

第 19 章 比较器

目录

本章包括下列主题：

19.1	简介	19-2
19.2	比较器控制寄存器	19-3
19.3	比较器工作原理	19-16
19.4	中断	19-20
19.5	I/O 引脚控制	19-22
19.6	节能和调试模式下的操作	19-23
19.7	复位的影响	19-23
19.8	相关应用笔记	19-24
19.9	版本历史	19-25

19.2 比较器控制寄存器

注： 每个不同的 PIC32MX 器件型号可能具有一个或多个比较器模块。在引脚、控制 / 状态位和寄存器的名称中使用的“x”表示特定的模块。更多详细信息，请参见具体器件数据手册。

比较器模块包含以下特殊功能寄存器（Special Function Register，SFR）：

- CMxCON：模块“x”的比较器控制寄存器
CMxCONCLR、CMxCONSET 和 CMxCONINV：CMxCON 的原子级位操作只写寄存器
- CMSTAT：比较器状态寄存器
CMSTATCLR、CMSTATSET 和 CMSTATINV：CMSTAT 的原子级位操作只写寄存器

比较器模块还具有以下中断控制寄存器：

- IFS1：中断标志状态寄存器
- IFS1CLR、IFS1SET 和 IFS1INV：IFS1 的原子级位操作只写寄存器
- IEC1：中断允许控制寄存器
- IEC1CLR、IEC1SET 和 IEC1INV：IEC1 的原子级位操作只写寄存器
- IPC7：中断优先级控制寄存器
- IPC7CLR、IPC7SET 和 IPC7INV：IPC7 的原子级位操作只写寄存器

下表简要汇总了所有与比较器相关的寄存器。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 19-1： 比较器 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
CM1CON	31:24	—	—	—	—	—	—	—
	23:16	—	—	—	—	—	—	—
	15:8	ON	COE	CPOL	—	—	—	COUT
	7:0	EVPOL<1:0>		—	CREF	—	—	CCH<1:0>
CM1CONCLR	31:0	写入时会将 CM1CON 中的选定位置清零，读取时获得的值未定义						
CM1CONSET	31:0	写入时会将 CM1CON 中的选定位置 1，读取时获得的值未定义						
CM1CONINV	31:0	写入时会将 CM1CON 中的选定位置取反，读取时获得的值未定义						
CM2CON	31:24	—	—	—	—	—	—	—
	23:16	—	—	—	—	—	—	—
	15:8	ON	COE	CPOL	—	—	—	COUT
	7:0	EVPOL<1:0>		—	CREF	—	—	CCH<1:0>
CM2CONCLR	31:0	写入时会将 CM2CON 中的选定位置清零，读取时获得的值未定义						
CM2CONSET	31:0	写入时会将 CM2CON 中的选定位置 1，读取时获得的值未定义						
CM2CONINV	31:0	写入时会将 CM2CON 中的选定位置取反，读取时获得的值未定义						
CMSTAT	31:24	—	—	—	—	—	—	—
	23:16	—	—	—	—	—	—	—
	15:8	—	FRZ	SIDL	—	—	—	—
	7:0	—	—	—	—	—	C2OUT	C1OUT
CMSTATCLR	31:0	写入时会将 CMSTAT 中的选定位置清零，读取时获得的值未定义						
CMSTATSET	31:0	写入时会将 CMSTAT 中的选定位置 1，读取时获得的值未定义						
CMSTATINV	31:0	写入时会将 CMSTAT 中的选定位置取反，读取时获得的值未定义						

表 19-1: 比较器 SFR 汇总 (续)

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
IFS1	31:24	—	—	—	—	—	—	USBIF	FCEIF
	23:16	—	—	—	—	DMA3IF	DMA2IF	DMA1IF	DMA0IF
	15:8	RTCCIF	FSCMIF	I2C2MIF	I2C2SIF	I2C2BIF	U2TXIF	U2RXIF	U2EIF
	7:0	SPI2RXIF	SPI2TXIF	SPI2EIF	CMP2IF	CMP1IF	PMPIF	AD1IF	CNIF
IFS1CLR	31:0	写入时会将 IFS1 中的选定位置清零，读取时获得的值未定义							
IFS1SET	31:0	写入时会将 IFS1 中的选定位置 1，读取时获得的值未定义							
IFS1INV	31:0	写入时会将 IFS1 中的选定位置取反，读取时获得的值未定义							
IEC1	31:24	—	—	—	—	—	—	USBIE	FCEIE
	23:16	—	—	—	—	DMA3IE	DMA2IE	DMA1IE	DMA0IE
	15:8	RTCCIE	FSCMIE	I2C2MIE	I2C2SIE	I2C2BIE	U2TXIE	U2RXIE	U2EIE
	7:0	SPI2RXIE	SPI2TXIE	SPI2EIE	CMP2IE	CMP1IE	PMPIE	AD1IE	CNIE
IEC1CLR	31:0	写入时会将 IEC1 中的选定位置清零，读取时获得的值未定义							
IEC1SET	31:0	写入时会将 IEC1 中的选定位置 1，读取时获得的值未定义							
IEC1INV	31:0	写入时会将 IEC1 中的选定位置取反，读取时获得的值未定义							
IPC7	31:24	—	—	—	SPI2IP<2:0>			SP2IS<1:0>	
	23:16	—	—	—	CMP2IP<2:0>			CMP2IS<1:0>	
	15:8	—	—	—	CMP1IP<2:0>			CMP1IS<1:0>	
	7:0	—	—	—	PMPIP<2:0>			PMPIS<1:0>	
IPC7CLR	31:0	写入时会将 IPC7 中的选定位置清零，读取时获得的值未定义							
IPC7SET	31:0	写入时会将 IPC7 中的选定位置 1，读取时获得的值未定义							
IPC7INV	31:0	写入时会将 IPC7 中的选定位置取反，读取时获得的值未定义							

