SLHT7 混凝土温湿度传感器

SLHT7



_ 相对湿度和温度测量
_ 兼有露点
_ 全部校准，数字输出，
_ 卓越的长期稳定性
_ 防水封装，可用于土壤测量
_ 超低能耗

SLHT7 产品概述

SLHT7（包括 SLHT7-1、SLHT7-2、SLHT7-3、SLHT7-4、SLHT7-5）是混凝土温湿度传感器。传感器把传感元件和信号处理集成起来，输出全标定的数字信号。传感器采用专利的 CMOSens® (http://www.CMOSens.cn/)技术，确保产品具有极高的可靠性与卓越的长期稳定性。传感器包括一个电容性聚合体测湿敏感元件、一个用能隙材料制成的测温元件，并在同一芯片上，与 14 位的 A/D 转换器以及串行接口电路实现无缝连接。因此，该产品具有品质卓越、超快响应、抗干扰能力强、极高的性价比等优点。每个传感器芯片都在极为精确的湿度腔室中进行标定，校准系数以程序形式储存在 OTP 内存中，在标定的过程中使用。传感器在检测信号的处理过程中要调用这些校准系数。两线制的串行接口与内部的电压调整，使外围系统集成变得快速而简单。微小的体积极低的功耗，使 SLHT7 成为各类应用的首选。

SLHT7 提供 4 脚引线封装，体积小，传感器部分最大外径仅为 11.5，高密度防尘，是混凝土湿度检测的最佳传感器。

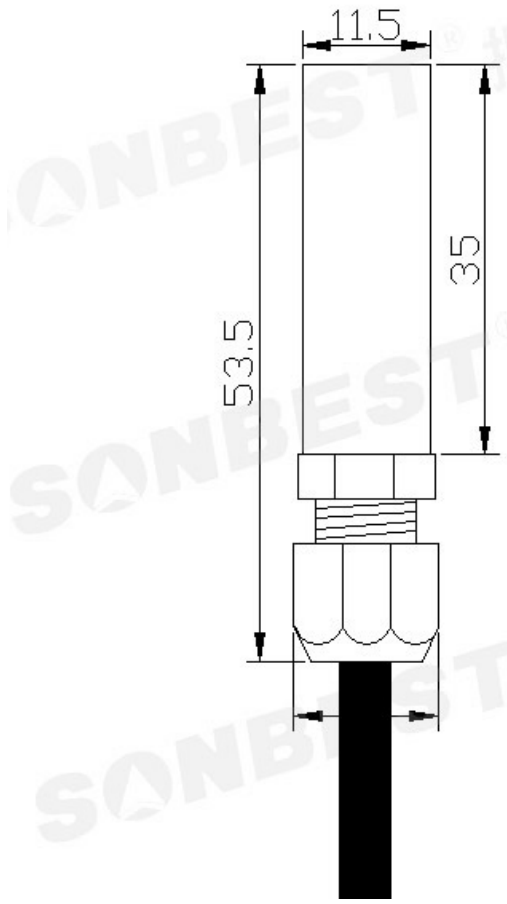
接口说明

标识	引线	Name	Comment
S	黄色	SCK	时钟信号
+	红色	VDD	电源
-	黑色或绿色	GND	地
D	蓝色	DATA	数据输出

技术参数

参数	SLHT7-1	SLHT7-2	SLHT7-3	SLHT7-4	SLHT7-5
供电电压	2.4-5.5V				
测温范围	-40 +123.8℃				
测温精度	±0.5℃	±0.4℃	±0.3℃	±0.4℃	±0.3℃
测湿范围	0-100%RH				
测湿精度	±4.5%	±3%	±2%	±3%	±1.8%RH
功耗	80μW(12 位测量，1 次/s)；				

传感器外形尺寸



使用说明及注意事项

本产品用于混凝土湿度检测时，需注意以下事项：

1. 不要请传感器长期浸水。本产品可以用以测量混凝土内部湿度，建议在混凝土半凝固时放入或用预埋管的方式测量。
2. 内部瑞士进口传感器对化学物质较敏感，较强酸性或碱性化学成份与其直接接触都会缩短其使用寿命。
3. 接线时请认真核对颜色，红色与绿色线芯为电源正与负，不可接反，接反后则会造成传感器永久性损坏。
4. 传感器内部电路板部分已涂了防水胶，因电缆较细，建议实际使用时加防护措施，比如穿防护管。

5．因为数字式通讯，使用时引线长度尽量不超过 50 米。若自行设计上位机时，请尽量根据规格书设计产品驱动，当长距离无法通讯时，建议联系厂家，购买成品模块或相关产品。

SLHT 系列传感器性能说明

相对湿度

参数	条件	Min.	Typ.	Max.	单位
分辨率 [1]		0.4	0.05	0.05	%RH
		8	12	12	Bit
精度 SLHTX-1	典型值		±4.5		%RH
	最大值		见图 2		
精度 SLHTX-2	典型值		±3.0		%RH
	最大值		见图 2		
精度 SLHTX-3	典型值		±2.0		%RH
	最大值		见图 2		
精度 SLHTX-4	典型值		±3.0		%RH
	最大值		见图 2		
精度 SLHTX-5	典型值		±1.8		%RH
	最大值		见图 2		
重复性			±0.1		%RH
互换性			可完全互换		
迟滞			±1		%RH
非线性度	原始数据		±3		%RH
	线性化		<<1		%RH
响应时间 [3]	tau (63%)		8		S
量程范围		0		100	%RH
长期稳定性 [4]	典型值		< 0.5		%RH/yr

