第六章 STC89C52单片机定时/计数器

6.1 STC89C52单片机定时器/计数器的组成
6.2 定时/计数器0和1
6.3 定时/计数器2

第六章 STC89C52单片机定时/计数器

在测控系统中，常常需要有实时时钟和计数器，以实现定时控制以及对外界事件进行计数。经典8051系列单片机有二个16位定时/计数器，它们是定时/计数器0、定时/计数器1，STC89C52单片机在此基础上增加一个16位定时/计数器2，它们简称为：T0、T1和T2。

第六章 STC89C52单片机定时/计数器

本章主要内容:定时器/计数器的组成与功能，工作模式和工作方式，以及与其相关的4个特殊功能寄存器TMOD、TCON、T2CON、T2MOD各位的定义及其编程，最后介绍定时器/计数器的编程及应用实例。

6.1 STC89C52 定时器/计数器的组成

- STC89C52定时/计数器由T0、T1、T2和看门狗定时器WDT_CONTR组成，T0由特殊功能寄存器TH0、TL0构成，T1由特殊功能寄存器TH1、TL1构成，T2由特殊功能寄存器TH2、TL2和RCAP2H、RCAP2L构成。

6.2 定时/计数器0和1

- STC89C51RC/RD+系列单片机的定时/计数器0和1，与传统8051的定时/计数器完全兼容。 当定时器1作波特率发生器时，定时器0可以当两个8位定时器使用。

6.2.1 定时器/计数器0和1的相关寄存器
6.2.2 定时/计数器0和1的四种工作方式
6.2.3 定时/计数器0或1的应用

定时器/计数器的原理

16位的定时器/计数器的实质上是一个加1的计数器,其控制电路受软件控制、切换。

计数的次数和时间之间是相关的。



只要计数脉冲的间隔相等，计数值就代表时间的流逝

当定时器/计数器为定时工作方式时，加1信号由振荡器的6分频或12分频产生，即每过一个机器周期，计数值增1，直至计满溢出为止。显然，定时器的定时时间与系统的振荡频率有关。一般情况一个机器周期等于12个振荡周期（12T模式），所以

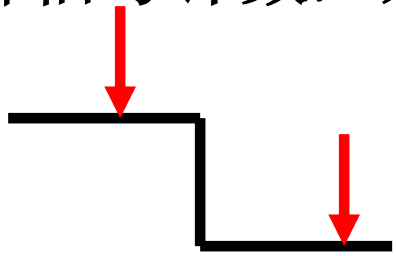
计数频率 $f_{count}=1/12f_{osc}$

例：晶振为12MHZ ，则计数周期为

$T=1/[(12*10^6)Hz*1/12)]$

=1微秒 ← 最短的定时周期

当定时器/计数器为计数工作方式时，通过引脚T0和T1对外部信号计数，外部脉冲的下降沿触发计数.采样过程：



在每个机器周期的S5P2期间采样引脚。

当输入脉冲信号从1到0的负跳变时，计数器就自动加1。 由于检测一个由1到0的跳变需要两个机器周期，所以 计数的最高频率为振荡频率的1/24。为了确保给定电平在变化前至少被采样一次，外部计数脉冲的高低电平均需保持一个机器周期以上。

结论：

单片机中的定时器和计数器是一个东西，只不过计数器用来记录外界发生的事情，而定时器则是由单片机提供的一个非常稳定的计数源。

- **STC89C51RC/RD+**系列单片机内部设置的两个**16**位定时器/计数器**0**和**1**都具有定时和计数两种工作模式，在特殊功能寄存器**TMOD**中有一位控制位 C/$\overline{T}$ 来选择**T0**或**T1**为定时器还是计数器，定时器或计数器的核心部件是一个加法计数器，其本质是对脉冲进行计数。只是计数脉冲来源不同：如果计数脉冲来源于系统时钟，则为定时方式，此时定时/计数器每**12**个时钟或每**6**个时钟得到一个计数脉冲，计数值加**1**；如果计数脉冲来自单片机外部引脚（**T0**为**P3.4**，**T1**为**P3.5**），则为计数方式，每来一个计数脉冲加**1**。

定时器/计数器是一种可编程部件，所以在其开始工作之前，CPU必须将一些命令（控制字）写入定时器/计数器。这个过程称为定时器/计数器的初始化。

当CPU用软件给定时器设置了某种工作方式之后，定时器就会按设定的工作方式独立运行，不再占用CPU的操作时间，除非定时器计数溢出，才可能中断CPU当前操作。

6.2.1 定时器/计数器0和1的相关寄存器

- STC89C52单片机与定时/计数器0和1的相关寄存器见表6-2所示.

