

ZGA2001 低噪声运算放大器

1 特性

- 低噪声: $0.77\mu\text{V}$
- 带宽: 28MHz
- 电源电压范围: 2.7V 至 5.5V
- 输入共模电压: 0.3V 至 VDD-1V
- 输入失调电压: $10\mu\text{V}$
- 单位增益稳定
- 轨到轨输出
- 失调电压温漂: $0.4\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
- 工作温度范围: -40°C 至 $+125^\circ\text{C}$

2 应用领域

- 传感器
- 音频
- 精密滤波器
- PLL 滤波器
- 数字秤

3 管脚定义

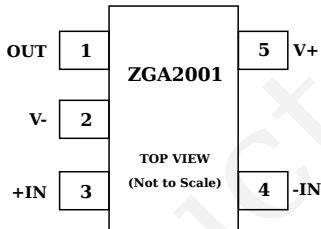
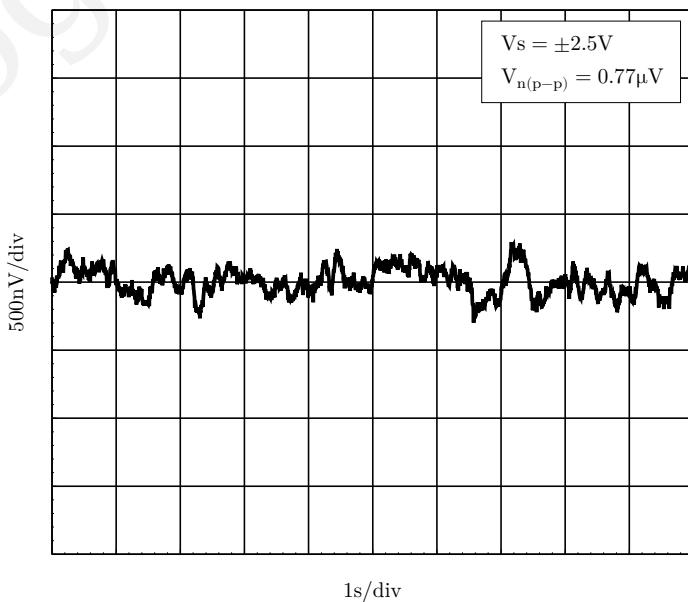


图 1: SOT23-5

4 综述

ZGA2001 是一款专为高精度应用设计的低噪声 CMOS 运算放大器。其卓越的低噪声特性(0.1Hz 至 10Hz 时仅为 $0.77\mu\text{V}$)使其成为对噪声敏感应用的理想选择。ZGA2001 支持 2.7V 至 5.5V 电源供电，确保在各种工作条件下都能提供出色的线性和动态性能。此外，它拥有 28MHz 的增益带宽积和 $10\text{V}/\mu\text{s}$ 的压摆率，能够在高频应用中保持稳定的性能表现。ZGA2001 的工作温度范围为 -40°C 至 $+125^\circ\text{C}$ ，适用于广泛的工业和消费类电子产品。

图 2: 低频噪声 (0.1 Hz 至 10 Hz)

目录

1 特性	1
2 应用领域	1
3 管脚定义	1
4 综述	1
5 性能参数	4
6 性能特性	6
7 应用信息	11
7.1 输出相位反转	11
7.2 输入电容	11
7.3 驱动容性负载	11
7.4 布局指南	12
7.5 布局示例	12
8 封装	13
9 订购指南	14
10 关于微格	15
10.1 公司简介	15
10.2 联系方式	15

插图

1 SOT23-5	1
2 低频噪声 (0.1 Hz 至 10 Hz)	1
3 性能特性 (1)	6
4 性能特性 (2)	7
5 性能特性 (3)	8
6 性能特性 (4)	9
7 性能特性 (5)	10
8 无相位反转	11
9 无补偿驱动大容性负载	11
10 缓冲器网络	11
11 使用缓冲器驱动大容性负载	11
12 布局示例	12
13 封装信息	13

表格

1 文档版本	3
2 性能参数 (1)	4
3 性能参数 (2)	5

表 1：文档版本

版本号	说明
1.0	初版发行
1.1	更新 V_{OS} 的测试条件
1.2	增加应用说明及 $V_S=2.7V$ 的性能特性

5 性能参数

测试条件: $V_S = 5V$, $V_{CM} = V_S/2$, $T_A = 25^\circ C$ (除非另有说明)

表 2: 性能参数 (1)

