

测 试 报 告

T E S T R E P O R T

报告编号(Report No.): CSBG20180322-01

项 目 名 称: 温度测试接口模块
项 目 编 号: PM-02-2017070012-01
产 品 型 号: TPS02R
测 试 版 本: Rev. B
所 属 部 门: Z-Lab 实验室
开 始 日 期: 2018-01-26
完 成 日 期: 2018-03-22
测 试 人 员: 覃娇容
测 试 结 论: 通过

广州致远电子有限公司 测试中心

目录

第 1 章 项目描述 1

 1.1 项目概述 1

 1.2 项目基本信息 1

第 2 章 指标达成情况 2

 2.1 产品指标达成情况 2

 2.2 标准满足情况 2

 2.3 其他要求 2

第 3 章 测试项目汇总 4

第 4 章 测试详细结果记录 5

 4.1 硬件测试 5

 4.1.1 电源信号质量测试 5

 4.1.2 模拟开关信号测试 6

 4.1.3 ADC 信号测试 6

 4.1.4 IIC 信号测试 7

 4.1.5 测温精度测试 8

 4.1.6 测温范围测试 9

 4.1.7 测温分辨率测试 10

 4.1.8 温漂测试 10

 4.1.9 功耗测试 12

 4.1.10 数据获取速率测试 13

 4.2 稳定性测试 13

 4.2.1 连续开关机测试 13

 4.2.2 长时间稳定性测试 14

第1章 项目描述

1.1 项目概述

TPS02R 双通道热电阻隔离测温模块，只需接入 PT100 热电阻，即可完成温度的采集，采用标准 IIC 接口直接输出以℃为单位的温度数据。模块的测温精度达 $\pm 0.02\% \pm 0.1^{\circ}\text{C}$ ，分辨率高达 0.01°C 。模块内置电气隔离，保障测量结果不受干扰。采用超小的体积设计，更易于集成到各种测温设备中。

1.2 项目基本信息

表 1.1 项目基本信息

项目名称	温度测试接口模块
项目编号	PM-02-2017070012-01
所属部门	Z-Lab 实验室
产品型号	TPS02R
样机版本	Rev.B
PCB 版本	TPS02R Rev.B
BOM 版本	V0.90.03
固件版本	无
测试起止时间	2018.01.26~2018.03.22

第2章 指标达成情况

2.1 产品指标达成情况

表 2.1 产品指标达成情况

汇总数据		
指标类型	指标要求	指标达成
功能指标	11 项	10 项
性能指标	2 项	2 项
其他指标	0 项	0 项
硬件功能指标明细		
序号	指标说明	是否达成
1	电源信号质量测试	是
2	模拟开关信号测试	是
3	ADC 信号测试	是
4	IIC 信号测试	是
5	测温精度测试 ($\pm 0.02\% \pm 0.1^{\circ}\text{C}$)	是
6	测温范围测试 ($-200^{\circ}\text{C} \sim 800^{\circ}\text{C}$)	是
7	测温分辨率测试 (0.01°C)	是
8	温漂测试 ($10\text{ppm}/^{\circ}\text{C}$)	是
9	模块温度测试	未测
10	功耗	$3.3\text{V} \times 98.3\text{mA} = 0.325\text{W}$
11	数据获取速率	1.6s~3s
性能指标明细		
序号	指标说明	是否达成
1	连续开关机测试 (28647 次)	是
2	长时间稳定性测试 (48h 记录读数无太大偏差)	是
其他指标明细		
序号	指标说明	是否达成

2.2 标准满足情况

表 2.2 标准满足情况

标准名称	要求明细	是否满足

2.3 其他要求

表 2.3 其他要求满足情况

项目	要求明细	是否满足
文档要求		

项目	要求明细	是否满足
性能要求		
稳定性要求		
易用性要求		
安全性要求		
健壮性要求		

第3章 测试项目汇总

表 3.1 测试项目汇总表

测试项目		测试结果
硬件测试	电源信号质量测试	通过
	模拟开关信号测试	通过
	ADC 信号测试	通过
	IIC 信号测试	通过
	测温精度测试 ($\pm 0.02\% \pm 0.1^{\circ}\text{C}$)	通过
	测温范围测试 ($-200^{\circ}\text{C} \sim 800^{\circ}\text{C}$)	通过
	测温分辨率测试 (0.01°C)	通过
	温漂测试 ($10\text{ppm}/^{\circ}\text{C}$)	通过
	模块温度测试	未测
	功耗	$3.3\text{V} * 98.3\text{mA} = 0.325\text{W}$
	数据获取速率	$1.6\text{s} \sim 3\text{s}$
稳定性测试	连续开关机测试 (28647 次)	通过
	长时间稳定性测试 (48h 记录读数无太大偏差)	通过

