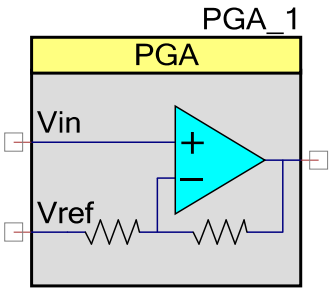
可编程增益放大器 (PGA)

1.60

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。其来源为 SC/CT 模块。

增益可能在 1 (0 dB) 和 50 (+34 dB) 之间。可通过配置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 Vdda/增益。PGA 的输出为 A 级，对于足够高的负载电阻而言从轨至轨进行。

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/输出连接

本章节介绍 PGA 的各种输入和输出连接。I/O 列表中的星号 (*) 表示 I/O 可能隐藏在该 I/O 说明中列出的条件下的符号中。

Vin – 模拟

Vin 为输入信号终端。

Vref – 模拟 *

Vref 为参考信号的输入终端。

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，路由电阻添加到内部电阻，略降低增益并且增加增益容差。

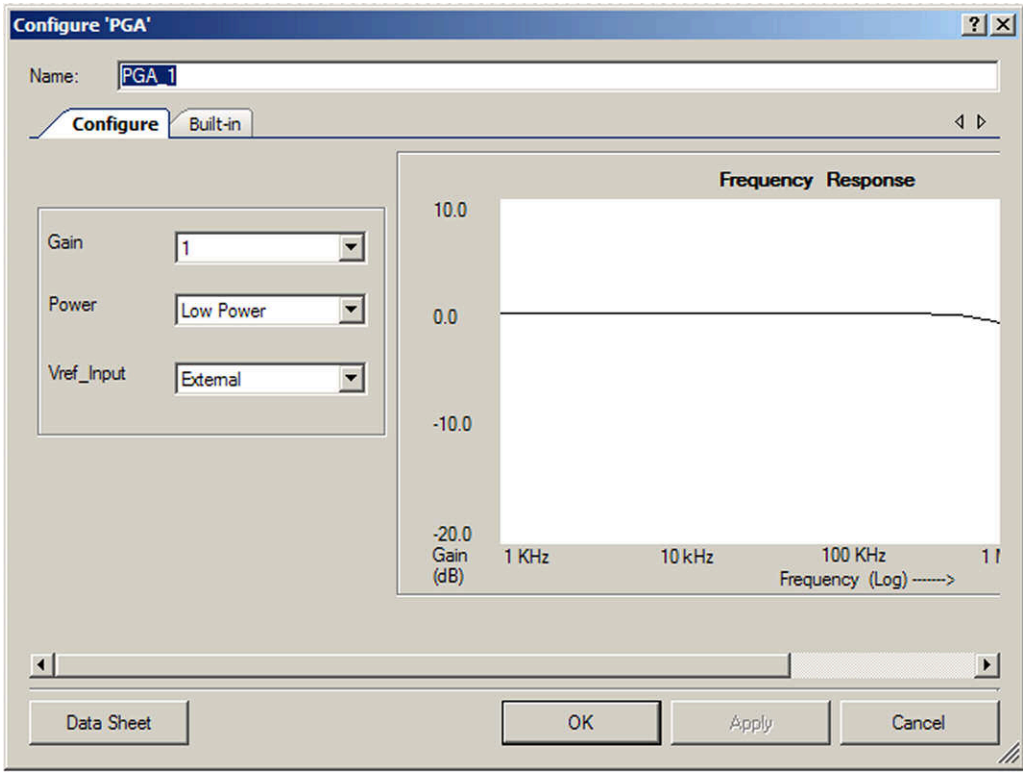
Vout – 模拟

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) * 增益*

参数和设置

将一个 PGA 器件拖放到您的设计上，并双击打开“配置”对话框。



增益

设置 PGA 的初始增益。可从以下允许值组中选择增益：1（默认）、2、4、8、16、24、32、48 和 50。

功耗

设置 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：最低、低、中等（默认）和高。“最低功耗”设置导致最长响应时间；“高功耗”设置则导致最短响应时间。

