第 20 章 比较器

目录

本章包括下面一些主要内容：

20.1 简介 20-2
20.2 控制寄存器 20-3
20.3 设置比较器模式 20-4
20.4 比较器工作原理 20-6
20.5 比较器参考源 20-6
20.6 比较器的响应时间 20-8
20.7 比较器输出 20-8
20.8 比较器中断 20-9
20.9 休眠状态下比较器的操作 20-9
20.10 复位的影响 20-9
20.11 模拟输入连接方式注意事项 20-10
20.12 初始化 20-11
20.13 设计技巧 20-12
20.14 相关应用笔记 20-13
20.15 版本历史 20-14

© 2004 Microchip Technology Inc.

20.1 简介

比较器模块包含两个模拟比较器。比较器的输入端与 I/O 引脚复用。片内参考电压 （参见第 19 章 **“ 参考电压模块 ”**）也能作为比较器的一个输入。

CMCON 寄存器（如图 20-1 所示）用于控制比较器的输入输出复用。图 20-1 是比较器的结构框图。

© 2004 Microchip Technology Inc.

20.2 控制寄存器

寄存器 20-1： CMCON 寄存器

R-0	R-0	U-0	U-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
C2OUT	C1OUT	—	—	CIS	CM2	CM1	CM0
bit 7							bit 0

bit 7 **C2OUT**：比较器 2 输出指示位
1= 表示 C2 VIN+ > C2 VIN–
0= 表示 C2 VIN+ < C2 VIN–

bit 6 **C1OUT**：比较器 1 输出指示位
1= 表示 C1 VIN+ > C1 VIN–
0= 表示 C1 VIN+ < C1 VIN–

bit 5:4 **未用**：读为 “0”

bit 3 **CIS**：比较器输入选择位

当 CM2:CM0=001 时：

1= 表示 C1 VIN– 和 AN3 相连
0= 表示 C1 VIN– 和 AN0 相连

当 CM2:CM0=010 时：

1= 表示 C1 VIN– 和 AN3 相连
C2 VIN– 和 AN2 相连
0= 表示 C1 VIN– 和 AN0 相连
C2 VIN– 和 AN1 相连

bit 2:0 **CM2:CM0**：比较器模式选择位
见图 20-1。

图注：		
R = 可读位	W = 可写位	
U = 未用位，读为 “0”		-n= 上电复位时的值

20.3 设置比较器模式

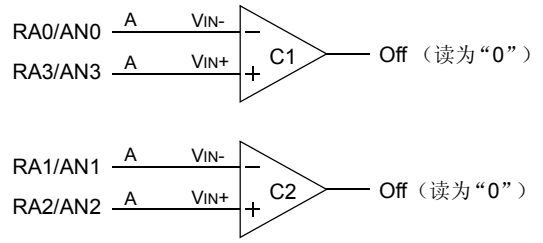
比较器共有 8 种工作模式，如图 20-1 所示。 CMCON 寄存器用于设置比较器模式，各种模式下比较器 I/O 引脚的输入输出方向由 TRIS 寄存器控制。如果改变比较器模式，比较器的输出电平可能会在器件电气规范中指明的时间内对新模式无效。

注： 改变比较器工作模式时，应禁止比较器发生中断，以免产生错误中断。

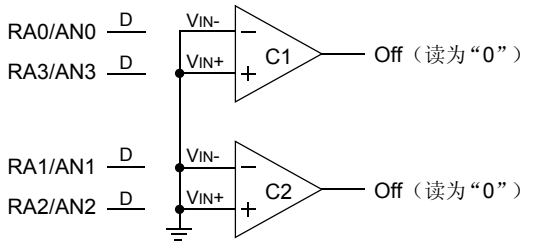
© 2004 Microchip Technology Inc.

