
程序监控定时器（DMT）

目录

本章包括下列主题：

1.0	简介	2
2.0	DMT 寄存器	4
3.0	DMT 操作	12
4.0	寄存器映射	15
5.0	相关应用笔记	16
6.0	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。

请参见最新器件数据手册中“**程序监控定时器 (DMT)**”章节开头的注释，以确定本文档是否支持您所使用的器件。

器件数据手册和系列参考手册章节可从 Microchip 网站 (<http://www.microchip.com>) 下载。

1.0 简介

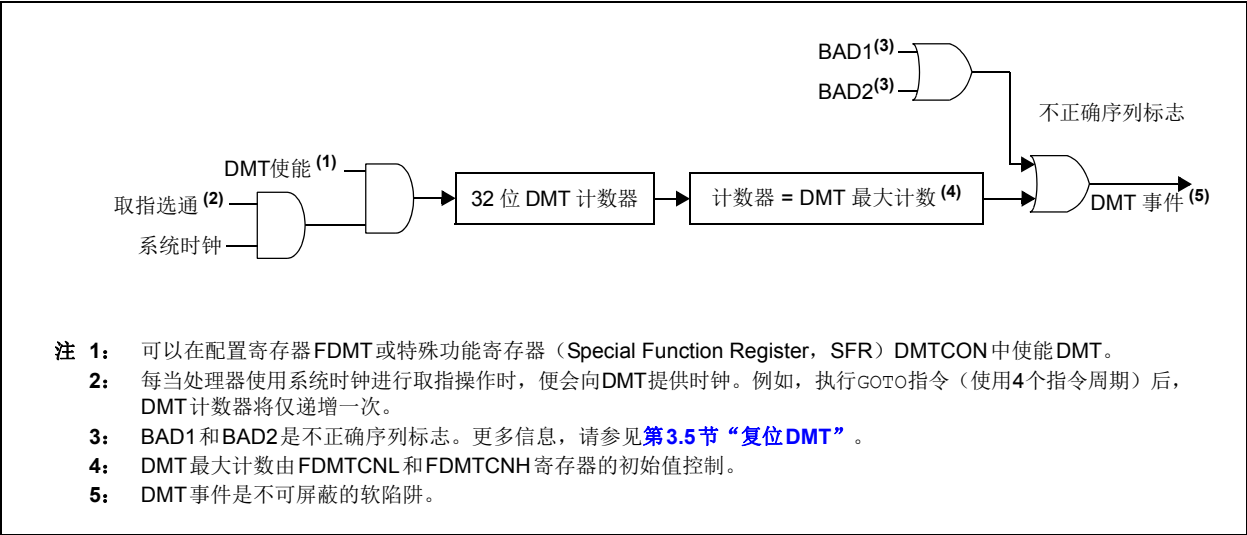
程序监控定时器 (Deadman Timer, DMT) 模块可在用户指定的时序窗口内请求周期性定时器中断，从而帮助用户监视其应用程序的运行状况。DMT 模块是一个同步计数器，使能后可对取指操作进行计数，如果未在指定数量的指令内清零 DMT 计数器，则能够引起软陷阱。DMT 通常连接到用于驱动处理器的系统时钟 (Tcy)。用户需指定定时器超时值和掩码值，掩码值用于指定窗口范围，即比较事件不考虑的计数范围。

