

4.2 定时器及其应用

定时方法

在单片机的控制应用中，可供选择的定时方法有：

1. 软件定时

软件定时：靠执行一个循环程序以进行时间延迟。

特点：时间精确，且不需外加硬件电路。但占用**CPU**，定时的时间不宜太长。

2. 硬件定时

硬件定时：使用硬件电路完成时间较长的定时。

特点：定时功能全部由硬件电路完成，不占**CPU**时间。但需通过改变电路中的元件参数来调节定时时间，在使用上不够灵活方便。

3. 可编程定时器定时

可编程定时器定时：通过对系统时钟脉冲的计数来实现的。

特点：计数值通过程序设定，改变计数值，也就改变了定时时间，灵活、方便。

51系列单片机采用的是可编程定时器定时方法。

4.2 定时器及其应用

2.功能:定时操作、测量外部输入信号、定时输出、监视系统正常工作。

1) 计数功能

所谓计数是指对外部脉冲进行计数。外部脉冲通过**T0(P3.4)**、**T1(P3.5)**两个信号引脚输入。

输入的脉冲在负跳变时有效，进行计数器加**1**(加法计数)。

计数脉冲的频率不能高于晶振频率的**1/24**。

2) 定时功能

定时功能也是通过计数器的计数来实现的，不过此时的计数脉冲来自单片机的内部，即每个机器周期产生一个计数脉冲。也就是每个机器周期计数器加**1**。

4.2 定时器及其应用

4.2.1 定时器的一般结构和工作原理

一般结构

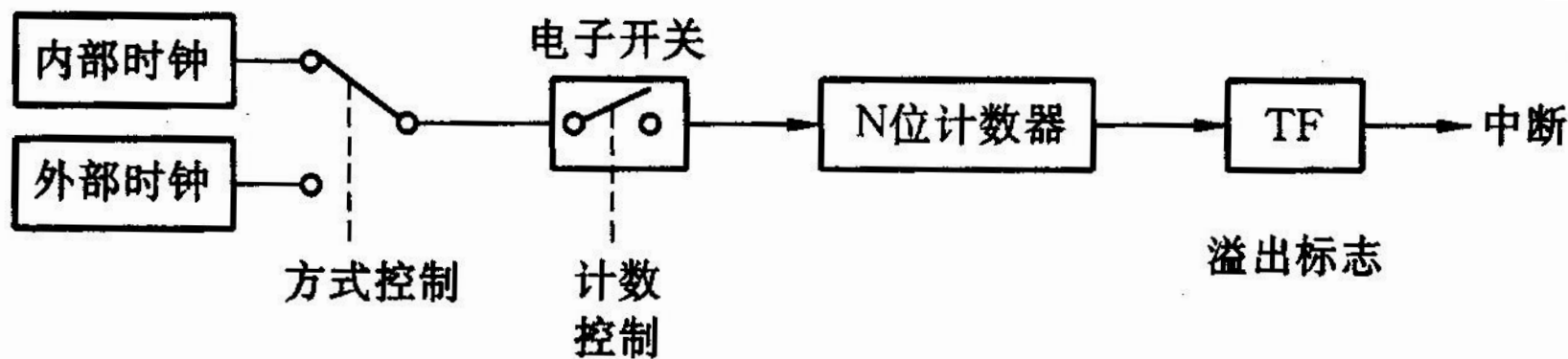


图 4-15 定时器的一般结构

- 一、定时方式：通过计数器的计数功能对单片机内部的计数脉冲进行计数。
- 二、计数方式：对外部脉冲进行计数。

4.2 定时器及其应用

二、定时器控制寄存器 (TCON)

TF0 (TF1) 计数溢出标志位:

当计数器计数溢出 (计满) 时, 该位置 “1”

查询方式时, 此位作状态位供查询, 软件清 “0”;

中断方式时, 此位作中断标志位, 硬件自动清 “0”。

TR0 (TR1) 定时器运行控制位:

