



偏流发生器 (CBG)

目录

本章包括下列主题:

1.0	简介	2
2.0	CBG控制寄存器	3
3.0	模块应用	8
4.0	相关应用笔记	18
5.0	版本历史	19

dsPIC33/PIC24 系列参考手册

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。请参见当前器件数据手册中“偏流发生器 (CBG)”章节开头的注释，以确定本文档是否支持您正在使用的器件。

Microchip 器件数据手册和系列参考手册的相关章节可从 Microchip 网站下载，网址为：<http://www.microchip.com>

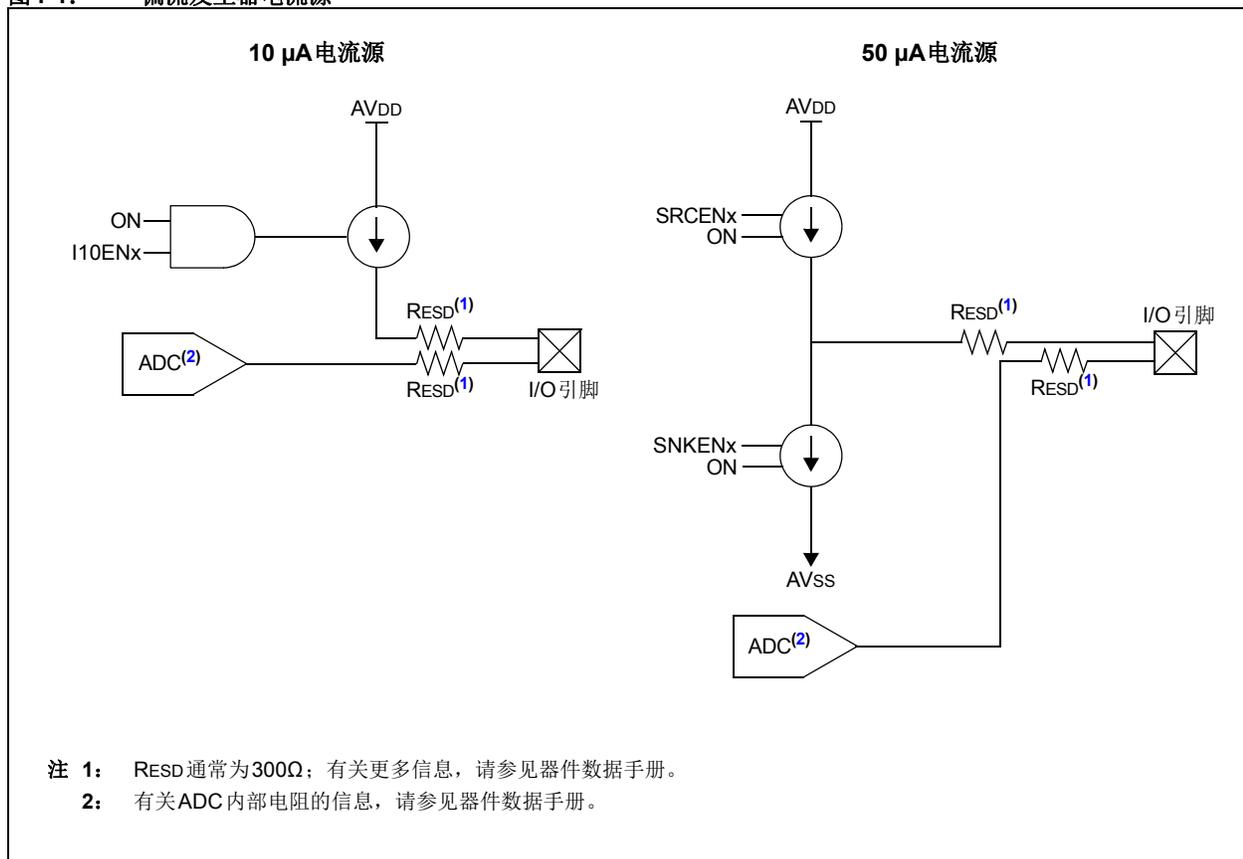
1.0 简介

偏流发生器 (Current Bias Generator, CBG) 由两类电流源组成：10 μA 和 50 μA 电流源。这两类电流源的主要特性分别如下：

- 10 μA 电流源：
 - 仅拉电流
 - 最多 4 个独立电流源
- 50 μA 电流源：
 - 可选拉电流或灌电流
 - 可选拉灌电流镜像

图 1-1 给出了 CBG 模块的简化框图。

图 1-1: 偏流发生器电流源



注 1: RESD 通常为 300 Ω ; 有关更多信息, 请参见器件数据手册。

注 2: 有关 ADC 内部电阻的信息, 请参见器件数据手册。

2.0 CBG控制寄存器

本章概述了控制CBG模块操作的各个寄存器的特定功能。这些控制寄存器如下：

- **BIASCON：偏流发生器控制寄存器**
 - CBG模块使能
 - 各10 μA 电流源单独使能
- **IBIASCONH：偏流发生器50 μA 电流源控制高位字**
 - 各电流源单独拉电流使能
 - 各电流源单独灌电流使能
 - 各电流源电流镜像模式参考使能
 - 各电流源电流镜像模式使能
- **IBIASCONL：偏流发生器50 μA 电流源控制低位字**
 - 各电流源单独拉电流使能
 - 各电流源单独灌电流使能
 - 各电流源电流镜像模式参考使能
 - 各电流源电流镜像模式使能

