

## 9MHz, RRIO, 零漂移运算放大器

### 特性

- 低失调电压: 50 $\mu$ V (最大值)
- 温漂: 0.05 $\mu$ V/ $^{\circ}$ C (最大值)
- 低静态电流: 570 $\mu$ A
- 增益带宽乘积: 9MHz
- 单电源: 2.5V ~ 5.5V
- 双电源:  $\pm$ 1.25V ~  $\pm$ 2.75V
- 压摆率: 8.5V/ $\mu$ s
- 轨到轨输入输出 (RRIO)
- 单位增益稳定
- 零交叉
- EMI/RFI滤波输入
- 工作温度范围: -40 $^{\circ}$ C to +125 $^{\circ}$ C
- 小型封装

COS388: SOT23-5/SOP-8

COS2388: SOP-8/MSOP-8

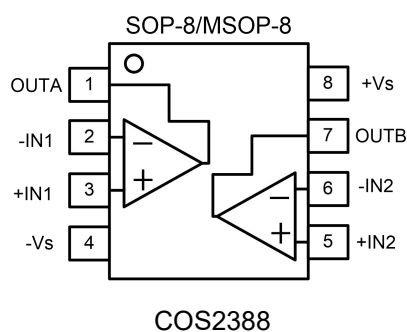
COS4388: SOP14/TSSOP14

### 应用

- 传感器调理
- 温度测量
- 传感器
- 测试设备
- 医疗仪器
- 电池供电的仪表
- A/D转换器

### 概述

COS388 (单通道)、COS2388 (双通道) 和 COS4388 (四通道) 是低噪声、零漂移、零交叉精密运算放大器, 在2.5V ~ 5.5V单电源或者 $\pm$ 1.25V ~  $\pm$ 5.5V双电源上运行。COSx388系列采用斩波稳定技术, 可提供非常低的失调电压 (最大值小于50 $\mu$ V) 和接近零的温度漂移。尽管其静态电流较低, 但COSx388系列提供了出色的整体性能和多功能性。它们具有轨到轨输入和输出范围。输出电源摆动扩展到每个轨道的1mV以内, 提供了具有出色过驱动恢复的最大输出动态范围。COSx388系列是单位增益稳定的, 增益带宽乘积为9MHz (典型值)。这些特性使该器件成为驱动高精度模数转换器 (ADC) 或缓冲高分辨率数模转换器 (DAC) 输出的理想选择。

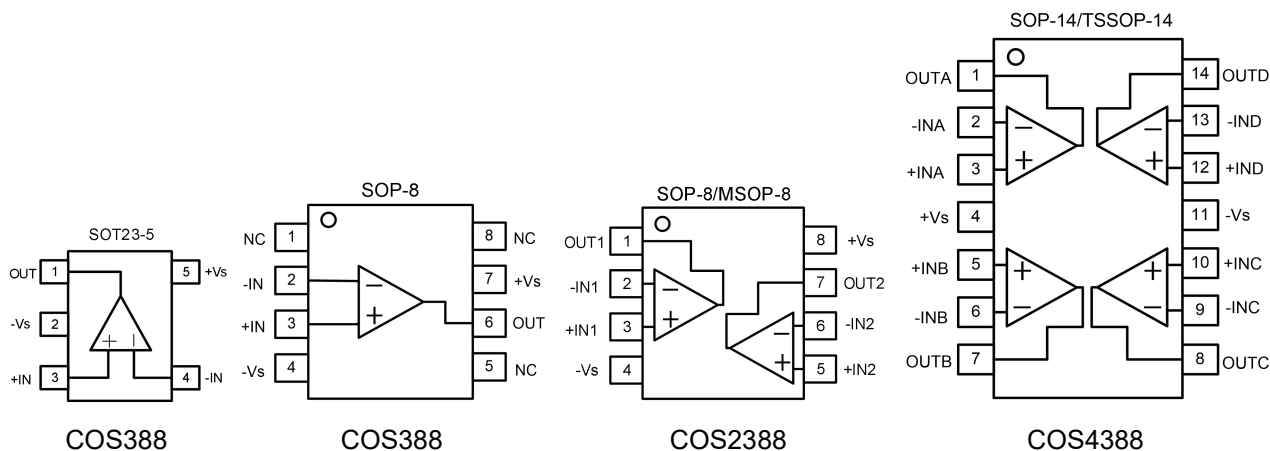


#### Rev1.1 重要声明

资料仅供参考使用, 用于协助 COSINE 客户进行设计与研发。COSINE 有权在不事先通知的情况下, 保留因技术革新而改变上述资料的权利。

COSINE 产品全部经过出厂测试。针对具体的实际应用, 客户需负责自行评估, 并确定是否适用。COSINE 对客户使用所述资源的授权仅限于开发所涉及 COSINE 产品的相关应用。除此之外不得复制或展示所述资源, 如因使用所述资源而产生任何索赔、赔偿、成本、损失及债务等, COSINE 对此概不负责。

