

ADA4528-1/ADA4528-2

特性

- 低失调电压: 2.5 μV (最大值)
- 低失调电压漂移: 0.015 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ (最大值)
- 低噪声
 - 5.6 $\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ ($f = 1 \text{ kHz}$, $A_v = +100$)
 - 97 nV p-p ($f = 0.1 \text{ Hz至} 10 \text{ Hz}$, $A_v = +100$)
- 开环增益: 130 dB (最小值)
- 共模抑制比(CMRR): 135 dB (最小值)
- 电源抑制比(PSRR): 130 dB (最小值)
- 单位增益交越: 4 MHz
- 增益带宽积: 3 MHz ($A_v = +100$)
- 3 dB 闭环带宽: 6.2 MHz
- 单电源供电: 2.2 V 至5.5 V
- 双电源供电: $\pm 1.1 \text{ V}$ 至 $\pm 2.75 \text{ V}$
- 轨到轨输入和输出
- 单位增益稳定

应用

- 热电偶/热电堆
- 称重传感器和桥式传感器
- 精密仪器
- 电子秤
- 医疗仪器
- 手持式测试设备

概述

ADA4528-1/ADA4528-2均为超低噪声、零漂移运算放大器，具有轨到轨输入输出摆幅。这两款器件的失调电压为2.5 μV ，失调电压漂移为0.015 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ ，典型噪声为97 nV p-p (0.1 Hz 至10 Hz , $A_v = +100$)，因而非常适合不容许存在误差源的应用。

ADA4528-1/ADA4528-2具有2.2 V 至5.5 V 的宽工作电源电压范围、高增益、出色的CMRR和PSRR特性，是低电平信号精密放大应用的理想之选，如位置和压力传感器、应变计、医疗仪器等。

ADA4528-1/ADA4528-2的额定温度范围为 -40°C 至 $+125^\circ\text{C}$ 扩展工业温度范围。ADA4528-1和ADA4528-2提供8引脚MSOP和8引脚LFCSP两种封装。

欲了解有关ADA4528-1/ADA4528-2的更多信息，请参考应用笔记AN-1114：最低噪声零漂移放大器具有5.6 $\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ 电压噪声密度。

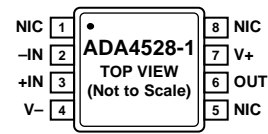
Rev. D

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.

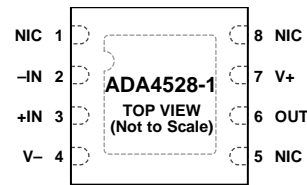
ADI中文版数据手册是英文版数据手册的译文，敬请谅解翻译中可能存在的语言组织或翻译错误，ADI不对翻译中存在的差异或由此产生的错误负责。如需确认任何词语的准确性，请参考ADI提供的最新英文版数据手册。

引脚接线图



NOTES
1. NIC = NO INTERNAL CONNECTION.

图1. ADA4528-1引脚配置(8引脚MSOP)



NOTES
1. NIC = NO INTERNAL CONNECTION.
2. CONNECT THE EXPOSED PAD TO V- OR LEAVE IT UNCONNECTED.

图2. ADA4528-1引脚配置(8引脚LFCSP)

关于ADA4528-2引脚接线及有关这些产品引脚连接的更多信息，请参阅“引脚配置和功能描述”部分。

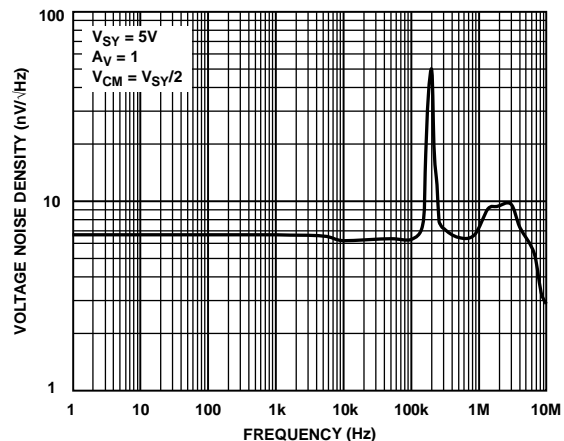


图3. 电压噪声密度与频率的关系

表1. ADI公司零漂移运算放大器产品组合¹

类型	超低噪声	低功耗 (<20 μA)	低功耗 (<1 mA)	16 V 工作电压	30 V 工作电压
单通道	ADA4528-1	ADA4051-1	AD8628 AD8538	AD8638	ADA4638-1
双通道	ADA4528-2	ADA4051-2	AD8629 AD8539	AD8639	
四通道			AD8630		

¹欲选择最新的零漂移运算放大器，请访问www.analog.com。

ADA4528-1 4528-2的重要链接*

最后更新时间：05/12/2013 10:50 pm

参数选型表

[AD8628](#)、[AD8629](#)、[AD8630](#)：零漂移精密运算放大器提供单通道、双通道和四通道版本，具有更低的电源电流和输入偏置电流。

[AD8538](#)和[AD8539](#)：零漂移精密运算放大器提供单通道和双通道版本，具有更低的电源电流。

[AD8551](#)、[AD8552](#)、[AD8554](#)：零漂移精密运算放大器提供单通道、双通道和四通道版本，具有更低的电源电流。

[AD8571](#)和[AD8572](#)：零漂移精密运算放大器提供单通道和双通道版本，具有更低的电源电流。

依据工作参数查找类似产品

文档

[AN-1114](#)：最低噪声的零漂移放大器提供5.6 nV/√Hz电压噪声密度

[AN-940](#)：最佳噪声性能——低噪声放大器选型指南

[CN-0216](#)：利用24位Σ-Δ型ADC AD7791和外部零漂移放大器ADA4528-1实现精密电子秤设计

[ADA4528](#)：最低噪声、零漂移放大器提供24位分辨率(视频)运算放大器应用手册

[MS-2066](#)：传感器电路的低噪声信号调理

访问[ADA4528-1/4528-2产品页面](#)，查看实用模拟设计技术以及更多文档。

设计工具、型号、驱动程序和软件

运算放大器误差预算计算器

[ADIsimOpAmp™](#)

模拟电桥向导

[ADA4528 SPICE宏模型](#)

评估套件、原理图符号与PCB封装

查看评估板和套件页面以了解文档和采购信息

符号和尺寸

推荐产品与参考设计

[CN-0216](#)：利用24位Σ-Δ型ADC AD7791和外部零漂移放大器ADA4528-1实现精密电子秤设计

设计协作社区



与ADI支持团队和其它设计人员就ADI产品选型[在线协作](#)

欲浏览Twitter网站上的ADI新闻，请访问：www.twitter.com/ADI_News

在Facebook上点赞：www.facebook.com/AnalogDevicesInc

设计支持

请将支持请求提交至：

[线性与数据转换器](#)

[嵌入式处理器和DSP](#)

免费致电客户服务中心：

美洲： 1-800-262-5643

欧洲： 00800-266-822-82

中国： 4006-100-006

印度： 1800-419-0108

俄罗斯： 8-800-555-45-90

[质量和可靠性](#)

[无铅产品](#)

样片和购买

[ADA4528-1 4528-2](#)

- 查看报价和封装
- 申请评估板
- 申请样片 检查库存并购买

[查找本地代理商](#)

*此页由ADI公司动态产生并插入本数据手册。

注：此页(标记为“重要链接”)内容的动态变更不构成产品数据手册版本的变更。

此内容可能会经常改变。



目录

特性.....	1	引脚配置与功能描述.....	8
应用.....	1	典型性能参数.....	10
概述.....	1	应用信息.....	20
引脚连接图.....	1	输入保护.....	20
修订历史.....	2	轨到轨输入和输出.....	20
技术规格.....	3	噪声考虑因素.....	20
电气特性—2.5 V电源供电.....	3	比较器操作.....	22
电气特性—5V电源供电.....	5	印刷电路板布局.....	23
绝对最大额定值.....	7	外形尺寸.....	24
热阻.....	7	订购指南.....	25
ESD警告.....	7		
修订历史			
2013年5月—修订版C至修订版D		增加图6和表7.....	9
增加8引脚LFCSP封装(CP-8-11).....	通篇	更改“输入保护”部分.....	19
更改表5.....	7	更改“源阻抗”部分和图63的标题.....	20
增加图7, 重新排序.....	8	更改“残余电压纹波”部分和图64的标题.....	21
增加图62和图63.....	19	更改订购指南.....	22
更改“比较器操作”部分、图68、图69、图70和图71.....	21	2011年9月—修订版0至修订版A	
更改图72.....	22	增加8引脚LFCSP_WD封装.....	通篇
增加图76.....	24	更改“概述”部分.....	1
2012年9月—修订版B至修订版C		增加图2, 重新排序.....	1
更改“产品特性”部分.....	1	更改表2的失调电压、失调电压漂移、电源抑制比和0.1%建立时间参数.....	3
添加“比较器操作”部分.....	21	更改“热阻”部分和表5.....	5
增加图65至图69; 重新排序编号.....	21	更改图41和图44.....	12
2012年7月—修订版A至修订版B		更改图45和图48.....	13
增加ADA4528-2.....	通篇	更新外形尺寸.....	18
更改“特性”部分、图1、图2和表1.....	1	更改订购指南.....	18
增加“引脚接线图”部分和图3, 重新排序.....	1	2011年1月—修订版0: 初始版	
更改表2.....	3		
更改表3.....	5		
更改表4的尾注1和“热阻”部分.....	7		
增加“引脚配置和功能描述”部分、图4、图5和表6.....	8		

技术规格

电气特性——2.5 V电源

除非另有说明, $V_{SY} = 2.5\text{ V}$, $V_{CM} = V_{SY}/2$, $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

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}	$V_{CM} = 0\text{ V至}2.5\text{ V}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$, MSOP封装 $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$, LFCSP封装		0.3	2.5	μV μV μV
失调电压漂移	$\Delta V_{OS}/\Delta T$	$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$, MSOP封装 $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$, LFCSP封装		0.002	0.015 0.018	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
输入偏置电流	I_B	$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$		220	400	pA pA
输入失调电流	I_{OS}	$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$		440	800	pA nA
输入电压范围			0		2.5	V
共模抑制比	共模抑制比(CMRR)	$V_{CM} = 0\text{ V至}2.5\text{ V}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	135 116	158		dB dB
开环增益	A_{VO}	$R_L = 10\text{ k}\Omega$, $V_O = 0.1\text{ V至}2.4\text{ V}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	130 126	140		dB dB
	ADA4528-1	$R_L = 2\text{ k}\Omega$, $V_O = 0.1\text{ V至}2.4\text{ V}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	125	132		dB
	ADA4528-2	$R_L = 2\text{ k}\Omega$, $V_O = 0.1\text{ V至}2.4\text{ V}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	122 119	132		dB dB
输入电阻						
差分模式	R_{INDM}			225		$\text{k}\Omega$
共模	R_{INCM}			1		G Ω
输入电容						
差分模式	C_{INDM}			15		pF
共模	C_{INCM}			30		pF
输出特性						
高输出电压	V_{OH}	$R_L = 10\text{ k}\Omega$ 接 V_{CM} $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	2.49 2.485	2.495		V V
		$R_L = 2\text{ k}\Omega$ 接 V_{CM} $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	2.46 2.44	2.48		V V
低输出电压	V_{OL}	$R_L = 10\text{ k}\Omega$ 接 V_{CM} $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$		5	10	mV mV
		$R_L = 2\text{ k}\Omega$ 接 V_{CM} $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$		20	40	mV mV
短路电流	I_{SC}			± 30		mA
闭环输出阻抗	Z_{OUT}	$f = 1\text{ kHz}$, $A_V = +10$		0.1		Ω
电源						
电源抑制比	电源抑制比(PSRR)	$V_{SY} = 2.2\text{ V至}5.5\text{ V}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	130 127	150		dB dB
电源电流(每个放大器)	I_{SY}	$I_O = 0\text{ mA}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$		1.4	1.7 2.1	mA mA
动态性能						
压摆率	SR	$R_L = 10\text{ k}\Omega$, $C_L = 100\text{ pF}$, $A_V = +1$		0.45		$\text{V}/\mu\text{s}$
0.1%建立时间	t_S	$V_{IN} = 1.5\text{ V}$ 步进, $R_L = 10\text{ k}\Omega$, $C_L = 100\text{ pF}$, $A_V = -1$		7		μs
单位增益交越带宽	UGC	$V_{IN} = 10\text{ mV p-p}$, $R_L = 10\text{ k}\Omega$, $C_L = 100\text{ pF}$, $A_V = +1$		4		MHz
相位裕量	Φ_M	$V_{IN} = 10\text{ mV p-p}$, $R_L = 10\text{ k}\Omega$, $C_L = 100\text{ pF}$, $A_V = +1$		57		度
增益带宽积	GBP	$V_{IN} = 10\text{ mV p-p}$, $R_L = 10\text{ k}\Omega$, $C_L = 100\text{ pF}$, $A_V = +100$		3		MHz
-3 dB闭环带宽	f_{-3dB}	$V_{IN} = 10\text{ mV p-p}$, $R_L = 10\text{ k}\Omega$, $C_L = 100\text{ pF}$, $A_V = +1$		6.2		MHz
过载恢复时间		$R_L = 10\text{ k}\Omega$, $C_L = 100\text{ pF}$, $A_V = -10$		50		μs

