

## 两线通信数字温度传感器

### 特点

- 12 位数字温度读数，分辨率为 0.0625°C
- 在 -40°C ~ +100°C 范围内最大误差 ±0.8°C
- 在 -55°C ~ +125°C 范围内最大误差 ±1.5°C
- 2 线通信接口，兼容 I<sup>2</sup>C/SMBus 协议
- 提供过温报警功能，可设置阈值及迟滞量
- 可选“连续测温模式”或“单次测温模式”
- 低功耗：测温时典型工作电流只有 170uA，关断模式工作电流小于 1uA
- 工作电压范围：2.7V ~ 5.5V
- 管脚兼容 ADT75/LM75A/TMP75

### 描述

SD5075 是一款高准确度温度传感器芯片，内含高精度测温 ADC，在 -40°C ~ +100°C 范围内

典型误差小于 ±0.5°C，在 -55°C ~ +125°C 范围内典型误差小于 ±1.0°C。通过两线 I<sup>2</sup>C/SMBus 接口可以很方便与其他设备建立通信。设置 A2 ~ A0 的地址线，可支持 8 片芯片并联总线连接。

本芯片可选 3 种工作模式：连续测温模式，单次测温模式，关断模式。可根据速度或功耗的需求灵活选择和配置。

### 应用领域

温控系统、工业过程控制、电源热保护、环境温度检测等

### 订购信息

SOP8 封装

### 管脚图和管脚描述

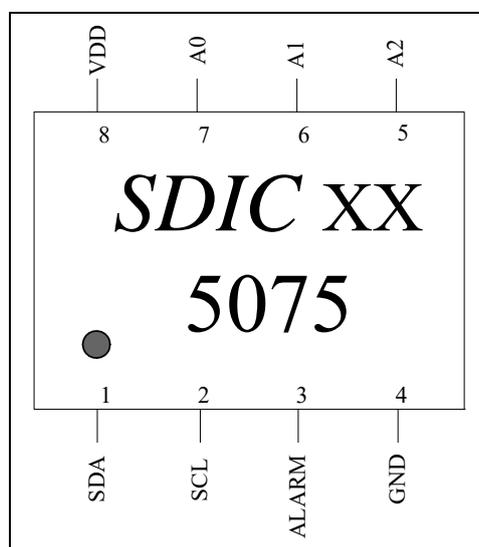


图 1. 管脚图

表 1. 管脚描述

| 序号. | 管脚名称  | 属性      | 管脚描述                        |
|-----|-------|---------|-----------------------------|
| 1   | SDA   | 数字输入/输出 | 两线通信数据线                     |
| 2   | SCL   | 数字输入    | 两线通信时钟线                     |
| 3   | ALARM | 输出      | 开漏端口, 作温度报警或者 SMBus Alert 用 |
| 4   | GND   | 地       | 地                           |
| 5-7 | A2-A0 | 数字输入    | 地址选择信号                      |
| 8   | VDD   | 电源      | 电源                          |

## 功能描述

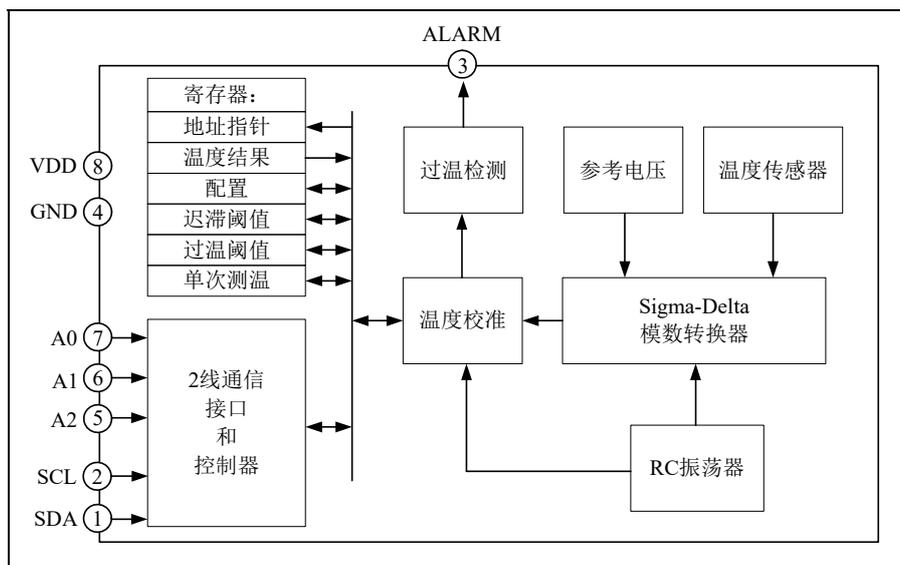


图 2. 功能框图

图 2 是 SD5075 的功能框图。SD5075 是一个 2 线通信的数字温度传感器，芯片内部的温度传感器产生一个跟温度成正比变化的电压信号，再经过自带电压基准的 ADC 转换成数字信号，保存为 12 位二进制补码形式，以便表示正温度或者负温度。

