

无锡泰连芯科技有限公司

TLX844X 型

32V 3.8MHz 轨至轨输出 CMOS 运算放大器

2024 年 06 月

32V、3.8MHz 轨至轨输出 CMOS 运算放大器

1 特点

- 高增益带宽: **3.8 MHz**
- 输入失调电压: **$\pm 0.8mV$** (典型值)
- 静态电流: **0.44 mA/Amp**
- 轨到轨输出
- 供货范围: **3V 至 32V**
- 额定温度高达 **+125°C**
- 微尺寸封装: **SOP8、MSOP8、TSSOP8、SOP14、TSSOP14**

2 应用

- 传感器
- 光电二极管放大
- 有源滤波器
- 测试设备
- 驱动 **A/D** 转换器

3 描述

TLX844X 系列产品提供高电压 (32V) 操作和轨到轨输出，以及出色的速度/功耗比，提供出色的带宽 (3.8 MHz) 和 15V/us 的转换速率。运算放大器具有单位增益稳定，并具有超低输入偏置电流。

输入可以在负电源轨至正电源轨以下 1.5V 的范围内正常工作。超出电源轨的输入信号不会引起相位反转。TLX844X 系列运算放大器的额定全温度范围为 -55 °C 至 +125 °C，单电源为 3V 至 32V，双电源为 $\pm 1.5 V$ 至 $\pm 16 V$ 。

质量等级: 军温级&N1级

设备信息⁽¹⁾

| 产品编号 | 封装 | 主体尺寸 (标称) |
|---------|---------|-----------------|
| TLX8442 | SOP8 | 4.90mm x 3.90mm |
| | MSOP8 | 3.00mm x 3.00mm |
| | TSSOP8 | 3.00mmx4.40mm |
| TLX8444 | SOP14 | 8.65mm x 3.90mm |
| | TSSOP14 | 5.00mm x 4.40mm |

(1) 要了解所有可用的封装，请参阅数据表末尾的可订购附录。

目录

| | |
|---------------------------------------|----|
| 1 特点 | 2 |
| 2 应用 | 2 |
| 3 描述 | 2 |
| 设备信息 ⁽¹⁾ | 2 |
| 4 修订历史 | 4 |
| 5 封装/订购信息 ⁽¹⁾ | 5 |
| 6 引脚配置和功能（顶视图） | 6 |
| 7 规格 | 9 |
| 7.1 绝对最大额定值 | 9 |
| 7.2 ESD 额定值 | 9 |
| 7.4 电气特性 | 9 |
| 7.5 典型特性 | 12 |
| 8 封装外形尺寸 | 14 |
| 9 卷带信息 | 19 |

4 修订历史

注意：以前修订的页码可能与当前版本的页码不同。

| 版本 | 更改日期 | 更改项目 |
|-------|------------|--------------------------------|
| A.0 | 2023/10/18 | 初步版本完成 |
| A.0.1 | 2023/11/29 | 更新电气特性 |
| A.1 | 2023/12/29 | 更新电气特性和典型特性 |
| A.1.1 | 2024/03/01 | 修改包装命名 |
| A.2 | 2024/11/08 | 1.添加 TSSOP8 封装 2.删除 TLX8441 |
| A.3 | 2024/11/22 | 更新输入失调电压 |

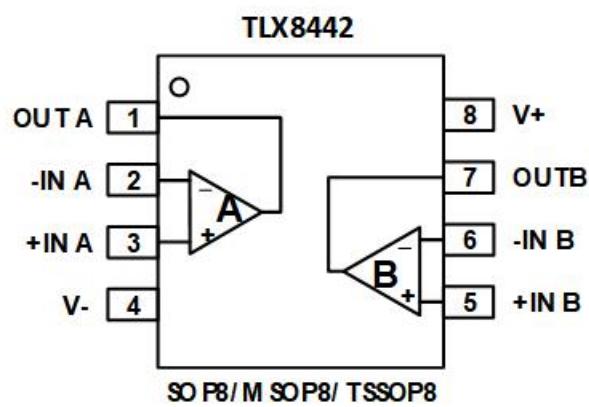
5 封装/订购信息⁽¹⁾

| 订购型号 | 温度等级 | 封装类型 | MSL | 质量等级 |
|------------|-----------------|---------|--------|--------|
| JTLX8442XK | -55 °C ~+125 °C | SOP8 | MSL1/3 | N1/军温级 |
| JTLX8442XM | -55 °C ~+125 °C | MSOP8 | MSL1/3 | N1/军温级 |
| JTLX8442XQ | -55 °C ~+125 °C | TSSOP8 | MSL1/3 | N1/军温级 |
| JTLX8444XP | -55 °C ~+125 °C | SOP14 | MSL1/3 | N1/军温级 |
| JTLX8444XQ | -55 °C ~+125 °C | TSSOP14 | MSL1/3 | N1/军温级 |
| TLX8442XK | -40 °C ~+125 °C | SOP8 | MSL1/3 | 工业级 |
| TLX8442XM | -40 °C ~+125 °C | MSOP8 | MSL1/3 | 工业级 |
| TLX8442XQ | -40 °C ~+125 °C | TSSOP8 | MSL1/3 | 工业级 |
| TLX8444XP | -40 °C ~+125 °C | SOP14 | MSL1/3 | 工业级 |
| TLX8444XQ | -40 °C ~+125 °C | TSSOP14 | MSL1/3 | 工业级 |

笔记:

- (1) 此信息是指定设备的最新可用数据。此数据如有更改，恕不另行通知，也不会修订本文档。如需此数据表的浏览器版本，请参阅右侧导航。
- (2) 可能还有额外的标记，涉及批次跟踪代码信息（数据代码和供应商代码）、设备上的徽标或环境类别。
- (3) TLXIC 使用符合 JEDEC 工业标准 J-STD-20F 的组装工厂中的通用预处理设置对 MSL 级别进行分类，如果您的最终应用对预处理设置非常关键或者您有特殊要求，请与 TLXIC 保持一致。

