

## AD8546/AD8548

### 特性

- 高压(18 V)低功耗: 22  $\mu$ A(最大值)
- 低输入偏置电流: 20 pA(最大值)
- 增益带宽积: 240 kHz( $A_v=100$ , 典型值)
- 单位增益交越: 240 kHz
- 3 dB闭环带宽: 310 kHz
- 压摆率: 80 V/ms
- 大信号电压增益: 110 dB(最小值)
- 单电源供电: 2.7 V至18 V
- 双电源供电:  $\pm 1.35$  V至 $\pm 9$  V
- 单位增益稳定
- 出色的抗电磁干扰能力

### 应用

- 便携式医疗设备
- 远程传感器
- 跨导放大器
- 电流监控器
- 4 mA至20 mA环路驱动器
- 缓冲/电平转换

### 概述

AD8546和AD8548分别为双通道和四通道、低功耗、高输入阻抗放大器, 针对低功耗和宽工作电源电压范围应用进行了优化。

AD8546/AD8548的轨到轨输入/输出(RRIO)功能提供更高的动态范围, 可驱动低频数据转换器, 非常适合无线/远程传感器/发射器中的传感器前端或高阻抗输入源的直流增益和缓冲处理。AD8546/AD8548还具有较高的抗电磁干扰能力。

AD8546/AD8548采用2.7 V至18 V单电源或 $\pm 1.35$  V至 $\pm 9$  V双电源供电, 工作电压范围非常宽, 电源电流则非常低(22  $\mu$ A), 适合各种电池供电的便携式应用, 如ECG、脉冲监控器、血糖仪、烟火探测器、振动监测仪和备用电池传感器等。

AD8546/AD8548的额定温度范围为 $-40^{\circ}\text{C}$ 至 $+125^{\circ}\text{C}$ 扩展工业温度范围。AD8546采用8引脚MSOP封装; AD8548采用14引脚SOIC\_N封装。

### 引脚配置



图1. AD8546(8引脚MSOP封装)

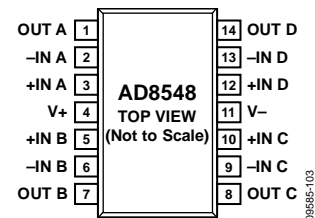


图2. AD8548(14引脚SOIC\_N封装)

表1. 低功耗运算放大器(典型值小于250  $\mu$ A)<sup>1</sup>

放大器	电源电压		
	5 V	12 V至18 V	36 V
单通道	AD8500 AD8505 AD8541 AD8603 ADA4505-1	AD8663	
双通道	AD8502 AD8506 AD8542 AD8607 ADA4505-2	AD8546 AD8657 AD8667 OP281	ADA4062-2 ADA4096-2
四通道	AD8504 AD8508 AD8544 AD8609 ADA4505-4	AD8548 AD8669 OP481 AD8659	ADA4062-4 ADA4096-4

<sup>1</sup> 欲了解最新的低功耗运算放大器, 请访问[www.analog.com](http://www.analog.com)。

Rev. C

### 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 ©2011–2012 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
应用.....	1
引脚配置.....	1
概述.....	1
修订历史.....	2
技术规格.....	3
电气特性—18 V电源.....	3
电气特性—10 V电源.....	4
电气特性—2.7 V电源.....	5
绝对最大额定值.....	6
热阻.....	6
ESD警告.....	6

## 修订历史

### 2012年9月—修订版B至修订版C

更改“特性”部分、“概述”部分和表1.....	1
更改表2.....	3
更改表3.....	4
更改表4.....	5
增加“EMI抑制比”部分.....	20

### 2012年4月—修订版A至修订版B

增加AD8548和14引脚SOIC.....	通篇
更改产品标题、“特性”部分、“概述”部分和表1.....	1
增加图2；重新排序.....	1
移动“电气特性—18 V电源”部分.....	3
更改表2.....	3
更改表3.....	4
移动“电气特性—2.7 V电源”部分.....	5

典型性能参数.....	7
应用信息.....	17
输入级.....	17
输出级.....	18
轨到轨输入和输出.....	18
阻性负载.....	18
比较器操作.....	19
EMI抑制比.....	20
4 mA至20 mA过程控制电流环路发送器.....	20
外形尺寸.....	21
订购指南.....	21

更改表4.....	5
更改表6.....	6
更改图4、图5、图7和图8.....	7
删除图8和图11.....	8
更改图9、图10、图12和图13.....	8
更改图22和图25.....	10
更改图33.....	12
更改图63和图64.....	18
更新外形尺寸.....	21
增加图72.....	21
更改订购指南.....	21

### 2011年4月—修订版0至修订版A

更改产品标题、“特性”部分、“应用”部分、“概述”部分和表1.....	1
-------------------------------------	---

### 2011年1月—修订版0：初始版

## 技术规格

### 电气特性—18 V电源

除非另有说明， $V_{SY} = 18\text{ V}$ ， $V_{CM} = V_{SY}/2$ ， $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

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	$V_{OS}$	$V_{CM} = 0\text{ V至}18\text{ V}$ $V_{CM} = 0.3\text{ V至}17.7\text{ V}; -40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ $V_{CM} = 0\text{ V至}18\text{ V}; -40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$			3 7 12	mV mV mV
失调电压漂移	$\Delta V_{OS}/\Delta T$			3		$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
输入偏置电流	$I_B$	$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$		5	20	pA
输入失调电流	$I_{OS}$	$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$			2.6 40	nA pA
输入电压范围	IVR		0		18	V
共模抑制比	CMRR	$V_{CM} = 0\text{ V至}18\text{ V}$ $V_{CM} = 0.3\text{ V至}17.7\text{ V}; -40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ $V_{CM} = 0\text{ V至}18\text{ V}; -40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	74	95		dB dB dB
大信号电压增益	$A_{VO}$	$R_L = 100\text{ k}\Omega; V_O = 0.5\text{ V至}17.5\text{ V}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	110	125		dB dB
输入电阻	$R_{IN}$			10		G $\Omega$
输入电容						
差分模式	$C_{INDM}$			11		pF
共模	$C_{INCM}$			3.5		pF
输出特性						
高输出电压	$V_{OH}$	$R_L = 100\text{ k}\Omega\text{至}V_{CM}; -40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	17.97			V
低输出电压	$V_{OL}$	$R_L = 100\text{ k}\Omega\text{至}V_{CM}; -40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$			30	mV
短路电流	$I_{SC}$			$\pm 12$		mA
闭环输出阻抗	$Z_{OUT}$	$f = 1\text{ kHz}; A_V = +1$		15		$\Omega$
电源						
电源抑制比	PSRR	$V_{SY} = 2.7\text{ V至}18\text{ V}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	95	115		dB dB
电源电流(每个放大器)	$I_{SY}$	$I_O = 0\text{ mA}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$		18	22 33	$\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$
动态性能						
压摆率	SR	$R_L = 1\text{ M}\Omega; C_L = 10\text{ pF}; A_V = +1$		80		V/ms
0.1%建立时间	$t_s$	$V_{IN} = 1\text{ V step}; R_L = 100\text{ k}\Omega; C_L = 10\text{ pF}$		15		$\mu\text{s}$
单位增益交越	UGC	$V_{IN} = 10\text{ mV p-p}; R_L = 1\text{ M}\Omega; C_L = 10\text{ pF}; A_V = +1$		240		kHz
相位裕量	$\Phi_M$	$V_{IN} = 10\text{ mV p-p}; R_L = 1\text{ M}\Omega; C_L = 10\text{ pF}; A_V = +1$		60		度
增益带宽积	GBP	$V_{IN} = 10\text{ mV p-p}; R_L = 1\text{ M}\Omega; C_L = 10\text{ pF}; A_V = +100$		240		kHz
-3 dB闭环带宽	$f_{-3\text{dB}}$	$V_{IN} = 10\text{ mV p-p}; R_L = 1\text{ M}\Omega; C_L = 10\text{ pF}; A_V = +1$		310		kHz
通道隔离	CS	$f = 10\text{ kHz}; R_L = 1\text{ M}\Omega$		105		dB
+INx的EMI抑制比	EMIRR	$V_{IN} = 100\text{ mV p-p}; f = 400\text{ MHz}, 900\text{ MHz}, 1800\text{ MHz}, 2400\text{ MHz}$		90		dB
噪声性能						
电压噪声	$e_n\text{ p-p}$	$f = 0.1\text{ Hz至}10\text{ Hz}$		5		$\mu\text{V p-p}$
电压噪声密度	$e_n$	$f = 1\text{ kHz}$ $f = 10\text{ kHz}$		50 45		$\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ $\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
电流噪声密度	$i_n$	$f = 1\text{ kHz}$		0.1		$\text{pA}/\sqrt{\text{Hz}}$

# AD8546/AD8548

## 电气特性—10 V电源

除非另有说明,  $V_{SY} = 10\text{ V}$ ,  $V_{CM} = V_{SY}/2$ ,  $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

表3.

参数	符号	测试条件/注释	最小值	典型值	最大值	单位
输入特性						
失调电压	$V_{OS}$	$V_{CM} = 0\text{ V至}10\text{ V}$ $V_{CM} = 0.3\text{ V至}9.7\text{ V}; -40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ $V_{CM} = 0\text{ V至}10\text{ V}; -40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$			3 8 12	mV mV mV
失调电压漂移	$\Delta V_{OS}/\Delta T$		3			$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
输入偏置电流	$I_B$	$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	2		15	pA
输入失调电流	$I_{OS}$	$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$			2.6 30 5.2	nA pA nA
输入电压范围	IVR		0		10	V
共模抑制比	CMRR	$V_{CM} = 0\text{ V至}10\text{ V}$ $V_{CM} = 0.3\text{ V至}9.7\text{ V}; -40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ $V_{CM} = 0\text{ V至}10\text{ V}; -40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	70 62 60	88		dB dB dB
大信号电压增益	$A_{VO}$	$R_L = 100\text{ k}\Omega; V_O = 0.5\text{ V至}9.5\text{ V}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	105 100	120		dB dB
输入电阻	$R_{IN}$			10		G $\Omega$
输入电容						
差分模式	$C_{INDM}$			11		pF
共模	$C_{INCM}$			3.5		pF
输出特性						
高输出电压	$V_{OH}$	$R_L = 100\text{ k}\Omega\text{至}V_{CM}; -40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	9.98			V
低输出电压	$V_{OL}$	$R_L = 100\text{ k}\Omega\text{至}V_{CM}; -40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$			20	mV
短路电流	$I_{SC}$			$\pm 11$		mA
闭环输出阻抗	$Z_{OUT}$	$f = 1\text{ kHz}; A_V = +1$		15		$\Omega$
电源						
电源抑制比	PSRR	$V_{SY} = 2.7\text{ V至}18\text{ V}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	95 90	115		dB dB
电源电流(每个放大器)	$I_{SY}$	$I_O = 0\text{ mA}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$		18	22 33	$\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$
动态性能						
压摆率	SR	$R_L = 1\text{ M}\Omega; C_L = 10\text{ pF}; A_V = +1$		75		V/ms
0.1%建立时间	$t_s$	$V_{IN} = 1\text{ V step}; R_L = 100\text{ k}\Omega; C_L = 10\text{ pF}$		15		$\mu\text{s}$
单位增益交越	UGC	$V_{IN} = 10\text{ mV p-p}; R_L = 1\text{ M}\Omega; C_L = 10\text{ pF}; A_V = +1$		235		kHz
相位裕量	$\Phi_M$	$V_{IN} = 10\text{ mV p-p}; R_L = 1\text{ M}\Omega; C_L = 10\text{ pF}; A_V = +1$		60		度
增益带宽积	GBP	$V_{IN} = 10\text{ mV p-p}; R_L = 1\text{ M}\Omega; C_L = 10\text{ pF}; A_V = +100$		235		kHz
-3 dB闭环带宽	$f_{-3\text{dB}}$	$V_{IN} = 10\text{ mV p-p}; R_L = 1\text{ M}\Omega; C_L = 10\text{ pF}; A_V = +1$		300		kHz
通道隔离	CS	$f = 10\text{ kHz}; R_L = 1\text{ M}\Omega$		105		dB
+INx的EMI抑制比	EMIRR	$V_{IN} = 100\text{ mV p-p}; f = 400\text{ MHz}, 900\text{ MHz}, 1800\text{ MHz}, 2400\text{ MHz}$		90		dB
噪声性能						
电压噪声	$e_n\text{ p-p}$	$f = 0.1\text{ Hz至}10\text{ Hz}$		5		$\mu\text{V p-p}$
电压噪声密度	$e_n$	$f = 1\text{ kHz}$ $f = 10\text{ kHz}$		50 45		nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
电流噪声密度	$i_n$	$f = 1\text{ kHz}$		0.1		pA/ $\sqrt{\text{Hz}}$

## 电气特性—2.7 V电源

除非另有说明,  $V_{SY} = 2.7\text{ V}$ ,  $V_{CM} = V_{SY}/2$ ,  $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

表4.

