

第 9 章 看门狗定时器和上电延时定时器

目录

本章包括下列主题：

9.1	简介	9-2
9.2	看门狗定时器和上电延时定时器控制寄存器	9-3
9.3	工作原理	9-9
9.4	中断和复位产生	9-13
9.5	I/O 引脚	9-14
9.6	调试和节能模式下的操作	9-14
9.7	各种复位的影响	9-15
9.8	设计技巧	9-15
9.9	相关应用笔记	9-16
9.10	版本历史	9-17

9.1 简介

本章介绍 PIC32MX 器件的看门狗定时器（Watchdog Timer，WDT）和上电延时定时器（Power-up Timer，PWRT）模块。WDT 和 PWRT 的框图请参见图 9-1。

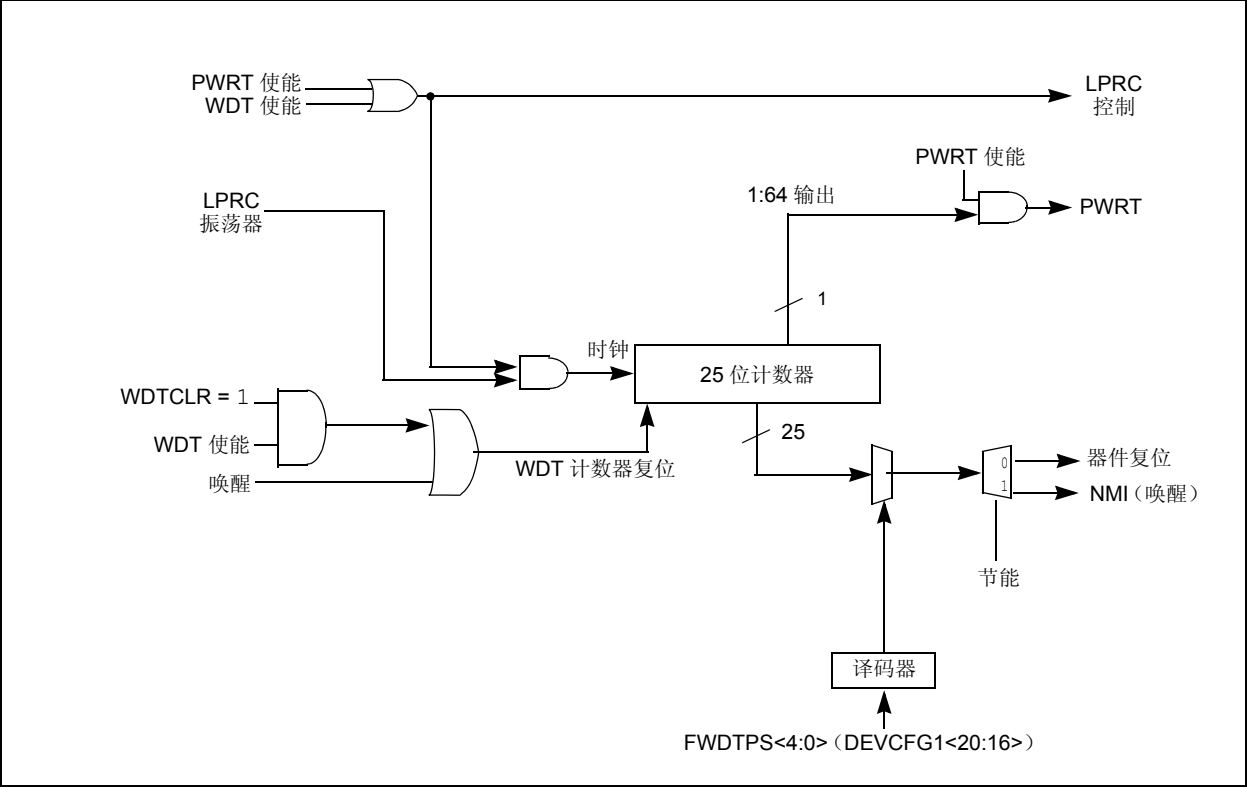
WDT 被使能时，工作于内部低功耗 RC（Low-Power RC，LPRC）振荡器时钟源。WDT 可用于检测系统软件故障，如果软件未定期清零 WDT 的话，器件将被复位。可使用 WDT 后分频器选择各种 WDT 超时周期。WDT 还可用于将器件从 SLEEP（休眠）或 IDLE（空闲）模式唤醒。

在 PWRT 有效时，它会在正常的上电复位（Power-on Reset，POR）启动周期完成之后将器件保持在复位状态 64 毫秒。这可以提供一段额外的时间，让主振荡器（Primary Oscillator，POSC）时钟源和电源得以稳定。类似于 WDT，PWRT 也使用 LPRC 作为其时钟源。详情请参见图 9-1。

