



55 V、EMI增强型、零漂移、超低噪声、轨到轨输出运算放大器

ADA4522-2

产品特性

- 低失调电压: 5 μ V(最大值)
- 极低失调漂移: 22 nV/ $^{\circ}$ C(最大值)
- 低电压噪声: 5.8 nV/ \sqrt{Hz} (典型值)
117 nV p-p(0.1 Hz至10 Hz, 典型值)
- 低输入偏置电流: 50 pA(典型值)
- 单位增益交越带宽: 3 MHz
- 单电源供电: 输入电压范围包括地和轨到轨输出
- 宽工作电压范围
单电源供电: 4.5 V至55 V
双电源供电: \pm 2.25 V至 \pm 27.5 V
- 集成EMI滤波器
- 单位增益稳定

应用

- LCR计量仪/兆欧计前端放大器
- 称重传感器和桥式传感器
- 磁力天平
- 高精密分流检测
- 热电偶/RTD传感器
- PLC输入和输出放大器

概述

ADA4522-2是一款双通道、零漂移、低噪声、低功耗、单电源供电时输入可以到0 V和轨到轨输出的放大器，并针对随时间、温度和电压条件变化的总精度进行了优化。该器件具有宽工作电压和温度范围、高开环增益、极低直流和交流误差，因而非常适合在各种应用中放大极小的输入信号并精确再现较大的信号。

ADA4522-2在电源电压为5.0 V、30 V和55 V时具有额定性能，工作电压范围为4.5 V至55 V。该器件是采用5 V、10 V、12 V、30 V或更高单电源的应用以及采用 \pm 2.5 V、 \pm 5 V、 \pm 15 V双电源的应用的理想选择。ADA4522-2利用片内滤波实现较高的抗电磁干扰(EMI)能力。

ADA4522-2的额定温度范围为 -40° C至 $+125^{\circ}$ C扩展工业温度范围，提供8引脚MSOP和8引脚SOIC封装。

引脚接线图



图1. 8引脚MSOP(RM后缀)和8引脚SOIC(R后缀)引脚配置

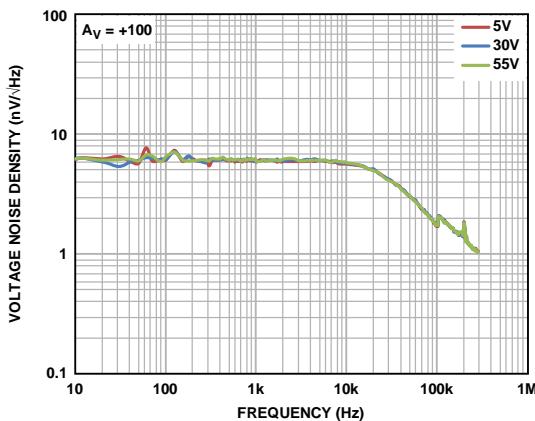


图2. 电压噪声密度, $V_{SY} = \pm 15$ V

表1. 零漂移运算放大器($<0.1 \mu$ V/ $^{\circ}$ C)

电源电压	5 V	16 V	30 V	55 V
单通道	ADA4528-1 AD8628 AD8538 ADA4051-1	AD8638	ADA4638-1	
双通道	ADA4522-2 AD8629 AD8539 ADA4051-2	AD8639		ADA4522-2
四通道	AD8630			

Rev. 0

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.

Document Feedback

One Technology Way, P.O. Box 9106, Norwood, MA 02062-9106, U.S.A.
Tel: 781.329.4700 ©2015 Analog Devices, Inc. All rights reserved.
Technical Support www.analog.com

目录

产品特性.....	1	片内输入EMI滤波器和箝位电路.....	20
应用.....	1	热关断.....	21
引脚接线图.....	1	输入保护.....	21
概述.....	1	单电源和轨到轨输出.....	21
修订历史.....	2	大信号瞬态响应.....	22
技术规格.....	3	噪声考虑因素.....	22
电气特性—5.0 V电源.....	3	EMI抑制比.....	24
电气特性—30 V电源.....	4	单电源仪表放大器.....	24
电气特性—55 V电源.....	5	称重传感器/应变计传感器信号调理.....	25
绝对最大额定值.....	7	精密低端分流传感器.....	26
热阻.....	7	印刷电路板布局布线.....	26
ESD警告.....	7	比较器操作.....	27
引脚配置和功能描述.....	8	外形尺寸.....	28
典型性能参数.....	9	订购指南.....	28
应用信息.....	20		
工作原理.....	20		

修订历史

2015年5月—修订版0：初始版

技术规格

电气特性—5.0 V电源

除非另有说明, $V_{SY} = 5.0 \text{ V}$, $V_{CM} = V_{SY}/2 \text{ V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

表2.

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						
失调电压	V_{OS}	$V_{CM} = V_{SY}/2$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	0.7	5	6.5	μV
失调电压漂移	$\Delta V_{OS}/\Delta T$		2.5	15	50	$\text{nV}/^\circ\text{C}$
输入偏置电流	I_B	$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +85^\circ\text{C}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	150	500	500	pA
输入失调电流	I_{OS}	$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +85^\circ\text{C}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	250	250	350	pA
输入电压范围	IVR	$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	500	500	500	pA
共模抑制比	$CMRR$	$V_{CM} = 0 \text{ V}$ 至 3.5 V $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	3.5	135	130	dB
大信号电压增益	A_{vo}	$R_L = 10 \text{ k}\Omega$, $V_{OUT} = 0.5 \text{ V}$ 至 4.5 V $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	145	125	125	dB
输入电阻						
差模	R_{INDM}		30			$\text{k}\Omega$
共模	R_{INCM}		100			$\text{G}\Omega$
输入电容						
差模	C_{INDM}		7			pF
共模	C_{INCM}		35			pF
输出特性						
高输出电压	V_{OH}	$R_L = 10 \text{ k}\Omega$ 至 $V_{SY}/2$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	4.97	4.98		V
低输出电压	V_{OL}	$R_L = 10 \text{ k}\Omega$ 至 $V_{SY}/2$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	4.95	20	30	mV
连续输出电流	I_{OUT}	压差 = 1 V		50		mV
短路源电流	I_{SC+}		14			mA
短路吸电流	I_{SC-}	$T_A = 125^\circ\text{C}$	22			mA
短路吸电流	I_{SC-}	$T_A = 125^\circ\text{C}$	15			mA
短路吸电流	I_{SC-}	$f = 1 \text{ MHz}$, $A_v = +1$	29			mA
闭环输出阻抗	Z_{OUT}		19			mA
电源			4			Ω
电源抑制比	$PSRR$	$V_{SY} = 4.5 \text{ V}$ 至 55 V $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	150	160		dB
电源电流(每个放大器)	I_{SY}	$I_{OUT} = 0 \text{ mA}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	145	830	900	μA
动态性能				950		μA
压摆率	$SR+$	$R_L = 10 \text{ k}\Omega$, $C_L = 50 \text{ pF}$, $A_v = 1$	1.4			$\text{V}/\mu\text{s}$
增益带宽积	$SR-$	$R_L = 10 \text{ k}\Omega$, $C_L = 50 \text{ pF}$, $A_v = 1$	1.3			$\text{V}/\mu\text{s}$
单位增益交越带宽	GBP	$V_{IN} = 10 \text{ mV p-p}$, $R_L = 10 \text{ k}\Omega$, $C_L = 50 \text{ pF}$, $A_{vo} = 100$	2.7			MHz
-3 dB 闭环带宽	UGC	$V_{IN} = 10 \text{ mV p-p}$, $R_L = 10 \text{ k}\Omega$, $C_L = 50 \text{ pF}$, $A_{vo} = 1$	3			MHz
相位裕量	$f_{-3\text{dB}}$	$V_{IN} = 10 \text{ mV p-p}$, $R_L = 10 \text{ k}\Omega$, $C_L = 50 \text{ pF}$, $A_v = 1$	6.5			MHz
0.1%建立时间	ΦM	$V_{IN} = 10 \text{ mV p-p}$, $R_L = 10 \text{ k}\Omega$, $C_L = 50 \text{ pF}$, $A_{vo} = 1$	64			度
通道隔离	t_S	$V_{IN} = 1 \text{ V 步进}$, $R_L = 10 \text{ k}\Omega$, $C_L = 50 \text{ pF}$, $A_v = 1$	4			μs
	CS	$V_{IN} = 1 \text{ V p-p}$, $f = 10 \text{ kHz}$, $R_L = 10 \text{ k}\Omega$, $C_L = 50 \text{ pF}$	98			dB

ADA4522-2

参数	符号	测试条件/注释	最小值	典型值	最大值	单位
+INx的EMI抑制比	EMIRR	$V_{IN} = 100 \text{ mV}_{PEAK}$, $f = 400 \text{ MHz}$ $V_{IN} = 100 \text{ mV}_{PEAK}$, $f = 900 \text{ MHz}$ $V_{IN} = 100 \text{ mV}_{PEAK}$, $f = 1800 \text{ MHz}$ $V_{IN} = 100 \text{ mV}_{PEAK}$, $f = 2400 \text{ MHz}$	72	80	83	dB
噪声性能					85	dB
总谐波失真加噪声 带宽(BW) = 80 kHz	THD + N	$A_v = +1$, $f = 1 \text{ kHz}$, $V_{IN} = 0.6 \text{ V rms}$	0.001	0.02	117	%
带宽 = 500 kHz					5.8	%
峰峰值电压噪声	$e_{N\text{ p-p}}$	$A_v = 100$, $f = 0.1 \text{ Hz}$ 至 10 Hz	117	16	0.8	nV p-p
电压噪声密度	e_N	$A_v = 100$, $f = 1 \text{ kHz}$	5.8	16	0.8	nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
峰峰值电流噪声	$i_{N\text{ p-p}}$	$A_v = 100$, $f = 0.1 \text{ Hz}$ 至 10 Hz	117	16	0.8	pA p-p
电流噪声密度	i_N	$A_v = 100$, $f = 1 \text{ kHz}$	5.8	16	0.8	pA/ $\sqrt{\text{Hz}}$

电气特性—30 V电源

除非另有说明, $V_{SY} = 30 \text{ V}$, $V_{CM} = V_{SY}/2 \text{ V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

表3.

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						
失调电压	V_{OS}	$V_{CM} = V_{SY}/2$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	1	5	7.2	μV
失调电压漂移	$\Delta V_{OS}/\Delta T$		4	22	50	$\text{nV}/^\circ\text{C}$
输入偏置电流	I_B	$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +85^\circ\text{C}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	50	150	500	pA
输入失调电流	I_{OS}	$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +85^\circ\text{C}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	80	300	400	pA
输入电压范围	IVR	$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	0	28.5	500	pA
共模抑制比	CMRR	$V_{CM} = 0 \text{ V}$ 至 28.5 V $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	145	160	140	dB
大信号电压增益	A_{VO}	$R_L = 10 \text{ k}\Omega$ 至 $V_{SY}/2$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	140	150	135	dB
输入电阻					30	$\text{k}\Omega$
差模	R_{INDM}				400	$\text{G}\Omega$
共模	R_{INCM}					
输入电容					7	pF
差模	C_{INDM}				35	pF
共模	C_{INCM}					
输出特性						
高输出电压	V_{OH}	$R_L = 10 \text{ k}\Omega$ 至 $V_{SY}/2$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	29.87	29.89	29.80	V
低输出电压	V_{OL}	$R_L = 10 \text{ k}\Omega$ 至 $V_{SY}/2$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	110	130	200	mV
连续输出电流	I_{OUT}	压差 = 1 V	14	21	22	mA
短路源电流	I_{SC+}	$T_A = +125^\circ\text{C}$	15	33	33	mA
短路吸电流	I_{SC-}	$T_A = +125^\circ\text{C}$	22	4	4	mA
闭环输出阻抗	Z_{OUT}	$f = 1 \text{ MHz}$, $A_v = +1$				Ω

参数	符号	测试条件/注释	最小值	典型值	最大值	单位
电源						
电源抑制比	PSRR	$V_{SY} = 4.5 \text{ V}$ 至 55 V $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	150 145	160		dB dB
电源电流(每个放大器)	I_{SY}	$I_{OUT} = 0 \text{ mA}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$		830 900 950	900	μA μA
动态性能						
压摆率	SR+	$R_L = 10 \text{ k}\Omega$, $C_L = 50 \text{ pF}$, $A_v = 1$		1.8		$\text{V}/\mu\text{s}$
	SR-	$R_L = 10 \text{ k}\Omega$, $C_L = 50 \text{ pF}$, $A_v = 1$		0.9		$\text{V}/\mu\text{s}$
增益带宽积	GBP	$V_{IN} = 10 \text{ mV p-p}$, $R_L = 10 \text{ k}\Omega$, $C_L = 50 \text{ pF}$, $A_{VO} = 100$		2.7		MHz
单位增益交越带宽	UGC	$V_{IN} = 10 \text{ mV p-p}$, $R_L = 10 \text{ k}\Omega$, $C_L = 50 \text{ pF}$, $A_{VO} = 1$		3		MHz
-3 dB闭环带宽	$f_{-3 \text{ dB}}$	$V_{IN} = 10 \text{ mV p-p}$, $R_L = 10 \text{ k}\Omega$, $C_L = 50 \text{ pF}$, $A_v = 1$		6.5		MHz
相位裕量	Φ_M	$V_{IN} = 10 \text{ mV p-p}$, $R_L = 10 \text{ k}\Omega$, $C_L = 50 \text{ pF}$, $A_{VO} = 1$		64		度
0.1%建立时间	t_S	$V_{IN} = 10 \text{ V步进}$, $R_L = 10 \text{ k}\Omega$, $C_L = 50 \text{ pF}$, $A_v = 1$		12		μs
0.01%建立时间	t_S	$V_{IN} = 10 \text{ V步进}$, $R_L = 10 \text{ k}\Omega$, $C_L = 50 \text{ pF}$, $A_v = 1$		14		μs
通道隔离	CS	$V_{IN} = 10 \text{ V p-p}$, $f = 10 \text{ kHz}$, $R_L = 10 \text{ k}\Omega$, $C_L = 50 \text{ pF}$		98		dB
+INx的EMI抑制比	EMIRR	$V_{IN} = 100 \text{ mV}_{PEAK}$, $f = 400 \text{ MHz}$ $V_{IN} = 100 \text{ mV}_{PEAK}$, $f = 900 \text{ MHz}$ $V_{IN} = 100 \text{ mV}_{PEAK}$, $f = 1800 \text{ MHz}$ $V_{IN} = 100 \text{ mV}_{PEAK}$, $f = 2400 \text{ MHz}$		72 80 83 85		dB dB dB dB
噪声性能						
总谐波失真加噪声	THD+N	$A_v = +1$, $f = 1 \text{ kHz}$, $V_{IN} = 6 \text{ V rms}$				
带宽 = 80 kHz				0.0005		%
带宽 = 500 kHz				0.004		%
峰峰值电压噪声	$e_{N \text{ p-p}}$	$A_v = 100$, $f = 0.1 \text{ Hz}$ 至 10 Hz		117		nV p-p
电压噪声密度	e_N	$A_v = 100$, $f = 1 \text{ kHz}$		5.8		$\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
峰峰值电流噪声	$i_{N \text{ p-p}}$	$A_v = 100$, $f = 0.1 \text{ Hz}$ 至 10 Hz		16		pA p-p
电流噪声密度	i_N	$A_v = 100$, $f = 1 \text{ kHz}$		0.8		$\text{pA}/\sqrt{\text{Hz}}$

电气特性—55 V电源

除非另有说明, $V_{SY} = 55 \text{ V}$, $V_{CM} = V_{SY}/2 \text{ V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

表4.

