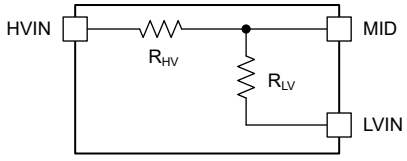
RES80A-Q1 汽车级、2000V_{DC} 精密电阻分压器

1 特性

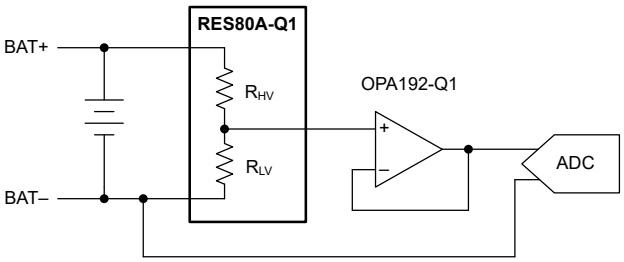
- 符合面向汽车应用的 AEC-Q200 标准：
  - 温度等级 1：-40°C 至 +125°C
- 高额定电压：
  - 在 4000V_{DC} 下可耐受超过 3 次 HiPot 测试 (60s)
  - HVIN 和 LVIN 之间支持 1700V_{DC} 爬电距离和间隙 (IEC-61010 PD 2)
    - 在污染等级 1 条件下支持 2000V_{DC} 爬电距离和电气间隙
- 高直流精度以及低偏移和低漂移：
  - 初始比率匹配精度：±0.1%（最大值）
  - 整个老化和温度范围内的精度为 ±0.2%

2 应用

- 高压总线和电池电压监控
  - 混合动力汽车/电动汽车电池管理系统 (BMS)
  - HEV/EV 直流/直流转换器
  - 混合动力汽车/电动汽车车载充电器 (OBC)
  - HEV/EV 逆变器和电机控制
- 非隔离式、同一接地端、常开型分压器
- 高共模范围放大器



功能方框图



典型电路原理图

3 说明

RES80A-Q1 是一款匹配电阻分压器，采用德州仪器 (TI) 的现代、高性能模拟晶圆工艺和薄膜 SiCr。高质量 SiO_2 绝缘层封装了电阻器，可在极高的电压下使用，该电压在持续运行时高达 2000V_{DC}，在进行 HiPot 测试时高达 4000V_{DC} (60s)。该器件具有 R_{HV} = 50MΩ 的标称输入电阻，并提供多种标称比率以满足各种系统需求。

RES80A-Q1 系列具有高比率匹配精度，所测量的每个分压器的比率处于标称值的 ±0.1%（最大值）以内。该精度在额定温度范围内和老化期间保持不变，累积漂移仅为 ±0.2%（最大值）。因此，未经校准的 RES80A-Q1 在使用寿命内的容差保持在 ±0.3%（最大值）范围内。

RES80A-Q1 符合汽车 AEC-Q200 温度 1 级标准，额定温度范围为 –40°C 至 +125°C。该器件采用 8 引脚 SOIC 封装，标称封装尺寸为 7.5mm × 5.85mm，在高压引脚和低压引脚之间具有至少 8.5mm 的爬电距离和间隙距离。

封装信息

器件型号	封装(1)	封装尺寸(2)
RES80A-Q1	DWV (SOIC, 8)	5.85mm × 11.5mm

(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）。

器件信息

器件型号	标称比率 (R_{HV}:R_{LV})
RES80A145-Q1	145:1
RES80A210-Q1(1)	210:1
RES80A250-Q1(1)	250:1
RES80A315-Q1(1)	315:1
RES80A410-Q1(1)	410:1
RES80A500-Q1(1)	500:1
RES80A610-Q1(1)	610:1
RES80A100-Q1	1000:1

(1) 预发布信息（非预告信息）。

ADVANCE INFORMATION

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）。

ADVANCE INFORMATION

内容

1 特性 1
2 应用 1
3 说明 1
4 引脚配置和功能 2
5 规格 3
5.1 绝对最大额定值 3
5.2 ESD 等级 3
5.3 建议运行条件 4
5.4 热性能信息 4
5.5 电气特性 5
6 详细说明 7
6.1 概述 7
6.2 功能方框图 7
6.3 特性说明 7
6.4 器件功能模式 8
7 应用和实施 9
7.1 应用信息 9
7.2 典型应用 13
7.3 电源相关建议 14
7.4 布局 15
8 器件和文档支持 17
8.1 器件支持 17
8.2 文档支持 18
8.3 接收文档更新通知 18
8.4 支持资源 18
8.5 商标 18
8.6 静电放电警告 18
8.7 术语表 18
9 修订历史记录 18
10 机械、封装和可订购信息 18

4 引脚配置和功能

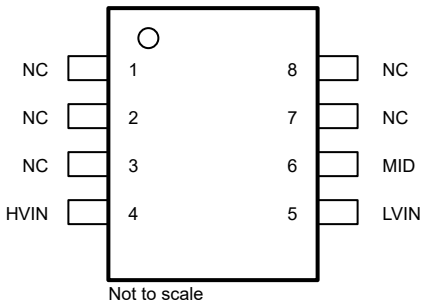


图 4-1. DWV 封装，8 引脚 SOIC（俯视图）

表 4-1. 引脚功能

引脚		类型	说明
名称	编号		
HVIN	4	输入	分压器的高压输入
LVIN	5	输入	分压器的低压输入
MID	6	输出	分压器的中心抽头
NC	1、2、3	—	高压侧的非内部连接引脚。焊接到 PCB 上以实现最佳的板级可靠性。在计算爬电距离和间隙时，必须考虑这些引脚的外露金属面积。
NC	7、8	—	低压侧的非内部连接引脚。焊接到 PCB 上以实现最佳的板级可靠性。在计算爬电距离和间隙时，必须考虑这些引脚的外露金属面积。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

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)

			最小值	最大值	单位
	每个分压器的最大短期过载电压 $V_D = V_{HVIN} - V_{LVIN}$（100ms，$T_A$ = 25°C，DWV 封装）(2)(3)	RES80A145	-2700	2700	V
		RES80A210	-2700	2700	
		RES80A250	-2700	2700	
		RES80A315	-2700	2700	
		RES80A410	-2700	2700	
		RES80A500	-2700	2700	
		RES80A610	-2700	2700	
		RES80A100	-2700	2700	
	瞬态高电势电压，交流（50Hz，T_A = 25°C，DWV 封装）(4)(5)(6)	RES80A145	-3000	3000	V_{RMS}
		RES80A210	-3000	3000	
		RES80A250	-3000	3000	
		RES80A315	-3000	3000	
		RES80A410	-3000	3000	
		RES80A500	-3000	3000	
		RES80A610	-3000	3000	
		RES80A100	-3000	3000	
	瞬态高电势电压，直流（T_A = 25°C，DWV 封装）(4)(5)(6)	RES80A145	-4000	4000	V_{DC}
		RES80A210	-4000	4000	
		RES80A250	-4000	4000	
		RES80A315	-4000	4000	
		RES80A410	-4000	4000	
		RES80A500	-4000	4000	
		RES80A610	-4000	4000	
		RES80A100	-4000	4000	
T_A	环境温度		-55	150	°C
T_J	结温		-55	150	°C
T_{stg}	贮存温度		-55	175	°C

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

(2) 瞬态条件下允许的不会降低性能的最大短期电压。避免在这些电压电平或更高的电压电平下持续工作，尤其是在所造成的自发热导致 T_J 超过 150°C 时。

(3) 在生产环境中进行了测试，每个器件均施加 ±2.7kV、持续 100ms 的应力。

(4) 封装的高压域（引脚 1-4）至低压域（引脚 5-8）的差分电压。

(5) 总应力持续时间为 180s，在使用寿命内以不超过 60s 的增量累积，占空比 ≤ 20%。例如，在连续应力达到 60s 后，等待 240s，使器件温度稳定，然后再重复应力。重复的瞬态高电势电压测试可能导致性能下降或器件损坏。