温度

参数	条件	Min.	Typ.	Max.	单位
分辨率 [1]		0.04	0.01	0.01	℃
		12	14	14	Bit
精度 [2] SLHTX-1	典型值		±0.5		℃
	最大值		见图 3		
精度 [2] SLHTX-2	典型值		±0.4		℃
	最大值		见图 3		
精度 [2] SLHTX-3	典型值		±0.3		℃
	最大值		见图 3		
精度 [2] SLHTX-4	典型值		±0.4		℃
	最大值		见图 3		
精度 [2] SLHTX-5	典型值		±0.3		℃
	最大值		见图 3		
重复性			±0.1		℃
互换性			可完全互换		
量程范围		-40		123.8	℃
		-40		254.9	°F
响应时间 [6]	tau 63%	5		30	s
长期稳定性			<0.04		℃/yr

注：XX为外形代码，不同的应用场合可选用不同的外形

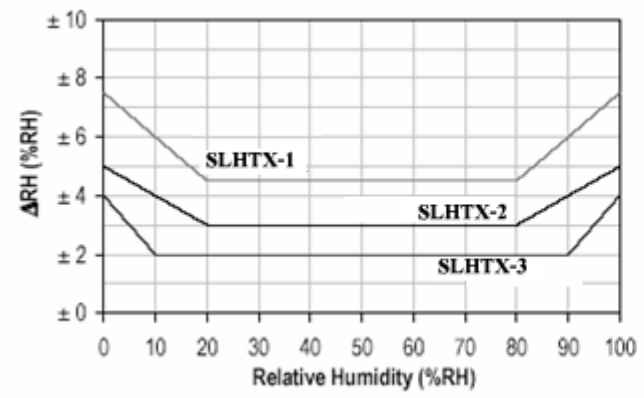


图 **2** 25℃时传感器的最大相对湿度误差

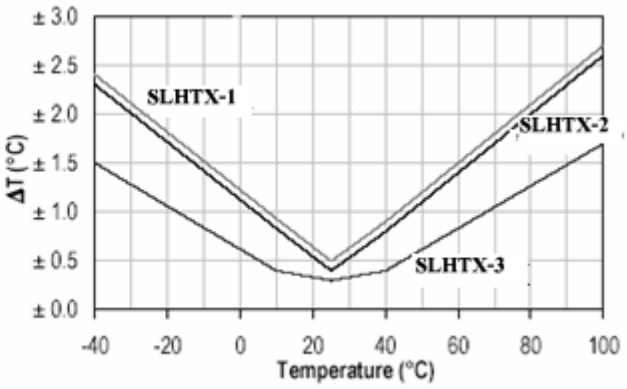


图3 最大温度误差

电气特性

参数条件	min	typ	max	单位	参数条件
供电电压	2.4	3.3	5.5	V	供电电压
功耗5	休眠	2	5	μW	休眠
	测量	3	mW	测量	3
	平均	150	μW	平均	150
通讯	数字两线接口，参见通讯				
存储	10-50℃（0-125℃峰值），20-60%RH				

1 默认测量分辨率为温度14 位，湿度12 位。通过状态寄存器可分别降至12 位和8 位。

2 在出厂质量检验时，每支传感器都在25℃（77℉）和3.3V 条件下测试并且完全符合精度指标。

该精度值不包括滞后与非线性。
3 在25℃和1m/s 气流的条件下，达到一阶响应63%所需要的时间。
4 在挥发性有机混合物中数值可能会高一些。见说明书1.3。
5 在VDD=5.5V 和25℃的条件下，每秒进行一次12位精度测量的平均值。
6 响应时间取决于传感器表面的热容和热阻。

使用指南

1. 应用信息

1.1 工作条件

传感器在建议的工作条件下的性能，请参阅图4。超出建议的工作范围可能导致信号暂时性漂移（60 小时后漂移+3%RH）。当恢复到正常工作条件后，传感器会缓慢自动恢复到校正状态。可参阅1.4 小节的“恢复处理”以加速恢复进程。在非正常条件下长时间工作，会加速产品的老化。

