

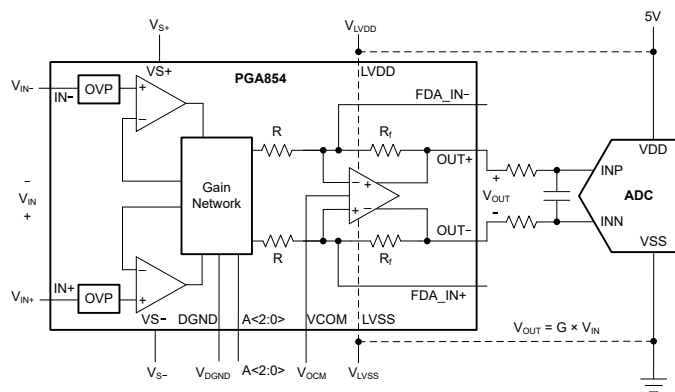
PGA854 低噪声、宽带宽、十进制增益、可编程增益精密仪表放大器

1 特性

- 八引脚可编程十进制 (范围) 增益
 - $G (V/V) = \frac{1}{2}, 1, 2, 5, 10, 20, 50$ 和 100
- 全差分输出
- 输出共模控制
- 低增益误差温漂: $\pm 2\text{ppm}/^\circ\text{C}$ (最大值)
- 更快的信号处理:
 - 高带宽: 6.2MHz ($G < 10$)、 2.4MHz ($G = 50, 100$)
 - 输入级噪声: $G > 10\text{V/V}$ 时为 $8.5\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
 - 可通过滤波器选项实现更好的 SNR
- 在超过电源电压多达 $\pm 40\text{V}$ 时提供输入过压保护
- 输入级电源电压范围:
 - 单电源: 9V 至 36V
 - 双电源: $\pm 4.5\text{V}$ 至 $\pm 18\text{V}$
- 独立输出电源引脚
- 输出级电源电压范围:
 - 单电源: 4.5V 至 36V
 - 双电源: $\pm 2.25\text{V}$ 至 $\pm 18\text{V}$
- 额定温度范围: -40°C 至 $+125^\circ\text{C}$
- 小型封装: $3\text{mm} \times 3\text{mm}$ VQFN

2 应用

- 工厂自动化和控制
- 模拟输入模块
- 数据采集 (DAQ)
- 测试和测量
- 参数测量单元 (PMU)



PGA854 简化版应用

3 说明

PGA854 是一款具有差分输出的宽带宽、高电压、低噪声可编程增益仪表放大器。PGA854 配备八个十进制 (范围) 增益设置, 其范围为从 0.5V/V 的衰减增益到 100V/V 的最大增益。增益可使用三个数字增益选择引脚进行设置。

PGA854 架构经过优化, 可驱动采样速率高达 1MSPS 的高分辨率精密模数转换器 (ADC) 的输入, 无需额外的 ADC 驱动器。输出级电源与输入级解耦, 可保护 ADC 或下游器件免遭过驱损坏。

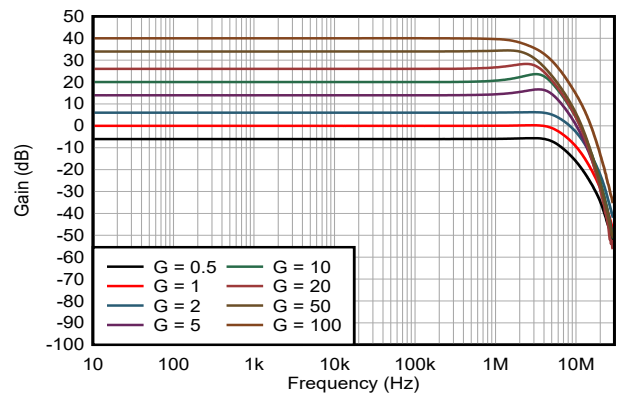
超 β 输入晶体管提供超低的输入偏置电流, 进而提供 $0.3\text{pA}/\sqrt{\text{Hz}}$ 的超低输入电流噪声密度, 因而 PGA854 成为几乎任何传感器类型的通用选择。低噪声电流反馈前端架构即使在高频下也能提供出色的增益平坦度, 得益于此, PGA854 是一款出色的高阻抗传感器读出器件。输入引脚上的集成保护电路可处理超出电源电压高达 $\pm 40\text{V}$ 的过压。

封装信息

器件型号	封装 ⁽¹⁾	封装尺寸 ⁽²⁾
PGA854	RGT (VQFN, 16)	$3\text{mm} \times 3\text{mm}$

(1) 有关更多信息, 请参阅节 11。

(2) 封装尺寸 (长 $\times$ 宽) 为标称值, 并包括引脚 (如适用)。



增益与频率间的关系



内容

1 特性.....	1	7.4 器件功能模式.....	13
2 应用.....	1	8 应用和实施.....	14
3 说明.....	1	8.1 应用信息.....	14
4 器件比较表.....	2	8.2 典型应用.....	15
5 引脚配置和功能.....	3	8.3 电源相关建议.....	18
6 规格.....	4	8.4 布局.....	18
6.1 绝对最大额定值.....	4	9 器件和文档支持.....	20
6.2 ESD 等级.....	4	9.1 器件支持.....	20
6.3 建议运行条件.....	4	9.2 文档支持.....	20
6.4 热性能信息.....	5	9.3 接收文档更新通知.....	20
6.5 电气特性.....	5	9.4 支持资源.....	20
6.6 典型特性.....	8	9.5 商标.....	20
7 详细说明.....	10	9.6 静电放电警告.....	20
7.1 概述.....	10	9.7 术语表.....	21
7.2 功能方框图.....	10	10 修订历史记录.....	21
7.3 特性说明.....	11	11 机械、封装和可订购信息.....	21

4 器件比较表

器件	输出类型	增益 (V/V)	带宽 (MHz)	压摆率 (V/μs)	噪声 (nV/√Hz)
PGA849	单端	1/8、1/4、1/2、1、2、4、8、16	10	35	8.6
INA849	单端	$G = 1 + 6k\Omega / R_G$	28	35	1
PGA848	单端	1/2、1、2、5、10、20、50、100	6.2	35	8.5
PGA854	差分	1/2、1、2、5、10、20、50、100	6.2	35	8.5
PGA855	差分	1/8、1/4、1/2、1、2、4、8、16	10	35	7.8
INA851	差分	$G = 1 + 6k\Omega / R_G$	22	37	3.2
INA821	单端	$G = 1 + 49.4k\Omega / R_G$	4.7	2	7
INA819	单端	$G = 1 + 50k\Omega / R_G$	2	0.9	8

5 引脚配置和功能

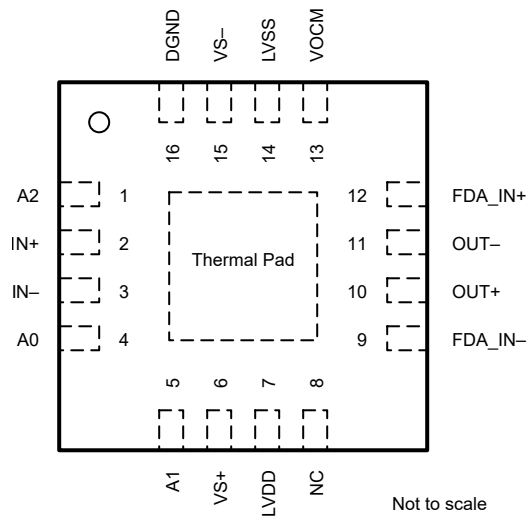


图 5-1. RGT 封装，16 引脚 VQFN (俯视图)

表 5-1. 引脚功能

引脚		类型	说明
名称	编号		
A0	4	输入	增益设置引脚 0
A1	5	输入	增益设置引脚 1
A2	1	输入	增益设置引脚 2
DGND	16	电源	数字逻辑和增益设置引脚的接地基准
FDA_IN -	9	输入	连接到输出驱动器求和节点
FDA_IN+	12	输入	连接到输出驱动器求和节点
IN -	3	输入	负 (反相) 输入
IN+	2	输入	正 (同相) 输入
LVDD	7	电源	输出驱动器正电源。将此引脚连接到 ADC 的正电源，以防止过驱。
LVSS	14	电源	输出驱动器负电源。将此引脚连接到 ADC 的负电源，以防止过驱。
NC	8	—	不连接
OUT-	11	输出	输出 (反相)
OUT+	10	输出	输出 (同相)
VOCM	13	输入	输出共模控制引脚
VS+	6	电源	输入级正电源
VS -	15	电源	输入级负电源
散热焊盘	散热焊盘	—	将散热焊盘焊接到 印刷电路板 (PCB) 上。将散热焊盘连接到处于悬空状态或以电气方式连接到 VS - 的平面或大面积覆铜区域。即使对于功率耗散较低的应用，也可实现此连接。

6 规格

6.1 绝对最大额定值

在自然通风条件下的工作温度范围内测得（除非另有说明）⁽¹⁾

		最小值	最大值	单位
V_S	V_{S+} 、 V_{S-} 引脚上的电源电压； $V_S = (V_{S+}) - (V_{S-})$	0	40	V
V_{SOUT}	LVDD、LVSS 引脚上的电源电压； $V_{SOUT} = V_{LVDD} - V_{LVSS}$	0	40	V
	电源引脚 LVDD、LVSS 上的电压	$(V_{S-}) - 0.5$	$(V_{S+}) + 0.5$	V
	信号输入引脚 IN+、IN- 上的电压	$(V_{S-}) - 40$	$(V_{S+}) + 40$	V
	引脚 DGND、FDA_IN+、FDA_IN- 上的电压	$(V_{S-}) - 0.5$	$(V_{S+}) + 0.5$	V
	增益选择引脚 A2、A1、A0 上的电压	$V_{DGND} - 0.5$	$(V_{S+}) + 0.5$	V
V_O	输出引脚 OUT+、OUT- 上的电压	$V_{LVSS} - 0.5$	$V_{LVDD} + 0.5$	V
V_{OCM}	输出共模控制电压	$V_{LVSS} - 0.5$	$V_{LVDD} + 0.5$	V
I_O	输出引脚 OUT+、OUT- 电流	-100	100	mA
I_{SC}	输出短路电流 ⁽²⁾	持续		
T_A	工作温度	-50	150	°C
T_J	结温		175	°C
T_{stg}	贮存温度	-65	150	°C

