

产品特性

低输入电流

输入偏置电流：10 pA(最大值，B级)

输入失调电流：0.6 pA(最大值，B级)

高共模抑制比(CMRR)

CMRR：100 dB(最小值，G = 10，B级)

CMRR：80 dB(最小值，至5 kHz，G = 1，B级)

出色的交流特性、低功耗

带宽：1.5 MHz (G = 1)

输入噪声：14 nV/√Hz (1 kHz)

压摆率：2 V/μs

静态电源电流：750 μA(最大值)

通用性

MSOP封装

轨到轨输出

输入电压范围低于负供电轨

4 kV ESD保护

4.5 V至36 V单电源

±2.25 V至±18 V双电源

增益通过单个电阻设置(G = 1至1000)

通过汽车应用认证

应用

医疗仪器

精密数据采集系统

传感器接口

概述

AD8220是第一款单电源、JFET输入仪表放大器，采用MSOP封装。它针对高性能、便携式仪器的需要而设计，直流时的最小共模抑制比(CMRR)为86 dB，在5 kHz、G = 1时的最小CMRR为80 dB。最大输入偏置电流为10 pA，在整个工业温度范围内通常保持在300 pA以下。虽然采用JFET输入，但AD8220的噪声转折频率典型值仅为10 Hz。

随着混合信号处理技术日益普及，各系统所需的电源数量也不断增加。AD8220正是为缓解这一问题而设计。它既可以采用±18 V双电源供电，也可以采用+5 V单电源供电。在便携式应用中常见的低电源电压下，其轨到轨输出级可以使动态范围达到最大。它能够采用5 V单电源工作，因而无需使用较高电压的双电源。AD8220的最大静态电流仅为

引脚配置

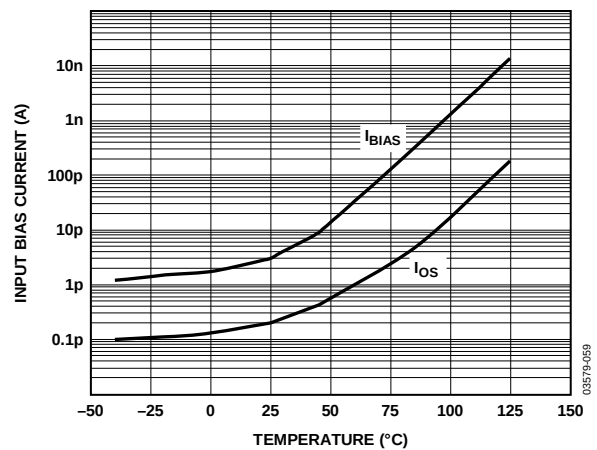
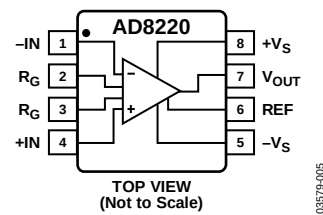


图2. 输入偏置电流和失调电流与温度的关系

750 μA，是电池供电设备的理想选择。

增益通过单个电阻设置，增益范围为1至1000。提高增益将同时提高共模抑制比。将AD8220设置为较大增益时，将有益于读取小信号时需要较高CMRR的测量应用。

用户可以利用参考引脚使输出电压偏移。与模数转换器接口时，此特性会很有用。

AD8220采用MSOP封装，所用电路板面积大约为SOIC的一半。A级和B级器件的额定温度范围为-40°C至+85°C工业温度范围，W级器件的额定温度范围为-40°C至+125°C汽车应用温度范围。

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.

One Technology Way, P.O. Box 9106, Norwood, MA 02062-9106, U.S.A.
Tel: 781.329.4700 www.analog.com
Fax: 781.461.3113 ©2006–2010 Analog Devices, Inc. All rights reserved.

目录

产品特性	1	电源调整与旁路.....	21
应用	1	输入偏置电流返回路径	21
引脚配置	1	输入保护	21
概述	1	RF干扰	22
修订历史	2	共模输入电压范围	22
技术规格	3	驱动ADC	22
绝对最大额定值	8	应用信息	23
ESD警告	8	交流耦合仪表放大器	23
引脚配置和功能描述	9	差分输出	23
典型性能参数	10	心电图信号调理	25
工作原理	19	外形尺寸	26
增益选择	20	订购指南	26
布局布线	20	汽车应用产品	26
基准引脚	21		

修订历史

2010年5月—修订版A至修订版B

增加W级	通篇
更改“产品特性”和“概述”部分	1
更改“技术规格”部分和表1	3
更改表2	5
更新“外形尺寸”部分	26
更改“订购指南”部分	26
增加“汽车应用产品”部分	26

2007年5月—修订版0至修订版A

更改表1	3
更改表2	5
更改表3	8
更改图6和图7	10
更改图23和图24	13
更改“工作原理”部分	19
更改“布局布线”部分	20
更改“订购指南”部分	26

2006年4月—修订版0：初始版

技术规格

除非另有说明, $V_{S+} = 15\text{ V}$, $V_{S-} = -15\text{ V}$, $V_{\text{REF}} = 0\text{ V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$, A级和B级的 $T_{\text{OPR}} = -40^\circ\text{C}$ 至 $+85^\circ\text{C}$, W级的 $T_{\text{OPR}} = -40^\circ\text{C}$ 至 $+125^\circ\text{C}$, $G = 1$, $R_L = 2\text{ k}\Omega^1$ 。

表1.

参数	测试条件	A级			B级			W级			单位
		最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值	
共模抑制比(CMRR)	A、B级为 T_A , W级为 T_{OPR} $V_{\text{CM}} = \pm 10\text{ V}$										
DC至60 Hz的CMRR, 1 k Ω 非均衡信号源 $G = 1$		78			86			77			dB
$G = 10$		94			100			92			dB
$G = 100$		94			100			92			dB
$G = 1000$		94			100			92			dB
5 kHz时的CMRR	$V_{\text{CM}} = \pm 10\text{ V}$										
$G = 1$		74			80			72			dB
$G = 10$		84			90			80			dB
$G = 100$		84			90			80			dB
$G = 1000$		84			90			80			dB
噪声	RTI噪声 = $\sqrt{(e_{\text{ni}}^2 + (e_{\text{no}}/G)^2)}$, T_A										
电压噪声, 1 kHz											
输入电压噪声, e_{ni}	$V_{\text{IN}+}, V_{\text{IN}-} = 0\text{ V}$	14			14	17		14			nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
输出电压噪声, e_{no}	$V_{\text{IN}+}, V_{\text{IN}-} = 0\text{ V}$	90			90	100		90			nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
RTI, 0.1 Hz至10 Hz											
$G = 1$		5			5			5			$\mu\text{V p-p}$
$G = 1000$		0.8			0.8			0.8			$\mu\text{V p-p}$
电流噪声	$f = 1\text{ kHz}$	1			1			1			fA/ $\sqrt{\text{Hz}}$
失调电压	$V_{\text{OS}} = V_{\text{OSI}} + V_{\text{OSO}}/G$										
输入失调, V_{OSI}	T_A	-250		+250	-125		+125	-250		+250	μV
平均温度系数(TC)	T_{OPR}	-10		+10	-5		+5	-10		+10	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
输出失调, V_{OSO}	T_A	-750		+750	-500		+500	-750		+750	μV
平均温度系数(TC)	T_{OPR}	-10		+10	-5		+5	-10		+10	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
折合到输入端的失调 与电源的关系(PSR)	$V_S = \pm 5\text{ V}$ 至 $\pm 15\text{ V}$, A、B级为 T_A , W级为 T_{OPR}										
$G = 1$		86			86			80			dB
$G = 10$		96			100			92			dB
$G = 100$		96			100			92			dB
$G = 1000$		96			100			92			dB
输入电流											
输入偏置电流	T_A			25			10			25	pA
全温度范围	T_{OPR}	0.3			0.3			100			nA
输入失调电流	T_A			2			0.6			2	pA
全温度范围	T_{OPR}	0.005			0.005			10			nA
动态响应											
小信号带宽 -3 dB	T_A										
$G = 1$		1500			1500			1500			kHz
$G = 10$		800			800			800			kHz
$G = 100$		120			120			120			kHz
$G = 1000$		14			14			14			kHz

AD8220

参数	测试条件	A级			B级			W级			单位
		最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值	
0.01%建立时间	10 V阶跃, T_A										
G = 1			5			5			5		μs
G = 10			4.3			4.3			4.3		μs
G = 100			8.1			8.1			8.1		μs
G = 1000			58			58			58		μs
0.001%建立时间	10 V阶跃, T_A										
G = 1			6			6			6		μs
G = 10			4.6			4.6			4.6		μs
G = 100			9.6			9.6			9.6		μs
G = 1000			74			74			74		μs
压摆率											
G = 1至100	T_A	2			2			2			V/ μs
增益	$G = 1 + (49.4 \text{ k}\Omega/R_G)$, A、B级为 T_A , W级为 T_{OPR}										
增益范围		1		1000	1		1000	1		1000	V/V
增益误差	$V_{OUT} = \pm 10 \text{ V}$										
G = 1		-0.06		+0.06	-0.04		+0.04	-0.1		+0.1	%
G = 10		-0.3		+0.3	-0.2		+0.2	-0.8		+0.8	%
G = 100		-0.3		+0.3	-0.2		+0.2	-0.8		+0.8	%
G = 1000		-0.3		+0.3	-0.2		+0.2	-0.8		+0.8	%
增益非线性度	$V_{OUT} = -10 \text{ V至} +10 \text{ V}$, T_A										
G = 1	$R_L = 10 \text{ k}\Omega$		10	15		10	15		10	15	ppm
G = 10	$R_L = 10 \text{ k}\Omega$		5	10		5	10		5	10	ppm
G = 100	$R_L = 10 \text{ k}\Omega$		30	60		30	60		30	60	ppm
G = 1000	$R_L = 10 \text{ k}\Omega$		400	500		400	500		400	500	ppm
G = 1	$R_L = 2 \text{ k}\Omega$		10	15		10	15		10	15	ppm
G = 10	$R_L = 2 \text{ k}\Omega$		10	15		10	15		10	15	ppm
G = 100	$R_L = 2 \text{ k}\Omega$		50	75		50	75		50	75	ppm
增益与温度的关系											
G = 1			3	10		2	5		3	10	ppm/ $^{\circ}\text{C}$
G > 10				-50			-50			-50	ppm/ $^{\circ}\text{C}$
输入											
阻抗(引脚至地) ²	T_A		$10^4 5$			$10^4 5$			$10^4 5$		G ΩpF
输入工作电压范围 ³	对于双电源, $V_S = \pm 2.25 \text{ V至} \pm 18 \text{ V}$	$-V_S - 0.1$		$+V_S - 2$	$-V_S - 0.1$		$+V_S - 2$	$-V_S - 0.1$		$+V_S - 2$	V
全温度范围	T_{OPR}	$-V_S - 0.1$		$+V_S - 2.1$	$-V_S - 0.1$		$+V_S - 2.1$	$-V_S - 0.1$		$+V_S - 2.2$	V
输出											
输出摆幅	$R_L = 10 \text{ k}\Omega$, T_A	-14.7		+14.7	-14.7		+14.7	-14.7		+14.7	V
全温度范围	T_{OPR}	-14.6		+14.6	-14.6		+14.6	-14.3		+14.3	V
短路电流	T_A		15			15			15		mA
基准输入	T_A										k Ω
R_{IN}			40			40			40		μA
I_{IN}	$V_{IN+}, V_{IN-} = 0 \text{ V}$			70			70			70	V
电压范围		$-V_S$		$+V_S$	$-V_S$		$+V_S$			$+V_S$	V/V
输出增益	T_A		1 ± 0.0001			1 ± 0.0001			1 ± 0.0001		V/V

参数	测试条件	A级			B级			W级			单位
		最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值	
电源											V
工作范围		±2.25 ⁴		±18	±2.25 ⁴		±18	±2.25 ⁴		±18	μA
静态电流	T _A			750			750			750	μA
全温度范围	T _{OPR}			850			850			1000	μA
温度范围											
额定性能	T _{OPR}	−40		+85	−40		+85	−40		+125	°C

¹ 当输出吸电流超过4 mA时，负载应并联一个47 pF电容以防止响铃振荡。否则，应使用10 kΩ等较大负载。
² 差分阻抗和共模输入阻抗可由引脚阻抗求出： $Z_{\text{DIFF}} = 2(Z_{\text{PIN}})$ ； $Z_{\text{CM}} = Z_{\text{PIN}}/2$ 。
³ AD8220的工作电压可以比负电源低一个二极管压降，但偏置电流会急剧提高。输入电压范围反映输入偏置电流在额定范围内的最大允许电压。
⁴ 在该电源电压时，确保输入共模电压在额定输入电压范围内。

除非另有说明，V_{S+} = 5 V，V_{S−} = 0 V，V_{REF} = 2.5 V，T_A = 25°C，A级和B级的T_{OPR} = −40°C至+85°C，W级的T_{OPR} = −40°C至+125°C，G = 1，R_L = 2 kΩ¹。

表2.

