

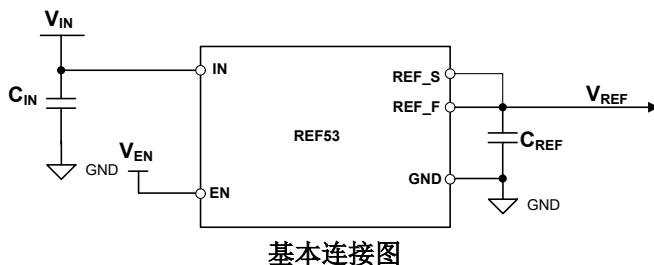
REF53-Q1、4ppm/°C 最大温漂、3ppm_{p-p} 1/f 噪声、85μA 电流、30mA 负载电流、精密电压基准

1 特性

- 低温漂系数：4ppm/°C (最大值)
- 低静态电流：85 μA (典型值)
- 低噪声
 - 0.1Hz 至 10Hz：3ppm_{p-p}
 - 10Hz 至 1kHz：3ppm_{rms}
- 高精度：±0.04% (最大值)
- 小尺寸：SOT-23-THN-6 (DDC) 封装
- 适用于多种应用：
 - 高达 18V 的宽输入电压
 - 输出电流：+30mA/-10mA
 - 电压选项：1.2V、1.25V、1.8V、2.048V、2.5V、3V、3.3V、4.096V、4.5V、5V
- 符合所有设计要求：
 - 与 1 μF 至 50 μF 输出的低 ESR 电容器搭配使用时可保持稳定
 - 高 PSRR：1kHz 时为 85dB
 - 额定温度范围：-40°C 至 +125°C
 - 工作温度范围：-55°C 至 +125°C

2 应用

- 现场发送器
- PLC 模拟 I/O 模块
- 电源监控
- 医疗成像
- 单轴和多轴伺服驱动器
- 医院患者护理
- 电表
- 电池管理系统
- 汽车摄像头
- 激光雷达
- 混合动力汽车/电动汽车 OBC 和直流/直流转换器



3 说明

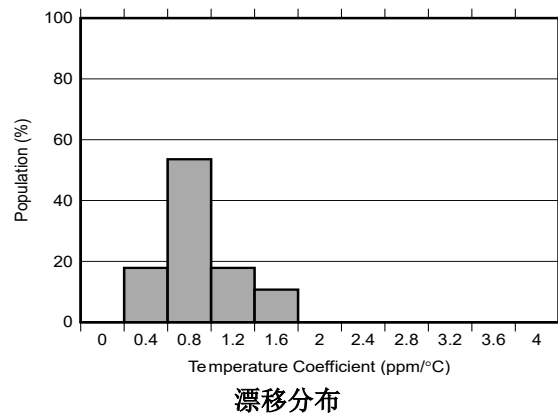
REF53-Q1 是一系列低功耗、低噪声、低漂移串联电压基准器件。REF53-Q1 系列在 -40°C 至 +125°C 的温度范围内具有低温漂系数 (4ppm/°C)、低噪声 (2ppm_{p-p}) 和高精度 (±0.04%)，最大电流消耗为 150 μA。REF53-Q1 具有出色的负载调整率和线路调整率，有助于满足高精度应用的严格性能要求。该器件系列设计为各种应用中使用的分辨率数据转换器和 AFE。该器件与 TI 的 REF34、REF34-Q1 器件系列引脚兼容，并可提供更高的性能。

REF53-Q1 系列支持 18V 的宽电源电压范围。这还可以在电源 IC 发生故障时保护器件。REF53-Q1 器件支持高达 30mA 的负载电流。较宽的负载电流支持范围使 REF53-Q1 能够作为电源直接连接到精密传感器。REF53-Q1 的规定温度范围为 -40°C 至 +125°C。宽温度范围使器件能够适用于各种工业和汽车应用。

封装信息

器件名称	封装 ⁽¹⁾	封装尺寸 ⁽³⁾
REF53-Q1	SOT-23-THN (6)	2.9mm × 2.8mm
	SOIC (8) ⁽²⁾	4.9mm × 6mm
	VSSOP (8) ⁽²⁾	3mm × 4.9mm

- (1) 如需了解所有可用封装，请参阅数据表末尾的可订购产品附录。
- (2) 预发布封装。
- (3) 封装尺寸 (长 × 宽) 为标称值，并包括引脚 (如适用)。



内容

1 特性	1	8.1 概述	15
2 应用	1	8.2 功能方框图	15
3 说明	1	8.3 特性说明	15
4 器件比较表	3	8.4 器件功能模式	15
5 引脚配置和功能	4	9 应用和实施	17
6 规格	5	9.1 应用信息	17
6.1 绝对最大额定值.....	5	9.2 典型应用	17
6.2 ESD 等级.....	5	9.3 电源相关建议	19
6.3 建议运行条件.....	5	9.4 布局	19
6.4 热性能信息.....	5	10 器件和文档支持	20
6.5 电气特性 REF53-Q1	6	10.1 文档支持	20
6.6 典型特性.....	8	10.2 接收文档更新通知	20
7 参数测量信息	10	10.3 支持资源	20
7.1 温漂.....	10	10.4 商标	20
7.2 长期稳定性.....	10	10.5 静电放电警告	20
7.3 噪声性能.....	11	10.6 术语表	20
7.4 热迟滞.....	13	11 修订历史记录	20
7.5 焊接热漂移.....	13	12 机械、封装和可订购信息	20
7.6 功率耗散.....	14	12.1 卷带包装信息.....	21
8 详细说明	15	12.2 机械数据.....	23

4 器件比较表

产品 ⁽¹⁾			V _{REF}
SOT-23-THN (6) ⁽²⁾	SOIC (8) ⁽³⁾	VSSOP (8) ⁽³⁾	
REF53120AQDDCRQ1	REF53120AQDRQ1	REF53120AQDGKRQ1	1.2V
REF53125AQDDCRQ1	REF53125AQDRQ1	REF53125AQDGKRQ1	1.25V
REF53180AQDDCRQ1	REF53180AQDRQ1	REF53180AQDGKRQ1	1.8V
REF53205AQDDCRQ1	REF53205AQDRQ1	REF53205AQDGKRQ1	2.048V
REF53250AQDDCRQ1	REF53250AQDRQ1	REF53250AQDGKRQ1	2.5V
REF53300AQDDCRQ1	REF53300AQDRQ1	REF53300AQDGKRQ1	3V
REF53330AQDDCRQ1	REF53330AQDRQ1	REF53330AQDGKRQ1	3.3V
REF53410AQDDCRQ1	REF53410AQDRQ1	REF53410AQDGKRQ1	4.096V
REF53450AQDDCRQ1	REF53450AQDRQ1	REF53450AQDGKRQ1	4.5V
REF53500AQDDCRQ1	REF53500AQDRQ1	REF53500AQDGKRQ1	5.0V

- (1) 有关已发布的可订购产品，请参阅节 12。
 (2) 产品预发布。请联系当地 TI 支持人员获取样片。
 (3) 封装处于预发布状态。

5 引脚配置和功能

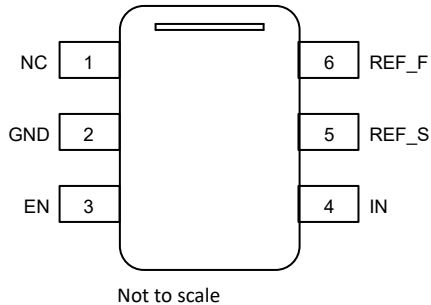


图 5-1. DDC
6 引脚薄型 SOT23
顶视图

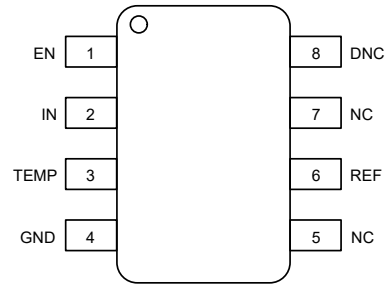


图 5-2. D、DGK
8 引脚 SOIC、VSSOP
顶视图

表 5-1. 引脚功能

引脚			类型	说明
名称	DDC	D、DGK		
NC	1	5.7	无连接	无内部连接。引脚可保持悬空或连接到 GND。
GND	2	4	接地	接地连接。
EN	3	1	输入	器件使能控制。低电平输入会禁用基准输出，器件进入关断模式。可以通过驱动大于 1.6V 的电压或使 EN 引脚悬空来启用器件。
IN	4	2	电源	输入电源电压连接。为获得出色性能，请将最小 0.1 μ F 去耦电容器接地。
REF_S	5		输出	基准电压输出检测连接将其连接到负载附近的 REF_F。
REF_F	6		输出	基准电压输出强制连接连接 1 μ F 至 50 μ F 的电容器到 GND，以获得出色性能。
TEMP		3	输出	温度监测引脚。提供与温度相关的输出电压
REF		6	输出	基准电压输出。连接 1 μ F 至 50 μ F 的电容器到 GND，以获得出色性能。
DNC		8	不连接	保持该引脚悬空

