仪表放大器数据手册 INSAMPV 2.2

Copyright © 2002-2011 Cypress Semiconductor Corporation. All Rights Reserved.

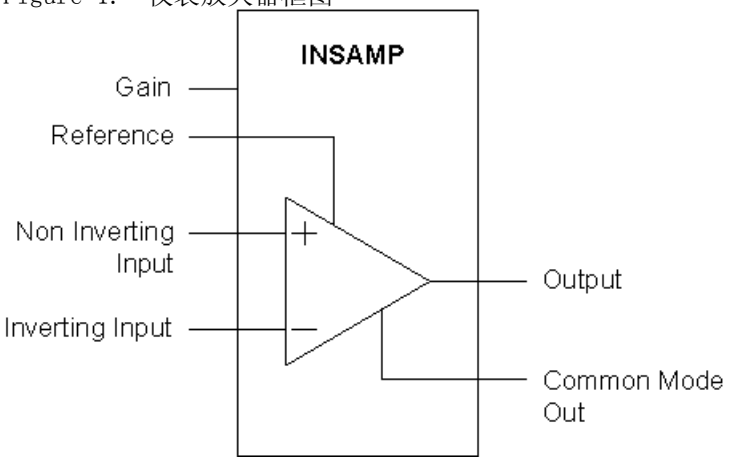
资源	PSoC® 模块			API 内存 （字节）		引脚 （根据外部 I/O）
	数字	模拟 CT	模拟 SC	闪存	RAM	
CY8C29/27/24xxx, CY8C23x33, CY8CLED04/08/16, CY8CLED0xD, CY8CLED0xG, CY8CTST120, CY8CTMG120, CY8CTMA120, CY8C28x45, CY8CPLC20, CY8CLED16P01, CY8C28x43, CY8C28x52						
2 运算放大器	0	2	0	57	0	1
3 运算放大器	0	2	1	113	0	1
CY8C26/25xxx						
2 运算放大器	0	2	0	57	0	1

功能和概述

- 2 运算放大器拓扑结构中用户可编程增益范围为从 2 至 16
- 3 运算放大器拓扑结构 （仅限 CY8C29/27/24xxx, CY8C23x33, CY8CLED04/08/16, CY8CLED0xD, CY8CLED0xG, CY8CTST120, CY8CTMG120, CY8CTMA120, CY8C28x45, CY8CPLC20, CY8CLED16P01, CY8C28x43, CY8C28x52 系列）中用户可编程增益高达 93
- 高阻抗差分输入
- 单端输出
- 2 运算放大器拓扑结构中参考电压可选择

INSAMP 用户模块提供了一种标准的 2 运算放大器仪表放大器电路拓扑结构，并为 CY8C29/27/24xxx, CY8C23x33, CY8CLED04/08/16, CY8CLED0xD, CY8CLED0xG, CY8CTST120, CY8CTMG120, CY8CTMA120, CY8C28x45, CY8CPLC20, CY8CLED16P01, CY8C28x43, CY8C28x52 系列 PSoC 器件提供了标准 3 运算放大器拓扑结构。 此放大器具有高输入阻抗、良好的共模信号抑制能力和较宽的带宽。

Figure 1. 仪表放大器框图

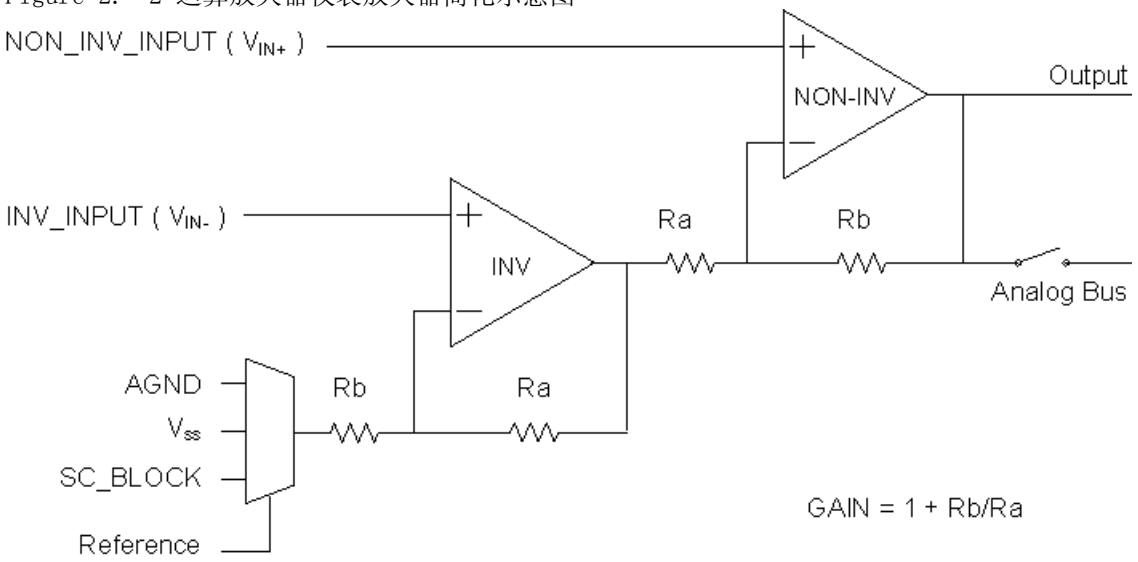


功能说明

2 运算放大器拓扑结构

INSAMP 用户模块的 2 运算放大器拓扑结构映射到一对模拟连续时间 (CT) PSoC 模块。 此用户模块能够将外部施加的差分信号转换为单端信号，并以选定的内部模拟接地电压为参考电压。 该模块的输入连接到输入复用器。 增益、输出参考电压和模拟输出总线连接均在器件编辑器中进行设置。

Figure 2. 2 运算放大器仪表放大器简化示意图



仪表放大器的增益由两个模拟 CT PSoC 模块中任何一个的电阻阵列中的可编程抽头的设置确定。

连接至反相输入的 INV 模块的输出具有以下传输函数。

Equation 1

$$V_{O_{INV}} = V_{IN-} \cdot \left(1 + \frac{R_a}{R_b}\right) - V_{Ref} \frac{R_a}{R_b}$$

模块 NON_INV 对 INV 的输出进行反相并减去该输出，得到以下传输函数。

Equation 2

$$V_{O_{NONINV}} = V_{IN+} \cdot \left(1 + \frac{R_b}{R_a}\right) - V_{O_{INV}} \frac{R_b}{R_a}$$

这样，INSAMP 用户模块的传输函数如下所示。

Equation 3

$$V_O = (V_{IN+} - V_{IN-}) \cdot \left(1 + \frac{R_b}{R_a}\right) + V_{Ref}$$

用户在 PSoC Designer 的全局资源部分中选择模拟接地电压。 其中包括以下选项：源自内部带隙参考电压 ($2*V_{BandGap}$) 的固定值、与供电电压 ($V_{dd}/2$) 成比例的值以及来自 CY8C26xxx 中的端口 2[4] 的外部输入。 在 CY8C27xxx 中，还提供了其他模拟接地选项： $V_{BandGap}$ 和 $3.2*V_{BandGap}$ ；前者允许连接至固定量程模数转换器以在 3.3V 下工作，后者允许连接至固定量程模数转换器以在 5.0V 下作。 模拟接地和增益值的选项决定了每个模块的可用输入和输出范围。 相对于低用户模块增益来说，模块 INV 具有较高的增益。 这样可以对允许的输入范围加以最小的限制。 在技术规范一节中将以图形形式对此进行说明。

