

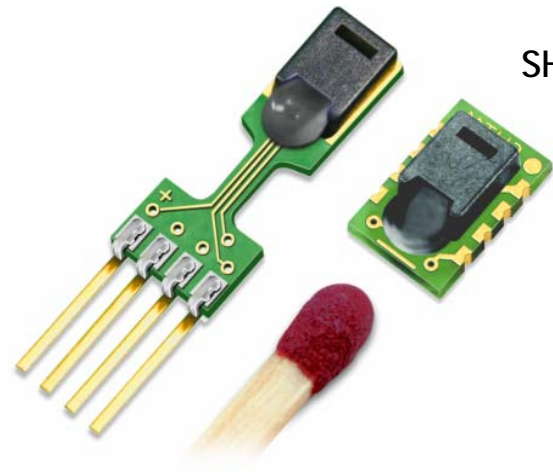
数字温湿度传感器

SHT 1x / SHT 7x

(请以英文为准, 译文仅供参考)

SHT7x

SHT1x



- _ 相对湿度和温度测量
- _ 兼有露点
- _ 全标定输出, 无需标定即可互换使用
- _ 卓越的长期稳定性
- _ 两线制数字接口, 无需额外部件
- _ 基于请求式测量, 因此低能耗
- _ 表面贴片或 4 针引脚安装
- _ 超小尺寸
- _ 自动休眠
- _ 超快响应时间

SHT1x / SHT7x 产品概述

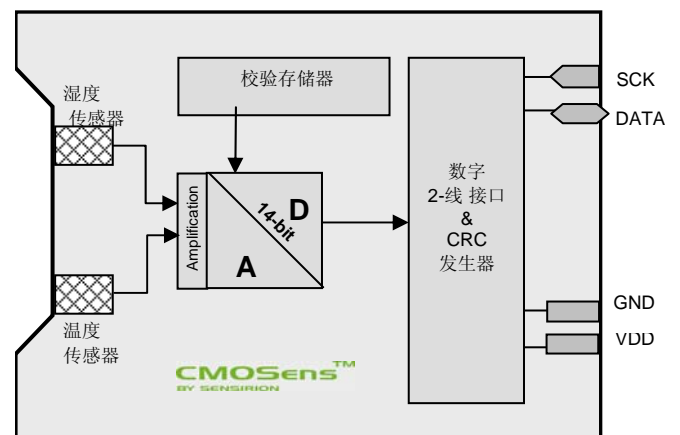
SHTxx 系列产品是一款高度集成的温湿度传感器芯片, 提供全标定的数字输出。它采用专利的 CMOSens® 技术, 确保产品具有极高的可靠性与卓越的长期稳定性。传感器包括一个电容性聚合物测湿敏感元件、一个用能隙材料制成的测温元件, 并在同一芯片上, 与 14 位的 A/D 转换器以及串行接口电路实现无缝连接。因此, 该产品具有品质卓越、超快响应、抗干扰能力强、极高的性价比等优点。

每个传感器芯片都在极为精确的湿度腔室中进行标定, 以镜面冷凝式湿度计为参照。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。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, 使其成为各类应用的首选。产品提供表面贴片 LCC 或 4 针单排引脚封装。特殊封装形式可根据用户需求而提供。

应用领域

- _ 暖通空调 HVAC
- _ 汽车
- _ 消费品
- _ 气象站
- _ 湿度调节器
- _ 除湿器
- _ 测试及检测设备
- _ 数据记录器
- _ 自动控制
- _ 家电
- _ 医疗

框图



订货信息

型号	测湿精度 [%RH]	测温精度 [°C]在 25°C	封装
SHT 10	±4.5	±0.5	SMD (LCC)
SHT 11	±3.0	±0.4	SMD (LCC)
SHT 15	±2.0	±0.3	SMD (LCC)
SHT 71	±3.0	±0.4	4-pin 单排直插
SHT 75	±1.8	±0.3	4-pin 单排直插

