



---

**HY17M28**

**红外线传感器应用说明书**

**Infrared Thermopile  
Measurement Application Note**

### **Table of Contents**

<b>1. 简介 .....</b>	<b>4</b>
<b>2. 原理说明 .....</b>	<b>5</b>
2.1. 红外线波长介绍 .....	5
2.2. 物体辐射 .....	5
2.3. 量测光点与窗口 .....	8
2.4. 传感器简介 .....	8
2.5. 控制芯片 .....	10
<b>3. 设计规划 .....</b>	<b>13</b>
3.1. 硬件电路 .....	13
3.2. 电路说明 .....	14
3.3. 软件说明 .....	17
3.4. HY17M28 红外测温演示板介绍 .....	23
<b>4. 技术规格 .....</b>	<b>27</b>
<b>5. 演示板相关档案 .....</b>	<b>29</b>
<b>6. 参考文献 .....</b>	<b>30</b>
<b>7. 修订记录 .....</b>	<b>31</b>

注意：

- 1、本说明书中的内容，随着产品的改进，有可能不经过预告而更改。请客户及时到本公司网站下载更新 <http://www.hycontek.com>。
- 2、本规格书中的图形、应用电路等，因第三方工业所有权引发的问题，本公司不承担其责任。
- 3、本产品单独应用的情况下，本公司保证它的性能、典型应用和功能符合说明书中的条件。当使用在客户的产品或设备中，以上条件我们不作保证，建议客户做充分的评估和测试。
- 4、请注意输入电压、输出电压、负载电流的使用条件，使 IC 内的功耗不超过封装的容许功耗。对于客户在超出说明书中规定额定值使用产品，即使是瞬间的使用，由此所造成的损失，本公司不承担任何责任。
- 5、本产品虽内置防静电保护电路，但请不要施加超过保护电路性能的过大静电。
- 6、本规格书中的产品，未经书面许可，不可使用在要求高可靠性的电路中。例如健康医疗器械、防灾器械、车辆器械、车载器械及航空器械等对人体产生影响的器械或装置，不得作为其部件使用。
- 7、本公司一直致力于提高产品的质量和可靠度，但所有的半导体产品都有一定的失效概率，这些失效概率可能会导致一些人身事故、火灾事故等。当设计产品时，请充分留意冗余设计并采用安全指标，这样可以避免事故的发生。
- 8、本规格书中内容，未经本公司许可，严禁用于其他目的之转载或复制。

### 1. 简介

常见的红外线传感器应用可分为医疗、工业、消费性用途，如耳温枪、额温枪、工业用温度仪、红外线温度计...等。在耳温枪应用中，需注意红外线传感器进入耳中的升温效应、导波管与传感器的连接方式...等。在红外线温度计应用中，需注意待测物距离、透镜的聚焦距离...等，本文仅说明如何使用纮康科技 HY17M28 芯片，以量测传感器转成的电信号，尤其需要注意范例程序 demo code 仅供应用时设计参考，不能直接作为实际生产用程序。

### 2. 原理说明

#### 2.1. 红外线波长介绍

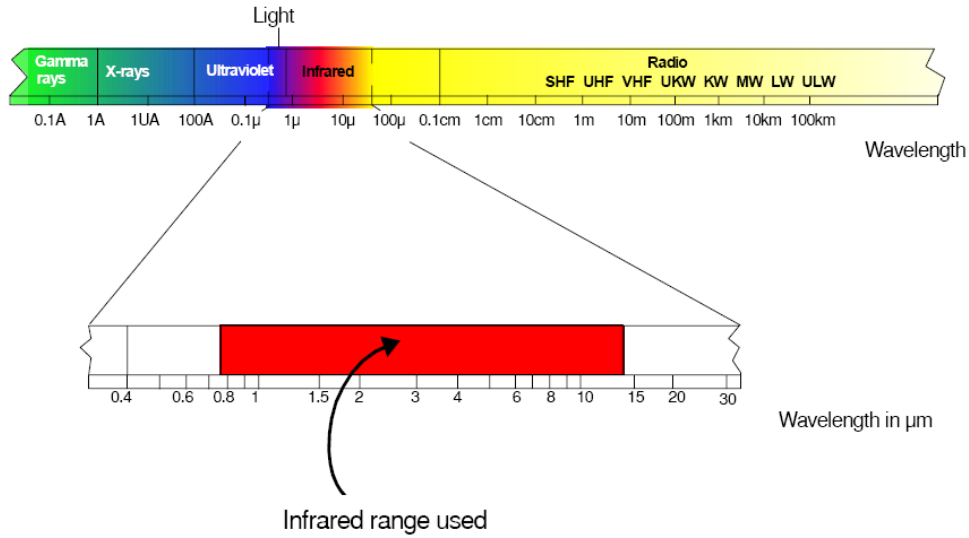


图 1 波长频谱图 · 红外线常用的量测波长范围：700nm~14000nm

依红外线的波长范围和红外线辐射源可区分

近红外线(Near Infra-red, NIR) ; 700~2,000nm

中红外线(Middle Infra-red, MIR) ; 3,000~5,000nm

远红外线(Far Infra-red, FIR) ; 8,000~14,000nm

#### 2.2. 物体辐射

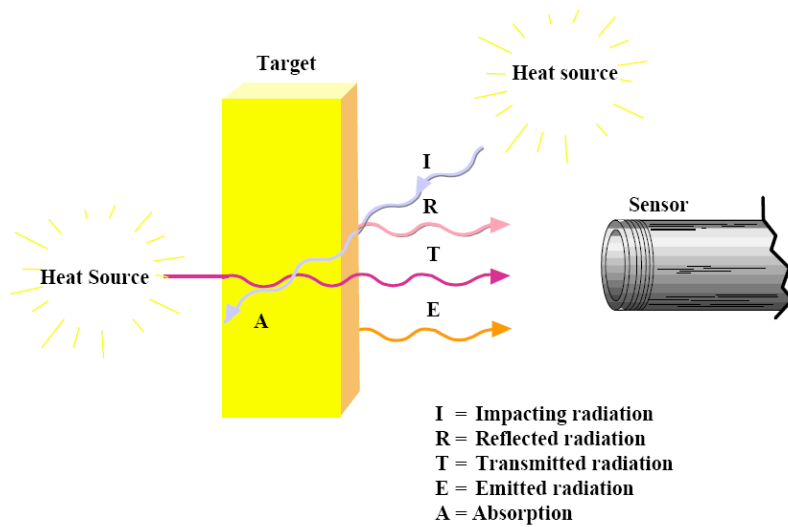


图 2 物体辐射与传感器接受辐射的关系

传感器除了侦测到物体本身的辐射外，还会侦测到反射的辐射和让辐射穿透，彼此间的辐射关系可用  $A+R+T=1$  表示。

### 2.2.1 黑体与非黑体散射

以公式而言，固体  $T=0$

$$A + R = 1$$

$$\Rightarrow A = 1 - R$$

$$\Rightarrow E = 1 - R$$

黑体： $R=0$

非黑体： $R \neq 0$ ， $R=0.1$  或  $0.2\dots$

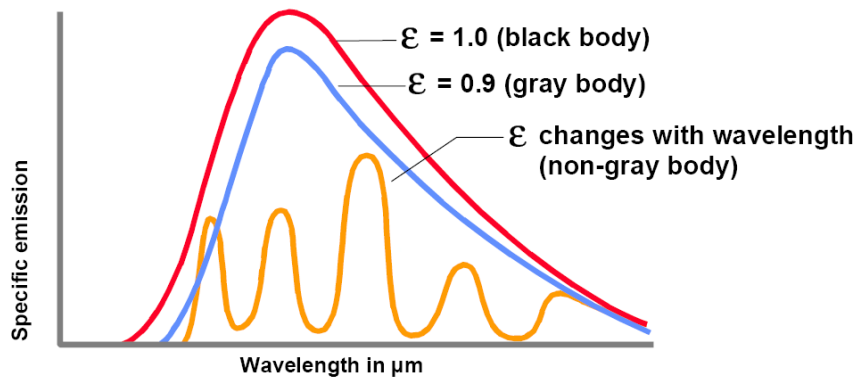


图 3 黑体与灰体的波长与散射关系

### 2.2.2 金属

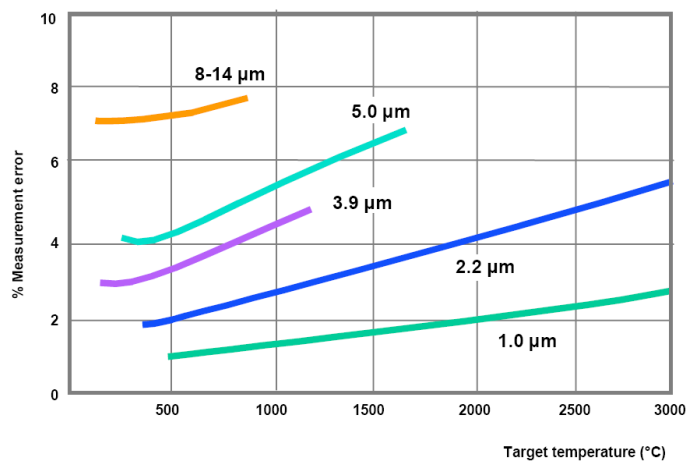


图 4 金属吸收波长在不同温度下的量测误差

由于金属物质常反射，所以不容易散射，以特定的波长、温度量测金属物质，会造成金属物质的高散射可能性，因此以特定波长、温度会提高对金属物质的量测准确性，金属的散射与波长、温度具有相当密切的关系。

