

ADA4841-1/ADA4841-2

产品特性

低功耗：每个放大器1.1 mA

低宽带噪声

2.1 nV/√Hz

1.4 pA/√Hz

低1/f噪声

7 nV/√Hz (10 Hz)

13 pA/√Hz (10 Hz)

低失真：-105 dBc (100 kHz), $V_o = 2\text{ V p-p}$

高速

-3 dB带宽：80 MHz ($G = +1$)

压摆率：12 V/μs

0.1%建立时间：175 ns

低失调电压：0.3 mV(最大值)

轨到轨输出

关断模式

宽电源电压范围：2.7 V至12 V

应用

低功耗、低噪声信号处理

电池供电仪器仪表

16位PulSAR[®] ADC设备

概述

ADA4841-1/ADA4841-2是单位增益稳定、低噪声、低失真、轨到轨输出放大器，静态电流最大值为1.5 mA。这些放大器不仅功耗低，还提供2.1 nV/√Hz的低宽带电压噪声性能和1.4 pA/√Hz的电流噪声，100 kHz时具有极佳的-105 dBc无杂散动态范围(SFDR)。为了在更低频率下保持低噪声环境，10 Hz时放大器具有7 nV/√Hz和13 pA/√Hz的低1/f噪声。

ADA4841-1/ADA4841-2的输出摆幅可达每供电轨的50 mV以下，输入共模电压范围扩展至负电源电压，可以最小峰值驱动高达10 pF的容性负载。

它们提供有效支持最新16位至18位ADC所需的性能，是便携式仪器仪表、高通道数、工业测量和医疗应用的理想选择，适合驱动16位PulSAR ADC [AD7685 / AD7686](#)。

Rev. E

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。

连接图

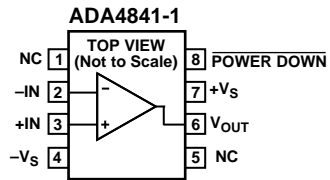


图1. 8引脚SOIC (R)

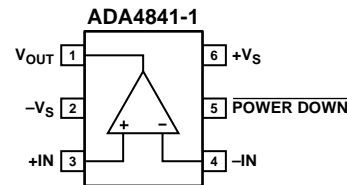
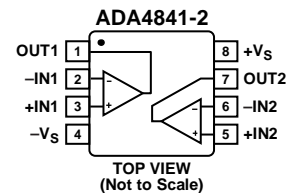


图2. 6引脚SOT-23 (RJ)



NOTES

1. FOR 8-LEAD LFCSP_WD, CONNECT EXPOSED PADDLE TO GND.

图3. 8引脚MSOP (RM)、8引脚SOIC_N (R)和18引脚LFCSP_WD (CP)

ADA4841-1/ADA4841-2的封装符合RoHS引脚表面处理规范。这些放大器的额定工作温度范围为-40°C至+125°C工业温度范围。

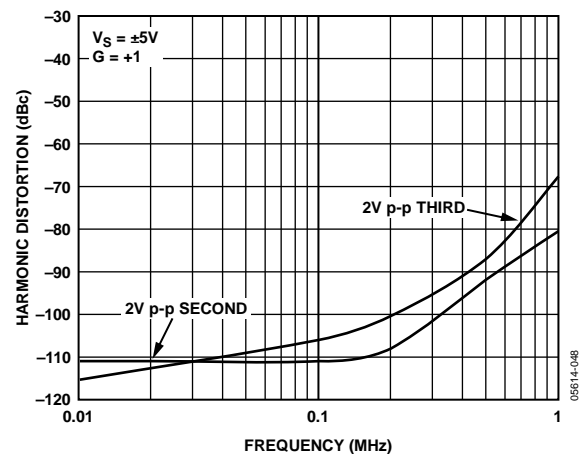


图4. 谐波失真

目录

产品特性	1	裕量考虑因素	14
应用	1	容性驱动	15
连接图	1	输入保护	15
概述	1	掉电工作模式	16
修订历史	2	应用信息	17
技术规格	3	典型性能值	17
绝对最大额定值	6	16位ADC驱动器	17
热阻	6	重构滤波器	17
最大功耗	6	布局考虑因素	18
ESD警告	6	接地层	18
典型性能参数	7	电源旁路	18
工作原理	13	外形尺寸	19
放大器描述	13	订购指南	20
直流误差	13		
噪声考虑因素	13		
修订历史			
2010年12月—修订版D至修订版E		更改图6	7
更改“负电源抑制比”条件	3	更改图12、图13、图15和图16	8
更改“订购指南”	20	删除图25；重新排序编号	10
2010年1月—修订版C至修订版D		更改图24和图28	10
增加LFCSP封装	通篇	更改图31	11
更改表4中“工作温度范围”参数	6	插入图37；重新排序编号	12
更新外形尺寸	19	更改“放大器描述”部分和图39	13
更改“订购指南”	20	将“直流性能考虑因素”部分改为“直流误差”部分	13
2006年3月—修订版B至修订版C		更改“噪声考虑因素”部分	14
增加SOT-23封装	通篇	更改“裕量考虑因素”和图39	15
更改“概述”	1	更改“掉电工作模式”部分	16
更改表1	3	更改“16位ADC驱动器”部分、图48和图49	17
更改表2	4	更改“电源旁路”部分	18
更改表3	5	更新外形尺寸	19
更改“输入保护”部分	15	更改“订购指南”	20
更改“订购指南”	20		
2005年10月—修订版A至修订版B		2005年9月—修订版0至修订版A	
增加ADA4841-2	通篇	更改“特性”	1
更改“特性和概述”	1	更改图2	1
更改表1	3	更改图12	8
更改表2	4	更改图40	14
更改表3	5	更改“裕量考虑因素”部分	15
更改表4、表5和图4	6		
		2005年7月—修订版0：初始版	

技术规格

除非另有说明, $T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_S = \pm 5\text{ V}$, $R_L = 1\text{ k}\Omega$, 增益 = +1。

表1.

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
动态性能					
-3 dB带宽	$V_O = 0.02\text{ V p-p}$	58	80		MHz
	$V_O = 2\text{ V p-p}$		3		MHz
压摆率	$G = +1$, $V_O = 9\text{ V}$ 步进, $R_L = 1\text{ k}\Omega$	12	13		V/ μs
0.1%建立时间	$G = +1$, $V_O = 8\text{ V}$ 步进		650		ns
0.01%建立时间	$G = +1$, $V_O = 8\text{ V}$ 步进		1000		ns
噪声/谐波性能					
谐波失真HD2/HD3	$f_c = 100\text{ kHz}$, $V_O = 2\text{ V p-p}$, $G = +1$		-111/-105		dBc
	$f_c = 1\text{ MHz}$, $V_O = 2\text{ V p-p}$		-80/-67		dBc
输入电压噪声	$f = 100\text{ kHz}$		2.1		nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
输入电流噪声	$f = 100\text{ kHz}$		1.4		pA/ $\sqrt{\text{Hz}}$
直流性能					
输入失调电压			40	300	μV
输入失调电压漂移			1		$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
输入偏置电流			3	5.3	μA
输入失调电流			0.1	0.5	μA
开环增益	$V_O = \pm 4\text{ V}$	103	120		dB
输入特性					
输入电阻(共模模式)			90		M Ω
输入电阻(差分模式)			25		k Ω
输入电容(共模模式)			1		pF
输入电容(差分模式)			3		pF
输入共模电压范围		-5.1		+4	V
共模抑制比(CMRR)	$V_{CM} = \Delta 4\text{ V}$	95	115		dB
匹配特性(ADA4841-2)					
输入失调电压			70		μV
输入偏置电流			60		nA
POWER DOWN 引脚(ADA4841-1)					
POWER DOWN 电压	使能		>3.6		V
POWER DOWN 电压	关断模式		<3.2		V
输入电流					
使能	$\overline{\text{POWER DOWN}} = +5\text{ V}$		1	2	μA
关断	$\overline{\text{POWER DOWN}} = -5\text{ V}$		-13	-30	μA
开关速度					
使能			1		μs
关断			40		μs
输出特性					
输出电压摆幅	$G > +1$	± 4.9	± 4.955		V
输出电流限值	源电流, $V_{IN} = +V_S$, $R_L = 50\ \Omega$ 至 GND		30		mA
	吸电流, $V_{IN} = -V_S$, $R_L = 50\ \Omega$ 至 GND		60		mA
容性负载驱动	30%过冲		15		pF
电源					
工作范围		2.7		12	V
每个放大器的静态电流	$\overline{\text{POWER DOWN}} = +5\text{ V}$		1.2	1.5	mA
	$\overline{\text{POWER DOWN}} = -5\text{ V}$		40	90	μA
正电源抑制比	$+V_S = +5\text{ V}$ 至 $+6\text{ V}$, $-V_S = -5\text{ V}$	95	110		dB
负电源抑制比	$+V_S = +5\text{ V}$, $-V_S = -5\text{ V}$ 至 -6 V	96	120		dB

ADA4841-1/ADA4841-2

除非另有说明, $T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_S = 5\text{ V}$, $R_L = 1\text{ k}\Omega$, 增益 = +1, $V_{CM} = 2.5\text{ V}$ 。

表2.

