

特征

- 宽电源电压范围：5V~±5V
- 失调电压：典型值为 -1mV
- 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：1200V/μs
- 快速过驱恢复：12ns
- 小信号 -3dB 带宽：600MHz (G = 1)
- 0.1dB 增益平坦度：60MHz
- 快速建立时间：10ns (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

应用

- 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

概述

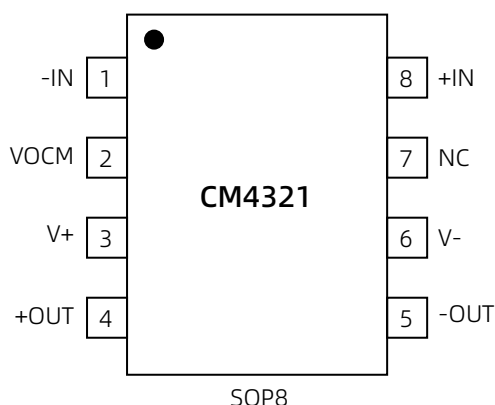
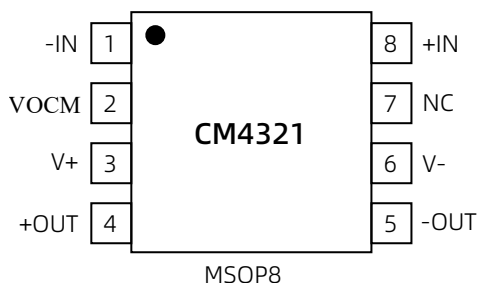
CM4321 可用作单端至差分放大器或差分至差分放大器，大大简化了差分信号放大与驱动过程。CM4321 具有 600MHz 的 -3dB 带宽，可输出极低谐波失真的差分信号。独特的内部反馈结构，使 CM4321 可提供平衡的输出增益和相位匹配，从而抑制偶数阶谐波。CM4321 的差分输出为后级 ADC 提供了平衡的差分输入。

CM4321 替代变压器驱动高性能 ADC，保留了低频和直流信息。在 VOCM 管脚施加电压可调整差分输出的共模电平，从而轻松实现电平转换，以驱动单电源 ADC。

CM4321 出色的失真性能使它成为通信系统的理想 ADC 驱动器，足以在高频率下驱动 16 位的 ADC。高带宽和高输入 IP3 特性使它适用于中频及基带信号链中的增益模块。出色的失调和动态性能使 CM4321 适用于各种信号处理与数据采集应用。

CM4321 采用 MSOP8 型和 SOP8 型封装，其最佳工作温度范围为 -40°C~85°C。

管脚配置



目录

封页.....	1	闭环增益设置.....	15
特征.....	1	输出噪声电压估算.....	15
应用.....	1	反馈网络不匹配的影响.....	15
概述.....	1	输入阻抗计算.....	16
管脚配置.....	1	输出共模电压设置.....	16
文档历史.....	3	容性负载驱动.....	16
绝对最大额定值.....	4	应用.....	17
电气规格.....	5	高性能 ADC 驱动.....	17
$\pm 5V$, $\pm DIN$ 到 $\pm OUT$ 信号通路.....	5	芯片布局、接地和旁路.....	17
$\pm 5V$, $VOCM$ 到 $\pm OUT$ 信号通路.....	7	封装及订购信息.....	18
$5V$, $\pm DIN$ 到 $\pm OUT$ 信号通路.....	8	封装形式.....	18
$5V$, $VOCM$ 到 $\pm OUT$ 信号通路.....	10	产品外形图.....	18
典型特征.....	11	MSOP8.....	18
工作原理.....	15	SOP8.....	20
应用电路分析.....	15	订购信息.....	21

文档历史

下表列举了本文档自产品发布后的所有更新。

文档版本	修订日期	内容描述
V1.0	2026-08-13	量产发布。

绝对最大额定值

参数	等级
温度	
工作温度	-40°C~85°C
存储温度	-65°C~150°C
结温	150°C
耐压	
电源电压	±5.5V
VOCM	±V _S (V)

电气规格

±5V, ±DIN 到 ±OUT 信号通路

默认测试条件: $V_{OCM} = 0V$ 、 $G = 1$ 、 $R_{L,dm} = 500\Omega$ 、 $T_A = 25^\circ C$ 。测试电路如图 25 所示。

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
动态性能					
小信号 -3dB 带宽	$V_{OUT} = 0.5V_{pp}$, $C_F = 0pF$	550	590		MHz
	$V_{OUT} = 0.5V_{pp}$, $C_F = 1pF$		600		MHz
0.1dB 平坦度带宽 ¹	$V_{OUT} = 0.5V_{pp}$, $C_F = 0pF/1pF$		60		MHz
大信号带宽	$V_{OUT} = 2V_{pp}$, $C_F = 0pF$		550		MHz
压摆率	$V_{OUT} = 2V_{pp}$, $C_F = 0pF$		1200		V/ μs
建立时间 ¹	$V_{OUT} = 2V_{pp}$, $C_F = 1pF$, 建立误差 $< 0.01\%$		10		ns
过驱恢复时间	$V_{IN} = 2.5V$ 至 $0V$ 阶跃, $G = 2$		12		ns
谐波/噪声性能					
二次谐波	$V_{OUT} = 2V_{pp}$, 20MHz, $R_{L,dm} = 800\Omega$		-85		dBc
	$V_{OUT} = 2V_{pp}$, 30MHz, $R_{L,dm} = 800\Omega$		-79		dBc
	$V_{OUT} = 2V_{pp}$, 70MHz, $R_{L,dm} = 800\Omega$		-77		dBc
三次谐波	$V_{OUT} = 2V_{pp}$, 20MHz, $R_{L,dm} = 800\Omega$		-103		dBc
	$V_{OUT} = 2V_{pp}$, 30MHz, $R_{L,dm} = 800\Omega$		-97		dBc
	$V_{OUT} = 2V_{pp}$, 70MHz, $R_{L,dm} = 800\Omega$		-69		dBc
IMD	20MHz		-96		dBc
IP3	20MHz		58		dBm
输入电压噪声 (RTI)	100kHz~40MHz		6.5		nV/ $\sqrt{Hz}$
输入电流噪声	100kHz~40MHz		2		pA/ $\sqrt{Hz}$
输入特征					
失调电压	$V_{OS,dm} = V_{OUT,dm}/2$, $V_{DIN+} = V_{DIN-} = V_{OCM} = 0V$	-3.5	±1	3.5	mV
	$T_A = -40^\circ C \sim 85^\circ C$		±3		$\mu V/^\circ C$
输入偏置电流			7	10	μA
	$T_A = -40^\circ C \sim 85^\circ C$		0.02		$\mu A/^\circ C$
输入电阻	差模		1000		M Ω
	共模		2		M Ω
输入电容 ¹			1		pF
输入共模电压范围		-4		3.5	V
CMRR	$\Delta V_{OUT,dm}/\Delta V_{IN,cm}$, $\Delta V_{IN,cm} = \pm 1V$		-85	-75	dB
输出特征					
输出电压摆幅	最大 ΔV_{OUT} , 单端输出		8.3		V _{pp}
输出电流			55		mA

