PGA855 低噪声、宽带宽、全差分输出可编程增益仪表放大器

1 特性

- 八个引脚可编程二进制增益
  - G (V/V) = ⅛、¼、½、1、2、4、8 和 16
- 低增益误差温漂：G = 1V/V 时为 1ppm/°C（最大值）
- 全差分输出
  - 独立输出电源引脚可提供 ADC 输入过驱保护
  - 输出共模控制
- 更快的信号处理：
  - 宽带宽：在所有增益下均为 10MHz
  - 高压摆率：35V/µs
  - 稳定时间：
    500ns 至 0.01%，950ns 至 0.0015%
  - 输入级噪声：G = 16V/V 时为 7.8nV/√Hz
  - 可通过滤波器选项实现更好的 SNR
- 在超过电源电压多达 ±40V 时提供输入过压保护
- 输入级电源电压范围：
  - 单电源：8V 至 36V
  - 双电源：±4V 至 ±18V
- 输出级电源电压范围：
  - 单电源：4.5V 至 36V
  - 双电源：±2.25V 至 ±18V
- 额定温度范围：–40°C 至 +125°C
- 小型封装：3mm × 3mm 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
- 半导体测试

3 说明

PGA855 是一款具有全差分输出的高带宽可编程增益仪表放大器。PGA855 具有八种二进制增益设置（从 0.125 V/V 的衰减增益到最大 16 V/V），可以通过三个数字增益选择引脚进行选择。使用 VOCM 引脚单独设置输出共模电压。

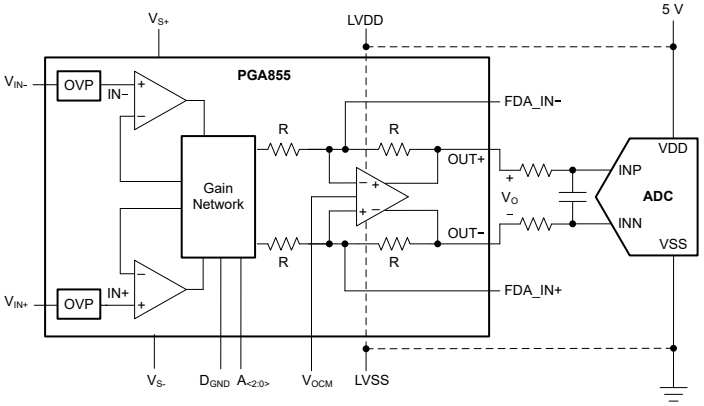
PGA855 架构经过优化，可驱动采样率高达 1MSPS 的高分辨率精密模数转换器 (ADC) 的输入，无需额外的 ADC 驱动器。输出级电源 (LVSS/LVDD) 与输入级解耦，可连接到 ADC 的电源，以保护 ADC 或下游器件免受过驱损坏。

超 β 输入晶体管提供超低的输入偏置电流，进而提供 0.3pA/√Hz 的超低输入电流噪声密度，因而 PGA855 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，PGA855 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 ±40 V 的过压。

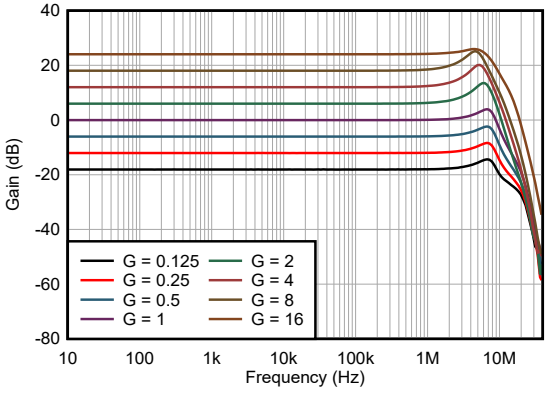
封装信息

器件型号	封装(1)	封装尺寸(2)
PGA855	RGT（VQFN，16）	3mm x 3mm

(1) 如需了解可用封装，请参阅封装选项附录。
(2) 封装尺寸（长 × 宽）为标称值，并包括引脚（如适用）。



PGA855 简化版应用



增益与频率的关系

本资源的原文使用英文撰写。为方便起见，TI 提供了译文；由于翻译过程中可能使用了自动化工具，TI 不保证译文的准确性。为确认准确性，请务必访问 ti.com 参考最新的英文版本（控制文档）。

内容

1 特性.....1
2 应用.....1
3 说明.....1
4 修订历史记录.....2
5 器件比较表.....3
6 引脚配置和功能.....3
7 规格.....5
7.1 绝对最大额定值.....5
7.2 ESD 等级.....5
7.3 建议运行条件.....5
7.4 热性能信息.....6
7.5 电气特性.....6
7.6 典型特性.....10
8 详细说明.....22
8.1 概述.....22
8.2 功能方框图.....22
8.3 特性说明.....23
8.4 器件功能模式.....25
9 应用和实施.....26
9.1 应用信息.....26
9.2 典型应用.....28
9.3 电源相关建议.....33
9.4 布局.....33
10 器件和文档支持.....35
10.1 器件支持.....35
10.2 文档支持.....35
10.3 接收文档更新通知.....35
10.4 支持资源.....35
10.5 商标.....35
10.6 静电放电警告.....35
10.7 术语表.....35
11 机械、封装和可订购信息.....35

4 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 A (September 2023) to Revision B (September 2023)	Page
• 将 *说明* 部分中的 4MSPS 更改为 1MSPS	1
• 将 *概述* 部分中的 4MSPS 更改为 1MSPS	22

Changes from Revision * (April 2023) to Revision A (September 2023)	Page
• 将 PGA855 状态从“预告信息（预发布）”更改为“量产数据（正在供货）”	1

Copyright © 2023 Texas Instruments Incorporated

5 器件比较表

器件	说明	增益公式	引脚处的 RG 引脚
INA849	超低噪声 (1nV/ √Hz)，高带宽仪表放大器	G = 1 + 6kΩ/RG	2、3
INA851	具有低噪声 (3.2nV/ √Hz)、高速 (22MHz) 和过压保护 (±40V) 功能的全差分仪表放大器	G = 1 + 6kΩ/RG	2、3
PGA280	具有 3V 或 5V 差分输出、20mV 至 ±10V 可编程增益和高达 ±18V 模拟电源的仪表放大器	可通过 SPI 进行数字编程	不适用
PGA281	零漂移、高电压可编程增益放大器	可通过引脚进行数字编程	不适用

6 引脚配置和功能

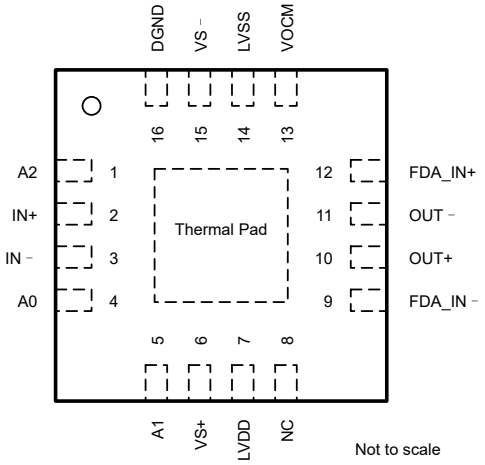


图 6-1. RGT 封装，16 引脚 VQFN（顶视图）

表 6-1. 引脚功能

引脚		类型	说明
名称	编号		
A0	4	输入	增益选项引脚 0
A1	5	输入	增益选项引脚 1
A2	1	输入	增益选项引脚 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	为输出共模值设置的电平
VS+	6	电源	输入级正电源
VS –	15	电源	输入级负电源

Copyright © 2023 Texas Instruments Incorporated

表 6-1. 引脚功能（续）

引脚		类型	说明
名称	编号		
散热焊盘	散热焊盘	—	该散热焊盘必须焊接到印刷电路板 (PCB)。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是如此。

Copyright © 2023 Texas Instruments Incorporated

7 规格

7.1 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
V_{IN}	信号输入引脚 IN+、IN– 上的电压	$(V_{S-}) - 40$	$(V_{S+}) + 40$	V
	DGND、FDA_IN+、FDA_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_O	信号输出引脚 OUT+、OUT– 上的最大电压	$V_{LVSS} - 0.5$	$V_{LVDD} + 0.5$	V
V_{OCM}	输出共模电压	$V_{LVSS} - 0.5$	$V_{LVDD} + 0.5$	V
I_O	信号输出引脚电流	–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}	存储温度	-65	150	°C

(1) 超出*绝对最大额定值*的运行可能会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。

7.2 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(1)	±2000	V
		充电器件模型 (CDM)，符合 ANSI/ESDA/JEDEC JS-002 (2)	±1000	

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

7.3 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	8	36	V
		双通道电源	±4	±18	
V_{SOUT}	输出级电源电压	单电源	4.5	36	V
		双通道电源	±2.25	±18	
T_A	额定温度		-40	125	°C

Copyright © 2023 Texas Instruments Incorporated

7.4 热性能信息

热指标(1)		PGA855 RGT (VQFN) 16 引脚	单位
$R_{\theta JA}$	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 封装热指标应用报告。

7.5 电气特性

T_A = 25°C，V_S = V_{SOUT} = ±15V，V_{ICM} = V_{OCM} 处于 1/2 Vs，R_L = 10kΩ，且 G = 1V/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（以输入为基准）	G = 1 至 16			±70	±350	μV
		G < 1			±70/G	±350/G	
	差分失调电压漂移（以输入为基准）	G = 1 至 16，T_A = –40°C 至 +125°C			±0.3	±1.0	μV/°C
		G < 1，T_A = –40°C 至 +125°C			±0.3/G	±1.0/G	
PSRR	电源抑制比	±4V ≤ V_S ≤ ±18V，RTI	G = 0.125	102	108		dB
			G = 0.25	108	114		dB
			G = 0.5	114	120		
			G = 1	120	126		
			G = 2	120	126		
			G = 4	120	132		
			G = 8	120	136		
			G = 16	120	140		
z_{id}	差分阻抗				100 || 1		GΩ || pF
z_{ic}	共模阻抗				100 || 7		GΩ || pF
V_I	输入电压	V_S = ±4V 至 ±18V，T_A = –40°C 至 +125°C		(V_{S-}) + 2.5		(V_{S+}) – 2.5	V
CMRR	共模抑制比	直流至 60Hz，V_{ICM} = ±10V，T_A = –40°C 至 +125°C，RTI	G = 0.125	64	82		dB
			G = 0.25	70	88		
			G = 0.5	76	94		
			G = 1	82	100		
			G = 2	88	106		
			G = 4	94	112		
			G = 8	100	118		
			G = 16	106	124		
偏置电流							
I_B	输入偏置电流				0.5	1.8	nA
		T_A = –40°C 至 +125°C			1		
	输入偏置电流漂移	T_A=-40°C 至 +125°C				10	pA/°C
I_{OS}	输入失调电流				0.5	1	nA
		T_A = –40°C 至 +125°C			1		
	输入失调电流漂移	T_A=-40°C 至 +125°C				10	pA/°C

Copyright © 2023 Texas Instruments Incorporated

7.5 电气特性（续）

T_A = 25°C，V_S = V_{SOUT} = ±15V，V_{ICM} = V_{OCM} 处于 1/2 Vs，R_L = 10kΩ，且 G = 1V/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}	以输入为基准的电压噪声密度	f = 1kHz	G = 16		7.8		nV/√Hz
			G = 8		8.0		
			G = 4		8.6		
			G = 2		12.6		
			G = 1		21.6		
			G = 0.5		42		
			G = 0.25		84		
			G = 0.125		168		
E_{NI}	输入基准电压噪声	f_B = 0.1Hz 至 10Hz	G = 16		0.26		μV_{PP}
			G = 8		0.27		
			G = 4		0.29		
			G = 2		0.44		
			G = 1		0.8		
			G = 0.5		1.6		
			G = 0.25		3.2		
			G = 0.125		6.4		
i_N	输入电流噪声密度	f = 1kHz			0.3		pA/√Hz
I_N	输入电流噪声	f_B = 0.1Hz 至 10Hz			13		pA_{PP}
增益							
	差分增益范围			0.125		16	V/V
GE	差分增益误差	G = 0.25、0.5、2、4			±0.02	±0.05	%
		G = 1			±0.02	±0.03	
		G = 0.125、8、16			±0.03	±0.07	
	差分增益漂移	G = 1，T_A = –40°C 至 +125°C				±1	ppm/°C
		G = 0.125、0.25、0.5、2、4、8、16，T_A = –40°C 至 +125°C				±2	
	差分增益非线性	G = 0.125 至 16，$V_{OUTDIFF}$ = 10V			2	5	ppm
			T_A=-40°C 至 +125°C			10	
输出							
V_{OUT}	输出电压	无负载	V_{SOUT} = ±2.25 V	V_{LVSS} + 0.1		V_{LVDD} – 0.1	V
		R_L = 10kΩ	V_{SOUT} = ±2.25 V	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	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 = 0.125 至 16			10		MHz
SR	压摆率	G = 0.125 至 16，$V_{OUTDIFF}$ > 5V			35		V/µs
t_S	趋稳时间	G = 0.125 至 16 V_{INDIFF} = 10V 阶跃或 $V_{OUTDIFF}$ = 10V 阶跃	达 0.01%		0.7		µs
			达 0.0015%		0.95		
	增益开关时间				2		µs
THD+N	总谐波失真和噪声	差分输入，f = 10kHz，V_O = $10V_{PP}$			–110		dB
		单端输入，f = 10kHz，V_O = $10V_{PP}$			–105		
HD2	二阶谐波失真	差分输入，f = 10kHz，V_O = $10V_{PP}$			–120		dB
		单端输入，f = 10kHz，V_O = $10V_{PP}$			–110		

Copyright © 2023 Texas Instruments Incorporated

7.5 电气特性（续）

T_A = 25°C，V_S = V_{SOUT} = ±15V，V_{ICM} = V_{OCM} 处于 1/2 Vs，R_L = 10kΩ，且 G = 1V/V（除非另有说明）

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
HD3	三阶谐波失真	差分输入，f = 10kHz，V_O = $10V_{PP}$		–120		dB
		单端输入，f = 10kHz，V_O = $10V_{PP}$		–110		

Copyright © 2023 Texas Instruments Incorporated

7.5 电气特性（续）

T_A = 25°C，V_S = V_{SOUT} = ±15V，V_{ICM} = V_{OCM} 处于 1/2 Vs，R_L = 10kΩ，且 G = 1V/V（除非另有说明）

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
输出共模电压 (V_{OCM}) 控制						
V_{OCM}	共模输入电压	V_S = ±4V	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}		16		MHz
	大信号带宽 V_{OCM} 引脚	V_{OCM} = 0.6V_{PP}		16		MHz
	直流输出平衡	V_{OCM} 固定在 1/2 Vs (V_O = ±1V)		70		dB
	输入阻抗 V_{VOCM} 引脚			250 || 1		kΩ || pF
	偏离 1/2 Vs 的 V_{OCM} 失调电压	VOCM 引脚悬空		±1	±3.5	mV
	V_{OCM} 失调电压	V_{OCM} = V_{ICM}，V_O = 0V		±1	±3.5	mV
	V_{OCM} 失调电压温漂	V_{OCM} = V_{ICM}，V_O = 0V，T_A = –40°C 至 +125°C		±20	±40	µV/°C
输出级电源						
I_{Q_input}	输入级静态电流 V_{S+}、V_{S-}	V_{IN} = 0V		3	3.7	mA
		T_A = –40°C 至 +125°C			4.5	
输出级电源						
I_{Q_output}	输出级静态电流 V_{LVDD}、V_{LVSS}	V_{IN} = 0V，V_{OCM} 固定在 1/2 Vs		2.3	2.8	mA
		T_A = –40°C 至 125°C			3.5	
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

Copyright © 2023 Texas Instruments Incorporated

7.6 典型特性

T_A = 25°C，V_S = V_{SOUT} = ±15V，V_{ICM} = V_{OCM} = 0V，R_L = 10kΩ，且 G = 1V/V（除非另有说明）