参数	符号	测试条件/注释	最小值	典型值	最大值	单位
输入特性						
失调电压	$V_{OS}$	$V_{CM} = 0\text{ V至}2.7\text{ V}$ $V_{CM} = 0.3\text{ V至}2.4\text{ V}; -40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ $V_{CM} = 0\text{ V至}2.7\text{ V}; -40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$			3 4 12	mV mV mV
失调电压漂移	$\Delta V_{OS}/\Delta T$			3		$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
输入偏置电流	$I_B$	$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$		1	10	pA
输入失调电流	$I_{OS}$	$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$			2.6 20	nA pA
输入电压范围	IVR		0		2.7	V
共模抑制比	CMRR	$V_{CM} = 0\text{ V至}2.7\text{ V}$ $V_{CM} = 0.3\text{ V至}2.4\text{ V}; -40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ $V_{CM} = 0\text{ V至}2.7\text{ V}; -40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	60	75		dB dB dB
大信号电压增益	$A_{VO}$	$R_L = 100\text{ k}\Omega; V_O = 0.5\text{ V至}2.2\text{ V}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$		97	115	dB dB
输入电阻	$R_{IN}$				10	G $\Omega$
输入电容						
差分模式	$C_{INDM}$				11	pF
共模	$C_{INCM}$				3.5	pF
输出特性						
高输出电压	$V_{OH}$	$R_L = 100\text{ k}\Omega$ 至 $V_{CM}$ ; $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	2.69			V
低输出电压	$V_{OL}$	$R_L = 100\text{ k}\Omega$ 至 $V_{CM}$ ; $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$			10	mV
短路电流	$I_{SC}$			$\pm 4$		mA
闭环输出阻抗	$Z_{OUT}$	$f = 1\text{ kHz}; A_V = +1$			20	$\Omega$
电源						
电源抑制比	PSRR	$V_{SY} = 2.7\text{ V至}18\text{ V}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	95	115		dB dB
电源电流(每个放大器)	$I_{SY}$	$I_O = 0\text{ mA}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$		18	22 33	$\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$
动态性能						
压摆率	SR	$R_L = 1\text{ M}\Omega; C_L = 10\text{ pF}; A_V = +1$			50	V/ms
0.1%建立时间	$t_s$	$V_{IN} = 1\text{ V step}; R_L = 100\text{ k}\Omega; C_L = 10\text{ pF}$			20	$\mu\text{s}$
单位增益交越	UGC	$V_{IN} = 10\text{ mV p-p}; R_L = 1\text{ M}\Omega; C_L = 10\text{ pF}; A_V = +1$			190	kHz
相位裕量	$\Phi_M$	$V_{IN} = 10\text{ mV p-p}; R_L = 1\text{ M}\Omega; C_L = 10\text{ pF}; A_V = +1$			60	度
增益带宽积	GBP	$V_{IN} = 10\text{ mV p-p}; R_L = 1\text{ M}\Omega; C_L = 10\text{ pF}; A_V = +100$			200	kHz
-3 dB闭环带宽	$f_{-3\text{ dB}}$	$V_{IN} = 10\text{ mV p-p}; R_L = 1\text{ M}\Omega; C_L = 10\text{ pF}; A_V = +1$			250	kHz
通道隔离	CS	$f = 10\text{ kHz}; R_L = 1\text{ M}\Omega$			105	dB
+INx的EMI抑制比	EMIRR	$V_{IN} = 100\text{ mV p-p}; f = 400\text{ MHz}, 900\text{ MHz}, 1800\text{ MHz}, 2400\text{ MHz}$			90	dB
噪声性能						
电压噪声	$e_n$ p-p	$f = 0.1\text{ Hz至}10\text{ Hz}$			6	$\mu\text{V p-p}$
电压噪声密度	$e_n$	$f = 1\text{ kHz}$ $f = 10\text{ kHz}$			60 56	$\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ $\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
电流噪声密度	$i_n$	$f = 1\text{ kHz}$			0.1	$\text{pA}/\sqrt{\text{Hz}}$

## 绝对最大额定值

表5.

参数	额定值
电源电压	20.5 V
输入电压	(V-) - 300 mV至(V+) + 300 mV
输入电流 <sup>1</sup>	±10 mA
差分输入电压	±V <sub>SY</sub>
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

<sup>1</sup> 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

$\theta_{JA}$  针对最差条件，即利用标准4层板，将器件焊接在电路板上以实现表贴封装。

表6. 热阻

封装类型	$\theta_{JA}$	$\theta_{JC}$	单位
8引脚 MSOP (RM-8)	142	45	°C/W
14引脚 SOIC_N (R-14)	115	36	°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。

## 典型性能参数

除非另有说明,  $T_A = 25^\circ\text{C}$ .