6 引脚配置和功能（顶视图）

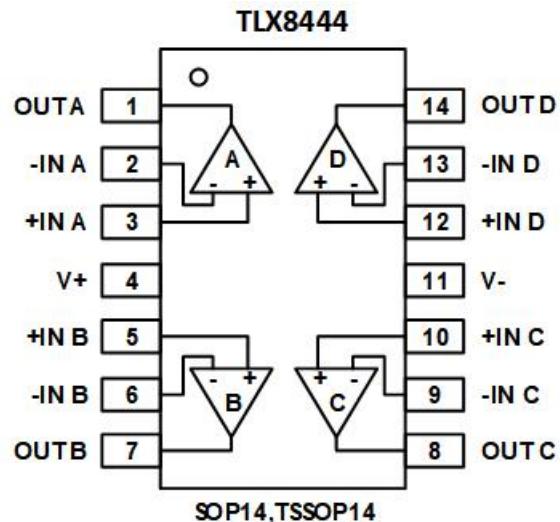


引脚描述

| 代码 | 引脚 SOP8/MSOP8/TSSOP8 | I/O ⁽¹⁾ | 描述 |
|------|--------------------------------|--------------------|---------------------|
| | | | |
| -INA | 2 | I | 反相输入, 通道A |
| +INA | 3 | I | 同相输入, 通道A |
| -INB | 6 | I | 反相输入, 通道B |
| +INB | 5 | I | 同相输入, 通道B |
| OUTA | 1 | O | 输出, 通道 A |
| OUTB | 7 | O | 输出, 通道 B |
| V- | 4 | - | 负(最低)电源或接地(用于单电源操作) |
| V+ | 8 | - | 正极(最高)电源 |

(1) I = 输入, O = 输出。

引脚配置和功能（顶视图）



引脚描述

| 代码 | 引脚 | I/O ⁽¹⁾ | 描述 |
|------|---------------|--------------------|---------------------|
| | SOP14/TSSOP14 | | |
| -INA | 2 | I | 反相输入, 通道A |
| +INA | 3 | I | 同相输入, 通道A |
| -INB | 6 | I | 反相输入, 通道B |
| +INB | 5 | I | 同相输入, 通道B |
| -INC | 9 | I | 反相输入, 通道C |
| +INC | 10 | I | 同相输入, 通道C |
| -IND | 13 | I | 反相输入, 通道D |
| +IND | 12 | I | 同相输入, 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)电源或接地(用于单电源操作) |
| V+ | 4 | - | 正极(最高)电源 |

(1) I = 输入, O = 输出。

7 规格

7.1 绝对最大额定值

在自然通风工作温度范围内（除非另有说明）⁽¹⁾

| | | 最小值 | 最大值 | 单位 |
|---------------|-------------------------|------------|------------|------|
| 电压 | 电源, $V_S = (V+) - (V-)$ | -0.7 | 36 | V |
| | 信号输入引脚 ⁽²⁾ | (V-) - 0.2 | (V+) + 0.2 | |
| | 信号输出引脚 ⁽³⁾ | (V-) - 0.2 | (V+) + 0.2 | |
| 电流 | 信号输入引脚 ⁽²⁾ | -10 | 10 | mA |
| | 信号输出引脚 ⁽³⁾ | -100 | 100 | mA |
| | 输出短路 ⁽⁴⁾ | 连续的 | | |
| θ_{JA} | 封装热阻 ⁽⁵⁾ | SOP8 | 110 | °C/W |
| | | MSOP8 | 170 | |
| | | TSSOP8 | 240 | |
| | | SOP14 | 105 | |
| | | TSSOP14 | 90 | |
| 温度 | 工作范围, T_A | -55 | 125 | °C |
| | 交界处, $T_J^{(6)}$ | -55 | 125 | |
| | 储存温度, T_{stg} | -55 | 150 | |

(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条件下可能会降低器件的可靠性。这些只是应力额定值，并不表示器件在这些或任何超出规定条件的条件下能够正常工作。

(2) 输入端通过二极管钳位到电源轨。输入信号如果超出电源轨 0.2V 以上，则应将电流限制在 10mA 或以下。

(3) 输出端通过二极管钳位到电源轨。输出信号如果能超出电源轨 0.2V 以上，则应将电流限制在 ±100 mA 或以下。

(4) 短路至地，每个包装一个放大器。

(5) 封装热阻按照JESD-51计算。

(6) 最大功耗是 $T_J^{(MAX)}$ 、 $R_{\theta JA}$ 和 T_A 的函数。任何环境温度下允许的最大功耗为 $P_D = (T_J^{(MAX)} - T_A) / R_{\theta JA}$ 。所有数字适用于直接焊接到 PCB 上的封装。

7.2 ESD 额定值

以下 ESD 信息仅适用于在 ESD 保护区域内处理 ESD 敏感设备。

| | | | 数值 | 单位 |
|-------------|------|--------------|-------|----|
| $V_{(ESD)}$ | 静电放电 | 人体模型 (HBM) | ±2000 | V |
| | | 充电器件模型 (CDM) | ±1500 | |



ESD 敏感度警告

ESD 损坏的范围从轻微的性能下降到设备完全失效。精密集成电路更容易受到损坏，因为非常小的参数变化都可能导致设备不符合其公布的规格。

7.3 建议工作条件

在自然通风工作温度范围内（除非另有说明）

| | | 最小值 | 正常值 | 最大值 | 单位 |
|---------------------------|-----|------|-----|-----|----|
| 供电电压, $V_S = (V+) - (V-)$ | 单电源 | 3 | | 32 | V |
| | 双电源 | ±1.5 | | ±16 | |

