

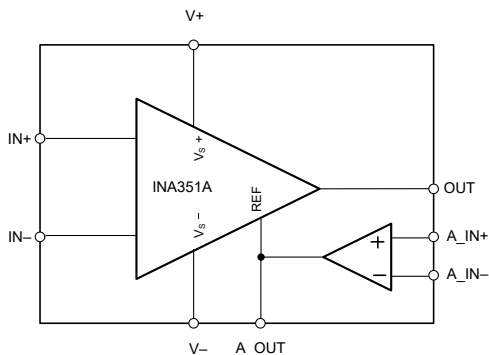
INA351A - 具有可配置基准放大器的低功耗、1.8V 至 5.5V 小型仪表放大器

1 特性

- 具有可配置基准放大器的 10V/V 固定增益仪表放大器
- 10 位至 14 位系统的 INA 性能
 - CMRR : 95dB (典型值)
 - 增益误差 : 0.015% (典型值)
 - 带宽 : 100kHz (典型值)
- 基准放大器可用于 :
 - 使用伺服环路进行外部直流误差校准
 - 提供外部电路的缓冲电压
 - 滤波或调节基准电压
- 超小型封装选项 (2mm x 2mm)
- 以低于 10% 的过冲驱动 1nF (典型值)
- 优化的静态电流 : 110 μ A (典型值)
- 电源电压范围 : 1.8V (\pm 0.9V) 至 5.5V (\pm 2.75V)
- 额定温度范围 : -40 $^{\circ}$ C 至 125 $^{\circ}$ C

2 应用

- [心电图](#)
- [压力变送器](#)
- [称重计](#)
- [流量变送器](#)
- [可穿戴健身和活动监测仪](#)
- [血糖监控](#)
- 利用 RTD 检测温度



简化内部原理图

3 说明

INA351A 是一款具有固定增益 10 的仪表放大器，采用小型封装，具有可配置的基准放大器。此仪表放大器 (INA) 采用精度匹配的电容器构建，可在小型低成本封装中实现出色的 CMRR 和增益误差性能。这使得 INA351A 成为替代分立式 INA 实现方案的理想解决方案，可实现更高的性能和更紧凑的设计，同时最大限度地降低对物料清单 (BOM) 成本的影响。

集成的可配置基准放大器可用作缓冲器供外部使用，也可用作闭环校准电路的一部分，用于实现更高的直流精度。根据应用的不同，当 INA 输入信号的频率略高于直流时，可通过在 INA 输出端实施伺服环路放大器来校准由传感器产生的直流误差 (如偏移、温漂等)，从而完成闭环校准。

INA351A 可实现 86dB 的最小 CMRR 和 0.1% 精度的最大增益误差，而在室温下仅消耗 135 μ A 的最大静态电流。INA 无需 ADC 驱动器即可直接驱动 Sub-1kHz 10 位至 14 位 Δ - Σ 模数转换器 (ADC)，因此非常适合用于便携式电池供电医疗应用，如心电图或可穿戴健康监测仪。

封装信息

器件型号 ⁽³⁾	封装 ⁽¹⁾	封装尺寸 ⁽²⁾
INA351A	DSG (WSON , 8)	2mm x 2mm

- (1) 如需了解所有可用封装，请参阅数据表末尾的封装选项附录。
- (2) 封装尺寸 (长 x 宽) 为标称值，并包括引脚 (如适用)。
- (3) 请参阅 [器件比较表](#)。



内容

1 特性	1	8.3 特性说明	16
2 应用	1	8.4 器件功能模式	19
3 说明	1	9 应用和实施	20
4 修订历史记录	2	9.1 应用信息.....	20
5 器件比较表	3	9.2 典型应用.....	23
6 引脚配置和功能	3	9.3 电源相关建议.....	25
7 规格	4	9.4 布局.....	26
7.1 绝对最大额定值.....	4	10 器件和文档支持	28
7.2 ESD 等级.....	4	10.1 器件支持.....	28
7.3 建议运行条件.....	4	10.2 文档支持.....	28
7.4 热性能信息.....	4	10.3 接收文档更新通知.....	28
7.5 电气特性.....	5	10.4 支持资源.....	28
7.6 典型特性.....	7	10.5 商标.....	28
8 详细说明	15	10.6 静电放电警告.....	28
8.1 概述.....	15	10.7 术语表.....	28
8.2 功能方框图.....	15	11 机械、封装和可订购信息	28

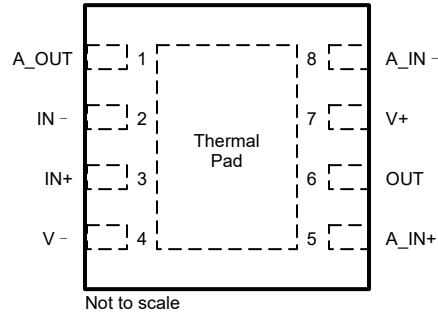
4 修订历史记录

日期	修订版本	说明
2023 年 6 月	*	初始发行版

5 器件比较表

器件	通道数	封装引线
		WSO DSG
INA351A	1	8

6 引脚配置和功能



注意：将散热焊盘连接至 (V-)

**图 6-1. DSG 封装
8 引脚 WSON (带有外露散热焊盘)
(顶视图)**

表 6-1. 引脚功能

引脚		类型 ⁽¹⁾	说明
名称	编号		
IN -	2	I	仪表放大器负 (反相) 输入
IN+	3	I	仪表放大器正 (同相) 输入
OUT	6	O	仪表放大器输出
A_IN+	5	I	基准放大器正 (同相) 输入。该引脚通常从外部连接到基准电压。
A_OUT	1	O	基准放大器输出。它被内部连接至 INA 的 60k Ω 电阻器, 此电阻器也称为 REF 节点。
A_IN -	8	I	参考放大器负 (反相) 输入。
V -	4	—	负电源
V+	7	—	正电源

(1) I = 输入, O = 输出

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
电源电压, $V_S = (V+) - (V-)$		0	6	V
信号输入引脚	共模电压 ⁽²⁾	$(V-) - 0.5$	$(V+) + 0.5$	V
	差分电压 ⁽³⁾		$V_S + 0.2$	V
	电流 ⁽²⁾	-10	10	mA
输出短路 ⁽⁴⁾		持续		
工作温度, T_A		-55	150	°C
结温 T_J			150	
贮存温度, T_{stg}		-65	150	

- (1) 应力超出绝对最大额定值下列出的值可能会对器件造成永久损坏。这些列出的值仅仅是应力等级, 这并不表示器件在这些条件下以及在建议运行条件以外的任何其他条件下能够正常运行。长时间处于绝对最大额定条件下可能会影响器件的可靠性。
- (2) 输入引脚被二极管钳制至电源轨。对于摆幅可能超过电源轨 0.5V 以上的输入信号, 其电流必须限制在 10mA 或者更低
- (3) 连续施加大于 0.5V 的差分输入电压会导致输入失调电压偏移超过该参数的最大规格。这种影响的幅度随着环境工作温度升高而增大。
- (4) 对 $V_S/2$ 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 标准 ⁽¹⁾	±2000	V
		充电器件模型 (CDM), 符合 JEDEC 规范 JESD22-C101 ⁽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
电源电压 $V_S = (V+) - (V-)$	单电源	1.8	5.5	V
	双电源	±0.9	±2.75	
输入电压范围		$(V-)$	$(V+)$	V
额定温度		-40	125	°C

7.4 热性能信息

热指标 ⁽¹⁾		INA351A		单位
		DSG (WSON)		
		8 引脚		
$R_{\theta JA}$	结至环境热阻	80.3		°C/W
$R_{\theta JC(top)}$	结至外壳 (顶部) 热阻	100.4		°C/W
$R_{\theta JB}$	结至电路板热阻	46.4		°C/W
ψ_{JT}	结至顶部特征参数	5.3		°C/W
ψ_{JB}	结至电路板特征参数	46.4		°C/W
$R_{\theta JC(bot)}$	结至外壳 (底部) 热阻	21.9		°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](#)。

7.5 电气特性

对于 $V_S = (V+) - (V-) = 1.8V$ 至 $5.5V$ ($\pm 0.9V$ 至 $\pm 2.75V$) ($T_A = 25^\circ C$) , $V_{CM} = [(V_{IN+}) + (V_{IN-})] / 2 = V_S / 2$, $V_{IN} = (V_{IN+}) - (V_{IN-}) = 0V$, $V_{A_IN+} = V_S / 2$, $V_{A_IN-} = V_{A_OUT}$, $G = 10$, $R_L = 10k\Omega$ 连接至 $V_S / 2$ 且 $V_{OUT} = V_S / 2$ (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 _{Osi}	失调电压, RTI ⁽¹⁾	V _S = 5.5V	T _A = 25°C		±0.2	±1.3	mV
	输入失调电压随温度变化的情况, RTI ⁽¹⁾	V _S = 5.5V	T _A = -40°C 至 125°C			±1.4	mV
	失调电压温漂, RTI ⁽²⁾	V _S = 5.5V	T _A = -40°C 至 125°C		±0.60		μV/°C
PSRR	电源抑制比		T _A = 25°C		20	75	μV/V
Z _{IN-DM}	差分阻抗				100 5		GΩ pF
Z _{IN-CM}	共模阻抗				100 9		GΩ pF
V _{CM}	输入级共模范围 ⁽³⁾			(V-)		(V+)	V
CMRR DC	共模抑制比, RTI	V _{CM} = (V-) + 0.1V 至 (V+) - 1V , 高 CMRR 区域	V _S = 5.5V	86	103		dB
		V _{CM} = (V-) + 0.1V 至 (V+) - 1V , 高 CMRR 区域	V _S = 3.3V		94		
		V _{CM} = (V-) + 0.1V 至 (V+) - 0.1V	V _S = 5.5V	62	75		
偏置电流							
I _B	输入偏置电流	V _{CM} = V _S /2			±0.75		pA
I _{OS}	输入失调电流	V _{CM} = V _S /2			±0.40		pA
噪声电压							
e _{NI}	输入参考电压噪声密度 ⁽⁵⁾	f = 1kHz			36		nV/√Hz
		f = 10kHz			35		
E _{NI}	输入参考电压噪声 ⁽⁵⁾	f _B = 0.1Hz 至 10Hz			3.0		μV _{PP}
i _n	输入电流噪声	f = 1kHz			22		fA/√Hz
增益							
GE	增益误差 ⁽⁴⁾	V _{REF} = V _S /2	V _O = (V-) + 0.1V 至 (V+) - 0.1V		±0.02	±0.10	%
输出							
V _{OH}	正电源轨余量	R _L = 10kΩ 至 V _S /2			15	30	mV
V _{OL}	负电源轨余量	R _L = 10kΩ 至 V _S /2			15	30	mV
C _L 驱动	负载电容驱动	V _O = 100mV 阶跃, 过冲 < 20%			500		pF
Z _O	闭环输出阻抗	f = 10kHz			51		Ω
I _{SC}	短路电流	V _S = 5.5V			±20		mA
频率响应							
BW	带宽, -3dB	V _{IN} = 10mV _{pk-pk}			100		kHz
THD + N	总谐波失真 + 噪声	V _S = 5.5V , V _{CM} = 2.75V , V _O = 1V _{RMS} , R _L = 100kΩ f = 1kHz , 80kHz 测量 BW			0.035		%
EMIRR	电磁干扰抑制比	f = 1GHz , V _{IN-EMIRR} = 100mV			96		dB
SR	压摆率	V _S = 5V , V _O = 2V 阶跃			0.20		V/μs
t _s	趋稳时间	达到 0.1% , V _S = 5.5V , V _{STEP} = 2V , C _L = 10pF			14		μs
		达到 0.01% , V _S = 5.5V , V _{STEP} = 2V , C _L = 10pF			24		
	过载恢复	V _{IN} = 1V			8		μs
基准放大器							
REF - V _{OS}	基准输入失调电压	V _S = 5.5V ⁽⁴⁾			±0.6	±2.25	mV
REF - V _{OS}	基准输入失调电压漂移	V _S = 5.5V			±0.8		μV/°C
REF - I _B	基准输入偏置电流	V _S = 5.5V			±1		pA

7.5 电气特性 (continued)

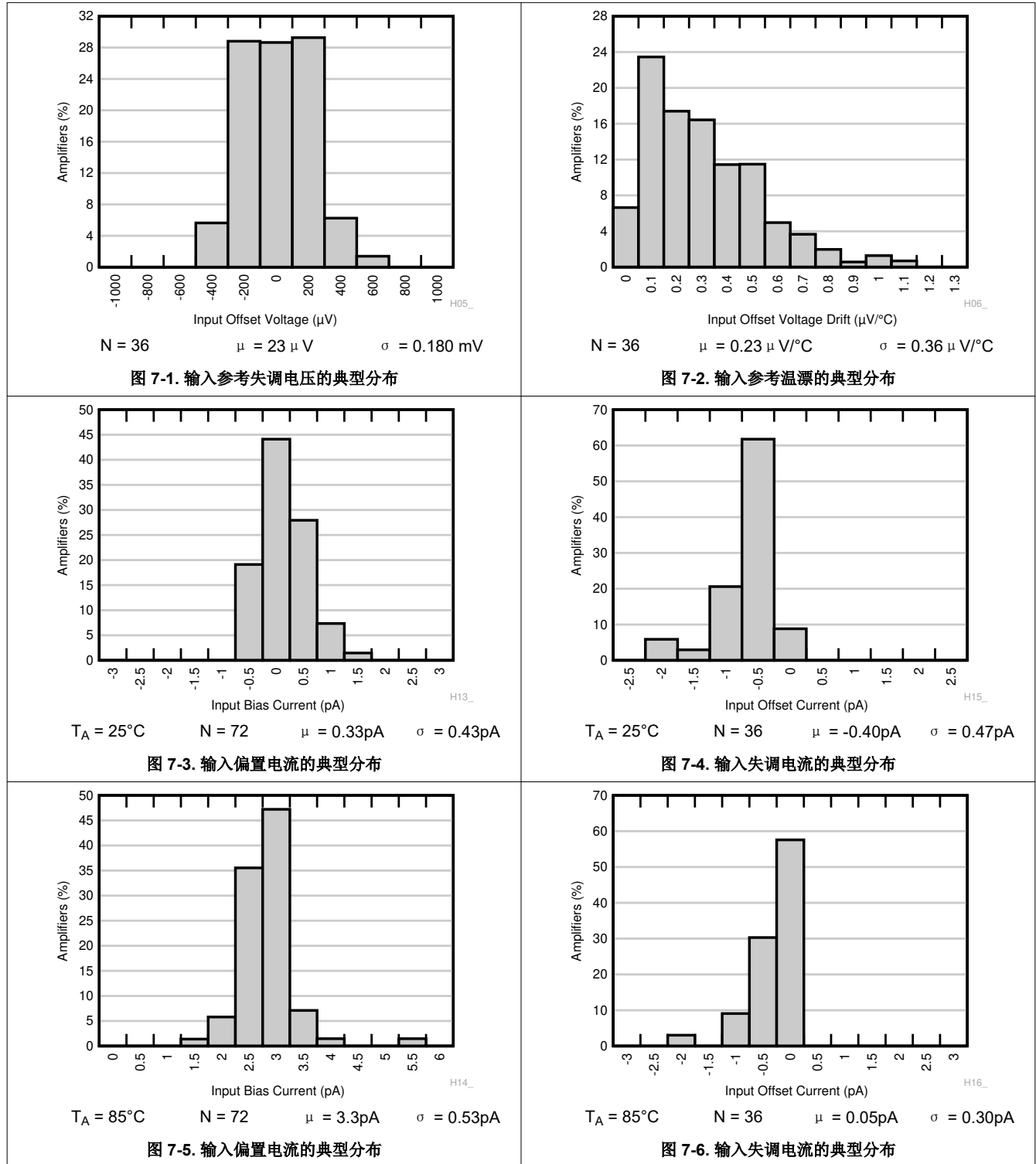
对于 $V_S = (V_+) - (V_-) = 1.8V$ 至 $5.5V$ ($\pm 0.9V$ 至 $\pm 2.75V$) ($T_A = 25^\circ C$) , $V_{CM} = [(V_{IN+}) + (V_{IN-})] / 2 = V_S / 2$, $V_{IN} = (V_{IN+}) - (V_{IN-}) = 0V$, $V_{A_IN+} = V_S / 2$, $V_{A_IN-} = V_{A_OUT}$, $G = 10$, $R_L = 10k\Omega$ 连接至 $V_S / 2$ 且 $V_{OUT} = V_S / 2$ (除非另有说明)