参数	测试条件	A级			B级			W级			单位
		最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值	
共模抑制比(CMRR)	A、B级为T _A ， W级为T _{OPR} V _{CM} = 0 V至2.5 V										
DC至60 Hz的CMRR， 1 kΩ非均衡信号源											
G = 1		78			86			77			dB
G = 10		94			100			92			dB
G = 100		94			100			92			dB
G = 1000		94			100			92			dB
5 kHz时的CMRR	V _{CM} = 0 V至2.5 V										
G = 1		74			80			72			dB
G = 10		84			90			80			dB
G = 100		84			90			80			dB
G = 1000		84			90			80			dB
噪声	RTI噪声 = $\sqrt{(e_{\text{ni}}^2 + (e_{\text{no}}/G)^2)}$ ，T _A V _S = ±2.5 V										
电压噪声，1 kHz	V _{IN+} ，V _{IN−} = 0 V， V _{REF} = 0 V	14			14	17		14			nV/√Hz
输出电压噪声，e _{no}	V _{IN+} ，V _{IN−} = 0 V， V _{REF} = 0 V	90			90	100		90			nV/√Hz
RTI，0.1 Hz至10 Hz											
G = 1		5			5			5			μV p-p
G = 1000		0.8			0.8			0.8			μV p-p
电流噪声	f = 1 kHz	1			1			1			fA/√Hz
失调电压	V _{OS} = V _{OSI} + V _{OSO} /G										
输入失调，V _{OSI}	T _A	−300		+300	−200		+200	−300		+300	μV
平均温度系数(TC)	T _{OPR}	−10		+10	−5		+5	−10		10	μV/°C
输出失调，V _{OSO}	T _A	−800		+800	−600		+600	−800		+800	μV
平均温度系数(TC)	T _{OPR}	−10		+10	−5		+5	−10		+10	μV/°C
折合到输入端的失调与电源的关系(PSR)	A、B级为T _A ， W级为T _{OPR}										
G = 1		86			86			80			dB
G = 10		96			100			92			dB
G = 100		96			100			92			dB
G = 1000		96			100			92			dB

AD8220

参数	测试条件	A级			B级			W级			单位
		最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值	
输入电流											
输入偏置电流	T_A			25			10			25	pA
全温度范围	T_{OPR}		0.3			0.3				100	nA
输入失调电流	T_A			2			0.6			2	pA
全温度范围	T_{OPR}		0.005			0.005				10	nA
动态响应	T_A										
小信号带宽, -3 dB											
G = 1			1500			1500			1500		kHz
G = 10			800			800			800		kHz
G = 100			120			120			120		kHz
G = 1000			14			14			14		kHz
0.01%建立时间	T_A										
G = 1	3 V阶跃		2.5			2.5			2.5		μ s
G = 10	4 V阶跃		2.5			2.5			2.5		μ s
G = 100	4 V阶跃		7.5			7.5			7.5		μ s
G = 1000	4 V阶跃		30			30			30		μ s
0.001%建立时间	T_A										
G = 1	3 V阶跃		3.5			3.5			3.5		μ s
G = 10	4 V阶跃		3.5			3.5			3.5		μ s
G = 100	4 V阶跃		8.5			8.5			8.5		μ s
G = 1000	4 V阶跃		37			37			37		μ s
压摆率											
G = 1至100	T_A	2			2			2			V/ μ s
增益	G = 1 + (49.4 k Ω /R $_G$), A、B级为 T_A , W级为 T_{OPR}										
增益范围		1		1000	1		1000	1		1000	V/V
增益误差	G = 1时V $_{OUT}$ = 0.3 V 至2.9 V, G > 1时 V $_{OUT}$ = 0.3 V至3.8 V										
G = 1		-0.06		+0.06	-0.04		+0.04	-0.1		+0.1	%
G = 10		-0.3		+0.3	-0.2		+0.2	-0.8		+0.8	%
G = 100		-0.3		+0.3	-0.2		+0.2	-0.8		+0.8	%
G = 1000		-0.3		+0.3	-0.2		+0.2	-0.8		+0.8	%
非线性度	G = 1时V $_{OUT}$ = 0.3 V 至2.9 V, G > 1时 V $_{OUT}$ = 0.3 V至3.8 V, T_A R $_L$ = 10 k Ω										
G = 1			35	50		35	50			50	ppm
G = 10	R $_L$ = 10 k Ω		35	50		35	50			50	ppm
G = 100	R $_L$ = 10 k Ω		50	75		50	75			75	ppm
G = 1000	R $_L$ = 10 k Ω		650	750		650	750			750	ppm
G = 1	R $_L$ = 2 k Ω		35	50		35	50			50	ppm
G = 10	R $_L$ = 2 k Ω		35	50		35	50			50	ppm
G = 100	R $_L$ = 2 k Ω		50	75		50	75			75	ppm
增益与温度的关系											
G = 1			3	10		2	5		3	10	ppm/ $^{\circ}$ C
G > 10				-50			-50			-50	ppm/ $^{\circ}$ C
输入											
阻抗(引脚至地) ²	T_A		10 ⁴ 6			10 ⁴ 6			10 ⁴ 6		G Ω pF
输入电压范围 ³	T_A	-0.1		+V $_S$ - 2	-0.1		+V $_S$ - 2				V
全温度范围	T_{OPR}	-0.1		+V $_S$ - 2.1	-0.1		+V $_S$ - 2.1	-0.1		+V $_S$ - 2.2	V

参数	测试条件	A级			B级			W级			单位
		最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值	
输出											
输出摆幅	$R_L = 10\text{ k}\Omega$	0.15		4.85	0.15		4.85	0.15		4.85	V
全温度范围	T_{OPR}	0.2		4.80	0.2		4.80	0.3		4.70	V
短路电流			15			15			15		mA
基准输入	T_A										
R_{IN}			40			40			40		k Ω
I_{IN}	$V_{IN+}, V_{IN-} = 0\text{ V}$			70			70			70	μA
电压范围		$-V_S$		$+V_S$	$-V_S$		$+V_S$	$-V_S$		$+V_S$	V
输出增益	T_A		1 ± 0.0001			1 ± 0.0001			1 ± 0.0001		V/V
电源											
工作范围		4.5		36	4.5		36	4.5		36	V
静态电流	T_A			750			750			750	μA
全温度范围	T_{OPR}			850			850			1000	μA
温度范围											
T_{OPR} , 额定性能	T_{OPR}	-40		$+85$	-40		$+85$	-40		$+125$	$^{\circ}\text{C}$

¹ 当输出吸电流超过4 mA时，负载应并联一个47 pF电容以防止响铃振荡。否则，应使用10 k Ω 等较大负载。

² 差分阻抗和共模阻抗可由引脚阻抗求出： $Z_{DIFF} = 2(Z_{PIN})$ ； $Z_{CM} = Z_{PIN}/2$ 。

³ AD8220的工作电压可以比负电源低一个二极管压降，但偏置电流会急剧提高。输入电压范围反映输入偏置电流在额定范围内的最大允许电压。

绝对最大额定值

表3.

参数	额定值
电源电压	±18 V
功耗	参见图3
输出短路电流	未定 ¹
输入电压(共模)	±Vs
差分输入电压	±Vs
存储温度范围	−65°C至+125°C
工作温度范围 ²	−40°C至+125°C
引脚温度(焊接10秒)	300°C
结温	140°C
θ _{JA} (4层JEDEC标准板)	135°C/W
封装玻璃化转变温度	140°C
ESD(人体模型)	4 kV
ESD(充电装置模型)	1 kV
ESD(机器模型)	0.4 kV

¹ 假设负载以中间电源电压为基准。
² 额定性能的温度范围为−40°C至+85°C。有关125°C性能，请参见“典型性能参数”部分。

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，并不能以这些条件或者在任何其他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。

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

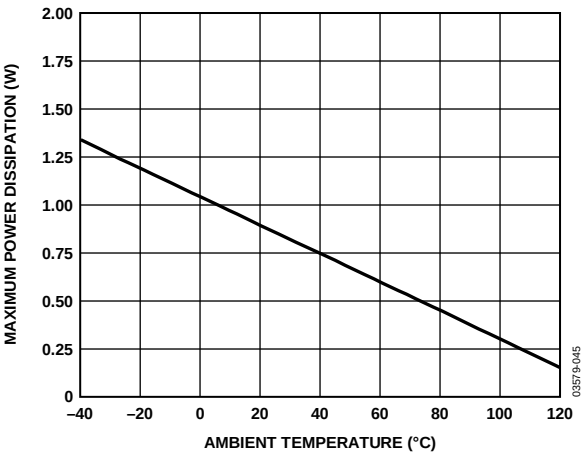


图3. 最大功耗与环境温度的关系

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

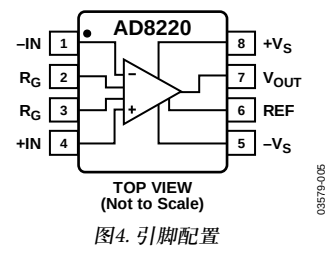


表4. 引脚功能描述

引脚编号	引脚名称	说明
1	-IN	负输入引脚(真差分输入)
2, 3	R _G	增益设置引脚(在R _G 引脚上放置电阻)
4	+IN	正输入引脚(真差分输入)
5	-V _S	负电源引脚
6	REF	基准电压引脚(以低阻抗电压源驱动此引脚，从而对输出进行电平转换)
7	V _{OUT}	输出引脚
8	+V _S	正电源引脚

典型性能参数

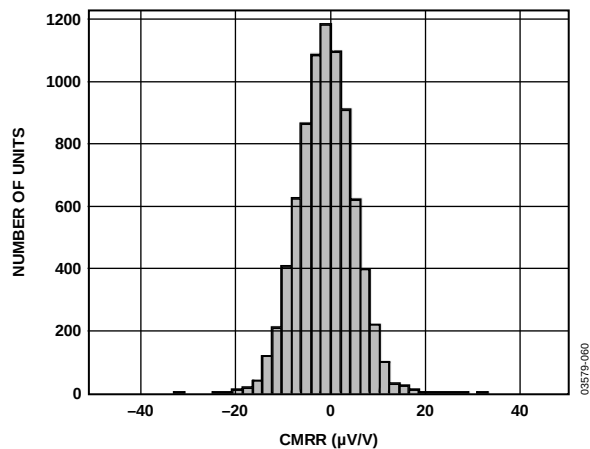
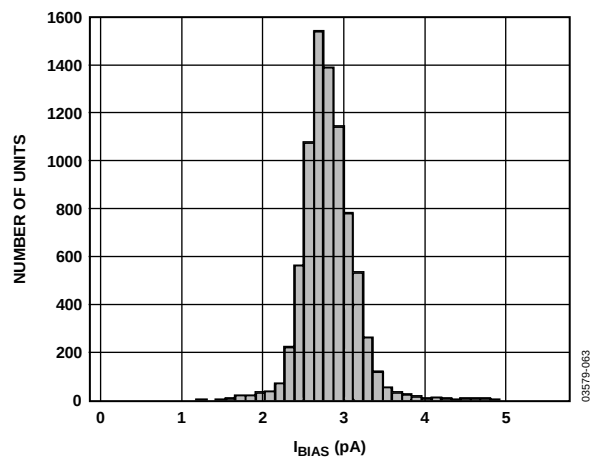
图5. CMRR的典型分布图($G = 1$)

