

ASAIR[®]

温湿度传感器

产品手册

AHT10



更多详情请登陆：www.aosong.com

特性

- 输入电压范围:1.8V 至 3.3V
- 出厂经过标定校准，产品具有温度补偿功能
- 具有 I2C 接口与报警等功能
- 超低功耗
- SMD 封装
- 湿度精度 $\pm 3\%$ RH(典型值)
- 温度精度 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ (典型值)

应用范围

暖通空调 、除湿器、测试及检测设备、消费品、汽车 、自动控制、数据记录器、气象站、家电、湿度调节、医疗及其他相关湿度检测控制。

产品概述

AHT10 是一款高精度，完全校准，贴片封装的温湿度传感器，MEMS 的制作工艺，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式感湿元件和一个高性能 CMOS 微处理器相连接。该产品具有品质卓越、超快响应、抗干扰能力强、性价比极高等优点。

AHT10 通信方式采用标准 IIC 通信方式，超小的体积、极低的功耗，使其成为各类应用甚至最为苛刻的应用场合的最佳选择。AHT10 支持较宽的工作电源电压范围，该器件可为各类常见应用场景提供低成本和低功耗优势，温湿度传感器均在高精度的恒温恒湿腔室中进行出厂校准，直接输出经温度补偿后的湿度、温度等信息，用户无需对湿度进行温度补偿，便可得到准确的温湿度信息。

目录

一、	传感器性能	- 2 -
二、	传感器电气特性	- 2 -
三、	传感器极限额定值	- 3 -
四、	传感器通信	- 3 -
4.1	I2C 通信接口特征与时序	- 3 -
4.2	I2C 通信	- 4 -
4.3	测量模式	- 5 -
4.4	温度和湿度数据采集	- 5 -
4.5	状态位	- 5 -
4.6	温湿度输出计算	- 6 -
五、	传感器引脚分布及典型电路	- 7 -
六、	产品应用.....	- 8 -
6.1	工作与贮存条件	- 8 -
6.2	焊接说明	- 10 -
6.3	恢复处理	- 10 -
6.4	温度影响	- 11 -
6.5	光线.....	- 11 -
6.6	用于密封的材质	- 11 -
七、	精度声明.....	- 12 -
八、	许可证协议	- 12 -
九、	包装信息.....	- 13 -
十、	警告及人身伤害	- 13 -
十一、	品质保证	- 13 -

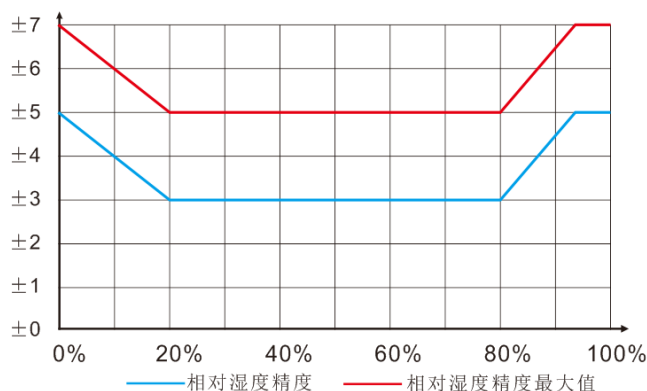
一、 传感器性能

2.1 相对湿度

表 1: AHT10 相对湿度性能表

参数	条件	TYP	单位
精度 ¹	典型值	±3	%RH
	最大值	图 2	-
分辨率	典型值	0.1	%RH
量程范围		0 至 100	%RH
重复性	典型值	±0.1	%RH
响应时间 ²	1/e(63%)	<5	S
迟滞	典型值	±0.3	%RH
漂移 ³	典型值	<0.5	%RH/yr

图 1: 传感器的相对湿度精度(25℃时)

