
双看门狗定时器

目录

本章包括下列主题：

1.0	简介	2
2.0	看门狗定时器控制寄存器	3
3.0	看门狗定时器操作	9
4.0	中断和复位产生	14
5.0	复位原因和影响	14
6.0	调试模式和节能模式下的操作	15
7.0	相关应用笔记	16
8.0	版本历史	17

注： 本系列参考手册章节旨在用作对器件数据手册的补充。本手册章节可能并不适用于所有dsPIC33/PIC24器件，具体取决于器件型号。一些dsPIC33/PIC24器件是包含主从CPU内核的双核器件。对于单核dsPIC33/PIC24器件，请忽略从内核特定的参考信息。

请参见最新版器件数据手册中“看门狗定时器”、“节能特性”和“特殊功能”章节开头的注释，以确定本文档是否支持您正在使用的器件。

Microchip数据手册和系列参考手册的相关章节可从Microchip网站下载，网址为：
<http://www.microchip.com>

1.0 简介

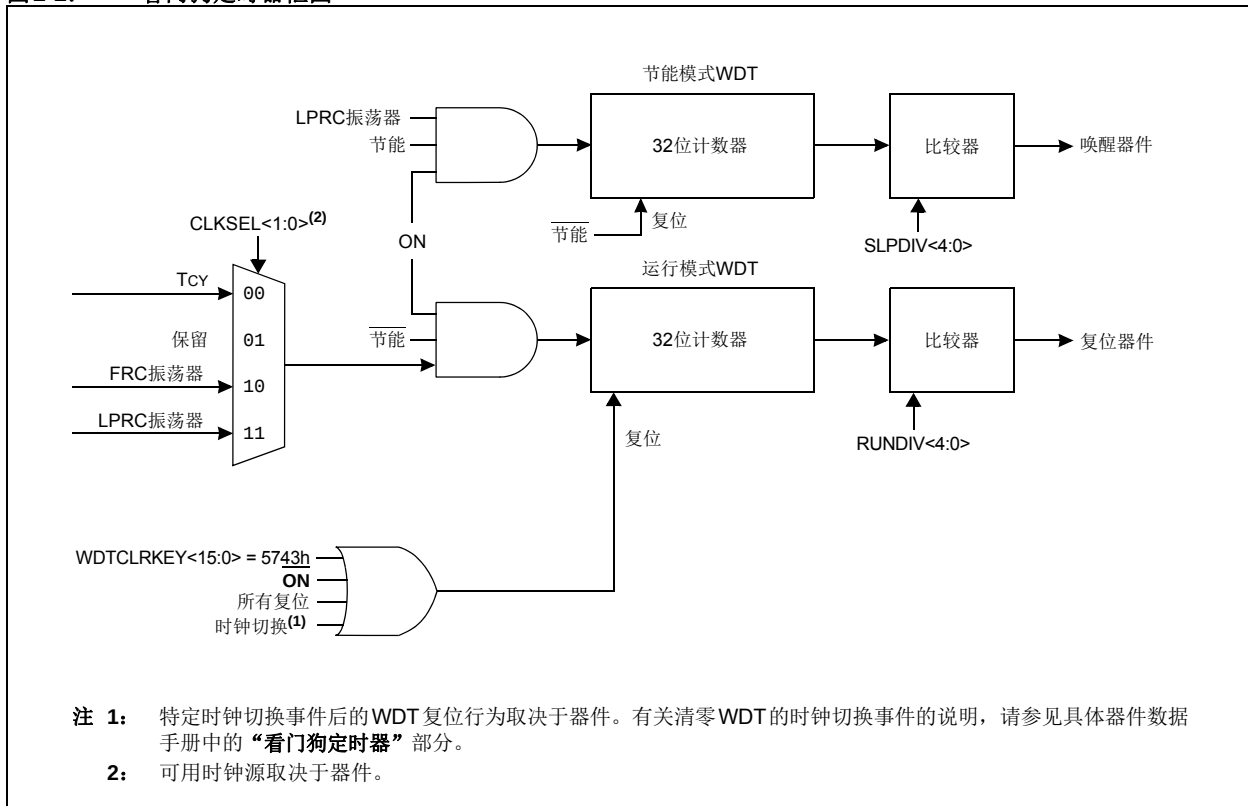
本章将介绍dsPIC33/PIC24双看门狗定时器（Watchdog Timer，WDT）。有关WDT框图，请参见图1-1。

