

文档版本	修订日期	内容描述
1.0	2026-7-13	初版

CYA8138C

低噪声全差分放大器

1. 主要性能

- 宽电源电压范围：+4 V 至 ±5 V
- 失调电压：-1 mV(典型值)
- 低谐波失真：-85dBc SFDR (20MHz)
- 低输入电压噪声：6.5nV/√Hz
- 低功耗：90mW (5V)
- 压摆率：1000V/μs
- 快速过驱恢复：12ns
- 小信号 -3dB 带宽：600MHz (G = 1)
- 0.1 dB 增益平坦度达 59 MHz
- 快速建立时间：9.8ns (建立误差 < 0.01%)
- 单端至差分转换

- 可调输出共模电压
- 外部可调增益
- MSOP8 3mm × 3mm 和 SOP8 4.9mm × 3.9mm 封装

2. 应用场合

- ADC 驱动器
- 单端转差分转换器
- 中频和基带增益模块
- 差分缓冲器
- 线路驱动器

3. 典型应用电路图

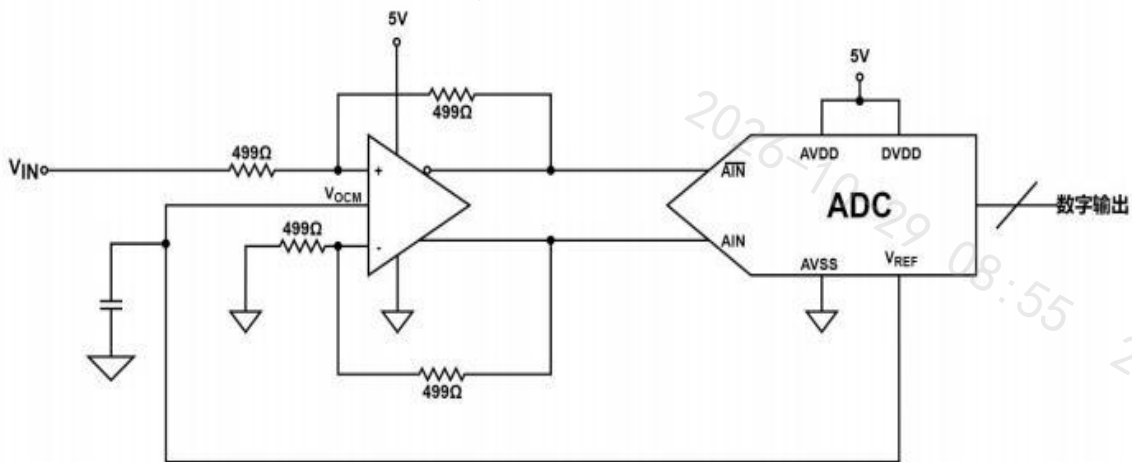


图1 典型应用电路图

4. 订购信息

物料编号	温度范围	等级类型	封装
CYA8138CS8I	-40°C-85°C	工业级	SOP8
CYA8138CE8I	-40°C-85°C	工业级	MSOP8

5. 产品概述

对于一般运算放大器，CYA8138C在差分信号处理方面获得了巨大进步。CYA8138C即可以用作单端至差分放大器也可以差分至差分放大器，像一般运算放大器一样易于使用，并且大大简化了差分信号放大与驱动。该放大器输入噪声低、-3dB带宽为600MHz，可提供差分信号，谐波失真在现有差分放大器中较低。

CYA8138C利用内部的共模反馈和外部增益反馈，可以提供比较好的增益和相位匹配。

CYA8138C的差分输出使得差分ADC的输入更平衡,使ADC性能达到最高。CYA8138C无需使用辅助器件去驱动高性能ADC，并保留低频和直流信息。在VOCM引脚上施加电压便可调整差分输出的共模电平，从而可轻松实现电平转换去驱动单电源ADC的输入。快速过载恢复则可确保采样精度。

CYA8138C具有良好的失真性能，是通信系统的ADC理想驱动器，可以在较高频率条件下驱动10位至16位转换器。高带宽和IP3特性使它适合用作中频及基带信号链中的增益模块。出色的失调和动态性能则使该器件非常适合各种信号处理与数据采集应用。

CYA8138C提供SOP和MSOP封装。

6. 极限参数

电源电压	±5.5V
V _{OCM}	±V _s (V)
工作温度	-40 至 85°C
存储温度范围	-65°C 至 150°C
最大结温 T _{J,MAX}	150°C

对以上所列的最大极限值，如果器件工作在超过此极限值的环境中，很可能对器件造成永久性破坏。在实际运用中，最好不要使器件工作在此极限值或超过此极限值的环境中。

7. 技术规格

7.1. $\pm 5V$ 、 $\pm DIN$ 至 $\pm OUT$ 信号通路

* $T_A=25^{\circ}C$, $V_S=\pm 5V$, $V_{OCM}=0V$, $G=+1$, $R_{L,dm}=500\Omega$, 测试设置和标签说明如图27所示。除非另有说明, 所有规格适用于单端输入、差分输出。

