

红外热电堆传感器

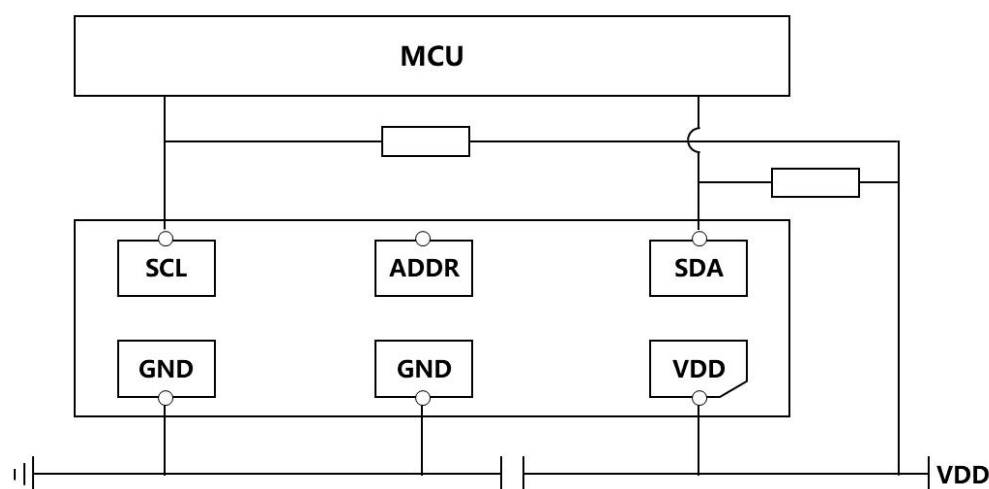
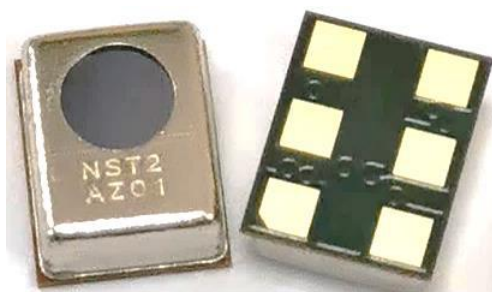
SL-S-TRS-5.5D1 是一款数字式输出差分红外热电堆传感器，包含MEMS热电堆传感器芯片、NTC热敏电阻以及专业的信号调理ASIC芯片。其中ASIC芯片搭载24位 Sigma-Delta 高精度ADC、OTP存储器以及接口电路。

特点

- SMT 工艺，尺寸小
- MEMS 热电堆技术
- 高响应率，快速响应时间
- 5.5 μm 长通滤光窗口
- NTC 补偿
- I2C 通讯协议
- 应用广泛

应用

- 智能可穿戴设备
- 智能手机
- 工业温度监测
- 非接触表面人体测温
- 智能温度感应与控制



一、绝对最大额定值

表 1. 绝对最大额定值

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	备注
电源电压	VDD	-0.3		6.5	V	
数字输出电压		-0.3		VDDIO+0.3	V	
ESD 防护			4		kV	HBM
存储温度		-40		125	°C	