图 20-1：　　比较器 I/O 工作模式

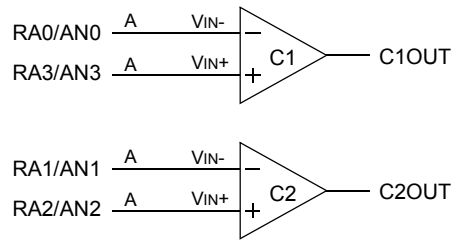
CM2:CM0 = 000
比较器复位（上电复位的缺省值）



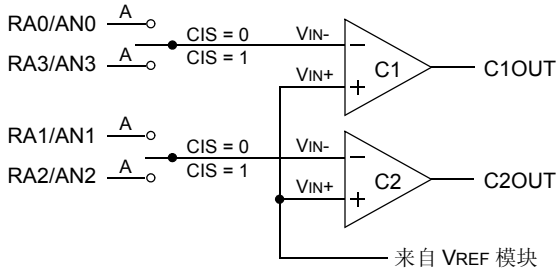
CM2:CM0 = 111
比较器关闭



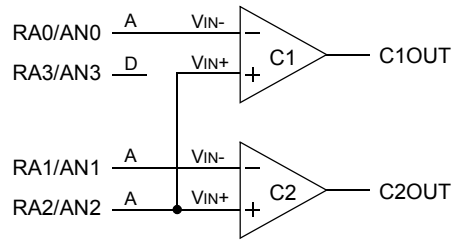
CM2:CM0 = 100
两个独立的比较器



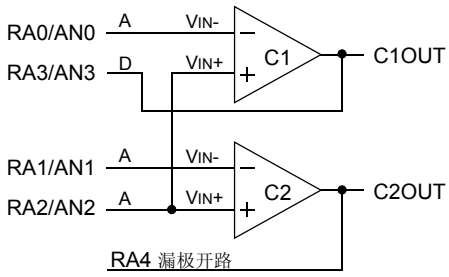
CM2:CM0 = 010
四输入的双比较器



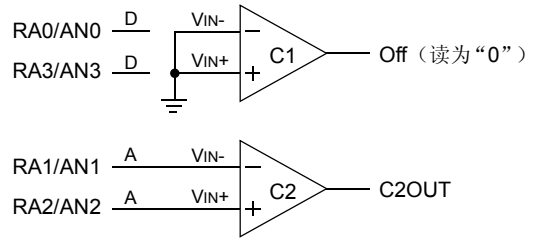
CM2:CM0 = 011
具有公共参考端的双比较器



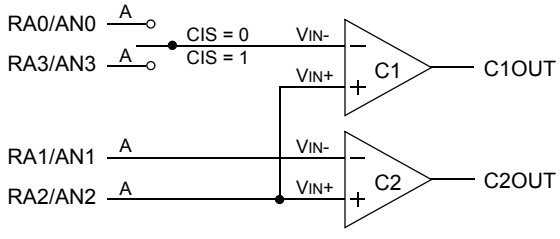
CM2:CM0 = 110
具有公共参考端的双比较器，比较结果可由 I/O 端口输出



CM2:CM0 = 101
单比较器



CM2:CM0 = 001
三输入的双比较器



A = 模拟输入，端口始终为 0。
D = 数字输入。
CIS (CMCON<3>) 是比较器输入切换开关。

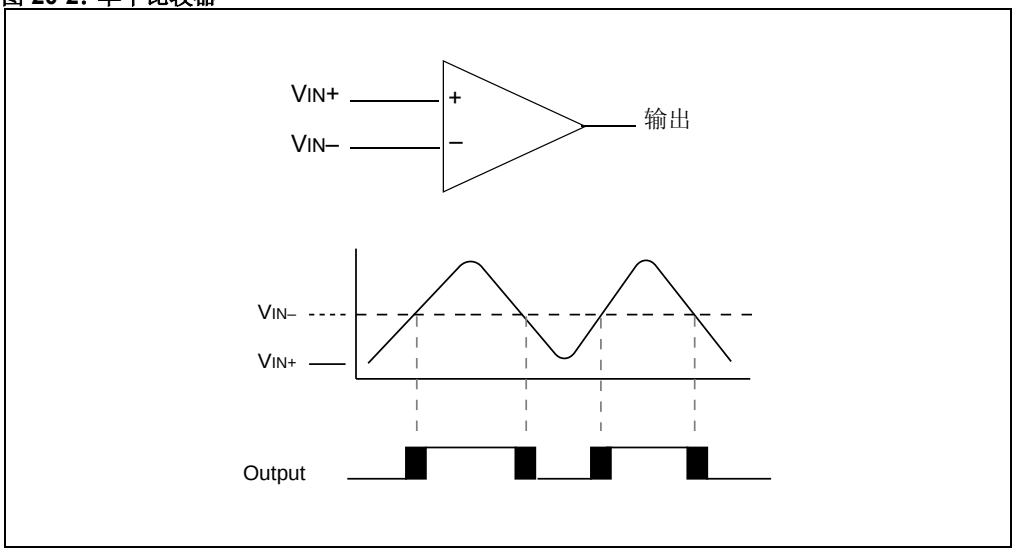
20.4 比较器工作原理

图 20-2 所示，单比较器的模拟输入电压与数字输出之间的关系。当模拟输入端 VIN+ 电压低于 VIN– 电压时，比较器输出数字低电平。当模拟输入端 VIN+ 电压高于 VIN– 时，比较器输出数字高电平。图 20-2 中比较器输出部分的阴影区是由于输入偏移和响应时间所引起的不确定区。

20.5 比较器参考源

根据不同的工作模式，比较器可以使用外部或内部的参考源。加在 VIN– 的模拟信号和 VIN+ 的信号相比较，比较器的数字输出也随之改变（图 20-2）。

图 20-2：单个比较器



© 2004 Microchip Technology Inc.