2.1 寄存器映射

表2-1 简要汇总了与偏流发生器（CBG）模块相关的寄存器。在此汇总表格后给出了相应的寄存器及其详细说明。

表2-1: 偏流发生器（CBG）寄存器映射

名称	位范围	Bit															
		15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
BIASCON	15:0	ON	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	I10EN3	I10EN2	I10EN1	I10EN0
IBIASCONH	15:0	—	—	SHRSRCEN3	SHRSNKEN3	GENSRCEEN3	GENSNKEN3	SRCEN3	SNKEN3	—	—	SHRSRCEN2	SHRSNKEN2	GENSRCEEN2	GENSNKEN2	SRCEN2	SNKEN2
IBIASCONL	15:0	—	—	SHRSRCEN1	SHRSNKEN1	GENSRCEEN1	GENSNKEN1	SRCEN1	SNKEN1	—	—	SHRSRCEN0	SHRSNKEN0	GENSRCEEN0	GENSNKEN0	SRCEN0	SNKEN0

图注: — = 未实现, 读为0。

偏流发生器 (CBG)

寄存器2-1: **BIASCON: 偏流发生器控制寄存器**

R/W-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0
ON	—	—	—	—	—	—	—
U-0	U-0	U-0	U-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
—	—	—	—	I10EN3	I10EN2	I10EN1	I10EN0

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:** 偏流模块使能位
 1 = 使能模块 (10 μ A 和 50 μ A 电流源)
 0 = 禁止模块并使其掉电
- bit 14-4 **未实现:** 读为0
- bit 3 **I10EN3:** 10 μ A 输出3使能位
 1 = 使能10 μ A 输出
 0 = 禁止10 μ A 输出
- bit 2 **I10EN2:** 10 μ A 输出2使能位
 1 = 使能10 μ A 输出
 0 = 禁止10 μ A 输出
- bit 1 **I10EN1:** 10 μ A 输出1使能位
 1 = 使能10 μ A 输出
 0 = 禁止10 μ A 输出
- bit 0 **I10EN0:** 10 μ A 输出0使能位
 1 = 使能10 μ A 输出
 0 = 禁止10 μ A 输出

dsPIC33/PIC24 系列参考手册

寄存器 2-2: **IBIASCONH: 偏流发生器 50 μ A 电流源控制高位字**

U-0	U-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
---	---	SHRSRCEN3	SHRSNKEN3	GENSRCEN3 ⁽¹⁾	GENSNKEN3 ⁽¹⁾	SRCEN3	SNKEN3

U-0	U-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
---	---	SHRSRCEN2	SHRSNKEN2	GENSRCEN2 ⁽¹⁾	GENSNKEN2 ⁽¹⁾	SRCEN2	SNKEN2

