

零温漂、精密、低噪声、低输入偏置电流 双通道斩波运算放大器

CM4112 数据手册

特征

- 低失调电压：典型值为 13.4 μ V
- 极低失调电压漂移：典型值为 -0.12 μ V/ $^{\circ}$ C
- 低输入偏置电流：最大值为 146pA
- 低噪声密度：典型值为 8.2nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
- 输入共模范围：GND+1.5V 至 VDD-1.5V
- 轨到轨输出
- 共模抑制比：> 120dB
- 电源抑制比：> 120dB
- 高开环增益：> 120dB
- 低电源电流：每放大器典型值为 950 μ A
- 双电源供电： $\pm$ 5V 至 $\pm$ 18V
- 压摆率：典型值为 0.8V/ μ s
- 增益带宽积：典型值为 2MHz
- 单位增益稳定
- 输入过压输出无反相
- 内部保护电路支持输入高于电源电压

应用

- 传感器调理电路
 - 热电偶
 - 电阻式温度检测器 (RTD)
 - 应变电桥测量
- 工业过程控制输入和输出信号调理
- 有源滤波器

概述

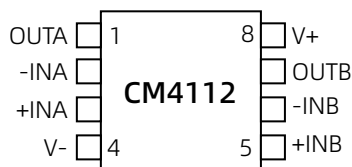
CM4112 是一款高精度双通道放大器，采用了自稳零和斩波技术。CM4112 具有极低的失调电压和失调电压漂移、低输入偏置电流、低噪声、低功耗等特征，能够在 $\pm$ 5V 至 $\pm$ 18V 的双电源供电情况下工作。

CM4112 使用 1000pF 以下容性负载时无需外部补偿即可保持输出稳定。当电源电压为 36V 时，每放大器的电源电流典型值 950 μ A。输入端内置 500 Ω 串联电阻，不仅能对内部电路进行保护，同时使得芯片可以接受略高于电源电压的输入信号，并且保持输出不会反相。

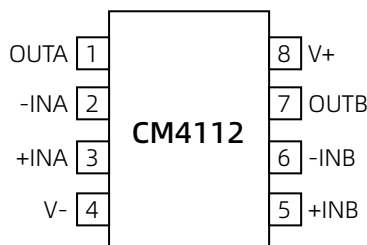
CM4112 的失调电压典型值仅为 13.4 μ V，失调电压漂移典型值为 -0.12 μ V/ $^{\circ}$ C，噪声仅为 0.3 μ Vpp (0.1Hz 至 10Hz)，因而对系统引入的误差非常小，适用于各种高精度应用。

CM4112 提供小型 8 管脚 MSOP 表面贴装和 8 管脚 SOP 窄体两种封装，其额定工作温度范围均为 -40 $^{\circ}$ C 至 85 $^{\circ}$ C。

管脚配置



MSOP8



SOP8

目录

封页.....	1	输入过压保护.....	11
特征.....	1	输出反相.....	11
应用.....	1	过载恢复时间.....	12
概述.....	1	通道隔离度.....	12
管脚配置.....	1	应用.....	13
文档历史.....	3	封装及订购信息.....	14
绝对最大额定值.....	4	封装形式.....	14
电气规格.....	5	产品外形图.....	14
典型特征.....	7	MSOP8.....	14
工作原理.....	11	SOP8.....	15
1/f 噪声.....	11	订购信息.....	16

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
V0.1	2024-04-16	预发布。

绝对最大额定值

参数		最小值	最大值	单位
温度				
工作温度		-40	85	°C
存储温度		-65	150	°C
结温			150	°C
回流焊	铅锡焊接温度（10 秒到 30 秒）		240	°C
	无铅焊接温度		260	°C
耐压				
电源电压（VS+ - VS-）			36	V
输入+INA、-INA、+INB、-INB		VS-	VS+	V
ESD				
HBM		1000		V
CDM		1000		V

电气规格

默认测试条件：VS = ±5V、VCM = 0V、TA = 25°C。

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
输入特征					
失调电压			13.4	35.1	μV
	-40°C < TA < 85°C			40.1	μV
输入偏置电流		-146	-117	-95.5	pA
	-40°C < TA < 85°C	-229.7		9	pA
输入失调电流		-180	-140	-95	pA
	-40°C < TA < 85°C	-331.5		44.9	pA
共模抑制比	VCM = -3.5V 至 3.5V		135		dB
	-40°C < TA < 85°C	134	136		dB
大信号电压增益	RL = 2kΩ, VO = -3.5V 至 3.5V		143		dB
失调电压漂移	-40°C < TA < 85°C	-0.12	-0.06		μV/°C
输出特征					
最大输出电压摆幅	IL = 1mA	-4.98		4.97	V
电源					
电源抑制比	VS = ±5V 至 ±18V		127		dB
	-40°C < TA < 85°C	122	127		dB
电源电流（单通道）	VO = 0V, -40°C < TA < 85°C		920	1150	μA
动态性能					
压摆率	RL = 2kΩ		0.88		V/μs
增益带宽积	VIN = 4mVpp, CL = 0, RL = ∞		2		MHz
噪声性能					
电压噪声	f = 0.1Hz 至 10Hz		0.3		μVpp
电压噪声密度	f = 1kHz		8.2		nV/√Hz
电流噪声密度	f = 1kHz		0.16		pA/√Hz
通道隔离度	DC		0.02		μV/V
	f = 100kHz		-123		dB

默认测试条件：VS = ±18V、VCM = 0V、TA = 25°C。

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
输入特征					
失调电压		1.4	24.1		μV
	-40°C < TA < 85°C		31.5		μV
输入偏置电流		-81.6	-0.4	11.8	pA
	-40°C < TA < 85°C	-276.7		156	pA
输入失调电流		-155.1	-123	-90.9	pA
	-40°C < TA < 85°C	-465.5		251.7	pA
共模抑制比	VCM = -16.5V 至 16.5V		137		dB
	-40°C < TA < 85°C	129			dB
大信号电压增益	RL = 2kΩ, VO = -16.5V 至 16.5V		139		dB
失调电压漂移	-40°C < TA < 85°C	-0.14	-0.12		μV/°C
输出特征					
最大输出电压摆幅	IL = 1mA	-17.94		17.91	V
短路电流			±32		mA
电源					
电源抑制比	VS = ±5V 至 ±18V		127		dB
	-40°C < TA < 85°C	122	127		dB
电源电流（单通道）	VO = 0V, -40°C < TA < 85°C		950	1200	μA
动态性能					
压摆率	RL = 2kΩ		0.8		V/μs
增益带宽积	VIN = 4mVpp, CL = 0, RL = ∞		2		MHz
噪声性能					
电压噪声	f = 0.1Hz 至 10Hz		0.3		μVpp
电压噪声密度	f = 1kHz		8.2		nV/√Hz
电流噪声密度	f = 1kHz		0.16		pA/√Hz
通道隔离度	DC		0.02		μV/V
	f = 100kHz		-123		dB