第4章 测试详细结果记录

4.1 硬件测试

4.1.1 电源信号质量测试

1. 测试内容

主要测试各个芯片、模块电源引脚的电压、纹波噪声，电源 IC 芯片的上电、掉电，电源 IC 的输出电流、冲击电流、关机漏电压、供电电压范围。

2. 测试方法

使用万用表测量芯片引脚电压、关机漏电压，无源探头测试纹波噪声、上电、掉电，电流钳测量电流、冲击电流。

3. 使用仪器

表 4.1 测试使用仪器

序号	仪器名称	仪器型号	数量
1	示波器	ZDS2022	1
2	万用表	VC70	1

4. 测试结果

(1) 电源纹波噪声测试结果

表 4.2 电源纹波噪声及关机漏电压测试

模块名称	信号名称	测试位置	用例编号	前提条件	电压		纹波噪声		关机漏电压	
					预期结果	实际输出 (V)	预期结果	实际输出 (mV)	预期结果	实际输出 mV
T1	VDD_3.3V	C30/J1	1		3V~3.6V	3.3		75.2		-60
D3	VCC_5V	C29	2		2.5V~5.5V	5.25~5.3		168		0
U10-SGM2019-3.3YC5G/TR	VCC_3.3V	C23	3		3.3V±2.5%	3.341		6		0
	VCC_5V	C24/L1	4		2.5V~5.5V	5.25~5.3		236		0
U1-SGM48752YTQ16G/TR	VCC_3.3V	PIN14	5		2.5V~5.5V	3.341		/		0
U2-CS1237	VCC_3.3V	C1	6		3V~3.6V	3.341		5		0
	Vref	C25/PIN1	7		1.5V~3.4V	2.081		4		0
U8-ZLG116N32A	VDD_3.3V	C19/C21	8		2.5V~5.5V	3.3		76		-60
U3-TP5592-VR	VCC_3.3V	PIN8	9		1.8V~5.5V	3.341		6		0

(2) 电源上下电及关机漏电压测试结果

表 4.3 电源上下电测试

模块名称	信号名称	测试位置	用例编号	前提条件	上升沿单调性		下降沿单调性	
					预期结果	实际输出	预期结果	实际输出
T1	VDD_3.3V	C30/J1	10		单调上升	4.1ms	单调下降	41ms
D3	VCC_5V	C29/C24	11		单调上升	3.7ms	单调下降	30.2ms掉至0.56V
U10-SGM2019-3.3YC5G/TR	VCC_3.3V	C23	12		单调上升	1ms	单调下降	67.1ms

(3) 电流测试结果

表 4.4 电流测试

模块名称	信号名称	测试位置	用例编号	前提条件	满载电流		冲击电流	
					预期结果	实际输出	预期结果	实际输出
T1	VDD_3.3V	J1	13	3V		94		250
			14	3.3V		98.3		264
D3	VCC_5V	/	15					
U10-SGM2019-3.3YC5G/TR	VCC_3.3V	/	16		250mA		500mA	

(4) 供电电压范围测试结果

表 4.5 供电电压范围测试

模块名称	信号名称	测试位置	用例编号	前提条件	VDD 3.3V	VCC 5V		VCC 3.3V	
					输入 (V)	预期结果	实际输出 (V)	预期结果	实际输出 (V)
供电电压范围			17		2.6		4.02		3.341
			18		3	2.5V~5.5V	4.72~4.76	3V~3.6V	3.341
			19		3.3		5.25~5.3		3.341

5. 异常信号

无

4.1.2 模拟开关信号测试

1. 测试内容

主要测试模拟开关的各信号质量及相关时序是否满足要求。

2. 测试方法

用示波器抓取相关信号波形及其时序。

3. 使用仪器

表 4.6 测试使用仪器

序号	仪器名称	仪器型号	数量
1	示波器	ZDS2022	1

4. 测试结果

表 4.7 模拟开关信号测试

模块名称	信号名称	测试位置	用例编号	VIH		VIL		Overshoot		Undershoot		tr		tf	
				预期结果	实际输出	预期结果	实际输出	预期结果	实际输出	预期结果	实际输出	预期结果	实际输出	预期结果	实际输出
U1- SGM48752 YTQ16G/T R	D_S0	PIN8	1	>1.7V	3.36V	<0.5V	0.16V	<VCC+0.3V	3.4V	>-0.3V	0.08V	80ns	8.16us	85ns	3.84us
	信号名称	测试位置	用例编号	预期结果	实际输出	预期结果	实际输出	预期结果	实际输出	预期结果	实际输出	预期结果	实际输出	预期结果	实际输出
	D_S1	PIN7	2	>1.7V	3.36V	<0.5V	0.2V	<VCC+0.3V	3.4V	>-0.3V	0.16V	80ns	8.04us	85ns	5.28us
	信号名称	测试位置	用例编号	预期结果	实际输出	预期结果	实际输出	预期结果	实际输出	预期结果	实际输出				
	MCU_DS0	U7-PIN2/R20	3	>0.8*VDD	3.28V	<0.4V	0.12V	<VDD+0.3V	3.4V	>-0.3V	-0.04V				
	信号名称	测试位置	用例编号	预期结果	实际输出	预期结果	实际输出	预期结果	实际输出	预期结果	实际输出				
	MCU_DS1	U9-PIN2/R22	4	>0.8*VDD	3.28V	<0.4V	0.12V	<VDD+0.3V	3.4V	>-0.3V	-0.04V				

