

无锡泰连芯科技有限公司

TLX8547, TLX8548

零漂移、单电源、轨到轨输入/输出运算放大器

2024 年 06 月

零漂移、单电源、轨到轨输入/输出运算放大器

1 特性

- 最低噪声自稳零放大器
- 低失调电压: $\pm 1\mu\text{V}$
- 输入失调漂移: $\pm 0.1\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
- 轨到轨输入和输出摆幅
- 5V 单电源供电
- 高增益, CMRR 和 PSRR: 125dB
- 极低输入偏置电流: 典型值 $\pm 100\text{pA}$
- 低电源电流: $500\mu\text{A}$
- 过载恢复时间: $\leq 4\mu\text{s}$
- 无需外部元件
- 具备汽车应用资格

2 应用

- 汽车传感器
- 压力和位置传感器
- 应变计放大器
- 医疗仪器
- 热电偶放大器
- 精密电流检测
- 光电二极管放大器

3 概述

这款放大器具有超低失调、漂移和偏置电流特性。TLX8547/TLX8548 均为宽带宽、自稳零放大器,具有轨到轨输入和输出摆幅以及低噪声特性,采用 2.5V 至 5.5V 单电源供电(或 $\pm 1.25\text{V}$ 至 $\pm 2.75\text{V}$ 双电源供电)。

TLX8547/TLX8548 可提供以前只有昂贵的自稳零或斩波稳定放大器才具有的特性优势。这些零漂移放大器采用电路拓扑结构,将低成本与高精度、低噪声特性融为一体,且无需外部电容。此外,TLX8547/TLX8548 还大大降低了大多数斩波稳定放大器所具有的数字开关噪声。

TLX8547/TLX8548 的失调电压仅为 $1\mu\text{V}$,失调电压漂移为 $0.1\mu\text{V}/^\circ\text{C}$,噪声仅为 $0.55\mu\text{Vp-p}$ (0.1Hz 至 10Hz),因而适合不容许存在误差源的应用。这些器件在工作温度范围内的漂移接近零,对位置和压力传感器、医疗设备以及应变计放大器应用极为有利。许多系统都可以利用 TLX8547/TLX8548 提供的轨到轨输入和输出摆幅能力,以降低输入偏置复杂度,并使信噪比达到较大。

TLX8547/TLX8548 适用于工业和汽车电子领域,工作温度范围为 -55°C ~ 125°C 。TLX8547 单通道运算放大器采用 SOT23-5 封装; TLX8548 双通道运算放大器采用 SOP8 和 MSOP8 封装。

质量等级: 军温级&企军标

器件信息 ⁽¹⁾

型号	封装	封装尺寸 (标称值)
TLX8547	SOT23-5	2.90mm×1.60mm
TLX8548	SOP8	4.90mm×3.90mm
	MSOP8	3.00mm×3.00mm

(1) 详细的订单型号说明,请参考数据表后的封装选项部分。

目 录

1 特性	1
2 应用	1
3 概述	1
4 修订历史	3
5 封装和订单说明⁽¹⁾	4
6 引脚定义和功能（顶视图）	5
7 规格	6
7.1 绝对最大额定参数	6
7.2 ESD 等级	6
7.3 推荐工作条件	7
7.4 典型电气参数, $V_S=5V$	8
7.5 典型电气参数, $V_S=2.5V$	10
7.6 典型参数曲线	12
8 功能描述	16
8.1 1/f 噪声	16
8.2 峰峰值噪声	17
8.3 一阶低通滤波器的噪声特性	17
8.4 一阶滤波器总积分输入参考噪声	18
8.5 输入过压保护	19
8.6 输出相位反转	19
8.7 过载恢复时间	19
8.8 红外传感器	20
8.9 精密电流分流传感器	21
8.10 高精度 DAC 输出放大器	22
9 封装规格尺寸	23
10 包装规格尺寸	26

4 修订历史

注意: 更新前的版本页码可能与当前版本不同。

版本	更新日期	变更项目
A.0	2025/04/01	初始版
A.1	2025/05/20	正式版

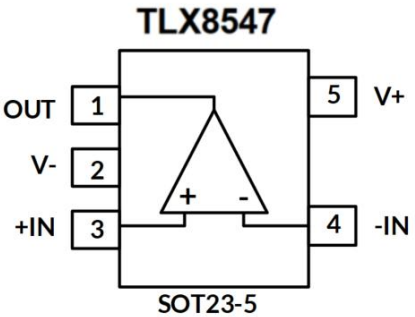
5 封装和订单说明⁽¹⁾

订单型号	封装类型	工作温度(°C)	丝印 ⁽²⁾	MSL ⁽³⁾	质量等级
JTLX8547XF	SOT23-5	-55°C ~ 125°C	8547	MSL3	企军标
JTLX8548XK	SOP8	-55°C ~ 125°C	TLX8548	MSL3	企军标
JTLX8548XM	MSOP8	-55°C ~ 125°C	TLX8548	MSL3	企军标
JTLX8547XF(W)	SOT23-5	-55°C ~ 125°C	8547	MSL3	军温级
JTLX8548XK(W)	SOP8	-55°C ~ 125°C	TLX8548	MSL3	军温级
JTLX8548XM(W)	MSOP8	-55°C ~ 125°C	TLX8548	MSL3	军温级
TLX8547XF	SOT23-5	-40°C ~ 125°C	8547	MSL3	工业级
TLX8548XK	SOP8	-40°C ~ 125°C	TLX8548	MSL3	工业级
TLX8548XM	MSOP8	-40°C ~ 125°C	TLX8548	MSL3	工业级

注意:

- (1) 该信息是当前版本的最新数据。这些数据如有更新，将及时更新到我司官网，恕不另行通知。
- (2) 丝印可能会有其他附加的代码，用于产品的内控追溯（包括数据代码和供应商代码）或者标志产地。
- (3) TLXIC 装配厂使用符合 JEDEC 工业标准 J-STD-20F 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 技术支持联系。

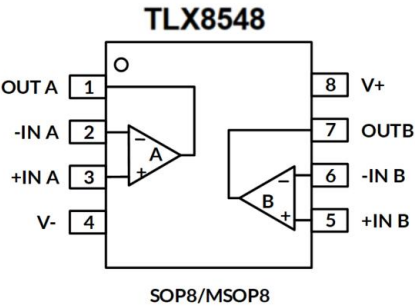
6 引脚定义和功能（顶视图）



引脚功能

引脚名称	引脚	I/O ⁽¹⁾	功能说明
	SOT23-5		
-IN	4	I	反相输入脚
+IN	3	I	同相输入脚
OUT	1	O	输出脚
V-	2	-	负电源（或者低电压）供电脚
V+	5	-	正电源（或者高电压）供电脚

(1) I=输入管脚, O=输出管脚。



引脚功能

引脚名称	引脚	I/O ⁽¹⁾	功能说明
	SOP8/MSOP8		
-INA	2	I	A 通道反相输入端
+INA	3	I	A 通道同相输入端
-INB	6	I	B 通道反相输入端
+INB	5	I	B 通道同相输入端
OUTA	1	O	A 通道输出
OUTB	7	O	B 通道输出
V-	4	-	负电源（或者低电压）供电脚
V+	8	-	正电源（或者高电压）供电脚

(1) I=输入管脚, O=输出管脚。

7 规格

7.1 绝对最大额定参数

在自然通风温度范围内（除非特别注明）⁽¹⁾

			最小值	最大值	单位
电压参数	工作电压, $V_S = (V+) - (V-)$			6	V
	输入引脚 ⁽²⁾		$(V-) - 0.3$	$(V+) + 0.3$	
	输出引脚 ⁽³⁾		$(V-) - 0.3$	$(V+) + 0.3$	
	差分输入电压		$(V-) - (V+)$	$(V+) - (V-)$	
电流参数	输入引脚 ⁽²⁾		-10	10	mA
	输出引脚 ⁽³⁾		-50	50	mA
	输出短路电流 ⁽⁴⁾		持续		
θ_{JA}	结至环境热阻 ⁽⁵⁾	SOT23-5		230	°C/W
		SOP8		110	
		MSOP8		170	
温度参数	自然通风条件下的工作温度范围, T_A		-55	125	°C
	结温, T_J ⁽⁶⁾			150	
	储存温度范围, T_{stg}		-65	150	

- (1) 这里只表示产品在测试条件下得到的极限值，并不表示产品在这些条件下或者其他超出规格限定的参数条件下能够正常工作，超过上述绝对最大额定值所规定的范围将对产品造成损害，无法预测产品在上述条件外的工作状态。如果产品长期在上述条件外的条件下工作，可能影响产品性能。
- (2) 输入端口内部设计有对电源轨的钳位保护二极管，当输入信号超过电源轨 0.3V 及以上时，必须限制输入的电流不超过 $\pm 10\text{mA}$ 。
- (3) 输出端口内部设计有对电源轨的钳位保护二极管，当输出信号超过电源轨 0.3V 及以上时，必须限制输出电流不超过 $\pm 50\text{mA}$ 。
- (4) 输出对地短路时会导致过热并对芯片造成永久损坏，故无法测试极限值。
- (5) 封装热阻抗根据 JESD-51 标准计算。
- (6) 最大功耗是有关 $T_{J(MAX)}$ 、 $R_{\theta JA}$ 和 T_A 的函数。任意环境温度下的最大功耗为 $P_D = (T_{J(MAX)} - T_A) / R_{\theta JA}$ 。适用于直接焊接到 PCB 上的封装。

