

AHT10 技术手册

温湿度传感器

- 完全标定
- 数字输出，I²C 接口
- 优异的长期稳定性
- 采用SMD封装适于回流焊
- 响应迅速、抗干扰能力强



产品综述

AHT10，新一代温湿度传感器在尺寸与智能方面建立了新的标准：它嵌入了适于回流焊的双列扁平无引脚SMD 封装，底面 4 x 5mm，高度1.6mm。传感器输出经过标定的数字信号，标准 I²C 格式。

AHT10 配有一个全新设计的 ASIC专用芯片、一个经过改进的MEMS半导体电容式湿度传感元件和一个标准的片上温度传感元件，其性能已经大大提升甚至超出了前一代传感器的可靠性水平，新一代温湿度传感器，经过改进使其在恶劣环境下的性能更稳定。

每一个传感器都经过校准和测试，在产品表面印有产品批号。由于对传感器做了改良和微型化改进，因此它的性价比更高，并且最终所有设备都将得益于尖端的节能运行模式。

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、医疗及其他相关温湿度检测控制。

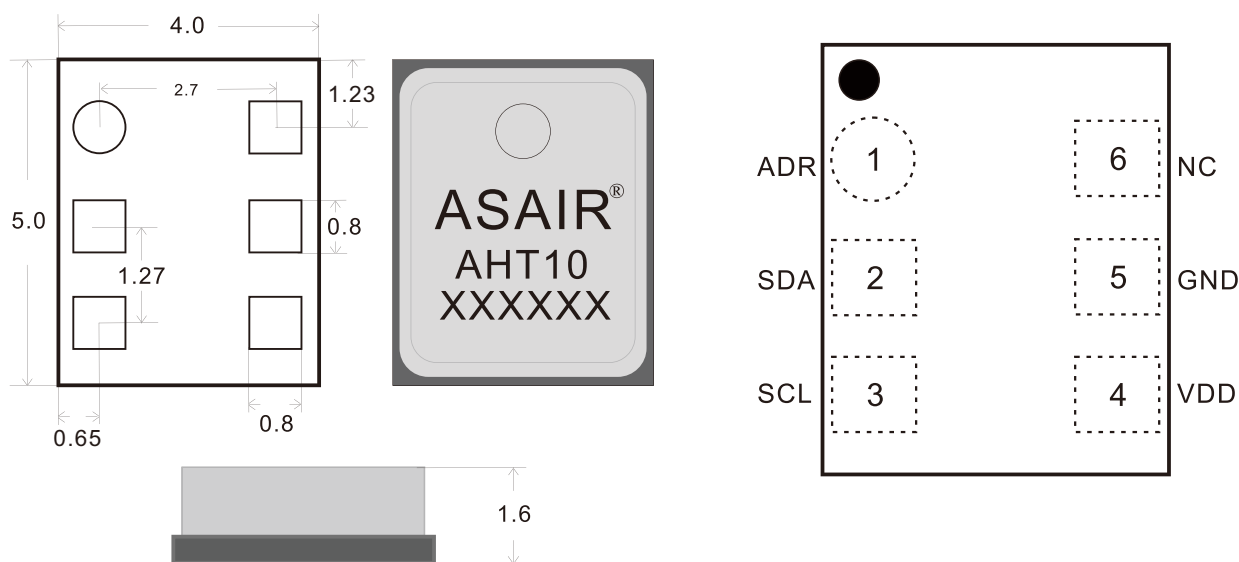


图 1： AHT10 传感器封装图(单位：mm 公差：0.1mm)

传感器性能

相对湿度

参数	条件	最小	典型	最大	单位
分辨率	典型		0.024		%RH
精度误差 ¹	典型		±2		%RH
	最大	见图2			%RH
重复性			±0.1		%RH
迟滞			±1		%RH
非线性			<0.1		%RH
响应时间 ²	t 63%		8		S
工作范围	extended ³	0		100	%RH
长时间漂移 ⁴	正常		<0.5		%RH/yr