参数		测试条件		最小值	典型值	最大值	单位
REF - Z_{INCM}	参考共模输入阻抗			100 0.5			$G\Omega pF$
REF - E_N	基准输入电压噪声	$f = 0.1Hz$ 至 $10Hz$		8.7			μV_{PP}
REF - e_N	基准输入电压噪声密度	$f = 10kHz$		64			nV / \sqrt{Hz}
REF - V_{IN}	基准输入电压范围	$V_S = 5.5V$		(V-)		(V+)	V
REF - A_{OL}	开环电压增益	$(V_-) + 0.1V < V_O < (V_+) - 0.1V$	$V_S = 5.5V$	120			dB
REF - GBW	基准增益带宽积	$V_S = 5.5V$		360			kHz
REF - t_S	基准建立时间	精度达 0.1% , $V_S = 5.5V$, $V_{STEP} = 2V$, $G = 1$, $C_L = 10pF$		25			μs
REF - PM	基准相位裕度	$V_S = 5.5V$, $G = 1$, $C_L = 10pF$		65			°
REF - V_O	相对于电源轨的基准电压输出摆幅	$V_S = 5.5V$, $G = 1$				175	mV
REF - I_{SC}	基准短路电流	$V_S = 5.5V$, $G = 1$		± 3			mA
电源							
V_S	电源电压	单电源		1.8		5.5	V
		双电源		± 0.85		± 2.75	
I_Q	静态电流	$V_{IN} = 0V$		110		135	μA
		$T_A = -40^\circ C$ 至 $125^\circ C$				147	

- 总失调电压, 以输入为参考 (RTI) : $V_{OS} = (V_{OSI}) + (V_{OSO}/G)$ 。
- 失调漂移具有不相关性。使用以下公式计算输入参考失调漂移 : $\Delta V_{OS(RTI)} = \sqrt{[\Delta V_{OSI}]^2 + (\Delta V_{OSO}/G)^2}$
- 输入共模电压范围仅为仪表放大器的输入级。整个 INA351 输入范围取决于输入共模电压、差分电压、增益、 A_OUT 电压和电源电压的组合。将向典型特性曲线添加更多信息。
- 最小值和最大值由特性指定。
- 总 RTI 电压噪声等于 : $e_{N(RTI)} = \sqrt{[e_{NI}]^2 + (e_{NO}/G)^2}$

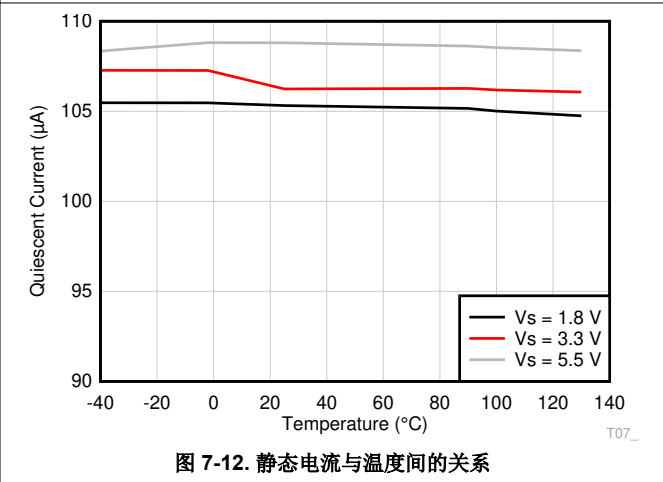
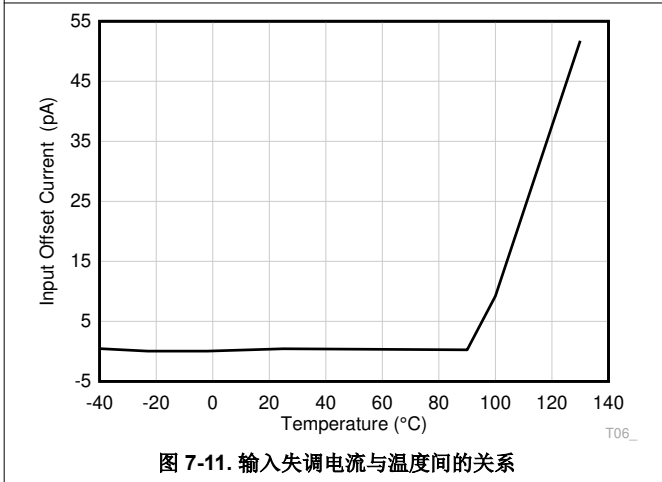
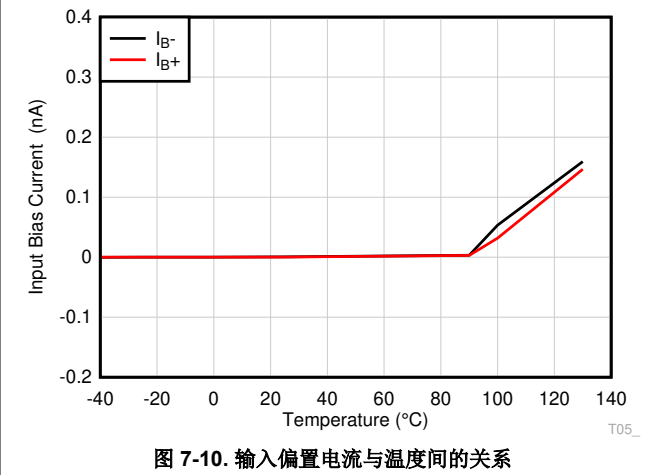
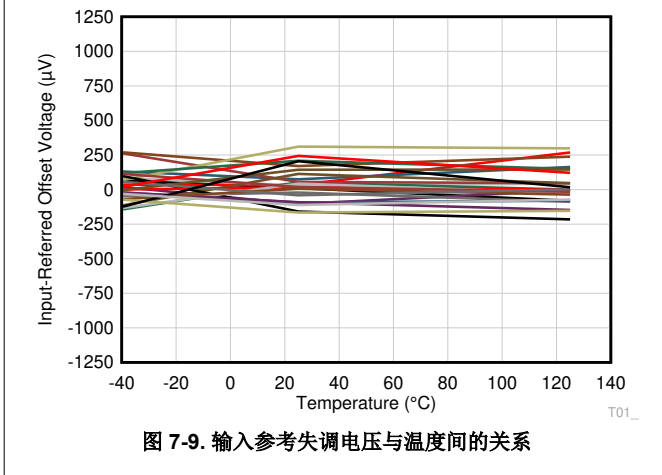
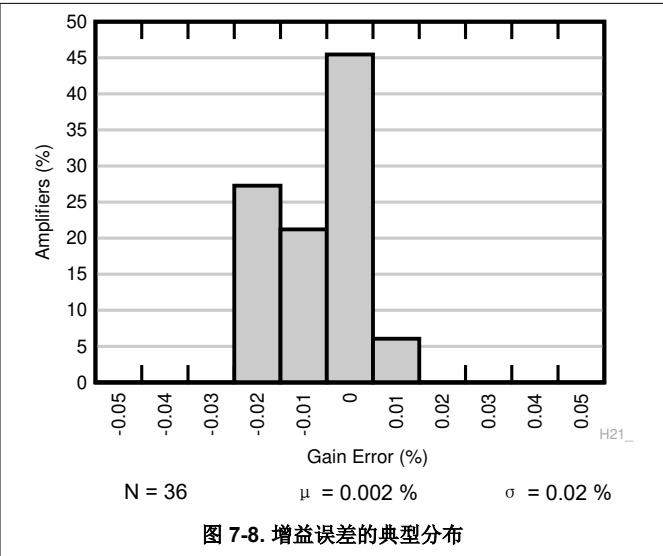
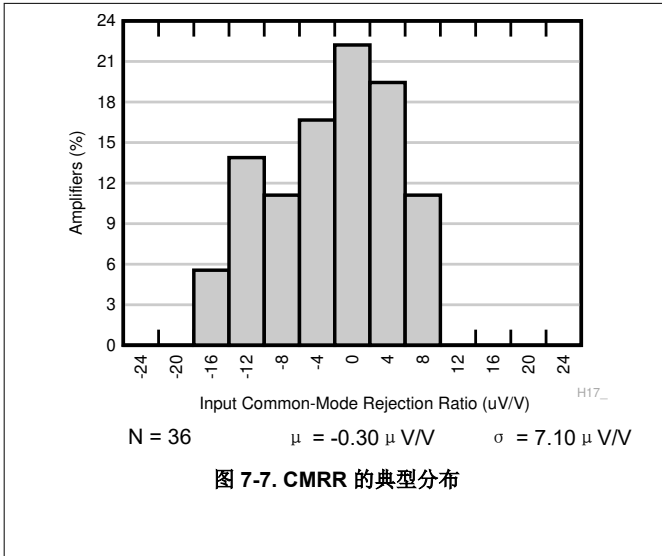
7.6 典型特性

$T_A = 25^\circ\text{C}$ 时, $V_S = (V+) - (V-) = 5.5\text{V}$, $V_{IN} = (V_{IN+}) - (V_{IN-}) = 0\text{V}$, $R_L = 10\text{k}\Omega$, $C_L = 10\text{pF}$, $V_{REF} = V_S/2$, $V_{CM} = [(V_{IN+}) + (V_{IN-})]/2 = V_S/2$, $V_{A_IN+} = V_S/2$, $V_{A_OUT} = V_{A_IN-}$ 且 $G = 10$ (除非另有说明)



7.6 典型特性 (continued)

$T_A = 25^\circ\text{C}$ 时, $V_S = (V_+) - (V_-) = 5.5\text{V}$, $V_{IN} = (V_{IN+}) - (V_{IN-}) = 0\text{V}$, $R_L = 10\text{k}\Omega$, $C_L = 10\text{pF}$, $V_{REF} = V_S/2$, $V_{CM} = [(V_{IN+}) + (V_{IN-})]/2 = V_S/2$, $V_{A_IN+} = V_S/2$, $V_{A_OUT} = V_{A_IN-}$ 且 $G = 10$ (除非另有说明)



7.6 典型特性 (continued)

$T_A = 25^\circ\text{C}$ 时, $V_S = (V_+) - (V_-) = 5.5\text{V}$, $V_{IN} = (V_{IN+}) - (V_{IN-}) = 0\text{V}$, $R_L = 10\text{k}\Omega$, $C_L = 10\text{pF}$, $V_{REF} = V_S/2$, $V_{CM} = [(V_{IN+}) + (V_{IN-})]/2 = V_S/2$, $V_{A_IN+} = V_S/2$, $V_{A_OUT} = V_{A_IN-}$ 且 $G = 10$ (除非另有说明)

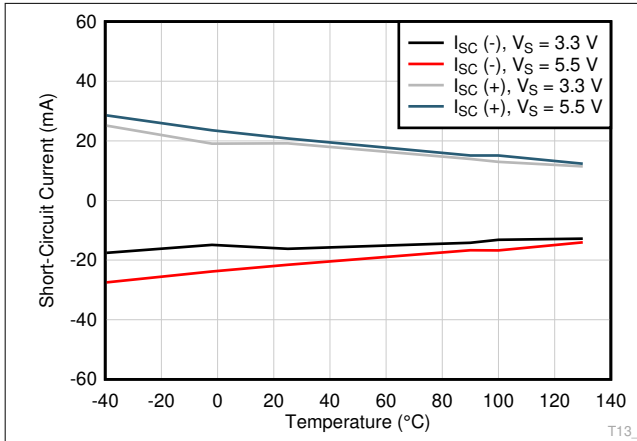


图 7-13. 短路电流与温度间的关系

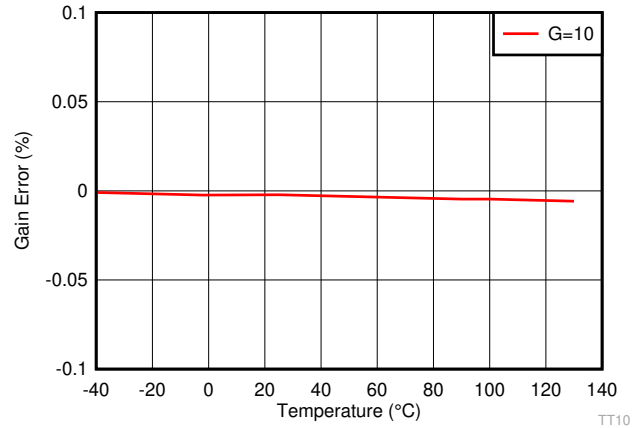


图 7-14. 增益误差与温度间的关系

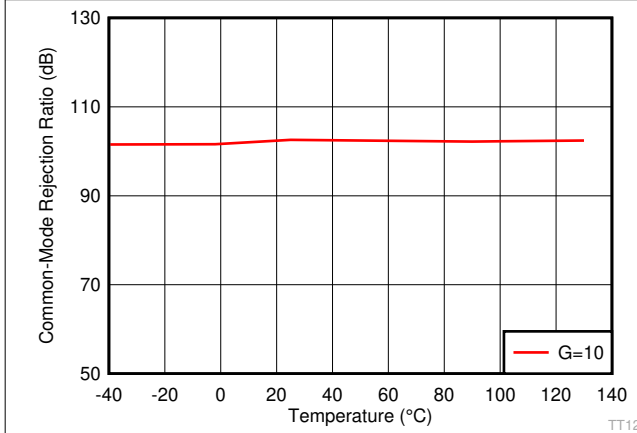
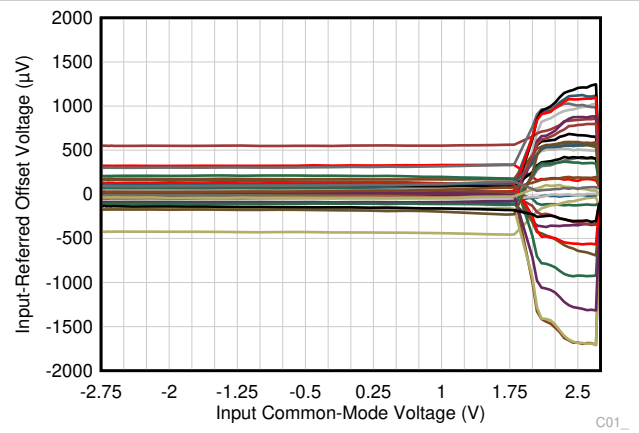
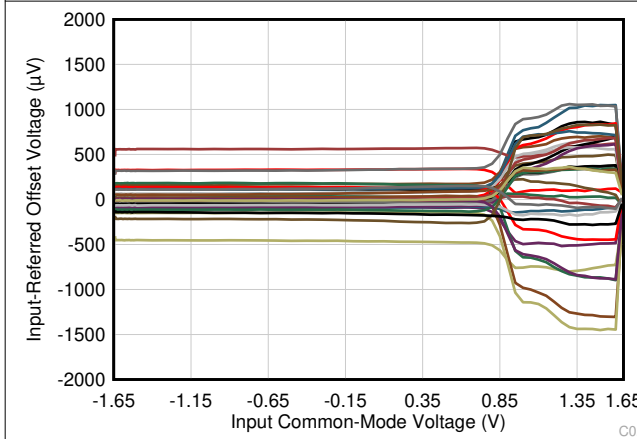