以下是此模块的一些重要特性：

- 配置或软件使能控制
- 用户可配置的超时周期或指令计数
- 用于清零定时器的两个指令序列
- 用于清零定时器的 32 位可配置窗口

图 1-1 给出了程序监控定时器模块的框图。

图 1-1： 程序监控定时器模块框图

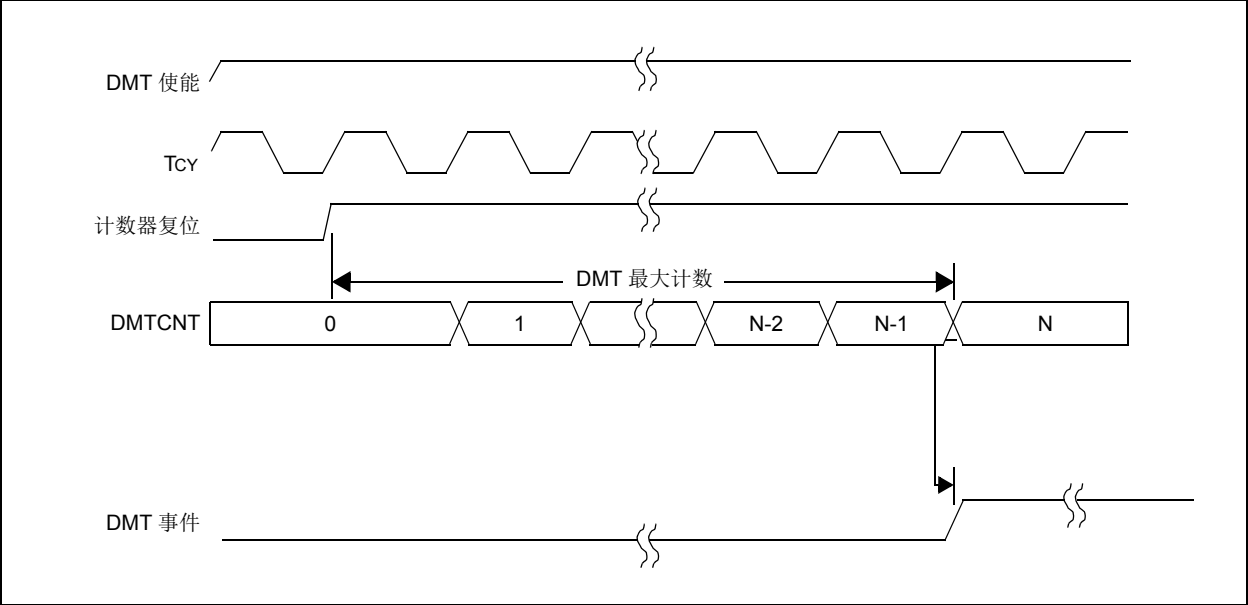


- 注 1：** 可以在配置寄存器 FDMT 或特殊功能寄存器 (Special Function Register, SFR) DMTCON 中使能 DMT。
- 2：** 每当处理器使用系统时钟进行取指操作时，便会向 DMT 提供时钟。例如，执行 GOTO 指令（使用 4 个指令周期）后，DMT 计数器将仅递增一次。
- 3：** BAD1 和 BAD2 是不正确序列标志。更多信息，请参见第 3.5 节“复位 DMT”。
- 4：** DMT 最大计数由 FDMTCNL 和 FDMTCNH 寄存器的初始值控制。
- 5：** DMT 事件是不可屏蔽的软陷阱。

