

产品特性

低失调电压: 60 μV (最大值, 25°C, 8引脚SOIC)
 低失调电压漂移: 1 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ (最大值)
 低输入偏置电流: 1 nA(最大值, 25°C)
 低压噪声密度: 8 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ (典型值)
 大信号电压增益(A_{V0}): 100 dB(最小值, 全电源电压和工作温度范围)
 支持高于或低于供电轨电压32 V的输入过压保护
 集成EMI滤波器
 70 dB(1000 MHz下的典型抑制)
 90 dB(2400 MHz下的典型抑制)
 轨到轨输出
 低电源电流: 每个放大器500 μA (典型值)
 宽带宽
 增益带宽积($A_v = +100$): 3.5 MHz(典型值)
 单位增益交越: 3.5 MHz(典型值)
 -3 dB带宽($A_v = +1$): 6 MHz(典型值)
 双电源供电
 额定电压范围: $\pm 5\text{ V}$ 至 $\pm 15\text{ V}$
 工作电压范围: $\pm 2.5\text{ V}$ 至 $\pm 18\text{ V}$
 单位增益稳定
 无相位反转

应用

无线基站控制电路
 光纤网络控制电路
 仪器仪表
 传感器和控制元件
 热电偶、电阻式温度检测器(RTD)、应变计和电流测量
 精密滤波器

概述

ADA4177-2是一款双通道放大器, 具有低失调电压(2 μV 典型值)和低漂移(1 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ 最大值), 以及低输入偏置电流、低噪声和低功耗(500 μA 典型值)特性。驱动1000 pF以上容性负载时输出稳定, 无需外部补偿。

ADA4177-2的输入为精密放大器鲁棒性定义了新标杆, 当输入偏离任一电源32 V时对放大器进行保护, 并且针对1000 MHz时的电磁干扰(EMI)提供70 dB抑制能力。

引脚接线图

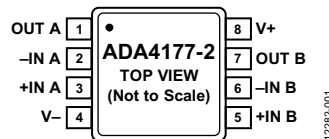


图1.

该放大器的应用包括传感器信号调理(例如热电偶、RTD、应变计)、过程控制前端放大器和光学及无线传输系统中的精密二极管功率测量。ADA4177-2适用于交流供电仪器仪表、便携式仪器仪表、精密滤波器、电压或电流测量及电平设置。

ADA4177-2工作温度范围为 -40°C 至 $+125^\circ\text{C}$ 工业温度范围。

ADA4177-2提供8引脚SOIC和8引脚MSOP两种封装。

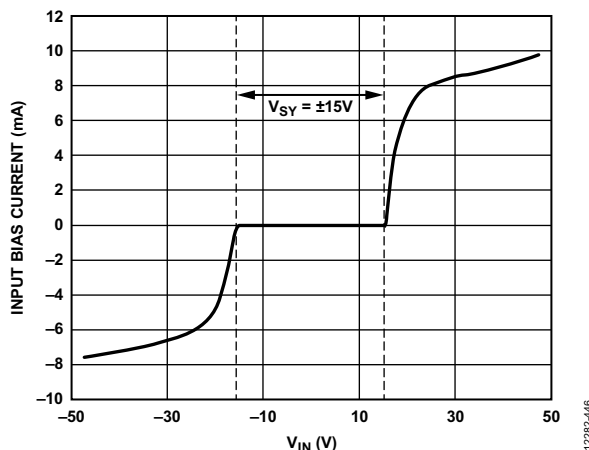


图2. 过压限流, 电压跟随器配置

表1. 各代输入保护运算放大器演化表¹

第一代, OVP (10 V)	第二代, OVP (25 V)	第三代, OVP (32 V)	第四代, EMI滤波器	第五代, OVP (32 V) + EMI
OP291 OP491	ADA4091-2 ADA4091-4 ADA4092-4	ADA4096-2 ADA4096-4	AD8657 AD8659 AD8546 AD8548 ADA4661-2 ADA4666-2	ADA4177-2

¹ Gen. 代表代次。

目录

产品特性	1	典型性能参数	9
应用	1	工作原理	20
概述	1	应用信息	21
引脚接线图	1	有源过压保护	21
修订历史	2	限制正电源引脚的过压电流	22
技术规格	3	EMI保护	23
电气特性±5 V	3	自热	23
电气特性±15 V	5	ADA4177-2用作比较器	23
绝对最大额定值	7	输出相位反转	24
最大功耗	7	正确设计印刷电路板(PCB)布局	24
热阻	7	外形尺寸	25
ESD警告	7	订购指南	25
引脚配置和功能描述	8		

修订历史

2014年10月—修订版0至修订版A

更改表3“大信号电压增益”参数的“测试条件/注释”栏	5
----------------------------------	---

2014年10月—修订版0：初始版

技术规格

电气特性±5 V

除非另有说明, $V_{SY} = \pm 5.0 \text{ V}$, $V_{CM} = 0 \text{ V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

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}			2	60	μV
8引脚 SOIC		$-40^\circ\text{C} < T_A < +125^\circ\text{C}$			120	μV
8引脚 MSOP		$-40^\circ\text{C} < T_A < +125^\circ\text{C}$		2.2	120	μV
失调电压漂移(8引脚 SOIC/8引脚 MSOP)	$\Delta V_{OS}/\Delta T$	$-40^\circ\text{C} < T_A < +125^\circ\text{C}$			200	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
输入偏置电流	I_B	$-40^\circ\text{C} < T_A < +125^\circ\text{C}$	-1	-0.4	+1	nA
输入失调电流	I_{OS}	$-40^\circ\text{C} < T_A < +125^\circ\text{C}$	-2		+2	nA
输入电压范围	IVR		-0.75	0.1	+0.75	nA
过压电流限值 ¹	I_{OVP}	$5 \text{ V} < V_{CM} < 37 \text{ V}$ $-37 \text{ V} < V_{CM} < -5 \text{ V}$	-1.5		+1.5	nA
共模抑制比	CMRR	$V_{CM} = -3.5 \text{ V至} +3.5 \text{ V}$ $-40^\circ\text{C} < T_A < +125^\circ\text{C}$	-3.5		+3.5	V
大信号电压增益	A_{VO}	$R_L = 2 \text{ k}\Omega$, $V_{OUT} = -4.5 \text{ V至} +4.5 \text{ V}$ $-40^\circ\text{C} < T_A < +125^\circ\text{C}$	122	130		dB
		$R_L = 10 \text{ k}\Omega$, $V_{OUT} = -4.5 \text{ V至} +4.5 \text{ V}$ $-40^\circ\text{C} < T_A < +125^\circ\text{C}$	120			dB
			108	110		dB
			100			dB
			115	120		dB
			110			dB
输入电容	C_{INDM}	差模		1		pF
	C_{INCM}	共模		1		pF
输入电阻	R_{DIFF}	差模		4		M Ω
	R_{CM}	共模		100		G Ω
输出特性						
高输出电压	V_{OH}	$I_{LOAD} = 1 \text{ mA}$ $-40^\circ\text{C} < T_A < +125^\circ\text{C}$	4.95			V
		$I_{LOAD} = 7 \text{ mA}$ $-40^\circ\text{C} < T_A < +125^\circ\text{C}$	4.90			V
			4.80			V
			4.75			V
低输出电压	V_{OL}	$I_{LOAD} = 1 \text{ mA}$ $-40^\circ\text{C} < T_A < +125^\circ\text{C}$			-4.95	V
		$I_{LOAD} = 7 \text{ mA}$ $-40^\circ\text{C} < T_A < +125^\circ\text{C}$			-4.90	V
					-4.80	V
					-4.75	V
输出电流	I_{OUT}	$V_{DROPOUT} < 1 \text{ V}$		25		mA
短路电流	I_{SC}	$T_A = 25^\circ\text{C}$		70		mA
闭环输出阻抗	Z_{OUT}	$f = 1 \text{ kHz}$, $A_V = +1$		0.11		Ω
电源						
电源抑制比	PSRR	$V_S = \pm 2.5 \text{ V至} \pm 18 \text{ V}$ $-40^\circ\text{C} < T_A < +125^\circ\text{C}$	125	145		dB
			120			dB
电源电流(每个放大器)	I_{SY}	$V_{OUT} = 0 \text{ V}$ $-40^\circ\text{C} < T_A < +125^\circ\text{C}$		500	560	μA
					600	μA

ADA4177-2

参数	符号	测试条件/注释	最小值	典型值	最大值	单位
动态性能						
压摆率	SR	$R_L = 2\text{ k}\Omega$		1.5		V/ μ s
建立时间	t_s					
至0.1%		$V_{IN} = 1\text{ V}$ 步进, $R_L = 2\text{ k}\Omega$, $A_V = -1$		1.8		μ s
至0.01%		$V_{IN} = 1\text{ V}$ 步进, $R_L = 2\text{ k}\Omega$, $A_V = -1$		3.5		μ s
增益带宽积	GBP	$V_{IN} = 10\text{ mV p-p}$, $R_L = 2\text{ k}\Omega$, $A_V = +100$		3.5		MHz
单位增益交越带宽	UGC	$V_{IN} = 10\text{ mV p-p}$, $R_L = 2\text{ k}\Omega$, $A_V = +1$		3.5		MHz
-3 dB闭环带宽	$f_{-3\text{ dB}}$	$V_{IN} = 10\text{ mV p-p}$, $R_L = 2\text{ k}\Omega$, $A_V = +1$		6		MHz
总谐波失真加噪声	THD + N	$V_{IN} = 1\text{ V rms}$, $R_L = 2\text{ k}\Omega$, $A_V = +1$, $f = 1\text{ kHz}$		0.003		%
+IN x的EMI抑制	EMIRR	$V_{IN} = 200\text{ mV p-p}$				
f = 1000 MHz				70		dB
f = 2400 MHz				90		dB
噪声性能						
电压噪声	$e_{n\text{ p-p}}$	0.1 Hz至10 Hz		175		nV p-p
电压噪声密度	e_n	f = 10 Hz		10		nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
		f = 1 kHz		8		nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
电流噪声密度	i_n	f = 1 kHz		200		pA/ $\sqrt{\text{Hz}}$

¹ 所有输入都承受超过电源32 V的电压并持续500 ms。过压保护输入范围内典型输入偏置电流与输入电压的关系参见图64。

电气特性±15 V

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

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}					
8引脚 SOIC		$-40^\circ\text{C} < T_A < +125^\circ\text{C}$	2		60	μV
					120	μV
8引脚 MSOP		$-40^\circ\text{C} < T_A < +125^\circ\text{C}$	2.2		120	μV
					200	μV
失调电压漂移(8引脚 SOIC/8引脚 MSOP)	$\Delta V_{OS}/\Delta T$	$-40^\circ\text{C} < T_A < +125^\circ\text{C}$			1	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
输入偏置电流	I_B	$-40^\circ\text{C} < T_A < +125^\circ\text{C}$	-1	-0.3	+1	nA
			-2		+2	nA
输入失调电流	I_{OS}	$-40^\circ\text{C} < T_A < +125^\circ\text{C}$	-0.75	0.1	+0.75	nA
			-1.5		+1.5	nA
输入电压范围	IVR	$-40^\circ\text{C} < T_A < +125^\circ\text{C}$	-13.5		+13.5	V
过压电流限值 ¹	I_{OVP}	$15\text{ V} < V_{CM} < 47\text{ V}$		12		mA
		$-47\text{ V} < V_{CM} < -15\text{ V}$		10		mA
共模抑制比	CMRR	$V_{CM} = -13.5\text{ V}$ 至 $+13.5\text{ V}$	128	130		dB
		$-40^\circ\text{C} < T_A < +125^\circ\text{C}$	125			dB
大信号电压增益	A_{VO}	$R_L = 2\text{ k}\Omega$, $V_{OUT} = -14.2\text{ V}$ 至 $+14.2\text{ V}$	110	114		dB
		$-40^\circ\text{C} < T_A < +125^\circ\text{C}$	105			dB
		$R_L = 10\text{ k}\Omega$, $V_{OUT} = -14.5\text{ V}$ 至 $+14.5\text{ V}$	118	120		dB
		$-40^\circ\text{C} < T_A < +125^\circ\text{C}$	110			dB
输入电容	C_{INDM}	差模		1		pF
	C_{INCM}	共模		1		pF
输入电阻	R_{DIFF}	差模		4		M Ω
	R_{CM}	共模		130		G Ω
输出特性						
高输出电压	V_{OH}	$I_{LOAD} = 1\text{ mA}$	14.95			V
		$-40^\circ\text{C} < T_A < +125^\circ\text{C}$	14.90			V
		$I_{LOAD} = 7\text{ mA}$	14.80			V
		$-40^\circ\text{C} < T_A < +125^\circ\text{C}$	14.75			V
低输出电压	V_{OL}	$I_{LOAD} = 1\text{ mA}$			-14.95	V
		$-40^\circ\text{C} < T_A < +125^\circ\text{C}$			-14.90	V
		$I_{LOAD} = 7\text{ mA}$			-14.80	V
		$-40^\circ\text{C} < T_A < +125^\circ\text{C}$			-14.75	V
输出电流	I_{OUT}	$V_{DROPOUT} < 1\text{ V}$		25		mA
短路电流	I_{SC}	$T_A = 25^\circ\text{C}$		70		mA
闭环输出阻抗	Z_{OUT}	$f = 1\text{ kHz}$, $A_V = +1$		0.08		Ω
电源						
电源抑制比	PSRR	$V_S = \pm 2.5\text{ V}$ 至 $\pm 18\text{ V}$	125	145		dB
		$-40^\circ\text{C} < T_A < +125^\circ\text{C}$	120			dB
电源电流(每个放大器)	I_{SY}	$V_{OUT} = 0\text{ V}$		500	580	μA
		$-40^\circ\text{C} < T_A < +125^\circ\text{C}$			620	μA