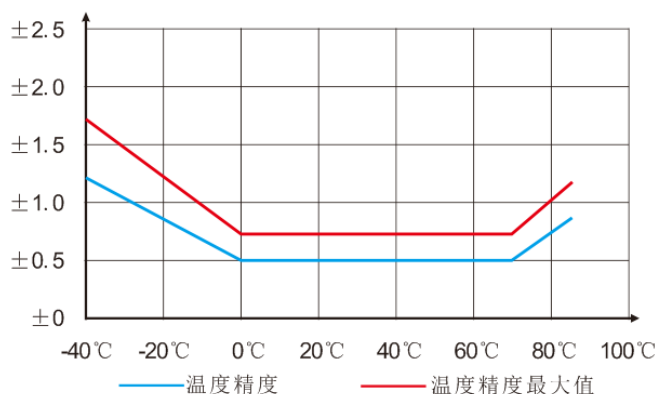


2.2 温度

表 2: AHT10 温度性能表

参数	条件	TYP	单位
精度	典型值	±0.5	℃
	最大值	图 3	-
分辨率	14-bit	0.015	℃
量程范围		-40 至 85	℃
重复性	典型值	±0.2	℃
响应时间	1/e(63%)	<5	S
漂移	最大值	±0.1	℃/yr

图 2: 传感器的温度精度



二、 传感器电气特性

电气特性，如休眠功耗，测量功耗等，都取决于电源。表 3 详细说明了 AHT10 的电气特性，若没有标明，则表示供电电压为 3.3V。若想与传感器获得最佳效果，设计时请严格遵照表 3 的条件设计。

表 3: AHT10 直流特性

参数	条件	MIN	TYP	MAX	单位
供电电压		1.8	3.3	3.3	V
功耗	休眠		1	3	μA
	测量		800	1000	μA
上拉电阻 R _p	VDD = 3.3V		2.2		kΩ
时间参数	唤醒时间		0.1		ms
	采样间隔	500	2000		ms
工作温度		-40		80	℃

- 功耗参数均为 3.3V 供电,休眠模式下的功耗平均值
- 低于最小采样间隔采集到的数据为上次采集的数据,可以根据采集到数据的状态位进行判断
- 上拉电阻推荐阻值为 2.2K

三、 传感器极限额定值

参数	条件	MIN	TYP	MAX	单位
电源电压	V _{DD}	-0.3		3.6	V
设备存放温度	T _{STOR}	-50		+150	°C

表 4 传感器极限额定值

注:工作范围超出以上参数,会对设备造成一定程度不可逆的损害.

四、 传感器通信

AHT10 传感器采用标准 I2C 通信协议, 适应多种设备, 协议使用两根数据线: 串行数据总线 (SDA) 与串行时间总线 (SCL), 两根数据线需要接上拉电阻到 VDD。多个传感器设备可以共享总线; 但是只有一个主机可以出现在总线上。

4.1 I2C 通信接口特征与时序

AHT10 在 I2C 总线上作为从机设备, 支持 100kHz 和 400 kHz 的比特率。每次当主机发送 0 个起始位 (S) 时启动传输, 当主机发送 1 个停止位 (P) 时, 传输被终止。这些位只在 SCL 线高电平的时候传输。

图 3 I2C 时序

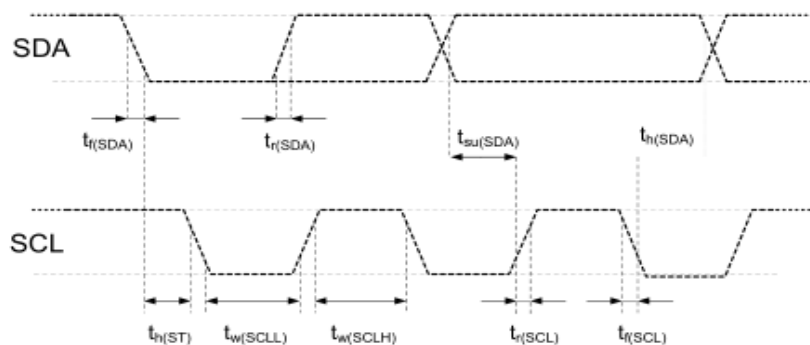


表 5 I2C 时间参数

参数	标号	I2C 典型模式		I2C 高速模式		单位
		MIN	MAX	MIN	MAX	
I2C 时钟频率	f _{SCL}	20	100	20	400	KHz
起始信号时间	t _{HDSTA}					μs
SCL 时钟高电平宽度	t _{HIGH}	4.7		1.3		μs
SCL 时钟低电平宽度	t _{LOW}	4.0		0.6		μs
数据保存时间相对于 SCL SDA 边缘	t _{HDDAT}	0.09	3.45	0.02	0.9	μs
数据设置时间相对于 SCL SDA 边缘	t _{SUDAT}	250		100		μs

注: 对于两个引脚的测量都从 0.2 VDD and 0.8 VDD.