程序监控定时器（DMT）

图1-2给出了程序监控定时器事件的时序图。

图 1-2: 程序监控定时器事件



2.0 DMT 寄存器

注： 每个dsPIC33/PIC24系列器件型号可能具有一个或多个DMT模块。有关更多详细信息，请参见具体器件的数据手册。

DMT 模块由以下特殊功能寄存器（SFR）组成：

• **DMTCON：程序监控定时器控制寄存器**

该寄存器用于使能或禁止程序监控定时器。

• **DMTPRECLR：程序监控定时器预清零寄存器**

该寄存器用于写入一个预清零关键字，以最终清零程序监控定时器。

• **DMTCLR：程序监控定时器清零寄存器**

该寄存器用于在预清零字写入DMTPRECLR寄存器之后写入清零关键字。写入清零关键字后，程序监控定时器将清零。

• **DMTSTAT：程序监控定时器状态寄存器**

该寄存器提供错误关键字值或序列、程序监控定时器事件以及DMT清零窗口是否开启的状态。

• **DMTCNTL：程序监控定时器计数低位字寄存器**和

DMTCNTH：程序监控定时器计数高位字寄存器

这两个低位字和高位字计数寄存器共同组成一个32位计数器寄存器，允许用户软件读取DMT计数器的内容。

• **DMTPSCNTL：状态配置后的DMT计数状态低位字寄存器**和

DMTPSCNTH：状态配置后的DMT计数状态高位字寄存器

这两个低位字和高位字寄存器分别提供FDMTCNTL和FDMTCNTH寄存器中DMTCNTx配置位的值。

• **DMTPSINTVL：状态配置后的DMT间隔状态低位字寄存器**和

DMTPSINTVH：状态配置后的DMT间隔状态高位字寄存器

这两个低位字和高位字寄存器分别提供FDMTINTVL和FDMTINTVH寄存器中DMTIVTx配置位的值。

• **DMTHOLDREG：DMT保持寄存器**

读取DMTCNTH和DMTCNTL寄存器时，该寄存器用于保存最后一次从DMTCNTH寄存器读取的值。

表2-1：影响程序监控定时器模块的熔丝配置寄存器

寄存器名称	说明
FDMT	将该寄存器中的DMTEN位置1可使能DMT模块，将该位清零可禁止DMT模块。
FDMTCNTL和FDMTCNTH	低16位（DMTCNT<15:0>）和高16位（DMTCNT<31:16>）用于配置32位DMT指令计数超时值。写入这两个寄存器的值是DMT事件所需的总指令数。
FDMTINTVL和FDMTINTVH	低16位（DMTIVT<15:0>）和高16位（DMTIVT<31:16>）用于配置32位DMT窗口间隔。写入这两个寄存器的值是清零DMT所需的总指令数。

程序监控定时器（DMT）

2.1 DMT控制寄存器

寄存器2-1: **DMTCON: 程序监控定时器控制寄存器**

R/W-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0
ON ⁽¹⁾	—	—	—	—	—	—	—
bit 15							bit 8

U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-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 **ON:** 程序监控定时器模块使能位⁽¹⁾

1 = 使能程序监控定时器模块

0 = 不使能程序监控定时器模块

bit 14-0 **未实现:** 读为0

注 1: 只有当FDMT寄存器中的DMTEN = 0时, 该位才具有控制权。

寄存器2-2: **DMTPRECLR: 程序监控定时器预清零寄存器**

R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
STEP1<7:0>							
bit 15							bit 8

U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-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 15-8 **STEP1<7:0>:** 预清零使能位

01000000 = 使能程序监控定时器预清零 (步骤1)

所有其他写模式 = 将BAD1标志置1。发生DMT复位事件时, 这些位将被清零。如果按正确序列向STEP2<7:0>位装入正确值, STEP1<7:0>也会清零。

bit 7-0 **未实现:** 读为0

dsPIC33/PIC24 系列参考手册

寄存器 2-3: DMTCLR: 程序监控定时器清零寄存器

U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0
—	—	—	—	—	—	—	—
bit 15							bit 8

R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
STEP2<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 15-8

未实现: 读为 0

bit 7-0

STEP2<7:0>: 清零定时器位

00001000 = 只有按正确序列正确装载STEP1<7:0>位后, 才能清零STEP1<7:0>位、STEP2<7:0>位和程序监控定时器。通过读取DMTCNT寄存器并观察发生复位的计数器, 可以校验对这些位的写操作。

所有其他写模式 = 将BAD2标志置1。STEP1<7:0>的值将保持不变, 并将捕捉STEP2<7:0>写入的新值。发生DMT复位事件时, 这些位也会清零。

程序监控定时器（DMT）

寄存器 2-4: **DMTSTAT**: 程序监控定时器状态寄存器

U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0
—	—	—	—	—	—	—	—
bit 15							bit 8