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
动态性能					
-3 dB带宽	$V_O = 0.02\text{ V p-p}$ $V_O = 2\text{ V p-p}$	54	80 3		MHz MHz
压摆率	$G = +1$, $V_O = 4\text{ V}$ 步进, $R_L = 1\text{ k}\Omega$	10	12		$\text{V}/\mu\text{s}$
0.1%建立时间	$G = +1$, $V_O = 2\text{ V}$ 步进		175		ns
0.01%建立时间	$G = +1$, $V_O = 2\text{ V}$ 步进		550		ns
噪声/谐波性能					
谐波失真HD2/HD3	$f_C = 100\text{ kHz}$, $V_O = 2\text{ V p-p}$ $f_C = 1\text{ MHz}$, $V_O = 2\text{ V p-p}$		-109/-105 -78/-66		dBc dBc
输入电压噪声	$f = 100\text{ kHz}$		2.1		$\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
输入电流噪声	$f = 100\text{ kHz}$		1.4		$\text{pA}/\sqrt{\text{Hz}}$
串扰	$f = 100\text{ kHz}$		-117		dB
直流性能					
输入失调电压			40	300	μV
输入失调电压漂移			1		$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
输入偏置电流			3	5.3	μA
输入失调电流			0.1	0.4	μA
开环增益	$V_O = 0.5\text{ V}$ 至 4.5 V	103	124		dB
输入特性					
输入电阻(共模模式)			90		M Ω
输入电阻(差分模式)			25		k Ω
输入电容(共模模式)			1		pF
输入电容(差分模式)			3		pF
输入共模电压范围		-0.1		+4	V
共模抑制比(CMRR)	$V_{CM} = \Delta 1.5\text{ V}$	88	115		dB
匹配特性(ADA4841-2)					
输入失调电压			70		μV
输入偏置电流			70		nA
POWER DOWN 引脚(ADA4841-1)					
POWER DOWN 电压	使能		>3.6		
POWER DOWN 电压	关断模式		<3.2		V
输入电流					
使能	$\overline{\text{POWER DOWN}} = 5\text{ V}$		1	2	μA
关断	$\overline{\text{POWER DOWN}} = 0\text{ V}$		-13	-30	μA
开关速度					
使能			1		μs
关断			40		μs
输出特性					
输出电压摆幅	$G > +1$	0.08 至 4.92	0.029 至 4.974		V
输出电流限值	源电流, $V_{IN} = +V_S$, $R_L = 50\ \Omega$ 至 V_{CM} 吸电流, $V_{IN} = -V_S$, $R_L = 50\ \Omega$ 至 V_{CM}		30 60		mA mA
容性负载驱动	30%过冲		15		pF
电源					
工作范围		2.7		12	V
每个放大器的静态电流	$\overline{\text{POWER DOWN}} = 5\text{ V}$ $\overline{\text{POWER DOWN}} = 0\text{ V}$		1.1 35	1.4 70	mA μA
正电源抑制比	$+V_S = +5\text{ V}$ 至 $+6\text{ V}$, $-V_S = 0\text{ V}$	95	110		dB
负电源抑制比	$+V_S = +5\text{ V}$, $-V_S = 0\text{ V}$ 至 -1 V	96	120		dB

除非另有说明, $T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_S = 3\text{ V}$, $R_L = 1\text{ k}\Omega$, 增益 = +1, $V_{CM} = 1.5\text{ V}$ 。

表3.

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
动态性能					
-3 dB带宽	$V_o = 0.02\text{ V p-p}$	52	80		MHz
压摆率	$G = +1$, $V_o = 2\text{ V}$ 步进, $R_L = 1\text{ k}\Omega$	10	12		V/ μs
0.1%建立时间	$G = +1$, $V_o = 1\text{ V}$ 步进		120		ns
0.01%建立时间	$G = +1$, $V_o = 1\text{ V}$ 步进		250		ns
噪声/谐波性能					
谐波失真HD2/HD3	$f_c = 100\text{ kHz}$, $V_o = 1\text{ V p-p}$ $f_c = 1\text{ MHz}$, $V_o = 1\text{ V p-p}$		-97/-100 -79/-80		dBc dBc
输入电压噪声	$f = 100\text{ kHz}$		2.1		nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
输入电流噪声	$f = 100\text{ kHz}$		1.4		pA/ $\sqrt{\text{Hz}}$
直流性能					
输入失调电压			40	300	μV
输入失调电压漂移			1		$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
输入偏置电流			3	5.3	μA
输入失调电流			0.1	0.5	μA
开环增益	$V_o = 0.5\text{ V}$ 至 2.5 V	101	123		dB
输入特性					
输入电阻 (共模模式)			90		M Ω
输入电阻 (差分模式)			25		k Ω
输入电容 (共模模式)			1		pF
输入电容 (差分模式)			3		pF
输入共模电压范围		-0.1		+2	V
共模抑制比(CMRR)	$V_{CM} = \Delta 0.4\text{ V}$	86	115		dB
匹配特性(ADA4841-2)					
输入失调电压			70		μV
输入偏置电流			60		nA
POWER DOWN 引脚(ADA4841-1)					
POWER DOWN 电压	使能		>1.6		
POWER DOWN 电压	关断模式		<1.2		V
输入电流					
使能	$\overline{\text{POWER DOWN}} = 3\text{ V}$		1	2	μA
关断	$\overline{\text{POWER DOWN}} = 0\text{ V}$		-10	-30	μA
开关速度					
使能			1		μs
关断			40		μs
输出特性					
输出电压摆幅	$G > +1$	0.045 至 2.955	0.023 至 2.988		V
输出电流限值	源电流, $V_{IN} = +V_S$, $R_L = 50\ \Omega$ 至 V_{CM} 吸电流, $V_{IN} = -V_S$, $R_L = 50\ \Omega$ 至 V_{CM}		30		mA
容性负载驱动	30%过冲		60		mA
电源					
工作范围		2.7		12	V
每个放大器的静态电流	$\overline{\text{POWER DOWN}} = 3\text{ V}$ $\overline{\text{POWER DOWN}} = 0\text{ V}$		1.1	1.3	mA
正电源抑制比	$+V_S = +3\text{ V}$ 至 $+4\text{ V}$, $-V_S = 0\text{ V}$	95	110		dB
负电源抑制比	$+V_S = +3\text{ V}$, $-V_S = 0\text{ V}$ 至 -1 V	96	120		dB

ADA4841-1/ADA4841-2

绝对最大额定值

表4.

参数	额定值
电源电压	12.6 V
功耗	见图5
共模输入电压	$-V_S - 0.5 \text{ V}$ 至 $+V_S + 0.5 \text{ V}$
差分输入电压	$\pm 1.8 \text{ V}$
存储温度范围	-65°C 至 $+125^\circ\text{C}$
工作温度范围	-40°C 至 $+125^\circ\text{C}$
引脚温度	JEDEC J-STD-20
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，即器件焊接在电路板上以实现表贴封装。

表5. 热阻

封装类型	θ_{JA}	单位
8引脚 SOIC_N	125	$^\circ\text{C}/\text{W}$
6引脚 SOT-23	170	$^\circ\text{C}/\text{W}$
8引脚 MSOP	130	$^\circ\text{C}/\text{W}$
8引脚 LFCSP_WD	103	$^\circ\text{C}/\text{W}$

最大功耗

ADA4841-1/ ADA4841-2的最大安全功耗受限于相应的芯片结温(T_J)的升高情况。达到玻璃化转变温度 150°C 左右时，塑料的特性会发生改变。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，从而永久性地转变放大器的参数性能。长时间超过 150°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放大器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，更多金属直接与器件下的封装引脚和通孔接触，这同样可降低 θ_{JA} 。

图5显示在JEDEC标准4层板上，8引脚SOIC_N ($125^\circ\text{C}/\text{W}$)、6引脚SOT-23 ($170^\circ\text{C}/\text{W}$)、8引脚MSOP ($145^\circ\text{C}/\text{W}$)和8引脚LFCSP_WD ($103^\circ\text{C}/\text{W}$)四种封装的最大安全功耗与环境温度的关系。 θ_{JA} 值均为近似值。

