

### 产品特性

共模电压范围:  $\pm 600\text{ V}$

轨到轨输出

固定增益: 1

宽电源范围:  $\pm 2.5\text{ V}$ 至 $\pm 18\text{ V}$

电源电流:  $550\ \mu\text{A}$ (典型值)

出色的交流特性

共模抑制比(CMRR):  $90\ \text{dB}$ (最小值)

带宽:  $130\ \text{kHz}$

高精度直流性能

增益非线性:  $5\ \text{ppm}$ (最大值)

失调电压漂移:  $10\ \mu\text{V}/^\circ\text{C}$ (最大值)

增益漂移:  $5\ \text{ppm}/^\circ\text{C}$ (最大值)

### 应用

高压电流检测

电池单元电压监控器

电源电流监控器

电机控制

隔离

### 概述

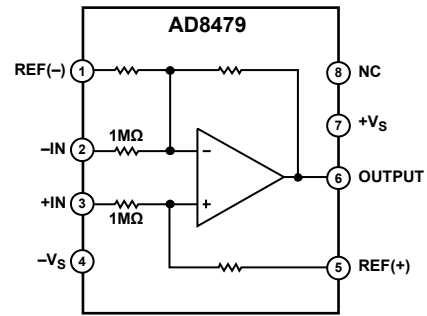
AD8479是一款精密差动放大器,具有非常高的输入共模电压范围,可以在最高 $\pm 600\text{ V}$ 的高共模电压情况下精确测量差分信号。

在不要求电隔离的应用中,AD8479可以取代昂贵的隔离放大器。该器件在 $\pm 600\text{ V}$ 共模电压范围内工作,并对输入提供最高 $\pm 600\text{ V}$ 的共模或差分瞬变电压保护。

AD8479具有以下特性:低失调电压、低失调电压漂移、低增益漂移、低共模抑制漂移以及在较宽频率范围内出色的共模抑制比(CMRR)。

AD8479采用节省空间的8引脚SOIC封装,额定温度范围为 $-40^\circ\text{C}$ 至 $+125^\circ\text{C}$ 。

### 功能框图



NOTES  
1. NC = NO CONNECT. DO NOT CONNECT TO THIS PIN. 11118-001

图1.

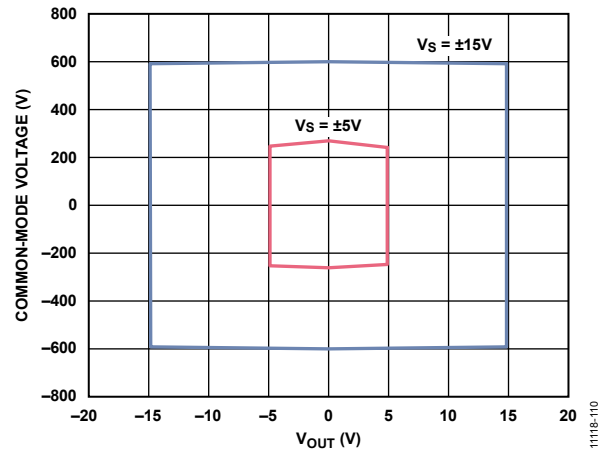


图2. 输入共模电压与输出电压的关系

Rev. 0

Document Feedback

Information furnished by Analog Devices is believed to be accurate and reliable. However, no responsibility is assumed by Analog Devices for its use, nor for any infringements of patents or other rights of third parties that may result from its use. Specifications subject to change without notice. No license is granted by implication or otherwise under any patent or patent rights of Analog Devices. Trademarks and registered trademarks are the property of their respective owners.

One Technology Way, P.O. Box 9106, Norwood, MA 02062-9106, U.S.A.  
Tel: 781.329.4700 ©2013 Analog Devices, Inc. All rights reserved.  
Technical Support [www.analog.com](http://www.analog.com)

## 目录

产品特性 .....	1	应用信息 .....	12
应用 .....	1	基本连接 .....	12
概述 .....	1	单电源供电 .....	12
功能框图 .....	1	系统级去耦和接地 .....	12
修订历史 .....	2	使用大分流电阻 .....	13
技术规格 .....	3	输出滤波 .....	14
绝对最大额定值 .....	4	60倍增益差分放大器 .....	14
ESD警告 .....	4	误差预算分析示例 .....	15
引脚配置和功能描述 .....	5	外形尺寸 .....	16
典型工作特性 .....	6	订购指南 .....	16
工作原理 .....	11		

## 修订历史

2013年4月—修订版0：初始版

## 技术规格

除非另有说明,  $V_S = \pm 15\text{ V}$ ,  $\text{REF}(-) = \text{REF}(+) = 0\text{ V}$ ,  $R_L = 2\text{ k}\Omega$ ,  $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

表1.

参数	测试条件/注释	A级			B级			单位
		最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值	
增益	$V_{\text{OUT}} = \pm 10\text{ V}$ , $R_L = 2\text{ k}\Omega$							
标称增益			1			1		V/V
增益误差			0.01	0.02		0.005	0.01	%
增益非线性度			4	10		2	5	ppm
增益漂移	$T_A = T_{\text{MIN}}$ 至 $T_{\text{MAX}}$		3	5		3	5	ppm/ $^\circ\text{C}$
失调电压								
失调电压	$V_S = \pm 15\text{ V}$		0.5	3		0.5	1	mV
	$V_S = \pm 5\text{ V}$		0.5	3		0.5	1	mV
失调电压漂移	$T_A = T_{\text{MIN}}$ 至 $T_{\text{MAX}}$		3	15		3	10	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
电源抑制比(PSRR)	$V_S = \pm 2.5\text{ V}$ 至 $\pm 15\text{ V}$	84	100		90	100		dB
输入								
共模抑制比(CMRR)	$V_{\text{CM}} = \pm 600\text{ V dc}$							
	$T_A = 25^\circ\text{C}$	80	90		90	96		dB
	$T_A = T_{\text{MIN}}$ 至 $T_{\text{MAX}}$	80			90			dB
	$V_{\text{CM}} = 1200\text{ V p-p}$ , DC至12 kHz	80			80			dB
工作电压范围	共模			$\pm 600$			$\pm 600$	V
	差分			$\pm 14.7$			$\pm 14.7$	V
输入工作阻抗	共模		500			500		k $\Omega$
	差分		2			2		M $\Omega$
输出								
输出电压摆幅	$R_L = 2\text{ k}\Omega$	$-V_S + 0.3$		$+V_S - 0.3$	$-V_S + 0.3$		$+V_S - 0.3$	V
输出短路电流			$\pm 55$			$\pm 55$		mA
容性负载	稳定工作		500			500		pF
动态响应								
小信号-3 dB带宽			130			130		kHz
压摆率			7.5	8		7.5	8	V/ $\mu\text{s}$
全功率带宽	$V_{\text{OUT}} = 20\text{ V p-p}$		100			100		kHz
建立时间	0.01%, $V_{\text{OUT}} = 10\text{ V}$ 步进		11			11		$\mu\text{s}$
	0.001%, $V_{\text{CM}} = 10\text{ V}$ 步进		15.4			15.4		$\mu\text{s}$
输出电压噪声								
0.01 Hz至10 Hz			30	35		30	35	$\mu\text{V p-p}$
噪声频谱密度	$f \geq 100\text{ Hz}$		1.6			1.6		$\mu\text{V}/\sqrt{\text{Hz}}$
电源								
工作电压范围		$\pm 2.5$		$\pm 18$	$\pm 2.5$		$\pm 18$	V
电源电流	$V_{\text{OUT}} = 0\text{ V}$		550	650		550	650	$\mu\text{A}$
	$T_A = T_{\text{MIN}}$ 至 $T_{\text{MAX}}$		850			850		$\mu\text{A}$
温度范围								
额定性能	$T_A = T_{\text{MIN}}$ 至 $T_{\text{MAX}}$	-40		+85	-40		+85	$^\circ\text{C}$
工作		-40		+125	-40		+125	$^\circ\text{C}$

## 绝对最大额定值

表2.