二、性能参数

表 2. 传感器性能参数表

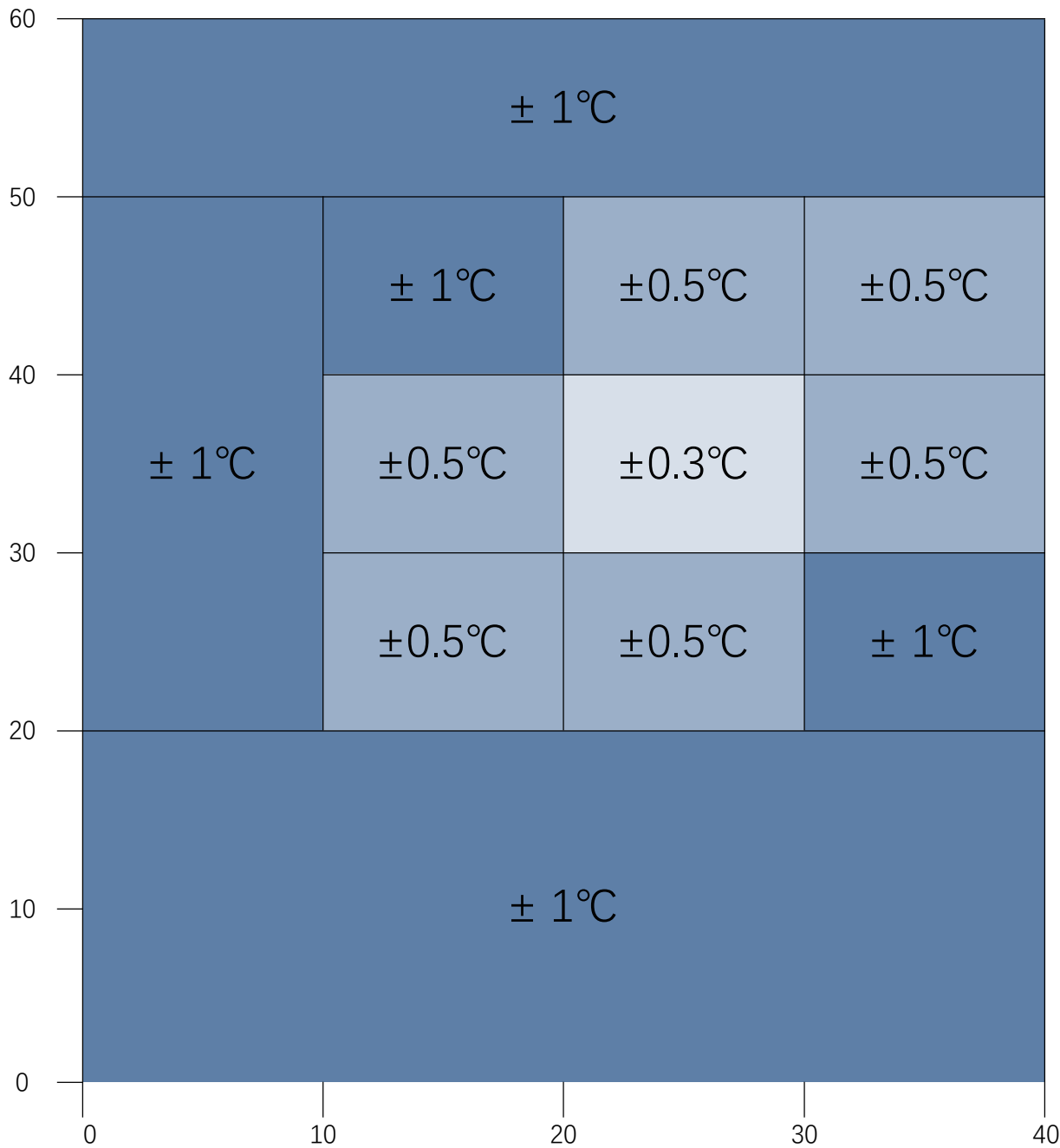
参数	符号	最小值	标准值	最大值	单位	备注
器件尺寸			$4.72 \times 3.76 \times 2.05 (\pm 0.05)$		mm	
敏感区域			0.7×0.7		mm ²	
视场角			110		°	
热敏电阻阻值			$100 \pm 2\%$		kΩ (25°C)	
热敏电阻 Beta 值			$3950 \pm 1\%$		K(25°C/50°C)	
工作温度			-20 ~ 100		°C	
电源电压			1.8 ~ 5.5		V	
电源电流(25°C) 采集期间	I _{DD_pgaoff}		900		μA	PGA off (Gain≤2)
	I _{DD_pgaon}		1500		μA	PGA on (Gain≥4)
待机电流(25°C)		100			nA	
ADC 分辨率			24		Bit	热电堆传感器
			16		Bit	温度 (NTC)

未特殊指定时的条件为 VCC = 3.3V, 测试环境温度 25° C。

SL-S-TRS-5.5D1 标准温度精度指标

所有精度规范都是在稳定的等温条件和被测物完全覆盖了传感器的 FOV 的条件下测得。
Ta 在 0°C 至 40°C 之间并且 To 在 0°C 至 60°C 之间时，精度如下图表所示。

To, °C



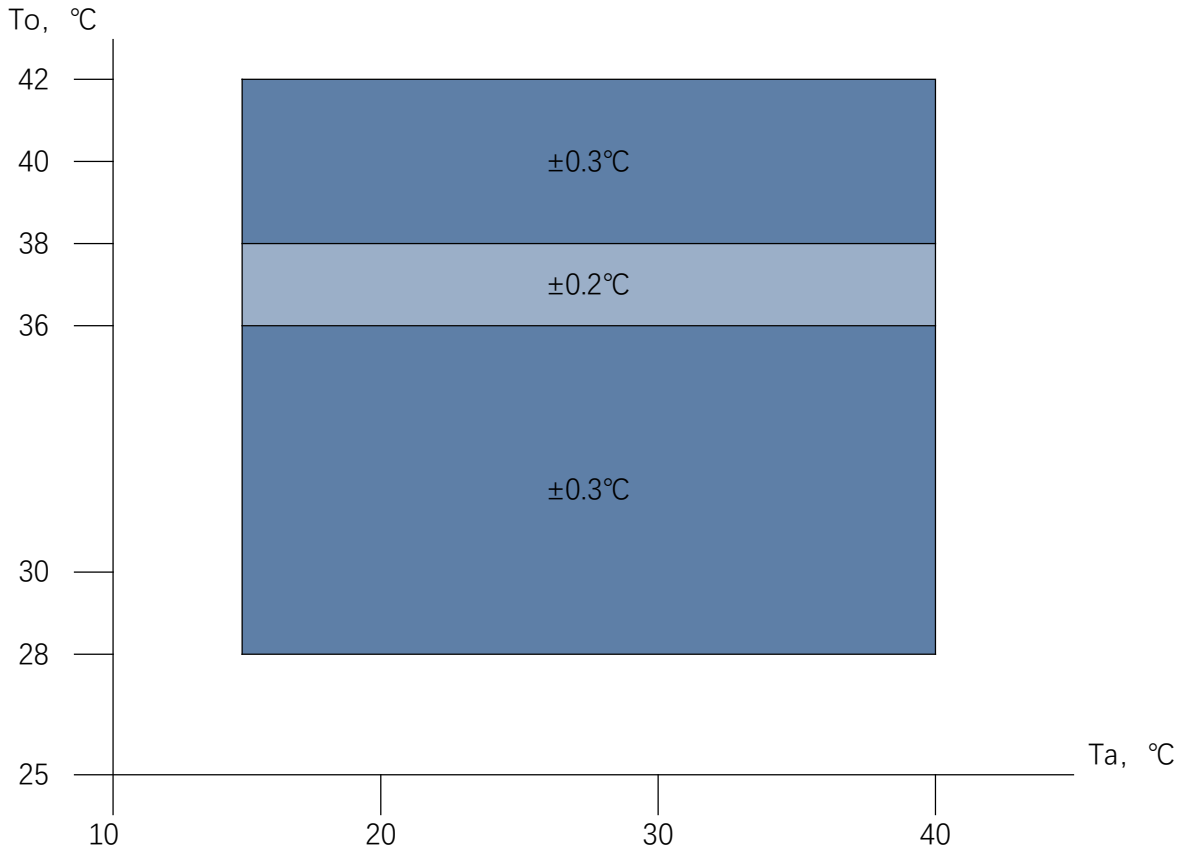
所有数据，均为典型条件下测试：电压为 3.3V，传感器与被测目标距离为 2cm，测温目标为标准黑体炉，相应环境温度通过改变环境箱温度实现。