5. 异常信号

无

4.1.3 ADC 信号测试

1. 测试内容

主要测试 ADC 电路各信号质量以及相关时序是否满足要求。

2. 测试方法

用示波器抓取相关信号波形及其时序。

3. 使用仪器

表 4.8 测试使用仪器

序号	仪器名称	仪器型号	数量
1	示波器	ZDS2022	1

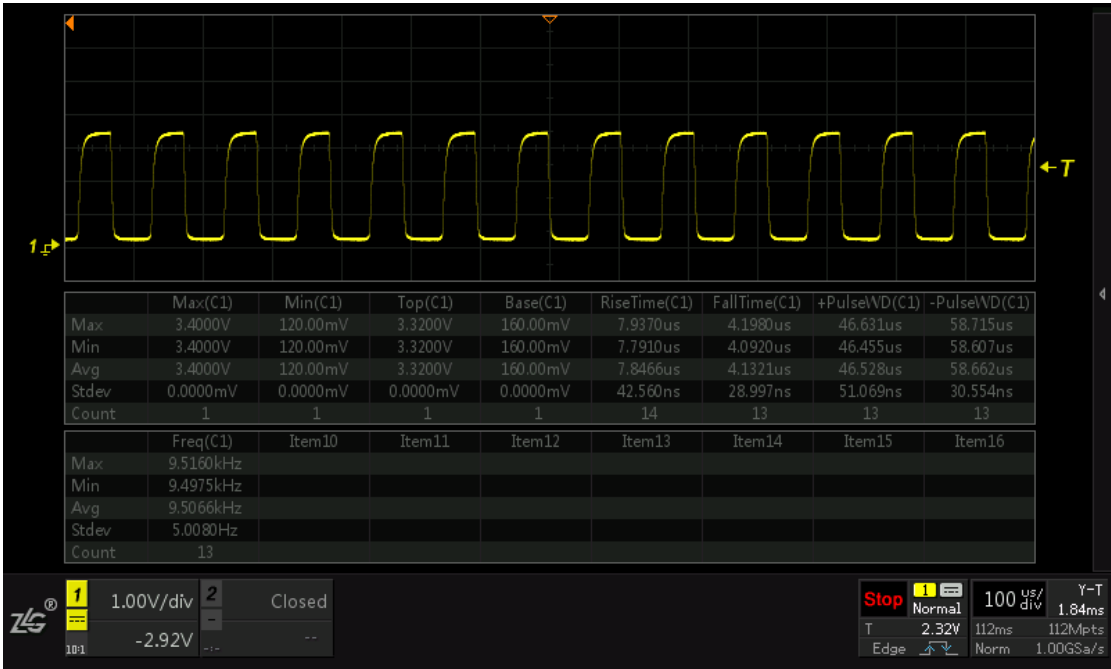
4. 测试结果

表 4.9 ADC 信号测试

模块名称	信号名称	测试位置	用例编号	电压范围							
				预期结果	实际输出						
U2-CS1237	Vref		1	1.5V~VDD+0.1V	2.081V						
	信号名称	测试位置	用例编号	VIH		VIL		Overshoot		Undershoot	
	AINN		2	预期结果	实际输出	预期结果	实际输出	预期结果	实际输出	预期结果	实际输出
	信号名称	测试位置	用例编号	VIH		VIL		Overshoot		Undershoot	
	AINP		3	预期结果	实际输出	预期结果	实际输出	预期结果	实际输出	预期结果	实际输出
	信号名称	测试位置	用例编号	VIH		VIL		Overshoot		Undershoot	
	DRDY	PIN6	4	预期结果	实际输出	预期结果	实际输出	预期结果	实际输出	预期结果	实际输出
	信号名称	测试位置	用例编号	VOH		VOL		Overshoot		Undershoot	
	DOUT	PIN6	5	预期结果	实际输出	预期结果	实际输出	预期结果	实际输出	预期结果	实际输出
	信号名称	测试位置	用例编号	VIH		VIL		Overshoot		Undershoot	
	RCLK	PIN5	6	预期结果	实际输出	预期结果	实际输出	预期结果	实际输出	预期结果	实际输出
	timing		7	预期结果	实际输出	预期结果	实际输出	预期结果	实际输出	预期结果	实际输出

模块名称	信号名称	测试位置	用例编号	VIH		VIL		Overshoot		Undershoot	
				预期结果	实际输出	预期结果	实际输出	预期结果	实际输出	预期结果	实际输出
光耦隔离信号	ADC Data OUT	U4-PIN3/R8	8	>2V	3.08V	<0.8V	0V	<VDD+0.3V	3.2V	>-0.3V	-0.12V
	信号名称	测试位置	用例编号	VOH		VOL		Overshoot		Undershoot	
	ADC Data IN	U5-PIN2/R15	9	预期结果	实际输出	预期结果	实际输出	预期结果	实际输出	预期结果	实际输出
	信号名称	测试位置	用例编号	VOH		VOL		Overshoot		Undershoot	
	MCU_SCLK	U6-PIN2/R18	10	预期结果	实际输出	预期结果	实际输出	预期结果	实际输出	预期结果	实际输出
	timing			预期结果	实际输出	预期结果	实际输出	预期结果	实际输出	预期结果	实际输出