R-0, HC	R-0, HC	R-0, HC	U-0	U-0	U-0	U-0	R-0
BAD1	BAD2	DMTEVENT	—	—	—	—	WINOPN
bit 7							bit 0

图注:	HC = 硬件清零位			U = 未实现位, 读为 0			
R = 可读位	W = 可写位						
-n = POR时的值	1 = 置 1			0 = 清零		x = 未知	

bit 15-8	未实现: 读为 0
bit 7	BAD1: 错误 STEP1<7:0> 值检测位 1 = 检测到不正确的 STEP1<7:0> 值 0 = 未检测到不正确的 STEP1<7:0> 值
bit 6	BAD2: 错误 STEP2<7:0> 值检测位 1 = 检测到不正确的 STEP2<7:0> 值 0 = 未检测到不正确的 STEP2<7:0> 值
bit 5	DMTEVENT: 程序监控定时器事件位 1 = 检测到程序监控定时器事件 (计数器计满或在计数器递增前输入错误的 STEP1<7:0> 或 STEP2<7:0> 值) 0 = 未检测到程序监控定时器事件
bit 4-1	未实现: 读为 0
bit 0	WINOPN: 程序监控定时器清零窗口位 1 = 已开启程序监控定时器清零窗口 0 = 未开启程序监控定时器清零窗口

dsPIC33/PIC24 系列参考手册

寄存器 2-5: DMTCNTRL: 程序监控定时器计数低位字寄存器

R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0
COUNTER<15:8>							
bit 15				bit 8			

R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0
COUNTER<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 COUNTER<15:0>: 读取DMT计数器低位字的当前内容

寄存器 2-6: DMTCNTH: 程序监控定时器计数高位字寄存器

R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0
COUNTER<31:24>							
bit 15				bit 8			

R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0
COUNTER<23:16>							
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 COUNTER<31:16>: 读取DMT计数器高位字的当前内容

程序监控定时器（DMT）

寄存器 2-7: **DMTPSCNTL**: 状态配置后的 DMT 计数状态低位字寄存器

R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0
PSCNT<15:8>							
bit 15							
bit 8							
R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0
PSCNT<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 **PSCNT<15:0>**: DMT 指令计数值配置状态低位字
它始终为 FDMTCNTL 配置寄存器的值。

寄存器 2-8: **DMTPSCNTH**: 状态配置后的 DMT 计数状态高位字寄存器

R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0
PSCNT<31:24>							
bit 15							
bit 8							
R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0
PSCNT<23:16>							
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 **PSCNT<31:16>**: DMT 指令计数值配置状态高位字
它始终为 FDMTCNTH 配置寄存器的值。

dsPIC33/PIC24 系列参考手册

寄存器 2-9: DMTPSINTVL: 状态配置后的 DMT 间隔状态低位字寄存器

R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0
PSINTV<15:8>							
bit 15				bit 8			

R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0
PSINTV<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 **PSINTV<15:0>**: DMT 窗口间隔配置状态低位字
它始终为 FDMTINTVL 配置寄存器的值。

寄存器 2-10: DMTPSINTVH: 状态配置后的 DMT 间隔状态高位字寄存器

R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0
PSINTV<31:24>							
bit 15				bit 8			

R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0
PSINTV<23:16>							
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 **PSINTV<31:16>**: DMT 窗口间隔配置状态高位字
它始终为 FDMTINTVH 配置寄存器的值。

程序监控定时器（DMT）

寄存器2-11: DMTHOLDREG: DMT保持寄存器

R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0
UPRCNT<15:8> ⁽¹⁾							
bit 15				bit 8			

R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0
UPRCNT<7:0> ⁽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 15-0 **UPRCNT<15:0>**: 当最后一次读取DMTCNTL和DMTCNTH寄存器时, 包含DMTCNTH寄存器的值⁽¹⁾

注 1: DMTHOLDREG 寄存器在复位时初始化为0, 并且仅在读取DMTCNTL和DMTCNTH寄存器时装载。

3.0 DMT 操作

3.1 工作模式

程序监控定时器（DMT）模块的主要功能是在发生软件故障时使处理器中断。DMT 模块是一个基于系统时钟自由运行的取指操作定时器，它在每次发生取指操作时产生计数，直到计数匹配为止。当处理器处于休眠模式时，不会产生取指操作。

DMT 模块由一个 32 位计数器（即只读 DMTCNTH 和 DMTCNTH 寄存器）组成，其超时计数匹配值由两个外部 16 位配置熔丝寄存器 FDMTCNTH 和 FDMTCNTH 指定。每当计数匹配时，便会发生 DMT 事件（仅仅是一个软陷阱）。