7.4 电气特性

($T_A = +25^\circ C$, $V_S = 3 V$ 至 $32V$, $R_L = 10k \Omega$ 连接至 $s/2$, 且 $V_{OUT} = V_S/2$, $V_{CM} = V_S/2$, Full⁽⁹⁾ = $-55^\circ C$ to $125^\circ C$, (除非另有说明.)⁽¹⁾)

| 范围 | 测试条件 | 温度 | TLX844X | 单位 |
|----|------|----|---------|----|
|----|------|----|---------|----|

| | | | | 最小(2) | 典型(3) | 最大(2) | |
|--------------------|---|---|------|-------|-------|----------|--------|
| 电源 | | | | | | | |
| V _s | 工作电压范围 | | 25°C | 3 | | 32 | V |
| I _Q | 静态电流 | V _s =±2.5V, I _o =0mA | 25°C | | 0.44 | 0.7 | mA |
| | | | Full | | | 0.8 | |
| | V _s =±16V, I _o =0mA | | 25°C | | 0.52 | 0.8 | |
| | | | Full | | | 0.9 | |
| PSRR | 电源抑制率 | V _s =5V to 32V | 25°C | 95 | 120 | | dB |
| | | | Full | 90 | | | |
| 输入 | | | | | | | |
| V _{os} | 输入失调电压 | V _{CM} = V _s /2 | 25°C | -1 | ±0.8 | 1 | mV |
| | | | Full | | ±1.1 | | |
| V _{os Tc} | 输入失调电压平均漂移 | | Full | | 2 | | uV/°C |
| I _B | 输入偏置电流 ⁽⁴⁾⁽⁵⁾ | V _{CM} =0V | 25°C | | ±10 | ±25 | pA |
| | | | Full | | ±7000 | | |
| I _{os} | 输入失调电流 ⁽⁵⁾ | V _{CM} =0V | 25°C | | ±10 | | pA |
| | | | Full | | ±7000 | | |
| V _{CM} | 共模电压范围 | V _s = ±16V | 25°C | (V-) | | (V+)-1.5 | V |
| CMRR | 共模抑制率 | V _s = ±16V, V _{CM} =-16V to 14.5V | 25°C | 85 | 120 | | dB |
| | | | Full | 80 | | | |
| 输出 | | | | | | | |
| A _{OL} | 开环电压增益 | R _L =10KΩ, V _o =(V-)+0.6V to (V+)-0.6V | 25°C | 100 | 120 | | dB |
| | | | Full | 85 | | | |
| V _{OH} | 输出摆幅 | V _s =±16V, R _L =10KΩ | 25°C | 15.65 | | | V |
| V _{OL} | | | | | | -15.65 | V |
| I _{sc} | 短路电流 ⁽⁶⁾⁽⁷⁾ | V _s =±5V | 25°C | 15 | 43 | | mA |
| | | | Full | 10 | | | |
| 频率响应 | | | | | | | |
| SR | 转换速率 ⁽⁸⁾ | G=+1, C _L =100pF | 25°C | 9 | 15 | | V/us |
| | | | Full | 6 | | | |
| GBW | 增益带宽积 | | 25°C | 2.3 | 3.8 | | MHz |
| | | | Full | 2.1 | | | |
| t _s | 稳定时间, 0.0 1% | V _s =±2.5V, G=+1, C _L =100pF, Step=2V | 25°C | | 1.5 | | us |
| PM | 相位裕度 | V _s =32V, R _L =10K, C _L =100pF | 25°C | | 60 | | ° |
| GM | 增益裕度 | V _s =32V, R _L =10K, C _L =100pF | 25°C | | 15 | | |
| t _{OR} | 过载恢复时间 | V _{IN} ·Gain≥V _s , G=11 | 25°C | | 0.5 | | us |
| t _{ON} | 开启时间 | | 25°C | | 8.5 | | us |
| 噪音 | | | | | | | |
| En | 输入电压噪声 | f = 0.1Hz to 10Hz, V _s =±2.5V | 25°C | | 13.5 | | uVpp |
| en | 输入电压噪声密度 | f = 1KHz | 25°C | | 30 | | nV/√Hz |

笔记:

- (1) 电气表值仅适用于所示温度下的工厂测试条件。工厂测试条件导致设备自热非常有限。
- (2) 限值是在 25°C 下进行 100% 生产测试的。工作温度范围内的限值通过使用统计质量控制 (SQC) 方法的相关性来确保。
- (3) 典型值代表特性测定时确定的最可能的参数标准。实际典型值可能随时间而变化，也取决于应用和配置。
- (4) 正电流对应于流入器件的电流。
- (5) 此参数由设计和/或特性确保，并未在生产中测试。
- (6) 最大功耗是 T_{J(MAX)}、R_{θJA} 和 T_A 的函数。任何环境温度下的最大允许功耗为 PD = (T_{J(MAX)} - T_A) / R_{θJA}。所有数字适用于直接焊接到 PCB 上。

的封装。

- (7) 短路试验是瞬时试验。
- (8) 指定的数值是正向或负向斜率中较慢的一个。
- (9) 仅按特性指定。

7.5 典型特性

注意：本说明后面提供的图表是基于有限数量样本的统计摘要，仅供参考。

$T_A = +25^\circ\text{C}$, $V_s = \pm 16\text{ V}$, $R_L = 10\text{k}\Omega$ 时连接至 $V_s/2$, $V_{\text{OUT}} = V_s/2$, 除非另有说明。

