

产品特性

低功耗

每个放大器电源电流: 250 μ A(最大值)

FET输入

输入偏置电流: 2 pA(最大值, 25°C)

超高输入阻抗

低噪声

电压噪声: 13 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ (1 kHz时)

电压噪声: 0.4 μ V p-p(0.1 Hz至10 Hz)

电流噪声: 0.8 fA/ $\sqrt{\text{Hz}}$ (1 kHz时)

高直流精度

失调电压漂移: 3 μ V/ $^{\circ}\text{C}$ (最大值, B级)

带宽: 3 MHz

独特的引脚排列

从输入到电源引脚无泄漏

提供防护功能

轨到轨输出

单电源供电

输入范围扩展至地

宽电源电压范围

单电源: 3 V至36 V

双电源: ± 1.5 V至 ± 18 V

采用10引脚紧凑型MSOP封装

应用

生物电位电极

医疗仪器

高阻抗传感器信号调理

滤波器

光电二极管放大器

概述

AD8244是一款精密、低功耗、FET输入、四通道、单位增益缓冲器,设计用于将极高的源阻抗与信号链的其余部分相隔离。其最大偏置电流为2 pA,电流噪声接近于零,输入阻抗则为10 T Ω ,因此即使源阻抗为M Ω 级别,也几乎不产生任何误差。

很多传统运算放大器都将电源引脚排列在同相输入引脚旁边。保护走线必须从这些引脚之间穿过,以避免漏电流远大于FET输入运算放大器的偏置电流。在DIP乃至SOIC等大型封装内,保护走线可以在引脚间穿过;但是,很多现代应用不允许这些封装消耗过多的面积。AD8244独特的引脚排列可以解决这个问题,它在物理上将高阻抗输入与低

引脚配置

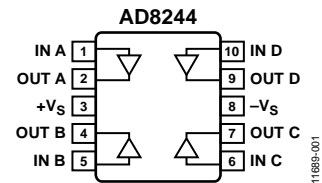


图1.

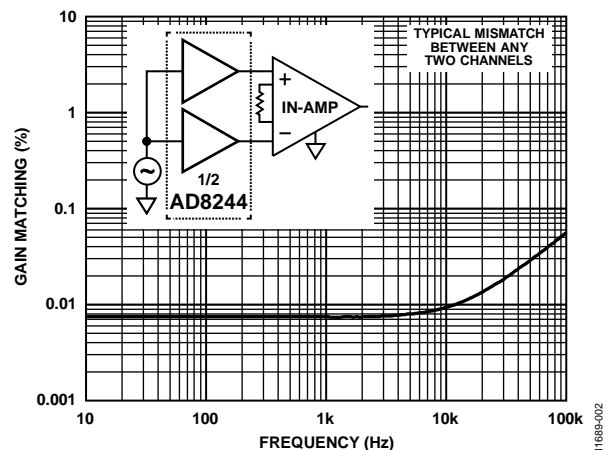


图2. 增益匹配与频率的关系

阻抗电源以及其它缓冲器的输出相隔离。这种配置简化了保护功能,同时缩小了电路板空间,允许在同一个设计中达到高性能和高密度。

AD8244专门针对解决缓冲器相关问题而设计。它具有紧密的通道间匹配,允许AD8244的通道用于差分信号链,且误差极小。该器件具有低电压噪声、宽电源范围和高精度特性,且非常灵活,足以为任何需要单位增益缓冲器(甚至低源电阻)的应用提供高性能。

AD8244的额定温度范围为 -40°C 至 $+85^{\circ}\text{C}$ 工业温度范围,采用10引脚MSOP封装。

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

目录

产品特性	1	防护	14
应用	1	输入保护	15
引脚配置	1	布局考量	15
概述	1	差分信号链	15
修订历史	2	低输出阻抗与频率的关系	15
技术规格	3	应用信息	16
绝对最大额定值	6	心电图(ECG)	16
热阻	6	滤波	16
ESD警告	6	光电二极管放大器	17
引脚配置和功能描述	7	低噪声JFET输入缓冲器	18
典型性能参数	8	外形尺寸	19
工作原理	14	订购指南	19
概述	14		

修订历史

2013年10月—修订版0：初始版

技术规格

除非另有说明, $+V_S = 5\text{ V}$, $-V_S = 0\text{ V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_{IN} = 0.2\text{ V}$, $R_L = 10\text{ k}\Omega$ 至地。

表1.

参数	测试条件/注释	AD8244A			AD8244B			单位
		最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值	
直流性能								
失调电压			100	600		100	350	μV
全温度范围	$T_A = -40^\circ\text{C}$ 至 $+85^\circ\text{C}$			1.25			0.675	mV
平均温度系数	$T_A = -40^\circ\text{C}$ 至 $+85^\circ\text{C}$			10			5	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
失调电压匹配	通道间			800			500	μV
输入偏置电流			0.5	10		0.5	2	pA
全温度范围	$T_A = 85^\circ\text{C}$			150			50	pA
输入偏置电流匹配	通道间		0.05			0.05	0.2	pA
全温度范围	$T_A = 85^\circ\text{C}$		2			2		pA
系统性能								
标称增益			1			1		V/V
系统误差 ¹	$V_{OUT} = 0.2\text{ V}$ 至 3 V			0.08			0.05	%
平均温度系数	$T_A = -40^\circ\text{C}$ 至 $+85^\circ\text{C}$			2			1	ppm/ $^\circ\text{C}$
增益匹配	通道间			0.10			0.08	%
噪声性能								
电压噪声								
谱密度	$f = 1\text{ kHz}$		13			13		$\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
峰峰值	$f = 0.1\text{ Hz}$ 至 10 Hz		0.4			0.4	2	$\mu\text{V p-p}$
电流噪声								
谱密度	$f = 1\text{ kHz}$		0.8			0.8		$\text{fA}/\sqrt{\text{Hz}}$
峰峰值	$f = 0.1\text{ Hz}$ 至 10 Hz		8			8		fA p-p
动态性能								
小信号带宽	-3 dB		3			3		MHz
压摆率			0.8			0.8		$\text{V}/\mu\text{s}$
0.01%建立时间	$V_{OUT} = 0.2\text{ V}$ 至 3 V		8			8		μs
输入特性								
输入电压范围 ²		0		4	0		4	V
全温度范围	$T_A = -40^\circ\text{C}$ 至 $+85^\circ\text{C}$	0		3.5	0		3.5	V
输入阻抗 ³			10 4			10 4		$\text{T}\Omega \text{pF}$
输出特性								
输出摆幅	$R_L = 10\text{ k}\Omega$ 至地	0.025		4.9	0.025		4.9	V
全温度范围	$T_A = -40^\circ\text{C}$ 至 $+85^\circ\text{C}$	0.03		4.88	0.03		4.88	V
输出摆幅	$R_L = \text{无负载}$	0.025		4.97	0.025		4.97	V
全温度范围	$T_A = -40^\circ\text{C}$ 至 $+85^\circ\text{C}$	0.03		4.95	0.03		4.95	V
短路电流			8			8		mA
容性负载驱动			200			200		pF
电源								
工作范围	单电源	3		36	3		36	V
	双电源	± 1.5		± 18	± 1.5		± 18	V
电源抑制	$V_{IN} = 2.5\text{ V}$, $+V_S = 4.5\text{ V}$ 至 5.5 V		80			80		dB
电源电流(每个放大器)	$I_{OUT} = 0\text{ mA}$		180	250		180	250	μA
全温度范围	$T_A = -40^\circ\text{C}$ 至 $+85^\circ\text{C}$			300			300	μA
温度范围								
额定性能		-40		+85	-40		+85	$^\circ\text{C}$

¹ 误差表示为测量结果的百分比, 包括开环增益和共模抑制比的影响。

² AD8244的输入最高可达正电源, 但输入范围会缩小, 因为接近正电源时, 输入晶体管开始饱和, 误差随之提高。当驱动到略低于地时, 输入同样维持高阻抗。

³ 有关输入阻抗的更多信息, 参见图24和图37。

AD8244

除非另有说明, $V_S = \pm 5\text{ V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_{IN} = 0\text{ V}$, $R_L = 10\text{ k}\Omega$ 。

表2.

