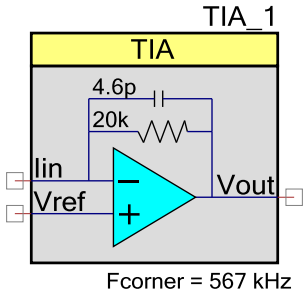
互阻放大器 (TIA)

1.80

特性



- 可选转换增益
- 可选拐角频率
- 电容式输入源的补偿
- 可调功耗设置
- 可选输入参考电压

概述

互阻放大器 (TIA) 模块提供基于运算放大器的电流-电压转换放大器,参数包括电阻增益和用户选择的带宽。其来源为 SC/CT 模块。

TIA 用于将外部电流转换为电压。典型应用包括使用光敏二极管等电流输出进行的传感器测量。TIA 的转换增益单位为欧姆，其可用范围在 20 kΩ 到 1.0 kΩ 之间。光敏二极管等电流输出传感器的输出电容通常较大。这就需要在 TIA 中加入并联反馈电容，以保证稳定性。TIA 具有一个可编程的反馈电容，可以满足这一需要，并提供带宽限制，可降低宽频带噪声。

输入/输出连接

本章节介绍 TIA 的各种输入和输出连接。I/O 列表中的星号 (*) 表示，在 I/O 说明中列出的情况下，该 I/O 可能不可见。

Iin — 模拟

Iin 为输入信号端。它是全局输入总线上的电流之和，可能包括来自电流输出 DAC 的信号。

注：该端的名称为 `Iin`（大写字母 `i`），**而不是** `lin`（小写字母 `l`）。

Vref — 模拟

Vref 为参考信号的输入端。该参考可能是内部参考电压、内部 VDAC 值或外部信号。

Vout — 模拟

Vout 为输出信号端。Vout 由以下公式确定，其中 R_{FB} 为反馈电阻：

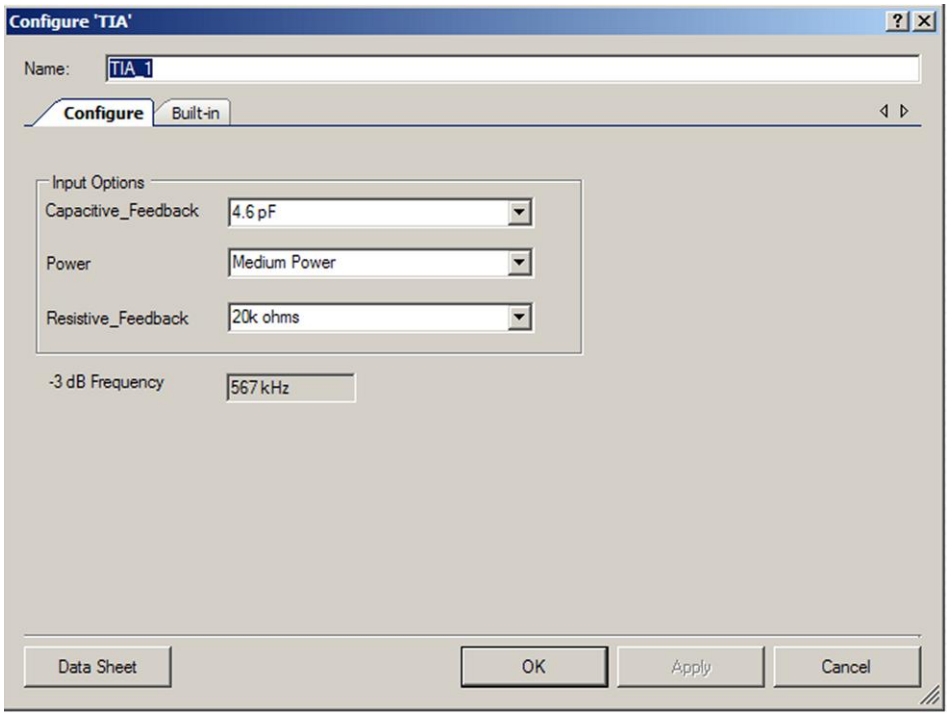
$$Vout = Vref – Iin \times R_{FB}$$

正（来自源的）电流生成相对 Vref 为负的输出电压。

负（来自源的）电流生成相对 Vref 为正的输出电压。

元件参数

将一个 TIA 组件拖放到您的设计上，并双击以打开**“配置”**对话框。



反馈电容

用于设置 TIA 的反馈电容。可将反馈电容设置为**无**、**1.3 pF**、**3.3 pF** 或 **4.6 pF**（默认）。TIA 的 –3 dB 频率是根据反馈电容和反馈电阻的乘积乘积计算得出的。