(6) 额定值仅适用于预告信息和预发布器件。“量产数据”器件的最终值待定。

5.2 ESD 等级

			值	单位
$V_{(ESD)}$	静电放电	人体放电模型 (HBM)，符合 AEC Q200-002 标准，除 5 和 6 以外的所有引脚	±4000	V
		人体放电模型 (HBM)，符合 AEC Q200-002 标准，引脚 5 和 6	±2000	

ADVANCE INFORMATION

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

ADVANCE INFORMATION

5.3 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
	每个分压器的最大持续单极电压（DWV 封装，HVIN 引脚至 LVIN 引脚，T_A = 25°C 下 10 年）(1)(2)	RES80A145	-2000		2000	V_{DC}
		RES80A210	-2000		2000	
		RES80A250	-2000		2000	
		RES80A315	-2000		2000	
		RES80A410	-2000		2000	
		RES80A500	-2000		2000	
		RES80A610	-2000		2000	
		RES80A100	-2000		2000	
	每个分压器的最大持续 50Hz 交流双极电压（DWV 封装，HVIN 引脚至 LVIN 引脚，T_A = 25°C 下 10 年）(1)(2)	RES80A145	-440		440	V_{RMS}
		RES80A210	-440		440	
		RES80A250	-440		440	
		RES80A315	-440		440	
		RES80A410	-440		440	
		RES80A500	-440		440	
		RES80A610	-440		440	
		RES80A100	-440		440	
T_A	环境温度		-40		125	°C

(1) 假设 $R_{\theta JA}$ = 112.4°C/W。
(2) 有关单极与双极偏置条件及其对器件可靠性影响的更多信息，请参阅*时间依赖性电介质击穿*。

5.4 热性能信息

热指标(1)		RES80A-Q1 DWV (SOIC) 8 引脚	单位
$R_{\theta JA}$	结至环境热阻	112.4	°C/W
$R_{\theta JC(top)}$	结至外壳（顶部）热阻	52.1	°C/W
$R_{\theta JB}$	结至电路板热阻	54.7	°C/W
ψ_{JT}	结至顶部特征参数	40.0	°C/W
ψ_{JB}	结至电路板特征参数	53.2	°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。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

5.5 电气特性

V_D = 1000V，T_A = 25℃ 时（除非另有说明）

参数		测试条件		最小值	典型值	最大值	单位
初始电阻							
R_{HV}	输入电阻				50		MΩ
R_{LV}	比率相关的电阻(1)	RES80A145			344.8		kΩ
		RES80A210			238.1		
		RES80A250			200.0		
		RES80A315			158.7		
		RES80A410			122.0		
		RES80A500			100.0		
		RES80A610			82.0		
		RES80A100			50.0		
G_{nom}	标称比率	R_{HV}/R_{LV}	RES80A145		145		
			RES80A210		210		
			RES80A250		250		
			RES80A315		315		
			RES80A410		410		
			RES80A500		500		
			RES80A610		610		
			RES80A100		1000		
t_D	初始比率容差(2)	V_D = 250V 至 V_D = 1000V，$(R_{HV}/R_{LV})/G_{nom}$ – 1(3)	RES80A145	-0.1	±0.020	0.1	%
			RES80A210	-0.1		0.1	
			RES80A250	-0.1		0.1	
			RES80A315	-0.1		0.1	
			RES80A410	-0.1		0.1	
			RES80A500	-0.1		0.1	
			RES80A610	-0.1		0.1	
			RES80A100	-0.1	±0.049	0.1	
t_{abs}	绝对容差（每电阻）(5)	(R_x/R_{xnom}) – 1(3)		-15	-2.5	15	%
	绝对容差范围	最大（t_{absRHV}、t_{absRLV}）– 最小（t_{absRHV}、t_{absRLV}）			待定		%
电阻漂移							
	整个工作寿命内的比率容差漂移(4)	连续 10 年，T_A = –40°C 至 +85°C，单极偏置，V_D = 1500V，$(G_{INITIAL} – G_{FINAL})/G_{INITIAL}$(3)		-0.2	±0.02	0.2	%
TCR_{abs}	电阻的绝对温度系数（每个电阻器）(5)(6)	$(\Delta R_x/R_{x(25°C)})/\Delta T_A$，$T_A$ = –40°C 至 +125°C			待定		ppm/°C
TCR_{ratio}	电阻的分压器温度系数（每分压器）(2)(6)	$\Delta t_D/\Delta T_A$，T_A = –40°C 至 +85°C		-5	待定	5	ppm/℃
		$\Delta t_D/\Delta T_A$，T_A = –40°C 至 +125°C		-5	待定	5	ppm/℃
VCR_{abs}	电阻的绝对电压系数（每电阻）(5)(6)	$\Delta R_x/\Delta V_{Rx}$，V_D = 100V 至 V_D = 1000V	R_{HV}		待定		Ω/V
			R_{LV}		待定		Ω/V
VCR_{ratio}	电阻的分压器电压系数（每分压器）(2)(6)	$\Delta t_D/\Delta V_D$，V_D = 100V 至 V_D = 1000V			±0.05		ppm/V
阻抗							
C_{IN}	引脚电容(6)(7)	HVIN，V_{LVIN} = V_{MID} = 0V			待定		pF
		MID，V_{LVIN} = V_{HIN} = 0V			待定		
		LVIN，V_{MID} = V_{HIN} = 0V			待定		

ADVANCE INFORMATION

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

V_D = 1000V，T_A = 25℃ 时（除非另有说明）

参数		测试条件		最小值	典型值	最大值	单位
	–3dB 带宽(6)(8)	按 f = 100Hz，无 C_{FILTER} 时的衰减进行归一化处理	RES80A145		待定		kHz
			RES80A210		待定		
			RES80A250		待定		
			RES80A315		待定		
			RES80A410		待定		
			RES80A500		待定		
			RES80A610		待定		
			RES80A100		待定		
t_s	稳定时间(6)	至 1%，10V 阶跃	RES80A145		待定		µs
			RES80A210		待定		
			RES80A250		待定		
			RES80A315		待定		
			RES80A410		待定		
			RES80A500		待定		
			RES80A610		待定		
			RES80A100		待定		
		至 0.1%，10V 阶跃	RES80A145		待定		µs
			RES80A210		待定		
			RES80A250		待定		
			RES80A315		待定		
			RES80A410		待定		
			RES80A500		待定		
			RES80A610		待定		
			RES80A100		待定		
e_N	热噪声密度(7)	f = 1kHz	RES80A145		72.5		nV/√Hz
			RES80A210		60.3		
			RES80A250		55.3		
			RES80A315		49.3		
			RES80A410		43.2		
			RES80A500		39.1		
			RES80A610		35.4		
			RES80A100		27.7		

(1) 输入电阻 (R_{HV}) 和标称比率 (G_{nom}) 是决定 R_{LV} 值的控制规范。为了便于表示，R_{LV} 的标称值采用三位有效数字。
(2) R_{HV}/R_{LV} 与标称比率。
(3) 规格是该表达式的结果，以百分比（乘以 100%）的形式给出
(4) 根据设计和加速认证测试确定。
(5) R_{HV} 和 R_{LV} 与标称值。
(6) 根据特征确定。
(7) 根据设计指定。
(8) 对于特定器件和应用，–3dB 带宽会受到器件级和电路板级寄生电容的显著影响。前馈电容会导致高频衰减低于标称值，从而产生增益峰值。建议在 R_{LV} 两端并联一个滤波电容以进行增益整形，并确认各频率下的衰减满足电路及设计目标。该电容器的数值最好通过实验确定和验证。有关更多信息，请参阅*额外保护*和*布局指南*。