WDT使能后，将依靠内部低功耗RC（Low-Power RC，LPRC）振荡器时钟源或运行模式下可选的时钟源工作。如果软件未定期清零WDT，则可使用WDT通过复位器件来检测系统软件故障。WDT可配置为窗口模式或非窗口模式。使用WDT后分频器可选择各种WDT超时周期。WDT还可用于将器件从休眠或空闲模式（节能模式）唤醒。

以下是WDT模块的一些主要特性：

- 通过器件配置寄存器配置或由软件控制
- 运行模式和休眠/空闲模式具有独立的、用户可配置超时周期
- 可将器件从休眠或空闲模式唤醒
- 用户可在运行模式下选择时钟源
- 休眠/空闲模式下依靠LPRC工作

图1-1: 看门狗定时器框图



2.0 看门狗定时器控制寄存器

WDT 模块由以下特殊功能寄存器（Special Function Register, SFR）组成：

- **WDTCONH: 看门狗定时器密钥寄存器**
该寄存器用于清零 WDT 以防止超时。
- **WDTCONL: 看门狗定时器控制寄存器**
该寄存器用于使能或禁止看门狗定时器以及使能或禁止窗口操作。
- **RCON: 复位控制寄存器⁽²⁾**
该寄存器指示复位原因。

2.1 寄存器映射

表2-1 简要汇总了WDT模块相关寄存器。此汇总表格后面给出了每个相应寄存器的详细说明。

表2-1: 看门狗定时器寄存器映射

名称	位范围	Bit															
		15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
WDTCONH	15:0	WDTCLRKEY<15:0>															
WDTCONL	15:0	ON ⁽³⁾	—	—	RUNDIV<4:0> ⁽²⁾				CLKSEL<1:0> ⁽²⁾				SLPDIV<4:0> ⁽²⁾				WDTWINEN ⁽³⁾
RCON ⁽⁵⁾	15:0	TRAPR ⁽¹⁾	IOPUWR ⁽¹⁾	—	—	VREGSF ⁽¹⁾	—	CM ⁽¹⁾	VREGS ⁽¹⁾	EXTR ⁽¹⁾	SWR ⁽¹⁾	SWDTEN ^(1,4)	WDTO	SLEEP	IDLE ⁽¹⁾	BOR ⁽¹⁾	POR ⁽¹⁾

- 图注: — = 未实现, 读为0。
- 注 1: 这些位与WDT模块不相关。
- 2: 这些位反映配置位的值。
- 3: 这些位置1时, 将反映配置位的状态; 清零时, 值由软件控制。
- 4: 如果WDTEN<1:0>配置位为11(未编程), 则WDT总是使能, 而与SWDTEN位的设置无关。
- 5: 所有复位状态位都可以用软件置1或清零。用软件将这些位中的某一位置1不会导致器件复位。

寄存器 2-1: **WDTCONH: 看门狗定时器密钥寄存器**

W-0	W-0	W-0	W-0	W-0	W-0	W-0	W-0
WDTCLRKEY<15:8>							
bit 15				bit 8			

W-0	W-0	W-0	W-0	W-0	W-0	W-0	W-0
WDTCLRKEY<7:0>							
bit 7				bit 0			

图注:

R = 可读位

W = 可写位

U = 未实现位, 读为0

-n = POR时的值

1 = 置1

0 = 清零

x = 未知

bit 15-0

WDTCLRKEY<15:0>: 看门狗定时器清零密钥位

要清零看门狗定时器以防止发生超时, 软件必须使用单个 16 位写操作向该存储单元写入值 0x5743。

dsPIC33/PIC24 系列参考手册

寄存器 2-2: WDTCONL: 看门狗定时器控制寄存器

R/W-0	U-0	U-0	R-y	R-y	R-y	R-y	R-y	
ON ^(1,2)	—	—	RUNDIV<4:0> ⁽³⁾					
bit 15								bit 8
R	R	R-y	R-y	R-y	R-y	R-y	R/W-0, HS	
CLKSEL<1:0> ^(3,5)		SLPDIV<4:0> ⁽³⁾					WDTWINEN ⁽⁴⁾	
bit 7								bit 0

图注:	HS = 硬件置1位	y = 在POR时由配置位设置的值	
R = 可读位	W = 可写位	U = 未实现位, 读为0	
-n = POR时的值	1 = 置1	0 = 清零	x = 未知