功耗

用于设置 TIA 的初始驱动功耗。功耗决定了 TIA 根据输入信号的改变而作出反应的速度。功耗设置共有四种：**最低功耗**、**低功耗**、**中功耗**（默认）和**高功耗**。设为**最低功耗**时，响应时间最长；设为**高功耗**时，响应时间最短。**设为最低功耗**和**低功耗**时，会降低驱动电流，不适用于阻值较低的反馈电阻。

反馈电阻

用于设置 TIA 的额定反馈电阻。反馈电阻有以下几种允许值可供选择（以欧姆为单位）：20k（默认）、30k、40k、80k、120k、250k、500k 和 1000k。

-3 db 频率

该组合框用于显示计算得出的带宽值。该值取决于**反馈电阻**、**反馈电容**值和**功耗**设置。

资源

TIA 使用一个 SC/CT 模块。通常，Vref 输入来自参考电压、VDAC 输出或 GPIO 上的外部提供的参考。

模拟模块	数字模块					API Memory (API 存储器) (字节)		Pins (引脚) (每个外部 I/O)
	Datapaths (数据路径)	Macro cells (宏单元)	Status Registers (状态寄存器)	Control Registers (控制寄存器)	Counter7 (计数器 7)	Flash (闪存)	RAM	
1 个 SC/CT 固定硬件模块	不可用	不可用	不可用	不可用	不可用	352	2	3

应用程序编程接口

应用程序编程接口 (API) 子程序允许您使用软件配置模块。下表列出了每个函数的接口，并进行了说明。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“TIA_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“TIA”。

函数	说明
TIA_Start()	启动 TIA。
TIA_Stop()	关闭 TIA。
TIA_SetPower()	将驱动功耗设置为四个级别中的一个。
TIA_SetResFB()	将电阻反馈设置为 8 个值中的一个。
TIA_SetCapFB()	将电容反馈设置为 4 个值中的一个。
TIA_Sleep()	停止并保存用户配置。

TIA_Wakeup()	恢复并启用用户配置。
TIA_Init()	初始化或恢复默认 TIA 配置。
TIA_Enable()	启用 TIA。
TIA_SaveConfig()	空函数。预留将来使用。
TIA_RestoreConfig()	空函数。预留将来使用。

全局变量

变量	说明
TIA_initVar	指示 TIA 是否已初始化。变量将初始化为 0，并在第一次调用 TIA_Start() 时设置为 1。这样，第一次调用 TIA_Start() 子程序后，组件不用重新初始化即可重启。 如需重新初始化组件，可在 TIA_Start() 或 TIA_Enable() 函数前调用 TIA_Init() 函数。

void TIA_Start(void)

说明： 执行组件所有必需的初始化，并打开放大器电源。第一次执行子程序时，反馈电阻和反馈电容以及放大器功耗是基于进行配置时所提供的值而设置的。在调用 TIA_Stop() 后重启 TIA 会保留当前组件的参数设置。

参数： None（无）

Return Value（返回值）： None（无）

Side Effects（副作用）： None（无）

void TIA_Stop(void)

说明： 将 TIA 切换至最低功耗状态，并禁用输出。

注：不建议将本 API 使用于 PSoC 3 ES2 和 PSoC 5 芯片。这些器件有一个缺陷，导致与某些模拟资源的连接在断电时不可靠。当停止使用该资源的组件时，该不可靠性会在静默失败中表现出来（例如模拟组件中出现不可预见的失败结果）。使用此芯片时，设计中的所有模拟组件都应始终加电（通过调用其相应的 _Start() API，例如 TIA_Start()）。请勿调用 TIA_Stop() API。