ADA4528-1/ADA4528-2

参数	符号	测试条件/注释	最小值	典型值	最大值	单位
噪声性能						
电压噪声	e_n p-p	$f = 0.1 \text{ Hz至} 10 \text{ Hz}, A_v = +100$		97		nV p-p
电压噪声密度	e_n	$f = 1 \text{ kHz}, A_v = +100$		5.6		nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
		$f = 1 \text{ kHz}, A_v = +100, V_{CM} = 2.0 \text{ V}$		5.5		nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
电流噪声	i_n p-p	$f = 0.1 \text{ Hz至} 10 \text{ Hz}, A_v = +100$		10		pA p-p
电流噪声密度	i_n	$f = 1 \text{ kHz}, A_v = +100$		0.7		pA/ $\sqrt{\text{Hz}}$

电气特性——5 V电源

除非另有说明, $V_{SY} = 5\text{ V}$, $V_{CM} = V_{SY}/2$, $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

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}	$V_{CM} = 0\text{ V至}5\text{ V}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$		0.3	2.5	μV
失调电压漂移	$\Delta V_{OS}/\Delta T$	$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$		0.002	0.015	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
输入偏置电流	I_B	$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$		90	200	pA
ADA4528-1					300	pA
ADA4528-2				125	250	pA
输入失调电流	I_{OS}	$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$			350	pA
ADA4528-1				180	400	pA
ADA4528-2				250	500	pA
输入电压范围			0		5	V
共模抑制比	共模抑制比(CMRR)	$V_{CM} = 0\text{ V至}5\text{ V}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	137	160		dB
开环增益	A_{VO}	$R_L = 10\text{ k}\Omega$, $V_O = 0.1\text{ V至}4.9\text{ V}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	122	139		dB
		$R_L = 2\text{ k}\Omega$, $V_O = 0.1\text{ V至}4.9\text{ V}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	125	131		dB
输入电阻						
差分模式	R_{INDM}			190		$\text{k}\Omega$
共模	R_{INCM}			1		$\text{G}\Omega$
输入电容						
差分模式	C_{INDM}			16.5		pF
共模	C_{INCM}			33		pF
输出特性						
高输出电压	V_{OH}	$R_L = 10\text{ k}\Omega$ 接 V_{CM} $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	4.99	4.995		V
		$R_L = 2\text{ k}\Omega$ 接 V_{CM} $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	4.98	4.98		V
低输出电压	V_{OL}	$R_L = 10\text{ k}\Omega$ 接 V_{CM} $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$		5	10	mV
		$R_L = 2\text{ k}\Omega$ 接 V_{CM} $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$		20	40	mV
短路电流	I_{SC}			± 40		mA
闭环输出阻抗	Z_{OUT}	$f = 1\text{ kHz}$, $A_V = +10$		0.1		Ω
电源						
电源抑制比	电源抑制比(PSRR)	$V_{SY} = 2.2\text{ V至}5.5\text{ V}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	130	150		dB
电源电流(每个放大器)	I_{SY}	$I_O = 0\text{ mA}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$		1.5	1.8	mA
					2.2	mA
动态性能						
压摆率	SR	$R_L = 10\text{ k}\Omega$, $C_L = 100\text{ pF}$, $A_V = +1$		0.5		$\text{V}/\mu\text{s}$
0.1%建立时间	t_s	$V_{IN} = 4\text{ V}$ 步进, $R_L = 10\text{ k}\Omega$, $C_L = 100\text{ pF}$, $A_V = -1$		10		μs
单位增益交越带宽	UGC	$V_{IN} = 10\text{ mV p-p}$, $R_L = 10\text{ k}\Omega$, $C_L = 100\text{ pF}$, $A_V = +1$		4		MHz
相位裕量	Φ_M	$V_{IN} = 10\text{ mV p-p}$, $R_L = 10\text{ k}\Omega$, $C_L = 100\text{ pF}$, $A_V = +1$		57		度
增益带宽积	GBP	$V_{IN} = 10\text{ mV p-p}$, $R_L = 10\text{ k}\Omega$, $C_L = 100\text{ pF}$, $A_V = +100$		3.4		MHz
-3 dB闭环带宽	f_{-3dB}	$V_{IN} = 10\text{ mV p-p}$, $R_L = 10\text{ k}\Omega$, $C_L = 100\text{ pF}$, $A_V = +1$		6.5		MHz
过载恢复时间		$R_L = 10\text{ k}\Omega$, $C_L = 100\text{ pF}$, $A_V = -10$		50		μs

ADA4528-1/ADA4528-2

参数	符号	测试条件/注释	最小值	典型值	最大值	单位
噪声性能						
电压噪声	e_n p-p	$f = 0.1 \text{ Hz至} 10 \text{ Hz}, A_V = +100$		99		nV p-p
电压噪声密度	e_n	$f = 1 \text{ kHz}, A_V = +100$		5.9		nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
		$f = 1 \text{ kHz}, A_V = +100, V_{CM} = 4.5 \text{ V}$		5.3		nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
电流噪声	i_n p-p	$f = 0.1 \text{ Hz至} 10 \text{ Hz}, A_V = +100$		10		pA p-p
电流噪声密度	i_n	$f = 1 \text{ kHz}, A_V = +100$		0.5		pA/ $\sqrt{\text{Hz}}$

绝对最大额定值

表4.

参数	额定值
电源电压	6 V
输入电压	$\pm V_{SY} \pm 0.3 \text{ V}$
输入电流 ¹	$\pm 10 \text{ mA}$
差分输入电压	$\pm V_{SY}$
对地输出短路持续时间	不定
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, 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，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，即利用4层JEDEC板，将器件焊接在电路板上以实现表贴封装。LFCSP封装的裸露焊盘焊接到电路板。

表5. 热阻

封装类型	θ_{JA}	θ_{JC}	单位
8引脚MSOP (RM-8)	142	45	°C/W
8引脚LFCSP (CP-8-12)	80	60 ¹	°C/W
8引脚LFCSP (CP-8-11)	83.5	48.5 ¹	°C/W

¹ θ_{JC} 在封装的顶部表面测量。

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。

ADA4528-1/ADA4528-2

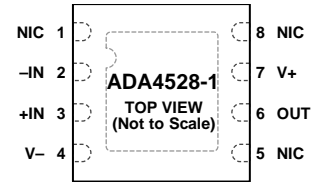
引脚配置和功能描述



NOTES
1. NIC = NO INTERNAL CONNECTION.

09437-001

图4. ADA4528-1引脚配置(8引脚MSOP)



NOTES
1. NIC = NO INTERNAL CONNECTION.
2. CONNECT THE EXPOSED PAD TO V- OR LEAVE IT UNCONNECTED.

09437-102

图5. ADA4528-1引脚配置(8引脚LFCSP)

表6. ADA4528-1引脚功能描述

引脚编号	引脚名称	描述
1, 5, 8	NIC	内部不连接。
2	-IN	反相输入。
3	+IN	同相输入。
4	V-	负电源电压。
6	OUT	输出。
7	V+	正电源电压。
	EPAD	裸露焊盘(仅限LFCSP封装)。裸露焊盘应接V-或保持不连接。

ADA4528-1/ADA4528-2

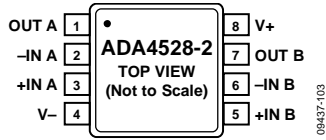
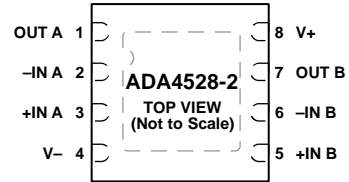


图6. ADA4528-2引脚配置(8引脚MSOP)



NOTES
1. CONNECT THE EXPOSED PAD TO V- OR LEAVE IT UNCONNECTED.

图7. ADA4528-2引脚配置(8引脚LFCSP)

表7. ADA4528-2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。
	EPAD	裸露焊盘应接V-或保持不连接。