SHT1x / SHT7x 系列温湿度 温度传感器

1 传感器性能说明

参数	条件	Min.	Typ.	Max.	单位
湿度					
分辨率 ⁽²⁾		0.5	0.03	0.03	%RH
		8	12	12	Bit
重复性			±0.1		%RH
精度 ⁽¹⁾	线性化	参见图 1			
不确定性					
互换性		可完全互换			
非线性度	原始数据		±3		%RH
	线性化		<<1		%RH
量程范围		0		100	%RH
响应时间	1/e (63%) 缓慢流动空气		4		S
迟滞			±1		%RH
长期稳定性	典型值		< 0.5		%RH/yr
温度					
分辨率 ⁽²⁾		0.04	0.01	0.01	°C
		0.07	0.02	0.02	°F
		12	14	14	Bit
重复性			±0.1		°C
			±0.2		°F
精度		参见图 1			
量程范围		-40		123.8	°C
		-40		254.9	°F
响应时间	1/e (63%)	5		30	s

表 1 传感器性能说明

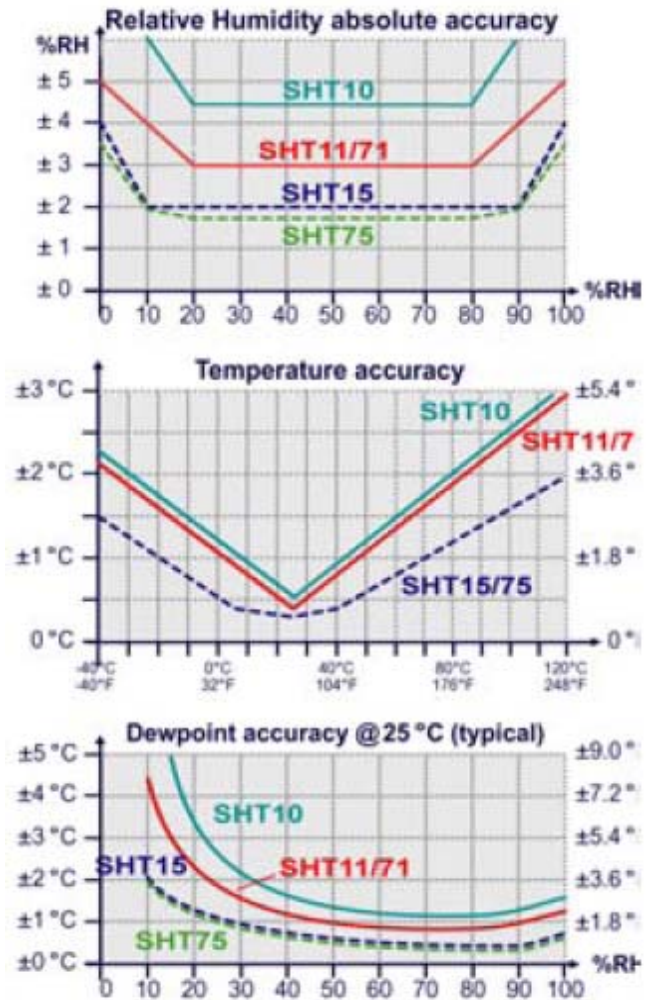


图 1 相对湿度、温度和露点的精度曲线

2 接口说明

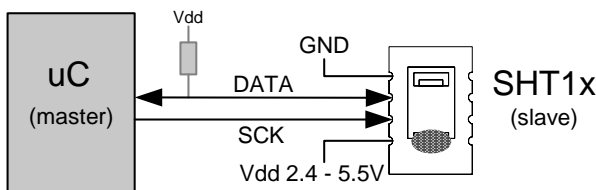


图 2 典型应用电路

2.1 电源引脚

SHTxx 的供电电压为 2.4~5.5V。传感器上电后，要等待 11ms 以越过“休眠”状态。在此期间无需发送任何指令。电源引脚（VDD，GND）之间可增加一个 100nF 的电容，用以去耦滤波。

2.2 串行接口 (两线双向)