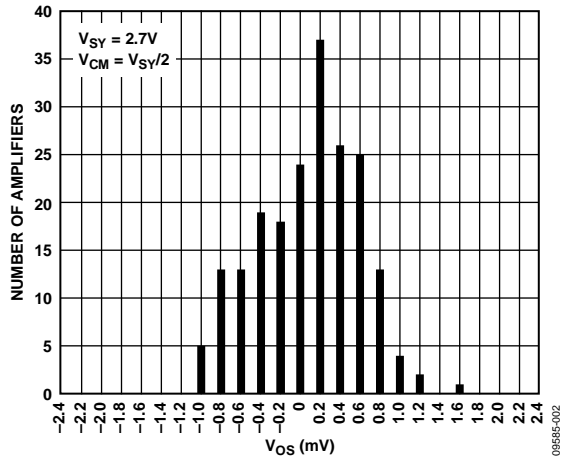


图3. 输入失调电压分布图

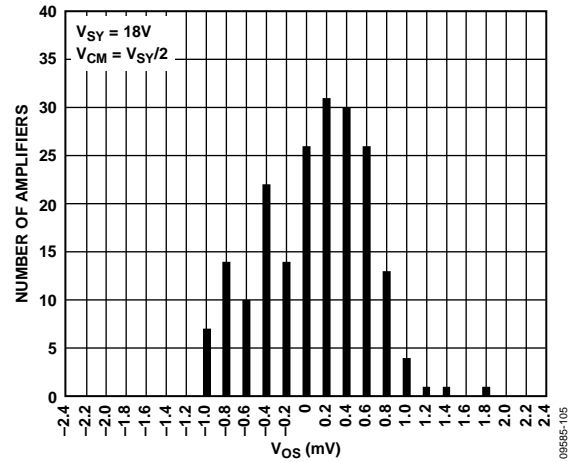


图6. 输入失调电压分布图

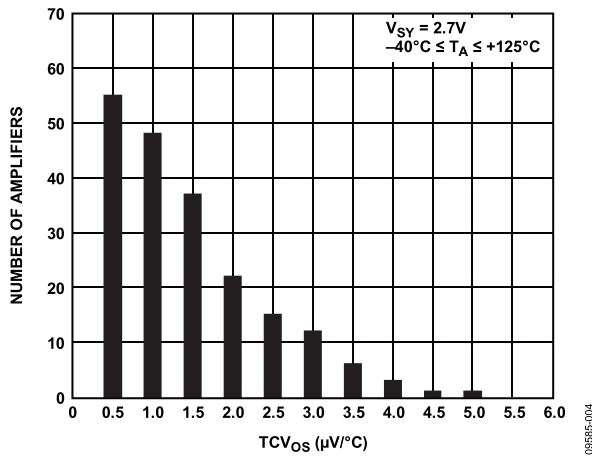


图4. 输入失调电压漂移分布图

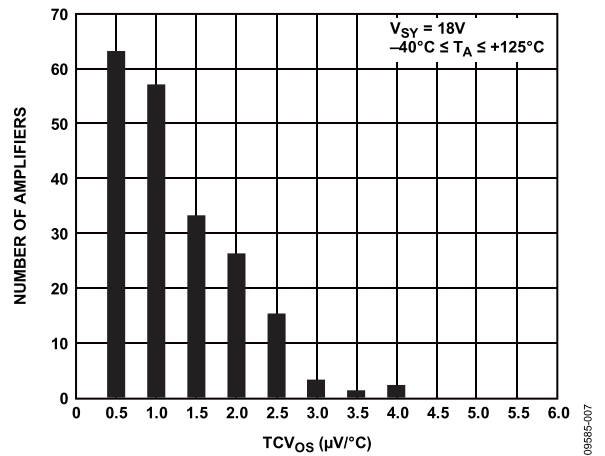


图7. 输入失调电压漂移分布图

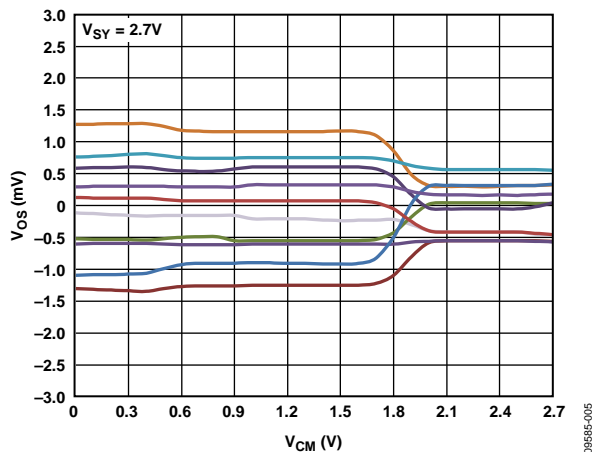


图5. 输入失调电压与共模电压的关系

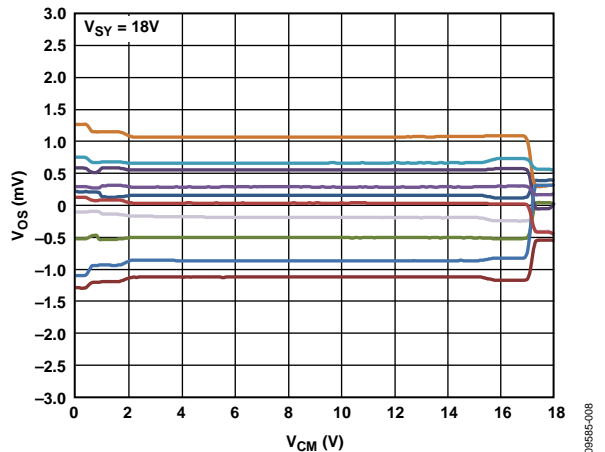


图8. 输入失调电压与共模电压的关系

# AD8546/AD8548

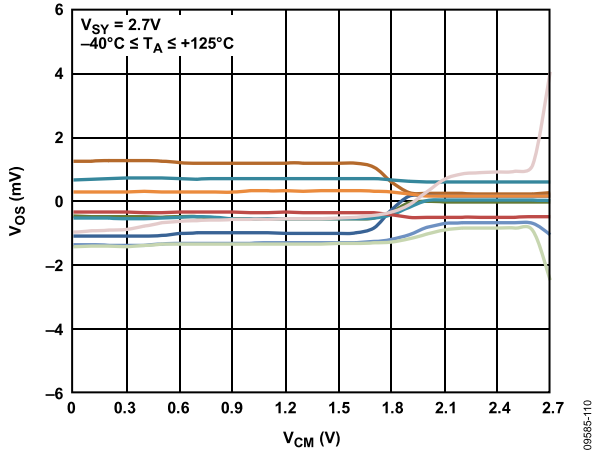


图9. 输入失调电压与共模电压的关系

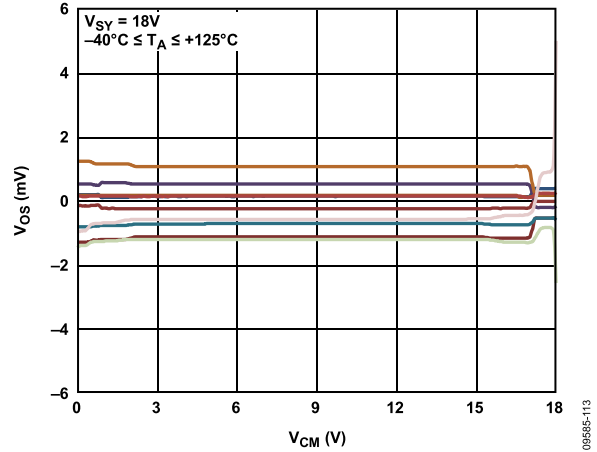


图12. 输入失调电压与共模电压的关系

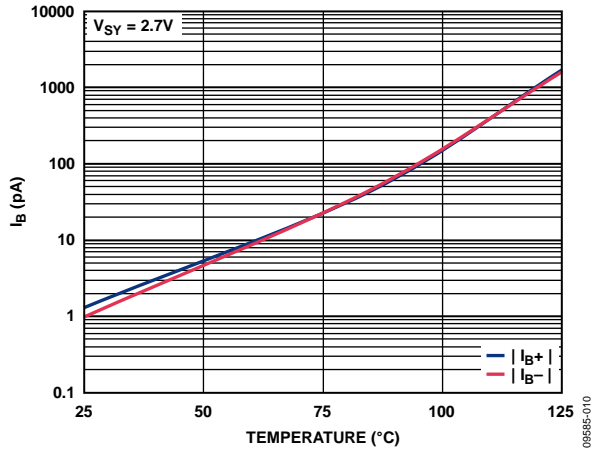


图10. 输入偏置电流与温度的关系

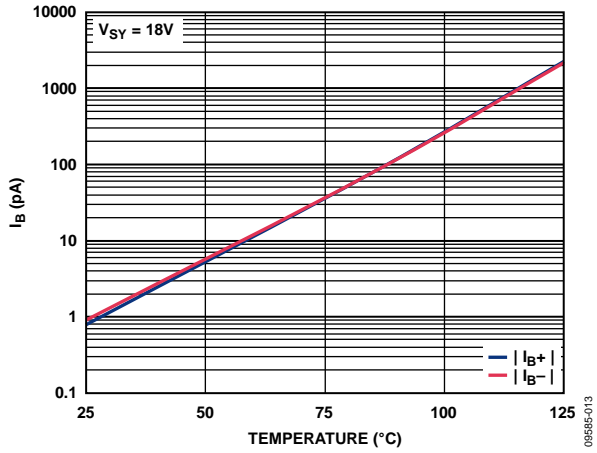


图13. 输入偏置电流与温度的关系

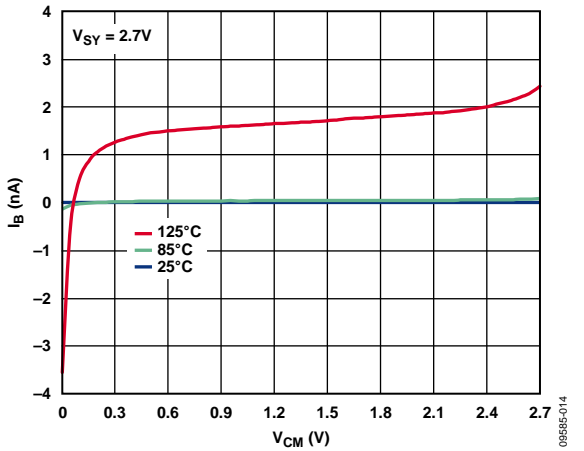


图11. 输入偏置电流与共模电压的关系

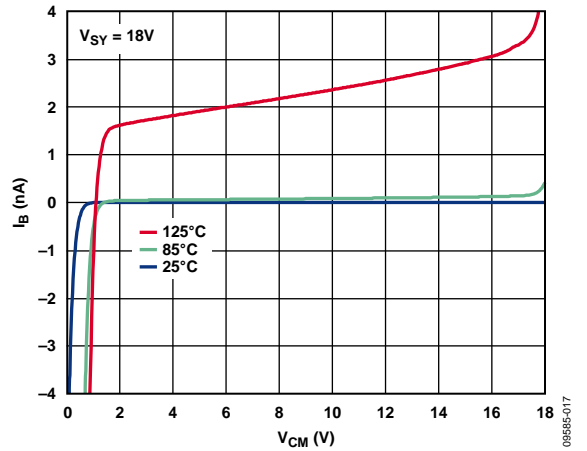


图14. 输入偏置电流与共模电压的关系



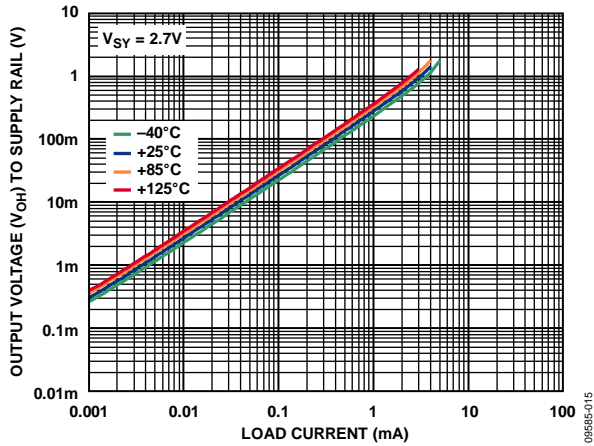


图15. 输出电压( $V_{OH}$ )至供电轨与负载电流的关系

09585-015

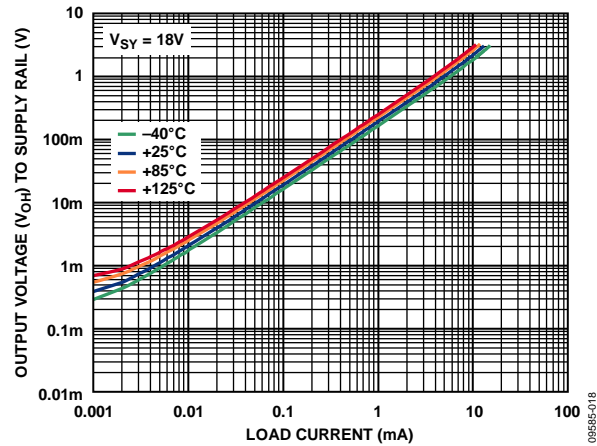


图18. 输出电压( $V_{OH}$ )至供电轨与负载电流的关系

09585-018

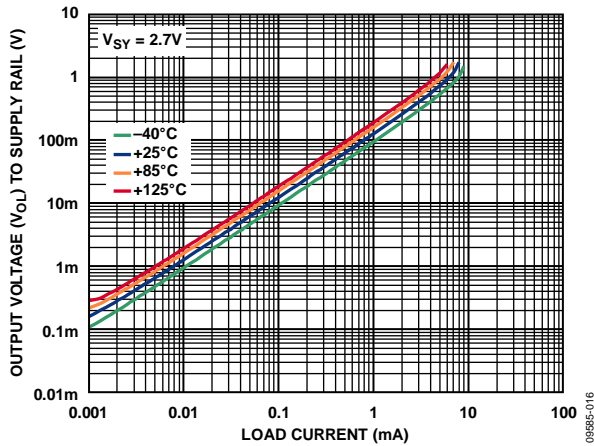


图16. 输出电压( $V_{OL}$ )至供电轨与负载电流的关系

09585-016

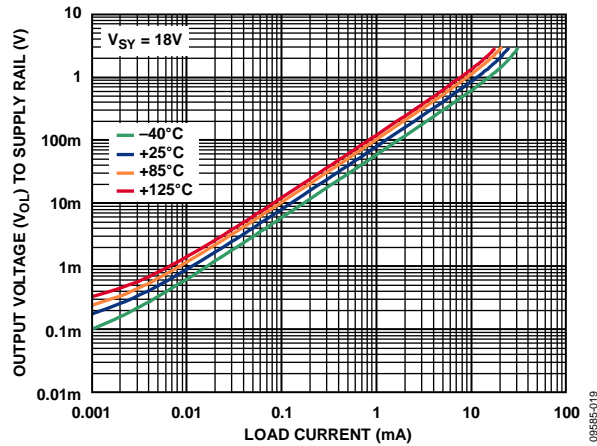


图19. 输出电压( $V_{OL}$ )至供电轨与负载电流的关系

09585-019

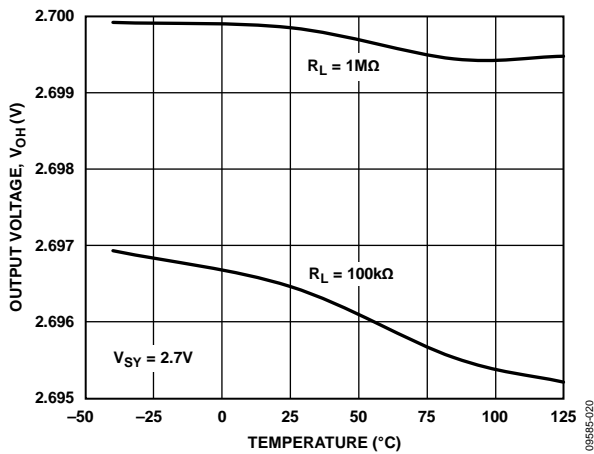


图17. 输出电压( $V_{OH}$ )与温度的关系

09585-020

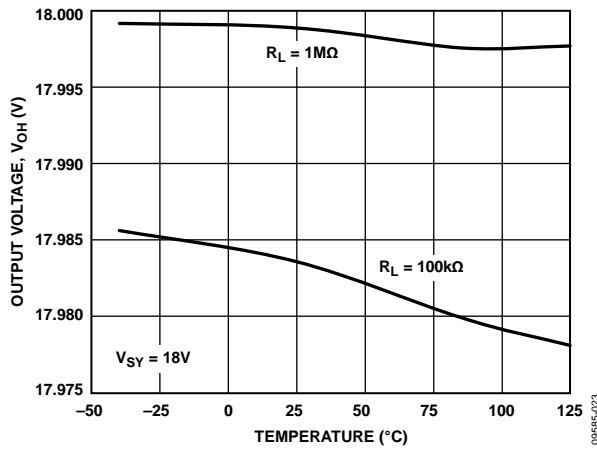


图20. 输出电压( $V_{OH}$ )与温度的关系

09585-023

# AD8546/AD8548

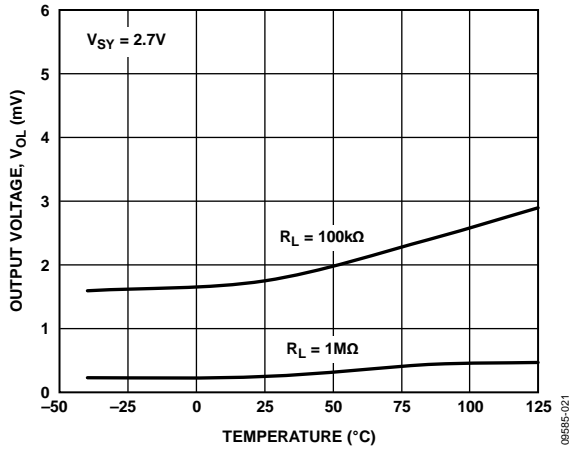