ADVANCE INFORMATION

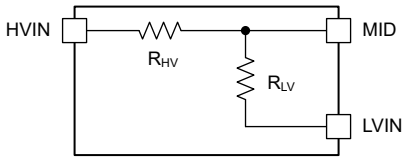
Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

6 详细说明

6.1 概述

RES80A-Q1 包含两个精密的薄膜 SiCr 电阻器，这两个电阻器排列形成一个匹配的分压器，并覆有绝缘 SiO_2 层。该器件包含一个标称值为 50MΩ 的*输入* 电阻器 R_{HV}。该器件还包含一个*增益* 电阻器 R_{LV}，其阻值取决于 RES80A-Q1 的标称比率 (R_{HV}/R_{LV})。

6.2 功能方框图



6.3 特性说明

6.3.1 比例匹配

RES80A-Q1 的电阻器通过以下两个公式来描述：

$$R_{HV} = R_{HVnom} \times (1 \pm t_{abs}) = R_{HVnom} \times (1 \pm t_{RHV}) \times (1 \pm t_{SiCr}) \quad (1)$$

$$R_{LV} = R_{LVnom} \times (1 \pm t_{RLV}) \times (1 \pm t_{SiCr}) \quad (2)$$

其中

- R_{HVnom} 和 R_{LVnom} 是每个电阻器的标称值。
- t_{abs} 是误差项，用于描述 RES80A-Q1 的电阻器的绝对容差，使得 $|t_{abs}| \leqslant 15\%$。
- t_{SiCr} 是晶圆的 SiCr 电阻率变化，决定了给定电阻器的绝对容差。给定 RES80A-Q1 的两个电阻器呈叉指状，并且来自相同的晶圆区域；因此，t_{SiCr} 对于两个电阻器而言实际上是相同的，但 t_{SiCr} 因器件而异。当从比例角度考虑分压器时，这些误差项会消失；请参阅以下公式。
- t_{RHV} 和 t_{RLV} 是针对每个电阻器的局部变化或失调电压误差项。这些项描述了给定 RES80A-Q1 器件在考虑通用 t_{SiCr} 后相应电阻器的剩余有效容差。

$$\frac{R_{HV}}{R_{LV}} = \frac{R_{HVnom} \times (1 \pm t_{RHV}) \times (1 \pm t_{SiCr})}{R_{LVnom} \times (1 \pm t_{RLV}) \times (1 \pm t_{SiCr})} = \frac{R_{HVnom} \times (1 \pm t_{RHV})}{R_{LVnom} \times (1 \pm t_{RLV})} = G_{nom} \times \frac{(1 \pm t_{RHV})}{(1 \pm t_{RLV})} = G \quad (3)$$

$$\frac{R_{HV}}{R_{LV} + R_{HV}} = \frac{R_{HVnom} \times (1 \pm t_{RHV}) \times (1 \pm t_{SiCr})}{R_{LVnom} \times (1 \pm t_{RLV}) \times (1 \pm t_{SiCr}) + R_{HVnom} \times (1 \pm t_{RHV}) \times (1 \pm t_{SiCr})} = \frac{R_{HVnom} \times (1 \pm t_{RHV})}{R_{LVnom} \times (1 \pm t_{RLV}) + R_{HVnom} \times (1 \pm t_{RHV})} \quad (4)$$

RES80A-Q1 的规定最大初始分压器分压比容差为 0.1%，这意味着对于给定的分压器，实际分压器分压比 G 和标称分压器分压比 G_{nom} 之间的关系描述如下：

$$G = G_{nom} \times (1 \pm t_D) \quad (5)$$

使得 $t_D \leqslant 0.1\%$。由于在最终测试阶段时会筛除所有不符合这些标准的器件，因此这些公式可以与前面的公式一起用来证明 t_{RHV} 和 t_{RLV} 的有效界限。因此，尽管器件的绝对端到端容差界限为 ±15%，但每个电阻器的有效误差容差（对于比率应用）大约在 ±0.115% 范围内（最坏情况 t_{RHV} 和 t_{RlV}）。

6.3.2 超低噪声

电阻中的噪声可在两个单独的区域中进行评估：低频闪烁噪声和宽带热噪声。对于需要频率低于 100Hz 的信号增益的系统，闪烁（或 1/f 噪声）非常重要。薄膜电阻器（包括 RES80A-Q1）的闪烁噪声低于厚膜电阻器工艺的闪

ADVANCE INFORMATION

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

烁噪声。在大于 1kHz 的区域中，通常以热噪声为主，该噪声会随着电阻幅度的增加而增加。噪声被建模为与电阻串联的电压源。

对于 RES80A-Q1 等电阻分压器，在 R_{HV} 和 R_{LV} 两个电阻器的中心抽头位置测量的热噪声等同于值为 $R_{HV} \parallel R_{LV}$ 的电阻器的热噪声：

$$e_N = \sqrt{(4k_B TR)} \tag{6}$$

其中：

- e_N 是以 nV/ √Hz 为单位的热噪声密度
- T 是以开尔文 (K) 为单位的绝对温度
- k_B 是玻尔兹曼常数 1.381 × 10-23J/K
- $R = R_{HV} \parallel R_{LV}$

$R_{HV} >> R_{LV}$；因此 $R \approx R_{LV}$。例如，对于 RES80A610-Q1：

$$e_N = \sqrt{(4k_B TR)} = \sqrt{4 \times 1.38E^{-23} \frac{J}{K} \times 278K \times (50M\Omega \parallel 81.97k\Omega)} = 35.4nV/\sqrt{Hz} \tag{7}$$

6.4 器件功能模式

RES80A-Q1 具有单个用于 HVIN 引脚的焊盘和两个用于 MID 和 LVIN 引脚的焊盘，所有其他焊盘和引脚都处于电气悬空状态。将 MID 和 LVIN 引脚分别连接至系统的*低压域*，例如微控制器 ADC 输入和机箱接地。将 HVIN 引脚偏置至被测系统的高电势，如电池组的高侧。

HVIN 和 LVIN 可用于直接在电池的高侧和低侧之间进行测量。但是，为避免出现过压情况，请验证由 MID 驱动的下游电路是否正确地以低侧 (LVIN) 为基准。

ADVANCE INFORMATION

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

7 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。

7.1 应用信息

7.1.1 电池组测量

RES80A-Q1 可与汽车级精密放大器（如 OPA192-Q1）配合使用，以对电动汽车电池的高侧 (BAT+) 进行单端测量（相对于固定电势）。对于 BAT – 和 GND 等效的系统（如图 7-1 (a) 所示），图 7-2 中显示的配置适用。另一种方法是直接测量电池 BAT+ 和 BAT – 之间的电压，如图 7-3 所示。此方法对于以电池低侧 BAT – 为基准的系统非常有用，如图 7-1 (b) 所示。

