

无锡泰连芯科技有限公司

TLX8473 型

**汽车用低失真双通道运算放大器
具有针对旋转变压器驱动器的集成保护**

2024 年 06 月

汽车用低失真双通道运算放大器
具有针对旋转变压器驱动器的集成保护

1特点

- **TLX8473 AEC- Q100** 认证正在进行中
- 高输出电流驱动：**750 mA**，峰值（每通道）
- 取代分立运算放大器和晶体管
- 两种电源的供电范围都很宽（最高 **24 V**）
- 过热关断
- 电流限制
- 低 **I_Q** 应用的关断引脚
- **18 MHz** 增益带宽，**80 V/μs** 压摆率
- 封装：**E TSSOP14**

2 应用

- 基于旋转变压器的汽车和工业应用
- 逆变器和电机控制
- 制动系统
- 电动助力转向（**EPS**）
- 后视镜模块
- 汽车电子后视镜
- 伺服驱动功率级模块
- 飞行控制系统

3描述

TLX8473 是一款双电源运算放大器，其特性和性能使其成为基于旋转变压器的应用的理想之选。该器件具有高增益带宽和压摆率，以及持续的高输出电流驱动能力，使其成为提供旋转变压器初级线圈所需的低失真和差分高振幅激励的理想选择。电流限制和过温检测功能可增强系统的整体稳健性，尤其是在通过易受故障影响的线路驱动模拟信号时。

小型 ETSSOP14 封装配备导热垫和低 **R_{θJA}**，可在最大程度减少电路板空间的同时，向负载输送大电流。TLX8473 具有更高的增益带宽，使其能够配置为滤波器级，同时仍提供高输出驱动，从而显著减小旋转变压器驱动信号链的整体解决方案尺寸。这种减小的解决方案尺寸是 TLX8473 在汽车和工业应用中的关键优势。

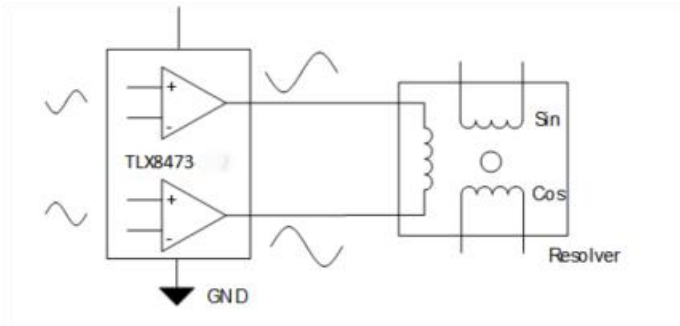
质量等级：军温级&企军标

设备 信息⁽¹⁾

产品编号	封装	主体尺寸（标称）
TLX8473	ETSSOP14	5.00mm × 4.40mm

(1) 对于 全部 可用的 包裹，看 这 可订购 附录 在数据表的 末尾。

简化示意图



目录

1 特点 2

2 应用 2

3 描述 2

4 修订历史 4

5 封装/订购信息 ⁽¹⁾ 5

6 引脚配置和功能 6

7 规格 7

 7.1 绝对最大额定值 7

 7.2 ESD 额定值 7

 7.3 建议工作条件 7

 7.4 电气特性 8

 7.5 典型特性 10

8 详细描述 15

 8.1 概述 15

 8.2 功能框图 15

 8.3 特性描述 16

 8.3.1 过温和关断引脚（ OTF / SH_DN ） 16

 8.3.2 热关断 16

 8.3.3 限流和短路保护 16

 8.3.4 输入共模范围 16

 8.3.5 输出级晶体管中的反向体二极管 16

 8.3.6 EMI 滤波 17

 8.4 设备功能模式 17

 8.4.1 开环和闭环操作 17

 8.4.2 关机 17

9 布局 18

10 封装外形尺寸 19

11 卷带信息 20

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	变更日期	更改项目
A.0	2024/11/14	初步版本完成

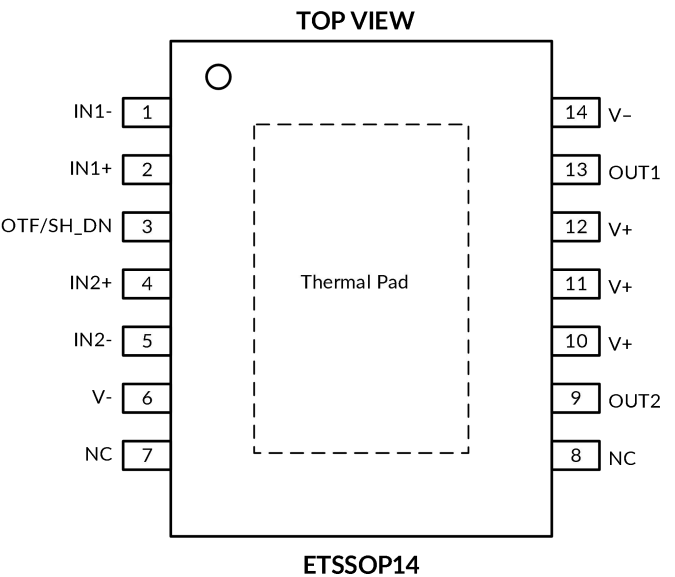
5 封装/订购信息 ⁽¹⁾

订购型号	温度等级	封装类型	丝印标记 (4)	MSL	质量等级
JTLX8473 XEQ	-55 °C ~+125 °C	ETSSOP14	TLX8473	MSL1/3	企军标
JTLX8473 XEQ (W)	-55 °C ~+125 °C	ETSSOP14	TLX8473	MSL1/3	军温级
TLX8473 XEQ	-40 °C ~+125 °C	ETSSOP14	TLX8473	MSL1/3	工业级

笔记:

- (1) 此信息是指定器件的最新可用数据。数据如有变更，恕不另行通知，亦不会修订本文档。如需此数据表的浏览器版本，请参阅右侧导航栏。
- (2) 引线表面处理/球体材料。可订购器件可能有多种材料表面处理选项。表面处理选项以垂直分隔线分隔。如果表面处理值超出最大列宽，则引线表面处理/球体材料值可能会换行显示。
- (3) TLXIC 在其组装工厂中使用符合 JEDEC 工业标准 J-STD- 20F 的通用预处理设置来划分 MSL 等级。如果您的最终应用对预处理设置至关重要，或者您有特殊要求，请与 TLXIC 协调。
- (4) 可能有额外的标记，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。