表 1

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
动态性能					
-3dB 小信号带宽	$V_{OUT}=0.5V_{P-P}, C_F=0pF$		590		MHz
	$V_{OUT}=0.5V_{P-P}, C_F=1pF$		600		MHz
0.1dB 平坦度带宽 ¹	$V_{OUT}=0.5V_{P-P}, C_F=0pF$		59		MHz
大信号带宽	$V_{OUT}=2V_{P-P}, C_F=0pF$		550		MHz
压摆率	$V_{OUT}=2V_{P-P}, C_F=0pF$		1000		V/ μs
建立时间 ¹	0.01%, $V_{OUT}=2V_{P-P}, C_F=1pF$		9.8		ns
过驱恢复时间	$V_{IN}=5V$ 至 $0V$ 步进, $G=+2$		12		ns
噪声/谐波性能					
二次谐波	$V_{OUT}=2V_{P-P}, 20MHz, R_{L,dm}=800\Omega$		-85		dBc
	$V_{OUT}=2V_{P-P}, 30MHz, R_{L,dm}=800\Omega$		-79		dBc
	$V_{OUT}=2V_{P-P}, 70MHz, R_{L,dm}=800\Omega$		-77		dBc
三次谐波	$V_{OUT}=2V_{P-P}, 20MHz, R_{L,dm}=800\Omega$		-103		dBc
	$V_{OUT}=2V_{P-P}, 30MHz, R_{L,dm}=800\Omega$		-97		dBc
	$V_{OUT}=2V_{P-P}, 70MHz, R_{L,dm}=800\Omega$		-69		dBc
IMD	20MHz		-96		dBc
IP3	20MHz		58		dBm
电压噪声 (RTI)	$f=100kHz$ 至 $40MHz$		6.5		nV/ $\sqrt{Hz}$
输入电流噪声	$f=100kHz$ 至 $40MHz$		1		pA/ $\sqrt{Hz}$
输入特性					
失调电压	$V_{OS,dm}=V_{OUT,dm}/2; V_{DIN+}=V_{DIN-}=V_{OCM}=0V$	-2.2	-1	1.5	mV
	T_{MIN} 至 T_{MAX} 变化		1.4		$\mu V/^{\circ}C$
输入偏置电流	全	6.5	7	7.5	μA
	T_{MIN} 至 T_{MAX} 变化		0.02		$\mu A/^{\circ}C$
输入电阻	差分		1000		M Ω
	共模		2	2.1	M Ω
输入电容 ¹	全		1		pF
输入共模电压	全	-4		3.5	V
CMRR	$\Delta V_{OUT,cm}/\Delta V_{OUT,dm}; \Delta V_{OUT,cm}=1V$	89	95	100	dB

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
输出特性					
输出电压摆幅	最大 ΔV_{OUT} , 单端输出		8.3		V _{P-P}
输出电流		53	55	57	mA
输出平衡误差	$\Delta V_{OUT,cm} / \Delta V_{OUT,dm}$; $\Delta V_{OUT,dm}=1V$	51	62	76	dB

注1: 设计保证。

7.2. $\pm 5V$ 、VOCM 至 $\pm OUT$ 信号通路

*TA=25℃, VOCM=0V, G=+1, RL,dm=500Ω, 测试设置和标签说明如图27所示。

表 2

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
动态性能					
-3dB 小信号带宽			195		MHz
压摆率			206		V/μs
噪声/谐波性能					
电压噪声 (RTI)	f=100kHz 至 100MHz		16.5		nV/√Hz
输入特性					
失调电压	$V_{OS,cm}=V_{OUT,cm}$; $V_{DIN+}=V_{DIN-}=V_{OCM}=0V$	5.8	8.5	11	mV
输入偏置电流		0.7	1	1.5	μA
输入电阻			520		MΩ
输入电压范围		-4		4	pF
CMRR	$\Delta V_{OUT,dm} / \Delta V_{OCM}$, $\Delta V_{OCM}=\pm 1V$	68	72	82	dB
增益	$\Delta V_{OUT,cm} / \Delta V_{OCM}$, $\Delta V_{OCM}=\pm 1V$		0.991	0.998	V/V
电源					
工作范围		4		11	V
静态电流		18.5		20	mA
	T _{MIN} 至 T _{MAX} 变化		40		μA/℃
电源抑制比	$\Delta V_{OUT,dm} / \Delta V_S$; $\Delta V_S=\pm 1V$	80	90	106	dB

7.3. 5V、±DIN 至±OUT 信号通路

*TA=25℃, VOCM=2.5V, G=+1, RL,dm=500Ω, 测试设置和标签说明如图27所示。除非另有说明, 所有规格适用于单端输入、差分输出。

表 3

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
动态性能					
-3dB 小信号带宽	V _{OUT} =0.5V _{P-P} , C _F =0pF		560		MHz
	V _{OUT} =0.5V _{P-P} , C _F =1pF		570		MHz
0.1dB 平坦度带宽 ¹	V _{OUT} =0.5V _{P-P} , C _F =0pF		50		MHz
大信号带宽	V _{OUT} =2V _{P-P} , C _F =0pF		480		MHz
	V _{OUT} =2V _{P-P} , C _F =1pF		530		MHz
压摆率	V _{OUT} =2V _{P-P} , C _F =0pF		940		V/μs
建立时间 ¹	0.01%, V _{OUT} =2V _{P-P} , C _F =1pF		9.5		ns
过驱恢复时间	V _{IN} =5V 至 0V 步进, G=+2		15		ns
噪声/谐波性能					
二次谐波	V _{OUT} =2V _{P-P} , 20MHz, R _{L,dm} =800Ω		-79		dBc
	V _{OUT} =2V _{P-P} , 30MHz, R _{L,dm} =800Ω		-72		dBc
	V _{OUT} =2V _{P-P} , 70MHz, R _{L,dm} =800Ω		-66		dBc
三次谐波	V _{OUT} =2V _{P-P} , 20MHz, R _{L,dm} =800Ω		-88		dBc
	V _{OUT} =2V _{P-P} , 30MHz, R _{L,dm} =800Ω		-86		dBc
	V _{OUT} =2V _{P-P} , 70MHz, R _{L,dm} =800Ω		-63		dBc
IMD	20MHz		-95		dBc
IP3	20MHz		34		dBm
电压噪声 (RTI)	f=100kHz 至 40MHz		6.5		nV/√Hz
输入电流噪声	f=100kHz 至 40MHz		1		pA/√Hz
输入特性					
失调电压	V _{OS,dm} =V _{OUT,dm} /2; V _{DIN+} =V _{DIN-} =V _{OCM} =0V	-2.2	-1	1.5	mV
	T _{MIN} 至 T _{MAX} 变化		1.2		μV/℃
输入偏置电流	全	7	7.2	7.8	μA
	T _{MIN} 至 T _{MAX} 变化		0.02		μA/℃
输入电阻	差分		1400		MΩ
	共模		2.3		MΩ
输入电容 ¹	全		1		pF
输入共模电压	全	0.3		3.5	V
CMRR	Δ V _{OUT,cm} /Δ V _{OUT,dm} ; Δ V _{OUT,cm} =1V	98	100	108	dB