表 7-1. 图形表

说明	图表
失调电压 (RTI) 的分布，G = 16V/V	图 7-1
失调电压漂移 (RTI) 的分布，G = 16V/V	图 7-2
失调电压 (RTI) 的分布，G = 1V/V	图 7-3
失调电压漂移 (RTI) 的分布，G = 1V/V	图 7-4
失调电压 (RTI) 的分布，G = 0.125V/V	图 7-5
失调电压漂移 (RTI) 的分布，G = 0.125V/V	图 7-6
差分增益误差分布，G = 16V/V	图 7-7
差分增益误差分布，G = 1V/V	图 7-8
增益误差与温度间的关系，G = 1V/V	图 7-9
差分增益误差分布，G = 0.125V/V	图 7-10
输入偏置电流的分布	图 7-11
输入偏置电流的分布，T_A = 85°C	图 7-12
输入偏置电流与温度间的关系	图 7-13
输入偏置电流与输入共模电压间的关系	图 7-14
输入失调电流的分布	图 7-15
输入失调电流与温度间的关系	图 7-16
失调电压 (RTI) 与温度间的关系，G = 16V/V	图 7-17
失调电压 (RTI) 与温度间的关系	图 7-18
失调电压 (RTI) 与温度间的关系，G = 0.125V/V	图 7-19
失调电压 (RTI) 与输入共模电压间的关系	图 7-20
CMRR 分布，G = 16V/V	图 7-21
CMRR 分布，G = 1V/V	图 7-22
CMRR 分布，G = 0.125V/V	图 7-23
CMRR 与频率间的关系 (RTI)	图 7-24
CMRR 与频率间的关系（非平衡）	图 7-25
典型 CMRR 与温度间的关系	图 7-26
正 PSRR 与频率间的关系	图 7-27
负 PSRR 与频率间的关系	图 7-28
PSRR 分布，G = 16V/V	图 7-29
PSRR 分布，G = 1V/V	图 7-30
PSRR 分布，G = 0.125V/V	图 7-31
增益非线性，G = 16V/V	图 7-32
增益非线性，G = 1V/V	图 7-33
增益非线性，G = 0.125V/V	图 7-34
电压噪声频谱密度 (RTI) 与频率间的关系	图 7-35
0.1Hz 至 10Hz 电压噪声 (RTI)，G = 16V/V	图 7-36
0.1Hz 至 10Hz 电压噪声 (RTI)，G = 1V/V	图 7-37
0.1Hz 至 10Hz 电压噪声 (RTI)，G = 0.125V/V	图 7-38
电流噪声频谱密度与频率间的关系	图 7-39

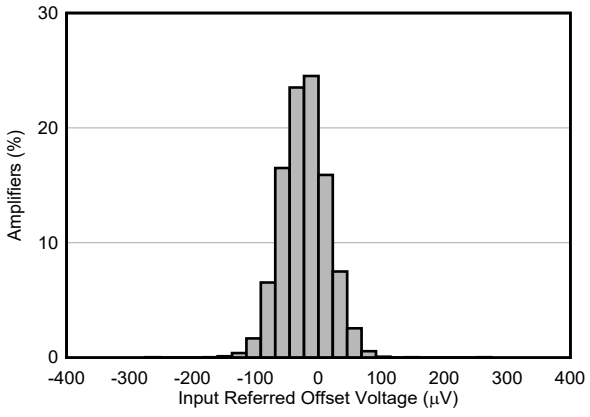
Copyright © 2023 Texas Instruments Incorporated

7.6 典型特性

T_A = 25°C，V_S = V_{SOUT} = ±15V，V_{ICM} = V_{OCM} = 0V，R_L = 10kΩ，且 G = 1V/V（除非另有说明）

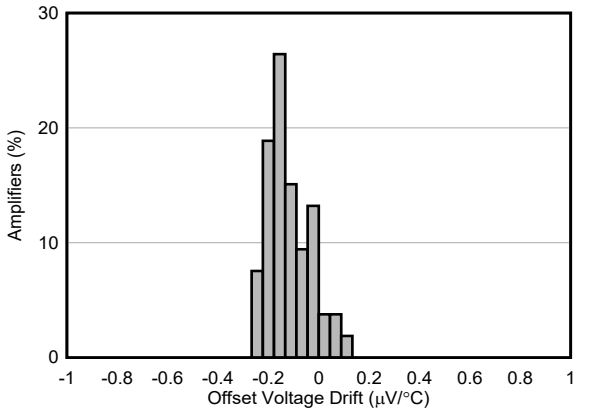
表 7-1. 图形表（续）

说明	图表
增益与频率的关系	图 7-40
大信号阶跃响应与频率间的关系	图 7-41
小信号阶跃响应，G = 16V/V	图 7-42
小信号阶跃响应，G = 1V/V	图 7-43
小信号阶跃响应，G = 0.125V/V	图 7-44
大信号阶跃响应	图 7-45
增益开关瞬态响应	图 7-46
输出短路电流与温度间的关系	图 7-47
正输出电压摆幅与输出电流间的关系	图 7-48
负输出电压摆幅与输出电流间的关系	图 7-49
过载恢复	图 7-50
闭环输出阻抗与频率间的关系	图 7-51
过冲与容性负载间的关系	图 7-52
静态电流与温度间的关系	图 7-53
THD + 噪声与频率间的关系（22kHz 滤波器）	图 7-54
THD + 噪声与频率间的关系（500kHz 滤波器）	图 7-55
二次谐波失真与频率间的关系	图 7-56
三次谐波失真与频率间的关系	图 7-57
不同负载下总谐波失真与频率间的关系	图 7-58
Ax 数字输入引脚电流与 Ax 数字输入引脚电压间的关系	图 7-59
DGND 数字输入引脚电流与 A2 数字输入引脚电压间的关系	图 7-60
数字输入引脚电流与温度间的关系	图 7-61



N = 2500　　均值 = -21.25µV　　标准偏差= 36.79µV
G = 16 V/V

图 7-1. 失调电压 (RTI) 的分布



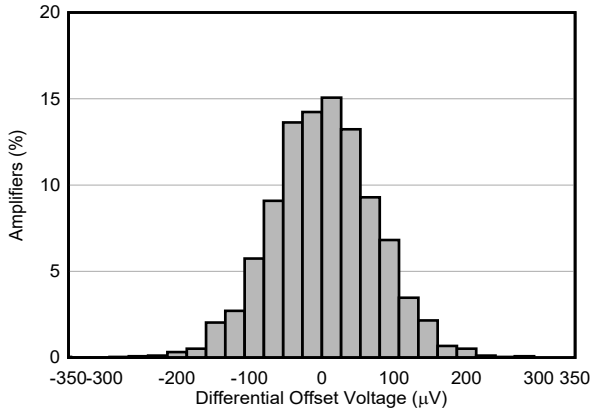
N = 53　　均值 = -0.11 µ V/°C　　标准偏差= 0.08µV/°C
G = 16 V/V

图 7-2. 失调电压漂移 (RTI) 的分布

Copyright © 2023 Texas Instruments Incorporated

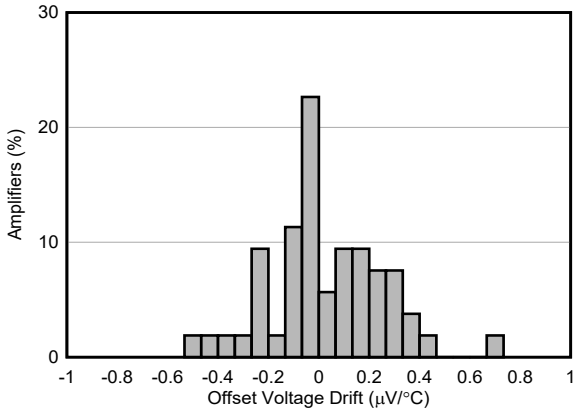
7.6 典型特性（续）

T_A = 25°C，V_S = V_{SOUT} = ±15V，V_{ICM} = V_{OCM} = 0V，R_L = 10kΩ，且 G = 1V/V（除非另有说明）



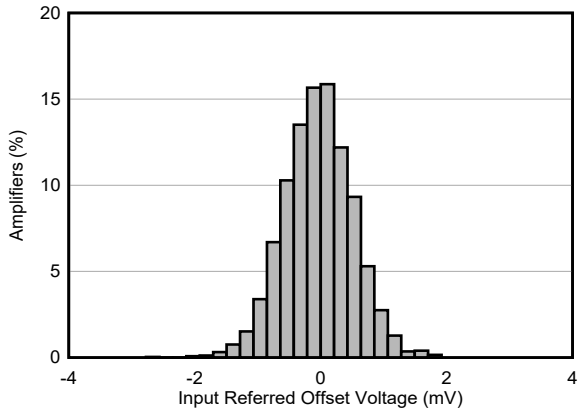
N = 2500　　均值 = 2.83µV　　标准偏差= 71.58µV
G = 1V/V

图 7-3. 失调电压 (RTI) 的分布



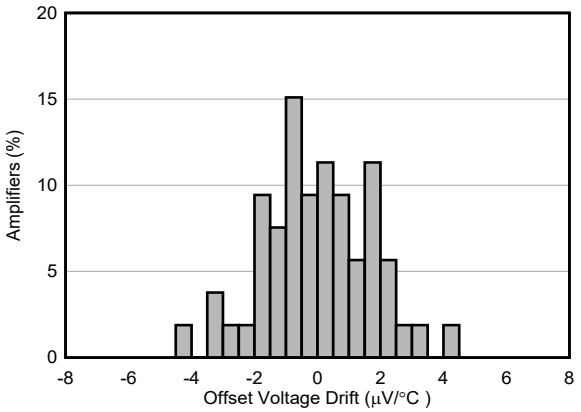
N = 53　　均值 = -0.024 µ V/°C　　标准偏差= 0.22µV/°C
G = 1V/V

图 7-4. 失调电压漂移 (RTI) 的分布



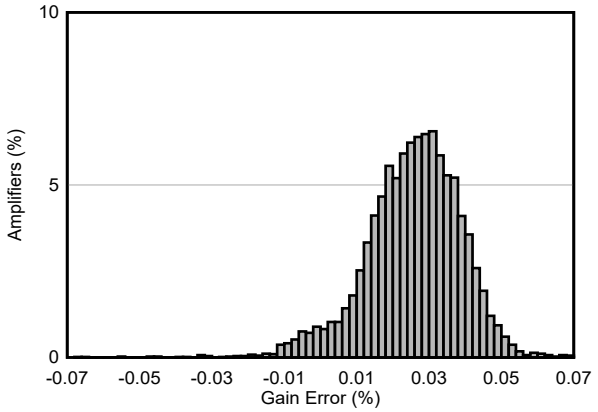
N = 2500　　均值 = –36µV　　标准偏差= 540µV
G = 0.125 V/V

图 7-5. 失调电压 (RTI) 的分布



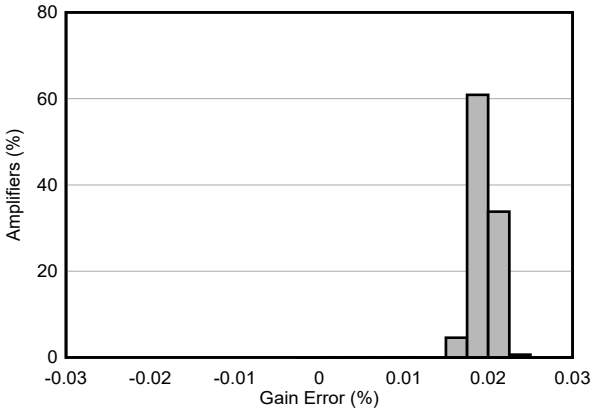
N = 53　　均值 = -0.028 µ V/°C　　标准偏差= 1.69µV/°C
G = 0.125 V/V

图 7-6. 失调电压漂移 (RTI) 的分布



N = 7295　　平均值 = 0.0257 %　　标准偏差= 0.0136%
G = 16 V/V

图 7-7. 差分增益误差的分布



N = 7295　　平均值 = 0.0195 %　　标准偏差= 0.0012%
G = 1V/V

图 7-8. 差分增益误差的分布

Copyright © 2023 Texas Instruments Incorporated

7.6 典型特性（续）

T_A = 25°C，V_S = V_{SOUT} = ±15V，V_{ICM} = V_{OCM} = 0V，R_L = 10kΩ，且 G = 1V/V（除非另有说明）

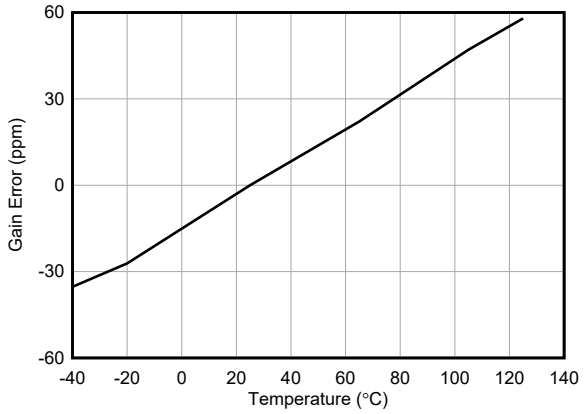
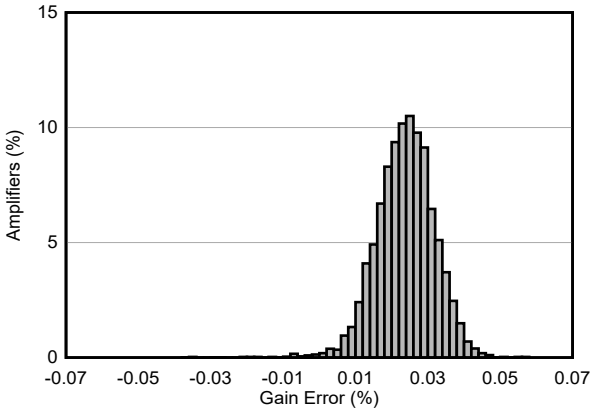
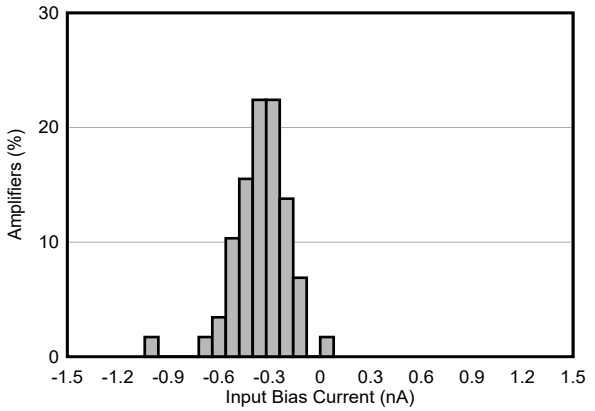


图 7-9. 增益误差与温度间的关系



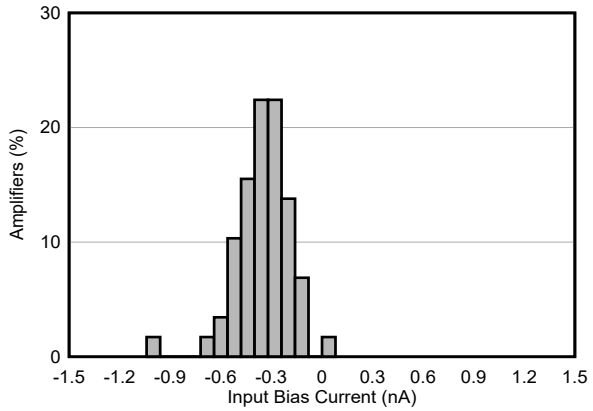
N = 7295　　平均值 = 0.0238%　　标准偏差= 0.008%
G = 0.125 V/V

图 7-10. 差分增益误差的分布



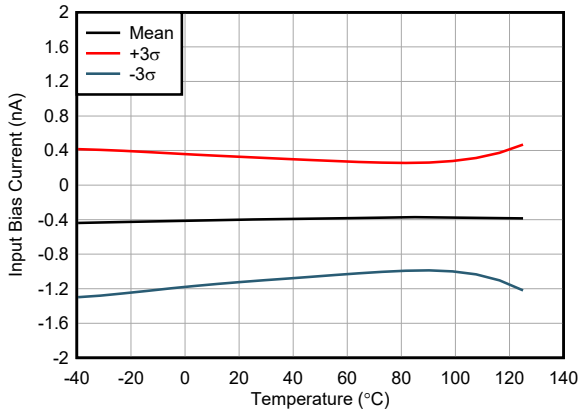
N = 59　　平均值 = –0.37nA　　标准偏差= 0.183nA

图 7-11. 输入偏置电流的分布



N = 59　　平均值 = –0.34nA　　标准偏差= 0.16nA
T_A = 85°C

图 7-12. 输入偏置电流的分布



59 个单元，1 个晶圆批次

图 7-13. 输入偏置电流与温度间的关系

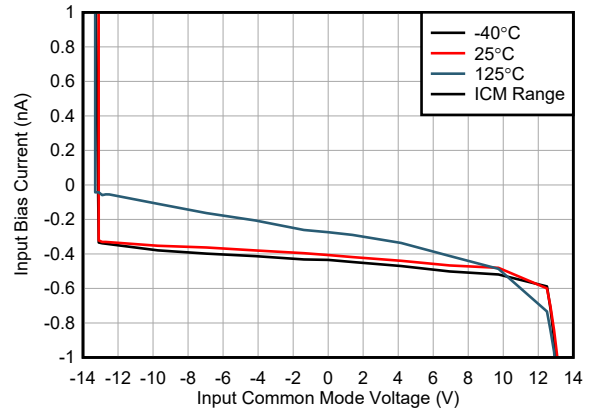
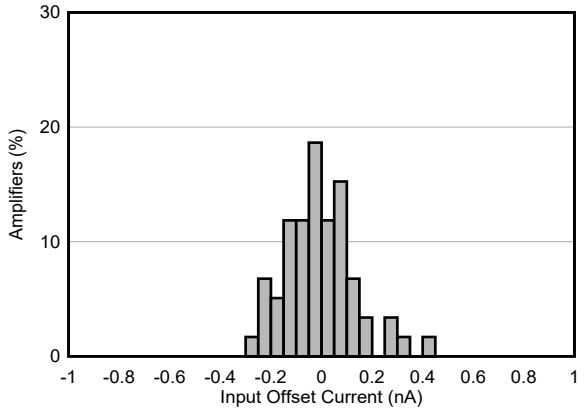


