

产品特性

低噪声: $2.7 \text{ nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ ($f = 10 \text{ kHz}$)

低失调电压: V_{CM} 上最大为 $250 \mu\text{V}$

失调电压漂移: $0.4 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$ (典型值); $2.3 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$ (最大值)

带宽: 28 MHz

轨到轨输入/输出

单位增益稳定

工作电压范围: 2.7V 至 5.5 V

工作温度范围: -40°C 至 $+125^\circ\text{C}$

通过汽车应用认证(AD8656)

应用

ADC和DAC缓冲器

音频

工业控制

精密滤波器

数字秤

汽车防撞

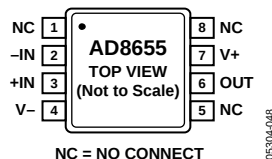
PLL滤波器

概述

AD8655/AD8656是精密CMOS放大器。二者采用ADI的DigiTrim®技术, 以获得高dc精度。

AD8655/AD8656为低压应用提供低噪声(10 kHz 时为 $2.7 \text{ nV}/\sqrt{\text{Hz}}$)、低THD + N (0.0007%)及高精度性能(V_{CM} 上最大为 $250 \mu\text{V}$)。此外还具有轨到轨输入和输出摆幅能力, 使设计人员可以在单电源系统中缓冲模数转换器(ADC)及其它宽动态范围器件。

引脚配置



NC = NO CONNECT

图1. AD8655 8
引脚 MSOP(RM-8)

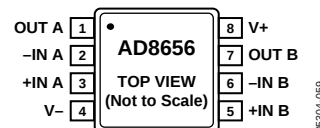
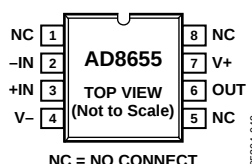


图2. AD8656 8
引脚 MSOP(RM-8)



NC = NO CONNECT

图3. AD8655 8
引脚 SOIC (R-8)

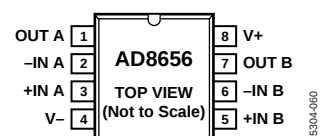


图4. AD8656 8
引脚 SOIC (R-8)

在低压应用中, AD8655/AD8656的高精度性能可以改善分辨率和动态范围。麦克风前置放大器和调音台等音频应用均受益于AD8655/AD8656的低噪声、低失真和高输出电流能力, 可降低系统级噪声, 并确保音频保真度。AD8655/AD8656的高精度以及轨到轨输入和输出则有益于数据采集、过程控制和PLL滤波器应用。

AD8655/AD8656额定温度范围为 -40°C 至 $+125^\circ\text{C}$ 。

AD8655/AD8656提供无铅、8引脚MSOP和SOIC封装。

Rev. B

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

Fax: 781.461.3113 ©2005–2011 Analog Devices, Inc. All rights reserved.

目录

技术规格	3	驱动容性负载	16
绝对最大额定值	5	布局布线、接地和旁路考虑	18
ESD警示	5	电源旁路	18
典型工作特性	6	接地	18
工作原理	15	漏电流	18
应用	16	外形尺寸	19
输入过压保护	16	订购指南	19
输入电容	16	汽车应用级产品	19

修订历史

2011年9月—修订版A至修订版B

更改“特性”部分	1
更新外形尺寸	19
更改订购指南	19
增加汽车应用级产品部分	19

2005年6月—修订版0至修订版A

增加AD8656	通篇
增加图2和图4	1
更改技术规格	3
更改图12标题，增加图13	7
更换图16	7
更改图37标题，增加图38	11
更换图47	13
增加图55	14
更改订购指南	18

2005年4月—版本0:初始版

技术规格

除非另有说明, $V_S = 5.0\text{ V}$, $V_{CM} = V_S/2$, $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

表1.

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
输入特性						
失调电压	V_{OS}	$V_{CM} = 0\text{ V至}5\text{ V}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	50		250	μV
失调电压漂移	$\Delta V_{OS}/\Delta T$	$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	0.4		2.3	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
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}	$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$			500	pA
输入电压范围			0		5	V
共模抑制比	CMRR	$V_{CM} = 0\text{ V至}5\text{ V}$	85	100		dB
大信号电压增益	A_{VO}	$V_O = 0.2\text{ V至}4.8\text{ V}$, $R_L = 10\text{ k}\Omega$, $V_{CM} = 0\text{ V}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	100	110		dB
			95			dB
输出特性						
高输出电压	V_{OH}	$I_L = 1\text{ mA}$; $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	4.97	4.991		V
低输出电压	V_{OL}	$I_L = 1\text{ mA}$; $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	8		30	mV
输出电流	I_{OUT}	$V_{OUT} = \pm 0.5\text{ V}$		± 220		mA
电源						
电源抑制比	电源抑制比(PSRR)	$V_S = 2.7\text{ V至}5.0\text{ V}$	88	105		dB
每放大器电源电流	I_{SY}	$V_O = 0\text{ V}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$		3.7	4.5	mA
					5.3	mA
输入电容	C_{IN}					
差分				9.3		pF
共模				16.7		pF
噪声性能						
输入电压噪声密度	e_n	$f = 1\text{ kHz}$ $f = 10\text{ kHz}$	4			$\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
总谐波失真加噪声	总谐波失真加噪声(THD + N)	$G = 1$, $R_L = 1\text{ k}\Omega$, $f = 1\text{ kHz}$, $V_{IN} = 2\text{ V p-p}$	2.7			$\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
			0.0007			%
频率响应						
增益带宽积	GBP			28		MHz
压摆率	SR	$R_L = 10\text{ k}\Omega$		11		$\text{V}/\mu\text{s}$
建立时间	t_s	To 0.1%, $V_{IN} = 0\text{ V至}2\text{ V step}$, $G = +1$		370		ns
相位裕量		$C_L = 0\text{ pF}$		69		度

AD8655/AD8656

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

表2.

参数	符号	条件	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 V $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	44		250	μV
失调电压漂移	$\Delta V_{OS}/\Delta T$	$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	0.4		550	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
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}	$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$			500	pA
输入电压范围		$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	0		10	pA
共模抑制比	CMRR	$V_{CM} = 0\text{ V}$ 至 2.7 V	80	98	500	pA
大信号电压增益	A_{VO}	$V_O = 0.2\text{ V}$ 至 2.5 V ， $R_L = 10\text{ k}\Omega$ ， $V_{CM} = 0\text{ V}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	98		2.7	dB
输出特性						
高输出电压	V_{OH}	$I_L = 1\text{ mA}$ ； $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	2.67	2.688		V
低输出电压	V_{OL}	$I_L = 1\text{ mA}$ ； $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$		10	30	mV
输出电流	I_{OUT}	$V_{OUT} = \pm 0.5\text{ V}$		± 75		mA
电源						
电源抑制比	电源抑制比(PSRR)	$V_S = 2.7\text{ V}$ 至 5.0 V	88	105		dB
每放大器电源电流	I_{SY}	$V_O = 0\text{ V}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$		3.7	4.5	mA
输入电容	C_{IN}				5.3	mA
差分				9.3		pF
共模				16.7		pF
噪声性能						
输入电压噪声密度	e_n	$f = 1\text{ kHz}$ $f = 10\text{ kHz}$		4.0		$\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
总谐波失真加噪声	总谐波失真加噪声(THD + N)	$G = 1$ ， $R_L = 1\text{ k}\Omega$ ， $f = 1\text{ kHz}$ ， $V_{IN} = 2\text{ V p-p}$		2.7		$\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
频率响应				0.0007		%
增益带宽积	GBP			27		MHz
压摆率	SR	$R_L = 10\text{ k}\Omega$		8.5		$\text{V}/\mu\text{s}$
建立时间	t_s	建立至0.1%， $V_{IN} = 0$ 至 1 V 步进， $G = +1$		370		ns
相位裕量		$C_L = 0\text{ pF}$		54		度

绝对最大额定值

表3.

参数	额定值
电源电压	6 V
输入电压	$V_{SS} - 0.3\text{ V}$ 至 $V_{DD} + 0.3\text{ V}$
差分输入电压	$\pm 6\text{ V}$
对地输出短路持续时间	不定
静电放电(HBM)	3.0 kV
存储温度范围(R、RM封装)	-65°C 至 $+150^{\circ}\text{C}$
结温范围(R、RM封装)	-65°C 至 $+150^{\circ}\text{C}$
引脚温度(焊接, 10秒)	260°C

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, 不表示在这些条件下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, 器件能够正常工作。长期在绝对最大额定值条件下工作会影响器件的可靠性。

表4.