下面列出了 WDT 模块的部分主要特性：

- 可配置或由软件控制
- 用户可配置的超时周期
- 可将器件从 SLEEP（休眠）或 IDLE（空闲）模式唤醒

图 9-1： 看门狗定时器和上电延时定时器框图



9.2 看门狗定时器和上电延时定时器控制寄存器

WDT 和 PWRT 模块包含以下特殊功能寄存器（Special Function Register，SFR）：

- WDTCON：看门狗定时器控制寄存器

WDTCONCLR、WDTCONSET 和 WDTCONINV：WDTCON 的原子级位操作寄存器

- RCON：复位控制和状态寄存器

RCONCLR、RCONSET 和 RCONINV：RCON 的原子级位操作寄存器

- DEVCFG1：器件配置寄存器

下表简要汇总了与 WDT 和 PWRT 相关的寄存器。该汇总表之后列出了相应的寄存器，并且每个寄存器均附有详细的说明。

表 9-1：看门狗定时器和上电延时定时器 SFR 汇总

名称		Bit 31/23/15/7	Bit 30/22/14/6	Bit 29/21/13/5	Bit 28/20/12/4	Bit 27/19/11/3	Bit 26/18/10/2	Bit 25/17/9/1	Bit 24/16/8/0
WDTCON		—	—	—	—	—	—	—	—
		—	—	—	—	—	—	—	—
	15:8	ON	—	—	—	—	—	—	—
	7:0	—	WDTPS<4:0>						—
WDTCONCLR	31:0	写入时会将 WDTCON 中的选定位清零，读取时获得的值未定义							
WDTCONSET	31:0	写入时会将 WDTCON 中的选定位置 1，读取时获得的值未定义							
WDTCONINV	31:0	写入时会将 WDTCON 中的选定位取反，读取时获得的值未定义							
RCON		—	—	—	—	—	—	—	—
		—	—	—	—	—	—	—	—
	15:8	TRAPR	—	—	—	—	—	CM	VREGS
	7:0	EXTR	SWR	—	WDTO	SLEEP	IDLE	BOR	POR
RCONCLR	31:0	写入时会将 RCON 中的选定位清零，读取时获得的值未定义							
RCONSET	31:0	写入时会将 RCON 中的选定位置 1，读取时获得的值未定义							
RCONINV	31:0	写入时会将 RCON 中的选定位取反，读取时获得的值未定义							
DEVCFG1	31:24	—	—	—	—	—	—	—	—
	23:16	FWDTEN	—	—	FWDTPS<4:0>				
	15:8	FCKSM<1:0>		FPBDIV<1:0>		—	OSCIOFNC	POSCMD<1:0>	
	7:0	IESO	—	FSOSCEN	—	—	FNOSC<2:0>		

寄存器 9-1: WDTCON: 看门狗定时器控制寄存器

r-x	r-x	r-x	r-x	r-x	r-x	r-x	r-x
—	—	—	—	—	—	—	—
bit 31							bit 24

r-x	r-x	r-x	r-x	r-x	r-x	r-x	r-x
—	—	—	—	—	—	—	—
bit 23							bit 16

R/W-0	r-x	r-x	r-x	r-x	R-1	R-1	R-0
ON	—	—	—	—	—	—	—
bit 15							bit 8

r-x	R-x	R-x	R-x	R-x	R-x	r-0	R/W-0
—	WDTPS<4:0>					—	WDTCLR
bit 7							bit 0

图注:

R = 可读位 W = 可写位 P = 可编程位 r = 保留位
 U = 未实现位 -n = POR 时的值: (0, 1, x = 未知)

bit 31-16 **保留:** 写入 0; 忽略读操作

bit 15 **ON:** 看门狗定时器使能位

1 = 如果器件配置未使能 WDT, 则使能它

0 = 如果用软件使能了 WDT, 则禁止它

注 1: 如果器件配置或软件使能了 WDT, 则读取该位将得到 1。

2: 使用 1:1 PBCLK 分频比时, 在清零模块 ON 位的指令之后, 用户的软件不应立即在 SYSCLK 周期中读 / 写外设的 SFR。

bit 14-7 **保留:** 写入 0; 忽略读操作

bit 6-2 **WDTPS<4:0>:** 看门狗定时器后分频值。

发生复位时, 这些位被设置为 FWTDPS[4:0] 配置位的值

bit 1 **保留:** 写入 0; 忽略读操作

bit 0 **WDTCLR:** 看门狗定时器复位位

1 = 写入 1 将清零 WDT

0 = 软件无法将该位强制设为 0

写入时会将 WDTCON 中的选定位清零，读取时获得的值未定义	
bit 31	bit 0

示例：WDTCONCLR = 0x00008001 时，会将 WDTCON 寄存器中的 bit 15 和 bit 0 清零。

写入时会将 WDTCON 中的选定位置 1，读取时获得的值未定义	
bit 31	bit 0

示例：WDTCONSET = 0x00008001 时，会将 WDTCON 寄存器中的 bit 15 和 bit 0 置 1。

写入时会将 WDTCON 中的选定位取反，读取时获得的值未定义	
bit 31	bit 0

示例: WDTCONINV = 0x00008001 时, 会将 WDTCON 寄存器中的 bit 15 和 bit 0 取反。

寄存器 9-5: RCON: 复位控制寄存器

r-x	r-x	r-x	r-x	r-x	r-x	r-x	r-x
—	—	—	—	—	—	—	—
bit 31				bit 24			

r-x	r-x	r-x	r-x	r-x	r-x	r-x	r-x
—	—	—	—	—	—	—	—
bit 23				bit 16			

R/W-0	r-x	r-x	r-x	r-x	R-0	R/W-0	R/W-0
TRAPR	—	—	—	—	—	CM	VREGS
bit 15				bit 8			

R/W-0	R/W-0	r-x	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
EXTR	SWR	—	WDTO	SLEEP	IDLE	BOR	POR
bit 7				bit 0			