参数	测试条件/注释	AD8244A			AD8244B			单位
		最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值	
直流性能								
失调电压			100	600		100	350	μV
全温度范围	$T_A = -40^\circ\text{C}$ 至 $+85^\circ\text{C}$			1.25			0.675	mV
平均温度系数	$T_A = -40^\circ\text{C}$ 至 $+85^\circ\text{C}$			10			5	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
失调电压匹配	通道间			800			500	μV
输入偏置电流			0.5	10		0.5	2	pA
全温度范围	$T_A = 85^\circ\text{C}$			150			50	pA
输入偏置电流匹配	通道间		0.05			0.05	0.2	pA
全温度范围	$T_A = 85^\circ\text{C}$		2			2		pA
系统性能								
标称增益			1			1		V/V
系统误差 ¹	$V_{OUT} = -3\text{ V}$ 至 $+3\text{ V}$			0.05			0.03	%
平均温度系数	$T_A = -40^\circ\text{C}$ 至 $+85^\circ\text{C}$			2			1	ppm/ $^\circ\text{C}$
增益匹配	通道间			0.08			0.05	%
非线性度	$V_{OUT} = -3\text{ V}$ 至 $+3\text{ V}$		20			20		ppm
噪声性能								
电压噪声								
谱密度	$f = 1\text{ kHz}$		13			13		nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
峰峰值	$f = 0.1\text{ Hz}$ 至 10 Hz		0.4			0.4	2	$\mu\text{V p-p}$
电流噪声								
谱密度	$f = 1\text{ kHz}$		0.8			0.8		fA/ $\sqrt{\text{Hz}}$
峰峰值	$f = 0.1\text{ Hz}$ 至 10 Hz		8			8		fA p-p
动态性能								
小信号带宽	-3 dB		3.3			3.3		MHz
压摆率			0.8			0.8		V/ μs
0.01%建立时间	$V_{OUT} = -3\text{ V}$ 至 $+3\text{ V}$		14			14		μs
输入特性								
输入电压范围 ²		-5		+4	-5		+4	V
全温度范围	$T_A = -40^\circ\text{C}$ 至 $+85^\circ\text{C}$	-5		+3.5	-5		+3.5	V
输入阻抗 ³			10 4			10 4		T Ω pF
输出特性								
输出摆幅	$R_L = 10\text{ k}\Omega$	-4.9		+4.9	-4.9		+4.9	V
全温度范围	$T_A = -40^\circ\text{C}$ 至 $+85^\circ\text{C}$	-4.88		+4.88	-4.88		+4.88	V
输出摆幅	$R_L = \text{无负载}$	-4.975		+4.97	-4.975		+4.97	V
全温度范围	$T_A = -40^\circ\text{C}$ 至 $+85^\circ\text{C}$	-4.95		+4.95	-4.95		+4.95	V
短路电流			10			10		mA
容性负载驱动			200			200		pF
电源								
工作范围	单电源	3		36	3		36	V
	双电源	± 1.5		± 18	± 1.5		± 18	V
电源抑制	$V_S = \pm 3\text{ V}$ 至 $\pm 18\text{ V}$		90		80	90		dB
电源电流(每个放大器)	$I_{OUT} = 0\text{ mA}$		180	250		180	250	μA
全温度范围	$T_A = -40^\circ\text{C}$ 至 $+85^\circ\text{C}$			300			300	μA
温度范围								
额定性能	T_A	-40		+85	-40		+85	$^\circ\text{C}$

¹ 误差表示为测量结果的百分比, 包括开环增益和共模抑制比的影响。

² AD8244的输入最高可达正电源, 但输入范围会缩小, 因为接近正电源时, 输入晶体管开始饱和, 误差随之提高。

³ 有关输入阻抗的更多信息, 参见图24和图37。

除非另有说明, $V_S = \pm 15\text{ V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_{IN} = 0\text{ V}$, $R_L = 10\text{ k}\Omega$ 。

表3.

参数	测试条件/注释	AD8244A			AD8244B			单位
		最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值	
直流性能								
失调电压			100	600		100	350	μV
全温度范围	$T_A = -40^\circ\text{C}$ 至 $+85^\circ\text{C}$			1.25		0.545		mV
平均温度系数	$T_A = -40^\circ\text{C}$ 至 $+85^\circ\text{C}$			10		3		$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
失调电压匹配	通道间			800		500		μV
输入偏置电流		0.9	10		0.9	3		pA
全温度范围	$T_A = 85^\circ\text{C}$			150		100		pA
输入偏置电流匹配	通道间	0.05			0.05	0.2		pA
全温度范围	$T_A = 85^\circ\text{C}$	2			2			pA
系统性能								
标称增益			1		1			V/V
系统误差 ¹	$V_{OUT} = -10\text{ V}$ 至 $+10\text{ V}$			0.03		0.008		%
平均温度系数	$T_A = -40^\circ\text{C}$ 至 $+85^\circ\text{C}$			2		1		ppm/ $^\circ\text{C}$
增益匹配	通道间			0.05		0.01		%
非线性度	$V_{OUT} = -10\text{ V}$ 至 $+10\text{ V}$		5			5		ppm
噪声性能								
电压噪声								
谱密度	$f = 1\text{ kHz}$		13		13			$\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
峰峰值	$f = 0.1\text{ Hz}$ 至 10 Hz		0.4		0.4			$\mu\text{V p-p}$
电流噪声								
谱密度	$f = 1\text{ kHz}$		0.8		0.8			$\text{fA}/\sqrt{\text{Hz}}$
峰峰值	$f = 0.1\text{ Hz}$ 至 10 Hz		8		8			fA p-p
动态性能								
小信号带宽	-3 dB		3.6		3.6			MHz
压摆率			0.8		0.8			$\text{V}/\mu\text{s}$
0.01%建立时间	$V_{OUT} = -10\text{ V}$ 至 $+10\text{ V}$		18		18			μs
输入特性								
输入电压范围 ²		-15		+14	-15		+14	V
全温度范围	$T_A = -40^\circ\text{C}$ 至 $+85^\circ\text{C}$	-15		+13.5	-15		+13.5	V
输入阻抗 ³			10 4		10 4			$\text{T}\Omega \text{pF}$
输出特性								
输出摆幅	$R_L = 10\text{ k}\Omega$	-14.87		+14.87	-14.87		+14.87	V
全温度范围	$T_A = -40^\circ\text{C}$ 至 $+85^\circ\text{C}$	-14.84		+14.84	-14.84		+14.84	V
输出摆幅	$R_L = \text{无负载}$	-14.95		+14.95	-14.95		+14.95	V
全温度范围	$T_A = -40^\circ\text{C}$ 至 $+85^\circ\text{C}$	-14.93		+14.93	-14.93		+14.93	V
短路电流			20		20			mA
容性负载驱动			200		200			pF
电源								
工作范围	单电源	3		36	3		36	V
	双电源	± 1.5		± 18	± 1.5		± 18	V
电源抑制	$V_S = \pm 3\text{ V}$ 至 $\pm 18\text{ V}$		90		80	90		dB
电源电流(每个放大器)	$I_{OUT} = 0\text{ mA}$		180	250		180	250	μA
全温度范围	$T_A = -40^\circ\text{C}$ 至 $+85^\circ\text{C}$			300		300		μA
温度范围								
额定性能	T_A	-40		+85	-40		+85	$^\circ\text{C}$

¹ 误差表示为测量结果的百分比, 包括开环增益和共模抑制比的影响。

² AD8244的输入最高可达正电源, 但输入范围会缩小, 因为接近正电源时, 输入晶体管开始饱和, 误差随之提高。

³ 有关输入阻抗的更多信息, 参见图24和图37。

绝对最大额定值

表4.

参数	额定值
电源电压	$\pm 18\text{ V}$
输出短路电流持续时间	未定
IN x或OUT x的最大电压 ¹	$+V_S + 0.3\text{ V}$
IN x或OUT x的最小电压 ¹	$-V_S - 0.3\text{ V}$
存储温度范围	-65°C 至 $+150^{\circ}\text{C}$
工作温度范围	-40°C 至 $+85^{\circ}\text{C}$
最高结温	150°C
ESD	
人体模型(HBM)	3 kV
充电器件模型(CDM)	1.25 kV
机器模型(MM)	100 V

¹ 电压超出此限值范围时，请使用输入保护电阻。详情见“输入保护”部分。

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

θ_{JA} 针对最差条件，即焊接在电路板上的器件为表贴封装。

表5. 热阻

封装类型	θ_{JA}	单位
10引脚 MSOP	152	$^{\circ}\text{C}/\text{W}$

ESD CAUTION



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

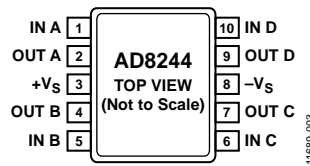


图3. 引脚配置

表6. 引脚功能描述

引脚编号	引脚名称	说明
1	IN A	通道A输入
2	OUT A	通道A输出
3	+Vs	正电源电压
4	OUT B	通道B输出
5	IN B	通道B输入
6	IN C	通道C输入
7	OUT C	通道C输出
8	-Vs	负电源电压
9	OUT D	通道D输出
10	IN D	通道D输入

典型性能参数

除非另有说明, $V_S = \pm 5\text{ V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_{IN} = 0\text{ V}$, $R_L = 10\text{ k}\Omega$ 。