所有精度规范只适用于稳定的等温条件下，传感器精度不代表最终产品精度。

图 1SL-S-TRS-5.5D1 (Ta,To) 的标准精度

SL-S-TRS-5.5D1 医疗温度精度指标

所有精度规范都是在稳定的等温条件和被测物完全覆盖了传感器的 FOV 的条件下测得。
Ta 在 15°C 至 40°C 之间并且 To 在 28°C 至 42°C 之间时，精度如下图表所示。



所有数据，均为典型条件下测试：电压为 3.3V，传感器与被测目标距离为 2cm，测温目标为标准黑体炉，相应环境温度通过改变环境箱温度实现。

所有精度规范只适用于稳定的等温条件下，传感器精度不代表最终产品精度。

图 2.SL-S-TRS-5.5D1 (Ta,To) 的医疗精度

应用设计中，重点需要了解的是，图 1 和图 2 所给的精度，是只保证在热平衡条件下，并且等温条件(传感器封装上没有温度差)下传感器有这个精度。若传感器封装上有温差，测得精度就会受到影响。能引起传感器封装温差的情况，比如传感器底面或侧面有较热(或较冷)的元器件，或传感器非常接近被测物体，被测物会局部加热传感器。

三、热敏电阻温度阻值表

表 3. NTC 的 RT 表

T(°C)	Rnom(kΩ)	T(°C)	Rnom(kΩ)	T(°C)	Rnom(kΩ)	T(°C)	Rnom(kΩ)	T(°C)	Rnom(kΩ)
-40	3324.301	-11	605.410	18	137.909	47	40.125	76	14.066
-39	3119.086	-10	573.605	19	131.589	48	38.608	77	13.602
-38	2927.677	-9	544.152	20	125.601	49	37.158	78	13.155
-37	2749.070	-8	516.307	21	119.925	50	35.770	79	12.725
-36	2582.337	-7	489.977	22	114.544	51	34.428	80	12.311
-35	2426.625	-6	465.075	23	109.439	52	33.142	81	11.913
-34	2281.145	-5	441.516	24	104.596	53	31.911	82	11.529
-33	2145.170	-4	419.226	25	100.000	54	30.732	83	11.159
-32	2018.027	-3	398.131	26	95.637	55	29.602	84	10.803
-31	1899.096	-2	378.162	27	91.510	56	28.520	85	10.459
-30	1787.802	-1	359.257	28	87.587	57	27.482	86	10.120
-29	1683.674	0	341.355	29	83.856	58	26.487	87	9.794
-28	1586.152	1	323.531	30	80.308	59	25.533	88	9.479
-27	1494.782	2	306.762	31	76.931	60	24.618	89	9.175
-26	1409.145	3	290.980	32	73.717	61	23.740	90	8.882
-25	1328.852	4	276.120	33	70.657	62	22.897	91	8.600
-24	1253.542	5	262.122	34	67.742	63	22.089	92	8.327
-23	1182.879	6	248.932	35	64.966	64	21.313	93	8.064
-22	1116.555	7	236.496	36	62.320	65	20.568	94	7.811
-21	1054.280	8	224.768	37	59.798	66	19.852	95	7.566
-20	995.786	9	213.702	38	57.393	67	19.165	96	7.330
-19	941.187	10	203.257	39	55.099	68	18.505	97	7.102
-18	889.832	11	193.394	40	52.911	69	17.871	98	6.882
-17	841.514	12	184.078	41	50.823	70	17.261	99	6.669
-16	796.039	13	175.273	42	48.829	71	16.675	100	6.464
-15	753.227	14	166.950	43	46.926	72	16.112	101	6.266
-14	712.910	15	159.078	44	45.108	73	15.570	102	6.074
-13	674.931	16	151.631	45	43.371	74	15.049	103	5.889
-12	639.143	17	144.583	46	41.712	75	14.548	104	5.711