图注:			
R = 可读位	W = 可写位	P = 可编程位	r = 保留位
U = 未实现位	-n = POR 时的值: (0, 1, x = 未知)		

- bit 4

WDTO: 看门狗超时位
1 = 自从器件上电或软件上次清零 WDTO 位以来已发生 WDT 超时
0 = 自从软件清零 WDTO 位或器件复位以来未发生 WDT 超时
- bit 3

SLEEP: SLEEP (休眠) 事件位
1 = 自从器件上电或软件上次清零 SLEEP 位以来, 器件处于 SLEEP (休眠) 模式
0 = 自从软件上次清零 SLEEP 位或器件复位以来, 器件未处于 SLEEP (休眠) 模式
- bit 2

IDLE: IDLE (空闲) 事件位
1 = 自从器件上电或软件上次清零 IDLE 位以来, 器件处于 IDLE (空闲) 模式
0 = 自从软件清零 IDLE 位或器件复位以来, 器件未处于 IDLE (空闲) 模式

寄存器 9-6: RCONCLR: 复位控制清零寄存器

写入时会将 RCON 中的选定位置清零，读取时获得的值未定义	
bit 31	bit 0

bit 31-0 将 RCON 中的选定位置清零

在一个或多个位中写入 1 会将 RCON 寄存器中的相应位置清零，但不会影响未实现位或只读位。写入 0 不会影响该寄存器。

示例: RCONCLR = 0x00008001 时，会将 RCON 寄存器中的 bit 15 和 bit 0 清零。

寄存器 9-7: RCONSET: 复位控制置 1 寄存器

写入时会将 RCON 中的选定位置 1，读取时获得的值未定义	
bit 31	bit 0

bit 31-0 将 RCON 中的选定位置 1

在一个或多个位中写入 1 会将 RCON 寄存器中的相应位置 1，但不会影响未实现位或只读位。写入 0 不会影响该寄存器。

示例: RCONSET = 0x00008001 时，会将 RCON 寄存器中的 bit 15 和 bit 0 置 1。

寄存器 9-8: RCONINV: 复位控制取反寄存器

写入时会将 RCON 中的选定位置取反，读取时获得的值未定义	
bit 31	bit 0

bit 31-0 将 RCON 中的选定位置取反

在一个或多个位中写入 1 会将 RCON 寄存器中的相应位置取反，但不会影响未实现位或只读位。写入 0 不会影响该寄存器。

示例: RCONINV = 0x00008001 时，会将 RCON 寄存器中的 bit 15 和 bit 0 取反。

寄存器 9-9: DEVMCFG1: 器件配置寄存器

r-x	r-x	r-x	r-x	r-x	r-x	r-x	r-x
—	—	—	—	—	—	—	—
bit 31				bit 24			

R/P-1	r-1	r-x	R/P-1	R/P-1	R/P-1	R/P-1	R/P-1
FWDTEN	—	—	WDTPS<4:0>				
bit 23				bit 16			

R/P-1	R/P-1	R/P-1	R/P-1	r-x	R/P-1	R/P-1	R/P-1
FCKSM<1:0>		FPBDIV<1:0>		—	OSCIOFNC	POSCMD<1:0>	
bit 15					bit 8		

R/P-1	r-x	R/P-1	r-x	r-x	R/P-1	R/P-1	R/P-1
IESO	—	FSOSCEN	—	—	FNOSC<2:0>		
bit 7				bit 0			

图注:			
R = 可读位	W = 可写位	P = 可编程位	r = 保留位
U = 未实现位	-n = POR 时的值: (0, 1, x = 未知)		

- bit 23

FWDTEN: 看门狗定时器使能位
1 = WDT 被使能且无法用软件禁止
0 = WDT 未使能, 可用软件使能
- bit 22

保留: 写入 1; 忽略读操作
- bit 20-16

FWDTPS<4:0>: 看门狗定时器后分频比选择位。这些位用于定义 WDT 周期。
10100 = 1:1048576
10011 = 1:524288
10010 = 1:262144
10001 = 1:131072
10000 = 1:65536
01111 = 1:32768
01110 = 1:16384
01101 = 1:8192
01100 = 1:4096
01011 = 1:2048
01010 = 1:1024
01001 = 1:512
01000 = 1:256
00111 = 1:128
00110 = 1:64
00101 = 1:32
00100 = 1:16
00011 = 1:8
00010 = 1:4
00001 = 1:2
00000 = 1:1
未显示的所有其他组合产生的操作与 10100 设置相同