5. 异常信号
- 1) ADC 的时钟信号 RCLK 的上升时间和下降时间不符合要求。



RCLK 波形

4.1.4 IIC 信号测试

1. 测试内容
- 主要测试 IIC 信号是否满足要求。
2. 测试方法
- 用示波器抓取相关信号波形及其时序。
3. 使用仪器

表 4.10 测试使用仪器

序号	仪器名称	仪器型号	数量
1	示波器	ZDS2022	1

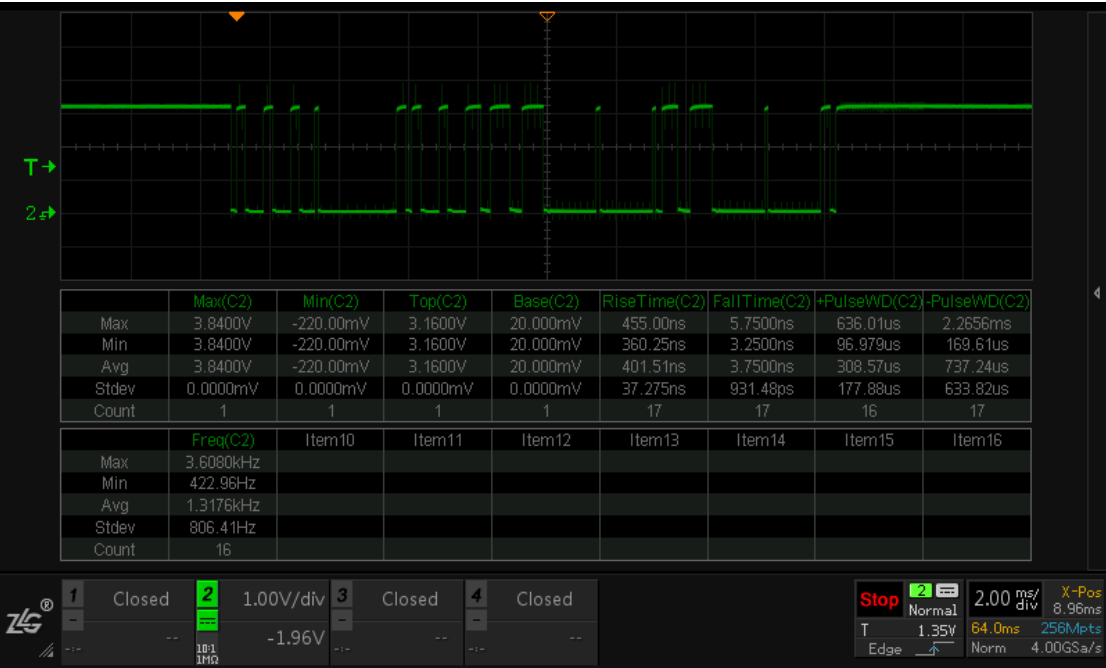
4. 测试结果

表 4.11 IIC 信号测试

模块名称	信号名称	测试位置	用例编号	前提条件	V _{IH}		V _{IL}		Overshoot		Undershoot		T _r		T _f	
					预期结果	实际输出	预期结果	实际输出	预期结果	实际输出	预期结果	实际输出	预期结果	实际输出	预期结果	实际输出
U8-ZLG116N32A	IIC_SDA	PIN20	1	前提条件	>2V	3.15V	<0.8V	0.02V	<V _{DD} -0.3V	3.25V	>-0.3V	-0.22V	<500ns	8.7ns	<1000ns	435ns
	信号名称	测试位置	用例编号	前提条件	预期结果	实际输出	预期结果	实际输出	预期结果	实际输出	预期结果	实际输出				
	IIC_SCL	PIN19	2	前提条件	>2V	3.12V	<0.8V	0.04V	<V _{DD} -0.3V	3.2V	>-0.3V	-0.22V	<500ns	8.7ns	<1000ns	435ns
	信号名称	测试位置	用例编号	前提条件	预期结果	实际输出	预期结果	实际输出	预期结果	实际输出	预期结果	实际输出				
	IIC_ADR0	PIN10	3	地址选择引脚	>2V	3.12V	<0.8V	0.04V	<V _{DD} -0.3V	3.2V	>-0.3V	-0.22V	<500ns	8.7ns	<1000ns	435ns
	信号名称	测试位置	用例编号	前提条件	预期结果	实际输出	预期结果	实际输出	预期结果	实际输出	预期结果	实际输出				
	timing		4		>250ns	85ns	>0ns	480ns	>4.0ns	85ns	4.7ns	83ns	>4ns	80ns	>4.7ns	/

5. 异常信号

1) IIC_SDA 信号有毛刺（高电平毛刺达 3.84V）。



IIC_SDA 波形

4.1.5 测温精度测试

1. 测试内容

主要测试测温精度是否符合要求（±0.02%±0.1℃）。

2. 测试方法

Fluke 5520A 作为源输出温度值，模块 IIC 接口通过模块转换成串口，最后在串口调试助手读取数据。

3. 使用仪器

表 4.12 测试使用仪器

序号	仪器名称	仪器型号	数量
1		Fluke 5520A	1

4. 测试结果

表 4.13 测温精度测试结果

测温误差测试（通道1）							
输入温度 （℃）	实测温度min （℃）	实测温度max （℃）	预期精度	预期误差（℃） 绝对值	实际误差 min（℃）	实际误差 max（℃）	测试结果
-200	-200	-200	±（0.02%+0.1℃）	0.14	0	0	通过
-199	-199.031	-199.015		0.1398	-0.031	-0.015	
-150	-150.001	-149.99		0.13	-0.001	0.01	
-100	-100.001	-99.996		0.12	-0.001	0.004	
-50	-49.996	-49.981		0.11	0.004	0.019	
-10	-9.996	-9.976		0.102	0.004	0.024	
-5	-4.976	-4.958		0.101	0.024	0.042	
-1	-0.98	-0.965		0.1002	0.02	0.035	
-0.5	-0.481	-0.462		0.1001	0.019	0.038	
0	0.022	0.0468		0.1	0.022	0.0468	
0.5	0.522	0.5428		0.1001	0.022	0.0428	
1	1.024	1.038		0.1002	0.024	0.038	
5	5.031	5.05		0.101	0.031	0.05	
10	10.032	10.046		0.102	0.032	0.046	
50	50.016	50.025		0.11	0.016	0.025	
100	100.006	100.027		0.12	0.006	0.027	
200	199.999	200.022		0.14	-0.001	0.022	
300	299.994	300.014		0.16	-0.006	0.014	
400	399.943	399.993		0.18	-0.057	-0.007	
500	499.972	500.001		0.2	-0.028	0.001	
600	599.938	599.977		0.22	-0.062	-0.023	
700	699.8	699.94		0.24	-0.2	-0.06	
800	799.77	799.872		0.26	-0.23	-0.128	