封装类型	θ_{JA}^1	θ_{JC}	单位
8引脚 MSOP封装(RM)	210	45	$^{\circ}\text{C/W}$
8引脚 SOIC封装(R)	158	43	$^{\circ}\text{C/W}$

¹ θ_{JA} 针对最差条件, 即器件焊接在电路板上以实现表贴封装。

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

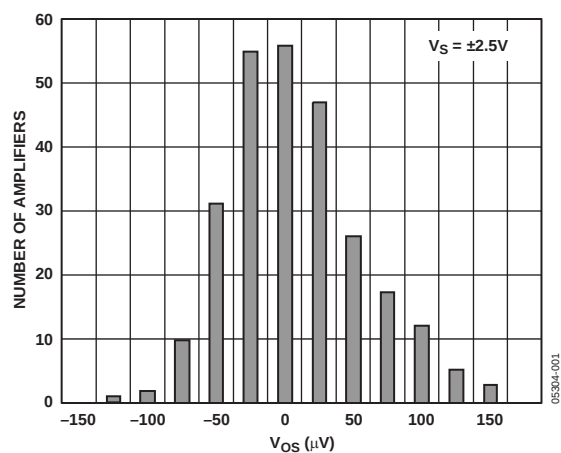


图5. 输入失调电压分布图

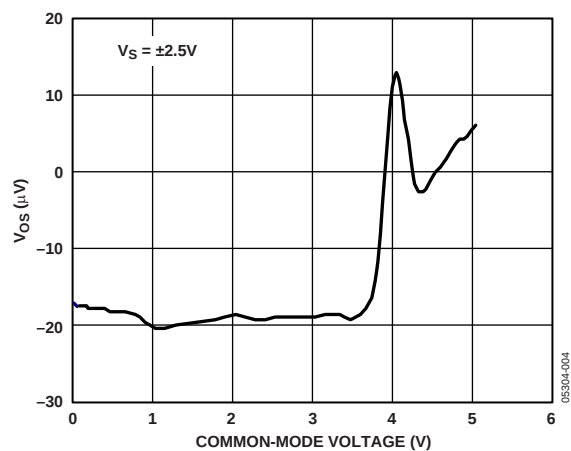


图8. 输入失调电压与共模电压的关系

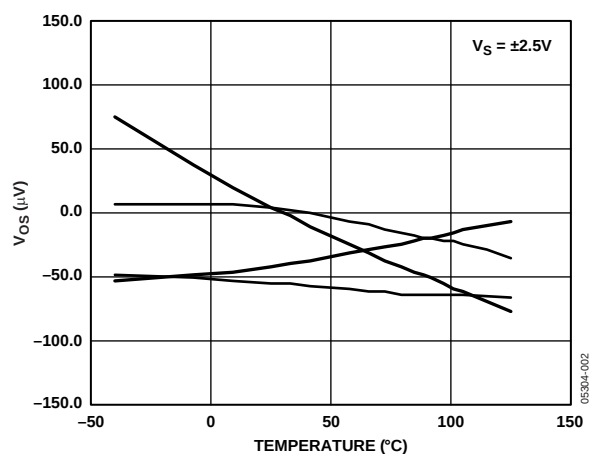


图6. 输入失调电压与温度的关系

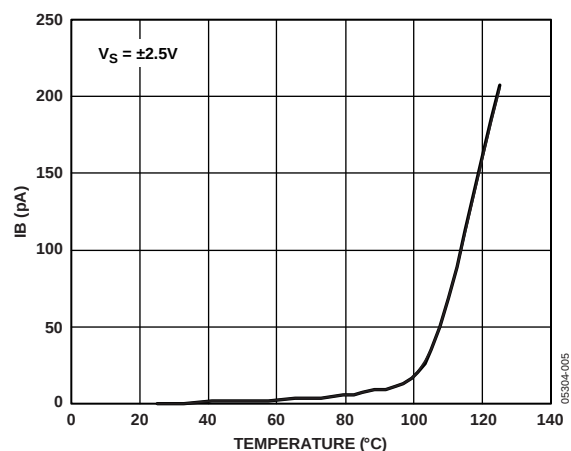


图9. 输入偏置电流与温度的关系

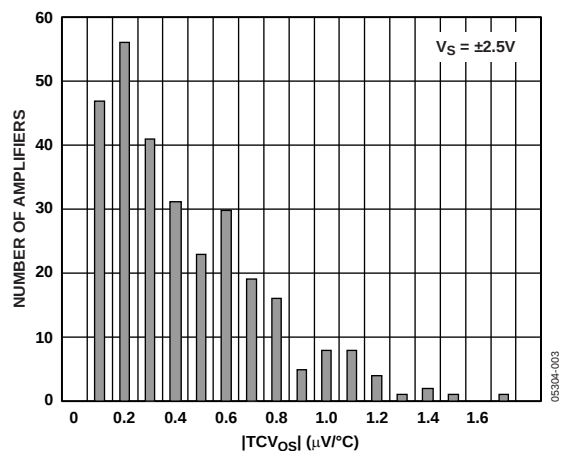
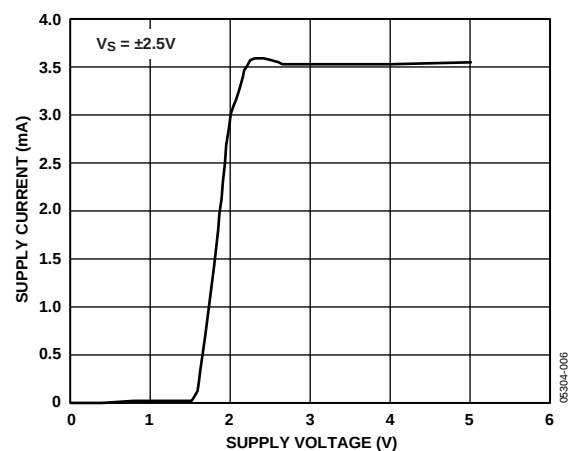
图7. $|TCV_{OS}|$ 的分配

