

## 特点

- PWM 输出为开漏端口
- PWM 输出模式：固定周期，占空比随温度变化
- 在-40℃ ~ +100℃ 范围内最大误差±1.5℃
- 在-55℃ ~ +125℃ 范围内最大误差±2.0℃
- 3V 工作电压下的电流典型值 170uA
- 工作电压范围 2.7V ~ 5.5V
- SOP8 或 TO-92 封装，管脚兼容 TMP03

## 描述

SD5003 是一款高精度温度传感器芯片，数字 PWM 输出，内部温度传感器将温度转换为电压信号，再经 ADC 转换为数字信号，并调制为 PWM 波形输出。SD5003 具有很高

的测温精度，在-40℃ ~ +100℃ 范围内典型误差小于±0.8℃，在-55℃ ~ +125℃ 范围内典型误差小于±1.0℃。DOUT 为开漏输出，方便在多电压系统中使用。

## 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

封装形式	订货名称
TO-92	SD5003A
SOP8	SD5003B

## 管脚图和管脚描述

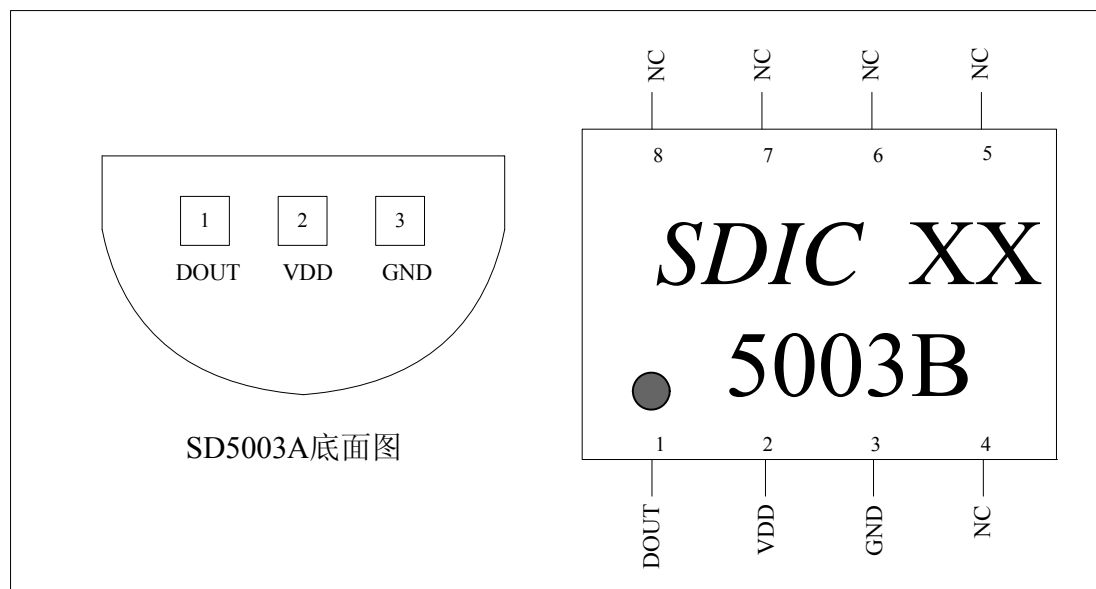


图 1. TO-92 和 SOP8 管脚图

表 1. 管脚描述

序号	管脚名称	属性	管脚描述
1	DOUT	数字输出	PWM 输出, 其占空比与测温值成线性关系
2	VDD	电源	电源
3	GND	地	地
4 - 8	NC	--	悬空

