

# EM78P447

## 一、 总体描述

EM78P447 是采用低功耗, 高速 CMOS 工艺制造的 8 位单片机, 内部有 4K×13 位一次性程序存储器(OTPROM)。它提供了 7 位结构选择寄存器 (CODE OPTION) 以满足用户的需求。其中有一位为加密位, 可防止用户代码被读出。

由于使用的是 OTPROM, EM78P447 为用户调试、完善程序提供了方便。而且, 用户完善过的程序可用 E M C 编程器方便地写入

## 二、 主要特点:

- 工作电压: 2.3V~5.5V
- 工作环境温度范围: 0~70 度
- 工作频率: DC~18MHz
- 低功耗: \* 正常工作模式下
 

|   |                    |
|---|--------------------|
| { | 小于 2.2mA (5V/4MHz) |
|   | 30 μ A (3V/32KHz)  |

\* 休眠模式 1 μ A

- 4K×13 位的片内 R O M
- 148× 8 位的片内寄存器
- 三个双向 I / O 口
- 5 级硬件堆栈
- 8 位实时时钟 / 计数器 ( T C C ), 可选择信号源、触发沿, 溢出产生中断。
- 具有低功耗模式 即休眠模式
- 3 个中断源: 二个硬件中断— T C C 溢出中断与外部中断 ( I N T 引脚)  
一个软件中断— I N T 指令
- 可编程自由运行看门狗定时器 ( W D T )
- 1 0 个可编程接上拉电阻 I / O 引脚
- 2 个可编程 R-OPTION I / O 引脚
- 2 个可编程 漏极开路 I / O 引脚
- 每个指令周期两个时钟周期
- 9 9 . 9 % 的指令为单周期指令
- 封装形式

EM78P447A 28 脚 D I P、S O I C 封装

EM78P447B 32 脚 D I P、S O I C 封装

- 上电电压检测功能, 检测电压范围 1 . 6 V ± 0 . 1 5 V

## 三、 引脚分配图

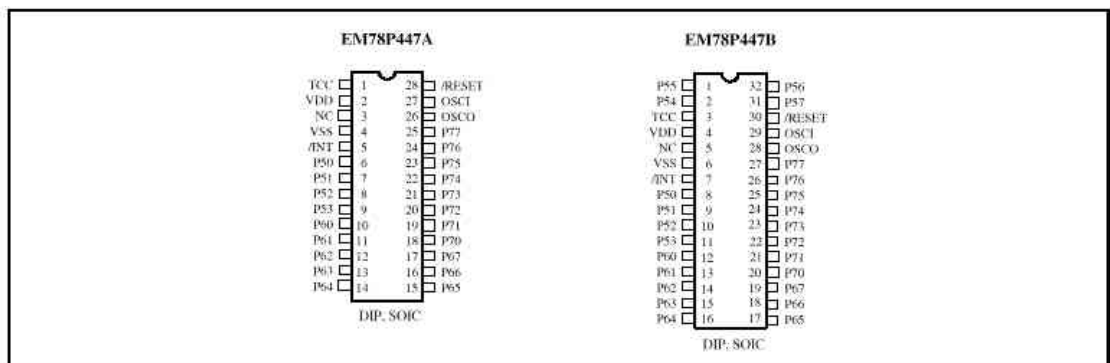


图1 引脚分布

#### 四、功能方框图

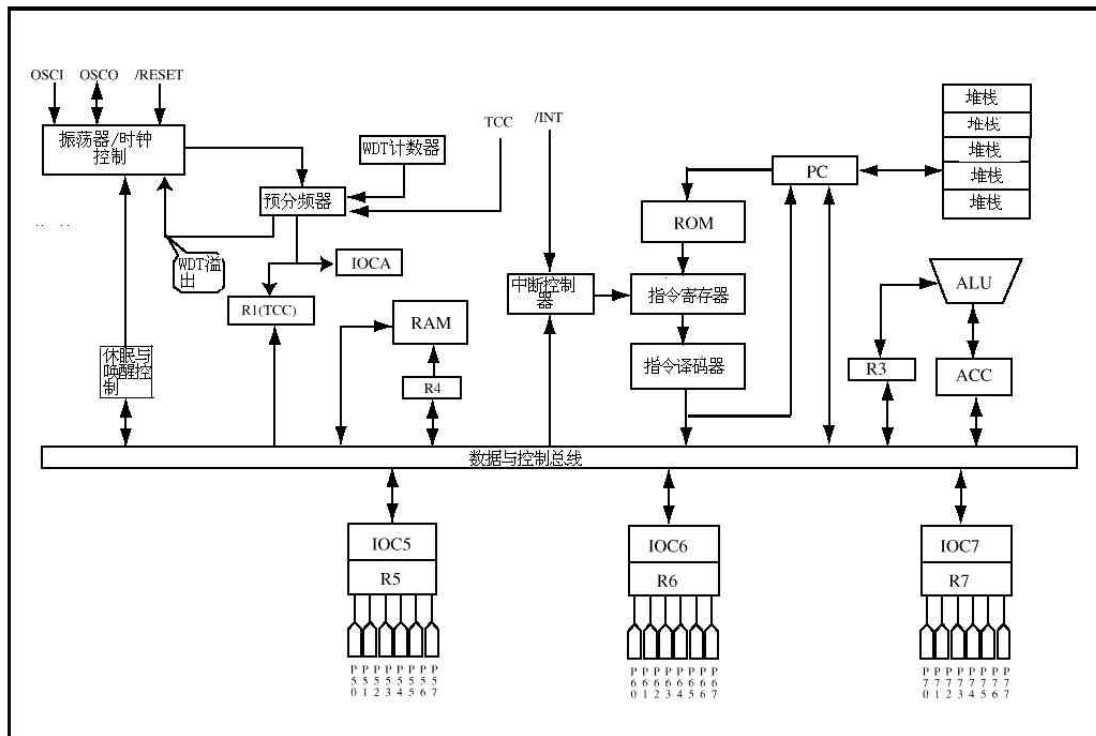


图2 功能框图

#### 五、引脚描述

表1 EM78P447A

| 引脚符号    | I / O类型 | 功能   |
|---------|---------|--|
| VDD     | —       | 电源   |
| OSCI    | 输入      | * 晶振型：晶体振荡器或外部时钟输入脚<br>* RC振荡器型：RC振荡器输入    |
| OSCO    | 输入 / 输出 | * 晶振型：晶体振荡器或外部时钟输入脚<br>* RC振荡器型：指令周期时钟信号输出 |
| /INT    | 输入      | * 由下降沿触发的外部中断引脚                            |
| P70—P77 | 输入 / 输出 | 通用 I / O 端口                                |
| P60—P67 | 同上      | 同上   |
| P50—P53 | 同上      | 同上   |
| /RESET  | 输入      | 低电平引起单片机复位                                 |
| NC      | —       | 未接   |
| TCC     | 输入      | 外部时钟输入                                     |
| VSS     | —       | 地  |

表2 EM78P447B

| 引脚符号    | I / O类型 | 功能   |
|---------|---------|--|
| VDD     | —       | 电源   |
| OSCI    | 输入      | * 晶振型: 晶体振荡器或外部时钟输入脚<br>* RC振荡器型: RC振荡器输入    |
| OSCO    | 输入 / 输出 | * 晶振型: 晶体振荡器或外部时钟输入脚<br>* RC振荡器型: 指令周期时钟信号输出 |
| /INT    | 输入      | * 由下降沿触发的外部中断引脚                              |
| P70—P77 | 输入 / 输出 | 通用 I / O端口                                   |
| P60—P67 | 同上      | 同上   |
| P50—P57 | 同上      | 同上   |
| /RESET  | 输入      | 低电平引起单片机复位                                   |
| NC      | —       | 未接   |
| TCC     | 输入      | 外部时钟输入                                       |
| VSS     | —       | 地  |