芯片内有过温阈值寄存器和迟滞阈值寄存器，测温值会与这些寄存器值作比较，决定是否通过开漏结构的报警输出端口 (ALARM) 输出报警信号。该报警信号的极性可在配置寄存器中预设选择。

温度值的读出以及寄存器的设置均通过一个 2 线通信接口，兼容 I<sup>2</sup>C/SMBus 通信协议。片内 RC 振荡器提供系统时钟，完成一次温度测量的时间约为 85ms。测温过程中 ADC、电压基准、时钟等电路都工作，系统功耗最大。

SD5075 提供连续测温模式和单次测温模式。在连续测温模式下，读温度值时当前温度测量会被停止，等通信结束后，新一轮测温再开始，所以每次读到的温度值都是上次温度测量的结果。在单次测温模式下，只测温一次就进入待机状态，可通过 2 线接口对单次测温寄存器写任意值来启动下一次测温。上电后默认是连续测温模式。

SD5075 还提供了极低功耗的“关断模式”，若设置“配置寄存器”的 bit0 为“1”，芯片进入关断模式，片内所有电路停止工作，工作电流小于 1uA。若该位设置为“0”，则退出关断模式。

## 温度格式

测温结果以补码形式存到 16 位的温度结果寄存器(00H)中，该寄存器的高 12 位可用，低 4 位无效。其最高位为符号位。

该温度寄存器的高字节为温度的整数部分，低字节的高 4 位为温度的小数部分，因此分辨率为 0.0625°C。如果测量温度结果超出 -55°C ~ +125°C 范围，则可能会超出最大误差。如果分辨率 1°C 就可以满足用户要求，可以只使用温度寄存器的高 8 位。

表 2. 温度测量结果

| 温度        | 温度测量结果（二进制）         |
|-----------|---------------------|
| -55°C     | 1100 1001 0000 XXXX |
| -40°C     | 1101 1000 0000 XXXX |
| -25°C     | 1110 0111 0000 XXXX |
| -0.0625°C | 1111 1111 1111 XXXX |
| 0         | 0000 0000 0000 XXXX |
| 0.0625°C  | 0000 0000 0001 XXXX |
| 25°C      | 0001 1001 0000 XXXX |
| 75°C      | 0100 1011 0000 XXXX |
| 80°C      | 0101 0000 0000 XXXX |
| 100°C     | 0110 0100 0000 XXXX |
| 125°C     | 0111 1101 0000 XXXX |

温度测量结果转换公式如下：

对于 8 位温度测量结果：

正温度值=温度测量结果

负温度值=温度测量结果-256

对于 10 位温度测量结果：

正温度值=温度测量结果/4

负温度值=(温度测量结果-1024)/4

对于 12 位温度测量结果：

正温度值=温度测量结果/16

负温度值=(温度测量结果-4096)/16

## 单次测温模式

芯片的单次测温模式通过设置配置寄存器的 bit5 来实现。当 bit5 设置为“1”时，芯片立刻进入待机状态，此时芯片功耗小于 1uA。

向地址指针寄存器写 04H，然后（向单次测温寄存器，见图 5）写任意 8 位值启动一次温

度测量，测温过程一般为 85ms，测温结束后芯片立即回到待机状态。最新温度值存放在温度结果寄存器，其最高 8 位亦存放在单次测温寄存器。因为启动单次测温时，地址指针寄存器已指向此寄存器，所以如果只读此寄存器结果则在读前不需要重写寄存器地址。

## 过温报警输出

SD5075 有两种报警输出模式，一种是比较模式，一种是中断模式。上电后默认是比较模式，此时 ALARM 管脚亦设为温度报警输出。

新的温度值产生后，会跟过温阈值寄存器/迟滞阈值寄存器的值相比较，并根据比较结果和配置寄存器 bit4-bit1 的设置发出报警信号，见图 3。

比较模式：当测量温度值高于过温阈值寄存器，ALARM 输出有效电平；当测量温度值低于迟滞阈值寄存器时，ALARM 管脚输出默认电平。关断模式不影响该管脚状态。

中断模式：当测量温度值高于过温阈值寄存器或者低于迟滞阈值寄存器时，ALARM 输出有效电平；当读 SD5075 的任意寄存器时，ALARM 管脚输出默认电平。

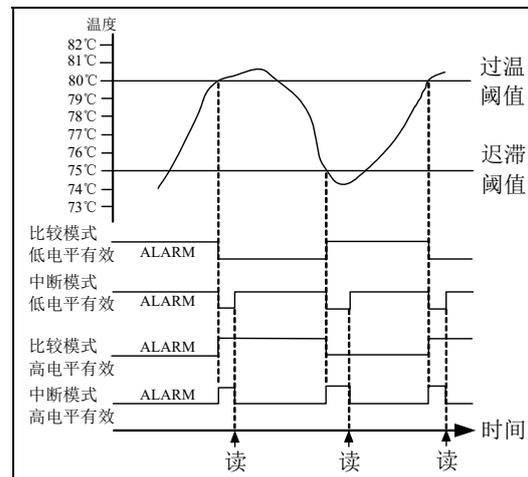


图 3. ALARM 温度响应输出

## 寄存器说明

SD5075 有六个寄存器：一个 8 位地址指针寄存器、四个数据寄存器（16 位温度结果寄存器、8 位配置寄存器、16 位迟滞阈值寄存器、16 位过温阈值寄存器）、一个 8 位单次测温寄存器。具体见表 3。