- (1) 在 **绝对最大额定值** 范围外运行可能对器件造成永久损坏。绝对最大额定值并不表示器件在这些条件下或在 **建议运行条件** 以外的任何其他条件下能够正常运行。如果超出 **建议运行条件** 但在 **绝对最大额定值** 范围内使用，器件可能不会完全正常运行，这可能影响器件的可靠性、功能和性能并缩短器件寿命。
- (2) 对 $V_{SOUT} / 2$ 短路。

6.2 ESD 等级

			值	单位
$V_{(ESD)}$	静电放电	人体放电模型 (HBM)，符合 ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 标准 ⁽¹⁾	±2000	V
		充电器件模型 (CDM)，符合 ANSI/ESDA/JEDEC JS-002 标准 ⁽²⁾	±1000	

- (1) JEDEC 文档 JEP155 指出：500V HBM 时能够在标准 ESD 控制流程下安全生产。
- (2) JEDEC 文档 JEP157 指出：250V CDM 时能够在标准 ESD 控制流程下安全生产。

6.3 建议运行条件

在自然通风条件下的工作温度范围内测得（除非另有说明）

			最小值	最大值	单位
V_S	输入级电源电压	单电源	9	36	V
		双电源	±4.5	±18	
V_{SOUT}	输出级电源电压	单电源	4.5	36	V
		双电源	±2.25	±18	
T_A	额定温度		-40	125	°C

6.4 热性能信息

热指标 ⁽¹⁾		PGA854	单位
		RGT (VQFN)	
		16 引脚	
$R_{\theta JA}$	结至环境热阻	47.3	°C/W
$R_{\theta JC(top)}$	结至外壳 (顶部) 热阻	53.6	°C/W
$R_{\theta JB}$	结至电路板热阻	22.0	°C/W
ψ_{JT}	结至顶部特征参数	1.4	°C/W
ψ_{JB}	结至电路板特征参数	22.0	°C/W
$R_{\theta JC(bot)}$	结至外壳 (底部) 热阻	7.8	°C/W

(1) 有关新旧热指标的更多信息, 请参阅 [半导体和 IC 封装热指标](#) 应用报告。

6.5 电气特性

$T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_S = V_{SOUT} = \pm 15\text{V}$, $V_{ICM} = V_{OCM}$ 处于中点电压, $R_L = 10\text{k}\Omega$, 且 $G = 1\text{V/V}$ (除非另有说明)

参数		测试条件		最小值	典型值	最大值	单位
输入							
V _{OS}	差分失调电压 (RTI)	G = 5 至 100		±50	±300	μV	
		G = 0.5、1、2		±100/G	±700/G		
	差分失调电压漂移 (RTI)	T _A = -40°C 至 +125°C	G > 1	±0.1	±1.0	μV/°C	
			G = 0.5、1	±0.2	±2.0		
PSRR	电源抑制比	±4V ≤ V _S ≤ ±18V , RTI	G = 0.5	108	124	dB	
			G = 1	114	128		
			G = 2	118	130		
			G ≥ 5	120	134		
Z _{id}	差分输入阻抗	T _A = -40°C 至 +125°C		100 1		G Ω pF	
Z _{ic}	共模输入阻抗			100 7			
V _{ICM}	共模输入电压	V _S = ±4.5V 至 ±18V , T _A = - 40°C 至 +125°C		(V _{S-}) + 3	(V _{S+}) - 3		V
V _{IN}	差分输入电压 ⁽¹⁾			-20	+20	V	
CMRR	共模抑制比	直流至 60Hz , V _{ICM} = ±10V , T _A = - 40°C 至 +125°C , RTI	G = 0.5	69	82	dB	
			G = 1	75	88		
			G = 2	81	94		
			G = 5	88	100		
			G = 10	96	106		
			G = 20	102	112		
			G = 50	108	116		
			G = 100	116	124		
偏置电流							
I _B	输入偏置电流			±0.5	±2	nA	
		T _A = -40°C 至 +125°C		±1	±3.6		
	输入偏置电流漂移	T _A = -40°C 至 +125°C			±5	pA/°C	
I _{OS}	输入失调电流			±0.5	±1	nA	
		T _A = -40°C 至 +125°C		±1	±2		
	输入失调电流漂移	T _A = -40°C 至 +125°C			±5	pA/°C	

6.5 电气特性 (续)

$T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_S = V_{\text{SOUT}} = \pm 15\text{V}$, $V_{\text{ICM}} = V_{\text{OCM}}$ 处于中点电压, $R_L = 10\text{k}\Omega$, 且 $G = 1\text{V/V}$ (除非另有说明)

参数		测试条件		最小值	典型值	最大值	单位
增益							
G	差分增益			0.5		100	V/V
GE	差分增益误差	G = 0.5、1、2			±0.005	±0.03	%
		G = 5、10、20、50			±0.015	±0.04	
		G = 100			±0.025	±0.05	
	差分增益漂移	T _A = -40°C 至 +125°C	G = 2		±0.05	±1	ppm/°C
			G ≠ 2		±0.2	±2	
	差分增益非线性	G = 0.5 至 20，V _{OUT} = 10V			±2	±5	ppm
		G = 50、100，V _{OUT} = 10V			待定	待定	
		T _A = -40°C 至 +125°C， V _{OUT} = 10V	G ≤ 20			待定	
			G = 50、100			待定	
输出							
V _O	单端输出电压	无负载，V _{SOUT} = ±2.25V		V _{LVSS} + 0.1		V _{LVDD} - 0.1	V
		R _L = 10kΩ	V _{SOUT} = ±2.25V	V _{LVSS} + 0.2		V _{LVDD} - 0.2	
			V _{SOUT} = ±18V	V _{LVSS} + 0.4		V _{LVDD} - 0.4	
V _{OUT}	差分输出电压	V _{ICM} 和 V _{IN} 处于有效线性工作范围内 ⁽²⁾		G × V _{IN}			V
C _L	差分负载电容	差分负载稳定运行		50			pF
I _{SC}	短路电流	持续达 V _{SOUT} /2		±45			mA
			T _A = -40°C 至 +125°C	±20		±60	
频率响应							
BW	带宽，-3dB	G < 10		6.2			MHz
		G = 10、20		4.2			
		G = 50、100		2.4			
SR	压摆率	G = 0.5 至 100，V _{OUT} > 5V		待定			V/μs
	增益开关时间			待定			μs
输出共模电压 (V _{OCM}) 控制							
V _{OCM}	输出共模控制电压 ⁽³⁾	V _S = ±4.5V		V _{LVSS} + 1.5		V _{LVDD} - 1.5	V
		V _S = ±18V		V _{LVSS} + 2		V _{LVDD} - 2	
	小信号带宽 V _{OCM} 引脚	V _{OCM} = 100mV _{PP}		待定			MHz
	大信号带宽 V _{OCM} 引脚	V _{OCM} = 0.6V _{PP}		待定			MHz
	直流输出平衡 ⁽⁴⁾	V _{OCM} 固定在中点电压 (V _{OUT} = ±1V)		95			dB
	V _{OCM} 引脚的输入阻抗			250 1			kΩ pF
	偏离中点电压的 V _{OUTCM} 失调电压	V _{OCM} 引脚悬空		±1		±4.5	mV
	V _{OUTCM} 失调电压 ⁽⁵⁾	V _{OCM} = V _{ICM} ，V _{OUT} = 0V		±1		±4.5	mV
	V _{OUTCM} 失调电压温漂	V _{OCM} = V _{ICM} ，V _{OUT} = 0V，T _A = -40°C 至 +125°C		±20		±40	μV/°C

6.5 电气特性 (续)

$T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_S = V_{\text{SOUT}} = \pm 15\text{V}$, $V_{\text{ICM}} = V_{\text{OCM}}$ 处于中点电压, $R_L = 10\text{k}\Omega$, 且 $G = 1\text{V/V}$ (除非另有说明)

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
输入级电源						
I _{Q_input}	输入级静态电流 VS+、VS-	VIN = 0V，VICM = 0V		3	3.7	mA
			TA = -40°C 至 +125°C		4.5	
输出级电源						
I _{Q_output}	输出级静态电流 LVDD、LVSS	VIN = 0V，VOCM 固定在中点电 压		2.3	2.8	mA
			TA = -40°C 至 +125°C		3.5	
数字逻辑						
VIL	数字输入逻辑低电平	A0、A1、A2 引脚，以 DGND 为基准		V _{DGND}	V _{DGND} + 0.8	V
VIH	数字输入逻辑高电平	A0、A1、A2 引脚，以 DGND 为基准		V _{DGND} + 1.8	VS+	V
	数字输入引脚电流	A0、A1、A2 引脚		1.5	3	μA
V _{DGND}	DGND 电压			VS-	(VS+) - 4	V
	DGND 基准电流			4	10	μA

- (1) PGA854 放大器的差分输入电压 ($V_{IN} = V_{IN+} - V_{IN-}$)。有效输入范围取决于输入共模电压 V_{ICM} 、增益 G 和输出共模电压 V_{OCM} 。请参阅节 8.1.1。
- (2) 差分输出电压 $V_{\text{OUT}} = V_{\text{OUT}+} - V_{\text{OUT}-}$ 。请参阅节 8.1.1 了解有关放大器的有效线性工作范围。
- (3) V_{OCM} 是 V_{OCM} 引脚上的电压。实际输出共模电压可通过单端输出电压 $V_{\text{OUTCM}} = (V_{\text{OUT}+} + V_{\text{OUT}-}) / 2$ 计算得出。
- (4) 直流输出平衡定义为 $|V_{\text{OUTCM}}(\text{at } V_{IN} = +1) - V_{\text{OUTCM}}(\text{at } V_{IN} = -1)| / 2$ 。
- (5) V_{OUTCM} 失调电压定义为 $V_{\text{OUTCM}} - V_{\text{OCM}}$ 。

6.6 典型特性

$T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_S = V_{\text{SOUT}} = \pm 15\text{V}$, $V_{\text{ICM}} = V_{\text{OCM}} = 0\text{V}$, $R_L = 10\text{k}\Omega$, 且 $G = 1\text{V/V}$ (除非另有说明)

