

SPC11X8/SPD11X8 温度传感器使用指南

2019 年 7 月 – 版本 1

目录

1	温度传感器简介	5
2	温度测量	6
2.1	温度计算函数	6
2.2	温度计算公式	6
2.3	温度传感器动态元件匹配 (DEM)	6
2.4	用 PGA 提高 ADC 温度检测分辨率	7
2.5	消除 PGA 失调	7
3	修订记录	8

表格列表

表 2-1: 温度计算函数列表.....	6
表 3-1: 文档修订记录	8

图片列表

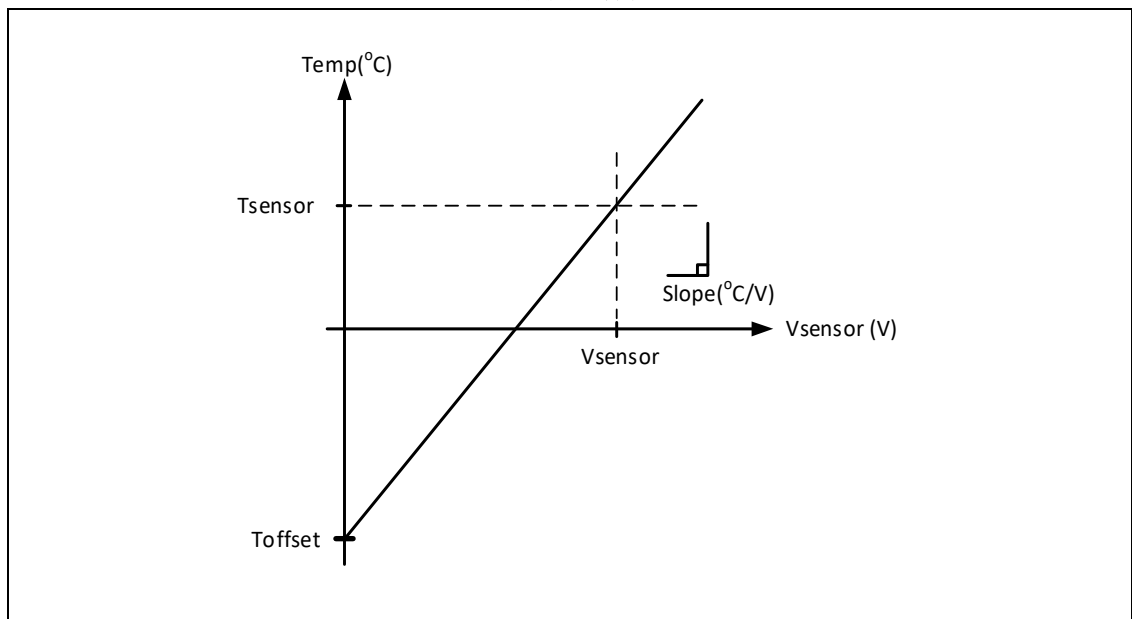
图 1-1: 仿真器件信号流图.....	5
图 2-1: 用 PGA 增加温度传感器测量分辨率.....	7

1 温度传感器简介

SPC11X8/SPD11X8 内部集成了温度传感器，其输出为电压信号，经由 14-bit ADC 量化为数字码，根据温度转化曲线可以到。其具有如下特性：

- 温度检测范围-40°C~125°C
- 温度检测分辨率为 $\pm 1.9^\circ\text{C}/\text{LSB}$
- 温度检测偏差典型值为，最大值为 $\pm 6^\circ\text{C}$ 。

图 1-1: 仿真器件信号流图



2 温度测量

2.1 温度计算函数

表 2-1: 温度计算函数列表

函数名	功能及说明
int32_t ADC_CalculateTemperature(ADC_SocEnum eSOC)	此函数能消除温度传感器内部元件失调造成的误差，但没有采用 PGA 提高 ADC 精度，所以精确度不高 eSOC: ADC SOC 通道
int32_t ADC_CalculatePreciseTemperature(ADC_SocEnum eSOC)	此函数采用了 PGA 以提高 ADC 采样精度，且消除了 PGA 失调造成的误差，此函数计算出来的温度数值具有较高的精确度 eSOC: ADC SOC 通道

2.2 温度计算公式

SPC11X8/SPD11X8 的计算公式如下：

$$\text{Temp} = \text{Slope} * V_{\text{sens}} + T_{\text{offset}} \quad (2-1)$$

其中，斜率 $\text{Slope} = 4238.97^{\circ}\text{C}/\text{V}$ ，失调 $T_{\text{offset}} = -283.36^{\circ}\text{C}$ 。

由于温度传感器的输出电压会用 ADC 进行转换，所以实际上，需要根据 ADC 的数字输出码推算温度。在这种情况下，考虑到计算精度，则 SPC2168 温度传感器的计算公式如下：

$$\text{Temp} = (T_{\text{SLOPE}} \times D_{\text{VSENS}} * \text{LSB}/65536 - T_{\text{OFFSET}} * 512)/65536 \quad (2-2)$$

