

无锡泰连芯科技有限公司

**TLX6903 型**

**非稳压 60mA 电荷泵电压逆变器**

2024 年 06 月

## 非稳压 60mA 电荷泵电压逆变器

### 1 特点

- 反转输入电源电压
- 高达 **60mA** 的输出电流
- 仅需三个小型 **3.3  $\mu$ F** 陶瓷电容器
- 输入电压范围: **1.5 V 至 5.5 V**
- 器件静态电流典型值 **110  $\mu$ A**
- 集成有源肖特基二极管, 用于启动至负载
- 封装: **SOT23-5**

### 2 应用

- **LCD** 偏置
- 射频功率放大器的 **GaAs** 偏置
- 便携式仪器中的传感器电源
- 双极放大器电源
- 医疗器械
- 电池供电设备

### 3 描述

TLX6903 可从 1.5V 至 5.5V 的输入电压产生未调节的负输出电压。仅需三个外部电容器即可构建完整的 DC/DC 电荷泵逆变器。通过用集成电路替换通常用于启动到负载的肖特基二极管, 可实现额外的电路板面积和元件数量的减少。TLX6903 可提供 60mA 的最大输出电流, 在宽输出电流范围内的典型转换效率大于 85%。固定开关频率为 50kHz。

TLX6903 采用 SOT23-5 封装, 工作环境温度范围为 -55 °C 至 +125 °C。

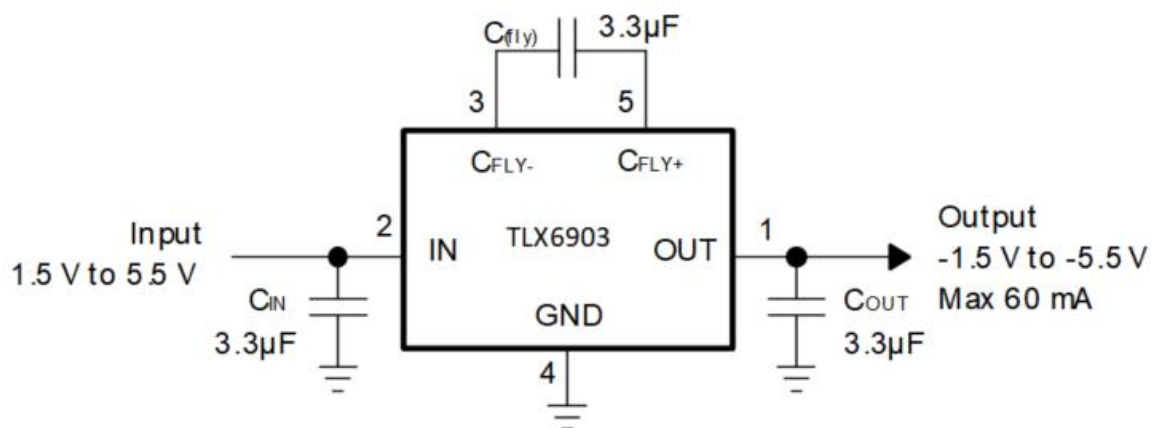
质量等级: 军温级&N1级

设备信息 <sup>(1)</sup>

产品编号	封装	主体尺寸 (标称)
TLX6903	SOT23-5	2.92mm×1.60mm

(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。

#### 4 典型应用电路



## 目录

1 特点 .....	2
2 应用 .....	2
3 描述 .....	2
4 典型应用电路 .....	3
5 修订历史 .....	5
6 封装/订购信息 <sup>(1)</sup> .....	6
7 引脚配置 .....	7
8 规格 .....	8
8.1 绝对最大额定值 .....	8
8.2 ESD 额定值 .....	8
8.3 建议工作条件 .....	8
8.4 电气特性 .....	9
8.5 典型特性 .....	10
9 详细描述 .....	12
9.1 工作原理 .....	12
9.2 电荷泵输出电阻 .....	12
9.3 效率考虑 .....	12
9.4 输入电容 ( $C_{IN}$ ) .....	13
9.5 输出电容 ( $C_{OUT}$ ) .....	13
9.6 飞电容 ( $C_{FLY}$ ) .....	13
9.7 电容选择 .....	13
9.8 热关断 .....	13
10 电源建议 .....	14
11 布局 .....	14
11.1 布局指南 .....	14
12 封装外形尺寸 .....	15
13 卷带信息 .....	16