6 引脚配置和功能



引脚描述

代码	引脚	I/O ⁽¹⁾	描述
	ETSSOP14		
IN1-	1	I	通道 1 的反相运算放大器输入
IN1+	2	I	通道 1 的同相运算放大器输入
OTF/SH_DN	3	I/O	过温标志和关断
IN2+	4	I	通道 2 的同相运算放大器输入
IN2-	5	I	通道 2 的反相运算放大器输入
V-	6, 14	-	负电源引脚（两个负电源引脚必须使用并连接在一起）
NC	7, 8	-	无内部连接（不连接）
OUT2	9	O	通道 2 的运算放大器输出
V+	10, 11, 12	-	正电源引脚
OUT1	13	O	通道 1 的运算放大器输出
导热垫	导热垫	-	将裸露的导热垫连接到器件上最负的电源 V-，以获得最佳导热性能。导热垫也可以保持电气悬空；这样可以最大限度地提高导热垫的散热效果，并将其传导到 PCB 中。

(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
V _S	电源电压	单电源, $V_S = (V+) - GND$		26	V
		双电源, $V_S = (V+) - (V-)$		±13	
	信号输入电压	共模	(V-) - 0.2	(V+) + 0.2	V
		微分		(V+) - (V-) + 0.2	
V _{OTF/SH_DN}	OTF / SH_DN 引脚电压		(V-) - 0.2	(V+) + 0.2	V
	信号输入电流			±10	mA
	输出短路 ⁽²⁾		继续		
θ _{JA}	封装热阻 ⁽³⁾	ETSSOP14		53	°C/W
T _A	工作温度		-55	125	°C
T _J	结温 ⁽⁴⁾			150	°C
T _{stg}	储存温度		-65	150	°C

(1) 超过这些额定值的应力可能会造成永久性损坏。长时间暴露于绝对最大条件可能会降低器件的可靠性。这些仅为应力额定值，并不保证器件在这些或任何其他超出规定值的条件下能够正常工作。

(2) 短路至地，每个包装一个放大器。

(3) JESD -51计算。

(4) 最大功耗是T_J(MAX)、R_{θJA}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_{θJA}。所有数值均适用于直接焊接在PCB上的封装。

7.2 ESD 额定值

以下ESD信息仅适用于ESD保护区内ESD敏感设备的处理。

			数值	单位
V _(ESD)	静电放电	人体模型(HBM), 符合AEC Q100-002 ⁽¹⁾	TBD	V
		充电设备模型(CDM), 符合AEC Q100-011	TBD	V
		闩锁效应(LU), 符合 AEC Q100-004标准	TBD	mA

(1) AEC Q100-002表示HBM应力应符合 ANSI/ ESDA / JEDEC JS -001规格。



ESD 敏感度警告

ESD损害的范围很广，从轻微的性能下降到器件的彻底失效。精密集成电路更容易受到损坏，因为即使很小的参数变化也可能导致器件不符合其公开的规格。

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
V _S	电源电压	单电源, $V_S = (V+) - GND$	5		24	V
		双电源, $V_S = (V+) - (V-)$	±2.5		±12	
T _A	工作温度		-55		125	°C

7.4 电气特性

$T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_S = V_+ = 24\text{V}$ 、 $V_- = \text{GND}$ 、 $R_L = 10\text{k}\Omega$ 连接至 $V_S / 2$ 且 $V_{\text{CM}} = V_{\text{OUT}} = V_S / 2$ 时, 满载⁽⁹⁾ = -55°C 至 $+125^\circ\text{C}$ (除非另有说明)⁽¹⁾

范围		测试条件	温度	最小 ⁽²⁾	典型 ⁽³⁾	最大 ⁽²⁾	单位
失调电压							
V _{OS}	输入失调电压	V _S = 24 V	25°C		±1	±3	mV
dV _{OS} /dT	输入失调电压漂移	V _S = 24 V	Full		±4.5	±10	μV/°C
PSRR	电源抑制比	V _S = 5 V to 24 V	25°C	93	102		dB
			Full	90			
输入偏置电流							
I _B	输入偏置电流 ⁽⁴⁾⁽⁵⁾		25°C		0.5	5	nA
			Full			20	nA
I _{OS}	输入失调电流 ⁽⁵⁾		25°C		0.5	5	nA
			Full			20	nA
噪音							
	输入电压噪声	V _S = 24 V, f = 0.1 Hz to 10 Hz	25°C		11		μV _{pp}
e _N	输入电压噪声密度	f = 1 kHz	25°C		22		nV/√Hz
		f = 10 kHz	25°C		9		
输入电压							
V _{CM}	共模电压		25°C	(V-) - 0.1		(V+) + 0.1	V
CMRR	共模抑制比	(V-) - 0.1 V < V _{CM} < (V+) + 0.1 V, 10 V < V _S < 24 V	25°C	69	76		dB
			Full	65			
		(V-) + 2.5 V < V _{CM} < (V+) - 2.5 V, 10 V < V _S < 24 V	25°C	80	89		
			Full	78			
开环增益							
A _{OL 线}	开环电压增益	(V-) + 0.2 V < V _O < (V+) - 0.2 V, R _L = 10kΩ, V _S = 24 V	25°C	115	132		dB
			Full	105			
频率响应							
GBW	增益带宽积	V _S = 24 V	25°C		18		MHz
SR	斜率 ⁽⁸⁾	V _S = 24 V, 10-V step, Gain = +1	25°C		80		V/μs
t _s	建立时间	To 0.1%, 10-V step, Gain = +1, C _L = 10 pF	25°C		0.30		μs
	过载恢复时间	V _{IN} × gain > V _S , V _S = 24 V	25°C		0.09		μs
输出							
	电压输出摆幅与供电轨	I _{OUT} = ±5 mA	25°C		17	30	mV
I _{PK}	瞬态峰值输出电流	Sinking	25°C		700		mA
		Sourcing	25°C		750		
I _{SC}	短路电流 ⁽⁶⁾⁽⁷⁾	Sinking	25°C		450		mA
		Sourcing	25°C		550		
电源							
I _Q	总静态电流	I _O = 0 A	25°C		8	10	mA
			Full			11	
I _{SD}	关断电流	V _{OTF/SH_DN} = 0 V	25°C			215	μA

开启							
V _{IH_OTF}	启用高输入电压		25°C	1.2			V
V _{IL_OTF}	启用低输入电压		25°C			0.6	V
	启用滞后		25°C		200		mV
t _{OTF/SH_DN}	启用启动时间		25°C		5		μs
温度							
	热关断		25°C		150		°C
	热关断恢复		25°C		135		°C

笔记:

- (1) 电气表值仅适用于所示温度下的工厂测试条件。工厂测试条件下，器件的自热效应非常有限。
- (2) 25°C下进行 100% 生产测试。工作温度范围内的限值通过统计质量控制 (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变化，并取决于应用和配置。
- (4) 正电流对应于流入设备的电流。
- (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 $T_{J(MAX)}$ 、 $R_{\theta JA}$ 和 T_A 的函数。任何环境温度下允许的最大功耗为 $P_D = (T_{J(MAX)} - T_A) / R_{\theta JA}$ 。所有数值均适用于直接焊接在 PCB 上的封装。
- (7) 短路测试是一种瞬时测试。
- (8) 指定的数字是正向和负向斜率中较慢的一个。
- (9) 仅通过特性指定。

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。

条件为 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_S = 24\text{ V}$ 、 $V_{CM} = V_S/2$ 和 $R_L = 10\text{ k}\Omega$ （除非另有说明）。

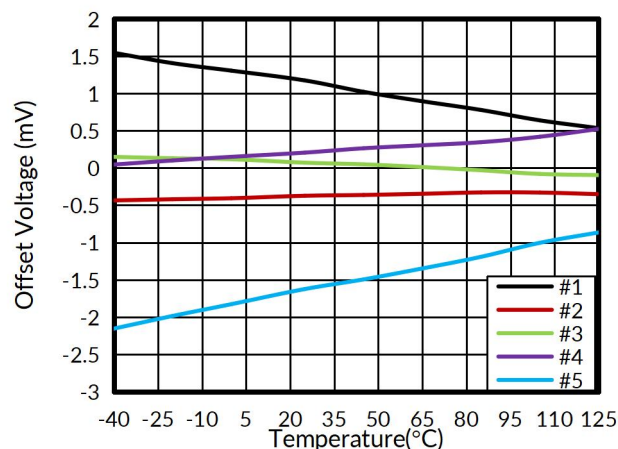


图 1. 失调电压与温度的关系

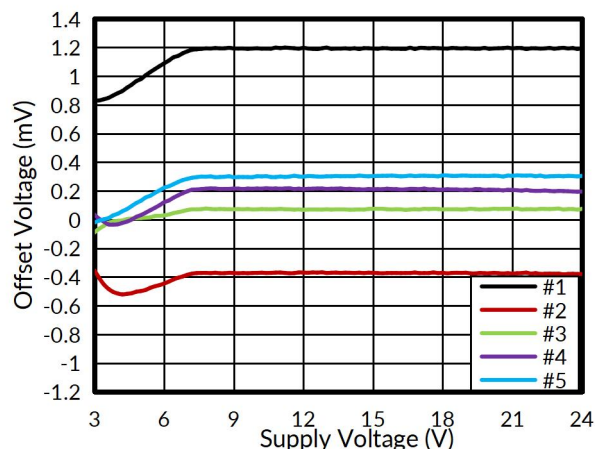


图 2. 失调电压与电源的关系

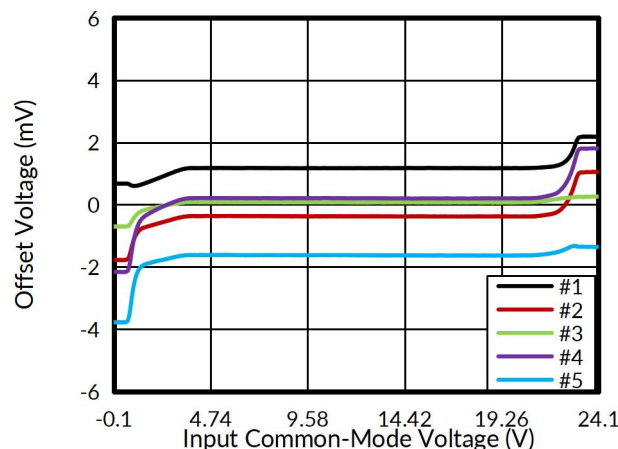


图 3. 失调电压与输入共模电压

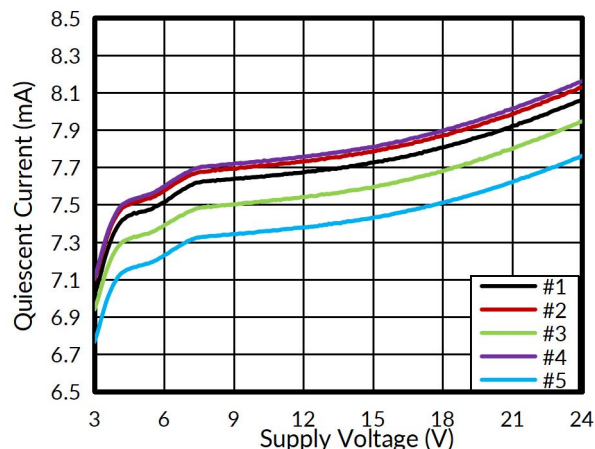


图 4. 静态电流与电源

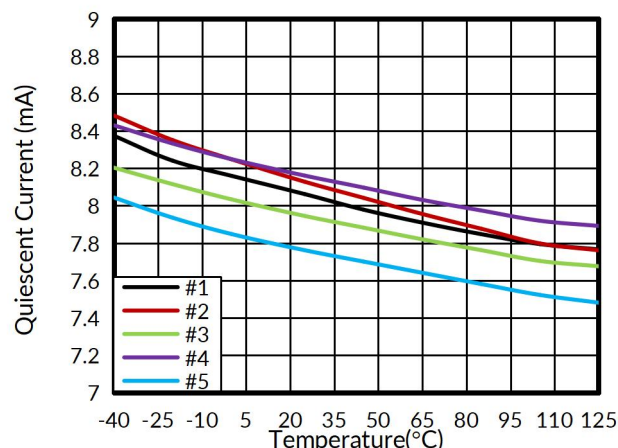


图 5. 静态电流与温度的关系

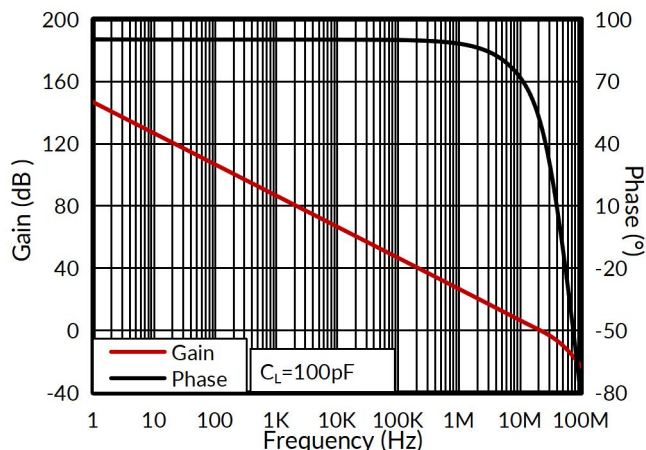


图 6. 开环增益和相位与频率的关系

典型特征

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。

条件为 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_S = 24\text{ V}$ 、 $V_{CM} = V_S/2$ 和 $R_L = 10\text{ k}\Omega$ （除非另有说明）。

