

无锡泰连芯科技有限公司

TLX1311
高可靠性增强型隔离放大器

2024年06月

产品概述

TLX1311是一款基于电容隔离技术的高性能隔离放大器，其输出端与输入端实现物理隔离。该器件的单端输入信号范围为0.02V至2V。TLX1311的高输入阻抗特性使其特别适用于连接高压电阻分压器或其他高输出阻抗的电压信号源。

该器件具有1倍固定增益，并提供差分模拟输出。

低偏移电压与增益漂移特性确保全温域测量精度。卓越的共模瞬态抗扰性使该器件即使在电机控制等高功率开关环境中，仍能提供精准可靠的测量结果。

故障安全功能（缺失 VDD1 检测）简化了系统级设计和诊断。

质量等级：军温级&企军标

主要特点

- 高达 5000Vrms 的绝缘电压
 - 0.02~2V 高阻抗输入电压范围
 - 固定增益：1
 - 低偏置误差与漂移：
±1.5mV（最大值），-5~30μV/°C（最大值）
 - 低增益误差与漂移：
±0.3%（最大值），±45ppm/°C（最大值）
 - 低非线性与漂移：
±0.05%（最大值）适用于 0.02V~0.1V VIN
±0.04%（最大值）适用于 0.1V~2V VIN
±1ppm/°C（典型值）
 - 信噪比：82dB（典型值，带宽=10kHz），70dB（典型值，带宽=100kHz）
 - 宽带宽：400kHz（典型值）
- 高共模抑制比：150kV/μs（典型值）

- 系统级诊断功能：VDD1 监测
- 工作温度：-55℃~125℃
- 符合RoHS标准的封装：
SOP8(300mil)

安全认证

- UL认证：符合UL1577标准，5000Vrms持续1分钟
- CQC认证：符合GB4943.1-2011
- CSA 组件通知 5A 批准 IEC60950-1 标准
- DIN VDE V 0884-11:2017-01

应用

- 总线电压监测
- 交流电机控制
- 电力和太阳能逆变器
- 不间断电源
- 汽车车载充电器

设备信息

型号	包装	外形尺寸
TLX1311-DSWVR	SOP8(300mil)	5.85mm × 7.50mm

功能框图

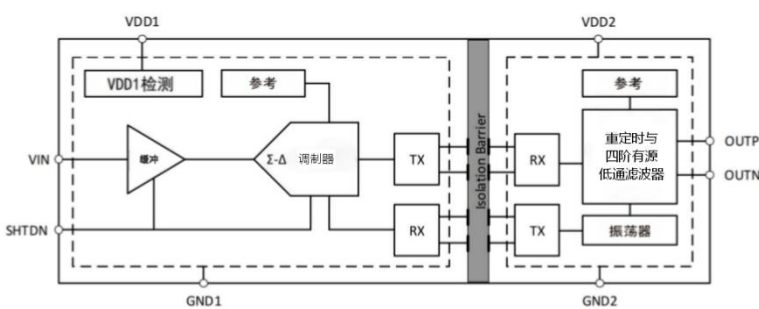


图1.TLX1311功能框图

索引

1. 引脚配置与功能..... 3

2. 绝对最大额定值..... 4

3. 推荐工作条件..... 4

4. 热学信息..... 4

5. 规格..... 4

 5.1. 电气特性..... 5

 5.2. 典型性能特性..... 6

 5.3. 参数测量信息..... 8

6. 高压特性描述..... 8

 6.1. 绝缘与安全相关规范..... 8

 6.2. 绝缘特性..... 9

7. 功能描述..... 10

 7.1. 概述..... 10

 7.2. 模拟输入..... 11

 7.3. 模拟输出..... 11

8. 应用说明..... 12

 8.1. 典型应用电路..... 12

 8.2. 检测电阻选择..... 12

 8.3. PCB布局..... 12

9. 封装信息..... 13

10. 订购信息..... 14

11. 磁带和卷盘信息..... 15

1. 引脚配置与功能

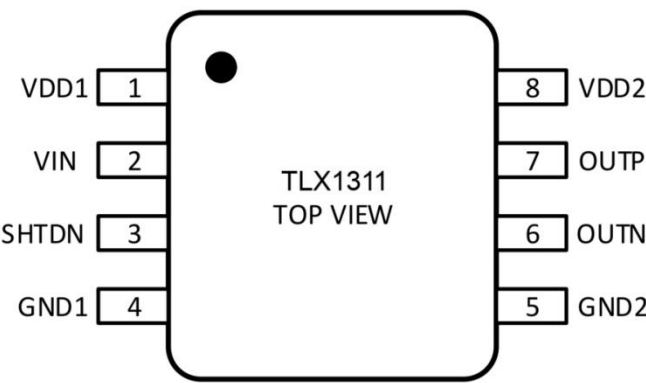


图 1.1 TLX1311 封装

表 1.1 TLX1311 引脚配置与说明

TLX1311 引脚编号	符号	功能
1	VDD1	隔离器侧 1 的电源（3.0V 至 5.5V）
2	VIN	模拟输入
3	SHTDN	关断输入，有效高电平，内部上拉（典型电阻值：100kΩ）
4	GND1	接地1，隔离器侧1的接地参考点
5	GND2	接地2，隔离器侧2的接地基准
6	OUTN	负输出
7	OUTP	正输出
8	VDD2	隔离器侧 2 的电源（3.0V 至 5.5V）

2. 绝对最大值 额定值

参数	符号	最小	典型	最大	单位
电源电压	VDD1, VDD2	-0.3		6.5	V
输入电压	VIN	GND1-6		VDD1+0.5	V
	SHTDN	GND1-0.5		VDD1+0.5	
输出电压	OUTP, OUTN	GND2-0.5		VDD2+0.5	V
每输出引脚输出电流	Io	-10		10	mA
工作温度	T _{OPR}	-55		125	°C
结温	T _J	-55		150	°C
储存温度	T _{STG}	-55		150	°C
静电放电	HBM (1)	±2000			V
	CDM (2)	±1000			V