图8. 输入偏置电流的典型分布图

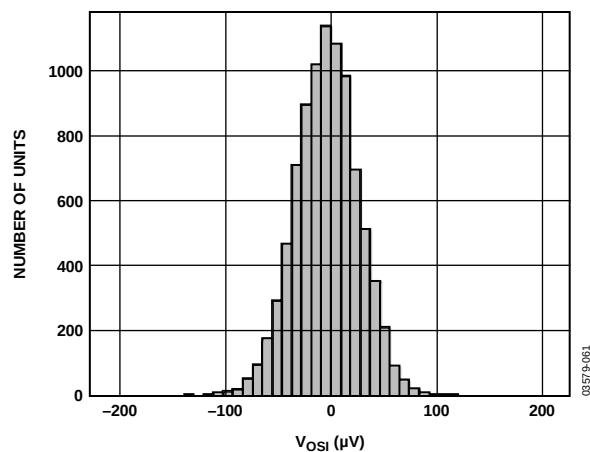


图6. 输入失调电压的典型分布图

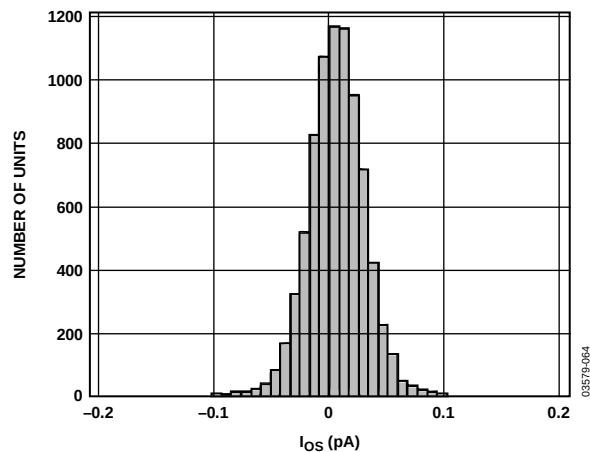


图9. 输入失调电流的典型分布图

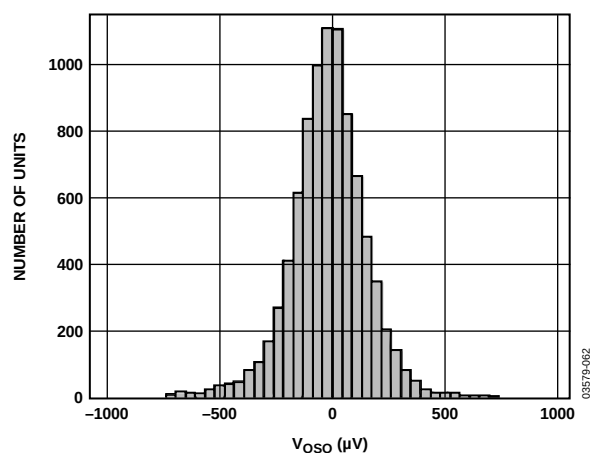


图7. 输出失调电压的典型分布图

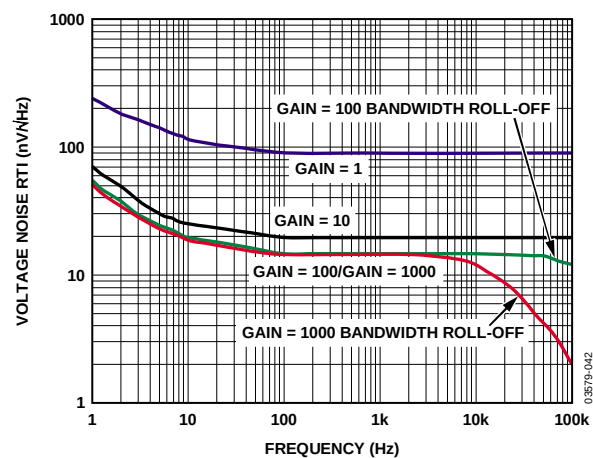


图10. 电压频谱密度与频率的关系

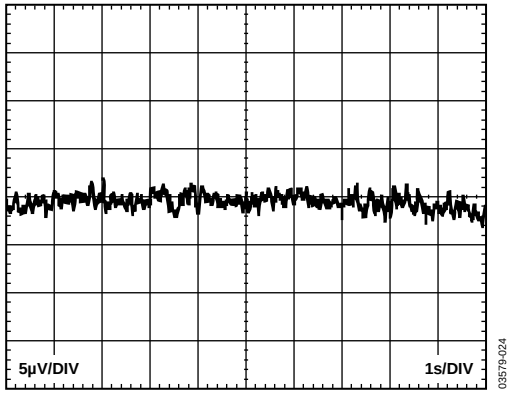


图11. 0.1 Hz至10 Hz RTI电压噪声($G = 1$)

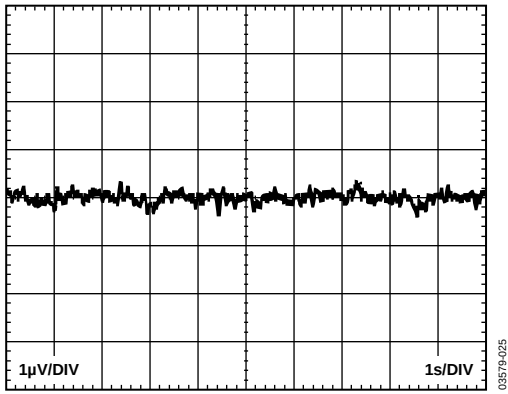


图12. 0.1 Hz至10 Hz RTI电压噪声($G = 1000$)

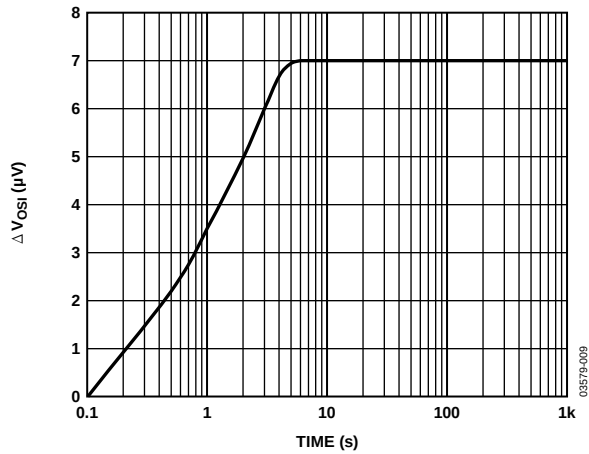


图13. 输入失调电压变化与预备时间的关系

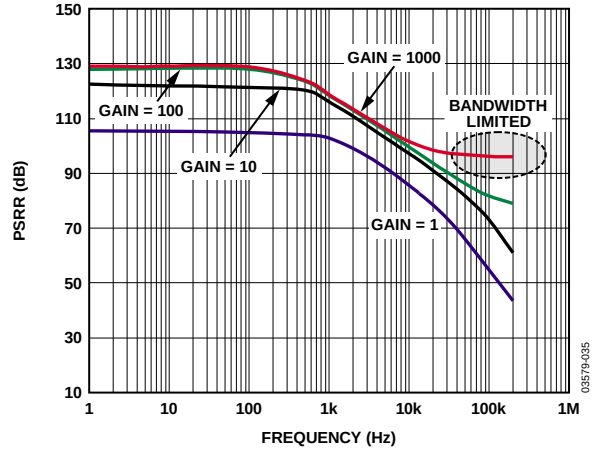


图14. 正PSRR与频率的关系, RTI

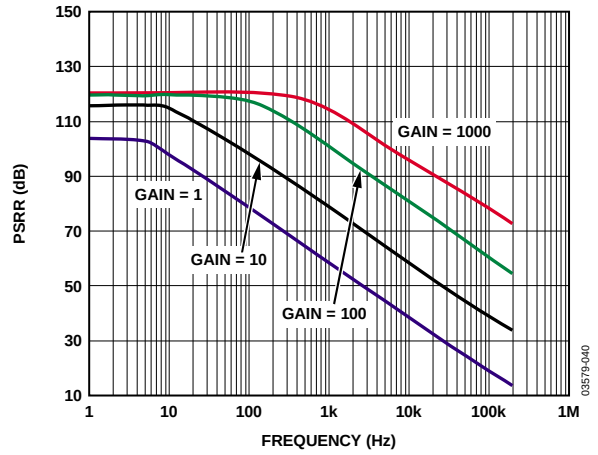


图15. 负PSRR与频率的关系, RTI

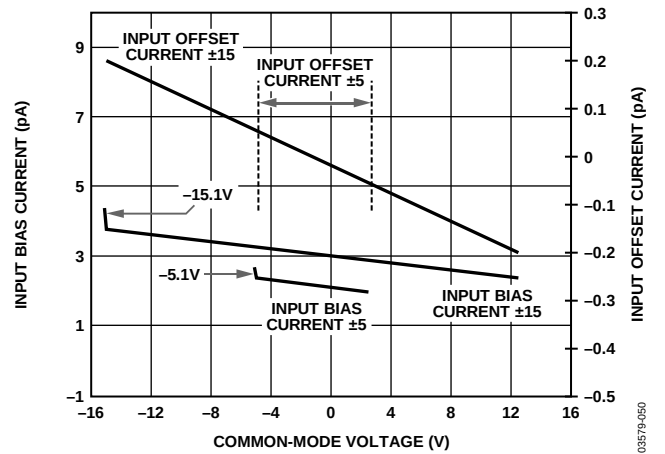


图16. 输入偏置电流和输入失调电流与共模电压的关系

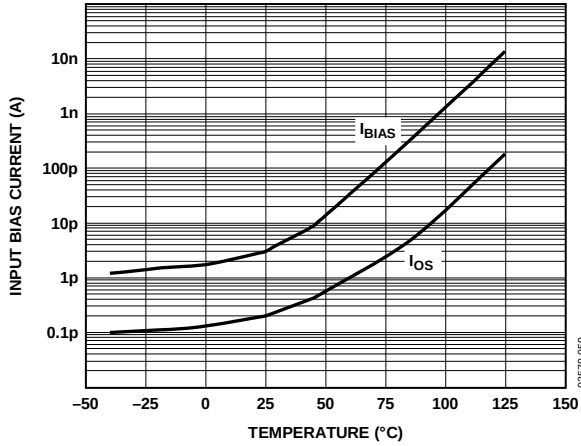


图17. 输入偏置电流和失调电流与温度的关系
($V_S = \pm 15V$, $V_{REF} = 0V$)

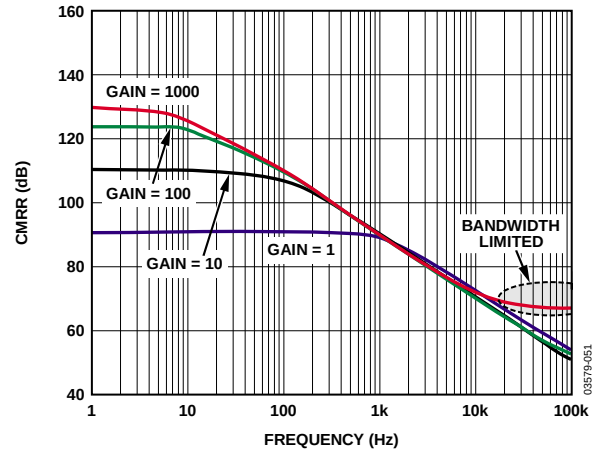


图20. CMRR与频率的关系(1 kΩ非均衡信号源)

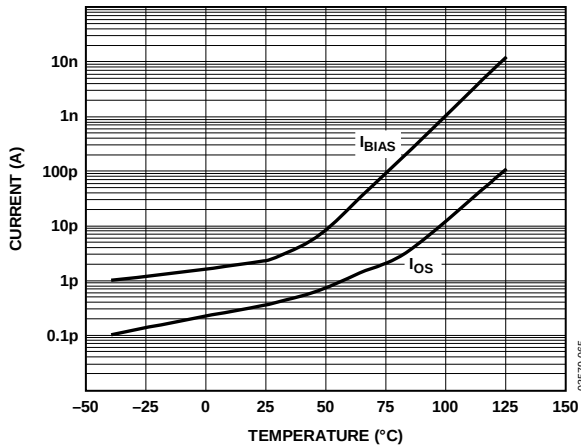


图18. 输入偏置电流和失调电流与温度的关系
($V_S = +5V$, $V_{REF} = 2.5V$)

