
第 9 章 看门狗定时器（WDT）

目录

本章包括下列主题：

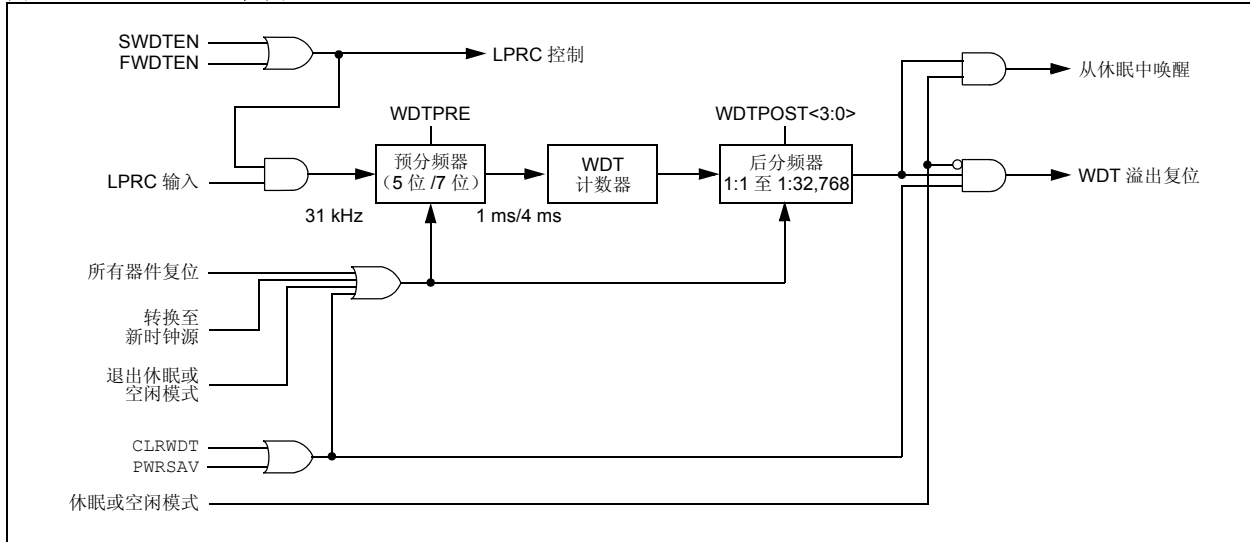
9.1	简介	9-2
9.2	WDT 工作原理	9-2
9.3	寄存器映射	9-5
9.4	设计技巧	9-6
9.5	相关应用笔记	9-7
9.6	版本历史	9-8

9.1 简介

看门狗定时器（WDT）的主要功能是在发生软件故障时，通过使器件复位（如果软件未将器件清零）将单片机复位。它也可以用于将器件从休眠或空闲模式唤醒。WDT 是自由运行的定时器，它使用低功耗的 RC 振荡器，无需外部组件。因此，即使系统的主时钟源（如晶体振荡器）在正常工作状态下停止了（如处于休眠模式），WDT 仍将继续运行。

图 9-1 给出了此 WDT 的框图。

图 9-1: WDT 框图



9.2 WDT 工作原理

使能时，WDT 将递增，直到溢出，或称“超时”。除非处于休眠或空闲模式，WDT 超时会强制器件复位。为避免 WDT 超时复位，用户必须定期用 PWRSAV 或 CLRWDT 指令将看门狗定时器清零。如果 WDT 在休眠或空闲模式下超时，器件将唤醒并从 PWRSAV 指令执行处继续执行代码。

在上述两种情况下，WDTO 位（RCON<4>）都会置 1，表示该器件复位或唤醒事件是由于 WDT 超时引起的。如果 WDT 将 CPU 从休眠或空闲模式唤醒，“休眠”状态位（RCON<3>）或“空闲”状态位（RCON<2>）也会置 1，表示器件之前处于省电模式。

9.2.1 使能和禁止 WDT

通过 FWDTEN (CW1<7>) 配置位可将 WDT 使能或禁止。FWDTEN 配置位置 1 时，使能 WDT。这是已擦除器件的默认值。关于闪存配置寄存器的更多详细信息，请参见器件数据手册。

9.2.2 由软件控制的 WDT

FWDTEN 配置位置 1 时，WDT 始终是使能的。但是，FWDTEN 配置位编程为 0 时，WDT 可选择由用户软件控制。

在软件中可通过将 SWDTEN 控制位 (RCON<5>) 置 1 使能 WDT。SWDTEN 控制位在任何器件复位时清零。软件 WDT 选项使用户可对重要代码段使能 WDT，而对不重要的代码段禁止 WDT，从而最大限度地省电。

9.2.3 WDT 窗口

看门狗定时器可选择通过将 WINDIS 配置位 (CW1<6>) 编程为 0 使能窗口模式。在窗口模式下，CLRWDT 指令必须在 WDT 周期的后 1/4 发生。发生在 WDT 周期前 3/4 的任何 CLRWDT 指令都会使 WDT 复位，这与 WDT 超时类似。

注： 必须使能 WDT (FWDTEN = 1) 才能使用 WDT 窗口模式。

9.2.4 WDT 预分频器和定时器周期

WDT 的时钟源是 LPRC 振荡器，其标称振荡频率是 31 kHz。它提供给预分频器，后者可配置为 5 位 (32 分频) 或 7 位 (128 分频) 操作。预分频器由 FWPSA 配置位 (CW1<4>) 置 1。使用 31 kHz 输入时，预分频器在 WDTPRE 清零时产生 1 ms 的标称 WDT 超时周期 (T_{WDT})，在 WDTPRE 置 1 时产生 4 ms 的超时周期。