(1) 人体模型 (HBM)，符合 AEC-Q100-002-RevD

(2) 带电设备模型 (CDM)，符合 AEC-Q100-011-RevB

3. 推荐工作条件

参数	符号	最小	典型	最大	单位
侧面1 电源	VDD1	3.0	5.0	5.5	V
侧面2 电源	VDD2	3.0	3.3	5.5	V
输出削波前差分输入电压	V _{Clipping}		2.56		V
线性差分输入满量程电压	V _{FSR}	0.02		2	V
数字输入电压	SHTDN	GND1		VDD1	
工作环境温度	TA	-55		125	°C

4. 热信息

参数	符号	SOP8(300mil)	单位
结点至环境热阻	R _{θJA}	86	°C/W
结点至外壳 (顶部) 热阻	R _{θJC(top)}	28	°C/W
结到基板热阻	R _{θJB}	42	°C/W
结-顶表征参数	Ψ _{JT}	4	°C/W
结-基板表征参数	Ψ _{JB}	42	°C/W

5. 规格

5.1. 电气特性 特性

(VDD1 = 3.0V~5.5V、VDD2 = 3.0V~5.5V、VIN = 0.02V 至 2V、SHTDN = GND1 = 0V、TA = -55℃ 至 125℃。除非另有说明，典型值为 VDD1 = 5V、VDD2 = 3.3V、TA = 25℃)

参数	符号	最小	典型	最大	单位	备注
电源						
侧1 电源电压	VDD1	3.0	5.0	5.5	V	
侧2 电源电压	VDD2	3.0	3.3	5.5	V	
侧1 供电电流	IDD1		11.4	15.1	mA	SHTDN = LOW
			1		μA	SHTDN = HIGH
侧2 电源电流	IDD2		6.3	8.4	mA	
VDD1欠压检测阈值电压	VDD1 _{UV}	1.8	2.3	2.7	V	VDD1 falling
模拟输入						
输入偏置电压	V _{OS}	-1.5	±0.4	1.5	mV	VIN = 1V
输入偏置漂移	TCV _{OS}	-5	10	30	μV/℃	
输入电阻	R _{IN}		1		GΩ	
输入电容	C _{IN}		7		pF	f _{IN} = 275kHz
输入偏置电流	I _{IB}	-15	3.5	15	nA	VIN = GND1
输入偏置电流漂移	TCI _{IB}		±10		pA/℃	
模拟输出						
标称增益			1		V/V	
增益误差	E _G	-0.3%	±0.05%	0.3%		
增益误差热漂移	TCE _G	-45	±5	45	ppm/℃	
非线性		-0.05%	±0.01%	0.05%		0.02V≤VIN≤0.1V
		-0.04%	±0.01%	0.04%		0.1V≤VIN≤2V
非线性漂移			±1		ppm/℃	
总谐波失真	THD		-87		dB	VIN = 1.8V, f _{IN} = 10kHz, BW = 100kHz
输出噪声			210		μV _{RMS}	VIN = 1V, BW = 100kHz
信噪比	SNR	78	82		dB	VIN = 1.8V, f _{IN} = 1kHz, BW = 10kHz
			70		dB	VIN = 1.8V, f _{IN} = 10kHz, BW = 100kHz
共模输出电压	V _{CMout}	1.36	1.4	1.45	V	

参数	符号	最小	典型	最大	单位	备注
故障安全差分输出电压	V_{FAILSAFE}		-2.53	-2.44	V	SHTDN有效或VDD1缺失
输出带宽	BW		400		kHz	
电源抑制比 ⁽¹⁾	PSRR _{dc}		-78		dB	直流条件下PSRR与VDD1的关系
	PSRR _{ac}		-75		dB	PSRR与VDD1的关系, 100mV和10kHz纹波
	PSRR _{dc}		-82		dB	PSRR 随 VDD2 变化, 直流条件下
	PSRR _{ac}		-74		dB	PSRR与VDD2的关系, 100mV和10kHz纹波
输出电阻	R _{OUT}		<0.2		Ω	
共模瞬态抗扰度	CMTI	100	150		KV/μs	共模瞬态抗扰度
数字输入 (SHTDN)						
输入电流	I _{IN}	-70		1	μA	GND1 ≤ VSHTDN ≤ VDD1
输入电容	C _{IN}		5		pF	
高电平输入电压	V _{IH}	0.7*VDD1		VDD1+0.3	V	
低电平输入电压	V _{IL}	-0.3		0.3*VDD1	V	
时序						
OUTP、OUTN上升时间	t _r		1.3		μs	
OUTP、OUTN的下降时间	t _f		1.3		μs	
INP、INN 到 OUTP、OUTN 信号延迟 (50% - 50%)	t _{PD}		1.6	2.1	μs	
模拟设置时间	t _{AS}		0.5		ms	VDD1升压至3.0 V, 且VDD2 ≥ 3.0 V, 至OUTP、OUTN有效, 0.1%压稳
器件使能时间	t _{EN}		80	100	μs	SHTDN高电平转低电平
关断时间	t _{SHTDN}		1.2	5	μs	SHTDN 低电平转高电平

(1) 输入端参考。

5.2. 典型性能 特性

除非另有说明, 测试条件为 VDD1 = 5V、VDD2 = 3.3V、VIN = 0.02V 至 2V、SHTDN = GND1 = 0V、f_{IN} = 1kHz、BW = 10kHz。

