

AD8029/AD8030/AD8040

特性

低功耗

每个放大器的电源电流: 1.3 mA

高速

-3 dB带宽: 125 MHz ($G = +1$)

压摆率: 60 V/ μ s

0.1%建立时间: 80 ns

轨到轨输入和输出

输入超过供电轨200 mV不会反相

宽电源电压范围: 2.7V 至12V

失调电压: 6 mV(最大值)

低输入偏置电流

+0.7 μ A至-1.5 μ A

小型封装

SOIC-8、SC70-6、SOT23-8、SOIC-14、TSSOP-14

应用

电池供电仪器仪表

滤波器

模数转换驱动器

缓冲

概述

AD8029(单通道)、AD8030(双通道)和AD8040(四通道)是轨到轨输入和输出高速放大器, 每个放大器的静态电流仅1.3 mA。虽然功耗很低, 但这些放大器却能提供出色的性能, 小信号带宽为125 MHz, 压摆率为60 V/ μ s。ADI公司的专有XFCB工艺使该器件实现了高速、高性能和低功耗特性。

该系列放大器采用单电源供电, 具有轨到轨输入和输出性能, 电源电压范围为2.7 V至12 V。输入电压范围可以超过各供电轨200 mV而不会反相。输出动态范围可以扩展至各供电轨40 mV以内。

AD8029/AD8030/AD8040以极低的功耗提供出色的信号质量。在 $G = +1$ 时, 无杂散动态范围(SFDR)为-72 dBc (1 MHz), 0.1%建立时间仅80 ns。低失真和快速建立特性使这些放大器适合作为单电源模数转换器的驱动器。

丰富多样的功能使用户可以在较宽的电压范围内使用这些放大器, 而功耗却小于6.5 mW。无论是要求高带宽的电池供电系统, 还是元件密度高且要求较低功耗的高速系统

Rev. A

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

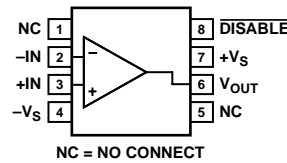


图1. SOIC-8 (R)

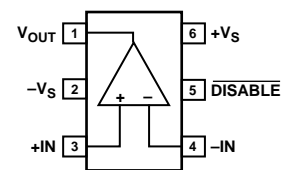


图2. SC70-6(KS)

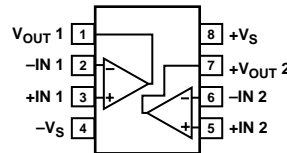


图3. SOIC-8(R)和SOT23-8 (RJ)

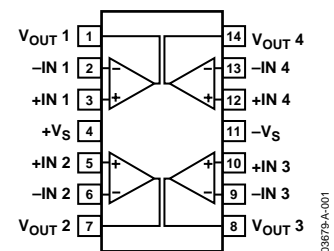


图4. SOIC-14(R)和TSSOP-14 (RU)

中, 这些特性都有助于延长系统的工作时间。

AD8029/AD8030是唯一提供SOT23和SC70小型封装的低功耗、轨到轨输入和输出高速放大器, 额定温度范围为-40°C至+125°C扩展工业温度范围。

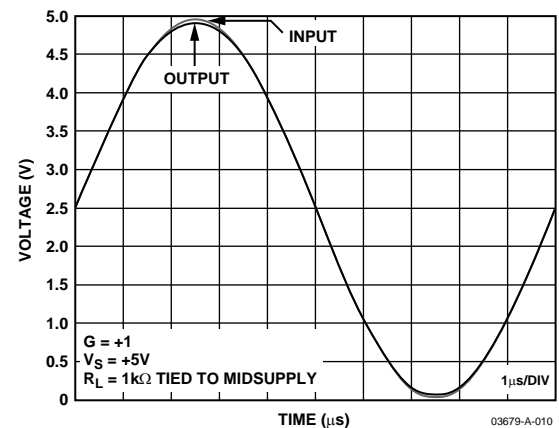


图5. 轨到轨响应

目录

技术规格	3	应用	16
采用±5 V电源时的技术规格	3	宽带运作	16
采用+5 V电源时的技术规格	4	输出负载灵敏度	16
采用+3 V电源时的技术规格	5	禁用引脚	17
绝对最大额定值	6	电路考虑	18
最大功耗	6	设计工具和技术支持	18
典型工作特性	7	外形尺寸	19
工作原理	15	订购指南	20
输入级	15	ESD警告	20
输出级	15		

修订历史

修订版A

2003年11月—数据手册从修订版0升级到修订版A

更改	页码
增加器件AD8040	通篇
更改图5	1
更改技术规格	3
修改图10至图12	7
更改图14	8
修改图20和图21	9
新增图36	11
更改图40	12
新增图41	12
增加“输出负载灵敏度”部分	16
更改表5	17
更改“电源旁路”部分	18
更改订购指南	20

技术规格

采用±5 V电源时的技术规格

表1. 除非另有说明, $V_s = \pm 5\text{ V}$ 、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $G = +1$ 、 $R_L = 1\text{ k}\Omega$ 接地。所有规格均相对于单个放大器而言。

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
动态性能					
-3 dB带宽	$G = +1, V_O = 0.1\text{ V p-p}$	80	125		MHz
	$G = +1, V_O = 2\text{ V p-p}$	14	19		MHz
0.1 dB平坦度带宽	$G = +2, V_O = 0.1\text{ V p-p}$		6		MHz
压摆率	$G = +1, V_O = 2\text{ V}$ 步进		62		V/ μs
	$G = -1, V_O = 2\text{ V}$ 步进		63		V/ μs
0.1%建立时间	$G = +2, V_O = 2\text{ V}$ 步进		80		ns
噪声/失真性能					
无杂散动态范围(SFDR)	$f_c = 1\text{ MHz}, V_O = 2\text{ V p-p}$		-74		dBc
	$f_c = 5\text{ MHz}, V_O = 2\text{ V p-p}$		-56		dBc
输入电压噪声	$f = 100\text{ kHz}$		16.5		$\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
输入电流噪声	$f = 100\text{ kHz}$		1.1		$\text{pA}/\sqrt{\text{Hz}}$
串扰(AD8030/AD8040)	$f = 5\text{ MHz}, V_{IN} = 2\text{ V p-p}$		-79		dB
直流性能					
输入失调电压	PNP Active, $V_{CM} = 0\text{ V}$		1.6	5	mV
	NPN有效, $V_{CM} = 4.5\text{ V}$		2	6	mV
输入失调电压漂移	T_{MIN} 至 T_{MAX}		30		$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
输入偏置电流 ¹	NPN有效, $V_{CM} = 4.5\text{ V}$		0.7	1.3	μA
	T_{MIN} 至 T_{MAX}		1		μA
	PNP有效, $V_{CM} = 0\text{ V}$		-1.7	-2.8	μA
	T_{MIN} 至 T_{MAX}		2		μA
输入失调电流			± 0.1	± 0.9	μA
开环增益	$V_O = \pm 4.0\text{ V}$	65	74		dB
输入特性					
输入电阻			6		M Ω
输入电容			2		pF
输入共模电压范围			-5.2 至 +5.2		V
共模抑制比	$V_{CM} = -4.5\text{ V}$ 至 $+3\text{ V}, R_L = 10\text{ k}\Omega$	80	90		dB
DISABLE 引脚(AD8029)					
DISABLE 低电压			$-V_S + 0.8$		V
DISABLE 低电流			-6.5		μA
DISABLE 高电压			$-V_S + 1.2$		V
DISABLE 高电流			0.2		μA
关闭时间	DISABLE的50%到最终 V_O 的<10%以下, $V_{IN} = -1\text{ V}, G = -1$		150		ns
开启时间	DISABLE的50%到最终 V_O 的<10%以下, $V_{IN} = -1\text{ V}, G = -1$		85		ns
输出特性					
输出过驱恢复时间 (上升/下降沿)	$V_{IN} = +6\text{ V}$ 至 $-6\text{ V}, G = -1$		55/45		ns
输出电压摆幅	$R_L = 1\text{ k}\Omega$	$-V_S + 0.22$		$+V_S - 0.22$	V
	$R_L = 10\text{ k}\Omega$	$-V_S + 0.05$		$+V_S - 0.05$	V
短路电流	吸电流和源电流		170/160		mA
关断隔离(AD8029)	$V_{IN} = 0.1\text{ V p-p}, f = 1\text{ MHz}, \text{DISABLE} = \text{低电平}$		-55		dB
容性负载驱动	30%过冲		20		pF
电源					
工作范围		2.7		12	V
每个放大器的静态电流			1.4	1.5	mA
静态电流(禁用)	DISABLE = 低电平		150	200	μA
电源抑制比	$V_S \pm 1\text{ V}$	73	80		dB

¹ 加号(+)或无符号表示电流流入引脚, 减号(-)表示电流流出引脚。

AD8029/AD8030/AD8040

采用+5 V电源时的技术规格

表2. 除非另有说明, $V_S = 5\text{ V}$ 、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $G = +1$ 、 $R_L = 1\text{ k}\Omega$ 接中间电源电压。所有规格均相对于单个放大器而言。