图10. 电源电流与电源电压的关系

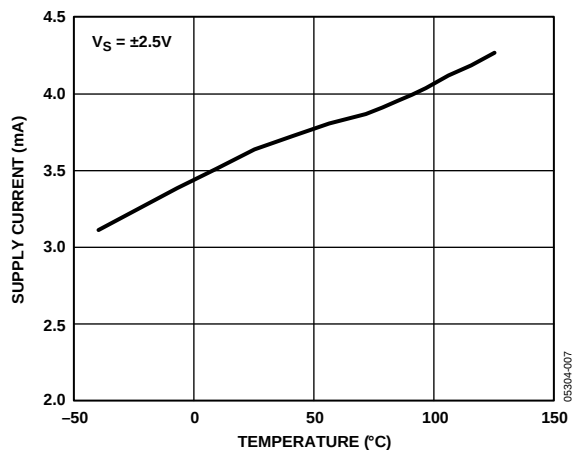


图11. 电源电流与温度的关系

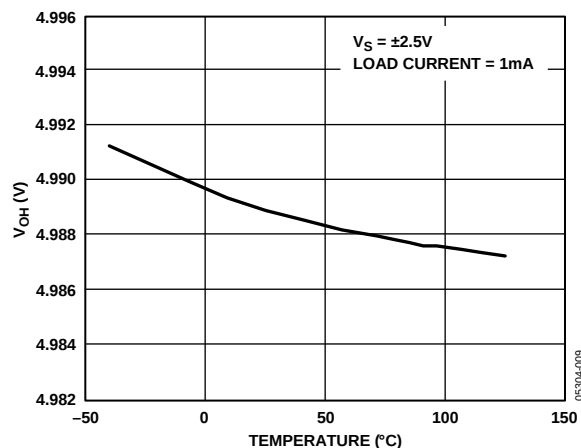


图14. 输出电压高摆幅与温度的关系

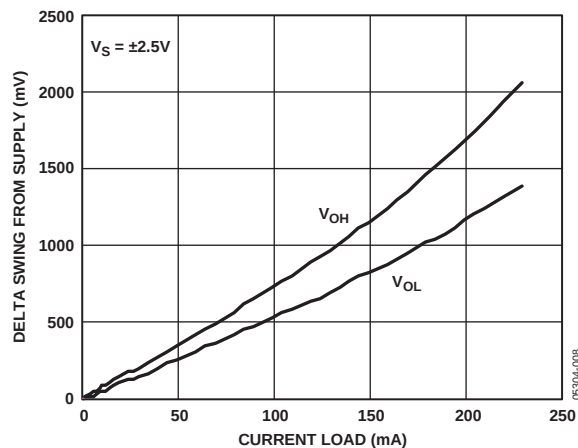


图12. AD8655输出电压至供电轨与负载电流的关系

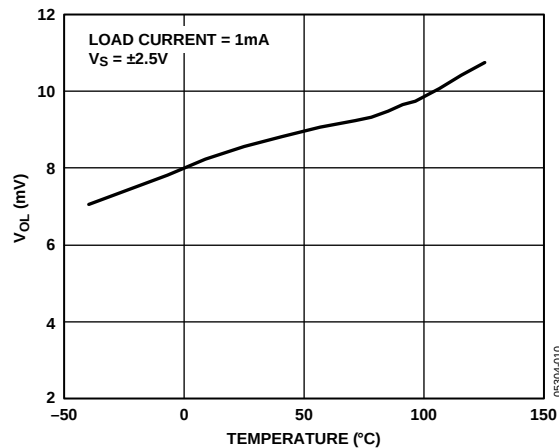


图15. 输出电压低摆幅与温度的关系

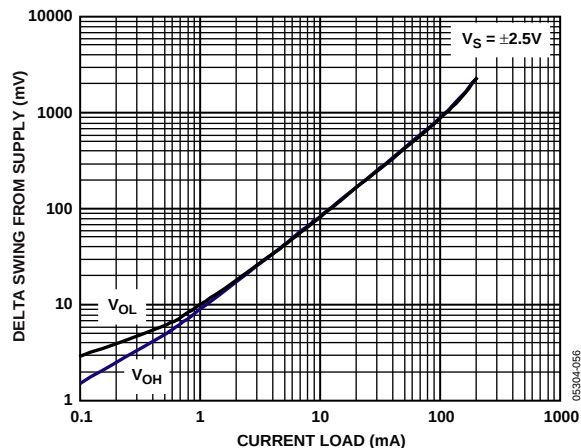


图13. AD8656输出摆幅与电流负载的关系

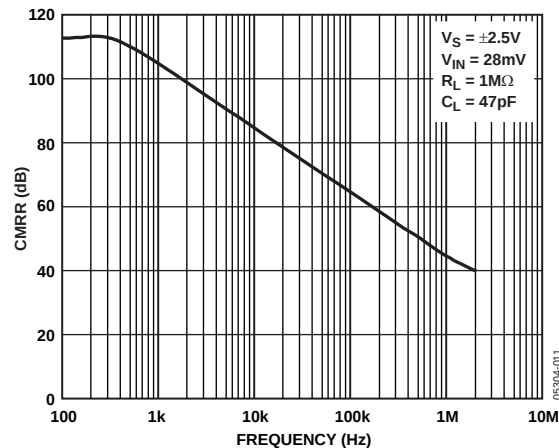


图16. CMRR与频率的关系

AD8655/AD8656

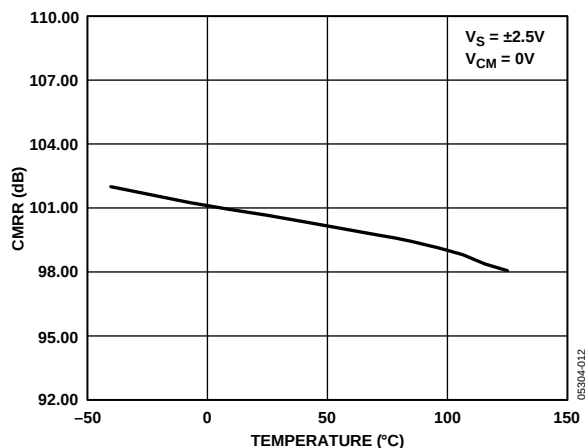


图17. 大信号CMRR与温度的关系

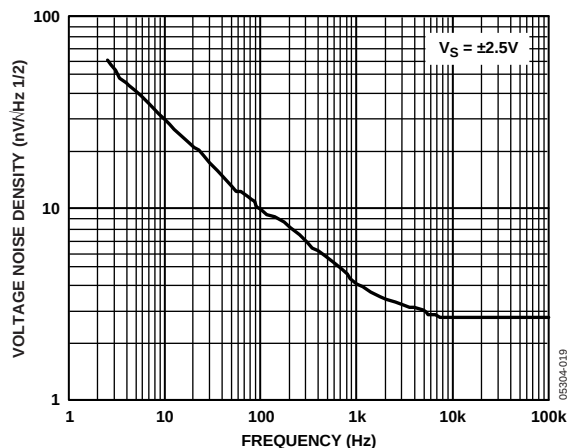


图20. 电压噪声密度与频率的关系

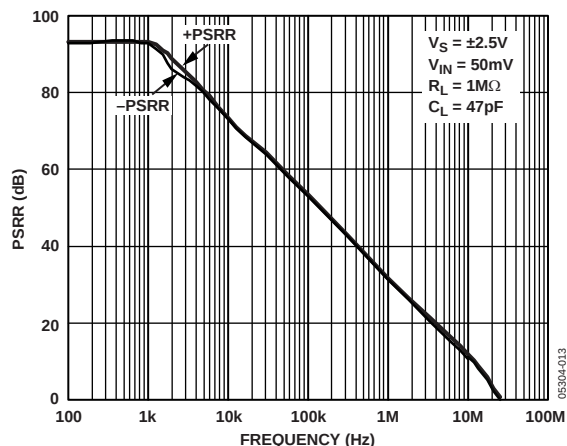


图18. 小信号PSRR与频率的关系

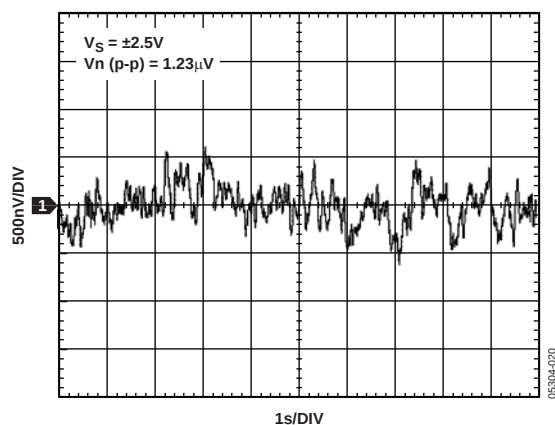


图21. 低频噪声(0.1 Hz至10 Hz)