TR0 (TR1) = 0 停止定时器 / 计数器工作

TR0 (TR1) = 1 启动定时器 / 计数器工作

软件方法使其置 “1”或清 “0”。

位地址	8FH	8EH	8DH	8CH	8BH	8AH	89H	88H
位符号	TF ₁	TR ₁	TF ₀	TR ₀	IE ₁	IT ₁	IE ₀	IT ₀

4.2 定时器及其应用

中断允许控制寄存器（**IE**）

EA中断允许总控制位。

ET0和**ET1**定时 / 计数中断允许控制位：

ET0(ET1)=0禁止定时 / 计数中断。

ET0(ET1)=1允许定时 / 计数中断。

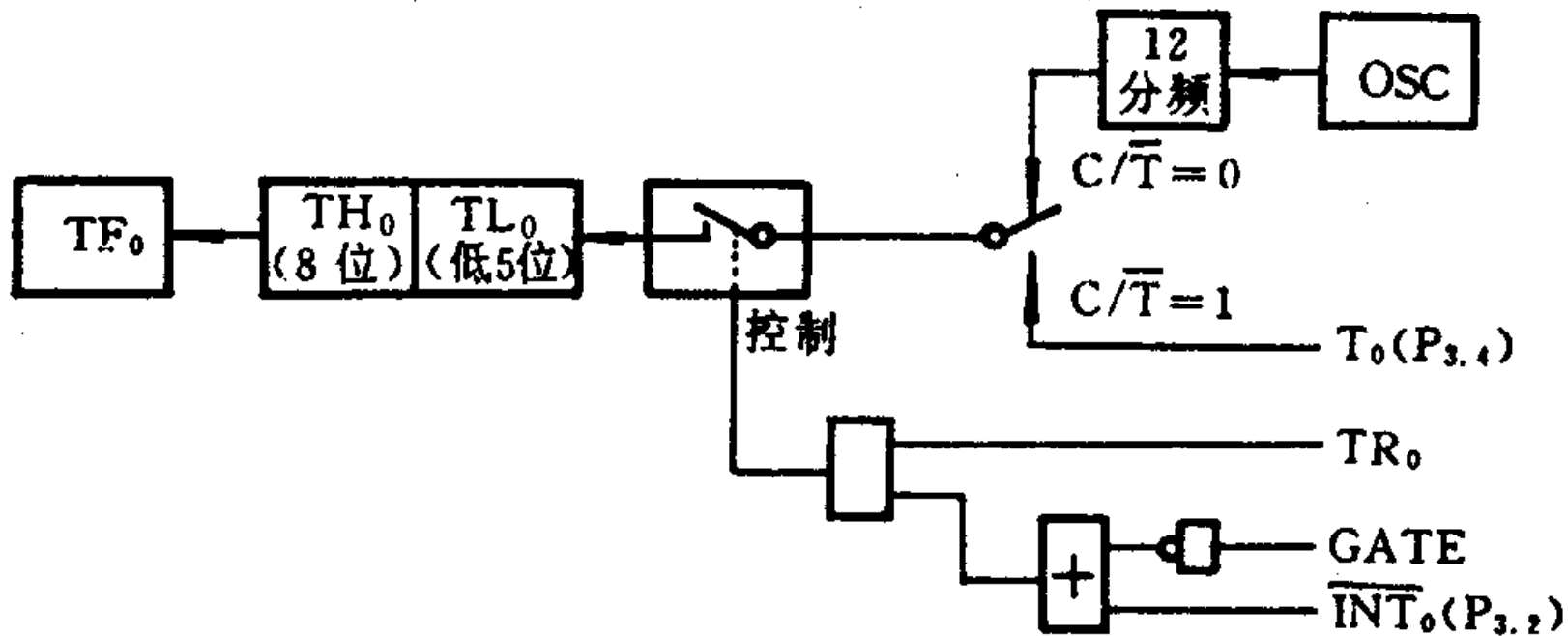
三、**T0**、**T1**的工作方式和计数器结构

1.方式**0** **M1**、**M0=00**

方式**0**是**13**位计数结构的工作方式，其计数器由**TH0**全部**8**位和**TL0**的低**5**位构成。**TL0**的高**3**位弃之不用。