表 1 湿度特性表

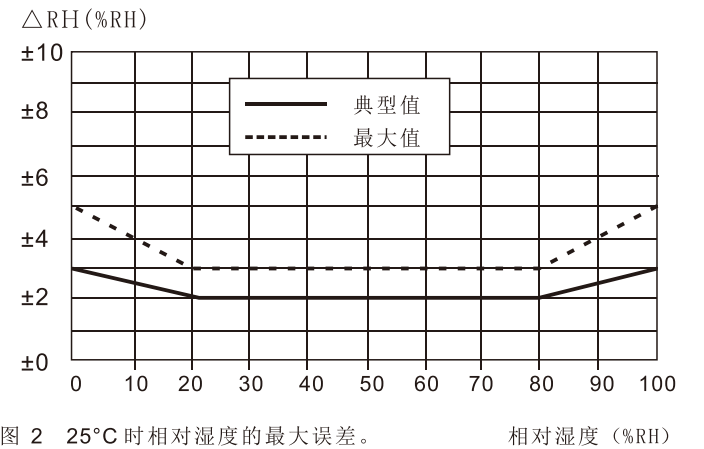


图 2 25°C 时相对湿度的最大误差。

电气特性

参数	条件	最小	典型	最大	单位
供电电压	典型	1.8	3.3	3.6	V
供电电流, IDD ⁵	休眠	-		0.25	μA
	测量		320		μA
功耗 ⁵	休眠	-		0.9	μW
	测量		0.07		mW
	平均	-	3.3	-	μW
通讯	两线数字接口, 标准 I ² C 协议				

表2 电气特性。

1 此精度为出厂检验时，传感器在 25°C 供电电压为 3.3V 条件下的测试精度。此数值不包括迟滞和非线性，并只适用于 非冷凝条件。
2 25°C 和 1m/s 气流条件下，达到一阶响应 63% 所需时间。
3 正常工作范围：0~80%RH，超出此范围，传感器读数会有偏差(在 90%RH 湿度下 200 小时后，漂移 < 3%RH)。工作范围进一步限定在 -40 - 80°C。

温度

参数	条件	最小	典型	最大	单位
分辨率	典型		0.01		°C
精度误差 ¹	典型		±0.3		°C
	最大	见图3			°C
重复性			±0.1		°C
迟滞			±0.1		°C
响应时间 ⁶	t 63%	5		30	S
工作范围	extended ³	-40		85	°C
长时间漂移			<0.04		°C/yr

表 3 温度特性表

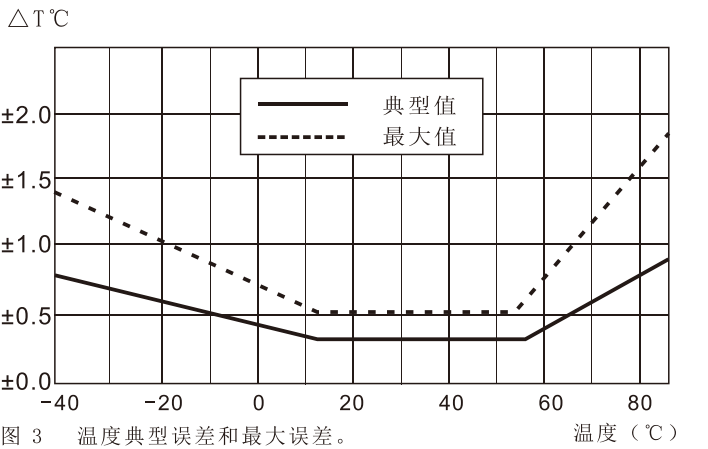


图 3 温度典型误差和最大误差。

包装信息

传感器型号	包装	数量
AHT10	卷带式包装	4000PCS/卷

表4 包装信息。

4 如果传感器周围有挥发性溶剂、带刺激性气味的胶带、粘合剂以及包装材料，读数可能会偏高。详细说明请参阅相关文件。
5 供电电流和功耗的最小值和最大值都是基于 VDD = 3.3V 和 T < 60°C 的条件。平均值为每两秒中进行一次测量的数值。
6 响应时间取决于传感器基片的导热率。

AHT10用户指南

1 扩充性能

1.1 工作条件

传感器在所建议工作范围内，性能稳定，见图4。长期暴露在正常范围以外的条件下，尤其是在湿度>80%时，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。可参阅2.3 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。