## 六、功能描述

### 6.1. 工作寄存器

#### 1) R0 (间接寻址寄存器)

R0 并非一物理存在的寄存器, 它的主要功能是做间接寻址指针, 任何以 R0 为指针的指令实际上是对 R4 寄存器所指向的数据进行操作。

#### 2) R1 (TCC)

\* 对外部信号沿 (上升沿或下降沿由 CONT 寄存器 TE 位决定) 或内部指令时钟周期计数。

\* 由 CONT 寄存器第 4, 5 位决定是对内部还是外部信号计数

\* 如其余寄存器一样可读写

#### 3) R2 (PC 程序计数器) 与堆栈

\* EM78P447 的程序计数器 R2 和硬件堆栈为 12 位宽, 结构如图 3。

\* 根据相应程序指令代码产生对应于内片 4K×13 位 ROM 的地址, 一个程序页面为 1K

\* 复位后 R2 全清 0

\* “JMP” 指令可直接装入 R2 的低 10 位。因此, “JMP” 允许 PC 在一个程序页面直接跳转。

\* “CALL” 指令先将 PC+1 入栈, 再装入 PC 低 10 位。因此, 要直接调用子程序, 其入口地址应与 CALL 指令在同一程序页面中。

\* RET (RETL, RETI) 指令将栈项内容装入 PC

\* 任何想直接修改 R2 内容的指令 (如 “ADD R2, A”、“MOV R2, A”、“BC R2, 6” 等) 均会导致 PC 的 9、10 位清 0。因而由此产生的任何程序跳转将限制在每页的前 256 个地址。

\* 在执行 “JMP” “CALL” 或任何别的将改变 R2 内容的指令时 R2 的最高两位 (A11、A10) 将由状态寄存器 R3 的 PS1、PS0 位装入。

\* 除了改变 R2 内容的指令要 2 个指令周期外, 别的指令均只要一个指令周期。

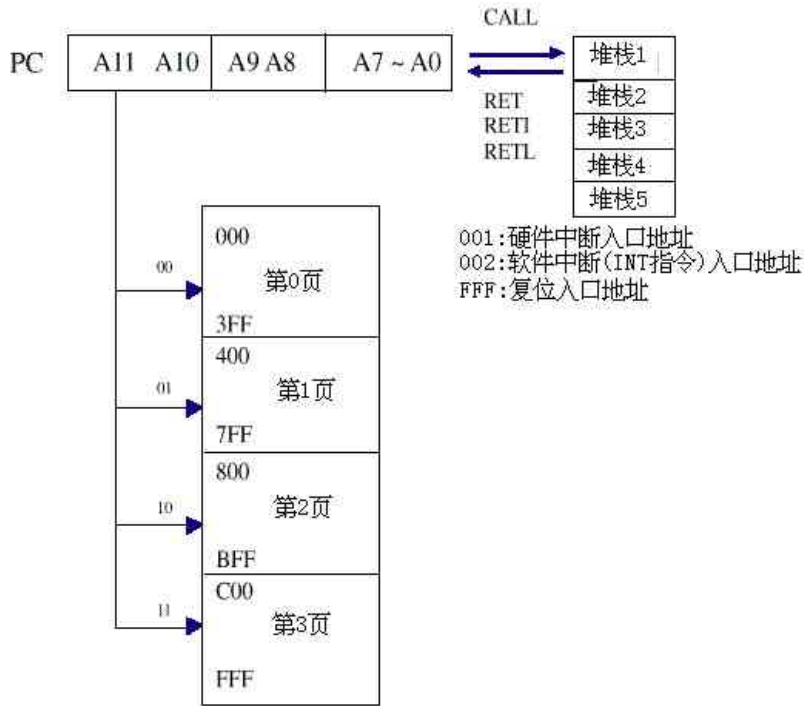


图3 程序计数器组成

#### 4) R 3 (状态寄存器)

|    |     |     |   |   |   |    |   |
|----|-----|-----|---|---|---|----|---|
| 7  | 6   | 5   | 4 | 3 | 2 | 1  | 0 |
| GP | PS1 | PS0 | T | P | Z | DC | C |

- \* B I T 0 (C) 进位标志
- \* B I T 1 (DC) 辅助进位标志
- \* B I T 2 (Z) 零标志。当算术或逻辑运算结果为 0 时该位置 1
- \* B I T 3 (P) 掉电模式位。当系统上电或执行“WDTC”指令后该位置 1；当执行“SLEP”指令后该位置 0
- \* B I T 4 (T) 超时位。当系统上电或执行“SLEP”和“WDTC”指令时，置该位为 1；当 WDT 溢出时清 0
- \* B I T 5 (PS0)~6 (PS1) 页面选择位  
PS0, PS1 用于选择程序存储器页面。当执行“JMP”“CALL”或别的改变 PC 的指令时，PS0, PS1 被装入 PC 的第 11, 12 位，以选择一个程序页面。注意，RET, RETI 和 RETL 指令不改变 PS0~PS1。也就是说，直接返回到了子程序被调用的页面，不管当前 PS0, PS1 值。

| PS1 | PS0 | 程序存储器页面[地址]    |
|-----|-----|----------------|
| 0   | 0   | 第 0 页[000—FF]  |
| 0   | 1   | 第 1 页[400—7FF] |
|     |     | 第 2 页[800—BFF] |
| 1   | 1   | 第 3 页[C00—FFF] |

- \* B I T 7 (GP) 通用读 / 写位

**5) R4 (RAM选择寄存器)**

\* BIT 0-5 用于在间接寻址方式下选择寄存器 (地址: 00-3F)

\* BIT 6-7 用于选择寄存器组 BANK 0-4

参看图 4 所示的数据存储器结构

**6) R5-R7 (PORT 5~PORT 7)**

\* R5, R6, R7 是 I/O 寄存器

**7) R8-R1F, R20-R3E (通用寄存器)**

\* R8-R1F, R20-R3E (包括 BANK 0-3 共四个寄存器组) 为通用寄存器

**8) R3F (中断状态寄存器)**

|   |   |   |   |      |   |   |      |
|---|---|---|---|------|---|---|------|
| 7 | 6 | 5 | 4 | 3    | 2 | 1 | 0    |
| - | - | - | - | EXIF | - | - | TCIF |

\* BIT 0 (TCIF) TCC 溢出中断标志, TCC 溢出时置 1 由软件清零

\* BIT 3 (EXIF) 外部中断标志。由 INT 引脚的下降沿置 1 由软件清零

\* BIT 1-2 和 BIT 4-7 未使用

“1”表示中断请求,“0”表示无中断发生

\* R3F 可被指令清 0, 但不可置 1

\* IOCF 为中断控制寄存器

\* 注意读 R3F 的结果为 R3F 和 IOCF 的逻辑与。

## 6.2. 特殊功能寄存器

**1) A (累加器)**

\* 内部数据运输, 或指令运算单元

\* 不可寻址

**2) CONT (控制寄存器)**

|       |      |    |    |     |      |      |      |
|-------|------|----|----|-----|------|------|------|
| 7     | 6    | 5  | 4  | 3   | 2    | 1    | 0    |
| /PHEN | /INT | TS | TE | PAB | PSR2 | PSR1 | PSR0 |