T0在工作方式**0**的逻辑结构（**T1**与此完全相同）。

4.2 定时器及其应用



4.2 定时器及其应用

在方式0下

当为计数工作方式时，计数值的范围是：

$$1 \sim 8192 (2^{13})$$

当为定时工作方式时，定时时间的计算公式为：

$$(2^{13} - \text{计数初值}) \times \text{晶振周期} \times 12$$

或 $(2^{13} - \text{计数初值}) \times \text{机器周期}$

4.2 定时器及其应用

2.方式1 M1、M0=01

16位计数结构的工作方式，计数器由TH0全部8位和TL0全部8位构成。

其逻辑电路和工作情况与方式0类似。

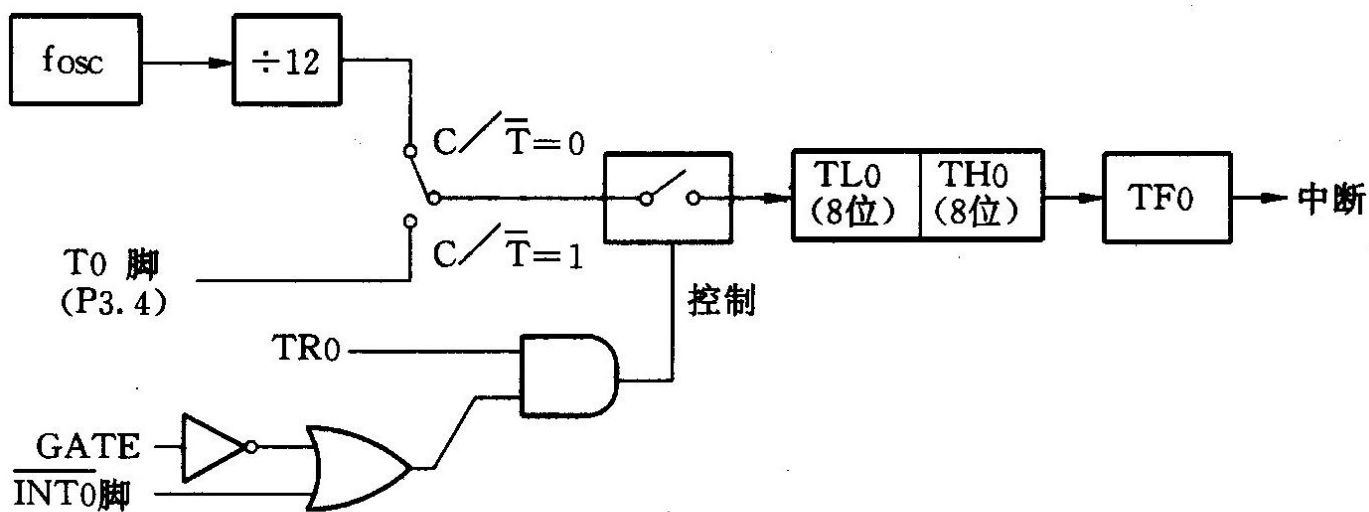


图 4-20 定时器 T0 方式 1 结构

4.2 定时器及其应用

在方式1下

当为计数工作方式时，计数值的范围是：

$$1 \sim 65536 (2^{16})$$

当为定时工作方式时，定时时间的计算公式为：

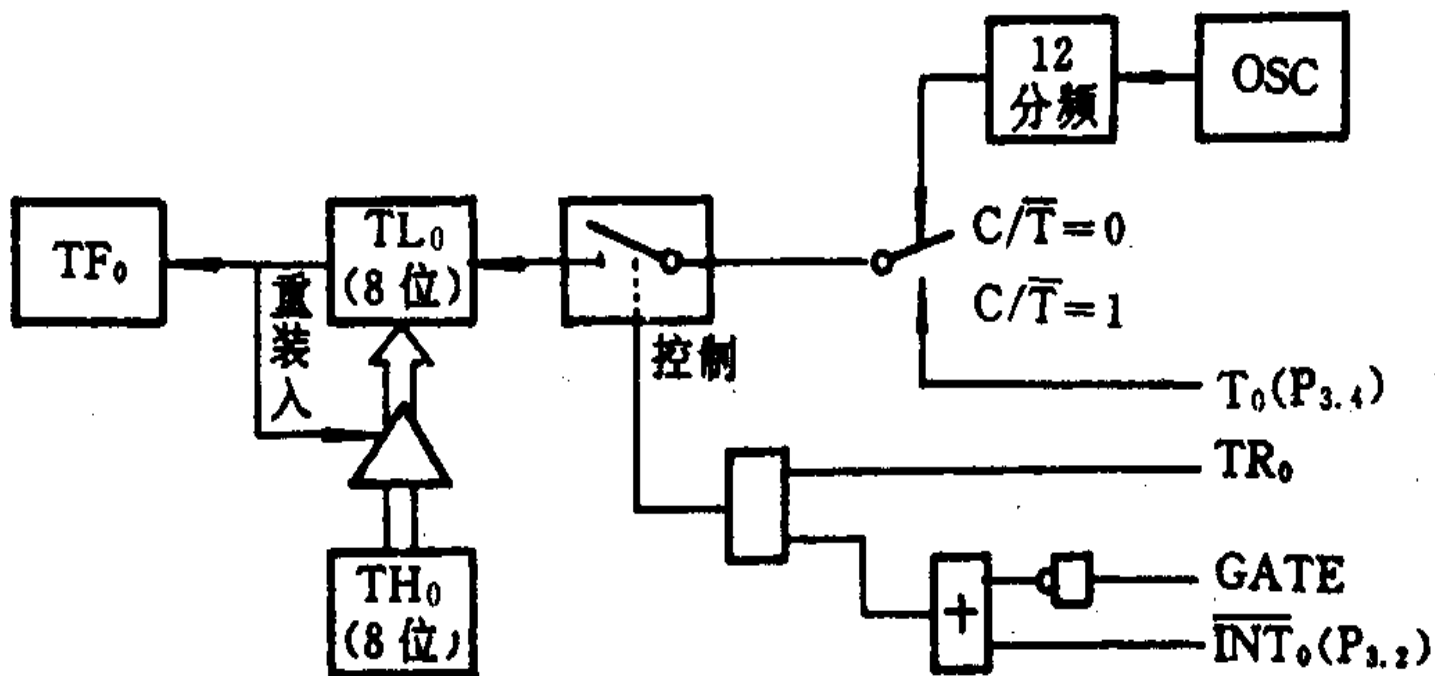
$$(2^{16} - \text{计数初值}) \times \text{晶振周期} \times 12$$

$$\text{或 } (2^{16} - \text{计数初值}) \times \text{机器周期}$$

4.2 定时器及其应用

3.方式2 M1、M0=10

初始化时，8位计数初值同时装入TL0和TH0中。当TL0计数溢出时，置位TF0，同时把保存在预置寄存器TH0中的计数初值自动加载TL0，然后TL0重新计数。电路逻辑结构。