**地址指针寄存器:**

8 位地址指针寄存器只能写，不能读，该寄存器用于设置要读或者写的寄存器地址，具体见表 3。

表 3. 寄存器列表

| 地址指针寄存器 | 名称      | 复位值         |
|---------|---------|-------------|
| 00H     | 温度结果寄存器 | 0000H       |
| 01H     | 配置寄存器   | 00H         |
| 02H     | 迟滞阈值寄存器 | 4B00H (75℃) |
| 03H     | 过温阈值寄存器 | 5000H (80℃) |
| 04H     | 单次测温寄存器 | XXH         |

**地址指针寄存器:**

8 位地址指针寄存器用于设置要读或者写的寄存器地址。该寄存器只能写，不能读。上电后的值默认为 00H。

**温度结果寄存器 (00H):**

16 位温度结果寄存器用于存储芯片上温度传感器计算得到的温度结果，补码形式，最高位是符号位：“0”表示正温度；“1”表示负温度。该寄存器的高 12 位数据有用，低 4 位为无效位。温度结果寄存器只能读，不能写。

**配置寄存器 (01H):**

8 位配置寄存器是一个可读/写寄存器，具体每个位的介绍如表 4。

表 4. 寄存器列表

| bit | 配置功能           |
|-----|----------------|
| 7   | SMBus Alert 功能 |
| 6   | 保留             |
| 5   | 单次测温功能         |
| 4   | 过温事件发生次数       |
| 3   | 过温事件发生次数       |
| 2   | ALARM 输出极性     |
| 1   | 比较模式/中断模式      |
| 0   | 关断模式           |

Bit7: 只能用于中断模式，位值为“1”时，SMBus 的 alert 功能有效(见 **SMBus ALERT 输出段**)，ALARM 管脚可以作为 alert 输出使用；为“0”时，SMBus 的 alert 功能禁止，ALARM 管脚只能做报警输出用。

Bit6: 保留

Bit5: 为“1”时，芯片进入单次测温工作模式，写“1”后芯片立即进入待机状态。为“0”时，芯片进入连续测温工作模式。

Bit4-3: 选择过温事件发生次数(N)，防止误判过温。只有过温事件连续发生 N 次后才确认过温，具体关系见表 5。

表 5. Bit4-3 与过温次数关系

| bit4-3 | 过温次数(N) |
|--------|---------|
| 00     | 1       |
| 01     | 2       |
| 10     | 4       |
| 11     | 6       |

Bit2: 定义 ALARM 管脚输出极性。“1”事件发生时，输出高电平；“0”事件发生时，输出低电平。

Bit1: 定义过温的输出模式。“1”为中断模式；“0”为比较模式。

Bit0: 关断模式，设定“1”时，芯片进入关断模式，启动单次测温命令无效，工作电流小于 1uA。两线通信接口可以工作，其他电路关闭。

**迟滞阈值寄存器 (02H):**

16 位寄存器，低 4 位无效，可以读/写，用于设置过温报警恢复的下限温度，默认设置是 75℃。数据格式是补码形式，最高位是符号位：“0”表示正温度；“1”表示负温度。

**过温阈值寄存器 (03H):**

16 位寄存器，低 4 位无效，可以读/写，用于设置报警值的上限，默认设置是 80℃。数据格式是补码形式，最高位是符号位：“0”表示正温度；“1”表示负温度。

**单次测温寄存器 (04H):**

参考单次测温模式段。

## 两线通信口

SD5075 有一个两线通信接口，协议兼容 I<sup>2</sup>C/SMBus，作为一个从机，可以通过这个接口接受外部的控制，亦可以通过 Alert 功能向主机发出服务请求。图 10 为 SD5075 的一种单从机典型应用，ALARM 管脚、SDA 和 SCL 管脚都各需要一个上拉电阻。

SD5075 有一个 7 位的从机地址，高 4 位固定为 1001，低 3 位地址取决于管脚 A2-A0 的设置。表 6 是该芯片可以设置的地址。

表 6. A2-A0 设置和地址关系

| A2-A0 | 地址  |
|-------|-----|
| 000   | 48H |
| 001   | 49H |
| 010   | 4AH |
| 011   | 4BH |
| 100   | 4CH |
| 101   | 4DH |
| 110   | 4EH |
| 111   | 4FH |

