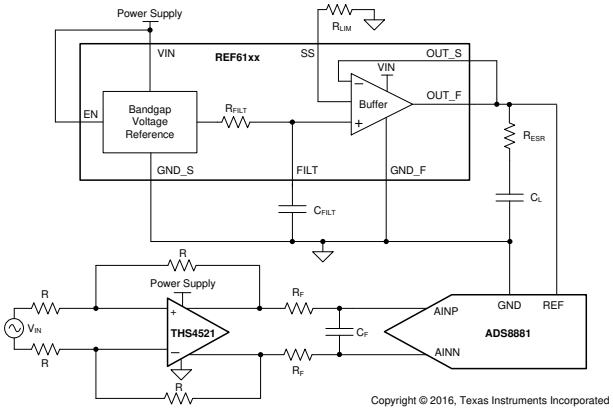
REF61xx 具有集成 ADC 驱动缓冲器的高精度电压基准

1 特性

- 出色的温漂性能
  - -40°C 至 +125°C 范围内为 8ppm/°C（最大值）
- 极低噪声
  - 总噪声：5μV_{RMS}（具有 47μF 电容器）
  - 1/f 噪声（0.1Hz 至 10Hz）：3μV_{PP}/V
- 集成 ADC 驱动缓冲器
  - 低输出阻抗：< 50mΩ（0kHz 至 200kHz）
  - 使用 ADS8881 进行首次采样的精度可达 18 位
  - 实现突发模式 DAQ 系统
- 低电源电流：820 μA
- 低关断电流：1μA
- 高初始精度：±0.05%
- 超低噪声和失真
  - SNR：100.5dB，THD：-125dB (ADS8881)
  - SNR：106dB，THD：-120dB (ADS127L01)
- 输出电流驱动：±4mA
- 可编程短路电流
- 经验证可驱动 ADS88xx 系列 SAR ADC 和 ADS127xx 系列宽带 Δ Σ ADC 的 REF 引脚

2 应用

- ATE 测试仪和波器
- 测试和测量设备
- PLC 的模拟输入模块
- 医疗设备
- 精密数据采集系统



典型应用

3 说明

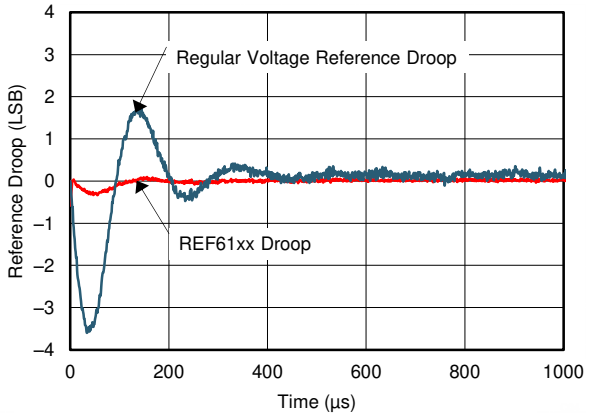
REF6000 系列电压基准集成了低输出阻抗缓冲器，使用户能够直接驱动精密数据转换器的 REF 引脚，同时保持线性度、失真和噪声性能。大多数精密 SAR 和 Δ-Σ ADC 会在转换过程中将二进制加权电容器切换到 REF 引脚上。为支持此动态负载，必须使用低输出阻抗（高带宽）缓冲器来缓冲电压基准的输出。REF6000 系列器件是驱动 ADS88xx 系列 SAR ADC、ADS127xx 系列 Δ-Σ ADC 以及其他数模转换器 (DAC) 的 REF 引脚的绝佳选择（但不仅限于此用途）。

REF6000 系列电压基准能够以极小的压降将输出电压保持在 1LSB 以内（18 位精度），即使在驱动 ADS8881 的 REF 引脚时的第一次转换期间也是如此。这一特性在突发模式、事件触发、等效时间采样和可变采样率的数据采集系统中很有用。REF6000 系列的 REF61xx 型号具有 8ppm/°C 的额定最大温漂，并且电压基准与低输出阻抗缓冲器组合后的初始精度高达 0.05%。有关 REF6000 系列中的各种温漂选项，请参阅*器件比较表*。

封装信息

器件型号	封装(1)	封装尺寸(2)
REF61xx	DGK（VSSOP，8）	3.00mm × 4.90mm

(1) 有关更多信息，请参阅 节 12。
(2) 封装尺寸（长 × 宽）为标称值，并包括引脚（如适用）。



基准压降比较（1LSB = 19.07μV，ADS8881 在 1MSPS 下工作）

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 器件比较表 2
5 引脚配置和功能 3
引脚功能 3
6 规格 4
6.1 绝对最大额定值 (1) 4
6.2 ESD 等级 4
6.3 建议运行条件 4
6.4 热性能信息 4
6.5 电气特性 5
6.6 典型特性 7
7 参数测量信息 15
7.1 焊接热漂移 15
7.2 热迟滞 16
7.3 基准压降测量 17
7.4 1/f 噪声性能 19
8 详细说明 20
8.1 概述 20
8.2 功能方框图 20
8.3 特性说明 21
8.4 器件功能模式 24
9 应用和实施 25
9.1 应用信息 25
9.2 典型应用 25
9.3 电源相关建议 28
9.4 布局 28
10 器件和文档支持 29
10.1 文档支持 29
10.2 接收文档更新通知 29
10.3 支持资源 29
10.4 商标 29
10.5 静电放电警告 29
10.6 术语表 29
11 修订历史记录 29
12 机械、封装和可订购信息 30

4 器件比较表

器件系列	温漂
REF60xx	–40 至 125°C 范围内为 5ppm/°C
REF61xx	–40 至 125°C 范围内为 8ppm/°C
REF62xx	0 至 70°C 范围内为 3ppm/°C

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

5 引脚配置和功能

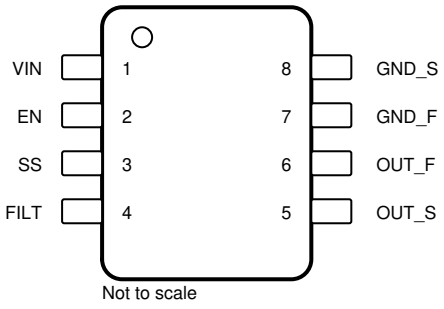


图 5-1. DGK 封装 8 引脚 VSSOP 顶视图

表 5-1. 引脚功能

引脚		类型	说明
名称	编号		
EN	2	输入	使能引脚
FILT	4	—	滤波电容器引脚。必须在 FILT 引脚和接地之间连接一个电容器 (C_{FILT}) ≥ 1μF 以确保稳定性。
GND_F	7	接地	接地强制引脚
GND_S	8	接地	接地检测引脚
OUT_F	6	输出	输出电压强制引脚
OUT_S	5	输入	输出电压检测引脚
SS	3	—	短路电流限制引脚。在该引脚上连接一个电阻器可设置输出短路电流限制。连接到 VIN 引脚可实现最高电流限制
VIN	1	电源	输入电源电压引脚

引脚功能

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

6 规格

6.1 绝对最大额定值 (1)

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
输入电压	V_{IN}	-0.3	6	V
	V_{EN}	-0.3	V_{IN} + 0.3	V
工作温度，T_A		-55	150	°C
结温，T_J			150	°C
贮存温度，T_{stg}		-65	150	°C

(1) 超出*绝对最大额定值*范围操作可能会导致器件永久损坏。*绝对最大额定值*并不表示器件在这些条件下或在*建议的工作条件*以外的任何其他条件下能够正常运行。如果超出*建议运行条件*但在*绝对最大额定值*范围内使用，器件可能不会完全正常运行，这可能影响器件的可靠性、功能和性能并缩短器件寿命。

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)	±1000	V
		充电器件模型 (CDM)，符合 JEDEC 规范 JESD22-C101(2)	±250	

(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

			最小值	标称值	最大值	单位
V_{IN}	电源输入电压 (I_{OUT} = 0mA)	REF6125	3		5.5	V
		REF6130、REF6133、REF6141、REF6145	V_{OUT} + 0.25		5.5	
		REF6150	5.3		5.5	
V_{EN}	启用电压		0		V_{IN}	V
I_L	输出电流	REF6125、REF6130、REF6133、REF6141	-4		4	mA
		REF6145	-3.5		3.5	
		REF6150	-3		3	
T_A	工作温度		-40	25	125	°C

6.4 热性能信息

热指标(1)		REF61xx DGK (VSSOP) 8 引脚	单位
$R_{\theta JA}$	结至环境热阻	158.5	°C/W
$R_{\theta JC(top)}$	结至外壳（顶部）热阻	51.2	°C/W
$R_{\theta JB}$	结至电路板热阻	79.5	°C/W
ψ_{JT}	结至顶部特征参数	5.2	°C/W
ψ_{JB}	结至电路板特征参数	78.0	°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。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

6.5 电气特性

测试条件为 T_A = 25°C，除 REF6150 外所有器件的 V_{IN} = 5V，REF6150 的 V_{IN} = 5.4V，I_L = 0mA，C_L = 22µF，C_{FILT} = 1µF 且 V_{EN} = 5V（除非另有说明）

参数		测试条件			最小值	典型值	最大值	单位
精度和温漂								
	输出电压精度				-0.05%		0.05%	
	输出电压温度系数(1)						8	ppm/°C
线路和负载调整率								
$\Delta V_{O(\Delta VI)}$	线路调整率	REF6125	V_{OUT} + 0.5V ≤ V_{IN} ≤ 5.5V	T_A = 25°C		4	20	ppm/V
				T_A = –40°C 至 +125°C			30	
		REF6130、REF6133、REF6141、REF6145	V_{OUT} + 0.25V ≤ V_{IN} ≤ 5.5V	T_A = 25°C		4	20	
				T_A = –40°C 至 +125°C			30	
		REF6150	V_{OUT} + 0.3V ≤ V_{IN} ≤ 5.5V	T_A = 25°C		7	60	
				T_A = –40°C 至 +125°C			120	
$\Delta V_{O(\Delta IL)}$	负载调整率，拉电流和灌电流	REF6125、REF6130、REF6133、REF6141	I_L = 0mA 至 4mA，V_{IN} = V_{OUT} + 600mV	T_A = 25°C		2	20	ppm/mA
				T_A = –40°C 至 +125°C			30	
		REF6145	I_L = 0mA 至 3.5mA，V_{IN} = V_{OUT} + 600mV	T_A = 25°C		2	20	
				T_A = –40°C 至 +125°C			30	
		REF6150	I_L = 0mA 至 3mA，V_{IN} = V_{OUT} + 400mV	T_A = 25°C		2	20	
				T_A = –40°C 至 +125°C			50	
I_{SC}	短路电流	SS = 开路				10.5		mA
噪声								
	积分噪声	C_L = 22µF				5		μV_{RMS}
		C_L = 47µF				5		
	低频噪声	0.1Hz ≤ f ≤ 10Hz				3		$\mu V_{PP}/V$
输出阻抗								
	输出阻抗	f = DC 至 200kHz，C_L = 47 µ F				50		mΩ
导通时间								
t_{on}	导通时间	0.1% 趋稳时间，C_L = 47µF、SS = 开路，REF6125				100		ms
磁滞和长期漂移								
	长期稳定性	25℃ 时为 0h 至 1000h				80		ppm
		25℃ 时为 1000h 至 2000h				20		
	输出电压迟滞(2)	25°C、–40°C、125°C、25°C（周期 1）				33		ppm
		25°C、–40°C、125°C、25°C（周期 2）				8		
容性负载								
C_L	稳定的输出电容器值				10		47	µF

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

6.5 电气特性（续）

测试条件为 T_A = 25°C，除 REF6150 外所有器件的 V_{IN} = 5V，REF6150 的 V_{IN} = 5.4V，I_L = 0mA，C_L = 22µF，C_{FILT} = 1µF 且 V_{EN} = 5V（除非另有说明）

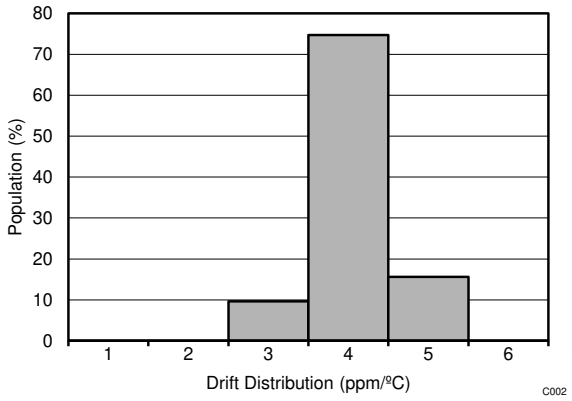
参数		测试条件			最小值	典型值	最大值	单位
输出电压								
V_{OUT}	输出电压	REF6125				2.5		V
		REF6130				3		
		REF6133				3.3		
		REF6141				4.096		
		REF6145				4.5		
		REF6150				5		
电源								
I_{CC}	电源电流	REF6125、REF6130、REF6133、REF6141	工作模式，V_{EN} = 5V	T_A = 25°C		0.82	0.90	mA
				T_A = -40°C 至 +125°C			1.1	
		REF6145、REF6150	工作模式，V_{EN} = 5V	T_A = 25°C		0.83	0.95	
				T_A = -40°C 至 +125°C			1.15	
		关断模式，V_{EN} = 0V		T_A = 25°C		1	3	µA
				T_A = -40°C 至 +125°C			15	
	使能引脚电压	工作模式下的电压基准 (EN = 1)			1.6			V
		关断模式下的电压基准 (EN = 0)					0.6	
	使能引脚电流	V_{EN} = 5V				100	150	nA
	压降电压	REF6125		I_L = 0mA		500	500	mV
				I_L = 4mA			600	
		REF6130、REF6133、REF6141		I_L = 0mA		50	250	
				I_L = 4mA			600	
		REF6145		I_L = 0mA		50	250	
				I_L = 3.5mA			600	
		REF6150		I_L = 0mA		100	300	
				I_L = 3mA			400	

(1) 温漂通过箱形法指定。有关更多详细信息，请参阅节 8.3。
(2) 请参阅节 7.2。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