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
输出平衡误差	$\Delta V_{OUT,cm}/\Delta V_{OUT,dm}$, $\Delta V_{OUT,dm} = 1V$		-65		dB

注 1：设计保证。

±5V, VO_{CM} 到 ±O_{UT} 信号通路

默认测试条件: VO_{CM} = 0V、G = 1、R_{L, dm} = 500Ω、TA = 25°C。测试电路如图 25 所示。

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
动态性能					
小信号 -3dB 带宽			195		MHz
压摆率			205		V/μs
噪声性能					
输入电压噪声 (RTI)	0.1MHz~100MHz		17		nV/√Hz
输入特征					
失调电压	V _{OS, cm} = V _{OUT, cm} , V _{DIN+} = V _{DIN-} = VO _{CM} = 0V	0	10	20	mV
输入偏置电流			1		μA
输入电阻			520		kΩ
输入电压范围			±4		V
CMRR	ΔV _{OUT, dm} /ΔVO _{CM} , ΔVO _{CM} = ±1V		-72		dB
增益	ΔV _{OUT, cm} /ΔVO _{CM} , ΔVO _{CM} = ±1V	0.9984	1	1.0016	V/V
电源					
工作电压范围		±2		±5.5	V
静态电流		17	19	21	mA
	TA = -40°C~85°C		40		mA
PSRR	ΔV _{OUT, dm} /ΔV _S , ΔV _S = ±1V		-90	-80	dB

5V, $\pm$ DIN 到 $\pm$ OUT 信号通路

默认测试条件: $V_{OCM} = 2.5V$ 、 $G = 1$ 、 $R_{L,dm} = 500\Omega$ 、 $T_A = 25^\circ C$ 。测试电路如图 25 所示。

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
动态性能					
小信号 -3dB 带宽	$V_{OUT} = 0.5V_{pp}$, $C_F = 0pF$	520	560		MHz
	$V_{OUT} = 0.5V_{pp}$, $C_F = 1pF$		570		MHz
0.1dB 平坦度带宽 ¹	$V_{OUT} = 0.5V_{pp}$, $C_F = 0pF$		50		MHz
大信号带宽	$V_{OUT} = 2V_{pp}$, $C_F = 0pF$		480		MHz
压摆率	$V_{OUT} = 2V_{pp}$, $C_F = 0pF$		1000		V/ μs
建立时间 ¹	$V_{OUT} = 2V_{pp}$, $C_F = 1pF$, 建立误差 $< 0.01\%$		10		ns
过驱恢复时间	$V_{IN} = 2.5V$ 至 $0V$ 步进, $G = 2$		15		ns
谐波/噪声性能					
二次谐波	$V_{OUT} = 2V_{pp}$, 20MHz, $R_{L,dm} = 800\Omega$		-79		dBc
	$V_{OUT} = 2V_{pp}$, 30MHz, $R_{L,dm} = 800\Omega$		-72		dBc
	$V_{OUT} = 2V_{pp}$, 70MHz, $R_{L,dm} = 800\Omega$		-66		dBc
三次谐波	$V_{OUT} = 2V_{pp}$, 20MHz, $R_{L,dm} = 800\Omega$		-88		dBc
	$V_{OUT} = 2V_{pp}$, 30MHz, $R_{L,dm} = 800\Omega$		-86		dBc
	$V_{OUT} = 2V_{pp}$, 70MHz, $R_{L,dm} = 800\Omega$		-63		dBc
IMD	20MHz		-95		dBc
IP3	20MHz		34		dBm
输入电压噪声 (RTI)	100kHz~40MHz		6.5		nV/ $\sqrt{Hz}$
输入电流噪声	100kHz~40MHz		2		pA/ $\sqrt{Hz}$
输入特征					
失调电压	$V_{OS,dm} = V_{OUT,dm}/2$, $V_{DIN+} = V_{DIN-} = V_{OCM} = 0V$	-3.5	± 1	3.5	mV
	$T_A = -40^\circ C \sim 85^\circ C$		± 3		$\mu V/^\circ C$
输入偏置电流			7	10	μA
	$T_A = -40^\circ C \sim 85^\circ C$		0.02		$\mu A/^\circ C$
输入电阻	差模		1000		M Ω
	共模		2		M Ω
输入电容 ¹			1		pF
输入共模电压范围		0.3		3.5	V
CMRR	$\Delta V_{OUT,dm}/\Delta V_{IN,cm}$, $\Delta V_{IN,cm} = 1V$		-85	-75	dB
输出特征					
输出电压摆幅	最大 ΔV_{OUT} , 单端输出		3.3		V _{pp}
输出电流			55		mA
输出平衡误差	$\Delta V_{OUT,cm}/\Delta V_{OUT,dm}$, $\Delta V_{OUT,dm} = 1V$		-65		dB

注 1：设计保证。

5V, VOCM 到 $\pm$ OUT 信号通路

默认测试条件: $V_{OCM} = 2.5V$ 、 $G = 1$ 、 $R_{L,dm} = 500\Omega$ 、 $T_A = 25^\circ C$ 。测试电路如图 25 所示。

