温湿度传感器产品简介

MHT04 MHT04H

MHT04(H)是工业级温湿度一体采集传感器，采用防尘防水透气的铂金叠层湿敏探头结合高精度电容调理芯片 MDC04 架构，输出支持 IIC 或数字单总线协议，其中单总线通信可远距离多点串联传输。传感器可抗熏蒸、化学气体干扰，适用于有气体腐蚀、粉尘、低温高湿易结露等恶劣情况下的温湿度检测，例如冷链仓储、粮情监控等应用场景。

MHT04H是MHT04的升级版，为防止盐结晶、水雾等干扰，在湿敏电容外面包裹了一层防水透气膜。针对高湿度腐蚀环境，在湿敏电容及MDC04管脚，涂覆环氧树脂胶防护，可靠性更高。

每个模组出厂前均进行了温度、湿度校准系数，并将校准系数存入芯片 EEPROM，上位机基于拟合系数来补偿湿度数据。

1. 主要性能

工作电压范围：2.0V~5.5V

平均功耗：4.5uA@3V

湿度测量

- 典型精度：±2.0%RH@30~70%RH（MHT04）
  ±2.0%RH@50~95%RH（MHT04H）
- 湿度分辨率：0.01% RH
- 测量范围：0~100% RH

温度测量

- 典型精度：±0.2℃@+20℃~+35℃
  ±0.5℃@0℃~+50℃
  ±1.5℃@-20℃~+85℃
  ±2℃@-55℃~-20℃
- 分辨率：0.004℃

通信接口：单总线或 IIC。其中，单总线接口支持 100 米通信距离，128 个节点串联组网

抗电磁环境干扰，通信系统包含数据传输判错机制

模组尺寸：

MHT04：27mm*7mm*3.9mm（长*宽*厚）

MHT04H：43.5mm*10.0mm*7.0mm（长*宽*厚）

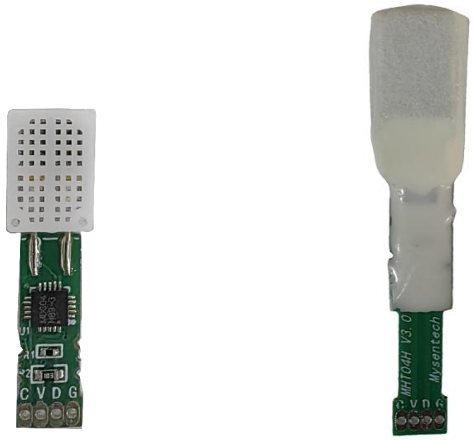
选型表

产品名称	型号	工作温度范围	备注
温湿度模组	MHT04	-20℃~+85℃	单总线通信
温湿度模组	MHT04-IIC	-20℃~+85℃	IIC 通信
高可靠性温湿度模组	MHT04H	-20℃~+85℃	单总线通信
高可靠性温湿度模组	MHT04H-IIC	-20℃~+85℃	IIC 通信
高可靠性温湿度模组	MHT04H-LT	-55℃~+85℃	单总线通信
高可靠性温湿度模组	MHT04H-LT-IIC	-55℃~+85℃	IIC 通信
金属温湿度探头	MHT04T14-1M	-20℃~+85℃	单总线通信，1 米线长
金属温湿度探头	MHT04T14-IIC-1M	-20℃~+85℃	IIC 通信，1 米线长
高可靠性金属温湿度探头	MHT04HT14-1M	-20℃~+85℃	单总线通信，1 米线长
高可靠性金属温湿度探头	MHT04HT14-IIC-1M	-20℃~+85℃	IIC 通信，1 米线长

注：探头默认线长 1 米，如需其他尺寸，需定制。

2. 接口说明

MHT04(H)基于单总线或 IIC 通信。单总线为半孔处 VCC、GND 和 DQ 数字线三个引脚与上位机接线，外围电路比较简单，仅需配置一个上拉电阻即可实现长线缆、多节点采集。IIC 通信通过半孔处 VCC、GND、SDA、SCL 和上位机连接，SDA 和 SCL 需接上拉电阻。



