

# 《微型计算机原理与接口技术》

## 第5版

### 第7章

## 可编程计数器/定时器 8253/8254及其应用



## 本章主要内容：

§7.1 8253的工作原理

§7.2 8253/8254的应用举例



- 可编程**计数器/定时器**利用硬件电路和中断来控制定时，定时时间由软件确定，精确、灵活；还能对外部事件计数。
- 定时器通过记录高精度晶振脉冲信号的个数从而输出准确的时间间隔。
- 计数器记录反映外设某种状态的具有一定随机性脉冲信号



- 8253是一种典型的可编程计数器/定时器，也称**可编程间隔定时器**(Programmable Interval Timer)
- 内部具有**3个相互独立的16位计数器通道**；通过编程，每个通道可按**6种不同的方式**工作；可按**二进制或BCD码**计数，最高计数频率2MHz；采用倒计数方式，预先置入初值再进行减1计数。
- 还可用于可编程方波频率产生器、分频器、程控单脉冲发生器等多种场合。



# §7.1 8253的工作原理

7.1.1 8253的内部结构和引脚信号

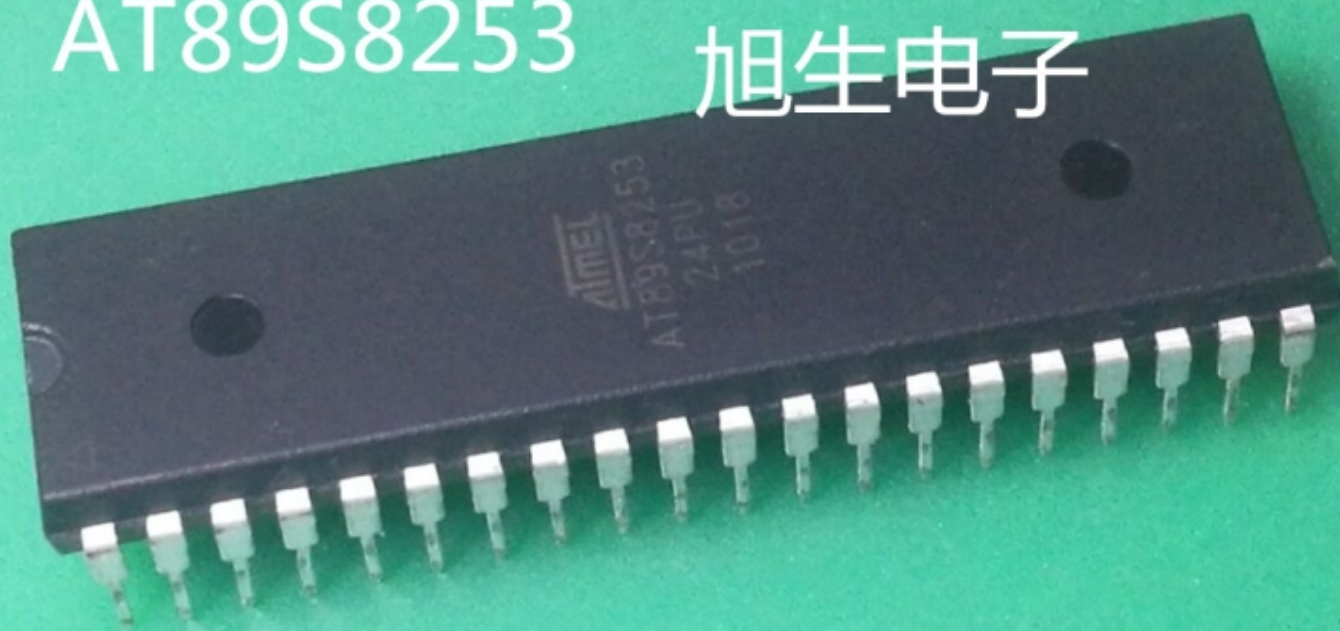
7.1.2 初始化编程和门控信号功能

7.1.3 8253的工作方式



AT89S8253

IC供应商  
旭生电子



## 7.1.1 8253的内部结构和引脚信号

### 8253引脚信号

与CPU的接口

8 位数据线:

$D_0 \sim D_7$

寻址控制线:

$A_0$ 、 $A_1$ 、

$\overline{CS}$

读写控制线:

$\overline{RD}$

$\overline{WR}$

各通道与外设的接口

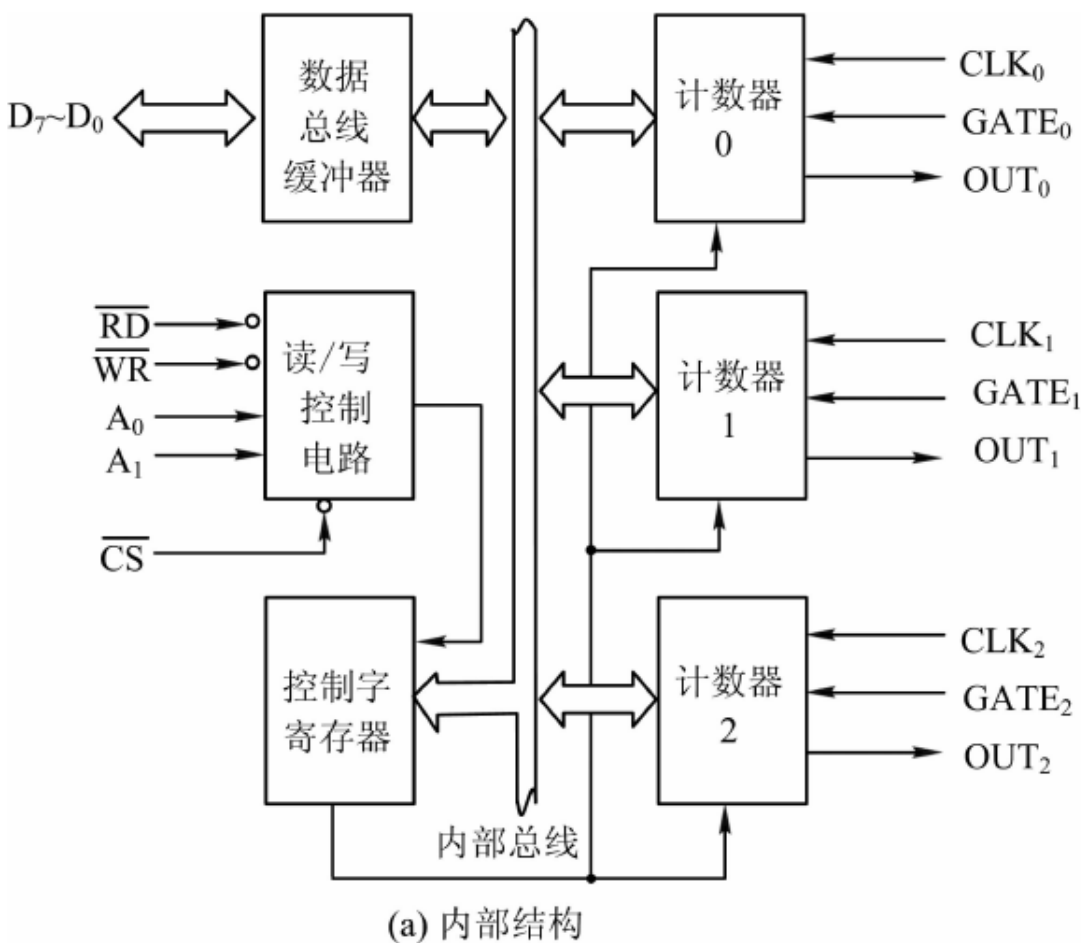
时钟输入: CLK

门控输入: GATE

波形输出: OUT



## 8253内部结构



### 内部结构

包含以下几部分：

- 数据总线缓冲器
- 读/写控制逻辑
- 计数器或计数通道  
0~3
- 控制字寄存器

从图中也可看到各部件相应的引脚信号。





# 1. 数据总线缓冲器

- 是8253与数据总线连接时的接口电路，由8位双向三态缓冲器构成。
- CPU用IN、OUT指令对8253进行读写的信息，都经 $D_7 \sim D_0$ 传送，包括：
  - 对8253初始化编程时，CPU向它写入的控制字；
  - CPU向某一计数器写入的计数初值；
  - CPU从计数器读出的计数值。



## 2. 读/写控制逻辑

- 接收控制总线的输入信号，组合后形成各种控制信号。可接收的信号有：

- 1) 片选信号  $\overline{CS}$ ，由I/O 端口译码电路产生
- 2) 读信号  $\overline{RD}$ ，CPU读取选定计数器中的内容
- 3) 写信号  $\overline{WR}$ ，CPU写入计数初值，或控制字
- 4)  $A_1A_0$ ，端口选择信号，即

$A_1A_0=00$ ，通道0；       $A_1A_0=01$ ，通道1；

$A_1A_0=10$ ，通道2；       $A_1A_0=11$ ，控制字寄存器



# 输入信号组合形成的控制功能

表 7.1 8253 输入信号组合的功能表

$\overline{CS}$	$\overline{RD}$	$\overline{WR}$	$A_1 A_0$	功 能
0	1	0	0 0	写入计数器 0
0	1	0	0 1	写入计数器 1
0	1	0	1 0	写入计数器 2
0	1	0	1 1	写入控制字寄存器
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
0	0	1	1 1	无操作
1	×	×	×	禁止使用
0	1	1	×	无操作