图 7-15. CMRR 与温度间的关系



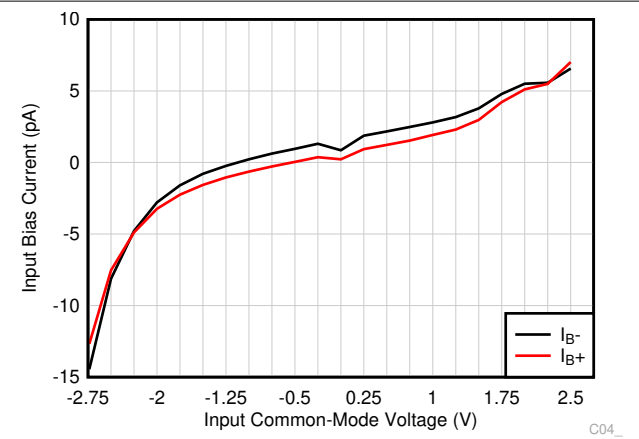
$V_+ = 2.75\text{V}$ 和 $V_- = -2.75\text{V}$

图 7-16. 输入参考失调电压与输入共模电压间的关系



$V_+ = 1.65\text{V}$ 和 $V_- = -1.65\text{V}$

图 7-17. 输入参考失调电压与输入共模电压间的关系



$V_+ = 2.75\text{V}$ 和 $V_- = -2.75\text{V}$

图 7-18. 输入偏置电流与输入共模电压间的关系

7.6 典型特性 (continued)

$T_A = 25^\circ\text{C}$ 时, $V_S = (V_+) - (V_-) = 5.5\text{V}$, $V_{IN} = (V_{IN+}) - (V_{IN-}) = 0\text{V}$, $R_L = 10\text{k}\Omega$, $C_L = 10\text{pF}$, $V_{REF} = V_S/2$, $V_{CM} = [(V_{IN+}) + (V_{IN-})]/2 = V_S/2$, $V_{A_OUT} = V_S/2$, $V_{A_IN+} = V_S/2$, $V_{A_IN-} = V_S/2$ 且 $G = 10$ (除非另有说明)

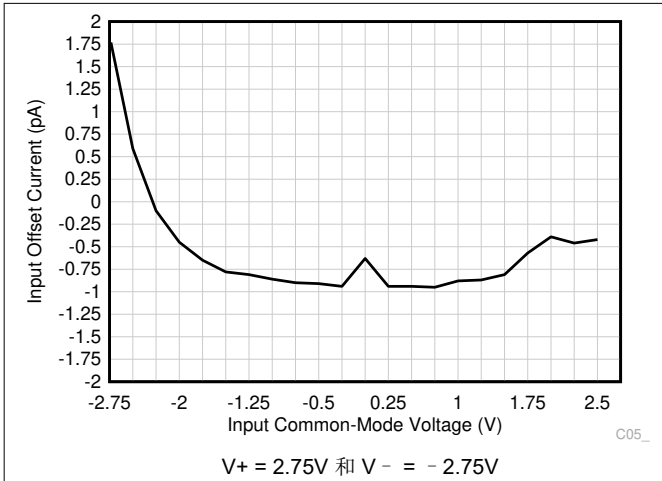


图 7-19. 输入失调电流与输入共模电压间的关系

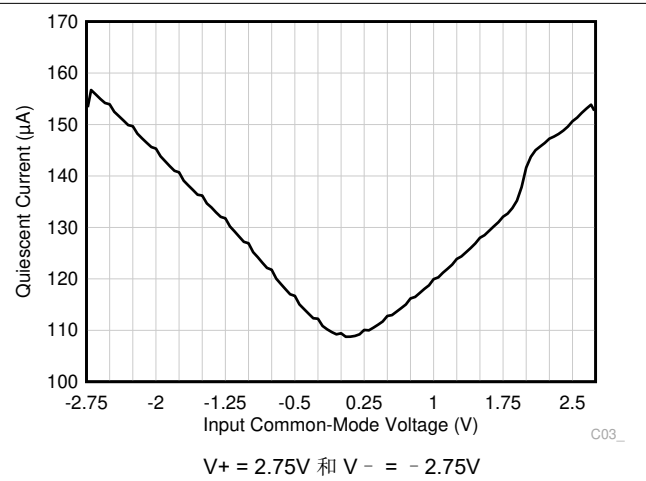


图 7-20. 静态电流与输入共模电压间的关系

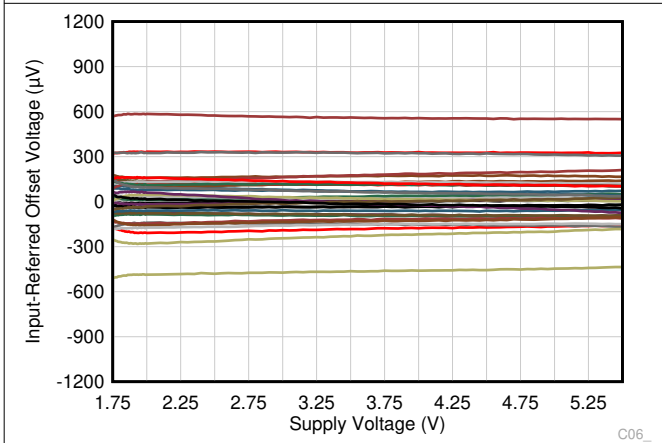


图 7-21. 输入参考失调电压与电源电压间的关系

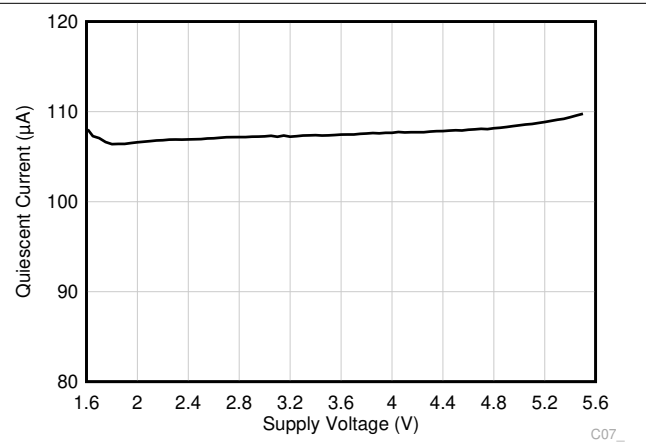


图 7-22. 静态电流与电源电压间的关系

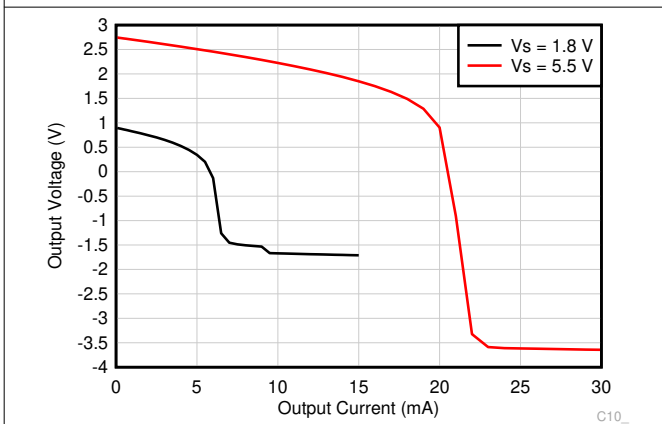


图 7-23. 输出电压与输出电流 (拉电流) 间的关系

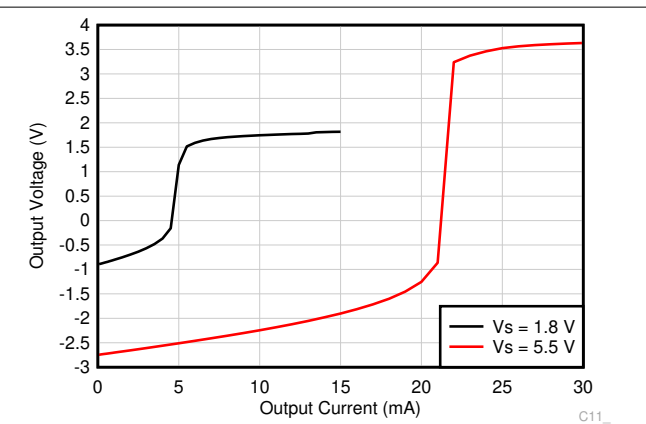


图 7-24. 输出电压与输出电流 (灌电流) 间的关系

7.6 典型特性 (continued)

$T_A = 25^\circ\text{C}$ 时, $V_S = (V_+) - (V_-) = 5.5\text{V}$, $V_{IN} = (V_{IN+}) - (V_{IN-}) = 0\text{V}$, $R_L = 10\text{k}\Omega$, $C_L = 10\text{pF}$, $V_{REF} = V_S/2$, $V_{CM} = [(V_{IN+}) + (V_{IN-})]/2 = V_S/2$, $V_{A_IN+} = V_S/2$, $V_{A_OUT} = V_{A_IN-}$ 且 $G = 10$ (除非另有说明)

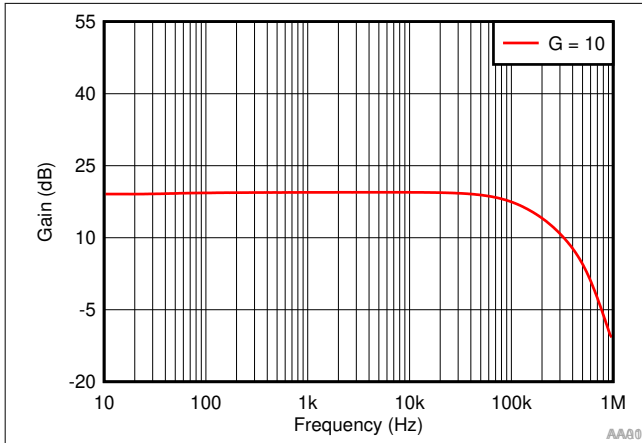


图 7-25. 闭环增益与频率间的关系

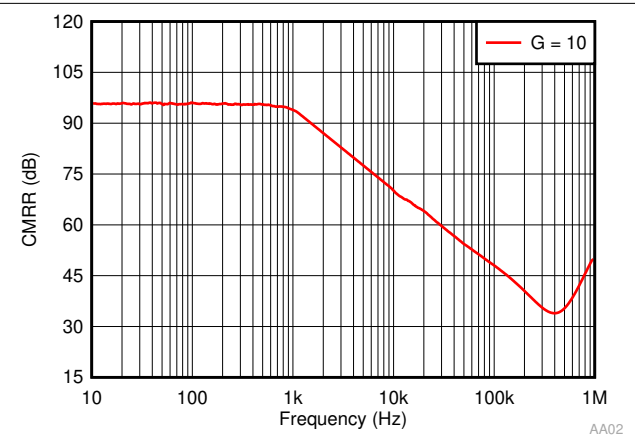


图 7-26. CMRR (以输入为参考) 与频率间的关系

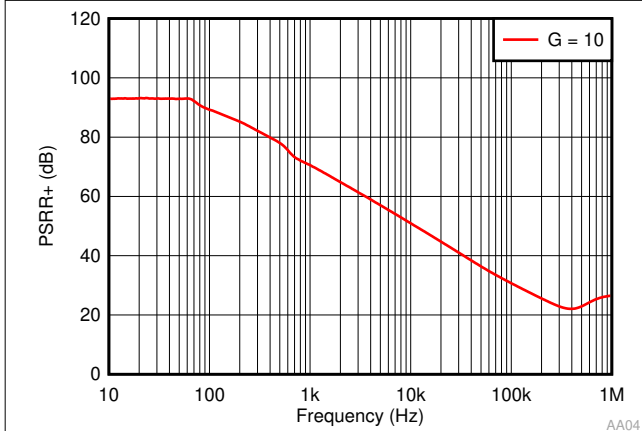


图 7-27. PSRR+ (以输入为参考) 与频率间的关系

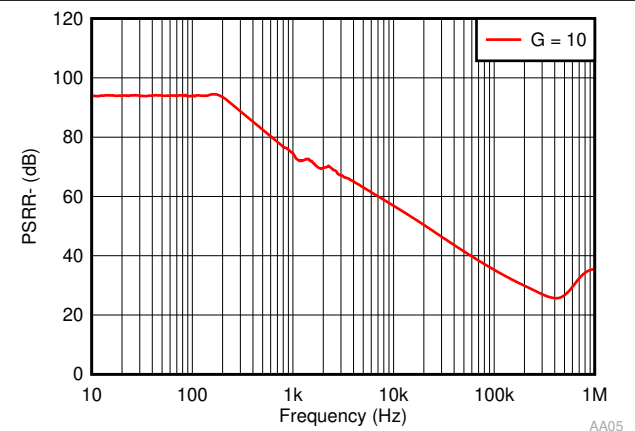


图 7-28. PSRR- (以输入为参考) 与频率间的关系

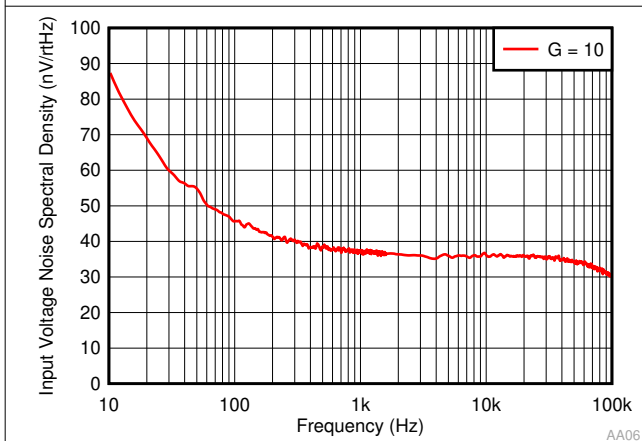


图 7-29. 输入参考电压噪声频谱密度

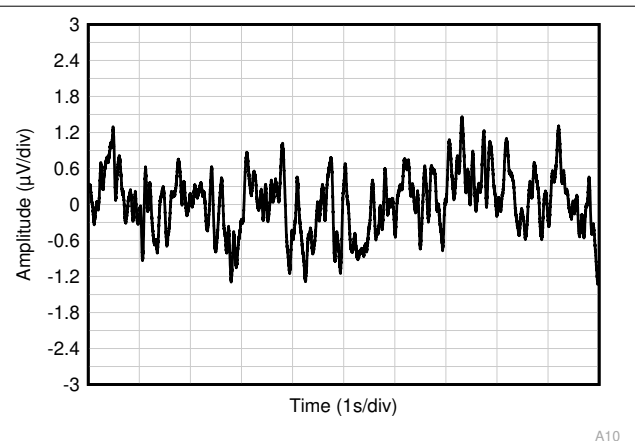


图 7-30. 0.1Hz 至 10Hz 时域电压噪声

7.6 典型特性 (continued)

