

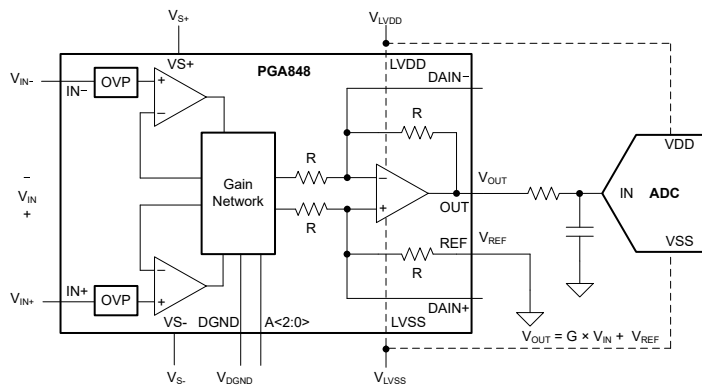
PGA848 低噪声、宽带宽、范围增益、单端输出可编程增益仪表放大器

1 特性

- 差分至单端转换
- 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
- 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 ($G = 50, 100$)
 - 高压摆率: 在所有增益下均为 $43\text{V}/\mu$
 - 稳定时间: 710ns 至 0.01% ($G < 20$)
 - 输入级噪声: $G > 10\text{V}/\text{V}$ 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)



PGA848 简化版应用

3 说明

PGA848 是一款宽带宽、低噪声、可编程增益仪表放大器，适用于差分到单端转换。PGA848 配备八个十进制 (范围) 增益设置，其范围为从 $0.5\text{V}/\text{V}$ 的衰减增益到 $100\text{V}/\text{V}$ 的最大增益。增益可使用三个数字增益选择引脚进行设置。

PGA848 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。

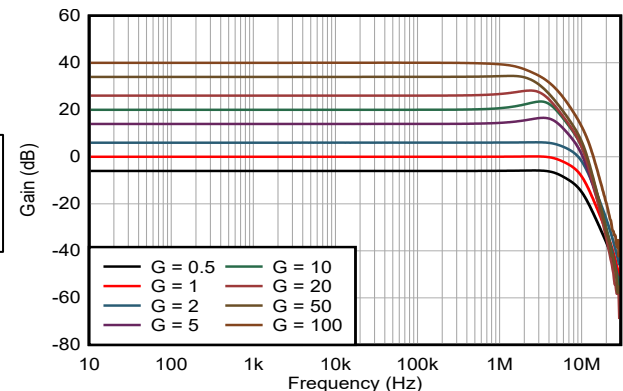
超 β 输入晶体管提供超低的输入偏置电流，进而提供 $0.3\text{pA}/\sqrt{\text{Hz}}$ 的超低输入电流噪声密度。此功能使得 PGA848 成为几乎任何传感器类型的通用选择。低噪声电流反馈前端架构即使在高频下也能提供出色的增益平坦度，得益于此，PGA848 是一款出色的高阻抗传感器读出器件。输入引脚上的集成保护电路可处理超出电源电压高达 $\pm 40\text{V}$ 的过压。

封装信息

器件型号	封装 ⁽¹⁾	封装尺寸 ⁽²⁾
PGA848	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	26
2 应用	1	8 应用和实施	27
3 说明	1	8.1 应用信息.....	27
4 器件比较表	3	8.2 典型应用.....	29
5 引脚配置和功能	4	8.3 电源相关建议.....	31
6 规格	5	8.4 布局.....	31
6.1 绝对最大额定值.....	5	9 器件和文档支持	34
6.2 ESD 等级.....	5	9.1 器件支持.....	34
6.3 建议运行条件.....	5	9.2 文档支持.....	34
6.4 热性能信息.....	6	9.3 接收文档更新通知.....	34
6.5 电气特性.....	6	9.4 支持资源.....	34
6.6 典型特性.....	9	9.5 商标.....	34
7 详细说明	23	9.6 静电放电警告.....	35
7.1 概述.....	23	9.7 术语表.....	35
7.2 功能方框图.....	23	10 修订历史记录	35
7.3 特性说明.....	24	11 机械、封装和可订购信息	35

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	43	8.5
PGA854	差分	1/2、1、2、5、 10、20、50、100	6.2	45	8.8
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

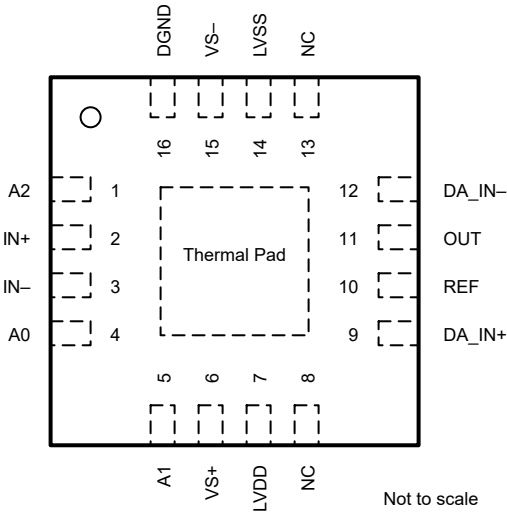


图 5-1. RGT 封装，16 引脚 VQFN (俯视图)

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
DA_IN+	9	输入	连接到输出差分放大器求和节点
DA_IN -	12	输入	连接到输出差分放大器求和节点
DGND	16	电源	数字逻辑和增益设置引脚的接地基准
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
LVSS	14	电源	输出驱动器负电源
NC	8、13	—	不连接
OUT	11	输出	输出
REF	10	输入	基准输入。使用低阻抗源驱动此引脚
VS -	15	电源	输入级负电源
VS+	6	电源	输入级正电源
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
	DGND、DA_IN+、DA_IN- 引脚电压	$(V_{S-}) - 0.5$	$(V_{S+}) + 0.5$	V
	增益选择引脚 A2、A1、A0 上的电压	$V_{DGND} - 0.5$	$(V_{S+}) + 0.5$	V
V_{OUT}	输出引脚 OUT 上的电压	$V_{LVSS} - 0.5$	$V_{LVDD} + 0.5$	V
V_{REF}	REF 引脚上的参考输入电压	$V_{LVSS} - 0.5$	$V_{LVDD} + 0.5$	V
I_O	输出引脚 OUT 电压	-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) 超出绝对最大额定值范围操作可能会导致器件永久损坏。绝对最大额定值并不表示器件在这些条件下或在建议的工作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⁾		PGA848	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) 有关新旧热指标的信息, 请参阅 “[半导体和 IC 封装热指标](#)” 应用手册。

6.5 电气特性

$T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_S = V_{SOUT} = \pm 15\text{V}$, $V_{ICM} = 0\text{V}$, $V_{REF} = 0\text{V}$, $R_L = 10\text{k}\Omega$ 接地, 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}	失调电压 (RTI)	G = 5 至 100		±50	±300	μV	
		G = 0.5、1、2		±100/G	±700/G		
	偏移电压漂移 (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	±4.5V ≤ 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			100 1		G Ω pF	
		TA = -40°C 至 +125°C		10 1			
Z _{ic}	共模输入阻抗			100 4.4			
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}	差动输入电压 ⁽¹⁾			-16	+16	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	80	94		
			G = 5	88	100		
			G = 10	95	106		
			G = 20	100	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)

$T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_S = V_{\text{SOUT}} = \pm 15\text{V}$, $V_{\text{ICM}} = 0\text{V}$, $V_{\text{REF}} = 0\text{V}$, $R_L = 10\text{k}\Omega$ 接地, 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
噪声电压							
e _{NI}	电压噪声密度 (RTI)	f = 1kHz	G = 100	8.5		nV/√Hz	
			G = 50	8.5			
			G = 20	8.5			
			G = 10	8.5			
			G = 5	10.5			
			G = 2	19.5			
			G = 1	39.5			
			G = 0.5	78.5			
E _{NI}	电压噪声 (RTI)	f _B = 0.1Hz 至 10Hz	G = 100	0.29		μV _{PP}	
			G = 50	0.29			
			G = 20	0.29			
			G = 10	0.29			
			G = 5	0.29			
			G = 2	0.47			
			G = 1	0.78			
			G = 0.5	1.55			
i _N	输入电流噪声密度	f = 1kHz	0.19		pA/√Hz		
I _N	输入电流噪声	f _B = 0.1Hz 至 10Hz	7.5		pA _{PP}		
增益							
	增益			0.5	100	V/V	
GE	增益误差	G = 0.5、1、2		±0.005	±0.035	%	
		G = 5、10、20、50		±0.015	±0.045		
		G = 100		±0.025	±0.055		
	增益漂移	T _A = -40°C 至 +125°C	G = 2	±0.05	±1	ppm/°C	
			G ≠ 2	±0.2	±2		
	增益非线性	G = 0.5、V _{OUT} = 8V G = 1 至 20、V _{OUT} = 10V		±2	±6	ppm	
		G = 50、100 , V _{OUT} = 10V		±15	±35		
		T _A = -40°C 至 +125°C、 G = 0.5、V _{OUT} = 8V G = 1 至 100、V _{OUT} = 10V	G ≤ 20	±3	±6		
			G = 50、100	±15	±35		
输出							
V _{OUT}	输出电压 ⁽²⁾	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		
C _L	负载电容	使用容性负载稳定运行		100		pF	
I _{SC}	短路电流	持续达 V _{SOUT} /2		±45		mA	
			T _A = -40°C 至 +125°C	±20	±60		

6.5 电气特性 (续)

$T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_S = V_{\text{SOUT}} = \pm 15\text{V}$, $V_{\text{ICM}} = 0\text{V}$, $V_{\text{REF}} = 0\text{V}$, $R_L = 10\text{k}\Omega$ 接地, 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
频率响应							
BW	带宽, - 3dB	G < 10		6.5		MHz	
		G = 10、20		5.0			
		G = 50、100		2.5			
SR	压摆率	G = 0.5、V _{OUT} = 8V G = 1 至 20、V _{OUT} = 10V		43		V/μs	
t _s	趋稳时间	G = 0.5、V _{IN} = 10V 阶跃或 G= 1 至 20、V _{OUT} = 10V 阶跃	达 0.01%	0.71		μs	
			达 0.0015%	0.88		μs	
		G = 50 V _{OUT} = 10V 阶跃	达 0.01%	1.21		μs	
			达 0.0015%	1.40		μs	
		G = 100 V _{OUT} = 10V 阶跃	达 0.01%	2.01		μs	
			达 0.0015%	2.20		μs	
	增益开关时间			1.5		μs	
THD+N	总谐波失真和噪声	差分输入, f = 10kHz, V _{OUT} = 10V _{PP}		-97		dB	
		单端输入, f = 10kHz, V _{OUT} = 10V _{PP}		-99			
HD2	二阶谐波失真	差分输入, f = 10kHz, V _{OUT} = 10V _{PP}		-132			
		单端输入, f = 10kHz, V _{OUT} = 10V _{PP}		-112			
HD3	三阶谐波失真	差分输入, f = 10kHz, V _{OUT} = 10V _{PP}		-106			
		单端输入, f = 10kHz, V _{OUT} = 10V _{PP}		-106			
参考输入							
	基准输入电压			V _{LVSS}	V _{LVDD}	V	
	基准输入阻抗			10		kΩ	
	基准输入电流	V _{IN} = 0V		140		μA	
	以输出为基准的增益			1		V/V	
	基准增益误差	V _{OUT} = ±10V, 处于线性工作范围之内		0.01		0.05	%
输入级电源							
I _{Q_input}	输入级静态电流 VS+, VS-	V _{IN} = 0V, V _{ICM} = 0V		3.2		3.9	mA
			T _A = -40°C 至 +125°C	4.9			
输出级电源							
I _{Q_output}	输出级静态电流 LVDD、LVSS	V _{IN} = 0V, V _{REF} = 0V		1.3		1.8	mA
			T _A = -40°C 至 +125°C	2.2			
数字逻辑							
V _{IL}	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
V _{IH}	数字输入逻辑高电平	A0、A1、A2 引脚, 以 DGND 为基准		V _{DGND} + 1.8	V _{S+}		V
	数字输入引脚电流	A0、A1、A2 引脚		1.5		3	μA
V _{DGND}	DGND 电压			V _{S-}	(V _{S+}) - 4		V
	DGND 基准电流			4		10	μA

- PGA848 放大器的差分输入电压 ($V_{\text{IN}} = V_{\text{IN}^+} - V_{\text{IN}^-}$)。有效输入范围取决于输入共模电压 V_{ICM} 、增益 G 和参考电压 V_{REF} 。请参阅 [节 8.1.1](#)
- 如果 V_{IN} 、 V_{ICM} 和 V_{REF} 处于有效的线性工作范围内, 则输出电压 $V_{\text{OUT}} = G \times V_{\text{IN}} + V_{\text{REF}}$ 。请参阅 [节 8.1.1](#)