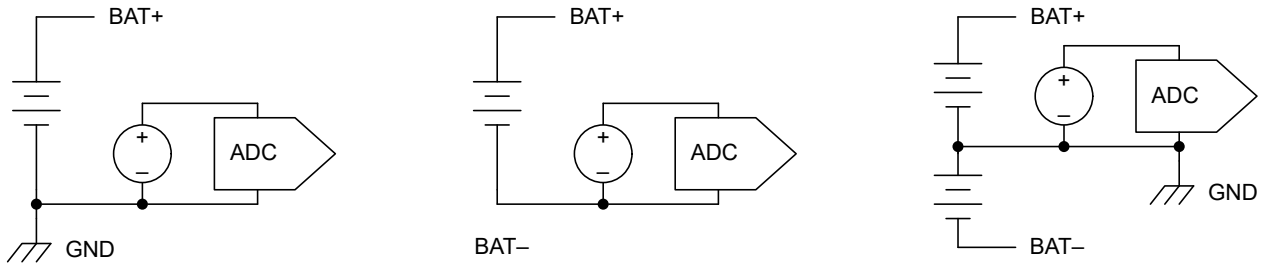


图 7-1. 常见电池和系统配置

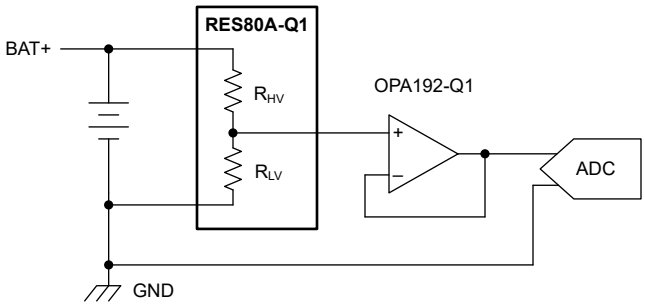


图 7-2. 单端测量，BAT+ 至 GND

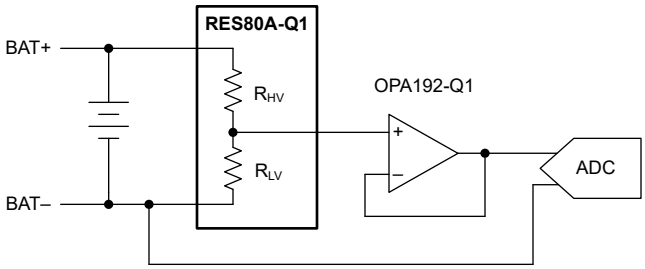


图 7-3. 单端测量，BAT+ 至 BAT –

对于某些系统架构，BAT – 相对于机箱 GND 悬空；另请参阅图 7-1 (c)。例如，如果以机箱接地端为基准的微控制器需要测量整个电池组上的电压，则可以使用两个 RES80A-Q1 器件和一个 OPA192-Q1 构建一个差分放大

ADVANCE INFORMATION

器。图 7-4 展示了该方法。如果有两个 ADC 通道，则可以使用两个 RES80A-Q1 器件和一个 OPA2192-Q1 执行两个单端测量。

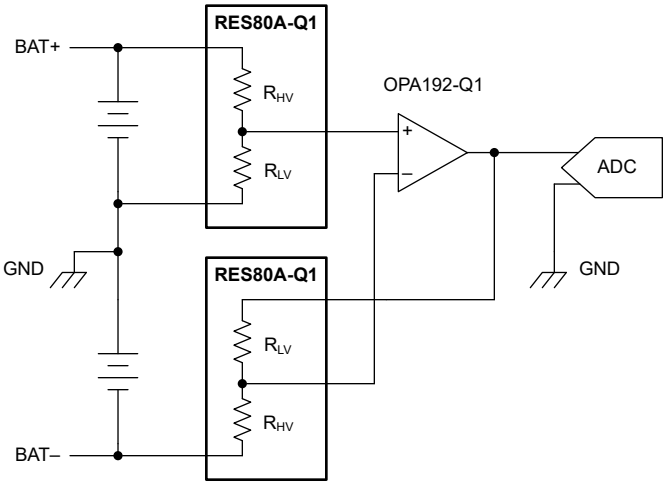


图 7-4. 差分测量，BAT+ 至 BAT –

系统漏电流和放大器输入的静态电流会降低测量精度。在某些情况下，可以使用保护缓冲器来减小漏电流。遵循最佳实践来减少电路板污染并减小泄漏。

以使用 RES80A500-Q1 的示例 800V 单端电池测量为例（另请参阅图 7-2），流过分压器的静态电流为：

$$I_{STATIC} = \frac{V_{BATT}}{(R_{HV} + R_{LV})} = \frac{800V}{(50M\Omega + 100k\Omega)} = 16\mu A \quad (8)$$

因此，使用的缓冲放大器必须具有低偏置电流，以便 $I_B << I_{STATIC}$。OPA192-Q1 的低偏置电流（25°C 下的典型值为 5pA，–40°C 至 +125°C 的最大值为 5nA）使该器件成为此角色的理想选择。

7.1.2 分压器电路

RES80A-Q1 通常用于对高电位进行分压，使其处于 ADC 或运算放大器的输入满量程范围内。此分压器电路的通用示意图如下所示。

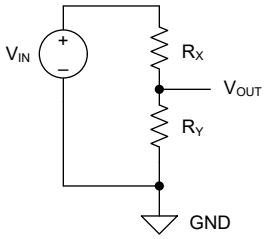


图 7-5. 一般分压器电路

$$G_{VD} = \frac{R_Y}{R_Y + R_X} \quad (9)$$

$$V_{OUT} = V_{IN} \times G_{VD} \quad (10)$$

$$G_{VD} = G_{VD_{nom}}(1 + t_{VD}) \quad (11)$$

对于 RES80A-Q1，此电路中 R_{HV} 和 R_{LV} 分别充当 R_X 和 R_Y。代入这些项后，可得到以下传递函数：

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

ADVANCE INFORMATION

$$G_{VD} = \frac{R_{LV}}{R_{LV} + R_{HV}} = \frac{1}{G + 1} \quad (12)$$

由于 G_{VD} 是 G 的直接函数，因此这些分压器电路的比率容差误差 t_{VD} 是 t_D 的直接函数。此配置中 t_{VD} 的典型参数值和最大参数值根据给定的 t_D 值计算得出，如下所示：

$$t_{VD} = \frac{-G_{nom} \times t_D}{G_{nom} \times t_D + G_{nom} + 1} \quad (13)$$

例如，如果在此配置中使用 RES80A210-Q1 且 t_D = 0.0290%，则相关的 t_{VD} 误差为 –0.0288% (288ppm)。

$$t_{VD} = \frac{-G_{nom} \times t_D}{G_{nom} \times t_D + G_{nom} + 1} = \frac{-210 \times 0.00029}{210 \times 0.00029 + 210 + 1} \quad (14)$$

出现符号变化是因为正 t_{Dx} 误差意味着 $R_{HV} > R_{HVnom}$ 或 $R_{LV} < R_{LVnom}$。由于得到的 G_{VD} 小于标称值，因此误差项为负。由于每个 RES80A-Q1 都有较高的比例增益 *G*，因此得出的 t_{VD} 幅度约等于 t_D；具体而言，t_{VD} 的幅度始终略小于 t_D 的幅度。为保守起见和简化计算，可在基本电路误差分析中直接使用 t_D。如需更详细的计算和误差分析，请使用 *HV RES 误差计算器*。

7.1.2.1 分压器电路漂移

如节 7.1.2 中所述，RES80A-Q1 的分压器电路误差 t_{VD} 与增益电路误差 t_D 之间的关系如下：

$$G_{VDx} = \frac{R_{IN}}{R_{IN} + R_G} = G_{VD_{nom}}(1 + t_{VD}) \rightarrow t_{VD} = \frac{-G_{nom} \times t_D}{G_{nom} \times t_D + G_{nom} + 1} \quad (15)$$

因此，分压器传递函数 G_{VD} 随温度的变化是 t_D 随温度变化的直接函数。将温度系数 TCR_{ratio} 与环境温度变化相乘得到 t_D 的变化，这反过来被适当公式代入，以计算 t_{VD} 的变化。t_{VD} 中的变化直接描述了 G_{VD} 中的变化。

例如，考虑一个 G_{nom} = 210 的 RES80A210-Q1 和一个如图 7-5 所示的电路配置，其中 $R_X = R_{HV}$ 且 $R_Y = R_{LV}$。假设 t_D 最初为 0.0290%，并由于环境温度升高 30°C 而增加 15ppm。温度变化前 t_{VD} 的初始值计算如下：

$$t_{VD} = \frac{-G_{nom} \times t_D}{G_{nom} \times t_D + G_{nom} + 1} = \frac{-210 \times 0.00029}{210 \times 0.00029 + 210 + 1} = -0.000288 = -288\text{ppm} \quad (16)$$

