

ADA4896-2/ADA4897-1/ADA4897-2

产品特性

低宽带噪声

1 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$

2.8 pA/ $\sqrt{\text{Hz}}$

低1/f噪声: 2.4 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ (10 Hz)

低失真: -115 dBc(100 kHz, $V_{\text{OUT}} = 2 \text{ V p-p}$)

低功耗: 每个放大器3 mA

低输入失调电压: 0.5 mV(最大值)

高速

-3 dB带宽: 230 MHz ($G = +1$)

压摆率: 120 V/ μs

0.1%建立时间: 45 ns

轨到轨输出

宽电源电压范围: 3 V至10 V

禁用特性(ADA4897-1/ADA4897-2)

应用

低噪声前置放大器

超声放大器

PLL环路滤波器

高性能ADC驱动器

DAC缓冲器

概述

ADA4896-2/ADA4897-1/ADA4897-2是单位增益稳定、低噪声、轨到轨输出、高速电压反馈型放大器，静态电流为3 mA，1/f噪声为2.4 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ (10 Hz)，无杂散动态范围为-80 dBc(2 MHz)，堪称超声、低噪声前置放大器和高性能ADC驱动器等各种应用的理想解决方案。ADI公司专有的新一代SiGe双极性工艺和创新结构造就了如此高性能的放大器。

ADA4896-2/ADA4897-1/ADA4897-2带宽为230 MHz，压摆率为120 V/ μs ，0.1%建立时间为45 ns，具有宽工作电压范围(3 V至10 V)，特别适合需要高动态范围、高精度、低功耗以及高速度的系统。

ADA4896-2提供8引脚LFCSP和8引脚MSOP两种封装。
ADA4897-1提供8引脚SOIC和6引脚SOT-23两种封装。
ADA4897-2采用10引脚MSOP封装。ADA4896-2/
ADA4897-1/ADA4897-2的工作温度范围均为-40°C至+125°C扩展工业温度范围。

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.

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。

功能框图

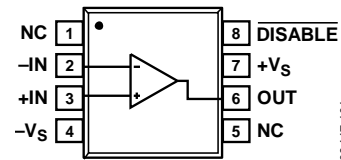


图1. 8引脚SOIC (ADA4897-1)

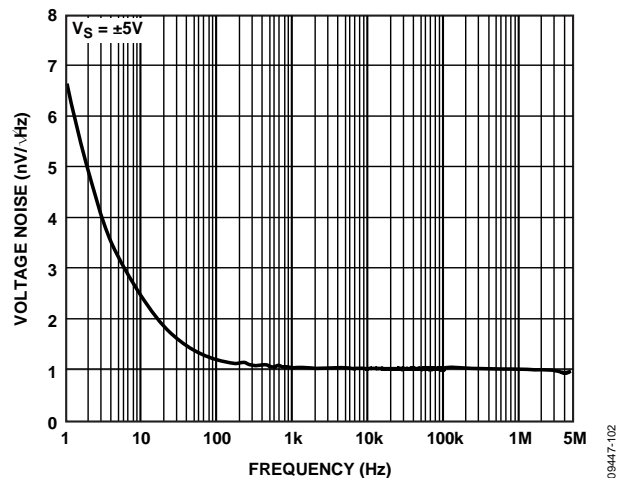


图2. 电压噪声与频率的关系

表1. 其它低噪声放大器

产品型号	V_n (nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$)		带宽(MHz)	电源电压(V)
	1 kHz时	100 kHz时		
AD797	0.9	0.9	8	10至30
AD8021	5	2.1	490	5至24
AD8099	3	0.95	510	5至12
AD8045	6	3	1000	3.3至12
ADA4899-1	1.4	1	600	5至12
ADA4898-1/ ADA4898-2	0.9	0.9	65	10至32

表2. 配套ADC

产品型号	位	速度(MSPS)	功耗(mW)
AD7944	14	2.5	15.5
AD7985	16	2.5	15.5
AD7986	18	2	15

目录

特性.....	1
应用.....	1
概述.....	1
功能框图.....	1
修订历史.....	2
技术规格.....	3
±5 V电源.....	3
+5 V电源.....	4
+3 V电源.....	6
绝对最大额定值.....	8
热阻.....	8
最大功耗.....	8
ESD警告.....	8
引脚配置和功能描述.....	9
典型性能参数.....	11

修订历史

2012年4月—修订版A至修订版B

6引脚单通道SOT-23 (ADA4897-1)的热阻从306°C/W更改为150°C/W.....	8
更改图3.....	8

2011年10月—修订版0至修订版A

增加ADA4897-2和10引脚MSOP封装.....	通篇
更改表1.....	1
更改表3.....	3
更改表4.....	4
更改表5.....	6
更改表7和图3.....	8
更改图4、表8和图9.....	9
增加图8和表10；重新排序.....	10
更改“典型工作特性”部分的总结说明.....	11
更改图18.....	12
更改图20.....	12

工作原理.....	17
放大器描述.....	17
输入保护.....	17
禁用操作.....	17
直流误差.....	18
偏置电流消除.....	18
噪声考虑因素.....	19
容性驱动.....	19
应用信息.....	20
典型性能值.....	20
低噪声增益可选放大器.....	21
医疗超声应用.....	22
布局考虑.....	24
外形尺寸.....	25
订购指南.....	27

更改并移动图26.....	13
更改图37.....	15
更改“放大器描述”部分、“禁用操作”部分、图44和图45 ...	17
增加“偏置电流消除”部分、图47、表11和表12.....	18
更改表13.....	20
更改“低噪声增益可选放大器”部分和图52.....	21
删除图51.....	22
更改“电源旁路”部分.....	24
移动图57.....	25
移动图58.....	26
增加图60.....	27
更改“订购指南”.....	27

2011年7月—修订版0：初始版

技术规格

±5 V电源

除非另有说明, $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $G = +1$ 、 $R_L = 1\text{ k}\Omega$ 接地。

表3.

参数	测试条件/注释	最小值	典型值	最大值	单位
动态性能					
-3 dB带宽	$G = +1, V_{OUT} = 0.02\text{ V p-p}$		230		MHz
	$G = +1, V_{OUT} = 2\text{ V p-p}$		30		MHz
	$G = +2, V_{OUT} = 0.02\text{ V p-p}$		90		MHz
0.1 dB平坦度带宽	$G = +2, V_{OUT} = 2\text{ V p-p}, R_L = 100\ \Omega$		7		MHz
压摆率	$G = +2, V_{OUT} = 6\text{ V}$ 阶跃		120		V/ μs
0.1%建立时间	$G = +2, V_{OUT} = 2\text{ V}$ 阶跃		45		ns
0.01%建立时间	$G = +2, V_{OUT} = 2\text{ V}$ 阶跃		90		ns
噪声/谐波性能					
谐波失真(SFDR)	$V_{OUT} = 2\text{ V p-p}$				
	$f_C = 100\text{ kHz}$		-115		dBc
	$f_C = 1\text{ MHz}$		-93		dBc
	$f_C = 2\text{ MHz}$		-80		dBc
	$f_C = 5\text{ MHz}$		-61		dBc
输入电压噪声	$f = 10\text{ Hz}$		2.4		nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
	$f = 100\text{ kHz}$		1		nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
输入电流噪声	$f = 10\text{ Hz}$		11		pA/ $\sqrt{\text{Hz}}$
	$f = 100\text{ kHz}$		2.8		pA/ $\sqrt{\text{Hz}}$
0.1 Hz至10 Hz噪声	$G = +101, R_F = 1\text{ k}\Omega, R_G = 10\ \Omega$		99		nV p-p
直流性能					
输入失调电压		-500	-28	+500	μV
输入失调电压漂移			0.2		$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
输入偏置电流		-17	-11	-4	μA
输入偏置电流漂移			3		nA/ $^\circ\text{C}$
输入偏置失调电流		-0.6	-0.02	+0.6	μA
开环增益	$V_{OUT} = -4\text{ V至}+4\text{ V}$	100	110		dB
输入特性					
输入电阻					
共模			10		M Ω
差分			10		k Ω
输入电容					
共模			3		pF
差分			11		pF
输入共模电压范围			-4.9至+4.1		V
共模抑制比(CMRR)	$V_{CM} = -2\text{ V至}+2\text{ V}$	-92	-120		dB
输出特性					
输出过驱恢复时间	$V_{IN} = \pm 5\text{ V}, G = +2$		81		ns
输出电压摆幅					
正	$R_L = 1\text{ k}\Omega$	4.85	4.96		V
	$R_L = 100\ \Omega$	4.5	4.73		V
负	$R_L = 1\text{ k}\Omega$	-4.85	-4.97		V
	$R_L = 100\ \Omega$	-4.5	-4.84		V
输出电流	无杂散动态范围(SFDR) = -45 dBc		80		mA
短路电流	吸电流/源电流		135		mA
容性负载驱动	30%过冲, $G = +2$		39		pF

ADA4896-2/ADA4897-1/ADA4897-2

参数	测试条件/注释	最小值	典型值	最大值	单位
电源			3 to 10		V
工作范围					
每个放大器的静态电流	$\overline{\text{DISABLE}} = -5\text{ V}$	2.8	3.0	3.2	mA
电源抑制比(PSRR)			0.13	0.25	mA
正	$+V_S = 4\text{ V至}6\text{ V}, -V_S = -5\text{ V}$	-96	-125		dB
负	$+V_S = 5\text{ V}, -V_S = -4\text{ V至}-6\text{ V}$	-96	-121		dB
DISABLE PIN (ADA4897-1/ADA4897-2)					
DISABLE电压	使能		$>+V_S - 0.5$		V
	禁用		$<+V_S - 2$		V
输入电流					
使能	$\overline{\text{DISABLE}} = +5\text{ V}$		-1.2		μA
禁用	$\overline{\text{DISABLE}} = -5\text{ V}$		-40		μA
开关速度					
使能			0.25		μs
禁用			12		μs

+5 V电源

除非另有说明, $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $G = +1$ 、 $R_L = 1\text{ k}\Omega$ 接中间电源电压。

表4.

参数	测试条件/注释	最小值	典型值	最大值	单位
动态性能					
-3 dB带宽	$G = +1, V_{\text{OUT}} = 0.02\text{ V p-p}$		230		MHz
	$G = +1, V_{\text{OUT}} = 2\text{ V p-p}$		30		MHz
	$G = +2, V_{\text{OUT}} = 0.02\text{ V p-p}$		90		MHz
0.1 dB平坦度带宽	$G = +2, V_{\text{OUT}} = 2\text{ V p-p}, R_L = 100\ \Omega$		7		MHz
压摆率	$G = +2, V_{\text{OUT}} = 3\text{ V}$ 阶跃		100		$\text{V}/\mu\text{s}$
0.1%建立时间	$G = +2, V_{\text{OUT}} = 2\text{ V}$ 阶跃		45		ns
0.01%建立时间	$G = +2, V_{\text{OUT}} = 2\text{ V}$ 阶跃		95		ns
噪声/谐波性能					
谐波失真(SFDR)	$V_{\text{OUT}} = 2\text{ V p-p}$				
	$f_C = 100\text{ kHz}$		-115		dBc
	$f_C = 1\text{ MHz}$		-93		dBc
	$f_C = 2\text{ MHz}$		-80		dBc
	$f_C = 5\text{ MHz}$		-61		dBc
输入电压噪声	$f = 10\text{ Hz}$		2.4		$\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
	$f = 100\text{ kHz}$		1		$\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
输入电流噪声	$f = 10\text{ Hz}$		11		$\text{pA}/\sqrt{\text{Hz}}$
	$f = 100\text{ kHz}$		2.8		$\text{pA}/\sqrt{\text{Hz}}$
0.1 Hz至10 Hz噪声	$G = +101, R_f = 1\text{ k}\Omega, R_G = 10\ \Omega$		99		nV p-p
直流性能					
输入失调电压		-500	-30	+500	μV
输入失调电压漂移			0.2		$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
输入偏置电流		-17	-11	-4	μA
输入偏置电流漂移			3		$\text{nA}/^\circ\text{C}$
输入偏置失调电流		-0.6	-0.02	+0.6	μA
开环增益	$V_{\text{OUT}} = 0.5\text{ V至}4.5\text{ V}$	97	110		dB