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
输出特性					
输出电压摆幅	最大 ΔV_{OUT} , 单端输出		3.3		V _{P-P}
输出电流		50	53	54	mA
输出平衡误差	$\Delta V_{OUT,cm} / \Delta V_{OUT,dm}$; $\Delta V_{OUT,dm}=1V$		57	75	dB

注1: 设计保证。

7.4. 5V、VOCM 至 $\pm OUT$ 信号通路

*TA=25℃, VOCM=2.5V, G=+1, RL,dm=500Ω, 测试设置和标签说明如图27所示。

表 4

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
动态性能					
-3dB 小信号带宽			190		MHz
压摆率			200		V/ μ s
噪声/谐波性能					
电压噪声 (RTI)	f=100kHz 至 100MHz		17		nV/ $\sqrt{Hz}$
输入特性					
失调电压	$V_{OS,cm}=V_{OUT,cm}$; $V_{DIN+}=V_{DIN-}=V_{OCM}=0V$	6	8.5	11	mV
输入偏置电流		0.5	1	1.2	μ A
输入电阻			520		MΩ
输入电压范围		1		4	pF
CMRR	$\Delta V_{OUT,dm} / \Delta V_{OCM}$, $\Delta V_{OCM}=\pm 1V$	68	72	85	dB
增益	$\Delta V_{OUT,cm} / \Delta V_{OCM}$, $\Delta V_{OCM}=\pm 1V$		0.997	0.998	V/V
电源					
工作范围		4		11	V
静态电流		16	17	17.5	mA
	T _{MIN} 至 T _{MAX} 变化		40		μ A/℃
电源抑制比	$\Delta V_{OUT,dm} / \Delta V_S$; $\Delta V_S=\pm 1V$	80	90	106	dB

8. 管脚(焊盘)配置及功能说明

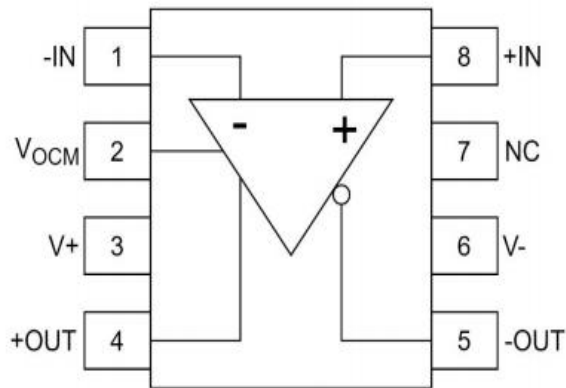


图2 管脚配置

表 5 管脚定义

引脚序号	引脚名称	引脚类型	引脚功能
1	-IN	I	负输入
2	V_{OCM}	I	设定共模输出电压
3	V+	P	正电源
4	+OUT	O	正输出
5	-OUT	O	负输出
6	V-	P	负电源
7	NC	/	不连接
8	+IN	I	正输入