温度变化后，t_{VD} 新值的计算公式如下：

$$t_{VD} = \frac{-G_{nom} \times t_D}{G_{nom} \times t_D + G_{nom} + 1} = \frac{-210 \times 0.000305}{210 \times 0.000305 + 210 + 1} = -0.000303 = -303\text{ppm} \quad (17)$$

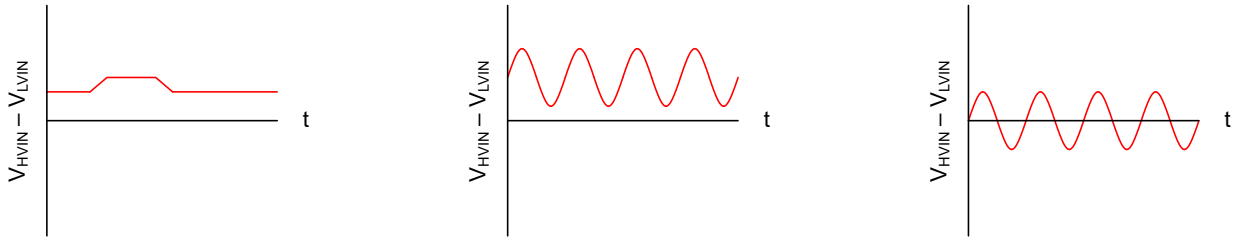
在这种情况下，t_D 中的漂移为 15ppm，会导致 t_{VD} 中的漂移约为 –15ppm。同样，为了简化计算，TCR_{ratio} 可直接与 t_D 一起使用，以进行基本电路误差分析。*HV RES 误差计算器* 对于在整个温度和电压应力范围内进行更复杂的误差分析非常有用。

7.1.3 时间依赖性电介质击穿

RES80A-Q1 所采用的薄膜 SiCr、SiO_2 绝缘模拟晶圆工艺已通过时间依赖性电介质击穿 (TDDB) 测试，本身已通过持续高压运行的资格认证。执行 TDDB 测试即在较长时间内对专用测试结构施加恒定的高交流或直流电压应力，直到器件因电气短路而磨损和失效。通过在多个电压下进行 TDDB 测试，指定工作电压下的工艺寿命可通过采用 Weibull 方法外推确定。TDDB 测试表明，两种不同的偏置条件（*单极* 信号和*双极* 信号）会导致该工艺以及 RES80A-Q1 具有不同的运行寿命。因此，在进行器件可靠性分析时，必须将偏置或输入信号的特性考虑在内。

ADVANCE INFORMATION

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated



(a) Dynamic dc bias, Unipolar signal

(b) Dynamic ac bias, Unipolar signal

(c) Dynamic ac bias, Bipolar signal

图 7-6. RES80A-Q1 的单极和双极偏置示例

在*单极*应用场景中，RES80A-Q1 输入端电压 (V_{HVIN}) 的电位始终高于或低于衬底电压 V_{LVIN}。对于大多数直流测量应用（例如电动汽车电池组测量），$V_{HVIN} > V_{LVIN}$ 或 $V_{HVIN} < V_{LVIN}$ 始终成立。只要在典型运行期间 V_{HVIN} 不*穿越* V_{LVIN} 上方或下方，许多时变信号（例如随时间变化的电池电压或相对于 BAT – 的电机相电压测量）也被视为单极信号。因此，即使电场*强度*可能随时间变化，单极运行也与器件输入和衬底之间的电场*方向*始终一致。单极运行可实现更长的运行寿命和超低的建模缺陷率，是 RES80A-Q1 最常见的应用场景。对于连续单极运行，RES80A-Q1 的最大建议工作电压为 2000Vdc。

在*双极*应用场景中，RES80A-Q1 输入端电压 (V_{HVIN}) 反复在衬底电压 V_{LVIN} 的上下穿越或摆动。当从 V_{HVIN} 到 V_{LVIN} 的极性发生反转时，电场的方向变化会对器件衬底产生应力，并导致与单极运行（其中电场方向保持一致）相比不同的磨损机制。双极测量的示例包括相对于固定中性电势的交流市电电压线测量，或者某些分体式电池组架构，其中 BAT – < V_{LVIN} < BAT+ 且*单个* RES80A-Q1 的 HVIN 引脚在 BAT+ 和 BAT – 之间*快速*切换。对于连续双极运行，RES80A-Q1 的最大建议工作电压为 440Vrms。

ADVANCE INFORMATION

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

7.2 典型应用

RES80A-Q1 可配置为与隔离式放大器（例如 AMC1311B-Q1）配合使用，以进行需要增强型隔离的测量。图 7-7 显示了此类应用的示例电路配置，其中 RES80A-Q1 衰减输入电压，AMC1311B-Q1 穿过隔离栅。采用 RES11A-Q1 和 OPA388-Q1 的分立式差分放大器用于调整 AMC1311B-Q1 的差分输出电压，以便与单端 5V ADC 配合使用。

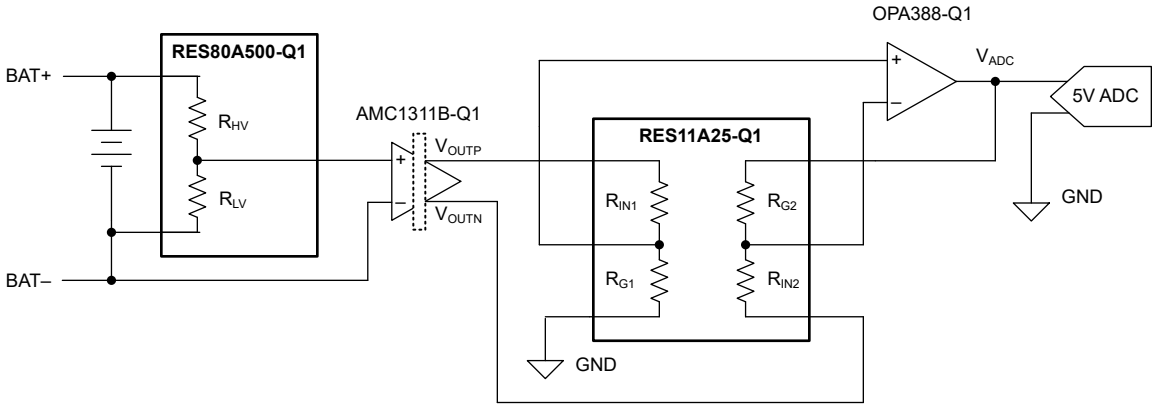


图 7-7. 采用 RES80A-Q1 和 AMC1311B-Q1 的直流总线测量

7.2.1 设计要求

参数	设计目标
直流总线电压范围	0V 至 1000V
输出 (V_{ADC}) 满标量程	0V 至 5V
衰减（标称比率）	500:1
未经校准的初始测量误差	±0.5% FSR

7.2.2 详细设计过程

此设计将总线的高共模电压衰减到 AMC1311B-Q1 线性输入范围内的电平。可以考虑下面一些关键的可能电路误差源：

- AMC1311B-Q1 的典型输入偏置电流为 3.5nA。当 R_{LV} = 100kΩ 时，此输入偏置电流在 MID 表现为 350µV 的失调电压误差。当此失调电压以平方和根和与 AMC1311B-Q1 的 400µV 典型输入失调电压进行计算时，会得到 532µV 的失调电压。此失调电压代表 2V 满标量程的 0.0266%，通常不是主要的误差因子。
- 可以使用隔离式放大器电压检测 Excel 计算器近似计算 AMC1311B-Q1 的增益误差和积分非线性误差。在本例中，典型 FSR 计算为 0.07%。
- RES80A500-Q1 的预计典型初始比例增益容差约为 0.02%，该容差以平方和根方式与前面提到的 AMC1311B-Q1 误差相加，可得出总典型 FSR 误差为 0.078%。
- 电平转换电路会引入额外的误差，并对前面讨论的误差应用增益系数。但是，由于 OPA388-Q1 的低失调电压和 RES11A-Q1 的高精度，这些额外误差 (0.014% FSR) 足够低，不会显著影响最终的典型误差。由于此级中的误差和满量程范围均按 2.5 倍进行缩放，因此有效误差（以满量程的百分比表示）保持不变。