7.2 ESD 等级

以下 ESD 信息仅针对在防静电保护区内操作的敏感设备。

			标称值	单位
$V_{(ESD)}$	静电放电	人体模型 (HBM), 符合 ANSI/ESDA/JEDEC JS001-2024 规范	± 2000	V
		带电器件模型 (CDM), 符合 ANSI/ESDA/JEDEC JS-002-2022 规范	± 1000	



ESD 灵敏性警告

ESD 损坏的范围可以从细微的性能下降到完全的设备失效。精密集成电路可能更容易受到损坏，因为非常小的参数变化有可能导致器件不符合其公布的参数规格。

7.3 推荐工作条件

在自然通风温度范围内（除非特别注明）

		最小值	典型值	最大值	单位
工作电压范围， $V_s = (V+) - (V-)$	单电源供电	2.5		5.5	V
	双电源供电	±1.25		±2.75	

7.4 典型电气参数, $V_S=5V$

测试条件为: $T_A = +25^{\circ}C$, $V_S = 5V$, $R_L = 10k\Omega$, $R_L = 10k\Omega$ 连接至 $V_S/2$, $V_{OUT} = V_S/2$, $V_{CM} = V_S/2$, 全温⁽⁹⁾ = $-55^{\circ}C \sim +125^{\circ}C$ (除非特别注明)。(1)

参数		测试条件	T _A	TLX8547, TLX8548			单位
				最小值 ⁽²⁾	典型值 ⁽³⁾	最大值 ⁽²⁾	
供电参数							
V _S	工作电压范围		全温	2.5		5.5	V
I _Q	每通道静态工作电流	V _S =±2.5V, I _O =0mA	25°C		500	650	μA
			全温			700	
PSRR	电源抑制比	V _S =2.5V to 5.5V, V _{CM} =0V	25°C	110	125		dB
			全温	100			
输入参数							
V _{OS}	输入失调电压	V _S =5V, V _{CM} =2.5V	25°C	-5	±1	5	μV
			全温	-15		15	
V _{OS} T _C	输入失调电压温漂	V _S =5V, V _{CM} =2.5V	全温		±0.1		μV/°C
I _B	输入偏置电流 ⁽⁴⁾ ⁽⁵⁾	V _S =5V	25°C	-500	±100	500	pA
I _{OS}	输入失调电流 ⁽⁴⁾	V _S =5V, V _{CM} =2.5V	25°C	-500	±100	500	pA
A _{OL}	开环电压增益	R _{LOAD} =10kΩ, V _{OUT} =0.1 V to 5.4 V	25°C	110	130		dB
			全温	115			dB
V _{CM}	共模输入电压范围		全温	(V ₋)-0.1		(V ₊)+0.1	V
CMRR	共模抑制比	V _S =5V, (V ₋)-0.1V< V _{CM} < (V ₊)+0.1V	25°C	110	125		dB
			全温	105			dB
输出参数							
V _{OH}	输出距轨电压	V _S =5V, R _{LOAD} =10kΩ to V _S /2	25°C		5	15	mV
V _{OL}	输出距轨电压	V _S =5V, R _{LOAD} =10kΩ to V _S /2	25°C		5	15	mV
I _{SC}	输出短路电流 ⁽⁶⁾ ⁽⁷⁾	Source, V _S =5V	25°C	45	60		mA
		Sink, V _S =5V	25°C	45	60		
频率响应参数							
SR	压摆率 ⁽⁸⁾	G=1, V _{IN} = 2V Step	25°C		1.4		V/μs
GBW	增益带宽积		25°C		2.4		MHz
t _s	建立时间 0.1%	G=1, V _{IN} = 2V Step	25°C		10		μs
t _{OR}	过载恢复时间	V _{IN} • Gain ≥ V _S	25°C		3		μs
t _{ON}	上电时间		25°C		15		μs
PM	相位裕度 ⁽⁴⁾	R _L =10kΩ, C _L =50pF	25°C		60		°
GM	增益裕度 ⁽⁴⁾	R _L =10kΩ, C _L =50pF	25°C		10		dB
C _{LOAD}	电容负载驱动		25°C		100		pF
噪声参数							
E _n	输入电压噪声	V _S =5V, f=0.1Hz to 10Hz	25°C		0.55		μVpp
e _n	输入电压噪声密度 ⁽⁴⁾	f=1kHz	25°C		25		nV/√Hz
		f=10kHz	25°C		24		

注意：

- (1) 该表仅代表指定温度下及工厂测试条件下的产品参数。工厂测试条件下，产品的自热非常有限。
- (2) 极限值是在 25°C 条件下进行的 100% 生产测试。通过使用统计质量控制（SQC）方法的相关性来确保工作温度范围的限制。
- (3) 典型值表示在表征时确定的最可能的参数规范。实际典型值可能随时间变化，也将取决于应用和配置。
- (4) 该参数由设计和/或特性保证，不需要在生产中进行测试。
- (5) 正电流对应流入产品的电流。
- (6) 最大功耗是有关 $T_{J(MAX)}$ 、 $R_{\theta JA}$ 和 T_A 的函数。任意环境温度下的最大功耗为 $P_D = (T_{J(MAX)} - T_A) / R_{\theta JA}$ 。适用于直接焊接到 PCB 上的封装。
- (7) 短路实验是瞬时实验。
- (8) 取值为正负转换速率中较慢的值。
- (9) 保证全温度范围。

7.5 典型电气参数, $V_S=2.5V$

测试条件为: $T_A = +25^{\circ}C$, $V_S = 2.5V$, $R_L = 10k\Omega$, $R_L = 10k\Omega$ 连接至 $V_S/2$, $V_{OUT} = V_S/2$, $V_{CM} = V_S/2$, 全温⁽⁹⁾ = $-55^{\circ}C \sim +125^{\circ}C$ (除非特别注明)。⁽¹⁾

参数		测试条件	T _A	TLX8547, TLX8548			单位
				最小值 ⁽²⁾	典型值 ⁽³⁾	最大值 ⁽²⁾	
供电参数							
V _S	工作电压范围		全温	2.5		5.5	V
I _Q	每通道静态工作电流	V _S =±1.25V, I _O =0mA	25°C		500	650	μA
			全温			700	
PSRR	电源抑制比	V _S =2.5V to 5.5V, V _{CM} =0V	25°C	110	125		dB
			全温	100			
输入参数							
V _{OS}	输入失调电压	V _S =2.5V, V _{CM} =1.25V	25°C	-8	±1	8	μV
			全温	-20		20	
V _{OS} T _C	输入失调电压温漂	V _S =2.5V, V _{CM} =1.25V	全温		±0.1		μV/°C
I _B	输入偏置电流 ^{(4) (5)}	V _S =2.5V	25°C	-500	±100	500	pA
I _{OS}	输入失调电流 ⁽⁴⁾	V _S =2.5V, V _{CM} =1.25V	25°C	-500	±100	500	pA
A _{OL}	开环电压增益	R _{LOAD} =10kΩ, V _{OUT} =0.1 V to 2.4 V	25°C	110	115		dB
			全温	100			dB
V _{CM}	共模输入电压范围		全温	(V ₋)-0.1		(V ₊)+0.1	V
CMRR	共模抑制比	V _S =2.5V, (V ₋)-0.1V< V _{CM} < (V ₊)+0.1V	25°C	110	125		dB
			全温	105			dB
输出参数							
V _{OH}	输出距轨电压	V _S =2.5V, R _{LOAD} =10kΩ to V _S /2	25°C		5	15	mV
V _{OL}	输出距轨电压	V _S =2.5V, R _{LOAD} =10kΩ to V _S /2	25°C		2.5	15	mV
I _{SC}	输出短路电流 ^{(6) (7)}	Source, V _S =2.5V	25°C	10	20		mA
		Sink, V _S =2.5V	25°C	15	24		
频率响应参数							
SR	压摆率 ⁽⁸⁾	G=1, V _{IN} = 2V Step	25°C		1.3		V/μs
GBW	增益带宽积		25°C		2.2		MHz
t _s	建立时间 0.1%	G=1, V _{IN} = 2V Step	25°C		10		μs
t _{OR}	过载恢复时间	V _{IN} • Gain ≥ V _S	25°C		4		μs
t _{ON}	上电时间		25°C		10		μs
PM	相位裕度 ⁽⁴⁾	R _L =10kΩ, C _L =50pF	25°C		60		°
GM	增益裕度 ⁽⁴⁾	R _L =10kΩ, C _L =50pF	25°C		10		dB
C _{LOAD}	压摆率 ⁽⁸⁾		25°C		100		pF
噪声参数							
E _n	输入电压噪声	V _S =2.5V, f=0.1Hz to 10Hz	25°C		0.55		μVpp
e _n	输入电压噪声密度 ⁽⁴⁾	f=1kHz	25°C		25		nV/√Hz
		f=10kHz	25°C		24		

注意：

- (1) 该表仅代表指定温度下及工厂测试条件下的产品参数。工厂测试条件下，产品的自热非常有限。
- (2) 极限值是在 25°C 条件下进行的 100% 生产测试。通过使用统计质量控制（SQC）方法的相关性来确保工作温度范围的限制。
- (3) 典型值表示在表征时确定的最可能的参数规范。实际典型值可能随时间变化，也将取决于应用和配置。
- (4) 该参数由设计和/或特性保证，不需要在生产中进行测试。
- (5) 正电流对应流入产品的电流。
- (6) 最大功耗是有关 $T_{J(MAX)}$ 、 $R_{\theta JA}$ 和 T_A 的函数。任意环境温度下的最大功耗为 $P_D = (T_{J(MAX)} - T_A) / R_{\theta JA}$ 。适用于直接焊接到 PCB 上的封装。
- (7) 短路实验是瞬时实验。
- (8) 取值为正负转换速率中较慢的值。
- (9) 保证全温度范围。

