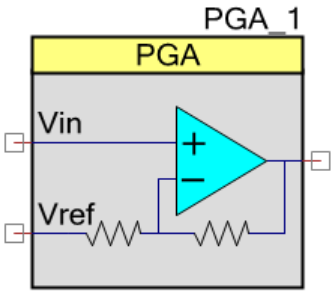
可编程增益放大器（PGA）

2.0



特性

- 增益范围从 1 到 50
- 高输入阻抗
- 可选输入参考
- 可调功耗设置

概述

PGA 实现含用户可编程增益的基于运算的同相放大器。此放大器有高输入阻抗、较宽的带宽和可选输入电压参考。它是从开关电容/连续时间(SC/CT)模块中派生的。

增益可能在 1(0 dB)和 50(+34 dB)之间。可通过配置窗口选择增益或使用提供的 API 在运行时变更增益。最大带宽受到运算放大器的增益带宽积的限制并随增益增加而减少。PGA 的输入从轨至轨进行，但是最大输入摆幅（Vin 和 Vref 之间的差值）限制为 V_{DDA}/增益。PGA 的输出为 A 级，对于足够高的负载电阻而言仍是轨至轨的。

输入信号的振幅不足时使用 PGA。PGA 可置于比较器、模数转换器或混频器之前以为这些器件增加信号振幅。PGA 可以用作单位增益放大器以缓冲较低阻抗模块输入，包括混频器或反相 PGA 。单位增益 PGA 也可用于缓冲 VDAC 或参考输出。