4.2 定时器及其应用

4.方式3 M1、M0=11

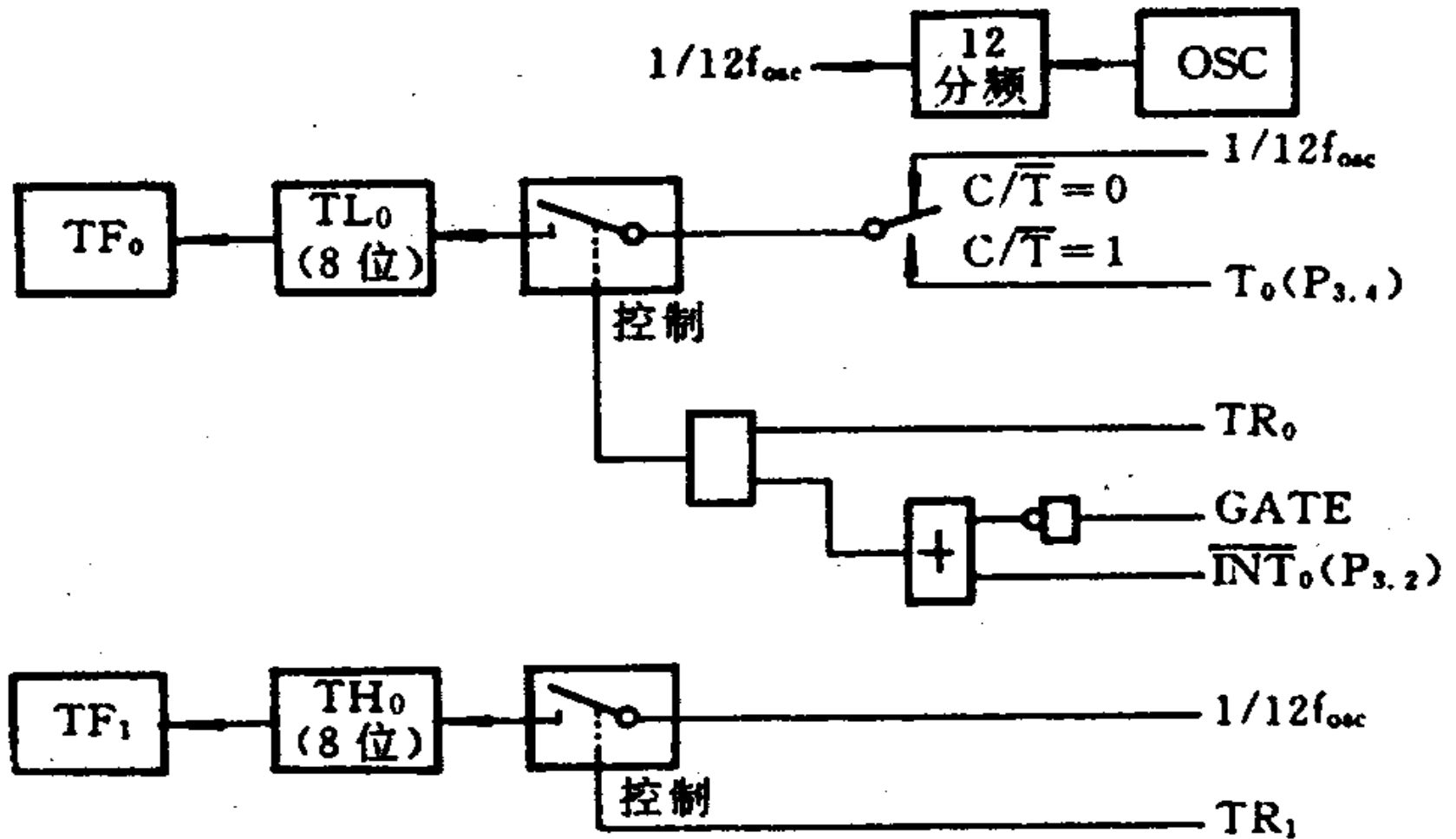
工作方式3下的T0

在工作方式3下，定时器 / 计数器0被拆成两个独立的8位计数器TL0和TH0。其中TL0既可以计数使用，又可以定时使用，定时器 / 计数器0的各控制位和引脚信号全归它使用。TH0则只能作为简单的定时器使用。

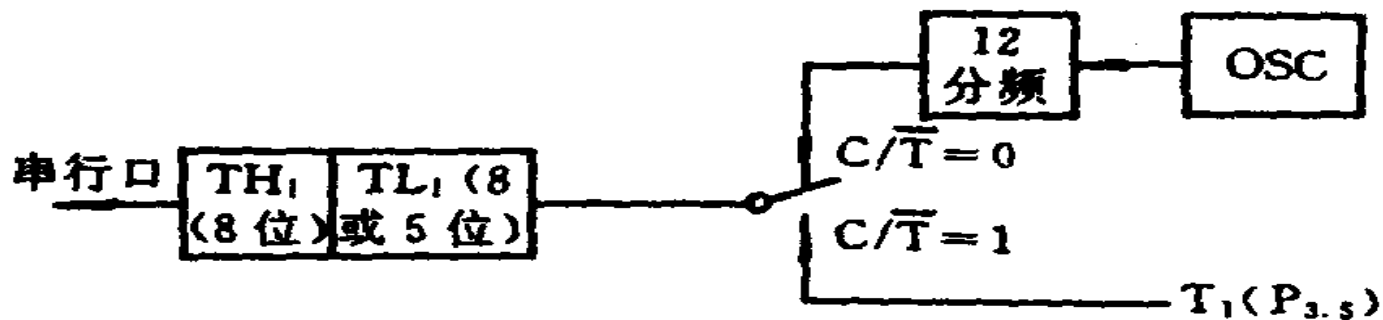
工作方式3下的T1

如果定时器 / 计数器0已工作在工作方式3，则定时器 / 计数器1只能工作在方式0、方式1或方式2下，因为它的运行控制位TR1及计数溢出标志位TF1已被定时器 / 计数器0借用，如图所示。在这种情况下，定时器 / 计数器1通常是作为串行口的波特率发生器使用，以确定串行通信的速率。

