

4ppm/°C、100μA、SOT23-6 串联电压基准

1 特性

- 出色的指定温漂性能：
 - 0°C 至 +125°C 范围内为 7ppm/°C (最大值)
 - -40°C 至 +125°C 范围内为 20ppm/°C (最大值)
- 微型封装：SOT23-6
- 高输出电流：±10mA
- 高精度：0.01%
- 低静态电流：110 μA
- 低压降：5mV

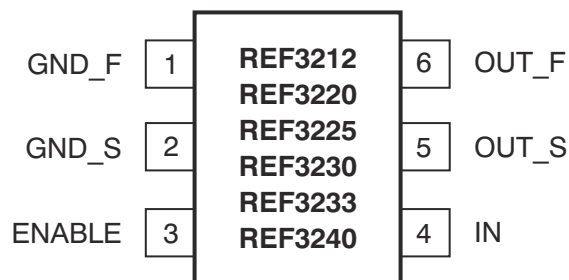
2 应用

- 便携式设备
- 数据采集系统
- 医疗设备
- 测试设备

3 说明

REF32xx 是一款低漂移、低功耗、低压降的精密电压基准系列芯片，采用 SOT23-6 封装。

REF32xx 的小尺寸和低功耗 (最大 130 μA) 使该器件非常适合便携式和电池供电应用。本电压基准可在任意电容负载下均保持稳定。



在空载条件下，REF32xx 正常工作所需的输入电源电压仅需高于输出电压 5mV。所有型号的额定宽工作温度范围均为 -40°C 至 +125°C。

封装信息

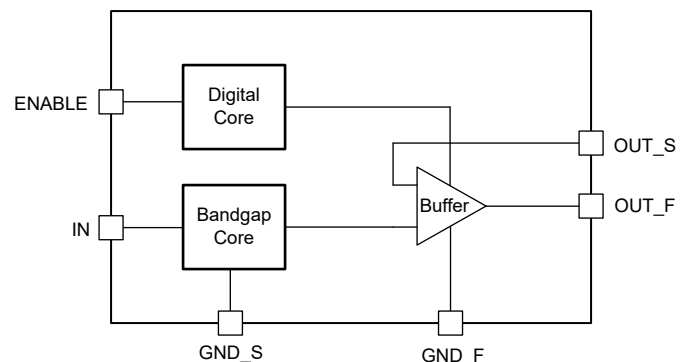
| 器件型号 | 封装 ⁽¹⁾ | 封装尺寸 ⁽²⁾ |
|---------|--------------------|---------------------|
| REF3212 | DBV (SOT-23 , 6) | 2.9mm × 2.8mm |
| REF3220 | | |
| REF3225 | | |
| REF3230 | | |
| REF3233 | | |
| REF3240 | | |

(1) 有关更多信息，请参阅节 10。

(2) 封装尺寸 (长 × 宽) 为标称值，并包括引脚 (如适用)。

可提供的输出电压

| 产品 | 电压 |
|---------|--------|
| REF3212 | 1.25V |
| REF3220 | 2.048V |
| REF3225 | 2.5V |
| REF3230 | 3.0V |
| REF3233 | 3.3V |
| REF3240 | 4.096V |



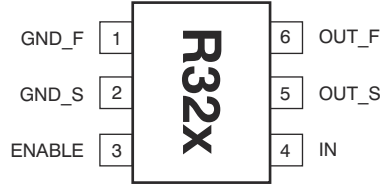
REF32 功能框图



内容

| | | | |
|------------------------|----|-----------------------------|----|
| 1 特性 | 1 | 6.4 器件功能模式..... | 14 |
| 2 应用 | 1 | 7 应用和实施 | 15 |
| 3 说明 | 1 | 7.1 应用信息..... | 15 |
| 4 引脚配置和功能 | 3 | 7.2 典型应用..... | 15 |
| 5 规格 | 4 | 8 器件和文档支持 | 18 |
| 5.1 绝对最大额定值..... | 4 | 8.1 接收文档更新通知..... | 18 |
| 5.2 ESD 等级..... | 4 | 8.2 支持资源..... | 18 |
| 5.3 电气特性..... | 4 | 8.3 商标..... | 18 |
| 5.4 典型特性..... | 7 | 8.4 静电放电警告..... | 18 |
| 6 详细说明 | 11 | 8.5 术语表..... | 18 |
| 6.1 概述..... | 11 | 9 修订历史记录 | 18 |
| 6.2 功能方框图..... | 13 | 10 机械、封装和可订购信息 | 20 |
| 6.3 特性说明..... | 13 | | |

4 引脚配置和功能



REF32xx 上引脚 1 的位置由按照图 4-1 所示方向放置的封装标记确定。

图 4-1. DBV 封装 SOT23-6 (顶视图)

表 4-1. 引脚功能

| 引脚 | | 类型 | 说明 |
|--------|----|------|--------------|
| 名称 | 编号 | | |
| ENABLE | 3 | 数字输入 | 该引脚用于启用和禁用器件 |
| GND_F | 1 | 模拟输出 | 器件的接地连接 |
| GND_S | 2 | 模拟输入 | 负载端接地感测 |
| IN | 4 | 模拟输入 | 正电源电压 |
| OUT_F | 6 | 模拟输出 | 基准电压输出 |
| OUT_S | 5 | 模拟输入 | 负载端感测连接 |

5 规格

5.1 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)

| | REF32xx | 单位 |
|------|------------|----|
| 输入电压 | +7.5 | V |
| 输出短路 | 持续 | |
| 工作温度 | -55 至 +135 | °C |
| 贮存温度 | -65 至 +150 | °C |
| 结温 | +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。

5.2 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⁾ | 4 | kV |
| | 充电器件模型 (CDM), 符合 ANSI/ESDA/JEDEC JS-002 ⁽²⁾ | 1 | |
| | 机器模型 (MM) | 400 | V |

(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。

5.3 电气特性

粗体限值适用于所列温度范围。

除非另有说明，否则在 $T_A = +25^\circ\text{C}$ 、 $I_{\text{LOAD}} = 0\text{mA}$ 且 $V_{\text{IN}} = 5\text{V}$ 的条件下。

| 参数 | 测试条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|------------------------------|------------------------------------|--------|-------|--------|----------------------------|
| REF3212 (1.25V) | | | | | |
| 输出电压 V_{OUT} | | 1.2475 | 1.25 | 1.2525 | V |
| 初始精度 | | -0.2 | 0.01 | 0.2 | % |
| 噪声 | | | | | |
| 输出电压噪声 | $f = 0.1\text{Hz}$ 至 10Hz | | 17 | | μV_{PP} |
| 电压噪声 | $f = 10\text{Hz}$ 至 10kHz | | 24 | | μV_{RMS} |
| REF3220 (2.048V) | | | | | |
| 输出电压 V_{OUT} | | 2.044 | 2.048 | 2.052 | V |
| 初始精度 | | -0.2 | 0.01 | 0.2 | % |
| 噪声 | | | | | |
| 输出电压噪声 | $f = 0.1\text{Hz}$ 至 10Hz | | 27 | | μV_{PP} |
| 电压噪声 | $f = 10\text{Hz}$ 至 10kHz | | 39 | | μV_{RMS} |
| REF3225 (2.5V) | | | | | |
| 输出电压 V_{OUT} | | 2.495 | 2.50 | 2.505 | V |
| 初始精度 | | -0.2 | 0.01 | 0.2 | % |
| 噪声 | | | | | |
| 输出电压噪声 | $f = 0.1\text{Hz}$ 至 10Hz | | 33 | | μV_{PP} |
| 电压噪声 | $f = 10\text{Hz}$ 至 10kHz | | 48 | | μV_{RMS} |
| REF3230 (3V) | | | | | |
| 输出电压 V_{OUT} | | 2.994 | 3 | 3.006 | V |

5.3 电气特性 (续)