典型特征

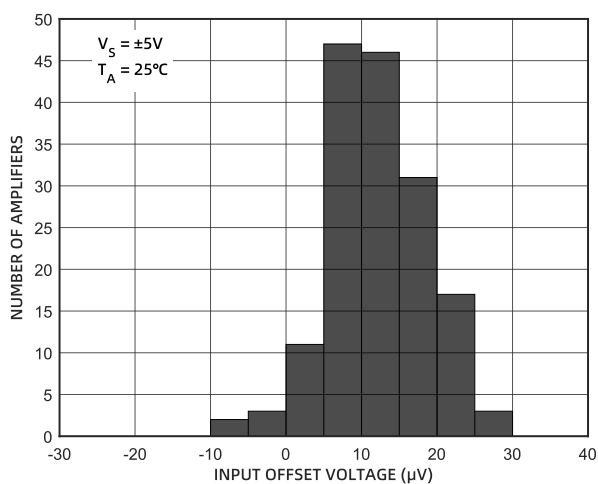


图 1 输入失调电压分布图 (±5V)

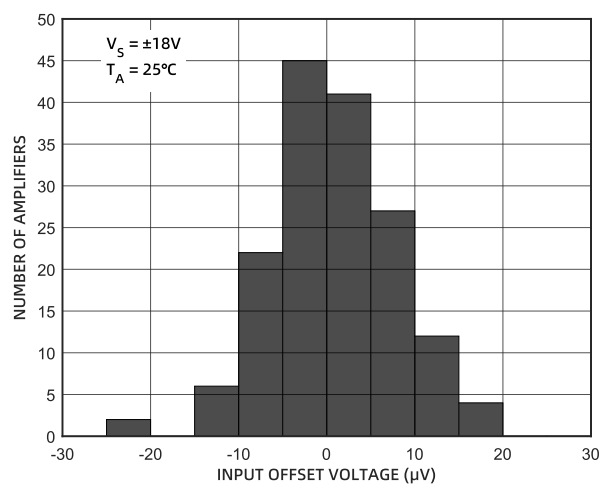


图 2 输入失调电压分布图 (±18V)

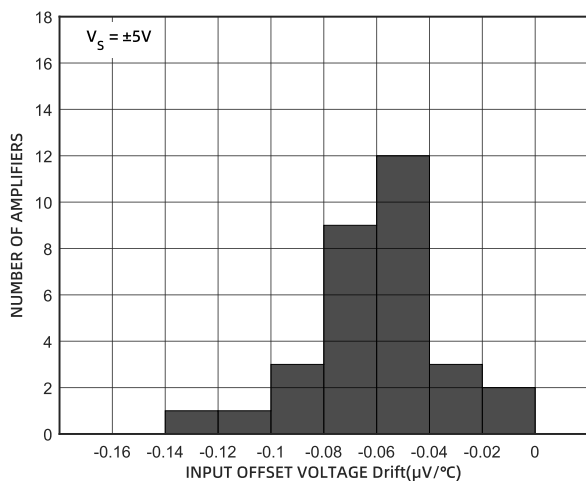


图 3 输入失调电压漂移分布图 (±5V)

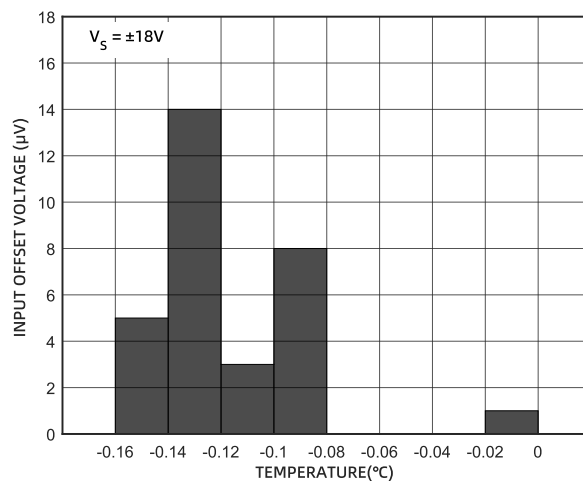


图 4 输入失调电压漂移分布图 (±18V)

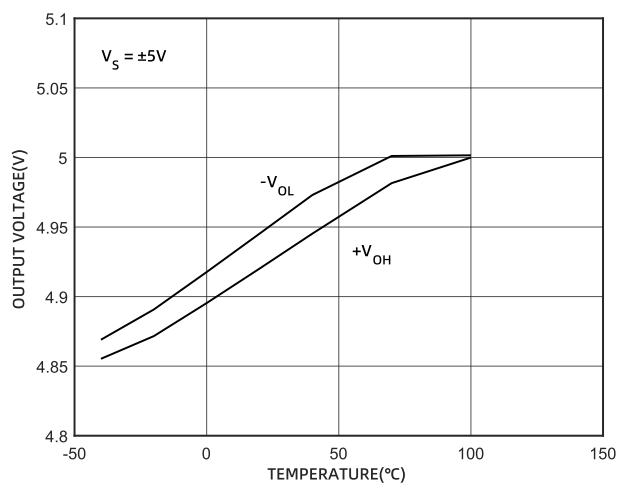


图 5 输出电压摆幅的温度特性 (±5V)