0.079% 典型 FSR 误差的最终计算结果表示 1σ 值，因此 ±6σ 估算得出 ±0.473% 的 FSR 误差。结果表明电路符合 ±0.5% FSR 应用要求，并具有裕度。

ADVANCE INFORMATION

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

7.2.3 应用曲线

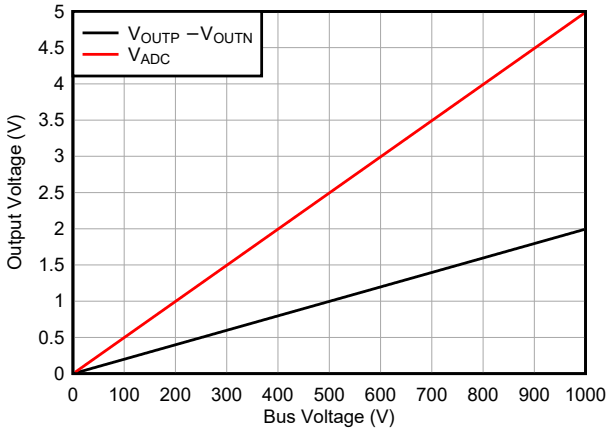


图 7-8. 传递函数

7.3 电源相关建议

RES80A-Q1 是一款不包含有源电路或保护二极管的高压电阻分压器。除了遵守*绝对最大额定值* 和*建议运行条件* 中所述的限制外，没有任何特定的电源连接要求。

7.3.1 其他保护

虽然并非必需，但可以使用外部电路元件来扩展 RES80A-Q1 的稳健性，并进一步保护敏感的下游电路。

- 为了针对高边沿速率瞬态事件（例如在需要极高 ESD 等级的应用中）提供额外裕量，请考虑在器件输入端实现高压旁路电容器或电容器串。该并联路径可分流高频信号并绕过 RES80A-Q1，耗散器件外部的浪涌能量，并且不会影响器件的直流和低频率精度。有关实现方案，请参阅*布局示例*。
  - 验证是否遵守爬电距离和间隙要求，并注意额外的输入电容会延长系统阶跃响应趋稳时间。
  - 测试表明，由一个铁氧体磁珠和三个串联的 2000V、X7R 旁路电容器组成的输入保护网络，可将 ESD 通过阈值扩展至超过 ±12kV；请参阅 *RES60A-Q1 扩展可靠性测试* 应用手册。
  - 在某些系统中，X 类或 Y 类电容器等*上游* 电容，甚至是电池组的堆叠电芯，可以发挥这种作用，并且本身就能提供一定程度的额外保护。根据应用要求选择并验证保护方案。
- 在 HIPOT 测试期间和峰值输入电压下，施加高压应力时，RES80A-Q1 继续充当电阻分压器，因此 MID 引脚上的电压也相应升高。验证 MID 及其之后的所有下游电路均使用保护二极管（例如肖特基二极管）正确钳位，或其额定值能够承受相关电压上升。
  - 如有必要，MID 和 LVIN 引脚之间的 TVS 二极管（例如 TSD05C）可以为下游低压电路提供针对快速瞬态的额外钳位保护。有关更多信息，请参阅*系统级 ESD 保护指南* 和 *ESD 保护布局指南* 应用手册。
- 与 R_{LV} 并联一个专用滤波或补偿电容器 C_{FILTER}，以根据电路或应用需求在高频下进行增益整形，并有助于保护下游电路免受快速瞬态的影响。虽然使用较大的 C_{FILTER} 值会导致高频噪声显著衰减，但如果 C_{FILTER} 过大，器件的阶跃响应会变慢。
  - 寄生电路板电容也随着 C_{FILTER} 的增加而增加，进而可能产生比预期更大的有效 C_{LV}。因此，应根据应用要求选择 C_{FILTER} 值，并使用最终的印刷电路板实现来验证器件性能是否满足设计目标。

ADVANCE INFORMATION

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

7.4 布局

7.4.1 布局指南

为了实现器件的最佳运行性能，应使用良好的印刷电路板 (PCB) 布局规范，包括：

- 通过尽可能远离电源线或噪声源来布设敏感的走线（例如 MID 连接），从而减少寄生耦合。如果这些走线无法分开，将敏感走线与噪声走线垂直交叉，而非平行布设，效果要好得多。
- RES80A-Q1 中耗散的功率会导致结温升高。为了实现可靠运行，结温必须被限制为最高 150°C。保持较低的结温可以实现较高的可靠性。
  - 封装热阻 $R_{\theta JA}$ 受安装技术和环境的影响。空气循环不良会显著增加对周围环境的热阻。通过将 RES80A-Q1 焊接到具有宽印刷电路引线的电路板上（尤其是对于 LVIN 连接），以便更好地通过器件引线进行传导，可以实现出色的热性能。
- 使用坡口切槽来实现改善的 PCB 爬电距离。对于宽度超过 1mm 的坡口，有效爬电距离是现有爬电距离加上坡口的宽度和坡口深度的两倍。该总和必须等于或超过所需的爬电距离。坡口不得将基板削弱到无法满足机械测试要求的程度。坡口下方的所有层都必须没有布线、过孔和焊盘，以保持最大的爬电距离。
- 在组装 PCB 板之后对其进行清洁，以获得最佳性能。残余助焊剂会产生寄生漏电路径并缩短有效爬电距离。
- 任何精密集成电路都可能因湿气渗入塑料封装中而出现性能变化。在执行任何 PCB 水清洁流程之后，将 PCB 组件烘干，以去除清洁时渗入器件封装中的湿气。
  - 在大多数情形下，清洗后在 85°C 下低温烘烤 30 分钟即可。
- 使用保形涂层或灌封，即绝缘聚合物或其他材料层沉积在组装的 PCB 上，以进一步改善 RES80A-Q1 周围的污染等级。该过程通过消除或减少污染物的影响来降低爬电距离和间隙距离要求。

