

CLM8656

低噪声高精度CMOS放大器

特点

低噪声：在 $f = 10 \text{ kHz}$ 时， $2.7 \text{ nV}/\sqrt{\text{Hz}}$

低失调电压：最大超过共模电压 V_{CM} $250 \mu\text{V}$

失调电压漂移：典型 $0.4 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$ 和最大 $2.3 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$

带宽：28 MHz

轨到轨输入/输出

单位增益稳定

工作电压：2.7V至5.5 V

工作温度： -40°C 至 $+125^\circ\text{C}$

具有汽车应用资格

应用

ADC和DAC缓冲器音频

工业控制

高精度滤波器

数字秤

汽车防撞系统

PLL滤波器

概述

CLM8656是业界最低噪声的高精度CMOS放大器，其利用Chiplon DigiTrim®技术实现了高直流精度。CLM8656为低电压应用提供低噪声（ 10 kHz 时 $2.7 \text{ nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ ）、低THD + N（0.0007%）和高精度性能（最大超过 V_{CM} $250 \mu\text{V}$ ）。输入到输出的轨到轨能力可以使设计人员能够在单电源系统中缓冲模数转换器（ADC）和其它宽动态范围的器件。

引脚配置

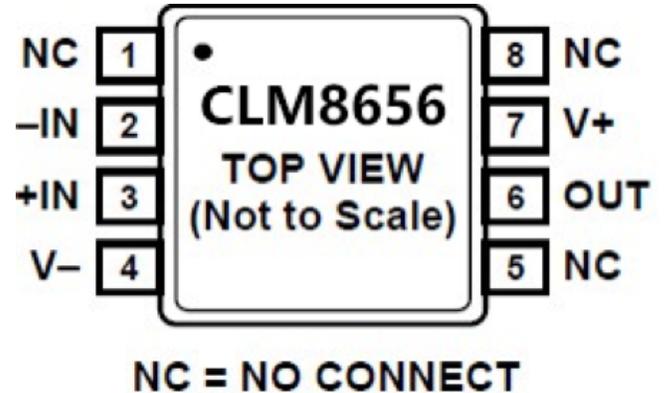


图 1 CLM8656
8-Lead MSOP (RM-8)
8-Lead SOIC (R-8)

CLM8656的高精度性能提高了在低压应用中的分辨率和动态范围。CLM8656的低噪声、低失真和高输出电流能力能够降低系统级噪声性能并保持音频保真度，因此可用于音频应用，如麦克风前置放大器和音频混合控制台。CLM8656的高精度和轨到轨输入/输出有利于数据采集、程序控制和PLL滤波器等应用。

CLM8656的工作温度范围覆盖整个 -40°C ~ $+125^\circ\text{C}$ 。CLM8656提供无Pb、8-lead MSOP和SOIC封装。CLM8656均适用于汽车应用。

规格

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

表1

参数	符号	条件	最小	典型	最大	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	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			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						
输出电压高	V_{OH}	$I_L = 1\text{ mA}$; $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	4.97	4.991		V
输出电压低	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	PSRR	$V_S = 2.7\text{ V至}5.0\text{ V}$	88	105		dB
电源电流/放大器	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 + 噪声	THD + N	$G = 1$, $R_L = 1\text{ k}\Omega$, $f = 1\text{ kHz}$, $V_{IN} = 2\text{ V p-p}$		0.000	7	$\%$
频率响应						
增益带宽积	GBP			28		MHz
斜率	SR	$R_L = 10\text{ k}\Omega$		11		$\text{V}/\mu\text{s}$
建立时间	t_s	至0.1%, $V_{IN} = 0\text{ V至}2\text{ V}$, $G = +1$		370		ns
相位裕度		$C_L = 0\text{ pF}$		69		degrees

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

表2

参数	符号	条件	最小	典型	最大	单位
输入特性						
失调电压	V_{OS}	$V_{CM} = 0\text{ V至}2.7\text{ V}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$		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	2.0	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
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		2.7	V
共模抑制比	CMRR	$V_{CM} = 0\text{ V至}2.7\text{ V}$	80	98		dB
大信号电压增益	A_{VO}	$V_O = 0.2\text{ V至}2.5\text{ V}$, $R_L = 10\text{ k}\Omega$, $V_{CM} = 0\text{ V}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	98			dB
			90			dB
输出特性						
输出电压高	V_{OH}	$I_L = 1\text{ mA}$; $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$	2.67	2.688		V
输出电压低	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	PSRR	$V_S = 2.7\text{ V至}5.0\text{ V}$	88	105		dB
电源电流/放大器	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	$f = 1\text{ kHz}$ $f = 10\text{ kHz}$		4.0		$\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
				2.7		$\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
总谐波失真 + 噪声	THD + N	$G = 1$, $R_L = 1\text{ k}\Omega$, $f = 1\text{ kHz}$, $V_{IN} = 2\text{ V p-p}$		0.000		$\%$
				7		
频率响应						
增益带宽积	GBP			27		MHz
斜率	SR	$R_L = 10\text{ k}\Omega$		8.5		$\text{V}/\mu\text{s}$
建立时间	t_s	至0.1%, $V_{IN} = 0$ 至1 V, $G = +1$		370		ns
相位裕度		$C_L = 0\text{ pF}$		54		degrees

绝对最大额定值

表3

参数	额定值
电源电压	6 V
输入电压	VSS - 0.3V至VDD +
差分输入电压	±6 V
输出到GND的短路持续时间	无穷大
静电放电 (HBM)	3.0 kV
存储温度范围 R, RM包装	-65°C 至 +150°C
结温范围 R, RM封装	-65°C 至 +150°C
铅温度 (焊接, 10秒)	260°C

高于绝对最大额定值可能会导致器件的永久性损坏。这只是一个额定值；器件在这些或任何其他条件下高于本规范的功能操作并不被建议。长期暴露在绝对最大额定值条件下可能会影响器件的可靠性。

表4

封装类型	θ_{JA}^1	θ_{JC}	单位
8-Lead MSOP (RM)	210	45	°C/W
8-Lead SOIC (R)	158	43	°C/W

¹ θ_{JA} 是在最坏情况的；也就是说， θ_{JA} 是指用于表面贴装封装时焊接电路板上的器件时候。

ESD警告



ESD (electrostatic discharge) sensitive device. Charged devices and circuit boards can discharge without detection. Although this product features patented or proprietary protection circuitry, damage may occur on devices subjected to high energy ESD. Therefore, proper ESD precautions should be taken to avoid performance degradation or loss of functionality.