输入/输出接口

本章节介绍 PGA 的各种输入和输出接口。I/O 列表中的星号（*）表示，在 I/O 说明部分所列出的内容中，该 I/O 可能不可见。

Vin — 模拟

Vin 为输入信号终端。

Vref — 模拟*

Vref 为参考信号的输入端。

参考输入可以连接到（器件的）外部参考或（器件的）内部 Vss（接地）。当参考在外部连接时，布线电阻添加到内部电阻，略降低了增益并且增加了增益容差。

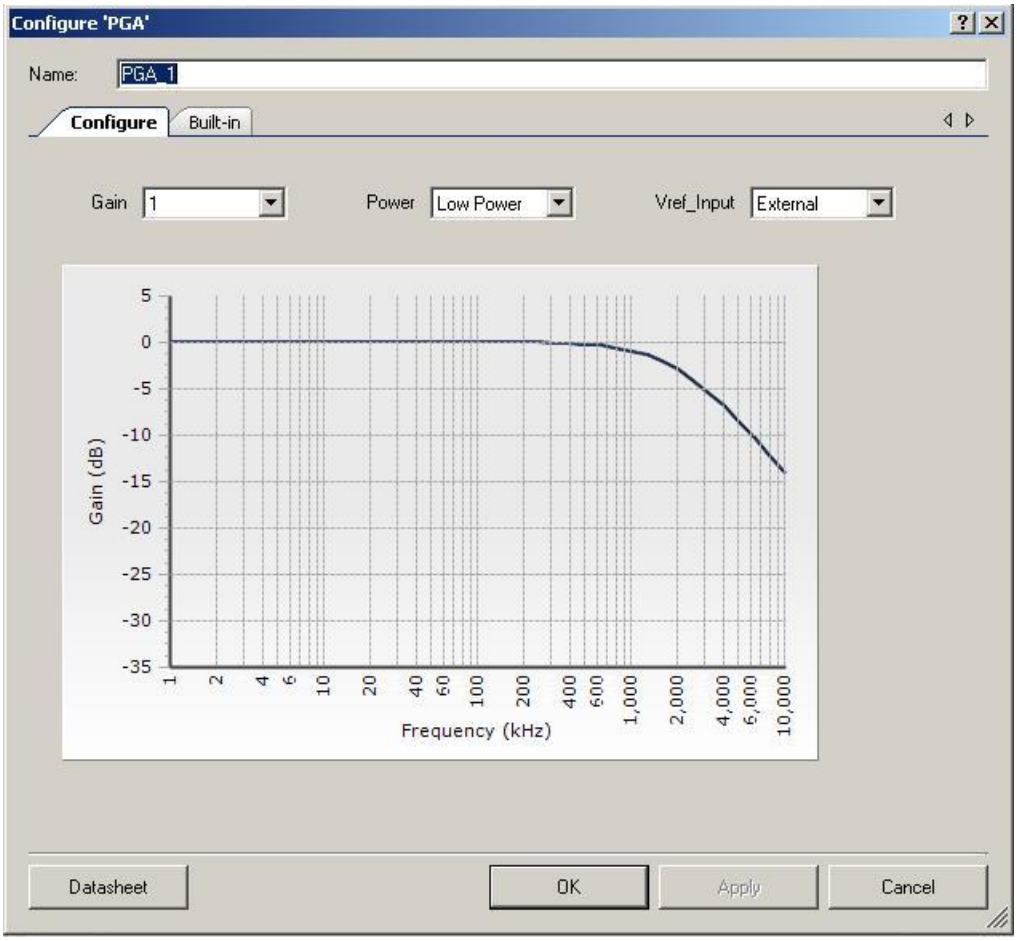
Vout — 模拟

Vout 为输出电压信号终端。Vout 为(Vin - Vref)乘以指定增益的函数：

Vout = Vref + (Vin – Vref) × Gain

组件参数

将一个 PGA 器件拖放到您的设计上，并双击打开 **Configure** 对话框。



Gain（增益）

该参数设置了 PGA 的初始增益。您可以从下面各个可用值的集合中选择 PGA 的增益：1（默认）、2、4、8、16、24、32、48、50。

下表显示的是使用内部电阻 R_a 和 R_b 的增益选择

增益	Rb	Ra
1	0	40k
2	40k	40k
4	120k	40k
8	280k	40k
16	600k	40k
24	460k	20k
32	620k	20k
48	470k	10k
50	490k	10k

Power（功耗）

该参数设置了 PGA 的初始驱动功耗。功耗可确定 PGA 响应输入信号变化的速度。功耗设置共有四种：**Minimum Power**（最低功耗）、**Low Power**（低功耗 — 默认）、**Medium Power**（中功耗）和 **High Power**（高功耗）。**Minimum Power** 的设置导致最长响应时间；**High Power** 的设置导致最短响应时间。

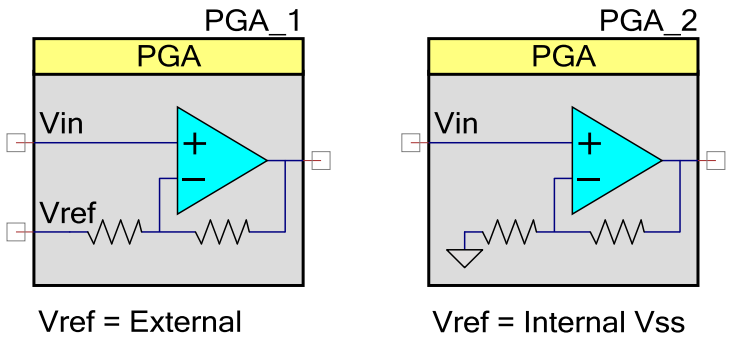
Vref_Input

此参数用于选择输入电压参考。选项包括：

- **Internal Vss** — 组件内部的接地信号提供了放大器参考。
- **External** （默认）— Vref 终端上的信号提供放大器参考。

PSoC Creator 中显示的符号依所选的参考输入改变。

图 1. PGA 配置



应用编程接口

通过应用编程接口（API）子程序，您可以使用软件对组件进行配置。下表列出并说明了每个函数的接口。以下各节将更详细地介绍每个函数。

默认情况下，PSoC Creator 将实例名称“PGA_1”分配给指定设计中组件的第一个实例。您可以将其重命名为遵循标识符语法规则的任何唯一值。实例名称会成为与该组件相关的每个全局函数名称、变量和常量符号的前缀。出于可读性考虑，下表中使用的实例名称为“PGA”。