## 5 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	2023/08/29	初步版本完成
A.1	2024/02/01	初始版本完成

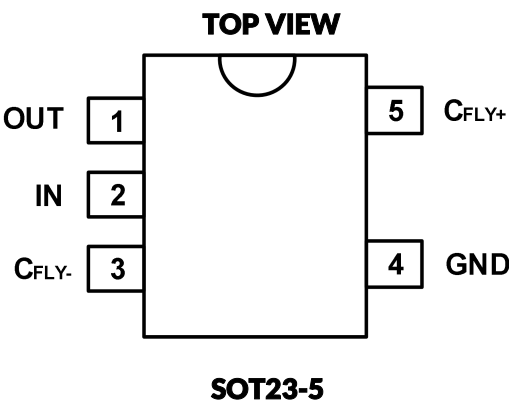
6 封装/订购信息<sup>(1)</sup>

订购型号	温度等级	封装类型	MSL	质量等级
JTLX6903YF5	-55 ℃ ~+125 ℃	SOT23-5	MSL1/3	N1/军温级
TLX6903YF5	-40 ℃ ~+125 ℃	SOT23-5	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) MSL，根据 JEDEC 行业标准分类的湿度敏感度等级评级。

7 引脚配置



引脚描述

引脚	代码	I/O <sup>(1)</sup>	功能
SOT23-5			
1	OUT	O	电源输出， $V_{OUT} = -V_{IN}$ 。使用输出滤波电容器 $C_{OUT}$ 将 OUT 旁路至 GND
2	IN	I	电源输入。使用与飞跨电容器相同值的电容器将 IN 旁路至 GND。
3	CFLY-	-	飞行电容器 $C_{FLY}$ 的负极。
4	GND	G	地线
5	CFLY+	-	飞行电容器 $C_{FLY}$ 的正极。

(1) I=输入，O=输出，P=电源，G=地。

8 规格

8.1 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）<sup>(1)</sup>

代码	范围		最小值	最大值	单位
	SW、VOUT、VCC、FB、EN 的输入电压范围		-0.3	5.5	V
$\theta_{JA}$	封装热阻抗 <sup>(2)</sup>	SOT23-5		230	°C/W
$T_J$	工作虚拟结温范围 <sup>(3)</sup>		-55	150	°C
$T_{stg}$	存储温度		-55	150	
	引线温度（焊接，10 秒）			260	°C

绝对最大额定值所列的应力可能会对器件造成永久性损坏。这些只是应力额定值，并不意味着器件在这些条件下或超出推荐值所列的任何其他条件下能够正常工作。工作条件。长时间暴露于绝对最大额定条件下可能会影响器件的可靠性。

(2) 封装热阻按照 JESD-51 计算。

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

8.2 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)，MIL-STD-883K 方法 3015.9	±1000	V
		充电器件模型 (CDM)，ANSI/ESDA/JEDEC JS-002-2018	±1000	



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。

8.3 建议工作条件

代码	范围	最小值	最大值	单位
$V_{IN}$	输入电源电压	1.5	5.5	V
$I_{OUT}$	输出电流	0	60	mA
$C_{IN}$	$V_{IN}$ 引脚电容	3.3	$C_{(FLY)}$	μF
$C_{FLY}$	飞跨电容	3.3		μF
$C_{OUT}$	$V_{OUT}$ 引脚电容	3.3	47	μF
ESR	等效串联电阻	5	100	mΩ
$T_A$	工作温度	-55	125	°C