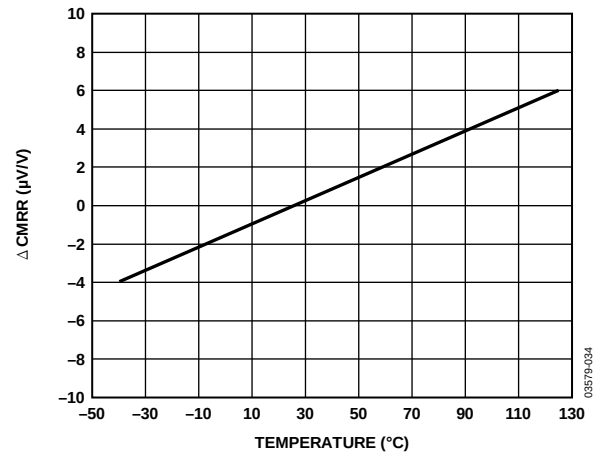


图21. CMRR变化与温度的关系($G = 1$)

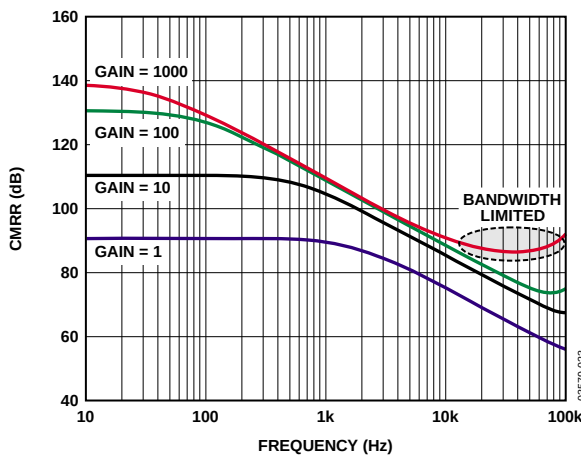


图19. CMRR与频率的关系

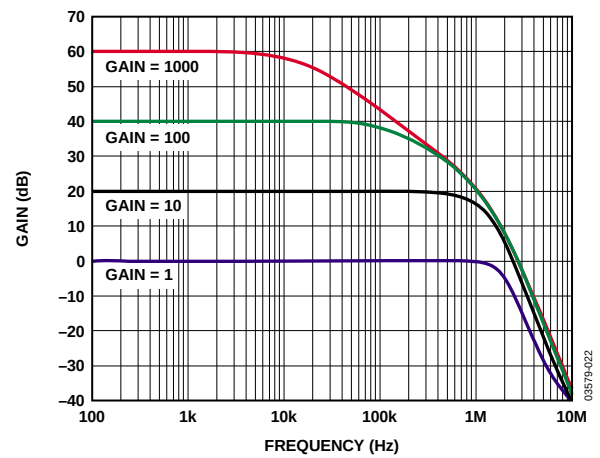


图22. 增益与频率的关系

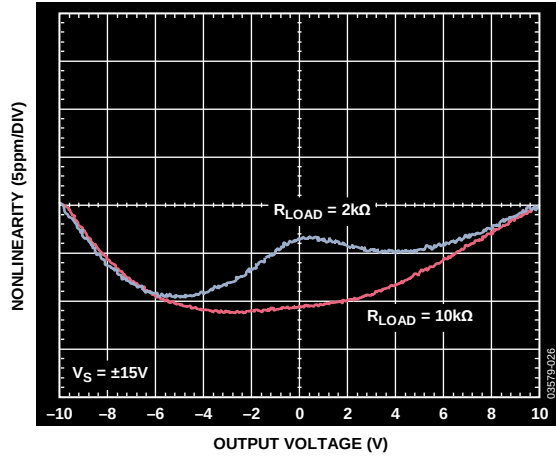


图23. 增益非线性度($G = 1$)

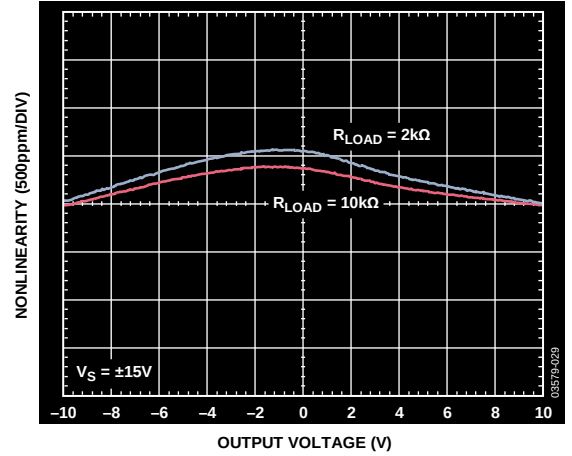


图26. 增益非线性度($G = 1000$)

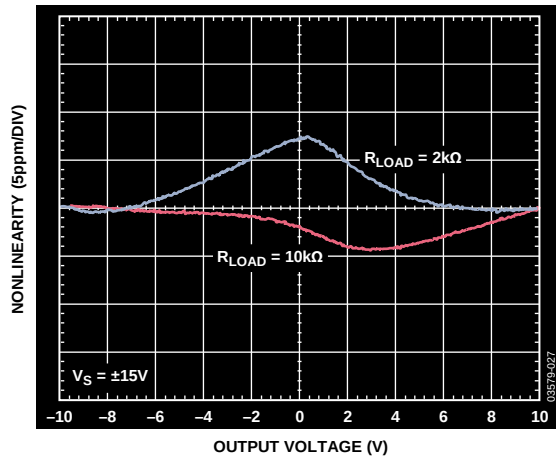


图24. 增益非线性度($G = 10$)

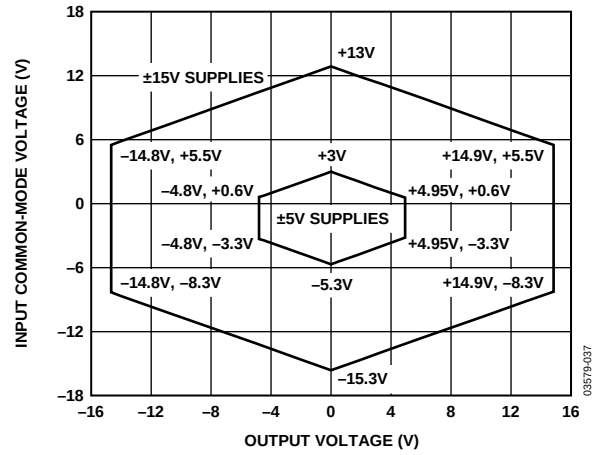


图27. 输入共模电压范围与输出电压的关系
($G = 1$, $V_{REF} = 0V$)

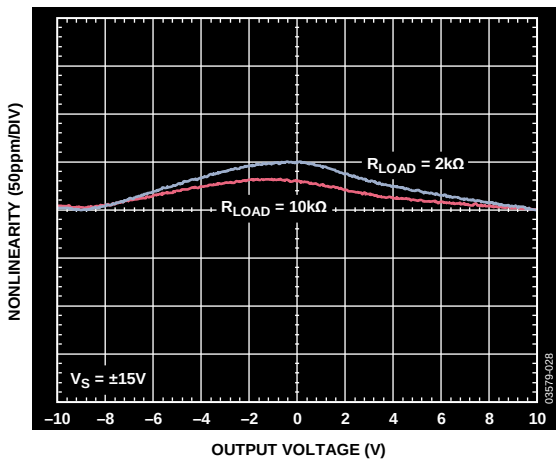


图25. 增益非线性度($G = 100$)

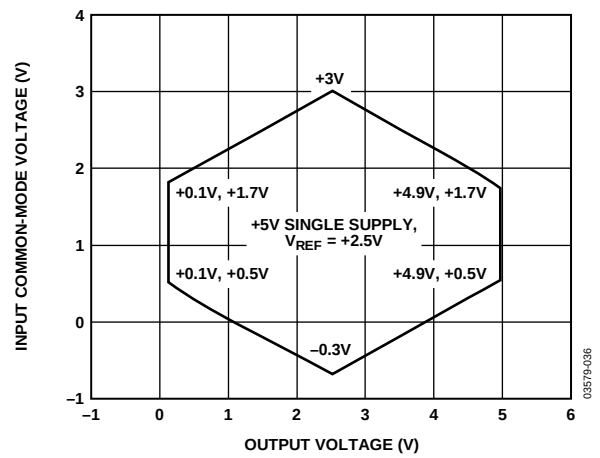


图28. 输入共模电压范围与输出电压的关系
($G = 1$, $V_S = +5V$, $V_{REF} = 2.5V$)

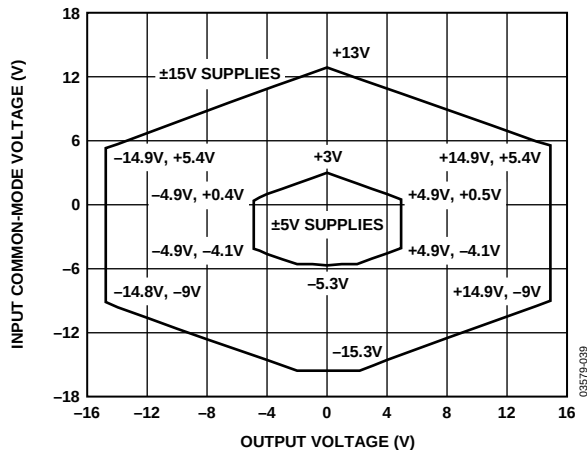


图29. 输入共模电压范围与输出电压的关系
($G = 100$, $V_{REF} = 0V$)

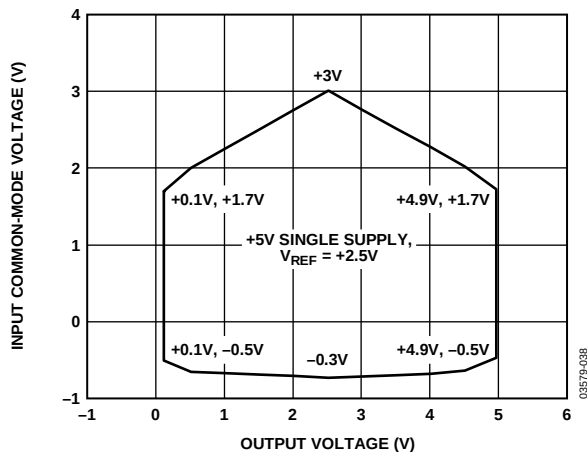


图30. 输入共模电压范围与输出电压的关系
($G = 100$, $V_S = +5V$, $V_{REF} = 2.5V$)

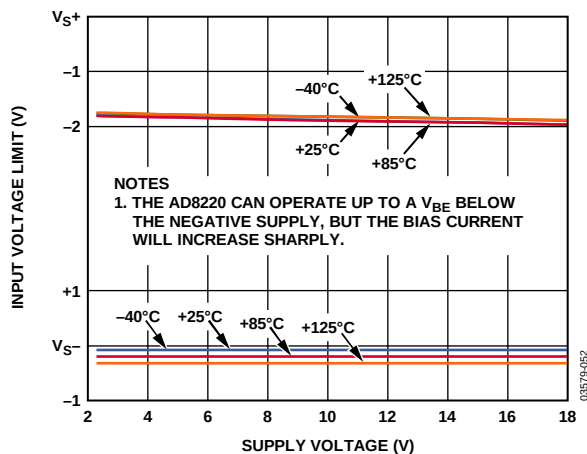


图31. 输入电压限值与电源电压的关系
($G = 1$, $V_{REF} = 0V$)

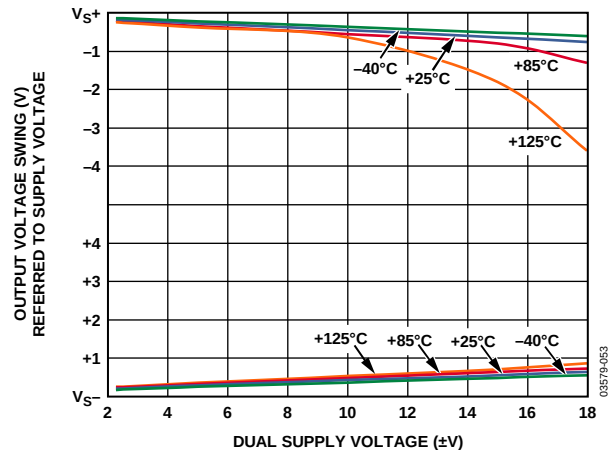


图32. 输出电压摆幅与电源电压的关系
($R_{LOAD} = 2k\Omega$, $G = 10$, $V_{REF} = 0V$)