$\overline{CS}$  =0时，才能工作

$\overline{WR}$  =0时，可向3个计数器和控制口写入数据

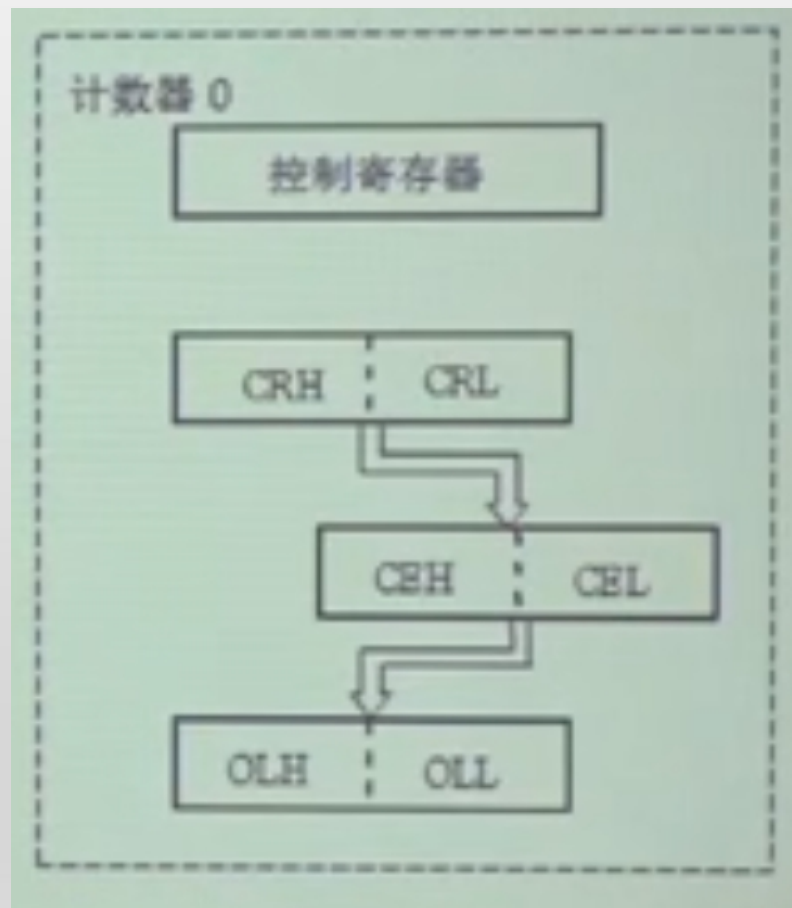
$\overline{RD}$  =0时，可从3个计数器读出数据，但不能读控制口。

$\overline{RD}$  和  $\overline{WR}$  都为0时为非法操作。



# 8253内部计数器结构

- ◇ 8253内部有三个独立工作的16位计数通道。
- ◇ CR: 16位初值寄存器
- ◇ CE: 减一计数器
- ◇ OL: 输出锁存器



### 3. 计数器0~2

- 8253有3个相同而独立的计数器/定时器通道，每通道都含1个8位控制字寄存器、1个16位计数初值寄存器、1个计数执行部件、1个输出锁存器。
- 执行部件是1个16位减法计数器，从寄存器初值开始减1计数。
- 输出锁存器随时记录计数器的值，必要时可从中读出瞬时值。
- 初值寄存器、执行部件、输出锁存器都是16位，也可分成高8位和低8位，作8位寄存器用。



- 写入计数初值后，在门控信号控制下，对CLK脚上的脉冲进行-1计数。计数结束时，从OUT引脚输出脉冲信号。
- 定时时间=时钟脉冲周期 $t_c$ ×预置的计数初值 $n$

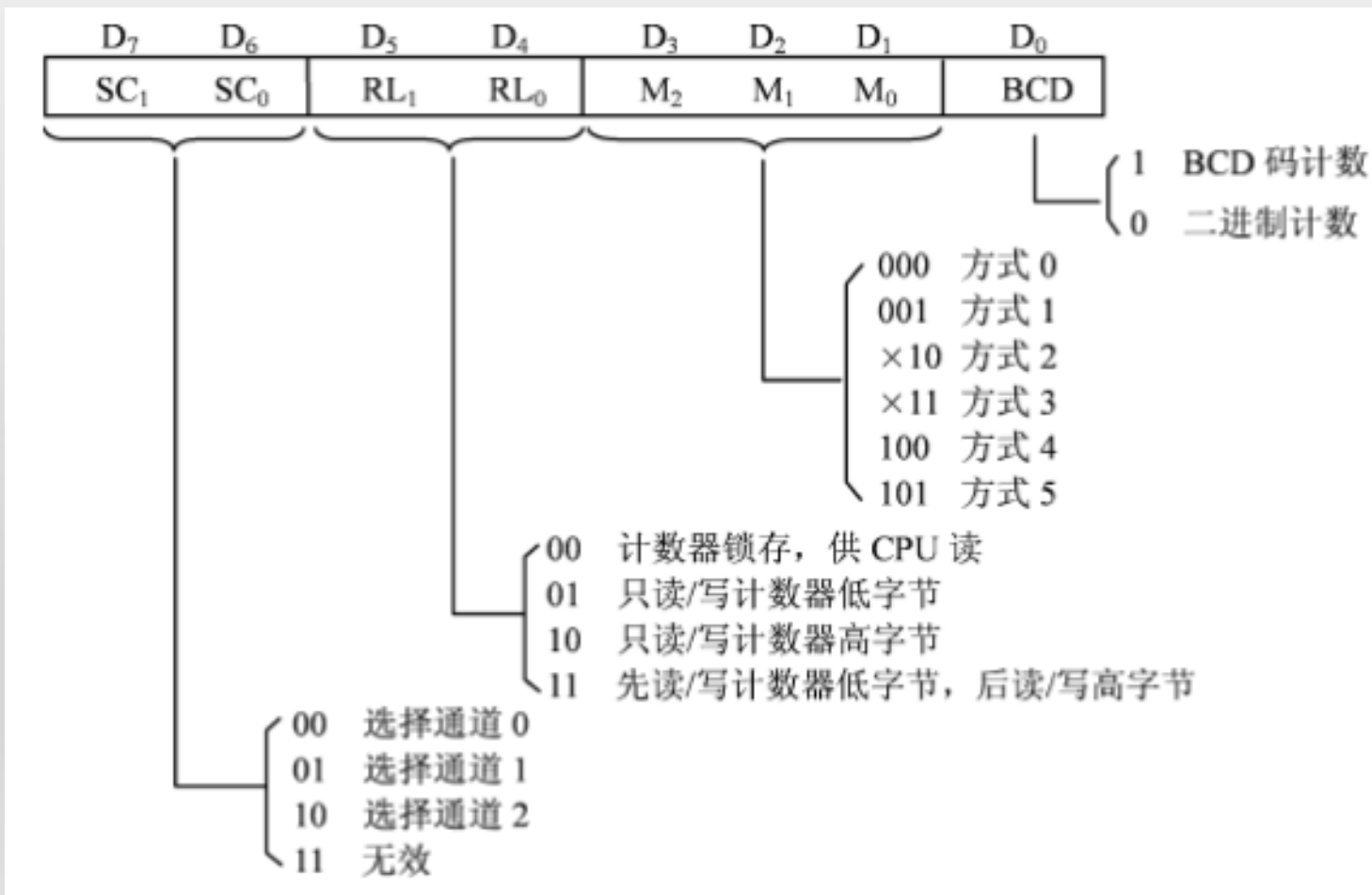
**例如**，设计数脉冲频率为0.5MHz，即脉冲周期 $t_c=2\mu s$ ，若计数初值 $n=500$ ，则计数器进行减1计数，减到0时，定时时间为：