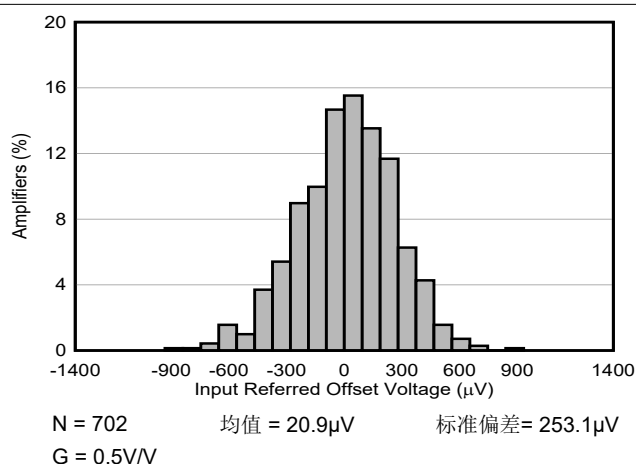


图 6-1. 失调电压 (RTI) 的分布

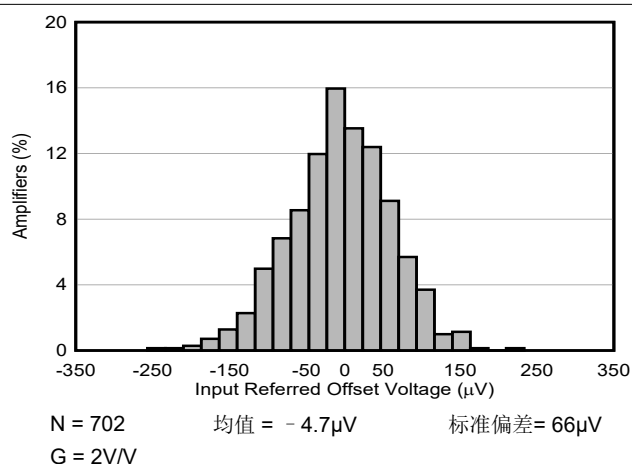


图 6-2. 失调电压 (RTI) 的分布

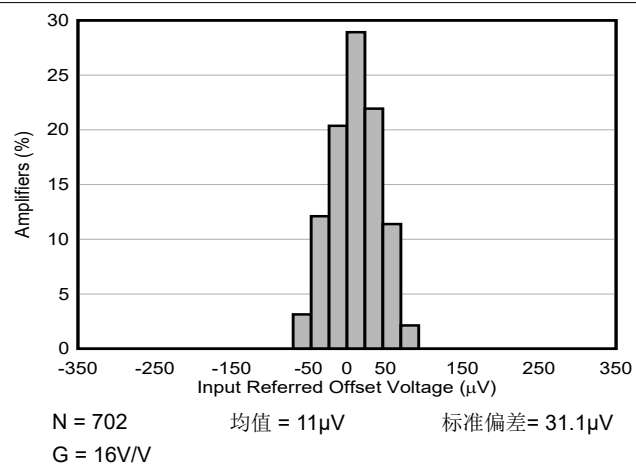


图 6-3. 失调电压 (RTI) 的分布

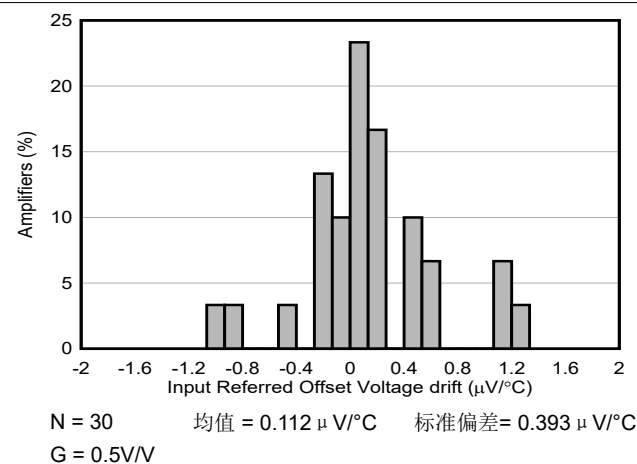


图 6-4. 失调电压漂移 (RTI) 的分布

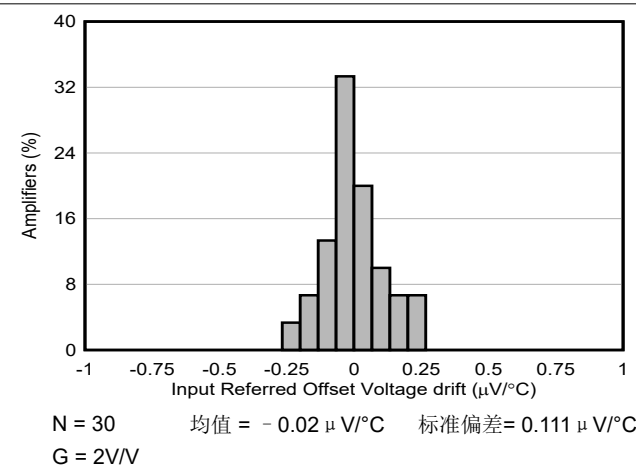


图 6-5. 失调电压漂移 (RTI) 的分布

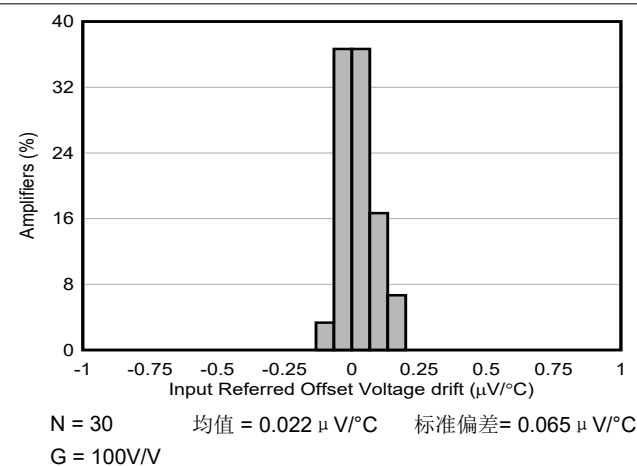


图 6-6. 失调电压漂移 (RTI) 的分布

6.6 典型特性 (续)

$T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_S = V_{\text{SOUT}} = \pm 15\text{V}$, $V_{\text{ICM}} = V_{\text{OCM}} = 0\text{V}$, $R_L = 10\text{k}\Omega$, 且 $G = 1\text{V/V}$ (除非另有说明)