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
动态性能					
-3 dB带宽	$G = +1, V_O = 0.1\text{ V p-p}$	80	120		MHz
0.1 dB平坦度带宽	$G = +1, V_O = 2\text{ V p-p}$	13	18		MHz
压摆率	$G = +2, V_O = 0.1\text{ V p-p}$		6		MHz
	$G = +1, V_O = 2\text{ V 步进}$		55		V/ μs
	$G = -1, V_O = 2\text{ V 步进}$		60		V/ μs
0.1%建立时间	$G = +2, V_O = 2\text{ V 步进}$		82		ns
噪声/失真性能					
无杂散动态范围(SFDR)	$f_c = 1\text{ MHz}, V_O = 2\text{ V p-p}$		-73		dBc
	$f_c = 5\text{ MHz}, V_O = 2\text{ V p-p}$		-55		dBc
输入电压噪声	$f = 100\text{ kHz}$		16.5		nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
输入电流噪声	$f = 100\text{ kHz}$		1.1		pA/ $\sqrt{\text{Hz}}$
串扰(AD8030/AD8040)	$f = 5\text{ MHz}, V_{IN} = 2\text{ V p-p}$		-79		dB
直流性能					
输入失调电压	PNP有效, $V_{CM} = 0\text{ V}$		1.4	5	mV
	NPN有效, $V_{CM} = 4.5\text{ V}$		1.8	6	mV
输入失调电压漂移	T_{MIN} 至 T_{MAX}		25		$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
输入偏置电流 ¹	NPN有效, $V_{CM} = 4.5\text{ V}$		0.8	1.2	μA
	T_{MIN} 至 T_{MAX}		1		μA
	PNP有效, $V_{CM} = 0\text{ V}$		-1.8	-2.8	μA
	T_{MIN} 至 T_{MAX}		2		μA
输入失调电流			± 0.1	± 0.9	μA
开环增益	$V_O = \pm 4.0\text{ V}$	65	74		dB
输入特性					
输入电阻			6		M Ω
输入电容			2		pF
输入共模电压范围			-0.2 至 +5.2		V
共模抑制比	$V_{CM} = 0.25\text{ V 至 } 2\text{ V}, R_L = 10\text{ k}\Omega$	80	90		dB
DISABLE 引脚(AD8029)					
$\overline{\text{DISABLE}}$ 低电压			$-V_S + 0.8$		V
$\overline{\text{DISABLE}}$ 低电流			-6.5		μA
$\overline{\text{DISABLE}}$ 高电压			$-V_S + 1.2$		V
$\overline{\text{DISABLE}}$ 高电流			0.2		μA
关闭时间	DISABLE的50%到最终 V_O 的<10%以下, $V_{IN} = -1\text{ V}, G = -1$		155		ns
开启时间	DISABLE的50%到最终 V_O 的<10%以下, $V_{IN} = -1\text{ V}, G = -1$		90		ns
输出特性					
输出过驱恢复时间 (上升/下降沿)	$V_{IN} = +6\text{ V 至 } -6\text{ V}, G = -1$		45/50		ns
输出电压摆幅	$R_L = 1\text{ k}\Omega$	$-V_S + 0.17$		$+V_S - 0.17$	V
	$R_L = 10\text{ k}\Omega$	$-V_S + 0.04$		$+V_S - 0.04$	V
短路电流	吸电流和源电流		95/60		mA
关断隔离(AD8029)	$V_{IN} = 0.1\text{ V p-p}, f = 1\text{ MHz}, \overline{\text{DISABLE}} = \text{低电平}$		-55		dB
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			1.3	1.5	mA
静态电流(禁用)	$\overline{\text{DISABLE}} = \text{低电平}$		140	200	μA
电源抑制比	$V_S \pm 1\text{ V}$	73	80		dB

¹ 加号(+)或无符号表示电流流入引脚, 减号(-)表示电流流出引脚。

采用+3 V电源时的技术规格

表3. 除非另有说明, $V_S = +3\text{ V}$ 、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $G = +1$ 、 $R_L = 1\text{ k}\Omega$ 接中间电源电压。所有规格均相对于单个放大器而言。

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
动态性能					
-3 dB带宽	$G = +1, V_O = 0.1\text{ V p-p}$	80	112		MHz
0.1 dB平坦度带宽	$G = +1, V_O = 2\text{ V p-p}$	13	18		MHz
压摆率	$G = +2, V_O = 0.1\text{ V p-p}$		6		MHz
	$G = +1, V_O = 2\text{ V}$ 步进		55		V/ μs
	$G = -1, V_O = 2\text{ V}$ 步进		57		V/ μs
0.1%建立时间	$G = +2, V_O = 2\text{ V}$ 步进		110		ns
噪声/失真性能					
无杂散动态范围(SFDR)	$f_C = 1\text{ MHz}, V_O = 2\text{ V p-p}$		-72		dBc
	$f_C = 5\text{ MHz}, V_O = 2\text{ V p-p}$		-60		dBc
输入电压噪声	$f = 100\text{ kHz}$		16.5		nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
输入电流噪声	$f = 100\text{ kHz}$		1.1		pA/ $\sqrt{\text{Hz}}$
串扰(AD8030/AD8040)	$f = 5\text{ MHz}, V_{IN} = 2\text{ V p-p}$		-80		dB
直流性能					
输入失调电压	PNP有效, $V_{CM} = 1.5\text{ V}$ NPN有效, $V_{CM} = 2.5\text{ V}$		1.1 1.6	5 6	mV
输入失调电压漂移	T_{MIN} 至 T_{MAX}		24		$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
输入偏置电流 ¹	NPN有效, $V_{CM} = 2.5\text{ V}$		0.7	1.2	μA
输入偏置电流 ¹	T_{MIN} 至 T_{MAX} PNP有效, $V_{CM} = 1.5\text{ V}$		1 -1.5	-2.5	μA
输入失调电流	T_{MIN} 至 T_{MAX}		1.6		μA
开环增益	$V_O = 0.5\text{ V}$ 至 2.5 V	64	73	± 0.9	dB
输入特性					
输入电阻			6		M Ω
输入电容			2		pF
输入共模电压范围			-0.2至+3.2		V
共模抑制比	$V_{CM} = 0.25\text{ V}$ 至 $1.25\text{ V}, R_L = 10\text{ k}\Omega$	78	88		dB
DISABLE引脚(AD8029)					
DISABLE 低电压			$-V_S + 0.8$		V
DISABLE 低电流			-6.5		μA
DISABLE 高电压			$-V_S + 1.2$		V
DISABLE 高电流			0.2		μA
关闭时间	DISABLE的50%到最终 V_O 的<10%以下, $V_{IN} = -1\text{ V}, G = -1$		165		ns
开启时间	DISABLE的50%到最终 V_O 的<10%以下, $V_{IN} = -1\text{ V}, G = -1$		95		ns
输出特性					
输出过驱恢复时间 (上升/下降沿)	$V_{IN} = -1\text{ V}$ 至 $+4\text{ V}, G = -1$		75/100		ns
输出电压摆幅	$R_L = 1\text{ k}\Omega$ $R_L = 10\text{ k}\Omega$	$-V_S + 0.09$ $-V_S + 0.04$		$+V_S - 0.09$ $+V_S - 0.04$	V V
短路电流	吸电流和源电流		80/40		mA
关断隔离(AD8029)	$V_{IN} = 0.1\text{ V p-p}, f = 1\text{ MHz}, \text{DISABLE} = \text{低电平}$		-55		dB
容性负载驱动	30%过冲		10		pF
电源					
工作范围		2.7		12	V
每个放大器的静态电流			1.3	1.4	mA
静态电流(禁用)	DISABLE = 低电平		145	200	μA
电源抑制比	$V_S \pm 1\text{ V}$	70	76		dB

¹ 加号(+)或无符号表示电流流入引脚, 减号(-)表示电流流出引脚。

AD8029/AD8030/AD8040

绝对最大额定值

表4. AD8029/AD8030/AD8040额定最大值

参数	额定值
电源电压	12.6 V
功耗	见图6
共模输入电压	$\pm V_s \pm 0.5 V$
差分输入电压	$\pm 1.8 V$
存储温度	-65°C至+125°C
工作温度范围	-40°C至+125°C
引脚温度范围(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, 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。

最大功耗

AD8029/AD8030/ AD8040封装内的最大安全功耗受限于相应的芯片结温(T_J)的升高情况。芯片的塑封局部达到结温。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175°C的结温会导致芯片器件出现变化, 因而可能造成故障。

可以利用封装和PCB的静止空气热属性(θ_{JA})、环境温度(T_A)和封装的总功耗(P_D)来确定芯片的结温。结温可以通过下式计算:

$$T_J = T_A + (P_D \times \theta_{JA})$$

封装的功耗(P_D)为静态功耗与封装中所有输出的负载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)。假设负载(R_L)以中间电源电压为基准, 则总驱动功耗为 $V_s/2 \times I_{OUT}$, 其中一部分消耗在封装中, 一部分消耗在负载中($V_{OUT} \times I_{OUT}$)。总驱动功耗和负载功耗之差便是消耗在封装中的功耗。

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

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

应当考虑均方根输出电压。如果 R_L 以 V_s -为基准, 像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: R_L 以中间电源电压为基准, $V_{OUT} = V_s/4$:

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

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、通孔、接地和电源层接触, 这同样可降低 θ_{JA} 。必须采取措施降低高速运算放大器输入引脚的寄生电容, 如PCB布局布线部分所述。

图6显示在JEDEC标准4层板上, SOIC-8 (125°C/W)、SOT23-8 (160°C/W)、SOIC-14(90°C/W)、TSSOP-14 (120°C/W)和SC70-6 (208°C/W)五种封装的最大安全功耗与环境温度的关系。 θ_{JA} 值为近似值。

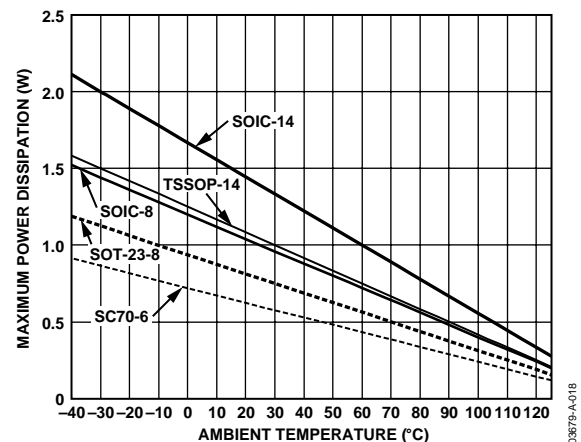


图6. 最大功耗

输出短路

输出短接至地或从AD8029/AD8030/AD8040吸取过多电流会引发严重故障。

典型工作特性

默认条件： $V_S = 5\text{ V}$ (除非另有说明， $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $R_L = 1\text{ k}\Omega$ 接中间电源电压。)