寄存器 19-1: CM1CON: 比较器 1 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/W-0	R/W-0	r-x	r-x	r-x	r-x	R-0
ON	COE	CPOL	—	—	—	—	COUT
bit 15						bit 8	
R/W-1	R/W-1	r-x	R/W-0	r-x	r-x	R/W-1	R/W-1
EVPOL<1:0>		—	CREF	—	—	CCH<1:0>	
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 31-16 保留: 写入 0; 忽略读操作

bit 15 **ON:** 比较器使能位

1 = 使能模块。将该位置 1 不会影响该寄存器中的其他位。

0 = 禁止模块并且不消耗电流。将该位清零不会影响该寄存器中的其他位。

注: 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 **COE:** 比较器输出使能位

1 = 在输出 C1OUT 引脚上驱动比较器输出

0 = 不在输出 C1OUT 引脚上驱动比较器输出

bit 13 **CPOL:** 比较器输出反相位

1 = 输出反相

0 = 输出不反相

注: 该位置 1 时, 到比较器中断发生器的信号也会反相。这会导致在与 EVPOL<1:0> 所选边沿相反的边沿上产生中断。

bit 12 保留: 写入 0; 忽略读操作

bit 11-9 保留: 写入 0; 忽略读操作

bit 8 **COUT:** 比较器输出位

1 = 比较器的输出为 1

0 = 比较器的输出为 0

bit 7-6 **EVPOL<1:0>:** 中断事件极性选择位

11 = 在比较器输出从低电平跳变为高电平或从高电平跳变为低电平时产生比较器中断

10 = 在比较器输出从高电平跳变为低电平时产生比较器中断

01 = 在比较器输出从低电平跳变为高电平时产生比较器中断

00 = 禁止产生比较器中断

bit 5 保留: 写入 0; 忽略读操作

寄存器 19-1: CM1CON: 比较器 1 控制寄存器 (续)

bit 4	CREF: 比较器 1 同相输入配置位 1 = 比较器同相输入连接到内部 CVREF 0 = 比较器同相输入连接到 C1IN+ 引脚
bit 3-2	保留: 写入 0 ; 忽略读操作
bit 1-0	CCH<1:0>: 比较器 1 的比较器反相输入选择位 11 = 比较器反相输入连接到 IVREF 10 = 比较器反相输入连接到 C2IN+ 引脚 01 = 比较器反相输入连接到 C1IN+ 引脚 00 = 比较器反相输入连接到 C1IN- 引脚

寄存器 19-2: CM1CONCLR: 比较器控制清零寄存器

写入时会将 CM1CON 中的选定位清零，读取时获得的值未定义	
bit 31	bit 0

bit 31-0 将 **CM1CON** 中的选定位清零

在一个或多个位中写入 1 会将 **CM1CON** 寄存器中的相应位清零，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: CM1CONCLR = 0x00008001 时，会将 **CM1CON** 寄存器中的 bit 15 和 bit 0 清零。

寄存器 19-3: CM1CONSET: 比较器控制置 1 寄存器

写入时会将 CM1CON 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 **CM1CON** 中的选定位置 1

在一个或多个位中写入 1 会将 **CM1CON** 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: CM1CONSET = 0x00008001 时，会将 **CM1CON** 寄存器中的 bit 15 和 bit 0 置 1。

寄存器 19-4: CM1CONINV: 比较器控制取反寄存器

写入时会将 CM1CON 中的选定位取反，读取时获得的值未定义	
bit 31	bit 0

bit 31-0 将 **CM1CON** 中的选定位取反

在一个或多个位中写入 1 会将 **CM1CON** 寄存器中的相应位取反，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: CM1CONINV = 0x00008001 时，会将 **CM1CON** 寄存器中的 bit 15 和 bit 0 取反。

寄存器 19-5: CM2CON: 比较器 2 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/W-0	R/W-0	r-x	r-x	r-x	r-x	R-0
ON	COE	CPOL	—	—	—	—	COUT
bit 15				bit 8			

R/W-1	R/W-1	r-x	R/W-0	r-x	r-x	R/W-1	R/W-1
EVPOL<1:0>	—	—	CREF	—	—	CCH<1:0>	—
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 31-16 **保留:** 写入 0; 忽略读操作

bit 15 **ON:** 比较器使能位

1 = 使能模块。将该位置 1 不会影响该寄存器中的其他位。

0 = 禁止模块并且不消耗电流。将该位清零不会影响该寄存器中的其他位。

注: 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 **COE:** 比较器输出使能位

1 = 在输出 C2OUT 引脚上驱动比较器输出

0 = 不在输出 C2OUT 引脚上驱动比较器输出

bit 13 **CPOL:** 比较器输出反相位

1 = 输出反相

0 = 输出不反相

注: 该位置 1 时, 到比较器中断发生器的信号也会反相。这会导致在与 EVPOL<1:0> 所选边沿相反的边沿上产生中断。

bit 12 **保留:** 写入 0; 忽略读操作

bit 11-9 **保留:** 写入 0; 忽略读操作

bit 8 **COUT:** 比较器输出位

1 = 比较器的输出为 1

0 = 比较器的输出为 0

bit 7-6 **EVPOL<1:0>:** 中断事件极性选择位

11 = 在比较器输出从低电平跳变为高电平或从高电平跳变为低电平时产生比较器中断

10 = 在比较器输出从高电平跳变为低电平时产生比较器中断

01 = 在比较器输出从低电平跳变为高电平时产生比较器中断

00 = 禁止产生比较器中断

bit 5 **保留:** 写入 0; 忽略读操作

寄存器 19-5: CM2CON: 比较器 2 控制寄存器 (续)