测试条件：25°C 100 kΩ, B25/50 = 3950K ±1%

四、控制寄存器

表 4.通用寄存器

地址	描述	R/W	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	默认
0x00	SPI_Ctrl	RW	SDO_Active		Softreset			Softreset		SDO_Active	0x00
0x01	Part_ID	R	PartID<7:0>								0x00
0x02	Status	R	Error_code<3:0>						1'b0	DRDY	0x00
0x06	Data_ Thermopile	R	Data_P<23:16>								0x00
0x07		R	Data_P<15:8>								0x00
0x08		R	Data_P<7:0>								0x00
0x09	Data_Temp	R	Data_T<15:8>								0x00
0x0A	Data_Temp	R	Data_T<7:0>								0x00
0x30	CMD	RW	Sleep_time<3:0>				Sco	Measurement_ctrl<2:0>			0x00
0x6C	OTP_CMD	RW	Blow_start<6:0>							margin	0x00

Reg0x00

SDO_Active: 1: 4 线 SPI, 0: 3 线 SPI

Soft_reset: 1: 复位所有的寄存器 (“margin” 除外), 复位完成后此位自动恢复为 0。

Reg0x01

PartID: OTP 编程的 8 位 Part ID, 对应于 OTP 寄存器 Reg0xA4。从地址 0x01 只读。

Reg0x02

DRDY: 1, 表示一次数据采集完成, 可以读取采集数据。

Error_code: 诊断功能启用时, 这些位存储错误信息。

Reg0x06-Reg0x08

Data_Thermopile: 24 位热电堆传感器原始数据: Data_P<23:16>=0x06<7:0>, Data_P<15:8>=0x07<7:0>, Data_P<7:0>=0x08<7:0>。

Reg0x09-Reg0x0A

Data_Temp: 16 位 NTC 原始数据: Data_T<15:8>=0x09<7:0>, Data_T<7:0>=0x0A<7:0>。

Reg0x30

Sleep_time<3:0>: 0000: 0ms, 0001: 62.5ms, 0010: 125ms 1111: 1s, 仅在休眠模式工作期间有效。

Measurement_control<1:0>: 000b, 表示单次温度信号采集。001b, 表示单次传感器信号采集。010b, 表示组合采集模式 (一次温度信号采集后立即进行一次传感器信号采集)。011b: 表示休眠工作模式 (定期进行一次组合采集模式, 间隔由 “sleep_time” 决定。100b: OTP 编程模式, 在对 OTP 库进行编程时进入此模式。

Sco: 1, 表示采集开始, 采集结束后自动恢复为 0 (休眠模式工作期间除外)。

Reg0x6C

Blow_start <6: 0>: 向该位写入 0110101b 开始烧写 OTP。整个 OTP 库将自动编程为存储在相应 OTP 寄存器中的内容。OTP 库只能编程一次。

Margin: 在软复位期间 OTP 重新加载时, 提供关键读取条件以滤除 “weak programmed” 位。建议在工厂进行 OTP 编程后设置该位, 以检查 OTP 库是否已正常编程。

五、OTP 寄存器

表 5.OTP 寄存器

地址	描述	R/W	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	默认
0xA4	Part_ID	RW	Part ID<7:0>								OTP
0xA5	Sys_config	RW	DAC_on	P_T_ration <1:0>		Vout_sel	Regulator_sel	Unipolar	Raw_data_on	Diag_on	OTP
0xA6	P_config	RW	1'b0	Input_swap	Gain_P<2:0>			OSR_P<2:0>			OTP
0xA7	T_config_1	RW	Temp_sel<1:0>		Gain_T<2:0>			OSR_P<2:0>			OTP
0xA8	T_config_2	RW	4b0000				T_offset_trim<3:0>				OTP
0xA9	DAC_limit	RW	DAC_limit_h<3:0>				DAC_limit_l<3:0>				OTP
0xAA	Cal_OTP_1	RW	Cal_coff_1<7:0>								OTP
...	...	RW	...								OTP
0xBB	Cal_OTP_18	RW	Cal_coff_19<7:0>								OTP
0xBC	Redundancy	RW	Redundancy<7:0>								OTP

Reg0xA4

PartID: OTP 编程的 8 位 Part ID，也可以从地址 0x01 读取。

Reg0xA5

Vout_sel: 0: 设置 DAC 输出为轨到轨，即与 VDD 引脚上的电压一致。1: 设置 DAC 输出为固定电压输出，输出范围为 0-1.5 * VEXT。

Regulator_sel: 0: 将 VEXT 电压设置为 1.8V。1: 将 VEXT 电压设置为 3.6V。

Unipolar: 0: 双极性格式的 ADC 输出。1: 单极性格式的 ADC 输出。（仅在“raw_data_on”=1 时生效）。

Diag_on: 1, 启用诊断功能。

Reg0xA6

Input Swap: 在 ADC 内部交换输入。

Gain_P: 设置传感器信号采集通道的增益。000: 增益 = 1, 001: 增益 = 2, 010: 增益 = 4, 011: 增益 = 8, 100: 增益 = 16, 101: 增益 = 32, 110: 增益 = 64, 111: 增益 = 128。

OSR_P: 设置传感器信号采集通道的过采样率。000: 1024X, 001: 2048X, 010: 4096X, 011: 8192X, 100: 256X, 101: 512X, 110: 16384X, 111: 32768X。

Reg0xA7

Temp_sel: 设置为 10b（外部温度传感器）。

Gain_T: 设置温度采集通道的增益。000: 增益 = 1, 001: 增益 = 2, 010: 增益 = 4, 011: 增益 = 8, 100: 增益 = 16, 101: 增益 = 32, 110: 增益 = 64, 111: 增益 = 128。

