

特性

- 超宽共模范围: $-V_S - 0.1\text{ V}$ 至 $-V_S + 70\text{ V}$
- 宽电源电压范围: (V_{SY}): $+3.15\text{ V}$ 至 $+50\text{ V}$ (测PSRR时电源为 $\pm 25\text{ V}$)
- 低电源电流: 1.5 mA (典型值)
- 低输入失调电压: $\pm 30\text{ }\mu\text{V}$ (最大值)
- 低输入失调电压漂移: $\pm 0.4\text{ }\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ (最大值)
- 低电压噪声:
 - 1/f噪声转折频率: 6 Hz (典型值)
 - 150 nV p-p (0.1 Hz 至 10 Hz , 典型值)
 - $7\text{ nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ (100 Hz , 典型值, e_n)
- 高速
 - GBP: 8 MHz (典型值)
 - 摆率: $5.5\text{ V}/\mu\text{s}$ ($\Delta V_{OUT} = 25\text{ V}$, 典型值)
- 低关断电源电流: $20\text{ }\mu\text{A}$ (最大值)
- 低输入偏置电流: $\pm 10\text{ nA}$ (最大值)
- 大信号电压增益: 最小值 120 dB
- CMRR: 最小值 123 dB
- PSRR: 最小值 126 dB
- 输入过驱时无相位反转
- $\pm 2\text{ kV HBM}$ 和 $\pm 2\text{ kV FICDM}$
- 宽工作温度范围: -55°C 至 $+150^\circ\text{C}$ (H级)
- 6引脚TSOT封装

应用

- 工业传感器信号调理
- 电源电流检测
- 电池和电源监控
- 恶劣环境下的前端放大器
- 4 mA至20 mA变送器

概述

ADA4099-1是稳定可靠的精密轨到轨输入/输出运算放大器, 输入电压范围为 $-V_S$ 至 $+V_S$ 及以上, 在本数据手册中被称为Over-The-Top™。该器件具有 $<30\text{ }\mu\text{V}$ 的失调电压, $<10\text{ nA}$ 的输入偏置电流(I_B), 可以使用 3.15 V 至 50 V 的单电源或双电源供电。ADA4099-1消耗 1.5 mA 静态电流。

ADA4099-1 Over-The-Top输入级针对恶劣环境提供稳健的输入保护功能。输入可以承受高达 80 V 的差分电压, 而不损坏或降低直流精度。工作输入共模电压范围为轨到轨至以上, 可以比负电源高 70 V , 与 $+V_S$ 电源无关。

ADA4099-1单位增益稳定, 可以驱动高达 20 mA 的负载。该器件也可以驱动高达 100 pF 的容性负载。该放大器支持低功耗关断。

ADA4099-1采用标准的6引脚超薄小型晶体管(TSOT)封装。

典型应用电路

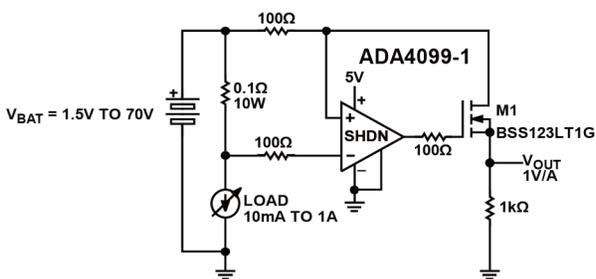


图1.1 V/A Over-The-Top™电流检测应用

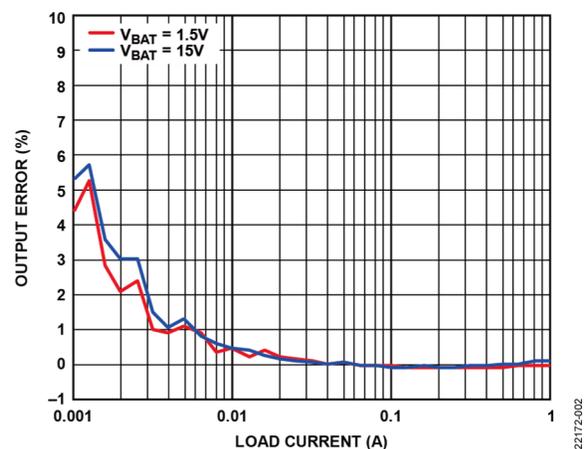


图2. 输出误差与负载电流的关系

Rev. 0

[Document Feedback](#)

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 ©2021 Analog Devices, Inc. All rights reserved.
[Technical Support](#) www.analog.com/cn

目录

特性	1	Over-The-Top操作注意事项	18
应用	1	输出	19
概述	1	关断引脚(SHDN)	19
典型应用电路	1	应用信息	20
修订历史	2	大电阻增益操作	20
技术规格	3	不同增益下的推荐值	20
5 V电源	3	噪声	21
±15 V电源	5	失真	21
绝对最大额定值	7	功耗和热关断	22
最大功耗	7	电路布局考虑	22
热阻	7	电源旁路	22
静电放电(ESD)额定值	7	接地	22
ESD警告	7	供电后的ESD保护	23
引脚配置和功能描述	8	相关产品	23
典型性能参数	9	典型应用	24
工作原理	17	外形尺寸	26
输入保护	18	订购指南	26

修订历史

2021年1月—修订版0：初始版

技术规格

5 V电源

除非另有说明，共模电压(V_{CM}) = 2.5 V，SHDN引脚开路，负载电阻(R_L) = 499 k Ω 接中间电源电压，环境温度(T_A) = 25 $^{\circ}$ C。

表1.

参数	测试条件/注释	B级			H级			单位
		最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值	
直流性能								
输入失调电压(V_{OS}) ¹	0.25 V < V_{CM} < 3.25 V		± 10	± 30		± 10	± 30	μ V
	最低温度(T_{MIN}) < T_A < 最高温度(T_{MAX})			± 90			± 90	μ V
	0.25 V < V_{CM} < 70 V		± 25	± 65		± 25	± 65	μ V
	T_{MIN} < T_A < T_{MAX}			± 125			± 140	μ V
	-0.1 V < V_{CM} < +70 V		± 25	± 70		± 25	± 70	μ V
输入失调电压漂移 ²	T_{MIN} < T_A < T_{MAX}			± 125			± 175	μ V
	T_{MIN} < T_A < T_{MAX}		± 0.1	± 0.4		± 0.1	± 0.8	μ V/ $^{\circ}$ C
输入偏置电流(I_b)	T_{MIN} < T_A < T_{MAX}		± 4	± 10		± 4	± 10	nA
	T_{MIN} < T_A < T_{MAX}			± 15			± 30	nA
	V_{CM} = 70 V, Over-The-Top	70	82.5	95	70	82.5	95	μ A
	T_{MIN} < T_A < T_{MAX}	40		125	40		125	μ A
	0 V < V_{CM} < 70 V, V_{SY} = 0 V		0.001	10		0.001	10	μ A
输入失调电流(I_{OS})	T_{MIN} < T_A < T_{MAX}			25			25	μ A
	T_{MIN} < T_A < T_{MAX}		± 2	± 4		± 2	± 4	nA
	T_{MIN} < T_A < T_{MAX}			± 8			± 10	nA
	V_{CM} = 70 V, Over-The-Top ³		± 0.5	± 2		± 0.5	± 2	μ A
	T_{MIN} < T_A < T_{MAX}			± 5			± 5	μ A
共模抑制比(CMRR)	V_{CM} = -0.1 V至+70 V	123	136		123	136		dB
	T_{MIN} < T_A < T_{MAX}	115			110			dB
	V_{CM} = 0.25 V至3.25 V	114	132		114	132		dB
	T_{MIN} < T_A < T_{MAX}	110			110			dB
共模输入范围	通过CMRR测试保证	$-V_S - 0.1$		$-V_S + 70$	$-V_S - 0.1$		$-V_S + 70$	V
大信号电压增益(A_{OL})	ΔV_{OUT} = 4 V	126	140		126	140		dB
	T_{MIN} < T_A < T_{MAX}	116			110			dB
	ΔV_{OUT} = 4 V, R_L = 10 k Ω	120	130		120	130		dB
	T_{MIN} < T_A < T_{MAX}	110			102			dB
噪声性能								
输入电压噪声	频率(f) = 0.1 Hz至10 Hz		150			150		nV p-p
	1/ f 噪声转折频率		6			6		Hz
	f = 100 Hz		7			7		nV/ \sqrt Hz
Over-The-Top	f = 100 Hz, V_{CM} > 5 V		8			8		nV/ \sqrt Hz
输入电流噪声	f = 100 Hz		0.5			0.5		pA/ \sqrt Hz
	Over-The-Top	f = 100 Hz, V_{CM} > 5 V		5			5	pA/ \sqrt Hz
动态性能								
摆率	ΔV_{OUT} = 2 V	2.7	4		2.7	4		V/ μ s
	T_{MIN} < T_A < T_{MAX}	1.75			1.75			V/ μ s
	测试频率(f_{TEST}) = 25 kHz	7.5	8		7.5	8		MHz
增益带宽积(GBP)	T_{MIN} < T_A < T_{MAX}	6.75			6.5			MHz
相位裕量			47			47		度
1%建立时间	ΔV_{OUT} = ± 2 V		1.15			1.15		μ s
0.1%建立时间	ΔV_{OUT} = ± 2 V		1.5			1.5		μ s
总谐波失真加噪声 (THD + N)	f = 10 kHz, V_{OUT} = 2 V p-p, R_L = 10 k Ω , 带宽 = 80 kHz		0.001			0.001		%

参数	测试条件/注释	B级			H级			单位
		最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值	
输入特性								
输入电阻	差模		100		100			kΩ
	共模		>1		>1			GΩ
Over-The-Top	差模, $V_{CM} > 5\text{ V}$		600		600			Ω
	共模, $V_{CM} > 5\text{ V}$		>100		>100			MΩ
输入电容	差模		9		9			pF
	共模		3		3			pF
SHDN引脚								
输入逻辑低电平	放大器激活, SHDN引脚电压(V_{SHDN}) < $-V_S + 0.5\text{ V}$, $T_{MIN} < T_A < T_{MAX}$			$-V_S + 0.5$		$-V_S + 0.5$		V
输入逻辑高电平	放大器关断, $V_{SHDN} > -V_S + 1.5\text{ V}$, $T_{MIN} < T_A < T_{MAX}$	$-V_S + 1.5$			$-V_S + 1.5$			V
响应时间	放大器激活至关断		2.5		2.5			μs
	放大器关断至激活		10		10			μs
下拉电流	$V_{SHDN} = -V_S + 0.5\text{ V}$, $T_{MIN} < T_A < T_{MAX}$		0.6	3		0.6	3	μA
	$V_{SHDN} = -V_S + 1.5\text{ V}$, $T_{MIN} < T_A < T_{MAX}$		0.3	2.5		0.3	2.5	μA
输出特性								
输出电压低摆幅	过驱电压(V_{OD}^4) = 30 mV, 无负载		45	55		45	55	mV
	$T_{MIN} < T_A < T_{MAX}$			105			120	mV
	$V_{OD} = 30\text{ mV}$, 灌电流, (I_{SINK}) = 10 mA		260	325		260	325	mV
	$T_{MIN} < T_A < T_{MAX}$			435			450	mV
输出电压高摆幅	$V_{OD} = 30\text{ mV}$, 无负载		45	55		45	55	mV
	$T_{MIN} < T_A < T_{MAX}$			110			140	mV
	$V_{OD} = 30\text{ mV}$, 拉电流, (I_{SOURCE}) = 10 mA		900	1100		900	1100	mV
	$T_{MIN} < T_A < T_{MAX}$			1500			1650	mV
短路电流	I_{SOURCE}	20	30		20	30		mA
	$T_{MIN} < T_A < T_{MAX}$	15			15			mA
	I_{SINK}	40	50		40	50		mA
	$T_{MIN} < T_A < T_{MAX}$	20			20			mA
关断期间的输出引脚漏电流	$V_{SHDN} = -V_S + 1.5\text{ V}$		±0.01	±100		±0.01	±100	nA
	$T_{MIN} < T_A < T_{MAX}$			±10			±10	μA
电源								
最大工作电压 ⁵				50		50		V
电压范围	通过电源抑制比(PSRR)保证	3.15		50	3.15		50	V
电源电流	放大器激活		1.5	1.6		1.5	1.6	mA
	$T_{MIN} < T_A < T_{MAX}$			2.2			2.35	mA
	放大器关断, $V_{SHDN} = -V_S + 1.5\text{ V}$		12	20		12	20	μA
	$T_{MIN} < T_A < T_{MAX}$			22.5			22.5	μA
PSRR	$V_{SY} = 3.15\text{ V}$ 至±25 V	126	136		126	136		dB
	$T_{MIN} < T_A < T_{MAX}$	122			120			dB
热关断 ⁶								
温度	结温(T_J)		175		175			°C
滞回			20		20			°C
工作温度	环境温度(T_A)	-40		+125	-55		+150	°C

¹ 高速生产测试中存在的热电压限制了该参数的测量精度。表1所示的限制由测试能力决定, 不一定表示实际器件性能。

² 失调电压漂移通过实验室测试保证, 未经生产测试。

³ 测试精度受高速生产测试设备的可重复性的限制。工作台测量表明, Over-The-Top配置中的输入失调电流在+25°C时通常控制在250 nA以下, 在-55°C < T_A < +150°C温度范围内通常控制在1000 nA以下。

⁴ 对于 V_{OUT} 高电平和 V_{OUT} 低电平, V_{OD} 分别为+30 mV和-30 mV。

⁵ 最大工作电压受片内电容氧化物依赖于时间的电介质击穿(TDDB)的限制。放大器可承受高达指定绝对最大额定值的瞬态过冲, 但直流电源电压必须限制在最大工作电压内。

⁶ 热关断仅为实验室特性, 未经生产测试。

±15 V电源

除非另有说明, $V_{CM} = 0\text{ V}$, SHDN引脚开路, $R_L = 499\text{ k}\Omega$ 接地, $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

表2.

