

特性

高速

-3 dB带宽: 190 MHz ($G = +1$)

压摆率: 100 V/ μ s

低失真

SFDR: 120 dBc @ 1 MHz

SFDR: 80 dBc @ 5 MHz

可选输入交越阈值

低噪声

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

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

低失调电压: 900 μ V(最大值)

低功耗: 每个放大器6.5 mA工作电流

关断模式

无反相: $V_{IN} > |V_S| + 200 \text{ mV}$

宽电源电压范围: 2.7V至12V

小型封装: SOIC-8、SOT-23-6、MSOP-10

应用

滤波器

ADC驱动器

电平转换

缓冲

专业视频设备

低压仪器仪表

概述

AD8027/AD8028¹是具有轨到轨输入和输出的高速放大器, 工作电压低, 并专门针对高性能和宽动态信号范围进行了优化。两款器件具有低噪声(4.3 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ 、1.6 pA/ $\sqrt{\text{Hz}}$)和低失真(1 MHz时120 dBc)特性。在使用一小部分或全部输入动态范围且要求低失真的应用中, AD8027/AD8028是理想之选。

当输入信号超越某一阈值电压时, 许多轨到轨输入放大器的输入级便会从一个差分对切换到另一个差分对, 这会引起失真。AD8027/AD8028具有一个独特的特性, 允许用户可以通过SELECT引脚选择输入交越阈值电压。

Rev. C

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

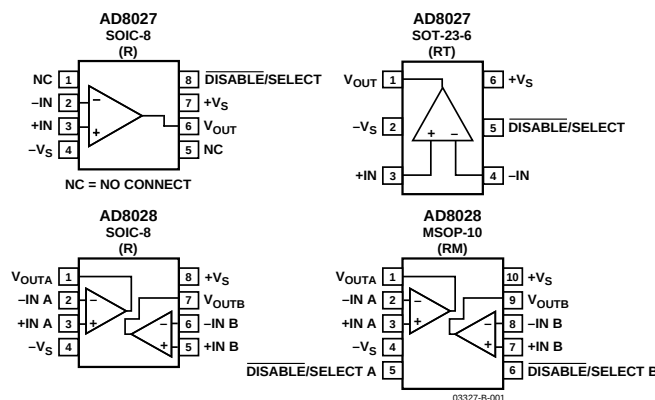


图1 连接图(顶视图)

借此特性, 可以控制互补晶体管输入对的切换电压。AD8027/AD8028本身还具有低交越失真特性。

宽电源电压范围(2.7 V至12 V)和宽带宽(190 MHz), 则使AD8027/AD8028放大器适合各种需要高速度和高性能并采用低电源电压的应用。AD8027/AD8028以低静态电流实现高性能, 每个放大器的静态电流典型值仅为6.5 mA。AD8027/AD8028具有一种通过SELECT引脚进行控制的关断模式。

AD8027/AD8028提供SOIC-8、MSOP-10和SOT-23-6三种封装, 额定工作温度范围为-40°C至+125°C工业温度范围。

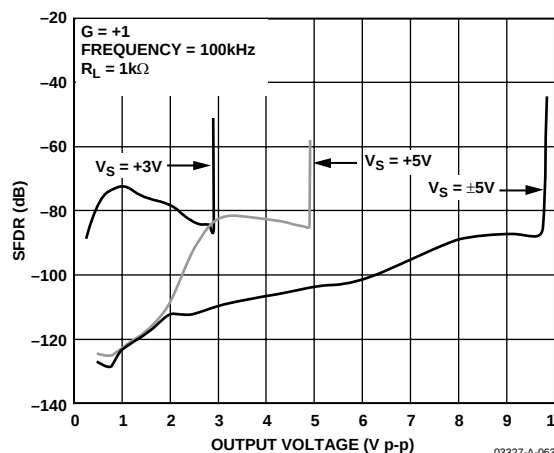


图2 SFDR与输出幅度的关系

¹ 受美国专利第6,486,737B1号、6,518,842B1号保护

目录

技术规格	3	宽带运作	19
绝对最大额定值	6	电路考虑	19
最大功耗	6	应用	21
ESD警告	6	使用SELECT引脚	21
典型工作特性	8	驱动16位ADC	21
工作原理	17	带通滤波器	22
输入级	17	设计工具和技术支持	22
交越选择	17	外形尺寸	23
输出级	18	订购指南	24
直流误差	18		

修订历史

2005年3月—修订版B至修订版C

格式更新	通篇
更改图1	1

2003年10月—修订版A至修订版B

更改图1	1
------------	---

2003年8月—修订版0至修订版A

增加AD8028	通篇
更改“概述”部分	1
更改图1、3、4、8、13、15、17	1, 6, 7, 8, 9
更改图58、60	18, 20
更改“技术规格”部分	3
更新“外形尺寸”部分	22
更新“订购指南”	23

2003年3月—修订版0：初始版

技术规格

除非另有说明, $V_S = \pm 5\text{ V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$, $R_L = 1\text{ k}\Omega$ 接电源电压中间值, $G = 1$ 。

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	$G = 1, V_O = 0.2\text{ V p-p}$	138	190		MHz
	$G = 1, V_O = 2\text{ V p-p}$	20	32		MHz
0.1 dB平坦度带宽	$G = 2, V_O = 0.2\text{ V p-p}$		16		MHz
压摆率	$G = +1, V_O = 2\text{ V}$ 阶跃/ $G = -1, V_O = 2\text{ V}$ 阶跃		90/100		V/ μs
0.1%建立时间	$G = 2, V_O = 2\text{ V}$ 阶跃		35		ns
噪声/失真性能					
无杂散动态范围(SFDR)	$f_C = 1\text{ MHz}, V_O = 2\text{ V p-p}, R_F = 24.9\text{ }\Omega$		120		dBc
	$f_C = 5\text{ MHz}, V_O = 2\text{ V p-p}, R_F = 24.9\text{ }\Omega$		80		dBc
输入电压噪声	$f = 100\text{ kHz}$		4.3		nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
输入电流噪声	$f = 100\text{ kHz}$		1.6		pA/ $\sqrt{\text{Hz}}$
差分增益误差	NTSC, $G = 2, R_L = 150\text{ }\Omega$		0.1		%
差分相位误差	NTSC, $G = 2, R_L = 150\text{ }\Omega$		0.2		度
输出间串扰	$G = 1, R_L = 100\text{ }\Omega, V_{OUT} = 2\text{ V p-p}, V_S = \pm 5\text{ V @ } 1\text{ MHz}$		–93		dB
直流性能					
输入失调电压	SELECT = 三态或开路, PNP有效		200	800	μV
	SELECT = 高电平NPN有效		240	900	μV
输入失调电压漂移	T_{MIN} 至 T_{MAX}		1.50		$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
输入偏置电流 ¹	$V_{CM} = 0\text{ V}$, NPN有效		4	6	μA
	T_{MIN} 至 T_{MAX}		4		μA
	$V_{CM} = 0\text{ V}$, PNP有效		–8	–11	μA
	T_{MIN} 至 T_{MAX}		–8		μA
输入失调电流			± 0.1	± 0.9	μA
开环增益	$V_O = \pm 2.5\text{ V}$	100	110		dB
输入特性					
输入阻抗			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	$V_{CM} = \pm 2.5\text{ V}$	90	110		dB
SELECT引脚					
交越低电平, 选择输入电压	三态 $< \pm 20\text{ }\mu\text{A}$		–3.3至+5		V
交越高电平, 选择输入电压			–3.9至–3.3		V
禁用输入电压			–5至–3.9		V
禁用开关速度	输入的50%到最终 V_O 的10%以下		980		ns
使能开关速度			45		ns
输出特性					
输出过驱恢复时间(上升/下降沿)	$V_I = +6\text{ V}$ 至 -6 V , $G = -1$		40/45		ns
输出电压摆幅		$-V_S + 0.10$	$+V_S - 0.06$, $-V_S + 0.06$	$+V_S - 0.10$	V
短路输出	吸电流和源电流		120		mA
关断隔离	$V_{IN} = 0.2\text{ V p-p}$, $f = 1\text{ MHz}$, SELECT = 低电平		–49		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			6.5	8.5	mA
静态电流(禁用)	SELECT = 低电平		370	500	μA
电源抑制比	$V_S \pm 1\text{ V}$	90	110		dB

¹ 无符号或加号表示电流流入引脚, 减号表示电流流出引脚。

AD8027/AD8028

除非另有说明， $V_S = 5\text{ V}$ ， $T_A = 25^\circ\text{C}$ ， $R_L = 1\text{ k}\Omega$ 接电源电压中间值。

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	$G = 1, V_O = 0.2\text{ V p-p}$	131	185		MHz
	$G = 1, V_O = 2\text{ V p-p}$	18	28		MHz
0.1 dB平坦度带宽	$G = 2, V_O = 0.2\text{ V p-p}$		12		MHz
压摆率	$G = +1, V_O = 2\text{ V}$ 阶跃/ $G = -1, V_O = 2\text{ V}$ 阶跃		85/100		V/ μs
0.1%建立时间	$G = 2, V_O = 2\text{ V}$ 阶跃		40		ns
噪声/失真性能					
无杂散动态范围(SFDR)	$f_C = 1\text{ MHz}, V_O = 2\text{ V p-p}, R_F = 24.9\text{ }\Omega$		90		dBc
	$f_C = 5\text{ MHz}, V_O = 2\text{ V p-p}, R_F = 24.9\text{ }\Omega$		64		dBc
输入电压噪声	$f = 100\text{ kHz}$		4.3		nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
输入电流噪声	$f = 100\text{ kHz}$		1.6		pA/ $\sqrt{\text{Hz}}$
差分增益误差	NTSC, $G = 2, R_L = 150\text{ }\Omega$		0.1		%
差分相位误差	NTSC, $G = 2, R_L = 150\text{ }\Omega$		0.2		度
输出间串扰	$G = 1, R_L = 100\text{ }\Omega, V_{OUT} = 2\text{ V p-p}, V_S = \pm 5\text{ V @ }1\text{ MHz}$		–92		dB
直流性能					
输入失调电压	SELECT = 三态或开路, PNP有效		200	800	μV
	SELECT = 高电平NPN有效		240	900	μV
输入失调电压漂移	T_{MIN} 至 T_{MAX}		2		$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
输入偏置电流 ¹	$V_{CM} = 2.5\text{ V}$, NPN有效		4	6	μA
	T_{MIN} 至 T_{MAX}		4		μA
	$V_{CM} = 2.5\text{ V}$, PNP有效		–8	–11	μA
	T_{MIN} 至 T_{MAX}		–8		μA
输入失调电流	T_{MIN} 至 T_{MAX}		± 0.1	± 0.9	μA
开环增益	$V_O = 1\text{ V至}4\text{ V}$	96	105		dB
输入特性					
输入阻抗			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	$V_{CM} = 0\text{ V至}2.5\text{ V}$	90	105		dB
SELECT引脚					
交越低电平, 选择输入电压	三态 $< \pm 20\text{ }\mu\text{A}$		1.7至5		V
交越高电平, 选择输入电压			1.1至1.7		V
禁用输入电压			0至1.1		V
禁用开关速度	输入的50%到最终 V_O 的10%以下		1100		ns
使能开关速度			50		ns
输出特性					
过驱恢复时间(上升/下降沿)	$V_I = -1\text{ V至}+6\text{ V}, G = -1$		50/50		ns
输出电压摆幅	$R_L = 1\text{ k}\Omega$	$-V_S + 0.08$	$+V_S - 0.04,$ $-V_S + 0.04$	$+V_S - 0.08$	V
关断隔离	$V_{IN} = 0.2\text{ V p-p}, f = 1\text{ MHz}, \text{SELECT} = \text{低电平}$		–49		dB
短路电流	吸电流和源电流		105		mA
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			6	8.5	mA
静态电流(禁用)	SELECT = 低电平		320	450	μA
电源抑制比	$V_S \pm 1\text{ V}$	90	105		dB