如果 SDA 管脚拉低的时间维持 200ms 以上，SD5075 的两线接口会复位到空闲（开漏）状态，等待启动条件。

在一次操作中可以完成多个字节数据的读或者写，但不能在一次操作中既读又写。

## 写数据

写数据过程有两种：一种是为了读某个寄存器的值，需要先对地址指针寄存器写该寄存器的地址，见图 4；另外一种向某个寄存器写数据，见图 5 和图 6。图 5 是向 8 位寄存器写数据，图 6 是向 16 位寄存器写数据，第三帧数据后需要再多写入一个字节数据。

如果写入的字节数超出了寄存器的字节数，多余的字节会被自动忽略。如果要写不同地址的寄存器，需要重新发起一个写数据过程。

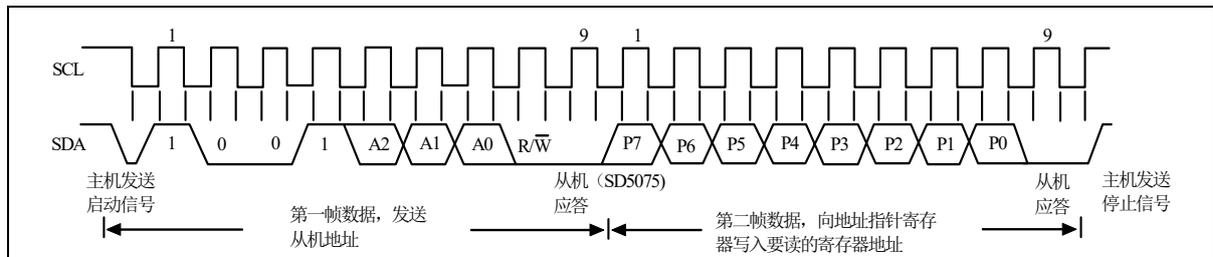


图 4. 写入地址指针寄存器以选择用于随后续操作的寄存器

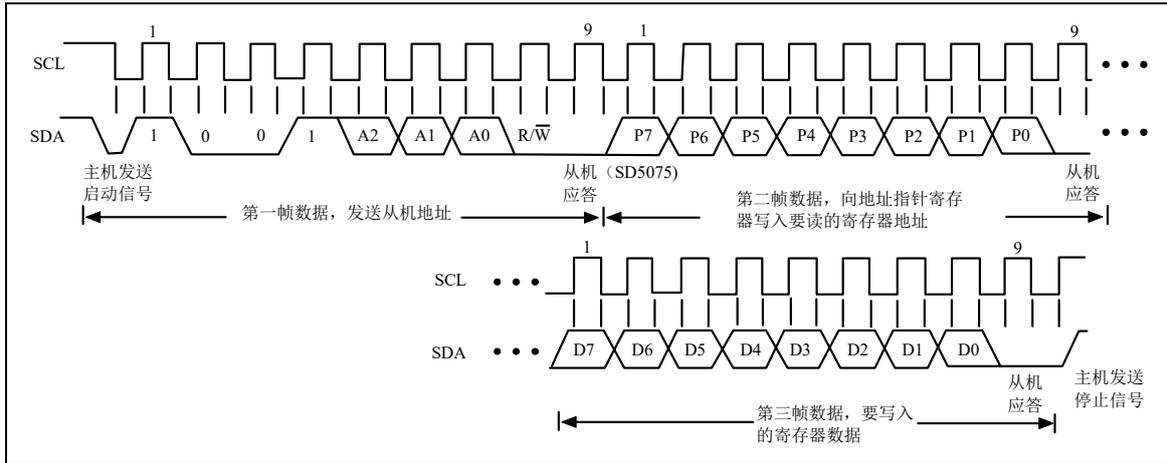


图 5. 写入地址指针寄存器, 然后将单字节数据写入 8 位寄存器

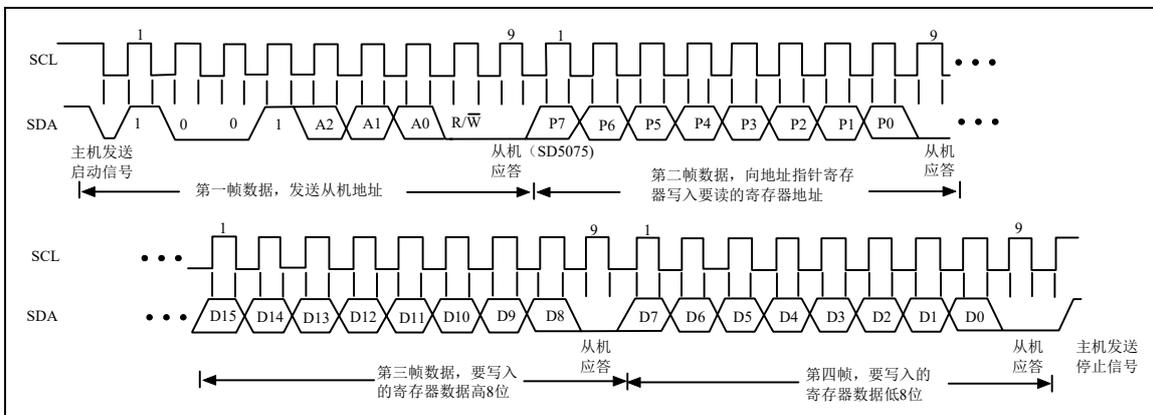


图 6. 写入地址指针寄存器, 然后将双字节数据写入 16 位寄存器

**读数据**

读数据过程包括读 8 位的配置寄存器，或者读 16 位的温度结果寄存器、过温阈值寄存器和迟滞阈值寄存器。对于某个固定地址寄存器，不论长度多少，都可以在一个读数据过程中完成。