参数	额定值
电源电压( $V_S$ )	$\pm 18\text{ V}$
输入电压范围	
连续	$\pm 600\text{ V}$
共模和差分, 10秒	$\pm 900\text{ V}$
输出短路持续时间	不定
REF(-) and REF(+)	$-V_S - 0.3\text{ V}$ 至 $+V_S + 0.3\text{ V}$
最高结温	$150^\circ\text{C}$
工作温度范围	$-40^\circ\text{C}$ 至 $+125^\circ\text{C}$
存储温度范围	$-65^\circ\text{C}$ 至 $+150^\circ\text{C}$
引脚温度(焊接, 60秒)	$300^\circ\text{C}$

注意, 超出上述绝对最大额定值可能会导致器件永久性损坏。这只是额定最值, 并不能以这些条件或者在任何其它超出本技术规范操作章节中所示规格的条件下, 推断器件能否正常工作。长期在绝对最大额定值条件下工作会影响器件的可靠性。

### ESD警告



#### ESD(静电放电)敏感器件。

带电器件和电路板可能会在没有察觉的情况下放电。尽管本产品具有专利或专有保护电路, 但在遇到高能量ESD时, 器件可能会损坏。因此, 应当采取适当的ESD防范措施, 以避免器件性能下降或功能丧失。

## 引脚配置和功能描述



NOTES  
 1. NC = NO CONNECT. DO NOT CONNECT TO THIS PIN.

11118-002

图3. 引脚配置

表3. 引脚功能描述

引脚编号	引脚名称	说明
1	REF(-)	负基准电压输入。
2	-IN	反相输入。
3	+IN	同相输入。
4	-Vs	负电源电压。
5	REF(+)	正基准电压输入。
6	OUTPUT	输出。
7	+Vs	正电源电压。
8	NC	不连接。请勿连接该引脚。

## 典型工作特性

除非另有说明,  $V_S = \pm 15\text{ V}$ ,  $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