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
动态性能					
小信号 -3dB 带宽			190		MHz
压摆率			200		V/ μ s
噪声性能					
输入电压噪声 (RTI)	0.1MHz~100MHz		17		nV/ $\sqrt{Hz}$
输入特征					
失调电压	$V_{OUT,cm} - V_{OCM}$, $V_{DIN+} = V_{DIN-} = V_{OCM} = 0V$	0	10	20	mV
输入偏置电流			1		μ A
输入电阻			520		k Ω
输入电压范围		1		4	V
CMRR	$\Delta V_{OUT,dm} / \Delta V_{OCM}$, $\Delta V_{OCM} = 2.5V \pm 1V$		-72		dB
增益	$\Delta V_{OUT,cm} / \Delta V_{OCM}$, $\Delta V_{OCM} = 2.5V \pm 1V$	0.9984	1	1.0016	V/V
电源					
工作电压范围		5		10	V
静态电流		17	19	21	mA
	$T_A = -40^\circ C \sim 85^\circ C$		40		mA
PSRR	$\Delta V_{OUT,dm} / \Delta V_S$, $\Delta V_S = \pm 1V$		-90	-80	dB

典型特征

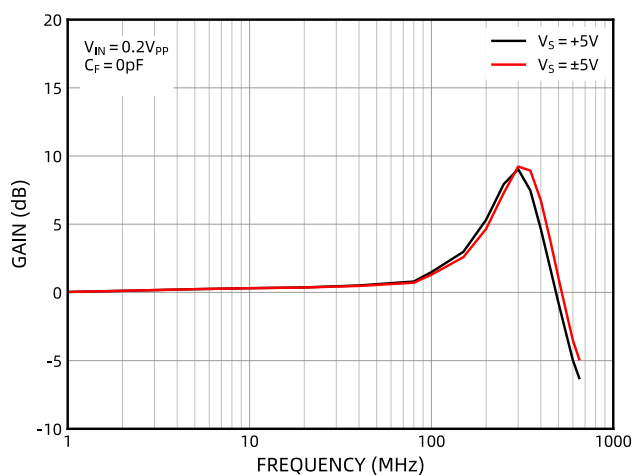


图 1 小信号频率响应

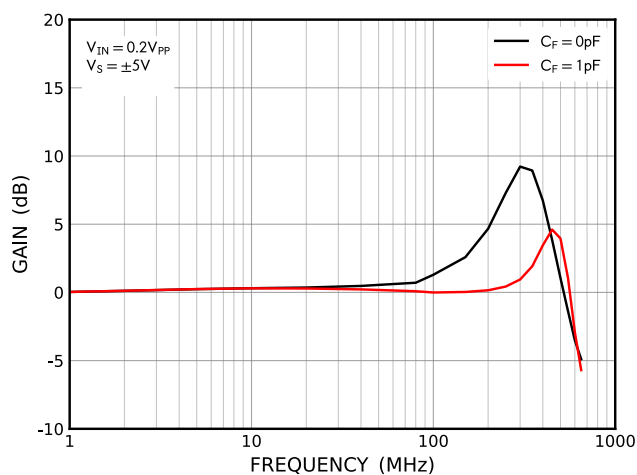


图 2 小信号频率响应

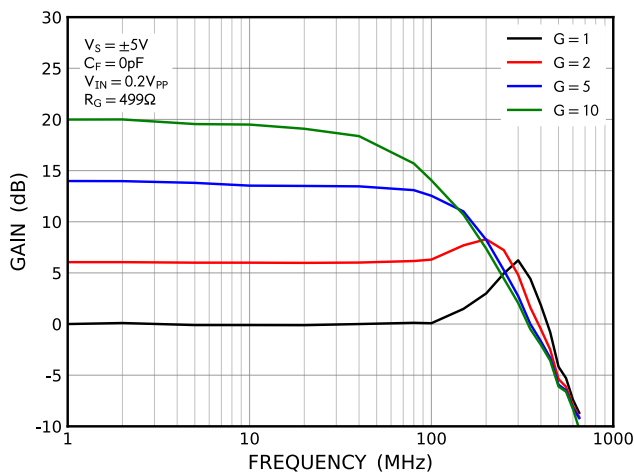


图 3 不同增益下小信号频率响应

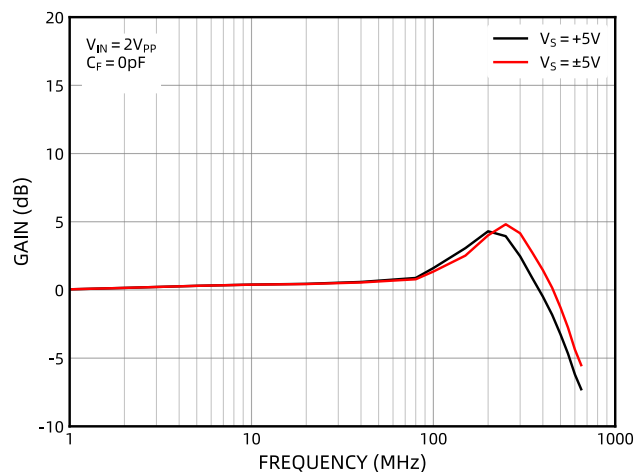


图 4 大信号频率响应

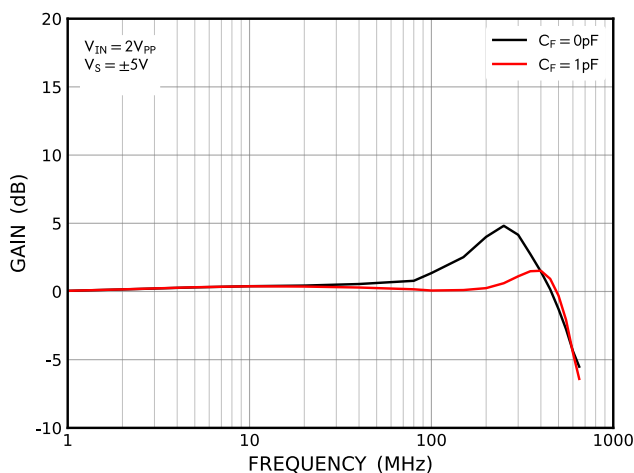


图 5 大信号频率响应

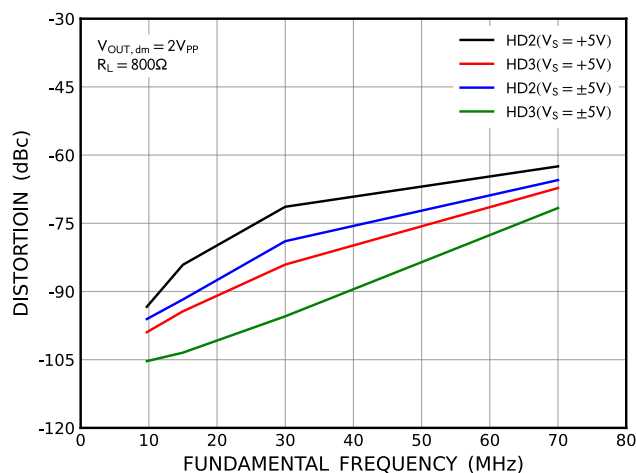


图 6 谐波失真

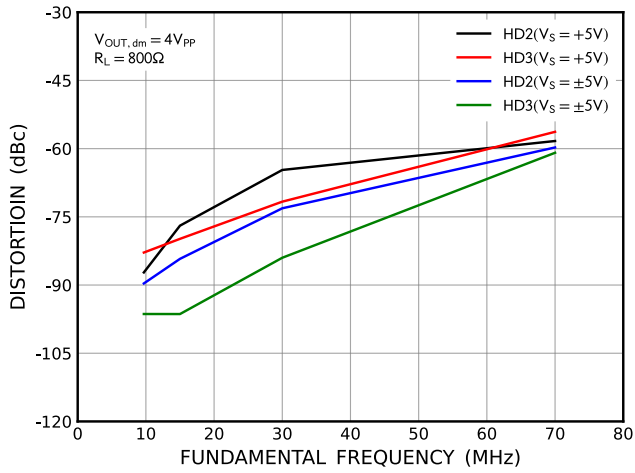


图 7 谐波失真

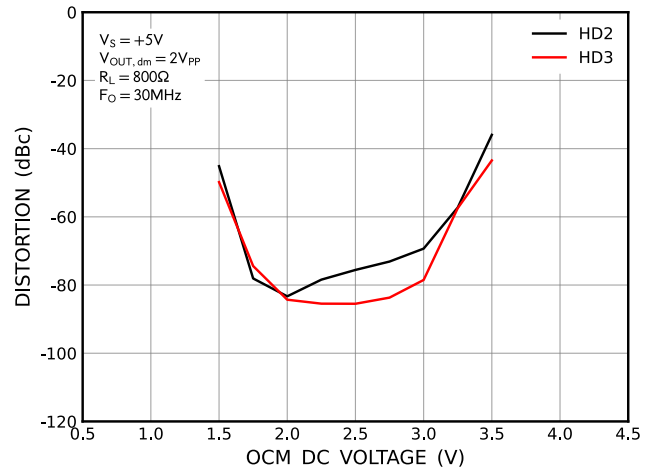


图 8 谐波失真 vs. 共模电压