6.6 典型特性

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

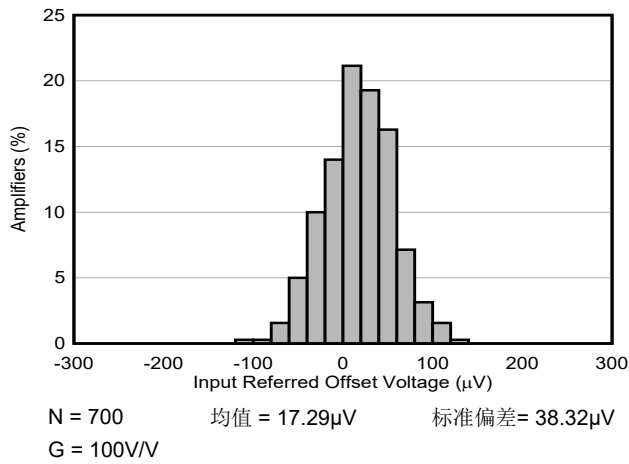


图 6-1. 失调电压 (RTI) 的分布

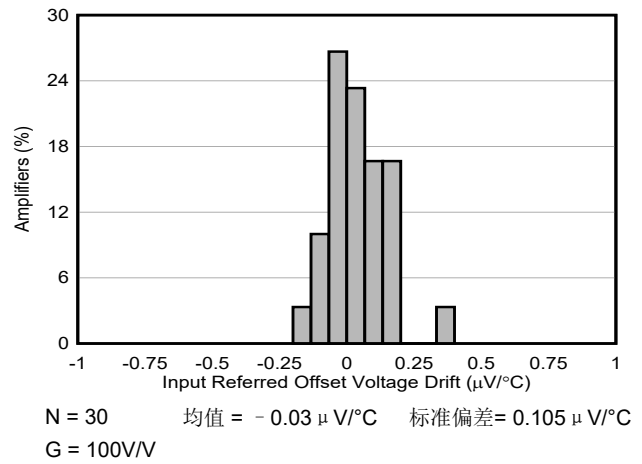


图 6-2. 失调电压漂移 (RTI) 的分布

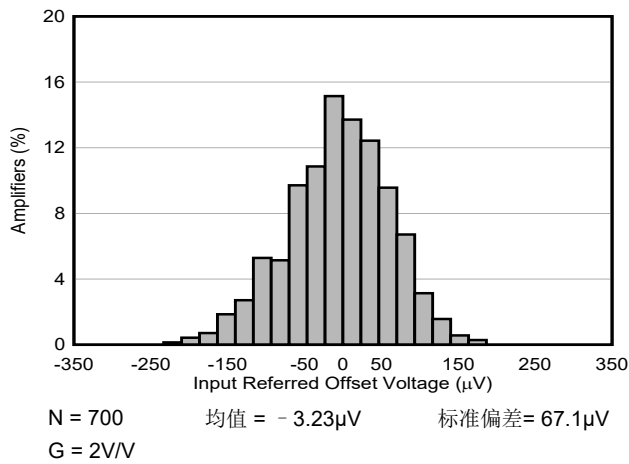


图 6-3. 失调电压 (RTI) 的分布

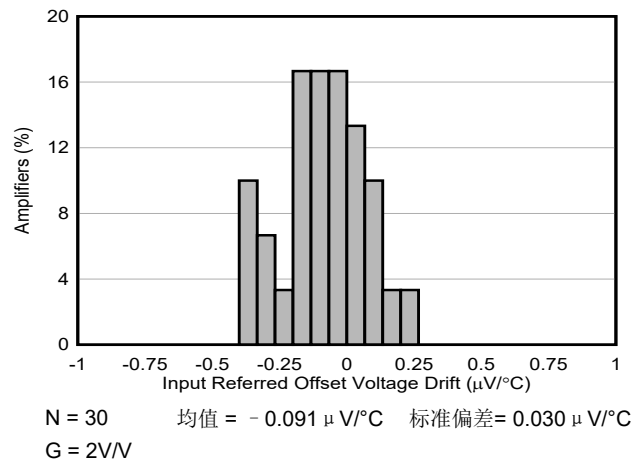


图 6-4. 失调电压漂移 (RTI) 的分布

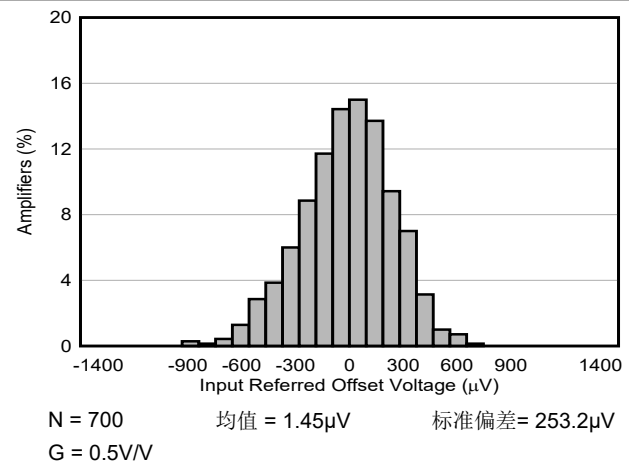


图 6-5. 失调电压 (RTI) 的分布

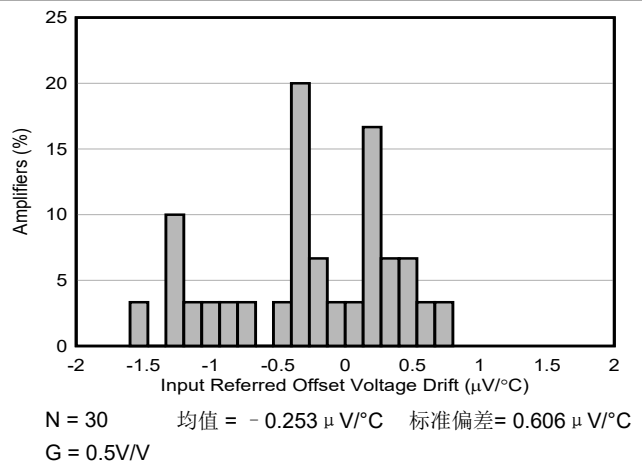
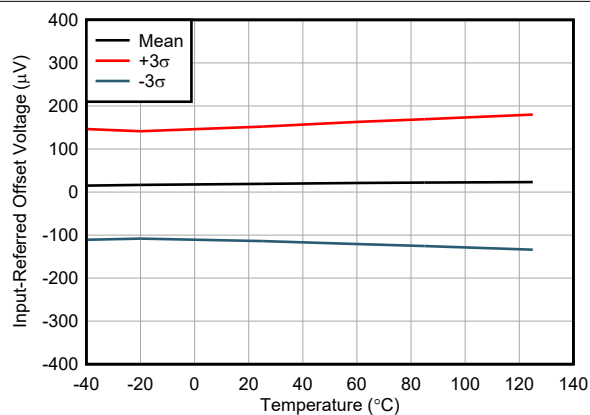


图 6-6. 失调电压漂移 (RTI) 的分布

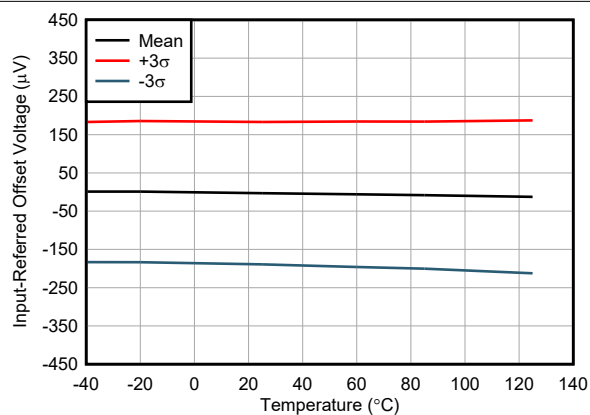
6.6 典型特性 (续)

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



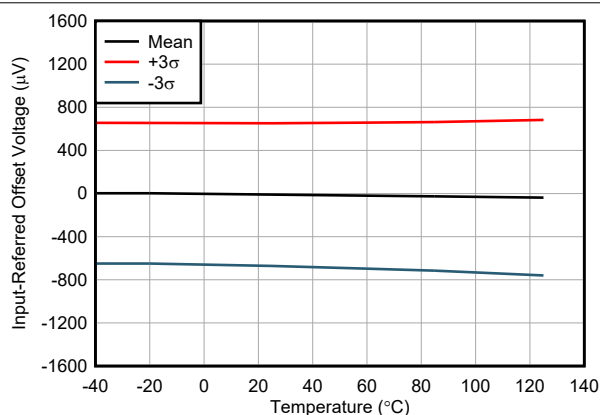
N = 36
1 个晶圆批次
G = 100V/V

图 6-7. 失调电压 (RTI) 与温度间的关系



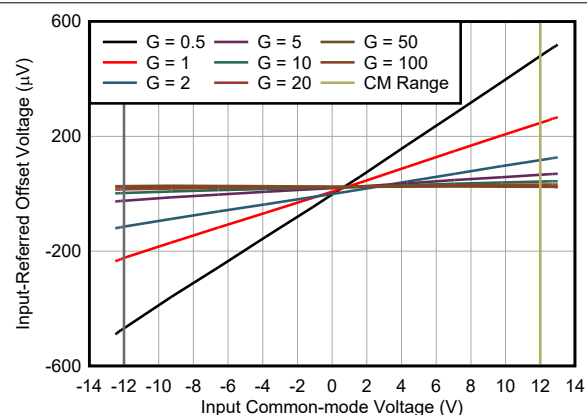
N = 36
1 个晶圆批次
G = 2V/V

图 6-8. 失调电压 (RTI) 与温度间的关系



N = 36
1 个晶圆批次
G = 0.5V/V

图 6-9. 失调电压 (RTI) 与温度间的关系



所示为典型器件

图 6-10. 偏置电压 (RTI) 与 V_{ICM} 间的关系

6.6 典型特性 (续)

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

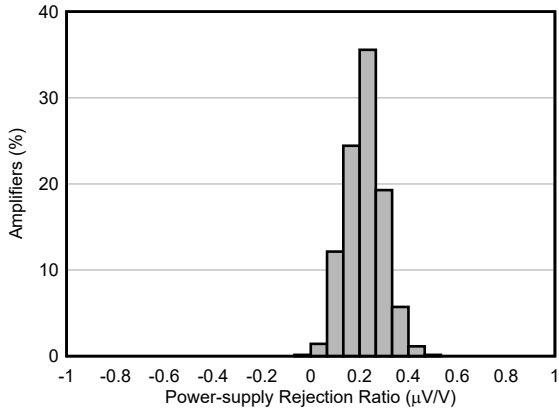


图 6-11. PSRR 分布

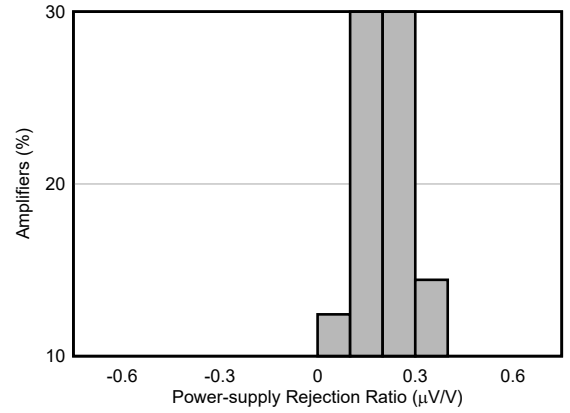


图 6-12. PSRR 分布

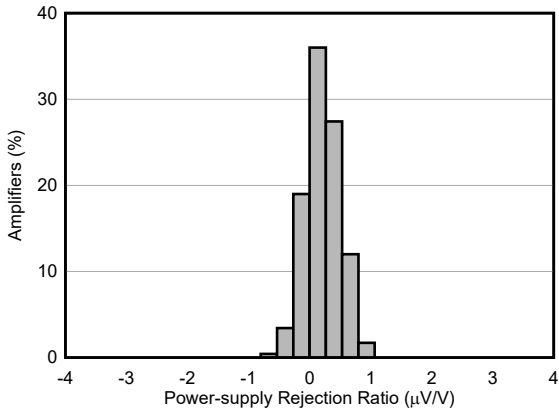


图 6-13. PSRR 分布

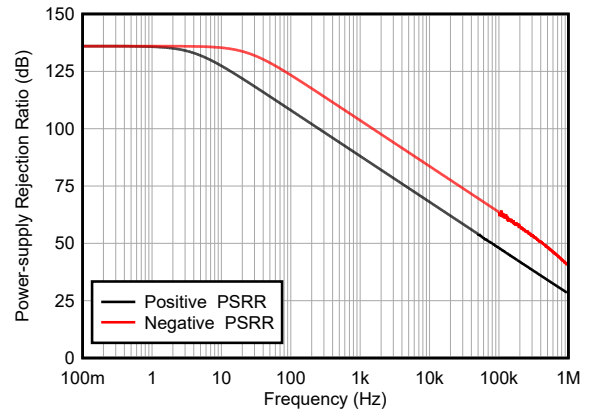


图 6-14. 正负 PSRR 与频率间的关系

6.6 典型特性 (续)

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

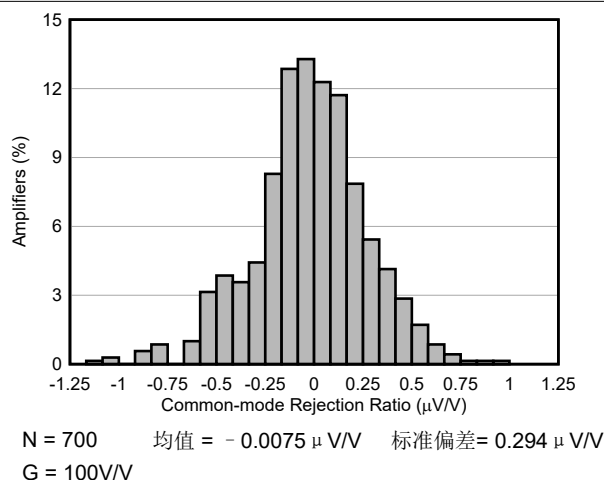


图 6-15. CMRR 分布

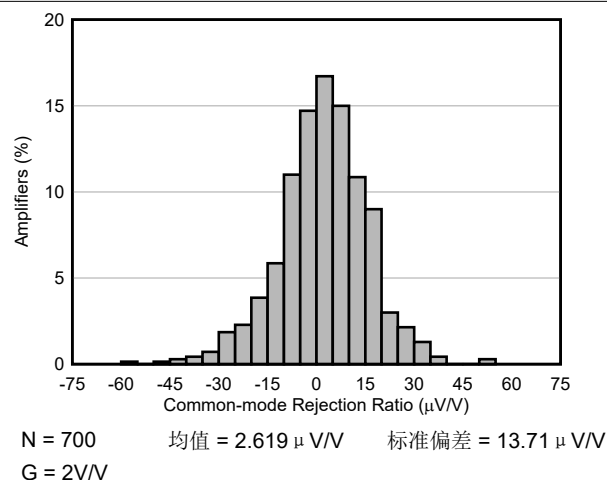


图 6-16. CMRR 分布

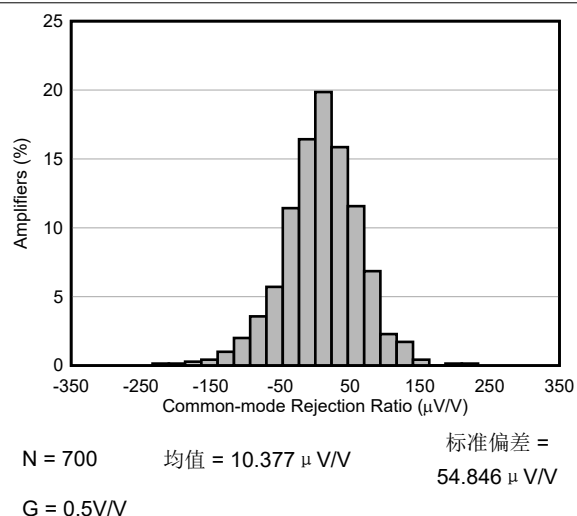


图 6-17. CMRR 分布

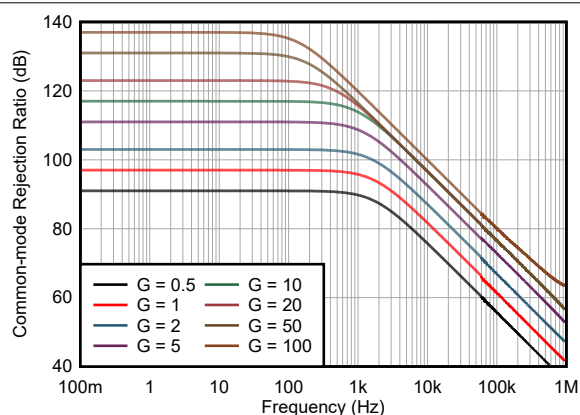
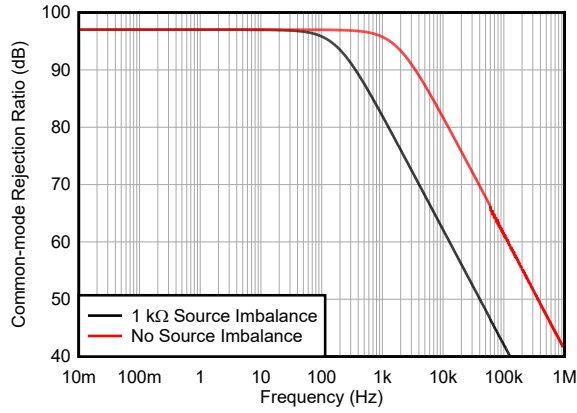