## 1. 引脚的配置和功能



## 引脚功能

| 名称  | 描述        | 说明                                            |
|-----|-----------|-----------------------------------------------|
| +Vs | 正电源       | 在电源引脚之间或供电引脚和地面之间, 应尽量靠近器件放置一个0.1μF的旁路电容。     |
| -Vs | 负电源或者接地电源 | 如果不接地, 应尽量在靠近该部位的地方用0.1μF的电容旁路。               |
| -IN | 负输入       | 放大器的反相输入端。该引脚的电压范围可以从 -Vs -0.3V 到 +Vs + 0.3V。 |
| +IN | 正输入       | 放大器的同相输入端。这个引脚与-IN具有相同的电压范围。                  |
| OUT | 输出        | 输出电压范围扩展到每个供电轨道的毫伏内。                          |

## 2. 订购信息

| 通道 | 产品      | 型号        | 封装形式     | 包装选项       | 打印名称      |
|----|---------|-----------|----------|------------|-----------|
| 1  | COS388  | COS388TR  | SOT23-5  | 编带卷装, 3000 | COS388    |
|    | COS388  | COS388SR  | SOP-8    | 编带卷装, 4000 | COS388SR  |
| 2  | COS2388 | COS2388SR | SOP-8    | 编带卷装, 4000 | COS2388SR |
|    | COS2388 | COS2388MR | MSOP-8   | 编带卷装, 3000 | COS2388MR |
| 4  | COS4388 | COS4388SR | SOP-14   | 编带卷装, 3000 | COS4388SR |
|    | COS4388 | COS4388TR | TSSOP-14 | 编带卷装, 4000 | COS4388TR |

### 3. 产品规格

#### 3.1 绝对最高额定值 <sup>(1)</sup>

| 参数                  | 范围                      | 单位 |
|---------------------|-------------------------|----|
| 电源: +Vs to -Vs      | 6                       | V  |
| 输入电压                | -Vs -0.5V to +Vs + 0.5V | V  |
| 输入电流 <sup>(2)</sup> | 10                      | mA |
| 储存温度范围              | -65 to 150              | °C |
| 连接温度                | 150                     | °C |
| 工作温度范围              | -40 to 125              | °C |
| ESD(HBM)            | 2000                    | V  |

(1) 超过绝对最大额定值的应力可能会损坏器件。超过推荐的工作条件下，设备可能无法工作或操作，不建议对部件施加压力到这些水平。此外，长时间暴露在超过推荐工作条件的应力下可能会影响设备的可靠性。绝对最大额定值只是压力额定值。

(2) 输入端用二极管钳位在电源轨上。如果在电源轨道以外输入信号摆动超过 0.5V，应将电流限制在 10 mA 或更小。

#### 3.2 热量数据

| 参数                     | 范围                                                                        | 单位   |
|------------------------|---------------------------------------------------------------------------|------|
| 封装导热阻抗 $R_{\theta JA}$ | 190 (SOT23-5)<br>206 (MSOP8)<br>155 (SOP8)<br>105 (TSSOP14)<br>82 (SOP14) | °C/W |

#### 3.3 推荐工作条件

| 参数       | 范围          | 单位 |
|----------|-------------|----|
| 直流电源电源   | 2.5V ~ 5.5V | V  |
| 输入共模电压范围 | -Vs ~ +Vs   | V  |
| 工作环境温度   | -40 to +85  | °C |

### 3.4 电气特性

(若无特殊说明,  $+V_S=+5V$ ,  $-V_S=0$ ,  $V_{CM}=V_S/2$ ,  $T_A=+25^{\circ}C$ ,  $R_L=10k\Omega$  to  $V_S/2$ 。)