表6-2 定时器/计数器的0和1相关寄存器

符号	描述	地址	位地址及其符号 MSB LSB								复位值
TCON	定时器控制寄存器	88H	TF1	TR1	TF0	TR0	IE1	IT1	IE0	IT0	0000 0000B
TMOD	定时器模式寄存器	89H	GATE	C/$\overline{T}$	M1	M0	GATE	C/$\overline{T}$	M1	M0	0000 0000B
TL0	Timer Low 0	8AH									0000 0000B
TL1	Timer Low 1	8BH									0000 0000B
TH0	Timer High 0	8CH									0000 0000B
TH1	Timer High 1	8DH									0000 0000B

控 制 T_1　　控 制 T_0

89H

GATE	C/$\overline{T}$	M_1	M_0	GATE	C/$\overline{T}$	M_1	M_0

和T0类似

M1M0：方式选择位

C/$\overline{T}$ ：功能选择位

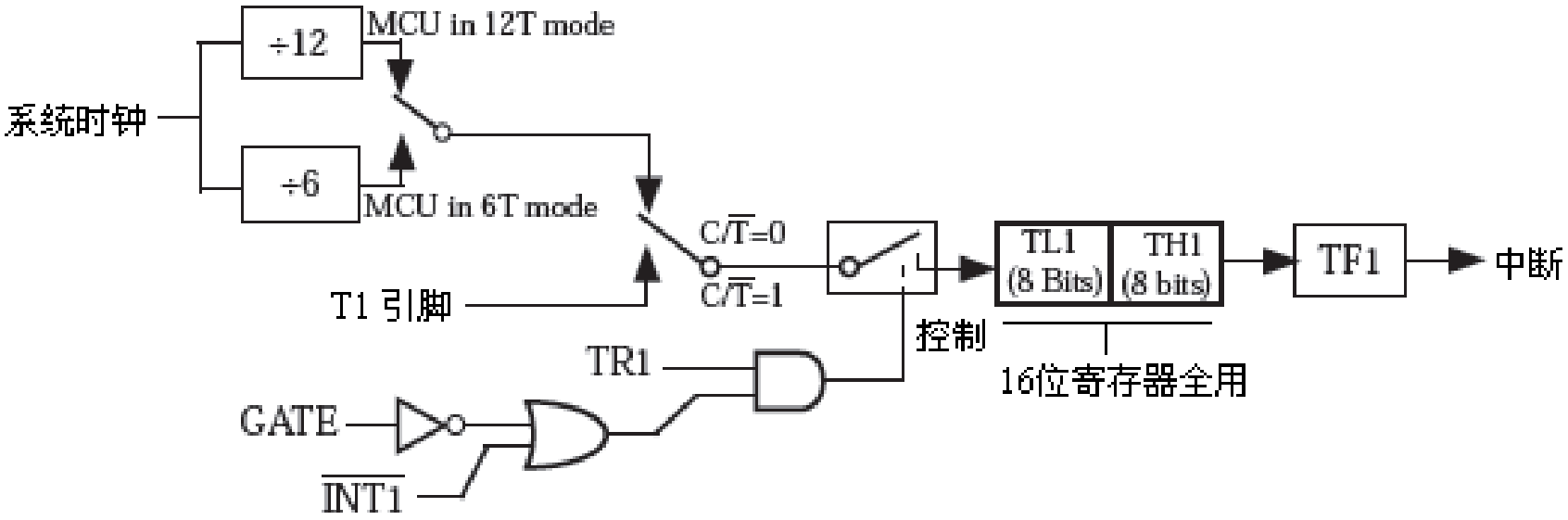
GATE: 门控位

M_1 M_0	方 式
00	方式0 13位
01	方式1 16位
10	方式2 自动重装
11	方式3 适用T0

0	定时器模式
1	计数器模式

0	与$\overline{INT_0}$无关
1	与$\overline{INT_0}$有关

1. 定时/计数器工作模式寄存器TMOD（89H)