图 6-18. CMRR 与频率间的关系 (RTI)

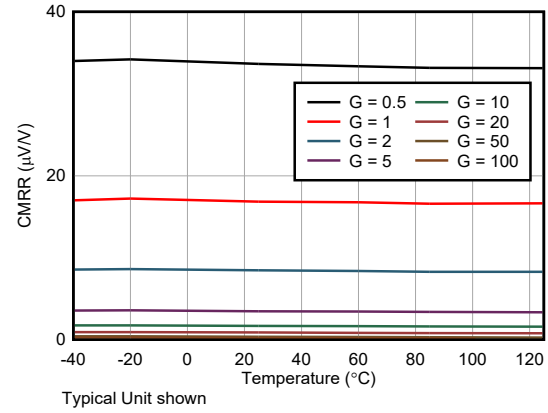
6.6 典型特性 (续)

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



所示为典型器件
 $G = 1\text{V/V}$

图 6-19. CMRR 与频率间的关系 (非平衡)



所示为典型器件

图 6-20. CMRR 与温度间的关系

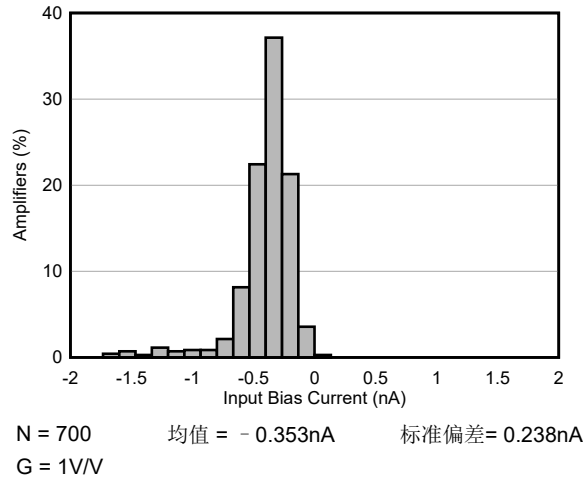


图 6-21. 输入偏置电流的分布

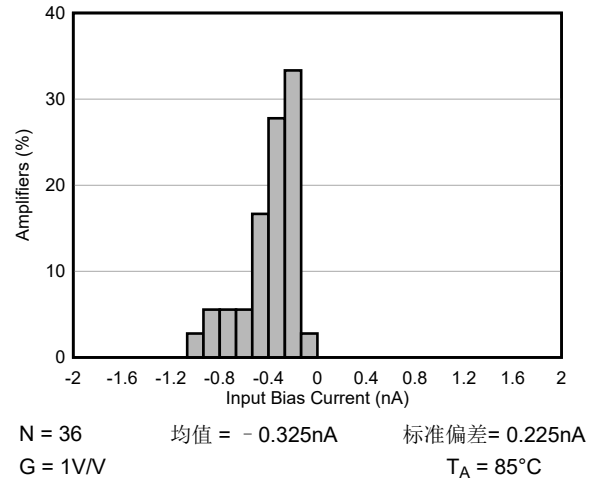
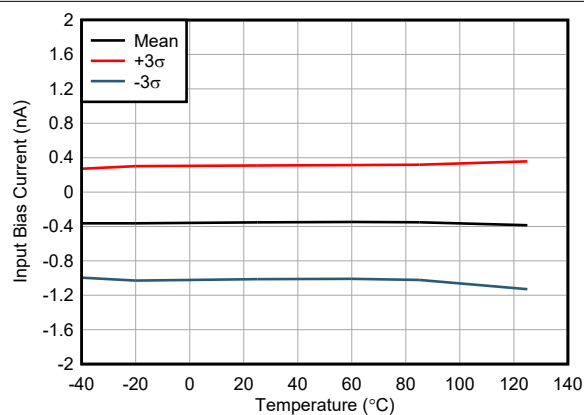


图 6-22. 输入偏置电流的分布

6.6 典型特性 (续)

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

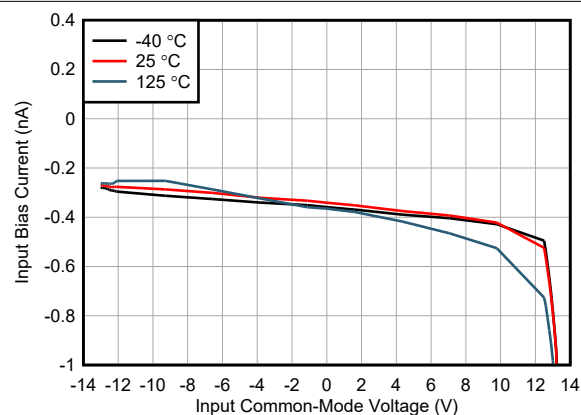


N = 58

1 个晶圆批次

G = 1V/V

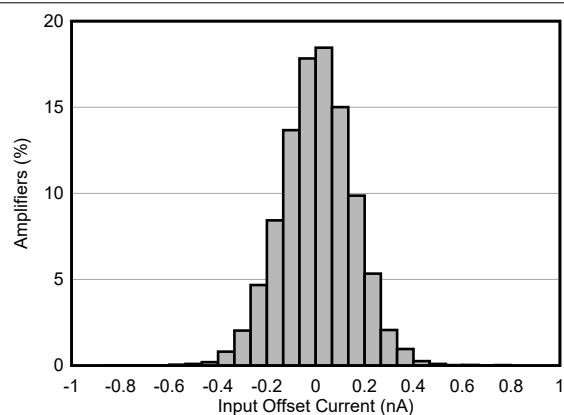
图 6-23. 输入偏置电流与温度间的关系



所示为典型器件

G = 1V/V

图 6-24. 输入偏置电流与 V_{ICM} 间的关系



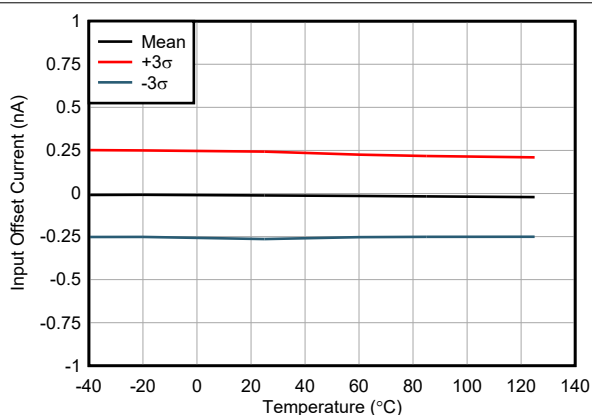
N = 8126

均值 = 0.0067nA

标准偏差 = 0.1473nA

G = 1V/V

图 6-25. 输入失调电流的分布



N = 36

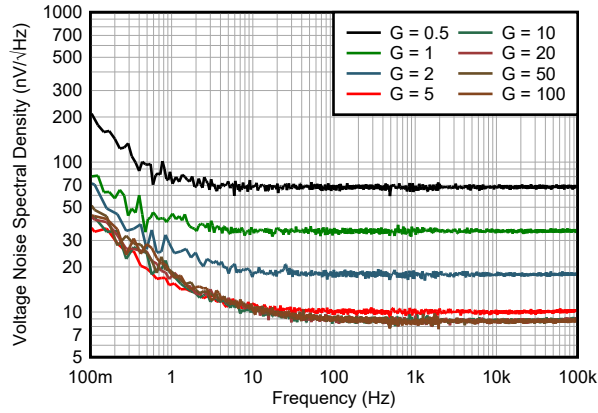
1 个晶圆批次

G = 1V/V

图 6-26. 输入失调电流与温度间的关系

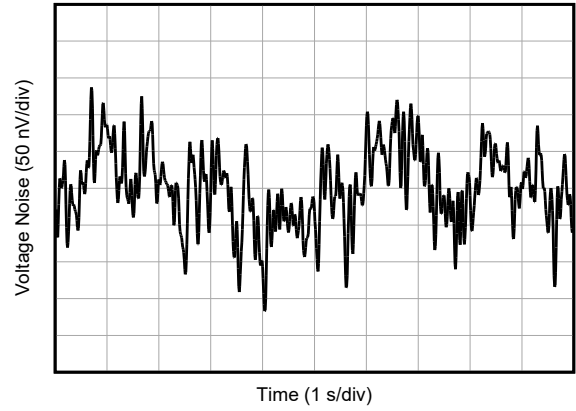
6.6 典型特性 (续)

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



所示为典型器件

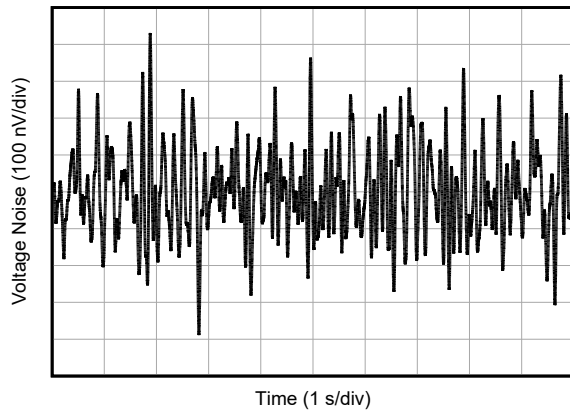
图 6-27. 电压噪声频谱密度 (RTI) 与频率间的关系



所示为典型器件

$G = 100\text{V/V}$

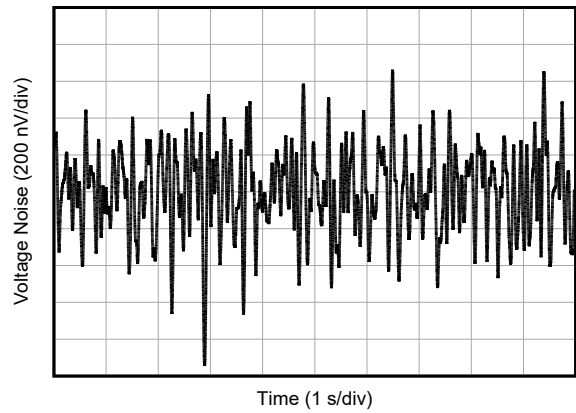
图 6-28. 0.1Hz 至 10Hz 电压噪声 (RTI)



所示为典型器件

$G = 1\text{V/V}$

图 6-29. 0.1Hz 至 10Hz 电压噪声 (RTI)



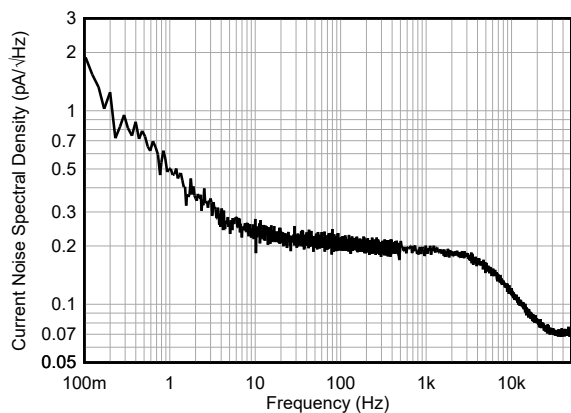
所示为典型器件

$G = 0.5\text{V/V}$

图 6-30. 0.1Hz 至 10Hz 电压噪声 (RTI)

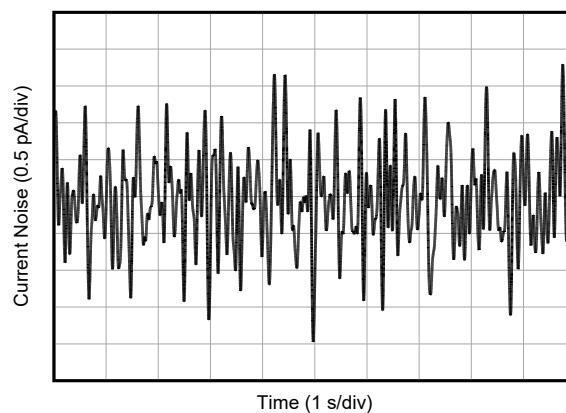
6.6 典型特性 (续)

