

零漂移、低噪声轨到轨输入/输出 CMOS 运算放大器

1 产品特点

- 轨到轨输入和输出
- 输入失调电压漂移: $0.02\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
- 低失调电压: $2\mu\text{V}$
- 工作电压范围: 1.8V 至 5.5V:
- 增益带宽积: 350kHz
- 压摆率: $0.1\text{V}/\mu\text{s}$
- 微功耗: 典型静态电流 $15\mu\text{A}/\text{运放}$
- 过载恢复时间: $300\mu\text{s}$
- 低噪声: $1\mu\text{V}_{\text{P-P}}$ (0.01-10Hz)
- 高增益, 高共模抑制比 (CMRR) 110分贝, 高电源抑制比 (PSRR) : 130分贝
- SOT/SOP 封装

2 产品应用

- 有源滤波器
- 光电二极管放大器
- 压电传感器
- 测试设备
- 医疗仪器
- 音频输出
- 便携式系统
- 烟雾探测器
- 笔记本电脑

3 产品描述

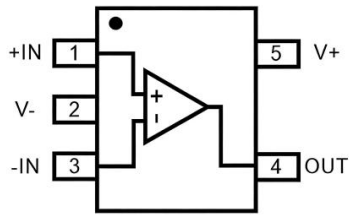
LRA333、LRA2333、LRA4333 系列产品为 CMOS 运算放大器, 具有极低的失调电压 (典型值 $2\mu\text{V}$), 且随时间和温度变化的漂移接近零。该系列器件采用高阻抗输入设计, 共模范围超出电源轨 100mV ; 输出为轨到轨设计, 摆幅距电源轨仅 50mV 以内。可支持单电源或双电源供电, 单电源最低 1.8V (双电源 $\pm 0.9\text{V}$), 最高 5.5V (双电源 $\pm 2.75\text{V}$), 特别优化了低电压、单电源工作场景的性能。

该系列运算放大器在每放大器仅 $15\mu\text{A}$ 的低电流消耗下, 可提供 350kHz 的带宽, 且具有出色的共模抑制比 (CMRR), 避免了传统互补输入级存在的交越失真问题。因此, 该器件是传感器接口、有源滤波器、低电压或电池供电系统的理想选择

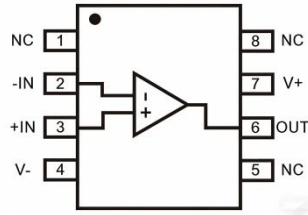
型号	封装	主体尺寸(Nominal)
LRA333	SOT23-5	2.90mm×1.60mm
	SOP8	4.90mm×3.90mm
LRA2333	SOP8	4.90mm×3.90mm
LRA4333	SOP14	8.65mm×3.90mm

表 1 器件信息

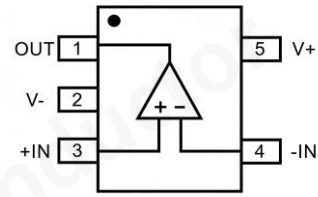
4 引脚配置和功能描述 (顶视图)



LRA333A-T (SOT23-5)



LRA333A-D (SOP8)



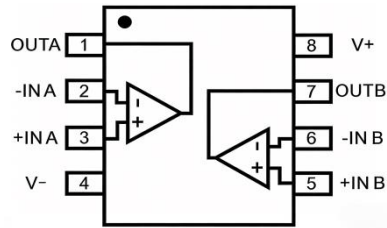
LRA333B-T (SOT23-5)

引脚定义

名称	管脚			I/O	说明
	LRA333A-T	LRA333B-T	LRA333A-D		
	SOT23-5	SOT23-5	SOP8		
-IN	3	4	2	I	负向 (反相) 输入
+IN	1	3	3	I	正向 (同相) 输入
NC	-	-	1,5,8	-	无内部连接 (可悬空)
OUT	4	1	6	O	输出
V-	2	2	4	-	负 (最低) 电源
V+	5	5	7	-	正 (最高) 电源



5 引脚配置和功能描述 (顶视图)