参数	符号	条件	最小	典型	最大	单位
输入特性						
失调电压	V_{OS}	$V_{CM} = 2.5V$ $V_{CM} = 0V$ 至 $4.0V$	10	30	μV	
失调电压温漂	$V_{OS}/\Delta T$	$-40^\circ C \leq T_A \leq +125^\circ C$		30	μV	
输入偏置电流	I_B	$-40^\circ C \leq T_A \leq +125^\circ C$	0.4	1	$\mu V^\circ C$	
输入失调电流	I_{OS}	$-40^\circ C \leq T_A \leq +125^\circ C$	1	10	pA	
输入共模电压范围			200	pA		
共模抑制比	CMRR	$V_{CM} = 0.1$ 至 $4V$	10	100	dB	
大信号电压增益	A_{VO}	$V_O = 0.2V$ 至 $4.8V$, $R_L = 10k\Omega$	200			
高输出电压	V_{OH}	$I_L = 1mA$; $-40^\circ C \leq T_A \leq +125^\circ C$	0	4	V	
低输出电压	V_{OL}	$I_L = 1mA$; $-40^\circ C \leq T_A \leq +125^\circ C$	88	100	mV	
输出电流	I_{OUT}	$V_{OUT} = \pm 0.5V$	105	110	mA	
电源						
电源抑制比	PSRR	$V_S = 2.7V$ 至 $5V$	4.97	4.991	V	
放大器电源电流	I_{SY}	$-40^\circ C \leq T_A \leq +125^\circ C$	5	30	mV	
差分	C_{DIFF}		85	100	mA	
共模	C_{COM}		4.7	5.2	mA	
7					mA	
噪声性能						
低频噪声	$e_{n,p-p}$	0.1 Hz 至 10Hz	11.9	μV		
输入电压噪声密度	e_n	$f = 1KHz$	3	nV/ \sqrt{Hz}		
		$f = 10KHz$	2.1	nV/ \sqrt{Hz}		
频率响应						
增益带宽积	GBP		28	MHz		
压摆率	SR	$R_L = 10K\Omega$	10	V/ μs		
建立时间	ts	建立至 0.1%, $V_{IN} = 2V_{p-p}$ step, $G = +1$	180	ns		
相位裕量	Φ_M	$C_L = 0pF$	73	°		

测试条件: $V_S = 2.7V$, $V_{CM} = V_S/2$, $T_A = 25^\circ C$ (除非另有说明)

表 3: 性能参数 (2)

参数	符号	条件	最小	典型	最大	单位
输入特性						
失调电压	V_{OS}	$V_{CM} = 1.35V$	10	30	μV	
		$V_{CM} = 0V$ 至 $1.7V$		30	μV	
失调电压温漂	$V_{OS}/\Delta T$	$-40^\circ C \leq T_A \leq +125^\circ C$	0.4	1	$\mu V/^\circ C$	
输入偏置电流	I_B	$-40^\circ C \leq T_A \leq +125^\circ C$	1	10	pA	
				200	pA	
输入失调电流	I_{OS}	$-40^\circ C \leq T_A \leq +125^\circ C$		10	pA	
				200	pA	
输入共模电压范围			0	1.7	V	
共模抑制比	$CMRR$	$V_{CM} = 0.1$ 至 $1.7V$	83	97	dB	
大信号电压增益	A_{VO}	$V_O = 0.2V$ 至 $2.5V$, $R_L = 10k\Omega$	100			dB
输出特性						
高输出电压	V_{OH}	$I_L = 1mA$; $-40^\circ C \leq T_A \leq +125^\circ C$	2.67	2.688	V	
低输出电压	V_{OL}	$I_L = 1mA$; $-40^\circ C \leq T_A \leq +125^\circ C$	8	30	mV	
输出电流	I_{OUT}	$V_{OUT} = \pm 0.5V$		± 100	mA	
电源						
电源抑制比	$PSRR$	$V_S = 2.7V$ 至 $5V$	82	97	dB	
放大器电源电流	I_{SY}	$-40^\circ C \leq T_A \leq +125^\circ C$	4.7	5.2	mA	
				7	mA	
输入电容						
差分	C_{DIFF}			11.9	pF	
共模	C_{COM}			13.4	pF	
噪声性能						
低频噪声	$e_{n,p-p}$	0.1 Hz 至 10Hz		0.74	μV	
输入电压噪声密度	e_n	$f = 1KHz$		3	nV/\sqrt{Hz}	
		$f = 10KHz$		2.1	nV/\sqrt{Hz}	
频率响应						
增益带宽积	GBP			27	MHz	
压摆率	SR	$R_L = 10K\Omega$		9	$V/\mu s$	
建立时间	ts	建立至 0.1%, $V_{IN} = 1V_{p-p}$ step, $G = +1$		180	ns	
相位裕量	Φ_M	$C_L = 0pF$		58	°	