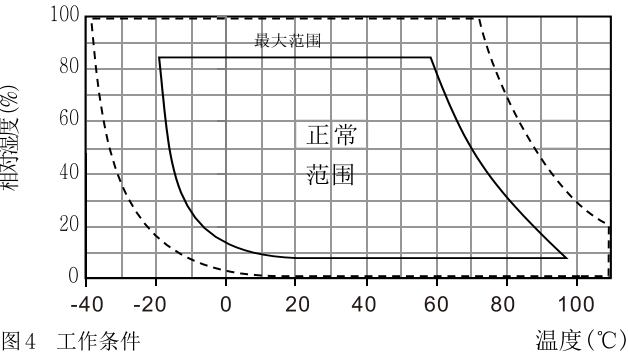


图4 工作条件

1.2 不同温度下的RH精度

图2中定义了25°C时的RH精度，图5中显示了其他温度段的湿度最大误差。

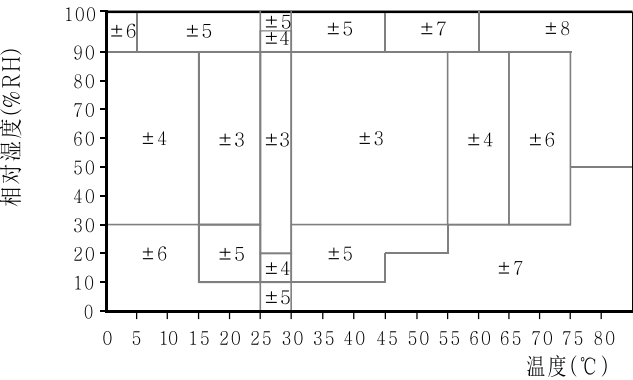


图5 0~80°C 范围内对应的湿度最大误差，单位:(%RH)

请注意:以上误差为以高精度露点仪做参考仪器测试的最大误差(不包括迟滞)。在最大误差为±3%RH 的范围其典型误差为±2%RH，在其他范围，典型值为最大误差值的 1/2。

1.3 电气特性

表1中给出的功耗与温度和供电电压VDD有关。关于功耗的估测参见图6和7。请注意图6和7中的曲线为典型自然特性，有可能存在偏差。

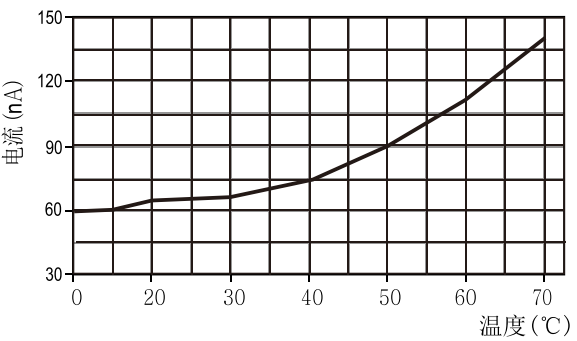


图6 VDD = 3.3V时，典型的供电电流与温度的关系曲线（休眠模式）。
请注意，这些数据与显示值存在大约 ±25% 偏差。

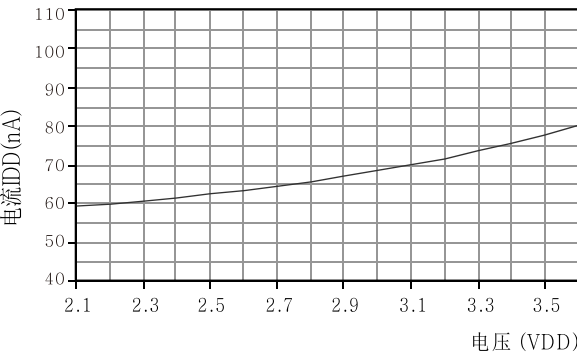


图7 在温度为 25°C时，典型的供电电流与供电电压的关系曲线（休眠模式）。
请注意，这些数据与显示值偏差可能会达到显示值的±50%。在60°C时，系数大约为15（与表2相比）。

2 应用信息

2.1 焊接说明

SMD的I/O焊盘由铜引线框架平面基板制成，除这些焊盘暴露于外面，用于机械和电路连接。使用时，I/O焊盘与裸焊盘都需要焊接在PCB上。为防止氧化和优化焊接，传感器底部的焊点镀有Ni/Au。

在PCB上，I/O接触面长度应比AHT10的I/O封装焊盘大0.2mm,靠内侧的部分要与I/O焊盘的形状匹配，引脚宽度与SMD封装焊盘宽度比为1:1,见图8。

对于网板和阻焊层设计⁸，建议采用阻焊层开口大于金属焊盘的铜箔定义焊盘（SMD）。对于SMD焊盘，如果铜箔焊盘和阻焊层之间的空隙为60μm-75μm，阻焊层开口尺寸应该大于焊盘尺寸120μm-150μm。封装焊盘的圆形部分要匹配相应的圆形的阻焊层开口，以保证有足够的阻焊层区域（尤其在拐角处）防止焊锡交汇。每一个焊盘都要有自己的阻焊层开口，在相邻的焊盘周围形成阻焊层网络。