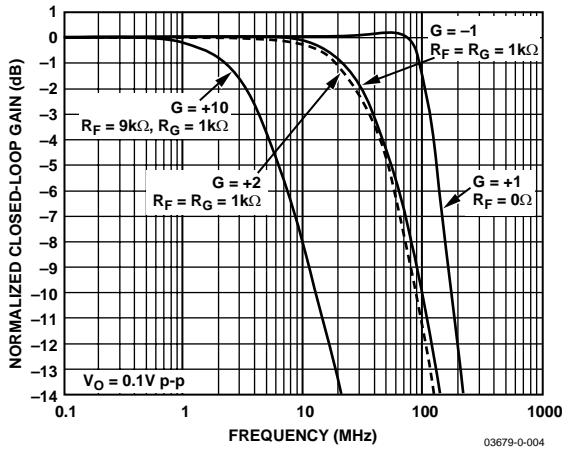


图7. 不同增益下的小信号频率响应

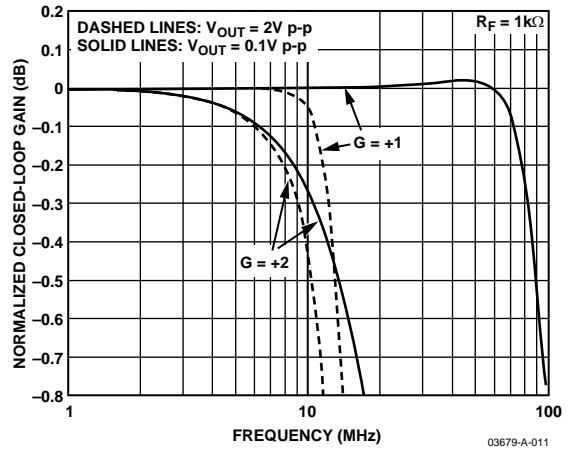


图10. 0.1 dB平坦度频率响应

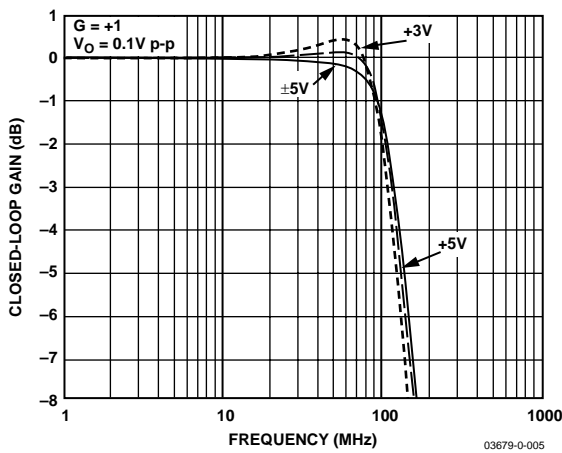


图8. 不同电源下的小信号频率响应

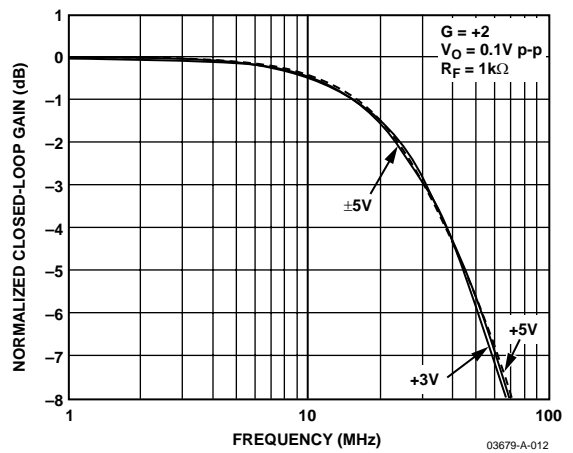


图11. 不同电源下的小信号频率响应

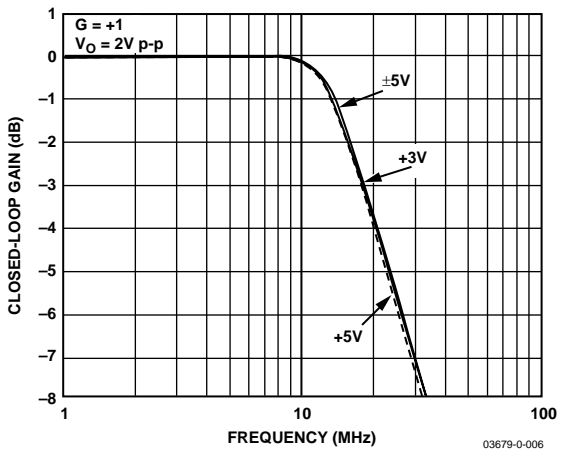


图9. 不同电源下的大信号频率响应

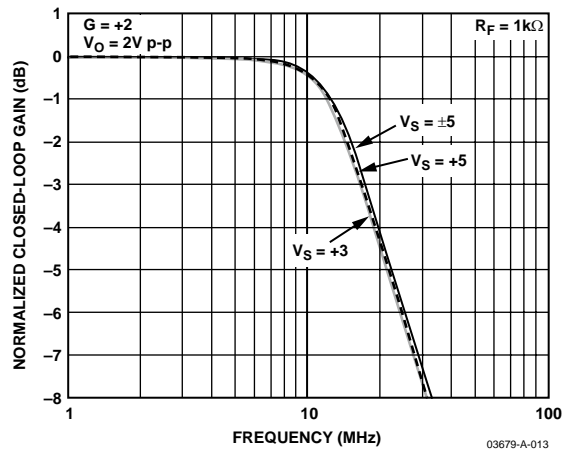


图12. 不同电源下的大信号频率响应

AD8029/AD8030/AD8040

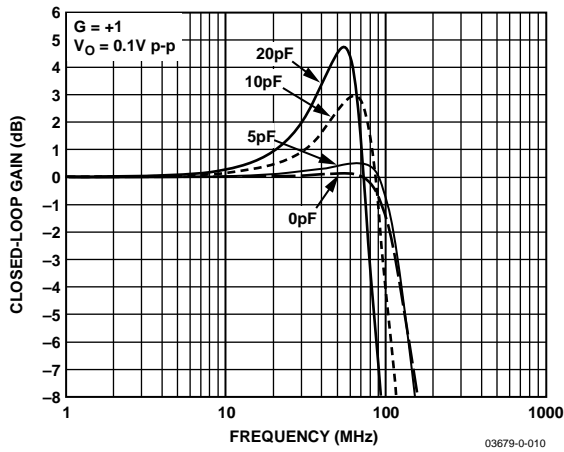


图13. 不同 C_{LOAD} 下的小信号频率响应

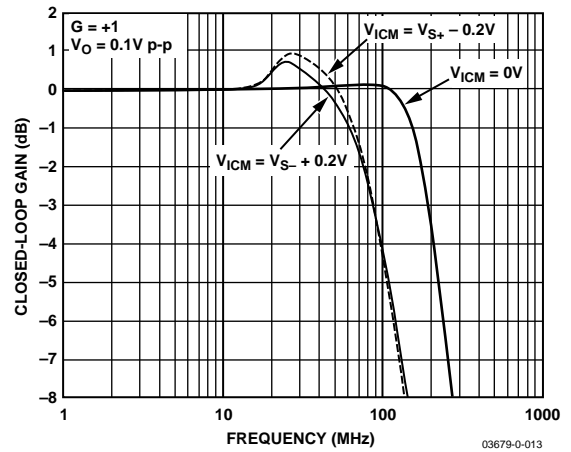


图16. 不同输入共模电压下的小信号频率响应

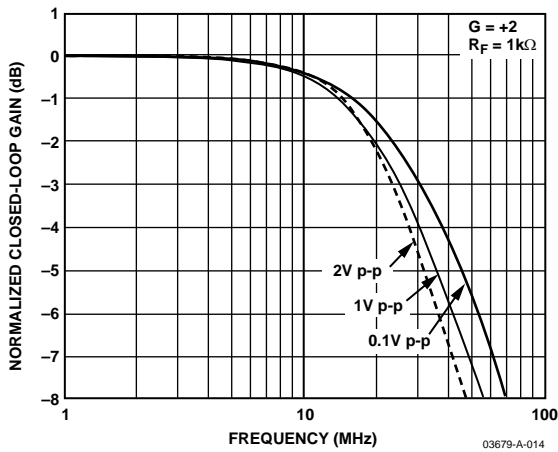


图14. 不同输出幅度下的频率响应

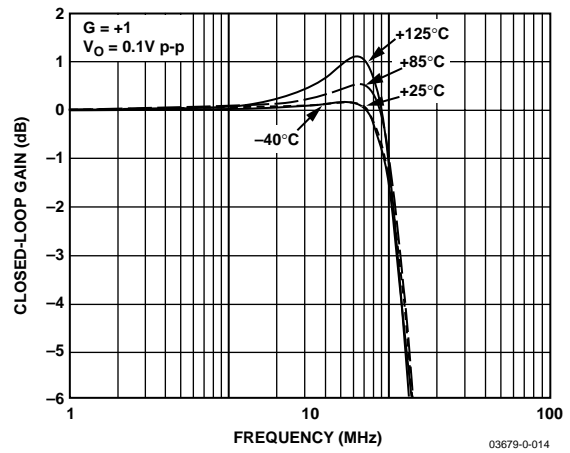


图17. 小信号频率响应与温度的关系

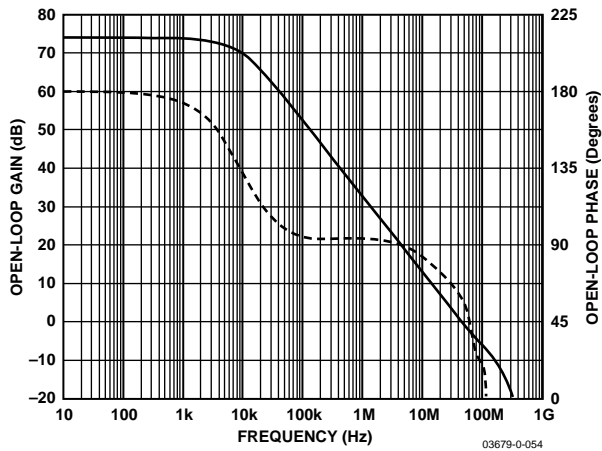


图15. 开环增益和相位与频率的关系