6 性能特性

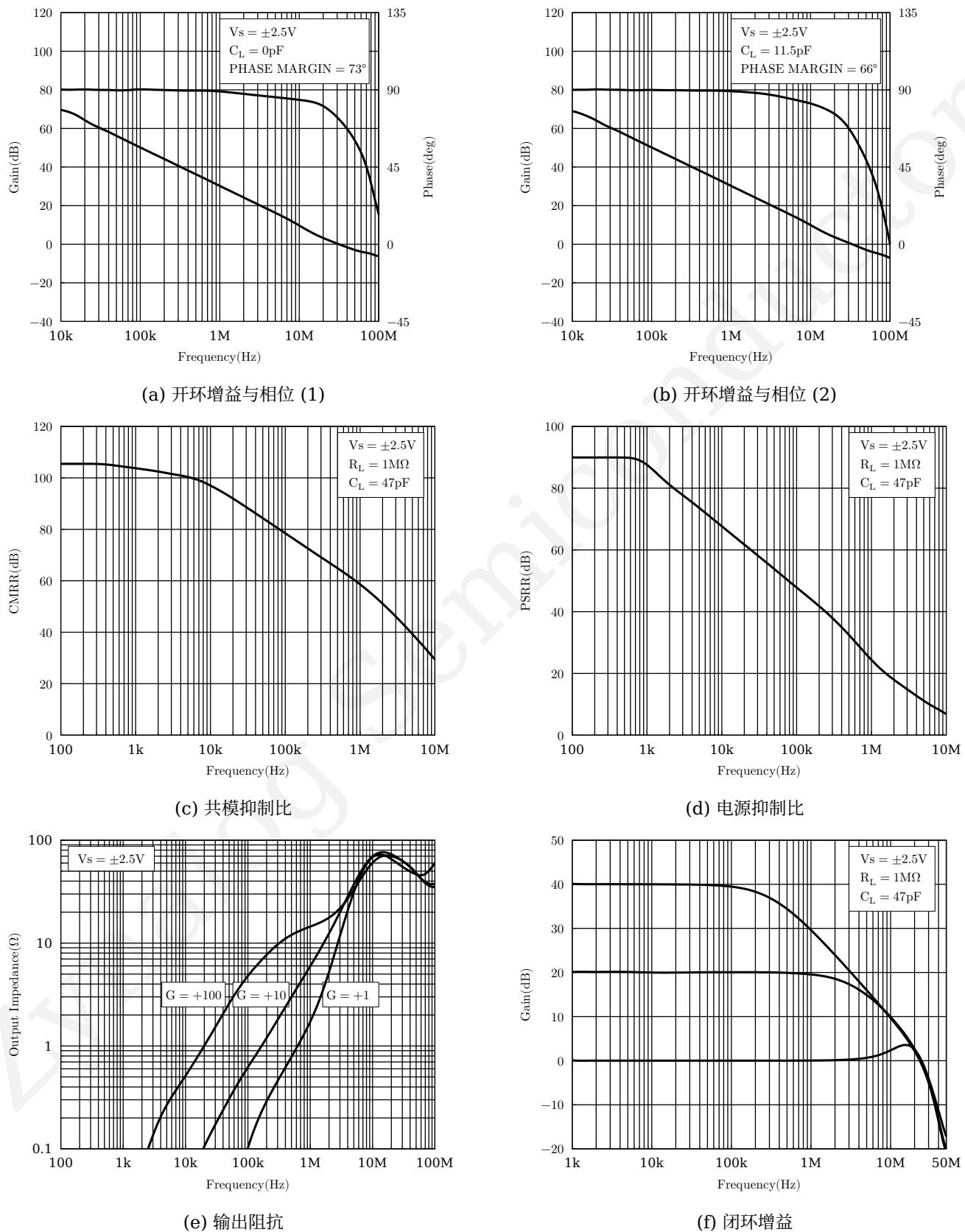


图 3: 性能特性 (1)

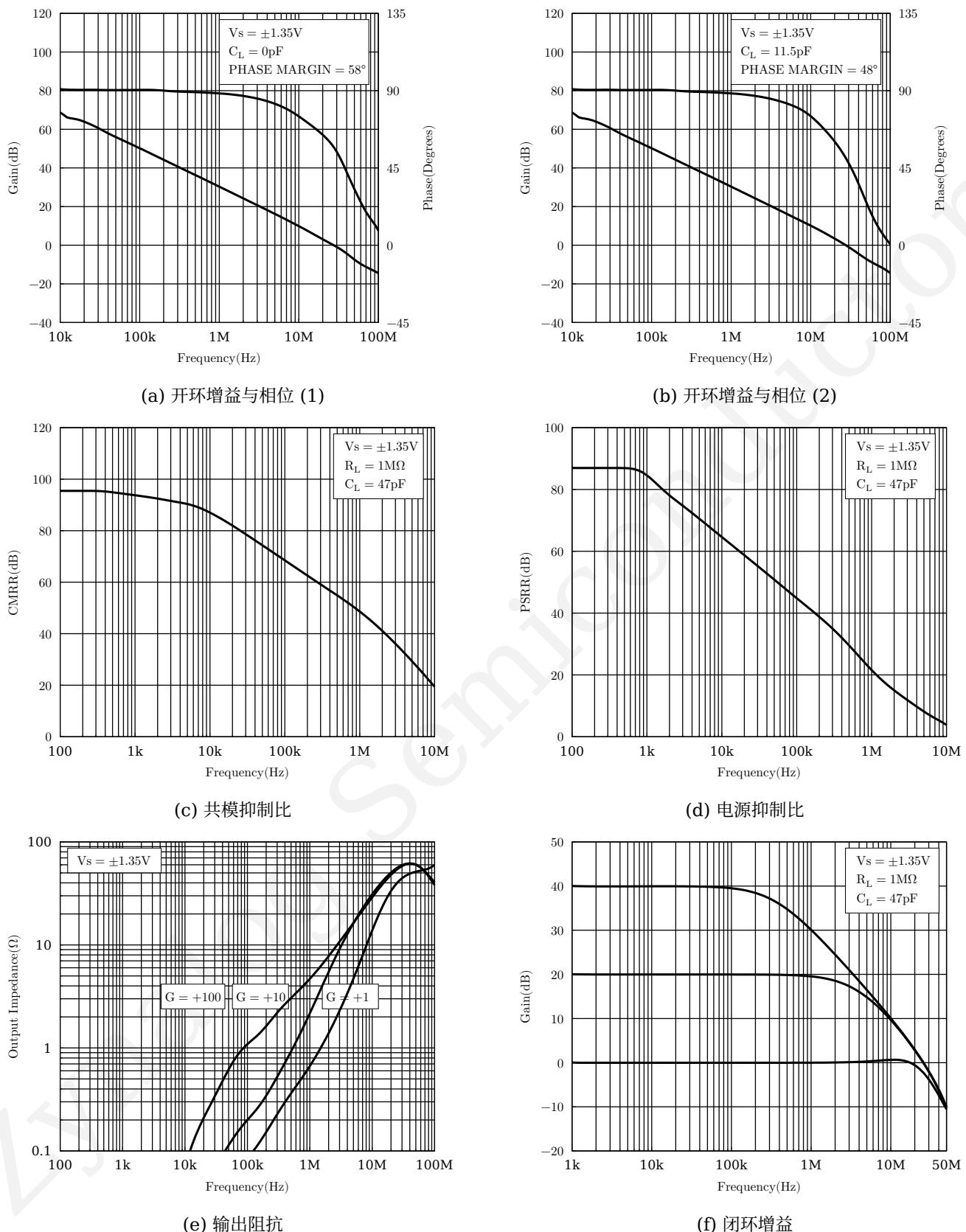


图 4: 性能特性 (2)

