



产品特性

低 $T_C V_{OS}$: $\pm 5 \mu V/^\circ C$ (典型值)

低输入偏置电流: 20 pA (典型值, $V_{SY} = \pm 15 V$)

低噪声

7.7 nV/ \sqrt{Hz} (典型值, $f = 1 kHz$)

1.2 μV rms (20 Hz 至 20 kHz)

低失真: 0.00006%

无相位反转

轨到轨输出

单位增益稳定

应用

仪器仪表

医疗仪器

多极滤波器

精密电流测量

光电二极管放大器

传感器

音频

概述

ADA4001-2 是一款双通道 JFET 放大器，具有低输入电压噪声和电流噪声、低输入偏置电流及轨到轨输出等特性。

低噪声和低输入偏置电流这些特性相结合，使这款放大器特别适合高阻抗传感器应用。低噪声和快速建立时间特性相结合，则使 ADA4001-2 能够在医疗仪器、电子测量和自动测试设备中提供良好的精度。与许多竞争产品不同，即使容性负载相当大，ADA4001-2 也能保持快速建立性能。不同于许多旧式 JFET 放大器，当输入电压超过最大共模电压范围时，ADA4001-2 不会发生输出相位反转。

引脚配置

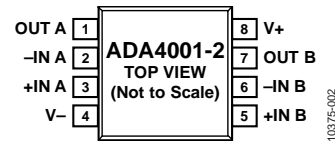


图1. 8引脚SOIC_N(R后缀)

ADA4001-2 在容性负载下仍提供快速压摆率和极高稳定性，因此非常适合滤波器应用。低输入偏置电流和低噪声特性，使光电二极管放大器电路具有较宽的动态范围。低噪声、低失真、高输出电流和出色的速度，则使 ADA4001-2 成为音频应用的绝佳选择。

ADA4001-2 的额定温度范围为 $-40^\circ C$ 至 $+125^\circ C$ 扩展工业温度范围。

ADA4001-2 采用 8 引脚窄体 SOIC 封装。

Rev. C

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 ©2012–2013 Analog Devices, Inc. All rights reserved.
Technical Support www.analog.com

ADI 中文版数据手册是英文版数据手册的译文，敬请谅解翻译中可能存在的语言组织或翻译错误，ADI 不对翻译中存在的差异或由此产生的错误负责。如需确认任何词语的准确性，请参考 ADI 提供的最新英文版数据手册。

目录

产品特性	1	典型性能参数	5
应用	1	应用信息	10
引脚配置	1	含源电阻的总噪声	10
概述	1	I-V转换应用	10
修订历史	2	输入偏置电流	11
技术规格	3	噪声考虑因素	11
电气特性	3	外形尺寸	12
绝对最大额定值	4	订购指南	12
热阻	4		
ESD警告	4		

修订历史

2013年5月—修订版B至修订版C

更改光电二极管电路描述部分	10
---------------------	----

2012年5月—修订版A至修订版B

更改概述部分	1
输入阻抗更改为输入电容(通篇)	3
表1中增加输入电阻参数	3
更改图5的标题	5

2012年2月—修订版0至修订版A

更改图27	9
-------------	---

2012年2月—修订版0: 初始版

技术规格

电气特性

除非另有说明, $V_{SY} = \pm 15\text{ V}$, $V_{CM} = 0\text{ V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

表1.