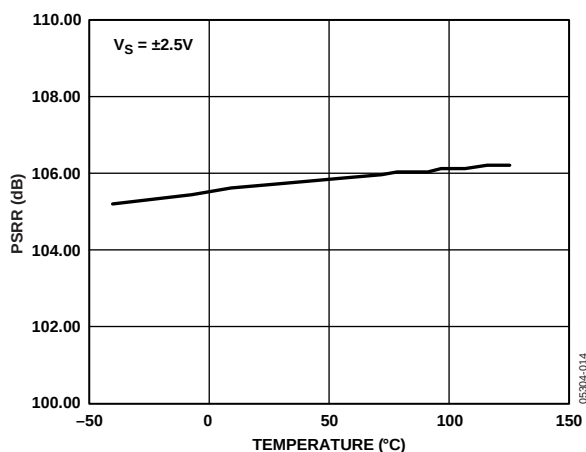


图19. 大信号PSRR与温度的关系

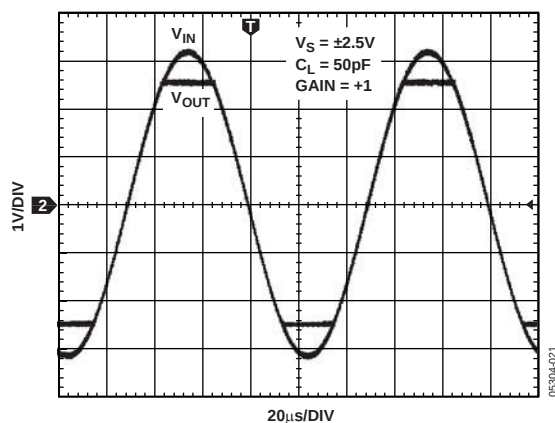


图22. 无相位反转

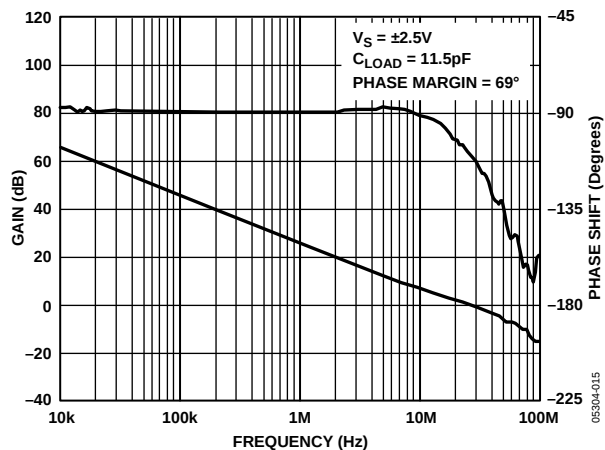


图23. 开环增益和相位与频率的关系

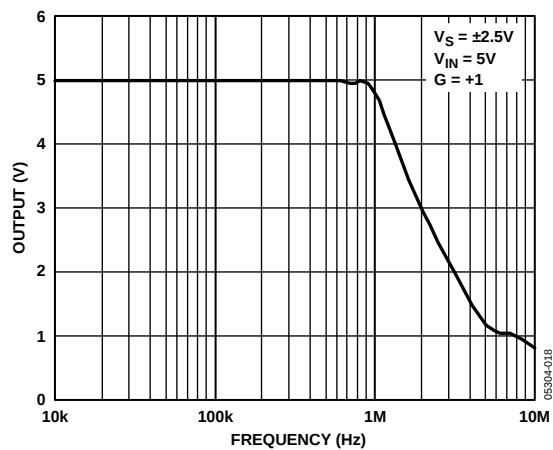


图26. 最大输出摆幅与频率的关系

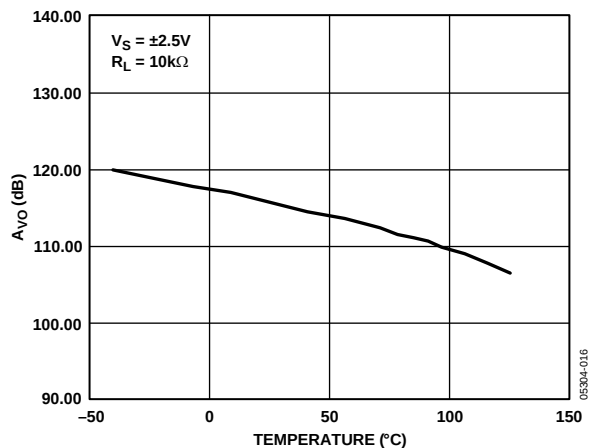


图24. 大信号开环增益与温度的关系

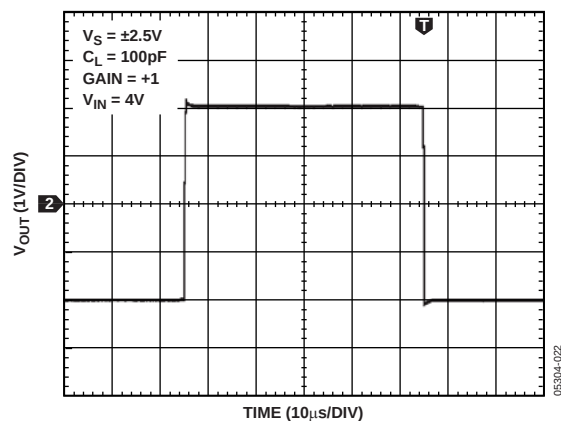


图27. 大信号响应

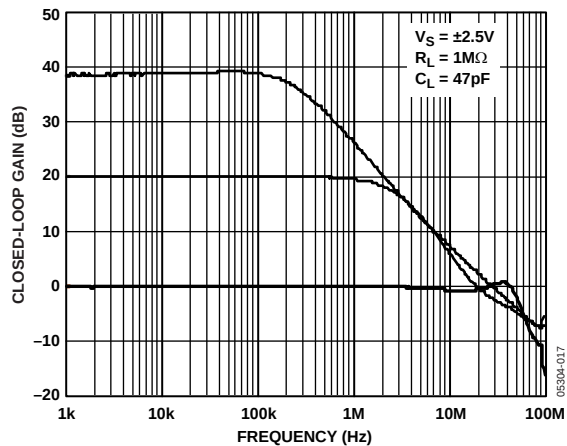


图25. 闭环增益与频率的关系

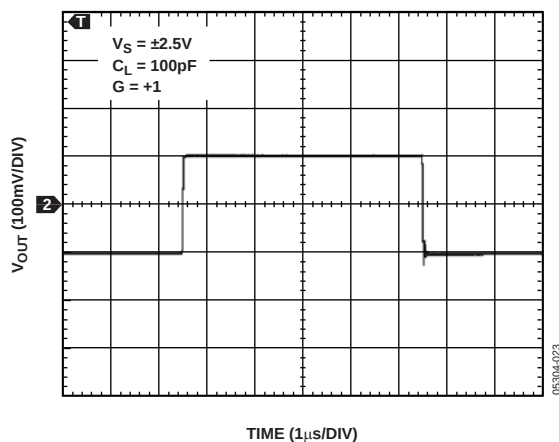


图28. 小信号响应