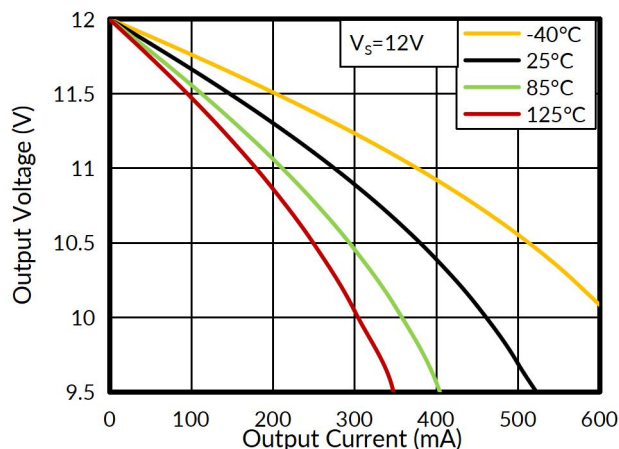


图 7. 输出电压摆幅与输出源电流的关系

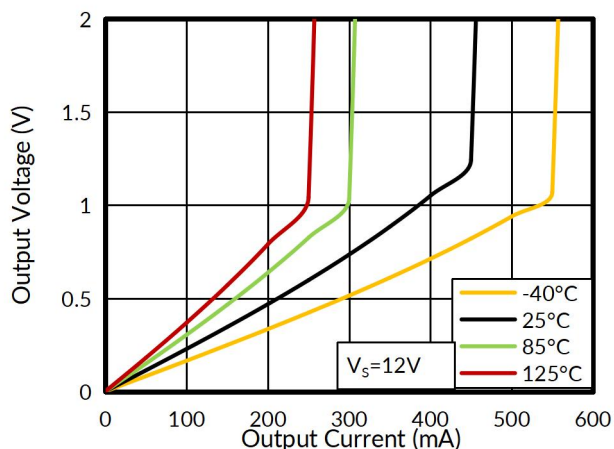


图 8. 输出电压摆幅与输出灌电流

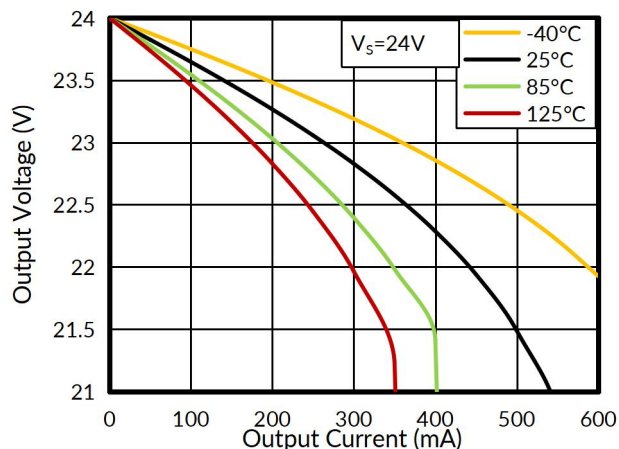


图 9. 输出电压摆幅与输出源电流的关系

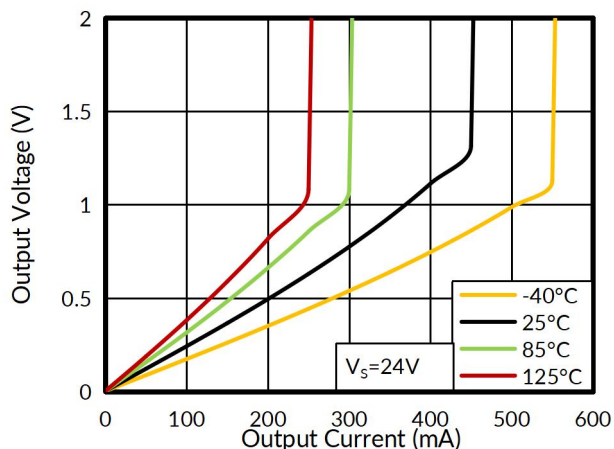


图 10. 输出电压摆幅与输出灌电流

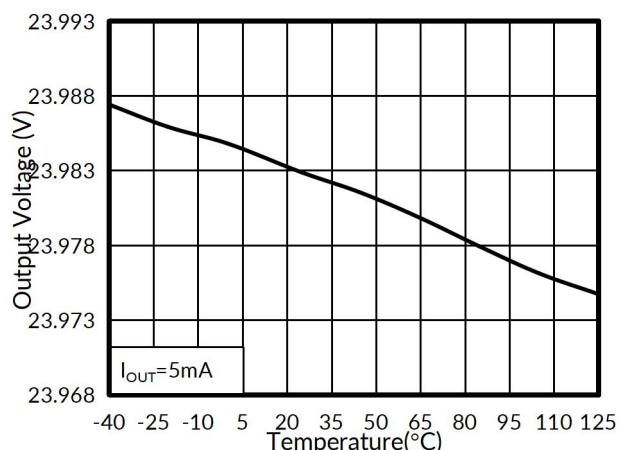


图 11. 输出电压摆幅 (V_{OH}) 与温度的关系

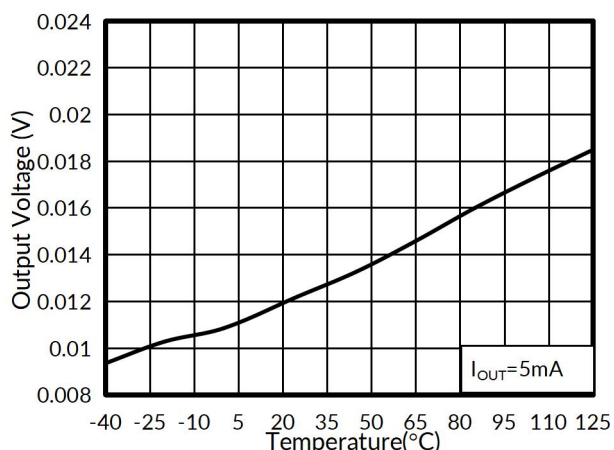


图 12. 输出电压摆幅 (V_{OL}) 与温度的关系

典型特征

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。

条件为 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_S = 24\text{ V}$ 、 $V_{CM} = V_S/2$ 和 $R_L = 10\text{ k}\Omega$ （除非另有说明）。