图 7-14. 输入偏置电流与输入共模电压间的关系

Copyright © 2023 Texas Instruments Incorporated

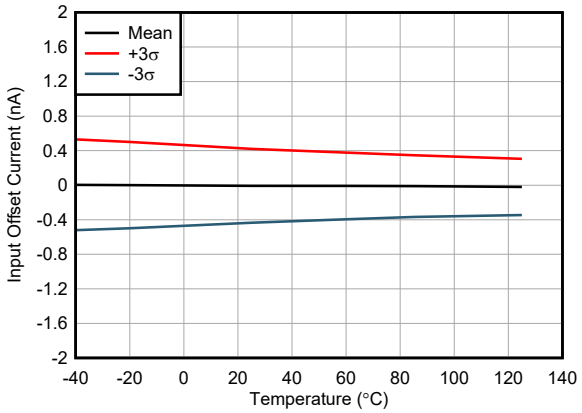
7.6 典型特性（续）

T_A = 25°C，V_S = V_{SOUT} = ±15V，V_{ICM} = V_{OCM} = 0V，R_L = 10kΩ，且 G = 1V/V（除非另有说明）



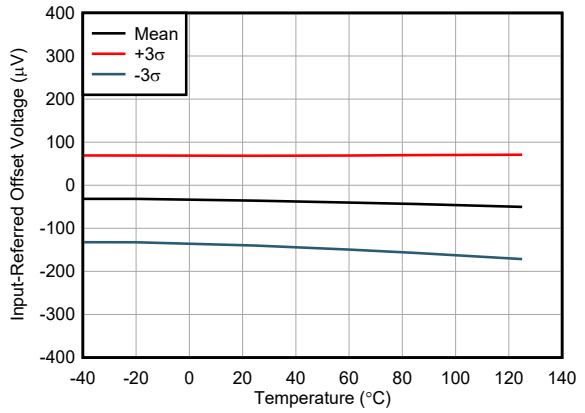
N = 59　　平均值 = –0.007nA　　标准偏差= 0.142nA

图 7-15. 输入失调电流的分布



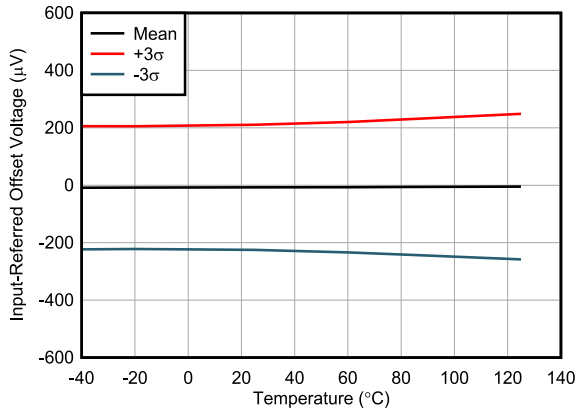
59 个单元，1 个晶圆批次

图 7-16. 输入失调电流与温度间的关系



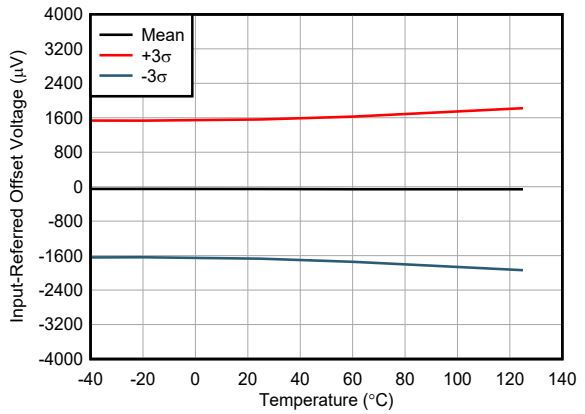
G = 16 V/V　　53 个单元，1 个晶圆批次

图 7-17. 失调电压 (RTI) 与温度间的关系



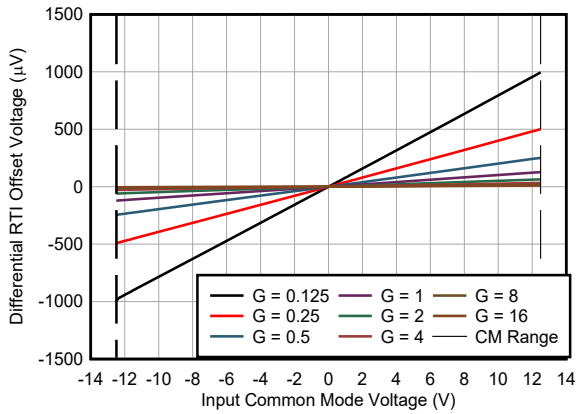
G = 1V/V　　53 个单元，1 个晶圆批次

图 7-18. 失调电压 (RTI) 与温度间的关系



G = 0.125 V/V　　53 个单元，1 个晶圆批次

图 7-19. 失调电压 (RTI) 与温度间的关系



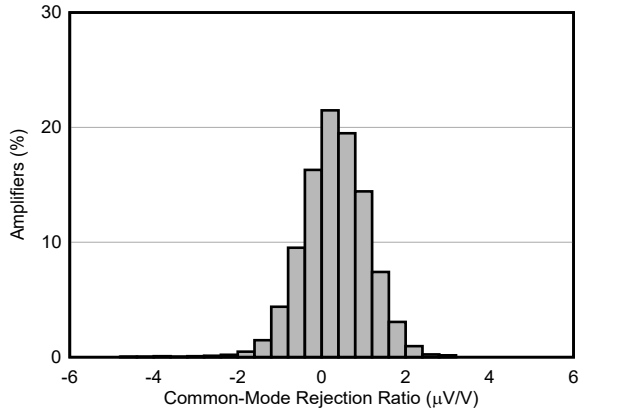
所示为典型单元

图 7-20. 失调电压 (RTI) 与输入共模电压间的关系

Copyright © 2023 Texas Instruments Incorporated

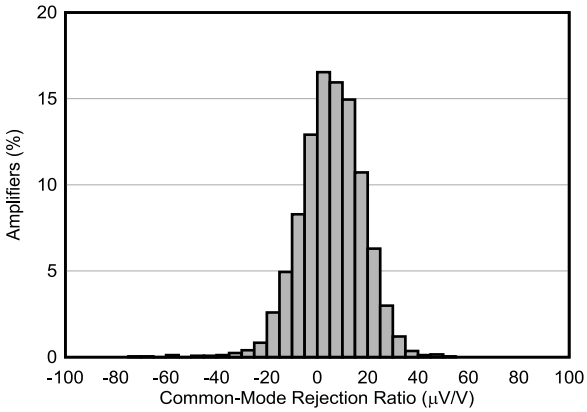
7.6 典型特性（续）

T_A = 25°C，V_S = V_{SOUT} = ±15V，V_{ICM} = V_{OCM} = 0V，R_L = 10kΩ，且 G = 1V/V（除非另有说明）



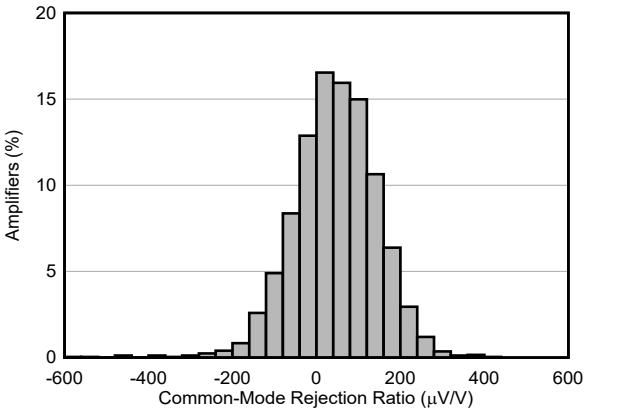
N = 2500　　均值 = 0.31µV/V　　标准偏差= 0.78µV/V
G = 16 V/V

图 7-21. CMRR 分布



N = 2500　　均值 = 5.61µV/V　　标准偏差= 12.50µV/V
G = 1V/V

图 7-22. CMRR 分布



N = 2500　　均值 = 44.98µV/V　　标准偏差= 100µV/V
G = 0.125 V/V

图 7-23. CMRR 分布

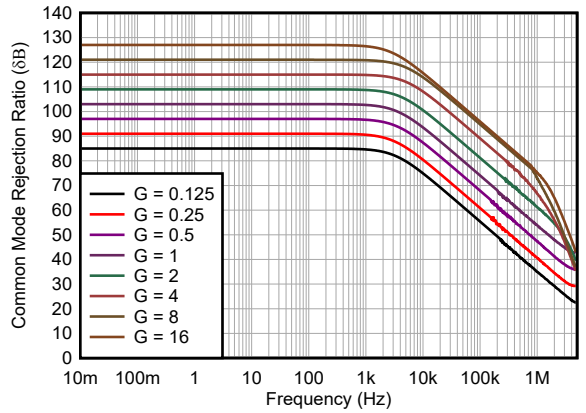


图 7-24. CMRR 与频率间的关系 (RTI)

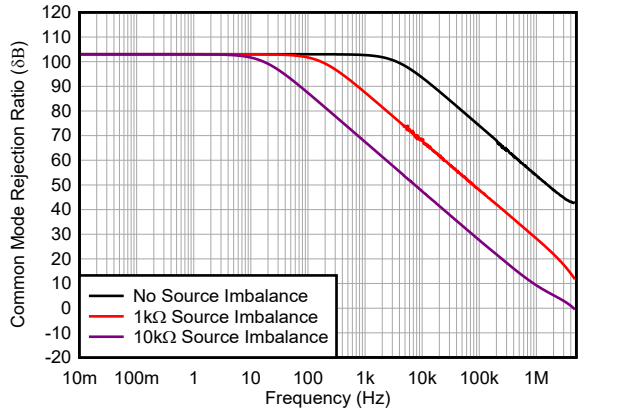
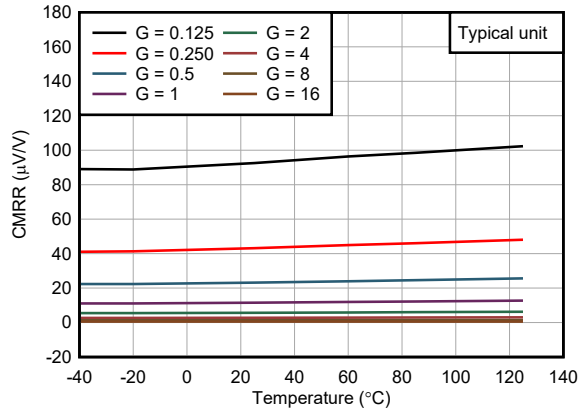


图 7-25. CMRR 与频率间的关系（非平衡）

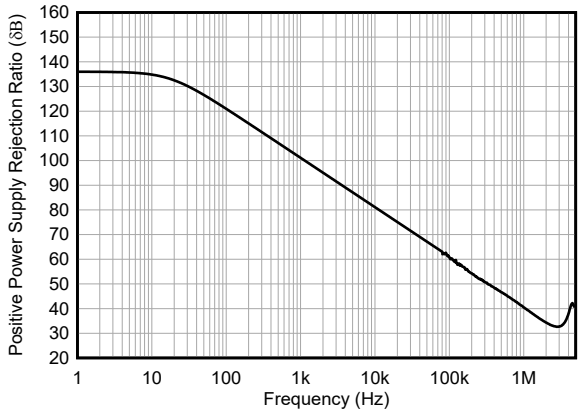


所示为典型单元

图 7-26. 典型 CMRR 与温度间的关系

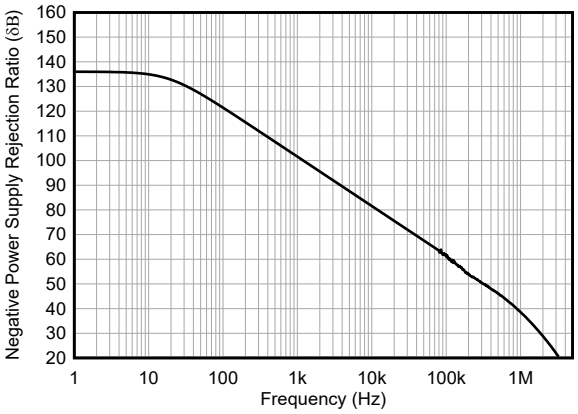
7.6 典型特性（续）

T_A = 25°C，V_S = V_{SOUT} = ±15V，V_{ICM} = V_{OCM} = 0V，R_L = 10kΩ，且 G = 1V/V（除非另有说明）



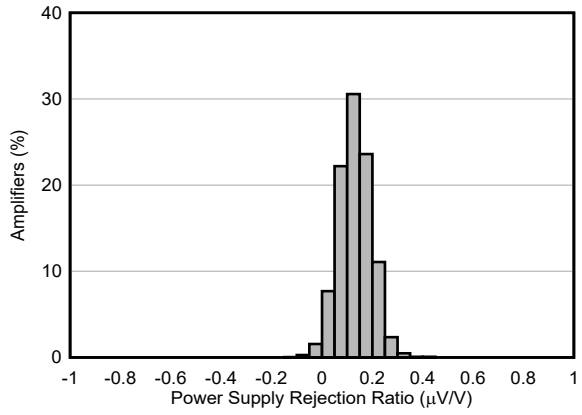
所示为典型单元

图 7-27. 正 PSRR 与频率间的关系



所示为典型单元

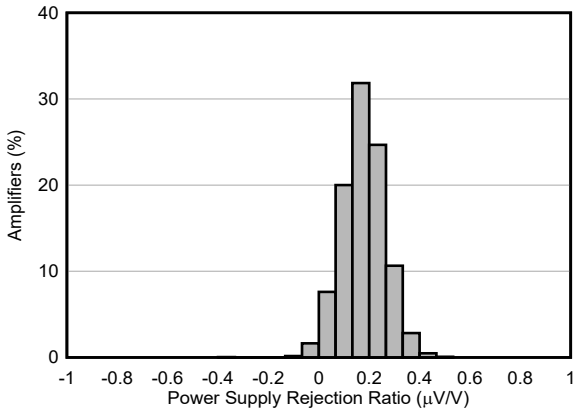
图 7-28. 负 PSRR 与频率间的关系



N = 2500　　均值 = 0.13µV/V　　标准偏差= 0.06µV/V

G = 16 V/V

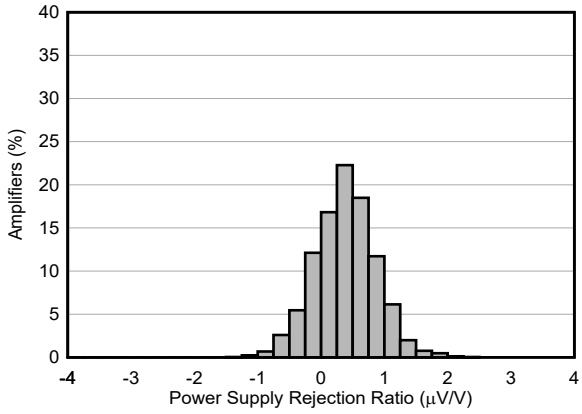
图 7-29. PSRR 分布



N = 2500　　均值 = 0.17µV/V　　标准偏差= 0.08µV/V

G = 1V/V

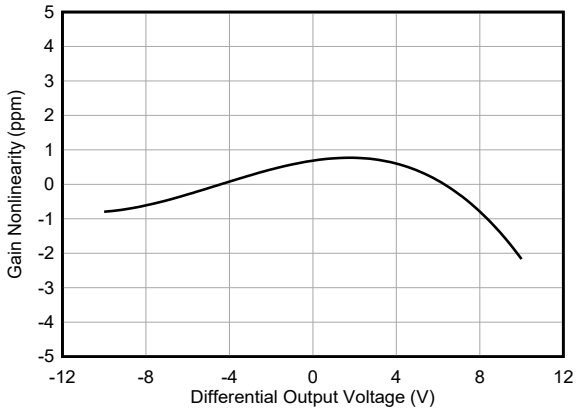
图 7-30. PSRR 分布



N = 2500　　均值 = 0.38µV/V　　标准偏差= 0.48µV/V

G = 0.125 V/V

图 7-31. PSRR 分布



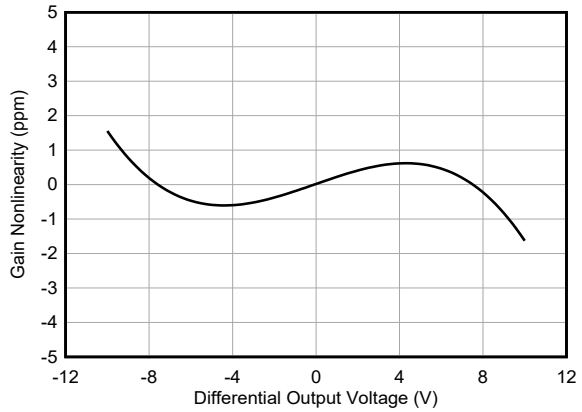
G = 16 V/V　　$V_{OUTDIFF}$ = 10V

图 7-32. 增益非线性

Copyright © 2023 Texas Instruments Incorporated

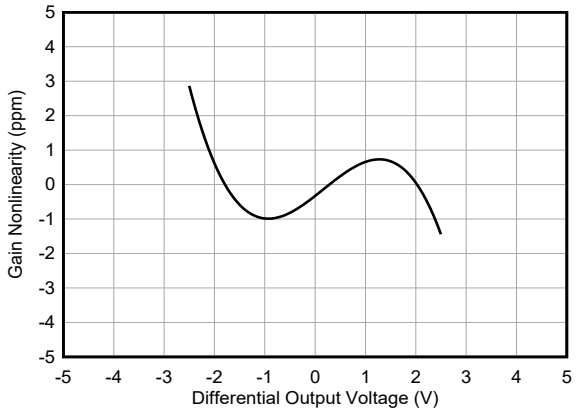
7.6 典型特性（续）

T_A = 25°C，V_S = V_{SOUT} = ±15V，V_{ICM} = V_{OCM} = 0V，R_L = 10kΩ，且 G = 1V/V（除非另有说明）