AD8655/AD8656

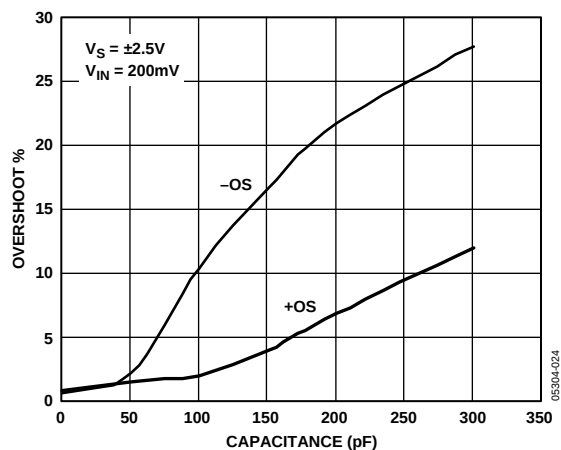


图29. 小信号过冲与负载电容的关系

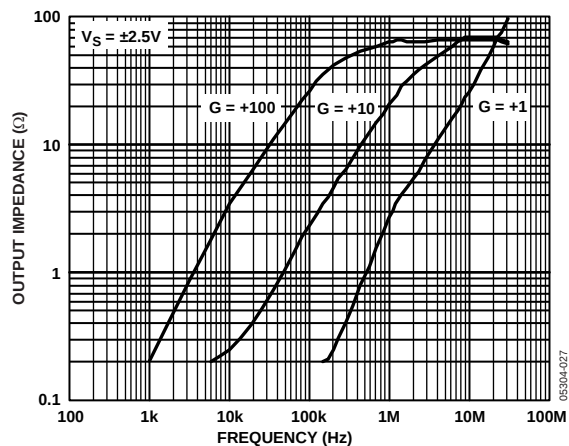


图32. 输出阻抗与频率的关系

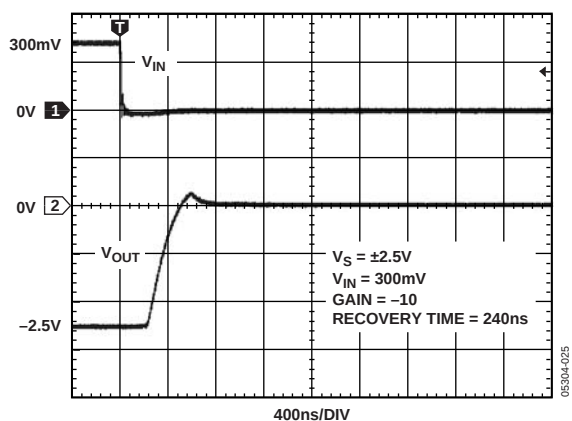


图30. 负过载恢复时间

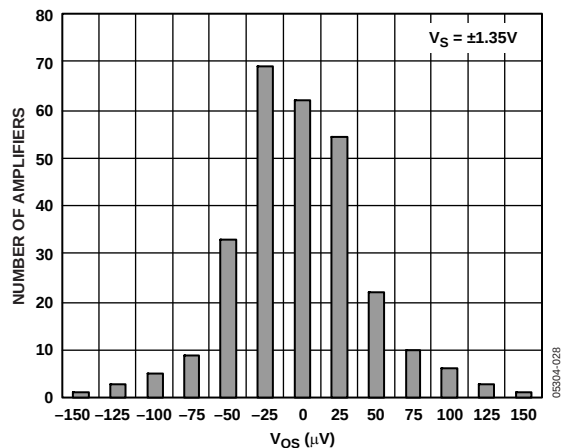


图33. 输入失调电压分布图

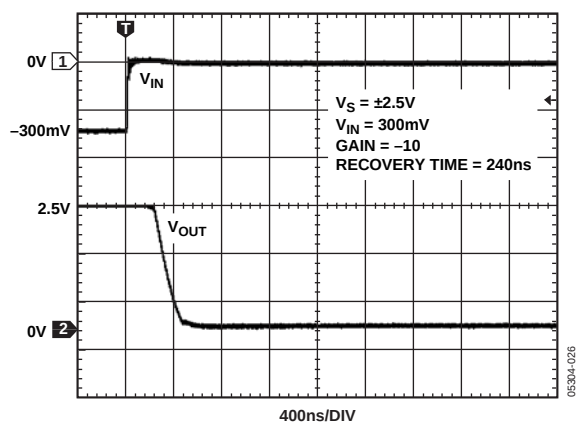


图31. 正过载恢复时间

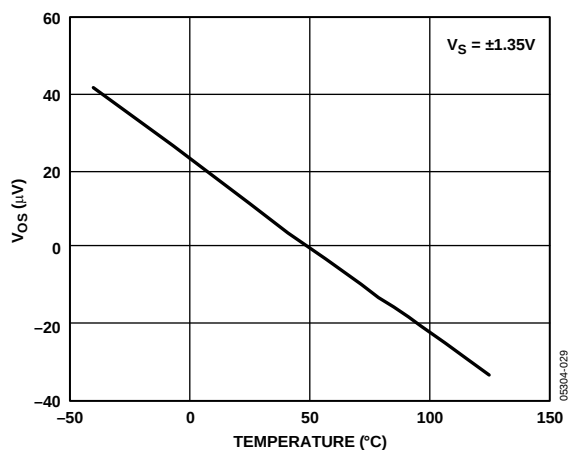


图34. 输入失调电压与温度的关系

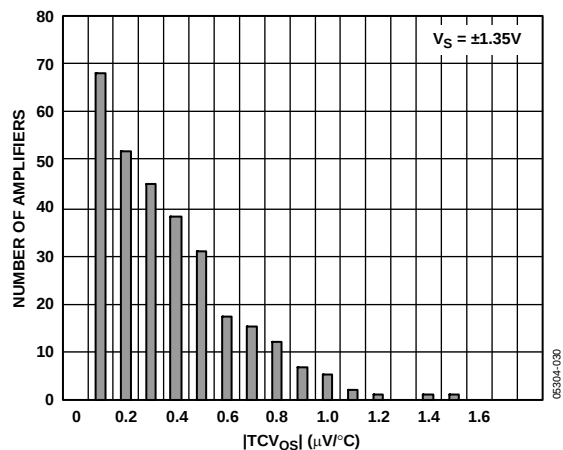
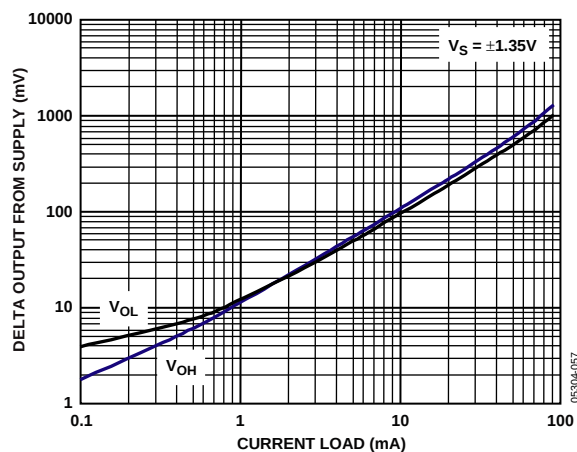
图35. $|TCV_{OL}|$ 的分配