¹ 无符号或加号表示电流流入引脚，减号表示电流流出引脚。

除非另有说明, $V_S = 5\text{ V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$, $R_L = 1\text{ k}\Omega$ 接电源电压中间值。

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	$G = 1, V_O = 0.2\text{ V p-p}$	125	180		MHz
	$G = 1, V_O = 2\text{ V p-p}$	19	29		MHz
0.1 dB平坦度带宽	$G = 2, V_O = 0.2\text{ V p-p}$		10		MHz
压摆率	$G = +1, V_O = 2\text{ V}$ 阶跃/ $G = -1, V_O = 2\text{ V}$ 阶跃		73/100		V/ μs
0.1%建立时间	$G = 2, V_O = 2\text{ V}$ 阶跃		48		ns
噪声/失真性能					
无杂散动态范围(SFDR)	$f_C = 1\text{ MHz}, V_O = 2\text{ V p-p}, R_F = 24.9\text{ }\Omega$		85		dBc
	$f_C = 5\text{ MHz}, V_O = 2\text{ V p-p}, R_F = 24.9\text{ }\Omega$		64		dBc
输入电压噪声	$f = 100\text{ kHz}$		4.3		nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
输入电流噪声	$f = 100\text{ kHz}$		1.6		pA/ $\sqrt{\text{Hz}}$
差分增益误差	NTSC, $G = 2, R_L = 150\text{ }\Omega$		0.15		%
差分相位误差	NTSC, $G = 2, R_L = 150\text{ }\Omega$		0.20		度
输出串扰	$G = 1, R_L = 100\text{ }\Omega, V_{OUT} = 2\text{ V p-p}, V_S = 3\text{ V @ }1\text{ MHz}$		-89		dB
直流性能					
输入失调电压	SELECT = 三态或开路, PNP有效		200	800	μV
	SELECT = 高电平NPN有效		240	900	μV
输入失调电压漂移	T_{MIN} 至 T_{MAX}		2		$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
输入偏置电流 ¹	$V_{CM} = 1.5\text{ V}$, NPN有效		4	6	μA
	T_{MIN} 至 T_{MAX}		4		μA
	$V_{CM} = 1.5\text{ V}$, PNP有效		-8	-11	μA
	T_{MIN} 至 T_{MAX}		-8		μA
输入失调电流			± 0.1	± 0.9	μA
开环增益	$V_O = 1\text{ V至}2\text{ V}$	90	100		dB
输入特性					
输入阻抗			6		M Ω
输入电容			2		pF
输入共模电压范围	$R_L = 1\text{ k}\Omega$		-0.2至+3.2		V
共模抑制比	$V_{CM} = 0\text{ V至}1.5\text{ V}$	88	100		dB
SELECT引脚					
交越低电平, 选择输入电压	三态 < $\pm 20\text{ }\mu\text{A}$		1.7至3		V
交越高电平, 选择输入电压			1.1至1.7		V
禁用输入电压			0至1.1		V
禁用开关速度	输入的50%到最终 V_O 的10%以下		1150		ns
使能开关速度			50		ns
输出特性					
输出过驱恢复时间(上升/下降沿)	$V_I = -1\text{ V至}+4\text{ V}, G = -1$		55/55		ns
输出电压摆幅	$R_L = 1\text{ k}\Omega$	$-V_S + 0.07$	$+V_S - 0.03,$ $-V_S + 0.03$	$+V_S - 0.07$	V
短路电流	吸电流和源电流		72		mA
关断隔离	$V_{IN} = 0.2\text{ V p-p}, f = 1\text{ MHz}, \text{SELECT} = \text{低电平}$		-49		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			6.0	8.0	mA
静态电流(禁用)	SELECT = 低电平		300	420	μA
电源抑制比	$V_S \pm 1\text{ V}$	88	100		dB

¹无符号或加号表示电流流入引脚, 减号表示电流流出引脚。

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3
共模输入电压	$\pm V_S \pm 0.5\text{ V}$
差分输入电压	$\pm 1.8\text{ V}$
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

AD8027/AD8028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AD8027/AD8028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：

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

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。



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。

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

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

应当考虑均方根输出电压。如果 R_L 以 V_S 为基准，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 以电源电压中间值为基准， $V_{OUT} = V_S/4$ 。

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

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3显示在JEDEC标准4层板上，SOIC-8 (125°C/W)、SOT-23-6(170°C/W)和MSOP-10(130°C/W)三种封装的最大安全功耗与环境温度的关系。

输出短路

输出短接至地或从AD8027/AD8028吸取过多电流会引发严重故障。

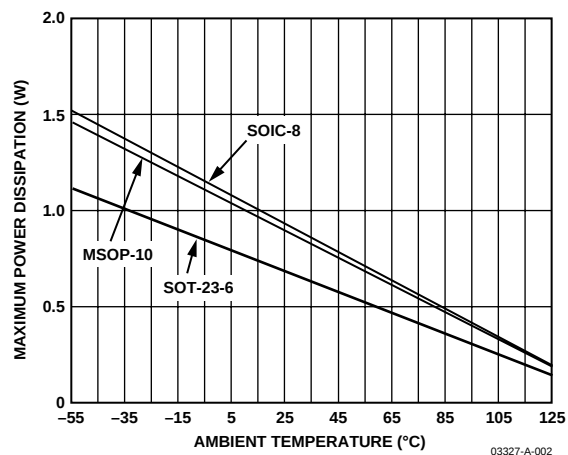


图3. 最大功耗与环境温度的关系

AD8027/AD8028

典型工作特性

默认条件：除非另有说明， $V_S = 5\text{ V}$ ， $T_A = 25^\circ\text{C}$ ， $R_L = 1\text{ k}\Omega$ 。