7.6 典型参数曲线

注意：本说明后面提供的图表和表格是基于有限数量样本的统计摘要，仅供参考。

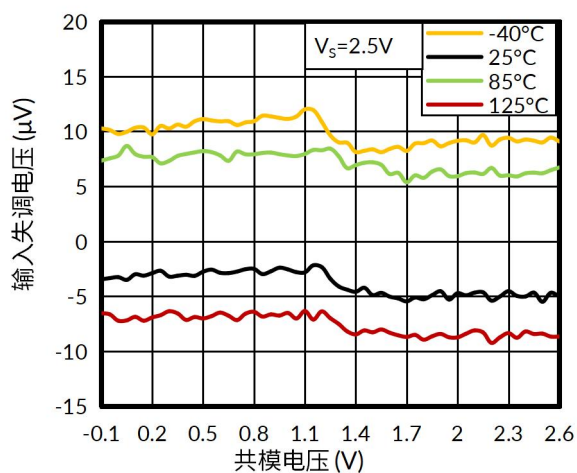


图 1. 输入失调电压与共模电压的关系

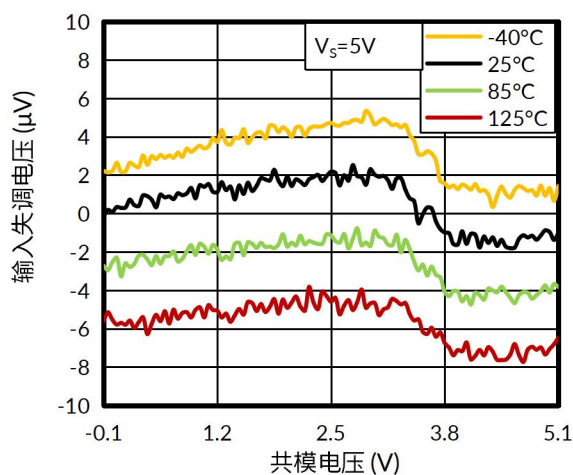


图 2. 输入失调电压与共模电压的关系

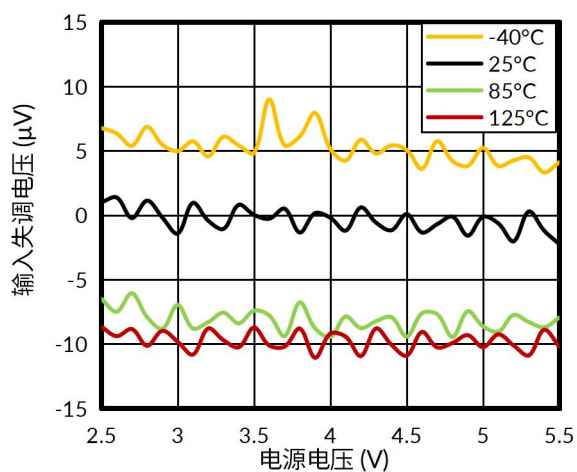


图 3. 输入失调电压与电源电压的关系

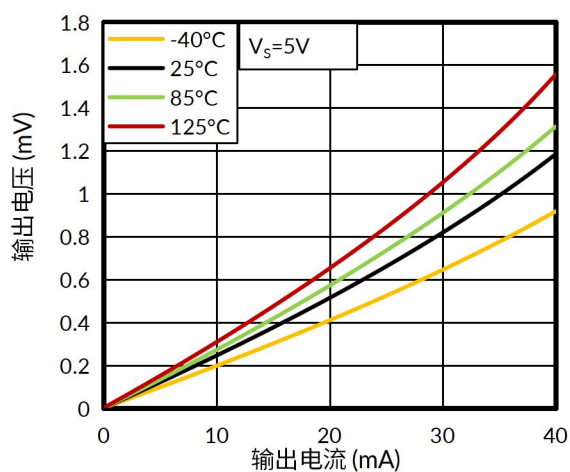


图 4. 输出电压与输出电流的关系（拉电流）

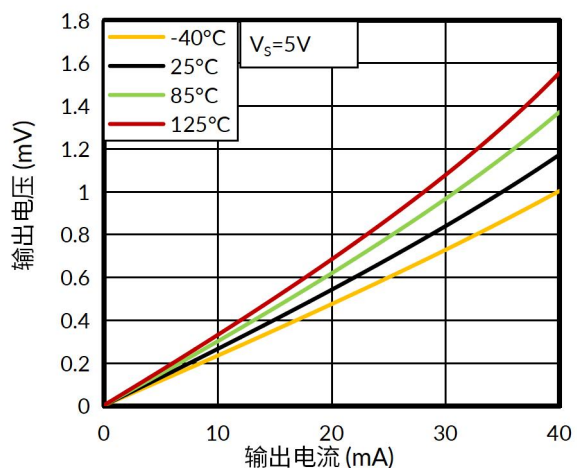


图 5. 输出电压与输出电流的关系（灌电流）

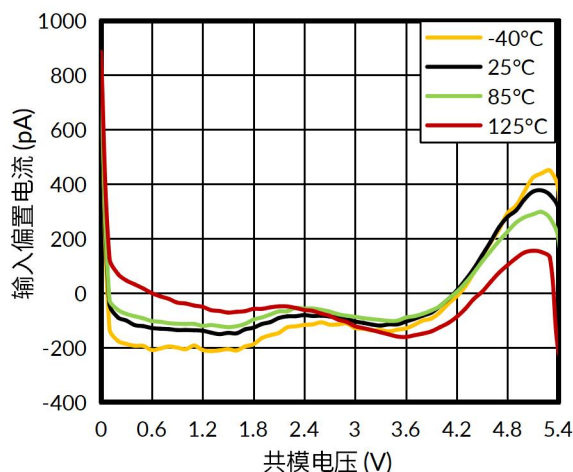


图 6. 输入偏置电流与共模电压的关系

典型参数曲线

注意：本说明后面提供的图表和表格是基于有限数量样本的统计摘要，仅供参考。

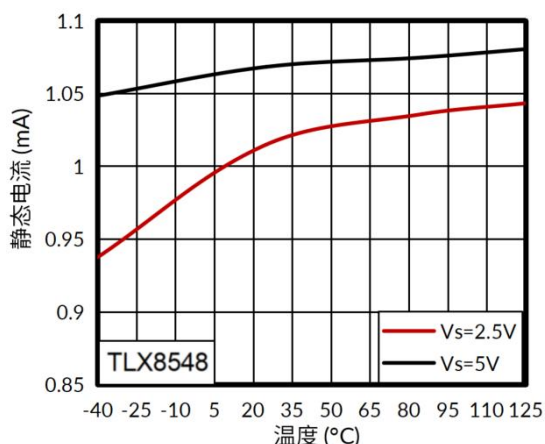


图 7. 静态电流与温度的关系

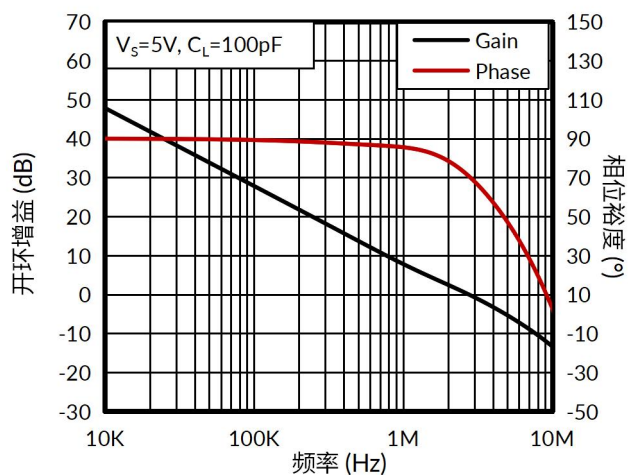


图 8. 开环增益和相位裕度与频率的关系

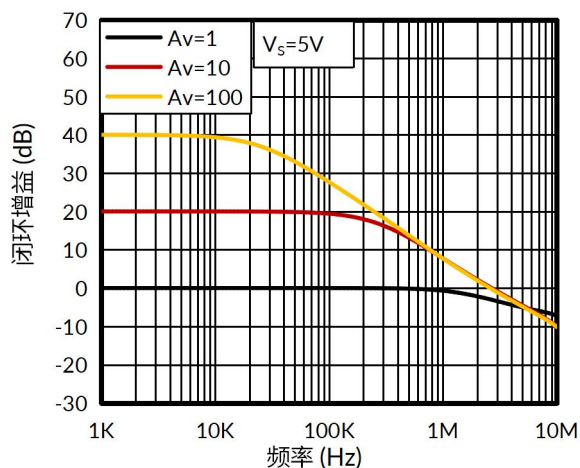


图 9. 闭环增益与频率的关系

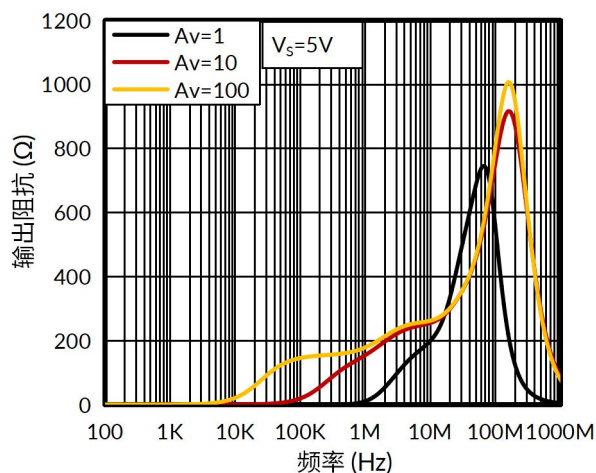


图 10. 输出阻抗与频率的关系

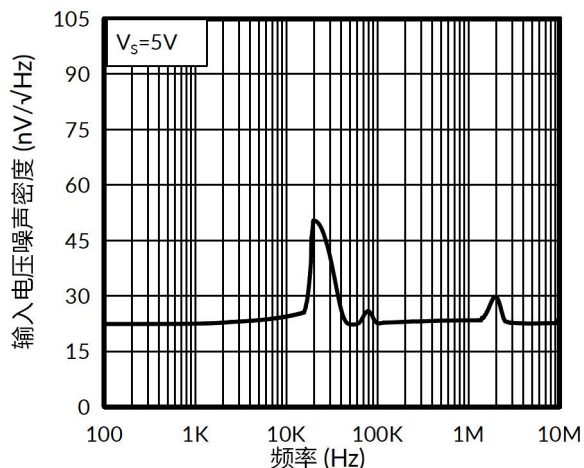


图 11. 输入电压噪声密度与频率的关系

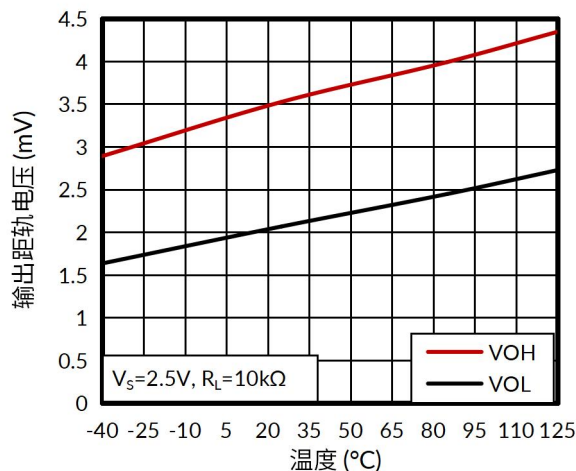


图 12. 输出距轨电压与温度的关系

典型参数曲线