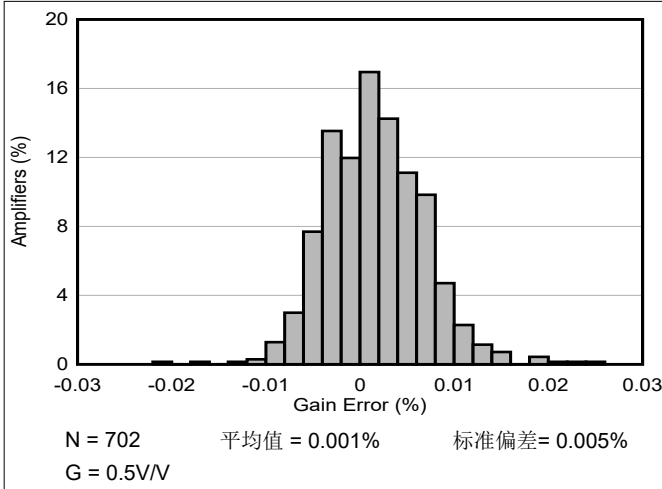


图 6-7. 增益误差的分布

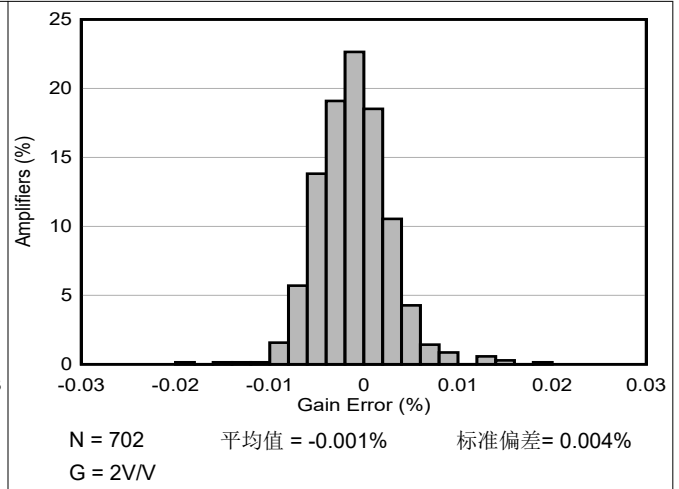


图 6-8. 增益误差的分布

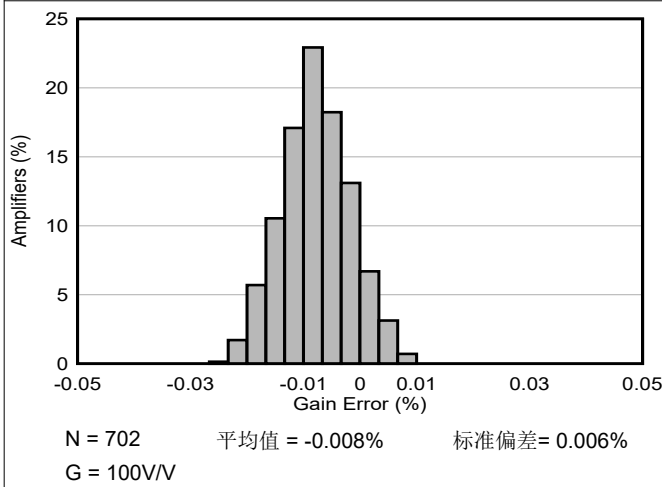


图 6-9. 增益误差的分布

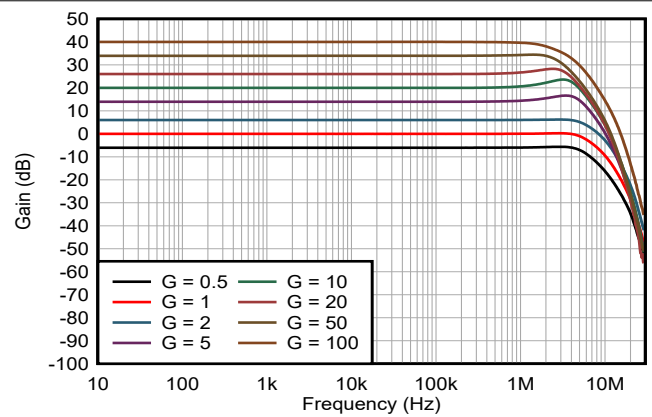


图 6-10. 增益与频率间的关系

7 详细说明

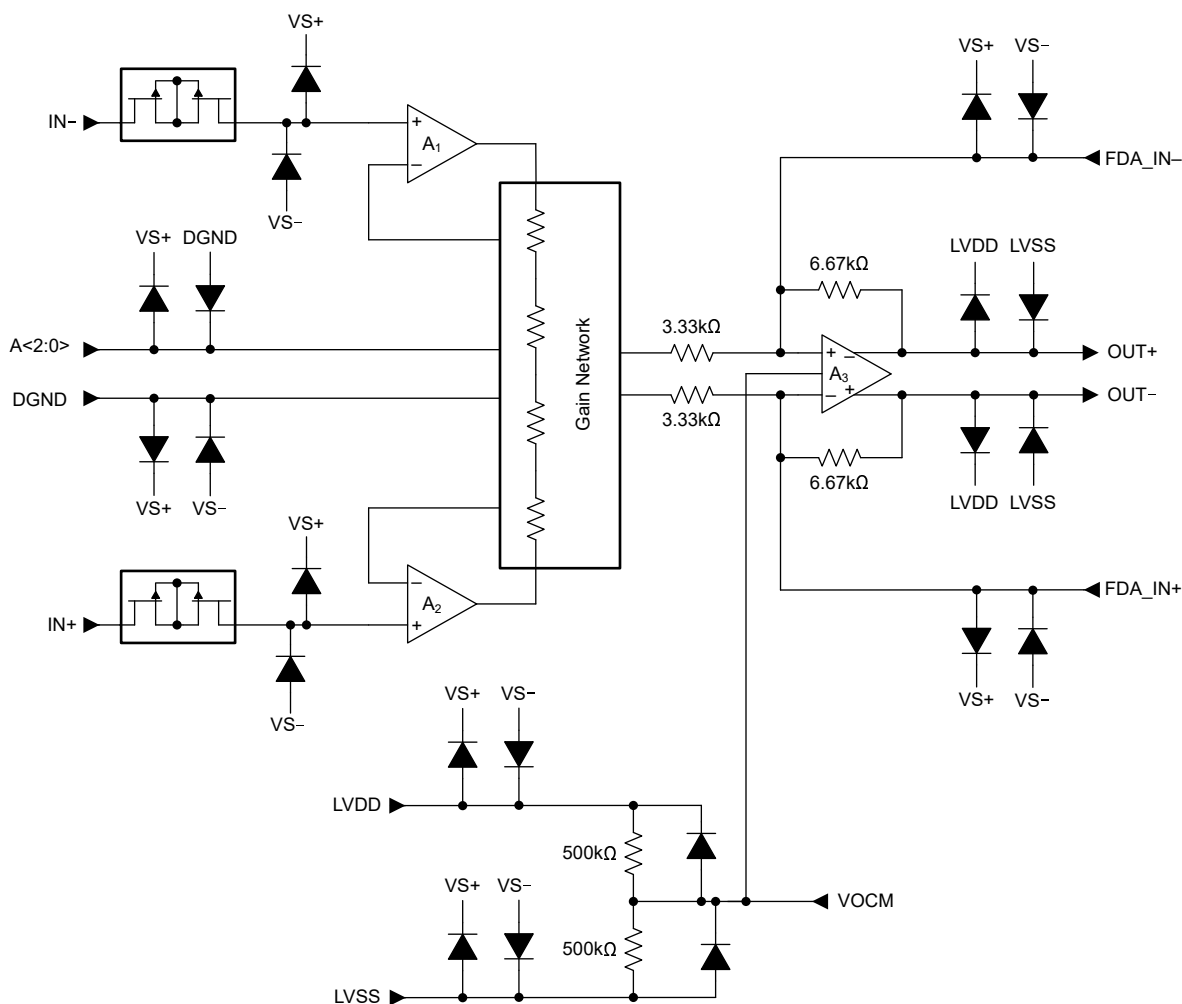
7.1 概述

PGA854 是一款单片、高电压、可编程增益精密仪表放大器。PGA854 整合了高速电流反馈输入级与内部匹配的增益电阻网络，再后接一个四电阻差分放大器输出级。可使用增益选择引脚 A0、A1、A2 来选择八个预编程的十进制增益。增益范围为 0.5V/V 至 100V/V，另请参阅节 7.3.1。

PGA854 的功能方框图如下一节中所示。差分输入电压被馈送到一对匹配的高阻抗输入电流反馈放大器中。集成的精密匹配增益电阻网络用于放大差分输入电压。输出差分放大器 A₃ 可抑制输入共模分量，并使输出信号以 V_{OCM} 引脚设置的电压电平为基准。

PGA854 输出放大器带宽经过优化，可驱动采样速率高达 1MSPS 的高性能模数转换器 (ADC)，无需额外的 ADC 驱动器。该输出放大器使用独立于输入级电源的独立电源。驱动 ADC 时，请在 LVDD 和 LVSS 到 ADC 电源之间使用低阻抗连接。这种配置可保护 ADC 输入免受意外过压条件造成的损坏。

7.2 功能方框图



7.3 特性说明

7.3.1 增益控制

PGA854 使用三个引脚来设置放大器增益。这些增益选择引脚是相对于 DGND 设置的。与需要 SPI 或其他数字接口选项来更改增益的可编程增益放大器相比，这种配置可简化设计。图 7-1 展示了增益设置方框图。表 7-1 列出了增益选项。任何不受外部源驱动的增益选择引脚都会使用内部下拉选项自动偏置到 DGND。

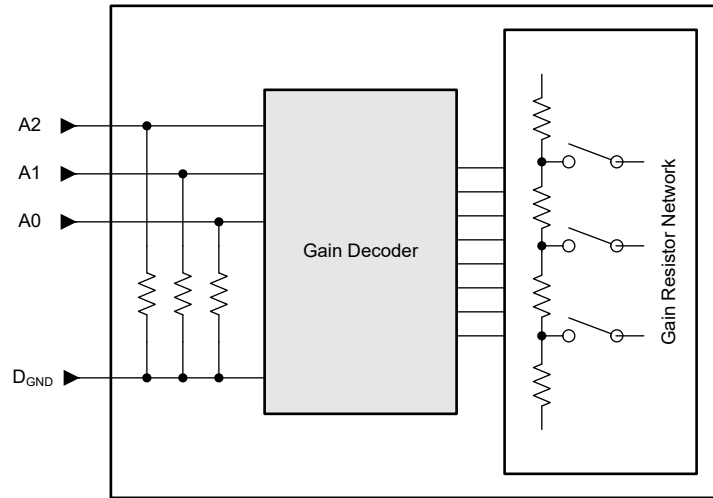


图 7-1. PGA854 增益设置方框图

表 7-1. 增益选项

A2:A0	增益
000	0.5
001	1
010	2
011	5
100	10
101	20
110	50
111	100

7.3.2 输入保护

在超出任一电源高达 $\pm 40V$ 的电压下，PGA854 的输入会受到单独保护。例如，使用 $\pm 15V$ 电源供电时， $-55V$ 和 $+55V$ 之间的任意输入共模电压都不会造成损坏。每个输入端的内部电路在正常信号条件下提供低串联阻抗，从而在正常工作条件下保持高性能。如果输入过载，则保护电路将输入电流限制为大约 $4.8mA$ 的值。图 7-2 展示了 $IN+$ 或 $IN-$ 输入发生过压情况时的输入保护功能。

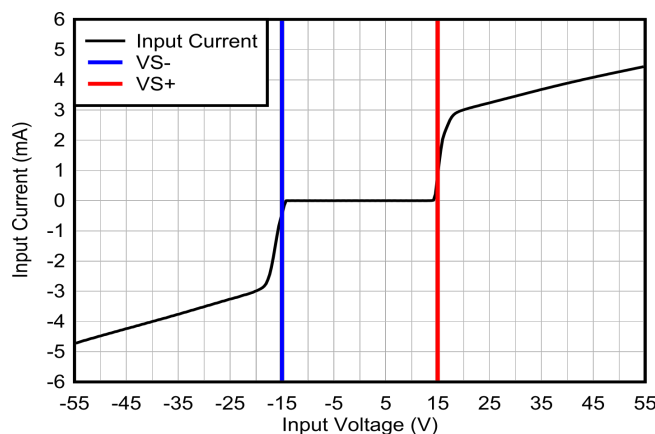


图 7-2. 输入电流与输入过压间的关系

图 7-3 展示了在输入过压条件下，电流会通过输入保护二极管进入电源。如果应用中的电源无法灌入电流，请在电源上设置齐纳二极管钳位（ZD1 和 ZD2），从而提供接地的电流路径。

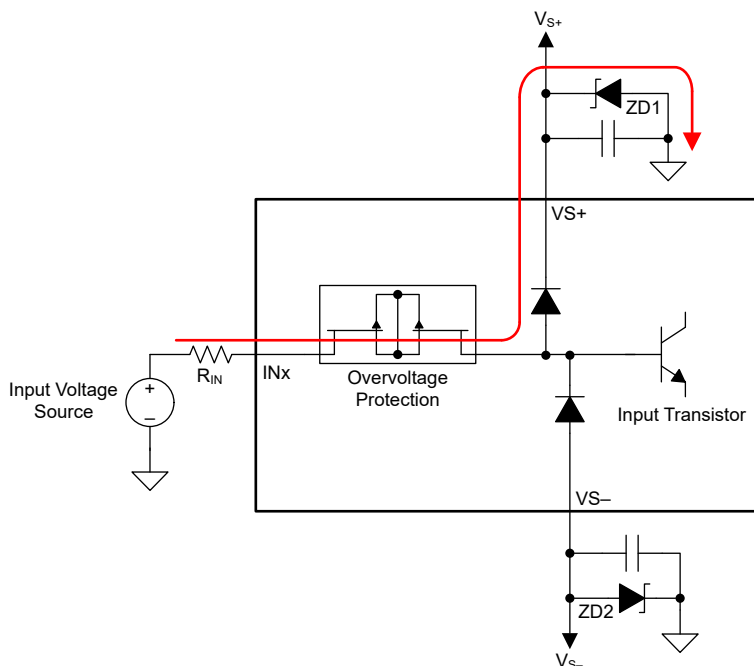


图 7-3. 过压条件下的输入电流路径

7.3.3 输出共模引脚

PGA854 的输出电压相对于输出共模引脚上的电压 V_{OCM} 进行平衡。大多数设计的起点是为 PGA854 分配一个输出共模电压。对于交流耦合信号路径，该电压通常是默认的中点电压，从而保持围绕 V_{OCM} 中心电压的足够大的输出摆幅。对于直流耦合信号路径，请将该电压设置成最大 $V_{LVDD} - 1.5V$ 与最小 $V_{LVSS} + 1.5V$ 之间。对于精密 ADC 应用，该电压通常是 ADC 的输入共模电压。