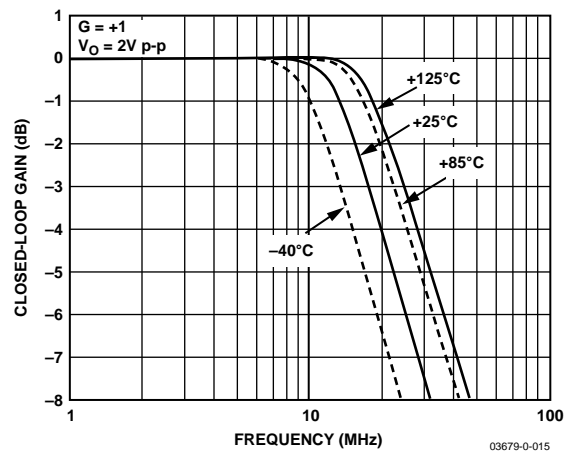


图18. 大信号频率响应与温度的关系

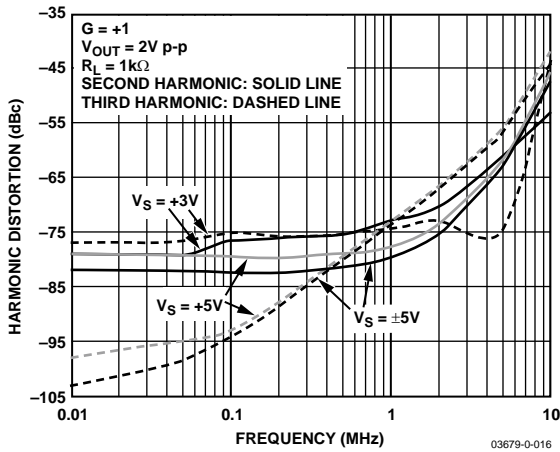


图19. 谐波失真与频率和电源电压的关系

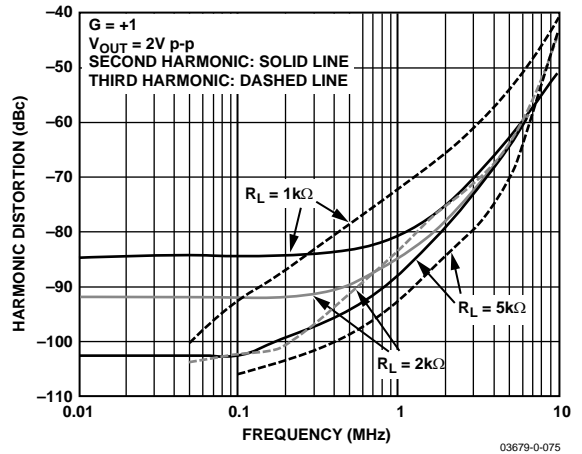


图22. 谐波失真与频率和负载的关系

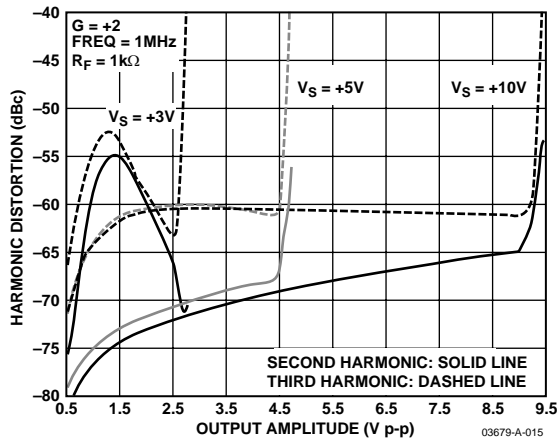


图20. 谐波失真与输出幅度的关系

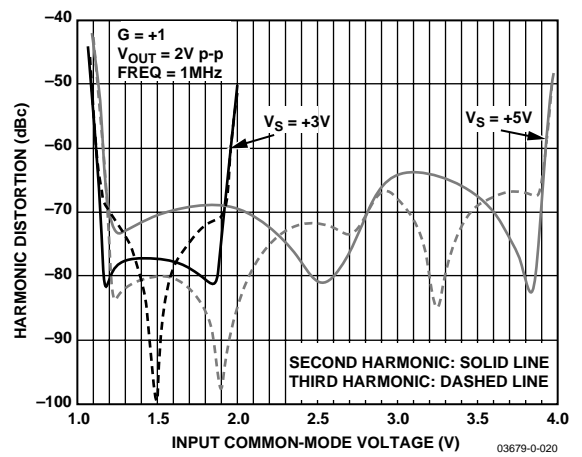


图23. 谐波失真与输入共模电压的关系

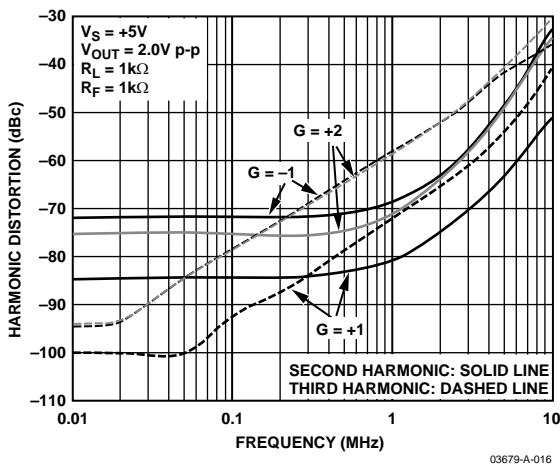


图21. 谐波失真与频率和增益的关系

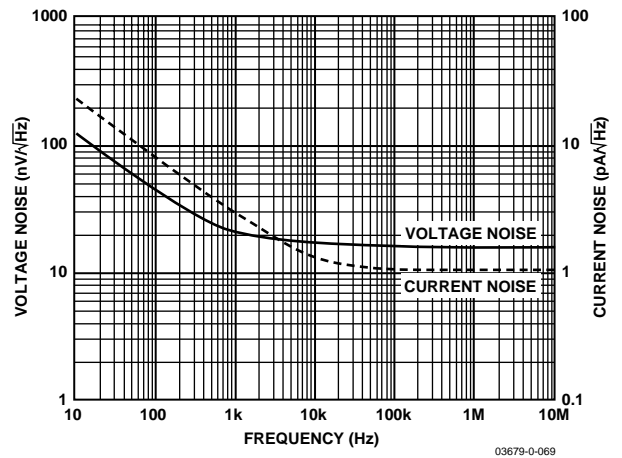


图24. 电压和电流噪声与频率的关系

AD8029/AD8030/AD8040

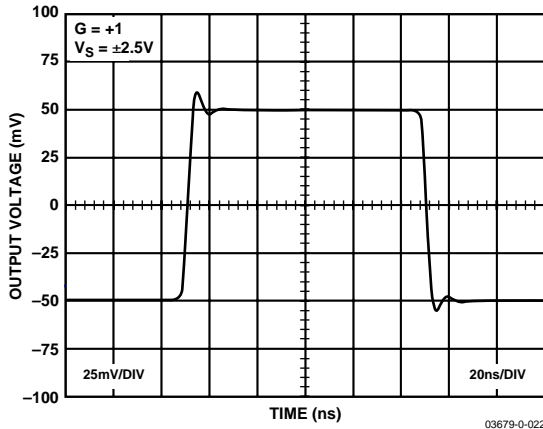


图25. 小信号瞬态响应

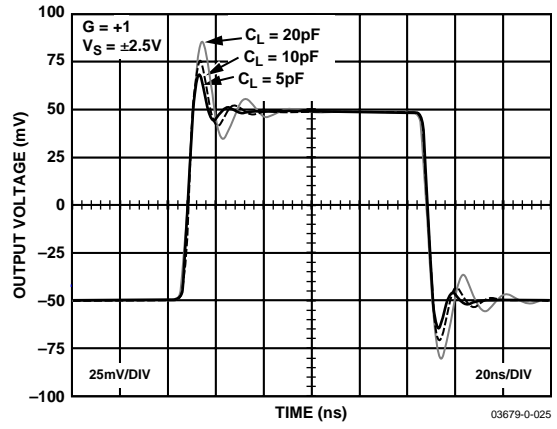


图28. 容性负载下的小信号瞬态响应

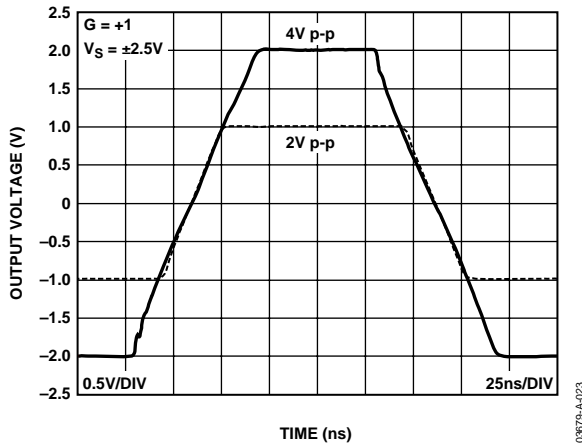


图26. 大信号瞬态响应

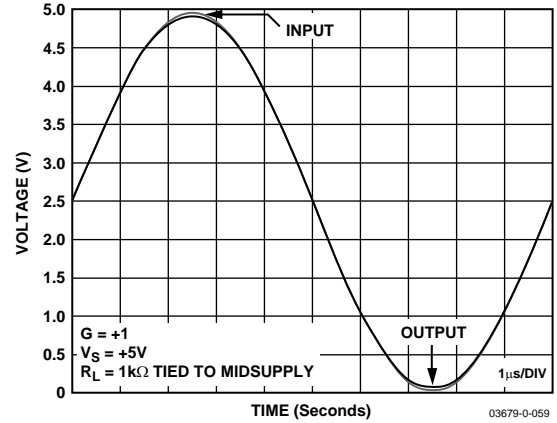


图29. 轨到轨响应(G = +1)