9.3 工作原理

如果 WDT 被使能，它将递增直到溢出或“超时”。除非处于 SLEEP（休眠）或 IDLE（空闲）模式，否则 WDT 超时将强制器件复位。要防止 WDT 超时复位，用户必须通过将 WDTCLR（WDTCON<0>）位置 1 来定期清零 WDT。要防止器件复位，必须在选定 WDT 周期内定期将 WDTCLR 位置 1。

表 9-2: 可用器件工作模式的 WDT 超时事件的结果

器件模式	产生器件复位	产生不可屏蔽中断	WDTO ⁽¹⁾ 位置 1	SLEEP ⁽¹⁾ 位置 1	IDLE ⁽¹⁾ 位置 1	器件寄存器复位
唤醒	是	否	是	否	否	是
SLEEP（休眠）	否	是	是	是	否	否
IDLE（空闲）	否	是	是	否	是	否

注 1: 状态位位于 RCON 寄存器中。

注: 每当使能 WDT 时，都会自动使能 LPRC 振荡器。

9.3.1 使能和禁止 WDT

WDT 通过器件配置进行使能或禁止，或用软件写入 WDTCON 寄存器进行控制。

9.3.2 由器件配置控制的 WDT

如果 FWDTEN 器件配置位（DEVCFG1<23>）置 1，则 WDT 始终是使能的。WDT ON 控制位（WDTCON<15>）将读为 1 以反映这一状态。在该模式下，ON 位不能用软件或任何形式的复位清零。要在该模式下禁止 WDT，必须向器件中重新写入配置。

注: 在未编程的器件上，WDT 的默认状态为使能 WDT。

9.3.3 由软件控制的 WDT

如果 FWDTEN 器件配置位（DEVCFG1<23>）的值为 0，则可以通过软件使能或禁止 WDT。在该模式下，ON 位（WDTCON<15>）会反映软件控制下的 WDT 状态。值为 1 指示 WDT 已使能，0 指示它已被禁止。

用软件通过将 WDT ON 控制位置 1 来使能 WDT。任何器件复位都会导致 WDT ON 控制位清零。该位在从 SLEEP（休眠）模式唤醒或从 IDLE（空闲）模式退出时不会清零。

软件 WDT 选项允许用户在关键代码段使能 WDT 并在非关键代码段禁止 WDT，从而最大限度地降低功耗。WDT ON 控制位还可以用于在器件正常工作时禁止 WDT，从而不需要执行 WDT 处理，之后在器件置为 IDLE（空闲）或 SLEEP（休眠）模式之前重新使能 WDT，以便稍后唤醒器件。

例 9-1: WDT 初始化和处理示例

```
        // This code fragment assumes the WDT was not enabled by
        // the device configuration
        // The Postscaler value must be set with the device configuration

WDTCNSET = 0x8000;    // Turn on the WDT

main()
{
    WDTCNSET = 0x01;  // Service the WDT

    ... User code goes here ...

}
```

9.3.4 复位 WDT 定时器

WDT 通过以下任意事件清零：

- 任何器件复位时。
- 在正常执行期间，通过 WDTCONSET = 0x01 或等效指令。请参见例 9-2。
- 由于中断而从 IDLE（空闲）或 SLEEP（模式）退出。

注： 在器件进入节能模式时，WDT 定时器不会清零。在进入节能模式之前应对 WDT 进行处理。

例 9-2: 在复位之后确定节能模式

```

OSCCONSET = 0x10;           // set Power-Saving mode to SLEEP
                             // OSCCONCLR = 0x10;
                             // set Power-Saving mode to IDLE

WDTCONSET = 0x8000;         // Enable WDT

while(1)
{
    ... user code ...

    WDTCONSET = 0x01;         // service the WDT
    asm volatile( "wait" );   // put device in selected Power-Saving mode

                                // code execution will resume here after wake

    ... user code ...
}

                                // The following code fragment is at the top of the
                                // device start-up code

if ( RCON & 0x18 )
{
    asm volatile( "eret" );    // The WDT caused a wake-from-SLEEP
                                // return from interrupt

    if ( RCON & 0x14 )
    {
        asm volatile( "eret" ); // The WDT caused a wake-from-IDLE
                                // return from interrupt

        if ( RCON & 0x10 )
        {
            // The WDT timed-out while the device was awake
        }
    }
}

```

9.3.5 WDT 周期选择

WDT 时钟源是内部 LPRC 振荡器，其标称频率为 31.25 kHz。不使用后分频器时，对于 WDT 会产生 1 毫秒的标称超时周期（TWDT）。

注： WDT 超时周期与 LPRC 振荡器的频率直接相关。振荡器频率是器件工作电压和温度的函数，会因它们而变化。关于 LPRC 振荡器时钟频率规范，请参见具体器件数据手册。

9.3.5.1 WDT 后分频器

WDT 具有一个 5 位后分频器，用于产生一系列广泛的超时周期。该后分频器可提供 1:1 至 1:1048576 的分频比。使用后分频器可以实现范围从 1 ms 至 1048.576 秒（标称值）的超时周期。