$$T=2\mu s \times 500 = 1ms。$$



## 4. 控制字寄存器

- **控制字**写入控制字寄存器。用来选定计数通道，各通道工作方式、读写格式和计数数制。



**7.1.1 8253的内部结构和引脚信号**

**7.1.2 初始化编程和门控信号功能**

**7.1.3 8253的工作方式**





## 7.1.2 初始化编程和门控信号功能

### 1. 8253的初始化编程步骤

#### 1) 先写入控制字

控制字用来选定计数通道，规定工作方式和计数格式。

#### 2) 后写入计数初值n

写入8/16位计数初值。16位要执行2条OUT指令，先送低8位，后送高8位。

二进制计数时， $n=0000\text{-}FFFFH$ ，0表示65536，BCD计数时， $n=0000\text{-}9999$ ，0表示10000。



## 例7.1

设8253的3个计数器口地址为3F0H、3F2H和3F4H，控制字寄存器地址为3F6H，要求通道0工作于方式3，计数初值n=1234H，试编写初始化程序。

```
MOV AL, 00110111B ; 控制字: 选择通道0, 先读/写  
                        ; 低字节, 方式3, BCD计数  
MOV DX, 3F6H ; 指向控制口  
OUT DX, AL ; 写入控制字  
MOV AL, 34H ; 计数值低字节  
MOV DX, 3F0H ; 指向计数器0端口  
OUT DX, AL ; 先写入低字节  
MOV AL, 12H ; 计数值高字节  
OUT DX, AL ; 后写入高字节
```



## 例7.2

设8253的3个计数器口地址为40H-43H,已知时钟端CLK2输入信号的频率为2MHz。使用8253计数器2来产生频率为40KHz的方波。试编写初始化程序。

计数初值的计算:

计数初值=输入频率/输出频率

=2000000Hz/40000Hz

=50

=0032H



## 例7.2

设8253的3个计数器口地址为40H-43H,已知时钟端CLK2输入信号的频率为2MHz。使用8253计数器2来产生频率为40KHz的方波。试编写初始化程序。

MOV AL, 10110110B	； 控制字
OUT 43, AL	； 写入控制字
MOV AL, 32H	； 计数值低字节
OUT 42, AL	； 先写入低字节
XOR AL, AL	； 计数值高字节
OUT 42, AL	； 后写入高字节