ADA4177-2

参数	符号	测试条件/注释	最小值	典型值	最大值	单位
动态性能						
压摆率	SR	$R_L = 2\text{ k}\Omega$		1.5		V/ μ s
建立时间	t_s					
至0.01%		$V_{IN} = 10\text{ V p-p}, R_L = 2\text{ k}\Omega, A_V = -1$		5.5		μ s
至0.1%		$V_{IN} = 10\text{ V p-p}, R_L = 2\text{ k}\Omega, A_V = -1$		7.5		μ s
增益带宽积	GBP	$V_{IN} = 10\text{ mV p-p}, R_L = 2\text{ k}\Omega, A_V = +100$		3.5		MHz
单位增益交越带宽	UGC	$V_{IN} = 10\text{ mV p-p}, R_L = 2\text{ k}\Omega, A_V = +1$		3.5		MHz
-3 dB闭环带宽	$f_{-3\text{ dB}}$	$V_{IN} = 10\text{ mV p-p}, R_L = 2\text{ k}\Omega, A_V = +1$		6		MHz
总谐波失真加噪声	THD + N	$V_{IN} = 1\text{ V rms}, A_V = +1, R_L = 2\text{ k}\Omega, f = 1\text{ kHz}$		0.002		%
+IN x的EMI抑制	EMIRR	$V_{IN} = 200\text{ mV p-p}$				
f = 1000 MHz				70		dB
f = 2400 MHz				90		dB
噪声性能						
电压噪声	$e_{n\text{ p-p}}$	0.1 Hz至10 Hz		175		nV p-p
电压噪声密度	e_n	f = 100 Hz		10		nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
		f = 1 kHz		8		nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
电流噪声密度	i_n	f = 1 kHz		200		pA/ $\sqrt{\text{Hz}}$
多路放大器通道隔离度	C_s	f = 1 kHz		127		dB

¹ 所有输入都承受超过电源32 V的电压并持续500 ms。过压保护输入范围内典型输入偏置电流与输入电压的关系参见图67。

绝对最大额定值

表4.

参数	额定值
电源电压	36 V
输入电压	$V_{SY} \pm 32\text{ V}$
差分输入电压	$\pm V_{SY}$
对地输出短路持续时间	参阅“最大功耗”部分
存储温度范围	-65°C至+150°C
工作温度范围	-40°C至+125°C
结温范围	-65°C至+150°C
引脚温度，焊接(10秒) ¹	300°C
ESD	
人体模型(HBM) ²	4 kV
场感应充电器件模型(FICDM) ³	1250 V
机器模型(MM)	200 V

¹ IPC/JEDEC J-STS-020D适用标准。
² ESDA/JEDEC JS-001-2011适用标准。
³ JESD22-C101(JEDEC的ESD FICDM标准)适用标准。

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。

最大功耗

ADA4177-2能够驱动高达70 mA的短路输出电流。然而，可用的输出负载驱动电流受限于器件封装所允许的最大功耗。ADA4177-2的绝对最大结温为150°C(见表4)。结温可估算如下：

$$T_J = P_D \times \theta_{JA} + T_A$$

其中：
 T_J 为芯片结温。
 P_D 为封装内的功耗。
 θ_{JA} 为封装的热阻。
 T_A 是环境温度。

封装的功耗(P_D)为静态功耗与输出级晶体管功耗之和，其计算公式为：

$$P_D = (V_{SY} \times I_{SY}) + (V_{SY} - V_{OUT}) \times I_{LOAD}$$

其中：
 V_{SY} 是供电轨电压。
 I_{SY} 是静态电流。
 V_{OUT} 为放大器的输出。
 I_{LOAD} 是输出负载电流。

切勿超过器件的最大结温150°C。超过结温限值可能导致参数性能下降，甚至损坏器件。更多信息请参考[技术文章MS-2251](#)：数据手册的奥妙——绝对最大额定值和热阻。

热阻

结至环境热阻(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。

表5. 热阻

封装类型	θ_{JA}	θ_{JC}	单位
8引脚 MSOP	190	44	°C/W
8引脚 SOIC	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。

ADA4177-2

引脚配置和功能描述

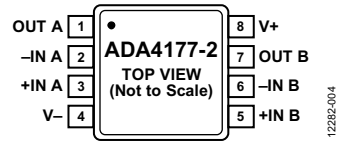


图3. 8引脚 MSOP的引脚配置

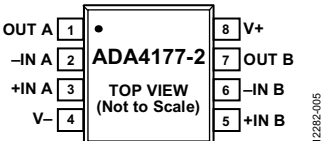


图4. 8引脚 SOIC的引脚配置

表6. 引脚功能描述

引脚编号	引脚名称	说明
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, 环境温度(T_A) = 25°C。