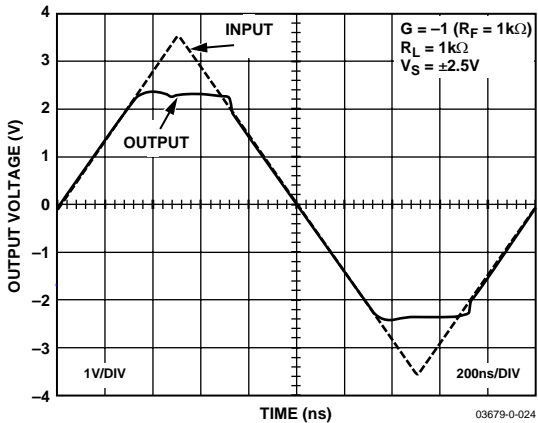


图27. 输出过驱恢复

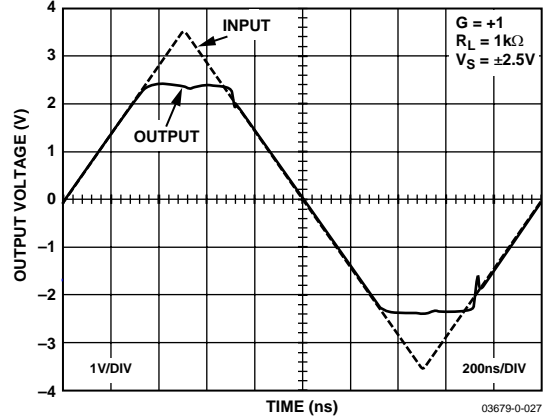


图30. 输入过驱恢复

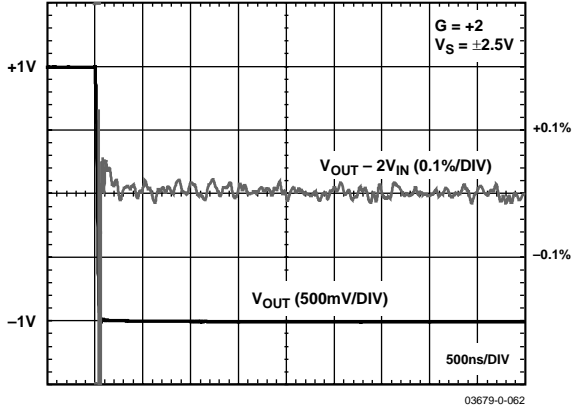


图31. 长期建立时间

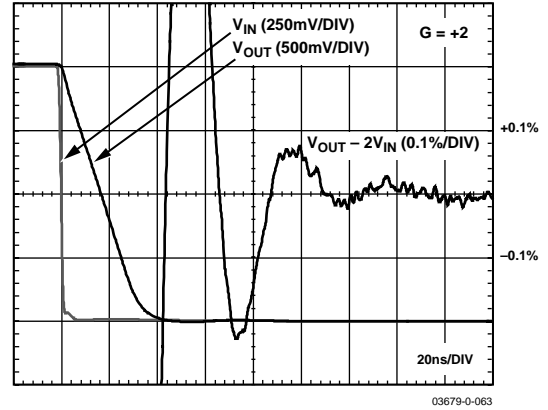


图34. 0.1%短期建立时间

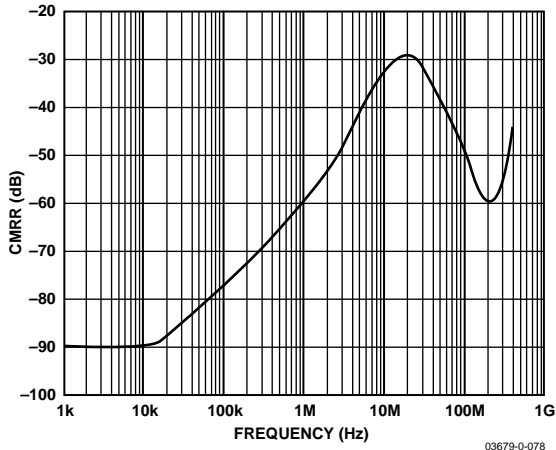


图32. 共模抑制比与频率的关系

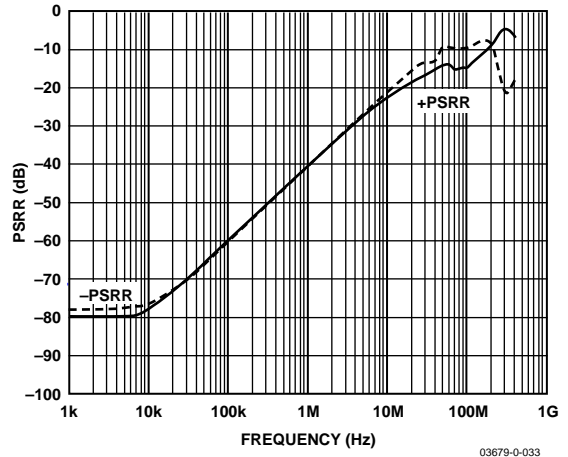


图35. PSRR与频率的关系

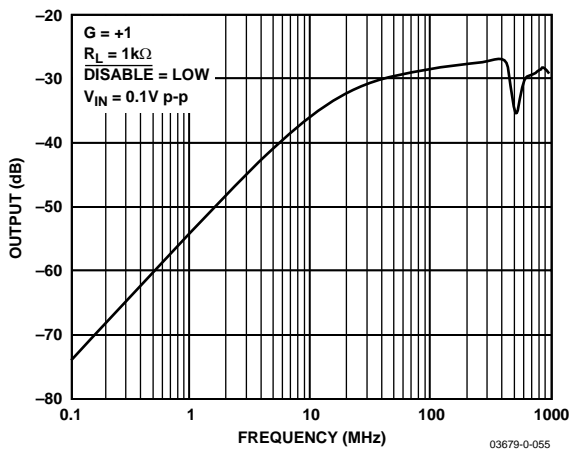


图33. AD8029关断隔离与频率的关系

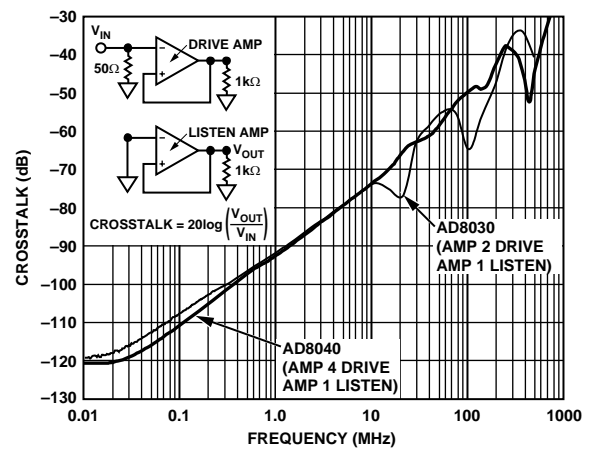


图36. AD8030/AD8040串扰与频率的关系

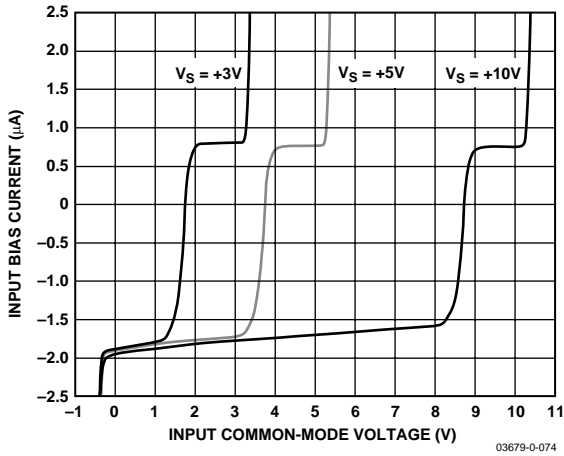


图37. 输入偏置电流与输入共模电压的关系

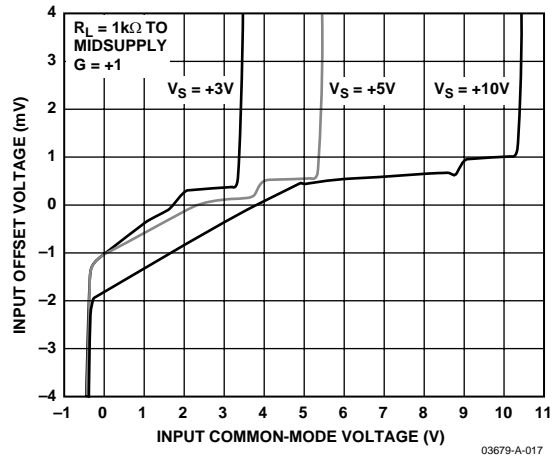


图40. 输入失调电压与输入共模电压的关系

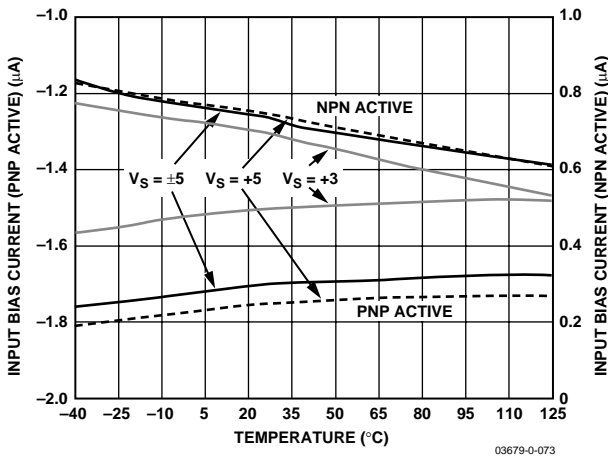


图38. 输入偏置电流与温度的关系

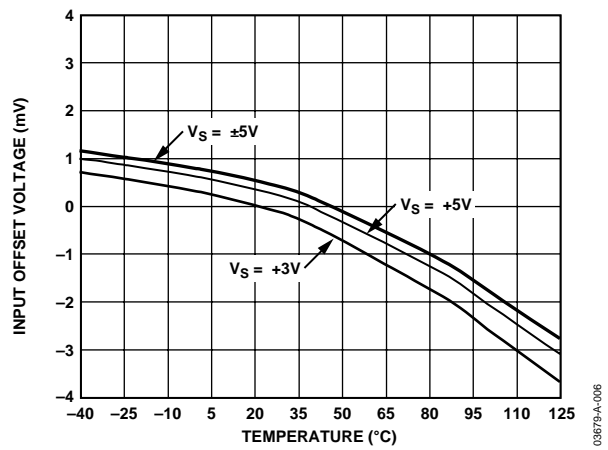


图41. 输入失调电压与温度的关系

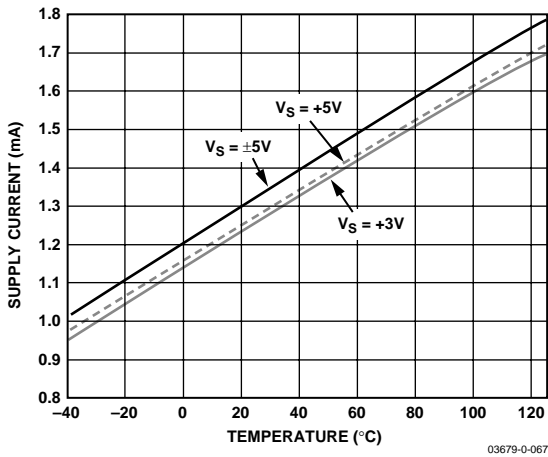


图39. 静态电源电流与温度的关系

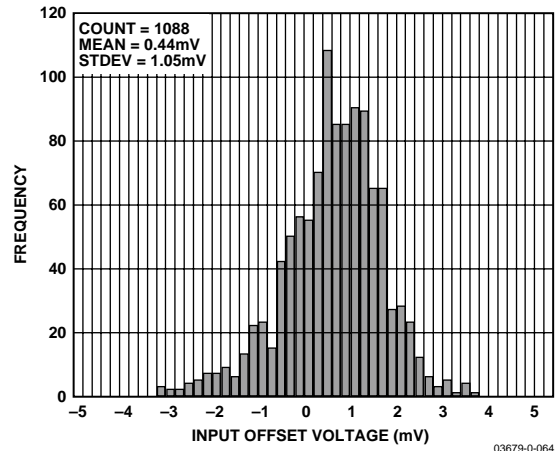


图42. 输入失调电压分布图