20.5.1 外部参考信号

当使用外部参考电压时，比较器模块可以设置为两个比较器使用同一个参考源，也可以使用不同的参考源。参考信号应在 VSS 和 VDD 之间，且可加到比较器的任一引脚上。

20.5.2 内部参考信号

比较器模块也可以选择使用内部产生的参考电压。**“参考电压模块”**一章对产生这一内部参考信号的参考电压模块进行了详细描述。在 CM2:CM0 = 010 模式（如图 20-1）下，比较器使用内部参考信号。该模式下，内部参考电压加到两个比较器的 VIN+ 输入引脚上 。

比较器在任何一种模式下，都可使用内部参考电压。比较器以这种方式工作时，I/O/VREF 引脚可用作 I/O 引脚。此时参考电压连接在比较器的 VREF 引脚 （即 VIN+ 引脚）上。

20.6 比较器的响应时间

响应时间是指比较器从选定一个新的参考电压或输入源到输出达到一个稳定有效电平时的最短时间。如果内部参考电压发生了改变，在使用比较器输出时必须考虑到内部参考电压的最大建立时间的影响。否则应应用比较器的最大响应时间。

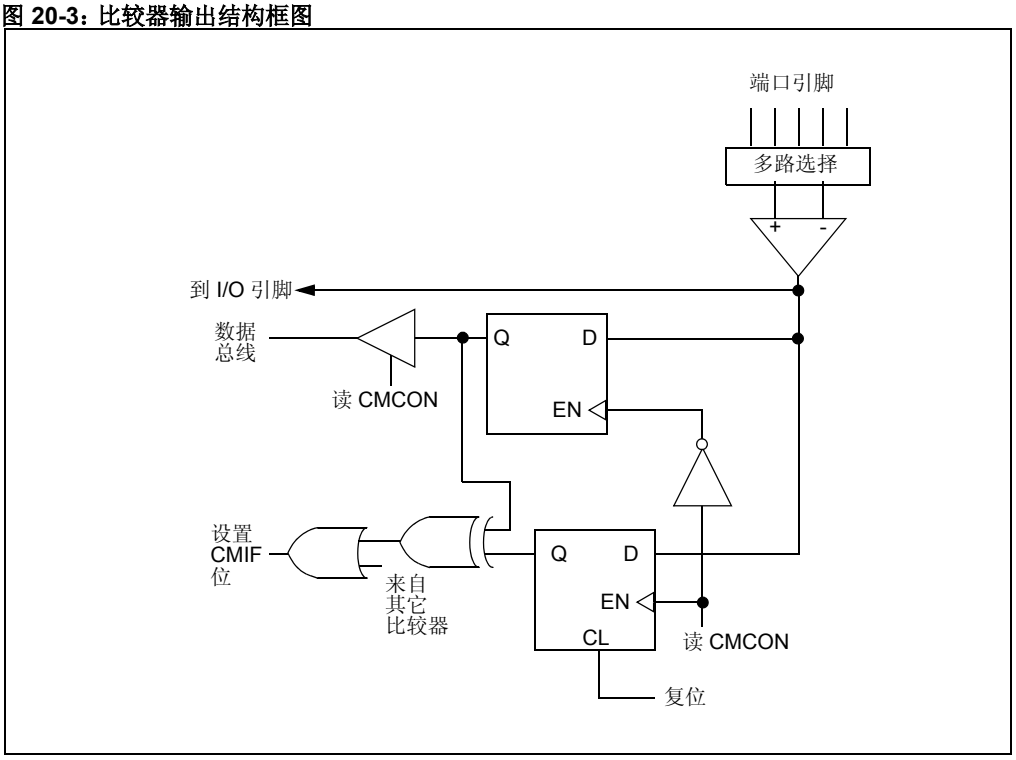
20.7 比较器输出

通过 CMCON 寄存器的相应位，可以得到比较器的输出，这些位都是只读的。比较器的输出也可以直接输出到 I/O 引脚。当在 CM2:CM0 = 110 模式时，可以切换多路转换器来选择输出路径的 I/O 引脚，而各 I/O 引脚并不会同时输出比较结果。每个比较器的不确定区的大小与规格说明里给的输入偏置电压和响应时间相关的。图 20-3 是比较器输出的结构框图。