6 规格

6.1 绝对最大额定值

在自然通风条件下的工作温度范围内测得（除非另有说明）⁽¹⁾

		最小值	最大值	单位
输入电压	V_{IN}	-0.3	20	V
	EN	-0.3	$V_{IN} + 0.3$	V
输出电压	V_{REF_S} 、 V_{REF_F}	-0.3	5.5	V
输出短路电流	I_{SC}		80	mA
结温	$(T_J \text{ max})$		150	°C

(1) 超出绝对最大额定值运行可能会对器件造成永久损坏。绝对最大额定值并不表示器件在这些条件下或在建议运行条件以外的任何其他条件下能够正常运行。如果超出建议运行条件但在绝对最大额定值范围内使用，器件可能不会完全正常运行，这可能影响器件的可靠性、功能和性能并缩短器件寿命。

6.2 ESD 等级

			值	单位
$V_{(ESD)}$	静电放电	人体放电模式 (HBM)，符合 ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 标准，所有引脚 ⁽¹⁾	±2000	V
$V_{(ESD)}$	静电放电	充电器件模型 (CDM)，符合 JEDEC 规范 JESD22-C101，所有引脚 ⁽²⁾	±500	V

(1) JEDEC 文档 JEP155 指出：500V HBM 能够在标准 ESD 控制流程下安全地进行生产。

(2) JEDEC 文档 JEP157 指出：250V CDM 能够在标准 ESD 控制流程下安全生产。

6.3 建议运行条件

在自然通风条件下的工作温度范围内测得（除非另有说明）

		最小值	标称值	最大值	单位
V_{IN}	输入电压	$V_{REF} + 0.2$ ⁽¹⁾		18	V
EN	使能引脚电压	0		V_{IN}	V
I_{REF}	输出电流	-10		30	mA
T_A	工作环境温度	-40	25	125	°C

(1) 对于 $V_{REF} < 1.8V$ ，最小电源电压为 1.71V。

6.4 热性能信息

热指标 ⁽¹⁾		REF53-Q1	REF53-Q1	REF53-Q1	单位
		DGK (VSSOP)	D (SOIC)	DDC (SOT-23-THN)	
		8 引脚	8 引脚	6 引脚	
$R_{\theta JA}$	结至环境热阻			154.4	°C/W
$R_{\theta JC(top)}$	结至外壳（顶部）热阻			93.6	°C/W
$R_{\theta JB}$	结至电路板热阻			61.9	°C/W
Ψ_{JT}	结至顶部特征参数			37.6	°C/W
Ψ_{JB}	结至电路板特征参数			61.8	°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 封装热指标应用手册。

6.5 电气特性 REF53-Q1

除非另有说明，否则 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $I_{\text{REF}} = 0\text{mA}$ 、 $C_{\text{REF}} = 1\mu\text{F}$ 、 $V_{\text{IN}}^{(1)} = (V_{\text{REF}} + 0.5\text{V})$ ，且 $V_{\text{EN}} = V_{\text{IN}}$

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
输出电压						
V _{REF}	输出电压	REF53120	1.2		V	
		REF53125	1.25			
		REF53180	1.8			
		REF53205	2.048			
		REF53250	2.5			
		REF53300	3			
		REF53330	3.3			
		REF53410	4.096			
		REF53450	4.5			
		REF53500	5			
初始精度		所有电压选项	-0.04	0.04	%	
噪声						
e _{npp}	低频噪声	f = 0.1Hz 至 10Hz	3			ppm _{p-p}
e _n	输出电压噪声	f = 10Hz 至 1kHz	3			ppm _{rms}
输出电压温漂						
dV _{REF} /dT	温漂	T _A = -40°C 至 125°C	2	4		ppm/°C
线路调整率						
Δ V _{REF} (Δ V _I)	线路调整率	V _{IN} = (V _{REF} + 0.5V) 至 18V、 T _A = - 40°C 至 125°C	3	15		ppm/V
PSRR	电源抑制比	在 100hz	85			dB
负载调整						
Δ V _{REF} (Δ I _L)	负载调整率拉电流	0 < I _{REF} < 30mA、V _{IN} ⁽²⁾ = V _{REF} + 0.75V	10	15	ppm/mA	
		0 < I _{REF} < 30mA、V _{IN} ⁽²⁾ = V _{REF} + 0.75V、 T _A = - 40°C 至 125°C		30		
	负载调整率灌电流	- 10mA < I _{REF} < 0、V _{IN} ⁽²⁾ = V _{REF} + 0.75V	20	30		
		- 10mA < I _{REF} < 0、V _{IN} = V _{IN} ⁽²⁾ = V _{REF} + 0.75V、 T _A = - 40°C 至 125°C		50		
短路电流						
I _{SC}	短路电流	V _{REF} = 0V	40			mA
热迟滞						
	SOT-23-THN	周期 1	75		ppm	
		周期 2	9			
长期稳定性						
	SOT-23-THN	0 到 1000 小时	25		ppm	
		1000 到 2000 小时	25			
导通趋稳时间						
导通趋稳时间		至 0.1% , C _{REF} = 1μF	1			ms
容性负载						
C _{IN}	稳定的输入电容器范围	- 40°C < T _A < 125°C	0.1			μF
C _{REF}	稳定的输出电容器范围	- 40°C < T _A < 125°C	1	50		μF
电源						

6.5 电气特性 REF53-Q1 (续)

除非另有说明，否则 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $I_{\text{REF}} = 0\text{mA}$ 、 $C_{\text{REF}} = 1\mu\text{F}$ 、 $V_{\text{IN}}^{(1)} = (V_{\text{REF}} + 0.5\text{V})$ ，且 $V_{\text{EN}} = V_{\text{IN}}$

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
V _S	电源电压	请参阅注释 ⁽¹⁾	V _{REF} + 0.2		18	V
V _{EN}	使能引脚电压	有源模式 (EN=1)	1.6			
		关断模式 (EN=0)			0.5	
I _{EN}		V _{EN} = V _{IN} = 18V		400		nA
关断电流		V _{EN} = 0、- 40°C < T _A < 125°C			6	μA
静态电流		- 40°C < T _A < 125°C		85	150	
温度范围						
指定的范围			-40		125	°C
工作温度范围			-55		125	

- (1) 对于 $V_{\text{REF}} < 1.8\text{V}$ 且 $I_{\text{REF}} = 0\text{mA}$ ，最小电源电压为 1.71V。
 (2) 对于 $V_{\text{REF}} < 1.8\text{V}$ 且 $I_{\text{REF}} = \pm 10\text{mA}$ ，最小电源电压为 $1.71\text{V} + 0.75\text{V}$

6.6 典型特性

在 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{IN} = V_{EN} = V_{REF} + 0.5\text{V}$ 、 $I_L = 0\text{mA}$ 、 $C_{REF} = 10\ \mu\text{F}$ 、 $C_{IN} = 0.1\ \mu\text{F}$ 、 $V_{REF} = 1.25\text{V}$ 时 (除非另有说明)