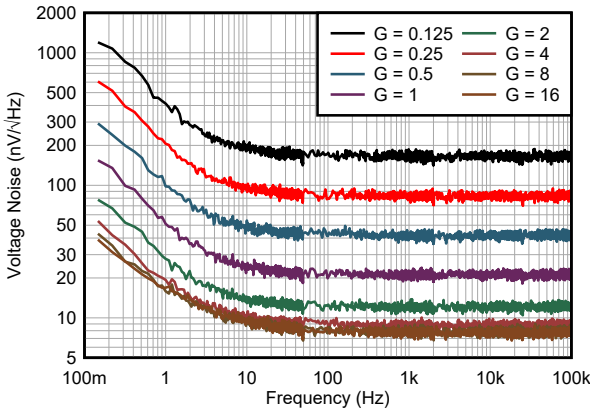
G = 1V/V　　$V_{OUTDIFF}$ = 10V

图 7-33. 增益非线性



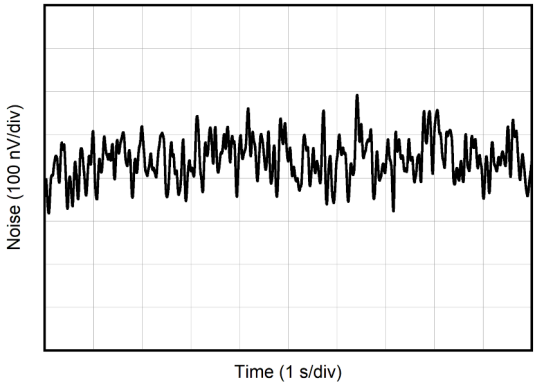
G = 0.125 V/V　　$V_{OUTDIFF}$ = 2.5V

图 7-34. 增益非线性



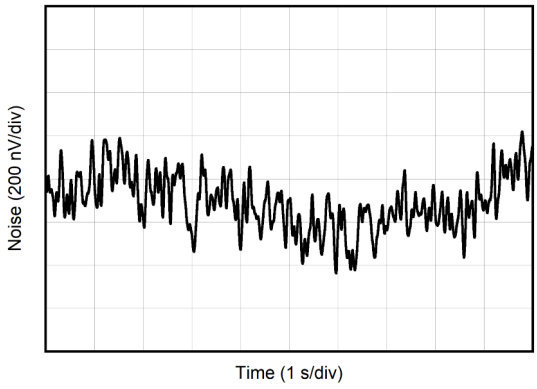
所示为典型单元

图 7-35. 电压噪声频谱密度 (RTI) 与频率间的关系



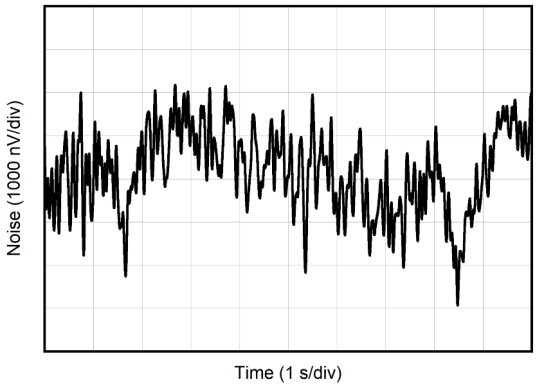
G = 16 V/V

图 7-36. 0.1Hz 至 10Hz 电压噪声 (RTI)



G = 1V/V

图 7-37. 0.1Hz 至 10Hz 电压噪声 (RTI)



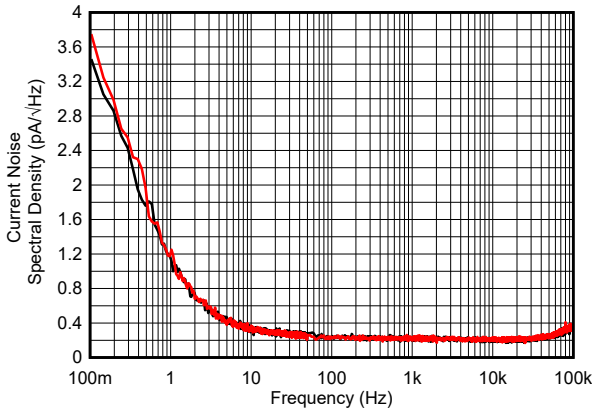
G = 0.125 V/V

图 7-38. 0.1Hz 至 10Hz 电压噪声 (RTI)

Copyright © 2023 Texas Instruments Incorporated

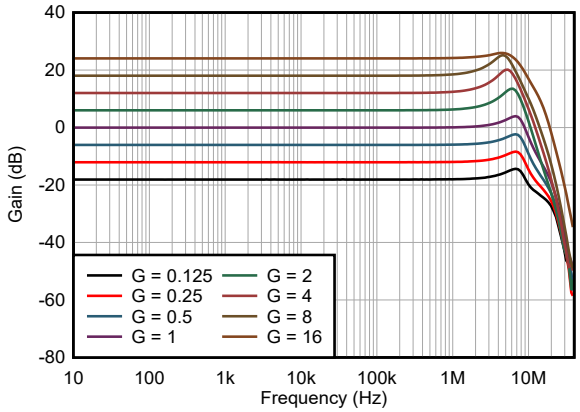
7.6 典型特性（续）

T_A = 25°C，V_S = V_{SOUT} = ±15V，V_{ICM} = V_{OCM} = 0V，R_L = 10kΩ，且 G = 1V/V（除非另有说明）



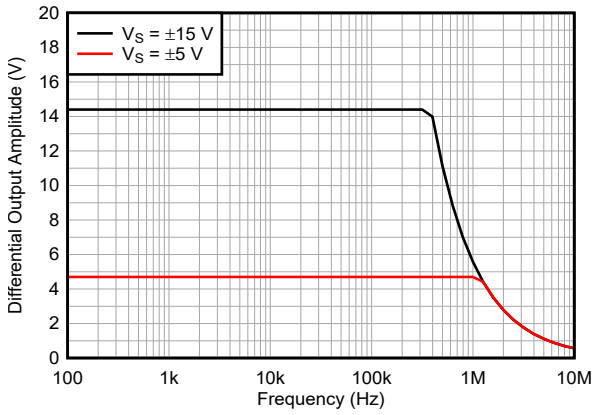
G = 16 V/V

图 7-39. 电流噪声频谱密度与频率间的关系



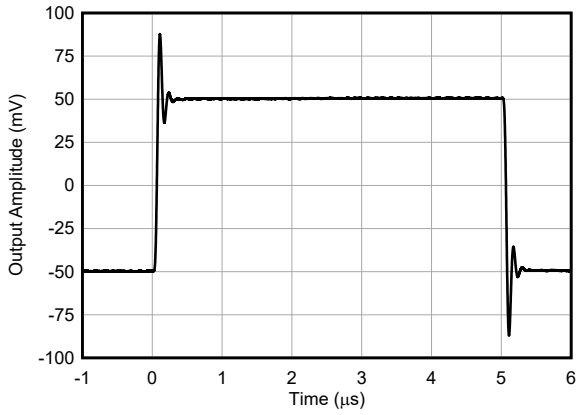
差分负载电容 = 50pF

图 7-40. 增益与频率间的关系



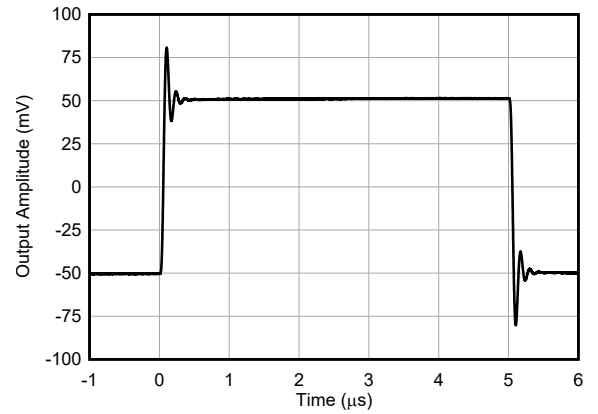
差分负载电容 = 50pF

图 7-41. 大信号阶跃响应与频率间的关系



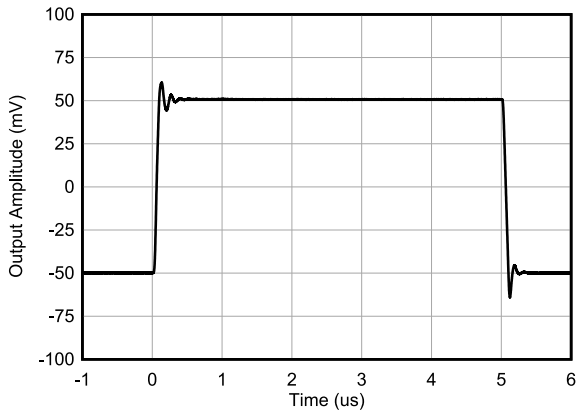
G = 16 V/V　　差分负载电容 = 50pF

图 7-42. 小信号阶跃响应



G = 1V/V　　差分负载电容 = 50pF

图 7-43. 小信号阶跃响应



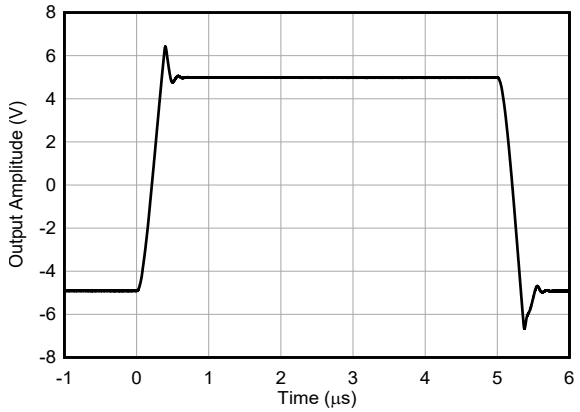
G = 0.125 V/V　　差分负载电容 = 50pF

图 7-44. 小信号阶跃响应

Copyright © 2023 Texas Instruments Incorporated

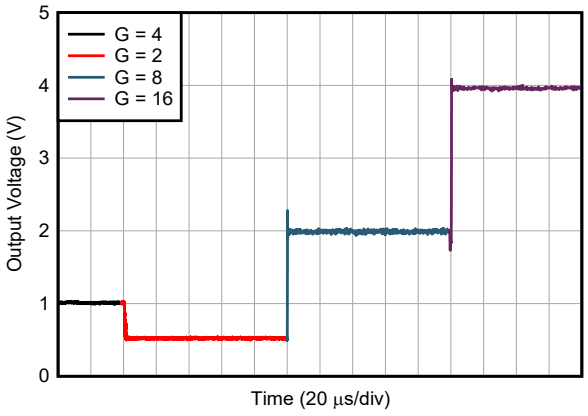
7.6 典型特性（续）

T_A = 25°C，V_S = V_{SOUT} = ±15V，V_{ICM} = V_{OCM} = 0V，R_L = 10kΩ，且 G = 1V/V（除非另有说明）



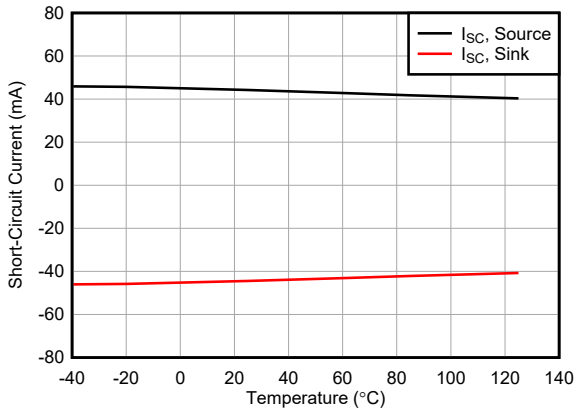
G = 1V/V

图 7-45. 大信号阶跃响应



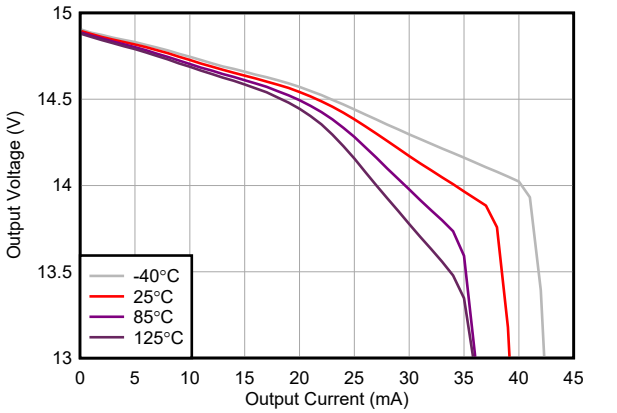
输入电压 = 250mV$_{PP}$

图 7-46. 增益开关瞬态响应



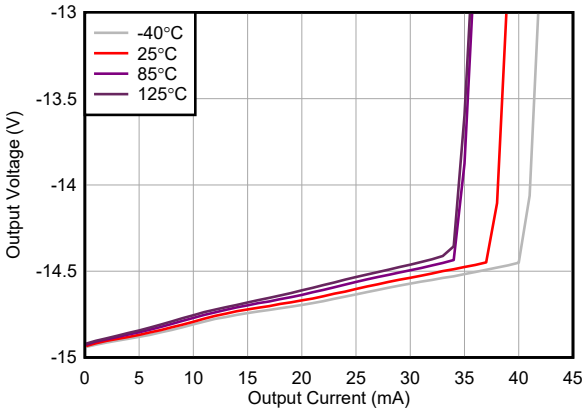
短接至 V_{SOUT}/2

图 7-47. 输出短路电流与温度间的关系



V_S = ±18V　　V_{SOUT} = ±15V　　G = 16 V/V

图 7-48. 正输出电压与输出电流间的关系



V_S = ±18V　　V_{SOUT} = ±15V　　G = 16 V/V

图 7-49. 负输出电压与输出电流间的关系

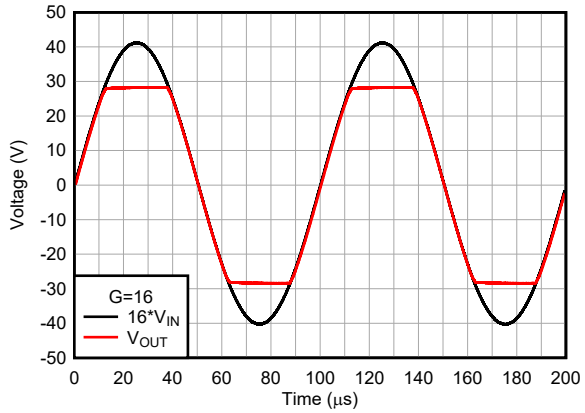


图 7-50. 过载恢复

7.6 典型特性（续）

T_A = 25°C，V_S = V_{SOUT} = ±15V，V_{ICM} = V_{OCM} = 0V，R_L = 10kΩ，且 G = 1V/V（除非另有说明）