典型性能特征

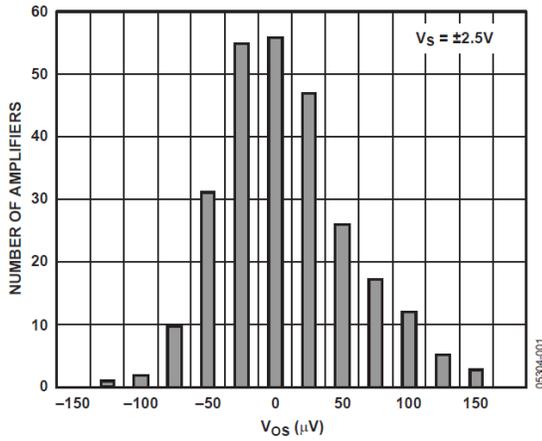


图3 输入失调电压分布

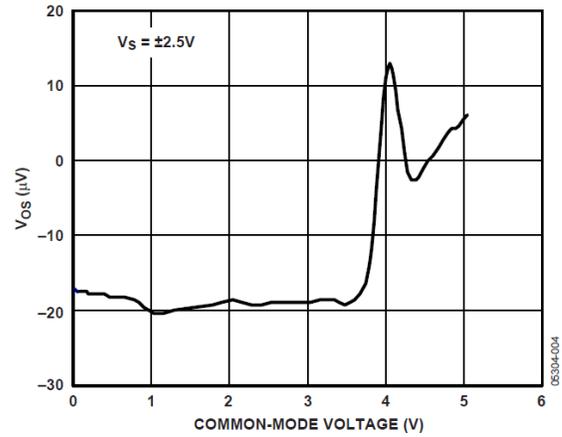


图6 输入失调电压vs.共模电压

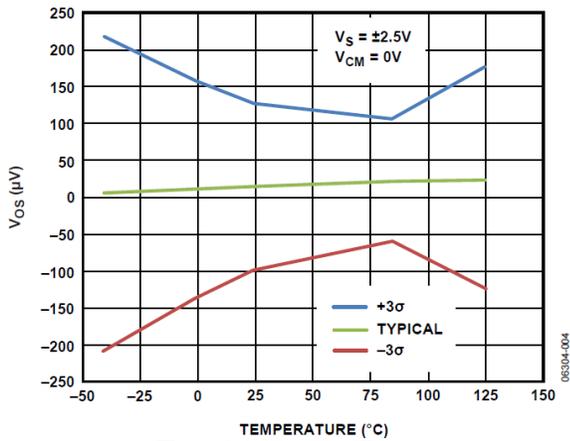


图4 输入失调电压vs.温度

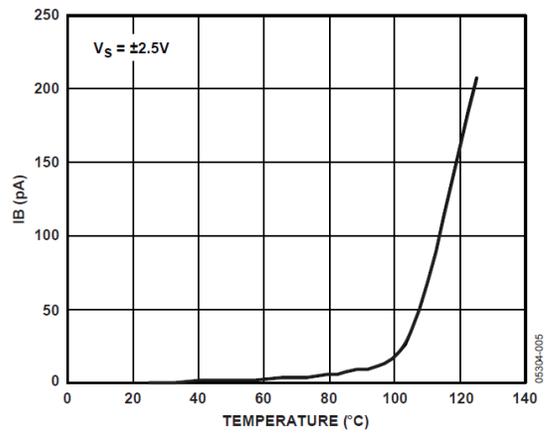


图7 输入偏置电流vs.温度

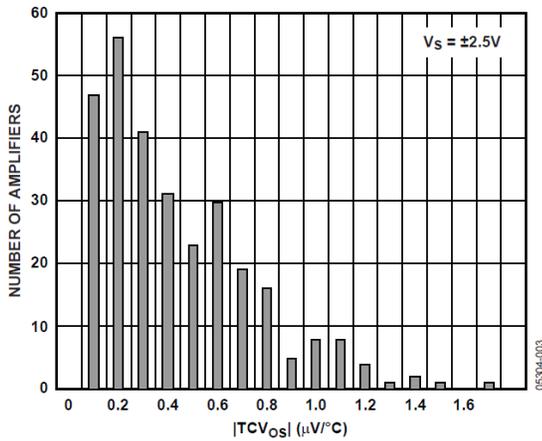


图5 |TCV_{Os}|分布

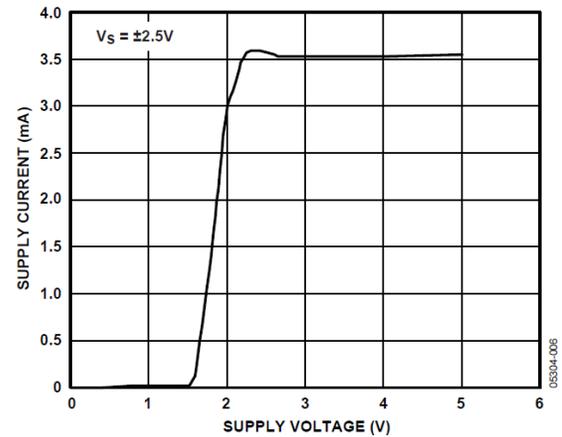


图8 电源电流vs.电源电压

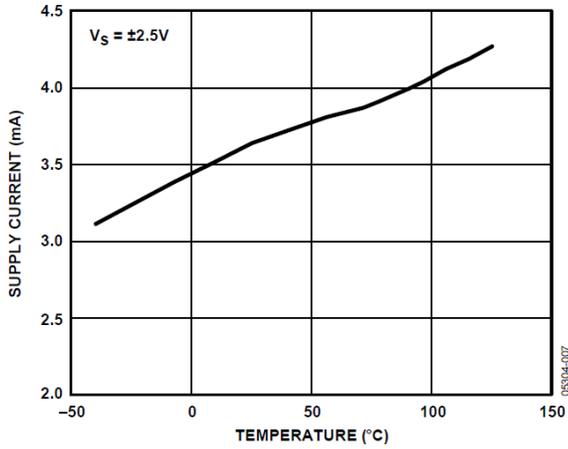


图9 电源电流vs.温度

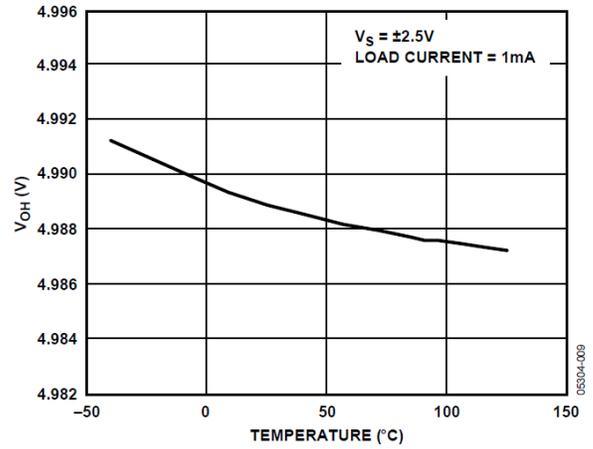


图12 输出电压摆幅高vs.温度

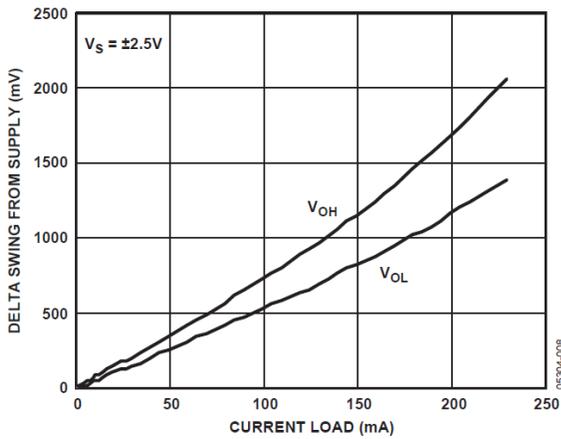


图10 CLM8656输出电压到轨vs.电流负载

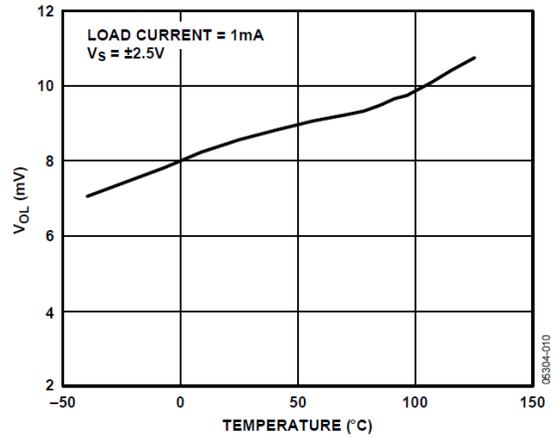


图13 输出电压摆幅低vs.温度

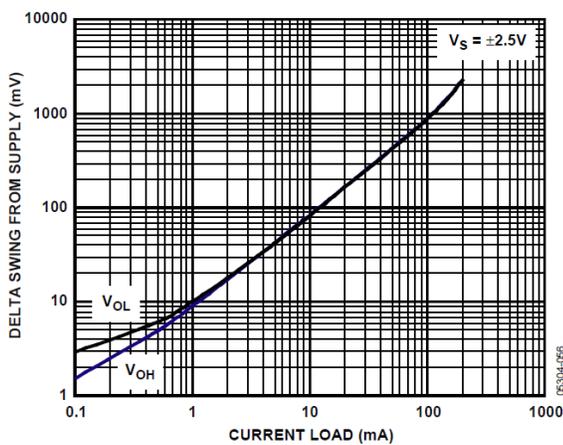


图11 CLM8656输出摆幅vs.电流负载

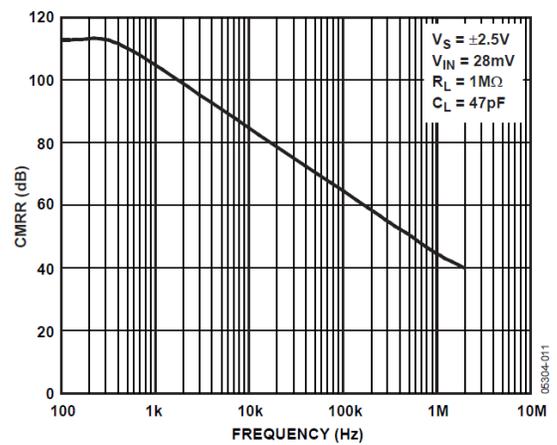


图14 CMRR vs.频率