参数： None（无）

Return Value（返回值）： None（无）

Side Effects（副作用）： 不影响功耗、反馈电阻或反馈电容设置

void TIA_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
TIA_MINPOWER	有效功耗最低，反应时间最长
TIA_LOWPOWER	功耗低，速度慢
TIA_MEDPOWER	功耗中等，速度中等
TIA_HIGHPOWER	有效功耗最高，反应时间最短

Return Value（返回值）： None（无）

Side Effects（副作用）： None（无）

(void) TIA_SetResFB(uint8 res_feedback)

说明： 设置放大器反馈电阻值。

参数： uint8 res_feedback：有关有效反馈电阻设置，请参见下表。

增益设置	注
TIA_RES_FEEDBACK_20K	反馈电阻 = 20k
TIA_RES_FEEDBACK_30K	反馈电阻 = 30k
TIA_RES_FEEDBACK_40K	反馈电阻 = 40k
TIA_RES_FEEDBACK_80K	反馈电阻 = 80k
TIA_RES_FEEDBACK_120K	反馈电阻 = 120k
TIA_RES_FEEDBACK_250K	反馈电阻 = 250k
TIA_RES_FEEDBACK_500K	反馈电阻 = 500k
TIA_RES_FEEDBACK_1000K	反馈电阻 = 1000k

Return Value（返回值）： None（无）

Side Effects（副作用）： None（无）

(void) TIA_SetCapFB(uint8 cap_feedback)

说明： 设置放大器反馈电容值。

参数： uint8 cap_feedback：有关有效反馈电容设置，请参见下表。

增益设置	注
TIA_CAP_FEEDBACK_NONE	无电容反馈
TIA_CAP_FEEDBACK_1_3PF	反馈电容 = 1.3 pF
TIA_CAP_FEEDBACK_3_3PF	反馈电容 = 3.3 pF
TIA_CAP_FEEDBACK_4_6PF	反馈电容 = 4.6 pF

Return Value（返回值）： None（无）

Side Effects（副作用）： None（无）

void TIA_Sleep(void)

说明： 这是让组件进入睡眠的首选 API。TIA_Sleep() 函数保存当前组件的状态。然后调用 TIA_Stop() 函数，并调用 TIA_SaveConfig() 以保存硬件配置。

在调用 CyPmSleep() 或 CyPmHibernate() 函数之前调用 TIA_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： None（无）

Return Value（返回值）： None（无）

Side Effects（副作用）： None（无）

void TIA_Wakeup(void)

说明： 该函数是将组件恢复到调用 TIA_Sleep() 时状态的首选子程序。TIA_Wakeup() 函数调用 TIA_RestoreConfig() 函数以恢复配置。如果组件在调用 TIA_Sleep() 函数前已启用，则 TIA_Wakeup() 函数也将重新启用组件。

参数： None（无）

Return Value（返回值）： None（无）

Side Effects（副作用）： 调用 TIA_Wakeup() 函数前未调用 TIA_Sleep() 或 TIA_SaveConfig() 函数可能会产生意外行为。

void TIA_Init(void)

说明： 根据自定义程序“配置”对话框设置来初始化或恢复组件。无需调用 TIA_Init()，因为 TIA_Start() 子程序会调用该函数并是开始组件操作的首选方法。

参数： None（无）

Return Value（返回值）： None（无）

Side Effects（副作用）： 所有寄存器将设置为自定义“配置”对话框中的值。

void TIA_Enable(void)

说明： 激活硬件并开始执行组件操作。无需调用 TIA_Enable()，因为 TIA_Start() 子程序会调用该函数，这是开始组件操作的首选方法。

参数： None（无）

Return Value（返回值）： None（无）

Side Effects（副作用）： None（无）

void TIA_SaveConfig(void)

说明： 空函数。预留将来使用。

参数： None（无）

Return Value（返回值）： None（无）

Side Effects（副作用）： None（无）

void TIA_RestoreConfig(void)