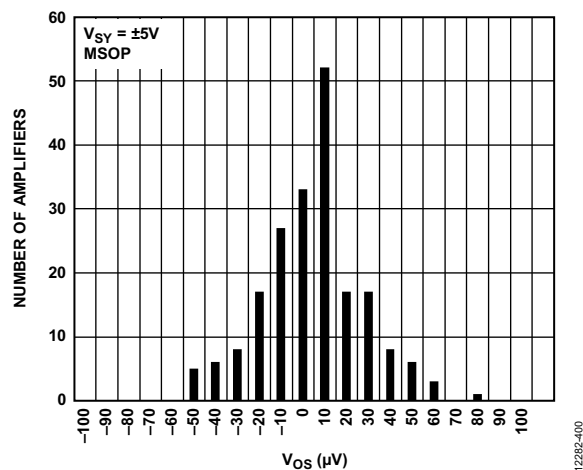


图5. 失调电压(V_{OS})分布, $V_{SY} = \pm 5V$, 8引脚 MSOP

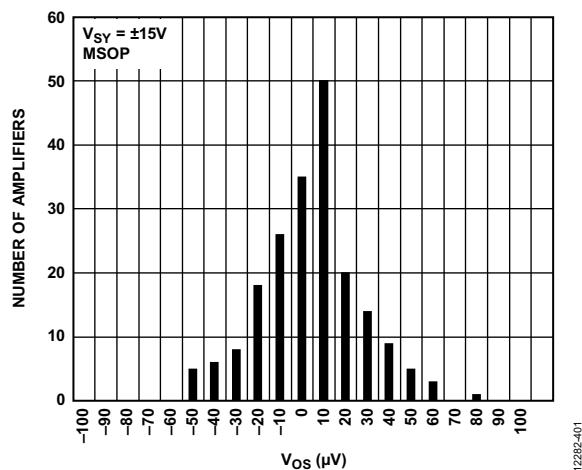


图8. 失调电压(V_{OS})分布, $V_{SY} = \pm 15V$, 8引脚 MSOP

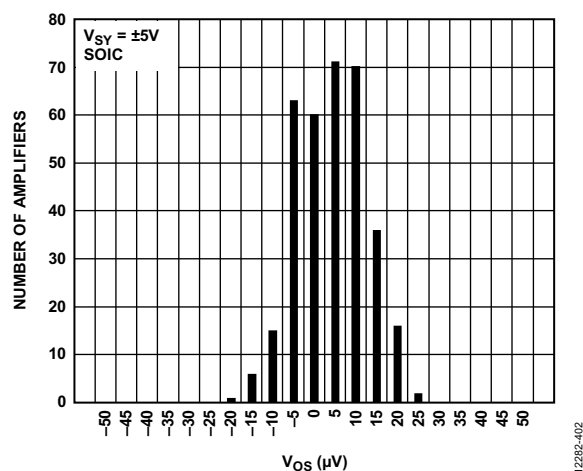


图6. 失调电压(V_{OS})分布, $V_{SY} = \pm 5V$, 8引脚 SOIC

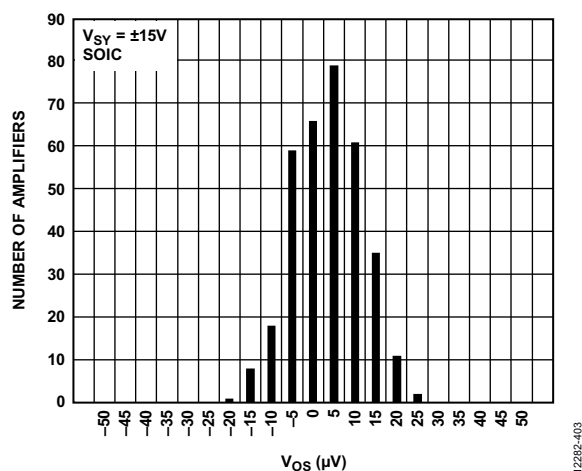


图9. 失调电压(V_{OS})分布, $V_{SY} = \pm 15V$, 8引脚 SOIC

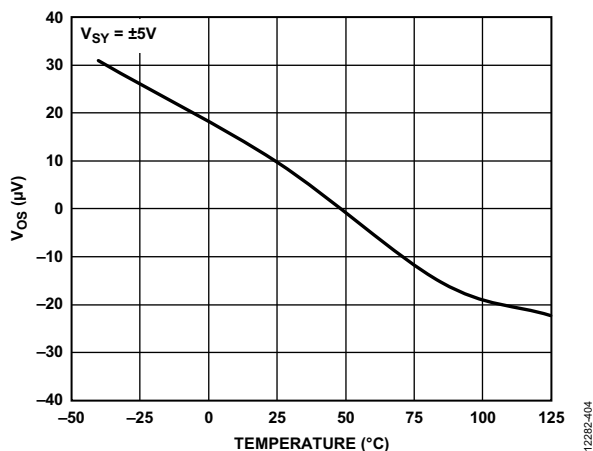


图7. 失调电压(V_{OS})与温度的关系, $V_{SY} = \pm 5V$

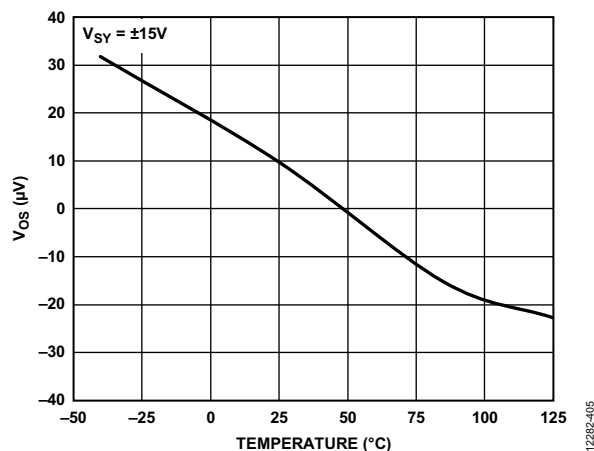


图10. 失调电压(V_{OS})与温度的关系, $V_{SY} = \pm 15V$

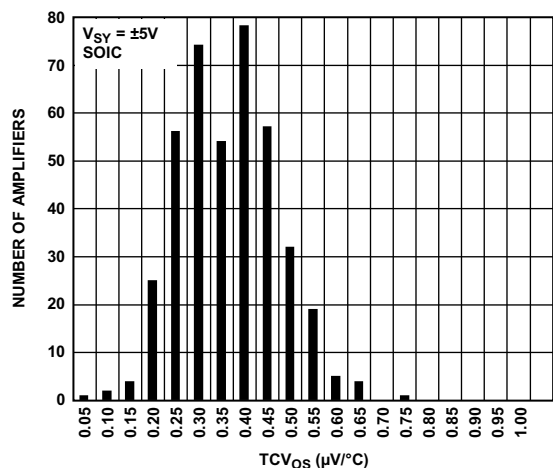


图11. 失调电压温度系数(TCV_{OS}), $V_{SY} = \pm 5 V$, 8引脚 SOIC

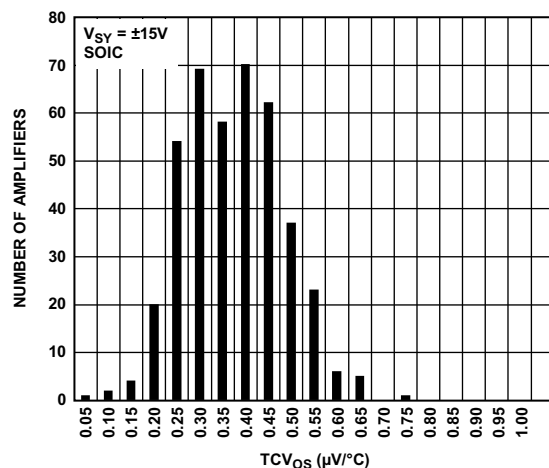


图14. 失调电压温度系数(TCV_{OS}), $V_{SY} = \pm 15 V$, 8引脚 SOIC

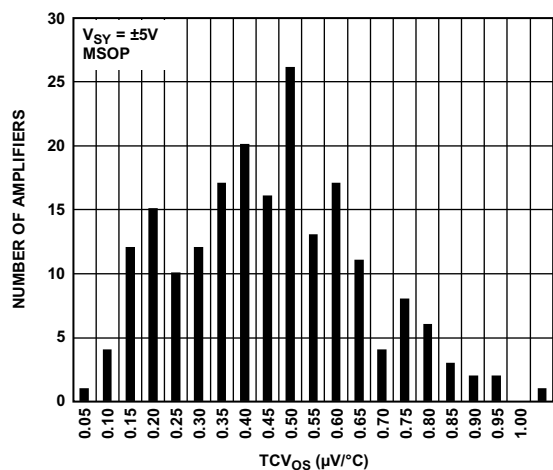


图12. 失调电压温度系数(TCV_{OS}), $V_{SY} = \pm 5 V$, 8引脚 MSOP

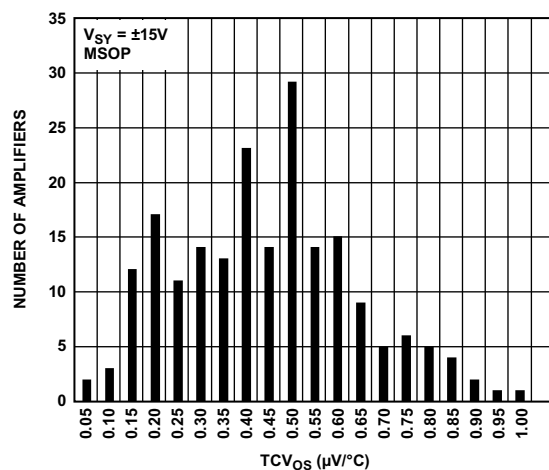


图15. 失调电压温度系数(TCV_{OS}), $V_{SY} = \pm 15 V$, 8引脚 MSOP

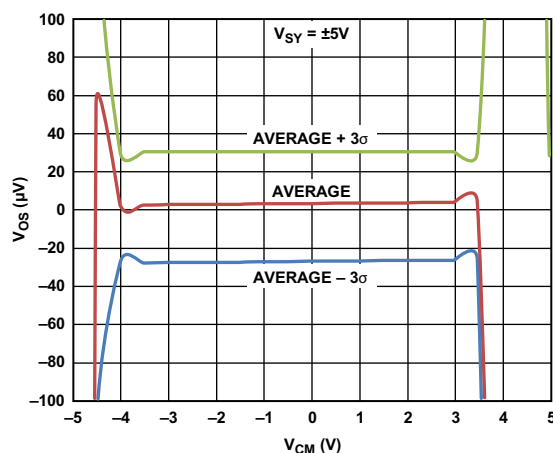


图13. 失调电压(V_{OS})与共模电压(V_{CM})的关系, $V_{SY} = \pm 5 V$

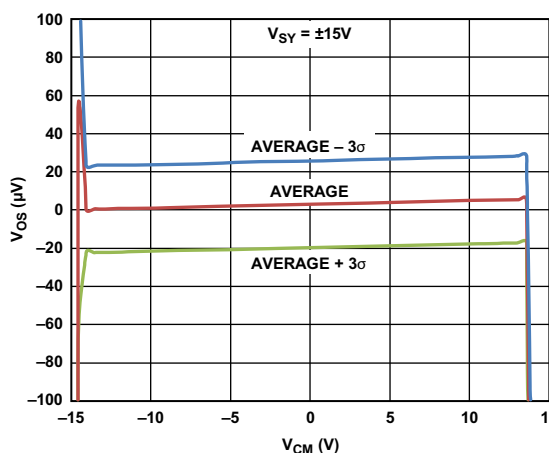


图16. 失调电压(V_{OS})与共模电压(V_{CM})的关系, $V_{SY} = \pm 15 V$

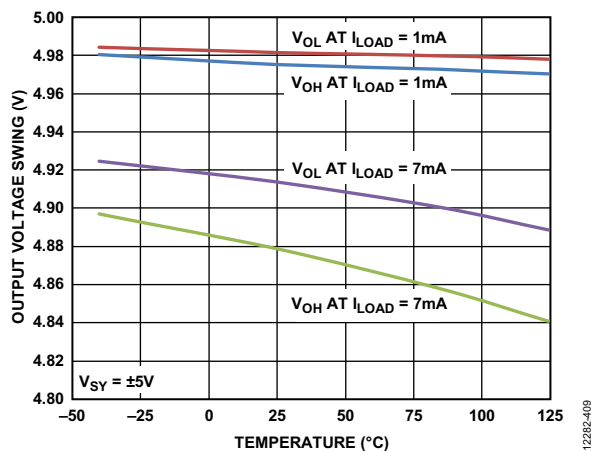


图17. 输出电压摆幅与温度的关系, $V_{SY} = \pm 5\text{ V}$

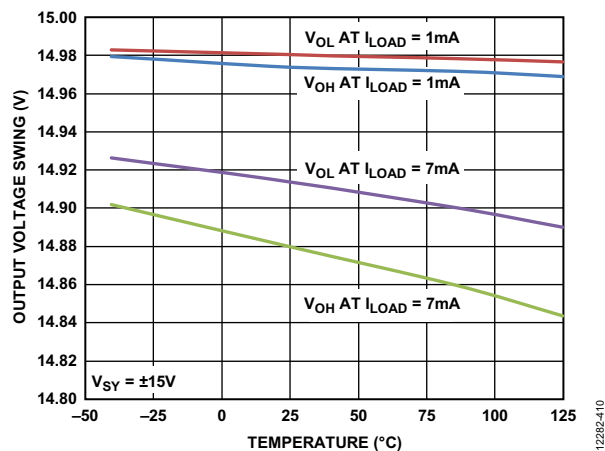


图20. 输出电压摆幅与温度的关系, $V_{SY} = \pm 15\text{ V}$