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



$G = 1\text{V/V}$

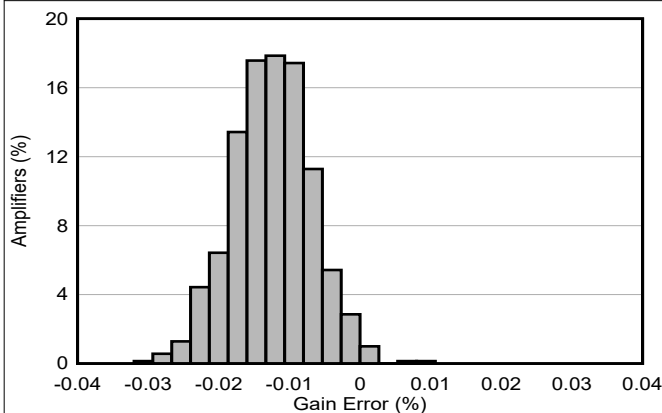
图 6-31. 电流噪声频谱密度与频率间的关系



所示为典型器件

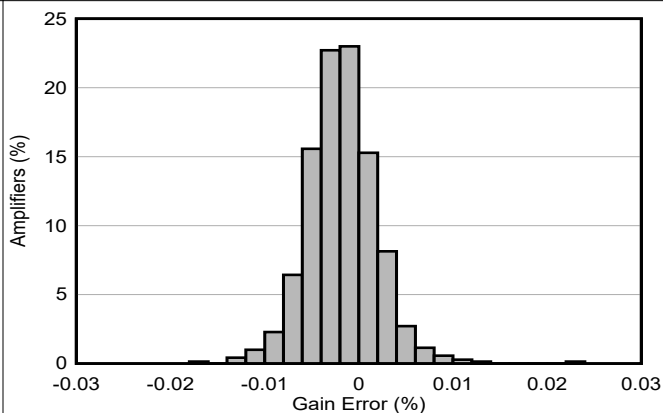
$G = 1\text{V/V}$

图 6-32. 0.1Hz 至 10Hz 电流噪声



$N = 700$ 平均值 = -0.0125% 标准偏差 = 0.0056%
 $G = 100\text{V/V}$

图 6-33. 增益误差的分布



$N = 700$ 平均值 = -0.0019% 标准偏差 = 0.0037%
 $G = 2\text{V/V}$

图 6-34. 增益误差的分布

6.6 典型特性 (续)

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

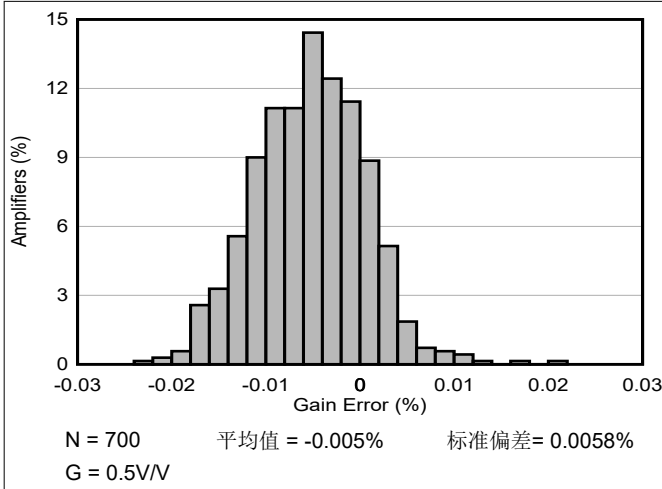


图 6-35. 增益误差的分布

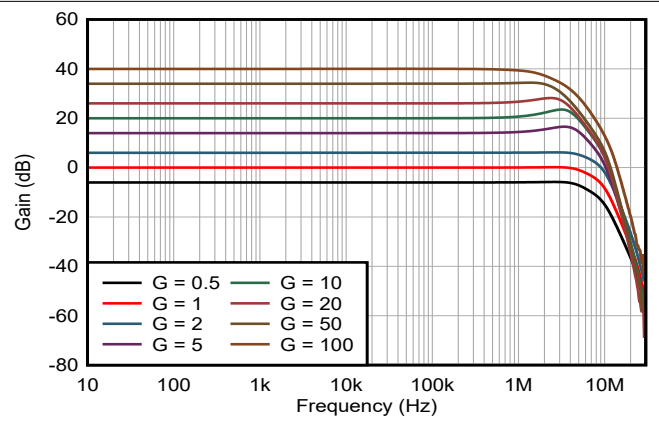


图 6-36. 增益与频率间的关系

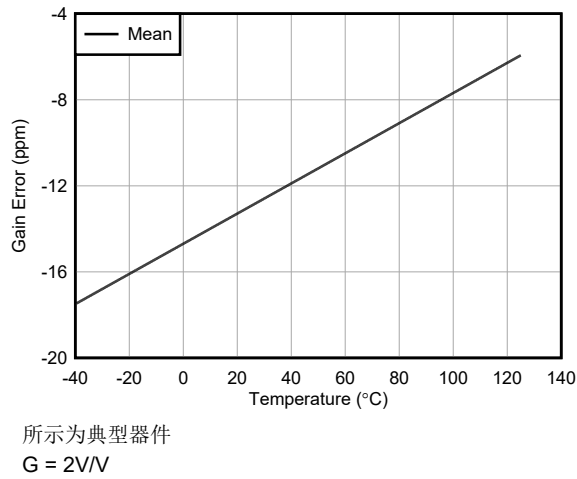


图 6-37. 增益误差与温度间的关系

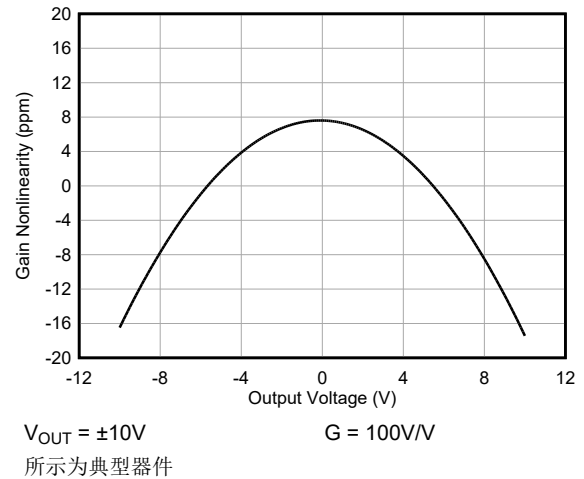
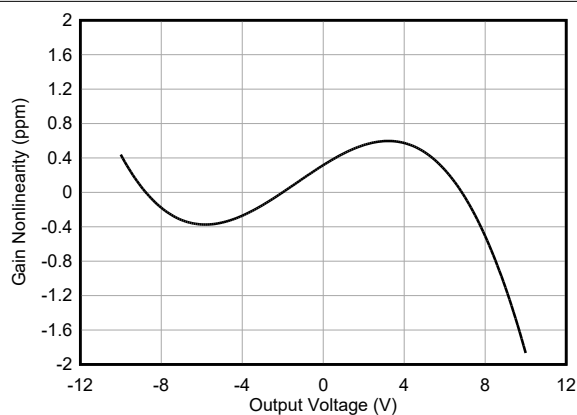


图 6-38. 增益非线性

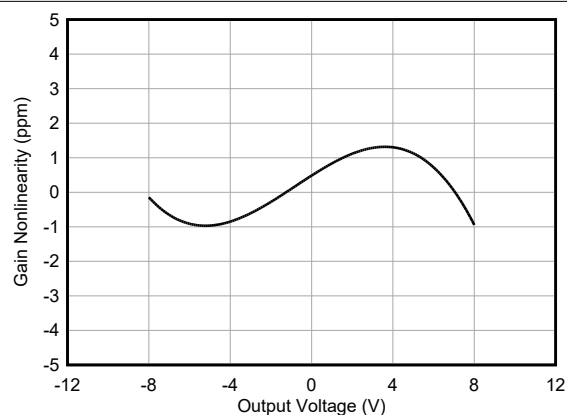
6.6 典型特性 (续)

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



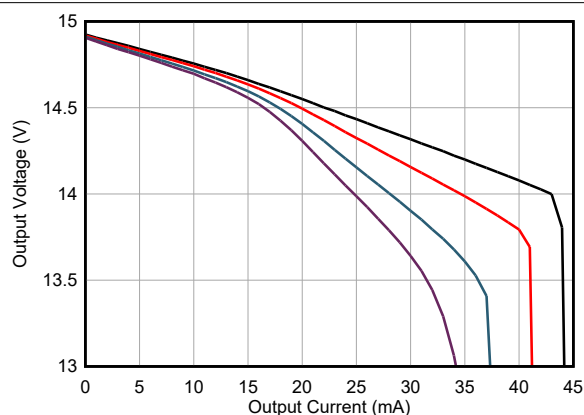
$V_{\text{OUT}} = \pm 10\text{V}$
所示为典型器件

图 6-39. 增益非线性



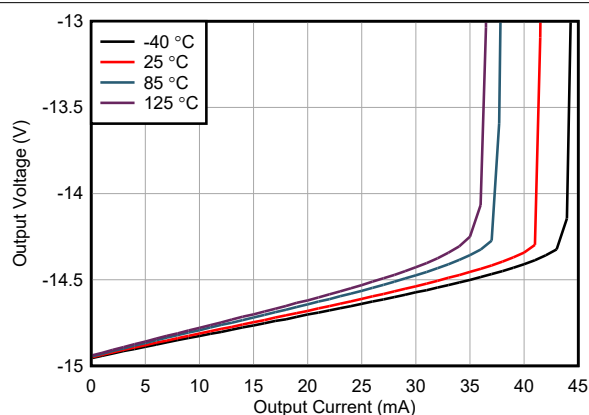
$V_{\text{OUT}} = \pm 8\text{V}$
所示为典型器件

图 6-40. 增益非线性



$V_S = \pm 18\text{V}$ $V_{\text{OUT}} = \pm 15\text{V}$ $G = 100\text{V/V}$

图 6-41. 正输出电压与输出电流间的关系

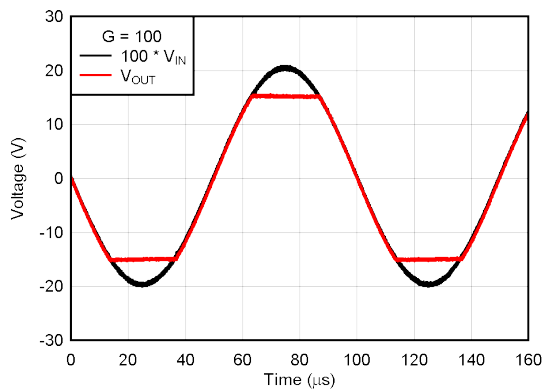


$V_S = \pm 18\text{V}$ $V_{\text{OUT}} = \pm 15\text{V}$ $G = 100\text{V/V}$

图 6-42. 负输出电压与输出电流间的关系

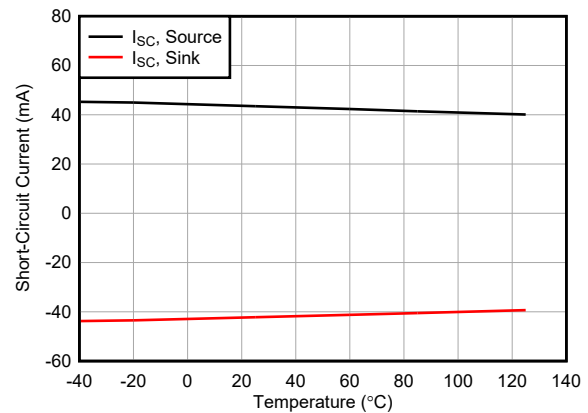
6.6 典型特性 (续)

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



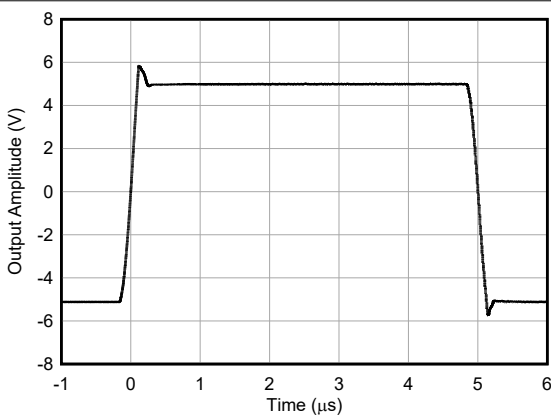
$G =$
 100V/V

图 6-43. 过载恢复



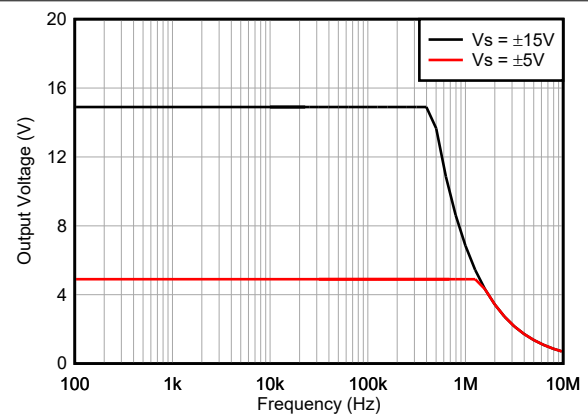
短接至 $V_{\text{SOUT}}/2$
 $G = 1\text{V/V}$

图 6-44. 输出短路电流与温度间的关系



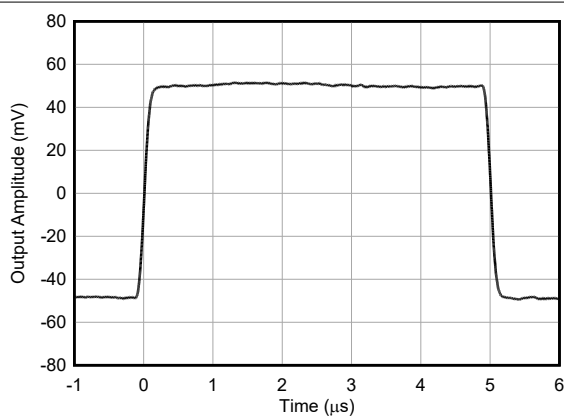
$G = 1\text{V/V}$

图 6-45. 大信号阶跃响应



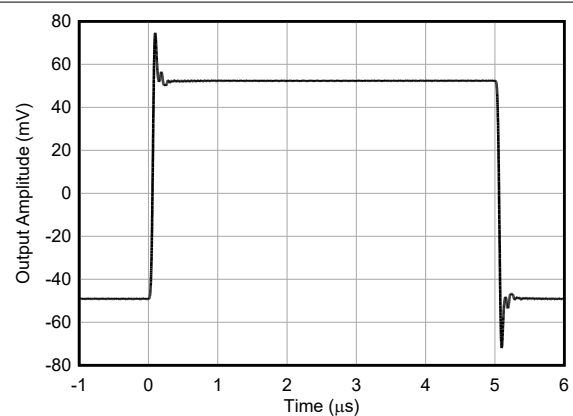
$G = 1\text{V/V}$

图 6-46. 大信号阶跃响应与频率间的关系



$G = 100\text{V/V}$ $C_L = 100\text{pF}$

图 6-47. 小信号阶跃响应



$G = 1\text{V/V}$ $C_L = 100\text{pF}$

图 6-48. 小信号阶跃响应

6.6 典型特性 (续)