函数	说明
PGA_Start()	启动PGA
PGA_Stop()	关闭PGA电源。
PGA_SetGain()	为预定义的常量设置增益
PGA_SetPower()	为四种设置之一设置驱动功耗
PGA_Sleep()	停止并保存用户配置
PGA_Wakeup()	恢复并启用用户配置
PGA_Init()	初始化或恢复默认PGA配置
PGA_Enable()	启用PGA
PGA_SaveConfig()	空函数。预留以备将来使用。
PGA_RestoreConfig()	空函数。预留以备将来使用。

全局变量

变量	说明
PGA_initVar	指示PGA是否已初始化。该变量初始化为0，并在第一次调用PGA_Start()时设置为1。这样，第一次调用PGA_Start()子程序后，组件不用重新初始化即可重新启用。 如需重新初始化组件，可在PGA_Start()或PGA_Enable()函数前调用PGA_Init()函数。

void PGA_Start(void)

说明： 这是开始执行组件操作的首选方法。通过该函数可以打开放大器，其功耗和增益以在配置期间的设置或采用 PGA_Stop() 调用后的当前值为依据。

参数： 无

返回值： 无

其他影响： 无

void PGA_Stop(void)

说明： 关闭PGA并启用其最低的功耗状态。

参数： 无

返回值： 无

其他影响： 无。不会影响功耗或增益设置。

void PGA_SetPower(uint8 power)

说明： 该函数将驱动功耗设置为四种设置之一：最低、低、中等或高。

参数： uint8 power：有关有效功耗设置，请参见下表。

功耗设置	注释
PGA_MINPOWER	有效功耗最低，转换速率最慢
PGA_LOWPOWER	低功耗和转换速率
PGA_MEDPOWER	中等功耗和转换速率
PGA_HIGHPOWER	有效功耗最高，转换速率最快

返回值： 无

其他影响： 无

void PGA_SetGain(uint8 gain)

说明： 该函数将放大器增益值设置为1到50。

参数： uint8 gain：有关有效增益设置，请参见下表。

增益设置	注释
PGA_GAIN_01	增益 = 1
PGA_GAIN_02	增益 = 2
PGA_GAIN_04	增益 = 4
PGA_GAIN_08	增益 = 8
PGA_GAIN_16	增益 = 16
PGA_GAIN_24	增益 = 24
PGA_GAIN_32	增益 = 32
PGA_GAIN_48	增益 = 48
PGA_GAIN_50	增益 = 50

返回值： 无

其他影响： 无

void PGA_Sleep(void)

说明： 这是让组件准备进入睡眠的首选API。PGA_Sleep() API保存当前组件的状态，然后调用PGA_Stop()函数，并调用PGA_SaveConfig()以保存硬件配置。

在调用CyPmSleep()或CyPmHibernate()函数之前调用PGA_Sleep()函数。有关功耗管理函数的详细信息，请参考PSoC Creator *《系统参考指南》*。

参数： 无

返回值： 无

其他影响： 无

void PGA_Wakeup(void)

说明： 这是将组件恢复到调用PGA_Sleep()时状态的首选 API。PGA_Wakeup()函数调用PGA_RestoreConfig()函数以恢复配置。如果组件在系统调用PGA_Sleep()函数前已启用，则PGA_Wakeup()函数也将重新启用组件。

参数： 无

返回值： 无

其他影响： 调用PGA_Wakeup()函数前未调用PGA_Sleep()或PGA_SaveConfig()函数可能会产生意外行为。

void PGA_Init(void)

说明： 此函数根据配置窗口“Configure”对话框设置来初始化或恢复器件。无需调用PGA_Init()，因为PGA_Start() API会调用该函数，这是开始组件操作的首选方法。

参数： 无

返回值： 无

其他影响： 根据自定义程序“Configure”对话框中的内容，对所有寄存器进行设置。

void PGA_Enable(void)

说明： 此函数激活硬件并开始执行组件操作。无需调用PGA_Enable()，因为PGA_Start() API会调用该函数，这是开始组件操作的首选方法。

参数： 无

返回值： 无

其他影响： 无

void PGA_SaveConfig(void)

说明： 空函数。预留将来使用。

参数： 无

返回值： 无

其他影响： 无

void PGA_RestoreConfig(void)