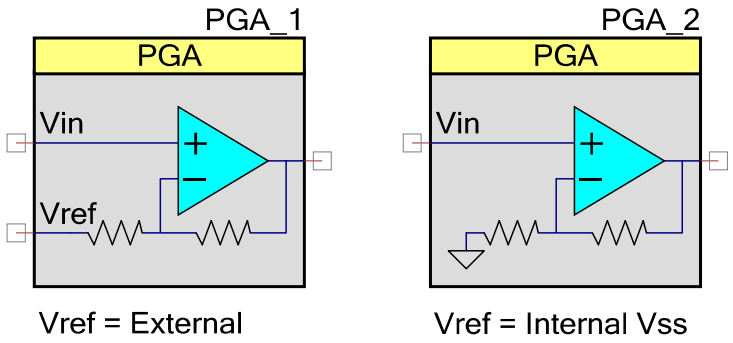
Vref_Input

此参数用于选择输入电压参考。选项包括：

- “内部 Vss” – 使用器件内部接地信号
- “外部”（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



放置

没有特定放置的选项。

资源

PGA 使用一个 SC/CT 模块。可在适用设备数据手册和技术参考手册 (TRM) 中查看关于此模块的详情。这些文件在赛普拉斯网站上提供。

模拟模块	数字模块					API 内存（字节）		引脚（每个外部 I/O）
	数据路径	宏单元	状态寄存器	控制寄存器	计数器 7	闪存	RAM	
1 SC/CT 修复的模块	不可用	不可用	不可用	不可用	不可用	381	20	3

应用程序编程接口

应用程序编程接口 (API) 子程序使您可以使用软件来配置组件。 下表列出并描述了每个函数的接口。后面的章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”分配给指定设计中器件的第一个实例。您可以将其重命名为遵循标识符语法规则的任何唯一值。该实例名称成为每个全局函数名称、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
void PGA_Start(void)	启动 PGA。
void PGA_Stop(void)	断开 PGA 电源。
void PGA_SetGain(uint8 gain)	为预定义的常量设置增益。
void PGA_SetPower(uint8 power)	为四种设置之一设置驱动功耗。
void PGA_Sleep(void)	停止并保存用户配置。
void PGA_Wakeup(void)	恢复并启用用户配置。
void PGA_Init(void)	初始化或恢复默认 PGA 配置。
void PGA_Enable(void)	启用 PGA。
void PGA_SaveConfig(void)	空函数。供将来使用。
void PGA_RestoreConfig(void)	空函数。供将来使用。

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，器件不用重新初始化即可重启。 如需重新初始化器件，可在 PGA_Start() 或 PGA_Enable() 函数前调用 PGA_Init() 函数。

void PGA_Start(void)

说明： 这是开始器件操作的首选方法。打开放大器，其功耗和增益基于在配置期间的设置或采用 PGA_Stop() 调用后的当前值。

参数： 无

返回值： 无

副作用： 无

void PGA_Stop(void)

说明： 关闭 PGA 并启用其最低功耗状态。

注：不建议在 PSoC 3 ES2 和 PSoC 5 ES1 芯片上使用该 API。这些器件存在缺陷，会导致与数个模拟资源的连接在未加电时不可靠。不可靠性体现在，当组件使用已停止的资源时，其会在无任何通知的情况下失败（例如，模拟组件造成的意外不良结果）。建议（通过调用 PGA_Start() API）使设计中的所有模拟器件始终处于加电状态。请勿调用 PGA_Stop() API。

参数： 无

返回值： 无

副作用： 无。不影响功耗或增益设置

void PGA_SetPower(uint8 power)

说明： 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
PGA_MINPOWER	有效功耗最低，反应时间最长。
PGA_LOWPOWER	功耗低，速度慢。
PGA_MEDPOWER	功耗中等，速度中等。
PGA_HIGHPOWER	有效功耗最高，反应时间最短。

返回值： 无

副作用： 无

void PGA_SetGain(uint8 gain)

说明： 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
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

副作用： 无

void PGA_Sleep(void)