- bit 15 **ON:** 看门狗定时器使能位^(1,2)
1 = 如果器件配置未使能看门狗定时器, 则将其使能
0 = 如果在软件中使能了看门狗定时器, 则将其禁止
- bit 14-13 **未实现:** 读为 0
- bit 12-8 **RUNDIV<4:0>:** WDT 运行模式后分频比状态位⁽³⁾
- bit 7-6 **CLKSEL<1:0>:** WDT 运行模式时钟选择状态位^(3,5)
11 = LPRC 振荡器
10 = FRC 振荡器
01 = 保留
00 = SYSCLK
- bit 5-1 **SLPDIV<4:0>:** 休眠和空闲模式 WDT 后分频比状态位⁽³⁾
- bit 0 **WDTWINEN:** 看门狗定时器窗口使能位⁽⁴⁾
1 = 使能窗口模式
0 = 禁止窗口模式

- 注 1: 如果 WDT 由器件配置或软件使能, 则读取此位将得到 1。
- 2: 在清零模块 ON 位的指令之后, 用户软件不应立即在 SYSCLK 周期中读/写外设的 SFR。
- 3: 这些位反映配置位的值。
- 4: WDTWINEN 位置 1 时, 将反映配置位的状态; 清零时, 值由软件控制。
- 5: 可用时钟源取决于器件。有关可用性的信息, 请参见具体器件数据手册中的“看门狗定时器”一章。

寄存器 2-3: RCON: 复位控制寄存器⁽²⁾

R/W-0	R/W-0	U-0	U-0	R/W-0	U-0	R/W-0	R/W-0
TRAPR ⁽¹⁾	IOPUWR ⁽¹⁾	—	—	VREGSF ⁽¹⁾	—	CM ⁽¹⁾	VREGS ⁽¹⁾
bit 15				bit 8			

R/W-0	R/W-0	U-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-1	R/W-1
EXTR ⁽¹⁾	SWR ⁽¹⁾	—	WDTO	SLEEP	IDLE ⁽¹⁾	BOR ⁽¹⁾	POR ⁽¹⁾
bit 7				bit 0			

图注:

R = 可读位

W = 可写位

U = 未实现位, 读为0

-n = POR时的值

1 = 置1

0 = 清零

x = 未知

- bit 15 **TRAPR:** 陷阱复位标志位⁽¹⁾
1 = 发生了陷阱冲突复位
0 = 未发生陷阱冲突复位
- bit 14 **IOPUWR:** 非法操作码或访问未初始化的W寄存器复位标志位⁽¹⁾
1 = 检测到非法操作码、非法地址模式或将未初始化的W寄存器用作地址指针而导致复位
0 = 未发生非法操作码或未初始化的W寄存器复位
- bit 13-12 **未实现:** 读为0
- bit 11 **VREGSF:** 休眠模式下闪存稳压器待机位⁽¹⁾
1 = 在休眠模式下闪存稳压器继续工作
0 = 在休眠模式下闪存稳压器进入待机模式
- bit 10 **未实现:** 读为0
- bit 9 **CM:** 配置不匹配标志位⁽¹⁾
1 = 发生了配置不匹配复位
0 = 未发生配置不匹配复位
- bit 8 **VREGS:** 休眠模式下稳压器待机位⁽¹⁾
1 = 在休眠模式下稳压器继续工作
0 = 在休眠模式下稳压器进入待机模式
- bit 7 **EXTR:** 外部复位 ($\overline{\text{MCLR}}$) 引脚位⁽¹⁾
1 = 发生了主复位 (引脚) 复位
0 = 未发生主复位 (引脚) 复位
- bit 6 **SWR:** 软件RESET (指令) 标志位⁽¹⁾
1 = 执行了RESET指令
0 = 未执行RESET指令
- bit 5 **未实现:** 读为0
- bit 4 **WDTO:** 看门狗定时器超时标志位
1 = 发生了WDT超时
0 = 未发生WDT超时
- bit 3 **SLEEP:** 从休眠模式唤醒标志位
1 = 器件处于休眠模式
0 = 器件不处于休眠模式

注 1: 这些位与WDT模块无关。

2: 所有复位状态位都可以用软件置1或清零。用软件将这些位中的某一位置1不会导致器件复位。

寄存器 2-3: **RCON: 复位控制寄存器**⁽²⁾ (续)

bit 2	IDLE: 从空闲模式唤醒标志位 ⁽¹⁾ 1 = 器件处于空闲模式 0 = 器件不处于空闲模式
bit 1	BOR: 欠压复位标志位 ⁽¹⁾ 1 = 发生了欠压复位 0 = 未发生欠压复位
bit 0	POR: 上电复位标志位 ⁽¹⁾ 1 = 发生了上电复位 0 = 未发生上电复位