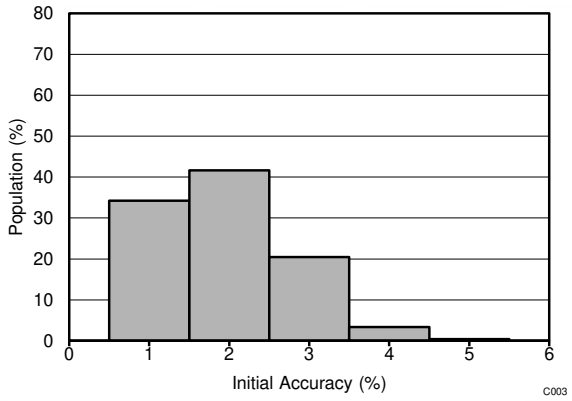
6.6 典型特性

测试条件为 T_A = 25°C，I_L = 0mA 且 V_{IN} = 5V，使用 REF6125（除非另有说明）



T_A = –40°C 至 +125°C

图 6-1. 漂移分布



T_A = -40°C 至 +85°C

图 6-2. 漂移分布

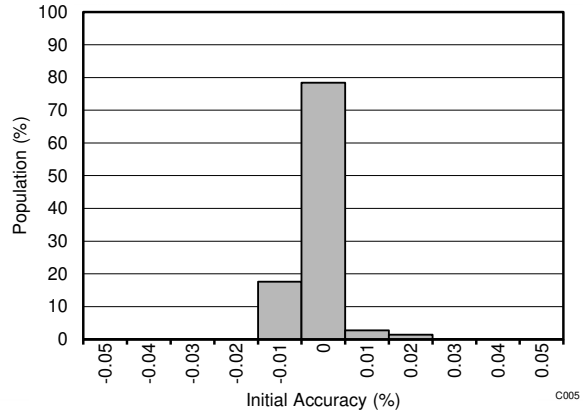


图 6-3. 初始精度分布

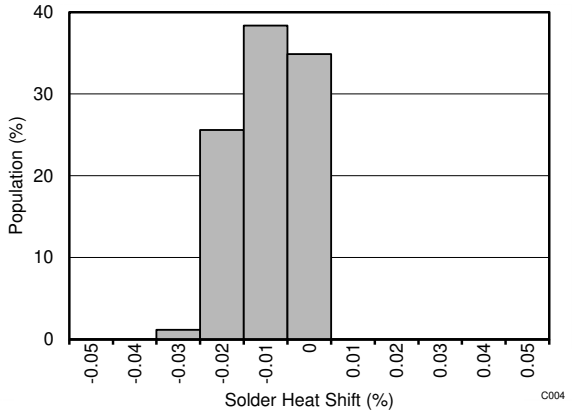


图 6-4. 焊接热移位分布

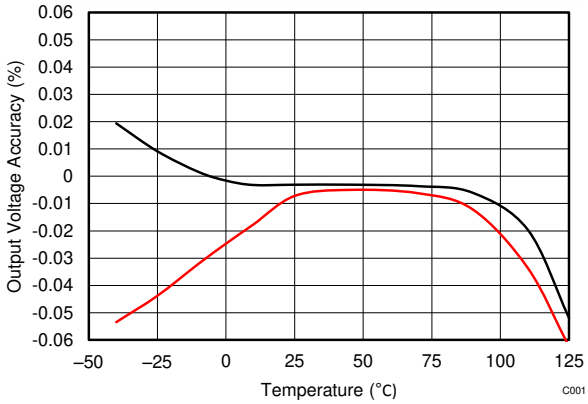


图 6-5. 输出电压精度与温度间的关系

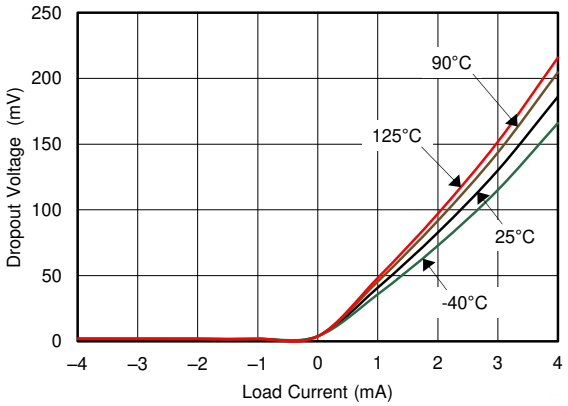
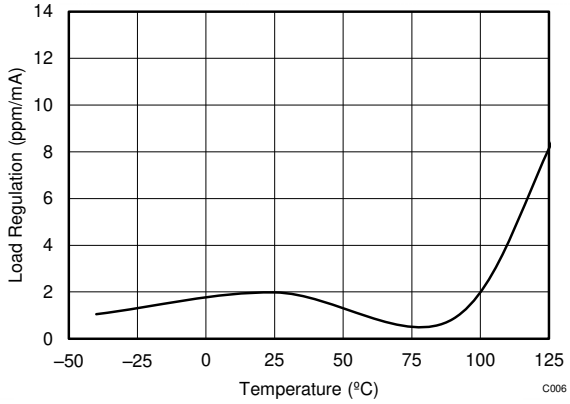


图 6-6. 压降电压与负载电流间的关系

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

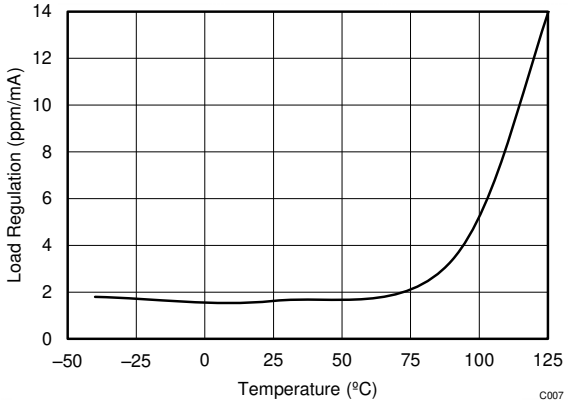
6.6 典型特性（续）

测试条件为 T_A = 25°C，I_L = 0mA 且 V_{IN} = 5V，使用 REF6125（除非另有说明）



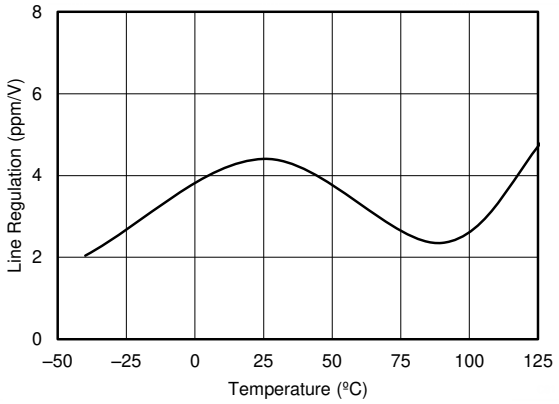
V_{IN} = V_{OUT} + 600mV，
I_L = 0mA 至 4mA

图 6-7. 负载调整率（拉电流）与温度间的关系



V_{IN} = V_{OUT} + 600mV，
I_L = 0mA 至 4mA

图 6-8. 负载调整率（灌电流）与温度间的关系



V_{OUT} + 0.25V ≤ V_{IN} ≤ 5.5V

图 6-9. 线路调整率与温度间的关系

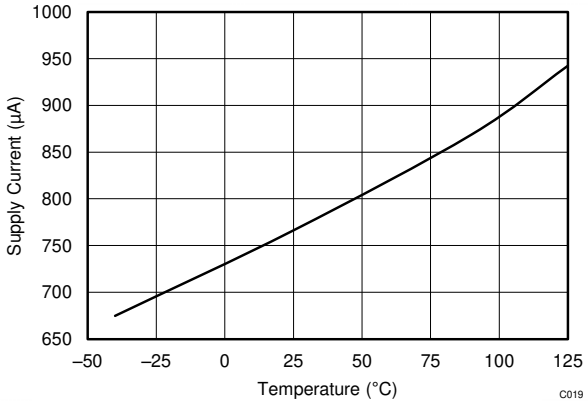


图 6-10. 电源电流与温度间的关系

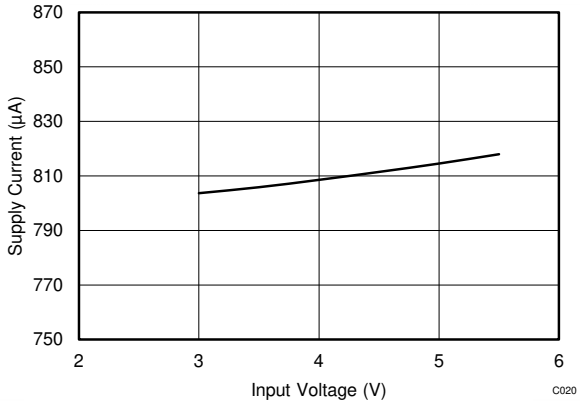


图 6-11. 电源电流与输入电压间的关系

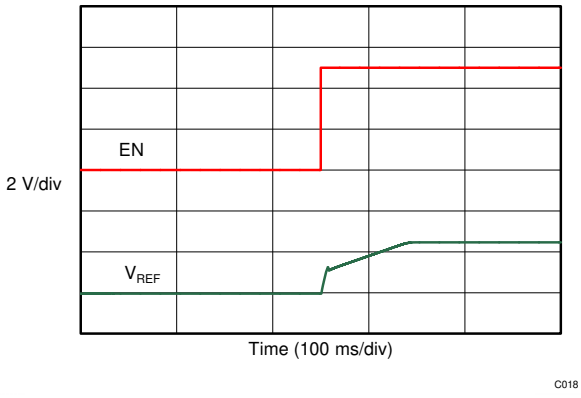


图 6-12. 导通稳定时间

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

6.6 典型特性（续）

测试条件为 T_A = 25°C，I_L = 0mA 且 V_{IN} = 5V，使用 REF6125（除非另有说明）

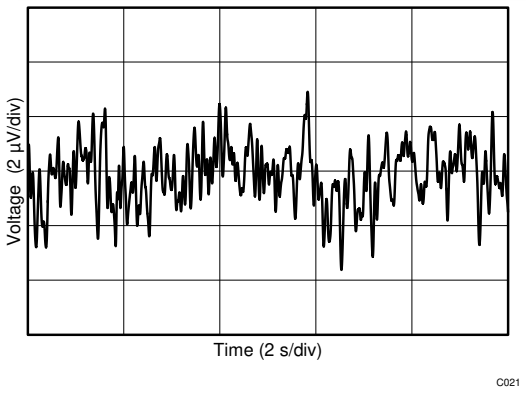


图 6-13. 0.1Hz 至 10Hz 噪声

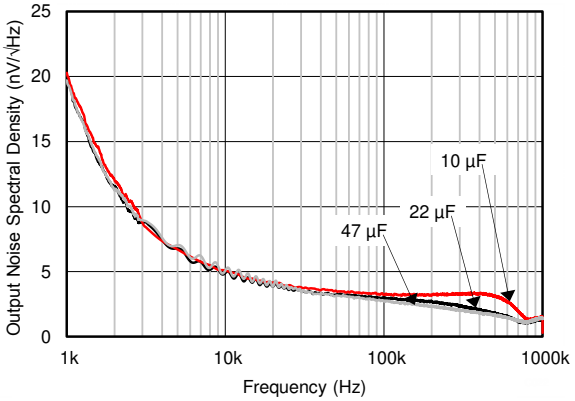


图 6-14. 输出电压噪声频谱

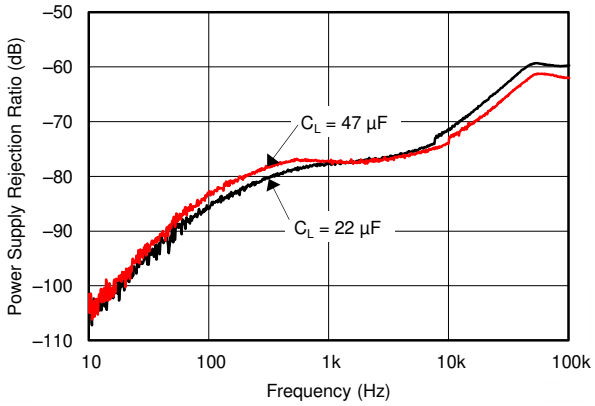
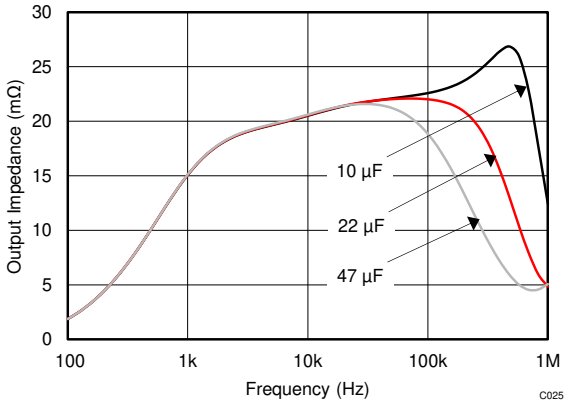
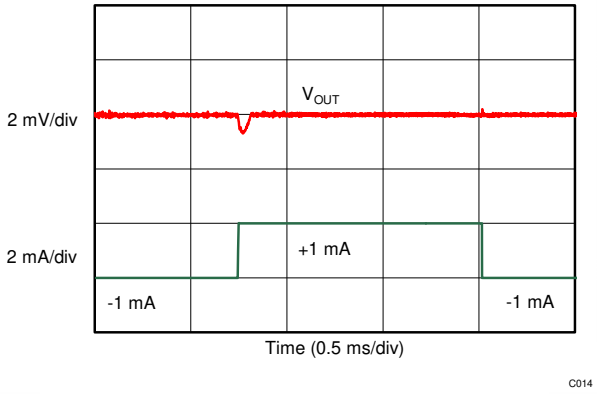