说明： 这是准备组件睡眠的首选 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。有关电源管理函数的更多信息，请参考 PSoC Creator *System Reference Guide*（*《系统参考指南》*）。

参数： 无

返回值： 无

副作用： 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

副作用： 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： 根据自定义程序的“配置”对话框设置，初始化或恢复组件。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

副作用： 所有寄存器将根据自定义程序“配置”对话框设置为相应的值。

void PGA_Enable(void)

说明： 激活硬件并开始组件操作。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

副作用： 无

void PGA_SaveConfig(void)

说明： 空函数。供将来使用。

参数： 无

返回值： 无

副作用： 无

void PGA_RestoreConfig(void)

说明： 空函数。供将来使用。

参数： 无

返回值： 无

副作用： 无

固件源代码示例

PSoC Creator 在“查找示例项目”对话框中提供大量示例项目，其中包括图示和示例代码。若要获取特定于组件的示例，请从“组件目录”或图示组件实例打开该对话框。若要获取一般示例，请从开始页或**文件**菜单打开该对话框。根据需要，在对话框中使用**筛选选项**以缩小可用于选择的项目列表的范围。

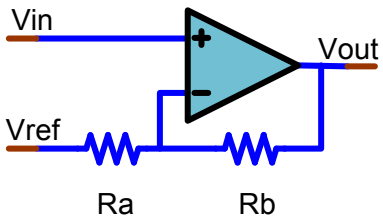
有关更多信息，请参考 PSoC Creator 帮助中的“查找示例项目”主题。

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 3 功能原理图）。Ra 可设置为 20K 或 40K 欧姆。Rb 可设置为 20K 至 1000K 欧姆，以生成参数对话框或 SetGain 函数中可选的增益值。

该模块具有与反馈电阻 Rb 并行的可编程电容。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 值但未选择相应的反馈电容值可能会导致 PGA 不稳定。强烈建议用户对于增益变化使用提供的 API。

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。

寄存器

PGA 组件配置在寄存器 SC[0..3]_CR0、SC[0..3]_CR1 和 SC[0..3]_CR2 中实现。这些寄存器可通过参考实例化的组件名称（如 PGA_1_CR0_REG）在用户代码中进行访问。寄存器内容可在 PSoC Creator 组件调试窗口中查看。有关各寄存器的详细说明，请参考赛普拉斯网站上适用的 TRM。PGA 组件调试窗口中显示了以下寄存器。

寄存器： PGA_1_CR0_REG

名称： 开关电容控制寄存器 0

说明： 寄存器位 3:1 配置开关电容模块工作模式。对于 PGA 组件，该字段设置为 110b。

寄存器： PGA_1_CR1_REG

名称： 开关电容控制寄存器 1

说明： 寄存器字段配置开关电容模块的驱动模式、补偿电容值和增益设置。

寄存器： PGA_1_CR2_REG

名称： 开关电容控制寄存器 2

说明： 寄存器字段配置开关电容模块的输入阻抗、反馈阻抗和参考接地选择。

寄存器： PGA_1_PM_ACT_CFG_REG

名称： 有效功耗模式配置寄存器 9

说明： 寄存器位 3:0 启用四个开关电容模块的电源。

直流电和交流电电气特征

下列值基于特性数据。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。除非下表中另外指定，否则所有典型值的适用条件是 T_A = 25° C，Vdda = 5.0 V，功耗 = 高，输出电压以模拟接地电压 Vssa 为参考。

5.0V/3.3V 直流电气特性

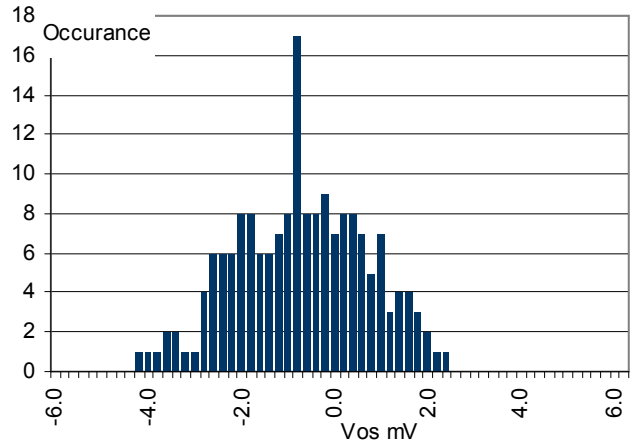
参数	说明	条件	最小值	典型值	最大值	单位
输入						
Vos	输入偏移电压	所有功耗模式（高、中、低、最低）	na	3.5	10	mV
TCVos	温度系数输入偏移电压，	所有功耗模式（高、中、低、最低）	na	6.0	12.3	uV/° C