### 2.2.3 塑料

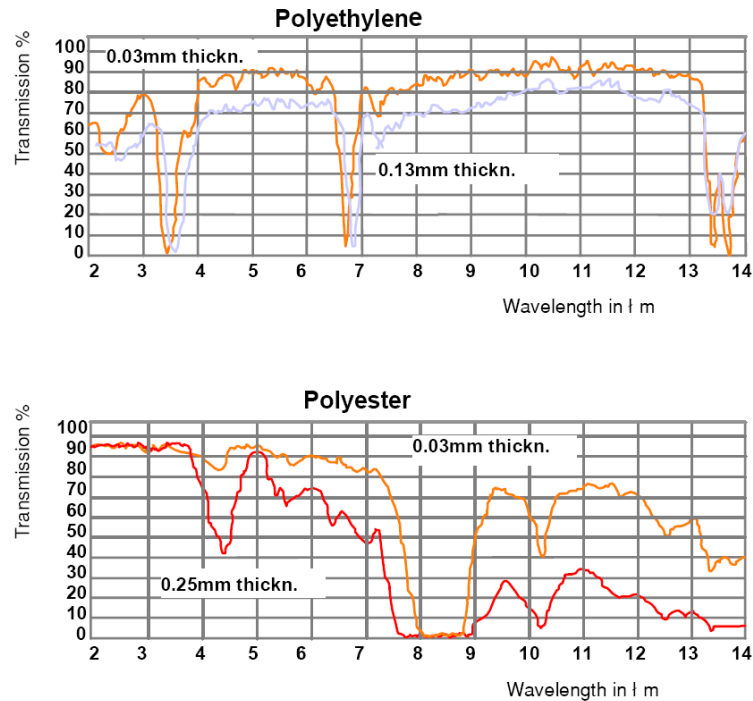


图 5 不同厚度塑料物质(聚丙烯、聚酯) 的波长与传导比例的关系图

特定厚度的塑料物质，其传导与波长有着相对的关系，量测塑料物质的辐射，必须知道为何种物质与厚度，然后选择相对应的波长光源，作为量测的来源。

### 2.2.4 玻璃

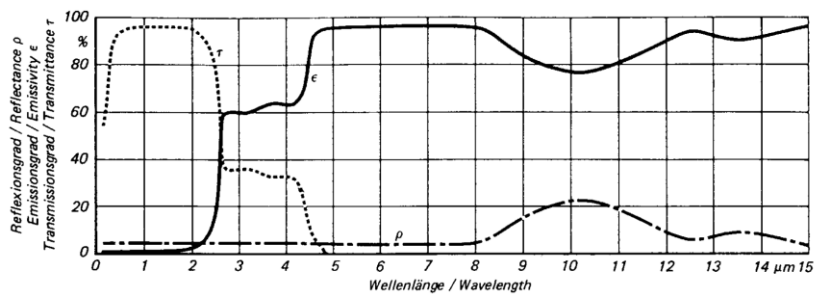


图 6 在不同波长下，玻璃的反射、散射、传导百分比的关系

量测玻璃的温度时，反射系数与传导为两个重要的因素，选择不同波长的光源，会直接影响量测的位置。例如：表面温度(波长  $5\ \mu\text{m}$ )或在某个厚度下的温度(波长为  $1.0\ 2.2\ 3.9\ \mu\text{m}$ )，量测玻璃的多种方法中，最重要的关键为“低反应时间”。

### 2.3. 量测光点与窗口

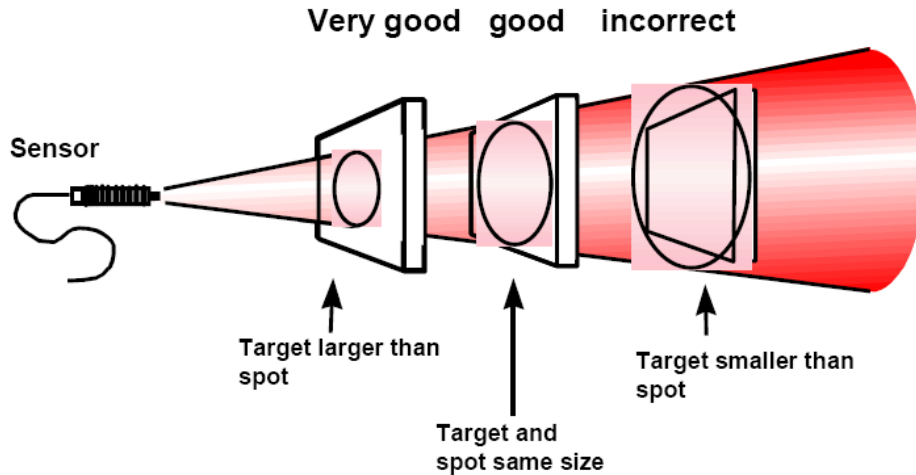


图 7 目标物必须完全包含着光点，否则量测数据会错误

在光学系统中，量测目标物的能量唯一关键因素，因此目标物必须完全包含着光点，能量与量测的距离、光点面积大小存在着一定的关系，距离越远侦测器接受到的能量越小，光点面积越大。

### 2.4. 传感器简介

红外线传感器(IR sensor)简介

由两个接口组件组成，分别为 Thermopile(简称 TP)及 Thermistor(简称 TS)，两者封装如图 8。

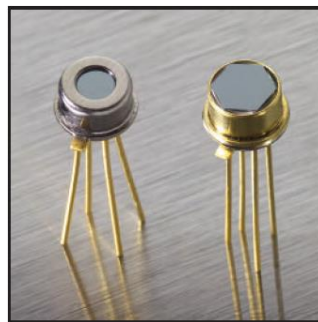


图 8 PAF9616 红外线温度传感器



### Thermopile :

输出小电压，其电压值由目标物温度及 Thermopile 所在环境温度决定((图 9))。建议分辨率 0.01°C 的精准度。使用于环温 25°C 校正时绝对误差在 ±0.03°C 内。其为半导体材料制作而成的传感器，故容易受温度而影响其测量数值。良好的 IR Sensor 其

Thermopile 的数学模式如下

$$\begin{aligned} V_{out} &= K \times [(T_t + 273.13)^4 - (T_a + 273.13)^4] \\ &= K \times f(T_t, T_a) \quad \dots\dots\dots \text{公式(1)} \\ &= K \times [f(T_t, T_{ref}) - f(T_a, T_{ref})] \end{aligned}$$

Vout : Thermopile 输出电压

K : Sensitivity of Thermopile

Tt : Target Temperature (°C)

Ta : Ambient Temperature (°C)

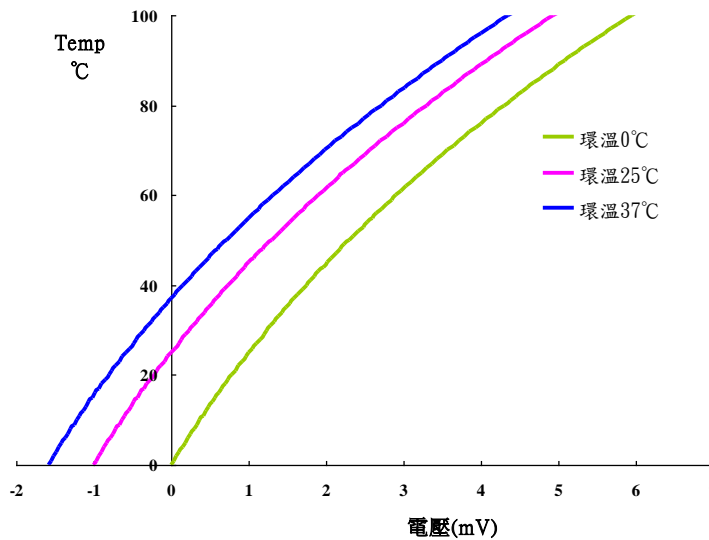


图 9 Thermopile 电压与温度曲线

Good Thermopile 会有以下两个特性

Tt=Ta 时, Vout=0

K 为常数，不随环境温度而改变

### Thermistor :

随其所在之温度改变而有电阻变化(图 10)，用来监视 IR sensor 内部温度。在此亦称之为量测时的环境温度。建议测量误差及重复性 < 0.05°C。

Thermistor 的数学模式如下：

$$R_{th}(T) = R_{25} \times e^{\{B \times [(\frac{1}{T+273.15}) - (\frac{1}{25+273.15})]\}} \dots\dots\dots \text{公式(2)}$$