bit 4

CREF: 比较器 2 同相输入配置位

1 = 比较器同相输入连接到内部 CVREF

0 = 比较器同相输入连接到 C2IN+ 引脚

bit 3-2

保留: 写入 0；忽略读操作

bit 1-0

CCH<1:0>: 比较器 2 的比较器反相输入选择位

11 = 比较器反相输入连接到 IVREF

10 = 比较器反相输入连接到 C1IN+ 引脚

01 = 比较器反相输入连接到 C2IN+ 引脚

00 = 比较器反相输入连接到 C2IN- 引脚

寄存器 19-6: CM2CONCLR: 比较器控制清零寄存器

写入时会将 CM2CON 中的选定位清零，读取时获得的值未定义	
bit 31	bit 0

bit 31-0

将 CM2CON 中的选定位清零

在一个或多个位中写入 1 会将 CM2CON 寄存器中的相应位清零，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: CM2CONCLR = 0x00008001 时，会将 CM2CON 寄存器中的 bit 15 和 bit 0 清零。

寄存器 19-7: CM2CONSET: 比较器控制置 1 寄存器

写入时会将 CM2CON 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 CM2CON 中的选定位置 1

在一个或多个位中写入 1 会将 CM2CON 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: CM2CONSET = 0x00008001 时，会将 CM2CON 寄存器中的 bit 15 和 bit 0 置 1。

寄存器 19-8: CM2CONINV: 比较器控制取反寄存器

写入时会将 CM2CON 中的选定位取反，读取时获得的值未定义	
bit 31	bit 0

bit 31-0

将 CM2CON 中的选定位取反

在一个或多个位中写入 1 会将 CM2CON 寄存器中的相应位取反，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: CM2CONINV = 0x00008001 时，会将 CM2CON 寄存器中的 bit 15 和 bit 0 取反。

寄存器 19-9: CMSTAT: 比较器控制寄存器

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-X	R/W-0	R/W-0	r-X	r-X	r-X	r-X	r-X
—	FRZ	SIDL	—	—	—	—	—
bit 15						bit 8	
r-X	r-X	r-X	r-X	r-X	r-X	R-0	R-0
—	—	—	—	—	—	C2OUT	C1OUT
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 31-15

保留: 写入 0 ; 忽略读操作
- bit 14

FRZ: 冻结控制位

1 = 在 CPU 进入调试异常模式时停止工作

0 = 在 CPU 进入调试异常模式时继续工作

注: FRZ 仅在调试异常模式下可写。在正常模式下总是读为 0。
- bit 13

SIDL: 空闲模式停止控制位

1 = 在空闲模式下, 禁止所有比较器模块

0 = 在空闲模式下, 所有比较器模块继续工作
- bit 12-2

保留: 写入 0 ; 忽略读操作
- bit 1

C2OUT: 比较器输出位

1 = 比较器 2 的输出为 1

0 = 比较器 2 的输出为 0
- bit 0

C1OUT: 比较器输出位

1 = 比较器 1 的输出为 1

0 = 比较器 1 的输出为 0

寄存器 19-10: CMSTATCLR: 比较器控制清零寄存器

写入时会将 CMSTAT 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 CMSTAT 中的选定位置清零

在一个或多个位中写入 1 会将 CMSTAT 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: CMSTATCLR = 0x00002000 时，会将 CMSTAT 寄存器中的 bit 13 清零。

寄存器 19-11: CMSTATSET: 比较器控制置 1 寄存器

写入时会将 CMSTAT 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 CMSTAT 中的选定位置 1

在一个或多个位中写入 1 会将 CMSTAT 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: CMSTATSET = 0x00002000 时，会将 CMSTAT 寄存器中的 bit 13 置 1。

寄存器 19-12: CMSTATINV: 比较器控制取反寄存器

写入时会将 CMSTAT 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 CMSTAT 中的选定位置取反

在一个或多个位中写入 1 会将 CMSTAT 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: CMSTATINV = 0x00002000 时，会将 CMSTAT 寄存器中的 bit 13 取反。

寄存器 19-13: IFS1: 中断标志状态寄存器 1⁽¹⁾

r-x	r-x	r-x	r-x	r-x	r-x	R/W-0	R/W-0
—	—	—	—	—	—	USBIF	FCEIF
bit 31						bit 24	
r-0	r-0	r-0	r-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
—	—	—	—	DMA3IF	DMA2IF	DMA1IF	DMA0IF
bit 23						bit 16	
R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
RTCCIF	FSCMIF	I2C2MIF	I2C2SIF	I2C2BIF	U2TXIF	U2RXIF	U2EIF
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
SPI2RXIF	SPI2TXIF	SPI2EIF	CMP2IF	CMP1IF	PMPIF	AD1IF	CNIF
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 **CMP2IF:** 比较器 2 中断请求标志位
- 1 = 产生了中断请求
- 0 = 未产生中断请求
- bit 3 **CMP1IF:** 比较器 1 中断请求标志位
- 1 = 产生了中断请求
- 0 = 未产生中断请求