SHTxx 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；但与 I²C 接口不兼容，详情参见 FAQ。

⁽¹⁾ 每支 SHTxx 传感器在 25°C (77 °F) 和 48°C (118.4 °F)，均进行过全量程 RH 精度标定。

⁽²⁾ 默认的测量精度为 14bit (温度) 和 12bit (湿度)，通过状态寄存器可分别降至 12bit 和 8bit。

2.2.1 串行时钟输入 (SCK)

SCK 用于微处理器与 SHTxx 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。

2.2.2 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 IO 特性，参见表 5。

SHT1x / SHT7x 系列温湿度 温度传感器

2.2.3 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。

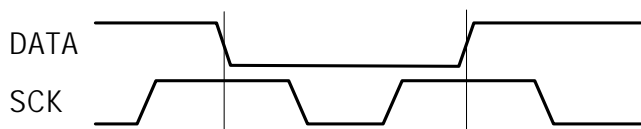


图3 “启动传输”时序

后续命令包含三个地址位（目前只支持“000”），和五个命令位。SHTxx 会以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2 SHTxx 命令集

2.2.4 测量时序(RH 和 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 11/55/210ms，分别对应 8/12/14bit 测量。确切的时间随内部晶振速度，最多有±15%变化。SHTxx 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，SHTxx 自动转入休眠模式。

警告：为保证自身温升低于 0.1℃，SHTxx 的激活时间不要超过 15%（例如，对应 12bit 精度测量，每秒最多进行 3 次测量）。

2.2.5 通讯复位时序

如果与 SHTxx 通讯中断，下列信号时序可以复位串口：

当 DATA 保持高电平时，触发 SCK 时钟 9 次或更多。在下次指令前，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。

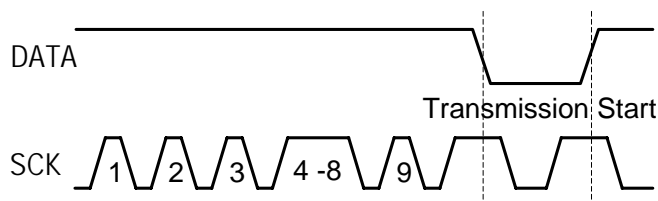


图4 通讯复位时序

2.2.6 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。

详情可参阅应用说明“CRC-8 校验”。

图5 RH 测量时序举例：“0000’1001’0011’0001”= 2353 = 75.79 %RH (未包含温度补偿)

SHT1x / SHT7x 系列温湿度 温度传感器



图 6 测量时序概览 (TS = 启动传输)

2.3 状态寄存器

SHTxx 的某些高级功能可以通过状态寄存器实现。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”。



图 7 状态寄存器写



图 8 状态寄存器读

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 3 状态寄存器位

2.3.1 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。

2.3.2 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。

2.3.3 加热元件

芯片上集成了一个可通断的加热元件。接通后, 可将 SHTxx 的温度提高大约 5°C (9°F)。功耗增加 8mA @ 5V。

应用于:

- 1) 试样参数周期抽检但非 100% 检测
- 2) 每秒进行一次 8bit 精度的测量, 不加载 OTP
- 3) 每秒进行一次 12bit 精度的测量

比较加热前后的温度和湿度值, 可以综合验证两个传感器元件的性能。

- 在高湿 (>95 %RH) 环境中, 加热传感器可预防结露, 同时缩短响应时间, 提高精度。

警告: 加热 SHTxx 后温度升高、相对湿度降低, 较之加热前, 示值略有差异。

2.4 电气特性⁽¹⁾

VDD=5V, T = 25°C, 除非特殊标注

参数	条件	Min.	Typ.	Max.	单位
供电 DC		2.4	5	5.5	V
供电电流	测量		550		μA
	平均	2 ⁽²⁾	28 ⁽³⁾		μA
	休眠		0.3	1	μA
低电平输出电压		0		20%	Vdd
高电平输出电压		75%		100%	Vdd
低电平输入电压	下降沿	0		20%	Vdd
高电平输入电压	上升沿	80%		100%	Vdd
焊盘上的输入电流				1	μA
输出峰值电流	on			4	mA
	三态门 (off)		10		μA