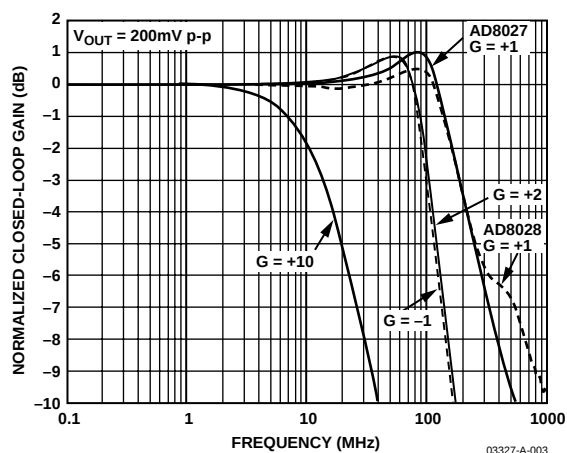


图4. 不同增益下的小信号频率响应

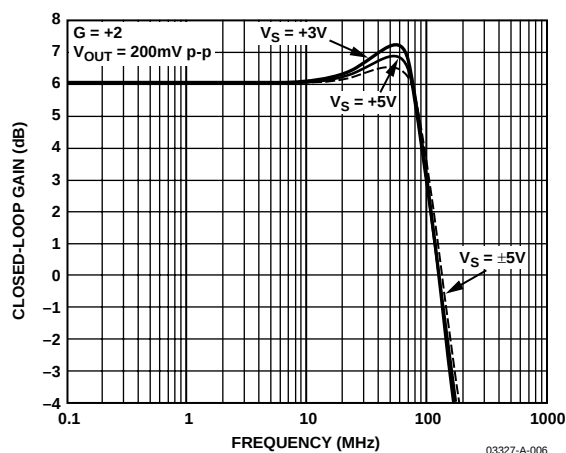


图7. 不同电源下的小信号频率响应

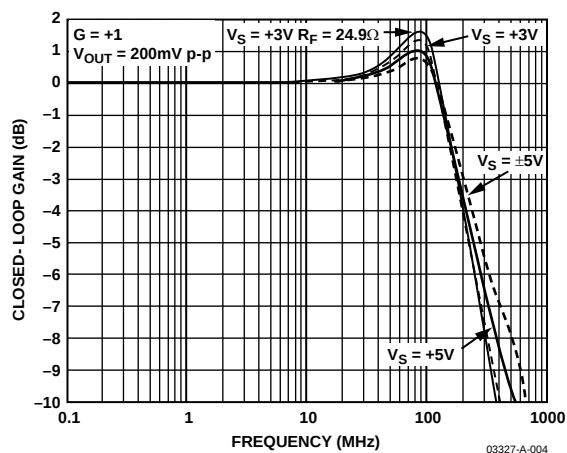


图5. 不同电源下的AD8027小信号频率响应

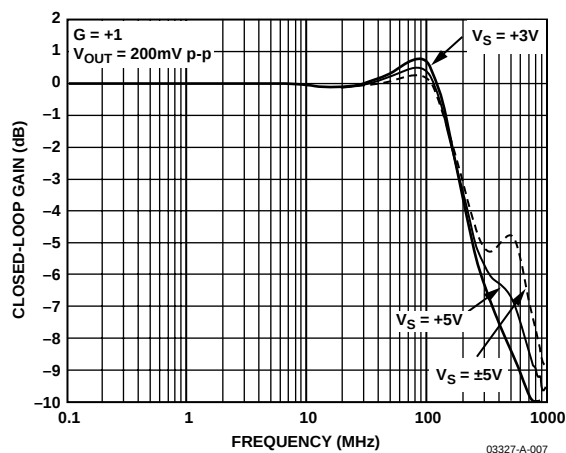


图8. 不同电源下的AD8028小信号频率响应

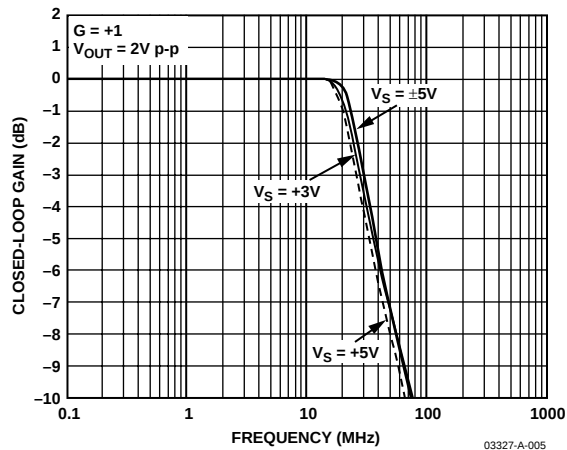


图6. 不同电源下的大信号频率响应

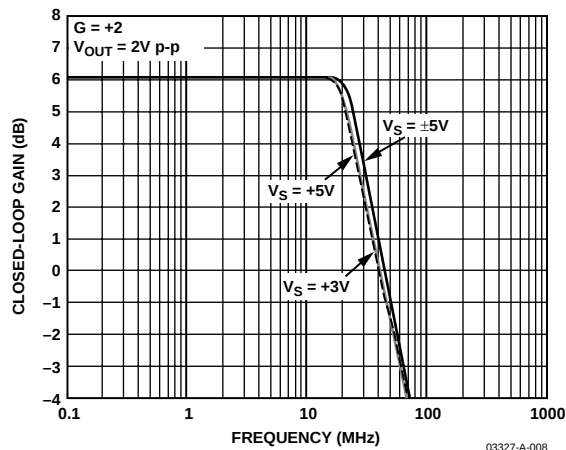


图9. 不同电源下的大信号频率响应

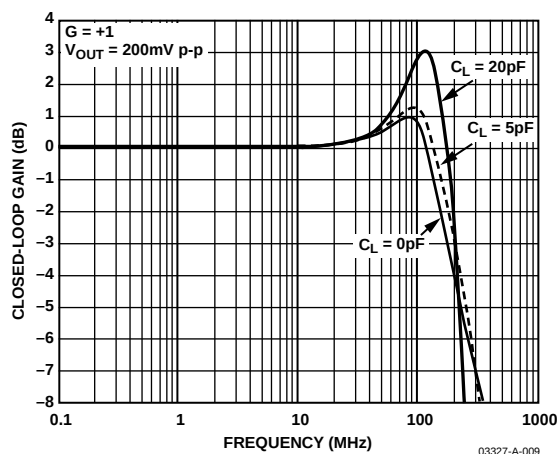
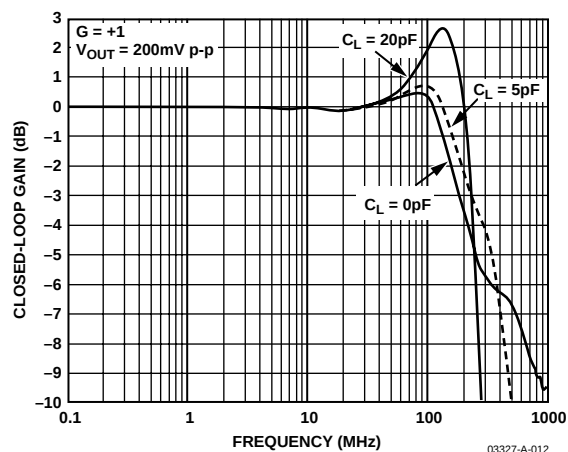
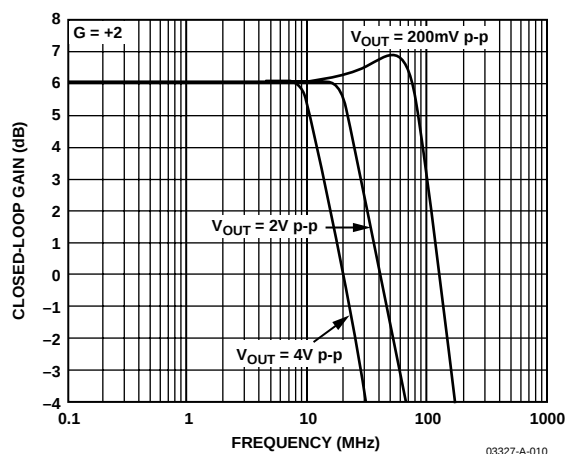
图10. 不同 C_{LOAD} 下的AD8027小信号频率响应图13. 不同 C_{LOAD} 下的AD8028小信号频率响应

图11. 不同输出幅度下的频率响应

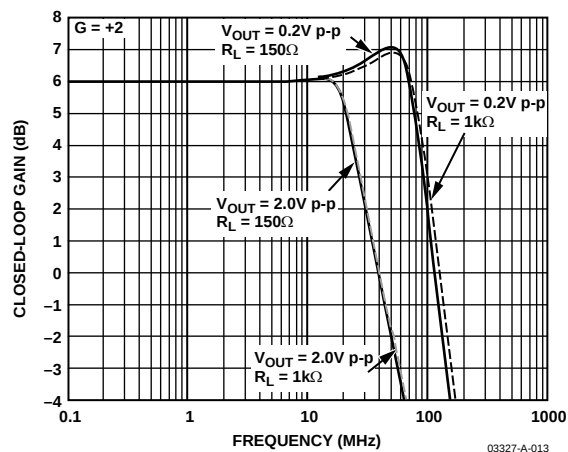
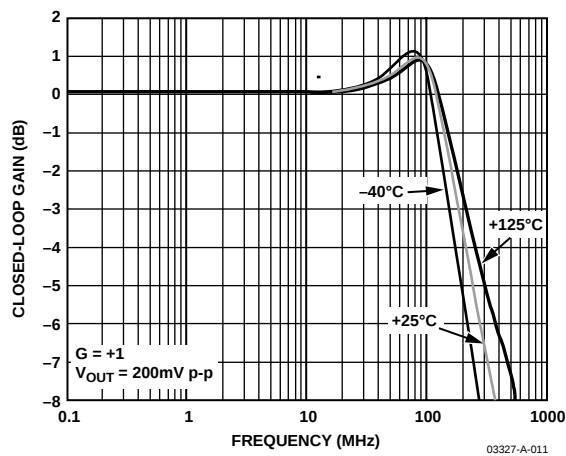
图14. 不同 R_{LOAD} 值下的小信号频率响应