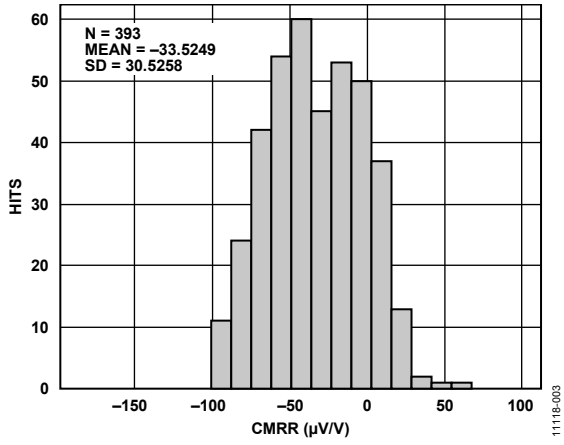


图4. 共模抑制比(CMRR)分布

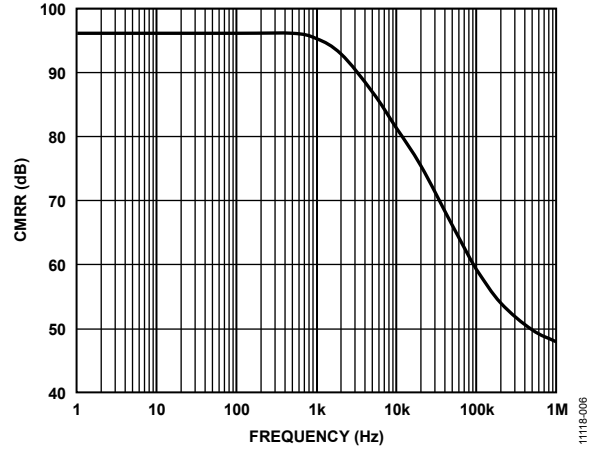


图7. CMRR与频率的关系

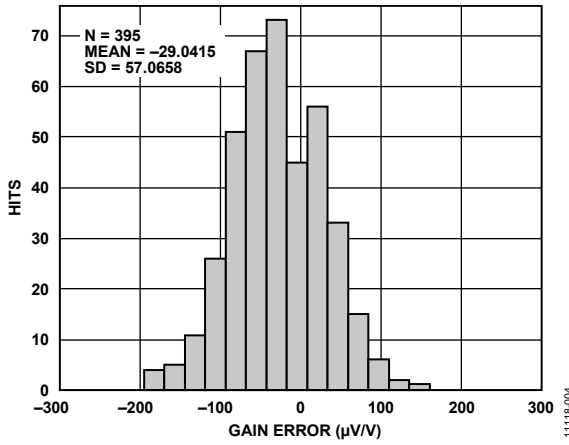


图5. 增益误差分布

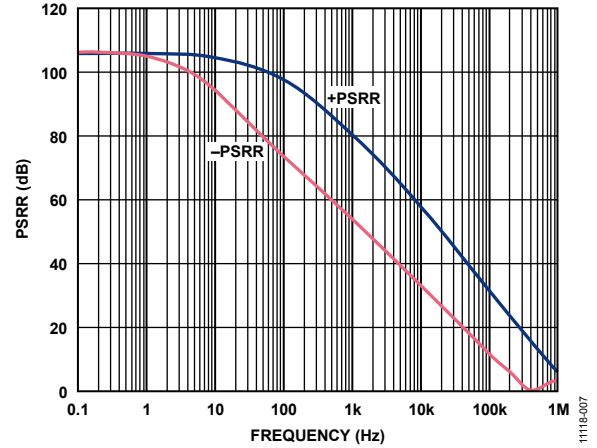


图8. PSRR与频率的关系

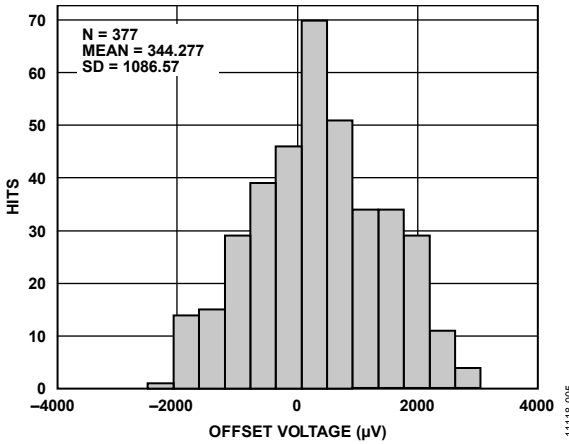


图6. 失调电压分布

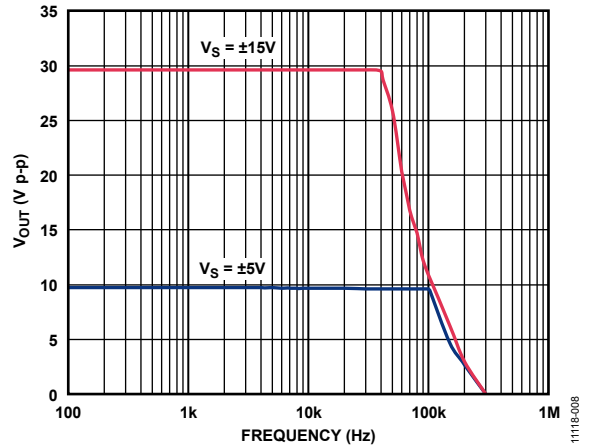


图9. 大信号频率响应

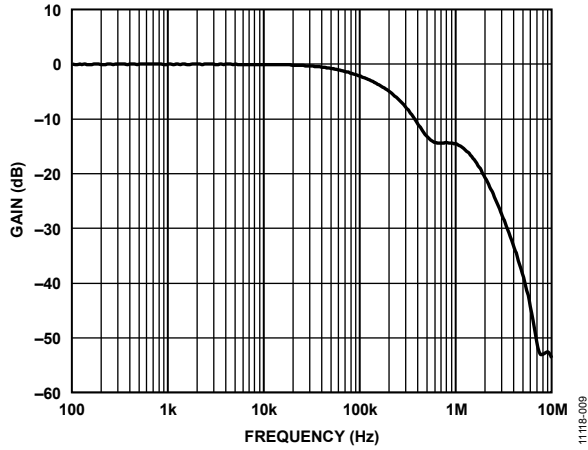


图10. 小信号频率响应

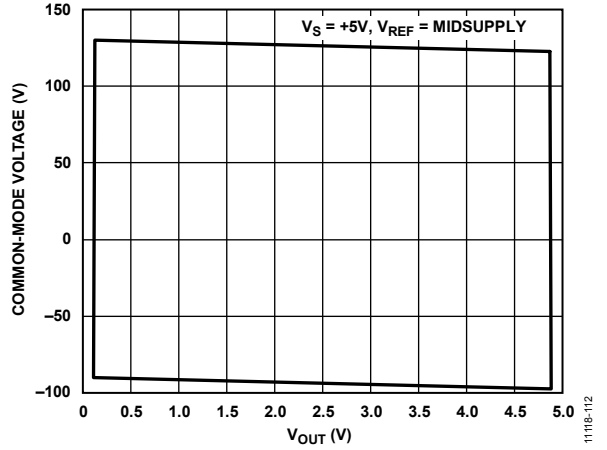


图13. 输入共模电压与输出电压的关系, 单电源供电,  $V_S = +5V$ ,  $V_{REF} = \text{中间电源电压}$

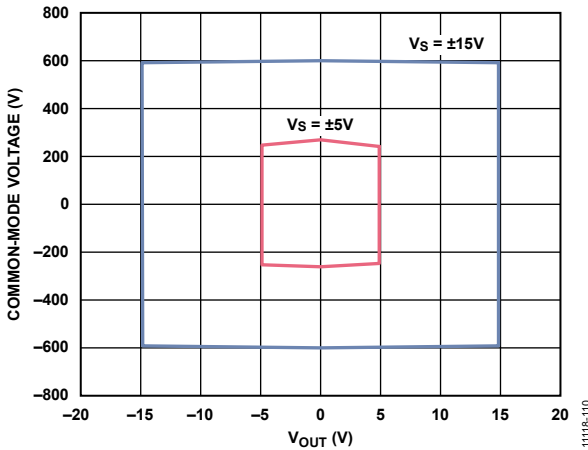


图11. 输入共模电压与输出电压的关系, 双电源供电,  $V_S = \pm 15V$ ,  $\pm 5V$

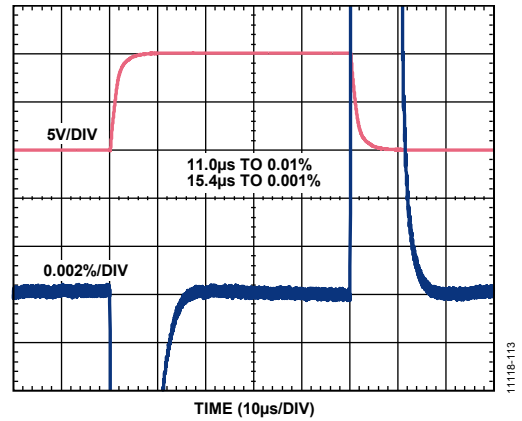


图14. 建立时间

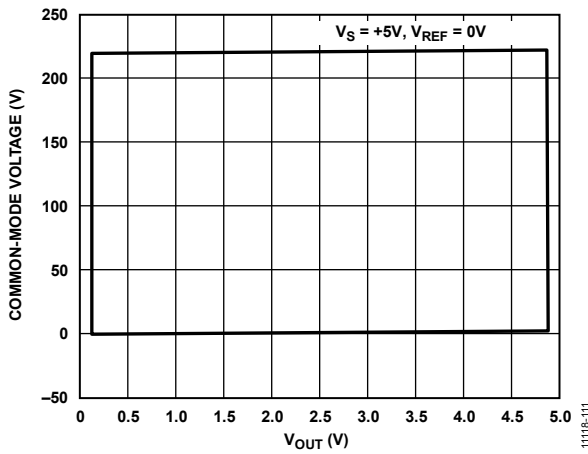


图12. 输入共模电压与输出电压的关系, 单电源供电,  $V_S = +5V$ ,  $V_{REF} = 0V$

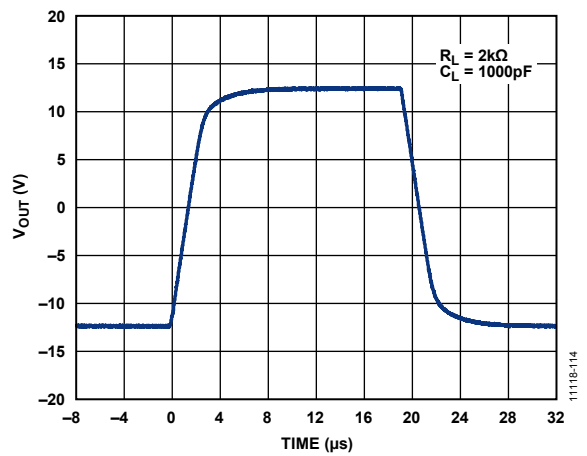


图15. 大信号脉冲响应

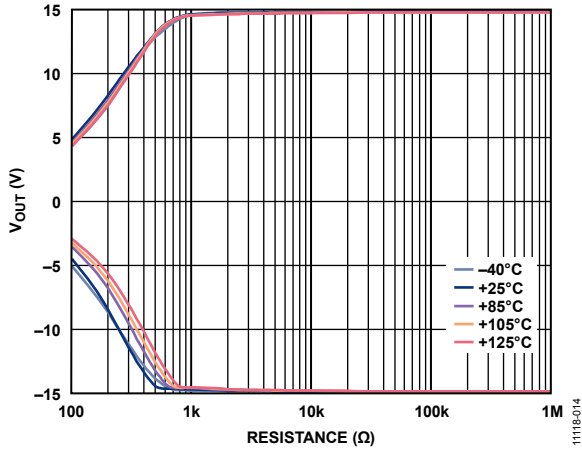


图16. 不同温度下输出电压与负载的关系