在该模式下，通过设置 TRIS 寄存器的相应位，可以允许或禁止 I/O 引脚输出比较结果 。

注 1：	如果端口寄存器的引脚被定义为模拟输入，读这些引脚的结果都为“0”。而引脚定义为数字输入时，将根据施密特触发器的门槛电平输入规范对模拟输入进行转换。
注 2：	模拟电平加在数字输入引脚将增加输入缓冲器的消耗电流。

图 20-3：比较器输出结构框图



© 2004 Microchip Technology Inc.

20.8 比较器中断

一旦比较结果与保存在 CMxOUT 位中的上次值不同时，就会将比较器中断标志置为 1。软件需要读 CMCON<7:6> 的值与前次结果做比较，以判断值是否不同，因此应妥善保存比较器各输出位的结果。 CMIF 位是比较器中断标志位，该位必须由软件清零，有时也可以将其置 1 来实现模拟中断。

要使能比较器中断， CMIE 位和 PEIE 位 (INTCON<6>) 必须置 1，同时 GIE 位也必须置 1。只要其中的任何一位被清零，即使有中断条件产生而将 CMIF 位置 1，仍不会发生中断响应。

在中断服务程序中，用户可以通过下面的步骤清除中断：

a) 对 CMCON 寄存器进行读写操作。这将会把 CMxOUT 位的新值装入 CMCON 寄存器。

b) CMIF 标志位清零。

如果不结束中断条件， CMIF 标志位会继续置为 1 ；对 CMCON 寄存器的读操作将结束中断条件，此时才可能将 CMIF 标志位清零。

20.9 休眠状态下比较器的操作

当比较器处于运行状态而器件处于休眠状态时，比较器仍保持工作。此时如果中断使能，则中断仍将工作。在中断使能时，中断会把器件从休眠状态下唤醒。当比较器处于通电状态时 ，每个比较器工作时都会消耗额外的电流，具体参见比较器的规格说明。若要减小休眠模式下的功耗，可在进入休眠状态前将 CM2:CM0 = 111，以关闭比较器模块。器件从休眠状态中唤醒时，CMCON 寄存器的内容不保持不变。

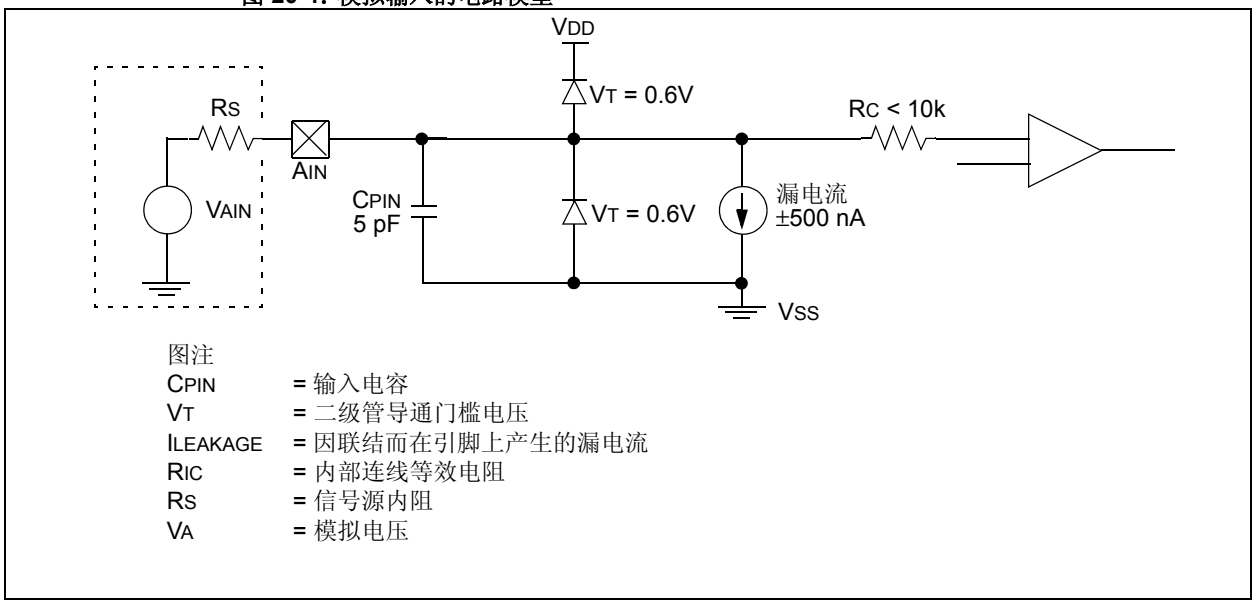
20.10 复位的影响

复位器件，会使 CMCON 寄存器恢复复位值，使比较器模块处于比较器复位模式（CM2:CM0 = 000）。这时所有相关的输入引脚均为模拟输入，会减小器件的工作电流。在复位期间，比较器将掉电。