## 例7. 2基础上读出2#计数器当前计数值的程序段:

◇ 给控制字寄存器写入锁存命令

```
MOV AL,10000000B
```

```
OUT 43H,AL
```

◇ 从锁存器中读出计数值，若是16位，则分别读出

```
IN AL,42H;读低8位
```

```
MOV CL,AL
```

◇ 不影响计数通道正常计数

```
IN AL,42H;读高8位
```

```
MOV CH,AL;cx中是当前计数值
```



**7.1.1 8253的内部结构和引脚信号**

**7.1.2 初始化编程和门控信号功能**

**7.1.3 8253的工作方式**



## 7.1.3 8253的工作方式

方式0：计数结束中断，输出一个正跳变

方式1：可编程单稳输出，输出一个宽度可调的负脉冲

方式2：比率发生器，输出序列负脉冲

方式3：方波发生器。方式2，3均可 $n$ 分频

方式4：软件触发选通，写入 $n$ 开始计数

方式5：硬件(GATE上升沿)触发选通

(1) 开始计数：

硬件触发还是软件触发  
写入方式字OUT引脚电平

(2) 计数中：

计数中OUT输出波形  
计数过程中门控信号GATE对计数操作的影响

(3) 计数结束：

是否重复计数



## 7.1.3 8253的工作方式

方式0：计数结束中断，输出一个正跳变

方式1：可编程单稳输出，输出一个宽度可调的负脉冲

方式2：比率发生器，输出序列负脉冲

方式3：方波发生器。方式2，3均可 $n$ 分频

方式4：软件触发选通，写入 $n$ 开始计数

方式5：硬件(GATE上升沿)触发选通

计数初值写入初值寄存器后，在门控有效的前提下，要经过一个CLK才开始计数。（或，经过一个CLK后，计数初值才到达计数执行部件）

计数器在CLK的下降沿使计数值减1





## 2. 门控信号控制功能

- 写入计数初值后，方式0，2，3，4，在GATE为高时允许计数。
- 方式1，5，由GATE的上升沿触发计数。

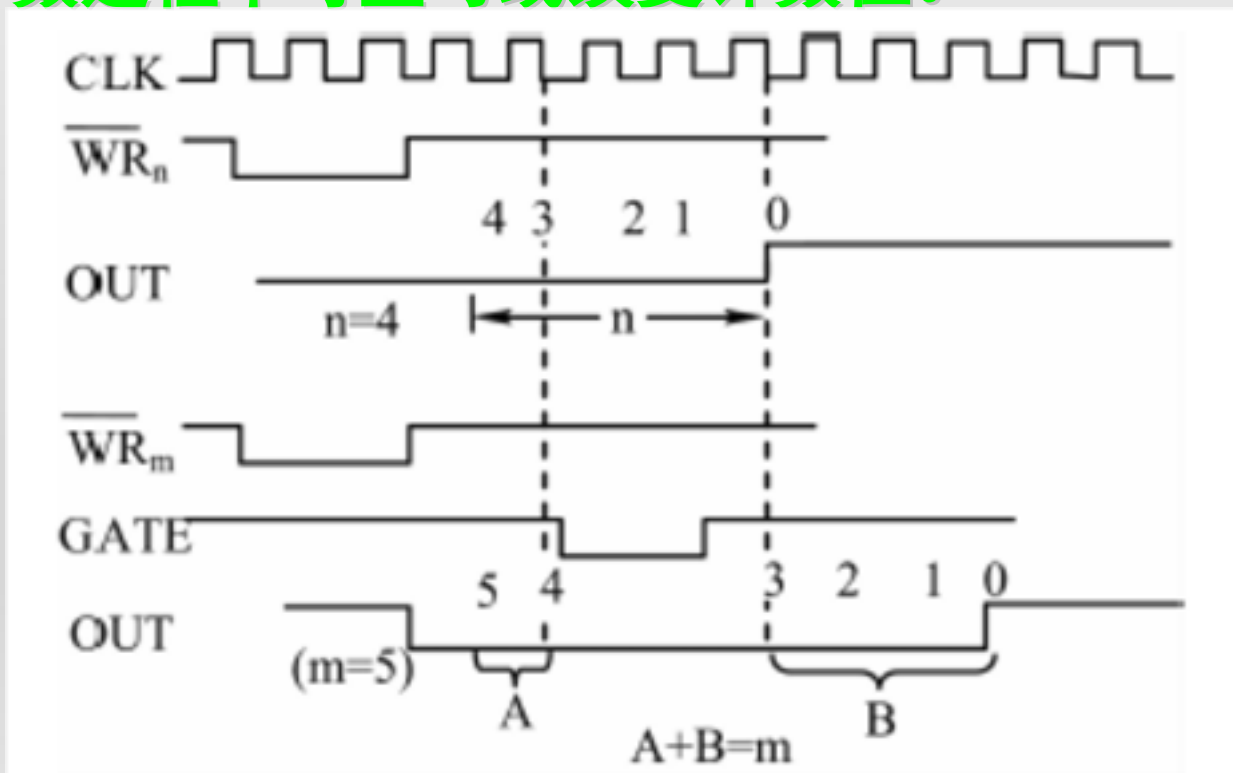
表 7.2 门控信号 GATE 的控制功能

工作方式	GATE 为低电平或下降沿	GATE 为上升沿	GATE 为高电平
方式 0	禁止计数	—	允许计数
方式 1	—	从初始值开始计数, 下一个时钟后输出变为低电平	—
方式 2	禁止计数, 使输出变高	从初值开始计数	允许计数
方式 3	禁止计数, 使输出变高	从初值开始计数	允许计数
方式 4	禁止计数	—	允许计数
方式 5	—	从初值开始计数	—



# 方式0—计数结束中断

- ◆ 向计数通道写入计数初值 $n$ ，OUT置为0。
- ◆ 只有 $GATE=1$ 才能进行计数。
- ◆  $n$ 写入1个CLK后才开始-1计数，在 $(n+1)$ 个CLK后计数值减为0，从OUT输出1个正跳变 $\uparrow$ 可作中断请求信号。
- ◆ 计数过程中可重写或改变计数值。