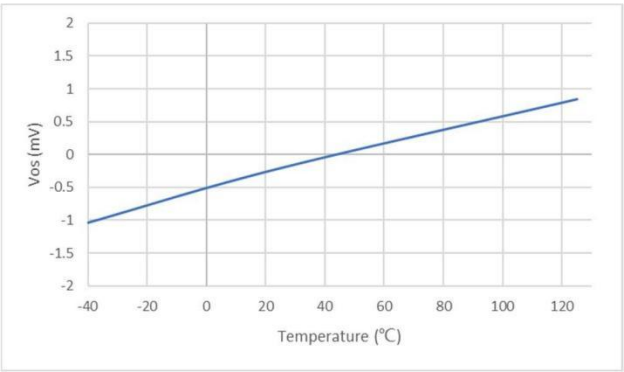


图 5.1 输入偏置电压与温度的关系

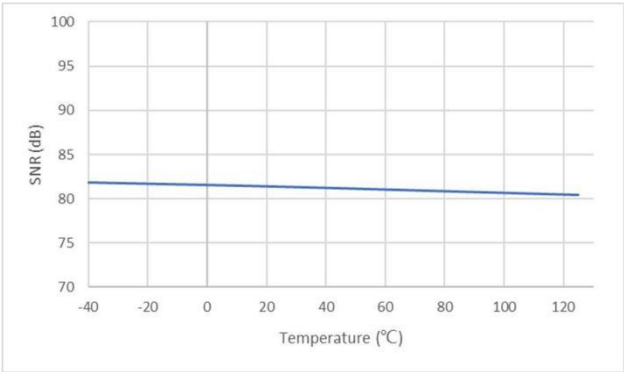


图5.5 信噪比与温度的关系

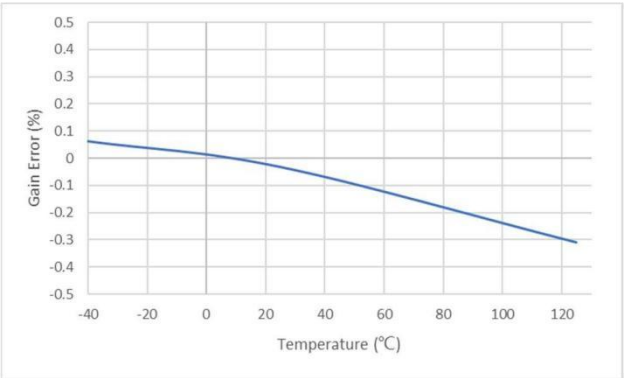


图5.2 增益误差与温度关系

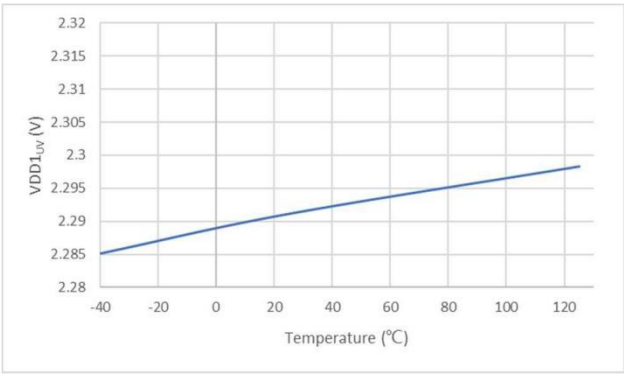


图5.6 VDD1欠压锁定与温度关系

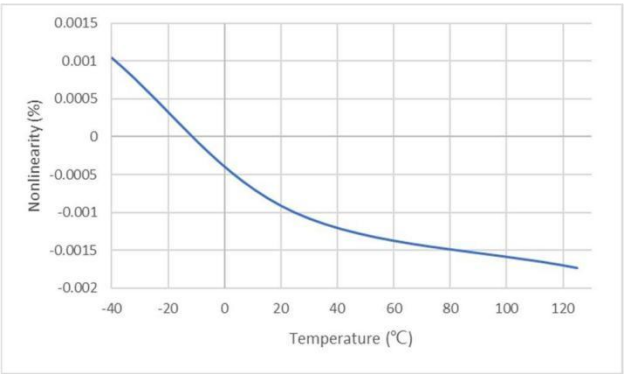


图5.3 非线性与温度的关系

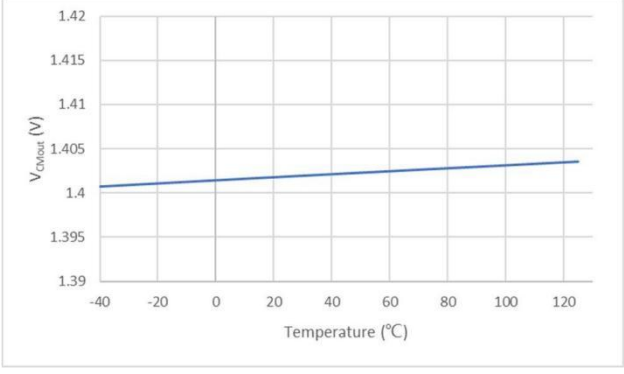


图5.7 输出共模电压与温度的关系

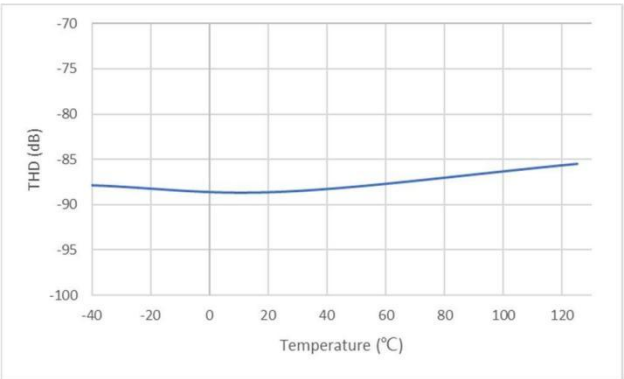


图5.4 总谐波失真与温度的关系

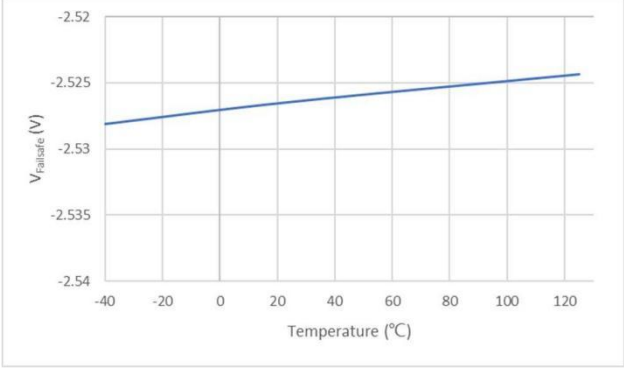


图5.8 故障安全输出电压与温度关系

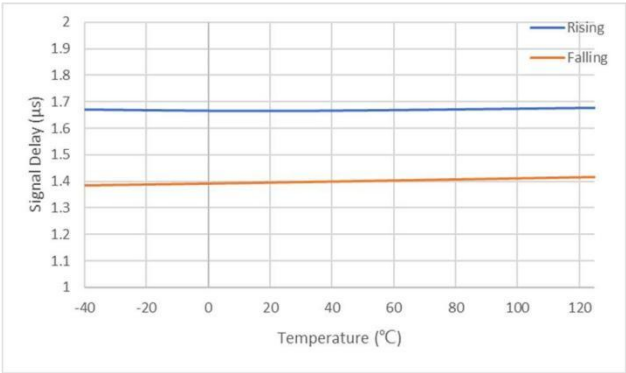


图5.9 Vin至Vout延迟与温度关系

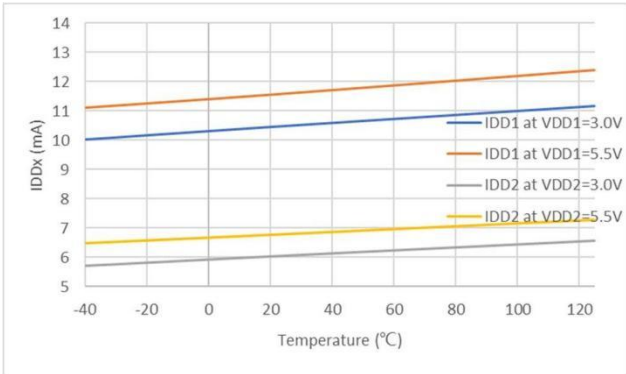


图5.11 电源电流与温度关系

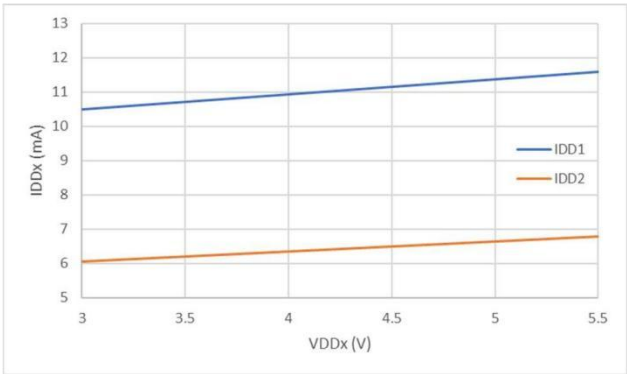


图5.10 供电电流与供电电压关系

5.3. 参数测量信息

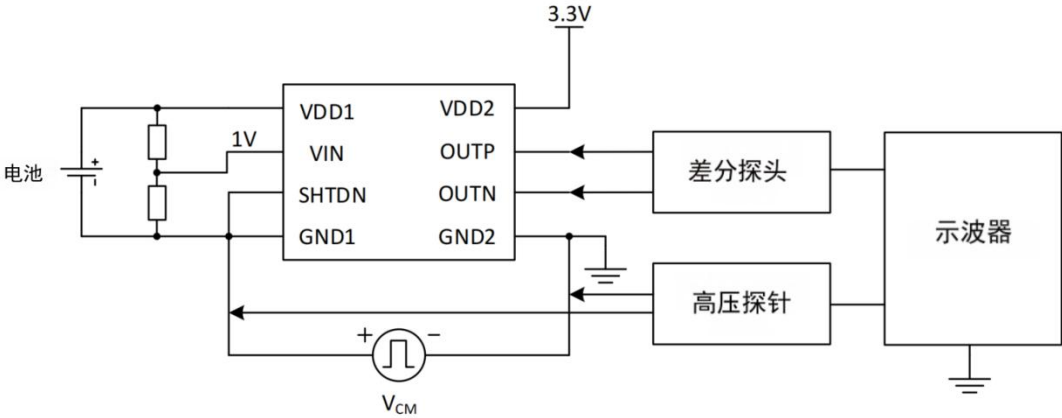


图 5.12 共模瞬态抗扰度测试电路

6. 高压功能描述

6.1. 绝缘和安全相关 规格

参数	符号	数值	单位	备注
最小外部气隙（间隙）	CLR	8	mm	空气中端子间最短距离
最小外部爬电距离	CPG	8	mm	封装表面上端子间最短距离

参数	符号	值	单位	备注
最小内部间隙	DTI	28	μm	绝缘层穿透距离
抗爬电能力（比较爬电指数）	CTI	>600	V	DIN EN 60112 (VDE 0303-11); IEC 60112
材料组		I		IEC 60664-1

6.2. 绝缘材料 特性

描述	测试条件	符号	值	单位
DIN VDE 0110				
适用于额定电源电压 $\leq 150\text{Vrms}$			I 至 IV	
适用于额定电源电压 $\leq 300\text{Vrms}$			I 至 IV	
适用于额定电源电压 $\leq 400\text{Vrms}$			I 至 IV	
气候分类			40/125/21	
污染等级（按DIN VDE 0110表1）			2	
