

## 一、概述

这个 8 位基本内存控制器是一个集高速、体积小、低功耗和抗高噪声一体的静态 CMOS 芯片。它包括 1.0K 字节 EPROM 和 32 字节静态 RAM。

## 二、特点

- ◆ 集成 CMOS 静态设计方案
- ◆ 8 位数据总线
- ◆ ROM 大小：1024 × 14
- ◆ 内部 RAM 大小：32 字节（25 字节通用寄存器，7 字节特殊寄存器）
- ◆ 36 条指令
- ◆ 14 位指令宽度
- ◆ 2 级堆栈
- ◆ 工作电压：2.3V~5.5V
- ◆ 工作频率：0~20MHz
- ◆ 最短指令执行时间是在 20MHz 下的所有除分支指令的外单周期指令的 200ns
- ◆ 寻址方式包括直接，间接和相对寻址方式
- ◆ 上电复位
- ◆ 上电检测
- ◆ 睡眠低功耗方式
- ◆ 带 8 位可编程预分频器的 8 位定时/计数器 RTCC
- ◆ 四种可选振荡器类型

RC——低价 RC 振荡器  
 LFXT——低频晶体振荡器  
 XTAL——标准晶体振荡器  
 HFXT——高频晶体振荡器

- ◆ 四种可选振荡器起始定时器定时时间：150 μs，20ms，40ms，80ms
- ◆ 自振式看门狗定时器（WDT）
- ◆ 12 个 I/O 口引脚

## 三、用途

MDT2010 的应用范围从发动机控制，高速自动机车（电车）到低电源遥控发送接收，面向设备装置，无线电通讯如遥控器、仪器仪表、充电器、玩具、汽车等。

## 四、引脚定义

|                 |   |    |                 |
|-----------------|---|----|-----------------|
| PA2             | 1 | 18 | PA1             |
| PA3             | 2 | 17 | PA0             |
| RTCC            | 3 | 16 | OSC1            |
| /MCLR           | 4 | 15 | OSC2            |
| V <sub>ss</sub> | 5 | 14 | V <sub>dd</sub> |
| PB0             | 6 | 13 | PB7             |
| PB1             | 7 | 12 | PB6             |
| PB2             | 8 | 11 | PB5             |
| PB3             | 9 | 10 | PB4             |

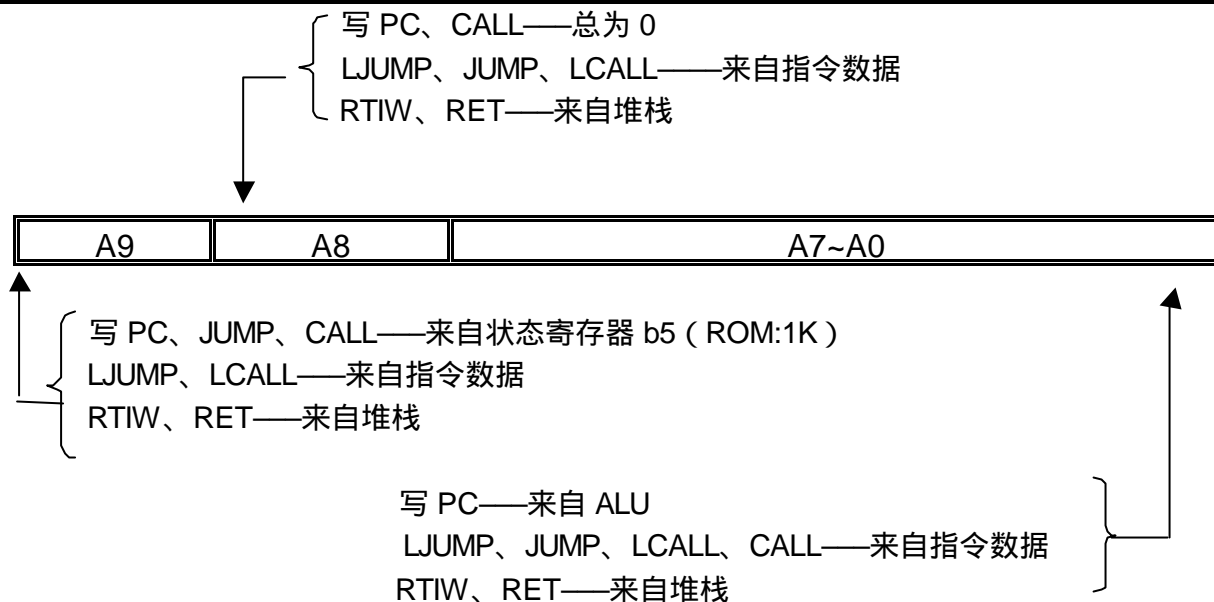
#### 四、 引脚描述

| 引脚名称    | 输入/输出 | 特征叙述              |
|---------|-------|-------------------|
| PA0~PA3 | 输入/输出 | A 口, TTL 输入电平     |
| PB0~PB7 | 输入/输出 | B 口, TTL 输入电平     |
| RTCC    | 输入    | 定时/计数器, 斯密特触发输入电平 |
| /MCLR   | 输入    | 复位引脚, 斯密特触发输入电平   |
| OSC1    | 输入    | 振荡器输入             |
| OSC2    | 输出    | 振荡器输出             |
| Vdd     |       | 电源                |
| Vss     |       | 地                 |