测温误差测试（通道2）							
输入温度 （℃）	实测温度min （℃）	实测温度max （℃）	预期精度	预期误差（℃） 绝对值	实际误差 min（℃）	实际误差 max（℃）	测试结果
-200	-200	-200	±（0.02%+0.1℃）	0.14	0	0	通过
-199	-199.033	-199.024		0.1398	-0.033	-0.024	
-150	-150.003	-149.991		0.13	-0.003	0.009	
-100	-100.004	-99.996		0.12	-0.004	0.004	
-50	-49.989	-49.97		0.11	0.011	0.03	
-10	-9.99	-9.97		0.102	0.01	0.03	
-5	-4.965	-4.947		0.101	0.035	0.053	
-1	-0.977	-0.95		0.1002	0.023	0.05	
-0.5	-0.476	-0.462		0.1001	0.024	0.038	
0	0.028	0.047		0.1	0.028	0.047	
0.5	0.523	0.545		0.1001	0.023	0.045	
1	1.029	1.051		0.1002	0.029	0.051	
5	5.028	5.048		0.101	0.028	0.048	
10	10.03	10.052		0.102	0.03	0.052	
50	50.016	50.035		0.11	0.016	0.035	
100	100.02	100.038		0.12	0.02	0.038	
200	199.995	200.031		0.14	-0.005	0.031	
300	299.978	300.042		0.16	-0.022	0.042	
400	399.972	400.042		0.18	-0.028	0.042	
500	499.932	500.006		0.2	-0.068	0.006	
600	599.878	599.941		0.22	-0.122	-0.059	
700	699.86	699.923		0.24	-0.14	-0.077	
800	799.767	799.826		0.26	-0.233	-0.174	

4.1.6 测温范围测试

1. 测试内容

主要测试在测温范围内 (-200°C~850°C)，测温误差是否都符合要求 ($\pm 0.02\% \pm 0.1^\circ\text{C}$)。

2. 测试方法

Fluke 5520A 作为源输出温度值，模块 IIC 接口通过模块转换成串口，最后在串口调试助手读取数据。

3. 使用仪器

表 4.14 测试使用仪器

序号	仪器名称	仪器型号	数量
1		Fluke 5522A	1

4. 测试结果

PT100 热电阻传感器支持的范围是-200°C~850°C，但用于测试的源表只能输出-200°C

~800℃，所以实际测试范围仅为-200℃~800℃。

如测温精度测试数据所示，在测温范围内（-200℃~800℃），测温误差都符合要求（±0.02%±0.1℃）。

4.1.7 测温分辨率测试

1. 测试内容

主要测试测温分辨率是否符合要求（0.01℃）。

2. 测试方法

Fluke 5522A 作为源输出固定温度，模块 IIC 接口通过模块转换成串口，然后在串口调试助手读取数据，记录一段时间，最后查看其读数的跳动情况。

3. 使用仪器

表 4.15 测试使用仪器

序号	仪器名称	仪器型号	数量
1		Fluke 5522A	1

4. 测试结果

表 4.16 分辨率测试结果

测温分辨率测试（通道1）					
输入温度（℃）	实测温度min（℃）	实测温度max（℃）	预期分辨率（℃）	实际分辨率（℃）	测试结果
-200	-199.1815711	-199.1815867	0.01	0.0001	通过
25	25.83656248	25.83686520	0.01	0.001	
800	799.424035648	799.424316640	0.01	0.001	
测温分辨率测试（通道2）					
输入温度（℃）	实测温度min（℃）	实测温度max（℃）	预期分辨率（℃）	实际分辨率（℃）	测试结果
-200	-199.181726720	-199.181734896	0.01	0.0001	通过
25	25.83816912	25.83867784	0.01	0.001	
800	799.424025952	799.424084896	0.01	0.0001	