## 功能描述

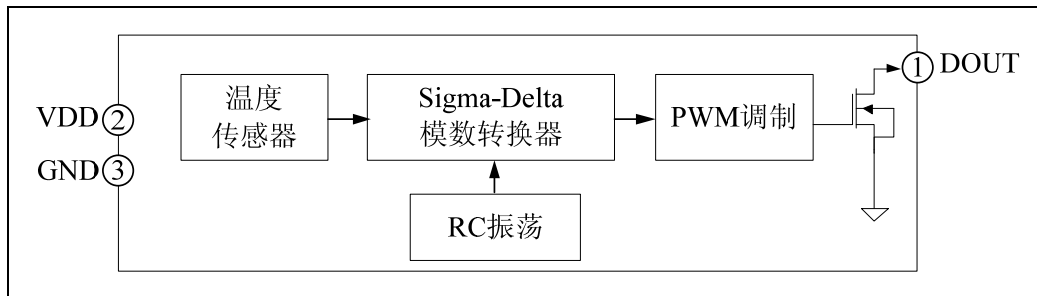


图 2. 功能框图

图 2 是 SD5003 的功能框图。SD5003 是一个 PWM 单线输出的数字温度传感器, 在  $-55^{\circ}\text{C}$  ~  $+125^{\circ}\text{C}$  范围内提供很高的准确度, 最大测温误差小于  $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 。芯片内部的温度传感器输出一个随温度变化的电压信号, 经 ADC 转换为数字信号, 然后做 PWM 转换, 最终以 PWM 的脉冲形式输出。

### PWM 输出

SD5003 的温度输出为 PWM 信号, 输出周期不变, 其高低电平时间则随着温度变化。PWM 输出的波形如图 3。

周期  $T$  固定在 50ms 左右, 高电平时间  $T1$  随温度下降而缩短。利用  $T$  和  $T1$  的比值可求得温度, 片内 RC 振荡频率变化不影响测温值。

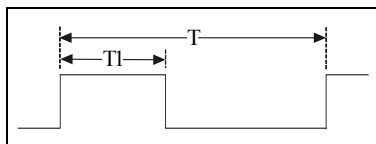


图 3. PWM 波形图

摄氏温度的计算公式如下:

$$Temp(^{\circ}\text{C}) = 235 - \frac{80 \times T}{T1}$$

华氏温度的计算公式如下:

$$Temp(^{\circ}\text{F}) = 455 - \frac{144 \times T}{T1}$$

### PWM 输出的精度计算

设  $Temp$  为摄氏温度, 根据公式:

$$T1 = (T \times 80) / (235 - Temp)$$

可以计算出当温度为  $125^{\circ}\text{C}$ ,  $T1$  的值为 36ms。如果采用 16 位计数器进行计数, 则外部计数时钟频率最大为:

$$F_{\max} = 65536 / 0.036 \approx 1.82\text{MHz}$$

按照 16 位计数器, 计数时钟频率  $Freq=1\text{MHz}$ , 根据量化误差计算公式:

$$T_{err} = 80 \times \left( \frac{Count}{Count1} - \frac{Count-1}{Count1+1} \right)$$

其中:  $Count = T \times Freq$

$$Count1 = T1(\text{当前温度}) \times Freq$$

芯片输出的 PWM 波形温度分辨率随温度变化而改变。在  $-55^{\circ}\text{C}$  时是  $0.027^{\circ}\text{C}$ , 在  $125^{\circ}\text{C}$  时是  $0.005^{\circ}\text{C}$ 。温度越高, 分辨率越好。

外部计数时钟频率越高, 用户得到的温度值精度就越高。表 2 列举几个不同计数时钟频率下的量化误差 (温度  $= -55^{\circ}\text{C}$ ):

表 2. 量化误差与计数时钟频率的关系

计数器频率 Freq (kHz)	计数器位数 (Bit)	最大量化误差 $T_{err}$ (°C)
1000	16	0.027
512	15	0.052
256	14	0.10
128	13	0.21

建议：计数时钟频率不低于 128KHz，计数器位数不小于 13 位。

### 自热效应

SD5003 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 SD5003 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。

对应 SD5003A，温度变化值为：  
 $\Delta T \approx 0.51mW \times 162^{\circ}C/W = 0.08^{\circ}C$

对应 SD5003B，温度变化值为：  
 $\Delta T \approx 0.51mW \times 240^{\circ}C/W = 0.12^{\circ}C$