DMT 模块通常用于任务关键型和安全关键型应用，在此类情况下必须检测软件功能和时序方面的任何故障。

3.2 使能和禁止 DMT 模块

DMT 模块可以通过器件配置使能或禁止，也可通过软件写入 DMTCON 寄存器的方式使能。

如果 FDMT 寄存器中的 DMTEN 配置位置 1，则 DMT 始终使能。ON 控制位（DMTCON<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。要禁止 DMT，必须将配置重新写入器件。如果熔丝中的 DMTEN 设置为 0，则会以硬件方式禁止 DMT。

软件可以通过将程序监控定时器控制（DMTCON）寄存器中的 ON 位置 1 来使能 DMT。但是，对于软件控制，FDMT 寄存器中的 DMTEN 配置位应设置为 0。无法以软件方式禁止 DMT。

3.3 DMT 计数窗口间隔

DMT 模块具有窗口工作模式。FDMTINTVL 和 FDMTINTVH 寄存器中的 DMTIVT<15:0> 和 DMTIVT<31:16> 配置位分别设置窗口间隔值。在窗口模式下，软件只能在计数器处于发生计数匹配前的最终窗口中时清零 DMT。也就是说，只有 DMT 计数器值大于或等于写入窗口间隔值的值时，才能将清零序列插入 DMT 模块。如果在允许的窗口之前清零 DMT，则会立即产生程序监控定时器软陷阱。

3.4 节能模式下的 DMT 操作

由于 DMT 模块仅通过取指操作递增，因此当内核处于非活动状态时，计数值将不会更改。DMT 模块在休眠和空闲模式下保持非活动状态。器件从休眠或空闲模式唤醒后，DMT 计数器会再次开始递增。

3.5 复位DMT

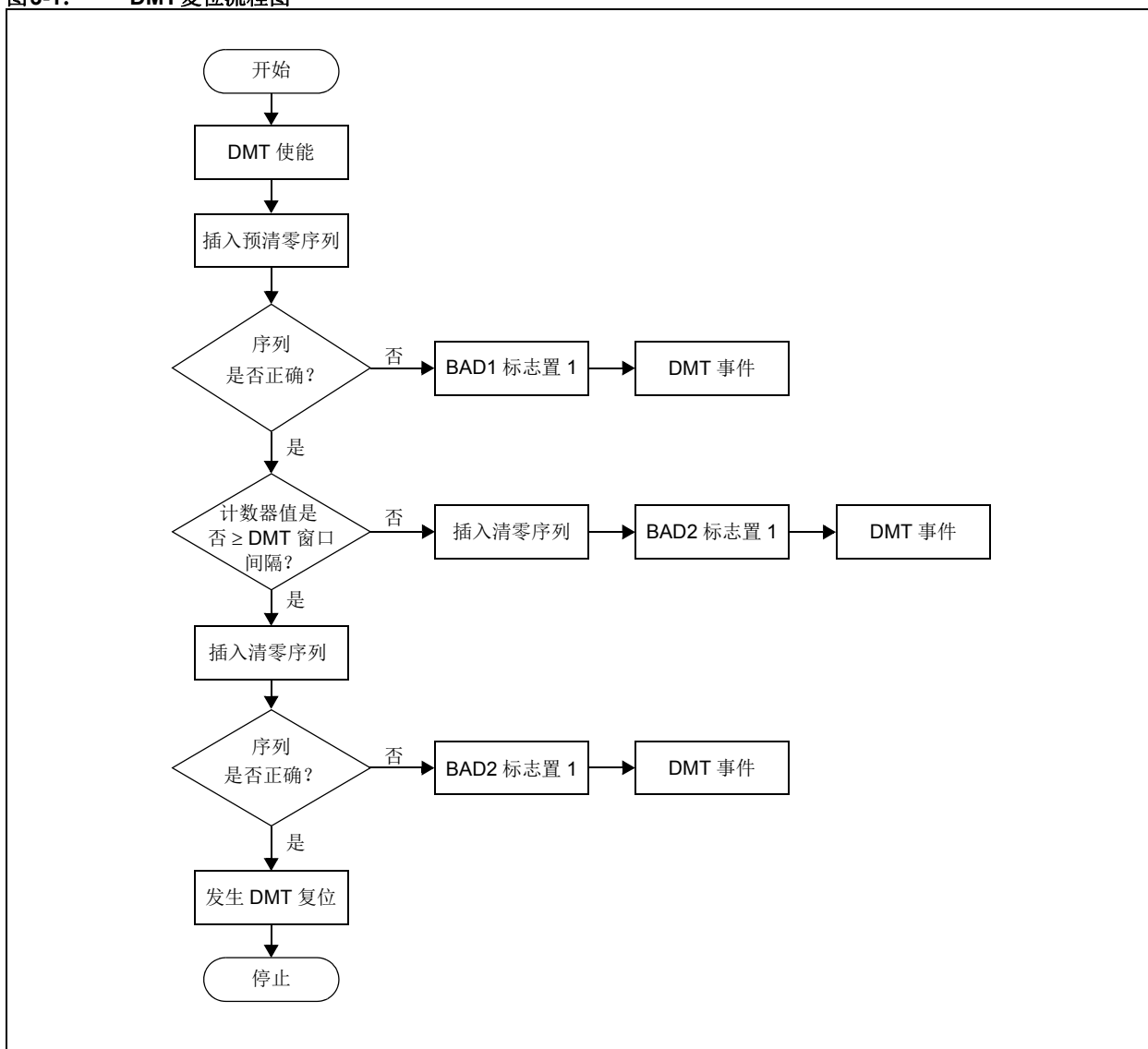
可以通过两种方式复位DMT：一种方式是使用系统复位，另一种方式是将有序序列写入DMTPRECLR和DMTCLR寄存器。清零DMT计数器值时需要特殊的操作序列：

