

# AHT40 说明书

## 温湿度传感器

- 完全标定
- 数字输出，I<sup>2</sup>C接口
- 优异的长期稳定性
- 响应迅速、抗干扰能力强
- 宽电压支持2.0~5.5 VDC

## 产品简述

AHT40是一款全新的温湿度传感器，具备功耗低、精度高的显著优点。其采用适于回流焊的双列扁平无引脚SMD封装，外壳坚固且尺寸微小，可轻松融入高难度的设计之中。该传感器配备全新优化的ASIC专用芯片、改进的MEMS半导体电容式湿度传感元件以及标准的片上温度传感元件，性能得到大幅的提升，即便处于恶劣环境下也能保持稳定性能。

AHT40温湿度传感器能够助力应用设备降低功耗，性价比积高，尤其适合对成本管控严格同时注重品质的企业进行批量生产。

## 应用范围

AHT40温湿度传感器应用范围广泛，涵盖智能家居（如家电产品中的暖通空调、除湿器、冰箱等）、消费电子、数字医疗、汽车、工业和气象等多个领域。同时，可用于测试和检测设备等相关温湿度检测控制产品，为各行业精准测量与控制助力。



图1. AHT40温湿度传感器

## 1. 传感器性能

### 1.1 相对湿度

表1. 相对湿度特性表

参数	条件	最小	典型	最大	单位
分辨率	典型	-	0.024	-	%RH
相对误差 <sup>1</sup>	典型	见图2			%RH
	最大	见图2			%RH
重复性	-	-	±0.1	-	%RH
迟滞	-	-1	±0.5	1	%RH
非线性	-	-	<0.1	-	%RH
响应时间 <sup>2</sup>	τ 63%	10	-	25	s
测量范围	扩展 <sup>3</sup>	0	-	100	%RH
漂移 <sup>4</sup>	正常	-	<1	-	%RH/yr

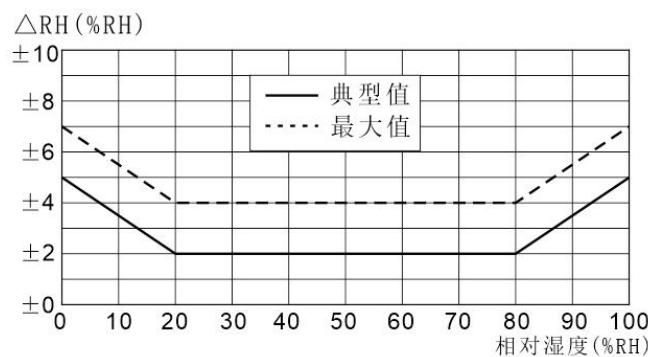


图2. 25°C时相对湿度的典型误差和最大误差

### 1.2 电气特性

表2. 电气特性

参数	条件	最小	典型	最大	单位
供电电压	典型	2.0	3.3	5.5	V
供电电流, IDD <sup>5</sup>	休眠	-	0.1	-	μA
	测量	-	420	460	μA
功耗	休眠	-	0.3	0.4	μW
	测量	-	1.4	1.5	mW
通讯方式	两线数字接口, 标准I²C协议				

<sup>1</sup> 此精度为出厂检验时，在25°C清洁空气条件下的测试精度，不包括迟滞和非线性。<sup>2</sup> 25°C和1m/s气流条件下，达到一阶响应63%所需时间。<sup>3</sup> 针对传感器读数偏差请参阅“用户指南”。<sup>4</sup> 清洁空气中测试数据，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，本参数可能会偏大。<sup>5</sup> 供电电流和功耗的最小值和最大值是在25°C, VDD=3.3V下测试的数据。平均值为每1秒中进行一次测量的数值。

### 1.3 温度

表3. 温度特性表

参数	条件	最小	典型	最大	单位
分辨率	典型	-	0.01	-	°C
精度误差	典型		见图3		°C
	最大		见图3		°C
重复性	-	-	±0.1	-	°C
迟滞	-	-	±0.1	-	°C
响应时间 <sup>6</sup>	$\tau$ 63%	4	-	10	s
工作范围	-	-40	-	120	°C
漂移	-	-	<0.1	-	°C/yr