图 6-15. PSRR 与频率间的关系



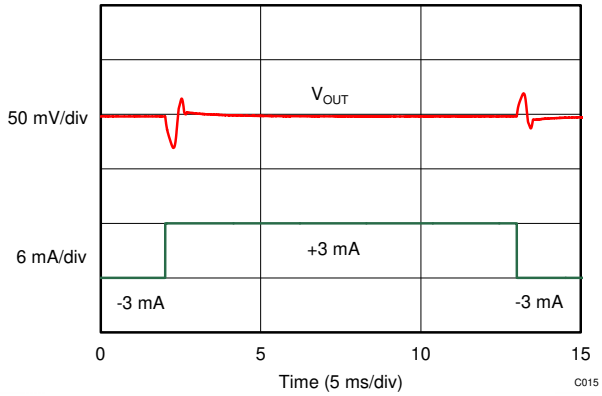
通过设计仿真得到的图表

图 6-16. 输出阻抗与频率间的关系



负载电流 = ±1mA

图 6-17. 负载瞬态响应



负载电流 = ±3mA

图 6-18. 负载瞬态响应

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

6.6 典型特性（续）

测试条件为 T_A = 25°C，I_L = 0mA 且 V_{IN} = 5V，使用 REF6125（除非另有说明）

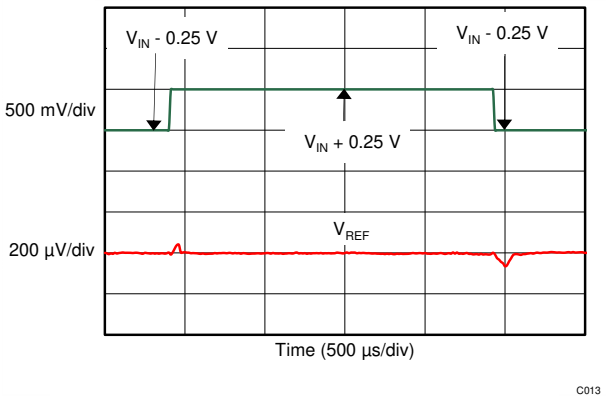


图 6-19. 线路瞬态响应

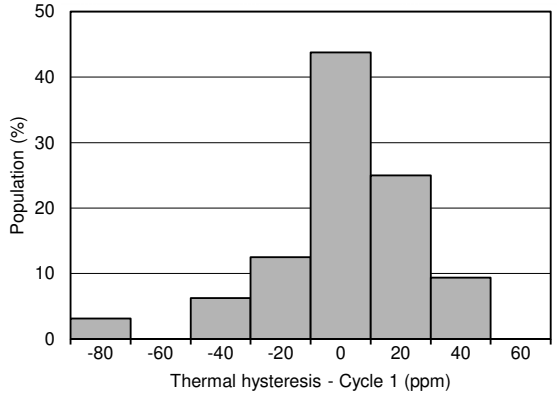


图 6-20. 热磁滞分布（周期 1）

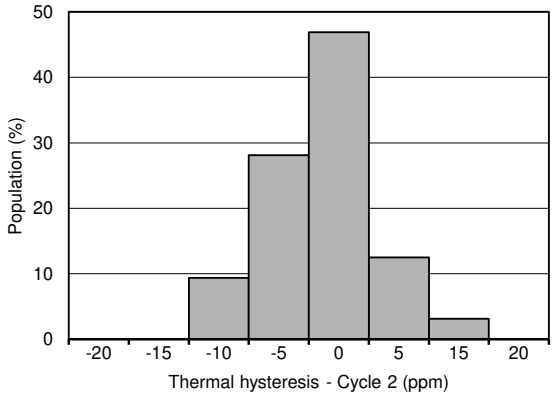


图 6-21. 热磁滞分布（周期 2）

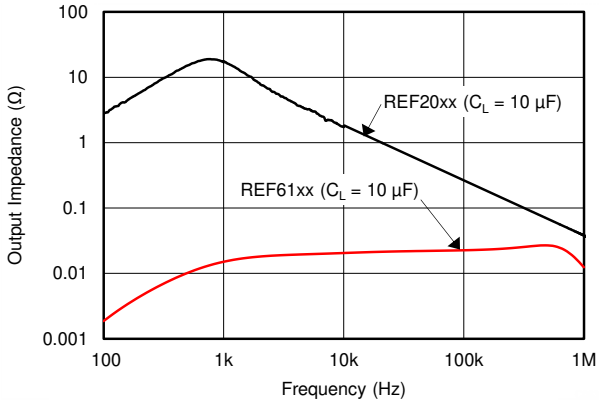
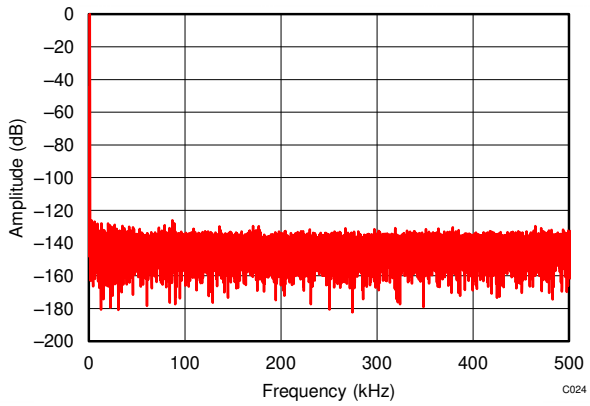
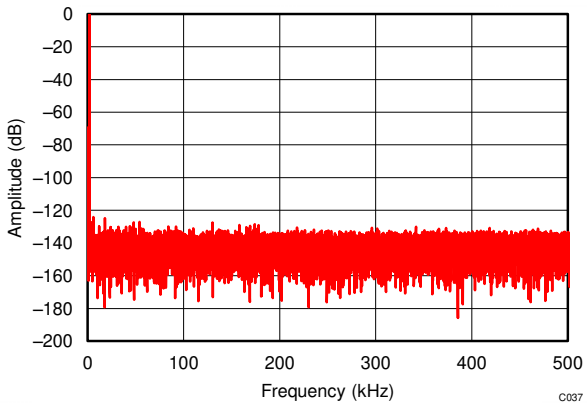


图 6-22. 输出阻抗比较



REF6150 驱动 ADS8881 的 REF 引脚，
f_{IN} = 1kHz，SNR = 100.5dB，THD = –125.9dB

图 6-23. 典型 FFT 图



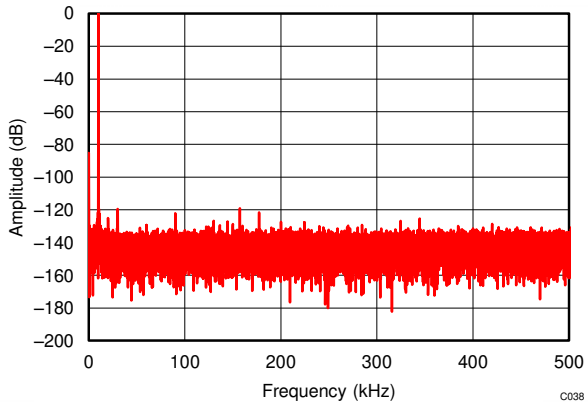
REF6150 驱动 ADS8881 的 REF 引脚，
f_{IN} = 2kHz，SNR = 100.4dB，THD = –123.9dB

图 6-24. 典型 FFT 图

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

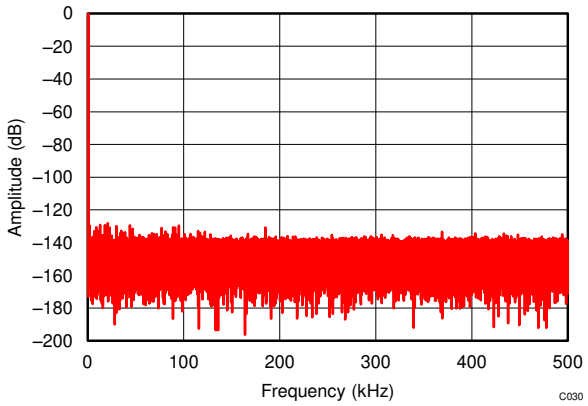
6.6 典型特性（续）

测试条件为 T_A = 25°C，I_L = 0mA 且 V_{IN} = 5V，使用 REF6125（除非另有说明）



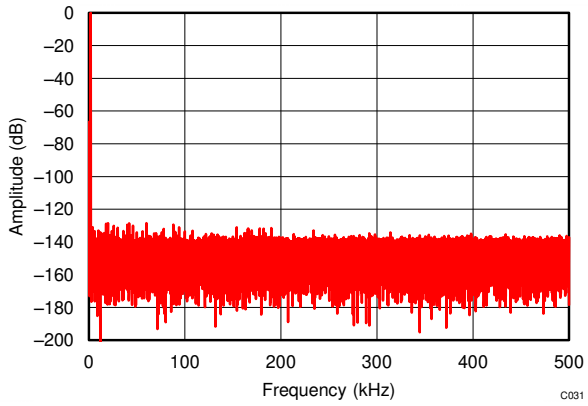
REF6150 驱动 ADS8881 的 REF 引脚，
f_{IN} = 10kHz，SNR = 99.2dB，THD = –119.4dB

图 6-25. 典型 FFT 图



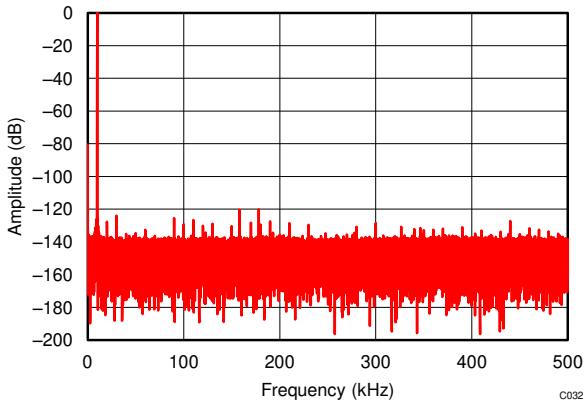
REF6141 驱动 ADS8881 的 REF 引脚，
f_{IN} = 1kHz，SNR = 99dB，THD = –124.4dB

图 6-26. 典型 FFT 图



REF6141 驱动 ADS8881 的 REF 引脚，
f_{IN} = 2kHz，SNR = 99dB，THD = –123.6dB

图 6-27. 典型 FFT 图



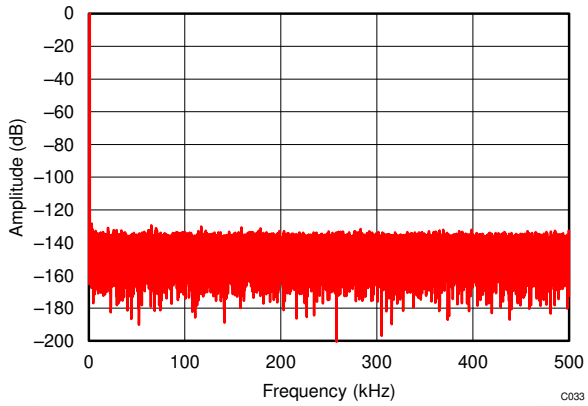
REF6141 驱动 ADS8881 的 REF 引脚，
f_{IN} = 10kHz，SNR = 97.2dB，THD = –119.7dB

图 6-28. 典型 FFT 图

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

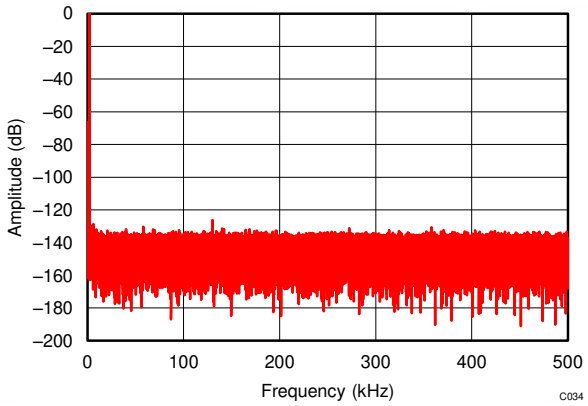
6.6 典型特性（续）

测试条件为 T_A = 25°C，I_L = 0mA 且 V_{IN} = 5V，使用 REF6125（除非另有说明）



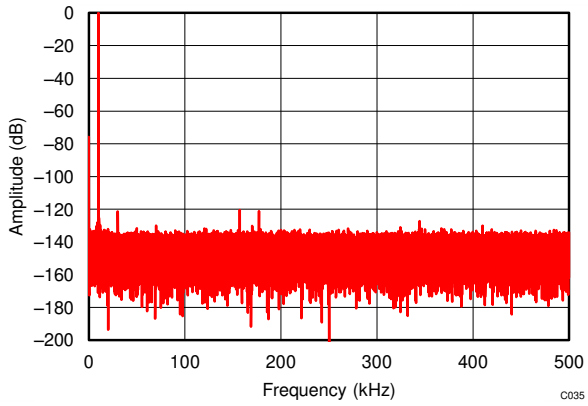
REF6125 驱动 ADS8881 的 REF 引脚，
f_{IN} = 1kHz，SNR = 95.4dB，THD = –124dB

图 6-29. 典型 FFT 图



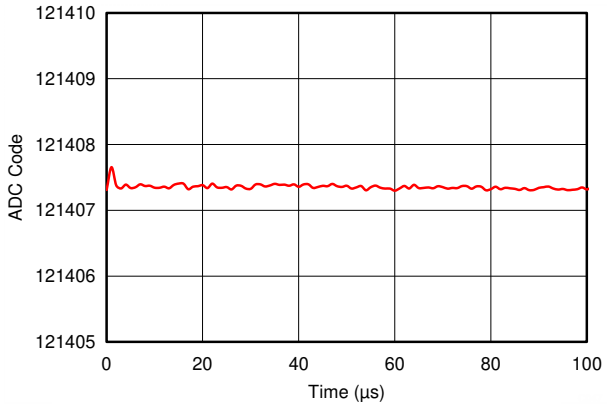
REF6125 驱动 ADS8881 的 REF 引脚，
f_{IN} = 2kHz，SNR = 95.4dB，THD = –123.5dB

图 6-30. 典型 FFT 图



REF6125 驱动 ADS8881 的 REF 引脚，
f_{IN} = 10kHz，SNR = 94.0dB，THD = –119.3dB

图 6-31. 典型 FFT 图



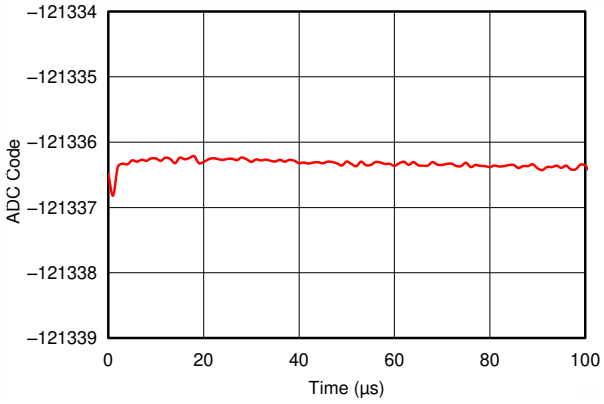
REF6150 驱动在 1MSPS 下工作的 ADS8881 的 REF 引脚，
ADS8881 输入为正满量程

