



**ANALOG  
DEVICES**

# 10 MHz、14.5 nV/√Hz、轨到轨I/O、 零输入交越失真放大器

**ADA4500-2**

## 产品特性

- 电源抑制比(PSRR): 98 dB(最小值)
- 共模抑制比(CMRR): 95 dB(最小值)
- 失调电压: 120 μV(最大值)
- 单电源供电: 2.7 V至5.5 V
- 双电源供电: ±1.35 V至±2.75 V
- 宽带宽: 10 MHz
- 轨到轨输入和输出
- 低噪声
  - 2 μV p-p(0.1 Hz至10 Hz)
  - 14.5 nV/√Hz(1 kHz)
- 极低输入偏置电流: 2 pA(最大值)

## 应用

- 压力和位置传感器
- 远程安保
- 医疗监视器
- 过程控制
- 危险探测器
- 光电二极管应用

## 概述

ADA4500-2是一款双通道、10 MHz、14.5 nV/√Hz、低功耗放大器，具有轨到轨输入和输出摆幅，可采用2.7 V至5.5 V单电源工作，并与业界标准标称电压+3.0 V、+3.3 V、+5.0 V以及±2.5 V兼容。

该放大器采用新颖的零交越失真电路拓扑结构，能够在整个轨到轨输入共模范围内提供高线性度，并具有出色的电源抑制比(PSRR)和共模抑制比(CMRR)性能，而不会像传统互补轨到轨输入级那样出现交越失真。该运算放大器还具有出色的精度、宽带宽和极低偏置电流。

## 引脚配置

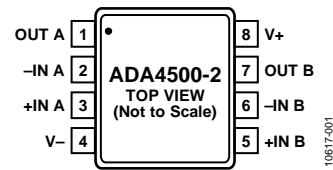


图1. 8引脚MSOP的引脚配置

更多有关引脚连接的内容，请参见引脚配置和功能描述部分

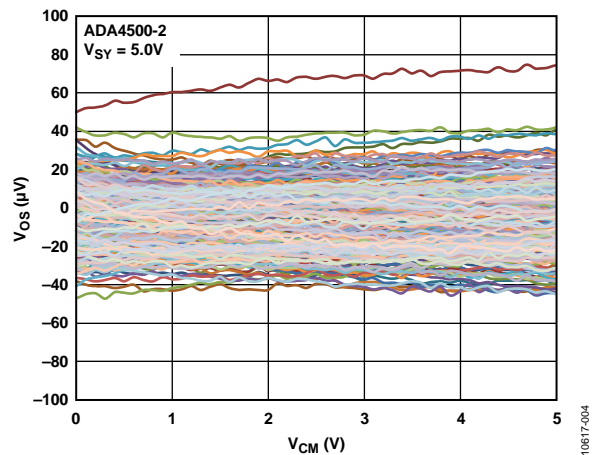


图2. ADA4500-2在完整电源电压范围内消除交越失真

这种特性组合使ADA4500-2成为精密传感器应用的理想选择，因为它可以将电源电压变化造成的误差降至最低，同时在整个输入电压范围内保持高CMRR性能。ADA4500-2还是一款适合驱动模数转换器(ADC)的出色放大器，因为其输出不会在共模电压条件下出现失真，这使得ADC能够使用其整个输入电压范围，从而使转换器系统的动态范围达到最大。

传感器、手持式仪器、精密信号调理和病人监护仪等许多应用都能从ADA4500-2的特性获益。

ADA4500-2的额定温度范围为-40°C至+125°C扩展工业温度范围，提供8引脚MSOP封装和8引脚LFCSP封装。

Rev. A

### Document Feedback

Information furnished by Analog Devices is believed to be accurate and reliable. However, no responsibility is assumed by Analog Devices for its use, nor for any infringements of patents or other rights of third parties that may result from its use. Specifications subject to change without notice. No license is granted by implication or otherwise under any patent or patent rights of Analog Devices. Trademarks and registered trademarks are the property of their respective owners.

One Technology Way, P.O. Box 9106, Norwood, MA 02062-9106, U.S.A.  
Tel: 781.329.4700 ©2012 Analog Devices, Inc. All rights reserved.  
Technical Support [www.analog.com](http://www.analog.com)

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

## 目录

特性.....	1	工作原理.....	19
应用.....	1	轨到轨输出.....	19
引脚配置.....	1	轨到轨输入(RRI).....	19
概述.....	1	零交越失真.....	19
修订历史.....	2	过载恢复.....	20
技术规格.....	3	上电电流特性.....	21
电气特性( $V_{SY} = 2.7\text{ V}$ ).....	3	应用信息.....	22
电气特性( $V_{SY} = 5.0\text{ V}$ ).....	5	电阻和电容传感器电路.....	22
绝对最大额定值.....	7	自适应单端至差分信号转换器.....	22
热阻.....	7	外形尺寸.....	24
ESD警告.....	7	订购指南.....	24
引脚配置和功能描述.....	8		
典型性能参数.....	9		

## 修订历史

### 2012年10月—修订版0至修订版A

更改订购指南.....	24
-------------	----

### 2012年10月—修订版0：初始版

# 技术规格

## 电气特性(V<sub>SY</sub> = 2.7 V)

除非另有说明, V<sub>SY</sub> = 2.7 V, V<sub>CM</sub> = V<sub>SY</sub>/2, T<sub>A</sub> = 25°C。

表1.

参数	符号	测试条件/注释	最小值	典型值	最大值	单位
输入特性						
失调电压	V <sub>OS</sub>	-40°C < T <sub>A</sub> < +125°C			120	μV
		-40°C < T <sub>A</sub> < +125°C			700	μV
失调电压漂移	TCV <sub>OS</sub>	-40°C < T <sub>A</sub> < +125°C	0.8		5.5	μV/°C
输入偏置电流	I <sub>B</sub>	-40°C < T <sub>A</sub> < +125°C	0.3		1	pA
		-40°C < T <sub>A</sub> < +125°C			170	pA
输入失调电流	I <sub>OS</sub>	-40°C < T <sub>A</sub> < +125°C	0.3		1	pA
		-40°C < T <sub>A</sub> < +125°C			20	pA
输入电压范围	IVR	-40°C < T <sub>A</sub> < +125°C	V-		V+	V
共模抑制比	共模抑制比(CMRR)	V <sub>CM</sub> = V-至V+	95	110		dB
		-40°C < T <sub>A</sub> < +125°C	90			dB
		V <sub>CM</sub> = [(V-) - 0.2 V]至[(V+) + 0.2 V]	90	110		dB
		-40°C < T <sub>A</sub> < +125°C	80			dB
大信号电压增益	A <sub>VO</sub>	R <sub>L</sub> = 2 kΩ, [(V-) + 0.05 V] < V <sub>OUT</sub> < [(V+) - 0.05 V]	100	110		dB
		-40°C < T <sub>A</sub> < +125°C	100			dB
		R <sub>L</sub> = 10 kΩ, [(V-) + 0.05 V] < V <sub>OUT</sub> < [(V+) - 0.05 V]	105	120		dB
		-40°C < T <sub>A</sub> < +125°C	105			dB
输入电容						
共模	C <sub>INCM</sub>		5			pF
差分	C <sub>INDM</sub>		1.7			pF
输入电阻	R <sub>IN</sub>	共模和差模	400			GΩ
输出特性						
高输出电压	V <sub>OH</sub>	R <sub>L</sub> = 10 kΩ接V-	2.685	2.695		V
		-40°C < T <sub>A</sub> < +125°C	2.68			V
		R <sub>L</sub> = 2 kΩ接V-	2.65	2.68		V
		-40°C < T <sub>A</sub> < +125°C	2.65			V
低输出电压	V <sub>OL</sub>	R <sub>L</sub> = 10 kΩ接V+		3	5	mV
		-40°C < T <sub>A</sub> < +125°C			10	mV
		R <sub>L</sub> = 2 kΩ接V+		13	20	mV
		-40°C < T <sub>A</sub> < +125°C			25	mV
短路电流限值	I <sub>SC</sub>	源电流, V <sub>OUT</sub> 短路至V-	26			mA
		吸电流, V <sub>OUT</sub> 短路至V+	-48			mA
闭环阻抗	Z <sub>OUT</sub>	f = 10 MHz, A <sub>V</sub> = 1	70			Ω
电源						
电源抑制比	电源抑制比(PSRR)	V <sub>SY</sub> = 2.7 V至5.5 V	98	119		dB
		-40°C至+125°C	94			dB
电源电流(每个放大器)	I <sub>SY</sub>	I <sub>O</sub> = 0 mA		1.5	1.65	mA
		-40°C < T <sub>A</sub> < +125°C			1.7	mA
动态性能						
压摆率	SR	R <sub>L</sub> = 10 kΩ, C <sub>L</sub> = 30 pF, A <sub>V</sub> = +1, V <sub>IN</sub> = V <sub>SY</sub>		5.5		V/μs
		R <sub>L</sub> = 10 kΩ, C <sub>L</sub> = 30 pF, A <sub>V</sub> = -1, V <sub>IN</sub> = V <sub>SY</sub>		8.7		V/μs
增益带宽积	GBP	V <sub>IN</sub> = 5 mV p-p, R <sub>L</sub> = 10 kΩ, A <sub>V</sub> = +100		10.1		MHz
单位增益交越	UGC	V <sub>IN</sub> = 5 mV p-p, R <sub>L</sub> = 10 kΩ, A <sub>V</sub> = +1		10.3		MHz
-3 dB带宽	-3 dB	V <sub>IN</sub> = 5 mV p-p, R <sub>L</sub> = 10 kΩ, A <sub>V</sub> = -1		18.4		MHz
相位裕量	ΦM	V <sub>IN</sub> = 5 mV p-p, R <sub>L</sub> = 10 kΩ, C <sub>L</sub> = 20 pF, A <sub>V</sub> = +1		52		度
0.1%建立时间	t <sub>s</sub>	V <sub>IN</sub> = 2 V p-p, R <sub>L</sub> = 10 kΩ, C <sub>L</sub> = 10 pF, A <sub>V</sub> = -1		1		μs

# ADA4500-2

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						
总谐波失真加噪声	THD+N	$G = 1, f = 10 \text{ Hz至} 20 \text{ kHz}, V_{IN} = 0.7 \text{ V rms (1 kHz)}$		0.0006		%
带宽 = 80 kHz				0.001		%
带宽 = 500 kHz						
峰峰值噪声	$e_{n \text{ p-p}}$	$f = 0.1 \text{ Hz至} 10 \text{ Hz}$		3		$\mu\text{V p-p}$
电压噪声密度	$e_n$	$f = 1 \text{ kHz}$		14.5		$\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
电流噪声密度	$i_n$	$f = 1 \text{ kHz}$		<0.5		$\text{fA}/\sqrt{\text{Hz}}$