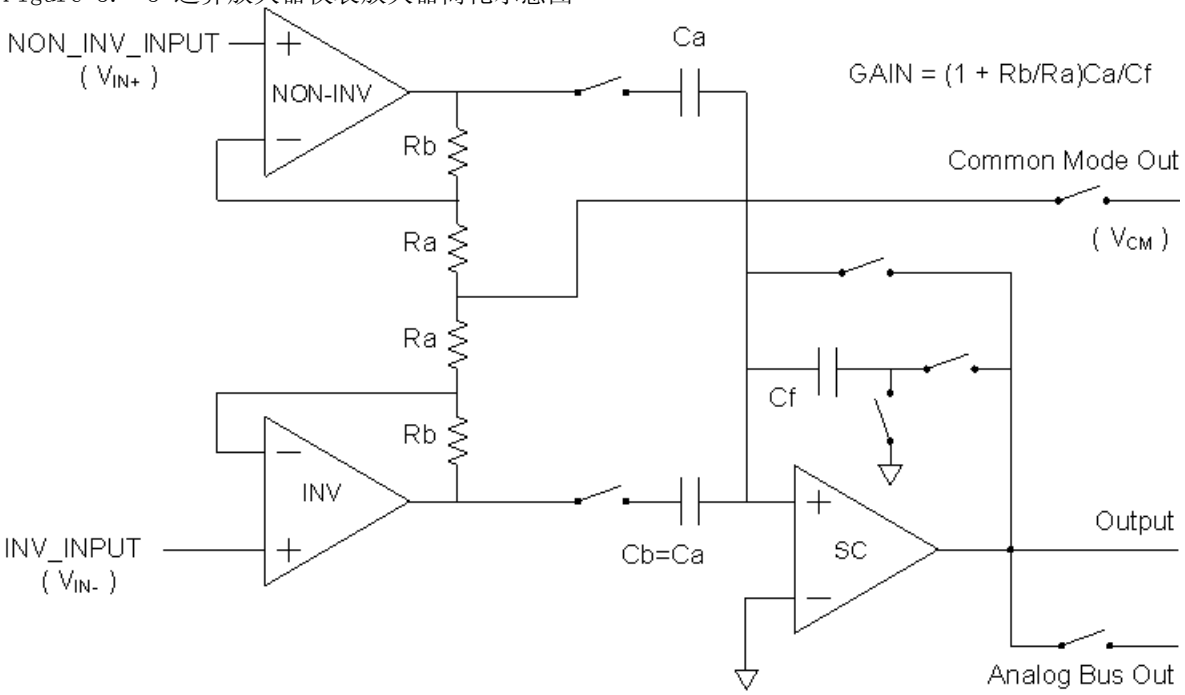
[+] Feedback

3 运算放大器拓扑结构

3 运算放大器 INSAMP 采用两个连续时间 PSoC 模块（称为 INV 和 NON_INV）来构建一个具有差分输入和差分输出的放大器。 这两个模块具有相同的增益，并且其底部电阻复用器连接在一起。 差分放大器的输出由开关电容模块 （称为 CONVERT）转换为以模拟接地电压为参考电压的单端电压。

除了其输入动态范围宽广之外，此输入拓扑结构还以出色的共模抑制能力而著称。

Figure 3. 3 运算放大器仪表放大器简化示意图



INV 模块和 NON_INV 模块的传输函数分别如下所示。

Equation 4

$$Vout_{INV} = V_{CM} + \left(1 + \frac{R_b}{R_a}\right)\left(\frac{V_{IN+} - V_{IN-}}{2}\right)$$

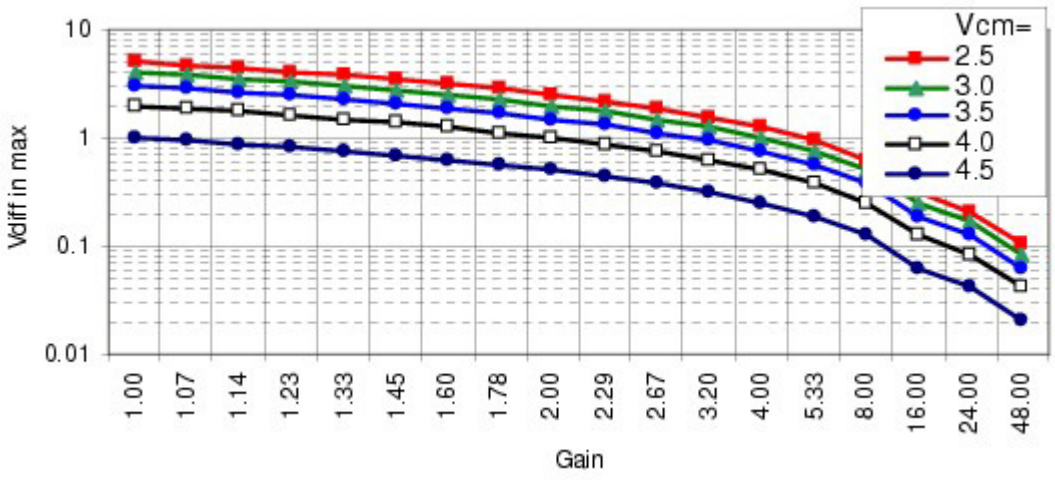
Equation 5

$$Vout_{NONINV} = V_{CM} - \left(1 + \frac{R_b}{R_a}\right)\left(\frac{V_{IN+} - V_{IN-}}{2}\right)$$

[+] Feedback

输入放大器具有单位共模增益。 与仪表放大器的 2 运算放大器版本相比，这在输入共模范围方面具有明显优势。 最大差分输入范围受输入运算放大器的输出摆幅和放大器的增益的限制。 增加共模电压或增益会减少允许的输入信号电平，如下图所示：

Figure 4. 最大输入电平与增益



输入增益限制以模拟接地电压为中心对称分布，因此比 Vss 高 0.5V 的输入共模电压与比 Vcc 低 0.5V 的输入共模电压具有相同的输入限制。

模块 INV 的输出驱动着 CONVERT 的 B 电容输入；模块 NON_INV 的输出驱动着 CONVERT 的 A 电容输入。 B 电容输入的符号由模块拓扑结构确定为负。 A 电容输入的符号在用户模块固件中设置为正。 A 电容和 B 电容具有相同的值；因此，连续时间模块输出的转换是差分形式的，CONVERT 的输出为

Equation 6

$$V_{AGND} + (V_{IN+} - V_{IN-})\left(1 + \frac{R_a}{R_b}\right)\frac{C_a}{C_f}$$

Rb 和 Ra 的可用电阻比将输入级的有用增益范围设置为介于 1.0 和 48.0 之间的值。 开关电容模块中的转换增益可介于 0.032 和 1.9375（即 1/32 到 31/16）之间。 这就产生了大量有用的介于 1.0 和 93 之间的增益设置。 差分增益和转换增益由用户在 PSoC Designer 中单独设置为参数，可在运行时通过 SetGain API 函数来进行更改。