图38. AD8656输出摆幅与电流负载的关系

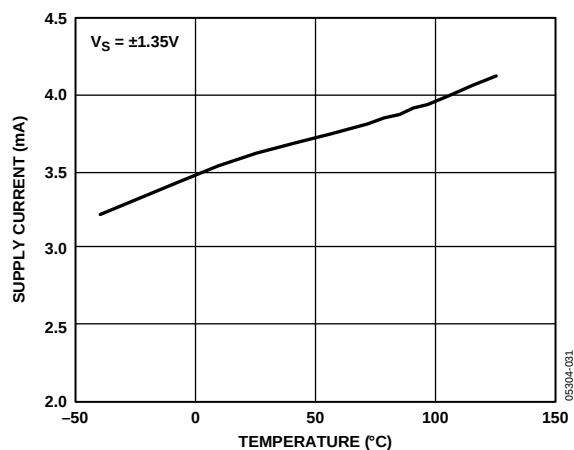


图36. 电源电流与温度的关系

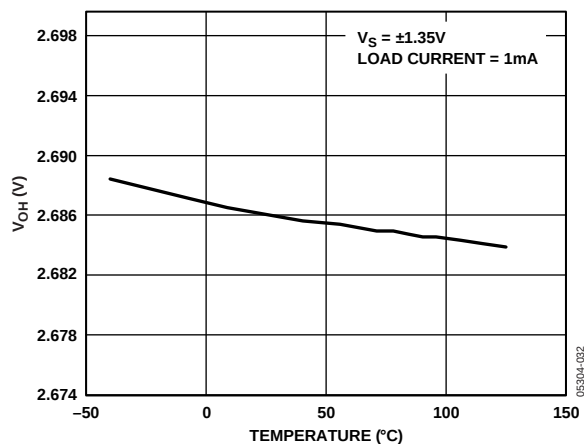


图39. 输出电压高摆幅与温度的关系

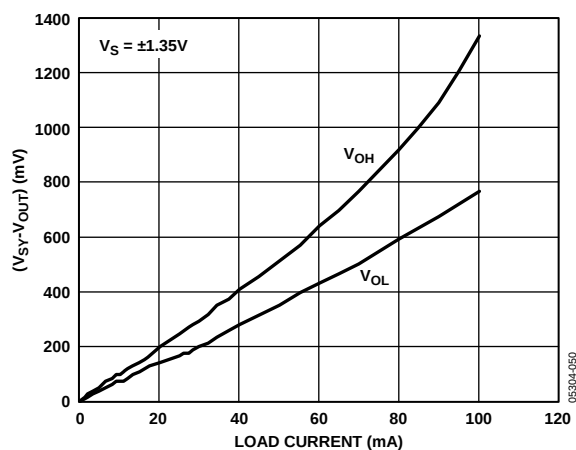


图37. AD8655输出电压至供电轨与负载电流的关系

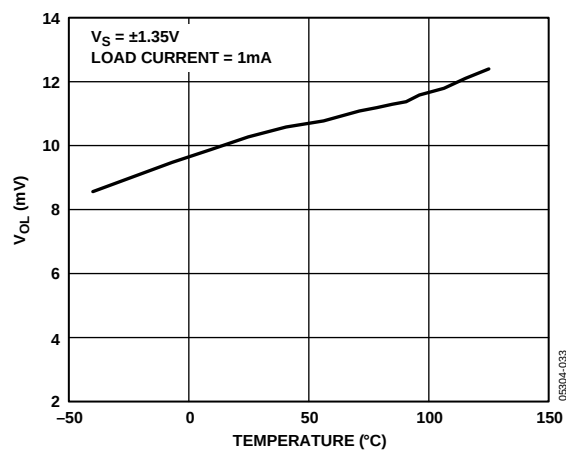


图40. 输出电压低摆幅与温度的关系

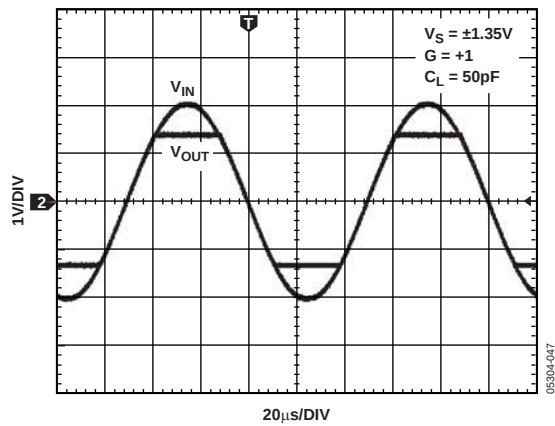


图41. 无相位反转

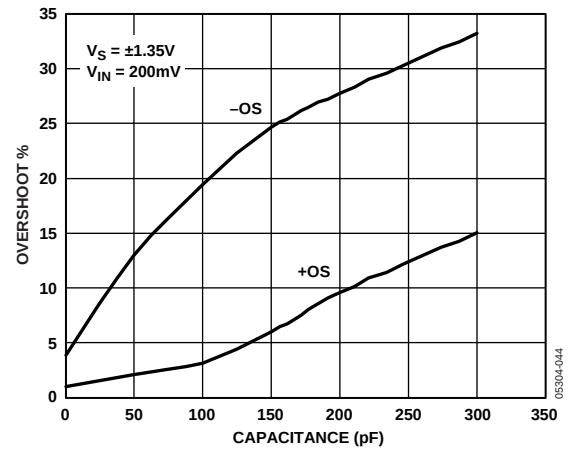


图44. 小信号过冲与负载电容的关系

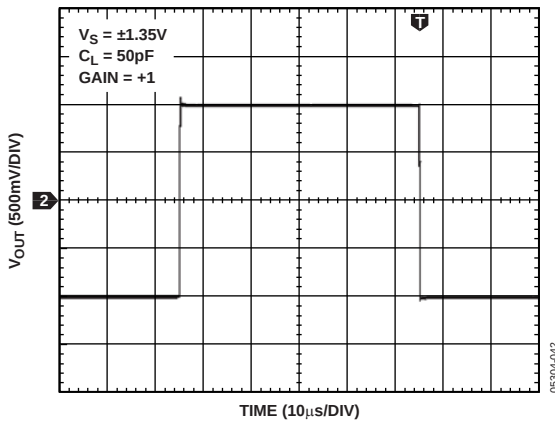


图42. 大信号响应

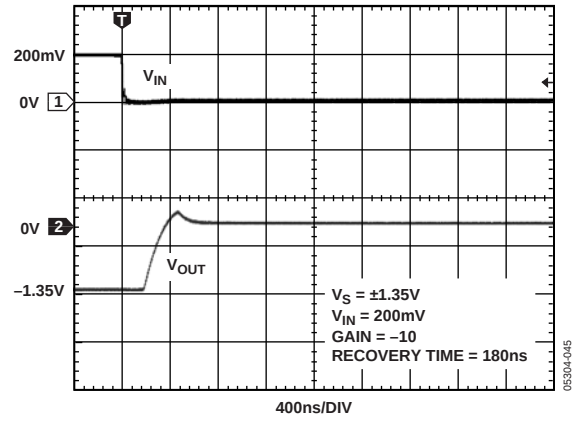


图45. 负过载恢复时间

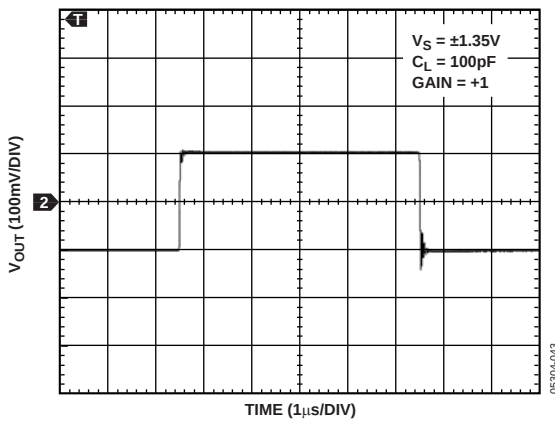


图43. 小信号响应

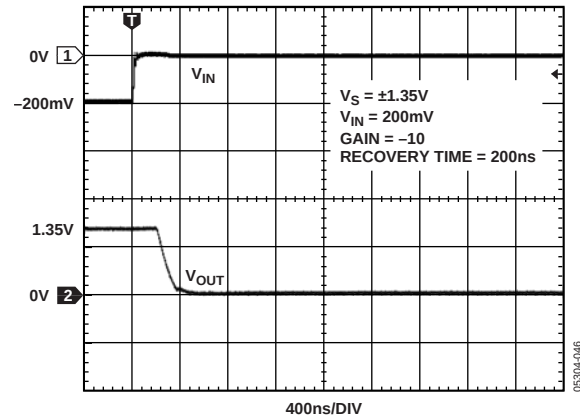


图46. 正过载恢复时间

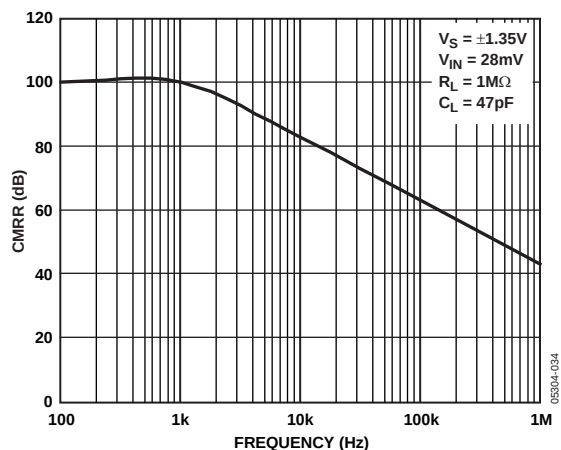


图47. CMRR与频率的关系

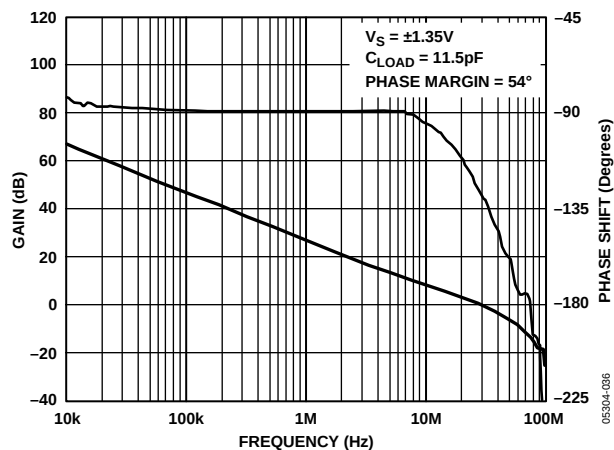


图50. 开环增益和相位与频率的关系

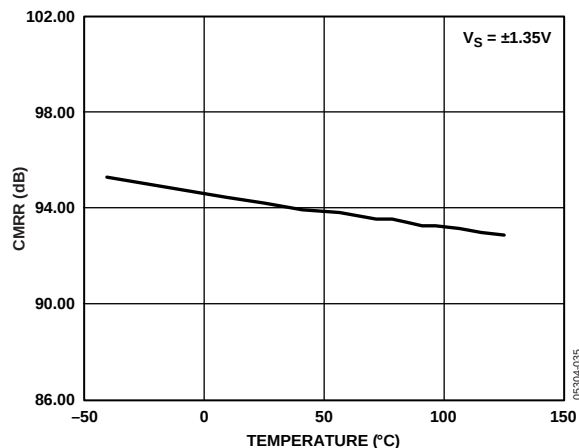


图48. 大信号CMRR与温度的关系

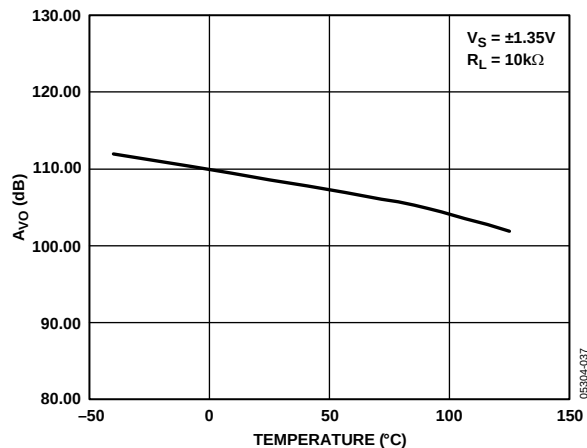


图51. 大信号开环增益与温度的关系

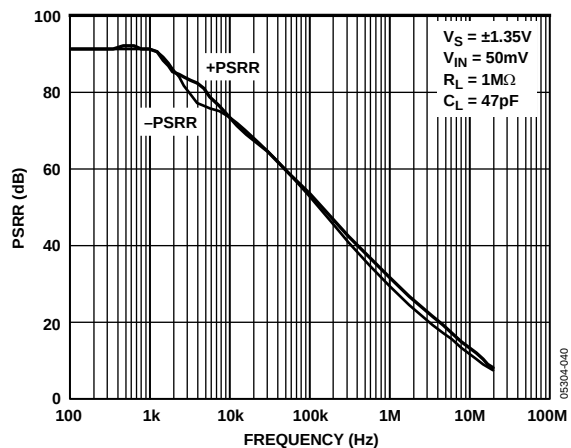


图49. 小信号PSRR与频率的关系

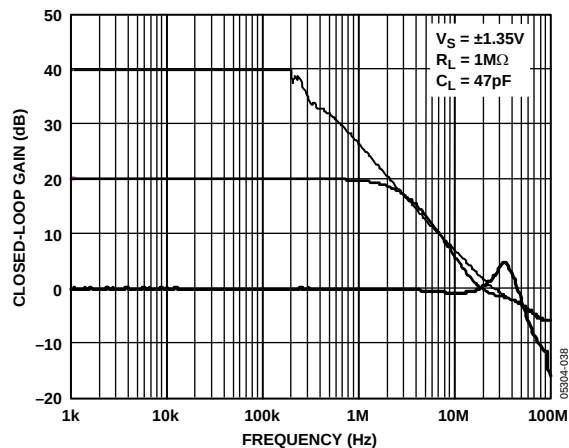


图52. 闭环增益与频率的关系

AD8655/AD8656

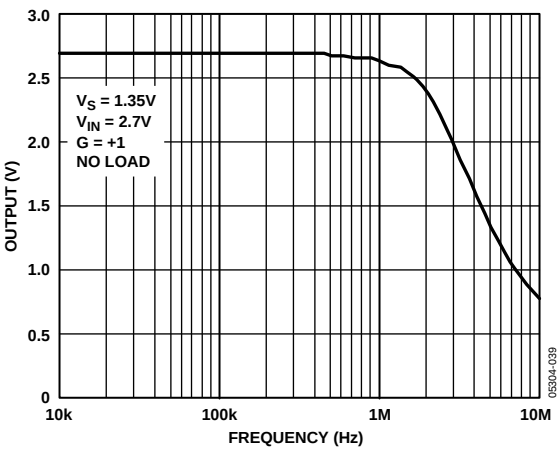


图53. 最大输出摆幅与频率的关系

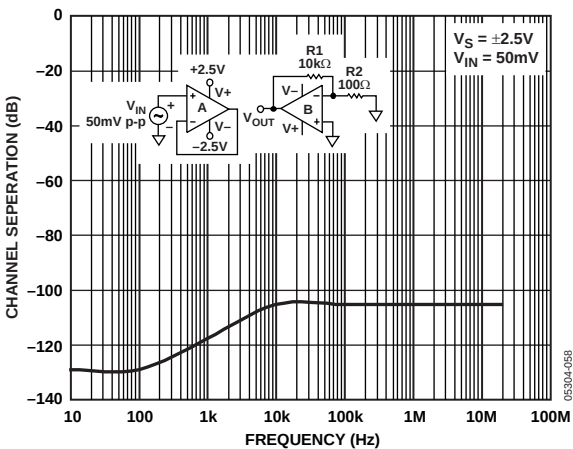


图55. 通道隔离与频率的关系

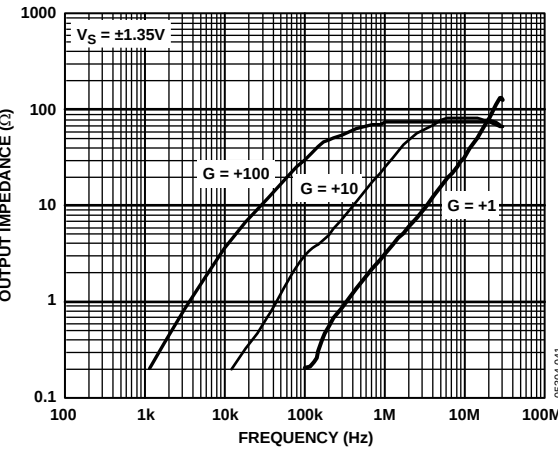


图54. 输出阻抗与频率的关系

工作原理

AD8655/AD8656是电压反馈、轨到轨输入和输出、精密CMOS放大器，工作电压为2.7 V至5.0 V。这些放大器采用ADI公司的DigiTrim技术，能够实现比其他大部分CMOS放大器更高的精度。ADI的许多放大器均采用DigiTrim技术，它是一种在封装后调整放大器失调电压的方法。封装后调整的优势是它能校正装配时机械应力所引起的失调电压。