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

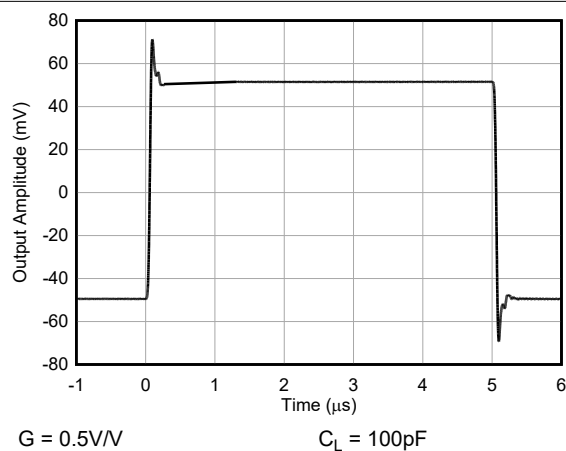


图 6-49. 小信号阶跃响应

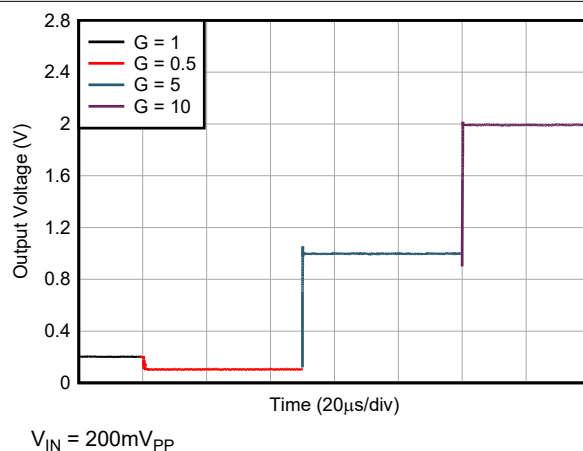


图 6-50. 增益开关瞬态响应

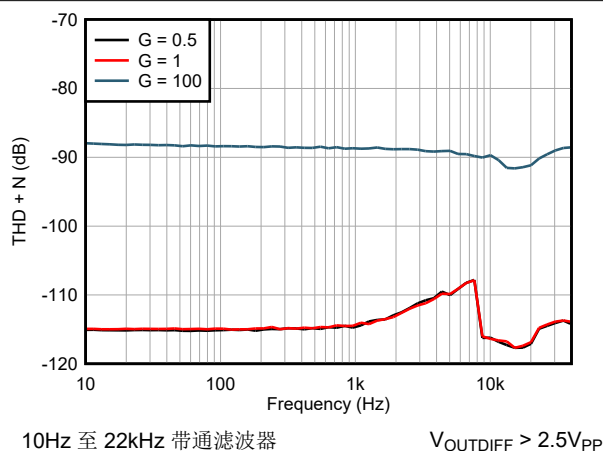


图 6-51. 总谐波失真 + 噪声与频率间的关系

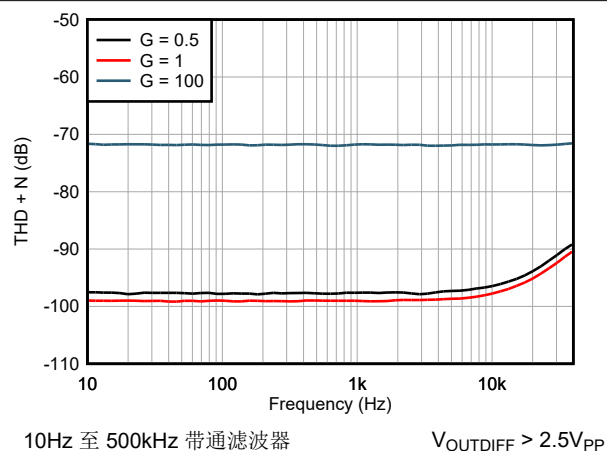


图 6-52. 总谐波失真 + 噪声与频率间的关系

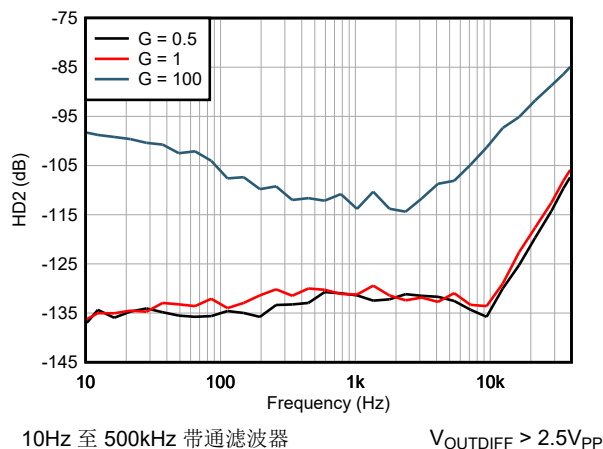


图 6-53. 二次谐波失真与频率间的关系

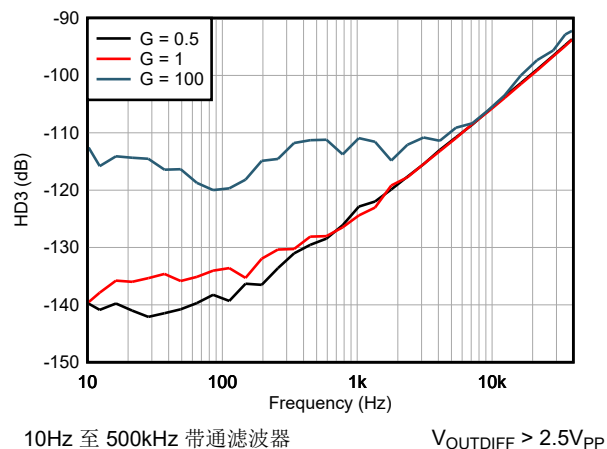


图 6-54. 三次谐波失真与频率间的关系

6.6 典型特性 (续)

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

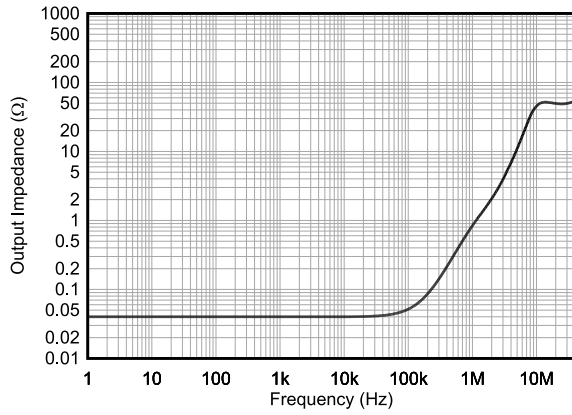


图 6-55. 闭环输出阻抗与频率间的关系

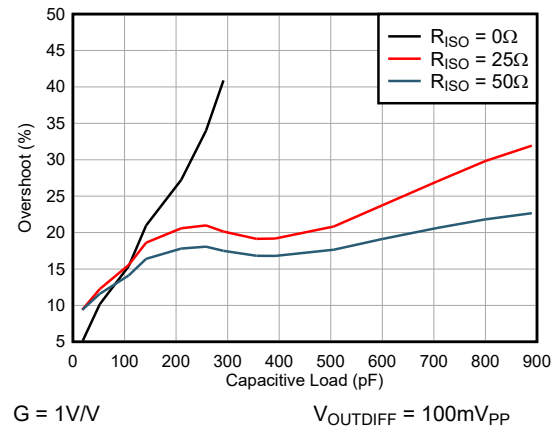


图 6-56. 过冲与容性负载间的关系

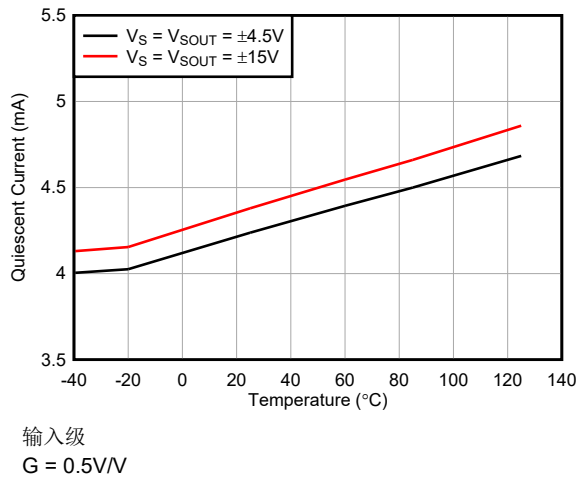


图 6-57. 静态电流与温度间的关系

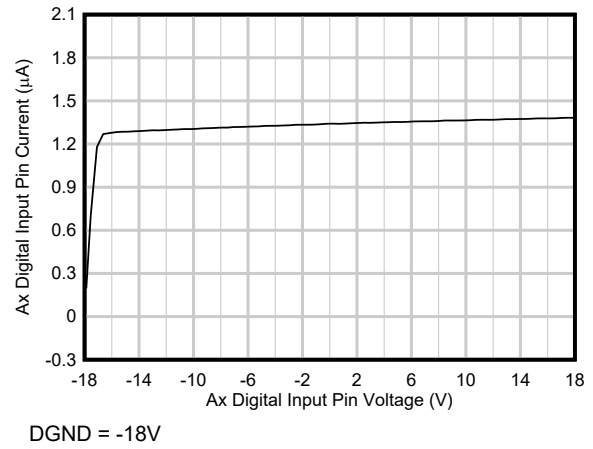
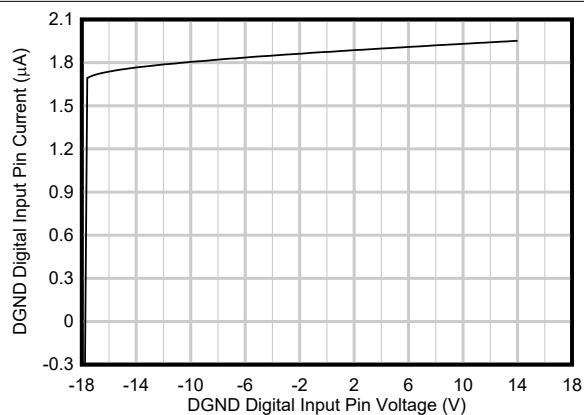


图 6-58. Ax 数字输入引脚电流与 Ax 数字输入引脚电压间的关系

6.6 典型特性 (续)

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



Ax = DGND

图 6-59. DGND 数字输入引脚电流与 DGND 数字输入引脚电压间的关系

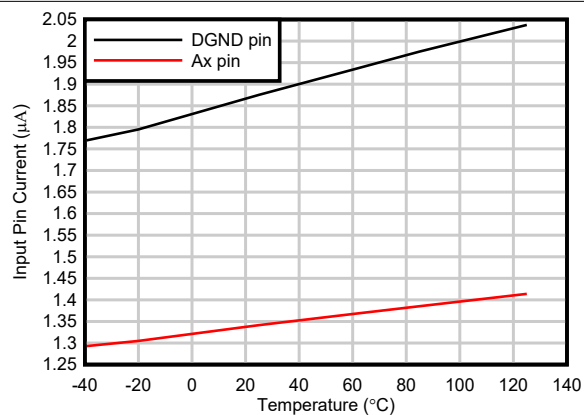


图 6-60. 数字输入引脚电流与温度间的关系

7 详细说明

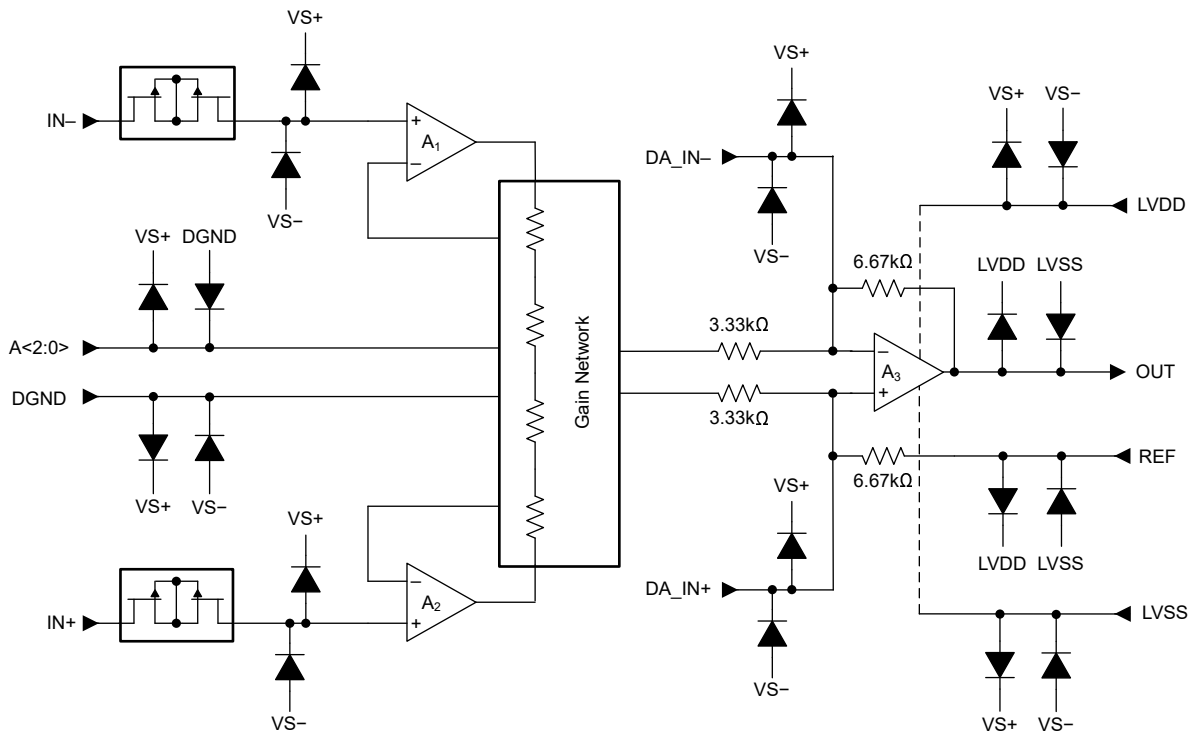
7.1 概述

PGA848 是一款单片、高电压、可编程增益精密仪表放大器。PGA848 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 和 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，节 7.3.1 对此进行了更详细的讨论。

PGA848 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可放大差分输入电压。输出差分放大器 A₃ 可抑制输入共模分量，并使输出信号以 REF 引脚设置的电压电平为基准。