**电气特性(V<sub>SY</sub> = 5.0 V)**

除非另有说明, V<sub>SY</sub> = 5.0 V, V<sub>CM</sub> = V<sub>SY</sub>/2, T<sub>A</sub> = 25°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 <sub>OS</sub>	-40°C < T <sub>A</sub> < +125°C			120	μV
失调电压漂移	TCV <sub>OS</sub>	-40°C < T <sub>A</sub> < +125°C			700	μV/°C
输入偏置电流	I <sub>B</sub>	-40°C < T <sub>A</sub> < +125°C		0.9	5.5	μV/°C
输入失调电流	I <sub>OS</sub>	-40°C < T <sub>A</sub> < +125°C		0.7	2	pA
输入电压范围	IVR	-40°C < T <sub>A</sub> < +125°C	V-		V+	V
共模抑制比	共模抑制比(CMRR)	V <sub>CM</sub> = V-至V+	95	115		dB
		-40°C < T <sub>A</sub> < +125°C	95			dB
		V <sub>CM</sub> = [(V-) - 0.2 V]至[(V+) + 0.2 V]	95	115		dB
		-40°C < T <sub>A</sub> < +125°C	84			dB
大信号电压增益	A <sub>VO</sub>	R <sub>L</sub> = 2 kΩ, [(V-) + 0.05 V] < V <sub>OUT</sub> < [(V+) - 0.05 V]	105	110		dB
		-40°C < T <sub>A</sub> < +125°C	80			dB
		R <sub>L</sub> = 10 kΩ, [(V-) + 0.05 V] < V <sub>OUT</sub> < [(V+) - 0.05 V]	110	120		dB
		-40°C < T <sub>A</sub> < +125°C	110			dB
输入电容						
共模	C <sub>INCM</sub>			5		pF
差分	C <sub>INDM</sub>			1.7		pF
输入电阻	R <sub>IN</sub>	共模和差模		400		GΩ
输出特性						
高输出电压	V <sub>OH</sub>	R <sub>L</sub> = 10 kΩ接V-	4.975	4.99		V
		-40°C < T <sub>A</sub> < +125°C	4.97			V
		R <sub>L</sub> = 2 kΩ接V-	4.95	4.97		V
		-40°C < T <sub>A</sub> < +125°C	4.95			V
低输出电压	V <sub>OL</sub>	R <sub>L</sub> = 10 kΩ接V+		7	15	mV
		-40°C < T <sub>A</sub> < +125°C			20	mV
		R <sub>L</sub> = 2 kΩ接V+		24	40	mV
		-40°C < T <sub>A</sub> < +125°C			50	mV
短路电流限值	I <sub>SC</sub>	源电流, V <sub>OUT</sub> 短路至V-		75		mA
		吸电流, V <sub>OUT</sub> 短路至V+		-75		mA
闭环阻抗	Z <sub>OUT</sub>	f = 10 MHz, A <sub>V</sub> = +1		60		Ω
电源						
电源抑制比	PSRR	V <sub>SY</sub> = 2.7 V至5.5 V	98	119		dB
		-40°C至+125°C	94			dB
电源电流(每个放大器)	I <sub>SY</sub>	I <sub>O</sub> = 0 mA		1.55	1.75	mA
		-40°C < T <sub>A</sub> < +125°C			1.8	mA
动态性能						
压摆率	SR	R <sub>L</sub> = 10 kΩ, C <sub>L</sub> = 30 pF, A <sub>V</sub> = +1, V <sub>IN</sub> = V <sub>SY</sub>		5.5		V/μs
		R <sub>L</sub> = 10 kΩ, C <sub>L</sub> = 30 pF, A <sub>V</sub> = -1, V <sub>IN</sub> = V <sub>SY</sub>		8.7		V/μs
增益带宽积	GBP	V <sub>IN</sub> = 5 mV p-p, R <sub>L</sub> = 10 kΩ, A <sub>V</sub> = +100		10		MHz
单位增益交越	UGC	V <sub>IN</sub> = 5 mV p-p, R <sub>L</sub> = 10 kΩ, A <sub>V</sub> = +1		10.5		MHz
-3 dB带宽	-3 dB	V <sub>IN</sub> = 5 mV p-p, R <sub>L</sub> = 10 kΩ, A <sub>V</sub> = -1		19.2		MHz
相位裕量	ΦM	V <sub>IN</sub> = 5 mV p-p, R <sub>L</sub> = 10 kΩ, C <sub>L</sub> = 20 pF, A <sub>V</sub> = +1		57		度
0.1%建立时间	t <sub>s</sub>	V <sub>IN</sub> = 4 V p-p, R <sub>L</sub> = 10 kΩ, C <sub>L</sub> = 10 pF, A <sub>V</sub> = -1		1		μs

# ADA4500-2

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						
总谐波失真加噪声	THD+N	$G = 1, f = 20 \text{ Hz至} 20 \text{ kHz}, V_{IN} = 1.4 \text{ V rms (1 kHz)}$		0.0004		%
带宽 = 80 kHz				0.0008		%
带宽 = 500 kHz						
峰峰值噪声	$e_{n,p-p}$	$f = 0.1 \text{ Hz至} 10 \text{ Hz}$		2		$\mu\text{V p-p}$
电压噪声密度	$e_n$	$f = 1 \text{ kHz}$		14.5		$\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
电流噪声密度	$i_n$	$f = 1 \text{ kHz}$		<0.5		$\text{fA}/\sqrt{\text{Hz}}$

## 绝对最大额定值

表3.

参数	额定值
电源电压	6 V
输入电压	(V-) - 0.2 V至(V+) + 0.2 V
差分输入电压 <sup>1</sup>	(V-) - 0.2 V至(V+) + 0.2 V
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

<sup>1</sup> 差分输入电压限制为5.6 V或高出电源电压0.6 V, 以较小者为准。

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

$\theta_{JA}$  针对最差条件, 即器件焊接在电路板上以实现表贴封装。

表4. 热阻

封装类型	$\theta_{JA}$	$\theta_{JC}$	单位
8引脚MSOP (RM-8) <sup>1</sup>	142	45	°C/W
8引脚LFCSP (CP-8-12) <sup>2,3</sup>	85	2	°C/W

<sup>1</sup> 热阻值采用4层JEDEC印刷电路板(PCB)仿真得到。

<sup>2</sup> 热阻值采用裸露焊盘焊接到PCB上的4层JEDEC PCB仿真得到。

<sup>3</sup>  $\theta_{JA}$  采用位于封装底部的裸露焊盘仿真得到。

## 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。

# ADA4500-2

## 引脚配置和功能描述

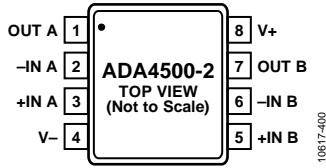


图3. 8引脚MSOP的引脚配置

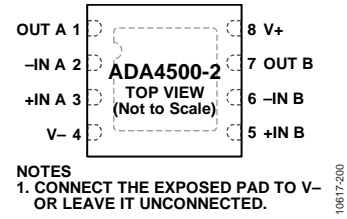


图4. 8引脚LFCSP的引脚配置

表5. 8引脚MSOP和8引脚LFCSP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	仅就LFCSP封装而言，应将裸露焊盘连接到V-或保持不连接。



# 典型性能参数

除非另有说明,  $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

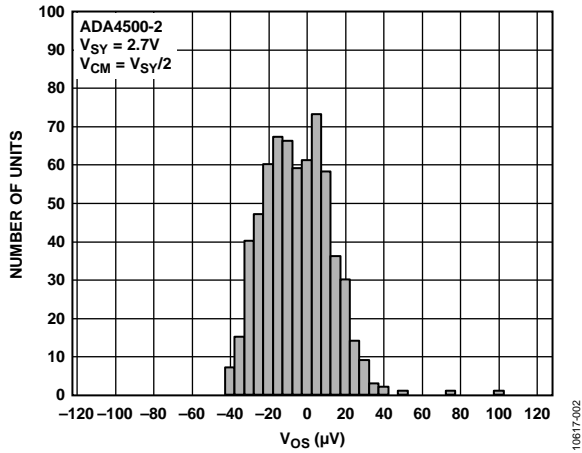


图5. 输入失调电压分布图( $V_{SY} = 2.7\text{V}$ )

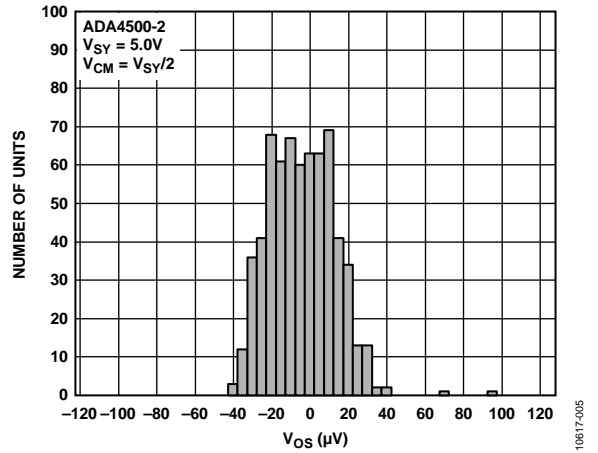


图8. 输入失调电压分布图( $V_{SY} = 5.0\text{V}$ )

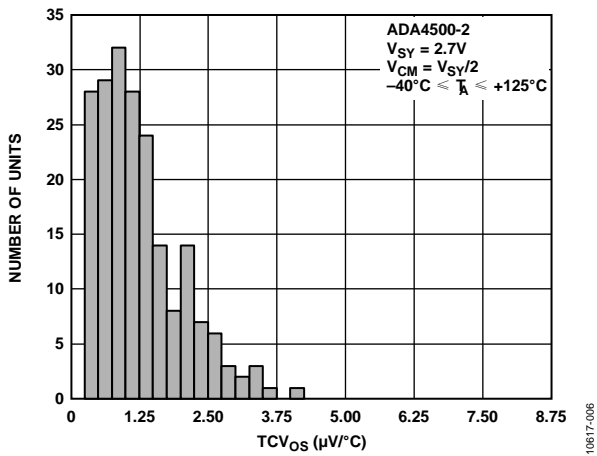


图6. 输入失调电压漂移分布图( $V_{SY} = 2.7\text{V}$ )

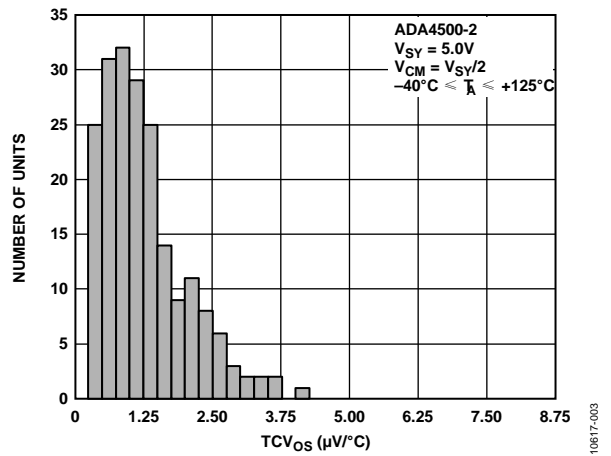


图9. 输入失调电压漂移分布图( $V_{SY} = 5.0\text{V}$ )

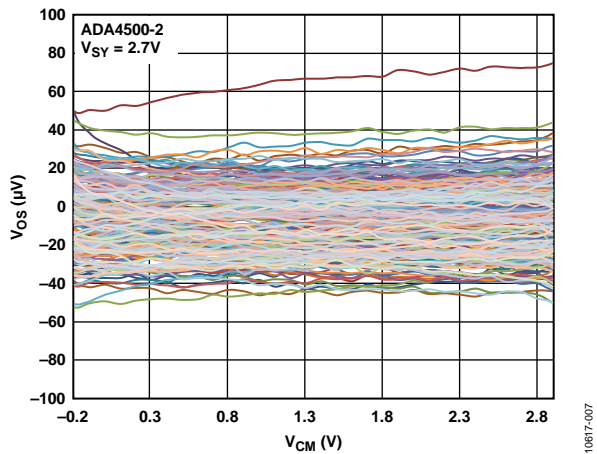


图7. 输入失调电压( $V_{OS}$ )与共模电压( $V_{CM}$ )的关系( $V_{SY} = 2.7\text{V}$ )

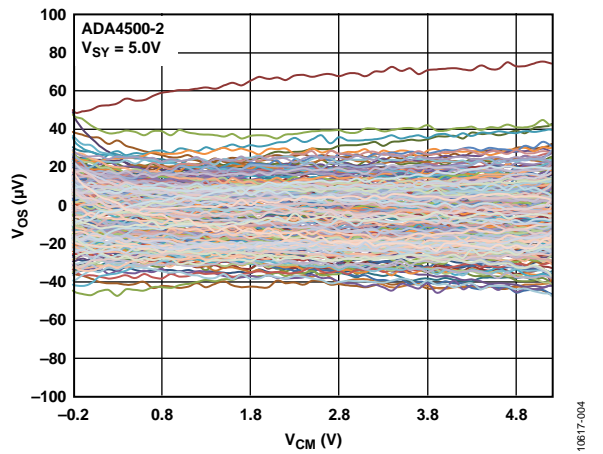


图10. 输入失调电压( $V_{OS}$ )与共模电压( $V_{CM}$ )的关系( $V_{SY} = 5.0\text{V}$ )