有一个可变的后分频器用于将 WDT 预分频器输出分频，可产生范围很大的超时周期。后分频器由 WDTPOST<3:0> 配置位 (CW1<3:0>) 控制，通过该配置位可选择总共 16 种设置，从 1:1 到 1:32,768。WDTPOST 位最初在器件编程时配置。使用预分频器和后分频器可实现范围从 1 ms 到 131 秒 (标称值) 的超时周期。

WDT 超时值可按公式 9-1 中所示方法计算。表 9-1 中给出了预分频值和相关 WDT 超时周期的完整列表。

公式 9-1: WDT 超时周期

WDT 周期 (ms) = 预分频因数 x 后分频因数	
其中：	
预分频因数	= 1, WDTPRE 为 0 时 4, WDTPRE 为 1 时
后分频因数	= 1/ 后分频比

表 9-1: WDT 配置和超时周期

后分频器设置 (WDTPS3:WDTPS0)	后分频比 (1/ 后分频因数)	超时周期	
		5 位预分频器 (FWPSA = 0)	7 位预分频器 (FWPSA = 1)
0000	1:1	1 ms	4 ms
0001	1:2	2 ms	8 ms
0010	1:4	4 ms	16 ms
0011	1:8	8 ms	32 ms
0100	1:16	16 ms	64 ms
0101	1:32	32 ms	128 ms
0110	1:64	64 ms	256 ms
0111	1:128	128 ms	512 ms
1000	1:256	256 ms	1.024s
1001	1:512	512 ms	2.048s
1010	1:1024	1.024s	4.096s
1011	1:2048	2.048s	8.192s
1100	1:4096	4.096s	16.384s
1101	1:8192	8.192s	32.768s
1110	1:16384	16.384s	65.536s
1111	1:32768	32.768s	131.072s

注： WDT 超时周期与 LPRC 振荡器频率直接相关，而后者又反过来随器件工作电压和温度变化。关于 LPRC 时钟频率规范，请参见相应的 PIC24F 器件数据手册。

9.2.5 复位看门狗定时器

WDT 计数器和相关预分频器、后分频器在以下情况下复位：

- 任何器件复位时
- PWRSAV 指令执行时（即进入休眠或空闲模式时）
- WDT 由软件使能时
- 时钟切换完成后，由软件（即改变 NOSC 位后将 OSWEN 位置 1）或硬件（即故障保护时钟监视器）启动
- 正常执行过程中或 WDT 超时周期的后 25%（WINDIS 为 0 时），通过 CLRWDT 指令复位

9.2.6 WDT 在休眠和空闲模式下的操作

如果 WDT 使能，它将在休眠或空闲模式下继续运行。发生 WDT 超时时将唤醒器件，代码将从执行指令处继续执行。

WDT 对低功耗系统设计很有用，因为它可用于将器件定期从休眠模式唤醒，检查系统状态，并在必要时执行操作。请注意，SWDTEN 位在这方面很有用。若正常工作时将 WDT 禁止（FWDTEN = 0），则 SWDTEN 位（RCON<5>）可用于在器件即将进入休眠模式前打开 WDT。

9.3 寄存器映射

表 9-2 中提供了与 PIC24F WDT 模块相关的特殊功能寄存器汇总。

表 9-2: 与看门狗定时器相关的特殊功能寄存器映射

寄存器名称	Bit 15	Bit 14	Bit 13	Bit 12	Bit 11	Bit 10	Bit 9	Bit 8	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	所有复位时
RCON	TRAPR	IOPUWR	—	—	—	—	CM	VREGS	EXTR	SWR	SWDTEN	WDTO	SLEEP	IDLE	BOR	POR	xxxx ⁽¹⁾

图注: x = 复位时的未知值, — = 未实现, 读为 0。复位值以十六进制显示。
注 1: RCON 寄存器复位值取决于复位类型。

9.4 设计技巧

问 1: *尽管我在软件主循环中插入了一条 CLRWD_T 指令，为何器件还是复位了？*

答: 确定包含 CLRWD_T 指令的软件循环符合 WDT 的最小值规范（不是典型值）。而且，确定考虑到了中断处理时间。

问 2: *在应用程序中使用 WDT 有哪些好的技巧？*

答: 有许多技巧有助于在使用 WDT 时防止应用程序锁死或跑飞。仔细分析这些技巧您会发现，它们中的大多数都建立在三条基本原则之上：

1. 在您的应用程序中使用且只使用一条 CLRWD_T 指令。在整个应用程序的多处放置该指令会使超时问题解决起来更困难。
2. 在该应用程序主体内放置 CLRWD_T 指令，而不要放在子程序或中断服务程序（ISR）中。如果该指令位于频繁调用的程序内，WDT 很有可能会不断复位，永不超时。
3. 将应用程序编译并确定大小后，将无条件跳转指令（例如 GOTO）放置在整个未使用的程序存储器区域内。如果发生了使程序跳转到未使用的代码空间，从而使代码“跑飞”的情况，GOTO 指令可将单片机带回到您的代码中，这时 WDT 就可帮助您重新控制住应用程序。

9.5 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 PIC24F 器件系列而编写的，但其概念是相关的，通过适当修改即可使用，但使用中可能会受到一定限制。当前与看门狗定时器（WDT）模块相关的应用笔记有：

标题	应用笔记编号
Low-Power Design using PICmicro® Microcontrollers	AN606

注：如需获取更多 PIC24F 系列器件的应用笔记和代码示例，请访问 Microchip 网站（www.microchip.com）。

9.6 版本历史

版本 A（2006 年 5 月）

这是本文档的初始发行版。