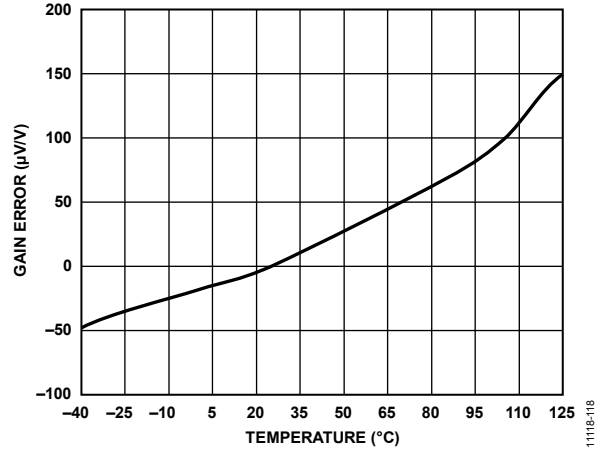


图19. 增益漂移

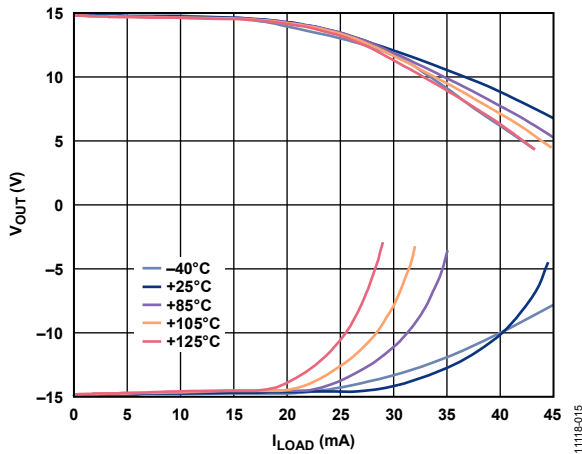


图17. 不同温度下输出电压与输出电流的关系

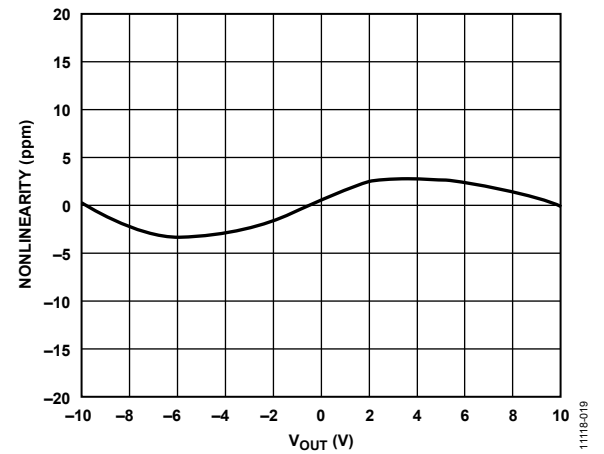


图20. 增益非线性

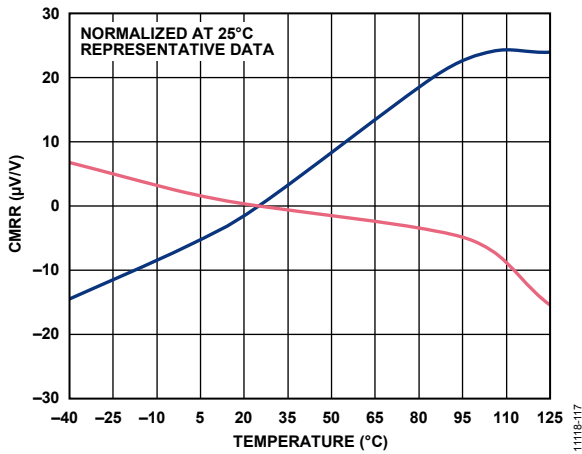


图18. CMRR与温度的关系,  $V_{CM} = \pm 20 V$

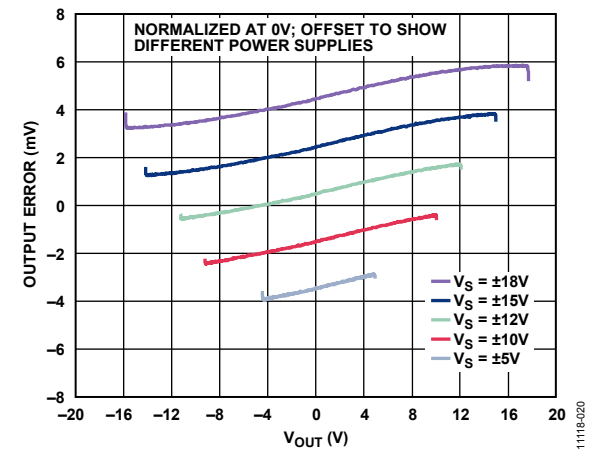


图21. 输出误差与输出电压的关系,  $R_L = 10 k\Omega$



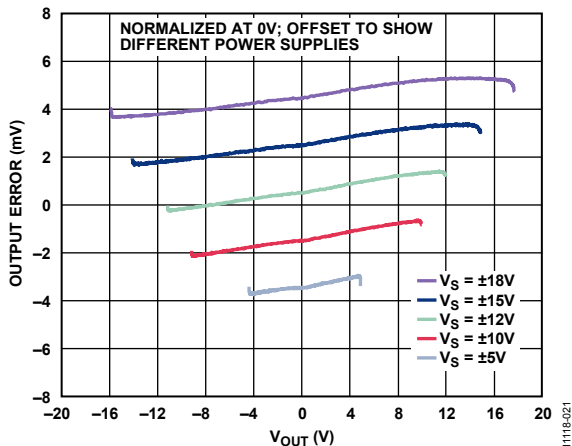


图22. 输出误差与输出电压的关系,  $R_L = 2\text{ k}\Omega$

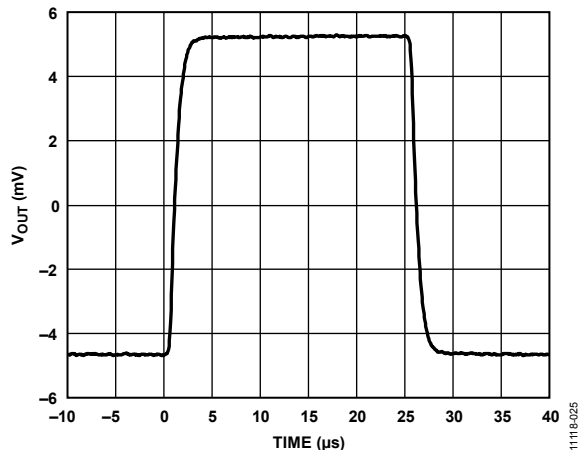


图25. 小信号脉冲响应

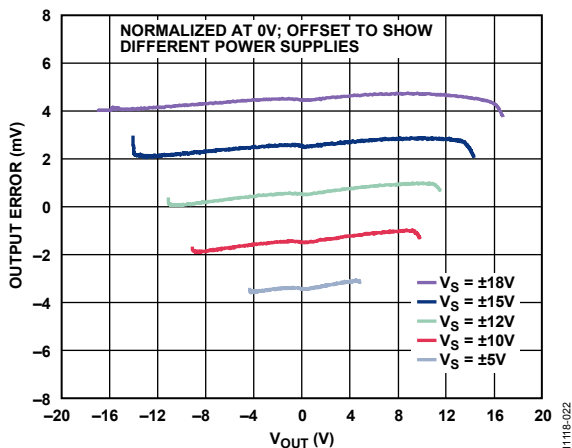


图23. 输出误差与输出电压的关系,  $R_L = 1\text{ k}\Omega$

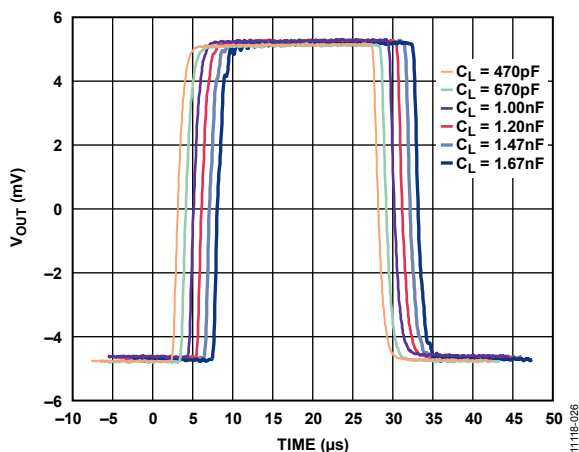


图26. 小信号脉冲响应与容性负载的关系

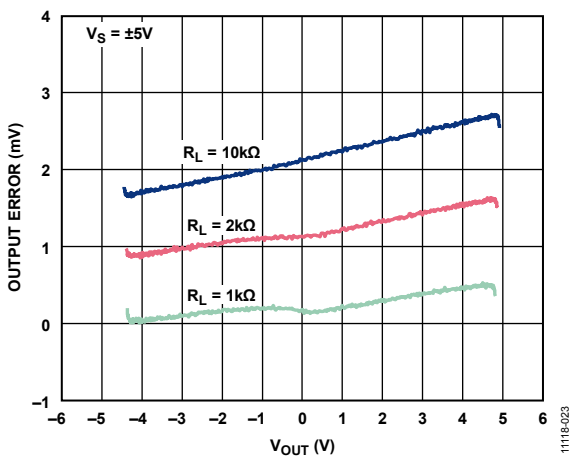


图24. 输出误差与输出电压的关系,  $V_S = \pm 5\text{ V}$

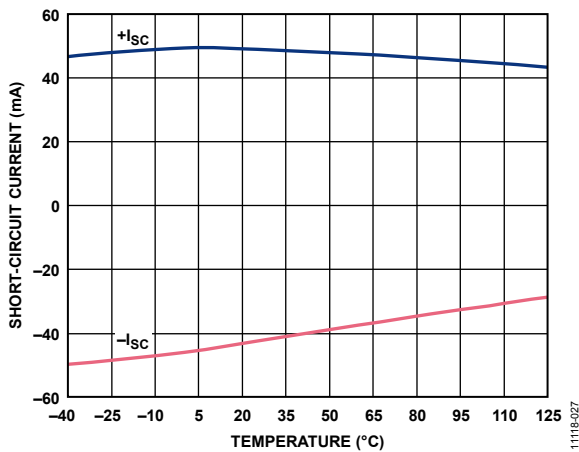


图27. 短路电流与温度的关系

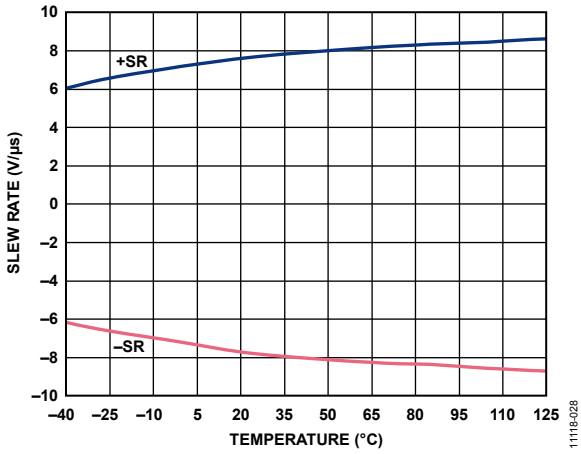


图28. 压摆率与温度的关系

11118-028

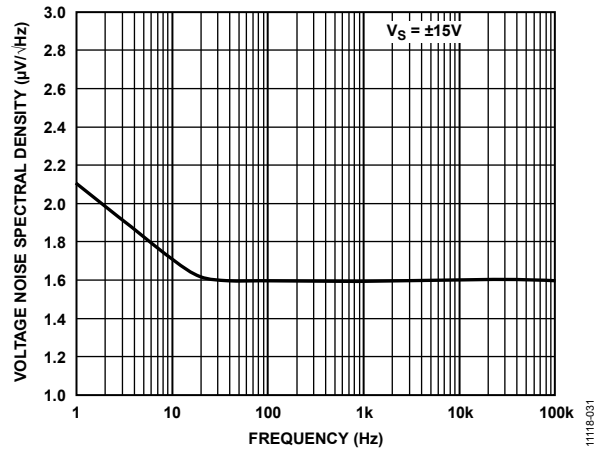