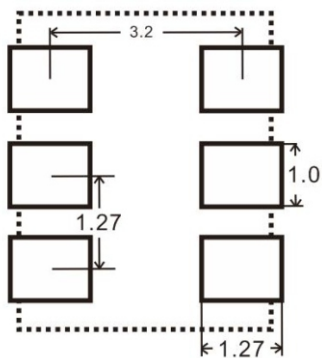


图8 推荐AHT10 PCB设计尺寸（单位：mm），外围虚线部分为SMD封装外部尺寸。

关于焊锡印刷，推荐使用带有电子抛光梯形墙的激光切割的不锈钢网，建议钢网厚度0.125mm。对于焊盘部分的钢网尺寸须比PCB焊盘长0.1mm，且放置于离封装中心区0.1mm位置。裸焊盘的钢网要覆盖70%-90%的焊盘区域—也就是在散热区域的中心位置达到1.4mmx2.3mm。

由于SMD的贴装高度较低，建议使用免清洗type 3焊锡⁹，且在回流时用氮净化。

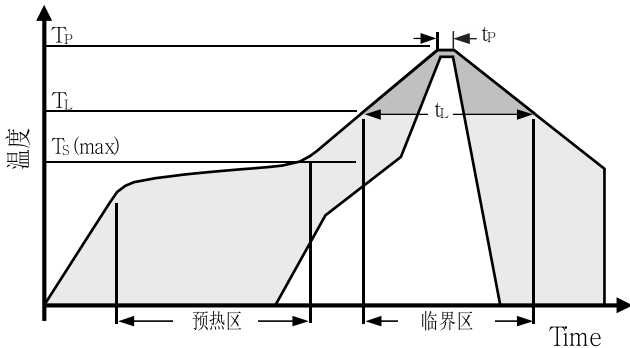


图9 JEDEC 标准的焊接过程图，Tp<=260℃，tp<30sec，无铅焊接。TL<220℃，tL<150sec，焊接时温度上升和下降的速度应<5℃/sec。

请使用标准的回流焊炉对AHT10进行焊接，传感器符合IPC/JEDEC J-STD-020D 焊接标准，回流焊最佳使用温度低于200℃，能承受的极限焊接温度是260℃，应注意的是在最高260℃温度下，接触时间应小于30秒（见图9）。传感器能承受的极限焊接温度是260℃,因此建议在回流焊焊接时使用低温180℃。

注意：回流焊焊接后，需将传感器在>75%RH的环境下存放至少24小时，以保证聚合物的重新水合。否则将导致传感器读数漂移。也可以将传感器放置在自然环境（>40%RH）下5天以上，使其重新水合。使用低温回流焊（比如:180℃）可以减少水合时间。

焊接后不允许冲洗电路板。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中或有冷凝水产生（如：高湿环境），引脚焊盘与PCB 都需要密封（如：使用敷形涂料）以避免接触不良或短路。

2.2 存储条件和操作说明

湿度灵敏度等级（MSL）为 1，依据IPC/JEDEC J-STD-020 标准。因此，建议在出货后一年内使用。

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。

7 接触面是指PCB上的金属层，焊接SMD焊盘的地方。

8 阻焊层是指PCB顶层覆盖在连接线上的绝缘层。

9 焊锡的类型与焊锡内部粒子的尺寸有关。Type 3 尺寸范围为25-45 μm 粉末。

因此建议将传感器存放于原包装包括密封的 ESD 口袋，并且符合以下条件：温度范围10°C-50°C（在有限时间内 0-85°C）；湿度为20-60%RH（没有 ESD 封装的传感器）。对于那些已经被从原包装中移出的传感器，我们建议将它们储存在内含金属 PET/AL/CPE材质制成的防静电袋中。

在生产和运输过程中，传感器应当避免接触高浓度的化学溶剂和长时间的曝露在外。应当避免接触挥发性的胶水、胶带、贴纸或挥发性的包装材料，如泡箔、泡沫材料等。生产区域应通风良好。

2.3 恢复处理

如上所述，如果传感器暴露在极端工作条件或化学蒸汽中，读数会产生漂移。可通过如下处理，使其恢复到校准状态。

烘干：在80-85°C和<5%RH 的湿度条件下保持10小时；

重新水合：在20-30°C和>75%RH 的湿度条件下保持24小时¹⁰。

2.4 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。

如果传感器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。

（参阅图 10）。

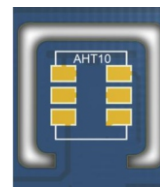


图10 AHT10 印刷电路板俯视图，图中加入铣削狭缝的设计，可以将热传递降到最小。

此外，当测量频率过高时，传感器的自身温度会升高而影响测量精度。如果要保证它的自身温升低于 0.1°C，AHT10 的激活时间不应超过测量时间的 10%——建议每2秒钟测量1次数据。