OSR_T: 设置温度采集通道的过采样率。000: 1024X, 001: 2048X, 010: 4096X, 011: 8192X, 100: 256X, 101: 512X, 110: 16384X, 111: 32768X。

Reg0xA8

T_offset_trim: 设置外部温度采集的偏移电压为 0V 到 VEXT（设置为 0x08）。

Reg0xAA- Reg0xBB

Cal_coff: 用于传感器校准的系数（将 0xAB 设置为 0x04, 将 0xB3 设置为 0x08）。

Reg0xBC

Redundancy: 表示指针，使指向的 OTP 位按编程方式运行，即便编程失败。

六、数字通讯

SL-S-TRS-5.5D1 提供用于串行通信的 I2C 通讯协议。通讯协议的选择是基于 CSB 状态。

I2C 总线使用 SCL 和 SDA 作为信号线，两条线都通过上拉电阻从外部连接到 VDDIO，以便在总线空闲时，保持为高电平。SL-S-TRS-5.5D1 的 I2C 器件地址如下表所示。7 位器件地址的 LSB 位由 SDO 引脚确定。如果 SDO 连接到 VDDIO，则 7 位 I2C 地址为 “1101101”。如果 SDO 连接到 GND，则 7 位 I2C 地址为 “1101100”。

表 6. I2C 器件地址

Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	W/R
1	1	0	1	1	0	SDO/ADDR	0/1

表 7. I2C 通讯引脚的电性特性

符号	参数	条件	最小值	最大值	单位
fsc1	时钟频率			400	kHz
tscl_l	SCL 低脉冲		1.3		μs
tscl_h	SCL 高脉冲		0.6		μs
Tsda_setup	SDA 建立时间		0.1		μs
Tsda_hold	SDA 保持时间		0.0		μs
tsusta	每次开始时的建立时间		0.6		μs
thdsta	开始条件保持时间		0.6		μs
tsusto	停止条件建立时间		0.6		μs
tbuf	两次通讯之间的间隔时间		1.3		μs

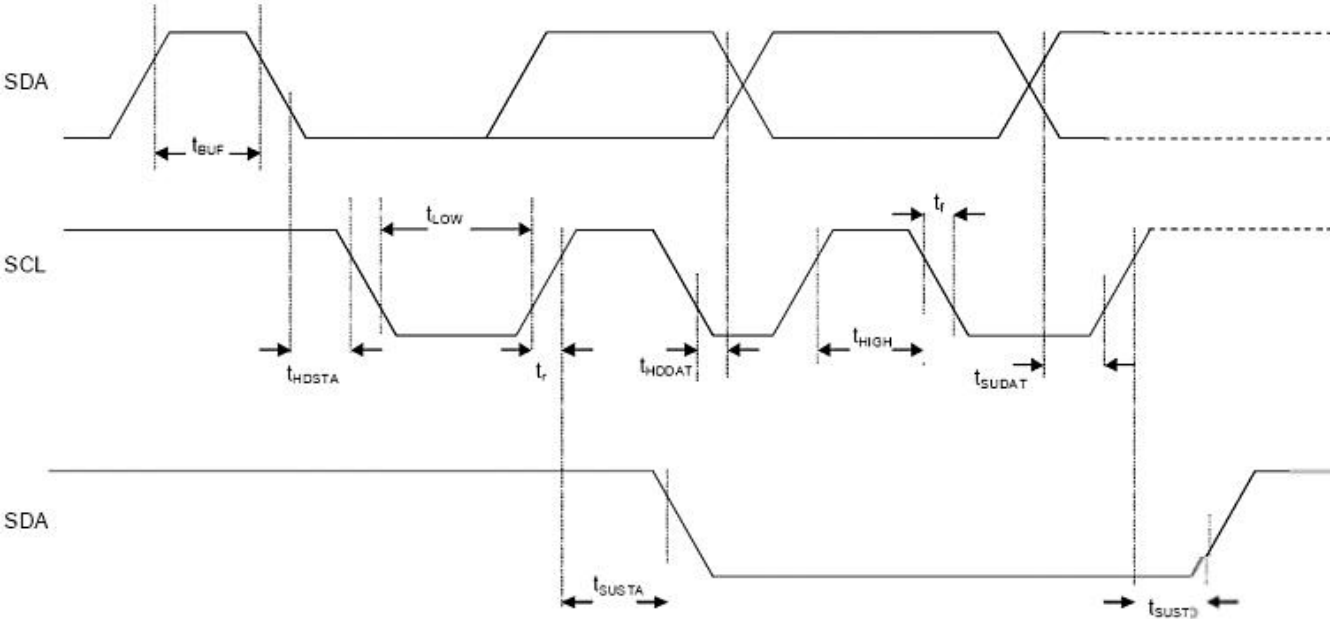


图 3. I2C 时序图

I2C 通讯协议有着特殊的总线信号条件。开始(S)条件、终止(P)条件以及二进制数据条件如下图所示。

当 SCL 处于高电平同时 SDA 处于下降沿，标志 I2C 数据通讯开始。I2C 主设备依次发送从设备的地址（7 位），随后方向控制位 R/W 选择读/写操作。当从设备识别到这个地址后，产生一个应答信号，并在第九个 SCL(ACK) 周期将 SDA 拉低。