#### 六、 存储器

| 地址    | 说明            |
|-------|---------------|
| 00    | 间址寄存器 IAR     |
| 01    | RTCC          |
| 02    | PC            |
| 03    | Status        |
| 04    | MSR           |
| 05    | PORTA         |
| 06    | PORTB         |
| 07~1F | 内部 RAM, 通用寄存器 |

- (1) IAR (间址寄存器) : R0
- (2) RTCC (定时/计数器) : R1
- (3) PC (程序计数器) : R2



(4) Status (状态寄存器) : R3

| 位   | 符号    | 特征                                       |
|-----|-------|--|
| 0   | C     | 进位                                       |
| 1   | HC    | 辅助进位                                     |
| 2   | Z     | 零位                                       |
| 3   | PF    | 电源功耗标志位                                  |
| 4   | TF    | 时间溢出标志位                                  |
| 5   | Page0 | 页面选择位：<br>0 : 000H~1FFH<br>1 : 200H~3FFH |
| 6-7 | ----  | 通用位                                      |

(5) MSR(存储器选择寄存器) : R4

(6) A □ : R5

PA3~PA0, I/O 寄存器

(7) B □ : R6

PB7~PB0, I/O 寄存器

(8) TMR (定时方式寄存器)

| 位   | 符号    | 预分配置                                      | RTCC    | WDT     |
|-----|-------|---|---------|---------|
| 2-0 | PS2-0 | 000                                       | 1 : 2   | 1 : 1   |
|     |       | 001                                       | 1 : 4   | 1 : 2   |
|     |       | 010                                       | 1 : 8   | 1 : 4   |
|     |       | 011                                       | 1 : 16  | 1 : 8   |
|     |       | 100                                       | 1 : 32  | 1 : 16  |
|     |       | 101                                       | 1 : 64  | 1 : 32  |
|     |       | 110                                       | 1 : 128 | 1 : 64  |
|     |       | 111                                       | 1 : 256 | 1 : 128 |
| 3   | PSC   | 预分配器分配位<br>0—RTCC<br>1—WDT                |         |         |
| 4   | TCE   | RTCC 边沿触发方式<br>0—上升沿触发<br>1—下降沿触发         |         |         |
| 5   | TCS   | RTCC 定时方式<br>0—内部时钟定时<br>1—外部时钟 RTCC 引脚定时 |         |         |

(9) CPIO A, CPIO B (控制 I/O 口方式寄存器)

这个 CPIO 寄存器只能“写”  
=“0”, I/O 引脚定义为输出方式  
=“1”, I/O 引脚定义为输入方式

(10) 编程时 EPROM 操作

| 振荡器类型    |
|----------|
| RC 振荡器   |
| HFXT 振荡器 |
| XTAL 振荡器 |
| LFXT 振荡器 |

| 振荡器起振定时时间                |
|--------------------------|
| 150 μs, 20ms, 40ms, 80ms |
| 20ms, 40ms, 80ms         |
| 20ms, 40ms, 80ms         |
| 80ms                     |

| 看门狗控制         |
|---------------|
| 看门狗定时器使能整个时间  |
| 看门狗定时器不使能整个时间 |

| 上电检测             |
|------------------|
| 上电检测使能(Enable)   |
| 上电检测不使能(Disable) |

| 保护位                  |
|----------------------|
| 弱保护不使能(Weak Disable) |
| 保护不使能(Disable)       |
| 保护使能(Enable)         |

## (B) 程序存储器

| 地址      | 说明                              |
|---------|---------------------------------|
| 000~3FF | MDT2010 程序存储器                   |
| 3FF     | MDT2010 上电 ,外部复位或 WDT 溢出复位的起始地址 |