V_{OCM} 引脚上的电压经过内部缓冲以偏置全差分输出放大器，因此无需外部 V_{OCM} 缓冲器。如果 V_{OCM} 引脚保持悬空，则输出共模控制电压通过输出级电源引脚之间连接的内部 $500k\Omega$ - $500k\Omega$ 电阻分压器网络偏置在输出中点电压处。

7.3.4 使用全差分输出放大器对噪声进行整形

节 7.2 说明了 PGA854 输出级全差分放大器在 $OUT+$ 输出和反相输入，以及 $OUT-$ 输出和反相输入之间使用 $6.67k\Omega$ 反馈电阻。通过 FDA_IN+ 引脚提供对反相输入的外部直接访问，并通过 FDA_IN 引脚提供对同相输入的外部直接访问。该选项允许电路设计人员添加与内部反馈电阻并联的外部反馈电容器，从而实施噪声滤波或噪声整形技术。这些引脚还可用于实现输出级的自定义衰减增益。在使用内部反馈电阻来设计并联电路时，请考虑以下重要因素：

- 内部电阻网络的精度为 0.01% 或更高。这种精度可产生 80dB 或更好的共模抑制比 (CMRR)。这些引脚上的不匹配漏电流可能会导致 CMRR 性能下降。
- 内部电阻具有 $\pm 15\%$ 的绝对电阻变化，在实施自定义衰减增益或噪声滤波器时必须考虑这一变化。

小心

请勿将这些引脚视为输出，也不要使用这些引脚拉出或灌入电流。流经反馈电阻的电流过大可能会对内部电路造成永久损坏。

7.4 器件功能模式

PGA854 具有单功能模式，可在输入级电源电压大于 $\pm 4.5V$ (9V) 且输出级电源电压大于 $\pm 2.25V$ (4.5V) 的条件下运行；另请参阅节 6.3。

8 应用和实施

备注

以下应用部分中的信息不属于 TI 元件规格，TI 不担保其准确性和完整性。TI 的客户负责确定元件是否适合其用途，以及验证和测试其设计实现以确认系统功能。

8.1 应用信息

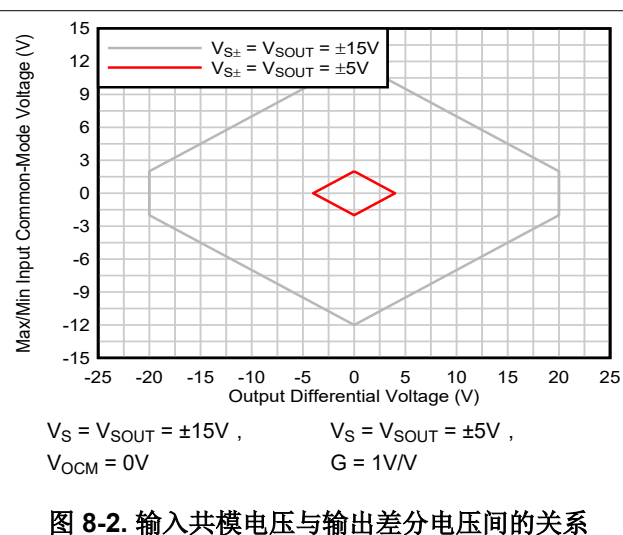
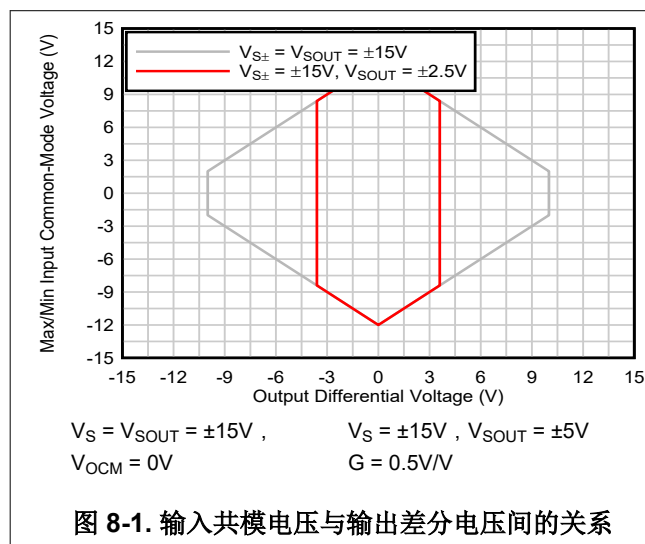
PGA854 是一款具有全差分输出的单片、高电压、高带宽、精密可编程增益仪表放大器。PGA854 整合了高速电流反馈输入级与内部匹配的增益电阻网络，再后接一个四电阻差分放大器输出级。PGA854 具有八个十进制增益设置（从 0.5V/V 到 100V/V），可以通过这三个数字增益选择引脚进行选择：A0、A1 和 A2。

PGA854 适用于工厂自动化和控制、模拟输入模块、数据采集、测试和测量以及半导体测试等应用。

8.1.1 线性工作输入范围

PGA854 输入电路的线性工作输入电压范围在任一电源的 3V（最大值）内扩展。此器件可在此范围内的所有温度下保持出色的共模抑制能力。线性工作输入共模范围是输入共模电压、输入差分电压、增益和输出共模电压的函数。

图 8-1 至图 8-4 显示了在无负载条件下启用有效输出电压的有效共模范围。



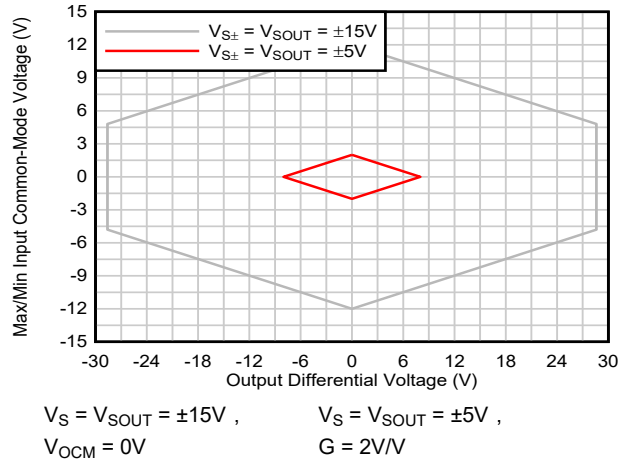


图 8-3. 输入共模电压与输出差分电压间的关系

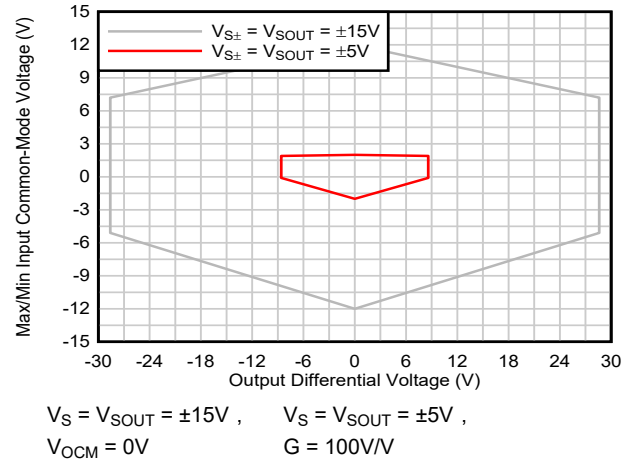
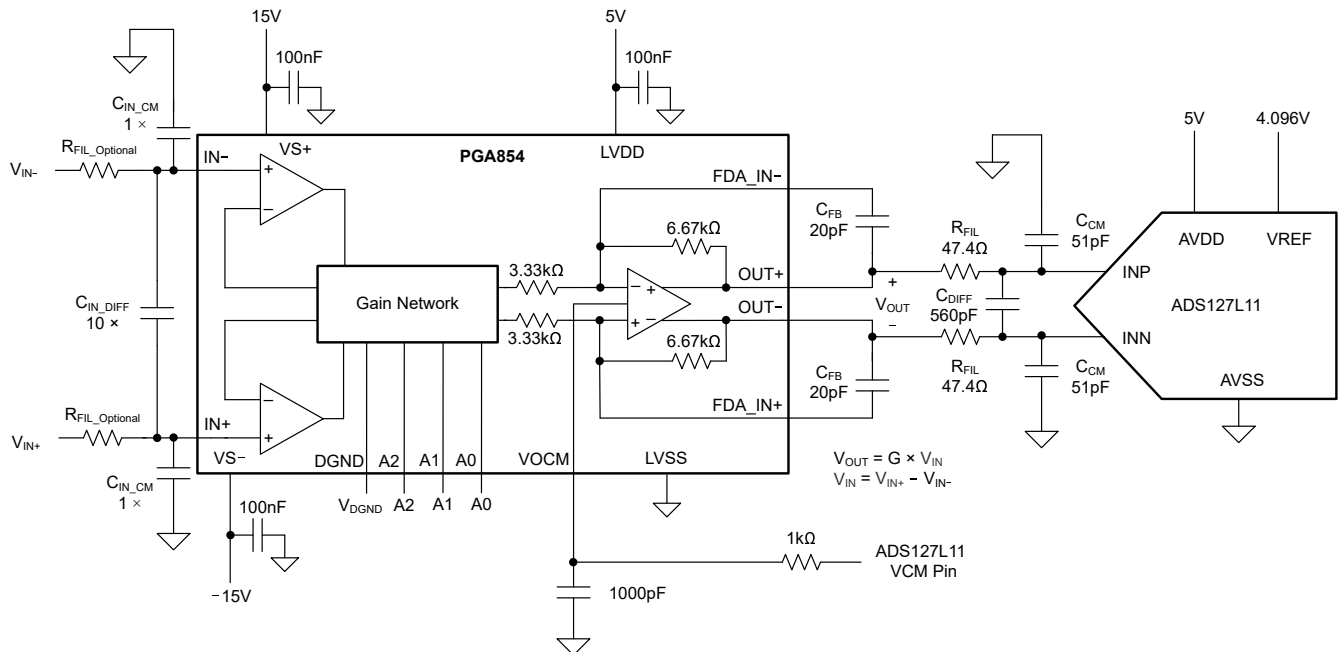