后分频比设置使用 DEVCFG1 器件配置寄存器中的 FWDTPS<4:0> 配置位进行选择。关于 WDT 配置位的更多信息，请参见第 32 章“配置”（DS61124）。

公式 9-1: WDT 超时周期计算

WDT 周期 = 1 ms • 2^{后分频比}

WDT 超时周期的计算结果如下：

表 9-3: WDT 超时周期与后分频比设置^(1, 2)

FWDTPS<4:0>	后分频比	超时周期
00000	1:1	1 ms
00001	1:2	2 ms
00010	1:4	4 ms
00011	1:8	8 ms
00100	1:16	16 ms
00101	1:32	32 ms
00110	1:64	64 ms
00111	1:128	128 ms
01000	1:256	256 ms
01001	1:512	512 ms
01010	1:1024	1.024 s
01011	1:2048	2.048 s
01100	1:4096	4.096 s
01101	1:8192	8.192 s
01110	1:16384	16.384 s
01111	1:32768	32.768 s
10000	1:65536	65.536 s
10001	1:131072	131.072 s
10010	1:262144	262.144 s
10011	1:524288	524.288 s
10100	1:1045876	1048.576 s

注 1: 所有其他组合产生的操作与后分频比设置为 10100 时相同。
2: 所列出的周期值都是基于 32 kHz（标称）输入时钟。

9.3.6 PWRT 定时器操作

PWRT 在器件 POR 延时和代码开始执行之间提供一段额外的延时，让振荡器可以稳定下来。不具有片上稳压器的器件总是使能 PWRT。对于具有片上稳压器的器件，只有禁止片上稳压器时，才会自动使能 PWRT。PWRT 无法通过器件配置或软件进行使能或禁止。

9.4 中断和复位产生

WDT 会在计时结束时导致不可屏蔽中断（Non-Maskable Interrupt, NMI）或器件复位。器件的节能模式决定所发生的事件。

PWRT 不会产生中断或复位。

9.4.1 看门狗定时器复位

当 WDT 计时结束，且器件不处于 SLEEP（休眠）或 IDLE（空闲）模式时，会产生器件复位。CPU 代码执行会跳转到器件复位向量处，会强制将寄存器和外设设为它们的复位值。

9.4.2 看门狗定时器 NMI

当 WDT 在 SLEEP（休眠）或 IDLE（空闲）模式下计时结束时，会产生 NMI。NMI 会导致 CPU 代码执行跳转到器件复位向量处。虽然 NMI 与器件复位共用同一向量，但寄存器和外设不会复位。

要让 SLEEP（休眠）模式下 WDT 超时的行为类似于中断，可以在确定事件为 WDT 唤醒之后在启动代码中使用从中断返回（RETFIE）指令。这会导致代码从将器件置为节能模式的 WAIT 指令之后的操作码处继续执行。请参见例 9-2。

9.4.3 在发生 WDT 事件时确定器件状态

要检测 WDT 复位，必须测试 WDTO（RCON<4>）、SLEEP（RCON<3>）和 IDLE（WDTCON<2>）位。如果 WDTO 位为 1，则说明事件是由于 WDT 超时而发生的。然后，可以通过测试 SLEEP 和 IDLE 位，确定 WDT 事件是在器件唤醒时还是处于 SLEEP（休眠）或 IDLE（空闲）模式时发生的。用户应在中断服务程序（Interrupt Service Routine, ISR）中清零 WDTO、SLEEP 和 IDLE 位，以便软件可以正确确定后续 WDT 事件的来源。

9.4.4 通过非 WDT 事件从节能模式唤醒

当器件通过中断从节能模式唤醒时，WDT 会被清零。实际上，这延长了到下一个由 WDT 产生的器件复位的时间，从而在发生唤醒器件中断之后不会马上发生 WDT 事件。

9.5 I/O 引脚

在使能内部稳压器时，PWRT 会被禁止。对于不具有内部稳压器的器件，PWRT 总是使能的。具有内部稳压器的器件会在 VREG 引脚接地（禁止稳压器）时使能 PWRT。

9.6 调试和节能模式下的操作

注： 在本手册中，对于特定模块中使用的功耗模式和器件使用的功耗模式进行了区分；例如，比较器的 **Sleep**（休眠）模式和 CPU 的 **SLEEP**（休眠）模式。为了指示所期望功耗模式的类型，模块功耗模式使用大写字母加小写字母（**Sleep**, **Idle**, **Debug**）（休眠、空闲和调试）来表示，器件功耗模式使用全大写字母（**SLEEP**, **IDLE**, **DEBUG**）（休眠、空闲和调试）来表示。

9.6.1 节能模式下的 WDT 操作

WDT 可用于将器件从 **SLEEP**（休眠）或 **IDLE**（空闲）模式唤醒。WDT 在节能模式下继续工作。从而可以使用超时来唤醒器件。这让器件可以保持在 **SLEEP**（休眠）模式，直到 WDT 计时结束或另一个中断唤醒器件。