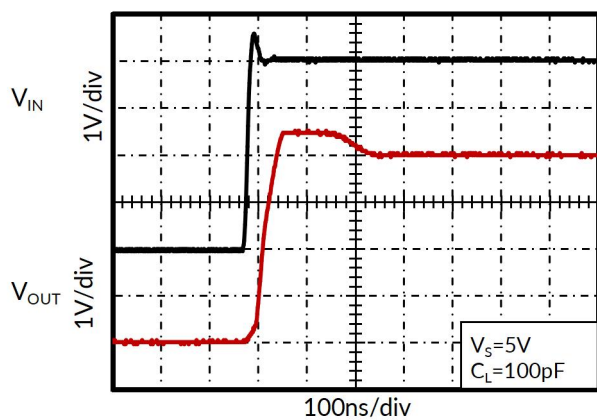


图 13. 大信号上升响应

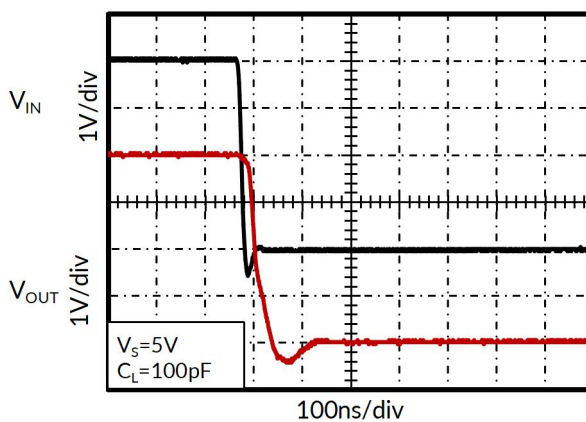


图 14. 大信号跌倒响应

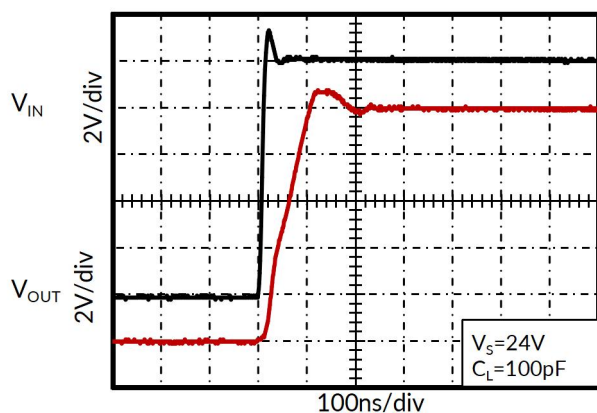


图 15. 大信号上升响应

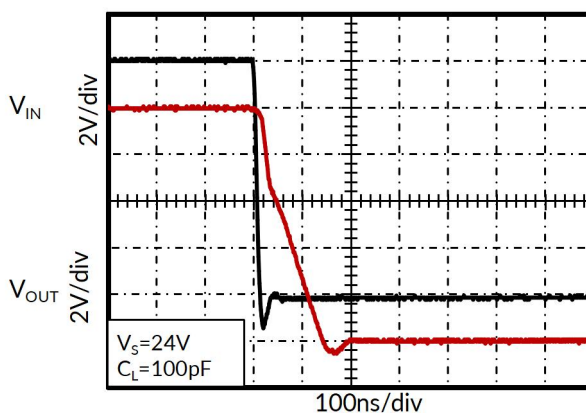


图 16. 大信号跌倒响应

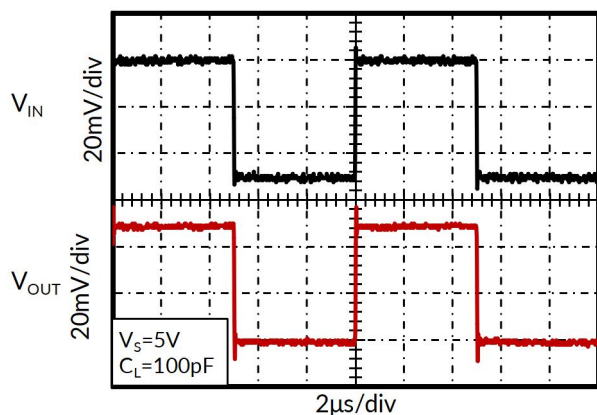


图 17. 小信号阶跃响应

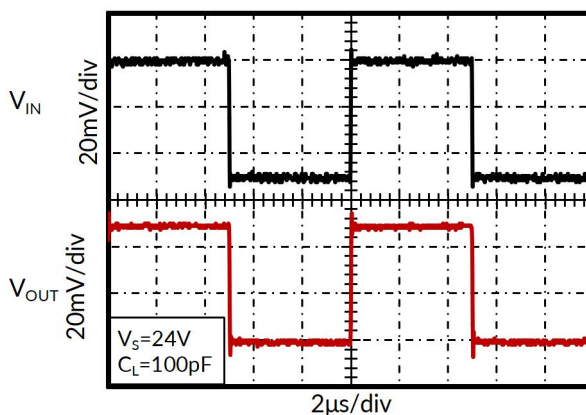


图 18. 小信号阶跃响应

典型特征

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。

条件为 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_S = 24\text{V}$ 、 $V_{CM} = V_S/2$ 和 $R_L = 10\text{ k}\Omega$ （除非另有说明）。