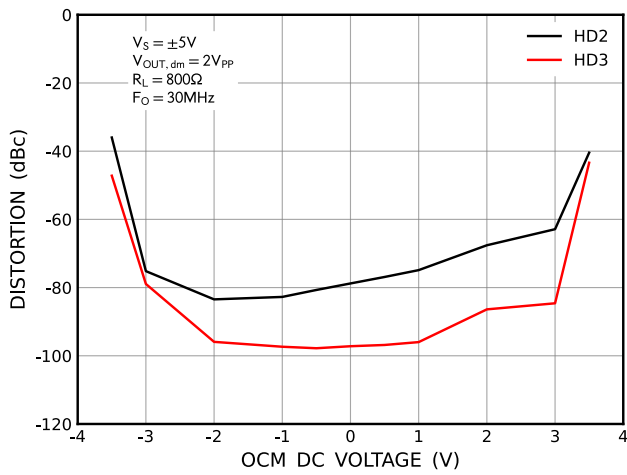


图 9 谐波失真 vs. 共模电压

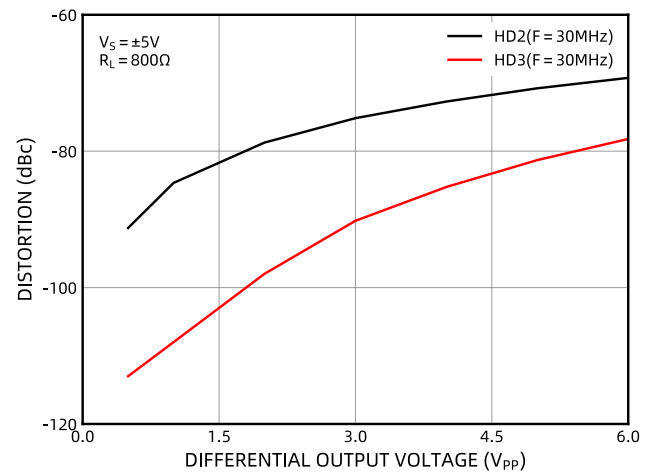


图 10 谐波失真 vs. 差分输出电压

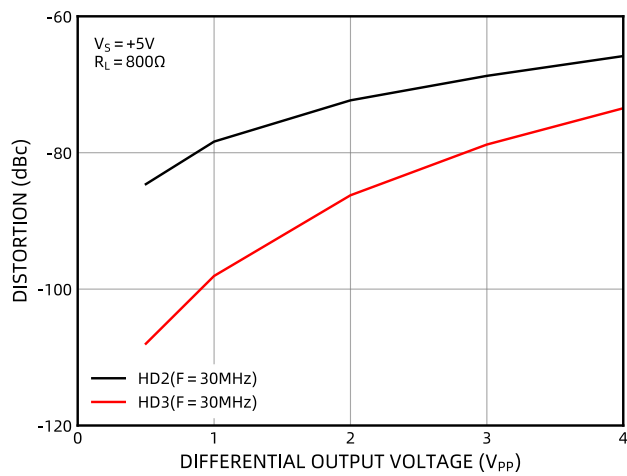


图 11 谐波失真 vs. 差分输出电压

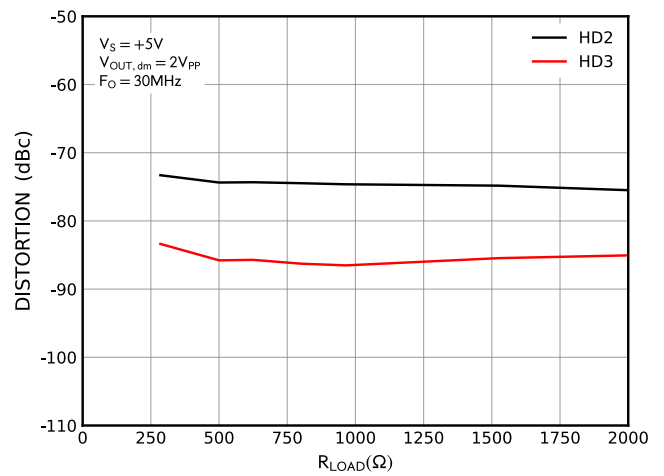


图 12 谐波失真 vs. 负载电阻

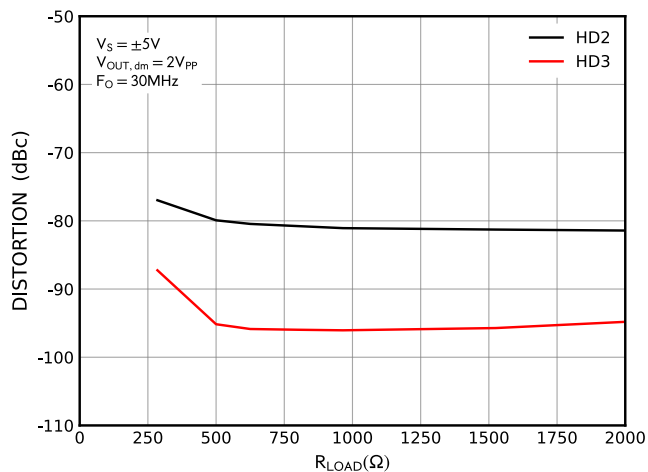


图 13 谐波失真 vs. 负载电阻

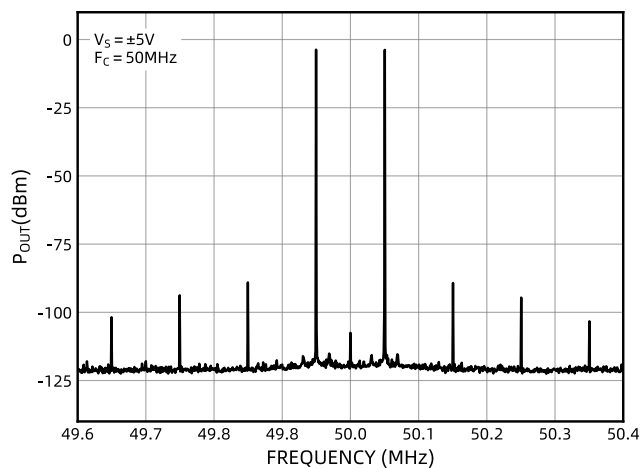


图 14 IMD

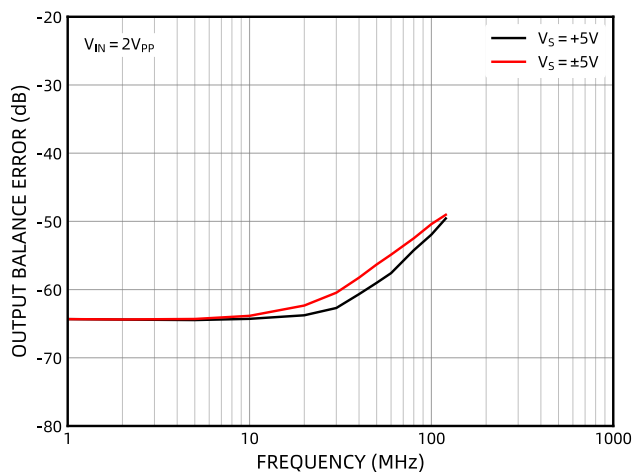


图 15 输出平衡误差 vs. 频率

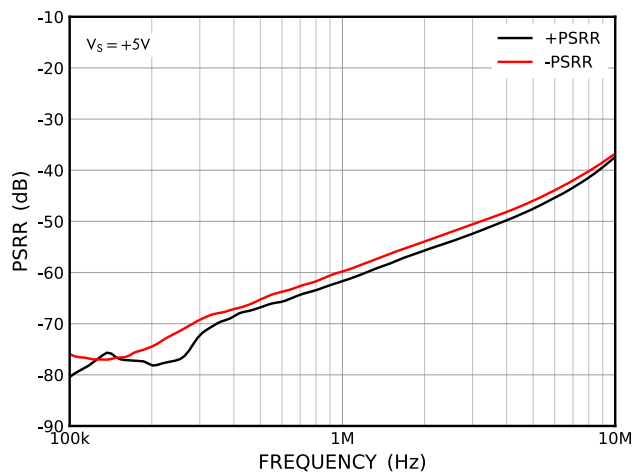


图 16 PSRR

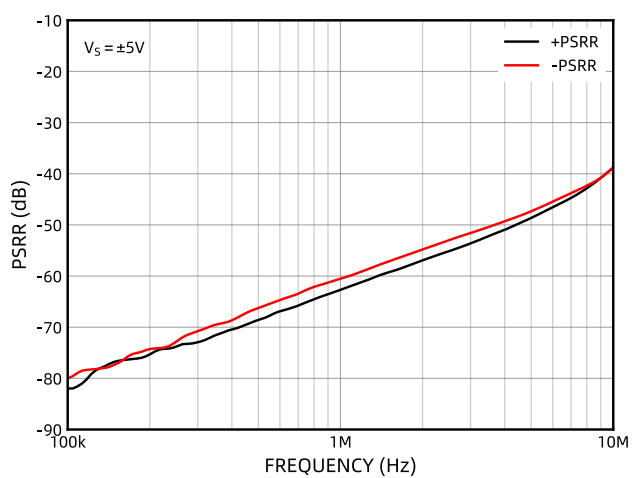


图 17 PSRR