2.5 用于密封和封装的材料

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。因此传感器周围的材质应谨慎选用。推荐使用的材料有：

金属材料，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AHT10(见2.2)。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°C的环境中干燥24小时，以使其在封装前将污染气体释放。

2.6 布线规则和信号完整性

如果 SCL 和 SDA 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和/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。须在电源引脚（VDD，GND）之间加一个 10uF 的去藕电容，用于滤波。此电容应尽量靠近传感器。见下一章。

此外，为了提高传感器的可靠性能，电路板在layout时避免在传感器底部布线或覆铜设计。

¹⁰ 75%RH 可以很简便地由饱和 NaCl 生成。

3 接口定义

引脚	名称	释义
1	ADR	接电源地
2	SDA	串行数据，双向
3	SCL	串行时钟，双向
4	VDD	供电电压
5	GND	电源地
6	NC	保持悬空

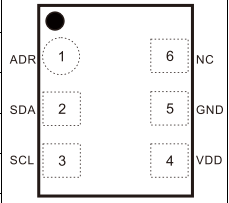


表5 AHT10引脚分布（俯视图）。

3.1 电源引脚(VDD, GND)

AHT10 的供电范围为 1.8~3.6V，推荐电压为3.3V。电源（VDD）和接地（GND）之间须连接一个 10uF 的去耦电容，且电容的位置应尽可能靠近传感器 -参考图 11。

3.2 串行时钟 SCL

SCL用于微处理器与AHT10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SCL 频率。

3.3 串行数据 SDA

SDA 引脚用于传感器的数据输入和输出。当向传感器发送命令时，SDA 在串行时钟（SCL）的上升沿有效，且当 SCL 为高电平时，SDA 必须保持稳定。在 SCL 下降沿之后，SDA 值可被改变。为确保通信安全，SDA 的有效时间在 SCL 上升沿之前和下降沿之后应该分别延长至 TSU and TH0 -参考图 12。当从传感器读取数据时，SDA 在 SCL 变低以后有效 (TV)，且维持到下一个 SCL 的下降沿。

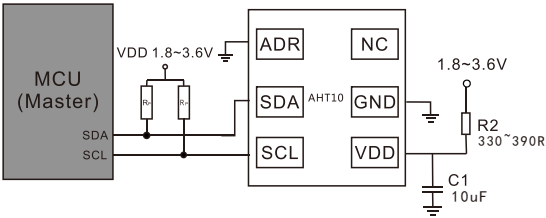


图 11 典型的应用电路，包括上拉电阻 RP 和 VDD 与 GND 之间的去耦电容。

注： 1、产品在电路使用中主机 MCU 的供电电压必须与传感器一致。
2、如需进一步提高系统的可靠性，可以对传感器GND加以控制。
3、I²C总线上仅能连接单个AHT10,且不能连接其它I²C器件。
4、为保证传感器不受电路中的干扰，请在VDD上增加滤波电路，如典型电路上的R2与C1。

为避免信号冲突，微处理器（MCU）必须只能驱动 SDA 和 SCL 在低电平。需要一个外

部的上拉电阻（例如：4.7KΩ）将信号提拉至高电平。上拉电阻通常可能已包含在微处理器的 I/O 电路中。参考表 7 和表 8 可以获取关于传感器输入/输出特性的详细信息。

4 电气特性

4.1 绝对最大额定值

AHT10 的电气特性在表 1 有所定义。如表6中所给出的绝对最大额定值仅为应力额定值和提供更多的信息。在这样的条件下，该装置进行功能操作是不可取的。长时间暴露于绝对最大额定值条件下，可能影响传感器的可靠性。

参数	最小	最大	单位
VDD to GND	-0.3	3.6	V
数字 I/O 引脚 (SDA, SCL) to GND	-0.3	VDD + 0.3	V
每个引脚的输入电流	-10	10	mA

表6 电气绝对最大额定值

ESD静电释放符合JEDEC JESD22-A114 标准（人体模式 ±4kV），JEDEC JESD22-A115（机器模式±200V）。如果测试条件超出标称限制指标,传感器需要加额外的保护电路。

4.2 输入/输出特性

电气特性，如功耗、输入和输出的高、低电平电压等，依赖于电源供电电压。为了使传感器通讯顺畅，很重要的一点是，确保信号设计严格限制在表 7、8 和图 12 所给出的范围内）。