模组实物图（左：MHT04　　右：MHT04H）

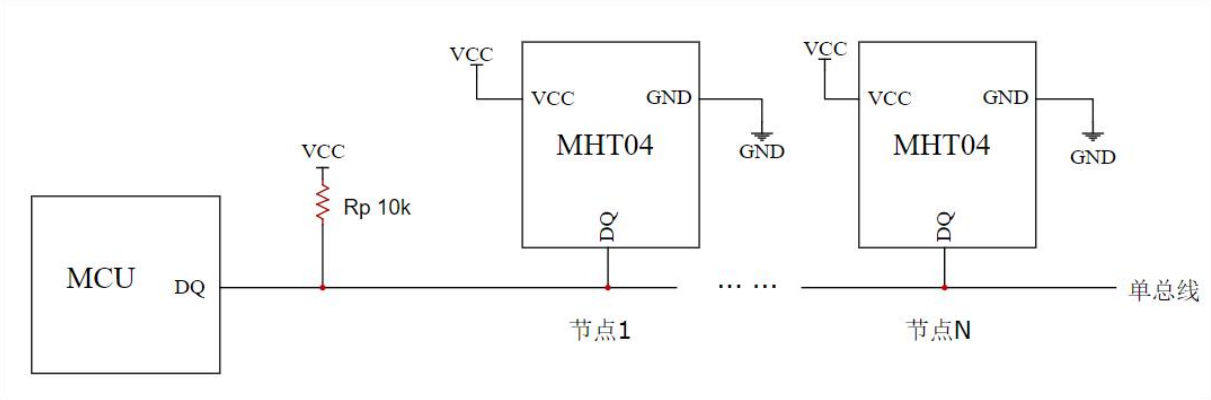
接口说明表：

接口名称	符号	说明
通信接口	C	IIC 时钟线（SCL）
	D	单总线数据线（DQ）/IIC 数据线（SDA）

电源接口	G	电源地（GND）
	V	电源正（VCC）

3. 典型应用电路

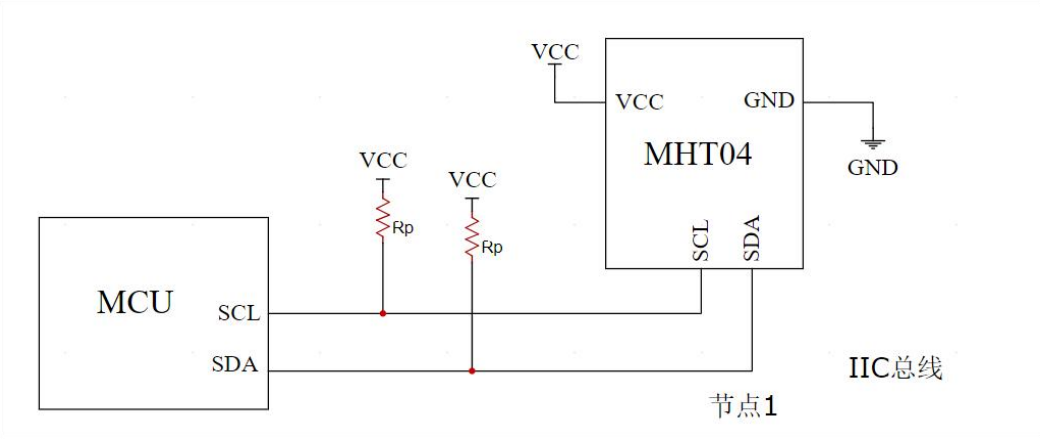
1）单总线通信



MHT04(H)单总线通信系统应用如上图，端口 DQ 连接到上位机处理器的 GPIO 上，通过上拉电阻 Rp 连到 VCC，通过上位机软件来实现各节点芯片的读写控制。