20.11 模拟输入连接方式注意事项

图 20-4 是一个简化的模拟输入电路。由于模拟引脚和数字输出端相连，因而它们与 VDD 及 VSS 之间加有反向偏置二极管，模拟输入电压被限制在 VDD 和 VSS 之间。一旦输入电压在任一方向上超出极限 0.6V，就会有一个二极管正偏使输入电压被钳位。模拟输入信号源的最大阻抗值为 10 kΩ （推荐值）。

图 20-4：模拟输入的电路模型



图注
CPIN = 输入电容
VT = 二级管导通门槛电压
ILEAKAGE = 因联结而在引脚上产生的漏电流
RIC = 内部连线等效电阻
RS = 信号源内阻
VA = 模拟电压

表 20-1： 和比较器模块相关的寄存器

寄存器名	bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0	上电复位，欠压复位后的值	其它复位后的值
CMCON	C2OUT	C1OUT	—	—	CIS	CM2	CM1	CM0	00-- 0000	00-- 0000
VRCON	VREN	VROE	VRR	—	VR3	VR2	VR1	VR0	000- 0000	000- 0000
INTCON	GIE	PEIE	T0IE	INTE	RBIE(2)	T0IF	INTF	RBIF(2)	0000 000x	0000 000x
PIR	CMIF (1)								0	0
PIE	CMIE (1)								0	0

图注： x = 未知， - = 未用，读为 “0”。
阴影部分不用于比较器模块。
注 1：该位的位置和器件的具体型号有关。
2：这些位也可命名为 GPIE 和 GPIF。

© 2004 Microchip Technology Inc.

20.12 初始化

例 20-1 中的代码为设置 PIC16C62X 器件的比较器模块的示例步骤。RA3 和 RA4 设置为数字输出。 RA0 和 RA1 设置为两个比较器的 V- 输入， RA2 为 V+ 输入。

例 20-1： 初始化比较器模块 (PIC16C62X)

```
FLAG_REG   EQU    0X20
;
   CLRF    FLAG_REG      ; Init flag register
   CLRF    PORTA         ; Init PORTA
   ANDLW   0xC0          ; Mask comparator bits
   IORWF   FLAG_REG,F    ; Store bits in flag register
   MOVLW   0x03          ; Init comparator mode
   MOVWF   CMCON         ; CM<2:0> = 011
   BSF     STATUS,RP0    ; Select Bank1
   MOVLW   0x07          ; Initialize data direction
   MOVWF   TRISA         ; Set RA<2:0> as inputs, RA<4:3> as outputs,
                         ;    TRISA<7:5> always read '0'
   BCF     STATUS,RP0    ; Select Bank0
   CALL    DELAY 10      ; 10µs delay
   MOVF    CMCON,F       ; Read    CMCON to end change condition
   BCF     PIR1,CMIF     ; Clear pending interrupts
   BSF     STATUS,RP0    ; Select Bank1
   BSF     PIE1,CMIE     ; Enable comparator interrupts
   BCF     STATUS,RP0    ; Select Bank0
   BSF     INTCON,PEIE   ; Enable peripheral interrupts
   BSF     INTCON,GIE    ; Global interrupt enable
```

20.13 设计技巧

问 1： *我的程序好象锁死了。*

答 1：

可能是因为你没有按照正确的顺序来清除CMIF标志位，而陷入比较器中断服务程序的无限循环。正确顺序应该是先读取 CMCON 寄存器的内容，然后再清除 CMIF 标志位。

© 2004 Microchip Technology Inc.

20.14 相关应用笔记

本部分列出了与本章内容相关的应用笔记。这些应用笔记并非都是专门针对中档单片机系列而写的（即有些针对低档系列，有些针对高档系列），但是其概念是相近的，通过适当修改并受到 一定限制，即可使用。目前与比较器模块相关的应用笔记有：

标题	应用笔记 #
Resistance and Capacitance Meter using a PIC16C622	AN611

20.15 版本历史

版本 A

这是描述比较器模块的初始发行版。

© 2004 Microchip Technology Inc.