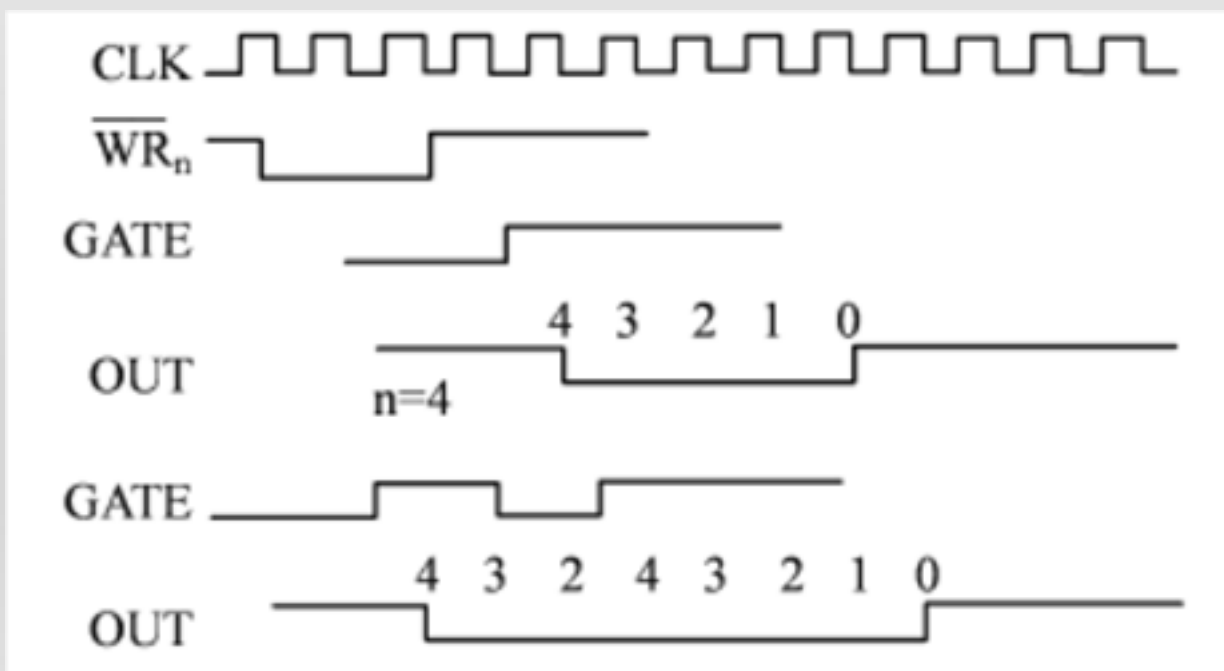


计数初  
值 $m=5$



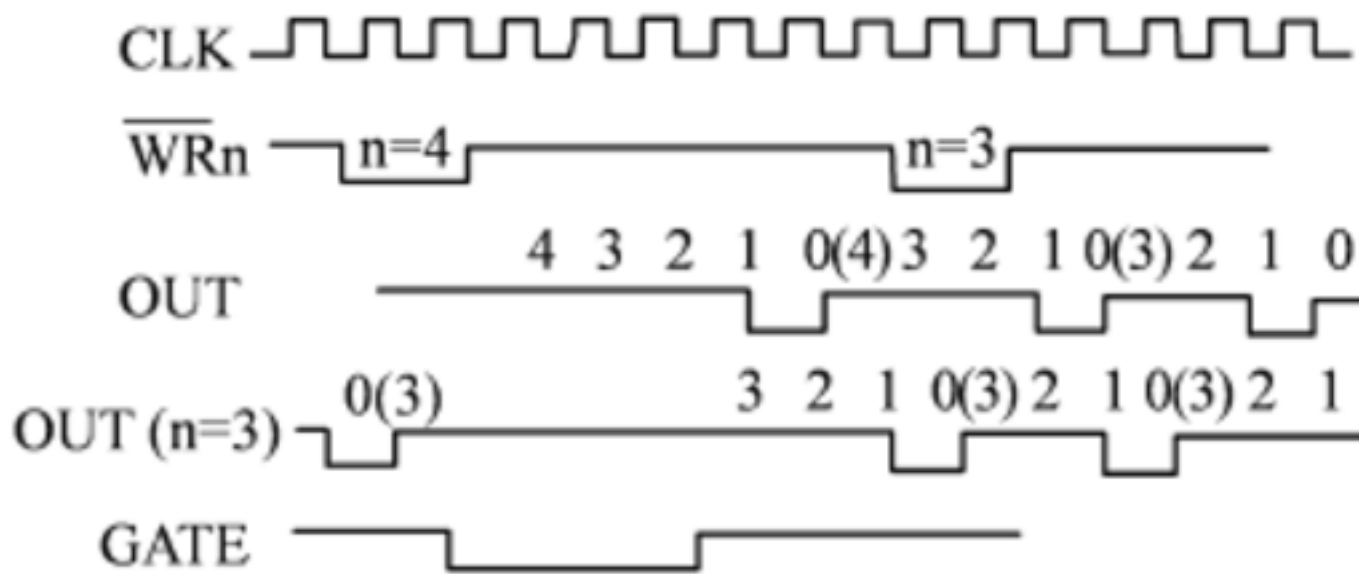
# 方式1—可编程单稳输出

- ◇ 写入控制字置为方式1，OUT变低。
- ◇ 装入计数初值，GATE产生 $\uparrow$ 口，才启动计数。
- ◇ 计数器减为0时，OUT由低变高，产生1个负脉冲。
- ◇ 允许当前计数未完时，由GATE多次触发计数，OUT输出会保持N个CLK脉宽的低电平。
- ◇ 下个GATE $\uparrow$ 到来口将初值n重装入，从n开始计数。