图12. AD8027小信号频率响应与温度的关系

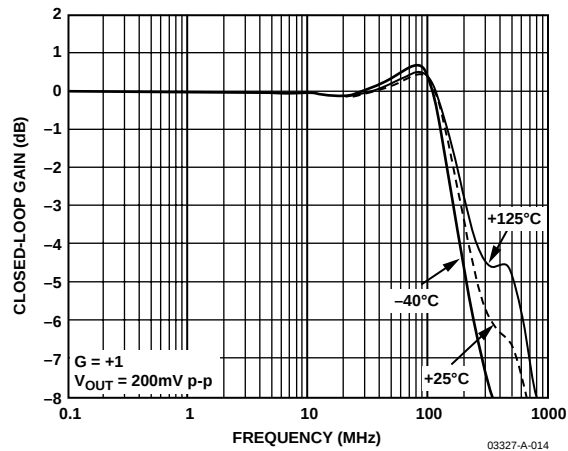


图15. AD8028小信号频率响应与温度的关系

AD8027/AD8028

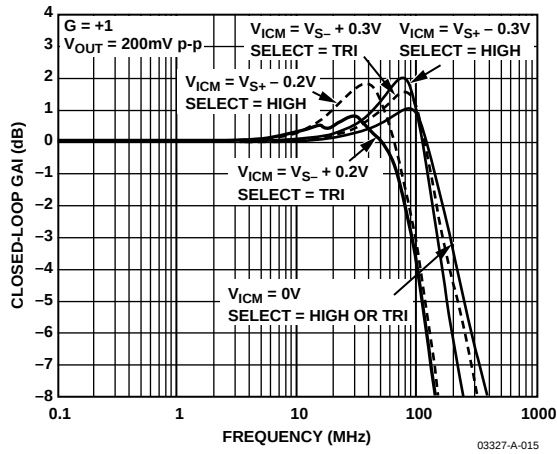


图16. 小信号频率响应与输入共模电压的关系

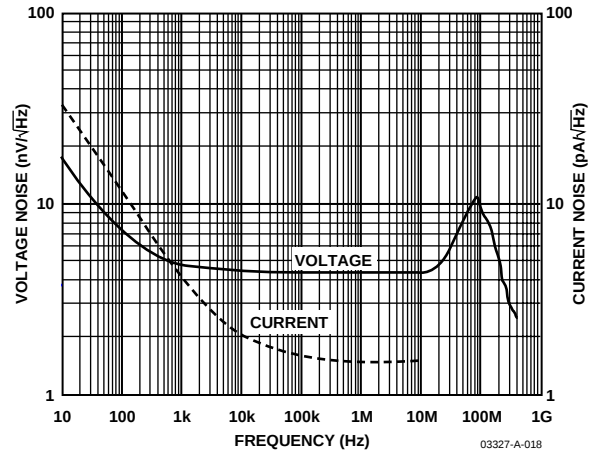


图19. 电压和电流噪声与频率的关系

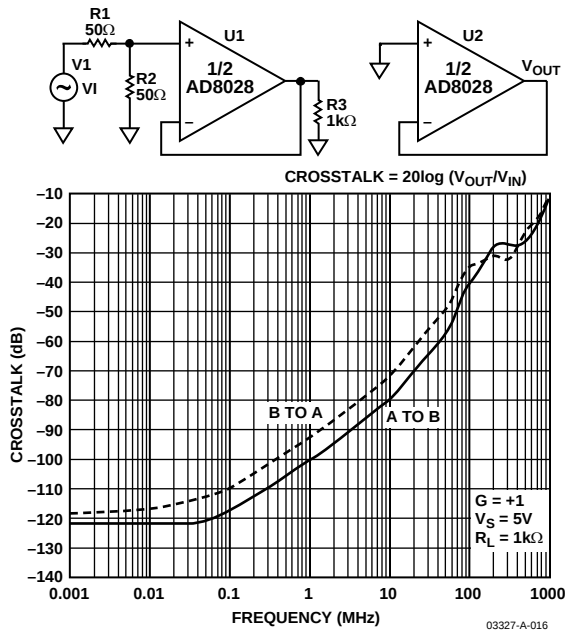


图17. AD8028输出间串扰

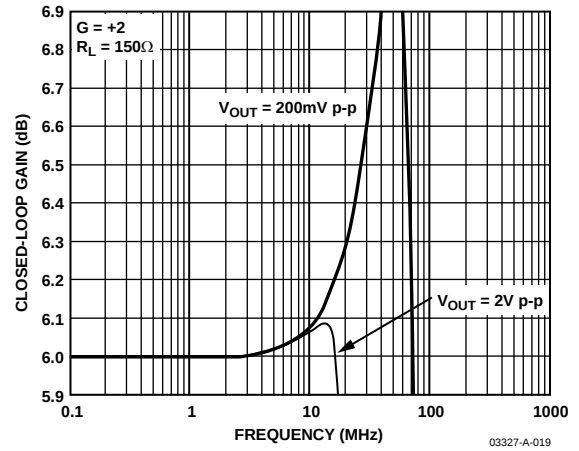


图20. 0.1 dB平坦度频率响应

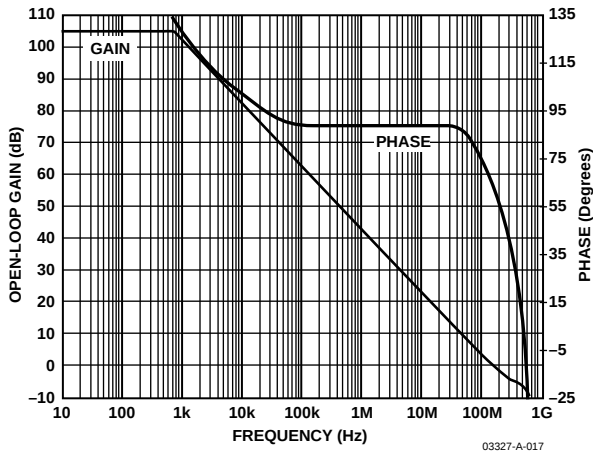


图18. 开环增益和相位与频率的关系

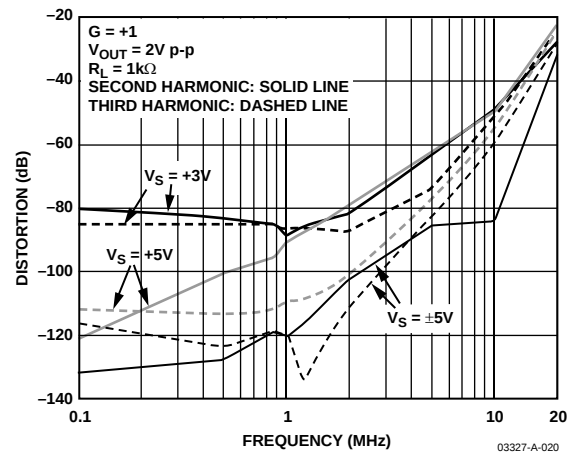


图21. 谐波失真与频率和电源电压的关系

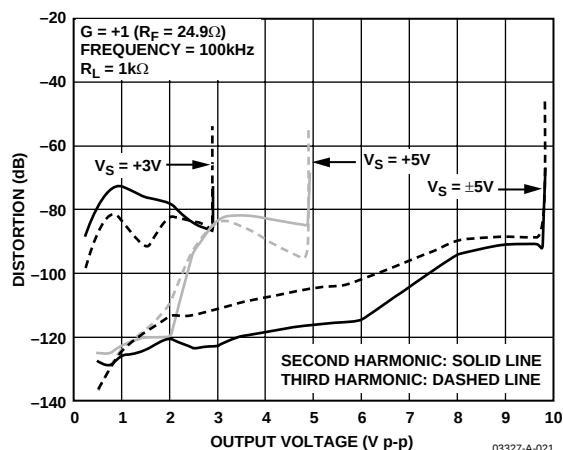


图22. 谐波失真与输出幅度的关系

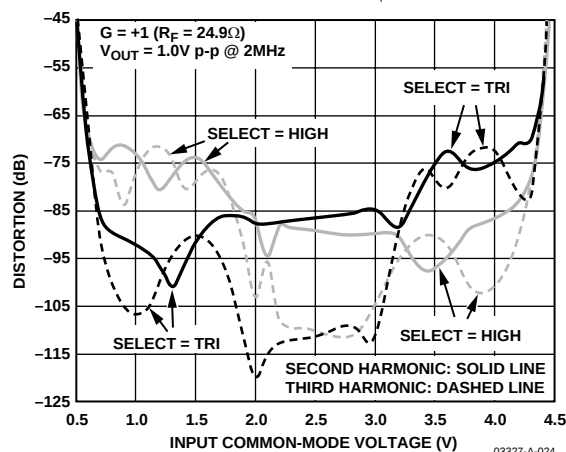
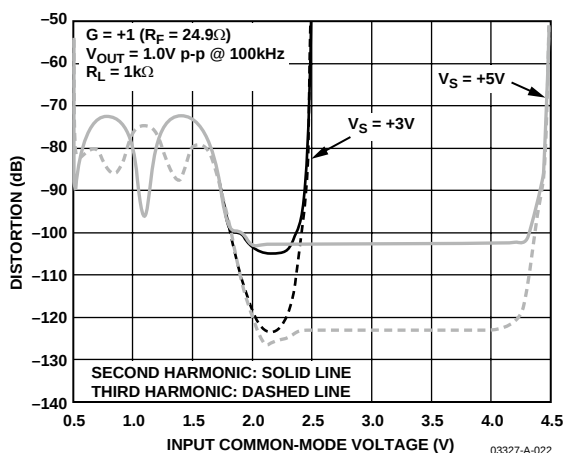
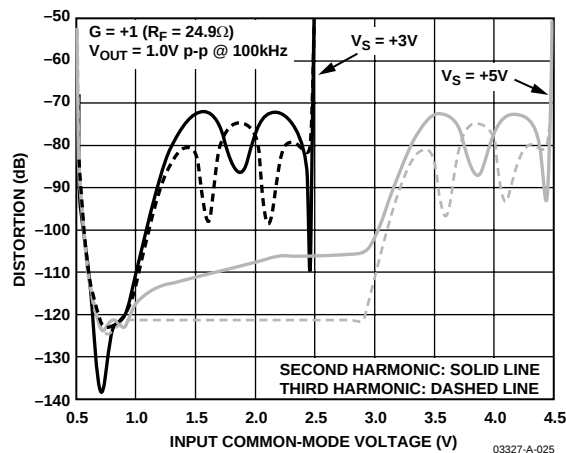
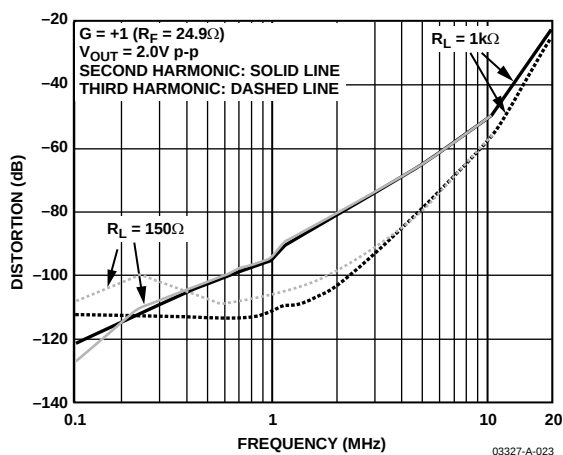
图25. 谐波失真与输入共模电压的关系, $V_S = 5V$ 图23. 谐波失真与输入共模电压的关系,
SELECT = 高电平图26. 谐波失真与输入共模电压的关系,
SELECT = 三态或开路