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 15-14 **未实现:** 读为0

bit 13 **SHRSRCEN3:** 输出3 共用拉电流使能位
 1 = 使能拉电流镜像模式 (使能参考共用)
 0 = 禁止拉电流镜像模式

bit 12 **SHRSNKEN3:** 输出3 共用灌电流使能位
 1 = 使能灌电流镜像模式 (使能参考共用)
 0 = 禁止灌电流镜像模式

bit 11 **GENSRCEN3:** 输出3 拉电流产生使能位⁽¹⁾
 1 = 电流源产生拉电流镜像参考
 0 = 电流源不产生拉电流镜像参考

bit 10 **GENSNKEN3:** 输出3 灌电流产生使能位⁽¹⁾
 1 = 电流源产生灌电流镜像参考
 0 = 电流源不产生灌电流镜像参考

bit 9 **SRCEN3:** 输出3 拉电流使能位
 1 = 使能拉电流
 0 = 禁止拉电流

bit 8 **SNKEN3:** 输出3 灌电流使能位
 1 = 使能灌电流
 0 = 禁止灌电流

bit 7-6 **未实现:** 读为0

bit 5 **SHRSRCEN2:** 输出2 共用拉电流使能位
 1 = 使能拉电流镜像模式 (使能参考共用)
 0 = 禁止拉电流镜像模式

bit 4 **SHRSNKEN2:** 输出2 共用灌电流使能位
 1 = 使能灌电流镜像模式 (使能参考共用)
 0 = 禁止灌电流镜像模式

bit 3 **GENSRCEN2:** 输出2 拉电流产生使能位⁽¹⁾
 1 = 电流源产生拉电流镜像参考
 0 = 电流源不产生拉电流镜像参考

bit 2 **GENSNKEN2:** 输出2 灌电流产生使能位⁽¹⁾
 1 = 电流源产生灌电流镜像参考
 0 = 电流源不产生灌电流镜像参考

bit 1 **SRCEN2:** 输出2 拉电流使能位
 1 = 使能拉电流
 0 = 禁止拉电流

bit 0 **SNKEN2:** 输出2 灌电流使能位
 1 = 使能灌电流
 0 = 禁止灌电流

注 1: 使用电流镜像模式时, 必须在主通道以及共用参考的所有通道上使能相应的SHRSRCEN_x或SHRSNKEN_x位。

偏流发生器 (CBG)

寄存器 2-3: **IBIASCONL: 偏流发生器 50 μ A 电流源控制低位字**

U-0	U-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
—	—	SHRSRCEN1	SHRSNKEN1	GENSRCEN1 ⁽¹⁾	GENSNKEN1 ⁽¹⁾	SRCEN1	SNKEN1

U-0	U-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
—	—	SHRSRCEN0	SHRSNKEN0	GENSRCEN0 ⁽¹⁾	GENSNKEN0 ⁽¹⁾	SRCEN0	SNKEN0

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 15-14 **未实现:** 读为 0

bit 13 **SHRSRCEN1:** 输出 1 共用拉电流使能位
1 = 使能拉电流镜像模式 (使能参考共用)
0 = 禁止拉电流镜像模式

bit 12 **SHRSNKEN1:** 输出 1 共用灌电流使能位
1 = 使能灌电流镜像模式 (使能参考共用)
0 = 禁止灌电流镜像模式

bit 11 **GENSRCEN1:** 输出 1 拉电流产生使能位⁽¹⁾
1 = 电流源产生拉电流镜像参考
0 = 电流源不产生拉电流镜像参考

bit 10 **GENSNKEN1:** 输出 1 灌电流产生使能位⁽¹⁾
1 = 电流源产生灌电流镜像参考
0 = 电流源不产生灌电流镜像参考

bit 9 **SRCEN1:** 输出 1 拉电流使能位
1 = 使能拉电流
0 = 禁止拉电流

bit 8 **SNKEN1:** 输出 1 灌电流使能位
1 = 使能灌电流
0 = 禁止灌电流

bit 7-6 **未实现:** 读为 0

bit 5 **SHRSRCEN0:** 输出 0 共用拉电流使能位
1 = 使能拉电流镜像模式 (使能参考共用)
0 = 禁止拉电流镜像模式

bit 4 **SHRSNKEN0:** 输出 0 共用灌电流使能位
1 = 使能灌电流镜像模式 (使能参考共用)
0 = 禁止灌电流镜像模式

bit 3 **GENSRCEN0:** 输出 0 拉电流产生使能位⁽¹⁾
1 = 电流源产生拉电流镜像参考
0 = 电流源不产生拉电流镜像参考

bit 2 **GENSNKEN0:** 输出 0 灌电流产生使能位⁽¹⁾
1 = 电流源产生灌电流镜像参考
0 = 电流源不产生灌电流镜像参考

bit 1 **SRCEN0:** 输出 0 拉电流使能位
1 = 使能拉电流
0 = 禁止拉电流

bit 0 **SNKEN0:** 输出 0 灌电流使能位
1 = 使能灌电流
0 = 禁止灌电流

注 1: 使用电流镜像模式时, 必须在主通道以及共用参考的所有通道上使能相应的SHRSRCENx或SHRSNKENx位。

3.0 模块应用

3.1 模块说明

CBG 模块由两类电流源组成：10 μA 电流源和 50 μA 电流源。

10 μA 电流源是仅支持拉电流的通用电流源。该电流源可用于通过外部电阻产生电压（见图 3-1）或者为外部电路或传感器提供偏置。

50 μA 电流源的预期用途是产生补偿电压，以将外部信号移入内部模拟外设（如 ADC）的输入范围内。改变输入电压可以保持输入信号交流分量的动态范围，但会消除直流偏移电压。可将外部电阻（见图 3-3 和图 3-4）与电流源一起使用产生补偿电压。将输入电压移入可用范围所需的补偿电压可以是正值或负值，具体以应用需求为准。