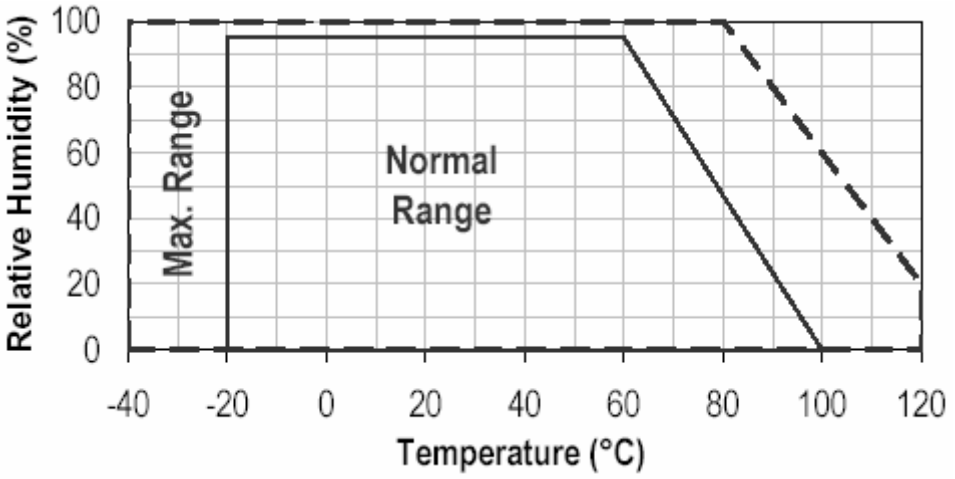


图 **4** 工作条件

1.2 插座与焊接

为了确保传感器的高精度，不允许直接焊接传感器。必须使用配套插座，如“Preci-dip / Mill-Max851-93-004-20-001″或类似产品。使用标准的波峰焊炉，在最高235℃的温度条件下不超过20 秒。手动焊接，在最高350℃的温度条件下接触时间须少于5 秒。焊接后，将传感器在>75%RH的环境下存放至少12小时，以保证聚合物的重新水合。不论在哪种情况下，无论是手动焊接还是回流焊结，在焊接后都不允许冲洗电路板。如果将传感器应用于腐蚀性气体中，插针与PCB 都需要被封装起来以避免接触不良或短路。

1.3 贮存条件与操作说明

湿度传感器不是普通的电子元器件，需要仔细防护，这一点用户必须重视。长期暴露在高浓度的化学蒸汽中将会致使传感器的读数产生漂移。因此建议将传感器存放于原包装包括封装的ESD 包内，并且符合以下条件：温度范围10℃-50℃（在有限时间内0-80℃）；湿度为20-60%RH（没有ESD 封装的传感器）。若传感器没有原包装，则需要存放在PE-HD8 材质的ESD 袋中。在生产和运输过程中，要保证传感器远离高浓度的化学溶剂。要避免使用挥发性胶水、粘性胶带、不干胶贴纸，或具有挥发性的包装材料，如发泡塑料袋、泡沫塑料等。生产场合需要保持通风。详细信息请参考“操作说明”或联系我们。

1.4 恢复处理

暴露在极端工作条件或化学蒸汽中的传感器，可通过如下处理，使其恢复到校准状态。烘干：在100-105℃（100-105℃对应于212-221℉，20-30℃对应于68-86℉）和< 5%RH 的湿度条件下保持 10小时；重新水合：在20-30℃ 和>75%RH 的湿度条件下保持12 小时(75%RH 的湿度场可以很便利的由NaCl 饱和盐溶液制得)。

1.5 温度影响

气体的相对湿度，在很大程度上依赖于温度。因此在测量湿度时，应尽可能保证湿度传感器在同一温度下工作。在做测试时，应保证两个传感器在同样的温度下，然后比较湿度的读数。SLHT1的封装设计减少了从插针到传感器的热传递。如果与释放热量的电子元件共用一个印刷线路板，在安装时应尽可能将SLHT1远离发热电子元件，以减小热传递。而且，如果测量频率过高则会导致自动加热效应，详细信息请参考3.3 节。

1.6 光线

SLHT1 对光线不敏感。但长时间暴露在太阳光下或强烈的紫外线辐射中，会使外壳老化。

1.7 用于密封和安装的材质

许多材质吸收湿气这将充当缓冲器的角色，这会加大响应时间和迟滞。因此传感器周边的材质应谨慎选用。推荐使用的材料有：所有的金属, LCP, POM (Delrin),PTFE (Teflon), PE, PEEK，PP, PB, PPS, PSU, PVDF, PVF。用于密封和粘合的材质（保守推荐）：推荐使用充满环氧树脂的方法进行电子元件的封装，或是硅树脂。这些材料释放的气体也有可能污染SLHT1 (见1.3)。加工后应将传感器置于通风良好处，或在50℃的环境中干燥24小时，以使其在封装前将污染气体释放。

1.8 配线注意事项与信号传输的完整性

使SCK和DATA信号线相互平行以及使它们相互靠近且距离超过10cm（如使用导线时），有可能导致信号串扰和通讯失败。解决方法是在两个信号线之间配置VDD或GND线，SCK和DATA可使用屏蔽线。此外，降低SCK频率将有可能提高信号传输的完整性。详情可参阅应用说明“ESD、latch-up和EMC”。

1.9 ESD (静电释放）

ESD静电释放符合MIL STD 883E method 3015标准（人体模式±2KV）。电路闭锁测试依据JEDEC78A标准，满足强制电流在±100 mA，环境温度T_{amb}＝80℃条件下不闭锁。详情可参阅应用说明“ESD、latch-up、EMC”。

2.1 电源引脚（VDD, GND)