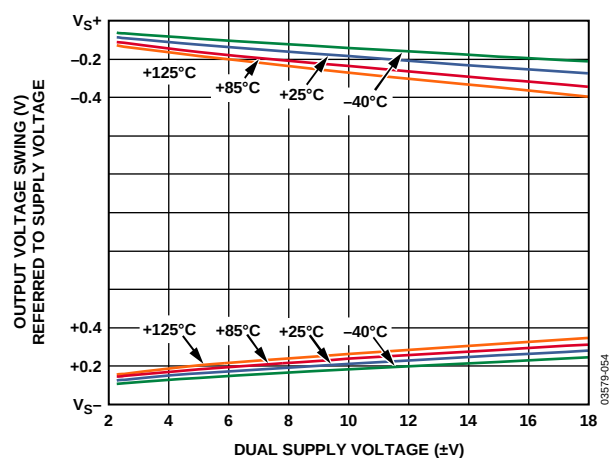


图33. 输出电压摆幅与电源电压的关系
($R_{LOAD} = 10k\Omega$, $G = 10$, $V_{REF} = 0V$)

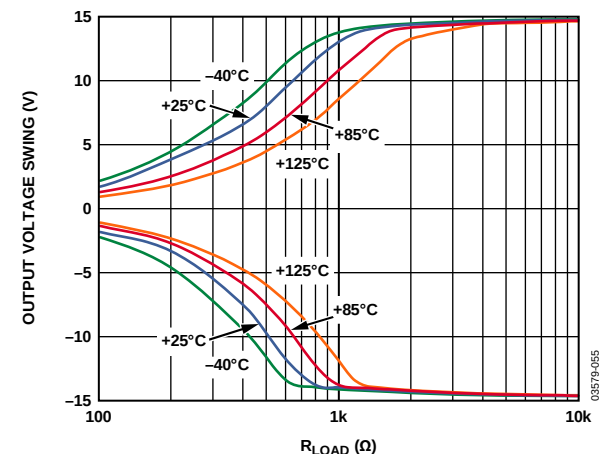


图34. 输出电压摆幅与负载阻抗的关系
($V_S = \pm 15V$, $V_{REF} = 0V$)

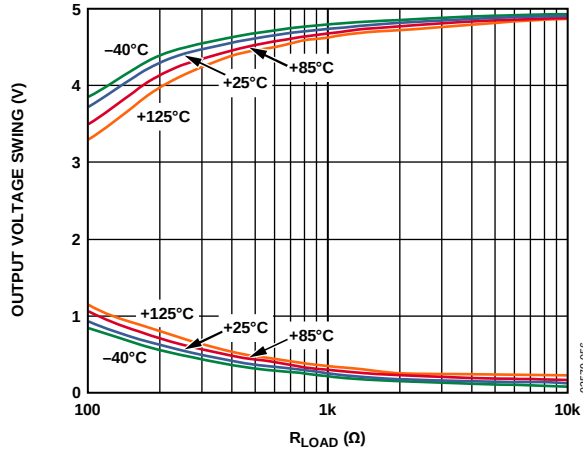


图35. 输出电压摆幅与负载阻抗的关系
($V_S = +5\text{ V}$, $V_{REF} = 2.5\text{ V}$)

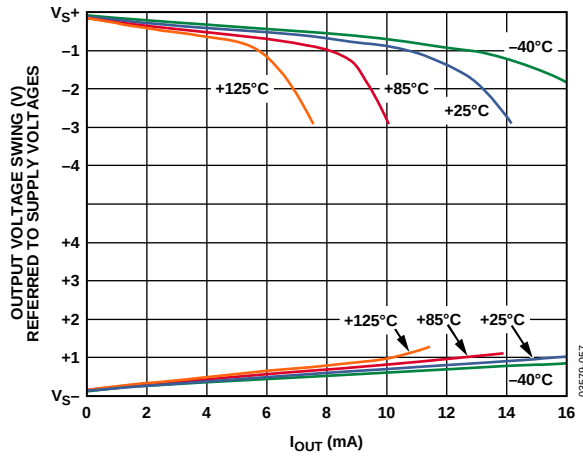


图36. 输出电压摆幅与输出电流的关系
($V_S = \pm 15\text{ V}$, $V_{REF} = 0\text{ V}$)

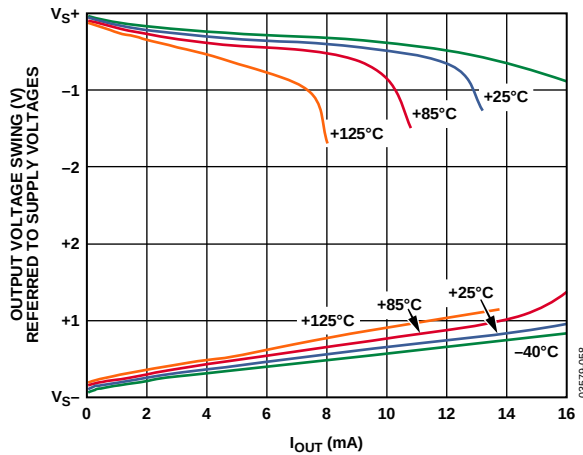


图37. 输出电压摆幅与输出电流的关系
($V_S = 5\text{ V}$, $V_{REF} = 2.5\text{ V}$)

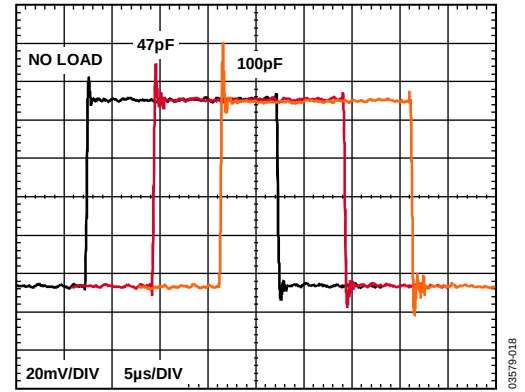


图38. 不同容性负载下的小信号脉冲响应
($V_S = \pm 15\text{ V}$, $V_{REF} = 0\text{ V}$)

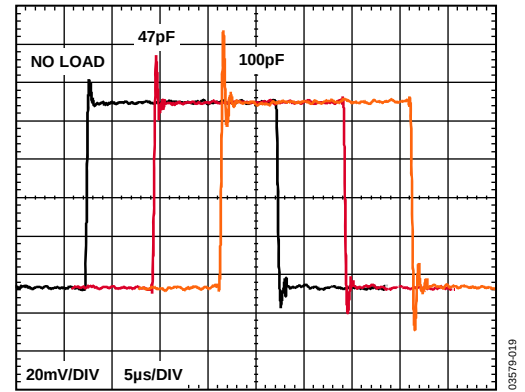


图39. 不同容性负载下的小信号脉冲响应
($V_S = 5\text{ V}$, $V_{REF} = 2.5\text{ V}$)

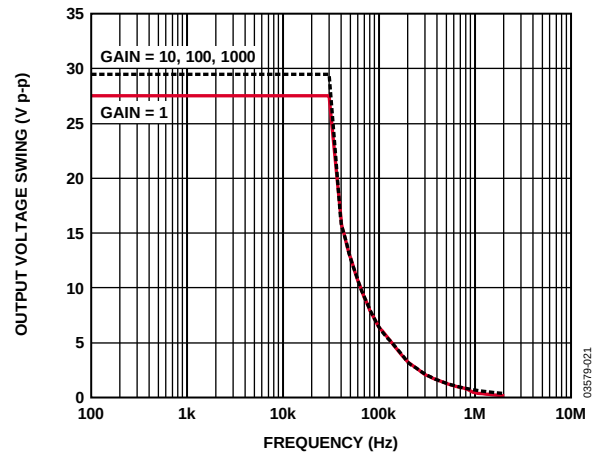


图40. 输出电压摆幅与大信号频率响应的关系

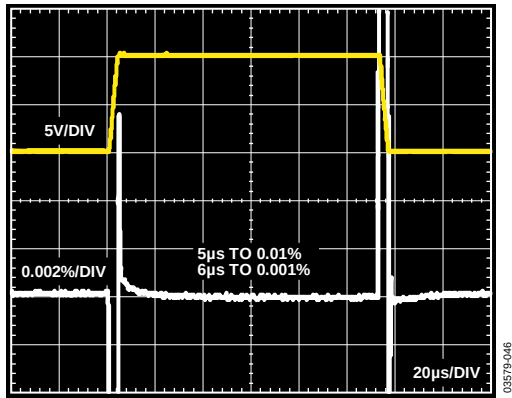


图41. 大信号脉冲响应与建立时间的关系
($G = 1$, $R_{LOAD} = 10 \text{ k}\Omega$, $V_S = \pm 15 \text{ V}$, $V_{REF} = 0 \text{ V}$)

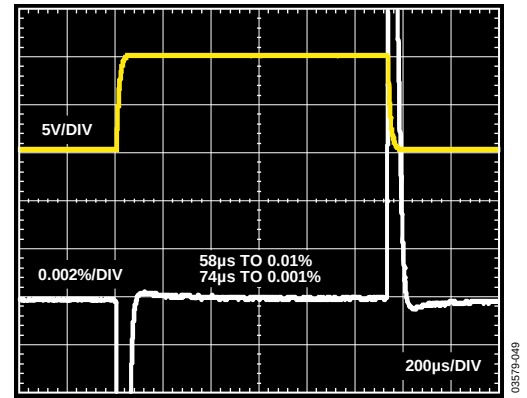


图44. 大信号脉冲响应与建立时间的关系
($G = 1000$, $R_{LOAD} = 10 \text{ k}\Omega$, $V_S = \pm 15 \text{ V}$, $V_{REF} = 0 \text{ V}$)

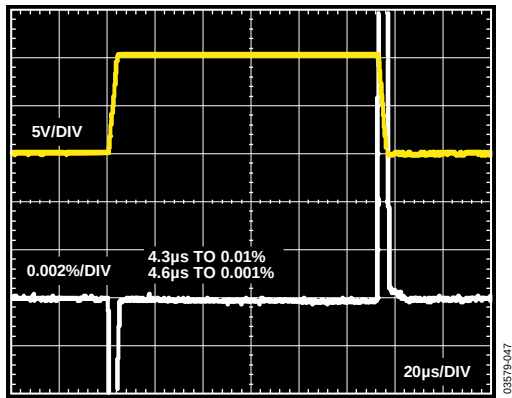


图42. 大信号脉冲响应与建立时间的关系
($G = 10$, $R_{LOAD} = 10 \text{ k}\Omega$, $V_S = \pm 15 \text{ V}$, $V_{REF} = 0 \text{ V}$)

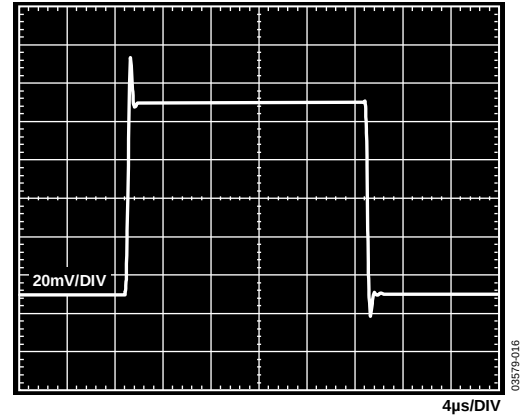


图45. 小信号脉冲响应
($G = 1$, $R_{LOAD} = 2 \text{ k}\Omega$, $C_{LOAD} = 100 \text{ pF}$, $V_S = \pm 15 \text{ V}$, $V_{REF} = 0 \text{ V}$)

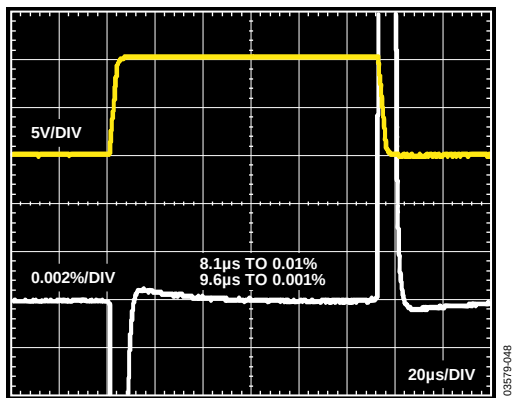


图43. 大信号脉冲响应与建立时间的关系
($G = 100$, $R_{LOAD} = 10 \text{ k}\Omega$, $V_S = \pm 15 \text{ V}$, $V_{REF} = 0 \text{ V}$)