粗体限值适用于所列温度范围。

除非另有说明, 否则在 $T_A = +25^\circ\text{C}$ 、 $I_{\text{LOAD}} = 0\text{mA}$ 且 $V_{\text{IN}} = 5\text{V}$ 的条件下。

| 参数 | 测试条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|--|---|---|-------|-----------------|----------------------------|
| 初始精度 | | -0.2 | 0.01 | 0.2 | % |
| 噪声 | | | | | |
| 输出电压噪声 | f = 0.1Hz 至 10Hz | | 39 | | μV_{PP} |
| 电压噪声 | f = 10Hz 至 10kHz | | 57 | | μV_{RMS} |
| REF3233 (3.3V) | | | | | |
| 输出电压 | V_{OUT} | 3.293 | 3.3 | 3.307 | V |
| 初始精度 | | -0.2 | 0.01 | 0.2 | % |
| 噪声 | | | | | |
| 输出电压噪声 | f = 0.1Hz 至 10Hz | | 43 | | μV_{PP} |
| 电压噪声 | f = 10Hz 至 10kHz | | 63 | | μV_{RMS} |
| REF3240 (4.096V) | | | | | |
| 输出电压 | V_{OUT} | 4.088 | 4.096 | 4.104 | V |
| 初始精度 | | -0.2 | 0.01 | 0.2 | % |
| 噪声 | | | | | |
| 输出电压噪声 | f = 0.1Hz 至 10Hz | | 53 | | μV_{PP} |
| 电压噪声 | f = 10Hz 至 10kHz | | 78 | | μV_{RMS} |
| REF3212 / REF3220 / REF3225 / REF3230 / REF3233 / REF3240 | | | | | |
| 输出电压温漂 | dV_{OUT}/dT | | | | |
| | $0^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ | | 4 | 7 | ppm/ $^\circ\text{C}$ |
| | $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ | | 10.5 | 20 | ppm/ $^\circ\text{C}$ |
| 长期稳定性 | 0 到 1000h | | 55 | | ppm |
| 线路调整 | $V_{\text{OUT}} + 0.05^{(1)} \leq V_{\text{IN}} \leq 5.5\text{V}$ | -65 | 15 | +65 | ppm/V |
| 负载调整率 ⁽³⁾ | $dV_{\text{OUT}}/dI_{\text{LOAD}}$ | | | | |
| 拉电流 | $0\text{mA} < I_{\text{LOAD}} < 10\text{mA}$, $V_{\text{IN}} = V_{\text{OUT}} + 250\text{mV}^{(1)}$ | -40 | 3 | 40 | $\mu\text{V}/\text{mA}$ |
| 灌电流 | $-10\text{mA} < I_{\text{LOAD}} < 0\text{mA}$, $V_{\text{IN}} = V_{\text{OUT}} + 100\text{mV}^{(1)}$ | -60 | 20 | 60 | $\mu\text{V}/\text{mA}$ |
| 热迟滞 ⁽²⁾ | dT | | | | |
| 第一个周期 | | | 100 | | ppm |
| 附加周期 | | | 25 | | ppm |
| 压降电压 ⁽¹⁾ | $V_{\text{IN}} - V_{\text{OUT}}$ | $0^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ | 5 | 50 | mV |
| 输出电流 | I_{LOAD} | $V_{\text{IN}} = V_{\text{OUT}} + 250\text{mV}^{(1)}$ | -10 | 10 | mA |
| 短路电流 | I_{SC} | | | | |
| 拉电流 | | | 50 | | mA |
| 灌电流 | | | 40 | | mA |
| 导通趋稳时间 | | 在 $V_{\text{IN}} = 5\text{V}$ 且 $C_L = 0$ 条件下, 精度为 0.1% | 60 | | μs |
| 启用/关断 ⁽⁴⁾ | | | | | |
| | V_L | 关断模式下的基准 | 0 | 0.7 | V |
| | V_H | 基准处于激活状态 | 1.5 | V_{IN} | V |
| 电源 | $I_L = 0$ | | | | |

5.3 电气特性 (续)

粗体限值适用于所列温度范围。

除非另有说明, 否则在 $T_A = +25^\circ\text{C}$ 、 $I_{\text{LOAD}} = 0\text{mA}$ 且 $V_{\text{IN}} = 5\text{V}$ 的条件下。

| 参数 | 测试条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|----------------------------------|--|-------------------------------|-----|------|---------------------------|
| 电压 V_{IN} | | $V_{\text{OUT}} + 0.05^{(1)}$ | | 5.5 | V |
| 电流 I_{Q} | ENABLE > 1.5V | | 110 | 130 | μA |
| 在温度范围内 | $0^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ | | 125 | 145 | μA |
| 关断 I_{S} | ENABLE < 0.7V | | 0.1 | 1 | μA |
| 温度范围 | | | | | |
| 额定值 | | -40 | | +125 | $^\circ\text{C}$ |
| 工作 | | -55 | | +135 | $^\circ\text{C}$ |
| 存储 | | -65 | | +150 | $^\circ\text{C}$ |
| 热阻, SOT23-6 θ_{JA} | | | 200 | | $^\circ\text{C}/\text{W}$ |

- (1) REF3212 的最低电源电压为 1.8V。
- (2) 节 7 中会更详细地说明热迟滞过程。
- (3) 负载调整率采用强制线和感测线；有关更多信息，请参阅节 6.3.4。
- (4) 如果输入电压的上升时间小于或等于 2ms，则可以将 ENABLE 引脚和 IN 引脚连接在一起。有关上升时间大于 2ms 的信息，请参阅节 6.1.1。

5.4 典型特性

除非另有说明，否则典型特性测试条件为 $T_A = +25^\circ\text{C}$ 、 $I_{\text{Load}} = 0\text{mA}$ 、 $V_{\text{IN}} = +5\text{V}$ 电源电压，并采用 REF3225 进行测试。

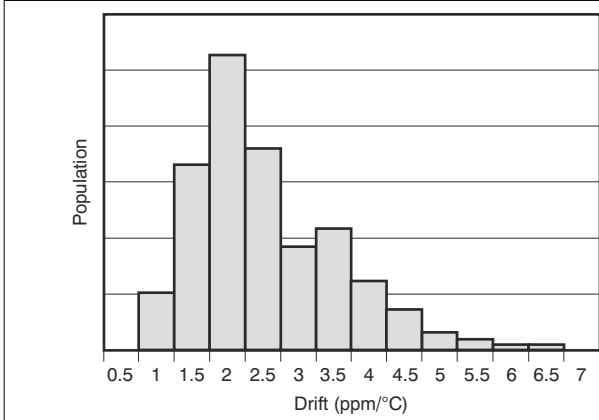


图 5-1. 温漂 (0°C 至 +125°C)

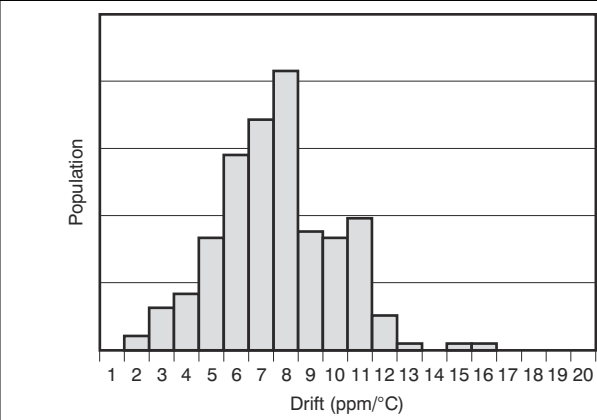


图 5-2. 温漂 (-40°C 至 +125°C)