GATE=0,若TR_1=1,允许计数；若TR_1=0，禁止计数

GATE=1时，若TR_1=1，并且 $\overline{INT}_1$=1,允许T1计数

若TR_1=0，或$\overline{INT}_1$=0,都禁止T1计数

返回

由于在不同方式下计数器位数不同，因而最大计数值（量程）也不同。

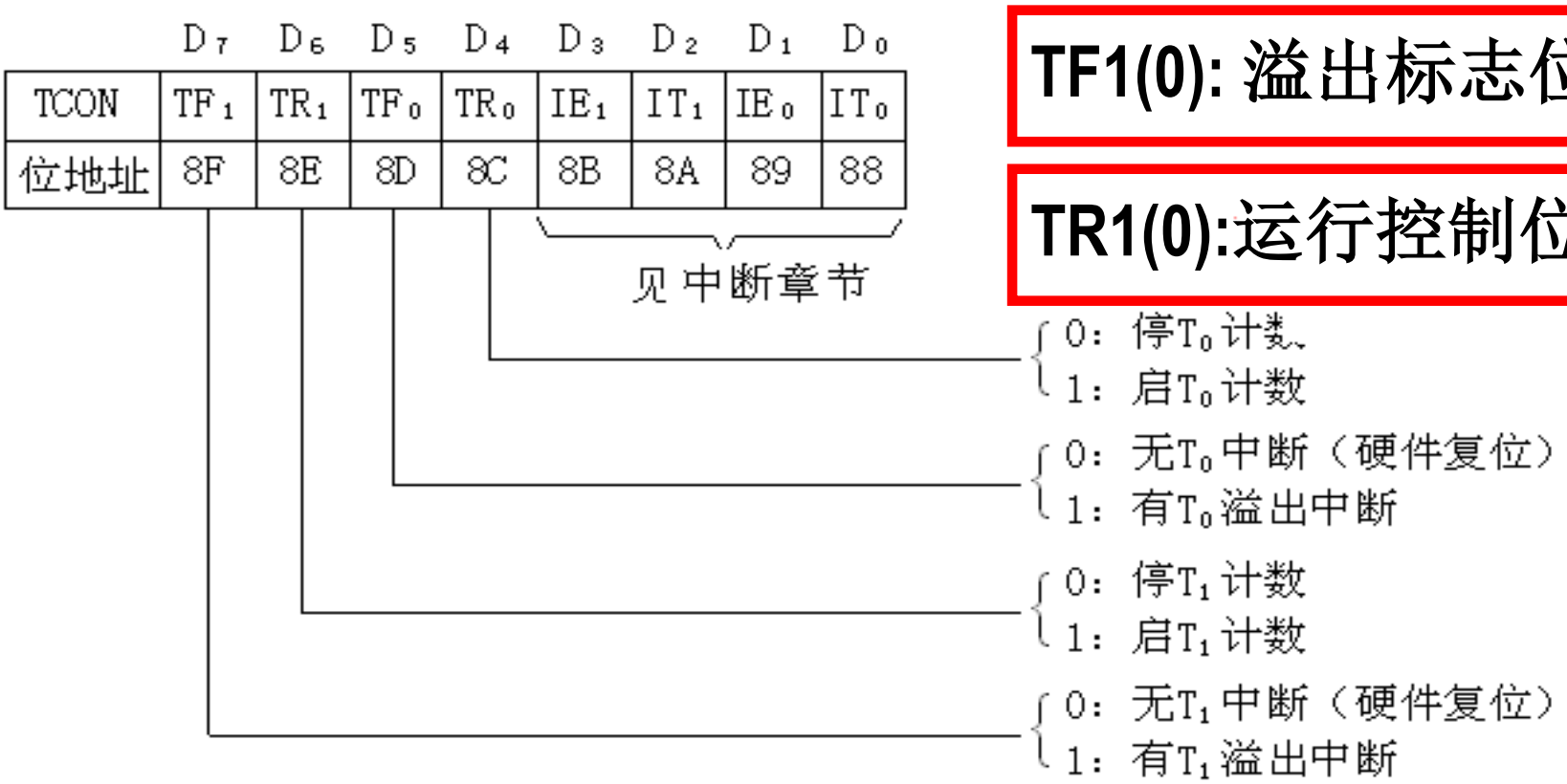
方式0：$M=2^{13}=8192$

方式1：$M=2^{16}=65536$

方式2：$M=2^{8}=256$

方式3：T0定时器分成两个8位计数器，两个M均256,T1停止计数。

返回



TF1(0): 溢出标志位

TR1(0):运行控制位

2. 定时/计数器控制寄存器TCON（88H)

定时器/计数器的初始化

初始化的步骤如下：

1) 确定工作方式----------对TMOD赋值
2) 置定时或计数的初值---------可直接写入TH0(1),TL0(1)
3) 根据需要开放定时器/计数器的中断
4) 启动定时器/计数器。