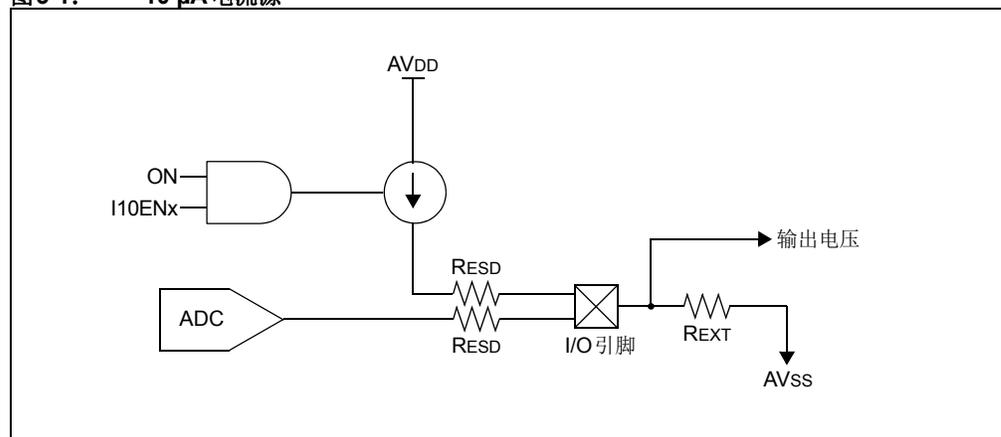
50 μA 电流源能够在使用两个或多个电流源的电流镜像模式下工作。该模式可用于为差分信号产生补偿电压（见图 3-5）。

- 注 1:** 由于产生的电流较小，外部电阻较大。当电流源未使能时，此大电阻值可通过限制注入器件的电流来保护器件输入电路。
- 2:** 可通过外部并联两类电流源来增加电流，方法是将输出引脚连接在一起。
- 3:** 可以同时使能 50 μA 电流源的灌电流和拉电流模式。这不会损坏器件，但会增加电流消耗。在这种配置中，与电流源相关的引脚将仅产生可忽略的拉/灌电流。
- 4:** 用于产生补偿电压的大电阻可能会超过 ADC 输入阻抗规范。为了满足 ADC 输入要求，可能需要执行以下一项或多项操作：
- 延长采样时间。
 - 使用内部放大器，例如运算放大器或 PGA。
 - 如果输入信号不能快速变化，则在输入引脚上使用一个小电容。
 - 使用 AC 旁路电容。

3.2 10 μ A 电流源的基本工作原理

该电流源的主要应用是产生形成外部电压所需的电流。该电流随后可通过内部ADC测量，或用于偏置外部电路。此类电流源只能提供（拉）电流。要产生外部电压，需在电流源引脚和AVSS之间连接一个外部电阻（见图3-1）。电流将在RSHIFT电阻两端产生电压（见公式3-1和例3-1）。必要时，可通过并联多个电流源来增加电流。该电流随后可通过内部ADC或外部电路测量。

图3-1: 10 μ A 电流源



公式3-1: 确定RSHIFT值的公式

$$V(REXT) = 10 \mu A \times REXT$$

注: $V(REXT)$ 不得超过 $AVDD - 0.5V$ (典型值) (见第3.3.6节“工作范围”)。

例3-1: 使能10 μ A 电流源

$REXT = 10 \text{ k}\Omega$, $AVDD = 3.3V$
 $V_{PIN} = 10k * 10 \mu A = 100 \text{ mv}$
 $V_{REXT} \ll 3.3V - 0.5V$, 因此满足 $V(REXT)$ 要求

```
// User code to enable a 10ua source
BIASCONbits.ON = 1;           // enable the module
BIASCONbits.I10EN0 = 1;      // enable 10ua source channel 0
```

3.3 50 μA 电流源的基本工作原理

50 μA 电流源的主要应用是消除直流偏移，以使待测信号处于ADC模块的输入范围内。图3-2所示为典型待测信号：具有直流偏移的交流信号。此类电流源可用于通过外部电阻产生正/负电压变化量。以下示例给出了用于改变输入电压的基本配置以及所需计算。公式3-2中的公式用于计算正/负电压改变量。