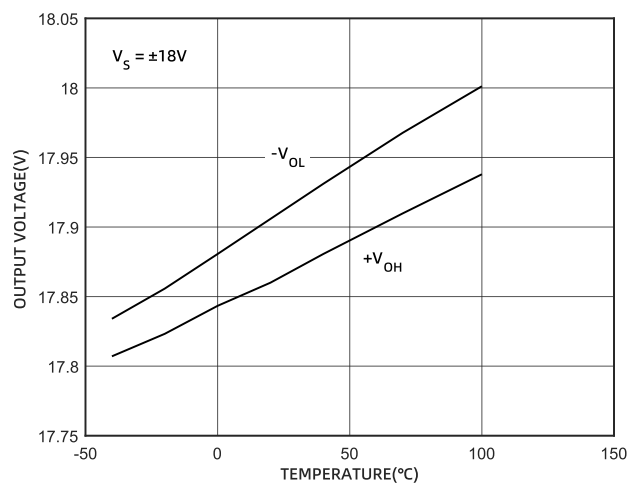


图 6 输出电压摆幅的温度特性 (±18V)

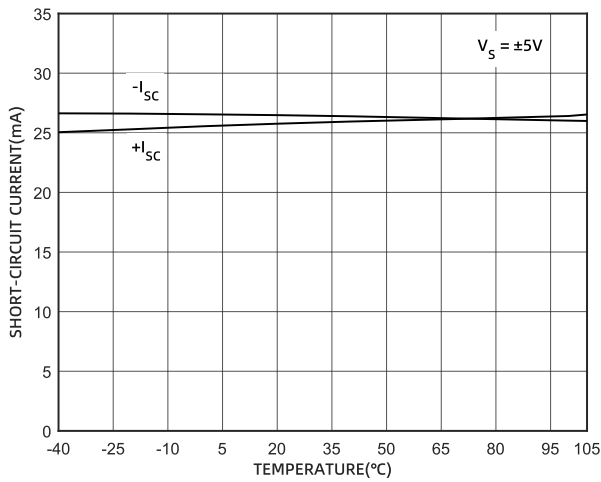


图 7 短路电流的温度特性 ($\pm 5V$)

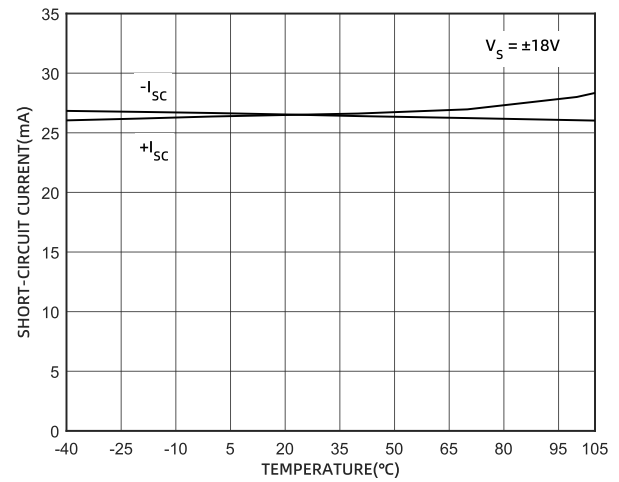


图 8 短路电流的温度特性 ($\pm 18V$)

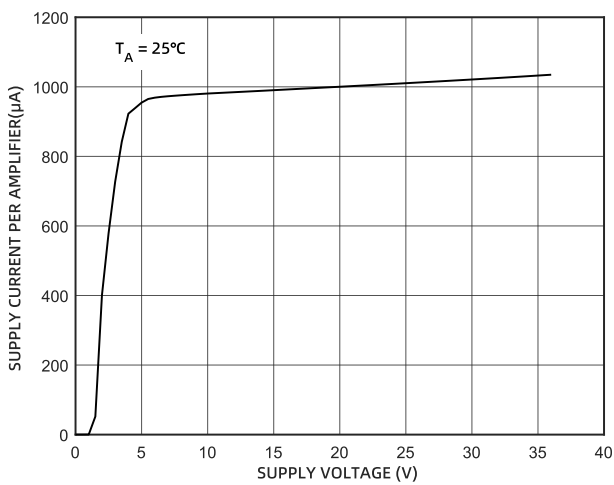


图 9 电源电流与电源电压的关系

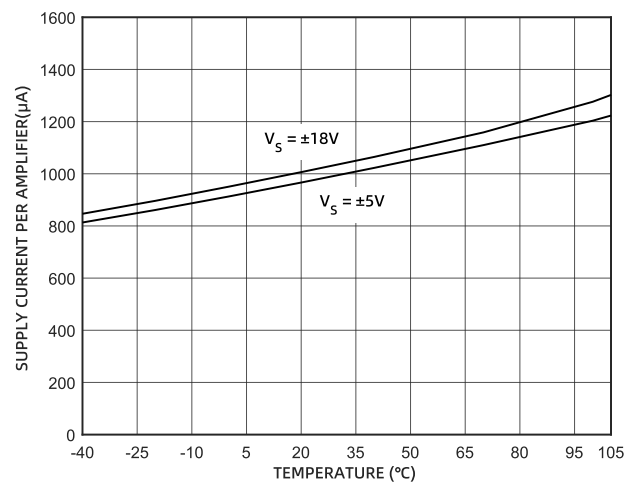


图 10 电源电流的温度特性

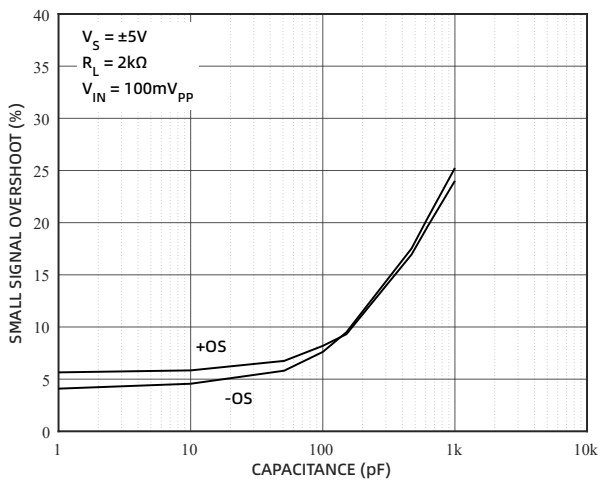


图 11 小信号过冲与负载电容的关系 ($\pm 5V$)