表 4 SHTxx DC 特性

	参数	条件	Min	Typ.	Ma	单位
F _{SCK}	SCK 频率	VDD > 4.5 V			10	MHz
		VDD < 4.5 V			1	MHz
T _{RFO}	DATA 下降时间	输出负载 5 pF	3.5	10	20	ns
		输出负载 100 pF	30	40	200	ns
T _{CLX}	SCK 高/低时间		100			ns
T _V	DATA 有效时间			250		ns
T _{SU}	DATA 设定时间		100			ns
T _{HO}	DATA 保持时间		0	10		ns
T _{R/Tf}	SCK 升/降时间			200		ns

表 5 SHTxx I/O 信号特性

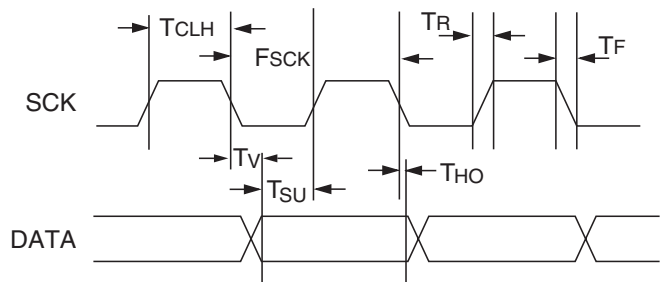


图 9 时序图



3 输出转换为物理量

3.1 相对湿度

为了补偿湿度传感器的非线性以获取准确数据，建议使用如下公式¹修正读数：

$$RH_{\text{linear}} = C_1 + C_2 \cdot SO_{RH} + C_3 \cdot SO_{RH}^2$$

SO _{RH}	C ₁	C ₂	C ₃
12 bit	-4	0.0405	-2.8 * 10 ⁻⁶
8 bit	-4	0.648	-7.2 * 10 ⁻⁴

表 6 湿度转换系数

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”。

湿度传感器对电压基本上没有依赖性。

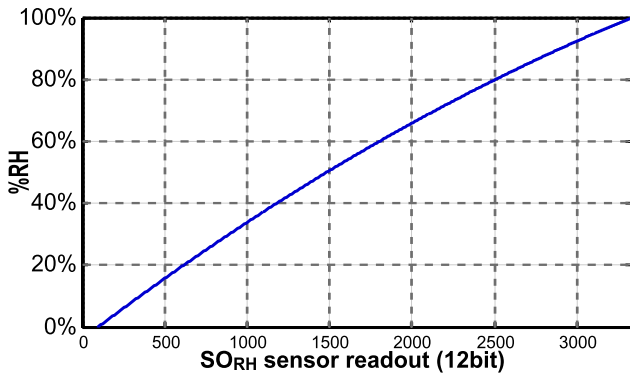


图 10 从 SO_{RH} 转换到相对湿度

3.1.1 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°C (-77°F) 的显著不同，应考虑湿度传感器的温度修正系数：

$$RH_{\text{true}} = (T_{\text{C}} - 25) \cdot (t_1 + t_2 \cdot SO_{RH}) + RH_{\text{linear}}$$