| 参数           | 符号                       | 条件                          | 最小值    | 典型值         | 最大值        | 单位                |
|--------------|--------------------------|-----------------------------|--------|-------------|------------|-------------------|
| <b>输入特性</b>  |                          |                             |        |             |            |                   |
| 输入失调电压       | $V_{OS}$                 |                             |        | $\pm 5$     | $\pm 50$   | $\mu V$           |
| 输入失调电压漂移     | $\Delta V_{OS}/\Delta T$ | $-40$ to $125^{\circ}C$     |        | $\pm 0.005$ | $\pm 0.05$ | $\mu V/^{\circ}C$ |
| 输入偏置电流       | $I_B$                    |                             |        | $\pm 30$    |            | $pA$              |
| 输入失调电流       | $I_{OS}$                 |                             |        | $\pm 30$    |            | $pA$              |
| 共模电压范围       | $V_{CM}$                 | $V_S = 5.5V$                | $-0.1$ |             | $5.6$      | $V$               |
| 共模抑制比        | CMRR                     | $V_{CM} = 0.1V$ to $4.9V$   |        | $120$       |            | $dB$              |
| 开环电压增益       | $A_{OL}$                 | $V_O = 0.2V$ to $4.8V$      |        | $145$       |            | $dB$              |
| <b>输出特性</b>  |                          |                             |        |             |            |                   |
| 输出最大电压与电源轨间距 |                          | $R_L = 100k\Omega$          |        | $1$         |            | $mV$              |
|              |                          | $R_L = 10k\Omega$           |        | $8$         |            | $mV$              |
| 短路电流         | $I_{SR}$                 | Sourcing                    |        | $21$        |            | $mA$              |
|              | $I_{SK}$                 | Sinking                     |        | $22$        |            | $mA$              |
| <b>电源</b>    |                          |                             |        |             |            |                   |
| 工作电压范围       |                          |                             | $2.5$  |             | $5.5$      | $V$               |
| 电源抑制比        | PSRR                     | $V_S = 2.5V$ to $5.5V$      |        | $120$       |            | $dB$              |
| 静态电流         | $I_Q$                    | $V_S = 5.0V$                |        | $570$       |            | $\mu A$           |
| <b>动态特性</b>  |                          |                             |        |             |            |                   |
| 增益带宽积        | GBWP                     | $G = +1$                    |        | $9$         |            | $MHz$             |
| 压摆率          | SR                       | $G = +1$ , $2V$ Output Step |        | $8.5$       |            | $V/\mu s$         |
| <b>噪声特性</b>  |                          |                             |        |             |            |                   |
| 电压噪声密度       | $e_n$                    | $f = 1kHz$                  |        | $12$        |            | $nV/\sqrt{Hz}$    |

## 4.0 应用说明

### 驱动电容负载

驱动大电容负载会导致电压反馈运放放大器的稳定性问题。随着负载电容的增大，反馈回路的相位余裕减小，闭环带宽减小。这将在频率响应中产生增益峰值，在阶跃响应中产生过调和振铃。单位增益跟随电路( $G = +1$ )对电容负载最为敏感，但所有增益表现出相同的一般行为。

当使用这些运算放大器来驱动大电容负载（例如，负载  $> 100 \text{ pF}$ ，当  $G = +1$ ）时，一个小串联电阻在输出端（图 1 中的  $R_{ISO}$ ）通过改变高频率的输出负载特性，提高了反馈回路的相位余裕（稳定性）。然而，它并没有改变带宽。

如何选择  $R_{ISO}$ ，首先检查频率响应峰值（或阶跃响应过冲量）。如果响应是合理的，那么您就不需要  $R_{ISO}$ 。否则，尝试选择  $R_{ISO}$  在  $1 \text{ k}\Omega$  左右，并修改其值，直到响应合理为止。

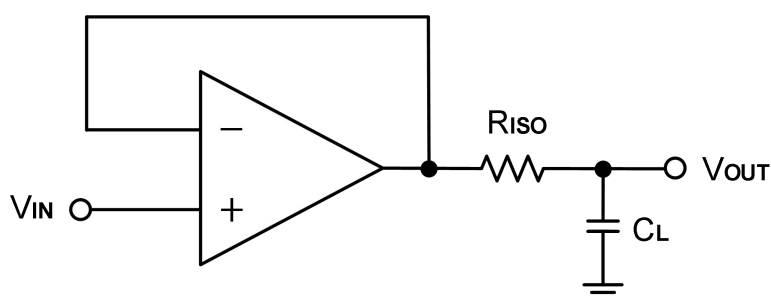


图 1. 间接驱动大容量负载

一个改进的电路如图 2 所示。它提供了直流精度和交流稳定性。 $R_F$  通过将反相信号与输出连接来提供直流精度， $C_F$  和  $R_{ISO}$  通过将输出信号的高频分量馈回放大器的反相输入来抵消相位裕度的损失，从而在整个反馈回路中保持相位裕度。