图 6-32. 基准压降

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

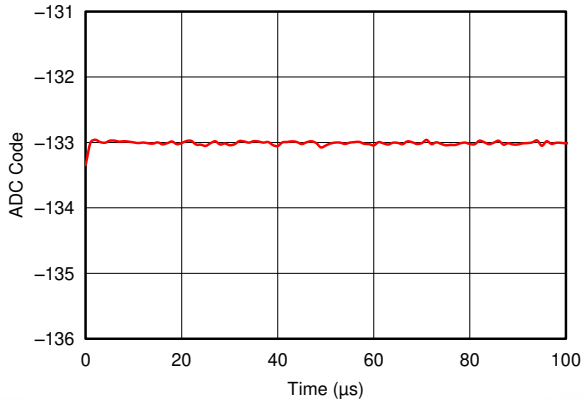
6.6 典型特性（续）

测试条件为 T_A = 25°C，I_L = 0mA 且 V_{IN} = 5V，使用 REF6125（除非另有说明）



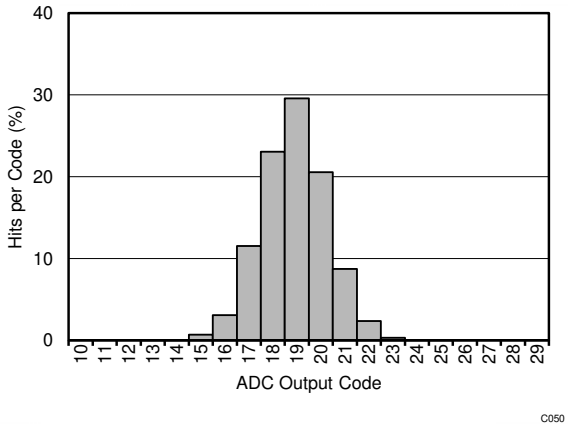
REF6150 驱动在 1MSPS 下工作的 ADS8881 的 REF 引脚，ADS8881 输入为负满量程

图 6-33. 基准压降



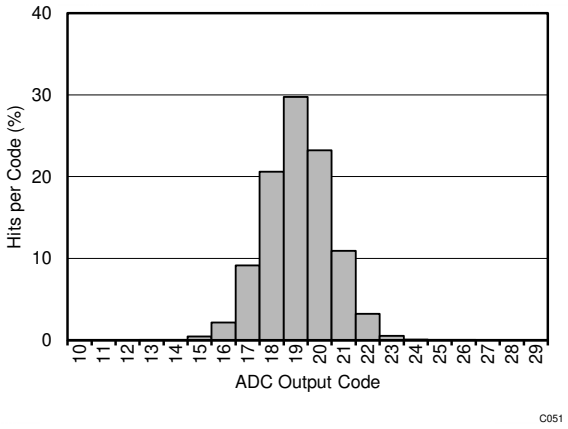
REF6150 驱动在 1MSPS 下工作的 ADS8881 的 REF 引脚，对于 ADS8881，AINP = AINN = V_{REF}/2

图 6-34. 基准压降



对于 ADS8881，AINP = AINN = V_{REF}/2，采样率 = 1MSPS

图 6-35. 直流输入直方图



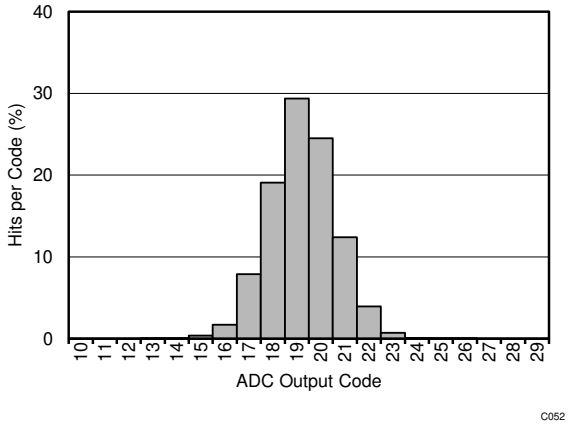
对于 ADS8881，AINP = AINN = V_{REF}/2，采样率 = 500kSPS

图 6-36. 直流输入直方图

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

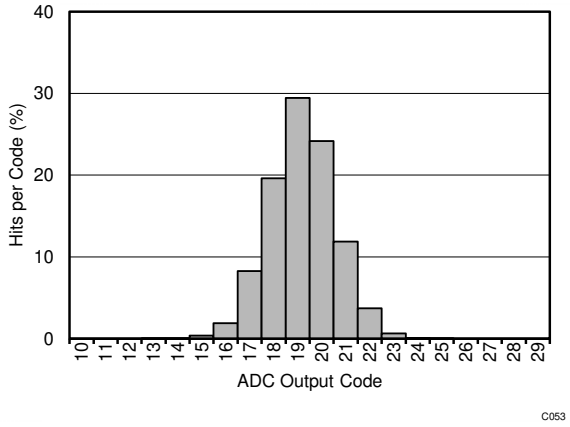
6.6 典型特性（续）

测试条件为 T_A = 25°C，I_L = 0mA 且 V_{IN} = 5V，使用 REF6125（除非另有说明）



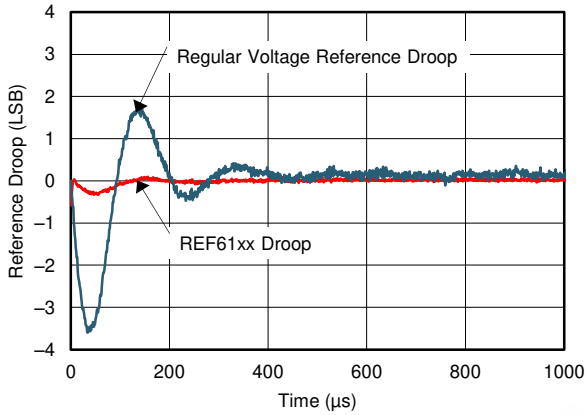
对于 ADS8881，AINP = AINN = V_{REF}/2，
采样率 = 100kSPS

图 6-37. 直流输入直方图



对于 ADS8881，AINP = AINN = V_{REF}/2，
采样率 = 20kSPS

图 6-38. 直流输入直方图



1LSB = 19.07µV，ADS8881 的采样率为 1MSPS

图 6-39. 基准压降比较

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

7 参数测量信息

7.1 焊接热漂移

REF61xx 制造过程中所用的材料具有不同的热膨胀系数，因此在加热器件时，会在器件裸片上产生应力。器件裸片上的机械应力和热应力会导致输出电压漂移，从而降低产品的初始精度规格。回流焊是造成这种误差的常见原因。

为了说明这种影响，使用无铅焊锡膏和制造商建议的回流焊曲线，将总共 128 个器件焊接在八个印刷电路板 (PCB) 上，每个 PCB 上 16 个器件。回流焊曲线如图 7-1 中所示。印刷电路板使用 FR4 材料制成。电路板厚度为 1.65 mm，面积为 101.6 mm × 127 mm。

在回流焊过程之前和之后测量基准输出电压；典型漂移如图 7-2 所示。尽管所有测试器件都表现出很低的漂移 (< 0.03%)，但取决于 PCB 的大小、厚度和材料，也可能产生更高的漂移。

该直方图显示了暴露于单个回流焊曲线的典型漂移。在两侧都有表面贴装元件的 PCB 经常会暴露于多个回流焊，这会导致输出偏置电压出现额外漂移。如果 PCB 暴露于多个回流焊，则在最后一道工序焊接器件，以最大限度地减少器件暴露于热应力的情况。

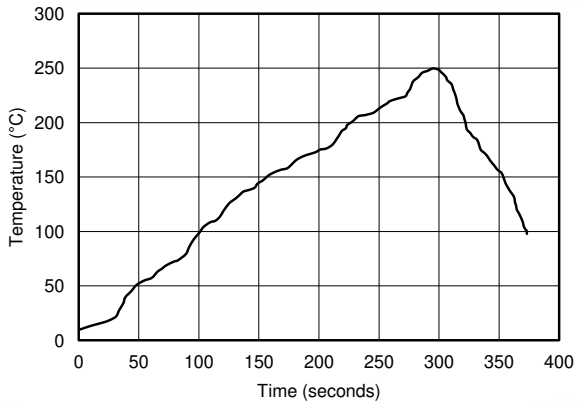


图 7-1. 回流焊曲线

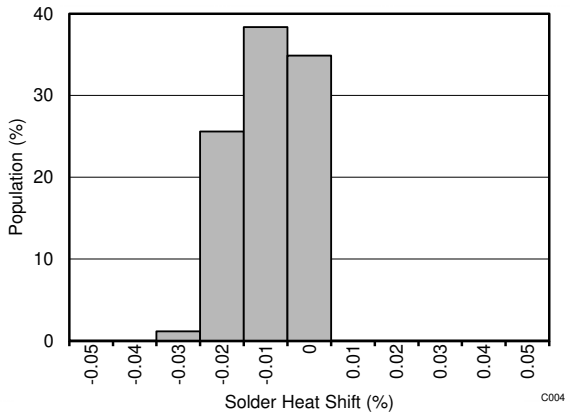


图 7-2. 焊接热移位分布

7.2 热迟滞

器件的热磁滞定义为：器件在 25°C 下工作，经过指定的温度范围循环后再回到 25°C 时，输出电压的变化量。热磁滞的测量是在 REF61xx 焊接到 PCB 上时进行的，与实际应用情况相似。在测量热磁滞之前，PCB 在 150°C 下烘烤了 30 分钟。热磁滞表示为：

$$V_{HYST} = \left(\frac{\left| V_{PRE} - V_{POST} \right|}{V_{NOM}} \right) \bullet 10^{6} \quad (ppm) \tag{1}$$

其中

- V_{HYST} = 热磁滞（单位为 ppm）。
- V_{NOM} = 指定的输出电压。
- V_{PRE} = 在 25°C 预热循环时测得的输出电压。
- V_{POST} = 器件从 25°C 开始到经过 –40°C 至 125°C 额定温度范围后返回 25°C 时测得的输出电压。

典型的热磁滞分布如图 7-3 和图 7-4 所示。

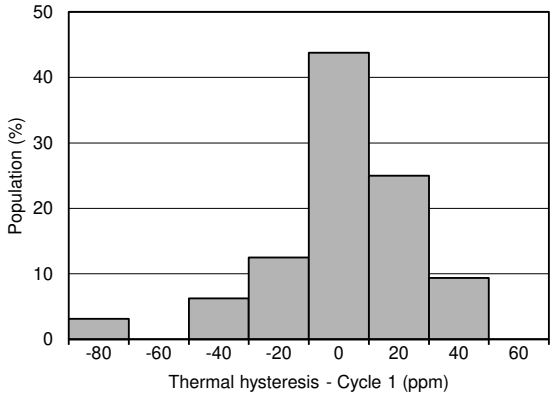


图 7-3. 热磁滞分布（周期 1）

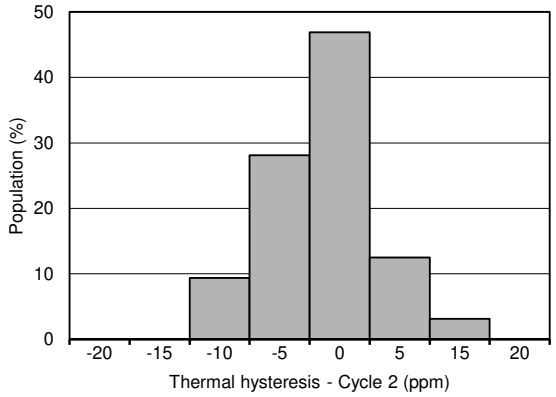
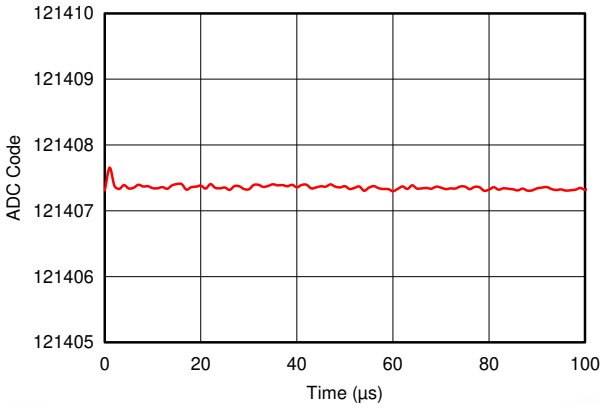


图 7-4. 热磁滞分布（周期 2）

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

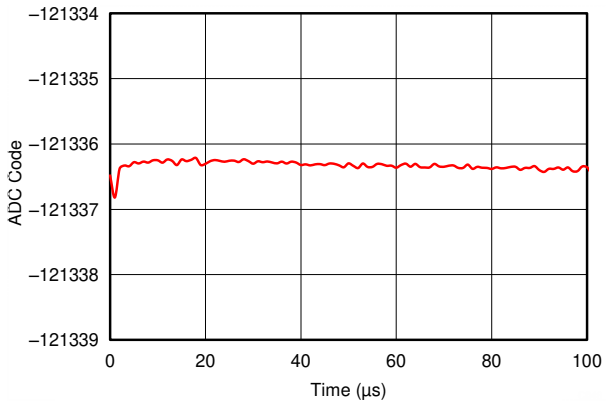
7.3 基准压降测量

许多应用（例如事件触发型和多路复用型数据采集系统）要求 ADC 的第一次转换就具备 18 位或更高的精度。这类数据采集系统以突发模式采集数据，因此也称为突发模式数据采集系统。使用传统的电压基准很难为第一个样本实现 18 位精度，因为电压基准压降会限制前几次转换的精度。REF61xx 集成了 ADC 驱动缓冲器，确保在与 ADS8881 配合使用时，即使在满吞吐量下，基准压降在 18 位精度下也小于 1LSB。图 7-5 和图 7-6 分别展示了 REF61xx 在正负满量程输入下驱动 ADS8881 的 REF 引脚时的输出压降。



REF6150 驱动在 1MSPS 下工作的 ADS8881 的 REF 引脚，ADS8881 输入为正满量程

图 7-5. 输出压降



REF6150 驱动在 1MSPS 下工作的 ADS8881 的 REF 引脚，ADS8881 输入为负满量程

图 7-6. 输出压降

以 18 位精度直接测量基准压降可能具有挑战性。因此，图 7-5 和图 7-6 中的图是通过处理 ADC 的输出代码获得的。ADC 输出代码可由以下公式计算得出：

$$C = (\text{Input Voltage} / V_{REF}) \times 2^{N} \quad (2)$$

如果输入电压保持恒定，则通过监测 ADC 输出代码 C 来计算 V_{REF}。由于 ADC 的固有噪声，ADC 代码通常有 6 到 7 个 LSB 的代码波动范围。要测量基准压降，必须大幅降低此噪声。降噪是通过多次对输出代码求平均值来实现的，如下一段所述。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