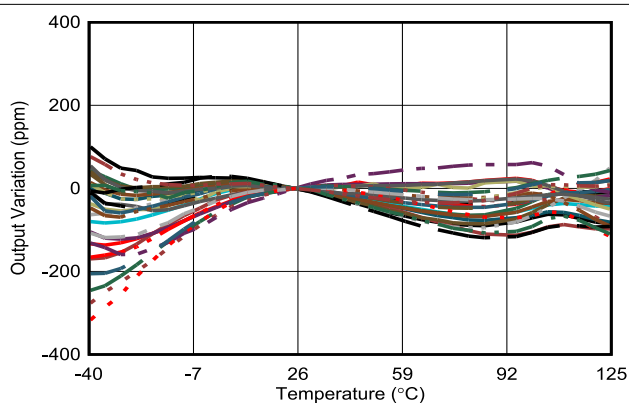


图 6-1. 输出电压与自然通风温度间的关系

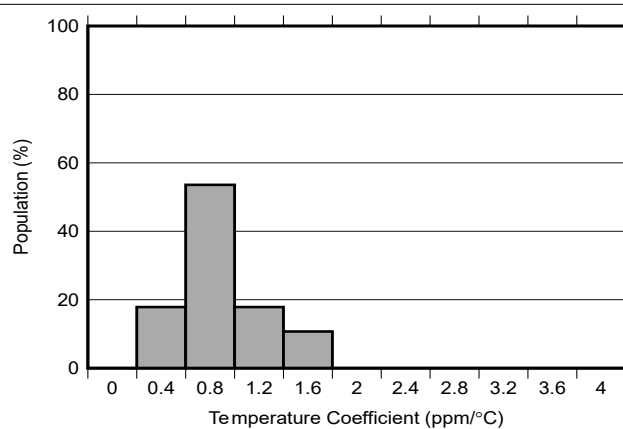


图 6-2. 漂移分布

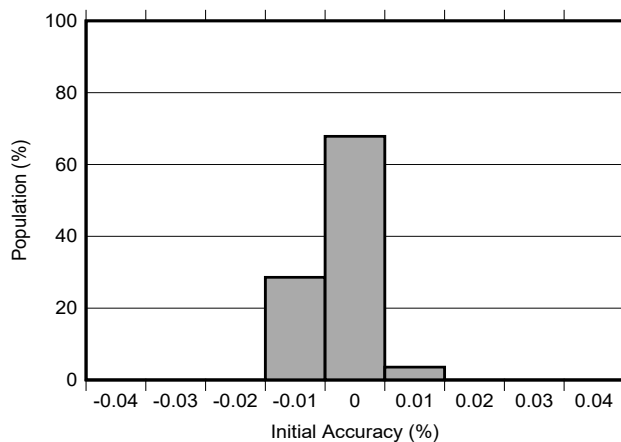


图 6-3. 精度分布

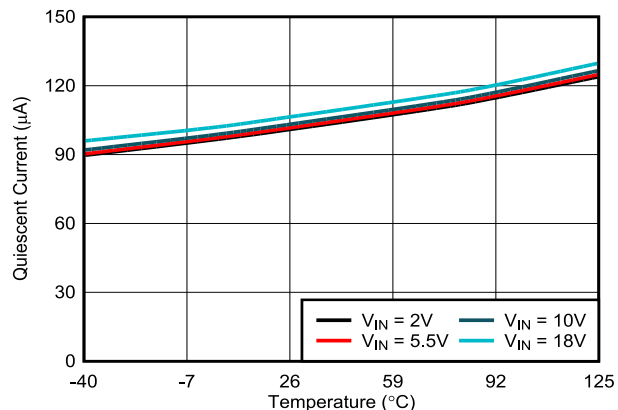


图 6-4. 静态电流与温度间的关系

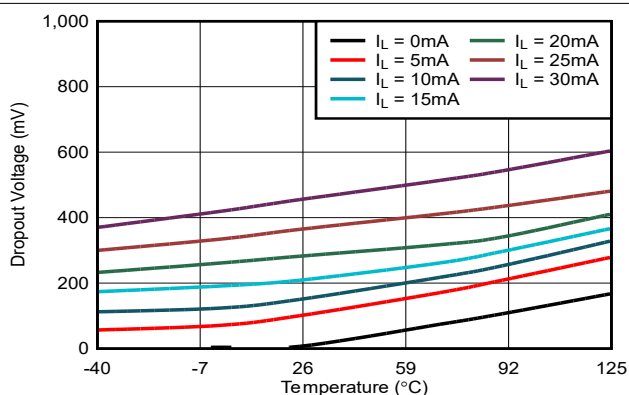


图 6-5. 压降电压与温度间的关系 $V_{REF} = 5\text{V}$

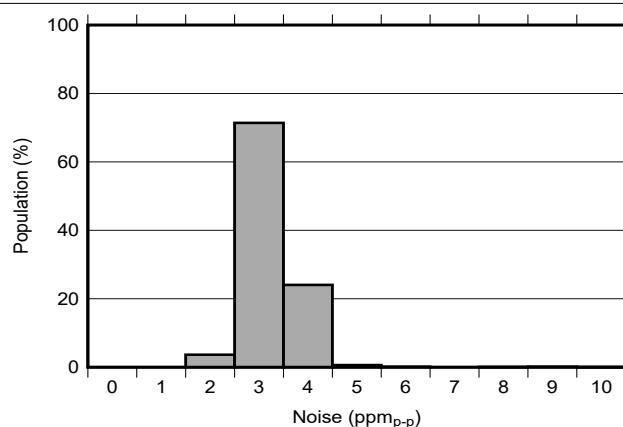


图 6-6. 0.1Hz 至 10Hz 电压噪声分布

6.6 典型特性 (续)

在 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{IN} = V_{EN} = V_{REF} + 0.5\text{V}$ 、 $I_L = 0\text{mA}$ 、 $C_{REF} = 10\ \mu\text{F}$ 、 $C_{IN} = 0.1\ \mu\text{F}$ 、 $V_{REF} = 1.25\text{V}$ 时 (除非另有说明)

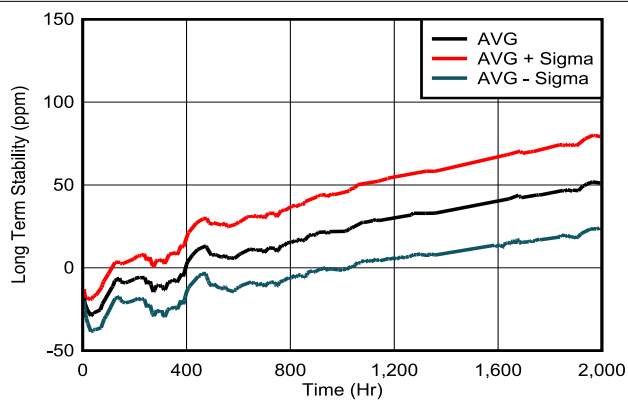


图 6-7. 长期稳定性 (前 2000 小时)

7 参数测量信息

7.1 温漂

REF53-Q1 针对尽可能低的输出电压温漂进行设计和测试，该温漂定义为输出电压随温度的变化。每个出货器件都在多个温度下进行测试，以确保产品符合数据表规格。使用盒式方法计算温度系数，其中框由工作温度范围内标称输出电压的最小和最大限值构成。REF53-Q1 器件在 -40°C 至 125°C 范围内的最大温度系数为 $4\text{ppm}/^{\circ}\text{C}$ 。盒式方法规定了温度误差的限值，但不规定受测器件的具体变化曲线和斜率。由于为实现低温漂而进行温度曲率校正，温漂预计为非线性。关于盒式计算方法的更多信息，请参阅《模拟设计期刊》中的[精密电压基准](#)一文。盒式方法公式如[方程式 1](#)所示：

$$\text{Drift} = \left(\frac{V_{\text{REF(MAX)}} - V_{\text{REF(MIN)}}}{V_{\text{REF(25}^{\circ}\text{C)}} \times \text{Temperature Range}} \right) \times 10^6 \quad (1)$$

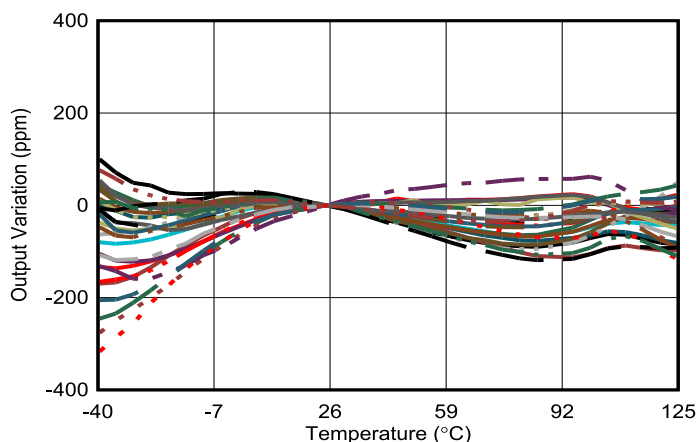


图 7-1. 输出电压与自然通风温度间的关系

7.2 长期稳定性

长期稳定性是所有精密应用中串联电压基准的关键性能参数。它被定义为基准电压随时间的变化。长期稳定性值在反映标准 PCB 电路板制造实践的典型设置下进行测试。电路板由标准 FR4 材料制成，在器件周围没有特殊切口或凹槽，也未经过老化处理来缓解 PCB 的机械应力。这些条件反映了实际用例场景以及常见的制造技术。

在长期稳定性测试期间，请采取预防措施，确保仅测量长期稳定性漂移。电路板在油浴中保持在 $35^{\circ}\text{C} \pm 0.02^{\circ}\text{C}$ 。油浴可确保整个器件的温度随着时间的推移保持恒定。每 30 分钟使用经过校准的 8.5 位万用表捕获一次测量结果。