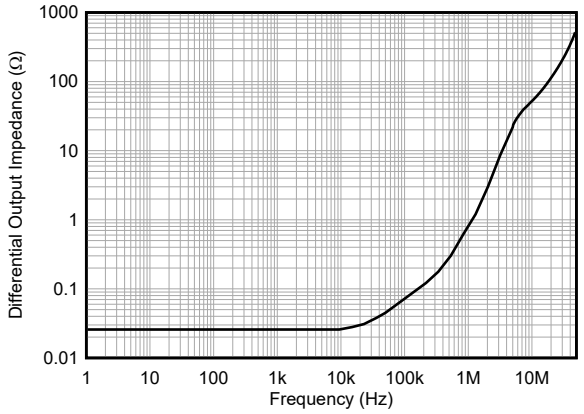


图 7-51. 闭环输出阻抗与频率间的关系

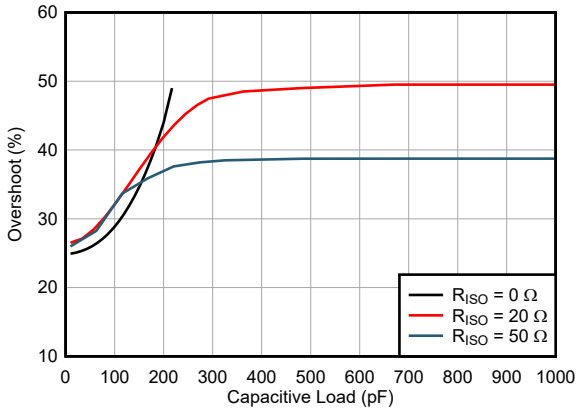


图 7-52. 过冲与容性负载间的关系

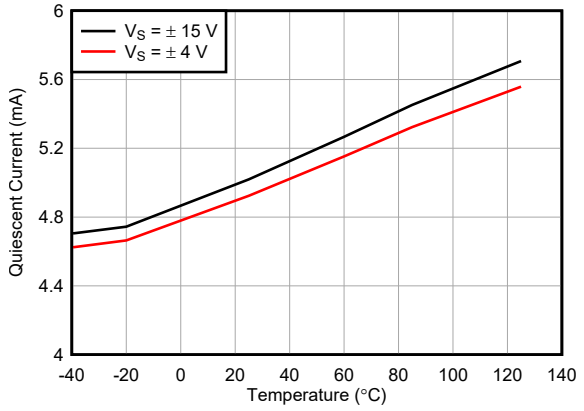
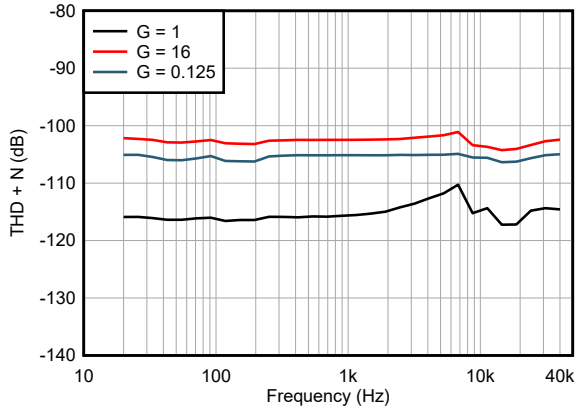
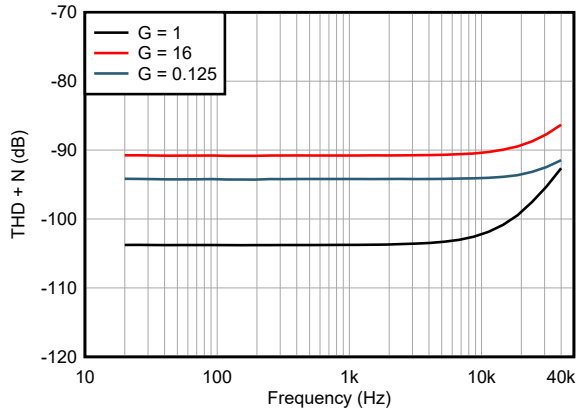


图 7-53. 静态电流与温度间的关系



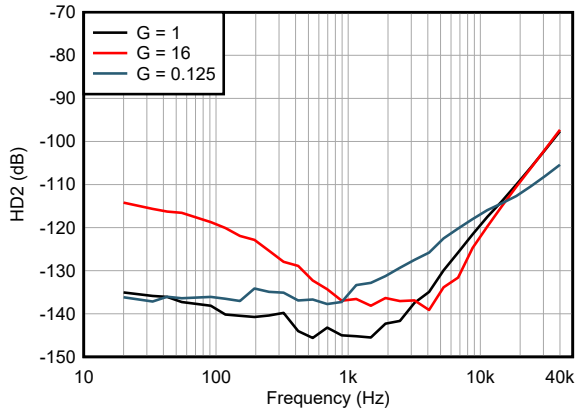
10Hz 至 22kHz 带通滤波器　　$V_{OUTDIFF}$ > 2.5V_{PP}

图 7-54. 总谐波失真 + 噪声与频率间的关系



10Hz 至 500kHz 带通滤波器　　$V_{OUTDIFF}$ > 2.5V_{PP}

图 7-55. 总谐波失真 + 噪声与频率间的关系



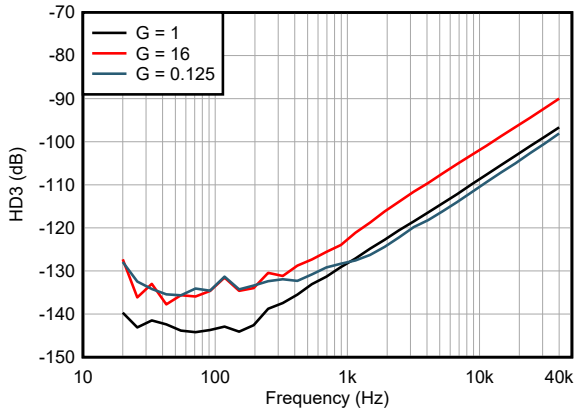
$V_{OUTDIFF}$ > 2.5V_{PP}

图 7-56. 二次谐波失真与频率间的关系

Copyright © 2023 Texas Instruments Incorporated

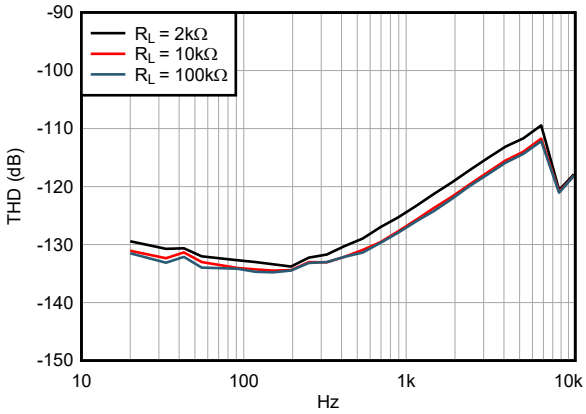
7.6 典型特性（续）

T_A = 25°C，V_S = V_{SOUT} = ±15V，V_{ICM} = V_{OCM} = 0V，R_L = 10kΩ，且 G = 1V/V（除非另有说明）



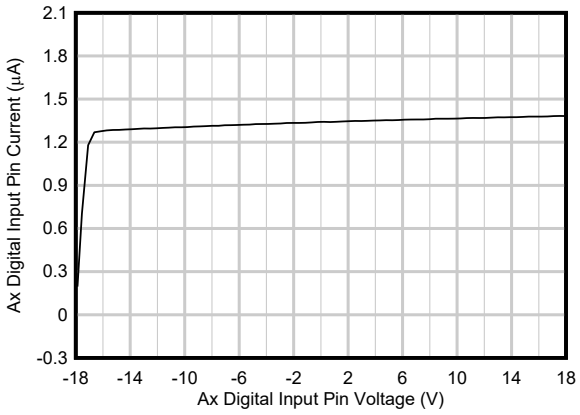
$V_{OUTDIFF}$ > 2.5V_{PP}

图 7-57. 三次谐波失真与频率间的关系



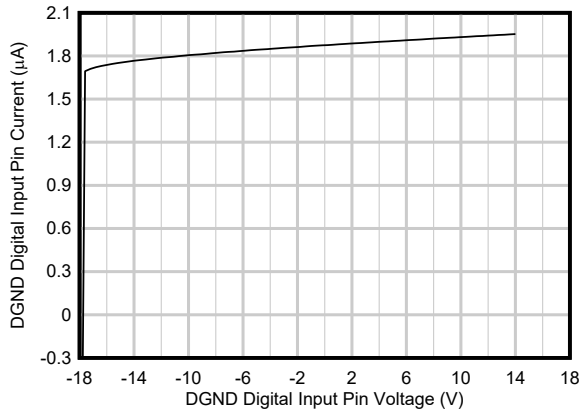
G = 1V/V　　$V_{OUTDIFF}$ = 10V_{PP}

图 7-58. 总谐波失真与频率间的关系



DGND = -18V

图 7-59. Ax 数字输入引脚电流与 Ax 数字输入引脚电压间的关系



Ax = DGND

图 7-60. DGND 数字输入引脚电流与 DGND 数字输入引脚电压间的关系

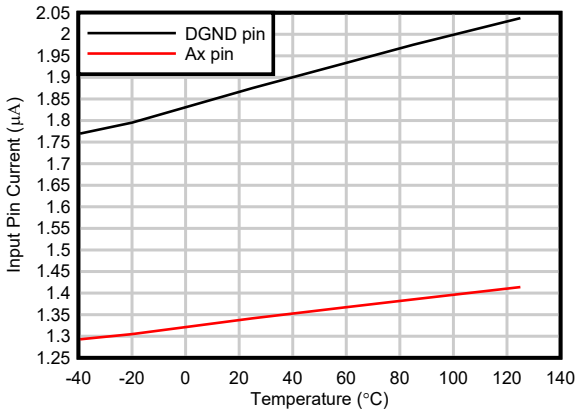


图 7-61. 数字输入引脚电流与温度间的关系

Copyright © 2023 Texas Instruments Incorporated

8 详细说明

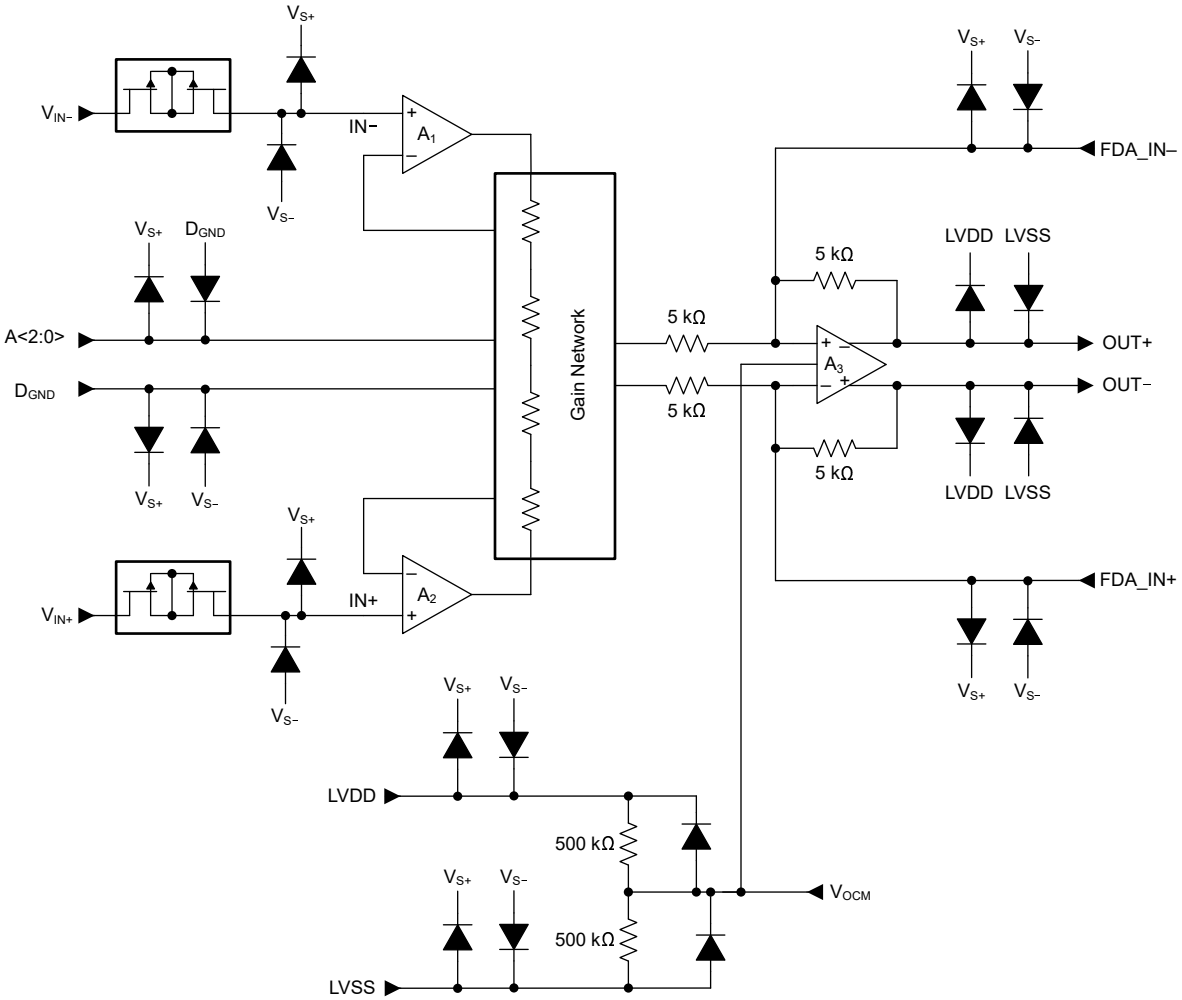
8.1 概述

PGA855 是一款单片、高电压、精密可编程增益仪表放大器。PGA855 整合了高速电流反馈输入级与内部匹配的增益电阻网络，再后接一个四电阻全差分放大器输出级。可使用增益选择引脚 A0、A1 和 A2 来选择八个预编程的二进制增益（范围为 0.125 V/V 至 16 V/V）。

PGA855 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。全差分输出差分放大器 A_3 可抑制输入共模分量，并使输出信号以 VOCM 引脚设置的电压电平为基准。

PGA855 输出放大器带宽经过优化，可驱动采样率高达 1MSPS 的高性能模数转换器 (ADC)，无需额外的 ADC 驱动器。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。

8.2 功能方框图



Copyright © 2023 Texas Instruments Incorporated

8.3 特性说明

8.3.1 增益控制

PGA855 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 8-1 展示了增益设置方框图。表 8-1 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。

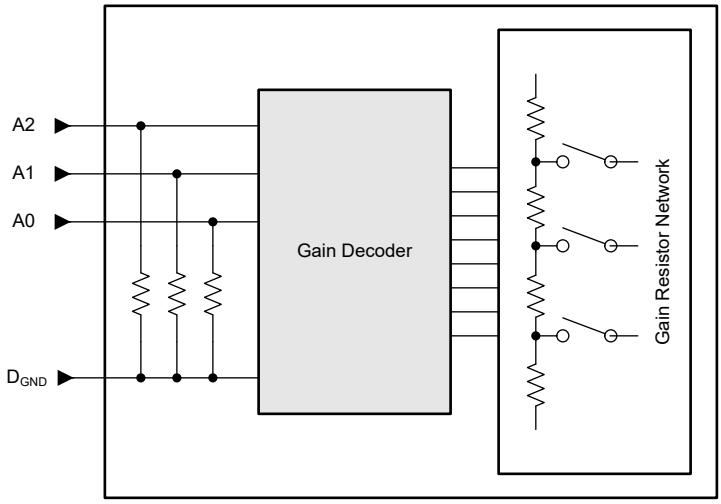


图 8-1. PGA855 增益设置方框图

表 8-1. 增益选项

A2:A0	增益
000	0.125
001	0.25
010	0.5
011	1
100	2
101	4
110	8
111	16

Copyright © 2023 Texas Instruments Incorporated

8.3.2 输入保护

在超出任一电源高达 ±40V 的电压下，PGA855 的输入会受到单独保护。例如，使用 ±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 8-2 展示了过压情况下的输入保护功能。