说明： 空函数。预留将来使用。

参数： 无

返回值： 无

其他影响： 无

MISRA 合规性

本节介绍了 MISRA-C:2004 合规性和本组件的偏差情况。定义了两种类型的偏差：

- 项目偏差 — 适用于所有 PSoC Creator 组件的偏差
- 特定偏差 — 仅适用于该组件的偏差

本节介绍了有关组件特定偏差的信息。*《系统参考指南》*的“MISRA 合规性”章节中介绍了项目偏差以及有关 MISRA 合规性验证环境的信息。

PGA 组件没有任何特定偏差。

固件源代码示例

在 **Find Example Project** 对话框中，PSoC Creator 提供了多个示例项目，并且每个项目都包括了原理图和示例代码。要查看特定组件示例，请打开“Component Catalog”中的对话框或者原理图中的组件示例。要查看通用示例，请打开“Start Page”或 **File** 菜单中的对话框。根据要求，可以通过使用对话框中的 **Filter Options** 选项来限定可选的项目列表。

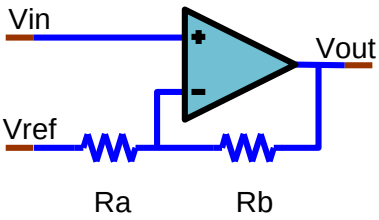
更多有关信息，请参考《PSoC Creator 帮助》中主题为“查找示例项目”中的内容。

功能描述

PGA 是由普通 SC/CT 模块构建的。有关该模块的详细信息，可在赛普拉斯网站的适用器件数据表和 TRM 中找到。可通过调整 Ra 和 Rb 两个电阻来选择增益（参见图 2. PGA 原理图）。可以将 Ra 置为 10 kΩ、20 kΩ 或 40 kΩ。Rb 可设置为 0 kΩ 至 1000 kΩ，以生成参数对话框或 PGA_SetGain()函数中可选的增益值。

该模块具有与反馈电阻 Rb 并联的可编程电容。电容值针对每次增益选择进行配置以达到保证的稳定性。重新分配 Rb 值但未选择相适当的反馈电容值也可能会导致 PGA 不稳定。赛普拉斯强烈推荐使用所提供的 API，用于增益的修改。

图 2. PGA 原理图



PGA 的带宽取决于增益和功耗设置。由于补偿电容和稳定性的要求，带宽相对于运算放大器的开环增益带宽可预计的绝对最大值会有所降低。

资源

PGA 组件使用一个 SC/CT 模拟模块。

API 存储器使用情况

根据编译器、器件、所使用的 API 数量以及组件的配置情况不同，组件占用的存储器大小也不一样。下表提供了组件配置中所有可用的 API 占用的存储器大小。

通过使用“发布”模式下的相应编译器，可以进行测量操作。在该模式下，存储器的大小得到优化。对于特定的设计，分析编译器生成映射文件后可以确定存储器的使用大小。

配置	PSoC 3 （Keil_PK51）		PSoC 5LP（GCC）	
	闪存 字节	SRAM 字节	闪存 字节	SRAM 字节
默认值	228	22	332	5

PSoC 3 的直流和交流电气特性

除非另有说明，否则这些规范的适用条件是：-40°C ≤ T_A ≤ 85 °C 且 T_J ≤ 100 °C。除非另有说明，否则这些规范的适用范围为 1.71 V 到 5.5 V。典型值的适用条件为：T_A = 25 °C。