## 七、所有寄存器复位状态

| 寄存器    | 地址  | 上电复位      | /MCLR 或 WDT 复位 |
|--------|-----|-----------|----------------|
| CPIO A | - - | 1111 1111 | 1111 1111      |
| CPIO B | - - | 1111 1111 | 1111 1111      |
| TMR    | - - | --11 1111 | --11 1111      |
| IAR    | 00H | —         | —              |
| RTCC   | 01H | xxxx xxxx | uuuu uuuu      |
| PC     | 02H | 1111 1111 | 1111 1111      |
| Status | 03H | 0001 1xxx | 000# #uuu      |
| MSR    | 04H | 111x xxxx | 111u uuuu      |
| Port A | 05H | ---- xxxx | ---- uuuu      |
| Port B | 06H | xxxx xxxx | uuuu uuuu      |

注释：U = 不变，X = 不可知，-- = 不能实现，读为“0”，# = 依据下列条件

| 条件                   | 状态寄存器位 4 | 状态寄存器位 3 |
|----------------------|----------|----------|
| /MCLR 复位(非 SLEEP 期间) | U        | U        |
| /MCLR 复位在 SLEEP 期间   | 1        | 0        |
| WDT 复位(非 SLEEP 期间)   | 0        | 1        |
| WDT 复位在 SLEEP 期间     | 0        | 0        |

## 八、指令

| 指令码               | 助记符         | 功能               | 操作                  | 状态标志     |
|-------------------|-------------|------------------|---------------------|----------|
| 010000 00000000   | NOP         | 空操作              | 无                   |          |
| 010000 00000001   | CLRWT       | 清看门狗定时器          | 0→WT                | TF、PF    |
| 010000 00000010   | SLEEP       | 睡眠方式             | 0→WT 振荡停止           | TF、PF    |
| 010000 00000011   | TMODE       | W到 T M O D E 寄存器 | W→TMODE             | 无        |
| 010000 00000100   | RET         | 返回               | 堆栈→PC               | 无        |
| 010000 00000rrr   | CPIO R      | 控制 I/O 口 寄存器     | W→CPIO r            | 无        |
| 010001 1rrrrrrr   | STWR R      | 存储 W 到寄存器中       | W→R                 | 无        |
| 011000 trrrrrrr   | LDR R, t    | 送寄存器             | R→t                 | Z        |
| 111010 iiii iiiii | LDWI I      | 送立即数到 W          | I→W                 | 无        |
| 010111 trrrrrrr   | SWAPR R, t  | 高低四位交换           | R(0~3)↔R(4~7)<br>→t | 无        |
| 011001 trrrrrrr   | INCR R, t   | 寄存器加 1           | R+1→t               | Z        |
| 011010 trrrrrrr   | INCRSZ R, t | 增 1, 为零跳转        | R+1→t               | 无        |
| 011011 trrrrrrr   | ADDWR R, t  | W 与寄存器相加         | W+R→t               | C, HC, Z |

| 指令码              | 助记符         | 功能             | 操作                          | 状态标志   |
|------------------|-------------|----------------|-----------------------------|--------|
| 011100 trrrrrrr  | SUBWR R, t  | 寄存器减去 W        | R—W→t<br>(R+/W+1→t)         | C、HC、Z |
| 011101 trrrrrrr  | DECR R, t   | 寄存器减 1         | R—1→t                       | Z      |
| 011110 trrrrrrr  | DECRSZ R, t | 减 1 为零跳转       | R—1→t                       | 无      |
| 010010 trrrrrrr  | ANDWR R, t  | W 与寄存器相与       | R W→t                       | Z      |
| 110100 iiiiiiiii | ANDWI i     | W 与立即数相与       | i W→W                       | Z      |
| 010011 trrrrrrr  | IORWR R, t  | W 与寄存器相或       | R W→t                       | Z      |
| 110101 iiiiiiiii | IORWI i     | W 与立即数相或       | I W→W                       | Z      |
| 010100 trrrrrrr  | XORWR R, t  | W 与寄存器相异或      | R W→t                       | Z      |
| 110110 iiiiiiiii | XORWI i     | W 与立即数相异或      | i W→W                       | Z      |
| 011111 trrrrrrr  | COMR R, t   | 取反             | /R→t                        | Z      |
| 010110 trrrrrrr  | RRR R, t    | 带进位循环右移        | R(n)→R(n-1)<br>C→R(7)R(0)→C | C      |
| 010101 trrrrrrr  | RLR R, t    | 带进位循环左移        | R(n)→r(n+1)<br>C→R(0)R(7)→C | C      |
| 010000 1xxxxxxx  | CLRW        | 工作寄存器清 0       | 0→W                         | Z      |
| 010001 0rrrrrrr  | CLRR R      | 寄存器清 0         | 0→R                         | Z      |
| 0000bb brrrrrrr  | BCR R, b    | 位清除            | 0→R(b)                      | 无      |
| 0010bb brrrrrrr  | BSR R, b    | 置位             | 1→R(b)                      | 无      |
| 0001bb brrrrrrr  | BTSC R, b   | 如果 R(b)=0 则跳   | Skip R(b)=0                 | 无      |
| 0011bb brrrrrrr  | BTSS R, b   | 如果 R(b)=1 则跳   | Skip R(b)=1                 | 无      |
| 1000nn nnnnnnnn  | LCALL n     | 长调用子程序         | n→PC<br>PC+1→Stack          | 无      |
| 1010nn nnnnnnnn  | LJUMP n     | 长跳转            | n→PC                        | 无      |
| 110000 nnnnnnnn  | CALL n      | 调用子程序          | n→PC<br>PC+1→Stack          | 无      |
| 110001 iiiiiiiii | RTIW i      | 返回, 将立即数放入 W 中 | Stack→PC i→W                | 无      |
| 11001n nnnnnnnn  | JUMP n      | 跳转             | n→PC                        | 无      |