SLHT系列传感器的供电电压为2.4-5.5V, 建议供电电压为3.3V。SS20系列传感器的串行接口，在传感器信号的读取及电源损耗方面，都做了优化处理；传感器不能按照I^2C协议编址，但是，如果I^2C总线上没有挂接别的元件，传感器可以连接到I^2C总线上，但单片机必须按照传感器的协议工作。

2.2 串行时钟输入（SCK)

SCK用于微处理器与SLHT系列传感器之间的通讯同步。由于接口包含了完全静态逻辑，因而不存在最小SCK频率。

2.3 串行数据（DATA)

DATA 三态门用于数据的读取。DATA 在SCK 时钟下降沿之后改变状态，并仅在SCK 时钟上升沿有效。数据传输期间，在SCK 时钟高电平时，DATA 必须保持稳定。为避免信号冲突，微处理器应驱动DATA 在低电平。需要一个外部的上拉电阻（例如：10kΩ）将信号提拉至高电平（参见图2）。上拉电阻通常已包含在微处理器的I/O 电路中。详细的I/O 特性，参见表 2。

2.4 电气特性

电气特性，如能耗，低、高电平，输入、输出电压等，都取决于电源。表2 详细解释了SLHT1的电气特性，若没有标明，则表示供电电压为5V。若想与传感器获得最佳通讯效果，请设计时严格遵照表3与图6的条件。

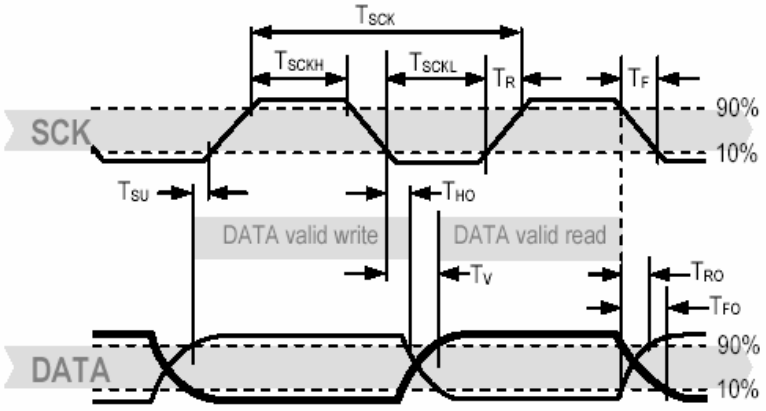


图 **6** 时序图，参数详见表 3

	参数	条件	Min.	Typ.	Max.	Units
F_{SCK}	SCK 频率	VDD > 4.5V	0	0.1	5	MHz
		VDD < 4.5V	0	0.1	1	MHz
T_{SCKx}	SCK 高/低时间		100			ns
T_R/T_F	SCK 升/降时间		1	200	*	ns
T_{FO}	DATA 下降时间	OL= 5 pF	3.5	10	20	ns
		OL= 100 pF	30	40	200	ns
T_{RO}	DATA 上升时间		**	**	**	ns
T_V	DATA 有效时间		200	250	***	ns
T_{SU}	DATA 设定时间		100	150	***	ns
T_{HO}	DATA 保持时间		10	15	****	ns

* TR_max + TF_max = (FSCK)-1 – TSCKH – TSCKL
** TR0 is determined by the RP*Cbus time-constant at DATA line
*** TV_max and TSU_max depend on external pull-up resistor
(RP) and total bus line capacitance (Cbus) at DATA line
**** TH0_max < TV – max (TR0, TF0)

表 **3** SS20 系列传感器　I/O 信号特性

3.传感器通讯

3.1 启动传感器

首先，选择供电电压后将传感器通电，上电速率不能低于1V/ms。通电后传感器需要11ms 进入休眠状态，在此之前不允许对传感器发送任何命令。

3.2 发送命令

用一组“ 启动传输”时序，来表示数据传输的初始化。它包括：当SCK 时钟高电平时DATA 翻转为低电平，紧接着SCK 变为低电平，随后是在SCK 时钟高电平时DATA 翻转为高电平。

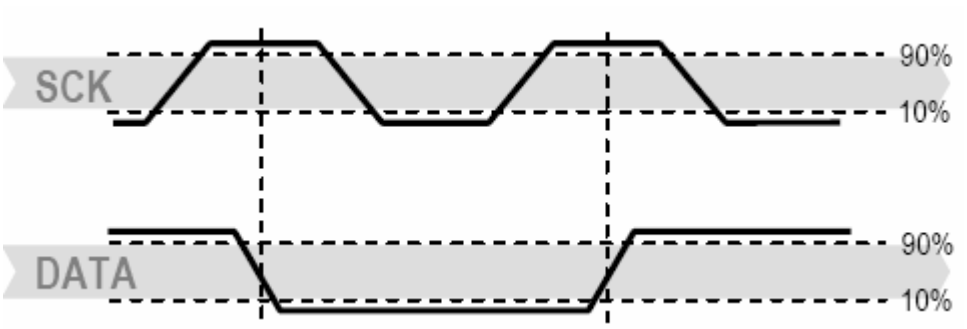


图 **7** “启动传输”时序

后续命令包含三个地址位（目前只支持“000”），和五个命令位。SS20系列传感器 会以下述方式表示已正确地接收到指令：在第8个SCK 时钟的下降沿之后，将DATA 下拉为低电平（ACK 位）。在第9 个SCK 时钟的下降沿之后，释放DATA（恢复高电平）。