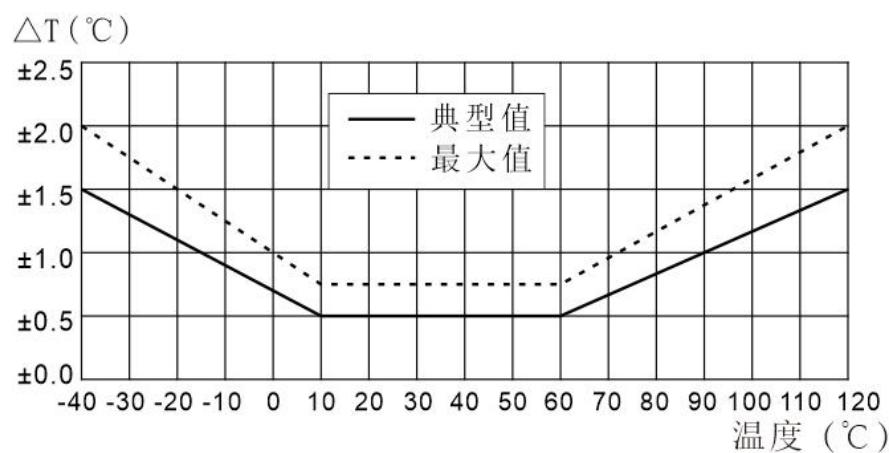


图3. 温度典型误差和最大误差

<sup>6</sup> 响应时间受PCB布局及安装影响。

## 2. AHT40 用户指南

### 2.1 扩充性能

#### 2.1.1 工作条件

传感器在所建议的“正常范围”环境内工作（见图4），其性能相对稳定。长期暴露在“正常范围”外工作，处在“最大范围”内工作时，尤其是在高温高湿（例如超过12小时85°C/85%RH环境下）使用时，可能会产生临时性漂移误差，相对湿度误差在±8%RH以内（见图5）。当回到“正常范围”区域后，传感器会缓慢恢复到表1中相对误差状态。在“最大范围”区域外的长时间使用，会缩短产品寿命，并影响产品性能。

