

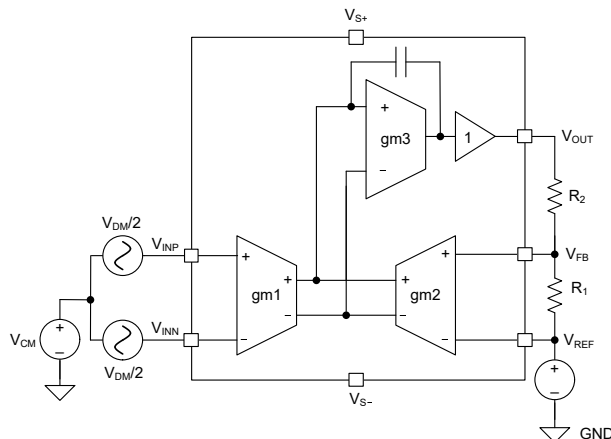
INA630 精密、126dB CMRR、间接电流反馈仪表放大器

1 特性

- 针对成本和尺寸敏感型应用进行了优化
- 超 β 双极精度：
 - 高共模抑制： $G = 20\text{V/V}$ 至 1000V/V 时，为 **126dB** (最小值)
 - 低失调电压： $50\mu\text{V}$ (典型值)， $350\mu\text{V}$ (最大值)
 - 低失调电压漂移： $0.5\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ (典型值)， $2\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ (最大值)
 - 低增益非线性： 10ppm ($G = 100\text{V/V}$) (最大值)
 - 高电源抑制： $G = 20\text{V/V}$ 至 1000V/V 时，为 **123dB** (最小值)
 - 电压噪声密度： $f = 1\text{kHz}$ 时，为 $40\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
- $G \geq 20\text{V/V}$ 时，使用外部电阻分压器设置增益
 - 最大差动输入电压为 $\pm 125\text{mV}$
- 带宽： 550kHz ($G = 20$)、 100kHz ($G = 100$)
- 电源电压范围：
 - 单电源： 4.5V 至 36V
 - 双电源： $\pm 2.25\text{V}$ 至 $\pm 18\text{V}$
 - 电源电流： $300\mu\text{A}$ (典型值)
- 额定温度范围： -40°C 至 $+125^\circ\text{C}$

2 应用

- 电芯化成和测试设备
- 平板显示器 (FPD) 短路棒图形发生器 (TBD)
- 心电图 (ECG)
- 称重计



INA630 简化版内部原理图

3 说明

INA630 是一款高精度仪表放大器，可提供低功耗且可在较宽的单电源或双电源电压范围内工作。INA630 经过优化，可在小差动电压（最大 $\pm 125\text{mV}$ ）下工作，同时能出色抑制大共模信号（最小 **126dB CMRR**）。借助最小 $G = 20\text{V/V}$ 的外部电阻分压器，INA630 可提供灵活的增益设置。

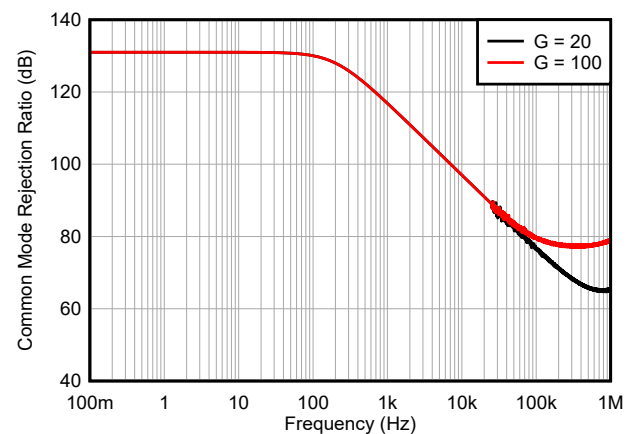
INA630 采用间接电流反馈架构，具有较低的增益误差和非线性。得益于这种架构设计，基准引脚阻抗不会降低 **CMRR** 性能。与传统仪表放大器相比，该器件支持更宽的输入和输出电压范围。通过采用超 β 输入晶体管，该器件可实现高精度性能，具备低输入偏移电压、偏移电压漂移以及输入电压和电流噪声等特性。

封装信息

器件型号	封装 ⁽¹⁾	封装尺寸 ⁽²⁾
INA630	DDF (SOT-23-THN, 8)	2.9mm × 2.8mm

(1) 有关所有可用封装，请参阅节 11。

(2) 封装尺寸（长 × 宽）为标称值，并包括引脚（如适用）。



CMRR 与频率间的关系 (RTI)



内容

1 特性	1	8 应用和实施	17
2 应用	1	8.1 应用信息.....	17
3 说明	1	8.2 典型应用.....	19
4 器件比较表	3	8.3 电源相关建议.....	20
5 引脚配置和功能	3	8.4 布局.....	21
6 规格	4	9 器件和文档支持	22
6.1 绝对最大额定值.....	4	9.1 第三方产品免责声明.....	22
6.2 ESD 等级.....	4	9.2 文档支持.....	22
6.3 建议运行条件.....	4	9.3 接收文档更新通知.....	22
6.4 热性能信息.....	4	9.4 支持资源.....	22
6.5 电气特性.....	5	9.5 商标.....	22
6.6 典型特性.....	7	9.6 静电放电警告.....	22
7 详细说明	13	9.7 术语表.....	22
7.1 概述.....	13	10 修订历史记录	22
7.2 功能方框图.....	13	11 机械、封装和可订购信息	22
7.3 特性说明.....	14	11.1 卷带包装信息.....	23
7.4 器件功能模式.....	16		

4 器件比较表

器件	说明	增益公式	增益引脚
INA630	精密、126dB CMRR、间接电流反馈仪表放大器	$G = 1 + R2 / R1$	5、6
INA823	精密、低功耗、宽电源 (2.7V 至 36V) 仪表放大器	$G = 1 + 100k\Omega / RG$	1、8
INA826	精密、200μA 电源电流、宽电源 (2.7V 至 36V)、轨到轨输出仪表放大器	$G = 1 + 49.4k\Omega / RG$	2、3
INA821	35μV 失调电压、0.4μV/°C V_{OS} 温漂、7nV/√Hz 噪声、高带宽精密仪表放大器	$G = 1 + 49.4k\Omega / RG$	2、3
INA819	35μV 失调电压、0.4μV/°C V_{OS} 温漂、8nV/√Hz 噪声、低功耗精密仪表放大器	$G = 1 + 50k\Omega / RG$	2、3
INA818	35μV 失调电压、0.4μV/°C V_{OS} 温漂、8nV/√Hz 噪声、低功耗精密仪表放大器	$G = 1 + 50k\Omega / RG$	1、8
INA828	50μV 失调电压、0.5μV/°C V_{OS} 温漂、7nV/√Hz 噪声、低功耗精密仪表放大器	$G = 1 + 50k\Omega / RG$	1、8
INA333	25μV V_{OS} 、0.1μV/°C V_{OS} 温漂、1.8V 至 5V、RRO、50μA I_Q 、斩波稳定型 INA	$G = 1 + 100k\Omega / RG$	1、8

5 引脚配置和功能

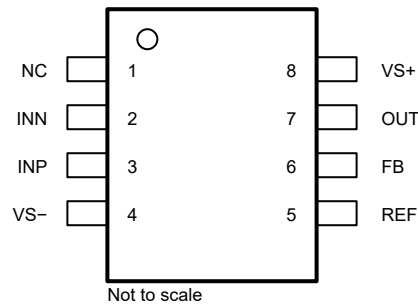


图 5-1. DDF 封装，8 引脚 SOT-23 (顶视图)

引脚功能

引脚		类型	说明
名称	编号		
NC	1	-	未连接。
INN	2	输入	负 (反相) 输入
INP	3	输入	正 (同相) 输入
VS-	4	电源	负电源
REF	5	输入	基准输入。
FB	6	输入	反馈输入。连接增益设置电阻器对。连接 5、6 号引脚之间的 R1。连接 6、7 号引脚之间的 R2。
OUT	7	输出	输出
VS+	8	电源	正电源

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	电源电压	双电源	-20	20	V
		单电源		40	
INN、INP、REF、FB	信号输入引脚	电压	$(-V_S) - 0.5$	$(+V_S) + 0.5$	V
		电流	-10	10	mA
		INN 和 INP 或 REF 和 FB 之间的差分电压	$(-V_S) - 0.5$	$(+V_S) + 0.5$	V
OUT	信号输出引脚		$(-V_S) - 0.5$	$(+V_S) + 0.5$	V
	输出短路 ⁽²⁾		持续		
T_A	工作温度		-50	150	°C
T_J	结温			175	°C
T_{slg}	存储温度		-65	150	°C

(1) 超出“绝对最大额定值”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 $V_S/2$ 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
电源电压, V_S	单电源	4.5	36	V
	双电源	±2.25	±18	
额定温度, T_A	额定温度	-40	125	°C

6.4 热性能信息

热指标 ⁽¹⁾		INA630	单位
		DDF (SOT-23)	
		8 引脚	
$R_{\theta JA}$	结至环境热阻	177.8	°C/W
$R_{\theta JC(top)}$	结至外壳 (顶部) 热阻	97.4	°C/W
$R_{\theta JB}$	结至电路板热阻	99.3	°C/W
ψ_{JT}	结至顶部特征参数	13.3	°C/W
ψ_{JB}	结至电路板特征参数	98.9	°C/W
$R_{\theta JC(bot)}$	结至外壳 (底部) 热阻	不适用	°C/W

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

6.5 电气特性

在 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_S = \pm 15\text{V}$ 、 $R_L = 10\text{k}\Omega$ 、 $V_{\text{REF}} = 0\text{V}$ 且 $G = 20$ 时 (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 (I _{NP} 、 I _{NN})							
V _{OS}	偏移电压 ⁽¹⁾				±50	±350	μV
		RTI , T _A = - 40°C 至 +125°C			±450		
	失调电压温漂	RTI , T _A = - 40°C 至 +125°C			0.5	2	μV/°C
PSRR	电源抑制比	RTI , V _S = ±2.25V 至 ±18V		123	130		dB
CMRR	共模抑制比	直流至 60Hz , RTI V _{CM} = (V ₋) + 1.75V 至 (V ₊) - 1.5V G = 20 至 1000		126	133		dB
输入 (I _{NP} 、 I _{NN} 、 V _{REF} 、 V _{FB})							
Z _{id}	差分阻抗				100 1		G Ω pF
Z _{ic}	共模阻抗				100 7		GΩ pF
V _{CM}	工作电压			(V ₋) + 1.75	(V ₊) - 1.5		V
		V _S = ±2.25V 至 ±18V , T _A = - 40°C 至 +125°C					V
V _{DM}	差动工作电压	V _S = ±2.25V 至 ±18V , T _A = - 40°C 至 +125°C		-125		125	mV
I _B	输入偏置电流	V _{CM} = V _S /2			6	15	nA
I _{OS}	输入失调电流	V _{CM} = V _S /2				200	pA
噪声电压							
e _N	电压噪声	f = 1kHz , G = 20 , 100 , R _S = 0Ω			40		nV/ √ Hz
E _N		f _B = 0.1Hz 至 10Hz , G = 20 或 100 , R _S = 0Ω			2		μV _{PP}
i _N	电流噪声	f = 1kHz			40		fA/ √ Hz
		f _B = 0.1Hz 至 10Hz , G = 100			1.5		pA _{PP}
增益							
G	增益公式				1+R2 / R1		V/V
	增益范围			20		1000	V/V
GE	增益误差	G = 20 , V _O = ±2.5V , R1 = 1kΩ			±0.025		%
	增益与温度间的关系 ⁽²⁾	G = 20 至 1000, T _A = - 40°C 至 +125°C			2.5		ppm/°C
	增益非线性	G = 20 , V _O = - 2.5V 至 2.5V , R _L = 10kΩ				40	ppm
		G = 100 , V _O = - 2.5V 至 2.5V , R _L = 10kΩ			1	10	ppm
输出							
	输出电压摆幅			(V ₋) + 1.75	(V ₊) - 1.5		V
	负载电容稳定性				1000		pF
Z _O	闭环输出阻抗	f = 10kHz			100		Ω
I _{SC}	短路电流	持续达 V _S /2			±20		mA
频率响应							
BW	带宽 , - 3dB	G = 20			550		kHz
		G = 100			100		
		G = 1000			10		
SR	压摆率	G = 20 , V _O = ±2.5V			3.5		V/μs
		G = 100 , V _O = ±2.5V			1.5		
t _s	稳定时间	0.01% , V _{STEP} = 5V	G = 20		5		μs
			G = 100		15		
		0.001% , V _{STEP} = 5V	G = 20		7.5		
			G = 100		25		
电源							