$T_A = 25^\circ\text{C}$ 时, $V_S = (V_+) - (V_-) = 5.5\text{V}$, $V_{IN} = (V_{IN+}) - (V_{IN-}) = 0\text{V}$, $R_L = 10\text{k}\Omega$, $C_L = 10\text{pF}$, $V_{REF} = V_S/2$, $V_{CM} = [(V_{IN+}) + (V_{IN-})]/2 = V_S/2$, $V_{OUT} = V_S/2$, $V_{A_IN+} = V_S/2$, $V_{A_OUT} = V_{A_IN-}$ 且 $G = 10$ (除非另有说明)

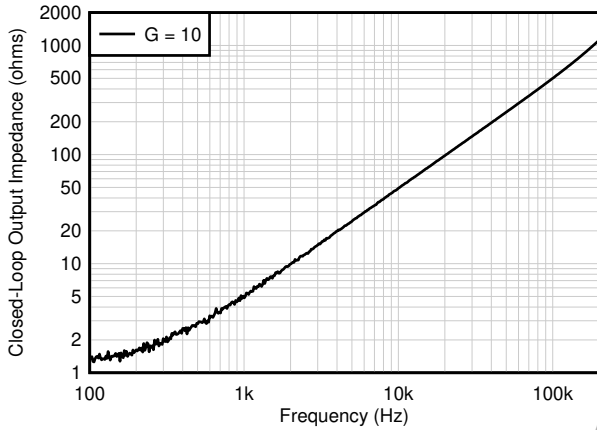


图 7-31. 闭环输出阻抗与频率间的关系

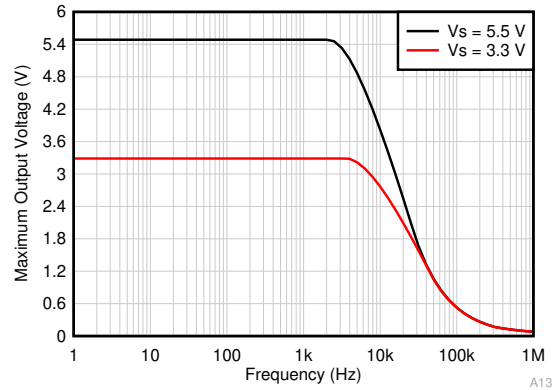
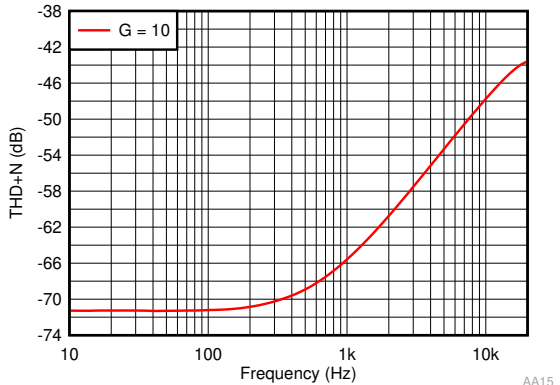
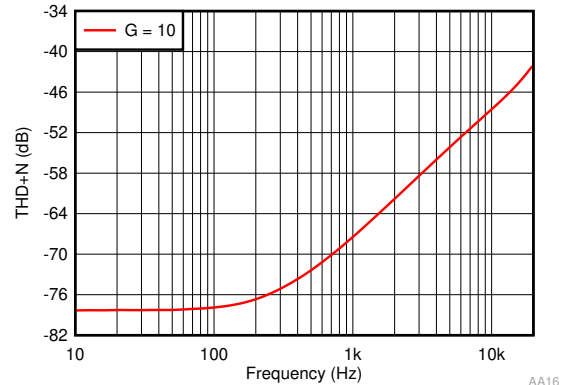


图 7-32. 最大输出电压与频率间的关系



$V_S = 5.5\text{V}$ $BW = 80\text{kHz}$ $V_{CM} = 2.75\text{V}$
 $R_L = 10\text{k}\Omega$ $V_{OUT} = 0.5\text{V}_{RMS}$

图 7-33. THD + N 与频率间的关系



$V_S = 5.5\text{V}$ $BW = 80\text{kHz}$ $V_{CM} = 2.75\text{V}$
 $R_L = 100\text{k}\Omega$ $V_{OUT} = 1\text{V}_{RMS}$

图 7-34. THD + N 与频率间的关系

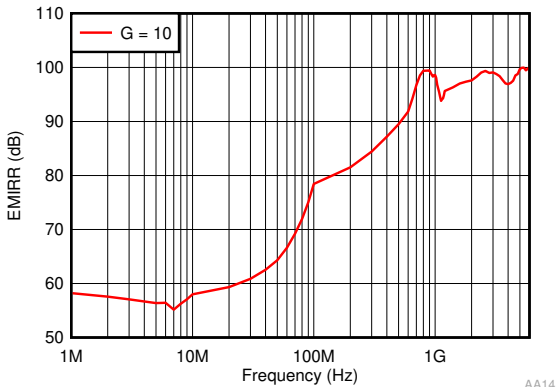
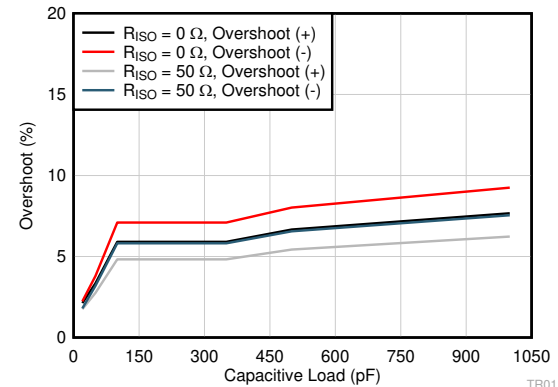


图 7-35. 以同相输入为基准的电磁干扰抑制比 (EMIRR+) 与频率间的关系



$V_S = 5.5\text{V}$ $V_{OUT} = 100\text{mV}_{PP}$

图 7-36. 小信号过冲与容性负载间的关系

7.6 典型特性 (continued)

$T_A = 25^\circ\text{C}$ 时, $V_S = (V_+) - (V_-) = 5.5\text{V}$, $V_{IN} = (V_{IN+}) - (V_{IN-}) = 0\text{V}$, $R_L = 10\text{k}\Omega$, $C_L = 10\text{pF}$, $V_{REF} = V_S/2$, $V_{CM} = [(V_{IN+}) + (V_{IN-})]/2 = V_S/2$, $V_{OUT} = V_S/2$, $V_{A_IN+} = V_S/2$, $V_{A_OUT} = V_{A_IN-}$ 且 $G = 10$ (除非另有说明)

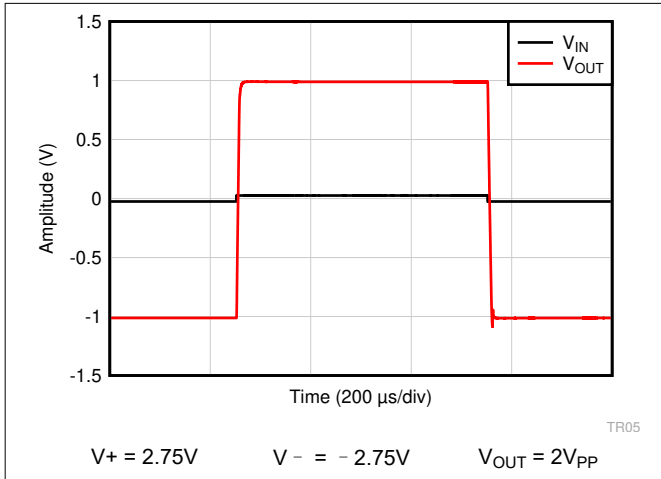


图 7-37. 大信号阶跃响应

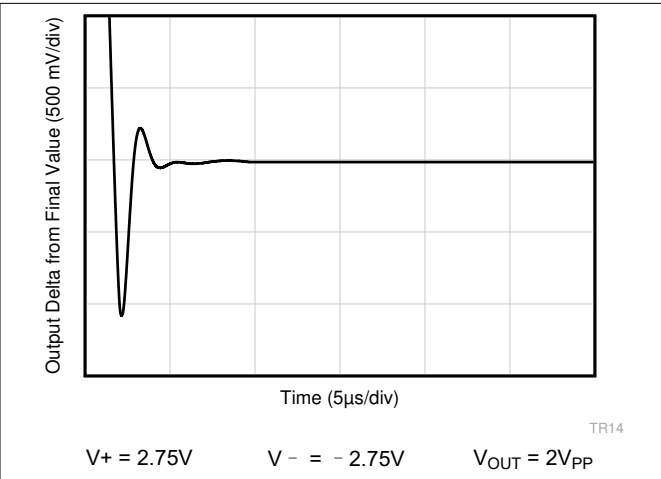


图 7-38. 大信号稳定时间 (下降沿)

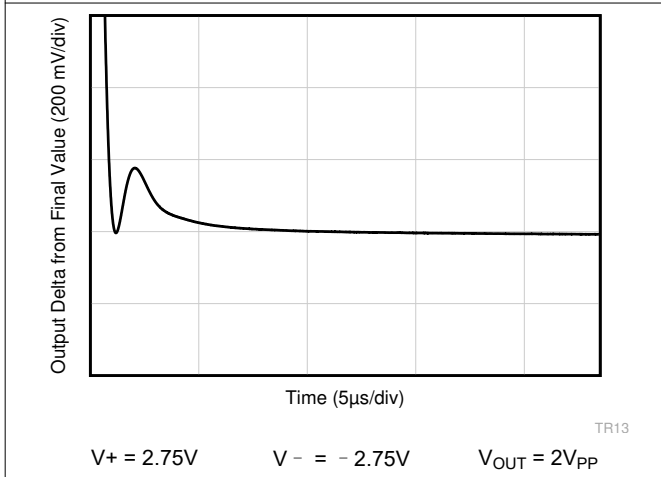


图 7-39. 大信号稳定时间 (上升沿)

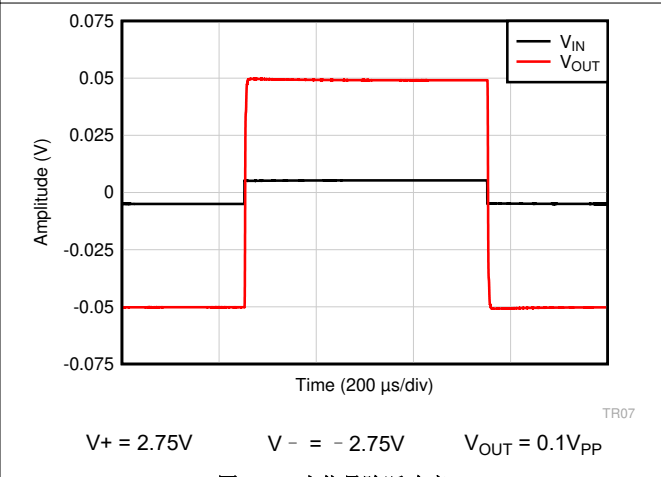


图 7-40. 小信号阶跃响应

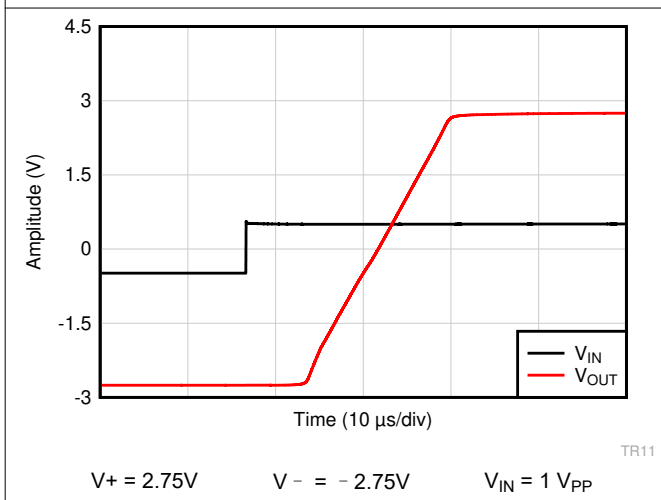


图 7-41. 过载恢复 (上升沿)