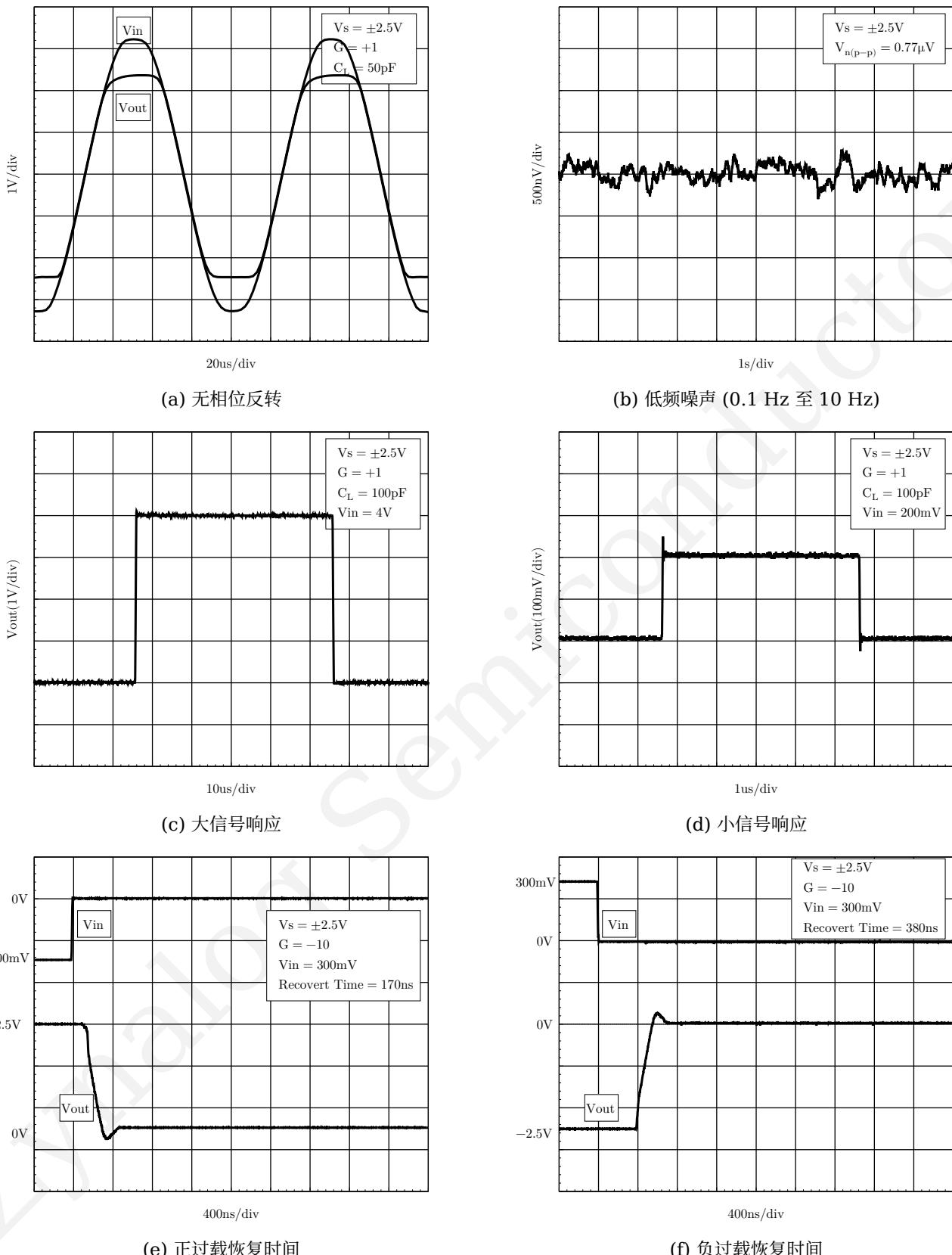


图 5: 性能特性 (3)