注释：

|                 |            |
|-----------------|------------|
| W：工作寄存器         | b：位位置      |
| WDT：看门狗定时器      | t：目的寄存器    |
| TMODE：定时器方式寄存器  | 0：工作寄存器    |
| CPIO：I/O 口控制寄存器 | 1：通用寄存器    |
| TF：超时位标志        | R：通用寄存器地址  |
| PF：掉电标志         | C：进位标志位    |
| PC：程序计数器        | HC：辅助进位    |
| OSC：振荡器         | Z：零标志位     |
| Inclu.：或        | /：取反       |
| Exclu.：异        | x：忽略       |
| AND：与           | i：立即数（8 位） |
|                 | n：立即地址     |

## 九、电气特性

## 1. 工作电压和频率

 $V_{DD}=2.3V\sim 5.5V$ 

频率=0HZ~20MHZ

2. 输入电压  $V_{DD}=5.0V$ ,  $T=25$ 

|          | Port       | min      | max      |
|----------|------------|----------|----------|
| $V_{IL}$ | PA、PB      | $V_{SS}$ | 1.0V     |
|          | RTCC、/MCLR | $V_{SS}$ | 1.0V     |
| $V_{IH}$ | PA、PB      | 2.0V     | $V_{DD}$ |
|          | RTCC、/MCLR | 3.5V     | $V_{DD}$ |

## \* 门槛电压

Port A, Port B  $V_{IH}=1.5V$ RTCC; /MCLR  $V_{IL}=1.8V$ ,  $V_{IH}=3.4V$ (斯密特)3. 输出电压:  $V_{DD}=5.0V$ ,  $T=25$ 

| PA、PB □            |                 |
|--------------------|-----------------|
| $I_{OH} = -20.0mA$ | $V_{OH} = 4.0V$ |
| $I_{OL} = 20.0mA$  | $V_{OL} = 0.5V$ |
| $I_{OH} = -5.0mA$  | $V_{OH} = 4.7V$ |
| $I_{OL} = 5.0mA$   | $V_{OL} = 0.2V$ |

## 4. 漏电流

在  $V_{DD}=5.0V$ ,  $T=25$  下: $I_{IL} = -0.1 \mu A$  (max.) $I_{IH} = +0.1 \mu A$  (max.)

## 5. 睡眠电流

在看门狗不使能,  $T=25$  下:

|               |                      |
|---------------|----------------------|
| $V_{DD}=2.3V$ | $I_{DD} < 1.0 \mu A$ |
| $V_{DD}=3.0V$ | $I_{DD} < 1.0 \mu A$ |
| $V_{DD}=4.0V$ | $I_{DD}=2.0 \mu A$   |
| $V_{DD}=5.0V$ | $I_{DD}=6.0 \mu A$   |
| $V_{DD}=6.3V$ | $I_{DD}=10.0 \mu A$  |

在看门狗使能,  $T=25$  以下:

|               |                      |
|---------------|----------------------|
| $V_{DD}=2.3V$ | $I_{DD} < 1.0 \mu A$ |
| $V_{DD}=3.0V$ | $I_{DD}=3.0 \mu A$   |
| $V_{DD}=4.0V$ | $I_{DD}=8.0 \mu A$   |
| $V_{DD}=5.0V$ | $I_{DD}=16.0 \mu A$  |
| $V_{DD}=6.3V$ | $I_{DD}=34.0 \mu A$  |