1. 必须向DMTPRECLR寄存器中的STEP1<7:0>位写入01000000（0x40）。
2. 必须向DMTCLR寄存器中的STEP2<7:0>位写入00001000（0x08）。仅当在步骤1之后且DMT处于开启窗口间隔中时，才能执行此操作。

写入这些值后，DMT计数器将清零。DMTPRECLR、DMTCLR和DMTSTAT寄存器的值也将清零。

如果将0x40以外的任何其他值写入STEP1x位，则DMTSTAT寄存器中的BAD1位将置1，这将导致发生DMT事件。如果将0x08以外的任何其他值写入STEP2x位，则将导致DMTSTAT寄存器中的BAD2位置1。另外，如果步骤1没有在步骤2之前执行，或者步骤2没有在开启窗口间隔内执行，则会导致BAD2标志置1。随即将发生DMT事件。请参见图3-1所示的流程图。

图3-1： DMT复位流程图



3.6 DMT 计数选择

程序监控定时器计数分别由FDMTCNTL和FDMTCNTH寄存器中的DMTCNTL<15:0>和DMTCNTH<31:16>寄存器位设置。当前的DMT计数值可以通过读取程序监控定时器计数低位字和高位字寄存器DMTCNTL和DMTCNTH来获得。

DMTPSCNTL和DMTPSCNTH寄存器中的PSCNT<15:0>和PSCNT<31:16>位分别允许软件读取为程序监控定时器选择的最大计数。这意味着这些PSCNTx位值仅仅是最初写入配置熔丝寄存器FDMTCNTL和FDMTCNTH中的DMTCNTx位的值。无论何时发生DMT事件，用户始终都可以进行比较以查看DMTCNTL和DMTCNTH寄存器中的当前计数器值是否等于保存最大计数值的DMTPSCNTL和DMTPSCNTH寄存器的值。

DMTPSINTVL和DMTPSINTVH寄存器中的PSINTV<15:0>和PSINTV<31:16>位分别允许软件读取DMT窗口间隔值。这意味着这两个寄存器会读取写入FDMTINTVL和FDMTINTVH寄存器的值。因此，只要DMTCNTL和DMTCNTH中的DMT当前计数器值达到DMTPSINTVL和DMTPSINTVH寄存器的值，窗口间隔便会开启，以便用户可以将清零序列插入STEP2x位，这将导致DMT复位。