SCL 处于高电平，SDA 处于上升沿，标志 I2C 数据通信结束。当 SCL 为高时 SDA 传输的数据必须保持稳定。只有当 SCL 为低时 SDA 传输的值才可以改变。

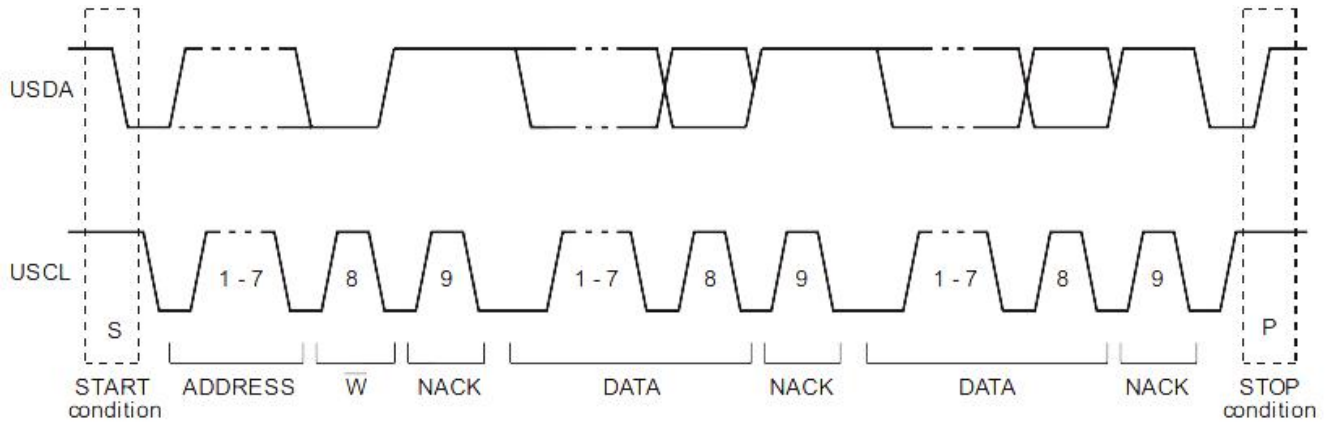


图 4. I2C 通讯协议

七、通用应用电路

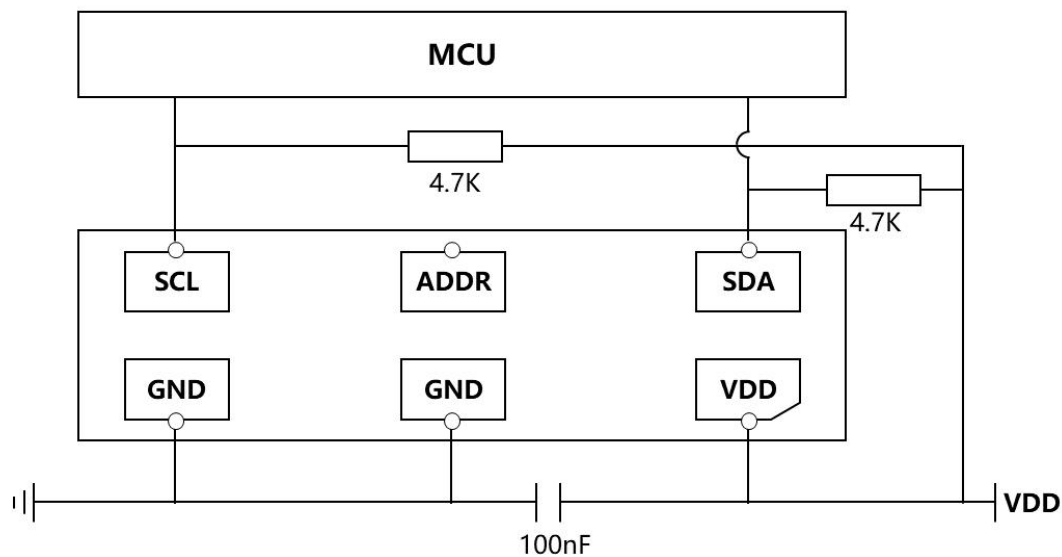


图 5. 通用应用电路

八、机械规格

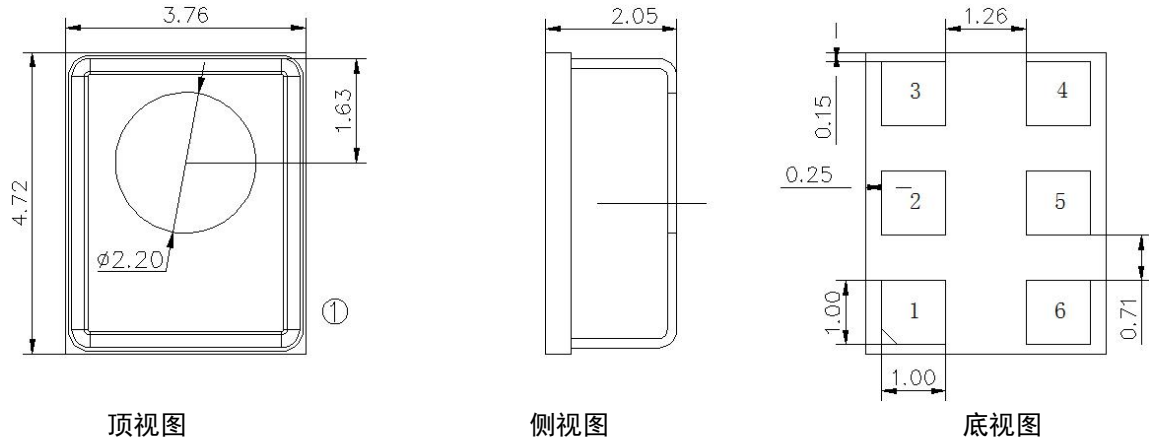


图 6. 轮廓尺寸

表 8. 引脚定义

序号	符号	定义
1	VDD	核心芯片供电(Supply Voltage)
2/3	GND	GROUND(Ground)
4	SCL	串行数据输入/输出 (I ² C Data)
5	ADDR	I2C 模式地址选择
6	SDA	串行时钟输入 (I ² C Clock)

九、推荐焊盘及钢网设计