注意：本说明后面提供的图表和表格是基于有限数量样本的统计摘要，仅供参考。

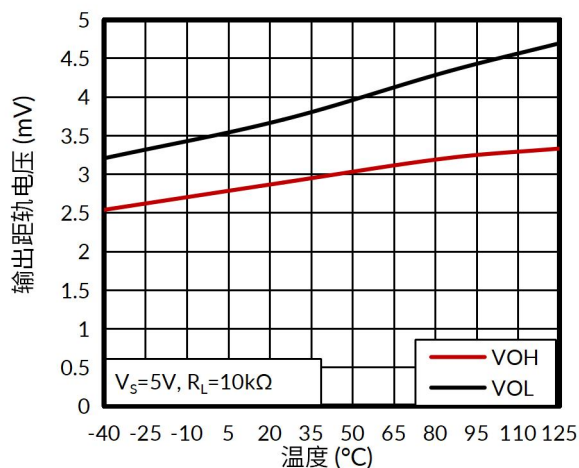


图 13. 输出距轨电压与温度的关系

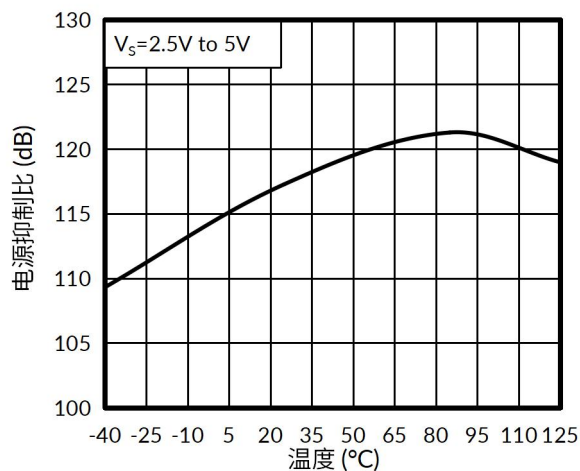


图 14. 电源抑制比与温度的关系

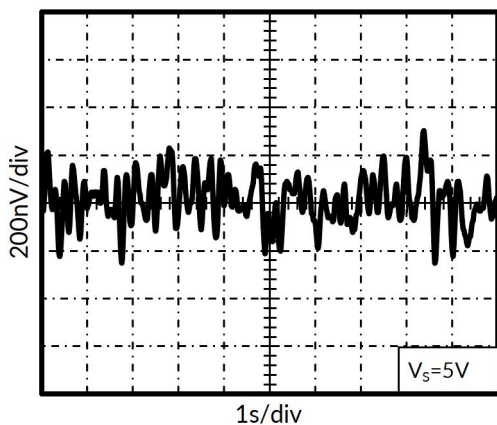


图 15. 0.1 Hz ~ 10 Hz 输入电压噪声

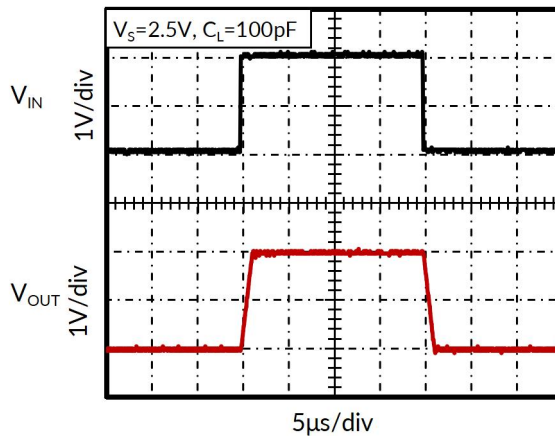


图 16. 大信号瞬态响应

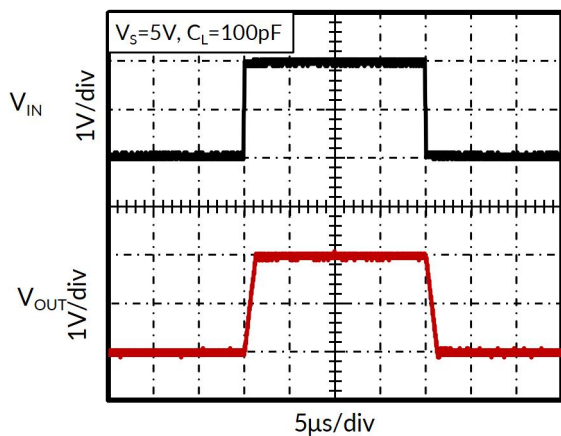


图 17. 大信号瞬态响应

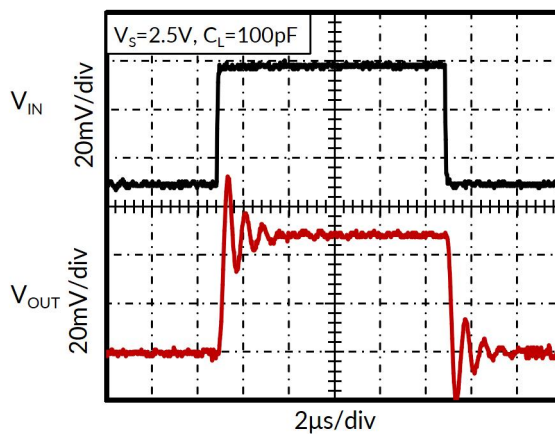


图 18. 小信号瞬态响应

典型参数曲线

注意：本说明后面提供的图表和表格是基于有限数量样本的统计摘要，仅供参考。

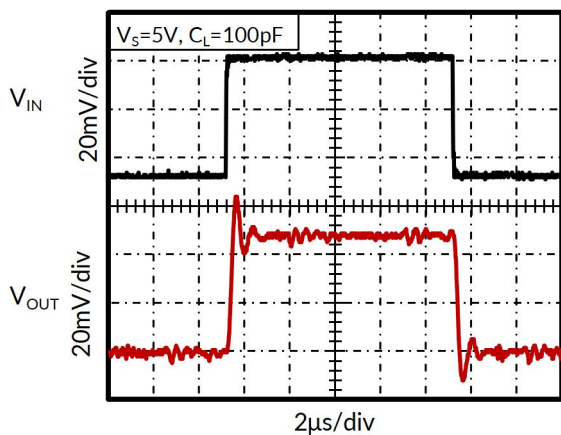


图 19. 小信号瞬态响应

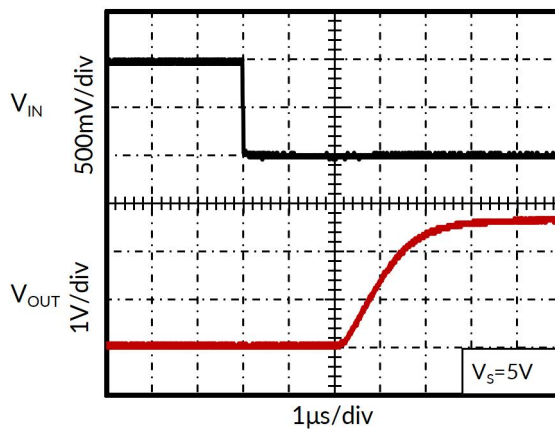


图 20. 正向过载恢复

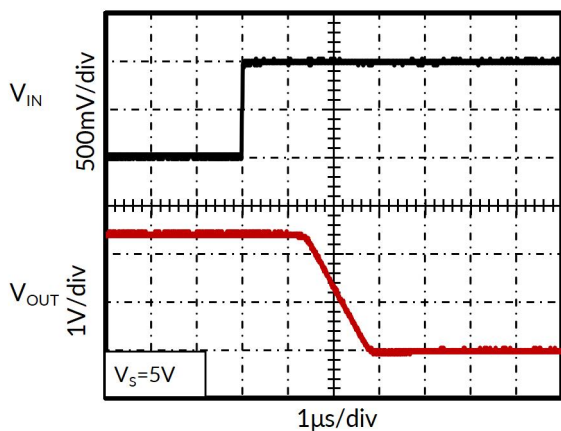


图 21. 反向过载恢复

8 功能描述

TLX8547/TLX8548 是单电源供电的超高精度轨到轨输入与输出运算放大器。其典型失调电压为 $1\mu\text{V}$ ，该特性使其在高增益配置下仍能有效避免输出误差的过度累积。 $0.1\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ 的极低温漂系数确保了在 -55°C 至 $+125^\circ\text{C}$ 的全温度范围内偏移电压误差的最小化，这一特性使其特别适用于恶劣工作环境中各类精密测量应用场景。