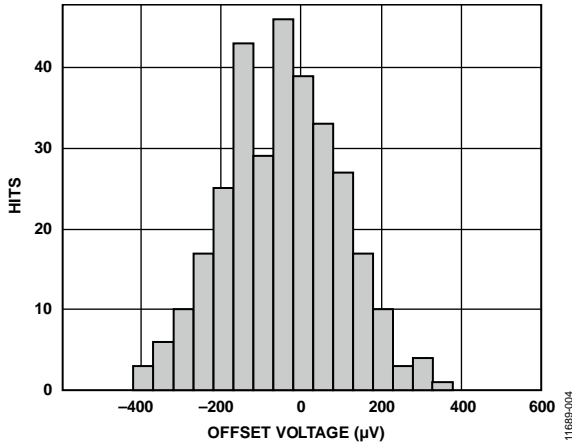


图4. 失调电压的典型分布图

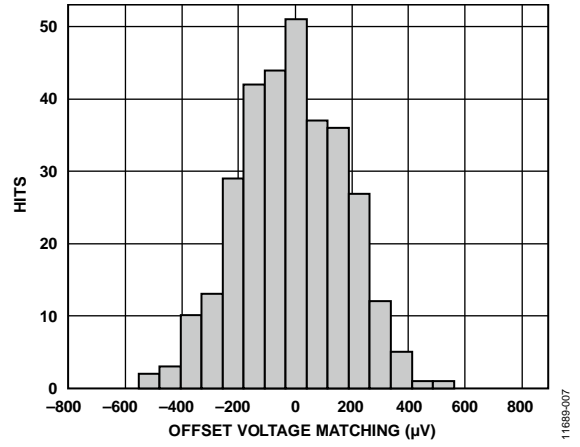


图7. 失调电压匹配的典型分布图

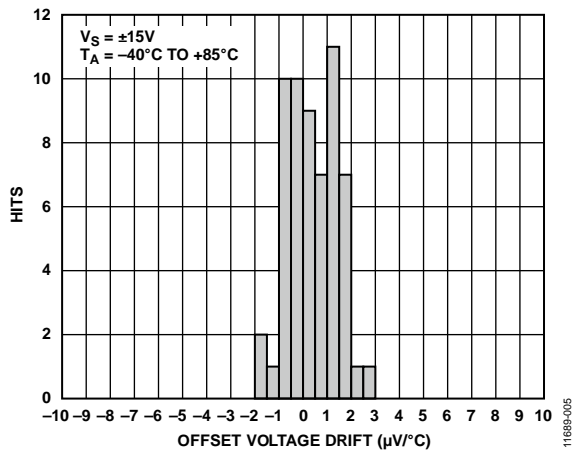


图5. 失调电压漂移的典型分布图

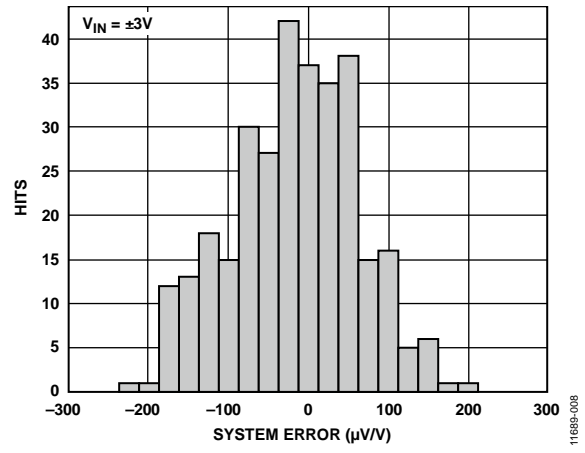


图8. 系统误差的典型分布图

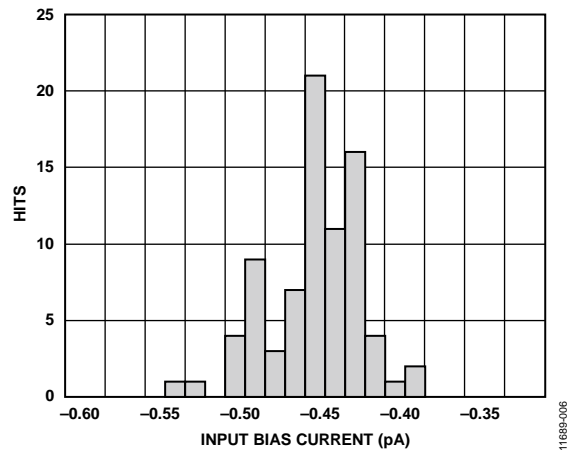


图6. 输入偏置电流的典型分布图

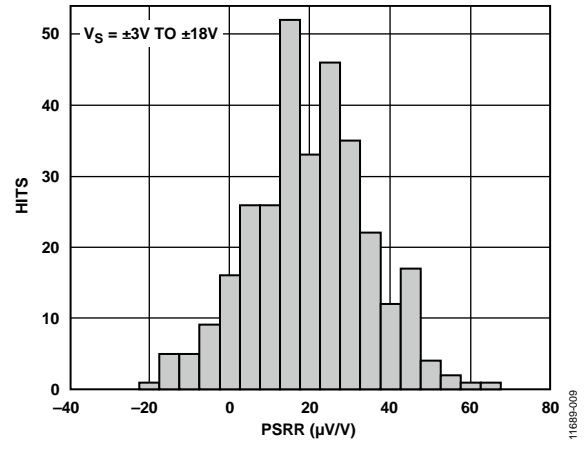


图9. 电源抑制比(PSRR)的典型分布图

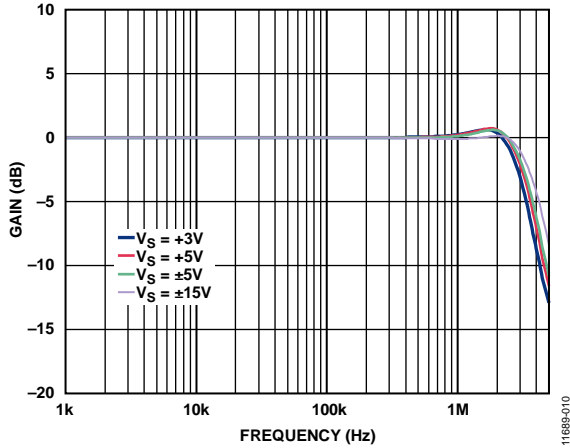


图10. 增益与频率的关系

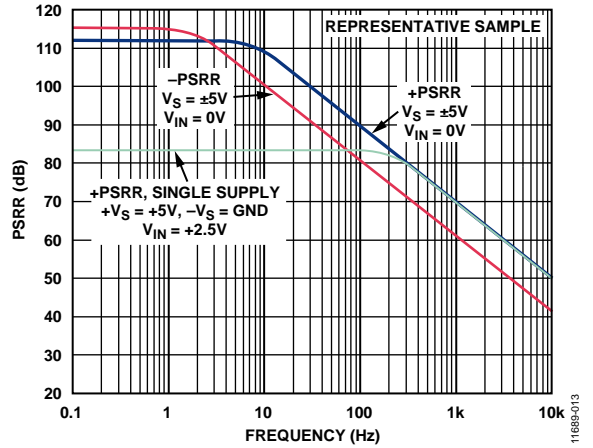


图13. PSRR与频率的关系

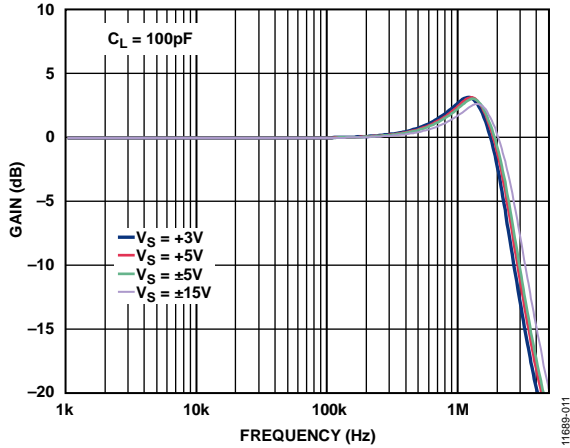


图11. 增益与频率的关系, $C_L = 100 \text{ pF}$

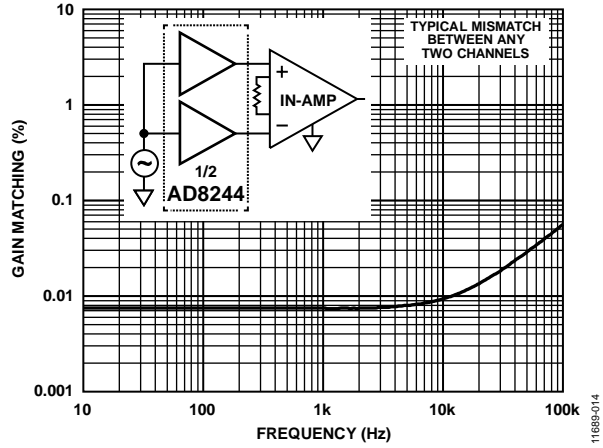


图14. 增益匹配与频率的关系

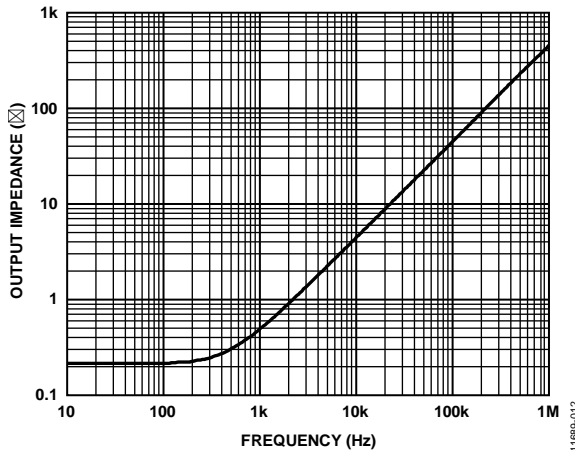