注: 上述的 I2C 时序在以下内部延时确定的:

- (1) 内部的 SDI 输入引脚相对于 SCK 引脚延时, 典型值为 100ns
- (2) 内部的 SDI 输出引脚相对于 SCK 下降沿延时, 典型值为 200ns

[1] 20 khz 的最低频率测试只适用于; 没有最低在正常操作。

[2] 结合低和高宽度必须等于或超过最低 SCL 的时期。

4.2 I2C 通信

默认的 7-bit I2C 设备地址为 011100x。其中最低位 LSB 是可以通过 ADR 引脚（表 7 所示）的电平来随时改变的。将 ADR 接地电平将使 I2C 设备地址为 0111000 (0x38); 将 ADR 接 VDD 电平, 将使 I2C 设备地址为 1111001 (0x79)。ADR 引脚不能浮空, 否则设备地址无法处于明确的状态中。SCL 和 DATA 信号线相互平行并且非常接近, 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放置 VDD 或 GND, 将信号线隔开, 和使用屏蔽电缆。此外, 降低 SCL 频率也可能提高信号传输的完整性。如使用导线, 应在电源引脚 (VDD, GND) 之间加一个 100nF 的去耦电容, 用于滤波。此电容应尽量靠近传感器。

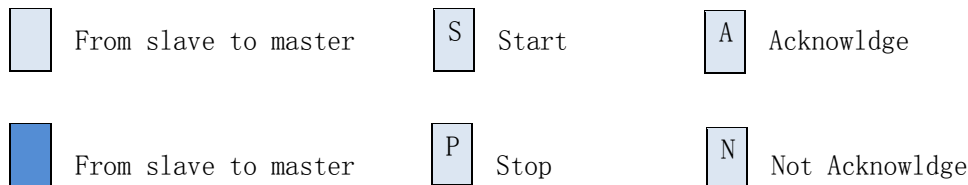
当主机端发送 0 起始位 (S), 传感器启动传输; 当主机端发送 1 停止位 (P), 传输终止; 这些位只是在 SCL 线为高电平时传输 (参见图 3)。

一旦设置了启动条件, SCL 线就按照规定的数据速率切换, 为随后的数据传输提供时钟。SDA 线上的数据总是在 SCL 线的上升沿采样, 同时必须保持 SCL 为高电平时稳定, 以防止错误启动或停止条件。

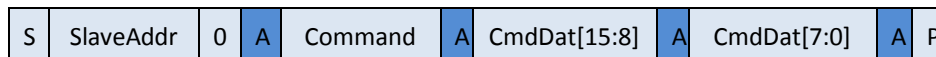
在开始位之后, 主机将 7 位从机地址发送到 HS300 X; 接着是读/写位, 这将决定任何后续数据的传送方向, 该位设置时为 1 以指示从从属到主的读, 设置为 0 时指示从主机到从机的写入。

所有的传输由 8 位和响应位组成: 0 用于应答 (ACK) 或 1 用于不确认 (NACK)。在接收到 ACK 之后, 可以传输另一个数据字节, 或者可以用停止位 (P) 停止通信。

(1) 数据位解析:

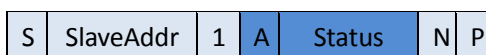


(2) 写操作:



(3) 读操作:

任意时刻均可读取 8bit 状态字:



发送 R0TP 命令 (0x00 ~ 0x1F) 后，从输出缓冲区读取 16bit OTP 中数据：

S	SlaveAddr	1	A	Status	A	OTP Data[15:8]	A	OTP Data[7:0]	N	P
---	-----------	---	---	--------	---	----------------	---	---------------	---	---

发送 GET_RAW 命令 (0xAx) 后，从输出缓冲区读取 24bit 原始电容或温度测量数据：

S	SlaveAddr	1	A	Status	A	RawDat[23:16]	A	RawDat[15:8]	A	RawDat[7:0]	N	P
---	-----------	---	---	--------	---	---------------	---	--------------	---	-------------	---	---