### 温度校准

SD5003 出厂前已经准确校正，用户无须再校准。

### 输出管脚描述

SD5003 的 PWM 输出管脚 DOUT 为开漏端口，通过外接上拉电阻，可产生其他高电平的信号，方便接入其他电路系统中。

### 应用注意事项

因为 SD5003 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。

### 典型应用图

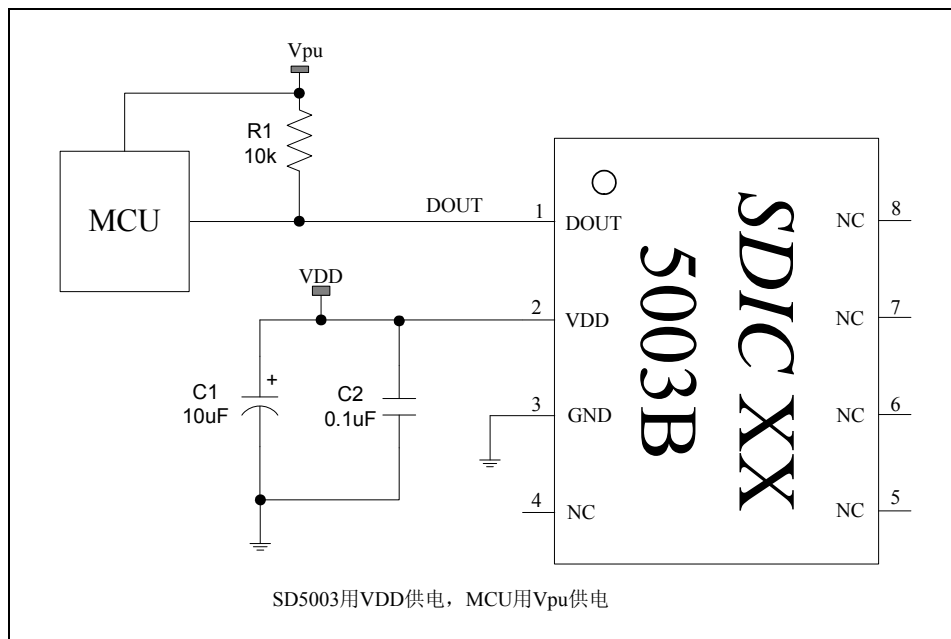


图 4. 典型应用图

## 电气特性

表 3. 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	
Iout <sub>max</sub>	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 4. 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	
T	PWM 周期	--	50	--	ms	
T <sub>err</sub>	温度准确度	--	±0.8	±1.5	°C	-40°C ~ +100°C, VDD=2.7 ~ 5.5V
		--	±1.0	±2.0	°C	-55°C ~ +125°C, VDD=2.7 ~ 5.5V
I <sub>vdd</sub>	工作电流	--	170	--	uA	
T <sub>conv</sub>	测温周期	65	85	110	ms	
PSRR	电源抑制比	--	0.1	--	°C/V	VDD=2.7V ~ 5.5V (注 1)
DOUT 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	--	--	1	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。

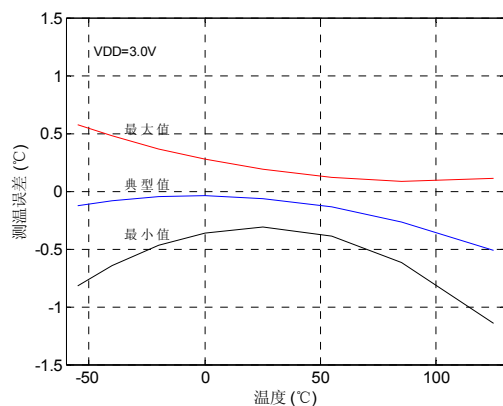


图 5. 测温误差曲线 (3.0V)

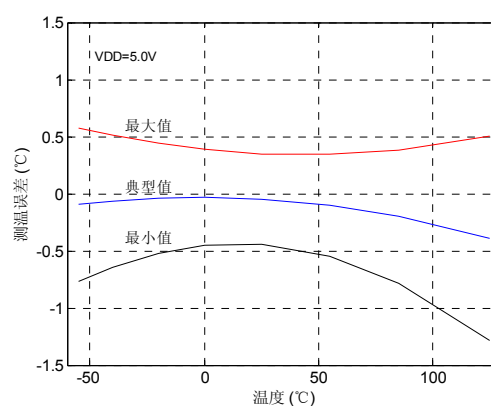


图 6. 测温误差曲线 (5.0V)