图21. 输出电压( $V_{OL}$ )与温度的关系

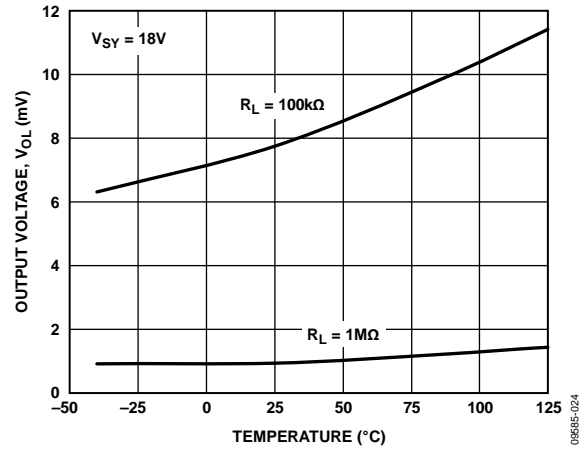


图24. 输出电压( $V_{OL}$ )与温度的关系

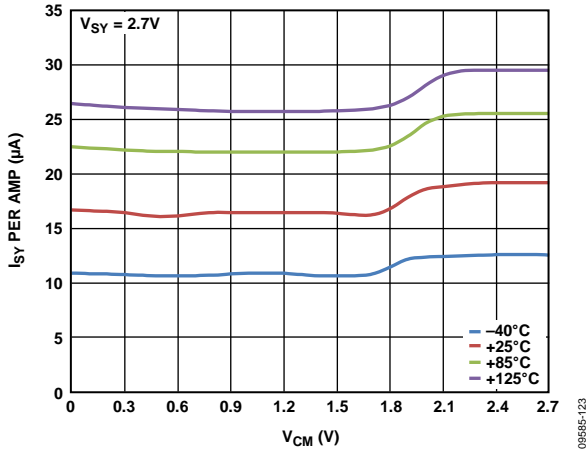


图22. 每个放大器的电源电流与共模电压的关系

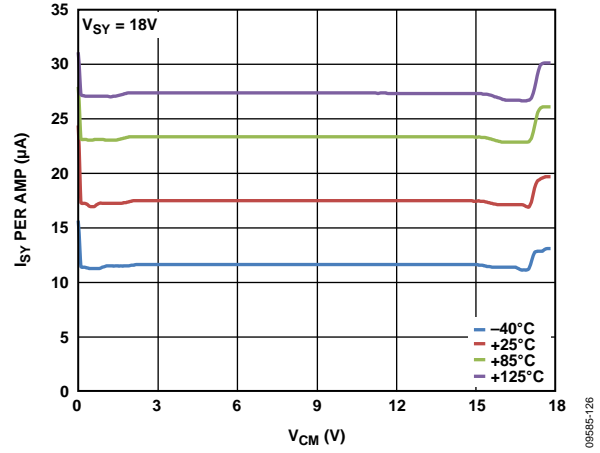


图25. 每个放大器的电源电流与共模电压的关系

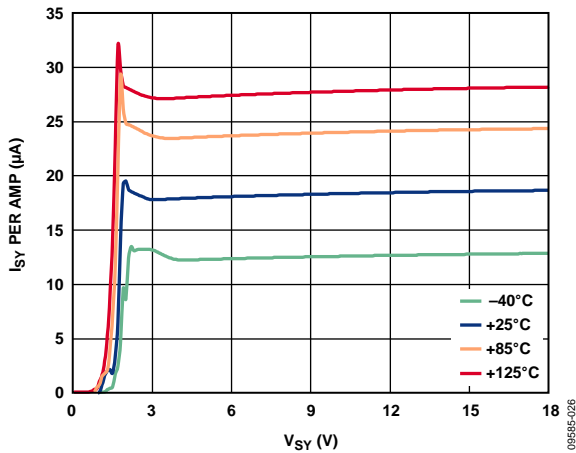


图23. 每个放大器的电源电流与电源电压的关系

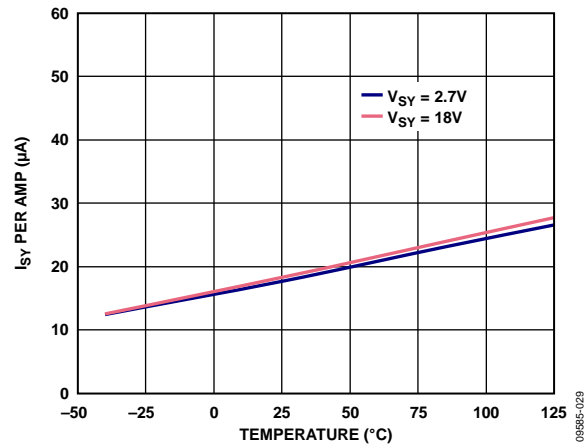


图26. 每个放大器的电源电流与温度的关系

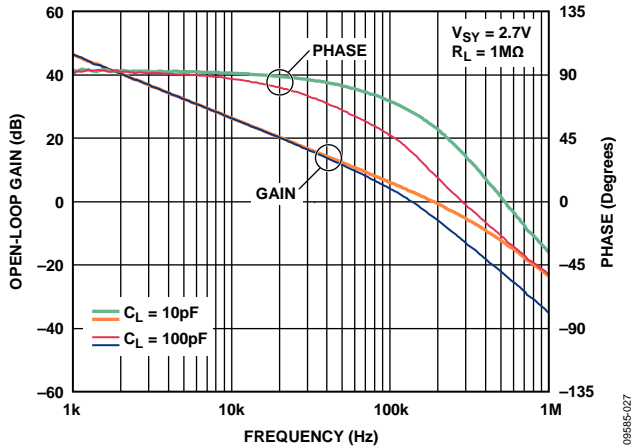


图27. 开环增益和相位与频率的关系

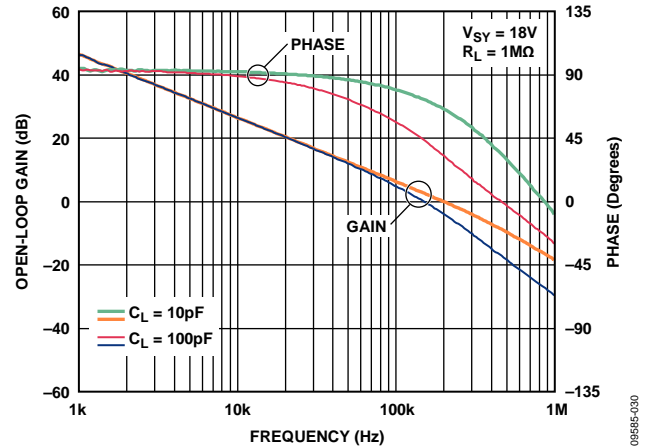


图30. 开环增益和相位与频率的关系

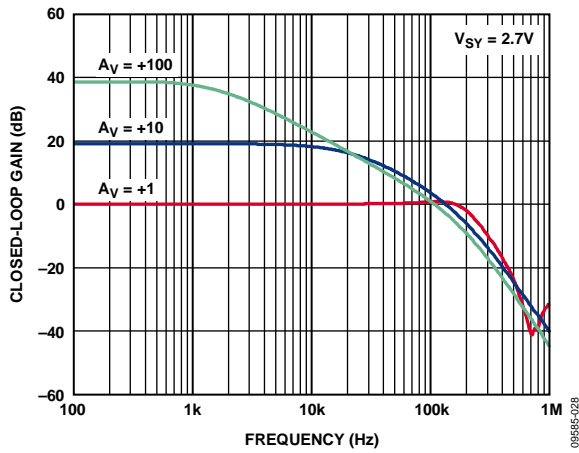


图28. 闭环增益与频率的关系

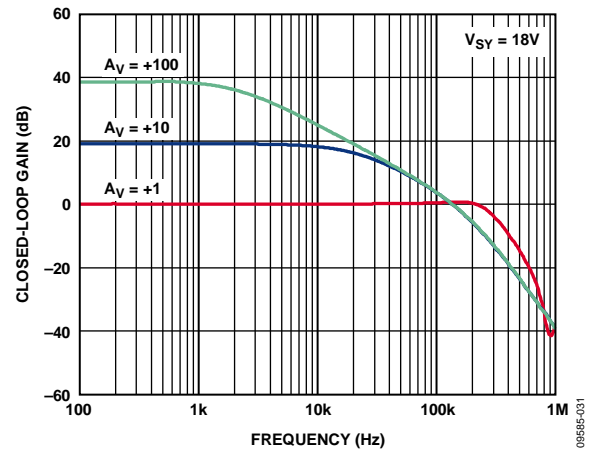


图31. 闭环增益与频率的关系

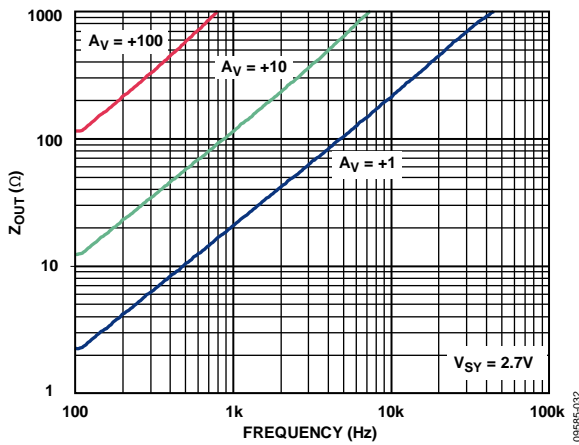


图29. 输出阻抗与频率的关系

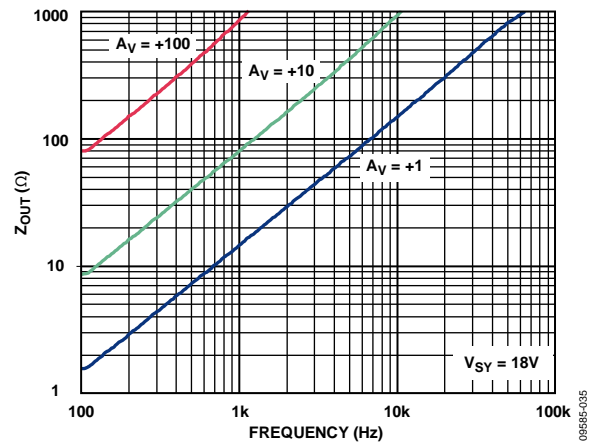


图32. 输出阻抗与频率的关系

# AD8546/AD8548

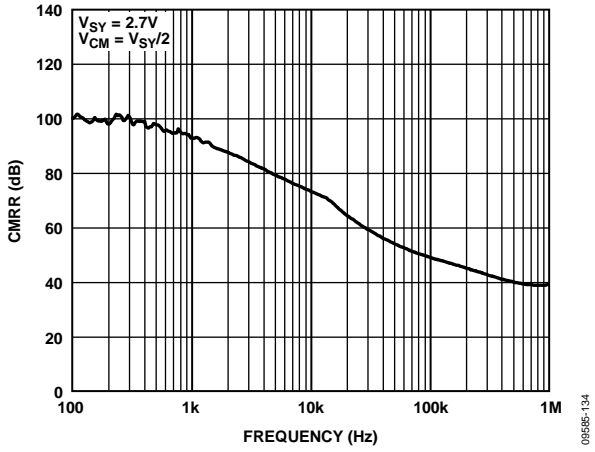


图33. CMRR与频率的关系

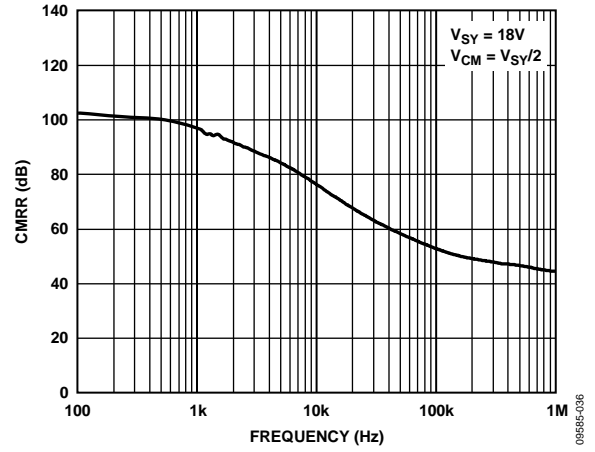


图36. CMRR与频率的关系

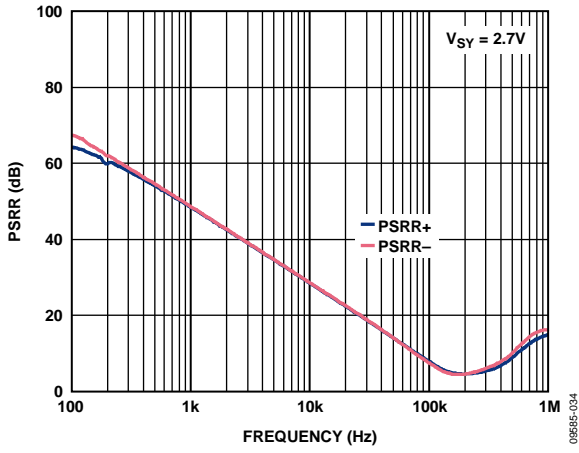


图34. PSRR与频率的关系

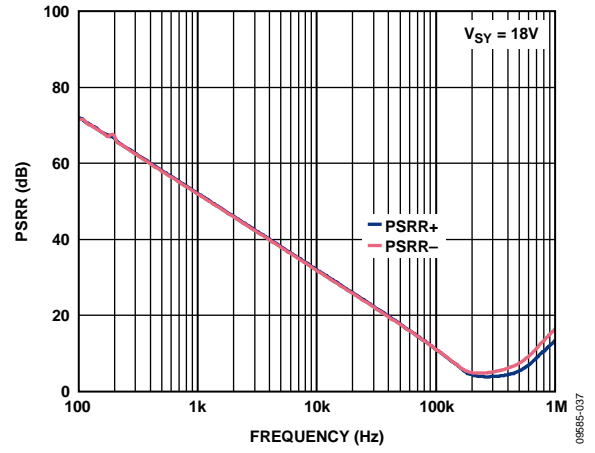


图37. PSRR与频率的关系

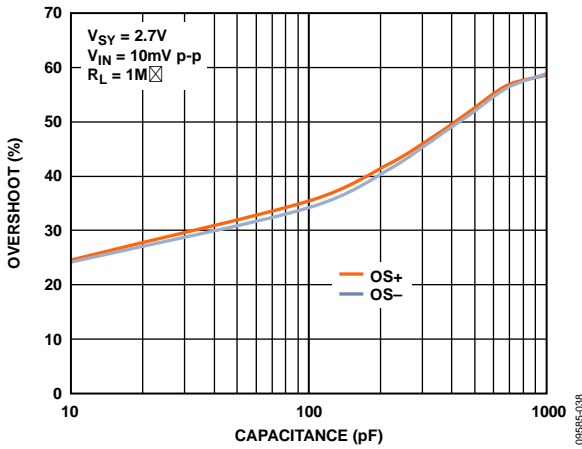


图35. 小信号过冲与负载电容的关系

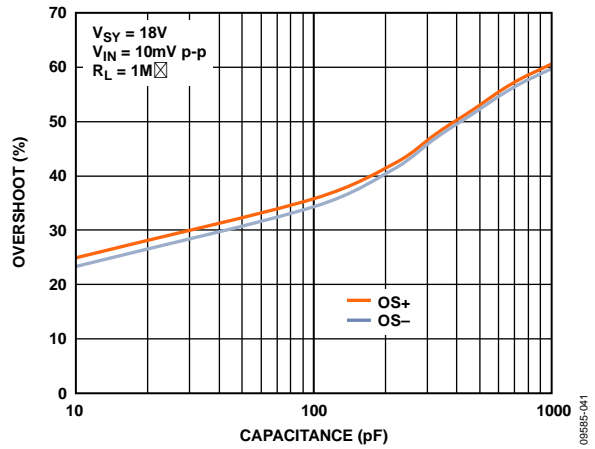


图38. 小信号过冲与负载电容的关系

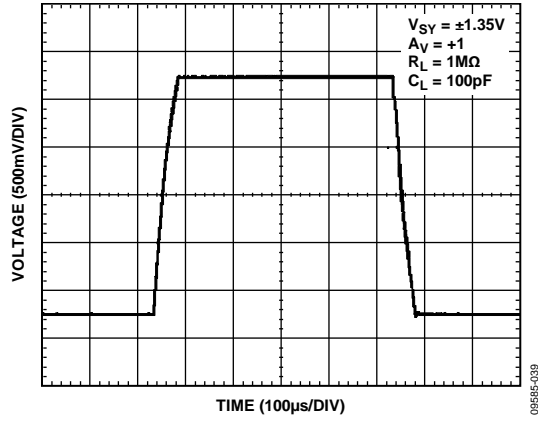


图39. 大信号瞬态响应

09585-039

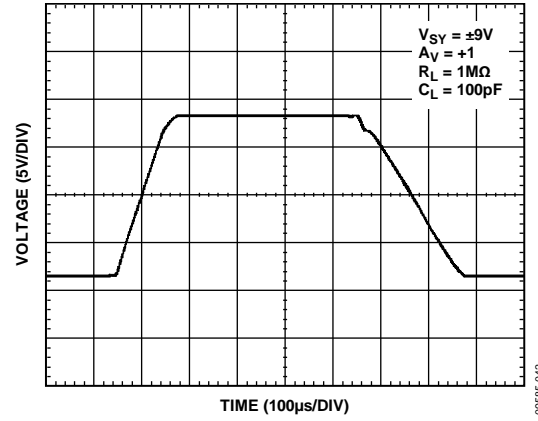


图42. 大信号瞬态响应

09585-042

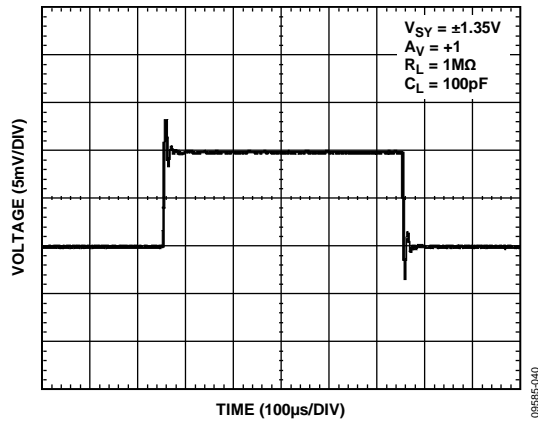