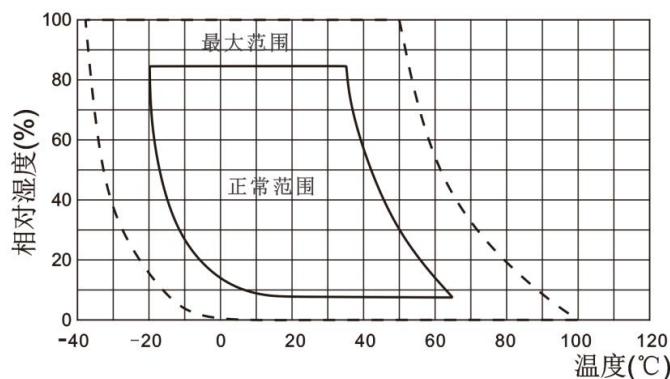


图4. 工作条件

#### 2.1.2 不同温度下的相对湿度误差

图2中给出了25°C时的相对湿度误差，图5中则提供了其他温度段的相对湿度典型误差。

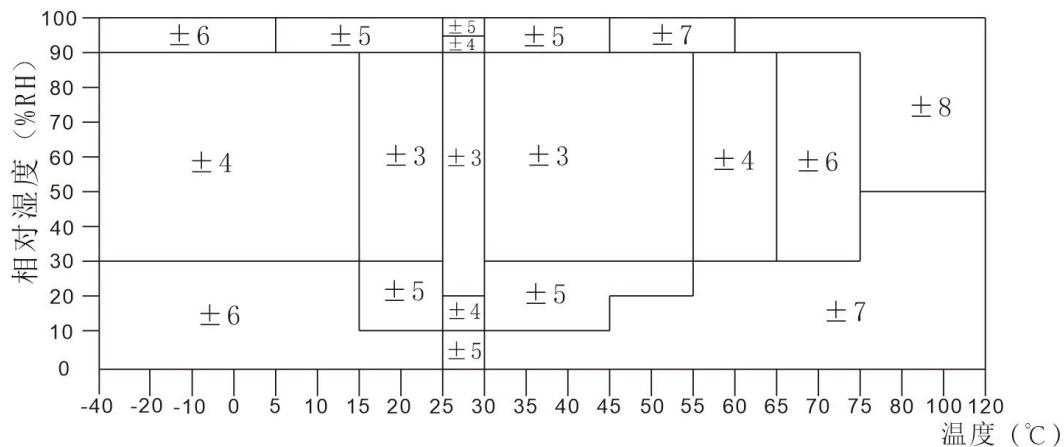


图 5. -40°C~100°C 范围内对应的相对湿度典型误差 Δ %RH

注：以上误差为以冷镜式精密露点仪作相对湿度标准测试的典型误差（不包括迟滞）。

## 2.2 应用信息

### 2.2.1 焊接说明

图6外围虚线部分为SMD封装外部尺寸。

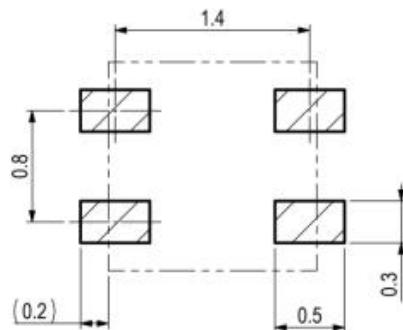


图6. 推荐传感器 PCB设计尺寸 (单位: mm)

关于焊锡印刷, 建议钢网厚度0.125mm。对于焊盘部分的钢网尺寸须比PCB焊盘宽0.1mm; 裸焊盘的钢网要覆盖70%~90%的焊盘区域。由于SMD的贴装高度较低, 建议使用免清洗Type3焊锡, 且在回流时用氮气净化。

JEDEC标准见图7,  $T_p < 260^\circ\text{C}$ ,  $t_p < 30$ 秒, 无铅焊接。 $T_L < 180^\circ\text{C}$ ,  $t_L < 150$ 秒, 焊接时温度上升和下降的速度应<5°C/秒。

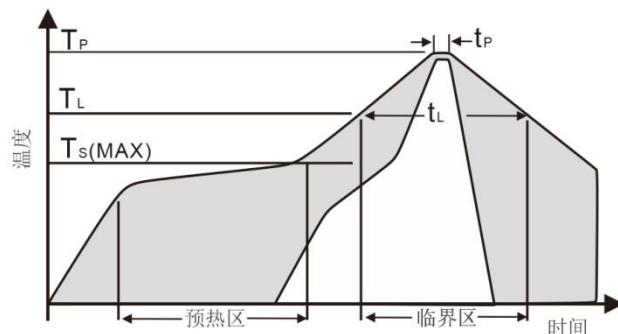


图 7. JEDEC 标准的焊接过程图

请使用标准的回流焊炉对传感器进行焊接, 传感器符合IPC/JEDEC J-STD-020D焊接标准, 回流焊建议使用温度低于230°C, 最佳在回流焊焊接时使用低温180°C, 能承受的极限焊接温度260°C, 应注意的是在最高 $T_p$ 温度下, 接触时间应小于30秒(见图7)。

注: 焊接后传感器可能出现暂时性读数偏低。

### 2.2.2 存储条件和操作说明

温湿度传感器不是普通的电子元器件, 用户必须给予重视并做好防护。传感器长期暴露在高浓度的化学蒸汽中将会产生读数漂移。因此建议将传感器放置于防静电包装袋, 并在10~50°C范围温度, 20~60%RH范围湿度环境之间保存。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。

### 2.2.3 温度影响

传感器的相对湿度，是通过露点计算得出，故环境温湿度对其影响大。因此在测量相对湿度时，应尽可能保证所有测量同一相对湿度的传感器在同一温度环境下工作，对比传感器读数才具有意义。

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相对隔热措施，尽可能将热传递的影响减到最小。如：保持外壳的良好通风，传感器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1.5mm（参阅图8）。

