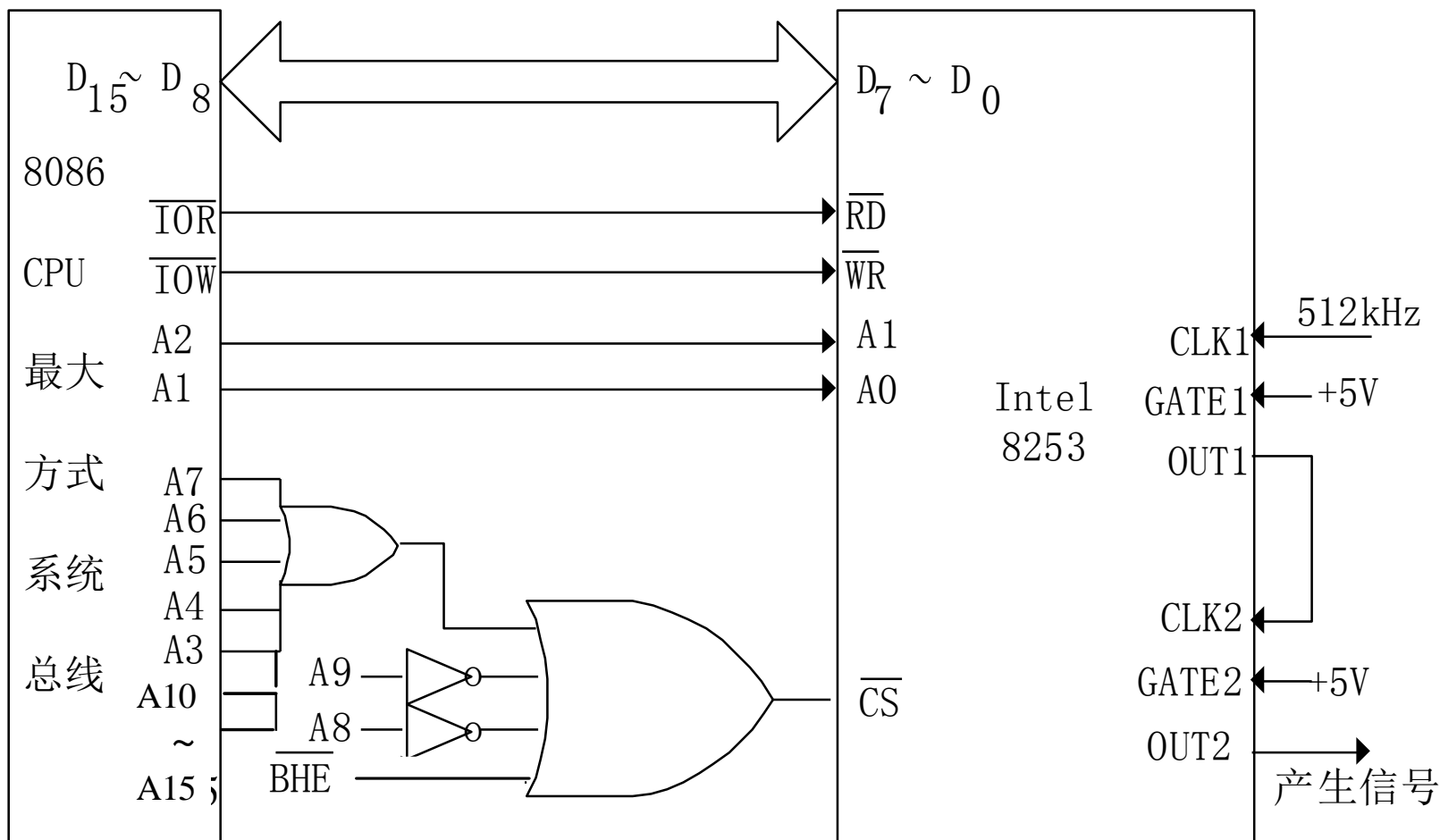
8253的初始化程序段如下：

```
MOV  DX,307H           ; 写计数器1方式控制字
MOV  AL,0111 0110B
OUT  DX,AL
MOV  DX,303H           ; 写计数器1时常数
MOV  AX,768
OUT  DX,AL
XCHG AL,AH
OUT  DX,AL
MOV  DX,307H           ; 写计数器2方式控制字
MOV  AL,1011 0100B
OUT  DX,AL
MOV  DX,305H           ; 写计数器2时常数
MOV  AX,3001
OUT  DX,AL
XCHG AL,AH
OUT  DX,AL
```