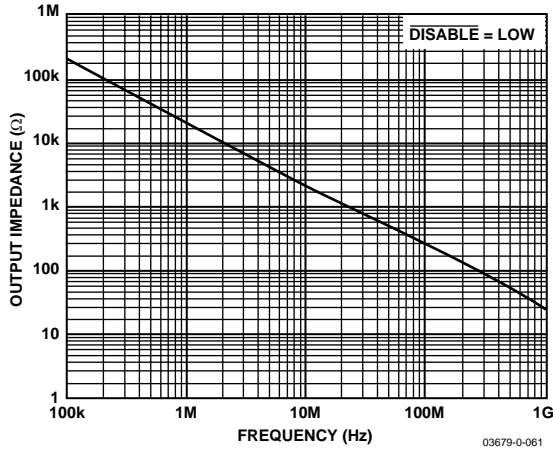


图43. AD8029输出阻抗与频率的关系(禁用)

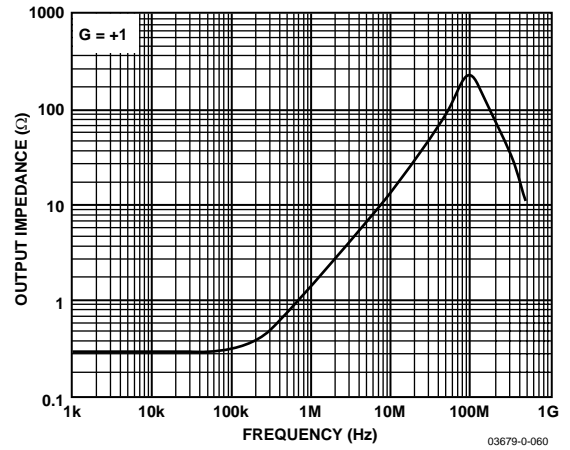


图45. 输出阻抗与频率的关系(使能)

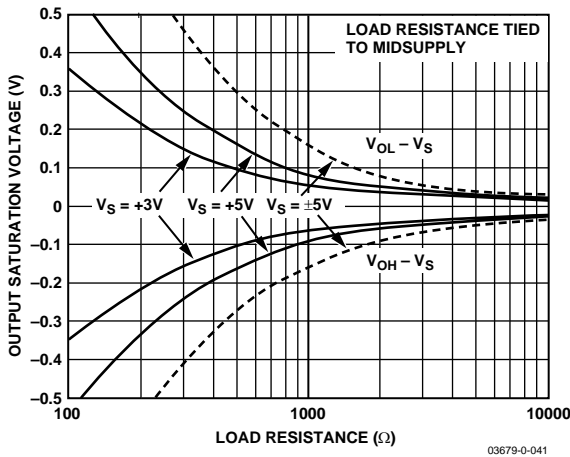


图44. 输出饱和电压与负载电阻的关系

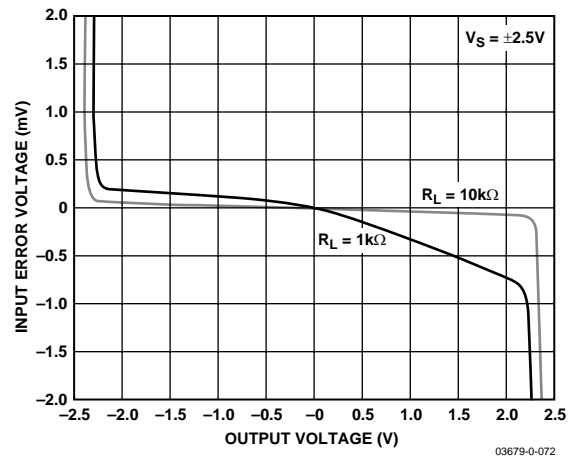


图46. 输入误差电压与输出电压的关系

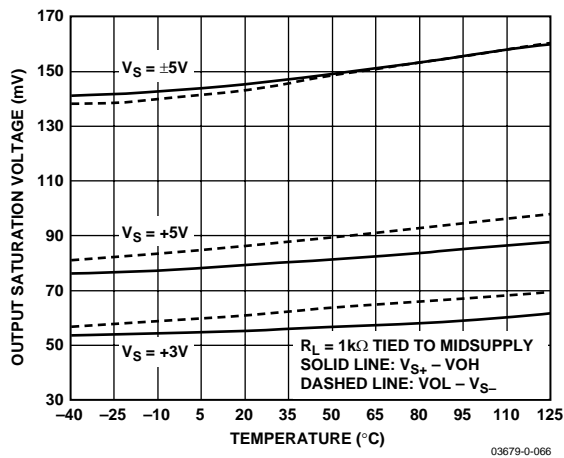


图42. 输出饱和电压与温度的关系

AD8029/AD8030/AD8040

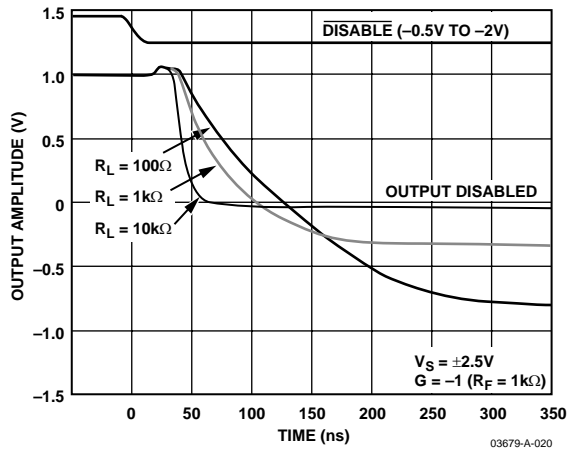


图47. AD8029 $\overline{\text{DISABLE}}$ 关闭时序

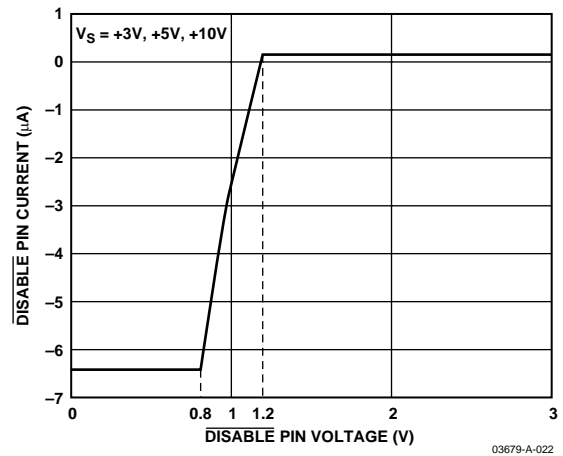


图49. AD8029 $\overline{\text{DISABLE}}$ 引脚电流与 $\overline{\text{DISABLE}}$ 引脚电压的关系

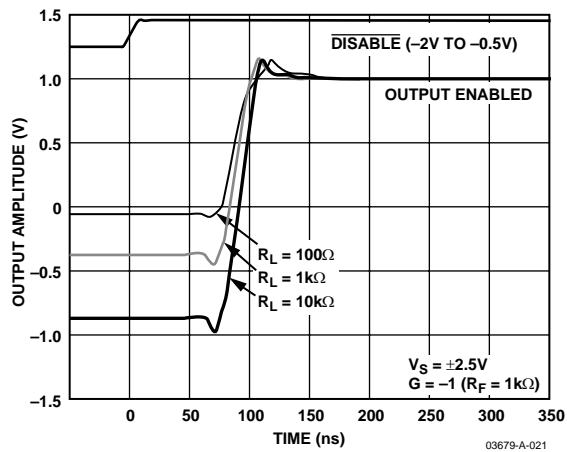


图48. AD8029 $\overline{\text{DISABLE}}$ 开启时序

工作原理

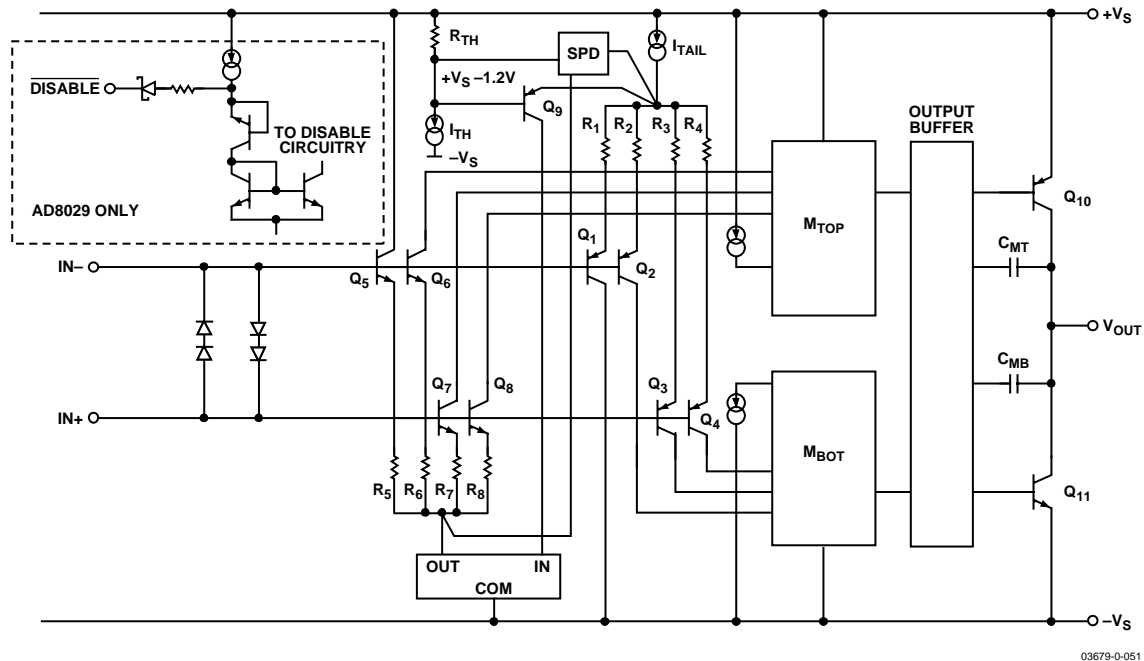


图50. 简化原理图

03679-0-051

AD8029(单通道)、AD8030(双通道)和AD8040(四通道)是轨到轨输入和输出放大器，采用ADI公司的XFCB工艺制造。XFCB工艺使得AD8029/AD8030/AD8040能够以2.7 V至12 V电源、120 MHz带宽和60 V/ μ s压摆率工作。图50显示的是AD8029/AD8030/AD8040的简化原理示意图。