9. 典型特征

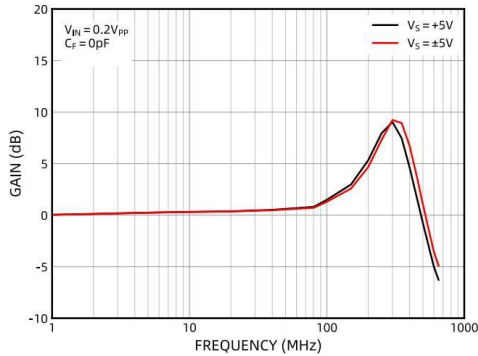


图3 小信号频率响应

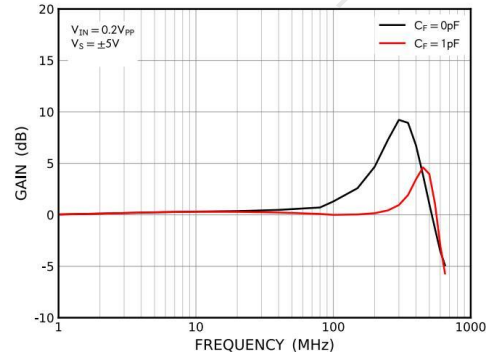


图4 小信号频率响应

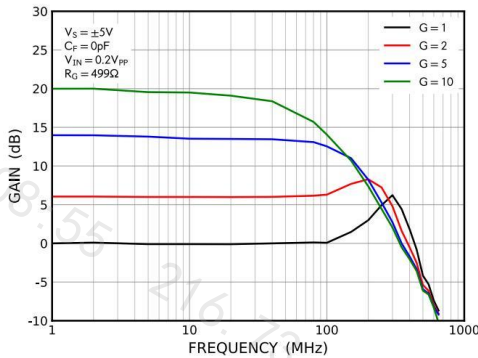


图5 不同增益下小信号频率响应

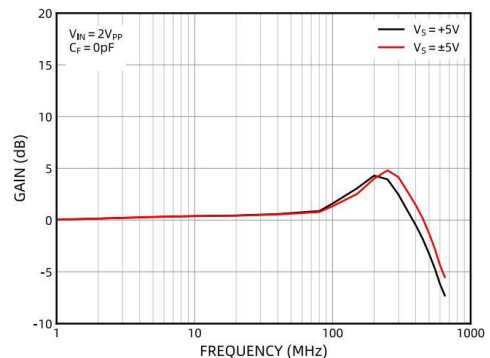


图6 大信号频率响应

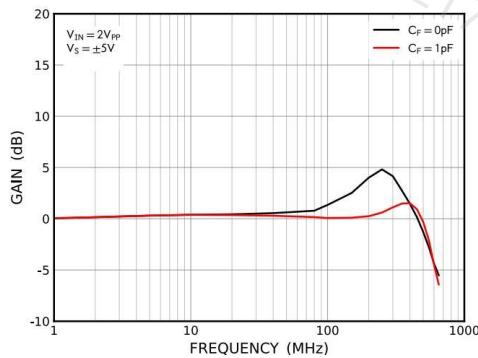


图7 大信号频率响应

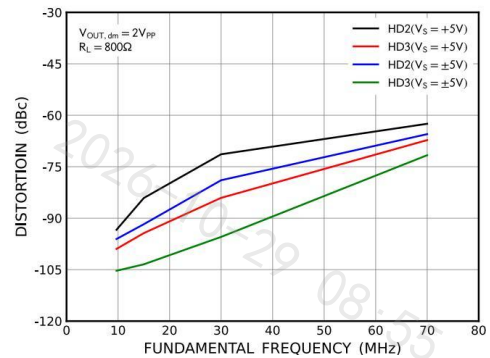


图8 谐波失真

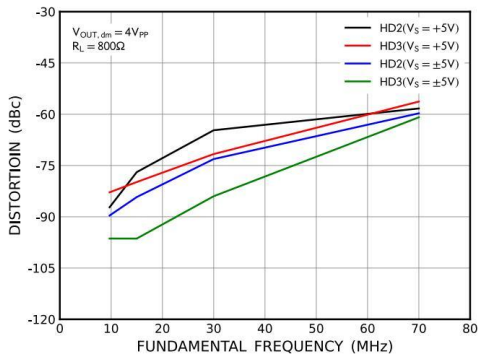


图9 谐波失真

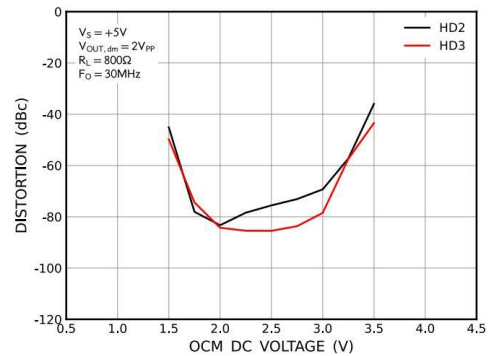


图10 谐波失真 vs. 共模电压

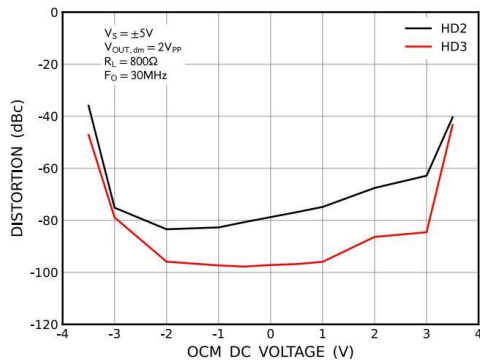


图11 谐波失真 vs. 共模电压

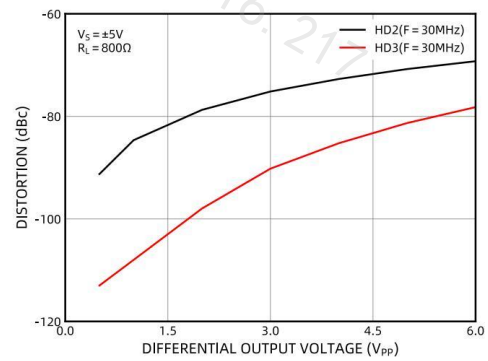


图12 谐波失真 vs. 差分输出电压

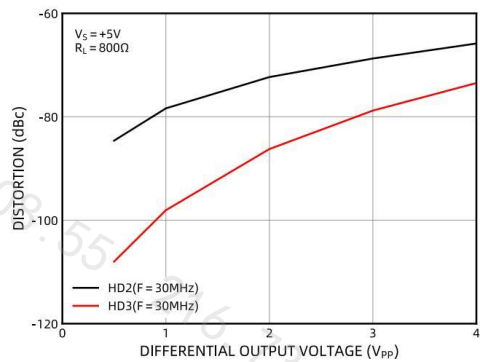


图13 谐波失真 vs. 差分输出电压

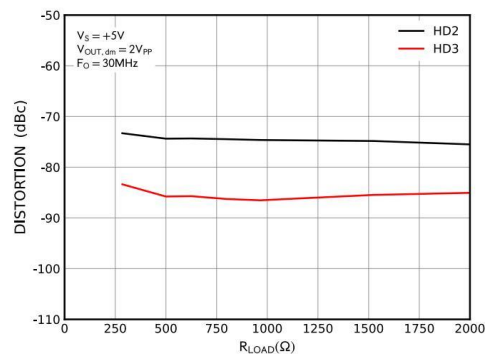


图14 谐波失真 vs. 负载电阻

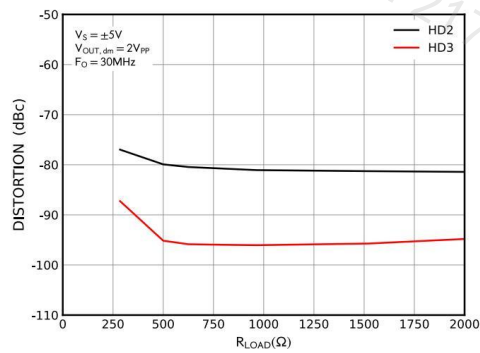


图15 谐波失真 vs. 负载电阻

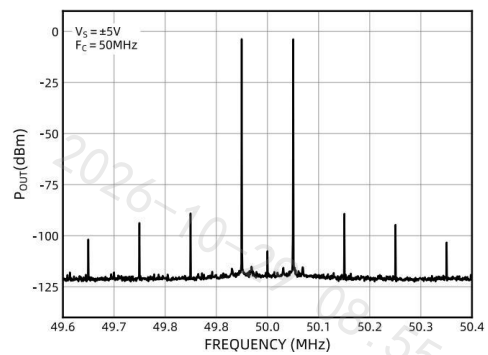


图16 IMD

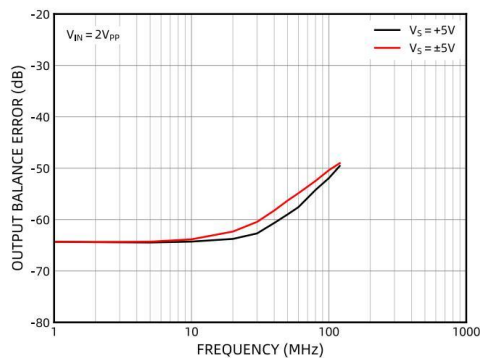


图17 输出平衡误差 vs. 频率

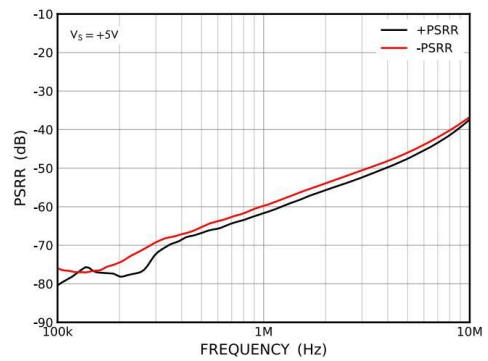


图18 PSRR

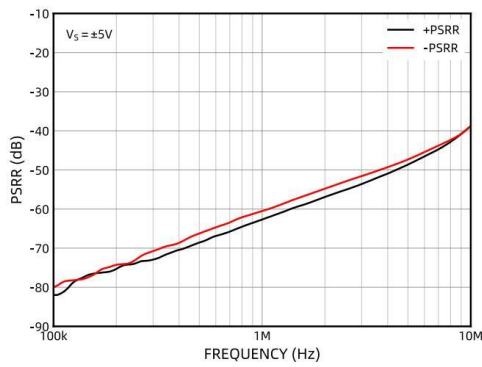


图19 PSRR

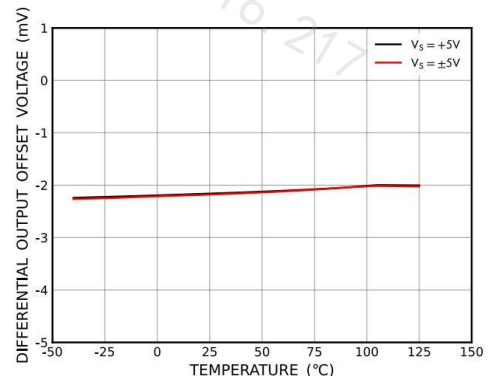


