

第 20 章 比较器参考电压模块

目录

本章包括下列主题：

20.1	简介	20-2
20.2	配置比较器参考电压	20-3
20.3	控制寄存器	20-4
20.4	参考电压精度 / 误差	20-5
20.5	休眠期间的操作	20-5
20.6	复位的影响	20-5
20.7	连接注意事项	20-6
20.8	初始化	20-6
20.9	电气规范	20-7
20.10	设计技巧	20-8
20.11	相关应用笔记	20-9
20.12	版本历史	20-10

20.1 简介

比较器参考电压模块是一个 16 阶的梯形电阻网络，可提供多个参考电压供选择。虽然其主要目的是为模拟比较器提供参考电压，但也可将它用于其他场合。

图 20-1 所示为此模块的框图。梯形电阻经过分段可提供两种范围的参考电压值，并且该网络还具有断电功能，可以在不使用参考电压的情况下节省功耗。器件的 V_{DD}/V_{SS} 或外部参考电压都可以作为此模块的参考电源。 $CVREF$ 输出可供比较器使用，通常可用作引脚输出。请参见具体器件数据手册了解更多信息。

图 20-1: 比较器参考电压框图

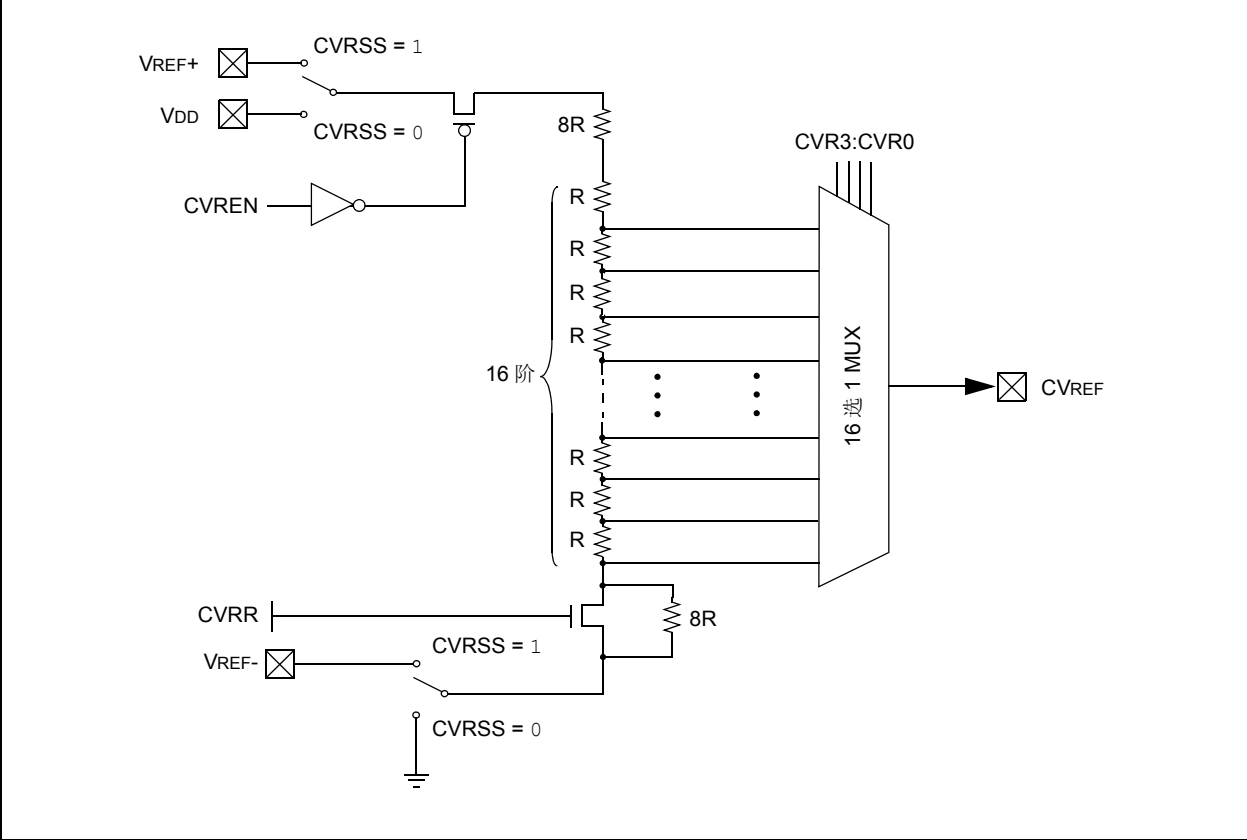


表 20-1: 典型的参考电压: CVRSRC = 3.3V

CVR<3:0>	参考电压	
	CVRR = 0	CVRR = 1
0	0.83V	0.00V
1	0.93V	0.14V
2	1.03V	0.28V
3	1.13V	0.41V
4	1.24V	0.55V
5	1.34V	0.69V
6	1.44V	0.83V
7	1.55V	0.96V
8	1.65V	1.10V
9	1.75V	1.24V
10	1.86V	1.38V
11	1.96V	1.51V
12	2.06V	1.65V
13	2.17V	1.79V
14	2.27V	1.93V
15	2.37V	2.06V