参数	测试条件/注释	B级			H级			单位
		最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值	
直流性能								
输入失调电压(V_{OS}) ¹	$T_{MIN} < T_A < T_{MAX}$ $V_{SY} = \pm 25\text{ V}$		±12	±30		±12	±30	μV
	$T_{MIN} < T_A < T_{MAX}$			±95			±90	μV
	$T_{MIN} < T_A < T_{MAX}$		±15	±35		±15	±35	μV
输入失调电压漂移 ²	$T_{MIN} < T_A < T_{MAX}$		±0.1	±105		±0.1	±90	μV/°C
输入偏置电流	$T_{MIN} < T_A < T_{MAX}$		±4	±10		±4	±10	nA
	$T_{MIN} < T_A < T_{MAX}$			±25			±60	nA
	$V_{SY} = \pm 25\text{ V}$		±4	±10		±4	±10	nA
输入失调电流	$T_{MIN} < T_A < T_{MAX}$			±35			±100	nA
	$T_{MIN} < T_A < T_{MAX}$		±2	±5		±2	±5	nA
	$T_{MIN} < T_A < T_{MAX}$			±15			±30	nA
	$V_{SY} = \pm 25\text{ V}$		±4	±5		±4	±5	nA
	$T_{MIN} < T_A < T_{MAX}$			±20			±35	nA
CMRR	$V_{CM} = -14.75\text{ V至}+13.25\text{ V}$	118	130		118	130		dB
	$T_{MIN} < T_A < T_{MAX}$	113			115			dB
	$V_{CM} = -15.1\text{ V至}+13.25\text{ V}$	115	126		115	126		dB
	$T_{MIN} < T_A < T_{MAX}$	108			104			dB
	$V_{CM} = -15.1\text{ V至}+55\text{ V}$	117	126		117	126		dB
	$T_{MIN} < T_A < T_{MAX}$	114			110			dB
共模输入范围	通过CMRR测试保证	-15.1		+55	-15.1		+55	V
A_{OL}	$\Delta V_{OUT} = 25\text{ V}$	134	154		134	154		dB
	$T_{MIN} < T_A < T_{MAX}$	120			116			dB
	$\Delta V_{OUT} = 25\text{ V}, R_L = 10\text{ k}\Omega$	120	134		120	134		dB
	$T_{MIN} < T_A < T_{MAX}$	114			110			dB
噪声性能								
输入电压噪声	$f = 0.1\text{ Hz至}10\text{ Hz}$		150			150		nV p-p
	1/噪声转折频率		6			6		Hz
	$f = 100\text{ Hz}$		7			7		nV/√Hz
Over-The-Top	$f = 100\text{ Hz}, V_{CM} > +V_S$		8			8		nV/√Hz
输入电流噪声	$f = 100\text{ Hz}$		0.5			0.5		pA/√Hz
Over-The-Top	$f = 100\text{ Hz}, V_{CM} > +V_S$		5			5		pA/√Hz
动态性能								
摆率	$\Delta V_{OUT} = 25\text{ V}$	3.5	5.5		3.5	5.5		V/μs
	$T_{MIN} < T_A < T_{MAX}$	2.6			2.6			V/μs
GBP	$f_{TEST} = 25\text{ kHz}$	7.5	8		7.5	8		MHz
	$T_{MIN} < T_A < T_{MAX}$	6.75			6.5			MHz
相位裕量			57			57		度
1%建立时间	$\Delta V_{OUT} = \pm 2\text{ V}$		1.15			1.15		μs
0.1%建立时间	$\Delta V_{OUT} = \pm 2\text{ V}$		1.5			1.5		μs
THD + N	$f = 10\text{ kHz}, V_{OUT} = 5.6\text{ V p-p}, R_L = 10\text{ k}\Omega, \text{带宽} = 80\text{ kHz}$		0.001			0.001		%
输入特性								
输入电阻	差模		100			100		kΩ
	共模		>1			>1		GΩ
输入电容	差模		9			9		pF
	共模		3			3		pF

参数	测试条件/注释	B级			H级			单位
		最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值	
SHDN引脚								
输入逻辑低电平	放大器激活, $V_{SHDN} < -V_S + 0.5\text{ V}$			$-V_S + 0.5$			$-V_S + 0.5$	V
输入逻辑高电平	放大器关断, $V_{SHDN} > -V_S + 1.5\text{ V}$	$-V_S + 1.5$			$-V_S + 1.5$			V
响应时间	放大器激活至关断		2.5			2.5		μs
	放大器关断至激活		10			10		μs
下拉电流	$V_{SHDN} = -V_S + 0.5\text{ V}$, $T_{MIN} < T_A < T_{MAX}$		0.6	3		0.6	3	μA
	$V_{SHDN} = -V_S + 1.5\text{ V}$, $T_{MIN} < T_A < T_{MAX}$		0.3	2.5		0.3	2.5	μA
输出特性								
输出电压低摆幅	$V_{OD}^3 = 30\text{ mV}$, 无负载		45	60		45	60	mV
	$T_{MIN} < T_A < T_{MAX}$			115			125	mV
	$V_{OD} = 30\text{ mV}$, $I_{SINK} = 10\text{ mA}$		260	325		260	325	mV
	$T_{MIN} < T_A < T_{MAX}$			435			450	mV
输出电压高摆幅	$V_{OD} = 30\text{ mV}$, 无负载		45	55		45	55	mV
	$T_{MIN} < T_A < T_{MAX}$			140			165	mV
	$V_{OD} = 30\text{ mV}$, $I_{SOURCE} = 10\text{ mA}$		900	1100		900	1100	mV
	$T_{MIN} < T_A < T_{MAX}$			1500			1650	mV
短路电流	I_{SOURCE}	25	34		25	34		mA
	$T_{MIN} < T_A < T_{MAX}$	20			20			mA
	I_{SINK}	40	50		40	50		mA
	$T_{MIN} < T_A < T_{MAX}$	20			20			mA
电源								
最大工作电压 ⁴				50			50	V
电压范围	通过PSRR保证	3.15		50	3.15		50	V
电源电流	放大器激活		1.65	1.8		1.65	1.8	mA
	$T_{MIN} < T_A < T_{MAX}$			2.45			2.6	mA
	$V_{SY} = \pm 25\text{ V}$		1.75	2		1.75	2	mA
	$T_{MIN} < T_A < T_{MAX}$			2.7			2.85	mA
	放大器关断, $V_{SHDN} = -V_S + 1.5\text{ V}$		17	24		17	24	μA
	$T_{MIN} < T_A < T_{MAX}$			27			27	μA
PSRR	$V_{SY} = 3.15\text{ V至}50\text{ V}$	126	136		126	136		dB
	$T_{MIN} < T_A < T_{MAX}$	122			120			dB
热关断 ⁵								
温度	T_J		175			175		$^{\circ}\text{C}$
滞回			20			20		$^{\circ}\text{C}$
工作温度	T_A	-40		+125	-55		+150	$^{\circ}\text{C}$

¹ 高速生产测试中存在的热电电压限制了该参数的测量精度。表2所示的限制由测试能力决定，不一定表示实际器件性能。

² 失调电压漂移通过实验室测试保证，未经生产测试。

³ 对于 V_{OUT} 高电平和 V_{OUT} 低电平， V_{OD} 分别为+30 mV和-30 mV。

⁴ 最大工作电压受片内电容氧化物的TDDB的限制。放大器可承受高达指定绝对最大额定值的瞬态过冲，且直流电源电压必须限制在最大工作电压内。

⁵ 热关断仅为实验室特性，未经生产测试。

绝对最大额定值

表3.

参数	额定值
电源电压 ¹	
瞬态	60 V
连续	50 V
功耗(P _D)	参见图3
差分输入电压	±80 V
±IN引脚电压	
连续	-5 V至+80 V
耐压范围	-10 V至+80 V
±IN引脚电流	20 mA
SHDN引脚电压	-0.3 V至+60 V
存储温度范围	-65°C至+150°C
工作温度范围	-55°C至+150°C
引脚温度 (焊接, 10秒)	300°C
结温(T _J)	175°C

¹ 最大电源电压受片内电容氧化物的TDDB的限制。放大器可承受高达指定瞬态最大额定值的临时瞬态过冲。连续工作电源电压必须限制在50 V以内。

注意，达到或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。长期在超出最大额定值条件下工作会影响产品的可靠性。

结温(T_J)超过125°C会加速老化。ADA4099-1展示了在T_A = 140°C下±25 V电源供电超过1400小时。

最大功耗

器件上的最大安全功耗(P_D)受相应的芯片外壳温度T_C或T_J升高情况限制。达到玻璃化转变温度T_C = 150°C左右时，塑料的特性发生改变。即使只是暂时超过这一温度限值也有可能改变封装对芯片作用的应力，从而永久性地转变ADA4099-1的参数性能。长时间超过T_J = 175°C可能会导致芯片器件出现变化，并可能造成器件故障。

封装上的P_D为静态功耗与封装中输出负载驱动所导致的功耗之和。静态功率用以下公式表示：

$$V_{SY} \times I_{SY}$$

其中I_{SY}为静态电流。

负载驱动所导致的P_D取决于具体应用，等于负载电流乘以器件内的相关压降。上述计算中必须使用RMS电压和电流。

气流可增强散热，从而有效降低θ_{JA}。更多金属直接与封装

引脚接触，从金属走线到通孔、接地和电源层，这同样可降低θ_{JA}。

图3显示JEDEC标准4层板上的单通道和双通道6引脚TSOT封装的P_D与T_A的关系，-V_S连接到与印刷电路板(PCB)热相连的焊盘。θ_{JA}值是近似值。

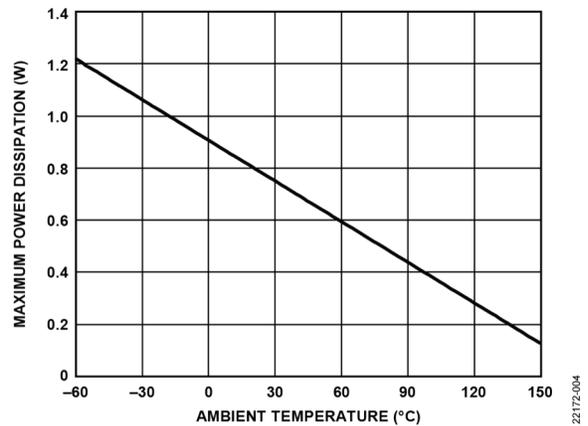


图3. 最大功耗与环境温度的关系

热阻

热性能与PCB设计和工作环境直接相关。必须慎重对待PCB散热设计。

θ_{JA}为结至环境热阻。

表4. 热阻

封装类型	θ _{JA}	单位
UJ-6	192	°C/W

静电放电(ESD)额定值

以下ESD信息仅用于处理ESD保护区域内的ESD敏感器件。

人体模型(HBM)，根据ANSI/ESDA/JEDEC JS-001。

场感应充电器件模型(FICDM)，根据ANSI/ESDA/JEDEC JS-002。

ADA4099-1的ESD额定值

表5. ADA4099-1, 6引脚TSOT

ESD模型	耐受阈值	级别
HBM	±2 kV	2
FICDM	±2 kV	3

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

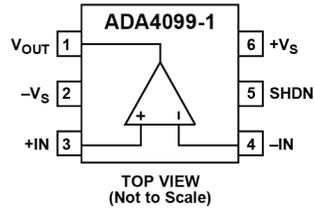


图4. 引脚配置

表6. 引脚功能描述

引脚编号	引脚名称	说明
1	V _{OUT}	放大器输出。
2	-V _S	负电源。在单电源应用中，该引脚通常焊接到低阻抗接地层。在双电源应用中，通过至少0.1 μF的电容将该引脚旁路至低阻抗接地层，尽可能靠近该引脚。
3	+IN	放大器的同相输入。
4	-IN	放大器的反相输入。
5	SHDN	运算放大器关断。关断阈值大约比负电源高1 V。若该引脚未连接或硬连接到-V _S ，则放大器激活。若置为高电平(V _{SHDN} > -V _S + 1.5 V)，则放大器被置于关断状态，且放大器的输出进入高阻抗状态。若该引脚保持断开状态，建议在SHDN和-V _S 之间连接一个1 nF的小电容，以防止来自-IN的信号以容性方式耦合到SHDN引脚。
6	+V _S	正电源。通过至少0.1 μF的电容将该引脚旁路至低阻抗接地层，尽可能靠近该引脚。