PGA848 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

PGA848 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。

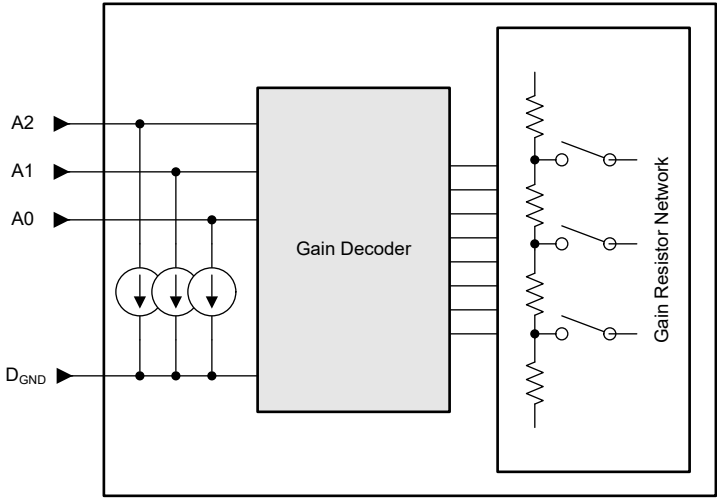


图 7-1. PGA848 增益设置方框图

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，PGA848 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。

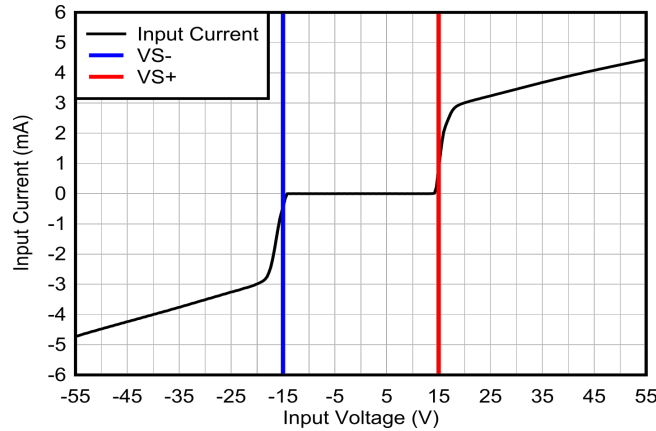


图 7-2. 输入电流与输入过压间的关系

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)。这些齐纳二极管提供接地的电流路径。

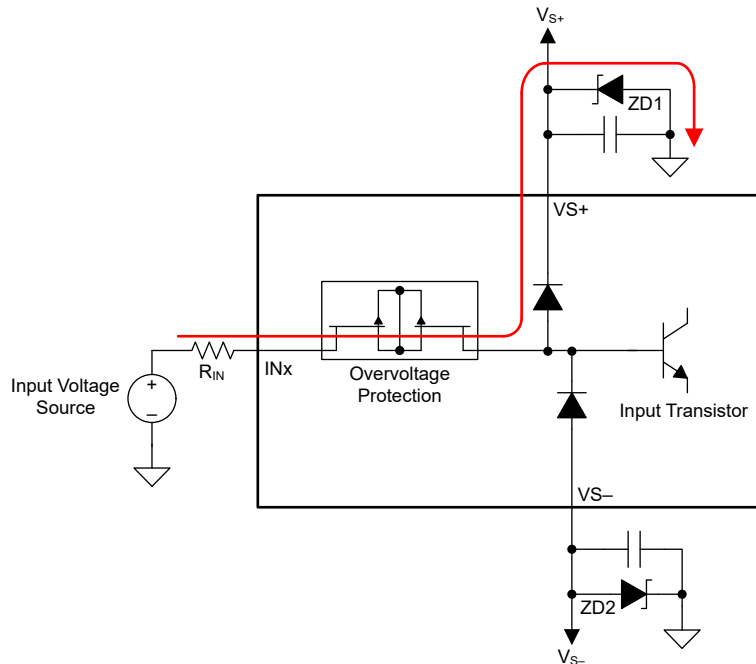


图 7-3. 过压条件下的输入电流路径

7.3.3 使用输出差分放大器对噪声进行整形

节 7.2 中的功能方框图展示了 PGA848 输出级差分放大器在输出端和反相输入端之间使用 $6.67\text{k}\Omega$ 反馈电阻器。对差分放大器的反相和同相输入的外部直接访问分别通过 DA_IN- 和 DA_IN+ 引脚提供。该选项允许电路设计人员添加与内部电阻并联的外部电容器，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 (CMRR)。这些引脚上的不匹配漏电流可能会导致 CMRR 性能下降。
- 内部电阻器的绝对电阻变化为 $\pm 15\%$ 。在实施自定义衰减增益或噪声滤波器时，应考虑这种变化。

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

PGA848 具有单功能模式。器件可在输入级电源电压大于 $\pm 4.5\text{V}$ (9V) 且输出级电源电压大于 $\pm 2.25\text{V}$ (4.5V) 的条件下运行。另外，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

PGA848 是一款具单端输出的单片、高电压、高带宽、精密可编程增益仪表放大器。PGA848 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。PGA848 具有八个二进制增益设置（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。

PGA848 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

PGA848 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。该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、增益和参考输入电压的函数。

图 8-4 至图 8-3 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。

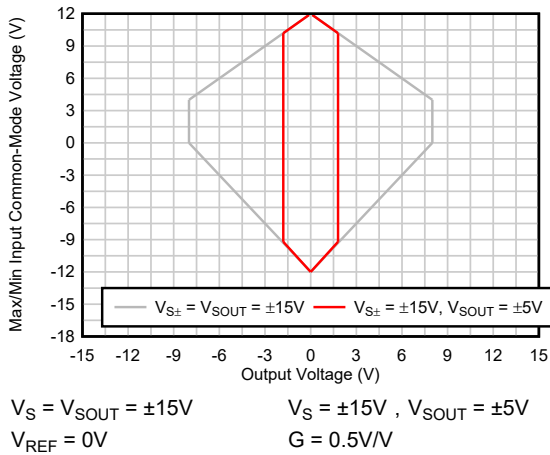


图 8-1. 输入共模电压与输出电压间的关系

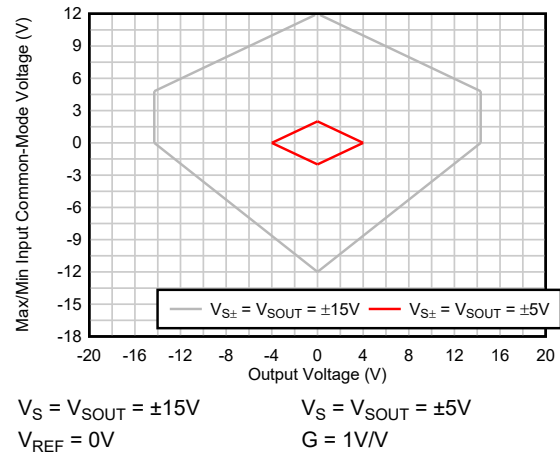


图 8-2. 输入共模电压与输出电压间的关系

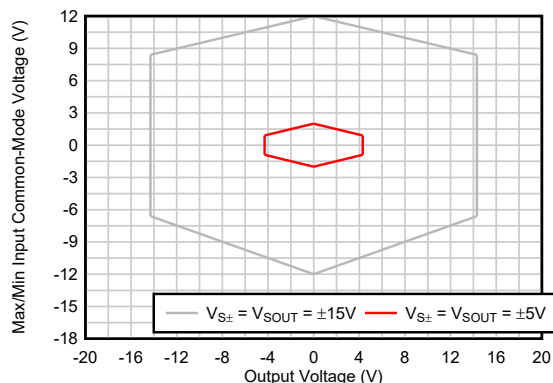

 $V_S = V_{SOUT} = \pm 15V$
 $V_{REF} = 0V$
 $V_S = V_{SOUT} = \pm 5V$
 $G = 2V/V$

图 8-3. 输入共模电压与输出电压间的关系

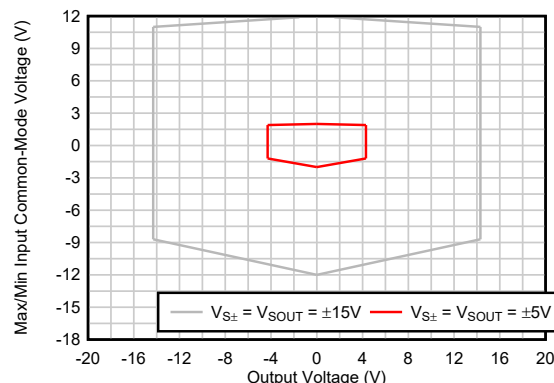

 $V_S = V_{SOUT} = \pm 15V$
 $V_{REF} = 0V$
 $V_S = V_{SOUT} = \pm 5V$
 $G = 100V/V$

图 8-4. 输入共模电压与输出电压间的关系

8.1.2 差分输入的电流消耗

PGA848 等可编程增益放大器使用内部电阻器来设置增益。因此，流经这些电阻器的电流会增加电流消耗。当施加大幅差分信号时，最大电源电流消耗出现在 $G = 2V/V$ 时。

请注意，“规格”部分中的 I_Q 值是在 $V_{IN} = 0V$ 条件下测得。对于更高的差分输入电平，预计会有更高的电源电流。偏置电流 I_B 也是如此，该电流是在零差分输入下指定。输入偏置电流随着差分输入增加至高达线性输入范围限制（有关详细信息，请参阅节 8.1.1）而略有增加，如果输入超过线性输入范围限制（输入过驱），输入偏置电流将显著增加

图 8-5 至图 8-8 展示了输入级电源的典型电流消耗与输入差分电压间的关系，以及器件过驱时 PGA848 输入消耗的电流。虚线垂直基准线勾勒出器件在给定增益 (V_{IN}) 下的线性工作区域，在该区域之外，器件的输入会被过驱。

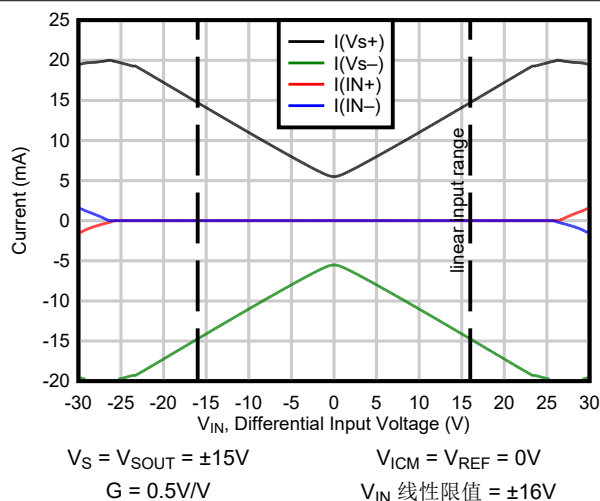

 $V_S = V_{SOUT} = \pm 15V$
 $G = 0.5V/V$
 $V_{ICM} = V_{REF} = 0V$
 V_{IN} 线性限值 = $\pm 16V$

图 8-5. 电流消耗与差分输入电压间的关系

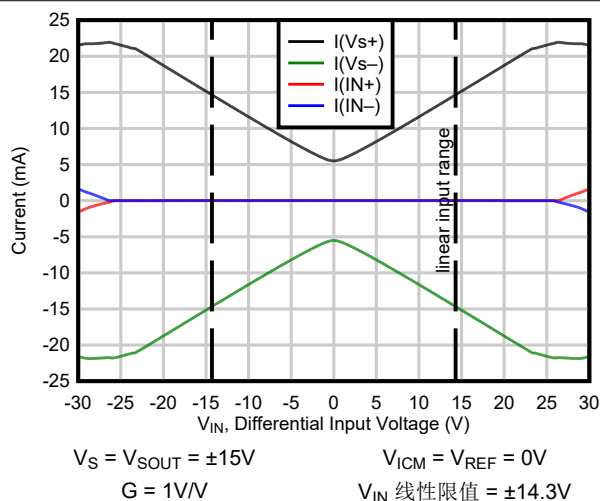

 $V_S = V_{SOUT} = \pm 15V$
 $G = 1V/V$
 $V_{ICM} = V_{REF} = 0V$
 V_{IN} 线性限值 = $\pm 14.3V$

图 8-6. 电流消耗与差分输入电压间的关系

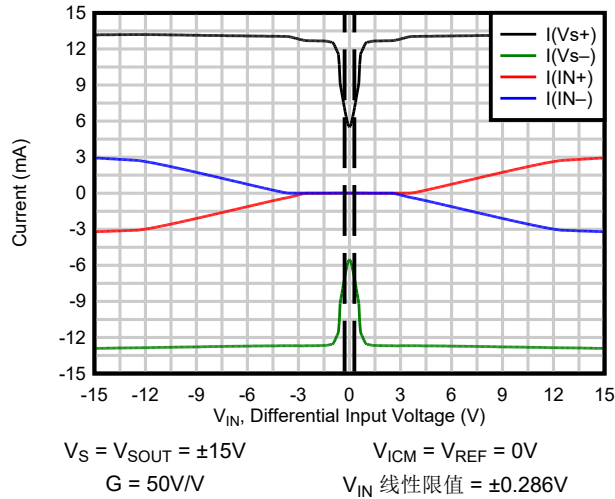


图 8-7. 电流消耗与差分输入电压间的关系

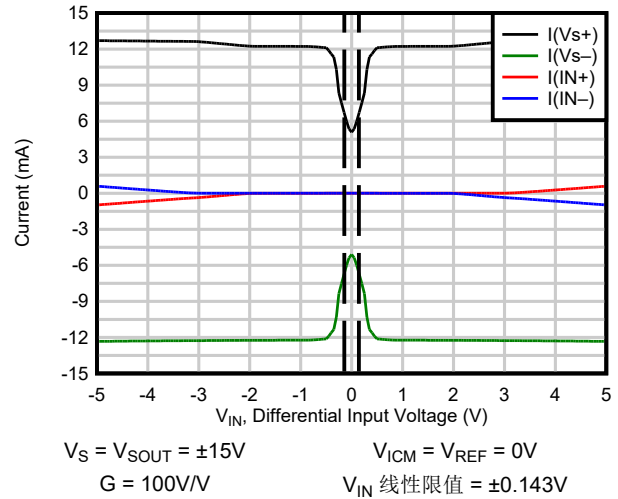


图 8-8. 电流消耗与差分输入电压间的关系

8.2 典型应用

8.2.1 驱动单端输入 SAR ADC

图 8-9 展示了 16 位精密 1MSPS 逐次逼近寄存器 (SAR) 模数转换器 (ADC) 的原理图。该电路展示了 PGA848 在驱动 ADS8860 单端输入 ADC 时的能力。