典型的长期稳定性特性表示为一段时间内的偏差。图 7-2 展示了 REF53-Q1 V_{REF} 在 0 到 1000 小时内的典型漂移值为 25ppm。

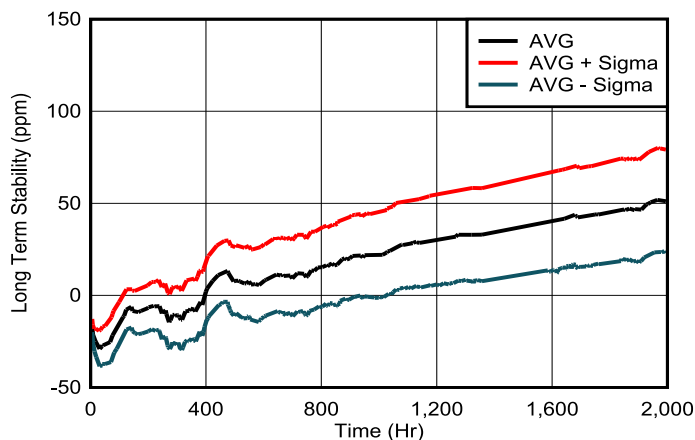


图 7-2. 长期稳定性 TSOT - -2000 小时 (V_{REF})

7.3 噪声性能

7.3.1 $1/f$ 噪声

$1/f$ 噪声，也称为闪烁噪声，主要存在于较低频段中。REF53-Q1 数据表规定了 0.1Hz 至 10Hz 频段的闪烁噪声，该频段内 $1/f$ 噪声的功率最大。由于 $1/f$ 噪声的值极低，因此对目标频段进行放大，并通过具有极低噪声本底的精密带通滤波器进行滤波，如图 7-3 所示。

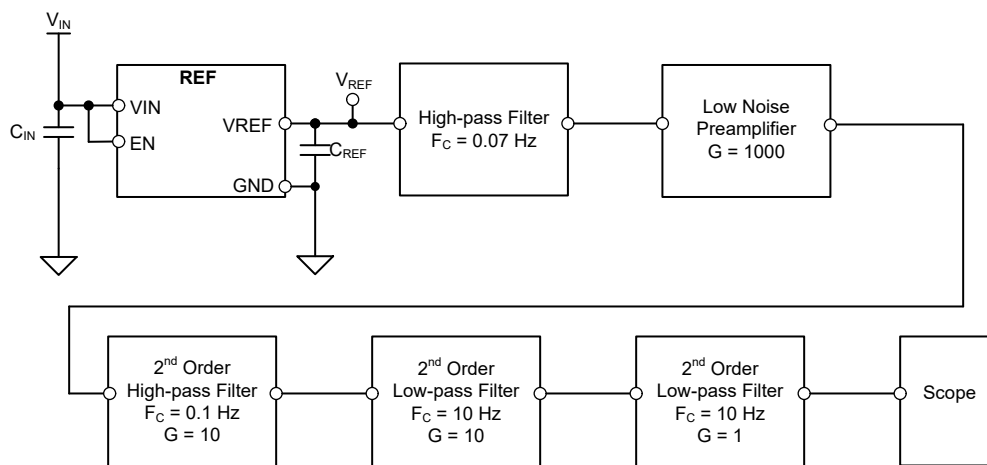


图 7-3. $1/f$ 噪声测试设置

图 7-4 显示了多个器件的典型闪烁噪声分布，其中每个器件均采集了超过 1000 个样本。

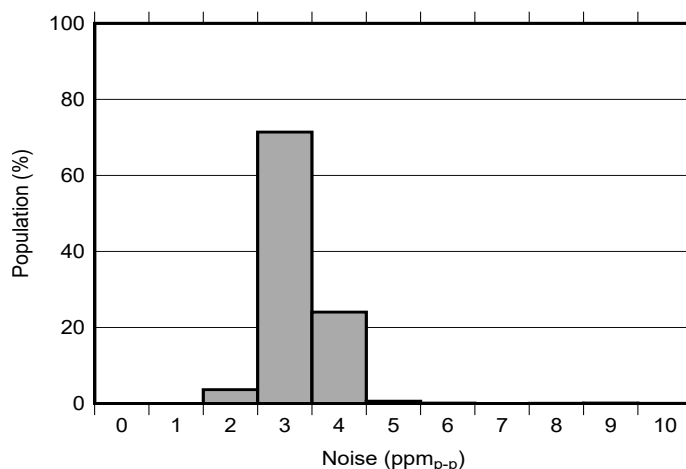


图 7-4. 0.1Hz 至 10Hz 电压噪声分布

7.3.2 宽带噪声

宽带噪声或白噪声在整个频谱范围内是平坦的，这受到内部带隙基准的带宽的限制。通过对 REF53-Q1 的输出进行高通滤波，并使用精密频谱分析仪测量滤波结果，从而测量宽带噪声，如图 7-5 所示。使用高通滤波器去除 REF53-Q1 的直流分量，然后进行放大。采用两个低增益级，以更大限度地提高噪声带宽分析的效果。

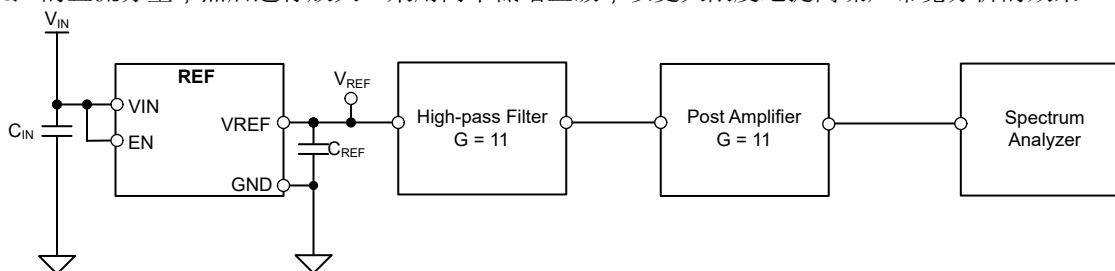
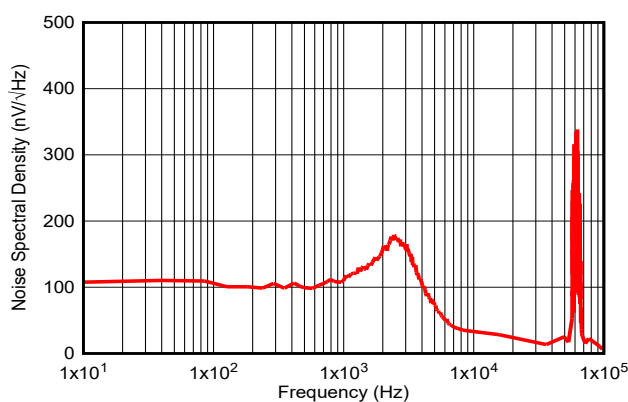


图 7-5. 宽带噪声测试设置

图 7-6 展示了 REF53-Q1 的典型白噪声底。

图 7-6. 10Hz 至 100kHz 的噪声性能 ($C_{REF} = 10 \mu F$)

7.4 热迟滞

与实际应用类似，通过将 REF53-Q1 焊接到 PCB 上测量热迟滞。器件的热迟滞定义为器件在 25°C 下工作、在规定温度范围内进行温度循环并返回 25°C 后的输出电压变化。第一次热循环如图 7-7 所示，第二次热循环如图 7-8 所示。REF53250CDR 的热迟滞在第一个周期后稳定。通过方程式 2 表示迟滞

$$V_{HYST} = \left(\frac{|V_{PRE} - V_{POST}|}{V_{NOM}} \right) \times 10^6 \text{ (ppm)} \quad (2)$$

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} = 器件从 25°C 开始经历规定温度范围内的温度循环并返回 25°C 后测得的输出电压

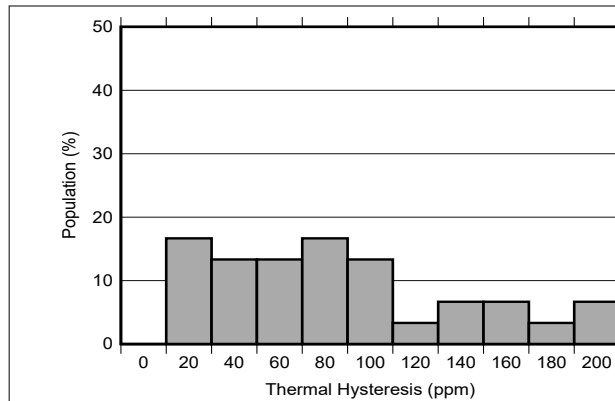


图 7-7. 热迟滞分布 - 周期 1

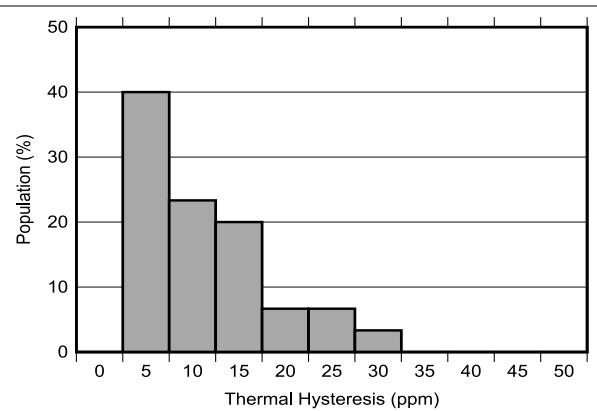


图 7-8. 热迟滞分布 - 周期 2

7.5 焊接热漂移

REF53-Q1 的封装材料与 PCB 材料的热膨胀系数不同。由于热膨胀系数不同，器件在焊接过程中受热以及随后冷却时，器件芯片上的应力会发生变化。器件芯片上的回流和应力变化引起的热冲击会导致输出电压漂移，从而降低产品的初始精度性能。回流焊是造成这种误差的常见原因。为了量化这种影响，使用无铅焊锡膏和焊锡膏制造商建议的回流焊曲线，将 32 个器件焊接在印刷电路板上，以展示这种影响。图 7-9 显示回流焊曲线。印刷电路板使用 FR4 材料制成。电路板厚度为 1.65 mm，面积为 137 mm × 168 mm。