8.4 电气特性

(除非另有说明,  $C_{IN} = C_{OUT} = C_{fly} = 3.3\mu F$ ,  $V_{IN} = 5.0V$ , Full = -55°C 至 +125°C, 典型值为  $T_A = +25^\circ C$ 。)

范围	代码	测试条件	温度	最小 <sup>(1)</sup>	典型 <sup>(2)</sup>	最大 <sup>(1)</sup>	单位
输入电压	$V_{IN}$		FULL	1.5		5.5	V
输出电压	$V_O$		+25°C		$-V_{IN}$		V
静态功耗	$I_Q$	$I_{OUT} = 0mA$ ; $V_{IN} = 5.0V$	+25°C		110	135	$\mu A$
			FULL			160	
输出电流			FULL	60			mA
输出电压纹波	$V_{PP}$	$I_{OUT} = 5mA$ $C(fly) = C_O = 3.3\mu F$ <sup>(3)</sup>	+25°C		25		mV <sub>PP</sub>
内部开关频率	$f_{OSC}$		FULL	43	50	57	KHZ
阻抗		$V_{IN} = 5V$	+25°C		9	12	$\Omega$
热关断温度	$T_{SD}$	$T_J$ Increasing	-		145		°C
热关断滞后	$T_{SD\_HY}$		-		30		°C