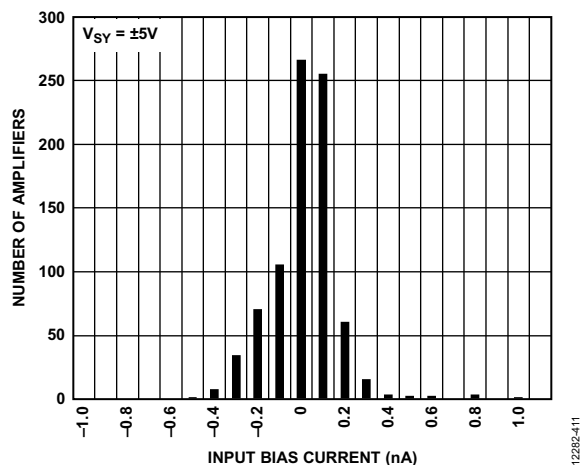


图18. 输入偏置电流分布, $V_{SY} = \pm 5\text{ V}$

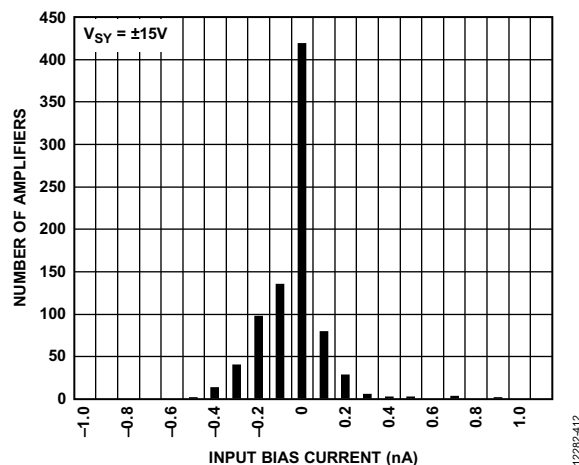


图21. 输入偏置电流分布, $V_{SY} = \pm 15\text{ V}$

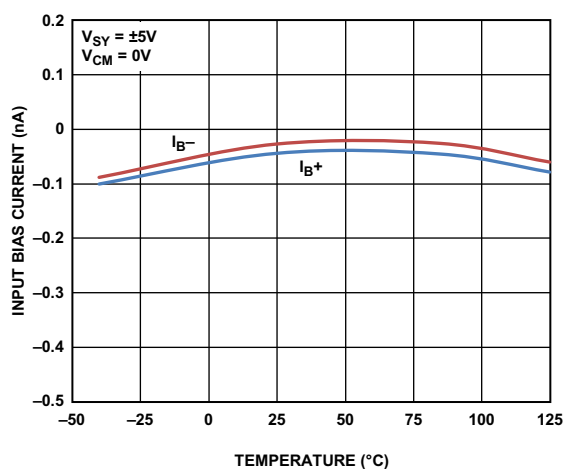


图19. 输入偏置电流(I_B)与温度的关系, $V_{SY} = \pm 5\text{ V}$

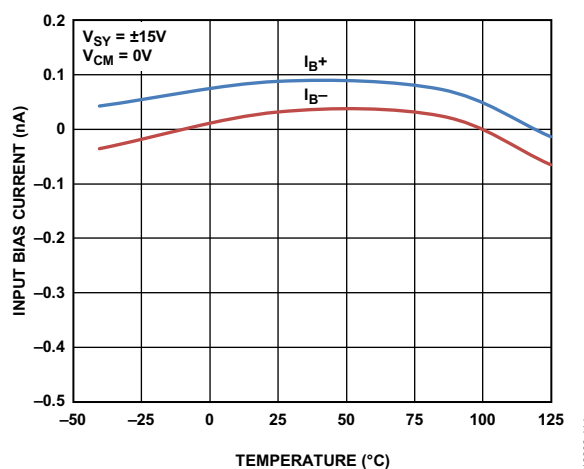


图22. 输入偏置电流(I_B)与温度的关系, $V_{SY} = \pm 15\text{ V}$

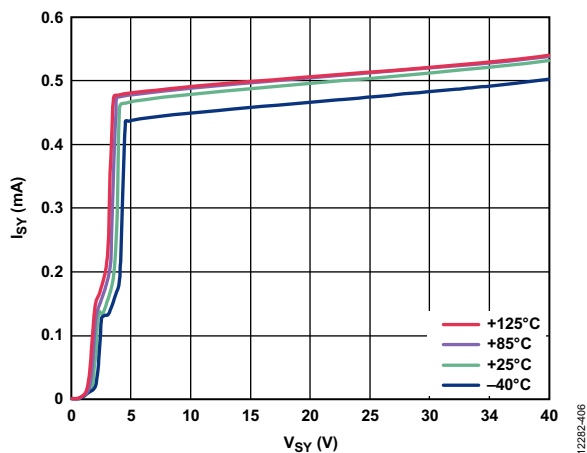


图23. 每个放大器的电源电流(I_{SY})与电源电压(V_{SY})的关系

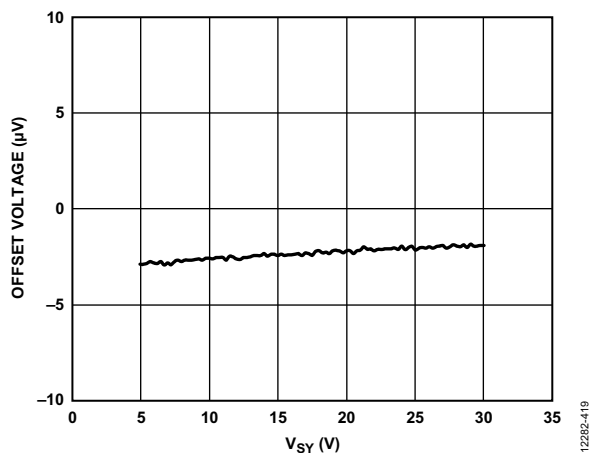


图26. 失调电压(V_{OS})与电源电压(V_{SY})的关系

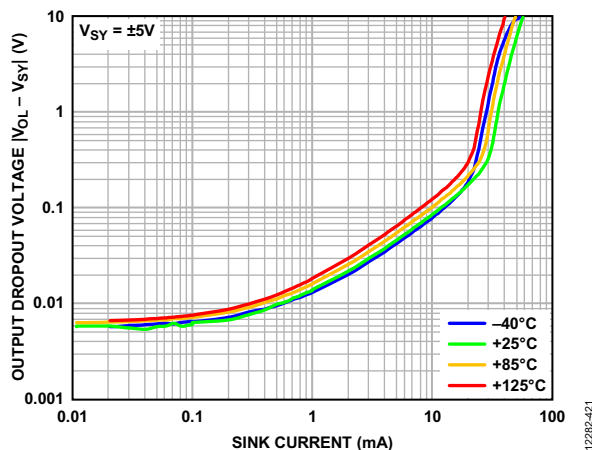


图24. 输出压差与吸电流的关系, $V_{SY} = \pm 5 V$

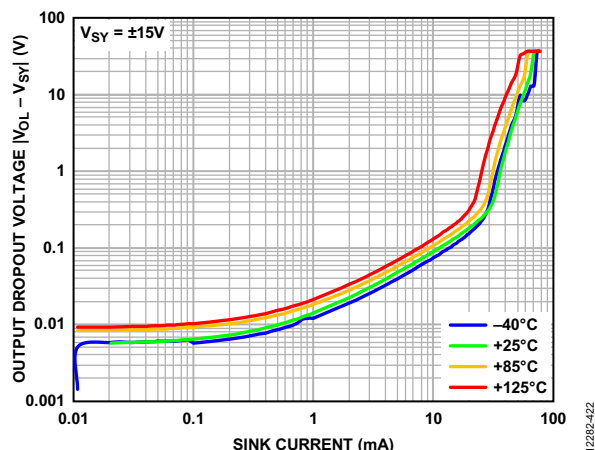


图27. 输出压差与吸电流的关系, $V_{SY} = \pm 15 V$

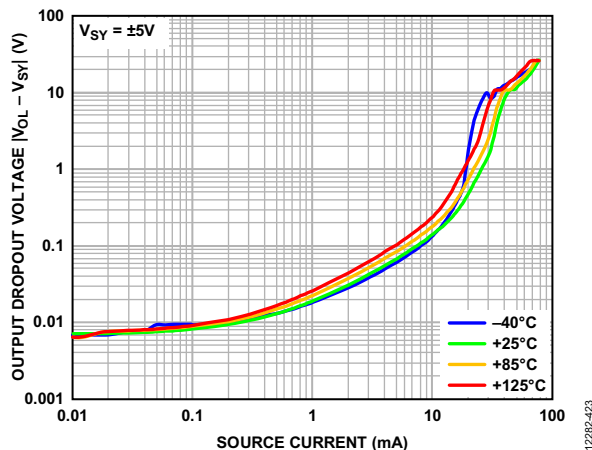


图25. 输出压差与源电流的关系, $V_{SY} = \pm 5 V$

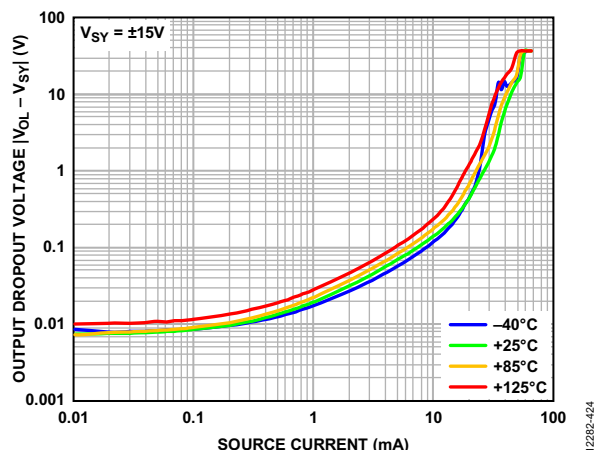


图28. 输出压差与源电流的关系, $V_{SY} = \pm 15 V$

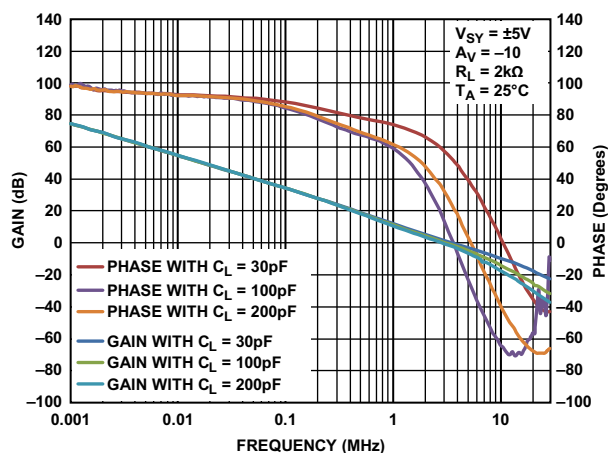


图29. 开环增益和相位与频率的关系, $V_{SY} = \pm 5V$

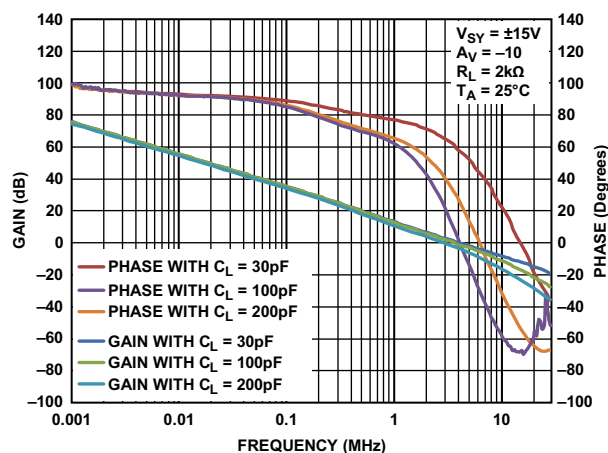


图32. 开环增益和相位与频率的关系, $V_{SY} = \pm 15V$

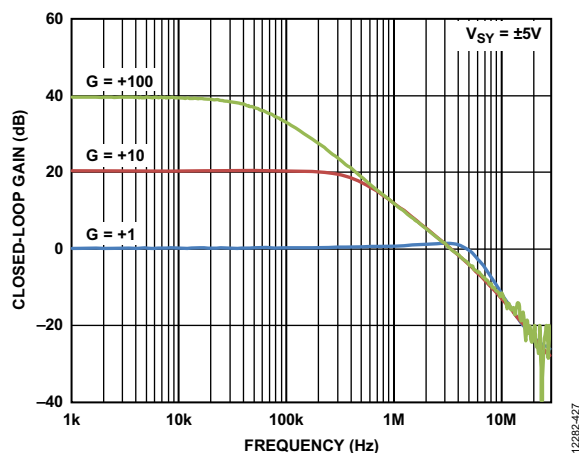


图30. 闭环增益与频率的关系, $V_{SY} = \pm 5V$

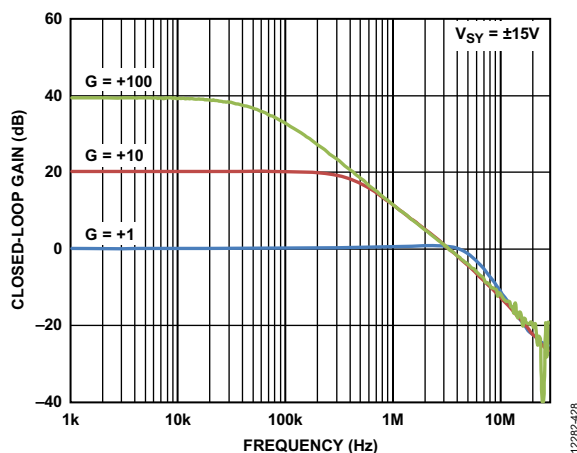


图33. 闭环增益与频率的关系, $V_{SY} = \pm 15V$

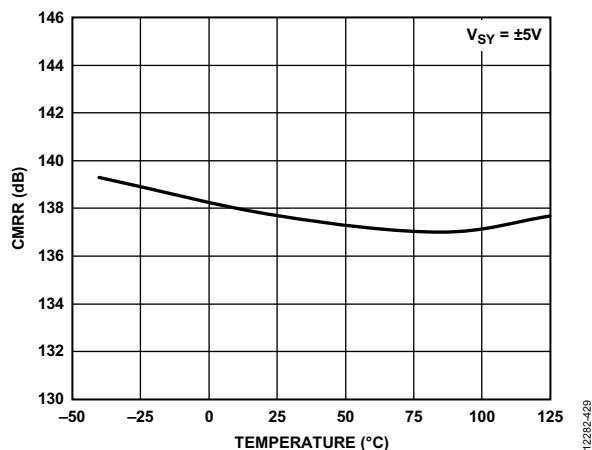


图31. 共模抑制比(CMRR)与温度的关系, $V_{SY} = \pm 5V$

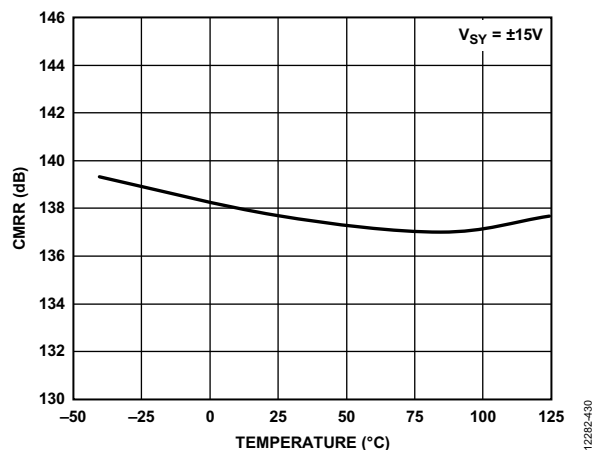