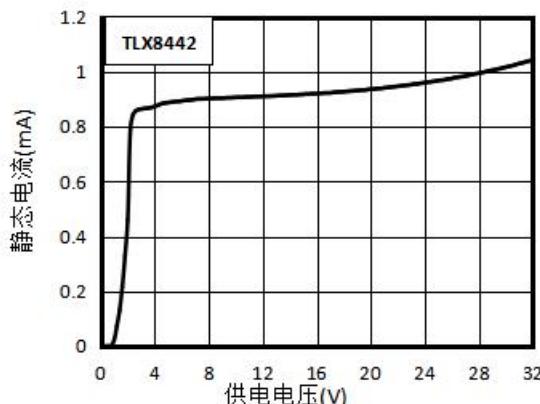


图 1. 电源电压与静态电流

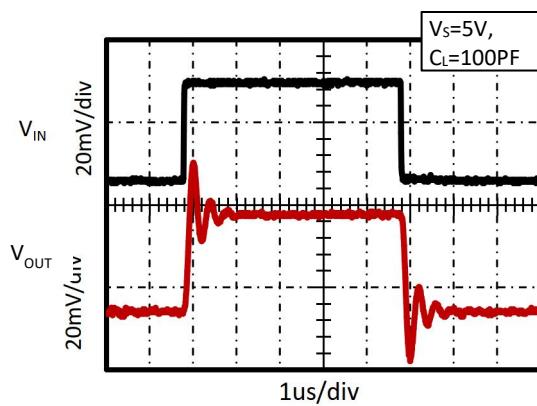


图 2. 小信号阶跃响应

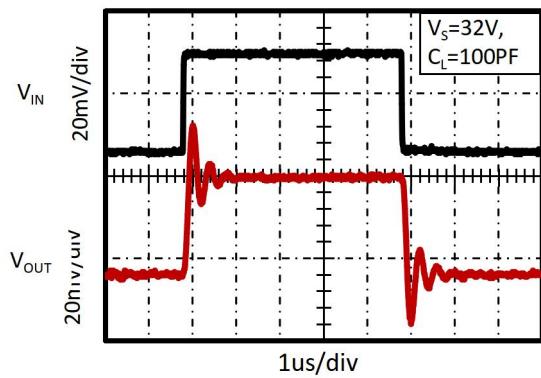


图 3. 小信号阶跃响应

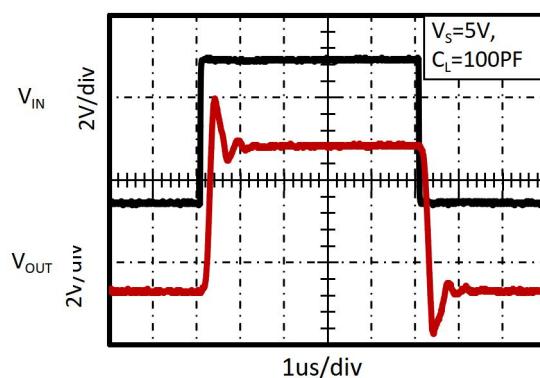


图 4. 大信号阶跃响应

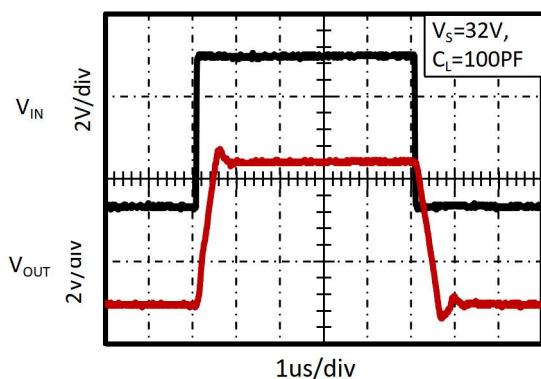


图 5. 大信号阶跃响应

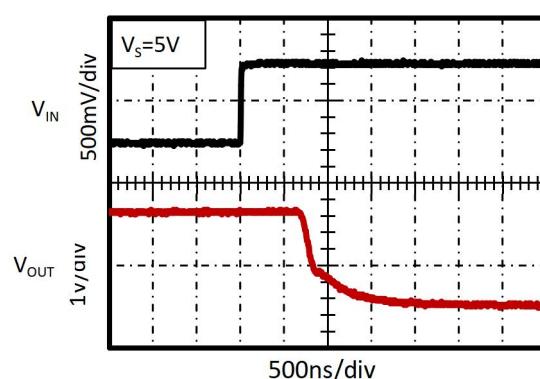
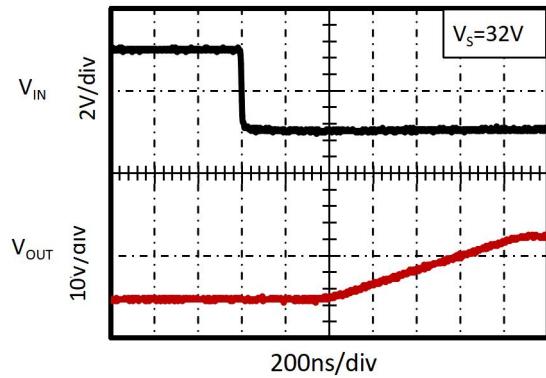
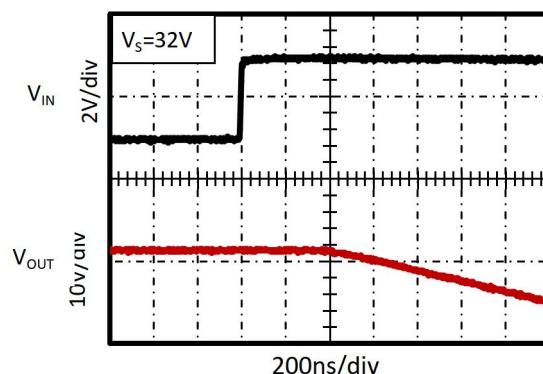
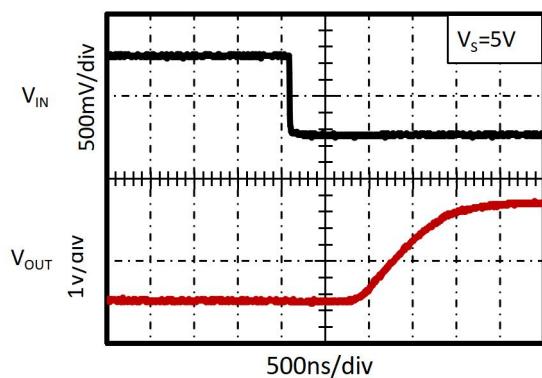