典型性能参数

除非另有说明, $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

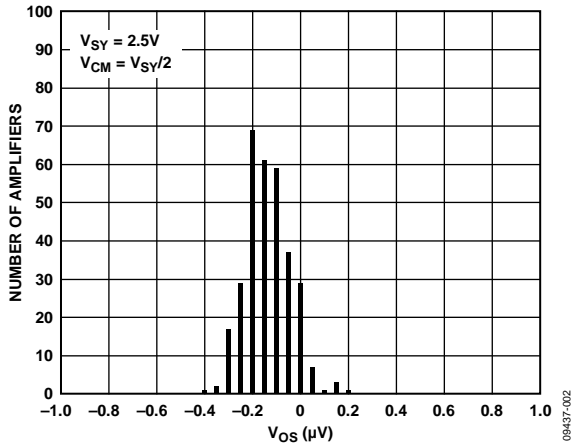


图8. 输入失调电压分布图

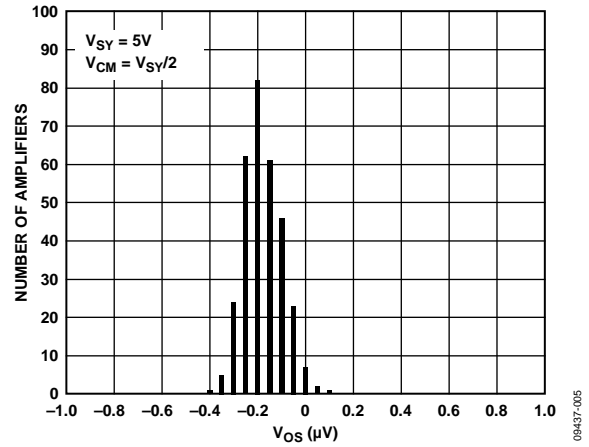


图11. 输入失调电压分布图

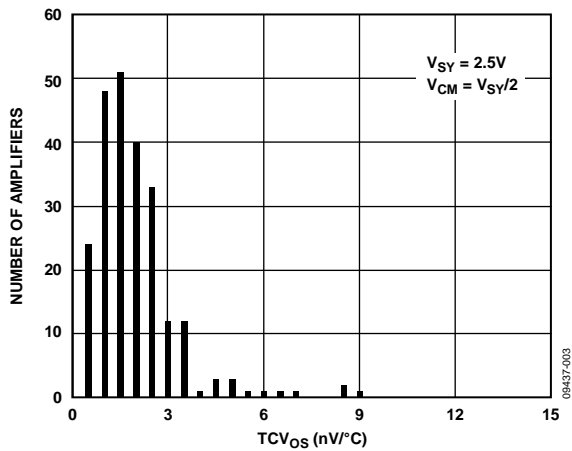


图9. 输入失调电压漂移分布图

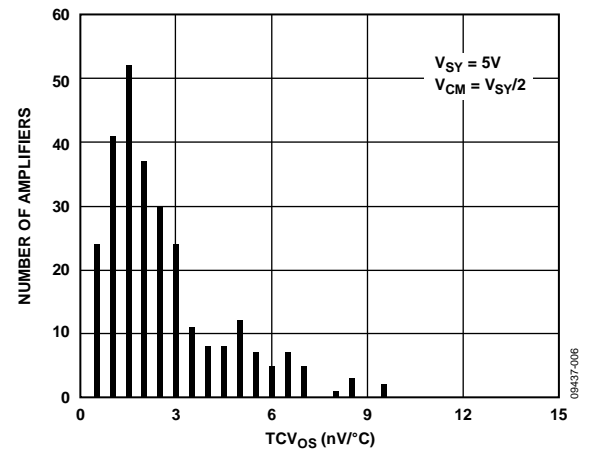


图12. 输入失调电压漂移分布图

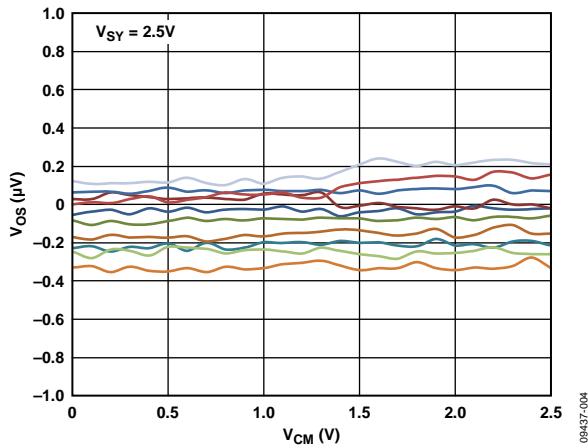


图10. 输入失调电压与共模电压的关系

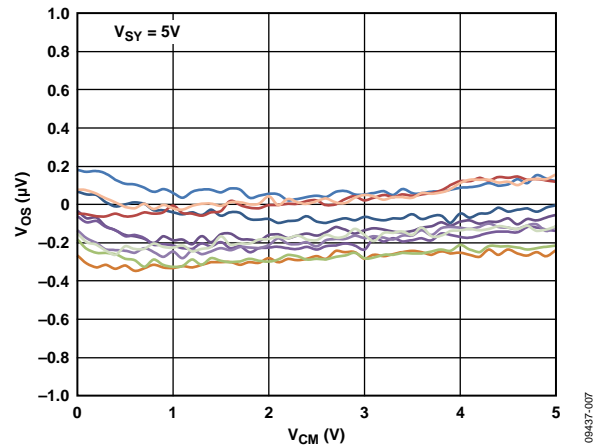


图13. 输入失调电压与共模电压的关系

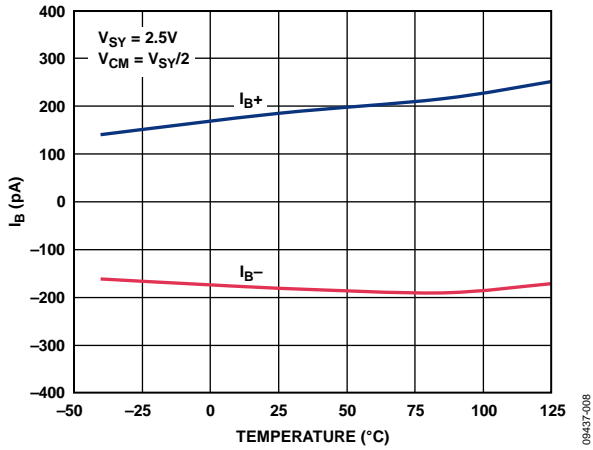


图14. 输入偏置电流与温度的关系

09437-008

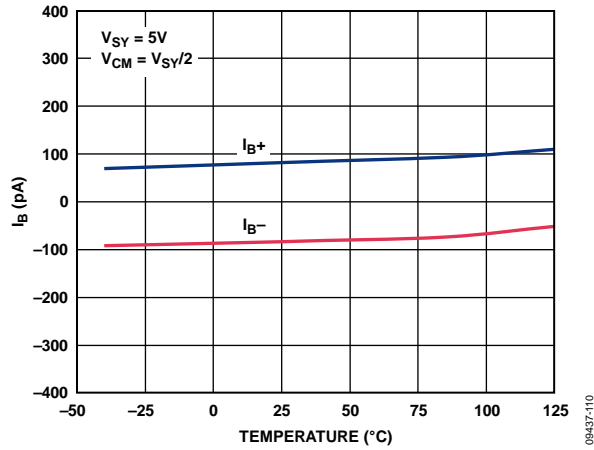


图17. 输入偏置电流与温度的关系

09437-110

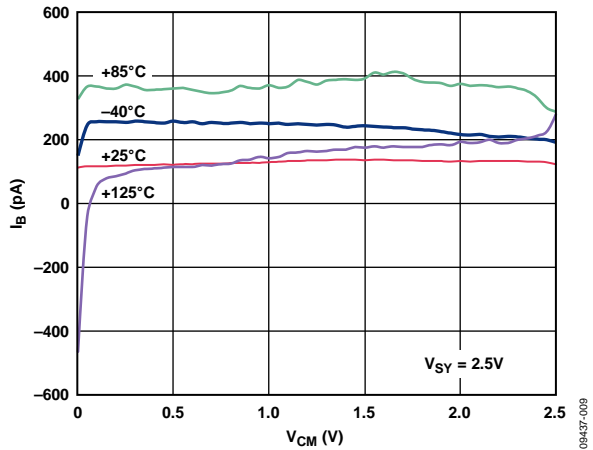


图15. 输入偏置电流与共模电压的关系

09437-009

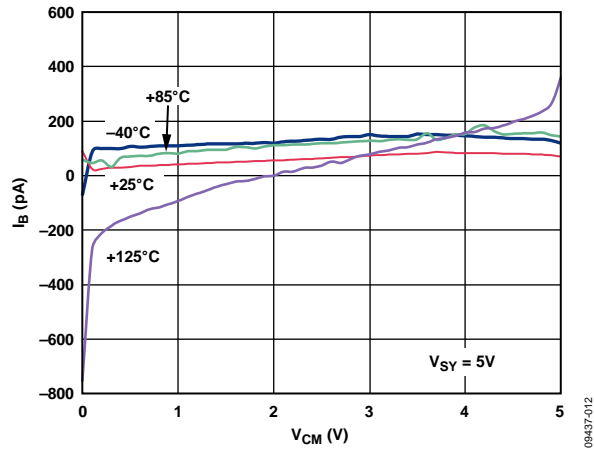


图18. 输入偏置电流与共模电压的关系

09437-012

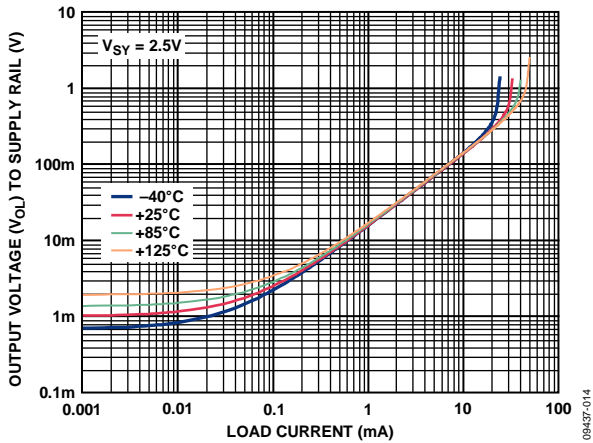


图16. 输出电压(VOL)至供电轨与负载电流的关系

09437-014

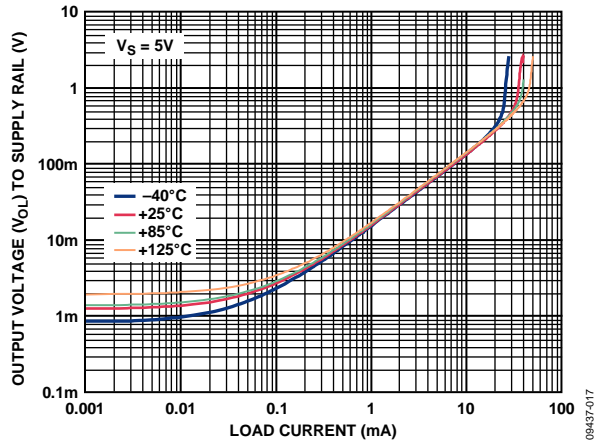


图19. 输出电压(VOL)至供电轨与负载电流的关系

09437-017

ADA4528-1/ADA4528-2

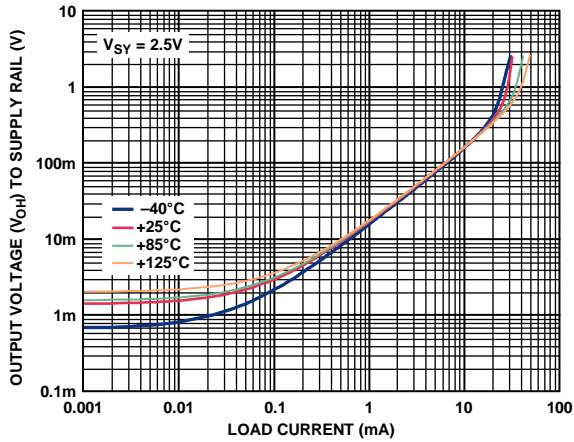


图20. 输出电压(V_{OH})至供电轨与负载电流的关系

09437-010

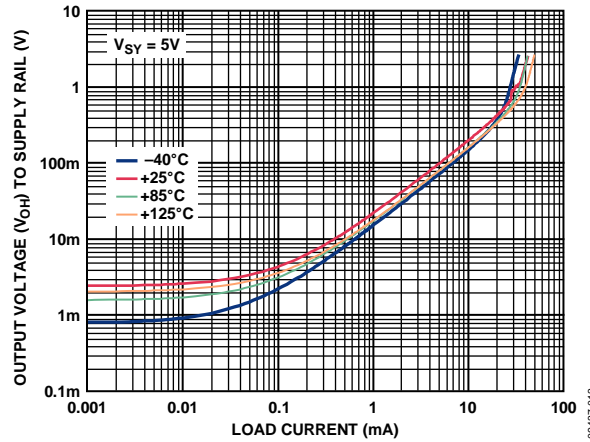


图23. 输出电压(V_{OH})至供电轨与负载电流的关系

09437-013

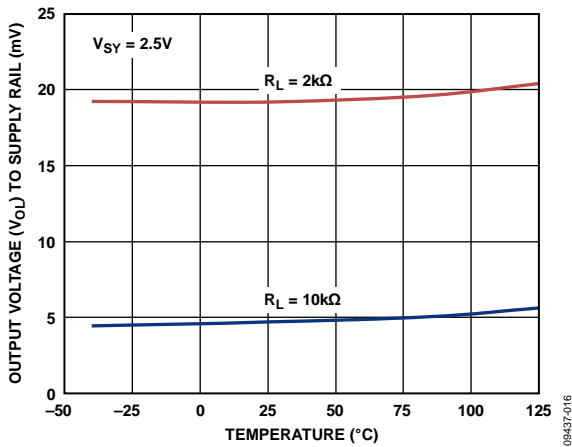


图21. 输出电压(V_{OL})至供电轨与温度的关系

09437-016

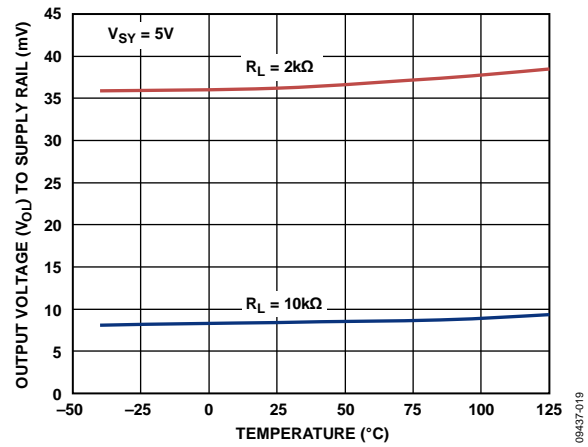


图24. 输出电压(V_{OL})至供电轨与温度的关系

09437-019

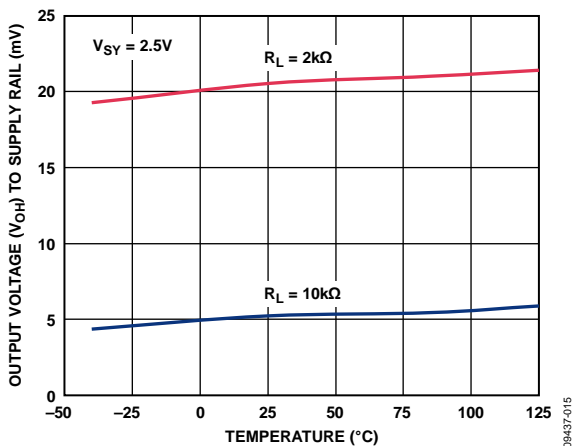


图22. 输出电压(V_{OH})至供电轨与温度的关系

09437-015

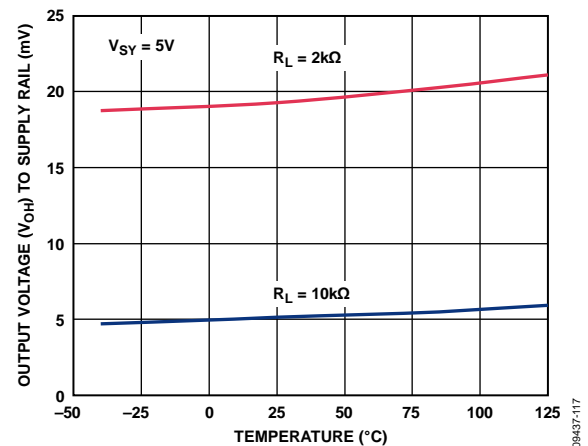


图25. 输出电压(V_{OH})至供电轨与温度的关系

09437-117

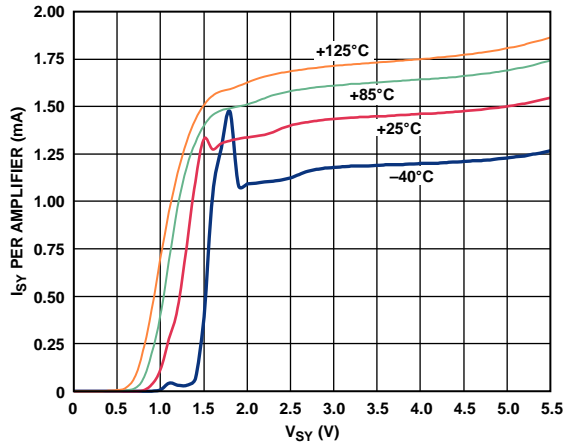


图26. 电源电流与电源电压的关系

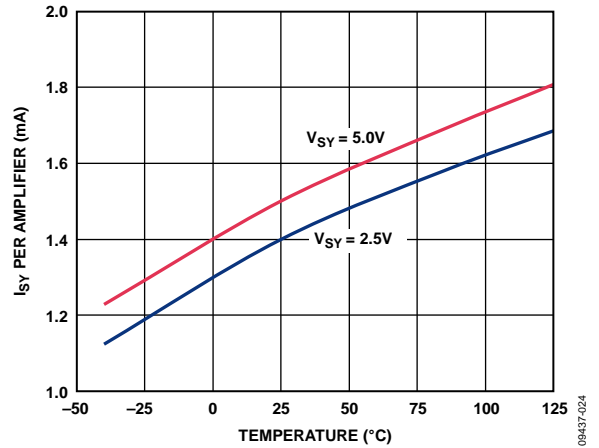