图34. 共模抑制比(CMRR)与温度的关系, $V_{SY} = \pm 15V$

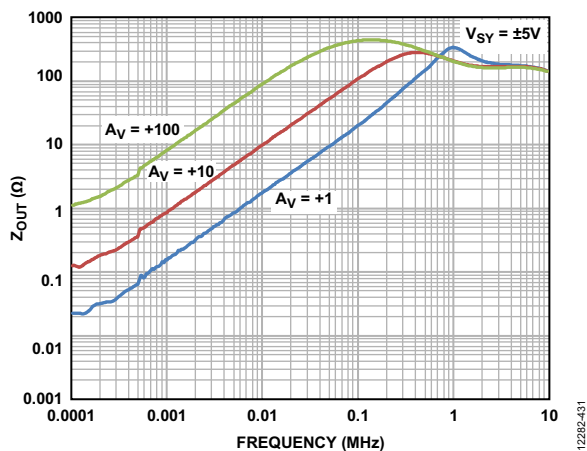


图35. 输出阻抗(Z_{OUT})与频率的关系, $V_{SY} = \pm 5V$

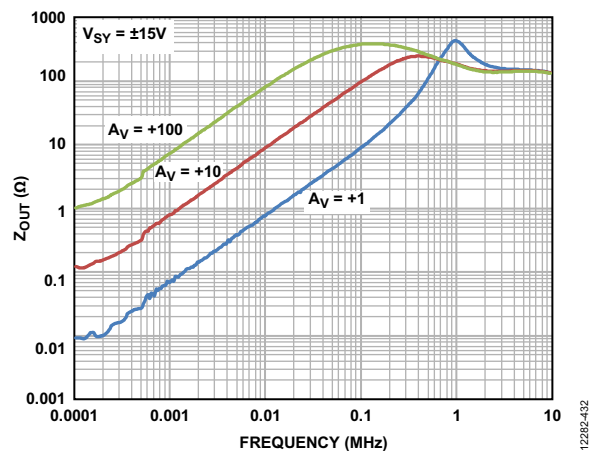


图38. 输出阻抗(Z_{OUT})与频率的关系, $V_{SY} = \pm 15V$

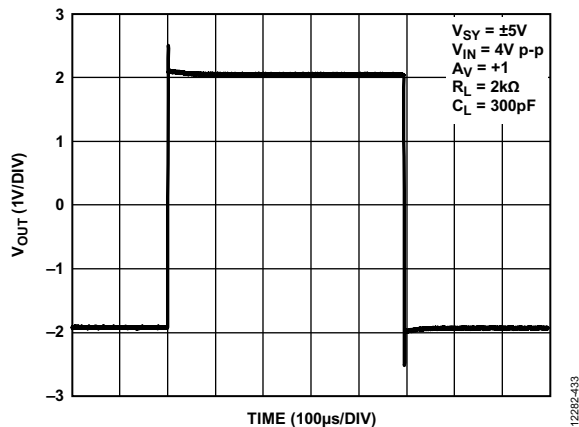


图36. 大信号瞬态响应, $V_{SY} = \pm 5V$

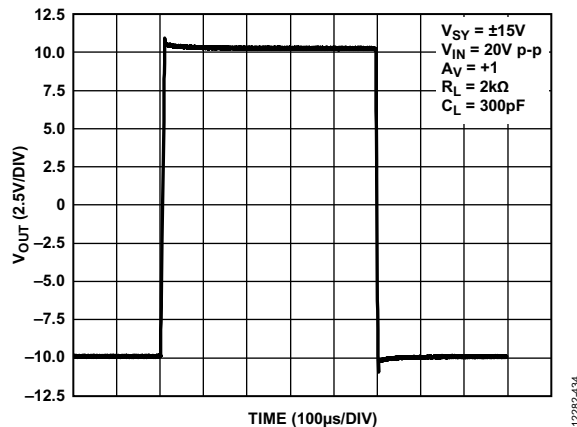


图39. 大信号瞬态响应, $V_{SY} = \pm 15V$

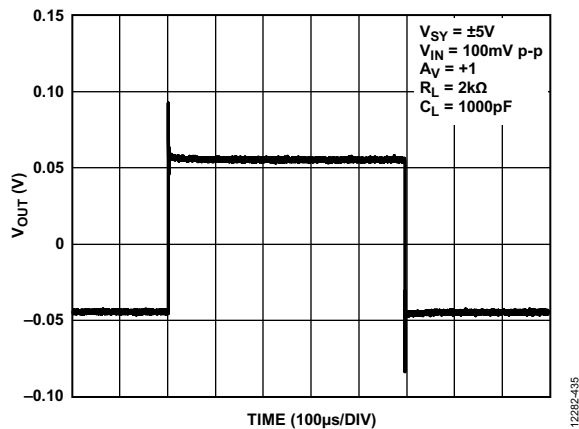


图37. 小信号瞬态响应, $V_{SY} = \pm 5V$

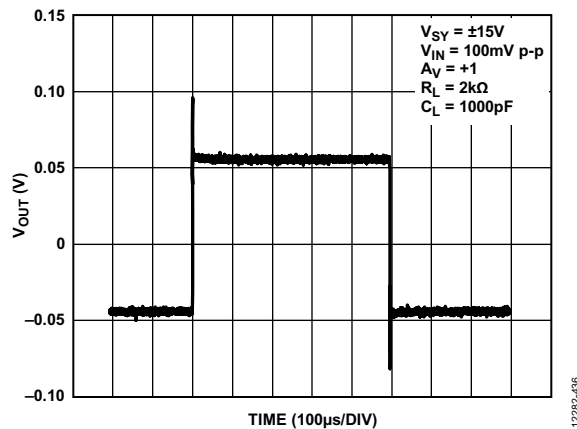


图40. 小信号瞬态响应, $V_{SY} = \pm 15V$

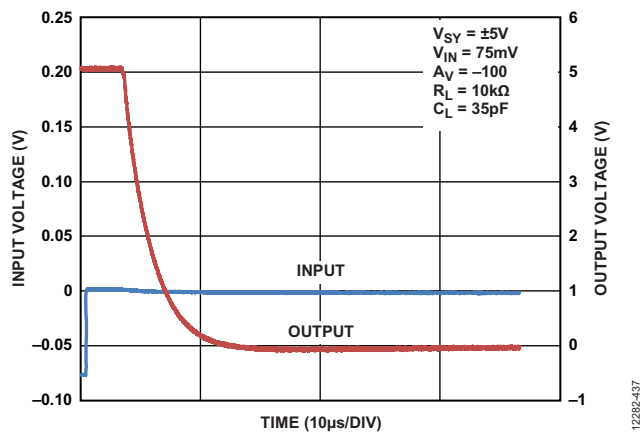


图41. 正过载恢复时间, $V_{SY} = \pm 5V$

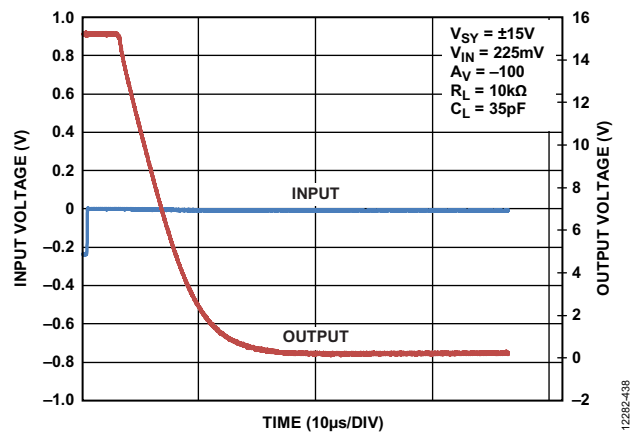


图44. 正过载恢复时间, $V_{SY} = \pm 15V$

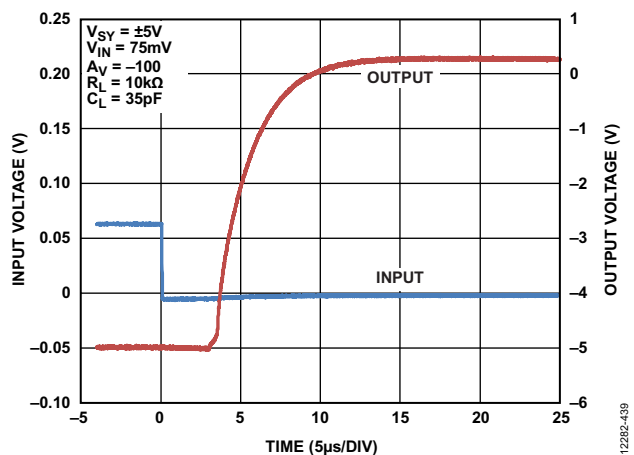


图42. 负过载恢复时间, $V_{SY} = \pm 5V$

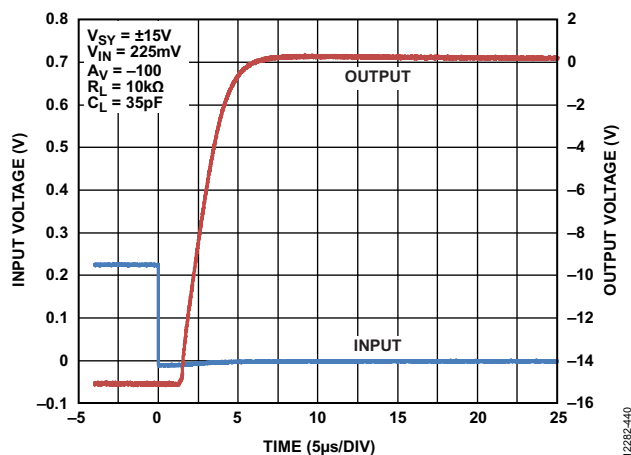


图45. 负过载恢复时间, $V_{SY} = \pm 15V$

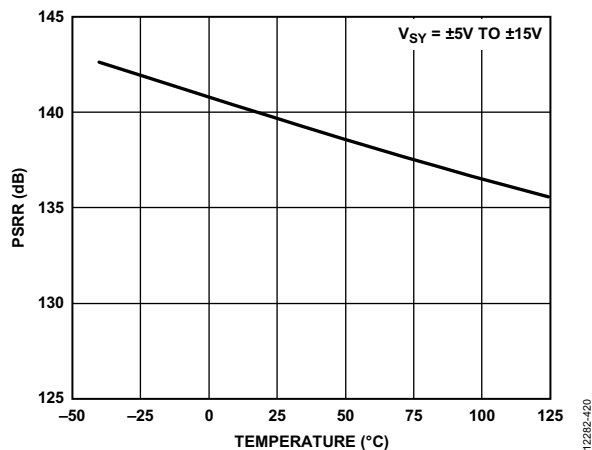


图43. 电源抑制比(PSRR)与温度的关系,
 $V_{SY} = \pm 5V$ 至 $\pm 15V$

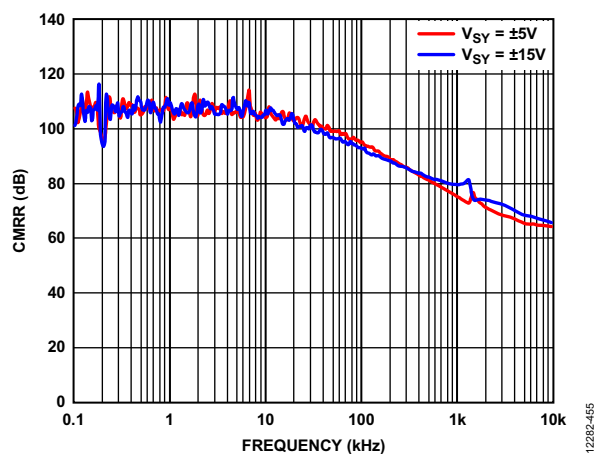


图46. 共模抑制比(CMRR)与频率的关系,
 $V_{SY} = \pm 5V$ 和 $V_{SY} = \pm 15V$

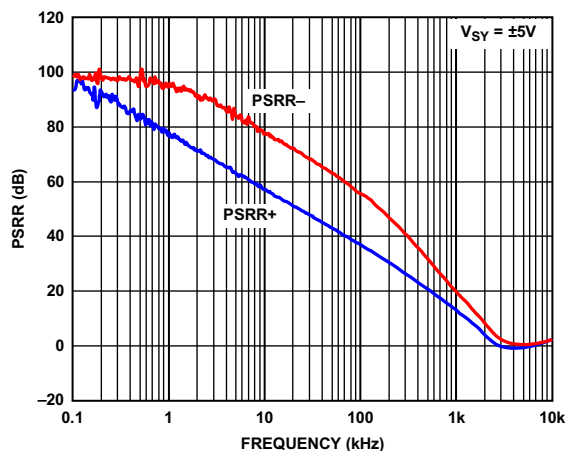


图47. 电源抑制比(PSRR)与频率的关系, $V_{SY} = \pm 5V$

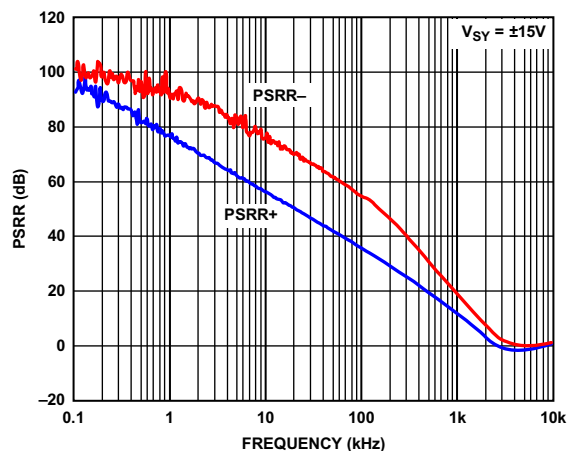


图50. 电源抑制比(PSRR)与频率的关系, $V_{SY} = \pm 15V$

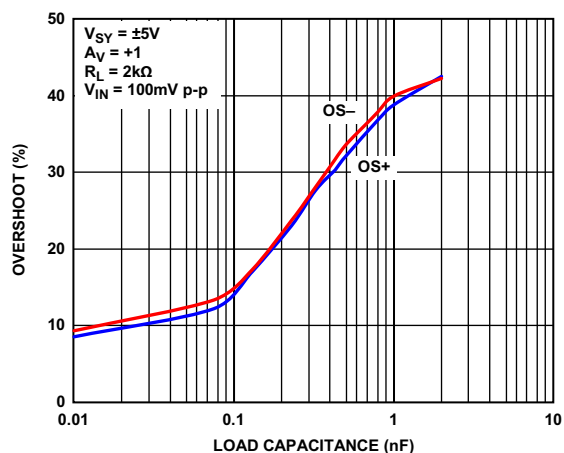


图48. 小信号过冲与负载电容的关系, $V_{SY} = \pm 5V$

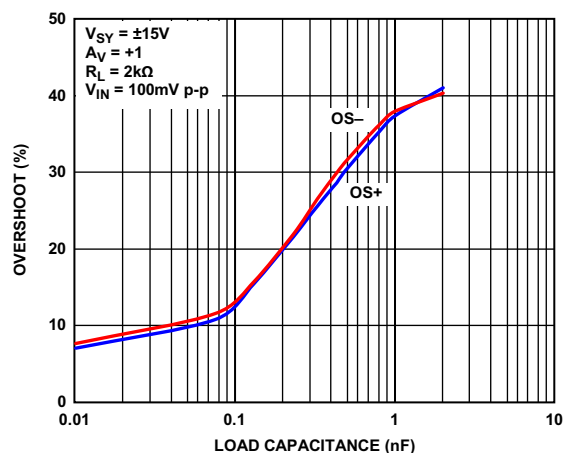


