

### 产品特性

- 单电源供电：4.5 V至30 V
- 双电源供电：±2.25 V至±15 V
- 低失调电压：4 μV(最大值)
- 输入失调电压漂移：0.05 μV/°C(最大值)
- 高增益：130 dB(最小值)
- 高PSRR：120 dB(最小值)
- 高共模抑制比(CMRR)：130 dB(最小值)
- 输入共模范围包括较低的电源轨
- 轨到轨输出
- 低电源电流：0.95 mA(最大值)

### 应用

- 电子秤
- 压力和位置传感器
- 应变计放大器
- 医疗仪器
- 热电偶放大器

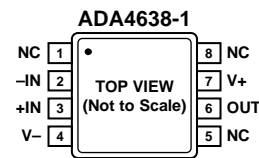
### 概述

ADA4638-1是一款具有轨到轨输出摆幅的高电压、高精度零漂移放大器，保证可采用4.5 V至30 V单电源或者±2.25 V至±15 V双电源供电。采用±5 V电源时，功耗不到0.95 mA。

ADA4638-1的失调电压为4 μV，失调漂移不到0.05 μV/°C，无1/f噪声，输入电压噪声仅为1.2 μV p-p(0.1 Hz至10 Hz)，适合不容许存在大误差源的高精度应用。这款器件在宽工作温度范围内的漂移接近零，对压力传感器、医疗设备以及应变计放大器应用极为有利。许多应用都可以利用ADA4638-1提供的轨到轨输出摆幅来使信噪比(SNR)达到最大。

ADA4638-1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LFCSP(3x3mm)和SOIC封装。

### 引脚配置

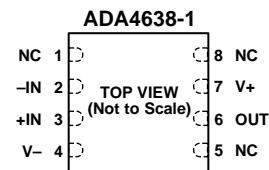


#### NOTES

1. NC = NO CONNECT. DO NOT CONNECT TO THIS PIN.

10072-001

图1. 8引脚SOIC



#### NOTES

1. NC = NO CONNECT. DO NOT CONNECT TO THIS PIN.
2. IT IS RECOMMENDED THAT THE EXPOSED PAD BE CONNECTED TO V-.

10072-002

图2. 8引脚LFCSP封装

表1. ADI公司零漂移运算放大器产品组合

工作电压	类型	产品	失调电压 最大值 (μV)	失调电压 漂移最大值 (μV/°C)
30V	单通道	ADA4638-1	4.5	0.08
16V	单通道	AD8638	9	0.06
	双通道	AD8639	9	0.06
5V	单通道	ADA4528-1	2.5	0.015
		AD8628	5	0.02
		AD8538	13	0.1
		ADA4051-1	15	0.1
	双通道	AD8629	5	0.02
		AD8539	13	0.1
		ADA4051-2	15	0.1
四通道	AD8630	5	0.02	

#### Rev. 0

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

One Technology Way, P.O. Box 9106, Norwood, MA 02062-9106, U.S.A.  
Tel: 781.329.4700 [www.analog.com](http://www.analog.com)  
Fax: 781.461.3113 ©2011 Analog Devices, Inc. All rights reserved.

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

产品特性 .....	1	典型性能参数 .....	7
应用 .....	1	应用信息 .....	16
引脚配置 .....	1	产品差异化 .....	16
概述 .....	1	工作原理 .....	17
修订历史 .....	2	输入保护 .....	17
技术规格 .....	3	无输出反相 .....	17
电气特性—30 V电源 .....	3	噪声考虑因素 .....	18
电气特性—10 V电源 .....	4	比较器操作 .....	18
电气特性—5 V电源 .....	5	精密低端分流传感器 .....	20
绝对最大额定值 .....	6	印刷电路板布局布线 .....	20
热阻 .....	6	外形尺寸 .....	21
ESD警告 .....	6	订购指南 .....	21

## 修订历史

2011年10月—修订版0：初始版

# 技术规格

## 电气特性——30 V电源

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

表2.

参数	符号	测试条件/注释	最小值	典型值	最大值	单位
输入特性						
失调电压	$V_{OS}$	$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ ; SOIC $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ ; LFCSP	0.5	4.5	12.5	$\mu\text{V}$ $\mu\text{V}$
失调电压漂移	$\Delta V_{OS}/\Delta T$	$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ ; SOIC $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ ; LFCSP		0.08	0.1	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
输入偏置电流	$I_B$	$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	45	90	500	$\text{pA}$ $\text{pA}$
输入失调电流	$I_{OS}$	$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	25	105	170	$\text{pA}$ $\text{pA}$
输入电压范围			0		27	$\text{V}$
共模抑制比	共模抑制比(CMRR)	$V_{CM} = 0\text{ V}$ 至 $27\text{ V}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	130	142		$\text{dB}$ $\text{dB}$
开环增益	$A_{VO}$	$R_L = 10\text{ k}\Omega$ , $V_O = 1\text{ V}$ 至 $29\text{ V}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	140	165		$\text{dB}$ $\text{dB}$
输入电阻(共模模式)	$R_{INCM}$			330		$\text{G}\Omega$
输入电容(差分模式)	$C_{INDM}$			4		$\text{pF}$
输入电容(共模模式)	$C_{INCM}$			9		$\text{pF}$
输出特性						
高输出电压	$V_{OH}$	$R_L = 10\text{ k}\Omega$ 至 $V_{CM}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ $R_L = 2\text{ k}\Omega$ 至 $V_{CM}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	29.90 29.85	29.92		$\text{V}$ $\text{V}$ $\text{V}$ $\text{V}$
低输出电压	$V_{OL}$	$R_L = 10\text{ k}\Omega$ 至 $V_{CM}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ $R_L = 2\text{ k}\Omega$ 至 $V_{CM}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$		50	60 95 235 270 445	$\text{mV}$ $\text{mV}$ $\text{mV}$ $\text{mV}$ $\text{mV}$
短路电流	$I_{SC}$			$\pm 38$		$\text{mA}$
闭环输出阻抗	$Z_{OUT}$	$f = 1\text{ MHz}$ , $A_V = +1$		220		$\Omega$
电源						
电源抑制比	电源抑制比(PSRR)	$V_S = 4.5\text{ V}$ 至 $30\text{ V}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	120	143		$\text{dB}$ $\text{dB}$
每放大器电源电流	$I_{SY}$	$I_O = 0\text{ mA}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$		0.85	1.05 1.25	$\text{mA}$ $\text{mA}$
动态性能						
压摆率	SR	$R_L = 10\text{ k}\Omega$ , $C_L = 20\text{ pF}$ , $A_V = +1$ $R_L = 10\text{ k}\Omega$ , $C_L = 20\text{ pF}$ , $A_V = -100$		1.5		$\text{V}/\mu\text{s}$ $\mu\text{s}$
过载恢复时间	$t_S$	$V_{IN} = 5\text{ V}$ 步进, $R_L = 10\text{ k}\Omega$ , $C_L = 20\text{ pF}$ , $A_V = -1$		8		$\mu\text{s}$
0.1%建立时间	$t_S$	$V_{IN} = 30\text{ mV p-p}$ , $R_L = 10\text{ k}\Omega$ , $C_L = 20\text{ pF}$ , $A_V = +1$		4		$\mu\text{s}$
单位增益交越	UGC	$V_{IN} = 30\text{ mV p-p}$ , $R_L = 10\text{ k}\Omega$ , $C_L = 20\text{ pF}$ , $A_V = +1$		1.3		$\text{MHz}$
相位裕量	$\Phi_M$	$V_{IN} = 30\text{ mV p-p}$ , $R_L = 10\text{ k}\Omega$ , $C_L = 20\text{ pF}$ , $A_V = +1$		69		度
增益带宽积	GBP	$V_{IN} = 30\text{ mV p-p}$ , $R_L = 10\text{ k}\Omega$ , $C_L = 20\text{ pF}$ , $A_V = +100$		1.5		$\text{MHz}$
-3 dB闭环带宽	$f_{-3dB}$	$V_{IN} = 30\text{ mV p-p}$ , $R_L = 10\text{ k}\Omega$ , $C_L = 20\text{ pF}$ , $A_V = +1$		2.5		$\text{MHz}$
噪声性能						
电压噪声	$e_n$ p-p	$f = 0.1\text{ Hz}$ 至 $10\text{ Hz}$		1.2		$\mu\text{V p-p}$
电压噪声密度	$e_n$	$f = 1\text{ kHz}$		66		$\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
电流噪声密度	$i_n$	$f = 1\text{ kHz}$		0.1		$\text{pA}/\sqrt{\text{Hz}}$

# ADA4638-1

## 电气特性——10 V电源

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

表3.

参数	符号	测试条件/注释	最小值	典型值	最大值	单位
输入特性						
失调电压	$V_{OS}$	$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ ; SOIC $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ ; LFCSP	0.1	4	9	$\mu\text{V}$ $\mu\text{V}$
失调电压漂移	$\Delta V_{OS}/\Delta T$	$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ ; SOIC $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ ; LFCSP			12	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
输入偏置电流	$I_B$	$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	20	50	250	$\text{pA}$ $\text{pA}$
输入失调电流	$I_{OS}$	$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	20	80	140	$\text{pA}$ $\text{pA}$
输入电压范围			0		7	$\text{V}$
共模抑制比	共模抑制比(CMRR)	$V_{CM} = 0\text{ V}$ 至 $7\text{ V}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	130	155		$\text{dB}$ $\text{dB}$
开环增益	$A_{VO}$	$R_L = 10\text{ k}\Omega$ , $V_O = 1\text{ V}$ 至 $9\text{ V}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	130	160		$\text{dB}$ $\text{dB}$
输入电阻(共模模式)	$R_{INCM}$			250		$\text{G}\Omega$
输入电容(差分模式)	$C_{INDM}$			4		$\text{pF}$
输入电容(共模模式)	$C_{INCM}$			9		$\text{pF}$
输出特性						
高输出电压	$V_{OH}$	$R_L = 10\text{ k}\Omega$ 至 $V_{CM}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ $R_L = 2\text{ k}\Omega$ 至 $V_{CM}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	9.96 9.95	9.97		$\text{V}$ $\text{V}$ $\text{V}$
低输出电压	$V_{OL}$	$R_L = 10\text{ k}\Omega$ 至 $V_{CM}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ $R_L = 2\text{ k}\Omega$ 至 $V_{CM}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	9.75		20 40 80 145	$\text{mV}$ $\text{mV}$ $\text{mV}$ $\text{mV}$
短路电流	$I_{SC}$			$\pm 22$		$\text{mA}$
闭环输出阻抗	$Z_{OUT}$	$f = 1\text{ MHz}$ , $A_V = +1$		300		$\Omega$
电源						
电源抑制比	电源抑制比(PSRR)	$V_S = 4.5\text{ V}$ 至 $30\text{ V}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	120	143		$\text{dB}$ $\text{dB}$
每放大器电源电流	$I_{SY}$	$I_O = 0\text{ mA}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$		0.8	0.95 1.15	$\text{mA}$ $\text{mA}$
动态性能						
压摆率	SR	$R_L = 10\text{ k}\Omega$ , $C_L = 20\text{ pF}$ , $A_V = +1$		1.5		$\text{V}/\mu\text{s}$
过载恢复时间		$R_L = 10\text{ k}\Omega$ , $C_L = 20\text{ pF}$ , $A_V = -100$		14		$\mu\text{s}$
0.1%建立时间	$t_s$	$V_{IN} = 2\text{ V}$ 步进, $R_L = 10\text{ k}\Omega$ , $C_L = 20\text{ pF}$ , $A_V = -1$		3		$\mu\text{s}$
单位增益交越	UGC	$V_{IN} = 30\text{ mV p-p}$ , $R_L = 10\text{ k}\Omega$ , $C_L = 20\text{ pF}$ , $A_V = +1$		1.1		$\text{MHz}$
相位裕量	$\Phi_M$	$V_{IN} = 30\text{ mV p-p}$ , $R_L = 10\text{ k}\Omega$ , $C_L = 20\text{ pF}$ , $A_V = +1$		67		度
增益带宽积	GBP	$V_{IN} = 30\text{ mV p-p}$ , $R_L = 10\text{ k}\Omega$ , $C_L = 20\text{ pF}$ , $A_V = +100$		1.4		$\text{MHz}$
-3 dB闭环带宽	$f_{-3dB}$	$V_{IN} = 30\text{ mV p-p}$ , $R_L = 10\text{ k}\Omega$ , $C_L = 20\text{ pF}$ , $A_V = +1$		1.9		$\text{MHz}$
噪声性能						
电压噪声	$e_n\text{ p-p}$	$f = 0.1\text{ Hz}$ 至 $10\text{ Hz}$		1.2		$\mu\text{V p-p}$
电压噪声密度	$e_n$	$f = 1\text{ kHz}$		66		$\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
电流噪声密度	$i_n$	$f = 1\text{ kHz}$		0.1		$\text{pA}/\sqrt{\text{Hz}}$

## 电气特性——5 V电源

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

表4.