当实现了启动要求之后，定时器就按规定的工作方式和初值开始计数或定时。

因为定时器/计数器是作“加1”计数，并在计满溢出时产生中断，初值X可以这样计算：

X = M - 计数值(计数次数）

例1：在6MHZ主频下，要求产生1ms的定时,计算初值

分析： 因为定时器每“加1”一次所需的时间为2μs,如果要产生1ms的定时，需加500次，500即为计数值。

方式1下工作:

初值 X =M-计数值=65536-500=FE0CH

例2：计100个外部脉冲，产生中断请求，计数初值x

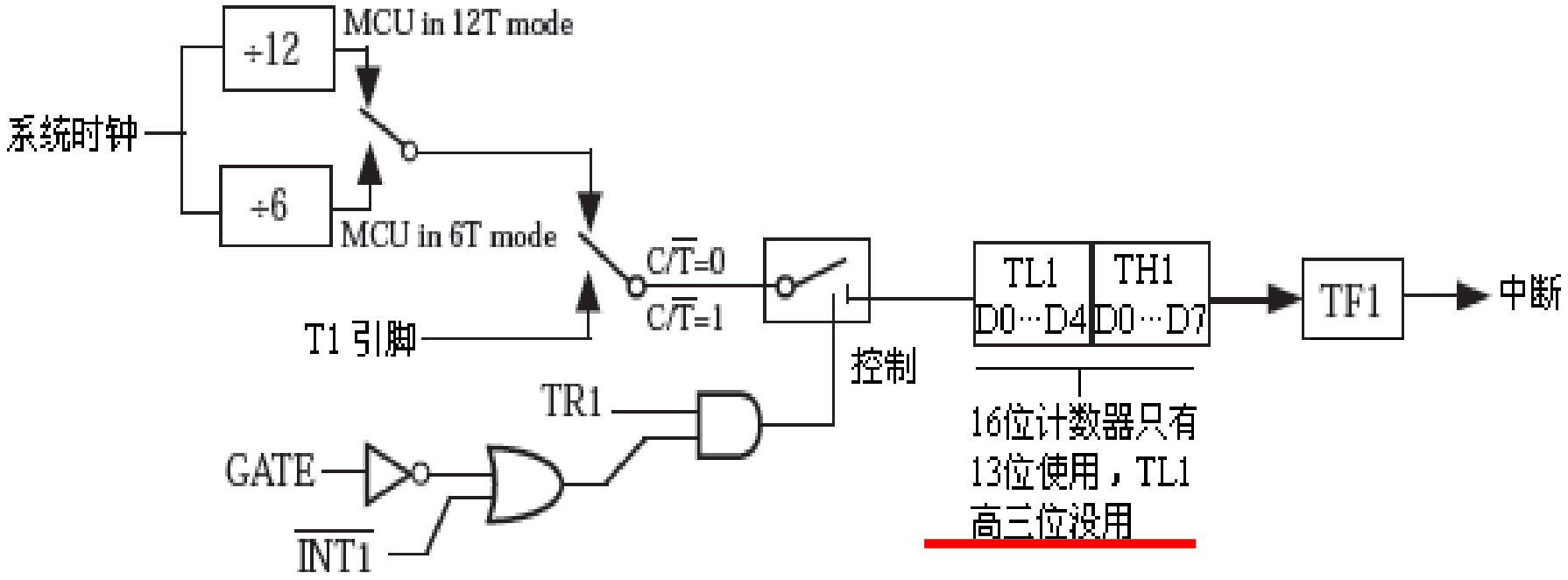
x=M-100

6.2.2 定时/计数器0和1的四种工作方式

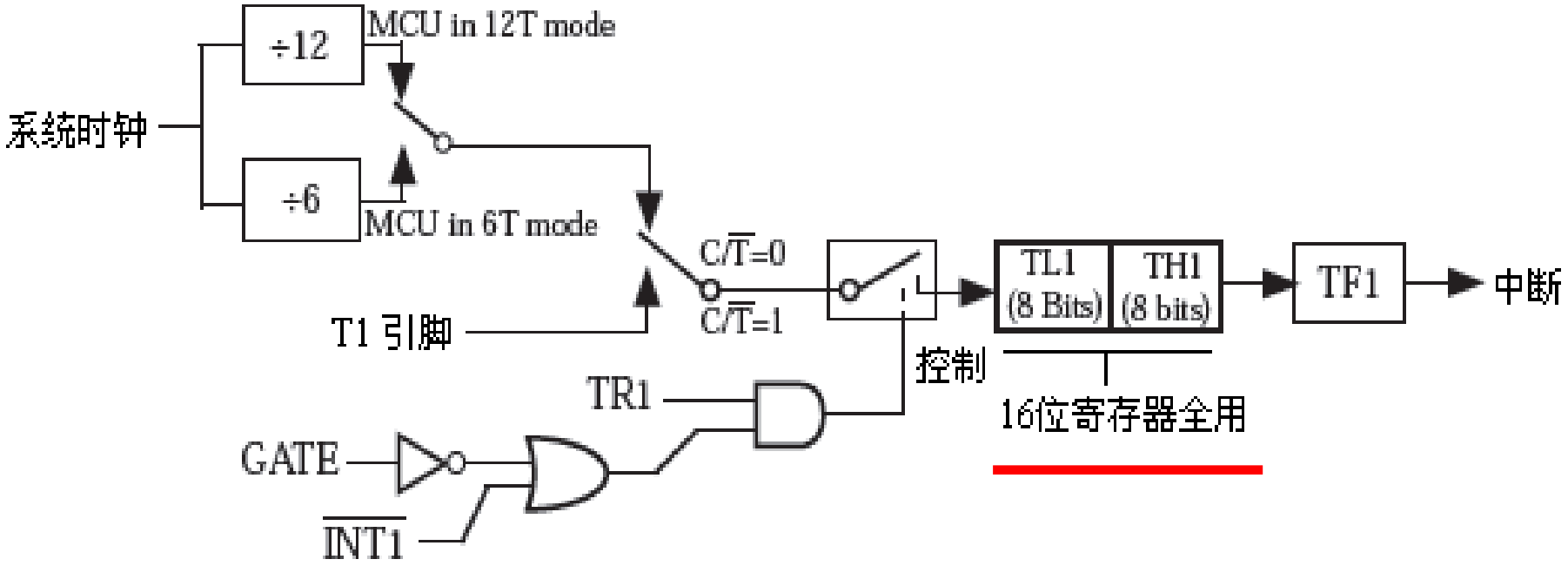
由上节可知，通过对TMOD中的M1M0的设置,可以选择四种工作方式。也就是每个定时器可构成4种电路结构模式。

