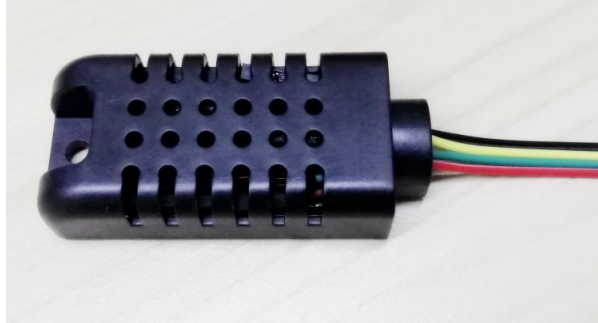


HCT2101P 数字温湿度传感器

产品特点

- 高精度、稳定性好
- 完全标定
- 数字输出
- 小体积、低功耗
- 长期饱和后迅速恢复
- 湿度测量范围：0 - 100 %RH
- 温度测量范围：-40 - 125°C



产品概述

HCT2101P 数字温湿度传感器是一款含有已校准数字信号输出的复合型温湿度传感器。它提供经过校正的线性 I2C 数字信号输出。作为一款即查即用的湿度和温度传感器，其输出信号可以直接与为控制器连接，具有完全互换性且不需要重新校准。该产品具有高可靠、性能稳定、反应迅速、小体积、低功耗、性价比高等诸多优点，使其成为各种应用场景的极佳选择。

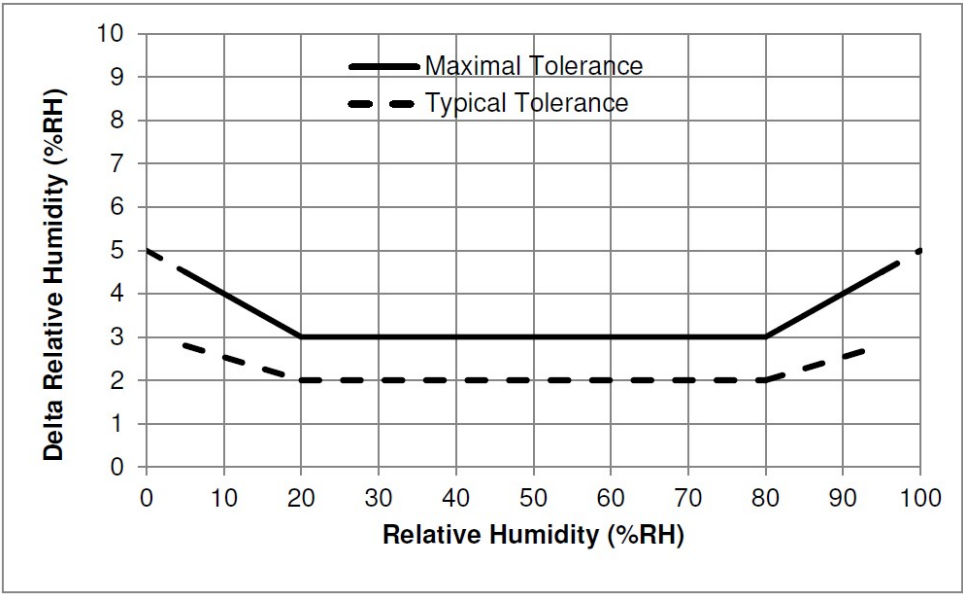
产品应用

- 暖通空调、除湿器
- 消费品
- 自动控制、数据记录器、气象站
- 医院及其它相关温湿度监测控制
- 测试及检测设备
- 汽车：车内 CO2 监测
- 家电、湿度调节