5V 电压、1K 上拉电阻条件下，单总线可串联 100 个 MHT04(H)，线缆最长可达 500 米。

2）IIC 通信



MHT04(H) IIC 通信系统应用如上图，数据端口 SDA 和时钟端口 SCL 端口分别连接到上位机处理器的对应端口上，并分别通过上拉电阻 Rp 连到 VCC，通过上位机软件来实现该节点芯片的读写控制。

4. 温湿度读取与校准补偿

MHT04(H)基于单总线或 IIC 协议与主设备进行通信，**单总线及 IIC 应用介绍请参照敏源传感电容传感芯片 MDC04 驱动例程，如下仅介绍 MHT04(H)驱动相关部分。**

MDC04 是电容调理芯片，无法直接转换湿度值。MHT04(H)模组出厂经过校准后，已将校准系数写入 MDC04 内部存储空间 EEPROM 内，需要用户将校准系数从芯片内读出，并结合当前测量到的电容值进行湿度转换。

4.1 单总线协议指令说明

MHT04(H)涉及单总线指令如下表所示。

指令	名称	功能
0x10	Convert_TC1	开启温度+电容通道 1 测量转换
0xDD	Read_Scrpad_Ext	读取湿度校准系数
0xBE	Read_Scrpad	读数当前温度+电容值(湿度值)
0x8B	Read_Para	读取 Co、Cr

表 4.1-1：单总线协议所需指令介绍

指令 1：开启温度+电容通道 1 测量转换（Convert_TC1）

该指令按照单总线协议进行指令发送即可，后面无需返回或写入其他数据；执行后建议等待 30ms 以上以保证测量转换完毕，读取最新转换值。

指令 2：读取当前温度/电容值（Read_Scrpad 0xBE）

Byte0	Byte1	Byte2	Byte3
Temp_L	Temp_H	Cap_L	Cap_H

表 4.1-2：温度/电容存储寄存器介绍

其中温度数据是两个字节有符号数，最小比特 lsb 对应 1/256℃，电容数据也是两个字节，分辨率 0.001pF。

温度结果 T= (Temp_H<<8|Temp_L)/256.0+40.0 （℃）

电容结果 $$C_x = 2\left(\frac{C_D}{2^{16}-1} - \frac{1}{2}\right)C_r + C_o$$

其中 C_D = Cap_H<<8|Cap_L

Cr： 电容系数

Co： 电容偏置

指令 3：读取湿度校准系数（Read_Scrpad_Ext 0xDD）

Byte0	Byte1	Byte2	Byte3
HumA_H 斜率高字节	HumA_L 斜率高字节	HumB_H 偏置高字节	HumB_L 偏置低字节

表 4.1-3：校准系数寄存器读取定义

这里 HumA、HumB 为电容到 RH 湿度计算的斜率、偏置补偿系数，为无符号数。最后计算出相对湿度 RH，单位为 100%，公式如下：

湿度 RH = float（HumA_H<<8| HumA_L）/100.0 *Cx– float（HumB_H<<8| HumB_L）/10.0

为避免湿度受到温度波动产生精度偏移，建议将温度补偿系数-0.2%RH/℃带入计算，公式如下：

湿度 RH = RH -0.2*(30.0-Temp);　其中：Temp 为当前采样温度值

具体转换方式详见应用例程。

指令 4：读取 Co、Cr（Read_Parad 0x8B）

Byte4	Byte9
Cos 电容偏置	Cfb 电容系数

表 4.1-4：电容偏置、电容系数寄存器读取介绍

Cos[7:0]寄存器的 8-bit COS_SEL[7:0] 结合 Cfb[7:6]寄存器的 2-bit COS_RANGE[1:0]，用来配置偏置(共模)电容部分 Coffset。根据偏置电容的中心值选取适合的 COS_RANGE]1:0]。偏置电容和寄存器的数值关系如下：