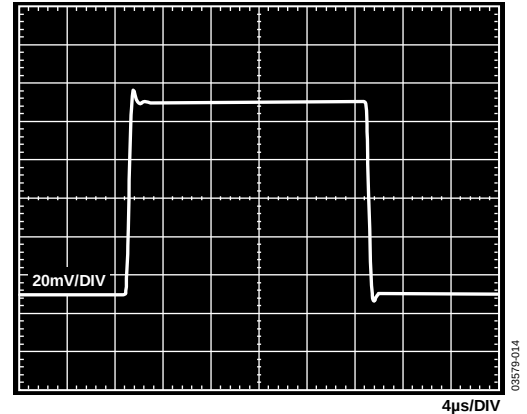


图46. 小信号脉冲响应
($G = 10$, $R_{LOAD} = 2 \text{ k}\Omega$, $C_{LOAD} = 100 \text{ pF}$, $V_S = \pm 15 \text{ V}$, $V_{REF} = 0 \text{ V}$)

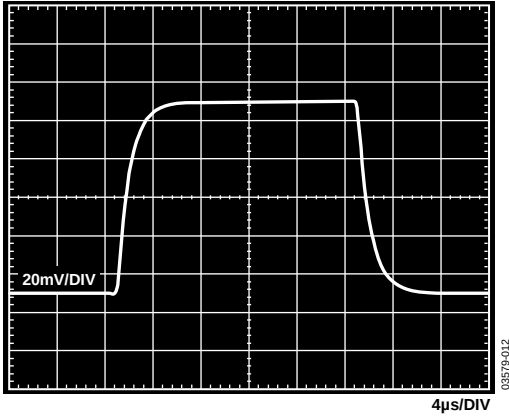


图47. 小信号脉冲响应
($G = 100$, $R_{LOAD} = 2\text{ k}\Omega$, $C_{LOAD} = 100\text{ pF}$, $V_S = \pm 15\text{ V}$, $V_{REF} = 0\text{ V}$)

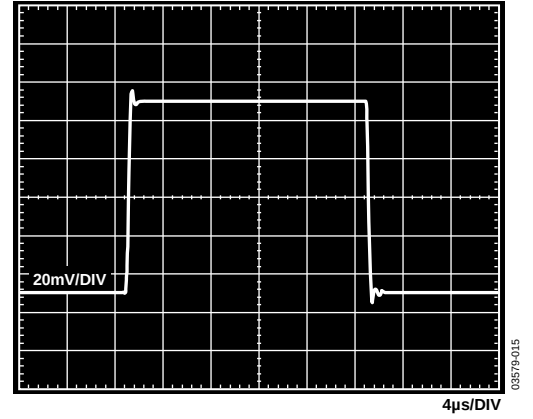


图50. 小信号脉冲响应
($G = 10$, $R_{LOAD} = 2\text{ k}\Omega$, $C_{LOAD} = 100\text{ pF}$, $V_S = 5\text{ V}$, $V_{REF} = 2.5\text{ V}$)

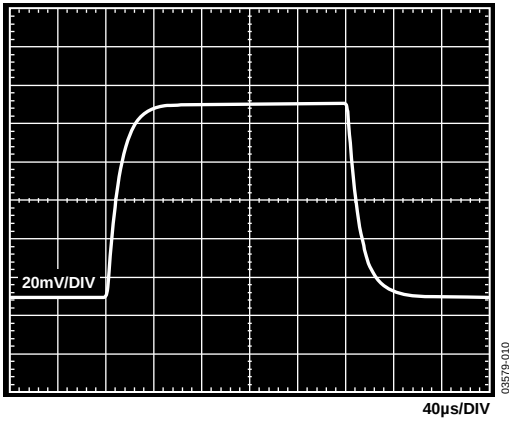


图48. 小信号脉冲响应
($G = 1000$, $R_{LOAD} = 2\text{ k}\Omega$, $C_{LOAD} = 100\text{ pF}$, $V_S = \pm 15\text{ V}$, $V_{REF} = 0\text{ V}$)

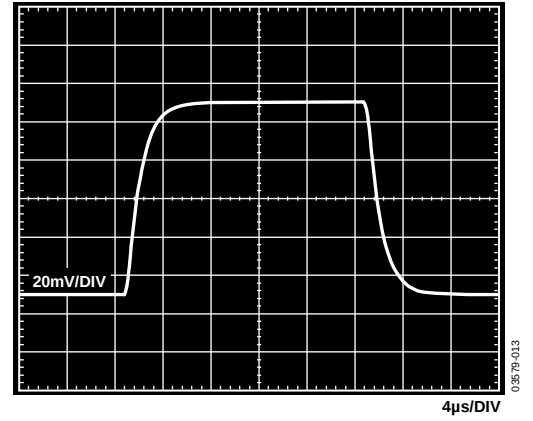


图51. 小信号脉冲响应
($G = 100$, $R_{LOAD} = 2\text{ k}\Omega$, $C_{LOAD} = 100\text{ pF}$, $V_S = 5\text{ V}$, $V_{REF} = 2.5\text{ V}$)

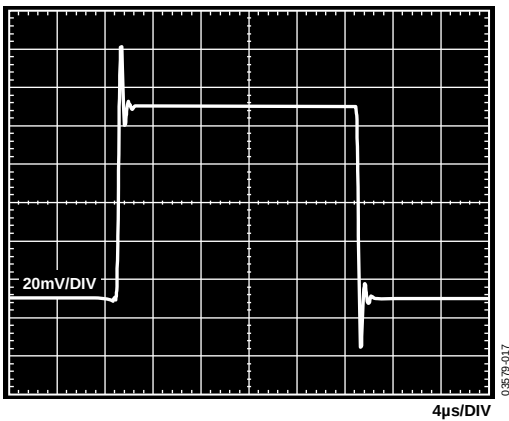


图49. 小信号脉冲响应
($G = 1$, $R_{LOAD} = 2\text{ k}\Omega$, $C_{LOAD} = 100\text{ pF}$, $V_S = 5\text{ V}$, $V_{REF} = 2.5\text{ V}$)

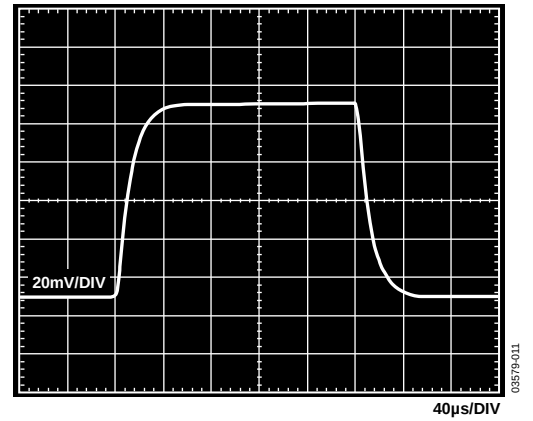


图52. 小信号脉冲响应
($G = 1000$, $R_{LOAD} = 2\text{ k}\Omega$, $C_{LOAD} = 100\text{ pF}$, $V_S = 5\text{ V}$, $V_{REF} = 2.5\text{ V}$)

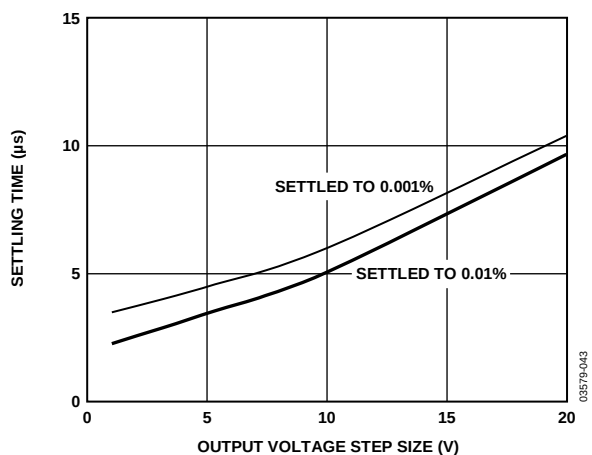


图53. 建立时间与输出电压阶跃大小的关系($G = 1$, $\pm 15 V$, $V_{REF} = 0 V$)

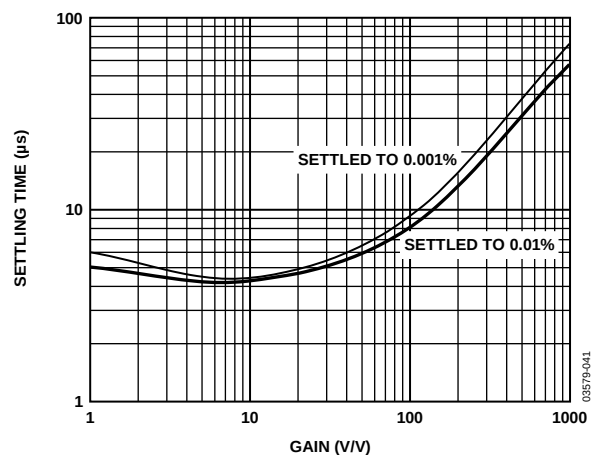


图54. 建立时间与增益的关系(10 V阶跃, $V_s = \pm 15 V$, $V_{REF} = 0 V$)

工作原理

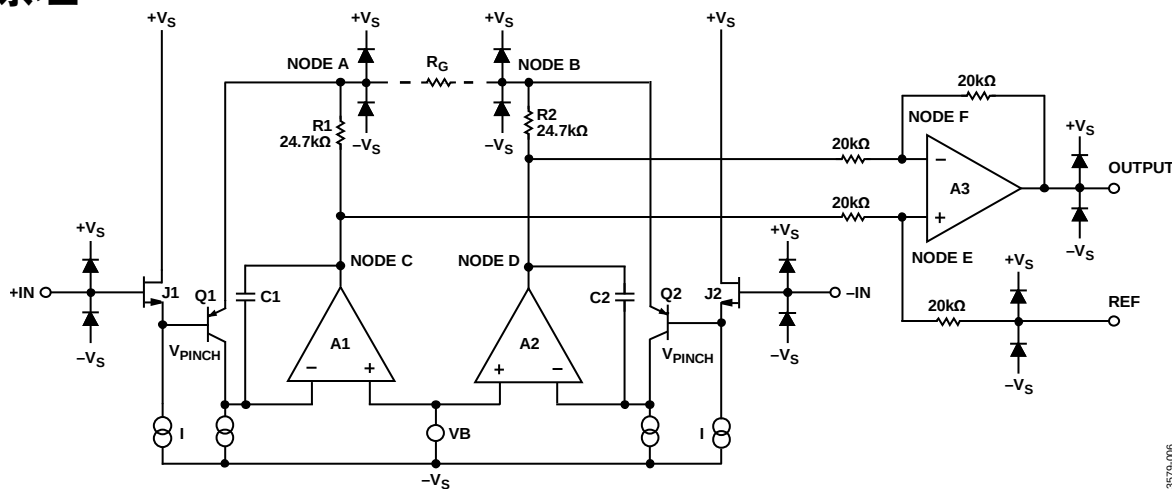


图55. 原理示意图

AD8220是一款JFET输入单芯片仪表放大器，采用经典的三运放拓扑结构，如图55所示。输入晶体管J1和J2以固定电流偏置，因此，任何输入信号都会迫使A1和A2的输出电压发生相应的变化。输入信号产生一个通过 R_G 的电流，在 R_1 和 R_2 中流动，使得A1和A2的输出提供正确的放大信号。就拓扑结构而言，J1、A1、 R_1 和J2、A2、 R_2 可视为精密电流反馈放大器，其增益带宽为1.5 MHz。来自A1和A2的共模电压和经过放大的差分信号作用于差动放大器，后者抑制共模电压，但放大差分电压。差动放大器采用20 kΩ激光调整电阻，使得仪表放大器的增益误差小于0.04%。已开发出新的调整技术，确保CMRR超过86 dB ($G = 1$)。