图 7-7 展示了用于测量基准压降的设置。输出 ADC 代码使用现场可编程门阵列 (FPGA) 采集，并在个人计算机上进行了后处理。THS4521 的输入（以及进而 ADS8881 的输入）是恒定的直流电压（接近正或负满量程，因为这是从 REF 引脚汲取电荷的最坏情况）。直流源必须具有极低的噪声。REF61xx 器件上电并稳定后，FPGA 向 ADS8881 发送命令以突发方式采集数据。ADS8881 最初处于空闲模式 100ms。然后 FPGA 向 ADS8881 发送命令，以 1MSPS 执行 100 次转换。与这 100 次转换（一次数据突发）相对应的 ADC 代码存储在 1,000 × 100 维数组中的第一行。此操作重复 1,000 次，每次突发对应的数据存储在 1,000 × 100 维数组的一个新行中。最后，对该数组中的每列求平均值，得到包含 100 个元素的最终数据集。由于大部分噪声已通过求平均值消除，这个最终数据集的代码波动范围现在远小于 1LSB。该数据集绘制在一幅图上，其中 X 轴 = 列号（每个列号对应于 1µs 的时间，因为采样率为 1MSPS），Y 轴 = ADC 输出代码，从而获得基准压降测量值。

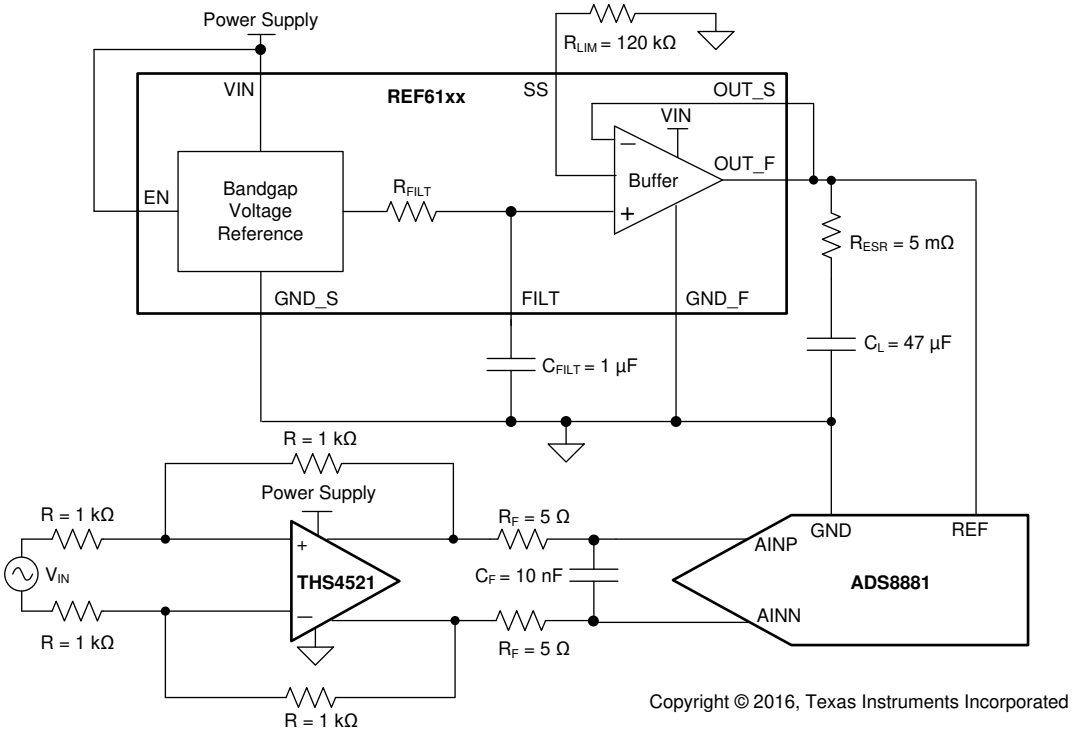


图 7-7. 突发模式测量设置

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

7.4 1/f 噪声性能

REF6125 的 0.1Hz 至 10Hz 电压噪声典型值如图 7-8 所示。1/f 噪声随输出电压而变化，但在所有型号中均能保持 3μV_{PP}/V。峰峰值噪声测量设置如图 7-9 所示。

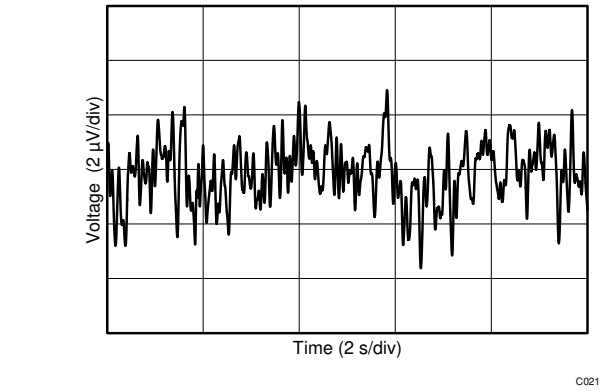


图 7-8. 0.1Hz 至 10Hz 噪声

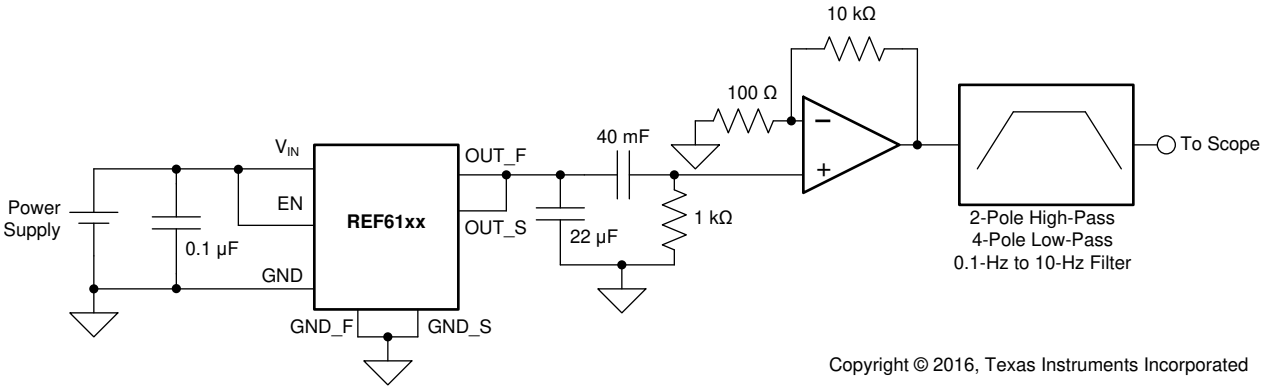


图 7-9. 0.1Hz 至 10Hz 噪声测量设置

8 详细说明

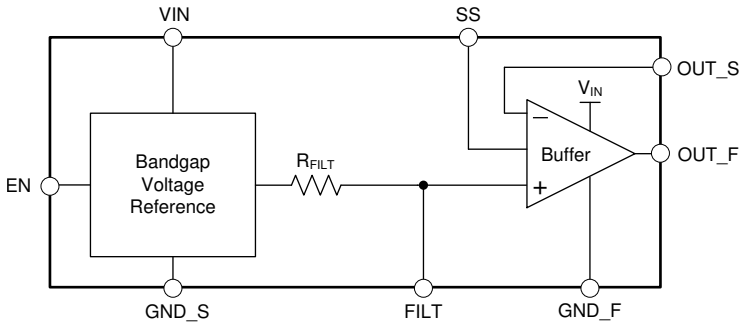
8.1 概述

大多数 SAR ADC 和少数 Δ-Σ ADC 会在转换过程中将二进制加权电容器切换到 REF 引脚上。每次转换期间切换到 REF 引脚上的电容大小取决于 ADC 的输入信号。如果电压基准直接连接到这些 ADC 的 REF 引脚，基准电压会因为二进制加权电容器产生的动态输入信号相关负载而下降。由于基准电压压降现在依赖于输入信号，因此系统的 THD 和线性度会显著下降。

为了支持此动态负载并保持 ADC 线性度、失真和噪声性能，必须使用低输出阻抗（高带宽）缓冲器来缓冲电压基准的输出。REF61xx 系列电压基准集成了低输出阻抗缓冲器，使用户能够直接驱动 SAR ADC 的 REF 引脚，同时保持 ADC 的线性度和低失真。此外，REF61xx 在全带宽内的总噪声极低，从而保持了 ADC 的噪声性能。*电压基准对总谐波失真的影响* (SLYY097) 将基准趋稳的影响与 ADC 失真关联了起来，并说明了 REF61xx 如何以最少的元件和最低的功耗实现最低的失真。

即使在驱动 ADS8881 的 REF 引脚时的第一次转换期间，REF61xx 的输出电压也不会下降至低于 1LSB（18 位精度）。这一特性在突发模式、事件触发、等效时间采样和可变采样率的数据采集系统中很有用。节 8.2 展示了 REF61xx 的简化版原理图。

8.2 功能方框图



Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

8.3 特性说明

8.3.1 集成 ADC 驱动缓冲器

许多 ADC 数据表会指定从 REF 引脚汲取几微安的平均电流。几乎所有电压基准都能提供这几微安的平均电流；但并非所有电压基准都适合驱动高分辨率、高吞吐量的 SAR ADC，因为在电容器切换到 REF 引脚上时，所汲取的峰值电流可能非常高。最坏情况下对电压基准的需求发生在突发模式转换期间，即 ADC 长时间处于空闲状态，然后再启动转换，并且期望第一个样本的转换结果是精确的。通常，在 ADC 的 REF 引脚与接地引脚之间（或者有时在 REFP 与 REFM 引脚之间）连接一个大电容器，以平滑电流负载并减轻电压基准的负担。然后，电压基准必须能够提供为基准电容器充满电所需的平均电流，但不会导致基准电压显著下降。大多数电压基准缺乏给基准电容器充满电的能力，并且由于输出阻抗较大，在二进制加权电容器切换到 REF 引脚上时无法达到稳定状态。通常，在高于 100Hz 的频率下，电压基准的输出阻抗在几十欧姆的量级。电压基准的输出电压必须通过一个低输出阻抗（通常为高带宽）的放大器进行缓冲，才能实现出色的线性和失真性能。

为高精度 ADC 设计基准缓冲器时，需要考虑的关键放大器规格包括：低偏移电压、低漂移、宽带宽和低输出阻抗。虽然有可能找到充分满足所有这些要求的放大器，但这样的放大器会具有过高的功耗。例如，OPA350 是一款 38MHz 带宽的放大器，最大偏移电压为 0.5mV，偏移漂移低至 4μV/°C，但其静态电流消耗为 5.2mA。这是因为（从放大器设计角度来看）偏移和漂移为直流规格，而带宽、低输出阻抗和高电容驱动能力为高频规格。因此，在一个放大器中实现所有这些性能需要消耗大量功率。为了满足低功耗预算，一种更高效的设计是使用复合基准缓冲器：将一个具有优异高频规格的放大器放置在直流精密放大器的反馈环路中，从而以更低的功耗获得这一整体性能。图 8-1 展示了这样一种复合放大器设计，它使用了 OPA333（直流精密放大器）和 THS4281（高带宽放大器）。该基准缓冲器设计需要三个器件以及大量的外部元件。该解决方案仍会消耗接近 2mA 的静态电流。

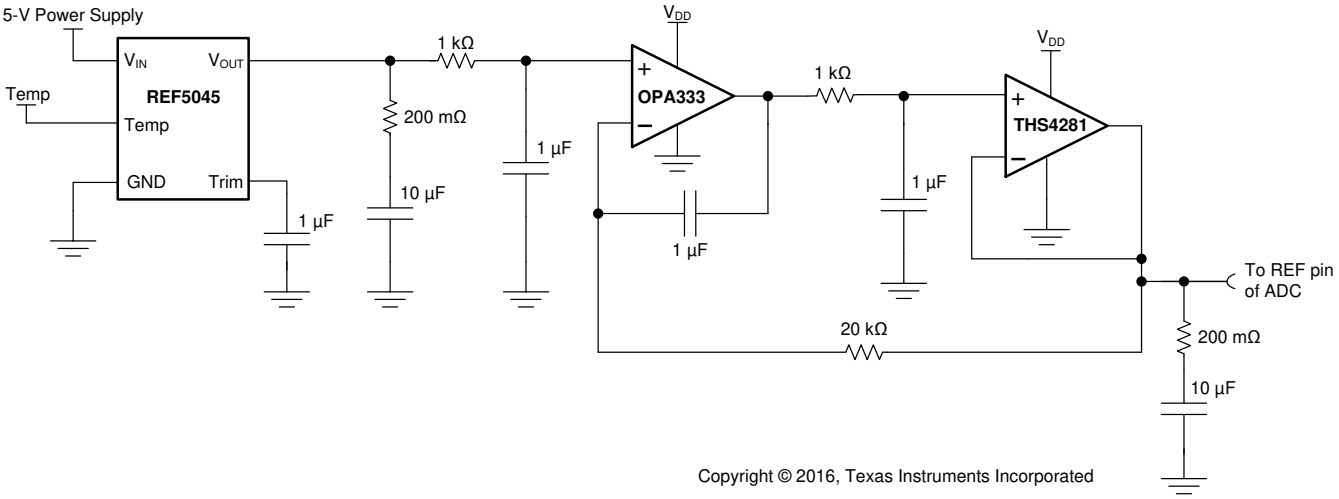
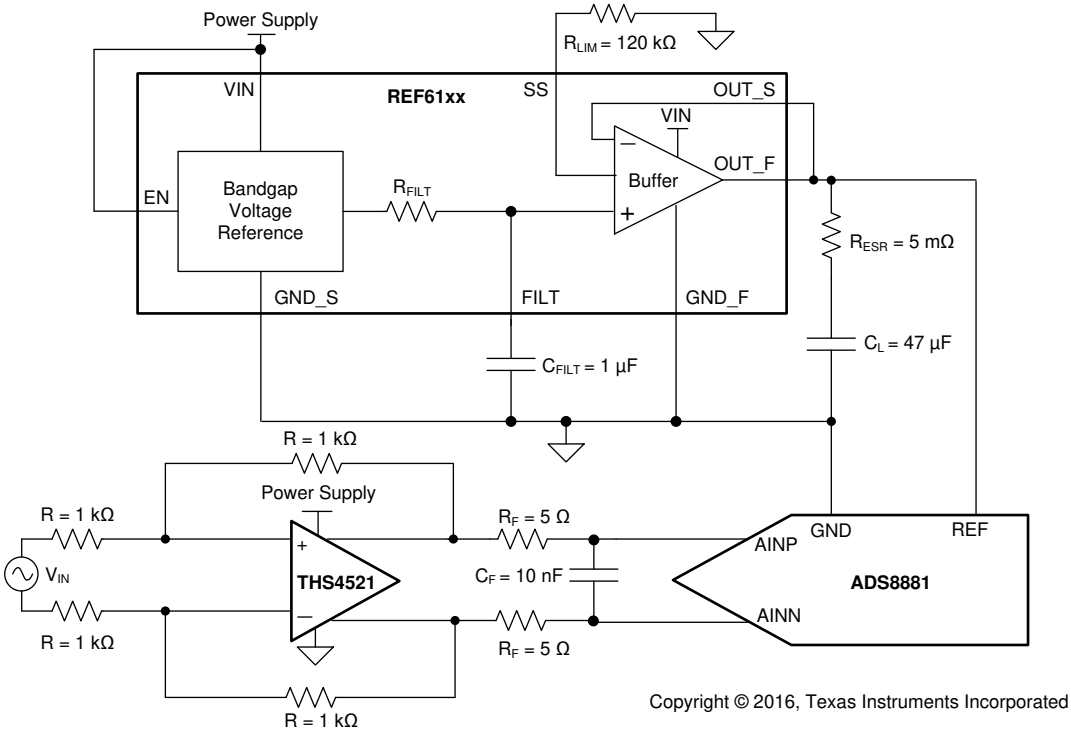