注：该测试项所用的固件只用于测试测温分辨率，未校准！

4.1.8 温漂测试

1. 测试内容

主要测试温漂是否符合要求（10ppm/℃）。

2. 测试方法

测温模块放入恒温箱，Fluke 5522A 作为源输出固定温度值给测温模块，改变恒温箱的温度值，读取测温模块在环境温度变化时的测温读数。

计算方法：温漂（ppm/℃）=超出误差范围值/源输出值/环境温度差值*1000000

3. 使用仪器

表 4.17 测试使用仪器

序号	仪器名称	仪器型号	数量
1		Fluke 5522A	1
2	恒温箱		1

4. 测试结果

表 4.18 温漂测试结果

CH1温漂测试										
源表输出温度值 (℃)	环境温度 (℃)	实测温度值 (℃) max	实测温度值 (℃) min	平均值 (℃)	预期精度	预期误差 (℃) 绝对值	与常温值相比的误差 (℃) avg	超过误差范围多少℃	预期温漂 (ppm/℃)	实际温漂 (ppm/℃)
800	85	800.1142	799.8045	799.95935	± (0.02%+0.1℃)	0.26	0.0696	/	±10	
	60	800.1634	799.9442	800.0538			0.16405	/	±10	
	25	799.9047	799.8748	799.88975			/	/		
	0	799.9442	799.8261	799.88515			-0.0046	/	±10	
	-40	799.7858	799.6443	799.71505			-0.1747	/	±10	
源表输出温度值 (℃)	环境温度 (℃)	实测温度值 (℃) max	实测温度值 (℃) min	平均值 (℃)		预期误差 (℃) 绝对值	与常温值相比的误差 (℃) avg	超过误差范围多少℃	预期温漂 (ppm/℃)	实际温漂 (ppm/℃)
500	85	500.1188	499.8507	499.98475		0.2	0.0394	/	±10	
	60	500.1032	499.9652	500.0342			0.08885	/	±10	
	25	499.9587	499.932	499.94535			/	/		
	0	499.9798	499.8765	499.92815			-0.0172	/	±10	
	-40	499.8482	499.7702	499.8092			-0.13615	/	±10	
源表输出温度值 (℃)	环境温度 (℃)	实测温度值 (℃) max	实测温度值 (℃) min	平均值 (℃)		预期误差 (℃) 绝对值	与常温值相比的误差 (℃) avg	超过误差范围多少℃	预期温漂 (ppm/℃)	实际温漂 (ppm/℃)
100	85	100.116	99.9981	100.05705		0.12	0.04535	/	±10	
	60	100.1042	100.0532	100.0787			0.067	/	±10	
	25	100.0247	99.9987	100.0117			/	/		
	0	99.9895	99.945	99.96725			-0.04445	/	±10	
	-40	99.9078	99.8792	99.8935			-0.1182	/	±10	
源表输出温度值 (℃)	环境温度 (℃)	实测温度值 (℃) max	实测温度值 (℃) min	平均值 (℃)		预期误差 (℃) 绝对值	与常温值相比的误差 (℃) avg	超过误差范围多少℃	预期温漂 (ppm/℃)	实际温漂 (ppm/℃)
20	85	20.1137	20.0407	20.0772		0.104	0.056	/	±10	
	60	20.1136	20.0663	20.08995			0.06875	/	±10	
	25	20.0318	20.0106	20.0212			/	/		
	0	19.9963	19.9573	19.9768			-0.0444	/	±10	
	-40	19.9468	19.9132	19.93			-0.0912	/	±10	
源表输出温度值 (℃)	环境温度 (℃)	实测温度值 (℃) max	实测温度值 (℃) min	平均值 (℃)		预期误差 (℃) 绝对值	与常温值相比的误差 (℃) avg	超过误差范围多少℃	预期温漂 (ppm/℃)	实际温漂 (ppm/℃)
0	85	0.0894	0.0322	0.0608		0.1	0.05125	/	±10	
	60	0.0887	0.0515	0.0701			0.06055	/	±10	
	25	0.0162	0.0029	0.00955			/	/		
	0	-0.0217	-0.0685	-0.0451			-0.05465	/	±10	
	-40	-0.0755	-0.0956	-0.08555			-0.0951	/	±10	
源表输出温度值 (℃)	环境温度 (℃)	实测温度值 (℃) max	实测温度值 (℃) min	平均值 (℃)		预期误差 (℃) 绝对值	与常温值相比的误差 (℃) avg	超过误差范围多少℃	预期温漂 (ppm/℃)	实际温漂 (ppm/℃)
-20	85	-19.9053	-19.9676	-19.93645		0.104	0.04885	/	±10	
	60	-19.9091	-19.9416	-19.92535			0.05995	/	±10	
	25	-19.9746	-19.996	-19.9853			/	/		
	0	-20.02	-20.0488	-20.0344			-0.0491	/	±10	
	-40	-19.9828	-20.0986	-20.0407			-0.0554	/	±10	
源表输出温度值 (℃)	环境温度 (℃)	实测温度值 (℃) max	实测温度值 (℃) min	平均值 (℃)		预期误差 (℃) 绝对值	与常温值相比的误差 (℃) avg	超过误差范围多少℃	预期温漂 (ppm/℃)	实际温漂 (ppm/℃)
-100	85	-99.923	-99.9742	-99.9486		0.12	0.05055	/	±10	
	60	-99.9361	-99.9688	-99.95245			0.0467	/	±10	
	25	-99.9914	-100.0069	-99.99915			/	/		
	0	-100.0319	-100.0665	-100.0492			-0.05005	/	±10	
	-40	-100.0882	-100.1048	-100.0965	-0.09735		/	±10		
源表输出温度值 (℃)	环境温度 (℃)	实测温度值 (℃) max	实测温度值 (℃) min	平均值 (℃)	预期误差 (℃) 绝对值	与常温值相比的误差 (℃) avg	超过误差范围多少℃	预期温漂 (ppm/℃)	实际温漂 (ppm/℃)	
-199	85	-198.9473	-198.9662	-198.9568	0.1398	0.06075	/	±10		
	60	-198.9671	-198.9828	-198.975		0.04255	/	±10		
	25	-199.0125	-199.0225	-199.0175		/	/			
	0	-199.0517	-199.0792	-199.0655		-0.04795	/	±10		
	-40	-199.0895	-199.1182	-199.1039		-0.08635	/	±10		