6.5 电气特性 (续)

在 $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ 、 $V_S = \pm 15\text{V}$ 、 $R_L = 10\text{k}\Omega$ 、 $V_{\text{REF}} = 0\text{V}$ 且 $G = 20$ 时 (除非另有说明)

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
I_Q	静态电流	$V_{\text{IN}} = 0\text{V}$		300	375	μA
		与温度间的关系 ($T_A = -40^{\circ}\text{C}$ 至 $+125^{\circ}\text{C}$)			475	

- (1) 要消除输入偏置电流误差，请参阅 [增益设置功能](#) 一章。
- (2) 为 $G > 20$ 指定的值不包括外部增益设置电阻器对于 R_1 、 R_2 的影响。

6.6 典型特性

在 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_S = \pm 15\text{V}$ 、 $R_L = 10\text{k}\Omega$ 、 $V_{\text{REF}} = 0\text{V}$ 且 $G = 20\text{V/V}$ 时 (除非另有说明)

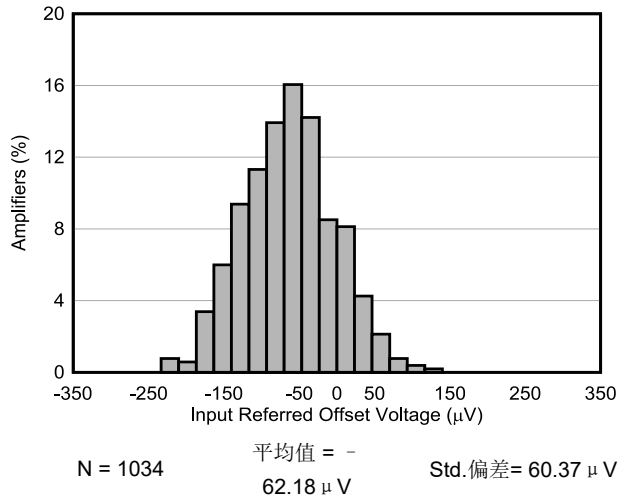


图 6-1. 输入阶段失调电压的典型分布, $G = 20\text{V/V}$

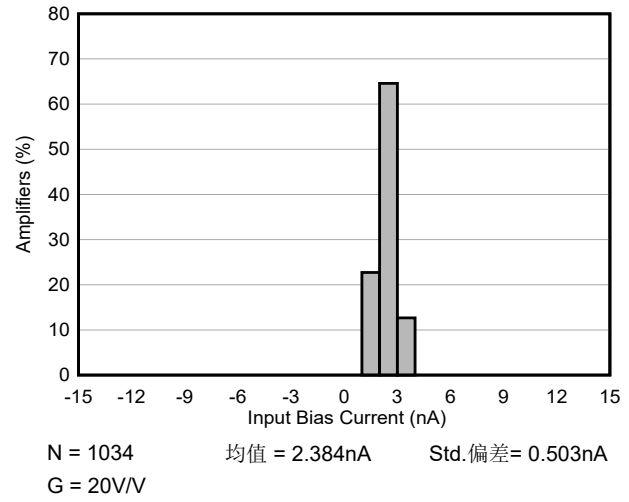


图 6-2. 正输入偏置电流的典型分布, $T_A = 25^\circ\text{C}$

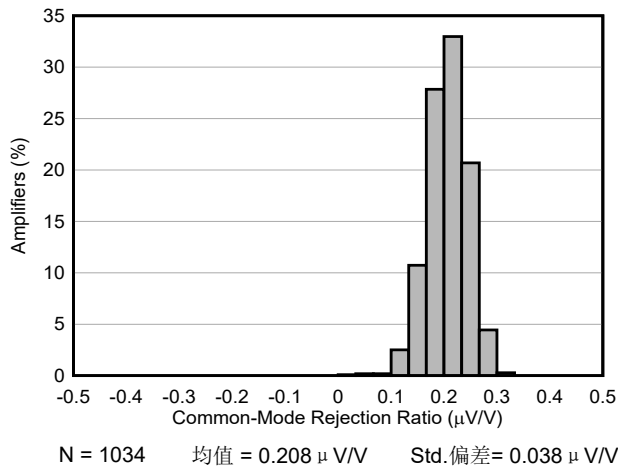


图 6-3. 典型 CMRR 分布, $G = 20\text{V/V}$

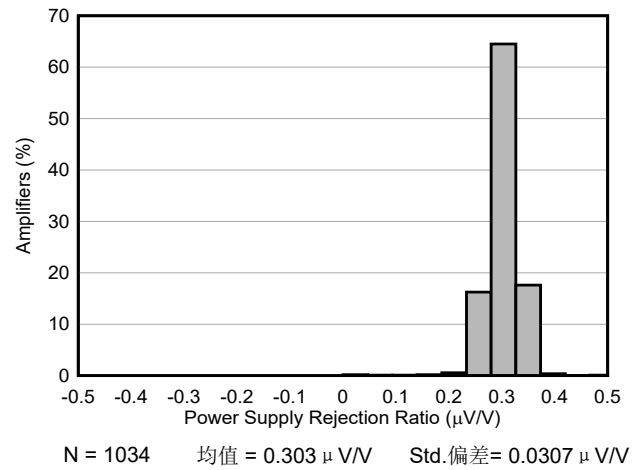


图 6-4. 典型 PSRR 分布, $G = 20\text{V/V}$

6.6 典型特性 (续)

在 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_S = \pm 15\text{V}$ 、 $R_L = 10\text{k}\Omega$ 、 $V_{\text{REF}} = 0\text{V}$ 且 $G = 20\text{V/V}$ 时 (除非另有说明)

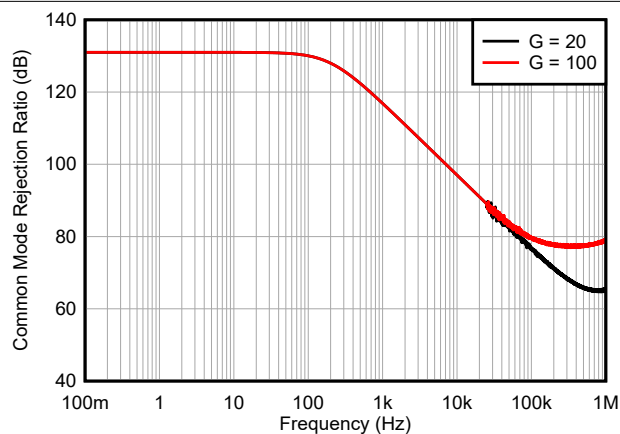


图 6-5. CMRR 与频率间的关系 (RTI)

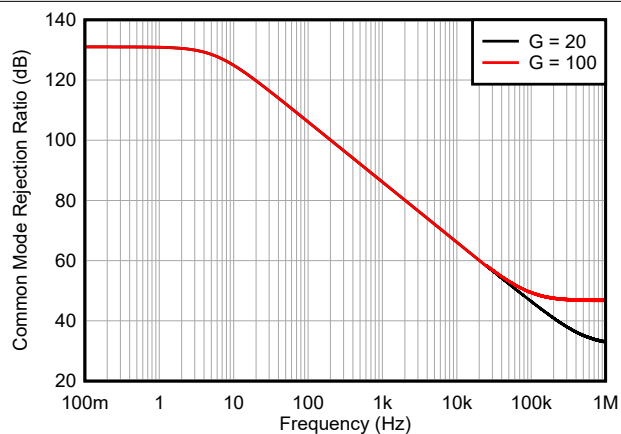


图 6-6. CMRR 与频率间的关系 (RTI, 1kΩ 源不平衡)

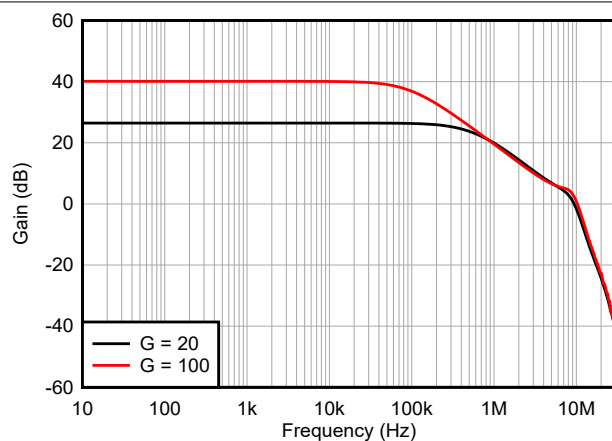


图 6-7. 增益与频率间的关系

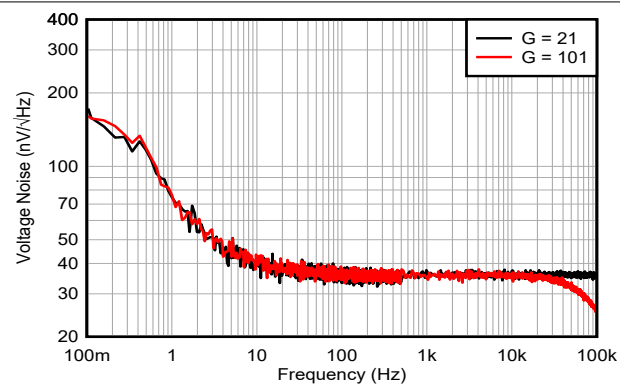


图 6-8. 电压噪声频谱密度与频率间的关系 (RTI)

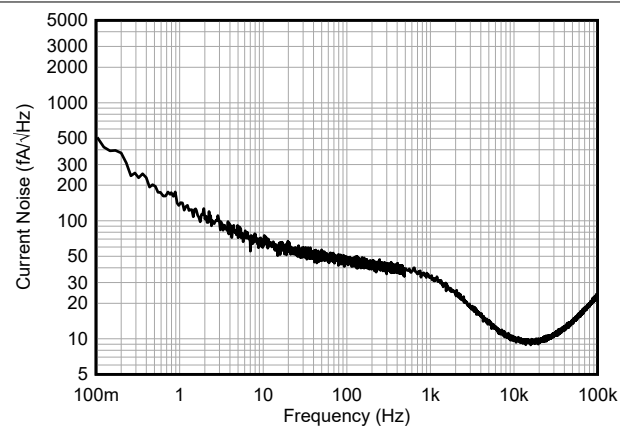


图 6-9. 电流噪声频谱密度与频率间的关系 (RTI)

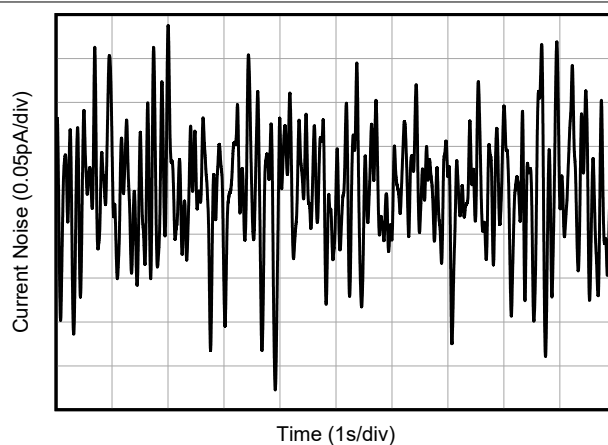


图 6-10. 0.1Hz 至 10Hz RTI 电流噪声, $G = 20\text{V/V}$

6.6 典型特性 (续)

在 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_S = \pm 15\text{V}$ 、 $R_L = 10\text{k}\Omega$ 、 $V_{\text{REF}} = 0\text{V}$ 且 $G = 20\text{V/V}$ 时 (除非另有说明)