图20 折合到输出的差分失调电压 vs. 温度

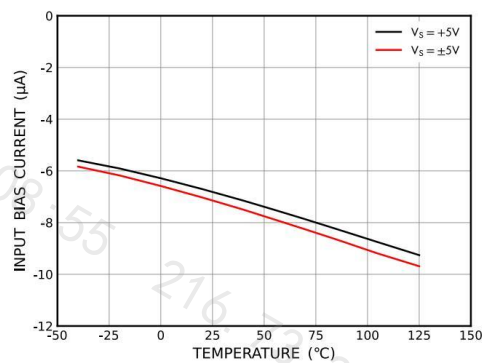


图21 输入偏置电流 vs. 温度

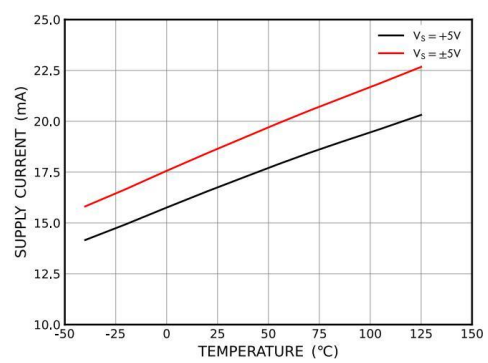


图22 电源电流 vs. 温度

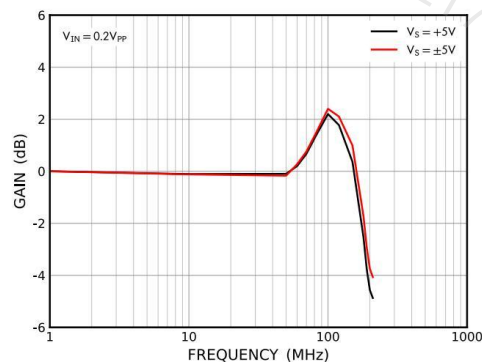


图23 共模电压频率响应

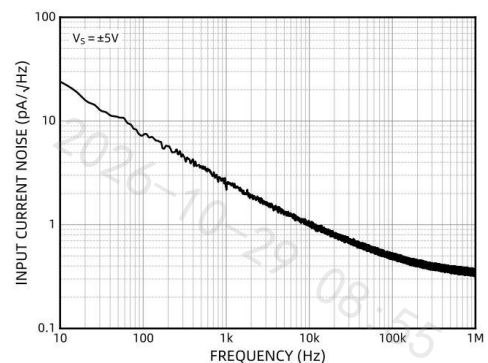


图24 输入电流噪声

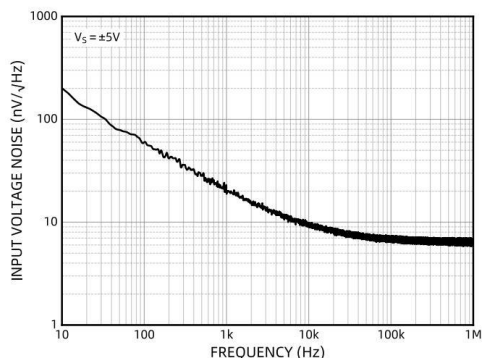


图25 输入电压噪声

10. 工作原理和应用信息

与传统运算放大器一样，CYA8138C具备了高开环增益，高输入阻抗和低输出阻抗等特性。不同的是，CYA8138C具有差分输出端口，因此可以实现差分信号到差分信号的放大，或者单端信号到差分信号的转换。

相比于CYA8138C，传统的差分驱动器，无论是分立设计还是集成设计，均使用两个独立的放大器和两个独立的反馈环路分别控制一端输出。当这些电路采用单端信号源驱动时，输出电压通常无法达到较好的平衡。而实现平衡输出电压通常要求放大器和反馈网络严格匹配。同时，这些差分驱动器难以实现直流共模电平转换，因为电平转换要求使用第三个放大器和反馈环路来控制输出共模电平，且该放大器还可能需要具有校正内部不平衡电路的功能。因此，此类驱动器难以在宽频率范围内实现出色的性能。

CYA8138C 利用两个反馈环路来分别控制差分输出信号和共模输出电压。通过外部电阻设定的差分反馈仅控制差分输出信号，而共模反馈仅控制共模输出电压。该架构易于随意设定输出共模电平。内部共模反馈强制该共模电平与施加在VOCM输入端的电压相等，而不影响差分输出信号。CYA8138C架构使得输出可以在宽频率范围内保持高度平衡，而不需要严格匹配的外部元件。共模反馈环路强制输出共模电压中不存在交流信号分量，实现近乎完美的平衡差分输出。

10.1. 应用电路分析

CYA8138C的典型应用电路如图26所示，后续所有电路性能分析都基于此。图27是一个单端输入差分输出的基础测试电路实例，CYA8138C的所有电气规格都是基于此电路测试得出。

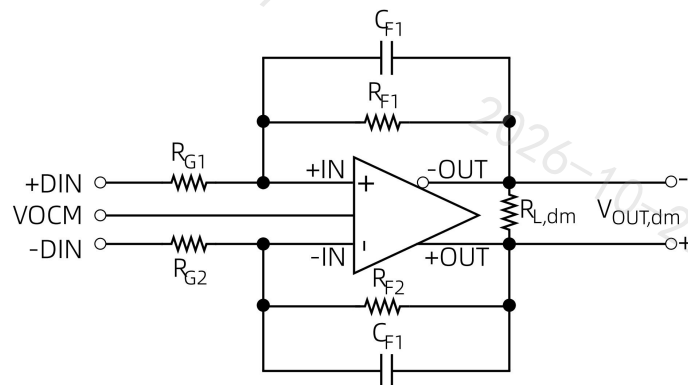


图26 电路定义

