

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°C@+20°C~+35°C
±0.5°C@0°C~+50°C
±1.5°C@-20°C~+85°C
±2°C@-55°C~-20°C
- 分辨率：0.004°C

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)

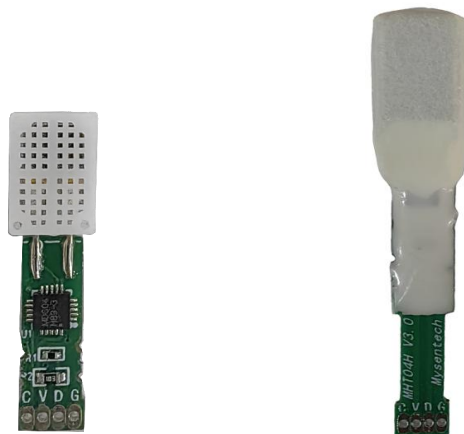
选型表

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

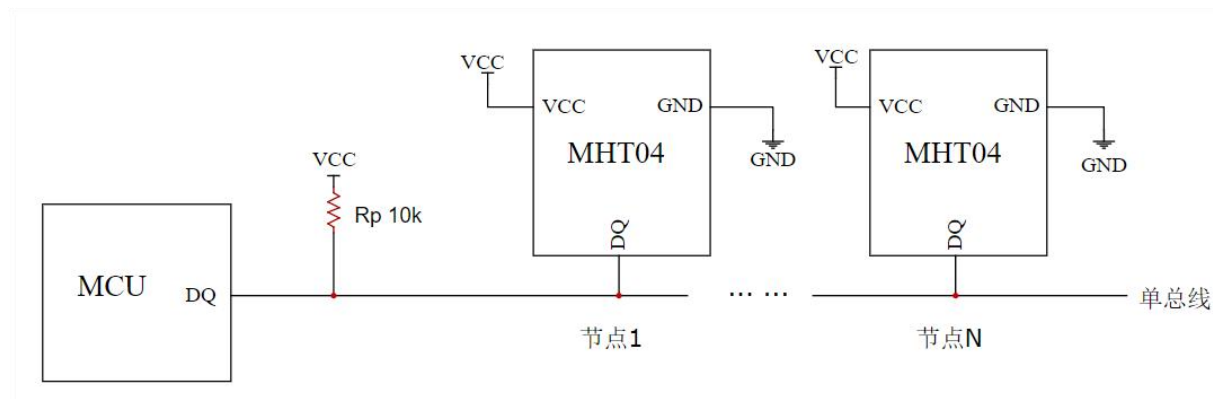
接口说明表:

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

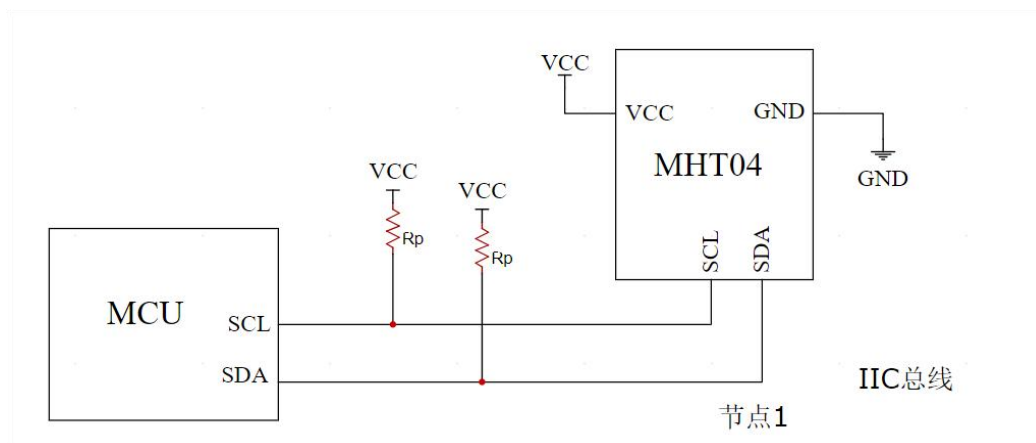
1) 单总线通信



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°C，电容数据也是两个字节，分辨率 0.001pF。

温度结果 $T = (Temp\_H \ll 8 | Temp\_L) / 256.0 + 40.0$ (°C)