图 8-1. 复合放大器基准缓冲器

REF61xx 系列电压基准集成了低输出阻抗缓冲器（ADC 驱动缓冲器）；因此，如图 8-2 所示，在驱动高精度、高吞吐量 SAR ADC 的 REF 引脚时，无需外部缓冲器。REF61xx 的 ADC 驱动缓冲器能够在 1μs 内为 47μF 电容器补充 70pC 的电荷，同时确保电容器上的压降在 18 位精度下不超过 1LSB。REF61xx 在生产中在多个温度下进行了修整，实现了最大漂移 8ppm/°C，该漂移同时包含电压基准和缓冲器，而典型静态电流仅为 820μA。图 8-3 比较了常规电压基准 (REF20xx) 与集成 ADC 驱动缓冲器的电压基准 (REF61xx) 的输出阻抗。图 8-4 比较了常规电压基准与 REF61xx 在突发模式下的基准趋稳性能。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated



Copyright © 2016, Texas Instruments Incorporated

图 8-2. REF61xx 驱动 ADS8881 SAR ADC 的 REF 引脚

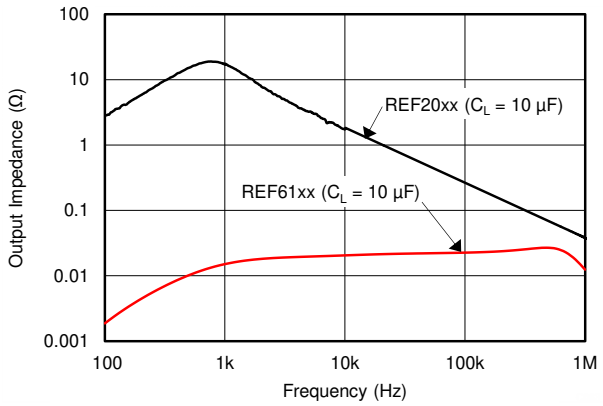
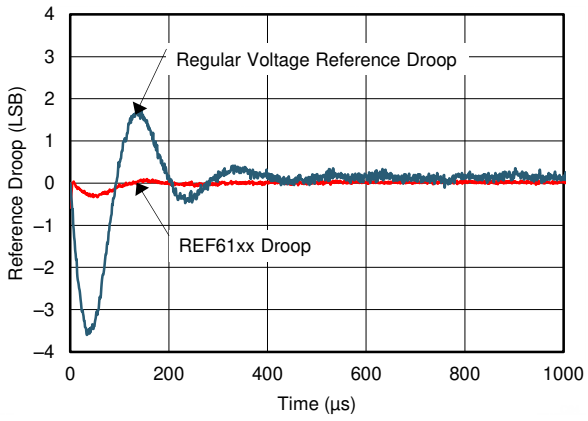


图 8-3. 输出阻抗比较



1LSB = 19.07µV，ADS8881 的采样率为 1MSPS

图 8-4. 基准压降比较

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

8.3.2 温漂

REF61xx 系列旨在最大程度减小温漂误差，温漂误差定义为输出电压在温度范围内的变化。漂移是使用以下公式所示的盒子法计算得出的：

$$\text{Drift} = \left(\frac{V_{REF(MAX)} - V_{REF(MIN)}}{V_{REF} \bullet \text{Temperature Range}} \right) \bullet 10^{6} \quad \text{(ppm)} \tag{3}$$

8.3.3 负载电流

REF6125、REF6130、REF6133 和 REF6141 可提供 ±4mA 的额定电流负载。REF6145 可提供 ±3.5mA 的额定电流，REF6150 可提供 ±3mA 的额定电流。REF61xx 通过限制输出短路电流来防止输出端短路。

REF61xx 系列器件的短路电流限制 (I_{SC}) 通过在 SS 引脚上连接一个电阻器 (R_{SS}) 来进行调整。REF61xx 器件提供电流（拉电流）时的短路电流限制可按方程式 4 所显示的计算：

$$I_{SC} = (80 * 10^{-9}) * R_{SS} + (3 * 10^{-3}) \tag{4}$$

REF61xx 器件接收电流（灌电流）时的短路电流限制可按方程式 5 所显示的计算：

$$I_{SC} = (115 * 10^{-9}) * R_{SS} + (4.6 * 10^{-3}) \tag{5}$$

REF61xx 的建议输出电流还取决于连接到 SS 引脚的电阻器。REF6125、REF6130、REF6133 和 REF6141 的建议输出电流（拉电流和灌电流）由方程式 6 给出：

$$I_{L} = (31.25 * 10^{-9}) * R_{SS} + (0.25 * 10^{-3}) \tag{6}$$

REF6145 的建议输出电流（拉电流和灌电流）由方程式 7 给出：

$$I_{L} = (27.08 * 10^{-9}) * R_{SS} + (0.25 * 10^{-3}) \tag{7}$$

REF6150 的建议输出电流（拉电流和灌电流）由方程式 8 给出：

$$I_{L} = (23.75 * 10^{-9}) * R_{SS} + (0.15 * 10^{-3}) \tag{8}$$

器件的温度根据方程式 9 升高：

$$T_{J} = T_{A} + P_{D} \bullet R_{\theta JA} \tag{9}$$

其中：

- T_J = 结温 (°C)。
- T_A = 环境温度 (°C)。
- P_D = 耗散的功率 (W)。
- $R_{\theta JA}$ = 结至环境热阻 (°C/W)。

REF61xx 最高结温不得超过 150°C 的绝对最大额定温度。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

8.3.4 稳定性

REF61xx 系列电压基准可在 10μF 至 47μF 的输出电容值范围内保持稳定。在 10μF 的低输出电容值下，需要 20mΩ 至 100mΩ 的有效串联电阻 (ESR) 来实现稳定性；而在 47μF 的较高电容值下，需要 5mΩ 至 100mΩ 的 ESR。图 8-5 中的阴影区域显示了 REF61xx 器件的稳定运行区域。

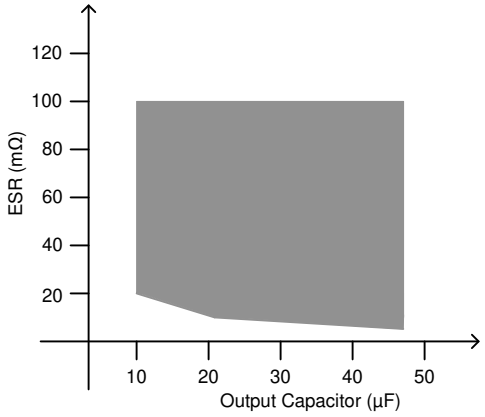


图 8-5. 稳定的输出电容器范围

为了实现稳定性和出色的噪声性能，FILT 引脚上需要一个 1μF 的电容器。通过增加 PCB 走线长度，可以轻松实现低 ESR（5mΩ 至 20mΩ），因此无需分立式电阻器。可以有意添加较大的 ESR 值（大于 20mΩ 但小于 100mΩ），以增加 REF61xx 的输出带宽。这一较高的 ESR 可改善 REF61xx 的瞬态性能，但由于带宽增加，噪声性能会降低。

8.4 器件功能模式

当 REF61xx 的 EN 引脚被拉至高电平时，器件处于工作模式。器件必须处于工作模式才能正常运行。

要将 REF61xx 置于关断模式，需要将 ENABLE 引脚拉至低电平。在关断模式下，器件的输出变为高阻抗且器件的静态电流降至 1μA（典型值）。请参阅节 6.5 中的使能引脚电压参数，了解有关逻辑高电压电平和逻辑低电压电平的信息。

Copyright © 2026 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 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。

9.1 应用信息

许多应用（例如事件触发型和多路复用型数据采集系统）要求 ADC 的第一次转换就具备 18 位或更高的精度。这类数据采集系统以突发模式采集数据，因此也称为突发模式数据采集系统。使用传统的电压基准很难为第一个样本实现 18 位精度，因为电压基准压降会限制前几次转换的精度。此外，可变采样率系统要求系统的增益误差不随采样率变化。该设计示例的主要目的是演示具有超低失真和噪声、低功耗的突发模式数据采集模块，该模块采用 18 位 SAR ADC，在 1MSPS 吞吐量下运行，采用 1kHz 满量程纯正弦波输入。

9.2 典型应用

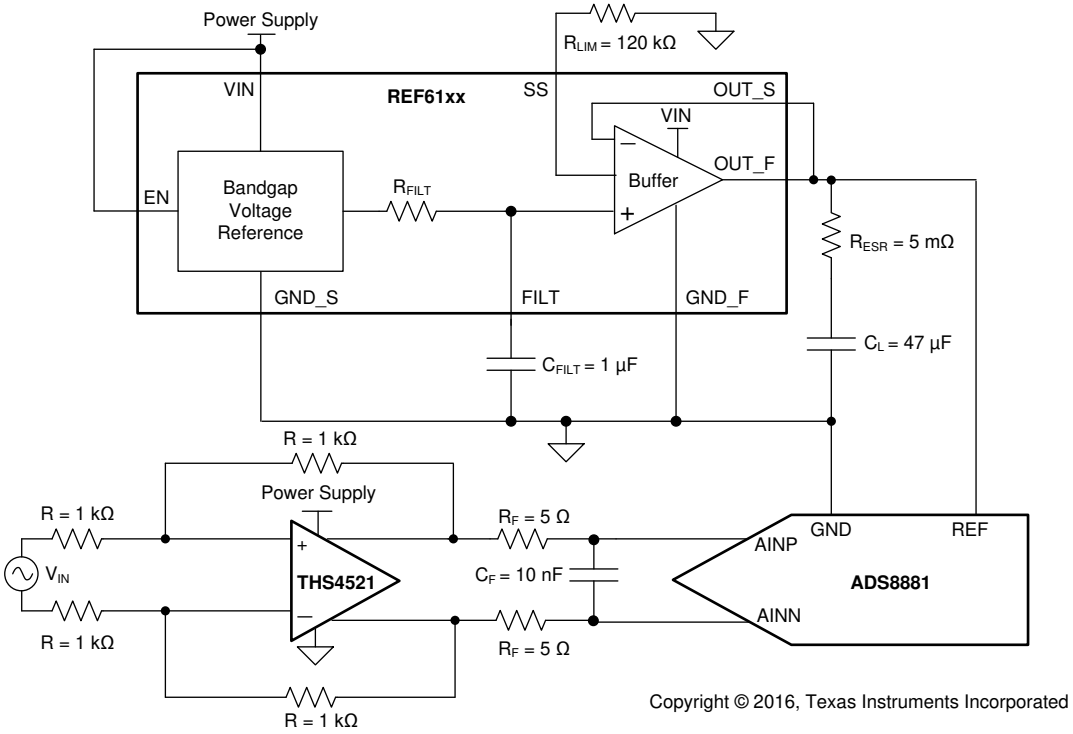


图 9-1. 18 位、1MSPS 突发模式数据采集系统

9.2.1 设计要求

1. 突发模式支持（有关更多详细信息，请参阅 节 7.3）
2. ENOB > 16 位
3. THD < -120dB
4. 功耗 < 50mW
5. 吞吐量 = 1MSPS

9.2.2 详细设计过程

在图 9-1 所示的数据采集系统中，影响系统噪声与精度的主要因素有三个：输入驱动器、带驱动器的基准以及数据转换器。每个模拟模块都经过精心设计，可使数据转换器规格能够限制系统规格。THS4551 是一款全差分运算放大器，用于驱动 18 位 ADC (ADS8881)。THS4551 输出端的电荷反冲 RC 滤波器用于减小 ADC 内部采样开关开闭所产生的电荷反冲。设计 RC 滤波器时，需确保采样电容器上的电压在 ADC 的采集时间内稳定到 18 位精度。

为了执行更精确的数据转换，数据采集系统需要稳定且准确的电压基准。REF61xx 系列电压基准集成了 ADC 驱动缓冲器，因此可直接驱动 ADS8881 的 REF 引脚，无需外部基准缓冲器。有关基准缓冲器要求的更多详细信息，请参阅节 8.3.1。在此设计中，为 REF61xx 正确选择输出电容器非常重要。节 8.3.4 描述了稳定性和突发模式要求对输出电容器的 ESR 要求。在 FILT 引脚上可连接 1 µF 电容，以降低 REF61xx 的宽带噪声。