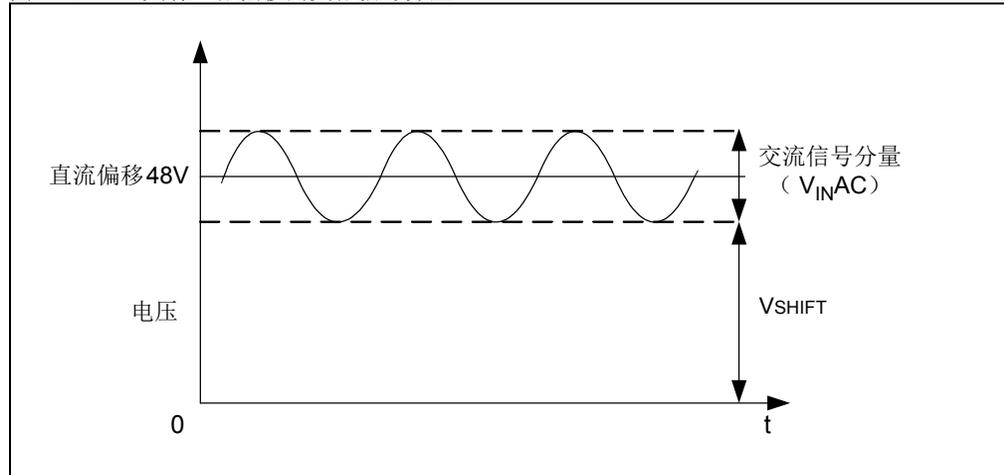
公式3-2: 确定RSHIFT值的公式

$$R_{SHIFT} = \frac{V_{SHIFT}}{50 \mu\text{A}}$$

$$V_{SHIFT} = V_{INDC} - \left(\frac{V_{INAC}}{2} \right)$$

注：V(RSHIFT)不得超过AVDD - 0.7V（典型值）（见第3.3.6节“工作范围”）。

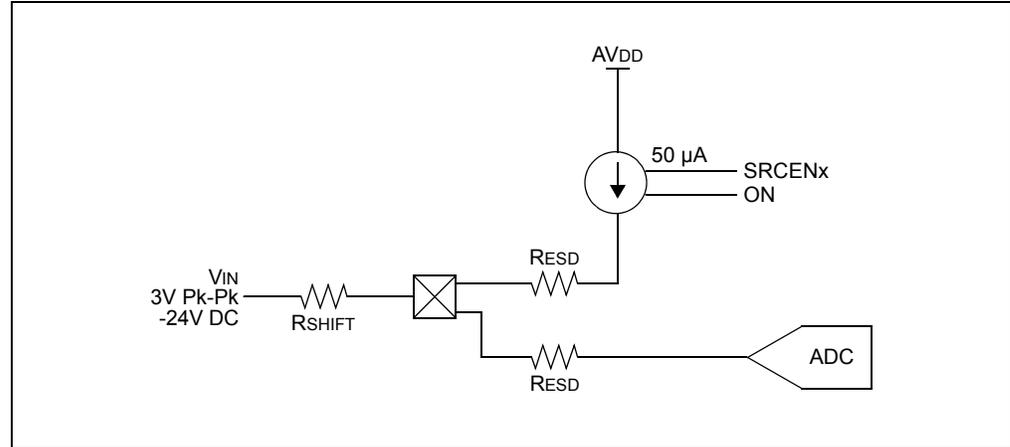
图3-2: 具有直流偏移的交流信号分量



3.3.1 正输入电压的电压改变量

要改变正输入电压，需使用一个CBG电流源。该电流源用于产生对输入信号进行补偿所需的负电压。请参见图3-3。公式3-1所示为该应用的计算方法和配置。

图3-3: 单端正电压改变量



例3-2: 单端正电压改变量

具有-24V偏移的3V p-p信号:

$$V_{INmin} = -24V - (3V / 2) = -25.5V$$

$$V_{INmax} = -24V + (3V / 2) = -22.5V$$

$$V_{SHIFT} = |V_{INmin}|$$

$$R_{SHIFT} = 25.5V / 50\mu A = 510 \text{ k}\Omega$$

标准5%值为510 kΩ

标准1%值为510 kΩ

使用标准值电阻时的改变量为 $511k \cdot 50 \mu A = 25.55V$

$$\text{输入范围} = (V_{INmax} - V_{SHIFT}) - (V_{INmin} - V_{SHIFT})$$

$$(49.5V - 46.5V) - (46.5V - 46.5V) = 3V$$

// sample code to enable 50uA current sink.

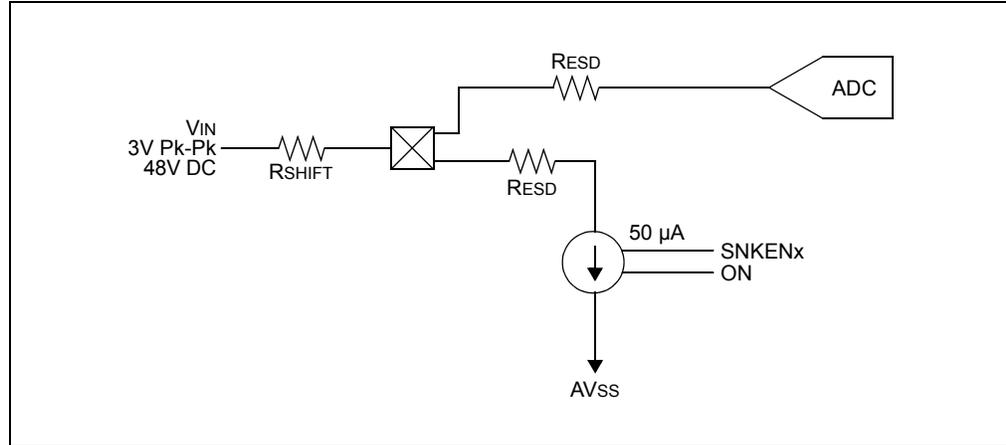
```
BIASCONbits.ON = 1; // enable the module
```

```
IBIASCONLbits.SNKEN1 = 1; // enable 50ua sink channel 1
```