AD8655/AD8656采用标准运算放大器引脚排列，使得DigiTrim对用户是完全透明的。放大器输入级是真正的轨到轨结构，允许放大器的输入共模电压范围同时扩展到正供电轨和负供电轨。AD8655/AD8656负载为10 k Ω 时的开环增益典型值为110 dB。

AD8655/AD8656可用于所有精密运算放大器应用。在电源范围内，放大器的共模电压不会发生反相。AD8655/AD8656对于电压噪声为2.7 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ 、THD + N为-103 dB(10 kHz时的2 V p-p信号)的高分辨率数据采集系统而言是极佳的选择。低噪声、亚皮安级输入偏置电流、精密失调和高速特性使这些运放特别适合作快速滤波器应用中的前置放大器。AD8655/AD8656的速度和输出驱动能力还使得这些器件适合视频应用。

应用

输入过压保护

AD8655/AD8656的内部保护电路使输入端得以承受高于电源电压的输入电压。然而，不建议在放大器的任一输入端采用超过电源0.3 V的输入电压。若采用了较高的输入电压，则需使用串联电阻以限制流入输入端的电流。输入电流应限制为低于5 mA。

极低的输入偏置电流允许使用更大的电阻，进而允许用户对输入端采用更高的电压。使用这些电阻会增加热噪声，导致放大器总输出电压噪声增加。例如，在室温下，10 k Ω 电阻的热噪声低于12.6 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ 且误差电压低于10 nV。

输入电容

除旁路和接地外，高速放大器对输入端与接地之间的寄生电容也很敏感。对于电阻反馈网络电路而言，总电容——无论是源电容、输入引脚上的杂散电容或是放大器的输入电容——会导致电路的噪声增益出现断点。为了保持稳定，必须添加一个电容与增益电阻并联。噪声增益与频率成函数关系，并在较高频率下有峰化现象——假定选择反馈电容，使该二阶系统处于临界阻尼状态。输入端几皮法的电容就会降低高频时的输入阻抗，进而提高放大器的增益，导致频率响应峰化或振荡。使用AD8655/AD8656时，针对直接输入至输出反馈且大于200 pF的电容负载，需要使用额外的阻尼以保持稳定。详见“驱动容性负载”部分。

驱动容性负载

虽然AD8655/AD8656可驱动高达500 pF的容性负载而无振荡，但器件工作时的输入频率超过100 kHz时，会产生大量的振铃。当放大器配置为正单位增益时(最糟的情况)，这种现象特别显著。当需要如此高的容性负载时，建议使用外部补偿。这可减少过冲并使振铃最小化，从而提高AD8655/AD8656驱动较大容性负载时的稳定性。

一个提供补偿的简单技巧是使用缓冲器组成一个简单的RC网络。有了这个电路，便可维持输出摆幅，且放大器在所有增益下均可保持稳定。图57显示缓冲器部署方案，它可降低30%以上的过冲并消除振铃。使用缓冲器并不能恢复由于高容性负载所造成的带宽损失。