最大重复绝缘电压		V_{IORM}	2121	V_{PEAK}
最大工作隔离电压	交流电压	V_{IOWM}	1500	V_{RMS}
	直流电压		2121	V_{DC}
输入至输出测试电压，方法B1	$V_{IORM} \times 1.875 = V_{pd} (m)$, 100% 生产测试, $t_{ini} = t_m = 1$ 秒, 局部放电 $< 5 \text{ pC}$	$V_{pd} (m)$	3977	V_{PEAK}
输入至输出测试电压，方法A。环境试验后子组1	$V_{IORM} \times 1.6 = V_{pd} (m)$, $t_{ini} = 60$ 秒, $t_m = 10$ 秒, 局部放电 $< 5 \text{ pC}$	$V_{pd} (m)$	3394	V_{PEAK}
输入至输出测试电压，方法A。在输入和/或安全测试后子组2和子组3	$V_{IORM} \times 1.2 = V_{pd} (m)$, $t_{ini} = 60$ 秒, $t_m = 10$ 秒, 局部放电 $< 5 \text{ pC}$	$V_{pd} (m)$	2545	V_{PEAK}
最大瞬态隔离电压	$t = 60$ 秒	V_{IOTM}	8000	V_{PEAK}
最大浪涌隔离电压	测试方法符合IEC62368-1标准, 1.2/50 μs 波形, $V_{TEST} = V_{IOSM} \times 1.6$	V_{IOSM}	6250	V_{PEAK}
绝缘电阻	$V_{IO} = 500\text{V}$, $T_{amb} = T_s$	R_{IO}	$>10^9$	Ω
	$V_{IO} = 500\text{V}$, $100^\circ\text{C} \leq T_{amb} \leq 125^\circ\text{C}$	R_{IO}	$>10^{11}$	Ω
绝缘电容	$f = 1\text{MHz}$	C_{IO}	0.8	pF
25 $^\circ\text{C}$ 时总功耗	$\theta_{JA} = 86^\circ\text{C/W}$, $V_I = 5.5\text{V}$, $T_J = 150^\circ\text{C}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$	P_s	1430	mW
安全输入、输出或电源电流	$\theta_{JA} = 86^\circ\text{C/W}$, $V_I = 5.5\text{V}$, $T_J = 150^\circ\text{C}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$	I_s	260	mA