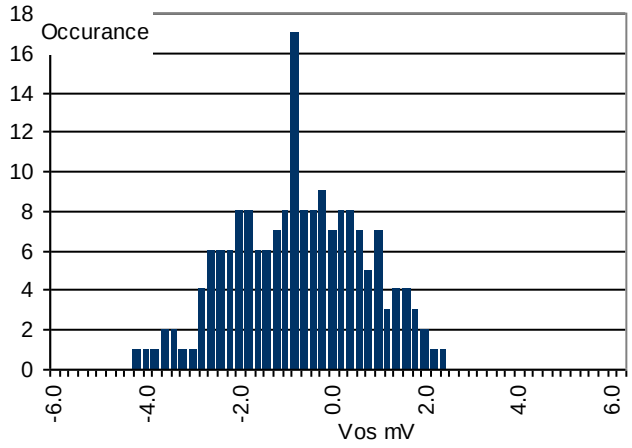
直流电特性

参数	说明	条件	最小值	典型值	最大值	单位
Vin	输入电压范围	功耗模式 = 最低	Vssa	__	Vdda	V
V_{OS}	输入偏移电压	功耗模式 = 高，增益 = 1	__	__	10	mV
TCV_{OS}	Temp. coeff. input 偏移电压，绝对值	功耗模式 = 高，增益 = 1	__	__	±30	µV/°C
Vonl	直流输出非线性度	增益 = 1	__	__	±0.01	FSR 的 %
C_{IN}	输入电容		__	__	7	pF
Voh	输出电压摆幅	功耗模式 = 高，增益 = 1， Rload = 100 kΩ至V_{DDA} / 2	V_{DDA}-0.15	__	__	V
Vol	输出电压摆幅	功耗模式 = 高，增益 = 1，Rload = 100 kΩ至V_{DDA} / 2	__	__	V_{SSA}+0.15	V
Vsrc	输出电压低于负载	Iload = 250 µA，Vdda ≥ 2.7V，功耗模式 = 高	__	__	300	mV
Ge1	增益精度，与额定值之间的偏差	G=1，Vref内部连接至V_{SS}	__	0.01	0.15	+/-%
Ge2		G=2，Vref内部连接至V_{SS}	__	0.1	1.0	
Ge4		G=4，Vref内部连接至V_{SS}	__	0.5	1.35	
Ge8		G=8，Vref内部连接至V_{SS}	__	0.6	1.6	
Ge16		G=16，Vref内部连接至V_{SS}	__	0.7	2.5	
Ge32		G=32，Vref内部连接至V_{SS}	__	0.85	5.0	
Ge50		G=50，Vref内部连接至V_{SS}	__	2.1	5.0	
Gd1	增益变化与温度	G=1，Vref内部连接至V_{SS}	N/A	1.2	2.5	ppm/°C
Gd2		G=2，Vref内部连接至V_{SS}	__	8.6	20	
Gd4		G=4，Vref内部连接至V_{SS}	__	13	29	
Gd8		G=8，Vref内部连接至V_{SS}	__	15	35	

参数	说明	条件	最小值	典型值	最大值	单位
Gd16		G=16，Vref内部连接至V_{SS}	__	18	40	
Gd32		G=32，Vref内部连接至V_{SS}	__	38	75	
Gd50		G=50，Vref内部连接至V_{SS}	__	167	400	
PSSR	电源抑制比		48	__	__	dB
I_{DD}	工作电流	功耗模式 = 高	__	1.5	1.65	mA