直流和交流电气特性

2 运算放大器拓扑结构和 3 运算放大器拓扑结构的电气特性有所不同，它们在 CY8C25/26xxx 和其他 PSoC 器件中也分别具有不同的电气特性。

3 运算放大器拓扑结构

The following values are indicative of expected performance and based on initial characterization data. 除非下表中另行指定，否则 T_A = 25C、V_{dd} = 5.0V、以模拟接地电压为参考的输出电压 = 2*$V_{BandGap}$。

[+] Feedback

Table 1. 5.0V 3 运算放大器直流电气特性，CY8C29/27/24xxx, CY8C23x33, CY8CLED04/08/16, CY8CLED0xD, CY8CLED0xG, CY8CTST120, CY8CTMG120, CY8CTMA120, CY8C28x45, CY8CPLC20, CY8CLED16P01, CY8C28x43, CY8C28x52 系列 PSoC 器件

参数	典型值	限制	单位	条件和注释
增益				
G=93.0 时与额定值之间的偏差	1.2		%	
G=48.0 时与额定值之间的偏差	1.4		%	
G=2.0 时与额定值之间的偏差	0.2		%	
G=1.0 时与额定值之间的偏差	0.2		%	
输入				
输入偏移电压	3.5		mV	
输入电压范围	--	Vss 到 Vdd	V	
漏电流[1]	1	--	nA	
输入电容[1]	3	--	pF	
共模抑制比 (CMRR)	60		dB	增益 = 48
电源抑制比 (PSRR)	42		dB	
输出摆幅	0.05 至 Vdd-0.05	--	V	
运行电流				
低功耗	800		µA	如果运算放大器偏压设置为低，则工作电流可以减少 50%，但列时钟频率必须降低。
中等功耗	3,000		µA	
高功耗	11,900		µA	

Table 2. 5.0V 3 运算放大器交流电气特性，CY8C29/27/24xxx, CY8C23x33, CY8CLED04/08/16, CY8CLED0xD, CY8CLED0xG, CY8CTST120, CY8CTMG120, CY8CTMA120, CY8C28x45, CY8CPLC20, CY8CLED16P01, CY8C28x43, CY8C28x52 系列 PSoC 器件

参数	典型值	限制	单位	条件和注释
斜率 （20% 至 80%)[2]				
低功耗	0.5		V/µsec	增益 = 2.0，输入处 2.0V 步长
中等功耗	1.9		V/µsec	
高功耗	6.0		V/µsec	
建立时间[2]				

[+] Feedback

参数	典型值	限制	单位	条件和注释
低功耗	11		µsec	
中等功耗	4		µsec	
高功耗	3		µsec	
噪声 [2]				以输入为参考
低功耗	625		nV/√Hz	差分级增益 = 4。 除非在高功耗条件下，否则运算放大器偏压均为低。
中等功耗	198		nV/√Hz	
高功耗	175		nV/√Hz	

The following values are indicative of expected performance and based on initial characterization data. 除非下表中另行指定，否则 T_A = 25C、V_{dd} = 3.3V、以模拟接地电压为参考的输出电压 = $V_{dd}/2$。

Table 3. 3.3V 3 运算放大器直流电气特性，CY8C29/27/24xxx, CY8C23x33, CY8CLED04/08/16, CY8CLED0xD, CY8CLED0xG, CY8CTST120, CY8CTMG120, CY8CTMA120, CY8C28x45, CY8CPLC20, CY8CLED16P01, CY8C28x43, CY8C28x52 系列 PSoC 器件

参数	典型值	限制	单位	条件和注释
增益				
G=93.0 时与额定值之间的偏差	1.9		%	
G=48.0 时与额定值之间的偏差	2.1		%	
G=2.0 时与额定值之间的偏差	0.1		%	
G=1.0 时与额定值之间的偏差	0.1		%	
输入				
输入偏移电压	3.5		mV	
输入电压范围	--	Vss 到 Vdd	V	
漏电流 [1]	1	--	nA	
输入电容 [1]	3	--	pF	
共模抑制比 (CMRR)	51		dB	增益 = 48
电源抑制比 (PSRR)	42		dB	
输出摆幅	0.05 至 Vdd-0.05	--	V	
运行电流				
低功耗	1200		µA	如果运算放大器偏压设置为低，则工作电流可以减少 50%，但列时钟频率必须降低。
中等功耗	3,400		µA	
高功耗	12,000		µA	

[+] Feedback

Table 4. 3.3V 3 运算放大器交流电气特性，CY8C29/27/24xxx, CY8C23x33, CY8CLED04/08/16, CY8CLED0xD, CY8CLED0xG, CY8CTST120, CY8CTMG120, CY8CTMA120, CY8C28x45, CY8CPLC20, CY8CLED16P01, CY8C28x43, CY8C28x52 系列 PSoC 器件

参数	典型值	限制	单位	条件和注释
斜率 （20% 至 80%）[2]				
低功耗	0.5		V/µsec	增益 = 2.0，输入处 2.0V 步长
中等功耗	1.8		V/µsec	
高功耗	5.7		V/µsec	
建立时间 [2]				
低功耗	12		µsec	
中等功耗	4		µsec	
高功耗	3		µsec	
噪声 [2]				以输入为参考
低功耗	625		nV/√Hz	除非在高功耗条件下，否则运算放大器偏压均为低。
中等功耗	198		nV/√Hz	
高功耗	175		nV/√Hz	

电气特性注释

1. 包括 I/O 引脚。以器件仿真为基础。

2 运算放大器拓扑结构

The following values are indicative of expected performance and based on initial characterization data. 除非下表中另行指定，否则 T_A = 25C、V_{dd} = 5.0V、以模拟接地电压为参考的输出电压 = 2*$V_{BandGap}$、运算放大器偏压 = 高、参考功耗 = 高、UM 功耗 = 高、列时钟 = 2MHz （采样时钟 = 500 kHz）。

Table 5. 5.0V 2 运算放大器直流电气特性，CY8C29/27/24xxx, CY8C23x33, CY8CLED04/08/16, CY8CLED0xD, CY8CLED0xG, CY8CTST120, CY8CTMG120, CY8CTMA120, CY8C28x45, CY8CPLC20, CY8CLED16P01, CY8C28x43, CY8C28x52 系列 PSoC 器件

参数	典型值	限制	单位	条件和注释
增益				
G=16.0 时与额定值之间的偏差	2.5		%	
G=8.0 时与额定值之间的偏差	1.6		%	
G=4.0 时与额定值之间的偏差	0.4		%	
G=2.0 时与额定值之间的偏差	0.1		%	
输入				

[+] Feedback

参数	典型值	限制	单位	条件和注释
输入偏移电压	3.1		mV	
输入电压范围	--	Vss 到 Vdd	V	
漏电流[1]	1	--	nA	
输入电容[1]	3	--	pF	
输出摆幅	0.05 至 Vdd-0.05	--	V	
共模抑制比 (CMRR)	59		dB	增益 = 2
电源抑制比 (PSRR)	62		dB	
运行电流				
低功耗	284		µA	如果运算放大器偏压设置为低，则工作电流可以减少 50%，但列时钟频率必须降低。
中等功耗	1080		µA	
高功耗	4166		µA	