图29. 电源电流与温度的关系

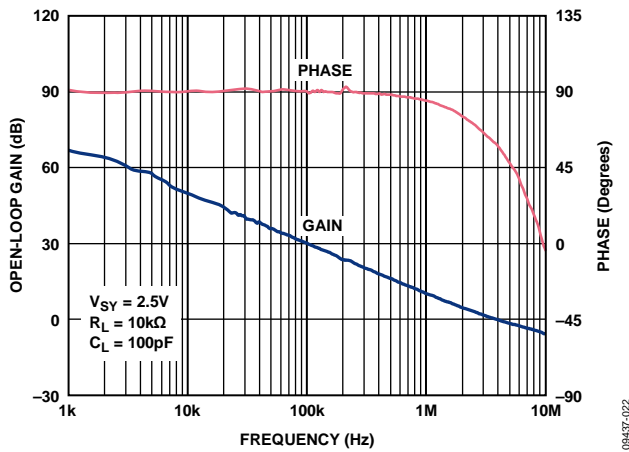


图27. 开环增益和相位与频率的关系

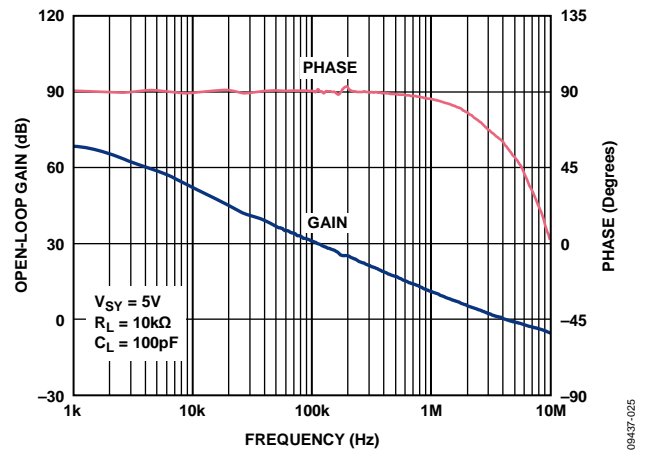


图30. 开环增益和相位与频率的关系

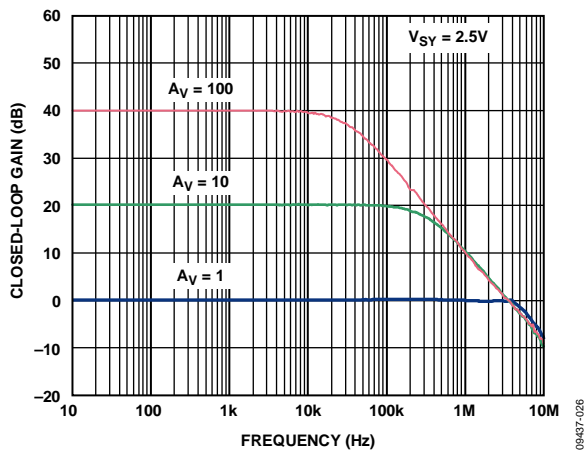


图28. 闭环增益与频率的关系

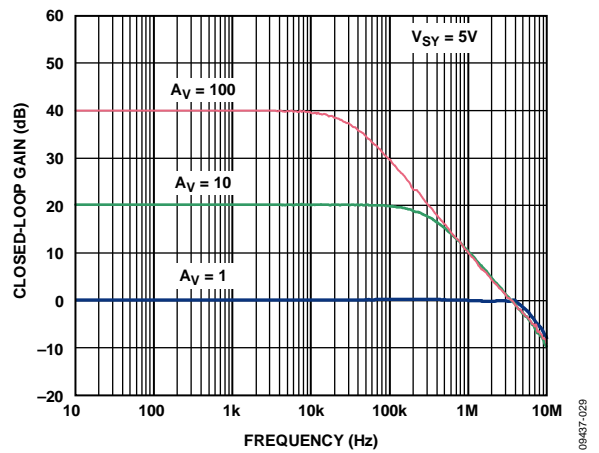


图31. 闭环增益与频率的关系

ADA4528-1/ADA4528-2

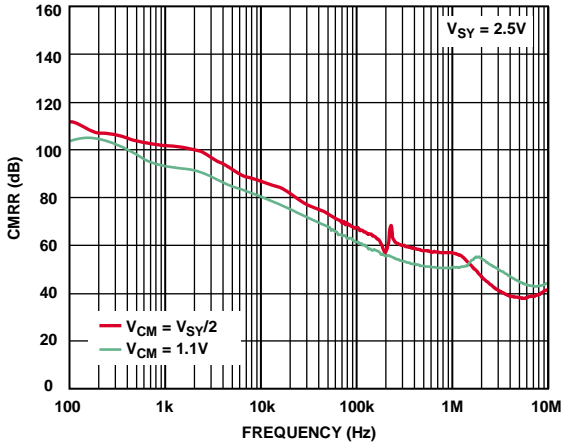


图32. CMRR与频率的关系

09437-126

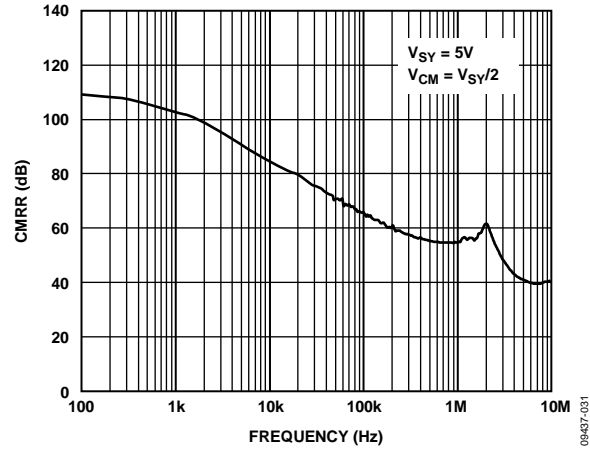


图35. CMRR与频率的关系

09437-031

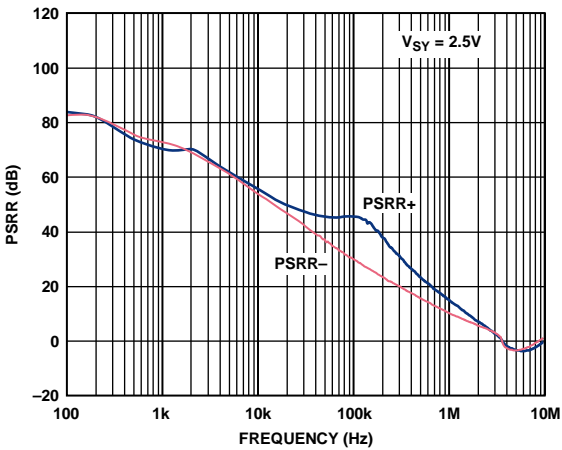


图33. PSRR与频率的关系

09437-032

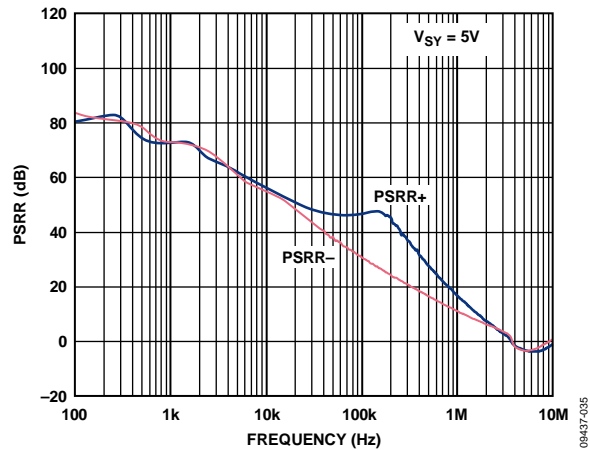


图36. PSRR与频率的关系

09437-035

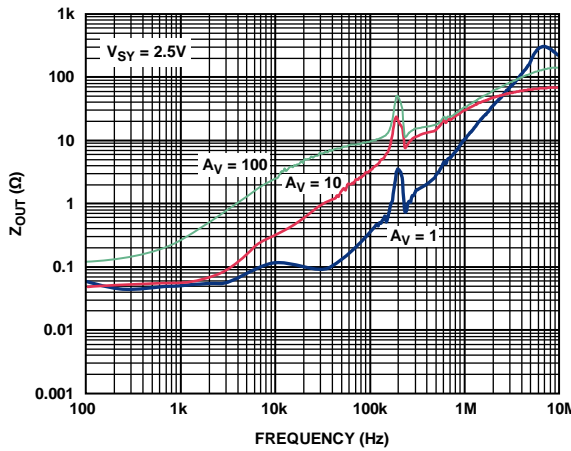


图34. 闭环输出阻抗与频率的关系

09437-027

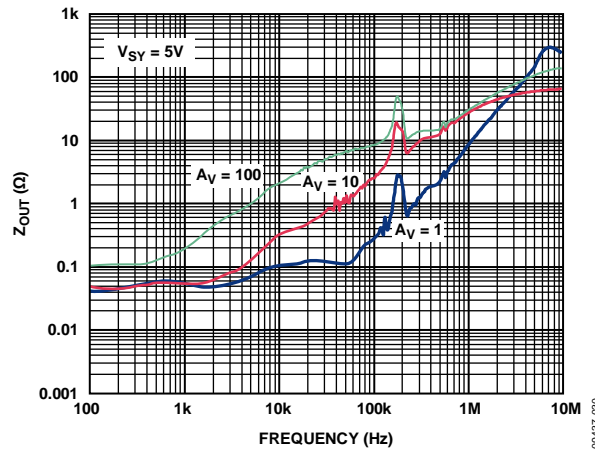


图37. 闭环输出阻抗与频率的关系

09437-030

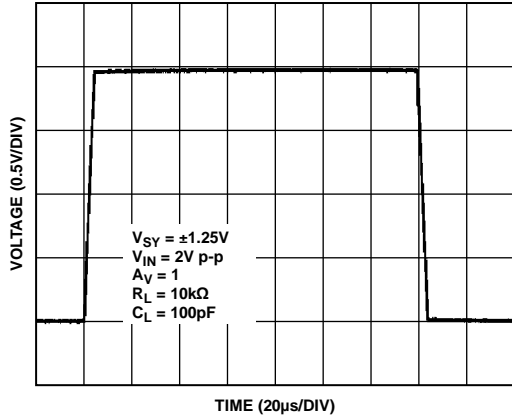


图38. 大信号瞬态响应

09437-034

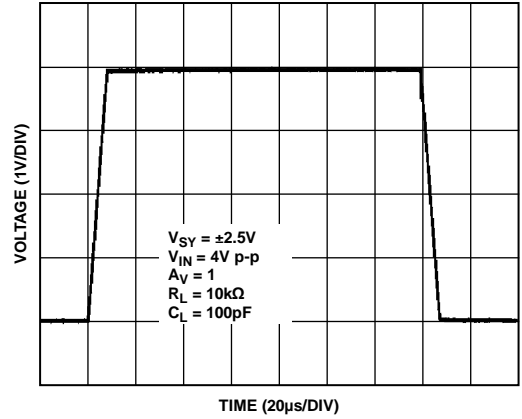


图41. 大信号瞬态响应

09437-037

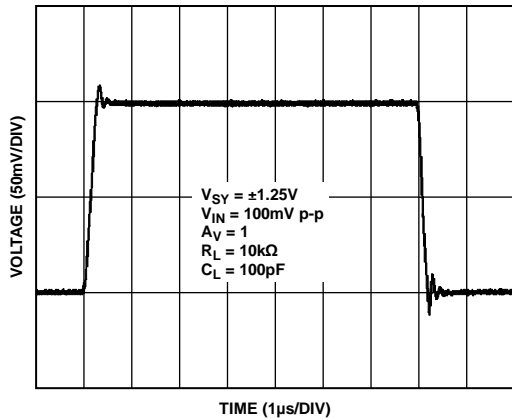


图39. 小信号瞬态响应

09437-038

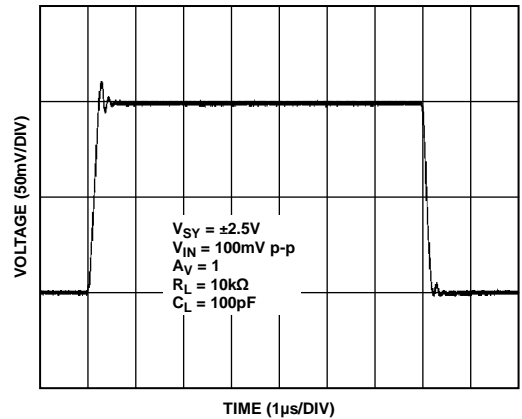


图42. 小信号瞬态响应

09437-041

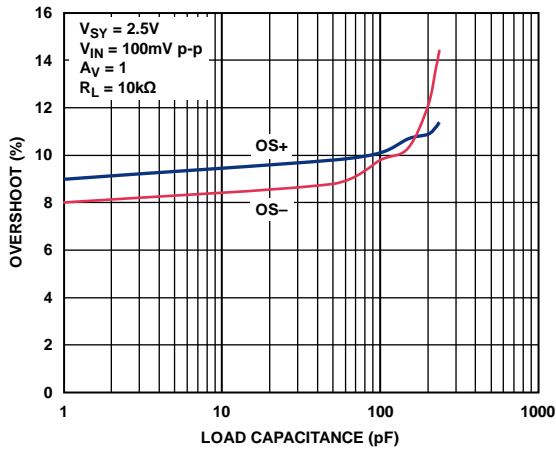


图40. 小信号过冲与负载电容的关系

09437-033

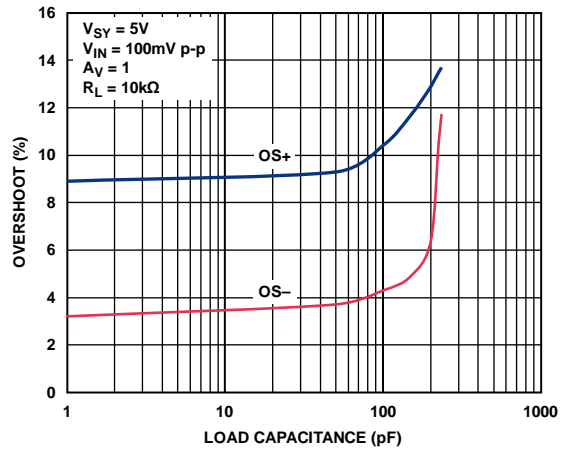


图43. 小信号过冲与负载电容的关系

09437-036

ADA4528-1/ADA4528-2

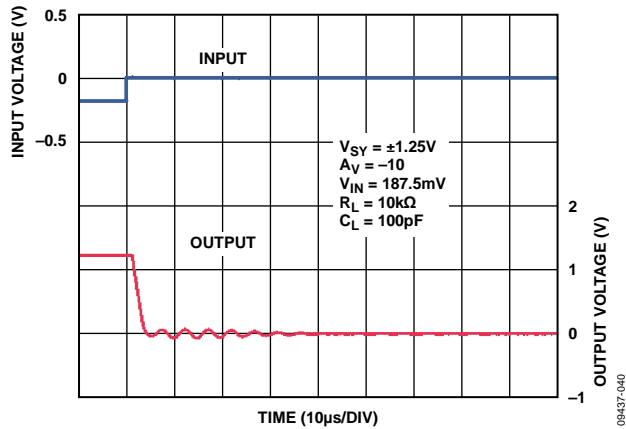


图44. 正过载恢复时间

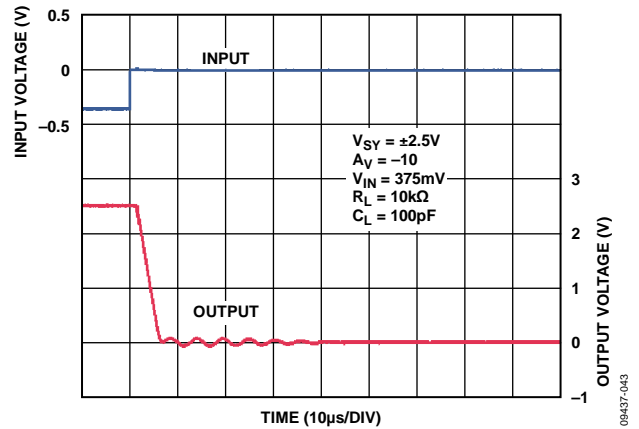


图47. 正过载恢复时间

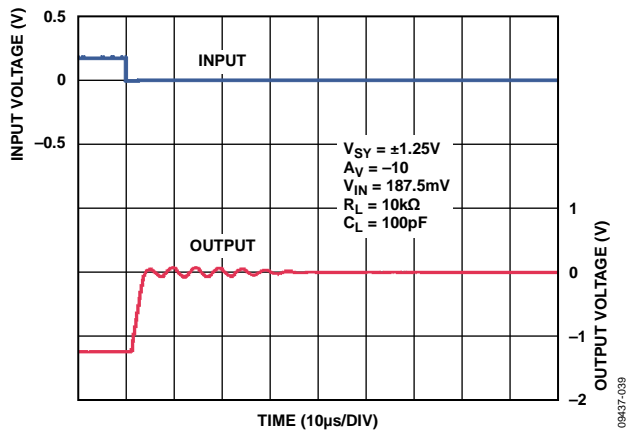


图45. 负过载恢复时间

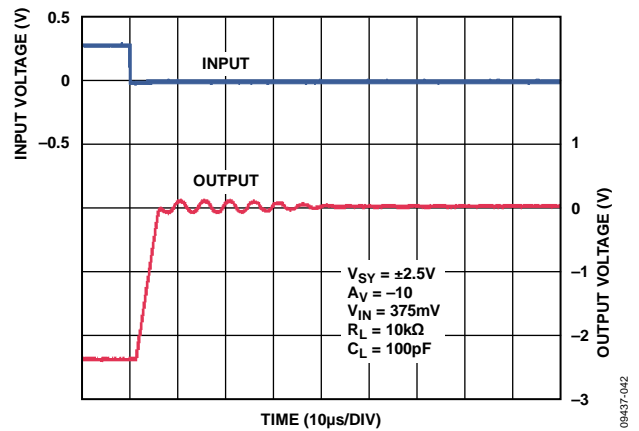


图48. 负过载恢复时间

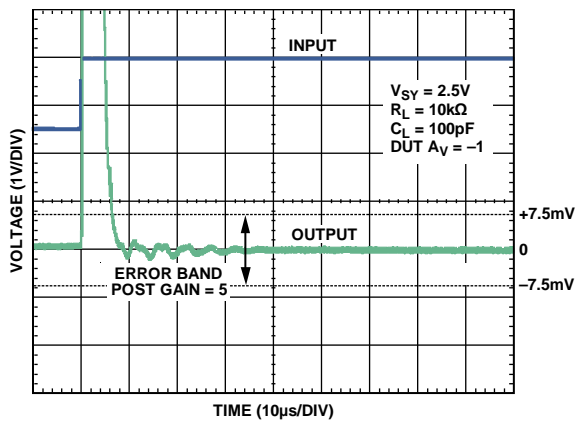


图46. 0.1%正建立时间

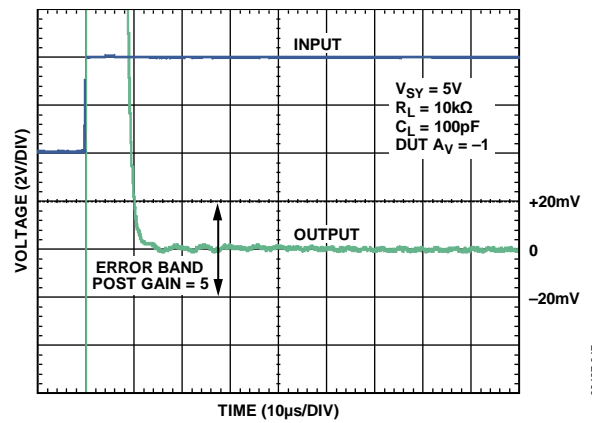