输入级

如果输入共模电压小于设定阈值(V_{CC} 以下1.2 V)，用电阻变质的PNP差分对(包括 Q_1 至 Q_4)将承载全部 I_{TAIL} 电流，因此输入电压可以比 $-V_S$ 低200 mV。反之，如果输入共模电压超过该阈值，将导致 I_{TAIL} 绕过PNP差分对，通过晶体管 Q_9 流入NPN差分对。在这种情况下，输入共模电压可以比 $+V_S$ 高200 mV，同时放大器仍能保持线性行为。这两种工作模式之间的转换会导致输入级跨导 g_m 和直流参数(如输入失调电压 V_{OS} 等)发生突然、暂时的变化，进而对失真性能产生不利影响。SPD模块能够缩短这种转换的持续时间，从而提高失真性能。如图50所示，输入差分对由一对反平行连接的串联双二极管保护，差分输入电压被箝位在约 ± 1.5 V。

输出级

PNP和NPN输入差分对流出的电流进入电流镜 M_{BOT} 和 M_{TOP} ，从而在输出缓冲器的输入端建立一个共模信号电压。

输出缓冲器执行三个功能：

1. 缓冲所需的信号电压并将其施加于输出器件 Q_{10} 和 Q_{11} 。
2. 检测输出器件的共模电流水平。
3. 通过建立一个共模反馈环路来调节输出共模电流。

输出器件 Q_{10} 和 Q_{11} 在共发射极配置下工作，并且由内部电容 C_{MT} 和 C_{MB} 进行米勒补偿。

输出顺从电压由输出器件的集电极电阻 R_C (约25 Ω)和所需的负载电流 I_L 设置。例如，当等效负载较小时(5 k Ω)，输出电压摆幅可以达到任一供电轨的40 mV范围，而当负载较大时，摆幅降低为 $R_C \times I_L$ 。

应用 宽带运作

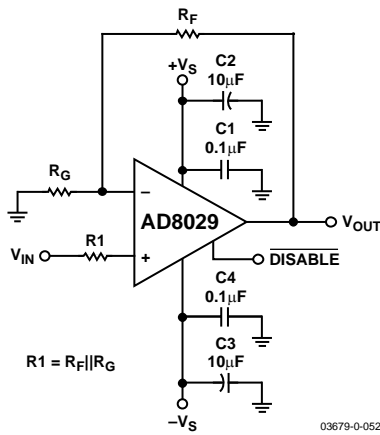


图51. 宽带同相增益配置

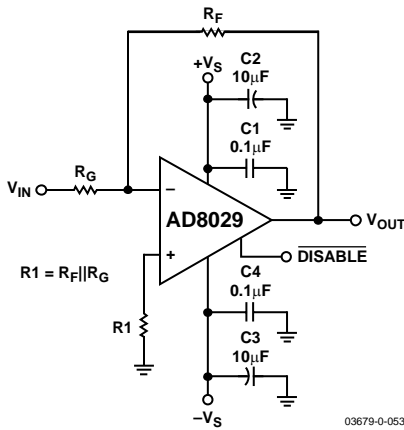


图52. 宽带反相增益配置

输出负载灵敏度

为实现最高性能和低功耗运作，设计师需要考虑AD8029/AD8030/AD8040输出端的负载。表5显示了输出负载对性能的影响。

以单位增益工作时，放大器输出端的有效负载为放大器所驱动电阻(R_L)。对于1以外的增益，在同相配置下，反馈网络构成放大器输出端的附加电流负载。反馈网络($R_F + R_G$)与 R_L 并联，降低了放大器输出端的有效电阻。较低的有效电阻令放大器在输出端提供更大电流。较低的反饋电阻值会增加电流消耗，从而提高放大器的功耗。

例如，如果使用表5中增益为2时的值，电阻值为2.5 k Ω ，则输出端的有效负载为1.67 k Ω 。对于反相配置，仅反馈电阻 R_F 与输出负载并联。如果负载大于数据手册规定的值，放大器的开环响应可能会出现非线性，导致失真提高。图53和图54显示了有效输出负载与失真性能的关系。提高反馈网络的电阻可以降低电流消耗，但会带来其它影响。

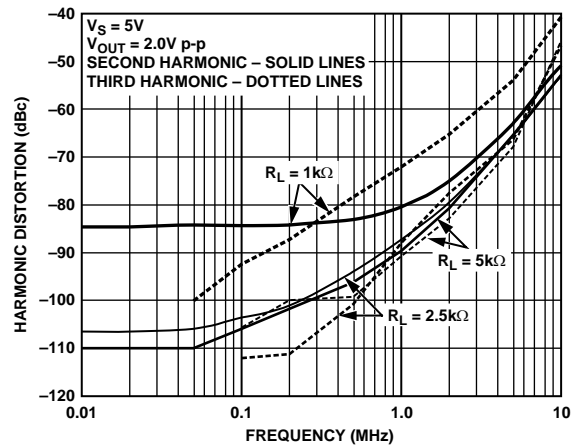


图53. 增益为1时的失真

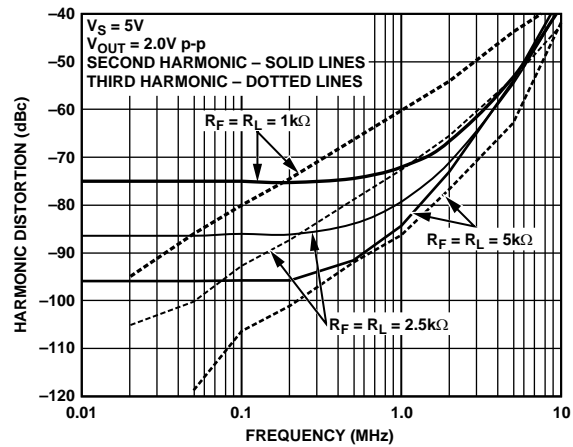


图54. 增益为2时的失真

图5. 负载对性能的影响

同相增益	R_F (k Ω)	R_G (k Ω)	R_{LOAD} (k Ω)	-3 dB SS BW (MHz)	峰化 (dB)	1 MHz、2 V p-p 时的HD2 (dB)	1 MHz、2 V p-p 时的HD3 (dB)	输出噪声 (nV/ \sqrt{Hz})
1	0	N/A	1	120	0.02	-80	-72	16.5
1	0	N/A	2	130	0.6	-84	-83	16.5
1	0	N/A	5	139	1	-87.5	-92.5	16.5
2	1	1	1	36	0	-72	-60	33.5
2	2.5	2.5	2.5	44.5	0.2	-79	-72.5	34.4
2	5	5	5	43	2	-84	-86	36
-1	1	1	1	40	0.01	-68	-57	33.6
-1	2.5	2.5	2.5	40	0.05	-74	-68	34
-1	5	5	5	34	1	-78	-80	36

反馈电阻($R_F \parallel R_G$)与输入电容结合, 形成放大器环路响应中的一个极点。如果RC时间常数太低, 放大器的响应中可能出现峰化和响铃振荡。图55说明了这一效应。在反馈电阻两端增加一个小电容(1 pF-4 pF)可以降低峰化。找到最佳电容值的最好方法是凭经验在电路中试验。较高电阻值还会影响噪声性能。电阻值越大, 产生的噪声越多。每个应用都是独一无二的, 失真、峰化和噪声性能之间必须达成某种平衡。表5列出了不同负载对失真、峰化和噪声性能的影响。在增益为1、2和10中, 所示的等效负载为1 k Ω 、2 k Ω 和5 k Ω 。

随着负载电阻增大, 失真和-3 dB带宽会改善, 但噪声和峰化性能略有下降。

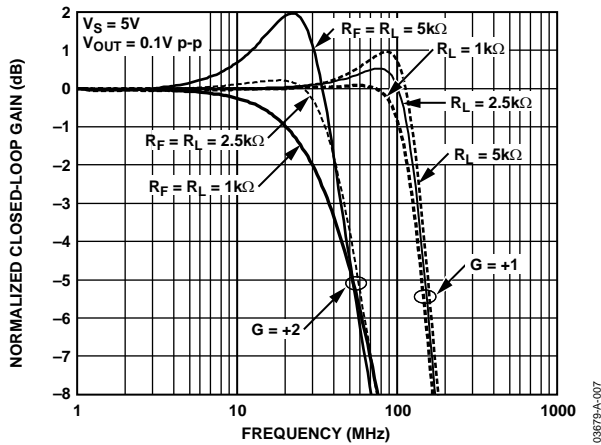


图55. 不同反馈/负载电阻下的频率响应

禁用引脚

利用AD8029的禁用引脚可以关断放大器, 以便降低功耗或支持多路复用应用。在禁用模式下, 放大器的静态电流仅150 μ A。禁用引脚控制电压以负电源为基准。只要将禁用引脚连接到最低负电源或负电源的0.8 V范围内的电压, 放大器就会进入关断模式。如果处于开路状态, 放大器将正常工作。切换电平参见表6。

表6. 禁用引脚控制电压

禁用引脚 电压	电源电压		
	+3 V	+5 V	± 5 V
低电平 (禁用)	0 V 至 <0.8 V	0 V 至 <0.8 V	-5 V 至 <-4.2 V
高电平 (使能)	1.2 V 至 3 V	1.2 V 至 5 V	-3.8 V 至 +5 V