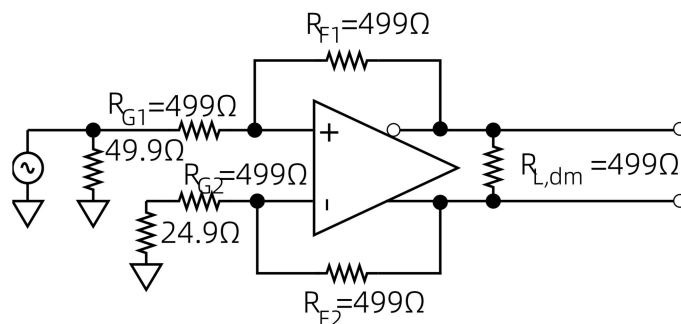


图27 基础测试电路

10.2. 闭环增益设置

忽略电容CF1/2，图26所示电路的差模增益可表示为：

$$\left| \frac{V_{OUT,dm}}{V_{IN,dm}} \right| = \frac{R_{F1/2}}{R_{G1/2}}$$

假定各端的输入电阻($R_{G1/2}$)和反馈电阻($R_{F1/2}$)相等。

10.3. 输出噪声电压估算

与传统运算放大器类似，可通过将+IN和-IN的输入噪声乘以电路噪声增益来估算差分输出误差。噪声增益定义如下：

$$G_N = 1 + \frac{R_{F1/2}}{R_{G1/2}}$$

为了计算图26所示电路的总输出参考噪声，还必须考虑电阻 $R_{F1/2}$ 和 $R_{G1/2}$ 的贡献。在各闭环增益下的输出噪声电压密度估算值，参见表6。

表 6 输出噪声电压

增益	$R_G(\Omega)$	$R_F(\Omega)$	-3dB带宽	输出噪声	输出噪声($1+R_G/R_F$)
1	499	499	550MHz	13nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$	14.2nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
2	499	1.0k	350MHz	19.5nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$	21.9nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
5	499	2.49k	180MHz	39nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$	44.9nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
10	499	4.99k	80MHz	71.5nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$	83.2nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$