命令	代码
预留	0000x
温度测量	**00011**
湿度测量	**00101**
读状态寄存器	00111
写状态寄存器	00110
预留	0101x-1110x
软复位，复位接口、清空状态寄存器，即清空为默认值，下一次命令前等待至少 11ms	**11110**

表 **4** 命令集

3.3 测量时序（RH, T)

发布一组测量命令（‘00000101’表示相对湿度RH，‘00000011’表示温度T）后，控制器要等待测量结束。这个过程需要大约20/80/320ms，分别对应8/12/14bit 测量。确切的时间随内部晶振速度，最多可能有-30%的变化。SLHT系列传感器 通过下拉DATA 至低电平并进入空闲模式，表示测量的结束。控制器在再次触发SCK 时钟前，必须等待这个“数据备妥”信号来读出数据。检测数据可以先被存储，这样控制器可以继续执行其它任务，在需要时再读出数据。接着传输2个字节的测量数据和1个字节的CRC奇偶校验。uC 需要通过下拉DATA为低电平，以确认每个字节。所有的数据从MSB开始，右值有效（例如：对于12bit 数据，从第5 个SCK 时钟起算作MSB；而对于 8bit 数据，首字节则无意义）。用 CRC 数据的确认位，表明通讯结束。如果不使用CRC-8校验，控制器可以在测量值LSB 后，通过保持确认位ack 高电平，来中止通讯。在测量和通讯结束后，SLHT系列传感器 自动转入休眠模式。警告：为保证自身温升低于0.1℃，SLHT系列传感器的激活时间不要超过10%（例如，对应12bit 精度测量，每秒最多进行1 次测量）。.

3.4 通讯复位时序

如果与SLHT系列传感器通讯中断，下列信号时序可复位串口：当 DATA 保持高电平时，触发SCK 时钟9 次或更多，参阅图8。在下一次指令前，发送一个“传输启动”时序。这些时序只复位串口，状态寄存器内容仍然保留。

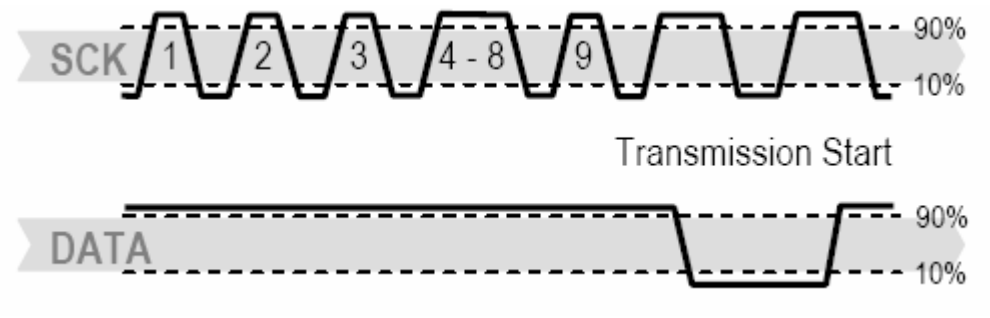


图 **8** 通讯复位时序

3.5 CRC-8 校验

数字信号的整个传输过程由 8bit 校验来确保。任何错误数据将被检测到并清除。用户可选择是否做CRC 校验。详情可参阅应用说明“CRC-8 校验”。

3.6 状态寄存器

SLHT系列传感器的某些高级功能可以通过给状态寄存器发送指令来实现，如选择测量分辨率，电量不足提醒或启动加热功能等。下面的章节概括介绍了这些功能。详情可参阅应用说明“状态寄存器”。在读状态寄存器或写状态寄存器之后，8 位状态寄存器的内容将被读出或写入，参阅表4。通讯请阅图9和图10-状态寄存器位请阅表5。