描述	测试条件	符号	值	单位
最高安全温度		Ts	150	°C
UL1577				
UL规定的绝缘电压	$V_{TEST} = V_{ISO}, t = 60\text{ s}$ (认证), $V_{TEST} = 1.2 \times V_{ISO}, t = 1\text{ s}$ (100% 生产测试)	V_{ISO}	5000	VRMS

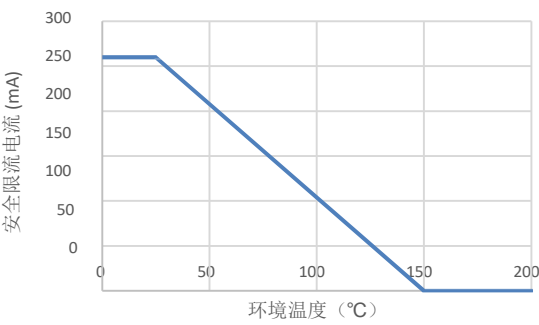


图6.1 TLX1311热降额曲线，外壳温度对安全限值的影响（依据DIN VDE V 0884-11标准）

7. 功能说明

7.1. 概述

TLX1311是一款高性能隔离放大器，具有高输入阻抗特性，可接受宽范围单端输入。该单端输入设计适用于需要隔离的高压应用中的总线电压监测。器件内部的二阶Σ-Δ调制器对模拟输入进行连续采样。借助内部电压基准和时钟发生器，调制器将模拟输入信号转换为数字比特流。调制器输出经驱动器（功能框图中标记为TX）传输至隔离屏障，该屏障将隔离侧1与侧2的电压隔离。如功能框图所示，接收到的比特流与时钟经侧2的四阶模拟滤波器同步处理后，产生差分输出。

SHTDN引脚用于禁用转换功能。由于SHTDN为有效高电平信号且内部由100kΩ（典型值）上拉，正常工作时应连接至GND1或逻辑低电平。

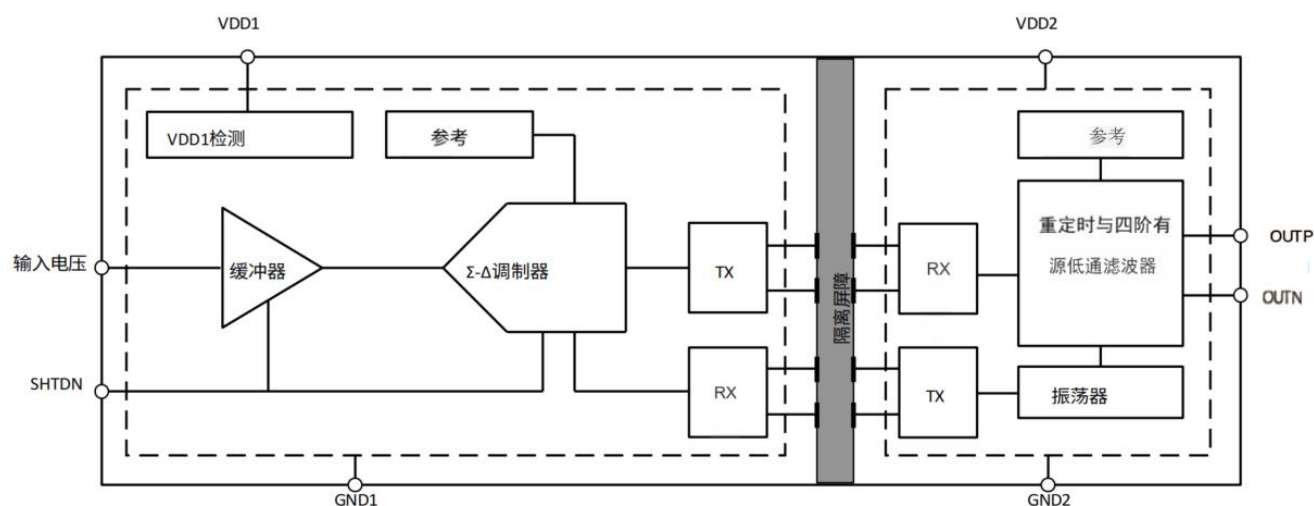


图 7.1 功能块图

7.2. 模拟 输入

模拟输入信号（VIN）有两项限制。

- 若输入电压超出GND1 – 6 V至VDD1 + 0.5 V的范围，则输入电流必须限制在10 mA，因为此时器件输入的静电放电（ESD）二极管将导通。
- 仅当模拟输入电压保持在规定的线性满量程范围（FSR）内时，才能确保该器件的线性度和噪声性能。

7.3. 模拟 输出

对于线性输入范围，TLX1311提供具有固定增益为1的模拟差分输出。当满量程输入信号施加至TLX1311（VIN ≥ VClipping）时，模拟输出将被削波，如图7.2(a)所示。