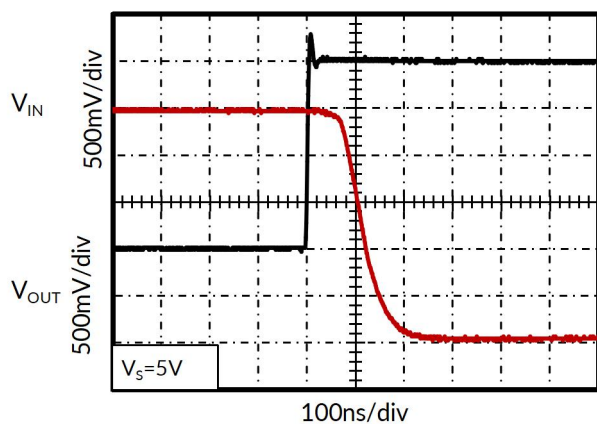


图 19.正过载恢复

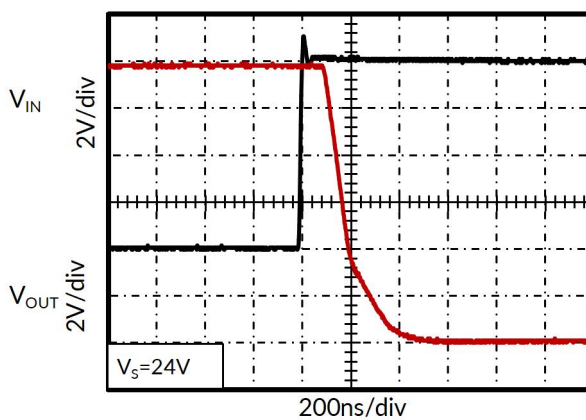


图 20.正过载恢复

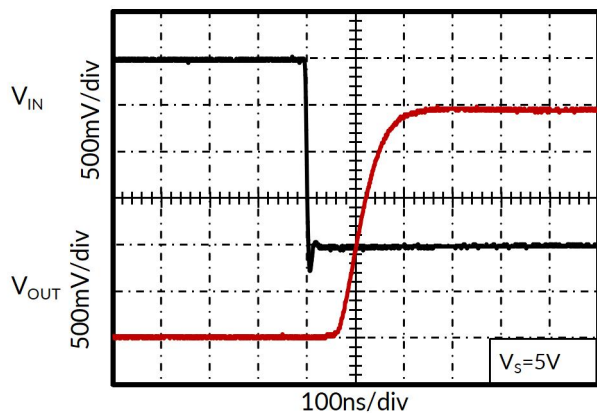


图 21.负过载恢复

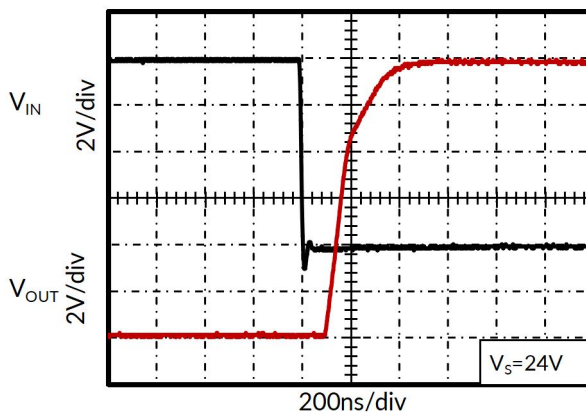


图 22.负过载恢复

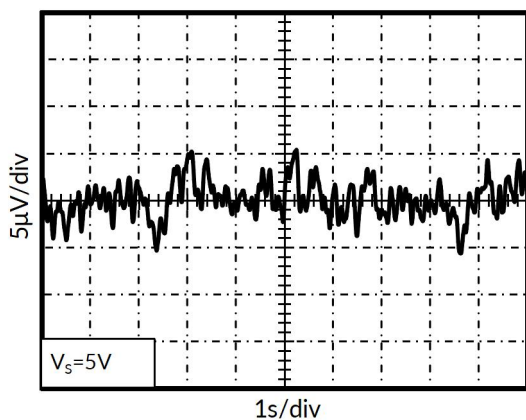


图 23. 0.1 Hz 至 10 Hz 噪声

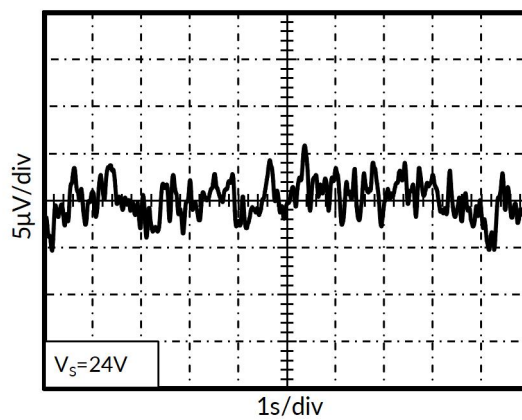


图 24. 0.1 Hz 至 10 Hz 噪声

典型特征

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。

条件为 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_S = 24\text{ V}$ 、 $V_{CM} = V_S/2$ 和 $R_L = 10\text{ k}\Omega$ （除非另有说明）。