在方式0、1和2，T0和T1的工作情况相同，在方式3，两个定时器的工作情况不同。下面以T1为例，分述各种工作方式的特点和用法。

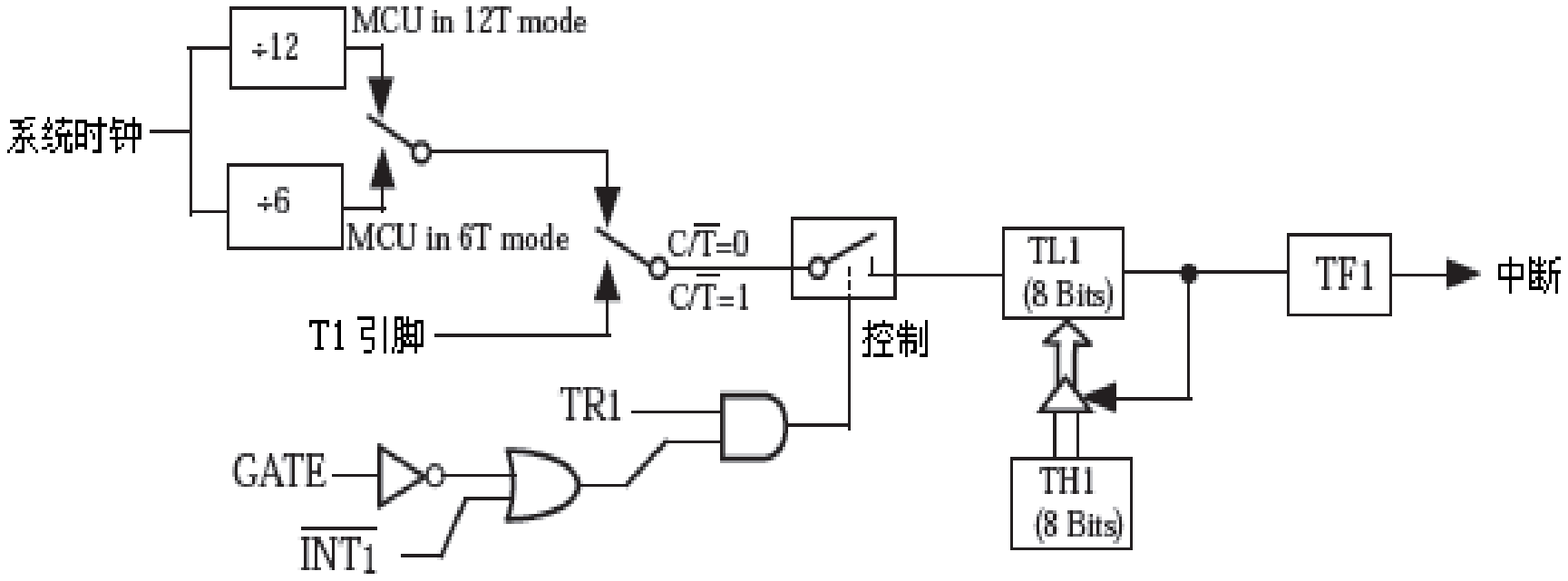
1. 方式0


÷12
MCU in 12T mode
系统时钟
÷6
MCU in 6T mode
C/T=0
C/T=1
T1 引脚
控制
TR1
GATE
INT1
TL1
D0…D4
TH1
D0…D7
TF1
中断
16位计数器只有
13位使用，TL1
高三位没用

2. 方式1


÷12
MCU in 12T mode
系统时钟
÷6
MCU in 6T mode
C/T=0
C/T=1
T1 引脚
控制
TL1
(8 Bits)
TH1
(8 bits)
TF1
中断
16位寄存器全用
TR1
GATE
INT1