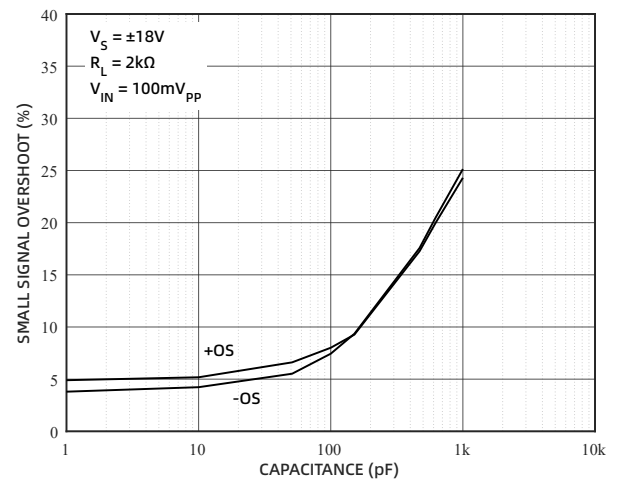


图 12 小信号过冲与负载电容的关系 ($\pm 18V$)

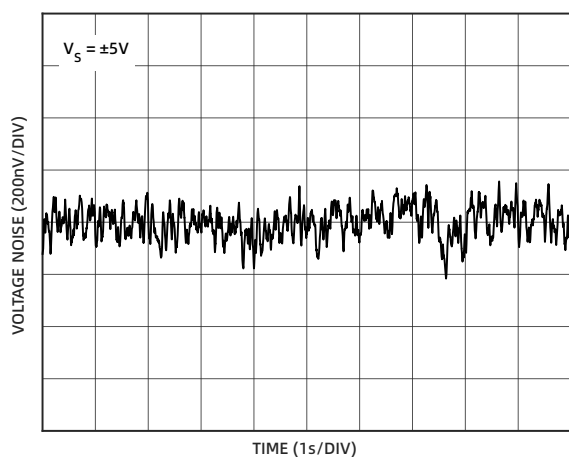


图 13 0.1Hz 至 10Hz 输入电压噪声 (±5V)

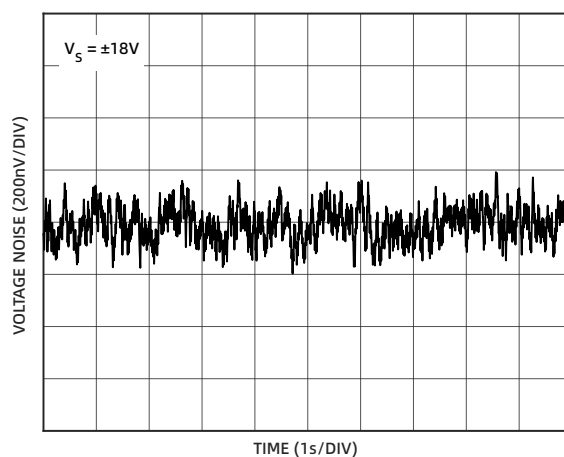


图 14 0.1Hz 至 10Hz 输入电压噪声 (±18V)

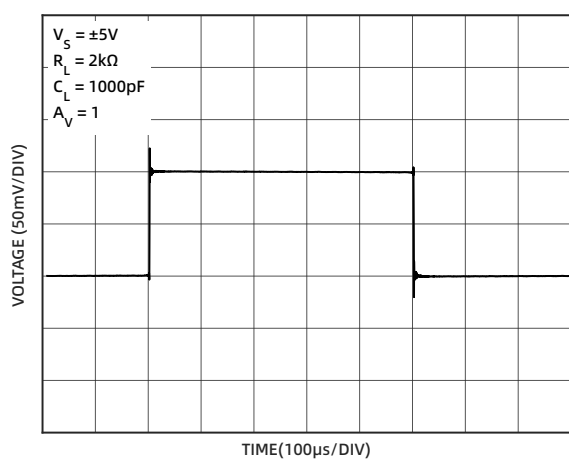


图 15 小信号瞬态响应 (±5V)

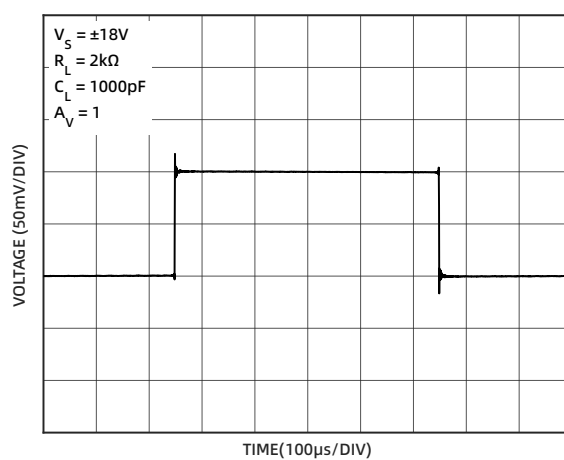


图 16 小信号瞬态响应 (±18V)

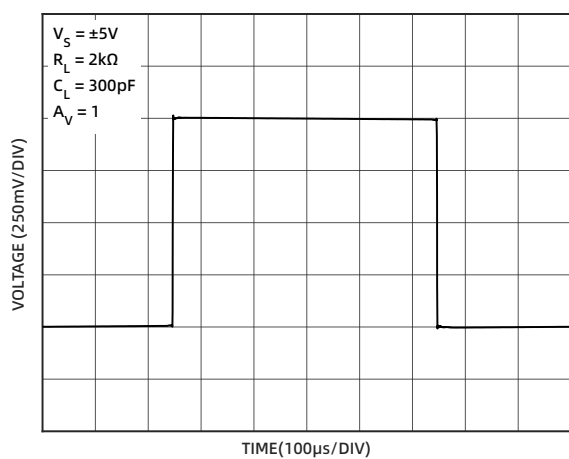


图 17 大信号瞬态响应 (±5V)

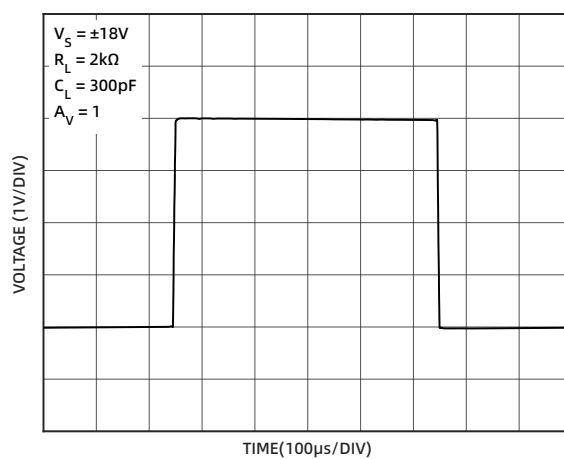


图 18 大信号瞬态响应 (±18V)