$R_{th}(T)$  : Thermistor 变化电阻值

B : Sensitivity of Thermistor

$R_{25}$  : 25°C电阻值

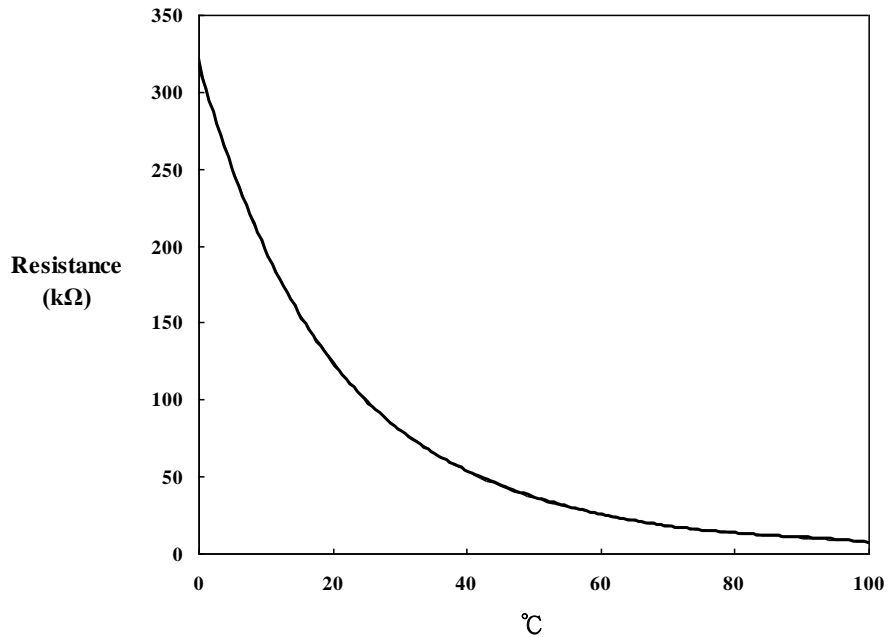


图 10 Thermistor 电阻与温度曲线

### 2.5. 控制芯片

利用红外线传感器(IR sensor)做为温度信号的撷取来源，转换为电阻与微小电压信号输出，再经由纮康科技的 8-bit MTP Type 单片机“HY17M28”量测信号、运算、数字输出显示，如图 11，以最少的组件达成非接触式红外线温度量测方案。

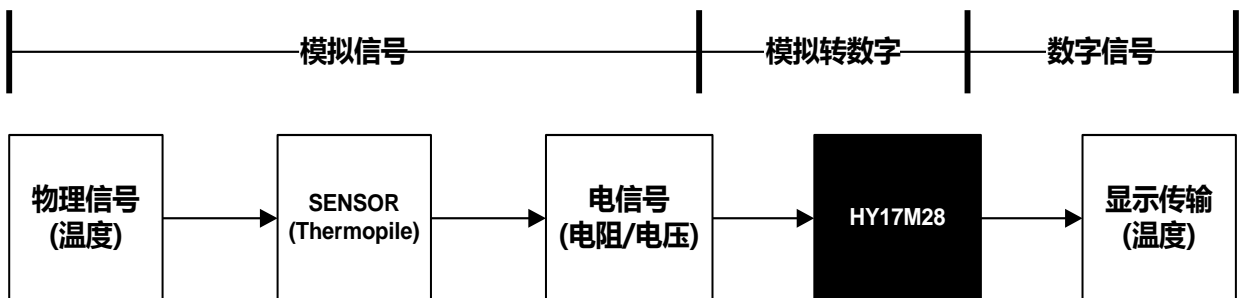


图 11 模拟与数字信号转换

## 单片机简介

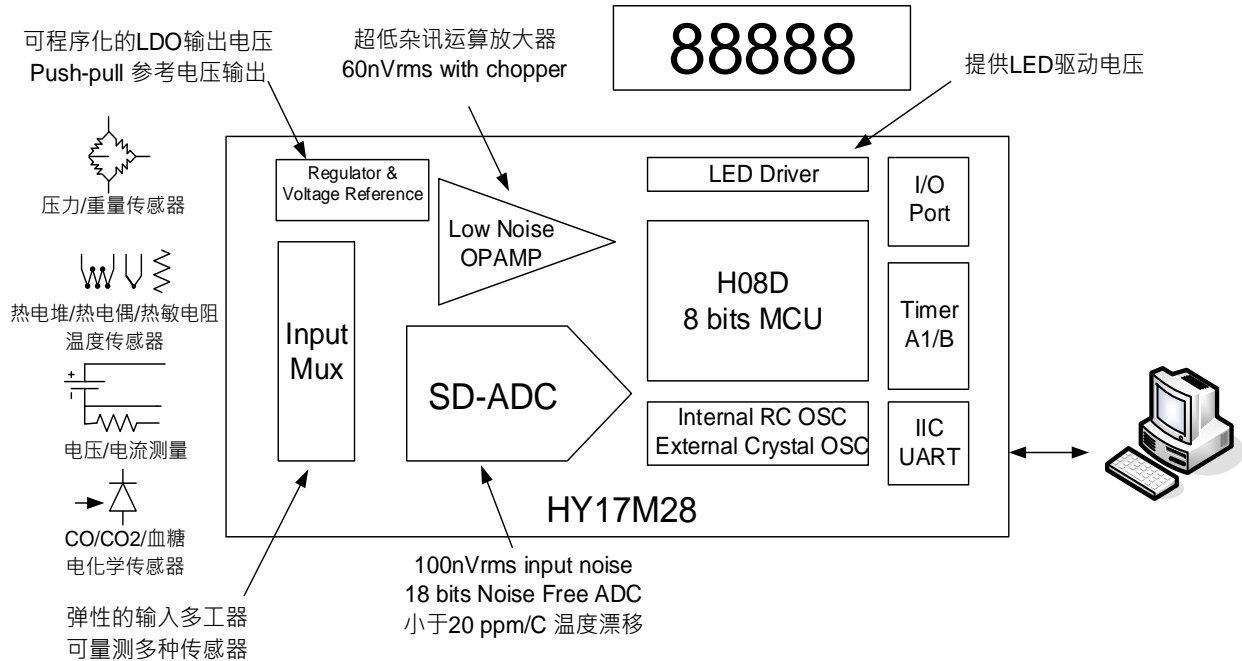


图 12 HY17M28 系列 8 位元高性能 MTP 单片机

- 8 位元加强型精简指令集，共有 71 个指令包含硬件乘法指令及查表指令，H08D 内核支持 C 语言程序设计。
- 1.9V to 5.5V 工作电压范围，-40°C~85°C 工作温度范围。
- 外部石英震荡器及内部高精度 RC 震荡器，6 种 CPU 工作频率切换选择，可让使用者达到最佳省电规划
  - ◆ 运行模式 785uA@4.147MHz
  - ◆ 待机模式 0.5uA@14.5KHz
  - ◆ 休眠模式 0.1uA
- 8KWord MTP 程序内存，512Byte SRAM 数据存储器，32Bytes OR 64Bytes EEPROM 数据存储器。
- Brownout and Watch dog Timer，可防止 CPU 进入死机模式
- 18-bit 全差动输入  $\Sigma\Delta$  ADC 模拟数字转换器
  - ◆ 内置有 1/4, 1/2, 1, 2, 4, 8, 16 倍 6 种输入信号放大倍率选择
  - ◆ 内置输入零点调整，可针对不同应用增加其量测范围
  - ◆ 内置高阻抗输入缓冲器(32 以上输入倍率不适用)

### ◆ 内置绝对温度传感器

- 超低输入噪声(<1uVpp)运算放大器 LNPGA 可提供高输出阻抗小信号的放大及小电流的电压转换
- REFO 低温飘系数参考电压源输出，具有 Push-Pull 驱动能力，可提供传感器驱动电压
- 10mA 低压差稳压电源输出 VDDA，可有 2.4v~5.0v 共 8 种不同输出电压选择
- 8x7 LED 驱动器
  - ◆ 支持 2~15mA 定电流驱动
  - ◆ Sink Current 80mA
- 8-bit Timer A1
- 16-bit Timer B 模块具 PWM 功能
- 串行通信 UART 模块及 IIC 模块  
介绍、特色、功能....