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						
失调电压	V_{OS}	$V_{CM} = V_{SY}/2$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	1.5 10	7		μV μV
失调电压漂移	$\Delta V_{OS}/\Delta T$		6	30		$\text{nV}/^\circ\text{C}$
输入偏置电流	I_B	$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +85^\circ\text{C}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	50	150		pA 500 4.5 nA
输入失调电流	I_{OS}	$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +85^\circ\text{C}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$		80	300	pA 400 500
输入电压范围	IVR		0	53.5		V
共模抑制比	CMRR	$V_{CM} = 0 \text{ V}$ 至 53.5 V $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	140 135	144		dB
大信号电压增益	A_{VO}	$R_L = 10 \text{ k}\Omega$, $V_{OUT} = 0.5 \text{ V}$ 至 54.5 V $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	135 125	137		dB dB
输入电阻				30		$\text{k}\Omega$
差模	R_{INDM}			1000		$\text{G}\Omega$
共模	R_{INCM}					

ADA4522-2

参数	符号	测试条件/注释	最小值	典型值	最大值	单位
输入电容 差模 共模	C_{INDM} C_{INCM}		7	35		pF
输出特性 高输出电压 低输出电压 连续输出电流 短路源电流 短路吸电流 闭环输出阻抗	V_{OH} V_{OL} I_{OUT} I_{SC+} I_{SC-} Z_{OUT}	$R_L = 10 \text{ k}\Omega$ 至 $V_{SY}/2$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ $R_L = 10 \text{ k}\Omega$ 至 $V_{SY}/2$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ 压差 = 1 V $T_A = 125^\circ\text{C}$ $T_A = 125^\circ\text{C}$ $f = 1 \text{ MHz}, A_v = +1$	54.75 54.65	54.8 200 350		V V mV mV mA mA mA mA Ω
电源 电源抑制比 电源电流(每个放大器)	$PSRR$ I_{SY}	$V_{SY} = 4.5 \text{ V}$ 至 55 V $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ $I_{OUT} = 0 \text{ mA}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	150 145	160 830 900 950		dB dB μA μA
动态性能 压摆率 增益带宽积 单位增益交越带宽 -3 dB闭环带宽 相位裕量 0.1%建立时间 0.01%建立时间 通道隔离 +INx的EMI抑制比	$SR+$ $SR-$ GBP UGC $f_{-3 \text{ dB}}$ Φ_M t_s t_s CS $EMIRR$	$R_L = 10 \text{ k}\Omega, C_L = 50 \text{ pF}, A_v = 1$ $R_L = 10 \text{ k}\Omega, C_L = 50 \text{ pF}, A_v = 1$ $V_{IN} = 10 \text{ mV p-p}, R_L = 10 \text{ k}\Omega, C_L = 50 \text{ pF}, A_{vo} = 100$ $V_{IN} = 10 \text{ mV p-p}, R_L = 10 \text{ k}\Omega, C_L = 50 \text{ pF}, A_{vo} = 1$ $V_{IN} = 10 \text{ mV p-p}, R_L = 10 \text{ k}\Omega, C_L = 50 \text{ pF}, A_v = 1$ $V_{IN} = 10 \text{ mV p-p}, R_L = 10 \text{ k}\Omega, C_L = 50 \text{ pF}, A_{vo} = 1$ $V_{IN} = 10 \text{ V 步进}, R_L = 10 \text{ k}\Omega, C_L = 50 \text{ pF}, A_v = 1$ $V_{IN} = 10 \text{ V 步进}, R_L = 10 \text{ k}\Omega, C_L = 50 \text{ pF}, A_v = 1$ $V_{IN} = 10 \text{ V p-p}, f = 10 \text{ kHz}, R_L = 10 \text{ k}\Omega, C_L = 50 \text{ pF}$ $V_{IN} = 100 \text{ mV}_{PEAK}, f = 400 \text{ MHz}$ $V_{IN} = 100 \text{ mV}_{PEAK}, f = 900 \text{ MHz}$ $V_{IN} = 100 \text{ mV}_{PEAK}, f = 1800 \text{ MHz}$ $V_{IN} = 100 \text{ mV}_{PEAK}, f = 2400 \text{ MHz}$	1.7 0.8 2.7 3 6.5 64 12 14 98 72 80 83 85			V/μs V/μs MHz MHz MHz 度 μs μs dB dB dB dB
噪声性能 总谐波失真加噪声 带宽 = 80 kHz 带宽 = 500 kHz 峰峰值电压噪声 电压噪声密度 峰峰值电流噪声 电流噪声密度	$THD + N$	$A_v = +1, f = 1 \text{ kHz}, V_{IN} = 10 \text{ V rms}$		0.0007 0.003		% %
	$e_{N \text{ p-p}}$ e_N $i_{N \text{ p-p}}$ i_N	$A_v = 100, f = 0.1 \text{ Hz} \text{ 至 } 10 \text{ Hz}$ $A_v = 100, f = 1 \text{ kHz}$ $A_v = 100, f = 0.1 \text{ Hz} \text{ 至 } 10 \text{ Hz}$ $A_v = 100, f = 1 \text{ kHz}$		117 5.8 16 0.8		nV p-p nV/√Hz pA p-p pA/√Hz

绝对最大额定值

表5.

参数	额定值
电源电压	60 V
输入电压	(V-) - 300 mV至(V+) + 300 mV
输入电流 ¹	±10 mA
差分输入电压	±5 V
对地输出短路持续时间	未定
温度范围	
存储	-65°C至+150°C
工作	-40°C至+125°C
结温	-65°C至+150°C
引脚温度(焊接, 60秒)	300°C

¹ 输入引脚与电源引脚之间有箝位二极管。当输入信号超过供电轨0.3 V时，输入电流应以10 mA为限。

注意，等于或超出上述绝对最大额定值可能会导致产品永久性损坏。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，推断产品能否正常工作。长期在超出最大额定值条件下工作会影响产品的可靠性。

热阻

θ_{JA} 针对最差条件，即利用标准4层JEDEC板，将器件焊接在电路板上以实现表贴封装。

表6. 热阻

封装类型	θ_{JA}	θ_{JC}	单位
8引脚 MSOP (RM-8)	190	44	°C/W
8引脚 SOIC (R-8)	158	43	°C/W

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

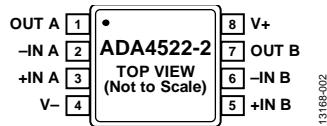


图3. 引脚配置

表7. 引脚功能描述

引脚编号	引脚名称	描述
1	OUT A	通道A输出
2	-IN A	通道A反相输入
3	+IN A	通道A同相输入
4	V-	负电源电压
5	+IN B	通道B同相输入
6	-IN B	通道B反相输入
7	OUT B	通道B输出
8	V+	正电源电压

典型性能参数

除非另有说明, $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

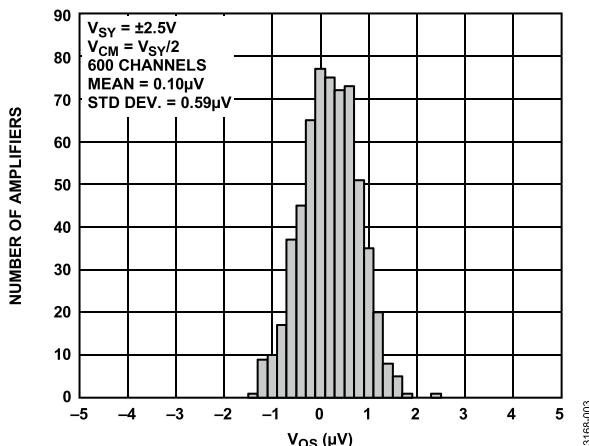


图4. 输入失调电压分布图($V_{SY} = \pm 2.5\text{ V}$)

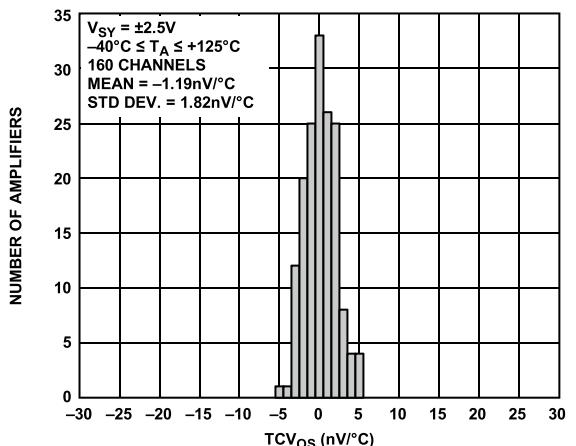


图7. 输入失调电压漂移分布图($V_{SY} = \pm 2.5\text{ V}$)

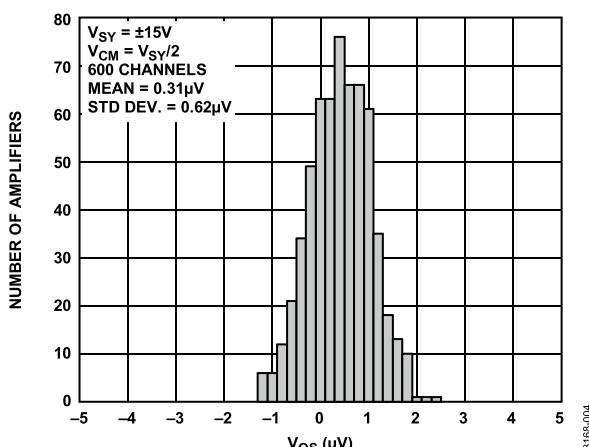


图5. 输入失调电压分布图($V_{SY} = \pm 15\text{ V}$)

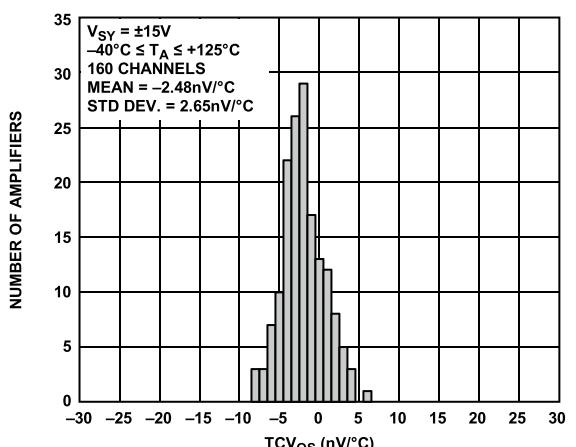


图8. 输入失调电压漂移分布图($V_{SY} = \pm 15\text{ V}$)

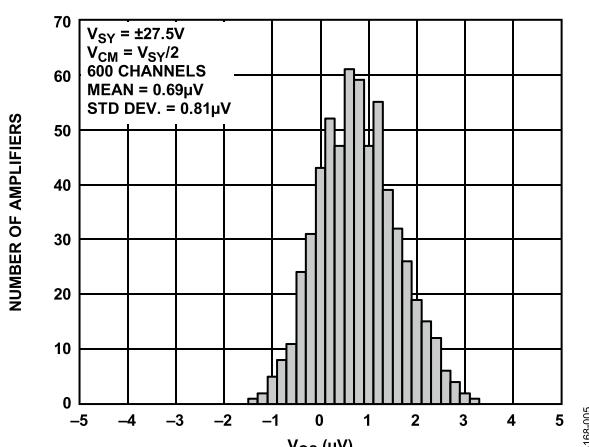


图6. 输入失调电压分布图($V_{SY} = \pm 27.5\text{ V}$)

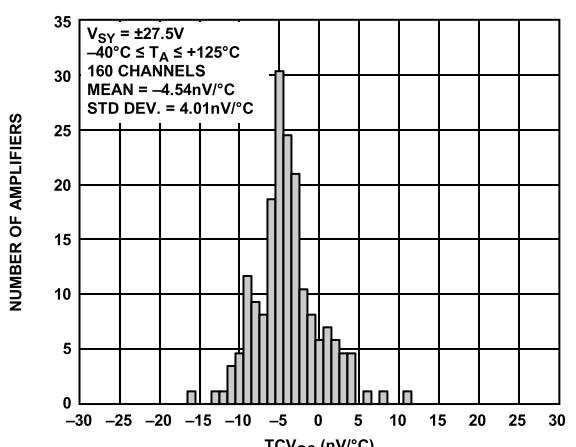


图9. 输入失调电压漂移分布图($V_{SY} = \pm 27.5\text{ V}$)

ADA4522-2

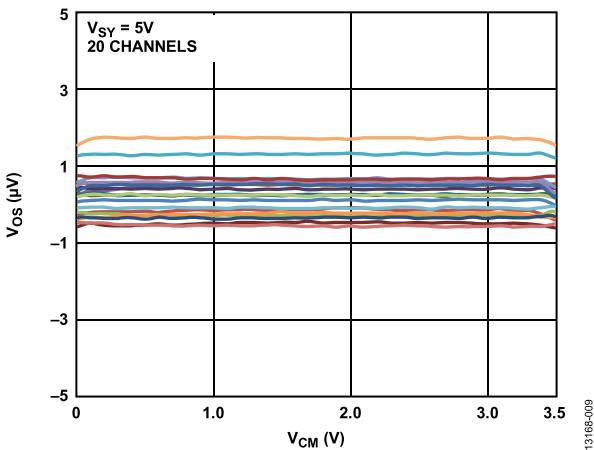


图10. 输入失调电压(V_{OS})与共模电压(V_{CM})的关系($V_{SY} = 5$ V)

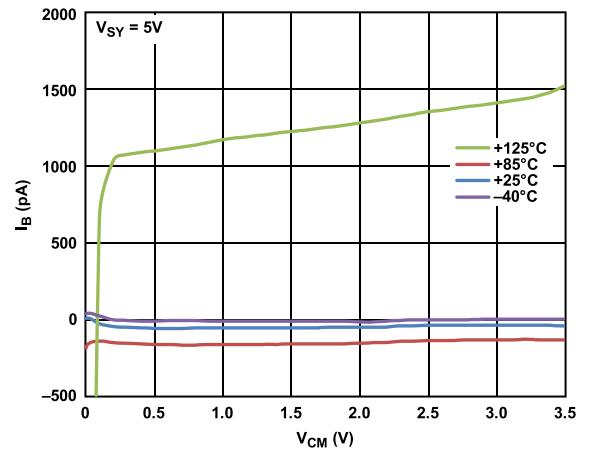


图13. 输入偏置电流(I_B)与共模电压(V_{CM})的关系($V_{SY} = 5$ V)

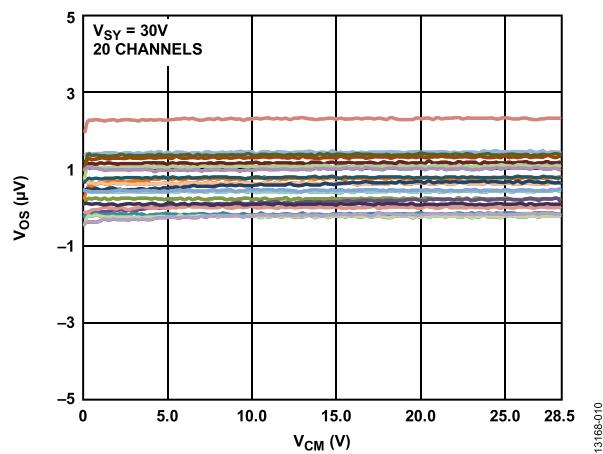


图11. 输入失调电压(V_{OS})与共模电压(V_{CM})的关系($V_{SY} = 30$ V)