图12. 输出阻抗与频率的关系

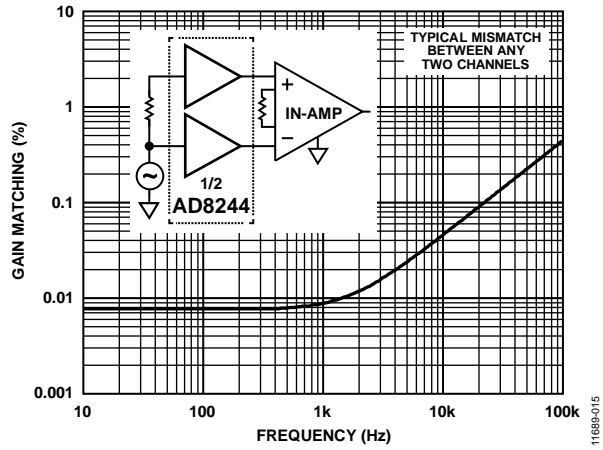


图15. 增益匹配与频率的关系(1 kΩ非均衡信号源)

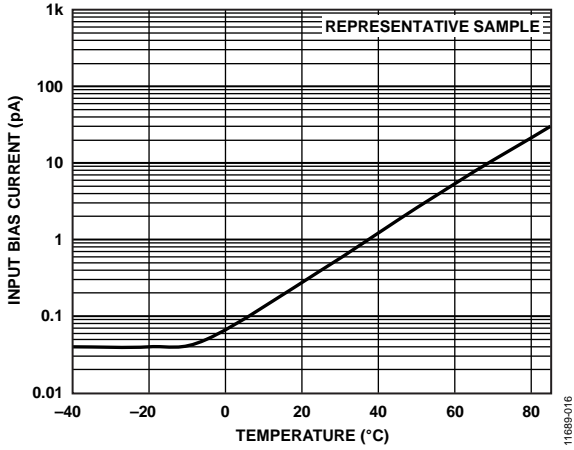


图16. 输入偏置电流与温度的关系

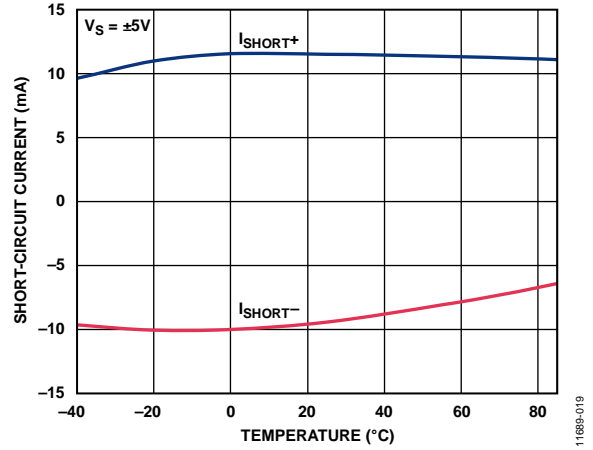


图19. 短路电流与温度的关系

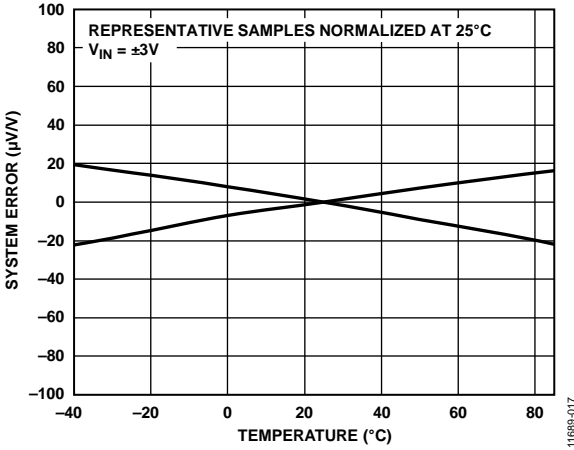


图17. 系统误差与温度的关系，归一化至25°C

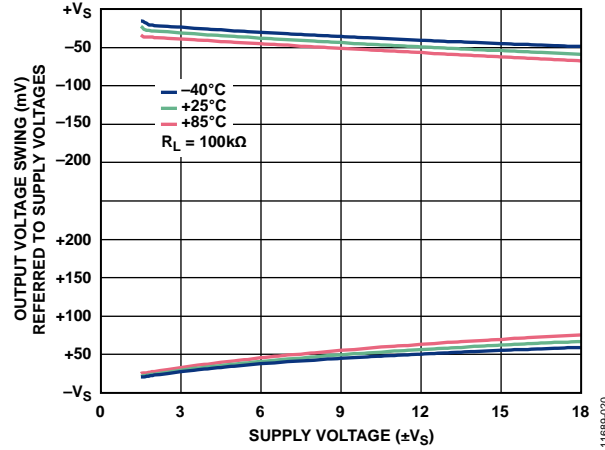


图20. 输出电压摆幅与电源电压的关系, $R_L = 100 k\Omega$

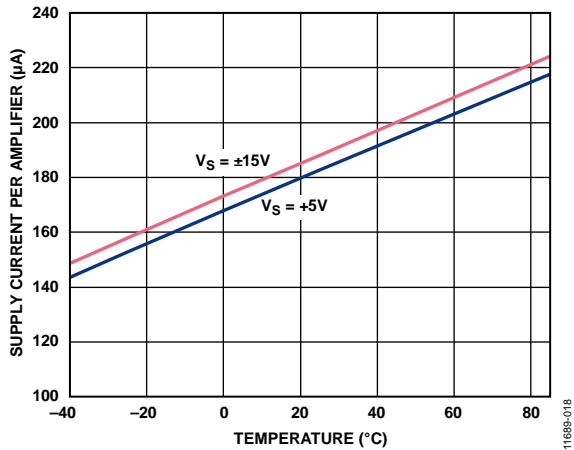


图18. 电源电流与温度的关系

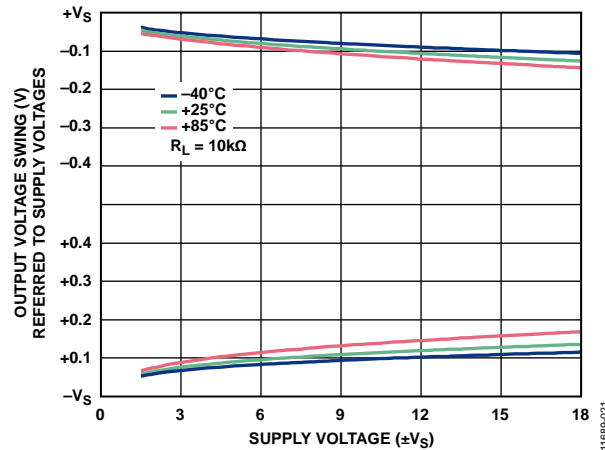


图21. 输出电压摆幅与电源电压的关系, $R_L = 10 k\Omega$

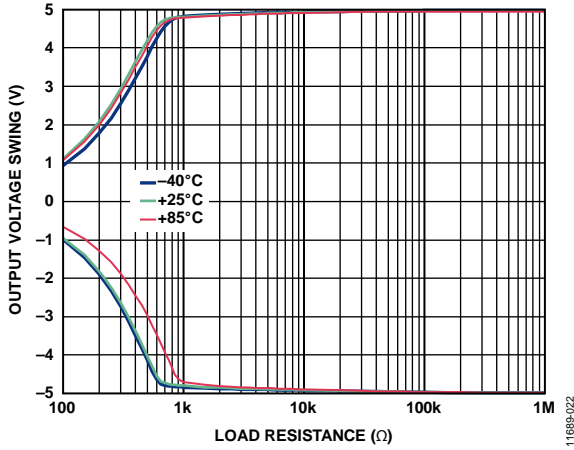


图22. 输出电压摆幅与负载阻抗的关系

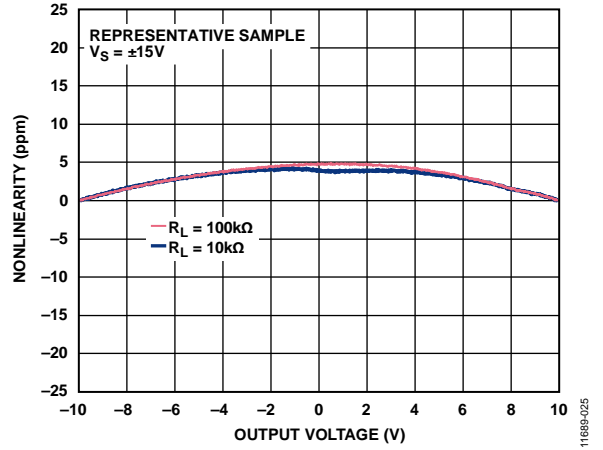


图25. 非线性 ($V_S = \pm 15V$)