参数	符号	测试条件/注释	最小值	典型值	最大值	单位
输入特性						
偏置电压	V_{OS}		± 0.5		± 1.5	mV
偏置电压漂移	$\Delta V_{OS}/\Delta T$	$-40^\circ\text{C} < T_A < +125^\circ\text{C}$		± 5	± 2.5	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
输入偏置电流	I_B		20		30	pA
输入失调电流	I_{OS}	$-40^\circ\text{C} < T_A < +125^\circ\text{C}$			4	nA
输入电压范围			-12.5		$+12.5$	V
共模抑制比	CMRR	$V_{CM} = -12.5\text{ V至}+12.5\text{ V}$ $-40^\circ\text{C} < T_A < +125^\circ\text{C}$	96	105		dB
大信号电压增益	A_{VO}	$R_L = 10\text{ k}\Omega, V_O = -13.5\text{ V至}+13.5\text{ V}$ $R_L = 2\text{ k}\Omega, V_O = -13.5\text{ V至}+13.5\text{ V}$ $-40^\circ\text{C} < T_A < +125^\circ\text{C}$ $R_L = 600\ \Omega, V_O = -13.0\text{ V至}+13.0\text{ V}$	104	112		dB
输入电容(差分)	C_{DM}	$V_{CM} = 0\text{ V}$		3.1		pF
输入电容(共模)	C_{CM}	$V_{CM} = 0\text{ V}$		4.8		pF
输入电阻		$V_{CM} = 0\text{ V}$		$>1 \times 10^{13}$		Ω
输出特性						
高输出电压	V_{OH}	$R_L = 10\text{ k}\Omega$ $R_L = 2\text{ k}\Omega$ $R_L = 600\ \Omega$	14.8 14.5 13.5			V V V
低输出电压	V_{OL}	$R_L = 10\text{ k}\Omega$ $R_L = 2\text{ k}\Omega$ $R_L = 600\ \Omega$			-14.8 -14.5 -13.5	V V V
短路电流	I_{SC}			± 50		mA
电源						
电源抑制比	PSRR	$V_S = \pm 4.5\text{ V至}\pm 18\text{ V}$ $-40^\circ\text{C} < T_A < +125^\circ\text{C}$	96 93	110		dB dB
工作电压范围			± 5		± 18	V
每放大器电源电流	I_{SY}	$V_O = 0\text{ V}$		2	3 4	mA mA
动态性能						
压摆率	SR	$R_L = 2\text{ k}\Omega$	$\pm 15^1$	± 25		$\text{V}/\mu\text{s}$
增益带宽积	GBP	$V_{IN} = 5\text{ mV p-p}, R_L = 10\text{ k}\Omega, A_V = 100$		16.7		MHz
单位增益交越	UGC	$V_{IN} = 5\text{ mV p-p}, R_L = 10\text{ k}\Omega, A_V = 1$		10.2		MHz
相位裕量	ϕ_M			76		度
-3 dB闭环带宽	-3 dB	$A_V = 1, V_{IN} = 5\text{ mV p-p}$		10.3		MHz
建立时间	t_S	至0.01%, 10 V阶跃, $G = +1$		1.2		μs
总谐波失真(THD)+噪声	THD + N	1 kHz, $G = +1, R_L = 2\text{ k}\Omega$		0.00006		%
噪声性能						
电压噪声	$e_n\text{ rms}$	20 Hz至20 kHz		1.2		$\mu\text{V rms}$
电压噪声密度	e_n	$f = 100\text{ Hz}$ $f = 1\text{ kHz}$		8.8 7.7		$\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ $\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
电流噪声密度	i_n	$f = 1\text{ kHz}$		3		$\text{fA}/\sqrt{\text{Hz}}$

¹ 通过设计和特性保证。

绝对最大额定值

表2.

参数	额定值
电源电压	$\pm 18\text{ V}$
输入电压	$\pm V_{SY}$
对地输出短路持续时间	见降额曲线
存储温度范围	-65°C 至 $+150^{\circ}\text{C}$
工作温度范围	-40°C 至 $+125^{\circ}\text{C}$
结温范围	-65°C 至 $+150^{\circ}\text{C}$
引脚温度(焊接, 10秒)	300°C
静电放电(人体模型)	3000 V

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。

热阻

表3.