SO _{RH}	t ₁	t ₂
12 bit	0.01	0.00008
8 bit	0.01	0.00128

表 7 温度补偿系数

相当于 ~0.12 %RH/°C @ 50 %RH

3.2 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：

$$\text{Temperature} = d_1 + d_2 \cdot SO_T$$

VDD	d ₁ [°C]	d ₁ [°F]
5V	-40.00	-40.00
4V	-39.75	-39.50
3.5V	-39.66	-39.35
3V	-39.60	-39.28
2.5V	-39.55	-39.23

SO _T	d ₂ [°C]	d ₂ [°F]
14bit	0.01	0.018
12bit	0.04	0.072

表 8 温度转换系数

在极端工作条件下测量温度时，可使用进一步的补偿算法以获取高精度。可参阅应用说明“相对湿度与温度的非线性补偿”。

3.3 露点

由于湿度与温度经由同一块芯片测量，SHTxx 系列产品可以同时实现高质量的露点测量。可参阅应用说明“露点计算”。

¹ SO_{RH} 表示传感器的相对湿度输出



4 应用信息

4.1 工作与贮存条件

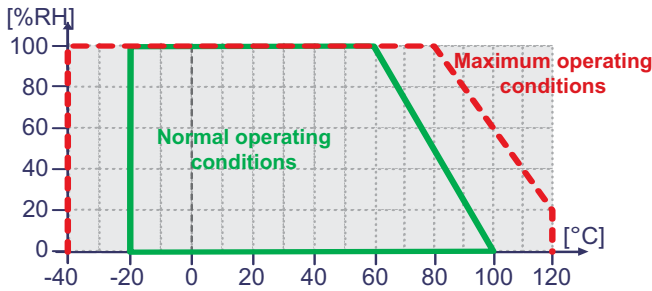


图 11 建议的工作条件

超出建议的工作范围可能导致最大 3% 的 RH 信号暂时性漂移。当恢复到正常工作条件后，传感器会缓慢自恢复到校正状态。可参阅 4.3 小节的“恢复处理”以加速恢复进程。在非正常条件下的长时间使用，会加速产品的老化。

4.2 暴露在化学物质中

用于湿度测量的聚合物会受到化学蒸汽的侵蚀，化学物质在聚合物中的扩散可能导致测量元件精度的漂移与灵敏性下降。在纯净的环境中，污染物将缓慢释放。下文所述的恢复处理将加速实现这一过程。强化学污染可能导致传感器的彻底损坏。

4.3 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。

在 80-90°C (176-194°F) 和 < 5%RH 的湿度条件下保持 24 小时（烘干）；随后

在 20-30°C (70-90°F) 和 >74%RH 的湿度条件下保持 48 小时（重新水合）

4.4 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。

如果与释放热量的电子元件共用一个印刷电路板，在安装时应尽可能将 SHTxx 远离电子元件，并安装在热源下方，同时保持外壳的良好通风。

为降低热传导，SHT1x 与印刷电路板其它部分的铜镀层应尽可能最小，并在两者之间留出一道缝隙（参见图 13）。

4.5 薄膜

薄膜可防止灰尘进入，以保护传感器。同时会减少化学蒸汽的浓度。为获取最佳的响应时间，薄膜内的空气量必须保持在最少。对于 SHT1X 封装系列，盛世瑞恩推荐使用 SF1 型过滤罩，以达到最优的 IP67 保护等级。

(1) 温度传感器通过了所有的测试，没有任何漂移。亦 100% 通过包装及电子测试。

4.6 光线

SHTxx 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。

4.7 用于密封和安装的材料

许多材质吸收湿气并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 SHTxx (见 4.2)。加工后应将传感器置于通风良好处，或在 50°C 的环境中干燥 24 小时，以使其在封装前将污染气体释放。

4.8 接线注意事项与信号完整性

使 SCK 和 DATA 信号线平行并尽可能使间距超过 10cm（如使用导线），否则将导致串扰和信号丢失。解决方法是在两个信号线之间放置 VDD 和/或 GND。

详情可参阅应用说明“ESD、latch-up 和 EMC”。如使用导线，应在电源引脚（VDD，GND）之间可增加一个 100nF 的电容，用以去耦滤波。

4.9 产品资质

本品已经通过了大量的多种环境测试。

环境	标准	结果 ⁽¹⁾
温度循环	JESD22-A104-B -40°C / 125°C, 1000cy	符合本手册
高温蒸煮	JESD22-A110-B 2.3bar 125°C @5%RH	+2 %RH 的可逆漂移
食盐蒸气	DIN-50021ss	符合本手册
冷凝空气	-	符合本手册
冷冻循环	-20 / +90°C, 100cy	+2 %RH 的可逆漂移
完全浸没	30min 驻留时间	
多种汽车化学品	DIN 72300-5	符合本手册
香烟烟幕	相当于在中型汽车上 15 年	符合本手册