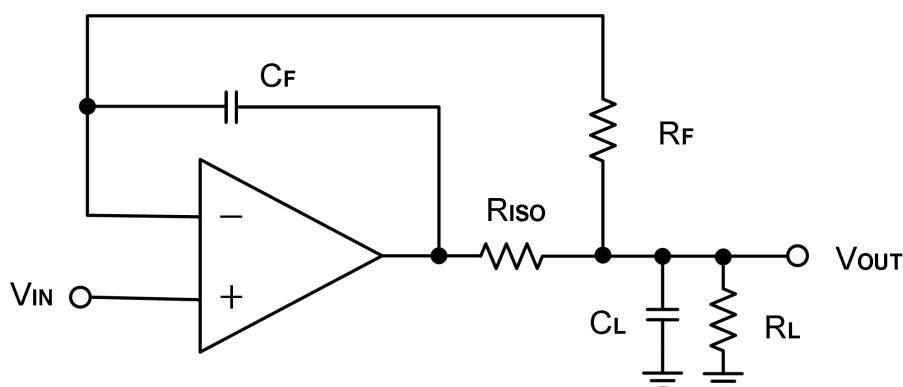


图 2. 具有直流精度的大容量负载驱动电路

对于同相放大电路，还有另外两种方法来增加相位裕度：(a)通过增加放大器的增益，或者(b)通过将一个电容与反馈电阻并联，以抵消与反相端相关的寄生电容，如图 3 所示。

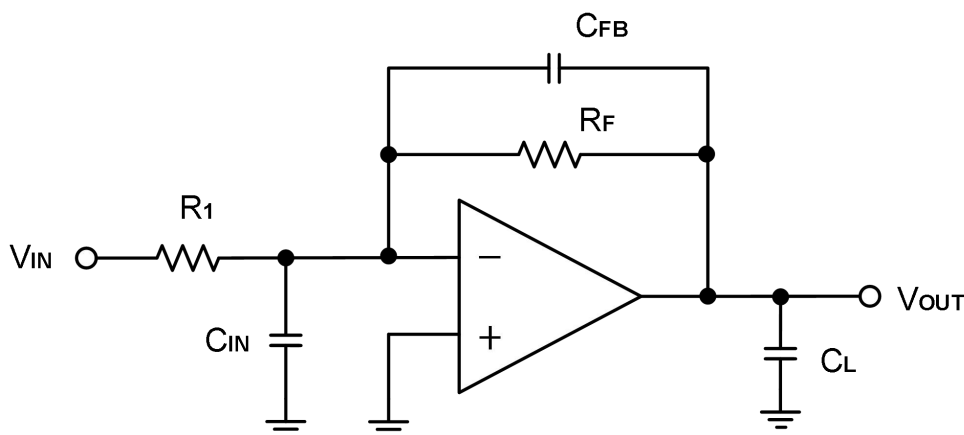


图 3. 在同相架构中添加一个反馈电容

## 电源旁路和布局

COS855x 可工作在+1.8V 到+5.5V 单电源或±0.9V 到±2.75V 双电源。单电源工作时，用一个 0.1μF 的陶瓷电容旁路+Vs 电源，该电容应尽量靠近+Vs 引脚。对于双电源工作，+Vs 和-Vs 电源都应该通过单独的 0.1μF 陶瓷电容器旁路到地。可添加 2.2μF 钽电容，性能更佳。

电流路径的长度与寄生电感的大小成正比，因此与该路径的高频阻抗成正比。感应接地回路中的高速电流会产生不必要的电压噪声。较宽的地平面区域会减小寄生电感。因此，接地层对于高速电路设计是非常重要的。