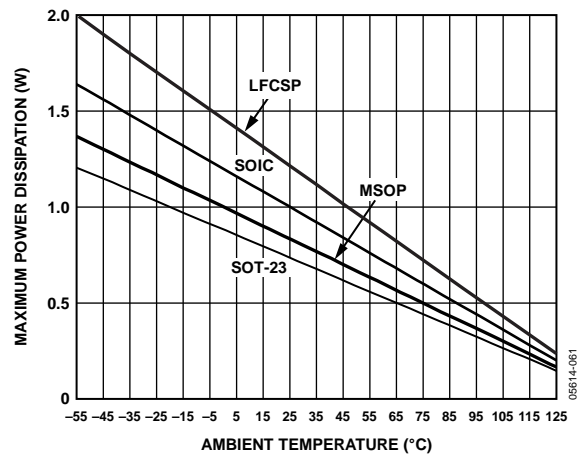


图5. 4层板最大功耗与温度的关系

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。

典型性能参数

除非另有说明, $R_L = 1\text{ k}\Omega$ 。

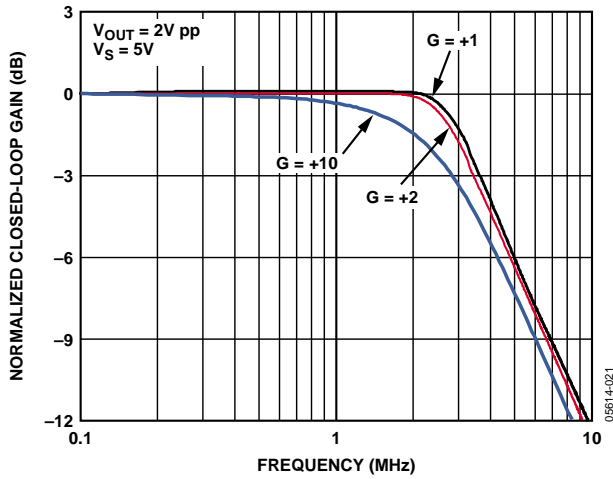


图6. 大信号频率响应与增益的关系

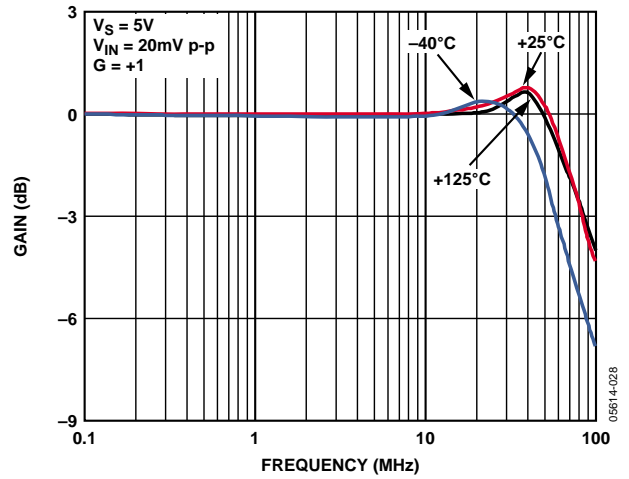


图9. 小信号频率响应与温度的关系

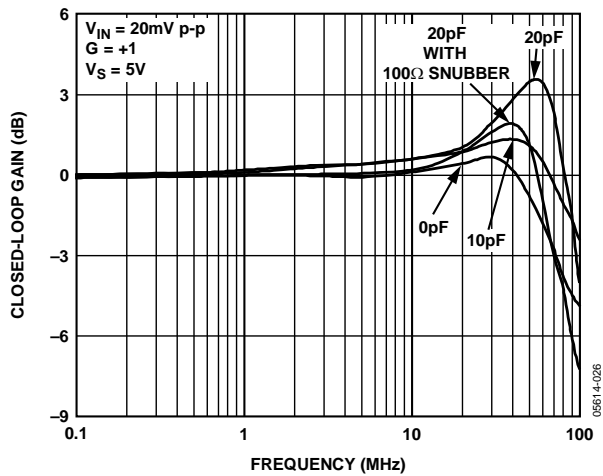


图7. 小信号频率响应与容性负载的关系

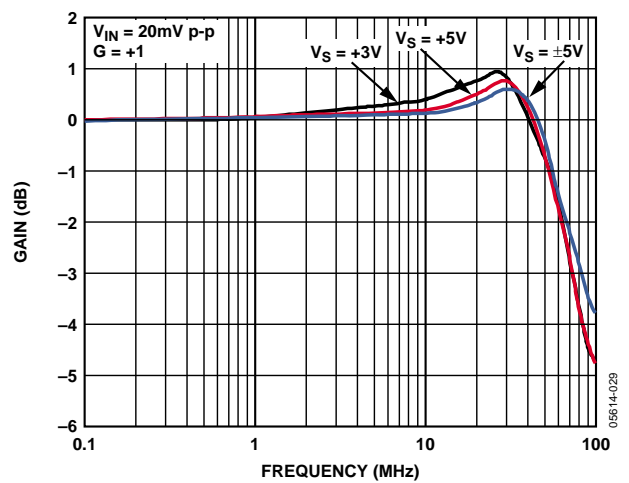


图10. 小信号频率响应与电源电压的关系

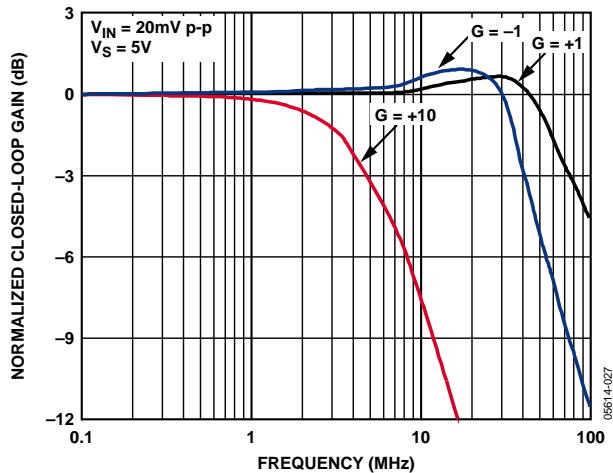


图8. 小信号频率响应与增益的关系

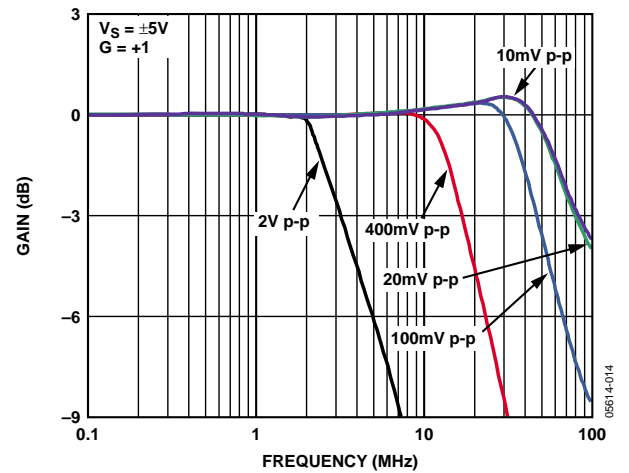


图11. 不同 V_{OUT} 下的频率响应

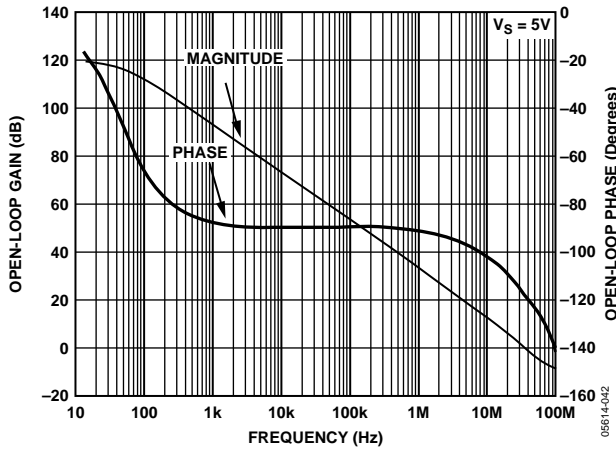


图12. 开环增益和相位与频率的关系

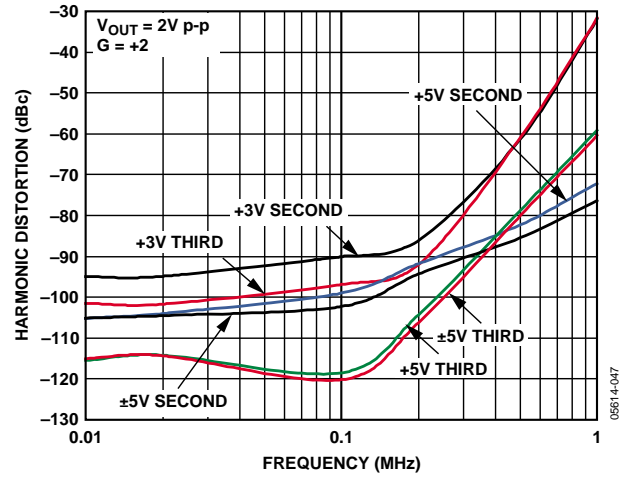


图15. 不同电源下谐波失真与频率的关系

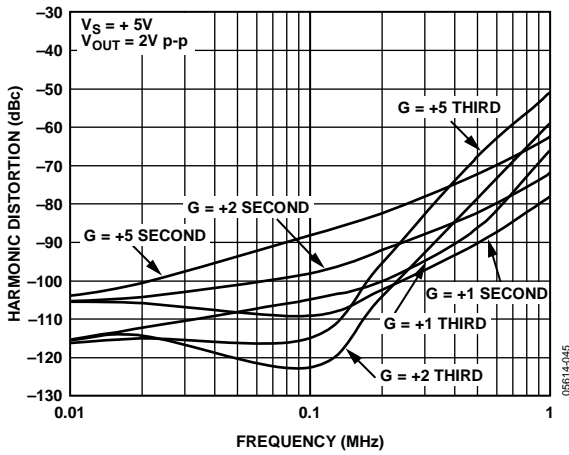


图13. 不同增益下谐波失真与频率的关系

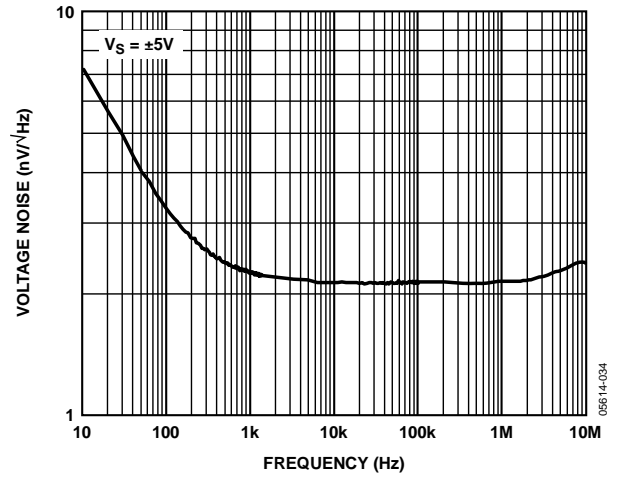


图16. 电压噪声与频率的关系

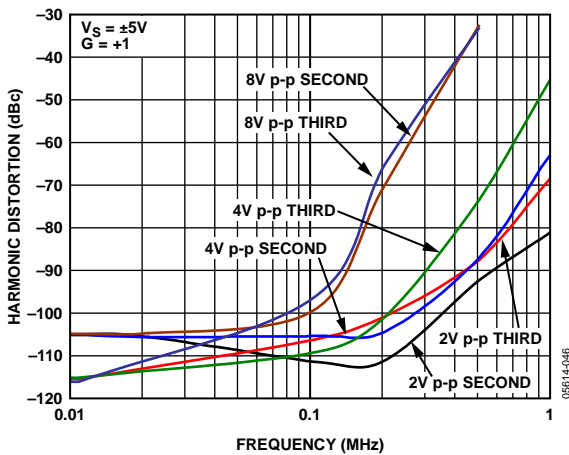


图14. 不同输出电压下谐波失真与频率的关系

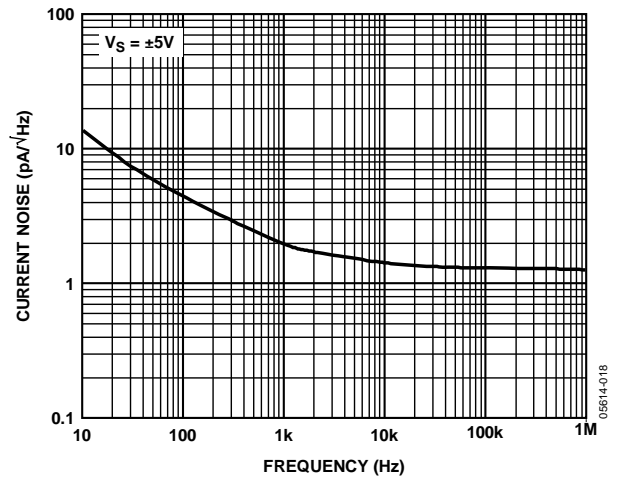


图17. 电流噪声与频率的关系

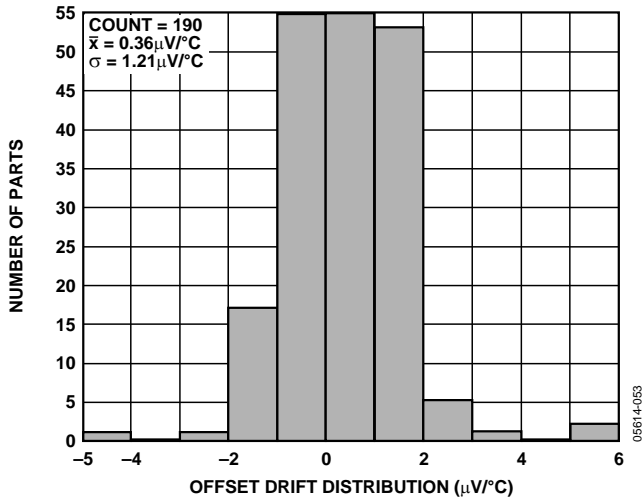


图18. 输入失调电压漂移分布图

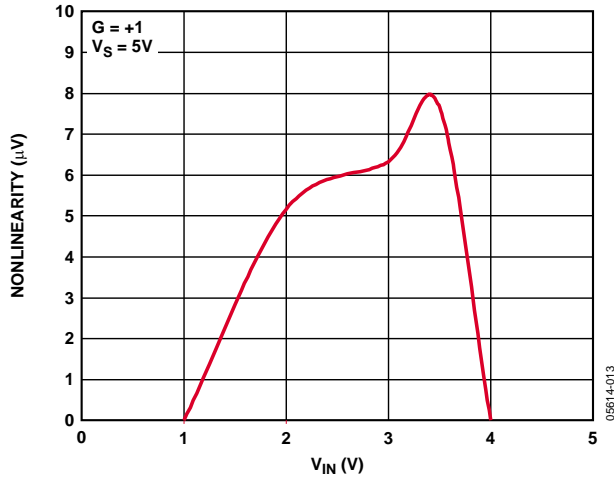


图19. 非线性与VIN的关系

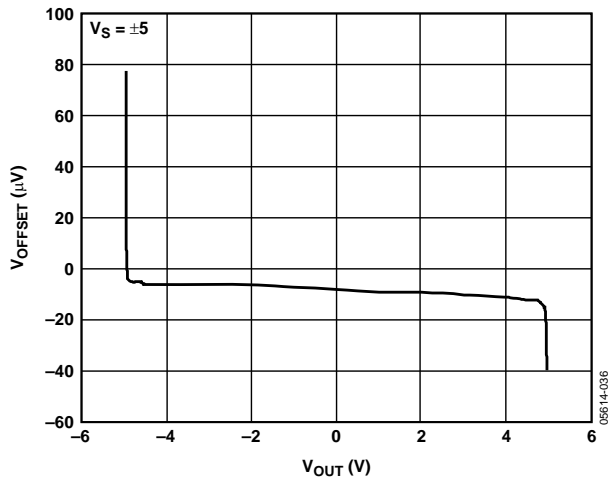


图20. 输入误差电压与输出电压的关系

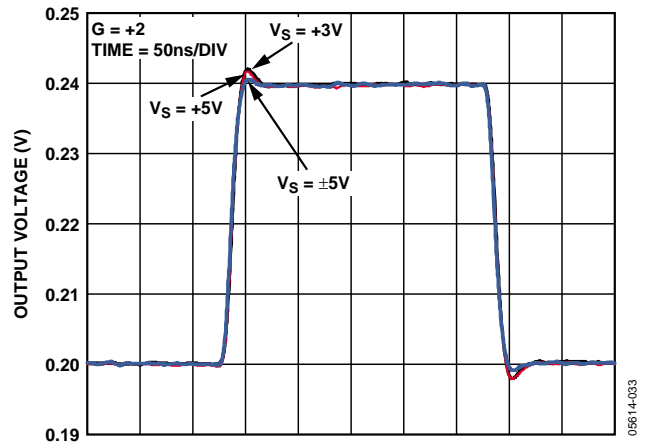


图21. 不同电源下的小信号瞬态响应