参数	符号	测试条件/注释	最小值	典型值	最大值	单位
输入特性						
失调电压	$V_{OS}$	$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ ; SOIC $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ ; LFCSP	1	13	18	$\mu\text{V}$ $\mu\text{V}$
失调电压漂移	$\Delta V_{OS}/\Delta T$	$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ ; SOIC $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ ; LFCSP		0.05	0.08	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
输入偏置电流	$I_B$	$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	30	90	230	$\text{pA}$ $\text{pA}$
输入失调电流	$I_{OS}$	$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	60	170	200	$\text{pA}$ $\text{pA}$
输入电压范围			0		3	V
共模抑制比	共模抑制比(CMRR)	$V_{CM} = 0\text{ V}$ 至 $3\text{ V}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	118	140		dB dB
开环增益	$A_{VO}$	$R_L = 10\text{ k}\Omega$ , $V_O = 0.5\text{ V}$ 至 $+4.5\text{ V}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	118	150		dB dB
输入电阻(共模模式)	$R_{INCM}$			75		G $\Omega$
输入电容(差分模式)	$C_{INDM}$			4		pF
输入电容(共模模式)	$C_{INCM}$			9		pF
输出特性						
高输出电压	$V_{OH}$	$R_L = 10\text{ k}\Omega$ 至 $V_{CM}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ $R_L = 2\text{ k}\Omega$ 至 $V_{CM}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	4.98 4.97	4.984		V V V V
低输出电压	$V_{OL}$	$R_L = 10\text{ k}\Omega$ 至 $V_{CM}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ $R_L = 2\text{ k}\Omega$ 至 $V_{CM}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$		7.5	10	mV mV mV mV
短路电流	$I_{SC}$			$\pm 22$		mA
闭环输出阻抗	$Z_{OUT}$	$f = 1\text{ MHz}$ , $A_V = +1$		340		$\Omega$
电源						
电源抑制比	电源抑制比(PSRR)	$V_S = 4.5\text{ V}$ 至 $30\text{ V}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	120	143		dB dB
每放大器电源电流	$I_{SY}$	$I_O = 0\text{ mA}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$		0.8	0.95 1.15	mA mA
动态性能						
压摆率	SR	$R_L = 10\text{ k}\Omega$ , $C_L = 20\text{ pF}$ , $A_V = +1$		1.5		V/ $\mu\text{s}$
过载恢复时间		$R_L = 10\text{ k}\Omega$ , $C_L = 20\text{ pF}$ , $A_V = -100$		22		$\mu\text{s}$
0.1%建立时间	$t_s$	$V_{IN} = 1\text{ V}$ 步进, $R_L = 10\text{ k}\Omega$ , $C_L = 20\text{ pF}$ , $A_V = -1$		3		$\mu\text{s}$
单位增益交越	UGC	$V_{IN} = 20\text{ mV p-p}$ , $R_L = 10\text{ k}\Omega$ , $C_L = 20\text{ pF}$ , $A_V = +1$		1.0		MHz
相位裕量	$\Phi_M$	$V_{IN} = 20\text{ mV p-p}$ , $R_L = 10\text{ k}\Omega$ , $C_L = 20\text{ pF}$ , $A_V = +1$		64		度
增益带宽积	GBP	$V_{IN} = 20\text{ mV p-p}$ , $R_L = 10\text{ k}\Omega$ , $C_L = 20\text{ pF}$ , $A_V = +100$		1.3		MHz
-3 dB闭环带宽	$f_{-3dB}$	$V_{IN} = 20\text{ mV p-p}$ , $R_L = 10\text{ k}\Omega$ , $C_L = 20\text{ pF}$ , $A_V = +1$		1.8		MHz
噪声性能						
电压噪声	$e_n$ p-p	$f = 0.1\text{ Hz}$ 至 $10\text{ Hz}$		1.2		$\mu\text{V p-p}$
电压噪声密度	$e_n$	$f = 1\text{ kHz}$		70		nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
电流噪声密度	$i_n$	$f = 1\text{ kHz}$		0.015		pA/ $\sqrt{\text{Hz}}$

## 绝对最大额定值

表5.

参数	额定值
电源电压	33 V
输入电压 <sup>1</sup>	$\pm V_{SY}$
输入电流	$\pm 10$ 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

<sup>1</sup> 输入电压应始终限制在30 V以下。

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

$\theta_{JA}$  针对焊接在零气流4层JEDEC标准板上的器件而规定。对于LFCSP封装，裸露焊盘焊接到电路板。

表6. 热阻

封装类型	$\theta_{JA}$	$\theta_{JC}$	单位
8引脚SOIC	120	45	°C/W
8引脚LFCSP	75	12	°C/W

## ESD警告



### ESD(静电放电)敏感器件。

静电电荷很容易在人体和测试设备上累积，可高达4000 V，并可能在没有察觉的情况下放电。尽管本产品具有专用ESD保护电路，但在遇到高能量静电放电时，可能会发生永久性器件损坏。因此，建议采取适当的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,  $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