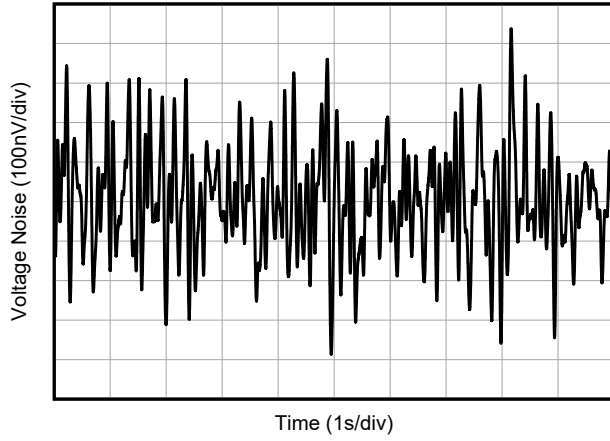


图 6-11. 0.1Hz 至 10Hz RTI 电压噪声, $G = 20\text{V/V}$

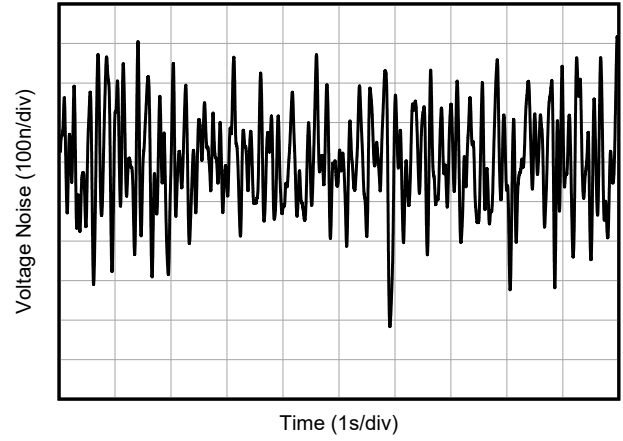


图 6-12. 0.1Hz 至 10Hz RTI 电压噪声, $G = 100\text{V/V}$

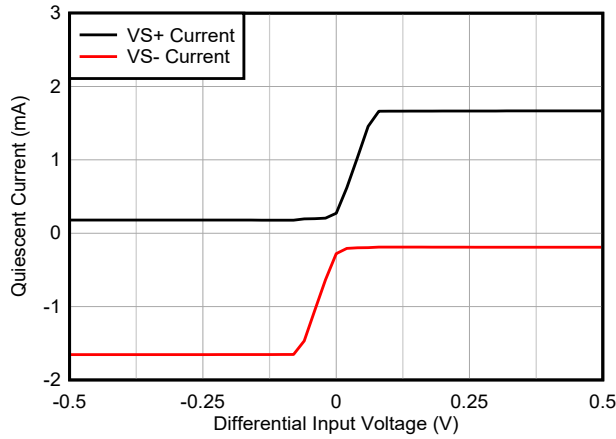


图 6-13. 电源电流与差动输入电压间的关系

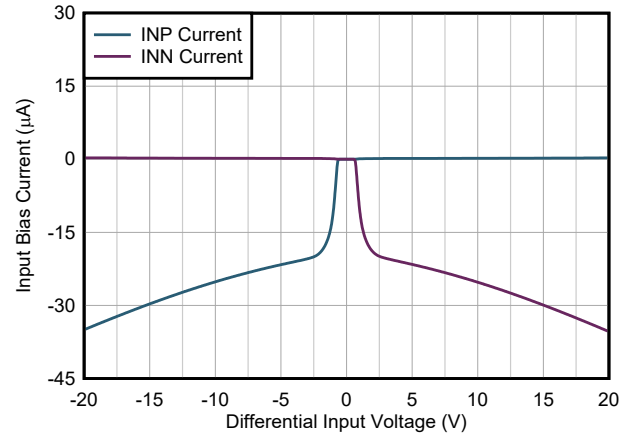


图 6-14. 输入电流与差动输入电压间的关系

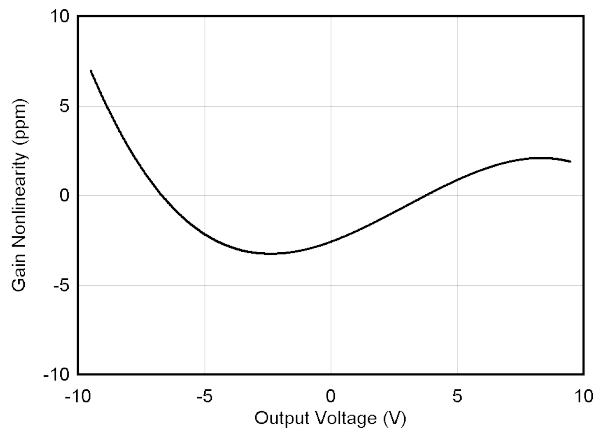


图 6-15. 增益非线性与输出电压间的关系, $G = 100\text{V/V}$

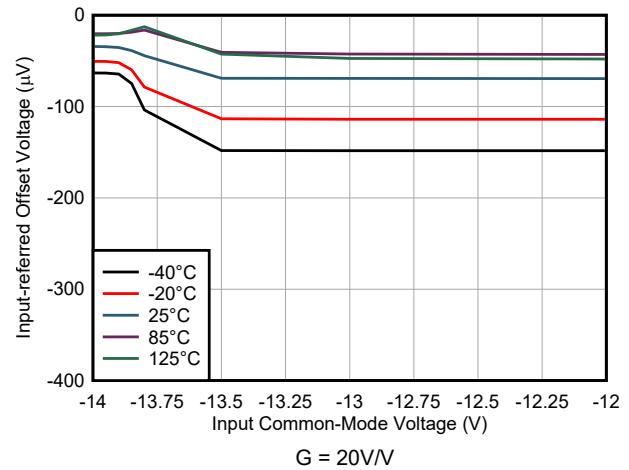


图 6-16. 失调电压与负共模电压间的关系
 $G = 20\text{V/V}$

6.6 典型特性 (续)

在 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_S = \pm 15\text{V}$ 、 $R_L = 10\text{k}\Omega$ 、 $V_{\text{REF}} = 0\text{V}$ 且 $G = 20\text{V/V}$ 时 (除非另有说明)

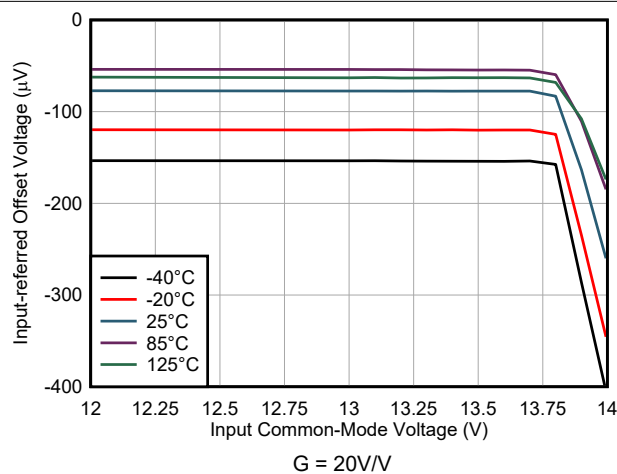


图 6-17. 失调电压与正共模电压间的关系

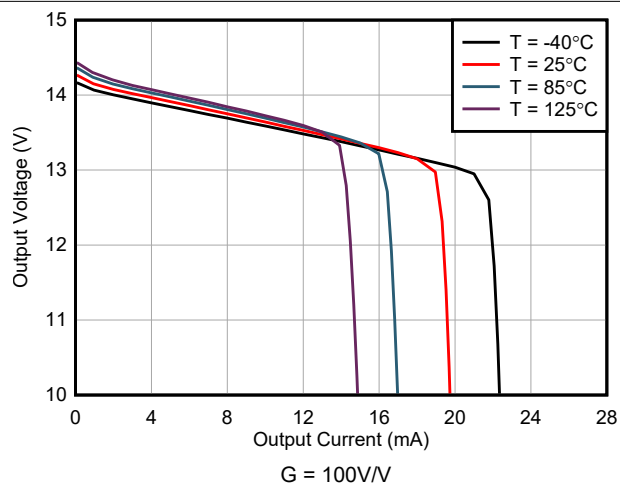


图 6-18. 正输出电压摆幅与输出电流间的关系

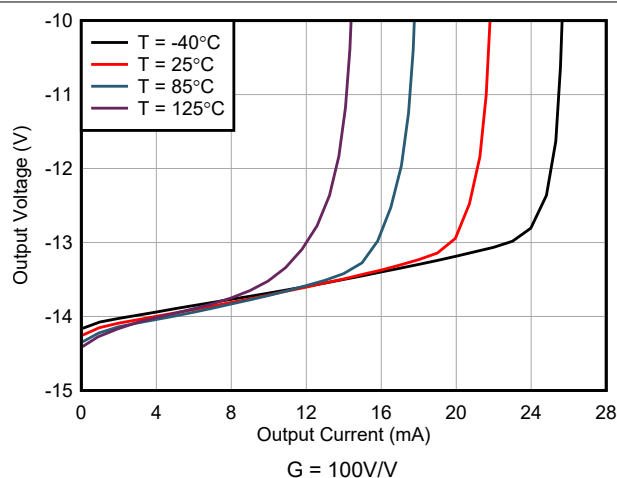


图 6-19. 负输出电压摆幅与输出电流间的关系

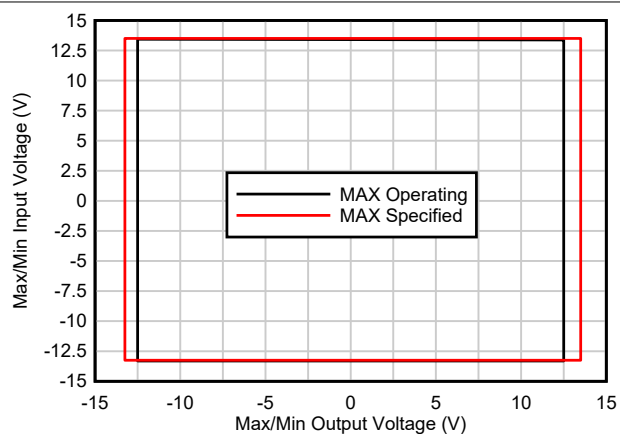


图 6-20. 输入电压
与输出电压间的关系 (双电源 $V_S = \pm 15\text{V}$)

6.6 典型特性 (续)

在 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_S = \pm 15\text{V}$ 、 $R_L = 10\text{k}\Omega$ 、 $V_{\text{REF}} = 0\text{V}$ 且 $G = 20\text{V/V}$ 时 (除非另有说明)

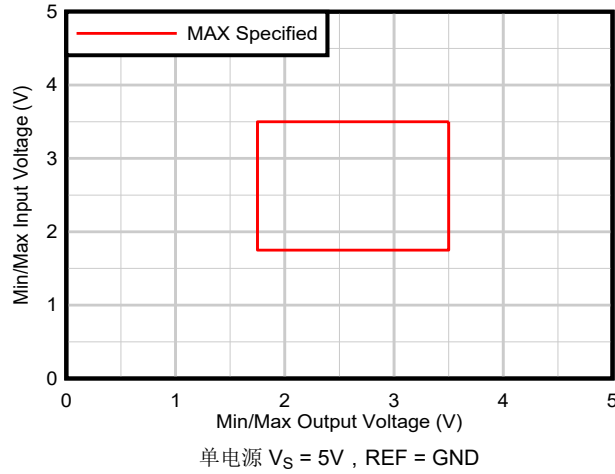


图 6-21. 输入电压
与输出电压间的关系 (双电源 $V_S = 5\text{V}$)