电路考虑

PCB布局布线

为了实现高速运算放大器的最佳性能，需要谨慎考虑PCB布局布线。必须特别注意，旁路电容的引脚长度应保持最短。过大的引脚电感会影响频率响应，甚至导致高频振荡。使用带有内部接地层的多层板有助于降低接地噪声，以及实现更紧凑的布局。

为使反相输入端的走线长度尽可能短，反馈电阻 R_f 应位于从输出引脚到输入引脚的最短距离上。电阻 R_G 的返回节点应尽可能靠近负电源旁路电容的返回节点。

在多层板上，运算放大器下方的所有层应无金属，避免产生寄生电容元件。在求和点，即反相输入端-IN，尤其应注意，额外的电容可能会导致频率响应的峰化提高且相位余量降低。

接地

为了减少高速、稠密电路板的寄生电感和接地环路，接地层至关重要。了解电路中的电流路径对于高速电路设计十分重要。电流路径的长度与寄生电感的幅度和路径的高频阻抗成正比。感性接地回路的快速电流变化会引起干扰噪声和响铃振荡。

高频旁路电容焊盘和走线的长度也很重要。旁路接地的寄生电感会不利于旁路电容产生的低阻抗。负载电流不仅来自电源，也来自地，因此应将负载置于与旁路电容地相同的物理位置。对于在较低频率下发挥作用的较大电容，电流回路长度不是非常重要。

电源旁路

电源引脚实际上是运算放大器的输入。要谨慎为运算放大器提供干净、低噪声的直流电压源。

电源旁路的目的是为所有频率下的噪声和干扰信号提供一个低阻抗路径。这不能利用单个电容来实现，而要将多个电容并联，这样会大大扩展电源旁路的带宽。旁路电容有两个作用：

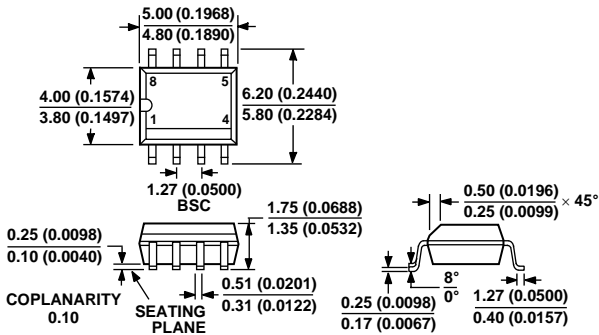
1. 为噪声和干扰信号提供一个从电源引脚到地的低阻抗路径。
2. 在快速切换条件下提供本地存储的电荷，以及在瞬变期间减少电源引脚的压降。这通常利用大电解质电容来实现。

应当使用高质量陶瓷芯片电容，并且务必尽可能靠近放大器封装。0.1 μF 陶瓷电容和10 μF 电解质电容的并联组合可以大范围抑制干扰噪声。10 μF 电容对于高频旁路不太重要，多数情况下，一条电源线一个电容即足够。电容值取决于电路，应根据系统要求而决定。

设计工具和技术支持

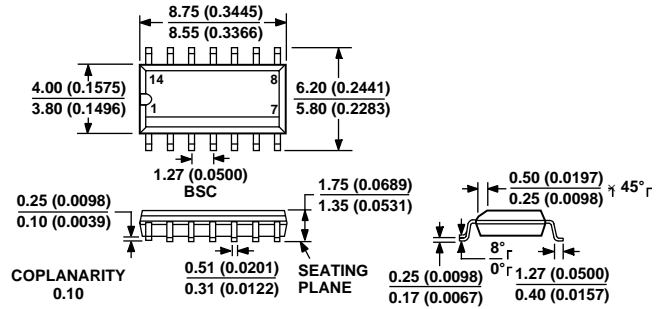
ADI公司致力于通过提供技术支持和在线设计工具来简化设计过程。ADI公司的技术支持包括免费评估板、IC样品、Spice模型、交互评估工具、应用笔记、电话和电子邮件支持，所有信息尽在www.analog.com。

外形尺寸



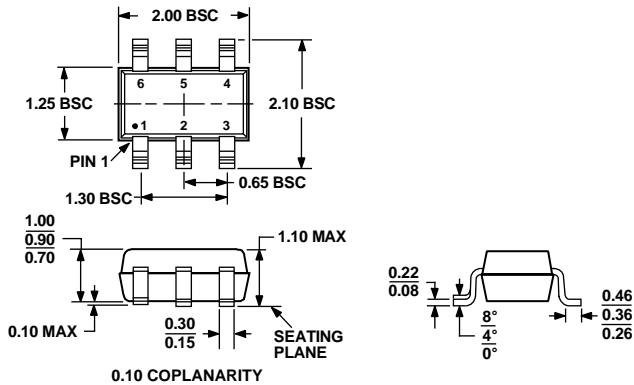
COMPLIANT TO JEDEC STANDARDS MS-012AA
CONTROLLING DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS; INCH DIMENSIONS (IN PARENTHESES) ARE ROUNDED-OFF MILLIMETER EQUIVALENTS FOR REFERENCE ONLY AND ARE NOT APPROPRIATE FOR USE IN DESIGN

图56. 8引脚标准小型封装, 窄体[SOIC] (R-8)
尺寸单位: mm(inches)



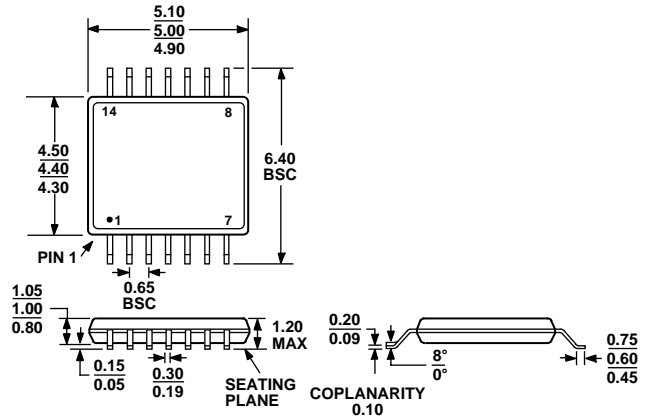
COMPLIANT TO JEDEC STANDARDS MS-012AB
CONTROLLING DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS; INCH DIMENSIONS (IN PARENTHESES) ARE ROUNDED-OFF MILLIMETER EQUIVALENTS FOR REFERENCE ONLY AND ARE NOT APPROPRIATE FOR USE IN DESIGN

图59. 14引脚标准小型封装[SOIC] (R-14)
尺寸单位: mm(inches)



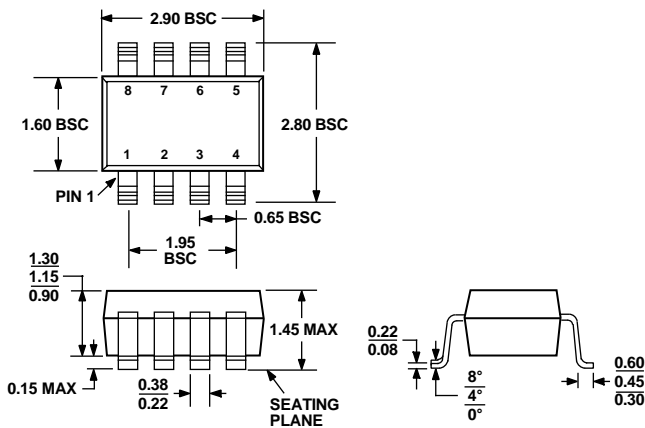
COMPLIANT TO JEDEC STANDARDS MO-203AB

图57. 6引脚塑封表贴封装[SC70] (KS-6)
尺寸单位: mm



COMPLIANT TO JEDEC STANDARDS MO-153AB-1

图60. 14引脚超薄紧缩小型封装[TSSOP] (RU-14)
尺寸单位: mm



COMPLIANT TO JEDEC STANDARDS MO-178BA

图58. 8引脚小型晶体管封装[SOT23] (RJ-8)
尺寸单位: mm

AD8029/AD8030/AD8040

订购指南

型号	最小订货量	温度范围	封装描述	封装选项	标识
AD8029AR	1	-40°C 至 +125°C	8引脚SOIC	R-8	
AD8029AR-REEL	2,500	-40°C 至 +125°C	8引脚SOIC	R-8	
AD8029AR-REEL7	1,000	-40°C 至 +125°C	8引脚SOIC	R-8	
AD8029AKS-R2	250	-40°C 至 +125°C	6引脚SC70	KS-6	H6B
AD8029AKS-REEL	10,000	-40°C 至 +125°C	6引脚SC70	KS-6	H6B
AD8029AKS-REEL7	3,000	-40°C 至 +125°C	6引脚SC70	KS-6	H6B
AD8030AR	1	-40°C 至 +125°C	8引脚SOIC	R-8	
AD8030AR-REEL	2,500	-40°C 至 +125°C	8引脚SOIC	R-8	
AD8030AR-REEL7	1,000	-40°C 至 +125°C	8引脚SOIC	R-8	
AD8030ARJ-R2	250	-40°C 至 +125°C	8引脚SOT23-8	RJ-8	H7B
AD8030ARJ-REEL	10,000	-40°C 至 +125°C	8引脚SOT23-8	RJ-8	H7B
AD8030ARJ-REEL7	3,000	-40°C 至 +125°C	8引脚SOT23-8	RJ-8	H7B
AD8040AR	1	-40°C 至 +125°C	14引脚SOIC	R-14	
AD8040AR-REEL	2500	-40°C 至 +125°C	14引脚SOIC	R-14	
AD8040AR-REEL7	1000	-40°C 至 +125°C	14引脚SOIC	R-14	
AD8040ARU	1	-40°C 至 +125°C	14引脚TSSOP	RU-14	
AD8040ARU-REEL	2500	-40°C 至 +125°C	14引脚TSSOP	RU-14	
AD8040ARU-REEL7	1000	-40°C 至 +125°C	14引脚TSSOP	RU-14	

ESD警告

ESD(静电放电)敏感器件。静电电荷很容易在人体和测试设备上累积，可高达4000 V，并可能在没有察觉的情况下放电。尽管本产品具有专用ESD保护电路，但在遇到高能量静电放电时，可能会发生永久性器件损坏。因此，建议采取适当的ESD防范措施，以避免器件性能下降或功能丧失。