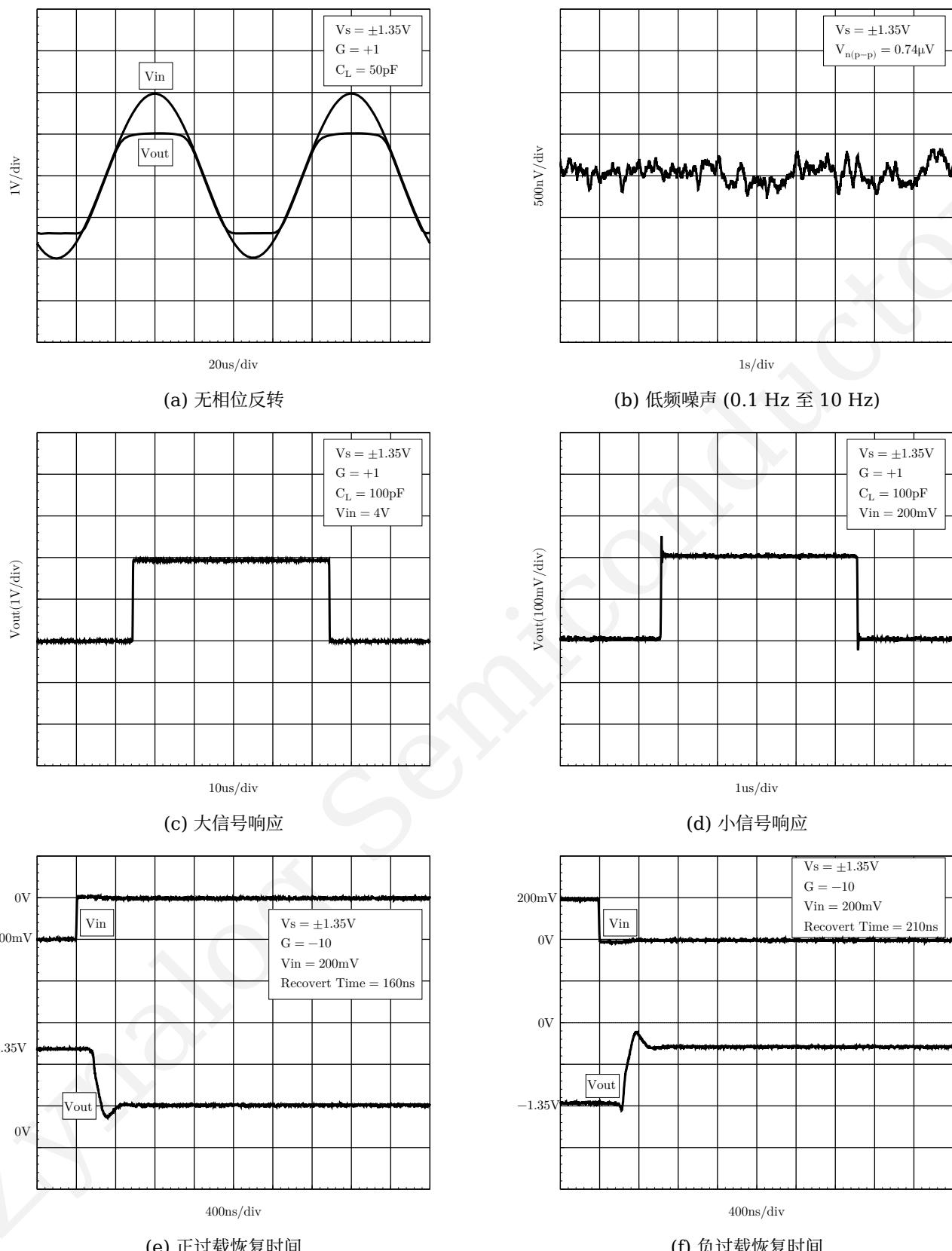


图 6: 性能特性 (4)