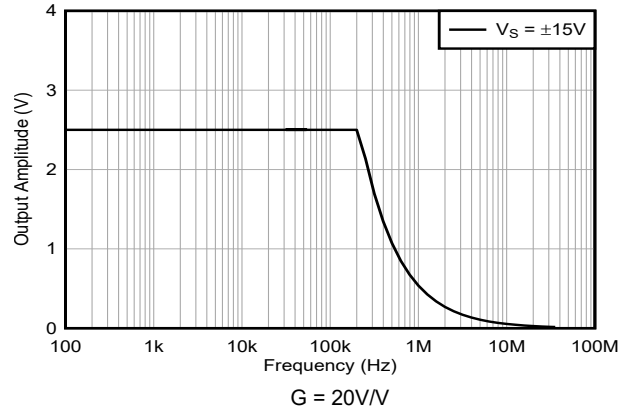


图 6-22. 大信号频率响应, $G = 20\text{V/V}$

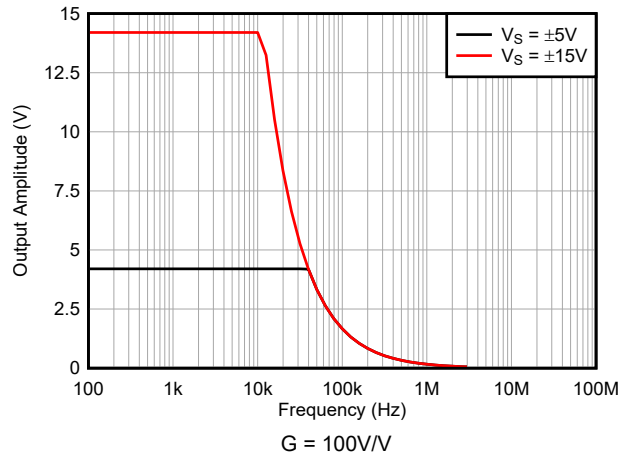


图 6-23. 大信号频率响应, $G = 100\text{V/V}$

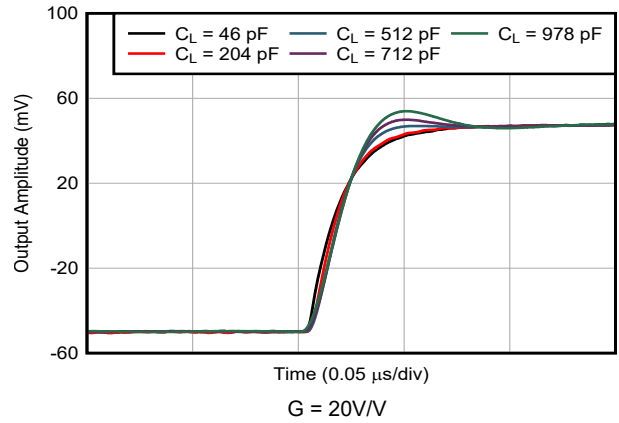


图 6-24. 过冲与容性负载间的关系, 上升

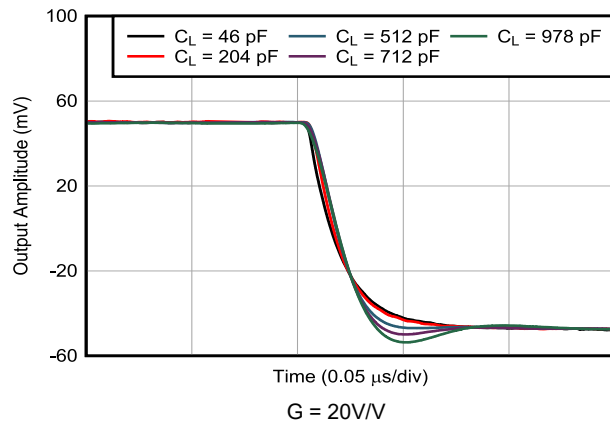


图 6-25. 过冲与容性负载间的关系, 下降

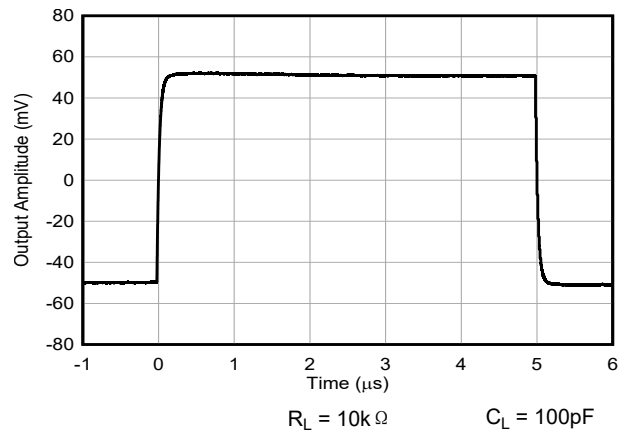


图 6-26. 小信号响应, $G = 20\text{V/V}$

6.6 典型特性 (续)

在 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_S = \pm 15\text{V}$ 、 $R_L = 10\text{k}\Omega$ 、 $V_{\text{REF}} = 0\text{V}$ 且 $G = 20\text{V/V}$ 时 (除非另有说明)

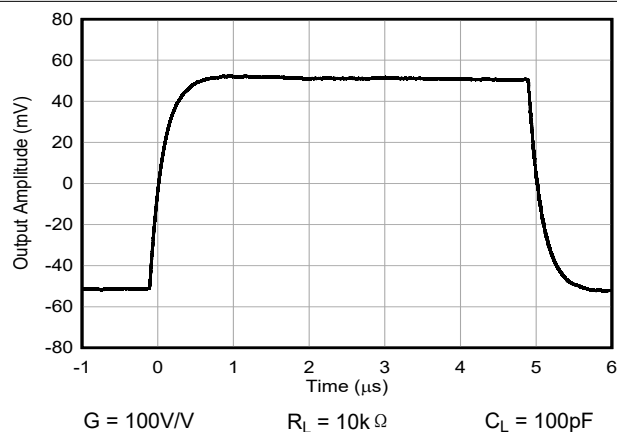


图 6-27. 小信号响应, $G = 100\text{V/V}$

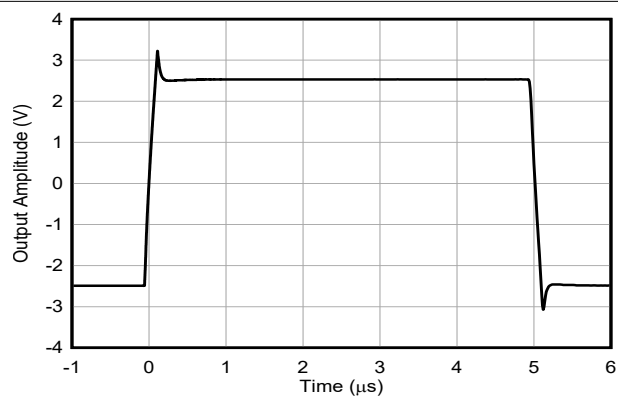


图 6-28. 大信号阶跃响应

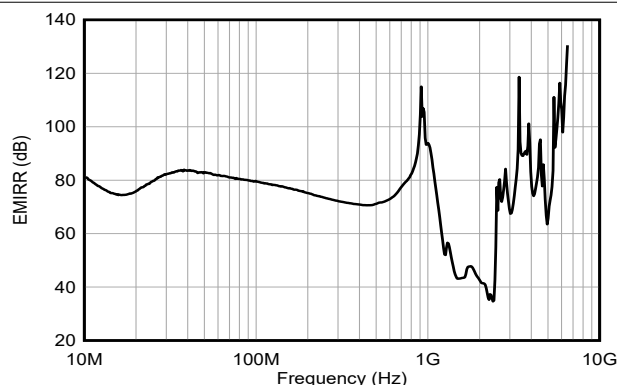


图 6-29. EMIRR 与频率间的关系, 共模

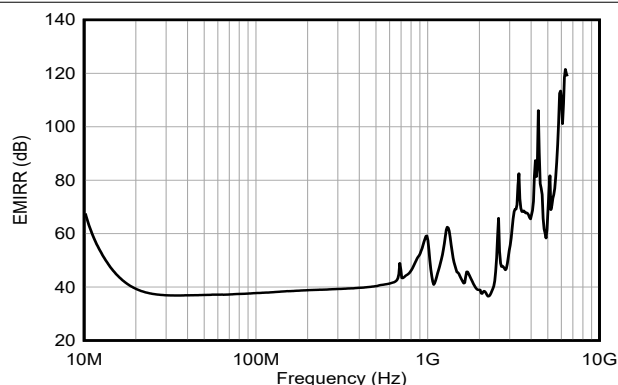


图 6-30. EMIRR 与频率间的关系, 差动模式

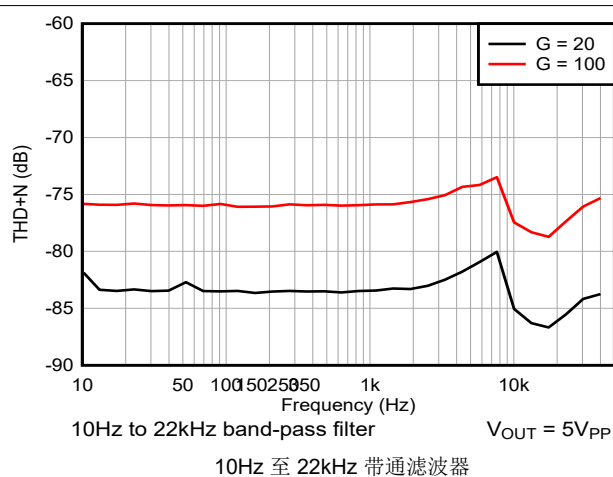


图 6-31. 总谐波失真与频率间的关系, 10Hz 至 22kHz

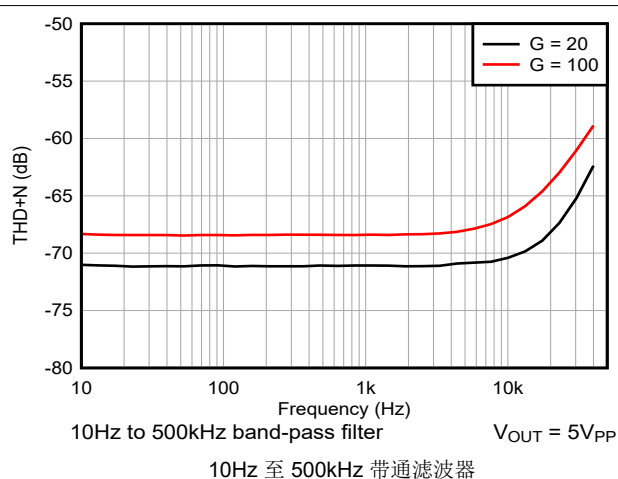


图 6-32. 总谐波失真与频率间的关系, 10Hz 至 500kHz

7 详细说明

7.1 概述

INA630 是一款采用间接电流反馈架构的单片式精密仪表放大器。图 7-1 方框图概述了该架构的功能。差动输入信号 (V_{DM}) 由跨导放大器 (g_{m1}) 转换为输入电流 (I_{IN})。共模电压 (V_{CM}) 由此在输入端直接被抑制。另一个跨导放大器 (g_{m2}) 将 R_1 上的反馈电压 ($V_{FB} - V_{REF}$) 转换为反馈电流 (I_{FB})。然后从输入电流 I_{IN} 中减去 I_{FB} 。积分放大器 (g_{m3}) 将差动电流转换回输出电压 (V_{OUT})。若 V_{DM} 与反馈电压相差很大, 则 I_{OUT} 会增加, 从而导致 V_{OUT} 增加。当输入差动电压和反馈电压相同时, 会产生相同的 I_{IN} 和 I_{REF} , 差动电流 I_{OUT} 为零, V_{OUT} 保持稳定。

精确的输出电压取决于差动电流 I_{OUT} , 因此两个跨导 g_{m1} 和 g_{m2} 的匹配主要决定了该架构的线性度和精度。在 INA630 中, 增益是通过电阻 R_1 和 R_2 的比值从外部设置。与传统的 INA 不同, 在间接电流反馈架构中, 输入共模电压被第一个跨导放大器 (g_{m1}) 抑制, 且输出摆幅不受输入共模电压的限制。

INA630 的精密性能针对最大差动输入电压低于 $\pm 125\text{mV}$ 进行了优化。当超出该限值时, 输入保护所示的差分电压保护方案会将输入电流限制在安全水平, 同时确保输出保持在导轨范围内。