如果器件在唤醒之后未重新进入 **SLEEP**（休眠）或 **IDLE**（空闲）模式，则必须禁止 WDT 或定期对它进行处理，以防止器件复位。

9.6.2 **SLEEP**（休眠）模式下的 WDT 操作

如果使能了 WDT，则它会在 **SLEEP**（休眠）模式下继续工作。WDT 可用于将器件从 **SLEEP**（休眠）模式唤醒。当 WDT 在 **SLEEP**（休眠）模式下发生超时，会产生 NMI，并且 WDT0（RCON<4>）位置 1。NMI 会将代码执行跳转至 CPU 启动地址处，但不会复位寄存器或外设。**SLEEP**（RCON<3>）状态位会置 1，指示器件先前处于 **SLEEP**（休眠）模式。启动代码可以通过这些位确定唤醒原因。

9.6.3 **IDLE**（空闲）模式下的 WDT 操作

如果使能了 WDT，则它会在 **IDLE**（空闲）模式下继续工作。WDT 可用于将器件从 **IDLE**（空闲）模式唤醒。当 WDT 在 **IDLE**（空闲）模式下发生超时，会产生 NMI，并且 WDT0（RCON<4>）位置 1。NMI 会将代码执行跳转至 CPU 启动地址处，但不会复位寄存器或外设。**IDLE**（RCON<2>）状态位会置 1，指示器件先前处于 **IDLE**（空闲）模式。启动代码可以通过这些位确定唤醒原因。

9.6.4 唤醒期间的延时

WDT 超时和代码开始执行之间的延时取决于节能模式。

SLEEP（休眠）模式下的 WDT 事件和代码开始执行之间存在一段延时。该延时的持续时间包含所用振荡器的起振时间和 PWRT 延时（如果使能）。

不同于从 **SLEEP**（休眠）模式唤醒，从 **IDLE**（空闲）模式唤醒不存在与之相关的延时。系统时钟在 **IDLE**（空闲）模式下继续运行；因此在唤醒时不需要起振延时。

9.6.5 **DEBUG**（调试）模式下的 WDT 操作

WDT 总是停止，因而不会在 **DEBUG**（调试）模式下发生超时。

9.7 各种复位的影响

任何形式的器件复位都会清零 WDT。复位会将 WDTCON 寄存器恢复为默认值，并且除非通过器件配置使能 WDT，否则将会被禁止。

注： 器件复位之后，WDT ON (WDTCON<15>) 位将反映 FWDTEN (DEVCFG1<23>) 位的状态。

9.8 设计技巧

- 问 1:

为什么即使在主软件循环中复位 WDT，器件也会发生复位？
- 答 1:

请确保清零 WDTCLR (WDTCON<0>) 位的软件循环的时序满足 WDT 的最小超时规范值（不是典型值），以确保在不同电压和温度下工作。而且，确保考虑到了中断处理时间。
- 问 2:

软件在进入 SLEEP（休眠）或 IDLE（空闲）模式之前应该做什么？
- 答 2:

确保将器件唤醒源的 IEC 位置 1。此外，确保特定中断源具有唤醒器件的能力。当器件处于 SLEEP（休眠）模式时，某些中断源不工作。

如果要使器件进入 IDLE（空闲）模式，确保正确设置每个器件外设的“空闲模式停止”（Stop In Idle, SIDL）控制位。这些控制位用于决定外设 IDLE（空闲）模式下是否继续工作。详情请参见本手册各外设的相应章节。

如果要在 SLEEP（休眠）模式下使用 WDT，则应在进入休眠模式之前处理 WDT，以便在器件退出 SLEEP（休眠）模式之前提供完整的 WDT 间隔。
- 问 3:

如何确定是 WDT 还是其他外设将器件从 SLEEP（休眠）或 IDLE（空闲）模式唤醒？
- 答 3:

大多数中断都具有自己的唯一向量。向量由中断源决定。对于共用某个向量的中断，可以通过查询每个允许中断源（共用该向量）的 IFS 位确定：a.) 中断源或 b.) 唤醒源。如果是 WDT 唤醒器件，则用户的启动代码必须检查 WDT 超时事件、WDTO (RCON<4>)，并相应地进行跳转。

9.9 相关应用笔记

本节列出了与手册本章内容相关的应用笔记。这些应用笔记可能并不是专为 PIC32MX 器件系列而编写的，但其概念是相近的，通过适当修改并受到一定限制即可使用。当前与 WDT 和 PWRT 模块相关的应用笔记有：

标题	应用笔记编号
目前没有相关的应用笔记。	N/A

<p>注： 如需获取更多 PIC32MX 系列器件的应用笔记和代码示例，请访问 Microchip 网站 (www.microchip.com)。</p>

9.10 版本历史

版本 A（2007 年 9 月）

这是本文档的初始版本。

版本 B（2007 年 10 月）

更新了文档（删除了“机密”状态）。

版本 C（2008 年 4 月）

将状态修改为“初稿”；将 U-0 修改为 r-x。

版本 D（2008 年 6 月）

从第 9.3 节删除了注释；修改了例 9-2；将保留位从“保持为”更改为“写入”；为 ON 位（WDTCON 寄存器）增加了注释。

注:

请注意以下有关 Microchip 器件代码保护功能的要点：

- Microchip 的产品均达到 Microchip 数据手册中所述的技术指标。
- Microchip 确信：在正常使用的情况下，Microchip 系列产品是当今市场上同类产品中最安全的产品之一。
- 目前，仍存在着恶意、甚至是非法破坏代码保护功能的行为。就我们所知，所有这些行为都不是以 Microchip 数据手册中规定的操作规范来使用 Microchip 产品的。这样做的人极可能侵犯了知识产权。
- Microchip 愿与那些注重代码完整性的客户合作。
- Microchip 或任何其他半导体厂商均无法保证其代码的安全性。代码保护并不意味着我们保证产品是“牢不可破”的。

代码保护功能处于持续发展中。Microchip 承诺将不断改进产品的代码保护功能。任何试图破坏 Microchip 代码保护功能的行为均可视为违反了《数字器件千年版权法案（Digital Millennium Copyright Act）》。如果这种行为导致他人在未经授权的情况下，能访问您的软件或其他受版权保护的成果，您有权依据该法案提起诉讼，从而制止这种行为。

提供本文档的中文版本仅为了便于理解。请勿忽视文档中包含的英文部分，因为其中提供了有关 Microchip 产品性能和使用情况的有用信息。Microchip Technology Inc. 及其分公司和相关公司、各级主管与员工及事务代理机构对译文中可能存在的任何差错不承担任何责任。建议参考 Microchip Technology Inc. 的英文原版文档。

本出版物中所述的器件应用信息及其他类似内容仅为您提供便利，它们可能由更新之信息所替代。确保应用符合技术规范，是您自身应负的责任。Microchip 对这些信息不作任何明示或暗示、书面或口头、法定或其他形式的声明或担保，包括但不限于针对其使用情况、质量、性能、适销性或特定用途的适用性的声明或担保。Microchip 对因这些信息及使用这些信息而引起的后果不承担任何责任。如果将 Microchip 器件用于生命维持和 / 或生命安全应用，一切风险由买方自负。买方同意在由此引发任何一切伤害、索赔、诉讼或费用时，会维护和保障 Microchip 免于承担法律责任，并加以赔偿。在 Microchip 知识产权保护下，不得暗中或以其他方式转让任何许可证。

商标

Microchip 的名称和徽标组合、Microchip 徽标、dsPIC、KEELOQ、KEELOQ 徽标、MPLAB、PIC、PICmicro、PICSTART、PIC³² 徽标、rfPIC 和 UNI/O 均为 Microchip Technology Inc. 在美国和其他国家或地区的注册商标。

FilterLab、Hampshire、HI-TECH C、Linear Active Thermistor、MXDEV、MXLAB、SEEVAL 和 The Embedded Control Solutions Company 均为 Microchip Technology Inc. 在美国的注册商标。

Analog-for-the-Digital Age、Application Maestro、CodeGuard、dsPICDEM、dsPICDEM.net、dsPICworks、dsSPEAK、ECAN、ECONOMONITOR、FanSense、HI-TIDE、In-Circuit Serial Programming、ICSP、Mindi、MiWi、MPASM、MPLAB Certified 徽标、MPLIB、MPLINK、mTouch、Octopus、Omniscient Code Generation、PICC、PICC-18、PICDEM、PICDEM.net、PICkit、PICKtail、REAL ICE、rfLAB、Select Mode、Total Endurance、TSHARC、UniWinDriver、WiperLock 和 ZENA 均为 Microchip Technology Inc. 在美国和其他国家或地区的商标。

SQTP 是 Microchip Technology Inc. 在美国的服务标记。

在此提及的所有其他商标均为各持有公司所有。

© 2010, Microchip Technology Inc. 版权所有。

ISBN: 978-1-60932-095-9

QUALITY MANAGEMENT SYSTEM
CERTIFIED BY DNV
== ISO/TS 16949:2002 ==

Microchip 位于美国亚利桑那州 Chandler 和 Tempe 与位于俄勒冈州 Gresham 的全球总部、设计和晶圆生产厂及位于美国加利福尼亚州和印度的设计中心均通过了 ISO/TS-16949:2002 认证。公司在 PIC[®] MCU 与 dsPIC[®] DSC、KEELOQ[®] 跳码器件、串行 EEPROM、单片机外设、非易失性存储器和模拟产品方面的质量体系流程均符合 ISO/TS-16949:2002。此外，Microchip 在开发系统的设计和生产方面的质量体系也已通过了 ISO 9001:2000 认证。

全球销售及服务中心

美洲

公司总部 **Corporate Office**
2355 West Chandler Blvd.
Chandler, AZ 85224-6199
Tel: 1-480-792-7200
Fax: 1-480-792-7277