## 典型应用电路

### 差分放大器

图 4 中所示的电路执行差分运算。如果电阻比相等 ( $R_4 / R_3 = R_2 / R_1$ )，则

$$V_{OUT} = (V_{IP} - V_{IN}) \times R_2 / R_1 + V_{REF}$$

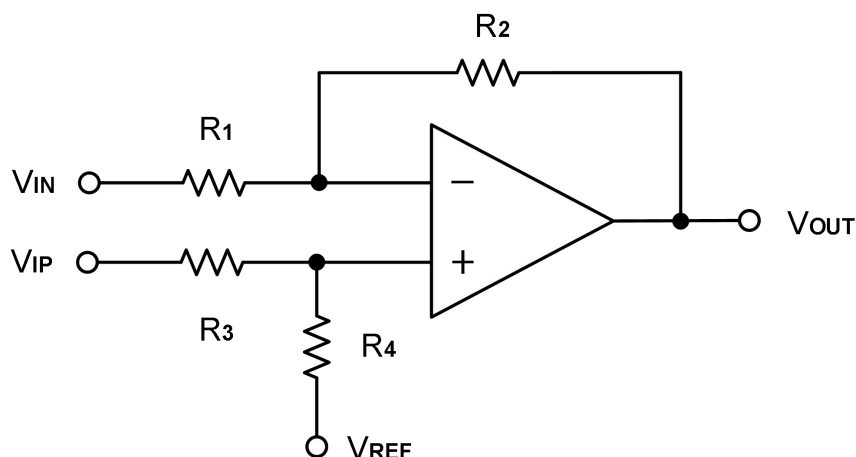


图 4. 差分放大器

### 低通有源滤波器

当接收低电平信号时，通常需要限制进入系统的输入信号的带宽。建立这种有限带宽的最简单方法是在放大器的同相端放置 RC 滤波器。如果需要更多的衰减，则需要一个多极滤波器。Sallen-Key 过滤器可用于此任务，如图 5 所示。为了获得最佳效果，放大器的带宽应该是滤波器频率带宽的 8 到 10 倍。如果不遵循这一准则，可能会导致相位裕度的减少。如果反馈电阻过大，它可能与寄生电容耦合，并在高速放大器中引起不希望的效果，如振铃或振荡。保持阻值尽可能低，并与输出负载协同考虑。

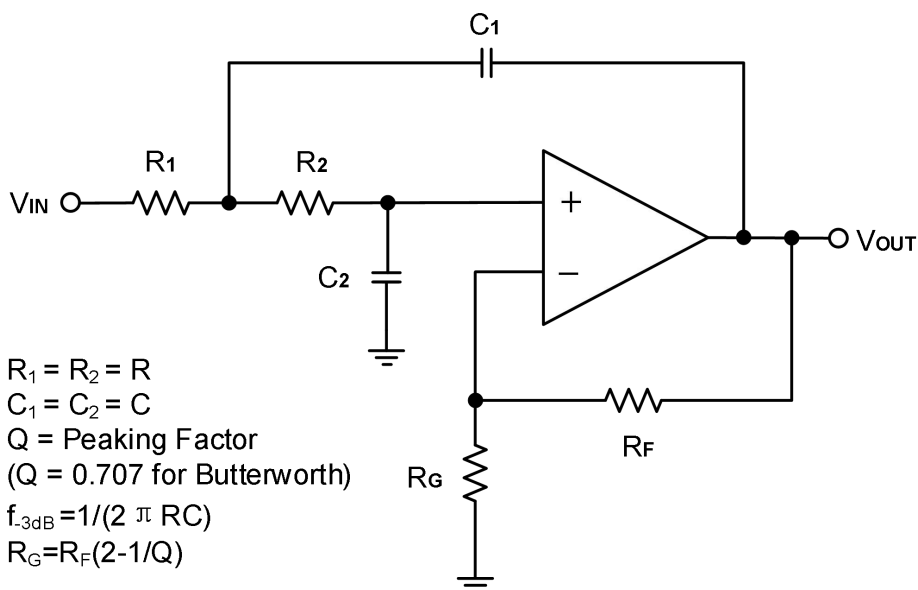
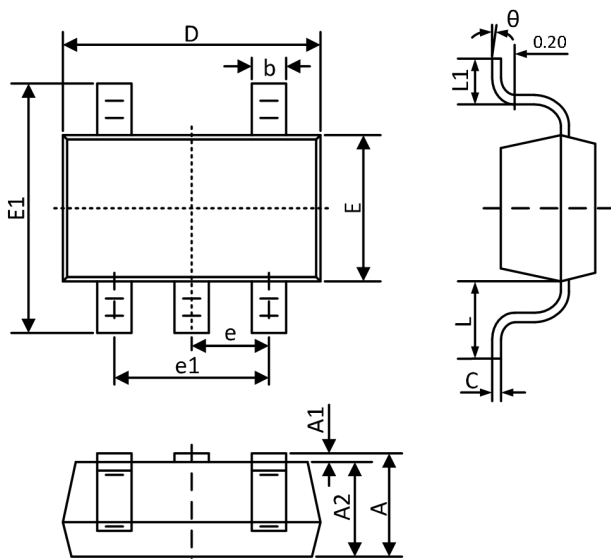