7.2 功能方框图

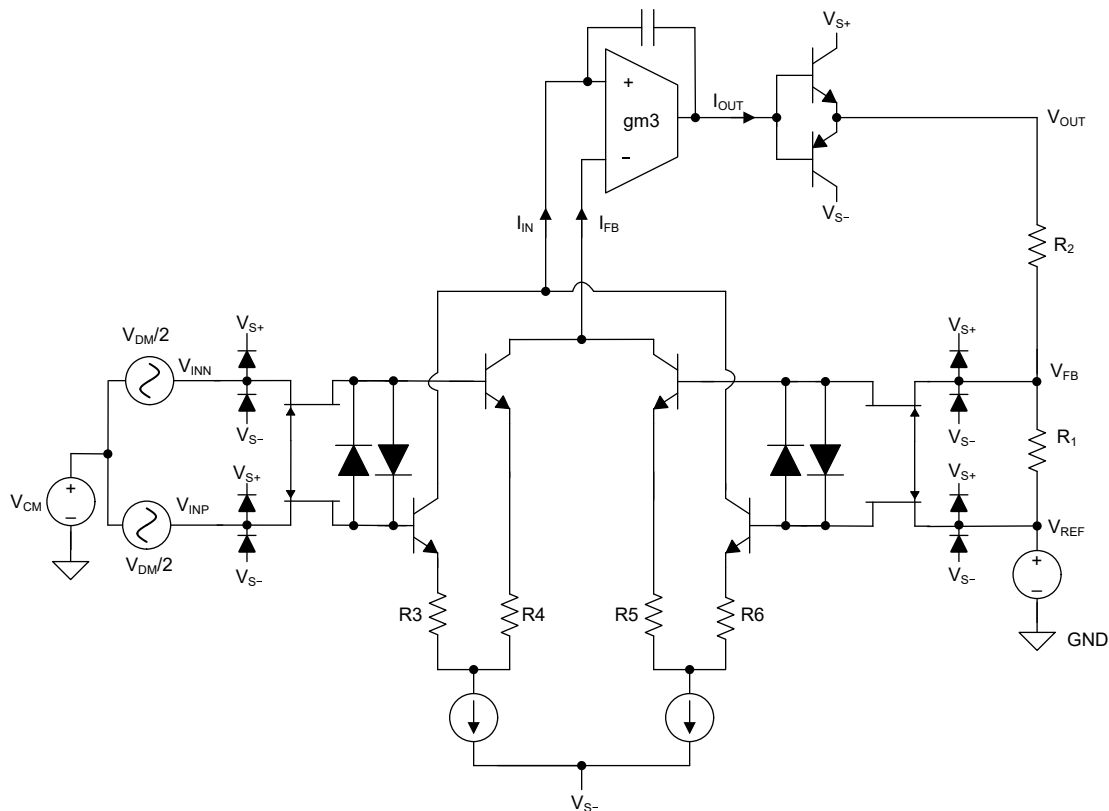


图 7-1. INA630 详细原理图

7.3 特性说明

7.3.1 设置增益

图 7-2 显示了 INA630 的增益由连接在输出、反馈和基准引脚之间的电阻分压器 (R_1 、 R_2) 设置。

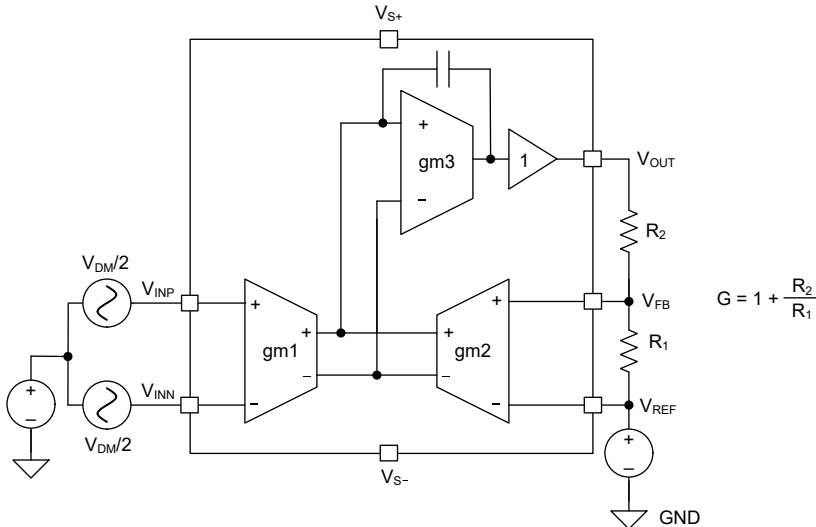


图 7-2. 带增益公式的 INA630 简化图

R_1 和 R_2 的值根据以下标准选择：

$$G = 1 + \frac{R_2}{R_1} \quad (1)$$

表 7-1 列出了几种常用的增益和反馈电阻值。该表还显示了由可用 0.05% 电阻器的最坏情况公差引起的理论增益误差，这意味着两个电阻器具有相反的绝对误差。

表 7-1. 反馈电阻值示例 (0.05%)

所需增益	R_1 (Ω) (0.05%)	R_2 (Ω) (0.05%)	增益误差 (最坏情况) (%)
20	1k	18.88k	0.5
50	1k	49.28k	0.28
80	1k	78.67k	0.23
100	1k	98.81k	0.09
120	1k	118.35k	0.54
150	1k	148.6k	0.24
200	1k	198.1k	0.4
500	1k	498.8k	0.01
1000	1k	1M	0.1

7.3.1.1 增益误差和漂移

仪表放大器可通过单个电阻器来设置增益，而在 INA630 中，增益以及增益精度则是由外部反馈电阻网络 R_1 和 R_2 的相对匹配而决定。

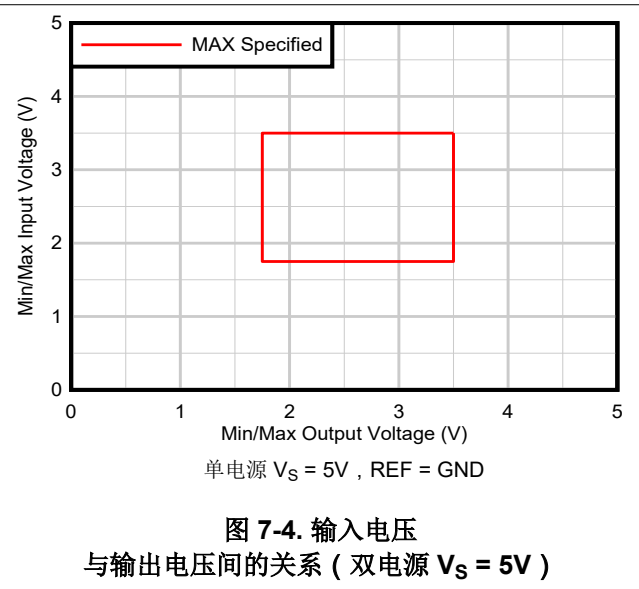
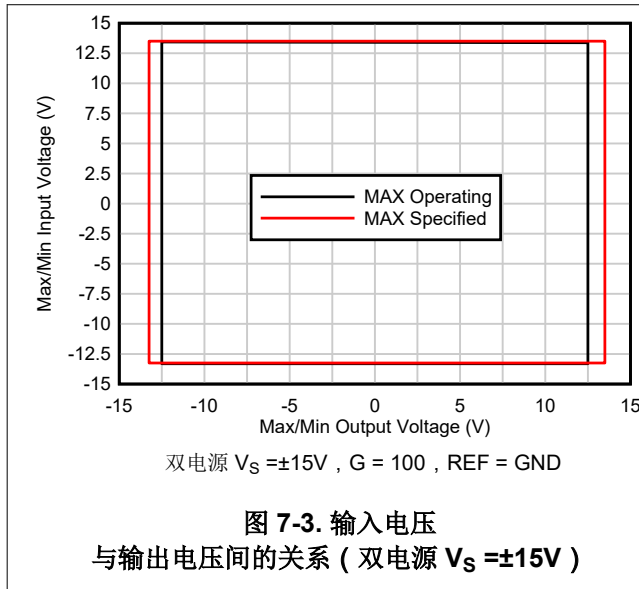
这种配置的优势在温度漂移时尤为明显。在传统的仪表放大器中，外部电阻器必须与内部单片电阻器匹配。分立电阻器的温度系数比小于 10ppm/°C，可实现出色的增益漂移性能。

7.3.2 线性输入电压范围

INA630 的间接电流反馈架构可通过简单的设计程序验证应用的工作输入电压是否在 INA630 的线性输入和输出电压范围内，具体如下：

- 最大输入和输出电压在 $V_{S+} - 1.75V$ 和 $V_{S-} - 1.5V$ 的指定范围内
- 工作差动输入电压在 $V_{DM(MAX)} = \pm 125mV$ 的指定范围内

图 7-3 和 图 7-4 显示了最常见的工作条件和相应的线性工作范围。



7.3.3 FB 引脚偏置电流补偿

FB 引脚上的反馈电阻器网络会对输出造成额外的失调电压温漂。在 REF 端子上串联一个 $R_3 = R_1 \parallel R_2$ 的电阻器，以补偿误差。

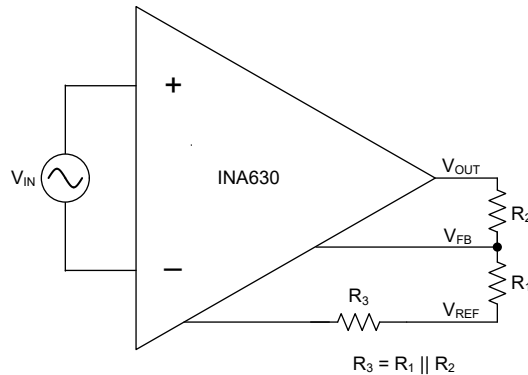


图 7-5. FB 引脚偏置电流补偿

7.3.4 输入保护

INA630 的最大差分输入电压内部限制为 $\pm 125mV$ 。传统上，这是通过连接背对背二极管的电阻器而实现。当差分输入电压超过阈值时，其中一个二极管开始导通，而电阻器则定义了最大输入电流，该电流可能会相当大。小电阻器的输入电流大，而大电阻器的噪声和偏移会增加，两者之间需要权衡。

INA630 采用 JFET 箝位结构，可在正常条件下提供低串联电阻。在输入超过最大差分输入电压 $\pm 125\text{mV}$ 的故障情况下，保护电路将输入电流的值限制在约 $40\text{ }\mu\text{A}$ 。

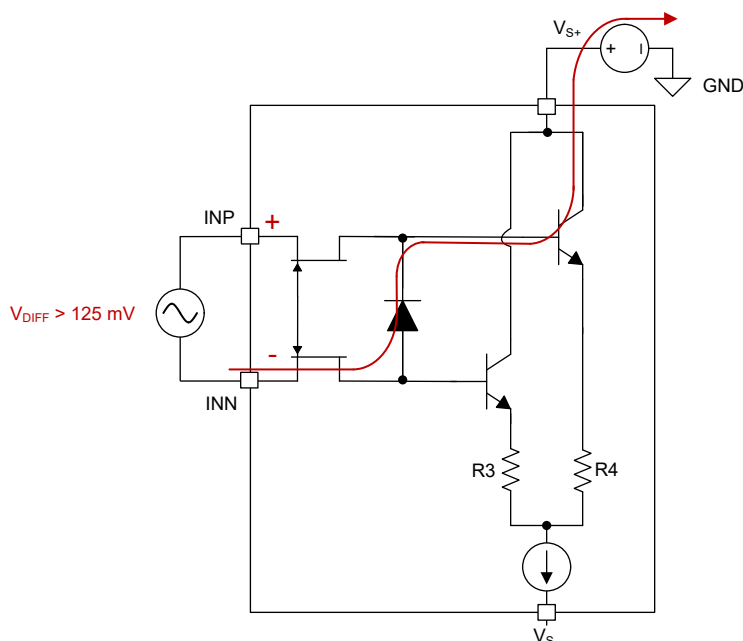


图 7-6. 大差分输入电压条件下的输入电流路径

备注

许多仪表放大器都包含 JFET 箝位电路，可在输入电压超过电源电压时保护器件。在 INA630 中，JFET 箝位结构连接在输入引脚之间，以保护器件免受差分输入过载的影响。