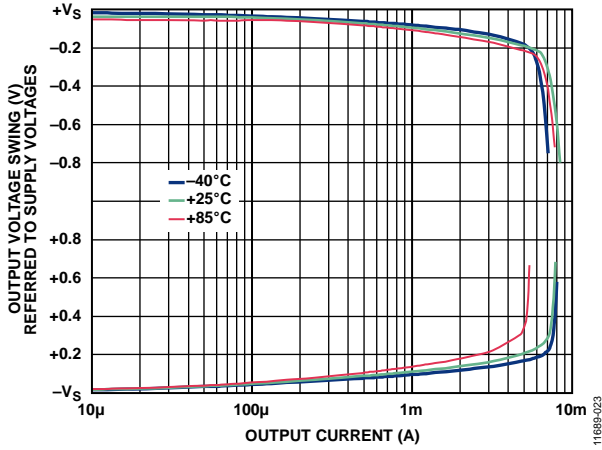


图23. 输出电压摆幅与输出电流的关系

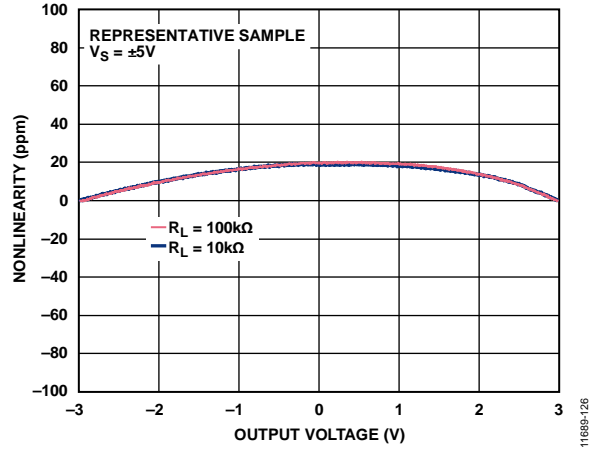


图26. 非线性 ($V_S = \pm 5V$)

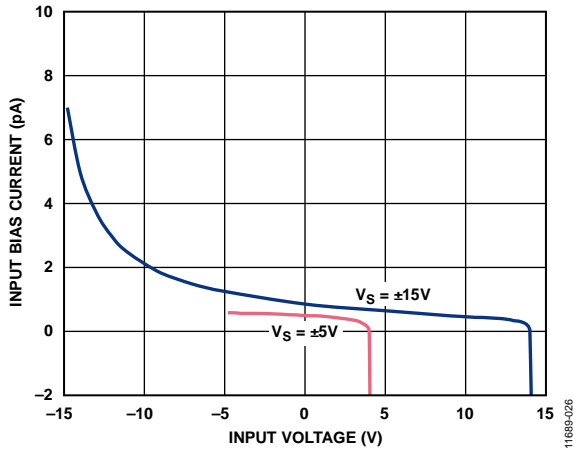


图24. 输入偏置电流与输入电压的关系

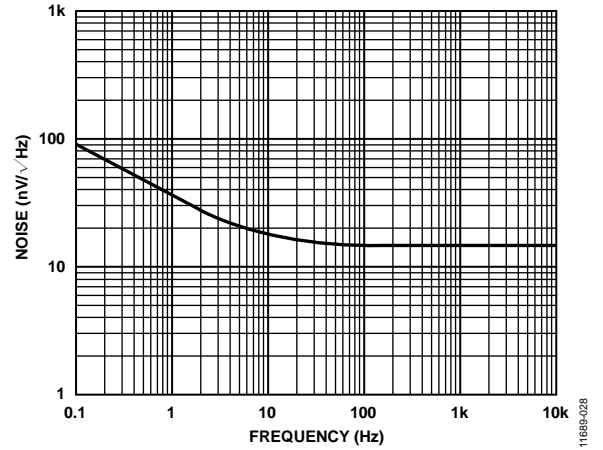


图27. 电压噪声谱密度与频率的关系

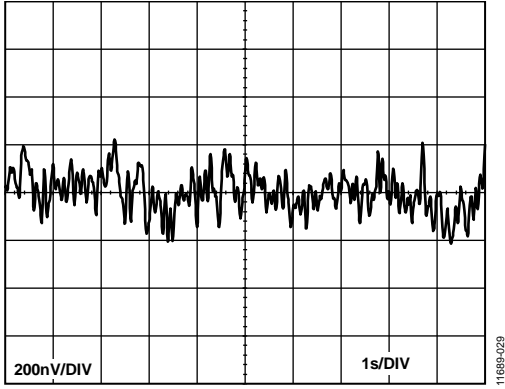


图28. 0.1 Hz至10 Hz电压噪声

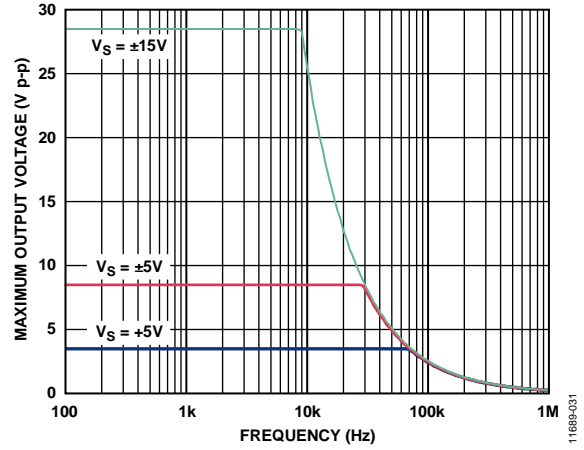


图31. 大信号频率响应

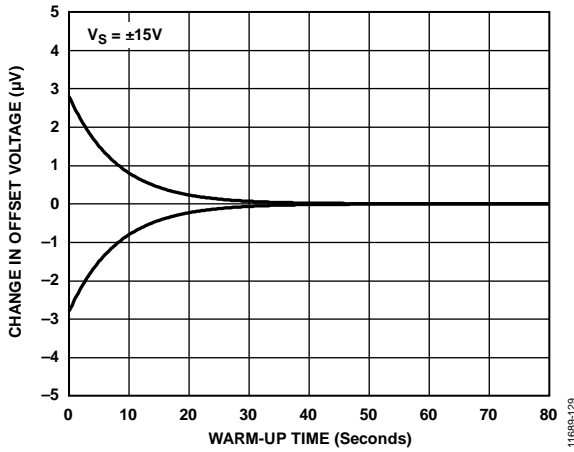


图29. 失调电压变化与预备时间的关系

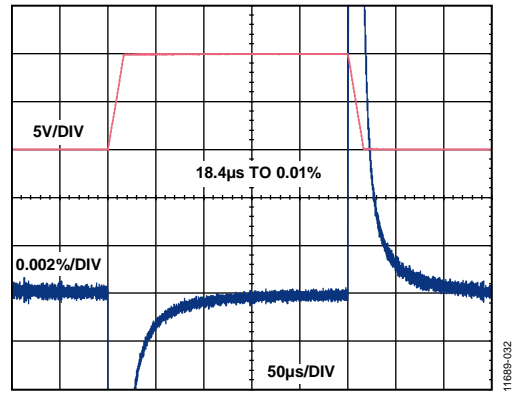


图32. 大信号脉冲响应和建立时间
($R_L = 10\text{ k}\Omega$, $C_L = 100\text{ pF}$)

