



温湿度传感器产品简介

MHT04

温湿度传感器 MHT04 是工业级温湿度一体采集模组，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。

MHT04 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。

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。



温湿度模组 MHT04

1. 主要性能

工作温度范围: -20°C~+85°C

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
- 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~+125°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: 27mm*7mm*3.9mm (长*宽*厚)

选型表

产品名称	型号	通信协议
温湿度模组	MHT04	单总线
温湿度模组	MHT04-IIC	IIC

2. 接口说明

MHT04 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。

2.1 单总线接口

单总线接口说明如下表所示。

分类	引脚	说明
电源	V	VDD
	G	GND
通信	D	DQ

2.2 IIC 接口

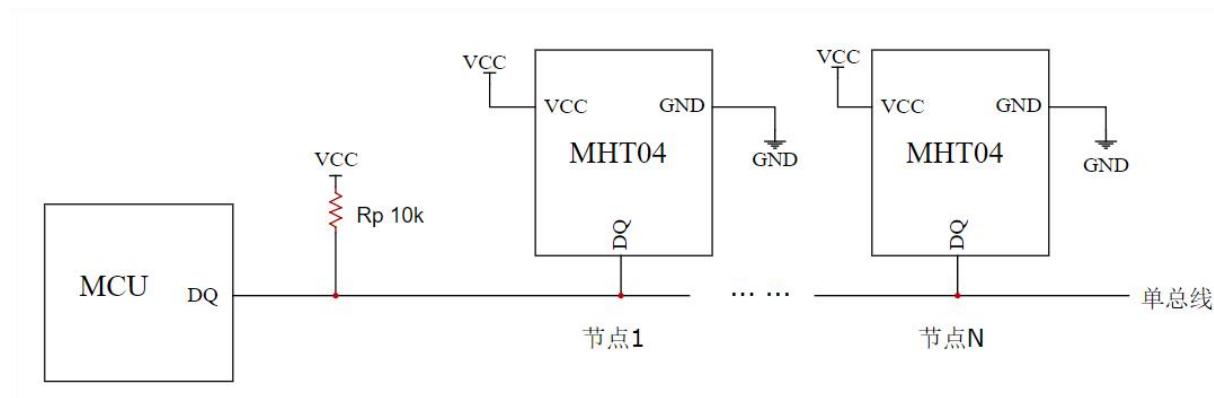
IIC 接口说明如下表所示。

分类	引脚	说明
电源	V	VDD
	G	GND
通信	D	SDA
	C	SCL



3. 典型应用电路

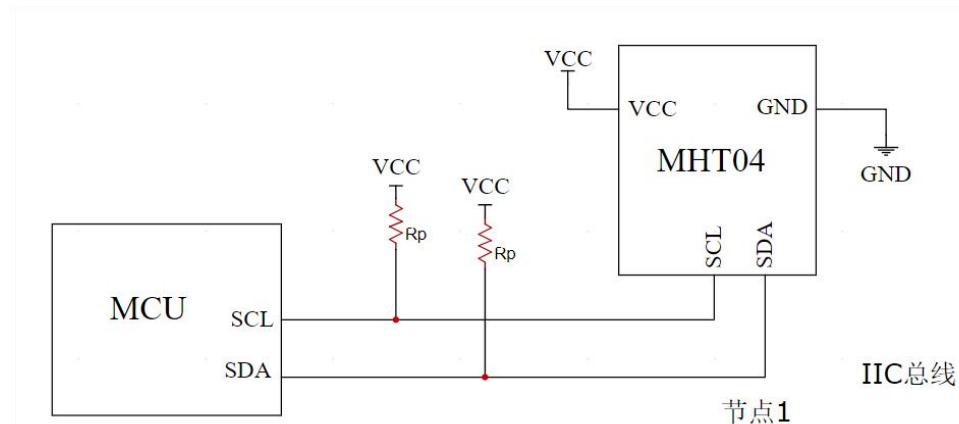
1) 单总线接口方式



MHT04 单总线接口系统应用如上图，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，线缆最长可达 500 米。

2) IIC 接口方式



MHT04 IIC 接口系统应用如上图，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 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 驱动相关部分。**

MDC04 是电容调理芯片，无法直接转换湿度值。MHT04 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 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 $1/256^{\circ}\text{C}$ ，电容数据也是两个字节，分辨率 0.001pf 。

温度结果 $T = (\text{Temp}_H \ll 8 | \text{Temp}_L) / 256.0 + 40.0$ ($^{\circ}\text{C}$)