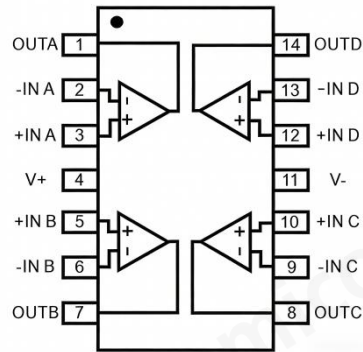
LRA2333A-D (SOP8)

引脚定义

名称	LRA2333A-D	I/O	说明
	SOP8		
-INA	2	I	反向输入, 通道 A
+INA	3	I	同向输入, 通道 A
-INB	6	I	反向输入, 通道 B
+INB	5	I	同向输入, 通道 B
OUTA	1	O	输出, 通道 A
OUTB	7	O	输出, 通道 B
EnA	-	I	使能引脚, 通道 A。此引脚用于开启或关闭稳压器。低电平=禁用, 高电平=正常工作 (此引脚必须被驱动)
EnB	-	I	使能引脚, 通道 B。此引脚用于开启或关闭稳压器。低电平=禁用, 高电平=正常工作 (此引脚必须被驱动)
V-	4	-	负 (最低) 电源
V+	8	-	正 (最高) 电源



6 引脚配置和功能描述 (顶视图)



LRA4333A-D(SOP14)

引脚定义

名称	管脚	I/O	说明
	LRA4333A-D		
	SOP14		
-INA	2	I	反向输入, 通道 A
+INA	3	I	同向输入, 通道 A
-INB	6	I	反向输入, 通道 B
+INB	5	I	同向输入, 通道 B
-INC	9	I	反向输入, 通道 C
+INC	10	I	同向输入, 通道 C
-IND	13	I	反向输入, 通道 D
+IND	12	I	同向输入, 通道 D
OUTA	1	O	输出, 通道 A
OUTB	7	O	输出, 通道 B
OUTC	8	O	输出, 通道 C
OUTD	14	O	输出, 通道 D
V-	11	-	负 (最低) 电源
V+	4	-	正 (最高) 电源

7 绝对最大额定值

在自由空气温度工作范围内（除非另有说明）（注¹）

		最小值	最大值	单位
电压	Supply, $V_S=(V+) - (V-)$		6	V
	Signal input pin (注 ²)	(V-)-0.5	(V+) +0.5	
	Signal output pin (注 ³)	(V-)-0.5	(V+) +0.5	
电流	Signal input pin (注 ²)	-10	10	mA
	Signal output pin (注 ³)	-55	55	mA
	Output short-circuit (注 ⁴)	Continuous		
温度	Operating range, T_A	-40	125	°C
	Junction, T_J		150	
	Storage, T_{stg}	-65	150	

注1: 超过这些额定值的应力可能会造成永久性损坏。长时间暴露在绝对最大额定值条件下可能会降低器件可靠性。这些仅是应力额定值，并不暗示器件在这些或任何其他超出规定条件的状况下能正常工作。

注2: 输入端子通过二极管钳位至电源轨。摆幅可能超过电源轨0.5V的输入信号应被限流至 10mA 或更小。

注3: 输出端子通过二极管钳位至电源轨。摆幅可能超过电源轨 0.5V 以上的输出信号应被限流至 ± 55 mA 或更小。

注4: 对地短路，每封装一个放大器。

8 ESD Ratings

		数值	单位
V(ESD)	Electrostatic discharge	Human-body model (HBM)	± 5000
		Machine Model (MM)	± 400

9 推荐工作条件

在自由空气温度工作范围内（除非另有说明）

		最小值	典型值	最大值	单位
Supply voltage, $V_S=(V+) - (V-)$	Single-supply	1.8		5.5	V
	Dual-supply	± 0.9		± 2.75	



10 热性能信息: LRA333

THERMAL METRIC		LRA333		UNIT
		5 PINS	8 PINS	
		SOT23-5	SOP8	
$R_{\theta JA}$	Junction-to-ambient thermal resistance	273.8	116	°C/W
$R_{\theta JC(top)}$	Junction-to-case(top) thermal resistance	126.8	60	°C/W
$R_{\theta JB}$	Junction-to-board thermal resistance	85.9	56	°C/W
Ψ_{JT}	Junction-to-top characterization parameter	10.9	12.8	°C/W
Ψ_{JB}	Junction-to-board characterization parameter	84.9	98.3	°C/W
$R_{\theta JC(bot)}$	Junction-to-case(bottom) thermal resistance	N/A	N/A	°C/W