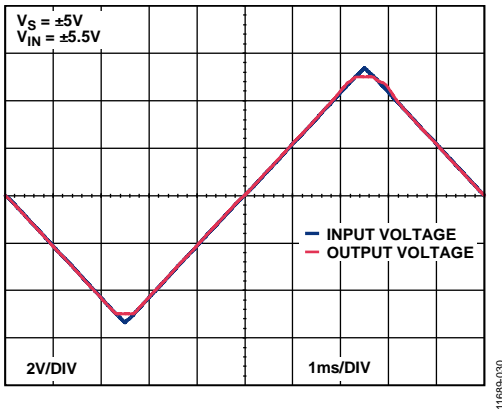


图30. 无相位反转

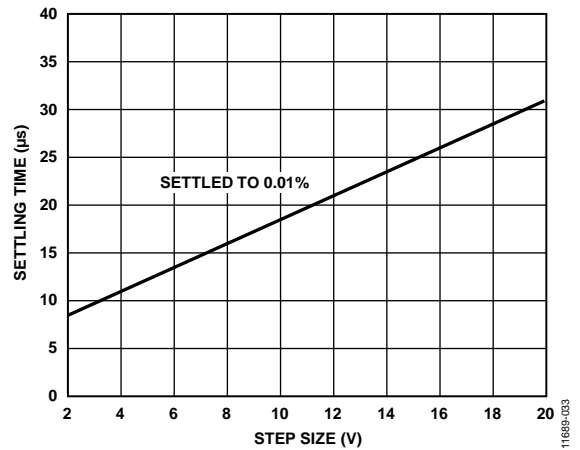


图33. 建立时间与阶跃大小的关系
($R_L = 10\text{ k}\Omega$, $C_L = 100\text{ pF}$)

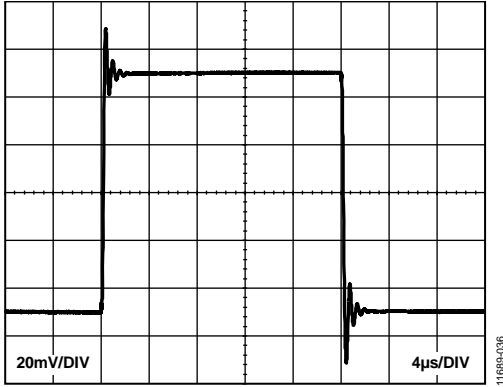


图34. 小信号脉冲响应($R_L = 10\text{ k}\Omega$, $C_L = 100\text{ pF}$)

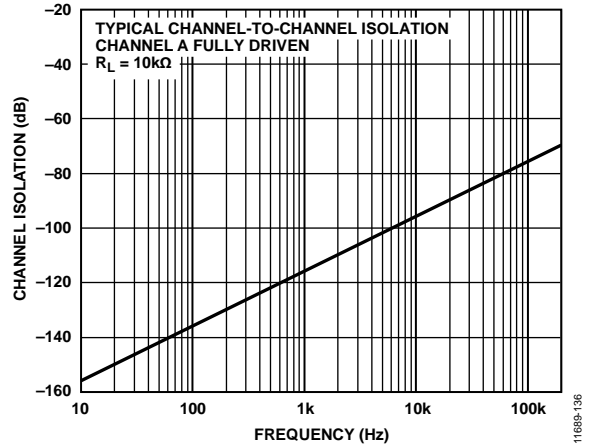


图36. 通道隔离与频率的关系

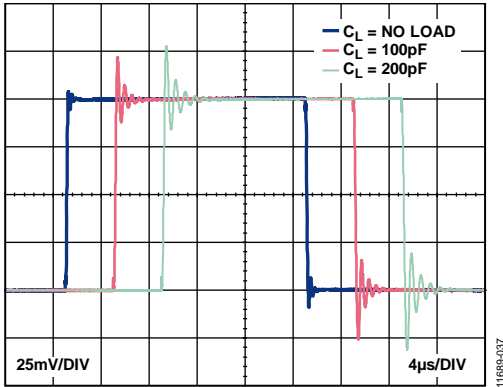


图35. 各种容性负载条件下的小信号脉冲响应
($R_L =$ 无负载)

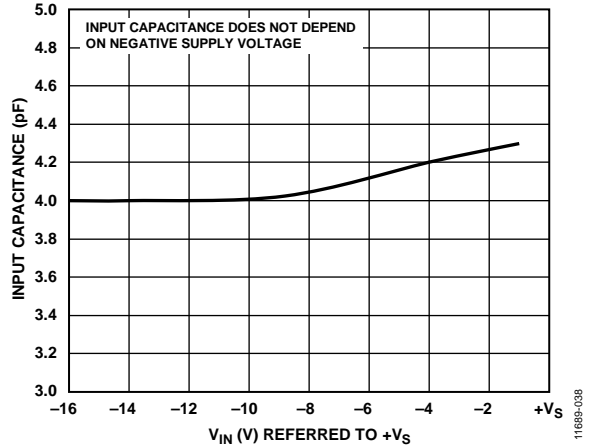


图37. 输入电容与输入电压(V_{IN})的关系(以 $+V_S$ 为基准)

工作原理

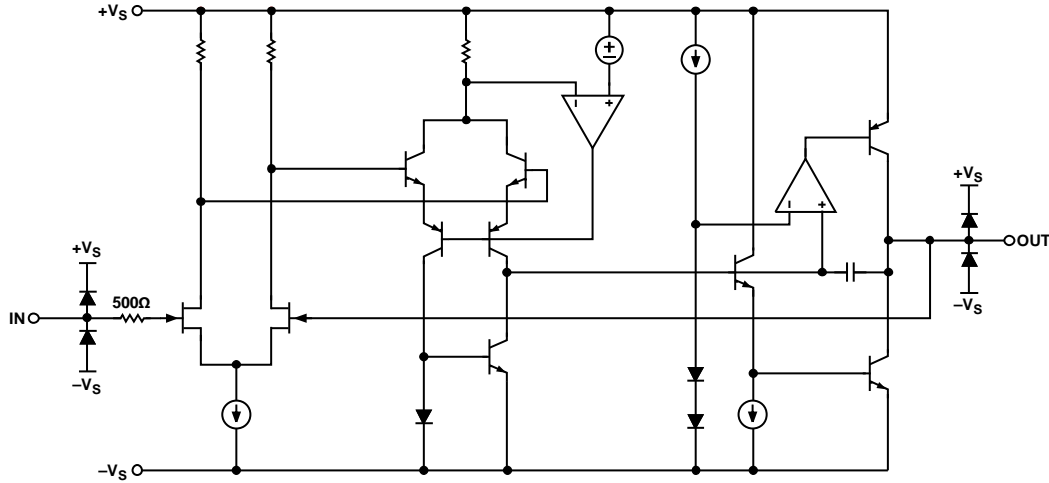


图38. 原理示意图

概述

AD8244是一款精密、四通道、FET输入、单位增益缓冲器，设计用于将极高的源阻抗与信号链的其余部分相隔离。N沟道JFET用作输入晶体管以提供低失调(最大值350 μV)、低噪声(典型值13 nV/√Hz)、高阻抗(10 TΩ以上)输入级，其最低工作电压可达负电源电压。采用新式漂移调整方法，B级AD8244能够实现非常低的失调电压(全温度范围最大值为0.545 mV)，引入的系统误差(全温度范围)极小。AD8244设计针对高精度应用进行了优化，如用于生物电位电极的缓冲器等，此类应用的缓冲器必须具有严密匹配的超高阻抗输入和通道。一个四通道运算放大器最少需要14个引脚，而AD8244采用10引脚封装，因此布线空间减少，反馈走线的寄生效应得以消除。此外，灵活的设计和高通道密度使得AD8244适用于需要单位增益缓冲器的信号链。

防护

使用低输入偏置电流FET输入放大器时，设计人员必须十分注意从输入节点到板上相邻导线的电压梯度。这些梯度可能产生漏电流，压垮FET输入的输入阻抗和偏置电流性能。在污染、湿度和温度影响下，这些漏电流会变得更差。可使用防护技术来大大降低输入节点看到的电压梯度，防止寄生漏电流影响性能。物理上，防护是环绕高阻抗节点的低阻抗导线，其电压提升到该节点的电压，用来缓冲漏电流，将其从敏感节点转移到低阻抗防护体中。很多传统运算放大器的引脚排列是在同相输入旁边放一个电源引脚，这会给防护带来困难。防护此类运算放大器输入

端的唯一方法是将防护走线布设在输入引脚与电源引脚之间。针对DIP或SOIC等较大封装，走线可以放在引脚之间，但这些封装需要的电路板面积对于许多现代应用来说是不可接受的。

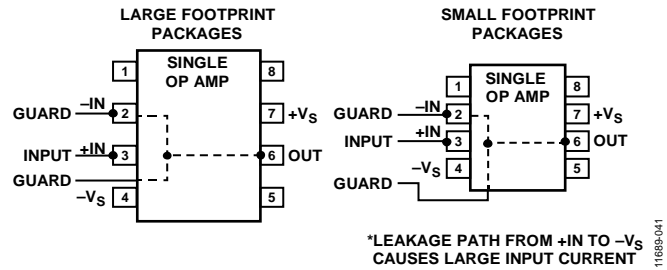


图39. 单通道运算放大器防护图形

AD8244独特的引脚排列可以解决这个问题，它自然地将高阻抗输入与低阻抗节点(如电源和其它缓冲器的输出)相隔离。此外，AD8244的缓冲器可用来防护其自己的输入，将输入端看到的电压梯度降低到仅缓冲器的低失调电压。AD8244让防护走线易于布线，无需在引脚之间放置走线，有利于防护。