- 注 1: 这些位与WDT模块无关。
- 2: 所有复位状态位都可以用软件置1或清零。用软件将这些位中的某一位置1不会导致器件复位。

3.0 看门狗定时器操作

看门狗定时器（WDT）的主要功能是在发生软件故障时复位处理器，或者在休眠或空闲模式下发生超时唤醒处理器。

WDT由2个独立的定时器组成，其中一个定时器用于WDT运行模式下的工作，另一个定时器用于WDT节能模式下的工作。运行模式WDT的时钟源可由用户选择。每个定时器均有一个独立的用户可编程后分频器。两个定时器均通过一个ON位控制；它们无法独立工作。

如果WDT使能，则相应WDT计数器将递增，直至其溢出或“超时”。如果在运行模式下发生WDT超时，则将产生器件复位。要防止在运行模式下发生WDT超时，用户应用程序必须周期性地处理WDT。如果在节能模式下发生超时，则将唤醒器件。

注： 只要LPRC振荡器用作WDT时钟源且WDT已使能，LPRC振荡器便会自动使能。

3.1 工作模式

WDT有两种工作模式：非窗口模式和可编程窗口模式。

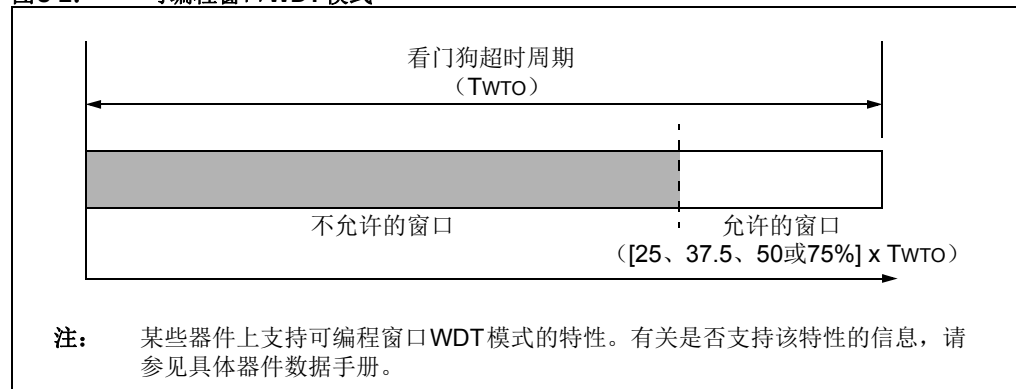
在非窗口模式下，软件必须在WDT周期内的任一时刻周期性地清零WDT，以防止WDT复位（图3-1）。非窗口模式通过清零看门狗定时器窗口使能（WDTWINEN）位（WDTCONL<0>）来选择。

在可编程窗口模式下，软件只能在计数器处于发生超时前的最终窗口中时清零WDT。在该窗口之外清零WDT将导致WDT复位（图3-2）。共有四种窗口大小选项：总WDT周期的25%、37.5%、50%和75%。窗口大小在器件配置中设置。可编程窗口模式不适用于节能模式。

图3-1: 非窗口WDT模式



图3-2: 可编程窗口WDT模式



3.2 看门狗定时器可编程窗口

窗口大小由配置位 WDTWIN<1:0> 和 WDTPS<3:0> 决定。在可编程窗口模式下（WDTWINEN = 1），WDT 应基于窗口大小配置位 WDTWIN<1:0> 的设置清零（见图3-2）。这些位设置如下所示：

- 11 = WDT 窗口为 WDT 周期的 25%
- 10 = WDT 窗口为 WDT 周期的 37.5%
- 01 = WDT 窗口为 WDT 周期的 50%
- 00 = WDT 窗口为 WDT 周期的 75%

如果在允许的窗口之前清零 WDT，或者允许 WDT 超时，则会立即产生 NMI 并启动 NMI 定时器。窗口模式可用于在代码关键部分的执行速度意外加快或减慢时复位器件。窗口操作仅适用于 WDT 运行模式。WDT 休眠模式始终在非窗口模式下工作。

3.3 使能和禁止 WDT

WDT 通过器件配置使能和禁止，或者通过使用软件向 ON 位（WDTCONL<15>）写入 1 的方式控制。有关更多详细信息，请参见寄存器 2-2。

3.3.1 由器件配置控制的 WDT

如果 FWDTEN 配置位置 1，则 WDT 始终使能。ON 控制位（WDTCONL<15>）将通过读取 1 来反映该状态。在该模式下，ON 位无法通过软件清零。FWDTEN 配置位将不会通过任何形式的复位清零。要禁止 WDT，必须将配置重新写入器件。窗口模式通过清零器件配置中的 WINDIS 位来使能。将 WINDIS 位置 1 将使能窗口模式。