ADA4896-2/ADA4897-1/ADA4897-2

参数	测试条件/注释	最小值	典型值	最大值	单位
输入特性					
输入电阻					
共模			10		MΩ
差分			10		kΩ
输入电容					
共模			3		pF
差分			11		pF
输入共模电压范围			0.1至4.1		V
共模抑制比 (CMRR)	$V_{CM} = 1\text{V至}4\text{V}$	-91	-118		dB
输出特性					
输出过驱恢复时间	$V_{IN} = 0\text{V至}5\text{V}, G = +2$		96		ns
输出电压摆幅					
正	$R_L = 1\text{ k}\Omega$	4.85	4.98		V
	$R_L = 100\ \Omega$	4.8	4.88		V
负	$R_L = 1\text{ k}\Omega$	0.15	0.014		V
	$R_L = 100\ \Omega$	0.2	0.08		V
输出电流	无杂散动态范围(SFDR) = -45 dBc		70		mA
短路电流	吸电流/源电流		125		mA
容性负载驱动	30%过冲, $G = +2$		39		pF
电源					
工作范围			3至10		V
每个放大器的静态电流		2.6	2.8	2.9	mA
	$\overline{\text{DISABLE}} = 0\text{V}$		0.05	0.18	mA
电源抑制比(PSRR)					
正	$+V_S = 4.5\text{V至}5.5\text{V}, -V_S = 0\text{V}$	-96	-123		dB
负	$+V_S = 5\text{V}, -V_S = -0.5\text{V至}+0.5\text{V}$	-96	-121		dB
DISABLE PIN (ADA4897-1/ADA4897-2)					
$\overline{\text{DISABLE}}$ 电压	使能		$>+V_S - 0.5$		V
	禁用		$<+V_S - 2$		V
输入电流					
使能	$\overline{\text{DISABLE}} = +5\text{V}$		-1.2		μA
禁用	$\overline{\text{DISABLE}} = 0\text{V}$		-20		μA
开关速度					
使能			0.25		μs
禁用			12		μs

ADA4896-2/ADA4897-1/ADA4897-2

+3 V电源

除非另有说明, $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $G = +1$ 、 $R_L = 1\text{ k}\Omega$ 接中间电源电压。

表5.

参数	测试条件/注释	最小值	典型值	最大值	单位
动态性能					
-3 dB带宽	$G = +1, V_{OUT} = 0.02\text{ V p-p}$		230		MHz
	$G = -1, V_{OUT} = 1\text{ V p-p}$		45		MHz
	$G = +2, V_{OUT} = 0.02\text{ V p-p}$		90		MHz
0.1 dB平坦度带宽	$G = +2, V_{OUT} = 2\text{ V p-p}, R_L = 100\ \Omega$		7		MHz
压摆率	$G = +2, V_{OUT} = 1\text{ V}$ 阶跃		85		V/ μs
0.1%建立时间	$G = +2, V_{OUT} = 2\text{ V}$ 阶跃		45		ns
0.01%建立时间	$G = +2, V_{OUT} = 2\text{ V}$ 阶跃		96		ns
噪声/谐波性能					
谐波失真(SFDR)	$f_C = 100\text{ kHz}, V_{OUT} = 2\text{ V p-p}, G = +2$		-105		dBc
	$f_C = 1\text{ MHz}, V_{OUT} = 1\text{ V p-p}, G = -1$		-84		dBc
	$f_C = 2\text{ MHz}, V_{OUT} = 1\text{ V p-p}, G = -1$		-77		dBc
	$f_C = 5\text{ MHz}, V_{OUT} = 1\text{ V p-p}, G = -1$		-60		dBc
输入电压噪声	$f = 10\text{ Hz}$		2.3		nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
	$f = 100\text{ kHz}$		1		nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
输入电流噪声	$f = 10\text{ Hz}$		11		pA/ $\sqrt{\text{Hz}}$
	$f = 100\text{ kHz}$		2.8		pA/ $\sqrt{\text{Hz}}$
0.1 Hz至10 Hz噪声	$G = +101, R_F = 1\text{ k}\Omega, R_G = 10\ \Omega$		99		nV p-p
直流性能					
输入失调电压		-500	-30	+500	μV
输入失调电压漂移			0.2		$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
输入偏置电流		-17	-11	-4	μA
输入偏置电流漂移			3		nA/ $^\circ\text{C}$
输入偏置失调电流		-0.6	-0.02	+0.6	μA
开环增益	$V_{OUT} = 0.5\text{ V}$ 至 2.5 V	95	108		dB
输入特性					
输入电阻					
共模			10		M Ω
差分			10		k Ω
输入电容					
共模			3		pF
差分			11		pF
输入共模电压范围			0.1至2.1		V
共模抑制比(CMRR)	$V_{CM} = 1.1\text{ V}$ 至 1.9 V	-90	-124		dB
输出特性					
输出过驱恢复时间	$V_{IN} = 0\text{ V}$ 至 $3\text{ V}, G = +2$		83		ns
输出电压摆幅					
正	$R_L = 1\text{ k}\Omega$	2.85	2.97		V
	$R_L = 100\ \Omega$	2.8	2.92		V
负	$R_L = 1\text{ k}\Omega$	0.15	0.01		V
	$R_L = 100\ \Omega$	0.2	0.05		V
输出电流	无杂散动态范围(SFDR) = -45 dBc		60		mA
短路电流	吸电流/源电流		120		mA
容性负载驱动	30%过冲, $G = +2$		39		pF
电源					
工作范围			3至10		V
每个放大器的静态电流		2.5	2.7	2.9	mA
	$\overline{\text{DISABLE}} = 0\text{ V}$		0.035	0.15	mA

ADA4896-2/ADA4897-1/ADA4897-2

参数	测试条件/注释	最小值	典型值	最大值	单位
电源抑制比(PSRR)					
正	$+V_S = 2.7\text{ V至}3.7\text{ V}, -V_S = 0\text{ V}$	-96	-121		dB
负	$+V_S = 3\text{ V}, -V_S = -0.3\text{ V至}+0.7\text{ V}$	-96	-120		dB
DISABLE PIN (ADA4897-1/ADA4897-2)					
DISABLE电压	使能		$>+V_S - 0.5$		V
	禁用		$<-V_S + 2$		V
输入电流					
使能	$\overline{\text{DISABLE}} = +3\text{ V}$		-1.2		μA
禁用	$\overline{\text{DISABLE}} = 0\text{ V}$		-15		μA
开关速度					
使能			0.25		μs
禁用			12		μs

绝对最大额定值

表6.

参数	额定值
电源电压	11 V
功耗	参见图3
共模输入电压	-V _S - 0.7 V至+V _S + 0.7 V
差分输入电压	0.7 V
存储温度范围	-65°C至+125°C
工作温度范围	-40°C至+125°C
引脚温度(焊接10秒)	300°C
结温	150°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。这只是额定最大值，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

θ_{JA} 针对最差条件，即器件以表贴封装焊接在电路板上。表7列出了ADA4896-2/ADA4897-1/ADA4897-2的 θ_{JA} 。

表7. 热阻

封装类型	θ_{JA}	单位
8引脚双通道MSOP (ADA4896-2)	222	°C/W
8引脚双通道LFCSP (ADA4896-2)	61	°C/W
8引脚单通道SOIC (ADA4897-1)	133	°C/W
6引脚单通道SOT-23 (ADA4897-1)	150	°C/W
10引脚双通道MSOP (ADA4897-2)	210	°C/W

最大功耗

ADA4896-2/ADA4897-1/ADA4897-2的最大安全功耗受限于相应的芯片结温(T_J)升高情况。达到玻璃化转变温度150°C左右时，塑料的特性发生改变。即使只是暂时超过这一温度限值也有可能改变封装对芯片作用的应力，从而永久性地转变ADA4896-2/ADA4897-1/ADA4897-2的参数性能。长时间超过175°C的结温会导致芯片器件出现变化，因而可能造成性能下降或功能丧失。

封装的功耗(P_D)为静态功耗与芯片中ADA4896-2/ADA4897-1/ADA4897-2的输出端驱动所导致的功耗之和，而静态功耗

则为电源引脚之间的电压(V_S)乘以静态电流(I_S)。

$$P_D = \text{静态功耗} + (\text{总驱动功耗} - \text{负载功耗})$$

$$P_D = (V_S \times I_S) + \left(\frac{V_S}{2} \times \frac{V_{OUT}}{R_L} \right) - \frac{V_{OUT}^2}{R_L}$$

应当考虑均方根输出电压。如果 R_L 以 $-V_S$ 为基准，如同在单电源供电情况下，则总驱动功耗为 $V_S \times I_{OUT}$ 。如果均方根信号电平未定，应考虑最差情况，即 R_L 接中间电源电压， $V_{OUT} = V_S/4$ 。

$$P_D = (V_S \times I_S) + \frac{(V_S/4)^2}{R_L}$$

单电源供电且 R_L 以 $-V_S$ 为基准时，最差情况为 $V_{OUT} = V_S/2$ 。

气流可增强散热，从而有效降低 θ_{JA} 。此外，更多金属直接与金属走线的封装引脚、裸露焊盘、通孔、接地和电源层接触，这同样可降低 θ_{JA} 。

图3显示4层JEDEC标准板上封装最大安全功耗与环境温度之间的关系。 θ_{JA} 值均为近似值。

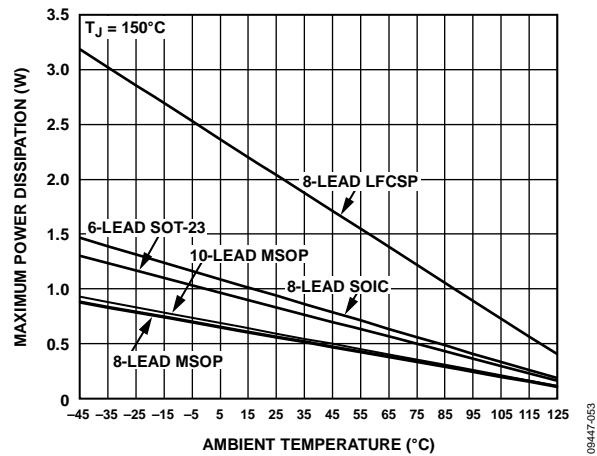


图3. 4层板最大功耗与温度的关系

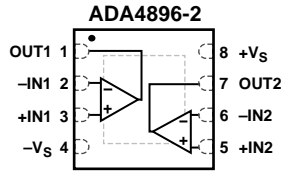
ESD警告



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。

引脚配置和功能描述



NOTES
1. THE EXPOSED PAD CAN BE CONNECTED TO GND OR POWER PLANES, OR IT CAN BE LEFT FLOATING.