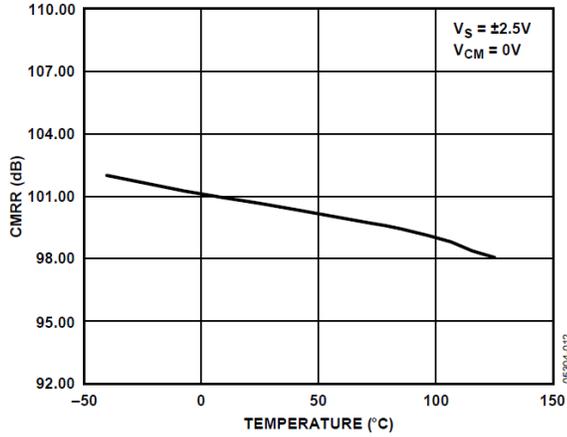


图15 大信号CMRR vs.温度

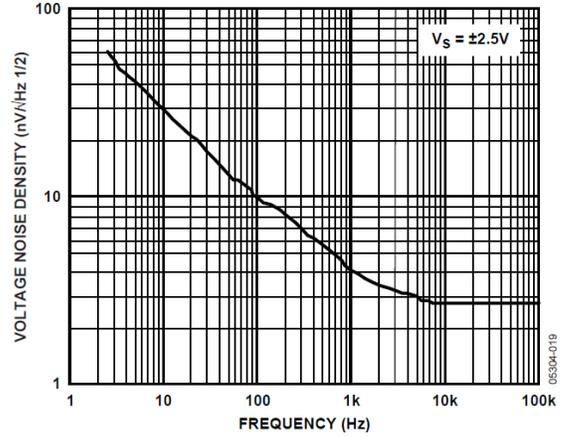


图18 电压噪声密度 vs. 频率

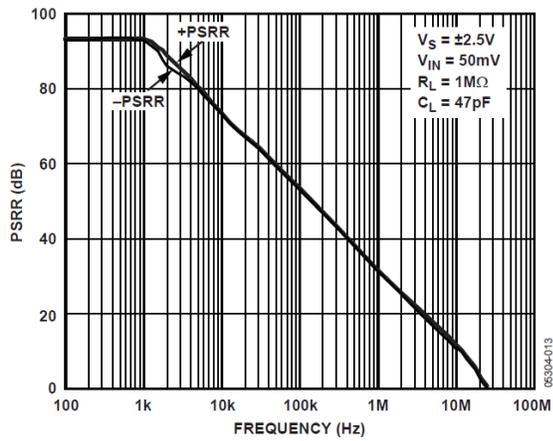


图16 小信号PSRR vs. 频率

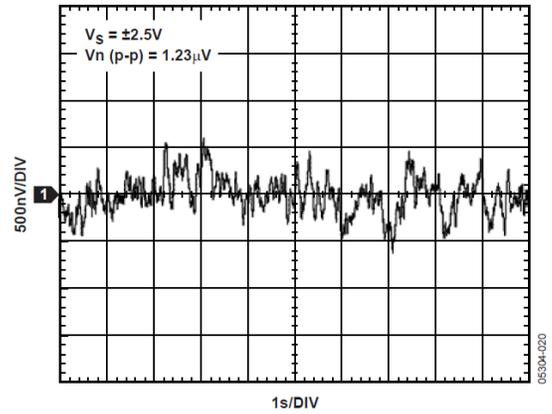


图19 低频噪声 (0.1Hz至10Hz)。

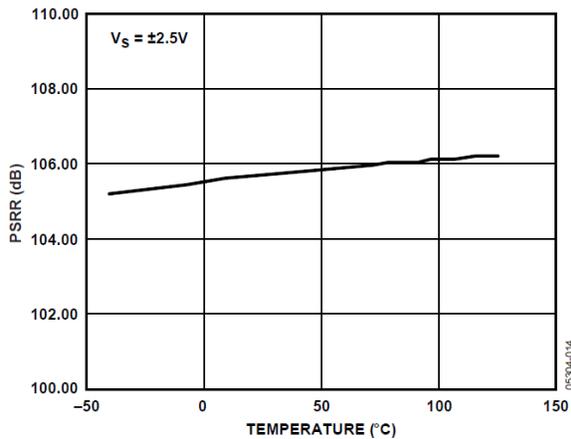


图17 大信号PSRR vs. 温度

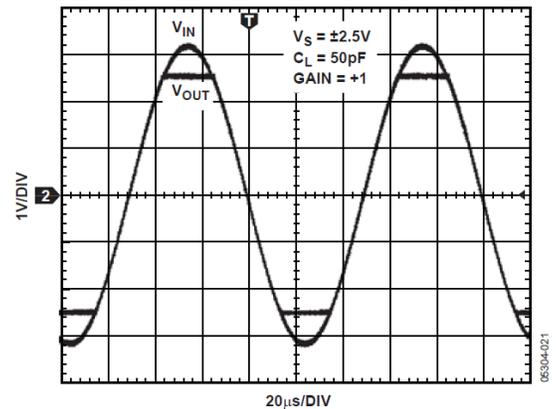


图20 无相位反转

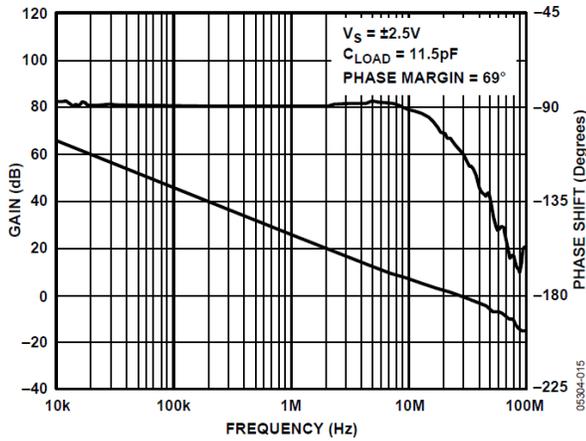


图21 开环增益、相位vs.频率

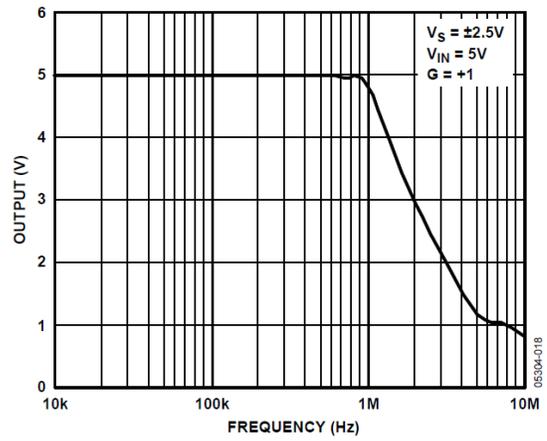


图24 最大输出摆幅vs.频率

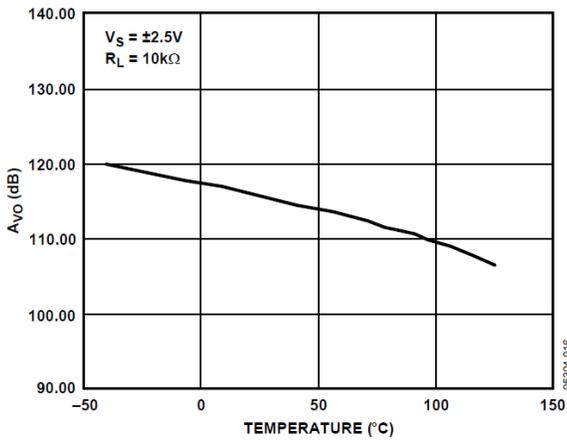


图22 大信号开环增益vs.温度

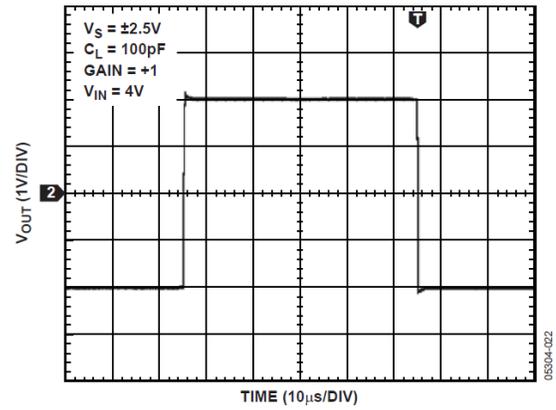


图25 大信号响应

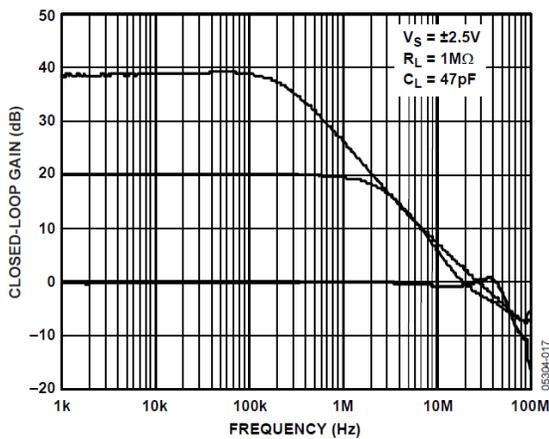


图23 闭环增益vs.频率

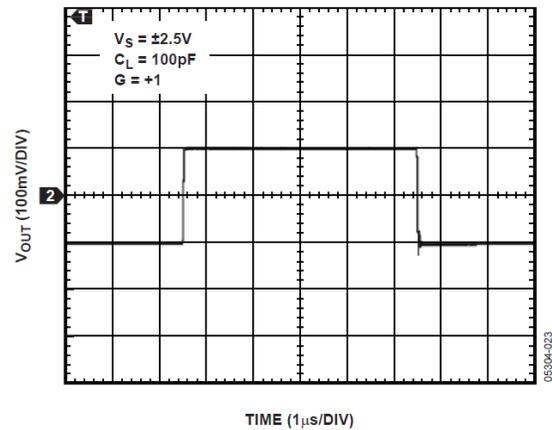


图26 小信号响应