参数	条件	最小	典型	最大	单位
输出低电压 VOL	VDD = 3.3 V, -4 mA < IOL < 0mA	0	-	0.4	V
输出高电压 VOH		70% VDD	-	VDD	V
输出汇点电流 IOL		-	-	-4	mA
输入低电压 VIL		0	-	30% VDD	V
输入高电压 VIH		70% VDD	-	VDD	V
输入电流	VDD = 3.6 V, VIN = 0 V to 3.6 V	-	-	±1	uA

表 7 数字输入输出焊盘的直流特性，如无特殊声明，VDD = 1.8 V to 3.6 V, T = -40℃ to 85℃。

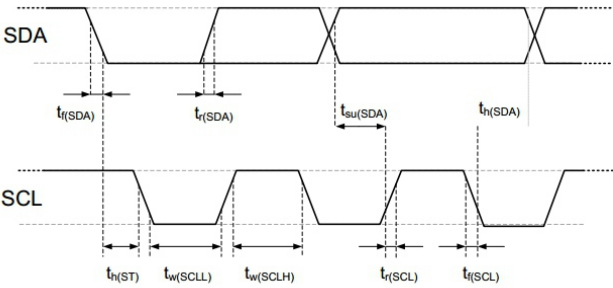


图12 数字输入/输出端的时序图、缩略语在表 8 中进行了解释。较粗的 SDA 线由传感器控制、普通的 SDA线由单片机控制。请注意 SDA 有效读取时间由前一个转换的下降沿触发。

参数	标号	I ² C 典型模式		I ² C 高速模式		单位
		MIN	MAX	MIN	MAX	
I ² C时钟频率	fSCL	0	100	0	400	KHz
起始信号时间	tHDSTA					μs
SCL时钟高电平宽度	tHIGH	4.7		1.3		μs
SCL时钟低电平宽度	tLOW	4.0		0.6		μs
数据保存时间相对于SCL SDA边缘	tHDDAT	0.09	3.45	0.02	0.9	μs
数据设置时间相对于SCL SDA边缘	tSUDAT	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

表 8 I²C快速模式数字输入/输出端的时序特性。具体含义在图12 有所显示。除非另有注明。

5 传感器通讯

AHT10 采用标准的 I²C协议进行通讯。欲获取下述章节以外的关于I²C协议的资料，请参阅下列网站：www.aosong.com 提供程序样例参照。

5.1 启动传感器

第一步，将传感器上电，电压为所选择的VDD电源电压（范围介于 1.8V与 3.6V之间）。上电后，传感器最多需要 20 毫秒时间（此时 SCL为高电平）以达到空闲状态，即做好准备接收由主机（MCU）发送的命令。

5.2 启动/停止时序

每个传输序列都以 Start状态作为开始并以Stop 状态作为结束，如图 13 和图 14

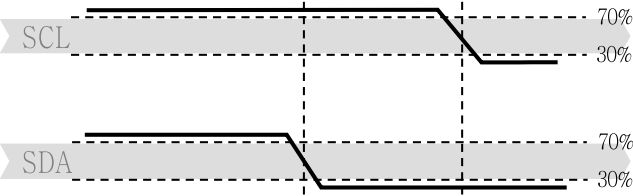


图 13 启动传输状态（S）-当 SCL 为高电平时，SDA 由高电平转换为低电平。开始状态是由主机控制的一种特殊的总线状态，指示从机传输开始（Start 之后，BUS 总线一般被认为处于占线状态）

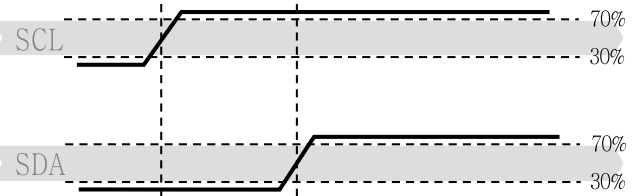
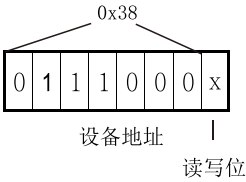


图 14 停止传输状态（P）-当SCL 高电平时，SDA 线上从低电平转换为高电平。停止状态是由主机控制的一种特殊的总线状态，指示从机传输结束（Stop 之后，BUS 总线一般被认为处于闲置状态）。