(1) 极限值是在 25°C 下进行 100% 生产测试的。工作温度范围内的极限值通过使用统计质量控制 (SQC) 方法的相关性来确保。

(2) 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。

(3) 电容器: TDK, CGA4J1X7R1E335KT0Y0E。

### 8.5 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。

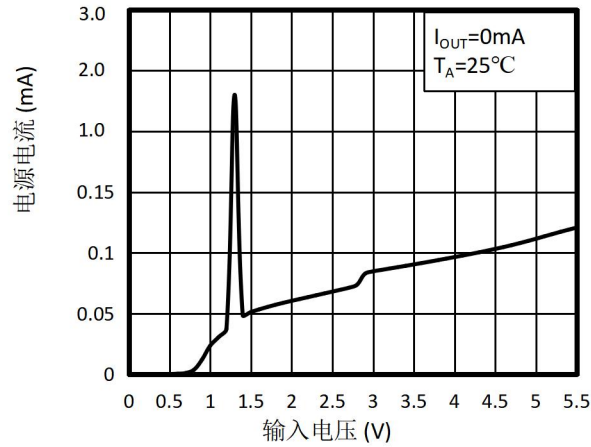


图 1. 电源电流与输入电压

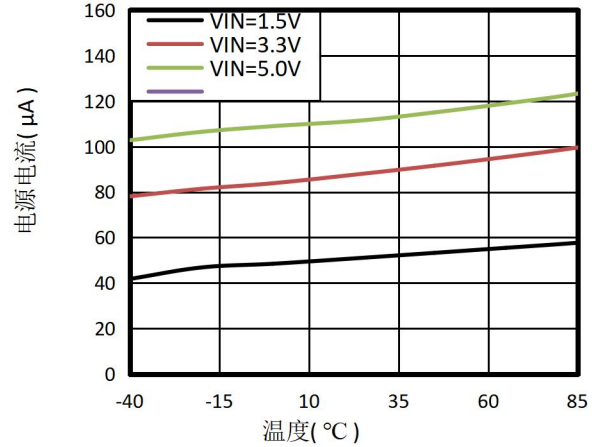


图 2. 电源电流与温度的关系

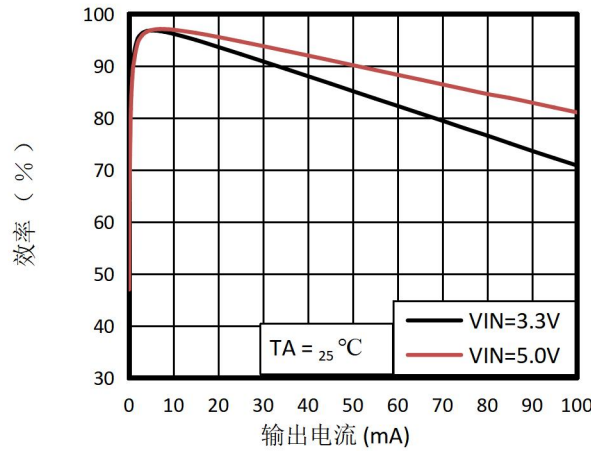


图 3. 效率与输出电流

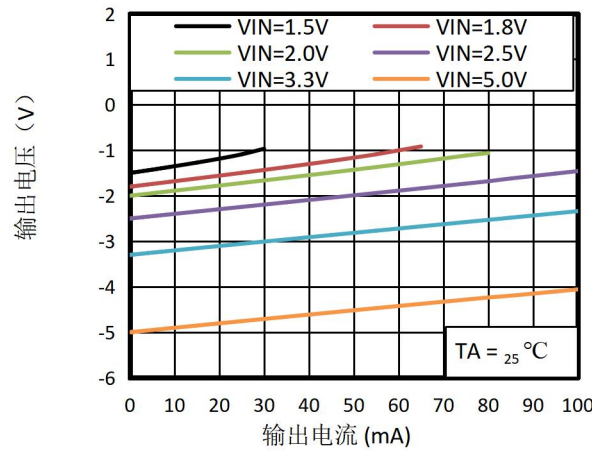


图 4. 输出电压与输出电流

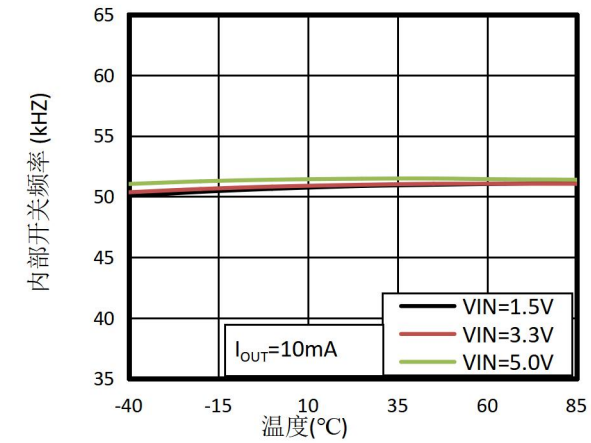


图 5. 内部开关频率与温度的关系

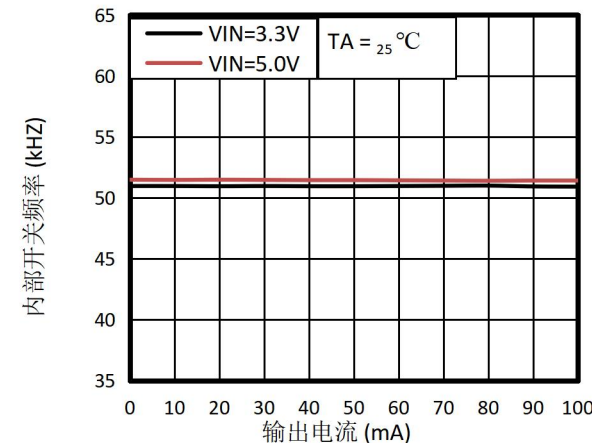


图 6. 内部开关频率与输出电流

### 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。

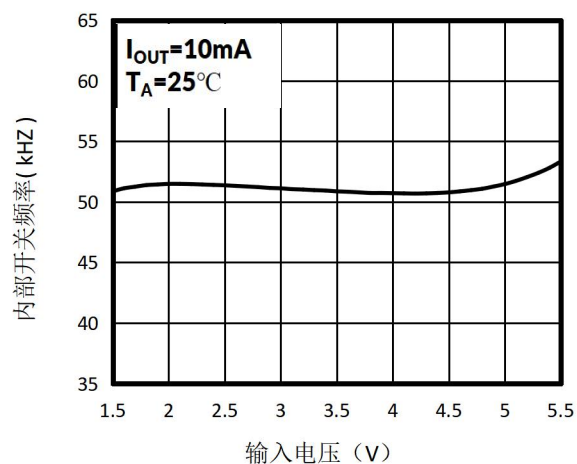


图 7. 内部开关频率与输入电压

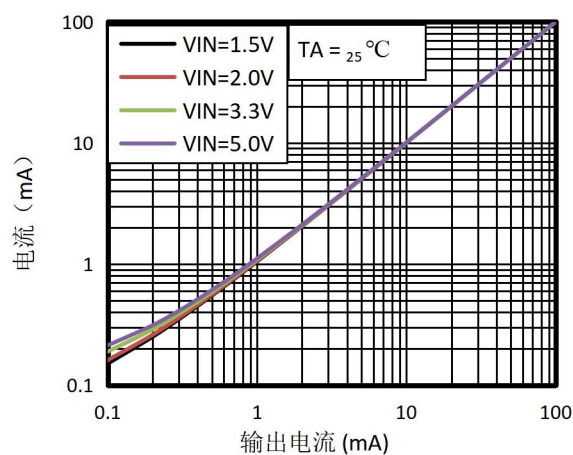


图 8. 输入电流与输出电流

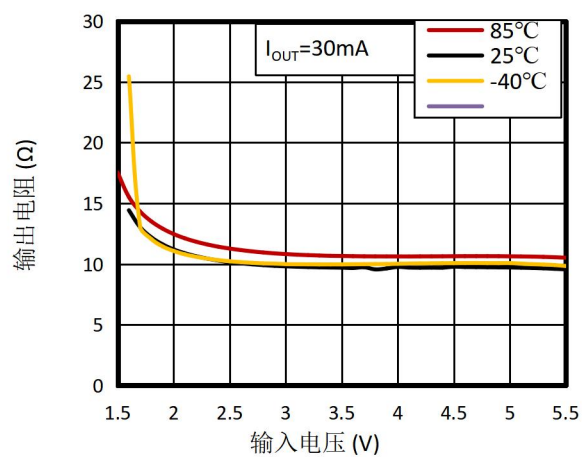