FIFO 启用时，从 FIFO 中读取 24bit 电容或温度的测量数据：

S	SlaveAddr	1	A	Status	A	FIFO Dat [23:16]	A	FIFO Dat [15:8]	A	FIFO Dat [7:0]	N	P
---	-----------	---	---	--------	---	------------------	---	-----------------	---	----------------	---	---

FIFO 禁用时，发送 GET_CT(0xAC)命令后，从输出缓冲区读取 20bit 电容和 20bit 温度的测量数据：

S	SlaveAddr	1	A	Status	A	CapDat [19:12]	A	CapDat [11:4]	A	CapDat [3:0]	TempDat [19:16]	A	TempDat [15:8]	A	TempDat [7:0]	N	P
---	-----------	---	---	--------	---	----------------	---	---------------	---	--------------	-----------------	---	----------------	---	---------------	---	---

4.3 测量模式

AHT10 在睡眠模式下，传感器一直等待主机发送测量命令。CPU 此时只执行温湿度测量指令，其余指令无法唤醒传感器进行数据采集。

主机发送采集命令后即可唤醒 AHT10 进行数据采集，启动采集只需要发送 7 位从机地址，第八位写 0 即可。

采集数据时，传感器内部的数字信号处理器会对采集到的温湿度数据进行计算，并且内部算法对数据进行校正运算；采集结束后，传感器的输出寄存器会将数据进行更新，

测量周期由湿度和温度转换后的数字信号处理器 (DSP) 校正计算。在测量周期结束时，数字电源关闭之前输出寄存器将被更新。测量数据以 14 位的输出，数据位以右对齐。

4.4 温度和湿度数据采集

当传感器启动通信后，先发送命令 0xE1，使输出数据进入校准状态。在 0xE1 发送后需要等待不少于 300ms 读取温湿度数据（注意：此命令刚上电只需发送一次），而用于获取数据的指令是 0xAC。采集温湿度命令如下表：

S	SlaveAddr	1	A	Status	A	Humi [19:12]	A	Humi [11:4]	A	Humi [3:0]	A	Temp [19:16]	A	Temp [15:8]	A	Temp [7:0]	N	P
---	-----------	---	---	--------	---	--------------	---	-------------	---	------------	---	--------------	---	-------------	---	------------	---	---

4.5 状态位

I2C 读操作的返回数据总是从状态字 (status) 开始，状态字节反应了最近一次命令执行后芯片所处的状态，状态字的具体定义可见下表 (见下表 6)。

表 6 状态字节描述

比特位	意义	描述
Bit[7]	忙闲指示(Busy indication)	1 -- 设备忙，处于测量状态 0 -- 设备闲，处于休眠状态
Bit [6:5]	当前工作模式 (Mode Status)	00 当前处于 NOR mode 01 当前处于 CYC mode 1x 当前处于 CMD mode
Bit [4]	CRC_flag 存储器数据完整性指示 (Memory integrity/error flag)	0 -- 表示 OTP 存储器数据完整性测试 (CRC)通过， 1 -- 表示完整性测试失败，表明 OTP 数据存在错误，OTP 数据的保持性可能失效 芯片上电时会对 OTP 中的数据进行一次完整性测试(CRC checking)，这个过程只在上电过程中(POR)执行一次，测试的结果将影响这一比特直到 VDD 掉电。只能在接下来的 POR 之后使用。
Bit [3]	校准计算使能 (Calibration Enable)	0 -- 校准计算功能被禁用，输出的数据为 ADC 输出的原始数据 1 -- 校准计算功能被启用，输出的数据为校准后的数据
Bit [2]	FIFO Enable	0 - FIFO 功能被禁用 1 - FIFO 功能被启用
Bit [1]	FIFO_FULL	0 -- FIFO 数据未滿 1 -- FIFO 数据已滿
Bit [0]	FIFO_EMPTY	0 -- FIFO 数据未空 1 -- FIFO 数据已空