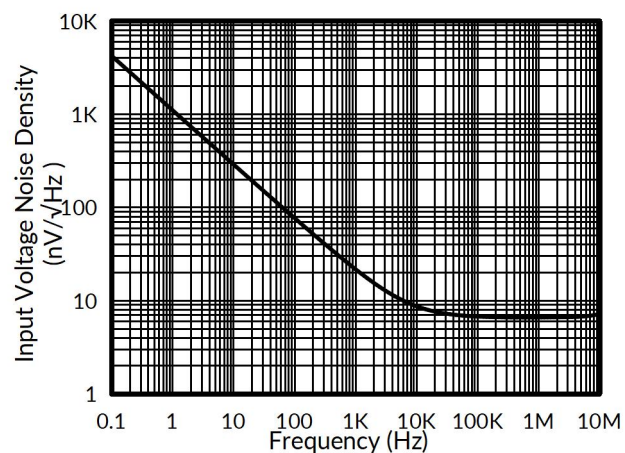


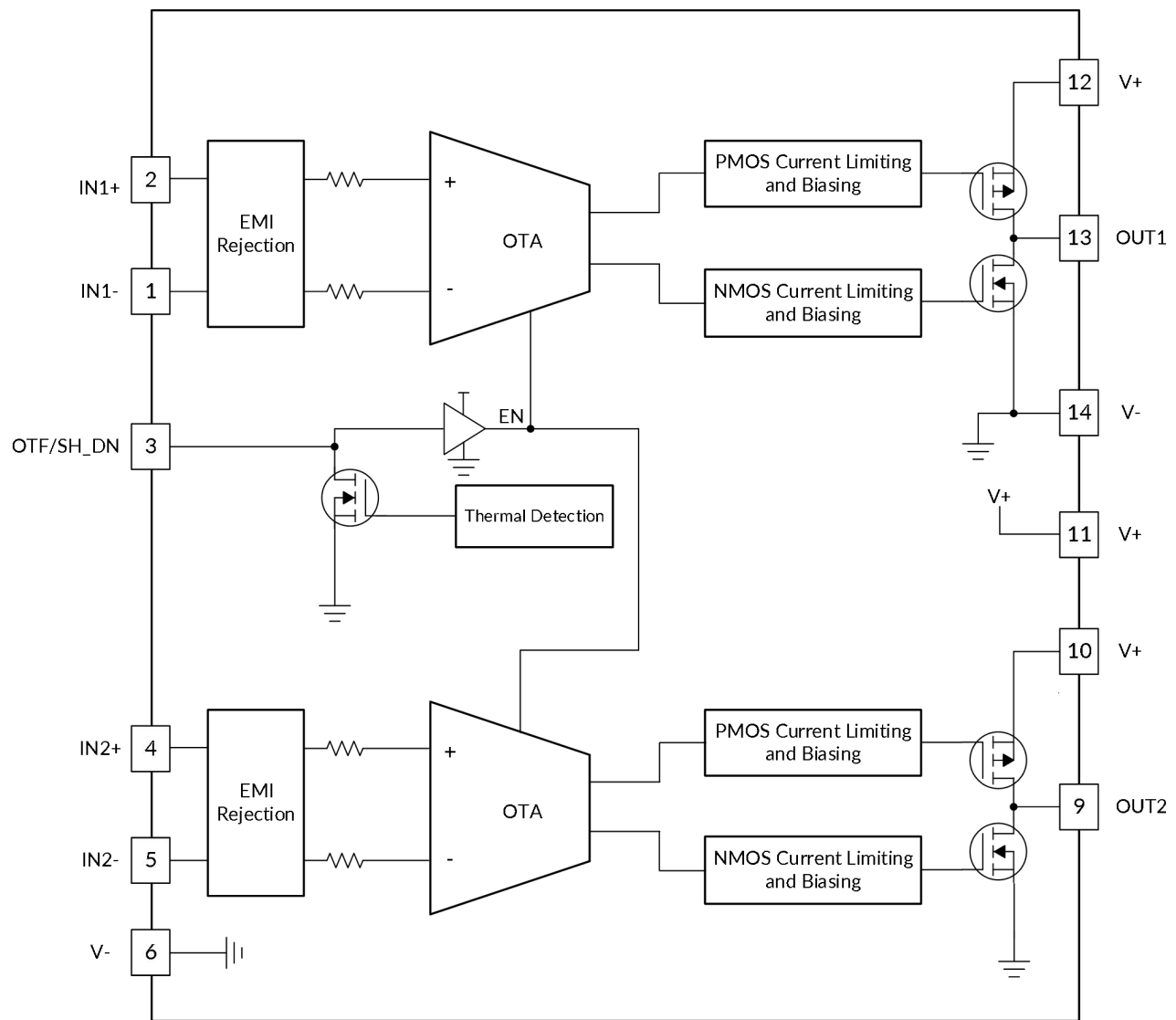
图 25. 输入电压噪声密度与频率的关系

8 详细描述

8.1 概述

TLX8473 是一款双电源运算放大器，适用于汽车应用。该器件的主要特性包括低失调电压、高输出电流驱动能力和高 FPBW 能力。此外，它还提供过热关断和电流限制等保护功能。ETSSOP14 封装最大限度地减少了电路板空间和功耗。

8.2 功能框图



8.3 特性描述

8.3.1 过温和关断引脚（OTF / SH_DN）

过温关断引脚 OTF / SH_DN 是双向的，当被强制为低电平或低于 V_{IL_OTF} 时，允许两个运算放大器进入低 I_Q 状态。由于该引脚是双向的，并且具有相应的启用和禁用功能，因此必须通过上拉电阻将该引脚拉高或高于 V_{IH_OTF} 。

TLX8473 的结温超过规定限值时，OTF / SH_DN 会变为低电平，以提醒应用程序由于过温事件，两个输出都已关闭。

当 OTF / SH_DN 被拉低且运算放大器关闭时，即使施加了负反馈，运算放大器仍处于开环状态。这是因为偏置电路关闭时运算放大器的开环增益会损失。

8.3.2 热关断

如果芯片温度超过安全限值，所有输出将被禁用，并且 OTF / SH_DN 引脚将被驱动至低电平。当芯片温度降至安全水平后，系统将自动恢复工作。恢复工作后，OTF / SH_DN 引脚将被释放。

当芯片在高温下工作时，运算放大器会在热关断迟滞期间切换开启和关闭状态。在这种情况下，必须考虑芯片温度的安全限值。请勿长时间在热迟滞状态下连续工作。

8.3.3 限流和短路保护

TLX8473 中的每个运算放大器都针对 PMOS（高端）和 NMOS（低端）输出晶体管设有独立的内部电流限制。如果输出短路至地，则 PMOS（高端）电流限制将被激活，并将电流限制为标称值 550 mA。如果输出短路至电源，则 NMOS（低端）电流限制将被激活，并将电流限制为标称值 450 mA（25°C 时）。电流限制值与温度成反比；因此，低温下电流限制值会增加。

限制电流时，必须考虑芯片温度的安全限值。如果功耗过高，芯片温度可能会超过热关断限值；运算放大器会关断芯片，并在芯片温度降至热限值以下后重新启动。

8.3.4 输入共模范围

TLX8473 的输入共模范围介于 $(V_-) - 0.1\text{ V}$ 和 $(V_+) + 0.1\text{ V}$ 之间。保持在此范围内可使运算放大器的性能和工作符合规格。超出这些限制可能会导致失真和非线性。

8.3.5 输出级晶体管中的反向体二极管

TLX8573 设计为一款高压、大电流运算放大器，具有强大的输出驱动能力。它采用带有共源晶体管的 AB 类输出级，可实现全轨到轨输出摆幅能力。不同的负载条件会改变放大器接近轨摆幅的能力。

每个输出晶体管的漏极和源极之间均内置有反向二极管，当输出被强制高于电源电压或低于地电压（反向电流）时，该二极管导通。这些二极管可在电感负载驱动应用中用作反激保护。应将这些二极管限制在脉冲工作模式下使用，以最大程度地降低 $(V_F \times I_F)$ 引起的结温过热。当电流反向流动且反向二极管处于工作状态时，内部限流电路不工作。

8.3.6 EMI 滤波

运算放大器因其对电磁干扰 (EMI) 的敏感性而有所不同。如果传导 EMI 进入运算放大器，则在存在 EMI 的情况下，放大器输出端观察到的直流失调可能会偏离标称值。这种偏移是由于与内部半导体结相关的信号整流造成的。虽然所有运算放大器引脚功能都可能受到 EMI 的影响，但信号输入引脚可能最容易受到影响。TLX8473 集成一个内部输入低通滤波器，可降低放大器对 EMI 的响应。该滤波器提供共模和差模滤波。

8.4 设备功能模式

8.4.1 开环和闭环操作

TLX8473 具有极高的开环直流增益，因此在大多数应用中，该器件可用作开环比较器。大多数电气特性均在负反馈闭环配置中进行了验证。某些直流电气特性（例如失调）在器件整个使用寿命期间连续以开环方式工作时，可能会随温度和使用寿命产生更大的漂移。