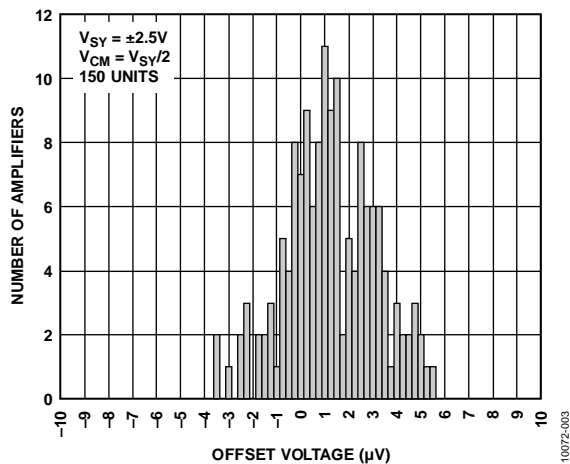


图3. 输入失调电压分布图

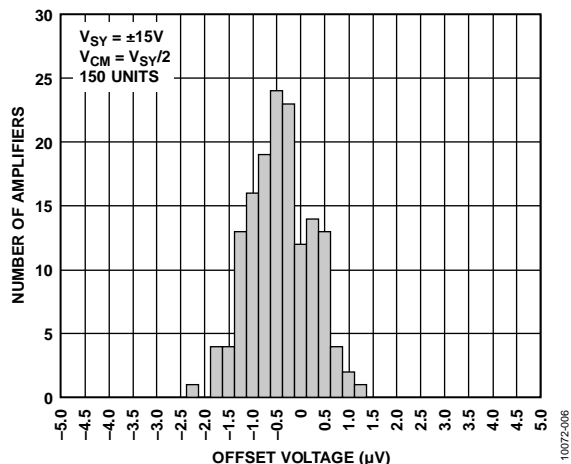


图6. 输入失调电压分布图

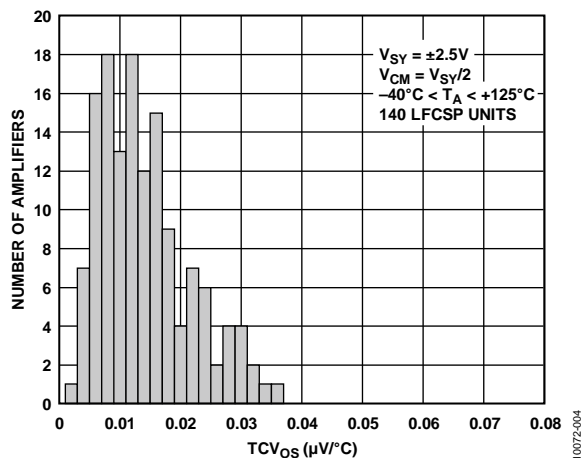


图4. 输入失调电压漂移分布图

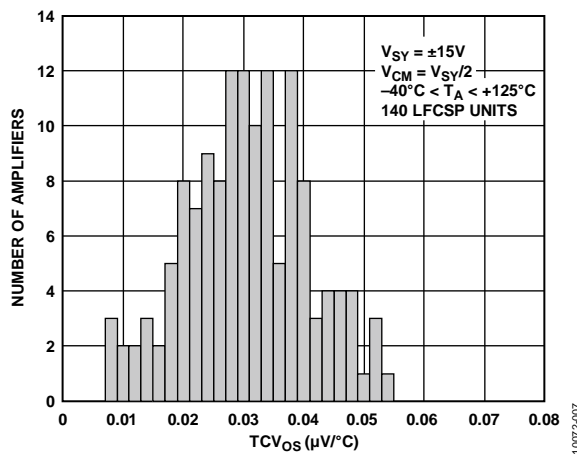


图7. 输入失调电压漂移分布图

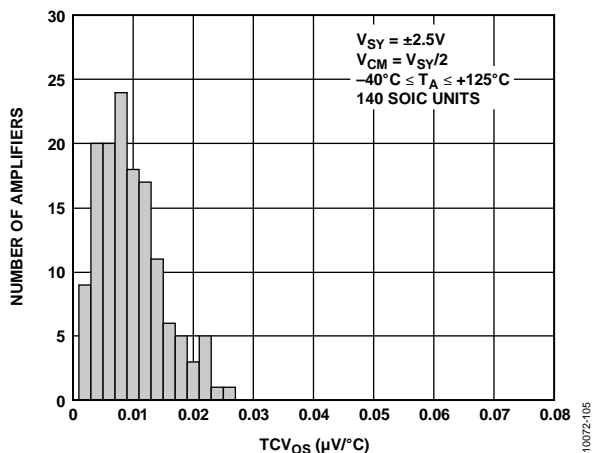


图5. 输入失调电压漂移分布图

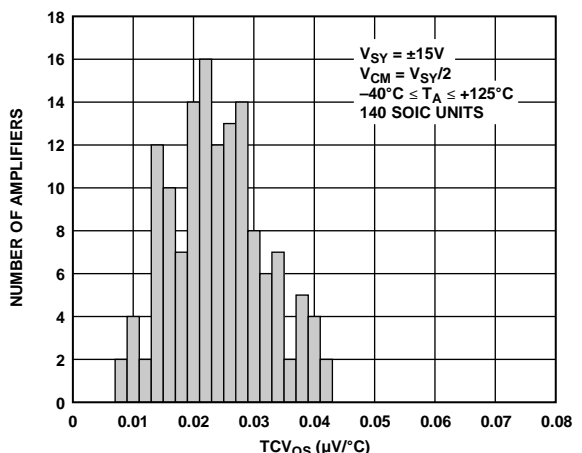


图8. 输入失调电压漂移分布图

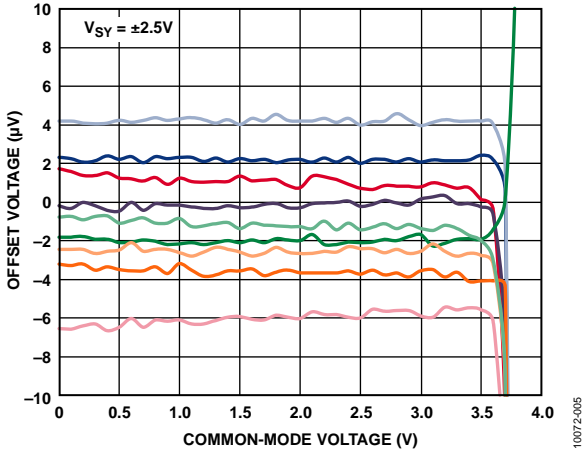


图9. 输入失调电压与共模电压的关系

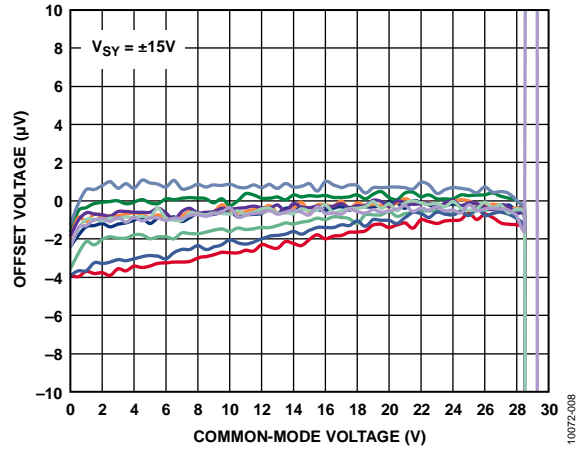


图12. 输入失调电压与共模电压的关系

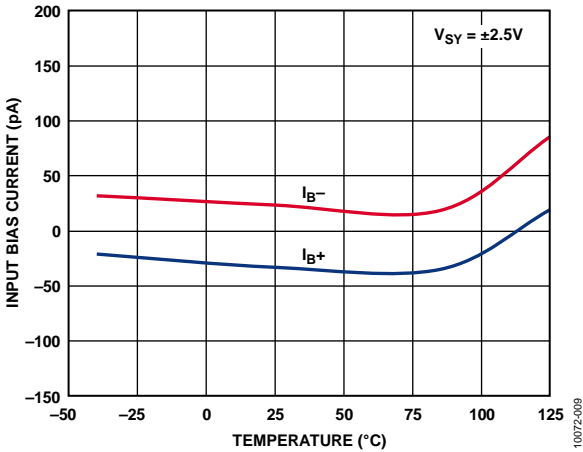


图10. 输入偏置电流与温度的关系

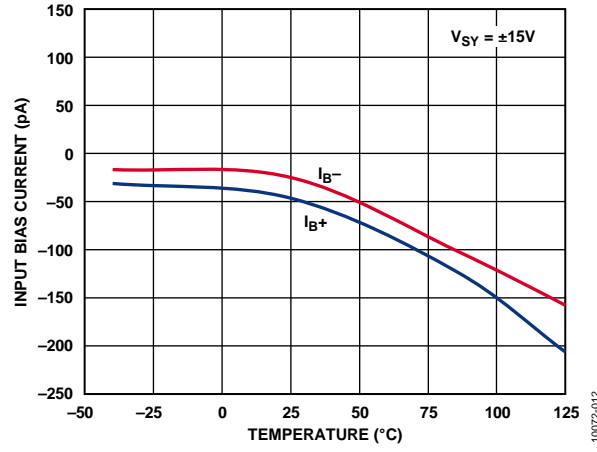


图13. 输入偏置电流与温度的关系

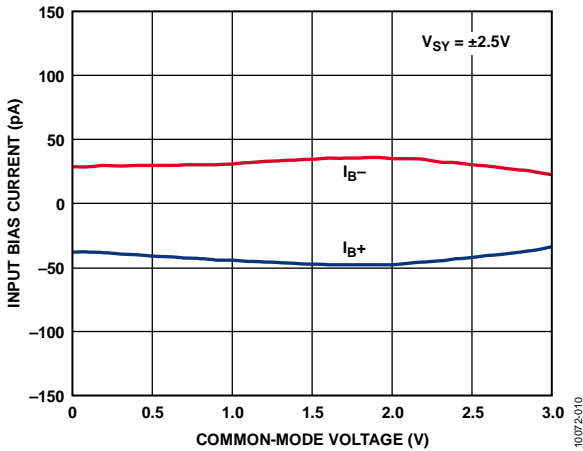


图11. 输入偏置电流与共模电压的关系

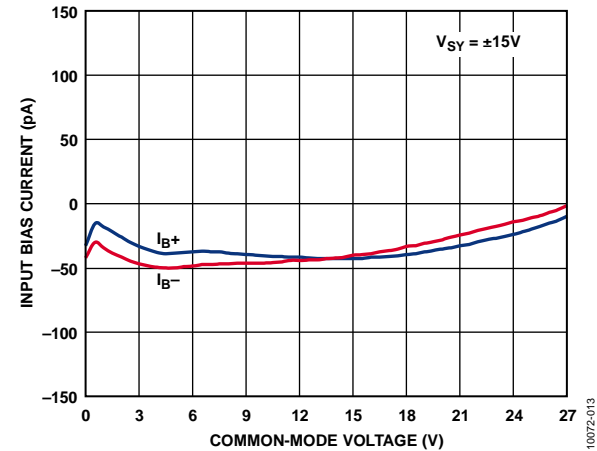


图14. 输入偏置电流与共模电压的关系



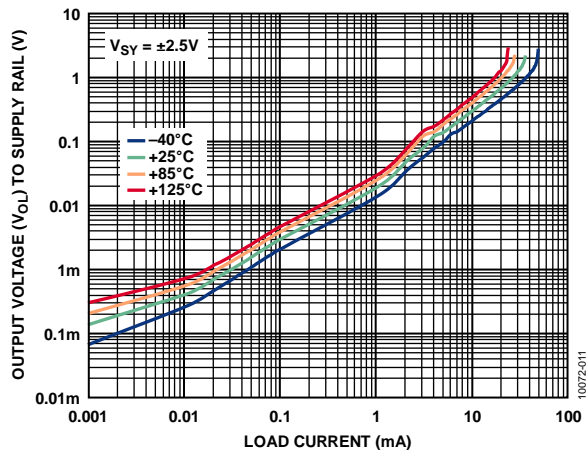


图15. 输出电压( $V_{OL}$ )至供电轨与负载电流的关系

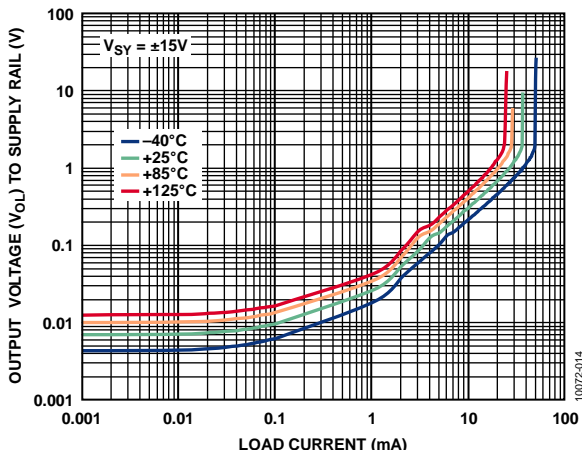


图18. 输出电压( $V_{OL}$ )至供电轨与负载电流的关系

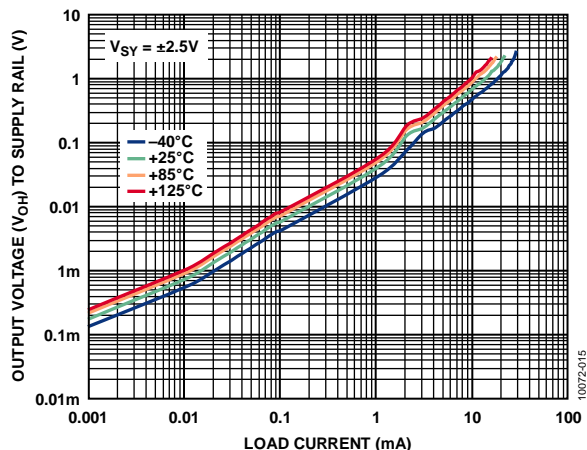


图16. 输出电压( $V_{OH}$ )至供电轨与负载电流的关系