### 3. 设计规划

#### 3.1. 硬件电路

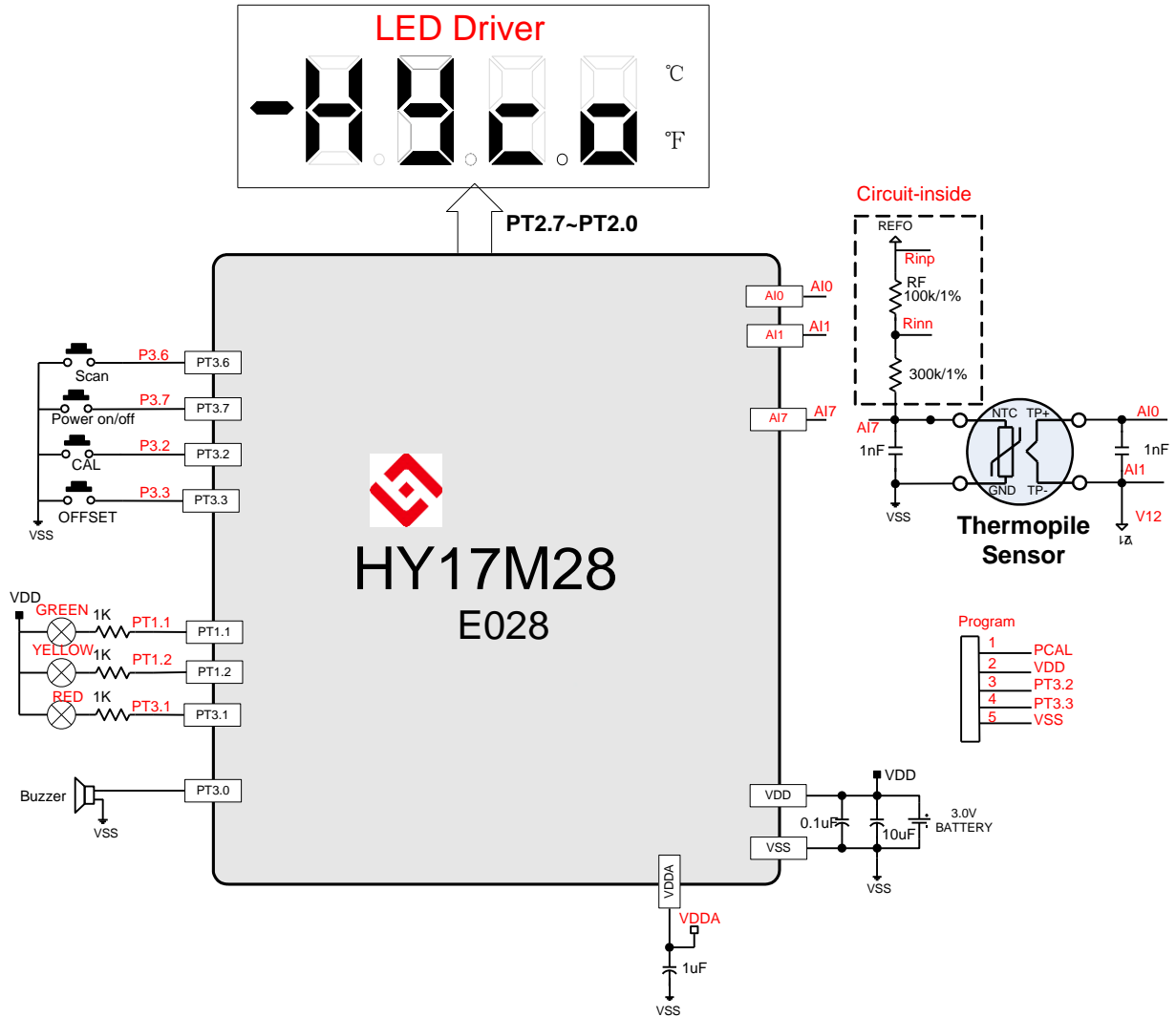


图 13 红外线温度量测应用电路

主要组件介绍：

MCU：HY17M28-E028，功能为量测电信号、控制、运算、显示

BIEE：内部 EEPROM，功能为储存校正参数

Sensor：PAF9616 TO-46，功能为温度与电信号转换

### 3.2. 电路说明

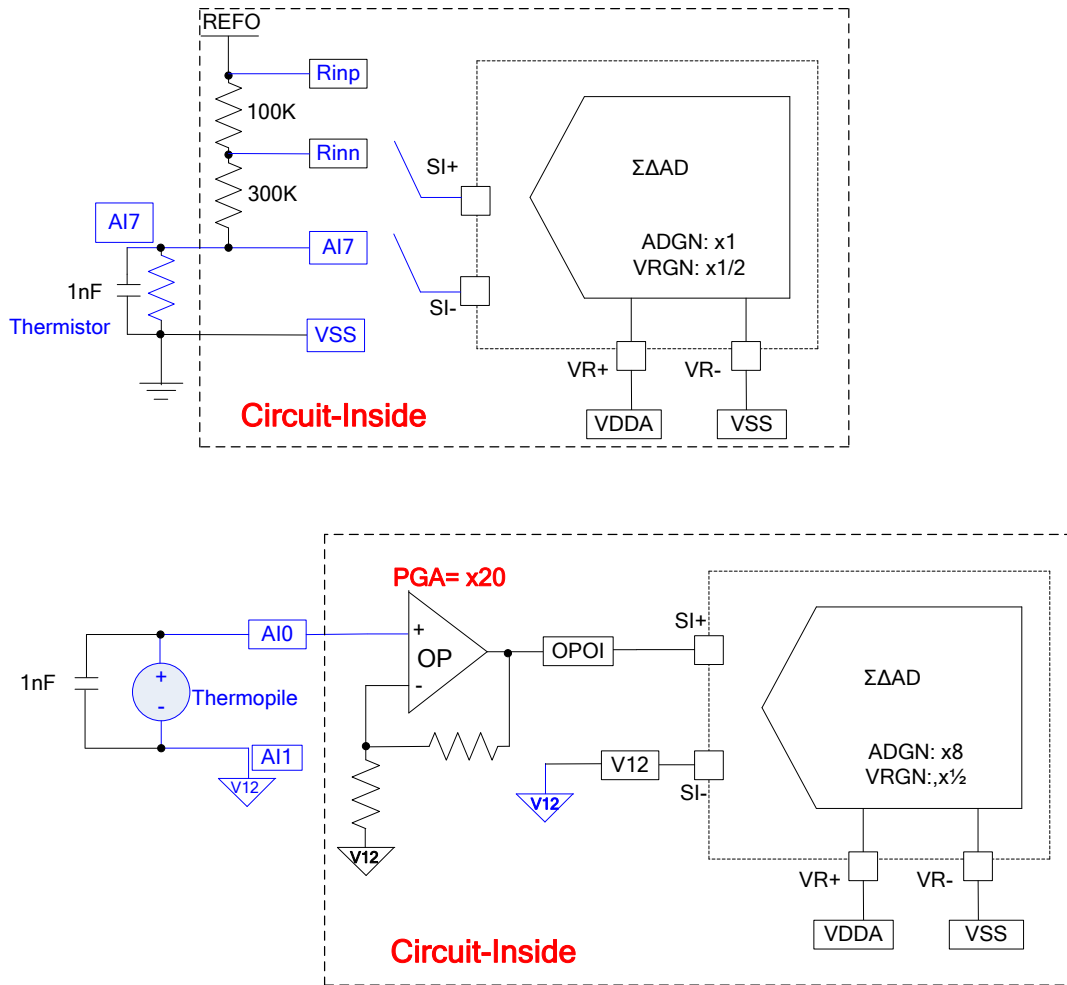


图 14 HY17M28 红外线温度量测网络设定

因为 Thermopile 测量需要扣除 offset 的问题，需在测量过程使用软件 Chopper 功能。Thermistor 随着温度变化会有不同电阻输出，Thermopile 随着目标物的热辐射会改变小电压的输出，本文将使用纭康 HY17M28 量测信号，可分为两部分，一为电阻量测，另一为小电压量测。

03BH	AD1CN0	ENAD1	FILTERN1	FILTERN0	OSR[3]	OSR[2]	OSR[1]	OSR[0]	CMFR
03CH	AD1CN1	ENBRCH	REFO1	VRGN	REFOS1	REFOS0	ADGN[2]	ADGN[1]	ADGN[0]
03DH	AD1CN2	ADSIPB	ADSINB	CHFLAG	SELVIN	DCSET[3]	DCSET[2]	DCSET[1]	DCSET[0]
03EH	AD1CN3	INP[3]	INP[2]	INP[1]	INP[0]	INN[3]	INN[2]	INN[1]	INN[0]
03FH	AD1CN4	VRH[1]	VRH[0]	VRL[1]	VRL[0]	INX[1]	INX[0]	VRIS	INIS
040H	AD1CN5	ENVCM	V12SEL	VCMS	LDOOPL	ENREFO	TPSCP	ENTPS	TPSCH
042H	LNAMP0	INP[4]	INN[4]	-	TR2CHOP	TR1CHOP	VRPOS	-	-
043H	LNAMP1	ENPGA	-	INPS[1]	INPS[0]	PGAG[1]	PGAG[0]	PGACH[1]	PGACH[0]
02EH	PWRCN	ENBGR	LDOC[2]	LDOC[1]	LDOC[0]	LDM[1]	LDM[0]	ENLDO	CSFON
06CH	MCCN1		VRSEL						
041H	LVDCN	DAFM	ENCH	-	-	-	-	-	-