性能参数

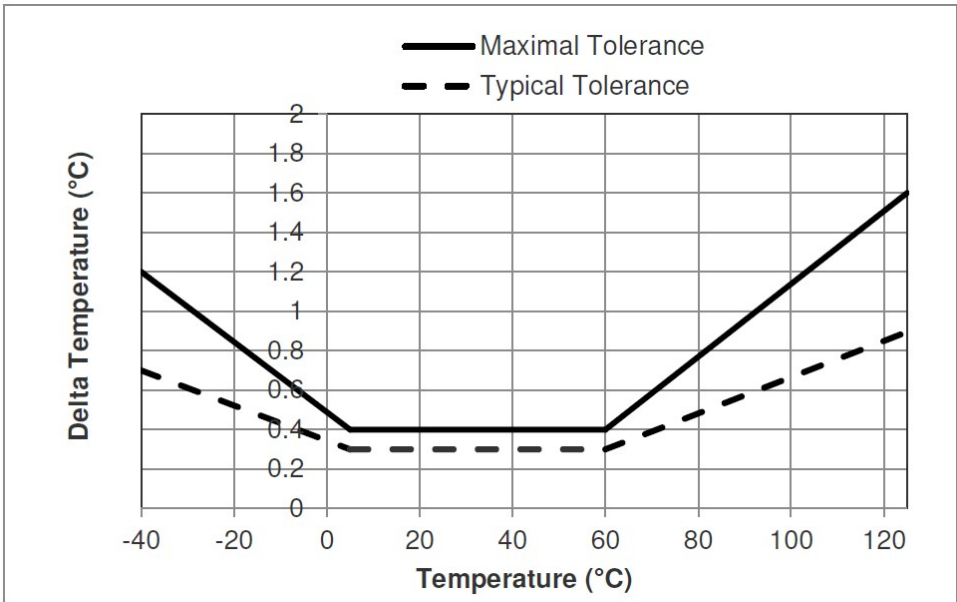
规格性能	参数
供电电压	DC:4.5-5.5VDC
湿度测量范围	0 - 100 %RH
温度测量范围	-40 - 125°C
相对湿度精度	±3%RH (表 1)
温度精度	±0.5°C (表 2)
分辨率	温度：0.1°C 湿度：0.1%/RH
长期漂移 (温度)	0.04°C/年
长期漂移 (湿度)	0.5%RH/年
通讯方式	数字 (两线制接口) I2C
数字 I/O 口引脚 (DATA/SCK) to VDD	-0.3—VDD+0.3
响应时间 (from 33 - 75 %RH)	5s

相对湿度（表 1）



◇25℃时相对湿度最大误差

温度精度（表 2）



◇温度典型误差和最大误差

应用信息

1.工作条件

传感器在建议工作范围内，性能稳定，见表 1、2。长期暴露在正常范围以外的条件下（如湿度>90%RH 200 小或结露状态下）可能导致信号暂时性漂移，当恢复到正常工作条件后，传感器会自动恢复到校正状态。在非正常条件下长时间使用，会加速产品的老化。

2.存储操作说明

温湿度传感器不是普通的电子元器件，所以需要仔细防护，建议传感器应存放在温度：10-50℃（有限时间内 0-85℃），湿度 20-60%RH 的环境中。应避免传感器接触高浓度的化学溶剂或长时间暴露在挥发性的胶水、酸碱溶液等环境中。