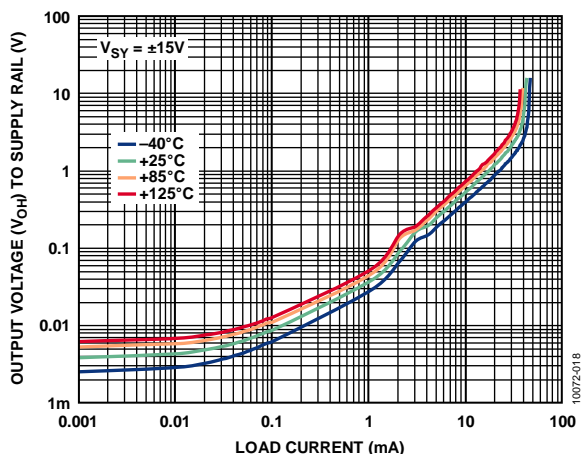


图19. 输出电压( $V_{OH}$ )至供电轨与负载电流的关系

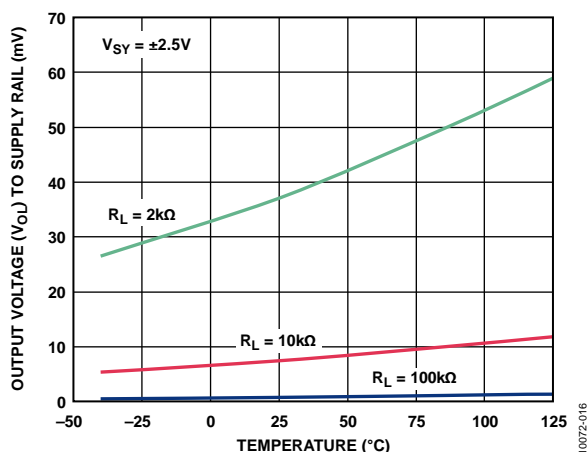


图17. 输出电压( $V_{OL}$ )至供电轨与温度的关系

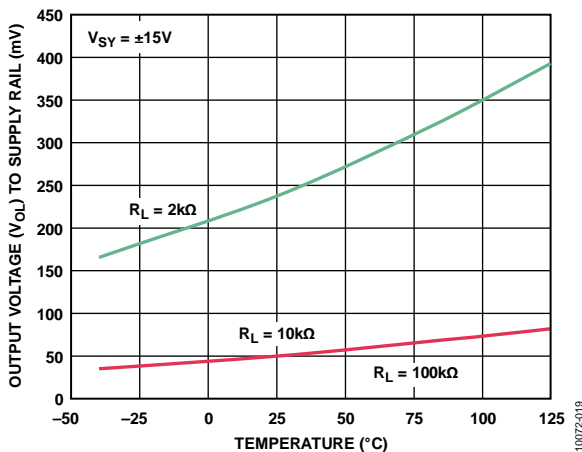


图20. 输出电压( $V_{OL}$ )至供电轨与温度的关系

# ADA4638-1

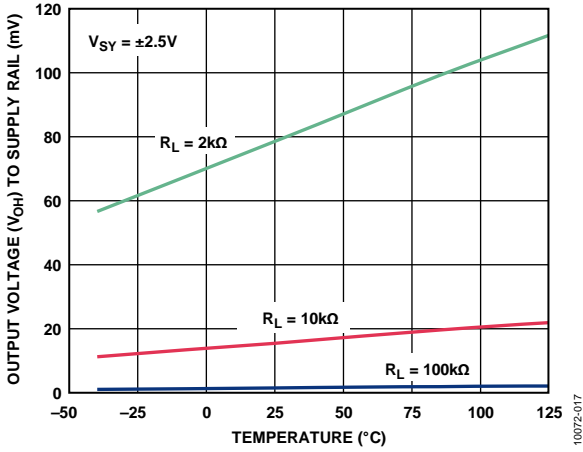


图21. 输出电压( $V_{OH}$ )至供电轨与温度的关系

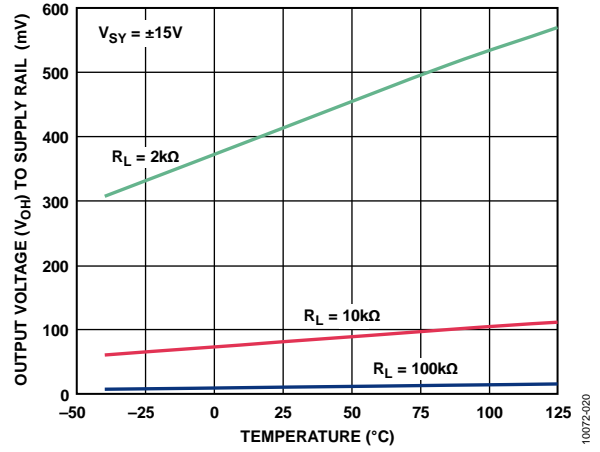


图24. 输出电压( $V_{OH}$ )至供电轨与温度的关系

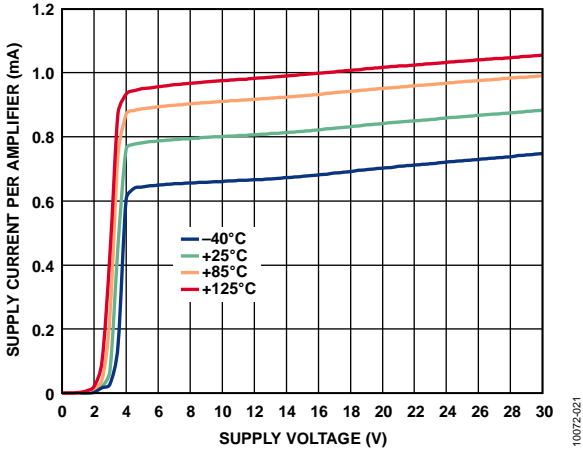


图22. 电源电流与电源电压的关系

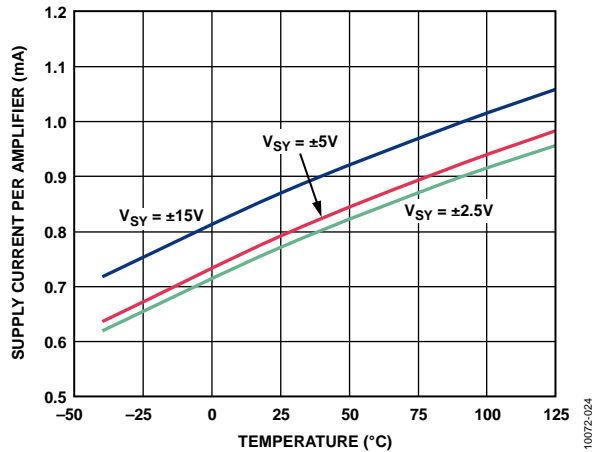


图25. 电源电流与温度的关系

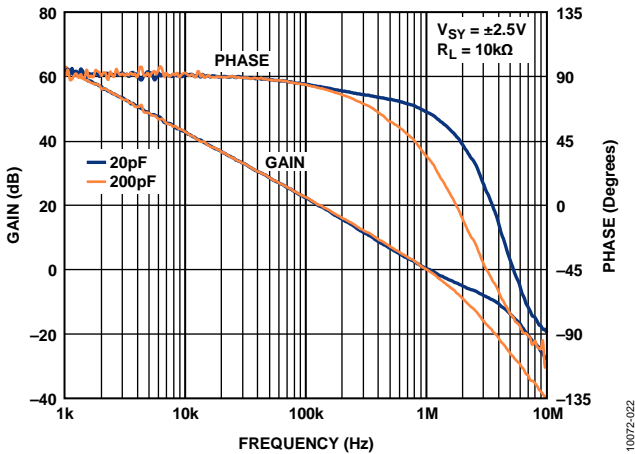


图23. 开环增益和相位与频率的关系

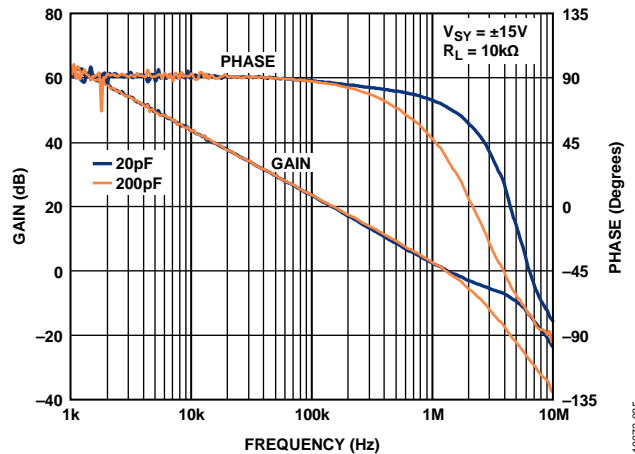


图26. 开环增益和相位与频率的关系

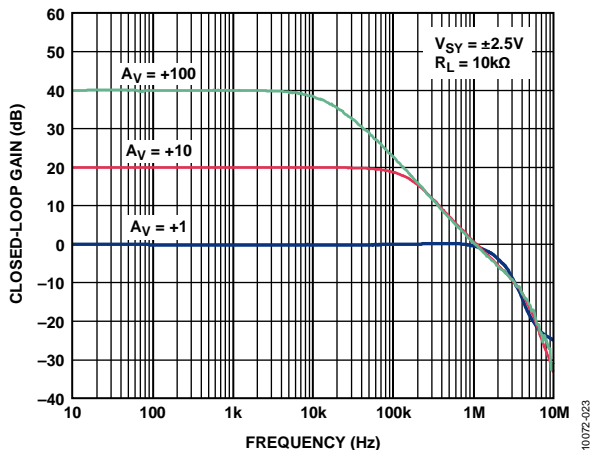


图27. 闭环增益与频率的关系

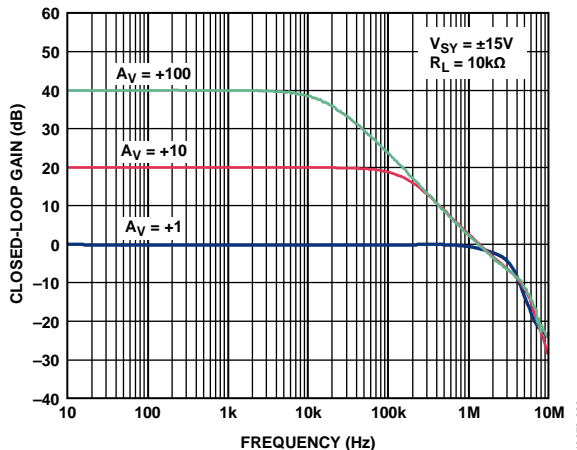


图30. 闭环增益与频率的关系

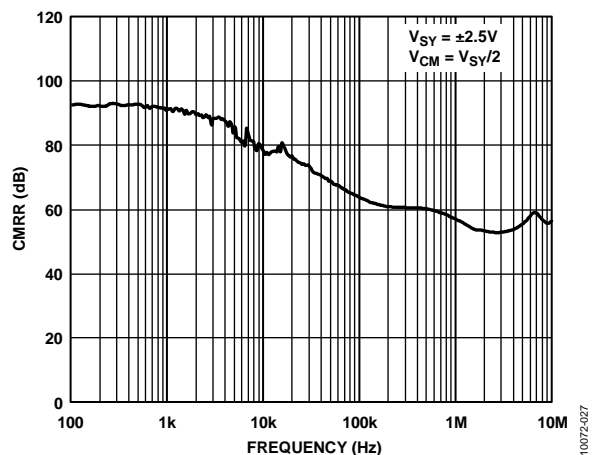


图28. CMRR与频率的关系

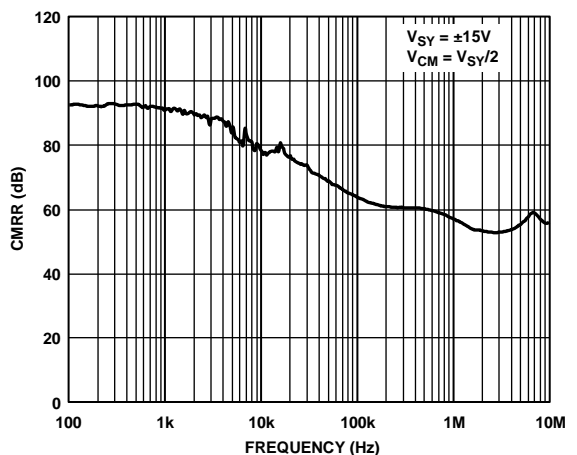


图31. CMRR与频率的关系

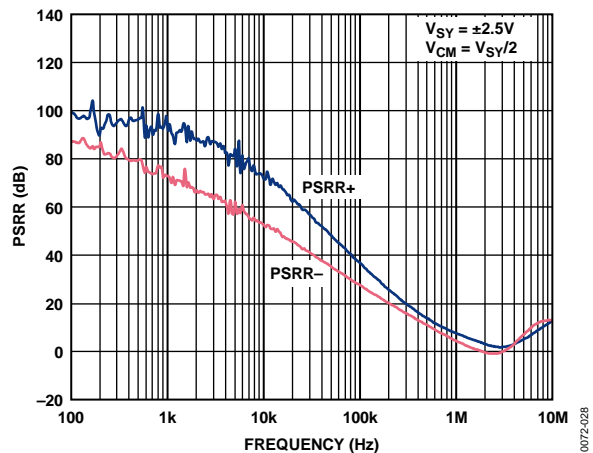


图29. PSRR与频率的关系

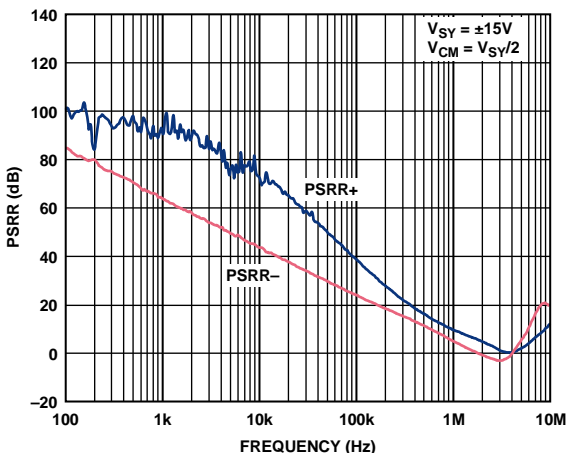