20.2 配置比较器参考电压

比较器参考电压模块是通过 CVRCON 寄存器（寄存器 20-1）来控制的。比较器参考电压模块提供两种范围的输出电压，每种范围都具有 16 个不同的电平。CVRR 位（CVRCON<5>）选择输出电压的范围。这两种范围的主要区别在于步长不同（其中一种范围可提供较高的分辨率），该步长由比较器参考电压值选择位 CVR3:CVR0 来选择。下面是计算比较器参考电压的公式：

如果 CVRR = 1:
参考电压 = ((CVR3:CVR0)/24) x (CVRSRC)

如果 CVRR = 0:
参考电压 = (CVRSRC/4) + ((CVR3:CVR0)/32) x (CVRSRC)

比较器参考电压的电压源（CVRSRC）可以来自 VDD 和 VSS，也可以来自与 I/O 引脚复用的外部 VREF+和VREF-引脚。电压源由CVRSS位（CVRCON<4>）选择。通过将CVROE（CVRCON<6>）位置 1，可将参考电压输出到 CVREF 引脚；这将改写相应的 TRIS 位设置。

在更改 CVREF 输出值时，必须考虑比较器参考电压的稳定时间（见第 20.9 节“电气规范”）。

20.3 控制寄存器

寄存器 20-1: **CVRCON**: 比较器参考电压控制寄存器

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
CVREN	CVROE ⁽¹⁾	CVRR	CVRSS	CVR3	CVR2	CVR1	CVR0
bit 7							bit 0

图注:

R = 可读位

W = 可写位

U = 未实现位, 读为 0

-n = POR 值

1 = 置 1

0 = 清零

x = 未知

bit 15-8

未实现: 读为 0

bit 7

CVREN: 比较器参考电压使能位

1 = 比较器参考电压电路上电

0 = 比较器参考电压电路断电

bit 6

CVROE: 比较器参考电压输出使能位 ⁽¹⁾

1 = 电平从 CVREF 引脚输出

0 = 电平与 CVREF 引脚断开

bit 5

CVRR: 比较器参考电压范围选择位

1 = 0 到 0.67 CVRSRC, 步长为 CVRSRC/24

0 = 0.25 CVRSRC 到 0.75 CVRSRC, 步长为 CVRSRC/32

bit 4

CVRSS: 比较器参考电压源选择位

1 = 比较器参考电压源, $CVRSRC = (VREF+) - (VREF-)$

0 = 比较器参考电压源, $CVRSRC = AVDD - AVSS$

bit 3-0

CVR3:CVR0: 比较器参考电压值选择位 ($0 \leq CVR3:CVR0 \leq 15$)

当 CVRR = 1 时:

$CVREF = (CVR<3:0>/24) \cdot (CVRSRC)$

当 CVRR = 0 时:

$CVREF = 1/4 \cdot (CVRSRC) + (CVR<3:0>/32) \cdot (CVRSRC)$

注 1: CVROE 改写 TRIS 位设置。

20.4 参考电压精度 / 误差

由于模块结构的限制，并不能实现整个参考电压范围的满量程输出。梯形电阻网络顶部和底部的晶体管（图 20-1）使参考电压值不能达到参考电压源的满幅值。参考电压是由参考电压源分压而来的，因此参考电压输出随参考电压源的波动而变化。经过测试的参考电压的绝对精度，请参见第 20.9 节“电气规范”。