\* BIT0(PSR0)-BIT2(PSR2)为 TCC/WDT 预分频系数选择位

| PSR2 | PSR1 | PSR0 | TCC RATE | WDT RATE |
|------|------|------|----------|----------|
| 0    | 0    | 0    | 1: 2     | 1: 1     |
| 0    | 0    | 1    | 1: 4     | 1: 2     |
| 0    | 1    | 0    | 1: 8     | 1: 4     |
| 0    | 1    | 1    | 1: 16    | 1: 8     |
| 1    | 0    | 0    | 1: 32    | 1: 16    |
| 1    | 0    | 1    | 1: 64    | 1: 32    |
| 1    | 1    | 0    | 1: 128   | 1: 64    |
| 1    | 1    | 1    | 1: 256   | 1: 128   |

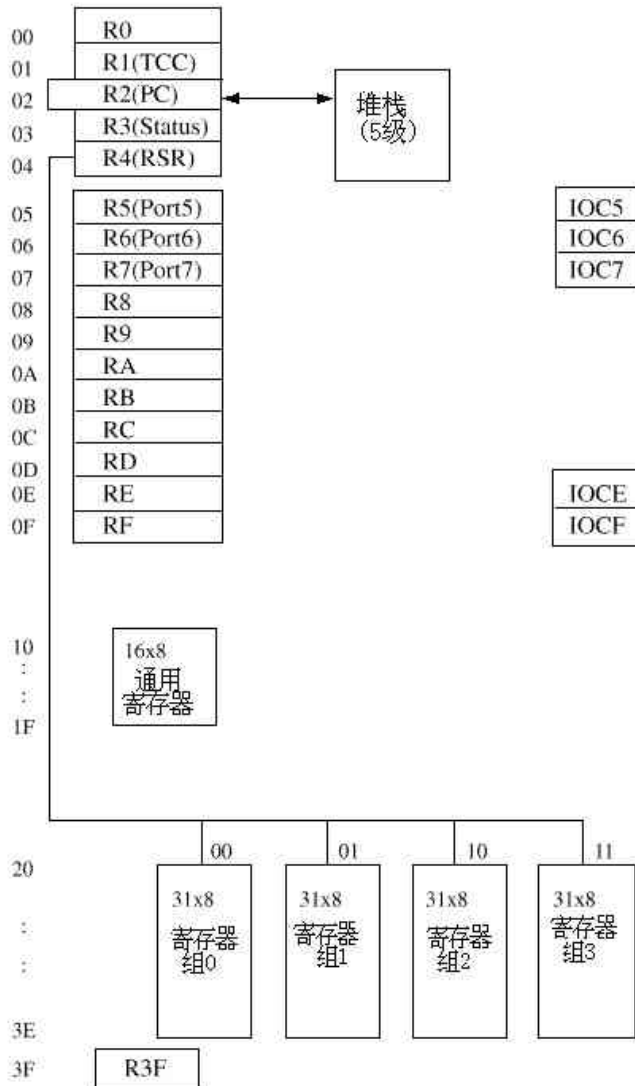


图4 数据存储结构

- \* BIT 3 (PAB) 预分频器分配位  
0: 分配给TCC 1: 分配给WDT
- \* BIT 4 (TE) TCC信号触发沿  
0: TCC脚信号低到高触发 1: TCC脚信号高到低触发
- \* BIT 5 (TS) TCC信号源  
0: 内部指令周期时钟 1: TCC引脚输入的外部信号
- \* BIT 6 (INT) 中断使能标志  
0: 由DISI指令或硬件中断清0, 屏蔽中断  
1: 由ENI或RETI指令置1, 开中断
- \* BIT 7 (/PHEN) 用于使能P60-P67,P47,P75引脚上拉电阻的控制位  
0:使能内部上拉电阻 1:禁止内部上拉电阻
- \* CONT寄存器可读可写。

### 3) IOCB (P6端口唤醒控制寄存器)

|       |       |       |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 7     | 6     | 5     | 4     | 3     | 2     | 1     | 0     |
| /WUE7 | /WUE6 | /WUE5 | /WUE4 | /WUE3 | /WUE2 | /WUE1 | /WUE0 |

- \* 0: 使能唤醒功能 1: 禁止唤醒功能
- \* BIT0~BIT7 分别控制 P60-P67 引脚的唤醒功能

#### 4) IOCE (WDT 控制器)

|   |     |     |      |     |   |   |      |
|---|-----|-----|------|-----|---|---|------|
| 7 | 6   | 5   | 4    | 3   | 2 | 1 | 0    |
| — | ODE | WTE | SLPC | ROC | — | — | /WUE |

- \* BIT0 (/WUE) P74, P75 唤醒功能控制位  
0: 使能唤醒, 1: 禁止唤醒
- \* BIT3 (ROC): ROC 用于 R-OPTION。ROC 置 1 时单片机可以读 R-OPTION 引脚 (P70, P71) 的。ROC 清 0 将禁止 R-OPTION 功能, 用户必须通过一个 560K 的外部电阻 (REX) 将 P71 和/或 P70 与 VSS 相连。如果 REX 与 VDD 相连, 由 P70(P71) 读出的状态为 0。如 RDX 与 VDD 未连, 由 P70(P71) 读出的状态为 1, 参见图 7(B)
- \* BIT4 (SLPC) 该位由唤醒信号下沿引起硬件触发置 1, 由软件清 0。SLPC 用于控制振荡器的工作, 在 SLPC 由高变低时振荡器被禁止 (振荡器停振, 单片机进入休眠模式 2), 在 SLPC 由低变高时振荡器使能 (单片机由休眠模式唤醒)。为了确保振荡器输出信号稳定, 一旦振荡器再次起振, 在执行下一条指令前会有 18MS 左右的延时, 唤醒后, 如果 CODE OPTION 中 WDC 为 “1”, 则 WDT 将被使能。休眠模式 2 的输入唤醒方框图如图 5。
- \* BIT5 (WTE) WDT 控制位, 只在 CODE OPTION 的 WTC 为 1 时该位才有效, 此时 WDT 是否工作由 WTE 控制  
0: 禁止 WDT 1: 使能 WDT
- \* BIT6 (ODE) P76, P77 漏极开路控制位  
0: 禁止漏极开路输出 1: 使能漏极开路输出

IOCE 寄存器可读写  
第 1、2、7 位未使用

#### 5) IOCF (中断屏蔽寄存器)

|   |   |   |   |      |   |   |      |
|---|---|---|---|------|---|---|------|
| 7 | 6 | 5 | 4 | 3    | 2 | 1 | 0    |
| - | - | - | - | EXIE | - | - | TCIE |

- \* 第 0 位 (TCIE) TCIF 中断使能位。0 禁止, 1 使能。
- \* 第 3 位 (EXIE) EXIF 中断使能位。0 禁止, 1 使能。
- \* 各个中断由置 IOCF 寄存器相应位为 1 来使能。
- \* 总体中断由 ENI 指令使能, 由 DISI 指令禁止。
- \* IOCF 寄存器可读写。