封装类型	θ_{JA}^1	θ_{JC}	单位
8引脚SOIC_N (R-8)	130	45	$^{\circ}\text{C}/\text{W}$

¹ θ_{JA} 针对最差条件, 即器件焊接在电路板上以实现表贴封装。

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。

典型性能参数

除非另有说明, $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

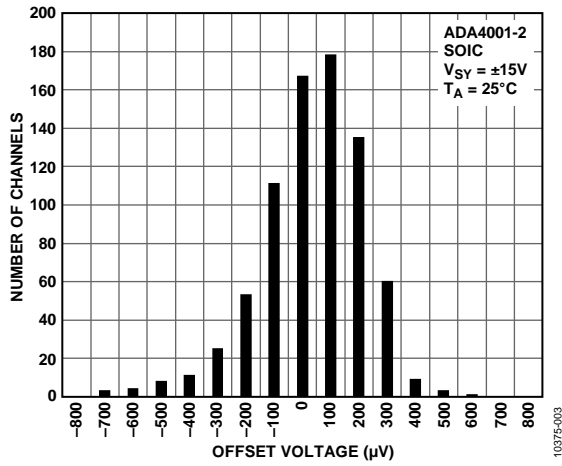


图2. 输入失调电压分布图

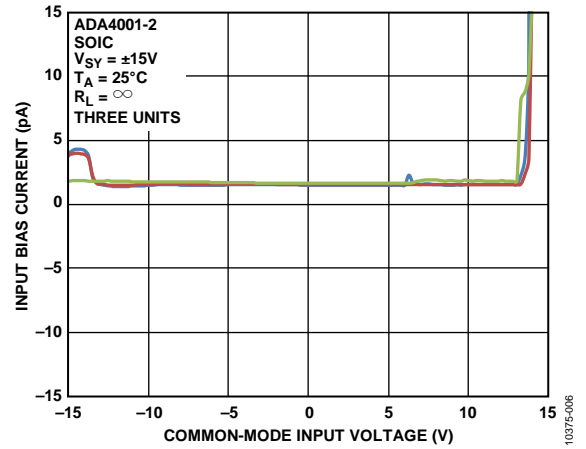


图5. 输入偏置电流与共模电压的关系

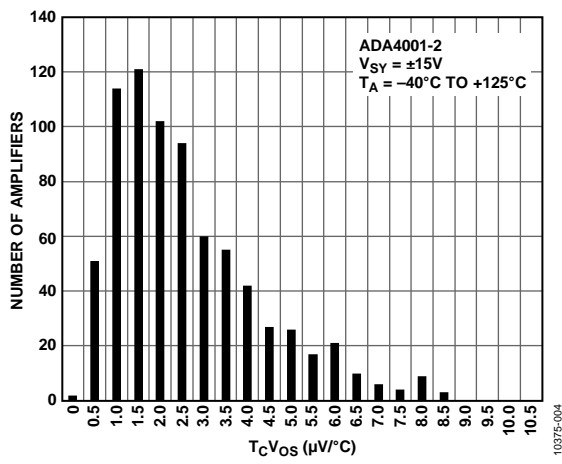


图3. $T_C V_{OS}$ 分布图

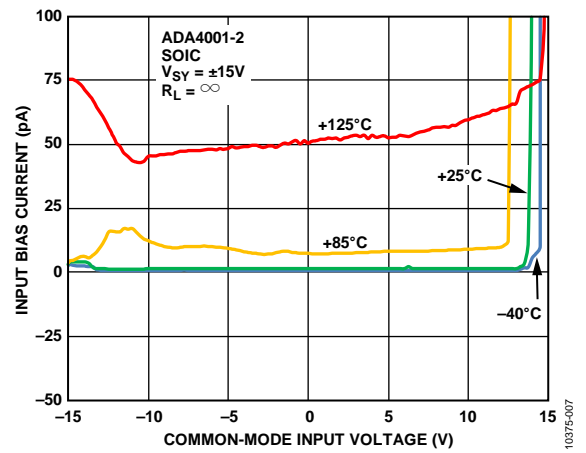