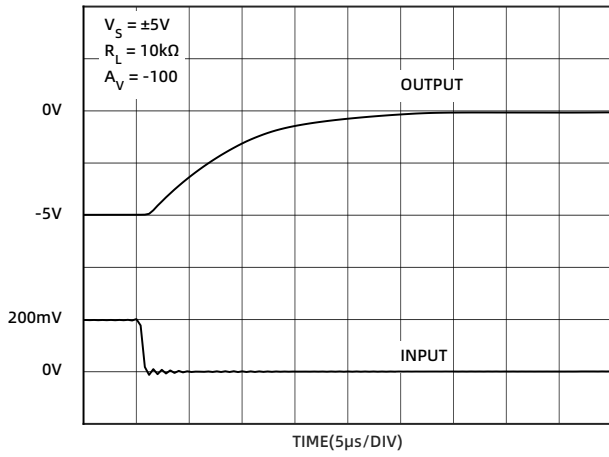


图 19 正过载恢复时间 (±5V)

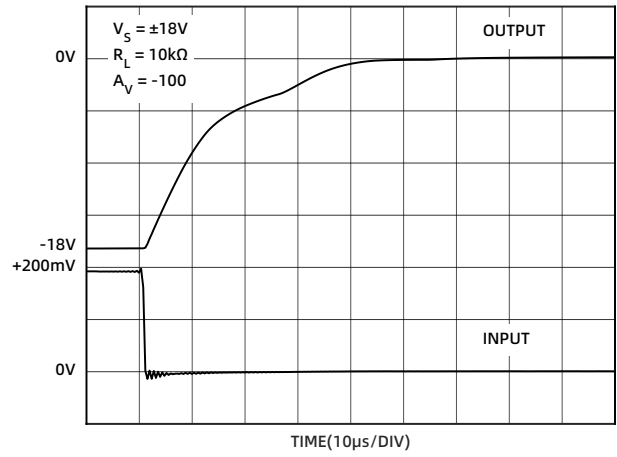


图 20 正过载恢复时间 (±18V)

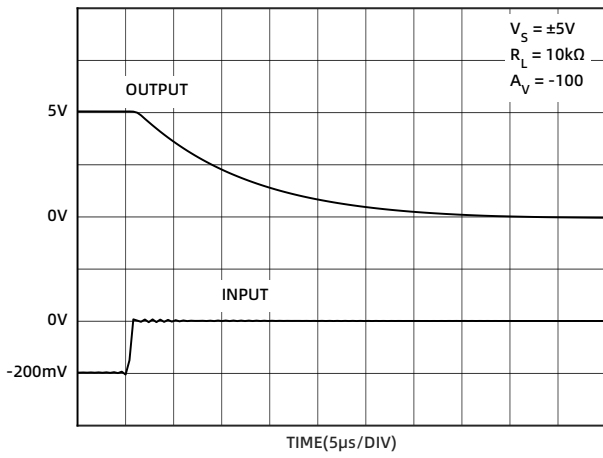


图 21 负过载恢复时间 (±5V)

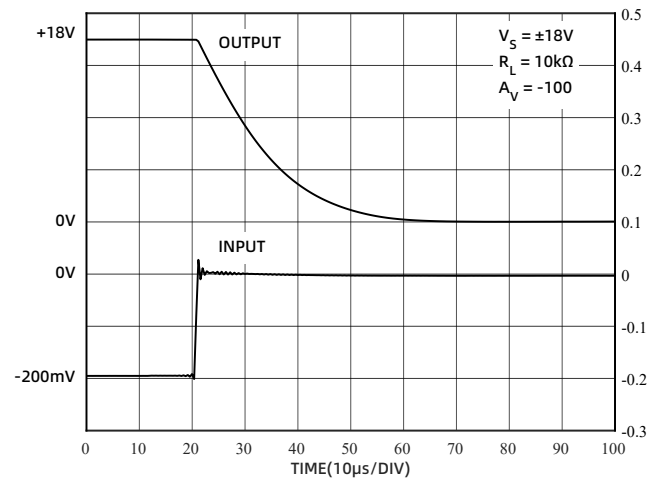


图 22 负过载恢复时间 (±18V)

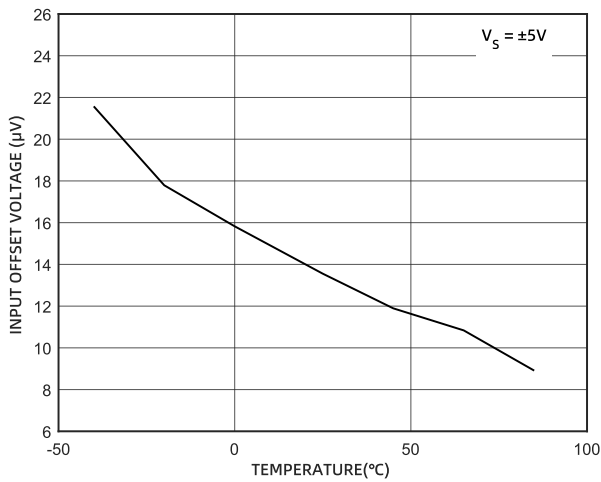


图 23 输入失调电压的温度特性 (±5V)

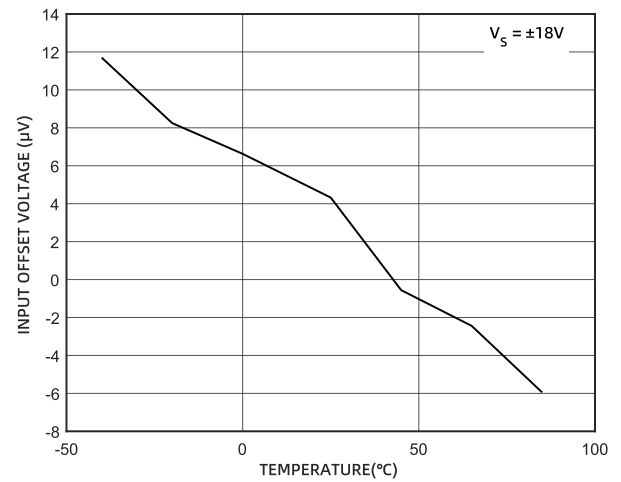


图 24 输入失调电压的温度特性 (±18V)