图形

柱状图输入偏移电压

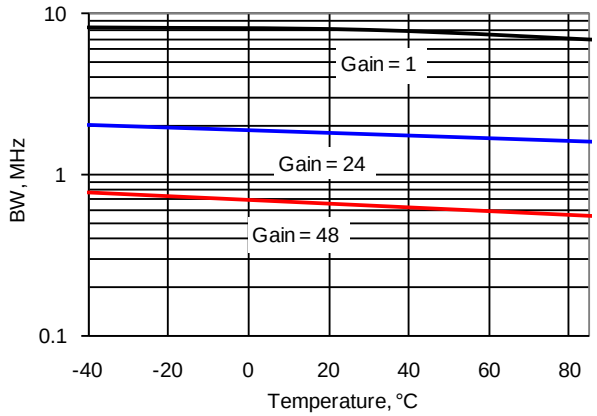


交流特性

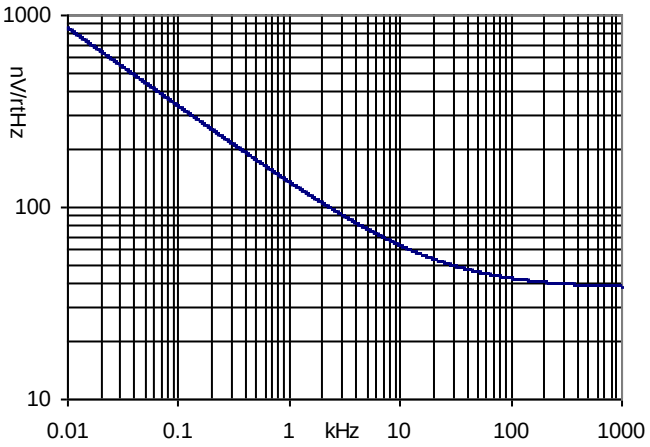
参数	说明	条件	最小值	典型值	最大值	单位
BW1	-3dB带宽	功耗模式 = 高，增益 = 1， 输入 = 100 mV峰至峰	6.7	8	__	MHz
SR_G1	转换速率	20 - 80%，增益 = 1，功耗模式 = 高	3.0	4.8	N/A	V/µs
SR_G16		20 - 80%，增益 = 16，功耗模式 = 高	0.5	0.87	N/A	V/µs
SR_G50		20 - 80%，增益 = 50，功耗模式 = 高	0.25	0.84	N/A	V/µs
e_n	输入噪声密度	f = 100 kHz，P = High，Vdda = 5V	__	43	__	nV/sqrtHz

图形

不同增益设置下的带宽与温度；功耗 = 高



电压噪声，VDDA = 5.0V，功耗 = 高



PSoC 5 LP 直流和交流电气特性

除非另有说明，否则这些规范的适用条件是：-40°C ≤ T_A ≤ 85 °C 且 T_J ≤ 100 °C。除非另有说明，否则这些规范的适用范围为 2.7 V 到 5.5 V。典型值的适用条件为：T_A = 25 °C。

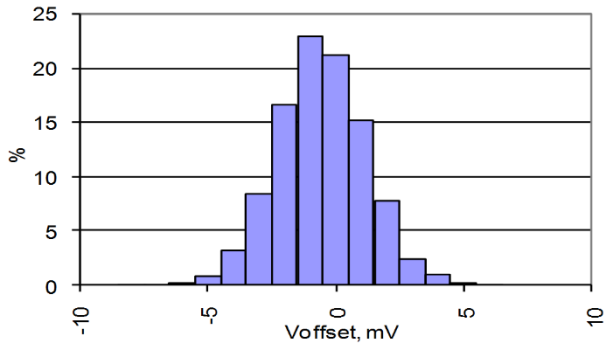
直流电特性

参数	说明	条件	最小值	典型值	最大值	单位
Vin	输入电压范围	功耗模式 = 最低	V_{SSA}	—	V_{DDA}	V
V_{OS}	输入偏移电压	功耗模式 = 高，增益 = 1	—	—	20	mV
TCV_{OS}	输入偏移电压温度漂移	功耗模式 = 高，增益 = 1	—	—	±30	µV/°C
Ge1	增益误差，增益 = 1		—	—	±2	%
Ge16	增益误差，增益 = 16		—	—	±8	%
Ge50	增益误差，增益 = 50		—	—	±10	%
V_{ONL}	直流输出非线性度	增益 = 1	—	—	±0.1	FSR 的%
C_{IN}	输入电容		—	—	7	pF

参数	说明	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{OH}	输出摆幅	功耗模式 = 高，增益 = 1，R_{LOAD} = 100 kΩ至 $V_{DDA}/2$	V_{DDA} – 0.15	—	—	V
V_{OL}	输出摆幅	功耗模式 = 高，增益 = 1，R_{LOAD} = 100 kΩ至 $V_{DDA}/2$	—	—	V_{SSA} + 0.15	V
V_{SRC}	输出电压低于负载	I_{LOAD} = 250 µA, 功耗 模式 = 高	—	—	300	mV
I_{DDA}	工作电流	功耗模式 = 高	—	1.5	1.65	mA
PSRR	电源抑制比		48	—	—	dB