### 6.3. TCC/WDT 和预分频器

TCC 或 WDT 可有一个 8 位计数器做预分频器。同一时间预分频器只可分配给其中之一, 这由 CONT 寄存器的 PAB 位决定。PSR0~PSR2 决定分频系数。若预分频器分配给 TCC, 则写 TCC 的指令将预分频器清 0。若分给 WDT, WDT 和预分频器同时被 WDTC 或 SLEP 指令清 0。图 6 为 TCC/WDT 电路图。

R1 (TCC) 是一个 8 位定时器 / 计数器。TCC 的时钟源可以为内部时钟或外部输入。如果为内部时钟, 则每过一个指令周期, TCC 加 1 (无预分频器情况下)。根据图 6,  $CLK = FOSC / 2$  或  $CLK = FOSC / 4$  由 CODE OPTION 的 CLKS 位决定。如果 CLKS 位为 0,  $CLK = FOSC / 2$ , 如果 CLKS 位为 1,  $CLK = FOSC / 4$ 。若 TCC 信号源为外部输入, 则 TCC 由下降沿或上升沿触发加 1

WDT是片内自由运行的RC振荡器。在单片机振荡器停振的情况F（如休眠模式），WDT依然运行。在正常工作或休眠情况下，WDT计时溢出将引起系统重启。在正常工作情况下，可利用IOCE寄存器的WDTE位从软件上来使能或禁止WDT。在未预分频情况下，WDT溢出时间约为1.8ms。

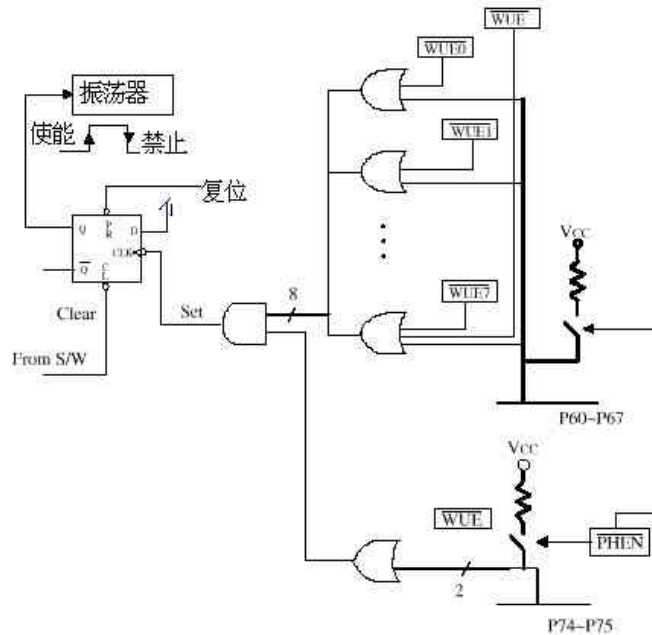


图5 I/O口休眠模式与唤醒电路框图

#### 6.4. I/O端口

PORT5, PORT6 和 PORT7 为双向三态 I/O。可以由 CONT、IOCE 寄存器分别设置上拉电阻、R-OPTION 和 L 漏极开路功能。

P 6 口, P 7 4, P 7 5 具有输入变化唤醒功能。每个 I/O 端口寄存器和 I/O 控制寄存器均可读写。I/O 接口电路分别如图 7 (A) (B)

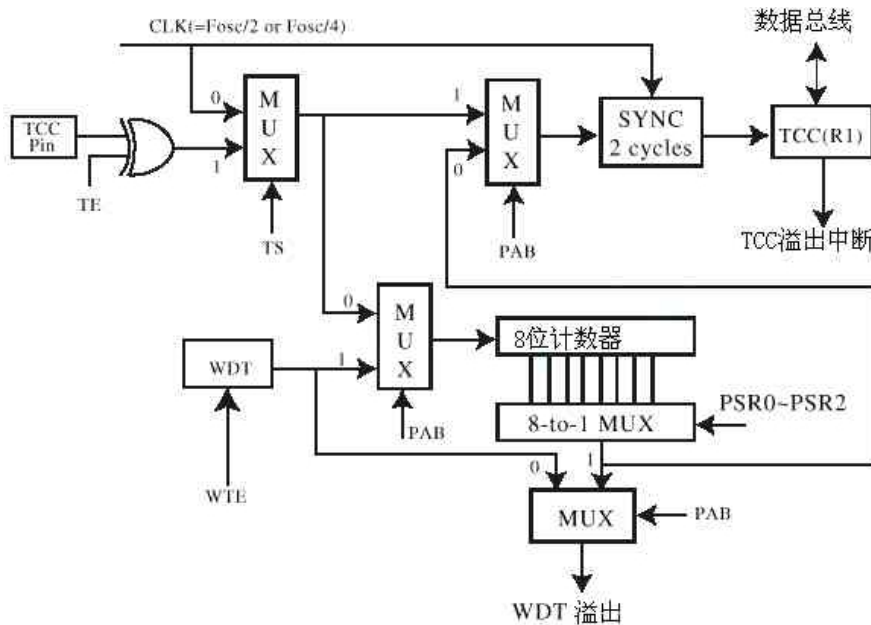


图6 TCC及WDT框图



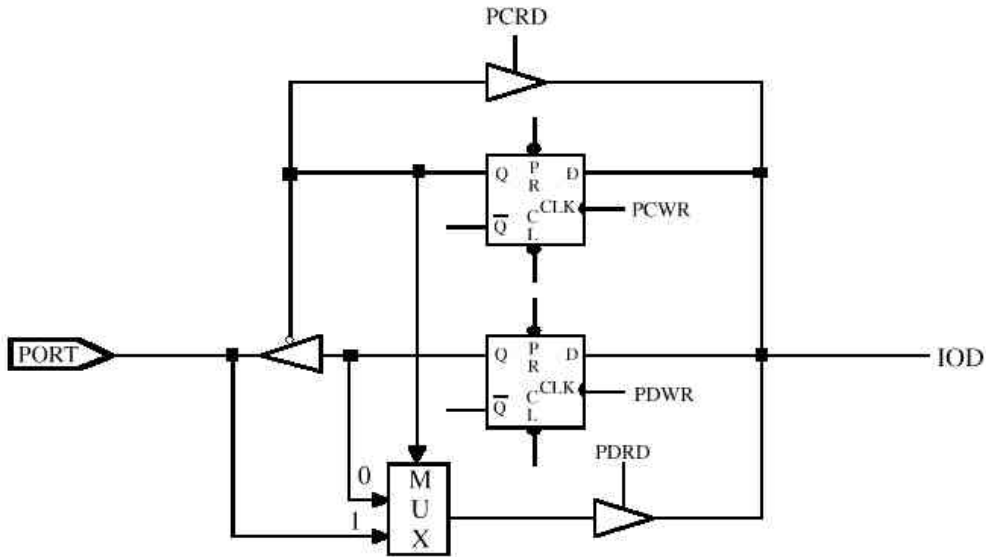
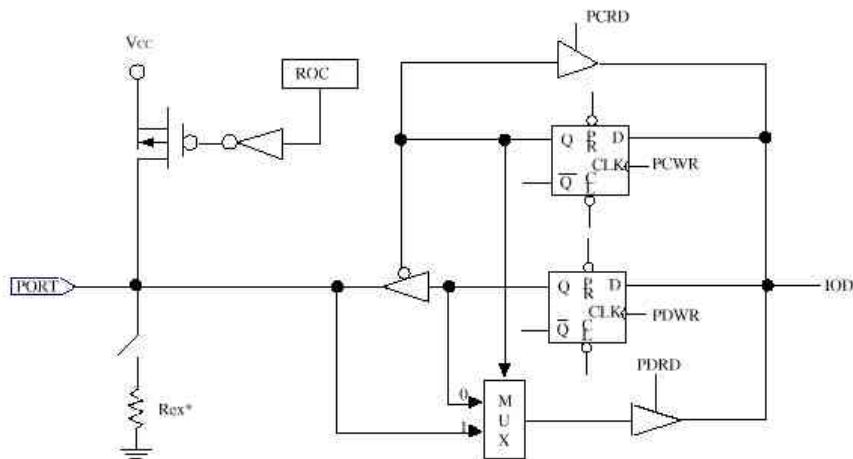