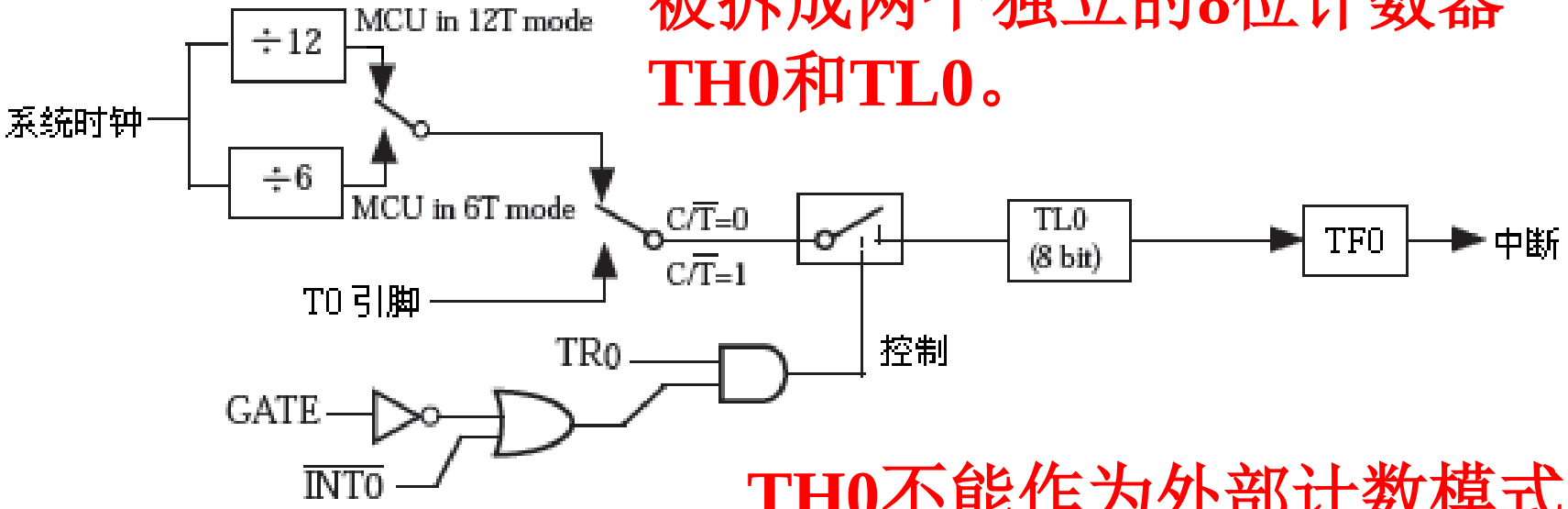
3．方式2



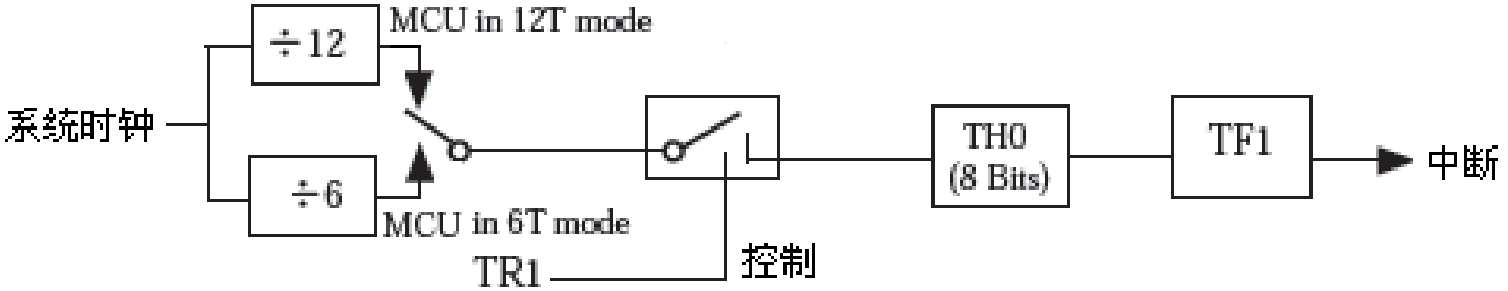
这种工作方式可省去用户软件中重装常数的程序，
并可产生相当精度的定时时间。

4. 方式3

该方式只适用于定时器T0，T0被拆成两个独立的8位计数器TH0和TL0。



TH0不能作为外部计数模式



T0工作在方式3下T1的各种工作方式

- T0工作在方式3时，T1可定为方式0、方式1和方式2,用来作为串行口的波特率发生器,或不需要中断的场合，定时器T1处于方式3时相当于TR1=0，停止计数。

6.2.3 定时/计数器0或1的应用

定时/计数器的应用编程主要需考虑：根据应用要求，通过程序初始化，正确设置控制字，正确计算计数初值，编写中断服务程序，适时设置控制位等。通常情况下，设置顺序大致如下：

- 工作方式控制字（TMOD)的设置；
- 计算计数初值并装入THx、TLx；
- 中断允许位ETx、EA的设置，使主机开放中断；
- 启/停位TRx设置；

51系列单片机T0或T1是属于加法计数器，因此就不能直接将实际的计数值作为计数初值送入计数寄存器THx，TLx中，而必须将实际计数值以2^8、2^{13}、2^{16}为模求补，以其补码作为计数初值设置THx和TLx。

设：实际计数值为X，计数器长度为n（n=8、13、16），则应装入计数器THx和TLx的计数初值为2^n-X，式中2^n为取模值。

例如：工作方式0，以2^{13}为模，

工作方式1，以2^{16}为模等，

计数初值=2^n - X。

定时模式，是对机器周期计数，而机器周期与选定主频密切相关，因此，需要根据应用系统选定的主频来确定机器周期值，现以主频为6MHz为例，则机器周期为：