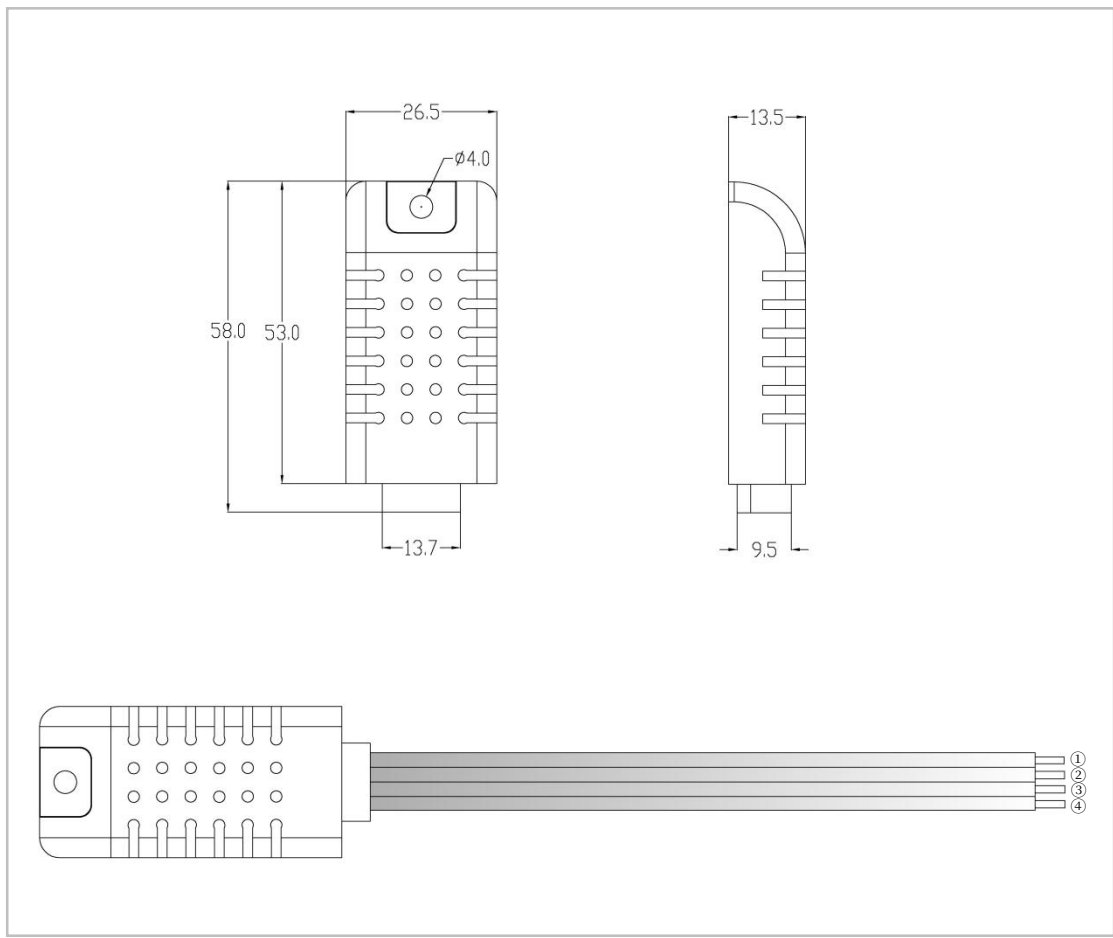
3.恢复处理

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，可通过如下方法处理，使其恢复到校准状态。

烘干：在 65-85℃和<5%RH 的环境条件下保持 12 个小时。

重新水合：在 20-30℃和>75%RH 的环境条件下保持 12 个小时。

外形尺寸



(单位 mm)

接口定义

引脚	颜色	描述
①	红色	VCC/ 5V
②	绿色	SCL
③	黄色	SDA
④	黑色	GND

I2C 通讯协议

启动传感器

传感器需要 1.5V 至 3.6V 的电压。上电后，设备需要大多数 15ms，而 SCK 高达到空闲状态（睡眠模式），即准备好接受命令 MCU。在此之前不应发送任何命令。建议在开始时进行软复位。

起始信号 (S)

要启动传输，必须发出起始条件，它包括拉低 DATA 线，在 SCK 高电平期间一个向低电平的跳变。

停止信号 (P)

要停止传输，必须发出停止条件，它包括拉高 DATA 线，在 SCK 高电平期间一个向高电平的跳变。



发送命令

发送启动条件后，后续的 I²C 标头由 7 位 I²C 器件地址 0x40 和 DATA 方向位（写入访问的“0”：0x80）组成。温湿度传感器通过在第 8 个 SCK 时钟的下降沿之后将 DATA 引脚拉低（ACK 位）来指示正确接收字节。发出测量命令（温度为 0xE3，相对湿度为 0xE5）后，MCU 必须等待测量完成。

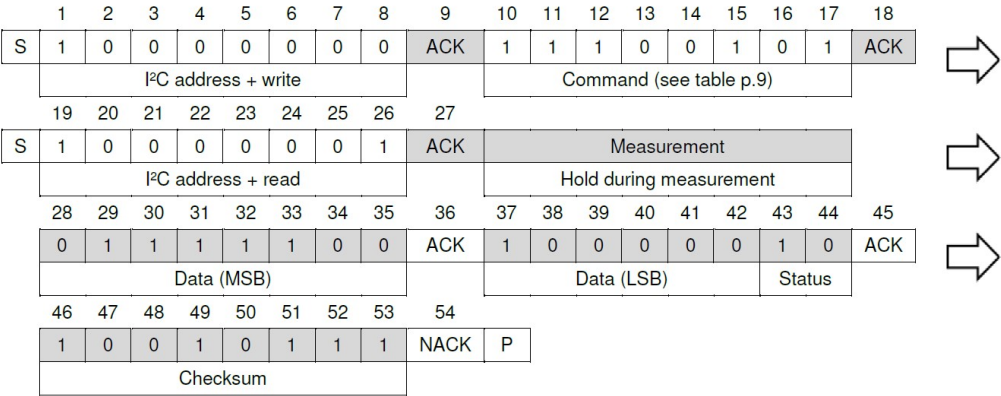
基本命令如下表所示：

命令	代码	描述
触发温度测量	0xE3	主机
触发湿度测量	0xE5	主机
触发温度测量	0xF3	从机
触发湿度测量	0xF5	从机
写用户注册	0xE6	
读用户注册	0xE7	
软复位	0xFE	