图 9. 输出电阻与输入电压

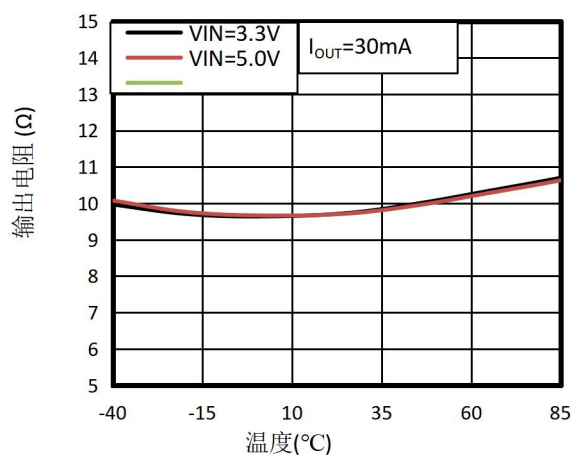


图 10. 输出电阻与温度的关系

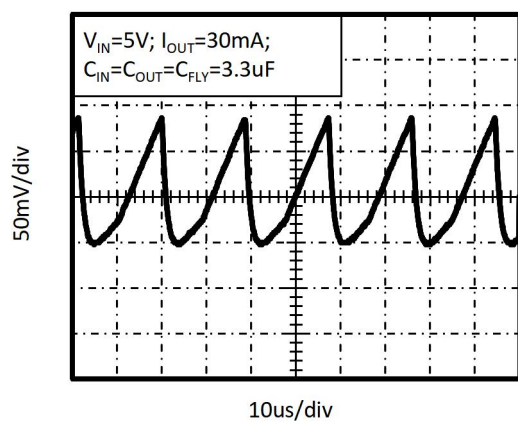


图 11. 输出电压与时间的关系

## 9 详细描述

### 9.1 工作原理

TLX6903 电荷泵将施加到输入端的电压反转。为获得最佳性能，请使用低等效串联电阻 (ESR) 电容器（例如陶瓷电容器）。在第一个半周期内，开关 S2 和 S4 打开，开关 S1 和 S3 关闭，电容器 C<sub>FLY</sub> 充电至 V<sub>IN</sub> 处的电压。在第二个半周期内，S1 和 S3 打开，S2 和 S4 关闭。这会将 C<sub>FLY</sub> 的正极连接到 GND，将负极连接到 V<sub>OUT</sub>。通过并联 C<sub>FLY</sub>，C<sub>OUT</sub> 带负电。输出端的实际电压比 -V<sub>IN</sub> 更正，因为开关 S1 - S4 具有电阻，并且负载会从 C<sub>OUT</sub> 中耗尽电荷。

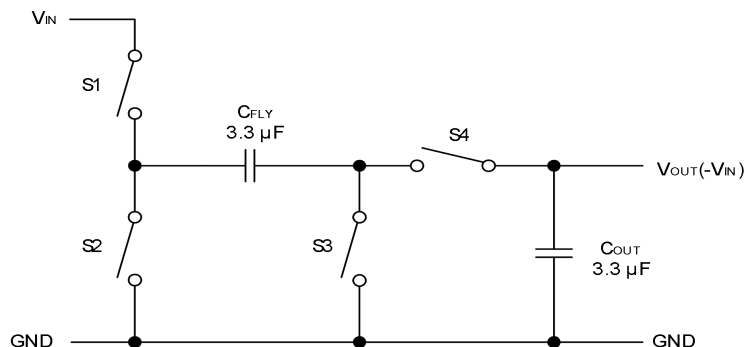


图 12. 工作原理

### 9.2 电荷泵输出电阻

TLX6903 器件不是稳压器。电荷泵输出源电阻在室温下约为 9Ω (V<sub>IN</sub> = 5V)，轻载时 V<sub>OUT</sub> 接近 5V。随着负载电流的增加，V<sub>OUT</sub> 将下降至 GND。

$$V_{OUT} = -(V_{IN} - R_{OUT} \times I_{OUT})$$

$$R_{OUT} \approx \frac{1}{f_{OSC} \times C_{FLY}} + 4(2R_{SWITCH} + ESR_{CFLY}) + ESR_{COUT}$$