工作原理

CM4112 是一款双电源供电、超高精度、轨到轨输出运算放大器。 $-0.12\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ 的极小温漂确保 CM4112 在 -40°C 至 85°C 的宽环境温度范围内均具有极低的失调电压。

CM4112 采用自稳零和斩波技术实现高精度。其独特的拓扑结构使 CM4112 能够在较宽的温度范围和较长的使用寿命内保持低失调电压。同时，CM4112 具有较低的低频噪声以及较低噪声能量，从而在不需要额外滤波的情况下最大限度地提高应用的信噪比。35kHz 的斩波频率保证了一个较宽的无噪声带宽，简化了对后续滤波器的设计要求。

CM4112 在 0.1Hz 至 10kHz 的宽带宽范围内具有低噪声，可用于需要高直流精度的应用。在信号带宽为 5kHz 到 10kHz 的系统中，CM4112 提供了真正的 16 位精度，是高分辨率系统的最佳选择。

1/f 噪声

1/f 噪声，也称为闪烁噪声，是直流耦合测量中误差的主要原因。1/f 噪声误差可以是几 μV 或更大，当电路的闭环增益放大时，将产生较大的输出失调电压。例如，当具有 $5\mu\text{Vpp}$ 1/f 噪声的放大器配置 1000 的增益时，可以输出 5mV 的失调电压误差。而 CM4112 内部消除了 1/f 噪声，从而大大减少了输出误差。

CM4112 的一大优势是其噪声非常低。如图 25 所示，CM4112 在 1kHz 时的输入参考噪声密度仅为 $8\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ 。值得一提的是，CM4112 的 1/f 噪声转角频率低至 0.01Hz，这能保证系统具有足够低的全带宽内积分噪声。

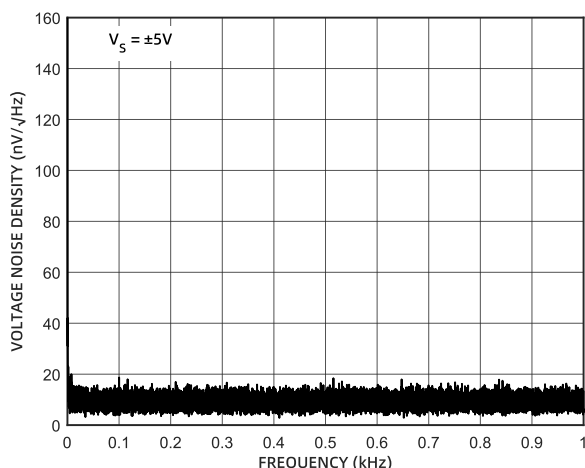


图 25 噪声频谱密度图 (±5V)

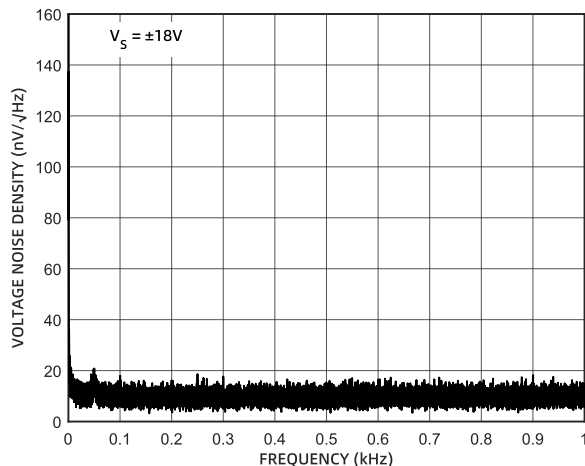


图 26 噪声频谱密度图 (±18V)

输入过压保护

当输入电压超过正电源电压或负电源电压时，大多数放大器都需要外部电阻提供保护，以免遭到损坏。

CM4112 具有内部保护电路，在任一输入端上施加的电压可以超过电源电压 2.5V，这时可以使用一个片外电阻与内部输入电阻串联。可通过以下公式计算该电阻的值：

$$\frac{(V_{IN} - V_S)}{R_S + 500\Omega} \leq 5\text{mA}$$

由于 CM4112 的输入失调电流很低，最大值仅为 146pA，因此输入端串联一个 5k Ω 电阻所导致的输入失调电压不超过 $1\mu\text{V}$ ，但是电路整体噪声性能会额外增加 $9\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ 。

输出反相

反相是指放大器传递函数的极性发生改变。当在输入端上施加的电压大于最大共模电压时，许多运算放大器都会表现出反相现象。在某些情况下，反相会对放大器造成永久性损坏。在反馈环路中，反相会导致系统功能异常甚至芯片损坏。CM4112 消除了反相问题，即使输入电压高于电源电压也不会产生影响。

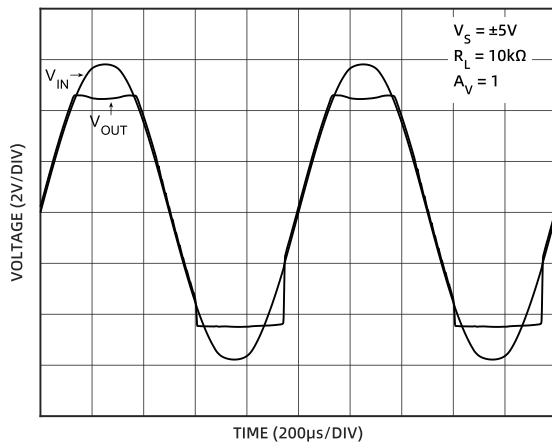


图 27 无反相 (±5V)

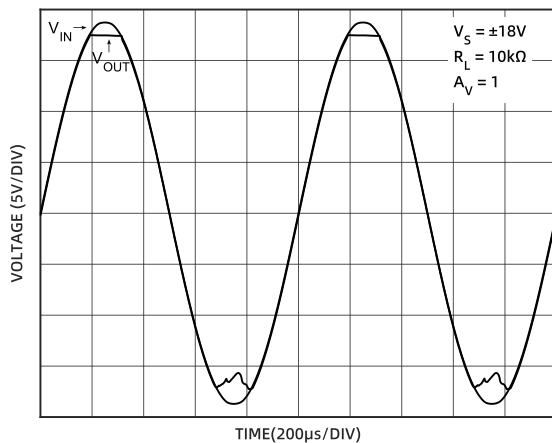


图 28 无反相 (±18V)