图40. 小信号瞬态响应

09585-040

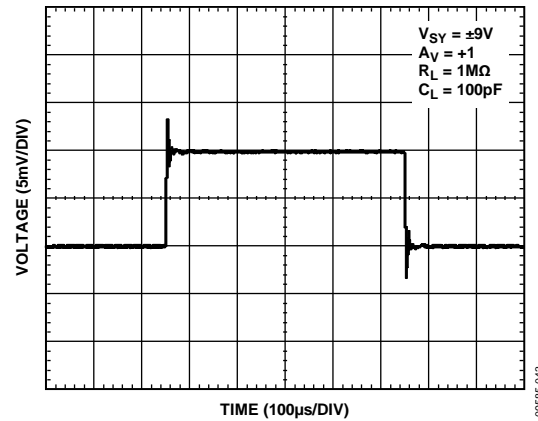


图43. 小信号瞬态响应

09585-043

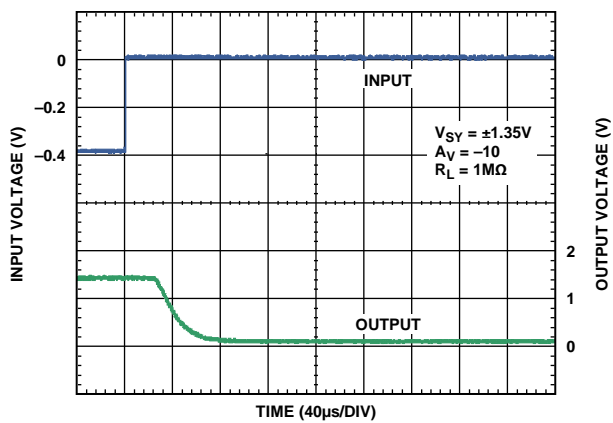


图41. 正过载恢复时间

09585-044

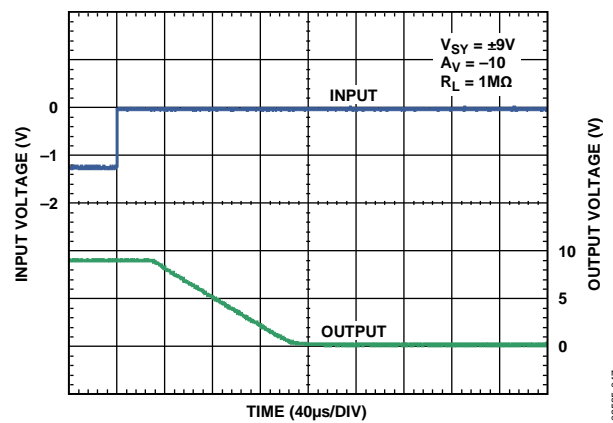


图44. 正过载恢复时间

09585-047

# AD8546/AD8548

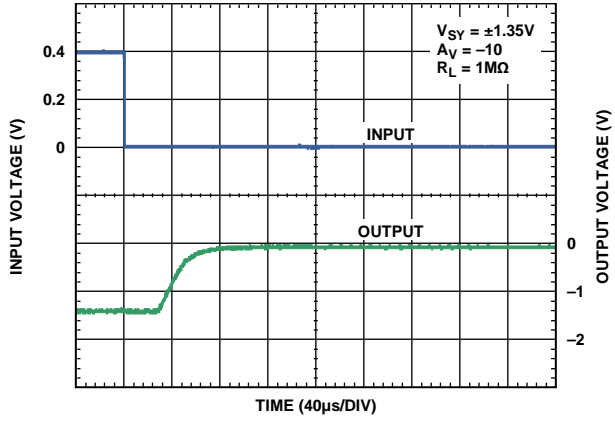


图45. 负过载恢复时间

09585-045

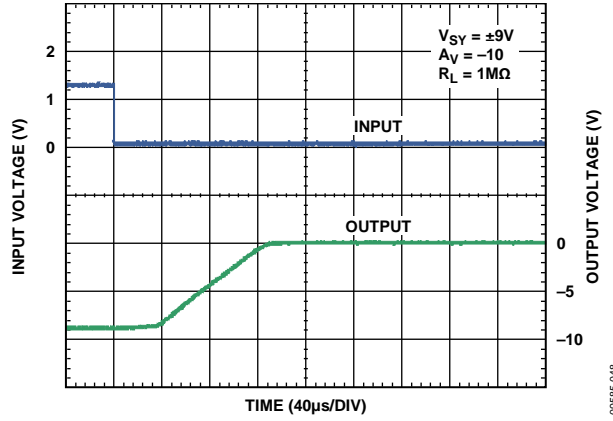


图48. 负过载恢复时间

09585-048

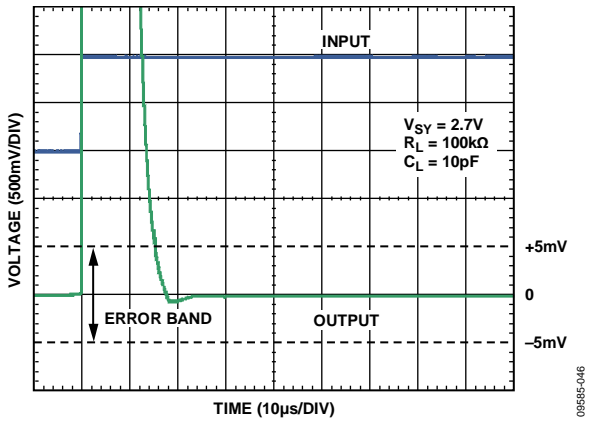


图46. 0.1%正建立时间

09585-046

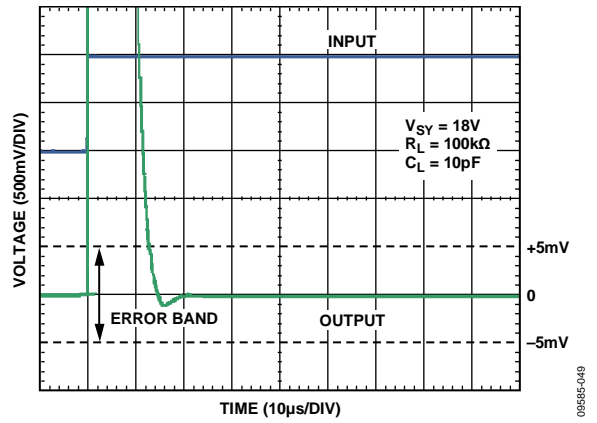


图49. 0.1%正建立时间

09585-049

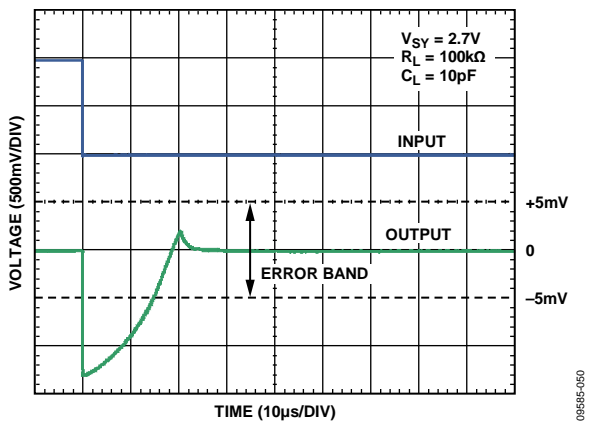


图47. 0.1%负建立时间

09585-050

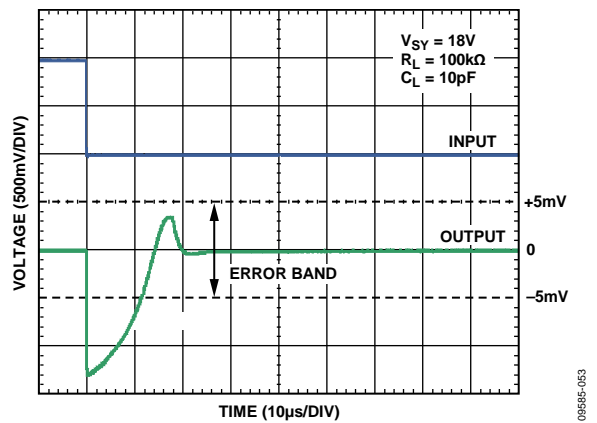


图50. 0.1%负建立时间

09585-053

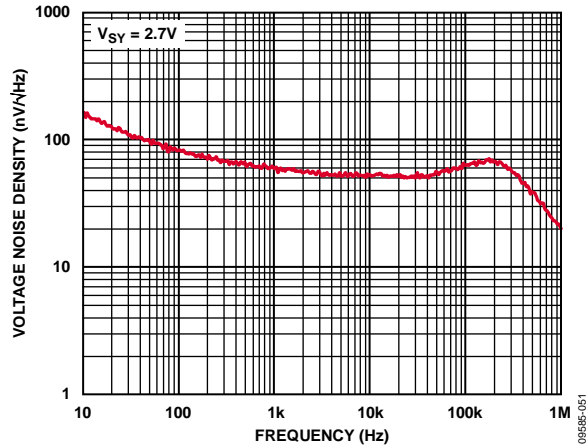


图51. 电压噪声密度与频率的关系

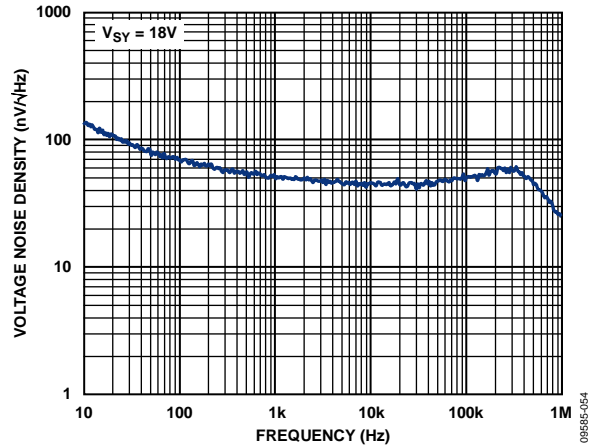


图54. 电压噪声密度与频率的关系

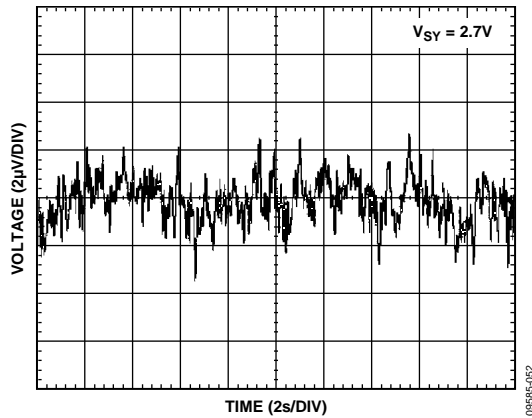


图52. 0.1 Hz至10 Hz噪声

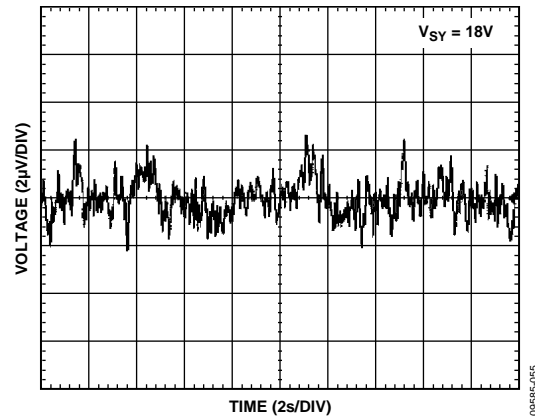


图55. 0.1 Hz至10 Hz噪声

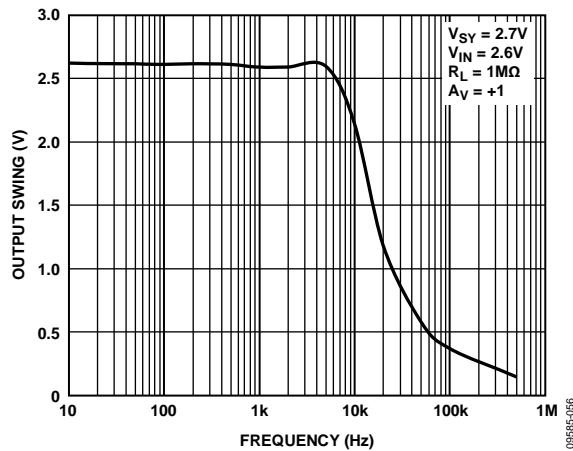


图53. 输出摆幅与频率的关系

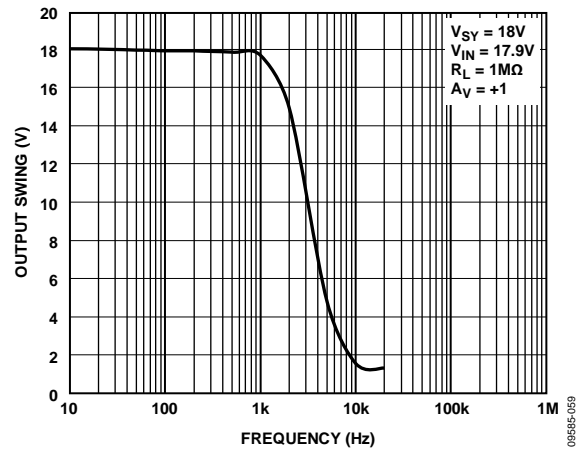


图56. 输出摆幅与频率的关系

# AD8546/AD8548

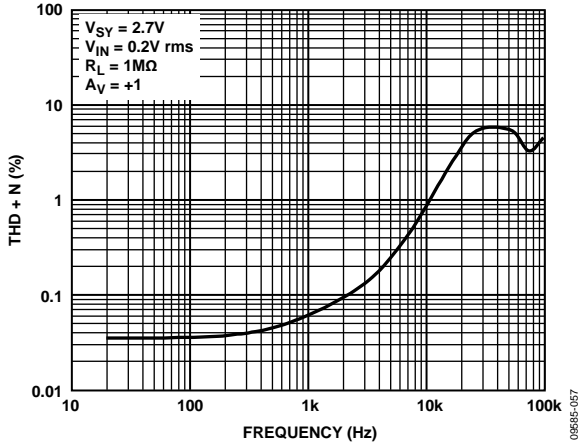


图57. THD + N与频率的关系

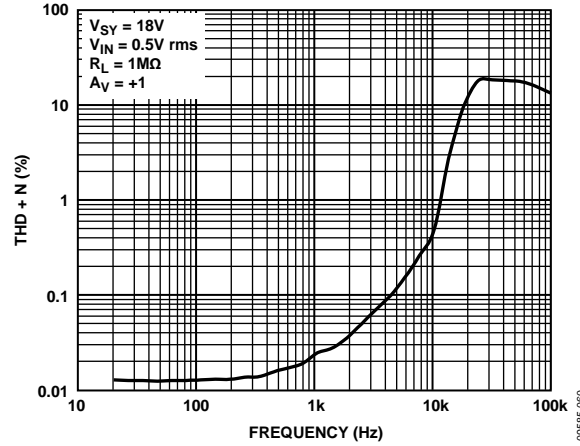


图59. THD + N与频率的关系

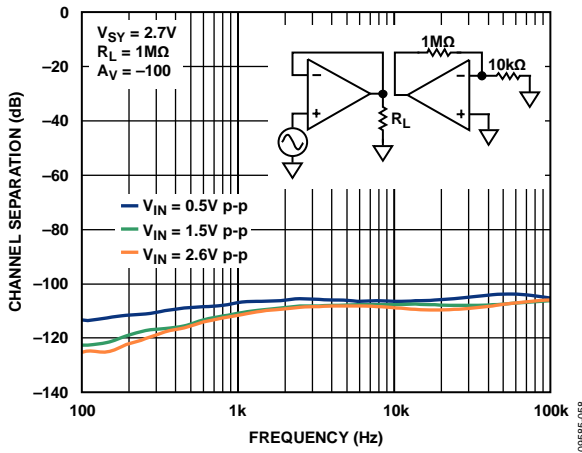


图58. 通道隔离与频率的关系

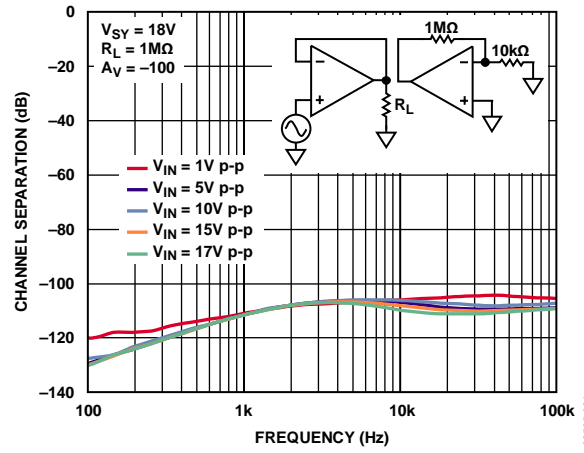


图60. 通道隔离与频率的关系