3.3.2 负输入电压的电压改变量

要改变负输入电压，需使用一个CBG电流源。该电流源用于产生对输入信号进行补偿所需的正电压（见图3-4）。例3-3所示为该配置的计算方法。

图3-4: 单端负电压改变量



例3-3: 单端负电压改变量

输入器件在3.3V下工作，
信号为具有48V直流偏移的3V p-p，
所需ADC输入：0V至3V

注： 补偿电压将为负值，因此电流源必须通过灌电流来消除偏移。

具有48V偏移的3V p-p信号

$$V_{INmin} = 48V - (3V / 2) = 46.5V$$

$$V_{INmax} = 48V + (3V / 2) = 49.5V$$

$$V_{SHIFT} = |V_{INmin}|$$

$$R_{SHIFT} = 46.5V / 50\mu A = 930 \text{ k}\Omega$$

标准1%值为931 kΩ

使用标准值电阻时的改变量为 $931k \cdot 50\mu A = 46.55V$

$$\text{输入范围} = (V_{INmax} - V_{SHIFT}) - (V_{INmin} - V_{SHIFT})$$

$$(49.5V - 46.5V) - (46.5V - 46.5V) = 3V$$

```
// sample code to enable 50uA current sink.
BIASCONbits.ON = 1;           // enable the module
IBIASCONLbits.SNKEN1 = 1;    // enable 50ua sink channel 1
```

3.3.3 电流镜像和差分输入

50 μA 电流源能够在电流镜像模式下工作。电流镜像模式将两个或多个电流源连接在一起，并使用通过参考电流源的电流来设置通过其他电流源的电流。当电流源间的电流匹配非常重要时（例如，改变差分电压时），使用该模式。

电流镜像模式需要将一个电流源配置为参考电流源，方法是将用于拉电流的 **GENSRCENx** 位置 1 或将用于灌电流的 **GENSNKENx** 位置 1。使能用于拉电流的 **SHRSRCENx** 位或使能用于灌电流的 **SHRSNKENx** 位可将电流源配置为使用参考电流源设置其电流。多个电流源可共用一个参考电流源。电流镜像拉电流和灌电流操作均具有单个互连，因此无法多次单独设置镜像拉/灌电流源。

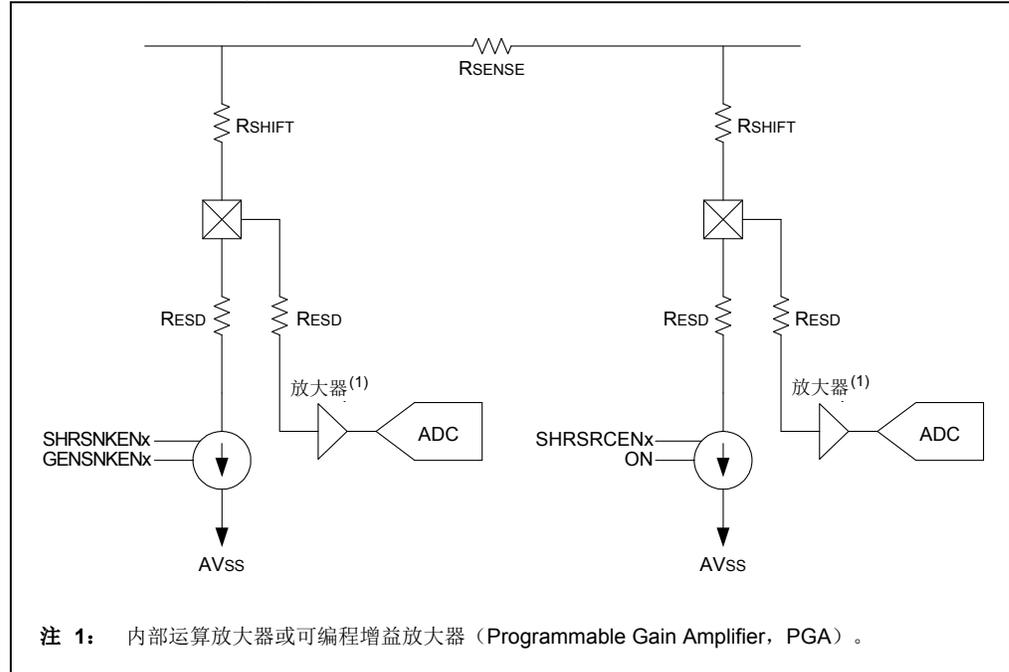
参考电流源的电流由其 **RSHIFT** 电阻值设置（见公式 3-3）。**RSHIFT** 电阻的值应高度匹配以减少意外的失调电压。