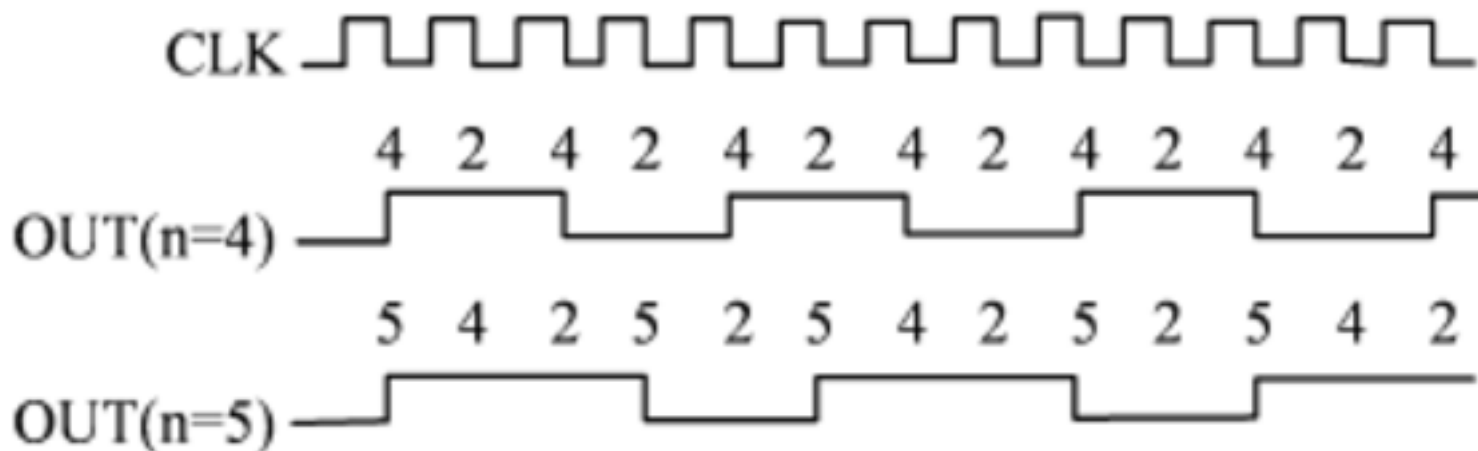
## 方式2—比率发生器、分频工作方式

- ◇  $GATE=1$ ，写入计数初值 $n$ 后减1计数，减到1时OUT输出1个与CLK脉冲等宽的负脉冲，然后自动装入 $n$ ，重新开始计数。
- ◇ 这样，每隔 $n$ 个时钟脉冲就会输出1个负脉冲，对时钟脉冲进行 $n$ 分频。
- ◇ 计数过程中装入新初值 $n'$ 后，下次计数时按 $n'$ 计数。
- ◇  $GATE$ 变低停止计数，由低变高后重装入初值计数。