TLX8547/TLX8548 通过专利技术融合自动归零与斩波双重机制实现超高精度。该技术组合形成的独特架构使器件能够在宽温度范围及整个使用寿命周期内维持低偏移电压。相较前几代自动归零放大器，TLX8547/TLX8548 进一步优化了噪声与带宽性能，其电压噪声较同类竞品降低 50% 以上，成为目前噪声最低的自动归零型运算放大器。

以前的设计使用自动归零或斩波来增加放大器规格的精度。既有效抑制了单一自动归零技术因宽频噪声混叠导致的低频段噪声抬升问题，又规避了单独使用斩波技术时高频段噪声能量集中的弊端。TLX8547/TLX8548 系列运算放大器创新性地采用了专利“乒乓交替架构”，使用自动归零和斩波技术，以获得较低的低频噪声以及斩波和自动归零频率的较低能量，在不需要额外滤波的情况下，最大限度地提高了大多数应用的信噪比。22kHz 的高频时钟设计不仅拓展了无噪声有效带宽，还通过将干扰频谱推移至可预测的高频区域，大幅简化了后级抗混叠滤波器的设计复杂度。

TLX8547/TLX8548 在 0.1Hz 至 10kHz 较宽的带宽内展现出优异的低噪声特性，特别适用于需要极限直流精度的测量场景。对于信号带宽处于 5kHz 至 10kHz 的高分辨率系统，TLX8547/TLX8548 能够实现真实 16 位精度，成为超高分辨率系统的最佳选择。

8.1 $1/f$ 噪声

$1/f$ 噪声，也称为粉红噪声，是直流耦合测量误差的主要因素。这个 $1/f$ 噪声误差项可能在几 μV 或更大的范围内，经电路闭环增益放大后将显著影响输出精度。例如，当具有 $5\mu\text{V p-p } 1/f$ 噪声的放大器配置为 1000 的增益时，由于 $1/f$ 噪声，其输出具有 5 mV 的偏移。然而，TLX8547/TLX8548 在芯片内部实现 $1/f$ 噪声的实时消除，从而大大减少了输出误差。

$1/f$ 噪声的内部消除过程如下。 $1/f$ 噪声表现为 TLX8547/TLX8548 输入的缓慢变化的偏移。自动归零可校正任何直流或低频偏移。因此， $1/f$ 噪声分量基本上被去除，使 TLX8547/TLX8548 没有 $1/f$ 噪声。

TLX8547/TLX8548 相较于同类自稳零放大器，其核心竞争力体现在突破性的低噪声特性。如图 22 测试数据所示，TLX8547 在 1kHz 时的输入参考噪声密度为 $25\text{ nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ ，远优于竞品 A 和竞品 B。其噪声频谱在 DC 至 1.5kHz 带宽内保持平坦，缓慢增加到 20kHz 。这种低频噪声抑制能力特别契合自稳零放大器的典型应用场景。

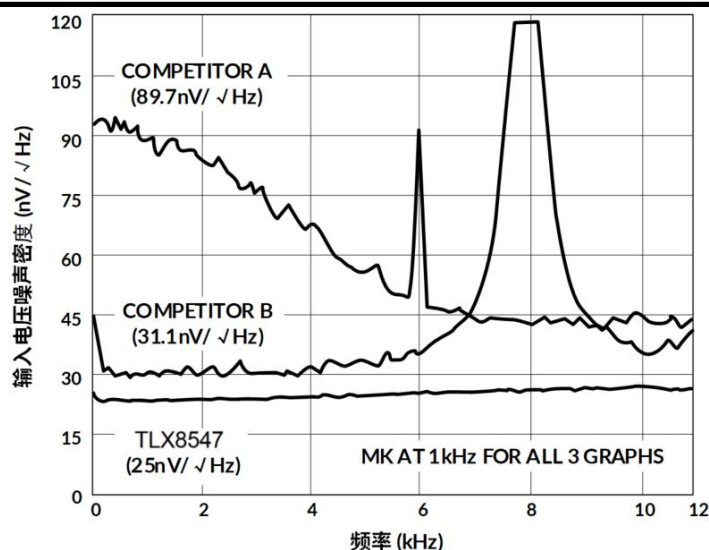


图 22. TLX8547 与竞品噪声频谱密度对比

8.2 峰峰值噪声

由于自动归零与斩波稳零的乒乓切换机制，TLX8547/TLX8548 的峰峰值噪声显著低于同类竞品。图 23 和图 24 展示了这一对比结果。

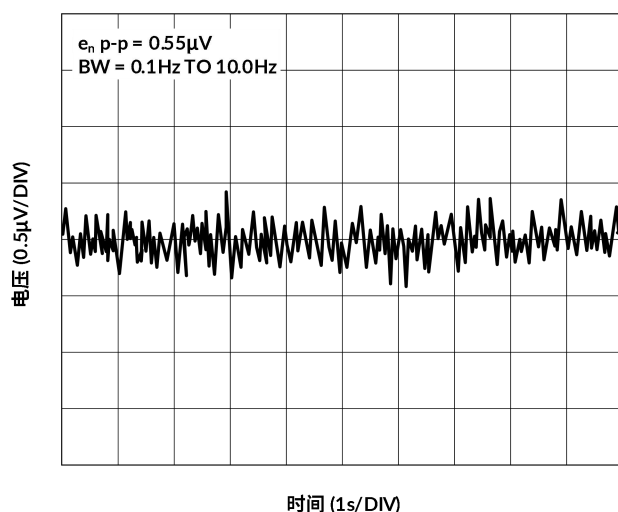


图 23. TLX8547 峰峰值噪声

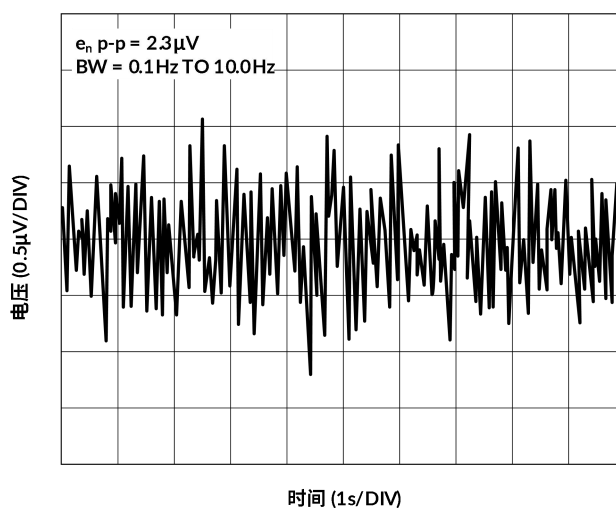


图 24. 竞品 A 峰峰值噪声

8.3 一阶低通滤波器的噪声特性

TLX8547 首先作为低通滤波器进行仿真（见图 26），随后依照图 25 所示电路完成硬件配置。实测结果显示，该器件的实际特性与仿真数据完全吻合，并通过验证确认其噪声以一阶滤波特性衰减。图 26 与图 27 对比展示了图 25 电路在仿真模型与实际硬件中的传递函数差异。