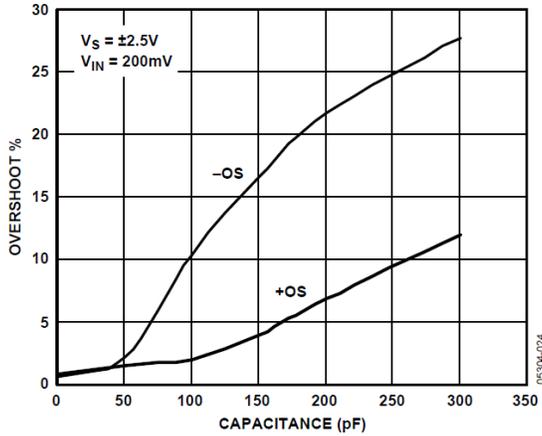


图27 小信号过冲vs.负载电容

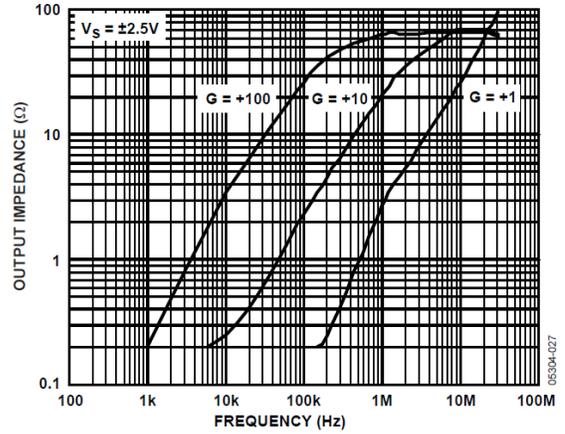


图30 输出阻抗vs.频率

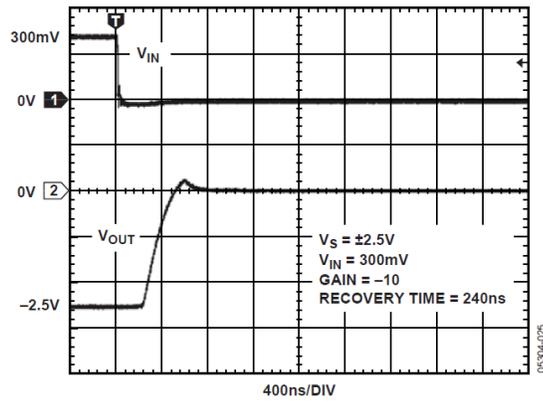


图28 负过载恢复时间

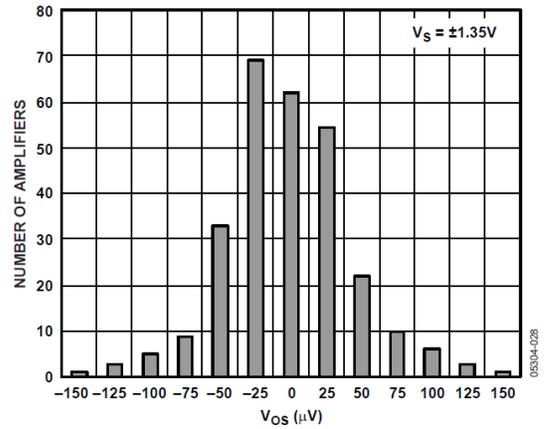


图31 输入失调电压分布

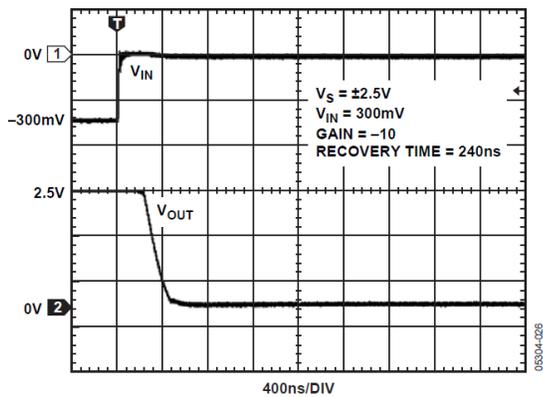


图29 正过载恢复时间

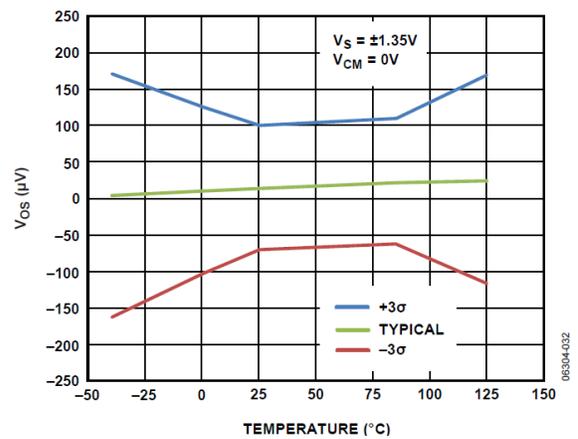


图32 输入失调电压vs.温度

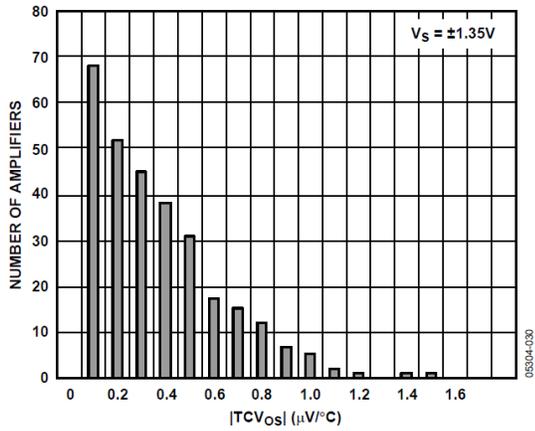


图33 | TCVos 分布

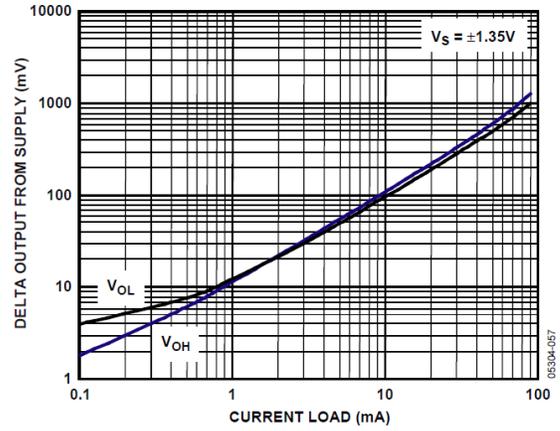


图36 CLM8656输出摆幅vs.电流负载

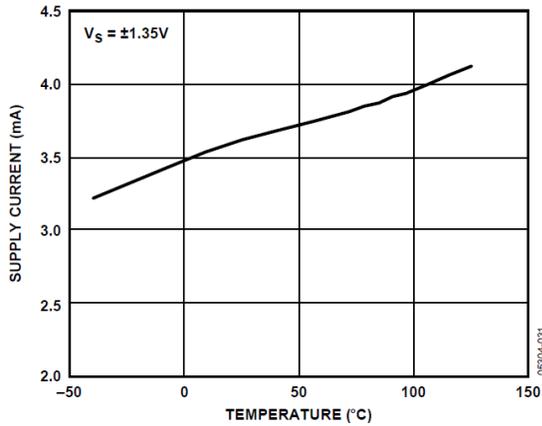


图34 电源电流vs.温度

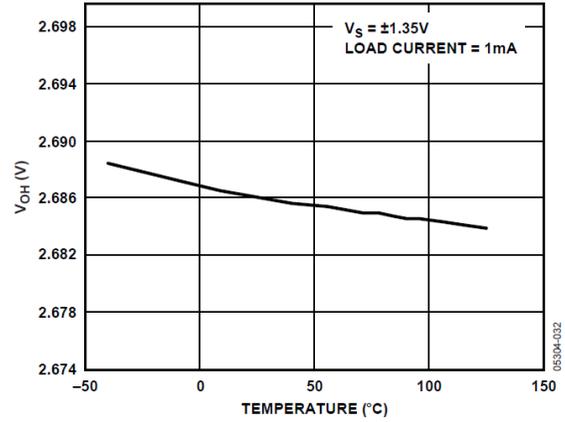


图37 输出电压摆幅高vs.温度

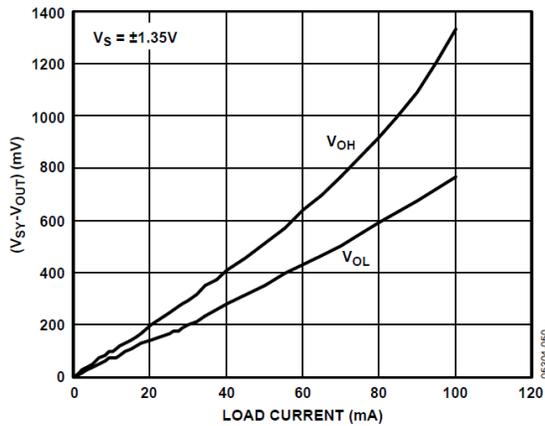


图35 CLM8656输出电压到轨vs.负载电流

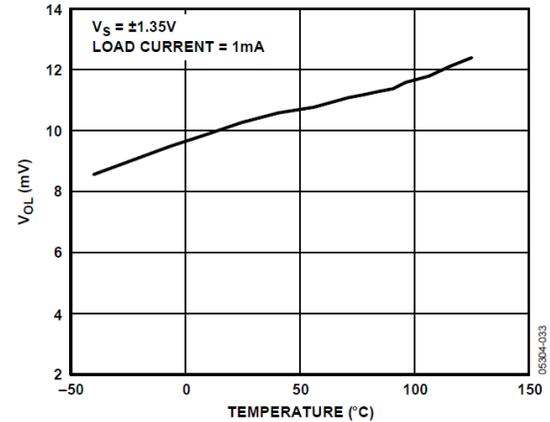


图38 输出电压摆幅低vs.温度

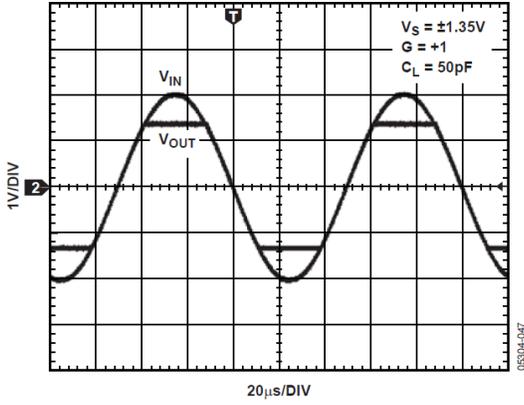