此外，TLX1311集成了若干诊断措施，并提供故障安全输出以简化系统级设计。该故障安全输出为负差分输出电压（如图7.2(b)所示），在器件正常工作时不会出现，仅在以下条件下才会激活：

- 当检测到VDD1欠压（VDD1 < VDD1_{UV}）时。
- 当SHTDN信号被激活（拉高）时。

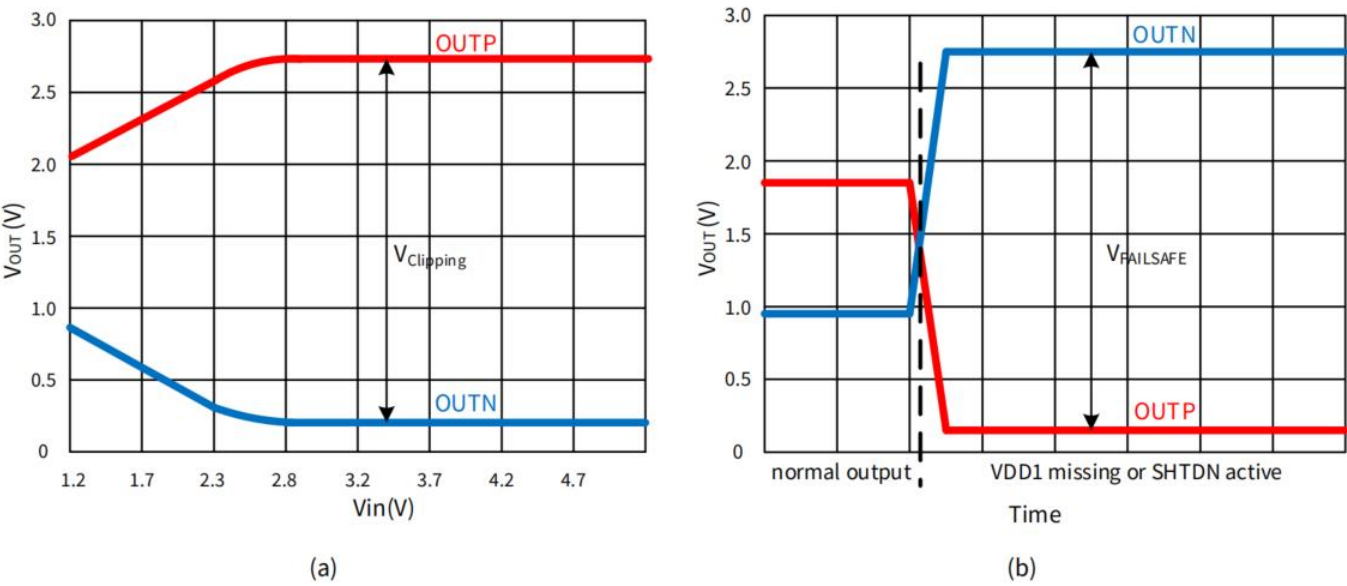


图7.2 典型故障安全输出与削波输出

8. 操作说明

8.1. 典型应用电路

TLX1311具有高达 $1\text{G}\Omega$ 的输入阻抗，同时具备宽输入电压范围。这些特性使其特别适用于变频器等隔离式电压检测应用。典型应用电路如图8.1所示。

变频器的母线电压经电阻分压网络分压后，通过RC滤波器施加至TLX1311输入端。隔离放大器的差分输出通过运算放大器电路转换为单端模拟输出。通常由模数转换器接收该模拟输出，将其转换为数字信号供控制器处理。