4.6 温湿度输出计算

AHT10 输出的温湿度数据为 6 个字节，真实的相对湿度(%)和温度(°C)数据通过以下方程 1 和方程 2 进行代入计算

温度计算公式：
$$\text{Temp} = \left(\frac{T[19:0]}{2^{20}} \right) \cdot 200 - 50$$

湿度计算公式：
$$\text{RH}[\%] = \frac{C[19:0]}{2^{20}} \cdot 100\%$$

五、 传感器引脚分布及典型电路

图 4 传感器引脚分布图

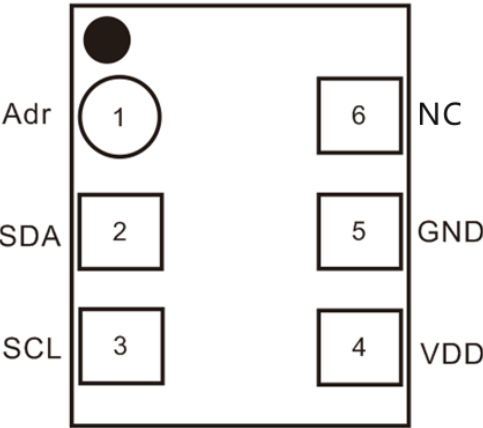
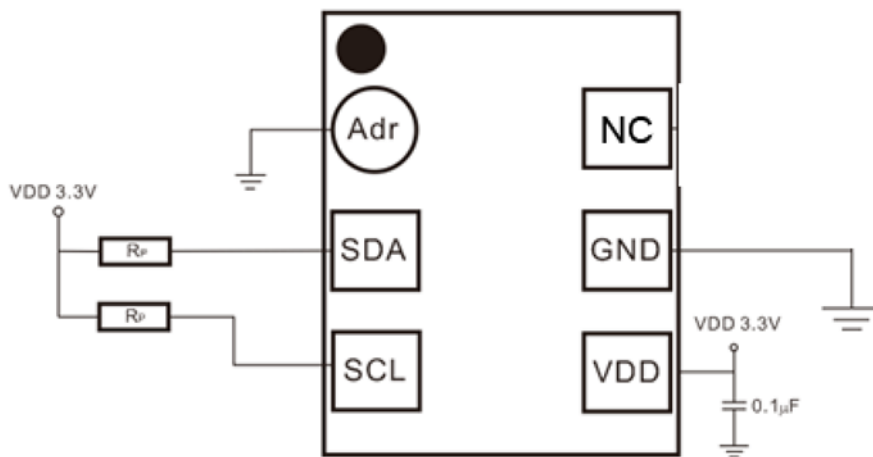


表 7: 引脚功能描述

引脚	名称	类型	描述
1	ADR	IN	地址选择位，默认接 GND，注：不能浮空。
2	SDA	IN/OUT	串行数据引脚
3	SCL	IN/OUT	串行时钟引脚
4	VDD	IN	供电引脚
5	GND	-	接地引脚
6	NC	-	空脚

备注 1: NC 代表不需要连接

图 5: 典型电路图



(俯视图)