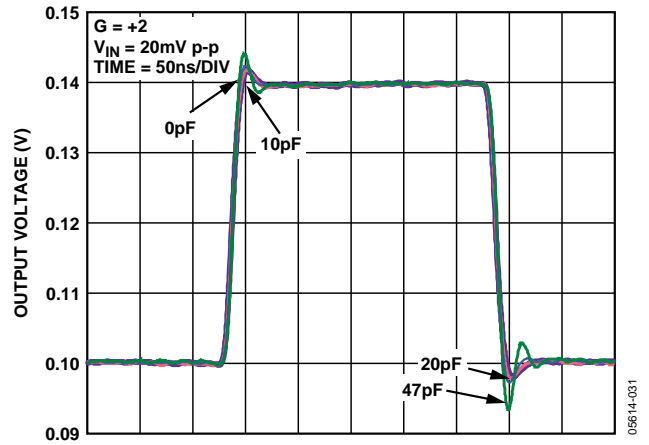


图22. 不同容性负载下的小信号瞬态响应

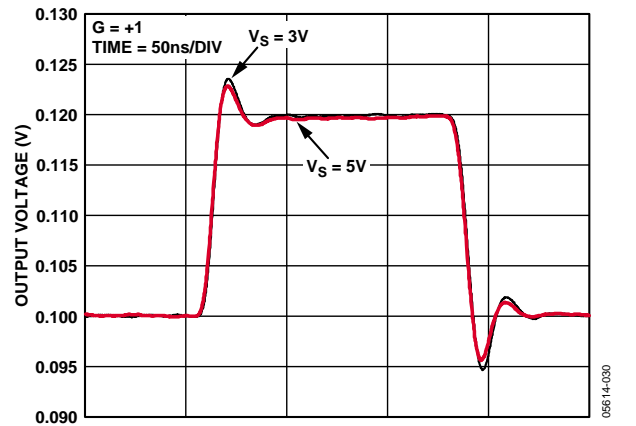


图23. 不同电源下的小信号瞬态响应

ADA4841-1/ADA4841-2

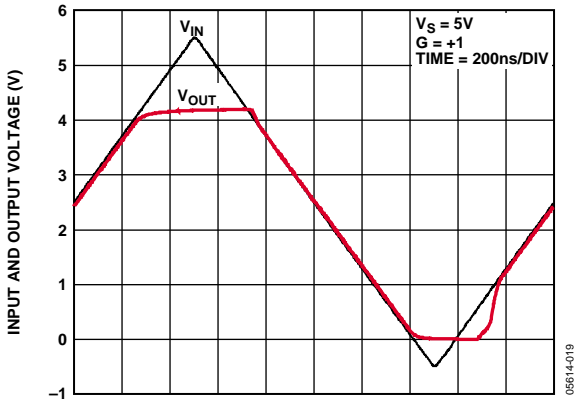


图24. 输入过驱恢复

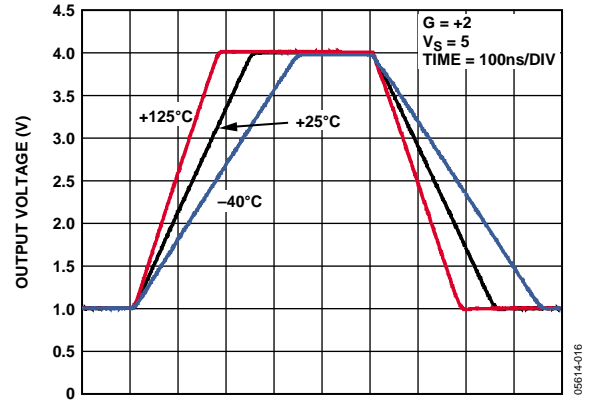


图27. 压摆率与温度的关系

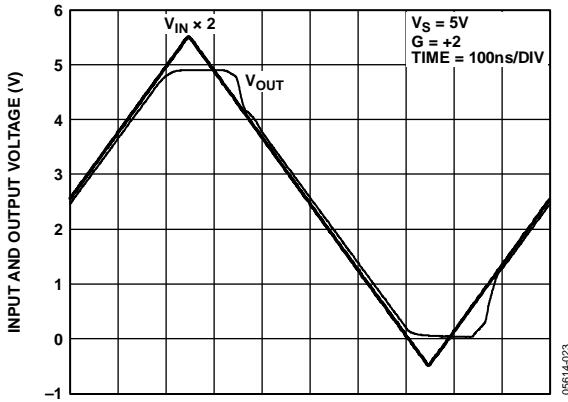


图25. 输出过驱恢复

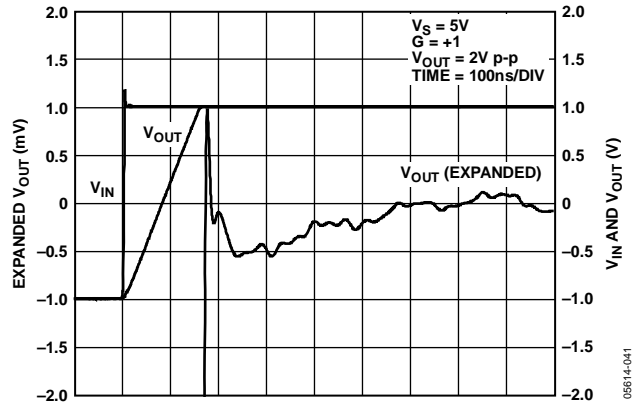


图28. 建立时间

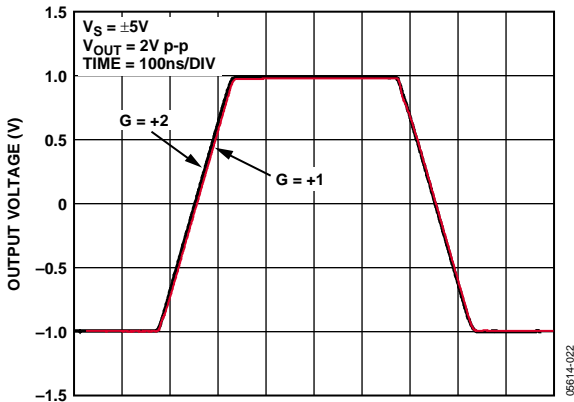


图26. 不同增益下的大信号瞬态响应

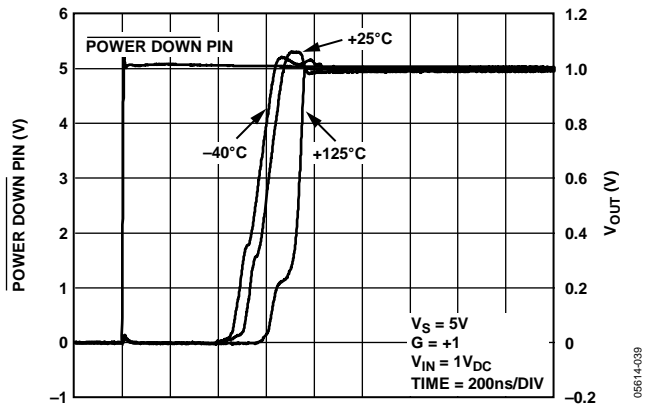


图29. 上电时间与温度的关系

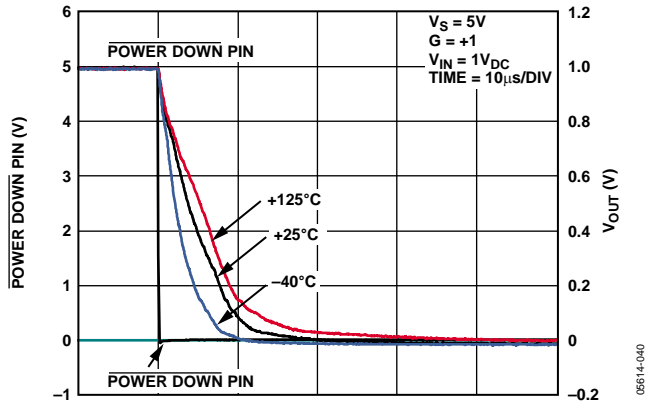


图30. POWER DOWN时间与温度的关系

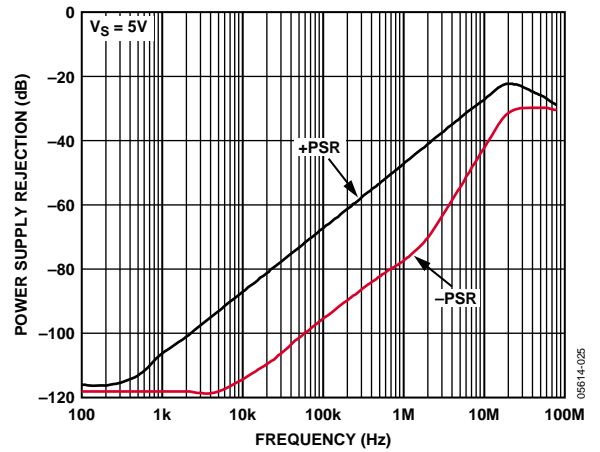


图33. PSR与频率的关系

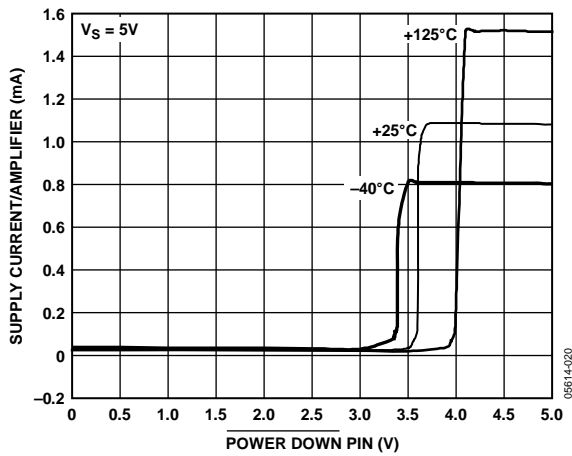


图31. 每个放大器的电源电流与POWER DOWN引脚电压的关系

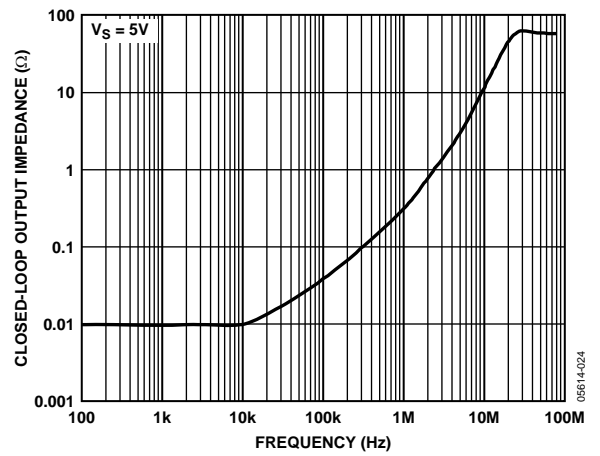


图34. 输出阻抗与频率的关系

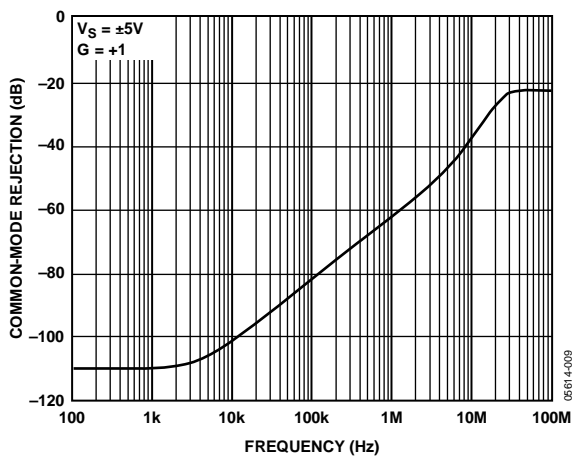


图32. CMR与频率的关系

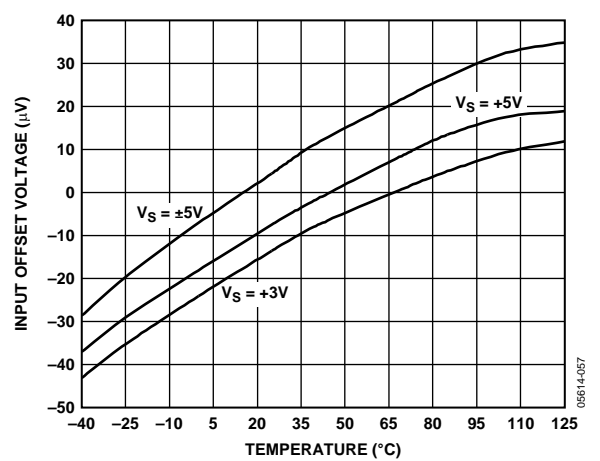


图35. 不同电源下输入失调电压与温度的关系

ADA4841-1/ADA4841-2

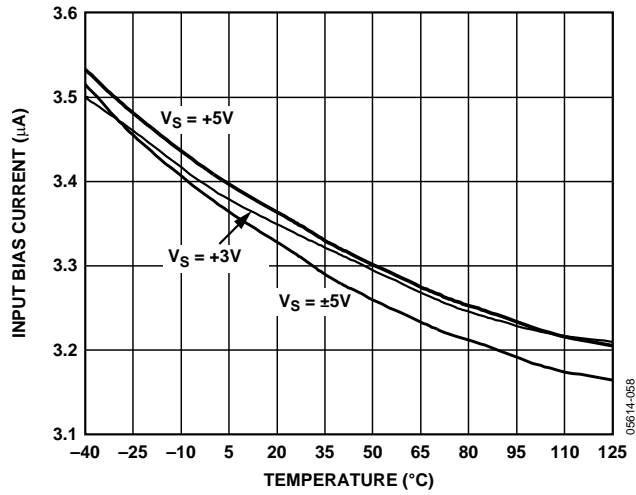


图36. 不同电源下输入偏置电流与温度的关系

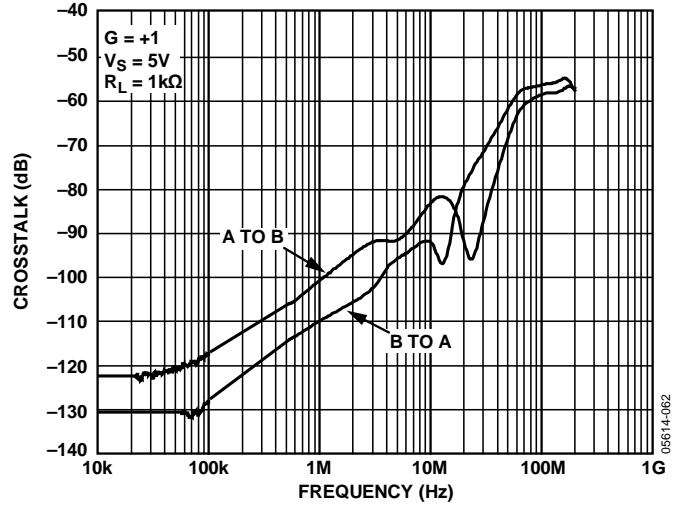


图38. 输出间串扰

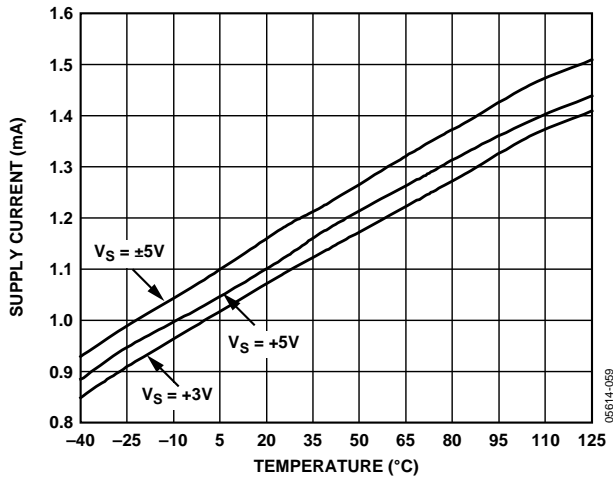


图37. 不同电源下电源电流与温度的关系

工作原理

放大器描述