图24. 谐波失真与频率和负载的关系

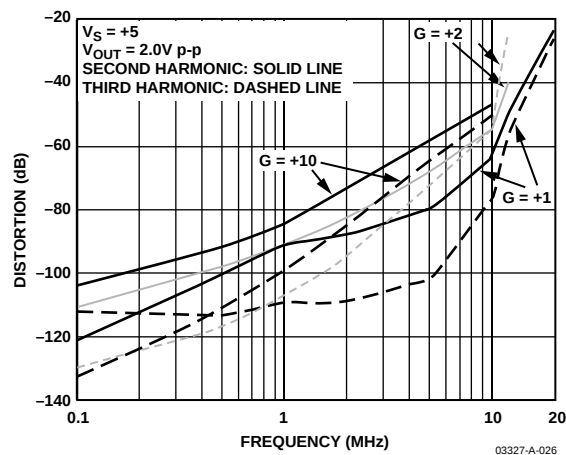


图27. 谐波失真与频率和增益的关系

AD8027/AD8028

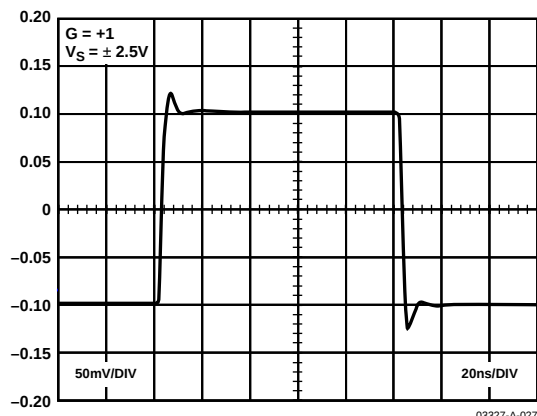


图28. 小信号瞬态响应

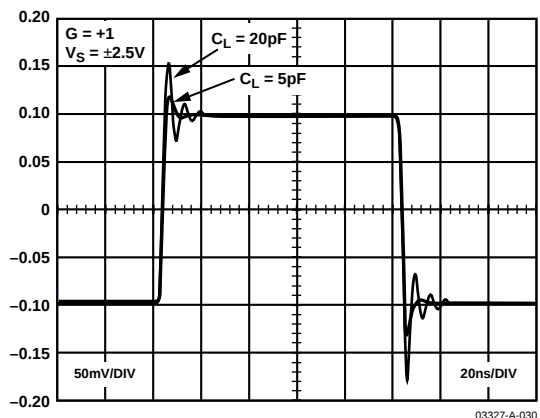


图31. 容性负载下的小信号瞬态响应

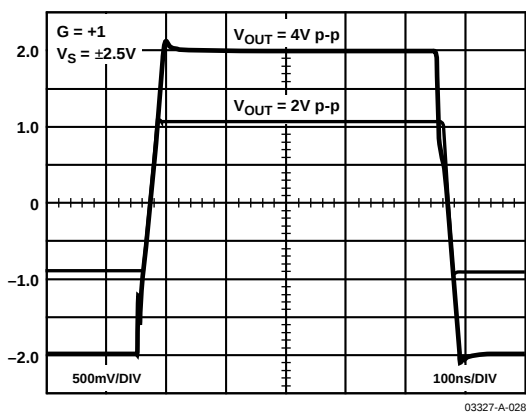


图29. 大信号瞬态响应, $G = +1$

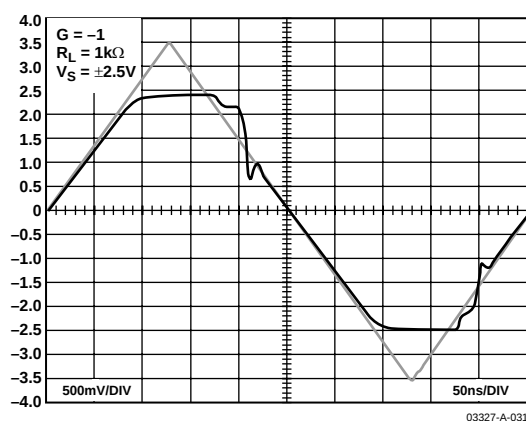


图32. 输出过驱恢复

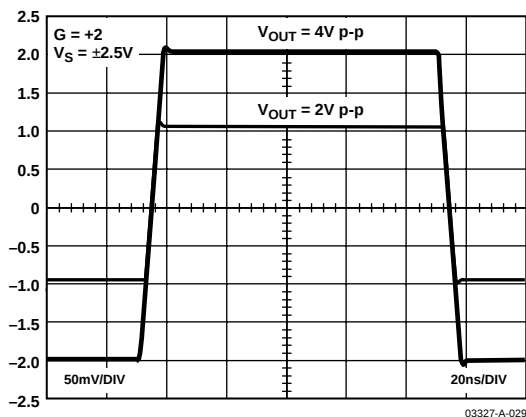


图30. 大信号瞬态响应, $G = +2$

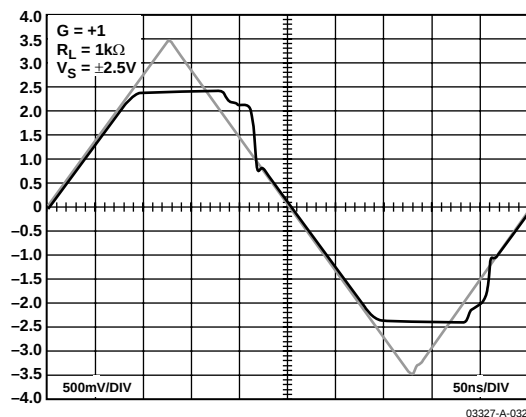


图33. 输入过驱恢复

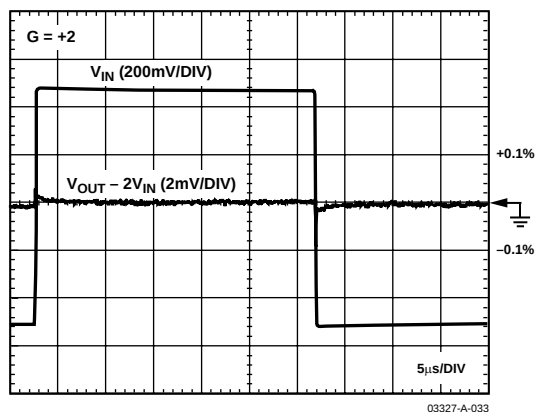


图34. 长期建立时间

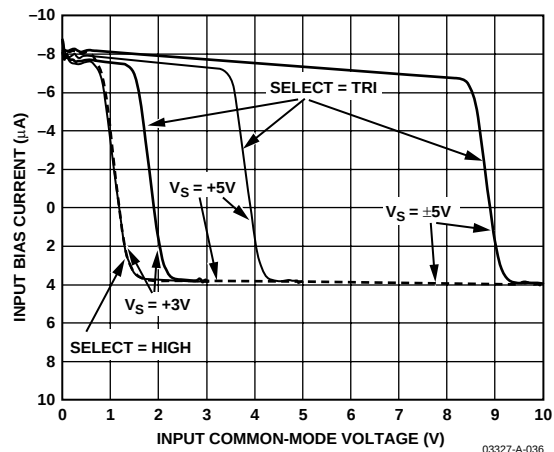


图37. 输入偏置电流与输入共模电压的关系

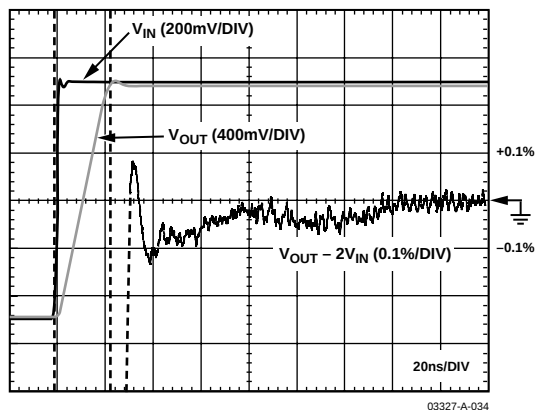


图35. 0.1%短期建立时间

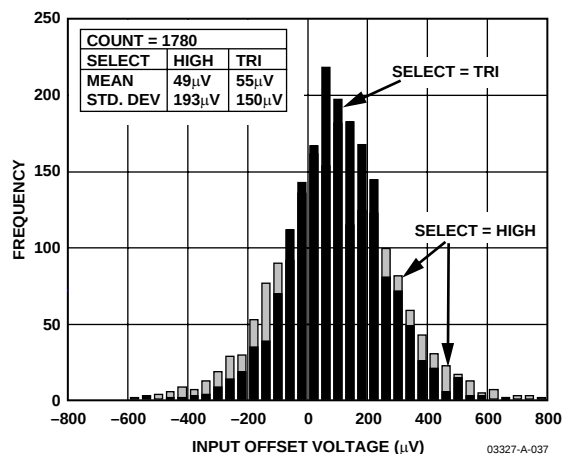


图38. 输入失调电压分布图

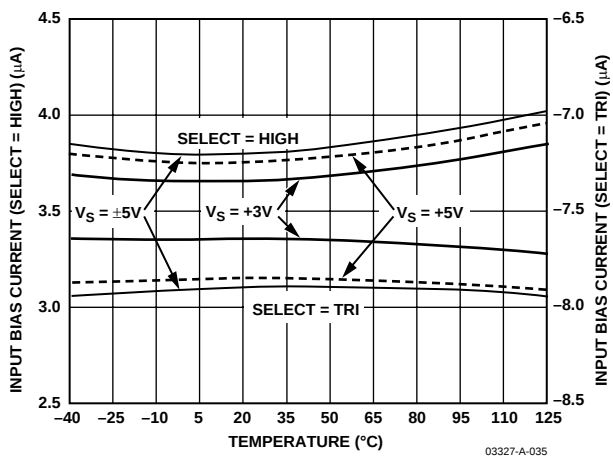


图36. 输入偏置电流与温度的关系

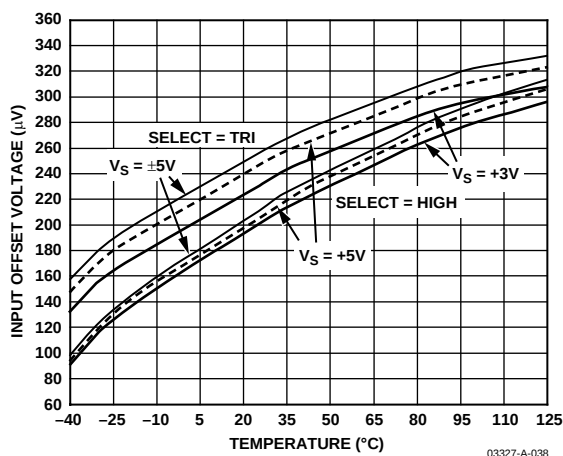


图39. 输入失调电压与温度的关系

AD8027/AD8028

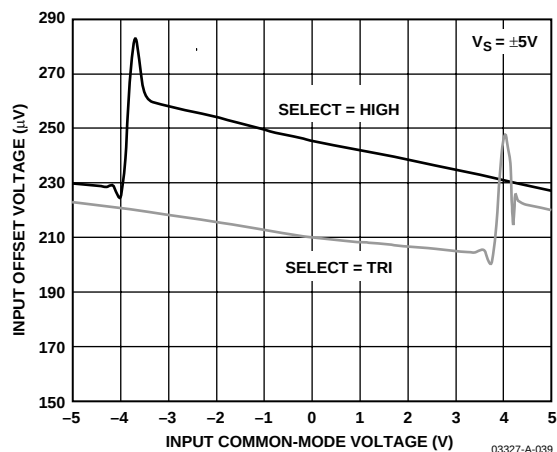


图40. 输入失调电压与输入共模电压的关系, $V_S = \pm 5$

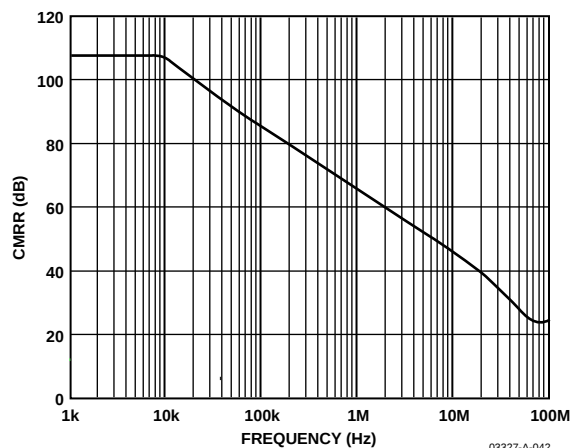


图43. CMRR与频率的关系

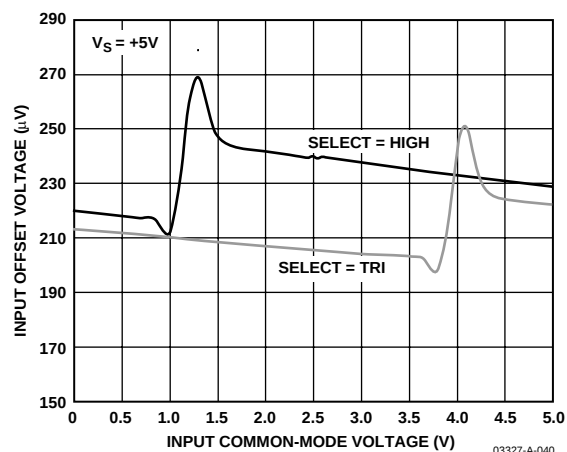


图41. 输入失调电压与输入共模电压的关系, $V_S = 5$

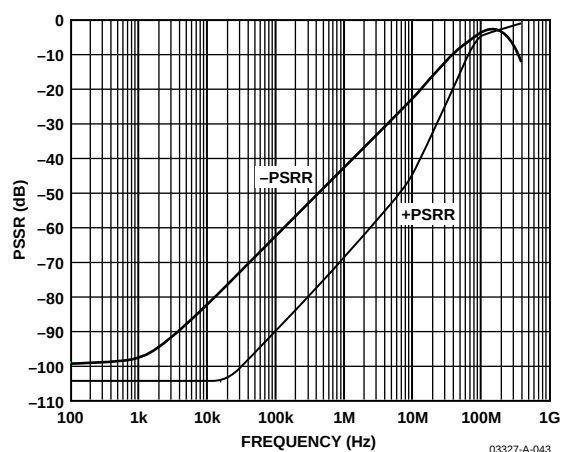


图44. PSRR与频率的关系

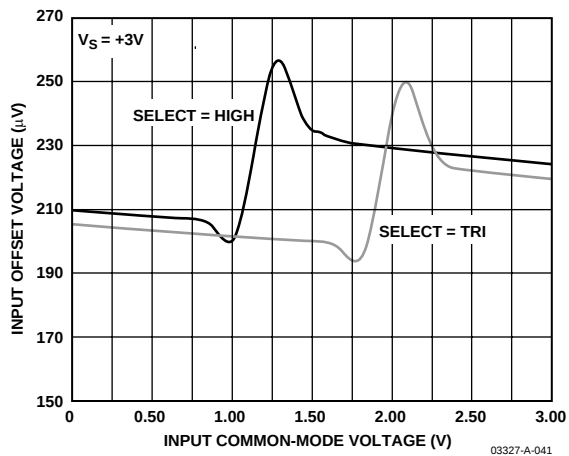


图42. 输入失调电压与输入共模电压的关系, $V_S = 3$

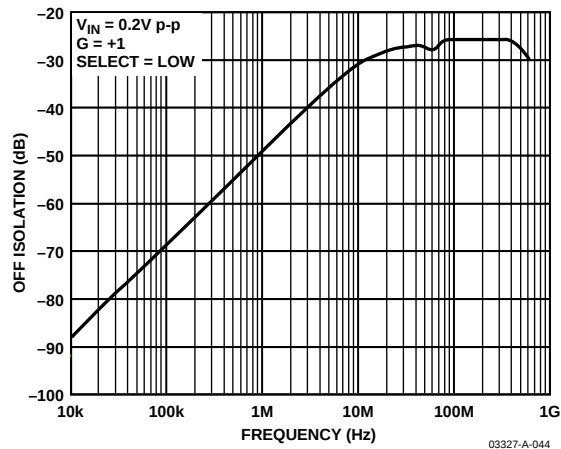


图45. 关断隔离与频率的关系

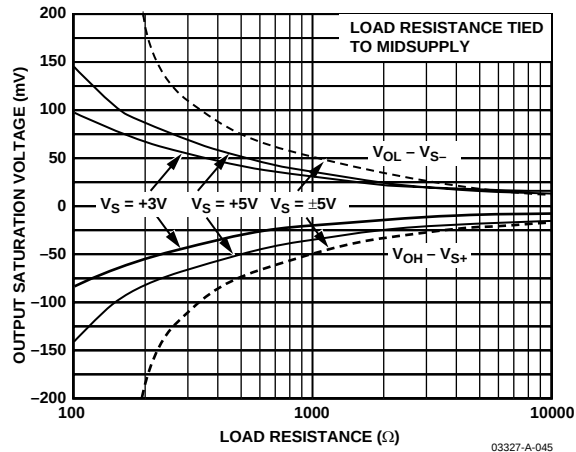


图46. 输出饱和电压与输出负载的关系

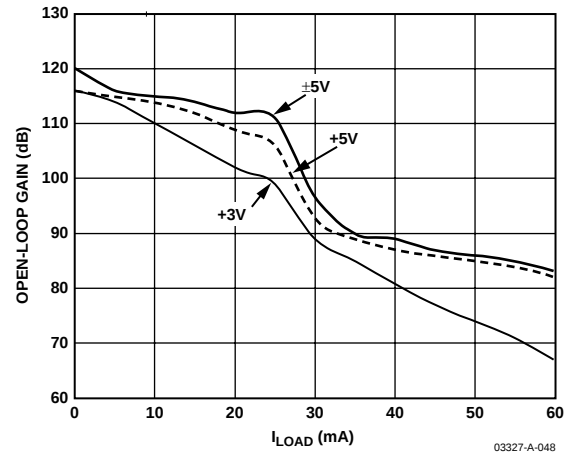


图49. 开环增益与负载电流的关系

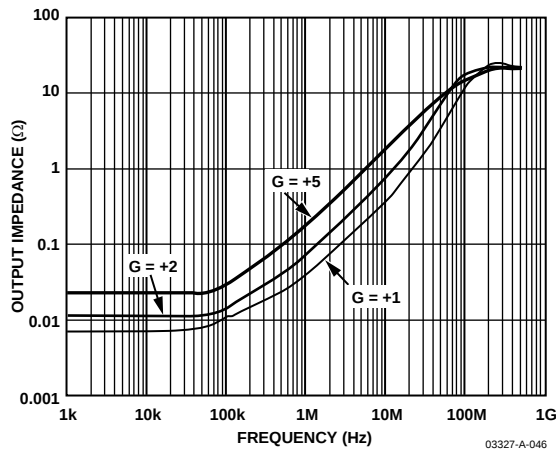


图47. 输出使能—阻抗与频率的关系

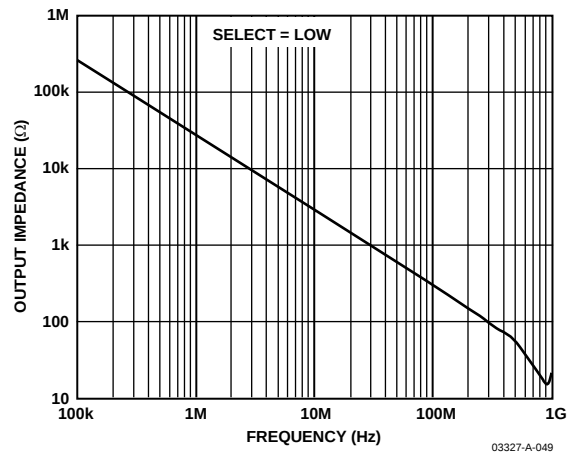


图50. 输出禁用—阻抗与频率的关系

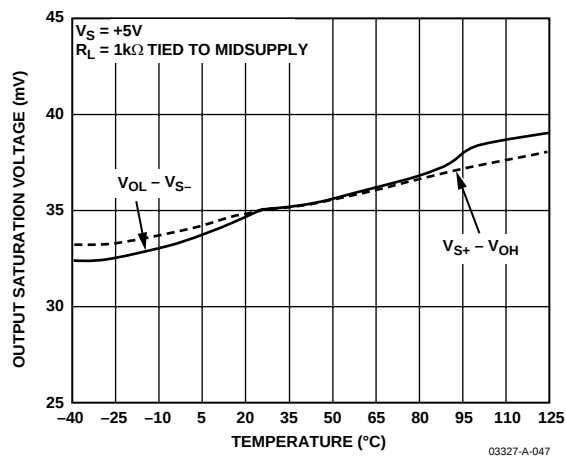
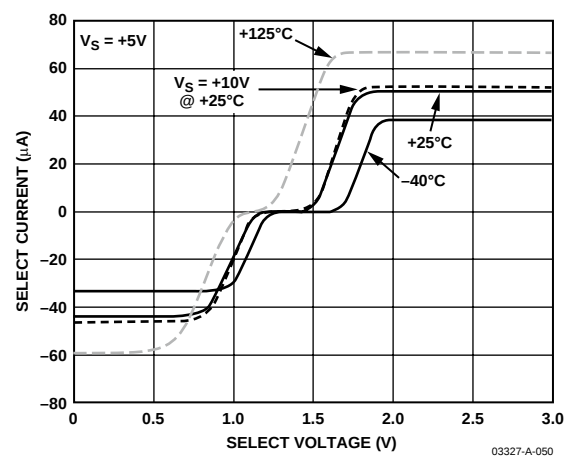
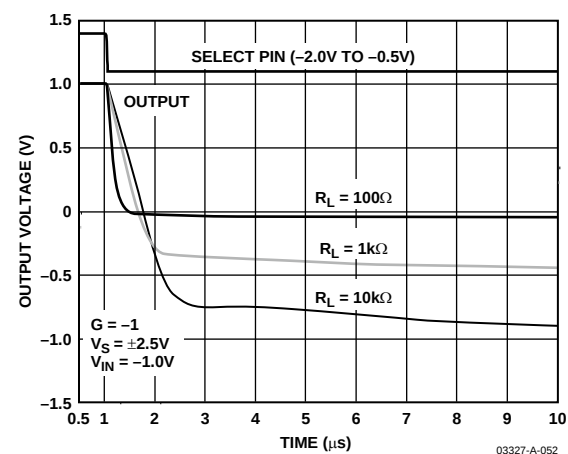
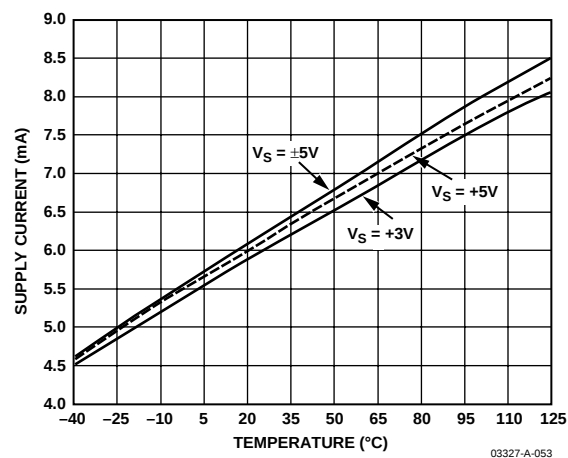