图32. PSRR与频率的关系

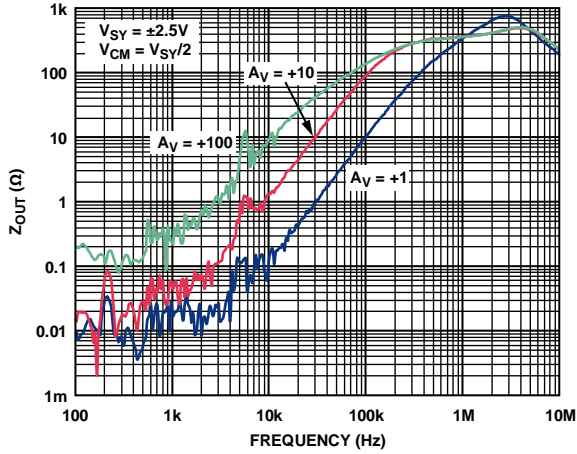


图33. 闭环输出阻抗与频率的关系

10072-029

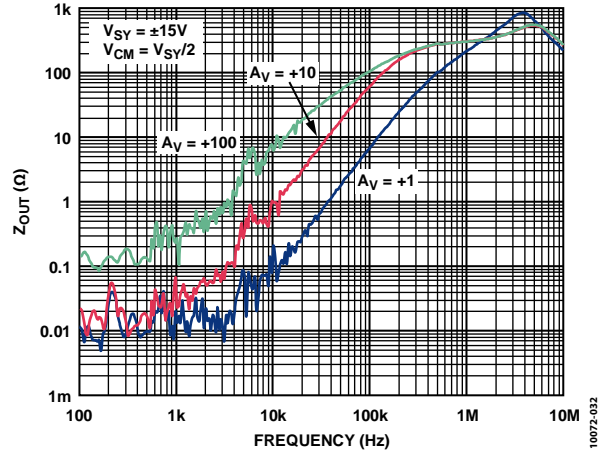


图36. 闭环输出阻抗与频率的关系

10072-032

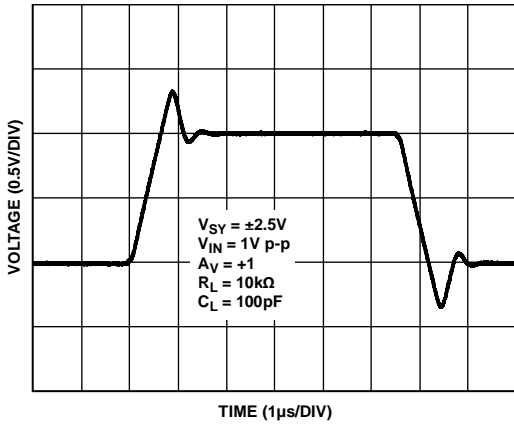


图34. 大信号瞬态响应

10072-033

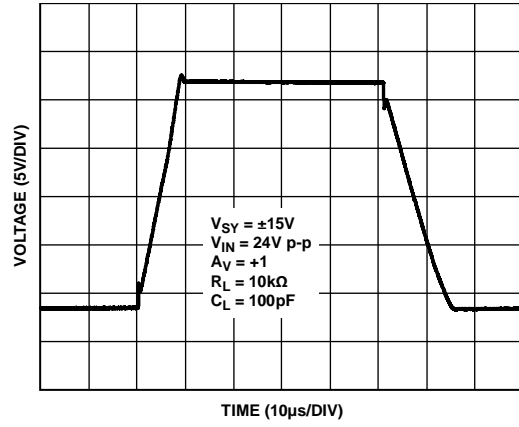


图37. 大信号瞬态响应

10072-036

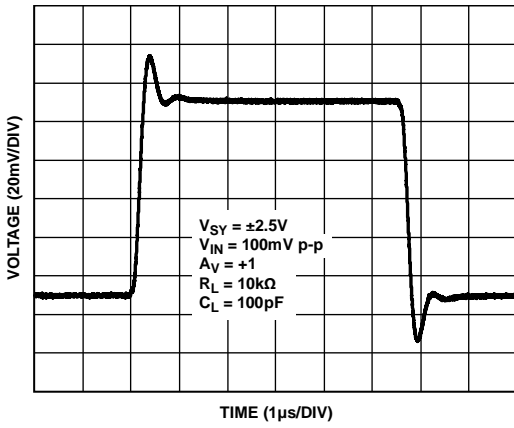


图35. 小信号瞬态响应

10072-034

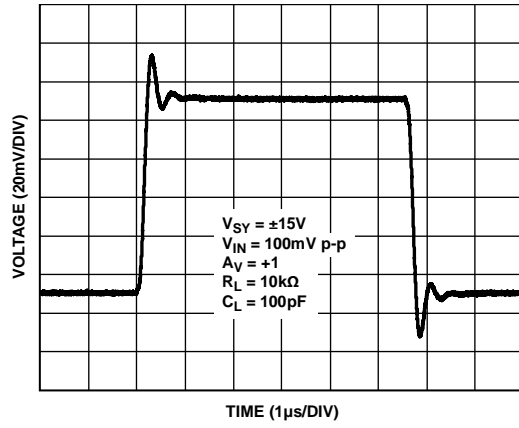


图38. 小信号瞬态响应

10072-037

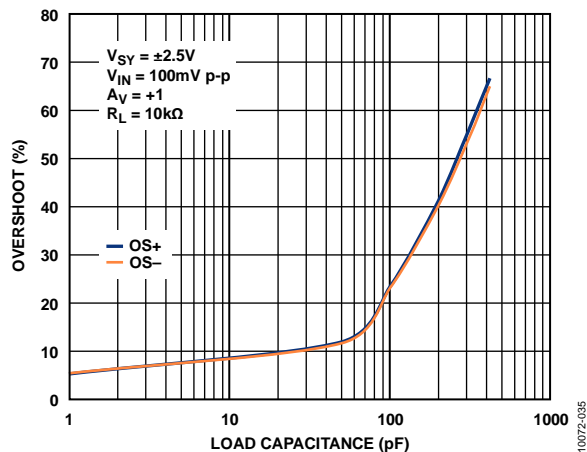


图39. 小信号过冲与负载电容的关系

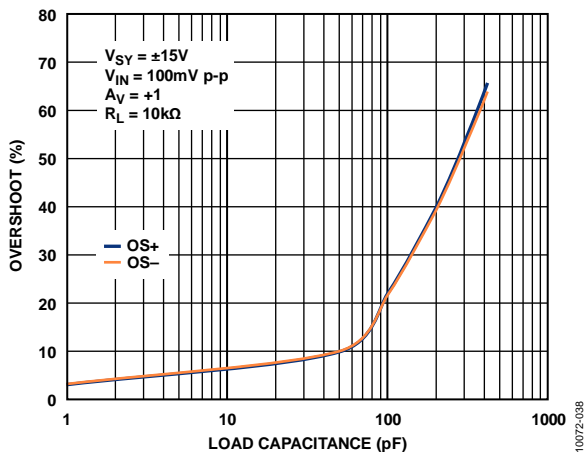


图42. 小信号过冲与负载电容的关系

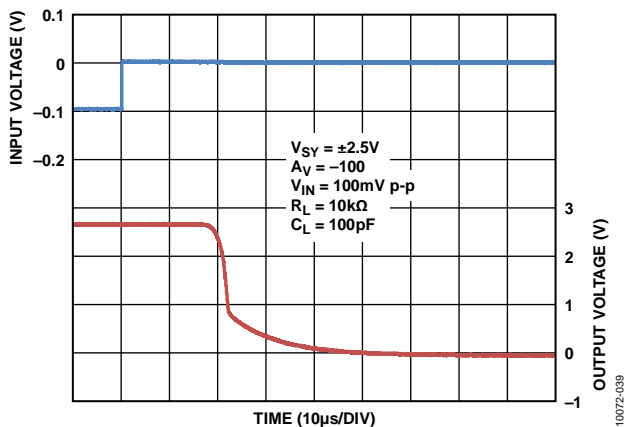


图40. 正过载恢复时间

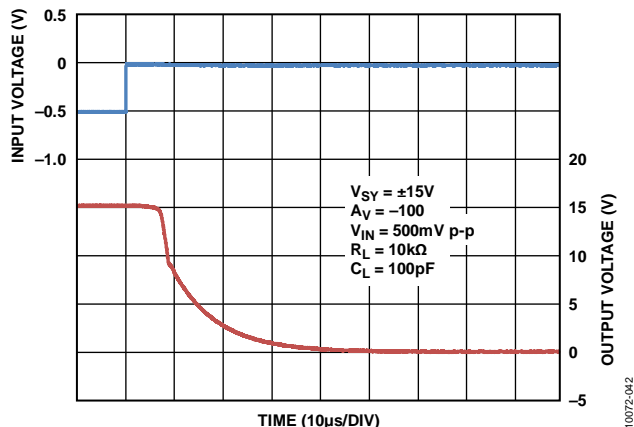


图43. 正过载恢复时间

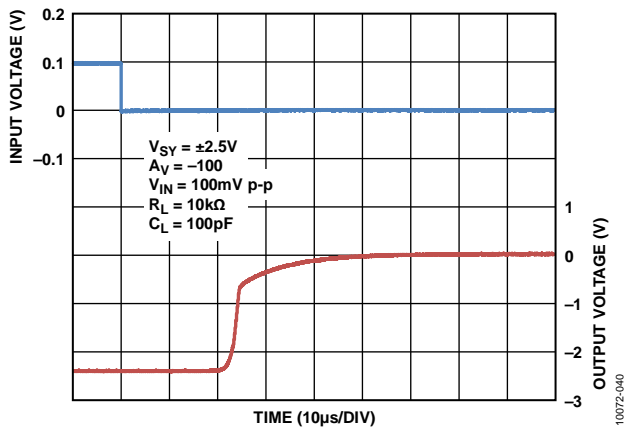


图41. 负过载恢复时间

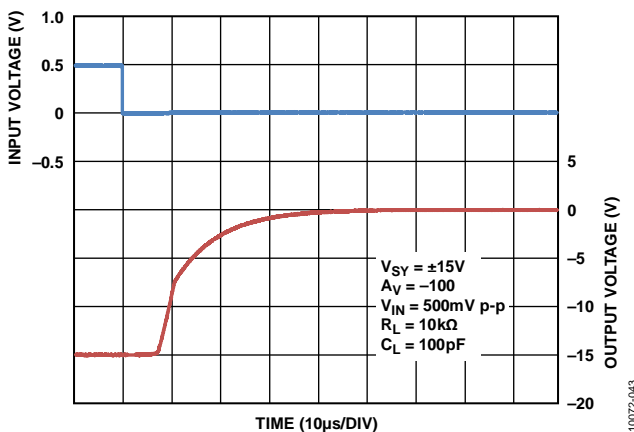


图44. 负过载恢复时间

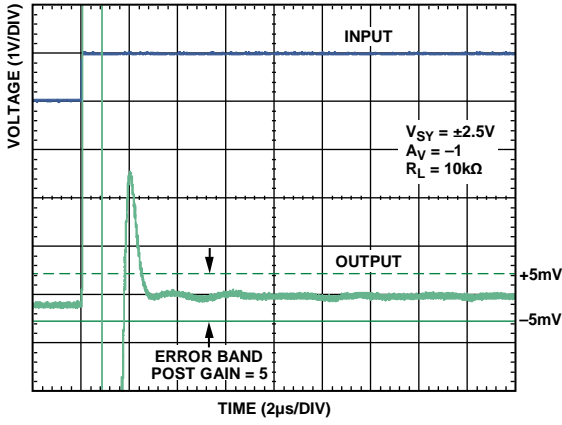


图45. 0.1%正建立时间

10072-041

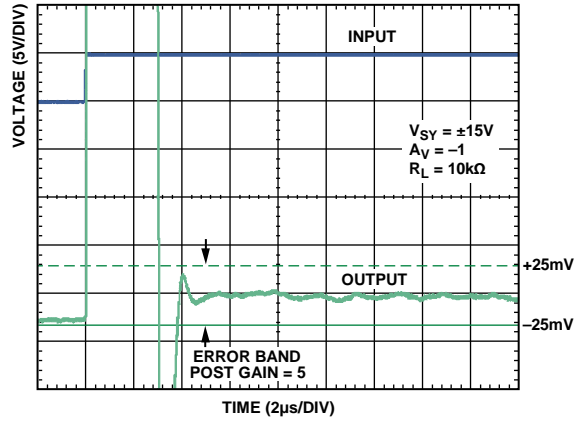


图48. 0.1%正建立时间

10072-044

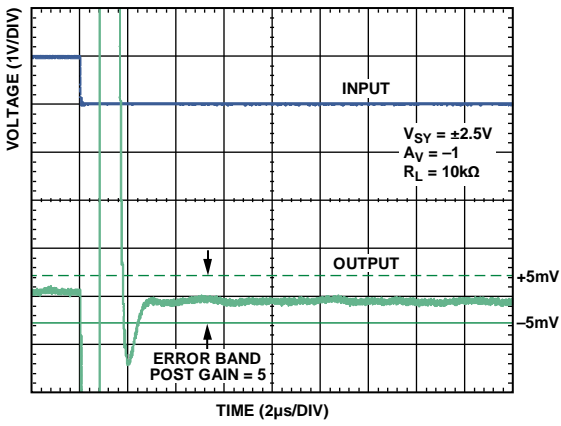


图46. 0.1%负建立时间