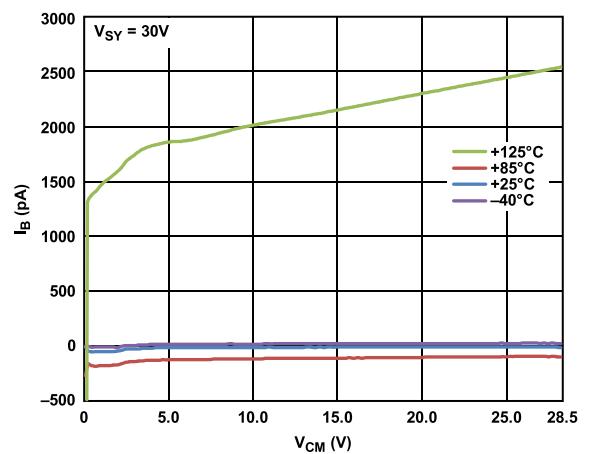


图14. 输入偏置电流(I_B)与共模电压(V_{CM})的关系($V_{SY} = 30$ V)

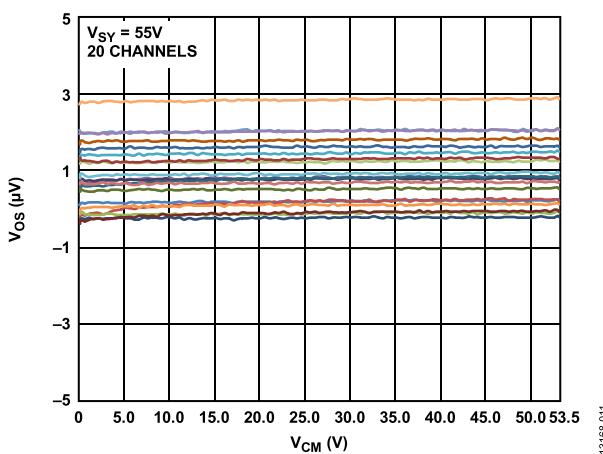


图12. 输入失调电压(V_{OS})与共模电压(V_{CM})的关系
($V_{SY} = 55$ V)

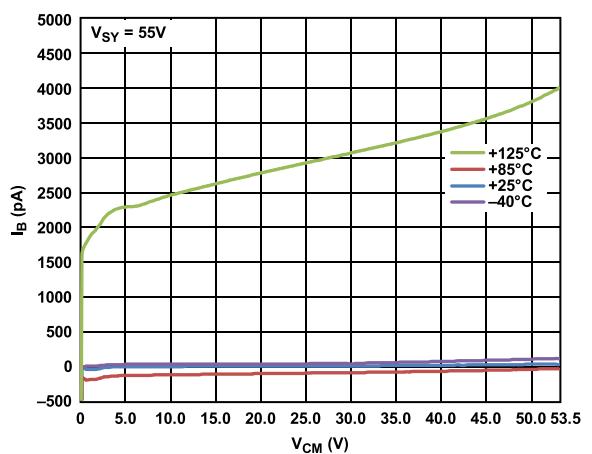
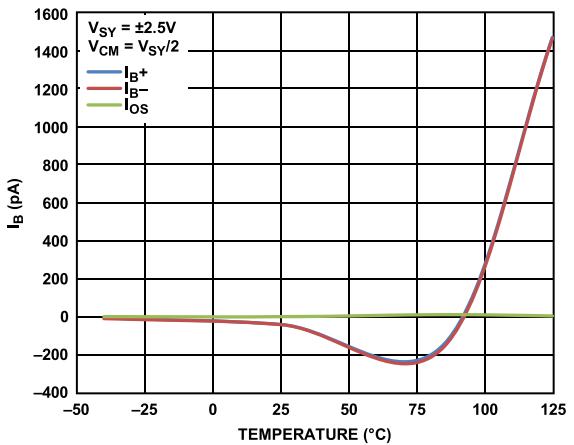
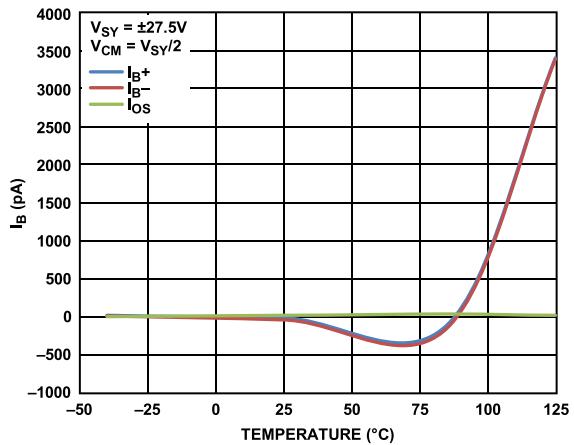


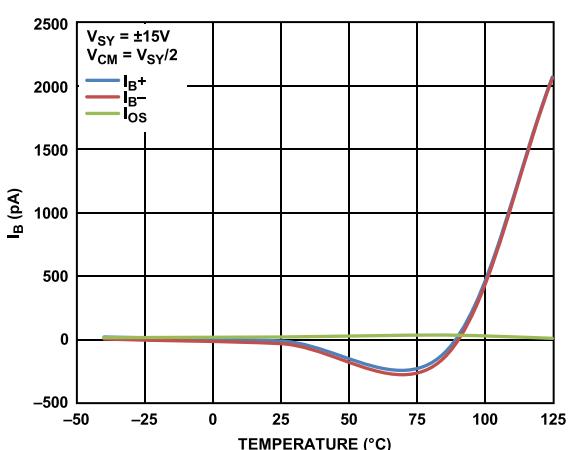
图15. 输入偏置电流(I_B)与共模电压(V_{CM})的关系
($V_{SY} = 55$ V)



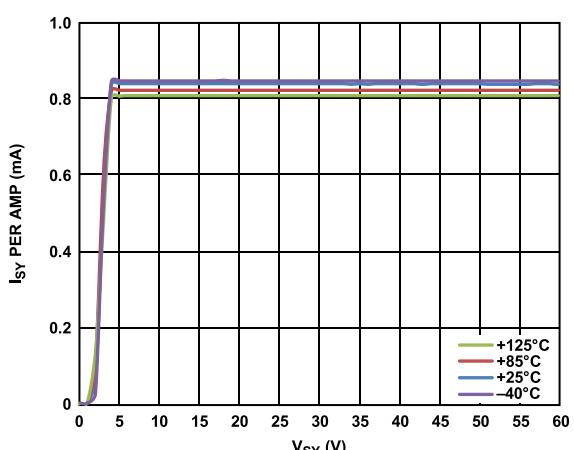
13168-015



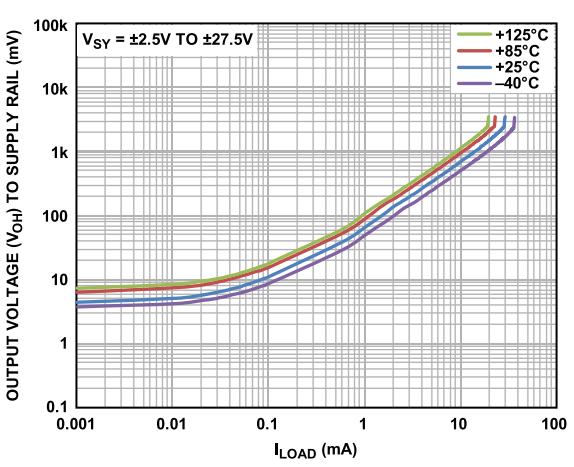
13168-016



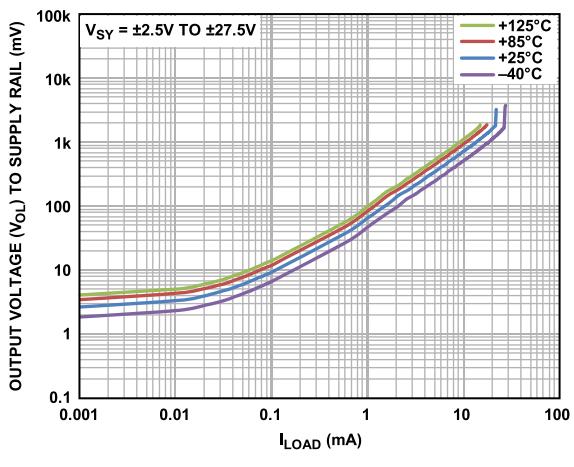
13168-017



13168-025



13168-024



13168-027

ADA4522-2

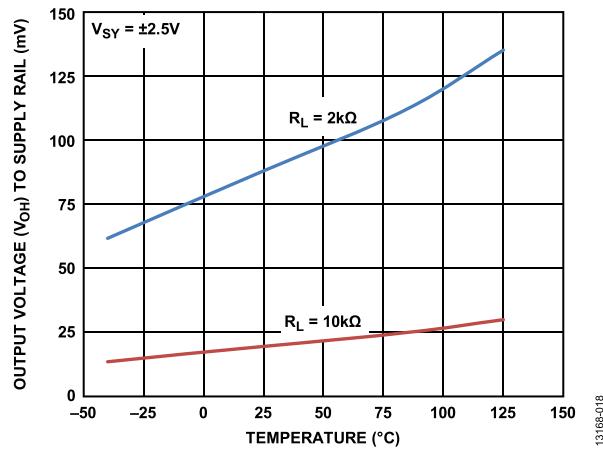


图22. 高输出电压(V_{OH})至供电轨与温度的关系
($V_{SY} = \pm 2.5V$)

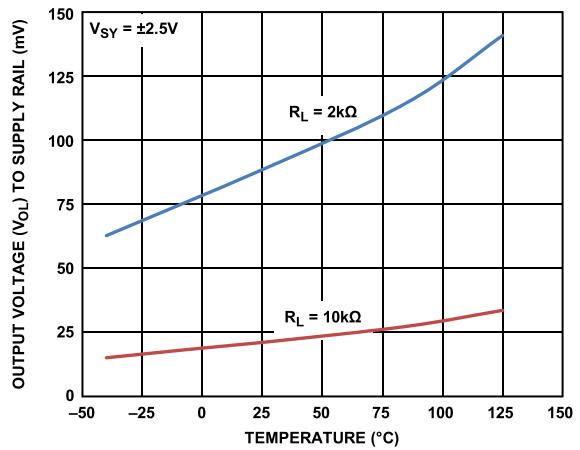


图25. 低输出电压(V_{OL})至供电轨与温度的关系
($V_{SY} = \pm 2.5V$)

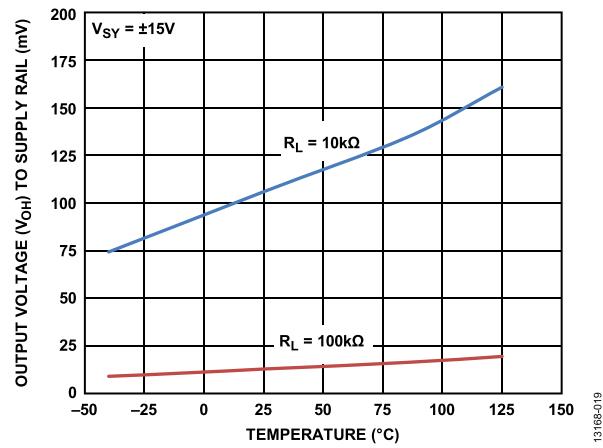


图23. 高输出电压(V_{OH})至供电轨与温度的关系($V_{SY} = \pm 15V$)

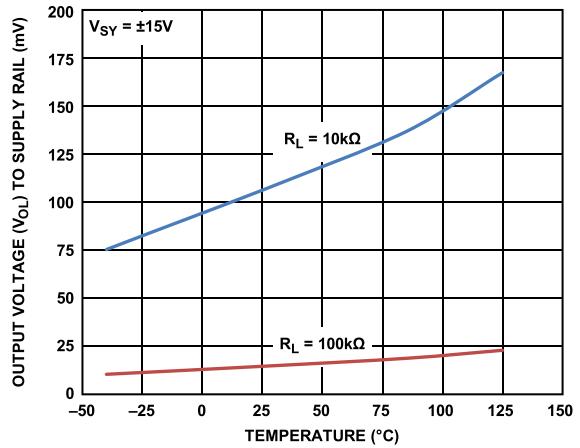


图26. 低输出电压(V_{OL})至供电轨与温度的关系($V_{SY} = \pm 15V$)

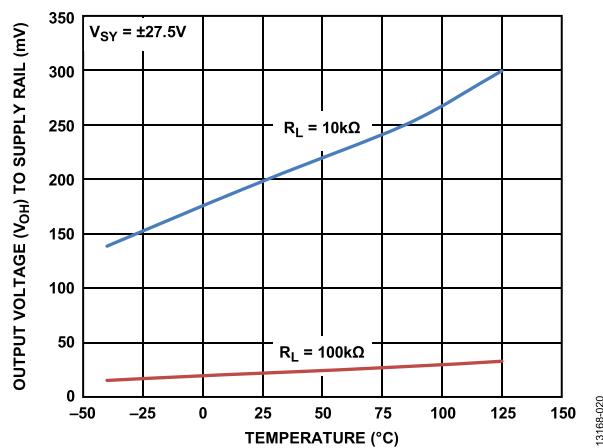


图24. 高输出电压(V_{OH})至供电轨与温度的关系
($V_{SY} = \pm 27.5V$)

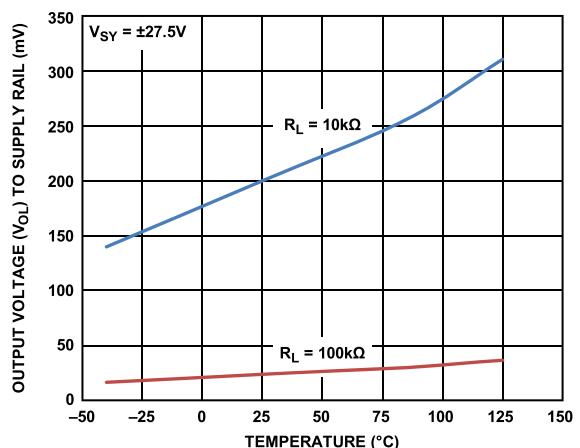


图27. 低输出电压(V_{OL})至供电轨与温度的关系
($V_{SY} = \pm 27.5V$)