图31. 电压噪声谱密度与频率的关系

11118-031

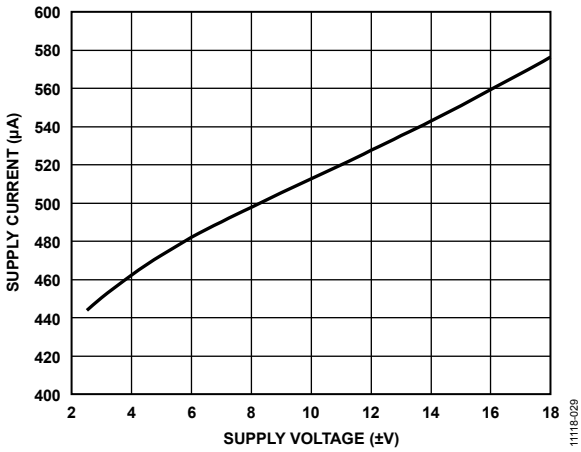


图29. 电源电流与电源电压的关系

11118-029

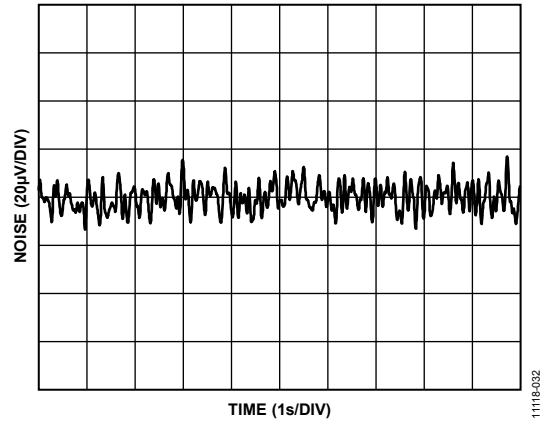


图32. 0.1 Hz至10 Hz噪声

11118-032

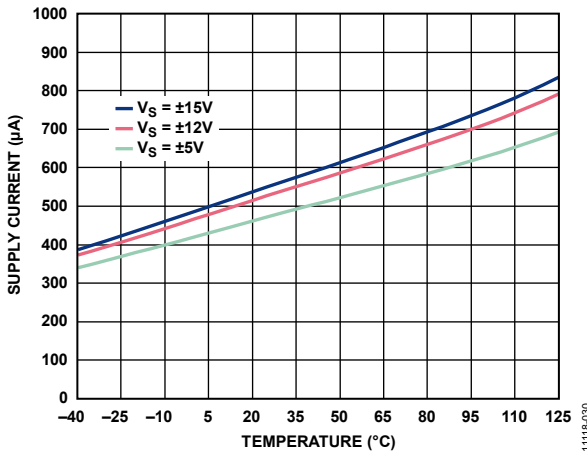
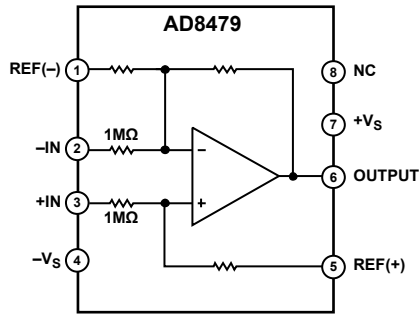


图30. 电源电流与温度的关系

11118-030

## 工作原理

AD8479是一款单位增益差分转单端放大器，可以抑制极高的共模信号(采用15 V电源时最高可达600 V)。AD8479由一个运算放大器和一个电阻网络(参见图33)组成。



NOTES  
1. NC = NO CONNECT. DO NOT CONNECT TO THIS PIN.

11118-033

图33. 功能框图

为了实现高共模电压范围，内部电阻分压器(连接到引脚3和引脚5)将同相端信号衰减60倍。引脚1和引脚2处的内部电阻以及反馈电阻恢复增益以提供差分单位增益。

完整传递函数为：

$$V_{OUT} = V(+IN) - V(-IN)$$

激光晶圆微调实现电阻匹配，以便抑制共模信号并放大差分输入信号。

为降低输出电压漂移，运算放大器在输入级使用super-beta晶体管。输入失调电流及其相关的温度系数对输出电压失调或漂移无明显影响，这可带来额外的好处，即降低电压噪声，因为 $1/f$ 噪声占主导地位时的转折频率低于5 Hz。为了降低增益精度对运算放大器的依赖性，运算放大器的开环电压增益超过2千万V/V，PSRR超过90 dB。