典型性能参数

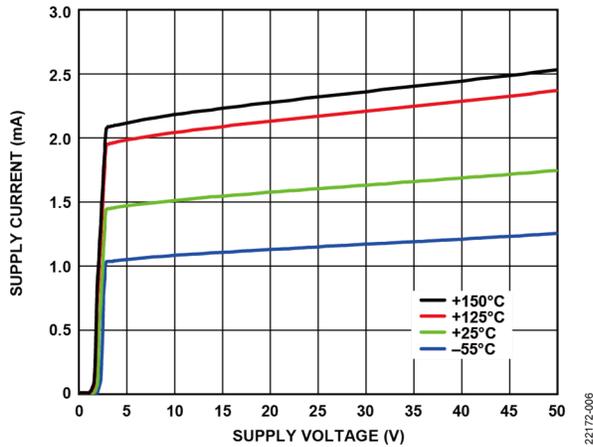


图5. 电源电流与电源电压的关系

22172-006

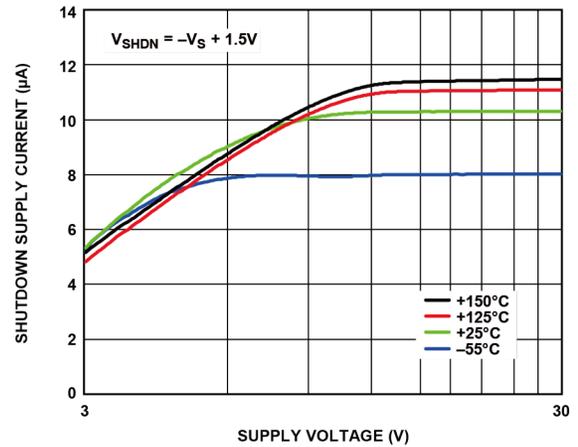


图8. 关断电源电流与电源电压的关系

22172-009

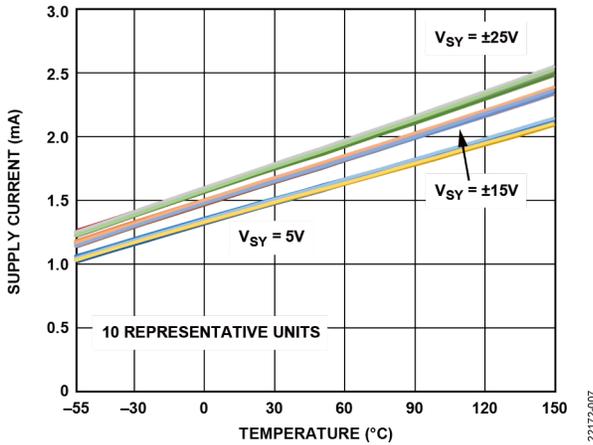


图6. 不同电源电压下电源电流与温度的关系

22172-007

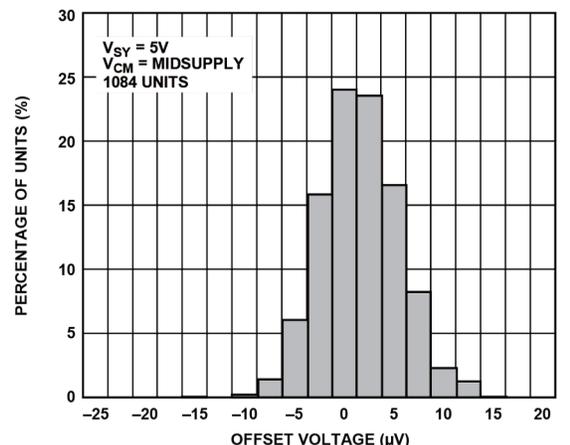


图9. 输入失调电压的典型分布图, $V_{SY} = 5V$

22172-010

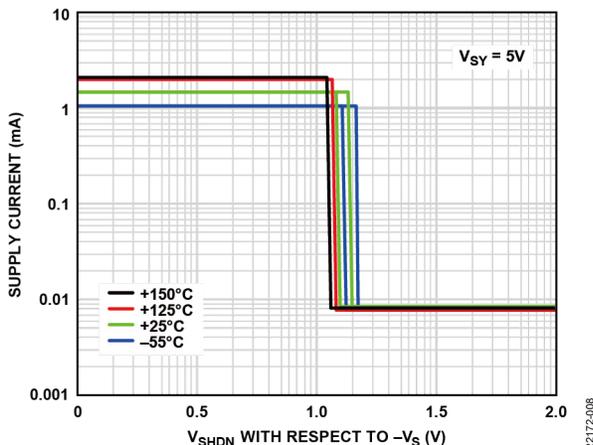


图7. 电源电流与 V_{SHDN} 的关系, 相对于 $-V_S$

22172-008

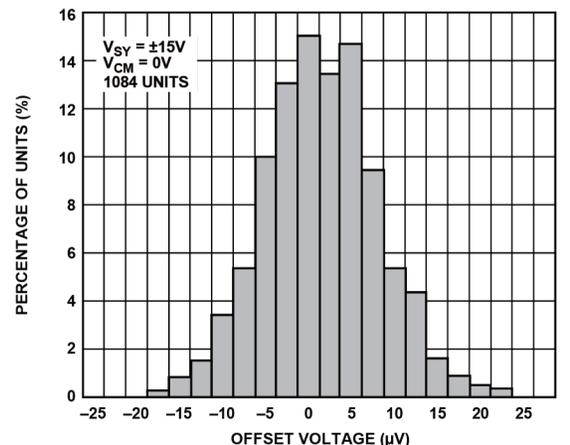


图10. 输入失调电压的典型分布图, $V_{SY} = \pm 15V$

22172-011

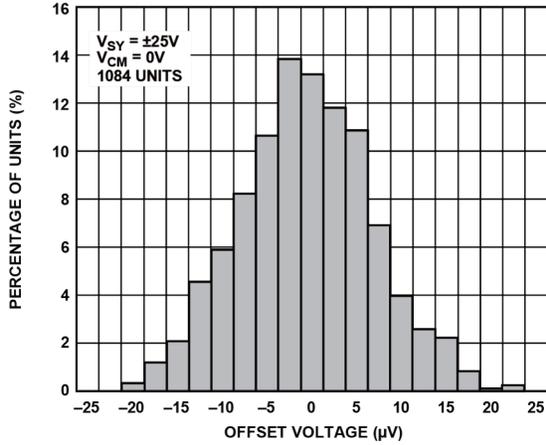


图11. 输入失调电压的典型分布图, $V_{SY} = \pm 25 V$

22172-012

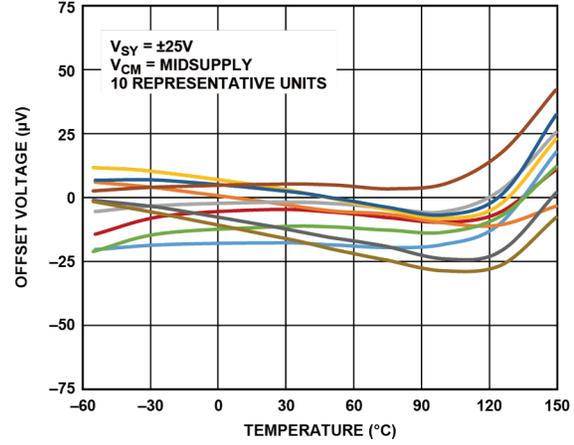


图14. 失调电压与温度的关系, $V_{SY} = \pm 25 V$

22172-015

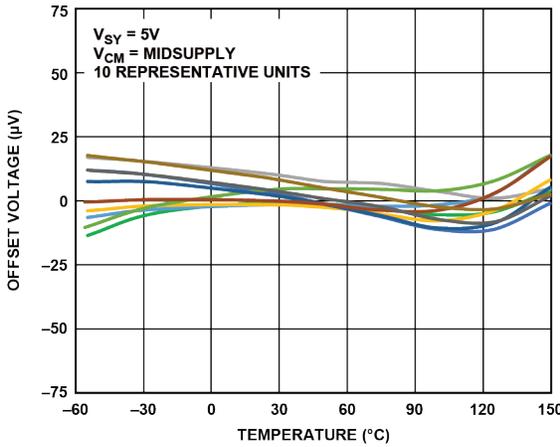


图12. 失调电压与温度的关系, $V_{SY} = 5 V$

22172-013

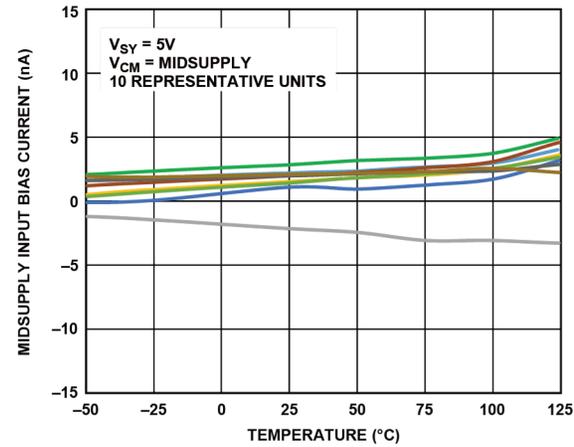


图15. 输入偏置电流与温度的关系, $V_{SY} = 5 V$

22172-016

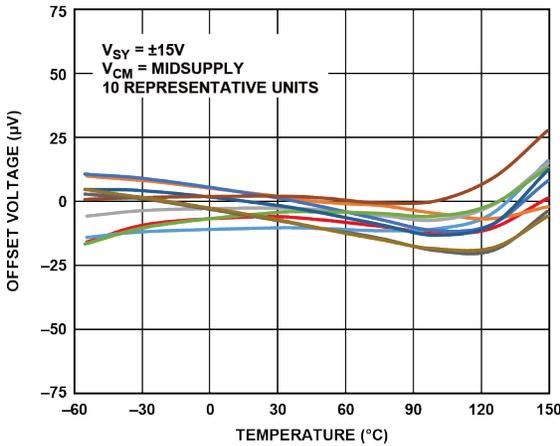


图13. 失调电压与温度的关系, $V_{SY} = \pm 15 V$

22172-014

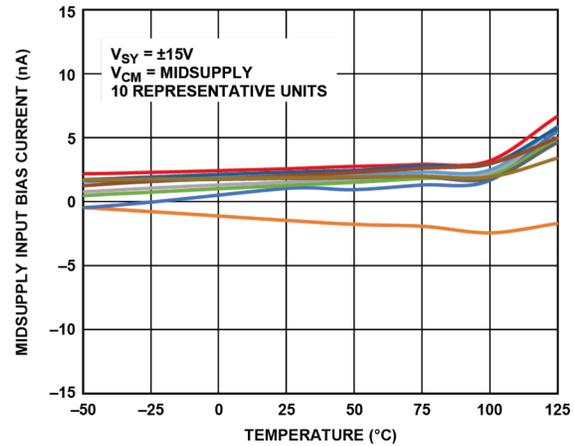


图16. 输入偏置电流与温度的关系, $V_{SY} = \pm 15 V$

22172-017

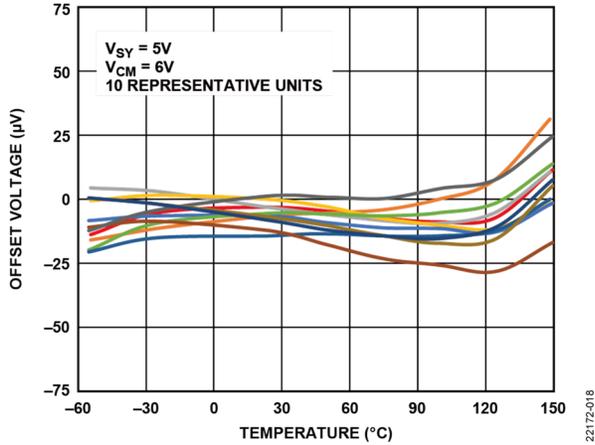


图17. 失调电压与温度的关系, $V_{CM} = 6V$, Over-The-Top

22172-018

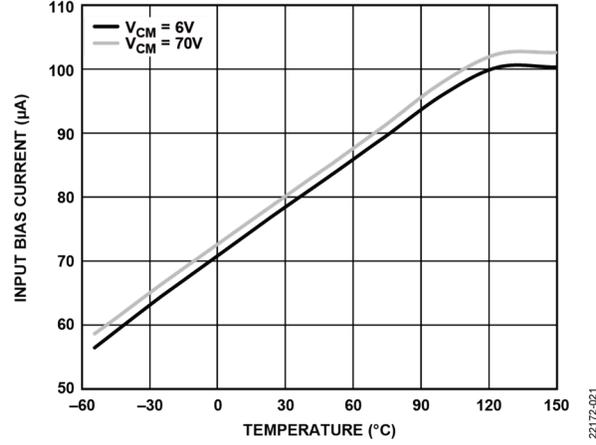