7.4.2 布局示例

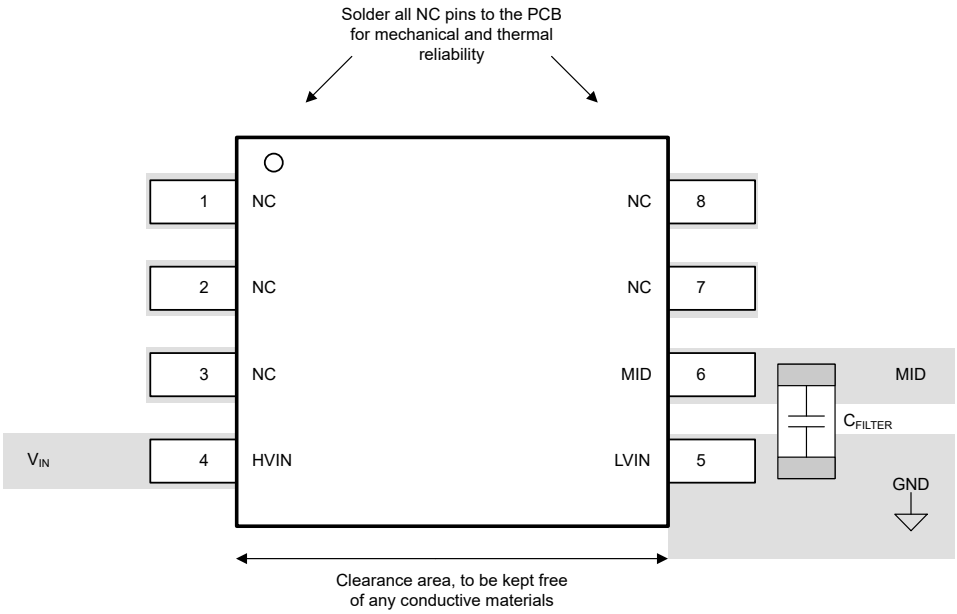


图 7-9. 布局示例，DWV 封装

ADVANCE INFORMATION

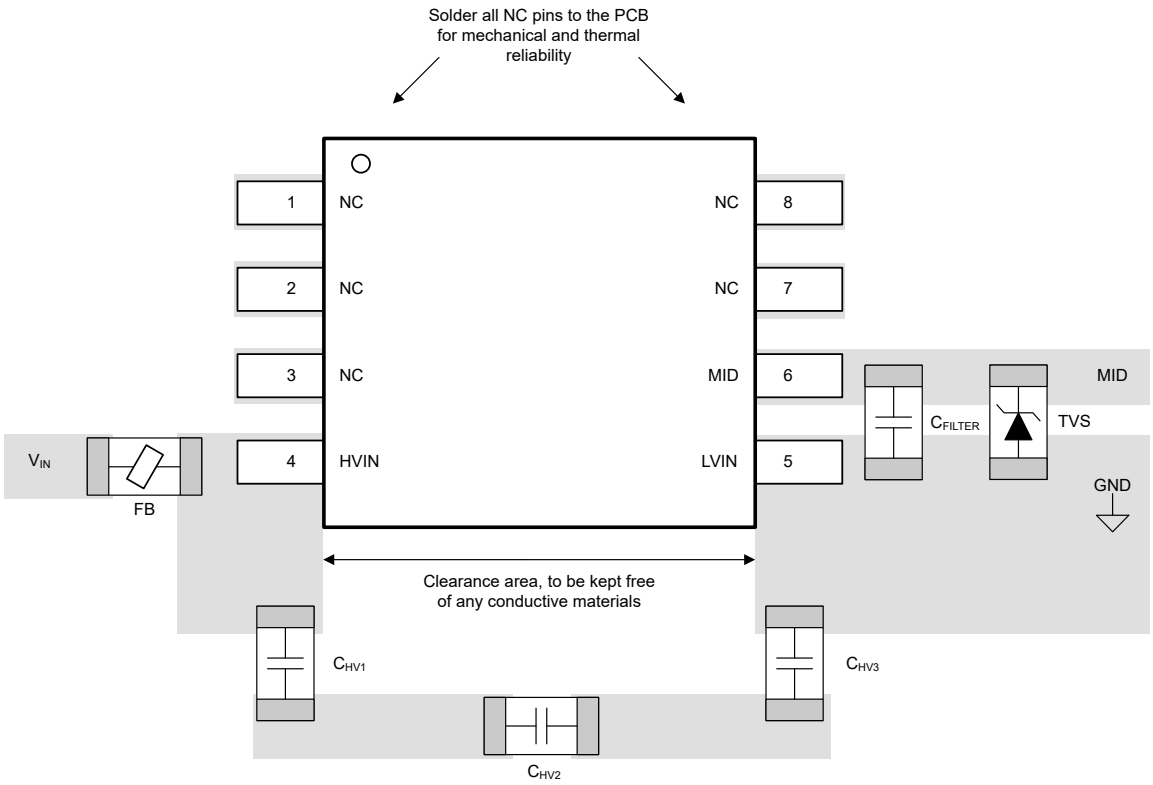


图 7-10. 布局示例，具有额外保护的 DWV 封装

ADVANCE INFORMATION

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

8 器件和文档支持

8.1 器件支持

8.1.1 开发支持

8.1.1.1 PSpice® for TI

PSpice® for TI 是可帮助评估模拟电路性能的设计和仿真环境。在进行布局和制造之前创建子系统设计和原型解决方案，可降低开发成本并缩短上市时间。

8.1.1.2 TINA-TI™ 仿真软件（免费下载）

TINA-TI™ 仿真软件是一款简单易用、功能强大且基于 SPICE 引擎的电路仿真程序。TINA-TI 仿真软件是 TINA™ 软件的一款免费全功能版本，除了一系列无源和有源模型外，此版本软件还预先载入了一个宏模型库。TINA-TI 仿真软件提供所有传统的 SPICE 直流、瞬态和频域分析，以及其他设计功能。

TINA-TI 仿真软件提供全面的后处理能力，便于用户以多种方式获得结果，用户可从设计和仿真工具网页免费下载。虚拟仪器提供选择输入波形和探测电路节点、电压以及波形的能力，从而构建一个动态的快速启动工具。

备注

必须安装 TINA 软件或者 TINA-TI 软件后才能使用这些文件。请从 TINA-TI™ 软件文件夹中下载免费的 TINA-TI 仿真软件。

8.1.1.3 TI 参考设计

TI 参考设计是由 TI 的精密模拟应用专家创建的模拟解决方案。TI 参考设计提供了许多实用电路的工作原理、组件选择、仿真、完整印刷电路板 (PCB) 电路原理图和布局布线、物料清单以及性能测量结果。TI 参考设计可在线获取，网址为 https://www.ti.com/reference-designs。

8.1.1.4 模拟滤波器设计器

设计和仿真工具网页以基于网络的工具形式提供模拟滤波器设计器，用户可以利用该设计器在短时间内完成多级有源滤波器解决方案的设计、优化和仿真。

ADVANCE INFORMATION

8.2 文档支持

8.2.1 相关文档

请参阅以下相关文档：

- 德州仪器 (TI)，*RES60A-Q1 扩展可靠性测试* 应用手册
- 德州仪器 (TI)，*RES60EVM* 评估模块
- 德州仪器 (TI)，*什么是爬电距离和间隙？*TI 高精度实验室视频
- 德州仪器 (TI)，*RES11A-Q1 汽车级、低噪声、精密匹配薄膜电阻器对* 数据表
- 德州仪器 (TI)，*RES21A-Q1 具有 10kΩ 输入的汽车类匹配薄膜电阻分压器* 数据表
- 德州仪器 (TI)，*栅极驱动电路中铁氧体磁珠的使用和优势* 应用简报

8.3 接收文档更新通知

要接收文档更新通知，请导航至 ti.com 上的器件产品文件夹。点击*通知* 进行注册，即可每周接收产品信息更改摘要。有关更改的详细信息，请查看任何已修订文档中包含的修订历史记录。

8.4 支持资源

TI E2E™ 中文支持论坛是工程师的重要参考资料，可直接从专家处获得快速、经过验证的解答和设计帮助。搜索现有解答或提出自己的问题，获得所需的快速设计帮助。

链接的内容由各个贡献者“按原样”提供。这些内容并不构成 TI 技术规范，并且不一定反映 TI 的观点；请参阅 TI 的使用条款。

8.5 商标

TINA-TI™ and TI E2E™ are trademarks of Texas Instruments.
TINA™ is a trademark of DesignSoft, Inc.
PSpice® is a registered trademark of Cadence Design Systems, Inc.
所有商标均为其各自所有者的财产。

8.6 静电放电警告

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

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

8.7 术语表

TI 术语表　　本术语表列出并解释了术语、首字母缩略词和定义。

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

日期	修订版本	注释
September 2026	*	初始发行版

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。

ADVANCE INFORMATION

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)
PRES80A100QDWVRQ1	Active	Preproduction	SOIC (DWV) | 8	1000 | LARGE T&R	-	Call TI	Call TI	-40 to 125	
PRES80A145QDWVRQ1	Active	Preproduction	SOIC (DWV) | 8	1000 | 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.