20.5 休眠期间的操作

如果因中断或看门狗定时器超时将器件从休眠模式唤醒，CVRCON 寄存器的内容将不受影响。为了降低休眠模式下的电流消耗，应禁止参考电压模块。

20.6 复位的影响

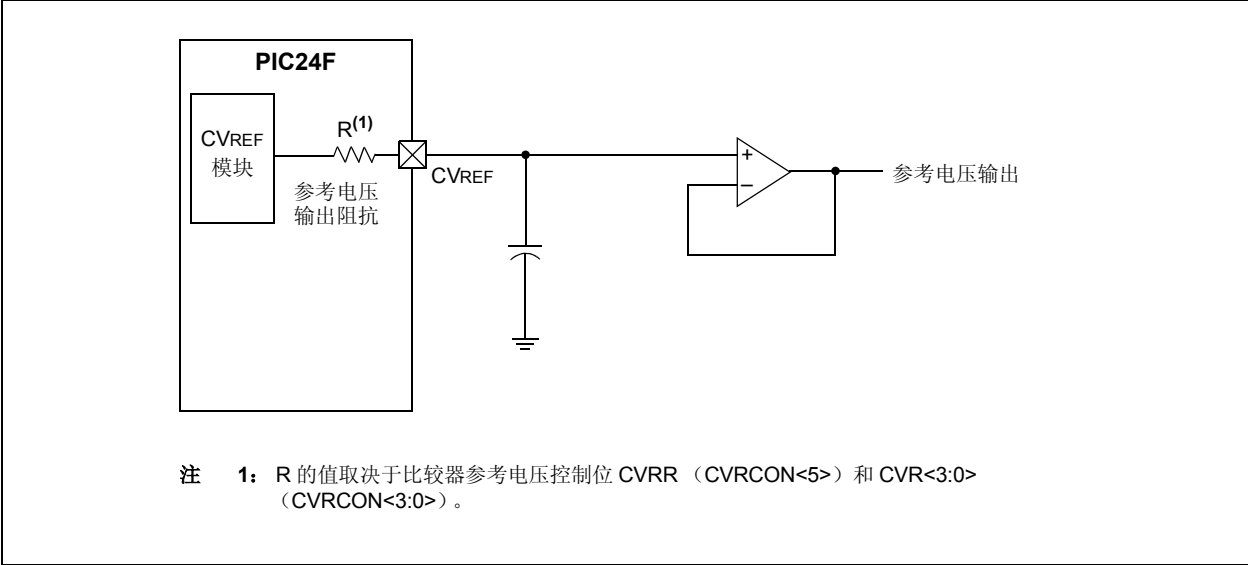
器件复位时，CVREN 位（CVRCON<7>）将被清零从而禁止参考电压模块。复位还会将 CVROE 位（CVRCON<6>）清零，使参考电压与 CVREF 引脚断开；同时通过将 CVRR 位（CVRCON<5>）清零选择高电压范围。CVR 值选择位也将清零。

20.7 连接注意事项

参考电压模块的工作独立于比较器模块。如果 CVROE 位被置 1，那么参考电压发生器的输出可能与 CVREF 引脚相连。当 I/O 被配置为数字输入引脚时，将参考电压输出连接到 I/O 引脚，将会增加电流消耗。使能 CVRSS 时，将与 CVREF 相关的端口配置为数字输出也将增加电流消耗。

CVREF 输出引脚可被用作简单的 D/A 输出，但是其驱动能力有限。要提高电流驱动能力，CVREF 参考电压输出端必须外接缓冲器。图 20-2 举例说明了这一缓冲技术。

图 20-2: 参考电压输出缓冲示例



20.8 初始化

该初始化序列将比较器配置为两个独立的比较器，并使能比较器输出且比较器 1 的输出反相。比较器参考电压模块配置为使能输出，输出设置为 $0.25 \times V_{DD}$ 。例 20-1 给出了配置参考电压和比较器模块的程序序列。该示例中使用的延时基于 8 MHz 振荡器而产生。

例 20-1: 参考电压配置

```
CMCON          = 0x0F10;           //Initialize Comparator Module

CVRCON          = 0x00C0;           //Initialize Voltage Reference Module

CMCONbits.C1EVT = 0;               //Clear Comparator 1 Event
CMCONbits.C2EVT = 0;               //Clear Comparator 2 Event

asm volatile("repeat #40");        //Delay 10us
Nop();
```

20.9 电气规范

20.9.1 交流特性

表 20-2: 稳定时间规范

参数编号	符号	特性	最小值	典型值	最大值	单位	备注
VR310	TSET	稳定时间 ⁽¹⁾	—	—	TBD	μs	

图注: TBD = 待定

注 1: 稳定时间是在 CVRR = 1 并且 CVR3:CVR0 位从 0000 跳变到 1111 时测得的。

20.9.2 直流特性

表 20-3: 直流规范

工作条件: 2.0V < VDD < 3.6V, -40°C < TA < +85°C (除非另外声明)							
参数编号	符号	特性	最小值	典型值	最大值	单位	备注
VRD310	CVRES	分辨率	CVRSRC/24	—	CVRSRC/32	LSb	
VRD311	CVRAA	绝对精度	—	—	TBD	LSb	
VRD312	CVRUR	单位电阻值 (R)	—	2k	—	Ω	

图注: TBD = 待定

20.10 设计技巧

问 1: *参考电压不是我所期望的电压。*

答: 参考电压源的任何变化都会直接转换到 CVREF 引脚。此外，请确保您正确计算（指定）了用于产生参考电压的分压器。

问 2: *我将 CVREF 连接到低阻抗电路中，但参考电压未达到期望的电平。*

答: 参考电压模块一般不用于驱动大负载。在 PIC® MCU 器件的 CVREF 引脚和负载之间必须连接一个缓冲器（见图 20-2）。

20.11 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，但在使用中可能会并受到一定限制。当前与比较器参考电压模块相关的应用笔记有：

标题	应用笔记编号
Resistance and Capacitance Meter Using a PIC16C622	AN611
Make a Delta-Sigma Converter Using a Microcontroller's Analog Comparator Module	AN700
A Comparator Based Slope ADC	AN863
Oscillator Circuits for RTD Temperature Sensors	AN895
Temperature Measurement Circuits for Embedded Applications	AN929
Analog Sensor Conditioning Circuits – An Overview	AN990

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）。

20.12 版本历史

版本 A（2006 年 6 月）

这是本文档的初始发行版。