图6. 输入偏置电流与 V_{CM} 和温度的关系

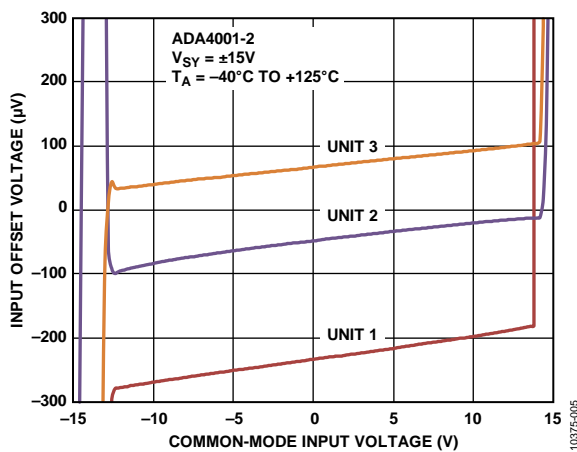


图4. 输入失调电压与共模电压的关系

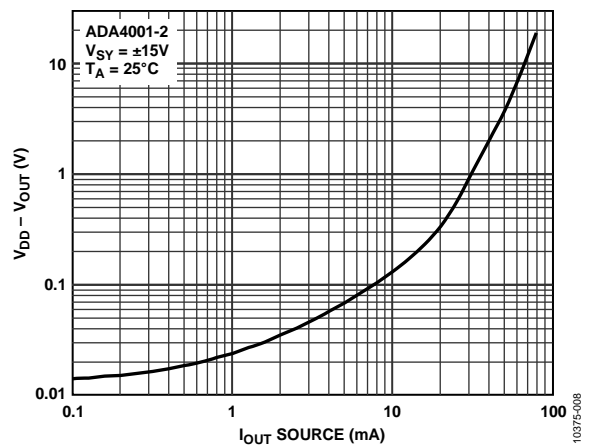


图7. 压差与源电流的关系

ADA4001-2

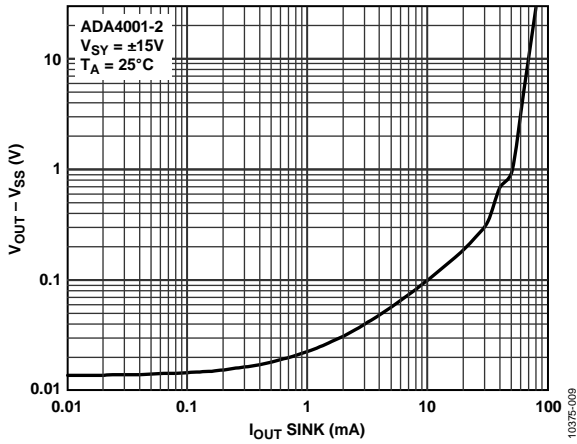


图8. 压差与吸电流的关系

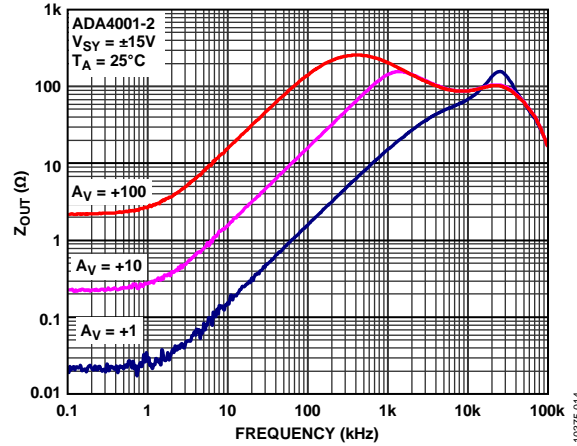


图11. 闭环输出阻抗与频率的关系

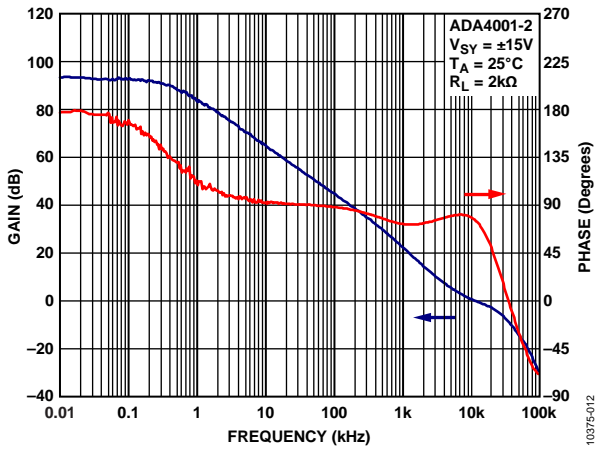


图9. 开环增益和相位与频率的关系

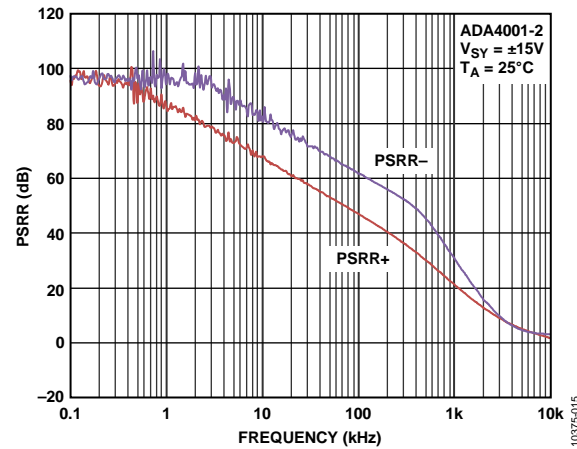


图12. PSRR与频率的关系

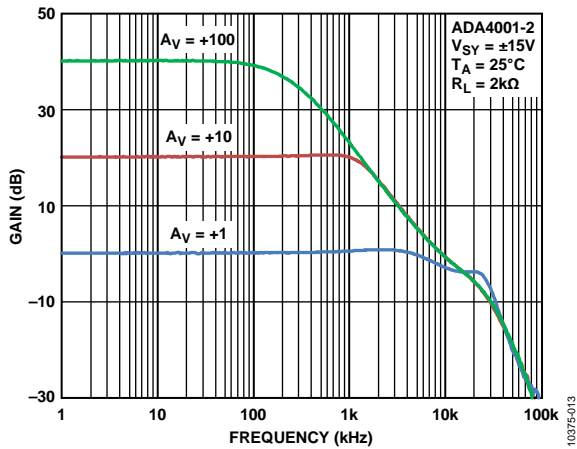