Table 6. 5.0V 2 运算放大器直流电气特性，CY8C29/27/24xxx, CY8C23x33, CY8CLED04/08/16, CY8CLED0xD, CY8CLED0xG, CY8CTST120, CY8CTMG120, CY8CTMA120, CY8C28x45, CY8CPLC20, CY8CLED16P01, CY8C28x43, CY8C28x52 系列 PSoC 器件

参数	典型值	限制	单位	条件和注释
斜率 (20% 至 80%)[2]				
低功耗	0.5		V/µsec	增益 = 2.0，输入处 2.0V 步长
中等功耗	1.9		V/µsec	
高功耗	6.0		V/µsec	
建立时间[2]				
低功耗	11		µsec	
中等功耗	4		µsec	
高功耗	3		µsec	
噪声[2]				以输入为参考
低功耗	354		nV/√Hz	除非在高功耗条件下，否则运算放大器偏压均为低。
中等功耗	112		nV/√Hz	
高功耗	99		nV/√Hz	

[+] Feedback

The following values are indicative of expected performance and based on initial characterization data. 除非下表中另行说明，否则 T_A = 25C、V_{dd} = 3.3V、以模拟接地电压为参考的输出电压 = V_{dd}/2、运算放大器偏压 = 高、参考功耗 = 高、UM 功耗 = 高、列时钟 = 2MHz （采样时钟 = 500 kHz）。

Table 7. 3.3V 2 运算放大器直流电气特性，CY8C29/27/24xxx, CY8C23x33, CY8CLED04/08/16, CY8CLED0xD, CY8CLED0xG, CY8CTST120, CY8CTMG120, CY8CTMA120, CY8C28x45, CY8CPLC20, CY8CLED16P01, CY8C28x43, CY8C28x52 系列 PSoC 器件

参数	典型值	限制	单位	条件和注释
增益				
G=16.0 时与额定值之间的偏差	3.2		%	
G=8.0 时与额定值之间的偏差	1.6		%	
G=4.0 时与额定值之间的偏差	0.6		%	
G=2.0 时与额定值之间的偏差	0.1		%	
输入				
输入偏移电压	3.9		mV	
输入电压范围	--	Vss 到 Vdd	V	
漏电流[1]	1	--	nA	
输入电容[1]	3	--	pF	
输出摆幅	0.05 至 Vdd-0.05	--	V	
共模抑制比 (CMRR)	54		dB	增益 = 2
电源抑制比 (PSRR)	42		dB	
运行电流				
低功耗	270		µA	如果运算放大器偏压设置为低，则工作电流可以减少 50%，但列时钟频率必须降低。
中等功耗	1046		µA	
高功耗	4934		µA	

Table 8. 3.3V 2 运算放大器交流电气特性，CY8C29/27/24xxx, CY8C23x33, CY8CLED04/08/16, CY8CLED0xD, CY8CLED0xG, CY8CTST120, CY8CTMG120, CY8CTMA120, CY8C28x45, CY8CPLC20, CY8CLED16P01, CY8C28x43, CY8C28x52 系列 PSoC 器件

参数	典型值	限制	单位	条件和注释
斜率 （20% 至 80%）[2]				
低功耗	0.5		V/µsec	增益 = 2.0，输入处 2.0V 步长
中等功耗	1.8		V/µsec	
高功耗	5.7		V/µsec	
建立时间[2]				

[+] Feedback

参数	典型值	限制	单位	条件和注释
低功耗	12		µsec	
中等功耗	4		µsec	
高功耗	3		µsec	
噪声 [2]				以输入为参考
低功耗	354		nV/√Hz	除非在高功耗条件下，否则运算放大器偏压均为低。
中等功耗	112		nV/√Hz	
高功耗	99		nV/√Hz	

电气特性注释

1. 包括 I/O 引脚。
2. 以器件仿真为基础。

2 运算放大器拓扑结构

除非下表中另行说明，否则 TA 许可的所有限值 = 25C、Vdd = 5.0V、以模拟接地电压为参考的输出电压 = 2*VBandGap。

Table 9. 5.0V 2 运算放大器直流电气特性，CY8C26/25xxx 系列 PSoC 器件

参数	典型值	限制	单位	条件和注释
增益				
G=16.0 时与额定值之间的偏差	2.6	3.8	%	
G=8.0 时与额定值之间的偏差	1.3	2.1	%	
G=4.0 时与额定值之间的偏差	0.5	0.9	%	
G=2.0 时与额定值之间的偏差	0.1	0.4	%	
输入				
输入偏移电压	14	52	± mV	
输入漏电流 [1]	3	--	nA	
输入电容 [1]	3	--	pF	
最小输入电压	0.42	0.63	V	增益 = 16
最大输入电压	V_{dd}-0.8	V_{dd}-1.0	V	增益 = 16
共模抑制比	62	56	dB	增益 = 16
参考输入				
偏移电压	9.0	31	± mV	以模拟接地电压为参考电压的输入信号的典型值，增益 = 1.00。
电源抑制比 (PSRR)	60[2]	--	dB	

[+] Feedback

参数	典型值	限制	单位	条件和注释
输出摆幅[3]				
至 V_{dd}	V_{dd}-0.8	V_{dd}-1.0	V min	
至 V_{ss}	0.3	0.5	V max	
工作电流[4]				
低功耗	250	--	µA	
中等功耗	560	--	µA	
高功耗	1560	2000	µA	

Table 10. 5.0V 2 运算放大器交流电气特性，CY8C26/25xxx 系列 PSoC 器件

参数	典型值[5]	限值[5]	单位	条件和注释
增益带宽积				
低功耗	--	1.7	MHz	
中等功耗	--	4.6	MHz	
高功耗	--	4.6	MHz	
斜率 （20% 至 80%）				
低功耗	--	0.4	V/µsec	增益 = -1.00，输入处 2.0V 步长
中等功耗	--	0.7	V/µsec	
高功耗	--	2.0	V/µsec	
建立时间				
低功耗	--	2.7	µsec	至 0.1%，增益 = -1.00
中等功耗	--	1.4	µsec	
高功耗	--	0.6	µsec	
噪声 （以输入为参考）	22	40	µVrms	0 至 10 kHz

Table 11. 3.3V 2 运算放大器直流电气特性，CY8C26/25xxx 系列 PSoC 器件

参数	典型值	限制	单位	条件和注释
增益				
G=16.0 时与额定值之间的偏差	-4.0	-5.3	%	
G=8.0 时与额定值之间的偏差	-2.0	-3.6	%	
G=4.0 时与额定值之间的偏差	-0.8	-1.4	%	
G=2.0 时与额定值之间的偏差	-0.2	1.2	%	

[+] Feedback

参数	典型值	限制	单位	条件和注释
输入				
输入偏移电压	13	51	mV	
输入漏电流 1	2	--	nA	
输入电容[1]	3	--	pF	
共模抑制比	62	--	dB	增益 = 16
输出摆幅				
至 V_{dd}	V_{dd}-0.8	V_{dd}-1.0	V	
至 V_{ss}	0.3	0.5	V	
工作电流				
低功耗	200	--	µA	
中等功耗	500	--	µA	
高功耗	1280	1800	µA	