图 8-4. 输入共模电压与输出差分电压间的关系

8.2 典型应用

8.2.1 ADS127L11 和 ADS127L21 24 位 Δ - Σ ADC 驱动器电路

图 8-5 中的应用电路展示了 24 位宽带宽 $\Delta-\Sigma$ ADC 的原理图。ADS127Lx1 ADC 提供两个数字滤波器来优化交流应用（宽带滤波器）或直流应用（sinc4 滤波器）。表 8-2 和表 8-3 展示了这两种滤波器设置下的测量结果。如需了解运行 ADS127Lx1 ADC 的详细设计过程，请参阅 [ADS127Lx1EVM-PDK 评估模块用户指南](#)。

图 8-5. 驱动 ADS127Lx1 Δ - Σ ADC

8.2.2 设计要求

表 8-1 中列出了驱动 ADS127Lx1 ADC 的应用的设计要求。

表 8-1. 设计参数

参数	值
差分至差分转换	V_{IN} 至 V_{OUT}
电源电压	$V_{S\pm} = \pm 15V$, $V_{LVDD} = 5V$, $V_{LVSS} = GND$, $V_{REF} = 4.096V$
ADC 满标量程	$FSR = \pm 4.096V$
ADC 的数据速率	$f_{DATA} = 187.5kSPS$
ADC 滤波器配置	(1) 高速模式, Sinc4 滤波器, $OSR = 64$
	(2) 高速模式, 宽带滤波器, $OSR = 64$
信号频率	在 $f_{IN} = 1kHz$ 下测试
RC 反冲滤波器 ⁽¹⁾	$R_{FIL} = 47.4\ \Omega$, $C_{DIFF} = 560pF$, $C_{CM} = 51pF$

- (1) 考虑在 THD、频率响应和漂移之间进行权衡。进入 ADC 的差分电流漂移可能与滤波电阻相互作用并导致更高的漂移误差。但是, 较低的电阻会降低 PGA854 的相位裕度。对于低温漂应用, 请保持 $R_{FIL} < 50\ \Omega$ 。

8.2.3 详细设计过程

表 8-2 和表 8-3 展示了使用 sinc4 或宽带滤波器驱动 ADS127Lx1 Δ - Σ ADC 的 PGA854 的典型信噪比 (SNR) 和总谐波失真 (THD)。如需查看不同 PGA854 增益配置下的等效输入电压幅度信号列表, 请参阅表 8-2 和表 8-3。增益 = $1V/V$ 时, 该设计可实现 $-102.4dB$ THD 和 $108.9dB$ SNR。

表 8-2. PGA854 和 ADS127Lx1 FFT 数据汇总, $OSR = 64$, Sinc4 滤波器

PGA 增益 (V/V)	输入幅度 (V_{PP})	SNR (dB)	THD (dB)	ENOB (位)
0.5	16.012	106.2	-101.9	16.4
1	8.006	107.3	-102.4	16.5
2	4.002	105.9	-101.9	16.4
5	1.601	101.3	-102.3	16.1
10	0.8	94.7	-101.8	15.3
20	0.4	88.7	-101.5	14.4
50	0.16	79.9	-98.4	13.0
100	0.081	75.6	-93.5	12.2

表 8-3. PGA854 和 ADS127Lx1 FFT 数据汇总, $OSR = 64$, 宽带滤波器

PGA 增益 (V/V)	输入幅度 (V_{PP})	SNR (dB)	THD (dB)	ENOB (位)
0.5	16.012	108.3	-101.9	16.5
1	8.006	108.9	-102.4	16.6
2	4.002	108.5	-102.0	16.5
5	1.601	107.7	-102.3	16.5
10	0.8	105.5	-101.8	16.4
20	0.4	100.3	-101.7	16.0
50	0.16	91.4	-97.1	14.7
100	0.081	87.1	-95.5	14.1
100	0.081	87.1	-95.5	14.1

仪表放大器输入端的 R-C-R 差分低通滤波器有助于降低 EMI/RFI 高频外部噪声。此滤波器可根据带宽和应用要求进行定制。该设计示例 (请参阅图 8-5) 建议使用电容比为 $C_{IN_DIFF} = 10 \times C_{IN_CM}$ 的滤波器。为差分电容器

C_{IN_DIFF} 与共模电容器 C_{IN_CM} 使用 10:1 的电容器比值可提供良好的差分 and 共模噪声抑制。另外，此布置也往往对滤波电容器的容差变化和失配不太敏感。

反馈电容器 C_{FB} 与 PGA854 输出级 $6.67k\Omega$ 反馈电阻并联，旨在帮助实施额外的噪声滤波。内部电阻的绝对电阻变化为 $\pm 15\%$ ，在实施噪声滤波时必须考虑这一变化。在该示例中， C_{FB} 设置为 $20pF$ ，可提供 $1.19MHz$ 的典型 f_{-3dB} 转角频率。在考虑到反馈电阻变化的情况下，该电路的估计最小 f_{-3dB} 转角频率约为 $988kHz$ 。

ADS127Lx1 输入端的滤波器用作电荷库以过滤 ADC 的采样输入。电荷库减少了放大器的瞬时电荷需求，保持了低失真和低增益误差，否则可能会因放大器未完全稳定而降低性能。ADC 输入滤波器值为 $R_{FIL} = 47.4\Omega$ 、 $C_{DIFF} = 560pF$ 和 $C_{CM} = 51pF$ 。ADC 输入预充电缓冲器可显著降低采样相位输入电荷，从而提高 ADC 输入阻抗以减小增益误差。

为了实现低失真，信号路径中的所有位置 (C_{IN_DIFF} 、 C_{IN_CM} 、 C_{FB} 、 C_{DIFF} 、 C_{CM}) 都使用高等级 COG (NPO)。在表面贴装陶瓷电容器中，COG (NPO) 陶瓷电容器可提供理想的电容精度。COG (NPO) 陶瓷电容器中使用的电介质类型在电压、频率和温度变化时可提供非常稳定的电气特性。

8.3 电源相关建议

PGA854 的标称性能是在输入级电源和 $\pm 15\text{V}$ 输出级电源电压以及 V_{ICM} 和 V_{OCM} 处于中点电压条件下的额定性能。在规定的限制范围内，可使用自定义的输入共模电压和输出共模电压，而不会影响性能；另请参阅 节 6.3。为了防止损坏内部电路，输出级电源会被钳位以保持输入级电源电压电平范围内；请参阅 节 7.2。

小心

大于 40V ($\pm 20\text{V}$) 的电源电压可能会对器件造成永久性损坏。

8.4 布局

8.4.1 布局指南

建议使用良好的布局实践。为了实现器件的出色工作性能，请采用良好的 PCB 布局实践，包括：

- 为避免将共模信号转换为差分信号和热电动势 (EMF)，请验证这两条输入路径对称，且源阻抗和电容匹配良好。
- 噪声可能通过器件的电源引脚和整个电路的电源引脚传播到模拟电路中。旁路电容器通过提供模拟电路的本地低阻抗电源来减少耦合噪声。
 - 在每个电源引脚和接地端之间连接低 ESR 0.1 μF 陶瓷旁路电容器，放置位置尽量靠近器件。针对单电源应用， $V+$ 与接地端之间可以接入单个旁路电容器。
- 为了减少寄生耦合，请让输入布线尽可能远离电源或输出布线。如果上述布线无法分离，则让敏感性布线与有噪声布线垂直交叉要远优于选择平行的布线方式。
- FDA_IN+ 和 FDA_IN- 引脚上的漏电流可能会导致输出电压出现直流失调误差。此外，这些引脚上过大的寄生电容可能会导致相位裕度减小并影响输出级的稳定性。如果未使用这些引脚来实现精心设计的电容反馈，请按照最佳实践来更大限度减少漏电流和寄生电容。
- 按照最佳实践来更大限度减少漏电流和寄生电容，其中包括在任何位于输入引脚正下方的接地平面上设置 *避开* 区域。
- 尽可能减少热结的数量。如果可能，请使用不带通孔的单层进行信号路径布设。
- 与主要热源（高功耗电路）保持足够的距离。如果不可能，请调整器件位置，使热源对差分信号路径两侧的影响能够均匀匹配。
- 应使布线尽可能短。