## 应用信息

AD8546/AD8548是低输入偏置电流、低功耗CMOS放大器，工作在2.7 V至18 V的宽电源电压范围。AD8546/AD8548还采用独特的输入和输出级，以非常低的电源电流实现轨到轨输入和输出范围。

### 输入级

图61显示了AD8546/AD8548的简化电路图。输入级包括两个差分晶体管对：一个NMOS对(M1、M2)和一个PMOS对(M3、M4)。输入共模电压决定哪一个差分对导通并且起主导作用。

当输入电压接近并达到低供电轨时，PMOS差分对激活。对于高供电轨以下的输入电压，则需要NMOS差分对。这种拓扑结构允许放大器保持宽动态输入电压范围，并使信号摆幅最大达到两个供电轨。对于绝大部分的输入共模电压范围，PMOS差分对激活。

差分对常常表现出不同的失调电压。从一对切换到另一对时，会产生阶跃状特性，这可以从 $V_{OS}$ 与 $V_{CM}$ 的关系图看出(参见图5和图8)。这是所有采用双差分对拓扑结构的轨到轨放大器的固有特性。因此，务必选择一个不包括输入差分对切换区域的共模电压。

当输入共模电压接近供电轨时，还可以在 $V_{OS}$ 与 $V_{CM}$ 关系曲线中看到额外的阶跃。这些变化是负载晶体管(M8、M9、M14和M15)余量不够用的结果。当负载晶体管被迫进入线性工作区时，其漏极阻抗的不匹配会影响放大器的失调电压。在高温时，由于输入晶体管的阈值电压下降，这一问题更加严重。典型性能数据参见图9和图12。

电流源I1驱动PMOS晶体管对。当输入共模电压接近高供电轨时，I1通过M5晶体管离开PMOS差分对。偏置电压VB1控制此转移发生之点。

M5将尾电流导向一个由M6和M7晶体管构成的电流镜。电流镜的输出驱动NMOS晶体管对。注意，在高共模电压下，激活此电流镜会导致电源电流略微增加(参见图22和图25)。

AD8546/AD8548利用低压MOS器件构成差分输入端，从而实现高性能。这些低压MOS器件提供出色的单位电流噪声和带宽性能。专有调节电路(图61中未显示)保护每个差分输入对。该调节电路由有源器件和无源箝位器件组合而成，正常工作期间，有源器件负责维持输入对上的适当电压；快速瞬变期间，无源箝位器件负责保护放大器。不过，当共模电压接近任一供电轨时，这些无源箝位器件开始正偏。这会导致输入偏置电流增加(参见图11和图14)。

此外，箝位二极管(D1和D2)保护输入器件免受大差分输入电压影响。这些二极管通过两个10 kΩ电阻(R1和R2)实现输入缓冲。当差分输入电压超过大约600 mV时，差分二极管导通；在此情况下，差分输入阻抗降至20 kΩ。

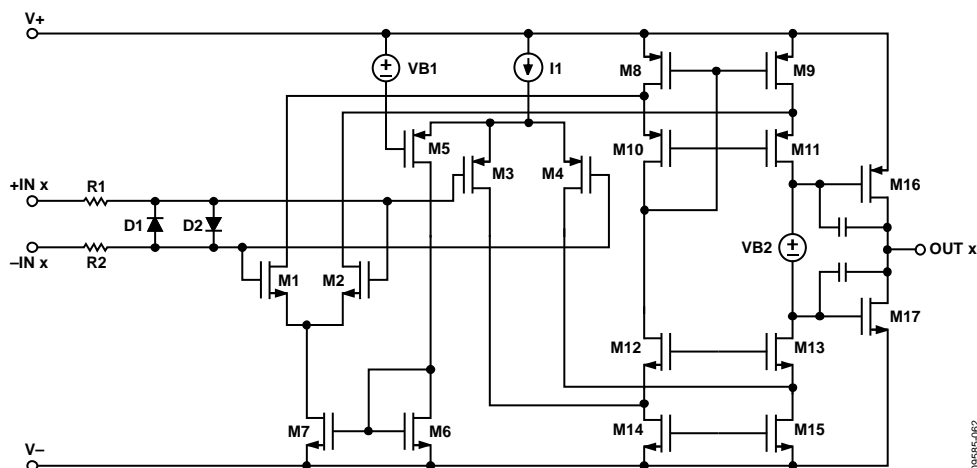


图61. 原理示意图

09895-062

# AD8546/AD8548

## 输出级

AD8546/AD8548具有一个由M16和M17晶体管组成的互补输出级(参见图61)。这些晶体管配置为AB类拓扑结构,由电压源 $V_{B2}$ 偏置。这种拓扑结构允许输出级达到供电轨的数毫伏范围内,从而实现轨到轨输出摆幅。输出电压受这些晶体管(低导通电阻MOS器件)的输出阻抗限制。输出电压摆幅是负载电流的函数,可以利用输出电压至供电轨与负载电流的关系图进行估算(参见图15、图16、图18和图19)。