Coffset = 20•q[7]+16•q[6]+8•q[5]+4•q[4]+2•q[3]+1•q[2]+0.5•q[1]+0.25•q[0]+51.75

其中：

$$q[i] = \begin{cases} 1, & Cos < i >= 1 \\ -1, & Cos < i >= 0 \end{cases} \quad i=0\text{-}7$$

Cfb<5:0>用来配置放大电路内部的反馈电容 Cfeedback，来改变电容的测量范围。反馈电容数值和配置寄存器的数值关系如下式：

$$Cfeedback = 46 \cdot bit5 + 32 \cdot bit4 + 16 \cdot bit3 + 8 \cdot bit2 + 4 \cdot bit1 + 2 \cdot bit0 + 2 \ (pF)$$

电容测量范围 Cr 由下式计算

$$Cr = \pm\ 0.1408 \times Cfeedback$$

具体转换方式详见应用例程。

4.2 IIC 协议指令说明

MHT04(H)-IIC 版本从机 7bit 地址为 0x44，涉及 IIC 协议指令如下表所示。

指令	名称	功能
0x2C10	Convert_TC1	开启温度+电容通道 1 测量转换
0xD21D	Read_Cos	读取电容中心值
0xD222	Read_Cfb	读取电容量程
0xD208~0xD20B	Read_HumAB	读取湿度校准系数

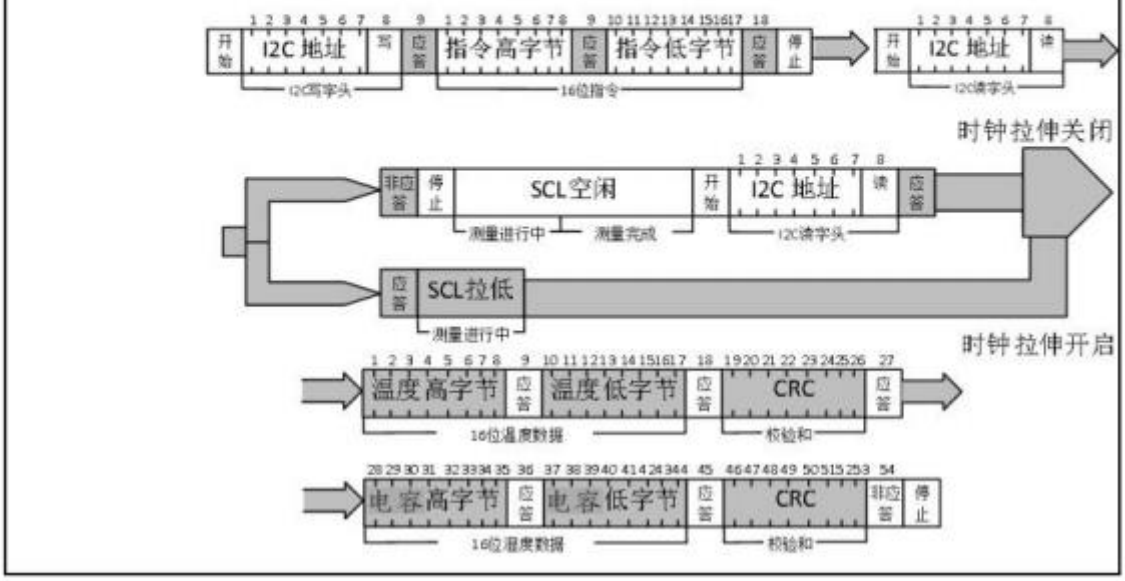
表 4.2-1：IIC 协议所需指令介绍

指令 1：开启温度+电容通道 1 测量转换（Convert_TC1）

该指令按照 IIC 协议进行指令发送即可，执行后建议等待 30ms 以上以保证测量转换完毕，读取最新转换值。该指令执行后会直接返回温度+电容数据，因此等待结束后进行按照读取时序进行直读即可，无需再发送读取命令。