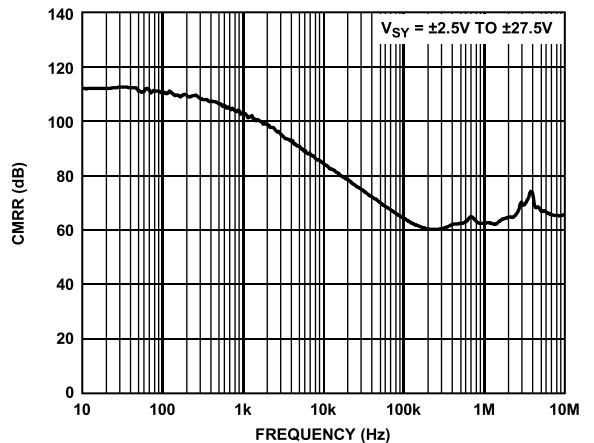


图28. CMRR与频率的关系

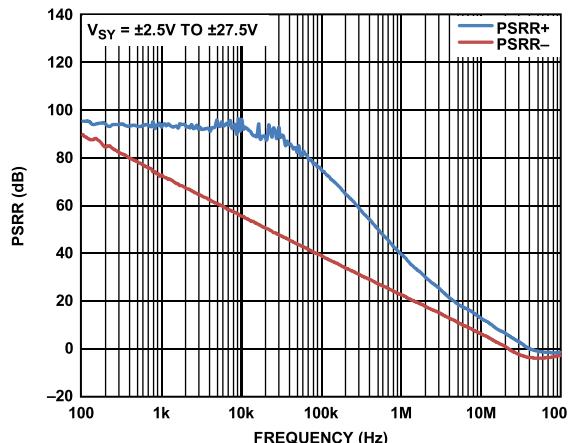


图31. PSRR与频率的关系

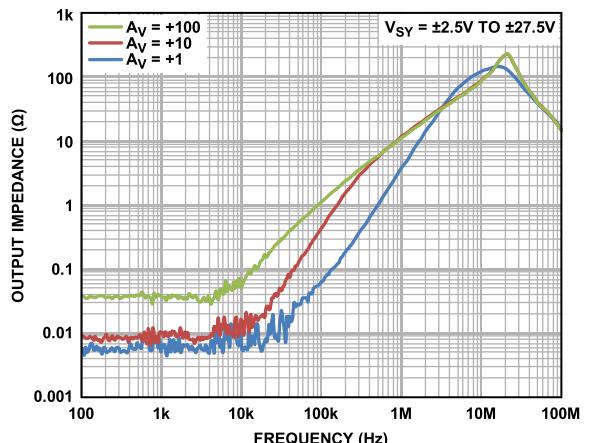


图29. 闭环输出阻抗与频率的关系

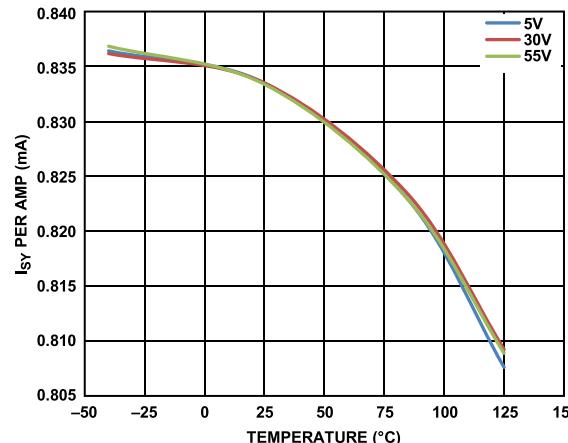
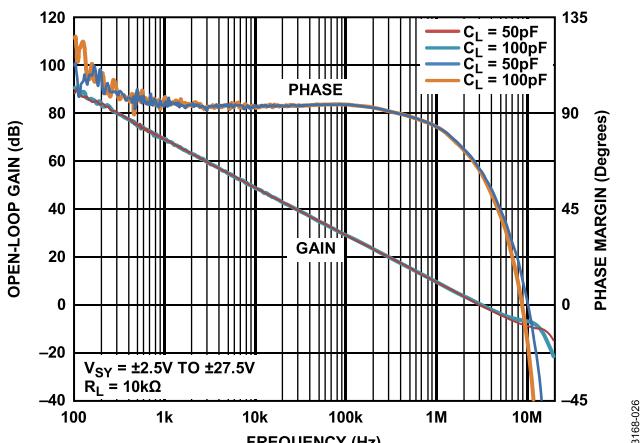
图32. 每个放大器的电源电流(I_{SY})与温度的关系

图30. 开环增益和相位裕量与频率的关系

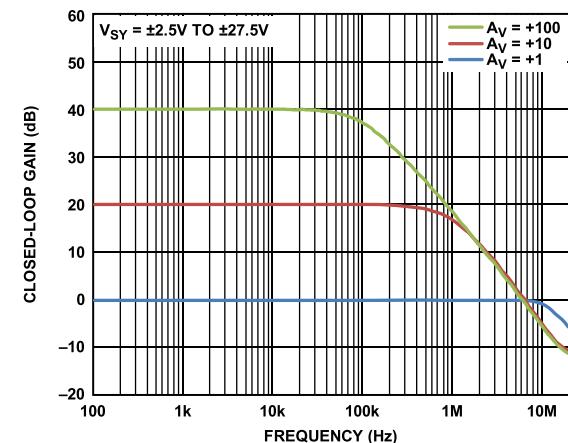


图33. 闭环增益与频率的关系

ADA4522-2

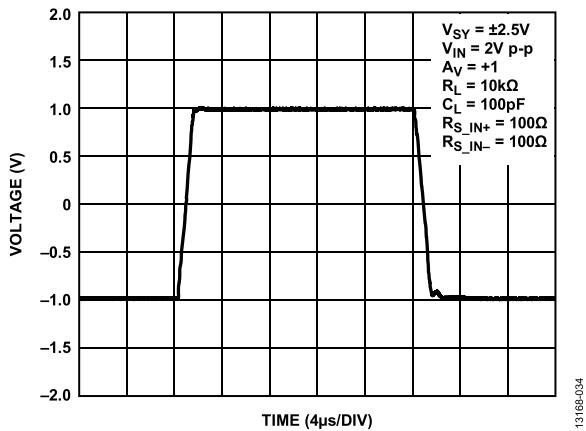


图34. 大信号瞬态响应, $V_{SY} = \pm 2.5 V$

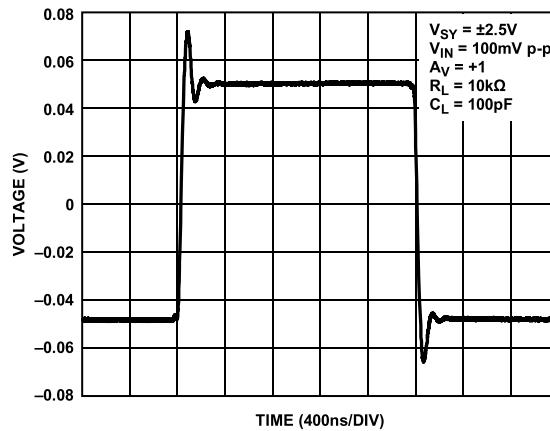


图37. 小信号瞬态响应, $V_{SY} = \pm 2.5 V$

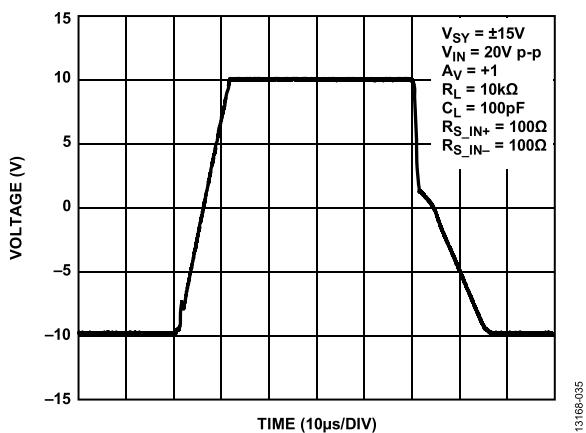


图35. 大信号瞬态响应, $V_{SY} = \pm 15 V$

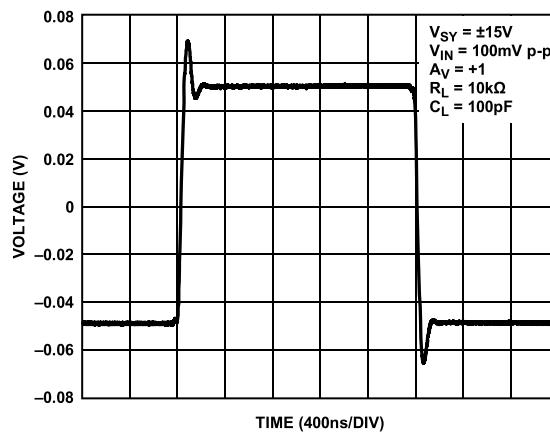


图38. 小信号瞬态响应, $V_{SY} = \pm 15 V$

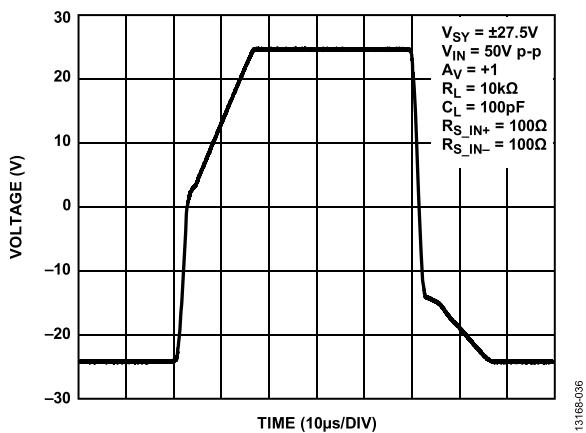


图36. 大信号瞬态响应, $V_{SY} = \pm 27.5 V$

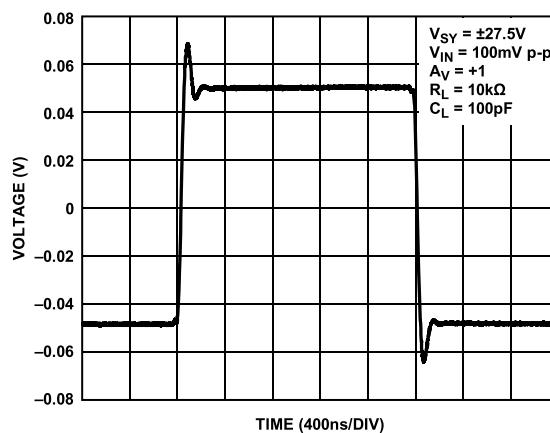
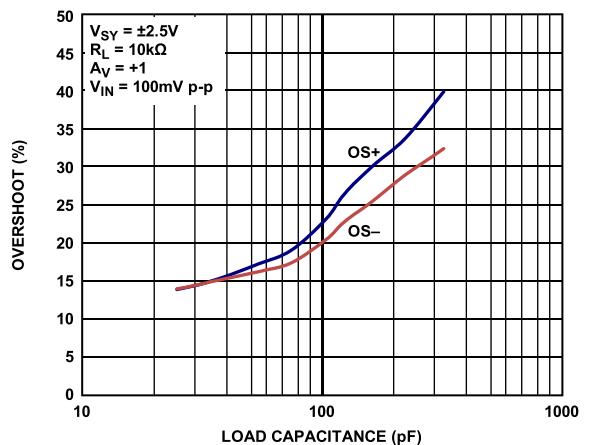
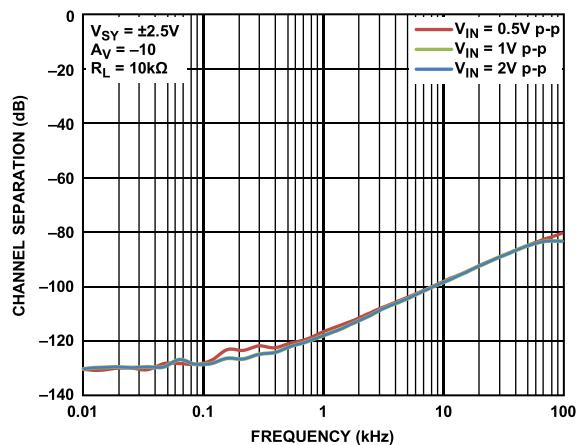
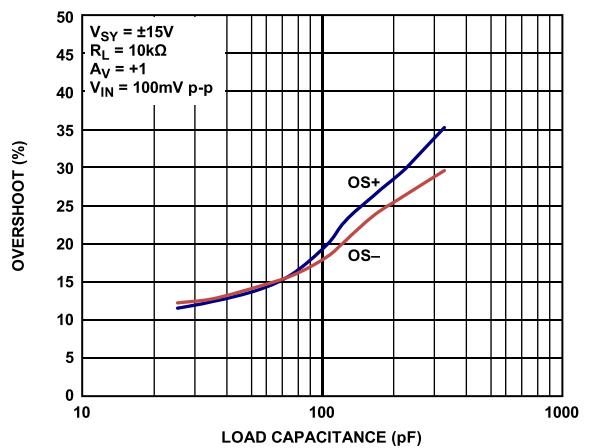
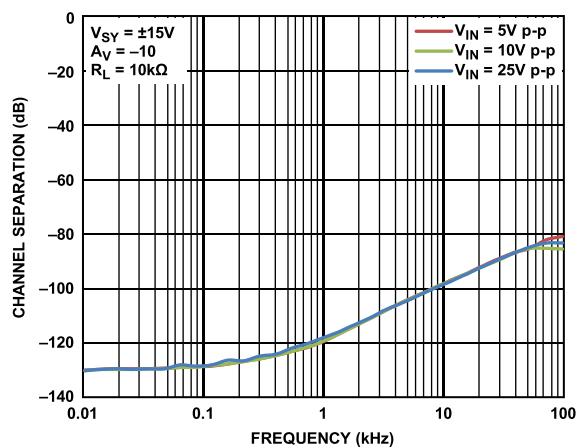
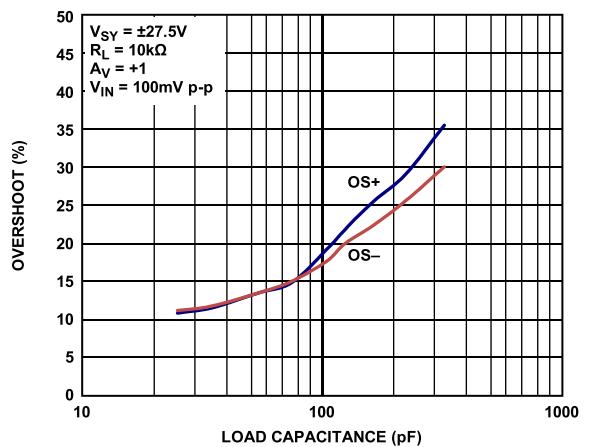
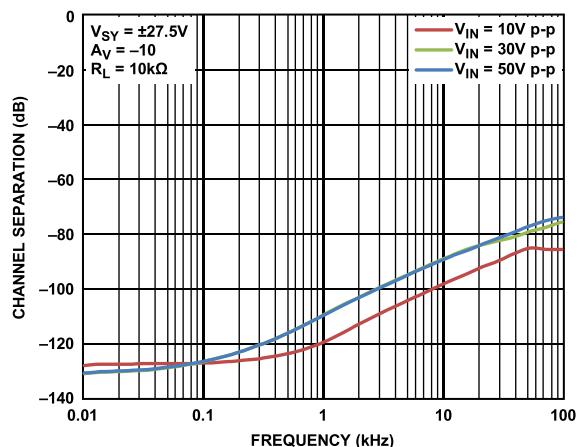


图39. 小信号瞬态响应, $V_{SY} = \pm 27.5 V$

图40. 小信号过冲与负载电容的关系, $V_{SY} = \pm 2.5 V$ 图43. 通道隔离度与频率的关系, $V_{SY} = \pm 2.5 V$ 图41. 小信号过冲与负载电容的关系, $V_{SY} = \pm 15 V$ 图44. 通道隔离度与频率的关系, $V_{SY} = \pm 15 V$ 图42. 小信号过冲与负载电容的关系, $V_{SY} = \pm 27.5 V$ 图45. 通道隔离度与频率的关系, $V_{SY} = \pm 27.5 V$