# ADA4500-2

除非另有说明,  $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

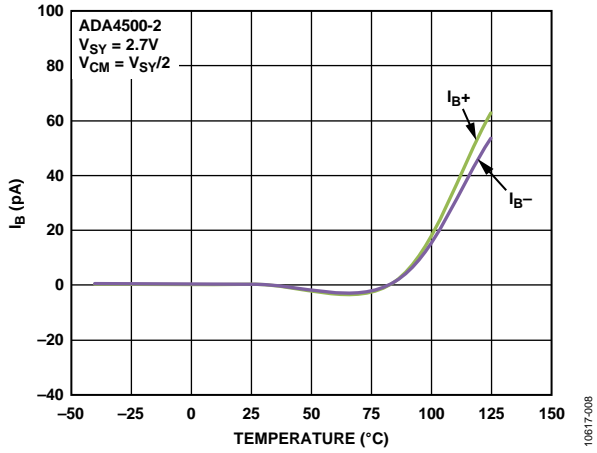


图11. 输入偏置电流( $I_B$ )与温度的关系( $V_{SY} = 2.7\text{ V}$ )

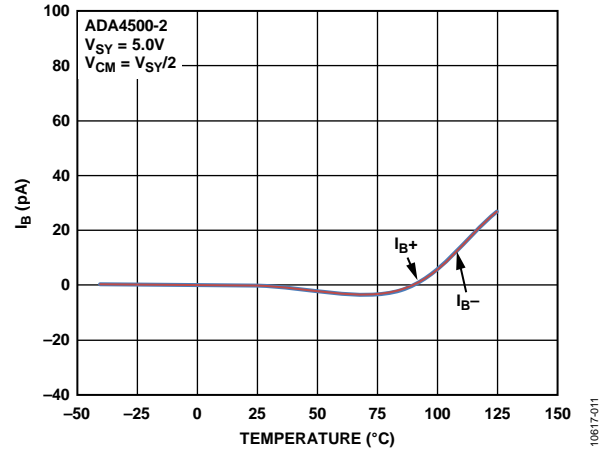


图14. 输入偏置电流( $I_B$ )与温度的关系( $V_{SY} = 5.0\text{ V}$ )

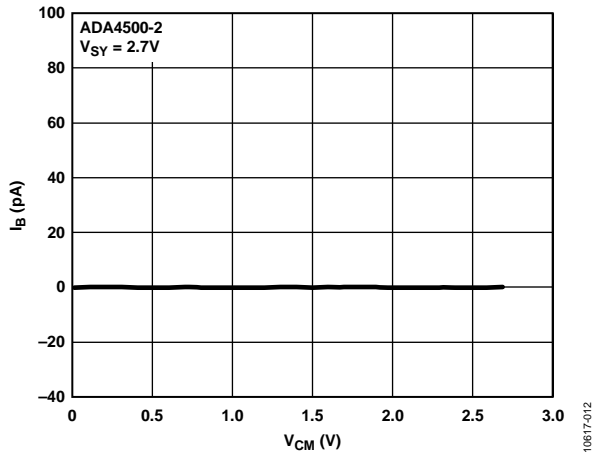


图12. 输入偏置电流( $I_B$ )与共模电压( $V_{CM}$ )的关系( $V_{SY} = 2.7\text{ V}$ )

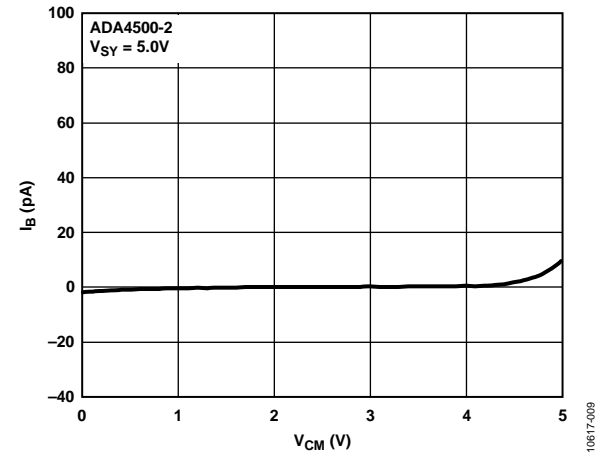


图15. 输入偏置电流( $I_B$ )与共模电压( $V_{CM}$ )的关系( $V_{SY} = 5.0\text{ V}$ )

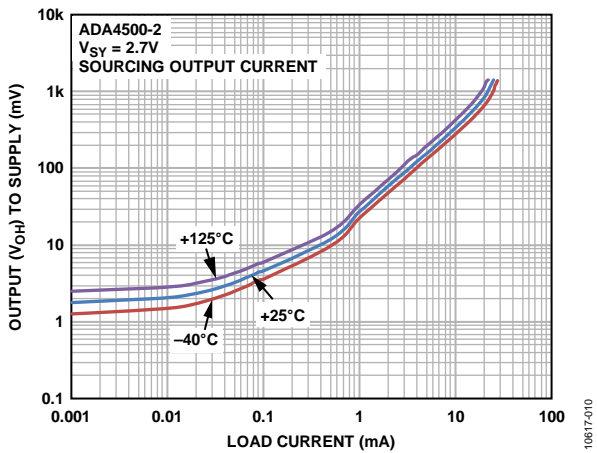


图13. 输出电压( $V_{OH}$ )至供电轨与负载电流的关系( $V_{SY} = 2.7\text{ V}$ )

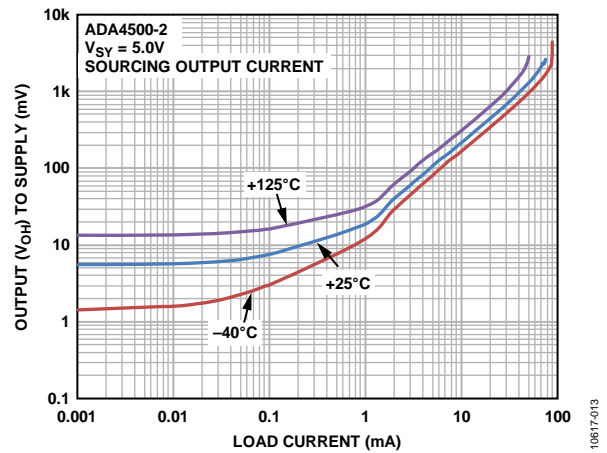


图16. 输出电压( $V_{OH}$ )至供电轨与负载电流的关系( $V_{SY} = 5.0\text{ V}$ )

除非另有说明,  $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

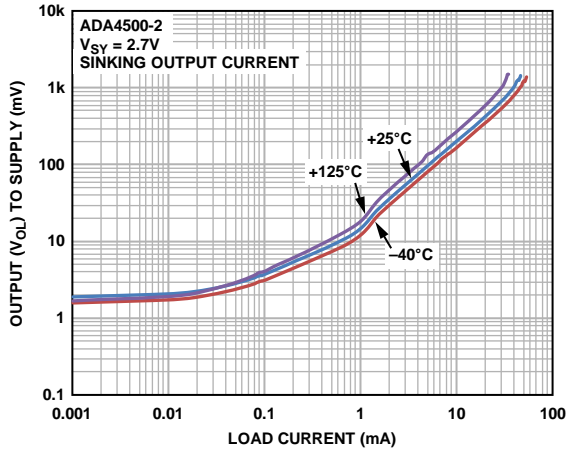


图17. 输出电压( $V_{OL}$ )至供电轨与温度的关系( $V_{SY} = 2.7\text{V}$ )

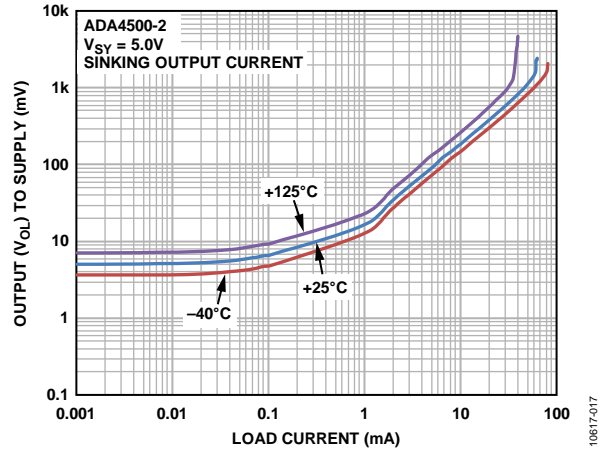


图20. 输出电压( $V_{OL}$ )至供电轨与负载电流的关系( $V_{SY} = 5.0\text{V}$ )

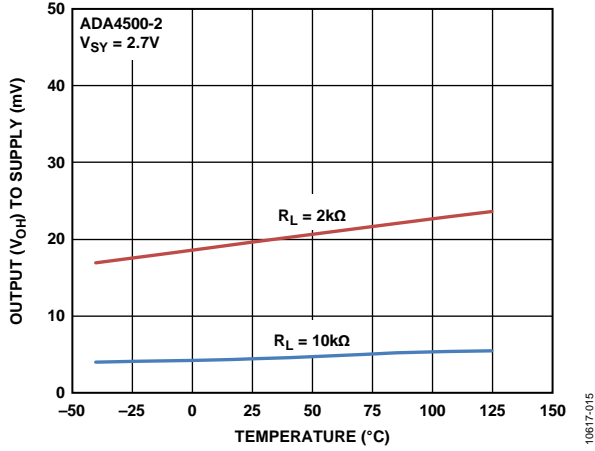


图18. 输出电压( $V_{OH}$ )至供电轨与温度的关系( $V_{SY} = 2.7\text{V}$ )

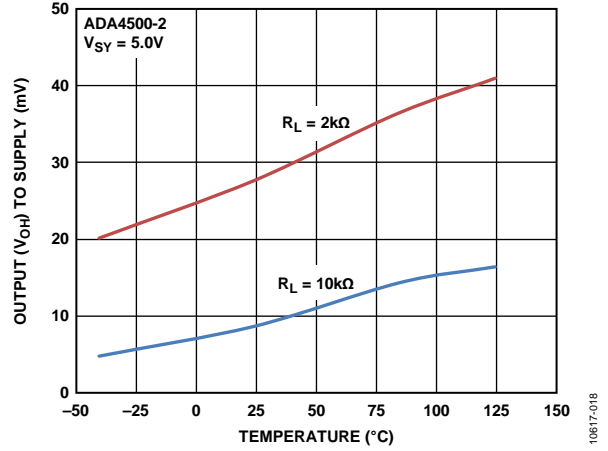


图21. 输出电压( $V_{OH}$ )至供电轨与温度的关系( $V_{SY} = 5.0\text{V}$ )

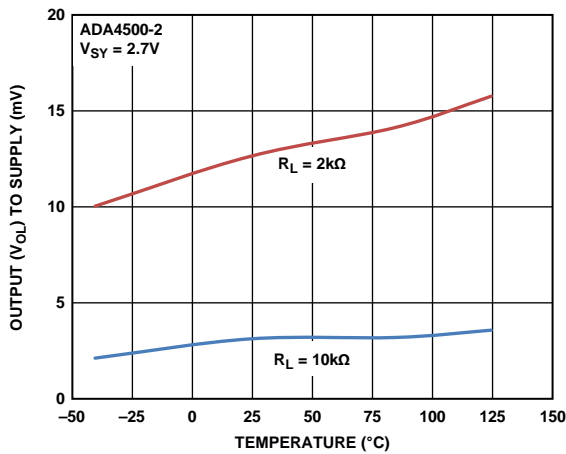


图19. 输出电压( $V_{OL}$ )至供电轨与温度的关系( $V_{SY} = 2.7\text{V}$ )