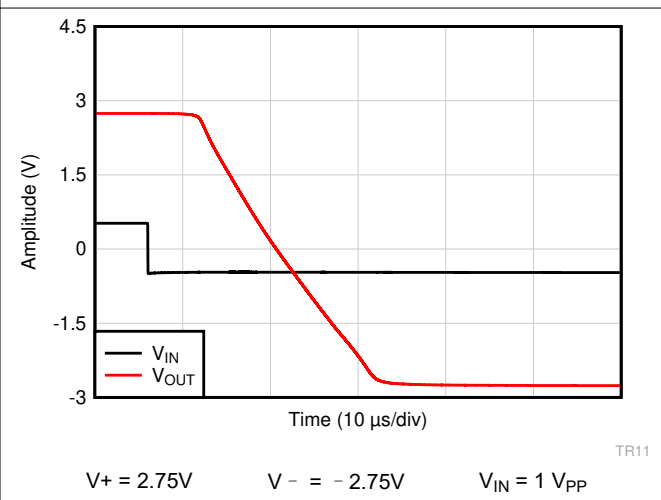


图 7-42. 过载恢复 (下降沿)

7.6 典型特性 (continued)

$T_A = 25^\circ\text{C}$ 时, $V_S = (V_+) - (V_-) = 5.5\text{V}$, $V_{IN} = (V_{IN+}) - (V_{IN-}) = 0\text{V}$, $R_L = 10\text{k}\Omega$, $C_L = 10\text{pF}$, $V_{REF} = V_S/2$, $V_{CM} = [(V_{IN+}) + (V_{IN-})]/2 = V_S/2$, $V_{A_IN+} = V_S/2$, $V_{A_OUT} = V_{A_IN-}$ 且 $G = 10$ (除非另有说明)

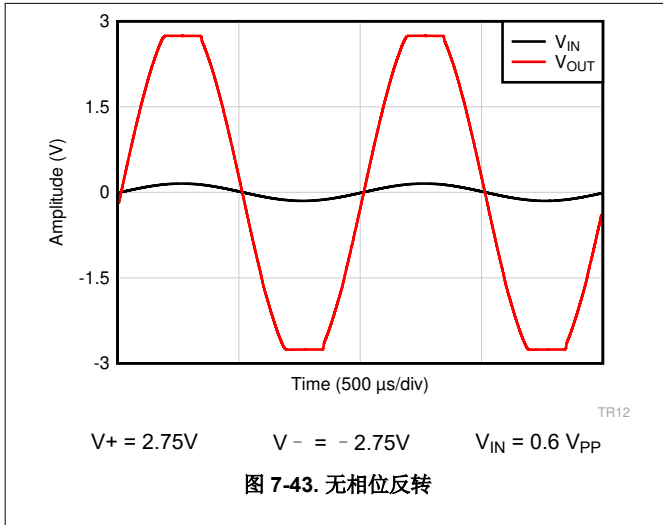


图 7-43. 无相位反转

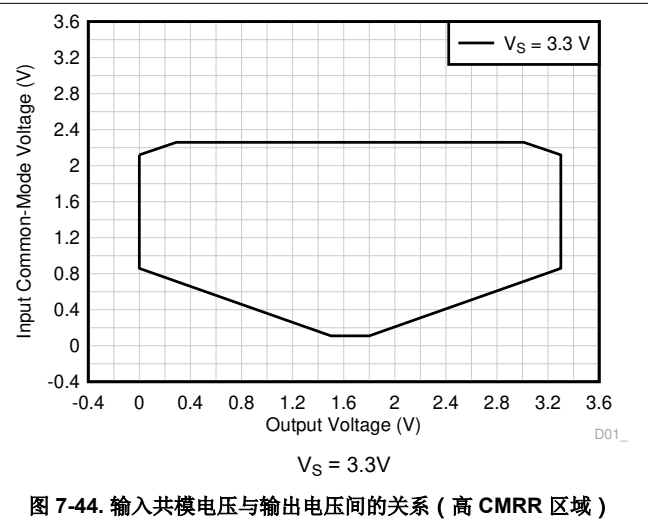


图 7-44. 输入共模电压与输出电压间的关系 (高 CMRR 区域)

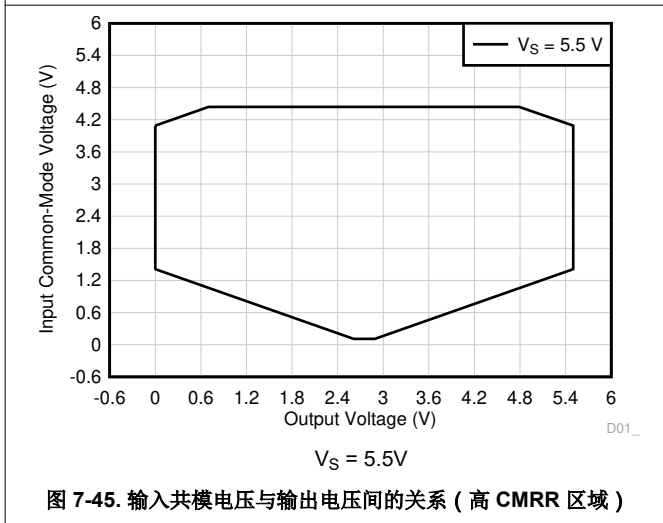


图 7-45. 输入共模电压与输出电压间的关系 (高 CMRR 区域)

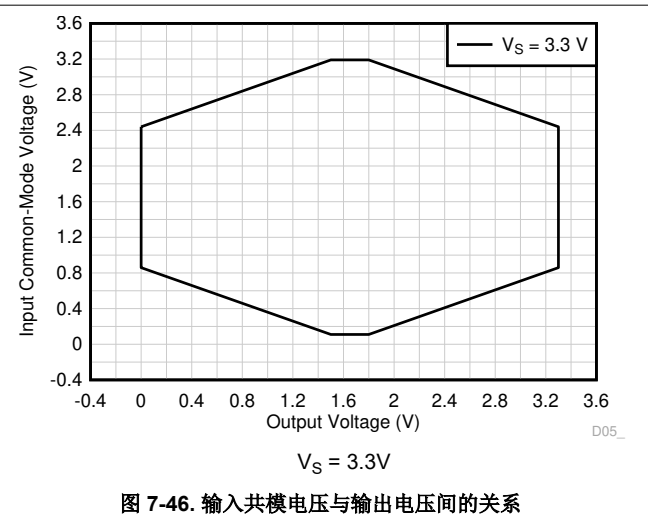


图 7-46. 输入共模电压与输出电压间的关系

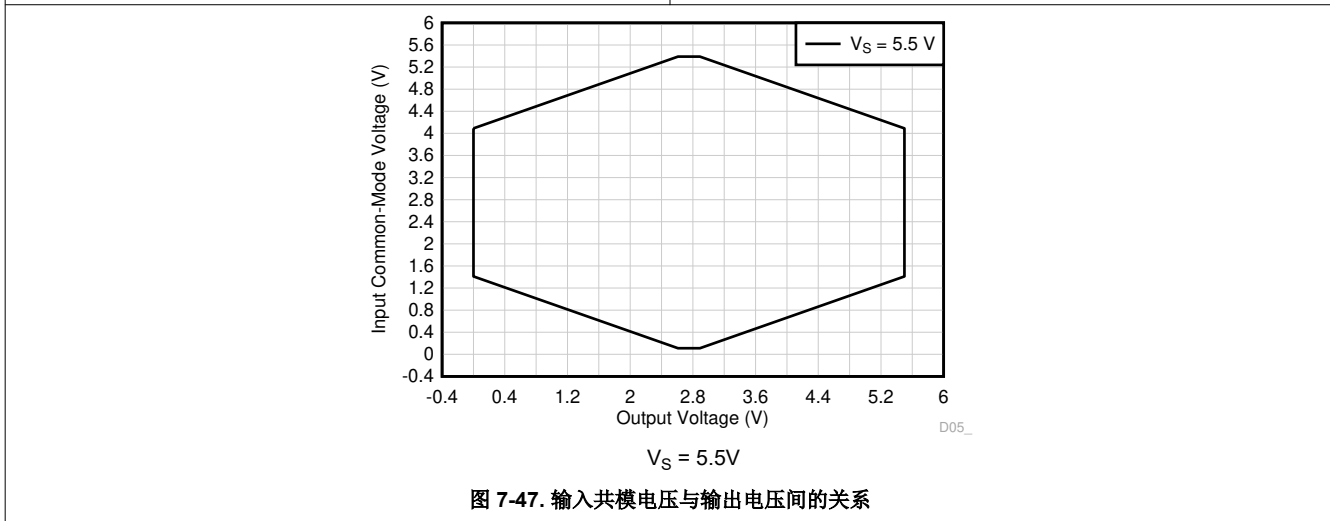


图 7-47. 输入共模电压与输出电压间的关系

8 详细说明

8.1 概述

INA351A 是一款 $G = 10$ 的仪表放大器，具有可配置的基准放大器，旨在为采用由商用放大器和电阻器构成的分立式 INA 实现方案的应用提供具有成本效益的集成式、小尺寸解决方案。这款集成仪表放大器使用四个运算放大器和七个精度匹配的集成电阻器构建而成。INA351A 具有 86dB 的最小 CMRR 和 0.1% 精度的最大增益误差，适合直接在 10 位系统中使用，无需任何外部校准。对失调电压和增益误差进行系统级额外校准可以进一步提高系统分辨率和精度，从而用于 12 位到 14 位精密应用。

INA351A 具有可配置的基准放大器，带有外部输入和输出引脚。该基准放大器的输出端连接到 $60\text{k}\Omega$ 内部电阻器，以便缓冲放大器输入端上用以设置 INA 输出共模的任何基准电压。该缓冲输出电压可从外部获得，并可用于对后续放大器级进行偏置。

更重要的是，当在伺服环路中配置时，基准放大器可实现直流误差校准。当 INA 输入信号的频率略高于直流时，伺服放大器可以对 INA 输出上的总直流误差（偏移、漂移等）进行外部校准，从而实现总体更佳的直流精度。校准环路中的 INA351A 非常适合于需要以相对较低的噪声和较小的直流误差放大 ECG、EEG、EMG 等低频信号的医疗应用。它还适用于较高频压力传感器中的工业应用以及放大器设计中的锁定。

INA351A 的关键特性之一是，该器件不需要任何外部电阻器来设置增益。通常，这些外部电阻器需要更严格的容差和仔细的布线，这增加了系统的复杂性和成本。该器件非常适合空间受限的应用（例如患者监护、睡眠诊断、电子病床和血糖监护）中的电压检测。INA351A 可以使这些系统在提供出色性能的同时减小其总体尺寸和成本。

8.2 功能方框图

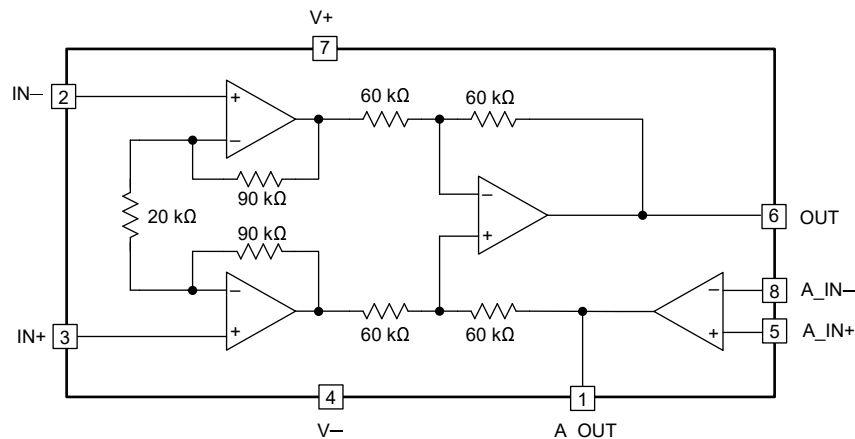


图 8-1. 简化版内部原理图

8.3 特性说明

8.3.1 增益设置

8.3.1.1 增益误差和漂移

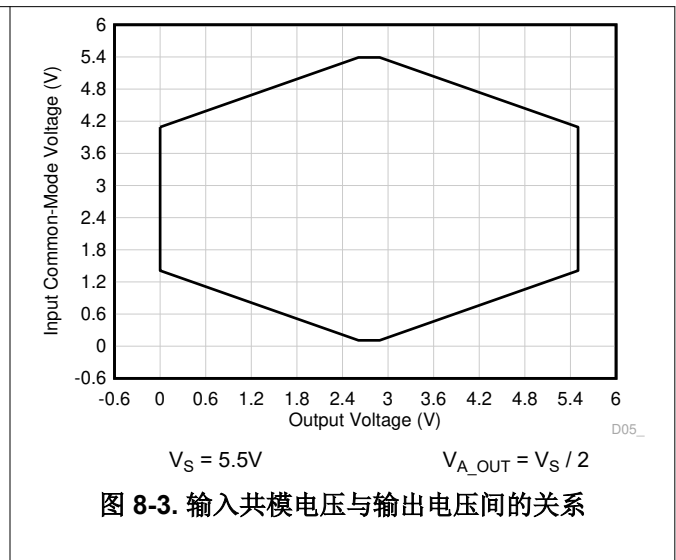
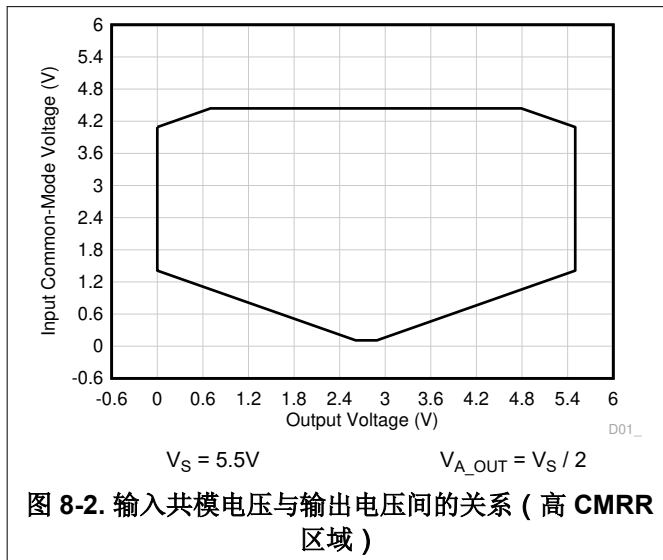
INA351A 中的增益误差受到集成精密电阻器失配的限制，并根据特性结果指定。此 INA 的预期增益误差最大为 0.1%。INA351A 中的增益漂移受到集成电阻器温度系数轻微失配的限制。由于这些集成电阻器首先与低温系数电阻器精密匹配，因此，与使用外部电阻器构建的仪表放大器的分立式实施相比，整体增益漂移将好得多。

8.3.2 输入共模电压范围

INA351A 具有两个增益级，第一级的共模增益为 1，差分增益为 10。第二级按差分放大器进行配置，差分增益为 1，理想情况下完全抑制所有输入共模。第二级还利用 A_OUT 的电压提供增益 1，以设置输出共模电压。