在哪里：

R<sub>OUT</sub> = 转换器的输出电阻

R<sub>SWITCH</sub> = 转换器内部单个 MOSFET 开关的电阻

f<sub>OSC</sub> = 振荡器频率

### 9.3 效率考虑

开关电容电压转换器的功率效率受三个因素影响：转换器 IC 中的内部损耗、电容器的电阻损耗以及电容器之间电荷转移期间的转换损耗。内部损耗与 IC 的内部功能有关，例如驱动开关、振荡器等。这些损耗受输入电压、温度和频率等工作条件的影响。接下来的两个损耗与电压转换器电路的输出电阻有关。开关损耗是由于 IC 中 MOSFET 开关的导通电阻而产生的。电荷泵电容器损耗是由于其 ESR 而产生的。这些损耗与输出电阻之间的关系如下：

$$P_{CAPACITOR\ LOSS} + P_{CONVERSION\ LOSS} = I_{OUT}^2 \times R_{OUT}$$

第一项是理想开关电容电路的有效电阻。当 C<sub>FLY</sub> 和 C<sub>OUT</sub> 之间存在电压差时，它们之间的电荷转移过程中会发生转换损耗。功率损耗为：

$$P_{CONVERSION\ LOSS} = [1/2 \times C_{FLY}(V_{IN}^2 - V_{OUT}^2) + 1/2 \times C_{OUT}(V_{RIPPLE}^2 - 2V_{OUT}V_{RIPPLE})] \times f_{OSC}$$

的效率主要取决于低输出电流时的静态电源电流和高电流时的输出阻抗。

$$\eta \cong \frac{I_{OUT}}{I_{OUT} + I_Q} \left(1 - \frac{I_{OUT} \times R_{OUT}}{V_{IN}}\right)$$