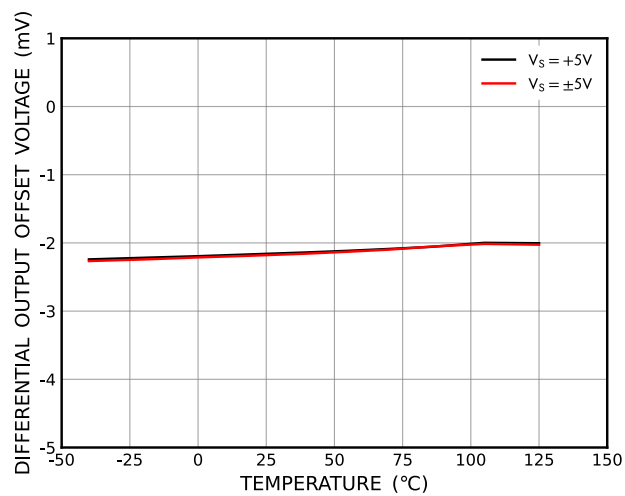


图 18 折合到输出的差分失调电压 vs. 温度

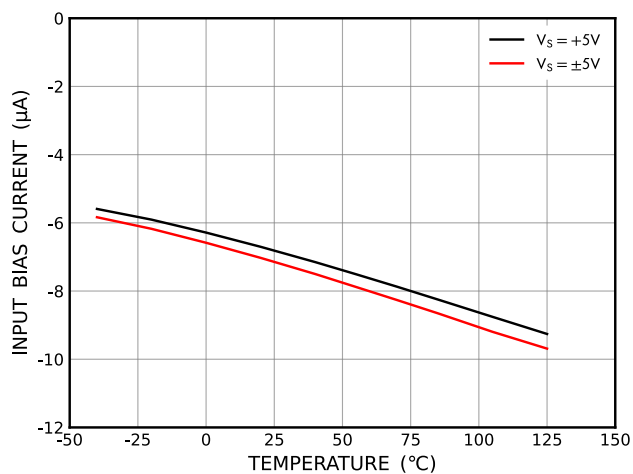


图 19 输入偏置电流 vs.温度

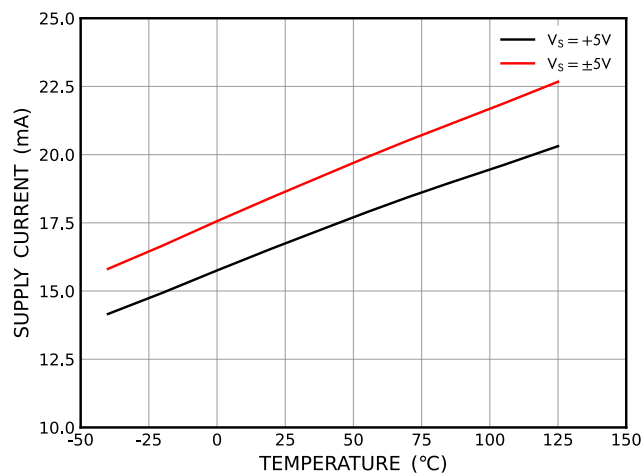


图 20 电源电流 vs.温度

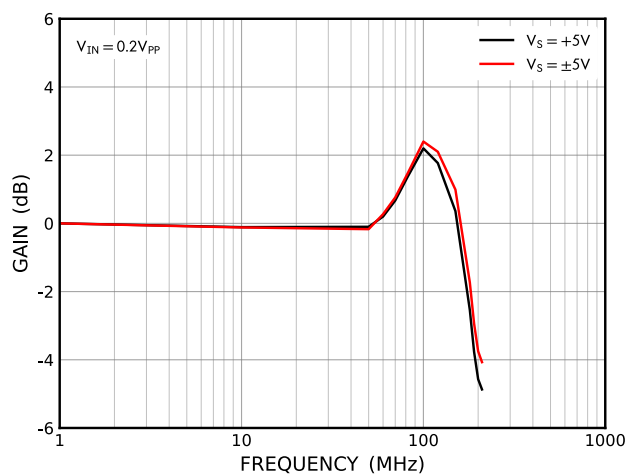


图 21 共模电压频率响应

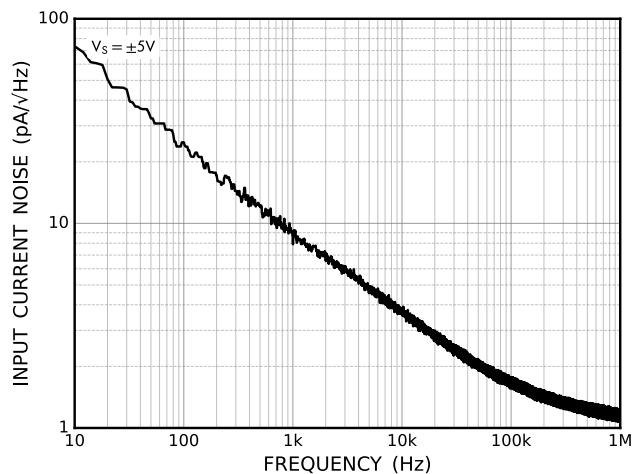


图 22 输入电流噪声

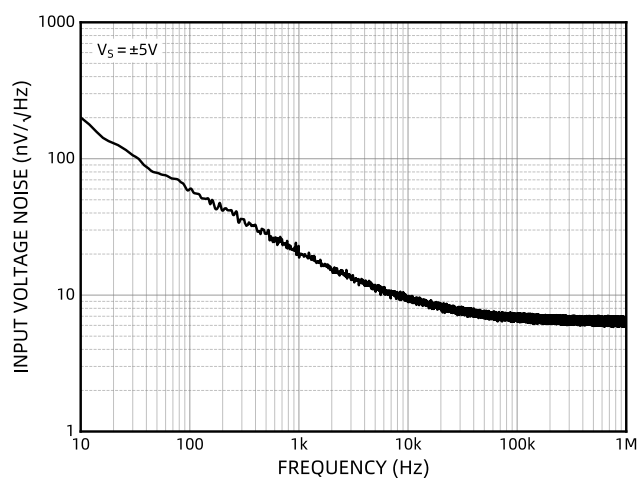


图 23 输入电压噪声

工作原理

与传统运算放大器一样，CM4321 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，CM4321 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 CM4321，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。