表 1 HY17M28 红外线温度量测网络寄存器设定

测量网络共切换 6 次

- I) RF\_Positive: [AD1CN0, AD1CN1, AD1CN3, AD1CN4, AD1CN5, LNAMP0]=  
[84H, 2AH, C0H, 77H, 00H, 98H, 04H]  
测量 Rref(100K)参考电阻讯号(Rinp-Rinn)的 ADC 值 RF\_A;
- II) RF\_Negative: [AD1CN0, AD1CN1, AD1CN3, AD1CN4, AD1CN5, LNAMP0]=  
[84H, 2AH, C0H, 16H, 00H, 98H, 04H]  
测量 Rref(100K)参考电阻讯号 (Rinn-Rinp) 的 ADC 值 RF\_B, 且(RF\_A - RF\_B)/2  
并扣除 offset。
- III) RS\_Positive: [AD1CN0, AD1CN1, AD1CN3, AD1CN4, AD1CN5, LNAMP0]=  
[84H, 2AH, 80H, 5FH, 00H, 98H, 04H]  
测量 Thermistor 讯号(AI7- VSS)的 ADC 值 RS\_A;
- IV) RS\_Negative: [AD1CN0, AD1CN1, AD1CN3, AD1CN4, AD1CN5, LNAMP0]=  
[84H, 2AH, 40H, 5FH, 0CH, 98H, 04H]  
测量 Thermistor 讯号(VSS-AI7)的 ADC 值 RS\_B,且(RS\_A - RS\_B)/2 并扣除 offset。
- V) TP: [AD1CN0, AD1CN1, AD1CN3, AD1CN4, AD1CN5, LNAMP0, LNAMP1]=  
[84H, 2DH, 00H, A8H, 00H, D8H, 04H, 84H]  
测量 Thermopile 讯号(AI0- AI1,AI1=V12)的 ADC 值 TP\_A;
- VI) TPZ: [AD1CN0, AD1CN1, AD1CN3, AD1CN4, AD1CN5, LNAMP0, LNAMP1]=  
[84H, 2DH, 00H, A8H, 00H, D8H, 0CH, 84H]  
测量 Thermopile offset 讯号(AI0 - AI1,AI0=AI1=V12)的 ADC 值 TP\_B, 且(TP\_A -

TP\_B)/2 并扣除 offset

电阻量测：

此量测电阻共切换 2 次网络开关，在每次切换网络开关后，硬件上设置 CMFR=1 后自动丢弃两笔数据，且 ADC 硬件自动 chopper 功能会扣除 Offset；储存四笔数据再取平均作为一笔数据的输出。此量测方式为交替式电阻量测，第一次量测参考电阻 RF\_count(RF)，第二次量测 thermistor 电阻 RS\_count(RS)。

$$\frac{RF\_count}{RS\_count} = \frac{100k}{R} \dots \text{公式(3)}$$

将量测的 RF\_count 与 RS\_count 代入公式(3)，即可求出 R，再以 R 查表换算为温度。

小电压量测：

此量测电阻共切换二次网络开关，在每次切换网络开关后，硬件上设置 CMFR=1 后自动丢弃两笔数据，并储存四笔数据再取平均作为一笔数据的输出。TPZ 网络开关目的为量测整个系统接地后的 ADC count，TP 网络为量测信号(包含系统接地信号)，TP\_count (TPA-TPB/2)，V<sub>R</sub> 为校正的电压值，V<sub>R</sub> 电压设定为 [目标温度相对应的电压] - [环境温度相对应的电压]。

$$\text{Gain} = \frac{V_R}{TP\_count} \dots \text{公式(4)}$$

将 TP\_count × Gain=小电压输出，再去查表，并换算为温度。



### 3.3. 软件说明

#### 3.3.1. 程序流程

此程序使用 PAF9616 红外线 Sensor 的建立 Table，可使用 Sensor 校正后测量。

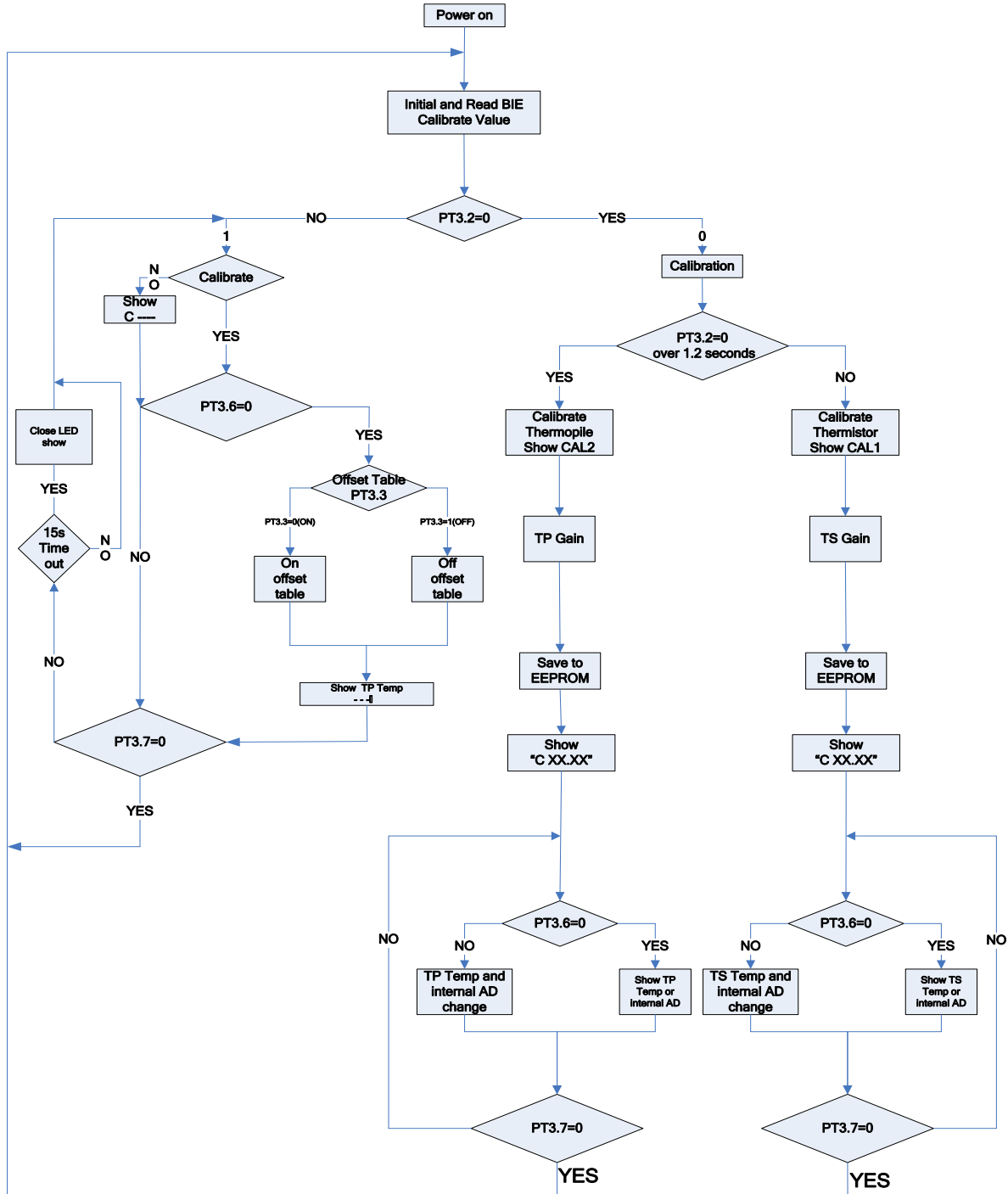
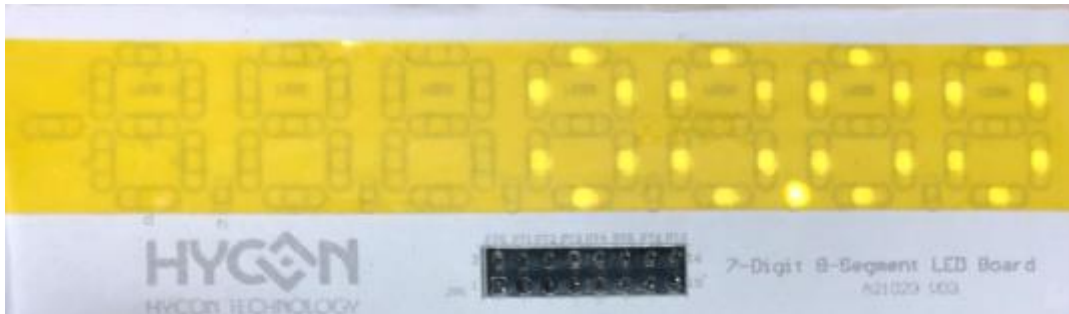


图 15 程序流程

### 3.3.2. 操作流程

I) Normal 模式下

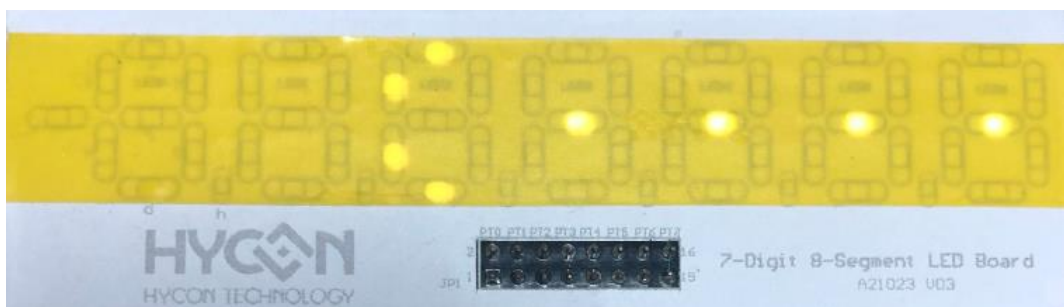
A) 上电开机，先响一声，然后分别点亮 3 个 LED 灯，最后 LED 面板显示“00.00°C”；