图39 无相位反转

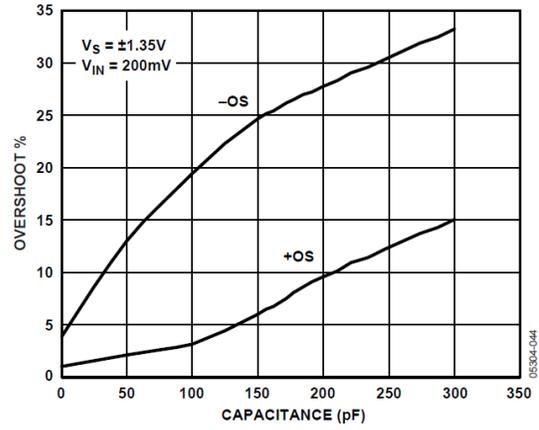


图42 小信号过冲vs.负载电容

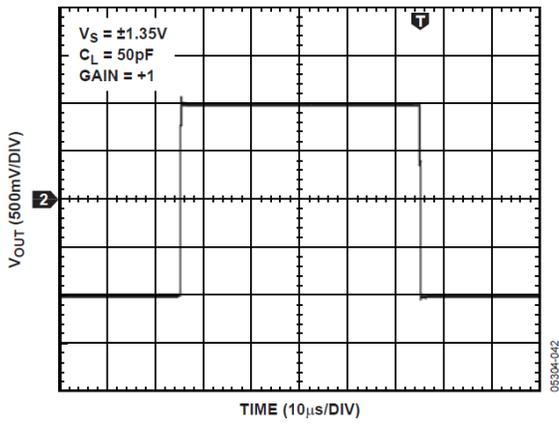


图40 大信号响应

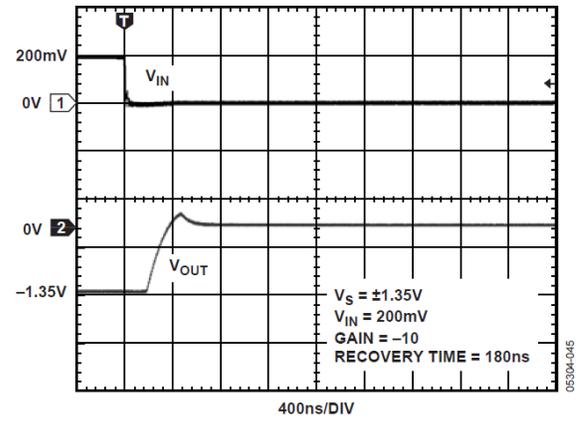


图43 负过载恢复时间

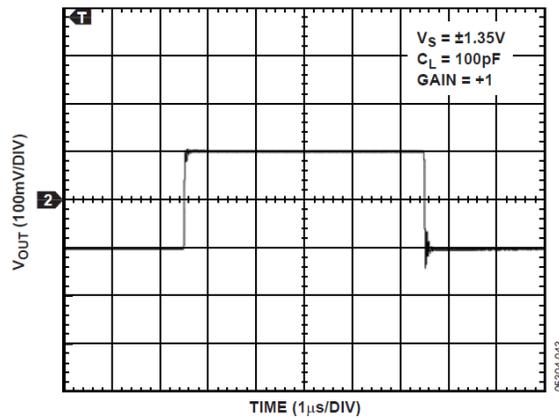


图41 小信号响应

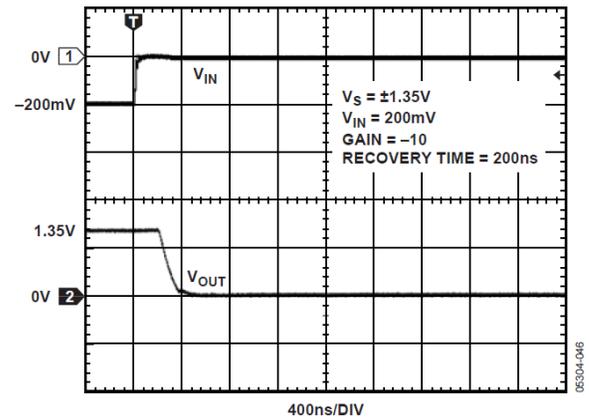


图44 正过载恢复时间

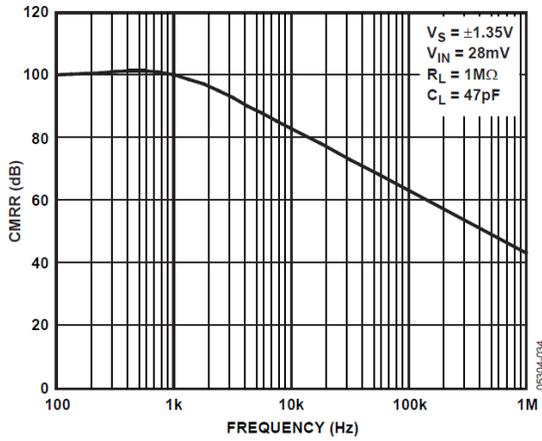


图45 CMRR vs.频率

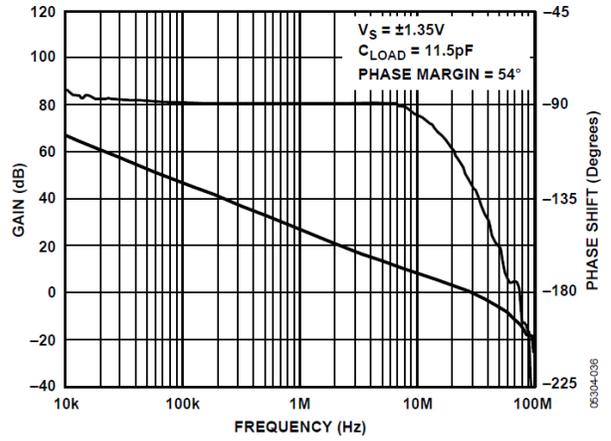


图48 开环增益、相位vs.频率

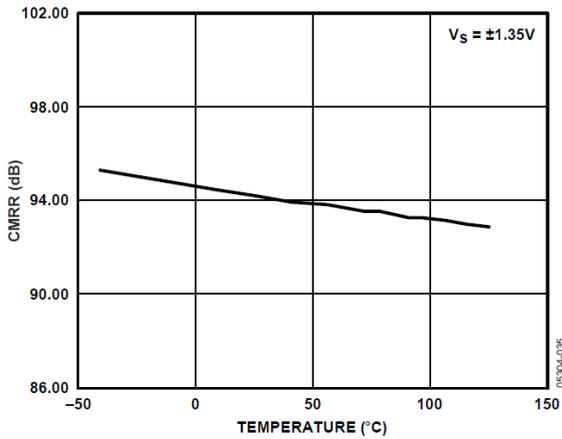


图46 大信号CMRR vs.温度

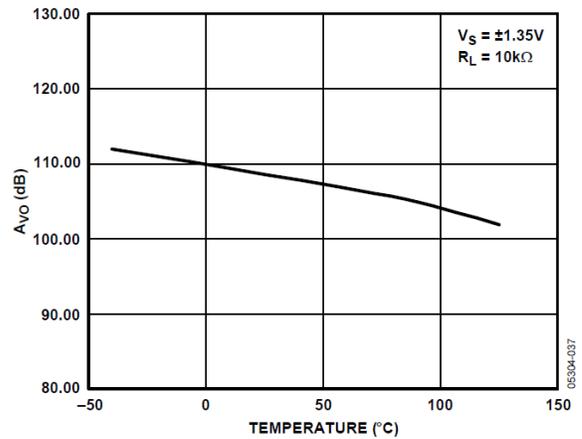


图49 大信号开环增益vs.温度

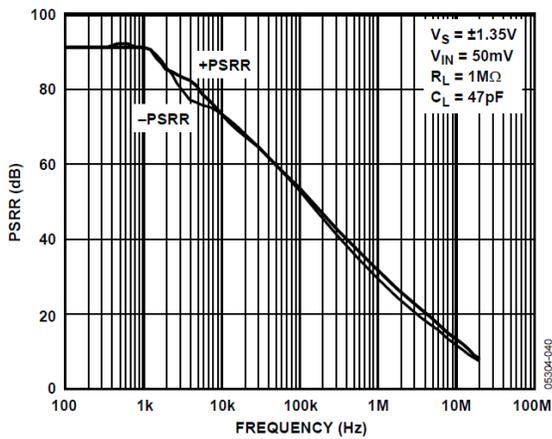


图47 小信号PSRR vs.频率

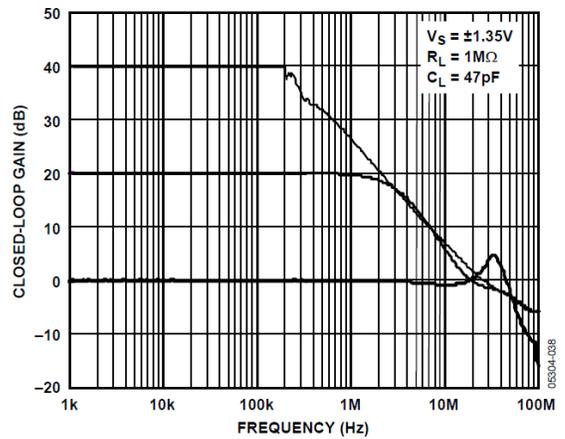


图50 闭环增益vs.频率

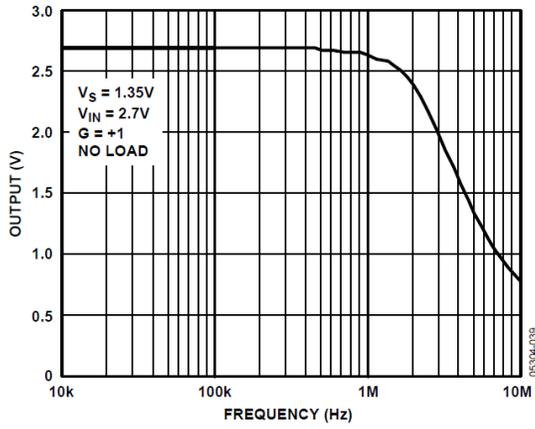


图51 最大输出摆幅vs.频率