ADA4841-1/ADA4841-2是低功耗、低噪声、精密电压反馈型运算放大器，可在单通道或双通道电压源供电情况下使用。它们采用ADI的第二代XFCB工艺制造，可产生调整后的电源电流和失调电压。由未经退化的PNP输入对驱动对称折叠式共源共栅构成的输入级使这些器件具有如下特性：2.1 nV/√Hz电压噪声(对于1.1 mA电源电流放大器而言该噪声极低)、40 μV失调电压和1 μV/°C失调漂移。轨到轨输出级为低压电源提供尽可能大的线性信号范围，并提供较低电阻反馈网络需要的电流驱动能力；在低噪声运行时需要用到该电阻反馈网络。CMRR、PSRR和开环增益的典型值均大于100 dB，可在多种配置下保有精度性能。此功率水平下，保持高增益带宽，以便在高达100 kHz的频率下依然具有出色的线性性能。ADA4841-1具备关断功能，进一步降低功耗。所有这些性能造就了ADA4841-1/ADA4841-2低噪声、高效、精密放大器，非常适合高分辨率和高精度应用。

直流误差

图39显示典型连接图和主要直流误差源。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：

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

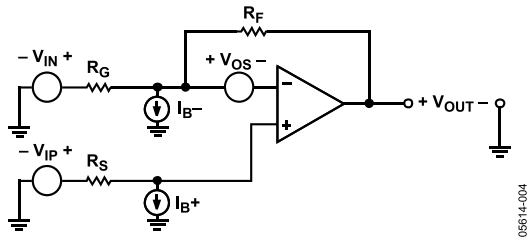


图39. 典型连接图和直流误差源

上式可以简化为大家熟悉的反相和同相运放增益表达式：

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

(同相增益, $V_{IN} = 0 \text{ V}$)

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

(反相增益, $V_{IP} = 0 \text{ V}$)

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} 是额定电源电压下的失调电压，该值为输入和输出在电源电压的中间值时测得。

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：

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

注意：由于存在输入偏置电流，将 R_S 设为 $R_F \parallel R_G$ 可补偿电压误差。

噪声考虑因素

图40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。

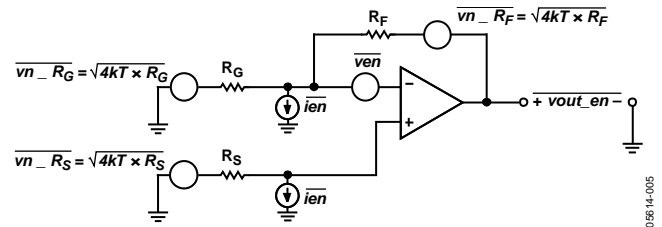


图40. 典型连接的噪声源

ADA4841-1/ADA4841-2

输出噪声频谱密度的计算公式如下：