## 轨到轨输入和输出

AD8546/AD8548具有轨到轨输入和输出,电源电压范围为2.7 V至18 V。图62显示AD8546/AD8548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 $\pm 9$  V,阻性负载为1 M $\Omega$ 。当输入电压为 $\pm 9$  V时,AD8546/AD8548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。

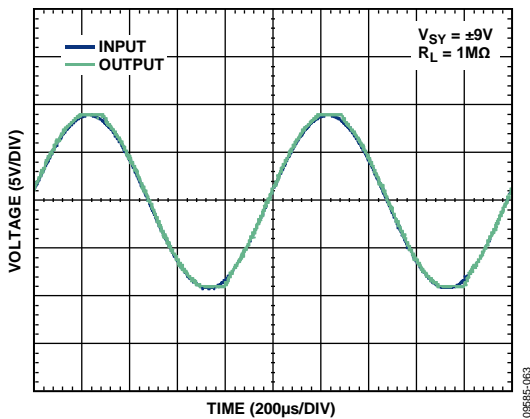


图62. 轨到轨输入和输出

## 阻性负载

反馈电阻会改变放大器看到的负载电阻。因此,必须小心选择配合AD8546/AD8548使用的反馈电阻值。这些放大器能够驱动低至100 k $\Omega$ 的阻性负载。“反相运算放大器配置”部分和“同相运算放大器配置”部分说明反馈电阻如何改变放大器输出端看到的实际负载电阻。

## 反相运算放大器配置

图63显示AD8546/AD8548采用反相配置,输出端具有阻性负载 $R_L$ 。放大器看到的实际负载是反馈电阻 $R_2$ 与负载 $R_L$ 的并联组合。例如,反馈电阻为1 k $\Omega$ ,负载为1 M $\Omega$ ,因此输出端的等效负载电阻为999  $\Omega$ 。AD8546/AD8548无法驱动如此高的负载,因此其性能会大幅下降。

为避免加载输出端,应使用较大的反馈电阻,但同时应考虑电阻热噪声对整体电路的影响。

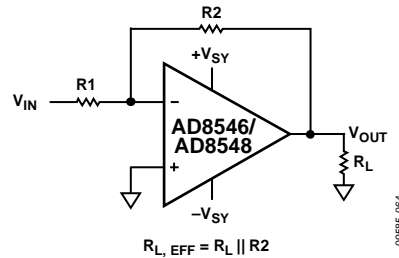


图63. 反相运算放大器配置

## 同相运算放大器配置

图64显示AD8546/AD8548采用同相配置,输出端具有阻性负载 $R_L$ 。放大器看到的实际负载是 $R_1 + R_2$ 与 $R_L$ 的并联组合。

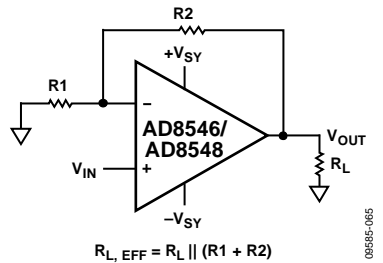


图64. 同相运算放大器配置

## 比较器操作

运算放大器一般采用闭环配置工作，来自输出端的反馈进入反相输入端。图65显示AD8546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。 $I_{SY+}$ 指从高供电轨流到运算放大器的电流， $I_{SY-}$ 指从运算放大器流到低供电轨的电流。

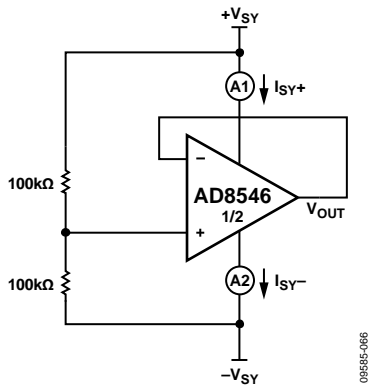


图65. 电压跟随器配置

图66显示正常工作条件下，流入运算放大器的总电流等于流出运算放大器的总电流。对于AD8546， $V_{SY} = 18\text{ V}$ 时， $I_{SY+} = I_{SY-} = 36\ \mu\text{A}$ 。