ADA4522-2

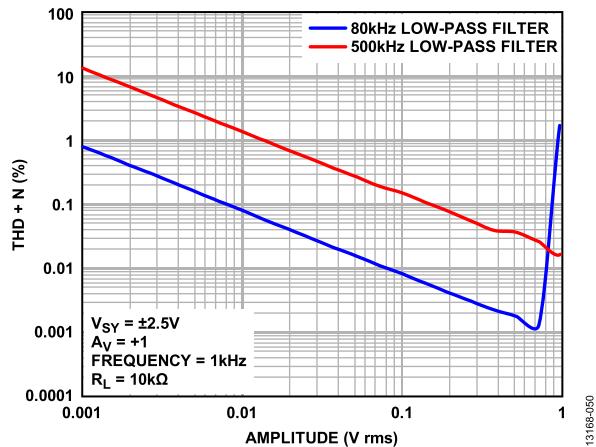


图46. THD + N与幅度的关系, $V_{SY} = \pm 2.5 V$

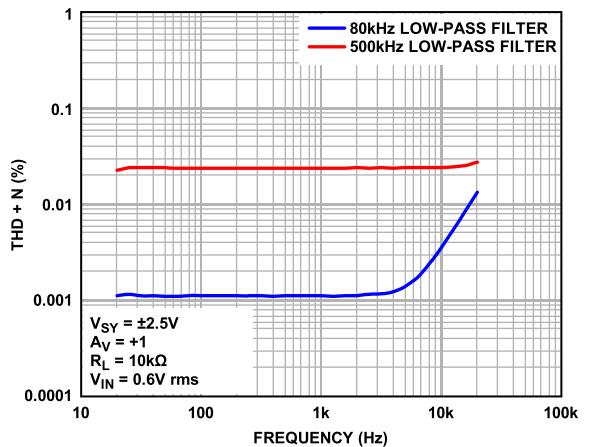


图49. THD + N与频率的关系, $V_{SY} = \pm 2.5 V$

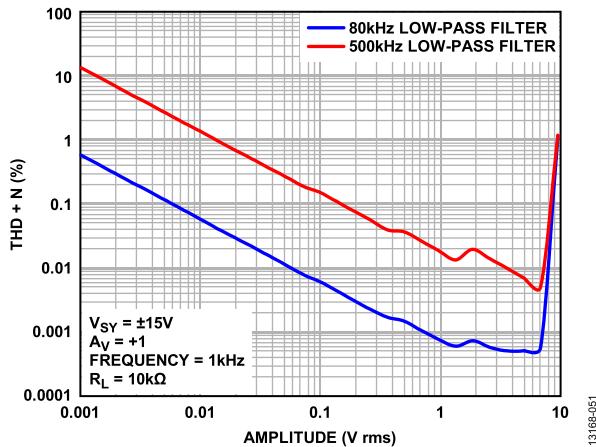


图47. THD + N与幅度的关系, $V_{SY} = \pm 15 V$

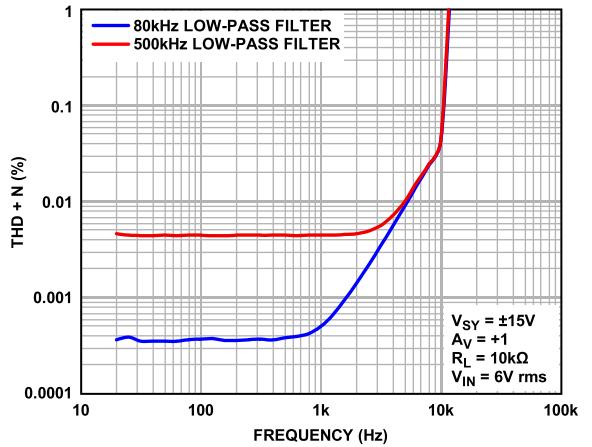


图50. THD + N与频率的关系, $V_{SY} = \pm 15 V$

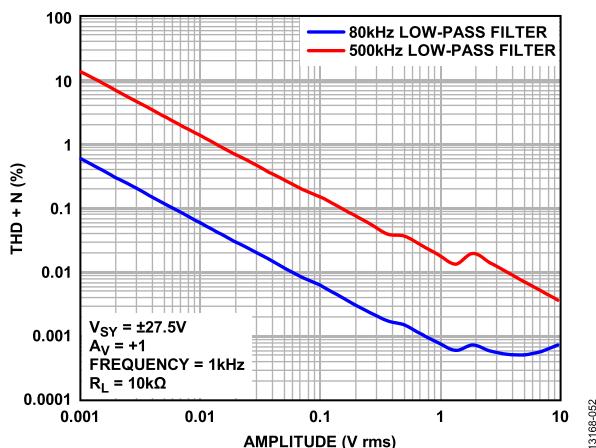


图48. THD + N与幅度的关系, $V_{SY} = \pm 27.5 V$

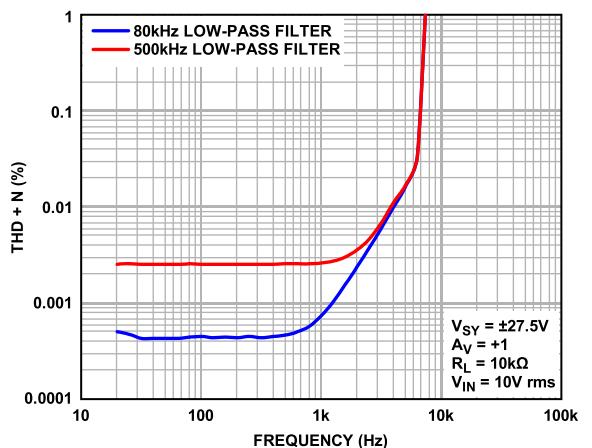
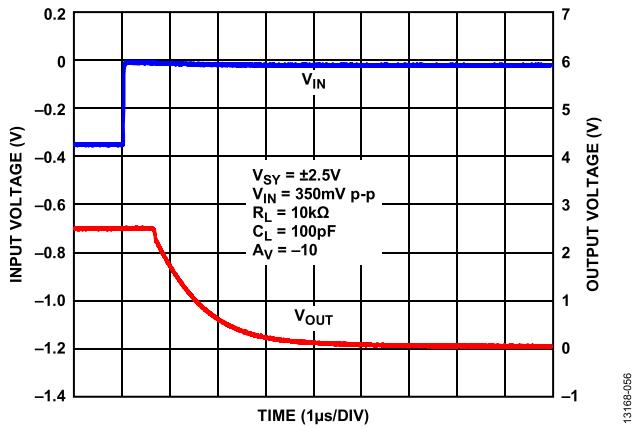
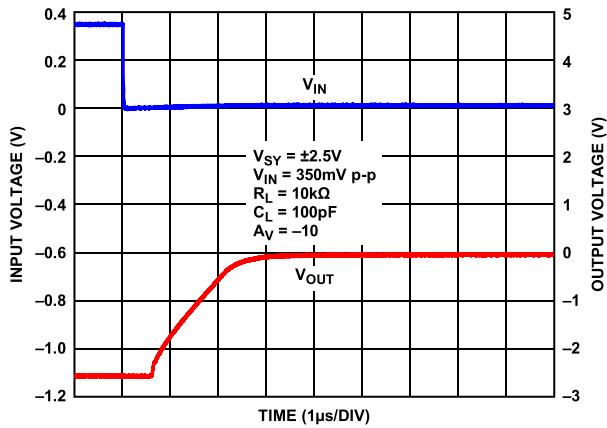
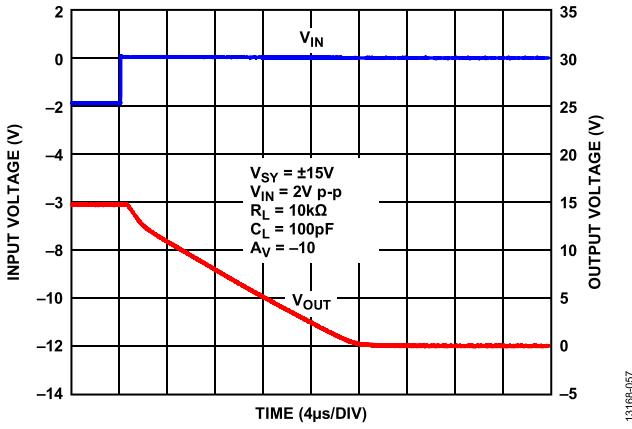
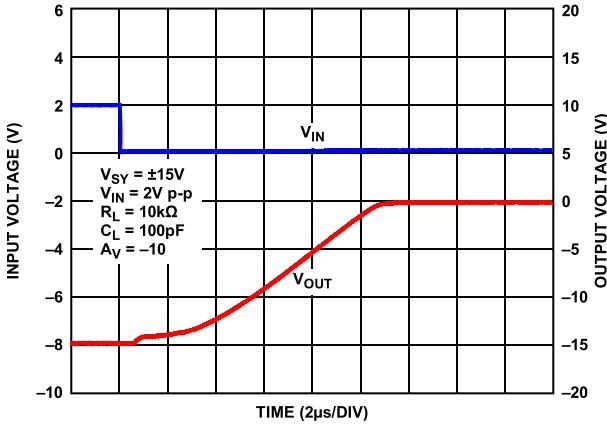
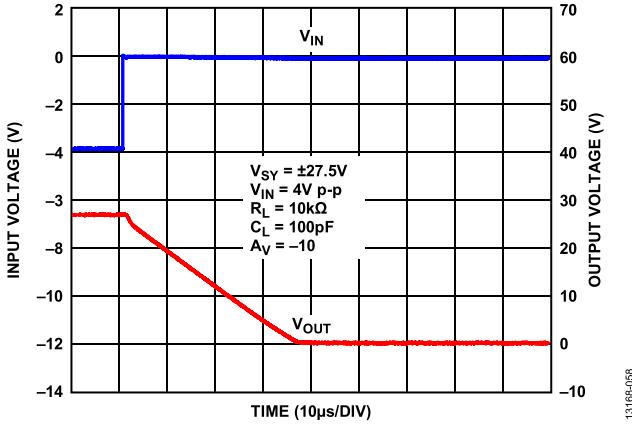
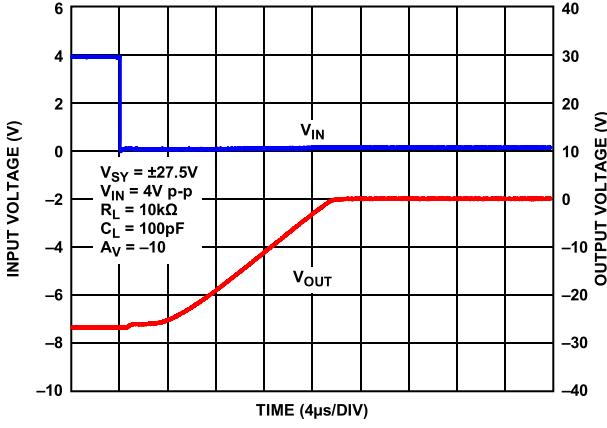


图51. THD + N与频率的关系, $V_{SY} = \pm 27.5 V$

图52. 正过载恢复时间, $V_{SY} = \pm 2.5V$ 图55. 负过载恢复时间, $V_{SY} = \pm 2.5V$ 图53. 正过载恢复时间, $V_{SY} = \pm 15V$ 图56. 负过载恢复时间, $V_{SY} = \pm 15V$ 图54. 正过载恢复时间, $V_{SY} = \pm 27.5V$ 图57. 负过载恢复时间, $V_{SY} = \pm 27.5V$