B) 按 PT3.7 就会进入 sleep 模式，且再按 PT3.7 可唤醒 IC；

C) 单击 PT3.6 ( 100ms 以上 ) 开始正常量测模式并显示温度；

如果 Thermistor 和 Thermopile 没有经过校正，继续显示“C- - - -”；



如果 Thermistor 和 Thermopile 有经过校正，显示目标温度 XX.XX°C；



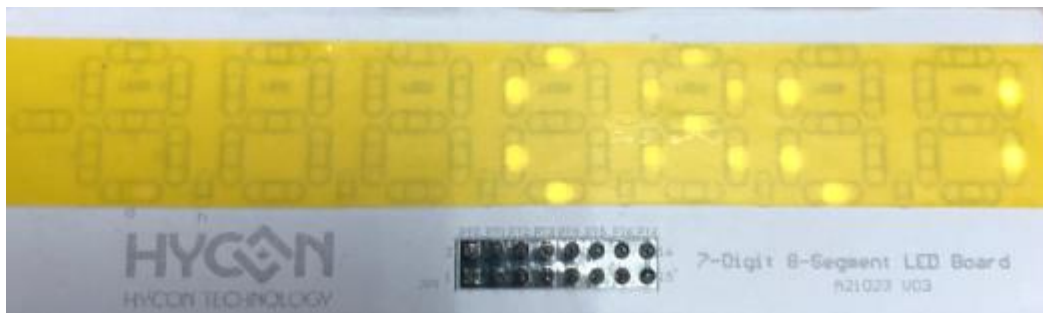
D) 测量过程是亮绿灯，测量完成后，就会蜂鸣器响一下表示测量完成，然后根据温度值点亮不同的 LED：高温点亮红 LED (  $TP > 37.5^{\circ}\text{C}$  )；低温点亮黄 LED (  $TP < 32^{\circ}\text{C}$  )，正常点亮绿 LED (  $32^{\circ}\text{C} \leq TP \leq 37.5^{\circ}\text{C}$  )。



## II) 校正模式

### Thermistor 校正：

在上电前，按下 PT3.2 将『J5 CAL-VSS』端子短路约 0.5s 以内，等看到显示'CAL P' 后松开就可以进入 NTC 校正模式并显示'CAL1' (此时代表正在校正中，请勿移动校正中的样机)，进入校正前需要准备好环境温度到  $25^{\circ}\text{C}$  ( 或者在进入校正模式前需先接好电阻(  $100\text{k}/1\%$  ) )，然后自动进行校正。



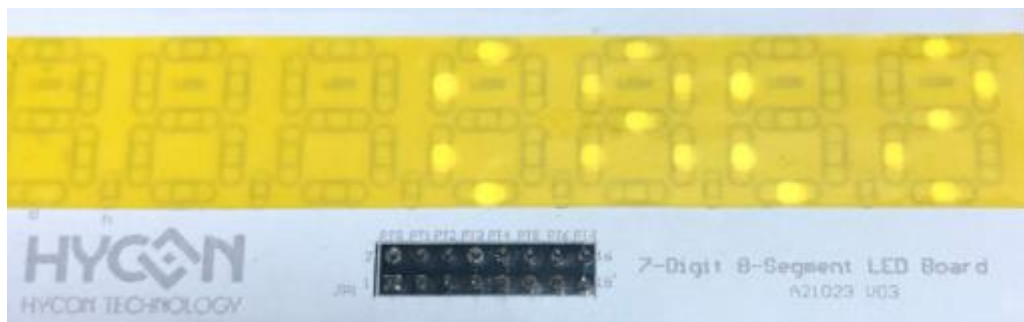
在校正完成后显示 Thermistor 量测温度 CXX.XX $^{\circ}\text{C}$ ，此时按下 PT3.6『SCAN/S1』键可切换显示 ADC Raw data 与温度值。



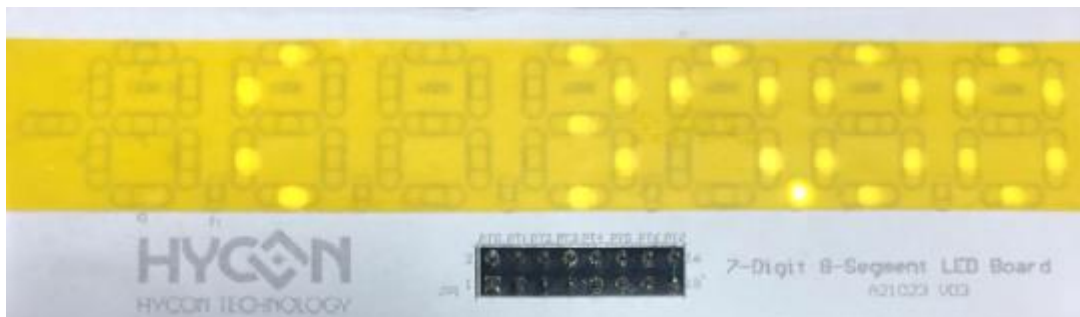
在 Thermistor 校正模式下按下 PT3.7 『Power/S2』键即可退出校正模式，并保存校正数据，必须注意：不按 Power 键直接断电，是不会保存校正数据。

### Thermopile 校正：

在上电前按下 PT3.2，将『J5 CAL-VSS』端子短路约 1s 以上，看到显示‘CAL P’时继续保持 J5(CAL)短路到 VSS，等到显示‘CAL2’后松开，就可进入 TP 的校正模式（此时代表正在校正中，请勿移动校正中的样机）；进入校正模式前需要准备目标温度 37°C 及准备环温（若用电阻替代 NTC 就需要一直接上电阻），若无温度环境可以进入校正模式前，需要先给 TP 端准备好 37°C 电压（0.989mv/25°C NTC）及接上 100k/1%（25°C NTC）；然后自动进行校正。



在校正完成后显示 Thermopile 测量温度 CbXX.XX°C，此时按下 PT3.6 『SCAN/S1』键可切换显示 ADC Raw data 与温度值。



在 Thermopile 校正模式下按下 PT3.7 『Power/S2』键即可退出校正模式，并保存校正数据，必须注意：不按 Power 键直接断电，是不会保存校正数据。

iii) PT3.3 =high 『J6 OFFSET-VSS』端子开路：就会关闭温度补偿功能；PT3.3=low，『J6 OFFSET-VSS』端子短路：就会启动温度补偿功能。

iv) 当目标温度不在建表范围之内时显示“- - °C”。

v) 温度补偿功能只有在开启并存有补偿值后才有效,可以写入验证值 5AH，这样可以进行是否有写入补偿值判断。

注意：程序里的 R2T/T2V/V2T Table 表是根据原始数据利用内插法建立，可参考 excel 表。

### 3.3.3. 程序 Table 建立

R2T 表建立：根据提供的 R-T 值，按照内差法，建立 R2T 表，每两个温度点间隔 256 点。

A) 将 R-T 标准值转化为  $\Omega$  单位，并将每个温度对应的电阻值进行量化，即是乘以 0.08。

B) 将量化后的电阻值，转化为 256 的倍数  $N = 256 * (\text{INT}(n/256) + 1)$ ，组建新的电阻表。

C) 按照 0°C 的电阻值为最大值，以 256 步长逐步减小，通过内插法根据新的电阻值建立程序用的 R2T Table 表；

用户可以将传感器的 R-T 表 R 值填入表的电阻值，即可产生新的 R2T 表，如下表黄色字即是原始 R 值。

Temp(°C)	Rst. (k $\Omega$ )	Rst. ( $\Omega$ )	normalize	Temp.(°C)	Rst.(k $\Omega$ )	Rst. ( $\Omega$ )	normalize
0	324.899	324899	25991.92	100	6.601	6601	528.08
1	308.903	308903	24712.24	99	6.802	6802	544.16
2	293.781	293781	23502.48	98	7.010	7010	560.8
3	279.483	279483	22358.64	97	7.226	7226	578.08
4	265.958	265958	21276.64	96	7.449	7449	595.92
5	253.161	253161	20252.88	95	7.680	7680	614.4
6	241.049	241049	19283.92	94	7.919	7919	633.52
7	229.582	229582	18366.56	93	8.167	8167	653.36
8	218.722	218722	17497.76	92	8.424	8424	673.92
9	208.435	208435	16674.8	91	8.691	8691	695.28
10	198.687	198687	15894.96	90	8.967	8967	717.36