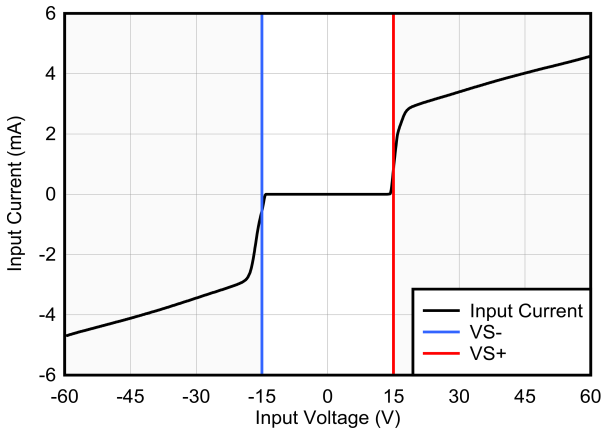


图 8-2. 输入电流与输入过压间的关系

图 8-3 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。

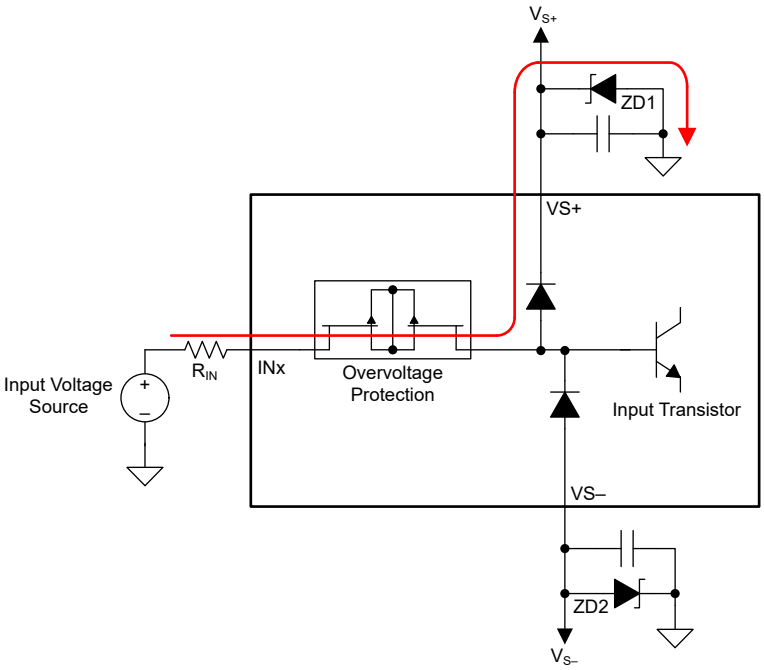


图 8-3. 过压条件下的输入电流路径

Copyright © 2023 Texas Instruments Incorporated

8.3.3 输出共模引脚

PGA855 的输出电压相对于输出共模引脚上的电压 VOCM 进行平衡。大多数设计的起点是为 PGA855 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 1/2 Vs 电压，从而保持围绕 VOCM 中心电压的足够大的输出摆幅。对于直流耦合信号路径，应将该电压设置为最大 V_{LVDD} – 1.5V 与最小 V_{LVSS} + 1.5V 之间的值。对于精密 ADC 应用，该电压通常是 ADC 的输入共模电压。

VOCM 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 VOCM 缓冲器。如果 VOCM 引脚保持悬空，则输出共模电压通过输出级电源引脚之间连接的内部 500kΩ/500kΩ 电阻分压器网络偏置在输出 1/2 Vs 处。

8.3.4 使用全差分输出放大器对噪声进行整形

节 8.2 说明了 PGA855 输出级全差分放大器在 OUT+ 和 OUT – 输出以及反相和同相输入之间分别使用 5kΩ 反馈电阻。对全差分放大器的反相和同相输入的外部直接访问分别通过 FDA_IN – 和 FDA_IN+ 引脚提供。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 (CMRR)。这些引脚上的漏电流不匹配可能会导致 CMRR 性能下降。
- 内部电阻具有 ±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。

8.4 器件功能模式

PGA855 具有单功能模式，可在输入级电源电压大于 ±4V (8V) 且输出级电源电压大于 ±2.25V (4.5V) 的条件下运行；另请参阅节 7.3。

Copyright © 2023 Texas Instruments Incorporated

9 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。

9.1 应用信息

PGA855 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。PGA855 整合了高速电流反馈输入级与内部匹配的增益电阻网络，再后接一个四电阻全差分放大器输出级。PGA855 具有 8 个二进制增益设置（从 0.125V/V 到 16V/V），可以通过这三个数字增益选择引脚进行选择：A0、A1 和 A2。

PGA855 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。

9.1.1 线性工作输入范围

PGA855 输入电路的线性工作输入电压范围介于这两个电源的 2.5V（最大值）范围内，并在此范围内保持出色的共模抑制。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 9-1 至图 9-3 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。

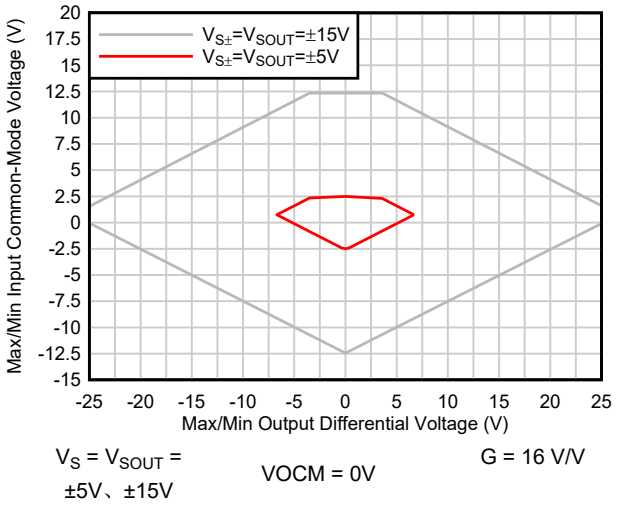


图 9-1. G = 16V/V 时输入共模电压与输出电压间的关系

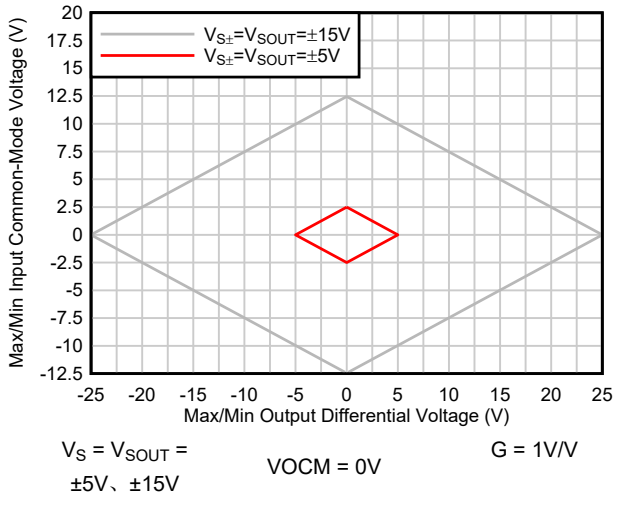
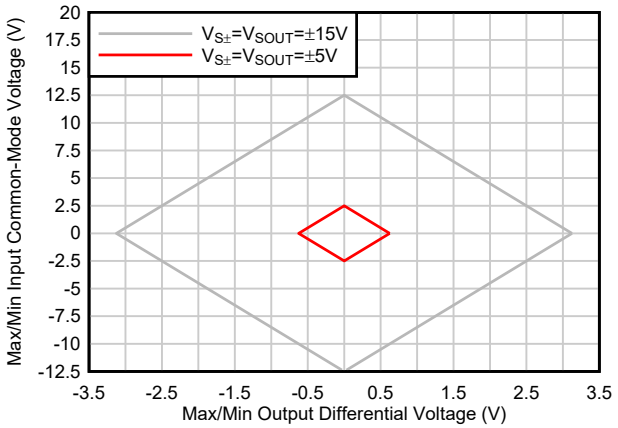


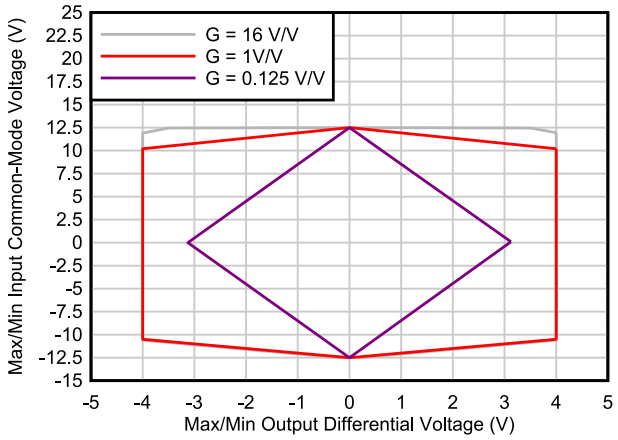
图 9-2. G = 1V/V 时输入共模电压与输出电压间的关系

Copyright © 2023 Texas Instruments Incorporated



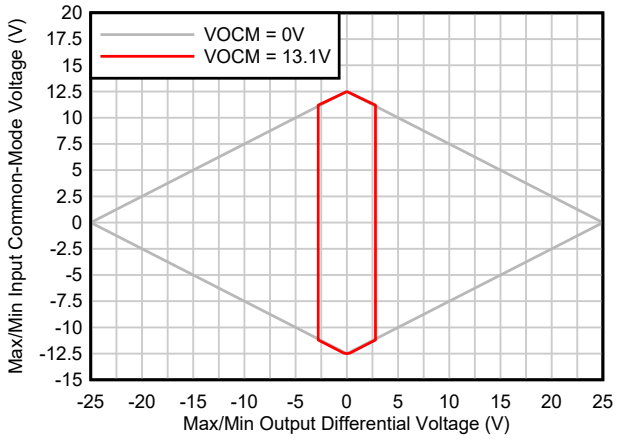
V_S = V_{SOUT} = ±5V、±15V　　VOCM = 0V　　G = 0.125 V/V

图 9-3. G = 0.125V/V 时输入共模电压与输出电压间的关系



V_S = ±15V　　V_{SOUT} = 5V

图 9-4. VOCM = 2.5V 时输入共模电压与输出电压间的关系



V_S = V_{SOUT} = ±15V　　G = 1V/V

图 9-5. VOCM 为最大值时输入共模电压与输出电压间的关系

9.2 典型应用

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

图 9-6 中的应用电路展示了 24 位宽带宽 Δ-Σ 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 9-2 和表 9-3 展示了这两种滤波器设置下的测量结果。如需如了解运行 ADS127Lx1 ADC 的详细设计过程，请参阅 ADS127Lx1EVM-PDK 评估模块用户指南。

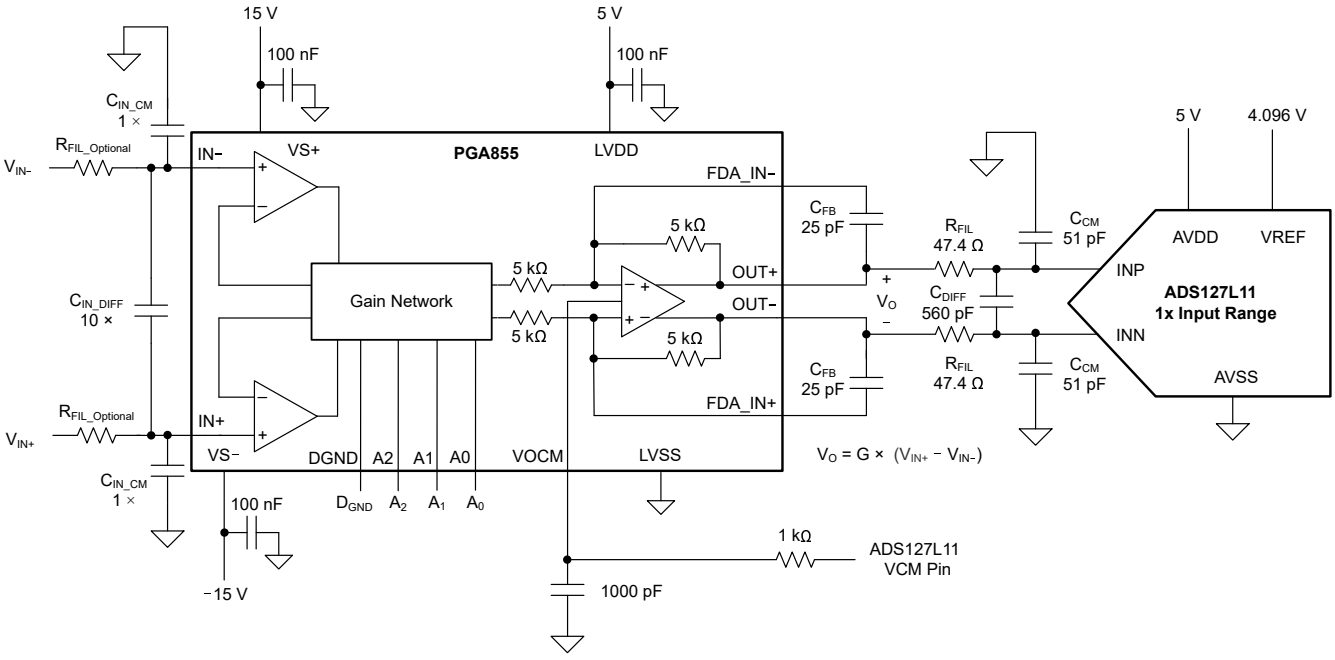


图 9-6. 驱动 ADS127Lx1 Δ-Σ ADC

9.2.1.1 设计要求

下表列出了驱动 ADS127Lx1 ADC 的应用的设计要求。

表 9-1. 设计参数

参数	值
差分至差分转换	V_{INDIFF} 至 $V_{OUTDIFF}$
电源电压	$V_{S\pm}$ = ±15V，V_{LVDD} = 5V，V_{LVSS} = GND，VREF = 4.096V
ADC 满标量程	FSR = ±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
PGA 增益	请参阅表 9-2 和表 9-3
信号频率	在 f_{IN} = 1kHz 下测试
RC 反冲滤波器(1)	R_{FIL} = 47.4 Ω，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 PGA855 的相位裕度。对于低温漂应用，请保持 R_{FIL} < 50 Ω。

Copyright © 2023 Texas Instruments Incorporated

9.2.1.2 详细设计过程

表 9-2 和表 9-3 展示了使用 sinc4 或宽带滤波器驱动 ADS127Lx1 ΔΣ ADC 的 PGA855 的典型信噪比 (SNR) 和总谐波失真 (THD)。图 9-7 和图 9-8 展示了相应的 FFT 图。SNR 和 THD 的测量采用了 1kHz 差分信号。信号幅度经过调整可在 ADC 满标量程内产生 –0.2dBFS 的 PGA855 输出。如需查看不同 PGA855 增益配置下的等效输入电压幅度信号列表，请参阅表 9-2 和表 9-3。增益 = 1V/V 时，该设计可实现 –121.4dB THD 和 109.1dB SNR。

表 9-2. PGA855 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)
0.125	40.0	106.0	-119.6	17.5
0.25	32.022	109.0	-119.3	17.8
0.5	16.012	109.8	-121.2	17.9
1	8.006	109.6	-121.4	17.9
2	4.002	109.6	-121.4	17.9
4	2.002	107.4	-121.4	17.5
8	1.0	104.0	-121.4	17.0
16	0.5	99.1	-117.0	16.2

表 9-3. PGA855 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)
0.125	40.0	106.0	-119.6	17.3
0.25	32.022	107.5	-119.0	17.5
0.5	16.012	107.7	-121.2	17.6
1	8.006	107.6	-121.4	17.6
2	4.002	107.0	-121.4	17.5
4	2.002	105.4	-121.4	17.2
8	1.0	101.7	-121.4	16.6
16	0.5	96.7	-117.0	15.8

Copyright © 2023 Texas Instruments Incorporated

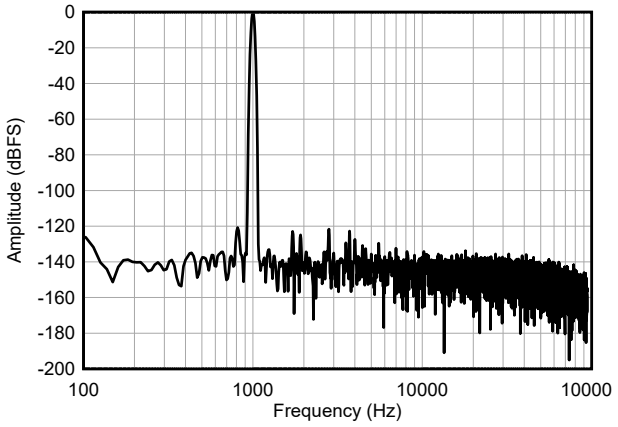
仪表放大器输入端的 R-C-R 差分低通滤波器有助于降低 EMI/RFI 高频外部噪声。此滤波器可根据带宽和应用要求进行定制。该设计示例（请参阅图 9-6）建议使用电容比为 C_{IN_DIFF} = 10 × C_{IN_CM} 的滤波器。为差分电容器 C_{IN_DIFF} 与共模电容器 C_{IN_CM} 使用 10:1 的电容比可提供良好的差分和共模噪声抑制，并且这种设置往往对滤波电容器的容差变化和失配不太敏感。