8.4.2 布局示例

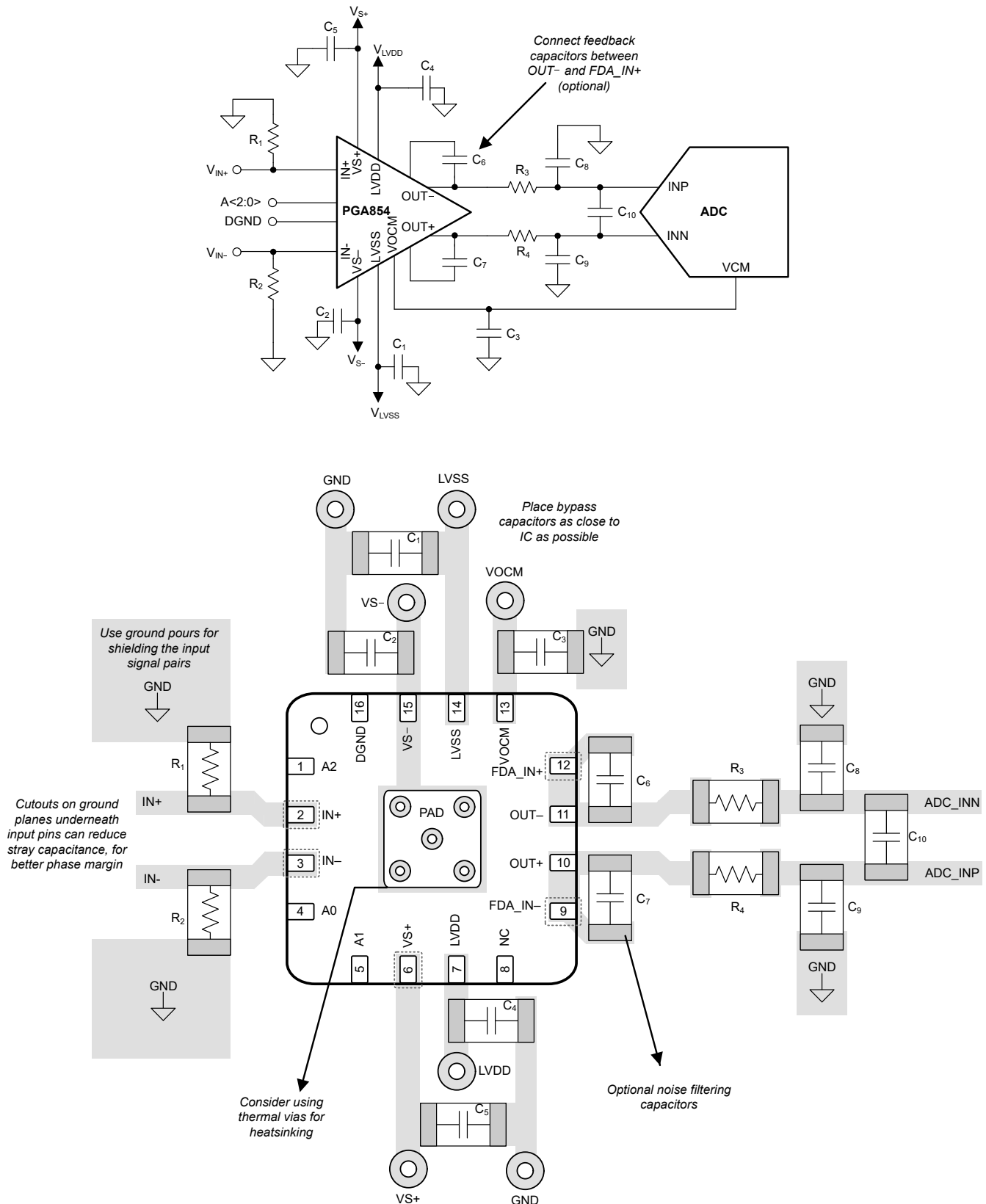


图 8-6. 原理图和相关 PCB 布局示例

9 器件和文档支持

9.1 器件支持

9.1.1 开发支持

9.1.1.1 PSpice® for TI

PSpice® for TI 是可帮助评估模拟电路性能的设计和仿真环境。在进行布局和制造之前创建子系统设计和原型解决方案，可降低开发成本并缩短上市时间。

9.1.1.2 TINA-TI™ 仿真软件 (免费下载)

TINA-TI™ 仿真软件是一款简单易用、功能强大且基于 SPICE 引擎的电路仿真程序。TINA-TI 仿真软件是 TINA™ 软件的一款免费全功能版本，除了一系列无源和有源模型外，此版本软件还预先载入了一个宏模型库。TINA-TI 仿真软件提供所有传统的 SPICE 直流、瞬态和频域分析，以及其他设计功能。

TINA-TI 仿真软件提供全面的后处理能力，便于用户以多种方式获得结果，用户可从 [设计和仿真工具网页](#) 免费下载。虚拟仪器提供选择输入波形和探测电路节点、电压以及波形的能力，从而构建一个动态的快速启动工具。

备注

必须安装 TINA 软件或者 TINA-TI 软件后才能使用这些文件。请从 [TINA-TI™ 软件文件夹](#) 中下载免费的 TINA-TI 仿真软件。

9.2 文档支持

9.2.1 相关文档

请参阅以下相关文档：

- 德州仪器 (TI)，仪表放大器的综合误差计算 [仪表放大器的综合误差计算 应用手册](#)
- 德州仪器 (TI)，[输入偏置电流返回路径在仪表放大器应用中的重要性应用手册](#)

9.3 接收文档更新通知

要接收文档更新通知，请导航至 [ti.com](#) 上的器件产品文件夹。点击 [通知](#) 进行注册，即可每周接收产品信息更改摘要。有关更改的详细信息，请查看任何已修订文档中包含的修订历史记录。

9.4 支持资源

TI E2E™ 中文支持论坛 是工程师的重要参考资料，可直接从专家处获得快速、经过验证的解答和设计帮助。搜索现有解答或提出自己的问题，获得所需的快速设计帮助。

链接的内容由各个贡献者“按原样”提供。这些内容并不构成 TI 技术规范，并且不一定反映 TI 的观点；请参阅 TI 的 [使用条款](#)。

9.5 商标

TINA-TI™ and TI E2E™ are trademarks of Texas Instruments.

TINA™ is a trademark of DesignSoft, Inc.

PSpice® is a registered trademark of Cadence Design Systems, Inc.

所有商标均为其各自所有者的财产。

9.6 静电放电警告



静电放电 (ESD) 会损坏这个集成电路。德州仪器 (TI) 建议通过适当的预防措施处理所有集成电路。如果不遵守正确的处理和安装程序，可能会损坏集成电路。

ESD 的损坏小至导致微小的性能降级，大至整个器件故障。精密的集成电路可能更容易受到损坏，这是因为非常细微的参数更改都可能会导致器件与其发布的规格不相符。

9.7 术语表

[TI 术语表](#) 本术语表列出并解释了术语、首字母缩略词和定义。

10 修订历史记录

注：以前版本的页码可能与当前版本的页码不同

日期	修订版本	注释
August 2025	*	初始发行版

11 机械、封装和可订购信息

以下页面包含机械、封装和可订购信息。这些信息是指定器件可用的最新数据。数据如有变更，恕不另行通知，且不会对此文档进行修订。有关此数据表的浏览器版本，请查阅左侧的导航栏。

PACKAGING INFORMATION

Orderable part number	Status (1)	Material type (2)	Package Pins	Package qty Carrier	RoHS (3)	Lead finish/ Ball material (4)	MSL rating/ Peak reflow (5)	Op temp (°C)	Part marking (6)
XPGA854RGTR	Active	Preproduction	VQFN (RGT) 16	5000 LARGE T&R	-	Call TI	Call TI	-40 to 125	

- (1) **Status:** For more details on status, see our [product life cycle](#).
- (2) **Material type:** When designated, preproduction parts are prototypes/experimental devices, and are not yet approved or released for full production. Testing and final process, including without limitation quality assurance, reliability performance testing, and/or process qualification, may not yet be complete, and this item is subject to further changes or possible discontinuation. If available for ordering, purchases will be subject to an additional waiver at checkout, and are intended for early internal evaluation purposes only. These items are sold without warranties of any kind.
- (3) **RoHS values:** Yes, No, RoHS Exempt. See the [TI RoHS Statement](#) for additional information and value definition.
- (4) **Lead finish/Ball material:** Parts may have multiple material finish options. Finish options are separated by a vertical ruled line. Lead finish/Ball material values may wrap to two lines if the finish value exceeds the maximum column width.
- (5) **MSL rating/Peak reflow:** The moisture sensitivity level ratings and peak solder (reflow) temperatures. In the event that a part has multiple moisture sensitivity ratings, only the lowest level per JEDEC standards is shown. Refer to the shipping label for the actual reflow temperature that will be used to mount the part to the printed circuit board.
- (6) **Part marking:** There may be an additional marking, which relates to the logo, the lot trace code information, or the environmental category of the part.

Multiple part markings will be inside parentheses. Only one part marking contained in parentheses and separated by a "-" will appear on a part. If a line is indented then it is a continuation of the previous line and the two combined represent the entire part marking for that device.

Important Information and Disclaimer:The information provided on this page represents TI's knowledge and belief as of the date that it is provided. TI bases its knowledge and belief on information provided by third parties, and makes no representation or warranty as to the accuracy of such information. Efforts are underway to better integrate information from third parties. TI has taken and continues to take reasonable steps to provide representative and accurate information but may not have conducted destructive testing or chemical analysis on incoming materials and chemicals. TI and TI suppliers consider certain information to be proprietary, and thus CAS numbers and other limited information may not be available for release.

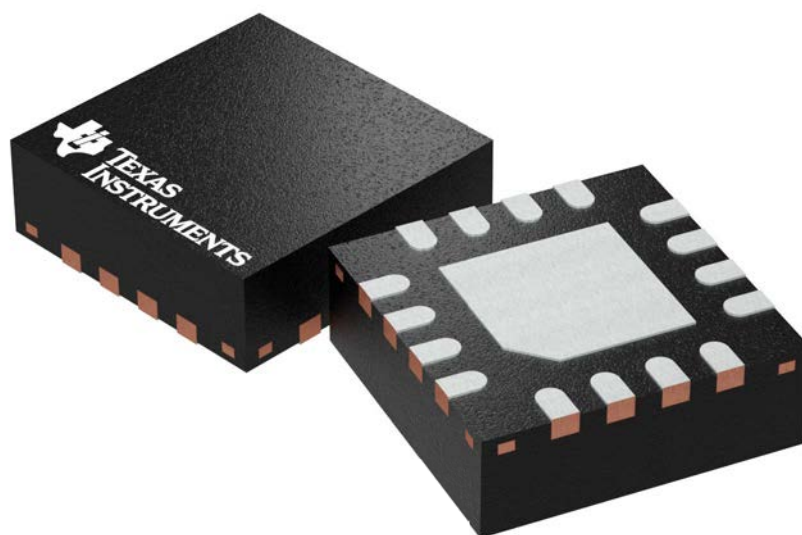
In no event shall TI's liability arising out of such information exceed the total purchase price of the TI part(s) at issue in this document sold by TI to Customer on an annual basis.