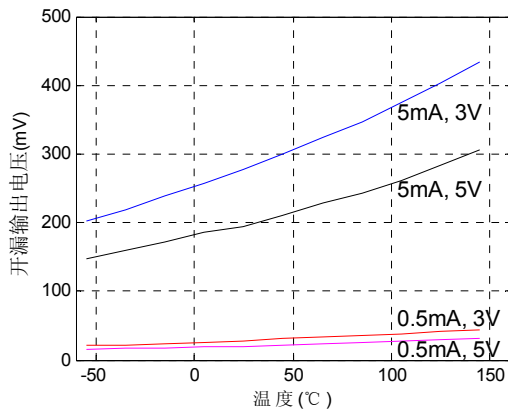


图 7. 典型开漏电压曲线

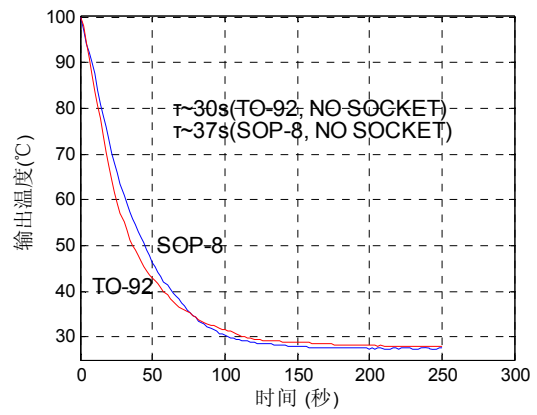


图 8. 温度响应时间

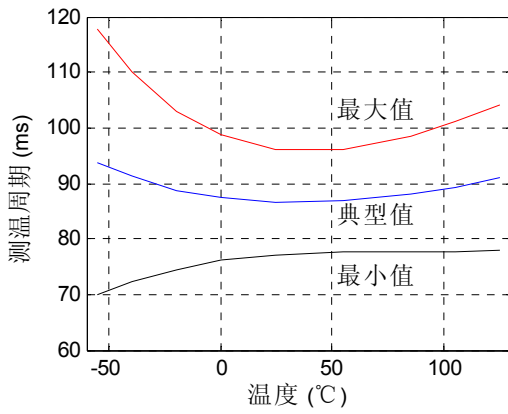


图 9. 测温周期

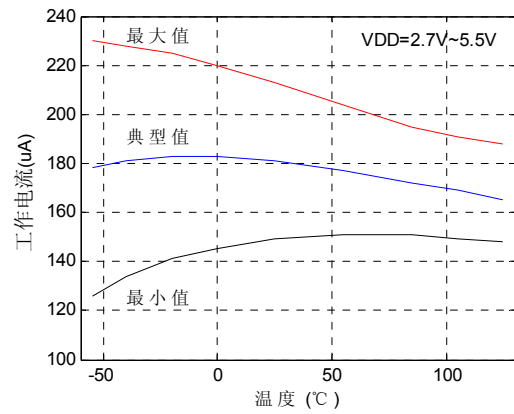


图 10. 芯片工作电流

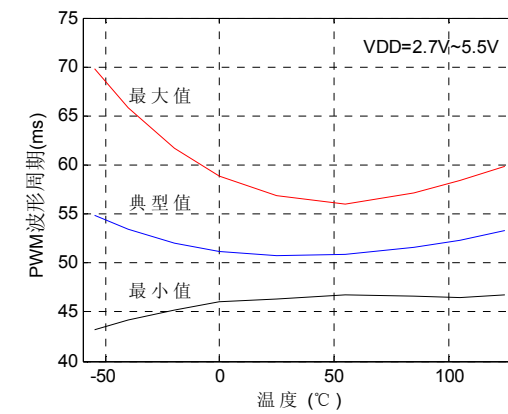


图 11. PWM 波形周期

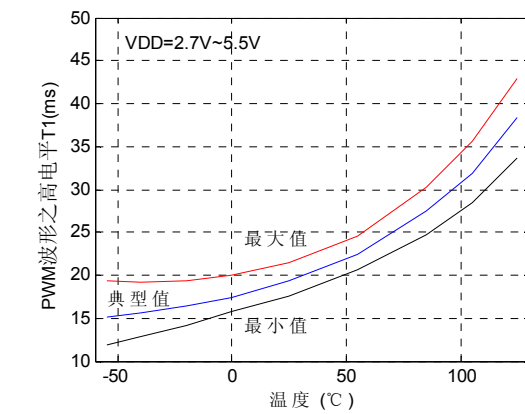