INA351A 的线性输入电压范围（即使对于轨至轨第一级）由第一级输出处的信号摆幅以及第二级的输入共模电压范围输出摆幅决定。为了更大幅度地提高性能，对于特定输入差分的基准放大器输出电压（A_OUT 连接到 REF）和输入共模电压的给定组合，将 INA351A 保持在其线性范围内至关重要。本节中的输入共模电压（V_{CM}）与输出电压图（V_{OUT}）显示了特定的 A_OUT 电压和增益配置，以概述 INA351A 的线性性能区域。当在 V_{CM} 与 V_{OUT} 图的限制范围内运行时，预期可以获得良好的共模抑制。请注意，INA351A 线性输入电压不能接近或超出电源轨，因为第一级的输出将被驱动至饱和状态。

以下几个图概括了常见运行条件下的共模范围。图 8-2 显示了可达到最小 86dB 的运行区域。输入信号跨越输入对的转换区域以实现轨至轨运行，因此，图 8-3 具有更宽的运行区域，最小 CMRR 为 62dB。其他运行条件下的共模范围最好使用位于 ti.com 上模拟工程师计算器的放大器和比较器部分下的 INA V_{CM} 与 V_{OUT} 工具进行计算。INA351-HCM 型号可专门用于要求高 CMRR 的应用，对应于图 8-2 所示的性能。INA351xxS 型号可用于输入共模预计会随轨至轨变化的应用，对应于图 8-3 所示的性能，其中 CMRR 降至最小 62dB。



8.3.3 EMI 抑制

INA351A 采用集成电磁干扰 (EMI) 滤波来减少无线通信设备、混合使用模拟信号链和数字元件的高密度电路板等干扰源产生的 EMI 效应。通过电路设计技术可改进 EMI 抗扰度；INA351A 受益于这些设计改进措施。德州仪器 (TI) 已经开发出在 10MHz 至 6GHz 宽频谱范围内准确测量和量化运算放大器抗扰度的功能。图 8-4 显示了在 INA351A 上执行此测试的结果。表 8-1 提供了 INA351A 在实际应用中通常会遇到的特定频率下的 EMIRR IN+ 值。运算放大器的 EMI 抑制比应用报告包含了与运算放大器相关的 EMIRR 性能主题，该报告可在 www.ti.com 上下载。

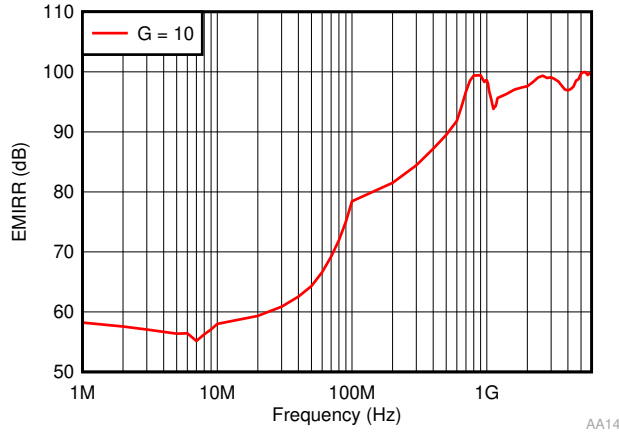


图 8-4. EMIRR 测试

表 8-1. INA351A 目标频率下的 EMIRR IN+

频率	应用或分配	EMIRR IN+
400MHz	移动无线广播、移动卫星、太空操作、气象、雷达、超高频 (UHF) 应用	88dB
900MHz	全球移动通信系统 (GSM) 应用、无线电通信、导航、GPS (最高可达 1.6GHz)、GSM、航空移动通信及 UHF 应用	99dB
1.8GHz	GSM 应用、个人移动通信、宽带、卫星和 L 波段 (1GHz 至 2GHz)	97dB
2.4GHz	802.11b、802.11g、802.11n、蓝牙®、个人移动通信、工业、科学和医疗 (ISM) 无线频段、业余无线电通信和卫星、S 波段 (2GHz 至 4GHz)	98dB
3.6GHz	无线电定位、航空通信和导航、卫星、移动通信、S 波段	97dB
5GHz	802.11a、802.11n、航空通信和导航、移动通信、太空和卫星操作、C 波段 (4GHz 至 8GHz)	99dB

8.3.4 典型规格与分布

设计人员经常会对放大器的典型规格提出质疑，以便设计出更稳健的电路。由于工艺技术和制造过程上存在自然差异，因此放大器的每种规格都与理想值存在一定的偏差，例如放大器的输入失调电压。这些偏差通常遵循高斯（钟形曲线）或正态分布，即使电气特性表格中没有最小值或最大值规格，电路设计人员也可以利用此信息来确定其系统的限值空间。

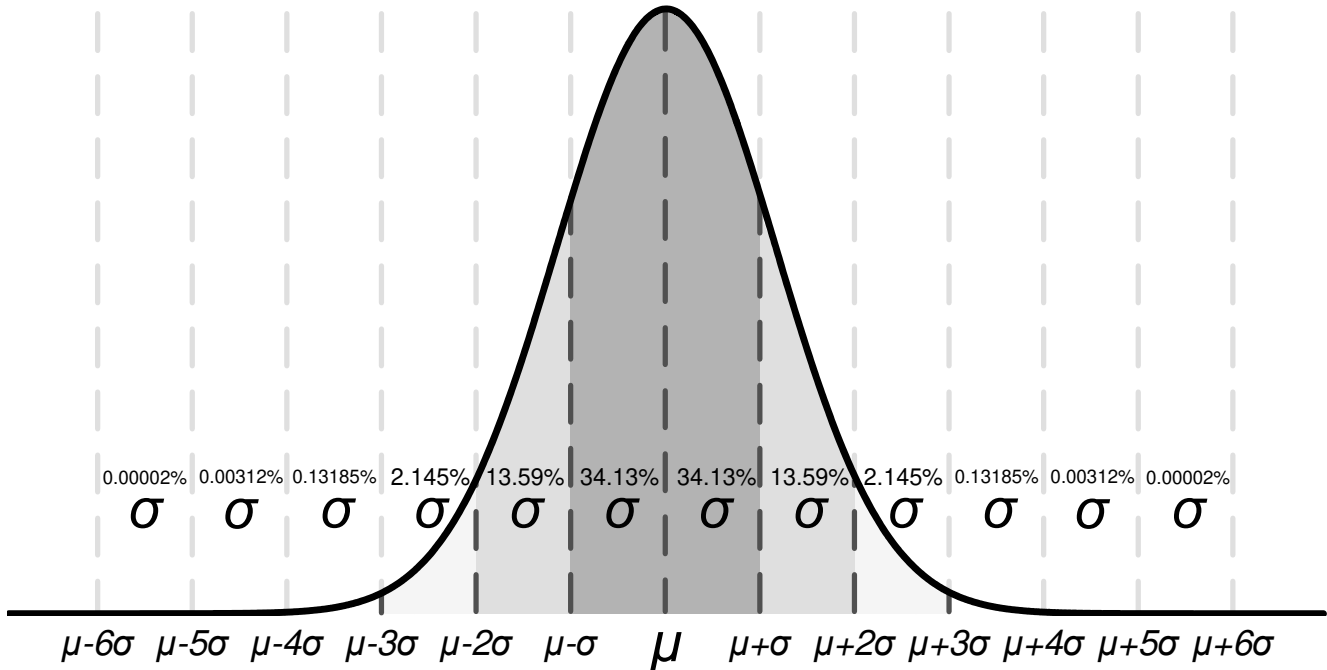


图 8-5. 理想的高斯分布

图 8-5 显示了一个分布示例，其中 μ 或 mu 是分布的平均值，而 σ 或 $sigma$ 是系统的标准偏差。对于表现出这种分布的规格，可以预期所有器件中大约三分之二 (68.26%) 器件的值落在平均值的标准差或 1σ 内 (从 $\mu - \sigma$ 到 $\mu + \sigma$)。

根据具体规格，[电气特性](#) 表中“典型值”一列中列出的值会以多种不同的方式表示。根据一般经验法则，如果规格本身具有非零平均值 (例如增益带宽)，那么典型值等于平均值 (μ)。然而，如果规格的平均值本身接近于零 (例如输入失调电压)，那么典型值等于均值加上一个标准偏差 ($\mu + \sigma$)，这样才能最为准确地表示典型值。

设计人员可以使用此图来计算器件中某个规格的近似概率；例如，对于 INA351A，以输入为基准的典型电压失调值为 $200\mu\text{V}$ ，因此所有 INA351A 器件中有 68.2% 的器件预计具有 $-200\mu\text{V}$ 至 $+200\mu\text{V}$ 的失调电压。在 4σ ($\pm 800\mu\text{V}$) 条件下，分布的 99.9937% 都具有小于 $\pm 800\mu\text{V}$ 的失调电压，这意味着总体的 0.0063% 位于这些限值之外，相当于 15,873 个器件有 1 个器件超出该限值。

在最小值或最大值列中具有值的规格由 TI 确保，超过这些限值的器件会从生产材料中剔除。例如，INA351A 系列在 25°C 条件下的最大失调电压为 1.3mV ，尽管这相当于约 6σ (约为 5 亿个器件中有 1 个器件，可能性微乎其微)，但 TI 确保任何失调电压大于 1.3mV 的器件都会从生产材料中剔除。

对于最小值或最大值列中没有值的规格，可考虑为设计人员应用选择 1σ 值的足够限值空间，并使用此值进行最坏情况下的设计。例如， 6σ 值相当于约 5 亿个器件中有 1 个器件，发生的可能性微乎其微，可以作为一个宽限值空间选项来设计系统。在这种情况下，INA351A 系列在失调电压漂移上最大值和最小值，但根据图 7-2 和 [电气特性](#) 表中 $0.65\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ 的典型值，可以计算出失调电压漂移的 6σ 值约为 $3.9\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ 。在针对最坏情况的系统条件进行设计时，可以使用该值来估计整个温度范围内的最坏温漂，而不用知道实际的最小值或最大值。

然而，随着时间的推移，工艺差异和调整会改变典型的平均值和标准偏差，除非最小值或最大值规格列中给出了值，否则 TI 无法保证器件的性能。此信息应该只能用于估算器件的性能。

8.3.5 电气过应力

设计人员经常会问到关于运算放大器耐受电气过应力的问题。这些问题侧重于器件输入，同时也会涉及电源引脚甚至输出引脚。这些不同的引脚功能均具有由独特的半导体制造工艺和连接到引脚的特定电路确定的电气过应力限值。此外，这些电路均内置内部静电放电 (ESD) 保护功能，可在产品组装之前和组装过程中保护电路不受意外 ESD 事件的影响。

能够充分了解该基本 ESD 电路以及与电气过载事件的关联性会有所帮助。图 8-6 显示了 INA351A 器件中包含的 ESD 电路。ESD 保护电路涉及多个电流驱动二极管。这些二极管从输入和输出引脚方向连接回内部供电线路，并且均连接到运算放大器的内部吸收器件。该保护电路在电路正常工作时处于未激活状态。

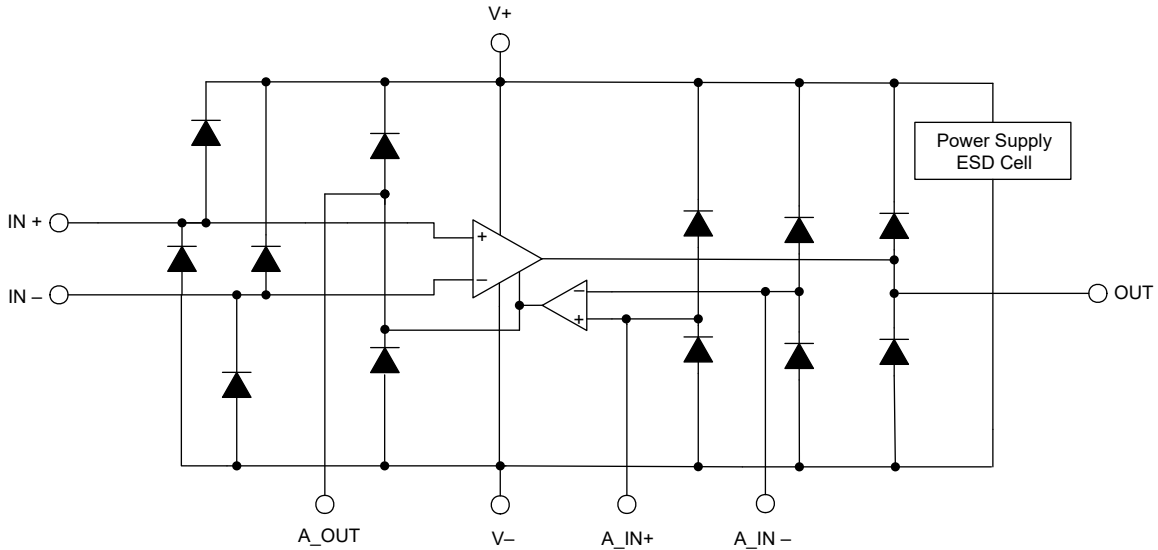


图 8-6. 等效内部 ESD 电路

8.4 器件功能模式

INA351A 只有一种功能模式。只要按照建议的工作条件中的规定为器件提供 $V_S = (V+) - (V-) = 1.8V$ 至 $5.5V$ 的电压，该器件就可以采用单电源或双电源配置供电。

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

9.1.1 基准放大器

INA351A 的输出电压是根据 A_OUT 引脚上的电压确定的。A_OUT 引脚上的电压会设置仪表放大器 OUT 引脚的共模电压。在具有双极输入的单电源运行中，将输出共模设置为精确的 $1/2 V_s$ 电平非常有用，并且是必需的（例如，在 5.5V 电源环境中为 2.75V），可确保输出信号的正负摆幅保持相同比例。以往，这是通过电源的电阻分压器和外部基准缓冲器来实现的。

在 INA351A 中，基准放大器集成在片上，只需从电源获取电阻分压器即可。这样，可在 $G = 1$ 下连接基准放大器，如图 9-1 所示，以便在内部为 INA 以及外部使用的附加电路提供缓冲基准电压。

此外，INA351A 还包含一种配置，可添加针对外部直流偏移、传感器漂移以及内部 INA 偏移漂移的基于伺服环路的校准。这是使用内部基准放大器和三个外部无源器件（ R_1 、 R_2 和 C_2 ）实现的，如图 9-2 所示。电阻器 R_2 相对于 R_1 的比率会设置校准环路中的增益，以衰减直流周围较低频率下的直流误差。在较高频率下，电容器 C_2 将 R_2 短路以将基准缓冲器置于 $G = 1$ 。这使得仪表放大器的输入差分电压能够在较高频率下影响 INA 输出，而伺服环路中的基准放大器会在较低频率下影响直流周围的 INA 输出。应注意限制伺服环路中的增益，以保持足够的稳定性。此外， C_2 、 R_2 的值应根据 INA 输入端输入信号的频率进行选择。现在，校准后产生的残余直流误差将是基准放大器本身的误差，与仪表放大器传感器的较高直流失调电压相比，这一误差很小。