图20. 输入偏置电流与温度的关系, $V_{SY} = 5V$, Over-The-Top

22172-021

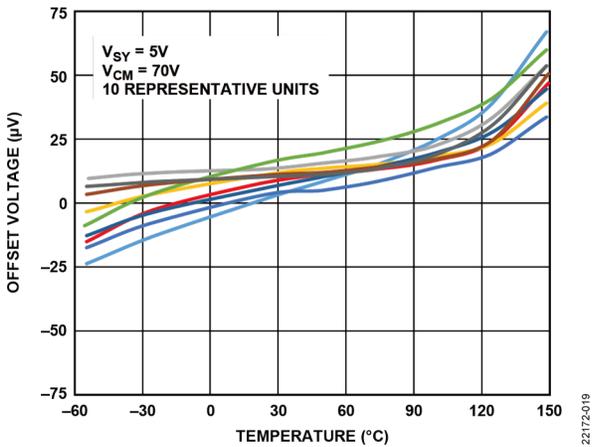


图18. 失调电压与温度的关系, $V_{CM} = 70V$

22172-019

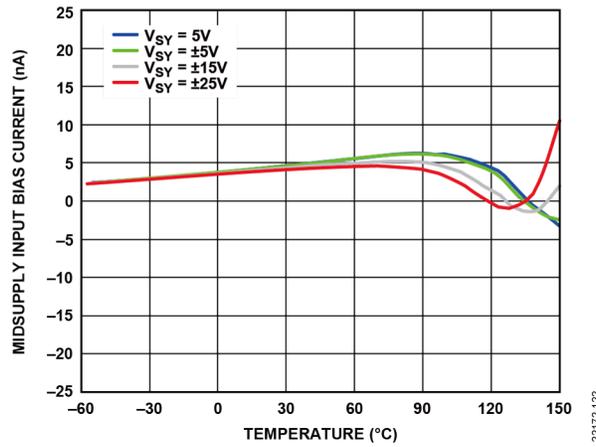


图21. 不同电源电压下输入偏置电流与温度的关系

22172-122

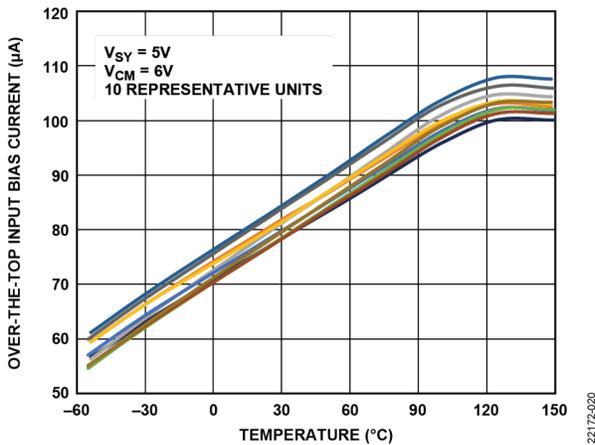


图19. Over-The-Top输入偏置电流与温度的关系, $V_{CM} = 6V$

22172-020

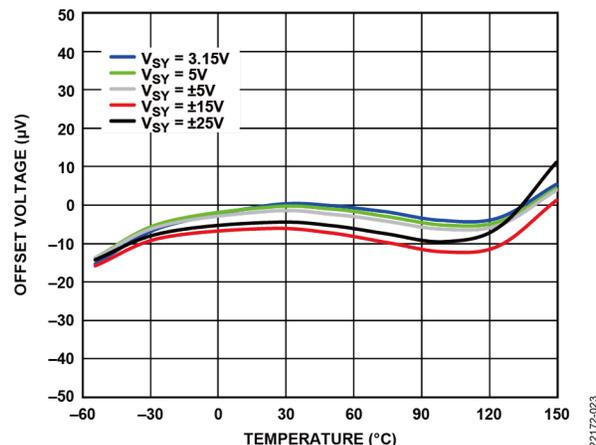


图22. 不同电源电压下失调电压与温度的关系

22172-023

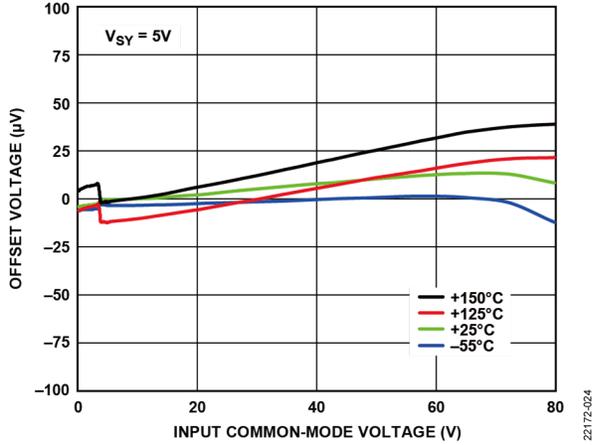


图23. 在输入共模范围内失调电压与输入共模电压的关系

22172-024

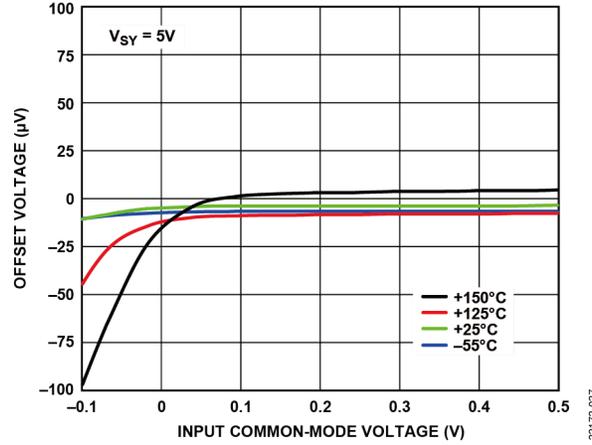


图26. 接地检测应用中失调电压与输入共模电压的关系

22172-027

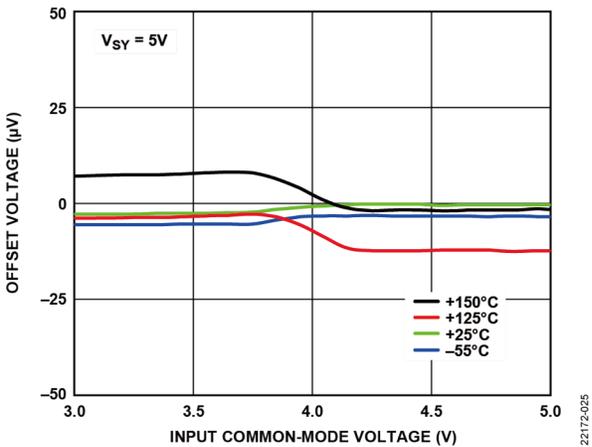


图24. 从正常操作到Over-The-Top操作期间失调电压与输入共模电压的关系

22172-025

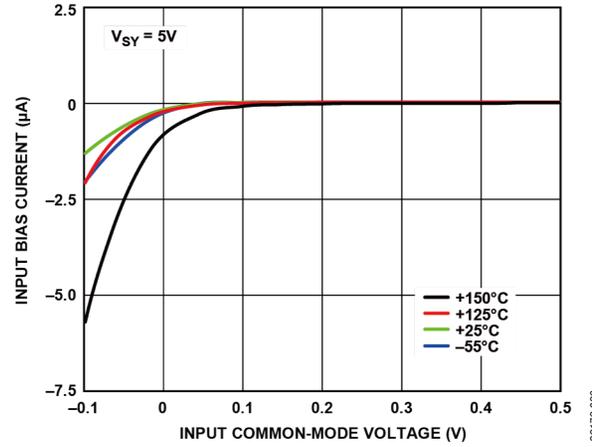


图27. 接地检测应用中输入偏置电流与输入共模电压的关系

22172-028

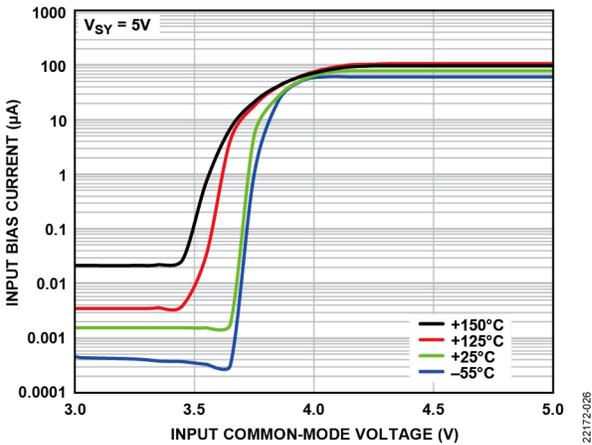


图25. 从正常操作到Over-The-Top操作期间输入偏置电流与输入共模电压的关系

22172-026

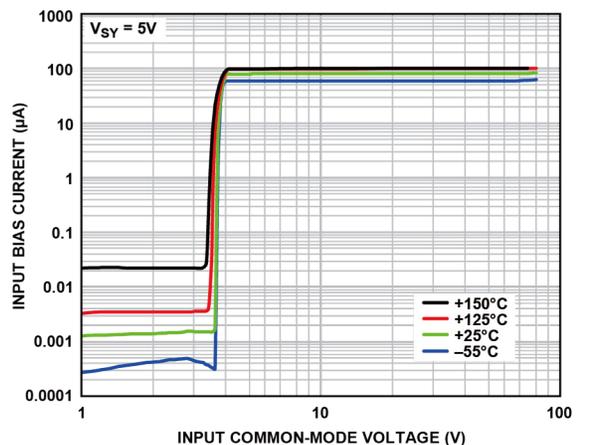


图28. 输入偏置电流与输入共模电压的关系

22172-029

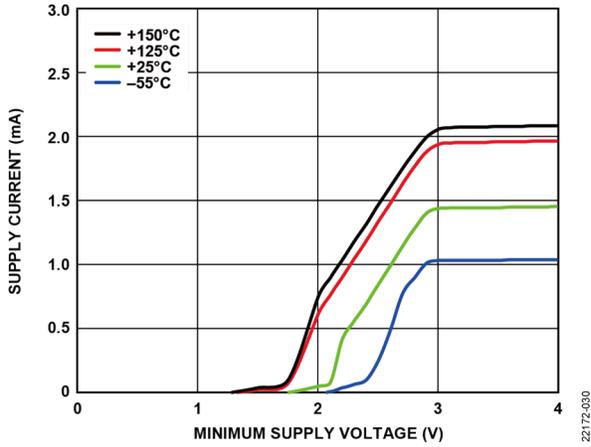


图29. 电源电流与最小电源电压的关系

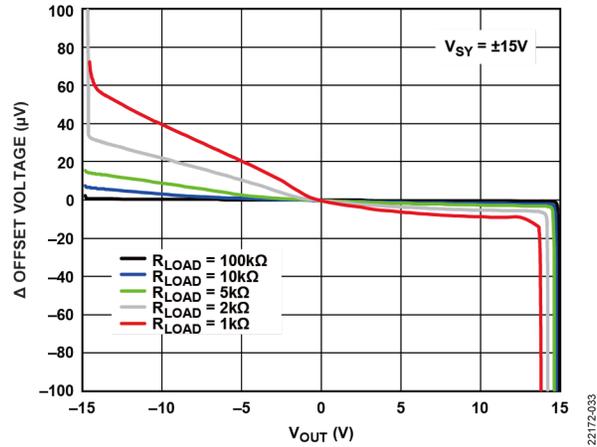


图32. Δ 失调电压与输出电压(V_{OUT})的关系

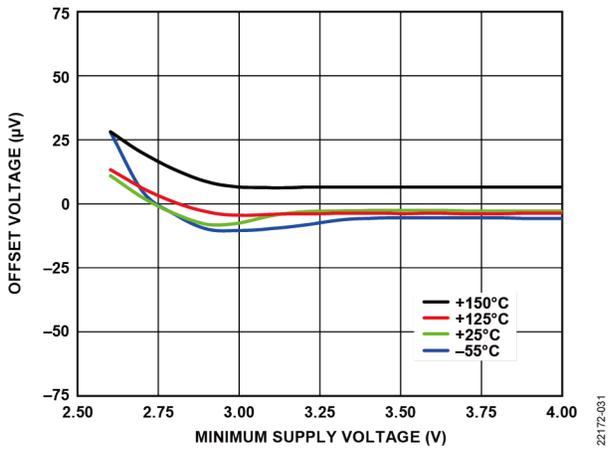


图30. 失调电压与最小电源电压的关系

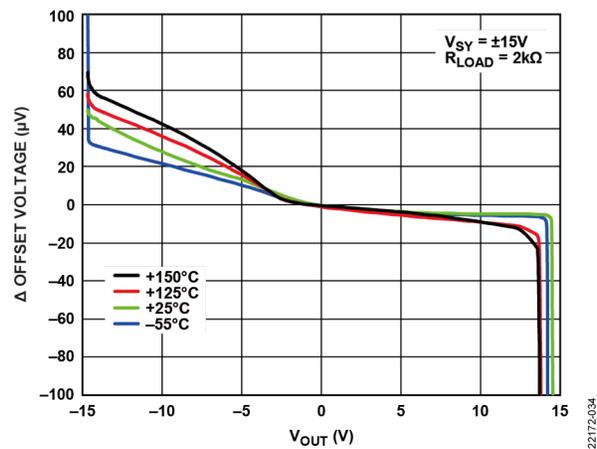


图33. Δ 失调电压与 V_{OUT} 的关系 (2kΩ负载)