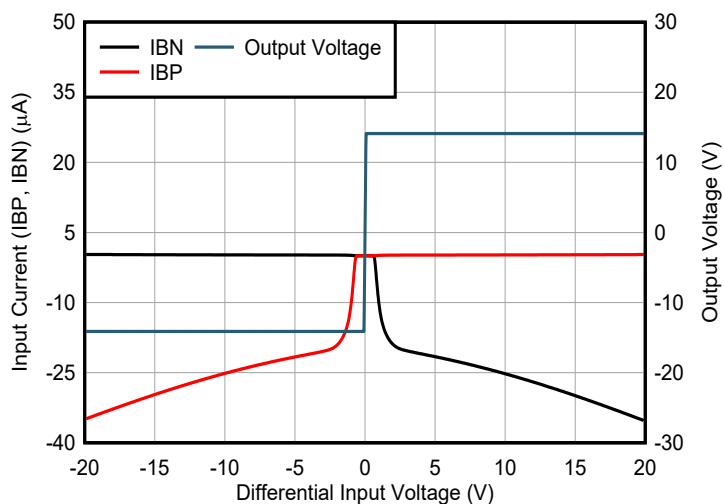


图 7-7. 输入电流 (IBP、IBN) 与差分输入电压的关系

7.4 器件功能模式

INA630 具有单一功能模式，可在电源电压大于 4.5V ($\pm 2.25\text{V}$) 时工作。INA630 的最大电源电压为 36V ($\pm 18\text{V}$)。

8 应用和实施

备注

以下应用部分中的信息不属于 TI 器件规格的范围，TI 不担保其准确性和完整性。TI 的客户应负责确定器件是否适用于其应用。客户应验证并测试其设计，以确保系统功能。

8.1 应用信息

8.1.1 基准引脚

在传统的 3 运算放大器仪表放大器中，输出电压是相对于基准引脚 (REF) 上的电压而产生的。通常在双电源工作时，该基准引脚连接到低阻抗的系统接地，因此基准引脚上的任何额外阻抗都会降低 CMRR 和增益精度。

由于其架构，INA630 基准引脚上的阻抗不会影响 CMRR。

然而，增益精度可能会受到基准引脚阻抗的影响（请参阅 [方程式 2](#)）：

$$G = 1 + \frac{R_2 + R_{REF}}{R_1} \quad (2)$$

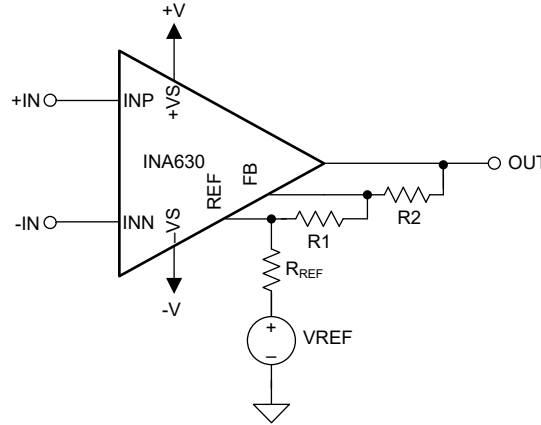


图 8-1. 基准引脚阻抗对增益精度的影响

为确保基准引脚阻抗对增益精度 (<0.001%) 的影响可忽略不计，请保持：

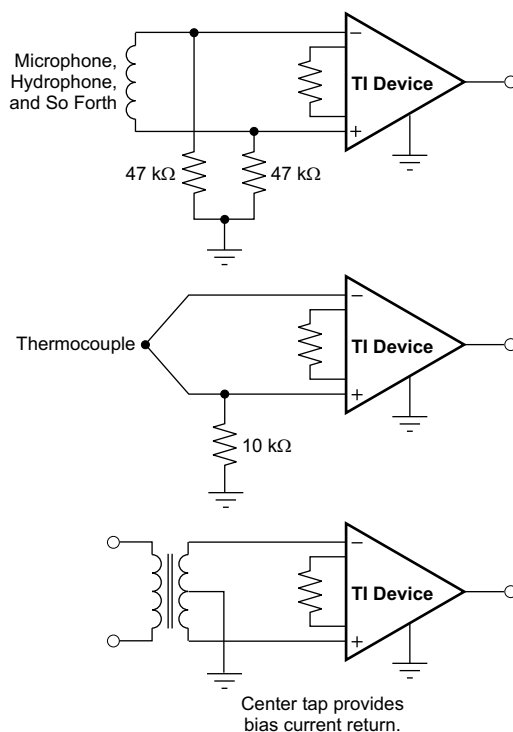
- 当 $G = 20V/V$ ， $R_1 = 1k\Omega$ 时，基准阻抗 $< 0.2\Omega$
- 当 $G = 100V/V$ ， $R_1 = 1k\Omega$ 时，基准阻抗 $< 1\Omega$

电压基准器件可为基准引脚提供低阻抗电压源。

8.1.2 输入偏置电流返回路径

INA630 的输入阻抗非常高 (约为 $100\text{G}\Omega$)。然而, 必须为这两个输入的输入偏置电流提供路径。此输入偏置电流通通常为 150pA 。高输入阻抗意味着, 随着输入电压发生变化, 该输入偏置电流变化很小。

为实现正常运行, 输入电路必须为该输入偏置电流提供路径。图 8-2 显示了提供输入偏置电流路径的多种方式。在没有偏置电流路径的情况下, 输入悬空到超过 INA630 共模范围的电位, 且输入放大器饱和。如果差动源电阻较低, 则偏置电流返回路径连接到一个输入端 (如 图 8-2 中的热电偶示例所示)。在源阻抗较高的情况下, 使用两个相等的电阻可提供平衡输入, 其优点是偏置电流导致的输入失调电压更低, 且高频共模抑制效果更好。



Copyright © 2017, Texas Instruments Incorporated

图 8-2. 提供输入共模电流路径

8.2 典型应用

8.2.1 电池测试系统中的电流分流监控

图 8-3 显示了 INA630 的电流分流监控设计。此示例电路旨在通过 $\pm 100\text{A}$ 的电池单元监视充电和放电电流。INA630 的增益配置为 125V/V ，经过优化，在 40°C 的温度范围内精度可达 0.05% 。输出为 $\pm 2.5\text{V}$ 的双极端电压，可馈入双极 ADC。

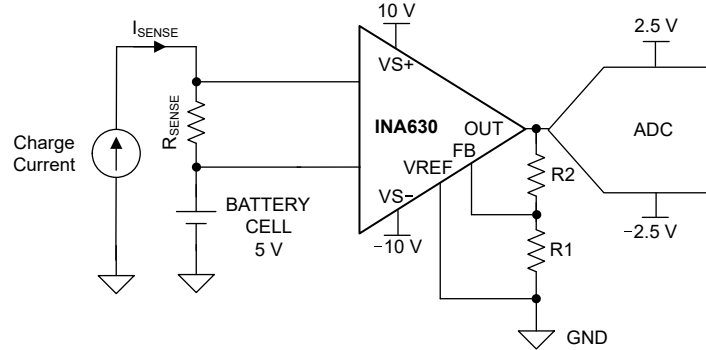


图 8-3. 电池测试电流分流监控电路

8.2.1.1 设计要求

对于该应用，设计要求如下所示：

- 单节电池的充放电电流最大为 $\pm 100\text{A}$
- 检测电阻 R_{SENSE} 为 $200\ \mu\Omega$ ，对应电压 V_{SENSE} 为 $\pm 20\text{mV}$
- 最大共模电压 V_{BAT} 为 4.2V
- 双极输出电压为 $\pm 2.5\text{V}$

8.2.1.2 详细设计过程

本章详细介绍了布局增益电阻网络（包含 R_1 和 R_2 ）的过程。还提供额外指导，以验证给定输入电压是否在允许的工作范围内。

分流电阻器的选择是精确电池测试系统的重要步骤。大分流电阻器会增加功率耗散，从而降低漂移性能。而另一侧的小电阻器则需要高性能的前端。对于此设计，给定的充电电流 I_{CHARGE} 为 $\pm 100\text{A}$ ，因此 R_{SENSE} 选为 $200\ \mu\Omega$ ，以实现理想平衡。

在充电模式下，方程式 3 显示 INA630 输入端的检测电压：

$$V_{\text{SENSE}} = I_{\text{CHARGE}} \times R_{\text{SENSE}} = \pm 20\text{mV} \quad (3)$$

所选 ADC 的满标量程为 5V 。基准引脚接地。方程式 4 显示增益：

$$G = V_{\text{OUT}} / V_{\text{SENSE}} = 125\text{V/V} \quad (4)$$

- G 表示仪表放大器的增益。
- V_{SENSE} 表示 INA630 输入端的差动电压，在最大允许差动输入电压 $\pm 125\text{mV}$ 范围内。

R1 取值 $\geq 1\text{k}\Omega$ ，以优化电路精度。方程式 5 显示 R1：

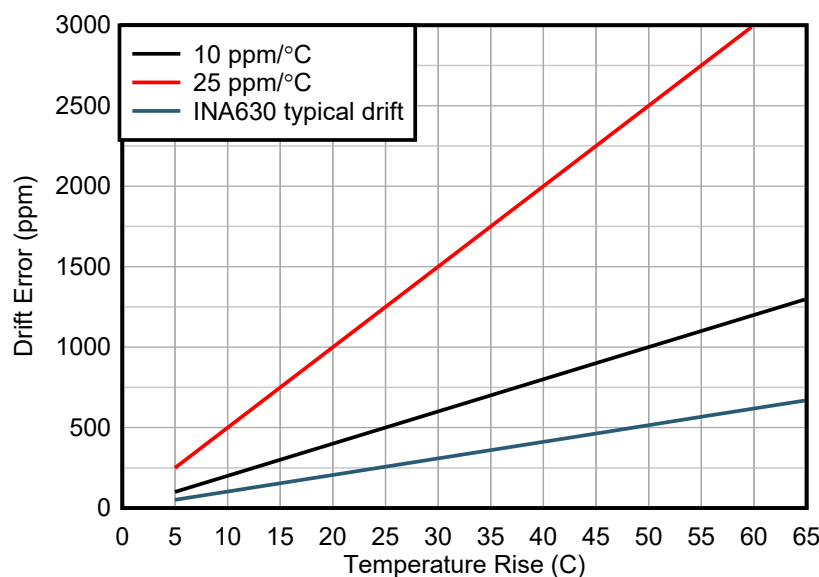
$$R2 = R1 \times (G-1) = R2 = 1\text{k}\Omega \times (125-1) = 124\text{k}\Omega \quad (5)$$

应用中的最大共模电压与电池单元的最大电压 (5V) 相同。最小共模电压为电池放电后的电压，在生产过程中可能接近 0V。受架构限制，共模电压的最大允许范围简单来说为 $V_{IN(min)} = (V-) + 1.75\text{V}$ 和 $V_{IN(max)} = (V+) - 1.5\text{V}$ ，在本示例中为 $V_{IN(min)} = -8.25\text{V}$ 和 $V_{IN(max)} = 8.5\text{V}$ 。工作输入电压为 $5\text{V}+20\text{mV}$ (最大值) 和 $0\text{V}-20\text{mV}$ (最小值)，处于允许范围内。

8.2.1.3 应用曲线

许多现代信号调节应用会在室温下校准误差。在电池测试系统中，由温度漂移引起的误差更为关键。在使用 INA630 的应用中，外部电阻网络的电阻温度系数 (TCR) 导致的电阻变化与漂移性能最为相关。

图 8-4 显示了对 INA630 漂移误差贡献的计算，包括增益误差漂移和偏移漂移性能。为展示外部电阻网络的影响，所示为 $10\text{ppm}/^\circ\text{C}$ 和 $25\text{ppm}/^\circ\text{C}$ 电阻网络对应的漂移误差贡献。



注意：选择具有良好 TC 跟踪能力的电阻器可抵消外部电阻网络的漂移误差。

图 8-4. 典型误差漂移 (ppm) 与温度上升 ($^\circ\text{C}$) 的关系

8.3 电源相关建议

INA630 的标称性能是在 $\pm 15\text{V}$ 的电源电压和 $1/2V_s$ 基准电压下规定的。该器件还可由 $\pm 2.25\text{V}$ (4.5V) 至 $\pm 18\text{V}$ (36V) 的电源和非 $1/2V_s$ 基准电压供电，且性能优异。典型特性中显示了随工作电压和基准电压变化而显著变化的参数。