过载恢复时间

过载恢复时间是指放大器的输出电压从饱和状态恢复到线性响应区间所需的时间。例如对闭环增益为-100 的放大器施加±200mV 的输入电压时，按照传递函数输出电压为±20V，这便超出了采用±18V 电源供电的 CM4112 的输出电压范围，迫使输出进入饱和状态。

恢复时间对许多应用都很重要，尤其是当运算放大器必须在有较大瞬态电压的情况下放大信号时。

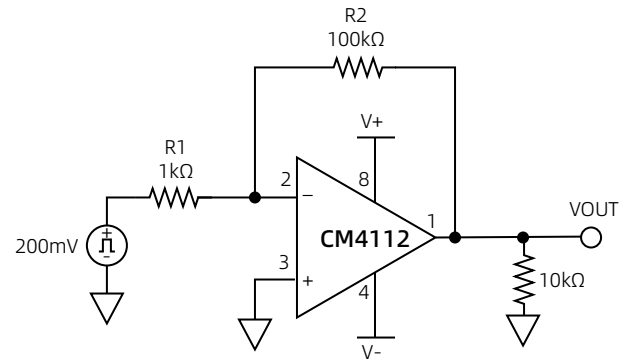


图 29 过载恢复时间的测试电路

图 19 显示了 CM4112 的正过载恢复时间。以电源±5V 为例，输出过载恢复时间为 1.2μs。

图 20 显示了 CM4112 的正过载恢复时间。以电源±18V 为例，输出过载恢复时间为 1.2μs。

图 21 显示了 CM4112 的负过载恢复时间。以电源±5V 为例，输出过载恢复时间为 1.2μs。

图 22 显示了 CM4112 的负过载恢复时间。以电源±18V 为例，输出过载恢复时间为 1.2μs。

通道隔离度

通道隔离度是指同一个芯片上不同通道之间的串扰。

CM4112的直流通道隔离度小于-150dB，随着频率的增加，通道隔离度仍能达到-120dB，在大多数应用中，允许两个放大器独立放大交流信号。

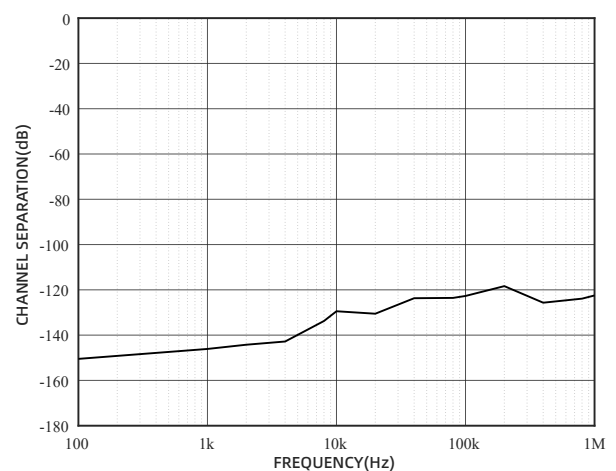


图 30 通道隔离度

应用

CM4112 在单极配置时，可以作为 16 位高精度 DAC CM7501 的输出放大器。这种情况下，CM4112 具有非常低的失调电压，CM7501 LSB 在 2.5V 基准电压下工作时为 38μV，CM4112 典型失调电压为 13.4μV，因此不用校准输出失调电压。输入偏置电流（通常几十 pA）也必须非常低，因为它乘以 CM7501 输出阻抗（大约 6kΩ）时会产生额外的 0 码误差。

轨到轨输出提供非常小误差的满量程输出。CM7501 的输出阻抗是恒定的且与输出码字无关，但 CM4112 的高输入阻抗使增益误差最小化。在这种情况下，CM4112 的高带宽也起到了很好的作用。CM4112 的建立时间为 1μs，CM7501 的建立时间也为 1μs，两者结合的建立时间大约为 1.4μs，可以从如下公式得出：