图49. 0.1%正建立时间

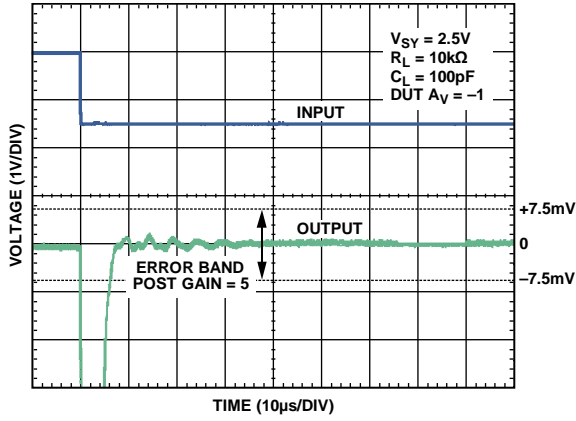


图50. 0.1%负建立时间

09437-045

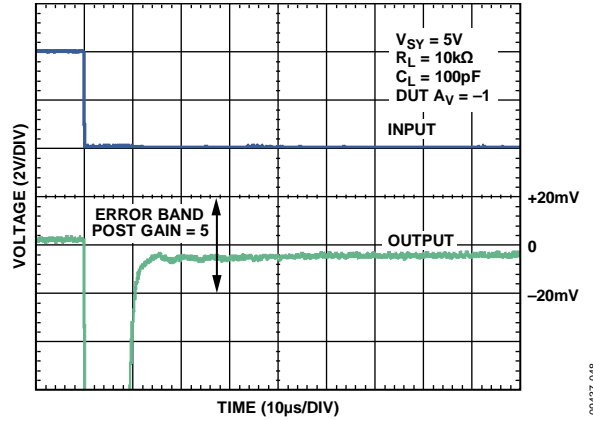


图53. 0.1%负建立时间

09437-048

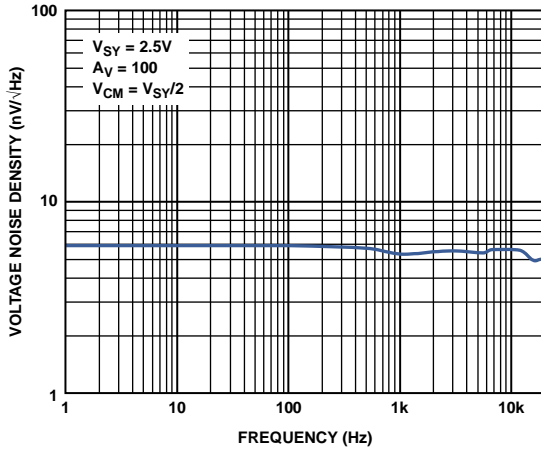


图51. 电压噪声密度与频率的关系

09437-046

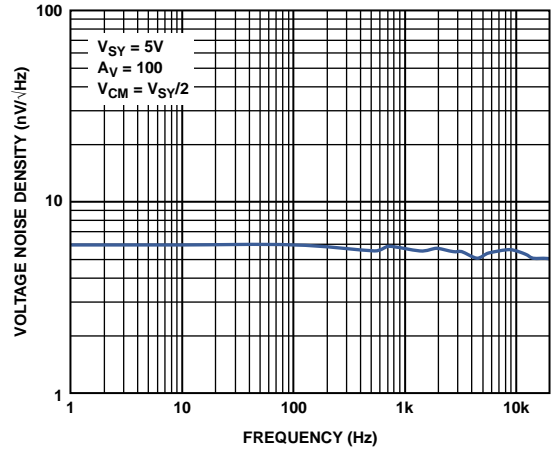


图54. 电压噪声密度与频率的关系

09437-049

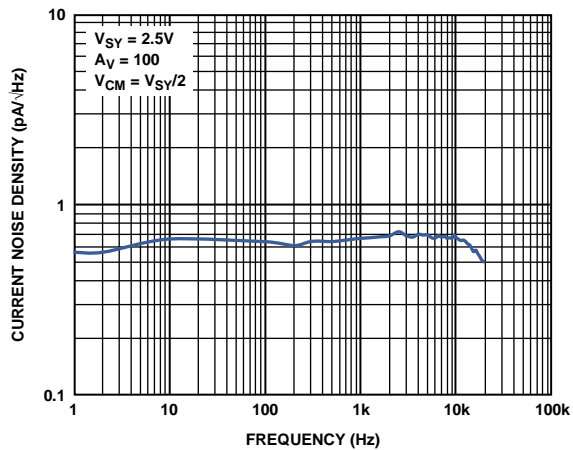


图52. 电流噪声密度与频率的关系

09437-150

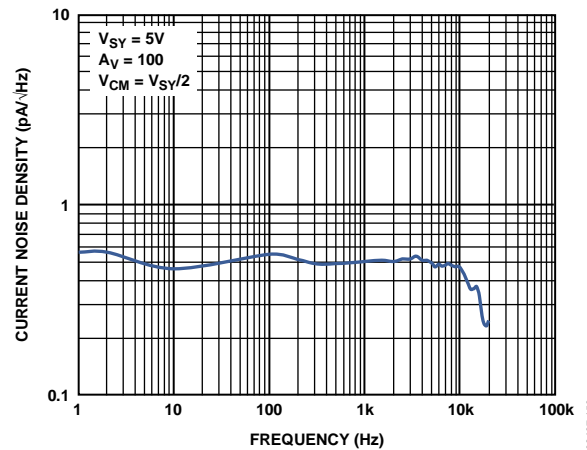


图55. 电流噪声密度与频率的关系

09437-153

ADA4528-1/ADA4528-2

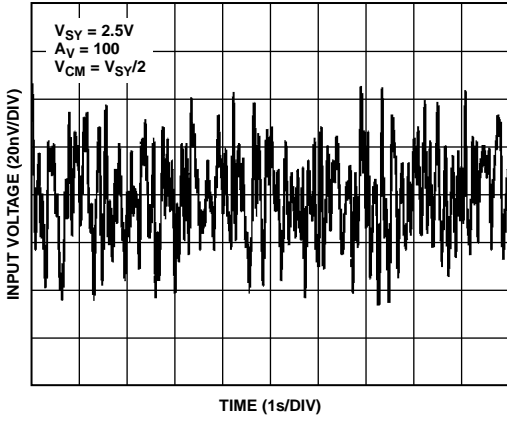


图56. 0.1 Hz至10 Hz噪声

09437-050

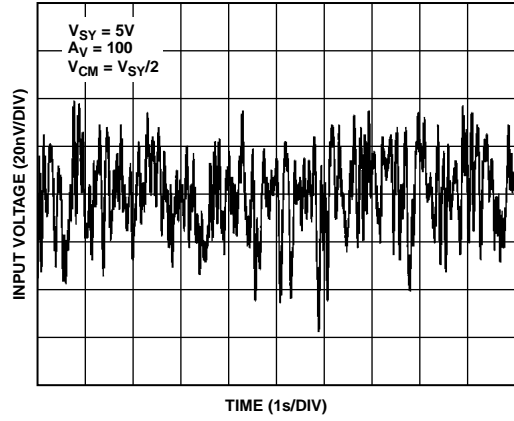


图59. 0.1 Hz至10 Hz噪声

09437-053

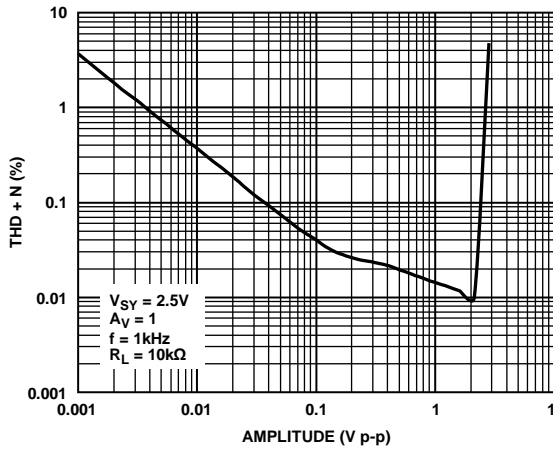


图57. THD + N与幅度的关系

09437-152

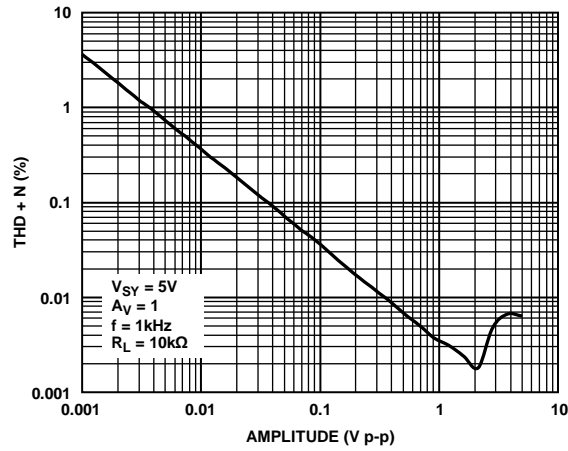


图60. THD + N与幅度的关系

09437-155

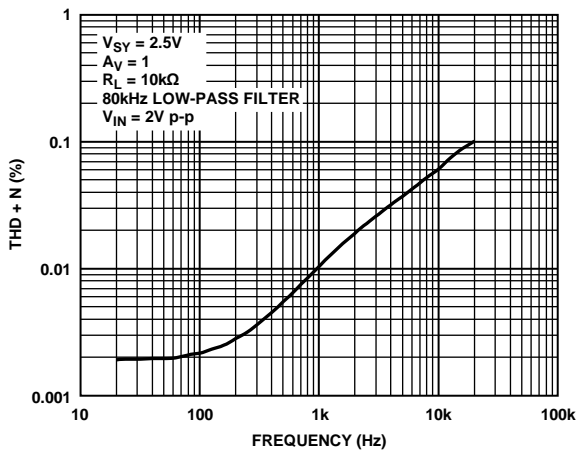


图58. THD + N与频率的关系

09437-056

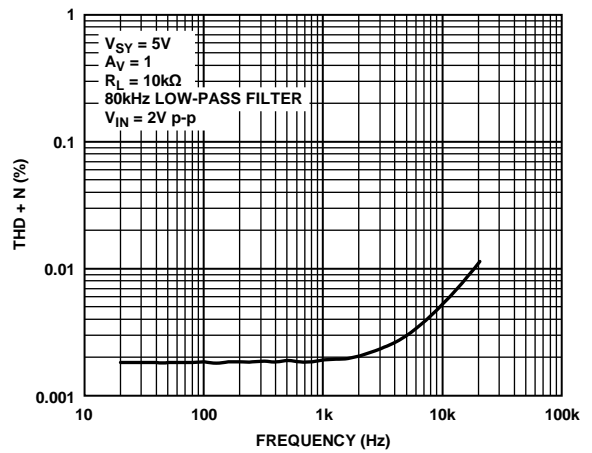


图61. THD + N与频率的关系

09437-057

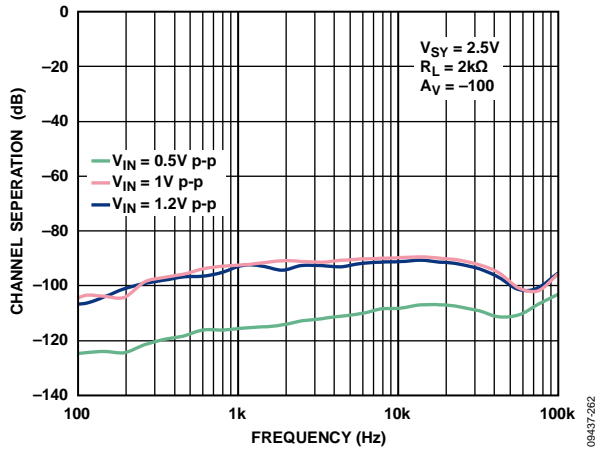


图62. 通道隔离与频率的关系

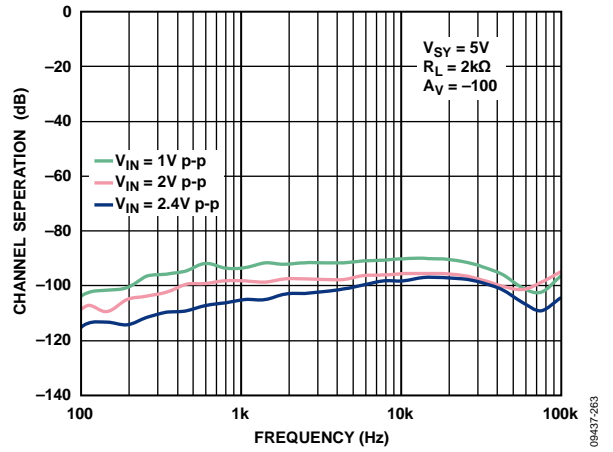


图63. 通道隔离与频率的关系

应用信息

ADA4528-1/ADA4528-2是精密、超低噪声、零漂移运算放大器，采用已取得专利的斩波技术，提供0.3 μV (典型值)的超低输入失调电压和0.002 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ (典型值)的输入失调电压漂移。

该斩波技术同时还能校正共模电压摆幅和电源变化所引起的失调电压误差，可在2.5 V电源电压下实现158 dB(典型值)的共模抑制比(CMRR)和150 dB的电源抑制比(PSRR)。

ADA4528-1/ADA4528-2的宽带噪声低至5.6 $\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ ($f = 1 \text{ kHz}$ 、 $A_v = +100$ 、 $V_{\text{SY}} = 2.5 \text{ V}$)，且无1/f噪声成分。这些特性特别适合放大直流或低于1赫兹高精度应用中的低电平信号。