RGT 16

GENERIC PACKAGE VIEW

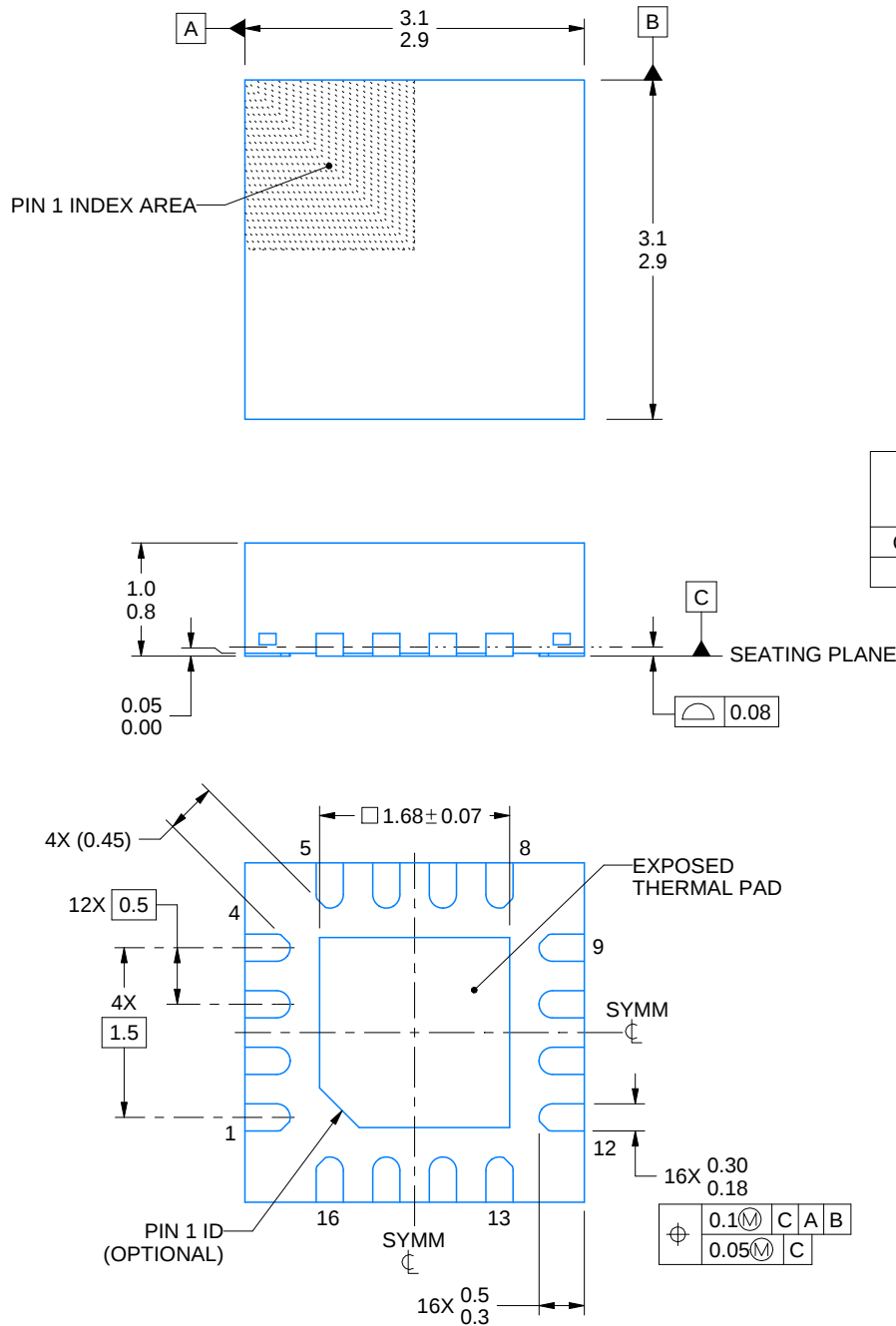
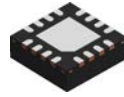
VQFN - 1 mm max height

PLASTIC QUAD FLATPACK - NO LEAD



Images above are just a representation of the package family, actual package may vary.
Refer to the product data sheet for package details.

4203495/1



4222419/E 07/2025

NOTES:

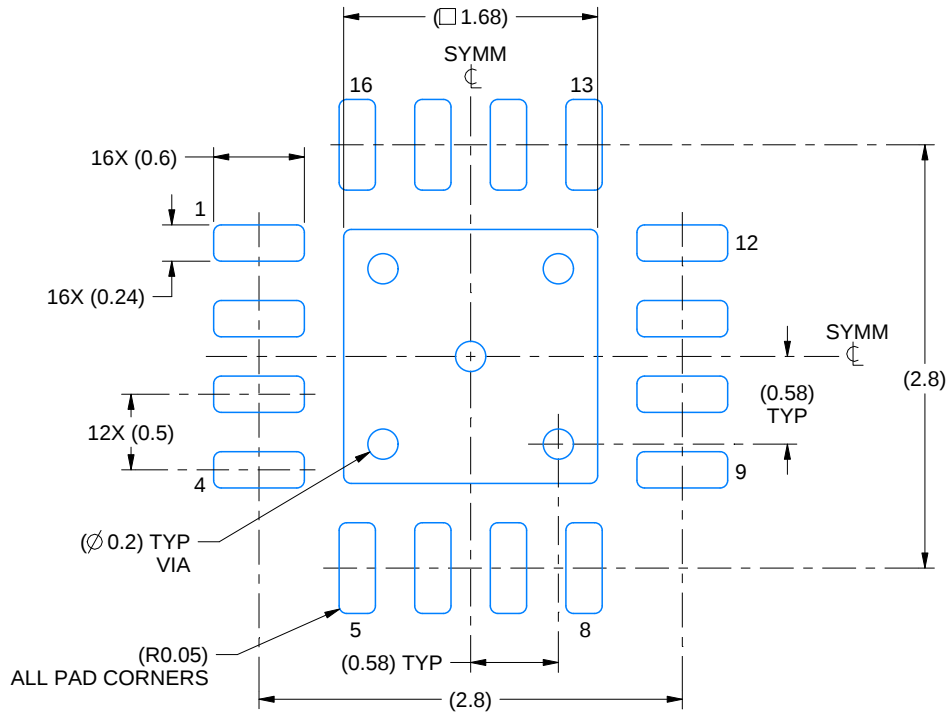
1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.
3. The package thermal pad must be soldered to the printed circuit board for thermal and mechanical performance.

EXAMPLE BOARD LAYOUT

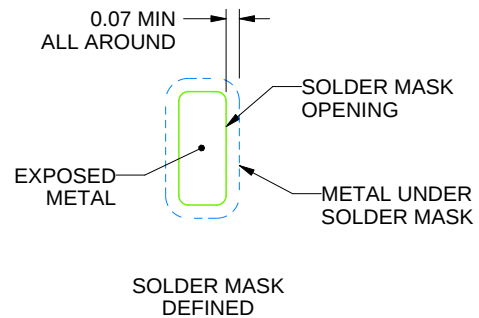
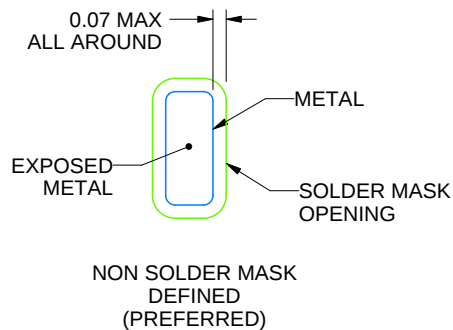
RGT0016C

VQFN - 1 mm max height

PLASTIC QUAD FLATPACK - NO LEAD



LAND PATTERN EXAMPLE
EXPOSED METAL SHOWN
SCALE:20X



SOLDER MASK DETAILS

4222419/E 07/2025

NOTES: (continued)

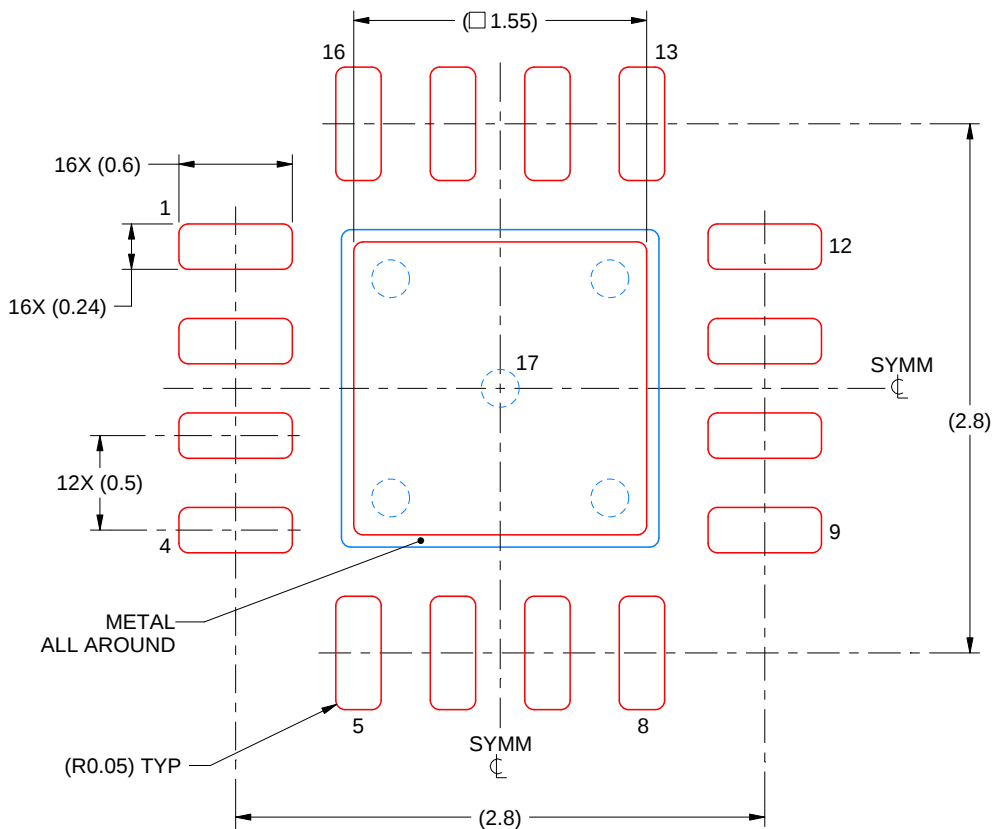
4. This package is designed to be soldered to a thermal pad on the board. For more information, see Texas Instruments literature number SLUA271 (www.ti.com/lit/sluea271).
5. Vias are optional depending on application, refer to device data sheet. If any vias are implemented, refer to their locations shown on this view. It is recommended that vias under paste be filled, plugged or tented.

EXAMPLE STENCIL DESIGN

RGT0016C

VQFN - 1 mm max height

PLASTIC QUAD FLATPACK - NO LEAD



SOLDER PASTE EXAMPLE
BASED ON 0.125 mm THICK STENCIL

EXPOSED PAD 17:
85% PRINTED SOLDER COVERAGE BY AREA UNDER PACKAGE
SCALE:25X

4222419/E 07/2025

NOTES: (continued)

6. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release. IPC-7525 may have alternate design recommendations.

重要通知和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、与某特定用途的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他安全、安保法规或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的相关应用。严禁以其他方式对这些资源进行复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。对于因您对这些资源的使用而对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，您将全额赔偿，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 销售条款](#)、[TI 通用质量指南](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款或 TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。除非德州仪器 (TI) 明确将某产品指定为定制产品或客户特定产品，否则其产品均为按确定价格收入目录的标准通用器件。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

版权所有 © 2025，德州仪器 (TI) 公司

最后更新日期：2025 年 10 月