如需了解使用“锡铅共晶组装”或“无铅组装”的建议回流焊曲线，请参阅 JEDEC J-STD-020 标准。

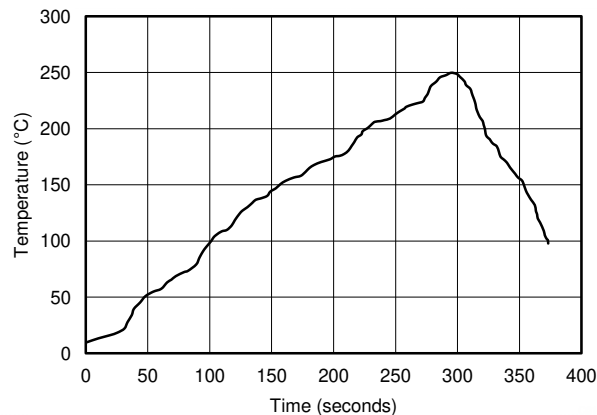


图 7-9. 回流焊曲线

在回流过程之前和之后测量基准输出电压。焊接漂移取决于印刷电路板的尺寸、厚度和材料。需要注意的是，图 7-10 显示了经历一次回流焊曲线后的典型漂移。在两侧都有表面贴装元件的 PCB 经常会暴露于多个回流焊，这会导致输出电压出现额外漂移。如果 PCB 暴露于多个回流焊，则必须在最后一道工序焊接器件，以最大限度地减少暴露于热应力的情况。

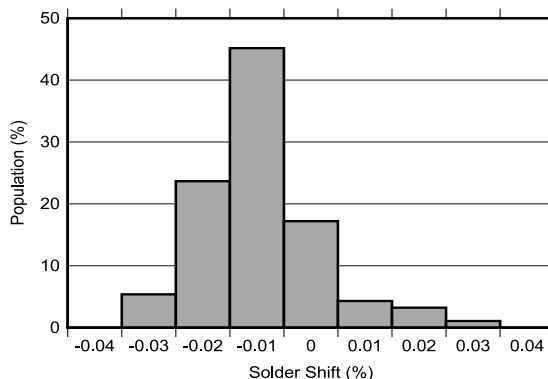


图 7-10. 焊接漂移

7.6 功率耗散

REF53-Q1 电压基准能够在额定输入电压范围内拉出高达 30mA 的负载电流，并灌入高达 10mA 的负载电流。不过，在环境温度较高的应用中使用，必须仔细监控输入电压和负载电流，确保器件不会超过最大功率耗散额定值。可以使用方程式 3 来计算器件的最大功率耗散：

$$T_J = T_A + P_D \times R_{\theta JA} \quad (3)$$

其中

- P_D 是器件功率耗散
- T_J 是器件结温
- T_A 是环境温度
- $R_{\theta JA}$ 是封装 (结至空气) 热阻

由于这种关系，高温条件下可接受的负载电流可以小于器件的最大拉电流能力。请勿在超出最大额定功率的情况下运行器件，因为这样做可能会导致器件过早出现故障或损坏。

8 详细说明

8.1 概述

REF53-Q1 是一系列高精度串联基准器件，旨在实现出色的初始电压精度和低温漂、低长期漂移，同时以低功耗提供出色的噪声性能。图 8-1 是 REF53-Q1 的简化方框图，展示了基本带隙拓扑。

8.2 功能方框图

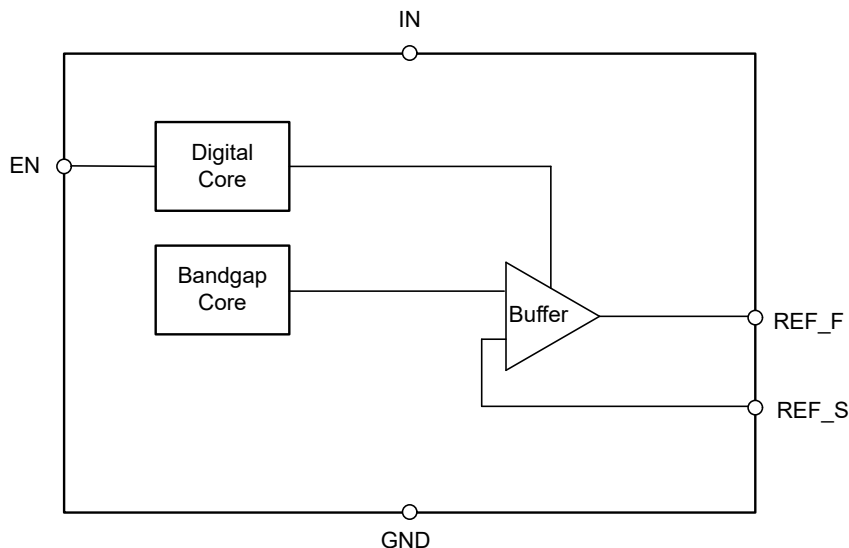


图 8-1. REF53-Q1 功能方框图

8.3 特性说明

8.3.1 EN 引脚

当 EN 引脚电压大于 1.6V 或 EN 引脚悬空时，REF53-Q1 的输出进入有效状态。REF53-Q1 的使能特性旨在实现低静态电流 (I_Q)。当 EN 引脚的电压低于 IN 引脚电压时，不会从 EN 引脚消耗任何电流。器件必须处于工作模式才能正常运行。通过将 REF53-Q1 的 EN 引脚拉至低电平，可使其进入关断模式。在关断模式下，器件的输出被禁用并且器件的静态电流降至 6 μ A。EN 引脚电压不得高于 V_{IN} 电源电压。请参阅电气表，了解有关逻辑高电压电平和逻辑低电压电平的信息。

8.4 器件功能模式

8.4.1 基本连接

图 8-2 显示了 REF53-Q1 的典型连接。TI 建议使用大于 0.1 μ F 的电源旁路电容器 (C_{IN})。必须在 REF_F 与 GND 之间连接一个 1 μ F 至 50 μ F 的输出电容器 (C_{REF})。将 REF_S 端子连接至靠近负载的 VREF 连接点。确保 REF_S 布线远离外部噪声源，并具有较低的电阻。 C_{REF} 的等效串联电阻 (ESR) 值必须为 10m Ω 至 400m Ω ，以确保输出稳定性。

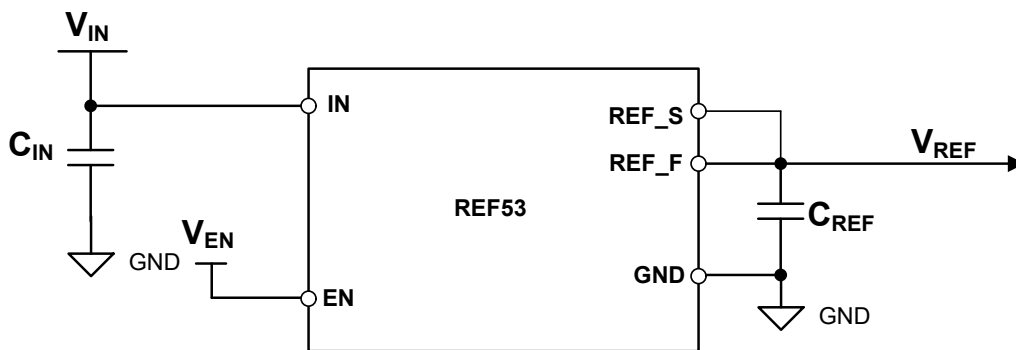


图 8-2. 基本连接

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

REF53-Q1 专为需要以较低功耗实现高精度的应用而设计。低温漂和低噪声使 REF53-Q1 非常适合与高精度数据转换器配合使用，从而实现出色的增益漂移性能和分辨率。