图10. 闭环增益与频率的关系

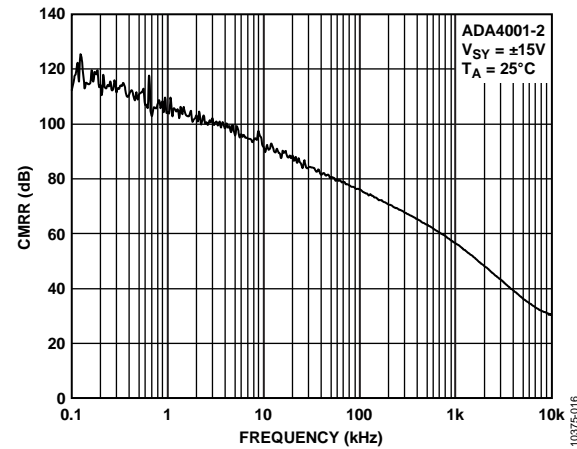


图13. CMRR与频率的关系

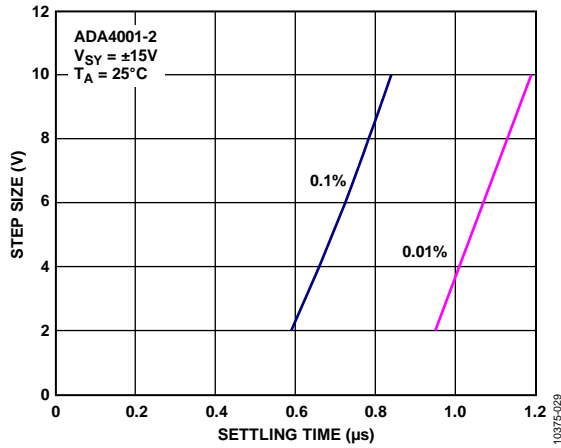


图14. 正阶跃建立时间

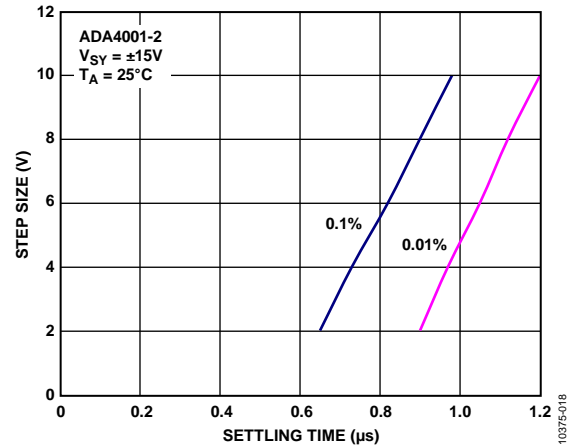


图17. 负阶跃建立时间

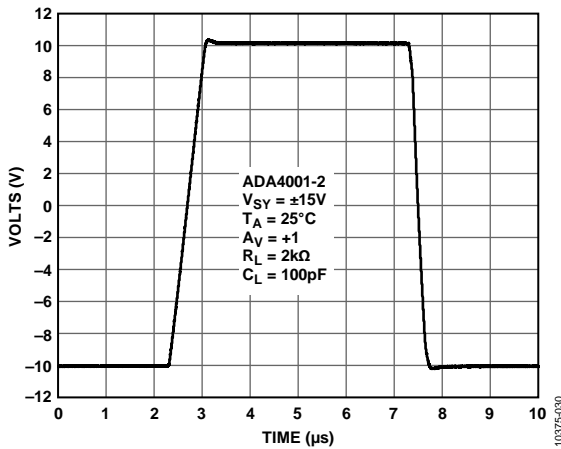


图15. 大信号瞬态响应

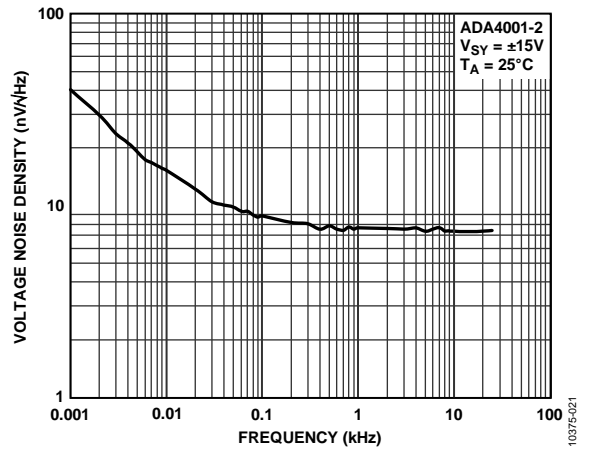


图18. 电压噪声密度

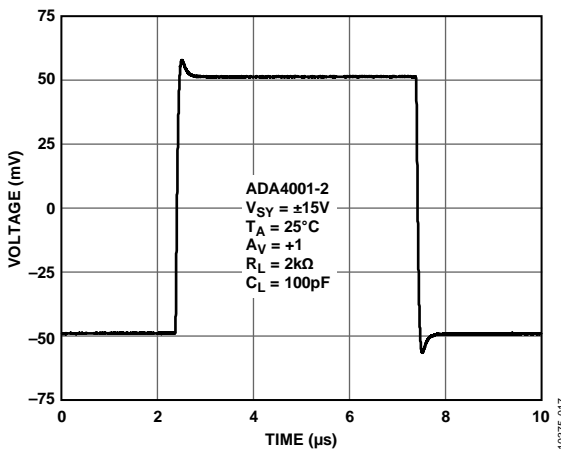


图16. 小信号瞬态响应

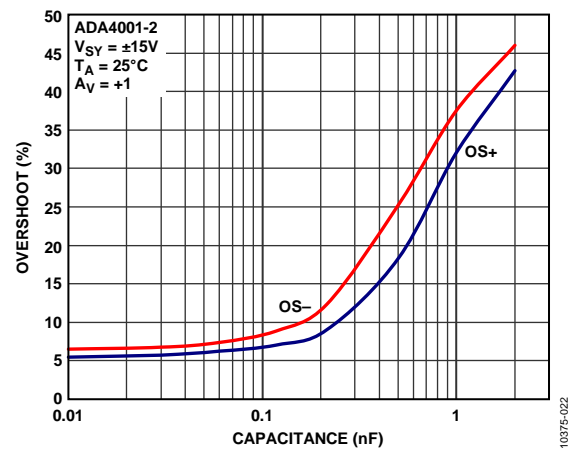


图19. 过冲与负载电容的关系

ADA4001-2