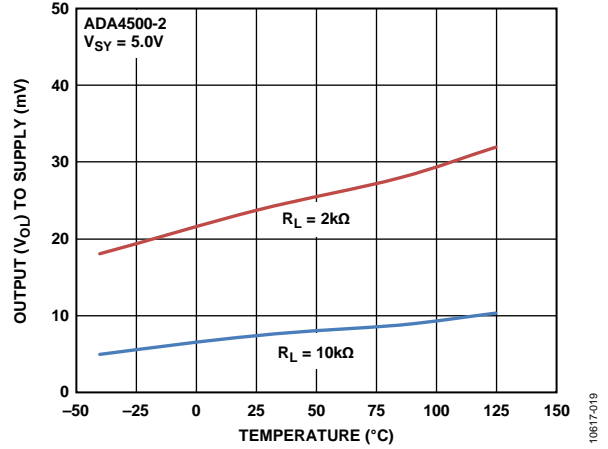


图22. 输出电压( $V_{OL}$ )至供电轨与温度的关系( $V_{SY} = 5.0\text{V}$ )

# ADA4500-2

除非另有说明,  $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

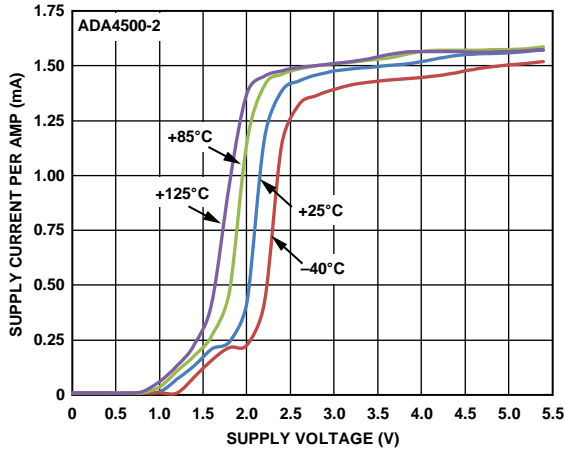


图23. 每个放大器的电源电流与电源电压的关系

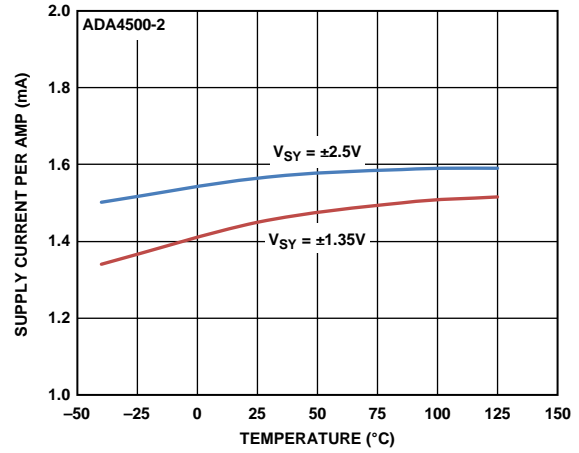


图26. 每个放大器的电源电流与温度的关系

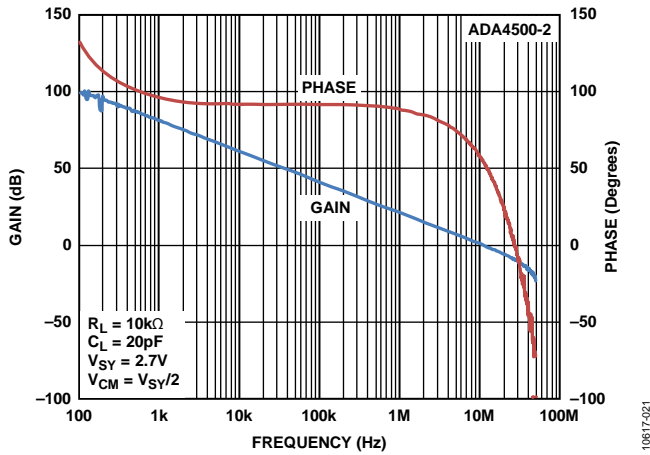


图24. 开环增益和相位与频率的关系( $V_{SY} = 2.7\text{V}$ )

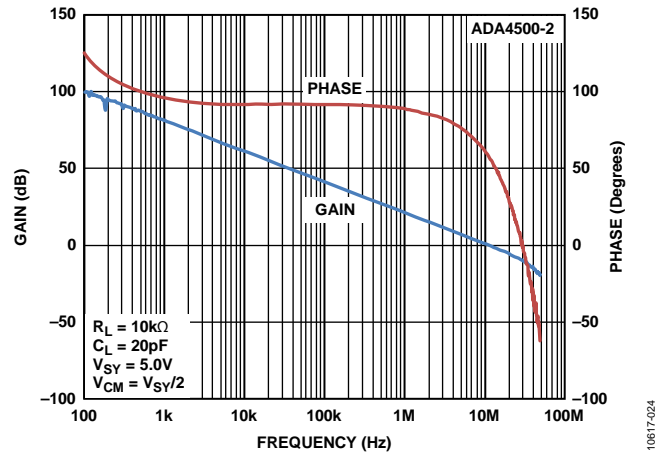


图27. 开环增益和相位与频率的关系( $V_{SY} = 5.0\text{V}$ )

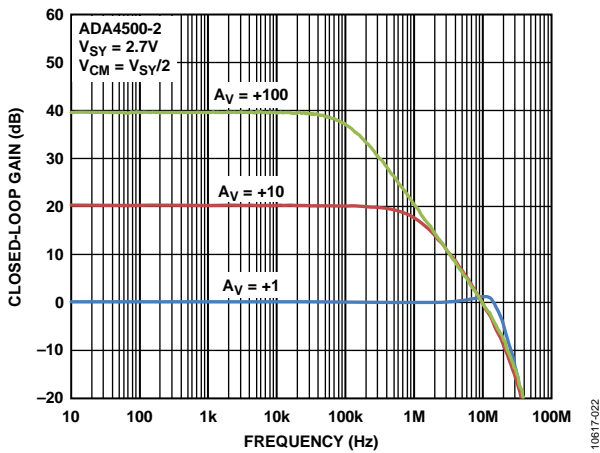


图25. 闭环增益与频率的关系( $V_{SY} = 2.7\text{V}$ )

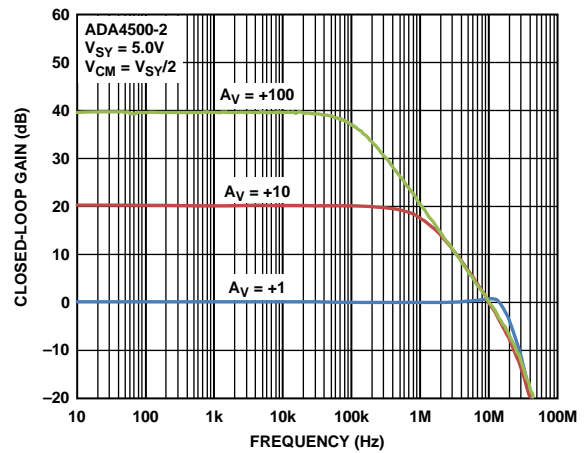


图28. 闭环增益与频率的关系( $V_{SY} = 5.0\text{V}$ )

除非另有说明,  $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

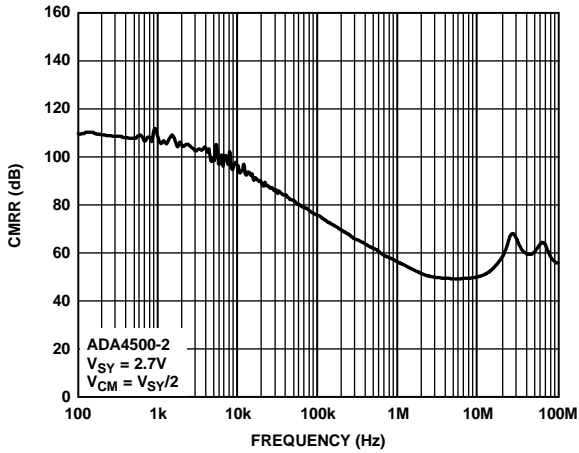


图29. CMRR与频率的关系( $V_{SY} = 2.7\text{V}$ )

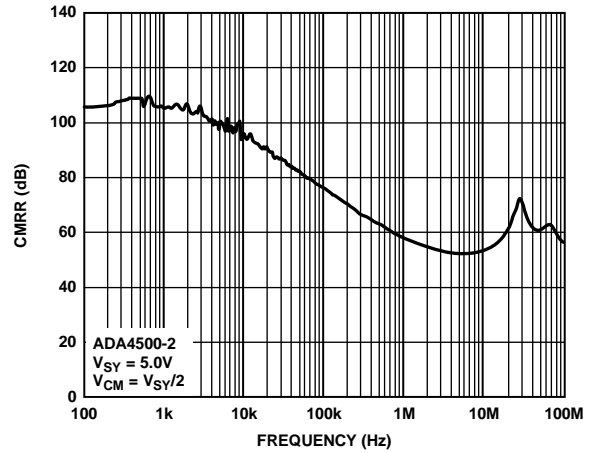


图32. CMRR与频率的关系( $V_{SY} = 5.0\text{V}$ )

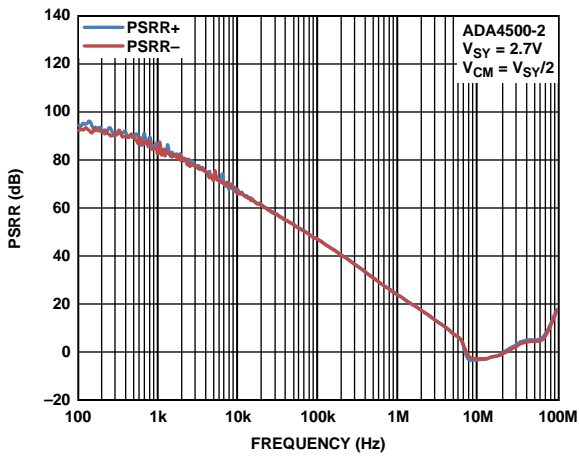


图30. PSRR与频率的关系( $V_{SY} = 2.7\text{V}$ )

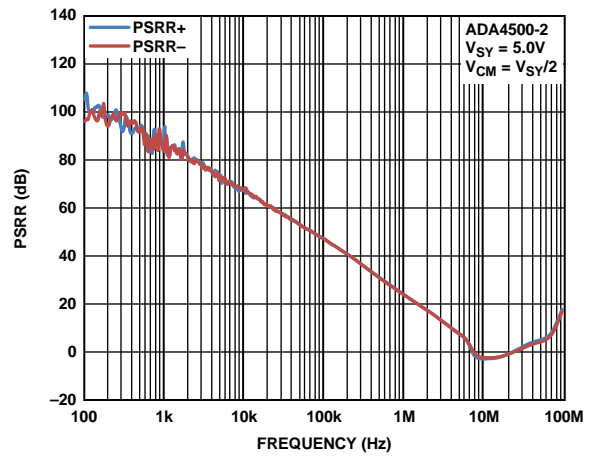


图33. PSRR与频率的关系( $V_{SY} = 5.0\text{V}$ )

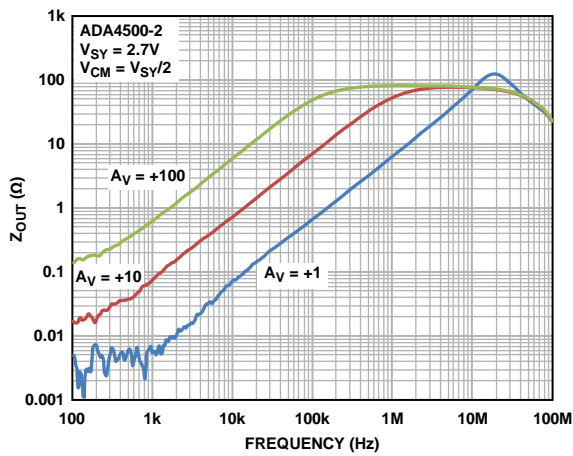


图31. 闭环输出阻抗( $Z_{OUT}$ )与频率的关系( $V_{SY} = 2.7\text{V}$ )