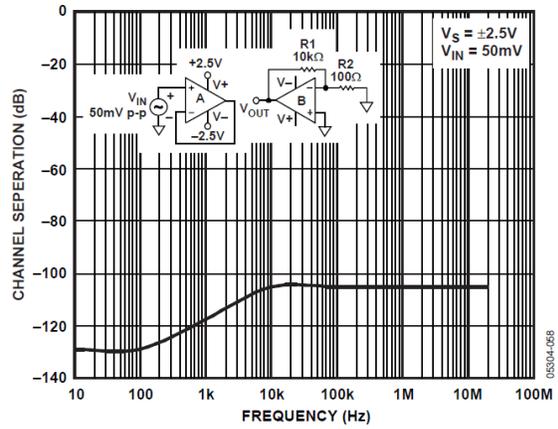


图53 信道分离vs.频率

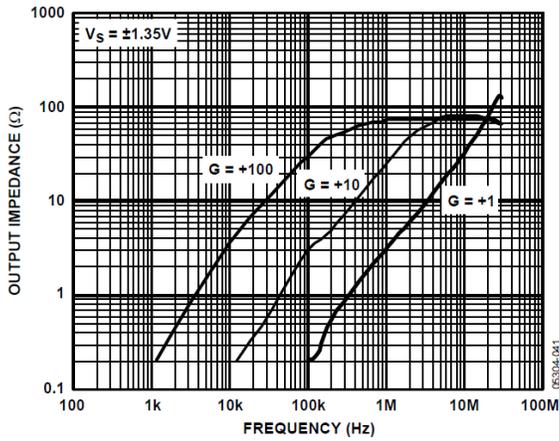


图52 输出阻抗vs.频率

工作原理

CLM8656放大器是电压反馈，轨到轨输入和输出的高精度CMOS放大器，其工作电压为2.7V至5.0V。与大多数CMOS放大器相比，这些放大器使用Chiplon DigiTrim 技术来实现更高的精度。在Chiplon许多放大器中使用的DigiTrim技术是一种在封装后对放大器的失调电压进行微调的方法。封装后微调的优点是它可以校正由组件机械应力引起的任何失调电压。

CLM8656采用标准运算放大器引脚排列，使DigiTrim 对用户完全透明。放大器的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扩展到正电源轨和负电源轨。负载为10kΩ的CLM8656的开环增益通常为110 dB。

CLM8656可用于任何高精度运算放大器应用。对于电源电压内的共模电压，放大器不会出现任何相位反转。CLM8656是2.7 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ 电压噪声、-103 dB THD + 噪声的高分辨率数据采集系统的绝佳选择（2 V p-p信号，10 kHz）。它们的低噪声、亚pA输入偏置电流、小失调和高速使它们可被使用在快速滤波应用中的超前前置放大器。CLM8656的速度和输出驱动能力也使其在视频应用中非常有用。

应用信息

输入过压保护