## 应用信息

### 基本连接

图34显示了AD8479采用双电源供电的基本连接。 $\pm 2.5\text{ V}$ 至 $\pm 18\text{ V}$ 的电源电压施加于引脚7和引脚4上。两个电源均应通过靠近引脚的 $0.1\ \mu\text{F}$ 电容去耦。如果电源上存在低频噪声，可能还需要 $10\ \mu\text{F}$ 的电解电容，该电容也应靠近电源引脚放置。虽然多个放大器可以通过一组 $10\ \mu\text{F}$ 电容去耦，但各AD8479都应具有自己的一组 $0.1\ \mu\text{F}$ 电容，使得去耦点可以直接位于IC电源引脚上。

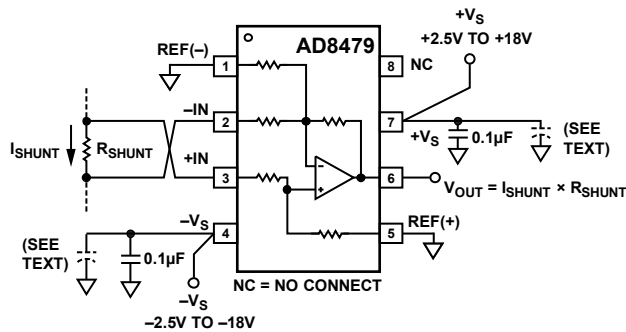


图34. 基本连接

通常由负载电流流经小分流电阻所产生的差分输入信号施加于引脚2和引脚3，以便获得正增益，极性如图34所示。差分输入信号上的共模电压范围为 $-600\text{ V}$ 至 $+600\text{ V}$ ，最大差分电压为 $\pm 14.7\text{ V}$ 。按照图34进行配置时，器件用作单位增益的差分转单端放大器，输出电压等于分流电阻乘以分流电流。输出相对于引脚1和引脚5进行测量。

引脚1和引脚5(REF(-)和REF(+))应接地以实现单位增益，并且应连接到同一低阻抗接地层。如若不然，共模抑制性会降低。引脚8不连接，应保持断开。

### 单电源供电

图35显示了AD8479采用单电源供电的连接。由于输出摆幅只能达到任一供电轨的约 $0.3\text{ V}$ 范围内，因此必须对输出施加一个偏移。为施加此偏移，可将REF(+)(引脚5)和REF(-)(引脚1)连接到一个具有吸电流能力的低阻抗基准电压(某些ADC提供此电压作为输出)。因此，对于 $10\text{ V}$ 单电源和双极性输入信号， $V_{REF}$ 可以设置为 $5\text{ V}$ ，使得输出摆幅以 $5\text{ V}$ 基准电压为中心，达到 $\pm 9.4\text{ V}$ 。对于单极性输入信号， $V_{REF}$ 可以设置为约 $1\text{ V}$ ，使得输出摆幅为 $1\text{ V}$ (对于 $0\text{ V}$ 输入)至正供电轨的 $0.3\text{ V}$ 范围内。