图51. 小信号过冲与负载电容的关系, $V_{SY} = \pm 15V$

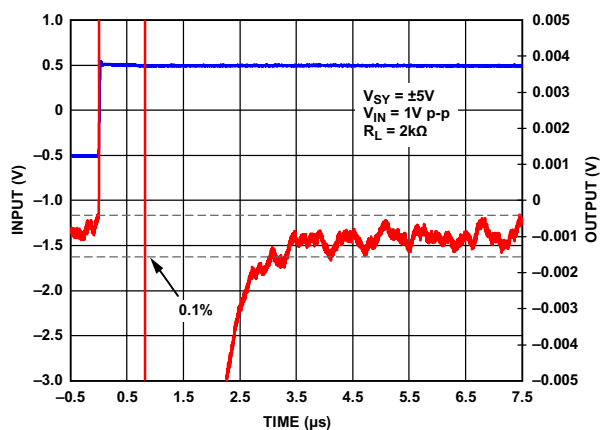


图49. 0.1%正建立时间, $V_{SY} = \pm 5V$

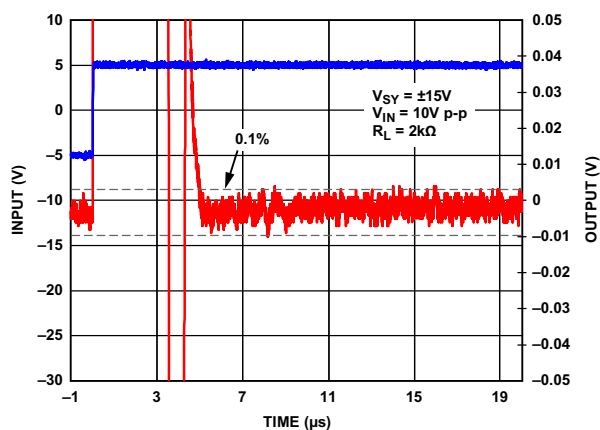


图52. 0.1%正建立时间, $V_{SY} = \pm 15V$

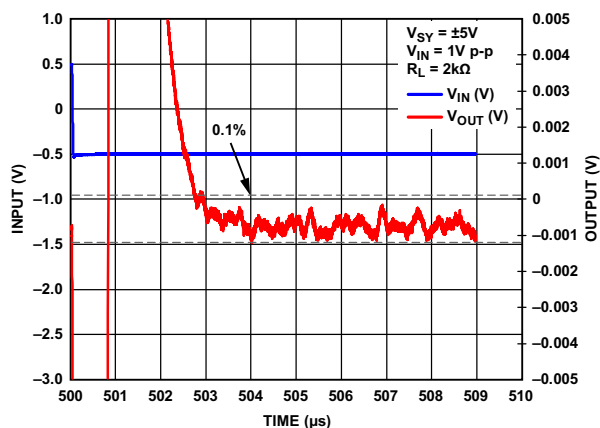


图53. 0.1%负载建立时间, $V_{SY} = \pm 5V$

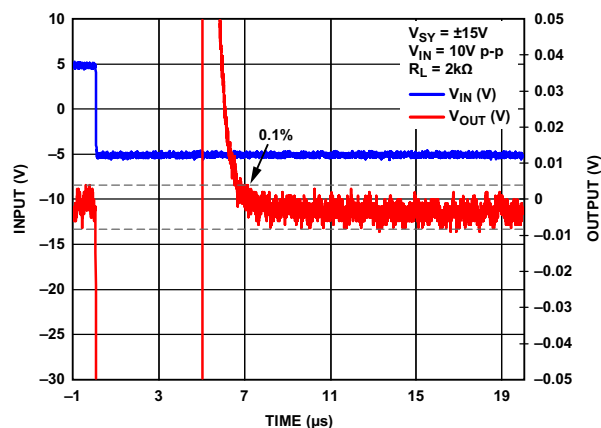


图56. 0.1%负载建立时间, $V_{SY} = \pm 15V$

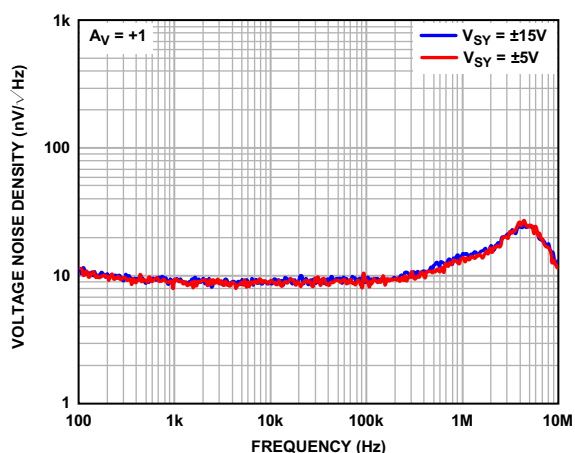


图54. 电压噪声密度与频率的关系, $V_{SY} = \pm 5V$ 和 $V_{SY} = \pm 15V$

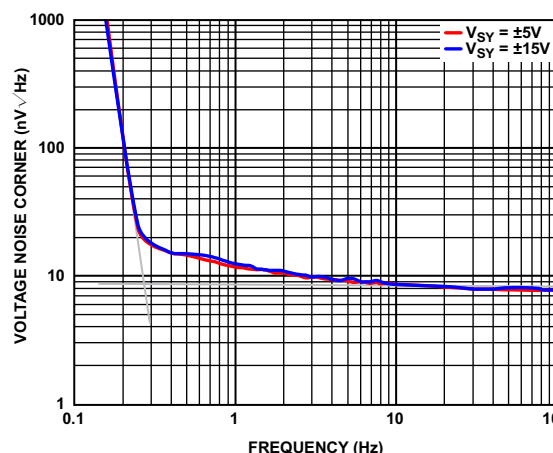


图57. 电压噪声转折频率与频率的关系, $V_{SY} = \pm 5V$ 和 $V_{SY} = \pm 15V$

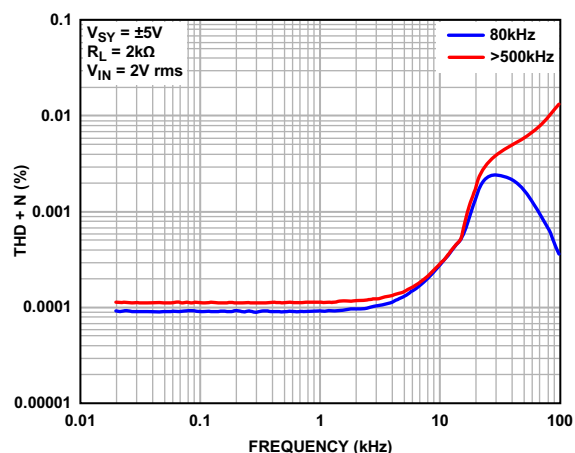


图55. THD + N与频率的关系, $V_{SY} = \pm 5V$

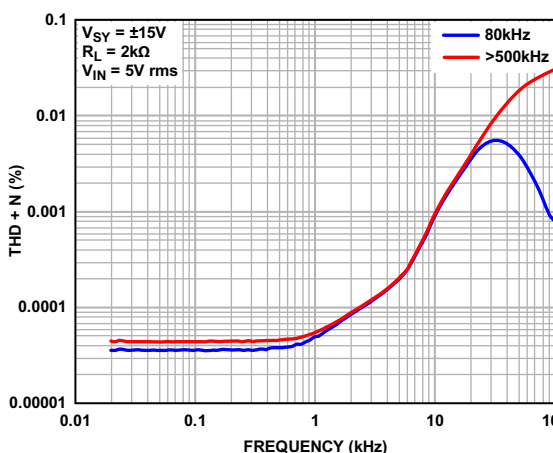


图58. THD + N与频率的关系, $V_{SY} = \pm 15V$

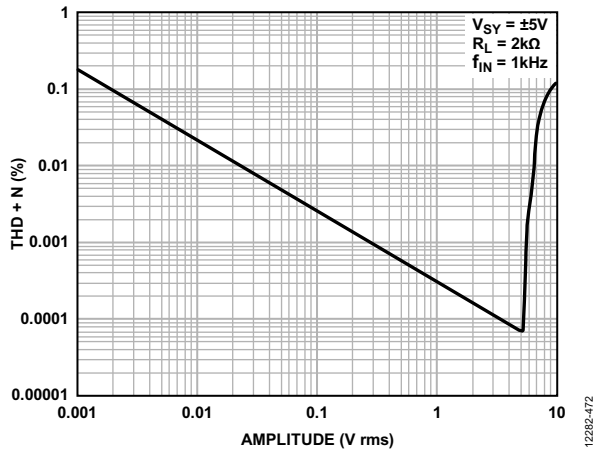


图59. THD + N与幅度的关系, $V_{SY} = \pm 5\text{ V}$

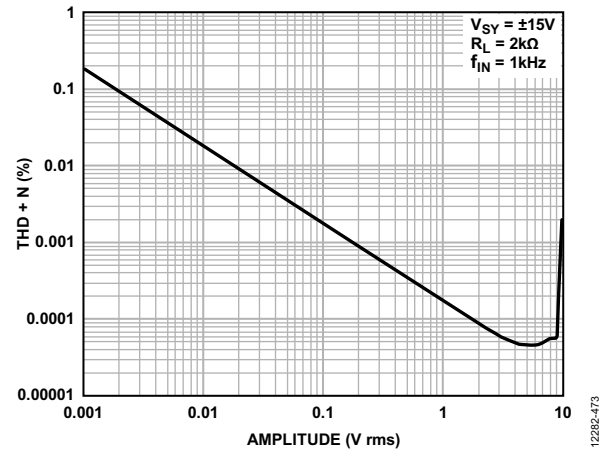


图62. THD + N与幅度的关系, $V_{SY} = \pm 15\text{ V}$

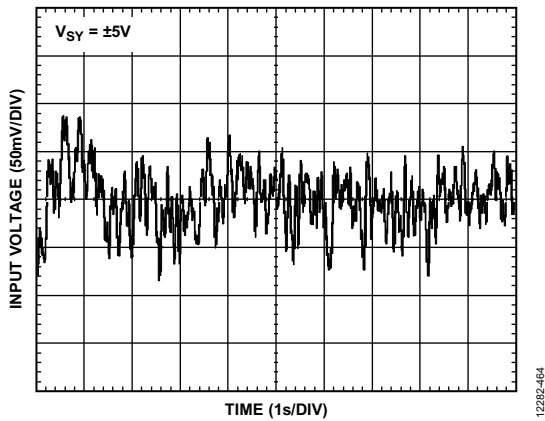


图60. 0.1 Hz至10 Hz噪声, $V_{SY} = \pm 5\text{ V}$

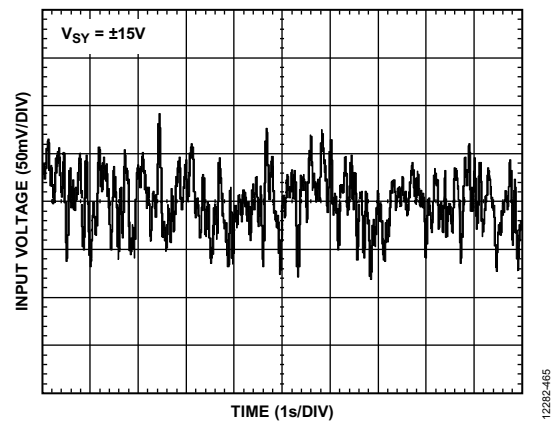


图63. 0.1 Hz至10 Hz噪声, $V_{SY} = \pm 15\text{ V}$

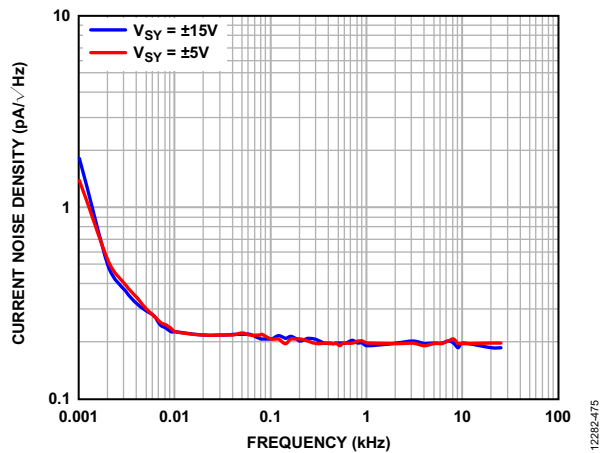


图61. 电流噪声密度与频率的关系, $V_{SY} = \pm 5\text{ V}$ 和 $V_{SY} = \pm 15\text{ V}$

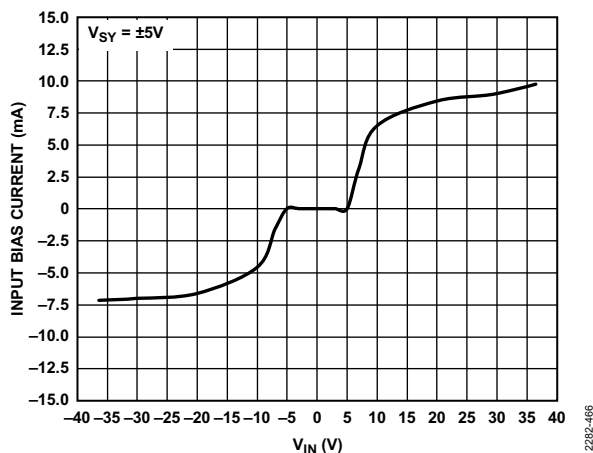


图64. 输入偏置电流与输入电压(包括输入过压范围)的关系(超过 $V_{SY} = \pm 5V$)