10072-045

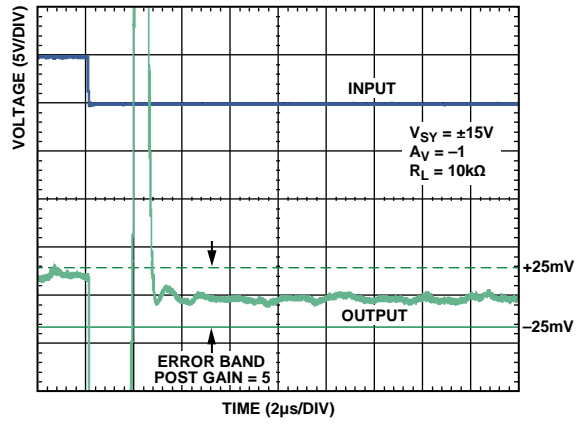


图49. 0.1%负建立时间

10072-048

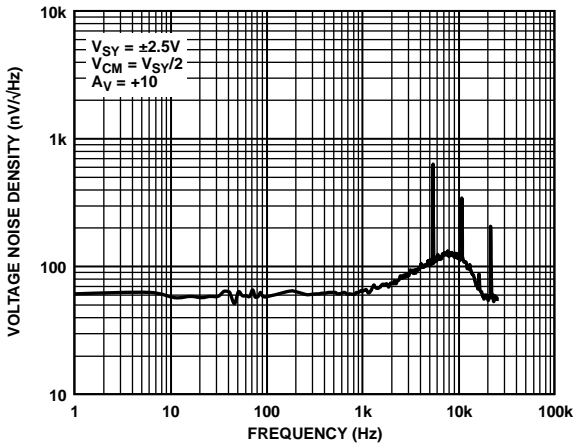


图47. 电压噪声密度与频率的关系

10072-049

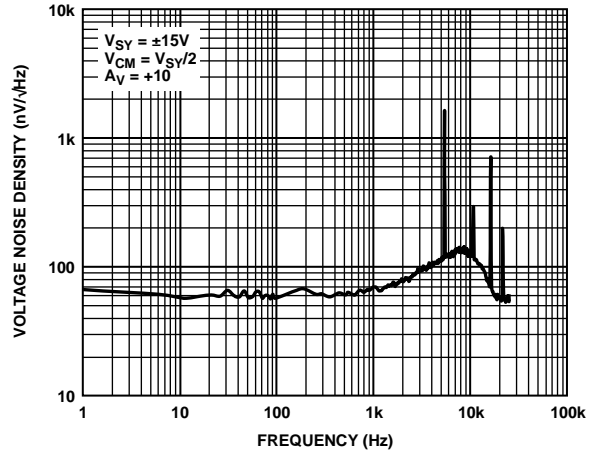


图50. 电压噪声密度与频率的关系

10072-046

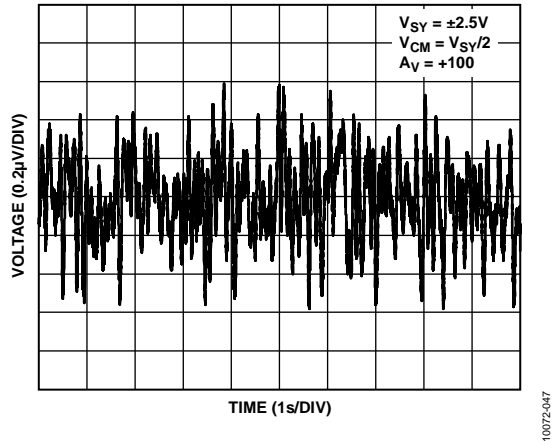


图51. 0.1 Hz至10 Hz噪声

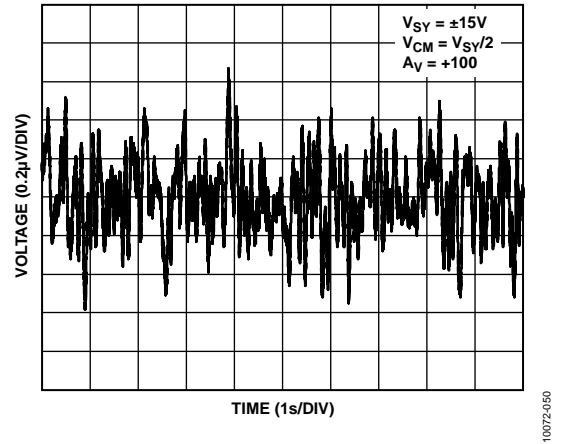


图54. 0.1 Hz至10 Hz噪声

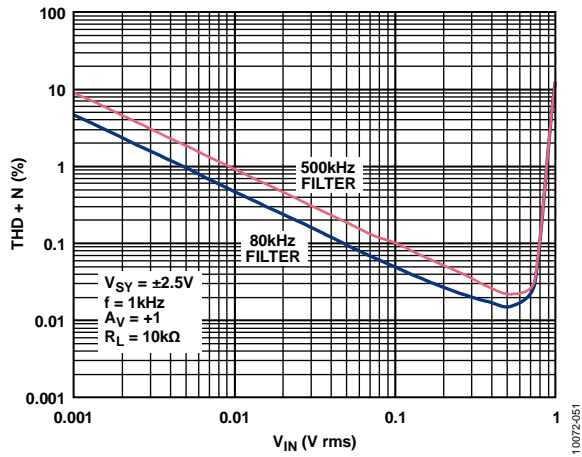


图52. THD + N与幅度的关系

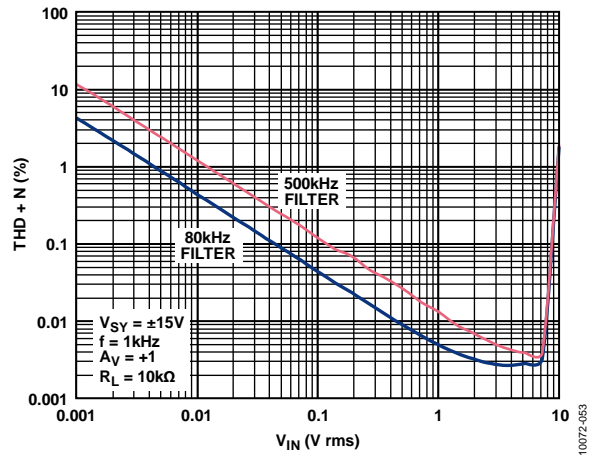


图55. THD + N与幅度的关系

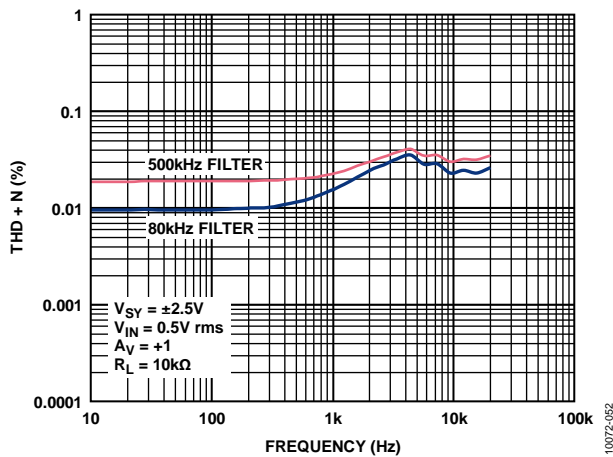


图53. THD + N与频率的关系

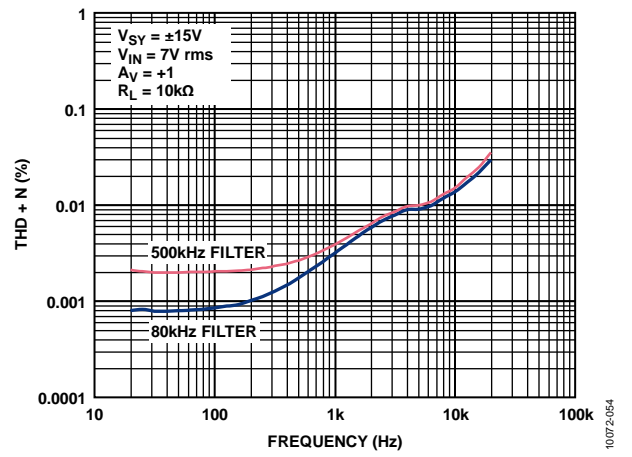


图56. THD + N与频率的关系

## 应用信息

ADA4638-1具有4.5 V至30 V的宽电源电压范围，是一款精密、轨到轨输出、零漂移运算放大器，集成结合自稳零和斩波两项专利技术。这种独特的拓扑结构确保ADA4638-1能够在宽温度范围和整个工作寿命内维持低失调电压。该放大器提供4.5  $\mu$ V(最大值)的超低输入失调电压和80 nV/ $^{\circ}$ C(最大值)的输入失调电压漂移。自稳零和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 $\pm 15$  V电源电压下实现卓越的142 dB的共模抑制比(CMRR)和143 dB的电源抑制比(PSRR)。ADA4638-1具有超高的直流精度并且无需使用1/f噪声元器件，适合直流或低频应用中低电平信号的高增益放大，不存在超量输出电压误差风险。