5. 8253的应用设计



(3) 根据上面分析和题目给定的条件，可以画出8253的地址译码电路和连接图。



5. 8253的应用设计

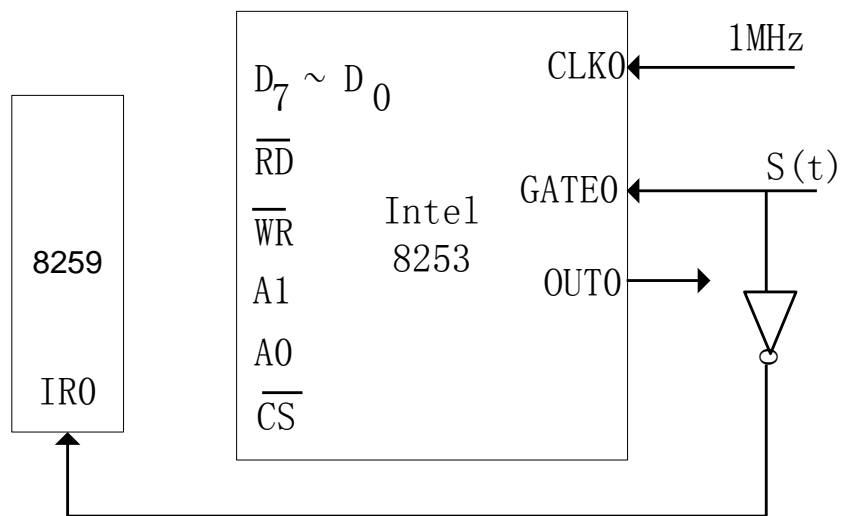


例2. 有一个未知频率的对称周期信号 $s(t)$ （频率范围在100Hz ~ 2kHz之间），现在8086最小系统中已经设计了一片8253，其端口地址为380H、382H、384H和386H，外部可以使用的标准信号源为1MHz，设计测量输入 $s(t)$ 信号的频率，并将结果保存在SFR字单元中。

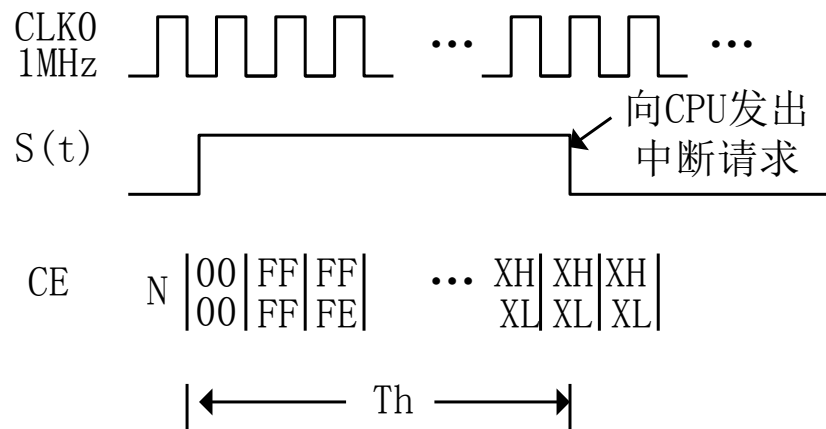
解：测量信号频率的方法有两种：计数法和测周期法

- **计数法**是指在一个确定的时间 t 内测出 $s(t)$ 重复变化 N 次，这样 $s(t)$ 的周期约为 t/N ，要求 t 足够长，使 $N \geq 100$ 。
- **测周期法**是指在 $s(t)$ 的一个周期内测出已知标准周期信号（设周期为 T_0 ）周期数 N ，则 $s(t)$ 的周期约为 $N \times T_0$ ，这种方法也要求 $N \geq 100$ ，即基准频率信号的周期足够短。

5. 8253的应用设计



信号频率测量连接图



信号频率测量关系

5. 8253的应用设计



- 根据题目给定的信号，这里应该**采用测周期法**，基准频率信号为1MHz， $T_0 = 1\ \mu\text{s}$ 。由于题目给定被测信号 $s(t)$ 为对称的周期信号，因此只需要测量半个周期 T_h ，根据给定的频率范围可以计算出 $250\ \mu\text{s} \leq T_h \leq 5000\ \mu\text{s}$ ，这样可以保证测出的周期数 $250 \leq N \leq 5000$ ，确保测量的精度要求。
- 利用计数器0实现输入信号 $s(t)$ 频率的测量，将基准信号1MHz加到CLK0端， $s(t)$ 加到GATE0端，并同时 $s(t)$ 连接到8259的中断请求IR0端，8253的连接图如上左图所示。
- 信号频率测量关系如上右图所示。计数器采用方式2，时常数取最大值，这样当GATE0端有上升沿时，可以启动计数器进行“减1”计数，当GATE0出现低电平时，暂停计数，并一直保留到CPU产生中断，在中断服务子程序中可以读取计数值，与初值相减后再加1就可以得到 $s(t)$ 半周期内所包含的基准周期数。