注： 未编程的器件上默认情况下已使能 WDT。

3.3.2 由软件控制的 WDT

如果 FWDTEN 配置位为 0，则 WDT 模块可通过软件使能或禁止（默认条件）。在该模式下，ON 位（WDTCONL<15>）反映处于软件控制下的 WDT 的状态；1 表示 WDT 模块已使能，0 表示该模块已禁止。

3.4 WDT 后分频器

WDT 有 2 个用户可编程的后分频器，一个后分频器用于运行模式，另一个后分频器用于节能模式。RWDTPS<4:0> 配置位设置运行模式下的后分频器，SWDTPS<4:0> 配置位设置节能模式下的后分频器。

注： 后分频值的配置位名称可能有所变化。有关详细信息，请参见具体器件数据手册。

3.4.1 由器件配置控制的窗口模式

窗口模式可通过将配置位 WINDIS 置 1 来禁止，将配置位 WINDIS 清零来使能。当 WDT 窗口模式通过器件配置使能时，WDTWINEN 位（WDTCONL<0>）将置 1，无法通过软件清零。

3.4.2 由软件控制的窗口模式

如果 WINDIS 配置位为 0，则 WDT 可编程窗口模式可通过 WDTWINEN（WDTCONL<0>）位使能或禁止。1 表示可编程窗口模式已使能，0 表示可编程窗口模式已禁止。

3.5 WDT后分频比和周期选择

WDT有2个独立的5位后分频器，一个用于运行模式，另一个用于节能模式，以产生各种超时周期。后分频器提供1:1至1:2,147,483,647的分频比（见表3-1）。后分频比设置通过器件配置选择。WDT超时周期通过WDT时钟源和后分频比的组合选择。有关WDT周期计算的信息，请参见公式3-1。

公式3-1: WDT超时周期计算

$$\text{WDT超时周期} = (\text{WDT时钟周期}) \cdot 2^{\text{后分频比}}$$

在休眠模式下，WDT时钟源为LPRC，超时周期由SLPDIV<4:0>设置决定。标称频率为32 kHz的LPRC在后分频比处于最小值时为WDT产生1 ms的标称超时周期。

在运行模式下，WDT时钟源是可选的。超时周期由WDT时钟源频率和RUNDIV<4:0>设置决定。

注： WDT模块超时周期与WDT时钟源的频率直接相关。时钟源的标称频率取决于器件。频率可能受器件工作电压和温度的影响。有关时钟频率规范的信息，请参见具体器件数据手册。

运行模式下的可用时钟源取决于器件。有关可用时钟源的信息，请参见具体器件数据手册中的“看门狗定时器”一章。

3.6 运行模式下的WDT操作

在窗口模式下，当WDT超时或在窗口以外清零时，将在NMI计数器超时产生器件复位信号。

3.7 WDT时钟源

WDT运行模式时钟源可由用户选择。时钟源通过RCLKSEL<1:0>器件位选择。WDT节能模式使用LPRC作为时钟源。

3.8 复位WDT⁽¹⁾

运行模式WDT计数器可通过以下任一方式清零：

- 任何器件复位
- 执行DEBUG命令
- 检测到向WDTCLRKEYx位（WDTCONH<15:0>）写入正确的值（0x5743）（见例3-1）
- 时钟切换：⁽²⁾
 - 固件启动的时钟切换
 - 双速启动
 - 故障保护时钟监视器（Fail-Safe Clock Monitor, FSCM）事件
 - 当由于振荡器配置而发生自动时钟切换并且器件配置使能双速启动时，从休眠模式唤醒后的时钟切换

休眠模式WDT计数器在进入休眠模式时复位。

- 注 1：** 运行模式WDT不会在器件进入节能模式时复位。

2： 特定时钟切换事件后的WDT复位行为取决于器件。有关清零WDT的时钟切换事件的说明，请参见具体器件数据手册中的“看门狗定时器”部分。

例3-1： 用于清零WDT的示例代码

```
main()
{
    volatile    unsigned *wdtKey;
    wdtKey = (&WDTCONH);

    while(1)
    {
        ...用户代码 ...

        *wdtKey = 0x5743;    // 通过对WDTCON执行16位写操作来清零WDT
    }
}
```