技术支持:
<http://support.microchip.com>
网址: www.microchip.com

亚特兰大 Atlanta

Duluth, GA
Tel: 678-957-9614
Fax: 678-957-1455

波士顿 Boston

Westborough, MA
Tel: 1-774-760-0087
Fax: 1-774-760-0088

芝加哥 Chicago

Itasca, IL
Tel: 1-630-285-0071
Fax: 1-630-285-0075

克里夫兰 Cleveland

Independence, OH
Tel: 216-447-0464
Fax: 216-447-0643

达拉斯 Dallas

Addison, TX
Tel: 1-972-818-7423
Fax: 1-972-818-2924

底特律 Detroit

Farmington Hills, MI
Tel: 1-248-538-2250
Fax: 1-248-538-2260

科科莫 Kokomo

Kokomo, IN
Tel: 1-765-864-8360
Fax: 1-765-864-8387

洛杉矶 Los Angeles

Mission Viejo, CA
Tel: 1-949-462-9523
Fax: 1-949-462-9608

圣克拉拉 Santa Clara

Santa Clara, CA
Tel: 408-961-6444
Fax: 408-961-6445

加拿大多伦多 Toronto

Mississauga, Ontario,
Canada
Tel: 1-905-673-0699
Fax: 1-905-673-6509

亚太地区

亚太总部 Asia Pacific Office

Suites 3707-14, 37th Floor
Tower 6, The Gateway
Harbour City, Kowloon
Hong Kong
Tel: 852-2401-1200
Fax: 852-2401-3431

中国 - 北京

Tel: 86-10-8528-2100
Fax: 86-10-8528-2104

中国 - 成都

Tel: 86-28-8665-5511
Fax: 86-28-8665-7889

中国 - 重庆

Tel: 86-23-8980-9588
Fax: 86-23-8980-9500

中国 - 香港特别行政区

Tel: 852-2401-1200
Fax: 852-2401-3431

中国 - 南京

Tel: 86-25-8473-2460
Fax: 86-25-8473-2470

中国 - 青岛

Tel: 86-532-8502-7355
Fax: 86-532-8502-7205

中国 - 上海

Tel: 86-21-5407-5533
Fax: 86-21-5407-5066

中国 - 沈阳

Tel: 86-24-2334-2829
Fax: 86-24-2334-2393

中国 - 深圳

Tel: 86-755-8203-2660
Fax: 86-755-8203-1760

中国 - 武汉

Tel: 86-27-5980-5300
Fax: 86-27-5980-5118

中国 - 西安

Tel: 86-29-8833-7252
Fax: 86-29-8833-7256

中国 - 厦门

Tel: 86-592-238-8138
Fax: 86-592-238-8130

中国 - 珠海

Tel: 86-756-321-0040
Fax: 86-756-321-0049

台湾地区 - 高雄

Tel: 886-7-536-4818
Fax: 886-7-536-4803

台湾地区 - 台北

Tel: 886-2-2500-6610
Fax: 886-2-2508-0102

亚太地区

台湾地区 - 新竹

Tel: 886-3-6578-300
Fax: 886-3-6578-370

澳大利亚 Australia - Sydney

Tel: 61-2-9868-6733
Fax: 61-2-9868-6755

印度 India - Bangalore

Tel: 91-80-3090-4444
Fax: 91-80-3090-4123

印度 India - New Delhi

Tel: 91-11-4160-8631
Fax: 91-11-4160-8632

印度 India - Pune

Tel: 91-20-2566-1512
Fax: 91-20-2566-1513

日本 Japan - Yokohama

Tel: 81-45-471- 6166
Fax: 81-45-471-6122

韩国 Korea - Daegu

Tel: 82-53-744-4301
Fax: 82-53-744-4302

韩国 Korea - Seoul

Tel: 82-2-554-7200
Fax: 82-2-558-5932 或
82-2-558-5934

马来西亚 Malaysia - Kuala Lumpur

Tel: 60-3-6201-9857
Fax: 60-3-6201-9859

马来西亚 Malaysia - Penang

Tel: 60-4-227-8870
Fax: 60-4-227-4068

菲律宾 Philippines - Manila

Tel: 63-2-634-9065
Fax: 63-2-634-9069

新加坡 Singapore

Tel: 65-6334-8870
Fax: 65-6334-8850

泰国 Thailand - Bangkok

Tel: 66-2-694-1351
Fax: 66-2-694-1350

欧洲

奥地利 Austria - Wels

Tel: 43-7242-2244-39
Fax: 43-7242-2244-393

丹麦 Denmark - Copenhagen

Tel: 45-4450-2828
Fax: 45-4485-2829

法国 France - Paris

Tel: 33-1-69-53-63-20
Fax: 33-1-69-30-90-79

德国 Germany - Munich

Tel: 49-89-627-144-0
Fax: 49-89-627-144-44

意大利 Italy - Milan

Tel: 39-0331-742611
Fax: 39-0331-466781

荷兰 Netherlands - Druenen

Tel: 31-416-690399
Fax: 31-416-690340

西班牙 Spain - Madrid

Tel: 34-91-708-08-90
Fax: 34-91-708-08-91

英国 UK - Wokingham

Tel: 44-118-921-5869
Fax: 44-118-921-5820

01/05/10