六、产品应用

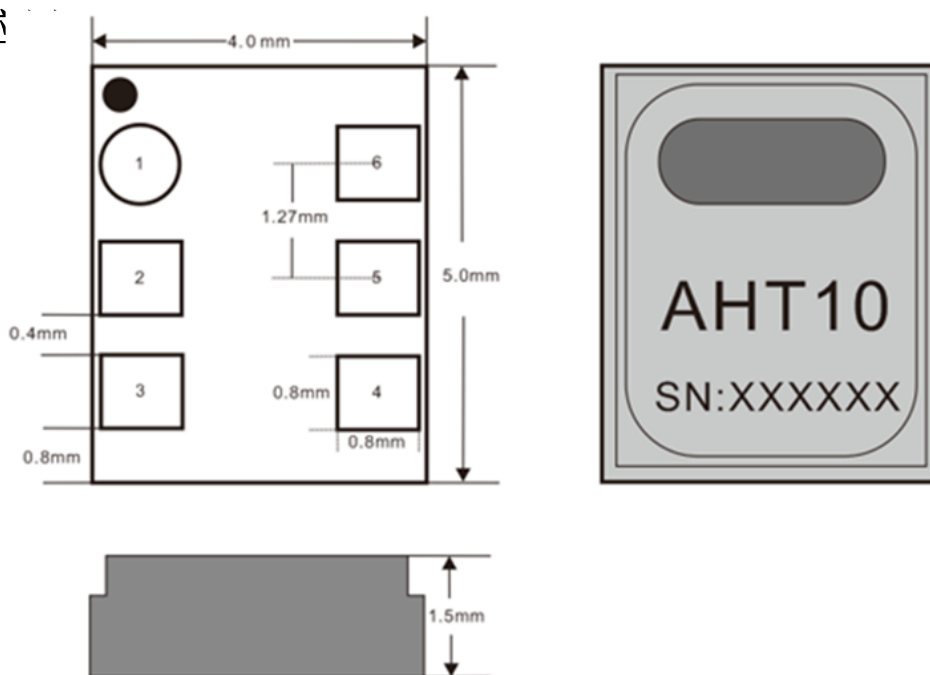


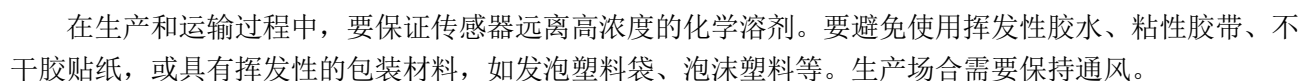
图6 AHT10 外形尺寸 (公差: 0.1mm)

6.1 工作与贮存条件

传感器在建议的工作条件下性能正常, 请参阅图 2。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, 传感器会缓慢自恢复到校正状态。在非正常条件下的长时间使用, 会加速产品的老化。

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 0-125℃); 湿度为 20-60%RH (没有 ESD 封装的传感器)。

图 7 传感器工作范围



避免将元件长期放在结露和干燥的环境中以及以下环境。

- A、盐雾
B、酸性或氧化气体，例如二氧化硫，盐酸

电容式湿度传感器的感应层会受到化学蒸汽的干扰，化学物质在感应层中的扩散可能导致测量值漂移和灵敏度下降。在一个纯净的环境中，污染物质会缓慢地释放出去。下文所述的恢复处理将加速实现这一过程。高浓度的化学污染会导致传感器感应层的彻底损坏。

推荐的存储环境

温度：10~40℃ 湿度：60%RH 以下

6.2 焊接说明

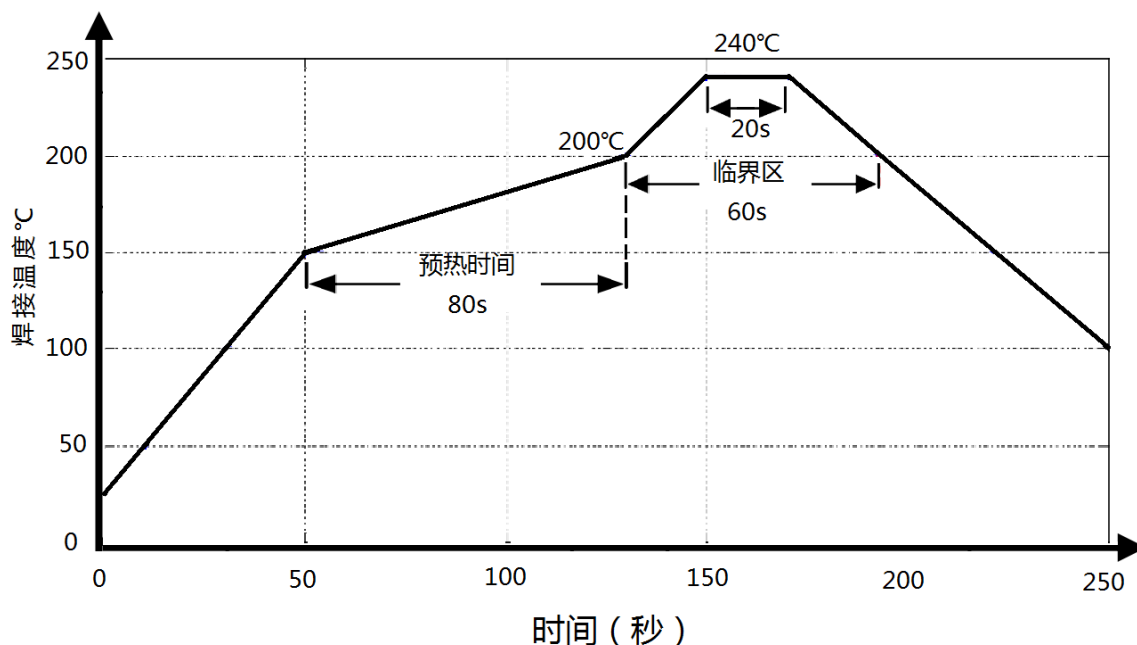
回流焊炉焊接：可以使用标准的回流焊炉对 AHT10 进行焊接，在最高 240℃ 温度下，接触时间应小于 30 秒。在蒸气回流焊炉中条件为最高温度小于 240℃，临界区时间小于 60 秒，焊接时温度上升和下降的速度应小于 10℃/秒。