要改变差分输入，需要将两个 **CBG** 电流源配置为电流镜像。这两个电流源随后可用于产生负补偿电压以消除输入信号的直流偏移。请参见图 3-5 和例 3-4。

公式 3-3: 确定 **RSHIFT** 值的公式

$$R_{SHIFT} = \frac{V_{SHIFT}}{50 \mu A}$$

图 3-5: 差分电压改变量



例 3-4: 差分电压改变量

改变差分电压

假设:

器件在 3.3V 下工作,

输入信号: 具有 12V 直流偏移的 0.5V Pk-Pk,

所需放大器输入: 0V 至 0.5V

注: 补偿电压将为负值, 因此电流源必须通过灌电流来消除偏移。

$$V_{IN(DC)} = 12V - (0.5V / 2) = 11.5V$$

$$R_{ISET} = (11.5V - .7V) / 50\mu A = 216 \text{ k}\Omega$$

标准 1% 值为 215 k Ω

$$\text{使用标准值电阻时的改变量为 } 215k * 50\mu A = 10.75V$$

$$R_{SHIFT} = R_{ISET}$$

```
// configure current sinks
IBIASCONHbits.GENSNKEN3 = 1;      // configure as current mirror reference
IBIASCONHbits.SHRSNKEN3 = 1;     // output reference current

IBIASCONHbits.SHRSNKEN2 = 1;     // configure to use current mirror reference
BIASCONbits.ON = 1;              // enable module
```

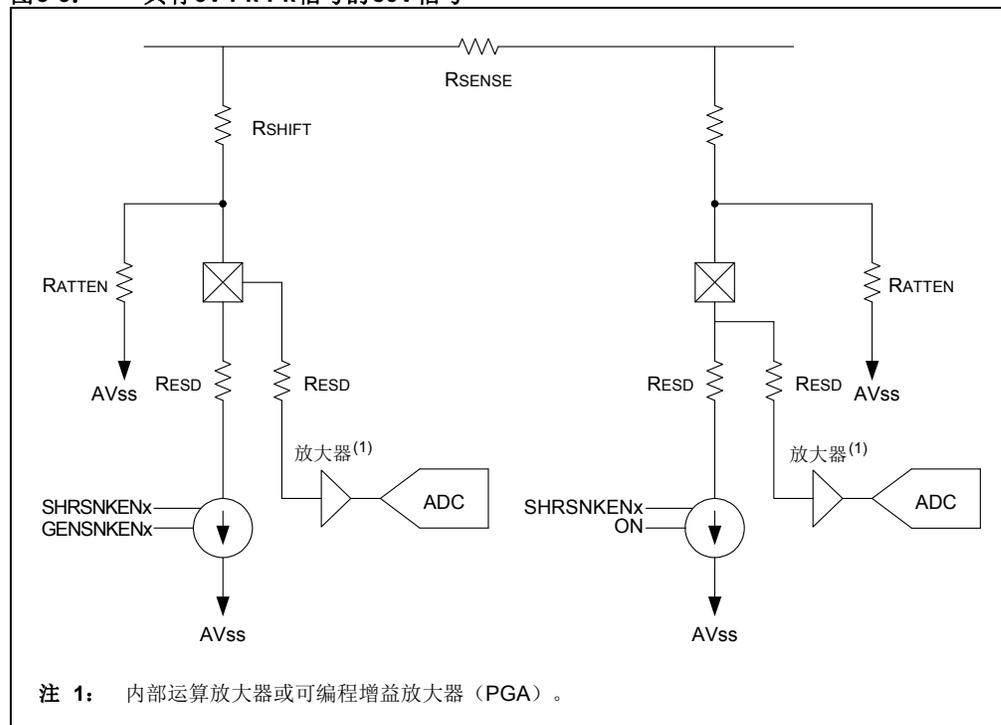
3.3.4 改变输入电压并衰减输入信号

对于幅值超出ADC输入范围且还包含直流偏移的信号，需要改变电压和分压（见图3-6）。该组合允许针对ADC输入调节输入信号，并且可消除直流偏移（见公式3-4）。

公式3-4: 确定用于调节输入和改变电压的电阻值

$$R_{SHIFT} = \frac{V_{SHIFT} - (R_{SHIFT} \times 50 \mu A) \times R_{ATTEN}}{R_{ATTEN} \times R_{SHIFT}}$$

图3-6: 具有6V Pk-Pk信号的80V信号



3.3.5 设置输出电流

在电流镜像模式下，镜像电流通过与参考电流源连接的RSHIFT电阻进行设置。使用公式3-5和例3-5中的公式计算该电阻的值。如果需要不同的电流，则可将公式中的50 μA电流值替换为所需电流，然后计算电阻值。典型工作范围为5 μA至50 μA。镜像通道应使用针对参考电流源计算得出的相同电阻值。