$$t_s(\text{TOTAL}) = \sqrt{(t_s\text{DAC})^2 + (t_s\text{CM4112})^2}$$

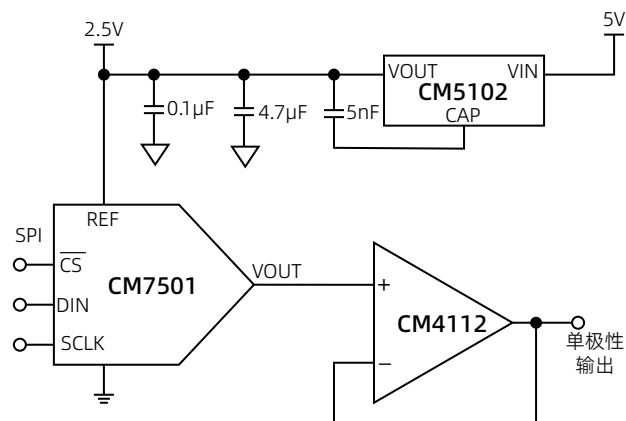


图 31 作为输出放大器

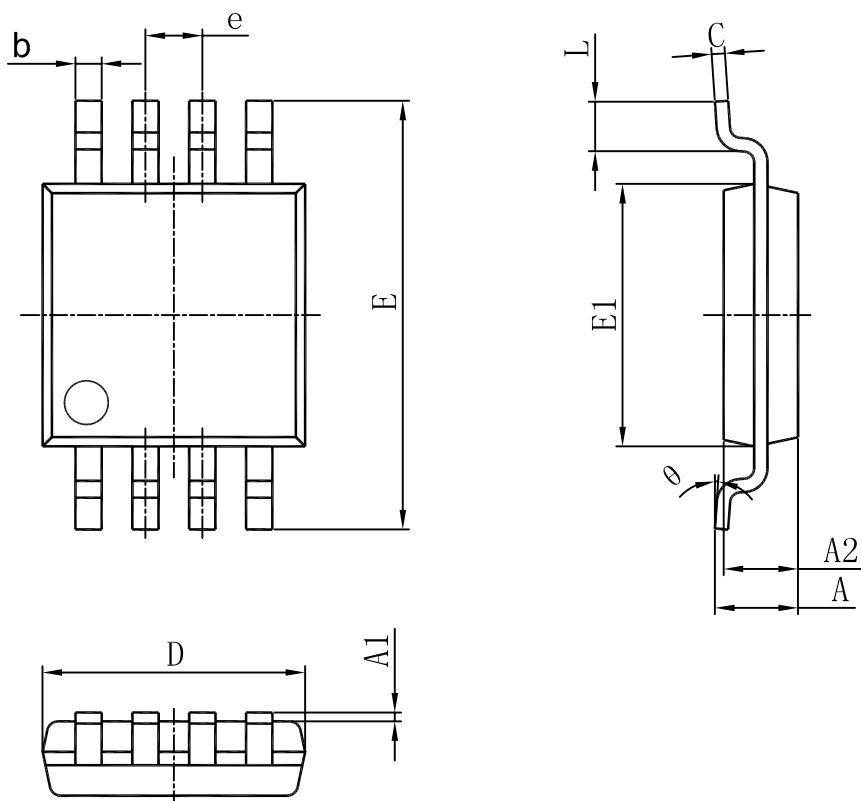
封装及订购信息

封装形式

CM4112 采用 MSOP8 和 SOP8 封装。

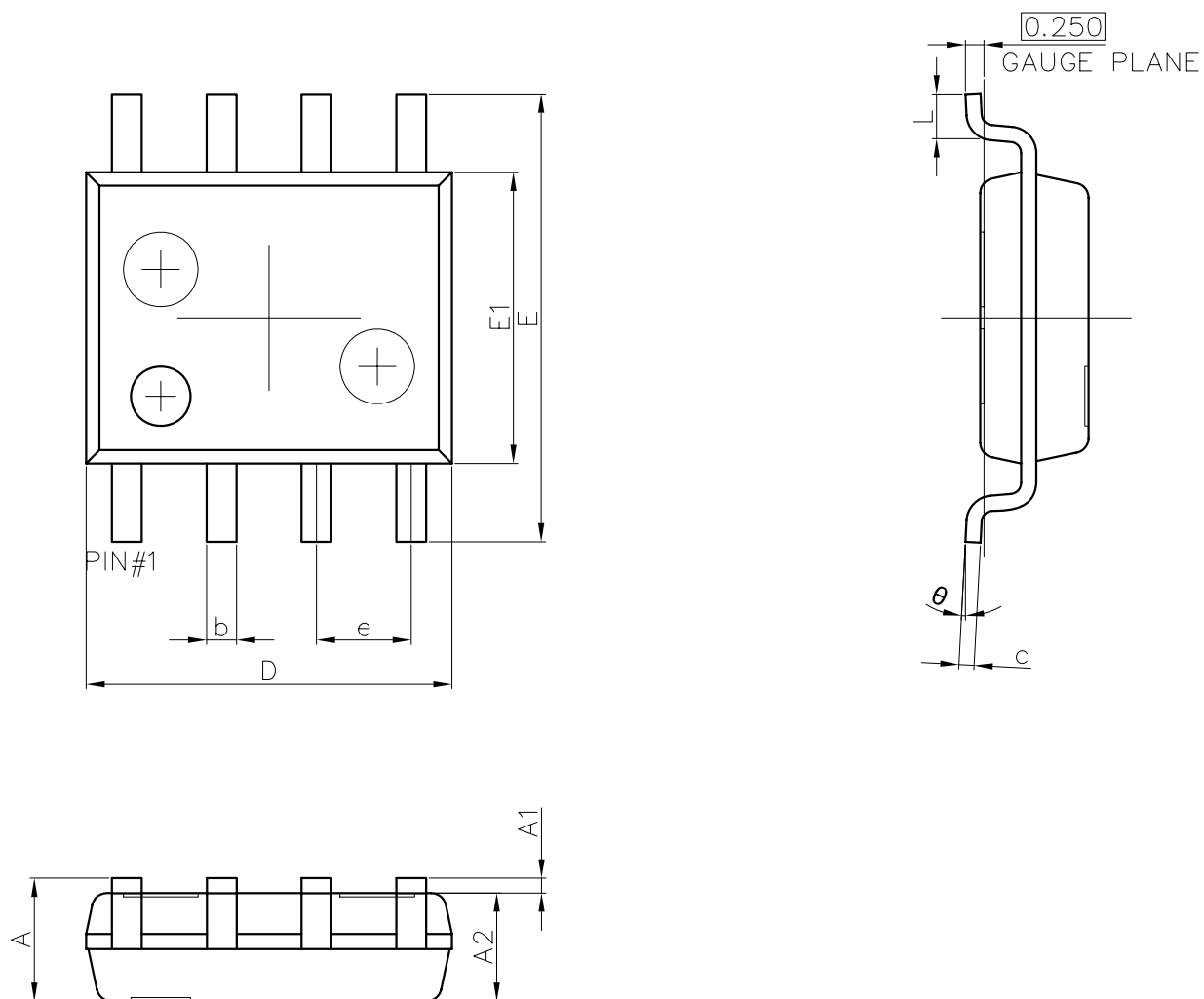
产品外形图

MSOP8



标识	尺寸 (毫米)		
	最小值	典型值	最大值
A	0.820	0.960	1.100
A1	0.020	0.085	0.150
A2	0.750	0.850	0.950
b	0.250	0.315	0.380
c	0.090	0.160	0.230
D	2.900	3.000	3.100
e	0.650 (BSC)		
E	4.750	4.900	5.050
E1	2.900	3.000	3.100
L	0.400	0.600	0.800
θ	0°	3°	6°

SOP8



标识	尺寸 (毫米)		
	最小值	典型值	最大值
A	1.300	1.500	1.700
A1	0.000	0.050	0.100
A2	1.350	1.450	1.550
b	0.330	0.420	0.510
c	0.170	0.210	0.250
D	4.700	4.900	5.100
E	5.800	6.000	6.200
E1	3.800	3.900	4.000
e	1.270 (BSC)		
L	0.400	0.835	1.270
θ	0°	4°	8°

订购信息

型号	温度范围	封装	包装
CM4112-MSOTA	-40°C~85°C	MSOP8	Reel
CM4112-SOPTA	-40°C~85°C	SOP8	Reel