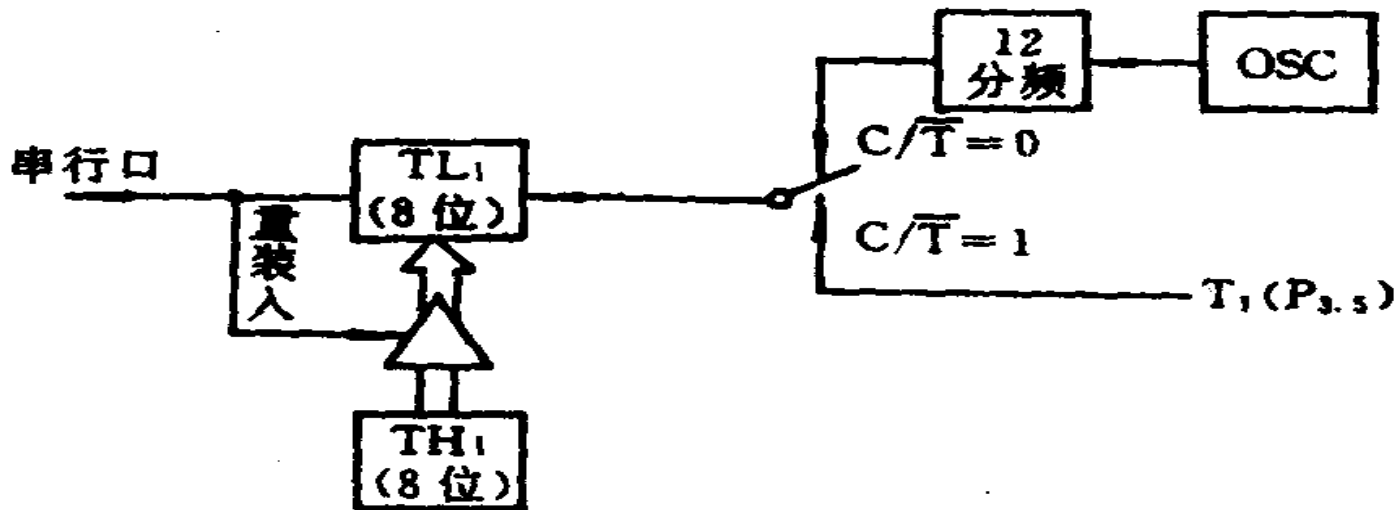
4.2 定时器及其应用



4.2 定时器及其应用



(a) T1 方式 1(或 0)



(b) T1 方式 2

4.2 定时器及其应用

四、定时器/计数器的初始化编程应用举例

定时器 / 计数器初始化的步骤：

- (1) 确定工作方式、操作模式、启动控制方式—写入**TMOD**寄存器。
- (2) 设置定时器或计数器的初值—可直接将初值送入**TH0、TL0**或**TH1、TL1**
- (3) 根据要求是否采用中断方式—直接对**IE**寄存器赋值。
- (4) 启动定时器工作—可使用**SETB TR0、SETB TR1**。

4.2 定时器及其应用

定时器 / 计数器初始化举例

例1 设单片机晶振频率为**6MHz**，使用定时器1以方式0产生周期为**500Hz**的等宽正方形波连续脉冲，并由**P1.0**输出。以查询方式完成。

1. 计算计数初值

欲产生**500Hz**的等宽正方形波脉冲，只需在**P1.0**端以**250Hz**为周期交替输出高低电平即可实现，为此定时时间应为**250Hz**。使用**6MHz**晶振，则一个机器周期为**2us**。方式0为**13**位计数结构。

设待求的计数初值为**X**，则：

$$(2^{13} - X) \times 2 \times 10^{-6} = 1/250$$

求解得：**X=6192(1830H)**。二进制数表示为

1100000110000B。十六进制表示为**C110H**。

2. TMOD

M1M0=00 C/T=0 GATE=0 TMOD=00H.

3. 由定时器控制寄存器**TCON**中的**TR1**位控制定时的启动和停止

TR1=1启动，**TR1=0**停止。

4.2 定时器及其应用

4.程序设计

MOV TMOD, # 00H

MOV TH1, # C1H

MOV TL1, # 10H

MOV IE, # 00H; 禁止中断

LOOP: SETB TR1; 启动定时

JBC TF1, LOOP1; 查询计数溢出

AJMP LOOP

LOOP1: MOV TH1, # C1H; 重新设置计数初值

MOV TL1, # 10H

CLR TF1; 计数溢出标志位清“0”

CPL P1.0;

AJMP LOOP; 重复循环

4.2 定时器及其应用

例2 题目同上，但以中断方式完成。即单片机晶振频率为6MHz，使用定时器1以工作方式1产生周期为500Hz的等宽连续正方波脉冲，P1.0端输出。

1. 计算计数初值： $(2^{16}-X) \times 2 \times 10^{-6} = 1/250$ ，求解得： $X=63536(F830H)$ 。

TH1=F8H TL1=30H

2. TMOD寄存器初始化：TMOD=10H

3. 程序设计

主程序：

```
MOV TMOD, #10H; 定时器1工作方式1
```

```
MOV TH1, #0F8H; 设置计数初值
```

```
MOV TL1, #30H
```

```
SETB EA; 开中断
```

```
SETB ET1; 定时器1允许中断
```

```
SETB TR1; 定时开始
```

```
HERE: SJMP $; 等待中断
```

中断服务程序：

```
MOV TH1, #18H; 重新设置计数初值
```

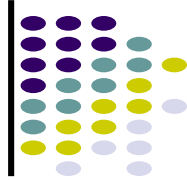
```
MOV TL1, #30H
```

```
CPL P1.0; 输出取反
```

```
RETI; 中断返回
```



4.2 定时器及其应用



例3 P109 例4.11

例4 P110 例4.12

例5 P111 例4.13

4.2 定时器及其应用

4.2.4 定时器T2的功能和使用方法

一、T2的特殊功能寄存器

1.T2CON: 状态控制寄存器, 格式如下

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
TF2	EXF2	RCLK	TCLK	EXEN2	TR2	C/ $\overline{T2}$	CP/ $\overline{RL2}$