公式3-5: 设置输出电流

$$R_{EXT} = (AV_{DD} - V_{TH} (typ))/I$$

所得电压应小于:

$$V_{DD} - 0.7V \text{ (见第3.3.6节“工作范围”)}$$

例3-5: 设置输出电流

所需电流: 25 μA

AV_{DD} = 3.3V

$$(3.3V - 0.7V) / 25 \mu A = 104 \text{ k}\Omega$$

最接近的标准值为105 kΩ。

3.3.6 工作范围

电流源驱动电阻两端可产生的最大电压取决于AV_{DD}和电路中的其他电压源。

当电阻连接到AV_{SS}时（如图3-1所示），可产生的最大电压大约为AV_{DD}。但是，当产生的电压大于电流源内部阈值时，输出电流会降低。为防止这种情况发生，REST和R_{EXT}两端产生的总电压的最大值在10 μA电流源情况下应限制为AV_{DD} - 0.5V（典型值），在50 μA电流源情况下应限制为AV_{DD} - 0.7V（典型值）。

3.3.7 ADC输入注意事项

ADC的输入阻抗决定所需的改变时间，以ADC时钟（即T_{AD}）数中指定。阻抗由以下内部电阻组成，包括ADC通道选择开关和R_{ESD}以及任何外部电阻。产生补偿电压所需的较大外部电阻值可能超出器件的ADC输入规范。这可能需要使用内部放大器（运算放大器或PGA）来将ADC与大电阻隔离。

3.4 器件引脚ESD配置

器件的每个引脚上有多个ESD电阻（见图3-1和图3-3）。

ADC和其他模拟外设（未显示）均具有单独的ESD电阻。采用该配置时，通过ADC测量的电压不包括电流源ESD电阻两端的电压。

3.5 中断

电流源模块不会产生中断。

3.6 在节能模式下工作

在节能模式下两类电流源将继续工作。

3.7 复位的影响

复位会强制模块寄存器恢复为其初始复位值，这将禁止电流源。

4.0 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器件系列而编写的，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。当前与偏流发生器（CBG）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dsPIC33/PIC24系列器件的应用笔记和代码示例，请访问Microchip网站（www.microchip.com）。

5.0 版本历史

版本A (2016年3月)

这是本文档的初始版本。

dsPIC33/PIC24 系列参考手册

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，不得暗或以其他方式转让任何许可证。

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-16949:2009 认证。Microchip 的 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 模拟产品严格遵守公司的质量体系流程。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。

**QUALITY MANAGEMENT SYSTEM
CERTIFIED BY DNV
= ISO/TS 16949 =**

商标

Microchip 的名称和徽标组合、Microchip 徽标、AnyRate、AVR、AVR 徽标、AVR Freaks、BitCloud、chipKIT、chipKIT 徽标、CryptoMemory、CryptoRF、dsPIC、FlashFlex、flexPWR、Heldo、JukeBlox、KeeLoq、Kleer、LANCheck、LINK MD、maXStylus、maXTouch、MediaLB、megaAVR、MOST、MOST 徽标、MPLAB、OptoLyzer、PIC、picoPower、PICSTART、PIC32 徽标、Prochip Designer、QTouch、SAM-BA、SpyNIC、SST、SST 徽标、SuperFlash、tinyAVR、UNI/O 及 XMEGA 均为 Microchip Technology Inc. 在美国和其他国家或地区的注册商标。

ClockWorks、The Embedded Control Solutions Company、EtherSynch、Hyper Speed Control、HyperLight Load、IntelliMOS、mTouch、Precision Edge 和 Quiet-Wire 均为 Microchip Technology Inc. 在美国的注册商标。

Adjacent Key Suppression、AKS、Analog-for-the-Digital Age、Any Capacitor、AnyIn、AnyOut、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、motorBench、MPASM、MPF、MPLAB Certified 徽标、MPLIB、MPLINK、MultiTRAK、NetDetach、Omniscient Code Generation、PICDEM、PICDEM.net、PICkit、PICtail、PowerSmart、PureSilicon、QMatrix、REAL ICE、Ripple Blocker、SAM-ICE、Serial Quad I/O、SMART-I.S.、SQI、SuperSwitcher、SuperSwitcher II、Total Endurance、TSHARC、USBCheck、VariSense、ViewSpan、WiperLock、Wireless DNA 和 ZENA 均为 Microchip Technology Inc. 在美国和其他国家或地区的商标。

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

Silicon Storage Technology 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。

© 2018, Microchip Technology Inc. 版权所有。

ISBN: 978-1-5224-3170-1

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: 45-4450-2828
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: 49-7131-67-3636

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: 47-7289-7561

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 - Gothenberg**
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