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

其中 $C_D = Cap\_H \ll 8 | Cap\_L$

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	HumA_L	HumB_H	HumB_L
斜率高字节	斜率高字节	偏置高字节	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/°C 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	Cfb
电容偏置	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：

$$\text{Coffset} = 20 \cdot q[7] + 16 \cdot q[6] + 8 \cdot q[5] + 4 \cdot q[4] + 2 \cdot q[3] + 1 \cdot q[2] + 0.5 \cdot q[1] + 0.25 \cdot q[0] + 51.75$$

其中：

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

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:

$$C_{feedback} = 46 \cdot \text{bit5} + 32 \cdot \text{bit4} + 16 \cdot \text{bit3} + 8 \cdot \text{bit2} + 4 \cdot \text{bit1} + 2 \cdot \text{bit0} + 2 \text{ (pF)}$$

电容测量范围 Cr 由下式计算

$$Cr = \pm 0.1408 \times C_{feedback}$$

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。

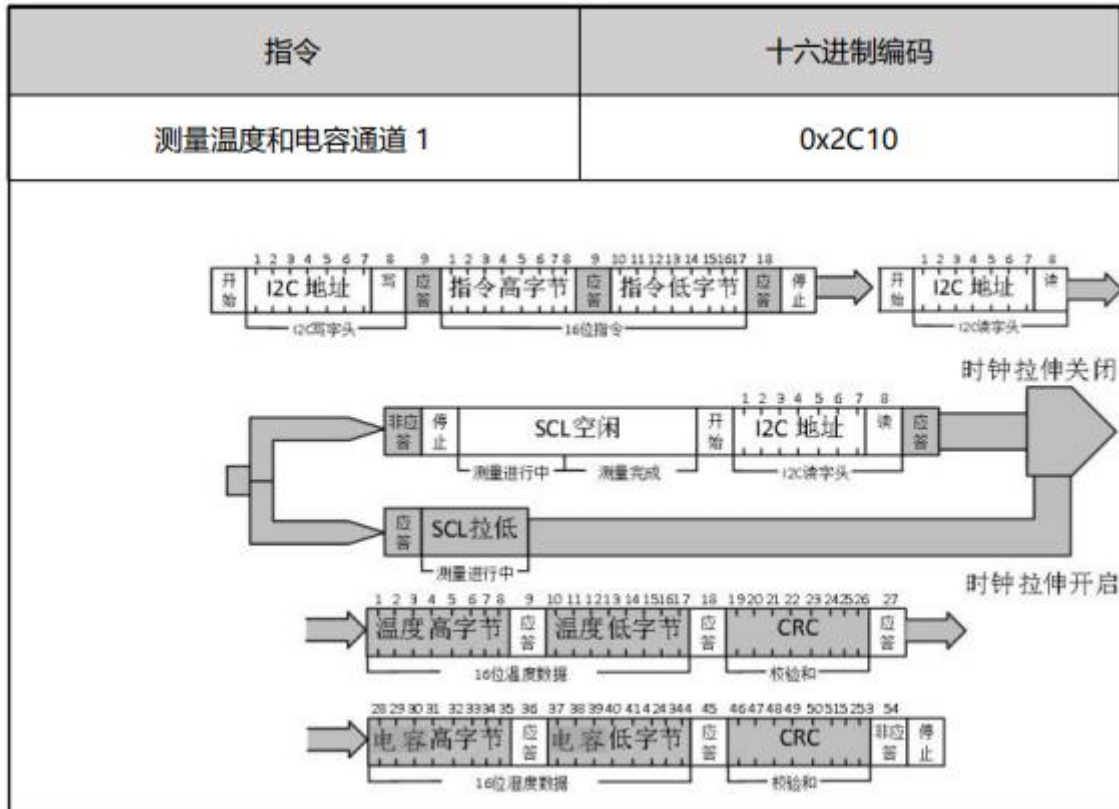
指令	名称	功能
0x2C10	Convert_TC1	开启温度+电容通道 1 测量转换
0xD21D	Read_Cos	读取电容中心值
0xD222	Read_Cfb	读取电容量程
0xD208~0xD20B	Read_HumAB	读取湿度校准系数

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:



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 $1/256^{\circ}\text{C}$ ，电容数据也是两个字节，分辨率 0.001pF 。
温度结果 $T = (\text{Temp\_H} \ll 8 | \text{Temp\_L}) / 256.0 + 40.0 \text{ } (^{\circ}\text{C})$