图7(A) I/O口及I/O控制寄存器电路



\* Rex为560千欧外接电阻

图7(B) 具有R\_OPTION功能的I/O引脚(P70, P71)

## 6.5. 复位与唤醒

### 1) 复位

产生复位条件:

- (1) 电源上电
- (2) RESET引脚为低电平
- (3) WDT溢出(WDT使能时)

参见图8

当单片机检测到复位信号后会保持18MS的复位状态。一旦复位产生,下面功能被完成:

- \* 振荡器起振或继续工作
- \* PC(R2)置为全1
- \* 所有I/O端口引脚被定义为输入模式(高阻态)

- \* W D T和预分频器清 0
- \* 上电时 R 3 的 B I T 5, 6 和 R 4 的 B I T 7, 6 清 0
- \* 除 B I T 6 外, C O N T 寄存器全置为 1
- \* I O C B 寄存器全置为 1 (禁止 P 6 0 - 6 7 的唤醒功能)
- \* I O C E 寄存器 BIT3, BIT6 清 0, BIT0, BIT4, BIT5 置 1
- \* R3F 寄存器 BIT0, BIT3 和 I O C F 寄存器 BIT0, BIT3 清 0

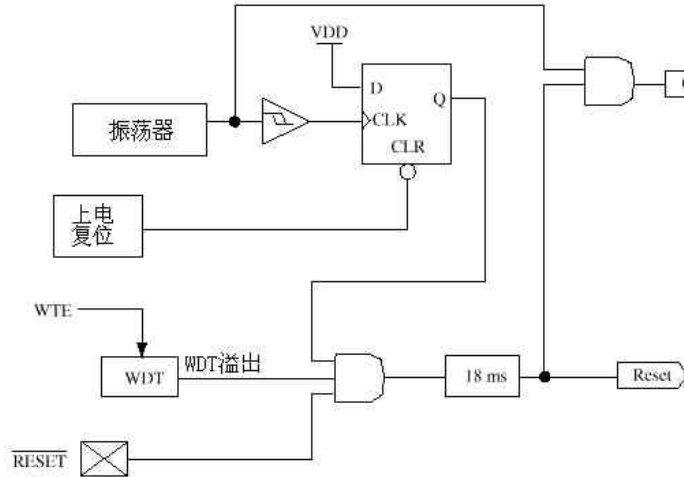


图8 复位控制器框图

执行 S L E P 指令 ( 休眠模式 1 ) 可进行休眠模式。进入休眠模式后, W D T (使能时) 清 0, 再继续运行。单片机可由下列情况唤醒:

- (1) R E S E T 上的复位信号
- (2) W D T 溢出 ( W D T 使能)

此两种情况均使单片机复位。R 3 的 T、P 标志用于判断复位产生原因。

除了基本的休眠模式 1, E M 7 8 P 4 4 7 还有休眠模式 2。它由 I O C E 寄存器的 S L P C 位清 0 产生。在休眠模式 2 下, 单片机可由下列条件唤醒:

(A) 任一唤醒引脚为低电平, 如图 5。唤醒后继续从原处运行, 往下执行指令。在此情况下, 必须在进入休眠模式 2 之前设置要唤醒的引脚为输入状态, 要使能上拉电阻, 使能唤醒功能。特别要注意的是唤醒后, 若 C O D E O P T I O N 的 W T C 为 1, 则 W D T 使能。因此, 唤醒后 W D T 工作状态可能要重新设定。

(B) W D T 溢出 (如果被允许) 或在外部复位引脚引起的复位。

表 3 复位时寄存器的初始值

| Address | Name | Reset Type               | Bit 7 | Bit 6 | Bit 5 | Bit 4 | Bit 3 | Bit 2 | Bit 1 | Bit 0 |
|---------|------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| N/A     | IOC5 | Bit Name                 | C57   | C56   | C55   | C54   | C53   | C52   | C51   | C50   |
|         |      | Power-on                 | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     |
|         |      | /RESET and WDT           | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     |
|         |      | Wake-up from Pin Changed | P     | P     | P     | P     | P     | P     | P     | P     |
| N/A     | IOC6 | Bit Name                 | C67   | C66   | C65   | C64   | C63   | C62   | C61   | C60   |
|         |      | Power-on                 | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     |
|         |      | /RESET and WDT           | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     |
|         |      | Wake-up from Pin Changed | P     | P     | P     | P     | P     | P     | P     | P     |
| N/A     | IOC7 | Bit Name                 | C77   | C76   | C75   | C74   | C73   | C72   | C71   | C70   |
|         |      | Power-on                 | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     |



