



# 电子水尺液位传感器产品简介

## Minyuan E-Ruler

电子水尺液位传感器 MER (Minyuan E- Ruler) 是敏源传感推出的电容型、非接触式感知的智能水位检测传感器，通过高频数字双端互电容处理器芯片 MCP61 检测介电常数的变化，不同电容值反映出液位不同高度，可测量连续液位或分段液位。由于利用差分式电容检测原理，传感器更适合周围干扰较强的场景。



电子水尺液位传感模组 MER



电子水尺液位传感器 MER Sensor

### 1. 功能特点

- 可测量连续/分段液位变化，传感器电极面外侧标有刻度，可随时与实测值比较；
- 添加温度补偿，补偿范围 0°C~+50°C；



- 一体化可级联、易于多节点组网；
- 添加校准参数寄存器，方便用户自行校准；
- 安装简便，成本低。

## 2. 技术参数

测量范围：

液位：0~26cm

温度：-40°C~+85°C

典型精度：

液位：2%FS，分辨率 1mm，连续液位

温度：±0.1°C，分辨率 0.004°C

通讯接口：UART (MODBUS 协议) 数据输出

供电电压：2V~5V

工作功耗：30uA@3.3V

工作温度范围：-40°C~+85°C

防护等级：PVC 外壳，防水 IP68

传感器重量：200g

模组尺寸：260mm\*26mm\*8mm

传感器尺寸：276mm\*30mm\*13mm

## 3. 接线说明

传感器接线方式如下表所示。

| 分类 | 线色    | 说明  |
|----|-------|-----|
| 电源 | 红色    | 电源正 |
|    | 黑色    | 电源负 |
| 通信 | 蓝色/绿色 | RX  |
|    | 白色/黄色 | TX  |

## 4. 通信方式

传感器为 UART 接口输出，可使用 Modbus Poll 上位机查询电容值、频率、温度、比值等信息，上位机使用可参考第五章节的 Modbus Poll 使用说明。

### 4.1 通讯基本参数

|       |                       |
|-------|-----------------------|
| 编 码   | 8 位二进制                |
| 数据位   | 8 位                   |
| 奇偶校验位 | 无                     |
| 停止位   | 1 位                   |
| 错误校验  | CRC-16/MODBUS (冗余循环码) |
| 波特率   | 默认 9600bps            |

### 4.2 数据帧格式定义

采用 Modbus-RTU 通讯规约，格式如下：

地址码=1 字节

功能码=1 字节

数据区=N 字节

错误校验=16 位 CRC 码 (低字节在前)

地址码：为传感器的地址，在通讯网络中是唯一的（出厂默认 0x01）。

功能码：主机所发指令功能指示，功能码 0x03 读取寄存器数据，功能码 0x06 写单个寄存器。

数据区：数据区是具体通讯数据，注意 16bits 数据高字节在前。

CRC 码：二字节校验码，低字节在前，高字节在后。

主机问询帧结构

| 地址码  | 功能码  | 寄存器起始地址 | 寄存器长度 | 校验码低位 | 校验码高位 |
|------|------|---------|-------|-------|-------|
| 1 字节 | 1 字节 | 2 字节    | 2 字节  | 1 字节  | 1 字节  |

从机应答帧结构

| 地址码 | 功能码 | 有效字节数 | 第一数据区 | 第二数据区 | 第 N 数据区 | 校验码 |
|-----|-----|-------|-------|-------|---------|-----|
|-----|-----|-------|-------|-------|---------|-----|



|      |      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|------|
| 1 字节 | 1 字节 | 1 字节 | 2 字节 | 2 字节 | 2 字节 | 2 字节 |
|------|------|------|------|------|------|------|

### 4.3 寄存器定义

| 寄存器起始地址 | 数据长度<br>单位是2<br>Bytes | 内容      | 说明   | 操作 |
|---------|-----------------------|---------|--|----|
| 0001 H  | 1                     | 485节点地址 | 无符号整数, 1~252   | 读写 |
| 0002 H  | 1                     | 液位      | 无符号整数, 0~65535,<br>单位: mm  | 只读 |
| 0003H   | 1                     | 温度      | 有符号数 (扩大10倍) ,<br>-70.0°C ~ 150.0°C                                  | 只读 |
| 0004H   | 1                     | 电容值     | 无符号整数 (扩大1000<br>倍) , 单位: pf<br>0~65535                              | 只读 |
| 0005H   | 1                     | 比值      | 无符号整数, 参比和测<br>量频率比值 (扩大1000<br>倍) , 0~65535                         | 只读 |
| 0006H   | 1                     | 实测频率    | 无符号整数 单位: MHz<br>(扩大1000<br>倍) , 0~65535                             | 只读 |
| 0007H   | 1                     | 均值滤波次数  | 无符号整数, 默认5次,<br>0~65535  | 读写 |
| 000EH   | 1                     | 校准开关    | 无符号整数, 默认0(校<br>准完成), 置1:校准参考<br>液位1, 置2:校准参考液<br>位2, 置3:校准参考液位<br>3 | 读写 |
| 000FH   | 1                     | 低功耗使能   | 无符号整数, 置0: 关闭,<br>置1: 开启, 传感器默认<br>开启低功耗, 模组默认<br>关闭功耗               | 读写 |
| 0017H   | 1                     | 硬件版本号   | 高8字节为主版本号; 低   | 只读 |