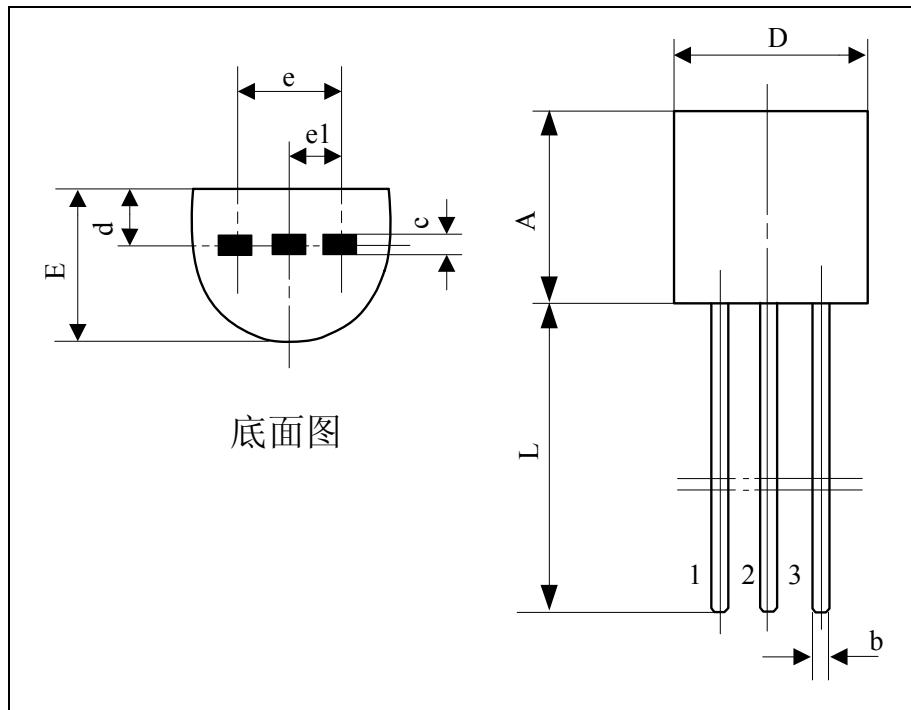


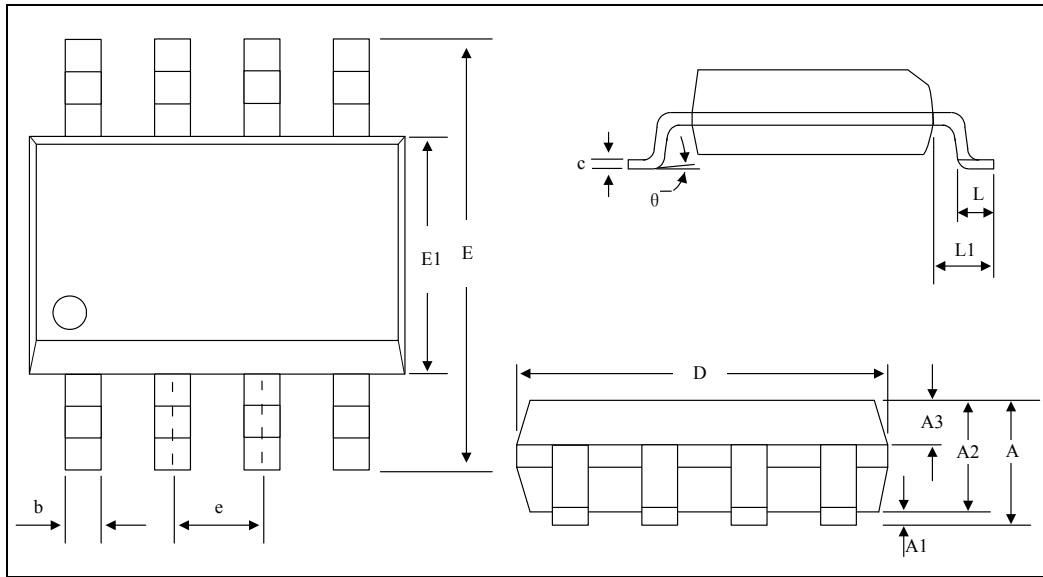
图 12. PWM 之高电平时间

**封装规格**


*Dimensions: mm*

Symbol	Min.	Nom.	Max.
A	4.3	—	5.3
b	0.3	—	—
c	0.3	—	—
$\varphi D$	4.3	—	5.2
D	—	—	—
d	1.0	—	1.7
E	3.2	—	4.2
e	—	2.54	—
e1	—	1.27	—
L	12.7	—	—

图 13. TO-92 封装外形图



*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 14. SOP8 封装外形图