图4. 8引脚LFCSP的引脚配置

09447-022

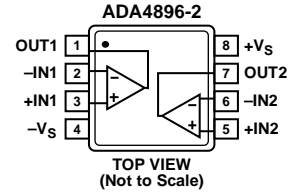
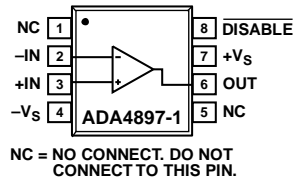


图5. 8引脚MSOP的引脚配置

09447-002

表8. ADA4896-2引脚功能描述

引脚编号	引脚名称	描述
1	OUT1	输出1。
2	-IN1	反相输入1。
3	+IN1	同相输入1。
4	-Vs	负电源。
5	+IN2	同相输入2。
6	-IN2	反相输入2。
7	OUT2	输出2。
8	+Vs	正电源。
	EPAD	裸露焊盘(仅限LFCSP封装)。裸露焊盘可以连接到GND或电源层, 或者保持悬空。



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

图6. 8引脚SOIC的引脚配置

09447-016

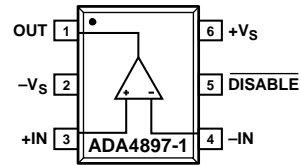


图7. 6引脚SOT-23的引脚配置

09447-017

表9. ADA4897-1引脚功能描述

引脚编号		引脚名称	描述
SOIC	SOT-23		
1, 5	不适用	NC	不连接。请勿连接到这些引脚。
2	4	-IN	反相输入。
3	3	+IN	同相输入。
4	2	-Vs	负电源。
6	1	输出	输出。
7	6	+Vs	正电源。
8	5	DISABLE	禁用。

ADA4896-2/ADA4897-1/ADA4897-2

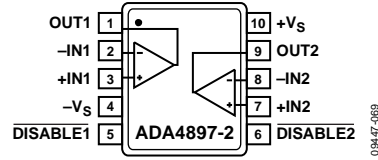


图8. 10引脚MSOP的引脚配置

表10. ADA4897-2引脚功能描述

引脚编号	引脚名称	描述
1	OUT1	输出1。
2	-IN1	反相输入1。
3	+IN1	同相输入1。
4	-Vs	负电源。
5	$\overline{\text{DISABLE1}}$	禁用1。
6	$\overline{\text{DISABLE2}}$	禁用2。
7	+IN2	同相输入2。
8	-IN2	反相输入2。
9	OUT2	输出2。
10	+Vs	正电源。

典型性能参数

除非另有说明, $R_L = 1\text{ k}\Omega$ 。 $G = +1$ 时, $R_F = 0\ \Omega$; 其它情况下, $R_F = 249\ \Omega$ 。

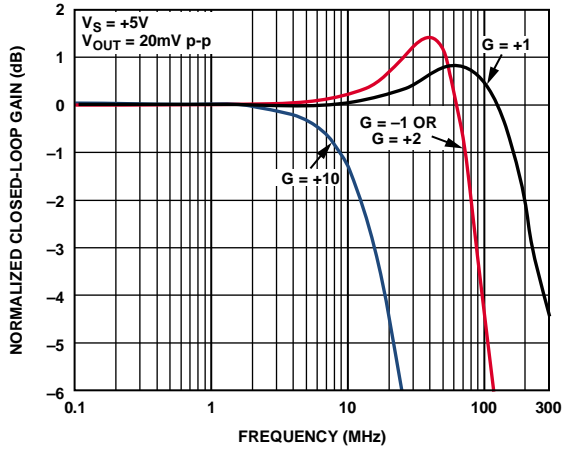


图9. 小信号频率响应与增益的关系

09447-010

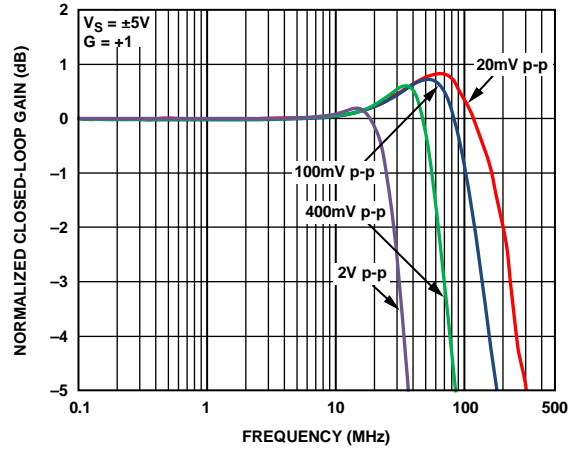


图12. 不同输出电压下的频率响应

09447-008

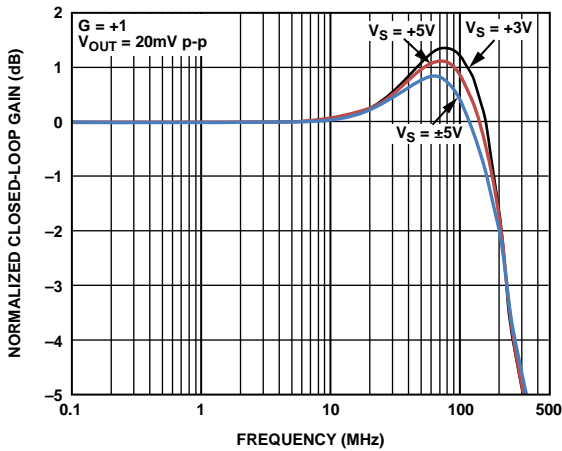


图10. 小信号频率响应与电源电压的关系

09447-005

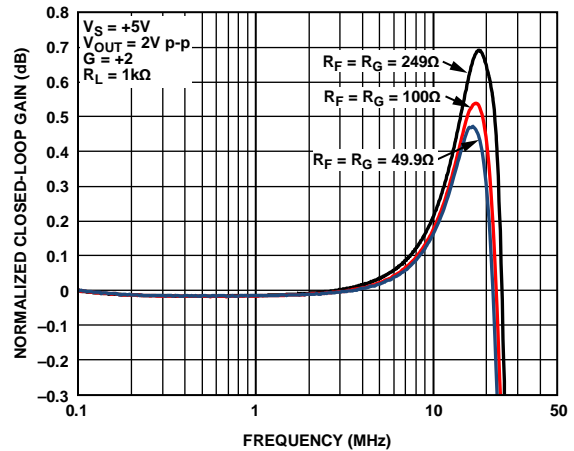


图13. 选定 R_F 值下的0.1 dB带宽

09447-061

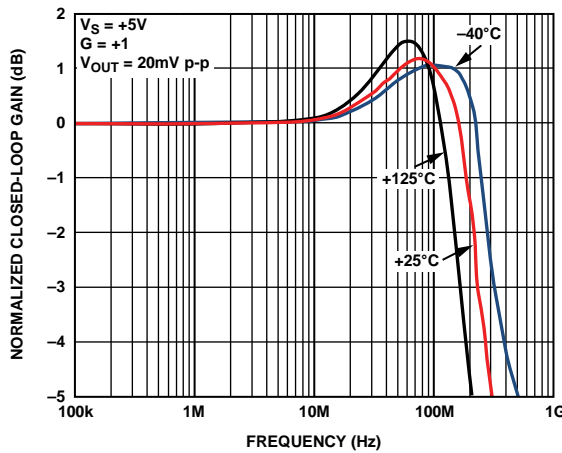


图11. 小信号频率响应与温度的关系

09447-038

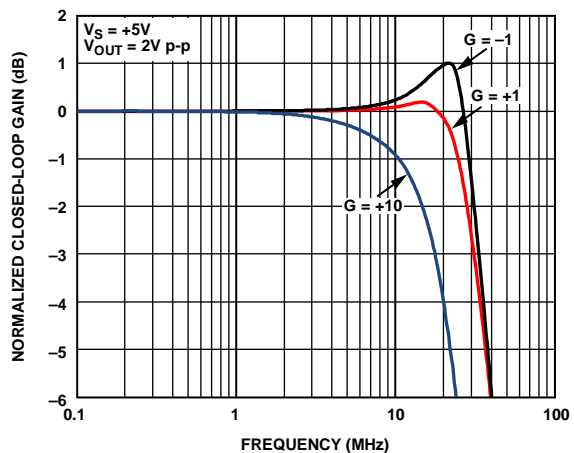


图14. 大信号频率响应与增益的关系

09447-006

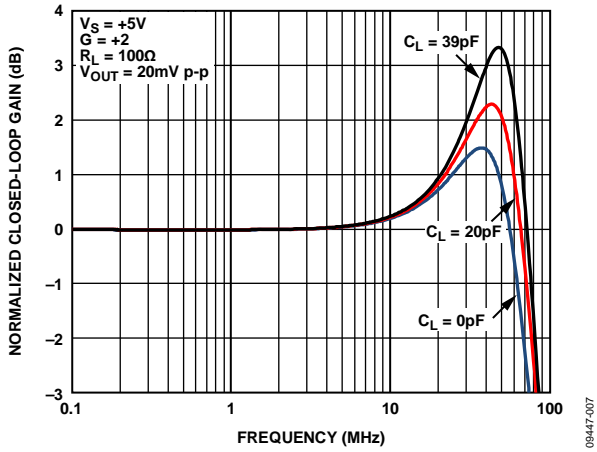


图15. 小信号频率响应与容性负载的关系

09447-007

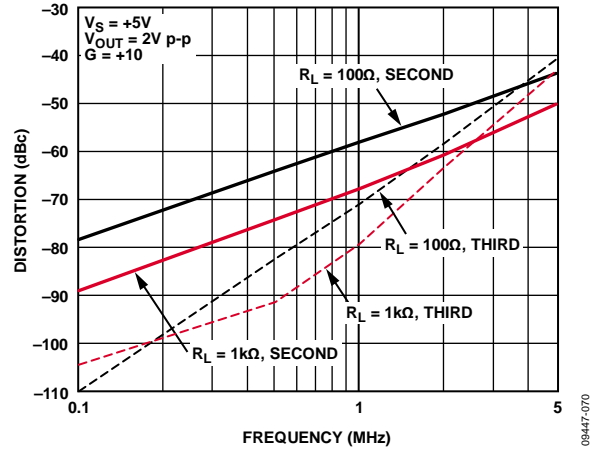


图18. 谐波失真与频率的关系($G = +10$)

09447-070

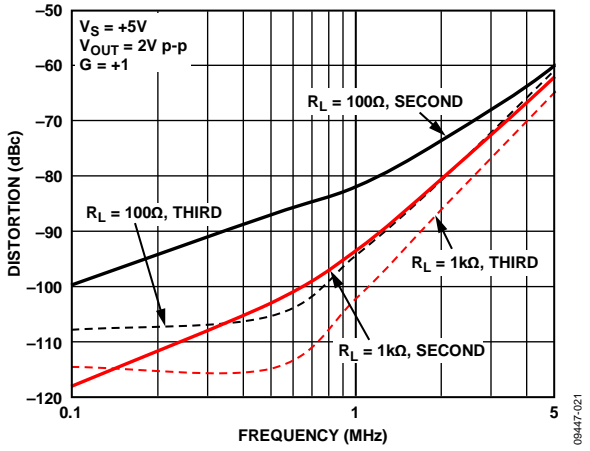


图16. 谐波失真与频率的关系($G = +1$)

09447-021

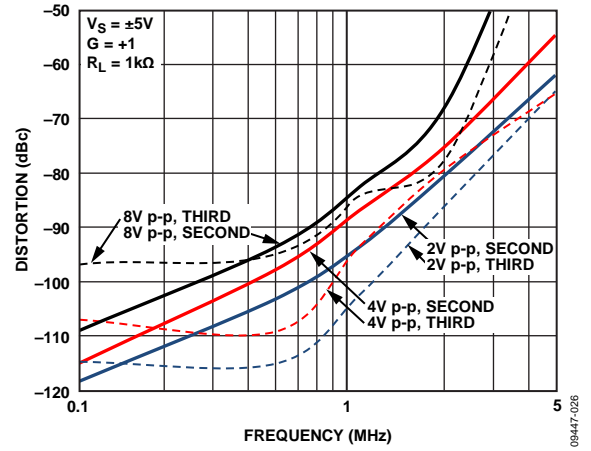


图19. 不同输出电压下谐波失真与频率的关系

09447-026

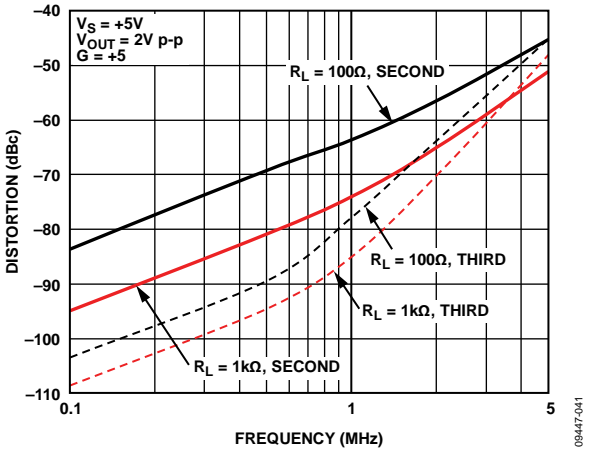


图17. 谐波失真与频率的关系($G = +5$)