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

其中 $C_D = \text{Cap\_H} \ll 8 | \text{Cap\_L}$

C_r : 电容系数，为 15.492pF

C_o : 电容偏置，可以 $0 \sim 103.5\text{pF}$ 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	HumA_L	HumB_H	HumB_L
斜率高字节	斜率低字节	偏置高字节	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：

$$\text{湿度 RH} = \text{float}(\text{HumA\_H} < 8 | \text{HumA\_L}) / 100.0 * Cx - \text{float}(\text{HumB\_H} < 8 | \text{HumB\_L}) / 10.0$$

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/°C带入计算，公式如下：

$$\text{湿度 RH} = \text{RH} - 0.2 * (30.0 - \text{Temp}); \quad \text{其中: Temp 为当前采样温度值}$$

具体转换方式详见应用例程。

5. 湿敏精度

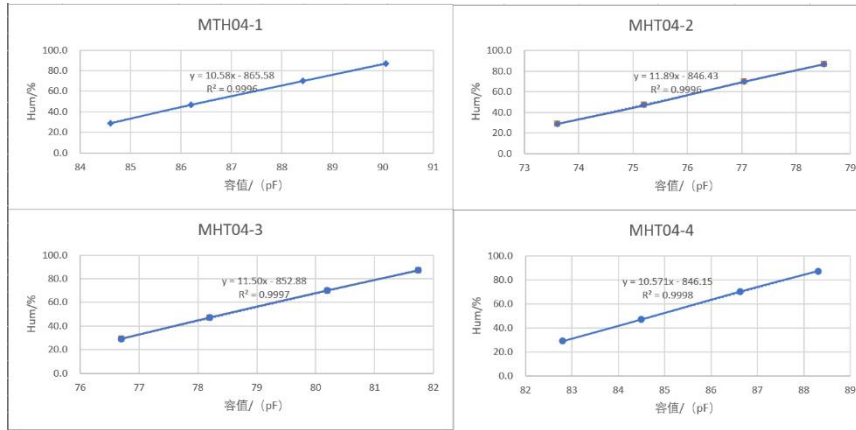
5.1 湿度电容特征参数

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/°C
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

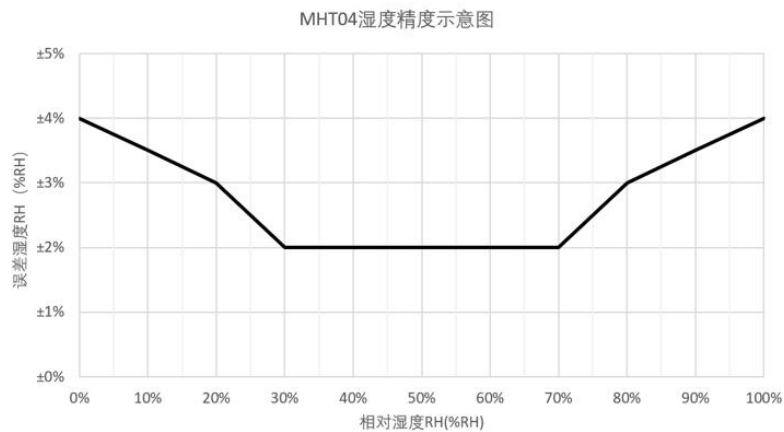
注：Ta=25℃，除非特别注明。

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。

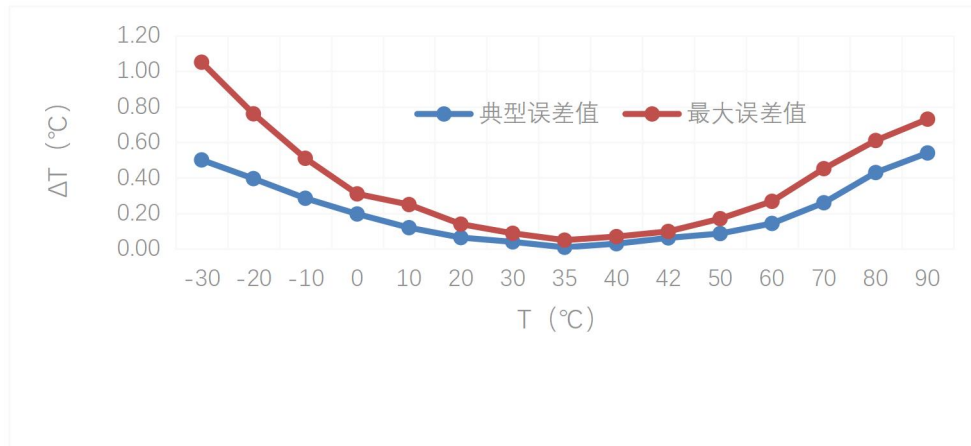


5.3 校准后湿度精度



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)