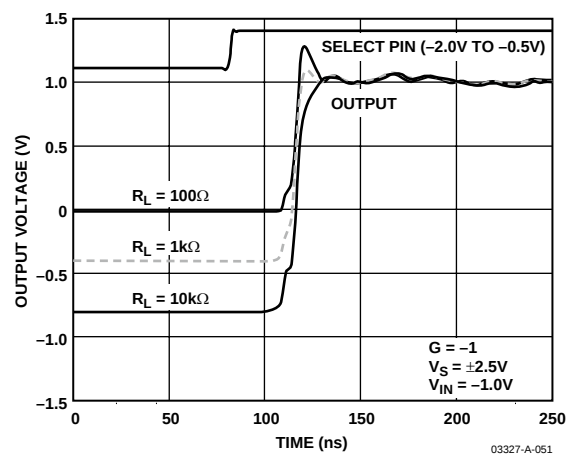


图48. 输出饱和电压与温度的关系

图51. SELECT引脚电流与
SELECT引脚电压和温度的关系



工作原理

AD8027/AD8028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AD8027/AD8028能够以2.7 V至12 V电源、190 MHz带宽和100 V/ μ s以上的压摆率工作。两款器件的宽带噪声为4.3 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ ，10 Hz时的噪声为17 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ 。这一噪声性能，以及最大值小于900 μ V的失调电压和典型值15 μ V/ $^{\circ}\text{C}$ 的失调漂移性能，使得AD8027/AD8028非常适合高速精密应用。此外，输入级的工作电压可以超出电源轨200 mV而不会反相。这些放大器的输入级具有过压保护特性。一旦输入电压超过电源轨0.7 V，ESD保护二极管就会开启，通过差分输入引脚吸取过多的电流。应使用一个串联输入电阻，将输入电流限制在10 mA以下。

输入级

轨到轨输入性能是通过操作互补输入对实现的。哪一个输入对开启由差分输入信号的共模电平决定。如图55所示，电路产生一个尾电流(I_{TAIL})，流入由Q1和Q2组成的PNP差分输入结构。内部产生一个基准电压，连接到Q5的基极。此电压与共模输入电压连续比较。当共模电平超过内部基准电压时，Q5将来自PNP输入对的尾电流(I_{TAIL})分流至一个电流镜，流入由Q3和Q4组成的NPN输入对。

这样，NPN输入对就能以高于正电源轨200 mV的电压工作。输入端的4个二极管为两个输入对提供过压保护，防止受到高于1.4 V的差分输入信号影响(参见图55)。如果差分输入信号超过1.4 V，这些二极管就会导通，让过多的电流从其中流过。应使用一个串联输入电阻，将输入电流限制在10 mA。

交越选择

AD8027/AD8028具有一个称为“交越选择”的特性，允许用户选择PNP/NPN差分对之间的交越点。虽然交越区域很小，但应避免在该区域工作，因为它能引起输出信号的失调和失真。为了帮助避免在交越区域工作，AD8027/AD8028允许用户通过SELECT引脚选择两个预设交越位置(电平)之一。如图55所示，交越区域约为200 mV，由Q5基极的电平确定。内部产生两个独立的电压源，与任一电源轨相差大约1.2 V。根据施加于SELECT引脚的电压，一个或另一个电压源连接到Q5。这样，当SELECT引脚为开路时，电路以PNP对工作为主；当SELECT引脚被拉高时，电路以NPN对工作为主。

当SELECT引脚被拉低时，它也能提供传统的关断功能。因此，针对高端和低端信号应用，设计人员能够实现最佳的精度和交流性能。关于SELECT引脚的特性，参见图50至图53。

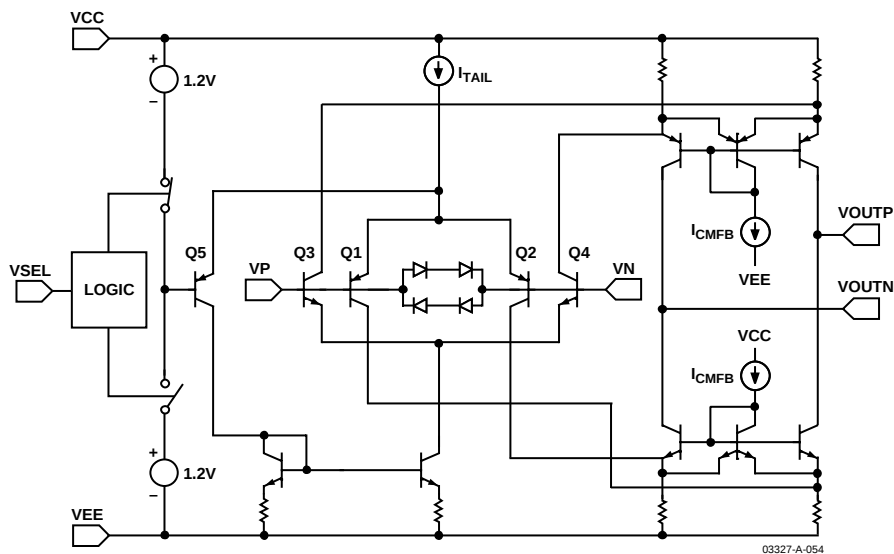


图55. 简化输入级

AD8027/AD8028

针对无法避免交越区域的情况，输入级进行了特别处理以确保所有工作区域的跨导恒定且失调最小。这些区域是PNP输入对工作区域、NPN输入对工作区域以及两个输入对同时工作的区域(在200 mV交越区域中)。保持所有区域的跨导恒定可确保这些区域之间的宽带失真性能最佳。利用这一技术，对于2 V p-p、1 MHz、G = 1信号和±1.5 V电源，AD8027/AD8028可以实现80 dB以上的SFDR。为了实现这一失真水平，另一个要求各输入对的失调必须经过激光调整，以便实现80 dB以上的SFDR，即使针对低频信号也须如此。