11 热性能信息: LRA2333

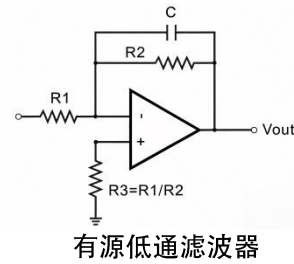
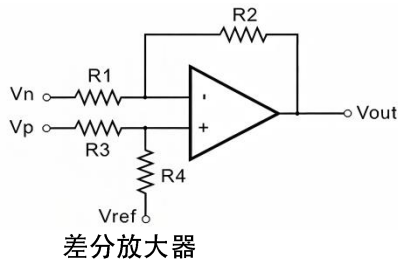
THERMAL METRIC		LRA2333		UNIT
		8 PINS		
		SOP8		
$R_{\theta JA}$	Junction-to-ambient thermal resistance	116		°C/W
$R_{\theta JC(top)}$	Junction-to-case(top) thermal resistance	60		°C/W
$R_{\theta JB}$	Junction-to-board thermal resistance	56		°C/W
Ψ_{JT}	Junction-to-top characterization parameter	12.8		°C/W
Ψ_{JB}	Junction-to-board characterization parameter	98.3		°C/W
$R_{\theta JC(bot)}$	Junction-to-case(bottom) thermal resistance	N/A		°C/W

12 热性能信息: LRA4333

THERMAL METRIC		LRA4333		UNIT
		14 PINS		
		SOP14		
$R_{\theta JA}$	Junction-to-ambient thermal resistance	83.8		°C/W
$R_{\theta JC(top)}$	Junction-to-case(top) thermal resistance	70.7		°C/W
$R_{\theta JB}$	Junction-to-board thermal resistance	59.5		°C/W
Ψ_{JT}	Junction-to-top characterization parameter	11.6		°C/W
Ψ_{JB}	Junction-to-board characterization parameter	37.7		°C/W
$R_{\theta JC(bot)}$	Junction-to-case(bottom) thermal resistance	N/A		°C/W



13 典型应用电路



14 订购信息

产品型号	OPA数量	丝印	工作温度范围 T_A	封装	包装类型
LRA333A-T	1	LRA333 A XXX	-40 ~ +125°C	SOT23-5	3000 只每卷
LRA333B-T	1	LRA333 B XXX	-40 ~ +125°C	SOT23-5	3000 只每卷
LRA333A-D	1	LRA333 A XXX	-40 ~ +125°C	SOP8	4000 只每卷
LRA2333A-D	2	LRA2333 A XXX	-40 ~ +125°C	SOP8	4000 只每卷
LRA4333A-D	4	LRA4333 A XXX	-40 ~ +125°C	SOP14	4000 只每卷

15 电气特性: $V_S=+5V$

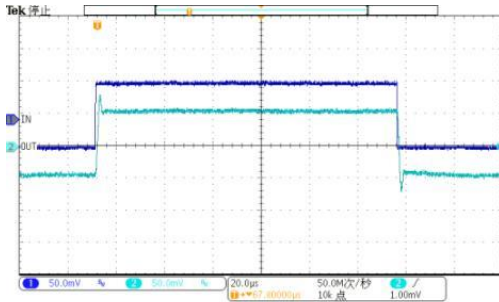
 (条件: $V_S=5V, T_A=+25^{\circ}C, R_L=100k\Omega$ 连接到 $V_S/2$, 除非另有说明)