注：图8中加入铣削狭缝的设计，可以将热传递降低到最小。

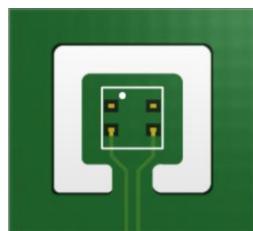


图8. 传感器印刷电路板俯视图

此外，当对传感器数据采集频率过高时，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，建议测量时I<sup>2</sup>C采样频率在10K~400KHz之间，不宜过高。

### 2.2.4 产品应用场景设计

在产品设计上，传感器有以下特点：

1) 传感器与外界空气充分接触

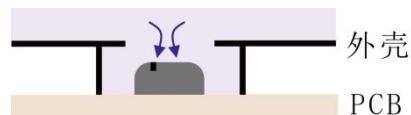


图9. 外壳上合适的窗口提供了良好的环境测量通道，空气交换更充分。

2) 传感器与外壳内部空气完全隔离



图10. 传感器与外壳内部空气进行隔离，将外壳内部密闭空气对传感器的影响降到最低。

3) 传感器周围的测量盲区小

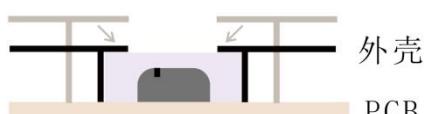


图11. 测量盲区小有利于传感器快速全方位检测到环境变化。

4) 传感器与热源隔离

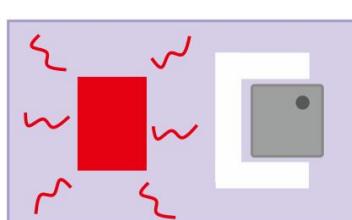


图 12. 传感器与内部热源隔离可将内部热量对传感器测量的影响降至最低。

### 5) 传感器电源可控

为避免信号冲突，提高系统的稳定性，微处理器（MCU）只能驱动SDA和SCL在低电平，需要一个外部的上拉电阻（例如：2~10kΩ）将信号拉至高电平。提供图13电路供参考。

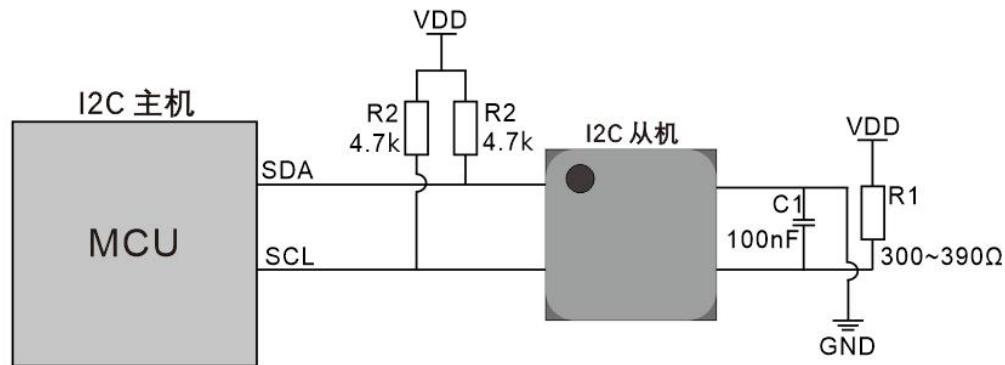


图 13. 典型应用电路

- 注：
1. 主机MCU和传感器供电电压VDD范围为2.0~5.5V。
  2. 传感器刚上电时，MCU优先给VDD供电，5ms后才可以设置SCL和SDA高电平。
  3. 传感器的VDD需加上RC滤波电路，如图中的R1和C1。

### 6) 传感器在PCB上的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。

为了提高传感器的可靠性能，电路板布线时应避免在传感器底部布线或覆铜设计。

#### 2.2.5 用于密封和封装的材料

在应用场景中部分材质会吸收和缓慢释放水汽，从而削弱AHT40的响应特性。因此AHT40周边的材质应谨慎选用，推荐使用的材料有：金属材料、LCP、POM（Delrin）、PTFE（Teflon）、PE、PEEK、PP、PB、PPS、PSU、PVDF和PVF等。