反馈电容器 C_{FB} 与 PGA855 输出级 5kΩ 反馈电阻并联，旨在实施额外的噪声滤波。内部电阻的绝对电阻变化为 ±15%，在实施噪声滤波时必须考虑到这一变化。在该示例中，C_{FB} 设置为 25pF，可提供 1MHz 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 938 kHz。

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 Ω，C_{DIFF} = 560pF，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。

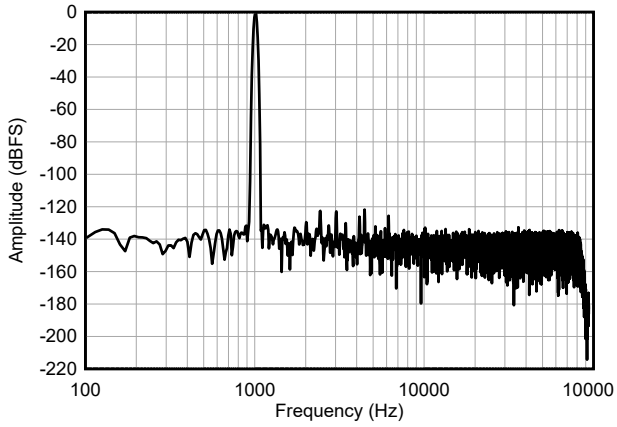
为了实现低失真，信号路径中的所有位置（C_{IN_DIFF}、C_{IN_CM}、C_{FB}、C_{DIFF}、C_{CM}）都使用高等级 COG (NPO)。在表面贴装陶瓷电容器中，COG (NPO) 陶瓷电容器可提供理想的电容精度。COG (NPO) 陶瓷电容器中使用的电介质类型在电压、频率和温度变化时可提供非常稳定的电气特性。

9.2.1.3 应用曲线



G = 1V/V，f_{IN} = 1kHz，SNR = 109.6dB，THD = –121.4dB

图 9-7. 使用 ADS127L11、OSR = 64、Sinc4 滤波器时的性能 FFT 图



G = 1V/V，f_{IN} = 1kHz，SNR = 107.6dB，THD = –121.4dB

图 9-8. 使用 ADS127L11、OSR = 64、宽带滤波器时的性能 FFT 图

Copyright © 2023 Texas Instruments Incorporated

9.2.2 ADS8900B 20 位 SAR ADC 驱动器电路

图 9-9 中的应用电路显示了 20 位精密 1MSPS 逐次逼近寄存器 (SAR) 模数转换器 (ADC) 的原理图。此电路用于通过 ADS8900B ADC 测量 PGA855 的驱动能力。此电路接受单端或差分输入信号。

PGA855 由独立输入和输出电源供电运行。在此示例中，输入段使用 ±15V 电源，输出段使用 5.3V 电源。

为了降低外部电压电源噪声，电路的 ADC 部分使用低噪声 4 μVRMS LDO 稳压器 TPS7A4700 生成单极 5.3V ADC 电源轨，而 PGA855 输出级电源则由同一个 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。选择 REF5050 作为电压基准；这是一个连接到 ADS8900B REFIN 引脚的低噪声、低温漂、高精度 5V 基准。

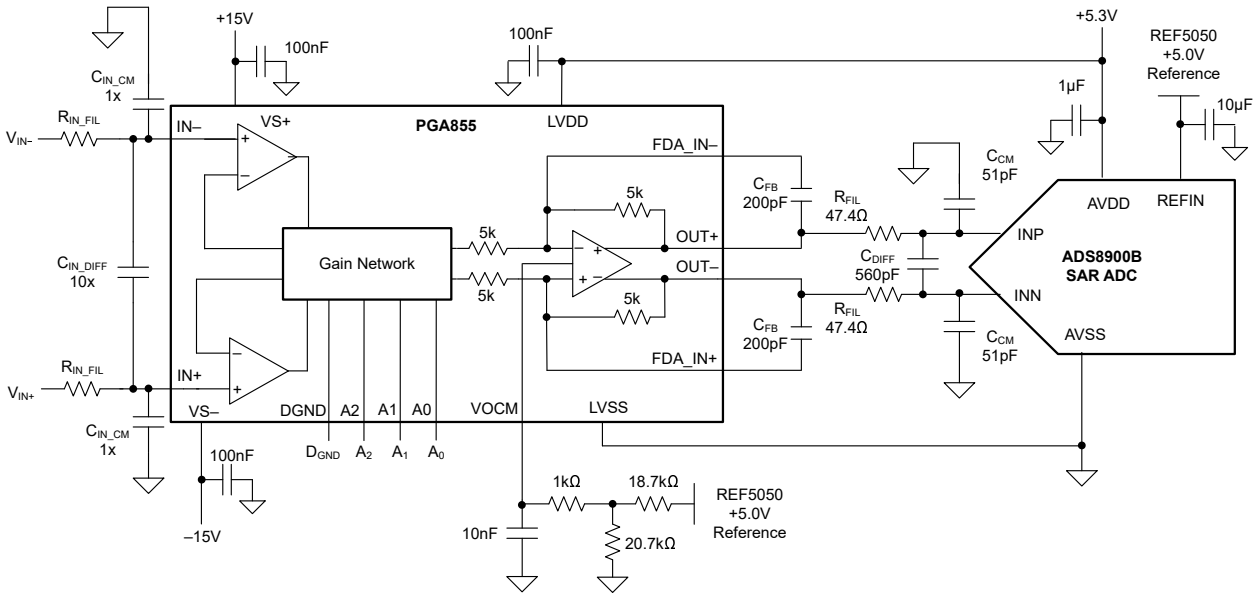


图 9-9. 驱动 SAR ADC ADS8900B

9.2.2.1 设计要求

下表列出了驱动 ADS8900B ADC 的应用的设计要求。

表 9-4. 设计参数

参数	值
电源电压	VS± = ±15V，V_{LVDD} = 5.3V，V_{LVSS} = GND，VREF = 5V
ADC 满标量程	FSR = ±5 V
ADC 的采样速率	f_{SAMPLE} = 1MSPS
PGA 增益	请见表表 9-5
输入信号振幅	请见表表 9-5
信号频率	在 f_{IN} = 1kHz 下测试
RC 反冲滤波器	R_{FIL} = 47.4Ω，C_{DIFF} = 560pF，C_{CM} = 51pF

9.2.2.2 详细设计过程

ADS8900B 要求输入共模电压必须位于 VREF/2 ±100mV 范围内。PGA855 VOCM 引脚设置为大约 2.58V 的标称电压。VOCM 电压被故意设置为略大于 VREF/2 的电压，从而尽可能地扩大 PGA855 的输出电压摆幅范围，同时为 VOCM 失调电压误差和漂移变化留出裕度。VOCM 电压是通过将 REF5050 基准馈送到 18.7kΩ 至 0kΩ 分压器而产生的，该分压器采用 0.1% 容差电阻器实现。在 VOCM 引脚附近使用了一个 R = 1kΩ、C = 10nF 的额外 RC 滤波器，如图 9-9 所示。

Copyright © 2023 Texas Instruments Incorporated

PGA 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。

两个一阶滤波器采用 PGA855 电路实现。第一个滤波器由 C_{FB} 提供，并与 PGA 5kΩ 反馈电阻并联。PGA 电阻器的绝对容差为 ±15%，例如，考虑容差对滤波器截止频率的影响，滤波器频率变为 126kHz。在此容差下，滤波器可在 24kHz 范围内保持 –0.1dB 平坦度。

可以灵活地修改 C_{FB} 电容值以调整带宽，但要对电路的宽带噪声进行折衷。

直接放置在 ADS8900B 输入端的第二个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，否则会因放大器未完全稳定而降低性能。RC 滤波器组合（R_{FIL}、C_{DIFF}）针对 SAR ADC 采样保持稳定进行了优化。该组合可减少 SAR ADC 的非线性电荷反冲，并经过优化可实现出色 THD 性能。这种组合可在谐波失真之间实现更佳权衡，同时保持 PGA 输出级的稳定性。

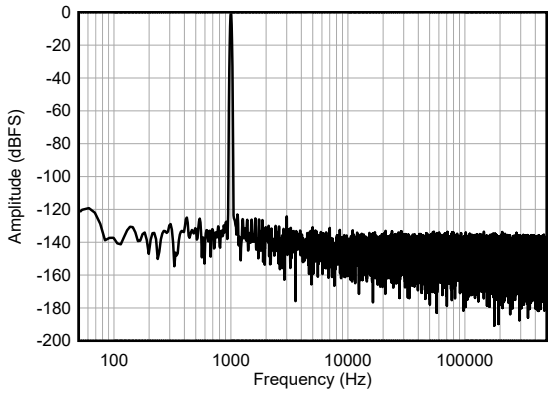
为了实现低失真特性，信号路径中的所有位置（C_{IN_DIFF}、C_{IN_CM}、C_{FB}、C_{DIFF}、C_{CM}）都使用高等级 C0G (NPO)。

结果如表 9-5 所示，其中包括驱动 ADS8900B SAR ADC 的 PGA855 的典型信噪比 (SNR) 和总谐波失真 (THD)。SNR 和 THD 的测量采用了 1kHz 差分信号。信号幅度经过调整可在 ADC 满标量程内产生 –0.5dBFS 的 PGA855 输出。表 9-5 显示了不同 PGA855 增益配置下的等效输入电压幅度信号。增益 = 1V/V 时，该设计可实现 –121.4dB THD 和 101.2dB SNR。

表 9-5. PGA855 和 ADS8900B FFT 数据汇总：f_{SAMPLE} = 1MSPS，f_{IN} = 1kHz

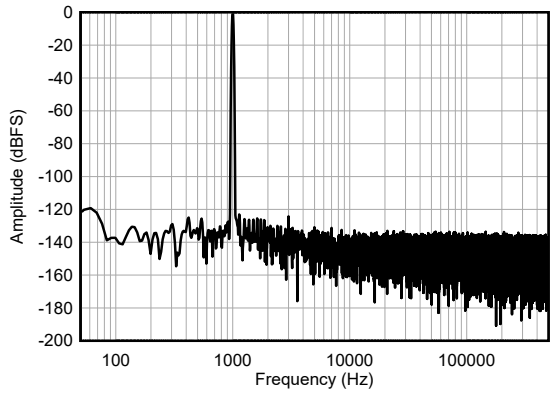
PGA 增益 (V/V)	输入幅度 (V_{PP})	ADC 信号功率 (dBFS)	SNR (dB)	THD (dB)	ENOB（位）
0.125	40.10	-6.0	95.9	-118.2	15.6
0.25	36.48	-0.8	101.0	-118.6	16.5
0.5	18.24	-0.8	101.2	-121.0	16.5
1	9.12	-0.8	101.2	-121.7	16.5
2	4.56	-0.8	100.5	-121.6	16.4
4	2.28	-0.8	99.5	-121.3	16.2
8	1.14	-0.8	97.4	-119.4	15.9
16	0.58	-0.8	93.6	-117.3	15.2

9.2.2.3 应用曲线



增益 = 1V/V，f_{SAMPLE} = 1MSPS，f_{IN} = 1kHz

图 9-10. 使用 ADS8900B 的性能 FFT 图



增益 = 4V/V，f_{SAMPLE} = 1MSPS，f_{IN} = 1kHz

图 9-11. 使用 ADS8900B 的性能 FFT 图

Copyright © 2023 Texas Instruments Incorporated

9.3 电源相关建议

PGA855 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_{OCM} 处于 1/2 Vs 条件下的额定性能。在额定限制范围内，可以使用自定义输入和输出共模电压，而不会影响性能；另请参阅节 7.3。

小心

为了防止损坏内部电路，输出级电源会被钳位以保持在输入级电源电压电平范围内；请参阅节 8.2。

9.4 布局

9.4.1 布局指南

建议用户采用优秀的布局规范。为了实现器件的最佳运行性能，应使用良好的 PCB 布局规范，包括：

- 为避免将共模信号转换为差分信号和热电动势 (EMF)，请确保这两条输入路径对称，且源阻抗和电容匹配良好。
- 噪声可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。从 V_{S+} 和 V_{LVDD} 到接地端的单个旁路电容器适用于单电源应用。
- 为了减少寄生耦合，请让输入布线尽可能远离电源布线或输出布线。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 – 引脚上的泄漏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有意的电容反馈，请按照建议做法来更大限度减少泄漏和寄生电容。
- 按照建议做法来更大限度减少泄漏和寄生电容，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高侧和低侧的影响能够均匀匹配。
- 应使布线尽可能短。

Copyright © 2023 Texas Instruments Incorporated

9.4.2 布局示例

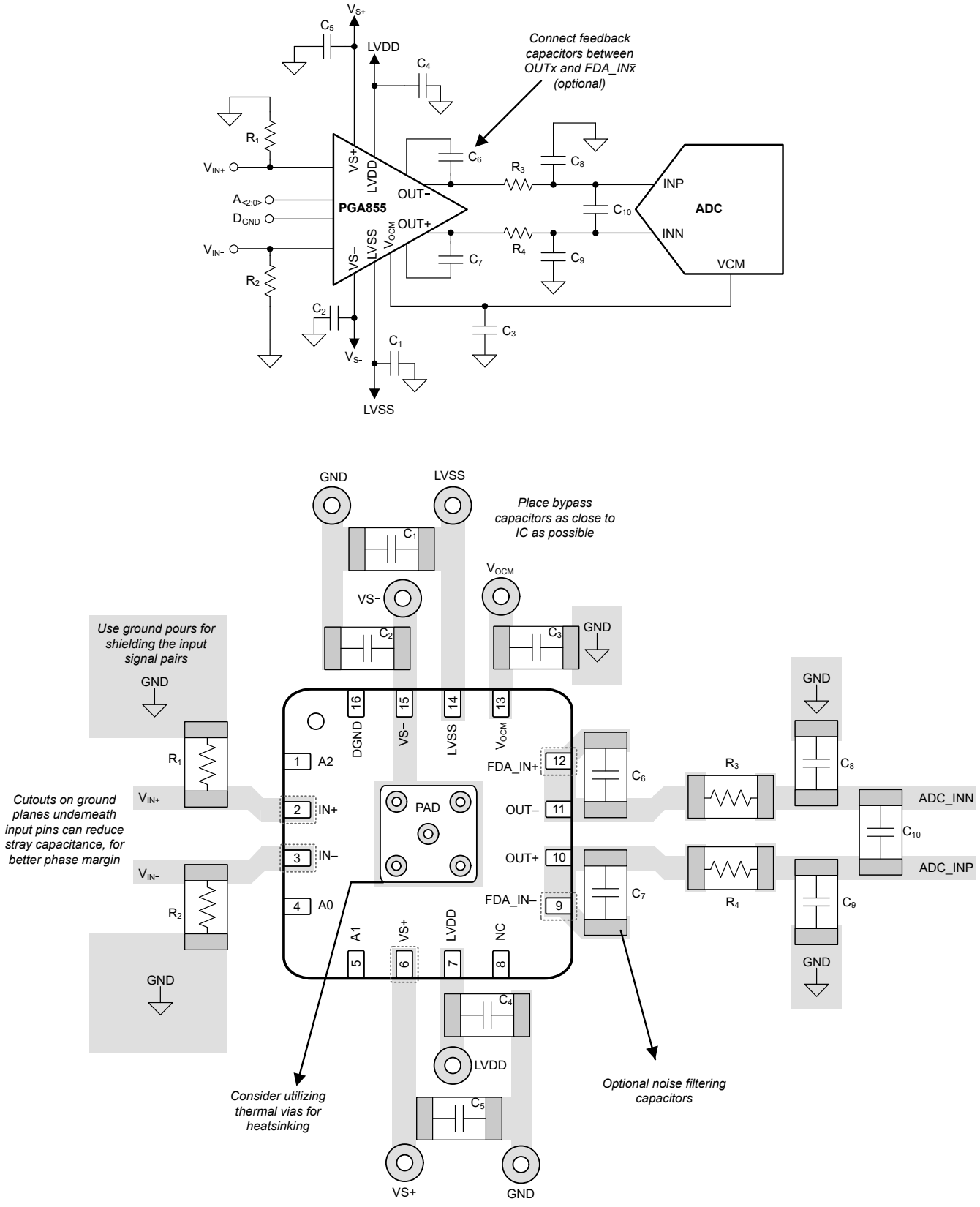


图 9-12. 原理图和相关 PCB 布局示例

Copyright © 2023 Texas Instruments Incorporated

10 器件和文档支持

10.1 器件支持

10.1.1 开发支持

10.1.1.1 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。

10.2 文档支持

10.2.1 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》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

10.3 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 *订阅更新* 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。

10.4 支持资源

TI E2E™ 支持论坛是工程师的重要参考资料，可直接从专家获得快速、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可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》。

10.5 商标

TI E2E™ is a trademark of Texas Instruments.
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。

10.6 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。

10.7 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。

11 机械、封装和可订购信息

下述页面包含机械、封装和订购信息。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。

Copyright © 2023 Texas Instruments Incorporated

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)
PGA855RGTR	Active	Production	VQFN (RGT) | 16	3000 | LARGE T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	PGA855
PGA855RGTR.B	Active	Production	VQFN (RGT) | 16	3000 | LARGE T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	PGA855

(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.