每当读取DMTCNTL和DMTCNTH时，DMTHOLDREG寄存器中的UPRCNT<15:0>位便将保留最后一次读取的DMT计数值高位字寄存器（DMTCNTH）的值。

4.0 寄存器映射

表4-1中提供了与程序监控定时器（DMT）模块相关的寄存器的汇总。

表4-1: DMT 寄存器映射

SFR 名称	地址	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	所有复位时的值
DMTCON	0700	ON	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0000
DMTPRECLR	0704	STEP1<7:0>								—	—	—	—	—	—	—	—	0000
DMTCLR	0708	—	—	—	—	—	—	—	—	STEP2<7:0>								0000
DMTSTAT	070C	—	—	—	—	—	—	—	—	BAD1	BAD2	DMTEVENT	—	—	—	—	WINOPN	0000
DMTCNTL	0710	COUNTER<15:0>																0000
DMTCNTH	0712	COUNTER<31:16>																0000
DMTHOLDREG	0714	UPRCNT<15:0>																0000
DMTPSCNTL	0718	PSCNT<15:0>																0000
DMTPSCNTH	071A	PSCNT<31:16>																0000
DMTPSINTVL	071C	PSINTV<15:0>																0000
DMTPSINTVH	071E	PSINTV<31:16>																0000

图注： — = 未实现，读为0。复位值用十六进制表示。

5.0 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产品系列而编写的，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。当前与程序监控定时器（DMT）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。	

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

6.0 版本历史

6.1 版本A（2014年2月）

本文档的初始版本。

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。除非另外声明，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。

有关 Microchip 质量管理体系的更多信息，请访问
www.microchip.com/quality。

商标

Microchip 的名称和徽标组合、Microchip 徽标、Adaptec、AnyRate、AVR、AVR 徽标、AVR Freaks、BesTime、BitCloud、chipKIT、chipKIT 徽标、CryptoMemory、CryptoRF、dsPIC、FlashFlex、flexPWR、HELDO、IGLOO、JukeBlox、KeeLoq、Kleer、LANCheck、LinkMD、maxStylus、maxTouch、MediaLB、megaAVR、Microsemi、Microsemi 徽标、MOST、MOST 徽标、MPLAB、OptoLyzer、PacTime、PIC、picoPower、PICSTART、PIC32 徽标、PolarFire、Prochip Designer、QTouch、SAM-BA、SenGenuity、SpyNIC、SST、SST 徽标、SuperFlash、Symmetricom、SyncServer、Tachyon、TempTrackr、TimeSource、tinyAVR、UNI/O、Vectron 及 XMEGA 均为 Microchip Technology Incorporated 在美国和其他国家或地区的注册商标。

APT、ClockWorks、The Embedded Control Solutions Company、EtherSynch、FlashTec、Hyper Speed Control、HyperLight Load、IntelliMOS、Libero、motorBench、mTouch、Powermite 3、Precision Edge、ProASIC、ProASIC Plus、ProASIC Plus 徽标、Quiet-Wire、SmartFusion、SyncWorld、Temux、TimeCesium、TimeHub、TimePictra、TimeProvider、Vite、WinPath 和 ZL 均为 Microchip Technology Incorporated 在美国的注册商标。

Adjacent Key Suppression、AKS、Analog-for-the-Digital Age、Any Capacitor、AnyIn、AnyOut、BlueSky、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、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.、SQL、SuperSwitcher、SuperSwitcher II、Total Endurance、TSHARC、USBCheck、VariSense、ViewSpan、WiperLock、Wireless DNA 和 ZENA 均为 Microchip Technology Incorporated 在美国和其他国家或地区的商标。

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

Adaptec 徽标、Frequency on Demand、Silicon Storage Technology 和 Symmcom 均为 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。

© 2020, Microchip Technology Incorporated 版权所有。

ISBN: 978-1-5224-5689-6

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: 45-4485-5910
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: 49-7131-72400

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: 47-7288-4388

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