表 9 品质测试 (摘录)

4.10 ESD (静电释放)

ESD 静电释放符合 MIL STD 883E method 3015 标准。电路闭锁测试依据 JEDEC 17 标准，满足强制电流在 ±100 mA，环境温度 $T_{amb} = 80°C$ 条件下不闭锁。详情可参阅应用说明“ESD、latch-up、EMC”。

SHT1x / SHT7x 系列温湿度 温度传感器

5 包装信息

5.1 SHT1x (表面贴装)

Pin	名称	注释
1	GND	地
2	DATA	串行数据, 双向
3	SCK	串行时钟, 输入
4	VDD	供电 2.4 - 5.5 V
	NC	剩余引脚请勿连结

表 10 SHT1x 引脚说明

5.1.1 包装类型

SHT1x 采用表面贴装LCC（无铅芯片载体）包装方式。液晶聚合物环氧包覆外壳，标准0.8 mm FR4衬底。不含铅、铬、汞。
尺寸：7.62×5.08×2.5 mm
重量：100 毫克

生产日期用白色数字标识于传感器顶部，格式为 wwy. e.g." 351" = week 35, 2001.

5.1.2 运输条件

SHT1x 置于标准 IC 管中运输，每管 80 片，或以 12mm 胶带卷装。胶盘以条形码或可读标签做单独标记。

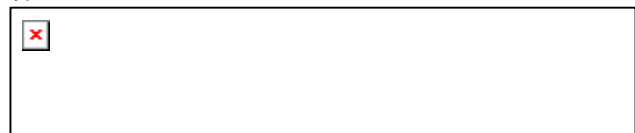


图 12 胶带结构和单片包装

5.1.3 焊接信息

使用标准的回流焊炉，在最高 235℃ 的温度条件下不超过 30 秒。

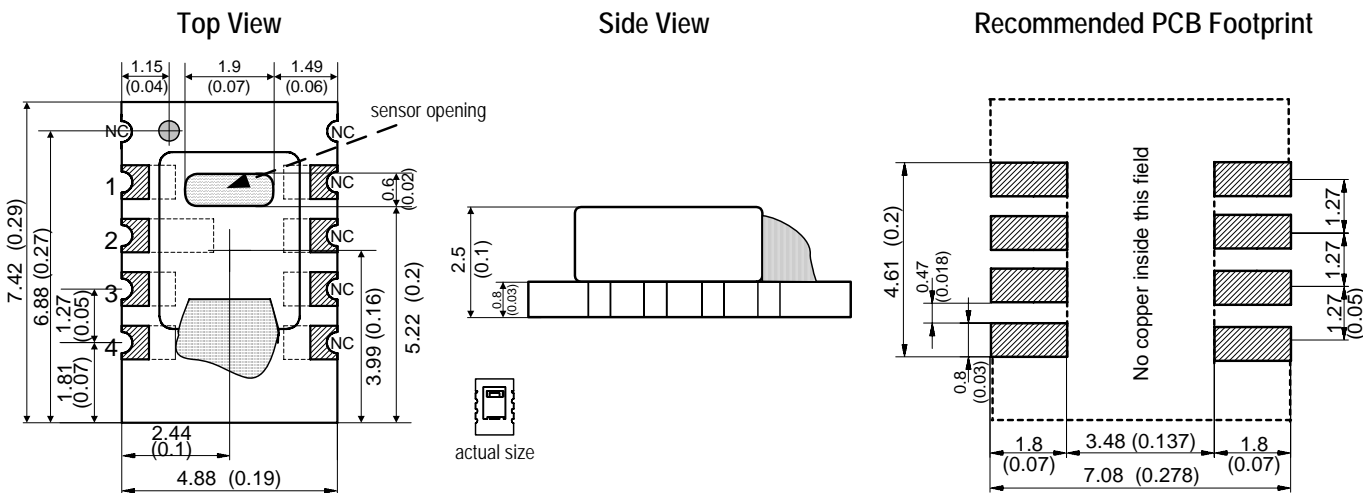


图 15 SHT1x 尺寸图和引脚尺寸 mm (inch)