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：

- 确保两条输入路径在源阻抗和电容方面匹配良好，以避免将共模信号转换为差分信号。
- 噪声通过总体电路和器件的电源引脚传入模拟电路。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，并使电容器尽可能靠近器件。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，应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。
- 外部元件应尽量靠近器件放置。如 图 8-6 所示。
- 应使布线尽可能短。

8.4.2 布局示例

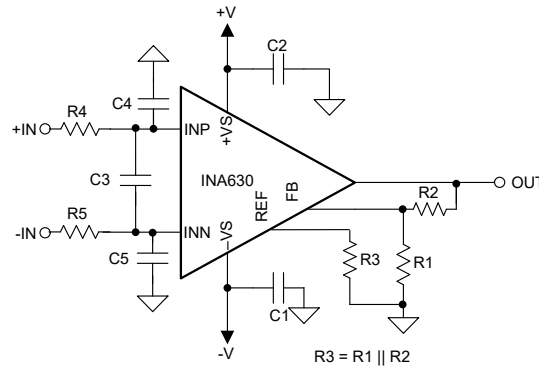


图 8-5. 示例原理图

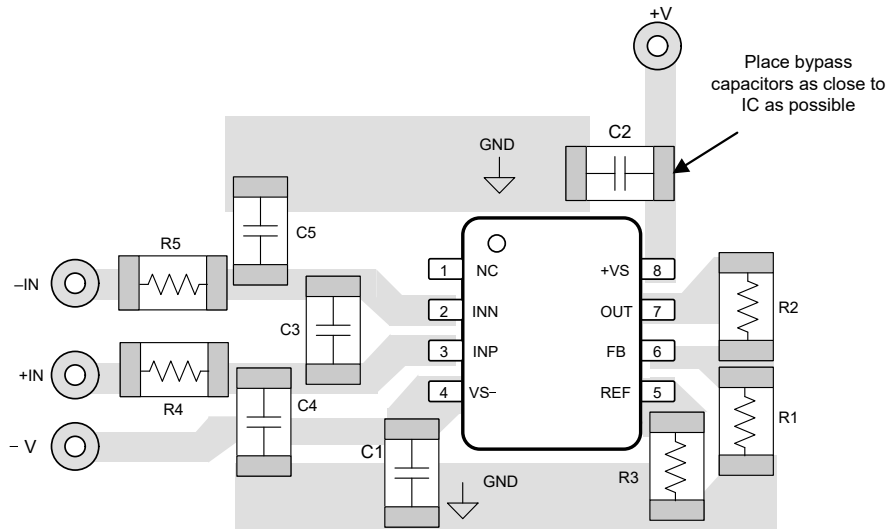


图 8-6. 相关 PCB 布局

9 器件和文档支持

9.1 第三方产品免责声明

TI 发布的与第三方产品或服务有关的信息，不能构成与此类产品或服务或保修的适用性有关的认可，不能构成此类产品或服务单独或与任何 TI 产品或服务一起的表示或认可。

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)，[REF50xx 低噪声、极低温漂、精密电压基准 数据表](#)
- 德州仪器 (TI)，[OPAx191 36V、低功耗、精密、CMOS、轨到轨输入/输出、低失调电压、低输入偏置电流运算放大器数据表数据表](#)

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

TI E2E™ is a trademark of Texas Instruments.

所有商标均为其各自所有者的财产。

9.6 静电放电警告



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

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

9.7 术语表

[TI 术语表](#) 本术语表列出并解释了术语、首字母缩略词和定义。

10 修订历史记录

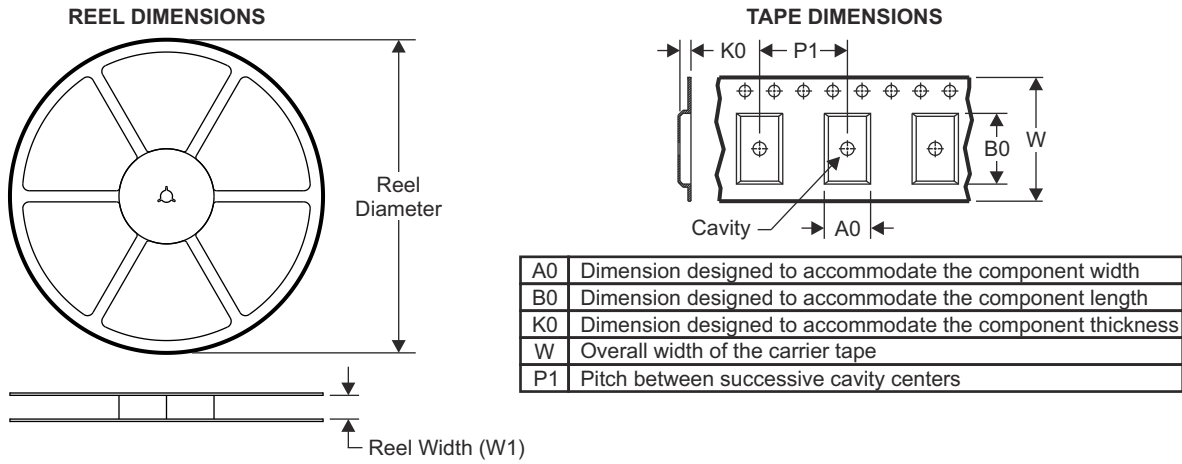
注：以前版本的页码可能与当前版本的页码不同

日期	修订版本	注释
March 2025	*	初始发行版

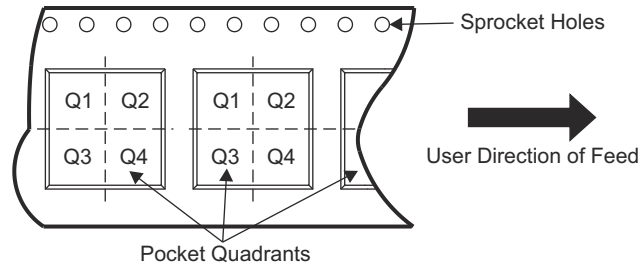
11 机械、封装和可订购信息

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。

11.1 卷带包装信息

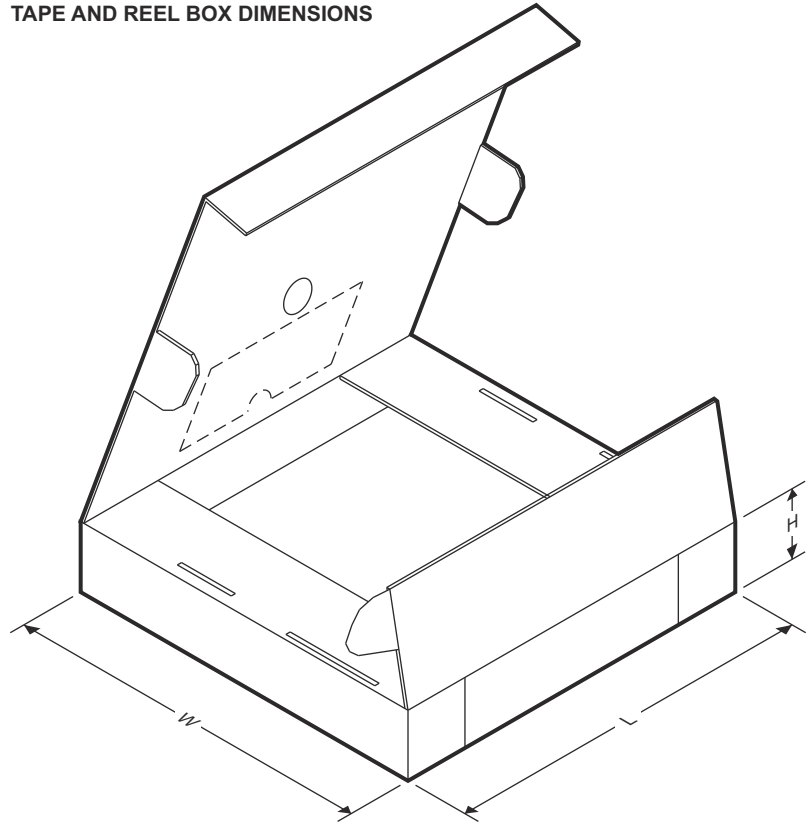


QUADRANT ASSIGNMENTS FOR PIN 1 ORIENTATION IN TAPE



器件	封装类型	封装图	引脚	SPQ	卷带直径 (mm)	卷带宽度 W1 (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P1 (mm)	W (mm)	Pin1 象限
INA630DDFR	SOT-23-T	DDF	8	3000	180	8.4	3.2	3.1	1.25	4	8	Q3

TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS



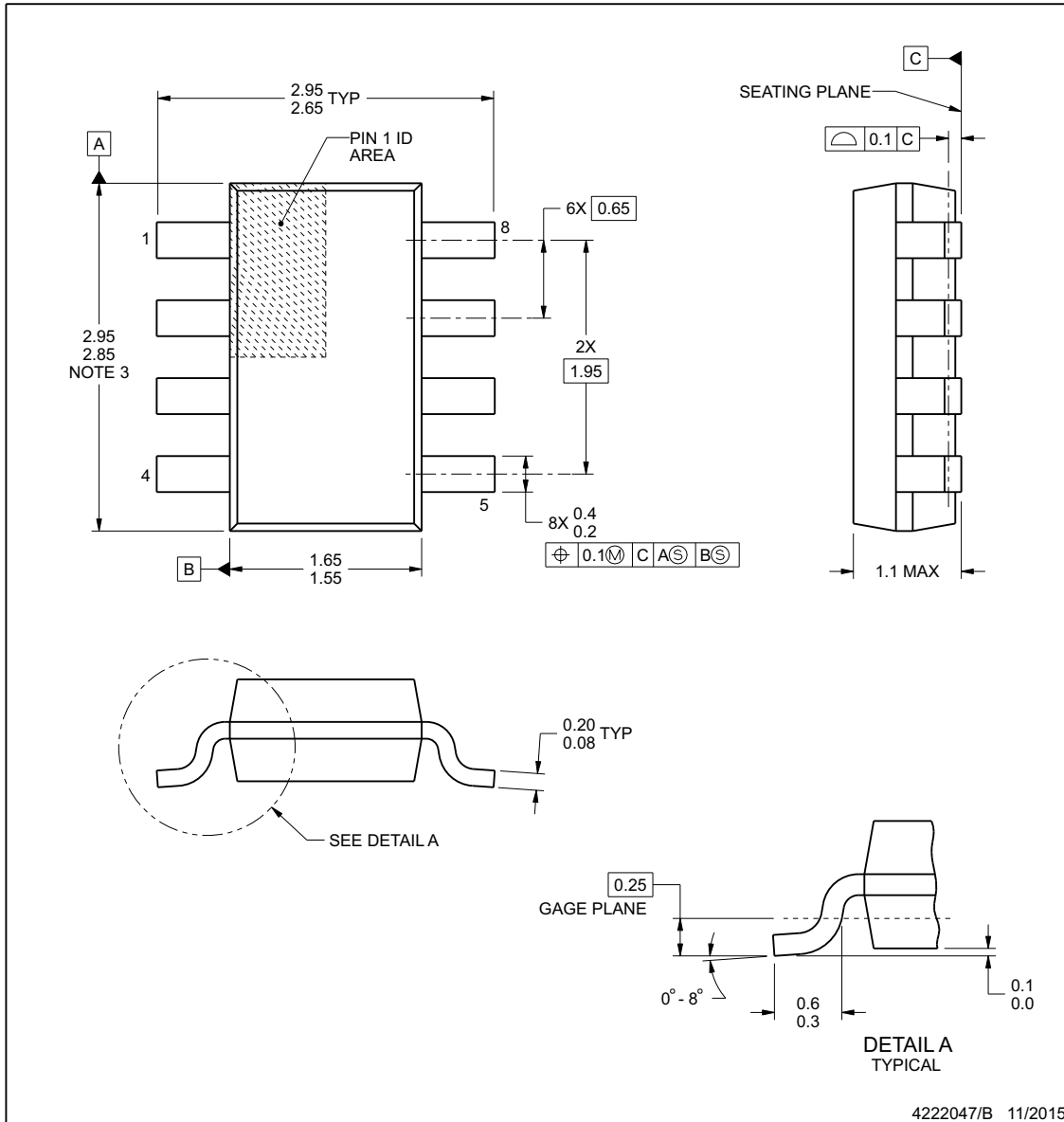
器件	封装类型	封装图	引脚	SPQ	长度 (mm)	宽度 (mm)	高度 (mm)
INA630DDFR	SOT-23-T	DDF	8	3000	210	185	35



DDF0008A

PACKAGE OUTLINE
SOT-23 - 1.1 mm max height

PLASTIC SMALL OUTLINE

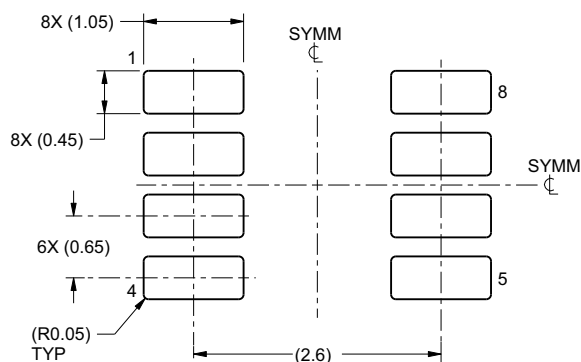


NOTES:

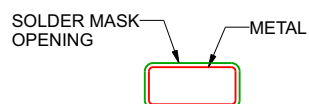
1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.
3. This dimension does not include mold flash, protrusions, or gate burrs. Mold flash, protrusions, or gate burrs shall not exceed 0.15 mm per side.