8.4.2 关机

当 OTF / SH_DN 引脚接地时，运算放大器关闭至低 I_Q 状态并且不工作；运算放大器输出进入高阻抗状态。

表 1.关断真值表

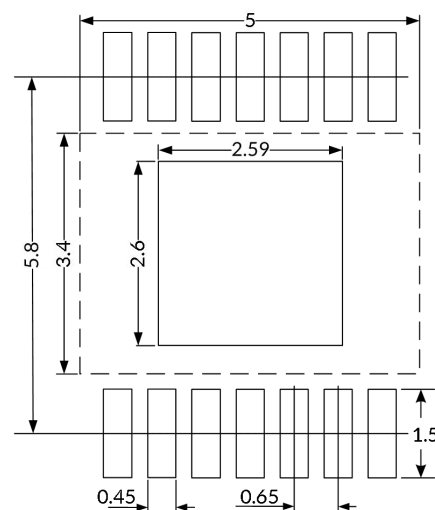
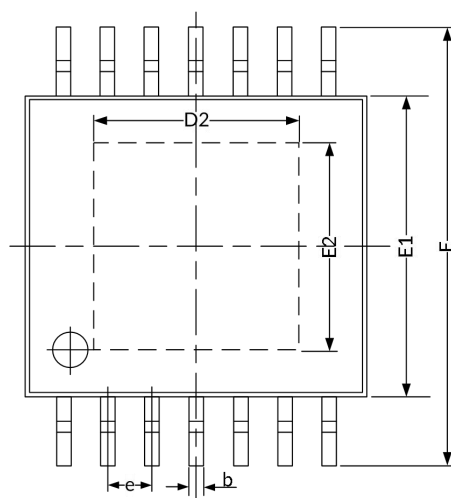
PIN 名称	逻辑状态	运算放大器状态
OTF / SH_DN	高 (> VIH_OTF)	操作
	低 (< VIL_OTF)	关断 (低 I _Q 状态)

9 布局

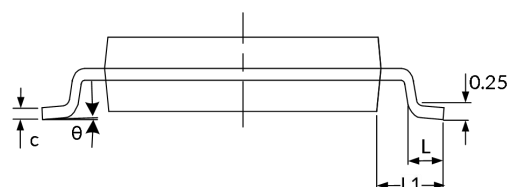
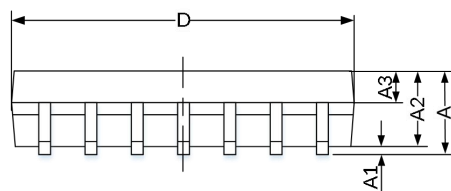
为了实现设备的最佳运行性能，请采用良好的 PCB 布局实践，包括：

- 噪声可以通过整个电路的电源引脚以及运算放大器传播到模拟电路中。旁路电容可在模拟电路本地提供低阻抗电源，从而降低耦合噪声。
 - 连接低 ESR 的 $0.1\ \mu\text{F}$ 陶瓷旁路电容，并尽可能靠近器件放置。对于单电源应用，V+ 和地之间可以使用单个旁路电容。
- 将电路的模拟部分和数字部分分开接地是最简单、最有效的噪声抑制方法之一。多层 PCB 板上通常会有一层或多层专门用作接地层。接地层有助于散热，并减少 EMI 噪声拾取。务必将数字地和模拟地物理隔离，并注意地电流的流动。
- 为了减少寄生耦合，输入走线应尽可能远离电源或输出走线。如果无法保持走线分离，则应垂直穿过敏感走线，而不是与噪声走线平行。
- 尽量缩短输入走线的长度。务必记住，输入走线是电路中最敏感的部分。

10 封装外形尺寸

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	0.900	1.050	0.035	0.041
A3	0.390	0.490	0.015	0.019
b	0.200	0.280	0.008	0.011
c	0.130	0.170	0.005	0.007
D ⁽¹⁾	4.900	5.100	0.193	0.201
D2	2.260		0.089	
E2	2.410		0.095	
E1 ⁽¹⁾	4.300	4.500	0.169	0.177
E	6.200	6.600	0.244	0.260
e	0.650 BSC ⁽²⁾		0.026 BSC ⁽²⁾	
L	0.450	0.750	0.018	0.030
L1	1.000 BSC ⁽²⁾		0.039 BSC ⁽²⁾	
θ	0°	8°	0°	8°

笔记:

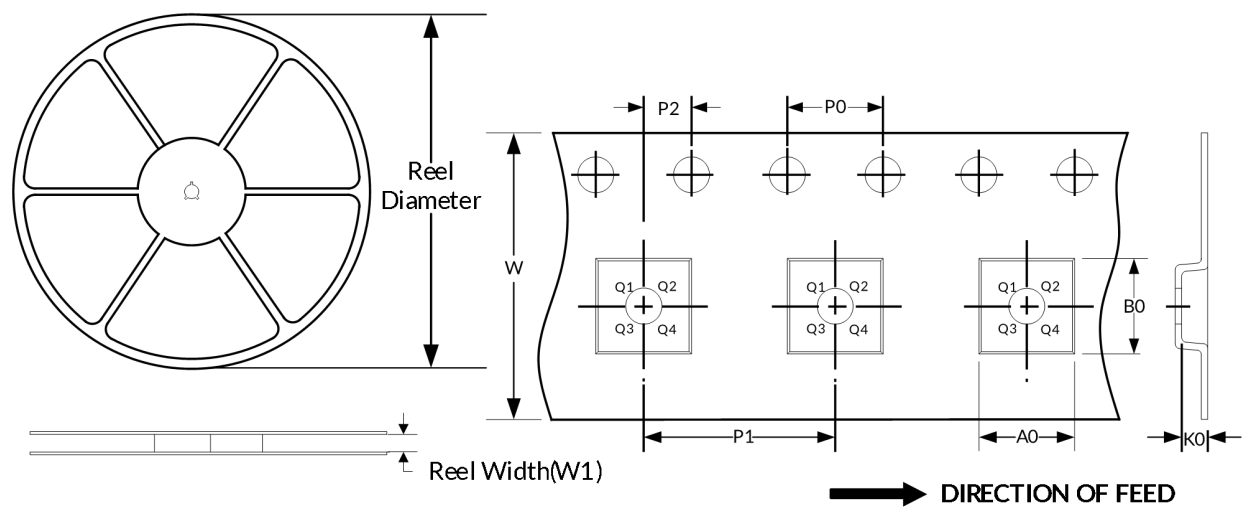
不包括每侧最大 0.15 毫米的塑料或金属突出物。

2.BSC (中心间基本间距), “基本”间距是标称的。

3. 本图纸如有更改, 恕不另行通知。

11 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。

卷带封装关键参数表

封装类型	卷轴直径	卷筒宽度 (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P0 (mm)	P1 (mm)	P2 (mm)	W (mm)	Pin1 Quadrant
ETSSOP14	13"	12.4	6.95	5.60	1.20	4.0	8.0	2.0	12.0	Q1

笔记:

1. 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。