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 >74%RH 的环境下存放至少 48 小时，以保证聚合物的重新水合。详情可参阅应用说明“焊接规程”。

5.1.4 安装举例

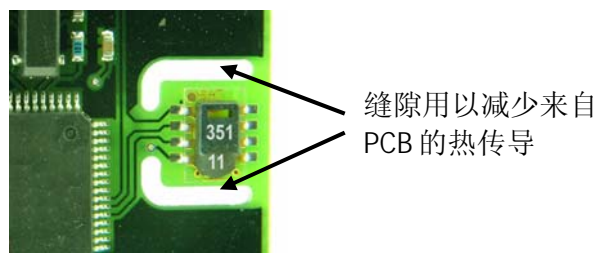


图 13 SHT1x PCB 安装举例

使用 SF1 型薄膜过滤罩可以达到 IP67 的保护等级。使用外壳包装，可以保护内部不受环境影响，从而保证高精度的湿度测量。

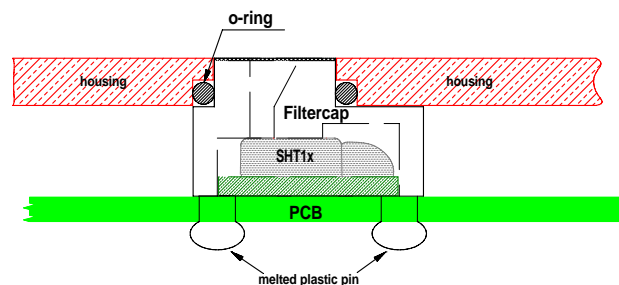


图 14 SHT1x 安装举例



SHT1x / SHT7x 系列温湿度 温度传感器

5.2 SHT7x (4-pin 单排引脚)

Pin	名称	注释
1	SCK	串行时钟, 输入
2	VDD	供电 2.4 - 5.5 V
3	GND	地
4	DATA	串行数据, 双向

表 11 SHT7x 引脚说明

5.2.1 包装类型¹

SHT7x采用4针的单排引脚形式包装。液晶聚合物环氧包覆外壳，标准0.8 mm FR4衬底。不含铬、汞。

传感器头部通过小桥接器实现与引脚的连接，以降低热传导及响应时间。传感器头部背面的镀金板与GND引脚相连。

在背面VDD与GND之间安装了一个100nF的电容。

所有引脚均镀金处理，以防腐蚀。可焊接使用，也可与1.27 mm (0.05")的插槽匹配。

例如：Preci-dip / Mil-Max 851-93-004-20-001或类似产品。

总重量：168 mg, 传感器头部重量：73 mg

生产日期用白色数字标识于传感器顶部，格式为wwy. e.g. "351" = week 35, 2001.