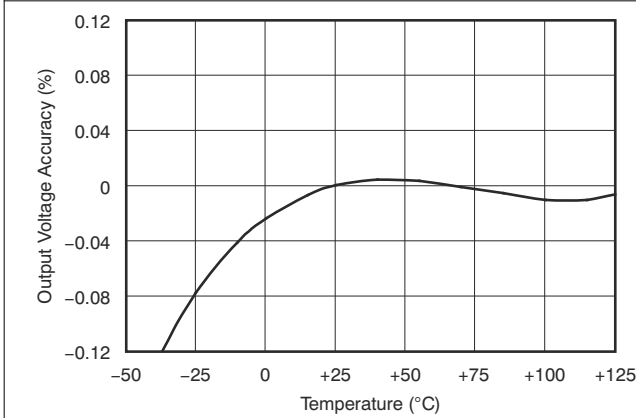


图 5-3. 输出电压精度与温度间的关系

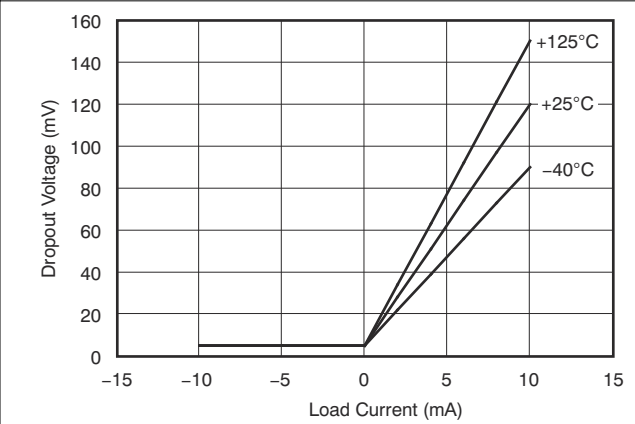


图 5-4. 压降电压与负载电流间的关系

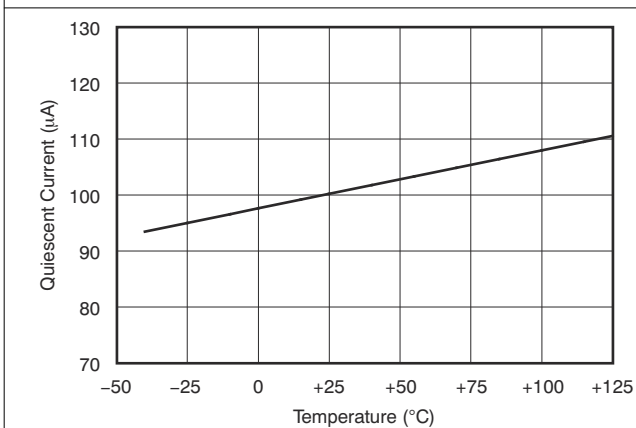


图 5-5. 静态电流与温度间的关系

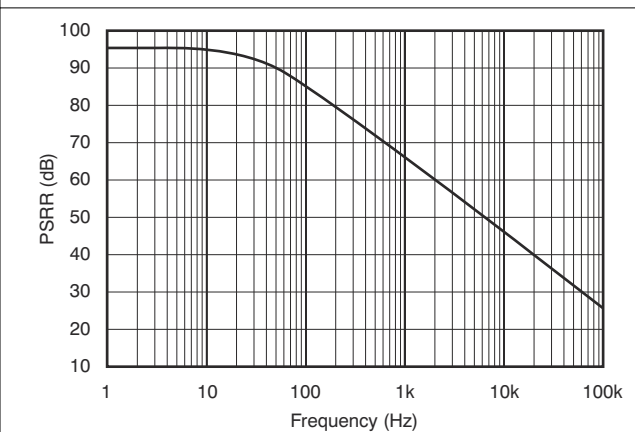


图 5-6. 电源抑制比与频率间的关系

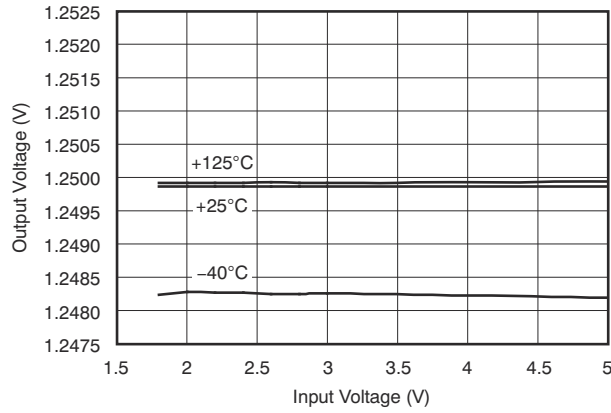


图 5-7. 输出电压与输入电压间的关系 (REF3212)