AD8220采用JFET晶体管，提供极高的输入阻抗、极低的偏置电流(最大10 pA)、低失调电流(最大0.6 pA)，无输入偏置电流噪声。此外，输入失调电压小于125 μV ，温漂低于5 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ 。设计同时考虑了易用性和鲁棒性。仪表放大器的一个常见问题是在高增益下，当输入过驱时¹，可能产生过大的毫安级输入偏置电流，并且输出可能发生反相。AD8220不存在这些问题，其输入偏置电流限制在10 μA 以下，输出在过驱故障条件下不会反相。

1 高增益下的输入过驱指输入信号在电源电压范围内，但放大器无法输出放大信号的情况。例如，增益为100时，用10 V信号驱动放大器(± 15 V电源)就会造成输入过驱，因为放大器无法输出100 V电压。

AD8220的负载相关非线性度非常低。所有由AD8220构成的放大器都有轨到轨输出能力，以便提高动态范围。AD8220的输入可以放大具有宽共模电压(哪怕略低于负供电轨)的信号。AD8220支持宽电源电压范围，可以采用+4.5 V至+36 V单电源或 ± 2.25 V至 ± 18 V双电源供电。AD8220的传递函数为：

$$G = 1 + \frac{49.4 \text{ k}\Omega}{R_G}$$

用户可以通过一个标准电阻轻松而精确地设置增益。输入放大器采用电流反馈架构，AD8220增益带宽积随增益提高而提高，因此，系统在较高增益下的带宽损失不像电压反馈架构那么大。独特的引脚排列使得AD8220能够达到80 dB的CMRR规格(至5 kHz, $G = 1$)。平衡的引脚排列(如图56所示)可减少对CMRR性能造成不利影响的寄生效应。此外，这种新式引脚排列将相关走线组织在一起，简化了电路板布局。例如，增益设置电阻引脚与输入相邻，基准引脚则紧挨着输出。

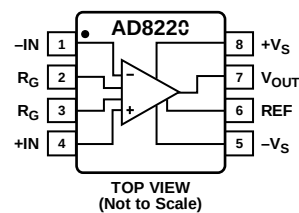


图56. 引脚配置

AD8220

增益选择

将一个电阻跨接在R_G引脚上，即可设置AD8220的增益，电阻值计算可参考表5或利用增益公式：

$$R_G = \frac{49.4 \text{ k}\Omega}{G - 1}$$

表5. 用1%电阻实现的增益

1%标准表RG值(Ω)	计算得到的增益值
49.9 k	1.990
12.4 k	4.984
5.49 k	9.998
2.61 k	19.93
1.00 k	50.40
499	100.0
249	199.4
100	495.0
49.9	991.0

不使用增益电阻时，AD8220默认设置G = 1。增益精度取决于R_G的绝对容差。外部增益电阻的温度系数(TC)会增大仪表放大器的增益漂移。不用增益电阻时，增益误差和增益漂移保持最小。

布局布线

精心规划的电路板布局可以让系统实现最高性能。在需要利用AD8220低输入偏置电流特性的应用中，应避免将金属放在输入路径下方，以确保漏电流最小。为了在整个频率范围内保持较高的CMRR，输入走线和R_G电阻的走线布局需对称。务必使走线保持阻性和容性平衡，这对于输入和RG引脚下方的其他PCB金属层同样适用。增益设置电阻到

R_G引脚的走线应尽可能短，以使寄生电感最小。布局示例如图57和图58所示。为了确保获得最精确的输出，从REF引脚引出的走线应连接至AD8220的局部接地(见图59)，或者连接至AD8220局部接地的基准电压。

共模抑制比(CMRR)

AD8220在整个频率范围内具有高CMRR，而典型仪表放大器在大约200 Hz处CMRR就开始下降，因此AD8220对线路噪声及其相关谐波等的抗干扰性能比典型仪表放大器更强，后者往往需要在输入端配置共模滤波器来弥补这一不足。AD8220能够在更大频率范围内抑制共模信号，因而减少了对输入共模滤波的需求。

良好的布局布线有助于AD8220在全频率范围内维持高CMRR。输入源阻抗和电容应当严格匹配。此外，信号源电阻和电容应在允许的范围内尽可能靠近输入。

接地

AD8220的输出电压是相对于基准引脚上的电位而言的。应注意将REF连接至适当的局部接地(见图59)。

在混合信号环境中，低电平模拟信号需要从高噪声数字环境中隔离出来。许多ADC具有独立的模拟和数字接地引脚。虽然将这两种地连至同一地层会很方便，但是流经地线和PC板的电流会造成较大误差。因此应采用分开的模拟和数字接地回路，使得从敏感点流至系统接地的电流最小。

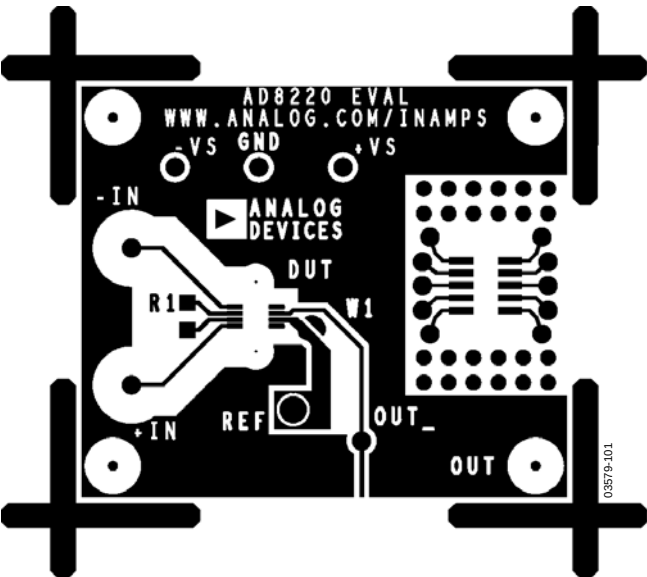


图57. AD8220评估板的示例布局(顶层)

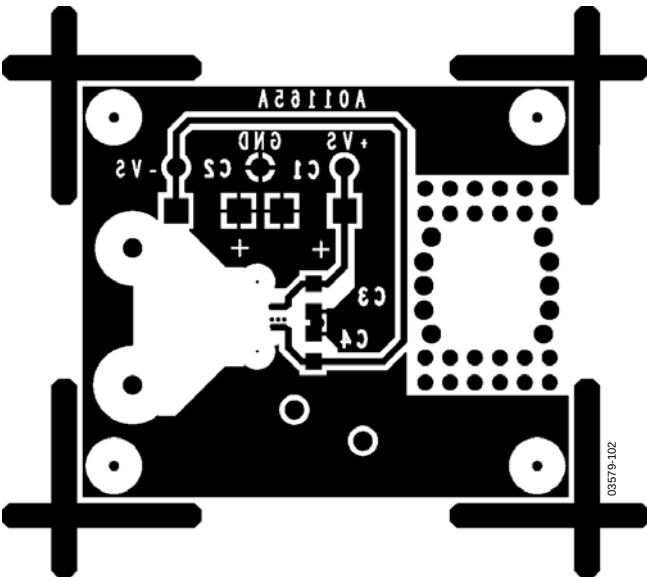


图58. AD8220评估板的示例布局(底层)

基准引脚

基准引脚REF处于一个20 kΩ电阻的一端(见图55)。仪表放大器的输出以REF引脚上的电压为基准，这在输出信号需要偏移到共模以外的电压时会很有用。例如，可以将一个电压源与REF引脚相连，对输出进行电平转换，使AD8220可以与ADC实现接口。容许的基准电压范围取决于增益、共模输入和电源电压。REF引脚不应高出 $+V_S$ 或 $-V_S$ 的0.5 V以上。

为了获得最佳性能，尤其是在输出测量不以REF引脚为参考的情况下，REF引脚应保持较低的源阻抗，因为寄生电阻会对CMRR和增益精度产生不利影响。

电源调整与旁路

The AD8220 has high PSRR. 但为了优化性能，这款仪表放大器应当采用稳定的直流电压供电。电源引脚上的噪声会对器件性能产生不利影响。与所有线性电路一样，必须使用旁路电容来去耦放大器。

靠近各电源引脚处应当配置一个0.1 μF电容。可以在远离器件处使用一个10 μF钽电容(见图59)。大多数情况下，其它精密集成电路可以共享该电容。

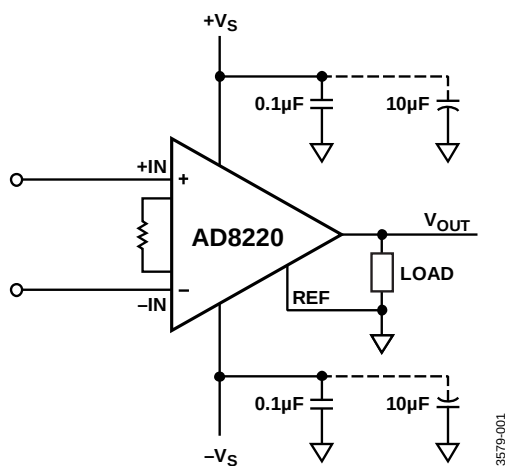


图59. 电源去耦、REF及以接地为基准的输出

输入偏置电流返回路径

AD8220的输入偏置电流极其小，不到10 pA。不过，输入偏置电流仍然必须有一个到公共端的返回路径。当变压器等信号源无法提供电流回路时，必须创建一条返回路径(见图60)。

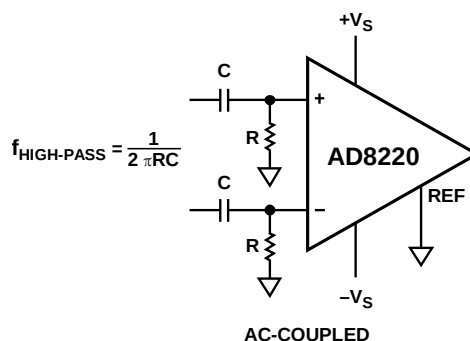
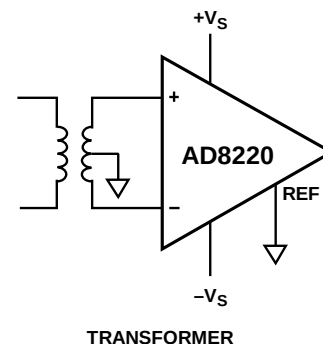


图60. 创建一条 I_{BIAS} 路径

输入保护

AD8220的所有引脚均提供ESD保护。(保证4 kV的ESD保护，人体模型。)此外，输入结构支持直流过载条件：正电源以上的二极管压降和负电源以下的二极管压降。电源的二极管压降以外的电压会导致ESD二极管导通，使电流流过二极管。因此，对于 $+V_S$ 以上的电压，应当用一个与各输入串联的外部电阻来限制电流。无论何种情形，AD8220都能在室温下安全处理6 mA连续电流。

对于AD8220会遇到极端过载电压的应用，例如心脏除颤器等，应当使用外部串联电阻和低泄漏二极管钳位(如BAV199L、FJH1100或SP720)。

AD8220

RF干扰

在有大RF信号的应用中，一般都存在RF整流问题。该问题表现为较小的直流失调电压。AD8220的输入有一个5 pF栅极电容 C_G 。匹配的串联电阻构成一个自然的低通滤波器，它可降低高频时的整流(见图61)。外部匹配串联电阻与内部栅极电容之间的关系可以表示为：

$$FilterFreq_{DIFF} = \frac{1}{2\pi RC_G}$$

$$FilterFreq_{CM} = \frac{1}{2\pi RC_G}$$

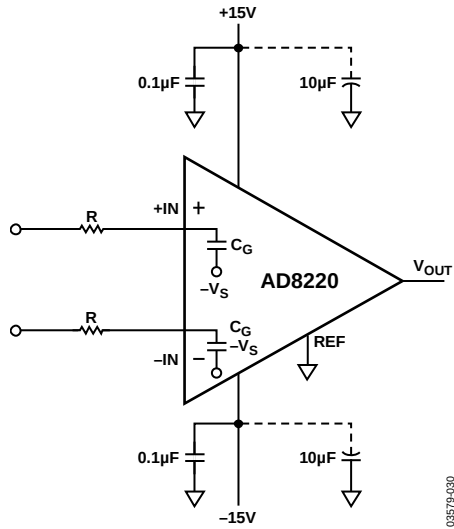


图61. 无外部电容时的RFI滤波

当使用较小源电阻时，为了消除高频共模信号，可以将一个低通RC网络置于仪表放大器的输入端(见图62)。滤波器根据以下关系式对输入信号带宽加以限制：

$$FilterFreq_{DIFF} = \frac{1}{2\pi R(2C_D + C_C + C_G)}$$

$$FilterFreq_{CM} = \frac{1}{2\pi R(C_C + C_G)}$$

C_C 电容不匹配导致低通滤波器不匹配。这种不平衡导致AD8220将共模信号当作差分信号对待。为了降低外部不匹配 C_C 电容的影响， C_D 的值应比 C_C 大10倍以上。这将使差分滤波器频率低于共模频率。