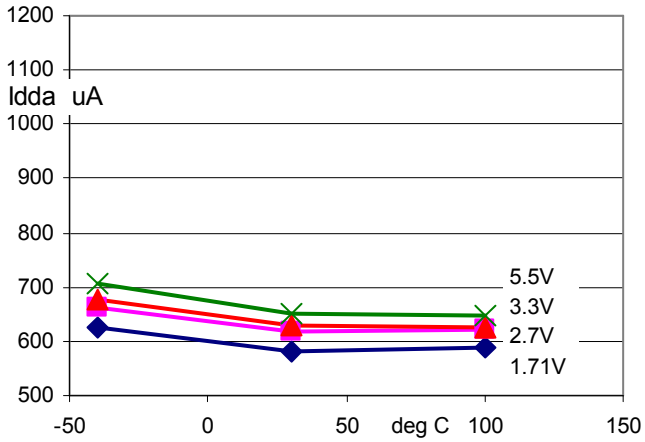
参数	说明	条件	最小值	典型值	最大值	单位
	绝对值					
Cin	输入电容	正增益，同相输入，不包括引脚和路由电容	na	2.0	na	pF
Ge1	增益精度，与额定值之间的偏差	G=1，Vref 内部连接至 Vss		0.01	0.15	+/-%
Ge2		G=2，Vref 内部连接至 Vss		0.1	1.0	
Ge4		G=4，Vref 内部连接至 Vss		0.5	1.35	
Ge8		G=8，Vref 内部连接至 Vss		0.6	1.6	
Ge16		G=16，Vref 内部连接至 Vss		0.7	2.5	
Ge32		G=32，Vref 内部连接至 Vss		0.85	5.0	
Ge50		G=50，Vref 内部连接至 Vss		2.1	5.0	
Gd1	相对于温度的增益变化	G=1，Vref 内部连接至 Vss	na	1.2	2.5	ppm/° C
Gd2		G=2，Vref 内部连接至 Vss		8.6	20	
Gd4		G=4，Vref 内部连接至 Vss		13	29	
Gd8		G=8，Vref 内部连接至 Vss		15	35	
Gd16		G=16，Vref 内部连接至 Vss		18	40	
Gd32		G=32，Vref 内部连接至 Vss		38	75	
Gd50		G=50，Vref 内部连接至 Vss		167	400	
Vout_range	输出摆幅	增益 = 1，Rload = 100k 至 Vdda/2，与 Vdda 或 Vssa 的差值			150	mV
Idda	工作电流	Vdda = 1.71 V，功耗模式 = 低		700	1000	uA
		Vdda = 5.0 V，功耗模式 = 高		1100	1350	uA