09447-041

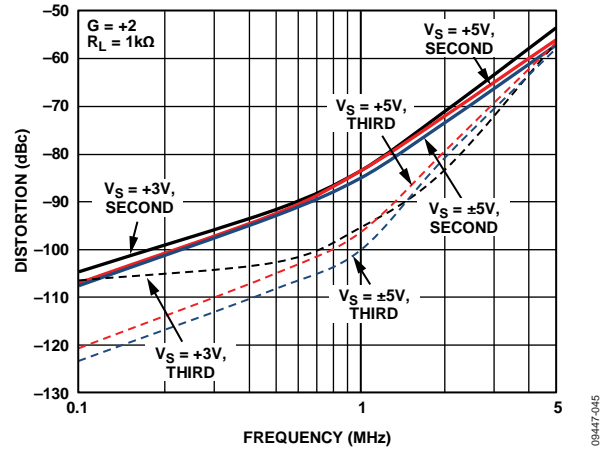


图20. 不同电源下谐波失真与频率的关系

09447-045

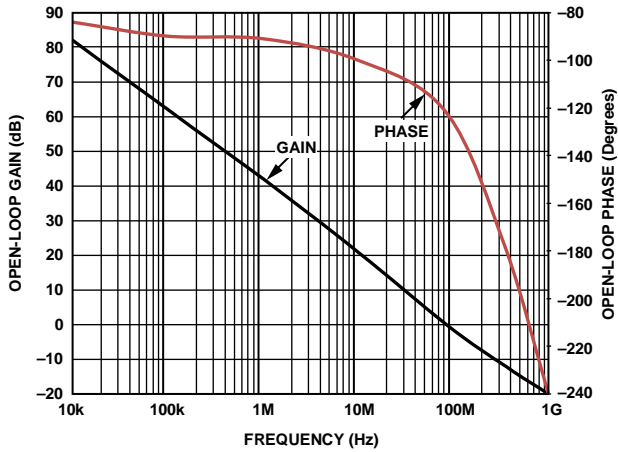


图21. 开环增益和相位与频率的关系

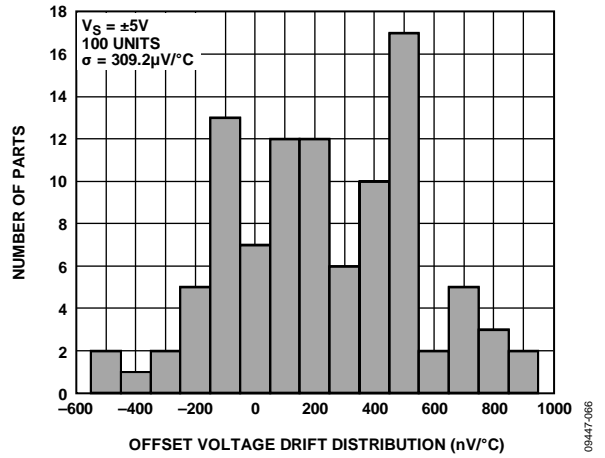


图24. 输入失调电压漂移分布图

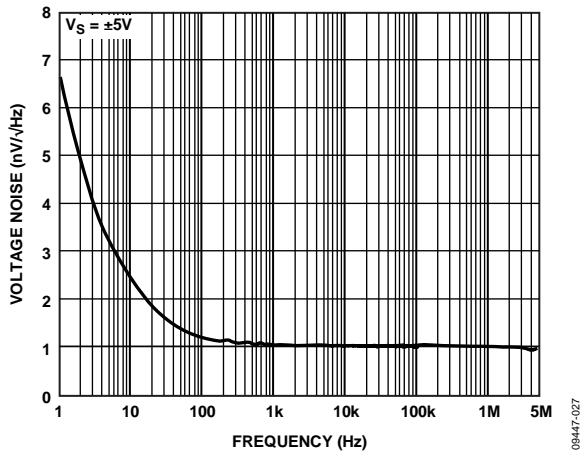


图22. 电压噪声与频率的关系

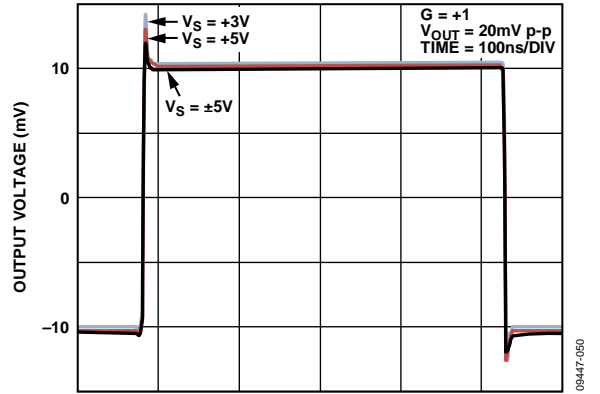


图25. 不同电源下的小信号瞬态响应(G = +1)

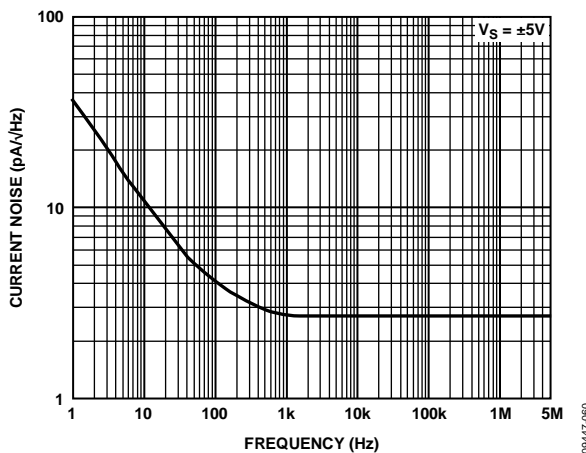


图23. 电流噪声与频率的关系

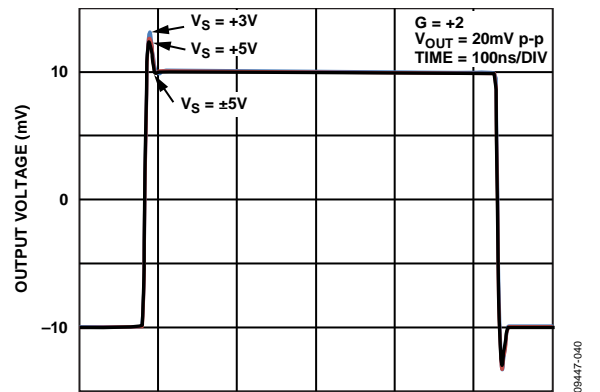


图26. 不同电源下的小信号瞬态响应(G = +2)

ADA4896-2/ADA4897-1/ADA4897-2

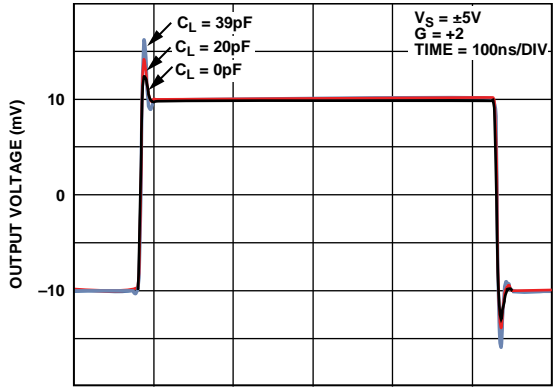


图27. 不同容性负载下的小信号瞬态响应

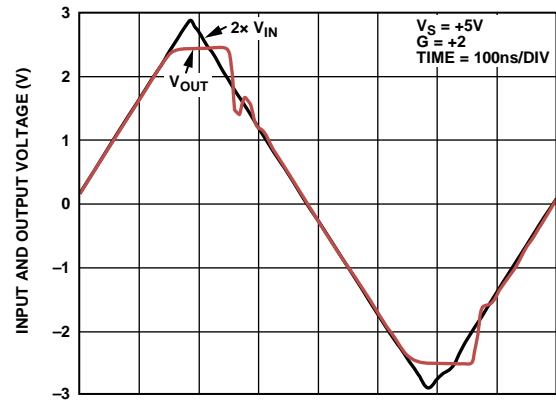


图30. 输出过驱恢复时间

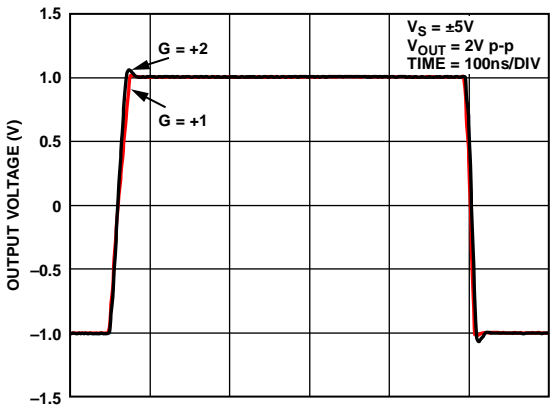


图28. 大信号瞬态响应($G = +1$ 和 $G = +2$)