其中， D_{VSENS} 为 ADC 的数字输出码， T_{SLOPE} 为 277805，LSB 为 29257， T_{OFFSET} 为 36270。

例如，在室温 25°C 下，温度传感器的输出电压为 72.7mV，则数字输出码为 162。由公式 (2-1) 计算出的温度为 24.8°C ，由公式 (2-2) 计算出的温度为 23.21°C 。由于 ADC 一个码值对应的温度为 1.9°C ，所以用公式 (2-2) 计算出来的结果相对于理想值最大会有 1.9°C 的偏差。

2.3 温度传感器动态元件匹配 (DEM)

SPC11X8/SPD11X8 的温度传感器内部电路的元件失配会影响温度传感器的输出电压，进而影响曲线的精准度。为了改善这个问题，测量温度时，我们可以采用多次测量，每次测量时动态切换其内部元件的分配方式，再将这多次测量的结果取平均，以减小元件失配带来的影响。Spintrol 提供的 ADC_CalculateTemperature () 函数实现了此功能，用户可以直接使用。

2.4 用 PGA 提高 ADC 温度检测分辨率

可以通过用 PGA 放大温度传感器的电压输出，以此来提高 ADC 的测量精度。由于 T_{sensor} 电压输出 V_{SENSE1} 和 V_{SENSE0} 的绝对值在 0.7V 附近，他们的差值在 -40°C~125°C 范围内为 57mV~96mV。所以考虑 PGA 工作在差分模式，增益选择 8X。这样 ADC 测量分辨率可以提高到 ±0.24°C/LSB。

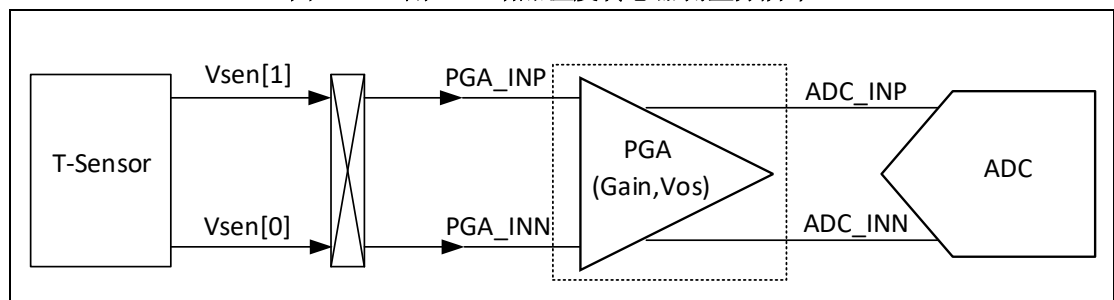
$$\text{Temp} = (T_{\text{SLOPE}} \times D_{\text{PGA_OUT}} \times \text{LSB}/65536/\text{PGA_GAIN} - T_{\text{OFFSET}} \times 512)/65536 \quad (2-3)$$

以上一个实例来说，在室温 25°C 下，温度传感器的输出电压为 72.7mV，PGA 的电压输出为 581.6mV，则数字输出码为 1302。由公式 (2-3) 计算出来的温度为 24.63°C，和理想情况的误差小于 0.5°C。

2.5 消除 PGA 失调

PGA 存在失调误差，这个误差会随着温度而变。我们可以通过 T_{sensor} 的 CHOP 功能消除这个误差。如下图所示，需要测量两次，第二次和第一次的不同之处在于 T_{sensor} 输出交换了位置。

图 2-1: 用 PGA 增加温度传感器测量分辨率



假设 PGA 的增益为 Gain，失调为 Vos。T_{sensor} 的输出为 Vsen[1] 和 Vsen[0]。则，对于第一次测量，PGA 的输出为

$$V_{\text{out1}} = \text{Gain} \times (V_{\text{sen[1]}} - V_{\text{sen[0]}} + V_{\text{os}})$$

对于第二次测量，PGA 的输出为

$$V_{\text{out2}} = \text{Gain} \times (V_{\text{sen[0]}} - V_{\text{sen[1]}} + V_{\text{os}})$$

将两次 PGA 的输出结果相减并除以 2，可以得到

$$\Delta V = \frac{V_{\text{out1}} - V_{\text{out2}}}{2} = \text{Gain} \times (V_{\text{sen[1]}} - V_{\text{sen[0]}})$$

因此 PGA 的 offset 就被消除了，这样只剩下 PGA 的增益误差，这个增益误差很小 (<1%)，在 150°C 时，只会贡献 4.3°C 的误差。如果希望更加精准，可以通过 PGA 的校准函数，将这个增益误差消除。Spintrol 提供的 ADC_CalculatePreciseTemperature() 函数实现了此功能，用户可以直接使用。

3 修订记录

表 3-1: 文档修订记录

日期	版本	修改内容
2019-07-25	1	初始版本