图 **9** 状态寄存器写



图 **10** 状态寄存器读

完整的通讯循环请参阅图 11，图12

图 **11**

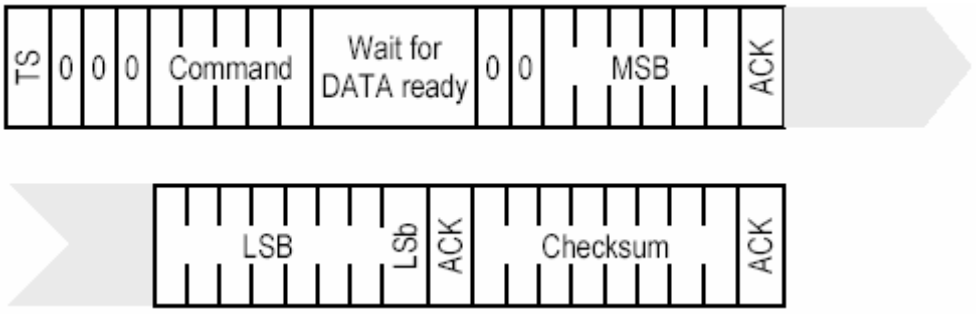


图 **11** 测量时序

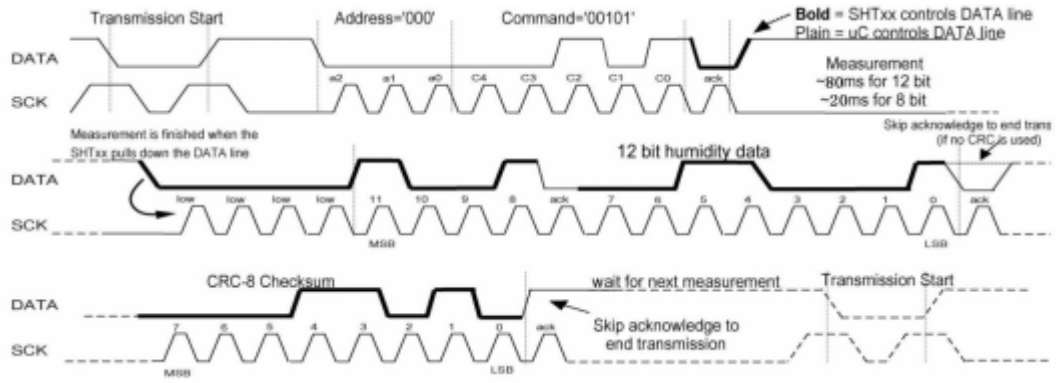


图 **12** 相对湿度测量时序示例，数值“0000’ 1001 ‘0011’ 0001”=2353=75.79%RH（未包含温度补偿）。DATA 有效时间已标出，可参见 DATA 线。传感器控制加粗的 DATA 线，单片机控制单线的 DATA 线。

Bit	类型	说明	默认值	
7		预留	0	
6	R	电量不足 (低电压检测) ‘0’对应 Vdd > 2.47 ‘1’对应 Vdd < 2.47	X	无默认值，此位仅在测量结束后更新
5		预留	0	
4		预留	0	
3		仅供测试，不使用	0	
2	R/W	加热	0	关
1	R/W	不从 OTP 加载	0	加载
0	R/W	‘1’= 8bit RH / 12bit T 分辨率 ‘0’=12bit RH / 14bit T 分辨率	0	12bit RH 14bit T

表 **5** 状态寄存器位

测量分辨率：默认的测量分辨率分别为14bit（温度）、12bit（湿度），也可分别降至12bit 和8bit。通常在高速或超低功耗的应用中采用该功能。电量不足：“电量不足”功能可监测到Vdd 电压低于2.47V 的状态。精度为±0.05V。加热原件：芯片上集成了一个可通断的加热元件。接通后，在环境温度基础上可将DHTxx的温度提高大约5-10℃。功耗约增加8mA @ 5V 供电。例如，加热元件可用于功能性分析：比较加热前后的温度和湿度值，温度上升的同时，湿度将会降低，露点不变。注意**:** 加热 SHT9x 后，读出的温度值并不是环境温度值，而是传感器在加热之后元件本身的温度值。所以，传感器不适合在启动加热元件的情况下连续使用。

12 对应 9-18℉

4. 输出转换为物理量

4.1 相对湿度

为了补偿湿度传感器的非线性以获取准确数据，请参阅图13，建议使用如下公式修正读数：

$$RH_{linear}=c_1+c_2\cdot SO_{RH}+c_3\cdot SO_{RH2}(\%RH)$$

SO_{RH}	c_1	c_2	c_3
12 bit	-2.0468	0.0367	-1.5955E-6
8 bit	-2.0468	0.5872	-4.0845E-4

表 **6** 优化 V4 版湿度转换系数

表 6 中的系数优化了V4 版传感器的满量程精度。在早期版本中的系数Cx* ，优化了V3 版的传感器，同样适用于V4 传感器，请参阅表7。

SO_{RH}	c_1^*	c_2^*	c_3^*
12 bit	-4.0000	0.0405	-2.8000E-6
8 bit	-4.0000	0.6480	-7.2000E-4

表**7** V3 版湿度转换系数，同样适用于V4

简化的修正算法，可参阅应用说明“相对湿度与温度的非线性补偿”。对高于99%的那些测量值则表示空气已经完全饱和，必须被处理成显示值均为100%RH[13]。请注意湿度传感器对电压基本上没有依赖性。