图

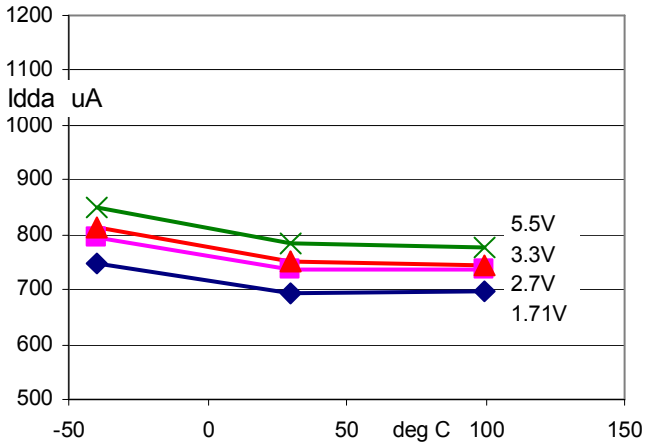
柱状图输入偏移电压

工作电流与温度典型值，功耗 = 最低

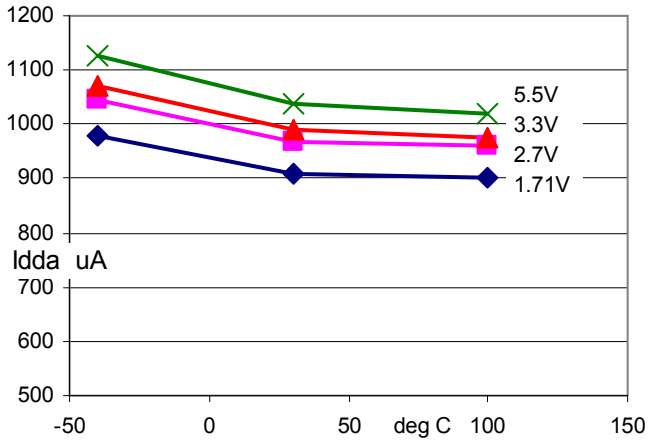




工作电流与温度典型值，功耗 = 低



工作电流与温度典型值，功耗 = 高

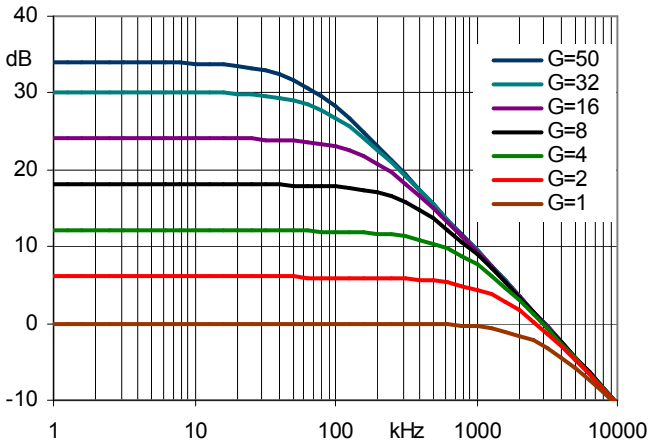


5.0V/3.3V 交流电气特性

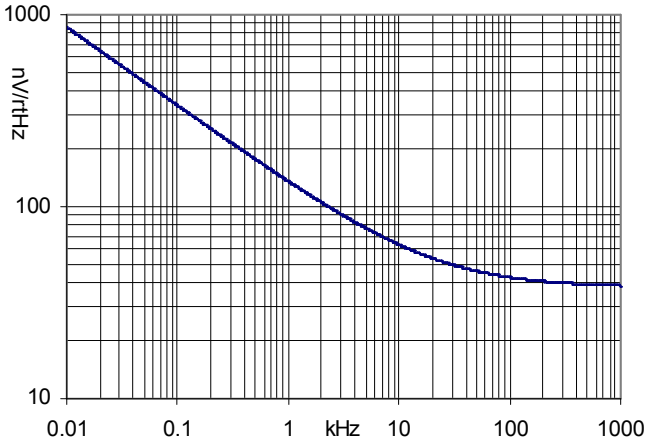
参数	说明	条件	最小值	典型值	最大值	单位
GBW_H	增益带宽积，功耗模式 = 高	增益 = 1，Vdda = 5.0 V，25 C	7.0	9.0	na	MHz
SR_G1	斜率	20 - 80%，增益 = 1，功耗模式 = 高	3.0	4.8	na	V/us
SR_G16		20 - 80%，增益 = 16，功耗模式 = 高	0.5	0.87	na	V/us
SR_G50		20 - 80%，增益 = 50，功耗模式 = 高	0.25	0.84	na	V/us
PSRR_AC	电源抑制比	f = 100 kHz	48			dB
Vn		f = 100 kHz，功耗模式 = 高	na	42	na	nV/rtHz