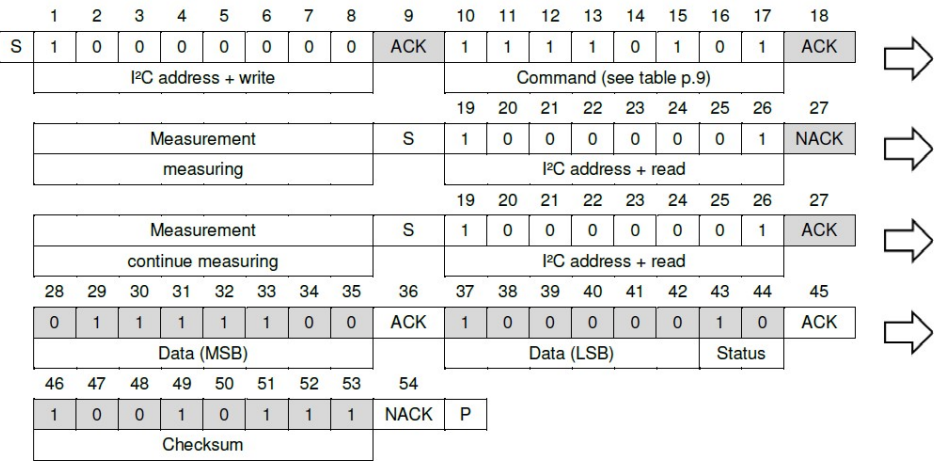
主机/从机模式

有两种不同的操作模式可与温湿度传感器通信：主机模式和从机模式
第一种情况，SCK 线在测量过程中被停止（由传感器控制），而第二种情况，当传感器正在处理测量时，SCK 线保持打开状态，可进行其他通讯。

从机模式下允许在传感器在测量时处理总线上其他 I²C 的通信任务。 下面提供了两种模式的通信序列。
在主机模式下，传感器在测量时下拉 SCK 线以强制主机处于等待状态。 通过释放 SCK 线，传感器指示内部处理已完成传输可以继续。
在从机模式下，MCU 必须轮询终止传感器的内部处理。 通过发送一个开始条件，（读取访问的“1”： 0x81），如图所示下面。 如果内部处理完成，传感器会确认 MCU 和数据的轮询由 MCU 读取。 如果测量处理未完成，则传感器不应答 ACK 位并且必须再次发出开始条件。
对于这两种模式，由于测量的最大分辨率是 14 位，因此最后两个最低有效位（LSB，位 43 和 44）用于发送状态信息。 两个 LSB 的第 1 位表示测量值类型（‘0’： 温度，‘1’： 湿度）。 当前未分配位 0。



主机模式



从机模式

灰色块由传感器控制。

在于主机模式，可以将位 45 改变为 NACK，然后是停止条件以省略校验和传输。

在从机模式，如果在“读”命令时未完成测量，则传感器不在第 27 位提供 ACK（可能更多这些迭代）。如果位 45 变为 NACK，然后是停止条件，则省略校验和传输。

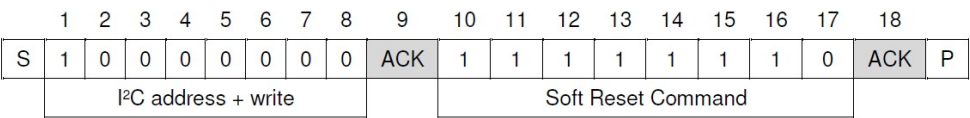
在这些示例中，传感器输出是 SRH = '0111'1100'1000'0000 (0x7C80)。对于物理值的计算，状态位必须设置为“0”。