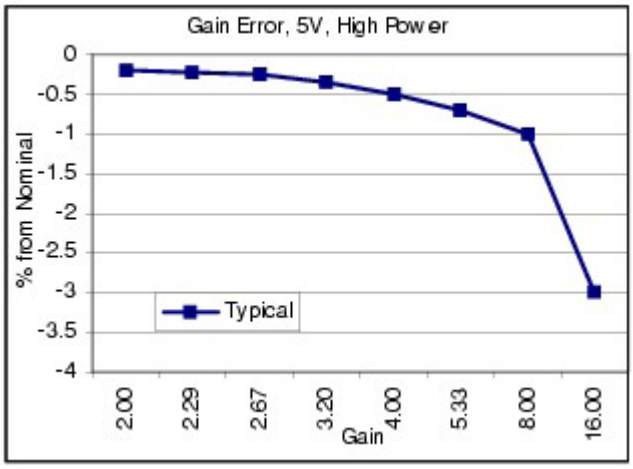
Table 12. 3.3V 2 运算放大器交流电气特性，CY8C26/25xxx 系列 PSoC 器件

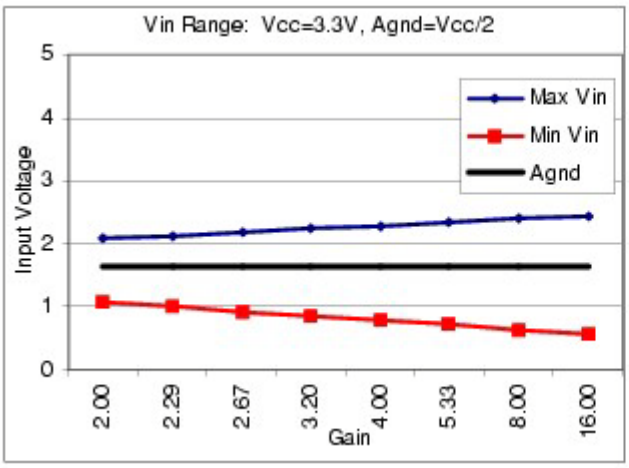
参数	典型值	限制	单位	条件和注释
斜率				
低功耗	--	0.3	V/µsec	
中等功耗	--	0.3	V/µsec	
高功耗	--	0.3	V/µsec	
建立时间至 0.01%				
低功耗	--	1.7	µsec	
中等功耗	--	0.9	µsec	
高功耗	--	1.6	µsec	
噪声 （以输入为参考）	22	40	µVrms	0 至 10 kHz

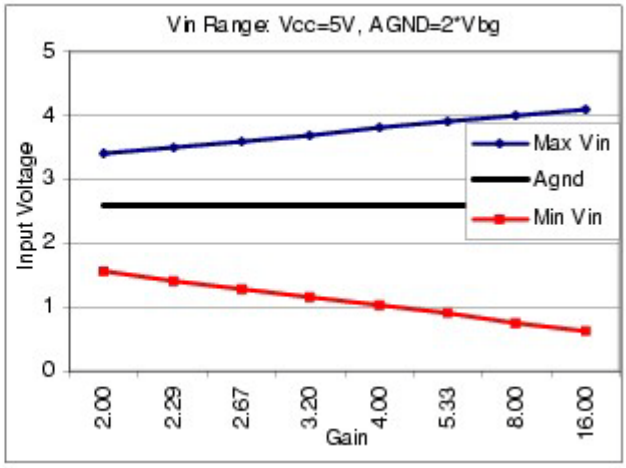
电气特性注释

1. 包括 I/O 引脚。
2. PSRR （电源抑制比）典型值适用于以模拟接地为参考的输入信号，增益 = 1.00。
3. PSRR 限值适用于以 Vss 为参考的输入信号，其中的 VAGND 误差与输入偏移电压进行代数相加。
4. 输出摆幅适用于内部信号。 外部输出摆幅 （引脚处）受模拟输出缓冲区的限制。
5. 不包括所有模拟模块共用的参考模块电源，请参见 “ 器件系列数据手册 ”。
6. 交流规范适用于内部信号。 斜率和建立时间 （引脚处）受模拟输出缓存区的限制。

[+] Feedback

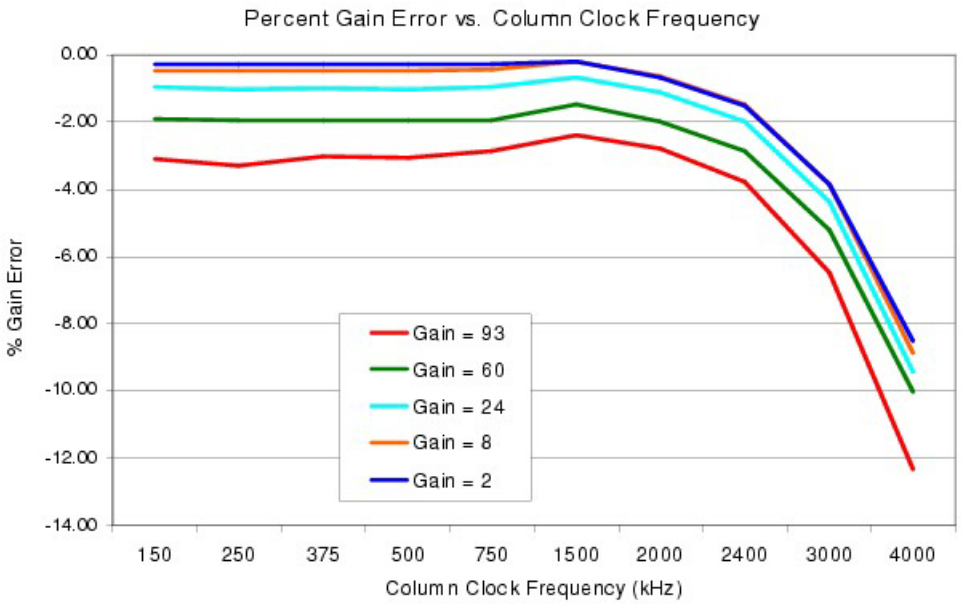






对于 3 运算放大器拓扑结构，可以使用一个开关电容模块来提供放大器的转换增益部分。 该开关电容模块由一个列时钟驱动，该列时钟经过内部四分频，以提供开关电容运行所需的时钟相位。 下图适用于在 5V 下工作的 CY8C29/27/24xxx, CY8C23x33, CY8CLED04/08/16, CY8CLED0xD, CY8CLED0xG, CY8CTST120, CY8CTMG120, CY8CTMA120, CY8C28x45, CY8CPLC20, CY8CLED16P01, CY8C28x43, CY8C28x52 器件。它以列时钟频率函数的形式显示了各种增益设置的误差百分比。 从该图中可以看出两个重要的性能点。 在 1.2MHz 下，性能出现轻微的变化，而在 2.4MHz 左右，性能出现剧烈的变化。

[+] Feedback



放置

2 运算放大器拓扑结构

NV 和 NON_INV 模块映射到位于列 0 和 1（或者列 2 和 3，如果适用）的一对连续时间 PSoC 模块。这些模块可在列对内互换，实现了反相输入和同相输入的灵活端口分配。

3 运算放大器拓扑结构

3 运算放大器电路拓扑结构采用了一对连续时间 PSoC 模块和单开关电容 PSoC 模块。 两个连续时间模块 INV 和 NON_INV 采用与 2 运算放大器拓扑结构相同的方式放置在一对列内。 CONVERT 模块映射到位于这两个连续时间模块之一正下方的开关电容 PSoC 模块。 内部模块间的连接将任何给定列对内的放置方案的数量限定为三个。