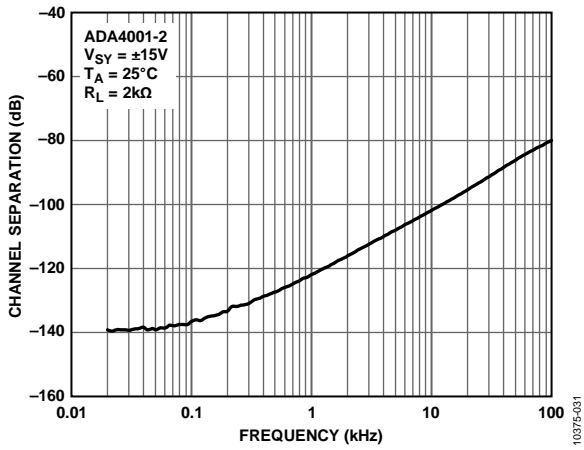


图20. 通道隔离度

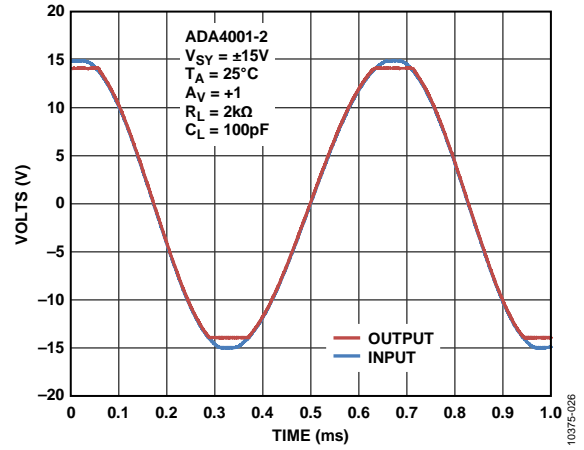


图23. 无相位反转

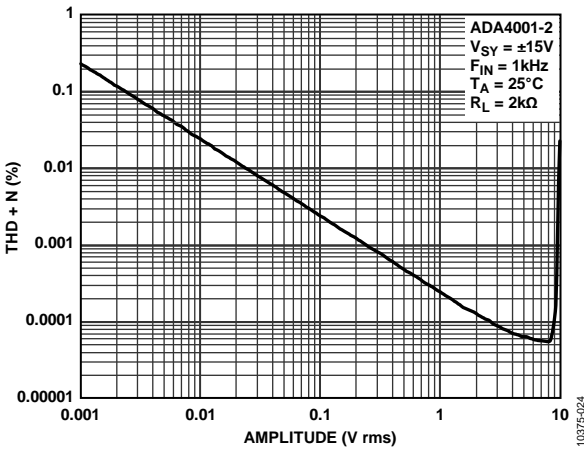


图21. THD + N与幅度的关系

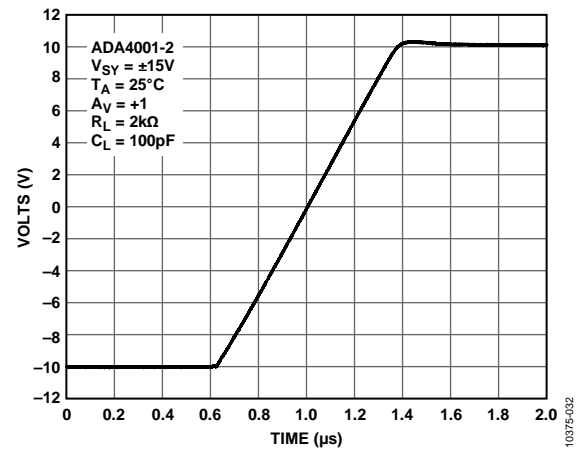


图24. 正压摆率

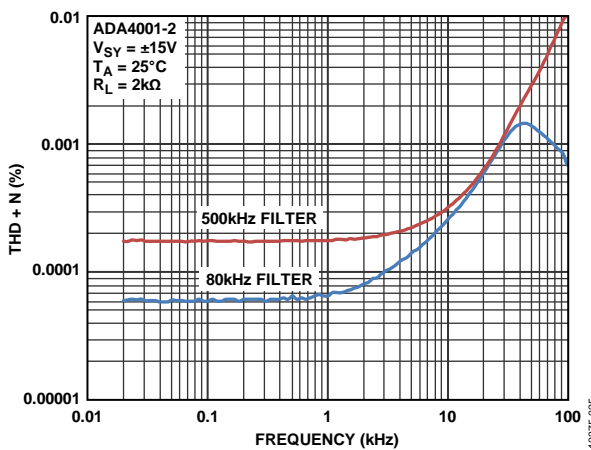


图22. THD + N与频率的关系

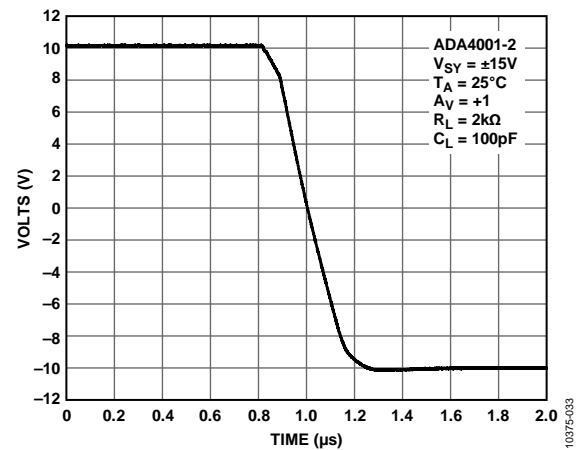


图25. 负压摆率

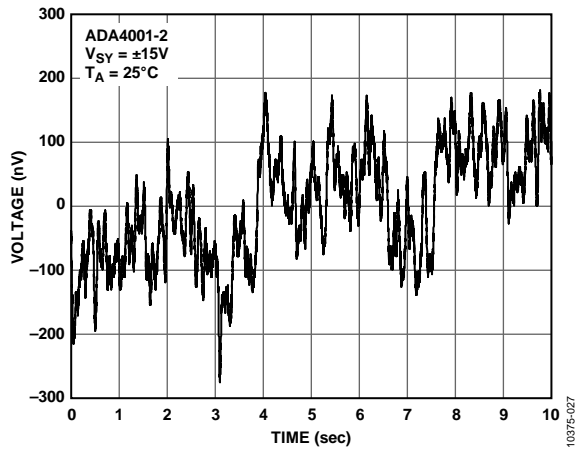


图26. 峰峰值电压噪声

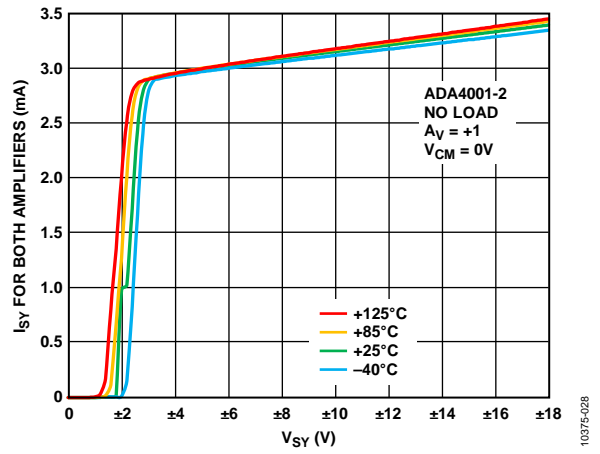


图27. 电源电流与电源电压和温度的关系

应用信息

含源电阻的总噪声

低输入电流噪声和低输入偏置电流使ADA4001-2非常适合输入源电阻大的电路。在室温下，每500 Ω源电阻导致的输入失调电压增加量小于15 nV。电路的总噪声密度为：

$$e_{nTOTAL} = \sqrt{e_n^2 + (i_n R_S)^2 + 4kTR_S}$$

其中：

e_n 表示器件的输入电压噪声密度。

i_n 表示器件的输入电流噪声密度。

R_S 表示同相端的源电阻。

k 表示波尔兹曼常数(1.38×10^{-23} J/K)。

T 为用开氏度表示的环境温度($T = 273 + ^\circ\text{C}$)。

当 $R_S < 4 \text{ k}\Omega$ 时， e_n 起支配作用， $e_{nTOTAL} \approx e_n$ 。ADA4001-2的电流噪声非常低，流过 R_S 产生的电压噪声对总噪声贡献有限，除非 R_S 大于100 MΩ(大多数应用中都不会有如此大的值)。