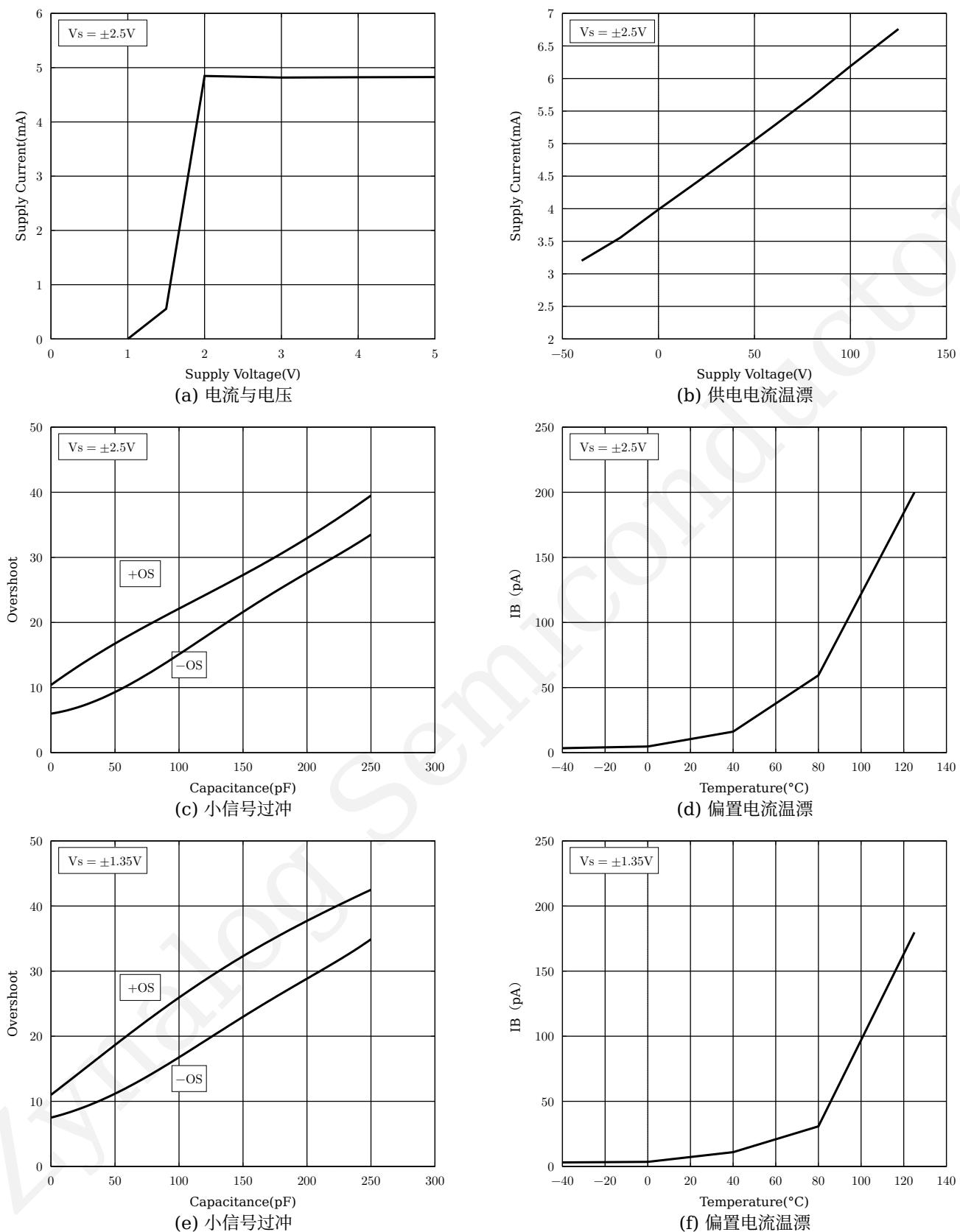


图 7: 性能特性 (5)

7 应用信息

7.1 输出相位反转

当放大器的输入由超过最大共模输入电压的电压驱动时，其输出端的极性会发生变化。这种现象可能会产生严重后果，可能对放大器造成不可逆的损坏，或导致反馈回路内的系统锁定。ZGA2001 在这方面表现出强大的性能，即使超过电源电压 2 伏以上，也不会出现相位反转。

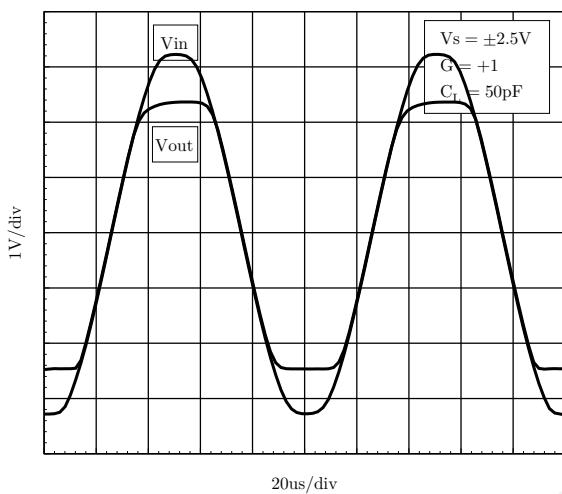


图 8: 无相位反转

7.2 输入电容

高速运放需注意旁路、接地及输入对地寄生电容。含阻性反馈时，总电容（源电容、引脚杂散电容、运放输入电容）会在噪声增益中引入极点，需在增益电阻并联补偿电容。当反馈电容使系统临界阻尼时，噪声增益高频段出现峰值。输入端数 pF 级电容会降低高频输入阻抗，导致增益升高引发频响峰值/振荡。

7.3 驱动容性负载

ZGA2001 可驱动 240pF 容性负载，但输入频率超过 100kHz 时（尤其是单位正增益配置）会产生显著振铃。推荐采用外部补偿技术：通过 RC 缓冲电路（见图 10）可将过冲降低 30% 以上并消除振铃，同时保持全增益输出稳定性。需注意该补偿无法恢复大容性负载导致的带宽衰减。