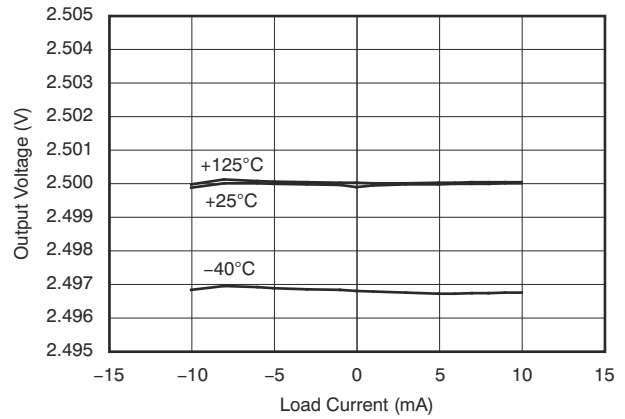


图 5-8. 输出电压与负载电流间的关系

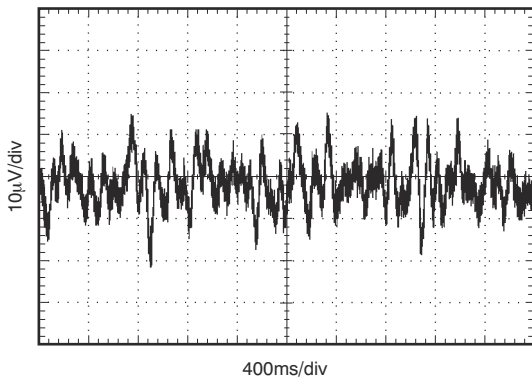


图 5-9. 0.1Hz 至 10Hz 噪声

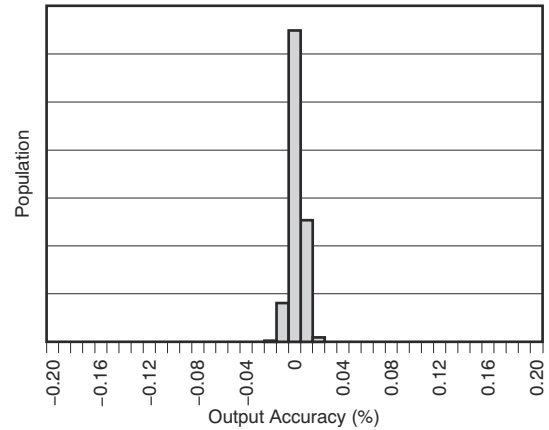


图 5-10. 输出电压初始精度

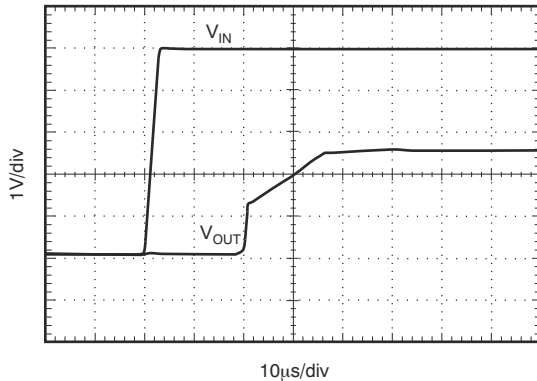


图 5-11. $C_L = 0\text{pF}$, 5V 启动时的阶跃响应

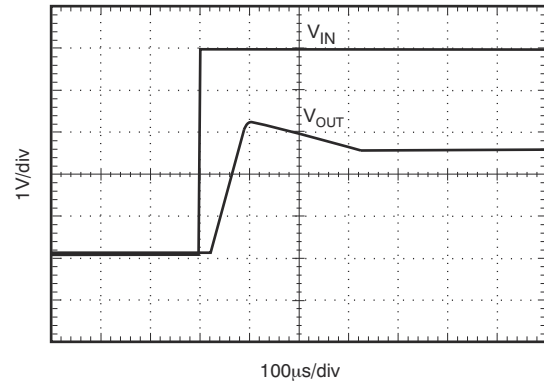


图 5-12. $C_L = 1\mu\text{F}$ 时的阶跃响应

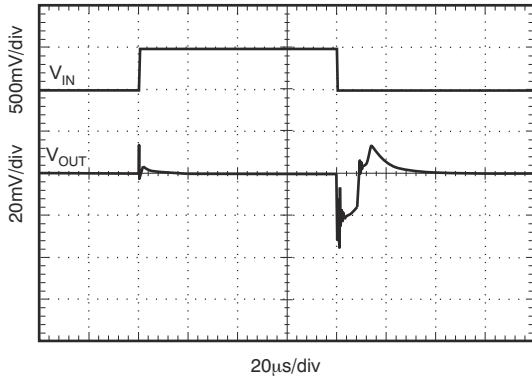


图 5-13. 线路瞬态 $C_L = 0\text{pF}$

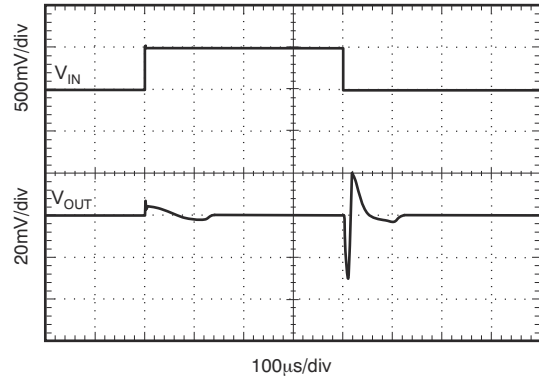


图 5-14. 线路瞬态 $C_L = 10\mu\text{F}$

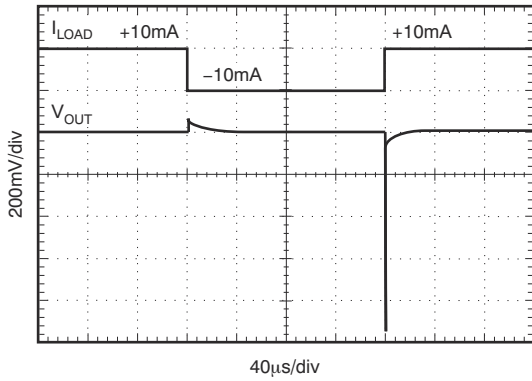


图 5-15. 负载瞬态 $C_L = 0\text{pF}$ 、 $\pm 10\text{mA}$ 输出脉冲

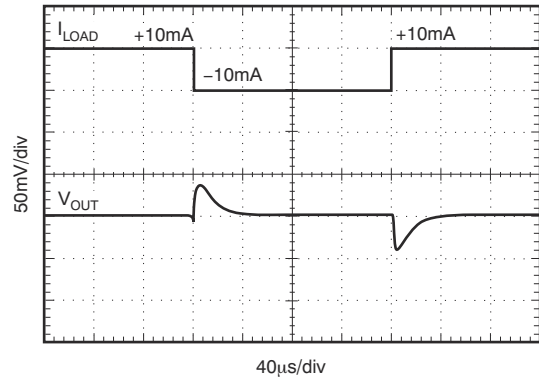


图 5-16. 负载瞬态 $C_L = 1\mu\text{F}$ 、 $\pm 10\text{mA}$ 输出脉冲

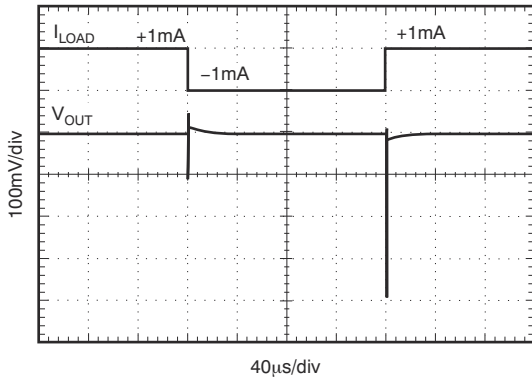


图 5-17. 负载瞬态 $C_L = 0\text{pF}$ 、 $\pm 1\text{mA}$ 输出脉冲

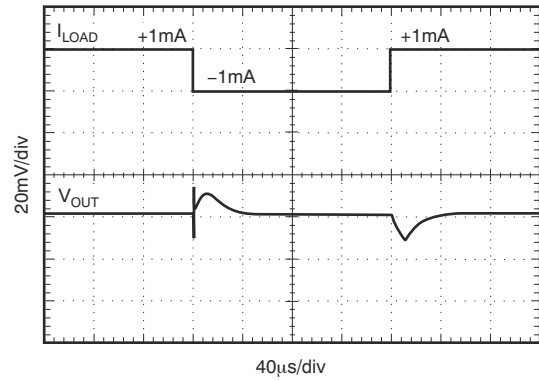


图 5-18. 负载瞬态 $C_L = 1\mu\text{F}$ 、 $\pm 1\text{mA}$ 输出脉冲

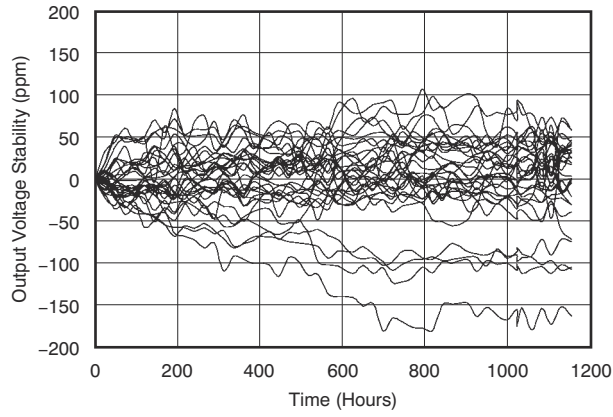


图 5-19. 长期稳定性 (32 个单元)

6 详细说明

6.1 概述

REF32xx 是采用 CMOS 工艺制造的高精度带隙式电压基准芯片系列。图 6-1 展示了基本带隙拓扑。晶体管 Q_1 和 Q_2 实现了偏置，使得 Q_1 的电流密度大于 Q_2 的电流密度。两个基极发射极电压之差 ($V_{be1} - V_{be2}$) 具有正温度系数，并被迫通过电阻 R_1 。该电压被放大并加上具有负温度系数的 Q_2 的基极发射极电压。由此产生的输出电压实际上与温度无关。

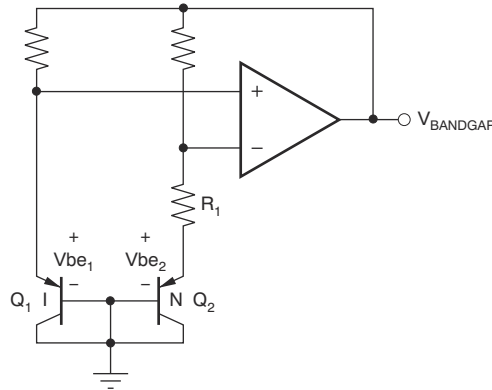


图 6-1. 带隙基准的简化原理图

6.1.1 电源电压

REF32xx 基准系列具有超低压降。除 REF3212 (它需要的最低电源电压为 1.8V) 外，在无负载情况下，其余型号仅需比输出电压高出 5mV 的电源即可正常运行。节 5.4 中提供了有负载条件下的典型压降电压与负载关系图。

REF32xx 还具有 110 μ A 的低静态电流，在整个温度范围内的最大静态电流仅为 145 μ A。静态电流在整个电源电压范围内的变化通常小于 2 μ A，如图 6-2 所示。

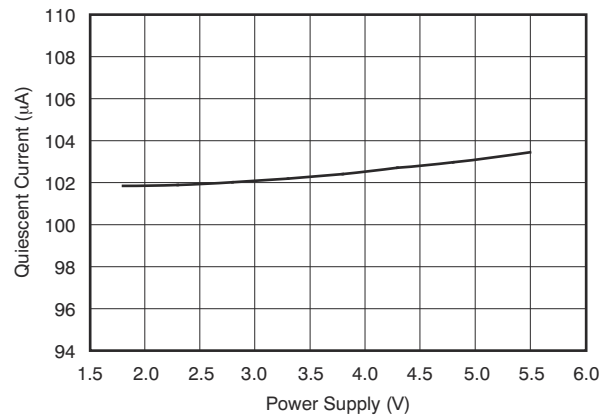


图 6-2. 电源电流与电源电压间的关系

低于指定电平的电源电压会导致 REF32xx 瞬间消耗高于典型静态电流的电流。可以通过使用具有快速上升沿和低输出阻抗的电源来防止这种瞬时电流消耗。

当 IN 引脚和 ENABLE 引脚连接在一起时，为实现最佳启动性能，输入电压上升时间应小于或等于 2ms。如果上升时间超过 2ms，则在 IN 引脚电压达到最小工作电压前，必须将 ENABLE 引脚电压维持在 0.7V 以下。可通过额外的 RC 滤波器控制 ENABLE 引脚电压，如图 6-3 所示。RC 滤波器必须将 ENABLE 引脚上的电压保持在阈值电压以下，直到输入引脚上的电压达到最小工作电压。