CLM8656的内部保护电路允许在输入处施加超过电源的电压。但是，建议不要在放大器的任一输入处施加超过电源0.3V的电压。如果施加较高的输入电压，则应使用串联电阻器来限制电流流进输入端。输入电流应被限制在小于5mA。

极低的输入偏置电流允许使用更大的电阻，这允许用户在输入处施加更高的电压。使用这些电阻会增加热噪声，从而导致放大器的整体输出电压噪声也增加。例如，10kΩ电阻在室温下具有小于12.6 nV/√Hz的热噪声和小于10nV的误差电压。

输入电容

除了旁路和接地外，高速放大器还对输入和地之间的寄生电容敏感。对于具有电阻反馈网络的电路，总电容（无论是源电容，输入引脚上的杂散电容还是放大器的输入电容）都会在电路的噪声增益中引起极点。结果，一个电容必须与增益电阻相并联添加以获得稳定性。假设选择了反馈电容导致二阶系统严重阻尼，则噪声增益是频率和较高频率处峰的函数。输入处的几皮法电容会减小高频下的输入阻抗，从而增加放大器的增益，导致频率响应或振荡中出现峰。对于CLM8656，当输入到输出的反馈电容负载大于200 pF时，额外输入阻尼被要求使用来保持稳性。

驱动电容负载

尽管CLM8656可以在不振荡的情况下驱动高达500 pF的电容负载，但是当以高于100kHz的输入频率工作时会出现大量的振铃。当放大器配置在正单位增益时（最坏情况），尤其如此。当需要如此大的电容负载时，强烈建议使用外部补偿。这减小了过冲和最小化了振铃，进而提高了CLM8656在驱动大电容负载时的稳定性。

一种简单的补偿技术是由简单的RC网络组成的缓冲器。在该电路使用的情况下，输出摆动可以被维持，并且放大器在所有增益下都是稳定的。图55给出了缓冲器的执行方案，其将过冲减少了30%以上并消除了振铃。使用缓冲器无法恢复由于重电容负载而产生的带宽损失。