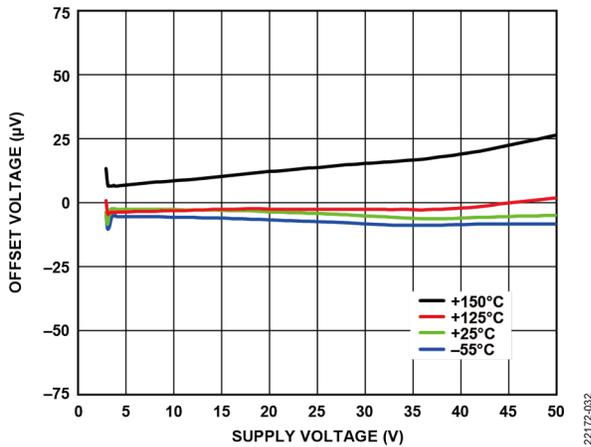


图31. 失调电压与电源电压的关系

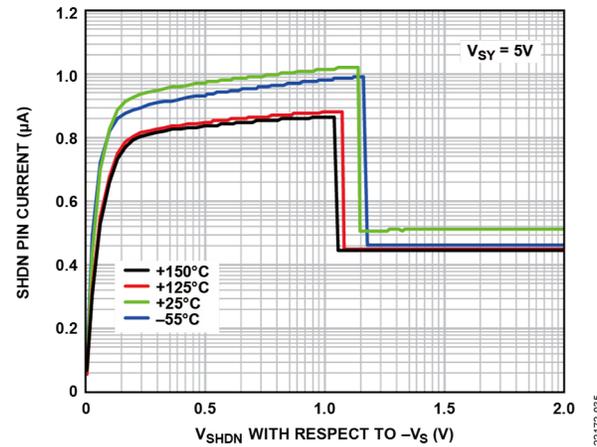


图34. 不同温度下SHDN引脚电流与 V_{SHDN} 的关系, 相对于 $-V_S$

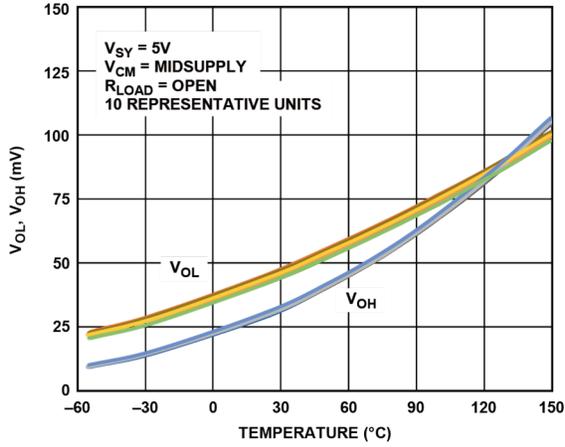


图35. 输出低电压(V_{OL})和输出高电压(V_{OH})与温度的关系

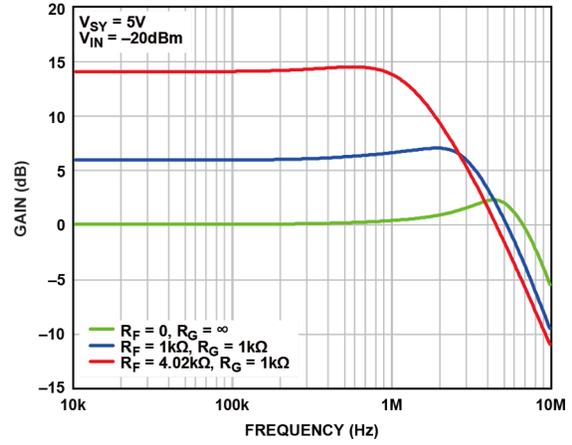


图38. 同相小信号频率响应

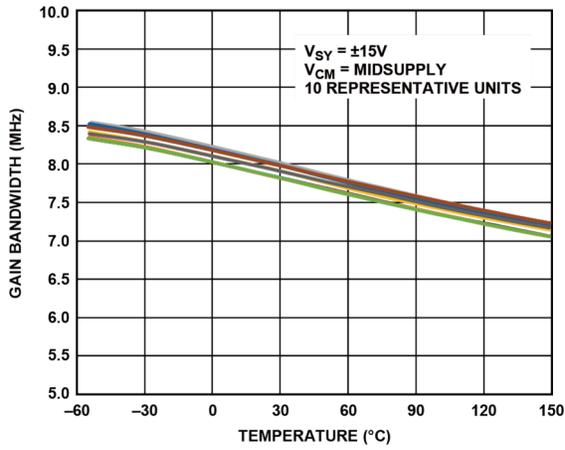


图36. 增益带宽与温度的关系

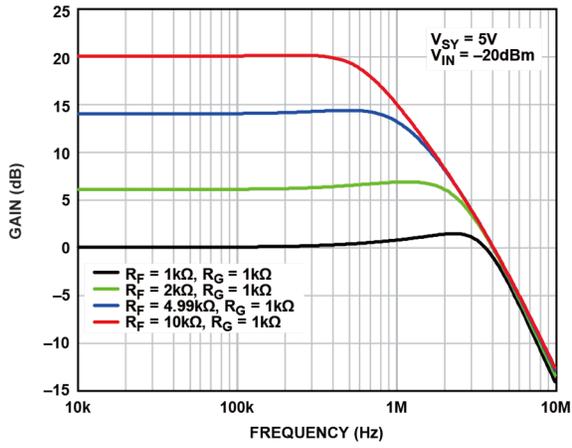


图39. 反相小信号频率响应

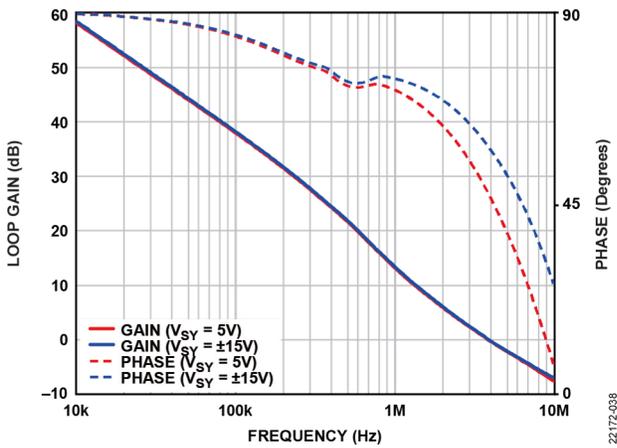


图37. 环路增益和相位与频率的关系

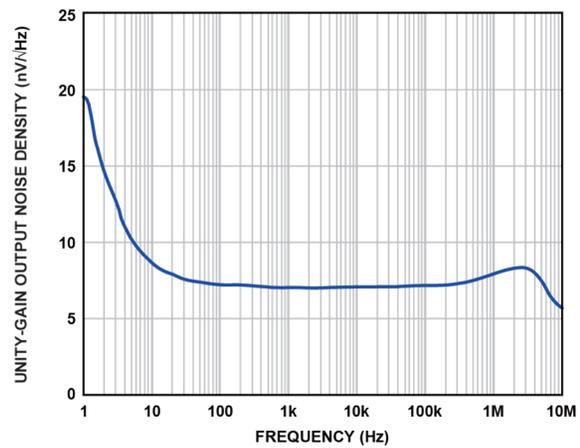


图40. 单位增益输出噪声密度与频率的关系

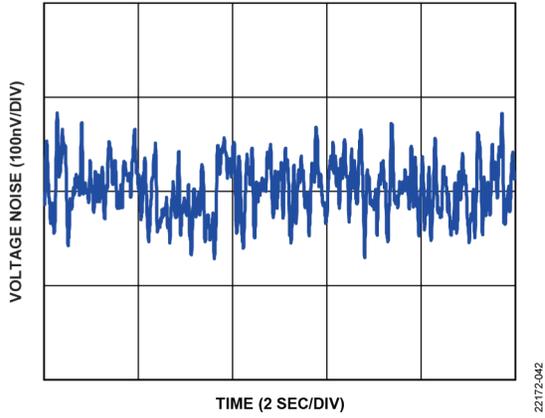


图41. 0.1 Hz至10 Hz噪声

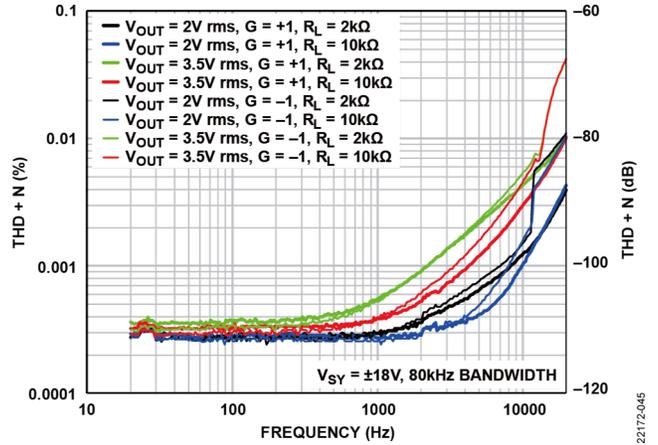


图44. 在负载范围内THD + N与频率的关系

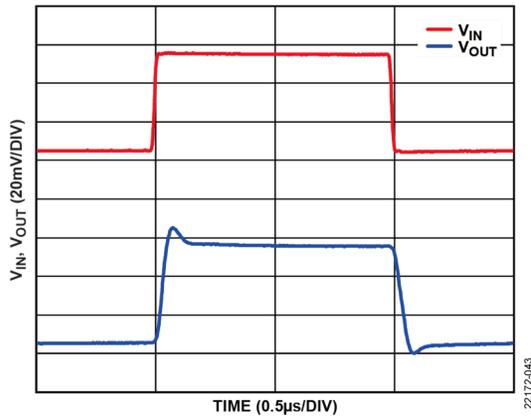


图42. 单位增益小信号阶跃响应

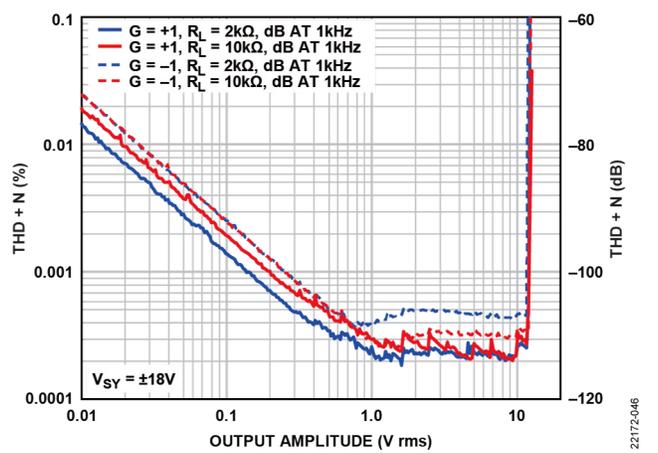


图45. THD + N与输出幅度的关系

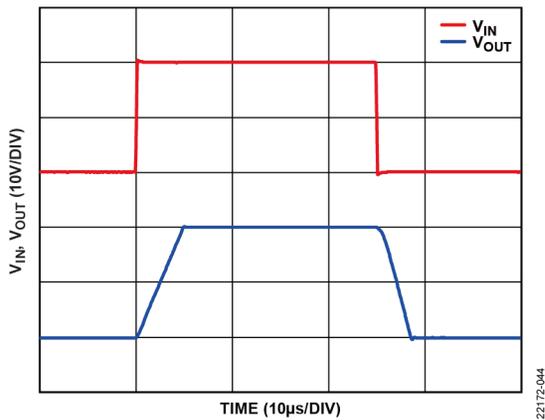


图43. 单位增益大信号阶跃响应

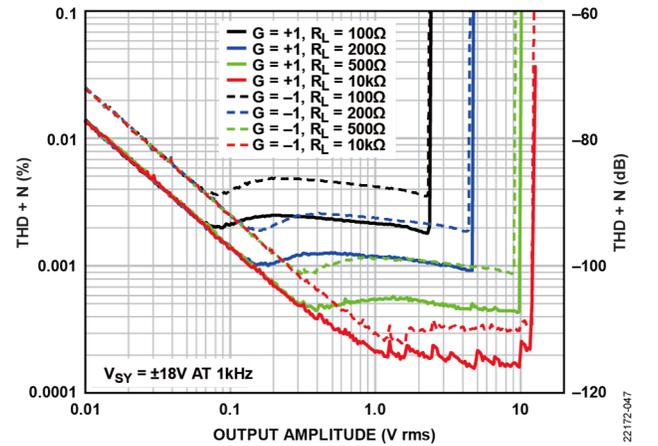


图46. THD + N与输出幅度和负载的关系

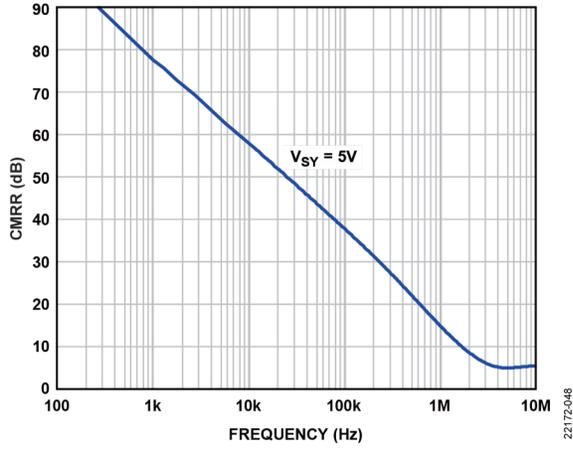


图47. CMRR与频率的关系

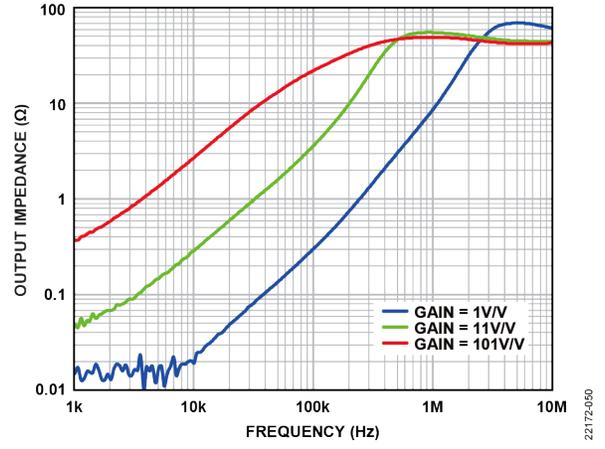


图49. 输出阻抗与频率的关系

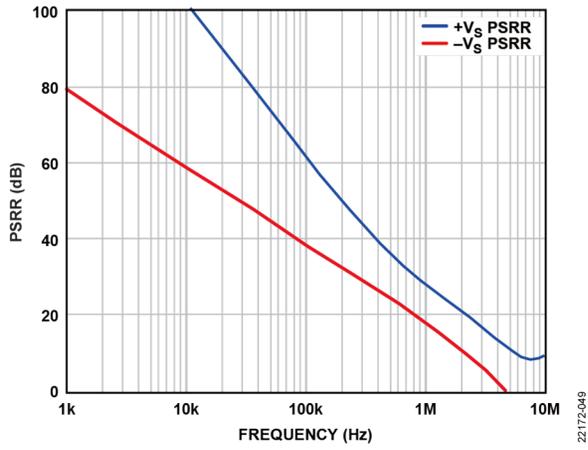


图48. PSRR与频率的关系

工作原理

ADA4099-1是一款鲁棒性极好的电压反馈放大器，单位增益稳定、低失调和低失调漂移，输入噪声为7 nV/√Hz。图52显示了该器件的简化框图。ADA4099-1有两个输入级：其中一个为共发射极差分输入级，由Q1和Q2 PNP晶体管组成，其工作在输入信号介于 $-V_s$ 和 $+V_s$ 以下1.5 V之间，另一个为共基输入级，由Q3至Q6 PNP晶体管组成，当共模输入在 $>+V_s - 1.5$ V时工作。这些输入级会产生两个不同的工作区间，如图50所示。