$$\overline{v_{out_en}} = \sqrt{4kTRf + \left(1 + \frac{R_F}{R_G}\right)^2 \left[4kTRs + \overline{i_{en}}^2 R_s^2 + \overline{v_{en}}^2\right] + \left(\frac{R_F}{R_G}\right)^2 4kTRg + \overline{i_{en}}^2 R_F^2} \quad (6)$$

其中：

K 为玻尔兹曼常数。

T 为绝对温度，单位K。

$\overline{i_{en}}$ 表示放大器输入电流噪声频谱密度， $\text{pA}/\sqrt{\text{Hz}}$ 。

$\overline{v_{en}}$ 表示放大器输入电压频谱密度， $\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ 。

R_s 为源阻抗，如图40所示。

R_F 和 R_G 为反馈网络电阻，如图40所示。

源阻抗噪声、放大器电压噪声($\overline{v_{en}}$)和放大器电流噪声产生的电压噪声($\overline{i_{en}} \times R_s$)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 $2.1 \text{ nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ ，输入电流噪声为 $1.4 \text{ pA}/\sqrt{\text{Hz}}$ 时，用 $200 \text{ }\Omega$ 至 $30 \text{ k}\Omega$ 源阻抗会使放大器的噪声相对较小。图41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 $250 \text{ }\Omega$ 至 $1 \text{ k}\Omega$ 之间。

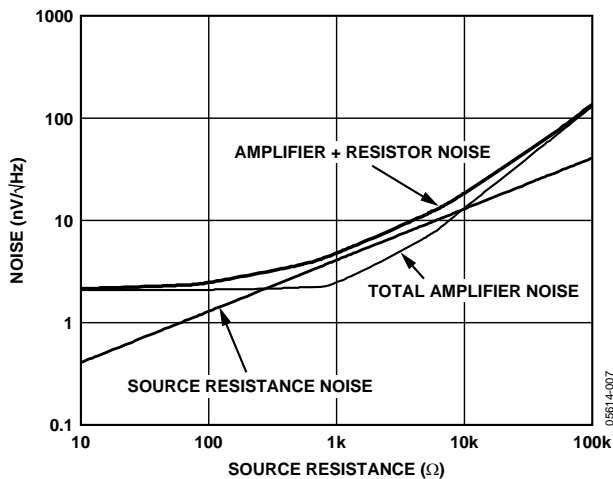


图41. RTI噪声与源阻抗的关系

裕量考虑因素

ADA4841-1/ADA4841-2专为提供16至18位直流线性度下的最大输入和输出信号范围而设计。超过输入或输出裕量限值则会降低信号的线性度。

室温下，输入级的正值几乎正好低于正电源电压 1 V 。输入的电压高于该数值会产生削波效应。正输入电压限值随着温度的升高，以约为 $2 \text{ mV}/^\circ\text{C}$ 的系数上升。较低的标称电源限值通常低于负电源；因此，在标准增益配置中，输出级限制了负电源侧的信号裕量。图42和图43表示三种温度下输入裕量限值的标称CMRR特性——采用图44所示减法器拓扑获得该图形，避免了输出级的限制。