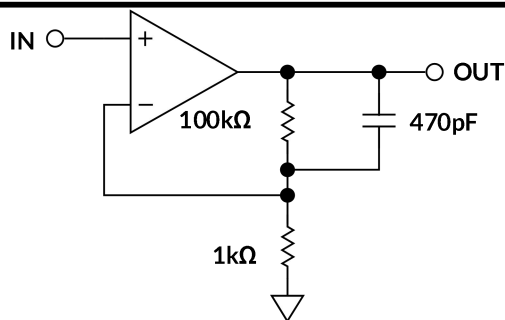


图 25. 一阶低通滤波器测试电路， $\times 101$ 倍增益和 3kHz 截止频率

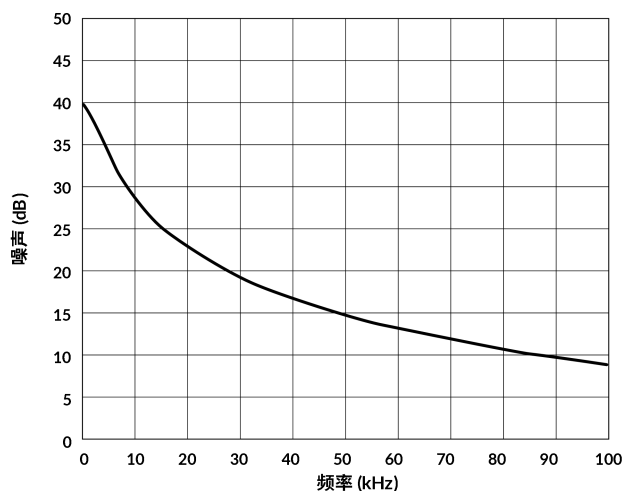


图 26. 图 25 中测试电路的仿真传递函数

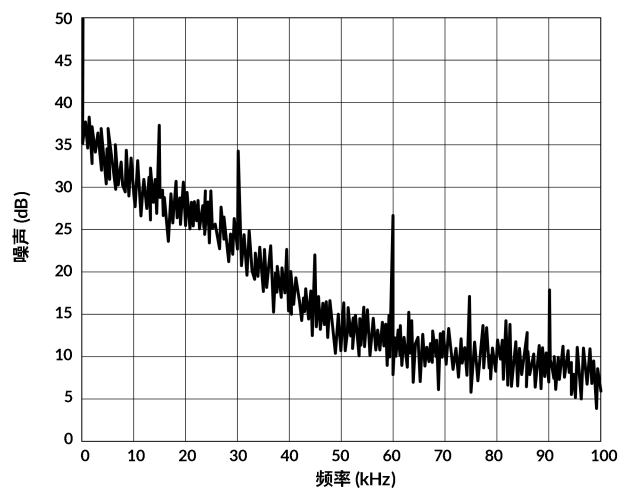


图 27. 图 25 所示测试电路的实际传递函数

根据图 27 所示测试电路的实测噪声频谱显示，5kHz 至 45kHz 频段的噪声已被一阶滤波器有效衰减。

8.4 一阶滤波器总积分输入参考噪声

在一阶滤波器配置下，TLX8547 的总积分噪声低于竞品 A 的噪声水平。

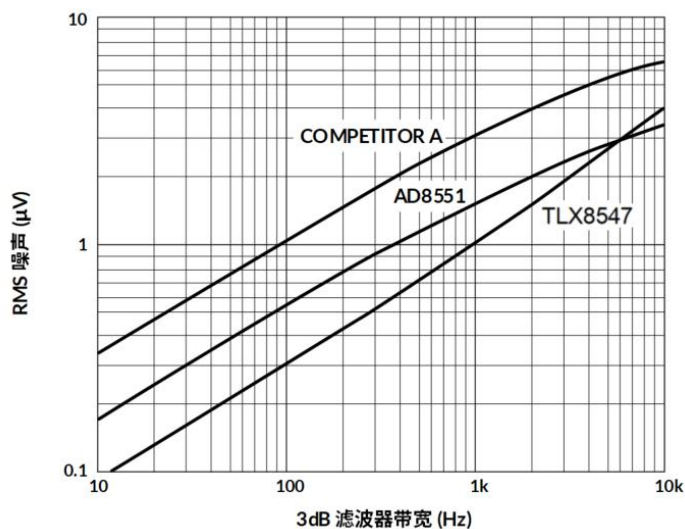


图 28. RMS 噪声与 3dB 滤波器带宽 (Hz) 的关系

8.5 输入过压保护

尽管 TLX8547/TLX8548 为轨到轨输入运算放大器，但在实际应用中须严格控制两输入端之间的电位差不超过供电电压范围。在典型负反馈工作模式下，放大器通过动态调节输出来强制反相/同相端电压相等。然而，若任一输入端电压超出供电轨 0.3V，将触发内部 ESD 保护二极管导通。

这些二极管连接在输入端与各电源轨之间，主要用于在静电放电事件中保护输入晶体管，其常态下处于反向偏置状态。当输入电压超过电源轨电压时，ESD 保护二极管可能进入正向导通模式。若无适当限流措施，过多的电流可能会流过这些二极管，对设备造成永久性损坏。如果输入受到过电压的影响，应插入适当的串联电阻器，以将二极管电流限制在最大 10mA 以下。

8.6 输出相位反转

当超过输入共模电压范围时，部分放大器会发生输出相位反转现象。当共模电压移动到共模范围之外时，此时输出信号会突然反向跳变至相反的电源轨。这种异常行为的物理机制源于差分输入对的极性反转，导致内部电压发生根本性变化，从而导致输出行为不稳定。

TLX8547/TLX8548 运算放大器通过输入级架构优化，可防止任何输出相位反转，前提是两个输入都保持在电源电压范围内。如果一个或两个输入可能超过任一电源电压，则应将电阻器与输入串联，以将电流限制在 10mA 以下。这可确保输出不会反相。

8.7 过载恢复时间

多数自动调零放大器因输出饱和时内部调零环路的复杂稳定过程，普遍存在长达毫秒级的过载恢复时间问题。TLX8547/TLX8548 通过创新设计，使输出饱和后的内部环路稳定仅需两个时钟周期即可完成，实测恢复时间小于 4 μs ，较同类产品缩短三个数量级。当这些部件用于驱动将瞬态注入输出的负载时，TLX8547/TLX8548 的宽带提高了性能。当放大器用于驱动开关电容 ADC 的输入时，这是一种常见的情况。