输出级

AD8027/AD8028采用共发射极输出结构以实现轨到轨输出能力。输出级可以驱动50 mA的线性输出电流，在供电轨的200 mV以内输出40 mA，在供电轨的35 mV以内能输出2.5 mA。输出级(包括任何可能的反馈网络)构成的负载会降低放大器的开环增益。关于该负载特性，请参考图49。容性负载可能会降低放大器的相位裕量。AD8027/AD8028可以驱动高达20 pF的容性负载(G = 1)，如图10所示。如果容性负载超过20 pF(增益为1)，则应使用一个小串联电阻 R_{SNUB} (25 Ω至50 Ω)。提高闭环增益可以提高放大器在不需要串联电阻时所能驱动的容性负载量。

直流误差

AD8027/AD8028使用两个互补输入级以实现轨到轨输入性能，如“输入级”部分所述。要在整个共模范围内使用直流性能，必须考虑各输入对的输入偏置电流和输入失调电压。

参考图56，各输入对的输出失调电压计算如下：

$$V_{OS,PNP,OUT} = V_{OS,PNP} \left(\frac{R_G + R_F}{R_G} \right),$$

$$V_{OS,NPN,OUT} = V_{OS,NPN} \left(\frac{R_G + R_F}{R_G} \right)$$

其中，二者的差别在于经过交越区域时经历的不连续性不同。

不连续性的大小定义如下：

$$V_{DIS} = (V_{OS,PNP} - V_{OS,NPN}) \times \left(\frac{R_G + R_F}{R_G} \right)$$

使用AD8027/AD8028的交越选择功能有助于避开这一区域。无法避开交越区域时，应调整 $(V_{OS,PNP} - V_{OS,NPN})$ 的量，以尽可能降低这一效应。

由于输入对是互补的，因此经过图37所示的交越区域时，输入偏置电流的极性反转。输入对之间的失调描述如下：

$$V_{OS,PNP} - V_{OS,NPN} = (I_{B,PNP} - I_{B,NPN}) \times \left[R_S \left(\frac{R_G + R_F}{R_G} \right) - R_F \right]$$

$I_{B,PNP}$ 为PNP输入对有效时任一输入的输入偏置电流， $I_{B,NPN}$ 为NPN对有效时任一输入的输入偏置电流。如果 R_S 的大小适当，乘以增益系数后等于 R_F ，则可以消除这一效应。当穿过交越区域时，强烈建议以这种方式平衡阻抗，使直流误差和失真最小。例如，假设PNP输入对的输入偏置电流为6 μA，NPN输入对的输入偏置电流为-2 μA， R_F 等于0 Ω， R_S 等于25 Ω，当穿过交越区域时，失调电压将发生200 μV的偏移。

除了输入对之间的输入偏置电流偏移外，各输入对均有输入偏置电流失调，这也会成为总失调的一部分，其贡献大小通过下式计算：

$$\Delta V_{OS} = I_{B+} R_S \left(\frac{R_G + R_F}{R_G} \right) - I_{B-} R_F$$

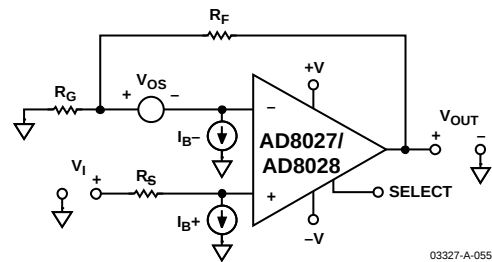


图56. 运算放大器直流误差源

宽带运作

电压反馈型放大器可以使用各种不同的电阻值来设置增益。正确设计应用的反馈网络需要考虑下列问题：

- 放大器的输入电容与放大器输入引脚所看到的电阻形成的极点
- 不匹配源极阻抗的影响
- 电阻值对应用的电压噪声的影响
- 放大器的负载效应

AD8027/AD8028的输入电容为2 pF，该输入电容与放大器的反馈网络形成一个极点，使环路不稳定。因此，一般需要将源极阻抗保持在500 Ω以下，除非反馈网络中包括一定的电容。同样，保持较低的源极阻抗也有助于利用AD8027/AD8028的低输入电压噪声特性(4.3 nV/√Hz)。

AD8027/AD8028提供190 MHz以上的宽带宽，具有许多应用和配置。图57所示的AD8027/AD8028被配置为一个同相放大器。表5是增益、电阻值、带宽、压摆率和噪声性能的简易选择表。反相配置如图58所示。

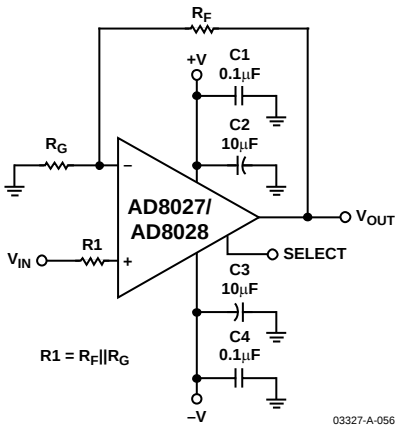


图57. 宽带同相增益配置

表5. 元件值、带宽和噪声性能(V_S = 2.5 V)

噪声增益 (同相)	R _{SOURCE} (Ω)	R _F (Ω)	R _G (Ω)	-3 dB SS BW (MHz)	含电阻的 输出噪声 (nV/√Hz)
1	50	0	N/A	190	4.4
2	50	499	499	95	10
10	50	499	54.9	13	45

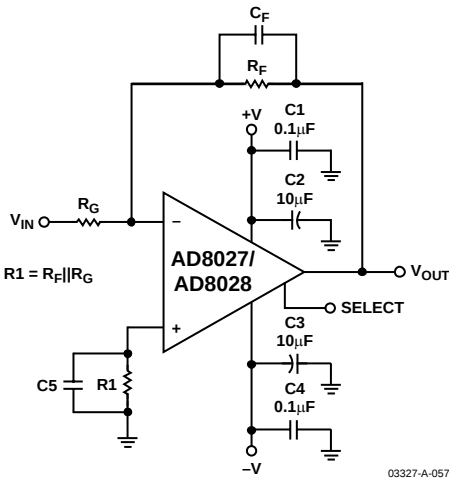


图58. 宽带反相增益配置

电路考虑

平衡输入阻抗

平衡输入阻抗有助于改善失真性能。当放大器从PNP对操作跃迁到NPN对操作时，输入偏置电流的幅度和方向均发生变化。如果输入阻抗明显不平衡，就可能引起失调变化。降低这一失真的关键是保持两个输入端的阻抗平衡。图59显示具有和没有50 Ω平衡反馈路径这两种情况下，50 源极阻抗不平衡的影响和失真性能下降情况。

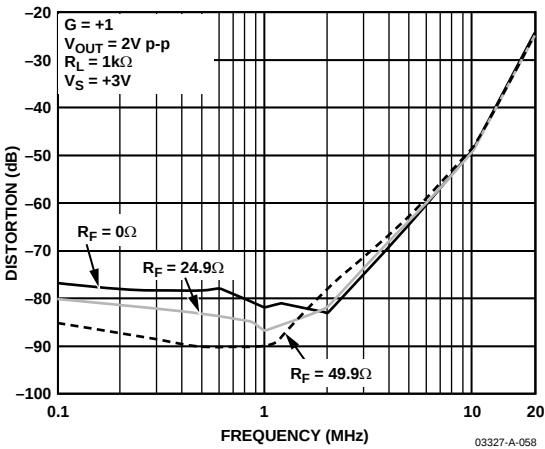


图59. SFDR与频率和不同R_F的关系

PCB布局布线

像所有高速运算放大器一样，为了实现AD8027/AD8028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。

为使反相输入端的引线长度尽可能短，反馈电阻 R_F 应位于电路板下方，跨越从输出引脚6到输入引脚2的距离。电阻 R_G 的返回节点应尽可能靠近负电源旁路电容(连接到引脚4)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，即负输入端-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、高密度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大小和路径的高频阻抗成正比。感性接地回路的快速电流变化可能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

电源引脚实际上是输入，必须谨慎地为这些输入提供干净、低噪声的直流电压源。旁路电容有两个作用：

- 为干扰频率提供一个从电源输入到地的低阻抗路径，从而降低噪声对电源线的影响。
- 在快速切换条件下提供充足的本地存储电荷，减少电源引脚和放大器输出端的压降。这通常利用大电解质电容来实现。

去耦方法旨在降低所有频率下的旁路阻抗，这可以通过与地并联的电容组合实现。

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。0.01 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。

应用

使用SELECT引脚

AD8027/AD8028独特的SELECT引脚具有两种功能：

- 关断功能可将AD8027/AD8028置于低功耗模式。在关断模式下，放大器消耗450 μ A(典型值)的电源电流。
- 第二种功能是将交越点(NPN/PNP输入差分对从一个跃迁到另一个)移动到更靠近正供电轨或更靠近负供电轨的地方，如“工作原理”部分所述。这种可选的交越点允许用户根据输入信号和环境来降低失真。默认状态是与正供电轨相差1.2 V，SELECT引脚悬空或处于三态。

表6列出了SELECT引脚的电压要求和模式。

表6. SELECT引脚模式控制

模式	SELECT引脚电压(V)		
	$V_S = \pm 5\text{ V}$	$V_S = +5\text{ V}$	$V_S = +3\text{ V}$
禁用	-5至-4.2	0至0.8	0至0.8
交越参考 -1.2 V到正电源电压	-4.2至-3.3	0.8至1.7	0.8至1.7
交越参考 +1.2 V到负电源电压	-3.3至+5	1.7至5.0	1.7至3.0

当输入级从一个输入差分对跃迁到另一个输入差分对时，输出波形没有明显变化。

AD8027/AD8028放大器的禁用时间与负载有关，典型数据如表7所示。实际切换测量结果请参见图52和图53。

表7. DISABLE切换速度

时间	电源电压($R_L = 1\text{ k}\Omega$)		
	$\pm 5\text{ V}$	+5 V	+3 V
t_{ON}	45 ns	50 ns	50 ns
t_{OFF}	980 ns	1100 ns	1150 ns