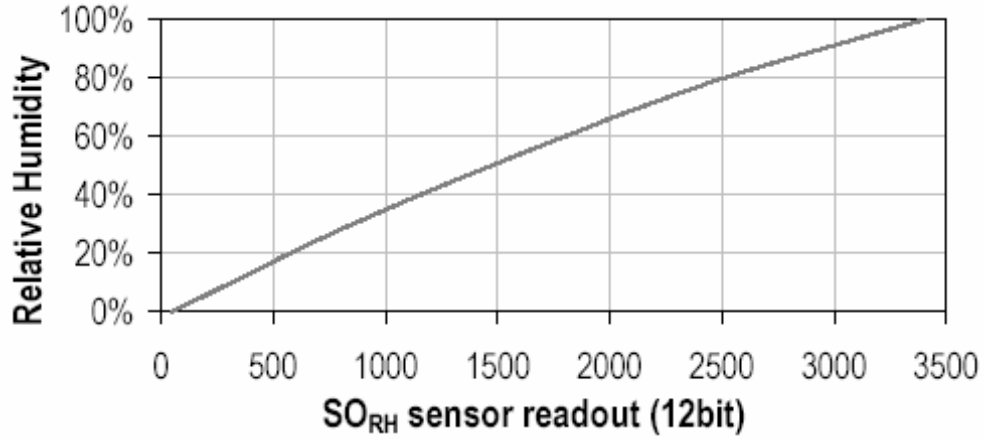


图 **13** 从 SO_{RH} 转化到相对湿度

4.2 相对湿度对于温度依赖性的补偿

由于实际温度与测试参考温度25℃ (~77℉)的显著不同， 湿度信号需要温度补偿。温度校正粗略对应于0.12%RH/℃@50%RH，温度补偿系数请参阅表8。

$RH_{true} = (T_{℃} - 25) \bullet (t_1 + t_2 \bullet SO_{RH}) + RH_{linear}$

SO_{RH}	t_1	t_2
12 bit	0.01	0.00008
8 bit	0.01	0.00128

表 **8** 温度补偿系数 [14]

4.3 温度

由能隙材料 PTAT (正比于绝对温度) 研发的温度传感器具有极好的线性。可用如下公式将数字输出转换为

温度值，温度转换系数请阅表9：

$$T = d_1 + d_2 \cdot SO_T$$

VDD	d_1 (°C)	d_1 (°F)
5V	-40.1	-40.2
4V	-39.8	-39.6
3.5V	-39.7	-39.5
3V	-39.6	-39.3
2.5V	-39.4	-38.9

SO_T	d_2 (°C)	d_2 (°F)
14bit	0.01	0.018
12bit	0.04	0.072

表 **9** 温度转换系数

4.4 露点

SLHT系列传感器不能直接测量露点，但可由温度和湿度值计算得出露点。由于湿度与温度经由同一块芯片测量，SLHT系列传感器系列产品可以同时实现高质量的露点测量。可以使用多种公式进行露点T_d 计算，但大多数都很复杂。对于温度范围为-40-50℃，如下的近似计算可得出高精度的露点值，系数请参阅表10：

表

$$T_d(RH,T) = T_n \cdot \frac{\ln\left(\frac{RH}{100\%}\right) + \frac{m \cdot T}{T_n + T}}{m - \ln\left(\frac{RH}{100\%}\right) - \frac{m \cdot T}{T_n + T}}$$

Temperature Range	Tn (°C)	m
Above water, 0 – 50°C	243.12	17.62
Above ice, -40 – 0°C	272.62	22.46

表 **10** 露点计算参数

关于露点计算的详细资料，请参看“露点计算”。

5. 环境稳定性

若传感器可以在装配或设备中应用，那么应用环境需要和测试传感器相一致。在装置中传感器的响应时间会变长，所以在测量时要预留出足够的时间。具体信息请参考应用说明“认证指南”。

应用领域:数据采集器　变送器　　自动化过程控制　汽车行业　楼宇控制&暖通空调　电力 计量测试 医药业

使用注意事项：

1．传感器的应用环境要求

如果一些大分子与传感器内部的湿敏元件接触，很难再挥发到空气中，会阻塞空气中水分子的渗入，导致传感器反应不灵敏，测量湿度偏高。因此，在使用过程中，传感器要远离塑料、硅胶、香水等大分子材料和物质。

2．注意上拉电阻的连接。

因为有很多客户由于不加上拉电阻或者阻值选用不当，给应用带来麻烦，提醒客户注意。通常情况，我们建议在数据线DATA 上加10K-20K 的上拉电阻。具体情况由用户根据自己的单片机类型进行实际调整。

3．**注意SCK的频率选择**。

我们建议SCK的频率范围为4-6MHz，最高频率不得超过10MHz.。如果用户选用晶振频率较高，要在软件上加一些延时和空操作指令，以调整时序。SCK 的最低频率没有限制。

4．**注意单片机的I/O 设置**。

注意选用不同单片机编程时对SCK、DATA 的I/O 方向设置与转换。

5．**注意避免冷凝现象的发生**。

SHT 系列温湿度传感器在结露和浸水情况下，其本身的性能和质量不会受到任何损坏，但是，由于水滴对敏感元件的影响，会导致传感器测量数据不准确，此时读出的数据不具有实际意义。如果传感器工作在95%RH 以上高湿环境，要避免发生冷凝现象。方法：通过软件驱动传感器内部的加热器，打破冷凝条件。数据读取正常后，即可关掉加热器。

6．**程序调试过程中有效排查方法**。

在程序仿真运行过程中，用示波器监测DATA，SCK 两路信号的输出波形，与SHTXX 的技术手册中的传输时序波形比对，看是否符合传感器的时序要求，对软件进行相应调整。