对于需要胶水密封或粘合工艺的AHT40应用场景，推荐选用环氧类封装胶、有机硅脂、聚氨酯封装胶以及紫外线光固化封装胶等。同时注意这些材料释放的气体有可能污染传感器（见2.2.5）。故在产品端涉及AHT40的组装前后工序，应保证通风良好或进行60℃烘干以将残留气味释放。

#### 2.2.6 注意事项

请勿将传感器应用于腐蚀性气体中或有冷凝水产生。

### 3. 接口定义

表5. AHT40引脚分布

引脚	名称	释义
1	SDA	串行数据
2	SCL	串行时钟
3	VDD	供电电压
4	GND	电源地

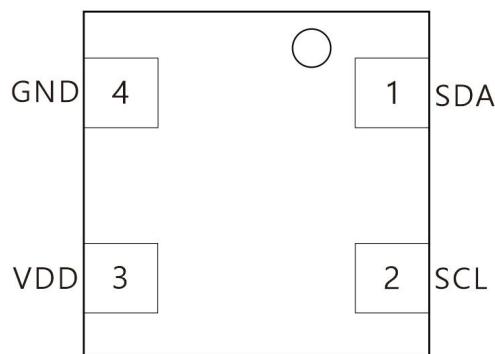


图 14. 底视图

#### 3.1 串行时钟 SCL

SCL用于微处理器与AHT40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。

#### 3.2 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 $T_{SU}$ <sup>7</sup>和 $T_{H0}$ <sup>8</sup>下参考图16。当从传感器读取数据时，SDA在SCL变低以后产生有效信号，且维持到下一个SCL的下降沿。

<sup>7</sup>  $T_{SU}$ 是指在时钟信号边沿到来之前，数据需要稳定的最长时间，即触发器建立时间。

<sup>8</sup>  $T_{H0}$ 是指在时钟信号边沿到来以后，数据需要保持的最长时间，即触发器保持时间。

## 4. 芯片尺寸图

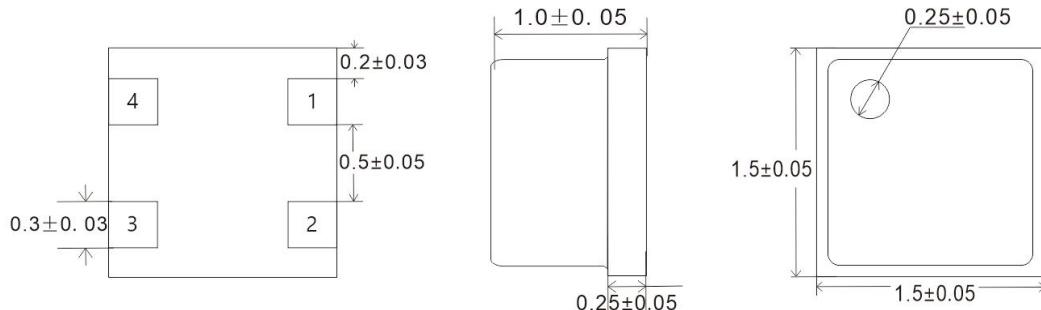


图15. AHT40传感器封装图（单位：mm）

## 5. 电气特性

### 5.1 绝对最大额定值

传感器的电气特性在表2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，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。

表6. 电气绝对最大额定值

参数	最小	最大	单位
VDD 至 GND	-0.3	5.5	V
数字I/O引脚 至 GND	-0.3	VDD+0.3	V
引脚的输入电流	-10	10	mA

静电释放符合JEDECJESD22-A114标准（人体模式±4kV），JEDECJESD22-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。

### 5.2 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。较粗的SDA线由传感器控制、普通的SDA线由单片机控制。为了使传感器通讯顺畅，注意SDA有效读取时间由前一个转换的下降沿触发。确保信号设计严格限制在表7、8和图16所给出的范围内。