5.3 发送命令

在启动传输后，随后传输的I²C 首字节包括7位的I²C 设备地址0x38和一个 SDA 方向位x（读R：‘1’，写W：‘0’）。在第8个SCL 时钟下降沿之后，通过拉低 SDA 引脚（ACK 位），指示传感器数据接收正常。在发出初始化 命令之后（‘1110’ 0001’ 代表初始化，‘1010’ 1100’ 代表温湿度测量），MCU 必须等待测量完成。基本的命令在表 9 中进行概述。表10为从机返回的状态位说明。



命令	释义	代码
初始化命令	保持主机	1110'0001(0xE1)
触发测量	保持主机	1010'1100(0xAC)
软复位		1011'1010(0xBA)

表 9 基本命令集

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]	保留	保留
Bit[3]	校准使能位 CAL Enable	1--已校准 0--未校准
Bit[2: 0]	保留	保留

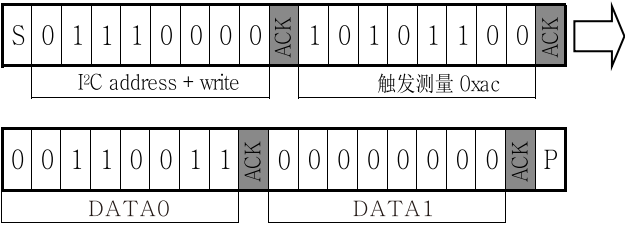
表10 状态位说明

传感器读取流程：

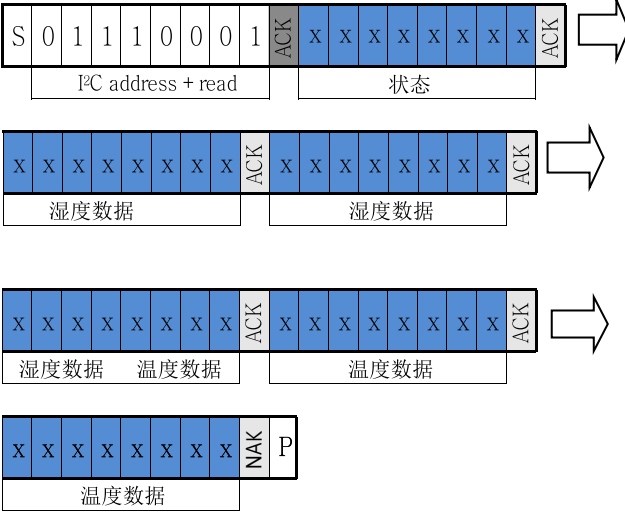
1. 上电后要等待40ms，读取温湿度值之前，首先要看状态字的校准使能位Bit[3]是否为1(通过发送0x71可以获取一个字节的状态字)，如果不为1，要发送0XE1命令（初始化），此命令参数有两个字节，第一个字节为0x08，第二个字节为0x00。
2. 直接发送0xAC命令（触发测量），此命令参数有两个字节，第一个字节为0x33，第二个字节为0x00。
3. 等待80ms待测量完成，忙状态Bit[7]为0，然后可以读取六个字节（发0X71即可以读取）。

注：在第一步的校准状态检验只需要上电时检查，在正常采集过程无需操作。

触发测量数据



读取温湿度数据



注：传感器在采集时需要时间, 主机发出测量指令（0xAC）后, 延时80毫秒以上再读取转换后的数据并判断返回的状态位是否正常。若状态比特位[Bit7]为0代表数据可正常读取, 为1时传感器为忙状态, 主机需要等待数据处理完成。

5.4 软复位

这个命令（见表9）用于在无需关闭和再次打开电源的情况下，重新启动传感器系统。在接收到这个命令之后，传感器系统开始重新初始化，并恢复默认设置状态，软复位所需时间不超过20毫秒。

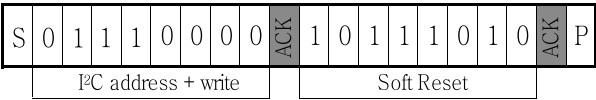


图 17 软复位 – 灰色部分由 AHT10控制。

6 信号转换

6.1 相对湿度转换

相对湿度 RH 都可以根据 SDA 输出的相对湿度信号 S_{RH} 通过如下公式计算获得（结果以 %RH 表示）。

$$RH[\%]=\left(\frac{S_{RH}}{2^{20}}\right)*100\%$$

6.2 温度转换

温度 T 都可以通过将温度输出信号 S_T 代入到下面的公式计算得到（结果以温度℃表示）：

$$T(^{\circ}C)=\left(\frac{S_T}{2^{20}}\right)*200-50$$

7 环境稳定性

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传感器依据奥松温湿度传感器企业标准进行测试。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。