说明： 空函数。预留将来使用。

参数： None（无）

Return Value（返回值）： None（无）

Side Effects（副作用）： None（无）

固件源代码示例

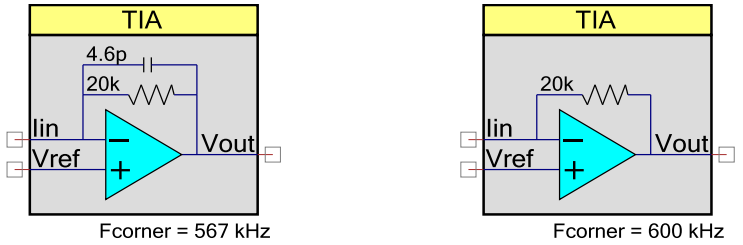
PSoC Creator 在“查找示例项目”对话框中提供了很多包括原理图和代码示例的示例项目。要获取组件特定的示例，请打开组件目录中的对话框或原理图中的组件实例。要获取通用的示例，请打开 Start Page（开始页）或 **File**（文件）菜单中的对话框。根据需要，使用对话框中的 **Filter Options**（过滤选项）可缩小可选项目的列表。

有关更多信息，请参见 PSoC Creator 帮助中的“Find Example Project（查找示例项目）”主题。

功能描述

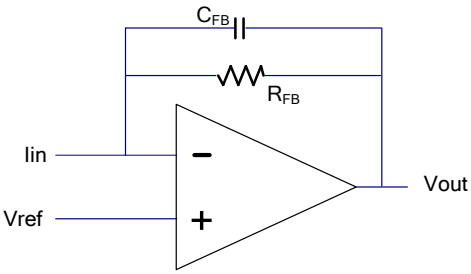
TIA 是由普通 SC/CT 模块构建的。拓扑结构是一个运算放大器，带有可选的，从输出端连至反相输入端间的反馈电阻。此外，还有一个从输出端连接到反相输入端的反馈电容可供选择。图 1 显示两种可能的 TIA 配置。

图 1. TIA 配置



通过调整 R_{FB} 反馈电阻来控制输出电压（参见图 2）。R_{FB} 可设置为 8 个值中的一个，从 20k 到 1000k 欧姆不等，可以在参数对话框中选择，也可使用 TIA_SetResFB() API 函数进行选择。

图 2. TIA 原理图



通过向 Iin 终端附加电流来调节直流输出电平。正电流（附加到终端）将输出推至负；负电流（从终端拉出）将输出推至正。电流源可能是内部 DAC。

放大器带宽是由反馈电阻 R_{FB} 和所选的与 R_{FB} 并联的反馈电容共同决定的。通过参数对话框或 TIA_SetCapFB() API 函数可将反馈电容值 C_{FB} 设置为四个值中的一个。

放大器的 –3 dB 频率是：

$$Freq – 3\ dB = 1/(2\pi R_{FB} C_{FB})$$

PSoC 3 的直流和交流电气特性

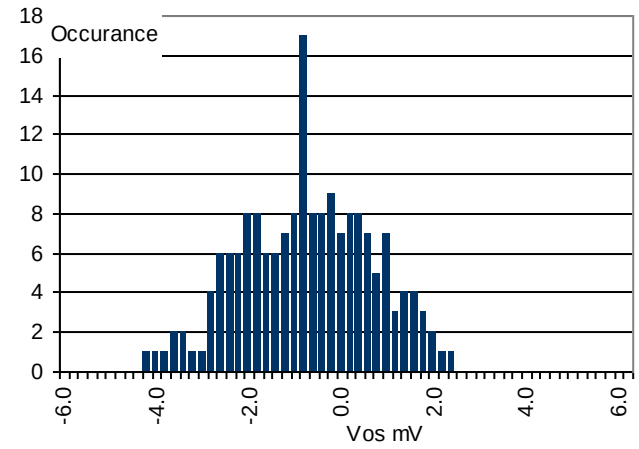
下列值表示期望的性能，它们基于初始特性数据。除非下表中另外指定，否则：T_A = 25°C，V_{DDA} = 5.0V，功耗 = 高，运算放大器偏压 = 低，输出参考电压 = 1.024V。