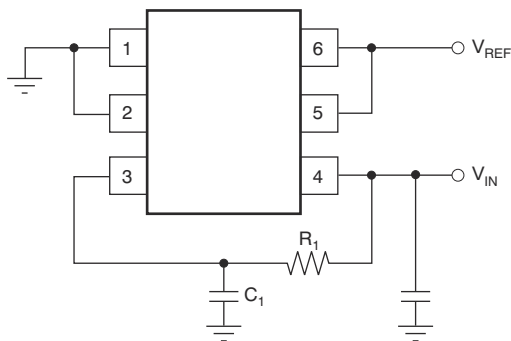


图 6-3. 用于控制 REF32xx ENABLE 引脚的应用电路

图 6-3 中的 RC 滤波器可作为 REF3240 的基准方案。R₁ 和 C₁ 的值已经过计算，确保在输入电压达到 4.15V 后，ENABLE 引脚上的电压达到 0.7V；表 6-1 列出了这些值。对于 4.096V 以外的输出电压选项，RC 滤波器的速度可以更快。

表 6-1. REF3240 的建议 R₁ 和 C₁ 值

| 上升时间 | R ₁ 值 | C ₁ 值 |
|-------|------------------|------------------|
| 2ms | 150k Ω | 100nF |
| 5ms | 150k Ω | 220nF |
| 10ms | 330k Ω | 220nF |
| 20ms | 390k Ω | 330nF |
| 50ms | 680k Ω | 470nF |
| 100ms | 680k Ω | 1000nF |

在本文档中，上升时间定义为指数输入信号达到其最终电压 90% 所需的时间。例如，表 6-1 中展示的 2ms 值，适用于最终电压为 5V 的情况。

如果输入电压具有不同的波形或最终值不是 5V，则必须使用达到最小压降电压所需的时间来判定 IN 和 ENABLE 引脚是否可以连接在一起。表 6-2 列出了这些时间。

表 6-2. 最小压降电压时间

| 器件 | 时间 |
|---------|-------|
| REF3212 | 0.4ms |
| REF3220 | 0.5ms |
| REF3225 | 0.7ms |
| REF3230 | 0.9ms |
| REF3233 | 1.0ms |
| REF3240 | 1.6ms |

备注

由于 EN 引脚的漏电流在几 nA 范围内，因此在大多数应用中可忽略此漏电流。

6.2 功能方框图

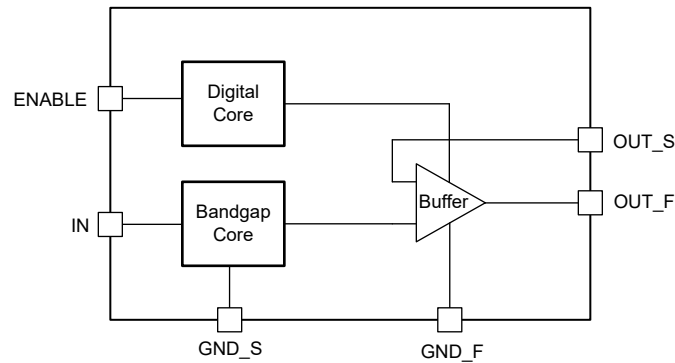


图 6-4. REF32 功能框图

6.3 特性说明

6.3.1 热迟滞

REF32xx 的热迟滞定义为器件在 +25°C 下工作，在指定温度范围内循环并返回到 +25°C 后输出电压的变化，可表示为：

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

其中

- V_{HYST} = 热迟滞 (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} = 器件在 -40°C 至 +125°C 指定温度范围内循环并返回 +25°C 后测得的输出电压

6.3.2 温漂

REF32xx 经过设计，展现出极低的漂移误差，该误差是指温度变化时输出电压的变化。使用箱形法计算温漂，如方程式 2 所述。

$$\text{Drift} = \left(\frac{V_{\text{OUTMAX}} - V_{\text{OUTMIN}}}{V_{\text{OUT}} \times \text{Temperature Range}} \right) \times 10^6 (\text{ppm}) \quad (2)$$

REF32xx 在众多应用常用温度范围 0°C 至 +125°C 内时，典型温漂系数为 4ppm/°C。对于 -40°C 至 +125°C 的宽工业温度范围，REF32xx 系列的典型温漂系数将增至 10.5ppm/°C。

6.3.3 噪声性能

0.1Hz 到 10Hz 范围内的典型电压噪声详见图 5-9。REF32xx 的噪声电压随输出电压和工作温度的增加而增加。可以使用额外的滤波来改进输出噪声水平，但要注意确保输出阻抗不会降低交流性能。

6.3.4 负载调整率

负载调整率是指负载电流变化导致的输出电压变化。REF32xx 的负载调整率使用强制触点和感测触点进行测量，如图 6-5 所示。

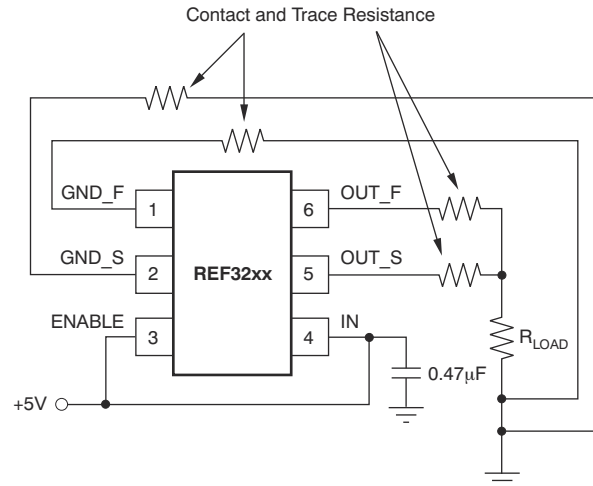


图 6-5. REF32xx 的准确负载调整率

强制线和感测线可用于有效消除接触电阻和走线电阻的影响，确保负载端产生精确的电压。通过在负载端连接强制线和感测线，REF32xx 可补偿接触电阻和走线电阻，因为它测量并调整了负载端实际提供的电压。

GND_S 引脚通过 ESD 保护二极管连接到器件的内部接地端。由于该连接，GND_S 和 GND_F 引脚之间的最大差分电压必须保持在 200mV 以下，以防止这些二极管意外导通。

6.4 器件功能模式

6.4.1 关断

将 ENABLE/SHUTDOWN 引脚拉至低电平可将 REF32xx 置于低功耗模式。当处于关断模式时，REF32xx 的输出变为接地电阻负载。负载值取决于模型，范围大约为 100k Ω 至 400k Ω 。

7 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。

7.1 应用信息

REF32xx 不需要负载电容器，与任何电容负载一起工作时都能保持稳定。图 7-1 展示了 REF32xx 运行所需的典型连接。建议使用容值为 $0.47\ \mu\text{F}$ 的电源旁路电容器。

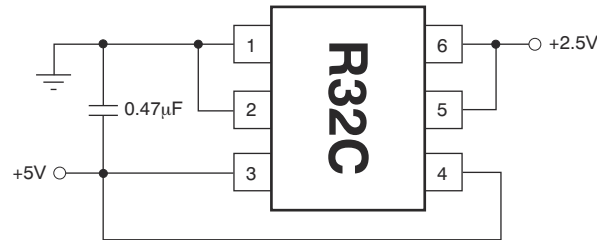


图 7-1. REF3225 的典型工作连接

7.1.1 长期稳定性

长期稳定性是指基准输出电压在几个月或几年内的输出电压变化。如长期稳定性典型特性曲线所示，该影响会随时间逐渐减弱。REF32xx 在 0 到 1000 小时内的典型漂移值为 55ppm。此参数通过在 1000 小时期限内定期测量 30 个器件来表征。

7.2 典型应用

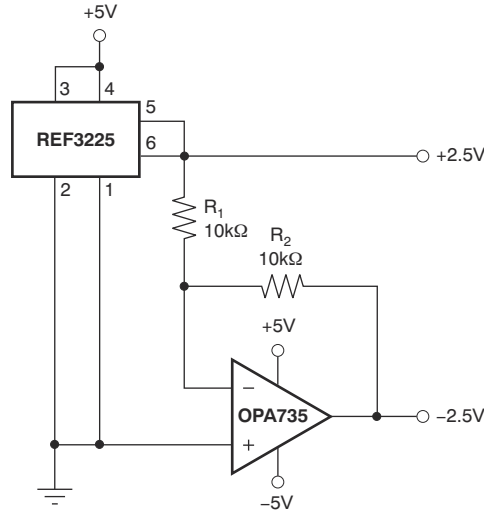
7.2.1 详细设计过程

7.2.1.1 负基准电压

对于需要负和正基准电压的应用，可使用 REF32xx 和 OPA735 通过 $\pm 5\text{V}$ 电源提供双电源基准。图 7-2 展示了用于提供 $\pm 2.5\text{V}$ 基准电源电压的 REF3225。REF32xx 的低漂移性能弥补了 OPA735 的低失调电压和零漂移，为分离电源应用提供精确的解决方案。注意匹配 R_1 和 R_2 的温度系数。