注 1: 该中断寄存器中的阴影位名称用于控制其他 PIC32MX 外设，与比较器无关。

PIC32MX 系列参考手册

寄存器 19-14: IEC1: 中断允许控制寄存器 1⁽¹⁾

r-x	r-x	r-x0	r-x	r-x	r-x	R/W-0	R/W-0
—	—	—	—	—	—	USBIE	FCEIE
bit 31						bit 24	

r-0	r-0	r-0	r-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
—	—	—	—	DMA3IE	DMA2IE	DMA1IE	DMA0IE
bit 23						bit 16	

R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
RTCCIE	FSCMIE	I2C2MIE	I2C2SIE	I2C2BIE	U2TXIE	U2RXIE	U2EIE
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
SPI2RXIE	SPI2TXIE	SPI2EIE	CMP2IE	CMP1IE	PMP1E	AD1IE	CNIE
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 **CMP2IE:** 比较器 2 中断允许位

1 = 允许中断

0 = 禁止中断

bit 3 **CMP1IE:** 比较器 1 中断允许位

1 = 允许中断

0 = 禁止中断

注 1: 该中断寄存器中的阴影位名称用于控制其他 PIC32MX 外设，与比较器无关。

寄存器 19-15: IPC7: 中断优先级控制寄存器 7⁽¹⁾

r-x	r-x	r-x	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
—	—	—	SPI2IP<2:0>			SPI2IS<1:0>	
bit 31			bit 24				
r-x	r-x	r-x	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
—	—	—	CMP2IP<2:0>			CMP2IS<1:0>	
bit 23			bit 16				
r-x	r-x	r-x	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
—	—	—	CMP1IP<2:0>			CMP1IS<1:0>	
bit 15			bit 8				
r-x	r-x	r-x	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
—	—	—	PMPIP<2:0>			PMPIS<1:0>	
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 20-18

CMP2IP<2:0>: 比较器 2 中断优先级位
111 = 中断优先级为 7
110 = 中断优先级为 6
101 = 中断优先级为 5
100 = 中断优先级为 4
011 = 中断优先级为 3
010 = 中断优先级为 2
001 = 中断优先级为 1
000 = 禁止中断
- bit 17-6

CMP2IS<1:0>: 比较器 2 中断子优先级位
11 = 中断子优先级为 3
10 = 中断子优先级为 2
01 = 中断子优先级为 1
00 = 中断子优先级为 0
- bit 12-10

CMP1IP<2:0>: 比较器 1 中断优先级位
111 = 中断优先级为 7
110 = 中断优先级为 6
101 = 中断优先级为 5
100 = 中断优先级为 4
011 = 中断优先级为 3
010 = 中断优先级为 2
001 = 中断优先级为 1
000 = 禁止中断
- bit 9-8

CMP1IS<1:0>: 比较器 1 中断子优先级位
11 = 中断子优先级为 3
10 = 中断子优先级为 2
01 = 中断子优先级为 1
00 = 中断子优先级为 0

注 1: 该中断寄存器中的阴影位名称用于控制其他 PIC32MX 外设, 与比较器无关。

19.3 比较器工作原理

19.3.1 比较器配置

比较器模块具有灵活的输入和输出配置，模块可以针对应用需求进行定制。PIC32MX 比较器模块可以对使能、输出反相、I/O 引脚输出和输入选择进行独立控制。每个比较器的 VIN+ 引脚输入可以从输入引脚或 CVREF 中进行选择。比较器的 VIN- 输入可以从 3 个输入引脚之一或 IVREF 中进行选择。此外，模块还具有两个独立的比较器事件产生控制位。这两个控制位可用于检测各个比较器的输出何时变为所需状态或何时改变状态。

如果比较器模式改变了，由于存在特定的模式更改延时，比较器输出电平可能会在此延时期间无效（更多信息，请参见器件数据手册）。

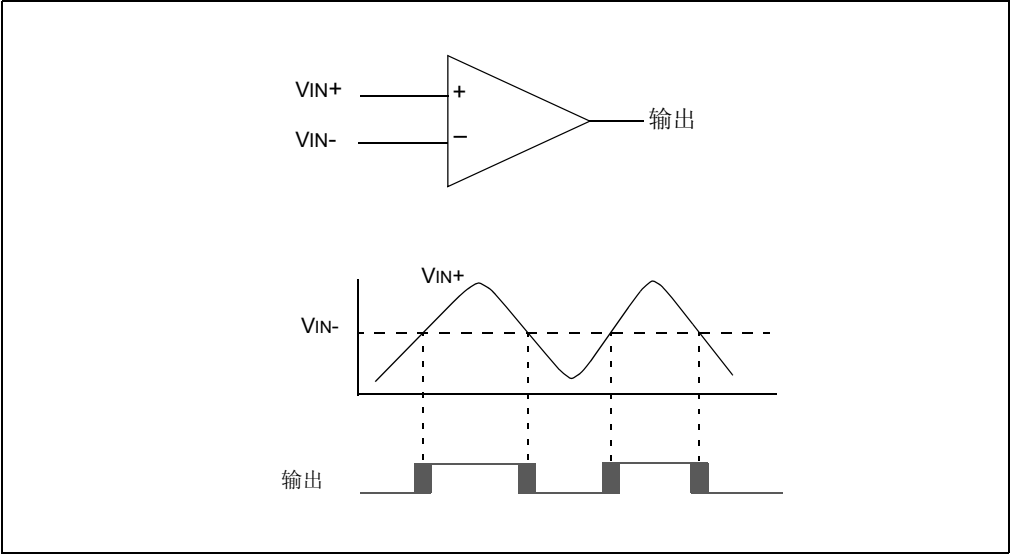
注： 比较器模式更改期间应禁止比较器中断；否则会产生错误的中断。

图 19-2 的上半部分给出了单比较器的图示。下半部分表示模拟输入电平与数字输出之间的关系。当 VIN+ 上的模拟输入电压小于 VIN- 上的模拟输入电压时，比较器输出为数字低电平。当 VIN+ 上的模拟输入电压大于 VIN- 上的模拟输入电压时，比较器输出为数字高电平。图 19-2 下半部分中比较器输出的阴影区域说明了由于比较器输入失调电压和响应时间而产生的不确定区域。