9.2.2.1 结果

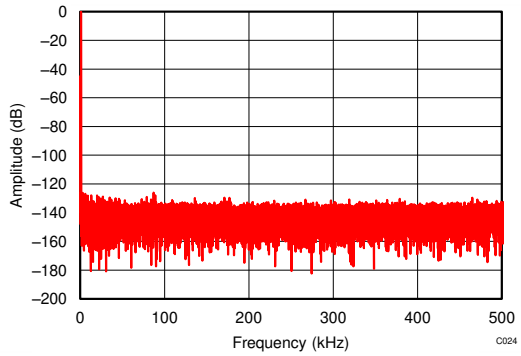
表 9-1 汇总了测量结果。

表 9-1. 测量结果

规格	测量结果
SNR	100.5dB
ENOB	16.4
THD	-125.9dB
吞吐量	1MSPS
突发模式	第一个样本 > 18 位精度
功耗	40mW

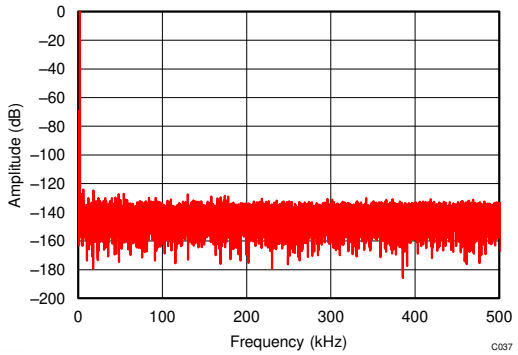
Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

9.2.3 应用曲线



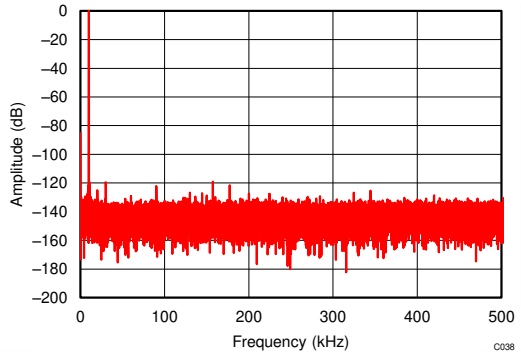
REF6150 驱动 ADS8881 的 REF 引脚，
f_{IN} = 1kHz，SNR = 100.5dB，THD = –125.9dB

图 9-2. 典型 FFT 图



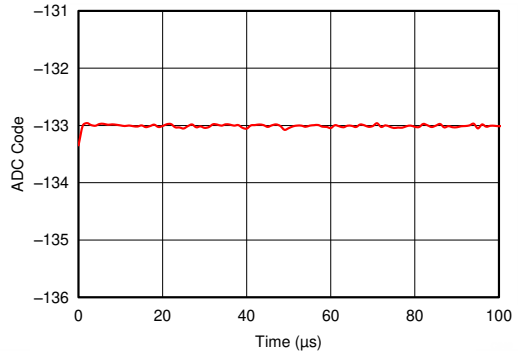
REF6150 驱动 ADS8881 的 REF 引脚，
f_{IN} = 2kHz，SNR = 100.4dB，THD = –123.9dB

图 9-3. 典型 FFT 图



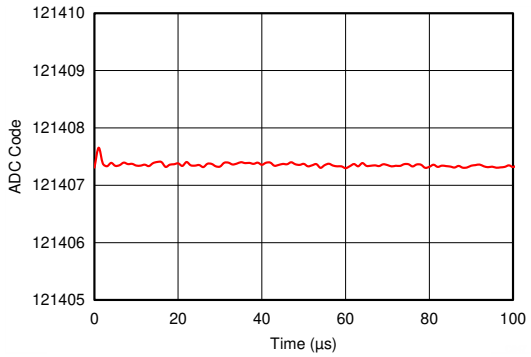
REF6150 驱动 ADS8881 的 REF 引脚，
f_{IN} = 10kHz，SNR = 99.2dB，THD = –119.4dB

图 9-4. 典型 FFT 图



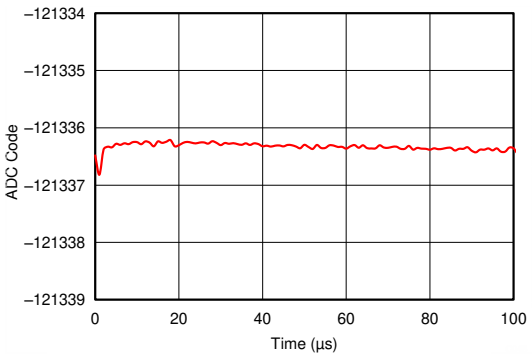
REF6150 驱动在 1MSPS 下工作的 ADS8881 的 REF 引脚，
对于 ADS8881，AINP = AINN = V_{REF}/2

图 9-5. 基准压降



REF6150 驱动在 1MSPS 下工作的 ADS8881 的 REF 引脚，
ADS8881 输入为正满量程

图 9-6. 基准压降



REF6150 驱动在 1MSPS 下工作的 ADS8881 的 REF 引脚，
ADS8881 输入为负满量程

图 9-7. 基准压降

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

9.3 电源相关建议

REF61xx 系列基准具有极低的压降电压。压降规格可在节 6.5 中找到。必须在 REF61xx 的 VIN 和 GND_F 引脚之间连接一个最小 0.1µF 的去耦电容器。典型压降电压与负载间的关系如图 9-8 所示。

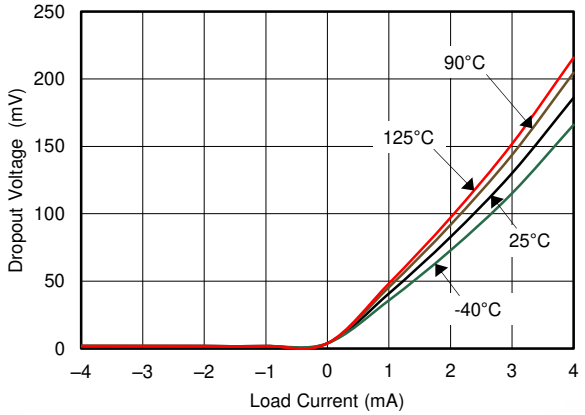


图 9-8. 压降电压与负载电流间的关系

9.4 布局

9.4.1 布局指南

图 9-9 展示了使用 REF61xx 的数据采集系统的 PCB 布局示例。一些重要注意事项有：

- 在 VIN 引脚和接地端之间连接低 ESR、0.1µF 陶瓷旁路电容器。
- 将 REF61xx 输出电容器 (C_L) 和 ADC 尽可能彼此靠近放置。
- 在 VOUT_F、VOUT_S 和输出电容器之间布置两条单独的走线，如图 9-9 所示。
- 用实心平面短接 GND_F 和 GND_S 引脚，并延伸该平面以连接到输出电容器 C_L，如图 9-9 所示。
- 使用实心接地层有助于散热和降低电磁干扰 (EMI) 噪声拾取。
- 外部元件应尽量靠近器件放置。该配置可防止产生寄生误差（如塞贝克效应）。
- 敏感的模拟布线不能与数字布线平行。尽可能避免数字布线与模拟布线交叉，仅在绝对必要时可垂直交叉布线。

9.4.2 布局示例

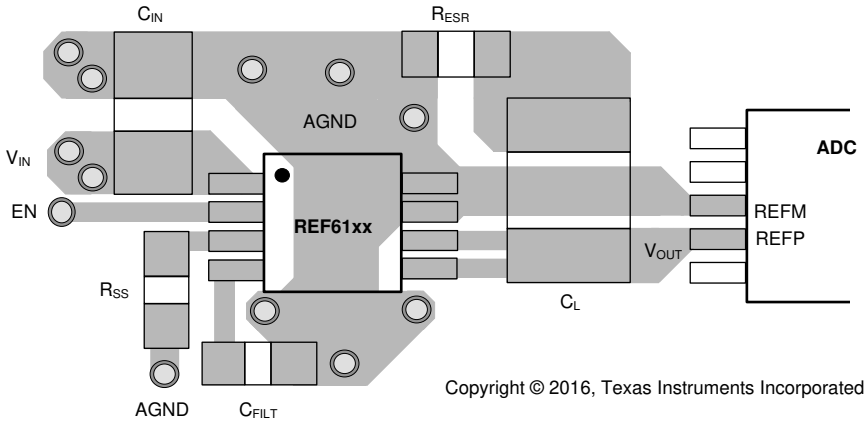


图 9-9. 布局示例

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

10 器件和文档支持

10.1 文档支持

10.1.1 相关文档

请参阅以下相关文档：

- 德州仪器 (TI)，*ADS8881x 18 位、1MSPS、串行接口、微功耗、微型、真差分输入、SAR 模数转换器数据表*，数据表
- 德州仪器 (TI)，*ADS127L01 24 位、高速、宽带宽模数转换器*，数据表
- 德州仪器 (TI)，*REF6025EVM-PDK 用户指南*
- 德州仪器 (TI)，*电压基准对总谐波失真的影响*，市场营销白皮书

10.2 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。

10.3 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。

10.4 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。

10.5 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。

10.6 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 修订历史记录

Changes from Revision B (August 2016) to Revision C (June 2026)	Page
• 更新了整个文档中的表格、图和交叉参考的编号格式	1
• 将 REF6125、REF6130、REF6133、REF6141、REF6145、REF6150 器件移至 TI.com 上的 REF61 产品文件夹，并更新了数据表标题	1

Changes from Revision A (June 2016) to Revision B (August 2016)	Page
• 更改了 *说明*	1
• 更改了 *说明*	1
• 更改了 *器件比较表*	2
• 更改了“建议运行条件”中输出电流的器件列表	4
• 将 REF6150 在 T_A = –40°C 至 125°C 时的负载调整率最大值从 30 更改为 50	5

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

- 更改了图 1 7
- 更改了图 2 7
- 更改了图 5 7
- 将“*焊接热漂移*”部分最后一段中的“第二道工序”更改为“最后一道工序” 15
- 在*概述*部分中添加了 SLYY097 的链接 20

Changes from Revision * (May 2016) to Revision A (June 2016)	Page
• 已从产品预发布更改为量产数据	1

12 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。

Copyright © 2026 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)
REF6125IDGKR	Active	Production	VSSOP (DGK) | 8	2500 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	14AV
REF6125IDGKR.B	Active	Production	VSSOP (DGK) | 8	2500 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	14AV
REF6125IDGKT	Active	Production	VSSOP (DGK) | 8	250 | SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	14AV
REF6125IDGKT.B	Active	Production	VSSOP (DGK) | 8	250 | SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	14AV
REF6125IDGKTG4	Active	Production	VSSOP (DGK) | 8	250 | SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	14AV
REF6125IDGKTG4.B	Active	Production	VSSOP (DGK) | 8	250 | SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	14AV
REF6130IDGKR	Active	Production	VSSOP (DGK) | 8	2500 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	14BV
REF6130IDGKR.B	Active	Production	VSSOP (DGK) | 8	2500 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	14BV
REF6130IDGKT	Active	Production	VSSOP (DGK) | 8	250 | SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	14BV
REF6130IDGKT.B	Active	Production	VSSOP (DGK) | 8	250 | SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	14BV
REF6133IDGKR	Active	Production	VSSOP (DGK) | 8	2500 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	14CV
REF6133IDGKR.B	Active	Production	VSSOP (DGK) | 8	2500 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	14CV
REF6133IDGKT	Active	Production	VSSOP (DGK) | 8	250 | SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	14CV
REF6133IDGKT.B	Active	Production	VSSOP (DGK) | 8	250 | SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	14CV
REF6141IDGKR	Active	Production	VSSOP (DGK) | 8	2500 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	14DV
REF6141IDGKR.B	Active	Production	VSSOP (DGK) | 8	2500 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	14DV
REF6141IDGKT	Active	Production	VSSOP (DGK) | 8	250 | SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	14DV
REF6141IDGKT.B	Active	Production	VSSOP (DGK) | 8	250 | SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	14DV
REF6145IDGKR	Active	Production	VSSOP (DGK) | 8	2500 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	14EV
REF6145IDGKR.B	Active	Production	VSSOP (DGK) | 8	2500 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	14EV
REF6145IDGKT	Active	Production	VSSOP (DGK) | 8	250 | SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	14EV
REF6145IDGKT.B	Active	Production	VSSOP (DGK) | 8	250 | SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	14EV
REF6150IDGKR	Active	Production	VSSOP (DGK) | 8	2500 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	14FV
REF6150IDGKR.B	Active	Production	VSSOP (DGK) | 8	2500 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	14FV
REF6150IDGKT	Active	Production	VSSOP (DGK) | 8	250 | SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	14FV
REF6150IDGKT.B	Active	Production	VSSOP (DGK) | 8	250 | SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	14FV

(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.

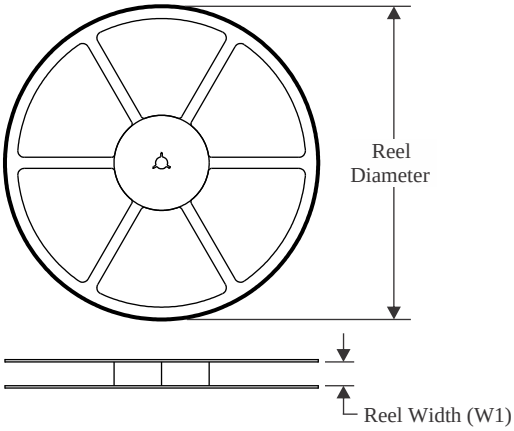
Multiple part markings will be inside parentheses. Only one part marking contained in parentheses and separated by a "~" will appear on a part. If a line is indented then it is a continuation of the previous line and the two combined represent the entire part marking for that device.

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.

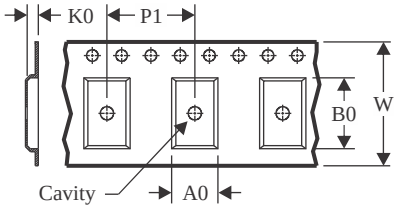
In no event shall TI's liability arising out of such information exceed the total purchase price of the TI part(s) at issue in this document sold by TI to Customer on an annual basis.