T2的工作方式主要由T2CON的D0、D2、D4、D5位控制, 如下表

表 4-5 定时器 T2 方式选择

RCLK + TCLK	CP/ $\overline{RL2}$	TR2	工 作 方 式
0	0	1	16 位常数自动再装入方式
0	1	1	16 位捕捉方式
1	×	1	串行口波特率发生器方式
×	×	0	停止计数



4.2 定时器及其应用



TF2: T2的溢出中断标志。

EXF2: T2外部中断标志。

TCLK: 串行接口的发送时钟选择标志。

RCLK: 串行接口的接收时钟选择标志。

EXEN2: T2的外部允许标志。

C/ $\overline{T2}$: 外部事件计数器/定时器选择位。

TR2: T2的计数控制位。

CP/ $\overline{RL2}$: 捕捉和常数自动再装入方式选择位。

4.2 定时器及其应用

2.T2MOD

DT	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
—	—	—	—	—	—	T2OE	DCEN

T2OE: T2的时钟输出允许位, $\overline{C/T2}=0$ 、T2OE=1

T2 (P1.0) 输出可编程时钟。

DCEN: DCEN=1时, T2可构成加减计数器。

4.2 定时器及其应用

二、T2的工作方式

1. 常数自动再装入方式 (DCEN=0)

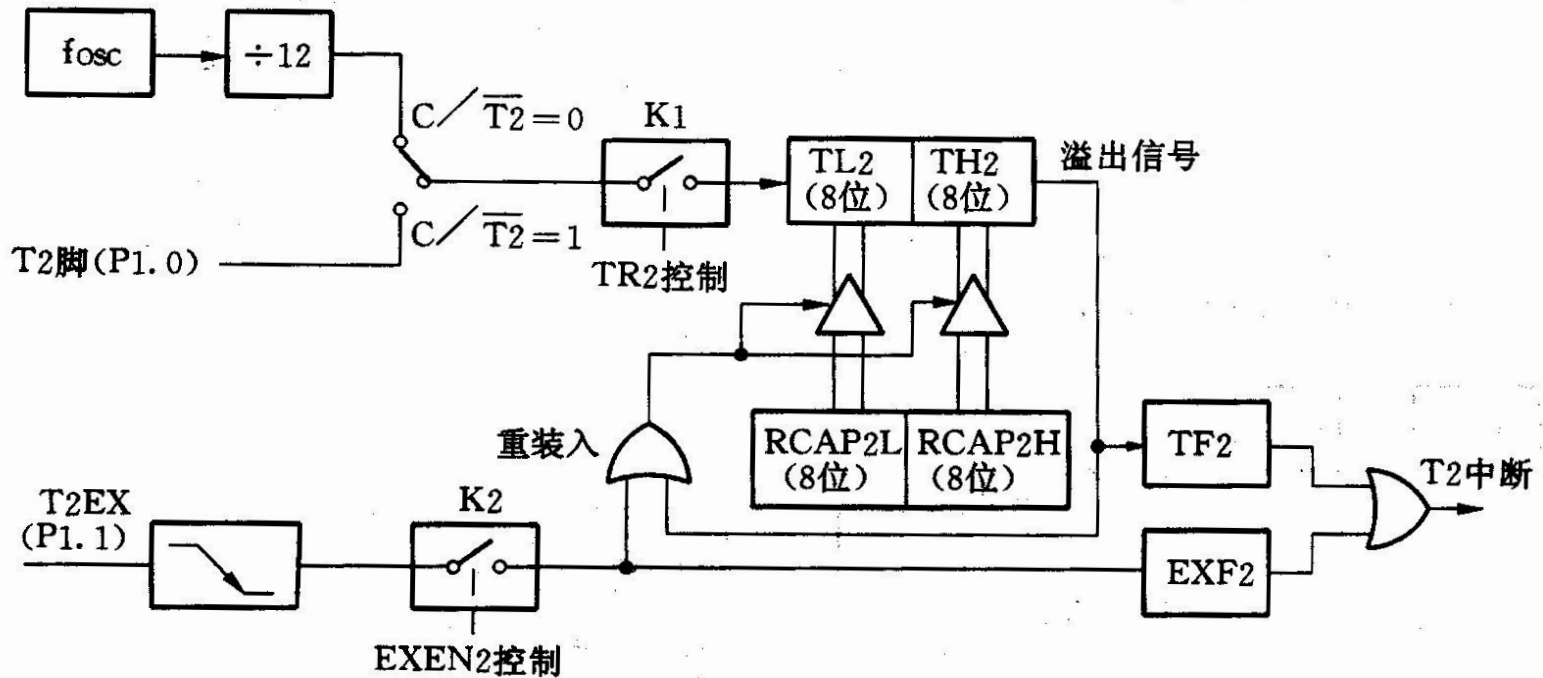


图 4-24 T2 16 位常数自动再装入方式(DCEN=0)结构

4.2 定时器及其应用

2. 常数自动再装入方式 (DCEN=1)