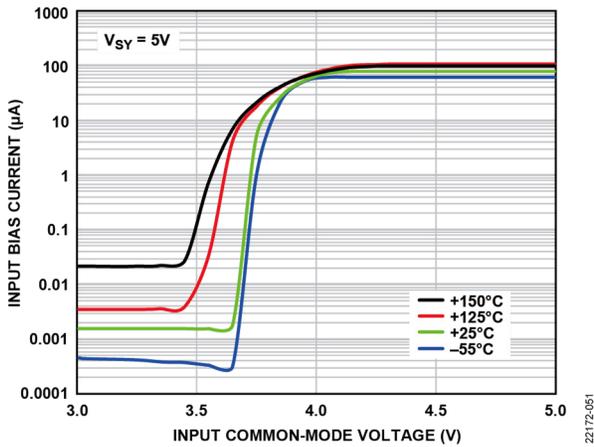


图50. 不同温度下输入偏置电流与输入共模电压的关系，
 $V_{SY} = 5$ V

对于比 $+V_s$ 电源低约1.5 V的共模输入电压，即Q1和Q2激活时（见图50），共发射极PNP输入级激活，且输入偏置电流通常 <4 nA。当共模输入高于 $+V_s - 1.5$ V时，Q9晶体管开启，来自M4的电流偏置共基差分输入对（Q3至Q6）。Over-The-Top输入对在共基配置下工作，输入偏置电流增加到 ~ 82.5 µA。两个输入级的失调电压都经过严格微调，参数规格见表1和表2。

随着输入共模电压过渡到Over-The-Top区间，与输入共模范围的其余部分相比，输入CMRR稍有下降，如图51所示。

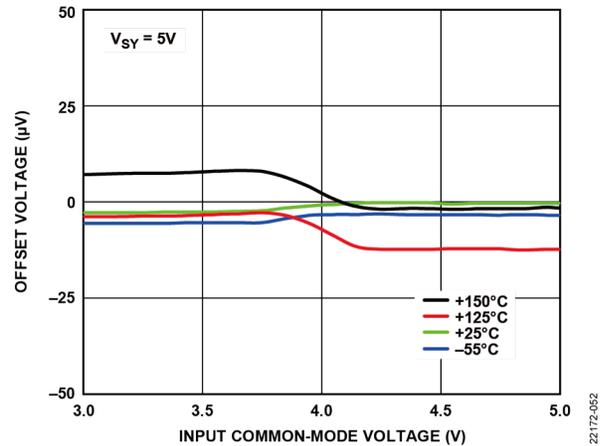


图51. 不同温度下失调电压与输入共模电压的关系，
 $V_{SY} = 5$ V

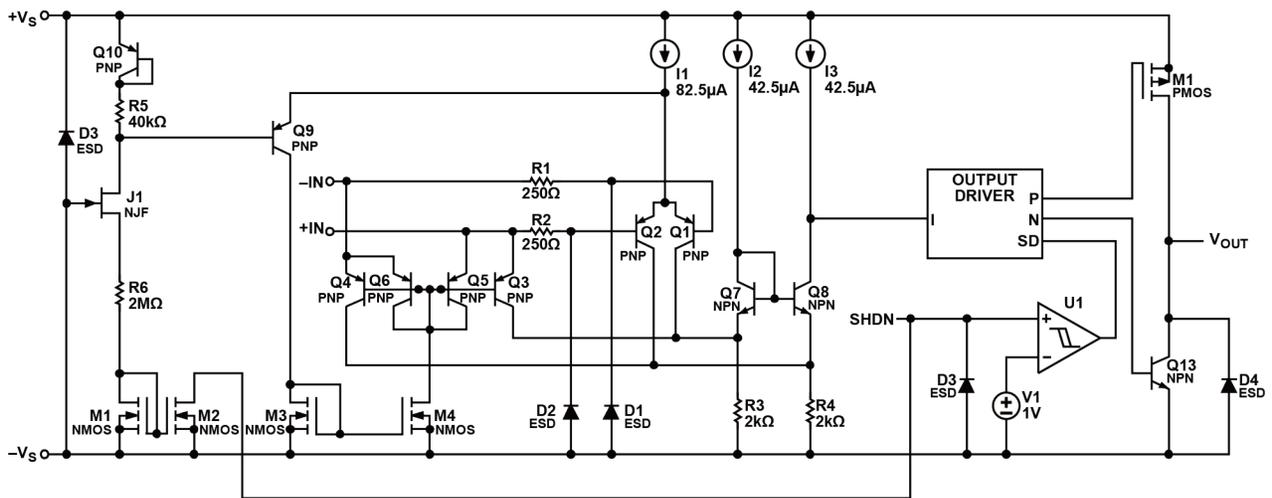


图52. 简化的ADA4099-1原理框图

输入保护

通过内部250 Ω电阻（见图52）保护输入，避免电压临时偏移至 $-V_S$ 以下10 V（见图53）。该电阻可限制串联D1二极管和D2二极管中的电流，这些二极管分别连接到Q1和Q2晶体管的基极。添加额外的外部串联电阻可将保护扩展到 $-V_S$ 以下 >10 V，但会降低稳定性和增加热噪声。ADA4099-1的输入级包含反相保护，以防止在输入低于 $-V_S$ 时发生输出反相。ADA4099-1运算放大器在输入端之间没有箝位二极管，可以通过差分方式过驱至高达80 V，而不会造成损坏，引起参数偏移或消耗较大的输入电流。图54总结了可应用于ADA4099-1而不影响输入完整性的输入故障类型。

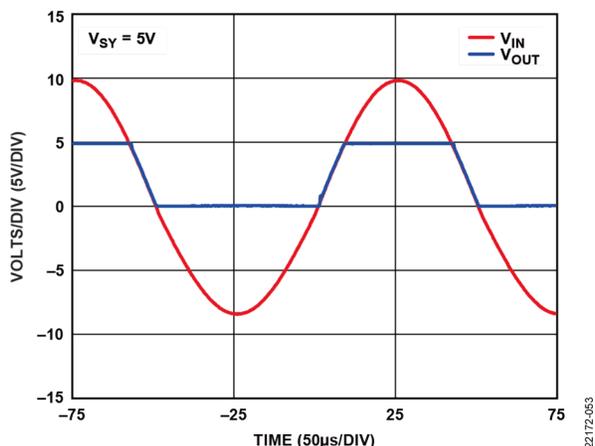


图53. ADA4099-1作为单位增益缓冲器，具有驱动至超过电源的同相输入 ($V_{SY} = 5$ V)

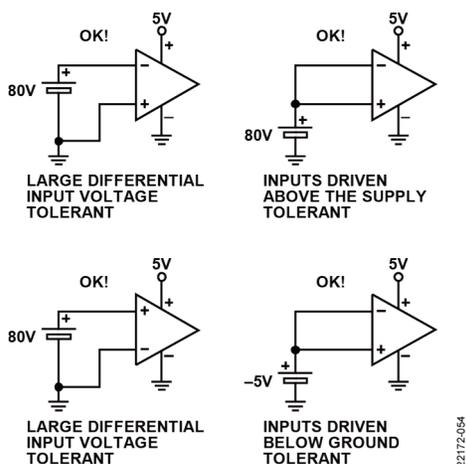


图54. ADA4099-1容错条件

Over-The-Top操作注意事项

当ADA4099-1输入共模电压偏置接近或 $>+V_S$ 电源时，放大器以Over-The-Top配置工作。控制放大器工作的差分输入对是共基对Q3至Q6（见图52）。

当输入级从共发射极转换到共基时，输入偏置电流从正常操作中的 $<\pm 4$ nA变为Over-The-Top操作中的大约82.5 μA。Over-The-Top输入偏置电流匹配良好，相关联的失调电流通常 <250 nA。确保连接到反相和同相输入的阻抗匹配良好，以避免任何输入偏置电流引起的电压失调。

差分输入阻抗 R_{IN} （见图55）从正常操作中的 >100 kΩ降低到Over-The-Top操作中的 ~ 600 Ω（见表1和表2）。

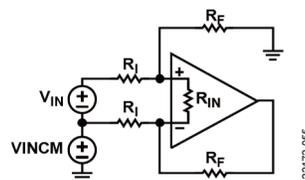


图55. 为正常操作和Over-The-Top操作配置的差动放大器

由于共基输入级的配置，该 R_{IN} 电阻出现在Over-The-Top操作中的求和节点上。

R_{IN} 值源自流向运算放大器输入的指定 I_B ，如下式所示：

$$R_{IN} = 2kT / (qI_B)$$

其中：

k 为玻尔兹曼常数。

T 为工作温度。

q 为一个电子的电荷。

I_B 为Over-The-Top操作中的工作输入偏置电流。

输入偏置与绝对温度成正比。因此， R_{IN} 在温度范围内相对恒定。该电阻出现在放大器的求和节点上，被放大器的反馈操作以差分方式强制设为0 V，并且看起来相对无害。然而，根据配置，该输入电阻会提高噪声增益、降低整体放大器环路增益和闭环带宽，并提高输出噪声。这种配置的唯一好处是提高了闭环放大器的稳定性。

在正常模式下 ($-V_S < V_{CM} < +V_S - 1.5$ V)， R_{IN} 通常大于增益设置电阻的值 (R_F 和 R_I)，因此可以忽略 R_{IN} 。

在这种情况下，噪声增益由如下公式定义：

$$\text{噪声增益} = 1 + R_F / R_I$$

当放大器过渡到Over-The-Top操作且输入共模电压偏置接近或高于+V_S电源时，请考虑R_{IN}的值。

放大器的噪声增益提高，如下式所示：

$$\text{噪声增益}_{OTT} = \left(1 + \frac{R_F}{R_I \parallel R_{IN} + R_I \parallel R_F} \right) \times \left(1 + \frac{R_I \parallel R_F}{R_{IN}} \right)$$

其中噪声增益_{OTT}为Over-The-Top噪声增益。

直流闭环增益基本不受影响(R_F/R_I)。但是，放大器的环路增益降低，如下式所示：

$$\frac{A_{OL}}{1 + \frac{R_F}{R_I}} \text{ 至 } \frac{A_{OL}}{\text{噪声增益}_{OTT}}$$

同样，从正常操作到Over-The-Top操作期间，放大器的闭环带宽(BW_{CLOSED_LOOP})发生变化。

在正常操作中，

$$BW_{CLOSED_LOOP} \approx \frac{GBP}{1 + \frac{R_F}{R_I}}$$

在Over-The-Top操作中，

$$BW_{CLOSED_LOOP} \approx \frac{GBP}{\text{噪声增益}_{OTT}}$$

当器件从正常操作过渡到Over-The-Top操作时，输出电压噪声密度(e_{no})会受到影响。在以下公式中，两种工作模式下的电阻噪声均被忽略：

在正常操作中，忽略电阻噪声，

$$e_{no} \cong e_n \left(1 + \frac{R_F}{R_I} \right)$$

其中e_n为输入参考电压噪声密度。

在Over-The-Top操作中，忽略电阻噪声，

$$e_{no} \cong e_n \times \text{噪声增益}_{OTT}$$

输出

在没有负载的情况下，ADA4099-1的轨到轨输出摆幅可达任一电源的45 mV范围内。输出可以提供~30 mA的源电流和吸电流。该放大器在内部进行补偿，以驱动至少100 pF的负载电容(C_L)。在输出端和更大的容性负载之间添加一个50 Ω的串联电阻可扩展放大器的容性驱动能力。