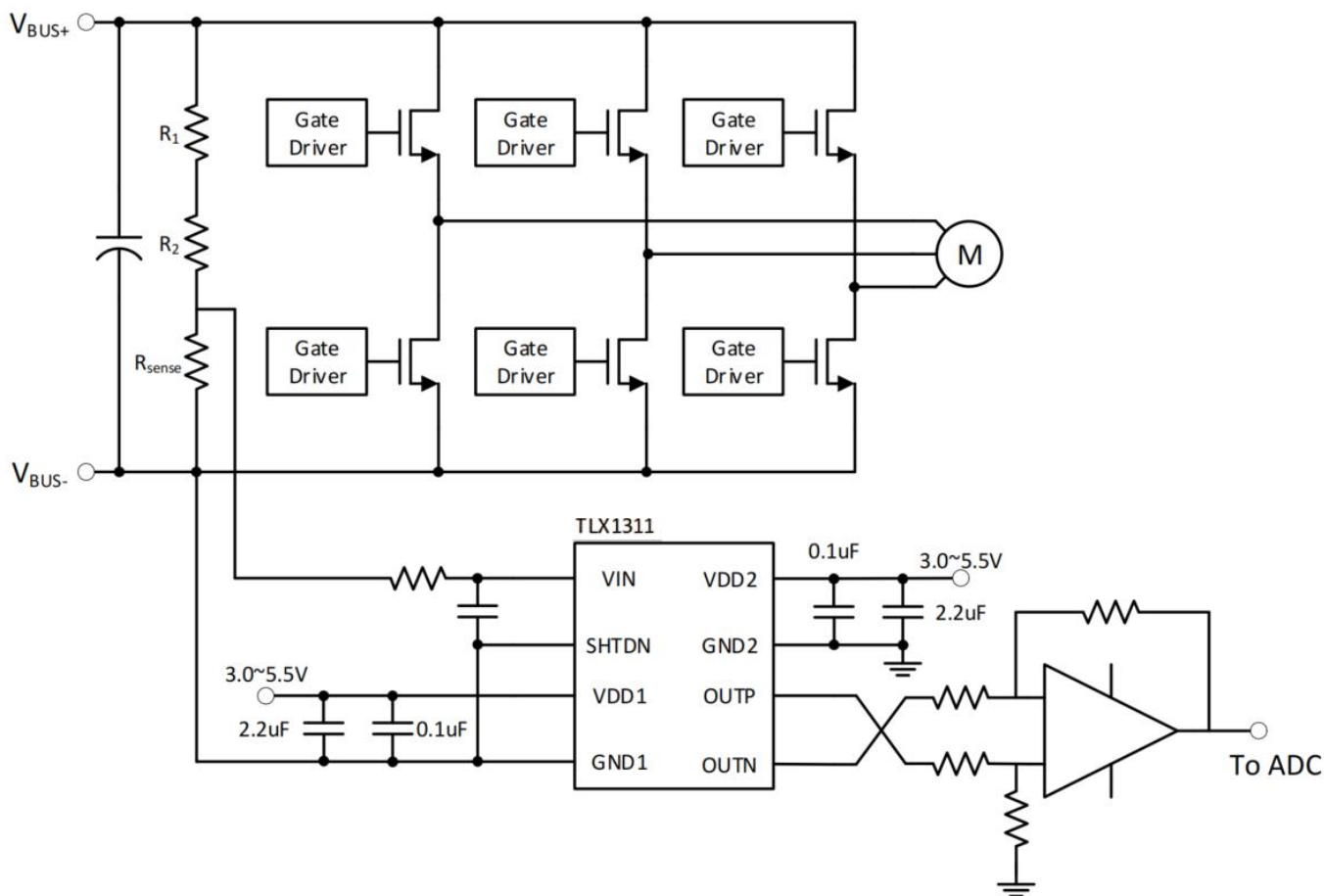


图8.1 电压检测典型应用电路

8.2. 型感测电阻选型

选择感测电阻时还需考虑以下两个因素：

- R_{sense} 上的电压降除以标称 V_{BUS} 值不得超过推荐的线性输入电压范围： $V_{\text{IN}} \leq \text{FSR}$ 。
- 在最大允许过压条件下， R_{sense} 上的电压降除以 V_{BUS} 不得超过导致输出削波的输入电压： $V_{\text{IN}} \leq V_{\text{Clipping}}$ 。

8.3. PCB 布局

- TLX1311要求在VDD1与GND1、VDD2与GND2之间配置 $0.1\mu\text{F}$ 旁路电容。该电容应尽可能靠近VDD引脚放置。若需增强滤波效果，可额外添加 $1\sim 10\mu\text{F}$ 电容。