图 6. 正过载恢复

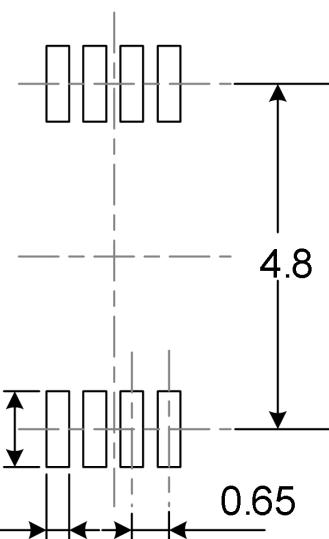
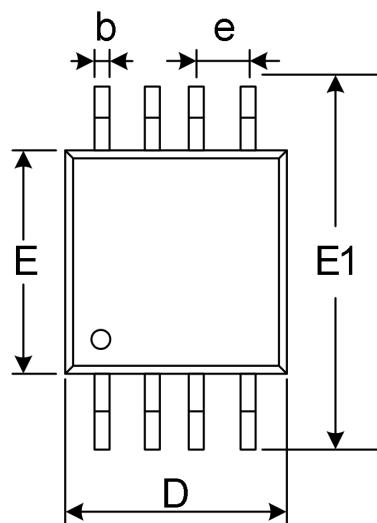
典型特性

注意：本说明后面提供的图表是基于有限数量样本的统计摘要，仅供参考。

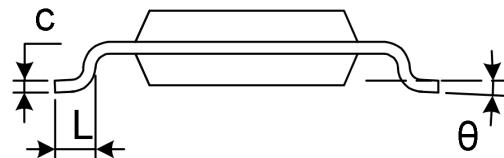
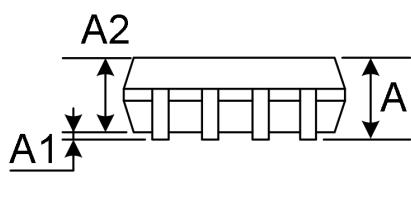
$T_A = +25^\circ\text{C}$, $V_s = \pm 16\text{V}$, $R_L = 10\text{k}\Omega$ 时 连接至 $V_s/2$, $V_{\text{OUT}} = V_s/2$, 除非另有说明。



8封装外形尺寸

MSOP8⁽³⁾

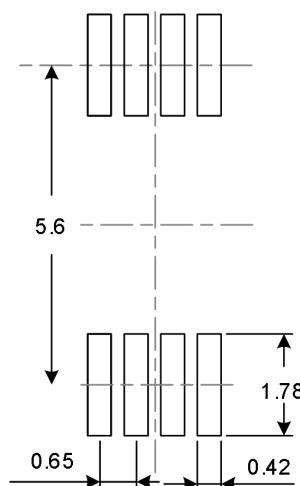
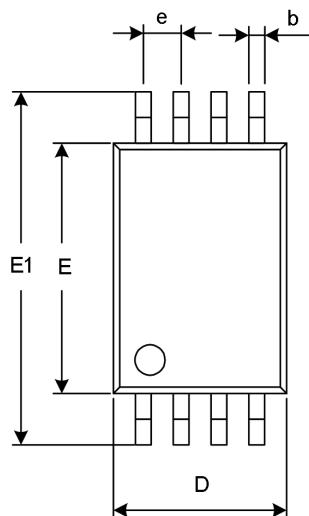
RECOMMENDED LAND PATTERN (Unit: mm)



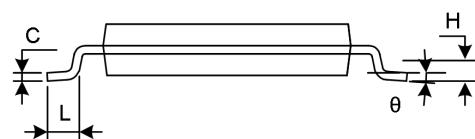
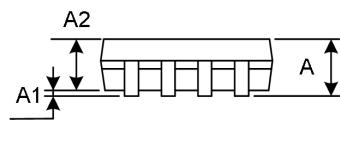
| 代码 | 尺寸(毫米) | | 尺寸(英寸) | |
|------------------|---------------------------|-------|---------------------------|-------|
| | 最小值 | 最大值 | 最小值 | 最大值 |
| A ⁽¹⁾ | 0.820 | 1.100 | 0.032 | 0.043 |
| A1 | 0.020 | 0.150 | 0.001 | 0.006 |
| A2 | 0.750 | 0.950 | 0.030 | 0.037 |
| b | 0.250 | 0.380 | 0.010 | 0.015 |
| c | 0.090 | 0.230 | 0.004 | 0.009 |
| D ⁽¹⁾ | 2.900 | 3.100 | 0.114 | 0.122 |
| e | 0.650(BSC) ⁽²⁾ | | 0.026(BSC) ⁽²⁾ | |
| E ⁽¹⁾ | 2.900 | 3.100 | 0.114 | 0.122 |
| E1 | 4.750 | 5.050 | 0.187 | 0.199 |
| L | 0.400 | 0.800 | 0.016 | 0.031 |
| θ | 0° | 6° | 0° | 6° |

笔记:

1. 不包括每侧最大 0.15 毫米的塑料或金属突起。
2. BSC (中心间基本间距)，“基本”间距是名义上的。
3. 本图纸如有变更，恕不另行通知。

TSSOP8⁽³⁾

RECOMMENDED LAND PATTERN (Unit: mm)



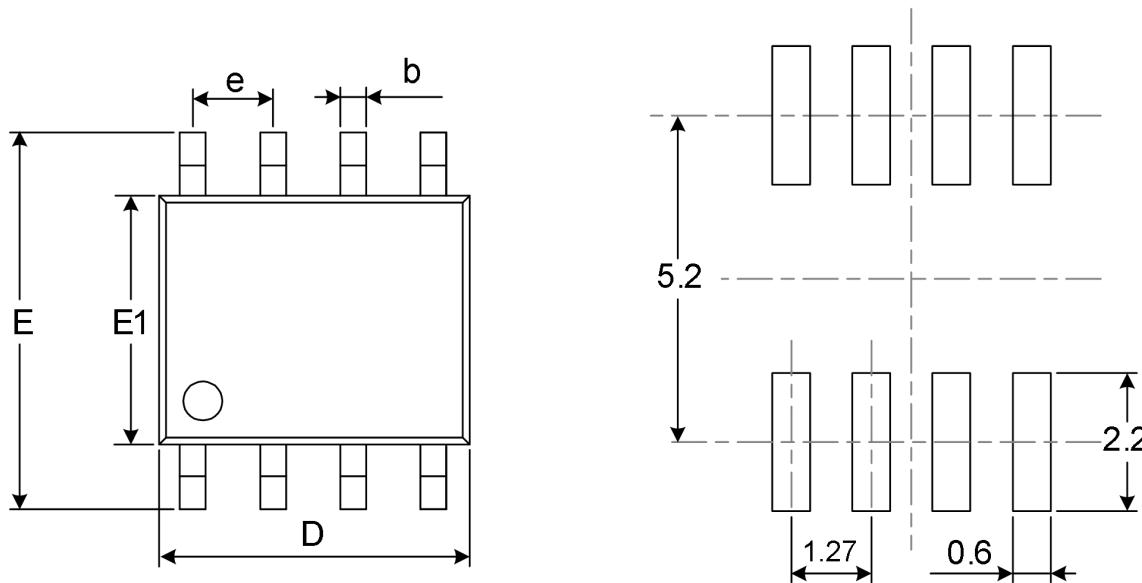
| 代码 | 尺寸(毫米) | | 尺寸(英寸) | |
|------------------|---------------------------|-------|---------------------------|-------|
| | 最小值 | 最大值 | 最小值 | 最大值 |
| A ⁽¹⁾ | | 1.200 | | 0.047 |
| A1 | 0.050 | 0.150 | 0.002 | 0.006 |
| A2 | 0.800 | 1.050 | 0.031 | 0.041 |
| b | 0.190 | 0.300 | 0.007 | 0.012 |
| c | 0.090 | 0.200 | 0.004 | 0.008 |
| D ⁽¹⁾ | 2.900 | 3.100 | 0.114 | 0.122 |
| E ⁽¹⁾ | 4.300 | 4.500 | 0.169 | 0.177 |
| E1 | 6.250 | 6.550 | 0.246 | 0.258 |
| e | 0.650(BSC) ⁽²⁾ | | 0.026(BSC) ⁽²⁾ | |
| L | 0.500 | 0.700 | 0.020 | 0.028 |
| H | 0.25(TYP) | | 0.01(TYP) | |
| θ | 1° | 7° | 1° | 7° |

笔记：
1 每侧最
毫米的塑料或金属突起。

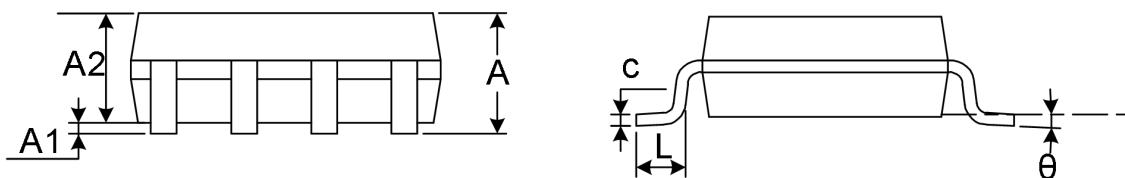
不包括
大 0.15

2. BSC (中心间基本间距)，“基本”间距是名义上的。

3. 本图纸如有变更，恕不另行通知。

SOP8⁽³⁾

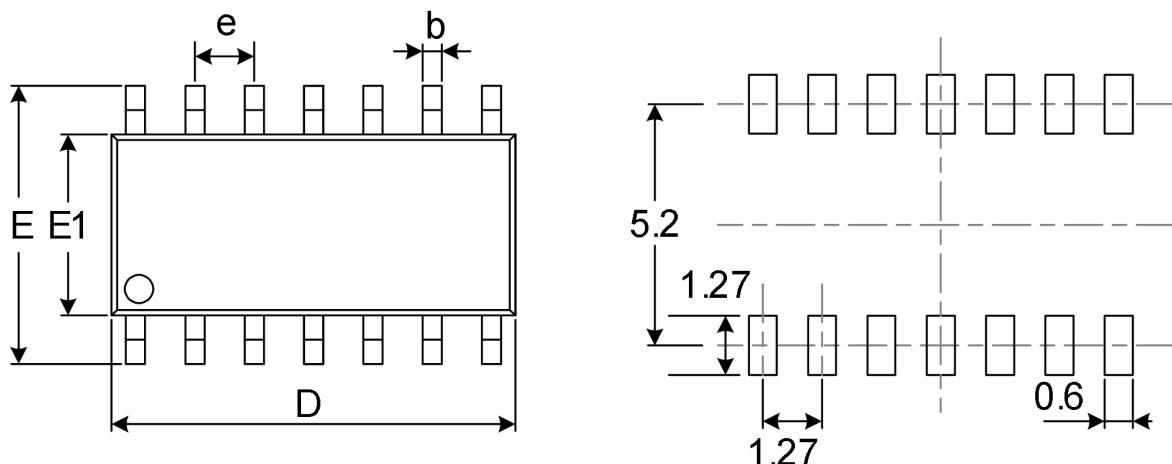
RECOMMENDED LAND PATTERN (Unit: mm)