8 包装

AHT10提供 SMD 封装（与 DFN 相似），SMD表示双侧无引脚扁平封装。传感器芯片由镀Ni/Au的铜引线框架制成。传感器重量约63mg。

8.1 追踪信息

所有的AHT10传感器表面都带有激光标识。参见图 18。



图 18 传感器激光标识

卷轴上面也贴有标签,如图19,并提供了其他的跟踪信息。



图 19 卷轴上的标签

8.2 运输包装

AHT10采用卷带式包装，密封在在抗静电ESD袋中。标准的包装尺寸为每卷4000片。对于AHT10包装，每盘卷带后440mm(55个传感器容量)和前200mm(25传感器容量)部分为空包装。

带有传感器定位的包装图如图20所示。卷轴放置在防静电口袋中。

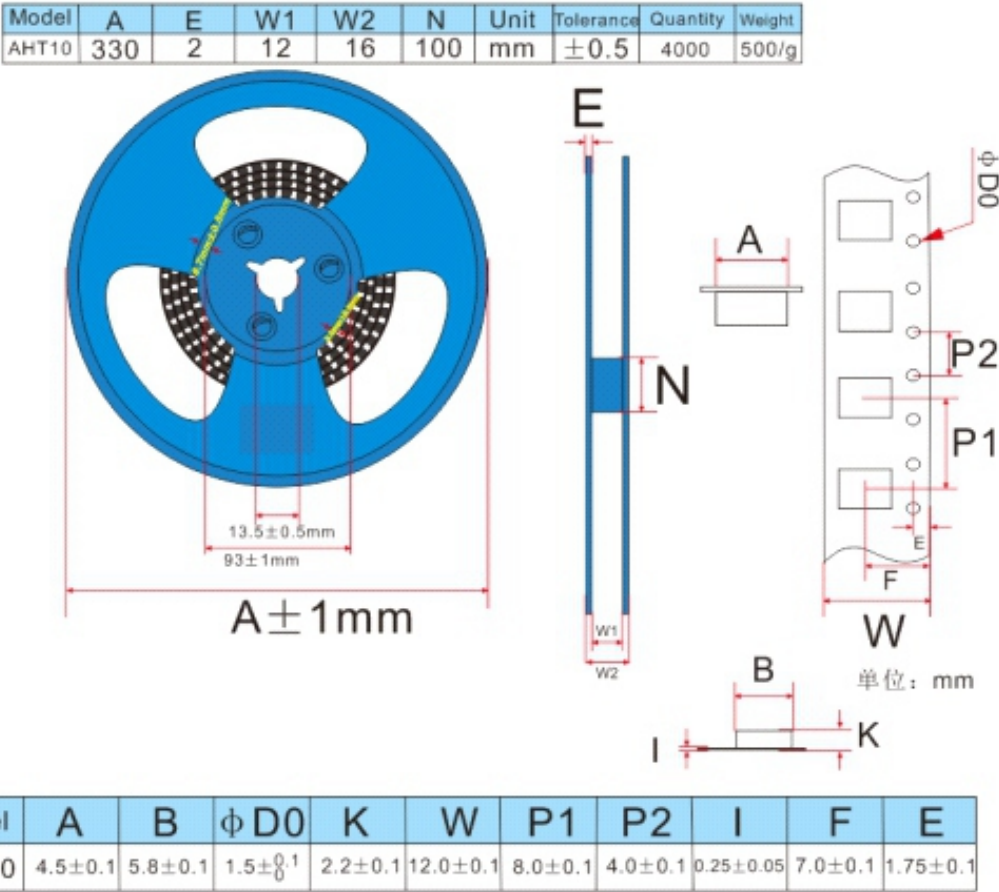


图20 包装卷带和传感器定位图

注意事项

警告, 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, 可能导致死亡和严重的人身伤害。

如果买方将要购买或使用奥松的产品而未获得任何应用许可及授权, 买方将承担由此产生的人身伤害及死亡的所有赔偿, 并且免除由此对奥松公司管理者和雇员以及附属子公司、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。

ESD 防护

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。

品质保证

本公司对其产品的直接购买者提供为期12个月(1年)的质量保证(自发货之日起计算), 以奥松出版的该产品的数据手册中的技术规格为标准。如果在保质期内, 产品被证实有缺陷, 本公司将提供免费的维修或更换。用户需满足下述条件:

- 该产品在发现缺陷14天内书面通知本公司;
- 该产品缺陷有助于发现本公司的设计、材料、工艺上的不足;
- 该产品应由购买者付费寄回到本公司;
- 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。本公司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。

同时本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。

版权所有© 2018, ASAIR®。