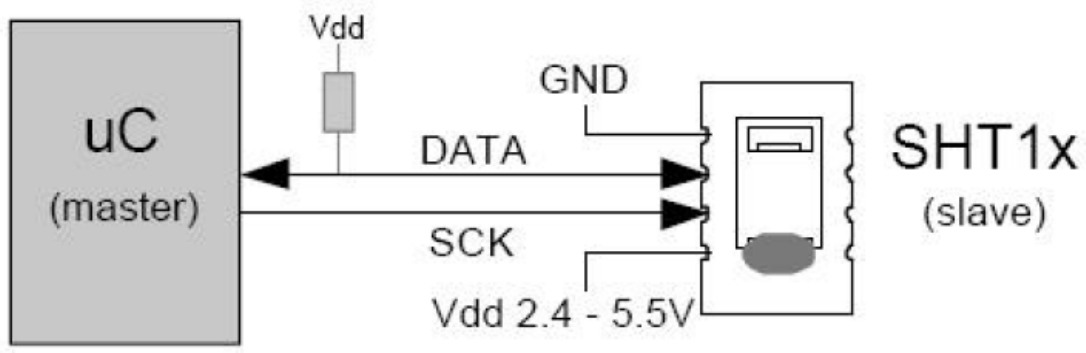
7．**按引脚说明图连接电路**。

区分使用引脚和非使用引脚，并注意VCC,GND,DATA,SCK 四个引脚的具体位置。SCK 用于微处理器与SLHT系列传感器之间的通讯同步。由于接口包含了完全静态逻辑，因而不存在最小SCK 频率。

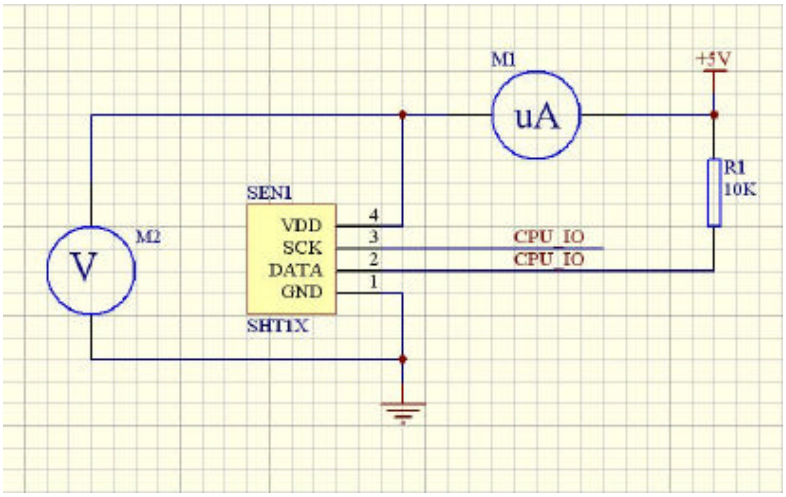
温湿度传感器 SHT 系列功耗的正确测量方法

（以下方法由总部测试工程师：梁书成提供）

正确的功耗测量方法是传感器在正确的工作状态下的测量，我们传感器的正确接法如下：

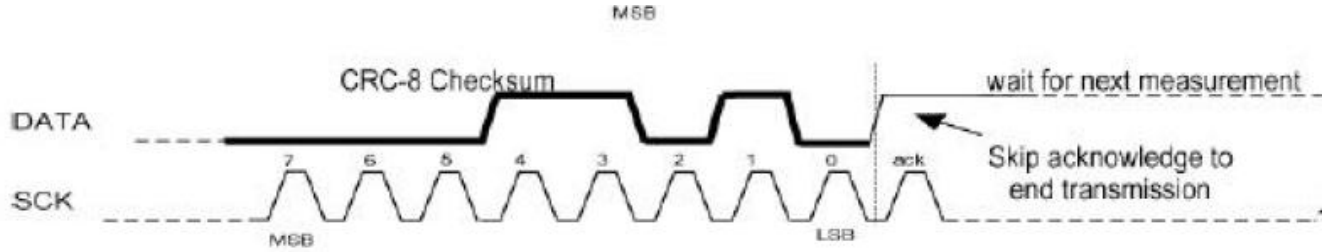


在这个基础上我们的功耗测试的连接应该如下：



但这只是硬件的基本连接，这并不能代表我们的传感器就已经在正确的工作状态了。

根据下图我们知道，传感器只有在sck 保持低电平，data 保持高电平，传感器才会进入正确的工作状态（在无读取时进入休眠状态），测量到的功耗才是正确的。



同类选型

SLHT系列产品选型

SONBEST SLHT7 系列产品型号说明：

型号	内置器件
SLHT7-1	SHT10
SLHT7-2	SHT11
SLHT7-3	SHT15
SLHT7-4	SHT71
SLHT7-5	SHT75

实物照片



工业防户型与混凝土专用传达室感器大小对比图

上海搜博实业有限公司
服务热线：021-51083595
网　　址：http://www.sonbest.com
地址：上海市中山北路 198 号 24 楼