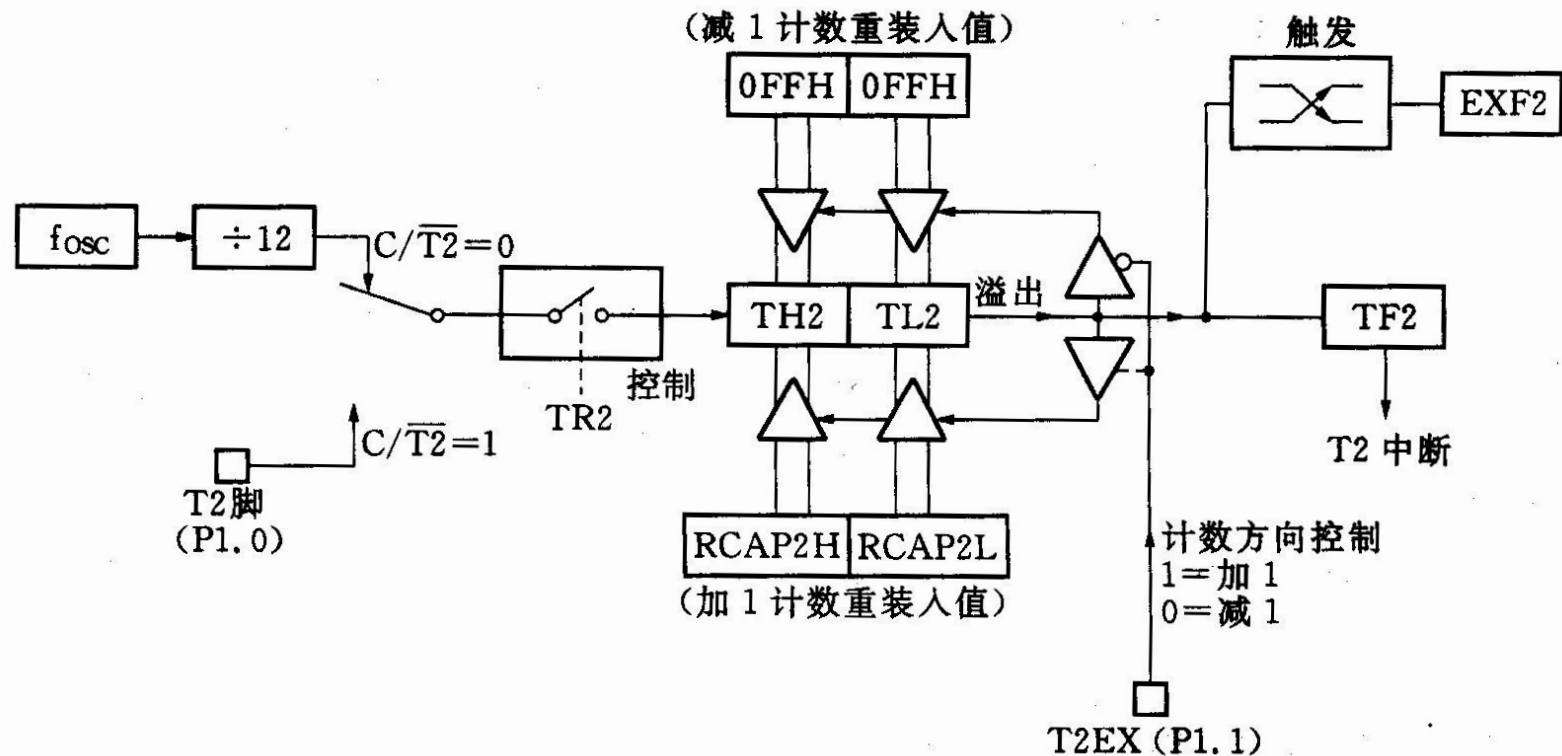


图 4-25 T2 16 位常数自动再装入方式(DCEN=1)结构

4.2 定时器及其应用

3.16位捕捉方式

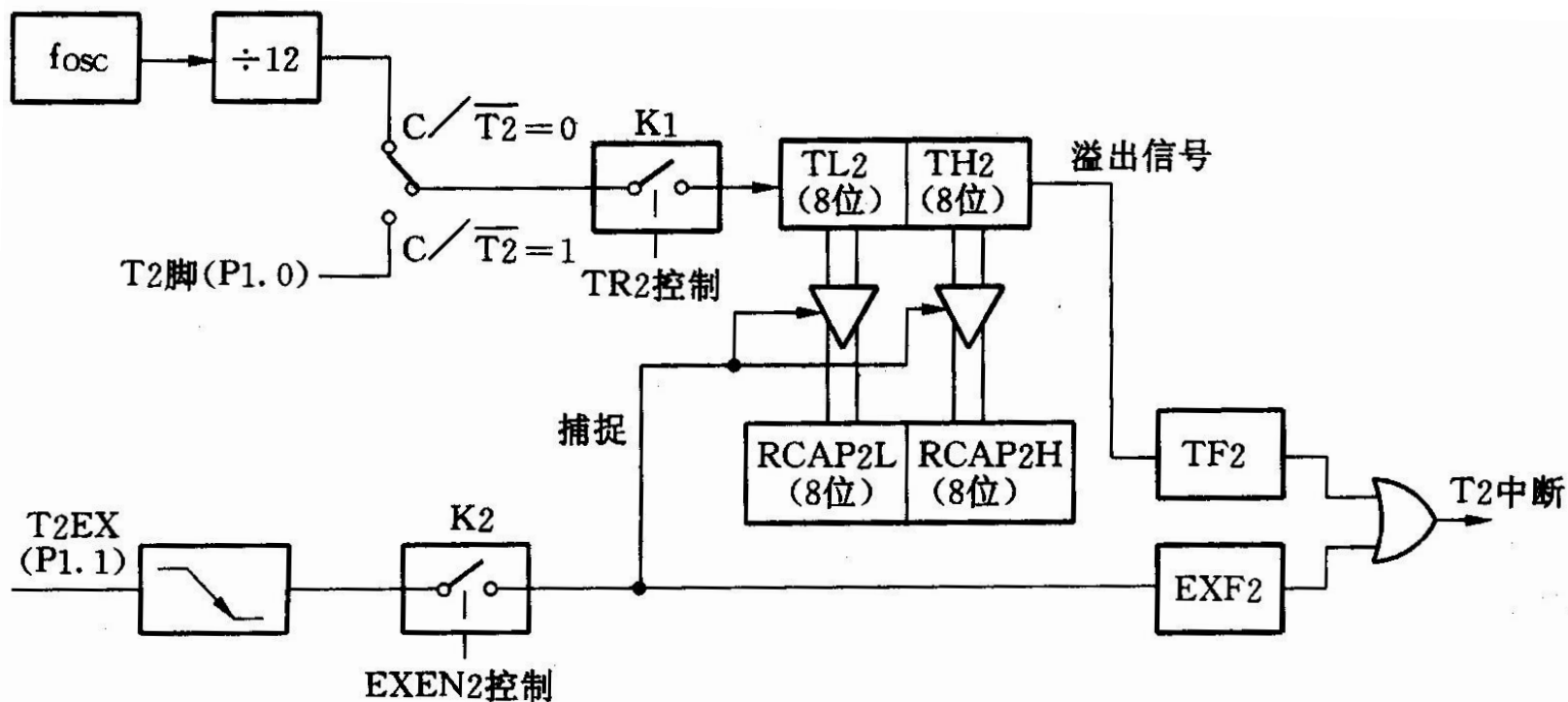