| Address | Name    | Reset Type               | Bit 7 | Bit 6 | Bit 5 | Bit 4 | Bit 3 | Bit 2 | Bit 1 | Bit 0 |
|---------|---------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|         |         | /RESET and WDT           | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     |
|         |         | Wake-up from Pin Changed | P     | P     | P     | P     | P     | P     | P     | P     |
| N/A     | CONT    | Bit Name                 | /PHEN | /INT  | TS    | TE    | PAB   | PSR2  | PSR1  | PSR0  |
|         |         | Power-on                 | 1     | 0     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     |
|         |         | /RESET and WDT           | 1     | P     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     |
|         |         | Wake-up from Pin Changed | P     | P     | P     | P     | P     | P     | P     | P     |
| 0X00    | R0(IAR) | Bit Name                 | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
|         |         | Power-on                 | U     | U     | U     | U     | U     | U     | U     | U     |
|         |         | /RESET and WDT           | P     | P     | P     | P     | P     | P     | P     | P     |
|         |         | Wake-up from Pin Changed | P     | P     | P     | P     | P     | P     | P     | P     |
| 0X01    | R1(TCC) | Bit Name                 | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
|         |         | Power-on                 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
|         |         | /RESET and WDT           | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
|         |         | Wake-up from Pin Changed | P     | P     | P     | P     | P     | P     | P     | P     |
| 0X02    | R2(PC)  | Bit Name                 | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
|         |         | Power-on                 | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     |
|         |         | /RESET and WDT           | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     |
|         |         | Wake-up from Pin Changed | **0/P | **0/P | **0/P | **0/P | **0/P | **0/P | **0/P | **0/P |
| 0X03    | R3(SR)  | Bit Name                 | GP    | PS1   | PS0   | T     | P     | Z     | DC    | C     |
|         |         | Power-on                 | 0     | 0     | 0     | 1     | 1     | U     | U     | U     |
|         |         | /RESET and WDT           | 0     | 0     | 0     | t     | t     | P     | P     | P     |
|         |         | Wake-up from Pin Changed | P     | P     | P     | t     | t     | P     | P     | P     |
| 0x04    | R4(RSR) | Bit Name                 | RSR1  | RSR0  | GP    | -     | -     | -     | -     | -     |
|         |         | Power-on                 | 0     | 0     | U     | U     | U     | U     | U     | U     |
|         |         | /RESET and WDT           | 0     | 0     | P     | P     | P     | P     | P     | P     |
|         |         | Wake-up from Pin Changed | P     | P     | P     | P     | P     | P     | P     | P     |
| 0x05    | R5(P5)  | Bit Name                 | P57   | P56   | P55   | P54   | P53   | P52   | P51   | P50   |
|         |         | Power-on                 | U     | U     | U     | U     | U     | U     | U     | U     |
|         |         | /RESET and WDT           | P     | P     | P     | P     | P     | P     | P     | P     |
|         |         | Wake-up from Pin Changed | P     | P     | P     | P     | P     | P     | P     | P     |
| 0x06    | R6(P6)  | Bit Name                 | P67   | P66   | P65   | P64   | P63   | P62   | P61   | P60   |
|         |         | Power-on                 | U     | U     | U     | U     | U     | U     | U     | U     |
|         |         | /RESET and WDT           | P     | P     | P     | P     | P     | P     | P     | P     |
|         |         | Wake-up from Pin Changed | P     | P     | P     | P     | P     | P     | P     | P     |
| 0x07    | R7(P7)  | Bit Name                 | P77   | P76   | P75   | P74   | P73   | P72   | P71   | P70   |
|         |         | Power-on                 | U     | U     | U     | U     | U     | U     | U     | U     |
|         |         | /RESET and WDT           | P     | P     | P     | P     | P     | P     | P     | P     |
|         |         | Wake-up from Pin Changed | P     | P     | P     | P     | P     | P     | P     | P     |
| 0x3F    | RF(ISR) | Bit Name                 | X     | X     | X     | X     | EXIF  | X     | X     | TCIF  |
|         |         | Power-on                 | U     | U     | U     | U     | 0     | U     | U     | 0     |
|         |         | /RESET and WDT           | U     | U     | U     | U     | 0     | U     | U     | 0     |
|         |         | Wake-up from Pin Changed | U     | U     | U     | U     | P     | U     | U     | P     |
| 0x0B    | IOCB    | Bit Name                 | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
|         |         | Power-on                 | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     |
|         |         | /RESET and WDT           | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     |
|         |         | Wake-up from Pin Changed | P     | P     | P     | P     | P     | P     | P     | P     |
| 0x0E    | IOCE    | Bit Name                 | X     | ODE   | WTE   | SLPC  | ROC   | X     | X     | /WUE  |
|         |         | Power-on                 | U     | 0     | 1     | 1     | 0     | U     | U     | 1     |
|         |         | /RESET and WDT           | U     | 0     | 1     | 1     | 0     | U     | U     | 1     |
|         |         | Wake-up from Pin Changed | U     | P     | 1     | 1     | P     | U     | U     | P     |

| Address           | Name    | Reset Type               | Bit 7 | Bit 6 | Bit 5 | Bit 4 | Bit 3 | Bit 2 | Bit 1 | Bit 0 |
|-------------------|---------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0x0F              | IOCF    | Bit Name                 | X     | X     | X     | X     | EXIE  | X     | X     | TCIE  |
|                   |         | Power-on                 | U     | U     | U     | U     | 0     | U     | U     | 0     |
|                   |         | /RESET and WDT           | U     | U     | U     | U     | 0     | U     | U     | 0     |
|                   |         | Wake-up from Pin Changed | U     | U     | U     | U     | P     | U     | U     | P     |
| 0x10<br>~<br>0x3E | R10~R3E | Bit Name                 | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
|                   |         | Power-on                 | U     | U     | U     | U     | U     | U     | U     | U     |
|                   |         | /RESET and WDT           | P     | P     | P     | P     | P     | P     | P     | P     |
|                   |         | Wake-up from Pin Changed | P     | P     | P     | P     | P     | P     | P     | P     |

\*\* To jump address 0x08 or to execute the instruction which is next to the "SLEP" instruction.  
 X: not used. U: unknown or don't care. P: previous value before reset.  
 t: check Table 4.

## 2) 状态寄存器的 T、P 位状态

引起复位的条件：(1) 电源上电 (2) RESET 复位信号 (3) WDT 溢出  
 在表 4 中列出的 T、P 值可用于区分单片机因何唤醒。表 5 则列出了会影响 T、P 值的事件。

表 4 复位后 T、P 值

| 复位类型             | T  | P  |
|------------------|----|----|
| 上电               | 1  | 1  |
| 工作状态下 RESET 信号复位 | *P | *P |
| 休眠状态下 RESET 信号唤醒 | 1  | 0  |
| 工作状态下 WDT 超时溢出   | 0  | *P |
| 休眠状态下 WDT 超时溢出   | 0  | 0  |
| 休眠状态下引脚变化唤醒      | 1  | 0  |

\*P 表示复位前的状态

表 5 不同事件对 T、P 的影响

| 事件          | T | P  |
|-------------|---|----|
| 上电          | 1 | 1  |
| WDTC 指令     | 1 | 1  |
| WDT 超时溢出    | 0 | *P |
| SLEP 指令     | 1 | 0  |
| 休眠状态下引脚变化唤醒 | 1 | 0  |

\*P 表示复位前状态

## 6.6. 中断

EM78P447 有下列二种硬件中断

- (1) TCC 溢出 中断
- (2) 外部中断 (INT 引脚)

中断屏蔽寄存器 R3F 在对应位记录中断请求。IOCF 为中断屏蔽寄存器。ENI 指令使整体的中断使能，DISI 使之禁止。中断使能时若有一中断发生，则下一指令将从 001H 地址取出。进入中断处理程序后，可由检查 R3F 的标志位确定中断源。离开中断处理程序前必须用指令清除中断标志，并使能中断，以免重复中断。

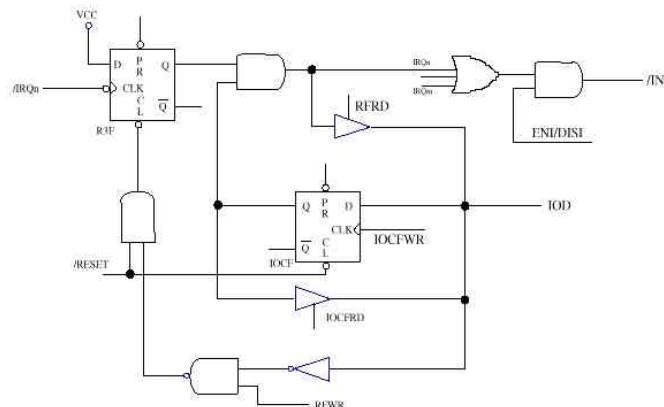


图9 中断输入电路

不管中断屏蔽位状态如何，也不管是否执行 ENI 指令，R3 中的标志都会随中断发生而置位。注意，读 R3F 的结果实际为 R3F 与 IOCF 逻辑与。RETI

指令结束中断子程序，并使能中断（相当于执行 E N I 指令如果中断是由 I N T 指令引起（中断使能时），则下一条指令将从地址 002H 取出。

## 6.7. 振荡器

### 1) 振荡器模式

EM78P447 可以工作在三种不同振荡器模式下，分别为外部 RC 振荡器模式 (E R C)，晶振高频模式 (H X T) 晶振低频模式 (L X T) 通过对 C O D E O P T I O N 寄存器的 M S、H L F 和 H L P 的设置来选择上述模式中的一种。表 6 描述了这几种模式是如何定义的。