5.2.2 运输条件

SHT7x 以 32mm 胶带卷装运输。每个直径为 13 英寸的标准胶盘可装 500 片。胶盘以条形码或可读标签做单独标记。

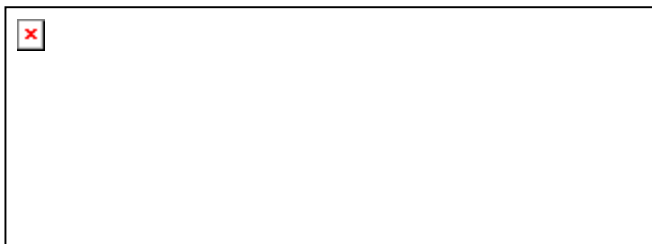


图 16 胶带结构和单片包装

5.2.3 焊接信息

使用标准的波动焊炉，在最高 250°C 的温度条件下不超过 30 秒。

手动焊接，在最高 350°C 的温度条件下接触时间须少于 5 秒。

焊接后，将传感器在>74%RH的环境下存放至少 48小时，以保证聚合物的重新水合。

详情可参阅应用说明“焊接规程”。

¹可根据特殊需求提供其它包装方式。

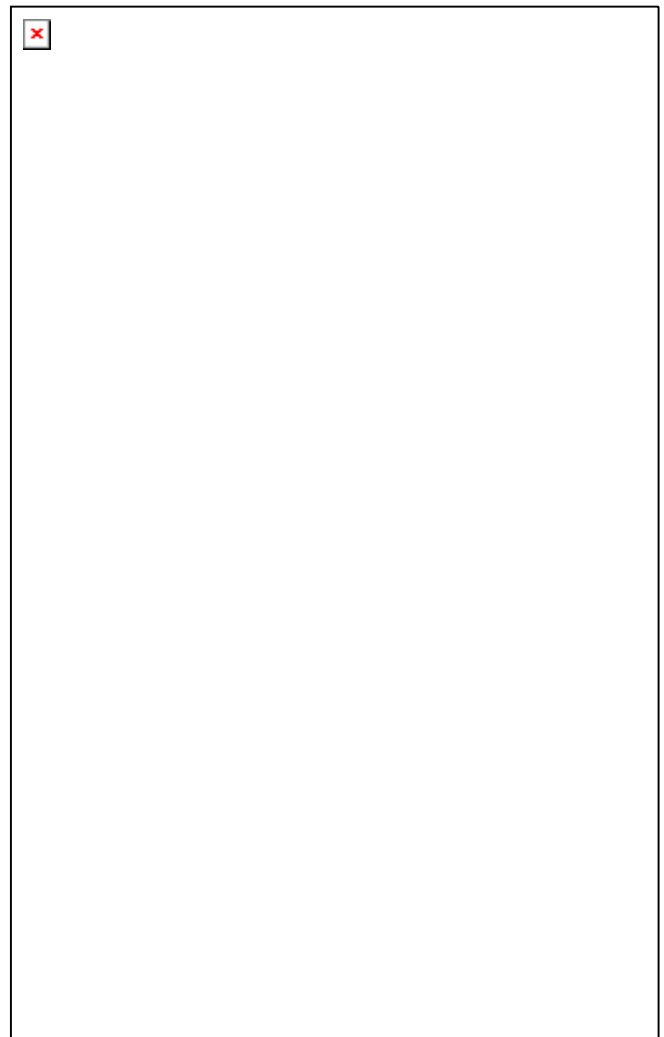


图 17 SHT7x 尺寸 mm (inch)



6 版本

日期	版本	页数(s)	变更
2002.02	初稿	1-9	首次发布
2002.06	初稿		增加了 SHT7x 的内容
2003.05	定稿 v2.0	1-9	大调整，增加了应用说明部分 多方面的小改动
	V2.01	1-9	打字稿，加入曲线标注
2004.06	V2.02	1-9	改进了说明书，加入 SF1 信息，改进了某些用词
2004.05	V2.03	1-2	加入 SHT10 信息
2004.05	V2.04	1-9	修改公司信息

7 注意事项

7.1 警告，人身伤害

勿将本产品作为安全保护或急停设备，以及其它由于本产品故障导致人身伤害的应用中。
如不遵从此建议，可能导致死亡和严重的人身伤害。

7.2 ESD 静电释放的预防

由于元件的固有设计，导致其对静电的敏感性。为防止静电导入的伤害或者降低产品性能，在应用本产品时，请采取必要的防静电措施。
详情可参阅应用说明“ESD、latch-up、EMC”。

7.3 品质保证

SENSIRION AG 对其产品应用在那些特殊的应用场合不做任何的保证、担保、或是书面陈述。
同时 SENSIRION AG 对其产品应用到产品或是电路中的可靠性也不做任何承诺。

版权所有© 2001-2004, SENSIRION AG.
如有更改，恕不事先通知。