7.2.1.2 数据采集

数据采集系统通常需要稳定的电压基准以保持精确性。REF32xx 系列具有稳定且广泛的电压，适于大部分微控制器和数据转换器。图 7-3、图 7-4 和图 7-5 展示了基本数据采集系统。



未显示旁路电容器。

图 7-2. REF3225 与 OPA735 结合使用可产生正向和负向基准电压

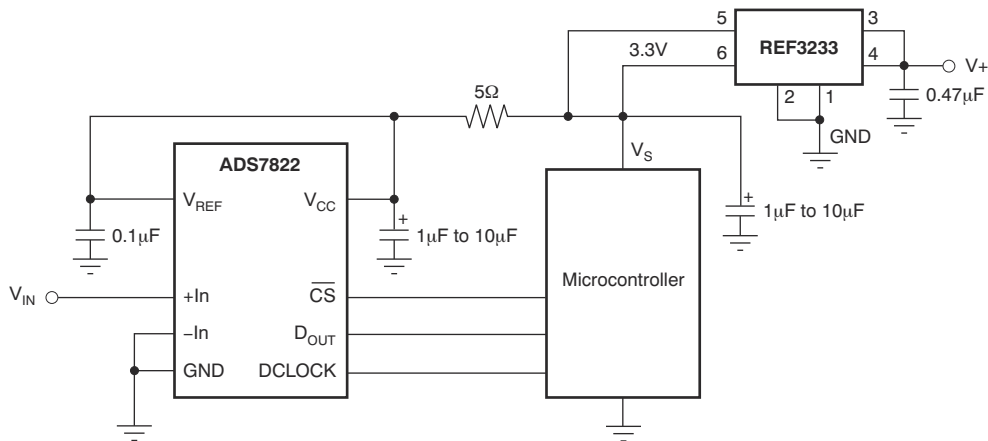


图 7-3. 基本数据采集系统 1

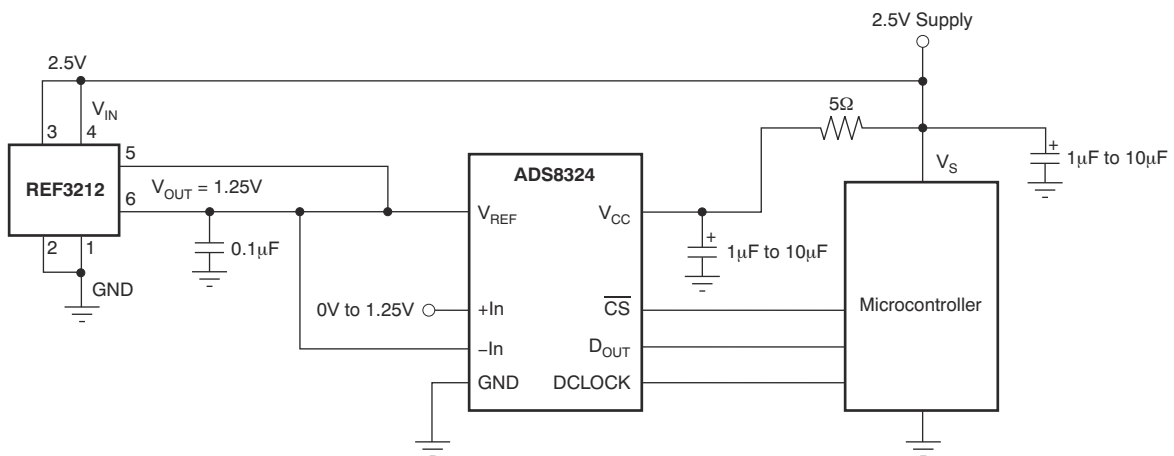


图 7-4. 基本数据采集系统 2

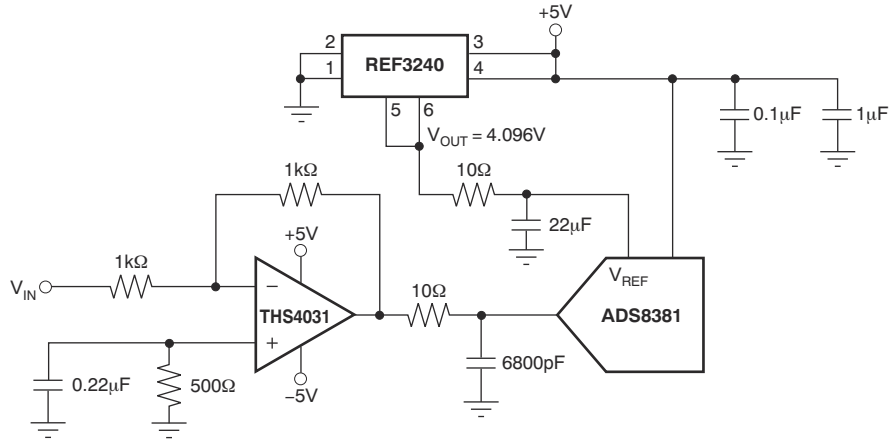


图 7-5. REF3240 为驱动 ADS8381 提供精确基准

8 器件和文档支持

TI 提供广泛的开发工具。下面列出了用于评估器件性能、生成代码和开发解决方案的工具和软件。

8.1 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。

8.2 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](#)。

8.3 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。

8.4 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。

8.5 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。

9 修订历史记录

注：以前版本的页码可能与当前版本的页码不同

| Changes from Revision C (July 2011) to Revision D (April 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 |
| • 将低静态电流从：100μA 更改为：110μA..... | 1 |
| • 将静态电流从：120μA 更改为：130μA..... | 1 |
| • 将静电放电数据从 <i>绝对最大额定值</i> 移至 <i>ESD 等级</i> | 4 |
| • 添加了 <i>ESD 等级</i> | 4 |
| • 静态电流典型值和最大值均增加了 10μA。..... | 4 |
| • 静态电流值增加了 10μA。..... | 11 |

| Changes from Revision B (February 2006) to Revision C (July 2011) | Page |
|--|-------------|
| • 向“启用/关断参数”中添加了注释..... | 4 |
| • 将基准激活时启用/关断的最小电压从 $(0.75 \times V_{IN})$ 修改为 1.5..... | 4 |
| • 将电流测试条件从 $(0.75 \times V_{IN})$ 修改为 (1.5V)..... | 4 |
| • 向“电源电压”部分添加了文本、两张表和一张图..... | 11 |
| • 将图 6-5 中的引脚 3 从 SHDN 修改为 ENABLE (拼写错误)..... | 13 |
| • 向“负载调整率”部分添加了段落..... | 13 |

10 机械、封装和可订购信息

以下页面包含机械、封装和可订购信息。这些信息是指定器件可用的最新数据。数据如有变更，恕不另行通知，且不会对此文档进行修订。有关此数据表的浏览器版本，请查阅左侧的导航栏。