具体读取时序如下图所示：

指令	十六进制编码
测量温度和电容通道 1	0x2C10



Byte0	Byte1	Byte2	Byte3	Byte4	Byte5
Temp_H	Temp_L	CRC	Cap_H	Cap_L	CRC

表 4.2-2：温度/电容存储寄存器介绍

其中温度数据是两个字节有符号数，最小比特 lsb 对应 1/256℃，电容数据也是两个字节，分辨率 0.001pF。

温度结果 T= (Temp_H<<8|Temp_L)/256.0+40.0 (℃)

电容结果 $$C_x = 2\left(\frac{C_D}{2^{16}-1} - \frac{1}{2}\right)C_r + C_o$$

其中 C_D = Cap_H<<8|Cap_L

Cr： 电容系数，为 15.492pF

Co： 电容偏置， 可以 0~103.5pF 范围变化

指令 2：读取电容中心值（Read_Cos）

读取电容中心值时，需要将 COS/CFB 两个寄存器数据都读取到，然后按照例程的转换函数转换为单位为 pF 的中心电容值。

指令 3：读取电容量程（Read_Cfb）

按照单字节读取指令读取即可，例程内提供具体的原始值转换为单位 pF 的电容量程函数。

指令 4：读取湿度校准系数（Read_HumAB）

Byte0	Byte1	Byte2	Byte3
HumA_H 斜率高字节	HumA_L 斜率低字节	HumB_H 偏置高字节	HumB_L 偏置低字节

表 4.2-3：校准系数寄存器读取定义

读取校准系数要根据单字节读取指令依次查询 4 个寄存器位，得到上述表内 4 字节数据；

这里 HumA、HumB 为电容到 RH 湿度计算的斜率、偏置补偿系数，为无符号数。最后计算出相对湿度 RH，单位为 100%，公式如下：

湿度 RH = float（HumA_H<<8| HumA_L）/100.0 *Cx– float（HumB_H<<8| HumB_L）/10.0

为避免湿度受到温度波动产生精度偏移，建议将温度补偿系数-0.2%RH/℃带入计算，公式如下：

湿度 RH = RH -0.2*(30.0-Temp);　其中：Temp 为当前采样温度值

具体转换方式详见应用例程。

5. 湿敏精度

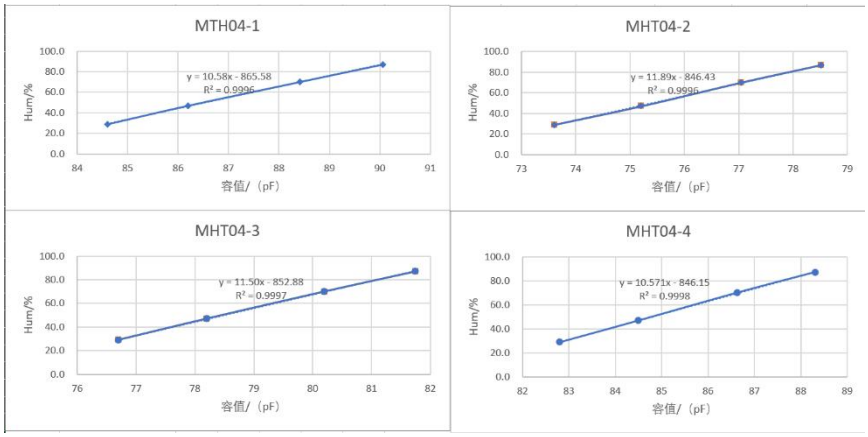
5.1 湿度电容特征参数

特征参数	符号	最小值	通用值	最大值	单位
湿度测量范围	RH	1		99	%RH
供电电压	Vs	0.1	1	10	V
中心容值（60%RH）	C	60	100	140	pF
温度系数-20℃～80℃	Tcc		-0.01		pF/℃
灵敏度（30～80%RH）		0.06	0.1	0.2	pF/%RH
湿滞			±1		%RH
稳定性/年漂移量			＜1		%RH/year
响应速度 t_{63}	t_{63}		＜5		S