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

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

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	斜率低字节	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。最后计算处相对湿度 RH，单位为 100%，公式如下：

湿度 $RH = \text{float}(\text{HumA_H} \ll 8 | \text{HumA_L}) / 100.0 * Cx - \text{float}(\text{HumB_H} \ll 8 | \text{HumB_L}) / 10.0$

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：

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

其中：

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

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：

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

电容测量范围 Cr 由下式计算

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



具体转换方式详见应用例程。

4.2 IIC 协议指令说明

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

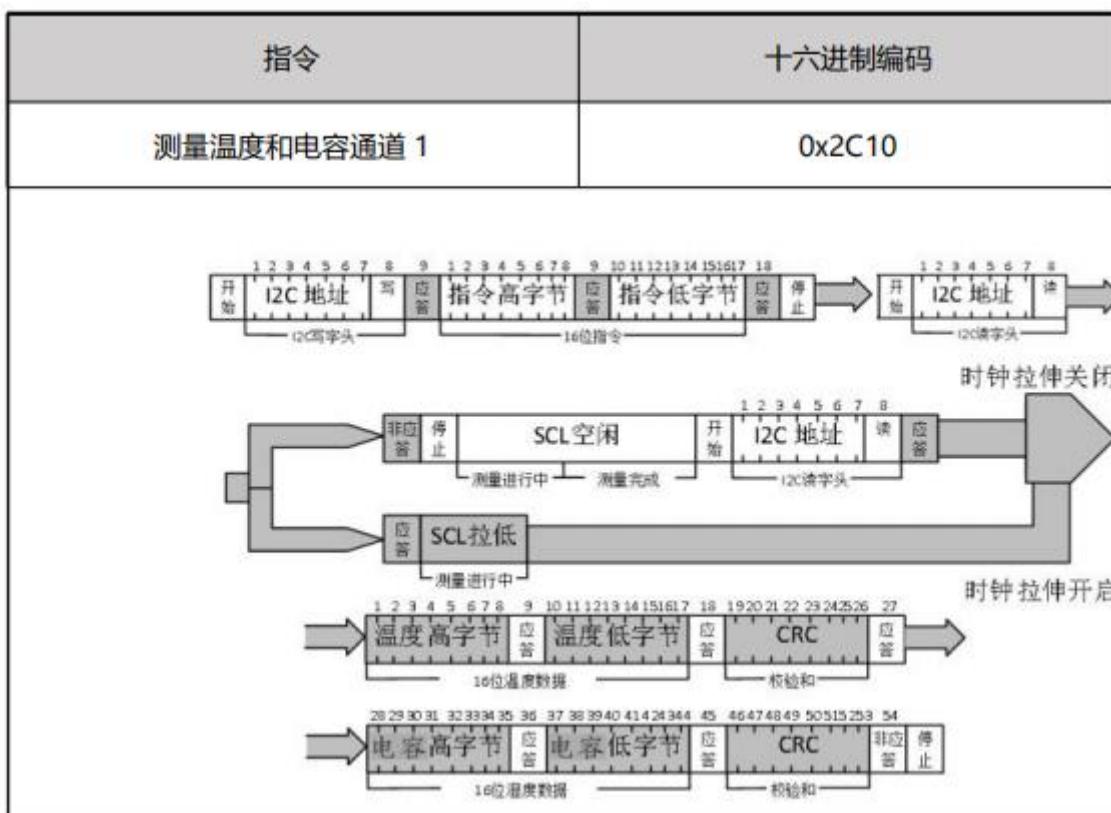
指令	名称	功能
0x2C10	Convert_TC1	开启温度+电容通道 1 测量转换
0xD21D	Read_Cos	读取电容中心值
0xD222	Read_Cfb	读取电容量程
0xD208~0xD20B	Read_HumAB	读取湿度校准系数

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 $T = (\text{Temp}_H \ll 8 | \text{Temp}_L) / 256.0 + 40.0$ ($^{\circ}\text{C}$)

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

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 $0\sim103.5\text{pf}$ 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。最后计算处相对湿度 RH，单位为 100%，公式如下：

湿度 $RH = \text{float}(\text{HumA_H} \ll 8 | \text{HumA_L}) / 100.0 * Cx - \text{float}(\text{HumB_H} \ll 8 | \text{HumB_L}) / 10.0$