19.3.2 比较器输入

根据比较器工作模式，比较器输入可以来自两个输入引脚或来自一个输入引脚与两个内部参考电压之一的组合。将 VIN- 上的模拟信号与 VIN+ 上的信号作比较，并根据比较结果将比较器的数字输出置 1 或清零（见图 19-2）。

图 19-2: 单比较器



19.3.2.1 外部参考电压信号

比较器可以使用外部参考电压，方法是使用该参考电压的输出作为比较器的输入。关于输入电压限制，请参见器件数据手册。

19.3.2.2 内部参考电压信号

CVREF 模块和 IVREF 可以用作比较器的输入（见图 19-1）。CVREF 提供了可由用户选择的电压，用作比较器参考电压。关于该模块的更多信息，请参见用户参考手册的**第 20 章“比较器参考电压”**（DS61109）。IVREF 具有固定的 1.2V 输出，它不会随器件电源电压而变化。关于该参考电压的具体详细信息和精度，请参见器件数据手册。

19.3.3 比较器响应时间

响应时间是指从比较器输入电压发生改变到输出新电平所经过的最短时间。如果内部参考电压发生改变，在使用比较器输出时，必须考虑内部参考电压的最大延时。否则，应使用比较器的最大延时（详细信息，请参见器件数据手册）。

19.3.4 比较器输出

比较器输出通过 CMSTAT 寄存器和 COUT 位（CM2CON<8> 或 CM1CON<8>）读取。该位是只读位。比较器输出还可以通过 CxOUT 位送到某个 I/O 引脚；但是，在信号送到该引脚时，COUT 位仍然是有效的。为了可以在 CxOUT 引脚上提供比较器输出，输出引脚关联的 TRIS 位必须配置为输出。当 COUT 信号送到引脚时，该信号是比较器的异步输出。

比较器的输出具有一定的不确定性。每个比较器输出的不确定区域的大小与规范中给出的输入失调电压和响应时间有关。图 19-2 的下半部分给出了该不确定区域的图示。

比较器输出位 COUT 提供在读取寄存器时锁存的比较器输出的采样值。有两种常用方法可用于检测比较器输出的电平变化：

- 软件查询
- 中断产生

19.3.4.1 比较器事件检测的软件查询方法

COUT 软件查询通过定期读取 COUT 位来执行。这样可以依照统一的时间间隔来读取输出。只有在下一次读取 COUT 位时，才会检测到比较器输出的电平变化。如果输入信号的变化速率高于查询速率，则可能无法检测到输出的短暂变化。

19.3.4.2 比较器事件检测的中断产生方法

中断产生是用于检测比较器输出变化的另一种方法。比较器模块可以配置为在 COUT 位改变时产生中断。

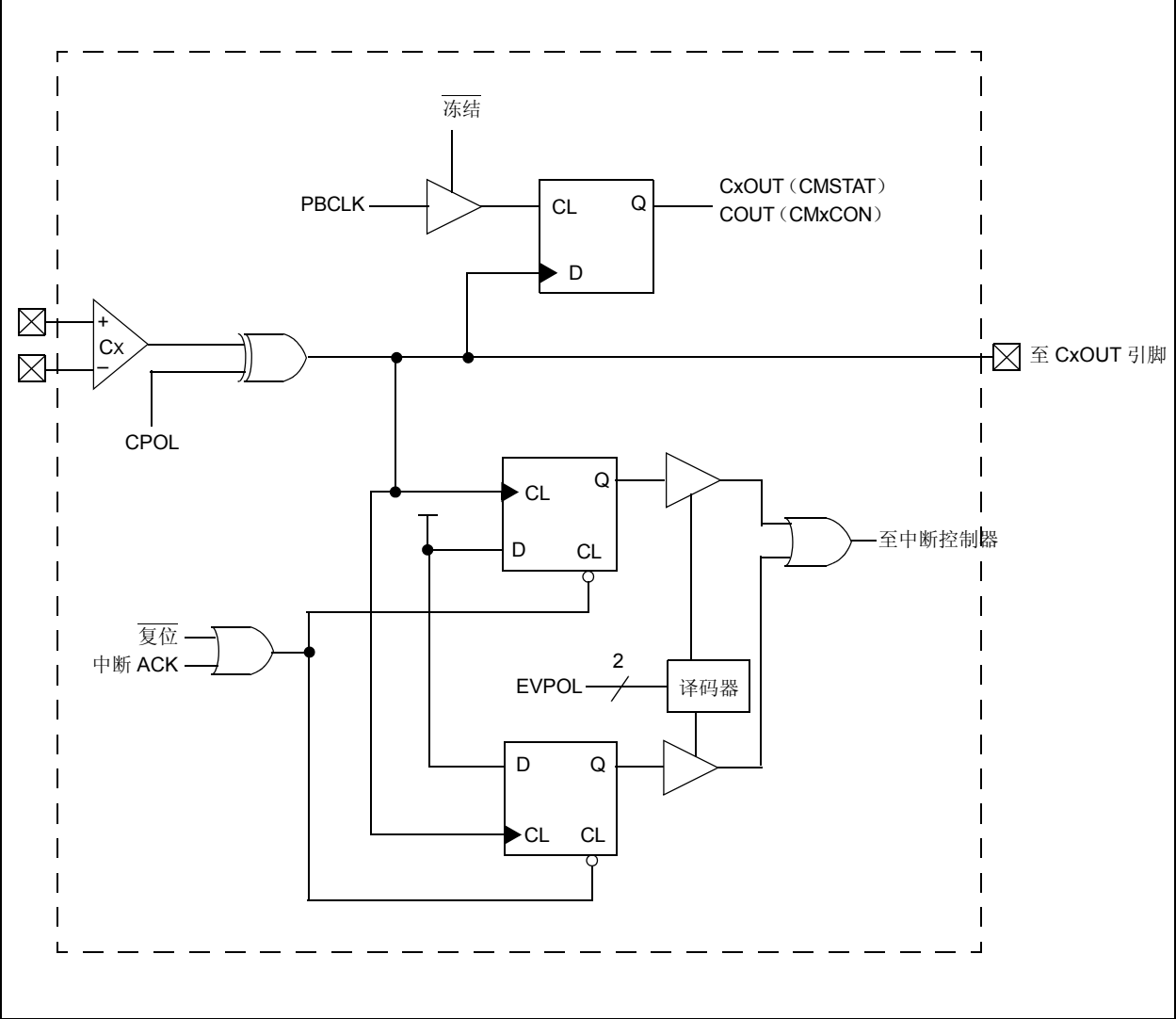
中断将在比较器输出改变时产生（受中断优先级制约）。该方法对于电平变化的响应速度比软件查询方法快；但是，在信号变化速度很快时，会产生同等程度的大量中断。这会导致中断负载，并且可能由于在处理前一个中断时（甚至在处理中断之前）产生新中断而导致无法检测到一些中断。如果输入信号变化速度很快，则在中断服务程序中读取 COUT 位获得的结果可能会与导致中断的那个结果不同。这是因为 COUT 位代表的是在读取该位时的比较器输出值，而不是导致中断时的比较器输出值。