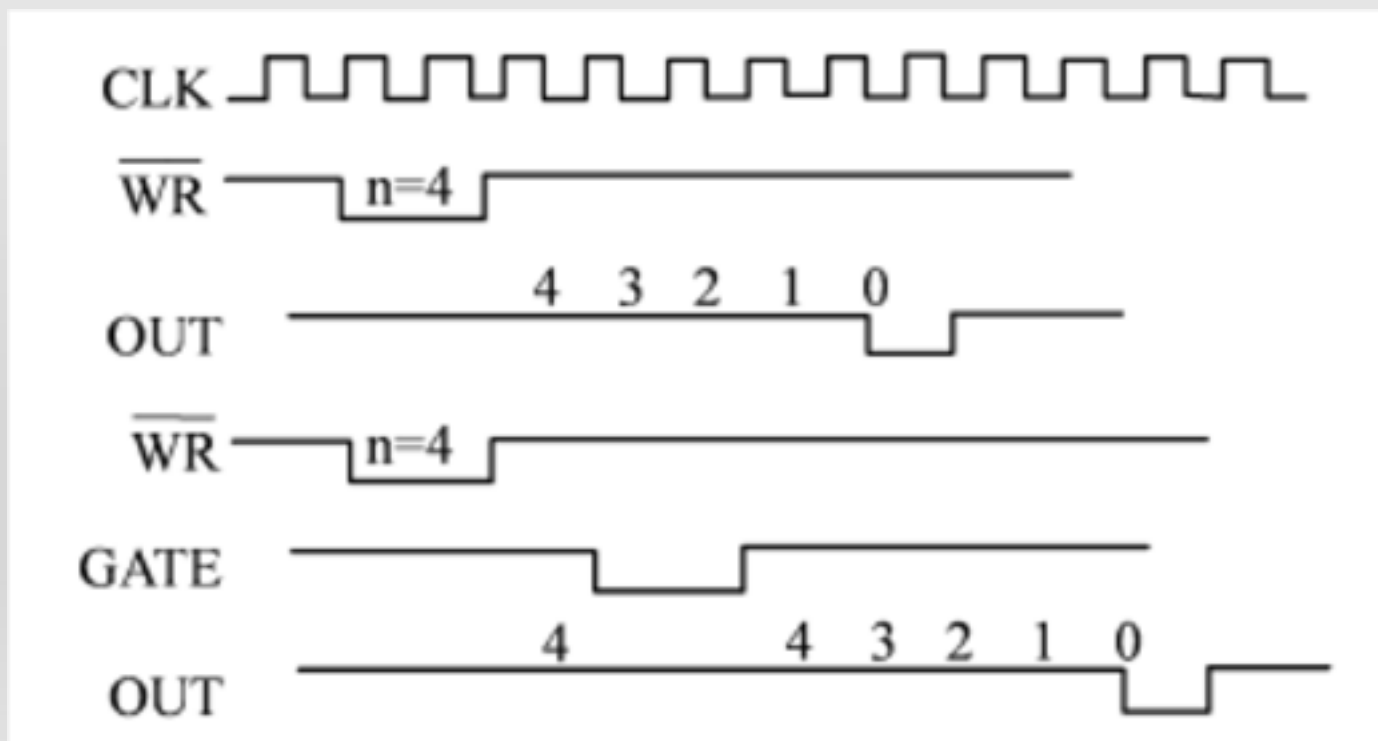
# 方式3—方波发生器

- ❖ 类似于方式2，对时钟脉冲进行n分频，但输出方波。
- ❖ 若初值为偶数，每次-2，减到0时OUT=0；又从初值起-2，减到0时OUT=1，不断循环进行，输出一系列对称方波。
- ❖ 若初值为奇数，先-1，后每次-2，减到0时OUT=0；又从初值起先-3，后每次-2，减到0时OUT=1，循环进行，输出不完全对称方波。
- ❖ 计数过程中GATE变低，停止计数。变高后，重新从n开始计数。



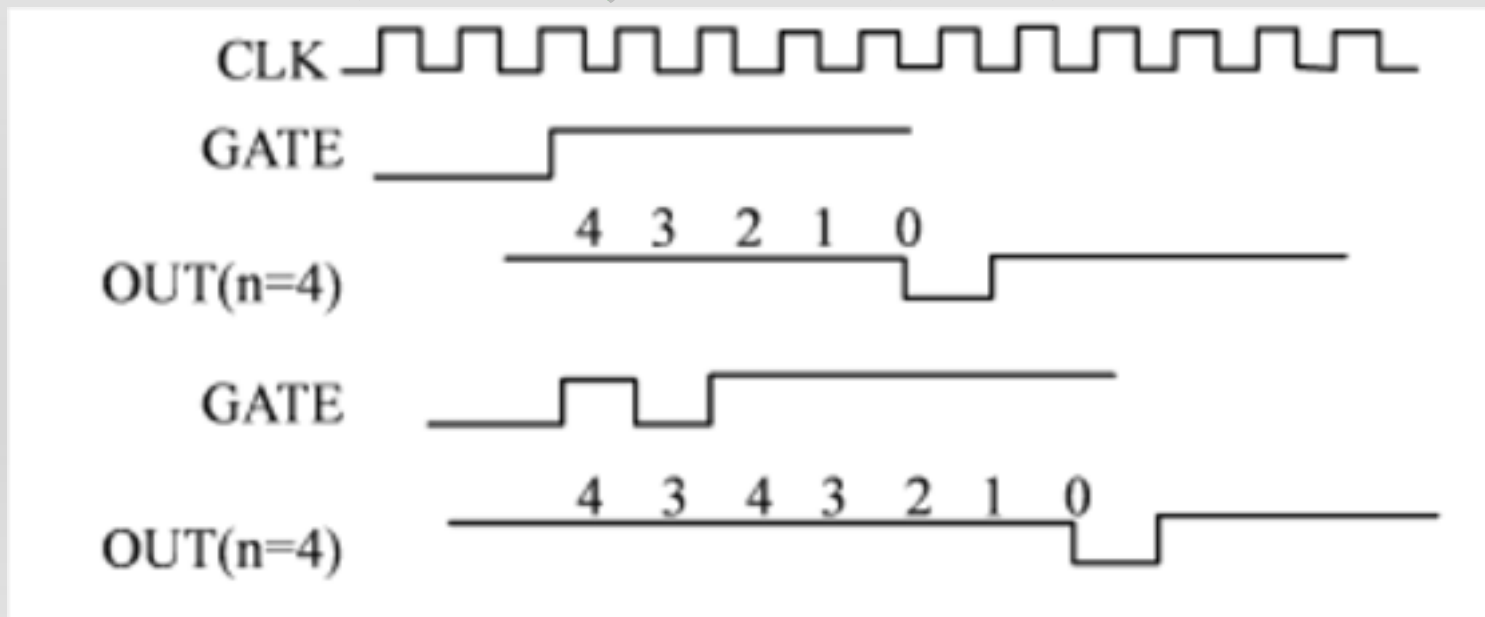
# 方式4—软件触发选通

- ◆ GATE=1，写入计数初值n后，触发减1计数，减到0时输出1个脉宽的单个负脉冲，n一次有效。
- ◆ 如要继续计数，必须重新装入n。
- ◆ 计数过程中GATE变低，停止计数，由低变高后，重新装入初值开始计数，减到0后输出一个负脉冲。



# 方式5—硬件触发选通

- ❖ 写入计数初值后，等GATE产生正跳变，由硬件触发计数。
- ❖ 计数值减到0，输出1个脉宽的负脉冲，并自动装入计数初值，但不计数，仍要等硬件触发计数。
- ❖ 计数过程中，允许当前计数未完时的多次重触发，从计数初值开始计数。
- ❖ 也允许写入新计数值，硬件触发按新初值计数。



# 工作方式小结

## ► 初始化后OUT输出：

只有方式0，在写入控制字后输出为低：其余5种方式，都是在写入控制字后输出为高。

## ► 计数开始的触发方式：

方式0，2，3，4都是写入计数初值后，计数过程开始了，为软件触发，方式1和方式5在写入计数初值后，需要由外部GATE信号的上升沿触发启动，为硬件触发计数。

## ► 自动重复计数：

方式2和方式3为自动重复工作方式，其他4种方式都是一次性计数，要继续工作需要重新启动。