ADA4522-2

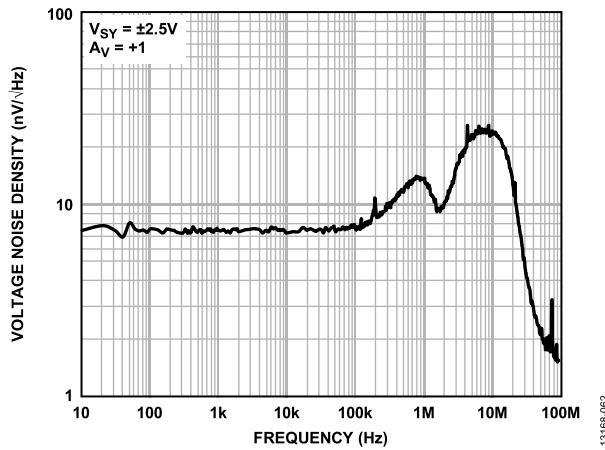


图58. 电压噪声密度, $V_{SY} = \pm 2.5$ V

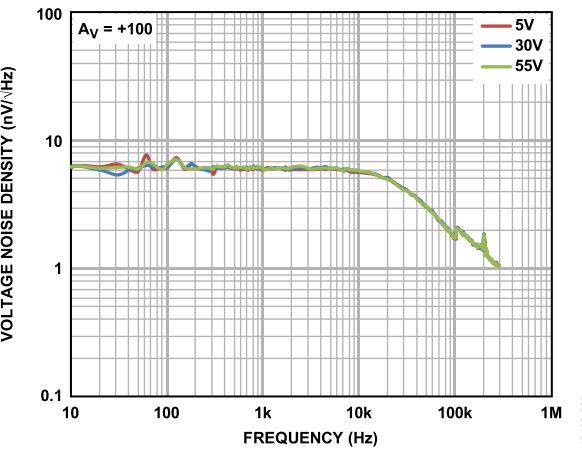


图61. 电压噪声密度, $A_V = +100$

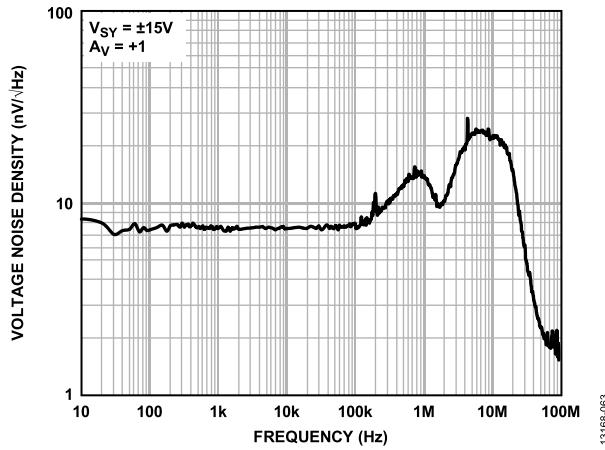


图59. 电压噪声密度, $V_{SY} = \pm 15$ V

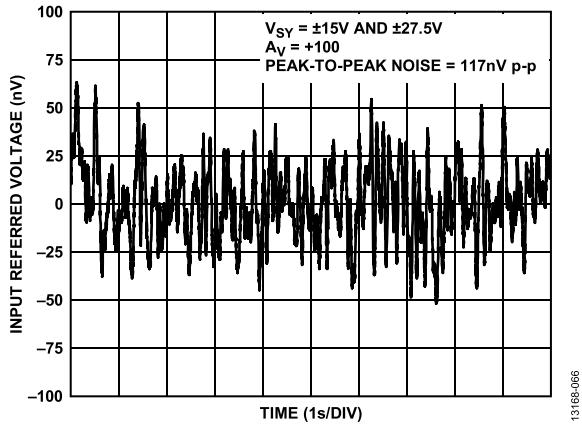


图62. 0.1 Hz至10 Hz噪声

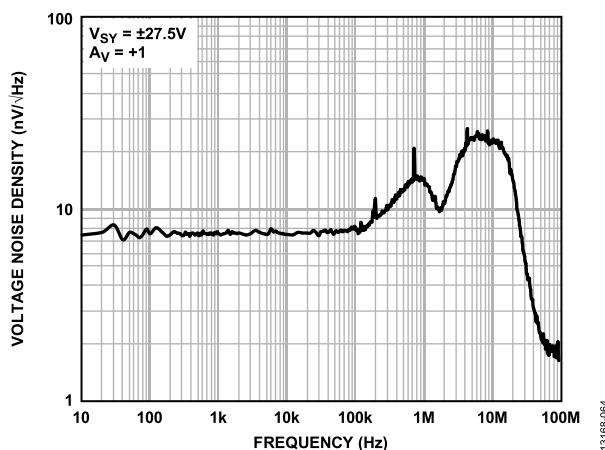


图60. 电压噪声密度, $V_{SY} = \pm 27.5$ V

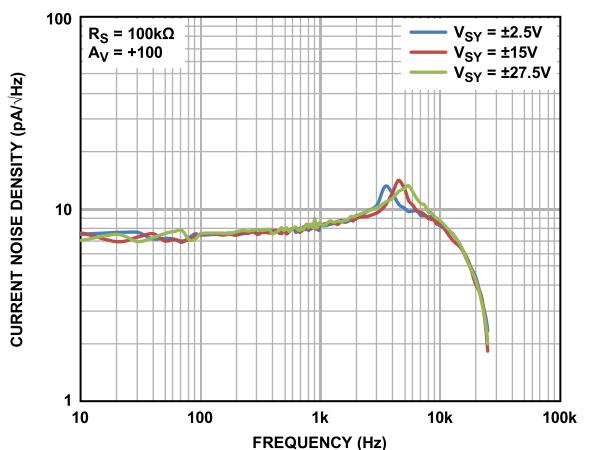


图63. 电流噪声密度

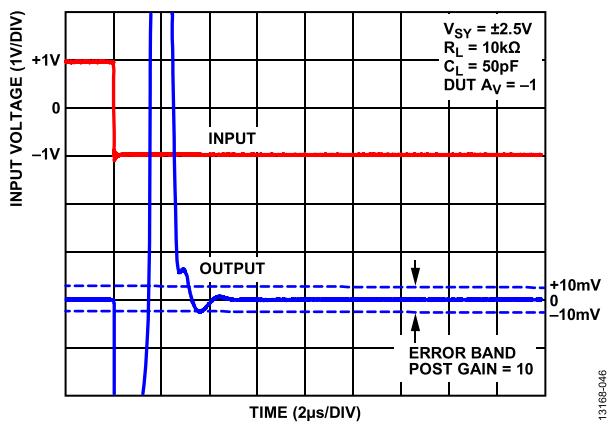
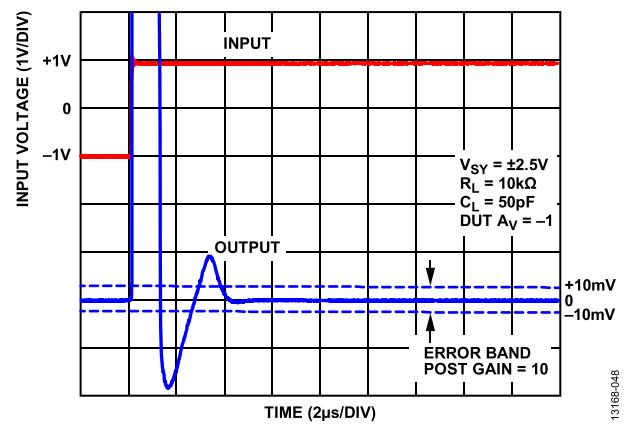
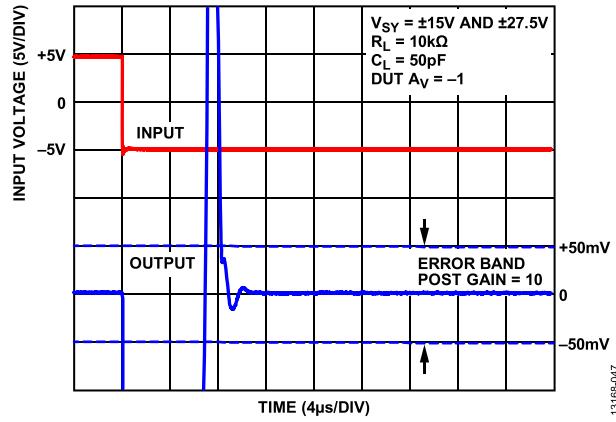
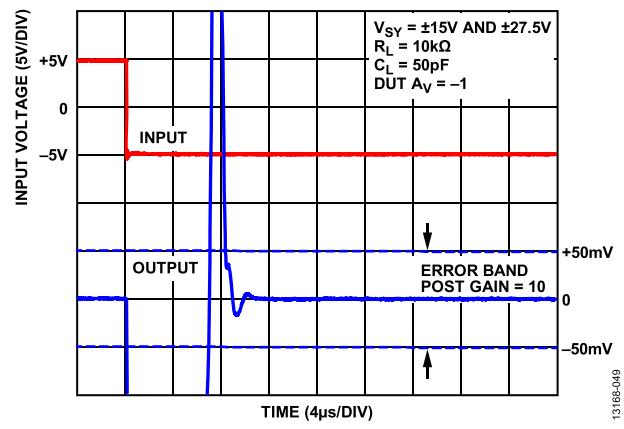
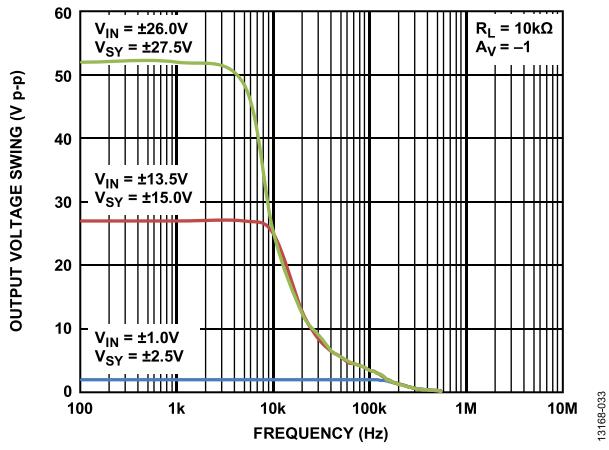
图64. 0.1%负建立时间, $V_{SY} = \pm 2.5V$ 图67. 0.1%正建立时间, $V_{SY} = \pm 2.5V$ 图65. 0.1%负建立时间, $V_{SY} = \pm 15V$ 和 $\pm 27.5V$ 图68. 0.1%正建立时间, $V_{SY} = \pm 15V$ 和 $\pm 27.5V$ 

图66. 输出电压摆幅与频率的关系

应用信息

ADA4522-2是一款双通道、超低噪声、高电压、零漂移、轨到轨输出运算放大器，采用专利斩波技术，提供 $5\mu V$ 的超低输入失调电压和 $22\text{ nV}/^\circ C$ (最大值)的输入失调电压漂移。该斩波技术同时还能校正共模电压变化和电源变化所引起的失调电压误差，可在 30 V 电源电压下实现 160 dB (典型值)的出色共模抑制比(CMRR)和 160 dB 的电源抑制比(PSRR)。

ADA4522-2具有 $\pm 2.25\text{ V}$ (或 4.5 V)至 $\pm 27.5\text{ V}$ (或 55 V)的宽工作电压范围。它是一款单电源放大器，输入电压范围包括低供电轨。其宽带噪声低至 $5.8\text{ nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ ($f=1\text{ kHz}$ 、 $A_v=100$)， $1/f$ 噪声也很小。这些特性特别适合放大高精度应用中的低电平信号。此类应用的例子有电子秤、高精度电流检测、高压缓冲器、温度传感器信号调理等等。

工作原理

图69所示为**ADA4522-2**的架构框图。它包括输入EMI滤波器和箝位电路、三个增益级(G_{m1} 、 G_{m2} 和 G_{m3})、输入和输出斩波网络(CHOP_{IN} 和 CHOP_{OUT})、时钟发生器、失调和纹波校正环路、频率补偿电容($C1$ 、 $C2$ 和 $C3$)以及热关断电路。

输入前端集成了一个EMI滤波器和箝位电路，用以防止静电放电(ESD)和高压瞬变影响内部电路。放大器的EMI抑制能力在“EMI抑制比”部分详细说明。

CHOP_{IN} 和 CHOP_{OUT} 由时钟发生器控制，工作频率为 4.8 MHz 。输入基带信号最初由 CHOP_{IN} 调制。接下来， CHOP_{OUT} 解调输入信号，并将输入跨导放大器 G_{m1} 的毫伏级输入失调电压和 $1/f$ 噪声调制到 4.8 MHz 的斩波频率。斩波网络消除低频误差，但反过来，这些网络又会在斩波频率引入斩波伪像。因此，放大器采用已获专利的失调和纹波校正环路，其工作在 800 kHz 。此频率为放大器的开关频率。该专利电路可降低斩波伪像，使**ADA4522-2**具有高斩波频率和极低的伪像。

热关断电路用于在芯片过热时关断电路，详见“热关断”部分的说明。

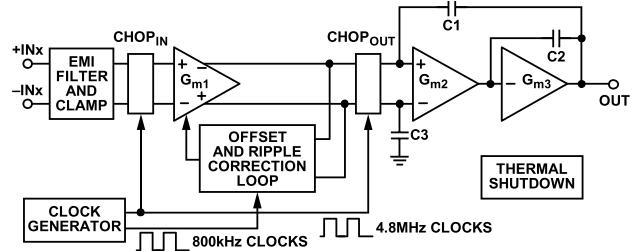


图69. **ADA4522-2**框图

13168-008

片内输入EMI滤波器和箝位电路

图70所示为输入EMI滤波器和箝位电路。**ADA4522-2**的内部ESD保护二极管(D1、D2、D3和D4)连接在输入端与各供电轨之间。发生静电放电时，这些二极管会保护输入晶体管；正常工作期间，这些二极管反向偏置。这种保护方案允许任一输入端上施加的电压超出供电轨约 300 mV 而不会造成永久损坏。更多信息请参见“绝对最大额定值”部分的表5。

EMI滤波器由两个 200Ω 输入串联电阻(R_{S1} 和 R_{S2})、两个共模电容(C_{CM1} 和 C_{CM2})以及一个差分电容(C_{DM})组成。这些RC网络将共模信号的 -3 dB 低通截止频率设置在 50 MHz ，差分信号则设置在 33 MHz 。EMI滤波器之后有背靠背二极管(D5和D6)，用以防止高压输入瞬变影响内部电路元件。每个二极管的正向开启电压约为 1 V 。有关高压输入瞬变对**ADA4522-2**影响的更多信息，请参见“大信号瞬变响应”部分。

如“绝对最大额定值”部分的表5所示，最大输入差分电压以 $\pm 5\text{ V}$ 为限。如果超过 $\pm 5\text{ V}$ ，一个大于 $\pm 10\text{ mA}$ 的连续电流就会流过其中一个背靠背二极管。这会影响长期稳定性，并且可能对器件造成永久损害。

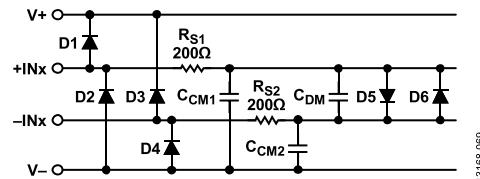


图70. 输入EMI滤波器和箝位电路

13168-008

热关断

[ADA4522-2](#)的每个通道都有内部热关断电路，防止芯片过热而损害内部元件。高环境温度、高电源电压和/或高输出电流都可能导致过热。如表5所示，必须确保结温低于150°C。

结温 T_J 受两个条件的影响：器件的总功耗(P_D)和封装周围的环境温度(T_A)。使用以下公式估算近似结温：

$$T_J = P_D \times \theta_{JA} + T_A \quad (1)$$

其中， θ_{JA} 是芯片和环境之间的热阻，如表6所示。

总功耗等于器件静态功耗加上放大器所有通道驱动负载所需的功耗。每个放大器的源电流功耗($P_{D_PER_AMP}$)通过公式来计算。

$$P_{D_PER_AMP} = (V_{SY+} - V_{SY-}) \times I_{SY_PER_AMP} + I_{OUT} \times (V_{SY+} - V_{OUT}) \quad (2)$$

计算吸电流时，用($V_{OUT} - V_{SY-}$)代替公式2中($V_{SY+} - V_{OUT}$)。

另外，计算[ADA4522-2](#)的总功耗时，务必包括放大器两个通道的功耗。

结温超过150°C时，热关断电路不能保证器件不会受到永久性损害。然而，内部热关断功能可以帮助避免永久性损害或降低受损程度。每个放大器通道都有热关断电路，后者由带迟滞的温度传感器构成。

一旦结温达到190°C，热关断电路就会关断放大器。注意，两个热关断电路中的一个会被激活，相应通道随之被禁用。放大器禁用后，输出变为开路状态，通道静态电流降至0.1 mA。当结温降低至160°C时，热关断电路使能放大器，静态电流提高至典型值。

当不适宜的过大输出电流导致芯片过热时，热关断电路会重复其功能。结温不断提高，达到190°C时其中一个通道禁用。然后结温降低，达到160°C时该通道再次使能。随后重复上述过程。

输入保护

当[ADA4522-2](#)的任一输入超过其中一个供电轨300 mV以上时，“片内输入EMI滤波器和箝位电路”部分提到的ESD二极管变为正偏，大量电流开始流经其中。如果不限制电流，这种过大的故障电流会对器件造成永久损坏。如果预期输入会发生过压情况，应在各输入端串联一个电阻，将输入电流限制在±10 mA以下。不过，同时应考虑电阻热噪声对整个电路的影响。

在±15 V电源电压下，[ADA4522-2](#)的宽带电压噪声约为7.3 nV/√Hz(单位增益)，而1 kΩ电阻的热噪声为4 nV/√Hz。增加1 kΩ电阻会使总噪声提高到8.3 nV/√Hz。

单电源和轨到轨输出

[ADA4522-2](#)是一款单电源放大器，输入电压范围包括较低供电轨。这非常适合输入共模电压处于较低供电轨的应用，例如接地检测。另一方面，放大器输出为轨到轨。图71显示[ADA4522-2](#)配置为单位增益缓冲器时的输入和输出波形，电源电压为±15 V。输入电压为±15 V时，低输出电压跟踪输入电压，而当输入超出输入电压范围(-15 V ≤ IVR ≤ +13.5 V)时，高输出摆幅会箝位/失真。但是，器件不会发生相位反转。