T2V 表建立：根据 TP 的 T-V 值，按照内差法，建立 T2V 表，每两个电压点间隔 64 等分。

A) 将 T-V 标准值计算出每个温度与零度的电压差值，并将计算得到的差值进行量化，即是乘以 1000。

B) 从 0°C 开始，新建一个间隔 64 的温度列表 E。

C) 根据新建的温度值列表 E，根据内插法重建新的 T2V 表；

用户可将传感器的 V-T 值的 V 值填入，即可产生新的 T2V 表，如下表黄色字即为 TP 的 V 值。

BlackbodyTemp.[°C]	Output Voltage@25°C[mV]	Output Voltage@0°C[mV]	Output Voltage@0°C[uV]
0	-1.709	0.000	0.000
1	-1.649	0.060	59.994
2	-1.589	0.121	120.648
3	-1.527	0.182	181.968
4	-1.465	0.244	243.957
5	-1.402586556	0.307	306.620
6	-1.339	0.370	369.963
7	-1.275	0.434	433.991
8	-1.210	0.499	498.708
9	-1.145	0.564	564.119
10	-1.079	0.630	630.229

V2T 表建立：根据 TP 的 T-V 值，按照内差法，建立 V2T 表，每两点温度间隔 64 等分。

A) 将 T-V 标准值计算出每个温度与零度的电压差值，并将计算得到的差值进行量化，即是乘以 1000。

B) 从 0uV 开始，新建一个间隔 32 的电压差列表 E；

C) 根据新建的电压值列表 E，根据内插法新建一个 V2T 表。

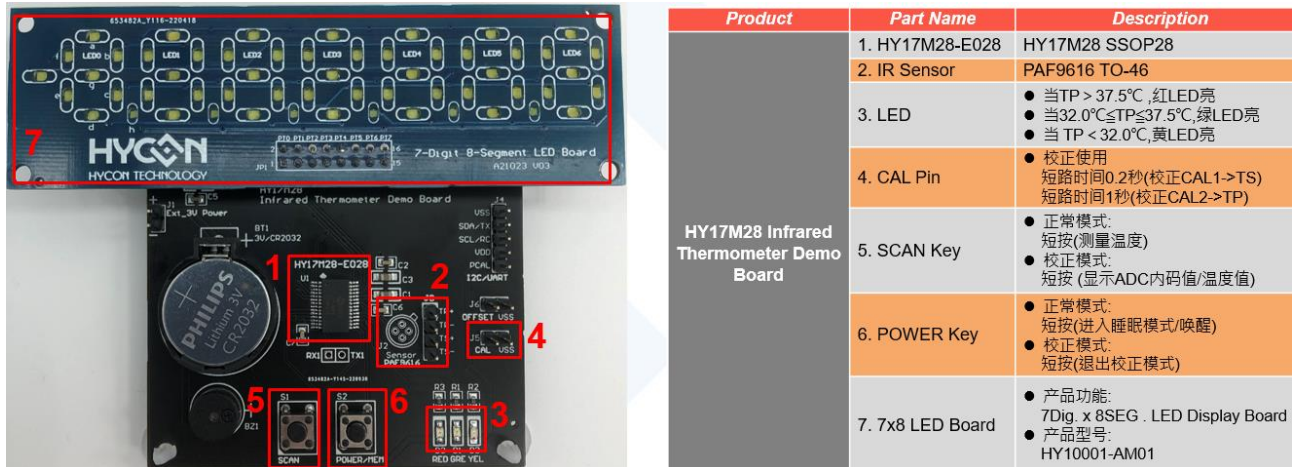
用户可将传感器的 V-T 值的 V 值填入，即可产生新的 V2T 表，如下表黄色字即为 TP 的 V 值。

BlackbodyTemp.[°C]	Output Voltage@25°C[mV]	Output Voltage@0°C[mV]	Output Voltage@0°C[uV]
0	-1.709	0.000	0.000
1	-1.649	0.060	59.994
2	-1.589	0.121	120.648
3	-1.527	0.182	181.968
4	-1.465	0.244	243.957
5	-1.402586556	0.307	306.620
6	-1.339	0.370	369.963
7	-1.275	0.434	433.991
8	-1.210	0.499	498.708
9	-1.145	0.564	564.119
10	-1.079	0.630	630.229

### 3.4. HY17M28 红外测温演示板介绍

#### 3.4.1. 演示板说明

本应用说明书实际测试所使用的 HY17M28 红外测温演示板外观如下图左，主要是由两部分组成，分别为 HY17M28 红外测温主控板(型号：HY17M28-AM02)及 7x8 LED 显示板(型号：HY10001-AM01)。



#### I) 演示板使用注意说明:

- A) 板子使用的 HY17M28-E028 芯片，配置 IR 传感器接口 (J3/J2 都可以)，蜂鸣器、LED 指示灯以及校正功能 (J5 排针)。
- B) 板子不能在线调试，因为板子占用 PT3.2/PT3.3 引脚作为其他功能使用，所以只能将程序刻录后，脱机运行程序。
- C) 温度补偿 (暂时没开放)，只是预留功能开关。  
 将『J6 OFFSET-VSS』端子开路：就会关闭温度补偿功能。  
 将『J6 OFFSET-VSS』端子短路：就会启动温度补偿功能。
- D) 因为开启 LED 显示后，板子整体功耗会比较大，所以建议程序上适当缩短 LED 显示时间。因此供电建议使用笔芯电池，因为 CR2032 纽扣电池容量小，在供电过程纽扣电池电压会出现下降现象。
- E) 程序 DemoCode 使用的传感器是 PAF9616 的 R-T/V-T 建表，所以客户若要使用自己的传感器，就需要修改 R-T/V-T 表。PAF9616 传感器的 NTC 在 25°C 时电阻是 100kohm，Thermopile 在 37°C 时的输入电压是 0.989mV，可以通过模拟讯号来进行校正和测量。

## II) 演示板使用操作:

### Normal 模式

- F) 上电时,蜂鸣器响一下,然后检查红灯、绿灯、黄灯,先后分别点亮,然后会显示'00.00'。  
若还没做过校正,则会显示'C---',表示必须要做校正,先校正 TS,后校正 TP。
- G) 单击『SCAN/S1』键后就会开始测量温度,且测量过程是亮黄灯,LED 显示'---'闪烁,而当蜂鸣器响一声就表示测量完成,然后根据温度值点亮不同的 LED: 高温点亮红 LED; 低温点亮黄 LED, 正常点亮绿 LED。
- H) 长按『Power/S2』键就会进入 sleep 模式,且按下『Power/S2』键可唤醒。

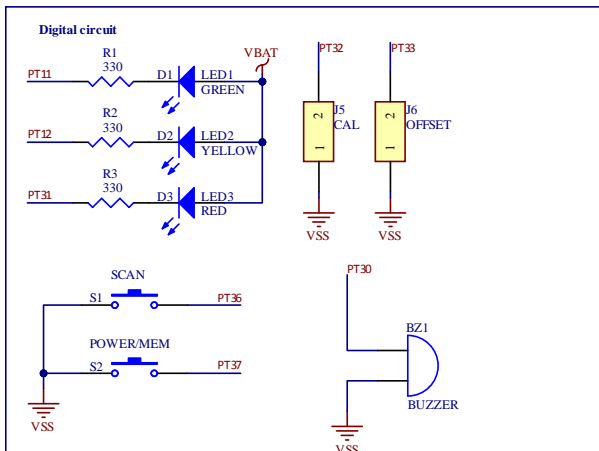
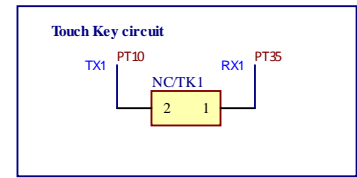
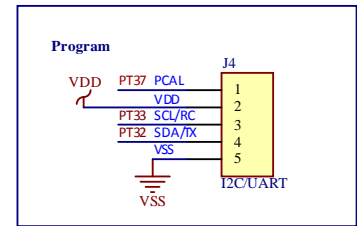
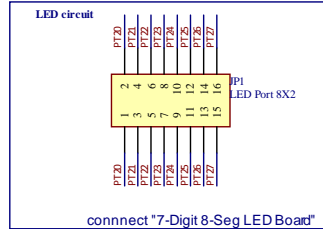
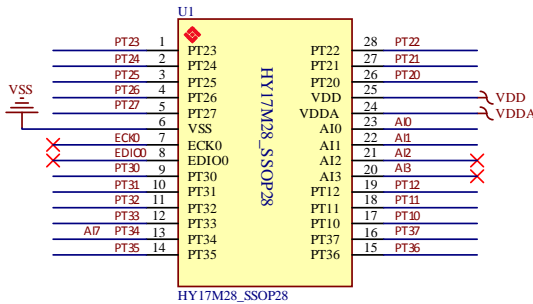
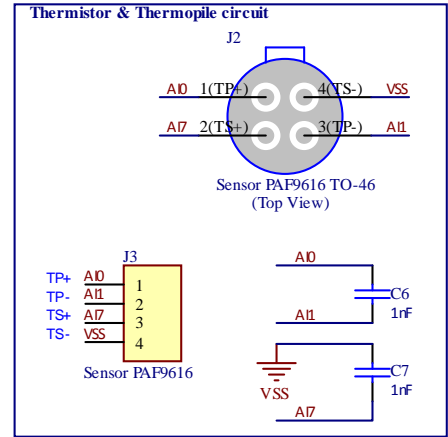
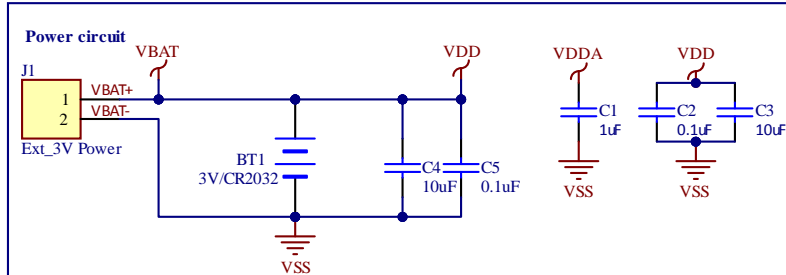
### 校正模式:

- I) NTC 校正: 在上电前,将『J5 CAL-VSS』端子短路一下约 0.5S 以内,等看到显示'CAL P'后松开就可以进入 NTC 校正模式并显示'CAL1' (此时代表正在校正中,请勿移动校正中的样机); 当自动完成校正后会显示'Cxx.xx' °C 并显示当前 NTC 测量温度。  
注意: 在进入校正模式前需先接好电阻 (100k/1%)
- J) TP 校正: 在上电前,将『J5 CAL-VSS』端子短路约 1 秒以上,看到显示'CAL P'时继续保持 J5(CAL)短路到 VSS,等到显示'CAL2'后松开,就可进入 TP 的校正模式 (此时代表正在校正中,请勿移动校正中的样机); 当自动完成校正后会显示'Cxx.xx' °C, 并显示当前测量目标温度。  
注意: 进入校正模式前,需要先给 TP 端准备好 37°C 电压 (0.989mV/25°C NTC) 及接上 100k/1% (25°C NTC)
- K) 校正完成后按下『Power/S2』键即可退出校正模式,并保存校正数据,必须注意: 不按 Power 键直接断电,是不会保存校正数据。  
校正过程按下『SCAN/S1』键可切换显示 ADC Raw data 与温度值。

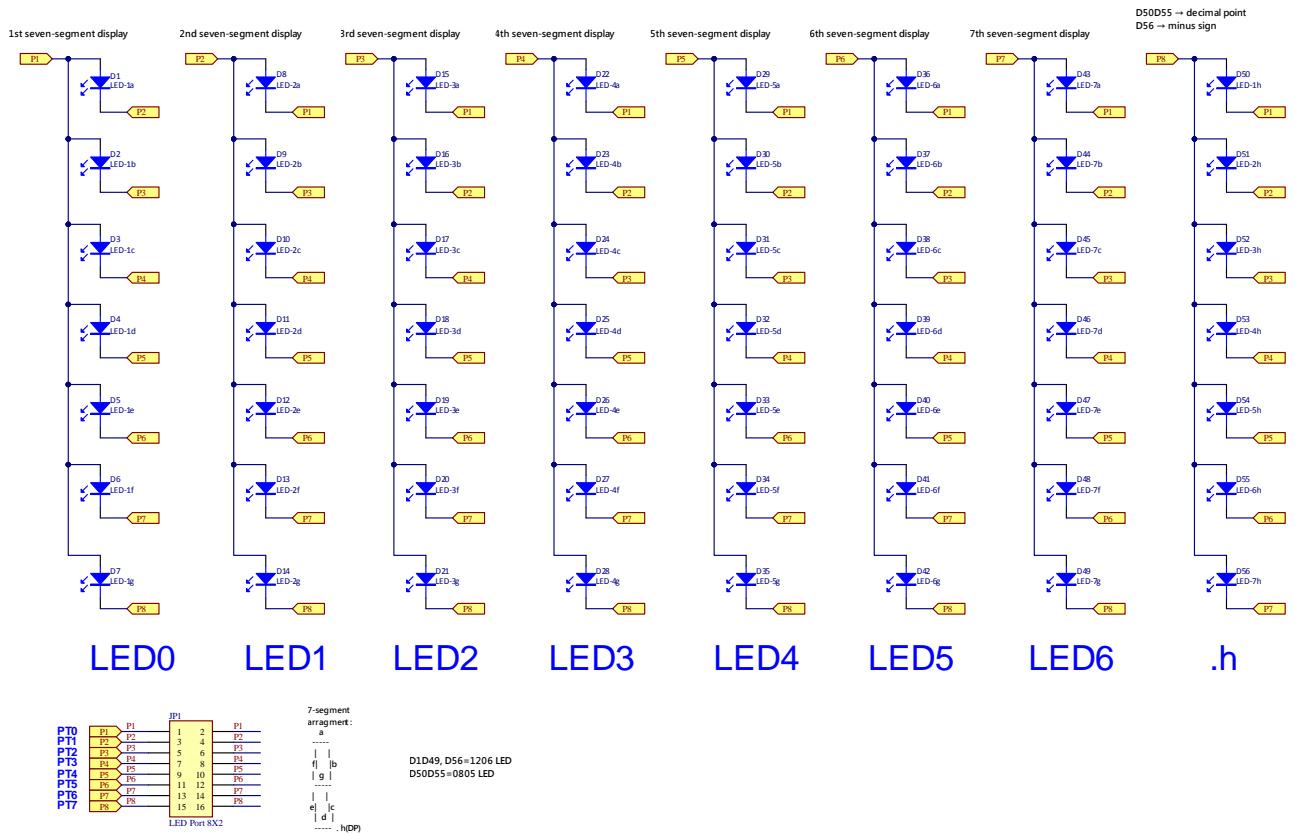


### 3.4.2. 电路图

#### 3.4.2.1. 主控板电路图



### 3.4.2.2. 7x8 LED 显示板电路图



#### 4. 技术规格

- ◆ Operation voltage : 2.6~5.5V
- ◆ Sleep mode current : 0.12uA
- ◆ Operation mode current : 6.8mA(With LED Always ON)
- ◆ Mode
  - Calibration mode
  - User mode
  - Measure range
- ◆ Environment Temperature : 0~50°C
- ◆ Target Temperature : 0~100°C
- ◆ Calibration
  - Environment Temperature : 25°C
  - Target Temperature : 37°C
- ◆ Resolution : 0.05°C
- ◆ HY17M28 演示板实验资料

实验条件: Thermistor 用 100k/1%电阻替换,用信号发生器替换 Thermopile 输入电压值, 测量 32°C~43°C的实际测量值。注意: 程序没有执行温度补偿功能。

测试条件: VDD=3V, PGAG=x20, ADGN=x8, VRGEN=x1, HAO=1.843MHz, ADC output rate=61Hz					
NTC 用 100k 电阻, TP 用小黄输入信号; 校正输入电压为 0.989mV					
Table 温度	TP_输入信号 (mV)	实际输入信号 (mV)	实测温度 T1 (°C)	实测温度 T2 (°C)	实测温度 T3 (°C)
32	0.562584	0.562	31.98	31.97	32.01
33	0.646182	0.646	32.99	32.99	33.01
34	0.730603	0.73	34.00	33.98	34.00
35	0.815853	0.815	34.99	34.97	34.98
36	0.901937	0.902	35.99	35.99	35.99
37	0.98886	0.989	36.99	37.00	36.99
38	1.076628	1.076	38.00	37.98	37.98
39	1.165246	1.165	39.00	38.99	38.99
40	1.25472	1.254	39.98	39.98	39.98
41	1.345056	1.345	41.00	41.00	40.99
42	1.436258	1.436	42.00	42.00	42.00
43	1.528332	1.528	43.00	42.99	43.00

使用黑体温度仪器搭配实际传感器 PAF9616 进行实体测温实验；具体测温数据如下。注意：程序上没有执行温度补偿功能。

测试条件：

VDD=3V, PGAG=x20, ADGN=x8, VRGEN=x1, HAO=1.843MHz, ADC output rate=61Hz

Thermopile sensor PAF9616, 在常温下 37 度当校正点, 测量黑体温度, 温度显示更新速度 800ms.

注意：下表实验数据只有做 37 度校正, 程序并没有执行任何的温度补偿

Table 温度	实测温度 T1/°c	实测温度 T2/°c	实测温度 T3/°c
32	31.44	31.42	31.37
33	32.55	32.52	32.54
34	33.65	33.67	33.68
35	34.71	34.65	34.68
36	35.80	35.73	35.69
37(校正温度)	37.00	36.98	36.99
38	38.05	38.09	38.06
39	39.09	39.11	39.11
40	40.37	40.35	40.32
41	41.57	41.54	41.51
42	42.50	42.52	42.52
43	43.53	43.52	43.51

### 5. 演示板相关档案

主程序档案：APD-HY17M003\_DemoCode\_V02.zip

组译档：MAIN.c



APD-HY17M003\_Demo  
Code\_V02.zip

主程序档案：



A22016 V01.zip

主板原理图及 PCB 档案：



PAF9616 IR  
Sensor Materials.z

PAF9616 相关档案：

### 6. 参考文献

[1] “Principles of Noncontact Temperature Measurement” · [www.raytek.com](http://www.raytek.com)

[2] <http://www.pixart.com> · 原相科技股份有限公司

[3] <http://www.hycontek.com/> · 纮康科技股份有限公司

### 7. 修订记录

以下描述本档差异较大的地方，而标点符号与字形的改变不在此描述范围。

版次	页次	日期	摘要
V01	ALL	2022/12/16	初版发行