注1：仅CYA8138C自身噪声。

注2：CYA8138C加 $R_{G1/2}$ 和 $R_{F1/2}$ 噪声。

当使用CYA8138C配置增益时，如果两个反馈网络的 $R_{F1/2}/R_{G1/2}$ 不相等，则VOCM反馈环路中的等效输入噪声电压(V_{nIN}, V_{OCM})会泄露至差分输出，叠加在差分输出噪声($V_{nOUT,dm}$)上。

$$V_{nOUT,dm} = 2V_{nIN,VOCM} \left(\frac{\beta_1 - \beta_2}{\beta_1 + \beta_2} \right)$$

其中， β_1 为 -OUT 到 +IN 的反馈系数， $\beta_1 = R_{G1}/(R_{F1} + R_{G1})$ ， β_2 为 +OUT 到 -IN 的反馈系数， $\beta_2 = R_{G2}/(R_{F2} + R_{G2})$ 。

10.4. 反馈网络失配的影响

工作原理中提到，即使外部反馈网络($R_{F1/2}/R_{G1/2}$)不匹配，内部共模反馈环路仍会强制输出电压保持平衡。两个输出端的信号幅度保持相等，相位相差180°。输入到输出的差模增益变化与反馈网络的不匹配成比例，但输出平衡不受影响。

外部电阻的比例匹配误差会导致电路CMRR降低，类似于由传统运算放大器构成的四电阻差动放大器。而且，如果输入共模电压和输出共模电压的直流电平不同，匹配误差会导致一个细微的差模输出失调电压。例如G=1，输入共模电平是0V，输出共模电平是2.5V的情形，如果使用1%精度容差电阻，则会导致一个最低约40dB的输入CMRR，以及高达25mV的差模输出失调（1%共模电平差），而输出平衡误差不会出现明显恶化。

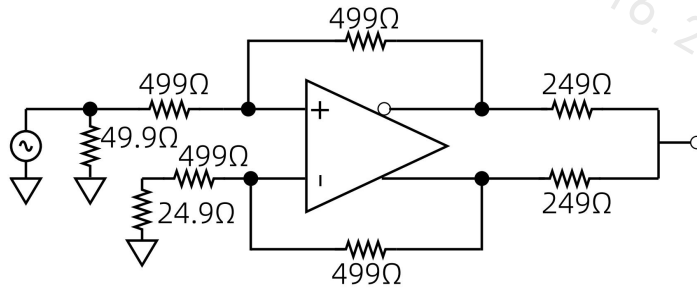


图28 输出平衡测试电路

10.5. 计算应用电路的输入阻抗

如图27所示电路的有效输入阻抗（在+DIN和 - DIN端）取决于放大器是由单端信号源驱动，还是由差分信号源驱动。对于平衡差分输入信号，两个输入端（+DIN和 - DIN）之间的输入阻抗 ($R_{IN, dm}$) 为：

$$R_{IN, dm} = 2 * R_{G1/2}$$

若为单端输入信号，例如，若-DIN 接地，输入信号接入+DIN，输入阻抗则为：

$$R_{IN, dm} = \frac{R_{G1/2}}{1 - \frac{R_{F1/2}}{2 \times (R_{G1/2} + R_{F1/2})}}$$

该电路的输入阻抗高于用作反相放大器连接的传统运算放大器，因为一小部分差分输出信号在CYA8138C输入端表现为共模信号，部分降低了输入电阻 $R_{G1/2}$ 两端的电压。

10.6. 输出共模电压设置

CYA8138C的VOCM管脚具有内部偏置，偏置电压约等于供电电压的中间点电压值（V+和V-端的电压平均值）。使用该内部偏置可确保输出共模电压与预期值的偏差在100mV以内。

当需要对输出共模电压进行更精确控制时，建议使用外部源或10kΩ电阻分压器。尽量使用低阻抗电压源来驱动VOCM，以保证±5V，VOCM到±OUT信号通路中的输出共模失调电压的参数值。

10.7. 容性负载驱动

CYA8138C的管脚及其焊接线不可避免具有寄生电感，驱动容性负载时容易产生振铃。一种可最大程度降低此效应的方法是在各反馈电阻上并联一个小电容。该电容必须足够小，以免造成放大器不稳定。另一种方法是在放大器输出端串联一个小电阻。