图 19-3 给出了比较器输出和中断产生的图示。

19.3.4.3 更改比较器输出的极性

可使用 CPOL 位（CM1CON<13>）来更改比较器输出的极性。CPOL 位于图 19-3 左侧比较器 Cx 下方。

图 19-3: 比较器输出框图



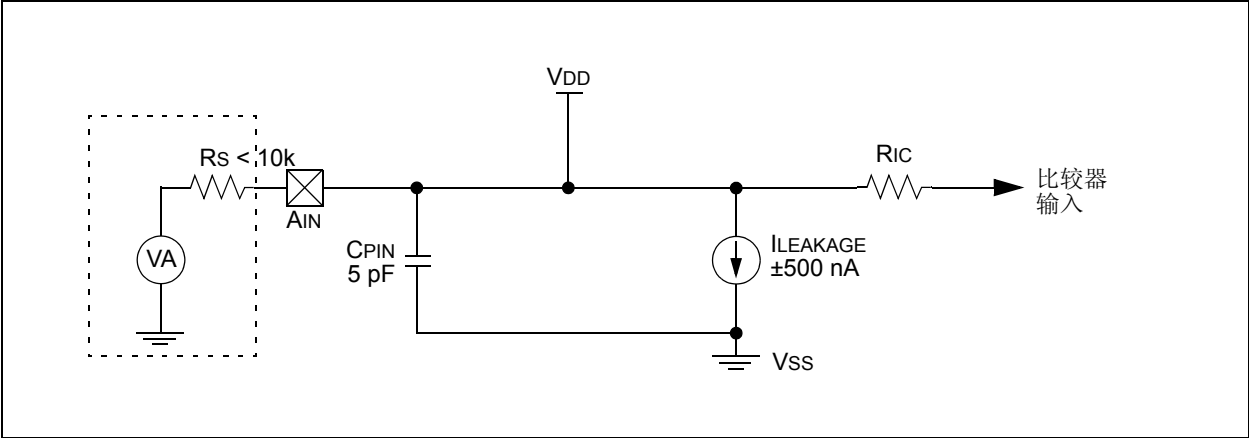
19.3.5 模拟输入连接的注意事项

模拟输入的简化电路如图 19-4 所示。模拟信号源的最大阻抗推荐值为 10 kΩ。要保证任何连接到模拟输入引脚的外部元件（如电容或齐纳二极管）的泄漏电流极小。关于输入电压限制，请参见器件数据手册。如果某个引脚要由两个或多个同时使用的模拟输入共用，则必须考虑所涉及的所有模块的负载效应。这种负载效应可能会降低与公共引脚连接的一个或多个模块的精度。此外，这可能也要求信号源的阻抗要小于对于模拟模式下单个模块独用某个引脚所规定的阻抗。

注： 读 PORT 寄存器时，所有配置为模拟输入的引脚将读为 0。配置为数字输入的引脚将根据施密特触发器输入规范，对模拟输入进行相应转换。

任何定义为数字输入引脚上的模拟电平可能会使输入缓冲器的电流消耗超过规定值。

图 19-4： 比较器模拟输入模型



图注：

CPIN	=	输入电容
ILEAKAGE	=	各连接点在引脚上产生的泄漏电流
RIC	=	片内走线等效电阻
Rs	=	信号源阻抗
VA	=	模拟电压

19.4 中断

每个可用比较器都具有专用的中断位CMPxIF (IFS1<3 或 4>) 和相应的中断允许/屏蔽位CMPxIE (IEC1<3 或 4>)。这些位用于决定中断源和使能 / 禁止各个中断源。每个通道的优先级还可以独立于其他通道进行设置。