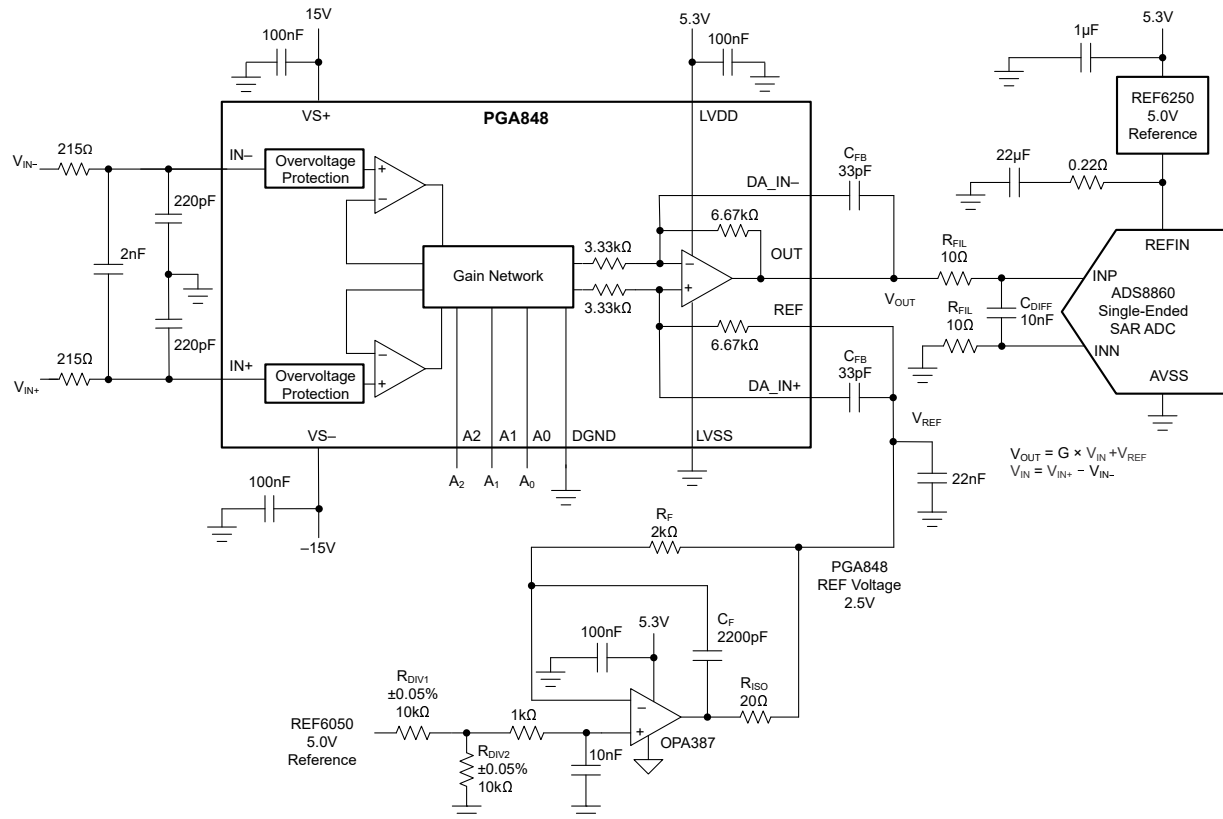


图 8-9. 驱动 ADS8860 SAR ADC

此电路接受单端或差分输入信号。PGA848 由独立的输入和输出电源供电运行。在本例中， $\pm 15\text{V}$ 电源为输入级供电，单极 5.3V 电源为输出级供电。PGA848 输出级电源由同一个 5.3V ADC 电源供电。 5.3V 输出电源运行可防止在 PGA 过驱情况下 ADC 输入过载。本例中选择 REF6250 作为 ADC 电压基准。REF6250 是一款低噪声、低漂移的 5V 精密电压基准，连接到 ADS8860 基准输入 ADC 的 REFIN 引脚。

PGA848 输出电压是根据 REF 引脚上的电压确定的。通过使用精密电阻分压器对 REF6250 ADC 基准进行分压，REF 引脚可设置为 SAR ADC 中量程电压。OPA387 缓冲器负责驱动 PGA848 REF 引脚。OPA387 是一款具有低失调电压、低漂移和 5.7MHz 增益带宽的精密放大器。

8.2.1.1 设计要求

表 8-1 列出了驱动 ADS8860 ADC 的应用的设计要求。

表 8-1. 设计参数

参数	值
电源电压	$V_{S\pm} = \pm 15\text{V}$, $V_{LVDD} = 5.3\text{V}$, $V_{LVSS} = \text{GND}$, ADC REFIN = 5V
PGA848 基准引脚	$V_{\text{REF}} = 2.5\text{V}$
ADC 的满量程范围	$\text{FSR} = 5\text{V}$
ADC 的采样速率	$f_{\text{SAMPLE}} = 1\text{MSPS}$
信号频率	1kHz
RC 反冲滤波器	$R_{\text{FIL}} = 10\Omega$, $C_{\text{DIFF}} = 10\text{nF}$

8.2.1.2 详细设计过程

位于 PGA 输入端的第一个滤波器 (请参阅图 8-9) 有助于降低电磁干扰 (EMI) 和射频干扰 (RFI) 高频外部噪声。根据应用带宽和抗混叠要求定制此滤波器。

第二个滤波器由 C_{FB} 提供，并与 PGA $6.67\text{k}\Omega$ 反馈电阻并联。PGA 电阻器的绝对容差为 $\pm 15\%$ ，因此，应考虑容差对滤波器截止频率的影响。 $C_{\text{FB}} = 33\text{pF}$ 会得到 723kHz 的滤波器截止频率。在电阻器容差的高侧，滤波器频率变为 629kHz 。该器件支持灵活地修改 C_{FB} 电容值以调整带宽，但会以牺牲电路的宽带噪声性能为代价。

放置在 ADS8860 输入端的第三个滤波器用作电荷泵滤波器以驱动 SAR ADC。电荷反冲滤波器减少了放大器的瞬时电荷需求，保持了低失真，否则可能会因不完全的 ADC 采样保持稳定而降低性能。RC 滤波器组合 (R_{FIL} 、 C_{DIFF}) 针对 ADC 采样保持稳定和总谐波失真 (THD) 性能进行了调整，同时保持 PGA 的稳定性。高等级 C0G 电容器用在信号路径中的任何位置，以实现低失真特性。

PGA848 前端电路包括全部三个滤波器，可提供 160kHz 的标称 $f_{-3\text{dB}}$ 带宽。在内部 $6.67\text{k}\Omega$ 反馈电阻器容差的高侧，PGA848 $f_{-3\text{dB}}$ 带宽变为 157kHz 。不过，该电路可在 25kHz (源自级联滤波器级仿真) 时保持 -0.1dB 平坦度。

ADS8860 需要 0V 至 5V ADC 基准范围内的满量程输入。PGA848 REF 引脚设置为 2.5V 的标称电压，以将信号转换为 ADC 中量程电压。

通过将 REF6250 5V 基准馈送到 $10\text{k}\Omega$ 到 $10\text{k}\Omega$ 精密分压器生成 PGA848 REF 电压，该分压器采用 $\pm 0.05\%$ 容差、 $\pm 5\text{ppm}/^\circ\text{C}$ 低漂移电阻器实现。使用低阻抗源驱动 PGA848 REF 引脚。使用 OPA387 等运算放大器作为缓冲器来驱动 REF 引脚。

OPA387 缓冲器配置为双反馈配置，以在驱动 REF 引脚和 22nF 旁路电容器的同时提供稳定性。 R_{ISO} 是一个 20Ω 隔离电阻器，用于隔离两条反馈路径，以实现优化的稳定性。第一个反馈路径通过反馈电阻器 ($R_{\text{F}} = 2\text{k}\Omega$) 直接连接到 REF 引脚。第二个反馈路径通过反馈电容器 ($C_{\text{F}} = 2200\text{pF}$) 连接到运算放大器的输出端。该电路提供了 86° 的环路增益相位裕度。OPA387 缓冲器的同相输入端具有一个 $R = 1\text{k}\Omega$ 、 $C = 10\text{nF}$ 的低通滤波器，以减少电阻分压器热噪声。如果使用任何其他负载电容，都需要重新计算稳定性元件： R_{F} 、 C_{F} 和 R_{ISO} 。如果修改 REF 旁路电容，请使用 OPA387 TINA-TI 模型 (或 PSpice®-for-TI 模型) 通过仿真验证电路是否稳定，并确认电路提供了大于 60° 的相位裕度。

结果如表 8-2 所示，其中包括典型信噪比 (SNR) 和总谐波失真 (THD) 测量值。施加了 1kHz 差分信号，并调整信号振幅以在 ADC 的 -0.5dBFS 下产生 PGA848 输出。

表 8-2. PGA848 和 ADS8860 FFT 数据汇总：f_{SAMPLE} = 1MSPS，f_{IN} = 1kHz，BW = 160kHz

PGA 增益 (V/V)	输入幅度 (V _{PP})	SNR (dB)	THD (dB)	ENOB (位)
0.5	9.79	91.84	-95.34	14.70
1	4.886	91.72	-95.45	14.69
2	2.443	91.35	-95.33	14.64
5	977.5m	88.57	-95.32	14.28
10	488.5m	84.00	-95.18	13.61
20	244.1m	78.98	-95.10	12.81
50	97.8m	72.36	-94.75	11.72
100	48.85m	67.16	-92.75	10.86

性能和 SNR 是系统带宽的函数。设置系统带宽以符合应用要求可实现更高的性能。在上一个例子中，通过设置 C_{FB} = 1nF 将 PGA 带宽降低到 23kHz，可以将增益较高时的 SNR 提高近 12dB，如表 8-3 所示。

表 8-3. PGA848 和 ADS8860 FFT 数据汇总：f_{SAMPLE} = 1MSPS，f_{IN} = 1kHz，BW = 23kHz

PGA 增益 (V/V)	输入幅度 (V _{PP})	SNR (dB)	THD (dB)	ENOB (位)
0.5	9.79	92.69	-93.90	14.69
1	4.886	92.70	-93.64	14.68
2	2.443	92.59	-93.28	14.64
5	977.5m	92.36	-93.25	14.62
10	488.5m	91.66	-93.17	14.55
20	244.1m	89.75	-93.27	14.35
50	97.8m	84.16	-93.15	13.60
100	48.85m	78.80	-92.64	12.77

8.3 电源相关建议

PGA848 的标称性能是在输入级电源和 ±15V 输出级电源电压以及 V_{ICM} 和 V_{REF} 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

高于 40V (±20V) 的电源电压可能会对器件造成永久性损坏。随电源电压或温度变化的参数如本文档的“典型特性”部分所示。

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 0.1μF 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。

- DA_IN+ 和 DA_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

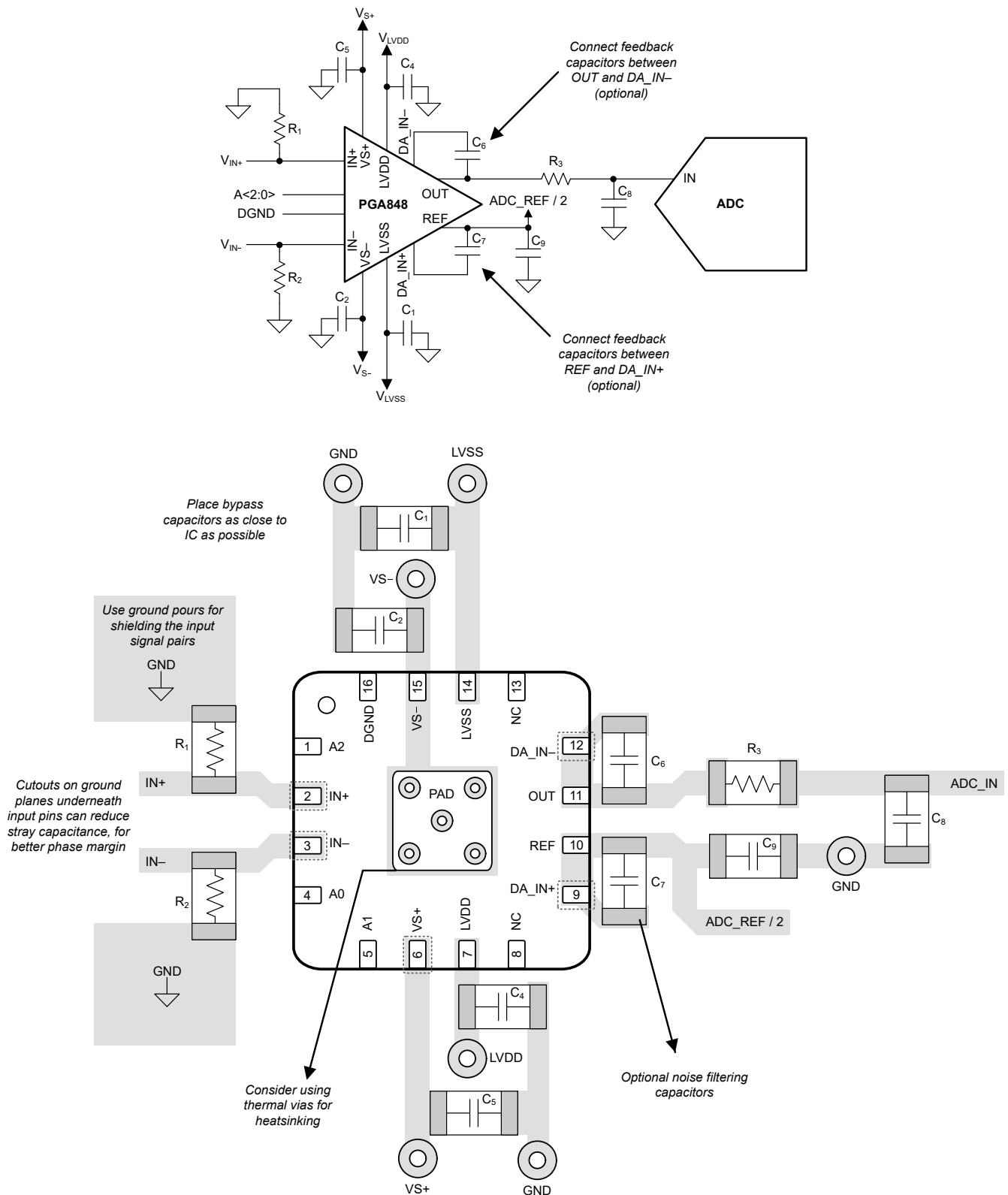


图 8-10. 原理图和相关 PCB 布局示例

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和原型设计，这样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，预先载入了一个宏模型库，包括一系列无源和有源模型。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 仿真软件可从 [设计与仿真工具](#) 网页 [免费下载](#)，它提供强大的后处理功能。此功能允许用户以多种方式格式化结果。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](#)
- 德州仪器 (TI)，[ADS8860 16 位、1MSPS、串行接口、低功耗、微型、单端输入、SAR 模数转换器 数据表](#)
- 德州仪器 (TI)，[REF62xx 具有集成 ADC 驱动器缓冲器的高精度电压基准数据表](#)
- 德州仪器 (TI)，[OPAx387 超高精度、零漂移、低输入偏置电流运算放大器 数据表](#)