9.2 典型应用

9.2.1 基本基准电压连接

图 9-1 显示了 REF53-Q1 基准的基本配置。按照节 9.2.1.2 中的指导原则连接旁路电容 C_{IN} 和输出电容 C_{REF} 。

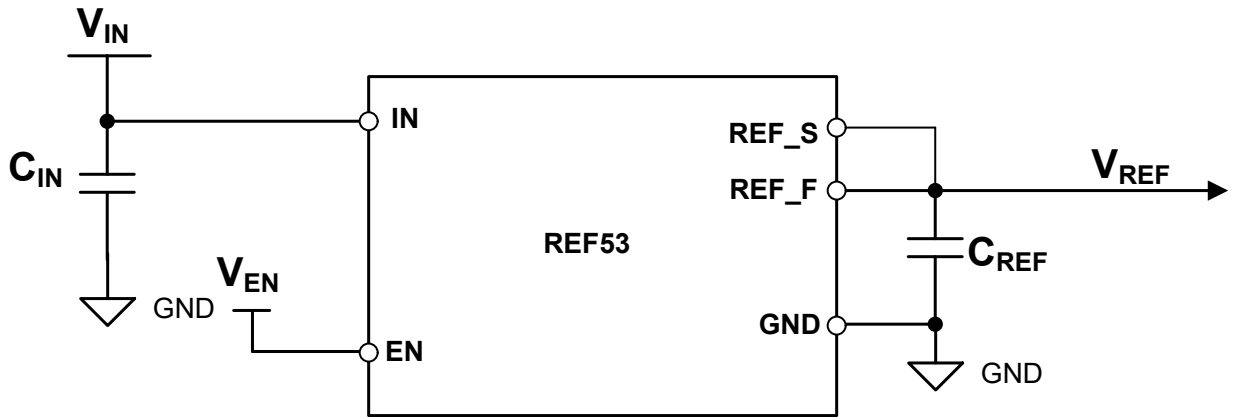


图 9-1. 基本基准连接

9.2.1.1 设计要求

基于设计示例给出了详细的设计步骤。本设计示例使用表 9-1 中所列的参数作为输入参数。

表 9-1. 设计示例参数

设计参数	值
输入电压, V_{IN}	3V
输入电容器	0.1 μ F
输出电容器	10 μ F

9.2.1.2 详细设计过程

在电源电压可能波动的应用中，必须在电源端连接一个 0.1 μ F 至 10 μ F 的大容量电容器，以改善瞬态响应。在靠近器件的 V_{IN} 引脚处连接一个额外的 0.1 μ F 电容器，以旁路高频电源噪声。

必须在输出端连接一个低 ESR (最大 1 Ω)、电容值为 1 μ F 至 50 μ F 的电容器，以确保输出稳定。对于超低噪声应用，由于 X7R 和其他 MLCC 电容器存在压电效应，因此需特别注意。多层陶瓷电容器 (MLCC) 的压电特性可能因机械振动而引入 μ V 级噪声，从而可能成为 REF53-Q1 的主要噪声来源。有关如何在系统中探索压电式效应的更多信息，请参阅 [应力引起的突发：陶瓷电容器中的颤噪效应 \(第 1 部分\)](#) 和 [应力引起的突发：陶瓷电容器中的颤噪效应 \(第 2 部分\)](#)。设计人员必须在对噪声敏感的应用中使用薄膜电容器。TI 建议将 REF53-Q1 基准尽可能靠近负载放置，以更大限度地减少布线电阻导致的 IR 压降。

REF53-Q1 的开通时间响应如图 9-2 所示。REF53-Q1 系列的开通时间取决于基准引脚电容器。增大输出电容器可改善器件的负载瞬态性能，但这也会增加开通时间。图 9-3 显示了 $C_{REF} = 10 \mu F$ 时，开通时间增加至 1ms。

9.2.1.3 应用曲线

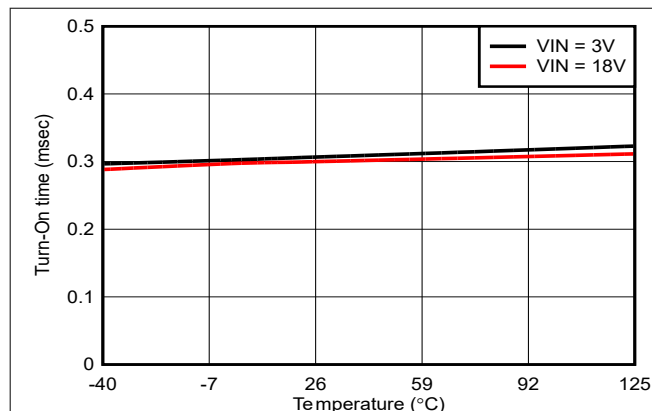


图 9-2. REF53250QDDCRQ1 开通时间
($C_{REF} = 1 \mu F$, $C_{IN} = 0.1 \mu F$)

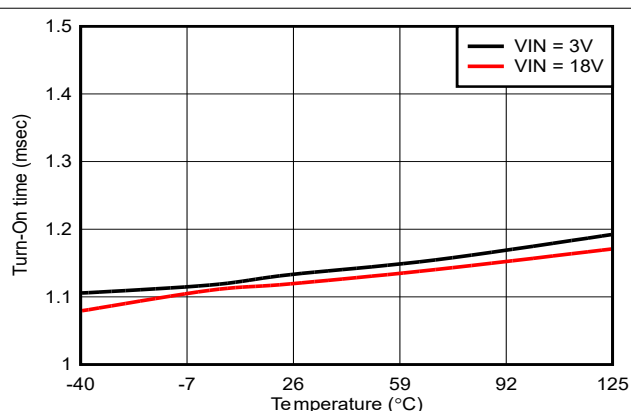


图 9-3. REF53250QDDCRQ1 开通时间
($C_{REF} = 10 \mu F$, $C_{IN} = 0.1 \mu F$)

9.2.2 恒流基准

传感器偏置、LED 驱动、电池充电等多种应用都需要精密恒流源。REF53-Q1 器件具有高精度性能、宽输入电压范围和多种输出电压选项，可满足不同应用的要求，并可配置为恒流源。

图 9-4 显示了配置为恒流源的 REF53-Q1。REF53-Q1 采用悬空器件配置，由器件的 GND 驱动负载。REF53-Q1 提供的精密基准电压与外部精密基准共同从输入电源汲取恒定电流，该电流记为“ I ”。流经负载的实际电流由 REF53-Q1 器件的静态电流和设定值 I 共同构成。REF53-Q1 支持较宽的 V_{IN} 电压范围，因此即使负载两端的电压变化范围较大，也能保持恒流精度。

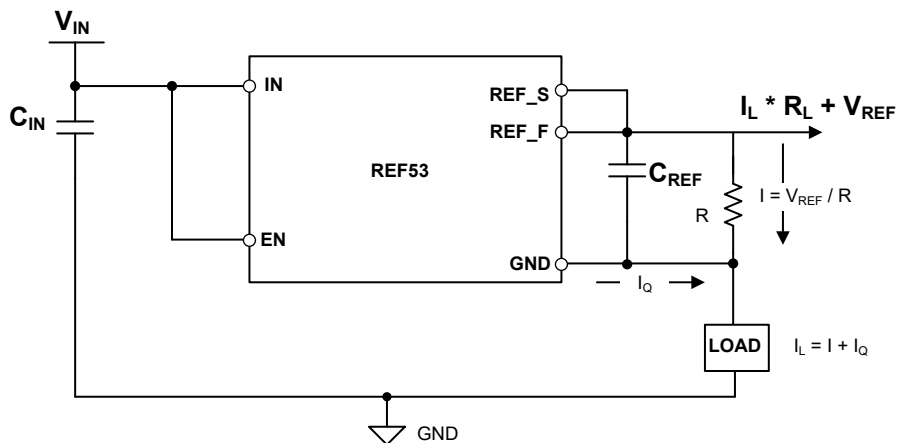


图 9-4. REF53-Q1 恒流源配置

表 9-2 显示了根据图 9-4 所示设计测得的结果。

表 9-2. 恒流源结果

V_{REF}	R	计算出的电流	测得的电流
1.25V	1.4k Ω	0.978mA	0.998mA
1.25V	127 Ω	9.93mA	9.98mA

表 9-2. 恒流源结果 (续)

V_{REF}	R	计算出的电流	测得的电流
1.25V	62 Ω	20.24mA	20.33mA

9.3 电源相关建议

REF53-Q1 基准系列具有低压降特性。在室温下、输出电流为 5mA 时，这些基准器件使用仅比输出电压高 250mV 的电源即可运行。TI 建议使用 0.1 μ F 至 10 μ F 的电源旁路电容器。REF53-Q1 系列具有出色的 PSRR，从而降低了设计人员对洁净电源的要求。