手动焊接：在最高 350℃ 的温度条件下接触时间须少于 4 秒。

注意：传感器在焊接后，需在 >75%RH 的环境下存放至少 12 小时，以保证聚合物的重新水合。否则将导致传感器读数的漂移。也可以将传感器放置在自然环境下，湿度在 40% 到 50%，5 天以上使其重新水合。若后续使用过程中出现类似极端环境时，同样需要重复该动作来进行传感器恢复工作。

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。所以建议客户使用“免洗”型焊锡膏。如果将传感器应用于腐蚀性气体或会产生冷凝水的环境中（例，高湿环境），引脚焊盘与 PCB 都需要被封装起来（如三防漆）以避免接触不良或短路。

图 8 回流焊温度曲线



6.3 恢复处理

置于极限工作条件下或化学蒸汽中的传感器，在没有受到污染与损害的情况下，可以通过如下处理程序，使恢复到校准时的状态。

- ① 在 45℃ 和 < 10%RH 的湿度条件下保持 24 小时或者在 100-105℃ 和 < 5%RH 的湿度条件下保持 8 小时；

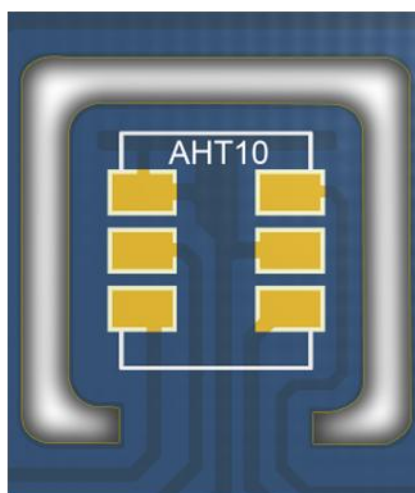
② 随后在 20-30℃ 和 >70%RH 的湿度条件下保持 12 小时以上。

6.4 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，应尽可能保证所有测量同一湿度的传感器在同一温度下工作。在做测试时，应保证被测试的传感器和参考传感器在同样的温度下，然后比较湿度的读数。

如果 AHT10 与易发热的电子元件在同一个印刷线路板上，在设计电路时应采取措施尽可能将热传递的影响减小到最小。如：保持外壳的良好通风，AHT10 与印刷电路板其它部分的铜镀层应尽可能最小，或在两者之间留出一道缝隙。此外，如果测量频率过高也会导致传感器自身发热。

图 9 隔离传感器 PCB 图



6.5 光线

AHT10 长时间暴露在太阳光下或强烈的紫外线辐射中，性能会有所下降，外壳会出现老化现象。

6.6 用于密封的材质

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：金属材料，LCP，PB，PE，PEEK，POM (Delrin)，PP，PPS，PSU，PVDF，PVF，PTFE (Teflon)。

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 AHT10。因此，应最后进行传感器的组装，并将其置于通风良好处，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。

七、精度声明

如果传感器用于装备或机械中，要确保用于测量的传感器与用于参考的传感器感知的是同一条件的温度和湿度。如果传感器被放置于装备中，反应时间会延长，因此在程序设计中要保证预留足够的测量时间。AHT10 传感器依据 AECQ100 Rev. G 标准进行测试。传感器通过了 AEQ100 温度等级 2 的标准测试。传感器在其它测试条件下的表现，我们不予保证，且不能作为传感器性能的一部分。尤其是对用户要求的特定场合，不做任何承诺。