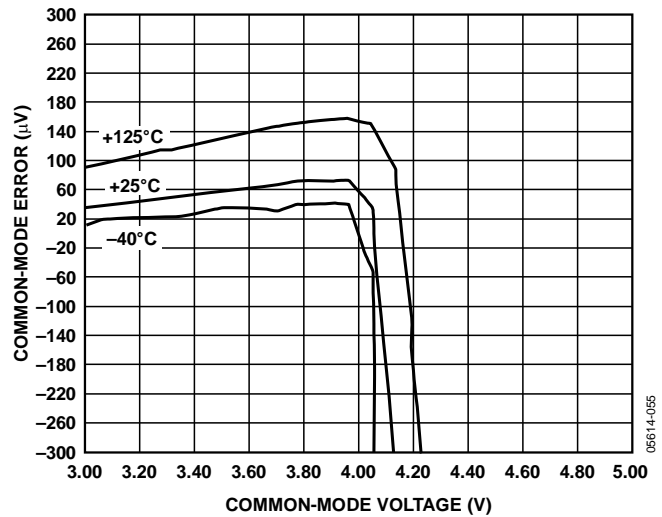


图42. +CMV与共模电压误差以及 V_{OS} 的关系

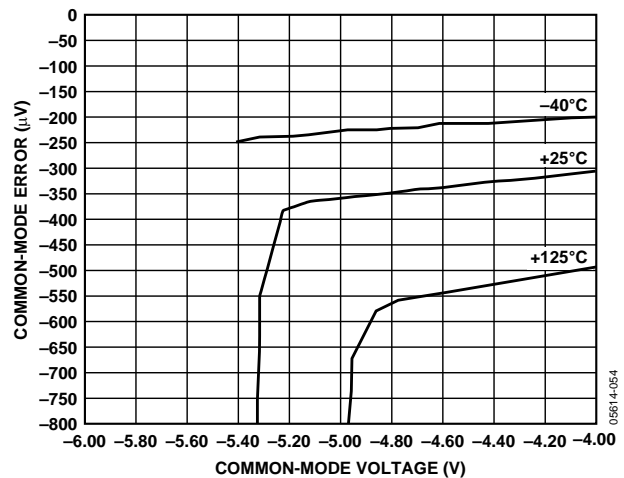


图43. -CMV与共模电压误差以及 V_{OS} 的关系

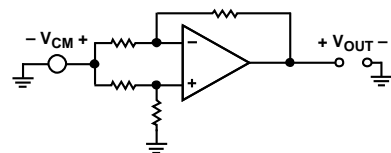


图44. 共模范围减法器

图45表示当输入和输出级偏置接近负供电轨时，采用 $G = -1$ 反相器的放大器频率响应。

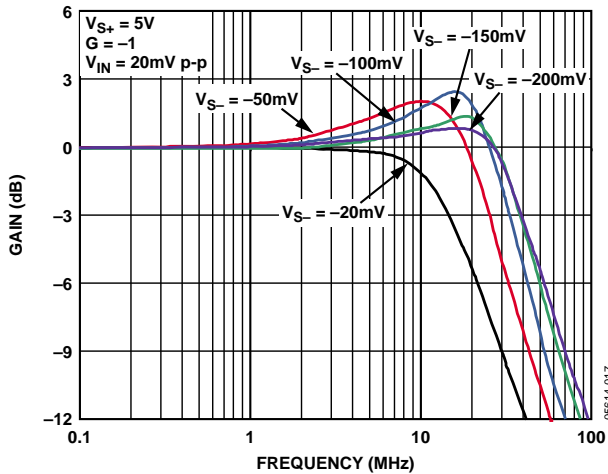


图45. 小信号频率响应与负电源偏置

输入电压(V_{IN})和基准电压(V_{IP})均为0 V(见图39)。+ V_S 偏置为+5 V，- V_S 从-200 mV扫描至-20 mV。随着输入和输出电压往底部供电轨以上200 mV偏置， $G = -1$ 反相器频率响应与输入和输出电压在电源中间值时偏置并无太大区别。当偏置为150 mV时，频率响应开始下降；当其为20 mV时，逆变器带宽比它标称值的一半还低。

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。典型配置下， $G = +1$ 跟随器拓扑具有最高的环路带宽，因此最容易受容性负载的影响。

用一个小电阻将放大器输出端和容性负载串联可以缓解这一问题。图46描绘了推荐串联电阻与增益为+1、+2和+5时的容性负载关系。

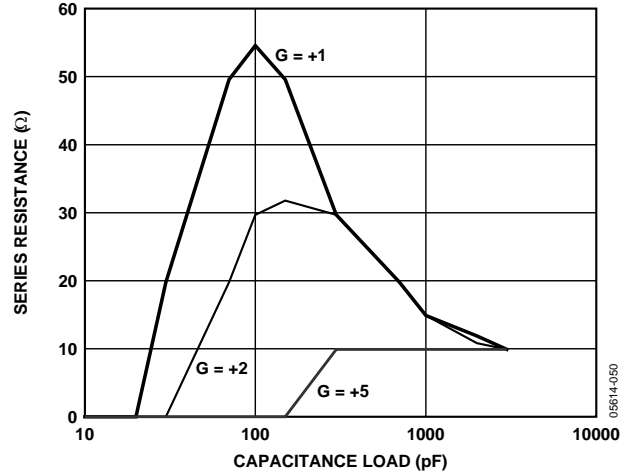


图46. 串联电阻与容性负载的关系

输入保护

ADA4841-1/ADA4841-2提供全面的ESD保护，在2.5 keV的人体模型ESD事件和1 keV的充电器模型事件影响下，性能无明显下降。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47所示。

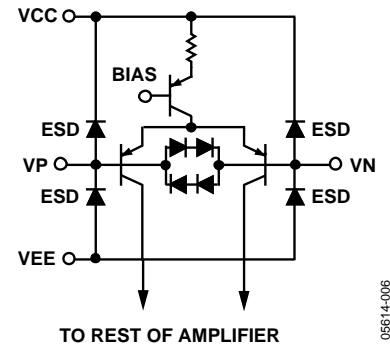


图47. 输入级与保护二极管

当差分电压大于约1.4 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150 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，建议将故障电流限制在150 mA以下。

ADA4841-1/ADA4841-2

掉电工作模式

图48所示为ADA4841-1的关断电路。如果POWER DOWN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POWER DOWN引脚拉至正电源电压以下1.7 V或更多时，器件关闭，电源电流降至大约40 μA 。

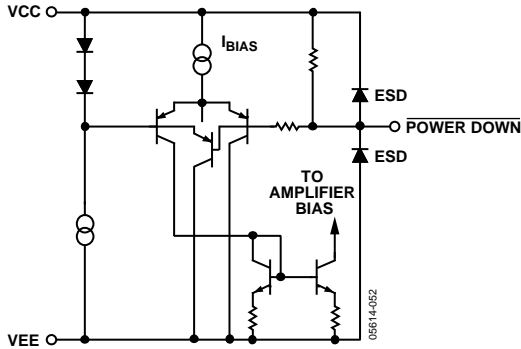


图48. $\overline{\text{POWER DOWN}}$ 电路

$\overline{\text{POWER DOWN}}$ 引脚受ESD箝位二极管保护，如图48所示。过电源电压的电压会导致这些二极管导通。 $\overline{\text{POWER DOWN}}$ 引脚也应当遵循限制输入保护部分的过载电流原则。

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6提供了便捷的典型增益、元件值和性能参数的参考值。

16位ADC驱动器

ADA4841-1/ADA4841-2具有低噪声、低功耗和高速等特性，是针对AD7685等低功耗16位ADC的完美解决方案。图50表示典型16位单电源应用。

单电源、高分辨率的设计中会遇到不同的难题，ADA4841-1/ADA4841-2可以非常好地解决这些难题。在单电源系统中，一个主要的难题便是在缓冲模式下使用放大器，并具有最低的输出噪声和ADC的线性度兼容性。

轨到轨输入放大器通常比ADA4841-1/ADA4841-2具有更高的噪声，并且由于输入级的交越点附近存在非线性区域而无法用于缓冲模式。ADA4841-1/ADA4841-2不存在交越区域，但具有地电压以下100 mV至正供电轨以上1 V的宽线性输入范围，可解决这一问题(见图50)。作为跟随器配置的放大器具有负电源电压以上0.25 V(受限于放大器输出级)至正电源电压以下1 V(受限于放大器输入级)的线性信号范围。使用低至+5.2 V的正电源电压和-0.25 V的负电源电压，便可提供0V至+4.096 V的信号范围。还可使用ADR364小型、低压差、低温度漂移的基准电压源作为5.2 V电源。若使用地电压作为放大器的负电源，则需注意输入级在地附近的低端处，ADA4841-1/ADA4841-2表现出了极大的非线性，如同任何轨到轨输出放大器一样。ADA4841-1/ADA4841-2可驱动一个单极点低通滤波器。该滤波器抑制原本就已非常低的从放大器输出至AD7685器件的噪声。

重构滤波器

ADA4841-1/ADA4841-2还可用于DAC输出端的重构滤波器，抑制采样频率。图49所示滤波器为双极点500 kHz Sallen-Key LPF，其固定增益为G = +1.6。