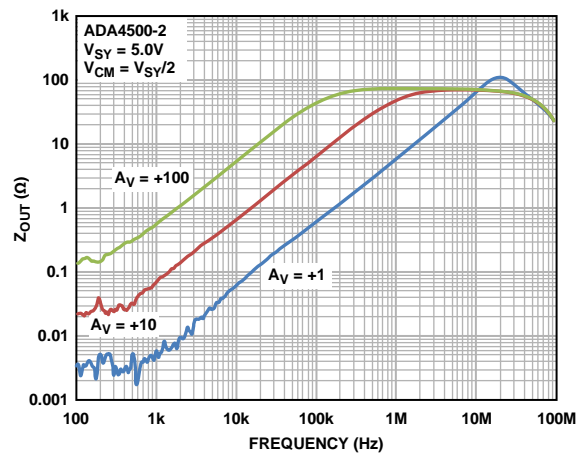


图34. 闭环输出阻抗( $Z_{OUT}$ )与频率的关系( $V_{SY} = 5.0\text{V}$ )

# ADA4500-2

除非另有说明,  $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

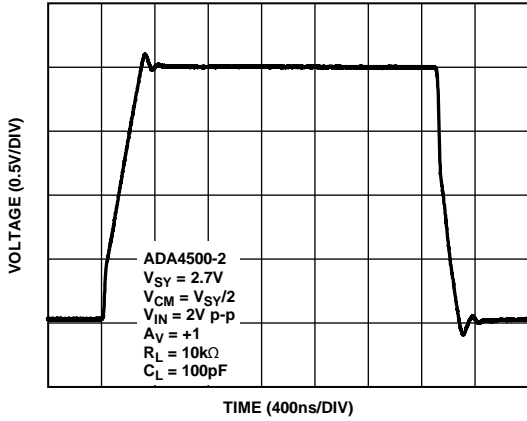


图35. 大信号瞬态响应( $V_{SY} = 2.7\text{ V}$ )

10617-028

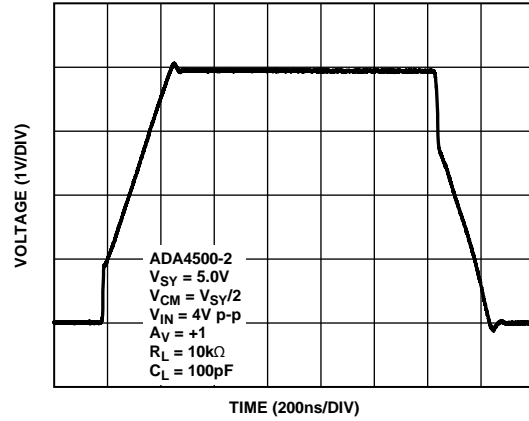


图38. 大信号瞬态响应( $V_{SY} = 5.0\text{ V}$ )

10617-031

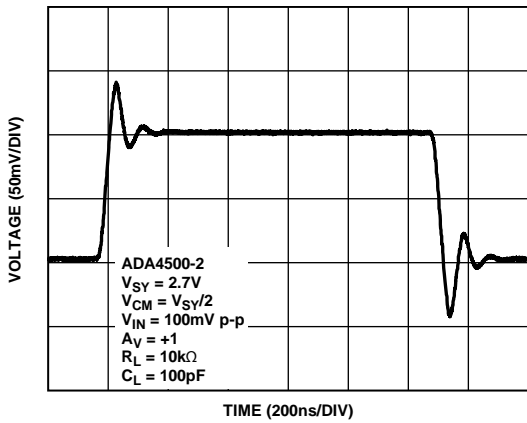


图36. 小信号瞬态响应( $V_{SY} = 2.7\text{ V}$ )

10617-032

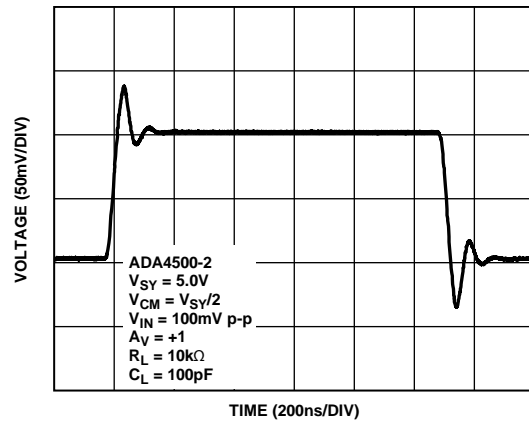


图39. 小信号瞬态响应( $V_{SY} = 5.0\text{ V}$ )

10617-035

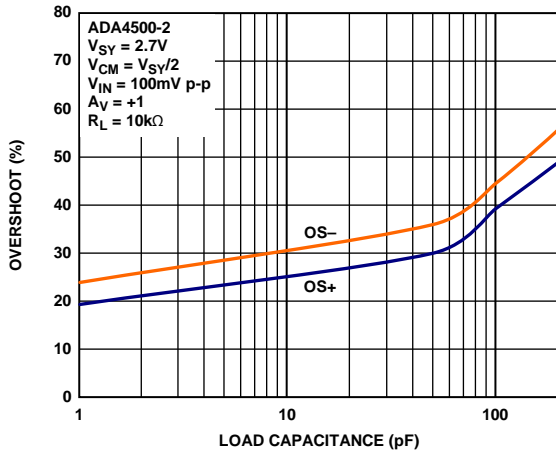


图37. 小信号过冲与负载电容的关系( $V_{SY} = 2.7\text{ V}$ )

10617-033

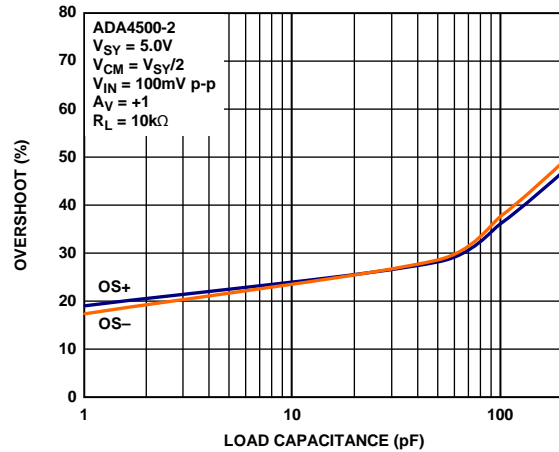


图40. 小信号过冲与负载电容的关系( $V_{SY} = 5.0\text{ V}$ )

10617-036

除非另有说明,  $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

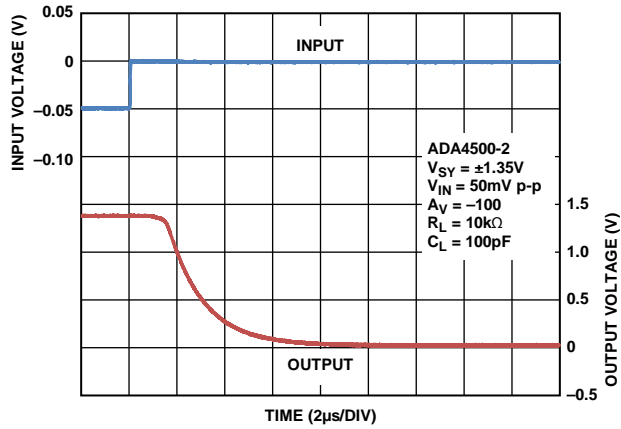


图41. 正过载恢复时间( $V_{SY} = \pm 1.35\text{ V}$ )

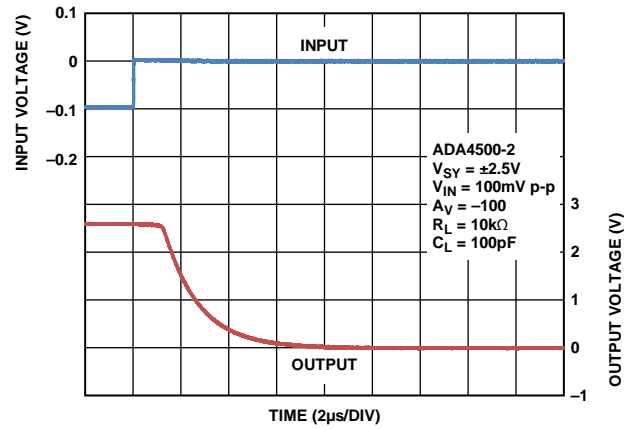


图43. 正过载恢复时间( $V_{SY} = \pm 2.5\text{ V}$ )

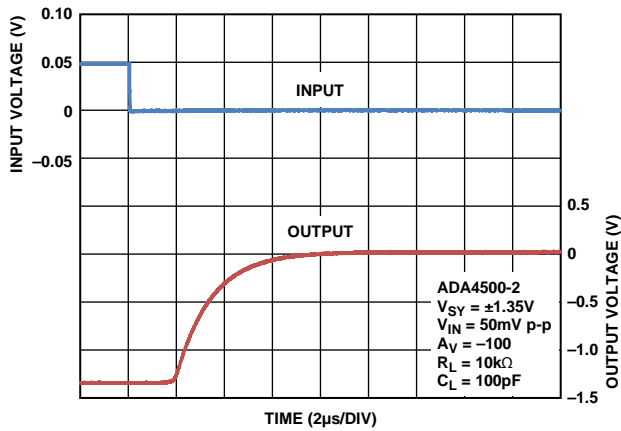


图42. 负过载恢复时间( $V_{SY} = \pm 1.35\text{ V}$ )

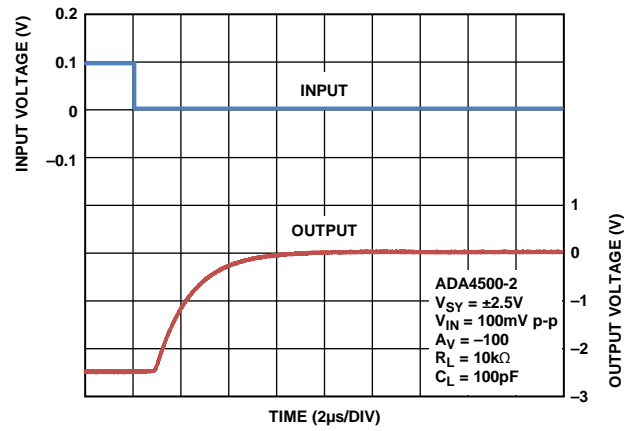


图44. 负过载恢复时间( $V_{SY} = \pm 2.5\text{ V}$ )

# ADA4500-2

除非另有说明,  $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

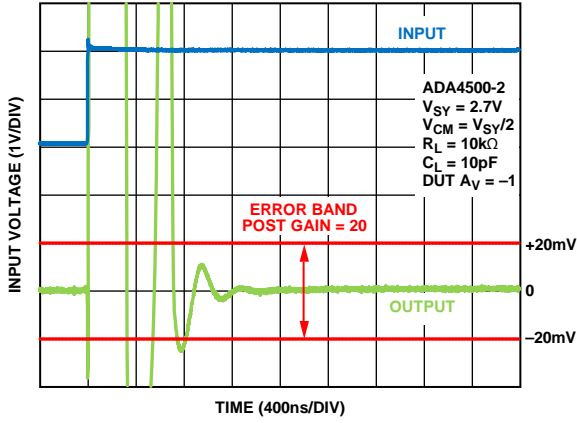


图45. 0.1%正建立时间( $V_{SY} = 2.7\text{V}$ )