TIA 直流规范

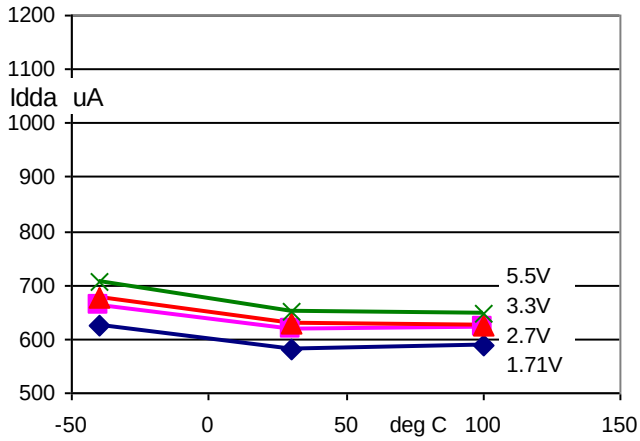
参数	说明	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{IOFF}	输入偏移电压		–	3.5	10	mV
Rconv	转换电阻	R = 20K；40-pF 负载	15	–	27	kΩ
		R = 30K；40-pF 负载	22.5	–	40.5	kΩ
		R = 40K；40-pF 负载	30	–	54	kΩ
		R = 80K；40-pF 负载	60	–	108	kΩ
		R = 120K；40-pF 负载	90	–	162	kΩ
		R = 250K；40-pF 负载	187	–	338	kΩ
		R = 500K；40-pF 负载	375	–	675	kΩ
		R = 1M；40 pF 负载	750	–	1350	kΩ
	静态电流		–	0.9	2.0	mA