5. 8253的应用设计



8253的初始化程序段如下：

```
MOV    DX,386H    ; 写计数器0方式控制字
MOV    AL,0011 0100B
OUT    DX,AL
MOV    DX,380H    ; 写计数器0时常数
MOV    AL,0
OUT    DX,AL
OUT    DX,AL
STI                    ; 开中断
```

中断服务子程序的主要内容：

```
PUSH    AX
PUSH    BX
PUSH    DX
MOV     DX, 386H ; 发计数器0的锁存命令
MOV     AL,0000 0000B
OUT     DX, AL
MOV     DX, 380H ; 读计数值
IN      AL, DX
XCHG    AL, AH
IN      AL, DX
XCHG    AL, AH
```

```
NEG     AX
INC     AX
MOV     BX, AX    ; 计算信号频率
MOV     DX, 000FH
MOV     AX, 4240H
DIV     BX
SHR     AX, 1
MOV     SFR, AX   ; 保存信号频率
POP     DX
POP     BX
POP     AX
IRET
```

5. 8253的应用设计



例3. 在一个由8086构成的最小方式系统中，周期执行某一段程序（设用子程序MAIN_PROC表示），设MAIN_PROC子程序的执行时间为15ms，要求设计一片8253（端口地址为20H~27H中的偶地址），外部基准时钟为100kHz，完成当程序执行异常时，自动进行复位操作。

解：

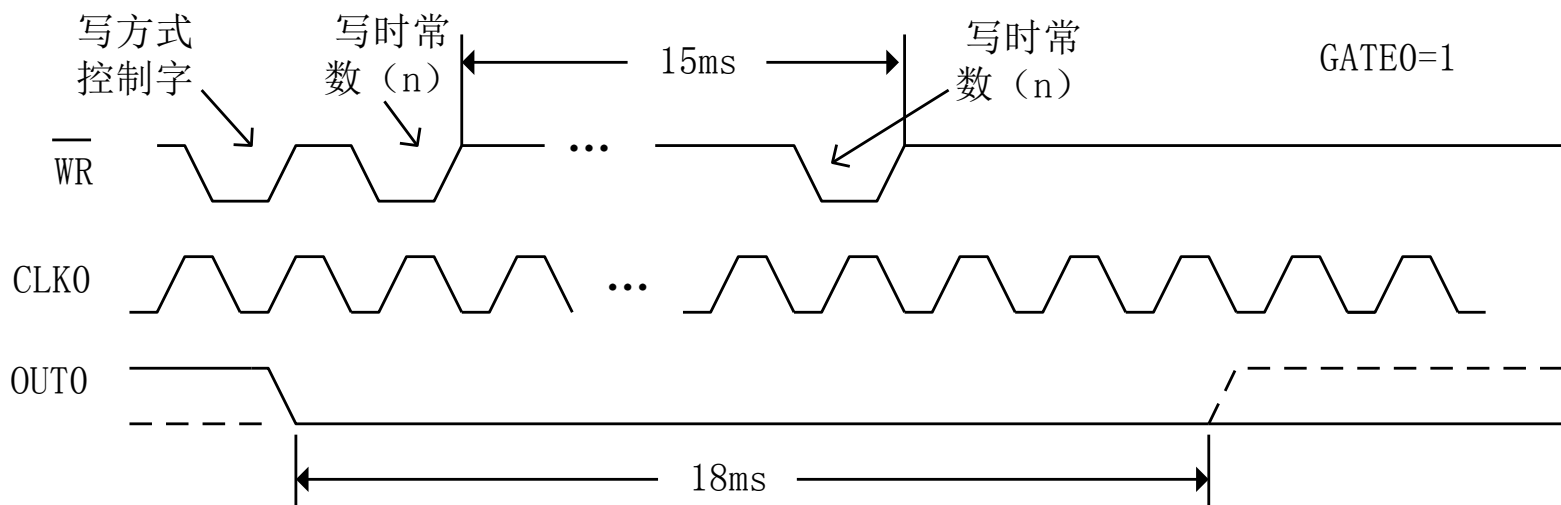
当程序正常执行时，**每次执行MAIN_PROC子程序的时间为15ms**，如果一旦程序执行异常，则执行MAIN_PROC子程序的时间必定会超过15ms，根据这一点可以判定程序执行是否正常。