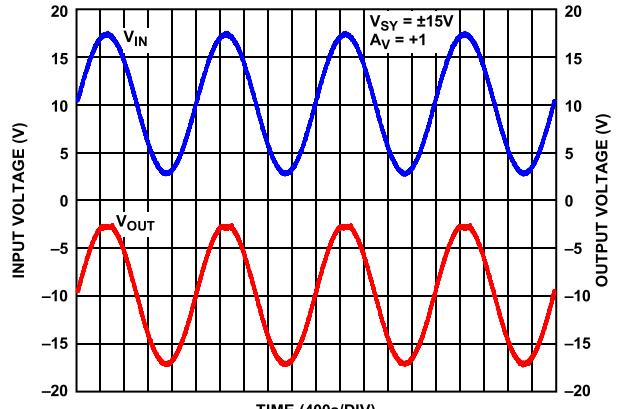


图71. 无相位反转

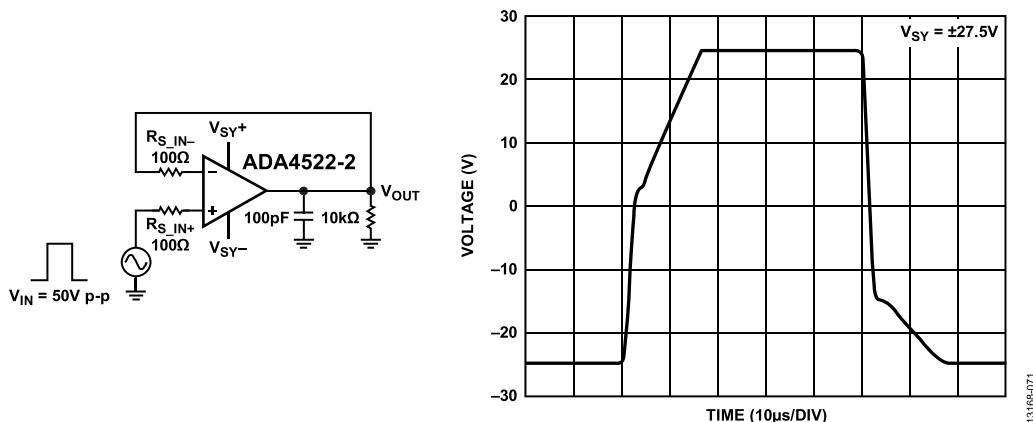


图72. 大信号瞬态响应示例

13168-071

大信号瞬态响应

当ADA4522-2采用闭环配置且有大输入瞬变(例如阶跃输入电压)时，内部背靠背二极管可能会开启。考虑放大器处于单位增益配置且采用阶跃输入波形的情况，如图72所示。

同相输入端由输入信号源驱动，反相输入端由放大器输出驱动。放大器最大输出电流取决于输入阶跃函数和放大器输入引脚上的外部源电阻。

第一种情况

如果外部源电阻较低(例如图72中的 100Ω)，或者输入阶跃函数较大，则放大器最大输出电流以“技术规格”部分规定的输出短路电流为限。这样，输入信号与放大器输出端之间的最大差分电压限值即为放大器最大输出电流乘以总输入电阻(内部和外部)加上背靠背二极管的开启电压(参见图70的输入EMI滤波器和箝位电路架构)。当同相输入电压随着阶跃信号改变时，反相输入电压(因而输出电压)快速跟随该变化，直至达到输入信号与放大器输出端之间的最大可能差分电压。反相输入电压随即开始压摆，压摆率为“技术规格”部分规定的值，直至达到所需的输出。因此，如图72所示，输出波形的上升沿和下降沿有两个截然不同的部分。在这种测试条件下，输入/输出电流的幅度和持续时间受到限制，因而不会损坏放大器。

第二种情况

如果外部源电阻较高或输入阶跃函数较小，则最大输出电流限值为输入信号与放大器输出电压之间的瞬时差(也就是阶跃函数的变化)除以源电阻。此最大输出电流小于放大器输出短路电流。这样，输入信号与放大器输出之间的最大压差等于阶跃函数。输出电压压摆至其达到所需输出为止。

因此，如果需要，应在信号源与同相输入端之间添加一个较大外部电阻来降低输入电流。同样，为降低输出电流，应在反相输入端与输出端之间的反馈环路中添加一个外部电阻。当放大器配置为闭环增益时，输入信号源通常小得多，而且增益和反馈电阻会限制电流，因此这种大信号瞬态响应一般不是问题。

其他许多放大器中也采用了背靠背二极管，此类放大器表现出类似的压摆特性。

噪声考虑因素

1/f噪声

$1/f$ 噪声也称为粉红噪声或闪烁噪声，是半导体器件的固有特性，随着频率降低而升高。低频时， $1/f$ 噪声是主要噪声成分，通过电路的噪声增益放大后，会引起显著的输出电压失调。但是，对于ADA4522-2，低频 $1/f$ 噪声表现为缓慢变化的失调，因此通过斩波技术可将其有效降低。这样，与易受 $1/f$ 噪声影响的标准低噪声放大器相比，ADA4522-2在DC和低频时的噪声低得多。图62显示，0.1 Hz至10 Hz噪声只有117 nV p-p。

源阻抗

ADA4522-2是噪声最低的高电压零漂移放大器之一，1 kHz ($A_v = 100$)时宽带噪声低至 $5.8 \text{ nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ 。因此，为使总噪声保持较低，必须考虑输入源阻抗的选择。任何放大器的总等效输入宽带噪声(e_N 总计)主要与三类噪声有关：输入电压噪声、输入电流噪声及外部电阻的热(约翰逊)噪声。

这些非相关噪声源可以通过RSS(和的平方根)方式求和，计算公式如下：

$$e_N \text{ total} = [e_N^2 + 4 k T R_s + (i_N \times R_s)^2]^{1/2}$$

其中：

e_N 表示放大器的输入电压噪声密度(V/ $\sqrt{\text{Hz}}$)。

k 表示玻尔兹曼常数(1.38×10^{-23} J/K)。

T 表示绝对温度(K)。

R_s 表示总输入源阻抗(Ω)。

i_N 表示放大器的输入电流噪声密度(A/ $\sqrt{\text{Hz}}$)。

特定带宽上的等效总均方根噪声表示为：

$$e_{N \text{ RMS}} = e_N \text{ total} \sqrt{BW}$$

其中 BW 为带宽(单位Hz)。

此分析对开关频率之前的最高10倍频程的宽带噪声计算有效。如果目标带宽包括开关频率，则必须进行更复杂的计算，将开关频率时的噪声影响考虑进去。

对于较低源阻抗($R_s < 1 \text{ k}\Omega$)，放大器电压噪声是主要噪声。随着源阻抗提高，则以 R_s 的热噪声为主。当源阻抗进一步提高时($R_s > 50 \text{ k}\Omega$)，电流噪声成为总输入噪声的主要因素。

残余纹波

如图58、图59和图60所示，ADA4522-2的噪声频谱密度在较低频率时比较平坦，在较高频率时则有凸起和尖峰。

最大噪声凸起以6 MHz为中心，原因是输入增益在较高频率时会降低。这是一个常见现象，在其他放大器中也能看到。除了噪声凸起以外，4.8 MHz处还可以看到一个由斩波网络引起的陡峭尖峰。然而，失调和纹波校正环路使该幅度显著降低。对于不同的放大器单元或放大器周围电路不同时，其幅度可能不相同。此尖峰可能会被噪声凸起掩盖，因而无法检测到。

设计用来降低4.8 MHz开关伪像的失调和纹波校正环路，也会产生一个以800 kHz为中心的噪声凸起，并在此噪声凸起之上产生一个噪声尖峰。虽然该凸起的幅度在大多数情况下是恒定的，但800 kHz尖峰的幅度则随器件而异。有些器件可能不表现出800 kHz噪声尖峰，但对于另一些器件，尖峰可能出现在800 kHz的整数倍处，如1.6 MHz或2.4 MHz。

幅度虽然很小，但当运放的闭环频率高于斩波频率时，这些噪声尖峰不可小视。为将噪声尖峰抑制到所需水平，可将放大器配置为高增益，或在放大器输出端使用一个后置滤波器。

图73显示了ADA4522-2在不同增益配置下的电压噪声密度。注意：增益越高，可用带宽越低。较早的带宽滚降可有效滤除较高的噪声频谱。

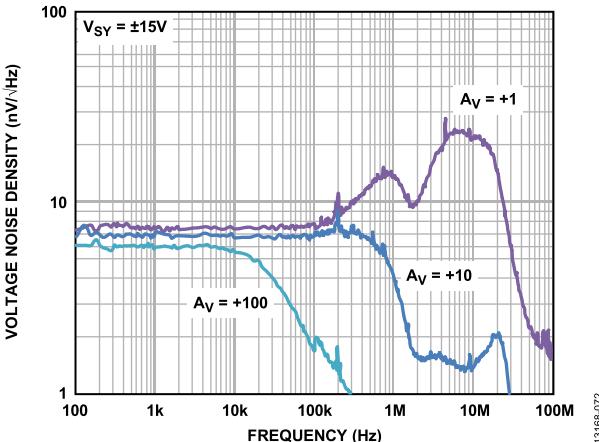


图73. 不同增益下的电压噪声密度

图74显示了ADA4522-2在不同频率下使用和不使用后置滤波器时的电压噪声密度。后置滤波器的作用是使带宽在开关频率之前滚降。本例中，800 kHz时的噪声尖峰约为38 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ 。使用一个80 kHz后置滤波器，噪声尖峰降至4.1 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ 。使用一个8 kHz后置滤波器，噪声尖峰低于噪底，因而无法检测。

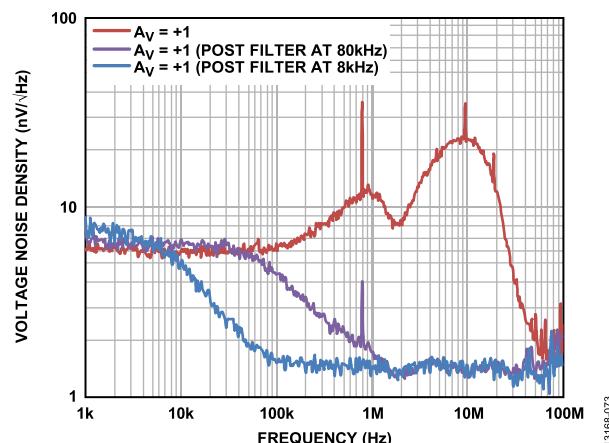


图74. 使用后置滤波器时的电压噪声密度

电流噪声密度

图75显示了ADA4522-2在单位增益下的电流噪声密度。1 kHz时，电流噪声密度约为1.3 pA/ $\sqrt{\text{Hz}}$ 。电流噪声通过测量其流经一个电阻所引起的电压噪声来确定。由于该放大器的电流噪声密度很低，通常使用一个大值电阻来测量电压噪声，本例使用100 k Ω 源电阻。然而，该源电阻会与放大器和电路板的输入电容相互作用，导致带宽滚降。注意，图75中的电流噪声密度滚降远早于单位增益带宽，这是预期结果。

ADA4522-2

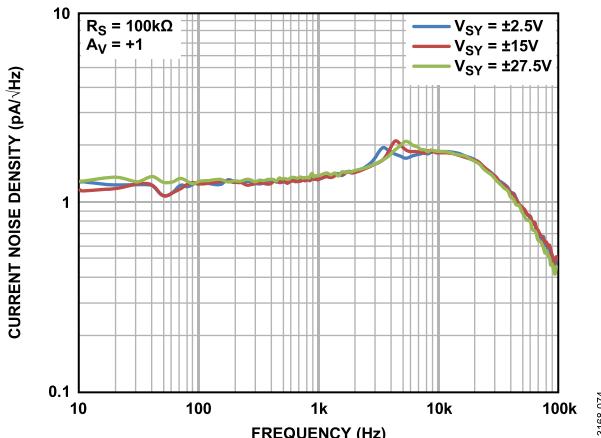


图75. 增益 = 1时的电流噪声密度

EMI抑制比

高频电磁干扰(EMI)常常会对电路性能造成不利影响。如果信号强度较低，并且传输线路较长，则运算放大器必须能够精确放大输入信号。然而，所有运算放大器引脚，包括同相输入、反相输入、正电源、负电源和输出引脚，均易受EMI信号影响。这些高频信号可通过多种途径耦合到运放中，如传导、近场辐射或远场辐射等。例如，导线和PCB走线可以充当天线，拾取高频EMI信号。

放大器不会放大EMI或RF信号，因为它们的带宽相对较低。但是，由于输入器件具有非线性特性，运算放大器可能会整流这些带外信号。这些高频信号经过整流后，会在输出端表现为直流失调。

ADA4522-2的输入级集成EMI滤波器。“技术规格”部分的表2、表3和表4给出了同相引脚的电磁干扰抑制比(EMIRR)，它描述ADA4522-2在有电磁干扰的情况下，能够在多大程度上发挥预期性能。测量EMIRR的数学方法定义如下：

$$EMIRR = 20\log(V_{IN_PEAK}/\Delta V_{OS})$$

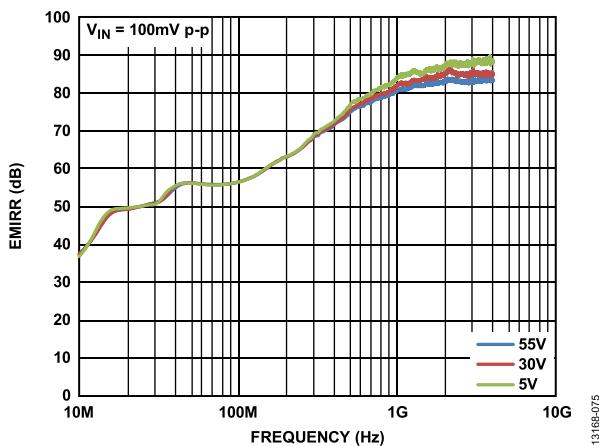


图76. EMIRR与频率的关系

容性负载稳定性

ADA4522-2能在任何配置中安全地驱动最高250 pF的容性负载。和大多数放大器一样，驱动比额定值更大的容性负载可能会导致过度的过冲和振铃，甚至产生振荡。大型容性负载降低相位裕量，导致放大器的频率响应出现峰化。在时域中，峰化与过冲或振铃有关。因此，如果ADA4522-2必须驱动250 pF以上的负载，建议使用外部补偿。这种补偿在单位增益配置中尤为重要，此时对于稳定性而言是最差情况。

驱动容性负载时，稳定运算放大器的一种快速而方便的方法是在放大器输出端与负载电容之间增加一个串联电阻R_{ISO}，如图77所示。R_{ISO}将放大器输出和反馈网络与容性负载相隔离。但是，采用这种补偿方案后，相对负载而言的输出阻抗会提高，从而导致增益精度的下降。

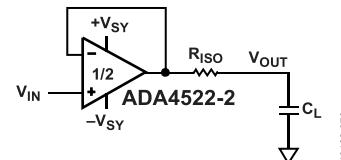


图77. 采用隔离电阻R_{ISO}进行稳定性补偿

图78显示了不同R_{ISO}值对过冲的影响。

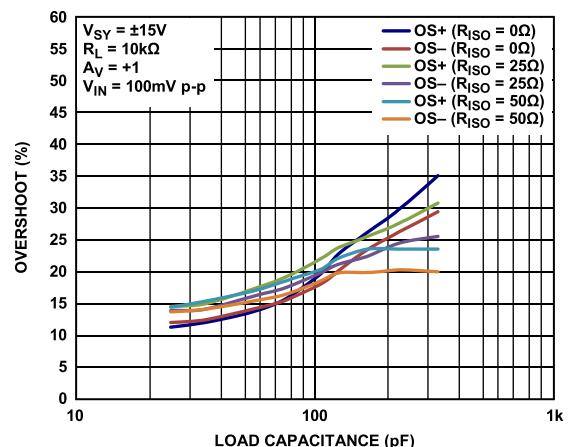


图78. 不同输出隔离电阻下小信号过冲与负载电容的关系

单电源仪表放大器

ADA4522-2具有超低失调电压和漂移、高开环增益、高共模抑制和高电源抑制的特性，是分立、单电源仪表放大器应用的理想运放。

图79所示为使用ADA4522-2的经典3运放仪表放大器。仪表放大器高CMRR的关键是电阻是否完全匹配电阻比和相对漂移。对于真正差动放大，电阻比匹配非常重要，其中 $R_5/R_2 = R_6/R_4$ 。电阻对于确定性能随工艺容差、时间和温度的变化非常重要。假定理想的单位增益差动放大器具有无限的共模抑制，1%的容差电阻匹配仅导致34 dB的共模抑制。因此，建议使用至少0.01%或更好的电阻。