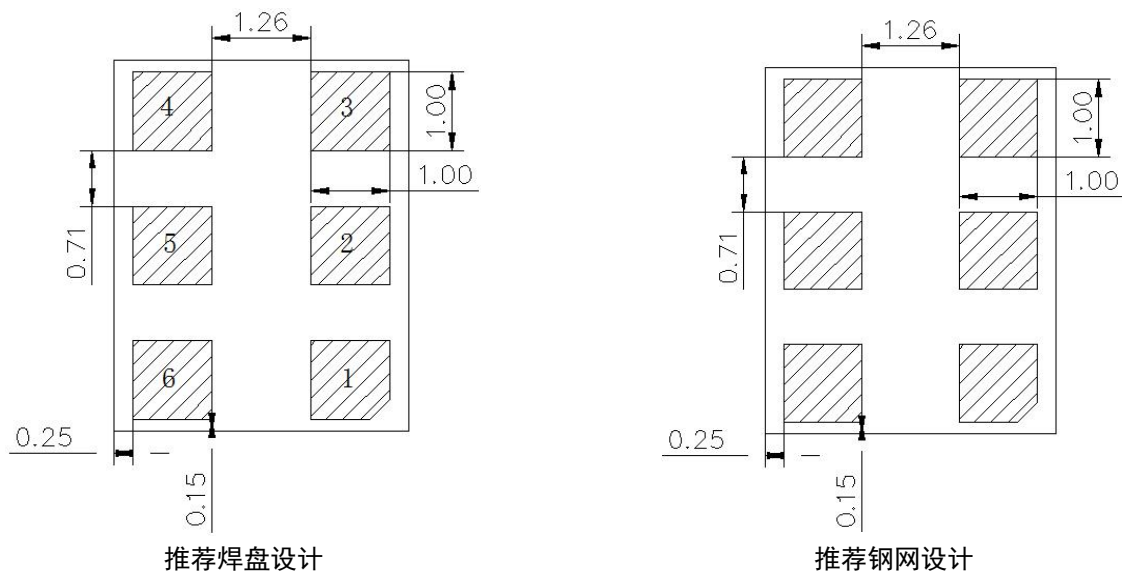


图 7. 推荐焊盘与钢网设计 (单位: mm)

十、推荐回流曲线

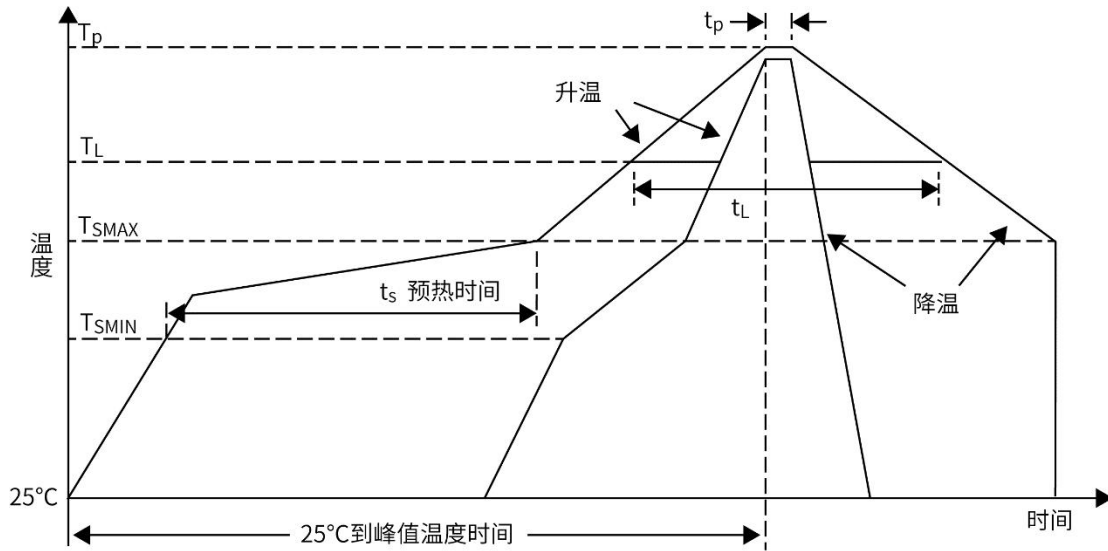


图 8. 推荐无铅焊锡回流温度曲线分布图

表 9. 推荐无铅焊锡回流温度曲线分布参数表

曲线特征		无铅
平均升温速率（ T_{SMAX} 到 T_P ）		最大 3°C/s
预热	最低温度（ T_{SMIN} ）	150°C
	最高温度（ T_{SMAX} ）	200°C
	时间（ T_{SMIN} 到 T_{SMAX} ）（ t_s ）	60-180 s
达到温度以上时间	温度（ T_L ）	217°C
	时间（ t_L ）	60-150 s
峰值温度（ T_P ）		260°C
峰值温度附近 5°C 以内的时间		20-40 s
平均降温速率（ T_P 到 T_{SMAX} ）		最大 6°C/s
从 25°C 到峰值温度的时间		最长 8 min