PACKAGING INFORMATION

| Orderable part number | Status (1) | Material type (2) | Package Pins | Package qty Carrier | RoHS (3) | Lead finish/ Ball material (4) | MSL rating/ Peak reflow (5) | Op temp (°C) | Part marking (6) |
|-------------------------------|---------------|----------------------|------------------|-----------------------|-------------|--------------------------------------|-----------------------------------|--------------|---------------------|
| REF3212AIDBVR | Active | Production | SOT-23 (DBV) 6 | 3000 LARGE T&R | Yes | NIPDAU | Level-2-260C-1 YEAR | -40 to 125 | R32A |
| REF3212AIDBVR.B | Active | Production | SOT-23 (DBV) 6 | 3000 LARGE T&R | Yes | NIPDAU | Level-2-260C-1 YEAR | -40 to 125 | R32A |
| REF3212AIDBVT | Active | Production | SOT-23 (DBV) 6 | 250 SMALL T&R | Yes | NIPDAU | Level-2-260C-1 YEAR | -40 to 125 | R32A |
| REF3212AIDBVT.B | Active | Production | SOT-23 (DBV) 6 | 250 SMALL T&R | Yes | NIPDAU | Level-2-260C-1 YEAR | -40 to 125 | R32A |
| REF3212AIDBVT1G4 | Active | Production | SOT-23 (DBV) 6 | 250 SMALL T&R | Yes | NIPDAU | Level-2-260C-1 YEAR | -40 to 125 | R32A |
| REF3212AIDBVT1G4.B | Active | Production | SOT-23 (DBV) 6 | 250 SMALL T&R | Yes | NIPDAU | Level-2-260C-1 YEAR | -40 to 125 | R32A |
| REF3220AIDBVR | Active | Production | SOT-23 (DBV) 6 | 3000 LARGE T&R | Yes | NIPDAU | Level-2-260C-1 YEAR | -40 to 125 | R32B |
| REF3220AIDBVR.B | Active | Production | SOT-23 (DBV) 6 | 3000 LARGE T&R | Yes | NIPDAU | Level-2-260C-1 YEAR | -40 to 125 | R32B |
| REF3220AIDBVT | Active | Production | SOT-23 (DBV) 6 | 250 SMALL T&R | Yes | NIPDAU | Level-2-260C-1 YEAR | -40 to 125 | R32B |
| REF3220AIDBVT.B | Active | Production | SOT-23 (DBV) 6 | 250 SMALL T&R | Yes | NIPDAU | Level-2-260C-1 YEAR | -40 to 125 | R32B |
| REF3220AIDBVT1G4 | Active | Production | SOT-23 (DBV) 6 | 250 SMALL T&R | Yes | NIPDAU | Level-2-260C-1 YEAR | -40 to 125 | R32B |
| REF3220AIDBVT1G4.B | Active | Production | SOT-23 (DBV) 6 | 250 SMALL T&R | Yes | NIPDAU | Level-2-260C-1 YEAR | -40 to 125 | R32B |
| REF3225AIDBVR | NRND | Production | SOT-23 (DBV) 6 | 3000 LARGE T&R | Yes | NIPDAU | Level-2-260C-1 YEAR | -40 to 125 | R32C |
| REF3225AIDBVR.B | NRND | Production | SOT-23 (DBV) 6 | 3000 LARGE T&R | Yes | NIPDAU | Level-2-260C-1 YEAR | -40 to 125 | R32C |
| REF3225AIDBVT | NRND | Production | SOT-23 (DBV) 6 | 250 SMALL T&R | Yes | NIPDAU | Level-2-260C-1 YEAR | -40 to 125 | R32C |
| REF3225AIDBVT.B | NRND | Production | SOT-23 (DBV) 6 | 250 SMALL T&R | Yes | NIPDAU | Level-2-260C-1 YEAR | -40 to 125 | R32C |
| REF3230AIDBVR | NRND | Production | SOT-23 (DBV) 6 | 3000 LARGE T&R | Yes | NIPDAU | Level-2-260C-1 YEAR | -40 to 125 | R32D |
| REF3230AIDBVR.B | NRND | Production | SOT-23 (DBV) 6 | 3000 LARGE T&R | Yes | NIPDAU | Level-2-260C-1 YEAR | -40 to 125 | R32D |
| REF3230AIDBVT | NRND | Production | SOT-23 (DBV) 6 | 250 SMALL T&R | Yes | NIPDAU | Level-2-260C-1 YEAR | -40 to 125 | R32D |
| REF3230AIDBVT.B | NRND | Production | SOT-23 (DBV) 6 | 250 SMALL T&R | Yes | NIPDAU | Level-2-260C-1 YEAR | -40 to 125 | R32D |
| REF3233AIDBVR | NRND | Production | SOT-23 (DBV) 6 | 3000 LARGE T&R | Yes | NIPDAU | Level-2-260C-1 YEAR | -40 to 125 | R32E |
| REF3233AIDBVR.B | NRND | Production | SOT-23 (DBV) 6 | 3000 LARGE T&R | Yes | NIPDAU | Level-2-260C-1 YEAR | -40 to 125 | R32E |
| REF3233AIDBVT | NRND | Production | SOT-23 (DBV) 6 | 250 SMALL T&R | Yes | NIPDAU | Level-2-260C-1 YEAR | -40 to 125 | R32E |
| REF3233AIDBVT.B | NRND | Production | SOT-23 (DBV) 6 | 250 SMALL T&R | Yes | NIPDAU | Level-2-260C-1 YEAR | -40 to 125 | R32E |
| REF3240AIDBVR | NRND | Production | SOT-23 (DBV) 6 | 3000 LARGE T&R | Yes | NIPDAU | Level-2-260C-1 YEAR | -40 to 125 | R32F |
| REF3240AIDBVR.B | NRND | Production | SOT-23 (DBV) 6 | 3000 LARGE T&R | Yes | NIPDAU | Level-2-260C-1 YEAR | -40 to 125 | R32F |
| REF3240AIDBVT | NRND | Production | SOT-23 (DBV) 6 | 250 SMALL T&R | Yes | NIPDAU | Level-2-260C-1 YEAR | -40 to 125 | R32F |
| REF3240AIDBVT.B | NRND | Production | SOT-23 (DBV) 6 | 250 SMALL T&R | Yes | NIPDAU | Level-2-260C-1 YEAR | -40 to 125 | R32F |

(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.

OTHER QUALIFIED VERSIONS OF REF3212, REF3220, REF3225, REF3230, REF3240 :

- Enhanced Product : [REF3212-EP](#), [REF3220-EP](#), [REF3225-EP](#), [REF3230-EP](#), [REF3240-EP](#)

NOTE: Qualified Version Definitions:

- Enhanced Product - Supports Defense, Aerospace and Medical Applications

TAPE AND REEL INFORMATION

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 |
|------------------|--------------|-----------------|------|------|--------------------|--------------------|---------|---------|---------|---------|--------|---------------|
| REF3212AIDBVR | SOT-23 | DBV | 6 | 3000 | 178.0 | 9.0 | 3.23 | 3.17 | 1.37 | 4.0 | 8.0 | Q3 |
| REF3212AIDBVT | SOT-23 | DBV | 6 | 250 | 178.0 | 9.0 | 3.23 | 3.17 | 1.37 | 4.0 | 8.0 | Q3 |
| REF3212AIDBVT1G4 | SOT-23 | DBV | 6 | 250 | 178.0 | 9.0 | 3.23 | 3.17 | 1.37 | 4.0 | 8.0 | Q3 |
| REF3220AIDBVR | SOT-23 | DBV | 6 | 3000 | 178.0 | 9.0 | 3.23 | 3.17 | 1.37 | 4.0 | 8.0 | Q3 |
| REF3220AIDBVT | SOT-23 | DBV | 6 | 250 | 178.0 | 9.0 | 3.23 | 3.17 | 1.37 | 4.0 | 8.0 | Q3 |
| REF3220AIDBVT1G4 | SOT-23 | DBV | 6 | 250 | 178.0 | 9.0 | 3.23 | 3.17 | 1.37 | 4.0 | 8.0 | Q3 |
| REF3225AIDBVR | SOT-23 | DBV | 6 | 3000 | 178.0 | 9.0 | 3.23 | 3.17 | 1.37 | 4.0 | 8.0 | Q3 |
| REF3225AIDBVT | SOT-23 | DBV | 6 | 250 | 178.0 | 9.0 | 3.23 | 3.17 | 1.37 | 4.0 | 8.0 | Q3 |
| REF3230AIDBVR | SOT-23 | DBV | 6 | 3000 | 178.0 | 9.0 | 3.23 | 3.17 | 1.37 | 4.0 | 8.0 | Q3 |
| REF3230AIDBVT | SOT-23 | DBV | 6 | 250 | 178.0 | 9.0 | 3.23 | 3.17 | 1.37 | 4.0 | 8.0 | Q3 |
| REF3233AIDBVR | SOT-23 | DBV | 6 | 3000 | 178.0 | 9.0 | 3.23 | 3.17 | 1.37 | 4.0 | 8.0 | Q3 |
| REF3233AIDBVT | SOT-23 | DBV | 6 | 250 | 178.0 | 9.0 | 3.23 | 3.17 | 1.37 | 4.0 | 8.0 | Q3 |
| REF3240AIDBVR | SOT-23 | DBV | 6 | 3000 | 178.0 | 9.0 | 3.23 | 3.17 | 1.37 | 4.0 | 8.0 | Q3 |
| REF3240AIDBVT | SOT-23 | DBV | 6 | 250 | 178.0 | 9.0 | 3.23 | 3.17 | 1.37 | 4.0 | 8.0 | Q3 |

TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS


*All dimensions are nominal

| Device | Package Type | Package Drawing | Pins | SPQ | Length (mm) | Width (mm) | Height (mm) |
|------------------|--------------|-----------------|------|------|-------------|------------|-------------|
| REF3212AIDBVR | SOT-23 | DBV | 6 | 3000 | 445.0 | 220.0 | 345.0 |
| REF3212AIDBVT | SOT-23 | DBV | 6 | 250 | 445.0 | 220.0 | 345.0 |
| REF3212AIDBVT1G4 | SOT-23 | DBV | 6 | 250 | 445.0 | 220.0 | 345.0 |
| REF3220AIDBVR | SOT-23 | DBV | 6 | 3000 | 445.0 | 220.0 | 345.0 |
| REF3220AIDBVT | SOT-23 | DBV | 6 | 250 | 445.0 | 220.0 | 345.0 |
| REF3220AIDBVT1G4 | SOT-23 | DBV | 6 | 250 | 445.0 | 220.0 | 345.0 |
| REF3225AIDBVR | SOT-23 | DBV | 6 | 3000 | 445.0 | 220.0 | 345.0 |
| REF3225AIDBVT | SOT-23 | DBV | 6 | 250 | 445.0 | 220.0 | 345.0 |
| REF3230AIDBVR | SOT-23 | DBV | 6 | 3000 | 445.0 | 220.0 | 345.0 |
| REF3230AIDBVT | SOT-23 | DBV | 6 | 250 | 445.0 | 220.0 | 345.0 |
| REF3233AIDBVR | SOT-23 | DBV | 6 | 3000 | 445.0 | 220.0 | 345.0 |
| REF3233AIDBVT | SOT-23 | DBV | 6 | 250 | 445.0 | 220.0 | 345.0 |
| REF3240AIDBVR | SOT-23 | DBV | 6 | 3000 | 445.0 | 220.0 | 345.0 |
| REF3240AIDBVT | SOT-23 | DBV | 6 | 250 | 445.0 | 220.0 | 345.0 |

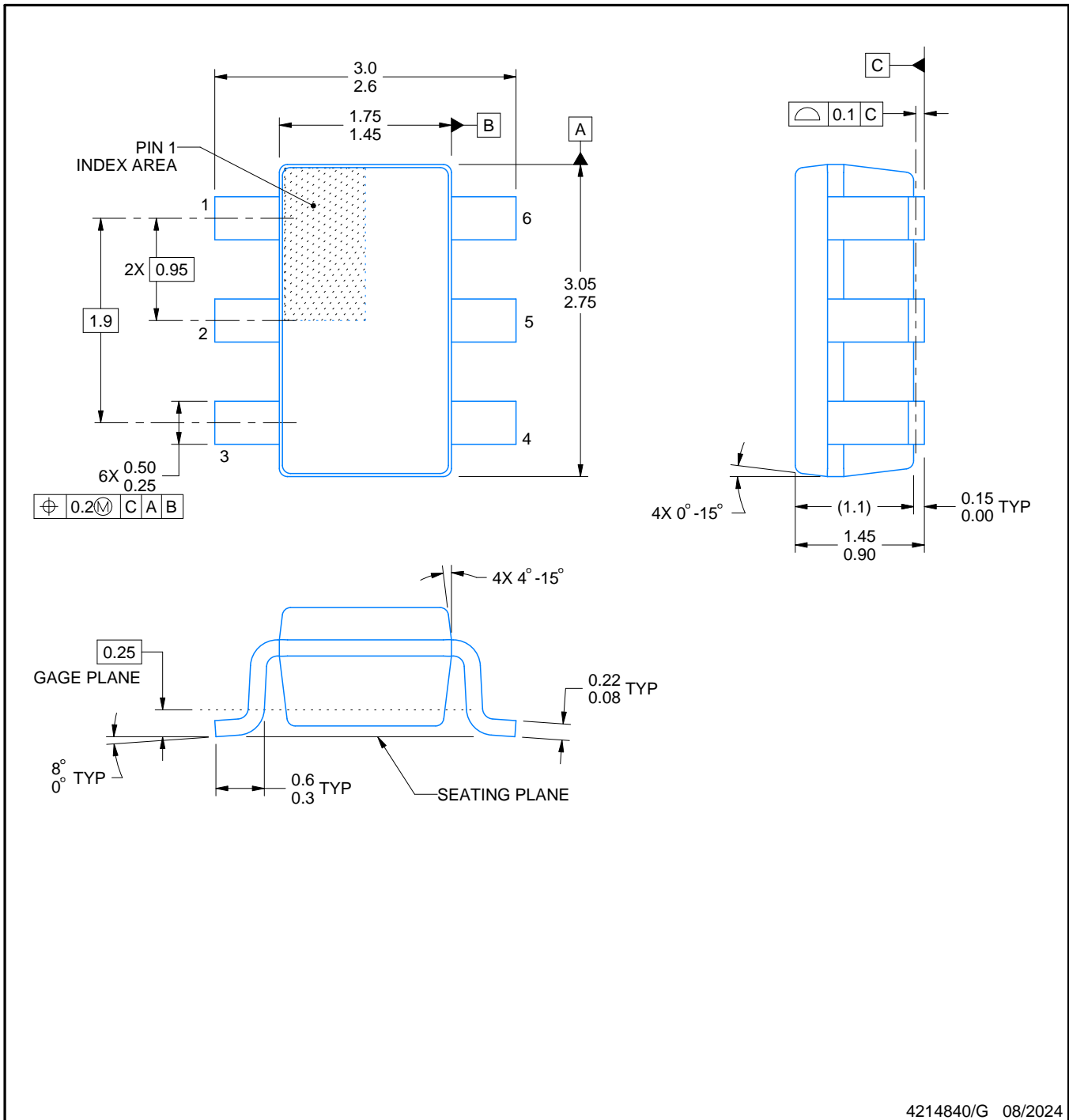
DBV0006A



PACKAGE OUTLINE

SOT-23 - 1.45 mm max height

SMALL OUTLINE TRANSISTOR



4214840/G 08/2024

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. Body dimensions do not include mold flash or protrusion. Mold flash and protrusion shall not exceed 0.25 per side.
4. Leads 1,2,3 may be wider than leads 4,5,6 for package orientation.
5. Reference JEDEC MO-178.

EXAMPLE BOARD LAYOUT

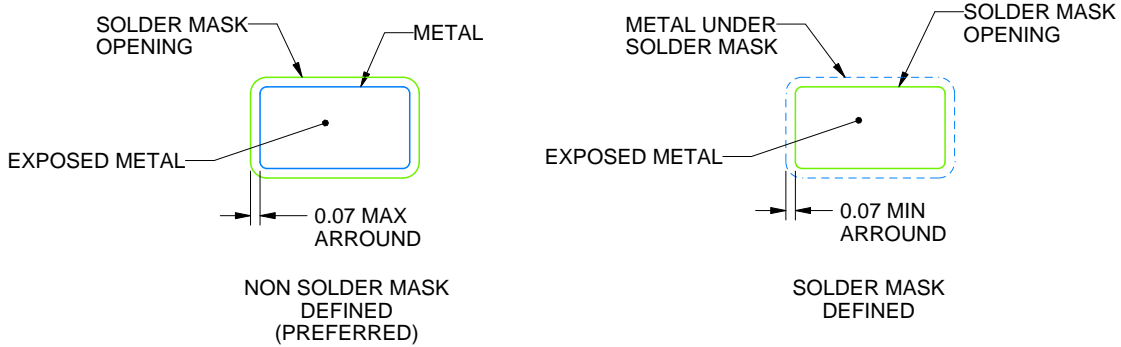
DBV0006A

SOT-23 - 1.45 mm max height

SMALL OUTLINE TRANSISTOR



LAND PATTERN EXAMPLE
EXPOSED METAL SHOWN
SCALE:15X



SOLDER MASK DETAILS

4214840/G 08/2024

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.

EXAMPLE STENCIL DESIGN

DBV0006A

SOT-23 - 1.45 mm max height

SMALL OUTLINE TRANSISTOR



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

4214840/G 08/2024

NOTES: (continued)

8. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release. IPC-7525 may have alternate design recommendations.
9. 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、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