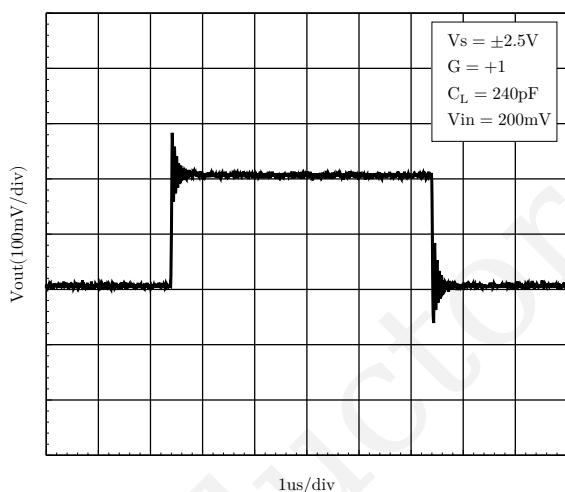


图 9: 无补偿驱动大容性负载

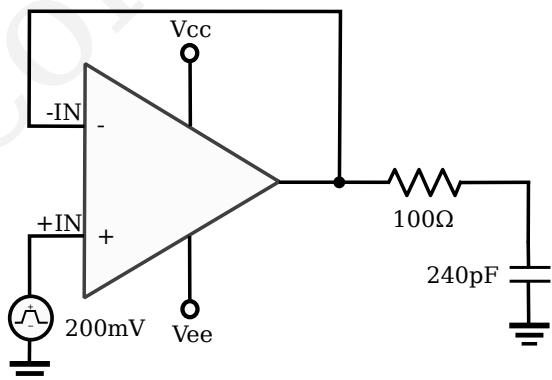


图 10: 缓冲器网络

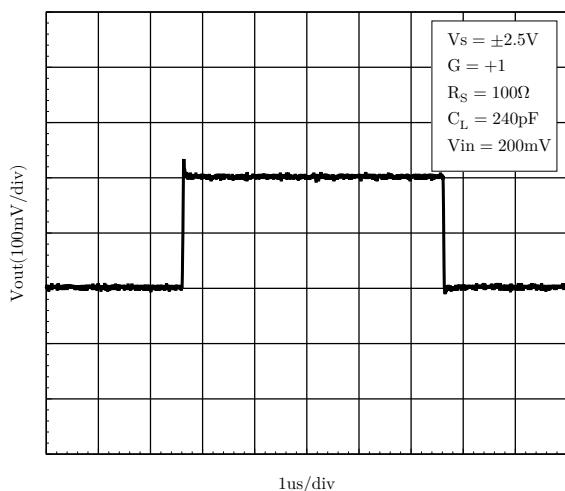


图 11: 使用缓冲器驱动大容性负载

7.4 布局指南

- 电源去耦与旁路电容:** 噪声可能通过电源引脚传入整个电路和运放的模拟部分。旁路电容通过为模拟电路提供本地低阻抗电源路径，可有效抑制耦合噪声。建议在每个电源引脚与地之间就近连接低等效串联电阻的 $0.1\mu\text{F}$ 陶瓷旁路电容。
- 模拟与数字地分离:** 分离模拟和数字电路的接地是抑制噪声最简单且有效的方法。如多层 PCB 中通常设置独立的地平面层，以帮助散热并降低电磁干扰 (EMI)。
- 减少寄生耦合:** 输入走线应远离电源或输出走线。若无法完全隔离，敏感走线应与噪声走线垂直交叉而非平行布线；缩短输入路径，将反馈电阻 (RF) 和增益电阻 (RG) 就近放置于反相输入端，以最小化寄生电容。
- 关键信号防护:** 在敏感走线周围添加低阻抗驱动防护环 (Guard Ring)，可显著降低相邻不同电位走线的漏电流影响。
- 清洁与防潮:** 为了达到最佳性能，建议在 PCB 组装完成后进行清洁；精密集成电路可能因湿气渗入塑料封装导致性能偏移。完成水性清洁工艺后，需对 PCB 组件进行低温烘烤，以去除清洁过程中引入的湿气。

7.5 布局示例

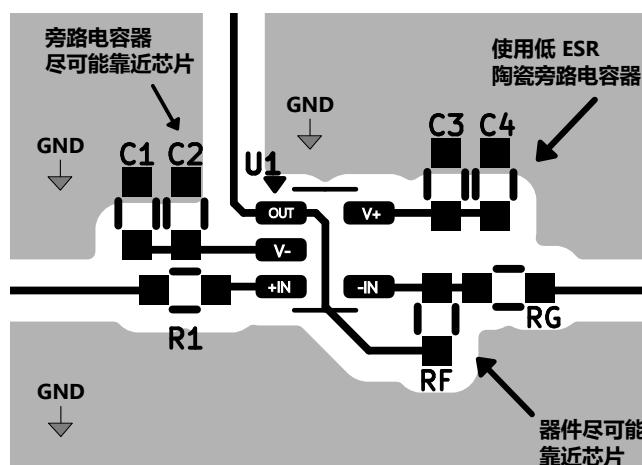
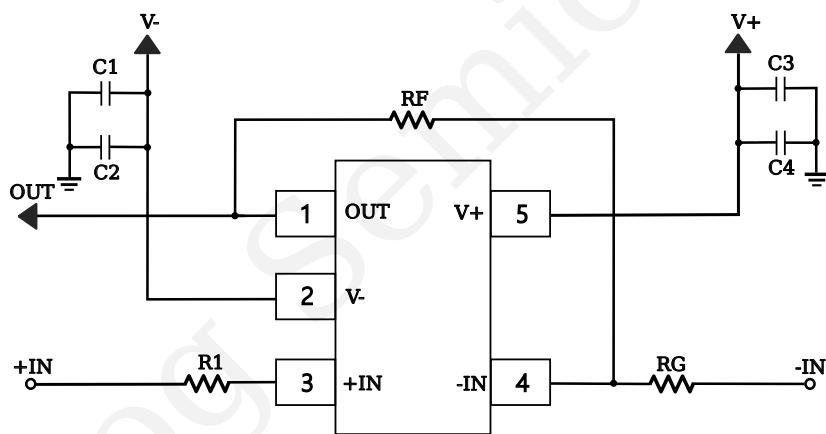