注：如无特别声明，VDD=2.2V至5.5V，T=-40°C至120°C。

表7. 数字输入输出焊盘的直流特性

参数	条件	最小	典型	最大	单位
输出低电压V <sub>OL</sub>	VDD=3.3V	0	-	0.4	V
输出高电压V <sub>OH</sub>	-	70%VDD	-	VDD	V
输入低电压V <sub>IL</sub>	-	0	-	30%VDD	V
输入高电压V <sub>IH</sub>	-	70%VDD	-	VDD	V
输出低电流I <sub>OL</sub>	-	-4	-	0	mA

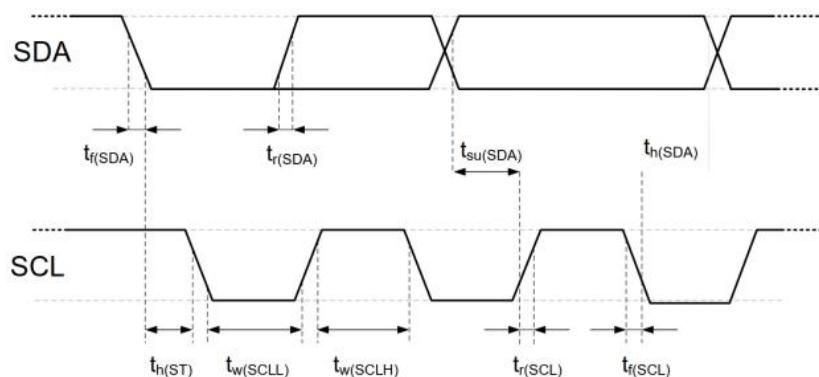


图16. 数字输入/输出端时序图

表8. I<sup>2</sup>C快速模式数字输入/输出端的时序特性。具体含义在图16有所显示。

标号	参数	I <sup>2</sup> C标准模式		I <sup>2</sup> C高速模式		单位
		最小	最大	最小	最大	
tf(SCL)	SCL时钟频率	0	100	0	400	kHz
tw(SCLL)	SCL低电平时间	4.7	\	1.3	\	μm
tw(SCLH)	SCL高电平时间	4.0	\	0.6	\	μm
tsu(SDA)	SDA启动时间	250	\	100	\	ns
t <sub>h</sub> (SDA)	SDA数据保持时间	0.09	3.45	0.02	0.9	μm