参数	条件	Min.	Typ.	Max	单位
动态性能					
增益带宽积 (GBP)	$R_L = 100k\Omega$		350		KHz
压摆率	$CL=60pF, G = +1$		0.1		V/us
正向过载恢复时间	$Gain=100, V_{IN}=500mV_{pp}$		300		us
直流特性					
输入失调电压 (VOS)	$V_{CM} = 2.5V$		2	10	μV
输入失调电压漂移	$T_A = -40^{\circ}C$ to $125^{\circ}C$		0.02	0.05	$\mu V/deg$
大信号电压增益 (AVO)	$G=100, R_L=100K$		115		dB
输入特性					
输入共模电压范围 (VCM)		(V-) - 0.1		(V+)+0.1	V
共模抑制比 (CMRR)	$G=101, V_+=2.5/0.9$ $V_-=-2.5/0.9V$		110		dB
输入偏置电流 (IB) ⁽¹⁾			± 1	± 20	pA
输入失调电流 (IOS) ⁽¹⁾			± 1	± 20	pA
输出特性					
输出电压摆幅 (距电源轨)	$R_L = 10 k\Omega$		30	50	mV
	$R_L = 10 k\Omega, T_A = -40^{\circ}C$ to $125^{\circ}C$			70	mV
输出电流 (IOU)	$V_{CC}=5V$		12		mA
电源					
工作电压范围		1.8		5.5	V
静态电流 (每放大器)	$V_+=5v, V_- = 0V, V_{in}=1/2V_+$		15		μA
电源抑制比 (PSRR)			130		dB
噪声/失真性能					
电压噪声密度			55		nV/rtHz
总谐波失真 (THD)	$V_+=5V, V_o=1V_{pp}$ 1KHz		0.002		%

注1: 输入偏置电流 (IB) 和输入失调电流 (IOS) 通过设计和特性验证保证, 不进行量产测试。

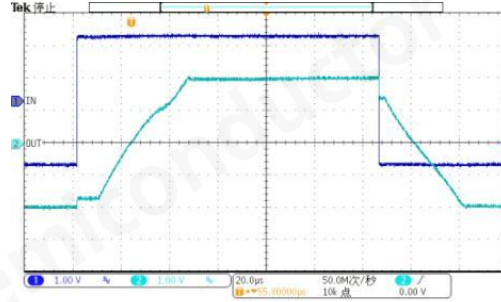
16 典型性能特性曲线

测试条件: $T_A=+25^{\circ}\text{C}$, $V_S=\pm 2.5\text{V}$, $R_L=100\text{k}\Omega$ 连接到GND, 除非另有说明。



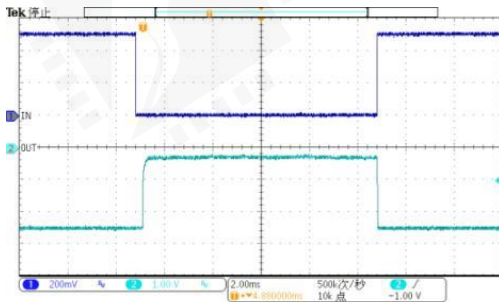
小信号响应

$V_+=2.5\text{V}$, $V_-=-2.5\text{V}$, $G=1$, $CL=60\text{pF}$, $RL=100\text{k}\Omega$ to GND



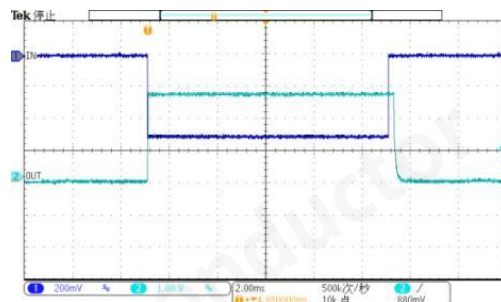
大信号响应

$V_+=2.5\text{V}$, $V_-=-2.5\text{V}$, $G=1$, $CL=60\text{pF}$, $RL=100\text{k}\Omega$ to GND



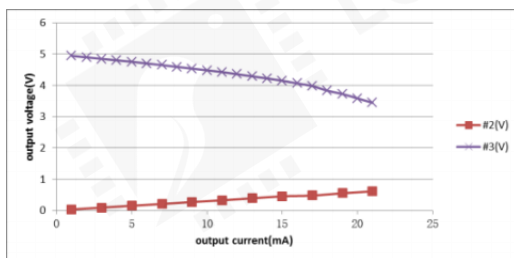
正向过载恢复时间

$V_+=2.5\text{V}$, $V_-=-2.5\text{V}$, $CL=60\text{pF}$, $RL=100\text{k}\Omega$ to GND, $G=100$