CH2温漂测试										
源表输出温度值 (℃)	环境温度 (℃)	实测温度值 (℃) max	实测温度值 (℃) min	平均值 (℃)	预期精度	预期误差 (℃) 绝对值	与常温值相比的误差 (℃) avg	超过误差范围多少℃	预期温漂 (ppm/℃)	实际温漂 (ppm/℃)
800	85	800.2272	799.8475	800.03735	± (0.02%+0.1℃)	0.26	-0.0043	/	±10	
	60	800.1236	799.8842	800.0039			-0.03775	/	±10	
	25	800.0667	800.0166	800.04165			/	/		
	0	800.0043	799.896	799.95015			-0.0915	/	±10	
	-40	799.9398	799.8174	799.8786			-0.16305	/	±10	
源表输出温度值 (℃)	环境温度 (℃)	实测温度值 (℃) max	实测温度值 (℃) min	平均值 (℃)		预期误差 (℃) 绝对值	与常温值相比的误差 (℃) avg	超过误差范围多少℃	预期温漂 (ppm/℃)	实际温漂 (ppm/℃)
500	85	500.1313	499.9168	500.02405		0.2	0.00785	/	±10	
	60	500.1032	499.9442	500.0237			0.0075	/	±10	
	25	500.0345	499.9979	500.0162			/	/		
	0	500.0363	499.9565	499.9964			-0.0198	/	±10	
	-40	499.935	499.857	499.896			-0.1202	/	±10	
源表输出温度值 (℃)	环境温度 (℃)	实测温度值 (℃) max	实测温度值 (℃) min	平均值 (℃)		预期误差 (℃) 绝对值	与常温值相比的误差 (℃) avg	超过误差范围多少℃	预期温漂 (ppm/℃)	实际温漂 (ppm/℃)
100	85	100.1152	100.0194	100.0673		0.12	0.0037	/	±10	
	60	100.0462	99.9973	100.02175			-0.04185	/	±10	
	25	100.0728	100.0544	100.0636			/	/		
	0	100.0498	99.9851	100.01745			-0.04615	/	±10	
	-40	100.0048	99.9662	99.9855			-0.0781	/	±10	
源表输出温度值 (℃)	环境温度 (℃)	实测温度值 (℃) max	实测温度值 (℃) min	平均值 (℃)		预期误差 (℃) 绝对值	与常温值相比的误差 (℃) avg	超过误差范围多少℃	预期温漂 (ppm/℃)	实际温漂 (ppm/℃)
20	85	20.1288	20.0607	20.09475		0.104	0.0264	/	±10	
	60	20.0627	20.155	20.10885			0.0405	/	±10	
	25	20.0768	20.0599	20.06835			/	/		
	0	20.0388	20.0151	20.02695			-0.0414	/	±10	
	-40	20.0147	19.9891	20.0019			-0.06645	/	±10	
源表输出温度值 (℃)	环境温度 (℃)	实测温度值 (℃) max	实测温度值 (℃) min	平均值 (℃)		预期误差 (℃) 绝对值	与常温值相比的误差 (℃) avg	超过误差范围多少℃	预期温漂 (ppm/℃)	实际温漂 (ppm/℃)
0	85	0.1138	0.0451	0.07945		0.1	0.015	/	±10	
	60	0.0586	0.0112	0.0349			-0.02955	/	±10	
	25	0.0723	0.0566	0.06445			/	/		
	0	0.0345	-0.0028	0.01585			-0.0486	/	±10	
	-40	0.0065	-0.0216	-0.00755			-0.072	/	±10	
源表输出温度值 (℃)	环境温度 (℃)	实测温度值 (℃) max	实测温度值 (℃) min	平均值 (℃)		预期误差 (℃) 绝对值	与常温值相比的误差 (℃) avg	超过误差范围多少℃	预期温漂 (ppm/℃)	实际温漂 (ppm/℃)
-20	85	-19.8831	-19.9553	-19.9192		0.104	0.0416	/	±10	
	60	-19.9532	-19.9832	-19.9682			-0.0074	/	±10	
	25	-19.9256	-19.996	-19.9608			/	/		
	0	-19.9682	-19.9986	-19.9834			-0.0226	/	±10	
	-40	-19.9962	-20.0218	-20.009			-0.0482	/	±10	
源表输出温度值 (℃)	环境温度 (℃)	实测温度值 (℃) max	实测温度值 (℃) min	平均值 (℃)		预期误差 (℃) 绝对值	与常温值相比的误差 (℃) avg	超过误差范围多少℃	预期温漂 (ppm/℃)	实际温漂 (ppm/℃)
-100	85	-99.9182	-99.9593	-99.93875		0.12	0.0604	/	±10	
	60	-99.9754	-99.9982	-99.9868			0.01235	/	±10	
	25	-99.9914	-100.0069	-99.99915			/	/		
	0	-99.9658	-100.0088	-99.9873			0.01185	/	±10	
	-40	-100.0078	-100.0398	-100.0238	-0.02465		/	±10		
源表输出温度值 (℃)	环境温度 (℃)	实测温度值 (℃) max	实测温度值 (℃) min	平均值 (℃)	预期误差 (℃) 绝对值	与常温值相比的误差 (℃) avg	超过误差范围多少℃	预期温漂 (ppm/℃)	实际温漂 (ppm/℃)	
-199	85	-198.947	-198.9672	-198.9571	0.1398	0.0604	/	±10		
	60	-198.9926	-199.0062	-198.9994		0.0181	/	±10		
	25	-199.0125	-199.0225	-199.0175		/	/			
	0	-199.0384	-199.0517	-199.0451		-0.02755	/	±10		
	-40	-199.0366	-199.1182	-199.0774		-0.0599	/	±10		