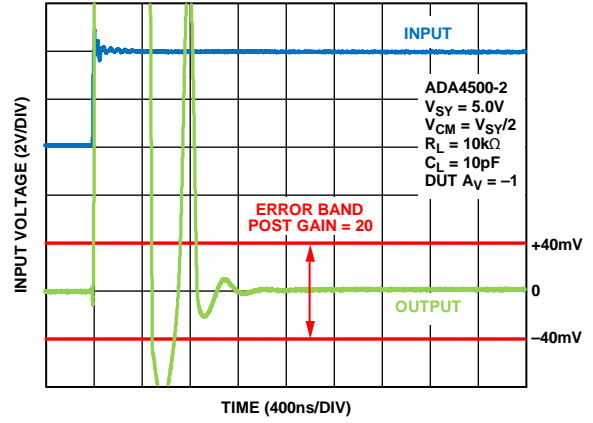


图47. 0.1%正建立时间( $V_{SY} = 5.0\text{V}$ )

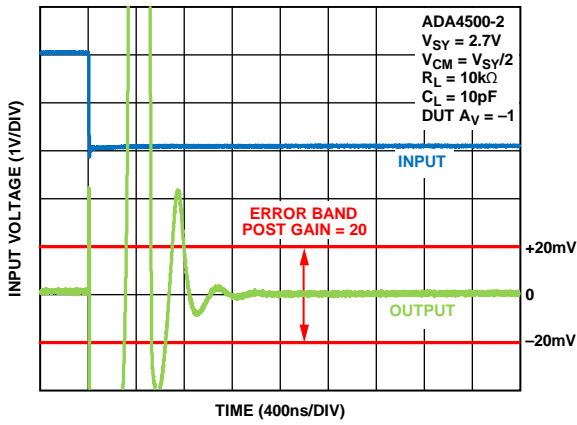


图46. 0.1%负建立时间( $V_{SY} = 2.7\text{V}$ )

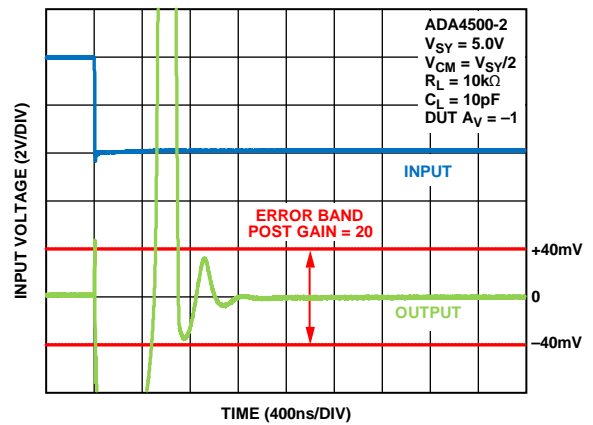


图48. 0.1%负建立时间( $V_{SY} = 5.0\text{V}$ )



除非另有说明,  $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

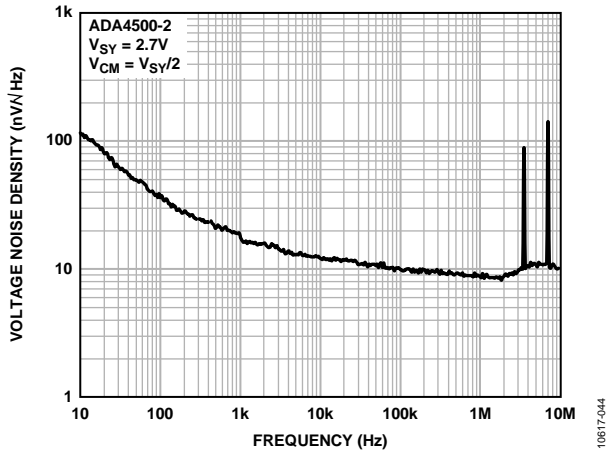


图49. 电压噪声密度与频率的关系( $V_{SY} = 2.7\text{V}$ , 10 Hz至10 MHz)

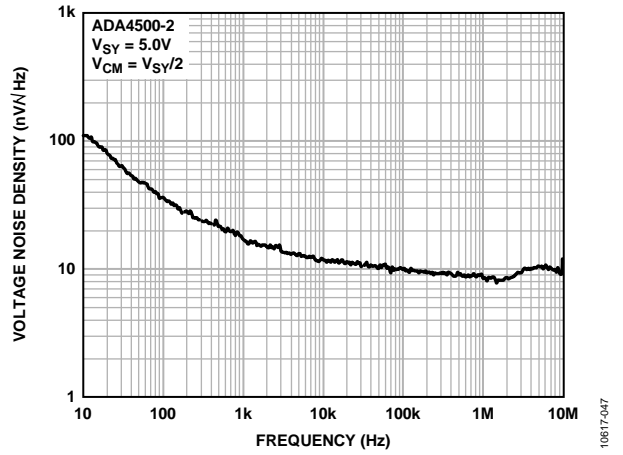


图52. 电压噪声密度与频率的关系( $V_{SY} = 5.0\text{V}$ , 10 Hz至10 MHz)

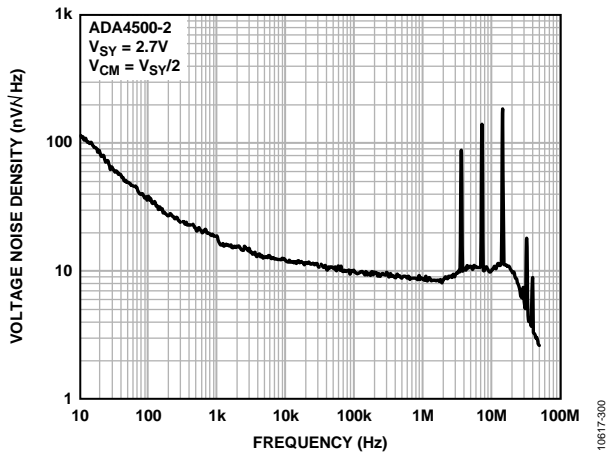


图50. 电压噪声密度与频率的关系( $V_{SY} = 2.7\text{V}$ , 10 Hz至100 MHz)

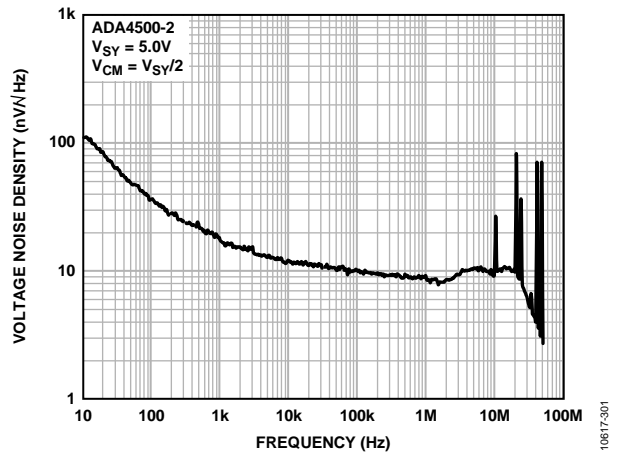


图53. 电压噪声密度与频率的关系( $V_{SY} = 5.0\text{V}$ , 10 Hz至100 MHz)

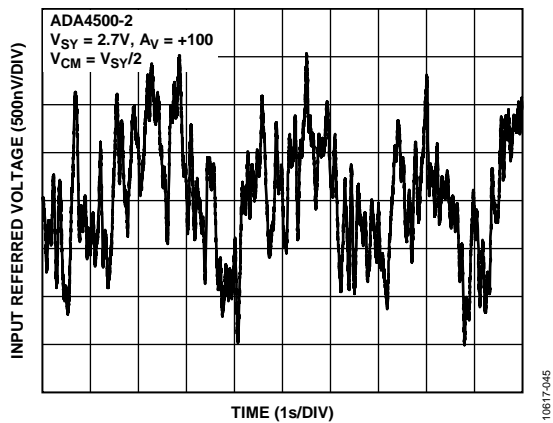


图51. 0.1至10 Hz噪声( $V_{SY} = 2.7\text{V}$ )

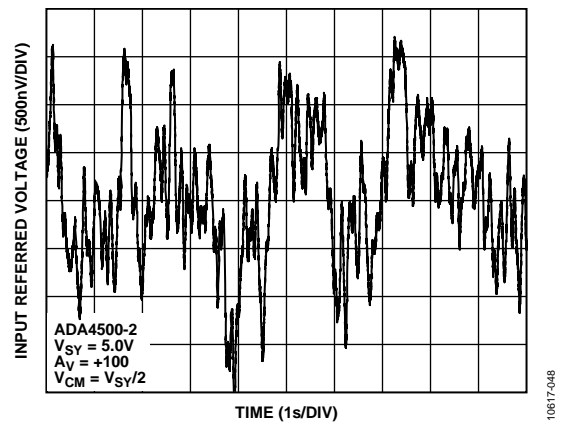


图54. 0.1至10 Hz噪声( $V_{SY} = 5.0\text{V}$ )

# ADA4500-2

除非另有说明,  $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

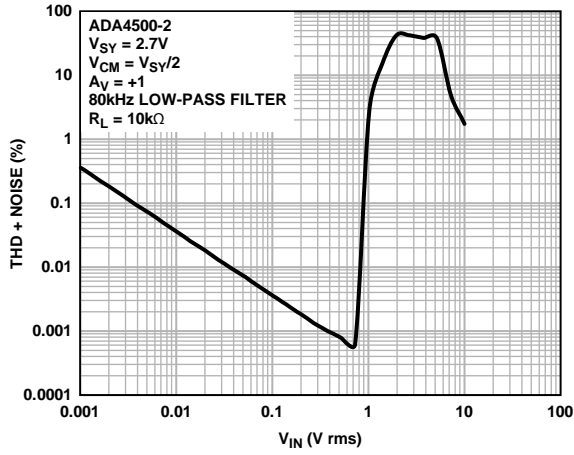


图55. THD + 噪声与幅度的关系( $V_{SY} = 2.7\text{V}$ )

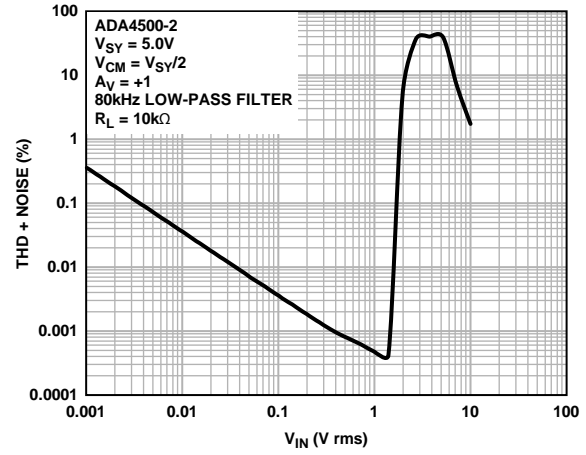


图57. THD + 噪声与幅度的关系( $V_{SY} = 5.0\text{V}$ )

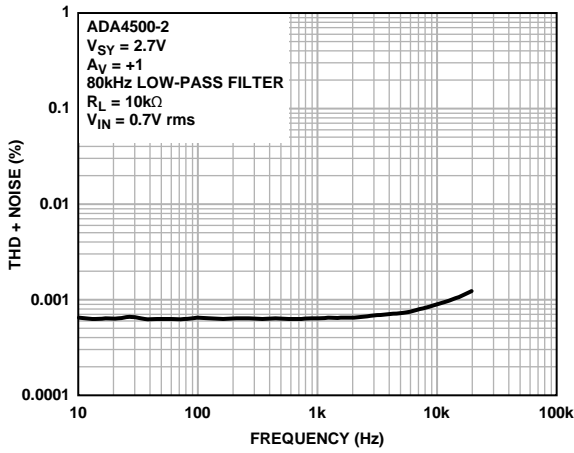


图56. THD + 噪声与频率的关系( $V_{SY} = 2.7\text{V}$ )