如果读不同地址的寄存器则需要重新发起一个写寄存器地址过程。再读同一寄存器则不需要重发地址。

在读数据前需要先向地址指针寄存器写要读的寄存器地址。图 7 是读配置寄存器的过程；图 8 是读 16 位寄存器的过程。

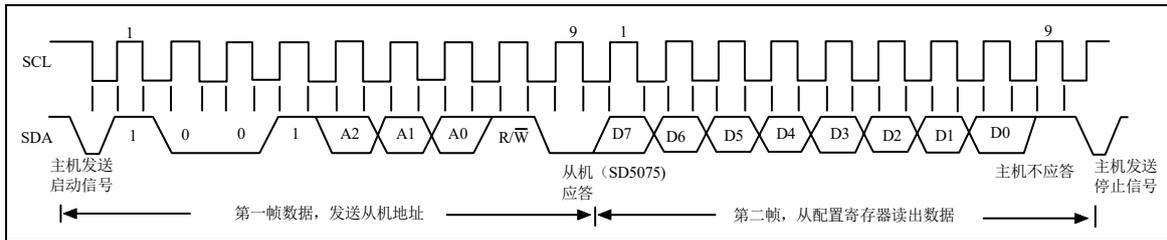


图 7. 从配置寄存器读回数据

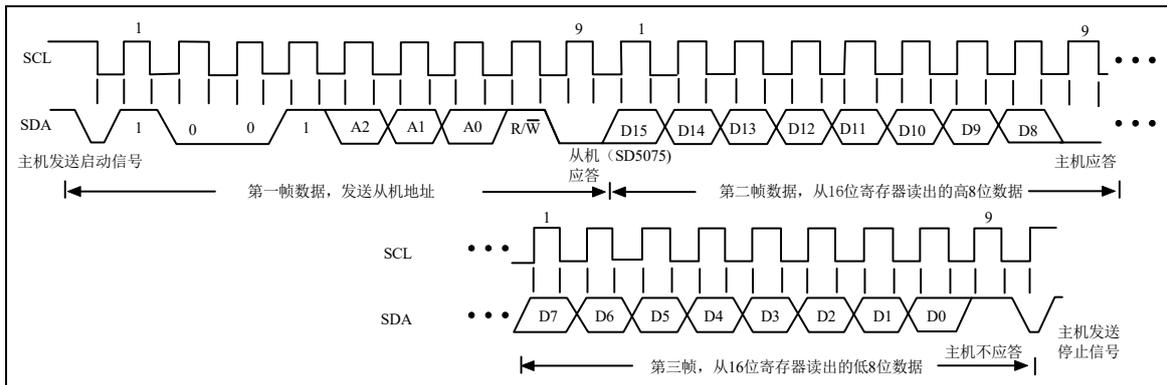


图 8. 从一个 16 位寄存器读回数据

## SMBus ALERT 输出

如果配置寄存器的 bit7 设置为“1”，ALARM 管脚也可以作为 SMBus alert 管脚输出，这个时候配置寄存器的 bit1 也必须设置为“1”来选择中断模式，bit2 设置为“1”来选择输出极性为低电平，这样 ALARM 管脚做 SMBus alert 使用时，可以将最多 8 个芯片的管脚线“与”在一起。

SMBus alert 功能允许从机向主机发出呼叫，当主机检测到低电平时，向从机发送报警响应地址（ARA）信号，见图 9，具体响应过程如下：

1. SMBus alert 管脚被某个从机拉低；
2. 主机发起一个读操作，发送报警响应地址

（ARA=0001100）和读信号；

3. 拉低 SMBus alert 管脚的从机做出响应（ACK），主机读到该从机的地址。因为从机地址只有 7 位（一个字节的低七位），最低一位（bit0）被用作过温标志。如果该位为“1”，表示测量温度值高于过温阈值寄存器，否则表示测量温度值低于迟滞阈值寄存器；
4. 如果超过一个从机将 SMBus alert 管脚拉低，地址最小的从机优先响应。

SD5075 在响应 SMBus alert 后，会将管脚复位（成开漏），如果 SMBus alert 还是拉低，则说明还有其他从机等待响应，主机会继续发送 ARA,直到所有从机得到响应为止。

|                     |                          |               |            |                   |                    |
|---------------------|--------------------------|---------------|------------|-------------------|--------------------|
| 主机发送启动信号<br>(START) | 主机发送报警响应地址+读<br>(ARA+RD) | 从机应答<br>(ACK) | 从机发出<br>地址 | 主机不应答<br>(NO ACK) | 主机发出停止信号<br>(STOP) |
|---------------------|--------------------------|---------------|------------|-------------------|--------------------|