图 5. 双极点低通 Sallen-Key 有源滤波器

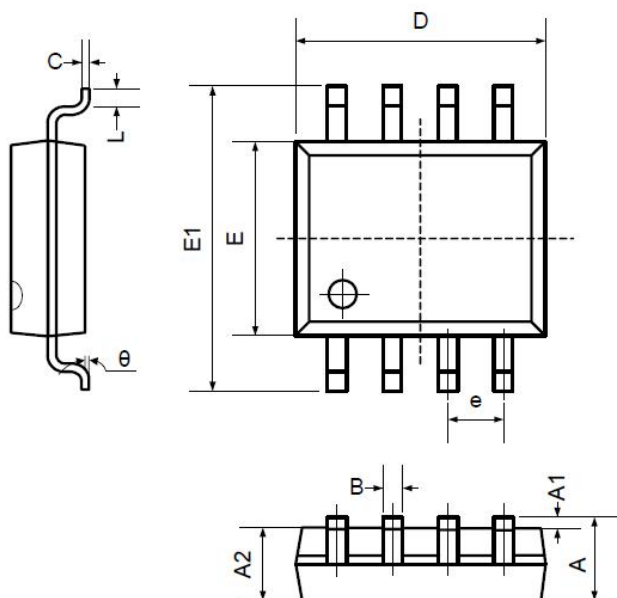
## 5. 封装信息

### 5.1 SOT23-5 (封装外形尺寸)



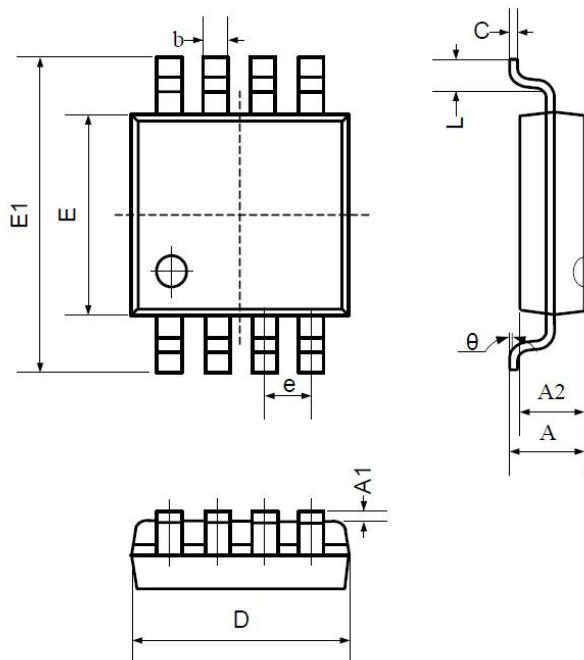
| Symbol | Dimensions<br>In Millimeters |       | Dimensions<br>In Inches |       |
|--------|------------------------------|-------|-------------------------|-------|
|        | MIN                          | MAX   | MIN                     | MAX   |
| A      | 1.050                        | 1.250 | 0.041                   | 0.049 |
| A1     | 0.000                        | 0.100 | 0.000                   | 0.004 |
| A2     | 1.050                        | 1.150 | 0.041                   | 0.045 |
| b      | 0.300                        | 0.400 | 0.012                   | 0.016 |
| c      | 0.100                        | 0.200 | 0.004                   | 0.008 |
| D      | 2.820                        | 3.020 | 0.111                   | 0.119 |
| E      | 1.500                        | 1.700 | 0.059                   | 0.067 |
| E1     | 2.650                        | 2.950 | 0.104                   | 0.116 |
| e      | 0.950TYP                     |       | 0.037TYP                |       |
| e1     | 1.800                        | 2.000 | 0.071                   | 0.079 |
| L      | 0.700REF                     |       | 0.028REF                |       |
| L1     | 0.300                        | 0.600 | 0.012                   | 0.024 |
| θ      | 0°                           | 8°    | 0°                      | 8°    |