参数和资源

仪表放大器的反相和同相输入由模拟输入列复用器的输出来驱动。 这些连接是隐含的。 对位于 INV 和 NON_INV PSoC 模块上方的输入复用器的配置工作必须直接在器件编辑器中完成，或者通过 AMUX4 用户模块的实例来完成。

增益

2 运算放大器拓扑结构所能选择的增益值为 2.00、2.28、2.67、3.20、4.00、5.33、8.00 和 16.00。

差分增益和转换增益

3 运算放大器拓扑结构提供了宽泛得多的选择范围。 总增益是差分增益与转换增益的乘积。 18 种差分增益设置的范围是 1.0 到 48.0。 这些设置为连续时间参考和反馈电阻提供了对称的设置。 47 种转换增益设置决定了连续时间模块的输入和反馈电容设置。 这些设置的范围是 0.0313 到 1.938。 因此，总增益乘积范围是 0.0313 到 93.0。

[+] Feedback

参考

2 运算放大器仪表放大器的单端输出以用户选定的值为参考。 此参数不适用于 3 运算放大器拓扑结构。 包括以下选项。

- AGND - 对于增益、比较器、滤波器和模数转换器的附加信号调节的连接，模拟接地是最为有用的。
- VSS - 负电源轨。
- SC_BLOCK - 相邻开关电容 PSoC 模块的输出。 可用的具体模块会在用户模块放置在器件编辑器中时显示出来。 请注意，当所用 SC_BLOCK 连接是 DAC 的输出时，此选项可用于为偏移补偿提供可控参考。 DAC 输出没有采样和保持功能。 使用参考电压由 DAC 驱动的 INSAMP 输出的用户模块应让自己的采样相位与 DAC 保持同步。

AnalogBus

通过使用模块参数 AnalogBus 的 “ 启用 ” 选项，可以将仪表放大器的输出放置在模拟列输出总线上。 此通常会将输出布线电容到总线，然后经过关联的模拟输出缓冲区以及缓冲区所连接的引脚，将输出送出芯片之外。 在某些情况下，总线也可用于将 2 运算放大器输出布线电容至模拟阵列底部一行。

CommonModeOut

此参数仅适用于 3 运算放大器拓扑结构。 共模节点在其电阻串的 “ 末端 ” 将两个连续时间模块连接在一起 （请参见图 “3 运算放大器仪表放大器简化原理图 ”）。 源自此节点的共模电压用于许多应用中，可通过防护线等屏蔽方式提高抗噪能力。 如果将此参数设置为两个 CT PSoC 模块（INV 或 NON_INV）中的任意一个，可将此电压连接至模拟列输出总线及其关联的模拟输出缓冲区。 除了这两个选项之外，还可以将 CommonModeOut 参数设置为 “ 无 ”。

两个 CT 模块 （INV 或 NON_INV）中的任何一个均布置在开关电容 CONVERT 模块所在的同一模拟列内。 如果 AnalogBus 参数设置为 “ 启用 ”，请将 CommonModeOut 设置为 “ 无 ”，或将其设置为 CONVERT 模块未共用的列内的模块。 否则，INSAMP 的输出将通过反馈环路连接至共模点，因而输出行为与预期不符。

应用程序编程接口

应用程序编程接口 (API) 子程序作为用户模块的一部分提供，从而使设计人员能够采用更高级的方式处理模块。 本节指定每个函数的接口，以及 “ 包含 ” 文件所提供的相关常量。

Note 在这里，如同所有用户模块 API 中的一样，A 和 X 寄存器的值可能通过调用 API 函数发生更改。 如果在调用后需要 A 和 X 的值，则调用函数负责在调用前保留 A 和 X 的值。 此 “ 寄存器易失 ” 策略是针对提高效率的目的选择，自 PSoC Designer 1.0 版起已强制使用此策略。 C 编译器自动遵循此要求。 汇编语言程序员也必须确保其代码遵守这一策略。 虽然一些用户模块 API 函数可以保留 A 和 X 不变，但是无法保证它们将来也会如此。

INSAMP_Start

说明：

为此用户模块执行所有必需的初始化，并为连续时间 PSoC 模块设置功耗等级。 将驱动仪表放大器输出。

C 原型：

```
void  INSAMP_Start(BYTE bPowerSetting)
```

汇编程序：

```
mov   A, bPowerSetting
lcall  INSAMP_Start
```


[+] Feedback

参数：

bPowerSetting： 指定两个模拟 PSoC 模块的功耗等级的一个字节。 在复位和配置后，分配给仪表放大器的 PSoC 模块将降低功耗运行。 下表给出了在 C 语言程序和汇编语言程序中提供的符号名称及其相关数值。

符号名称	值
INSAMP_NAME_OFF	0
INSAMP_NAME_LOWPOWER	1
INSAMP_NAME_MEDPOWER	2
INSAMP_NAME_HIGHPOWER	3

返回值：

无

副作用：

此函数可能更改 A 和 X 寄存器。

INSAMP_SetPower

说明：

设置连续时间 PSoC 模块的功耗等级。 可用于关闭和打开模块电源。

C 原型：

```
void  INSAMP_SetPower(BYTE bPowerSetting)
```

汇编程序：

```
mov   A, bPowerSetting
lcall  INSAMP_SetPower
```

参数：

bPowerSetting： 与 Start 函数所采用的 PowerSetting 相同。

返回值：

无

副作用：

此函数可能更改 A 和 X 寄存器。

INSAMP_SetGain

说明：

为连续时间 PSoC 模块设置增益。 此函数仅适用于 2 运算放大器电路拓扑结构。

C 原型：

```
void  INSAMP_SetGain(BYTE bGainSetting)
```

汇编程序：

```
mov   A, bGainSetting
```

```
lcall  INSAMP_SetGain
```

参数：

bGainSetting： 下表给出了在 C 语言程序和汇编语言程序中提供的符号名称及其相关数值。 该值直接传递给 NON_INV 模块。 INV 模块的该值将在 .asm 子程序中进行计算。 已编程的增益 16.0 使用的声明名称为 ....G16_0.

符号名称	值
INSAMP_G16_0	00h
INSAMP_G8_00	10h
INSAMP_G5_33	20h
INSAMP_G4_00	30h
INSAMP_G3_20	40h
INSAMP_G2_67	50h
INSAMP_G2_27	60h
INSAMP_G2_00	70h

返回值：

无

副作用：

此函数可能更改 A 和 X 寄存器。

INSAMP_Set2StageGain

说明：

设置 3 运算放大器仪表放大器的总增益。 总增益是应用于输入 （差分）和输出 （转换）级的增益设置的乘积。 这两个级均由此函数设置。

C 原型：

```
void INSAMP_Set2StageGain(BYTE bInGain, BYTE bOutGain);
```

汇编程序：

```
mov   A,  IN_GAIN_CONSTANT
mov   X, OUT_GAIN_CONSTANT
lcall  INSAMP_Set2StageGain
```

参数：

bInGain (IN_GAIN_CONSTANT)： 指定仪表放大器的差分 （输入）部分的增益。 此部分由两个连续时间 PSoC 模块 INV 和 NON_INV. 实现。增益常量的符号名称由 C 语言和汇编语言 include 文件定义，下表列出了这些符号名称。