CM4321 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。CM4321 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。

应用电路分析

CM4321 的典型应用电路如图 24 所示，后续所有电路性能分析都基于此。图 25 是一个单端输入差分输出的基础测试电路实例，CM4321 的所有电气规格都是基于此电路测试得出。

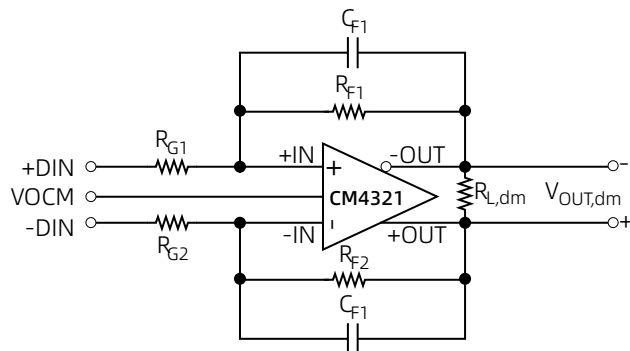


图 24 电路定义

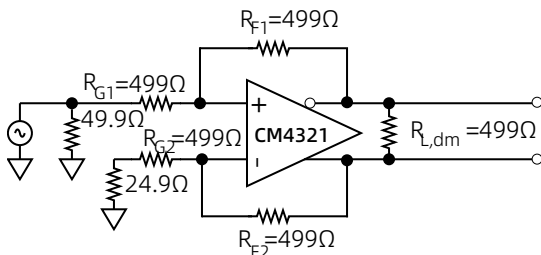


图 25 基础测试电路

闭环增益设置

忽略电容 $C_{F1/2}$ ，图 24 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。

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 24 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 1。

表 1 输出噪声电压密度估算值

增益	$R_{G1/2}$ (Ω)	$R_{F1/2}$ (Ω)	-3dB 带宽 (MHz)	输出噪声 ¹ ($nV/\sqrt{Hz}$)	输出噪声 ² ($nV/\sqrt{Hz}$)
1	499	499	550	13	14.2
2	499	1000	350	19.5	21.9
5	499	2490	180	39	44.9
10	499	4990	80	71.5	83.2

注1：仅CM4321自身噪声。

注2：CM4321加 $R_{G1/2}$ 和 $R_{F1/2}$ 噪声。

当使用 CM4321 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 ($V_{nIN,VOCM}$) 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， $\beta_2 = R_{G2}/(R_{F2} + R_{G2})$ 。

反馈网络不匹配的影响

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。

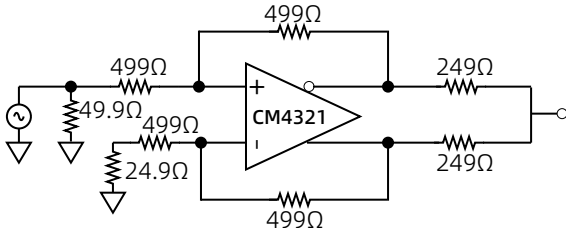


图 26 输出平衡测试电路

输入阻抗计算

如图 24 所示，等效输入阻抗取决于放大器被单端驱动还是差分驱动。对于平衡差分输入信号，+DIN 和 -DIN 输入端的输入阻抗 $R_{IN, dm}$ 为：

$$R_{IN, dm} = 2 \times R_{G1/2}$$

若为单端输入信号，例如，-DIN 接地，输入信号接入 +DIN，那么输入阻抗为：

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

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 CM4321 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。

输出共模电压设置

CM4321 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。

容性负载驱动

CM4321 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。

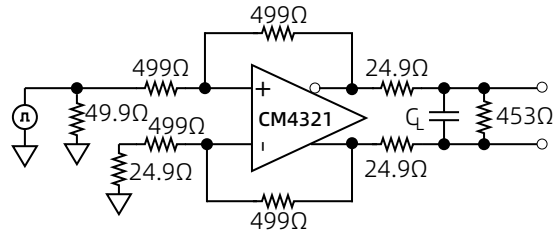


图 27 容性负载驱动

应用

高性能 ADC 驱动

图 28 展示了 CM4321 驱动 CM3432 的简易前端连接，其中 CM3432 是一款 14 位 250MSPS ADC。差分驱动时，CM4321 性能最佳，失真最小。无需变压器驱动，CM4321 即可实现单端到差分转换、共模电平移位和驱动信号缓存级等功能。

CM4321 的正负输出通过 RC 网络与 CM3432 的相应差分输入端相连, 以最大程度减小 CM3432 前端开关电容的影响。为获得最佳失真性能, CM4321 此时采用 $\pm 5\text{V}$ 电压工作。

CM4321 基于单端到差分输出配置为单位增益，提供单端信号到差分信号的转换。

信号发生器具有一个以接地电压为基准的双极性输出端，即，输出信号波形在接地电位上下对称摆动。通过把 V_{OCM} 连接至 CM432 的 V_{CM} 管脚，可将 CM432 的输出共模电压设为 0.9V，此值为 CM432 供电电平的中间值。推荐采用一个 0.1μF 的电容对该管脚去耦。

第一个要求是接地平面应尽可能覆盖 CM4321 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引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 $0.01\mu\text{F}\sim 0.1\mu\text{F}$ 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。