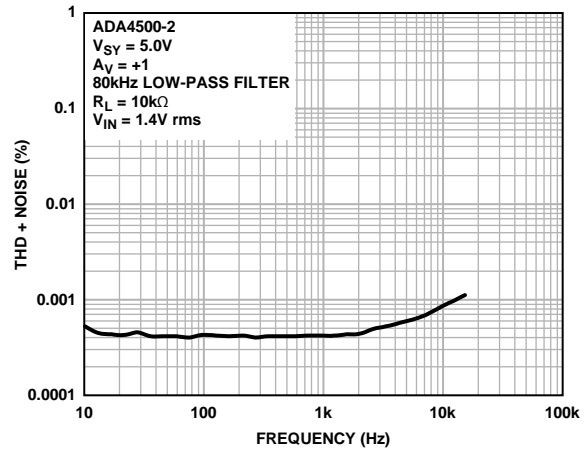


图58. THD + 噪声与频率的关系( $V_{SY} = 5.0\text{V}$ )

## 工作原理

### 轨到轨输出

处理通过运算放大器到达负载的信号时，经常需要使运算放大器的输出摆幅尽可能靠近供电轨电压。例如，当使用运算放大器驱动ADC，并且运算放大器和ADC采用同样的供电电压轨时，运算放大器的驱动必须尽可能靠近V+和V-供电轨，以便ADC中的所有代码均可用。在输出和供电轨之间，非轨到轨的输出可能高达1.5 V的电压，这样就限制了ADC的输入动态范围，降低转换后信号的精度(代码数)。

ADA4500-2可将其输出驱动至供电轨的数毫伏范围内(参见表1和表2中的输出电压高电平和输出电压低电平规格)。轨到轨输出可使输出的动态范围最大化、增加范围和精度，并且还经常能够降低成本、电路板空间和额外增益级的叠加误差。

### 轨到轨输入(RRI)

采用CMOS非轨到轨输入级(即单个差分对)，可将输入电压限制为离开电源线大约一个栅极-源极电压(VGS)。由于正常工作时VGS通常超过1 V，因此单个差分对的输入级运算放大器便极大地限制了可用输入电压范围。这可能极大地限制了低压电源的选用。为解决这一问题，RRI级设计允许输入信号处于电源电压范围内(参见表1和表2中的输入电压范围规格)。就ADA4500-2而言，输入电压高于供电轨200 mV时，器件仍然可以正常工作(参见图7和图10)。

### 零交越失真

典型的轨到轨输入级采用两个差分对(参见图59)。当共模电压位于高端时，一个差分对用于放大输入信号，而另一个差分对则在共模电压位于低端时放大输入信号。这种经典的双差分对拓扑确实存在不足之处。若信号电平从一个关闭的输入级转移到另一个打开的输入级，则会产生明显失真。图60以 $V_{OS}$ (同相输入端与反相输入端之间的电压差)与 $V_{CM}$ (输入电压)的典型关系图表示该失真。

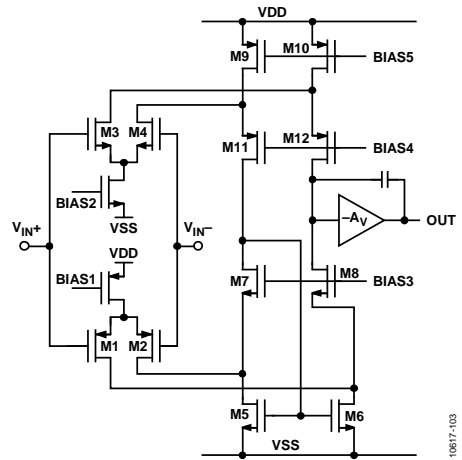


图59. 典型PMOS-NMOS轨到轨输入结构

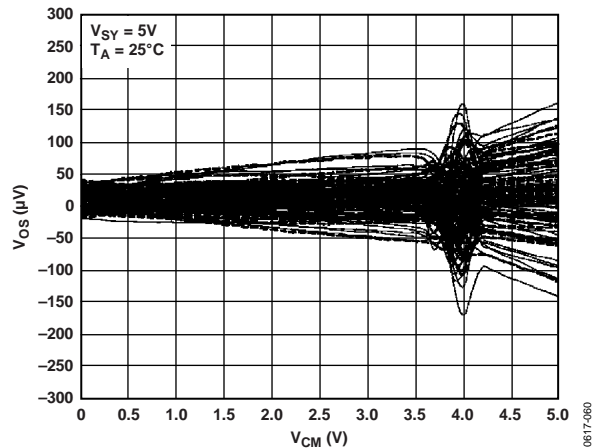


图60. 典型双差分对输入级运算放大器的输入失调电压( $V_{OS}$ )与共模电压( $V_{CM}$ )响应的关系  
(采用5 V电源供电，显示结果大致为100个单位)

该失调误差中的失真迫使设计工程师不得不忍受共模误差的存在或采取不实用的方法避免交越失真区域，从而收窄运算放大器的共模动态范围。

# ADA4500-2

ADA4500-2通过在片内输入结构中集成电荷泵以便对输入差分对供电，解决了交越失真的问题(参见图61)。电荷泵产生的电源电压比外部电源电压更高，可让输入级在无需使用第二个差分对时即可处理宽范围的输入信号电压。有了这个解决方案，输入电压便可从一个电源电压变化到另一个而不产生失真，从而恢复运算放大器的整个共模动态范围。

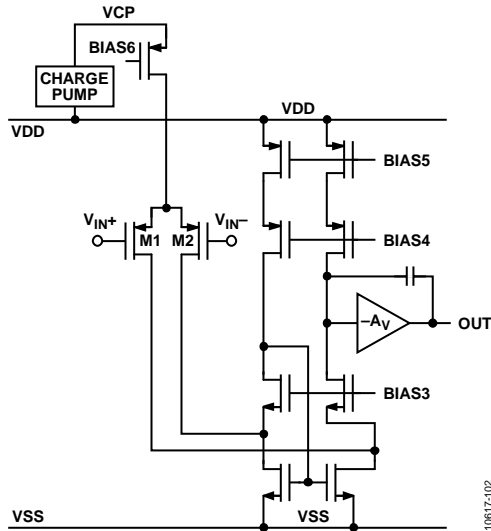


图61. ADA4500-2输入结构

某些电荷泵设计用于开环配置中。该设计的缺点包括：输出具有较大的纹波电压、无输出调节、启动慢、电源电流纹波大。本运算放大器中的电荷泵采用反馈网络，集成可控制时钟驱动器和差分放大器。本拓扑具有以下特性：低纹波电压；面对线路、负载和工艺变化性能稳定的调节后输出；快速的上电启动；以及电源电流纹波更低。<sup>1</sup>电荷泵纹波无法在示波器上显示，但可通过频谱分析仪在高频时观察到。电荷泵时钟速度调节为3.5 MHz(电源电压为2.7 V)至5 MHz( $V_{SY} = 5 V$ )之间。噪声和失真仅受限于输入信号和热噪声或闪烁噪声。

图62表示ADA4500-2消除了交越失真。该解决方案可大幅提升CMRR性能。例如，若输入在5 V供电轨之内从一个供电轨变化到另一个，则使用最小CMRR为70 dB的器件时，折合到输入的误差为1581  $\mu V$ 。ADA4500-2具有最低90 dB的高CMRR(整个工作温度范围内)，采用5 V电源时可将失真降低至误差不超过158  $\mu V$ 。ADA4500-2通过降低不必要的电路复杂性和成本，消除交越失真。

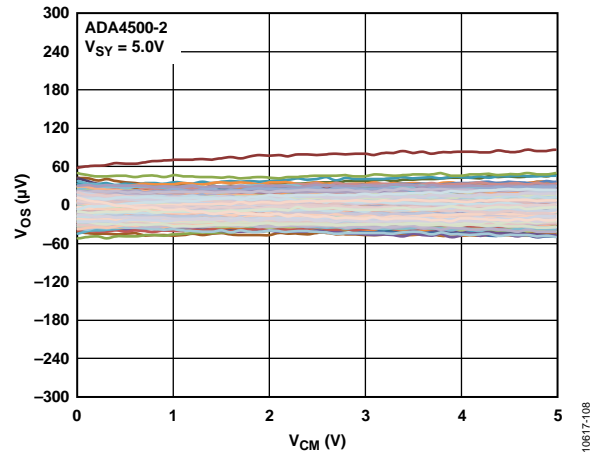


图62. 电荷泵设计消除交越失真

## 过载恢复

当输出驱动至其中一条供电轨时，ADA4500-2处于过载情况下。ADA4500-2可快速从过载中恢复。典型的运算放大器恢复时间为数十微秒。ADA4500-2从过载中恢复的典型时间为1  $\mu V$ ，从过载条件消失开始计时，直到输出再次有效。这在诸如反馈控制系统中非常重要。ADA4500-2的快速过载恢复特性极大地降低了环路延迟并提升了控制环路的响应时间性能(参见图41至图44)。

<sup>1</sup> Oto, D.H.; Dham, V.K.; Gudger, K.H.; Reitsma, M.J.; Gongwer, G.S.; Hu, Y.W.; Olund, J.F.; Jones, H.S.; Nieh, S.T.K.; "High-Voltage Regulation and Process Considerations for High-Density 5 V-Only E<sup>2</sup>PROM's," IEEE Journal of Solid-State Circuits, Vol. SC-18, No.5, pp.532-538, October 1983.

上电电流特性

ADA4500-2上电时具有平滑的电流特性，无电源电流过冲(参见图63)。对系统上电时，不应产生上电电流尖峰(参见图64)。过冲需要设计师使用足够大的电源(如电压调节器)，以便对峰值电流供源，哪怕系统上电后无需更大电源。若有多个放大器产生电流尖峰，则系统进入限流状态，不再上电。有了ADA4500-2的平滑上电特性，这些问题都可避免。

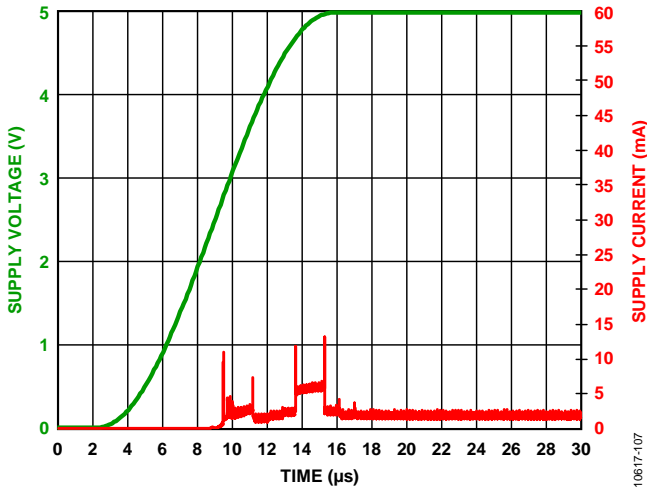


图63.  $I_{SY}$  和  $V_{SY}$  与 ADA4500-2 无尖峰时间的关系

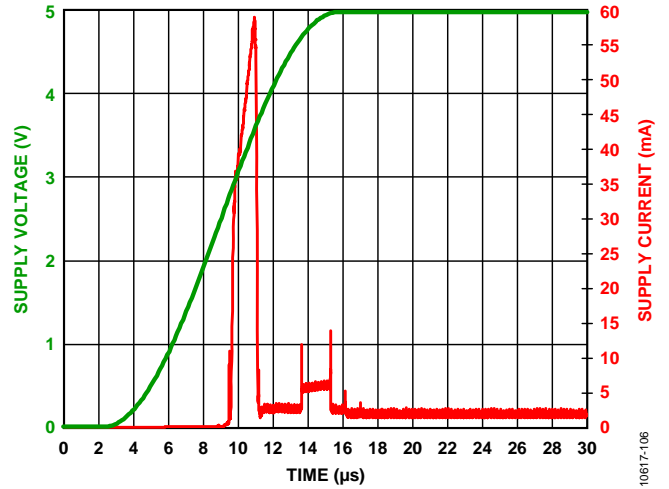


图64.  $I_{SY}$  和  $V_{SY}$  与一个上电尖峰时间的关系

对于频繁开关的系统，上电过冲会消耗过多的电能。由于放大器不断开关，每次上电时大电流尖峰都会消耗电能，增加幅度造成的总功耗开支。举例而言，若电池供电的传感器系统周期性地对传感器和信号路径上电、执行读操作然后关断直到下一次读操作，则ADA4500-2可大幅延长电池寿命，因为每次上电都不会消耗多余的电荷。