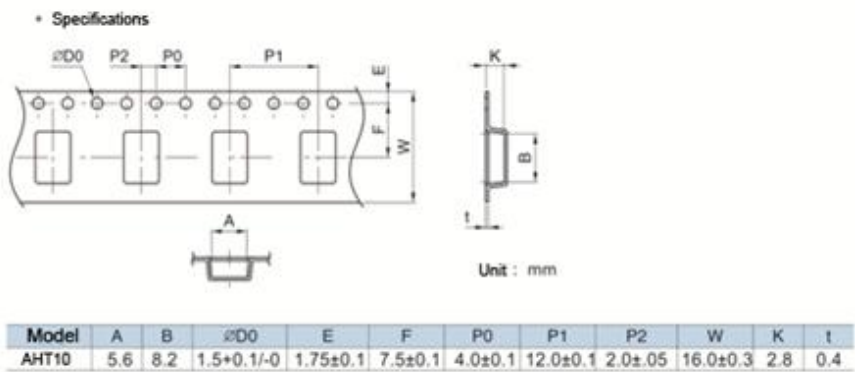
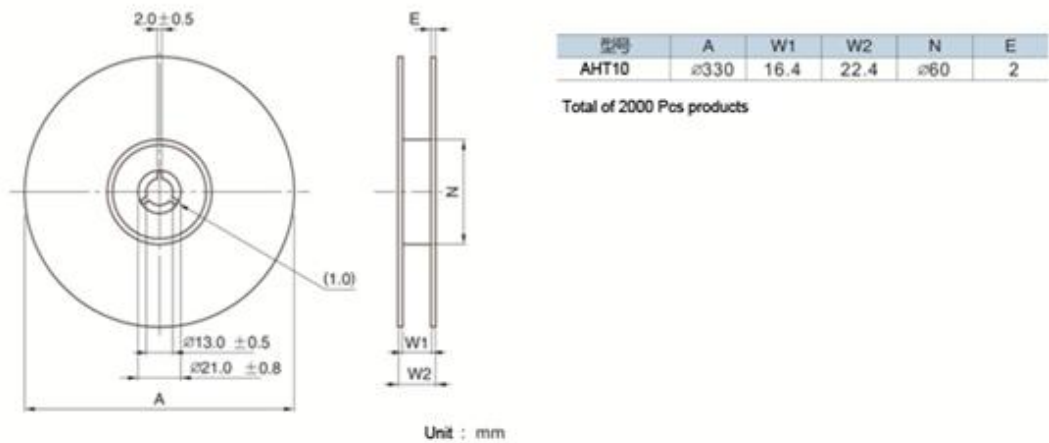
关于产品升级，具体请咨询我公司技术部门。

八、许可证协议

未经版权所有人的事先书面许可，不得以任何形式或者任何手段，无论是电子的还是机械的（其中包括影印），对本手册任何部分进行复制，也不得将其内容传达给第三方。本说明手册内容如有变更，恕不另行通知。

奥松电子有限公司和第三方拥有软件的所有权，用户只有在签订了合同或软件使用许可证后方可使用。

九、包装信息



十、警告及人身伤害

勿将本产品应用于安全保护装置或急停设备上，以及由于该产品故障可能导致人身伤害的任何其它应用中。不得应用本产品除非有特别的目的或有使用授权。在安装、处理、使用或维护该产品前要参考产品数据表及应用指南。如不遵从此建议，对可能导致的死亡或严重的人身伤害，本公司将不承担由此产生的人身伤害及死亡的所有赔偿，并且免除由此对公司管理者和雇员以及附属代理商、分销商等可能产生的任何索赔要求，包括：各种成本费用、赔偿费用、律师费用等等。

十一、品质保证

本公司对其产品的直接购买者提供为期 12 个月(一年)的质量保证(自发货之日起计算)。以公司出版的

该产品的数据手册的技术规格为准。如果在保质期内，产品被证质量实有缺陷，公司将提供免费的维修或更换。用户需满足下述条件：

- ① 该产品在发现缺陷 14 天内书面通知公司；
- ② 该产品应由购买者付费寄回到公司；
- ③ 该产品应在保质期内。

本公司只对那些应用在符合该产品技术条件的场合而产生缺陷的产品负责。公司对其产品应用在某些特殊的应用场合不做任何的保证、担保或是书面陈述。同时公司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。