欲了解有关ADA4528-1/ADA4528-2斩波架构的更多信息，请参考应用笔记AN-1114：“最低噪声零漂移放大器具有5.6 $\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ 电压噪声密度”。

输入保护

内部ESD保护二极管连接在ADA4528-1/ADA4528-2的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(参见“绝对最大额定值”部分的表4)。

当任一输入超过其中一个供电轨300 mV以上时，这些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。

例如，采用5 V电源电压时，ADA4528-1/ADA4528-2的宽带电压噪声约为6 $\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ (单位增益时)。1 k Ω 电阻的热噪声为4 $\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ 。同相输入引脚增加一个1 k Ω 电阻会使总噪声提高30%(rss, 和的平方根)。

轨到轨输入和输出

ADA4528-1/ADA4528-2具有轨到轨输入和输出，电源电压范围为2.2 V至5.5 V。图64显示ADA4528-1/ADA4528-2配置为单位增益缓冲器的输入和输出波形，其中电源电压为 $\pm 2.5 \text{ V}$ ，阻性负载为10 k Ω 。当输入电压为 $\pm 2.5 \text{ V}$ 时，ADA4528-1/ADA4528-2的输出摆幅非常接近两个供电轨，而且它们不会发生相位反转。

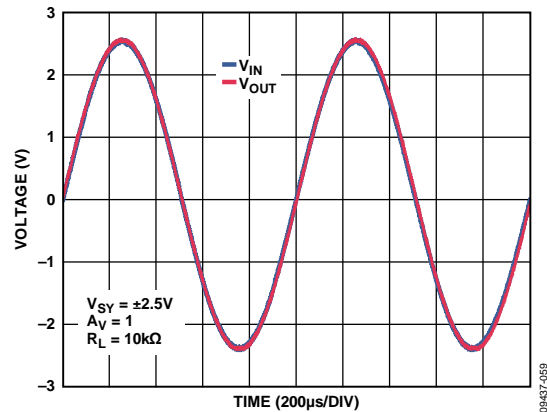


图64. 轨到轨输入和输出

噪声考虑因素

欲了解有关ADA4528-1/ADA4528-2噪声特性的更多信息，请参考应用笔记AN-1114：“最低噪声零漂移放大器具有5.6 $\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ 电压噪声密度”。

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，随着频率降低而提高。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。然而，ADA4528-1/ADA4528-2从内部消除了1/f噪声，因此这些器件是DC或低于1赫兹高精度应用的理想选择。电源电压为2.5 V时，0.1 Hz至10 Hz放大器电压噪声仅为97 nV p-p ($A_v = +100$)。

对于ADA4528-1/ADA4528-2，低频1/f噪声表现为缓慢变化的失调，通过斩波技术可将其大大降低。因此，与易受1/f噪声影响的标准低噪声放大器相比，ADA4528-1/ADA4528-2在DC和低频时的噪声低得多。图51和图54显示了该放大器不包含1/f噪声的电压噪声密度。

源阻抗

ADA4528-1/ADA4528-2是目前低噪声的零漂移放大器之一，1 kHz ($V_{SY} = 2.5\text{ V}$ 、 $A_V = +100$)时宽带噪声低至5.6 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ 。因此，为使总噪声保持较低，必须慎重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：