表 3-1: WDT 超时周期设置

后分频值	基于 WDT 时钟的超时周期		
	32 kHz	8 MHz	25 MHz
00000	1 ms	4 μ s	1.28 μ s
00001	2 ms	8 μ s	2.56 μ s
00010	4 ms	16 μ s	5.12 μ s
00011	8 ms	32 μ s	10.24 μ s
00100	16 ms	64 μ s	20.48 μ s
00101	32 ms	128 μ s	40.96 μ s
00110	64 ms	256 μ s	81.92 μ s
00111	128 ms	512 μ s	163.84 μ s
01000	256 ms	1.024 ms	327.68 μ s
01001	512 ms	2.048 ms	655.36 μ s
01010	1.024s	4.096 ms	1.31072 ms
01011	2.048s	8.192 ms	2.62144 ms
01100	4.096s	16.384 ms	5.24288 ms
01101	8.192s	32.768 ms	10.48576 ms
01110	16.384s	65.536 ms	20.97152 ms
01111	32.768s	131.072 ms	41.94304 ms
10000	0:01:06 hms	262.144 ms	83.88608 ms
10001	0:02:11 hms	524.288 ms	167.77216 ms
10010	0:04:22 hms	1.048576s	335.54432 ms
10011	0:08:44 hms	2.097152s	671.08864 ms
10100	0:17:29 hms	4.194304s	1.34217728s
10101	0:34:57 hms	8.388608s	2.68435456s
10110	1:09:54 hms	16.777216s	5.36870912s
10111	2:19:49 hms	33.554432s	10.73741824s
11000	4:39:37 hms	0:01:07 hms	21.47483648s
11001	9:19:14 hms	0:02:14 hms	42.94967296s
11010	18:38:29 hms	0:04:28 hms	0:01:26 hms
11011	1 天 13:16:58 hms	0:08:57 hms	0:02:52 hms
11100	3 天 2:33:55 hms	0:17:54 hms	0:05:44 hms
11101	6 天 5:07:51 hms	0:35:47 hms	0:11:27 hms
11110	12 天 10:15:42 hms	1:11:35 hms	0:22:54 hms
11111	24 天 20:31:24 hms	2:23:10 hms	0:45:49 hms

4.0 中断和复位产生

4.1 运行模式下的WDT超时

当WDT在运行模式下超时，将产生器件复位。

固件可以通过测试WDTO位（RCON<4>）确定运行模式下的复位是否由WDT超时引起。

注： 请参见具体器件数据手册中的“复位”和“中断控制器”章节。另请参见《dsPIC33/PIC24 系列参考手册》中的“复位”（DS39712）和“中断”（DS70000600）章节了解详细信息。

4.2 节能模式下的WDT超时

当WDT模块在节能模式下超时，它将唤醒器件，WDT运行模式将恢复计数。

要检测WDT唤醒，可以测试WDTO位（RCON<4>）、SLEEP位（RCON<3>）和IDLE位（RCON<2>）。如果WDTO位为1，则节能模式下的事件由WDT超时引起。然后可以测试SLEEP和IDLE位，以确定在器件唤醒还是处于休眠或空闲模式时发生WDT事件。

注： 请参见具体器件数据手册中的“复位”和“中断控制器”章节。另请参见《dsPIC33/PIC24 系列参考手册》中的“复位”（DS39712）和“中断”（DS70000600）章节了解详细信息。

4.3 通过非WDT事件从节能模式唤醒

当器件通过非WDT NMI中断从节能模式唤醒时，节能模式WDT将保持复位，WDT运行模式将从节能模式前的计数值开始继续计数。

5.0 复位原因和影响

5.1 确定复位原因

要确定是否发生WDT复位，可以测试WDTO位（RCON<4>）。如果WDTO位为1，则运行模式下的复位由WDT超时引起。软件应清零WDTO位，以正确确定后续复位源。

5.2 各种复位的影响

任何形式的器件复位都将清零WDT。复位将使WDTCONH/L寄存器恢复默认值，并且会禁止WDT，直至通过器件配置使能WDT。

注： 器件复位后，WDT ON位（WDTCONL<15>）将影响FWDTEN位（FWDEN<15>）的状态。

6.0 调试模式和节能模式下的操作

6.1 节能模式下的WDT操作

如果使能WDT，它将在休眠模式或空闲模式下继续工作，并且可用于唤醒器件。这将允许器件继续保持休眠或空闲模式，直至WDT超时或其他中断唤醒器件。如果器件不在唤醒后重新进入休眠或空闲模式，则WDT必须禁止或定期处理以防止WDT运行模式NMI。

6.1.1 休眠模式下的WDT操作

WDT模块可用于将器件从休眠模式唤醒。进入休眠模式时，WDT运行模式计数器停止计数，节能模式WDT从复位状态开始计数，直至其超时或器件通过中断唤醒。当WDT在休眠模式下超时，器件将唤醒并恢复代码执行、将WDTO位（RCON<4>）置1并恢复运行模式WDT。