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

Changes from Revision * (August 2025) to Revision A (December 2025)	Page
• 将数据表状态从 <i>预告信息</i> 更改为 <i>量产数据</i>	1
• 将共模输入阻抗从 7pF 更改为 4.4pF	6
• 将差分输入电压限值从 $\pm 20V$ 更改为 $\pm 16V$	6
• 将 $G = 2$ 、10 和 20 时的 CMRR 分别从 81dB、96dB 和 102dB 修改为 80dB、95dB 和 100dB	6
• 新增了“电压噪声”部分	6
• 将 $G=0.5$ 时的非线性测试条件从 $V_{OUT}=10V$ 修改为 8V	6
• 添加了差分增益非线性参数值	6
• 将 $G=10$ 、20 的 BW 参数值从 4.2MHz 更改为 5MHz	6
• 将 $G=0.5$ 的压摆率测试条件从 $V_{OUT}=10V$ 修改为 8V	6
• 添加了压摆率、增益开关时间参数值和建立时间参数	6
• 添加了 THD、HD2 和 HD3 参数	6
• 将 IQ_input 参数典型值从 3mA 更改为 3.2mA，将最大值从 3.7mA 更改为 3.9mA	6
• 将不同温度下的 IQ_input 参数最大值从 4.5mA 更改为 4.9mA	6
• 添加了除增益误差、失调电压和失调电压漂移分布以及增益与频率间的关系 (存在于上一版本中) 之外的所有典型特性图	9
• 修改了增益设置方框图，使其在输入端具有电流源，而不是电阻器。	24
• 更新了 $G=0.5$ 、 $G=1$ 和 $G=2$ 时的输入共模与输出差分电压间的关系曲线	27
• 添加了“使用差分输入时的电流消耗”部分	28
• 将 SAR ADC 电路中使用的运算放大器从 OPA192 更改为 OPA387，这也反映在应用电路图中。	29
• 更改了 SAR ADC 电路的输入滤波器和反冲滤波器，如应用电路图所示。	30
• 添加了 SAR ADC 应用电路的结果表。	30
• 更新了注意事项说明，以引用典型特性部分	31

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)
PGA848RGTR	Active	Production	VQFN (RGT) 16	5000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	PGA848

⁽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.

TAPE AND REEL INFORMATION



*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Reel Diameter (mm)	Reel Width W1 (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P1 (mm)	W (mm)	Pin1 Quadrant
PGA848RGTR	VQFN	RGT	16	5000	330.0	12.4	3.3	3.3	1.1	8.0	12.0	Q2

TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS



*All dimensions are nominal

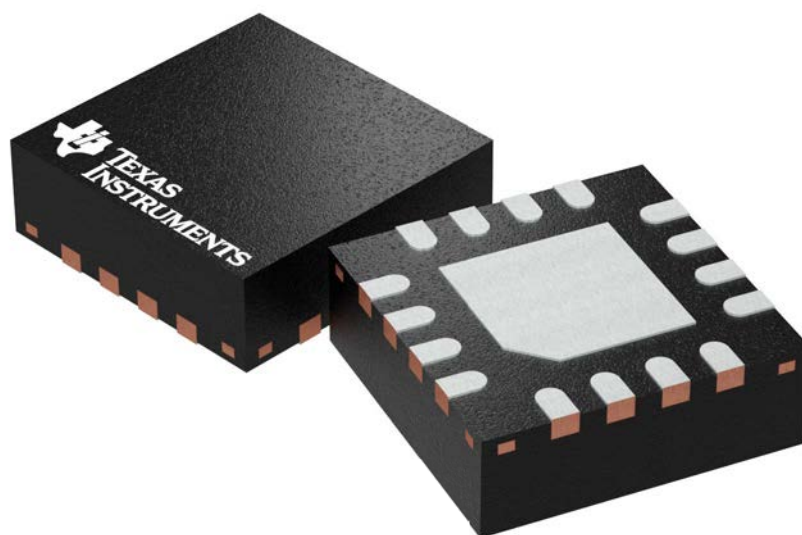
Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)
PGA848RGTR	VQFN	RGT	16	5000	360.0	360.0	36.0

RGT 16

GENERIC PACKAGE VIEW

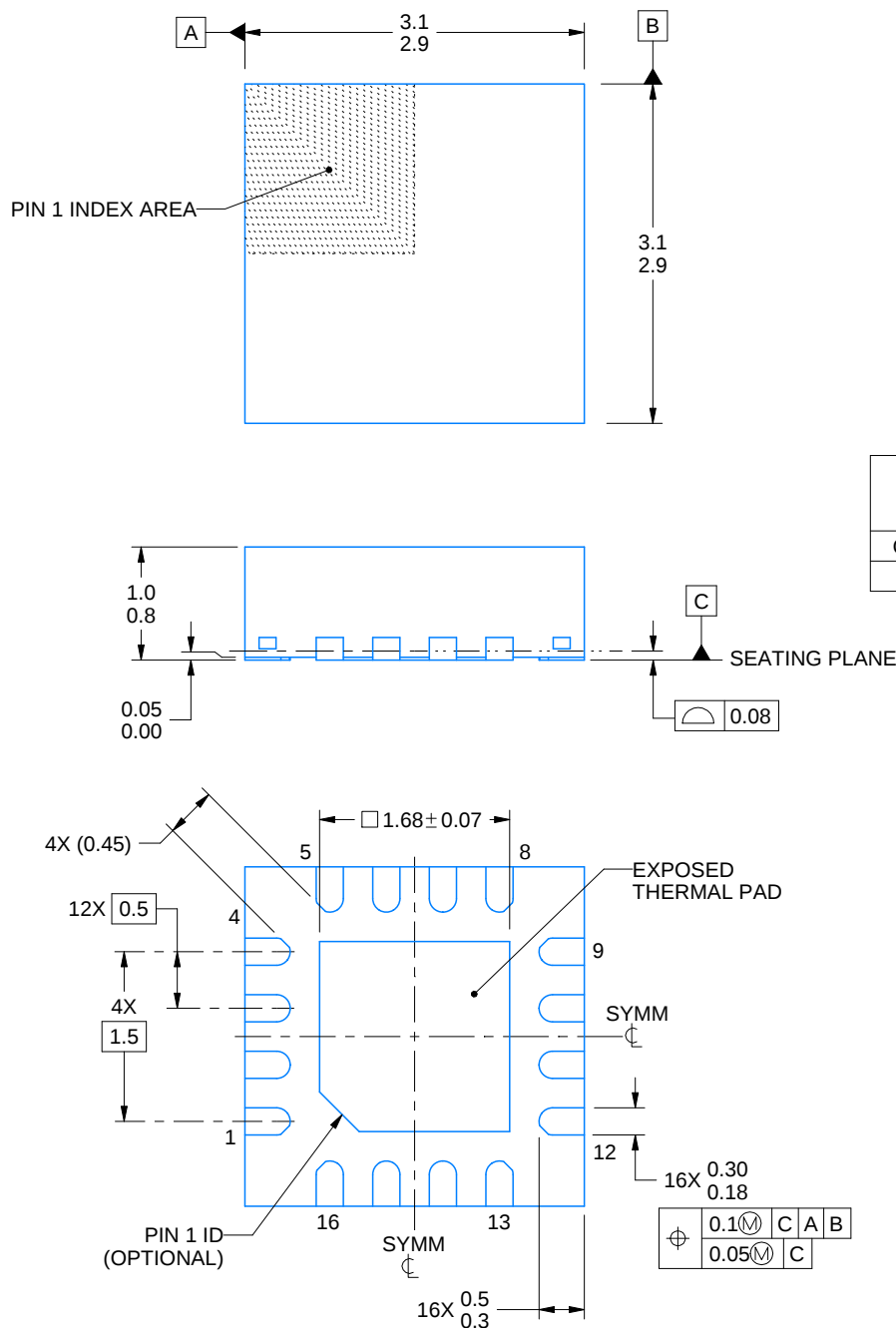
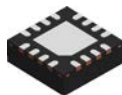
VQFN - 1 mm max height

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

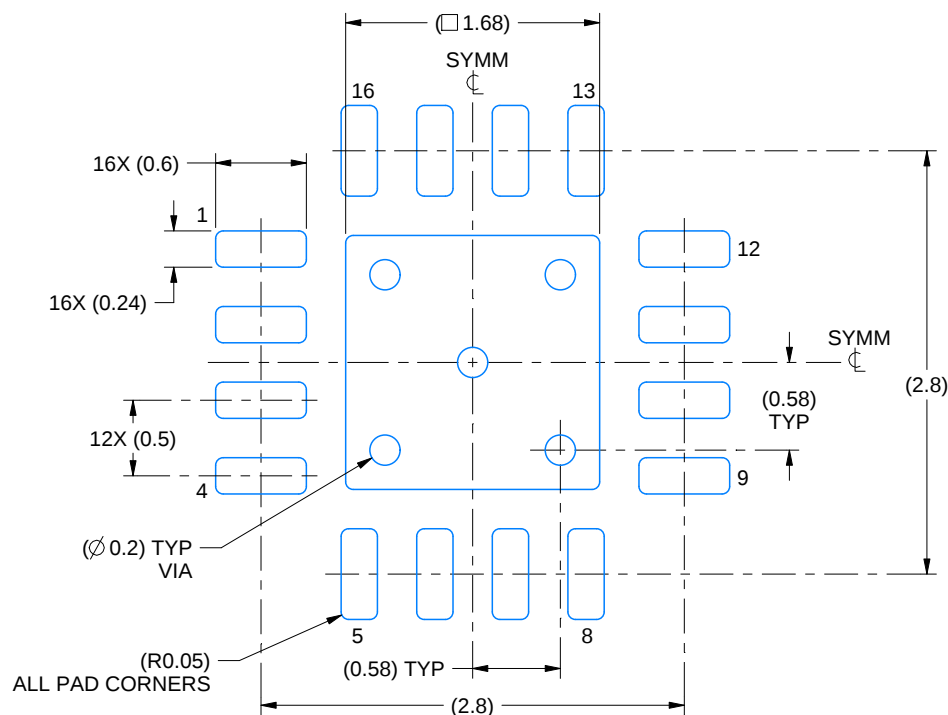
NOTES:

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.

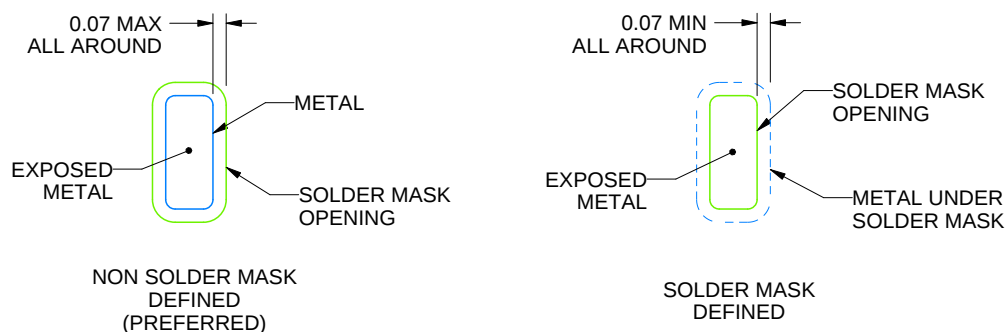
RGT0016C

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

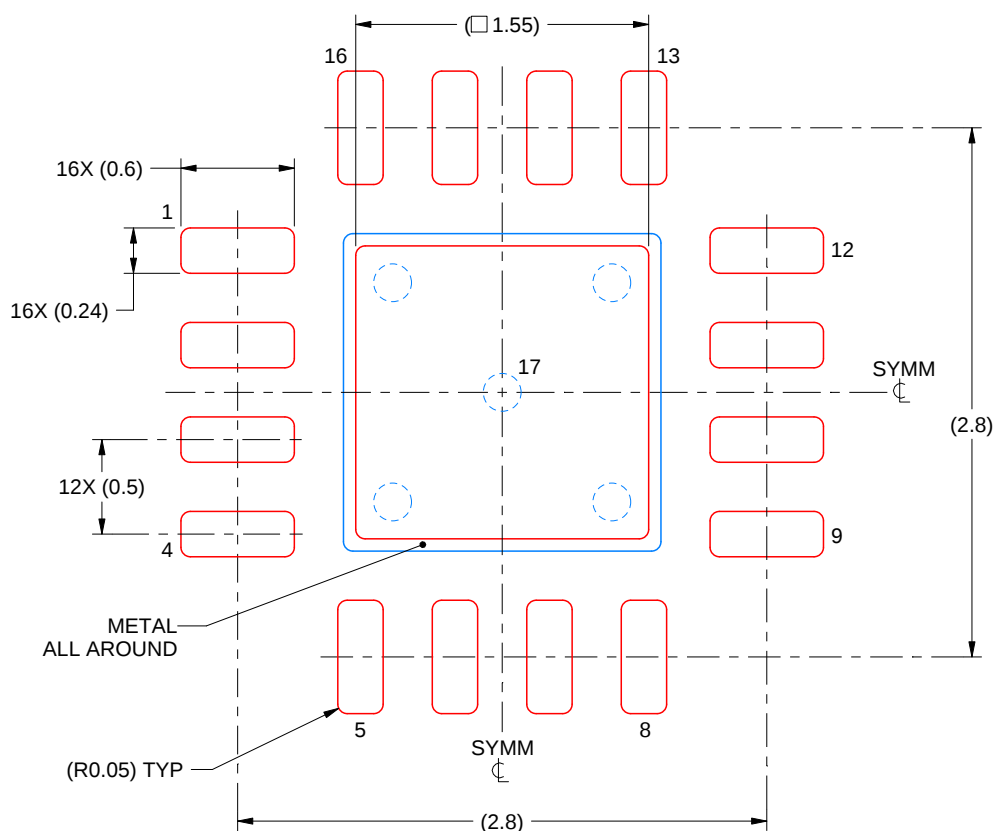
NOTES: (continued)

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.

RG T0016C

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 © 2026，德州仪器 (TI) 公司

最后更新日期：2025 年 10 月