在启动期间，由于输出电容器的影响，REF53-Q1 的输入电流可能会在短时间内较高。输入电流可能会瞬间升高至短路电流 I_{SC} 。

9.4 布局

9.4.1 布局指南

- 电源旁路电容器的位置应尽可能靠近电源引脚和接地引脚。该旁路电容器的建议值为 0.1 μ F 至 10 μ F。对于高噪声或高阻抗电源，必要时增加额外的去耦电容以进行补偿。将最小的电容器放置在最靠近器件的位置。
- 必须使用 1 μ F 至 100 μ F 的低 ESR 电容器对输出进行去耦。
- 通过布线在外部将 REF_S (检测) 连接到 REF_F (强制) 引脚。在靠近负载点的位置将这些布线短接。确保检测信号路径电阻较低，且不会暴露于电路板上的高噪声器件。

9.4.2 布局示例

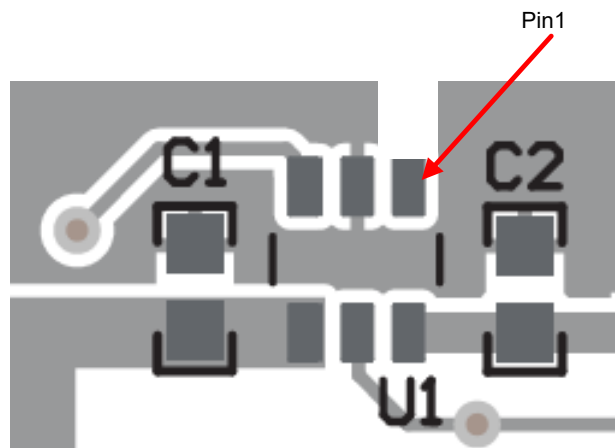


图 9-5. 薄型 SOT 封装的布局示例

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)，[关于数据转换器的电压基准设计提示](#)
- 德州仪器 (TI)，[电压基准选择基础知识](#)

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

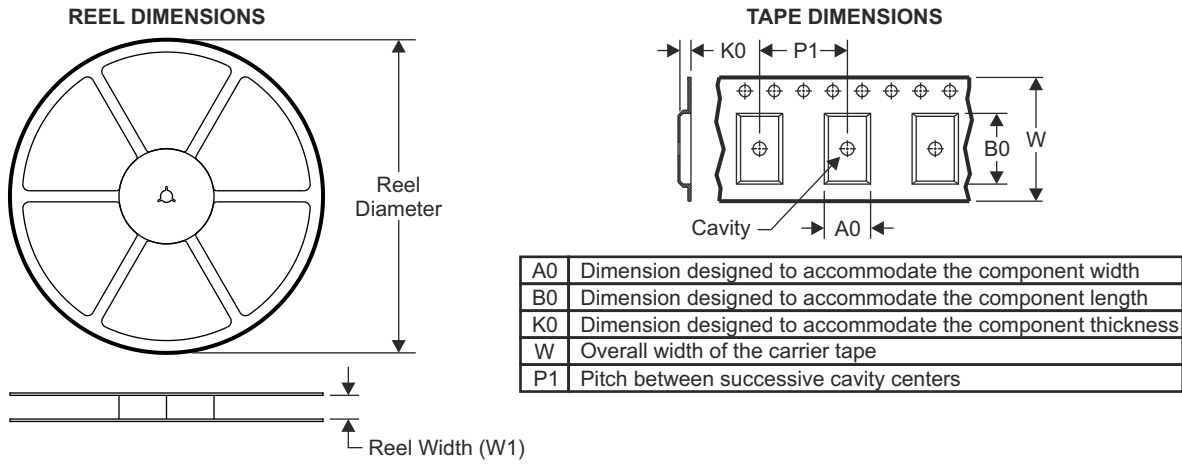
注：以前版本的页码可能与当前版本的页码不同

日期	修订版本	注释
August 2026	*	初始发行版

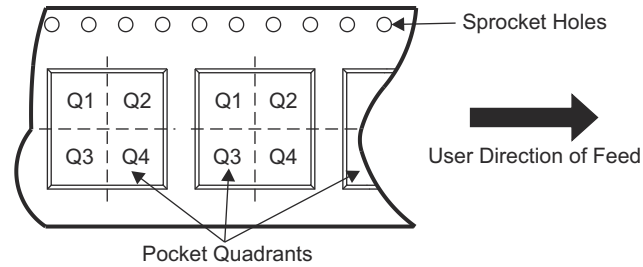
12 机械、封装和可订购信息

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。

12.1 卷带包装信息

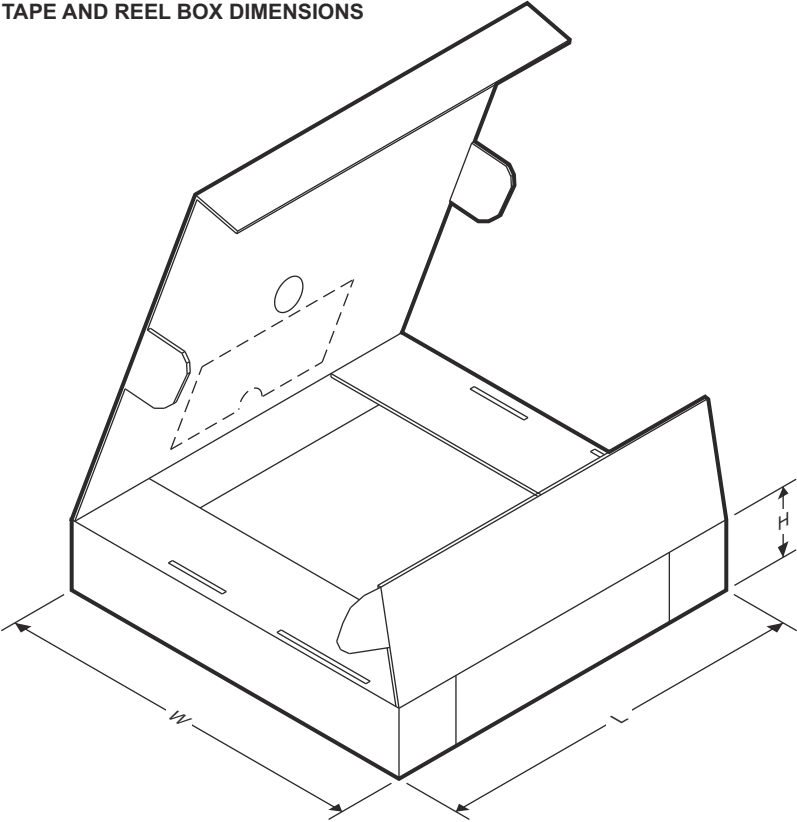


QUADRANT ASSIGNMENTS FOR PIN 1 ORIENTATION IN TAPE



器件	封装类型	封装图	引脚	SPQ	卷带直径 (mm)	卷带宽度 W1 (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P1 (mm)	W (mm)	Pin1 象限
REF53-Q1	SOT-23-THIN	DDC	6	3000	179.0	8.4	3.2	3.2	1.4	4.0	8.0	Q3

TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS



器件	封装类型	封装图	引脚	SPQ	长度 (mm)	宽度 (mm)	高度 (mm)
REF53-Q1	SOT-23- THIN	DDC	6	3000	213.0	191.0	35.0