图形

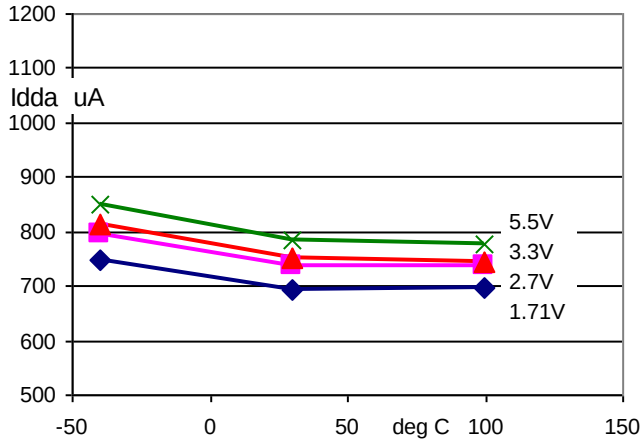
柱状图偏移



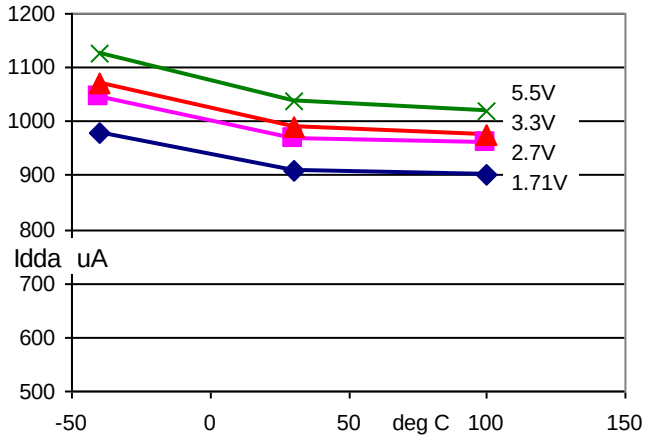
工作电流与温度典型值，功耗 = 最低



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

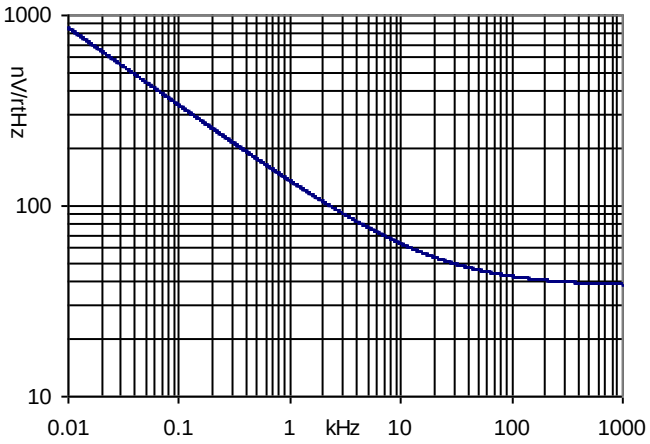


TIA 交流规范

参数	说明	条件	最小值	典型值	最大值	单位
BW	输入带宽 (–3 dB)	R = 20K；–20-pF 负载	1600	–	–	kHz
		R = 120K；–20-pF 负载	240	–	–	kHz
		R = 1M；–20-pF 负载	25	–	–	kHz
		R = 20K；–40-pF 负载	1500	–	–	kHz
		R = 120K；–40-pF 负载	240	–	–	kHz
		R = 1M；–40-pF 负载	25	–	–	kHz

图形

电压噪声，V_{DDA} = 5.0V，功耗 = 高



PSoC 5 的直流和交流电气特性

下列值表示期望的性能，它们基于初始特性数据。除非下表中另外指定，否则：T_A = 25°C，V_{DDA} = 5.0V，功耗 = 高，运算放大器偏压 = 低，输出参考电压 = 1.024V。

注：特性数据表将根据芯片的特性进行更新。

TIA 直流规范

参数	说明	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{IOFF}	输入偏移电压		–	–	20	mV
R_{CONV}	转换电阻	R = 20K；40-pF 负载	–25	–	+35	%
		R = 30K；40-pF 负载	–25	–	+35	%
		R = 40K；40-pF 负载	–25	–	+35	%
		R = 80K；40-pF 负载	–25	–	+35	%
		R = 120K；40-pF 负载	–25	–	+35	%
		R = 250K；40-pF 负载	–25	–	+35	%
		R = 500K；40-pF 负载	–25	–	+35	%
		R = 1M；40-pF 负载	–25	–	+35	%
	静态电流		–	1.1	2	mA

TIA 交流规范

参数	说明	条件	最小值	典型值	最大值	单位
BW	输入带宽 (–3 dB)	R = 20K；40-pF 负载	1000	–	–	kHz
		R = 120K；40-pF 负载	230	–	–	kHz
		R = 1M；40-pF 负载	23	–	–	kHz

组件更改

本节介绍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
1.80	修改源文件使得当 V_{DDA} 低于 2.7 V 时可启用电荷泵。	电荷泵应在电压低于 2.7 V 的情况下启用
	将 PSoC 5 的直流和交流电气特性添加到数据手册	
1.70	针对 PSoC 5 进行修改的 TIA_Stop() API	为防止在 PSoC 5 上停止组件时影响无关模拟信号所必需的更改。
	添加调试窗口支持	

版本	更改说明	更改/影响原因
	针对寄存器定义添加向后兼容	为了向 TIA_1_10 提供向后兼容。
1.60	更新了“Configure（配置）”对话框。	创建了定制接口。向定制器添加了计算得出的带宽，以支持带宽显示。
	删除了 Min-vdda 参数	无需最小 Vdda 的参数。组件会自动识别电压设置，并相应地设置模块内部的开关泵。
	更新了 TIA 组件符号	更新 TIA 组件符号以反映电阻反馈、电容反馈和 Fcorner 值。
	向数据手册添加了特性数据。	
	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/启用 API。	为支持低功耗模式并提供常用接口，以单独控制大多数组件的初始化和启用。
	TIA 参数下拉值按升序进行了重新排列。	TIA 参数下拉值并非按升序排列。80k 欧姆调到 1000k 欧姆之后。相应地对值进行了重新排列。
	将负号更改为与“+”字符中的横线等长。	更新了负号以达到行业标准。
	更新了条件语句以正确启用 PSoC 3 量产版芯片和 PSoC 5 ES2 芯片或更新版本的电荷泵时钟。	未正确启用电荷泵时钟，因此 SC 模块不工作。

© 赛普拉斯半导体公司，2012。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。