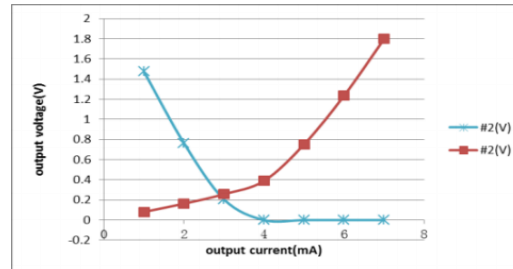
负向过载恢复时间

$V_+=2.5\text{V}$, $V_-=-2.5\text{V}$, $CL=60\text{pF}$, $RL=100\text{k}\Omega$ to GND, $G=100$



输出电压摆幅 vs 输出电流

$V_+=2.5\text{V}$, $V_-=-2.5\text{V}$, $CL=500\text{pF}$, $RL=100\text{k}\Omega$ to GND



输出电压摆幅 vs 输出电流

$V_+=1.2\text{V}$, $V_-=-1.2\text{V}$, $CL=500\text{pF}$, $RL=100\text{k}\Omega$ to GND

17 电源布局与去耦

LRAX333 运算放大器的电源引脚（单电源时为VDD）应在2mm范围内放置一个本地去耦电容（例如0.01 μ F至0.1 μ F），以获得良好的高频性能，也可以在100mm范围内使用一个储能电容（例如1 μ F或更大），以提供大而缓慢的电流。此储能电容可与其他模拟部件共享。良好的接地布局可通过减少运放输入和输出端的杂散电容和噪声来提高性能。为减小杂散电容，应尽量缩短PCB走线长度和电阻引线，并将外部元件尽可能靠近运放引脚放置

18 电路板布局

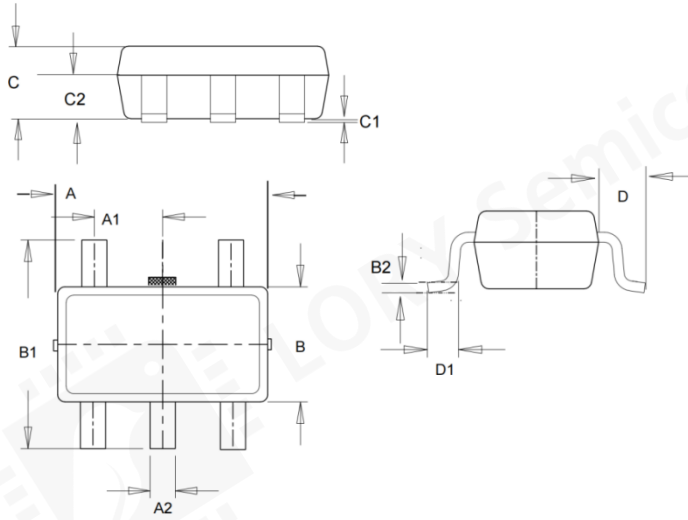
为确保PCB级别的优化性能，必须仔细设计电路板布局。为避免漏电流，板面应保持清洁和干燥。对板面进行涂层处理可以防止湿气积聚，并有助于降低板上的寄生电阻。保持电源走线简短并正确地对电源进行去耦，可以最大限度地减少因输出电流变化（例如驱动重负载的交流信号时）引起的电源扰动。去耦电容应尽可能靠近器件电源引脚连接。杂散电容在放大器的输出端和输入端是需要关注的问题。建议信号走线与电源线至少保持5mm距离，以最小化耦合。

PCB上的温度变化会导致焊点及其他异种金属接触点处的反馈电压失配，从而产生热电压误差。为最小化这些热电偶效应，应使电阻的取向能让热源对其两端均匀加热。输入信号路径应包含匹配数量和类型的元件，尽可能使热电偶节点的数量和类型相匹配，例如，可以使用零值电阻等虚拟元件来匹配反向输入路径中的实际电阻。匹配的元件应彼此靠近放置，并以相同的方式定向。确保引线长度相等，以便热传导处于平衡状态。将PCB上的热源尽可能远离放大器输入电路。