图 9. SD5075 响应 SMBus alert

### 自热效应

SD5075 温度测量的准确性会受到自身功耗和芯片封装热阻的影响，虽然 SD5075 自身功耗很小(3V 工作电压下典型值为 0.51mW)，但仍会带来一定的温升。

连续测温模式下，温度变化值为：

$$\Delta T = 0.51mW \times 240^{\circ}C/W = 0.123^{\circ}C$$

单次测温模式下，以 1 秒钟测温一次为例，温度变化值为：

$$\Delta T = 60uW \times 240^{\circ}C/W = 0.015^{\circ}C$$

### 典型应用图

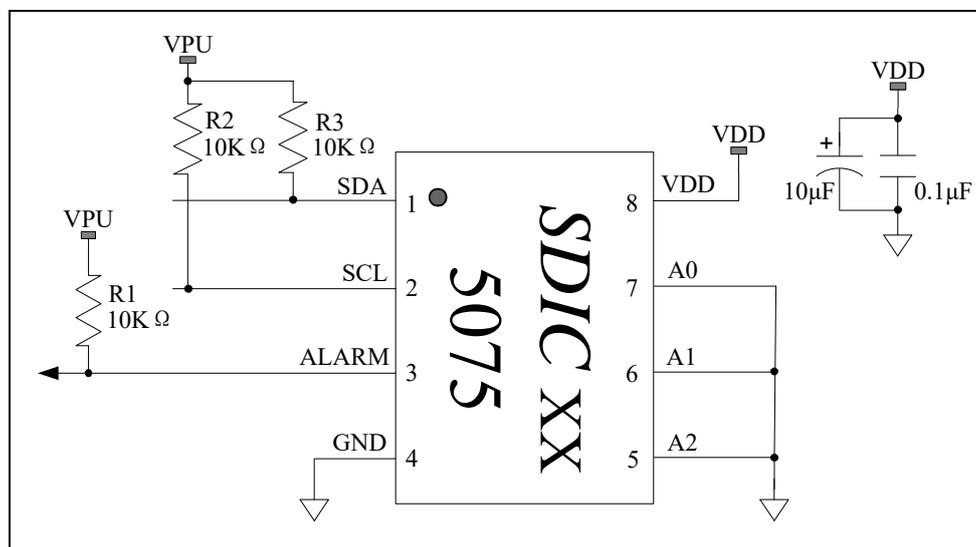


图 10. 典型应用图

### 温度校准

SD5075 出厂前已经校正，用户无须再校准。

### 应用注意事项

SD5075测量的是芯片内部温度，因此用来测量热源时，需要将芯片尽量靠近热源，减少芯片和热源之间的热阻。

## 电气特性

表 7. 最大极限值

| 标识        | 参数      | 最小值  | 最大值                    | 单位 |
|-----------|---------|------|------------------------|----|
| TA        | 工作温度    | -55  | +125                   | °C |
| TS        | 储存温度    | -65  | +150                   | °C |
| VDD       | 供电电压    | -0.3 | +7.0                   | V  |
| VIN, VOUT | 直流输入、输出 | -0.3 | VDD+0.3                | V  |
| TL        | 回流焊温度曲线 |      | 参考 IPC/JEDECJ-STD-020C |    |
| Ioutmax   | 最大输出电流  |      | 10                     | mA |
| ESD       | 人体模型    | 2000 |                        | V  |

注意:

1. CMOS 器件易被高能静电损坏，芯片必须储存在导电泡沫，注意避免工作电压超出范围。
2. 在插拔芯片前请关闭电源

表 8. 电气参数 (VDD=3.0V ~ 5.0V, T<sub>A</sub>=25°C。黑体部分适用于 T<sub>A</sub>=-55°C ~ +125°C。)

| 标识                | 参数名称        | 最小值 | 典型值    | 最大值        | 单位   | 条件                                |
|-------------------|-------------|-----|--------|------------|------|-----------------------------------|
| VDD               | 工作电压        | 2.7 | 3.0    | 5.5        | V    |                                   |
| TA                | 工作温度        | -55 |        | +125       | °C   |                                   |
| LSB               | 温度分辨率       | --  | 0.0625 | --         | °C   | 12 位数字温度输出                        |
| T <sub>err</sub>  | 温度准确度       | --  | ±0.5   | ±0.8       | °C   | -40°C ~ +100°C,<br>VDD=2.7 ~ 5.5V |
|                   |             | --  | ±1.0   | ±1.5       |      | -55°C ~ +125°C,<br>VDD=2.7 ~ 5.5V |
| I <sub>vdd1</sub> | 工作电流        | --  | 170    | --         | uA   | 系统连续测温，通信停止                       |
| I <sub>vdd2</sub> |             | --  | 15     | --         |      | 测温 1 次/秒，平均功耗                     |
| I <sub>vdd3</sub> |             | --  | 160    | --         |      | 仅 I <sup>2</sup> C 通信功耗 (400KHz)  |
| I <sub>vdd4</sub> |             | --  | --     | <b>1</b>   |      | 关断模式                              |
| T <sub>conv</sub> | 测温周期        | --  | 85     | <b>160</b> | ms   |                                   |
| T <sub>rst</sub>  | 通信口复位时间     | --  | 200    |            | ms   | SDA 拉低                            |
| PSRR              | 电源抑制比       |     | 0.1    |            | °C/V | VDD=2.7V ~ 5.5V (注 1)             |
| ALARM 开漏驱动能力      |             |     |        |            |      |                                   |
| I <sub>sink</sub> | 低电平 sink 电流 | 4   | --     | --         | mA   | V <sub>OL</sub> =0.3V             |
| I <sub>leak</sub> | 高电平泄漏电流     | --  | --     | <b>1</b>   | uA   | V <sub>OH</sub> =VDD              |