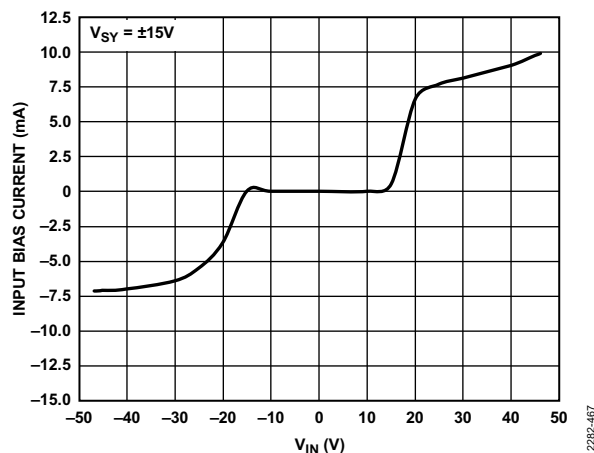


图67. 输入偏置电流与输入电压(包括输入过压范围)的关系(超过 $V_{SY} = \pm 15V$)

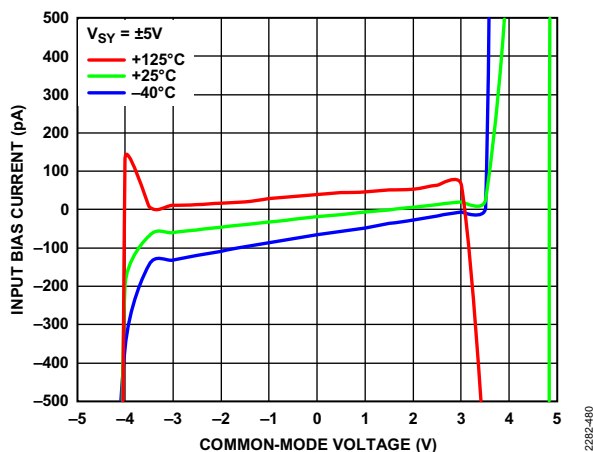


图65. 输入偏置电流与共模电压(V_{CM})和温度的关系,
 $V_{SY} = \pm 5V$

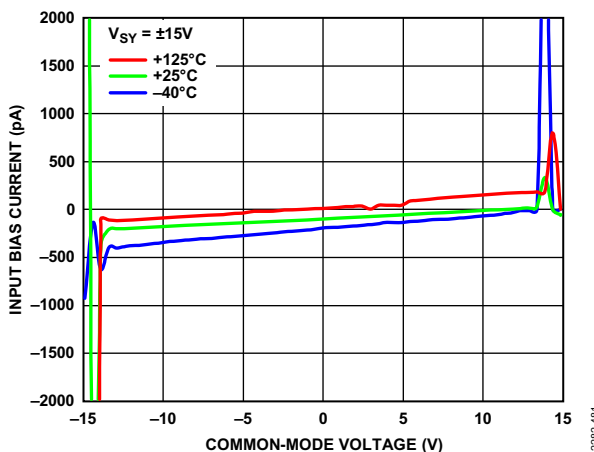


图68. 输入偏置电流与共模电压(V_{CM})和温度的关系,
 $V_{SY} = \pm 15V$

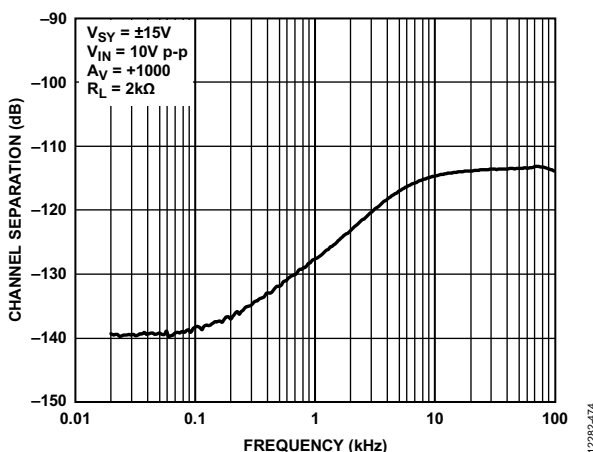


图66. 通道隔离度与频率的关系, $V_{SY} = \pm 15V$

工作原理

ADA4177-2是一款精密双极性运算放大器，集成输入过压保护(OVP)和输入EMI滤波，同时保持最大值2 nA的低偏置电流和轨到轨输出特性。图69所示为主放大器的概念原理图，它采用super-beta双极性输入晶体管和偏置电流消除技术，使输入偏置电流降至最低。输入共源共栅，防止super-beta输入器件在过压情况下受损。共源共栅输入馈入一个有源负载，后者构成主增益级。缓冲跨导(g_m)级将差分电压转换为差分电流来驱动输出级。在1 mA负载和25°C下，轨到轨输出摆幅最大可距电源轨50 mV。

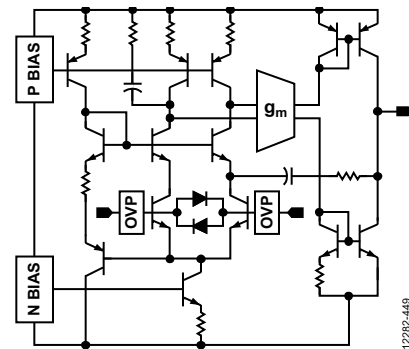


图69. 概念原理图

应用信息

有源过压保护

当输入高于正电源电压32 V或低于负电源电压32 V的电压时，ADA4177-2利用有源过压保护来防止器件受损。ADA4177-2不仅能保护输入免受损害，还能降低输入噪声。

常见保护方法

添加外部串联输入电阻

如果运算放大器没有输入过压保护功能，当输入电压高于或低于电源电压时，会引起非常大的输入电流，可能会损坏运算放大器。为避免这种情况，应在输入端添加一个串联电阻。为了保护运算放大器免受超出任一供电轨30 V的瞬变电压影响，输入电流应以5 mA为限，并在输入端添加一个6 kΩ串联电阻。但是，添加串联电阻的副作用是会增加热噪声。6 kΩ串联电阻具有10 nV/√Hz的热噪声，总噪声等于电阻热噪声与运算放大器噪声的平方和的平方根。

$$N_{TOTAL} = \sqrt{N_{OP\ AMP}^2 + N_{RESISTOR}^2}$$

其中：

$N_{OP\ AMP}$ 为运算放大器噪声。

$N_{RESISTOR}$ 为电阻产生的热噪声。

额外热噪声与ADA4177-2的热噪声(8 nV/√Hz)相加后，6 kΩ串联电阻使总热噪声提高到12 nV/√Hz，增幅达70%。图70显示了额外源电阻噪声对放大器输入端总噪声的影响；源电阻越高，总噪声越高。由于ADA4177-2已集成输入过压保护功能，因此避免了噪声增加的弊端。

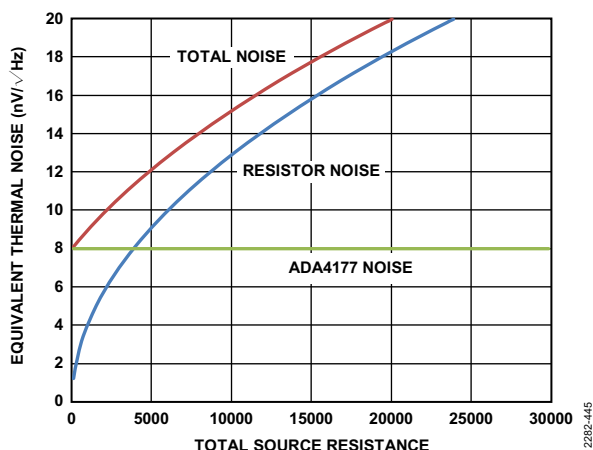


图70. 等效热噪声与总源电阻的关系

添加外部箝位二极管

系统设计人员选择精密运算放大器的原因是其具有低失调电压(V_{OS})和高共模抑制比(CMRR)。这两个特性均能简化系统校准并将动态误差降至最小。为在静电放电(ESD)情况下保持这些特性，双极性运算放大器经常内置箝位二极管，并将小限流电阻与其输入端串联，但这些措施无法应对输入电压超过供电轨时引起的故障状况。此类情况下，系统设计人员常常会添加外部箝位二极管(D1和D2)以及串联电阻(R_{OVP})，如图71所示。

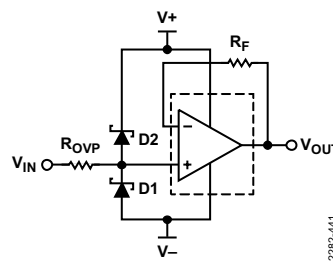


图71. 保护精密放大器输入免受过压情况影响的常见方案

如果 V_{IN} 处的信号源被驱动到比运放电源高一个二极管电压的水平， R_{OVP} 就会限制故障电流。肖特基二极管的正向导点电压为200 mV，低于典型的小信号二极管。因此，所有过压电流都通过外部二极管(D1和D2)分流。典型肖特基二极管的反向漏电流依据反向电压电平的不同而有极大差异。因此，当运算放大器的同相输入摆动时，D1和D2漏电流不一致，差值通过 R_{OVP} ，产生一个压降。 R_{OVP} 上的压降表现为 V_{OS} 的变化，可能导致CMRR性能显著降低。由于ADA4177-2已集成输入过压保护功能，因此避免了性能下降。

输入保护电路

ADA4177-2输入在提供过压保护的同时，不存在常见设计方法会遇到的弊端。输入端的概念原理图如图72所示。

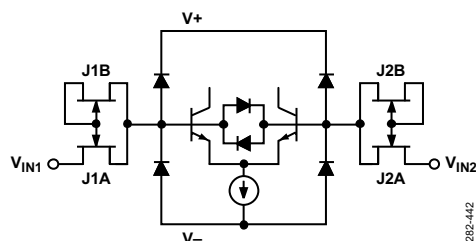


图72. ADA4177-2输入端概念原理图

ADA4177-2

J1A、J1B、J2A和J2B是耗尽型结场效应晶体管(JFET)，用于取代常规保护方案中的串联电阻。正常工作条件下，ADA4177-2的输入偏置电流流经J1A和J2A晶体管，而不会夹断沟道。为实现ADA4177-2的出色噪声性能，J1A和J2A必须有大约300 Ω 的低导通电阻($R_{DS(on)}$)。

当任一输入超过供电轨一个二极管电压时，大电流流经J1A或J2A，导致沟道夹断，从而有效提升其阻值。图73显示了FET沟道夹断时的过压和欠压特性。

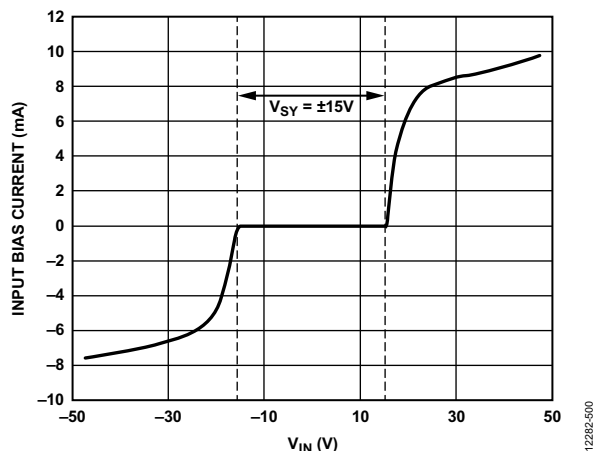


图73. 过压和欠压期间的输入偏置电流特性， $V_{SY} = \pm 15\text{ V}$ ，电压跟随器配置

图74通过2 V、20 V和40 V过压下的测量结果显示了JFET有效电阻的指数式提高。注意：当过压从2 V提高到40 V时，电阻从300 Ω 提高到3.5 k Ω (11倍)。

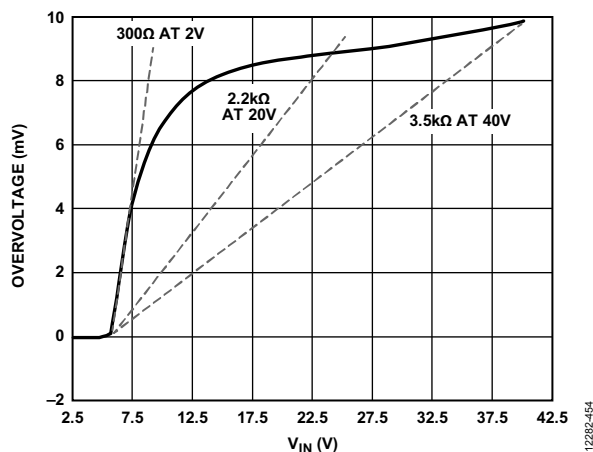


图74. 过压与输入电压(V_{IN})的关系，电压跟随器配置

限制正电源引脚的过压电流

系统的正电源可能无法吸收8 mA的大过压电流，因此，在过压事件期间，必须采取措施减小流入正供电轨的电流。如图75所示，Q1L是横向PNP晶体管，它有两个作用。第一，发射极-基极充当一个箝位二极管，使过压电流远离V+引脚，而流入V-引脚。第二，它通过Q1L的beta降低此电流。发射极电流为8 mA时，Q1L的beta约为8，因而注入正电源的电流降低8倍。