如果ADA4099-1进入关断模式，V_{OUT}引脚将显示为高阻抗，两个二极管连接到电源。在这种状态下，输出通常泄漏<5 nA。

关断引脚(SHDN)

ADA4099-1有一个专用的SHDN引脚，可在置为高电平时将放大器置于功耗极低的关断状态。逻辑高电平定义为相对于-V_S引脚施加到SHDN引脚的≥1.5 V电压。在关断时，放大器消耗的电源电流<15 μA（见图56），并且V_{OUT}引脚被置于高阻抗状态。

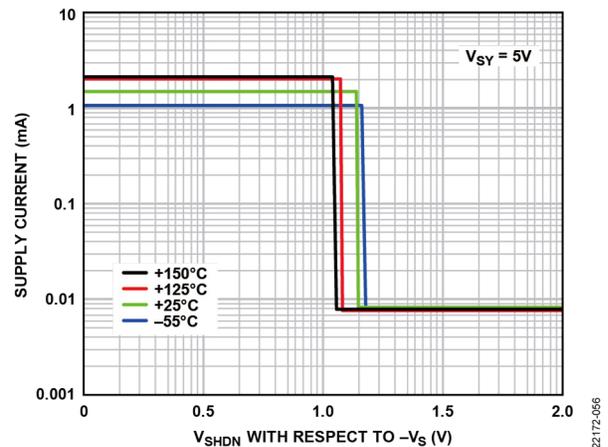


图56. 电源电流与V_{SHDN}的关系，相对于-V_S

SHDN引脚可以被驱动到超过+V_S电源，达到绝对最大电压（相对于-V_S为60 V），并且功耗极小(<1.5 μA)。对于正常的有源放大器操作，SHDN引脚可以浮空或被外部电压源拉低（在-V_S的0.5 V范围内）。如果SHDN引脚浮空，内部电流源(~600 nA)会将SHDN引脚拉至-V_S，从而将放大器置于默认的有源放大状态。由于-IN引脚和SHDN引脚非常接近，-IN引脚上的快速边沿可能交流耦合到相邻的高阻抗SHDN引脚，从而无意中将器件置于关断状态。如果需要考虑这种情况，请在SHDN引脚和-V_S引脚之间添加一个1 nF电容。

或者，通过去除+V_S可以有效地将放大器置于低功耗状态。在这种低功耗状态下，输入通常泄漏<1 nA，且任一±IN引脚偏置在-V_S和-V_S以上70 V之间。如果±IN引脚降至低于-V_S，则它们显示为一个串联连接到-V_S电源的二极管，电阻为250 Ω。在这种情况下，将电流限制为<30 mA。

在关断条件下使用外部电源将输出驱动至超出±V_S电源可能会产生无限电流并可能损坏器件。

应用信息

大电阻增益操作

ADA4099-1具有大约12 pF的输入电容。

反相输入端的反馈电阻(R_F)和增益设置电阻(R_G)的并联组合可以与该输入电容(C_{IN})结合形成一个极点,从而降低带宽,导致频率响应峰化或产生振荡(见图58)。为了减轻这些影响,将值为 $C_F > C_{IN}(R_G/R_F)$ 的反馈电容器与 R_F 并联,以实现 $>1 \text{ k}\Omega$ ($R_F||R_G>1 \text{ k}\Omega$)的求和节点阻抗。这种电容放置方式消除了输入极点并优化了动态性能(见图57)。

对于噪声增益为单位模式($R_G \rightarrow \infty$)且反馈电阻超过1 k Ω 的应用, $C_F \geq C_{IN}$ 。优化PCB布局以将与布局相关的求和节点电容保持在绝对最小值。

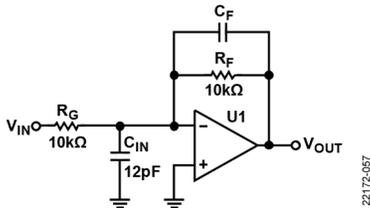


图57. 反相增益原理图

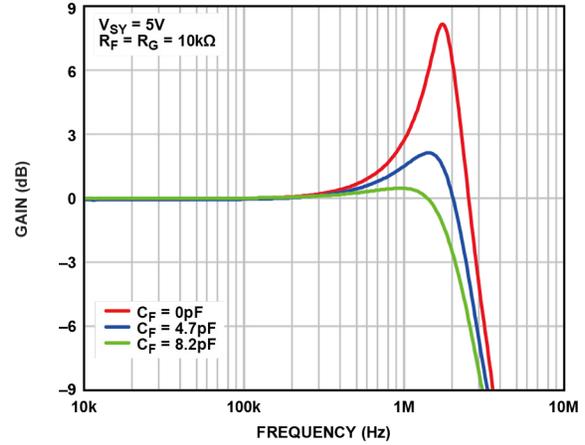


图58. 反相增益为1, 小信号频率响应, $R_F = R_G = 10 \text{ k}\Omega$

不同增益下的推荐值

表7可作为不同推荐增益和相关噪声性能的参考。对于 >1 的增益,反相输入端的总阻抗保持在 $<1 \text{ k}\Omega$,以保持理想的小信号带宽。

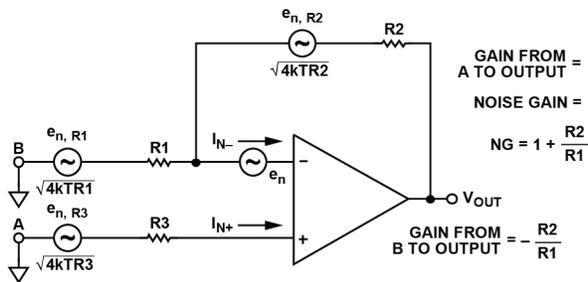
表7. 增益和相关的推荐电阻值($T_A = 25^\circ\text{C}$)

增益	R_G (k Ω)	R_F (k Ω)	C_F (pF)	近似-3 dB频率(MHz)	总系统噪声 (nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$, 1 kHz), 折合到输入端
+1	不适用	0	不适用	8	6.8
+2	1	1	0	4	7.2
+2	10	10	8.2	2.7	11
+5	1	4.02	0	1.5	7.4
-1	10	10	8.2	2.1	22
-1	1	1	0	4.8	14.4
-2	1	2	0	2.9	11.3
-5	1	4.99	0	1.4	9.2
-10	1	10	0	0.75	8.7

噪声

要分析放大器电路的噪声性能，须明确噪声源，然后确定各噪声源对放大器的整体噪声性能是否有重大影响。为了简化噪声计算，可以用噪声频谱密度(NSD)来代替实际电压，从而将带宽排除在计算公式之外。NSD一般用nV/√Hz表示，相当于1 Hz带宽中的噪声。

图59所示的噪声模型具有6个独立的噪声源：三个电阻 (R1至R3) 的约翰逊噪声、运放电压噪声和放大器各输入端的电流噪声(IN±)。每个噪声源都会贡献一定的输出端噪声。噪声一般是折合到输入端(RTI)，但计算折合到输出端(RTO)噪声往往更容易，然后将其除以噪声增益便得到RTI噪声。



$$RTI\ NOISE = \sqrt{e_n^2 + 4kTR3 + 4kTR1 \left(\frac{R2}{R1 + R2} \right)^2 + I_{N+}^2 R3^2 + I_{N-}^2 \left(\frac{R1 \times R2}{R1 + R2} \right)^2 + 4kTR2 \left(\frac{R1}{R1 + R2} \right)^2}$$

$$RTO\ NOISE = NG \times RTI\ NOISE$$

图59. 运算放大器噪声分析模型

假设 $I_{N+} = I_{N-} = I_N$ ，RTI噪声的表达式可以简化为以下形式：

$$RTI\ 噪声 = \sqrt{e_n^2 + e_{n,R}^2 + (I_N R_{EQ})^2}$$

$$e_{n,R} = \sqrt{4kTR_{EQ}}$$

$$R_{EQ} = R3 + R1 || R2$$

其中：

e_n 为运算放大器电压噪声。

$e_{n,R}$ 为周围R1至R3电阻的热噪声贡献。

R_{EQ} 为等效输入电阻。

T 为绝对温度，单位为K。

50 Ω电阻在25°C时产生的约翰逊噪声为1 nV/√Hz。

为了获得最佳性能，反馈网络中的电阻下限由可以容许的静态功耗和失真量决定。上限由电阻和电流噪声密度决定。

ADA4099-1的 e_n 为7 nV/√Hz。

如果电阻和电流噪声贡献小于该值的一半，则运算放大器引入的 e_n 占主导并可提供器件的最佳噪声性能。

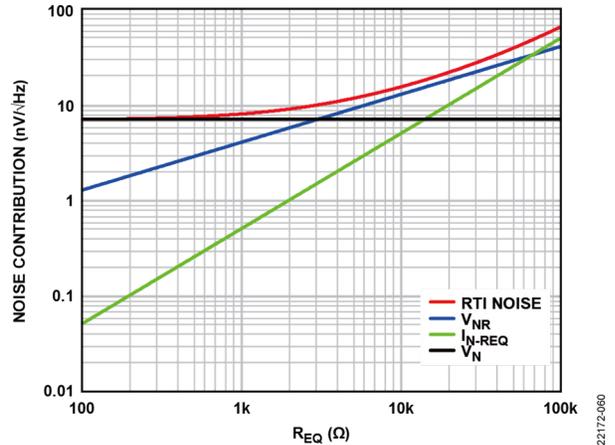


图60. 噪声贡献与等效输入电阻的关系(R_{EQ})

对于ADA4099-1，反馈网络中的这一电阻下限约为750 Ω。对于图59所示的放大器配置， $R_{EQ} < 750\ \Omega$ 可提供稳定的噪声性能。如果噪声性能并不重要， e_n 对于给定的 T_A 通常是固定的， $e_{n,R}$ 随着电阻值的平方根而增加，并且 $I_N \times R_{EQ}$ 电阻线性增加，但在接近 $e_{n,R}$ 的值之前不会影响总噪声。在 $R_{EQ} < \sim 60\ k\Omega$ 的情况下， $e_{n,R}$ 大于 $I_N \times R_{EQ}$ 。 R_{EQ} 的安全值为 $\sim 30\ k\Omega$ ，以确保 I_N 不是输入端总噪声的主要贡献因素。

图60显示了本节中讨论的电阻值范围的噪声贡献。

失真

运算放大器中的失真有两个主要因素：从拉电流输出过渡到灌电流输出时的输出交越失真，以及非线性共模抑制引起的失真。如果运算放大器以反相配置运行，则不存在共模产生失真。如果运算放大器在正常输入共模范围内以同相配置运行 ($-V_S$ 至 $+V_S - 1.5\ V$)，则失真是可以接受的。当输入从正常操作过渡到Over-The-Top操作时，由于输入电路的变化，线性度会显著下降，反之亦然。

随着 R_L 降低，由于环路增益的净减少和放大器内部信号摆幅的增加 (满足驱动负载所需)，失真会增加。当ADA4099-1在A类操作中以反相配置运行，且输入共模偏置到中间电源电压时，可实现最低失真。

功耗和热关断

ADA4099-1可以将电源上的重负载驱动到高达±25 V。因此，确保集成电路上的T_J不超过175°C。ADA4099-1采用6引脚TSOT封装(θ_{JA} = 192°C/W)。

结温超过125°C会加速老化。如果结温超过175°C，ADA4099-1的可靠性可能会受到影响。如果结温超过175°C，ADA4099-1将采用热关断形式的最终安全措施，关断输出级并降低内部器件电流。当此热关断功能触发时，输出将在高阻抗状态下保持禁用状态，直到结温下降20°C。持续的重负载和升高的环境温度会导致ADA4099-1在根据裸片上的功耗进出热关断时出现振荡，直到重负载消除为止(见图61)。

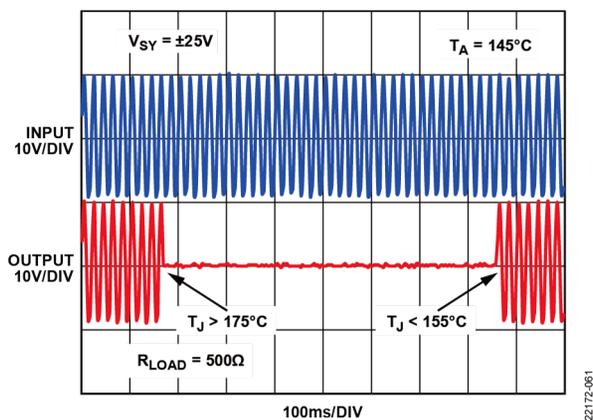


图61. ADA4099-1循环进出热关断

不建议在接近最高结温的条件下工作。

通常，T_J可以根据T_A和器件功耗(P_D × θ_{JA})估算，如以下公式所示：

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

IC的功耗随电源电压、输出电压和负载电阻而变化。对于给定电源电压，当电源电流为最大值，并且输出电压等于任一电源电压的一半时，IC中出现最差情况的功耗P_{D(MAX)}。

$$P_{D(MAX)} = V_S I_{S(MAX)} + \frac{\left(\frac{V_{SY}}{2}\right)^2}{R_L}$$

对于给定的电源电压，使用图62作为指南来估算ADA4099-1在给定电源电压和给定结温升幅(ΔT_J)下可以驱动的最小负载电阻。例如，要将ΔT_J限制为50°C，±15 V电源(+30 V总电源)上驱动负载不得低于1.2 kΩ。假设θ_{JA}为192°C/W。