TAPE AND REEL INFORMATION

REEL DIMENSIONS

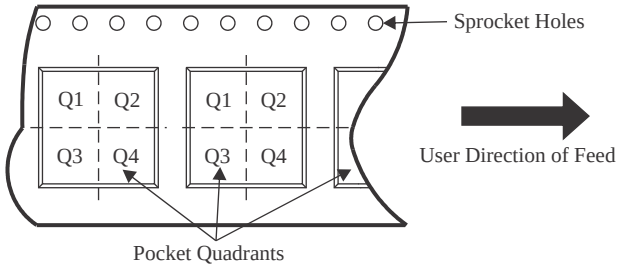


TAPE DIMENSIONS



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

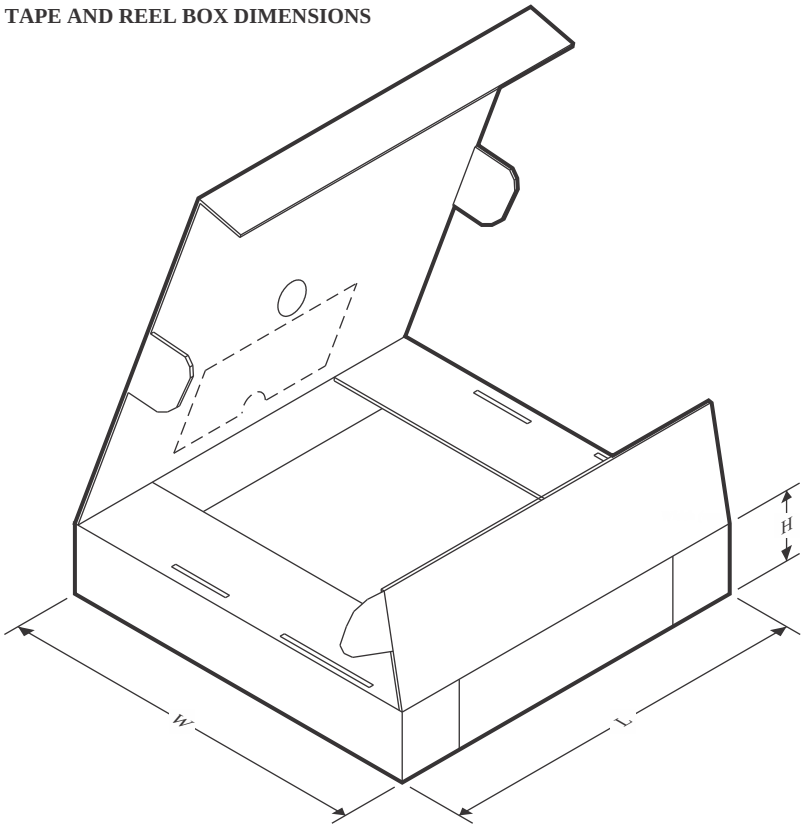
QUADRANT ASSIGNMENTS FOR PIN 1 ORIENTATION IN TAPE



*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
REF6125IDGKR	VSSOP	DGK	8	2500	330.0	12.4	5.3	3.4	1.4	8.0	12.0	Q1
REF6125IDGKT	VSSOP	DGK	8	250	177.8	12.4	5.3	3.4	1.4	8.0	12.0	Q1
REF6125IDGKTG4	VSSOP	DGK	8	250	177.8	12.4	5.3	3.4	1.4	8.0	12.0	Q1
REF6130IDGKR	VSSOP	DGK	8	2500	330.0	12.4	5.3	3.4	1.4	8.0	12.0	Q1
REF6130IDGKT	VSSOP	DGK	8	250	177.8	12.4	5.3	3.4	1.4	8.0	12.0	Q1
REF6133IDGKR	VSSOP	DGK	8	2500	330.0	12.4	5.3	3.4	1.4	8.0	12.0	Q1
REF6133IDGKT	VSSOP	DGK	8	250	177.8	12.4	5.3	3.4	1.4	8.0	12.0	Q1
REF6141IDGKR	VSSOP	DGK	8	2500	330.0	12.4	5.3	3.4	1.4	8.0	12.0	Q1
REF6141IDGKT	VSSOP	DGK	8	250	177.8	12.4	5.3	3.4	1.4	8.0	12.0	Q1
REF6145IDGKR	VSSOP	DGK	8	2500	330.0	12.4	5.3	3.4	1.4	8.0	12.0	Q1
REF6145IDGKT	VSSOP	DGK	8	250	177.8	12.4	5.3	3.4	1.4	8.0	12.0	Q1
REF6150IDGKR	VSSOP	DGK	8	2500	330.0	12.4	5.3	3.4	1.4	8.0	12.0	Q1
REF6150IDGKT	VSSOP	DGK	8	250	177.8	12.4	5.3	3.4	1.4	8.0	12.0	Q1

TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS



*All dimensions are nominal

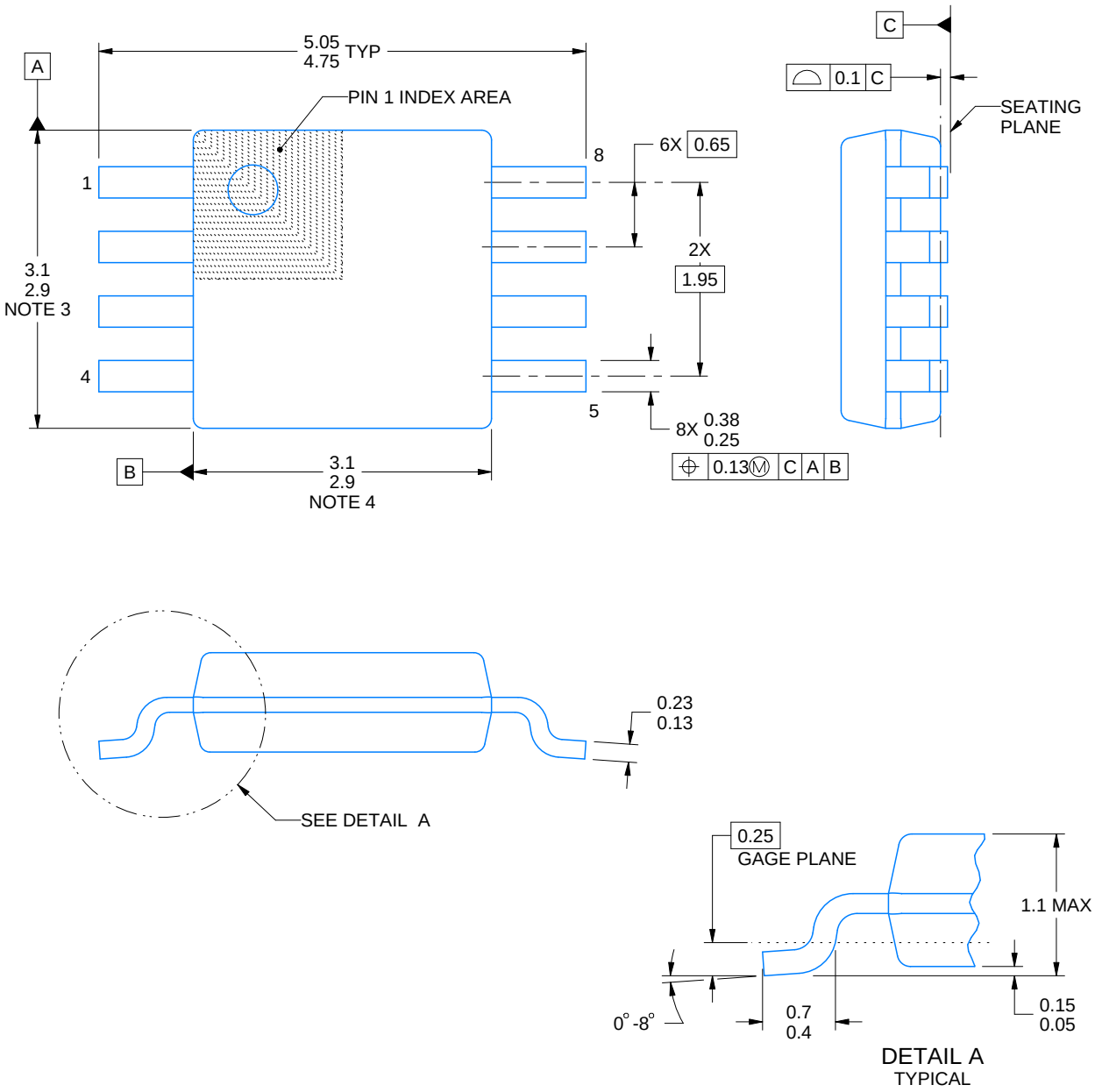
Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)
REF6125IDGKR	VSSOP	DGK	8	2500	346.0	346.0	29.0
REF6125IDGKT	VSSOP	DGK	8	250	223.0	270.0	35.0
REF6125IDGKTG4	VSSOP	DGK	8	250	223.0	270.0	35.0
REF6130IDGKR	VSSOP	DGK	8	2500	346.0	346.0	29.0
REF6130IDGKT	VSSOP	DGK	8	250	223.0	270.0	35.0
REF6133IDGKR	VSSOP	DGK	8	2500	346.0	346.0	29.0
REF6133IDGKT	VSSOP	DGK	8	250	223.0	270.0	35.0
REF6141IDGKR	VSSOP	DGK	8	2500	346.0	346.0	29.0
REF6141IDGKT	VSSOP	DGK	8	250	223.0	270.0	35.0
REF6145IDGKR	VSSOP	DGK	8	2500	346.0	346.0	29.0
REF6145IDGKT	VSSOP	DGK	8	250	223.0	270.0	35.0
REF6150IDGKR	VSSOP	DGK	8	2500	346.0	346.0	29.0
REF6150IDGKT	VSSOP	DGK	8	250	223.0	270.0	35.0

PACKAGE OUTLINE

DGK0008A

VSSOP - 1.1 mm max height

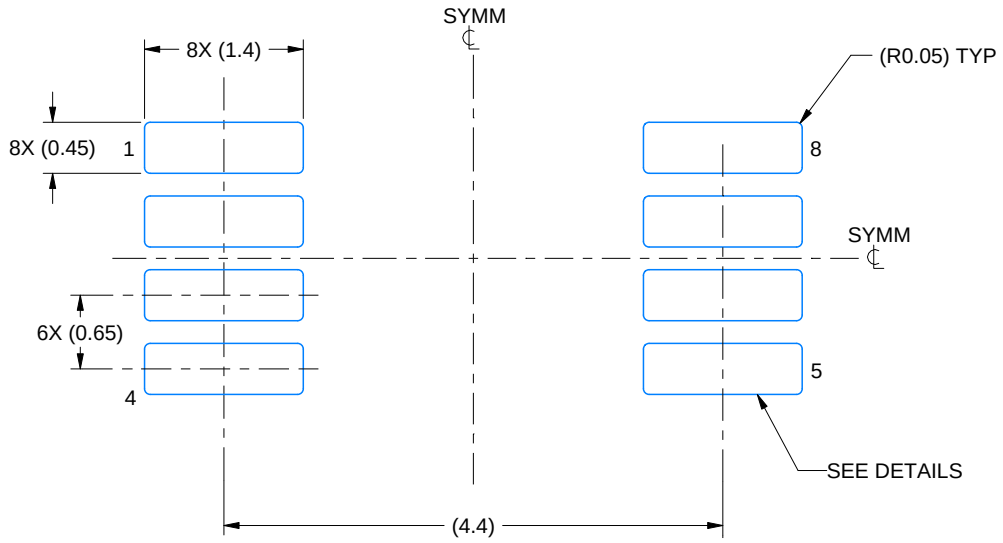
SMALL OUTLINE PACKAGE



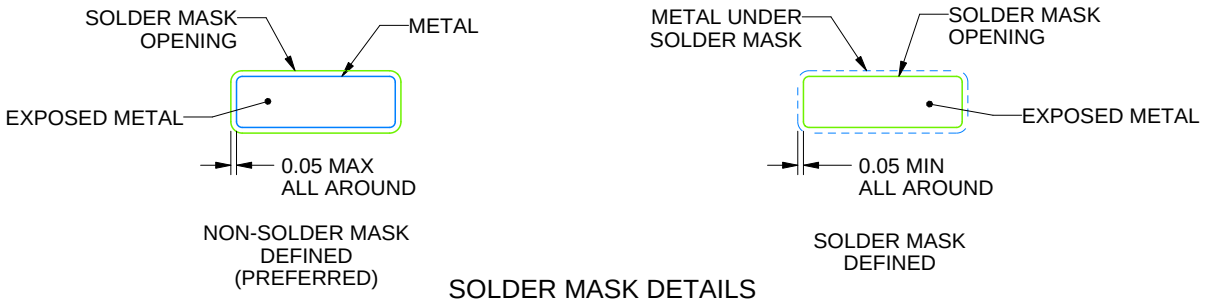
PowerPAD is a trademark of Texas Instruments.

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.
4. This dimension does not include interlead flash. Interlead flash shall not exceed 0.25 mm per side.
5. Reference JEDEC registration MO-187.



LAND PATTERN EXAMPLE
EXPOSED METAL SHOWN
SCALE: 15X

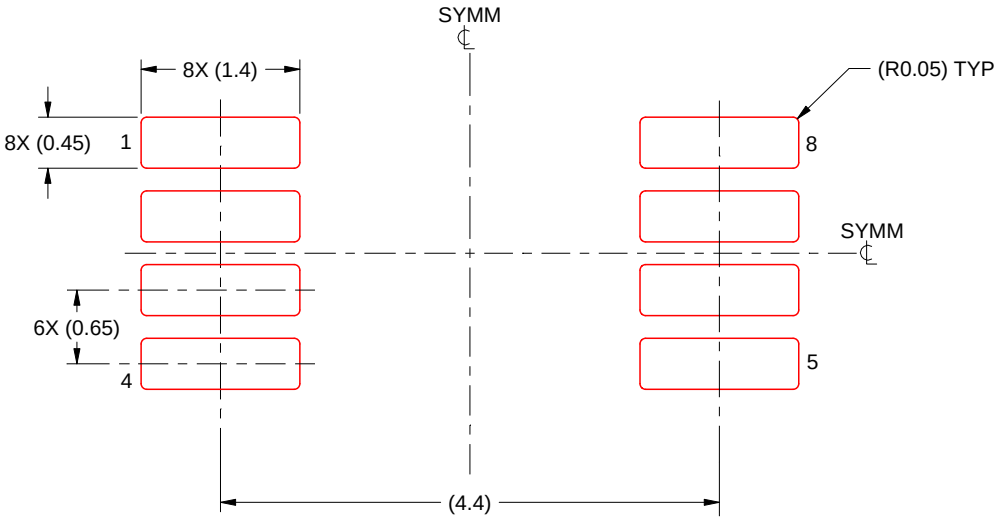


SOLDER MASK DETAILS

4214862/A 04/2023

NOTES: (continued)

6. Publication IPC-7351 may have alternate designs.
7. Solder mask tolerances between and around signal pads can vary based on board fabrication site.
8. 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.
9. Size of metal pad may vary due to creepage requirement.



SOLDER PASTE EXAMPLE
SCALE: 15X

4214862/A 04/2023

NOTES: (continued)

11. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release. IPC-7525 may have alternate design recommendations.
12. 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