EXAMPLE BOARD LAYOUT**DDF0008A****SOT-23 - 1.1 mm max height**

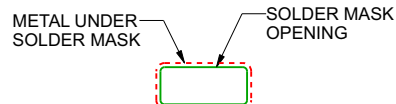
PLASTIC SMALL OUTLINE



LAND PATTERN EXAMPLE
SCALE:15X



NON SOLDER MASK
DEFINED



SOLDER MASK
DEFINED

SOLDER MASK DETAILS

4222047/B 11/2015

NOTES: (continued)

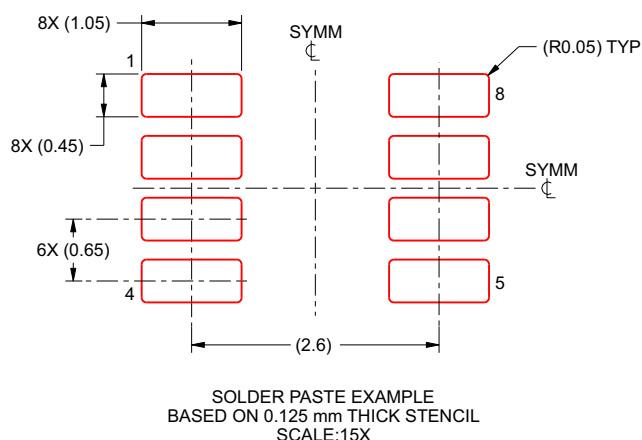
4. Publication IPC-7351 may have alternate designs.
5. Solder mask tolerances between and around signal pads can vary based on board fabrication site.

EXAMPLE STENCIL DESIGN

DDF0008A

SOT-23 - 1.1 mm max height

PLASTIC SMALL OUTLINE



4222047/B 11/2015

NOTES: (continued)

6. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release. IPC-7525 may have alternate design recommendations.
7. Board assembly site may have different recommendations for stencil design.

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)
INA630DDFR	Active	Production	SOT-23-THIN (DDF) 8	3000 LARGE T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	IN630
XINA630DDFR	Active	Preproduction	SOT-23-THIN (DDF) 8	3000 LARGE T&R	-	Call TI	Call TI	-40 to 125	
XINA630DDFR.B	Active	Preproduction	SOT-23-THIN (DDF) 8	3000 LARGE T&R	-	Call TI	Call TI	See XINA630DDFR	

- (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.

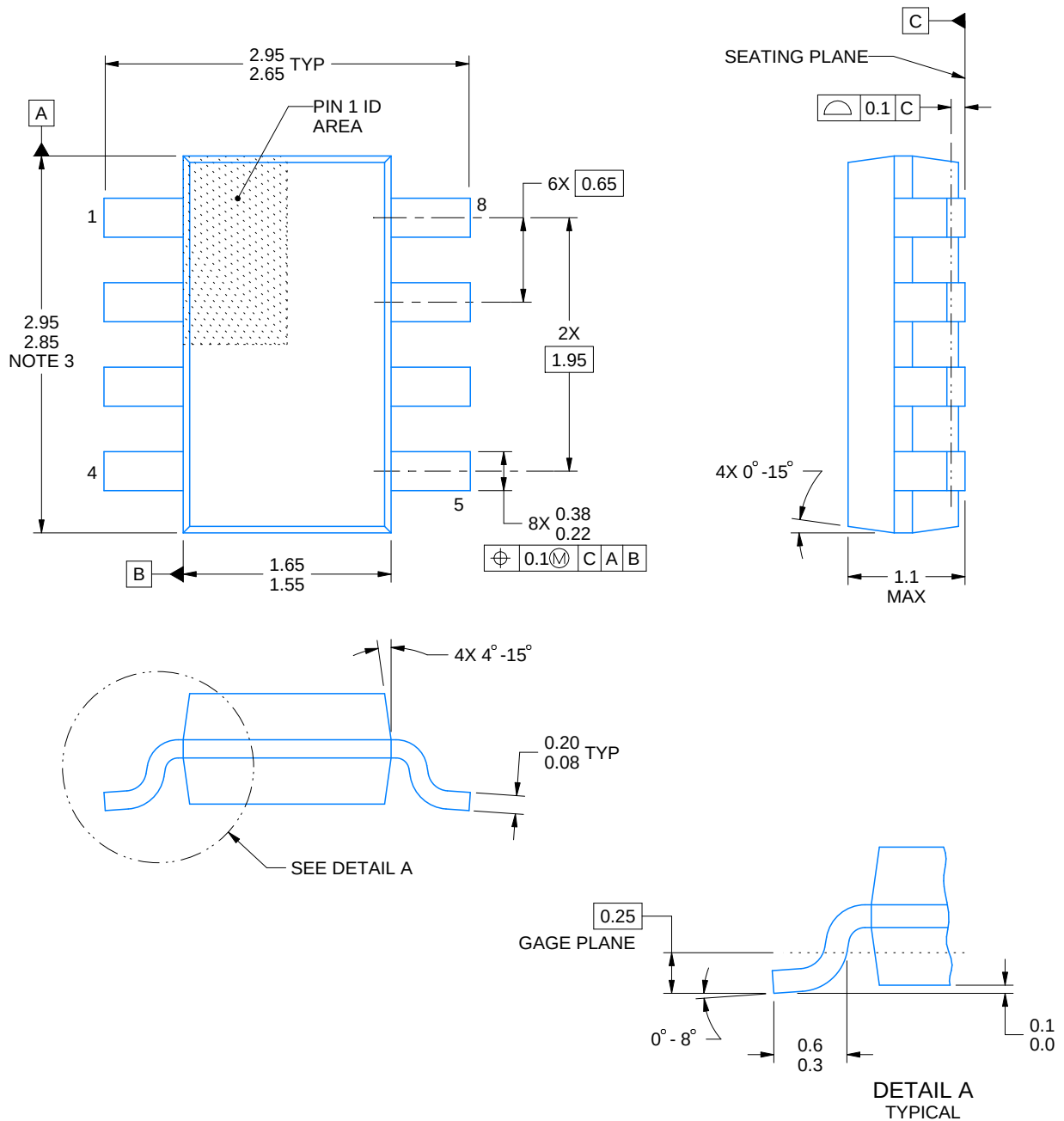
In no event shall TI's liability arising out of such information exceed the total purchase price of the TI part(s) at issue in this document sold by TI to Customer on an annual basis.

DDF0008A

PACKAGE OUTLINE

SOT-23-THIN - 1.1 mm max height

PLASTIC SMALL OUTLINE



4222047/E 07/2024

NOTES:

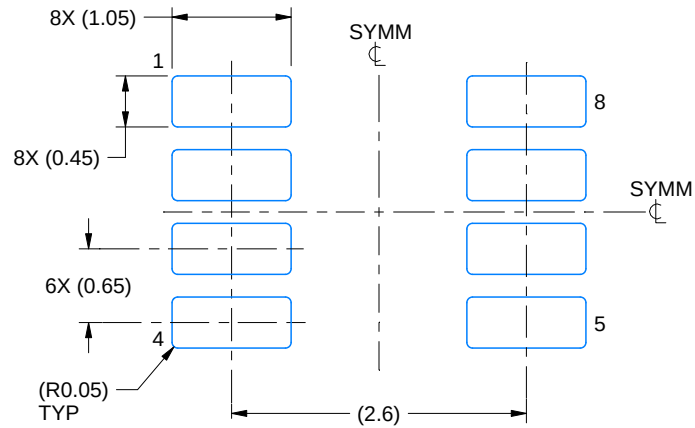
1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.
3. This dimension does not include mold flash, protrusions, or gate burrs. Mold flash, protrusions, or gate burrs shall not exceed 0.15 mm per side.

EXAMPLE BOARD LAYOUT

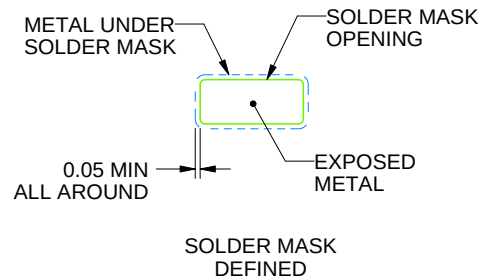
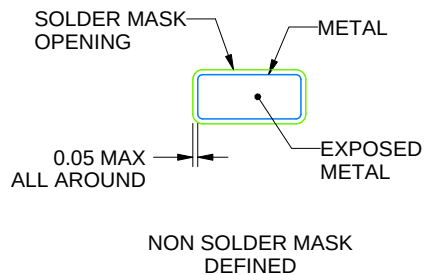
DDF0008A

SOT-23-THIN - 1.1 mm max height

PLASTIC SMALL OUTLINE



LAND PATTERN EXAMPLE
EXPOSED METAL SHOWN
SCALE:15X



SOLDER MASK DETAILS

4222047/E 07/2024

NOTES: (continued)

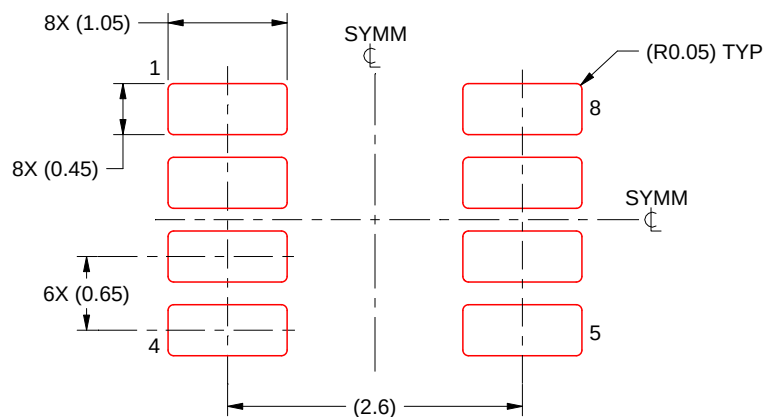
4. Publication IPC-7351 may have alternate designs.
5. Solder mask tolerances between and around signal pads can vary based on board fabrication site.

EXAMPLE STENCIL DESIGN

DDF0008A

SOT-23-THIN - 1.1 mm max height

PLASTIC SMALL OUTLINE



SOLDER PASTE EXAMPLE
BASED ON 0.125 mm THICK STENCIL
SCALE:15X

4222047/E 07/2024

NOTES: (continued)

6. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release. IPC-7525 may have alternate design recommendations.
7. Board assembly site may have different recommendations for stencil design.

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、某特定用途方面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功能安全、信息安全、监管或其他要求。

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。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 的销售条款](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款/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。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

邮寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
版权所有 © 2025，德州仪器 (TI) 公司