### 5.2 SOP8 (封装外形尺寸)



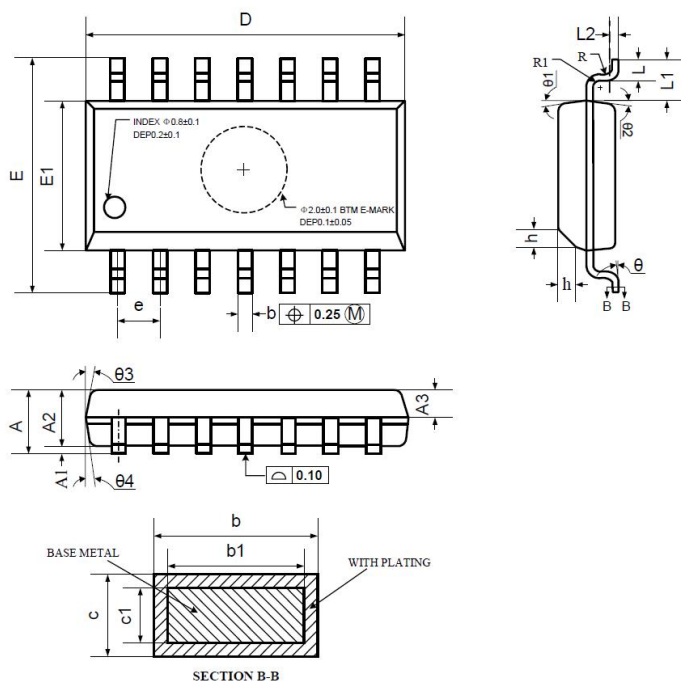
| Symbol | Dimensions<br>In Millimeters |       | Dimensions<br>In Inches |       |
|--------|------------------------------|-------|-------------------------|-------|
|        | Min                          | Max   | Min                     | Max   |
| A      | 1.350                        | 1.750 | 0.053                   | 0.069 |
| A1     | 0.100                        | 0.250 | 0.004                   | 0.010 |
| A2     | 1.350                        | 1.550 | 0.053                   | 0.061 |
| B      | 0.330                        | 0.510 | 0.013                   | 0.020 |
| C      | 0.190                        | 0.250 | 0.007                   | 0.010 |
| D      | 4.780                        | 5.000 | 0.188                   | 0.197 |
| E      | 3.800                        | 4.000 | 0.150                   | 0.157 |
| E1     | 5.800                        | 6.300 | 0.228                   | 0.248 |
| e      | 1.270TYP                     |       | 0.050TYP                |       |
| L      | 0.400                        | 1.270 | 0.016                   | 0.050 |
| θ      | 0°                           | 8°    | 0°                      | 8°    |

## 5.3 MSOP8 (封装外形尺寸)



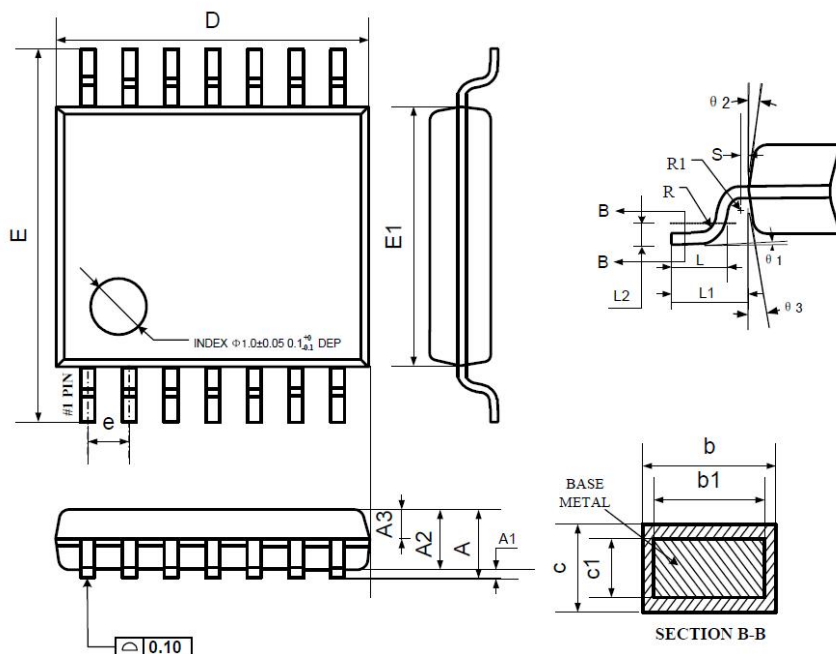
| Symbol | Dimensions<br>In Millimeters |       | Dimensions<br>In Inches |       |
|--------|------------------------------|-------|-------------------------|-------|
|        | Min                          | Max   | Min                     | Max   |
| A      | 0.800                        | 1.200 | 0.031                   | 0.047 |
| A1     | 0.000                        | 0.200 | 0.000                   | 0.008 |
| A2     | 0.760                        | 0.970 | 0.030                   | 0.038 |
| b      | 0.30 TYP                     |       | 0.012 TYP               |       |
| c      | 0.15 TYP                     |       | 0.006 TYP               |       |
| D      | 2.900                        | 3.100 | 0.114                   | 0.122 |
| e      | 0.65 TYP                     |       | 0.026 TYP               |       |
| E      | 2.900                        | 3.100 | 0.114                   | 0.122 |
| E1     | 4.700                        | 5.100 | 0.185                   | 0.201 |
| L      | 0.410                        | 0.650 | 0.016                   | 0.026 |
| θ      | 0°                           | 6°    | 0°                      | 6°    |