图 4-26 T2 16 位捕捉方式结构

4.2 定时器及其应用

4. 可编程时钟输出方式

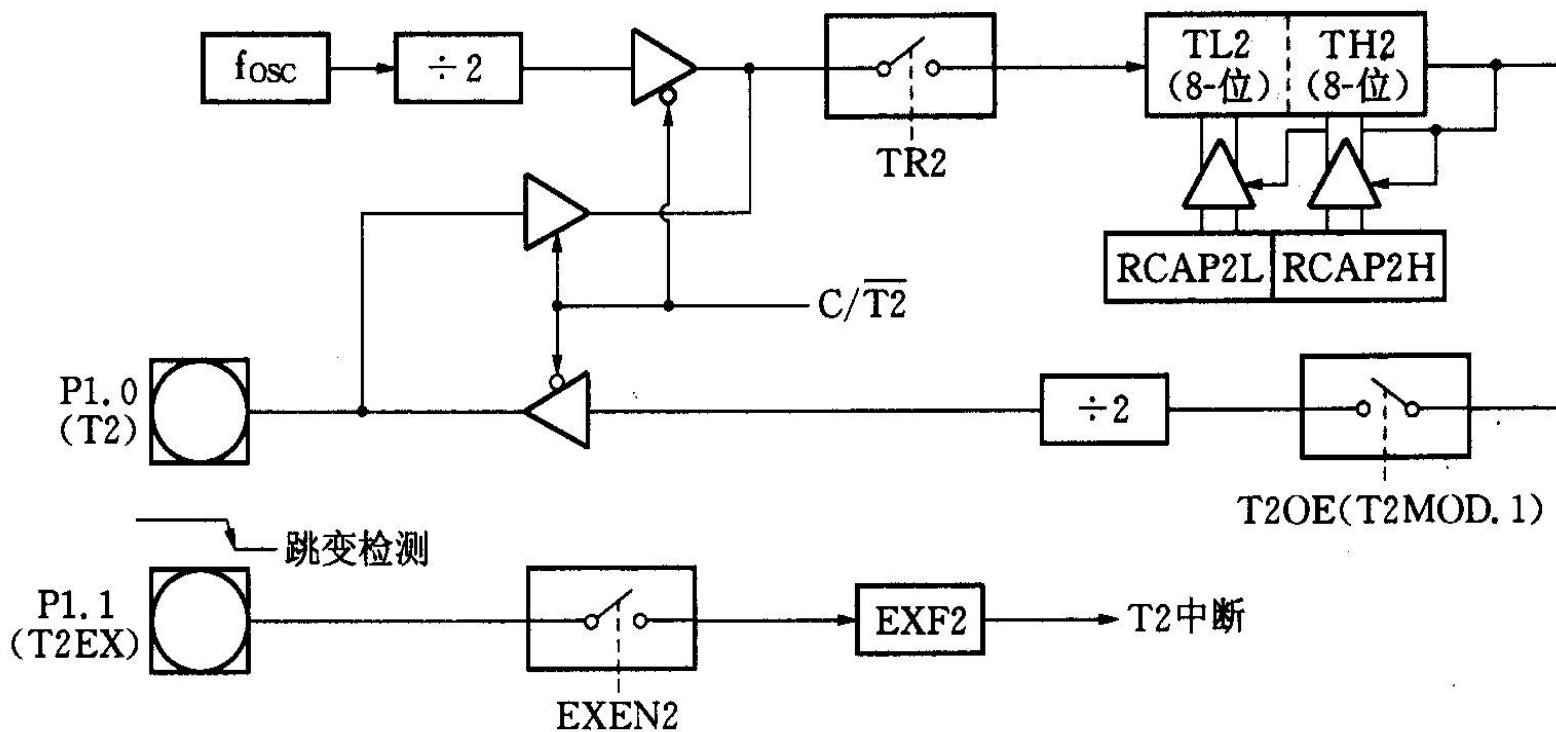


图 4-27 T2 时钟输出方式结构

5. 异步串行口的波特率发生器方式