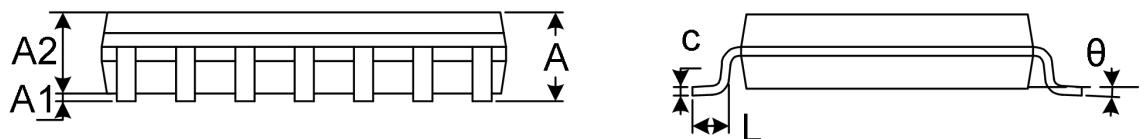
| 代码 | 尺寸(毫米) | | 尺寸(英寸) | |
|-------------------|---------------------------|-------|---------------------------|-------|
| | 最小值 | 最大值 | 最小值 | 最大值 |
| A ⁽¹⁾ | 1.350 | 1.750 | 0.053 | 0.069 |
| A1 | 0.100 | 0.250 | 0.004 | 0.010 |
| A2 | 1.350 | 1.550 | 0.053 | 0.061 |
| b | 0.330 | 0.510 | 0.013 | 0.020 |
| c | 0.170 | 0.250 | 0.007 | 0.010 |
| D ⁽¹⁾ | 4.800 | 5.000 | 0.189 | 0.197 |
| e | 1.270(BSC) ⁽²⁾ | | 0.050(BSC) ⁽²⁾ | |
| E | 5.800 | 6.200 | 0.228 | 0.244 |
| E1 ⁽¹⁾ | 3.800 | 4.000 | 0.150 | 0.157 |
| L | 0.400 | 1.270 | 0.016 | 0.050 |
| θ | 0° | 8° | 0° | 8° |

笔记:

1. 不包括每侧最大 0.15 毫米的塑料或金属突起。
2. BSC (中心间基本间距), “基本”间距是名义上的。
3. 本图纸如有变更, 恕不另行通知。

SOP14⁽³⁾

RECOMMENDED LAND PATTERN (Unit: mm)

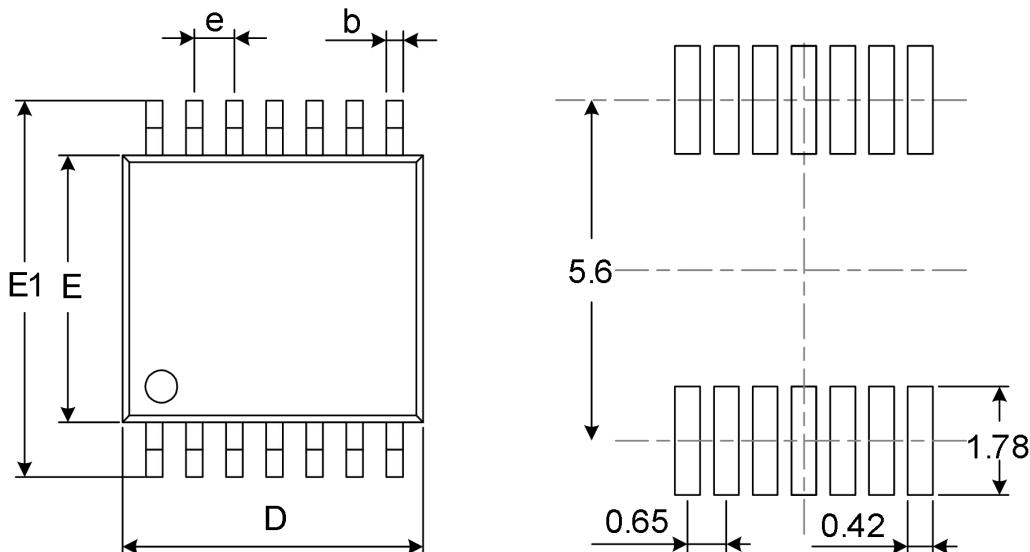


| 代码 | 尺寸(毫米) | | 尺寸(英寸) | |
|-------------------|---------------------------|-------|---------------------------|-------|
| | 最小值 | 最大值 | 最小值 | 最大值 |
| A ⁽¹⁾ | 1.350 | 1.750 | 0.053 | 0.069 |
| A1 | 0.100 | 0.250 | 0.004 | 0.010 |
| A2 | 1.350 | 1.550 | 0.053 | 0.061 |
| b | 0.310 | 0.510 | 0.012 | 0.020 |
| c | 0.100 | 0.250 | 0.004 | 0.010 |
| D ⁽¹⁾ | 8.450 | 8.850 | 0.333 | 0.348 |
| e | 1.270(BSC) ⁽²⁾ | | 0.050(BSC) ⁽²⁾ | |
| E | 5.800 | 6.200 | 0.228 | 0.244 |
| E1 ⁽¹⁾ | 3.800 | 4.000 | 0.150 | 0.157 |
| L | 0.400 | 1.270 | 0.016 | 0.050 |
| θ | 0° | 8° | 0° | 8° |

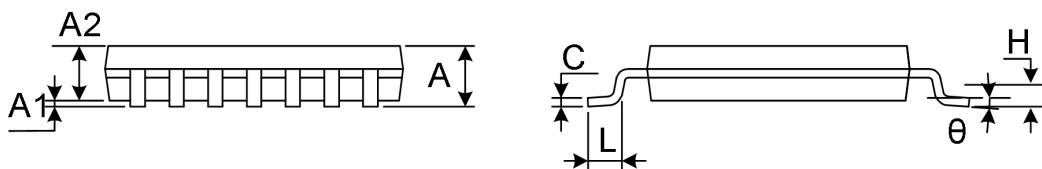
笔记:

1. 不包括每侧最大 0.15 毫米的塑料或金属突起。
2. BSC (中心间基本间距)，“基本”间距是名义上的。
3. 本图纸如有变更，恕不另行通知。

TSSOP14⁽³⁾



RECOMMENDED LAND PATTERN (Unit: mm)



| 代码 | 尺寸(毫米) | | 尺寸(英寸) | |
|------------------|---------------------------|-------|---------------------------|-------|
| | 最小值 | 最大值 | 最小值 | 最大值 |
| A ⁽¹⁾ | | 1.200 | | 0.047 |
| A1 | 0.050 | 0.150 | 0.002 | 0.006 |
| A2 | 0.800 | 1.050 | 0.031 | 0.041 |
| b | 0.190 | 0.300 | 0.007 | 0.012 |
| c | 0.090 | 0.200 | 0.004 | 0.008 |
| D ⁽¹⁾ | 4.860 | 5.100 | 0.191 | 0.201 |
| E ⁽¹⁾ | 4.300 | 4.500 | 0.169 | 0.177 |
| E1 | 6.250 | 6.550 | 0.246 | 0.258 |
| e | 0.650(BSC) ⁽²⁾ | | 0.026(BSC) ⁽²⁾ | |
| L | 0.500 | 0.700 | 0.020 | 0.028 |
| H | 0.25(TYP) | | 0.01(TYP) | |
| θ | 1° | 7° | 1° | 7° |

笔记:

1

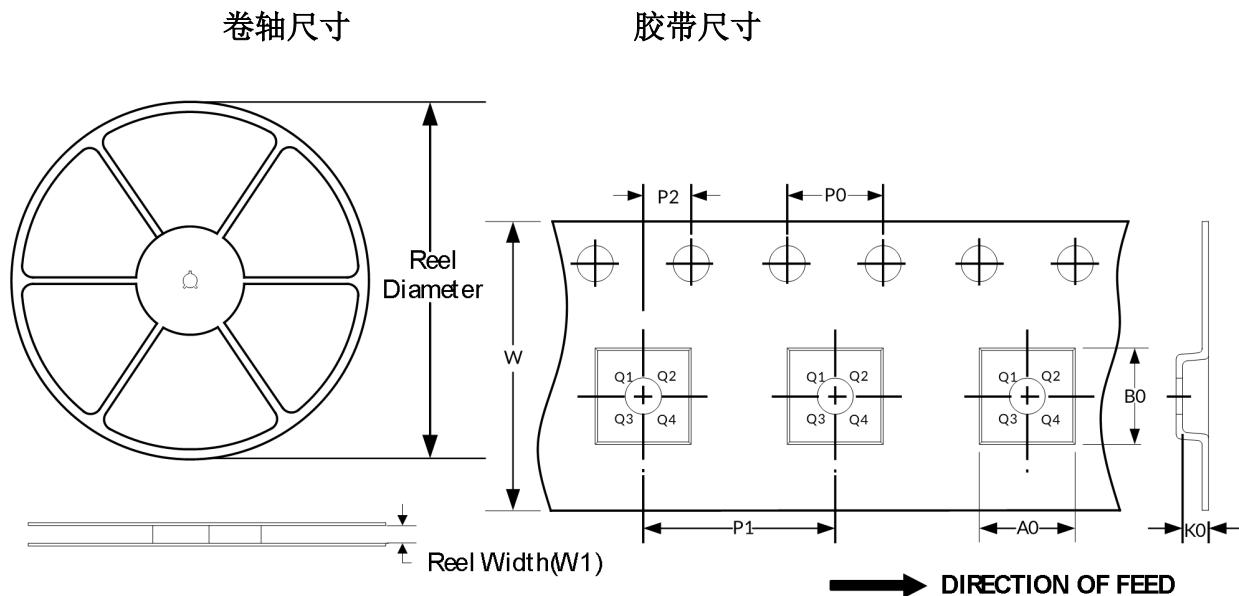
不包括

每侧最大 0.15 毫米的塑料或金属突起。

2. BSC (中心间基本间距), “基本”间距是名义上的。

3. 本图纸如有变更, 恕不另行通知。

9 卷带信息



注：图片仅供参考，请以实物为准。

卷带包装关键参数表

| 封装类型 | 卷轴 直径 | 卷轴宽度 W1(mm) | A0 (mm) | B0 (mm) | K0 (mm) | P0 (mm) | P1 (mm) | P2 (mm) | W (mm) | Pin1 象限 |
|---------|----------|-----------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|------------|
| SOP8 | 13" | 12.4 | 6.40 | 5.40 | 2.10 | 4.0 | 8.0 | 2.0 | 12.0 | Q1 |
| MSOP8 | 13" | 12.4 | 5.20 | 3.30 | 1.50 | 4.0 | 8.0 | 2.0 | 12.0 | Q1 |
| TSSOP8 | 13" | 12.4 | 6.90 | 3.45 | 1.65 | 4.0 | 8.0 | 2.0 | 12.0 | Q1 |
| SOP14 | 13" | 16.4 | 6.60 | 9.30 | 2.10 | 4.0 | 8.0 | 2.0 | 16.0 | Q1 |
| TSSOP14 | 13" | 12.4 | 6.95 | 5.60 | 1.20 | 4.0 | 8.0 | 2.0 | 12.0 | Q1 |

笔记：

- 所有尺寸均为标称尺寸。
- 不包括每侧最大 0.15 毫米的塑料或金属突出物。