## 应用信息

### 电阻和电容传感器电路

图65中的应用能够产生方波输出，其周期与公式1中的 $R_x$ 和 $C_x$ 值成正比。通过固定 $C_x$ 的值并测量输出信号的周期，可确定 $R_x$ 。固定 $R_x$ 便可测量 $C_x$ 。

$$\text{周期} = 4.80 \times R_x \times C_x \quad (1)$$

U1A利用ADA4500-2的高输入阻抗和宽轨到轨输入动态范围优势，测量宽范围电阻( $R_x$ )。

U1B用作比较器，其同相输入摆幅范围为 $(1/12) \times V_{POS}$ 到 $(11/12) \times V_{POS}$ ，输出摆幅为轨到轨。由于电路精度取决于通过放大器的传播时间，U1B的输出过载快速恢复特性使其非常适合该应用。

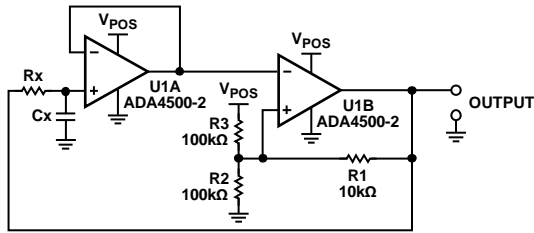


图65. 电阻/电容传感器

### 自适应单端至差分信号转换器

#### 挑战

设计单电源电压系统的信号路径时，最大的挑战是如何表示全范围输入信号(可能具有正、零或负值)。若将零电平包括在输出中，则输出信号必须完全接地，而这是单电源放大器无法实现的。将单端输入信号转换为差分信号(通过单端至差分信号转换电路实现)，可由于正输出等于负输出而实现零电平，而无需将任何放大器接地。

进行单端至差分信号转换还可带来其他好处，例如使信号幅度翻倍以具有更佳的信噪比、抑制共模噪声以及驱动高精度差分ADC的输入。

该电路除了将信号转换为差分，还必须将其输出的共模直流电平设为可提供负载端交流信号最大摆幅的电平值(类似ADC的输入)。

设计单电源单端至差分信号转换器电路时经常遇到的三大挑战：

- 电源限制为单电源电压时，输入电路的信号电平通常仅限于使用从地到电源电压( $V_{SY}$ )的电平。输入动态范围的这种限制性可能要求在信号到达单端至差分信号转换器之前，首先对源信号进行衰减和/或电平转换。这会导致信噪比(SNR)降低，并引起更多误差。
- 交流信号施加于输入信号的直流部分，而系统工作时该直流部分通常无法知晓。例如，若来自各种信号源的多个输入信号复用于单端至差分信号转换器电路，则每一个输入信号都可能有不同的直流电平。适应多个直流输入电平意味着系统的设计必须牺牲输入端交流部分的最大允许峰值电压性能，以使电轨不被削波。
- 系统处理器不知道初始信号的直流电平值，因此无法做出相应调整。

#### 解决方案

采用如图66所示的自适应单端至差分转换器，便可解决这些挑战。该电路采用2.7 V至5.5 V的单电源供电，可自动调整输出端的直流共模电压至所需水平，并提供测量输入信号端直流元件的能力。此电路使用两个电压源：正电源供电轨( $V_{SY}$ )和基准电压( $V_{REF}$ )。U1A缓冲输入信号，而U1B集成该信号并将集成式(直流)电压送回U1A，以便将 $V_{REF}$ 上的输出信号置为中间电平。电阻R10和R11设置为等于电阻R8和R9的阻抗，以使交流响应相匹配并平衡偏置电流的效果。

输入频率范围为10 Hz至1 MHz。输入信号的峰峰值幅度可达 $V_{SY} - 100 \text{ mV}$ 。输入信号的直流共模电压( $V_{CM}$ )可高达 $+1.5 V_{SY}$ 和 $-0.5 V_{SY}$ ；因此，+5 V电源供电的系统可使用高达+7.5 V和低至-2.5 V的共模电压(信号幅度为5 V p-p)。宽范围 $V_{CM}$ (地电平以上和以下)以及像电源这样大的信号幅度使其不再需要降低输入信号的幅度或牺牲SNR性能。测量信号的交流和直流部分时，信号路径上不应有电容。图66表示单端至差分信号转换器电路的电压范围示例。

本电路除了将交流信号从单端转为差分，还可分隔输入信号的交流和直流部分，并自动将输出信号的共模直流电平调节到与 $V_{REF}$ 电压相一致。如此，输出信号就变成了输入信号的差分版，其共模电压设置为最优数值(例如ADC的 $\frac{1}{2}$ 满量程输入范围)。信号的同相交流部分输出至OUTP，反相交流信号输出至OUTN。差分输出信号(OUTP至OUTN)施加在REF上并置为中间电平。该设计中，R3和R4将REF设为 $\frac{1}{2}V_{POS}$ 以便具有最大的信号峰峰值摆幅；但亦可不使用这些电阻，且REF输入可采用外部源驱动，例如基准电压源或模数转换器(DAC)的输出。

使用施加在REF上的电压以及反馈(FB)输出上的测量电压，通过公式2即可计算出输入信号的直流共模部分电压( $V_{DC}$ )。由于系统中输入信号的 $V_{CM}$ 已知，因此它可对诸如共模电压太靠近供电轨等这类情况作出响应。

$$V_{DC} = (2 \times FB) - (REF) \quad (2)$$

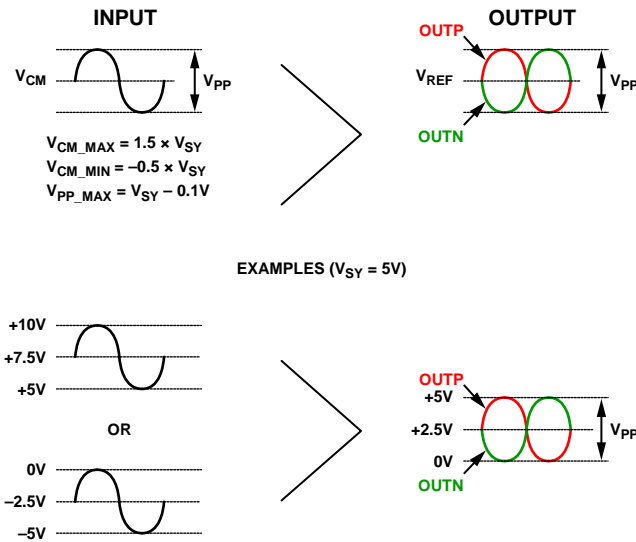
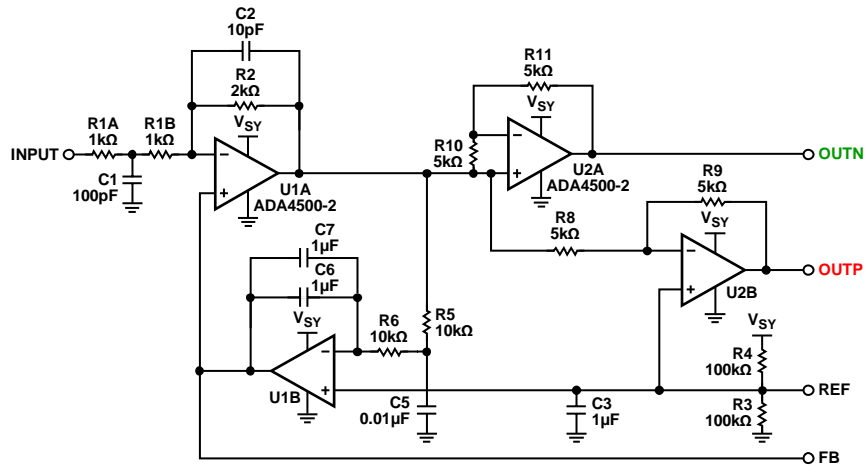
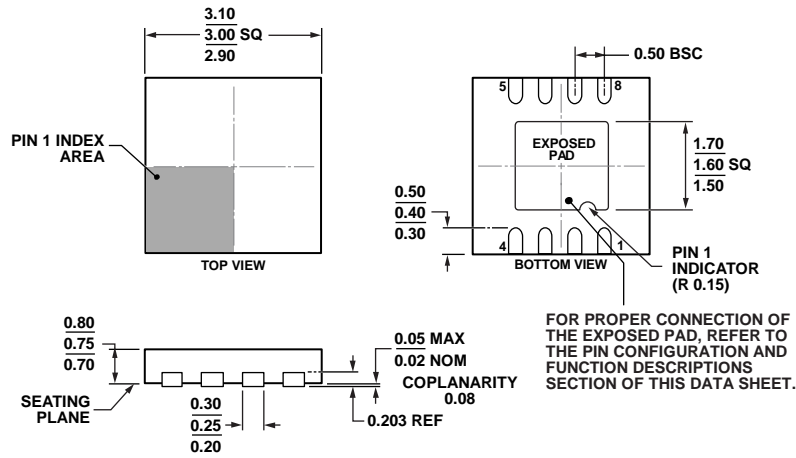


图66. 单端至差分转换电路分隔信号交流和直流部分

10617-105

# ADA4500-2

## 外形尺寸



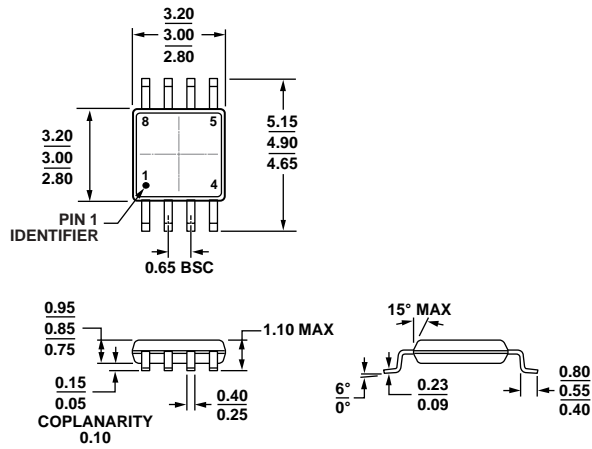
COMPLIANT TO JEDEC STANDARDS MO-229-WEED

图67. 8引脚引脚架构芯片级封装[LFCSP\_WD]

3 mm 3 mm 超薄体, 双列引脚

(CP-8-12)

图示尺寸单位: mm



COMPLIANT TO JEDEC STANDARDS MO-187-AA

图68. 8引脚超小型封装[MSOP] (RM-8)

图示尺寸单位: mm

## 订购指南

型号 <sup>1</sup>	温度	封装描述	封装选项	标识
ADA4500-2ACPZ-R7	-40°C至+125°C	8引脚引脚架构芯片级封装[LFCSP_WD]	CP-8-12	A2Z
ADA4500-2ACPZ-RL	-40°C至+125°C	8引脚引脚架构芯片级封装[LFCSP_WD]	CP-8-12	A2Z
ADA4500-2ARMZ	-40°C至+125°C	8引脚超小型封装[MSOP]	RM-8	A2Z
ADA4500-2ARMZ-R7	-40°C至+125°C	8引脚超小型封装[MSOP]	RM-8	A2Z
ADA4500-2ARMZ-RL	-40°C至+125°C	8引脚超小型封装[MSOP]	RM-8	A2Z

<sup>1</sup> Z = 符合RoHS标准的器件。