测量的最大持续时间取决于所选的测量类型和分辨率。应为 MCU 的通信规划选择最大值。

I²C 通信允许重复启动条件，而无需关闭具有停止条件的先前顺序。

软复位

该命令用于重启传感器，关闭电源并再次打开。接待时在此命令时传感器系统根据默认设置重新初始化并开始操作用户寄存器中的头位除外。软复位不到 15ms。



灰色块由传感器控制。

用户寄存器

用户寄存器的内容如下表所示。不得更改保留位和默认值各个保留位的数据可能随时间而变化，将不另行通知 因此，对于任何写入用户注册表，必须首先读取保留位的默认值。

当电池电量低于 2.25V 时，“电池结束”警报/状态将被激活。

加热器用于功能诊断：温度升高时相对湿度下降。该加热器消耗约 5.5mW，温度升高约 0.5-1.5°C。

OTP 重新加载是一项安全功能，并将整个 OTP 设置加载到寄存器，但加热器位除外，在每次测量之前。默认情况下禁用此功能，建议不要使用此功能。请用软因为它包含 OTP 重新加载而重置。

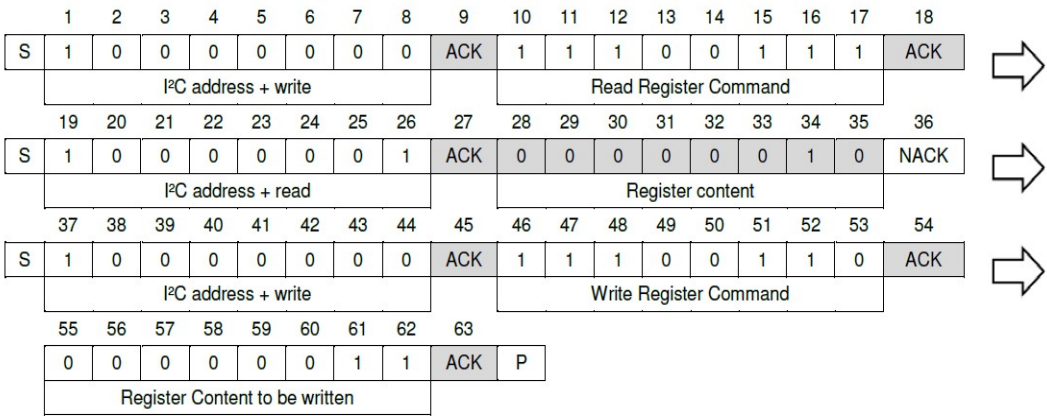
位	#位	说明/编码				默认
7.0	2	测量分辨率				'00'
		Bit 7	Bit 0	RH	温度	
		0	0	12 位	14 位	
		0	1	8 位	12 位	
		1	0	10 位	13 位	
		1	1	11 位	11 位	
6	1	状态: 电池结束 (1) '0': VDD>2.25V '1': VDD<2.25V				'0'
3,4,5	3	保留的				'0'
2	1	启用片上加热器				'0'
1	1	禁用 OTP 重新加载				'1'

(1) 每次测量后更新该状态位

"电池结束"信号的截止值可能会有±0.1V 的变化。
不得更改保留位。
每次发出测量命令后，OTP 重新加载活动加载默认设置。

I²C 通信读写用户寄存器

在此示例中，默认情况下，分辨率设置为 8 位/ 12 位（对于 RH / Temp）



灰色块由传感器控制。

CRC 校验和

传感器提供 CRC-8 校验和以进行错误检测。使用的多项式是 $X^8 + X^5 + X^4 + 1$ 。

基本考虑因素

CRC 代表循环冗余校验。它是最有效的错误检测方案之一，并且需要最少量的资源。

在传感器中实现的 CRC 可检测的错误类型包括：

- 1.数据传输中任何位置的任何奇数错误
- 2.传输中任何位置的所有双位错误
- 3.任何可包含在 8 位窗口内的错误簇（1-8 位不正确）
- 4.大多数较大的错误集群

CRC 是一种常用于数字网络和存储设备的错误检测代码，用于检测原始数据的意外更改。

进入这些系统的数据块根据其内容的多项式除法的余数得到附加的短检查值；在检索时，重复计算，如果检查值不匹配，则可以对假定的数据损坏采取纠正措施。

之所以称为 CRC，是因为检查（数据验证）值是冗余（它在不添加信息的情况下扩展消息）并且算法基于循环码。CRC 很受欢迎，因为它们易于在二进制硬件中实现，易于数学分析，特别擅长检测传输通道中噪声引起的常见错误。因为检查值具有固定长度，所以生成它的函数偶尔用作散列函数。