6.1.2 空闲模式下的WDT操作

WDT模块可用于将器件从休眠模式唤醒。进入空闲模式时，WDT运行模式计数器停止计数，节能模式WDT从复位状态开始计数，直至其超时或器件通过中断唤醒。器件将唤醒并恢复代码执行、将WDTO位（RCON<4>）置1并恢复运行模式WDT。

6.2 唤醒期间的延时

从休眠模式下的WDT事件到开始执行代码存在一段延时。这段延时的持续时间包括所用振荡器的启动时间。与从休眠模式唤醒不同，从空闲模式唤醒时不存在延时。系统时钟在空闲模式期间运行；因此，唤醒时不需要启动延时。

6.3 节能模式下的WDT时钟源

节能模式的WDT时钟源不可由用户选择。时钟源为LPRC。

6.4 调试模式下的WDT操作

WDT应在调试模式下禁止以防止超时。

7.0 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dsPIC33/PIC24器件系列而编写的，但是概念是相关的，通过适当修改即可使用，但在使用中可能会受到一定限制。当前与双看门狗定时器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

注： 如需获取更多 dsPIC33/PIC24 系列器件的应用笔记和代码示例，请访问 Microchip 网站（www.microchip.com）。

8.0 版本历史

版本A（2016年3月）

这是本文档的初始版本。

版本B（2018年6月）

将器件系列名称更改为dsPIC33/PIC24。

页脚删除了“超前信息”水印。

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. 的英文原本文档。

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。除非另外声明，在 Microchip 知识产权保护下，不得暗或以其他方式转让任何许可证。

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-16949:2009 认证。Microchip 的 PIC® MCU 与 dsPIC® DSC、KEELOQ® 跳码器件、串行 EEPROM、单片机外设、非易失性存储器及模拟产品严格遵守公司的质量体系流程。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。

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

商标

Microchip 的名称和徽标组合、Microchip 徽标、AnyRate、AVR、AVR 徽标、AVR Freaks、BitCloud、chipKIT、chipKIT 徽标、CryptoMemory、CryptoRF、dsPIC、FlashFlex、flexPWR、Heldo、JukeBlox、KeeLoq、Kleer、LANCheck、LINK MD、maXStylus、maXTouch、MediaLB、megaAVR、MOST、MOST 徽标、MPLAB、OptoLyzer、PIC、picoPower、PICSTART、PIC32 徽标、Prochip Designer、QTouch、SAM-BA、SpyNIC、SST、SST 徽标、SuperFlash、tinyAVR、UNI/O 及 XMEGA 均为 Microchip Technology Inc. 在美国和其他国家或地区的注册商标。

ClockWorks、The Embedded Control Solutions Company、EtherSynch、Hyper Speed Control、HyperLight Load、IntelliMOS、mTouch、Precision Edge 和 Quiet-Wire 均为 Microchip Technology Inc. 在美国的注册商标。

Adjacent Key Suppression、AKS、Analog-for-the-Digital Age、Any Capacitor、AnyIn、AnyOut、BodyCom、CodeGuard、CryptoAuthentication、CryptoAutomotive、CryptoCompanion、CryptoController、dsPICDEM、dsPICDEM.net、Dynamic Average Matching、DAM、ECAN、EtherGREEN、In-Circuit Serial Programming、ICSP、INICnet、Inter-Chip Connectivity、JitterBlocker、KleerNet、KleerNet 徽标、memBrain、Mindi、MiWi、motorBench、MPASM、MPF、MPLAB Certified 徽标、MPLIB、MPLINK、MultiTRAK、NetDetach、Omniscient Code Generation、PICDEM、PICDEM.net、PICkit、PICKtail、PowerSmart、PureSilicon、QMatrix、REAL ICE、Ripple Blocker、SAM-ICE、Serial Quad I/O、SMART-I.S.、SQI、SuperSwitcher、SuperSwitcher II、Total Endurance、TSHARC、USBCheck、VariSense、ViewSpan、WiperLock、Wireless DNA 和 ZENA 均为 Microchip Technology Inc. 在美国和其他国家或地区的商标。

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

Silicon Storage Technology 为 Microchip Technology Inc. 在除美国外的国家或地区的注册商标。

GestIC 为 Microchip Technology Inc. 的子公司 Microchip Technology Germany II GmbH & Co. & KG 在除美国外的国家或地区的注册商标。

在此提及的所有其他商标均为各持有公司所有。

© 2018, Microchip Technology Inc. 版权所有。

ISBN: 978-1-5224-3338-5

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://www.microchip.com/support>