## 6. 传感器通讯

AHT40采用标准的I<sup>2</sup>C通讯协议，设备地址：0x44。

### 6.1 传感器 I<sup>2</sup>C 协议时序与命令格式

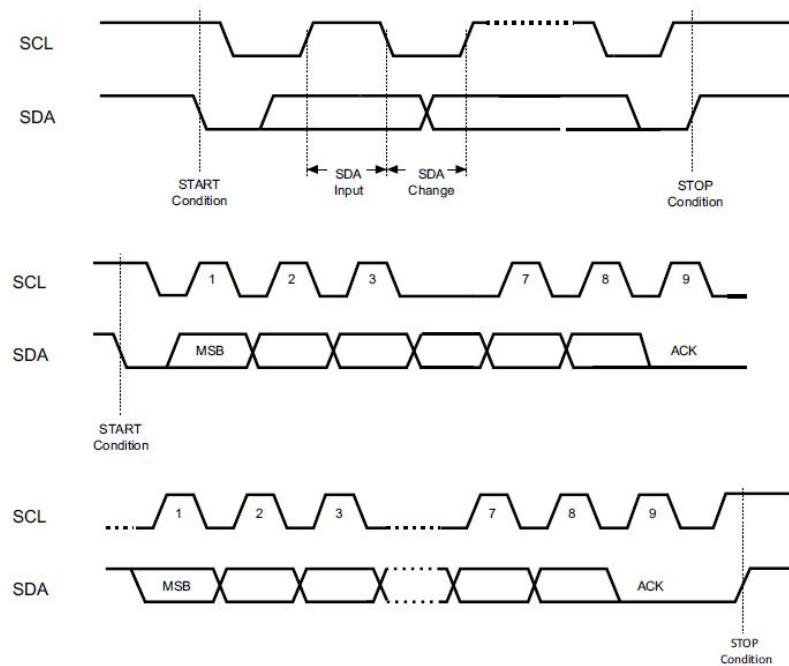


图17. I<sup>2</sup>C总线时序图

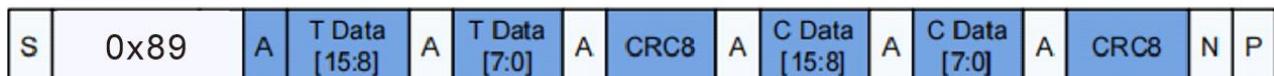


图18. 读取温湿度校准值命令

### 6.2 传感器测量流程

#### 1) 发送测量命令：

传感器的VDD上电后需等待5ms，发送0x88写测量命令0xFD，等待80ms测量完成；

#### 2) 获取温湿度校准数据：

在等待80ms测量完成后，发送0x89读传感器，可获取温度校准数据T DATA[15:0]、湿度校准数据C DATA[15:0]以及校准字CRC8；

#### 3) CRC 校验：

将测量读取到的温度校准数据T DATA[15:0]、湿度校准数据C DATA[15:0]进行CRC8检验，CRC初始值为0xFF，CRC8校验多项式为：CRC[7:0]=1+x<sup>4</sup>+x<sup>5</sup>+x<sup>8</sup>，CRC计算代码如下：

```
/*****************************//
```

```
//CRC校验类型: CRC8
```

```

//多项式: X8+X5+X4+1
//Poly:0011 0001 0x31
unsigned char Calc_CRC8(unsigned char *message,unsigned char Num)
{
    unsigned char i;
    unsigned char byte;
    unsigned char crc =0xFF;
    for (byte = 0;byte<Num;byte++)
    {
        crc^=(message[byte]);
        for(i=8;i>0;--i)
        {
            if(crc&0x80)
                crc=(crc<<1)^0x31;
            else
                crc=(crc<<1);
        }
    }
    Return crc;
}
//****************************************************************************

```

#### 4) 计算温湿度值:

相对湿度转换公式:

$$\text{Cap}[\%] = -6 + \frac{C[15:0]}{65535} \cdot 125$$

温度转换公式:

$$\text{Temperature}[^{\circ}\text{C}] = -45^{\circ}\text{C} + \frac{T[15:0]}{65535} \cdot 175^{\circ}\text{C}$$

示例: T[15:0]: 0x2FFA, 转换为十进制数12282, T=(12282/65535)\*175-45=-12.2°C

注: 传感器在采集时需要时间, 主机发出测量命令 (0x88, 0xFD) 后, 未延时80ms则状态字Bit7可能为1, 此时读到的为前一次测量命令的温湿度数据, 传感器在测量完成后会进入休眠状态直到下一次通信时唤醒。

## 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相对湿度。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。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

采用卷带式防静电袋包装, 每卷10000PCS (如图18), 外防静电袋上面贴有标签, 如图19, 并提供了跟踪信息。

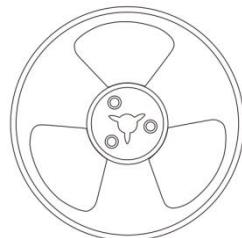


图18. 卷盘



图19. 防静电袋上的标签

## 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，除非有特有的目的或有使用授权。在安装、处理、使用或者维护该产品前要参考产品数据表及说明书。如不遵从建议，可能导致死亡或者严重的人身伤害。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、索赔费用、律师费用等。

## 品质保证

广州奥松电子股份有限公司对其产品的直接购买者提供如下表的质量保证（自发货之日起计算），以奥松电子产品说明书中标明技术规格。如果在质保期内，产品被证实有缺陷，本公司将提供免费的维修或更换服务。

质保期说明

产品类别	质保期
AHT40温湿度传感器	12个月

本公司只对应用在符合该产品技术条件场合应用下，而产生缺陷的产品负责。本公司对产品应用在非建议的特殊场景不做任何的保证。本公司对产品应用到其他非本公司配套产品或电路中的可靠性也不做任何承诺。

本手册如有更改，恕不另行通知。

本产品最终解释权归广州奥松电子股份有限公司所有。

版权所有 ©2025, ASAIR®