表 6 由 M S、H L F、H L P 定义的振荡器模式

| 模式           | M S | H L F | H L P |
|--------------|-----|-------|-------|
| 外部 R C 振荡器   | 0   | * X   | * X   |
| 晶振高频 (H X T) | 1   | 1     | 1     |
| 晶振低频 (L X T) | 1   | 0     | 0     |

注：1. X 任意

2. H X T 与 L X T 模式的频率分界点在 4 0 0 K H 左右。

不同 V D D 下振荡器工作频率上限如表 7 所示

表 7 最大工作速度概况表

| 条件      | V D D (V) | FXT MAX(M) |
|---------|-----------|------------|
| 2 个时钟周期 | 2.5       | 8          |
|         | 3         | 12         |
|         | 5         | 18         |
|         | 6.4       | 20         |
| 4 个时钟周期 | 2.5       | 16         |
|         | 3         | 24         |
|         | 5         | 36         |
|         | 6.5       | 40         |

### 2) 晶体振荡器 / 陶瓷谐振器

EM78P447 可以通过 O S C I 引脚接外部时钟信号，如图 1 0 所示在多数应用场合中，可以在 O S C I 与 O S C O 引脚上连接一个晶体或陶瓷谐振器来构成振荡器。图 1 1 描绘了这种电路。不管 H X T 还是 L X T 模式，电路都一样。表 8 给出 C 1、C 2 的推荐值。因为各个谐振器特性不同用户应据其规格合适大小的 C 1、C 2。

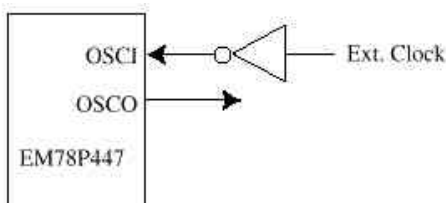


图10 外时钟输入电路

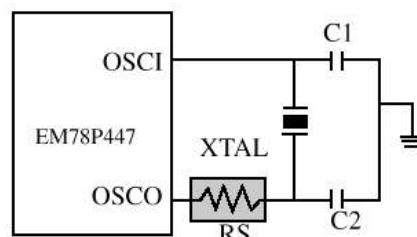


图11 晶振/谐振器电路

表 8 晶振或陶瓷谐振器电容选择

| 振荡器模式 | 频率模式 | 频率         | C1 (PF) | C2 (PF) |
|-------|------|------------|---------|---------|
| 陶瓷谐振腔 | HXT  | 455KHz     | 100-150 | 100-150 |
|       |      | 2.0MHz     | 20-40   | 20-40   |
|       |      | 4.0MHz     | 10-30   | 10-30   |
| 晶体振荡器 | LXT  | 32.768 KHz | 25      | 15      |
|       |      | 100 KHz    | 25      | 25      |
|       |      | 200 KHz    | 25      | 25      |
|       | HXT  | 455 KHz    | 20-40   | 20-150  |
|       |      | 1.0 MHz    | 15-30   | 15-30   |
|       |      | 2.0 MHz    | 15      | 15      |
|       |      | 4.0 MHz    | 15      | 15      |

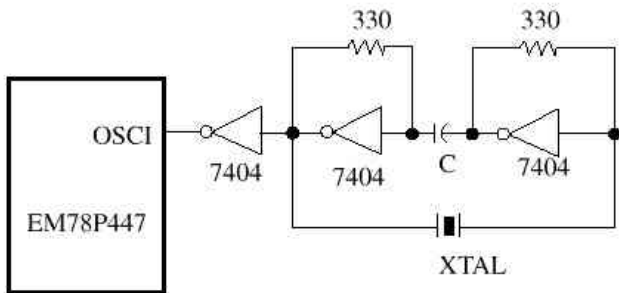


图12 晶振/谐振腔电路(串联模式)

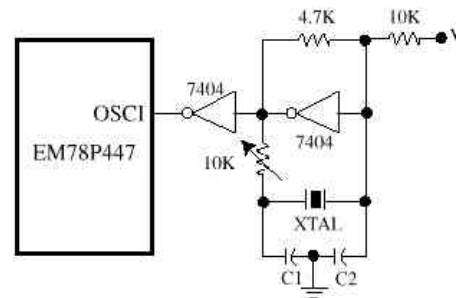


图13 晶振/谐振腔电路(并联模式)

### 3) RC 振荡器模式

在一些时间精度要求不高的应用中，使用 RC 振荡器（图 14）是比较经济的。不过，要注意使用 RC 振荡器时，其频率与电压，电阻值，电容值甚至工作温度有关。而且，由于进程不同，片与片之间频率会略有不同。为了获得稳定的频率，电容值不得小于 20PF，电阻值不得大于 1MΩ。若它们不能控制在该范围，频率将很容易受到噪声，湿度和漏损的影响。RC 振荡器中电阻越小，得到的频率越高。另一方面，对于很小的电阻值如 1KΩ，振荡器变得不稳定，因为 NMOS 器件不能正确地给电容放电。基于上述原因，必须牢记，电源电压，RC 振荡器部件，封装形式及 PCB 布线方式均会影响系统频率。

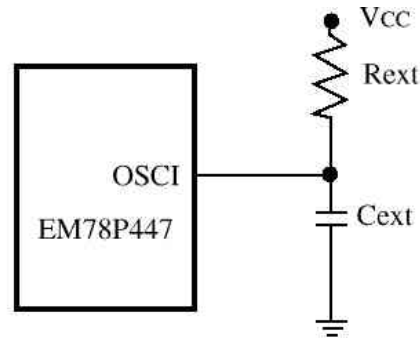


图14 外部RC振荡器模式

表 9 RC 振荡器频率

| 电容    | 电阻   | 典型频率 (5V, 25℃) | 典型频率 (3V, 25℃) |
|-------|------|----------------|----------------|
| 20PF  | 3.3K | 3.5MHz         | 2.7MHz         |
|       | 5.1K | 2.4MHz         | 2.02MHz        |
|       | 10K  | 1.4MHz         | 1.2MHz         |
|       | 100K | 1.58MHz        | 151KHz         |
| 100PF | 3.3K | 1.15MHz        | 1.01MHz        |
|       | 5.1K | 770KHz         | 704KHz         |
|       | 10K  | 416KHz         | 388KHz         |
|       | 100K | 46KHz          | 44KHz          |
| 300PF | 3.3K | 484KHz         | 434KHz         |
|       | 5.1K | 322KHz         | 294KHz         |
|       | 10K  | 171KHz         | 161KHz         |
|       | 100K | 18KHz          | 17.6KHz        |

## 6.8. CODE OPTION 寄存器

EM78P447 有一个 CODE OPTION 字，它不是平常的程序存储器的一部分。在通常程序执行过程中是不能访问 CODE OPTION 的。

|    |        |      |     |     |     |     |   |   |   |   |   |   |
|----|--------|------|-----|-----|-----|-----|---|---|---|---|---|---|
| 12 | 11     | 10   | 9   | 8   | 7   | 6   | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| MS | ENWDTB | CLKS | /PT | HLF | HLP | TYP | — | — | — | — | — | — |