网址: www.microchip.com

亚特兰大 Atlanta
Duluth, GA
Tel: 1-678-957-9614
Fax: 1-678-957-1455

奥斯汀 Austin, TX
Tel: 1-512-257-3370

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

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

底特律 Detroit
Novi, MI
Tel: 1-248-848-4000

休斯敦 Houston, TX
Tel: 1-281-894-5983

印第安纳波利斯 Indianapolis
Noblesville, IN
Tel: 1-317-773-8323
Fax: 1-317-773-5453
Tel: 1-317-536-2380

洛杉矶 Los Angeles
Mission Viejo, CA
Tel: 1-949-462-9523
Fax: 1-949-462-9608
Tel: 1-951-273-7800

罗利 Raleigh, NC
Tel: 1-919-844-7510

纽约 New York, NY
Tel: 1-631-435-6000

圣何塞 San Jose, CA
Tel: 1-408-735-9110
Tel: 1-408-436-4270

加拿大多伦多 Toronto
Tel: 1-905-695-1980
Fax: 1-905-695-2078

亚太地区

中国 - 北京
Tel: 86-10-8569-7000

中国 - 成都
Tel: 86-28-8665-5511

中国 - 重庆
Tel: 86-23-8980-9588

中国 - 东莞
Tel: 86-769-8702-9880

中国 - 广州
Tel: 86-20-8755-8029

中国 - 杭州
Tel: 86-571-8792-8115

中国 - 南京
Tel: 86-25-8473-2460

中国 - 青岛
Tel: 86-532-8502-7355

中国 - 上海
Tel: 86-21-3326-8000

中国 - 沈阳
Tel: 86-24-2334-2829

中国 - 深圳
Tel: 86-755-8864-2200

中国 - 苏州
Tel: 86-186-6233-1526

中国 - 武汉
Tel: 86-27-5980-5300

中国 - 西安
Tel: 86-29-8833-7252

中国 - 厦门
Tel: 86-592-238-8138

中国 - 香港特别行政区
Tel: 852-2943-5100

中国 - 珠海
Tel: 86-756-321-0040

台湾地区 - 高雄
Tel: 886-7-213-7830

台湾地区 - 台北
Tel: 886-2-2508-8600

台湾地区 - 新竹
Tel: 886-3-577-8366

亚太地区

澳大利亚 Australia - Sydney
Tel: 61-2-9868-6733

印度 India - Bangalore
Tel: 91-80-3090-4444

印度 India - New Delhi
Tel: 91-11-4160-8631

印度 India - Pune
Tel: 91-20-4121-0141

日本 Japan - Osaka
Tel: 81-6-6152-7160

日本 Japan - Tokyo
Tel: 81-3-6880-3770

韩国 Korea - Daegu
Tel: 82-53-744-4301

韩国 Korea - Seoul
Tel: 82-2-554-7200

马来西亚 Malaysia - Kuala Lumpur
Tel: 60-3-7651-7906

马来西亚 Malaysia - Penang
Tel: 60-4-227-8870

菲律宾 Philippines - Manila
Tel: 63-2-634-9065

新加坡 Singapore
Tel: 65-6334-8870

泰国 Thailand - Bangkok
Tel: 66-2-694-1351

越南 Vietnam - Ho Chi Minh
Tel: 84-28-5448-2100

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

芬兰 Finland - Espoo
Tel: 358-9-4520-820

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

德国 Germany - Garching
Tel: 49-8931-9700

德国 Germany - Haan
Tel: 49-2129-3766400

德国 Germany - Heilbronn
Tel: 49-7131-67-3636

德国 Germany - Karlsruhe
Tel: 49-721-625370

德国 Germany - Munich
Tel: 49-89-627-144-0
Fax: 49-89-627-144-44

德国 Germany - Rosenheim
Tel: 49-8031-354-560

以色列 Israel - Ra'anana
Tel: 972-9-744-7705

意大利 Italy - Milan
Tel: 39-0331-742611
Fax: 39-0331-466781

意大利 Italy - Padova
Tel: 39-049-7625286

荷兰 Netherlands - Drunen
Tel: 31-416-690399
Fax: 31-416-690340

挪威 Norway - Trondheim
Tel: 47-7289-7561

波兰 Poland - Warsaw
Tel: 48-22-3325737

罗马尼亚 Romania - Bucharest
Tel: 40-21-407-87-50

西班牙 Spain - Madrid
Tel: 34-91-708-08-90
Fax: 34-91-708-08-91

瑞典 Sweden - Gothenburg
Tel: 46-31-704-60-40

瑞典 Sweden - Stockholm
Tel: 46-8-5090-4654

英国 UK - Wokingham
Tel: 44-118-921-5800
Fax: 44-118-921-5820