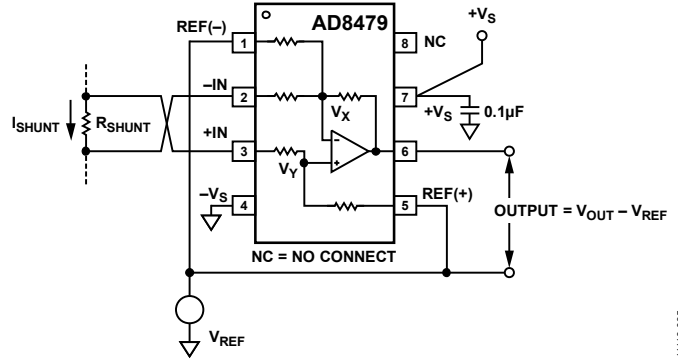


图35. 单电源供电

当AD8479采用单电源供电且将基准电压施加于REF(+)(引脚5)和REF(-)(引脚1)时，其输入共模电压范围会降低。降低的输入共模范围取决于内部运算放大器的反相和同相输入电压，图35中分别标示为 $V_X$ 和 $V_Y$ 。这些节点的摆幅可达到任一供电轨 $1\text{ V}$ 范围内。因此，对于 $10\text{ V}$ 的单电源电压， $V_X$ 和 $V_Y$ 可以具有 $1\text{ V}$ 到 $9\text{ V}$ 的值。如果 $V_{REF}$ 设置为 $5\text{ V}$ ，则容许的共模电压范围是 $+245\text{ V}$ 至 $-235\text{ V}$ 。共模电压范围可通过下式计算：

$$V_{CM}(\pm) = 60 \times (V_X \text{ 或 } V_Y(\pm)) - (59 \times V_{REF})$$

### 系统级去耦和接地

为使接地回路的阻抗最小，进而降低直流误差，推荐使用接地层。图36显示了在混合信号环境(即存在数字和模拟信号)中如何使用接地。为从高噪声数字环境中分离出低电平模拟信号，许多数据采集器件采用单独的模拟和数字接地回路。混合信号器件(如ADC)中的所有接地引脚都应通过低阻抗模拟接地层返回。混合信号转换器的数字接地线也应连接到模拟接地层。

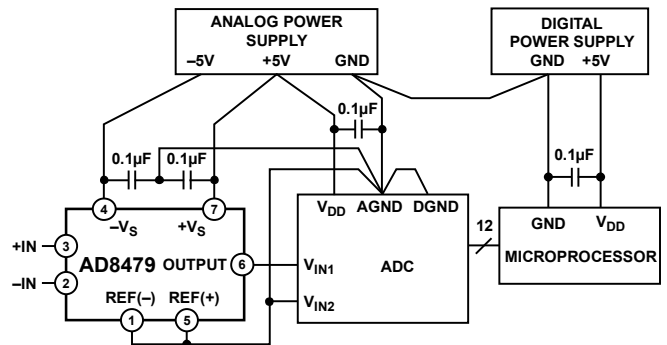


图36. 具有独立的模拟和数字电源的双电源环境的最佳接地做法

通常，模拟地和数字地应分离。然而，同时还必须使转换器上数字地与模拟地之间的压差尽可能最小(一般小于0.3 V)。转换器的数字回路电流流经模拟接地层所导致的噪声增加通常可忽略不计。

将接地层接回电源，可实现模拟信号与数字信号之间的最大隔离。注意，图36暗示模拟电路使用星型接地系统，所有接地线都连接到ADC的模拟地。然而，当使用接地层时，将接地引脚连接到低阻抗接地层上最近的点即足够。

如果只有一个电源可用，数字电路和模拟电路必须共用该电源。图37说明了如何使数字与模拟电路之间的干扰最小。图37中，ADC的基准电压用于驱动AD8479的REF(+)和REF(-)引脚。这意味着，基准电压源必须具有 $V_{CM}/500\text{ k}\Omega$ 的源电流和吸电流能力。

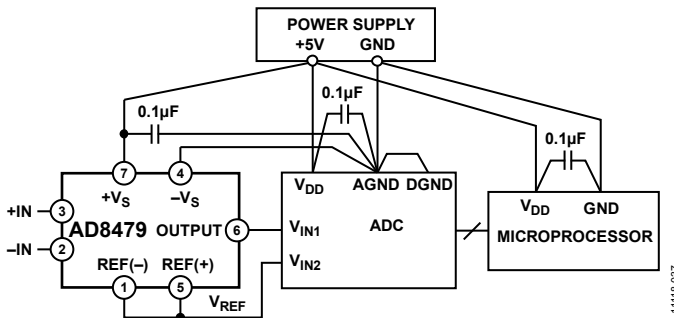


图37. 单电源环境下的最佳接地做法

如同双电源环境，应使用单独的模拟和数字接地层(不过可以使用合理厚度的走线代替数字接地层)。这些接地层应连接到电源的接地引脚。从电源到数字和模拟电路的电源引脚应使用单独的走线(或接地层)。理想情况下，每个器件应具有自己的电源走线，但只要不使用同一走线为数字和模拟电路提供电流，多个器件就可以共用这些走线。

### 使用大分流电阻

在输入引脚(引脚2和引脚3)上插入大值分流电阻会使输入电阻网络不平衡，从而引起共模误差。误差的幅度取决于共模电压和分流电阻的大小( $R_{SHUNT}$ )。

表4显示了分流电阻为20  $\Omega$ 到2000  $\Omega$ 时，600 V DC共模电压产生的误差电压示例。假设所选的分流电阻使用AD8479的全部 $\pm 10\text{ V}$ 输出摆幅，当 $R_{SHUNT}$ 的值提高时，误差电压会变得相当大。

表4. 大值 $R_{SHUNT}$ 造成的误差(未补偿电路)

$R_{SHUNT} (\Omega)$	误差 $V_{OUT} (V)$	指示的误差(mA)
20	0.012	0.6
1000	0.583	0.6
2000	1.164	0.6