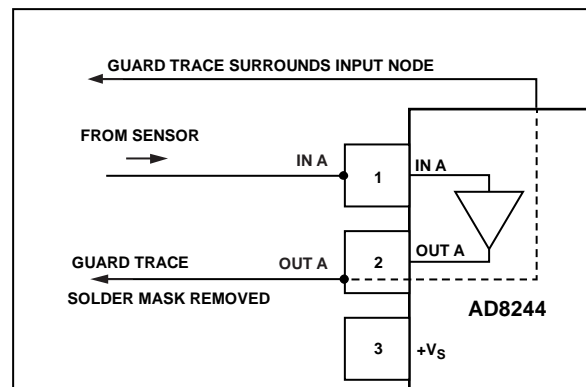


图40. AD8244的防护机制

输入保护

AD8244的所有引脚均提供ESD保护。此外，输入结构支持直流过压保护，最高可达正电源以上的二极管压降和负电源以下的二极管压降。超出电源的二极管压降以外的电压会导致ESD二极管导通，使电流流过二极管。因此，对于电源电压以上的电压，应当用一个与各输入端串联的外部电阻来限制电流。无论何种情形，AD8244输入都能在室温下安全处理6 mA连续电流。

对于AD8244会遇到极端过载电压的应用，例如心脏除颤器等，应当使用外部串联电阻和低泄漏二极管钳位（如FJH1100或BAV199L）。

布局考量

AD8244缓冲器的输入阻抗极高。印刷电路板(PCB)布局中的漏电阻和寄生电容产生的分流阻抗会严重降低JFET输入的性能。如果使用缓冲器输出包围对应的输入节点，布局中的漏电阻和寄生电容可以保持非常低的水平。移除防护走线的阻焊膜可防止污染引起表面泄漏。除了顶层的防护走线以外，电路板其他层与输入节点相连的过孔周围也应布设防护走线。输出端看到的寄生电容应非常小，以便保持最佳阶跃响应。同一信号链中使用的放大器，例如缓冲仪表放大器或差动放大器两个输入端的电压，其输入走线的阻抗必须匹配。这包括长度一致和走线对称。输入电阻应放在AD8244输入端附近，以免与走线寄生效应相互作用。如果一个通道不使用，应将其输入连接到线性范围内的电压，以免过驱干扰其他通道，输出保持不连接。应将去耦电容(如0.1 μF)放在AD8244附近。10 μF 等较大的电容可以放在离器件较远的地方。

差分信号链

AD8244可用于缓冲差动放大器和仪表放大器的输入，以便利用JFET输入的高质量特性。此类应用使用AD8244的两个通道来缓冲差分信号路径的正负输入，引起系统误差的是两个通道的不匹配，而不是绝对误差。AD8244的通道严密匹配，在差分电路中可实现出色的结果。为了帮助设计，通道间匹配误差已经测定。驱动仪表放大器、差动放大器或其他差分输入电路的输入时，通道间的增益匹配定义AD8244引入系统的共模抑制比(CMRR)误差。单位换算如下：

$$\text{CMRR (dB)} = 20 \times \log_{10}(100/\text{增益匹配}(\%))$$

JFET夹断电压随通道而不同，接近正电压轨时，JFET开始饱和，这会引入额外的不匹配。让输入电压远离正输入范围限值，可以最大程度地降低CMRR误差。由于输入阻抗非常高，即使源电阻很大或不匹配，差分系统也能实现高CMRR。更多信息参见典型工作特性部分。

低输出阻抗与频率的关系

当环路增益降低时，AD8244的闭环输出阻抗会随着频率提高而提高，如图12所示。AD8244可直接驱动200 pF负载，响铃振荡很小，如图35所示。在输出端串联一个小电阻，可提高AD8244的容性负载驱动能力。对于需要AD8244输入性能和超低输出阻抗(全频率范围)的应用，如驱动电缆屏蔽、开关负载或大电容等，配置中可增加一个运算放大器，如图41所示。这种配置利用了运算放大器在低频时的输出阻抗，并且负载电容可降低高频时的输出阻抗。通常， $R_O \times C_L$ 约等于 $R_F \times C_F$ 。

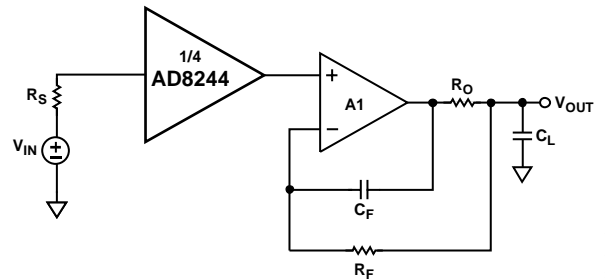


图41. 增加一个运算放大器以实现低输出阻抗

11689-043

应用信息

心电图(ECG)

在ECG系统中,不同导联的源阻抗之间的不匹配会对前端放大器的输入阻抗不利,可能产生不平衡的电阻分压器,从而降低系统CMRR。对于输入阻抗相对较高的放大器,皮肤、电解质、电极和保护电阻的组合阻抗可能足以导致电力线噪声拾取、电流噪声问题和信号分割。日益普遍且源阻抗显著较高的干电极系统,对这些误差尤其敏感。通常使用高输入阻抗、低偏置电流、FET输入运算放大器来缓冲电极信号,然后将其提供给仪表放大器。这种缓冲可解决大部分问题,但当现场中有仪表时,它可能受到灰尘拾取和湿度影响。如果运算放大器输入无防护,这些环境因素可能造成不良漏电流,上述因为输入阻抗不够高而引起的问题又会出现。AD8244简化了防护输入免受寄生电阻和电容影响的机制,同时还能驱动仪表放大器输入,实现更鲁棒的设计,节省功耗和电路板空间。驱动仪表放大器的AD8244的CMRR最初取决于所选电源和电压范围下的增益匹配,以及所用的仪表放大器,但利用右腿驱动(RLD)或数字滤波等设计技术,可以改善CMRR。

滤波

在滤波应用中,一般建议使用C0G或NP0陶瓷等电容以改善失真和电介质吸收性能。此类电容的体积效率不高,电容值最高可达数十nF,视外壳尺寸和电压额定值而定。对于给定截止频率,使用的电容越小,则要求电阻值越大。在低频时,电阻值变得非常大,典型运算放大器的偏置电流可能引起相当大的失调和额外噪声。AD8244的偏置电流低于pA水平,支持数十MΩ的电阻值而无额外误差,同时可为滤波器设计提供出色的低功耗、小尺寸解决方案。在AD8244的四个通道之间,可以实现极点数超过8个的滤波器,而使用的空间则少于采用四通道运算放大器的相同滤波器。

Sallen-Key低通滤波器

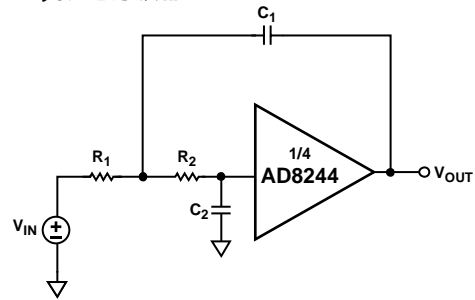


图42. Sallen-Key低通滤波器

下面的公式描述了Sallen-Key拓扑(如图42所示)的低通滤波器的转折频率 f_c 和质量因数 Q :

$$f_c = 1/(2\pi \sqrt{R1 \times R2 \times C1 \times C2})$$

$$Q = (\sqrt{R1 \times R2 \times C1 \times C2}) / (C2 \times (R1 + R2))$$

举一个采用这种拓扑的设计例子,选择滤波器的 $Q = 0.707$, $R1 = R2 = R$ 。这就要求 $C1 = 2 \times C2$ 。转折频率公式即可简化为:

$$f_c = 1/(2\pi \times R \times C2 \times \sqrt{2})$$

如果 $C2$ 选择一个可用电容,例如1 nF,则 R 可以用所需的截止频率表示为:

$$R = 1/(2\sqrt{2} \times \pi \times 1 \text{ nF} \times f_c) = 112.5 \text{ M}\Omega \times \text{Hz (that is, } R = 750 \text{ k}\Omega \text{ for } f_c = 150 \text{ Hz)}$$