图

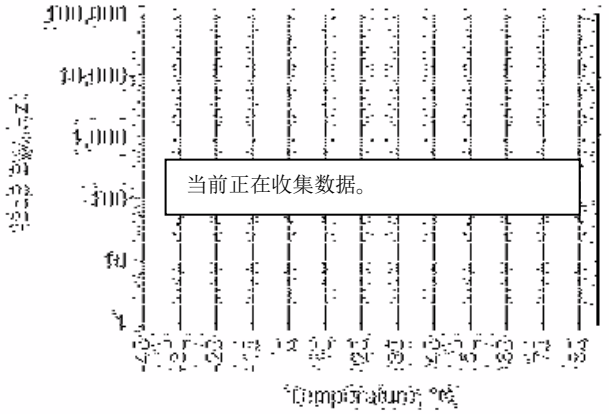
增益与频率典型值，功耗 = 高



电压噪声，Vdda = 5.0V，功耗 = 高



不同增益设置下的带宽与温度；功耗 = 高



组件更改

本节列出组件与以前版本相比的主要更改。

版本	更改说明	更改/影响原因
1.60	从组件自定义程序中删除了 VDDA 参数	组件中的 VDDA 设置对于多个组件而言冗余且没有必要。此参数删除后，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。
	创建了包含频率响应图表的配置窗口，更便于使用 GUI。	之前的配置窗口没有提供充足的信息，不便使用。
	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	
	对数据手册进行了少量编辑和更新	
1.50	添加了睡眠/唤醒和初始化/使能 API。	目的是支持低功耗模式，以及提供通用接口以分别控制大多数组件的初始化和使能。
	删除了增益设置 25。	增益 25 太接近其他值，因此不提供值。
	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，2011。此处所包含的信息可能会随时更改，恕不另行通知。除赛普拉斯产品的内嵌电路之外，赛普拉斯半导体公司不对任何其他电路的使用承担任何责任。也不根据专利或其他权利以明示或暗示的方式授予任何许可。除非与赛普拉斯签订明确的书面协议，否则赛普拉斯产品不保证能够用于或适用于医疗、生命支持、救生、关键控制或安全应用领域。此外，对于可能发生运转异常和故障并对用户造成严重伤害的生命支持系统，赛普拉斯不授权将其产品用作此类系统的关键组件。若将赛普拉斯产品用于生命支持系统中，则表示制造商将承担因此类使用而招致的所有风险，并确保赛普拉斯免于因此而受到任何指控。

PSoC® 是赛普拉斯半导体公司的注册商标；PSoC Creator™ 和 Programmable System-on-Chip™ 是赛普拉斯半导体公司的商标。此处引用的所有其他商标或注册商标归其各自所有者所有。

所有源代码（软件和/或固件）均归赛普拉斯半导体公司（赛普拉斯）所有，并受全球专利法规（美国和美国以外的专利法规）、美国版权法以及国际条约规定的保护和约束。赛普拉斯据此向获许可者授予适用于个人的、非独占性、不可转让的许可，用以复制、使用、修改、创建赛普拉斯源代码的派生作品、编译赛普拉斯源代码和派生作品，并且其目的只能是创建自定义软件和/或固件，以支持获许可者仅将其获得的产品依照适用协议规定的方式与赛普拉斯集成电路配合使用。除上述指定的用途之外，未经赛普拉斯的明确书面许可，不得对此类源代码进行任何复制、修改、转换、编译或演示。

免责声明：赛普拉斯不针对此材料提供任何类型的明示或暗示保证，包括（但不仅限于）针对特定用途的适销性和适用性的暗示保证。赛普拉斯保留在不做出通知的情况下对此处所述材料进行更改的权利。赛普拉斯不对此处所述之任何产品或电路的应用或使用承担任何责任。对于可能发生运转异常和故障并对用户造成严重伤害的生命支持系统，赛普拉斯不授权将其产品用作此类系统的关键组件。若将赛普拉斯产品用于生命支持系统应用中，则表示制造商将承担因此类使用而招致的所有风险，并确保赛普拉斯免于因此而受到任何指控。

产品使用可能受适用的赛普拉斯软件许可协议限制。