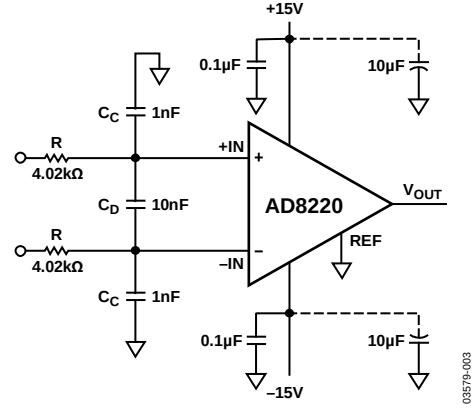


图62. 射频干扰(RFI)抑制

共模输入电压范围

共模输入电压范围与输入范围、内部放大器A1/A2/A3的输出、基准电压和增益有关。图27至图30显示了不同电源电压和增益条件下的共模电压范围。

驱动ADC

仪表放大器常常用在ADC之前以提供CMRR和其他调理，如电平转换和增益等(见图63)。本示例中，采用一个2.7 nF电容和一个1 kΩ电阻为AD7685构建抗混叠滤波器。该2.7 nF电容还用于将必需的电荷存储并传送到ADC的开关电容输入。该1 kΩ串联电阻减轻了放大器2.7 nF负载的负担。但是，ADC之前的大源阻抗可能会降低THD性能。

图63所示的例子用于60 kHz以下的应用。对于更高带宽的应用，THD很重要，串联电阻必须很小。最差情况下，小串联电阻可能会成为AD8220的负载，导致输出过冲或响铃振荡。此时，应当在AD8220之后使用AD8615等缓冲驱动器来驱动ADC。

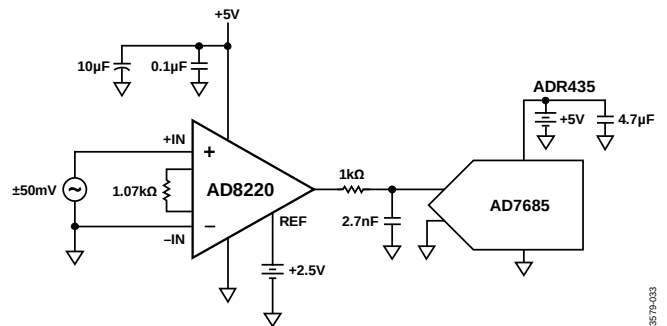


图63. 低频应用中的ADC驱动

应用信息

交流耦合仪表放大器

测量放大器隐藏在噪声或失调中的小信号是一个挑战。图64所示电路可改善交流小信号的分辨率。大增益将放大器折合到输入端的噪声降至14 nV/√Hz。因此，由于噪底较低，较小的信号得以测量。原本要放大100倍的直流失调由积分器反馈网络从AD8220输出中消除。

低频时，OP1177强迫AD8220输出0 V。一旦信号超过 $f_{\text{HIGH-PASS}}$ ，AD8220就会输出经过放大的输入信号。

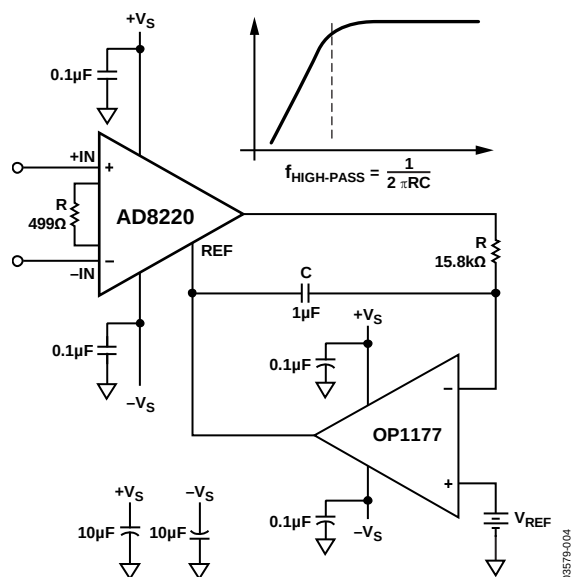


图64. 交流耦合电路

差分输出

在某些应用中，有必要创建一个差分信号。新型高分辨率ADC常常需要差分输入。在其他情况下，长距离传输也可能需要差分处理，以实现更好的抗干扰性。

图65显示如何配置AD8220来输出差分信号。运算放大器OP1177用来创建一个差分电压。运算放大器产生的误差是两个输出的共同误差，因此属于共模误差。同样，使用不匹配电阻所产生的误差会引起共模直流失调误差。这类误差在差分信号处理中由差分输入ADC或仪表放大器进行抑制。

使用此电路驱动差分ADC时，可以使用电阻分压器根据ADC基准电压设置 V_{REF} ，以使输出与ADC成比例，如图66所示。

AD8220



图65. 具有电平转换的差分输出



图66. 配置AD8220输出比例式差分信号

心电图信号调理

AD8220是用于新一代ECG的输入放大器的出色选择，其小尺寸、整个频率范围内的高共模抑制比(CMRR)、轨到轨输出和JFET输入等特性非常适合这种应用。皮肤电位介于0.2 mV到2 mV。AD8220可解决许多常见的人体皮肤电位测量难题。AD8220的高CMRR有助于抑制共模信号，例如手术室设备的线路噪声或高频EMI等。其轨到轨输出可提供宽动态范围，从而实现其他仪表放大器无法实现的更高增益。JFET输入提供5 pF的大输入电容。当在AD8220之前使用串联输入电阻时，会自然形成一个RC滤波器来降低高频噪声(参见“RF干扰”部分)。

此外，AD8220 JFET输入具有超低输入偏置电流且无电流噪声，对常常存在大阻抗的ECG应用十分有利。AD8220的MSOP封装和优化引脚排列支持实现更小的设计尺寸和更高效的布局布线，为新一代便携式ECG铺平了道路。

图67所示为示例ECG的原理图。AD8220之后是一个0.033 Hz高通滤波器，它由4.7 μ F电容和1 M Ω 电阻构成，用于消除电极之间产生的直流失调。[AD8618](#)提供50倍的额外增益，以便利用ADC的0 V到5 V输入范围。一个有源五阶低通贝塞尔滤波器消除约160 Hz以上的信号。[OP2177](#)缓冲、反转并放大AD8220增益设置电阻中点处取得的共模电压。通过反转共模信号并将其驱动回身体中，这种右腿驱动电路有助于消除共模信号影响。[OP2177](#)输出端的499 k Ω 电阻限制驱动到身体中的电流。

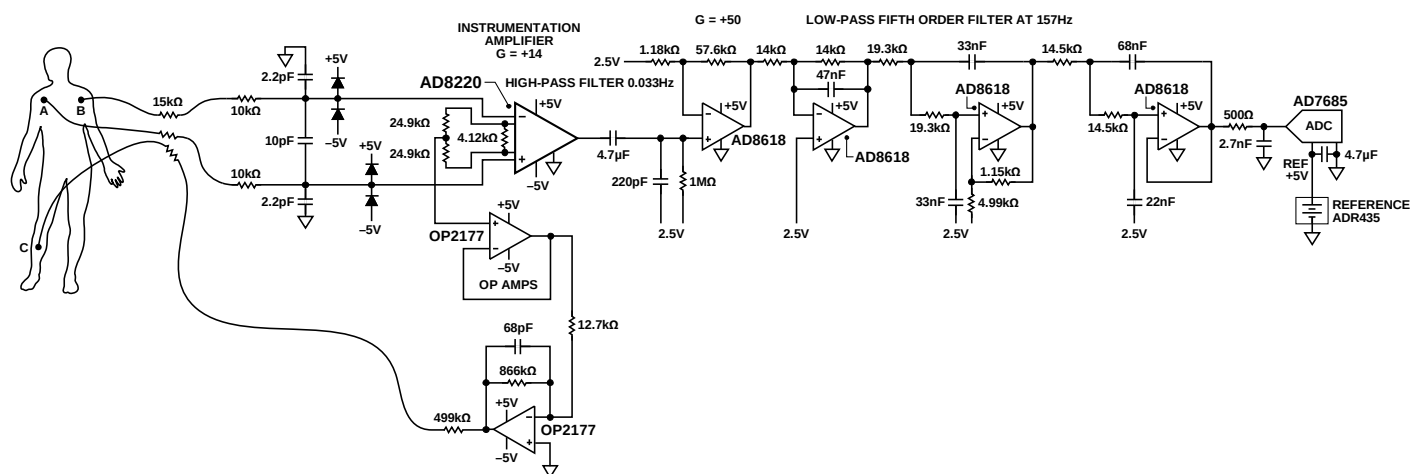


图67. ECG示例原理图

AD8220

外形尺寸

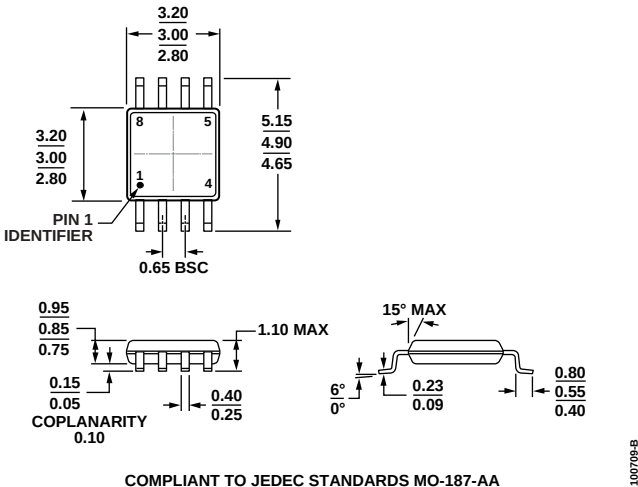


图68. 8引脚超小型封装[MSOP]
(RM-8)

图示尺寸单位: mm

订购指南

型号 ^{1,2}	温度范围 ³	封装描述	封装选项	封装选项
AD8220ARMZ	−40℃至+85℃	8引脚 MSOP	RM-8	H01
AD8220ARMZ-RL	−40℃至+85℃	8引脚 MSOP, 13"卷带和卷盘	RM-8	H01
AD8220ARMZ-R7	−40℃至+85℃	8引脚 MSOP, 7"卷带和卷盘	RM-8	H01
AD8220BRMZ	−40℃至+85℃	8引脚MSOP	RM-8	H0P
AD8220BRMZ-RL	−40℃至+85℃	8引脚MSOP, 13"卷带和卷盘	RM-8	H0P
AD8220BRMZ-R7	−40℃至+85℃	8引脚MSOP, 7"卷带和卷盘	RM-8	H0P
AD8220WARMZ	−40℃至+125℃	8引脚MSOP	RM-8	Y2D
AD8220WARMZ-RL	−40℃至+125℃	8引脚MSOP, 13"卷带和卷盘	RM-8	Y2D
AD8220WARMZ-R7	−40℃至+125℃	8引脚MSOP, 7"卷带和卷盘	RM-8	Y2D

¹ Z = 符合RoHS标准的器件。
² W = 通过汽车应用认证。
³ 关于85℃至125℃范围内的工作特性，请参见“典型性能参数”部分。

汽车应用产品

AD8220W生产工艺受到严格控制，以提供满足汽车应用的质量和可靠性要求。请注意，车用型号的技术规格可能不同于商用型号；因此，设计人员应仔细阅读本数据手册的技术规格部分。只有显示为汽车应用级的产品才能用于汽车应用。欲了解特定产品的订购信息并获得这些型号的汽车可靠性报告，请联系当地ADI客户代表。

注释

注释