$$\text{一个机器周期}=\frac{12\text{或}6}{6\text{MHz}}=\frac{12\text{或}6}{6\times10^{6}}\mu s=2\mu s\text{或}1\mu s\cdots\cdots(1)$$

注意：对于传统51系列单片机，式（1）中分子取值为12，而对于STC89C52单片机，式（1）中分子取值是根据计数脉冲倍速设置来定，若单片机选12T，则式（1）分子为12，若选6T，则式（1）分子为6。**若没有特别提出，STC89C52单片机都选12T模式。**

实际定时时间Tc = x • Tp

式中Tp为机器周期，Tc为所需定时时间，x为所需计数次数，主频和Tc一般是已知值，在求得Tp后就可求得所需计数值x，再求x的补码，即求得定时的计数初值。$(x)_{补}=2^n - x$

例如：设定时时间为2ms，机器周期Tp为2μs，可求得定时计数次数为：

$$x=\frac{2ms}{2\mu s}=1000次$$

设选用工作方式1，n=16，则应设置的定时计数初值为：

$(x)_{补}=2^n - x=2^{16}-x=65536-1000=64536=FC18H$，则将其分解成两个8位十六进制数，低8位18H装入TLx，高8位FCH装入THx中。

工作方式0、1、2的最大计数次数分别为8192、65536和256。

对外部事件计数模式，只需根据实际计数次数求补后变换成两个16进制码即可。

6.2.3 定时/计数器0或1的应用

1. T0或T1工作方式0和方式1的应用

【例6.1】STC89C52单片机系统时钟频率f_{CLK}为6MH_Z，要在$P_{1.0}$引脚上输出1个周期为2毫秒、占空比为50%的方波信号.