12.2 机械数据

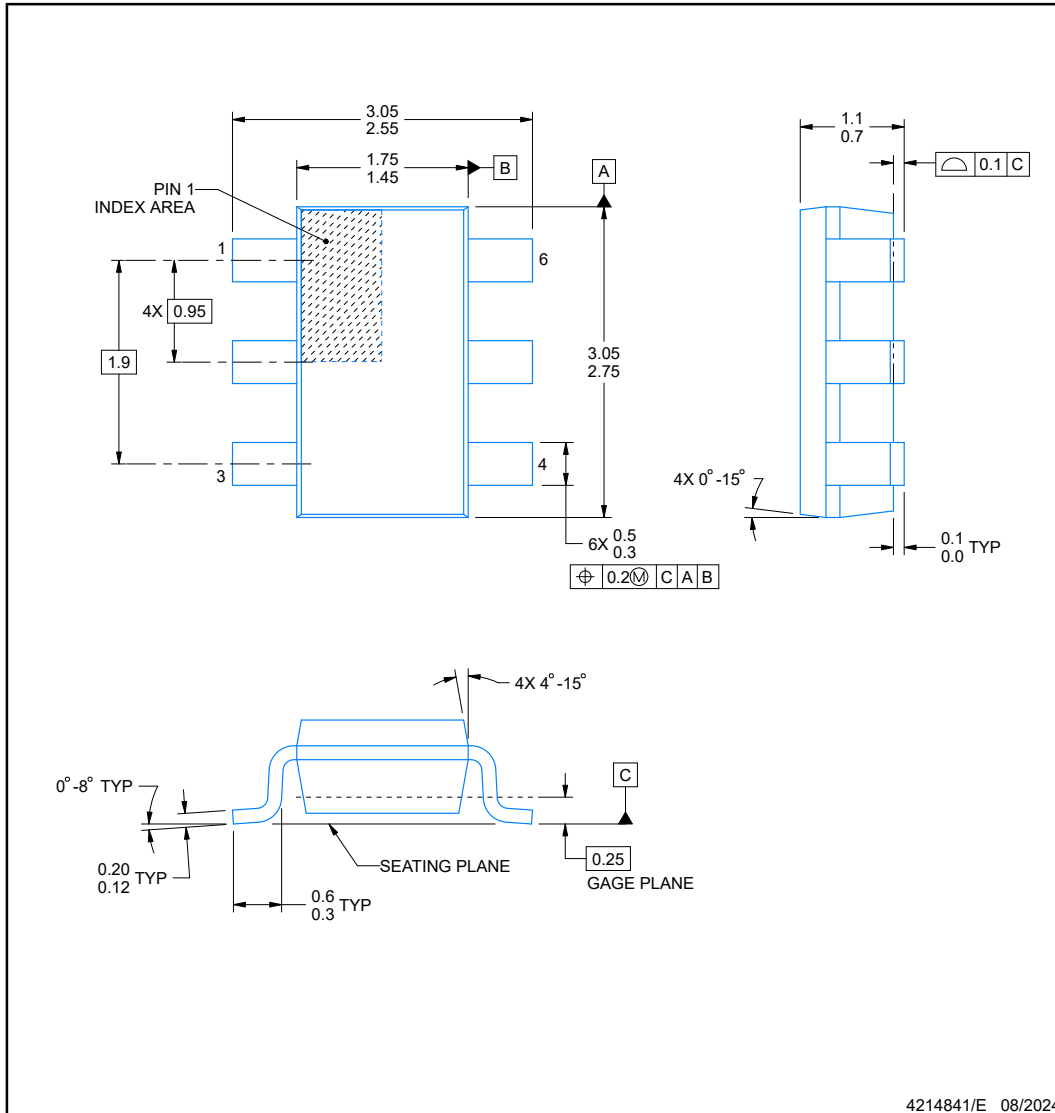
DDC0006A



PACKAGE OUTLINE

SOT-23 - 1.1 max height

SMALL OUTLINE TRANSISTOR



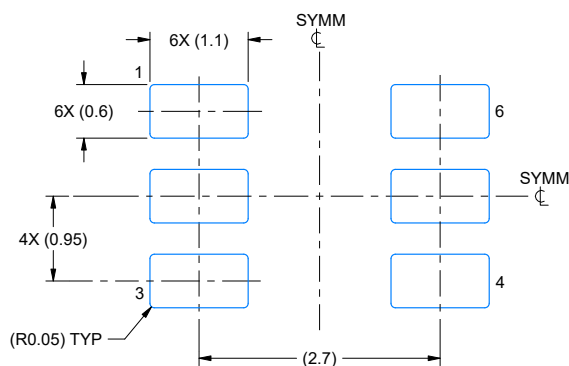
NOTES:

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. Reference JEDEC MO-193.

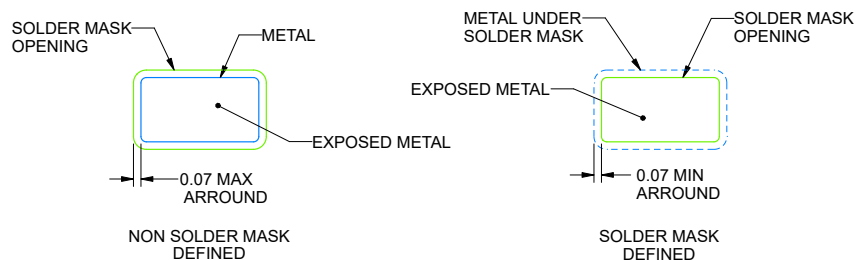
EXAMPLE BOARD LAYOUT**DDC0006A****SOT-23 - 1.1 max height**

SMALL OUTLINE TRANSISTOR

ADVANCE INFORMATION



LAND PATTERN EXAMPLE
EXPLODED METAL SHOWN
SCALE:15X



SOLDERMASK DETAILS

4214841/E 08/2024

NOTES: (continued)

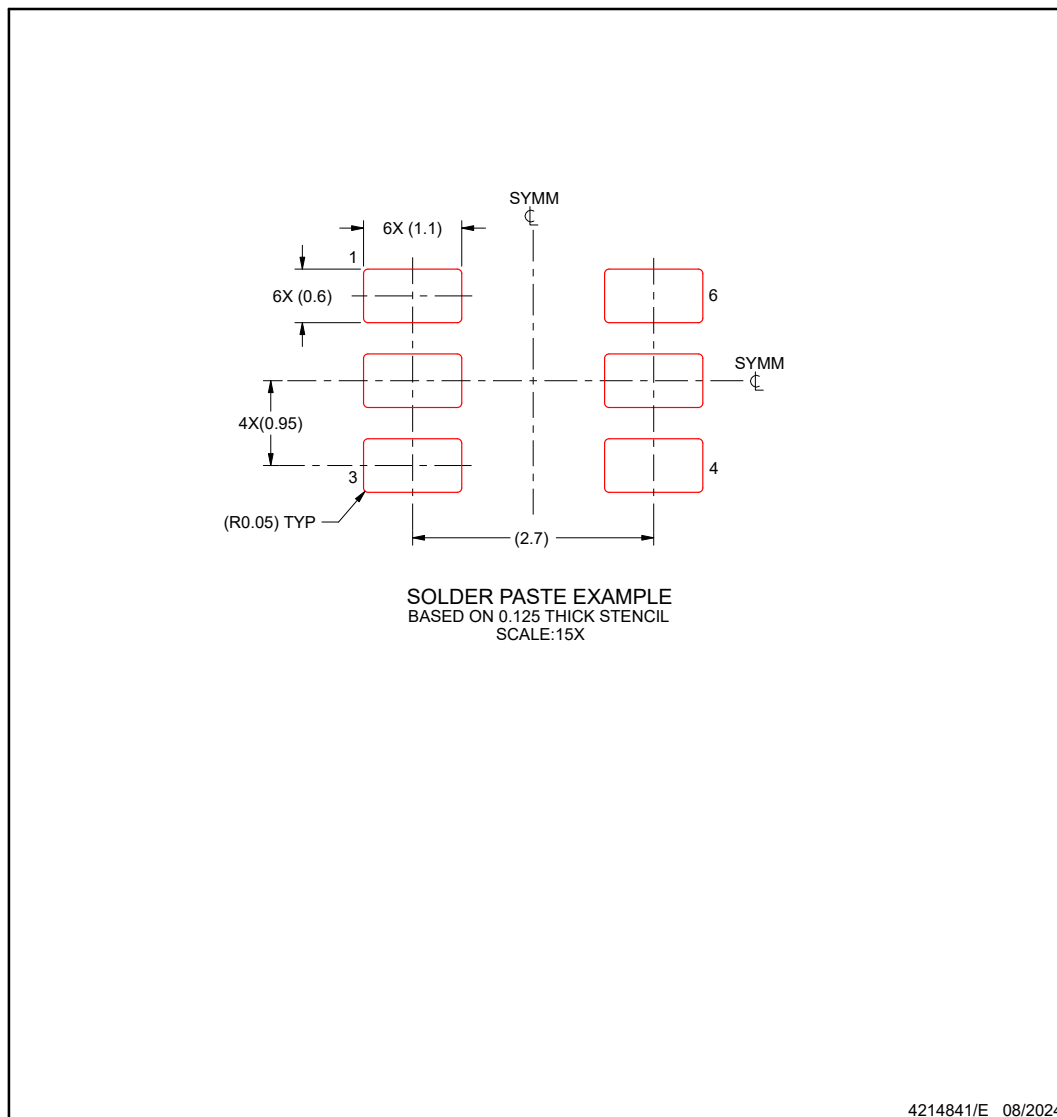
4. Publication IPC-7351 may have alternate designs.
5. Solder mask tolerances between and around signal pads can vary based on board fabrication site.

EXAMPLE STENCIL DESIGN

DDC0006A

SOT-23 - 1.1 max height

SMALL OUTLINE TRANSISTOR



NOTES: (continued)

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

PACKAGING INFORMATION

Orderable part number	Status (1)	Material type (2)	Package Pins	Package qty Carrier	RoHS (3)	Lead finish/ Ball material (4)	MSL rating/ Peak reflow (5)	Op temp (°C)	Part marking (6)
PREF53125AQDDCRQ1	Active	Preproduction	SOT-23- THIN (DDC) 6	3000 LARGE T&R	-	Call TI	Call TI	-40 to 125	

⁽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.

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