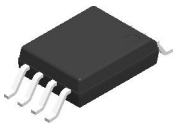
(5) **MSL rating/Peak reflow:** The moisture sensitivity level ratings and peak solder (reflow) temperatures. In the event that a part has multiple moisture sensitivity ratings, only the lowest level per JEDEC standards is shown. Refer to the shipping label for the actual reflow temperature that will 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.

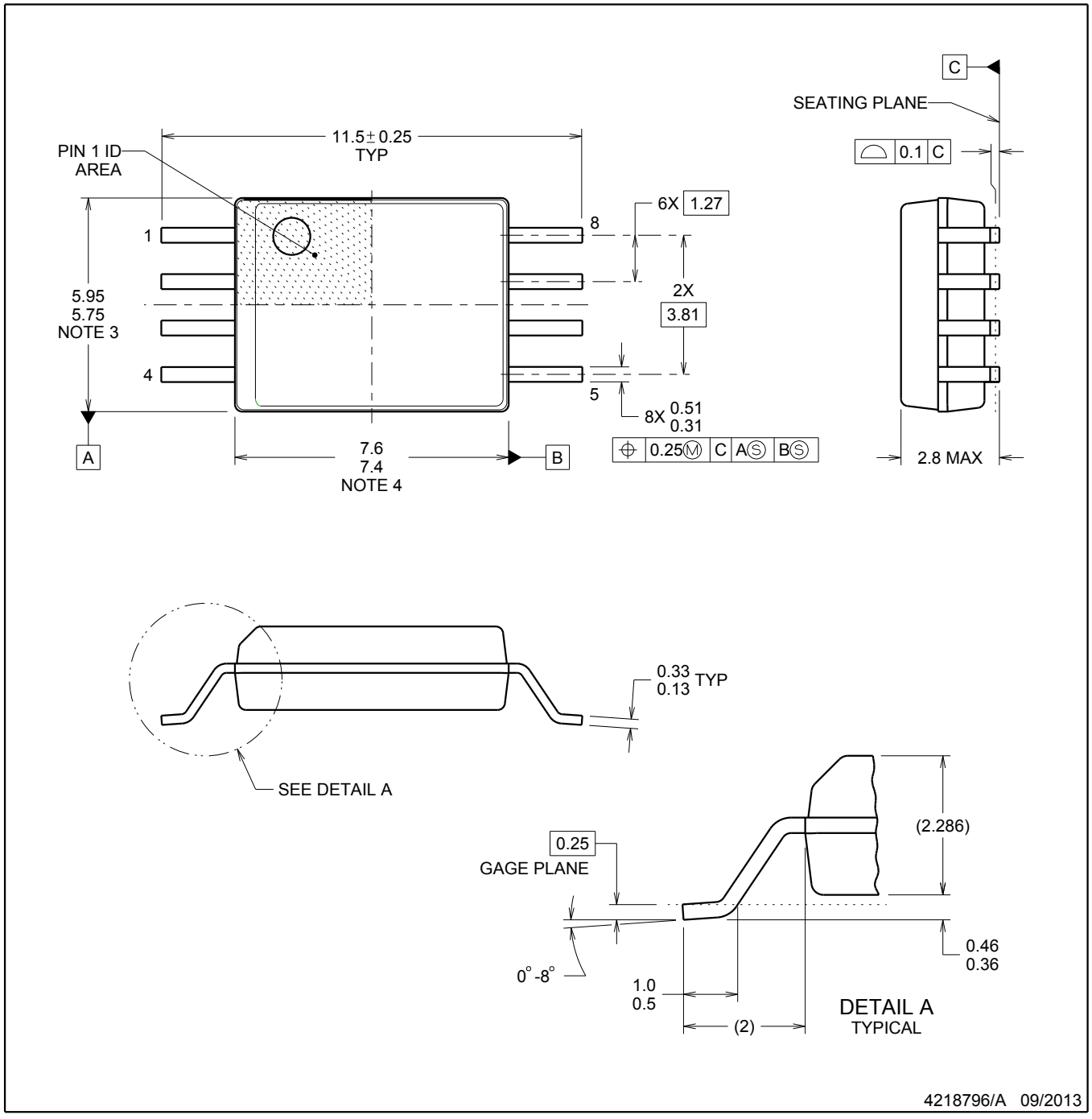
In no event shall TI's liability arising out of such information exceed the total purchase price of the TI part(s) at issue in this document sold by TI to Customer on an annual basis.



DWV0008A

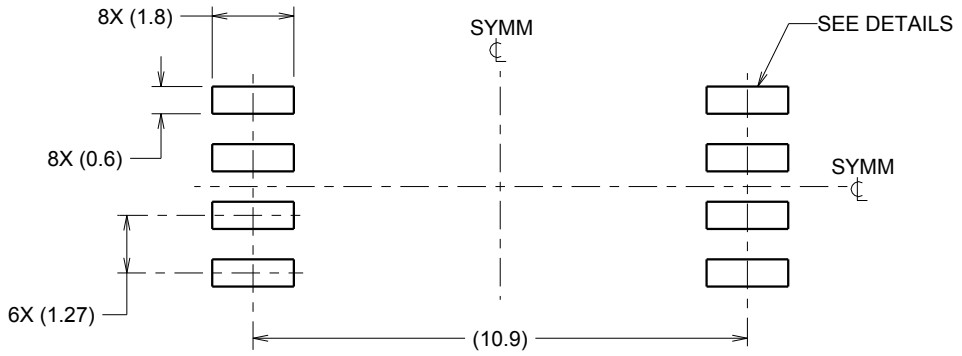
SOIC - 2.8 mm max height

SOIC

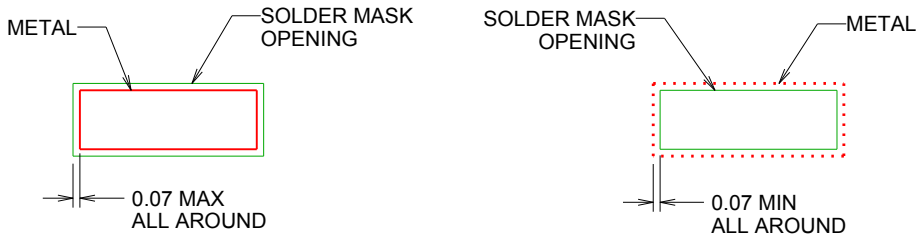


NOTES:

1. All linear dimensions are in millimeters. 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.



LAND PATTERN EXAMPLE
9.1 mm NOMINAL CLEARANCE/CREEPAGE
SCALE:6X



SOLDER MASK DETAILS

4218796/A 09/2013

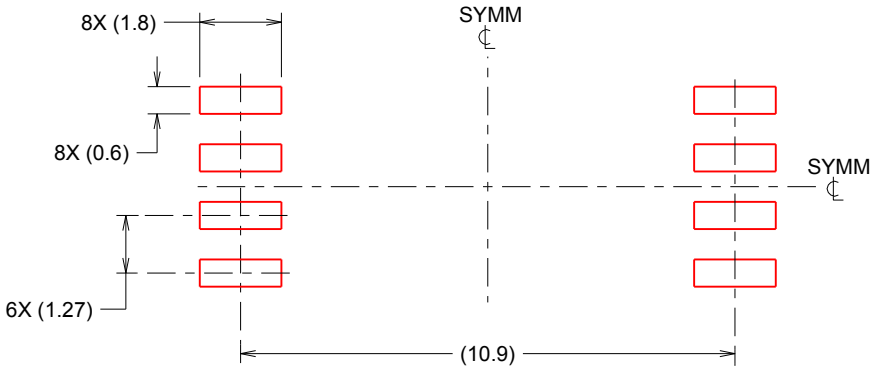
NOTES: (continued)

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

DWV0008A

SOIC - 2.8 mm max height

SOIC



SOLDER PASTE EXAMPLE
BASED ON 0.125 mm THICK STENCIL
SCALE:6X

4218796/A 09/2013

NOTES: (continued)

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