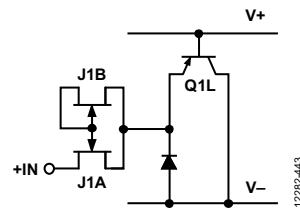


图75. 过压保护电路

图76显示了输入电压超过电源电压(及过压情况)时的正负电源电流。V+端的电流在过压情况下不会反向，因为该电流通过Q1L的集电极导向V-。

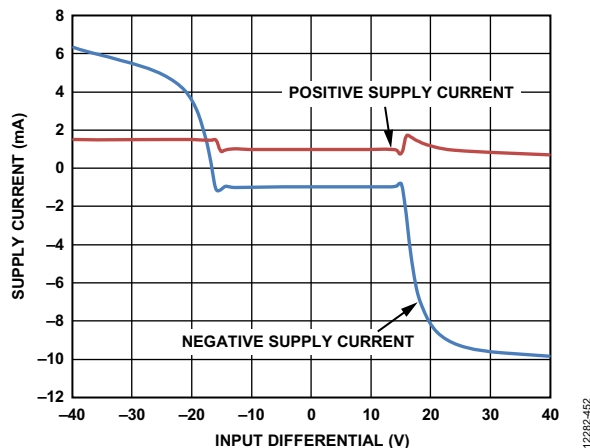


图76. 电源电流与输入差分的关系，电路配置为单位增益， $V_{+} = +15\text{ V}$ ， $V_{-} = -15\text{ V}$

如果预期会有过压瞬变，应确保驱动V-的负电压源能够处理源电流而不会提升电源电压。

EMI保护

ADA4177-2输入还具有抑制高频EMI的功能。在无EMI保护的运算放大器中，不在运算放大器带宽以内的信号会耦合到敏感的放大器输入端；其在穿过放大器的过程中会被整流，最终表现为叠加于直流失调上的交流馈通。无输入滤波器时，这种失调可能相当大。这种失调称为电磁干扰抑制比(EMIRR)。放大器的EMIRR定义如下：

$$EMIRR = 20 \times \log \left(\frac{100 \text{ mV}}{\Delta V_{OS}} \right)$$

其中：

100 mV是一般用于测试的峰峰值输入。

ΔV_{OS} 是输入信号导致的运算放大器失调变化。

图77显示了ADA4177-2的输入EMI保护特性。

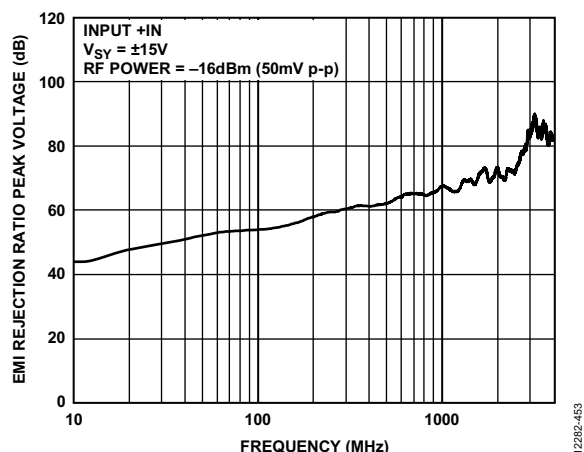


图77. EMI抑制比峰值电压与频率的关系

自热

过压情况下，ADA4177-2根据封装热阻(θ_{JA})散发热量，进而加热芯片。为了保护器件，工作结温务必不要超过150°C。长时间过温可能导致某些工作参数偏离到保证限值以外。

如图73所示，在15 V过压下，ADA4177-2输入吸收大约8 mA电流。这种情况下，ADA4177-2的功耗为120 mW。如果封装的热阻 θ_{JA} 为100°C/W，则结温将比封装和结的环境温度高出大约12°C。因此，环境工作温度降低12°C(125°C减去12°C)，绝对最大工作温度为113°C。当结温超过125°C的绝对最大结温时，应在输入端外加一个串联电阻，以便进一步降低过压电流。图78显示了最大环境温度与连续过压的关系($\theta_{JA} = 150^\circ\text{C/W}$)。

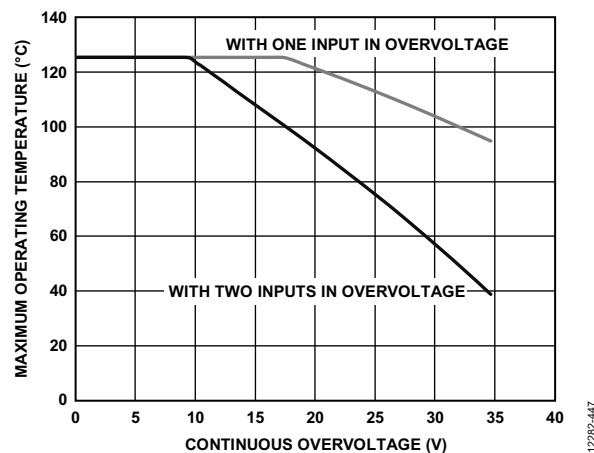


图78. 一路输入和两路输入下最大环境温度与连续过压的关系($\theta_{JA} = 150^\circ\text{C/W}$)

ADA4177-2用作比较器

只要能够容纳相对较小的输入阻抗，ADA4177-2便可用作比较器。也就是说，输入差分对被二极管箝位，但过压保护电路限制差分信号。图79显示了采用±15 V电源时ADA4177-2输入电流与输入差分电压的关系。

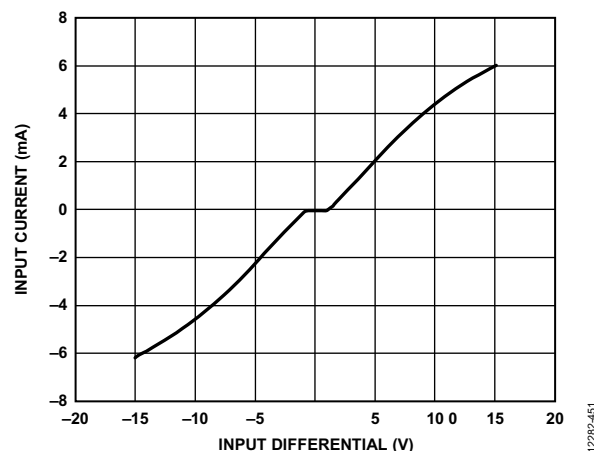


图79. 输入电流与输入差分电压的关系(±15 V电源)

图80所示为采用ADA4177-2的比较器电路(以地为参考)。电源电压为±5 V。-IN输入接地，正输入阶跃为±1 V。正负恢复时间均为大约4 μs。

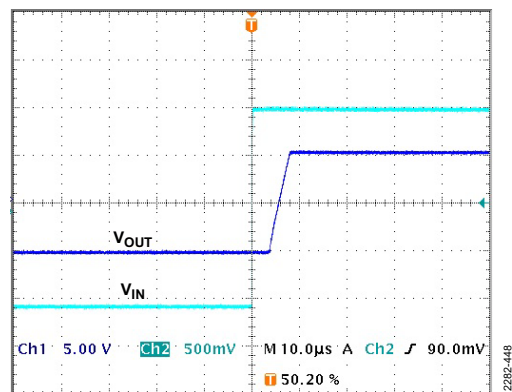


图80. ADA4177-2用作比较器，±5 V电源和±1 V输入阶跃，电压跟随器配置

输出相位反转

相位反转是指放大器传递函数的极性发生改变。当在输入上施加的电压大于最大共模电压时，许多运算放大器都会表现出相位现象。在某些情况下，相位反转会对放大器造成永久性损坏。在反馈环路中，相位反转会导致系统锁定或设备损坏。ADA4177-2消除了反相问题，即使输入电压超过电源设置也不用担心。

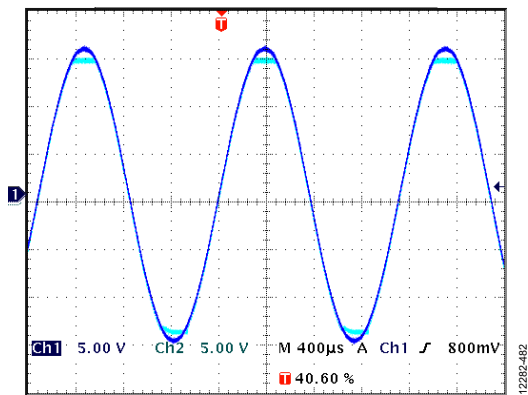


图81. 过压情况下输出不反相

正确设计印刷电路板(PCB)布局

ADA4177-2是一款高精度器件。为确保在PCB层次上达到最佳性能，必须精心设计电路板布局。

为避免漏电流，电路板表面应保持洁净、无湿气。应在表面上涂一层材料，以形成防潮层，防止湿气积累，并减小电路板上的寄生电阻。

保持较短的电源走线，并适当地旁路电源，使输出电流变化(例如将交流信号驱动至高负载时)引起的电源扰动降至最小。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，信号走线应与电源线路至少隔开5 mm。

PCB上的温度差会导致焊接接头和不同金属彼此接触的其它点上的塞贝克电压不匹配，引起热电压误差。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相反输入路径中的实际电阻。匹配器件的位置应尽可能互相靠近，方向应相同。确保引脚长度相同，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。接地层能够降低EMI噪声，且有助于保持电路板上各部分的温度一致。

外形尺寸

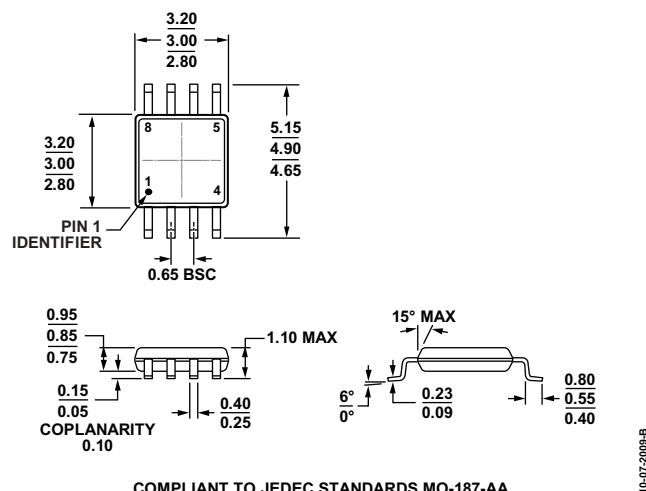


图82. 8引脚超小型封装[MSOP]
(RM-8)

图示尺寸单位: mm

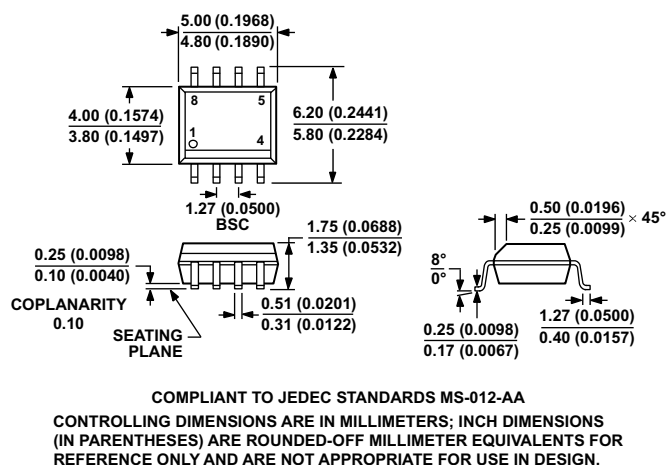


图83. 8引脚标准小型封装[SOIC_N]

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	标识
ADA4177-2ARMZ	-40°C至+125°C	8引脚超小型封装[MSOP]	RM-8	A36
ADA4177-2ARMZ-R7	-40°C至+125°C	8引脚超小型封装[MSOP]	RM-8	A36
ADA4177-2ARMZ-RL	-40°C至+125°C	8引脚超小型封装[MSOP]	RM-8	A36
ADA4177-2ARZ	-40°C至+125°C	8引脚标准小型封装[SOIC_N]	R-8	
ADA4177-2ARZ-R7	-40°C至+125°C	8引脚标准小型封装[SOIC_N]	R-8	
ADA4177-2ARZ-RL	-40°C至+125°C	8引脚标准小型封装[SOIC_N]	R-8	

¹ Z = 符合RoHS标准的器件。