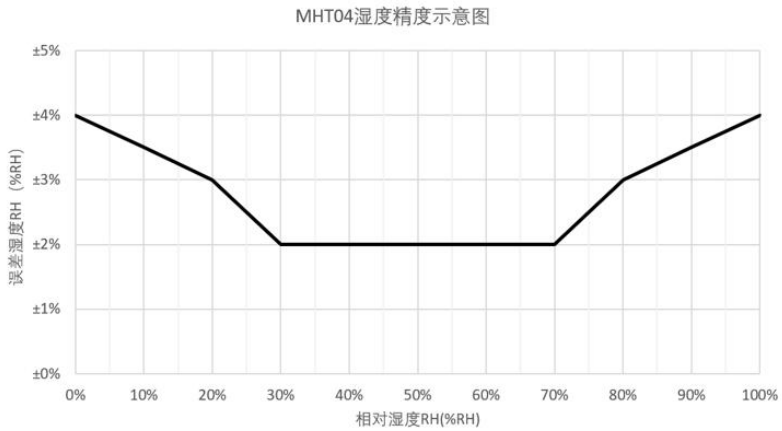
注：Ta=25℃ ,除非特别注明。

5.2 湿度特征曲线

针对不同湿敏电容探头特性差异，模组出厂前会针对每个模组的特性曲线多点湿度校准系数拟合，拟合结果如下图所示。

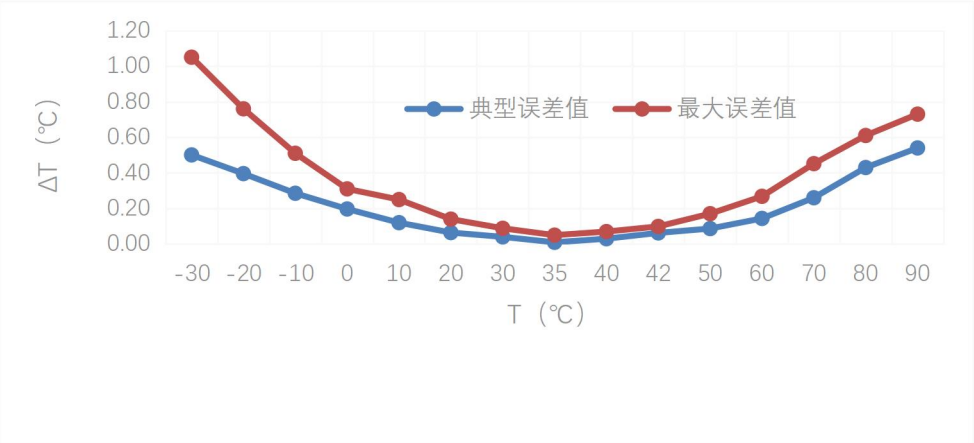


5.3 校准后湿度精度



6. 温度精度

温度精度曲线如下图所示。



7. 注意事项

1) 湿敏电容外部装配感湿外壳，请尽量保持湿敏探头部分的洁净，请勿刮蹭、用手触摸或玷污等，以保证湿度测量准确性。

2) 对于长距离、多节点采集的应用建议参考我司单总线应用例程调节最佳时序裕度。

8. 温湿度探头

MHT04(H)模组可生产成温湿度探头，探头直径 14mm，1 米线长，非屏蔽线。**其他配置可定制。**

探头实物图

外壳尺寸图

探头线序说明如下表所示。

线色	说明
红色	电源线
黑色	地线
黄色	数据线
其他	时钟线（IIC 通信时有此线）