注 1: PSRR 参数值以 VDD=3.0V 时的测温值为基准温度计算得到，因为该芯片出厂前在 VDD=3.0V 下进行温度校准的。

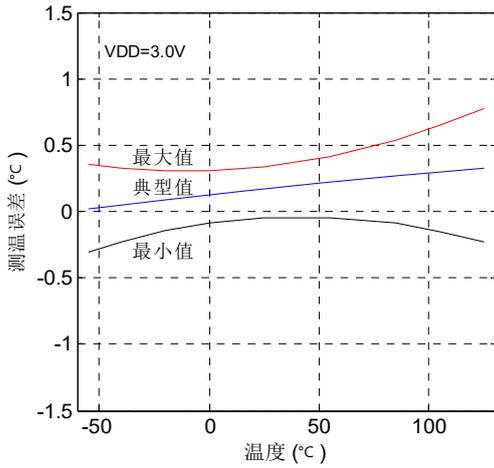


图 11. 测温误差 (3.0V)

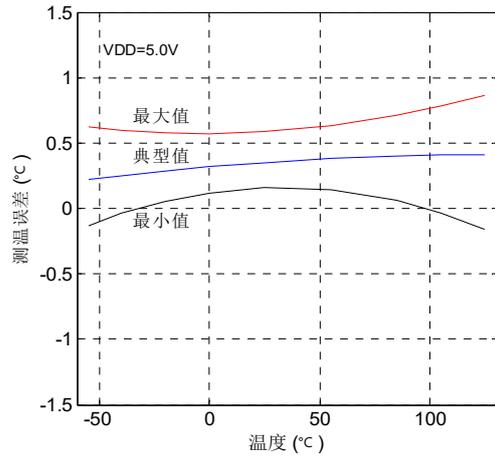


图 12. 测温误差 (5.0V)