## 5.4 SOP14 (封装外形尺寸)



| Symbol | Dimensions<br>In Millimeters |      |      |
|--------|------------------------------|------|------|
|        | MIN                          | NOM  | MAX  |
| A      | 1.35                         | 1.60 | 1.75 |
| A1     | 0.10                         | 0.15 | 0.25 |
| A2     | 1.25                         | 1.45 | 1.65 |
| A3     | 0.55                         | 0.65 | 0.75 |
| b      | 0.36                         |      | 0.49 |
| b1     | 0.35                         | 0.40 | 0.45 |
| c      | 0.16                         |      | 0.25 |
| c1     | 0.15                         | 0.20 | 0.25 |
| D      | 8.53                         | 8.63 | 8.73 |
| E      | 5.80                         | 6.00 | 6.20 |
| E1     | 3.80                         | 3.90 | 4.00 |
| e      | 1.27 BSC                     |      |      |
| L      | 0.45                         | 0.60 | 0.80 |
| L1     | 1.04 REF                     |      |      |
| L2     | 0.25 BSC                     |      |      |
| R      | 0.07                         |      |      |
| R1     | 0.07                         |      |      |
| h      | 0.30                         | 0.40 | 0.50 |
| θ      | 0°                           |      | 8°   |
| θ1     | 6°                           | 8°   | 10°  |
| θ2     | 6°                           | 8°   | 10°  |
| θ3     | 5°                           | 7°   | 9°   |
| θ4     | 5°                           | 7°   | 9°   |

## 5.5 TSSOP14 (封装外形尺寸)



| Symbol | Dimensions<br>In Millimeters |      |      |
|--------|------------------------------|------|------|
|        | MIN                          | NOM  | MAX  |
| A      | —                            | —    | 1.20 |
| A1     | 0.05                         | —    | 0.15 |
| A2     | 0.90                         | 1.00 | 1.05 |
| A3     | 0.34                         | 0.44 | 0.54 |
| b      | 0.20                         | —    | 0.28 |
| b1     | 0.20                         | 0.22 | 0.24 |
| c      | 0.10                         | —    | 0.19 |
| c1     | 0.10                         | 0.13 | 0.15 |
| D      | 4.86                         | 4.96 | 5.06 |
| E      | 6.20                         | 6.40 | 6.60 |
| E1     | 4.30                         | 4.40 | 4.50 |
| e      | 0.65 BSC                     |      |      |
| L      | 0.45                         | 0.60 | 0.75 |
| L1     | 1.00 REF                     |      |      |
| L2     | 0.25 BSC                     |      |      |
| R      | 0.09                         | —    | —    |
| R1     | 0.09                         | —    | —    |
| S      | 0.20                         | —    | —    |
| θ1     | 0°                           | —    | 8°   |
| θ2     | 10°                          | 12°  | 14°  |
| θ3     | 10°                          | 12°  | 14°  |

## 6. 相关产品

| 型号        | 描述                                                                        |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------|
| COS6042   | 24kHz, 0.5μA, Nano-Power Op Amps, 1.4V to 5.5V Supply                     |
| COS8042   | 160MHz, 5.5mA, High Speed Op Amps, 3V to 12V Supply                       |
| COS2172   | 10MHz, 1.2mA, RRIO Op Amps, 4.5 to 40V Supply                             |
| COS2333   | 350kHz, 18μA, Precision Op Amps, 1.8 to 5.5V Supply, Zero Drift, Vos<10μV |
| COS8552   | 1.5MHz, 55μA, Precision Op Amps, 1.8 to 5.5V Supply, Zero Drift, Vos<10μV |
| COS2388   | 9MHz, 570μA, Precision Op Amps, 1.8 to 5.5V Supply, Zero Drift, Vos<10μV  |
| COS2227   | 10MHz, 1.3mA, Precision Op Amps, 4.5 to 36V Supply, Vos<50μV              |
| COS2182   | 5MHz, 580μA, RRIO Precision Op Amps, 4.5 to 40V Supply, Vos<50μV          |
| COS620    | 1.5MHz, 1.3mA, Instrumentation Amps, 4.5 to 36V Supply, Vos<50μV          |
| COSINA333 | 150kHz, 65μA, Instrumentation Amps, 1.8 to 5.5V Supply, Vos<25μV          |