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：

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

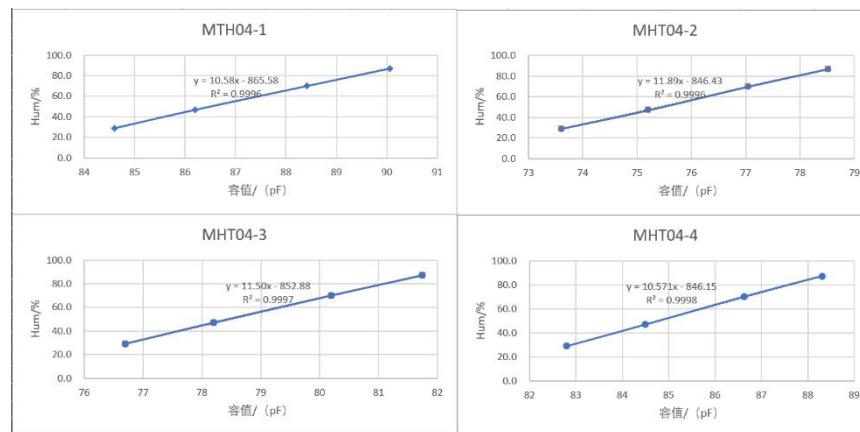
特征参数	符号	最小值	通用值	最大值	单位
湿度测量范围	RH	1		99	%RH
供电电压	Vs	0.1	1	10	V
中心容值 (60%RH)	C	60	100	140	pF
温度系数-20°C~80°C	Tcc		-0.01		pF/°C
灵敏度 (30~80%RH)		0.06	0.1	0.2	pF/%RH
湿滞			±1		%RH
稳定性/年漂移量			<1		%RH/year
响应速度 t ₆₃	t ₆₃		<5		s

注：Ta=25°C ,除非特别注明。

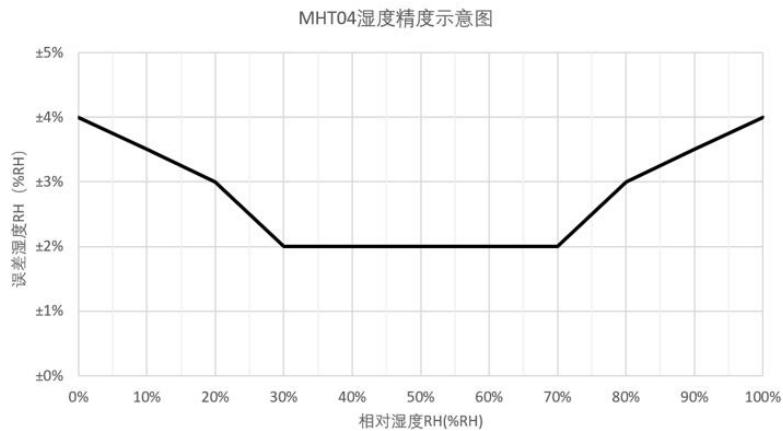


5.2 湿度特征曲线

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。

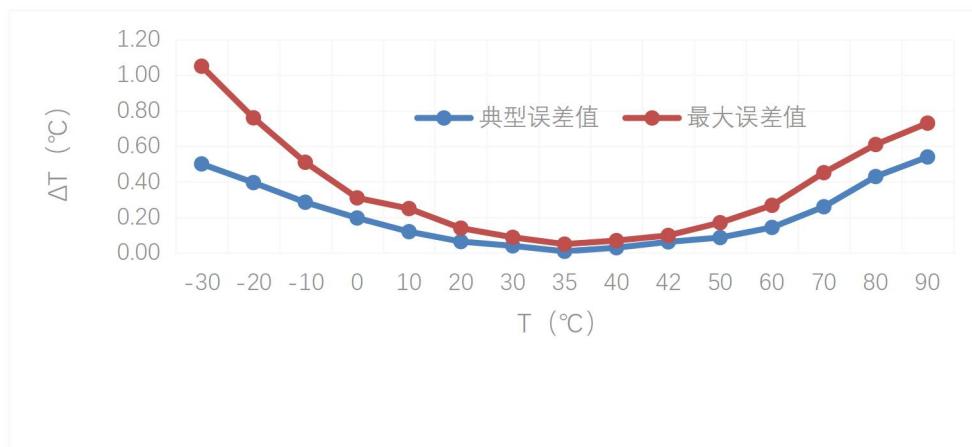


5.3 校准后湿度精度



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 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。



MHT04T14-1M 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)