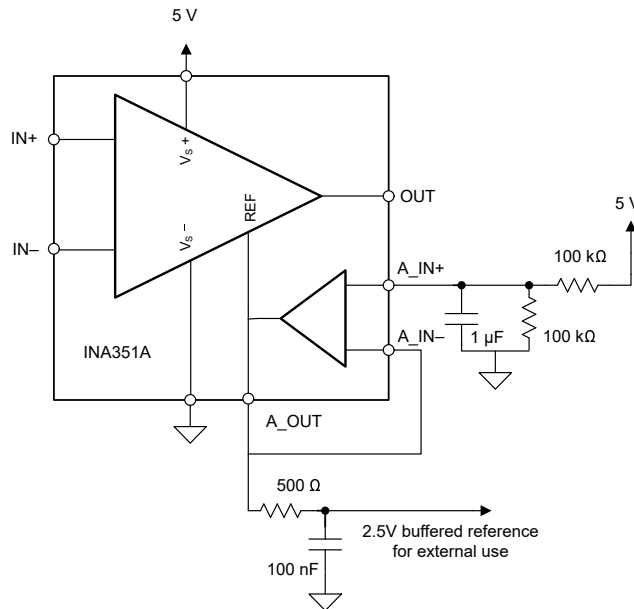


图 9-1. 基准缓冲器配置中的 INA351A

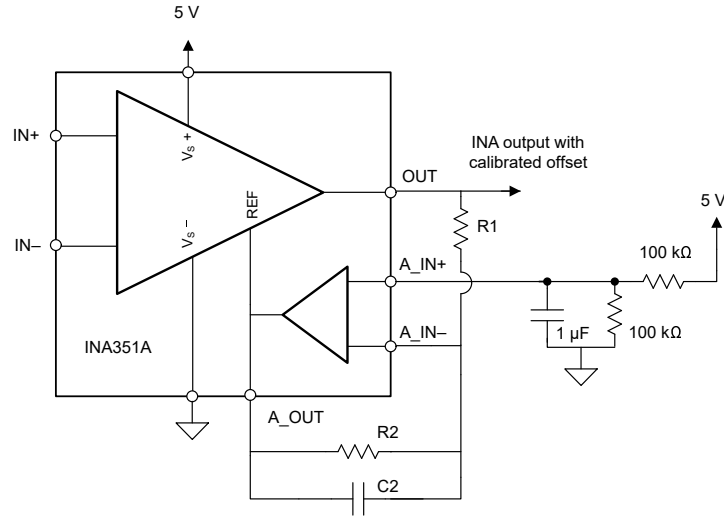
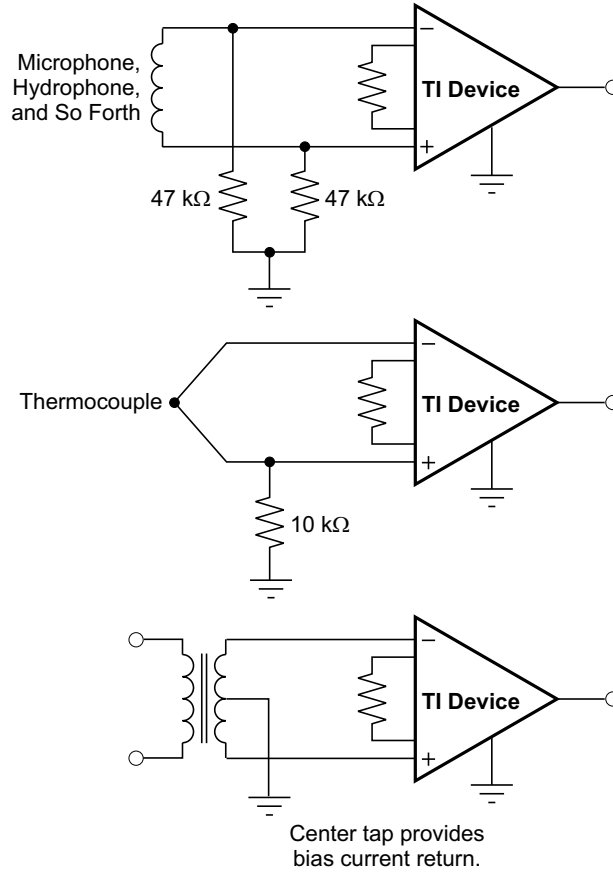


图 9-2. INA351A 伺服环路校准配置中

9.1.2 输入偏置电流返回路径

INA351A 的输入阻抗非常高，但必须为这两个输入的输入偏置电流提供路径。该输入偏置电流通常为若干皮安，但在高温下可为若干纳安。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 9-3 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 INA351A 共模范围的电位，且输入放大器饱和。如果差分源电阻较低，则偏置电流返回路径连接到一个输入端（如图 9-3 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器以提供平衡输入，其可能的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 9-3. 提供输入共模电流路径

9.2 典型应用

9.2.1 电阻式电桥压力传感器

INA351A 是一款集成仪表放大器，可测量较小的差分电压，同时抑制较大的共模电压。该器件具有 110 μ A (典型值) 的低功耗，并且体积更小巧。

该器件专为便携式应用而设计，其中，传感器测量物理参数，如流体、压力、温度或湿度的变化。医疗领域使用压力传感器的一个例子是便携式输液泵或透析器。

压力传感器由压阻式元件制成，压阻式元件可衍生为经典的 4 电阻器惠斯通电桥。

遮挡 (液体、药物或营养物质的注入) 仅在一个方向上发生，因此只可导致电阻元件 (R) 膨胀。这种膨胀导致惠斯通电桥的一条支腿上的电压发生变化，从而产生差分电压 V_{DIFF} 。

图 9-4 展示了输液泵所需的遮挡压力传感器应用的示例电路。当根据设定值实施阻塞 (遮挡)，管道会压下，从而导致压阻式元件膨胀。连接到电桥下游的信号链处理压力变化，并可触发警报。

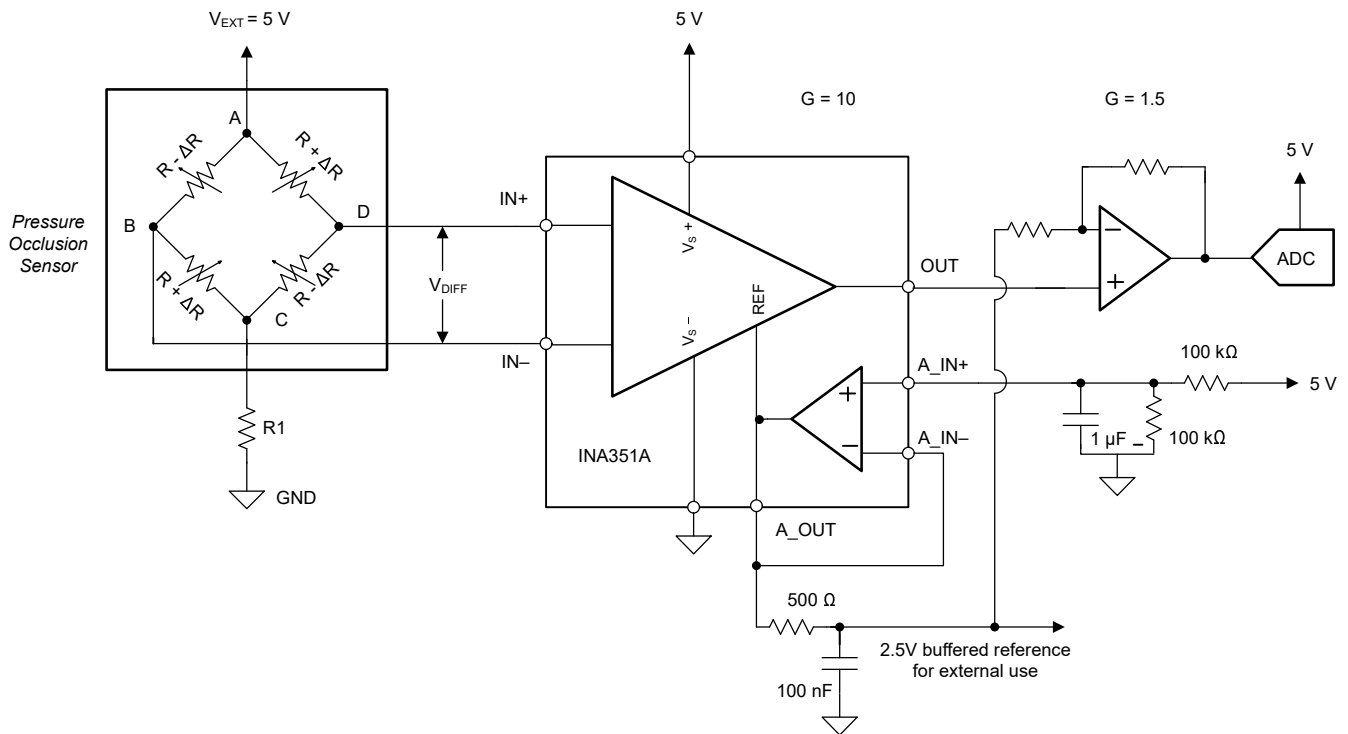


图 9-4. 电阻式电桥压力传感器

必须使用低容差电桥电阻器，以最大限度地减小失调电压和增益误差。

假设仅施加正差分电压，该电路以单端供电模式布置。到电桥的激励电压 V_{EXT} 必须精确且稳定；否则，会引入测量误差。

9.2.1.1 设计要求

对于该应用，设计要求如表 9-1 所示。

表 9-1. 设计要求

说明	值
单电源电压	$V_S = 5.0\text{ V}$
激励电压	$V_{EXT} = 5.0\text{ V}$
遮挡压力范围	$P = 1\text{ psi}$ 至 12 psi ，增量为 $P = 0.5\text{ psi}$
遮挡压力灵敏度	$S = 2 \pm 0.5\text{ (25\%)}\text{ mV/V/psi}$
遮挡压力阻抗 (R)	$R = 4.99\text{ k}\Omega \pm 50\ \Omega\text{ (0.1\%)}$
总压力采样率	$S_r = 20\text{ Hz}$
ADC 电源电压	$V_{ADC(fs)} = 5.0\text{ V}$
ADC 满标量程	$V_{OUT} = 0.25\text{ V}$ 至 4.75 V ，以避免饱和

9.2.1.2 详细设计过程

本节提供了根据给定设计要求布置仪表放大器的基本计算。

电阻性电桥传感器的关键考虑因素之一是共模电压 V_{CM} 。如果电桥达到平衡（没有压力，因此电压没有变化）， $V_{CM(zero)}$ 为电桥激励 (V_{EXT}) 的一半。在此示例中， $V_{CM(zero)}$ 为 2.5 V 。对于 12 psi 的最大压力，桥共模电压 $V_{CM(MAX)}$ 通过以下公式计算：

$$V_{CM(MAX)} = \frac{V_{DIFF}}{2} + V_{CM(zero)} \quad (1)$$

其中

$$V_{DIFF} = S_{MAX} \times V_{EXT} \times P_{MAX} = 2.5 \frac{\text{mV}}{\text{V} \times \text{psi}} \times 5\text{ V} \times 12\text{ psi} = 150\text{ mV} \quad (2)$$

这样，施加的最大共模电压导致：

$$V_{CM(MAX)} = \frac{150\text{ mV}}{2} + 2.5\text{ V} = 2.575\text{ V} \quad (3)$$

类似地，最小共模电压可以按以下公式计算：

$$V_{CM(MIN)} = \frac{-150\text{ mV}}{2} + 2.5\text{ V} = 2.425\text{ V} \quad (4)$$

下一步是计算给定最大传感器输出电压范围 V_{DIFF} 相对于所需 V_{OUT} 摆幅（最大为 4.75 V ）所需的增益，以避免放大器饱和以及在 5 V 电源下运行的 ADC。

以下公式使用最大输入电压和所需输出电压计算增益值：

$$G = \frac{V_{OUT}}{V_{DIFF(MAX)}} = \frac{2.25\text{ V}}{150\text{ mV}} = 15\text{ V/V} \quad (5)$$

考虑到 INA351A 是 $G = 10$ 时的 INA，在 $G = 1.5$ 时添加了一个额外的增益级。

接下来，让我们检查 [典型特性](#) 部分中的输入共模电压与输出电压间的关系曲线，以确保 INA351A 可以在此范围内工作。为方便起见，本节还提供了相关图表。通过查看图 9-5，我们可以确认，对于 2.425 V 和 2.575 V 之间的输入信号摆幅，支持 3 V 的输出信号摆幅，从而确保线性运行。

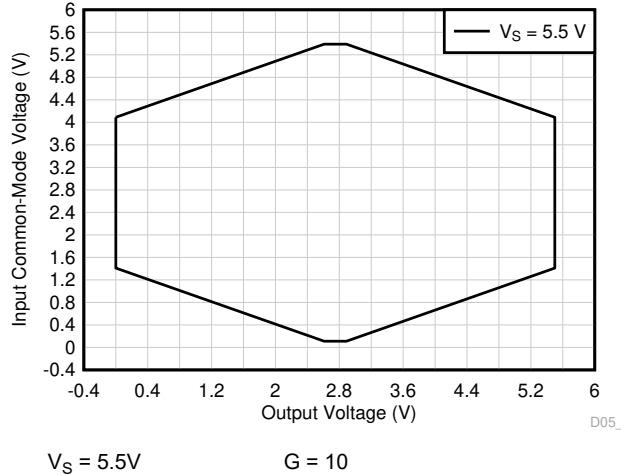


图 9-5. 输入共模电压与输出电压间的关系 (高 CMRR 区域)

惠斯通电桥串 (R1) 中可能需要、也可能不需要额外的串联电阻，这可以根据电源电压、基准电压和输入共模电压范围的选定增益这三者的特定组合的预期输出电压摆幅来确定。R1 帮助调整输入共模电压范围，从而有助于适应预期的输出电压摆幅。在此特定示例中，它不是必需的，可以进行短路。

9.2.1.3 应用曲线

以下典型特性曲线适用于图 9-4 中的电路。

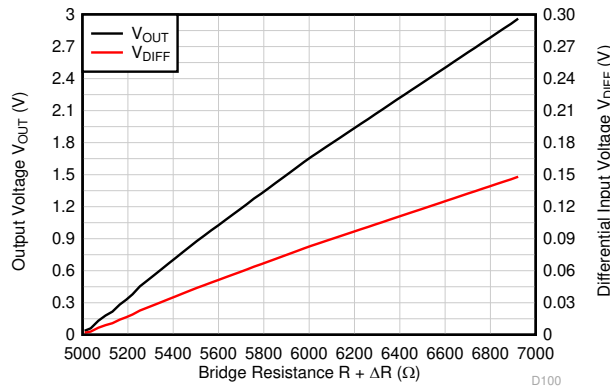


图 9-6. 输入差分电压、输出电压与电桥电阻之间的关系

9.3 电源相关建议

INA351A 的标称性能是在 $\pm 2.75V$ 的电源电压下测得的。该器件还可用 $\pm 0.9V$ (1.8V) 至 $\pm 2.75V$ (5.5V) 的电源供电，且性能优异。参数可随工作电压而显著变化。