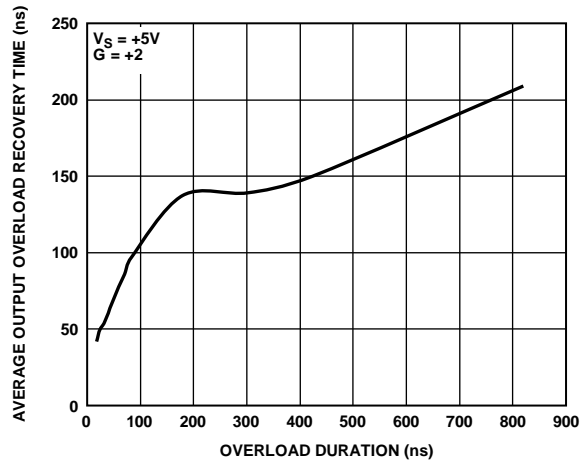


图31. 平均输出过驱恢复时间与过载持续时间的关系

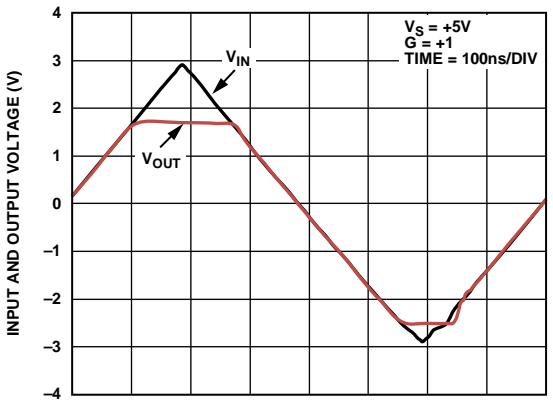


图29. 输入过驱恢复时间

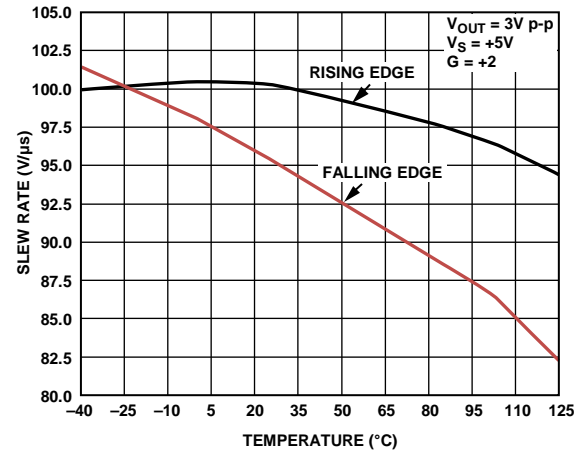


图32. 压摆率与温度的关系

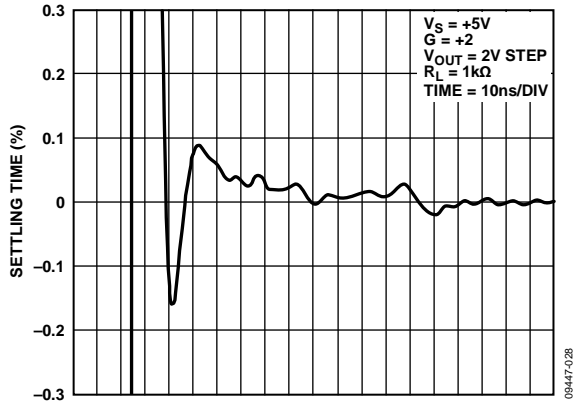


图33. 0.1%建立时间

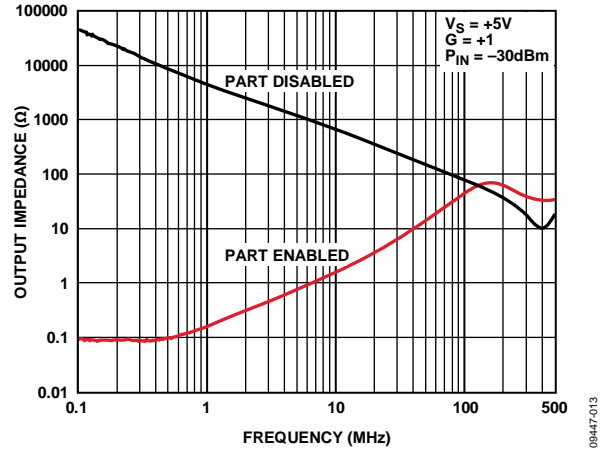


图36. 输出阻抗与频率的关系

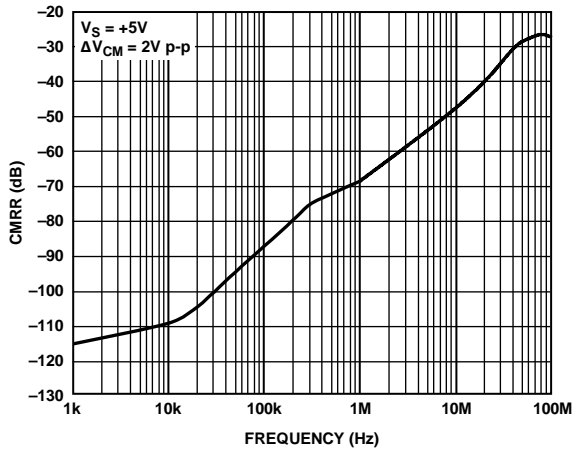


图34. CMRR与频率的关系

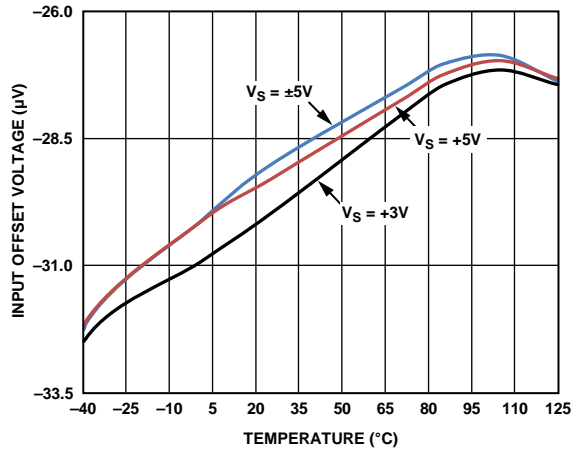


图37. 不同电源下输入失调电压与温度的关系

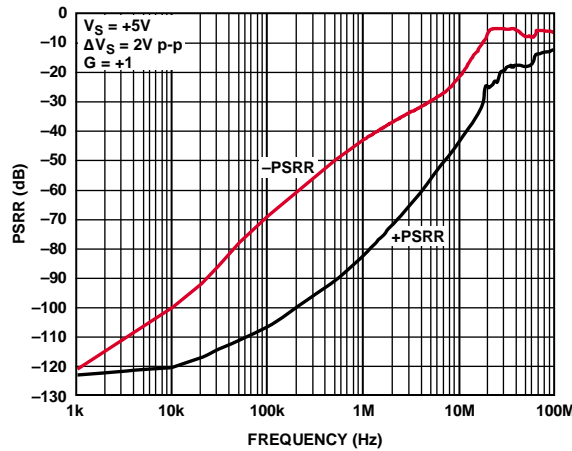


图35. PSRR与频率的关系

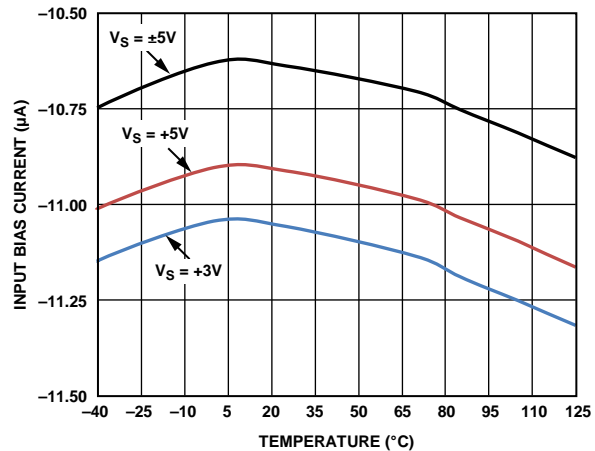


图38. 不同电源下输入偏置电流与温度的关系

ADA4896-2/ADA4897-1/ADA4897-2

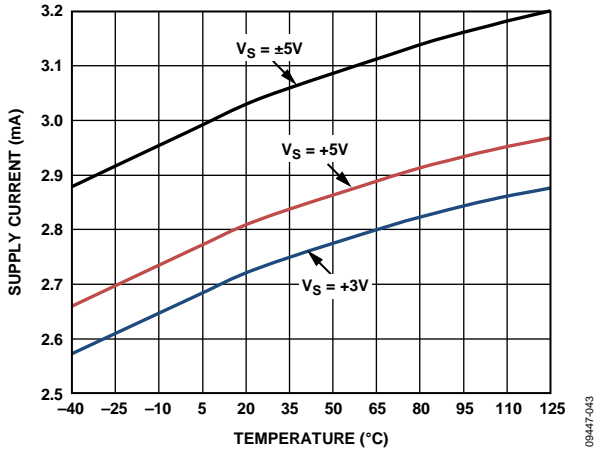


图39. 不同电源下电源电流与温度的关系

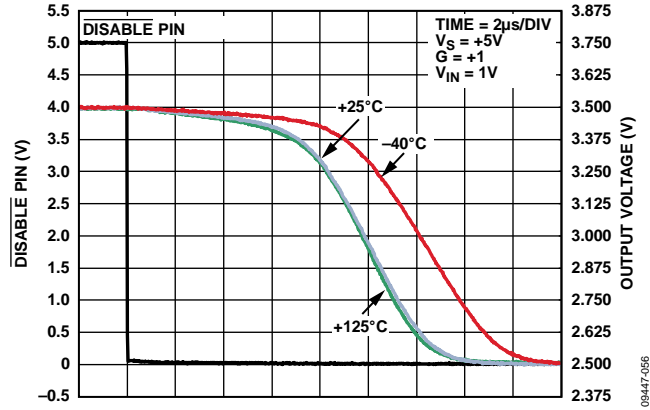


图42. 关闭时间与温度的关系(ADA4897-1和ADA4897-2)

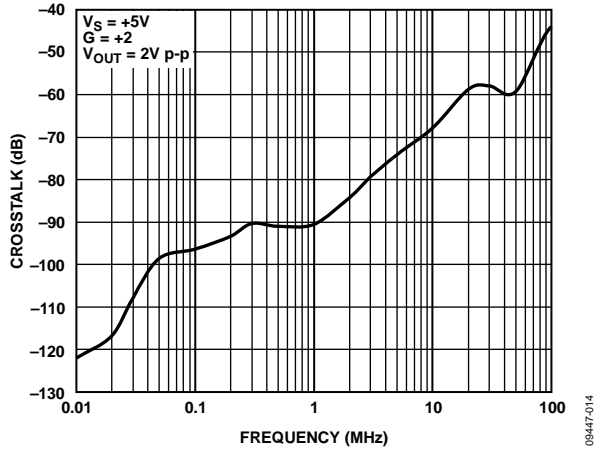


图40. OUT1至OUT2的串扰(ADA4896-2和ADA4897-2)

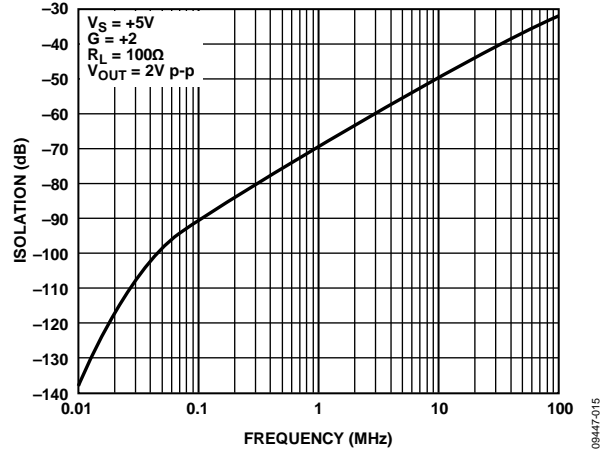


图43. 正向隔离与频率的关系

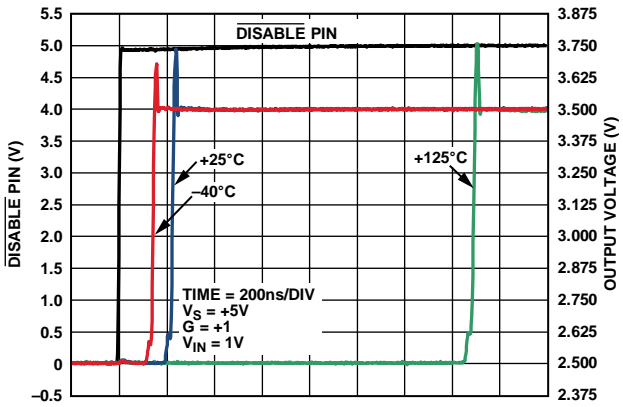


图41. 开启时间与温度的关系(ADA4897-1和ADA4897-2)

工作原理

放大器描述

ADA4896-2/ADA4897-1/ADA4897-2均为1 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ 输入噪声放大器，功耗为3 mA，电源电压范围为3 V至10 V，采用ADI公司的SiGe双极性工艺制造，带宽超过200 MHz。这些放大器为单位增益稳定型，独特的输入结构使其输入1/f噪声对于高速放大器而言非常低。

轨到轨输出级设计用于驱动高反馈负载，从而实现很低的折合到输出端总噪声。为了满足更严苛的系统要求，ADA4896-2/ADA4897-1/ADA4897-2的大信号带宽提高到其它低噪声、单位增益稳定型放大器的典型基本限值以上。最大失调电压为500 μV ，漂移为0.2 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ ，因此，对于不需要低噪声性能的应用，ADA4896-2/ADA4897-1/ADA4897-2也是出色的放大器选择，因为实现低输入噪声或高带宽所需付出的功耗代价非常低。

输入保护

ADA4896-2/ADA4897-1/ADA4897-2提供全面的ESD保护，在2.5 kV的人体模型ESD事件和1 kV的充电器件模型事件影响下，性能无明显降低。精密输入端受到一个ESD网络的保护，该ESD网络位于电源与输入器件对上的箝位二极管之间，如图44所示。

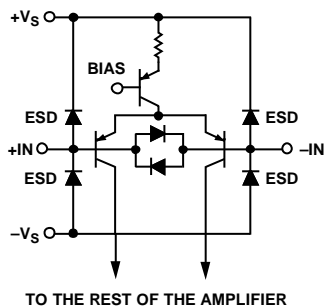


图44. 输入级与保护二极管

当差分电压大于约0.7 V时，箝位二极管开始导通。过大的电流会产生过高的热量，导致器件受损。如果输入引脚上必须持续存在很大的差分电压，建议将流经输入箝位二极管的电流限制在10 mA以下。根据预期的差分过压情况，选择适当大小的串联输入电阻来提供所需的保护。