6. 工作电流  
在 T=25 下

\* 振荡类型为 RC 振荡器；看门狗使能  $V_{DD}=5.0V$ ，见表 1—1  
表 1—1

| 电容 (法 F) | 电阻 ( ) | 频率 (HZ) | 电流 (A)      |
|----------|--------|---------|-------------|
| 3P       | 4.7K   | 12.3M   | 2.1mA       |
|          | 10.0K  | 6.3M    | 1.2mA       |
|          | 47.0K  | 1.5M    | 508 $\mu$ A |
|          | 100.0K | 710K    | 385 $\mu$ A |
|          | 300.0K | 240K    | 320 $\mu$ A |
|          | 470.0K | 155K    | 310 $\mu$ A |
| 20P      | 4.7K   | 6.2M    | 1.2mA       |
|          | 10.0K  | 3.1M    | 740 $\mu$ A |
|          | 47.0K  | 740K    | 385 $\mu$ A |
|          | 100.0K | 340K    | 320 $\mu$ A |
|          | 300.0K | 115K    | 300 $\mu$ A |
|          | 470.0K | 74K     | 290 $\mu$ A |
| 100P     | 4.7K   | 1.9M    | 560 $\mu$ A |
|          | 10.0K  | 960K    | 420 $\mu$ A |
|          | 47.0K  | 215K    | 310 $\mu$ A |
|          | 100.0K | 100K    | 300 $\mu$ A |
|          | 300.0K | 35K     | 285 $\mu$ A |
|          | 470.0K | 22K     | 280 $\mu$ A |
| 300P     | 4.7K   | 765K    | 400 $\mu$ A |
|          | 10.0K  | 380K    | 330 $\mu$ A |
|          | 47.0K  | 85K     | 285 $\mu$ A |
|          | 100.0K | 40K     | 280 $\mu$ A |
|          | 300.0K | 13.5K   | 275 $\mu$ A |
|          | 470.0K | 8.5K    | 270 $\mu$ A |

\* 振荡器类型为 LF 振荡器 (C=10P); WDT 不使能 见表 1—2  
表 1—2

| 电压/频率 | 32K         | 455K        | 1M          | SLEEP         |
|-------|-------------|-------------|-------------|---------------|
| 2.3V  | 45 $\mu$ A  | 70 $\mu$ A  | X           | < 1.0 $\mu$ A |
| 3.0V  | 78 $\mu$ A  | 115 $\mu$ A | 176 $\mu$ A | < 1.0 $\mu$ A |
| 4.0V  | 135 $\mu$ A | 120 $\mu$ A | 265 $\mu$ A | 2 $\mu$ A     |
| 5.0V  | 210 $\mu$ A | 275 $\mu$ A | 375 $\mu$ A | 6 $\mu$ A     |
| 6.3V  | 350 $\mu$ A | 420 $\mu$ A | 570 $\mu$ A | 10 $\mu$ A    |

\*

\* 振荡器类型为 XT 振荡器 (C=10P); WDT 使能 见表 1—3

表 1—3

| 电压/频率 | 1M          | 4M          | 10M         | SLEEP         |
|-------|-------------|-------------|-------------|---------------|
| 2.1V  | 126 $\mu$ A | 255 $\mu$ A | 535 $\mu$ A | < 1.0 $\mu$ A |
| 3.0V  | 240 $\mu$ A | 430 $\mu$ A | 845 $\mu$ A | 2 $\mu$ A     |
| 4.0V  | 420 $\mu$ A | 670 $\mu$ A | 1.3mA       | 8 $\mu$ A     |
| 5.0V  | 705 $\mu$ A | 945 $\mu$ A | 1.78mA      | 16 $\mu$ A    |
| 6.3V  | 935 $\mu$ A | 1.45mA      | 2.55mA      | 32 $\mu$ A    |

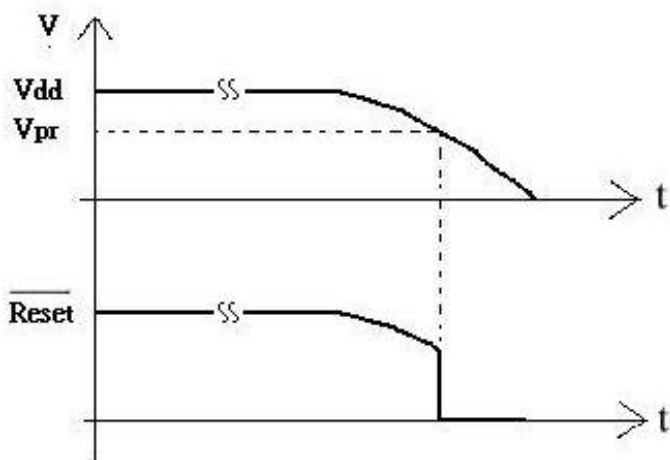
振荡器类型为 HF 振荡器 (C=10P); WDT 使能 见表 1—4

表 1—4

| 电压/频率 | 4M          | 10M         | 20M         | SLEEP         |
|-------|-------------|-------------|-------------|---------------|
| 2.1V  | 270 $\mu$ A | 555 $\mu$ A | 998 $\mu$ A | < 1.0 $\mu$ A |
| 3.0V  | 470 $\mu$ A | 895 $\mu$ A | 1.64mA      | 2 $\mu$ A     |
| 4.0V  | 740 $\mu$ A | 1.42mA      | 2.45 mA     | 8 $\mu$ A     |
| 5.0V  | 1.1mA       | 1.96 mA     | 3.3mA       | 16 $\mu$ A    |
| 6.3V  | 1.7mA       | 2.82 mA     | 4.7mA       | 32 $\mu$ A    |