Sallen-Key高通滤波器

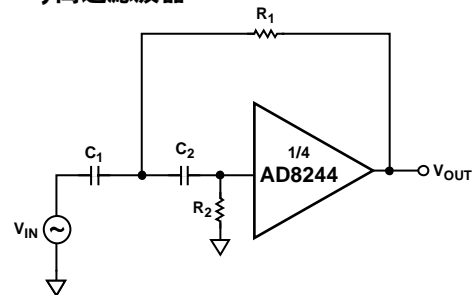


图43. Sallen-Key高通滤波器

Sallen-Key拓扑高通滤波器的转折频率公式与低通滤波器相同,但 Q 的公式变为:

$$Q = (\sqrt{R1 \times R2 \times C1 \times C2}) / (R1 \times (C1 + C2))$$

这种情况下,当 $C1 = C2 = C$ 且 $R1 = \frac{1}{2} R2$ 时, $Q = 0.707$,这是低通滤波器例子的对称结果。

转折频率即可简化为:

$$f_c = 1/(\sqrt{2} \times \pi \times R2 \times C)$$

对于低转折频率,可以选择22 nF等较大电容,得到以下的 $R2$ 公式:

$$R2 = 10.2 \text{ M}\Omega \times \text{Hz (that is, a 0.5 Hz filter requires } R1 = 10 \text{ M}\Omega \text{ and } R2 = 20 \text{ M}\Omega)$$

双T陷波滤波器

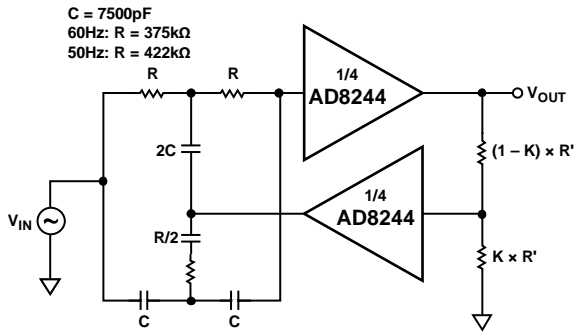


图44. 双T陷波滤波器

下面的公式描述采用有源反馈的双T陷波滤波器(如图44所示)的参数:

$$f_o = 1/(2\pi RC)$$

$$Q = 0.25/(1 - K)$$

其中, K是0到1之间的衰减系数, 如图44所示。0或1的K值只能利用一个缓冲器实现。

该滤波器的优点之一是 f_o 和Q是独立的, 因而可以轻松调整滤波器特性。然而, 设计人员在生产设计中很少使用双T陷波滤波器, 因为它对元件容差很敏感, 这会影响陷波深度和频率。降低Q是确保所需的频率具有充分衰减且与元件差异和漂移无关的方法之一, 然而, 降低Q也会线性增加通带之间的距离。级联多个滤波器级可以改善陷波深度, 同时减小阻带宽度。

为了说明级联的优点, 图45显示了两个滤波器的响应, 二者均可在60 Hz ± 5%时提供26 dB以上的衰减, 允许元件存在容差。单级滤波器要求Q为0.5, 因而-3 dB陷波带宽为120 Hz。双级滤波器各级的Q为2.25, -3 dB陷波带宽降至大约40 Hz。

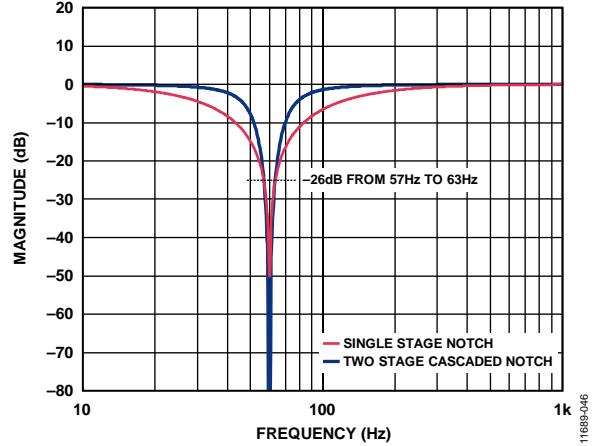


图45. 级联陷波滤波器

光电二极管放大器

精密电路中的光电二极管通常是在光伏模式下进行测量, 其中不存在反向偏置电压。这种测量模式有两个优点: 一是不存在暗电流, 二是输出与光强度线性相关。然而, 光伏模式下的信号电流可能非常小, 需要高增益跨阻放大器(TIA)。适合构建TIA来测量光电二极管或其他低电流传感器的放大器很有限, 因而可能难以实现高性能。若将AD8244用作光电二极管的接口, 则无需低偏置电流运算放大器, 这样便可优化其他参数, 如精度、压摆率、输出驱动、板空间和成本等。像任何组合放大器一样, 必须十分注意稳定性。为使该配置保持单位增益稳定, 运算放大器的单位增益交越频率必须低于AD8244的带宽。运算放大器的噪声增益随二极管的分流电阻而变化, 后者与温度相关。

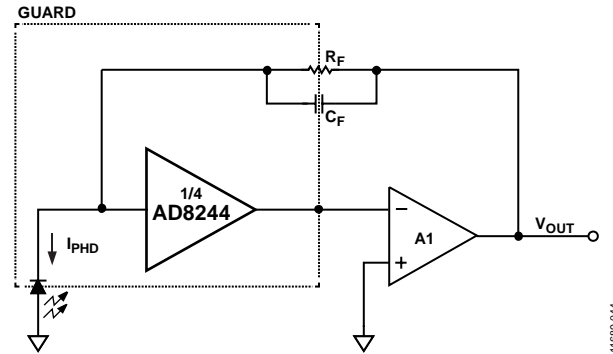


图46. 光电二极管应用中的AD8244

AD8244

低噪声JFET输入缓冲器

并联放置多个缓冲器可降低AD8244的电压噪声。例如，两个缓冲器并联可将电压噪声降低 $\sqrt{2}$ ，所有四个缓冲器并联相当于一个噪声减半的缓冲器。这种方法的缺点是偏置电流、电流噪声和输入电容提高。在输出之间放置一个50 Ω 等小电阻，可防止各输出之间的细微差异引起额外的电流流动。对于对功耗不太敏感的应用，可以省去这些50 Ω 电阻以提高可用输出电流。

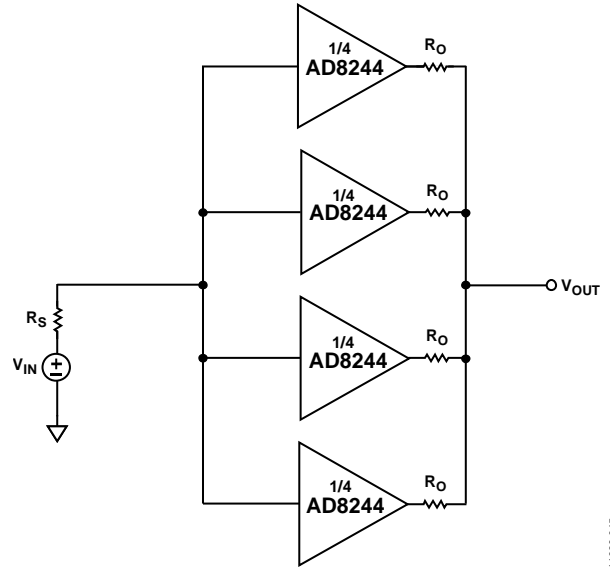


图47. 降低电压噪声

11889-045

外形尺寸

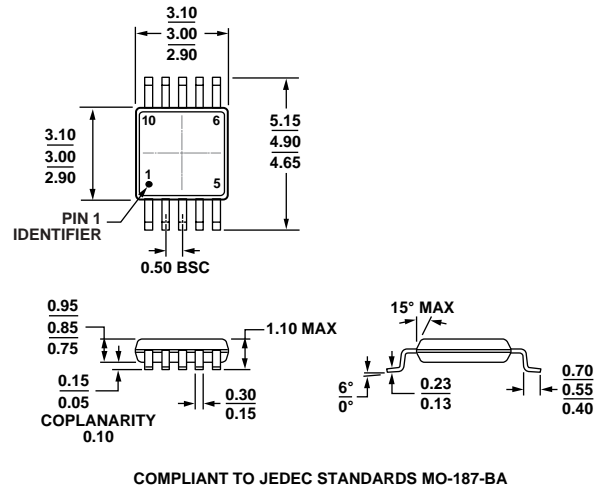


图48. 10引脚超小型MSOP封装
(RM-10)

图示尺寸单位: mm

订购指南

型号 ¹	温度范围	封装描述	封装选项	标识
AD8244ARMZ	-40°C至+85°C	10引脚超小型封装[MSOP], 标准等级	RM-10	Y54
AD8244ARMZ-R7	-40°C至+85°C	10引脚超小型封装[MSOP], 标准等级, 7"卷带和卷盘	RM-10	Y54
AD8244BRMZ	-40°C至+85°C	10引脚超小型封装[MSOP], 高性能等级	RM-10	Y55
AD8244BRMZ-R7	-40°C至+85°C	10引脚超小型封装[MSOP], 高性能等级, 7"卷带和卷盘	RM-10	Y55

¹Z = 符合RoHS标准的器件。

AD8244

注释