如果输入电压比正电源电压高0.7 V以上，或者比负电源电压低0.7 V以上，ESD箝位二极管就会导通。预期会发生过压情况时，建议将输入电流限制在10 mA以下。

禁用操作

图45所示为ADA4897-1/ADA4897-2的关断电路。如果DISABLE引脚不连接，输入PNP晶体管的基极将被内部上拉电阻拉高到正电源电压，器件开启。将DISABLE引脚拉至正电源电压以下2 V或更多时，器件关闭，电源电流降至大约18 μA (电源电压为5 V)。

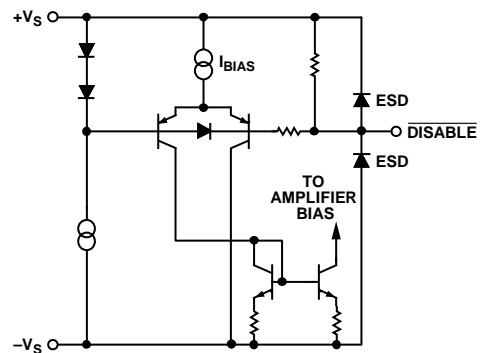


图45. DISABLE电路

DISABLE引脚受ESD箝位二极管保护，如图45所示。超过电源电压的电压会导致这些二极管导通。为了保护DISABLE引脚，此引脚的输入电压不得高于正电源电压0.7 V以上或低于负电源电压0.7 V以下。预期会发生过压情况时，建议利用一个串联电阻将输入电流限制在10 mA以下。

当放大器禁用时，其输出端进入高阻抗状态。输出阻抗随着频率的提高而降低，此效应如图36所示。在禁用模式下，10 MHz时可以实现50 dB的正向隔离。图43显示正向隔离与频率数据的关系。

直流误差

图46显示典型连接图和主要直流误差源。

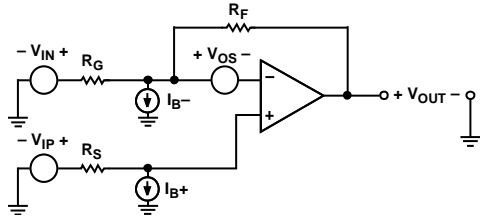


图46. 典型连接图和直流误差源

理想传递函数(所有误差源设为0、直流增益无限大)可以表示为:

$$V_{OUT} = \left(1 + \frac{R_F}{R_G}\right) \times V_{IP} - \left(\frac{R_F}{R_G}\right) \times V_{IN} \quad (1)$$

上式可以简化为大家熟悉的同相和反相运放增益表达式,如下所示:

对于同相增益($V_{IN} = 0\text{ V}$)

$$V_{OUT} = \left(1 + \frac{R_F}{R_G}\right) \times V_{IP} \quad (2)$$

对于反相增益($V_{IP} = 0\text{ V}$)

$$V_{OUT} = \left(\frac{-R_F}{R_G}\right) \times V_{IN} \quad (3)$$

总输出电压误差为放大器失调电压和输入电流引起的误差之和。失调电压引起的输出误差可以通过下式估算:

$$V_{OUT_ERROR} = \left(V_{OFFSET_NOM} + \frac{V_{CM}}{CMRR} + \frac{V_P - V_{PNOM}}{PSRR} + \frac{V_{OUT}}{A} \right) \times \left(1 + \frac{R_F}{R_G} \right) \quad (4)$$

其中:

V_{OFFSET_NOM} 为额定电源电压下的失调电压,测量条件为输入和输出处于中间电源电压。

V_{CM} 为共模电压。

V_P 为电源电压。

V_{PNOM} 为额定电源电压。

$CMRR$ 为共模抑制比。

$PSRR$ 为电源抑制比。

A 为直流开环增益。

输入电流引起的输出误差可以通过下式估算:

$$V_{OUT_ERROR} = (R_F \parallel R_G) \times \left(1 + \frac{R_F}{R_G} \right) \times I_{B-} - R_S \times \left(1 + \frac{R_F}{R_G} \right) \times I_{B+} \quad (5)$$

偏置电流消除

为了消除输入端偏置电流不匹配引起的输出电压误差,可以使用 R_{BP} 和 R_{BN} (参见图47)。

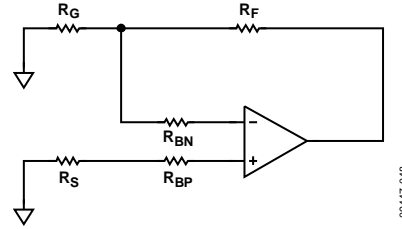


图47. 利用 R_{BP} 和 R_{BN} 消除偏置电流误差

为了补偿两个输入端的不匹配偏置电流,应按照表11所示设置 R_{BP} 和 R_{BN} 。

图11. 设置 R_{BN} 和 R_{BP} 以消除偏置电流误差

$R_F \parallel R_G$ 的值	R_{BP} 的值(Ω)	R_{BN} 的值(Ω)
大于 R_S	$R_F \parallel R_G - R_S$	0
小于 R_S	0	$R_S - R_F \parallel R_G$

表12以示例形式给出了 $R_F \parallel R_G > R_S$ 、 $R_F \parallel R_G < R_S$ 两种情况下, R_{BP} 和 R_{BN} 的值。

表12. R_{BN} 和 R_{BP} 设置示例

增益	R_F (Ω)	R_G (Ω)	R_S (Ω)	R_{BP} (Ω)	R_{BN} (Ω)
+2	249	249	50	74.5	0
+10	249	27.4	50	0	25.3

噪声考虑因素

图48说明了典型增益配置的主要噪声贡献因素。总均方根输出噪声为所有贡献因素的均方根。

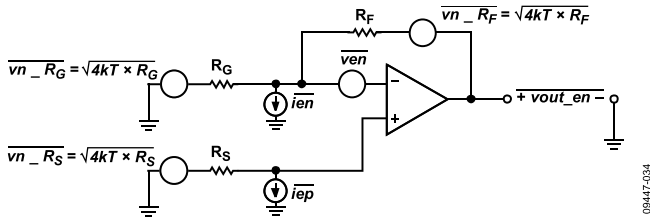


图48. 典型连接的噪声源

输出噪声频谱密度的计算公式如下：

$$\overline{vout_en} = \sqrt{4kTR_F + \left(1 + \frac{R_F}{R_G}\right)^2 \left[4kTR_S + \overline{iep}^2 R_S^2 + \overline{ven}^2\right] + \left(\frac{R_F}{R_G}\right)^2 4kTR_G + \overline{ien}^2 R_F^2} \quad (6)$$

其中：

k 为波尔兹曼常数。

T 为绝对温度(单位K)。

\overline{iep} 和 \overline{ien} 表示放大器输入电流噪声频谱密度(pA/√Hz)。

\overline{ven} 表示放大器输入电压噪声频谱密度(nV/√Hz)。

R_S 为源阻抗，如图48所示。

R_F 和 R_G 为反馈网络电阻，如图48所示。

源阻抗噪声、放大器电压噪声(\overline{ven})和放大器电流噪声产生的电压噪声($\overline{iep} \times R_S$)均受噪声增益项($1 + R_F/R_G$)的影响。注意，放大器的输入电压噪声为1 nV/√Hz，输入电流噪声为2.8 pA/√Hz时，用50 Ω至700 Ω源阻抗会使放大器的噪声相对较小。

图49显示放大器引起的总RTI噪声与源阻抗的关系。此外，所用反馈电阻的值也会影响噪声。为使总噪声较低，建议反馈电阻的值保持在250 Ω至1 kΩ之间。

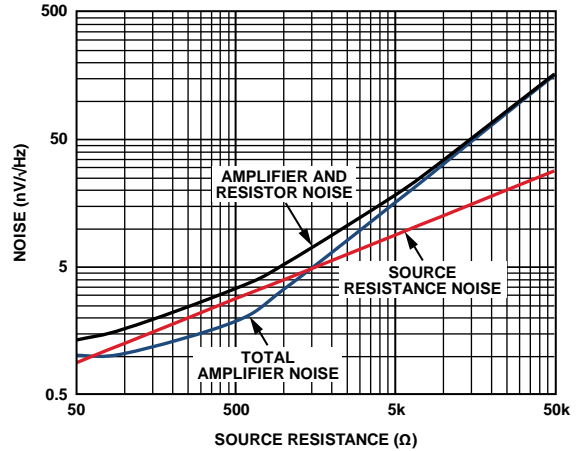


图49. RTI噪声与源阻抗的关系

容性驱动

放大器输出端的电容会在反馈路径中产生延迟，如果在环路的带宽范围内，还可能引起过大的响铃和振荡。ADA4896-2/ADA4897-1/ADA4897-2的最大峰化出现在增益为+2时(参见图9)。

用一个小缓冲电阻(R_{SNUB})将放大器输出端和容性负载串联可以缓解这一问题。图50显示使用缓冲电阻(R_{SNUB})降低最差情况频率响应($G = +2$)峰化的效果。使用100 Ω的 R_{SNUB} 可以完全消除峰化现象，代价是输出端衰减导致闭环增益降低0.8 dB。 R_{SNUB} 可以在0 Ω到100 Ω范围内调整，以保持合理的峰化水平和闭环增益(参见图50)。

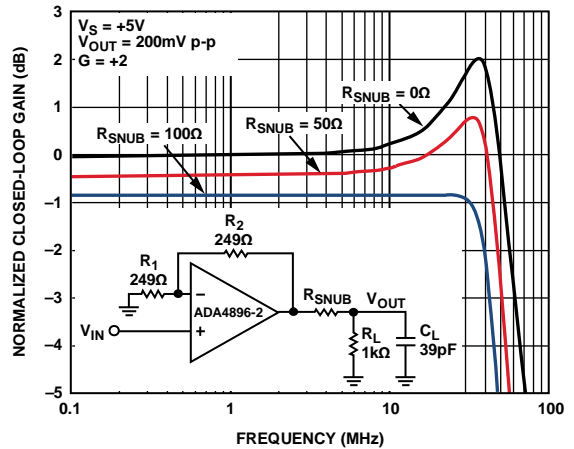


图50. 利用缓冲电阻降低输出容性负载引起的峰化

应用信息

典型性能值

为了缩短设计时间并消除不确定性，表13提供了典型增益、元件值和性能参数的参考值。所用的电源电压为5 V。带宽在200 mV p-p的小信号输出下获得，压摆率在2 V输出阶跃下获得。

请注意，随着增益提高，小信号带宽会下降，这与增益带宽积的关系是一致的。此外，增益越高，相位余量越大，放大器变得越加稳定。因此，频率响应的峰化随之减小(见图51)。

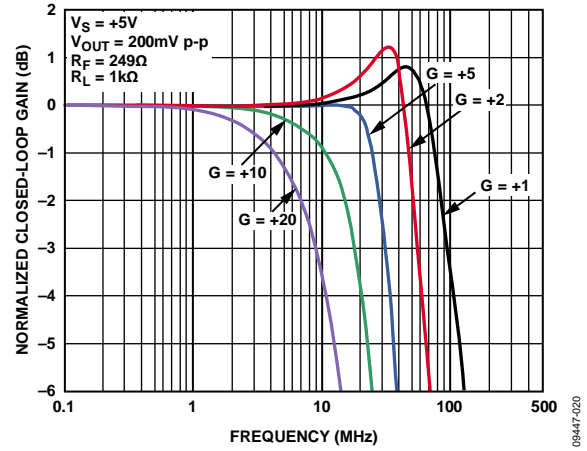


图51. 不同增益下的小信号频率响应

表13. 建议值和典型性能

增益	R_F (Ω)	R_G (Ω)	-3 dB BW (MHz)	压摆率, t_R/t_F (V/ μ s)	峰化(dB)	包括电阻的总输出噪声 (nV/ \sqrt Hz)
+1	0	不适用	92	78/158	0.8	1.0
+2	249	249	54	101/140	1.2	3.6
+5	249	61.9	30	119/137	0	6.8
+10	249	27.4	17	87/88	0	12.0
+20	249	13.0	9	37/37	0	21.1