[+] Feedback

符号名称	增益因数 T	值
INSAMP_INGAIN_48	48	01h
INSAMP_INGAIN_24	24	11h
INSAMP_INGAIN_16	16	00h
INSAMP_INGAIN_8	8	10h
INSAMP_INGAIN_5_33	$5\ ^{1}/_{3}$	20h
INSAMP_INGAIN_4	4	30h
INSAMP_INGAIN_3_20	$3\ ^{1}/_{5}$	40h
INSAMP_INGAIN_2_67	$2\ ^{2}/_{3}$	50h
INSAMP_INGAIN_2_29	$2\ ^{2}/_{7}$	60h
INSAMP_INGAIN_2	2	70h
INSAMP_INGAIN_1_78	$1\ ^{7}/_{9}$	80h
INSAMP_INGAIN_1_60	$1\ ^{6}/_{10}$	90h
INSAMP_INGAIN_1_45	$1\ ^{5}/_{11}$	A0h
INSAMP_INGAIN_1_33	$1\ ^{4}/_{12}$	B0h
INSAMP_INGAIN_1_23	$1\ ^{3}/_{13}$	C0h
INSAMP_INGAIN_1_14	$1\ ^{2}/_{14}$	D0h
INSAMP_INGAIN_1_07	$1\ ^{1}/_{15}$	E0h
INSAMP_INGAIN_1	1	F0h

bOutGain (OUT_GAIN_CONSTANT)：指定由开关电容 PSoC 模块实现的仪表放大器的转换（输出）部分的增益。 符号名称由 C 语言和汇编语言 include 文件提供。 下表给出了这些符号名称的相关值。

符号名称	增益因数	值	符号名称	增益因数	值
INSAMP_OUTGAIN_1_94	$1\ ^{15}/_{16}$	1.9375	INSAMP_OUTGAIN_0_72	$^{23}/_{32}$	0.7188
INSAMP_OUTGAIN_1_88	$1\ ^{14}/_{16}$	1.8750	INSAMP_OUTGAIN_0_69	$^{22}/_{32}$	0.6875
INSAMP_OUTGAIN_1_81	$1\ ^{13}/_{16}$	1.8125	INSAMP_OUTGAIN_0_66	$^{21}/_{32}$	0.6563
INSAMP_OUTGAIN_1_75	$1\ ^{12}/_{16}$	1.7500	INSAMP_OUTGAIN_0_63	$^{20}/_{32}$	0.6250

[+] Feedback

INSAMP_OUTGAIN_1_69	1 11/16	1.6875	INSAMP_OUTGAIN_0_59	19/32	0.5938
INSAMP_OUTGAIN_1_63	1 10/16	1.6250	INSAMP_OUTGAIN_0_56	18/32	0.5625
INSAMP_OUTGAIN_1_56	1 9/16	1.5625	INSAMP_OUTGAIN_0_53	17/32	0.5313
INSAMP_OUTGAIN_1_50	1 8/16	1.5000	INSAMP_OUTGAIN_0_50	16/32	0.5000
INSAMP_OUTGAIN_1_44	1 7/16	1.4375	INSAMP_OUTGAIN_0_47	15/32	0.4688
INSAMP_OUTGAIN_1_38	1 6/16	1.3750	INSAMP_OUTGAIN_0_44	14/32	0.4375
INSAMP_OUTGAIN_1_31	1 5/16	1.3125	INSAMP_OUTGAIN_0_41	13/32	0.4063
INSAMP_OUTGAIN_1_25	1 4/16	1.2500	INSAMP_OUTGAIN_0_38	12/32	0.3750
INSAMP_OUTGAIN_1_19	1 3/16	1.1875	INSAMP_OUTGAIN_0_34	11/32	0.3438
INSAMP_OUTGAIN_1_13	1 2/16	1.1250	INSAMP_OUTGAIN_0_31	10/32	0.3125
INSAMP_OUTGAIN_1_06	1 1/16	1.0625	INSAMP_OUTGAIN_0_28	9/32	0.2813
INSAMP_OUTGAIN_1_00	16/16	1.0000	INSAMP_OUTGAIN_0_25	8/32	0.2500
INSAMP_OUTGAIN_0_97	31/32	0.9688	INSAMP_OUTGAIN_0_22	7/32	0.2188
INSAMP_OUTGAIN_0_94	30/32	0.9375	INSAMP_OUTGAIN_0_19	6/32	0.1875
INSAMP_OUTGAIN_0_91	29/32	0.9063	INSAMP_OUTGAIN_0_16	5/32	0.1563
INSAMP_OUTGAIN_0_88	28/32	0.8750	INSAMP_OUTGAIN_0_13	4/32	0.1250
INSAMP_OUTGAIN_0_84	27/32	0.8438	INSAMP_OUTGAIN_0_09	3/32	0.0938
INSAMP_OUTGAIN_0_81	26/32	0.8125	INSAMP_OUTGAIN_0_06	2/32	0.0625
INSAMP_OUTGAIN_0_78	25/32	0.7813	INSAMP_OUTGAIN_0_03	1/32	0.0313
INSAMP_OUTGAIN_0_75	24/32	0.7500			

返回值：

无

副作用：

此函数可能更改 A 和 X 寄存器。

INSAMP_Stop

说明：

关闭用户模块电源。 将不会驱动输出。

[+] Feedback

C 原型：

```
void  INSAMP_Stop(void)
```

汇编程序：

```
lcall  INSAMP_Stop
```

参数：

无

返回值：

无

副作用：

此函数可能更改 A 和 X 寄存器。

固件源代码示例

仪表放大器 API 的用途并不大。 如果已在配置时建立增益，则只需调用 INSAMP_Start 函数。 如果使用了动态重新配置，则在每次调用了创建放置 INSAMP 的 “ 外覆层 ” 的 LoadConfiguration 函数后必须调用 INSAMP_Start。

示例 1：2 运算放大器拓扑结构

在以下语言代码中，SetGain 函数在运行时建立了一个 3.2 增益。 以后如果不再需要 INSAMP，则停止该模块可以节省电力，如下所示。

```
INSAMP_Start(INSAMP_HIGHPOWER);
INSAMP_SetGain(INSAMP_G3_20);
...
INSAMP_Stop();
```

使用汇编语言的同等代码如下所示：

```
mov   A, INSAMP_HIGHPOWER
call  INSAMP_Start
mov   A, INSAMP_G3_20
call  INSAMP_SetGain
...
call  INSAMP_Stop
```

示例 2：3 运算放大器拓扑结构

在此 C 语言示例中，Set2StageGain 函数在运行时建立了 5 （4 乘以 1.25）增益。 此外，如果以后某个时段不需要 INSAMP，则可以用与上述相同的方式停止该模块。

```
INSAMP_Start(INSAMP_HIGHPOWER);
INSAMP_Set2StageGain(INSAMP_INGAIN_4, INSAMP_OUTGAIN_1_25);
...
INSAMP_Stop();
```

使用汇编语言的同等代码如下所示：

```
mov   A, INSAMP_HIGHPOWER
call  INSAMP_Start
mov   A, INSAMP_INGAIN_4
mov   X, INSAMP_OUTGAIN_1_25
call  INSAMP_Set2StageGain
...
```