强烈建议使用接地层，接地层可以降低EMI噪声，并有助于维持整个电路板的恒温。

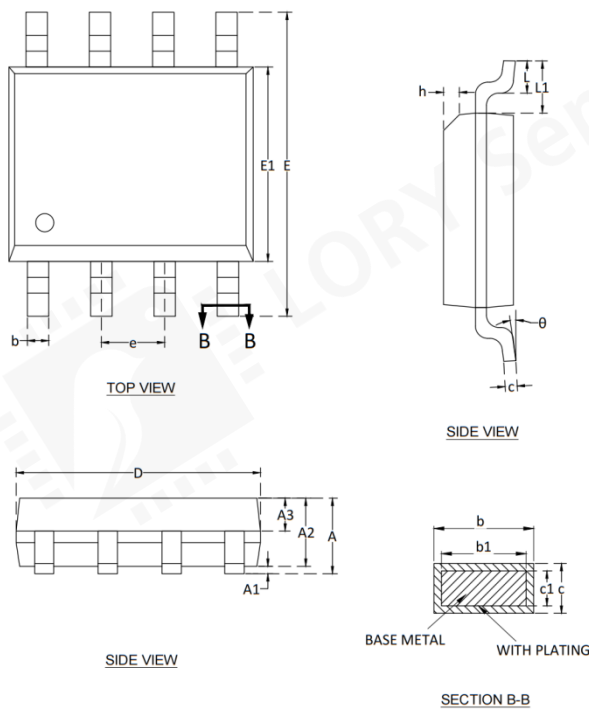
19 物理尺寸

■ SOT23-5



COMMON DIMENSIONS CUNITS MEASURE = MILLIMETER			
SYMBOL	MIN	MID	MAX
A	2.87	2.92	2.97
A1	0.90	0.95	1.0
A2	0.30	0.35	0.40
B	1.55	1.60	1.65
B1	2.75	2.90	3.05
B2		0.127BSC	
C	0.95	1.00	1.05
C1	0.00	0.06	0.12
C2	0.57	0.60	0.63
D	0.57	0.65	0.73
D1	0.3	0.40	0.5

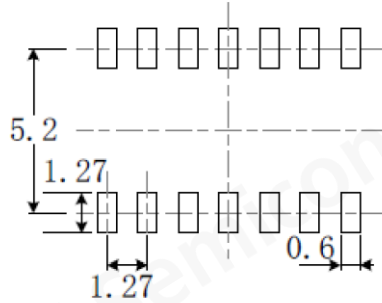
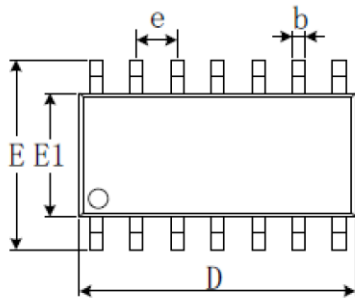
■ SOP8



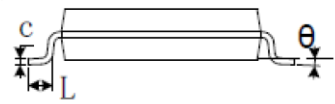
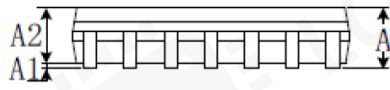
COMMON DIMENSIONS CUNITS MEASURE = MILLIMETER			
SYMBOL	MIN	MID	MAX
A	-	-	1.75
A1	0.03	-	0.12
A2	1.30	1.40	1.50
A3	0.65	0.70	0.75
b	0.33	-	0.49
b1	0.32	0.38	0.46
c	0.15	-	0.19
C1	0.14	0.15	0.16
D	4.80	4.90	5.00
E	5.80	6.00	6.20
E1	3.80	3.90	4.00
e	1.27BSC		
h	0.25	-	0.50
L	0.50	-	0.80
L1	1.05REF		
θ	0°	-	8°



■ SOP14



RECOMMENDED LAND PATTERN (Unit: mm)



COMMON DIMENSIONS			
CUNITS MEASURE = MILLIMETER			
SYMBOL	MIN	MID	MAX
A	1.350		1.750
A1	0.100		0.250
A2	1.350		1.550
b	0.310		0.510
c	0.100		0.250
D	8.450		8.850
e	1.270BSC		
E	5.800	-	6.200
E1	3.800	-	4.000
L	0.400		1.270
θ	0°	-	8°

20 规格书更新记录

修订日期	修订内容	版本号
2023年11月27日	规格书新建	A
2025年12月25日	增加LRA333B	B