9. 封装信息

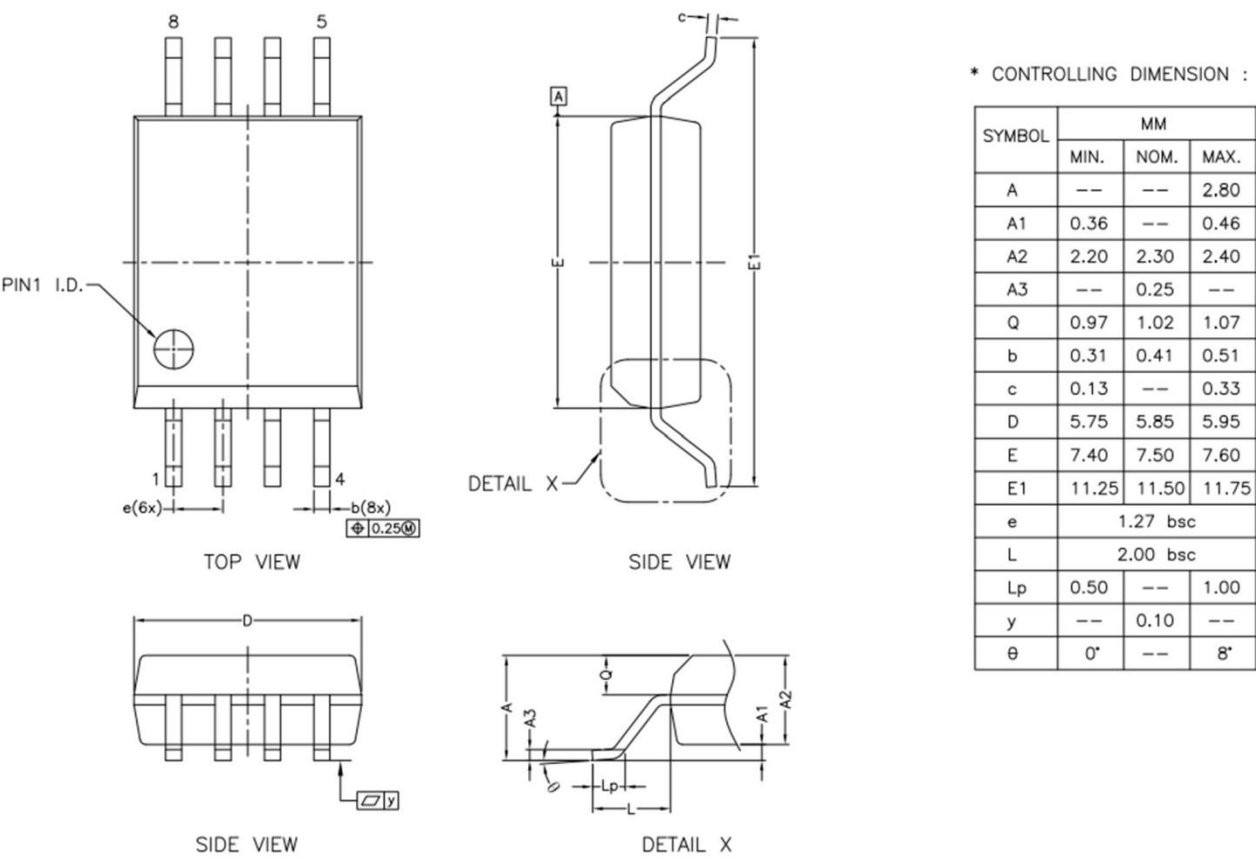


图9.1 SOW8封装形状及尺寸（单位：毫米）

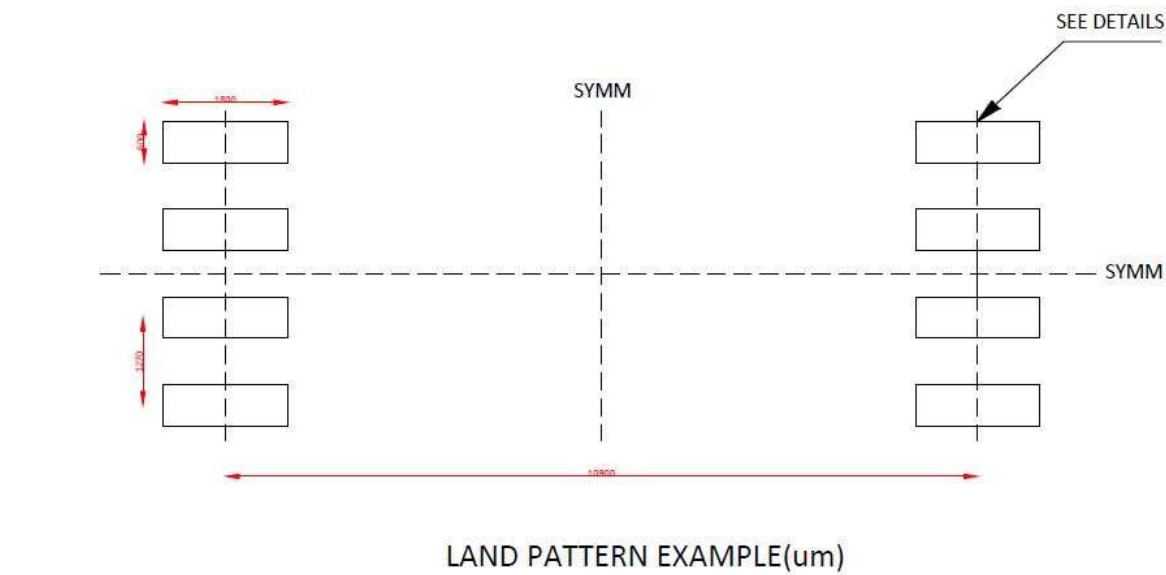


图9.2 SOW8封装电路板布局示例

10. 订购信息

订单型号	封装类型	工作温度(°C)	MSL	质量等级
JTLX1311-DSWVR	SOP8(300mil)	-55℃~125℃	MSL1 / 3	企军标
JTLX1311-DSWVR(W)	SOP8(300mil)	-55℃~125℃	MSL1 / 3	军温级
TLX1311-DSWVR	SOP8(300mil)	-40℃~125℃	MSL1 / 3	工业级

11. 卷帶信息

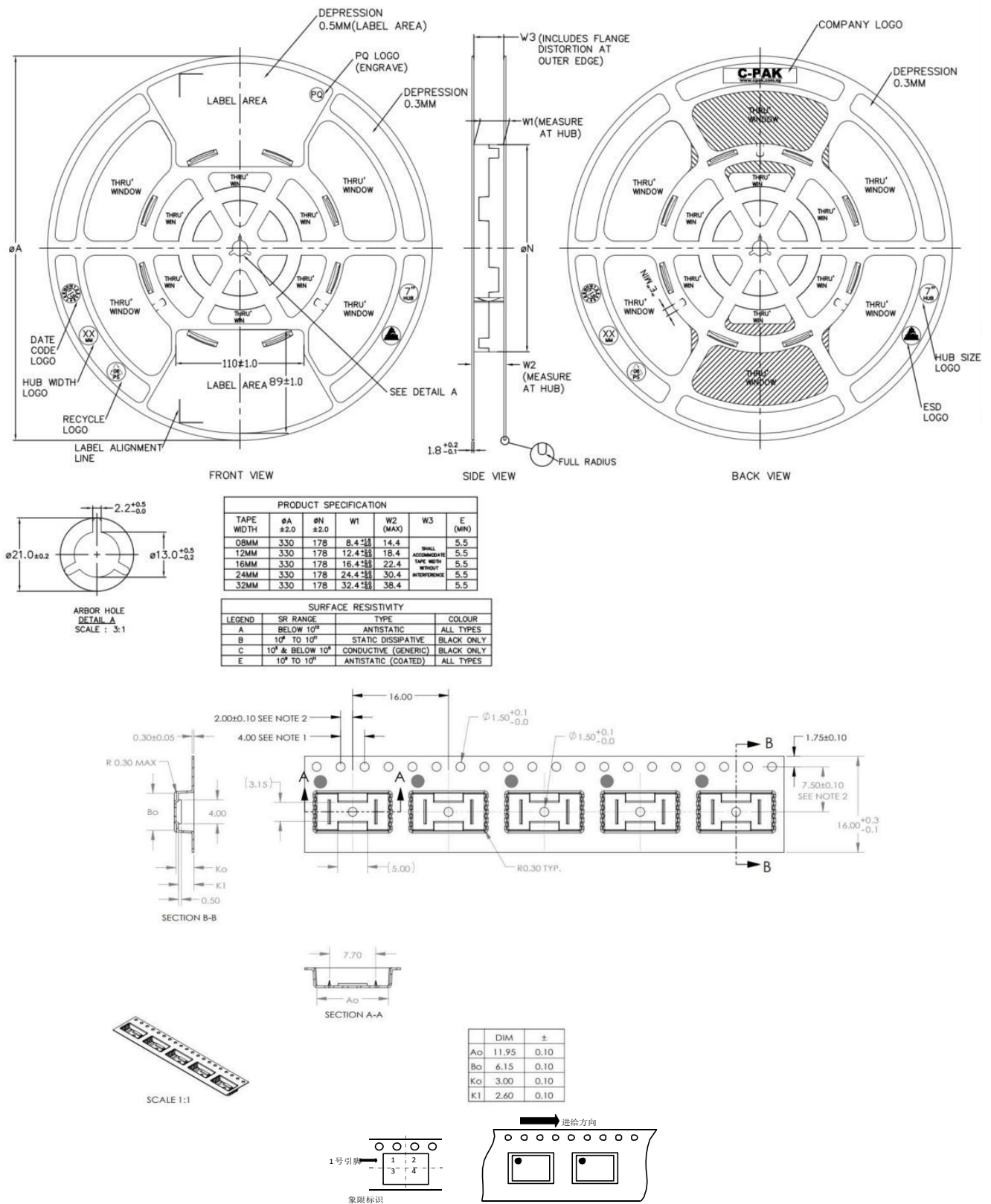


图12.1 SOP8(300mil)的带盘信息