$$e_n \text{ total} = [e_n^2 + 4 kTR_S + (i_n \times R_S)^2]^{1/2}$$

其中：

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

k 表示玻尔兹曼常数($1.38 \times 10^{-23}\text{ J/K}$)。

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(A/ $\sqrt{\text{Hz}}$)。

特定带宽上的等效总均方根噪声表示为：

$$e_{n,rms} = e_n \text{ total} \times \sqrt{BW}$$

其中BW为带宽(单位Hz)。

该分析对宽带噪声计算有效。如果相关带宽包括斩波频率，则必须进行更复杂的计算以包括在斩波频率下的噪声能量频谱效应(见“残余电压纹波”部分)。

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($R_S > 100\text{ k}\Omega$)，电流噪声成为总输入噪声的主要因素。应用笔记AN-940：“最佳噪声性能——低噪声放大器选择指南”提供了一份实用的低噪声运放选型表。

不同增益配置的电压噪声密度

图65所示为主要竞争对手的零漂移放大器的电压噪声密度和闭环增益关系。当闭环增益从1000降到1时，该放大器的电压噪声密度从11 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ 提高到21 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ 。

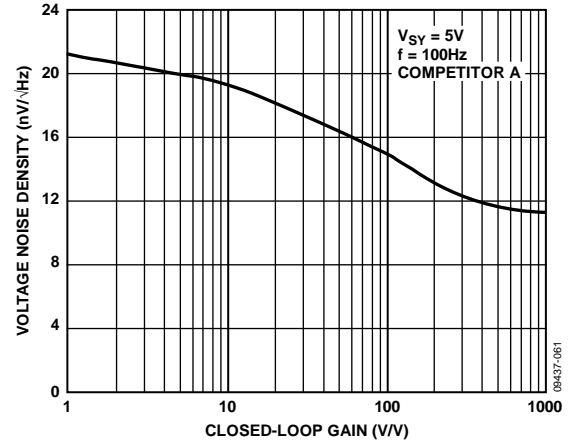


图65. 竞争厂商A: 电压噪声密度与闭环增益的关系

图66显示了ADA4528-1/ADA4528-2在三种不同增益配置下的电压噪声密度与频率的关系。不论增益配置如何，ADA4528-1/ADA4528-2均提供6 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ 至7 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ 的稳定输入电压噪声密度。

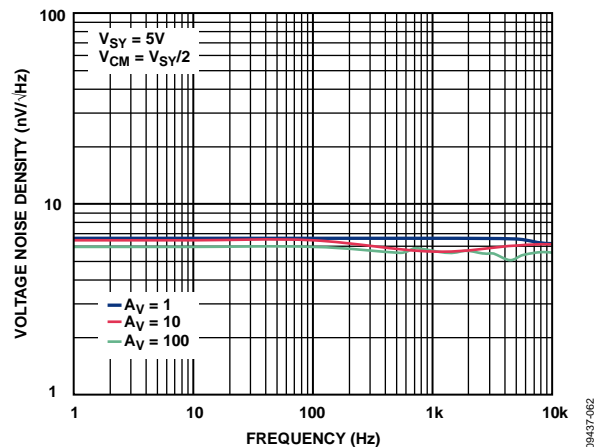


图66. 不同增益配置下电压噪声密度与频率的关系

ADA4528-1/ADA4528-2

残余电压纹波

虽然自动校正反馈(ACFB)技术能够抑制斩波相关的电压纹波,但由于残余纹波影响,在斩波频率及其谐波时存在更高的噪声频谱。图67显示了ADA4528-1/ADA4528-2在单位增益配置下的电压噪声密度。在200 kHz的斩波频率,可以看到50 nV/√Hz的噪声能量频谱。当运放的闭环频率高于斩波频率时,该噪声能量频谱不可小视。

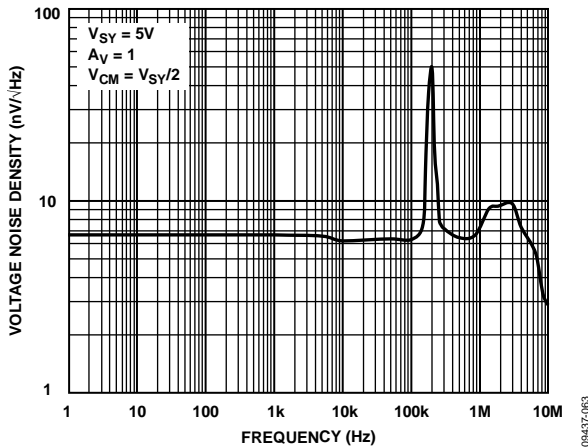


图67. 电压噪声密度与频率的关系

为进一步抑制斩波频率下的噪声,建议在放大器的输出端配一个后置滤波器。欲了解有关残余电压纹波的更多信息,请参考应用笔记AN-1114:“最低噪声零漂移放大器具有5.6 nV/√Hz电压噪声密度”。