图 12: 布局示例

8 封装

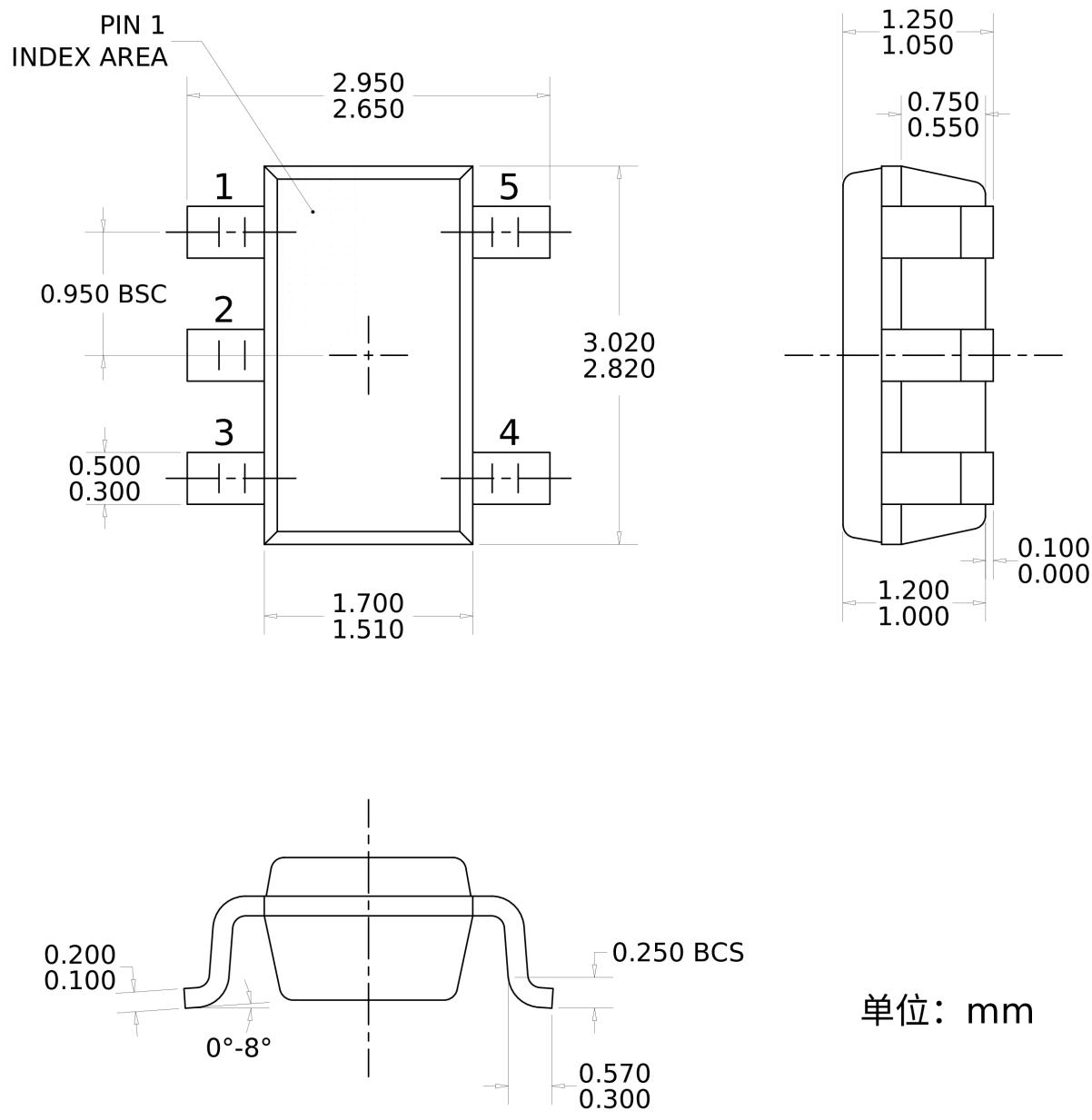


图 13: 封装信息

9 订购指南

型号	温度范围	封装描述	包装数	标识
ZGA2001G1	-40°C 至 +125°C	SOT23-5	3000	A2001

10 关于徵格

10.1 公司简介

徵格半导体【Zynalog Semiconductor Co.,Ltd.】是国内高性能模拟芯片研发设计的高科技企业。公司拥有国际顶尖的模拟芯片设计团队，先进的测试设备和完善的供应链体系，遵循严苛的品控标准，由公司全正向设计研发的三十多款高速高精度模数转换芯片（ADC）产品凭借卓越的高性能及高可靠性，已被国内多家头部知名科技企业所选用，完美应用于旗下各款高新产品之中。

徵格半导体秉持“技术自主创新，引领行业未来”的理念，以客户需求为导向，聚焦技术创新，坚持核心技术的长期研发投入，公司已在高性能模拟芯片领域拥有多项自主知识产权，ADC 多项核心技术指标已达到或超越国际主流同类产品。至此，徵格半导体已然定义和树立起国内高性能 ADC 行业新标杆。

当今中国，数字化和智能化将成为国内领先企业应对未来挑战的必由之路，为此徵格半导体将持续加码在高性能模拟芯片的研发进程，在“高性能芯片国产替代”成为确定性趋势和国家构建产业链供应链稳定安全的今天，我们将以客户技术变革和产业升级为指引，满足客户高科技产品应用的设计多样化及复杂化需求，灵活匹配客户产品的技术更迭和保障供应链的安全可靠，为客户提供全方位全流程模拟芯片标准解决方案。

徵格半导体将进一步拓展和深耕国内高性能模拟芯片应用端，实现以客户为中心的高速度高质量增长。公司将以前瞻性战略思维及雄厚的研发能力为基础，遵循严苛品控标准和安全可靠的供应链管理体系，与企业用户携手打造共创、共享、共赢的模拟芯片行业新生态。

10.2 联系方式

地址：上海市普陀区丹巴路 98 弄 7 号龙裕财富中心 10 层

地址：苏州市高新区城际路 21 号 2 幢汇融广场 2110 室

地址：杭州市临平区科城街 180 号算力小镇 C 幢 8 层

网站：<https://www.zynalog.com>

电子邮箱：sales@zynalog.com