特定带宽上的等效总均方根噪声表示为：

$$e_{nTOTAL} = e_{nTOTAL} \sqrt{BW}$$

其中 BW 为带宽(单位Hz)。

请注意，上面的分析对于150 Hz以上的频率有效，并且假设10 kHz以上的噪声是平坦的。如果频率较低，则必须考虑闪烁噪声($1/f$)。

I-V转换应用

光电二极管电路

光电二极管电路是I-V转换的常见应用之一，放大器将放在负输入端的二极管发射的电流转换为输出电压。

低偏置电流、宽带宽和低噪声特性使ADA4001-2成为各种光电二极管应用的极佳选择，包括传真机、光纤控制、运动传感器和条码阅读器等。

图28所示电路采用零偏置电压的硅二极管。这就是所谓光伏模式，这种配置可限制总噪声，适合仪器仪表应用。

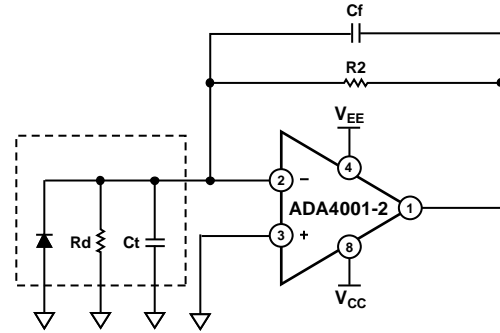


图28. 等效前置放大器光电二极管电路

以提高输出噪声为代价，可获得更大的信号带宽。总输入电容(C_t)是二极管电容与放大器输入电容(8 pF)之和，包括外部寄生电容。 C_t 在频率响应中产生一个极点，可能导致系统不稳定。为确保系统稳定并优化信号带宽，应在电路的反馈环路中放置一个电容，如图28所示。它产生一个零点，并且产生转折频率为 $1/(2\pi(R_2 C_f))$ 的带宽。

R_2 的值可以通过以下比值确定：

$$V/I_D$$

其中：

V 是运算放大器的期望输出电压。

I_D 是二极管电流。

例如，如果 I_D 为100 μA且需要10 V输出电压，则 R_2 应为100 kΩ。 R_d (见图28)是结电阻，温度每升高10°C，它一般会降低2倍。

R_d 的典型值为1000 MΩ。由于 $R_d \gg R_2$ ，因此电路行为不受结电阻影响。最大信号带宽为：

$$f_{MAX} = \sqrt{\frac{ft}{2\pi R_2 C_t}}$$

其中 ft 为放大器的单位增益频率。

C_f 可以通过下式计算：

$$C_f = \sqrt{\frac{C_t}{2\pi R_2 ft}}$$

其中 ft 为运算放大器的单位增益频率，它实现大约45°的相位裕量 ϕ_M 。

通过提高 C_f 的值，可以获得更高的相位裕量。设置 C_f 为上述值的2倍时， ϕ_M 大约等于65°，并且可实现最平坦的频率响应，但最大信号带宽降低50%。

输入偏置电流

因为ADA4001-2具有JFET输入级，输入偏置电流由于反向偏置结点的存在而产生漏电流，温度每升高10°C漏电流就会增长一倍左右。器件功耗以及封装热阻导致结温高于环境温度30°C。该参数经高速ATE设备测试，不会使芯片温度实现均衡。它与基准测量相关，以匹配室温下的保证最大值(表1所示)。

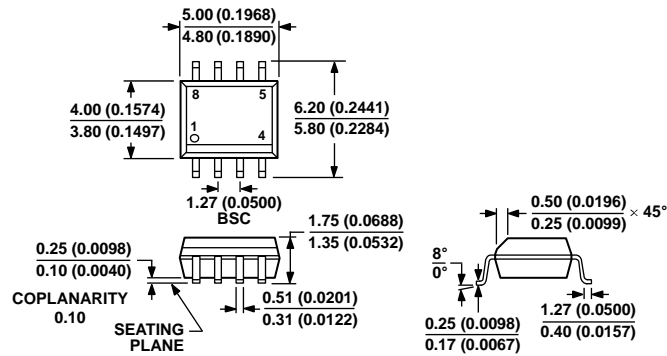
若要降低输入电流，可将温度保持在尽量低的水平并在输出端使用小负载。

噪声考虑因素

JFET输入级具有极低的输入电压噪声和输入电流噪声。室温下1 kΩ电阻的热噪声为4 nV/√Hz；因此，针对直流耦合的相位反转和同相放大器配置应使用低值电阻。对于跨导放大器(TIA)而言，电流噪声更为重要。

ADA4001-2是这两种应用的极佳选择。ADI公司提供多种类型的低电压噪声和低电流噪声运算放大器，采用多种不同的制造工艺，针对不同的电源电压范围而优化。有关近40款低噪声运算放大器系列产品的噪声、计算和选型表的详细说明，请参考[应用笔记AN-940](#)。

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29. 8引脚标准小型封装[SOIC_N]
 窄体(R-8)

图示尺寸单位: mm和(inch)

订购指南

型号 ¹	温度范围	封装描述	封装选项
ADA4001-2ARZ	-40°C至+125°C	8引脚SOIC_N	R-8
ADA4001-2ARZ-R7	-40°C至+125°C	8引脚SOIC_N	R-8
ADA4001-2ARZ-RL	-40°C至+125°C	8引脚SOIC_N	R-8

¹ Z = 符合RoHS标准的器件。