芯片布局、接地和旁路

CM4321 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。

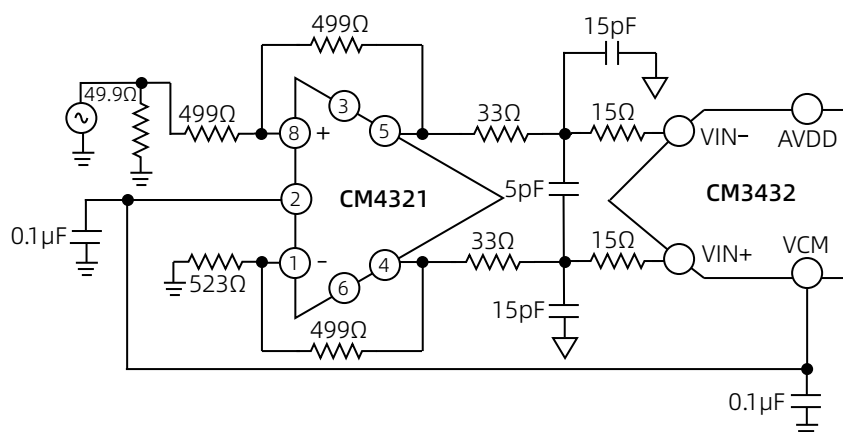


图 28 驱动 14 位 ADC 应用

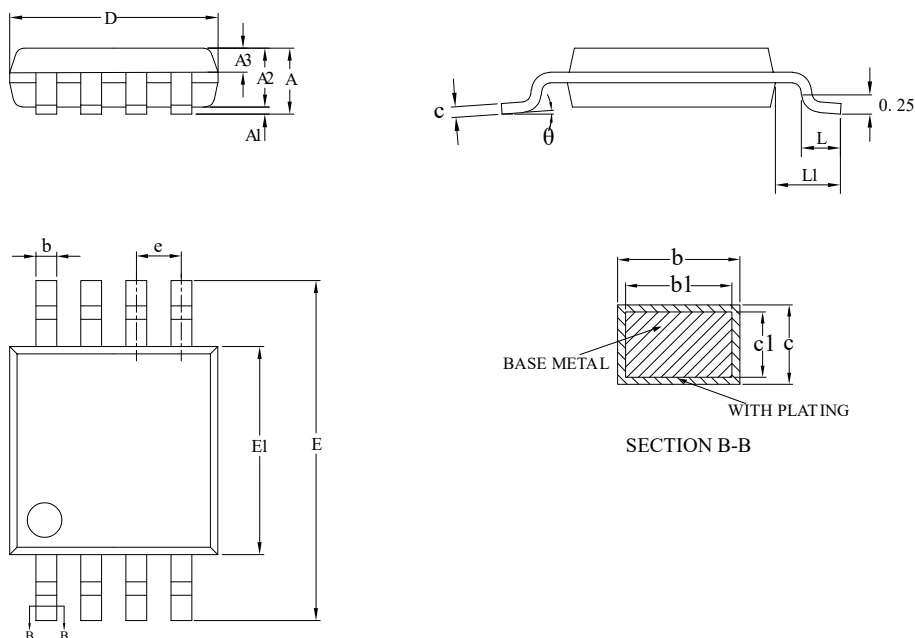
封装及订购信息

封装形式

CM4321 采用 MSOP8 和 SOP8 封装。

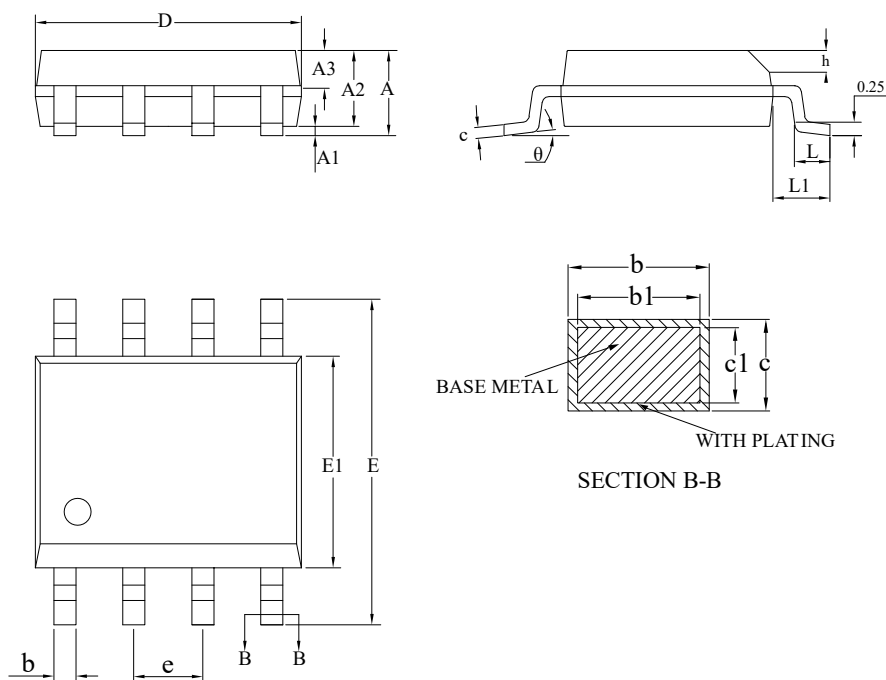
产品外形图

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°

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°

订购信息

型号	温度范围	封装	包装	包装数量
CM4321-MSOTA	-40°C~85°C	MSOP8	Reel	5000
CM4321-SOPTA	-40°C~85°C	SOP8	Reel	4000

免责声明

本数据手册按“现状”(AS IS)提供, 所含信息仅供设计参考, 不构成任何明示或暗示的性能、适用性、可靠性或安全性的保证。我司保留随时对产品规格、技术资料及相关手册进行更正的权利。用户应独立负责产品选择、应用设计、功能验证及合规性评估, 确保满足相关法规与安全要求。我司不对应用设计提供支持或承担由此产生的任何责任。

本产品资料不适用于生命支持、植入式医疗设备、军事、航空航天及其他安全关键应用, 除非另有书面协议。在此类应用中使用该产品及资料的风险由用户自行承担。