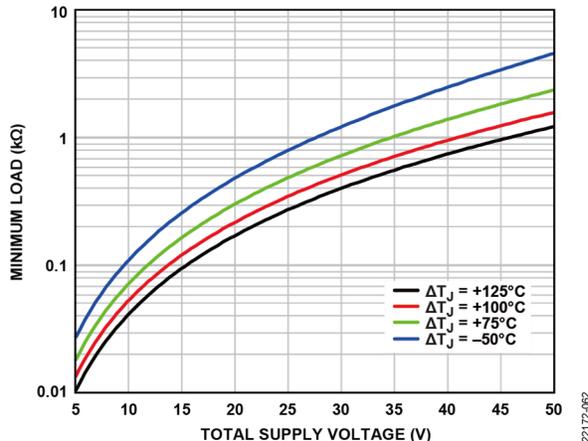


图62. 给定ΔT_J和V_{SY}的最小负载电阻

电路布局考虑

对ADA4099-1电路板进行布局布线时，务必小心谨慎，一丝不苟，力求实现最佳性能。电源旁路、寄生电容和器件选择都会影响放大器的整体性能。

电源旁路

单电源供电时，将-V_S电源引脚直接焊接到低阻抗接地层。使用0.1 μF的低有效串联电阻(ESR)多层陶瓷电容(MLCC)将+V_S引脚旁路至低阻抗接地层，通常尽可能靠近±V_S电源引脚。驱动重负载时，增加10 μF的电源电容。使用双电源时，这些条件适用于-V_S电源引脚。

ADA4099-1在SHDN引脚上有一个~0.6 μA的内部电流源，用于将引脚下拉至-V_S并将放大器置于默认放大状态。如果不需要SHDN状态，请将SHDN引脚连接到-V_S引脚。如果SHDN引脚浮空或由具有较大源阻抗(>100 Ω)的源驱动，请使用一个1 nF的小电容器旁路-V_S电源引脚，以防止杂散信号耦合到SHDN引脚上，这可能会无意中触发关断。

接地

尽可能使用接地层和电源层，以降低电源和接地回路的电阻和电感。将旁路电容尽可能靠近±V_S电源引脚放置，另一端连接到接地层。建议在驱动轻负载(负载电流 < 100 μA)时使用至少0.1 μF的旁路电容，在驱动较重负载时使用更大的电容。从输出到负载并返回到接地层的布线必须具有最小的环路面积，以将电感保持在最低水平。

供电后的ESD保护

IC在未供电和供电时对ESD冲击的反应有所不同，这属于IEC-61000-4-2标准的范畴（参见绝对最大额定值部分）。在HBM条件下性能良好的器件在国际电工委员会(IEC)条件下可能性能不佳。ADA4099-1在IEC条件下会受到ESD的全面冲击，以形成前端电路保护方案，为受到ESD冲击的器件提供保护。图63和图64显示了两种不同的保护方案，将ADA4099-1的保护范围扩展到±8 kV ESD冲击。

选择组件时请考虑如下事项：

- 采用0805或更大的组件尺寸以减少电弧放电的风险。
- 耐受脉冲，厚膜电阻。
- COG MLCC，最低额定值为100 V。
- 双向瞬变电压抑制(TVS)二极管。

在图63所示电路中，R1为220 Ω的Panasonic 0805 ERJ-P6系列，C1为100 pF的Yageo 0805 100 V COG/NPO。

ADVANTAGES	DISADVANTAGES
INEXPENSIVE (~5 CENTS)	R1 INTRODUCES THERMAL NOISE
SMALL FOOTPRINT	RC NETWORK LIMITS SPEED
MINIMAL LEAKAGE	NEED TO CAREFULLY CHARACTERIZE CAPACITOR
	NOT AS ROBUST AGAINST REPEATED STRIKES

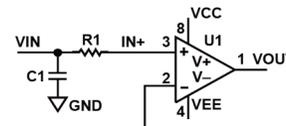


图63. ESD保护电路 (RC网络)

在图64所示电路中，R1为220 Ω的Panasonic 0805 ERJ-P6系列，D1为Bourns CDSOD323-T36SC。D1可以考虑使用ESD压敏电阻。

有关系统级ESD考虑因素的更多信息，请参见ADI网站上的技术文章“[当电子元件性能下降：如何保护您的模拟前端](#)”。

相关产品

表8描述了在某些应用中也可以考虑使用的几种替代精密放大器。

ADVANTAGES	DISADVANTAGES
INEXPENSIVE (20 TO 30 CENTS)	R1 INTRODUCES NOISE
SMALL FOOTPRINT	D1 HAS LEAKAGE CURRENT
VERY ROBUST	D1 HAS CAPACITANCE (5pF TO 300pF)

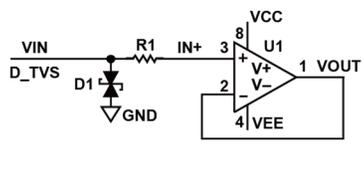


图64. ESD保护电路 (R-TVS网络)

表8. ADA4099-1相关产品

型号	V _{os} (μV)	I _B (nA)	GBP (kHz)	e _n (nV/√Hz)	I _{sv} (μA)	输入共模范围(V)
ADA4099-1	30	10	8000	7	1500	-V _S 至-V _S + 70
ADA4077-1	35	1	3900	7	500	-V _S 至+V _S
LT6015	50	5	3200	18	335	-V _S 至-V _S + 76
LT6014	60	0.4	1600	9.5	165	-V _S 至+V _S
LT1494	375	1	2.7	185	1.5	-V _S 至-V _S + 36
LT1490A	500	8	180	50	55	-V _S 至-V _S + 44

典型应用

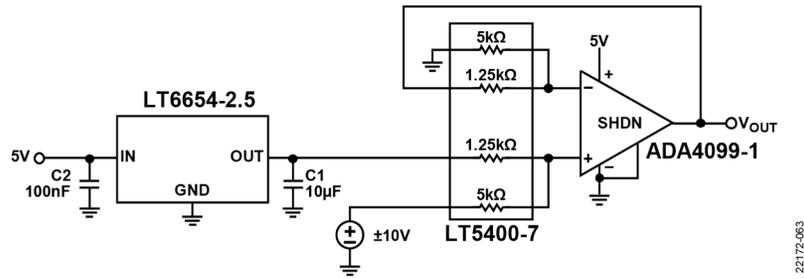


图65. ±10 V至0 V至+5 V漏斗放大器, 高CMRR, 通过LT5400-7电阻网络提供±80 V输入保护

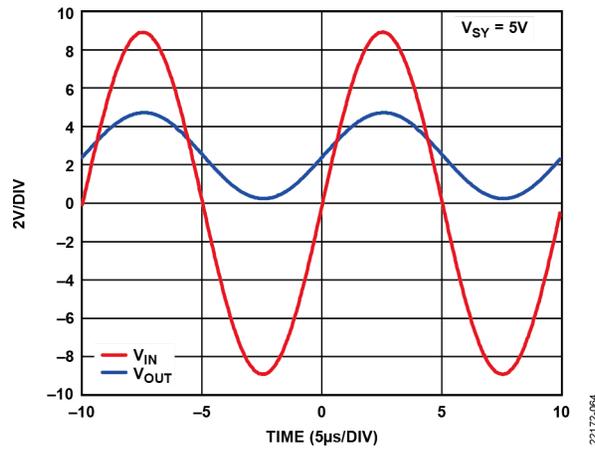


图66. ±10 V至0 V至+5 V漏斗放大器, 输入和输出电压

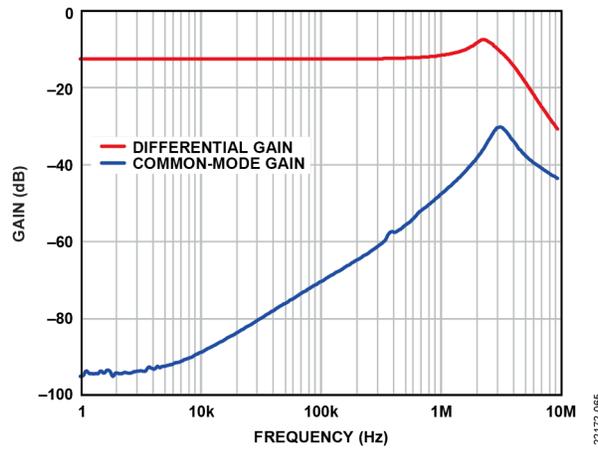


图67. ±10 V至0 V至+5 V漏斗放大器, 系统增益

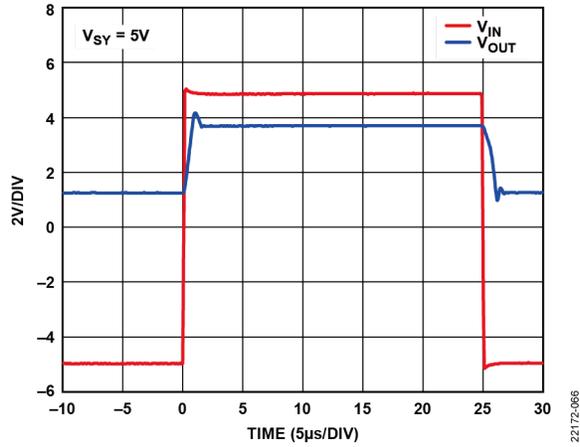


图68. ±10 V至0 V至+5 V漏阈放大器, 大信号脉冲响应

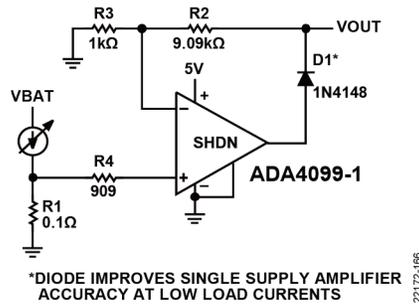


图69. 1 V/A 低端电流检测

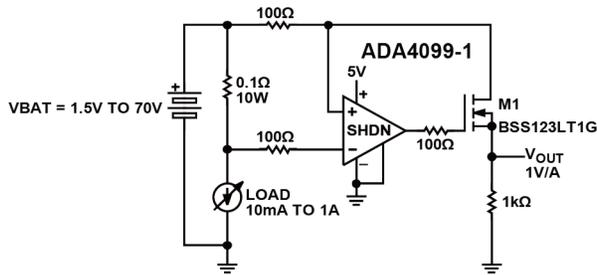


图70. 1 V/A 高端电流检测

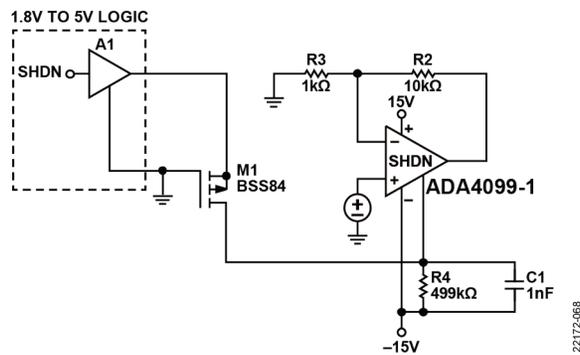


图71. 双电源应用中SHDN引脚的微处理器控制

外形尺寸

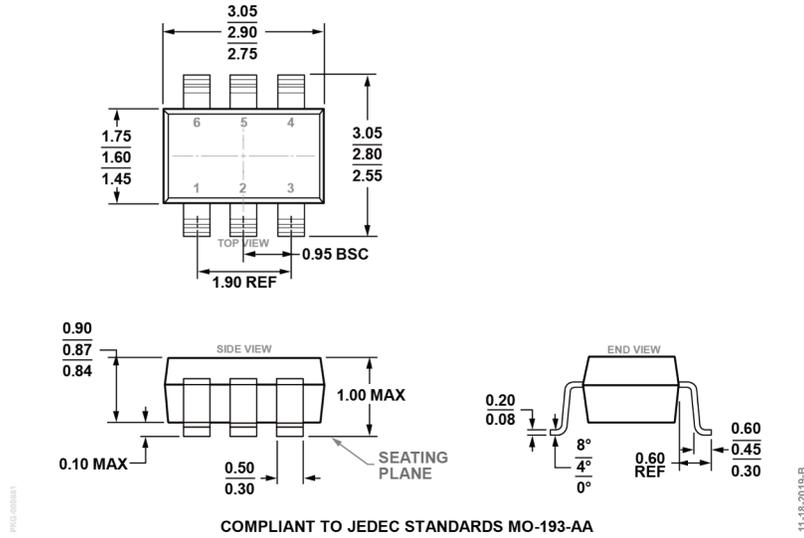


图72. 6引脚小型晶体管封装[TSOT]
(UJ-6)
尺寸单位: mm

订购指南

型号 ^{1,2}	温度范围	封装描述	封装选项	标识码
ADA4099-1BUJZ-R5	-40°C至+125°C	6引脚TSOT	UJ-6	Y7P
ADA4099-1BUJZ-RL7	-40°C至+125°C	6引脚TSOT	UJ-6	Y7P
ADA4099-1HUJZ-RL7	-55°C至+150°C	6引脚TSOT	UJ-6	Y7Q
EVAL-ADA4099-1HUJZ		评估板		

¹ Z = 符合RoHS标准的器件。

² 用UG-838用户指南中提到的通用评估板来评估ADA4099-1。