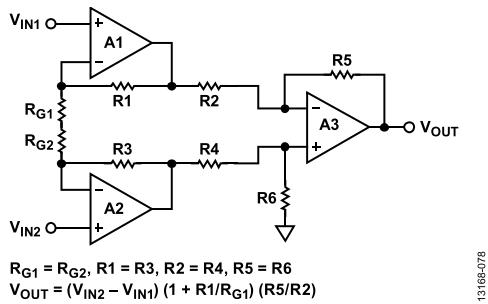


图79. 分立3运放仪表放大器

为了构建一个具有外部电阻而不会牺牲噪声性的分立仪表放大器，请密切关注所选电阻值。 R_{G1} 和 R_{G2} 各自的热噪声被仪表放大器的总噪声增益所放大，因此必须尽量选择低值来降低输出端的热噪声贡献，同时获得精确的测量。表8所示为折合到输出的外部电阻噪声贡献(RTO)。

表8. 热噪声贡献示例

电阻	值(kΩ)	电阻热噪声 (nV/√Hz)	热噪声RTO (nV/√Hz)
R_{G1}	0.4	2.57	128.30
R_{G2}	0.4	2.57	128.30
R_1	10	12.83	25.66
R_2	10	12.83	25.66
R_3	10	12.83	25.66
R_4	10	12.83	25.66
R_5	20	18.14	18.14
R_6	20	18.14	18.14

注意，A1和A2具有 $1 + R1/R_{G1}$ 的高增益。因此，应在A1和A2中使用高精度、低失调电压和低噪声放大器，例如ADA4522-2。另一方面，A3工作时的增益要低很多，并具有一系列不同的运算放大器要求。其折合到整体仪表放大

器输入端的输入噪声除以第一级增益后可以忽略不计。注意，放大器的输入失调电压和输入电压噪声也被总噪声增益所放大。

了解噪声对分立仪表放大器或差动放大器(3运放仪表放大器的第二级)的影响是很重要的，因为它们在许多不同应用中都很常用。“称重传感器/应变计传感器信号调理”部分和“低端分流传感器”部分描述ADA4522-2在应用中用作分立仪表放大器或差动放大器。

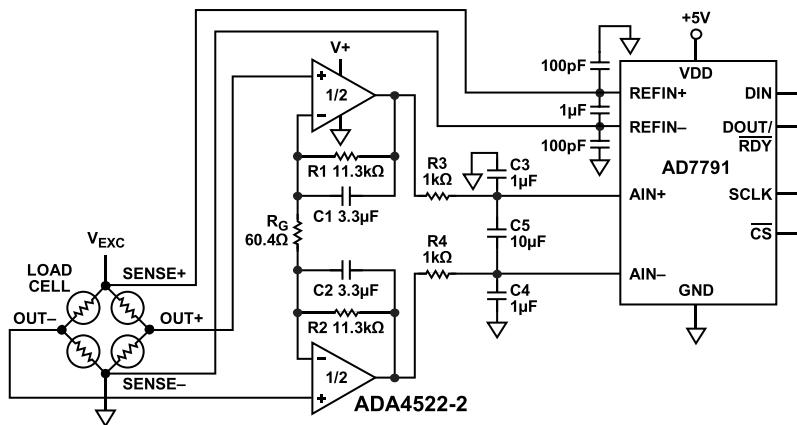
称重传感器/应变计传感器信号调理

ADA4522-2具有超低失调、漂移和噪声特性，非常适合以高增益和高精度对低电平传感器输出进行信号调理。电子秤/称重传感器就是有这些要求的应用实例。图80显示了一个单电源、高精度电子秤测量系统的配置。ADA4522-2用在前端，以便放大来自称重传感器的低电平信号。

流经PCB走线的电流会产生IR压降；走线较长时，这种压降可能达到数毫伏或更大，引起相当大的误差。室温下，1英寸长、0.005英寸宽的1盎司铜走线的电阻约为100 mΩ。当负载电流为10 mA时，此电阻可引起1 mV的误差。

因此，本电路使用6线型称重传感器。除激励、接地和两个输出连接外，它还有两个检测引脚。这些检测引脚分别与惠斯登电桥的高端(激励引脚)和低端(地引脚)相连。尽管线路电阻会引起一定的压降，但仍能精确测量该电桥上的电压。这两个检测引脚同时连接到ADC基准电压输入端，构成一个比率式配置，不受电源激励电压的低频变化影响。

ADA4522-2配置为3运放仪表放大器的第一级。它将来自称重传感器的低电平幅度信号放大 $1 + 2R1/RG$ 倍。电容C1和C2置于运算放大器的反馈环路中，与R1和R2构成低通滤波，从而限制进入Σ-Δ型ADC的噪声量。此外，C3、C4、C5、R3和R4提供进一步的共模和差模滤波来降低噪声和干扰信号。



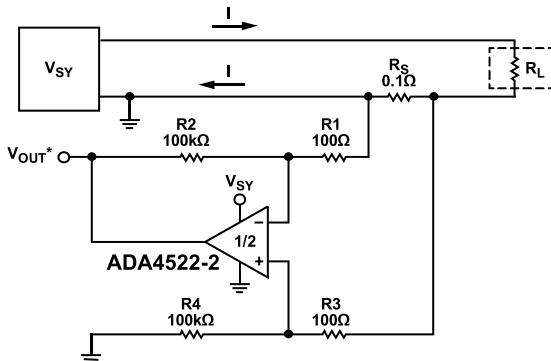
13168-079

图80. 精密电子秤测量系统

精密低端分流传感器

许多应用都需要在正电轨或负电轨附近进行信号检测。分流传感器便是这类应用中的一种，并且常用于反馈控制系统。这类传感器还可在其它多种应用中使用，包括功率计量、电池电量计和工业应用中的反馈控制。这类应用中需要使用电阻极低的分流器，以最大程度减少串联压降。这样不仅可以充分减少功率浪费，还能允许测量高电流并实现省电效果。

典型的分流器具有 $100\text{ m}\Omega$ 电阻值。测量电流为1 A时，分流器产生的电压为100 mV，放大器误差源较小。不过，当电流测量值较低并位于1 mA范围内时，分流器产生的 $100\text{ }\mu\text{V}$ 就需要极低的失调电压和漂移放大器，以维持绝对精度。零漂移放大器的独特性质提供了一种解决方案。图81显示了一个采用ADA4522-2的低端电流检测电路。ADA4522-2配置为差动放大器，增益为1000。虽然ADA4522-2具有高共模抑制性能，但系统的CMR受限于外部电阻。因此，如“单电源仪表放大器”部分所述，要实现系统的高CMR，关键是在电阻比和相对漂移两个方面都能获得良好匹配，即 $R1/R2 = R3/R4$ 。



$$\begin{aligned} *V_{OUT} &= \text{AMPLIFIER GAIN} \times \text{VOLTAGE ACROSS } R_S \\ &= 1000 \times R_S \times I \\ &= 100 \times I \end{aligned}$$

图81. 低端电流检测

印刷电路板布局布线

ADA4522-2是一款具有超低失调电压和噪声的高精度器件，因此，必须精心设计印刷电路板(PCB)布局布线，在电路板层面上实现ADA4522-2的最佳性能。

为避免泄漏电流，电路板表面应保持洁净、无湿气。

正确旁路电源，并保持较短的电源走线，使输出电流变化引起的电源干扰最小。旁路电容应尽可能靠近器件的电源引脚连接。在放大器的输出端和输入端，杂散电容都是需要关注的问题。为使耦合效应降至最低，建议信号走线与电源线路至少隔开5 mm。

一个潜在的失调误差源是电路板上的塞贝克(Seebeck)电压。塞贝克电压出现在两种异质金属的结面，与结温有关。电路板上最常见的金属结面是焊料与板走线以及焊料与器件引脚的结面。图82显示了一个焊接到PCB的表贴器件的截面。电路板上的温度变化($TA_1 \neq TA_2$)会导致焊接接头的塞贝克电压不匹配，从而产生热电压误差，这会降低ADA4522-2的超低失调电压性能。

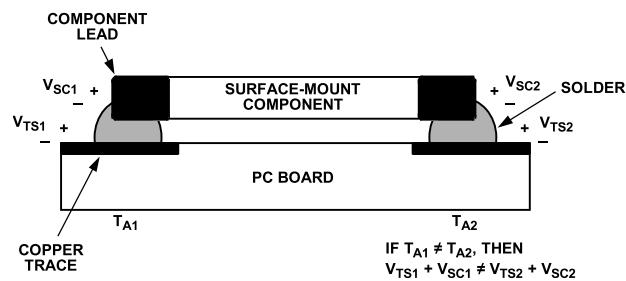


图82. 塞贝克电压不匹配导致塞贝克电压误差

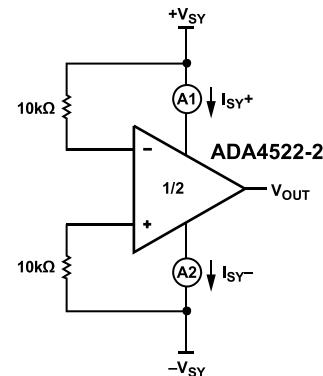
为将这些热电偶效应降至最低，应适当放置电阻，使热源均衡地加热两端。如果可能，输入信号路径所含器件的数量和类型应相匹配，使热电偶结的数量和类型相匹配。例如，可以使用零值电阻等伪器件来匹配热电误差源(相对输入路径中的实际电阻)。匹配器件的位置应尽可能靠近，方向应相同，确保塞贝克电压相等，从而抵消热误差。此外，应使用相同长度的引脚，使热传导达到均衡。PCB上的热源应尽可能远离放大器输入电路。

强烈建议使用接地层。接地层有助于将热量均匀分配到板上，使电路板各部分的温度保持一致，并且能够减少EMI噪声拾取。

比较器操作

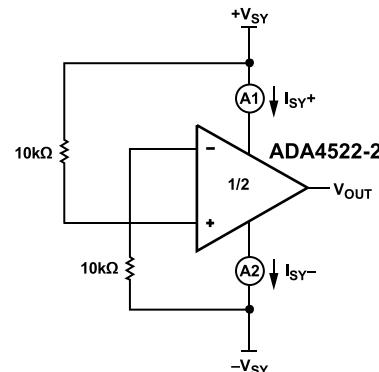
运算放大器设计采用闭环配置工作，来自输出端的反馈进入反相输入端。与运算放大器不同，比较器设计采用开环配置工作，用于驱动逻辑电路。虽然运算放大器不同于比较器，但有时也将双通道运放的不用部分用作比较器，以节省电路板空间和成本，但对于ADA4522-2，不推荐这样做。

图83和图84显示ADA4522-2配置为比较器， $10\text{k}\Omega$ 电阻与输入引脚串联。不用的通道配置为缓冲器，输入电压保持在中间电源电压。二极管D5和D6保护ADA4522-2的输入器件免受大差分输入电压影响(参见图70)。这些二极管由基板PNP双极性晶体管组成，只要差分输入电压超过大约600 mV便导通。不过，这些二极管也允许电流从输入端流到低供电轨，导致系统的总电源电流增加。两种比较器配置产生相同的结果。电源电压为30 V时，每个双通道放大器的 I_{SY+} 仍然为1.55 mA，但 I_{SY-} 增加到接近2 mA。



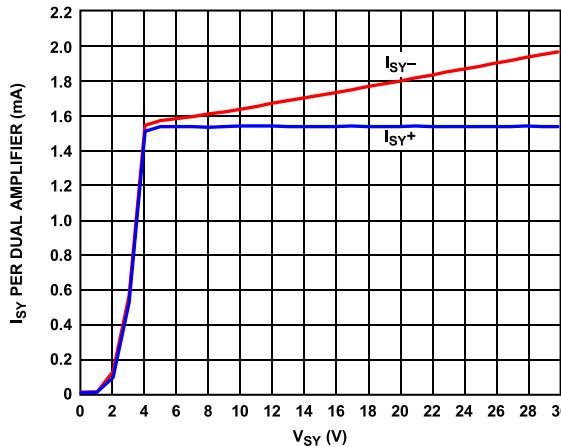
13168-082

图83. 比较器配置A



13168-083

图84. 比较器配置B

图85. 每个双通道放大器的电源电流(I_{SY})与电源电压(V_{SY})的关系(ADA4522-2用作比较器)

注意， $10\text{k}\Omega$ 电阻与运算放大器的输入端串联。如果使用较小的阻值，系统的电源电流会增加很多。有关运算放大器用作比较器的更多信息，请参阅应用笔记AN-849：“运算放大器用作比较器”。

外形尺寸

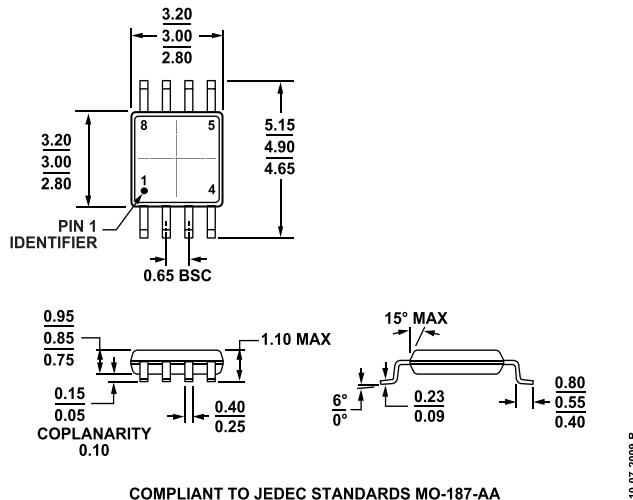


图86. 8引脚超小型封装[MSOP]

(RM-8)

图示尺寸单位: mm

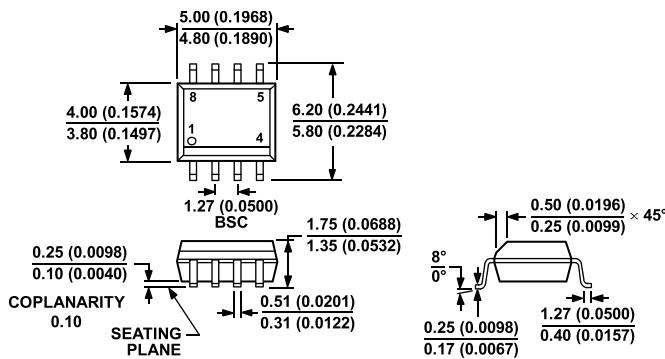


图87. 8引脚小型封装[SOIC_N]

窄体

(R-8)

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
ADA4522-2ARMZ	-40°C至+125°C	8引脚超小型封装[MSOP]	RM-8	A39
ADA4522-2ARMZ-R7	-40°C至+125°C	8引脚超小型封装[MSOP]	RM-8	A39
ADA4522-2ARMZ-RL	-40°C至+125°C	8引脚超小型封装[MSOP]	RM-8	A39
ADA4522-2ARZ	-40°C至+125°C	8引脚小型封装[SOIC_N]	R-8	
ADA4522-2ARZ-R7	-40°C至+125°C	8引脚小型封装[SOIC_N]	R-8	
ADA4522-2ARZ-RL	-40°C至+125°C	8引脚小型封装[SOIC_N]	R-8	

¹ Z = 符合RoHS标准的器件。