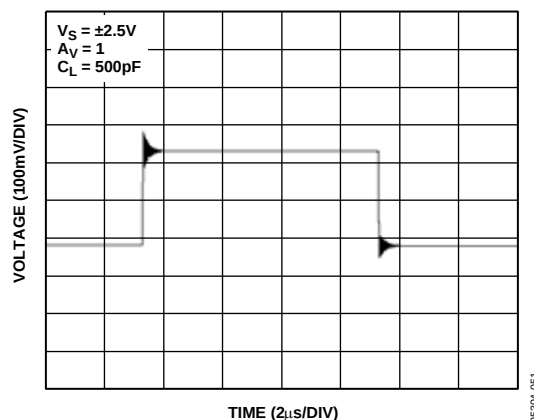


图56. 无补偿驱动高容性负载

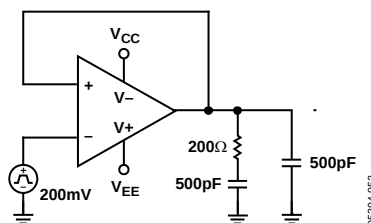


图57. 缓冲器网络

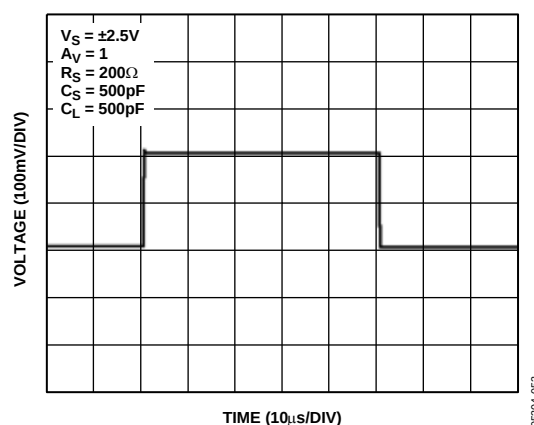


图58. 使用缓冲器网络驱动高容性负载

THD读数与共模电压的关系

当负载为1 k Ω 时，AD8655/AD8656的总谐波失真远低于0.0007%。该失真取决于电路配置、所加电压、电路布局以及其他因素。

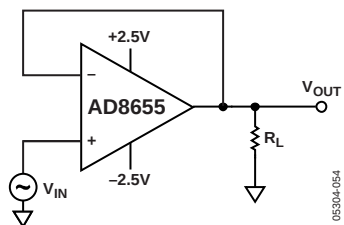


图59. THD + N测试电路

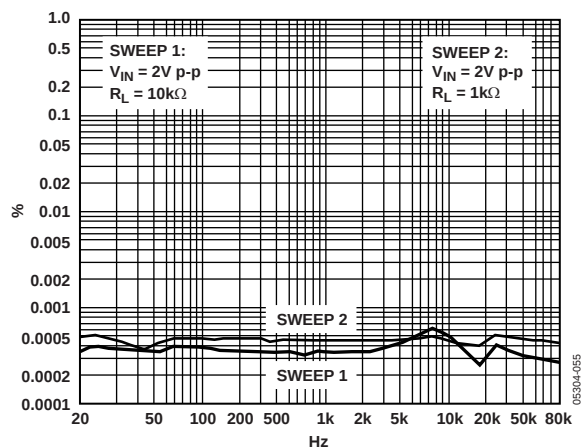


图60. THD + N与频率的关系

布局布线、接地和旁路考虑

电源旁路

电源引脚可能成为噪声输入路径，因此必须小心，确保施加无噪声的稳定直流电压。旁路电容的作用是在所有频率条件下在电源和地之间构成低阻抗，从而通过分流或滤波消除大多数噪声。旁路方案旨在通过0.1 μF 和4.7 μF 的电容并联组合将所有频率条件下的电源阻抗降至最低。0.1 μF 芯片电容(X7R或NPO)非常重要，并应尽可能靠近放大器封装。4.7 μF 钽电容对于高频旁路不太重要，多数情况下，每个电路板只需在电源输入端连接一个电容即足够。

接地

在高密度集成PCB上，接地层很重要，可以将寄生电感降至最低。电流发生改变时，压降降至最小。不过，了解电路中的电流流向对实现有效的高速电路设计至关重要。电流路径的长度与寄生电感的量级成正比，因此与路径的高频阻抗也成正比。感性接地回路中的较大电流变化极有可能会产生干扰电压噪声。

高频旁路电容引脚的长度很重要，建议使用表面贴装电容。旁路接地走线中的寄生电感会对旁路电容的低阻抗产生不利影响。负载电流来自电源，因此负载阻抗的地应与旁路电容地在同一物理位置。若使用较大电容并在较低频率时有效，电流返回路径距离并不重要。

漏电流

不良的PCB布局、污染和板绝缘材料可能会引起远大于AD8655/AD8656输入偏置电流的漏电流。输入端与邻近走线的任何压差都会引起漏电流通过PCB绝缘器，例如： $1\text{ V}/100\text{ G}\Omega = 10\text{ pA}$ 。同样，任何污染(人体油脂就是一种常见污染)都会造成显著的漏电流。

为了大幅降低漏电流，应在输入端和输入引脚周围放置一个保护环(屏蔽)，并将其驱动至与输入端相同的电位。这样确保输入端与周围区域之间不存在压差，从而不会产生漏电流。为使保护环有效，必须用阻抗相对较低的源驱动它；在使用多层板时，应将输入引脚四周及上下完全包围起来。

绝缘材料本身的电荷吸收也有可能导致漏电流。尽可能减少输入引脚与保护环之间的材料量有助于降低电荷吸收。此外，某些情况下可能需要使用特氟龙或陶瓷等低吸收材料。

外形尺寸

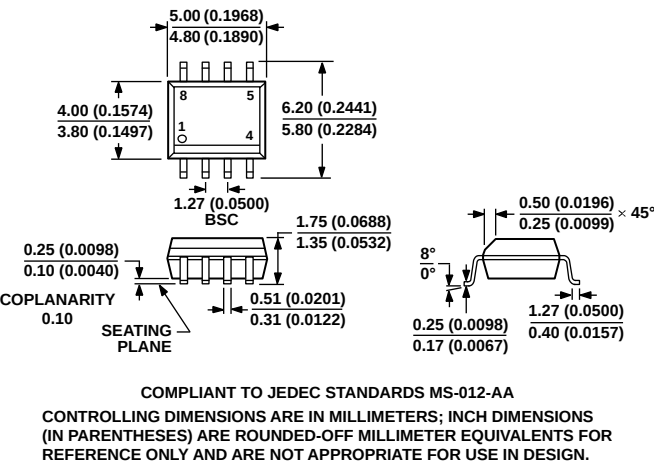


图61. 8引脚标准小型封装[SOIC_N]
窄体(R-8)
图示尺寸单位: mm和(inch)

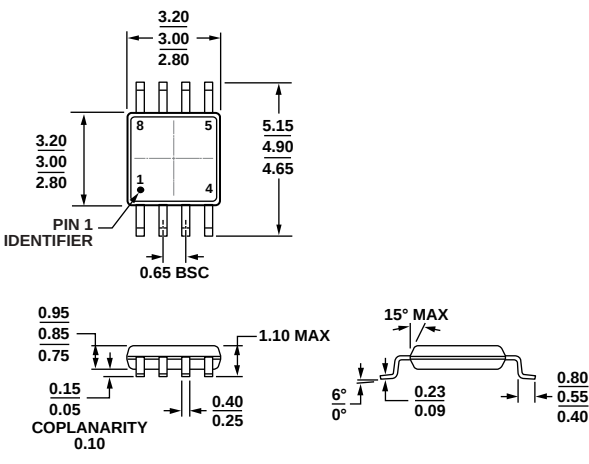


图62. 8引脚超小型MSOP封装
(RM-8)
图示尺寸单位: mm

订购指南

型号 ^{1,2}	温度范围	封装描述	封装选项	标识
AD8655ARZ	-40°C至+125°C	8引脚 SOIC_N	R-8	A0D A0D
AD8655ARZ-REEL	-40°C至+125°C	8引脚 SOIC_N	R-8	
AD8655ARZ-REEL7	-40°C至+125°C	8引脚 SOIC_N	R-8	
AD8655ARMZ-REEL	-40°C至+125°C	8引脚 MSOP	RM-8	
AD8655ARMZ	-40°C至+125°C	8引脚 MSOP	RM-8	
AD8656ARZ	-40°C至+125°C	8引脚 SOIC_N	R-8	A0S A0S A0S
AD8656ARZ-REEL	-40°C至+125°C	8引脚 SOIC_N	R-8	
AD8656ARZ-REEL7	-40°C至+125°C	8引脚 SOIC_N	R-8	
AD8656ARMZ	-40°C至+125°C	8引脚 MSOP	RM-8	
AD8656ARMZ-REEL	-40°C至+125°C	8引脚 MSOP	RM-8	
AD8656WARMZ-REEL	-40°C至+125°C	8引脚 MSOP	RM-8	

¹ Z = 符合RoHS标准的器件。
² W = 通过汽车应用认证。

汽车应用级产品

AD8656W生产工艺受到严格控制, 以提供满足汽车应用的质量和可靠性要求。请注意, 车用型号的技术规格可能不同于商用型号; 因此, 设计人员应仔细阅读本数据手册的技术规格部分。只有显示为汽车应用级的产品才能用于汽车应用。欲了解特定产品的订购信息并获得该型号的汽车可靠性报告, 请联系当地ADI客户代表。

注释