低噪声增益可选放大器

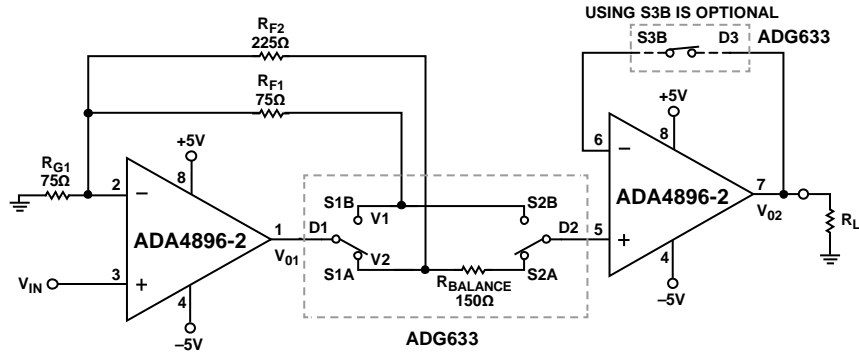


图52. 利用ADA4896-2和ADG633构建低噪声增益可选放大器来驱动低阻性负载

增益可选放大器支持处理各种不同的输入信号。传统增益可选放大器利用反馈回路中的开关连接反相输入端。开关电阻会降低放大器的噪声性能，并在反相输入节点增加很大的电容。使用低噪声放大器时，噪声和电容问题尤其麻烦。此外，开关电阻也会引起令人讨厌的非线性增益误差。

图52显示了在增益可选放大器中使用的一种创新开关技术，它既能保持ADA4896-2的1 nV/Hz噪声性能，同时还大大降低非线性增益误差。利用这种技术，用户也可选择电容最小的开关来优化电路的带宽。

在图52所示电路中，开关利用ADG633实现，配置为S1A和S2A接通，或者S1B和S2B接通。本例中，当开关S1A和S2A接通时，第一级放大器增益为+4；当开关S1B和S2B接通时，第一级放大器增益为+2。ADG633的第一组开关置于反馈环路的输出端，第二组开关用于在某一点(V1或V2)采样，该点的开关电阻和非线性电阻无关紧要。这样就能降低增益误差，同时保持ADA4896-2的噪声性能。

注意，输出缓冲器的输入偏置电流会跟采样开关S2A和S2B的阻抗做成电路误差。这两个采样开关与电压和温度的关系均呈非线性特点。如果这是一个问题，则应将ADG633未使用的开关(S3B)置于输出缓冲器的反馈路径中，用以平衡偏置电流(参见图52)。

此外，输入放大器的偏置电流会在输出端引起偏移，该偏移随增益设置不同而异。由于输入放大器和输出缓冲器均为单芯片器件，因此可以利用其偏置电流的相对匹配性来

消除上述偏移变化。将一个大小等于 R_{F2} 与 R_{F1} 之差值的电阻与开关S2A串联，可以获得更稳定的失调电压。

下面的推导公式说明，在V1采样可产生所需的信号增益，且无增益误差。 R_S 表示开关电阻。V2可以利用同样的方法导出。

$$V_{01} = V_{IN} \times \left(1 + \frac{R_{F1} + R_{S1}}{R_{G1}} \right) \tag{7}$$

$$V1 = V_{01} \times \left(\frac{R_{F1} + R_{G1}}{R_{F1} + R_{G1} + R_{S1}} \right) \tag{8}$$

将公式1代入公式2，可以获得下面的推导公式。

$$V1 = V_{IN} \times \left(1 + \frac{R_{F1}}{R_{G1}} \right) \tag{9}$$

注意，如果 V_{01} 产生所需的信号增益且无增益误差，则缓冲输出 V_{02} 也无增益误差。图53所示为电路在 V_{02} 处的归一化频率响应。

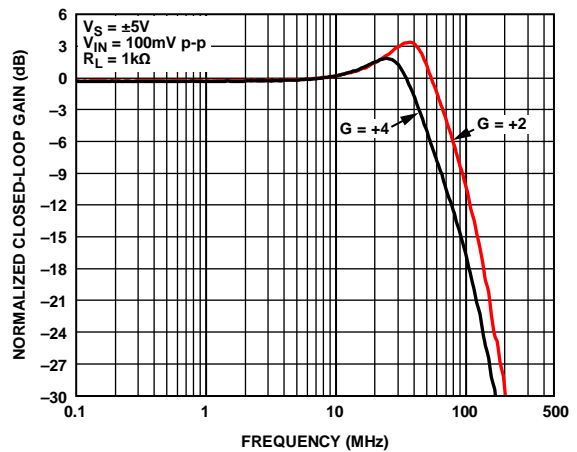


图53. V_{02}/V_{IN} 的频率响应

医疗超声应用

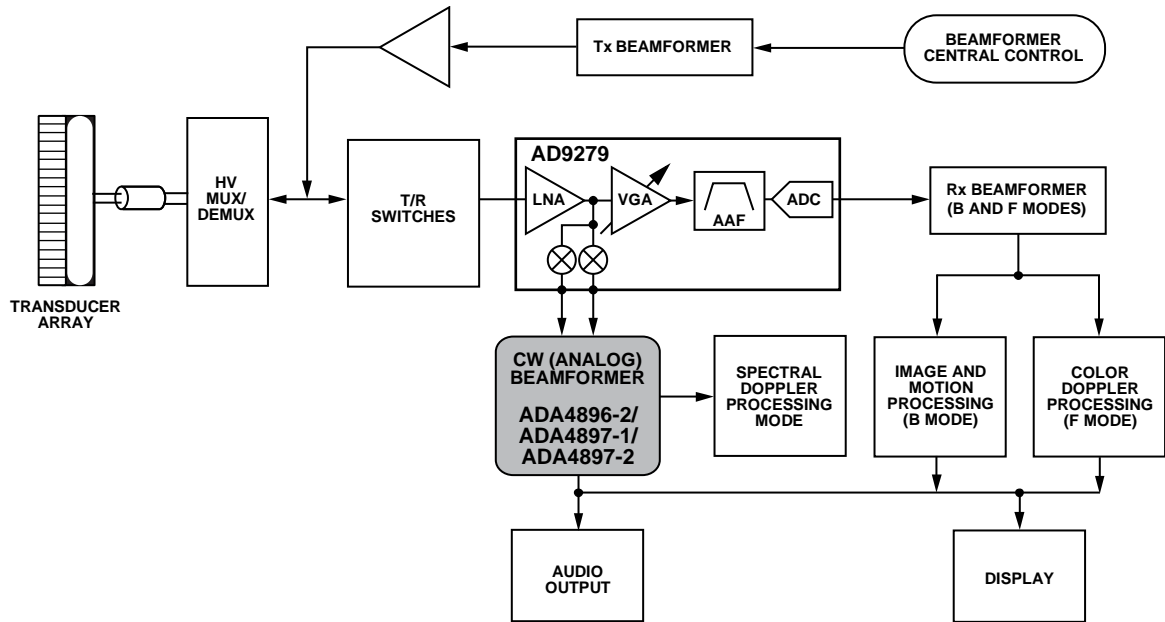


图54. 简化超声系统功能框图

超声系统概述

医疗超声系统属于当今广泛使用的最复杂的信号处理系统。超声系统可以通过向人体发射声学能量，然后接收并处理回波，从而产生内部器官和结构的图像，绘制血液流动和组织运动图，以及提供高度精确的血流速度信息。图54所示为超声系统的简化功能框图。

超声系统主要包括两种操作：时间增益控制(TGC)操作和连续波(CW)多普勒操作。[AD9279](#)将这两种操作的关键器件集成到一个IC中，它内置8通道的可变增益放大器(VGA)、低噪声前置放大器(LNA)、抗混叠滤波器(AAF)、模数转换器(ADC)以及具有可编程相位旋转的I/Q解调器。关于如何在超声系统中使用[AD9279](#)的详细信息，请参见[AD9279数据手册](#)。

超声系统中的ADA4896-2/ADA4897-1/ADA4897-2

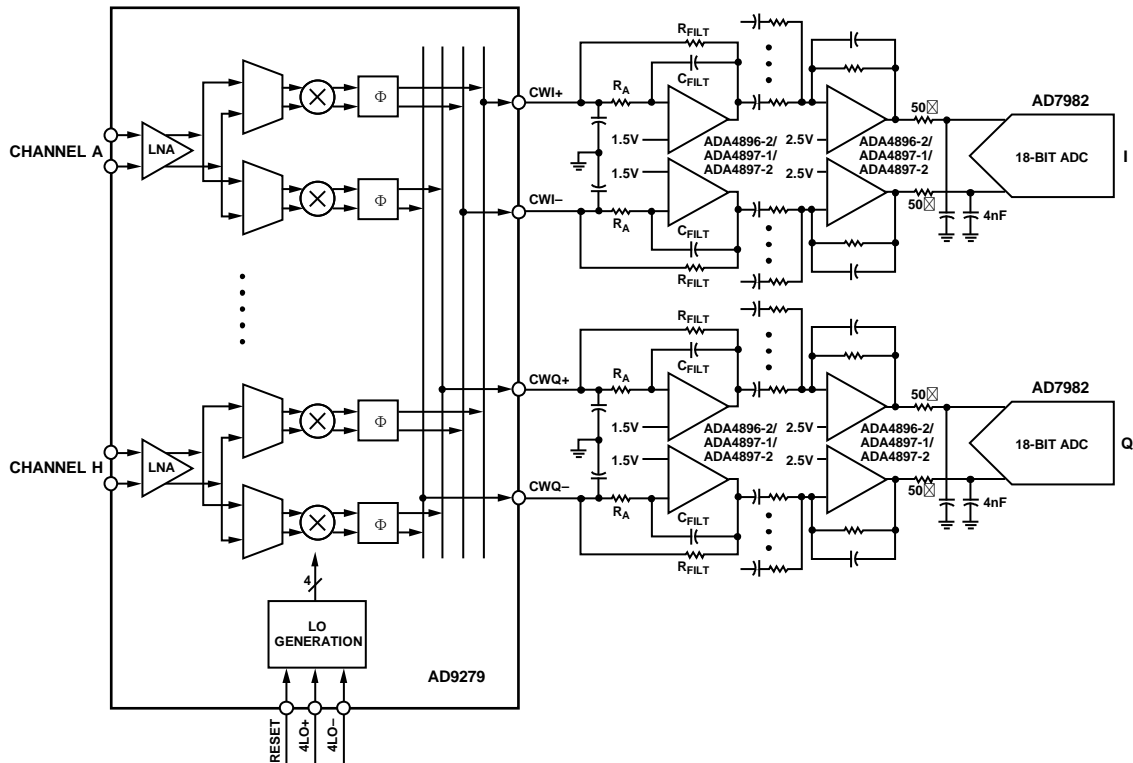


图55. ADA4896-2/ADA4897-1/ADA4897-2用作AD9279 I/Q输出端之后的滤波器、电流电压转换器、电流加法器和ADC驱动器

在超声应用中，ADA4896-2/ADA4897-1/ADA4897-2用在AD9279 I/Q解调器之后的连续波多普勒路径中。多普勒信号通常在100 Hz到100 kHz范围内。ADA4896-2/ADA4897-1/ADA4897-2的低本底噪声和高动态范围使其成为处理弱多普勒信号的出色选择。

ADA4896-2/ADA4897-1/ADA4897-2提供轨到轨输出和高输出电流驱动，非常适合用于电流电压转换器、电流加法器和ADC驱动器。

图55所示为AD9279所有8个通道的互连框图。使用放大器ADA4896-2的两级。第一级执行电流电压转换，并对解调过程产生的高频成分进行滤波。第二级用于汇总多个AD9279器件的输出电流，以便提供增益，并驱动18位SAR型ADC AD7982。

CW信号路径的折合到输出端噪声取决于LNA增益、第一级求和放大器的选择和 R_{FILT} 值。要确定折合到输出端噪声，必须知道有源低通滤波器(LPF)的 R_A 、 R_{FILT} 和 C_{FILT} 值，如图55所示。单个AD9279的所有8个通道的典型滤波器值为： R_A 为100 Ω ， R_{FILT} 为500 Ω ， C_{FILT} 为2.0 nF；此时可实现100 kHz的单极点低通滤波器。