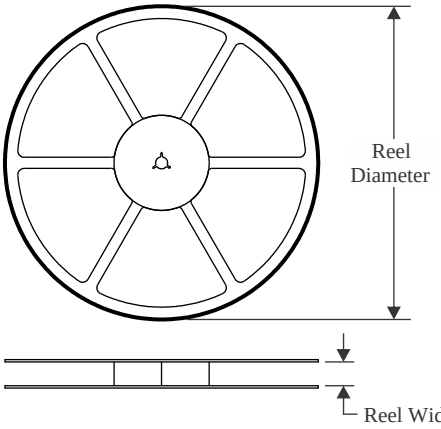
Multiple part markings will be inside parentheses. Only one part marking contained in parentheses and separated by a "~" will appear on a part. If a line is indented then it is a continuation of the previous line and the two combined represent the entire part marking for that device.

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.

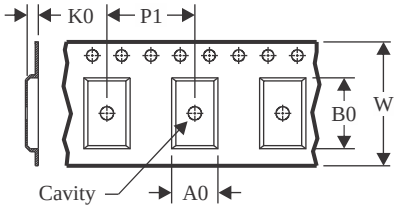
In no event shall TI's liability arising out of such information exceed the total purchase price of the TI part(s) at issue in this document sold by TI to Customer on an annual basis.

TAPE AND REEL INFORMATION

REEL DIMENSIONS

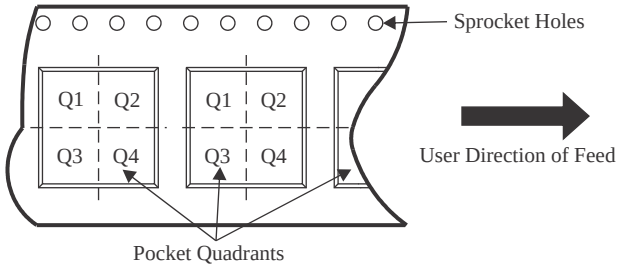


TAPE DIMENSIONS



A0	Dimension designed to accommodate the component width
B0	Dimension designed to accommodate the component length
K0	Dimension designed to accommodate the component thickness
W	Overall width of the carrier tape
P1	Pitch between successive cavity centers

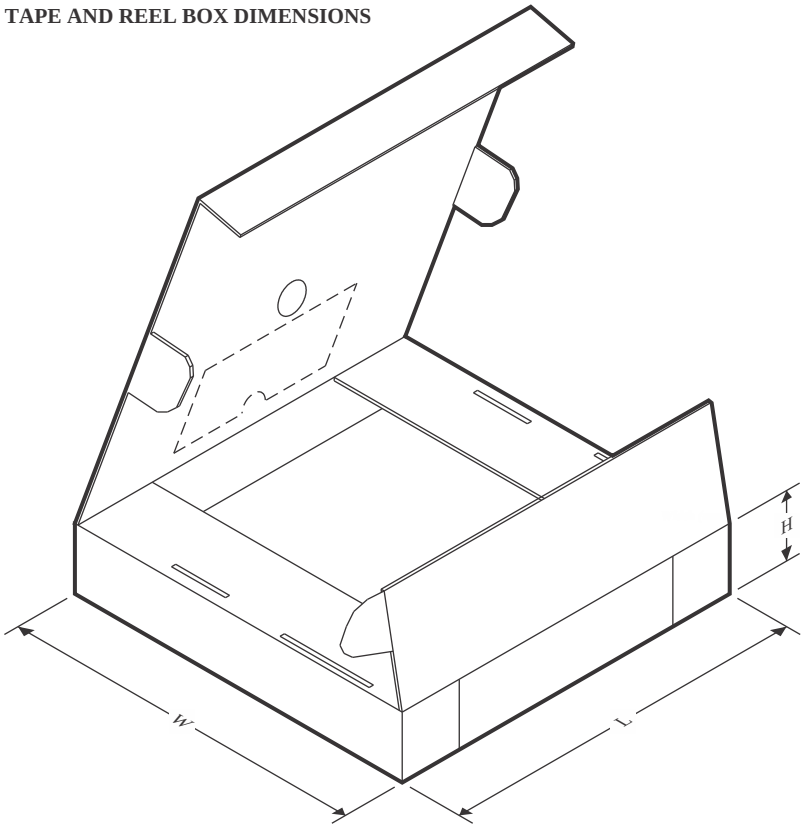
QUADRANT ASSIGNMENTS FOR PIN 1 ORIENTATION IN TAPE



*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
PGA855RGTR	VQFN	RGT	16	3000	330.0	12.4	3.3	3.3	1.1	8.0	12.0	Q2

TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS

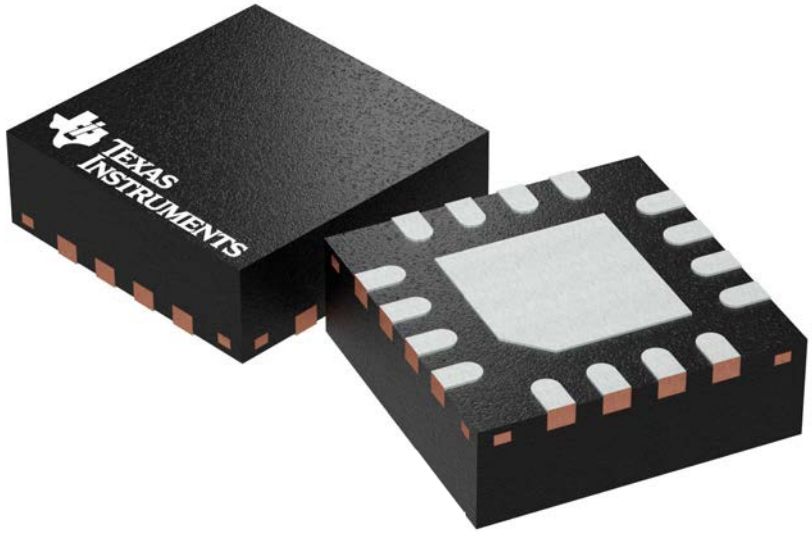


*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)
PGA855RGTR	VQFN	RGT	16	3000	360.0	360.0	36.0

RGT 16 VQFN - 1 mm max height

PLASTIC QUAD FLATPACK - NO LEAD



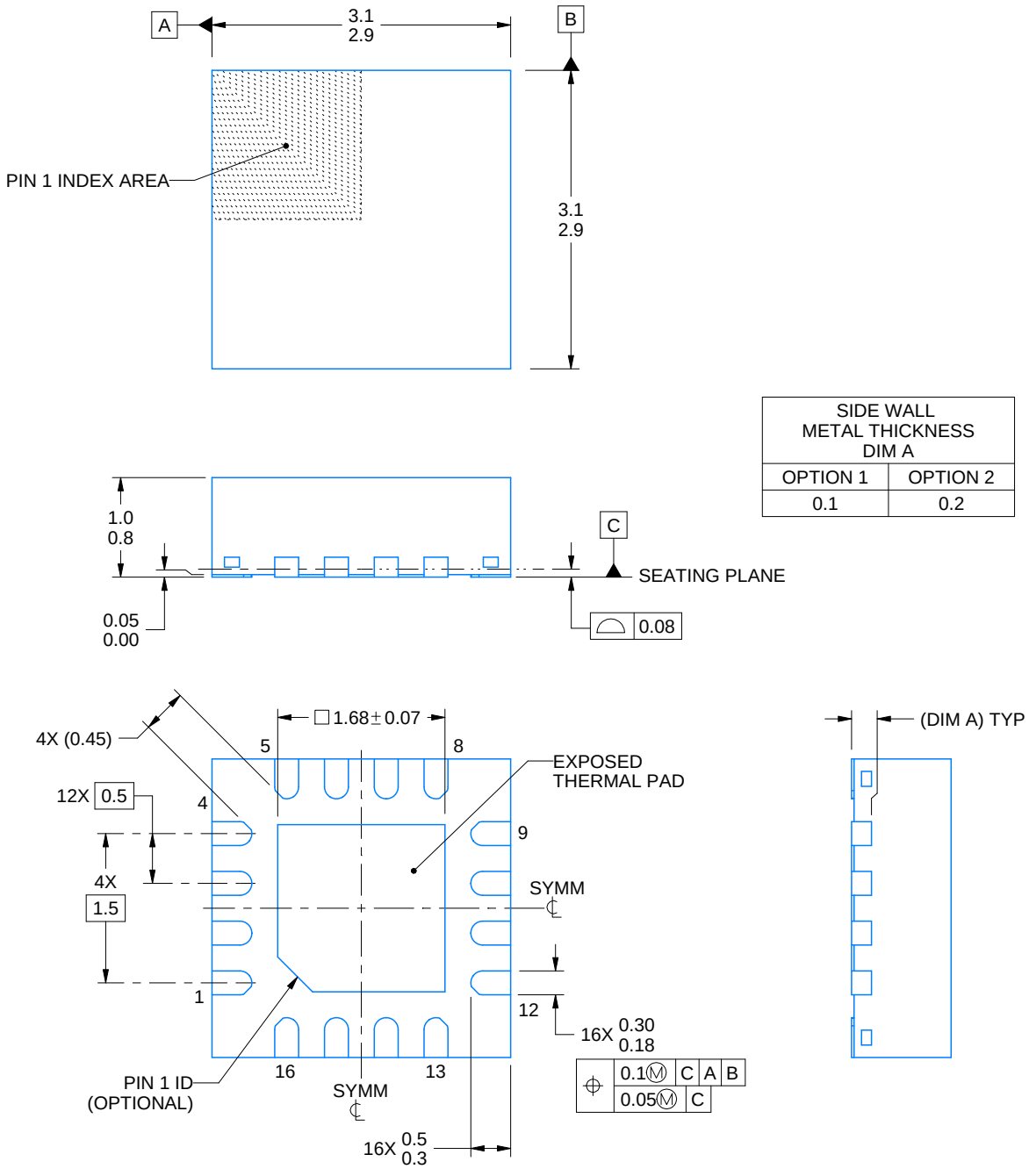
Images above are just a representation of the package family, actual package may vary.
Refer to the product data sheet for package details.

PACKAGE OUTLINE

RGT0016C

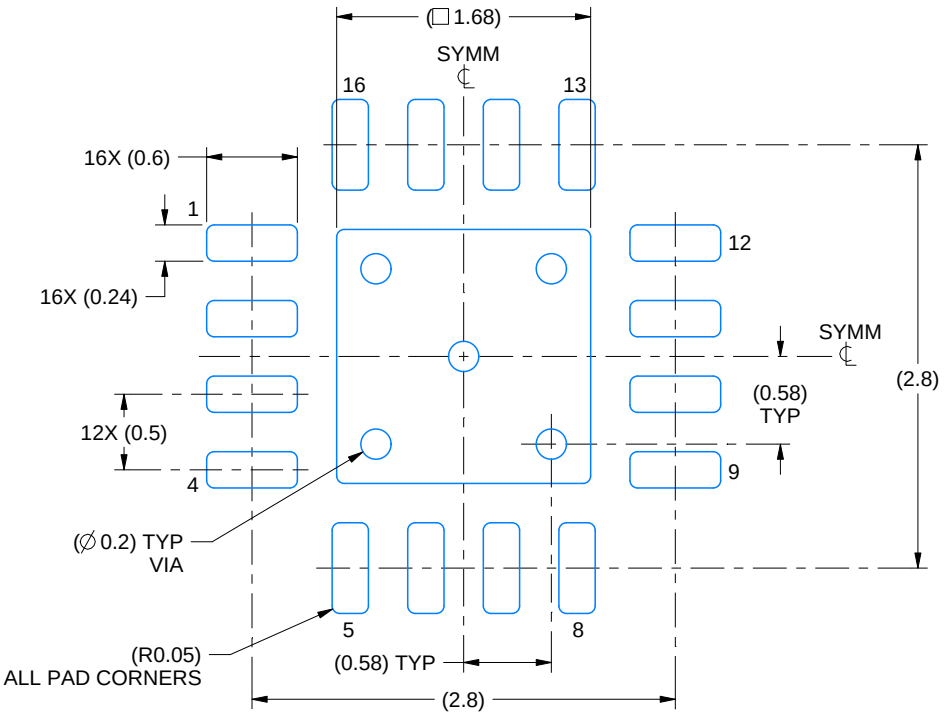
VQFN - 1 mm max height

PLASTIC QUAD FLATPACK - NO LEAD

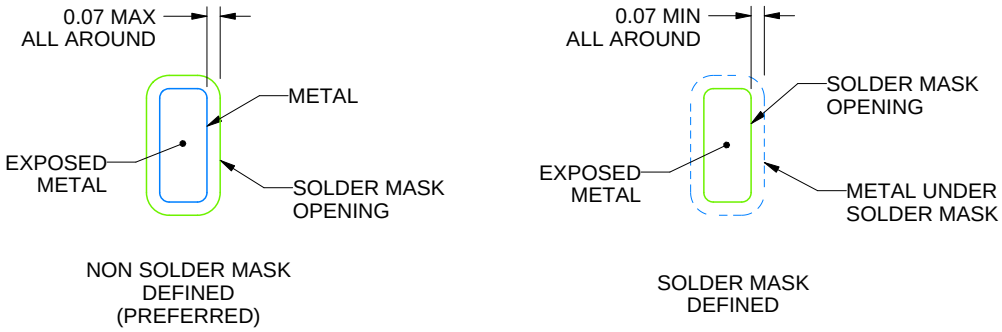


NOTES:

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.



LAND PATTERN EXAMPLE
EXPOSED METAL SHOWN
SCALE:20X

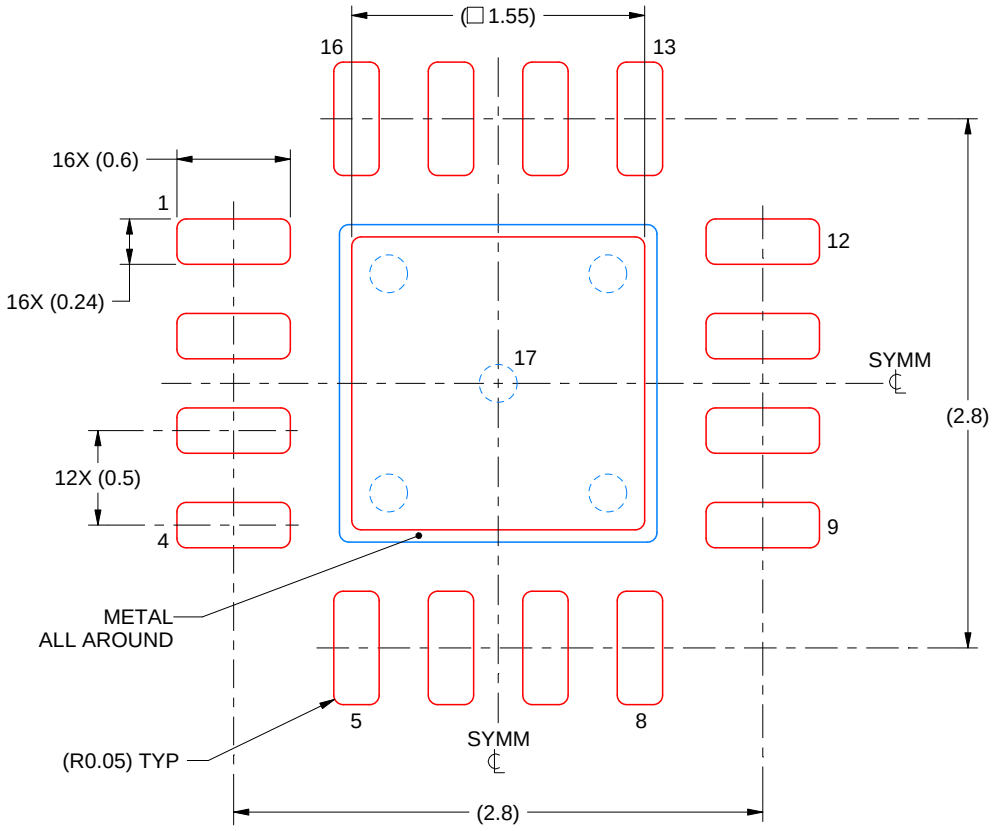


SOLDER MASK DETAILS

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/slua271).
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.



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出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