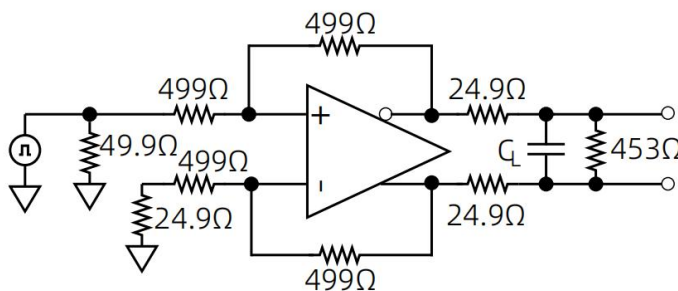


图29 容性负载驱动

10.8. 芯片布局、接地和旁路

CYA8138C作为高速芯片，对其工作的PCB板环境较敏感，设计时需关注高速PCB板的细节。

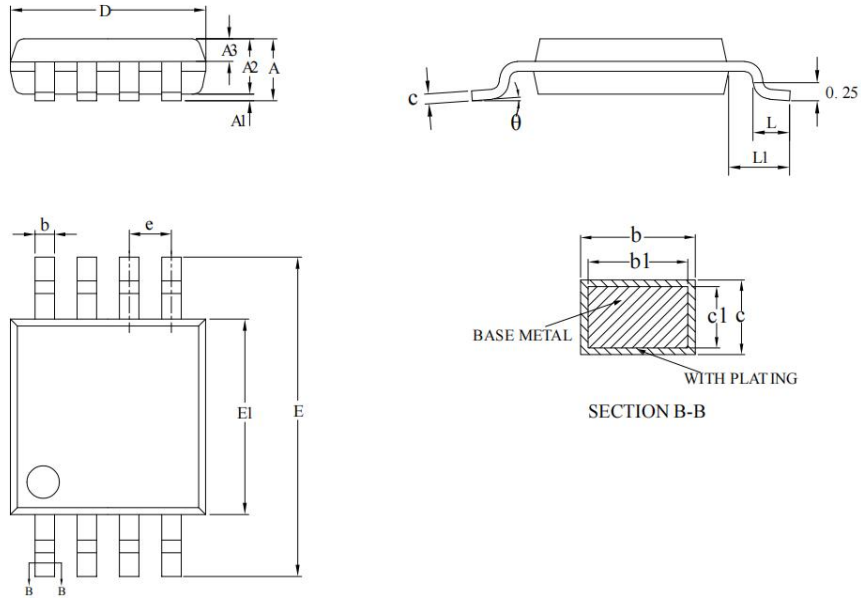
第一个要求是接地平面应尽可能覆盖CYA8138C所在的PCB板区域。但是两个输入管脚+IN和-IN与接地平面应保持数毫米的距离，PCB板各层对应输入管脚+IN和-IN正下方的接地区域都要挖空，这样可以最大程度地降低这些节点上的寄生电容，并有助于在更高的频率范围内维持增益平坦度。

应在尽可能靠近芯片处将电源管脚通过去耦电容旁路至附近的接地平面，在每个电源引脚处，使用 $0.01\mu\text{F}$ ~ $0.1\mu\text{F}$ 的陶瓷电容对电源去耦，推荐选用在高频下低ESR的高频陶瓷电容。同时，应使用 $10\mu\text{F}$ 钽电容在每个电源到接地之间提供低频旁路。

信号路径尽量画平直短线来降低寄生效应。差分信号应尽可能对称布局，平行走线，以实现最佳平衡性能。当差分信号经过较长路径时，PCB板上的走线应相互靠近或将差分线路缠绕在一起，以尽量减小所形成的环路面积，这样可以降低辐射能量，并使电路不易受到干扰。

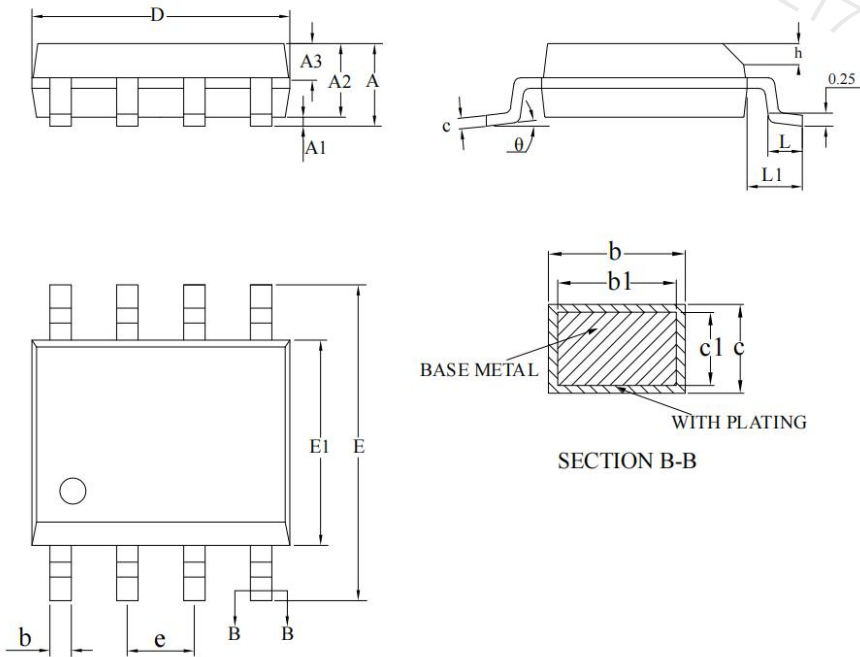
11. 封装及订购信息

11.1. MSOP8



标识	尺寸(毫米)		
	最小值	典型值	最大值
A	-	-	1.10
A1	0.05	0.10	0.15
A2	0.75	0.85	0.95
A3	0.30	0.35	0.40
b	0.28	0.32	0.36
c	0.15	0.17	0.19
c1	0.14	0.15	0.16
D	2.90	3.00	3.10
E	4.70	4.90	5.10
E1	2.90	3.00	3.10
e	0.65 (BSC)		
L	0.40	0.55	0.70
L1	0.95 (REF)		
θ	0°	4°	8°

11.2. SOP8



标识	尺寸(毫米)		
	最小值	典型值	最大值
A	-	-	1.75
A1	0.10	0.16	0.23
A2	1.30	1.40	1.50
A3	0.60	0.65	0.70
b	0.39	0.43	0.47
c	0.20	0.22	0.24
c1	0.19	0.20	0.21
D	4.80	4.90	5.00
E	5.80	6.00	6.20
E1	3.80	3.90	4.00
e	1.27 (BSC)		
h	0.25	0.38	0.50
L	0.50	0.65	0.80
L1	1.05 (REF)		
θ	0°	4°	8°

12. 说明

如欲了解更多的产品及公司信息，请联系公司办公室人员或登录公司网站：

联系电话：021-33885531；

网址：<https://mall.ichelps.com/>

13. 本文档中的信息如有变更，恕不另行通知



请使用微信扫码进入
芯片助手ICHELPS小程序

查资料 查替代 查库存 查价格

招募中国区各省代理，联系电话：021-33885531