## 产品差异化

零漂移放大器通常采用自稳零或斩波技术设计。每种技术都有其优缺点。自稳零技术通常使自稳零频率时的噪声能量较低，但由于自稳零频带中混叠宽带噪声，因此会造成低频噪声较高。斩波技术可降低低频噪声，但斩波频率时的噪声能量较大。ADA4638-1采用已获专利的乒乓式配置，同时使用自稳零和斩波技术，可在斩波和自稳零频率获得较低的低频噪声以及较低的能量，使大部分应用的信噪比达到最高。相对较高的16 kHz斩波频率和8 kHz自稳零频率可简化对滤波器的有效、宽带宽要求。



## 工作原理

图57所示为ADA4638-1放大器的功能框图。同相和反相放大器输入端分别为+IN和-IN。跨导放大器A1和A2是两个输入增益级；A3和A4作为零值放大器，用于纠正A1和A2的失调，A<sub>OUT</sub>是输出放大器。四相周期(φ1至φ4)控制其切换。相位1(φ1)时，A1处于自稳零状态，A1的两个输入均连接+IN。A1产生的差分输出电流为 $V_{OS1} \times gm1$ ，其中 $V_{OS1}$ 是A1的输入失调电压， $gm1$ 是A1的差分跨导。随后，将A1的输出分别连接至A3的输入和输出。A3设计为具有 $1/gm3$ 的等效电阻，其中 $gm3$ 是A3的跨导值。 $V_{OS1}$ 放大后的值为 $V_{OS1} \times gm1/gm3$ ，存储在C1和C2电容中。当A1在φ3和φ4相位放大信号时，这些电容与A3一起用来使A1的输出失调为零。

A1处于自稳零状态时，A2(通过A4、C3和C4处理，使失调为零)用于信号放大。ADA4638-1与传统自稳零型放大器不同，其输入失调电压在信号放大时亦经过斩波处理。在φ1相位时，+IN和-IN分别施加于A2的同相和反相输入端。然而，φ2相位时，A2的输入和输出均反相，且A2的输入失调电压经过斩波处理。

自稳零和斩波的组合提供了两大优势。首先，经过自稳零处理的任何残余失调都被削弱了。在φ1中，A2的输出失调电压为 $+V_{OSAZ2}$ ；而在φ2中为 $-V_{OSAZ2}$ ，结果产生一个数值为零的理论平均值。其次，由于自稳零而产生的直流混叠噪声频谱密度经调制后可达斩波频率，并且处于斩波频率的预斩波噪声频谱密度经调制后下降到直流范围。这种噪声转变将噪声频谱密度降低至直流水平，使得零漂移放大器成为低频信号放大的理想选择。

在φ3和φ4中，A1和A2的作用与之前相反。A2失调为零，输入信号通过A1进行斩波并放大。

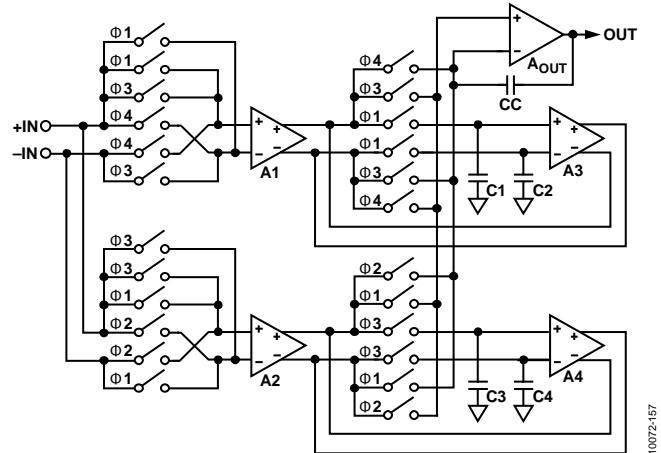


图57. ADA4638-1放大器功能框图

## 输入保护

内部ESD保护二极管连接在ADA4638-1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。然而，如果任一输入端的电压超过某个供电轨，这些ESD二极管将变成正偏，大量电流开始流过其中。如果不限流，这种过大的故障电流会对器件造成永久损坏。如果预期输入会发生过压情况，应在各输入端串联一个电阻，将输入电流限制在10 mA以下。不过，同时应考虑电阻热噪声对整个电路的影响。

## 无输出反相

当一个或两个输入端驱动电压超出额定输入共模电压范围，许多放大器意外发生反相(也称为相位反转)，结果输出端极性反转。某些情况下，反相可以引起锁定，造成设备损坏，以及器件自毁。

ADA4638-1放大器经过精心设计，只要两个输入均在电源电压范围内，即可防止发生输出反相。如果一个或两个输入超过其中一个电源电压范围，则应插入与输入串联的电阻，从而将电流限制在10 mA以下。

ADA4638-1具有轨到轨输出特性，电源电压范围为4.5V至30V。图58显示ADA4638-1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±15 V，阻性负载为10 kΩ。ADA4638-1不会发生相位反转。

# ADA4638-1

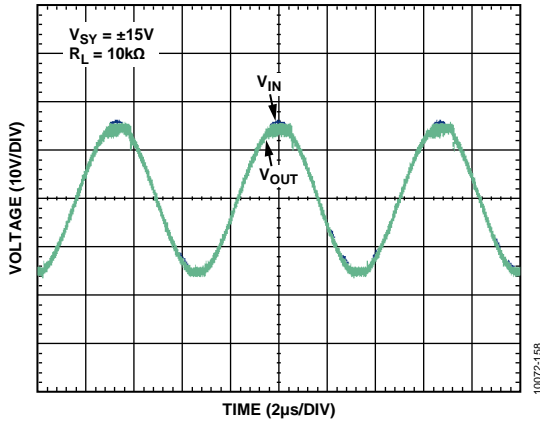


图58. 无相位反转

## 噪声考虑因素

### 1/f噪声

1/f噪声也称为粉红噪声或闪烁噪声，是半导体器件的固有特性，随着频率降低而提高。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，ADA4638-1从内部消除了1/f噪声，因此它是DC或低频高精度应用的理想选择。电源电压为±15V时，0.1 Hz至10 Hz的电压噪声仅为1.2 μV p-p。

对于ADA4638-1，低频1/f噪声表现为缓慢变化的失调，通过结合自稳零和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，ADA4638-1在DC和低频时的噪声低得多。图47和图50显示了ADA4638-1不包含1/f噪声的电压噪声密度。

### 比较器操作

运算放大器设计采用闭环配置工作，来自输出端的反馈进入反相输入端。图59显示ADA4638-1配置为一个电压跟随器，输入电压保持为中间电源电压。A1和A2表示安培计，用于测量电源电流。I<sub>SY+</sub>指流入运算放大器正电源引脚的电流，I<sub>SY-</sub>指流出运算放大器负电源引脚的电流。如图60所示，在正常工作条件下，流入运算放大器的电流等于流出运算放大器的电流，即I<sub>SY+</sub> = I<sub>SY-</sub>。

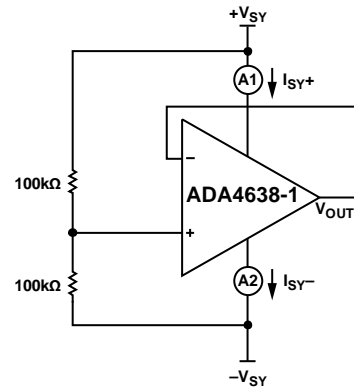


图59. 电压跟随器

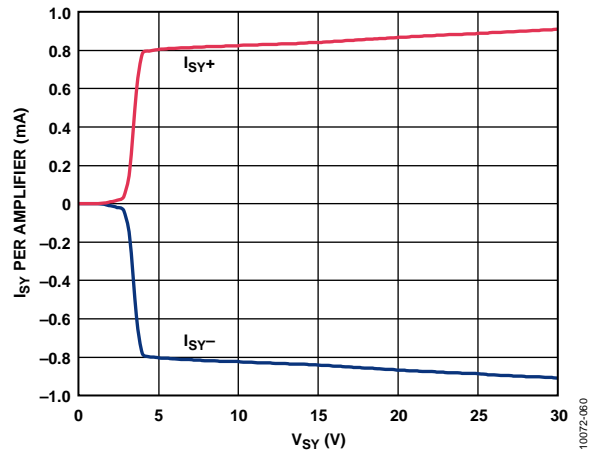


图60. 电源电流与电源电压的关系(电压跟随器)

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

图61和图62显示ADA4638-1配置为比较器，R<sub>IN1</sub>和R<sub>IN2</sub>电阻与输入引脚串联。

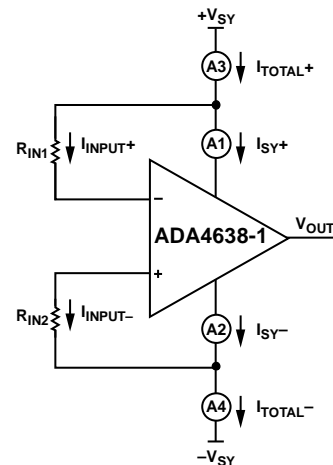


图61. 比较器A

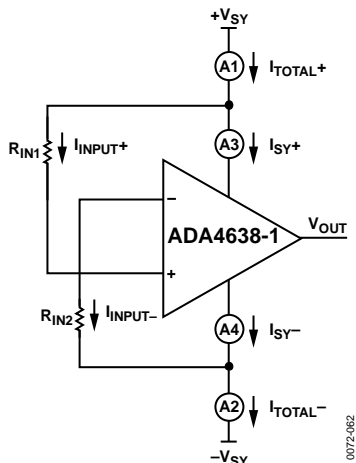


图62. 比较器B

图63和图64显示系统的总电源电流 $I_{TOTAL}$ 和实际电流 $I_{SY}$ ，它流入并流出ADA4638-1的电源引脚。由于 $R_{IN1} = R_{IN2} = 100\text{ k}\Omega$ 且电源电压为30 V，系统总电源电流为800  $\mu\text{A}$ 至900  $\mu\text{A}$ 。