当 CMPx 通道检测到预定义的匹配条件（该条件定义为产生中断的事件）时，CMPxIF 会置 1。CMPxIF 位是否置 1 与相应 CMPxIE 位的状态无关。如果需要，可以用软件查询 CMPxIF 位。

CMPxIE 位用于控制中断产生。如果 CMPxIE 位置 1，则每当发生比较器中断事件时，CPU 均会中断，并且相应的 CMPxIF 位会置 1（受下面所介绍的优先级和子优先级制约）。

处理特定中断的用户软件程序需要在服务程序完成之前清零相应的中断标志位。

每个比较器通道的优先级可以通过 CMPxIP<2:0> 位独立设置。该优先级定义了中断源将分配到的优先级组。优先级组值的范围为 7（最高优先级）到 0（不产生中断）。较高优先级组中的中断会抢占正在处理、但优先级较低的中断。

子优先级位用于设置中断源在优先级组中的优先级。子优先级位 OCxIS<1:0> 值的范围为 3（最高优先级）到 0（最低优先级）。处于相同优先级组，但具有更高子优先级值的中断会抢占子优先级较低、但正在进行的中断。

优先级组和子优先级位让多个中断源可以共用相同的优先级和子优先级。如果在该配置下同时发生若干个中断，则中断源在优先级 / 子优先级组对中的自然顺序将决定所产生的中断。自然优先级基于中断源的向量编号。向量编号越小，中断的自然优先级就越高。在当前中断的中断标志清零之后，所有不按照自然顺序执行的中断会基于优先级、子优先级和自然顺序产生相应的中断。

产生允许的中断之后，CPU 将跳转到为该中断分配的向量处（见表 19-2）。该中断的向量编号与自然顺序编号相同。然后，CPU 将在向量地址处开始执行代码。该向量地址处的用户代码应执行所需的任何特定于应用程序的操作（如重新装入占空比）、清零中断标志 CMPxIF，然后退出。关于中断的更多信息，请参见第 8 章“中断”（DS61108）中的向量地址表详细信息。

表 19-2: 各种偏移量的典型比较器中断向量（EBASE = 0x8000:0000）

中断	向量	IRQ 编号	向量地址 IntCtl.VS = 0x01	向量地址 IntCtl.VS = 0x02	向量地址 IntCtl.VS = 0x04	向量地址 IntCtl.VS = 0x08	向量地址 IntCtl.VS = 0x10
CMP1	29	35	8000 0660	8000 0AC0	8000 1380	8000 2500	8000 4800
CMP2	30	36	8000 0680	8000 0B00	8000 1400	8000 2600	8000 4A00

例 19-1: 允许中断的比较器初始化代码示例

```

// Configure both comparators to generate an interrupt on any
// output transition
CM1CON = 0xC0D0; // Initialize Comparator 1
// Comparator enabled, output enabled, interrupt on any output
// change, inputs:CVref, C1IN-
CM2CON = 0xA0C2; // Initialize Comparator 2
// Comparator enabled, output enabled, interrupt on any output
// change, inputs:C2IN+, C1IN+

// Enable interrupts for Comparator modules and set priorities
// Set priority to 7 & sub priority to 3
IPC7SET = 0x00000700; // Set CMP1 interrupt sub priority
IFS1CLR = 0x00000008; // Clear the CMP1 interrupt flag
IEC1SET = 0x00000008; // Enable CMP1 interrupt

IPC7SET = 0x00070000; // Set CMP2 interrupt sub priority
IFS1CLR = 0x000000010; // Clear the CMP2 interrupt flag
IEC1SET = 0x000000010; // Enable CMP2 interrupt

```

例 19-2: 比较器 ISR 代码示例

```

// Insert user code here

void __ISR(_COMPARATOR_2_VECTOR, ip17) Cmp2_IntHandler (void)
{
    // Insert user code here
    IFS1CLR = 0x00000010; // Clear the CMP2 interrupt flag
}

void __ISR(_COMPARATOR_1_VECTOR, ip17) Cmp1_IntHandler (void)
{
    // Insert code user here
    IFS1CLR = 0x00000008; // Clear the CMP1 interrupt flag
}

```

19.5 I/O 引脚控制

比较器模块会与端口输入 / 输出控制共用引脚，在一些情况下，还会与其他模块共用引脚。要将某个引脚配置为供比较器使用，必须满足以下条件：

- 必须禁止共用该引脚的所有其他模块
- 比较器必须配置为使用所需引脚
- 对应于该引脚的 TRIS 位必须为 1
- 必须使能比较器（见表 19-3）
- 相应的 AD1PCFG 位必须为 0

比较器通过 CMxCON 寄存器中的以下位控制所需的引脚功能：CREF、CCH<1:0> 和 COE。对应于比较器任意模拟输入引脚的 TRIS 位必须为 1。这会禁止该引脚的数字输入缓冲器。当选择某个引脚作为模拟输出时，数字输出驱动器会被禁止。如果要使用比较器数字输出，则对应于 CxOUT 引脚的 TRIS 位必须为 0。