其中，I<sub>Q</sub> = 静态电流。

9.4 输入电容（C<sub>IN</sub>）

绕过输入电源以降低其交流阻抗和 TLX6903 开关噪声的影响。建议的旁路取决于电路配置和负载的连接位置。当逆变器从 OUT 加载到 GND 时，来自电源的电流在 2 × I<sub>OUT</sub> 和零之间切换。因此，如果电源具有高交流阻抗，请使用较大的旁路电容（例如，等于 C<sub>FLY</sub> 的值）。当逆变器从 IN 加载到 OUT 时，电路会持续吸收 2 × I<sub>OUT</sub>，短暂的开关尖峰除外。0.1μF 旁路电容就足够了。

9.5 输出电容（C<sub>OUT</sub>）

增加输出电容的大小可降低输出纹波电压。降低其 ESR 可降低输出电阻和纹波。如果可以容忍较高的输出纹波，则可在轻负载下使用较小的电容值。使用以下公式计算峰峰值纹波。

$$V_{OUT\,RIPPLE} = \frac{I_{OUT}}{f_{OSC} \times C_{OUT}} + 2 \times I_{OUT} \times ESR_{COUT}$$

9.6 飞电容 (C<sub>FLY</sub>)

增加飞跨电容的尺寸可降低输出电阻。较小的值会增加输出电阻。超过某个点后，增加 C<sub>FLY</sub> 的电容效果可以忽略不计，因为输出电阻主要由内部开关电阻和电容 ESR 决定。

9.7 电容选择

为了保持最低的输出电阻，请使用低 ESR 的电容器（见表 1）。电荷泵输出电阻是 C<sub>FLY</sub> 和 C<sub>OUT</sub> 的 ESR 的函数。因此，最小化电荷泵电容器的 ESR 可最小化总输出电阻。电容器值与所需的输出电流以及输出噪声和纹波要求密切相关。可以仅使用相同类型的 3.3μF 电容器。

表 1. 推荐电容值

V <sub>IN</sub> (V)	C <sub>IN</sub> ( μ F)	C <sub>FLY</sub> ( μ F)	C <sub>OUT</sub> ( μ F)
1.5 to 5.5	3.3	3.3	3.3

9.8 热关断

采用热关断保护设备和负载免受损坏。如果芯片温度超过 145°C，它会关闭 TLX6903，直到芯片温度降至 115°C。

## **10 电源建议**

TLX6903器件系列对电源没有特殊要求。电源输出需要根据TLX6903的电源电压、输出电压、输出电流进行额定。

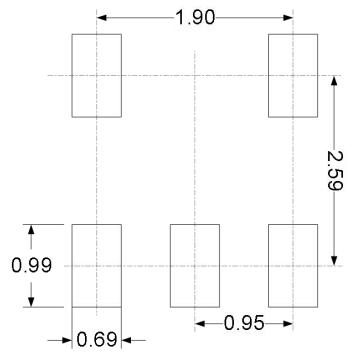
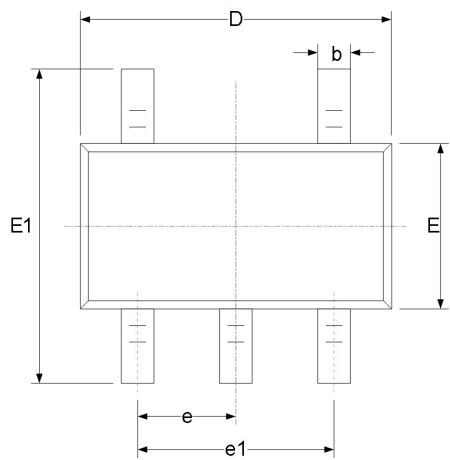
## **11 布局**