图形

PGA偏移柱状图，4096采样/1024部件

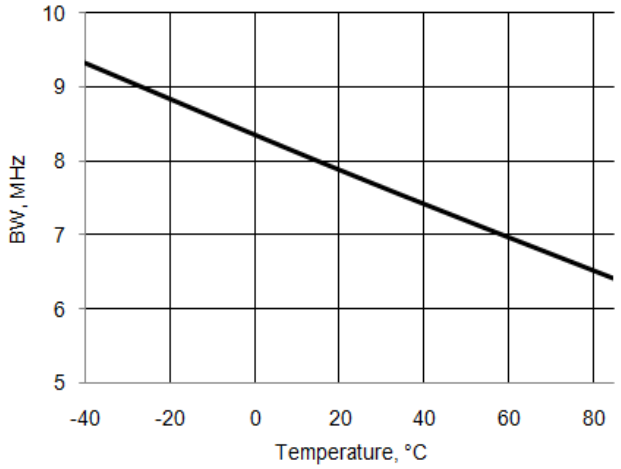


交流特性

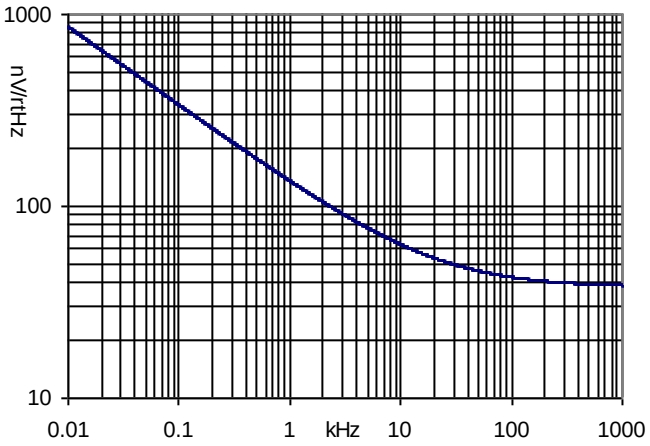
参数	说明	条件	最小值	典型值	最大值	单位
BW1	–3 dB带宽	功耗模式为高，增益 = 1，同相的模式，300 mV ≤ V_{IN} ≤ V_{DDA} – 1.2 V, C_L ≤ 25 pF	6	8	—	MHz
SR1	转换速率	功耗模式 = 高，增益 = 1，20%至80%	3.0	—	—	V/µs
e_n	输入噪声密度	功耗模式 = 高，V_{DDA} = 5 V，100 kHz	—	43		nV/sqrtHz

图形

带宽与温度；功耗 = 1，功耗模式 = 高



噪声与频率，V_{DDA} = 5 V，功耗模式 = 高



组件更改

本节列出了各版本的主要组件更改内容。

版本	更改内容	更改原因/影响
2.0.b	Minor datasheet edit.	
2.0.a	清楚数据手册中有关PSoC 5的参考内容。	PSoC 5被替代为PSoC 5LP。
2.0	已添加变量Vdda的支持。	
	已添加MISRA合规性章节。	此组件没有任何特定偏差。
1.90	更新原理图和源文件，以便使用所有的SC/CTS模块组件的共有升压时钟。	所有的SC/CT模块组件都将共有的时钟作为升压使用。
	对于低电压VDDA操作，使用所有基于SC/CT组件共有的升压时钟。	降低升压时钟所需的系统模拟时钟数量。这时，所有基于SC/CT组件将共同使用一个升压时钟，而不是每一个组件单独使用一个时钟。
1.80	添加了PSoC 5LP支持	
	将电阻组合值更改为增益 = 24	电阻值不正确
	添加了所有包含CYREENTRANT关键字的组件API。	
	对GUI进行小的更新	
1.70.a	补充了PSoC 5直流与交流电气特性数据	
1.70	更改了PSoC 5的PGA_Stop() API	使用PSoC 5时，为防止组件停止时影响无关模拟信号所需的更改。
	已更新PGA响应图表	为动态调整图表大小以适应窗口以及为添加水平和垂直网格所需的更改。
1.60	从组件定制程序中删除了VDDA参数	对于多个组件，组件中的VDDA设置可能是冗余且没有必要。该参数被删除后，组件会查询DWR中最低VDDA的全局设置，并且在必要时自动启用泵。
	创建包括频率响应图表的配置窗口，更便于使用GUI。	以前的配置窗口没有提供足够的易于使用的信息。
	更正了头文件中的SetGain常量	提供给SetGain API的常量值不正确。这些常量值已被更正。
	向数据手册中添加了特性数据	
1.50	对数据手册进行了少量编辑和更新	
	添加了睡眠/唤醒和初始化/启用API。	为支持低功耗模式并提供常用接口，以单独控制大多数器件的初始化和使能。
	删除了增益设置25。	增益25太接近其他值，因此不提供值。