9.4 布局

9.4.1 布局指南

建议用户采用优秀的布局规范。为了实现器件的理想运行性能，请使用以下 PCB 布局做法：

- 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。
- 通过使用旁路电容器提供模拟电路的本地低阻抗电源，可减少耦合噪声。
 - 在每个电源引脚和接地端之间连接低 ESR 0.1 μ F 陶瓷旁路电容器，放置位置尽量靠近器件。从 V+ 到接地端之间的单个旁路电容适用于单电源应用。
- 让输入迹线尽可能远离电源和输出迹线，以减少寄生耦合。如果上述迹线无法分离，则让敏感性迹线与有噪声迹线垂直交叉要远优于选择平行的布线方式。
- 外部元件尽可能靠近器件放置。
- 应使迹线尽可能短。

9.4.2 布局示例

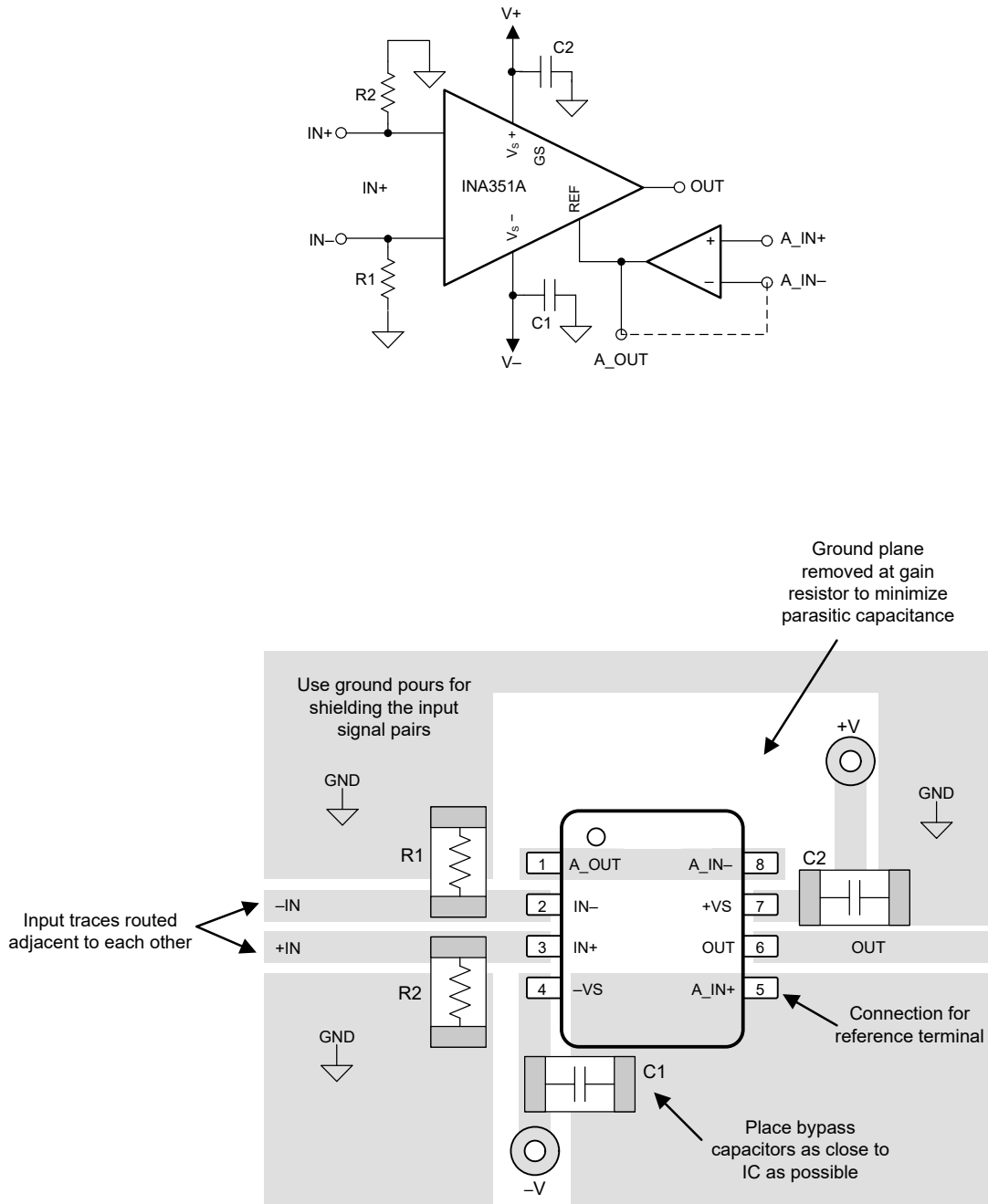


图 9-7. 原理图和相关 PCB 布局示例

10 器件和文档支持

10.1 器件支持

10.1.1 开发支持

- [基于 SPICE 的模拟仿真程序 - TINA-TI 软件文件夹](#)
- [模拟工程师计算器](#)

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

相关文档如下：

- 德州仪器 (TI), [运算放大器的 EMI 抑制比应用报告](#)

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](https://www.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.

蓝牙® is a registered trademark of Bluetooth SIG, 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。

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。

PACKAGING INFORMATION

Orderable Device	Status (1)	Package Type	Package Drawing	Pins	Package Qty	Eco Plan (2)	Lead finish/ Ball material (6)	MSL Peak Temp (3)	Op Temp (°C)	Device Marking (4/5)	Samples
INA351AIDSGR	ACTIVE	WSON	DSG	8	3000	RoHS & Green	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	2TSH	Samples

(1) The marketing status values are defined as follows:

ACTIVE: Product device recommended for new designs.

LIFEBUY: TI has announced that the device will be discontinued, and a lifetime-buy period is in effect.

NRND: Not recommended for new designs. Device is in production to support existing customers, but TI does not recommend using this part in a new design.

PREVIEW: Device has been announced but is not in production. Samples may or may not be available.

OBsolete: TI has discontinued the production of the device.

(2) **RoHS:** TI defines "RoHS" to mean semiconductor products that are compliant with the current EU RoHS requirements for all 10 RoHS substances, including the requirement that RoHS substance do not exceed 0.1% by weight in homogeneous materials. Where designed to be soldered at high temperatures, "RoHS" products are suitable for use in specified lead-free processes. TI may reference these types of products as "Pb-Free".

RoHS Exempt: TI defines "RoHS Exempt" to mean products that contain lead but are compliant with EU RoHS pursuant to a specific EU RoHS exemption.

Green: TI defines "Green" to mean the content of Chlorine (Cl) and Bromine (Br) based flame retardants meet JS709B low halogen requirements of <=1000ppm threshold. Antimony trioxide based flame retardants must also meet the <=1000ppm threshold requirement.

(3) MSL, Peak Temp. - The Moisture Sensitivity Level rating according to the JEDEC industry standard classifications, and peak solder temperature.

(4) There may be additional marking, which relates to the logo, the lot trace code information, or the environmental category on the device.

(5) Multiple Device Markings will be inside parentheses. Only one Device Marking contained in parentheses and separated by a "~" will appear on a device. If a line is indented then it is a continuation of the previous line and the two combined represent the entire Device Marking for that device.

(6) Lead finish/Ball material - Orderable Devices 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.

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.

GENERIC PACKAGE VIEW

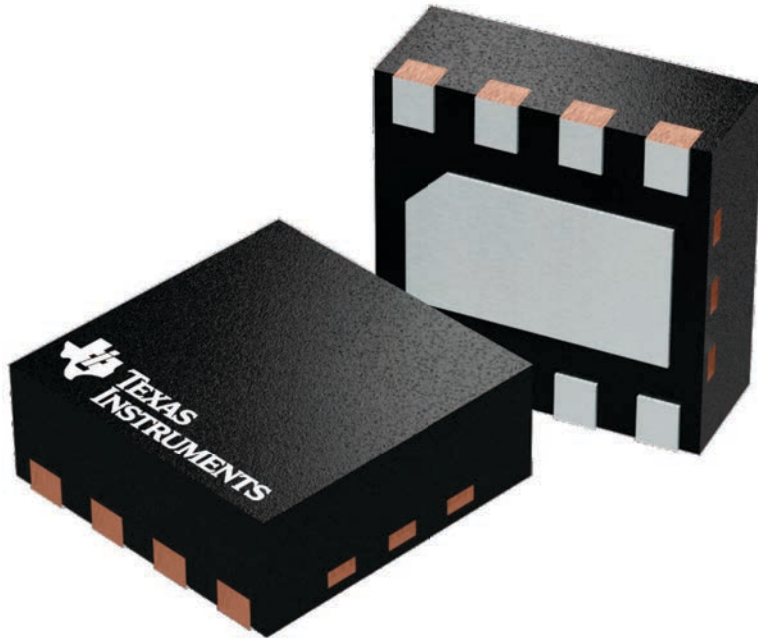
DSG 8

WSON - 0.8 mm max height

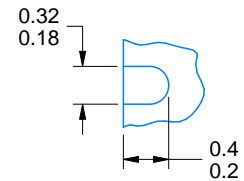
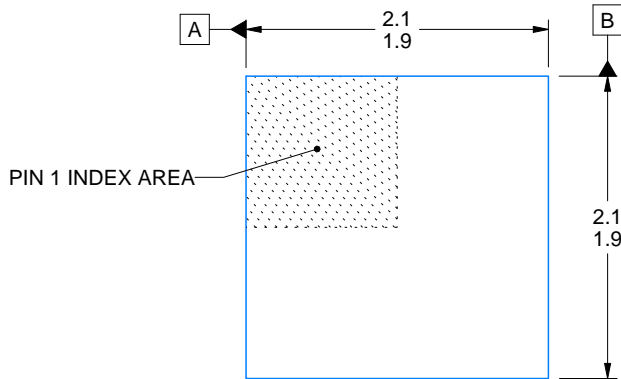
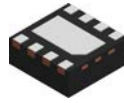
2 x 2, 0.5 mm pitch

PLASTIC SMALL OUTLINE - NO LEAD

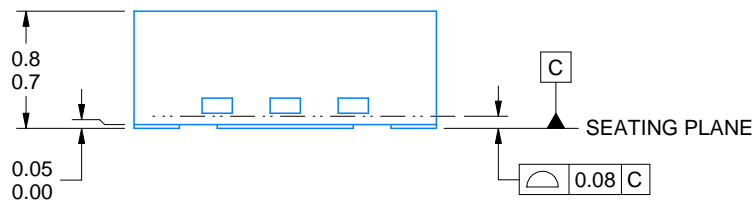
This image is a representation of the package family, actual package may vary.
Refer to the product data sheet for package details.



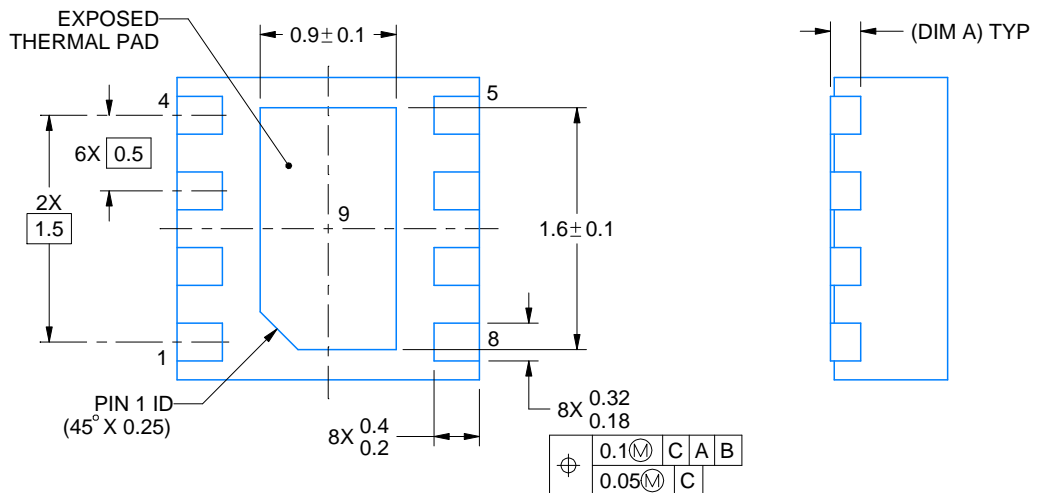
4224783/A



ALTERNATIVE TERMINAL SHAPE TYPICAL



SIDE WALL METAL THICKNESS DIM A	
OPTION 1	OPTION 2
0.1	0.2



4218900/E 08/2022

NOTES:

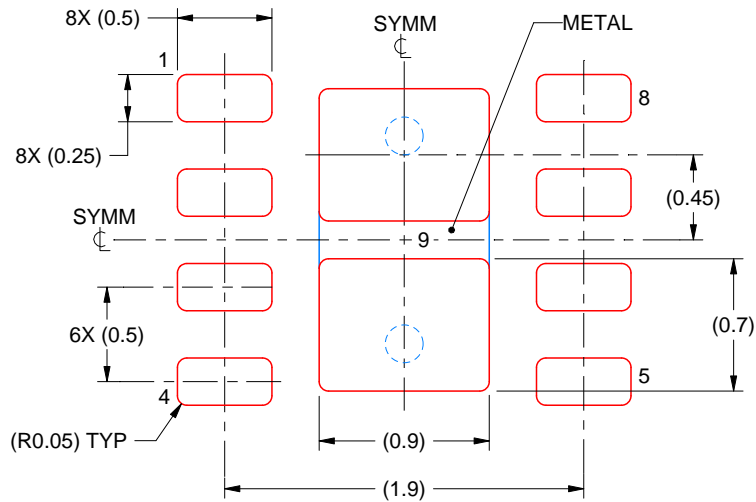
1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.
3. The package thermal pad must be soldered to the printed circuit board for thermal and mechanical performance.

EXAMPLE STENCIL DESIGN

DSG0008A

WSON - 0.8 mm max height

PLASTIC SMALL OUTLINE - NO LEAD



SOLDER PASTE EXAMPLE
BASED ON 0.125 mm THICK STENCIL

EXPOSED PAD 9:
87% PRINTED SOLDER COVERAGE BY AREA UNDER PACKAGE
SCALE:25X

4218900/E 08/2022

NOTES: (continued)

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

重要声明和免责声明

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 产品的应用。严禁对这些资源进行其他复制或展示。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

Copyright © 2023，德州仪器 (TI) 公司