### **11.1 布局指南**

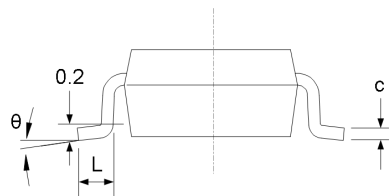
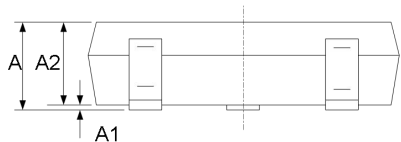
所有电容应尽可能靠近 IC 焊接。我们已注意将所有电容尽可能靠近电路连接，以实现优化的输出电压纹波性能。

12 封装外形尺寸

SOT23-5 <sup>(3)</sup>



RECOMMENDED LAND PATTERN (Unit: mm)



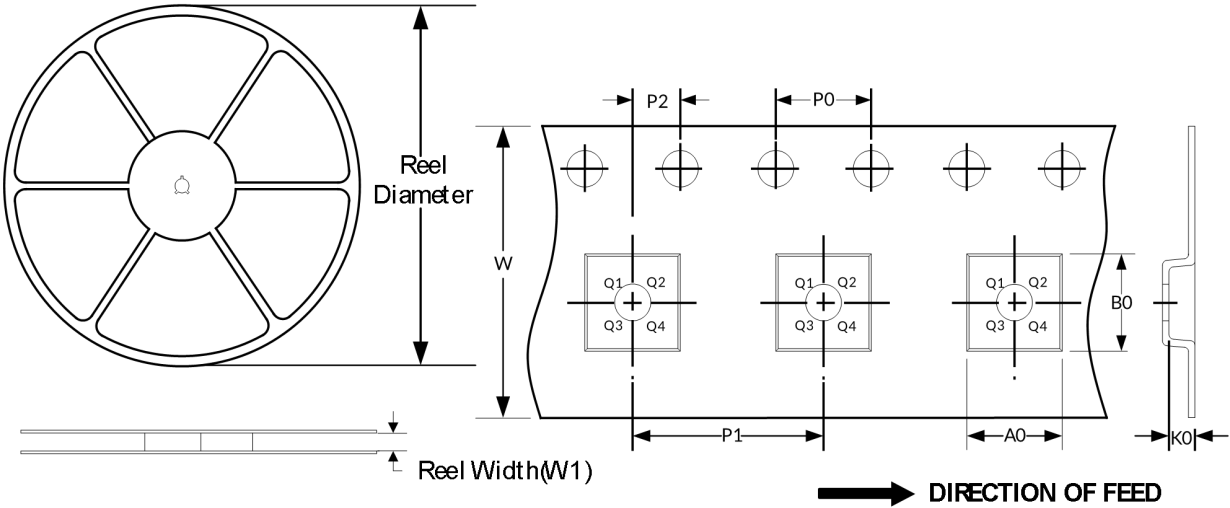
代码	尺寸（毫米）		尺寸（英寸）	
	最小值	最大值	最小值	最大值
A <sup>(1)</sup>	1.050	1.250	0.041	0.049
A1	0.000	0.100	0.000	0.004
A2	1.050	1.150	0.041	0.045
b	0.300	0.500	0.012	0.020
c	0.100	0.200	0.004	0.008
D <sup>(1)</sup>	2.820	3.020	0.111	0.119
E <sup>(1)</sup>	1.500	1.700	0.059	0.067
E1	2.650	2.950	0.104	0.116
e	0.950(BSC) <sup>(2)</sup>		0.037(BSC) <sup>(2)</sup>	
e1	1.800	2.000	0.071	0.079
L	0.300	0.600	0.012	0.024
$\theta$	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。

13 卷带信息

卷轴尺寸 胶带尺寸



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 (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P0 (mm)	P1 (mm)	P2 (mm)	W (mm)	脚 1 象限
SOT23-5	7 英寸	9.5	3.20	3.20	1.40	4.0	4.0	2.0	8.0	Q3

笔记：

1. 所有尺寸均为标称尺寸。
2. 不包括每侧最大 0.15 毫米的塑料或金属突起。