版本	更改内容	更改原因/影响
	更新了符号图像和“配置”对话框。	更新以符合公司标准。
	通过添加“_REG”更改了寄存器的名称。	更新以符合编码准则。
	增加了规格表和图形占位符。	特征化完成后需要提供数据。

赛普拉斯半导体公司，2013-2016 年。本文件是赛普拉斯半导体公司及其子公司，包括 Spansion LLC（“赛普拉斯”）的财产。本文件，包括其包含或引用的任何软件或固件（“软件”），根据全球范围内的知识产权法律以及美国与其他国家签署条约由赛普拉斯所有。除非在本款中另有明确规定，赛普拉斯保留在该等法律和条约下的所有权利，且未就其专利、版权、商标或其他知识产权授予任何许可。如果软件并不附随有一份许可协议且贵方未以其他方式与赛普拉斯签署关于使用软件的书面协议，赛普拉斯特此授予贵方属人性质的、非独家且不可转让的如下许可（无再许可权）（1）在赛普拉斯特软件著作权项下的下列许可权（一）对以源代码形式提供的软件，仅出于在赛普拉斯硬件产品上使用之目的且仅在贵方集团内部修改和复制软件，和（二）仅限于在有关赛普拉斯硬件产品上使用之目的将软件以二进制代码形式的向外部最终用户提供（无论直接提供或通过经销商和分销商间接提供），和（2）在被软件（由赛普拉斯公司提供，且未经修改）侵犯的赛普拉斯专利的权利主张项下，仅出于在赛普拉斯硬件产品上使用之目的制造、使用、提供和进口软件的许可。禁止对软件的任何其他使用、复制、修改、翻译或汇编。

在适用法律允许的限度内，赛普拉斯未对本文件或任何软件作出任何明示或暗示的担保，包括但不限于关于适销性和特定用途的默示保证。赛普拉斯保留更改本文件的权利，届时将不另行通知。在适用法律允许的限度内，赛普拉斯不对因应用或使用本文件所述任何产品或电路引起的任何后果负责。本文件，包括任何样本设计信息或程序代码信息，仅为供参考之目的提供。文件使用人应负责正确设计、计划和测试信息应用和由此生产的任何产品的功能和安全性。赛普拉斯产品不应被设计为、设定为或授权用作武器操作、武器系统、核设施、生命支持设备或系统、其他医疗设备或系统（包括急救设备和手术植入物）、污染控制或有害物质管理系统中的关键部件，或产品植入之设备或系统故障可能导致人身伤害、死亡或财产损失其他用途（“非预期用途”）。关键部件指，若该部件发生故障，经合理预期会导致设备或系统故障或会影响设备或系统安全性和有效性的部件。针对由赛普拉斯产品非预期用途产生或相关的任何主张、费用、损失和其他责任，赛普拉斯不承担全部或部分责任且贵方不应追究赛普拉斯之责任。贵方应赔偿赛普拉斯因赛普拉斯产品任何非预期用途产生或相关的所有索赔、费用、损失和其他责任，包括因人身伤害或死亡引起的主张，并使之免受损失。

赛普拉斯、赛普拉斯徽标、Spansion、Spansion 徽标，及上述项目的组合，WICED，及 PSoC、CapSense、EZ-USB、F-RAM 和 Traveo 应视为赛普拉斯在美国和其他国家的商标或注册商标。请访问 cypress.com 获取赛普拉斯商标的完整列表。其他名称和品牌可能由其各自所有者主张为该方财产。