表 19-3: 与比较器相关的引脚

引脚名称	模块控制	控制位域	所需的 TRIS 位设置	引脚类型	缓冲器类型	说明
C1IN+	ON	CVREF ⁽¹⁾ 、CCH<1:0> ⁽¹⁾ 、CCH<1:0> ⁽²⁾ 和 AD1PCFG	输入	A, I	—	C1IN+ 的模拟输入
C1IN-	ON	CCH<1:0> ⁽¹⁾ 和 AD1PCFG	输入	A, I	—	C1IN- 的模拟输入
C2IN+	ON	CVREF ⁽²⁾ 、CCH<1:0> ⁽¹⁾ 、CCH<1:0> ⁽²⁾ 和 AD1PCFG	输入	A, I	—	C2IN+ 的模拟输入
C2IN-	ON	CCH<1:0> ⁽²⁾ 和 AD1PCFG	输入	A, I	—	C2IN- 的模拟输入
C1OUT	ON	COE ⁽¹⁾	输出	D, O	—	C1 的数字输出
C2OUT	ON	COE ⁽²⁾	输出	D, O	—	C2 的数字输出

图注：

ST = 带 CMOS 电平的施密特触发器输入，I = 输入，O = 输出，A = 模拟，D = 数字

- 注 1: 在 CM1CON 寄存器中
2: 在 CM2CON 寄存器中

例如，如果比较器 1 要使用两个外部输入 C1IN+ 和 C1IN-，并且向某个不产生中断的引脚送出反相输出，则需要执行以下配置步骤。

- 配置 TRIS 位：
 - TRIS = 输出 —— 将 C1IN+ 和 C1IN- 引脚配置为数字输出，以禁止数字输入缓冲器。
当选择引脚作为模块的模拟输入时，输出驱动器会被禁止。
 - TRIS = 输出 —— 使能 C1OUT 信号的输出驱动器。
- 设置 CM1CON 位：
 - CREF (CM1CON<4>) = 0 —— 选择 C1IN+ 作为比较器的模拟输入。
 - CCH<1:0> (CM1CON<1:0>) = 00 —— 选择 C1IN- 作为模拟输入 (C2IN+ 和 C2IN- 可供共用引脚的其他模块或通用 I/O 使用)。
 - CPOL (CM1CON <13>) = 1 —— 选择反相输出模式。
 - COE (CM1CON<14>) = 1 —— 使比较器输出在 C1OUT 引脚提供。
 - EVPOL<1:0> (CM1CON<7:6>) = 00 —— 禁止产生中断。
 - ON (CM1CON <15>) = 1 —— 使能模块。
ON 总是在设置前面一些位之后设置。

19.6 节能和调试模式下的操作

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。

19.6.1 IDLE（空闲）模式期间的比较器操作

当比较器处于工作状态而器件置为 **IDLE**（空闲）模式时，比较器仍保持工作状态并可产生中断（如果中断被允许）；如果 **SIDL**（**CMSTAT<13>**）= 1，则在 **IDLE**（空闲）模式下会禁止比较器。

19.6.2 SLEEP（休眠）模式期间的比较器操作

当比较器处于工作状态而器件置为 **SLEEP**（休眠）模式时，比较器仍保持工作状态并可产生中断（如果中断被允许）。该中断会将器件从 **SLEEP**（休眠）模式唤醒（如果中断被允许）。每个处于工作状态的比较器都会消耗额外的电流，如比较器规范中所示。要最大程度降低 **SLEEP**（休眠）模式下的功耗，可以关闭比较器：在进入 **SLEEP**（休眠）模式之前，设置 **ON**（**CMxCON<15>**）= 0。如果器件从 **SLEEP**（休眠）模式唤醒，**CMxCON** 寄存器的内容不受影响。关于 **SLEEP**（休眠）模式的更多信息，请参见本手册中的第 10 章“节能模式”（DS61130）。

19.6.3 DEBUG（调试）模式下的比较器操作

FRZ 位（**CMSTAT<14>**）决定 CPU 在 **DEBUG**（调试）模式下执行调试异常代码（即，应用程序暂停）时，比较器模块是继续运行还是停止。当 **FRZ** = 0 时，即使应用程序在 **DEBUG**（调试）模式下暂停，比较器模块也会继续运行。当 **FRZ** = 1 且应用程序在 **DEBUG**（调试）模式下暂停时，模块将冻结其操作，并且不会更改比较器模块的状态。在 CPU 继续开始执行代码之后，模块将继续工作。

注： 只有 CPU 在调试异常模式下执行时，**FRZ** 位才可读写。在所有其他模式下，**FRZ** 位读为 0。如果 **FRZ** 位在 **DEBUG**（调试）模式期间发生改变，则只有退出当前调试异常模式并重新进入该模式之后，新值才会生效。在调试异常模式期间，在进入 **DEBUG**（调试）模式时 **FRZ** 位会读取外设状态。

19.7 复位的影响

所有复位都会将 **CMxCON** 寄存器强制设为其复位状态，导致比较器模块关闭（**CMxCON<15>** = 0）。但是，器件复位时与模拟输入源复用的输入引脚被默认配置为模拟输入。这些引脚的 I/O 配置由 **AD1PCFG** 寄存器的设置决定。

19.8 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。当前与比较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 PIC32MX 系列器件的应用笔记和代码示例，请访问 Microchip 网站（www.microchip.com）。

19.9 版本历史

版本 A（2007 年 10 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 5 月）

修改了图 19-1；修改了寄存器 19-1、19-5、19-13、19-14 和 19-15；修改了例 19-2；修改了第 19.5 节的引脚名称；将保留位从“保持为”更改为“写入”；为 ON 位（CM1CON/CM2CON 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: 978-1-60932-328-8

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 and 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 - Drunen
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