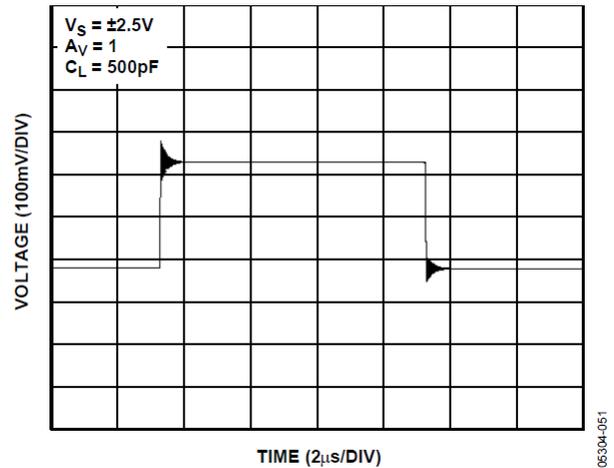


图54 无补偿下的驱动重电容负载

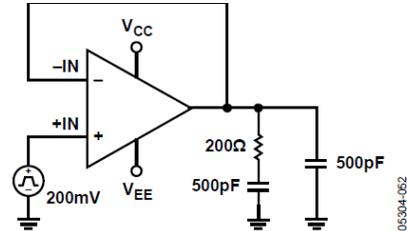


图55 缓冲器网络

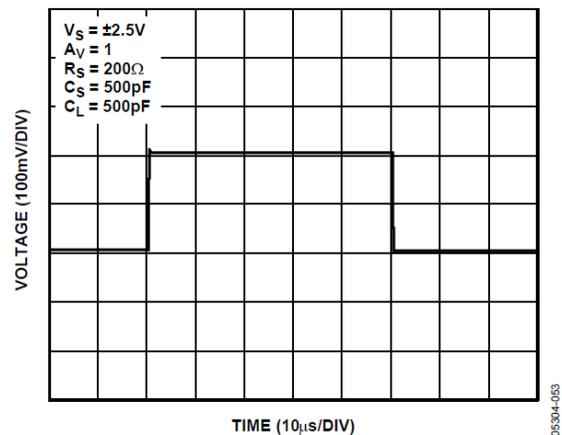


图56 使用缓冲器网络驱动重电容负载

THD读数vs.共模电压

负载为1kΩ时CLM8656的总谐波失真小于0.0007%。除其他因素，失真还取决于电路配置、施加电压和布局。

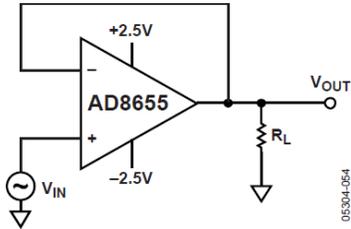


图57 THD + N测试电路

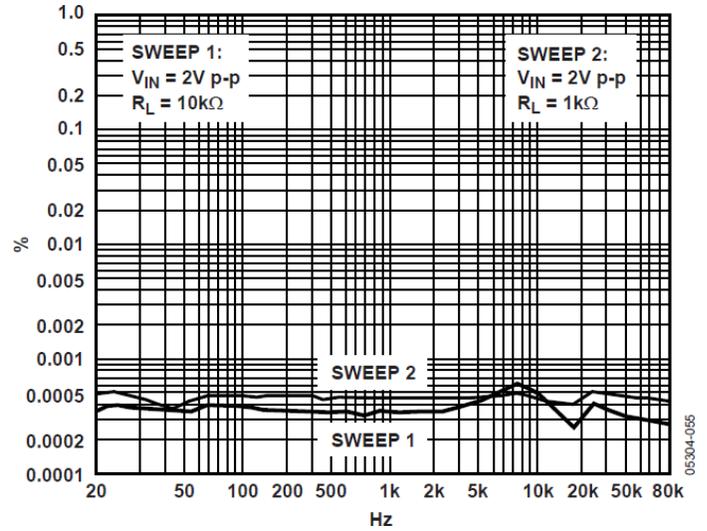


图58 THD + 噪声vs.频率的关系

布局、接地和旁路

电源旁路

由于电源引脚可以引入噪声，因此必须注意施加无噪声且稳定的直流电压。旁路电容的目的是在所有频率下产生从电源到地的低阻抗，从而分流或过滤大部分噪声。旁路方案旨在设计来最小化所有频率下的电源阻抗（将0.1 μ f和4.7 μ f的电容并联）。0.1 μ f（X7R或NPO）的芯片电容器至关重要，放置时应与放大器封装尽可能的接近。

4.7 μ f 钽电容对于高频旁路并不太重要，并且在大多数情况下，每个板的电源输入端只需要一个即可。

接地

接地平面层对于密集堆积的PC板很重要，以最大程度地减少寄生电感。这样可以最大程度地减少随电流变化的电压降。但是，了解电流在电路中是怎样流动的对于实现有效的高速电路设计是至关重要的。电流路径的长度与寄生电感的大小成正比，因此与路径的高频阻抗成正比。在感应接地回路中，较大的电流变化会产生不必要的电压噪声。

高频旁路电容引线的长度也是至关重要的，因此表面贴片电容被建议使用。旁路接地回路中的寄生电感对旁路电容产生的低阻抗起抑制作用。由于负载电流来自电源，因此负载阻抗的地应与旁路电容器的地处于相同的物理位置。较大值电容在低频下使用是有效的，此时电流返回路径的距离就不太重要了。

漏电流

不良的PC板布局，污染物和板绝缘材料会产生比CLM8656的输入偏置电流大得多的泄漏电流。输入和附近线之间的任何电压差都会通过PC板绝缘材料产生泄漏电流，例如 $1V/100G\Omega = 10\text{ pA}$ 。类似的，板上的任何污染物都可能产生明显的泄漏电流（如常见的皮脂油脂）。

为了显著减少泄漏电流，请在输入和输入引线周围放置一个保护环（屏蔽），这些输入和输入引线被驱动到与输入相同的电压电位。这样可以确保输入和周围区域之间没有电压电势来产生任何泄漏电流。保护环必须由相对低的阻抗源驱动才能有效，并且应通过使用多层板完全围绕输入线（上方、下方和所有侧面）。

绝缘材料自身的电荷吸收也会引起漏电流。最可能减少输入引线和保护环之间的材料将有助于减少吸收。此外，使用低吸收材料，如Teflon[®]或陶瓷，在某些情况下可能是有用的。

外形尺寸

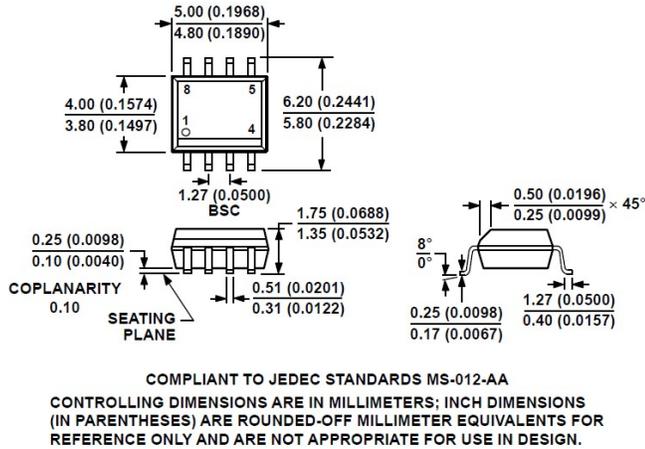


图 59 8-Lead Standard Small Outline Package [SOIC_N]
Narrow Body (R-8)
尺寸以毫米和 (英寸) 表示

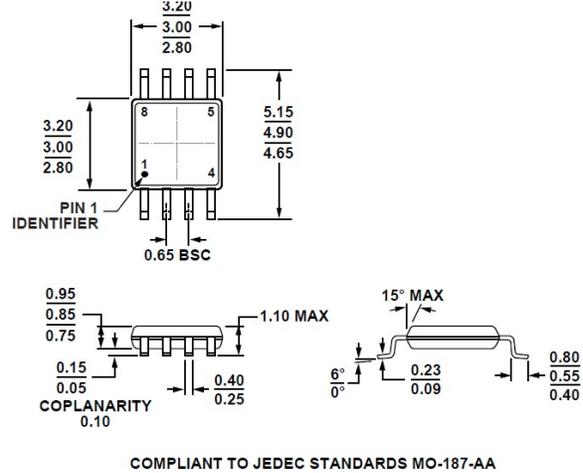


图 60 8-Lead Mini Small Outline Package [MSOP]
(RM-8) 单位：毫米

订购指南

零件号	包装	温度范围	封装	状态
CLM8656ARZ	管装	-40°C ~ 125°C	SOIC-8	正常发货
CLM8656ARZ-REEL7	卷带	-40°C ~ 125°C	SOIC-8	正常发货
CLM8656ARMZ	管装	-40°C ~ 125°C	MSOP-8	正常发货
CLM8656ARMZ-REEL	卷带	-40°C ~ 125°C	MSOP-8	正常发货

¹ Z = 符合RoHS规定。

² W = 符合汽车应用要求。

汽车产品

CLM8656型号和CLM8656型号是可控生产的，因此可为汽车应用提供质量和可靠性保障。请注意，这些应用于汽车的型号可能与商业型号不同，因此设计人员应仔细查看本数据表的规格部分。只有显示汽车等级的产品才可用于汽车应用。请与您当地的Chiplon客户代表联系，以获取特定的产品订购信息，从而获取该产品型号的汽车可靠性报告。