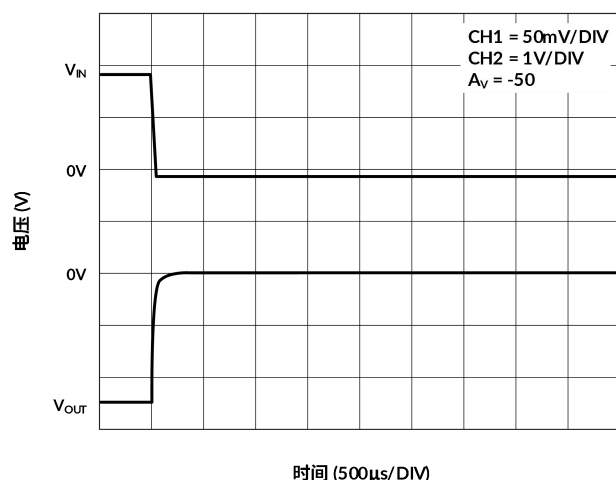


图 29. TLX8547 的正向输入过载恢复

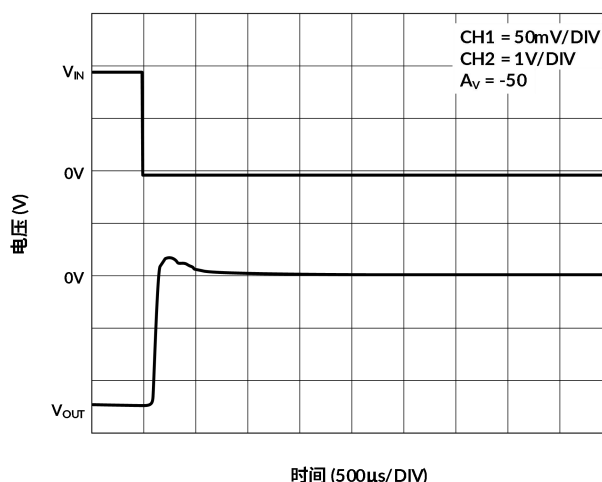


图 30. 竞品 A 的正向输入过载恢复

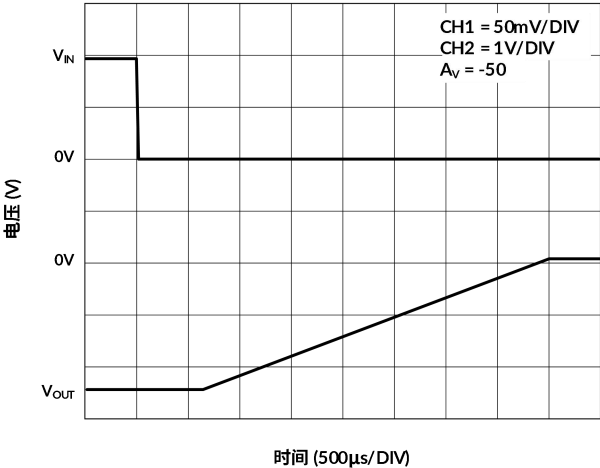


图 31. 竞品 B 的正向输入过载恢复

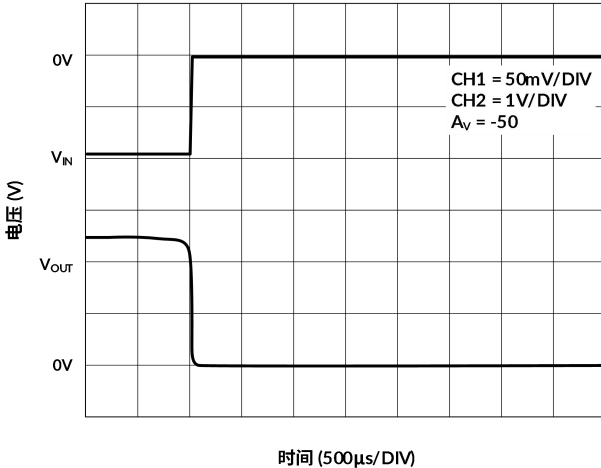


图 32. TLX8547 的负向输入过载恢复

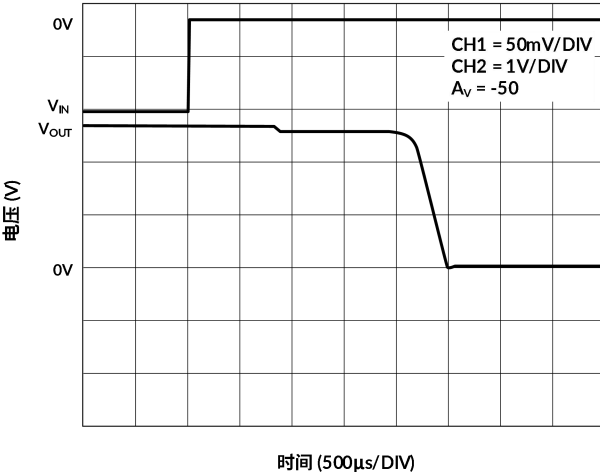


图 33. 竞品 A 的负向输入过载恢复

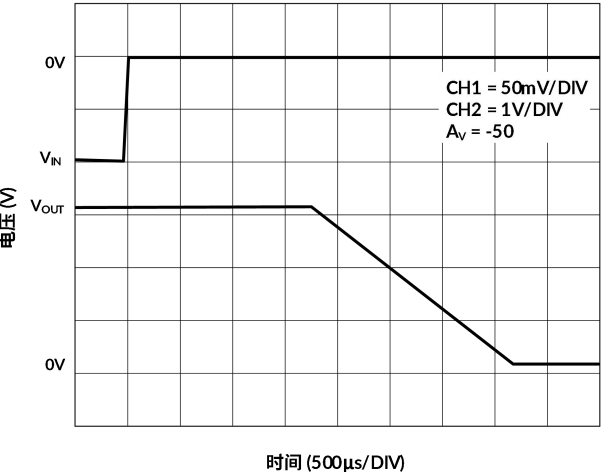


图 34. 竞品 B 的负向输入过载恢复

图 29 至图 34 所示结果已汇总至表 1。

表 1. 过载恢复时间

型号	正向过载恢复时间 (µs)	负向过载恢复时间 (µs)
TLX8547	3	3
Competitor A	650	25000
Competitor B	40000	35000

8.8 红外传感器

红外（IR）传感器，特别是热电堆器件，在温度测量领域的应用场景正快速扩展，如汽车座舱温控系统、医疗级耳温计、建筑围护结构热工性能检测和汽车故障诊断。此类传感器的原始输出信号极为微弱，需要配合具备极低失调电压及温漂系数的高增益放大器，以抑制直流误差对测量系统的长期稳定性造成影响。

当采用图 35 所示的级间交流耦合架构时，放大器的超低输入失调电压与温漂系数有效避免信号链进入非线性饱和区。低输入偏置电流对传感器的输出阻抗产生的误差最小。与压力传感器一样，一旦校准了温度测量值，非常低的放大器随时间和温度的漂移消除了额外的误差。低 1/f 噪声提高了在通常超过五分之一秒的时间段内进行的直流测量的信噪比。

图 35 显示了一个电路，可将 $100\mu\text{V}$ 到 $300\mu\text{V}$ 峰峰值的交流信号放大至 1V - 3V 有效值，增益为 10000，用于精确的模数转换。

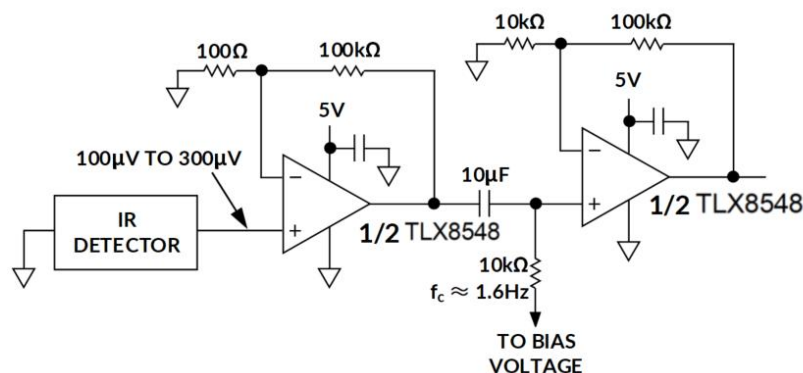


图 35. TLX8548 作为热电堆前置放大器应用方案

8.9 精密电流分流传感器

如图 36 所示,当用于差分配置时,精密电流分流传感器受益于自动调零放大器的独特属性。电流分流传感器用于反馈控制系统的精密电流源。它们还用于各种其他应用,包括电池燃料计量、激光二极管功率测量和控制、电动助力转向中的扭矩反馈控制和精密功率计量。

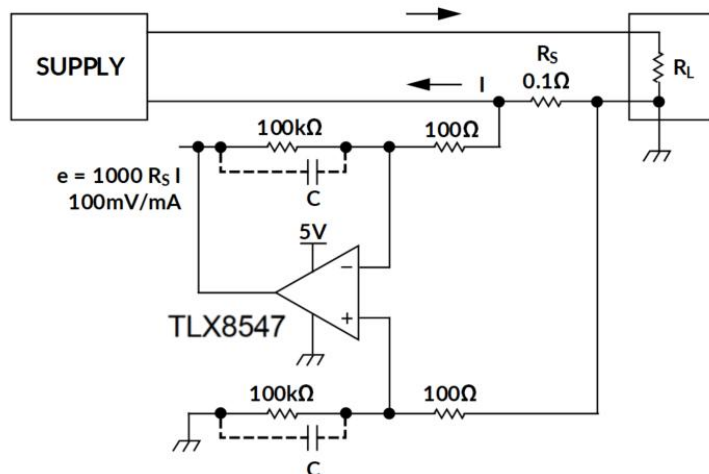


图 36. 低侧电流检测

在此类应用场景中，通常采用超低阻值分流电阻（典型值 0.1Ω ）以最小化线路压降，既降低系统功耗，又便于测量大电流信号。当被测电流值为 $1A$ 时，分流电阻输出达百毫伏至伏特级别，此时放大器的误差影响可忽略；但在 $1mA$ 微小电流检测时，分流电阻仅产生 $100\mu V$ 弱信号，要求放大器必须具备超低失调电压与低温漂，可确保在全温度范围内保持系统精度。还需要低输入偏置电流，这样注入的偏置电流就不会占测量电流的很大比例。

8.10 高精度 DAC 输出放大器

TLX8547/TLX8548 作为 16 位高精度 DAC 的单极性架构输出缓冲。在这种情况下，所选运算放大器需要具有非常低的失调电压（2.5V 基准电压下，DAC LSB 为 $38\mu\text{V}$ ），以消除输出偏移校准需求。输入偏置电流（通常为几十皮安）也必须非常低，因为当乘以 DAC 输出阻抗（约 $6\text{k}\Omega$ ）时，它会产生额外的零点误差。

轨到轨输入和输出架构提供信号满幅传输，误差很小。DAC 的输出阻抗是恒定的，与代码无关，但 TLX8547/TLX8548 的高输入阻抗最大限度地减少了增益误差。在这种情况下，放大器的宽带也很好。放大器的建立时间为 $1\mu\text{s}$ ，为系统增加了另一个时间常数，增加了输出的稳定时间。1360 的建立时间为 $1\mu\text{s}$ 。系统总建立时间约为 $1.4\mu\text{s}$ ，可从以下方程式得出：

$$t_s(\text{TOTAL}) = \sqrt{(t_s\text{DAC})^2 + (t_s\text{RS8547})^2} \quad (1)$$

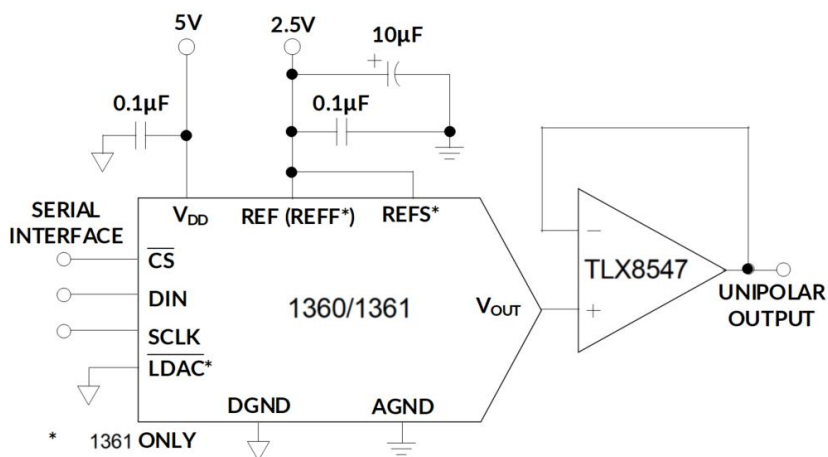
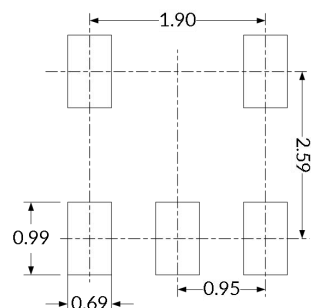
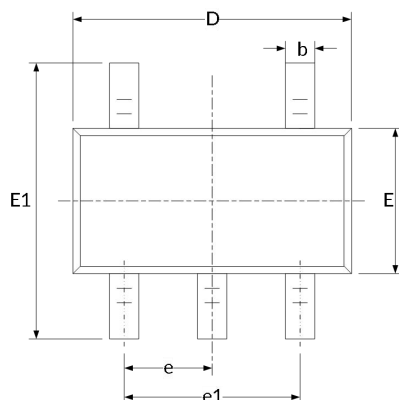
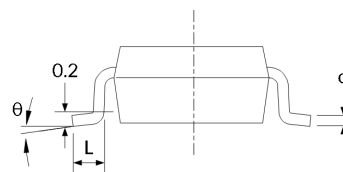
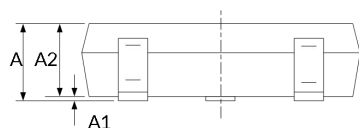