十一、包装规格

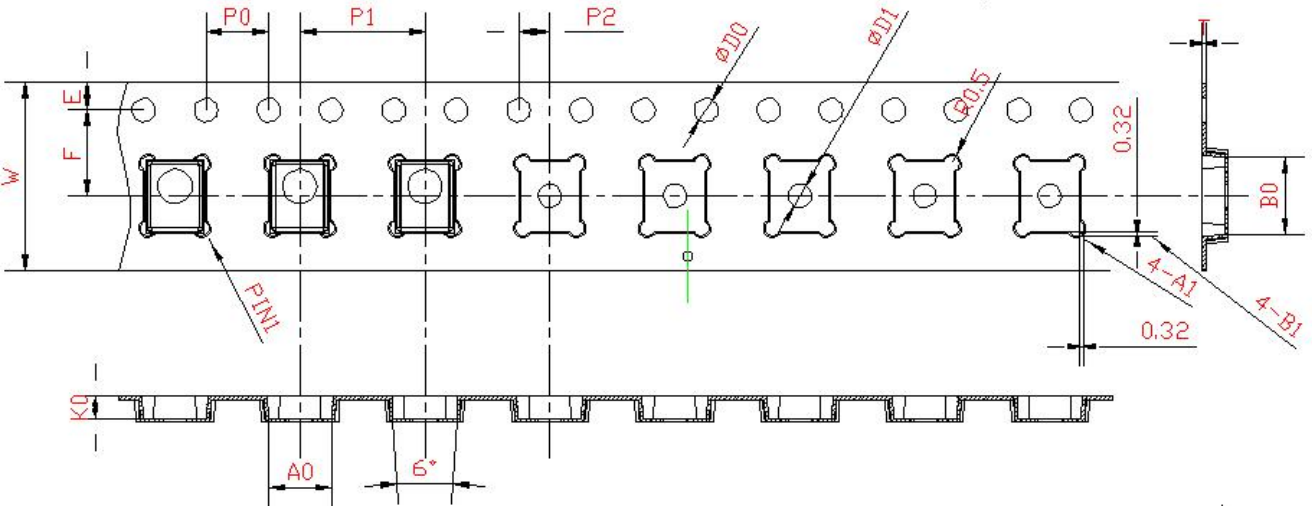


图 9. 载带规格

表 10. 载带规格参数（单位：mm）

符号	尺寸	符号	尺寸
D0	1.50 ± 0.10	W	12.0 ± 0.30
D1	1.50 ± 0.10	E	1.75 ± 0.10
A0	4.06 ± 0.10	F	5.50 ± 0.10
B0	5.02 ± 0.10	P0	4.00 ± 0.10
K0	2.30 ± 0.10	P1	8.00 ± 0.10
T	0.30 ± 0.05	P2	2.00 ± 0.10

注意：（1）载带与卷筒遵照 EIA-481 标准。（2）标签贴在外包装，内部仅含卷筒。

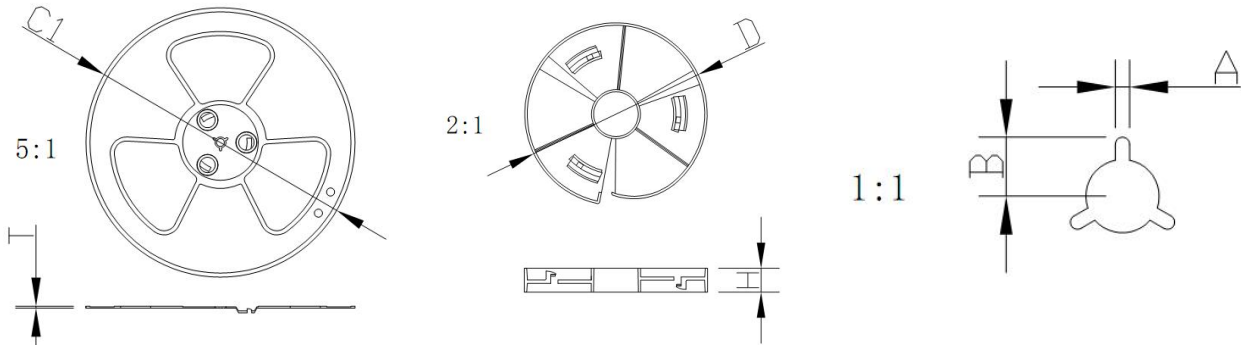


图 10. 卷盘规格

表 11. 卷盘规格参数

符号	尺寸	单位
SPEC	13	inch
C1±1.0	Φ330	mm
A±0.2	2.6	mm
B±0.2	10.8	mm
T±0.2	2.0	mm
可用卷筒尺寸	载带宽度: 12	mm
	D±0.5: Φ 100	mm
	H+1: 12.5	mm