当以标准 I²C 协议通信运行传感器时，可以使用 8 位 CRC 来检测传输错误。CRC 涵盖传感器发送的所有读取数据。与 I²C 协议通信的传感器的 CRC 属性列于下表中。

CRC 采用 I ² C 协议	
生成多项式	$X^8 + X^5 + X^4 + 1$
初始化	0x00
受保护的数据	读数据
最后的操作	没有

CRC 计算

要计算 n 位二进制 CRC，将表示行中输入的位排成一行，并定位 (n + 1) 位模式表示行的左端下方的 CRC 除数（称为“多项式”）。

首先用对应于 CRC 的比特长度 n 的零填充。

如果最左边的除数位上方的输入位为 0，则不执行任何操作。如果最左边的除数位上方的输入位是 1，则将除数与输入进行异或（换句话说，在除数中每个 1 位上方的输入位被切换）。除数然后向右移动一位，重复该过程，直到除数到达右边的末端输入行。

由于最左边的除数位将其触及的每个输入位置零，此时此过程结束输入行中的唯一位可以是非零的是行右端的 n 位。这 n 位是除法的余数步骤，也将是 CRC 功能的值。

通过再次执行上述计算，可以很容易地验证接收到的消息的有效性添加的检查值而不是零。如果没有可检测的错误，则余数应等于零。

CRC 示例

输入 11011100 (0xDC) 将具有结果 01111001 (0x79) 。

输入 01101000 00111010 (0x683A: 24.7°C) 将产生 01111100 (0x7C) 。

输入 01001110 10000101 (0x4E85: 32.3%RH) 将具有 01101011 (0x6B) 的结果。

信号输出的转换

默认分辨率设置为 12 位相对湿度和 14 位温度读数。传输测量数据在两个字节的包中，即在 8 比特长度的帧中，首先传送最高有效位 (MSB) (左) 对齐)。每个字节后跟一个应答位。两个状态位 (LSB 的最后一位) 必须设置为“0”在计算物理值之前。

为了适应/适应任何工艺变化 (湿度模具的标称电容值)，公差必须考虑高于 100%RH 且低于 0%RH 的传感器。作为结果：

118%RH 对应于 0xFF，这是可以从 ASIC 发出的最大 RH 数字输出。RH 输出可以达到 118%RH 并且高于该值，RH 输出将被钳制到该值。

-6%RH 对应于 0x00，这是可以从 ASIC 发送的最小 RH 数字输出。RH 输出可以达到 -6%RH 并且低于该值，RH 输出将被钳位到该值。

相对湿度转换

利用相对湿度信号输出 SRH，通过以下公式获得相对湿度 (结果为 %RH)，无论选择哪种分辨率：

$$RH = -6 + 125 \times \frac{S_{RH}}{2^{16}}$$

在给定的示例中，传送的 16 位相对湿度数据是 0x7C80: 31872。相对湿度结果为 54.8%RH。

温度转换

通过将温度信号输出 STemp 插入下面的公式来计算温度 T (结果为 °C)，无论选择哪种分辨率：

$$Temp = -46.85 + 175.72 \times \frac{S_{Temp}}{2^{16}}$$

露点温度测量

露点是空气中的水蒸气饱和并开始冷凝的温度。

露点与相对湿度有关。相对湿度高表明露点更接近目前的气温。相对湿度为 100% 表示露点等于环境温度 (空气最大程度地被水饱和)。当露点保持恒定和温度增加，相对湿度会降低。

使用环境相对湿度和温度测量计算空气的露点温度来自传感器，具有以下公式：

环境温度下的局部压力 (PPTamb) 公式：

$$PP_{Tamb} = 10^{\left[A - \frac{B}{(Tamb+C)} \right]}$$

部分压力 (PPTamb) 的露点温度 (Td) 公式:

$$T_d = - \left[\frac{B}{\log_{10} \left(RH_{amb} \times \frac{PP_{Tamb}}{100} \right) - A} + C \right]$$

PPTamb 环境温度下的局部压力 mmHg (Tamb)

RHamb 环境湿度 % RH, 由传感器计算得出

Tamb 湿度电池温度, 单位为 °C, 由传感器计算得出

Td 以 °C 计算露点

A, B, C 常数: A = 8.1332; B = 1762.39; C = 235.66

深圳市慧传科技有限公司

地址: 深圳市宝安区 72 区宝石路 4-2 四楼

邮箱: ben@hycosensor.com

深圳: 13751045330

上海: 18616835451

Smartsensor