图 37. TLX8547 作为输出放大器应用方案

9 封装规格尺寸

SOT23-5⁽³⁾

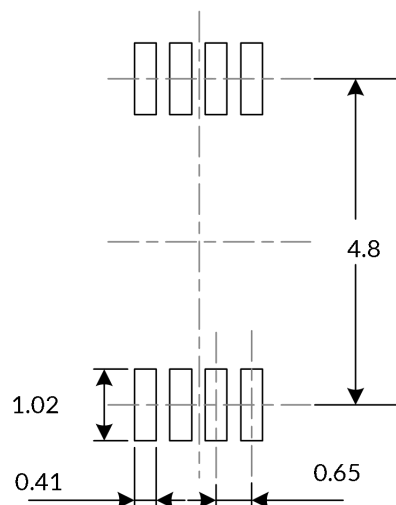
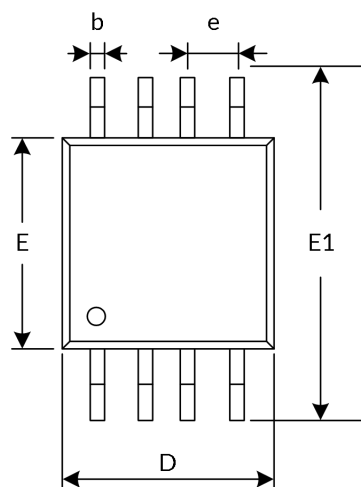
推荐焊盘尺寸 (单位: 毫米)



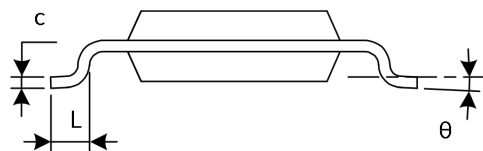
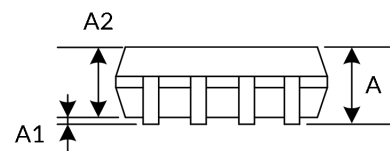
符号	尺寸 (单位: 毫米)		尺寸 (单位: 英寸)	
	最小值	最大值	最小值	最大值
A ⁽¹⁾	1.050	1.250	0.041	0.049
A1	0.000	0.100	0.000	0.004
A2	1.050	1.150	0.041	0.045
b	0.300	0.500	0.012	0.020
c	0.100	0.200	0.004	0.008
D ⁽¹⁾	2.820	3.020	0.111	0.119
E ⁽¹⁾	1.500	1.700	0.059	0.067
E1	2.650	2.950	0.104	0.116
e	0.950(BSC) ⁽²⁾		0.037(BSC) ⁽²⁾	
e1	1.800	2.000	0.071	0.079
L	0.300	0.600	0.012	0.024
θ	0°	8°	0°	8°

注意:

1. 不包括每侧最大 0.15mm 的塑封料或金属突起。
2. BSC (基本中心间距), “基本”间距为标称间距。
3. 本图如有更改, 恕不另行通知。

MSOP8⁽³⁾

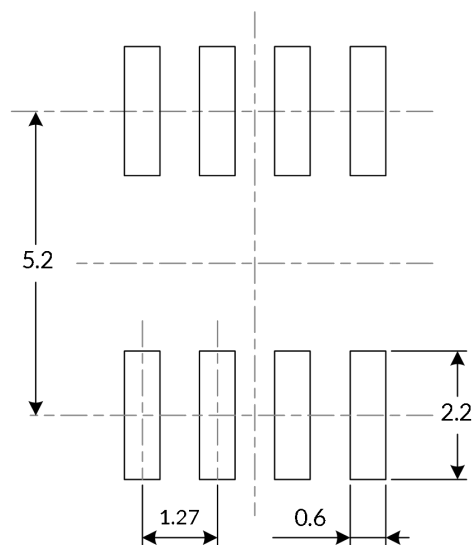
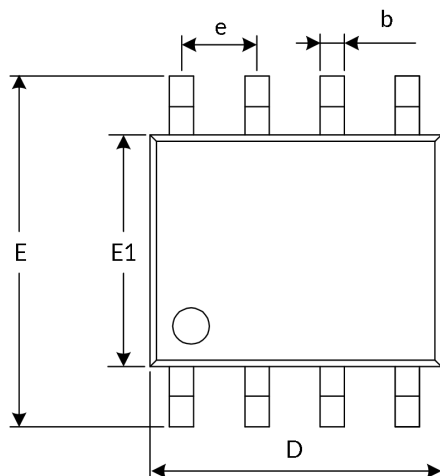
推荐焊盘尺寸 (单位: 毫米)



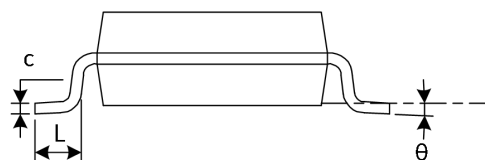
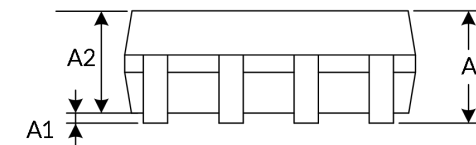
符号	尺寸 (单位: 毫米)		尺寸 (单位: 英寸)	
	最小值	最大值	最小值	最大值
A ⁽¹⁾	0.820	1.100	0.032	0.043
A1	0.020	0.150	0.001	0.006
A2	0.750	0.950	0.030	0.037
b	0.250	0.380	0.010	0.015
c	0.090	0.230	0.004	0.009
D ⁽¹⁾	2.900	3.100	0.114	0.122
e	0.650(BSC) ⁽²⁾		0.026(BSC) ⁽²⁾	
E ⁽¹⁾	2.900	3.100	0.114	0.122
E1	4.750	5.050	0.187	0.199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

注意:

1. 不包括每侧最大 0.15mm 的塑封料或金属突起。
2. BSC (基本中心间距), “基本”间距为标称间距。
3. 本图如有更改, 恕不另行通知。



推荐焊盘尺寸 (单位: 毫米)



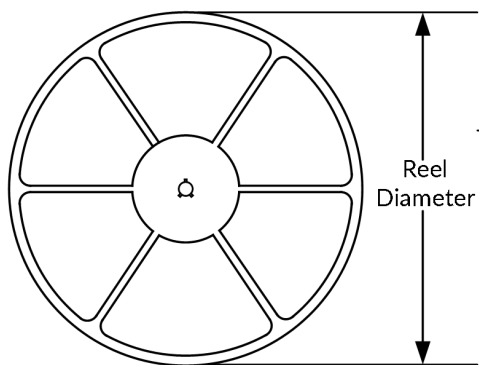
符号	尺寸 (单位: 毫米)		尺寸 (单位: 英寸)	
	最小值	最大值	最小值	最大值
A ⁽¹⁾	1.350	1.750	0.053	0.069
A1	0.100	0.250	0.004	0.010
A2	1.350	1.550	0.053	0.061
b	0.330	0.510	0.013	0.020
c	0.170	0.250	0.007	0.010
D ⁽¹⁾	4.800	5.000	0.189	0.197
e	1.270(BSC) ⁽²⁾		0.050(BSC) ⁽²⁾	
E	5.800	6.200	0.228	0.244
E1 ⁽¹⁾	3.800	4.000	0.150	0.157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

注意:

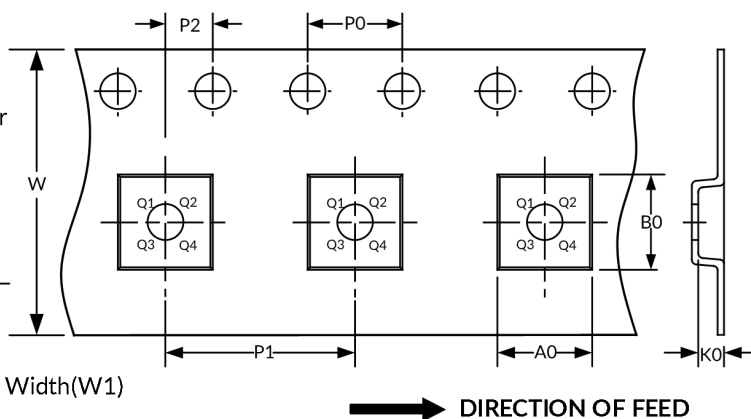
1. 不包括每侧最大 0.15mm 的塑封料或金属突起。
2. BSC (基本中心间距), “基本”间距为标称间距。
3. 本图如有更改, 恕不另行通知。

10 包装规格尺寸

卷盘尺寸



编带尺寸



注意：图片仅供参考。请以实物为标准。

关键参数表

Package Type	Reel Diameter	Reel Width (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P0 (mm)	P1 (mm)	P2 (mm)	W (mm)	Pin1 Quadrant
SOT23-5	7"	9.5	3.20	3.20	1.40	4.0	4.0	2.0	8.0	Q3
MSOP8	13"	12.4	5.20	3.30	1.50	4.0	8.0	2.0	12.0	Q1
SOP8	13"	12.4	6.40	5.40	2.10	4.0	8.0	2.0	12.0	Q1

注意：

1. 所有尺寸均为标称尺寸。
2. 不包括每边最大 0.15 毫米的塑封料或金属突起。