要在高共模电压环境下测量低电流或接近0的电流，可在分流电阻的低阻抗侧增加一个值与分流电阻相等的外部电阻，如图38所示。

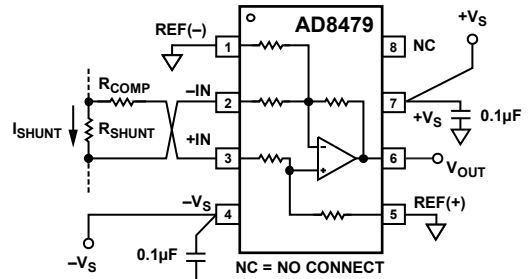


图38. 补偿大分流电阻

# AD8479

## 输出滤波

为了限制输出端噪声，可以在AD8479之后使用ADA4077-2，实现一个简单的2极点、低通巴特沃兹滤波器，如图39所示。

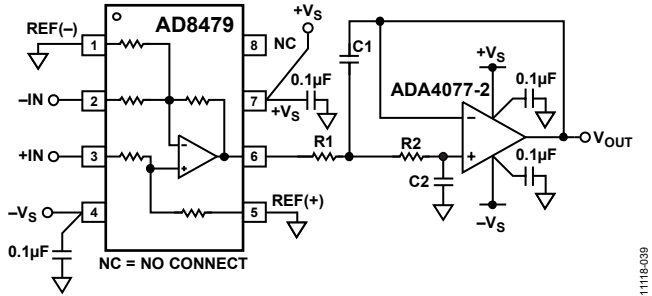


图39. 利用2极点巴特沃兹滤波器对输出噪声进行滤波

表5针对不同转折频率给出了推荐的器件值，以及各种情况的峰峰值输出噪声。

表5. 2极点巴特沃兹滤波器的推荐值

转折频率	R1	R2	C1	C2	输出噪声(p-p)
50 kHz	2.94 kΩ ± 1%	1.58 kΩ ± 1%	2.2 nF ± 10%	1 nF ± 10%	2.9 mV
5 kHz	2.94 kΩ ± 1%	1.58 kΩ ± 1%	22 nF ± 10%	10 nF ± 10%	0.9 mV
500 Hz	2.94 kΩ ± 1%	1.58 kΩ ± 1%	220 nF ± 10%	0.1 µF ± 10%	0.296 mV
50 Hz	2.7 kΩ ± 10%	1.58 kΩ ± 10%	2.2 µF ± 20%	0.1 µF ± 20%	0.095 mV
无滤波器					4.7 mV

## 60倍增益差分放大器

低电平信号可以直接连接到AD8479的-IN和+IN输入端。也可以连接差分输入信号，以获得60倍的精密增益(参见图40)，但此时不再允许大共模电压。冷结补偿可利用AD590等温度传感器实现。

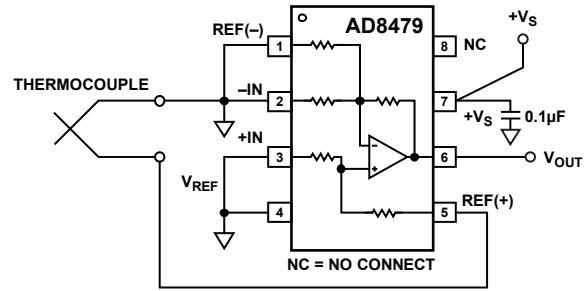


图40. 60倍增益热电偶放大器

**误差预算分析示例**

在本部分所述的直流应用中，一个具有高共模电压的器件（例如电源或电流模式放大器）的10 A输出电流通过1 Ω分流电阻进行检测（参见图41）。共模电压为600 V，电阻引脚通过一对处于高噪声环境（例如50 Hz/60 Hz、440 V电力线）中的长引线连接。

表6中的计算假设60 Hz时引线上的感应噪声电平为1 V p-p，满量程直流差分电压为10 V。误差预算表对各误差源的贡献进行了量化。注意，本例中的主要误差源是由共模电压引起的。

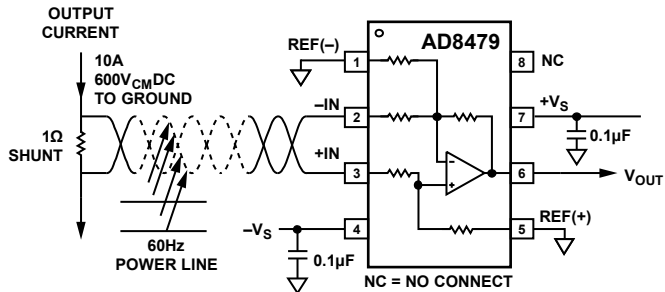
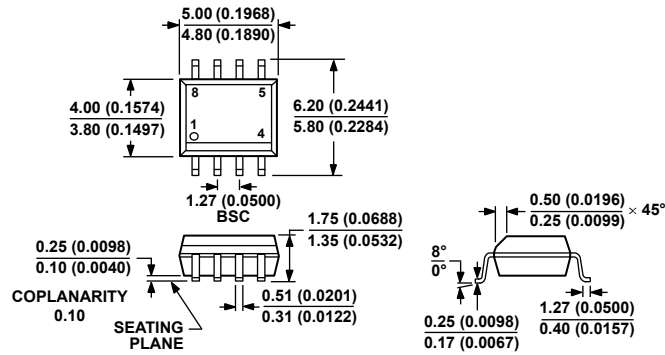


图41. 误差预算分析示例:  $V_{IN} = 10\text{ V}$  满量程,  $V_{CM} = 600\text{ V DC}$ ,  $R_{SHUNT} = 1\ \Omega$ ,  $1\text{ V p-p}$ , 60 Hz电力线干扰

**表6. 误差预算分析示例( $V_{CM} = 600\text{ V DC}$ )**

误差源	误差计算	误差(ppm FS)
精度, $T_A = 25^\circ\text{C}$		
初始增益误差	$(0.0001 \times 10) / 10\text{ V} \times 10^6$	100
失调电压	$(0.001\text{ V} / 10\text{ V}) \times 10^6$	100
直流CMR(温度范围内)	$(32 \times 10^{-6} \times 600\text{ V}) / 10\text{ V} \times 10^6$	1920
	总精度误差	2120
温漂( $85^\circ\text{C}$ )		
增益漂移	$5\text{ ppm}/^\circ\text{C} \times 60^\circ\text{C}$	300
失调电压漂移	$(10\ \mu\text{V}/^\circ\text{C} \times 60^\circ\text{C}) \times 10^6 / 10\text{ V}$	60
	总温漂误差	360
分辨率		
噪声, 典型值, 0.01 Hz至10 Hz, $\mu\text{V p-p}$	$35\ \mu\text{V} / 10\text{ V} \times 10^6$	4
CMR, 60 Hz	$(32 \times 10^{-6} \times 1\text{ V}) / 10\text{ V} \times 10^6$	3
非线性度	$(5 \times 10^{-6} \times 10\text{ V}) / 10\text{ V} \times 10^6$	5
	总分辨率误差	12
	总误差	2492

## 外形尺寸



COMPLIANT TO JEDEC STANDARDS MS-012-AA  
 CONTROLLING DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS; INCH DIMENSIONS  
 (IN PARENTHESES) ARE ROUNDED-OFF MILLIMETER EQUIVALENTS FOR  
 REFERENCE ONLY AND ARE NOT APPROPRIATE FOR USE IN DESIGN.

012407-A

图42. 8引脚标准小型封装[SOIC\_N]  
 窄体(R-8)

图示尺寸单位: 毫米和(英寸)

## 订购指南

型号 <sup>1</sup>	温度范围	封装描述	封装选项
AD8479ARZ	-40°C至+125°C	8引脚 SOIC_N	R-8
AD8479ARZ-RL	-40°C至+125°C	8引脚 SOIC_N, 13"卷带和卷盘, 2500片	R-8
AD8479BRZ	-40°C至+125°C	8引脚 SOIC_N	R-8
AD8479BRZ-RL	-40°C至+125°C	8引脚 SOIC_N, 13"卷带和卷盘, 2500片	R-8

<sup>1</sup> Z = 符合RoHS标准的器件。