[+] Feedback

```
call  INSAMP_Stop
```

配置寄存器

2 运算放大器拓扑结构

Table 13. NON_INV PSoC 模块寄存器

寄存器 / 位	7	6	5	4	3	2	1	0
CR0	增益				1	1	0	0
CR1	ABus	0	1	0	0	0	0	1
CR2	0	0	1	0	0	0	电源	

Table 14. NON_INV PSoC 模块寄存器

寄存器 / 位	7	6	5	4	3	2	1	0
CR0	增益				1	1	0	0
CR1	ABus	0	1	0	0	0	0	1
CR2	0	0	1	0	0	0	电源	
CR3	0	0	0	0	0	0	0	0

增益根据选择设置增益值。 该值表示 INV 模块中 “ 增益 ” 位字段的相反值。

ABus 确定 COMP PSoC 模块是否驱动模拟总线。 此位字段的值由在器件编辑器子系统的 “ 互连视图 ” 中选择的选项确定。

在器件复位和配置后，**电源**设置为 “ 关 ”。 该位字段可在 API 中通过调用 Start、SetPower 和 Stop 入口点来进行修改。

Table 15. INV PSoC 模块寄存器

寄存器 / 位	7	6	5	4	3	2	1	0
CR0	增益				0	1	参考	
CR1	0	0	1	0	0	0	0	1
CR2	0	0	1	0	0	0	电源	

[+] Feedback

Table 16. INV PSoC 模块寄存器

寄存器 / 位	7	6	5	4	3	2	1	0
CR0	增益				0	1	参考	
CR1	0	0	1	0	0	0	0	1
CR2	0	0	1	0	0	0	电源	
CR3	0	0	0	0	0	0	0	0

增益根据选择设置增益值。 该值表示 NON_INV 模块中 “ 增益 ” 位字段的相反值。

参考为增益设置参考点 （有效 “ 接地 ”）。

在器件复位和配置后，**电源**设置为 “ 关 ”。 该位字段可在 API 中通过调用 Start、SetPower 和 Stop 入口点来进行修改。

3 运算放大器拓扑结构

Table 17. NON_INV PSoC 模块寄存器

寄存器 / 位	7	6	5	4	3	2	1	0
CR0	DifferentialGain				1	1	0	0
CR1	0	0	1	0	0	0	0	1
CR2	0	0	1	0	0	0	电源	
CR3	0	0	0	0	0	CMO	1	ExGain

DifferentialGain 反映了在配置时由 DifferentialGain 参数设定的增益设置，或在运行时由 API 函数 INSAMP_Set2StageGain. 设定的增益设置。该值始终与以下 INV 模块中的 DifferentialGain 设置相匹配。

在器件复位和配置后，**电源**设置为 “ 关 ”。 该位字段可在 API 中通过调用 Start、SetPower 和 Stop 入口点来进行修改。

CMO 在配置时由 CommonModeOut 参数的值确定。

ExGain 在配置时由 DifferentialGain 参数的值确定。

Table 18. INV PSoC 模块寄存器

寄存器 / 位	7	6	5	4	3	2	1	0
CR0	DifferentialGain				0	1	0	0
CR1	0	0	1	0	0	0	0	1
CR2	0	0	1	0	0	0	电源	
CR3	0	0	0	0	0	CMO	1	ExGain

DifferentialGain 反映了在配置时由 DifferentialGain 参数设定的增益设置，或在运行时由 API 函数 INSAMP_Set2StageGain. 设定的增益设置。该值始终与上述 NON_INV 模块中的 DifferentialGain 设置相匹配。

[+] Feedback

在器件复位和配置后，**电源**设置为 “ 关 ”。 该位字段可在 API 中通过调用 Start、SetPower 和 Stop 入口点来进行修改。

CMO 在配置时由 CommonModeOut 参数的值确定。

ExGain 在配置时由 DifferentialGain 参数的值确定。

Table 19. CONVERSION PSoC 模块寄存器

寄存器 / 位	7	6	5	4	3	2	1	0
CR0	FCap	0	0	ConversionGain				
CR1	NIConnect			ConversionGain				
CR2	ABus	0	1	0	0	0	0	0
CR3 [1]	0	0	1	1	InvConnect		电源	
CR3 [2]	0	0	1	1	1	InvConnect	电源	

此格式适用于转换模块映射到开关电容 SCC PSoC 模块的情况。 此格式适用于转换模块映射到开关电容 SCD PSoC 模块的情况。

FCap 反映了反馈电容的值。 该值在配置时由 ConversionGain 参数确定，而在运行时由 API 函数 INSAMP_Set2StageGain. 确定。

ConversionGain 反映了在配置时由 ConversionGain 参数设定的增益设置，或在运行时由 API 函数 INSAMP_Set2StageGain. 设定的增益设置。位于 CR0 和 CR1 寄存器中的值始终完全匹配。

NIConnect 和 **InvConnect** 由用户模块的放置位置确定。 它们在 INV 和 NON_INV PSoC 模块的输出与 CONVERT 模块的输入之间建立连接。

ABus 反映了 AnalogBus 参数的配置时间设置。

在器件复位和配置后，**电源**设置为 “ 关 ”。 该位字段可在 API 中通过调用 Start、SetPower 和 Stop 入口点来进行修改。

Copyright © 2002-2011 Cypress Semiconductor Corporation. The information contained herein is subject to change without notice. Cypress Semiconductor Corporation assumes no responsibility for the use of any circuitry other than circuitry embodied in a Cypress product. Nor does it convey or imply any license under patent or other rights. Cypress products are not warranted nor intended to be used for medical, life support, life saving, critical control or safety applications, unless pursuant to an express written agreement with Cypress. Furthermore, Cypress does not authorize its products for use as critical components in life-support systems where a malfunction or failure may reasonably be expected to result in significant injury to the user. The inclusion of Cypress products in life-support systems application implies that the manufacturer assumes all risk of such use and in doing so indemnifies Cypress against all charges.

PSoC Designer™ and Programmable System-on-Chip™ are trademarks and PSoC® is a registered trademark of Cypress Semiconductor Corp. All other trademarks or registered trademarks referenced herein are property of the respective corporations.

Any Source Code (software and/or firmware) is owned by Cypress Semiconductor Corporation (Cypress) and is protected by and subject to worldwide patent protection (United States and foreign), United States copyright laws and international treaty provisions. Cypress hereby grants to licensee a personal, non-exclusive, non-transferable license to copy, use, modify, create derivative works of, and compile the Cypress Source Code and derivative works for the sole purpose of creating custom software and or firmware in support of licensee product to be used only in conjunction with a Cypress integrated circuit as specified in the applicable agreement. Any reproduction, modification, translation, compilation, or representation of this Source Code except as specified above is prohibited without the express written permission of Cypress.

Disclaimer: CYPRESS MAKES NO WARRANTY OF ANY KIND, EXPRESS OR IMPLIED, WITH REGARD TO THIS MATERIAL, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. Cypress reserves the right to make changes without further notice to the materials described herein. Cypress does not assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit described herein. Cypress does not authorize its products for use as critical components in life-support systems where a malfunction or failure may reasonably be expected to result in significant injury to the user. The inclusion of Cypress' product in a life-support systems application implies that the manufacturer assumes all risk of such use and in doing so indemnifies Cypress against all charges.

Use may be limited by and subject to the applicable Cypress software license agreement.