比较器操作

图68显示ADA4528-2配置为一个电压跟随器,输入电压始终保持为中间电源电压。不用的通道适用相同配置。A1和A2表示安培计,用于测量电源电流。如图69所示,在正常工作条件下,正如预计的那样,双通道ADA4528-2的 $I_{SY+} = I_{SY-} = 3\text{ mA}$ (采用5 V电源)。

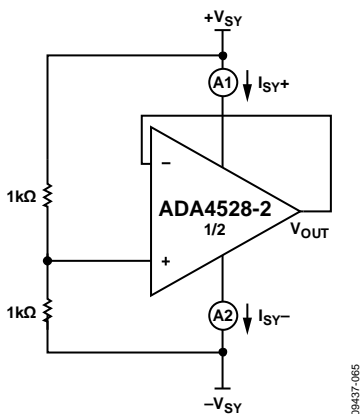


图68. 电压跟随器

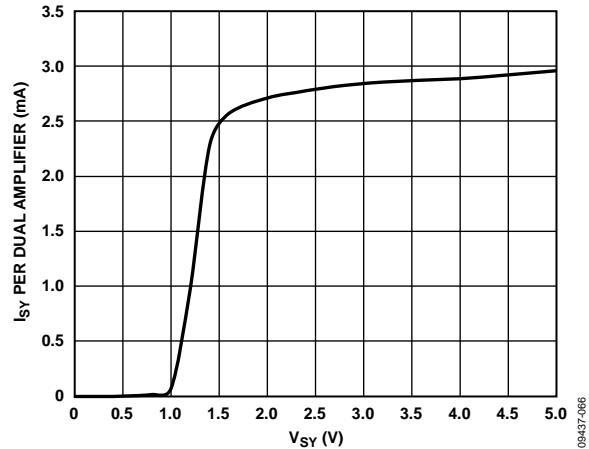


图69. 电源电流与电源电压的关系(电压跟随器)

图70和图71显示ADA4528-2配置为比较器,1 kΩ电阻与输入引脚串联。图72所示为两种配置的电源电流。采用5 V电源时,每个双通道放大器的电源电流略微上升,达到3.2 mA。

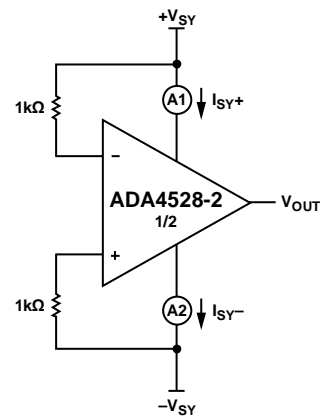


图70. 比较器A

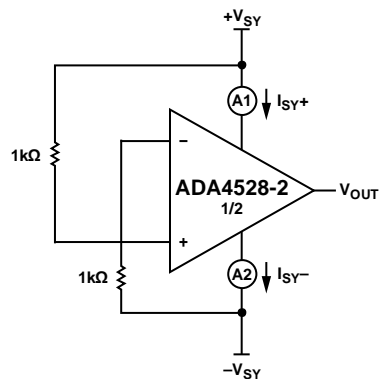


图71. 比较器B

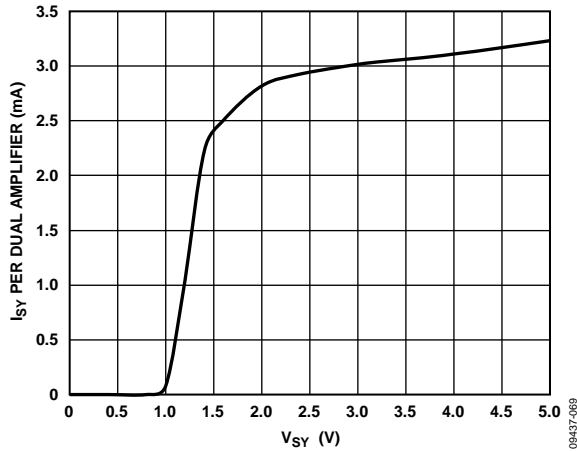


图72. 电源电流与电源电压的关系(比较器A和比较器B)

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”。

印刷电路板布局布线

ADA4528-1/ADA4528-2是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ADA4528-1/ADA4528-2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。应在电路板表面上涂一层材料，以形成防潮层，防止湿气积累，并减小电路板上的寄生电阻。

为使输出电流变化引起的电源干扰最小，应正确旁路电源，并保持较短的电源走线。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73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($T_{A1} \neq T_{A2}$)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ADA4528-1/ADA4528-2的超低失调电压性能。

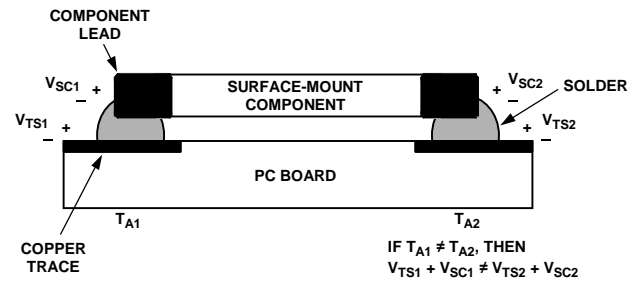
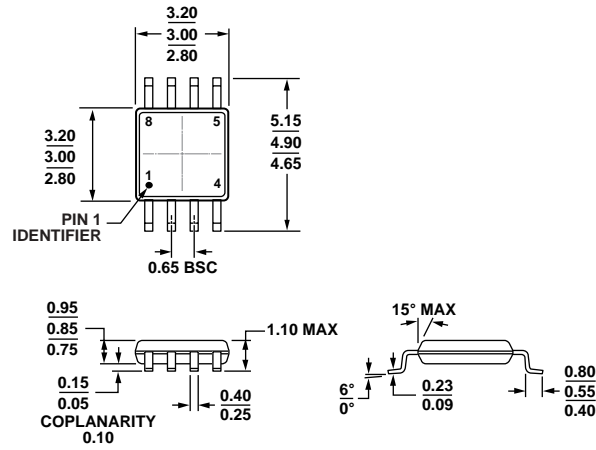


图73. 塞贝克电压不匹配导致塞贝克电压误差

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。

外形尺寸

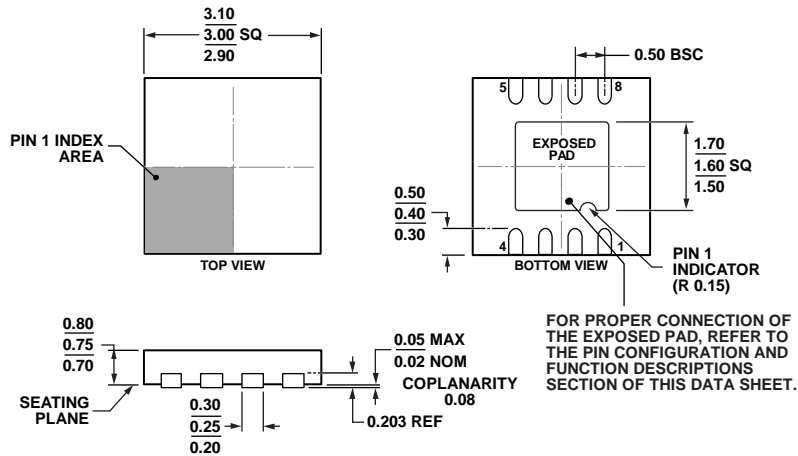


COMPLIANT TO JEDEC STANDARDS MO-187-AA

图74. 8引脚超小型封装[MSOP] (RM-8)

图示尺寸单位: mm

10-07-2009-B



COMPLIANT TO JEDEC STANDARDS MO-229-WEED

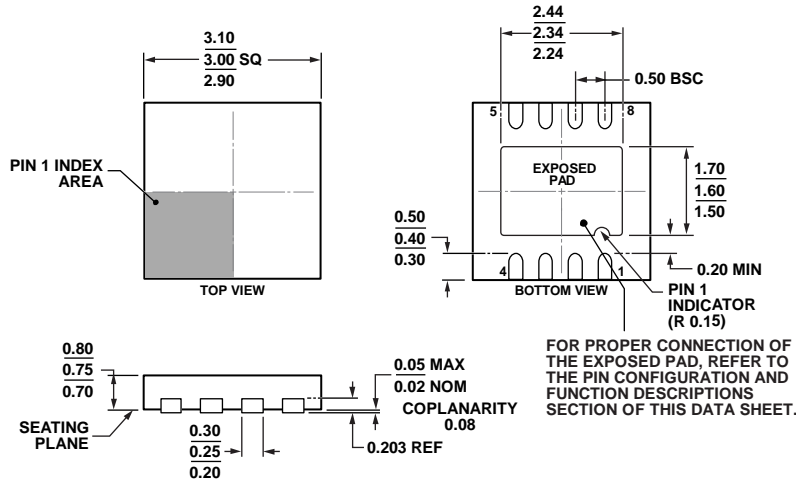
图75. 8引脚引脚架构芯片级封装[LFCSP_WD]

3 mm x 3 mm, 超薄体, 双排引脚

(CP-8-12)

图示尺寸单位: mm

07-06-2011-A



COMPLIANT TO JEDEC STANDARDS MO-229-WEED

图76. 8引脚引脚架构芯片级封装[LFCSP_WD]
3 mm x 3 mm, 超薄体, 双排引脚
(CP-8-11)
图示尺寸单位: mm

11-28-2012-C

订购指南

型号 ¹	温度范围	封装描述	封装选项	标识
ADA4528-1ARMZ	-40°C至+125°C	8引脚超小型封装[MSOP]	RM-8	A2R
ADA4528-1ARMZ-R7	-40°C至+125°C	8引脚超小型封装[MSOP]	RM-8	A2R
ADA4528-1ARMZ-RL	-40°C至+125°C	8引脚超小型封装[MSOP]	RM-8	A2R
ADA4528-1ACPZ-R2	-40°C至+125°C	8引脚引脚架构芯片级封装[LFCSP_WD]	CP-8-12	A2R
ADA4528-1ACPZ-R7	-40°C至+125°C	8引脚引脚架构芯片级封装[LFCSP_WD]	CP-8-12	A2R
ADA4528-1ACPZ-RL	-40°C至+125°C	8引脚引脚架构芯片级封装[LFCSP_WD]	CP-8-12	A2R
ADA4528-2ARMZ	-40°C至+125°C	8引脚超小型封装[MSOP]	RM-8	A32
ADA4528-2ARMZ-R7	-40°C至+125°C	8引脚超小型封装[MSOP]	RM-8	A32
ADA4528-2ARMZ-RL	-40°C至+125°C	8引脚超小型封装[MSOP]	RM-8	A32
ADA4528-2ACPZ-R7	-40°C至+125°C	8引脚引脚架构芯片级封装[LFCSP_WD]	CP-8-11	A32
ADA4528-2ACPZ-RL	-40°C至+125°C	8引脚引脚架构芯片级封装[LFCSP_WD]	CP-8-11	A32

¹Z = 符合RoHS标准的器件。

注释

注释

注释