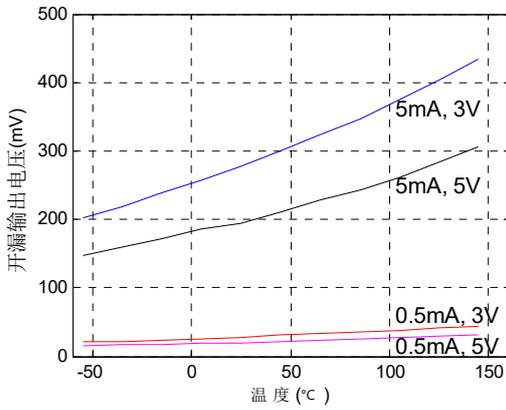


图 13. 典型开漏电压曲线

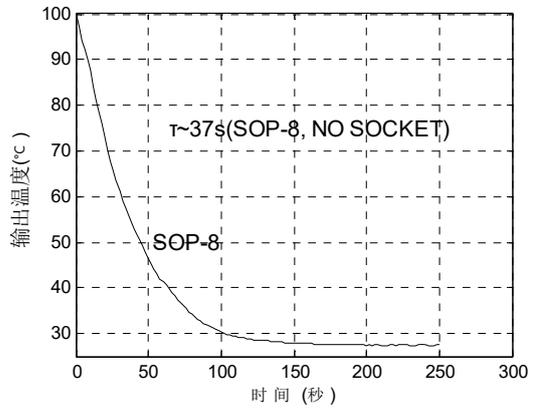


图 14. 温度响应时间

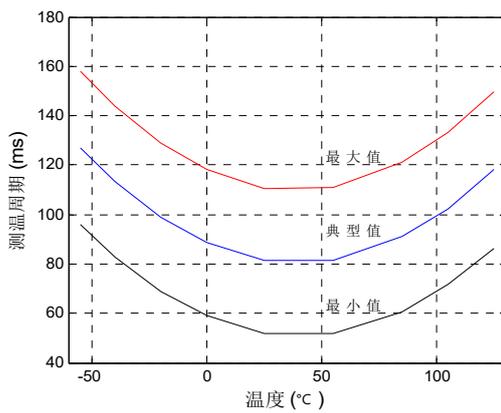


图 15. 测温周期

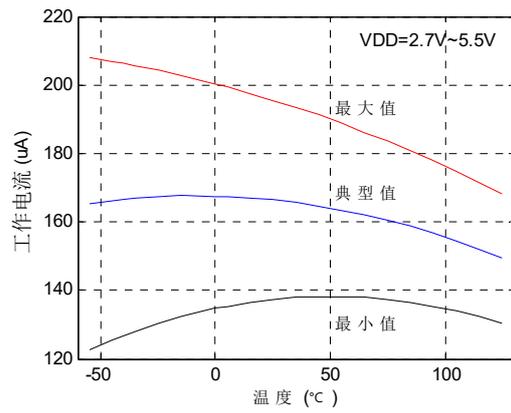


图 16. 测温工作电流

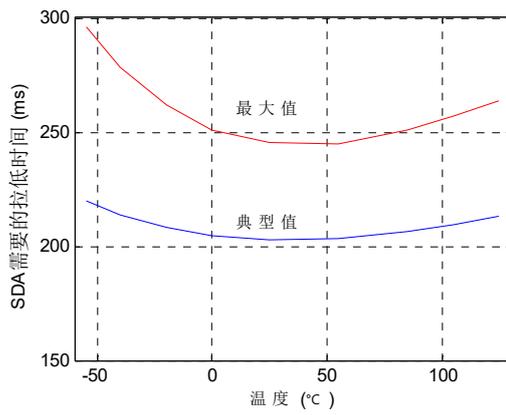


图 17. SDA 拉低复位需要时间

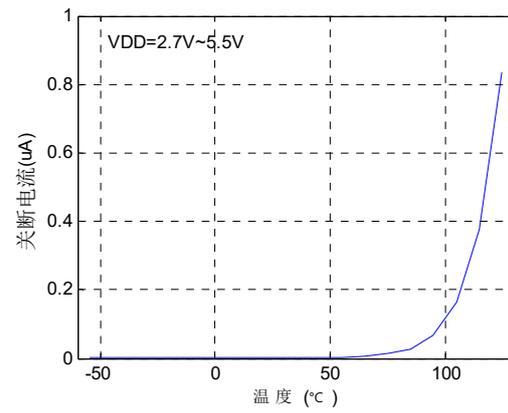
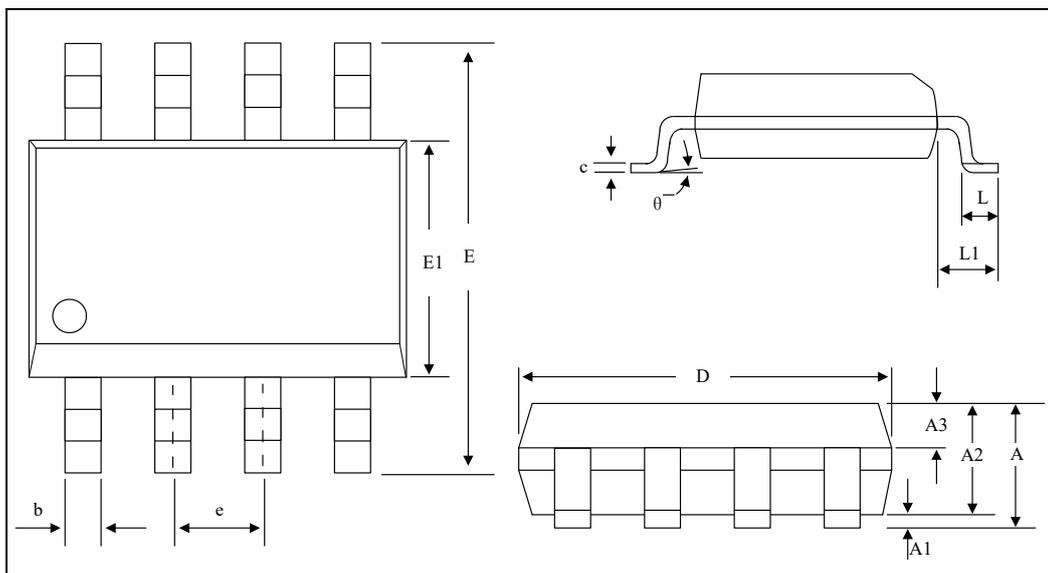


图 18. 关断模式下 VDD 电流

## 封装规格



Dimensions: mm

| Symbol   | Min.    | Nom. | Max. |
|----------|---------|------|------|
| A        | 1.35    | —    | 1.80 |
| A1       | 0.10    | —    | 0.25 |
| A2       | 1.25    | 1.40 | 1.55 |
| A3       | 0.60    | 0.65 | 0.70 |
| D        | 4.78    | 4.90 | 5.00 |
| E        | 5.80    | 6.00 | 6.30 |
| E1       | 3.80    | 3.90 | 4.00 |
| L        | 0.40    | —    | 1.27 |
| L1       | 1.05BSC |      |      |
| b        | 0.33    | —    | 0.51 |
| c        | 0.19    | —    | 0.25 |
| e        | 1.27BSC |      |      |
| $\theta$ | 0°      | —    | 8°   |

图 19. SOP8 封装外形图