8086 CPU的RESET（复位）端为高电平时，可以使CPU得到复位，为此可以**采用8253计数器的方式0**实现程序执行异常的检测。

5. 8253的应用设计



- 计数器0工作在方式0，其时常数确定的定时时间为18ms，即时常数为 $18\text{ms}/0.1\text{ms}-1=179$ 。这样，在程序执行正常情况下，写入时常数后执行MAIN_PROC子程序，还没有达到定时的时间，又会写入时常数，从而确保OUT0端一直为低电平；
- 当程序执行异常情况下，写入时常数后执行MAIN_PROC子程序，由于程序执行异常，未能按时返回到主程序，当达到18ms时（如图虚线表示），就会在OUT0产生上升沿，通过处理后，可以产生CPU的RESET信号。

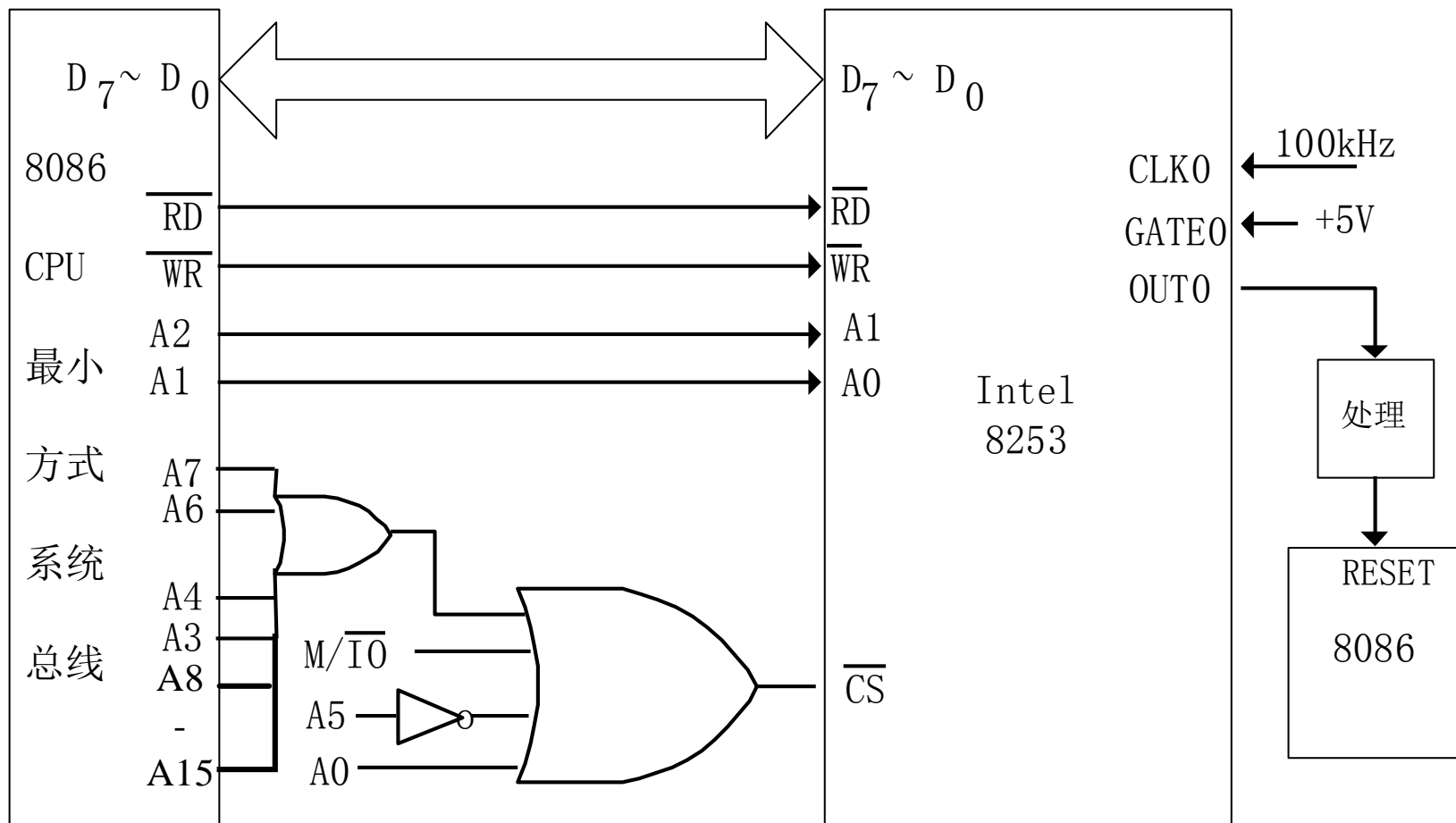


程序执行异常的检测时序示意图

5. 8253的应用设计



8253的连接图



5. 8253的应用设计



8253的应用程序段如下：

MOV DX,26H ; 写计数器0方式控制字

MOV AL,0001 0000B

OUT DX, AL

RESTART:

MOV DX, 20H ; 写计数器0时常数

MOV AL, 179

OUT DX, AL

CALL MAIN_PROC

JMP RESTART