如果使用较小的输入串联电阻，则系统的总电源电流会增加很多。图65和图66显示 $R_{IN1} = R_{IN2} = 0\ \Omega$ 时的电源电流。系统总电流增加到了10 mA。

$$I_{TOTAL} = I_{SY} + I_{INPUT}$$

注意，当电源电压为30 V时，流过输入引脚的电流为8 mA至9 mA。这是不希望看到的结果。不建议ADA4638-1用作比较器。如果一定要这么做，则在放大器的输入端放置串联电阻，以便将输入电流限制在10 mA以内。

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”。

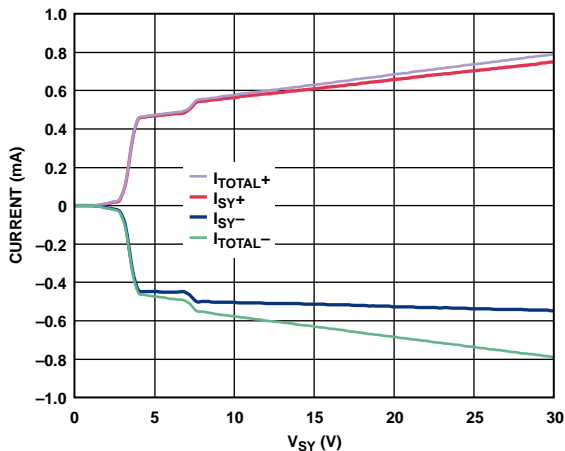


图64. 电源电流与电源电压的关系 (比较器B,  $R_{IN1} = R_{IN2} = 100\text{ k}\Omega$ )

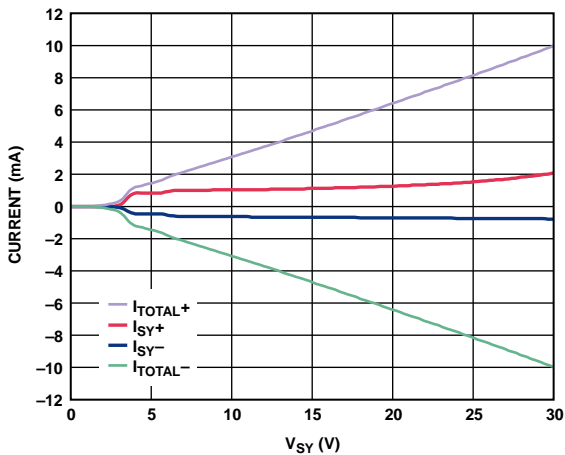


图65. 电源电流与电源电压的关系 (比较器A,  $R_{IN1} = R_{IN2} = 0\text{ k}\Omega$ )

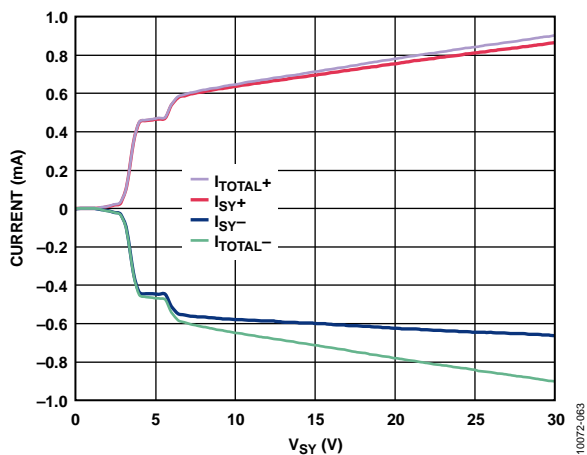


图63. 电源电流与电源电压的关系 (比较器A,  $R_{IN1} = R_{IN2} = 100\text{ k}\Omega$ )

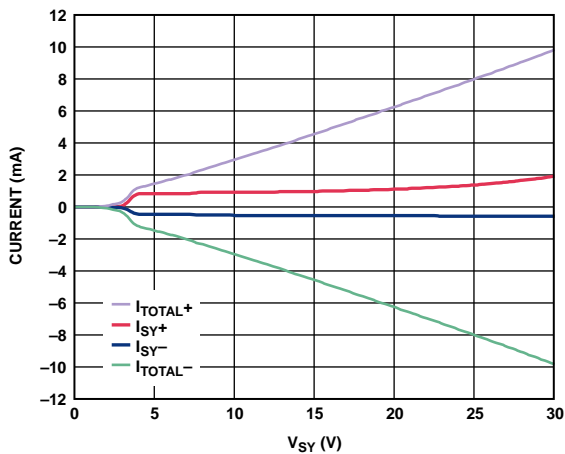


图66. 电源电流与电源电压的关系 (比较器B,  $R_{IN1} = R_{IN2} = 0\text{ k}\Omega$ )

# ADA4638-1

## 精密低端分流传感器

许多应用都需要在正电轨或负电轨附近进行信号检测。分流传感器便是这类应用中的一种，并且常用于反馈控制系统。这类传感器还可在其它多种应用中使用，包括功率计量、电池电量计和电动助力转向中的反馈控制。这类应用中需要使用电阻极低的分流器，以最大程度减少串联压降。这样不仅可以充分减少功率浪费，还能允许测量高电流并实现省电效果。典型的分流器具有100 mΩ电阻值。测量电流为1 A时，分流器产生的电压为100 mV，放大器误差源较小。不过，当电流测量值较低并位于1 mA范围内时，分流器产生的100 μV就需要极低的失调电压和漂移放大器，以维持绝对精度。独特的零漂移放大器属性提供了一种解决方案。

ADA4638-1的输入共模电压包括较低的供电轨，可用于低端分流检测器的部署。

图67显示使用ADA4638-1的低端电流检测电路。该器件配置成增益为1000的差分放大器。虽然它具有高共模抑制性能，但外部电阻限制了系统的CMR。因此，要实现系统的高CMR，关键是在电阻比和相对漂移两个方面都能获得良好匹配，即 $R1/R2 = R3/R4$ 。电阻对于确定性能随工艺容差、时间和温度的变化非常重要。

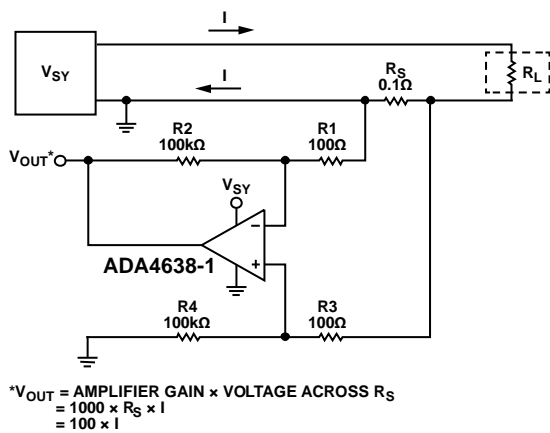


图67：低端电流检测电路

## 印刷电路板布局布线

ADA4638-1 是一款具有超低失调电压和失调电压漂移的高精度器件，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ADA4638-1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。

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

一个潜在的失调误差源是电路板上的塞贝克(Seebeck)电压。塞贝克电压出现在两种异质金属的结面，与结温有关。电路板上最常见的金属结面是焊料与板走线以及焊料与器件引脚的结面。图68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ADA4638-1的超低失调电压性能。

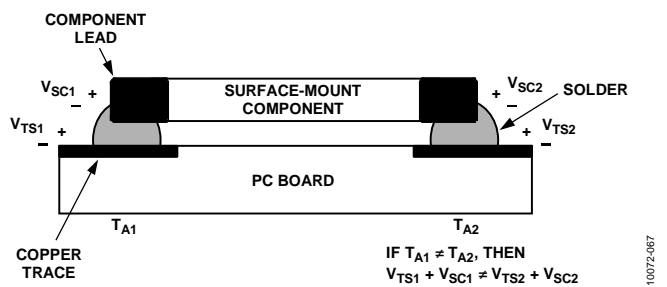


图68. 塞贝克电压不匹配导致塞贝克电压误差

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

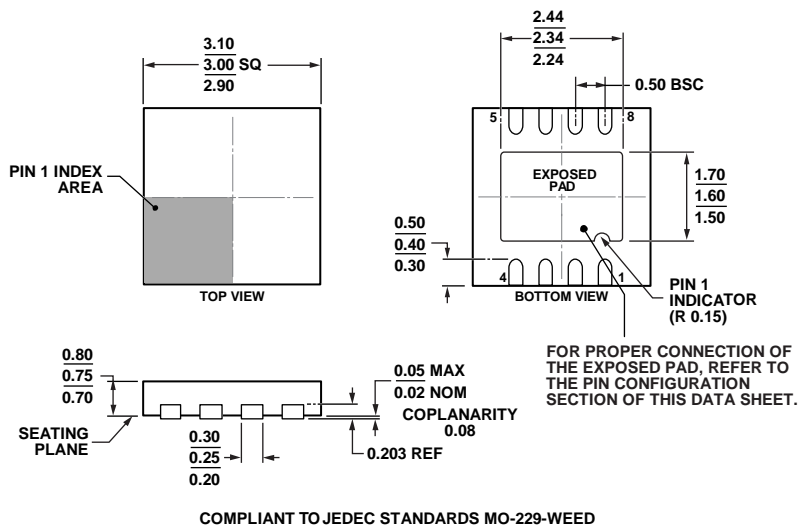
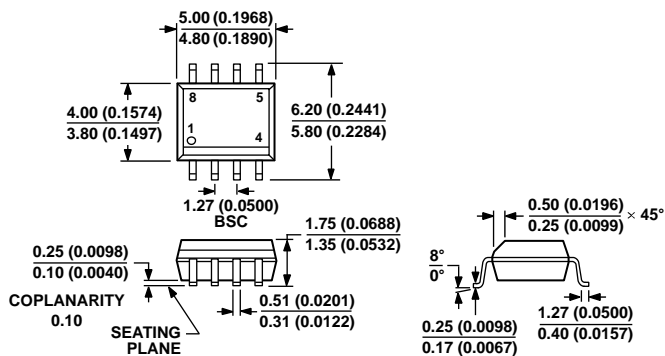


图69. 8引脚引脚架芯片级封装[LFCSP\_WD]  
3 mm x 3 mm, 超薄体, 双排引脚  
(CP-8-11)  
图示尺寸单位: mm

01-24-2011-B



COMPLIANT TO JEDEC STANDARDS MS-012-AA  
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70. 8引脚标准小型封装[SOIC\_N]  
窄体  
(R-8)  
图示尺寸单位: mm和(inch)

012407-A

## 订购指南

型号 <sup>1</sup>	温度范围	封装描述	封装选项	标识
ADA4638-1ACPZ-R7	-40°C 至 +125°C	8引脚引脚架芯片级封装[LFCSP_WD]	CP-8-11	A2W
ADA4638-1ACPZ-RL	-40°C 至 +125°C	8引脚引脚架芯片级封装[LFCSP_WD]	CP-8-11	A2W
ADA4638-1ARZ	-40°C 至 +125°C	8引脚标准小型封装[SOIC_N]	R-8	
ADA4638-1ARZ-R7	-40°C 至 +125°C	8引脚标准小型封装[SOIC_N]	R-8	
ADA4638-1ARZ-RL	-40°C 至 +125°C	8引脚标准小型封装[SOIC_N]	R-8	

<sup>1</sup> Z = 符合RoHS标准的器件。

**注释**

注释

**注释**