4.1.9 功耗测试

1. 测试内容

主要测试模块工作时的功耗。

2. 测试方法

在模块工作时，测试供电电源的输入电压、电流，将电压、电流相乘即得到模块功耗。

3. 使用仪器

表 4.19 测试使用仪器

序号	仪器名称	仪器型号	数量
1	示波器	ZDS2022	1
2	高频电流钳	CP8030A	1
3	万用表	VC70	1

4. 测试结果

表 4.20 功耗测试

模块名称	用例编号	前提条件	电源输入		功耗	
			输入电压(V)	输入电流(mA)	预期结果	实际结果(W)
功耗	1	采集温度	3	94		0.282
	2	采集温度	3.3	98.3		0.32439

5. 异常信号

无

4.1.10 数据获取速率测试

1. 测试内容

主要测试温度数据获取速率。

2. 测试方法

Fluke 5522A 作为源输出温度，在串口调试助手读取数据。5520 快速连续输出不一样的温度值，统计串口读数的间隔时间。

3. 使用仪器

表 4.21 测试使用仪器

序号	仪器名称	仪器型号	数量
1		Fluke 5522A	1

4. 测试结果

表 4.22 数据获取速率测试结果

数据获取速率测试（通道1）	
间隔时间min（ms）	间隔时间max（ms）
1694	2998
数据获取速率测试（通道2）	
间隔时间min（ms）	间隔时间max（ms）
1694	2998

4.2 稳定性测试

4.2.1 连续开关机测试

1. 测试内容

连续开关机 3000 次，检查是否有无法正常启动的情况。

2. 测试方法

将定时开关的插头插入 220V 电源插座，待测产品的电源插入定时开关，设置定时开关的通断周期（本次设为上电 4s，掉电 4s），连接待测设备的串口到电脑，并记录打印 Log 信息，分析其是否正常启动。

3. 使用仪器

表 4.23 测试使用仪器

序号	仪器名称	仪器型号	数量
1	定时开关	B-198A	1

4. 测试结果

表 4.24 连续开关机测试

测试需求	测试结果
连续开关机 28647 次	通过

4.2.2 长时间稳定性测试

1. 测试内容

主要测试模块长时间工作的情况。

2. 测试方法

通过焊接固定电阻模拟输入固定温度，串口调试助手长时间记录其温度读数。

3. 使用仪器

无

4. 测试结果

表 4.25 长时间稳定性测试结果

稳定性测试(通道1)				
测试项	操作步骤	实测温度min (℃)	实测温度max (℃)	备注
长时间工作的稳定性测试	给固定温度，长时间记录其温度读数	-124.626709	-124.571167	294918次读数
稳定性测试(通道2)				
测试项	操作步骤	实测温度min (℃)	实测温度max (℃)	备注
长时间工作的稳定性测试	给固定温度，长时间记录其温度读数	649.154541	649.574707	294918次读数

附录A 遗留 Bug 列表

附表 1 遗留 Bug 列表

序号	Bug 编号	严重性	摘要	说明
1	29001	一般	ADC 的时钟信号 RCLK 的上升时间和下降时间不符合要求。	RCLK 的上升时间和下降时间受光耦速率的影响，慢速的上升沿可能会导致误入错误状态，进入错误状态的门限 RCLK 高电平保持 100us 以上，所以只要一个周期内 RCLK 的上升沿和高电平加起来的时间小于 100us 即不会进入错误状态，所以测得的上升时间 7.8466us，下降时间 4.1321us，小于 100us，无影响。遗留。
2	29000	一般	IIC_SDA 信号有毛刺（高电平毛刺达 3.84V）。	对 IIC 通信无影响，遗留。

附录B 遗留 Bug 评审记录

TPS02R Bug 评审记录

1. 评审日期

2018 年 03 月 22 日。

2. 评审目的

本次评审为 Bug 最后的评审。其主要目的是对遗留 Bug 的影响进行讨论，以确定是否能转产。同时本次评审将扫描上传 SVN。

3. 与会人员

刘时杰、覃娇容

4. Bug 讨论记录

表 1 Bug 讨论结果记录

序号	Bug 编号	严重性	摘要	讨论结果
1	29001	一般	ADC 的时钟信号 RCLK 的上升时间和下降时间不符合要求。	RCLK 的上升时间和下降时间受光耦速率的影响，慢速的上升沿可能会导致误入错误状态，进入错误状态的门限 RCLK 高电平保持 100us 以上，所以只要一个周期内 RCLK 的上升沿和高电平加起来的时间小于 100us 即不会进入错误状态，所以测得的上升时间 7.8466us，下降时间 4.1321us，小于 100us，无影响。遗留。
2	29000	一般	IIC_SDA 信号有毛刺（高电平毛刺达 3.84V）。	对 IIC 通信无影响，遗留。

5. 关键结论

遗留 bug 目前暂未发现对各功能和性能有所影响，本次测试结论为通过。

6. 相关人员签名

表 2 相关人员签名

人员	意见	日期	签名
刘时杰		2018.3.22	刘时杰
覃娇容		2018.3.22	覃娇容