\* BIT 12 (MS) 振荡器类型选

0: RC 振荡器 1: XTAL 振荡器

\* BIT 11 (ENWDTB) WDT 使能位

0: 使能 1: 禁止

\* BIT 10 (CLKS) 指令周期选择

0: 2 个振荡周期 1: 4 个振荡周期

\* BIT 9 (/PT) 保密位

0: 程序保密 1: 不保密

\* BIT 8 (HLF) XTAL 频率选择

0: XTAL 2 型 (低频, 32.768 KHz) 1: XTAL 1 型 (高频)

\* BIT 7 (HLP) 功耗选择

0: 低功耗 1: 高功耗

\* BIT 6 (类型) 选择 EM78P447 A 或 B/C 型

0: EM78P447 B/C 1: EM78P447 A

\* BIT 5~0 用户 ID 码

## 6.9. 关于上电的考虑

在电源达到稳定状态之前，任何单片机都不能确保正常工作。EM78P447 具有检测电压为 1.6V 的上电电压检测器 (POVD)。这就免除了外部复位电路。在 VDD 上升足够快时 (10MS 以下)，单片机会正常工作。但在一些要求较高的应用场合，还是需要加外部电路来协助解决上电问题。

## 6.10. 外部上电复位电路

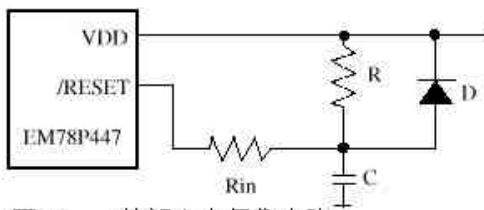


图15 外部上电复位电路

如图 15 所示为产生复位脉冲的外部 RC 电路。脉冲将保持足够长时间直至 VDD 达到最小工作电压。当电源电压上升比较慢时，可以使用这个电路。由于 RESET 引脚的电流约为  $\pm 5 \mu A$  故建议 R 不要大于 40 K。这样 RESET 脚上的电压就保持在 0.2V 以下。二极管 D 在电源掉电时构成短路，使电容 C 快速充分地放电。限流电阻 Rin 用来限制放电电流过大，或是避免静电 (ESD) 放电对 /RESET 的冲击。

## 6.11. 残余电压保护

有些应用中，例如更换供电电池，电源将断电，几秒钟后恢复。这将会有一个小于 VDD 最小值但又不为 0 的残余电压。图 16，图 17 给出了残余电压保护电路。







### 附三、电压检测器电气特性 (Ta = 25°C)

| Parameter                          | Symbol          | Condition            | Min. | Typ.       | Max. | Unit  |
|------------------------------------|-----------------|----------------------|------|------------|------|-------|
| Detect voltage                     | Vdet            |                      | 1.5  | 1.6        | 1.7  | V     |
| Release voltage                    | Vrel            |                      |      | Vdet x1.05 |      | V     |
| Current consumption                | I <sub>ss</sub> | V <sub>DD</sub> = 5V |      |            | 5    | μA    |
| Operating voltage                  | Vop             |                      | 0.7* |            | 5.5  | V     |
| Temperature characteristic of Vdet | ΔVdet/<br>ΔTa   | 0°C ≤ Ta ≤ 70°C      |      |            | -2   | mV/°C |
| VDD reset voltage                  | Vreset          | Ta=25°C              |      |            | 1.9  | V     |

\* When the voltage of V<sub>DD</sub> rises between Vop=0.7V and Vdet, the output of voltage detector must be "Low".

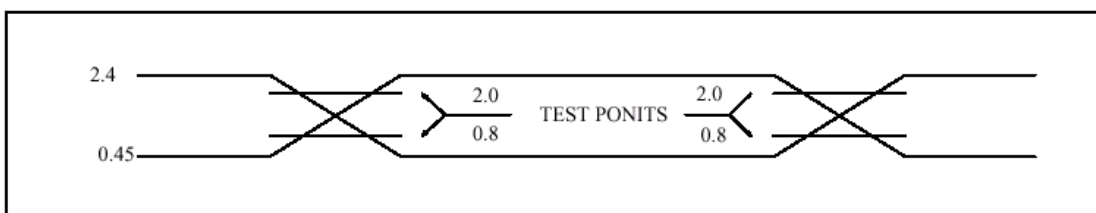
### 附四、交流电气特性 (Ta=0°C ~ 70°C, V<sub>DD</sub>=5.0V±5%, V<sub>SS</sub>=0V)

| Parameter                         | Symbol             | Condition               | Min.                      | Typ. | Max.     | Unit     |
|-----------------------------------|--------------------|-------------------------|---------------------------|------|----------|----------|
| Input CLK duty cycle              | Dclk               |                         | 45                        | 50   | 55       | %        |
| Instruction cycle time (CLKS="0") | T <sub>ins</sub>   | XTAL Type<br>RC Type    | 125<br>500                |      | DC<br>DC | ns<br>ns |
| TCC input period                  | T <sub>tcc</sub>   |                         | (T <sub>ins</sub> +20)/N* |      |          | ns       |
| Device reset hold time            | T <sub>drh</sub>   | Ta = 25°C               |                           | 14.5 |          | ms       |
| /RESET pulse width                | T <sub>rst</sub>   | Ta = 25°C               | 2000                      |      |          | ns       |
| Watchdog Timer period             | T <sub>wdt</sub>   | Ta = 25°C               |                           | 14.5 |          | ms       |
| Input pin setup time              | T <sub>set</sub>   |                         |                           | 0    |          | ns       |
| Input pin hold time               | T <sub>hold</sub>  |                         |                           | 20   |          | ns       |
| Output pin delay time             | T <sub>delay</sub> | Cl <sub>oad</sub> =20pF |                           | 50   |          | ns       |

Note : N\* = selected prescaler ratio.

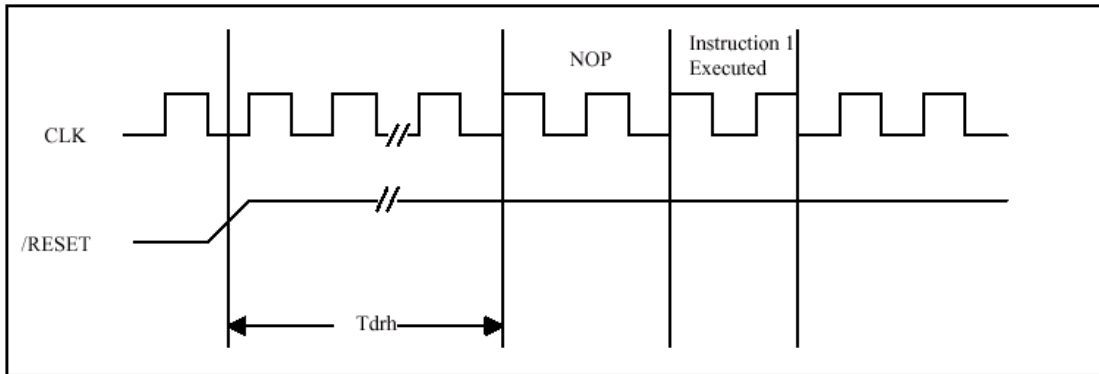
### 附五、时隙图

#### 1) 交流测试输入/输出波形



AC Testing : Input is driven at 2.4V for logic "1", and 0.45V for logic "0". Timing measurements are made at 2.0V for logic "1", and 0.8V for logic "0".

## 2) 复位时隙 (CLK= "0")



## 3) TCC 输入时隙 (CLK= "0")