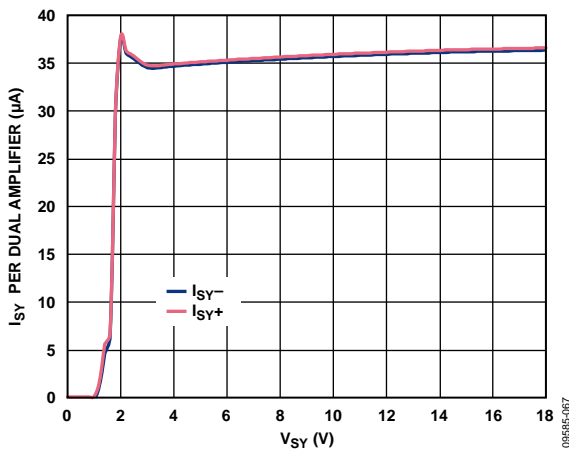


图66. 电源电流与电源电压的关系(电压跟随器)

与运算放大器不同，比较器采用开环配置工作，用于驱动逻辑电路。虽然运算放大器不同于比较器，但有时也将双通道或四通道运放的不用部分用作比较器，以节省电路板空间和成本，但不推荐这样做。

图67和图68显示AD8546配置为比较器，100 kΩ电阻与输入引脚串联。不用的通道配置为缓冲器，输入电压保持在中间电源电压。

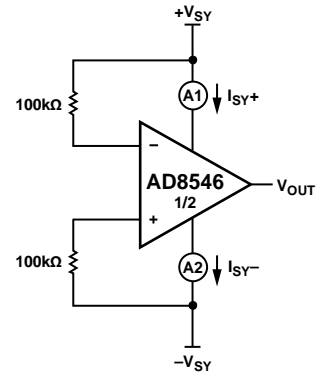


图67. 比较器配置A

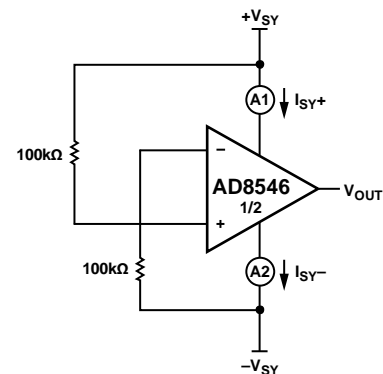


图68. 比较器配置B

二极管D1和D2保护AD8546/AD8548的输入器件免受大差分输入电压影响(参见图61)。这些二极管由PNP双极性晶体管组成，当差分输入电压超过大约600 mV时导通。不过，这些二极管也允许电流从输入端流到低供电轨，从而导致系统的总电源电流增加。如图69所示，两种配置产生的结果相同。电源电压为18 V时，每个双通道放大器的 $I_{SY+}$ 仍然为36  $\mu\text{A}$ ，但 $I_{SY-}$ 增加到140  $\mu\text{A}$ 。

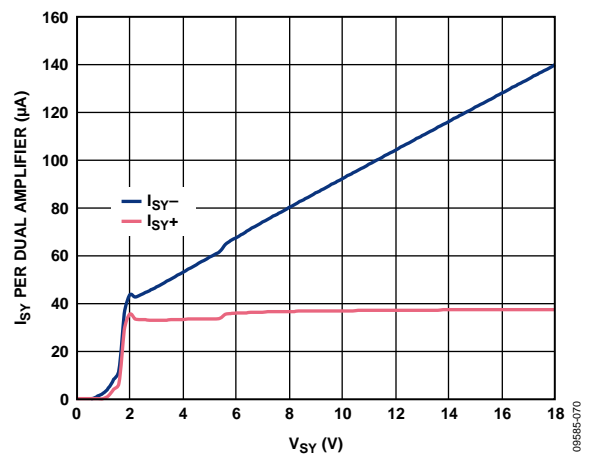


图69. 电源电流与电源电压的关系(AD8546作为比较器)

# AD8546/AD8548

注意，100 kΩ电阻与运算放大器的输入端串联。如果使用较小的阻值，系统的电源电流会增加很多。有关运算放大器用作比较器的更多信息，请参阅应用笔记AN-849：“运算放大器用作比较器”。

## EMI抑制比

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

由于带宽相对较低，AD8546和AD8548等运算放大器不会放大EMI或RF信号。但是，由于输入器件具有非线性特性，因此运算放大器可能会整流这些带外信号。这些高频信号经过整流后，会在输出端表现为直流失调。

技术规格部分的表2、表3和表4给出了同相引脚的电磁干扰抑制比(EMIRR)，它描述AD8546/AD8548在有电磁干扰的情况下，能够在多大程度上发挥预期性能。测量EMIRR的数学方法定义如下：

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

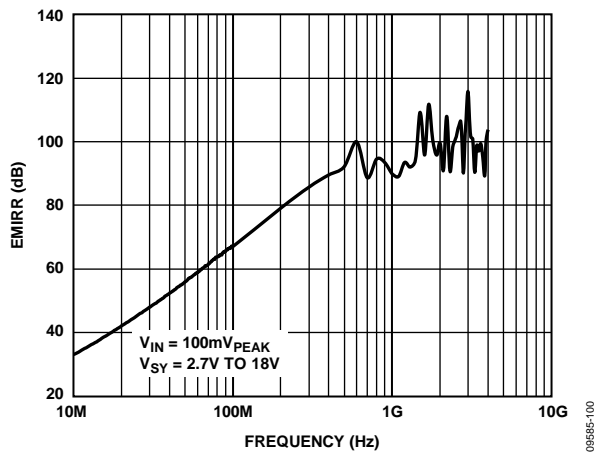
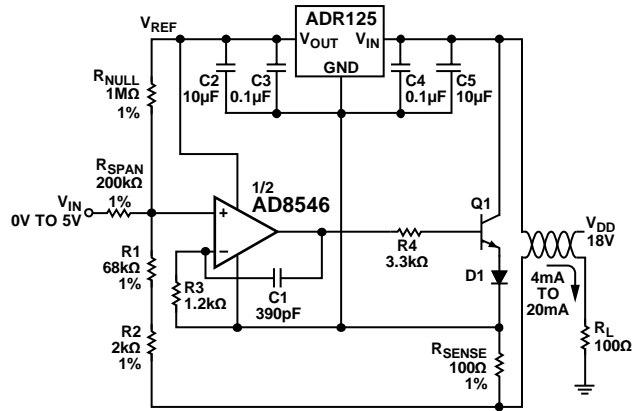


图70. EMIRR与频率的关系

## 4 mA至20 mA过程控制电流环路发送器

分布式控制系统和过程控制应用经常利用双线电流发送器，在传感器与过程控制器之间传送模拟信号。图71显示一个4 mA至20 mA电流环路发送器。



NOTES  
1.  $R1 + R2 = R'$ .

图71. 4 mA至20 mA电流环路发送器

该发送器直接由控制环路电源供电，环路中的电流载送4 mA至20 mA的信号。因此，4 mA构成电路工作的基线电流预算。

AD8546堪称是理想选择，其每个放大器在整个温度和电源电压范围内的电源电流仅有33 μA。电流发送器控制环路中的电流，零电平输入信号用4 mA电流表示，满量程输入信号用20 mA电流表示。发送器还从控制环路电源V<sub>DD</sub>悬空，信号地则位于接收器中。环路电流在接收器端的负载电阻R<sub>L</sub>处测量。

对于零电平输入，V<sub>REF</sub>/R<sub>NULL</sub>的电流流经R'。这会产生流经检测电阻的电流I<sub>SENSE</sub>，其大小由下式决定：

$$I_{SENSE, MIN} = (V_{REF} \times R') / (R_{NULL} \times R_{SENSE})$$

对于满量程输入电压，流经R'的电流增加幅度为V<sub>IN</sub>/R<sub>SPAN</sub>的满量程变化。这导致流经检测电阻的电流增加。

$$I_{SENSE, DELTA} = (V_{IN} \text{的满量程变化} \times R') / (R_{SPAN} \times R_{SENSE})$$

因此，

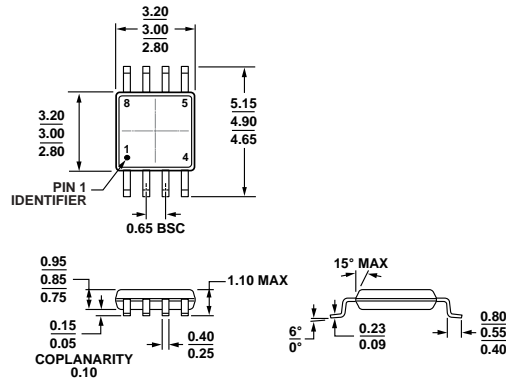
$$I_{SENSE, MAX} = I_{SENSE, MIN} + I_{SENSE, DELTA}$$

当R' >> R<sub>SENSE</sub>时，流经接收器端负载电阻的电流几乎等于I<sub>SENSE</sub>。

图71显示一个满量程输入电压为5 V的设计。0 V输入时，环路电流为3.5 mA；5 V满量程输入时，环路电流为21 mA。这样，通过软件校准便能将该电流环路微调至4 mA至20 mA范围。

AD8546和ADR125总共消耗仅160 μA的静态电流，因此3.34 mA电流可用来为附加信号调理电路或电桥电路供电。

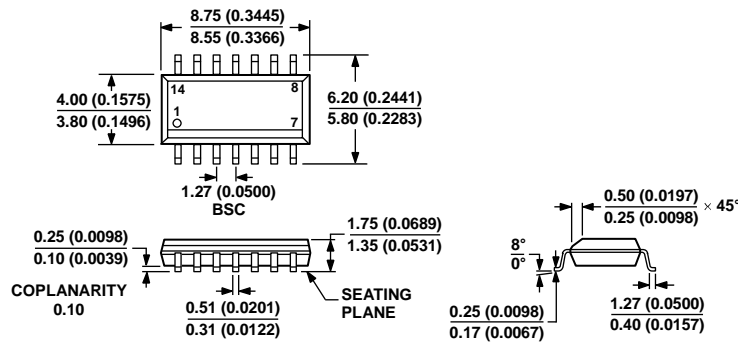
# 外形尺寸



COMPLIANT TO JEDEC STANDARDS MO-187-AA

图72. 8引脚超小型封装[MSOP]  
(RM-8)

图示尺寸单位: mm



COMPLIANT TO JEDEC STANDARDS MS-012-AB  
CONTROLLING DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS; INCH DIMENSIONS  
(IN PARENTHESES) ARE ROUNDED-OFF MILLIMETER EQUIVALENTS FOR  
REFERENCE ONLY AND ARE NOT APPROPRIATE FOR USE IN DESIGN.

图73. 14引脚标准小型封装[SOIC\_N]

窄体  
(R-14)

图示尺寸单位: mm和(inch)

## 订购指南

型号 <sup>1</sup>	温度范围	封装描述	封装选项	封装选项
AD8546ARMZ	-40°C至+125°C	8引脚超小型封装 [MSOP]	RM-8	A2V
AD8546ARMZ-RL	-40°C至+125°C	8引脚超小型封装 [MSOP]	RM-8	A2V
AD8546ARMZ-R7	-40°C至+125°C	8引脚超小型封装 [MSOP]	RM-8	A2V
AD8548ARZ	-40°C至+125°C	14引脚标准小型封装 [SOIC_N]	R-14	
AD8548ARZ-RL	-40°C至+125°C	14引脚标准小型封装 [SOIC_N]	R-14	
AD8548ARZ-R7	-40°C至+125°C	14引脚标准小型封装 [SOIC_N]	R-14	

<sup>1</sup>Z = 符合RoHS标准的器件。

**注释**

**注释**

**注释**