通过提高滤波器电阻 R_{FILT} ，可以提高电流电压转换器的增益。为使转折频率保持不变，滤波器电容 C_{FILT} 应降低同样的比例。限制增益幅度的因素是输出摆幅，以及电流电压转换器的负载驱动能力(本例中用的是ADA4896-2/ADA4897-1/ADA4897-2)。任何放大器的驱动能力都有限只能驱动有限的通道。

ADA4896-2/ADA4897-1/ADA4897-2

布局考量

为了确保最佳性能，务必充分注意电路板布局布线、信号布线、电源旁路和接地问题。

接地层

ADA4896-2/ADA4897-1/ADA4897-2的输入和输出端周围及下方区域应避免接地。接地层与器件输入和输出焊盘之间的杂散电容会损害高速放大器的性能。反相输入端的杂散电容和放大器输入电容会降低相位余量，导致器件不稳定。输出端的杂散电容会在反馈环路中产生一个极点，从而降低相位余量，并导致电路变得不稳定。

电源旁路

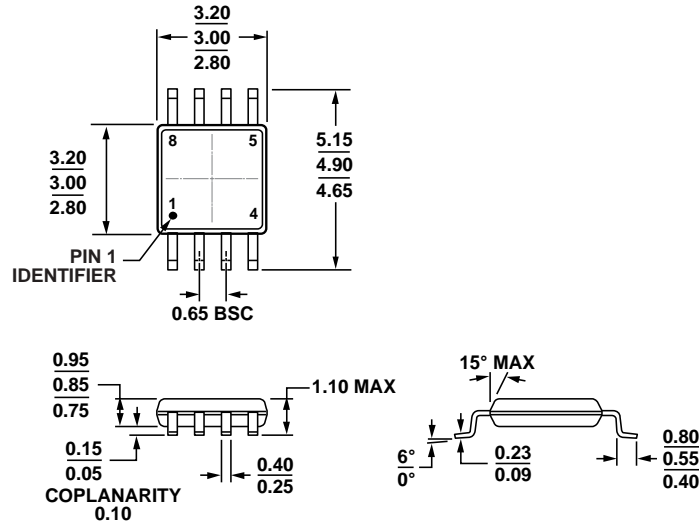
电源旁路对于确保ADA4896-2/ADA4897-1/ADA4897-2的性能至关重要。将电容从每个电源引脚并联接地最有效。值较小的电解质电容可提供更好的高频响应，值较大的电解质电容则能提供更好的低频性能。

并联不同值和尺寸的电容有助于确保电源引脚在较宽的频率范围内都具有较低的交流阻抗，这对于最大程度地降低耦合到放大器的噪声非常重要，特别是当放大器PSRR开始滚降时，因为旁路电容有助于减小PSRR性能的降幅。

值最小的电容应放在电路板上与放大器相同的一侧，并且尽可能靠近放大器电源引脚。电容的接地端应直接连接到接地层。

建议使用0508尺寸的0.1 μF 陶瓷电容。0508尺寸可提供低串联电感和出色的高频性能。应将一个10 μF 电解质电容与0.1 μF 电容并联。根据电路参数不同，有时增加一些电容可以提高电路性能。每个电路均不相同，为实现最佳性能，应当具体情况具体分析。

外形尺寸

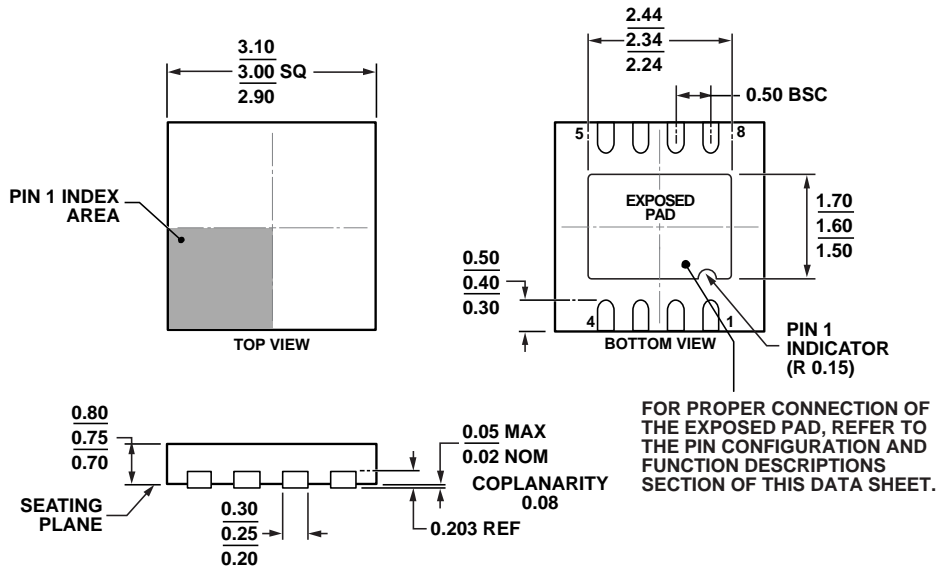


COMPLIANT TO JEDEC STANDARDS MO-187-AA

图56. 8引脚超小型封装[MSOP]
(RM-8)

图示尺寸单位: mm

10-07-2009-B



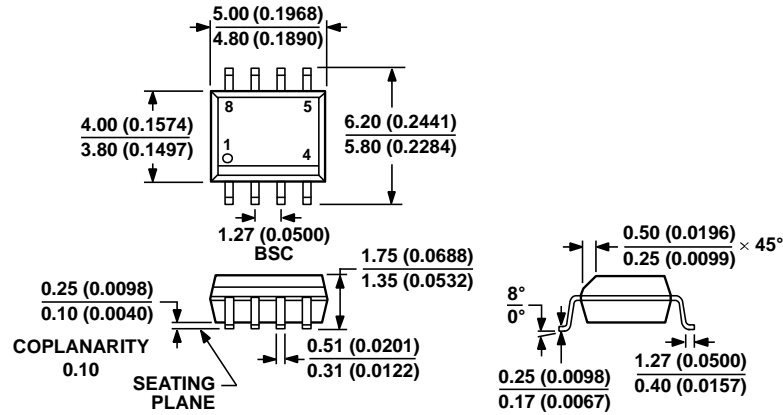
COMPLIANT TO JEDEC STANDARDS MO-229-WEED

图57. 8引脚引脚架构芯片级封装[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

ADA4896-2/ADA4897-1/ADA4897-2



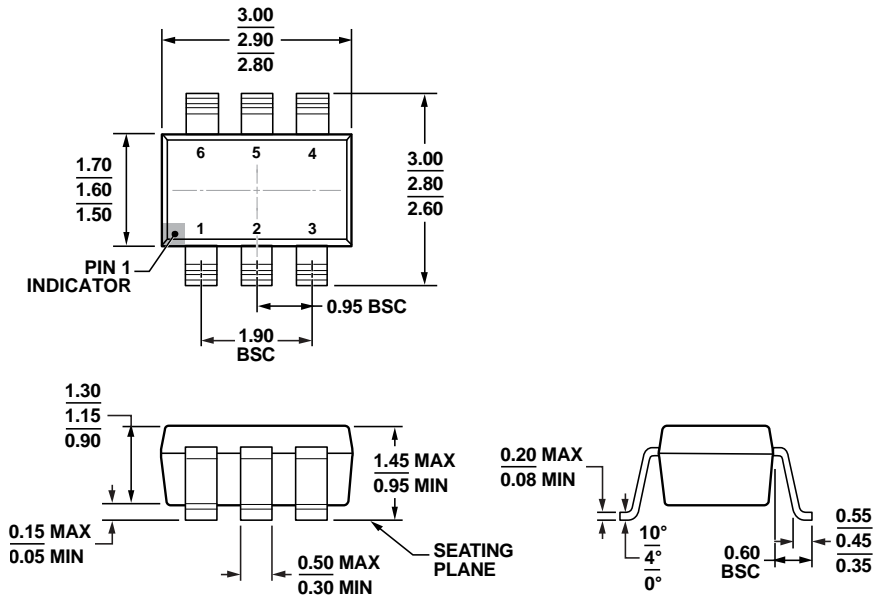
COMPLIANT TO JEDEC STANDARDS MS-012-AA
 CONTROLLING DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS; INCH DIMENSIONS
 (IN PARENTHESES) ARE ROUNDED-OFF MILLIMETER EQUIVALENTS FOR
 REFERENCE ONLY AND ARE NOT APPROPRIATE FOR USE IN DESIGN.

图58. 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



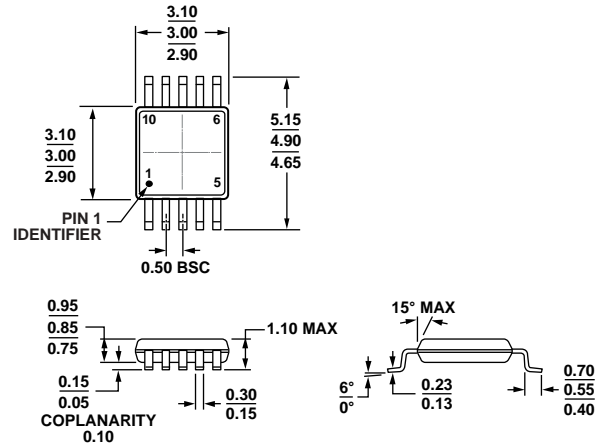
COMPLIANT TO JEDEC STANDARDS MO-178-AB

图59. 6引脚小型晶体管封装 [SOT-23]

(R)-6)

图示尺寸单位: mm

12-16-2008-A



COMPLIANT TO JEDEC STANDARDS MO-187-BA

图60. 10引脚超小型封装[MSOP]
(RM-10)

图示尺寸单位: mm

091709-A

订购指南

型号 ¹	温度范围	封装描述	封装选项	订购数量	标识
ADA4896-2ARMZ	-40°C至+125°C	8引脚 MSOP	RM-8	50	H2P
ADA4896-2ARMZ-R7	-40°C至+125°C	8引脚 MSOP	RM-8	1,000	H2P
ADA4896-2ARMZ-RL	-40°C至+125°C	8引脚 MSOP	RM-8	3,000	H2P
ADA4896-2ACPZ-R2	-40°C至+125°C	8引脚 LFCSP_WD	CP-8-11	250	H2P
ADA4896-2ACPZ-R7	-40°C至+125°C	8引脚 LFCSP_WD	CP-8-11	1,500	H2P
ADA4896-2ACPZ-RL	-40°C至+125°C	8引脚 LFCSP_WD	CP-8-11	5,000	H2P
ADA4896-2ACP-EBZ		8引脚 LFCSP的评估板			
ADA4896-2ARM-EBZ		8引脚 MSOP的评估板			
ADA4897-1ARZ	-40°C至+125°C	8引脚 SOIC_N	R-8	98	
ADA4897-1ARZ-R7	-40°C至+125°C	8引脚 SOIC_N	R-8	1,000	
ADA4897-1ARZ-RL	-40°C至+125°C	8引脚 SOIC_N	R-8	2,500	
ADA4897-1ARJZ-R2	-40°C至+125°C	6引脚 SOT-23	RJ-6	250	H2K
ADA4897-1ARJZ-R7	-40°C至+125°C	6引脚 SOT-23	RJ-6	3,000	H2K
ADA4897-1ARJZ-RL	-40°C至+125°C	6引脚 SOT-23	RJ-6	10,000	H2K
ADA4897-1AR-EBZ		8引脚 SOIC_N的评估板			
ADA4897-1ARJ-EBZ		6引脚 SOT-23的评估板			
ADA4897-2ARMZ	-40°C至+125°C	10引脚 MSOP	RM-10	50	H2N
ADA4897-2ARMZ-R7	-40°C至+125°C	10引脚 MSOP	RM-10	1,000	H2N
ADA4897-2ARMZ-RL	-40°C至+125°C	10引脚 MSOP	RM-10	3,000	H2N
ADA4897-2ARM-EBZ		10引脚 MSOP的评估板			

¹ Z = 符合RoHS标准的器件。

注释