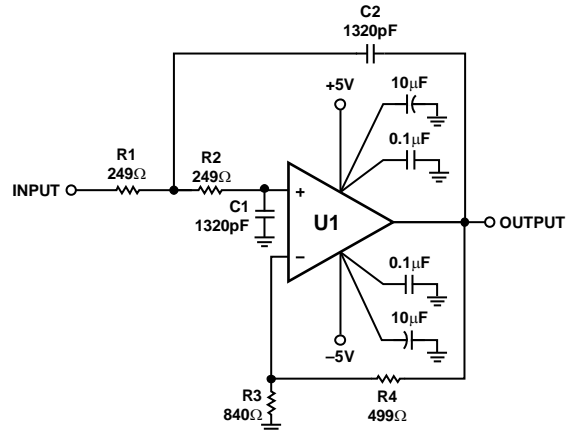


图49. 双极点500 kHz重构滤波器原理图

将这些电阻和电容设置为彼此相等大大简化了Sallen-Key滤波器的设计方程式。转折频率(或-3 dB频率)可由以下方程式得到：

$$f_c = \frac{1}{2\pi R1C1}$$

品质因数(或Q)由如下方程式得到：

$$Q = \frac{1}{3 - K}$$

若需峰值最低，设置Q为0.707。

放大器增益(或K)为

$$K = \frac{R4}{R3} + 1$$

为使噪声贡献和失调电压最小，以及获得最佳频率响应性能，电阻值应保持较低水平。

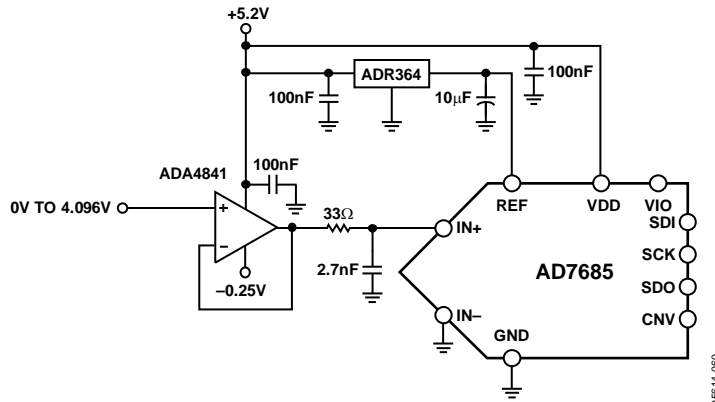


图50. ADC驱动器原理图

ADA4841-1/ADA4841-2

表6. 建议值和典型性能

增益	R _F (Ω)	R _G (Ω)	-3 dB带宽(MHz)	压摆率(V/μs)	峰化(dB)	输出噪声(仅限ADA4841-1 / ADA4841-2, 单位nV/√Hz)	包括电阻的总输出噪声(nV/√Hz)
+1	0	N/A	77	12.5	0.9	2	2
+2	499	499	34	12.5	0.3	4	5.73
-1	499	499	38	12.5	0.4	4	5.73
+5	499	124	11	12	0	10	11.9
+10	499	54.9	5	12	0	20	21.1
+20	499	26.1	2.3	11.2	0	40	42.2

电容选择对于实现滤波器最佳性能同样重要。温度系数较低的电容，如NPO陶瓷电容等，适合用作滤波器元件。图51显示滤波器响应性能。

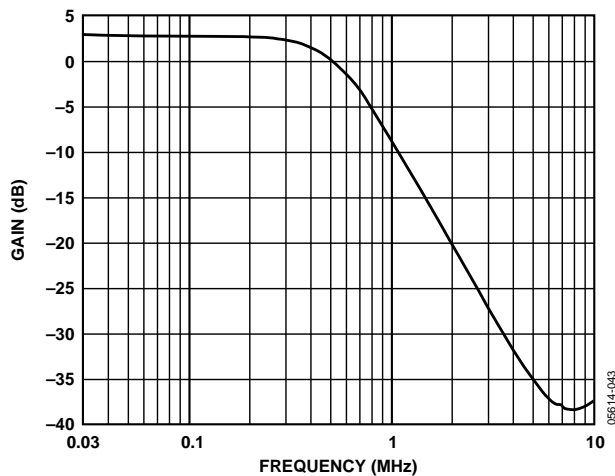


图51. 滤波器频率响应

布局布线考虑

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

ADA4841-1/ADA4841-2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。

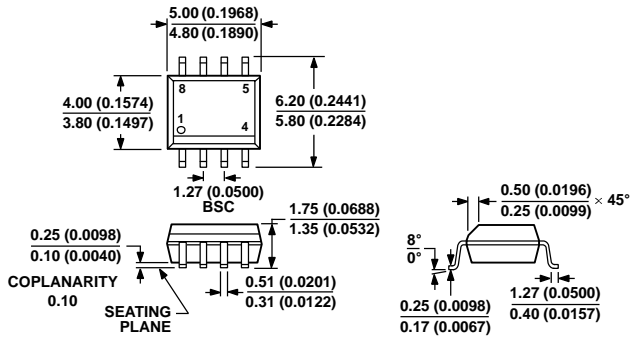
电源旁路

电源旁路对于确保ADA4841-1/ADA4841-2的性能至关重要。将电容从每个电源引脚并联连接到接地最有效。典型连接见图49。数值较小的电容可提供更好的高频响应，而数值较大的电解质电容则能提供更好的低频性能。并联不同容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，这对于减小放大器的噪声耦合非常重要。在放大器PSR开始滚降时这也是极为重要的——旁路电容有助于减小PSR性能的降幅。

从ADA4841-1/ADA4841-2电源引脚开始，数值最小的电容应放在电路板上放大器的同侧，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。各电容与负载的距离应较短并相等，这样可以优化失真性能。对下一个最大值电容重复此过程。

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。

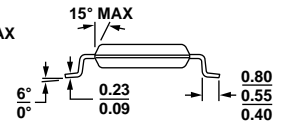
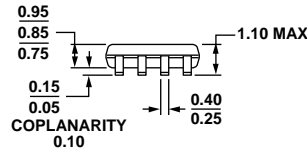
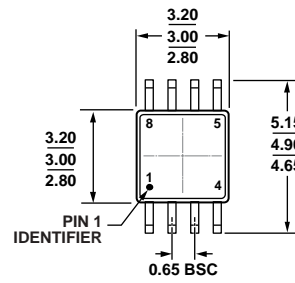
外形尺寸



COMPLIANT TO JEDEC STANDARDS 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52. 8引脚标准小型封装[SOIC_N]
窄体(R-8)

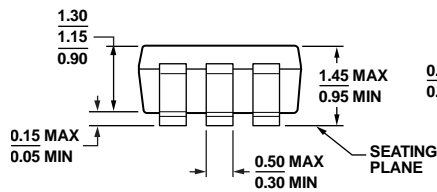
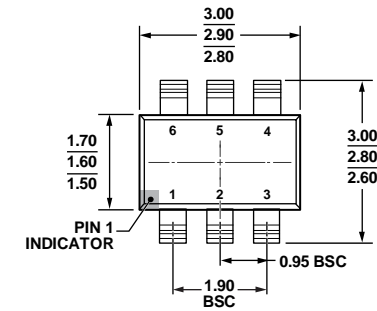
图示尺寸单位: mm和(inch)



COMPLIANT TO JEDEC STANDARDS MO-187-AA

图53. 8引脚超小型MSOP封装
(RM-8)

图示尺寸单位: mm

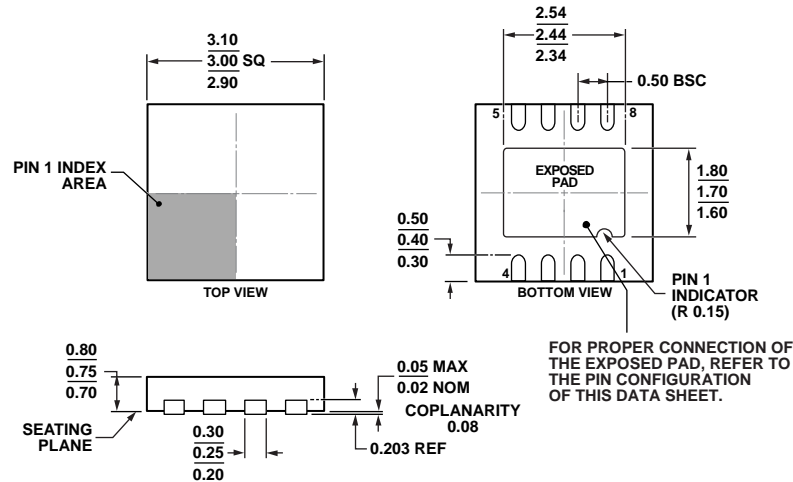


COMPLIANT TO JEDEC STANDARDS MO-178-AB

图54. 6引脚小型晶体管封装[SOT-23]
(RJ-6)

图示尺寸单位: mm

ADA4841-1/ADA4841-2



COMPLIANT TO JEDEC STANDARDS MO-229-WEED

图55. 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

111809-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
ADA4841-1YRZ	-40°C 至 +125°C	8引脚 SOIC_N	R-8	1	
ADA4841-1YRZ-R7	-40°C 至 +125°C	8引脚 SOIC_N	R-8	1,000	
ADA4841-1YRZ-RL	-40°C 至 +125°C	8引脚 SOIC_N	R-8	2,500	
ADA4841-1YRZ-R2	-40°C 至 +125°C	6引脚 SOT-23	RJ-6	250	HQB
ADA4841-1YRZ-R7	-40°C 至 +125°C	6引脚 SOT-23	RJ-6	3,000	HQB
ADA4841-1YRZ-RL	-40°C 至 +125°C	6引脚 SOT-23	RJ-6	10,000	HQB
ADA4841-2YRMZ	-40°C 至 +125°C	8引脚 MSOP	RM-8	1	HRB
ADA4841-2YRMZ-R7	-40°C 至 +125°C	8引脚 MSOP	RM-8	1,000	HRB
ADA4841-2YRMZ-RL	-40°C 至 +125°C	8引脚 MSOP	RM-8	3,000	HRB
ADA4841-2YRZ	-40°C 至 +125°C	8引脚 SOIC_N	R-8	1	
ADA4841-2YRZ-R7	-40°C 至 +125°C	8引脚 SOIC_N	R-8	1,000	
ADA4841-2YRZ-RL	-40°C 至 +125°C	8引脚 SOIC_N	R-8	2,500	
ADA4841-2YCPZ-R2	-40°C 至 +125°C	8引脚 LFCSP_WD	CP-8-11	250	HRB
ADA4841-2YCPZ-R7	-40°C 至 +125°C	8引脚 LFCSP_WD	CP-8-11	1,500	HRB
ADA4841-2YCPZ-RL	-40°C 至 +125°C	8引脚 LFCSP_WD	CP-8-11	5,000	HRB
ADA4841-1YR-EBZ	-40°C 至 +125°C	评估板			
ADA4841-1YR-EBZ	-40°C 至 +125°C	评估板			
ADA4841-2YR-EBZ	-40°C 至 +125°C	评估板			
ADA4841-2YR-EBZ	-40°C 至 +125°C	评估板			

¹ Z = 符合RoHS标准的器件。