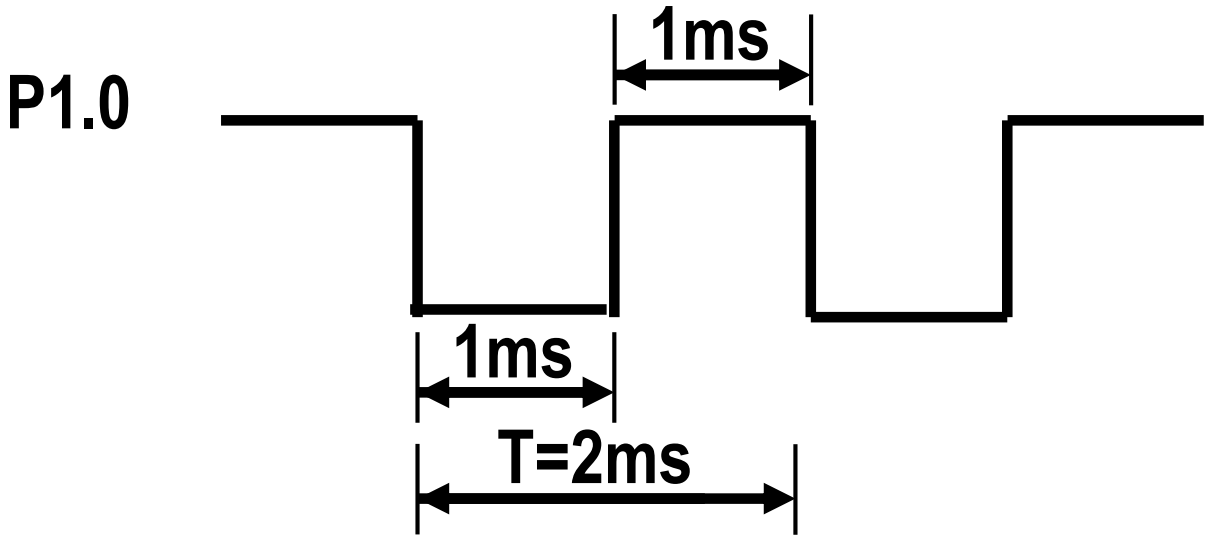


图6-7 P1.0引脚输出波形

解:(1)计算初值:

据题意知：时钟频率为6MHz,定时时间为1ms

则有：1机器周期=12/6MHz=2μs=2×10^{-6}s,

选择定时器T0，工作在方式0定时

定时1ms计数次数为：

$$x=\frac{1ms}{2\mu s}=500次$$

定时计数初值：$(x)_{补}=2^{13}-500=7692=1E0CH$

= 1111000001100B

则TH0=F0H,TL0=0CH

方式1下工作:

初值 $(x)_{补}$=M-计数值=65536-500=FE0CH

- (2)初始化程序:

- 工作方式控制字（TMOD）的设置；TMOD=01H,定时方式1
- 计数初值的计算并装入THx、TLx；TH0=FEH,TL0=0CH
- 中断允许位ETx、EA的设置，使主机开放中断；ET0=1,EA=1,
- 启/停位TRx设置；TR0=1

C51中断



Keil uVision4

```
#include<reg52.h>
sbit  P10=P1^0;
int  main(){
    SP=0X60;    /*设置堆栈指针*/
    TMOD=0x1; /*定时器0：定时、工作方式1、门控GATE0=0*/
    TL0=0x0c;   /*装载计数初值*/
    TH0=0xfe;
    ET0=1;                  /*允许定时器0中断*/
    EA=1;                   /*允许CPU中断*/
    TR0=1;              /*启动定时器0计数*/
    while(1);
}
```

```
void  timer0int(void)  interrupt  1 {
    TL0=0x0c;        /*重装载计数初值*/
    TH0=0xfe;
    P10= ! P10;      /*P1.0输出求反*/
}
```

【例6.2】设STC89C52单片机系统时钟频率f_{CLK}为6MH_Z，请编出利用定时/计数器T0在$P_{1.1}$引脚上产生周期为2秒，占空比为50%的方波信号的程序

本讲重点：

1、TMOD和TCON等寄存器的使用。

2、4种工作方式。

3、已知定时或者计数时间，求初值。

4、定时/计数器初始化步骤。

初始化的步骤如下：

1) 确定工作方式----------对TMOD赋值；
2) 置定时或计数的初值---------可直接写入TH0(1),TL0(1)；
3) 根据需要开放定时器/计数器的中断；
4) 启动定时器/计数器。