7. 上电检测复位电压 (非 SLEEP 方式) 在  $V_{DD}=5.0V$  下

$V_{PR}$  1.1~1.3V  $V_{PR} : V_{DD}$  (Power Supply)

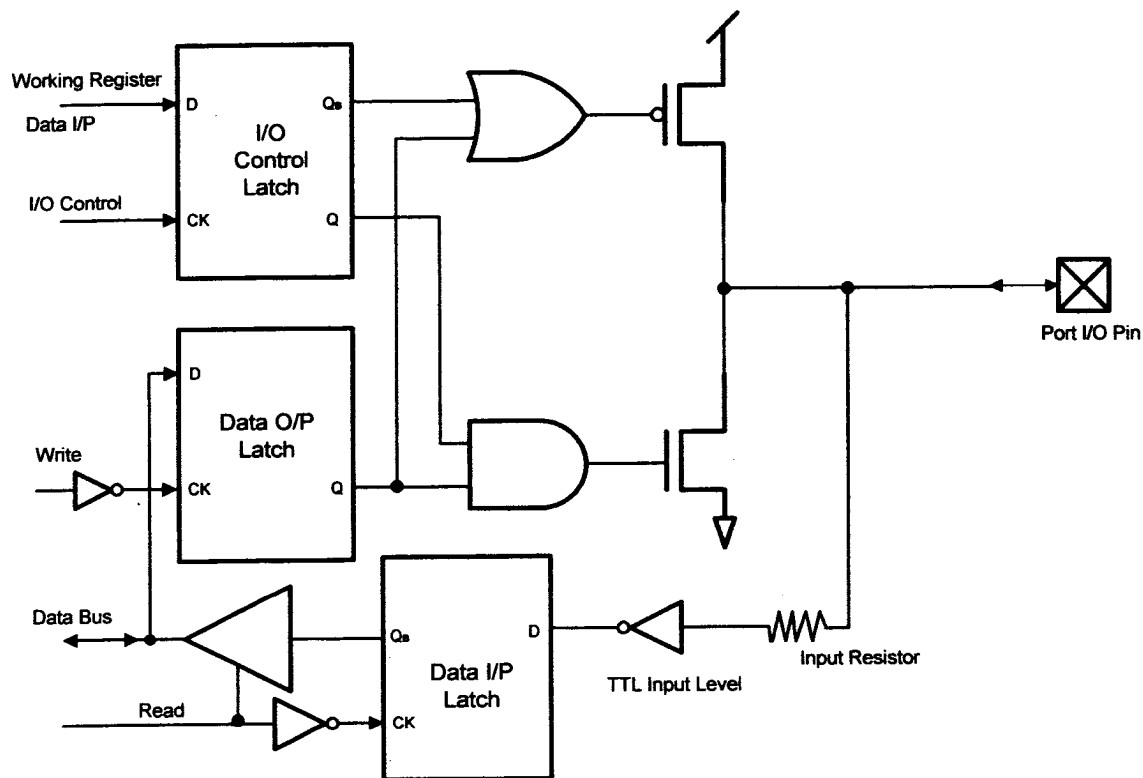


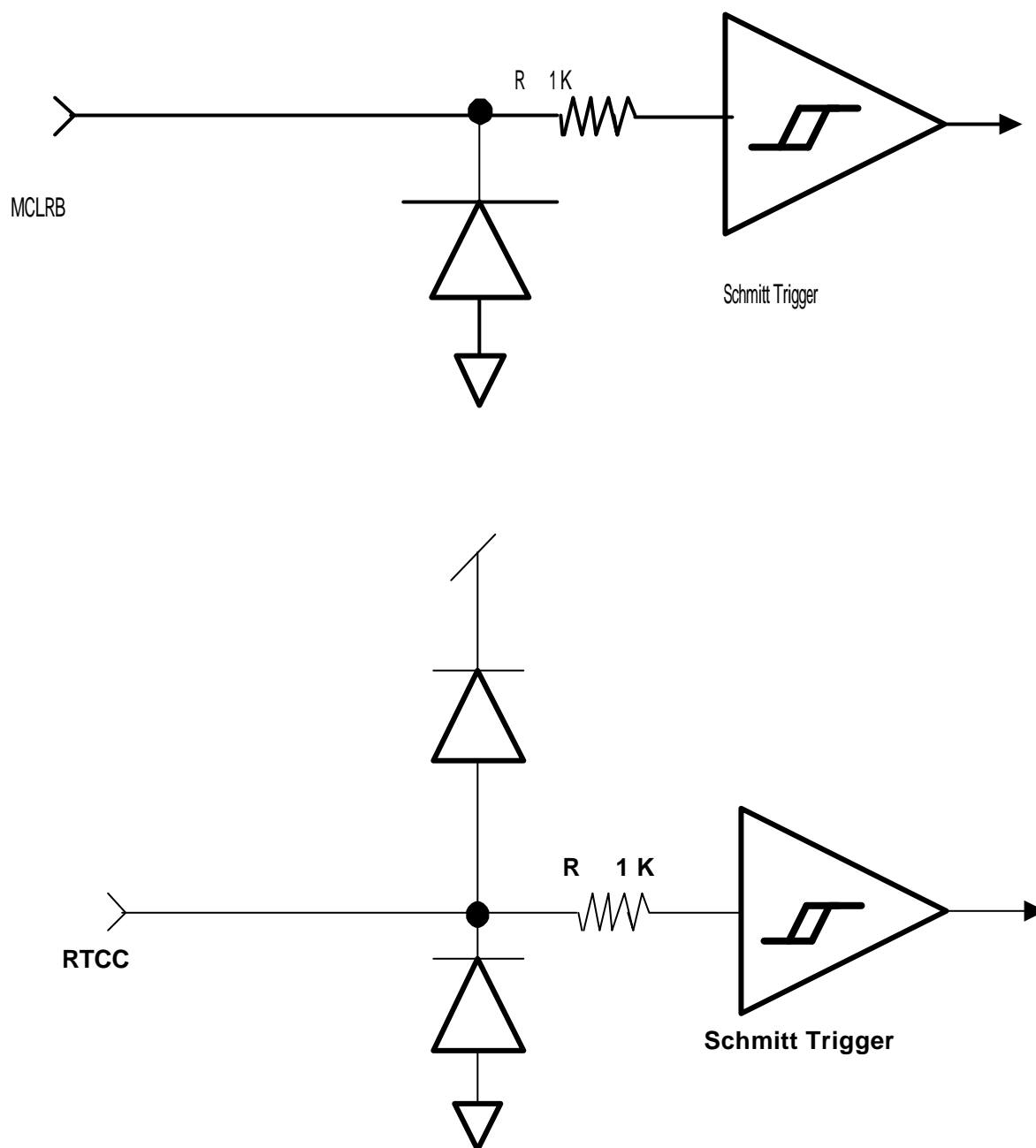
8. WDT 溢出周期时间

在  $T=25$  下:

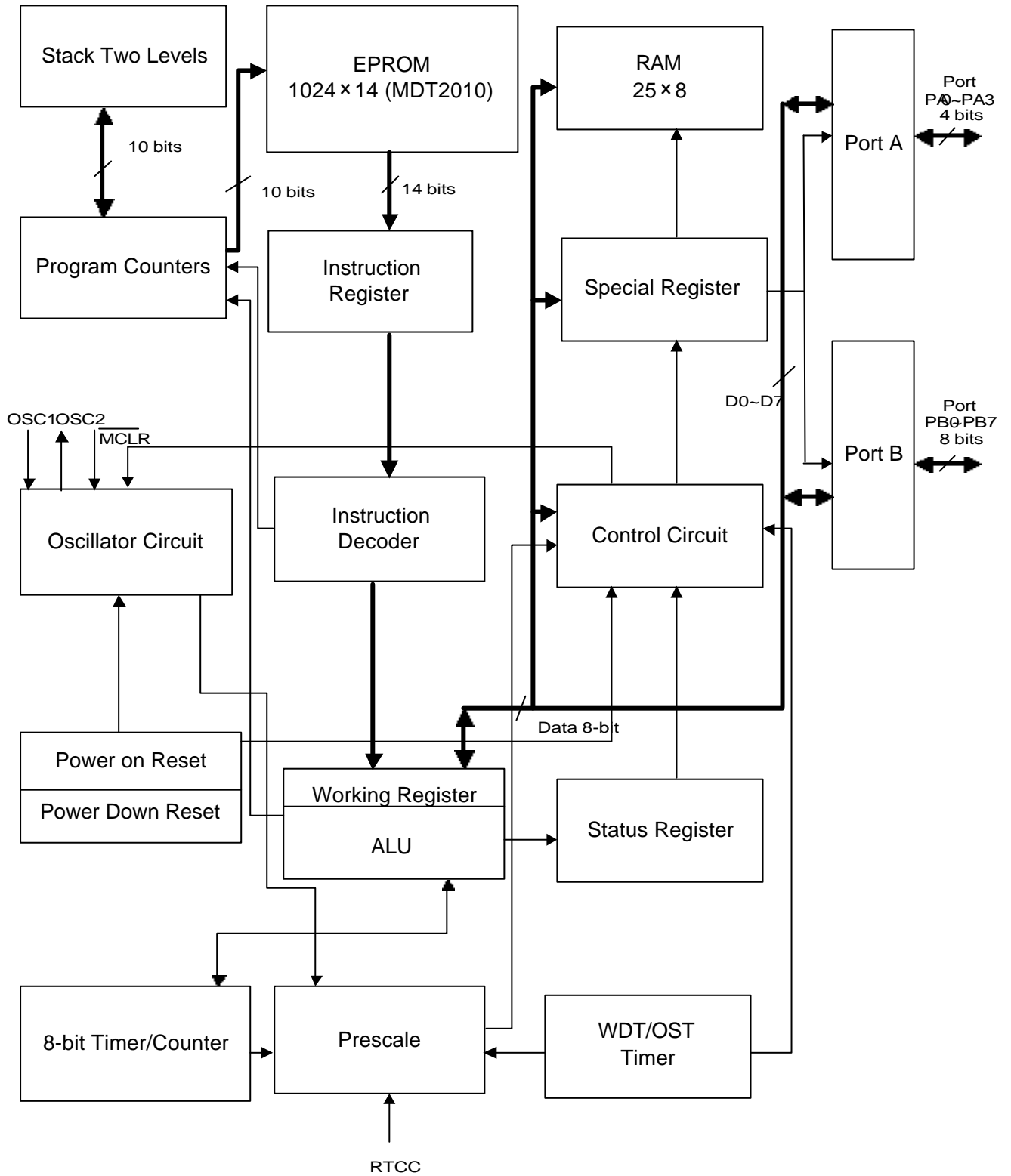
| 电压 (V) | WDT 基本溢出周期时间 (ms) |
|--------|-------------------|
| 2.3    | 26.4              |
| 3.0    | 22.7              |
| 4.0    | 20.1              |
| 5.0    | 18.1              |
| 6.3    | 16.4              |

十..A 口和 B 口等效电路:



十一..MCLR<sub>B</sub> 和 RTCC 输入等效电路:

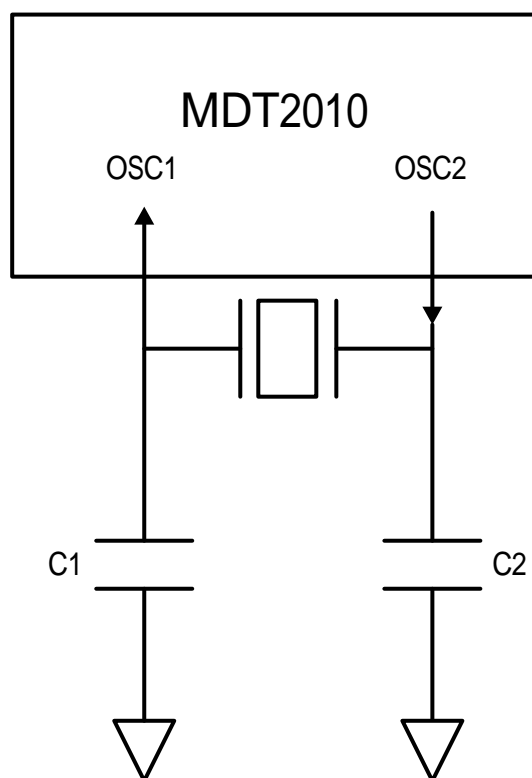
十二.方块图:



## 十三、晶体振荡器的外部电容选择:

@Vdd=3.0~5.0V

| OSC.类型 | 共振频率   | C1        | C2         |
|--------|--------|-----------|------------|
| HF     | 20MHz  | 5pF~10pF  | 10pF~20pF  |
|        | 10MHz  | 10pF~50pF | 20pF~100pF |
|        | 4MHz   | 10pF~30pF | 20pF~100pF |
| XT     | 10MHz  | 10pF~30pF | 10pF~50pF  |
|        | 4MHz   | 10pF~50pF | 10pF~100pF |
|        | 1MHz   | 10pF~30pF | 10pF~50pF  |
| LF     | 1MHz   | 5pF~10pF  | 5pF~10pF   |
|        | 455KHz | 10pF~50pF | 10pF~50pF  |
|        | 32KHz  | 10pF~30pF | 20pF~50pF  |



为提高振荡器的可靠性和抗噪音能力, 外部电容建议按参考值使用,但较高容量电容可提高起振时间.