驱动16位ADC

AD8028具有可调的交越失真选择点和低噪声特性，非常适合驱动或缓冲高分辨率ADC(如16位、1 LSB INL、1 MSPS 差分ADC AD7677等)的输入信号。图60显示了驱动该ADC的典型电路图。驱动AD7677时，AD8028提供与非轨到轨放大器接近的性能，除了ADC使用的5 V单电源以外，无需其它电源。

该应用中，SELECT引脚偏置以避免AD8028的交越区域，从而实现低失真性能。

图60所示电路的测试数据参见表8。

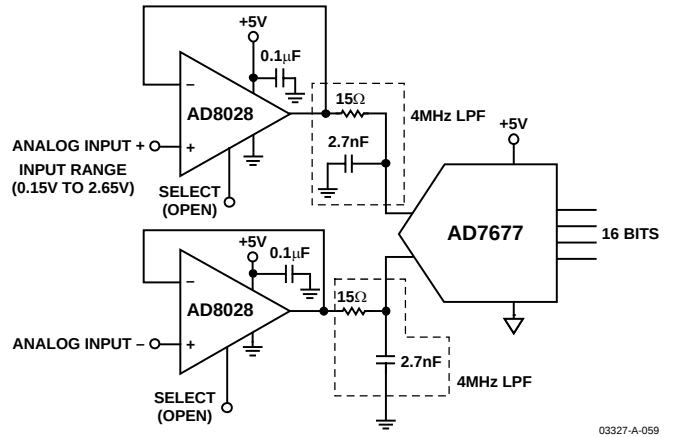


图60. 单位增益差分驱动

表8. ADC驱动器性能, $f_c = 100\text{ kHz}$, $V_{\text{OUT}} = 4.7\text{ V p-p}$

参数	测量结果
二次谐波失真	-105 dB
三次谐波失真	-102 dB
总谐波失真(THD)	-102 dB
无杂散动态范围(SFDR)	+105 dBc

如图61所示，AD8028和AD7677组合提供出色的积分非线性(INL)。

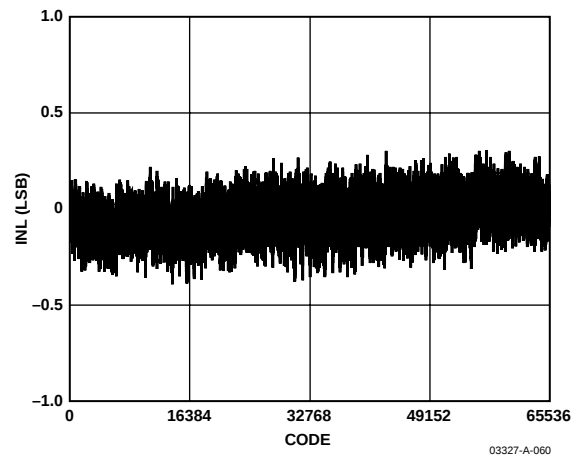


图61. 积分非线性

AD8027/AD8028

带通滤波器

在通信系统中，信号处理广泛使用有源滤波器。AD8027/AD8028是有源滤波器应用的绝佳选择。为了实现这种滤波器，放大器的大信号带宽至少必须是中心频率 f_o 的10倍。否则，放大器可能发生相移，导致电路不稳定和振荡。

图62中，AD8027/AD8028被配置为1 MHz带通滤波器。目标要求为： $f_o = 1$ MHz，-3 dB通带为500 kHz。开始设计时，选定 f_o 、Q、C1和R4，然后通过下列等式计算其余的变量：

$$Q = \frac{f_o \text{ (MHz)}}{\text{Band Pass (MHz)}}$$

$$k = 2\pi f_o C1$$

$$C2 = 0.5C1$$

$$R1 = 2/k, R2 = 2/(3k), R3 = 4/k$$

$$H = 1/3(6.5 - 1/Q)$$

$$R5 = R4/(H - 1)$$

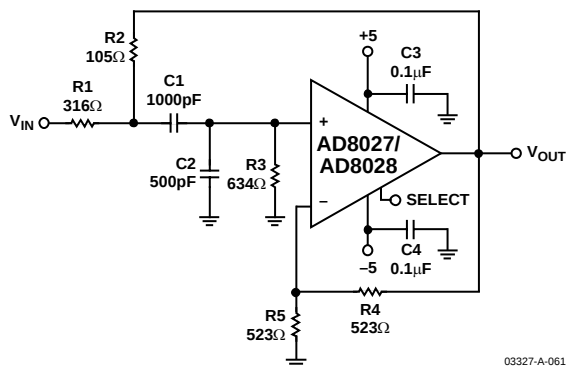


图62. 带通滤波器原理图

图63所示的测试数据表明，该设计得到滤波器响应的中心频率为 $f_o = 1$ MHz，带宽为450 kHz。

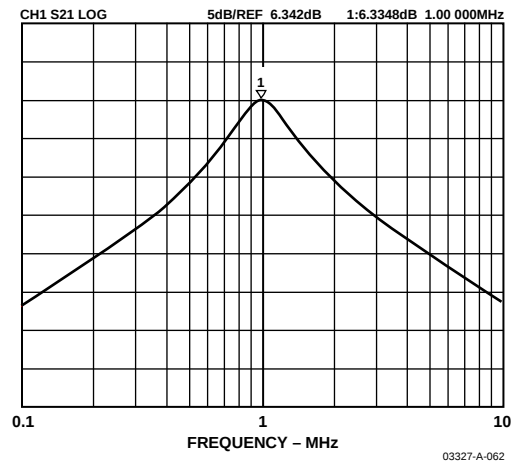
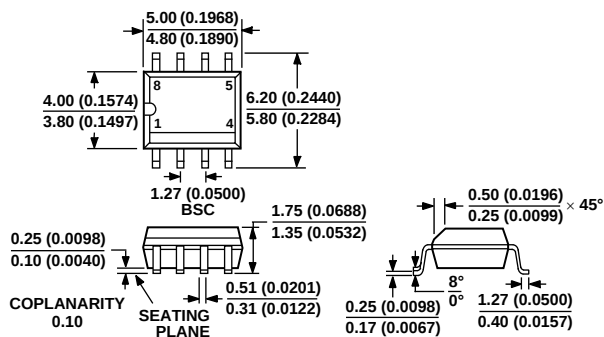


图63. 带通滤波器响应

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、交互评估工具、数据手册、Spice模型、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



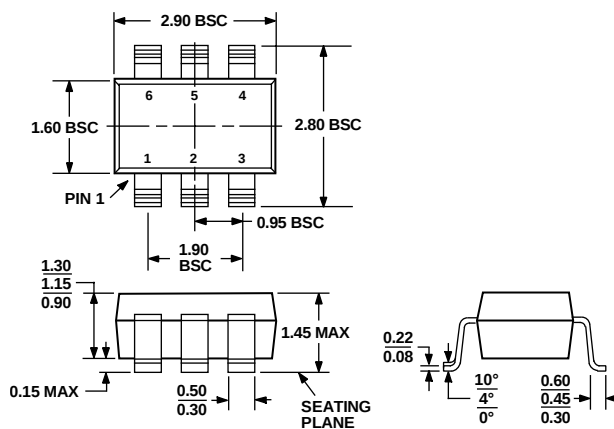
COMPLIANT TO JEDEC STANDARDS MS-012AA
CONTROLLING DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS; INCH DIMENSIONS
(IN PARENTHESES) ARE ROUNDED-OFF MILLIMETER EQUIVALENTS FOR
REFERENCE ONLY AND ARE NOT APPROPRIATE FOR USE IN DESIGN

图64. 8引脚标准小型封装[SOIC]

窄体

(R-8)

尺寸单位: mm(inches)

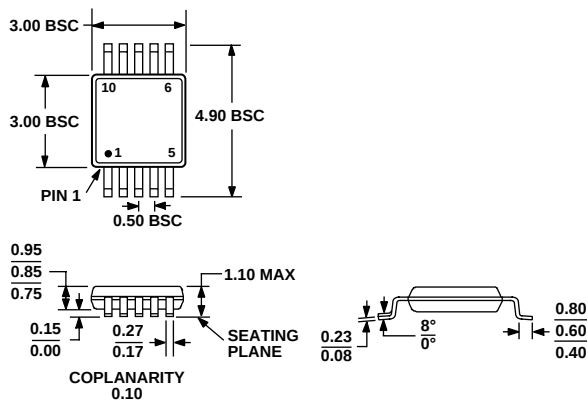


COMPLIANT TO JEDEC STANDARDS MO-178AB

图65. 6引脚小型晶体管封装[SOT-23]

(RT-6)

尺寸单位: mm



COMPLIANT TO JEDEC STANDARDS MO-187BA

图66. 10引脚超小型封装[MSOP]

(RM-10)

尺寸单位: mm

AD8027/AD8028

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
AD8027AR	1	-40°C至+125°C	8引脚SOIC	R-8	
AD8027AR-REEL	2,500	-40°C至+125°C	8引脚SOIC	R-8	
AD8027AR-REEL7	1,000	-40°C至+125°C	8引脚SOIC	R-8	
AD8027ARZ ¹	1	-40°C至+125°C	8引脚SOIC	R-8	
AD8027ARZ-REEL ¹	2,500	-40°C至+125°C	8引脚SOIC	R-8	
AD8027ARZ-REEL7 ¹	1,000	-40°C至+125°C	8引脚SOIC	R-8	
AD8027ART-R2	250	-40°C至+125°C	6引脚SOT-23	RT-6	H4B
AD8027ART-REEL	10,000	-40°C至+125°C	6引脚SOT-23	RT-6	H4B
AD8027ART-REEL7	3,000	-40°C至+125°C	6引脚SOT-23	RT-6	H4B
AD8027ARTZ-R2 ¹	250	-40°C至+125°C	6引脚SOT-23	RT-6	H4B#
AD8027ARTZ-REEL ¹	10,000	-40°C至+125°C	6引脚SOT-23	RT-6	H4B#
AD8027ARTZ-REEL7 ¹	3,000	-40°C至+125°C	6引脚SOT-23	RT-6	H4B#
AD8028AR	1	-40°C至+125°C	8引脚SOIC	R-8	
AD8028AR-REEL	2,500	-40°C至+125°C	8引脚SOIC	R-8	
AD8028AR-REEL7	1,000	-40°C至+125°C	8引脚SOIC	R-8	
AD8028ARZ ¹	1	-40°C至+125°C	8引脚SOIC	R-8	
AD8028ARZ-REEL ¹	2,500	-40°C至+125°C	8引脚SOIC	R-8	
AD8028ARZ-REEL7 ¹	1,000	-40°C至+125°C	8引脚SOIC	R-8	
AD8028ARM	1	-40°C至+125°C	10引脚MSOP	RM-10	H5B
AD8028ARM-REEL	3,000	-40°C至+125°C	10引脚MSOP	RM-10	H5B
AD8028ARM-REEL7	1,000	-40°C至+125°C	10引脚MSOP	RM-10	H5B
AD8028ARMZ ¹	1	-40°C至+125°C	10引脚MSOP	RM-10	H5B#
AD8028ARMZ-REEL ¹	3,000	-40°C至+125°C	10引脚MSOP	RM-10	H5B#
AD8028ARMZ-REEL7 ¹	1,000	-40°C至+125°C	10引脚MSOP	RM-10	H5B#

¹ Z = 无铅器件，#表示无铅，产品可能在顶部或底部进行标识。