|             |   |         |                                      |    |
|-------------|---|---------|--------------------------------------|----|
|             |   |         | 8字节为次版本号。例：<br>9.1存储为0x91            |    |
| 0018H       | 1 | 固件版本号   | 高8字节为主版本号；低8字节为次版本号。例：<br>9.2存储为0x92 | 只读 |
| 0019H~001EH | 6 | 设备唯一标识符 | 96bit设备UID，无符号数，不可修改                 | 只读 |
| 0026H       | 1 | 参考液位1   | 无符号整数, 0~65535,<br>单位mm, 默认30        | 读写 |
| 0027H       | 1 | 参考液位2   | 无符号整数, 0~65535,<br>单位mm, 默认200       | 读写 |
| 0028H       | 1 | 参考液位3   | 无符号整数, 0~65535,<br>单位mm, 默认260       | 读写 |

## 4.4 通讯协议示例

### 4.4.1 读取传感器地址 0x02 的液位、温度、电容值、比值、频率

问询帧

例: 01 03 00 02 00 05 24 09 向 1 号节点查询 5 字(10Byte)数据, 数据起始地址为 0x0002

| 地址码  | 功能码  | 起始地址      | 数据长度<br><b>单位是 2 Byte</b> | 校验码低位 | 校验码高位 |
|------|------|-----------|---------------------------|-------|-------|
| 0x01 | 0x03 | 0x00 0x02 | 0x00 0x05                 | 0x24  | 0x09  |

应答帧

| 地址码  | 功能码  | 有效字节数 | 液位        | 温度        | 电容值       | 比值        | 测量频率      | 校验码低位 | 校验码高位 |
|------|------|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------|-------|
| 0x01 | 0x03 | 0x0A  | 0x00 0x80 | 0x01 0x08 | 0x7C 0XA9 | 0x04 0x0D | 0x07 0XD4 | 0xC8  | 0X04  |

注：1、液位：

0x0080 (十六进制)=128=> 液位 = 128mm

2、温度：当温度低于0°C时以补码形式上传

0x0108(十六进制)= 264 => 温度 = 26.4°C

3、电容值：

0x7CA9 (十六进制)=31913=> 电容值 = 31.913pf



## 4、比值：

0x040D (十六进制)= 1037 =&gt; 比值 = 1.037

## 5、频率：

0x07D4 (十六进制)=2004=&gt; 测量频率 = 2.004MHz

#### 4.4.2 修改传感器地址

将地址 01 修改为地址 02

注：修改地址时总线上只能接一台传感器

设置帧

| 地址码  | 功能码  | 起始地址      | 传感器新地址    | 校验码低位 | 校验码高位 |
|------|------|-----------|-----------|-------|-------|
| 0xFE | 0x06 | 0x00 0x01 | 0x00 0x02 | 0X4D  | 0XC4  |

应答帧

| 地址码  | 功能码  | 起始地址      | 传感器新地址    | 校验码低位 | 校验码高位 |
|------|------|-----------|-----------|-------|-------|
| 0xFE | 0x06 | 0x00 0x01 | 0x00 0x02 | 0X4D  | 0XC4  |

## 4.5 唤醒时序说明

在低功耗版本中，为了触发模块测量和数据采集功能，主机需要发送 2 次测量指令：第一次是唤醒指令，第二次发送查询或者设置指令。这 2 次指令需要间隔 30ms 发送，以确保模组能够成功唤醒测试。

读取时序说明：

- 发送 8F -----唤醒指令
- 等待 30ms -----等待内部时钟建立稳定
- 发送问询帧 01 03 00 02 00 05 24 09 ----查询液位、温度、比值、频率等参数
- 等待 300ms 接应收应答帧

## 5. Modbus Poll 使用说明

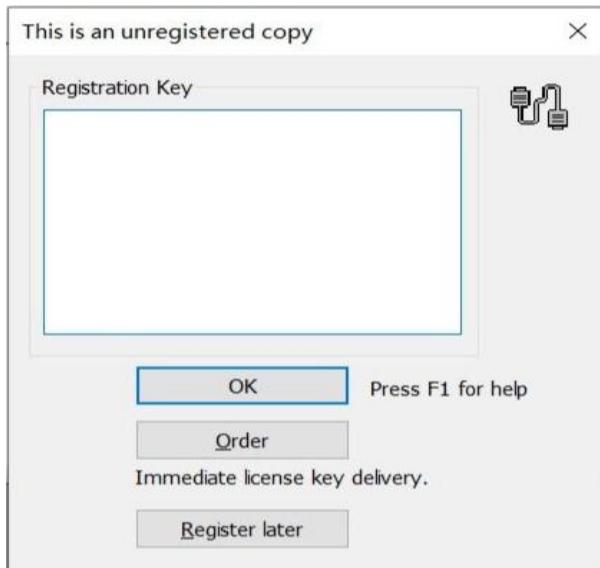
Modbus Poll 用于测试和调试 Modbus 从设备，该软件支持 ModbusRTU、ASCII、TCP/IP 协议，可以读取和写入多种类型的寄存器，包括离散输入、线圈、输入寄存器和保持寄存器。它支持多种数据类型，比如浮点、双精度、长整型，并支持 Excel 导出。

Modbus Poll 软件下载网址：<https://www.modbustools.com/download.html>

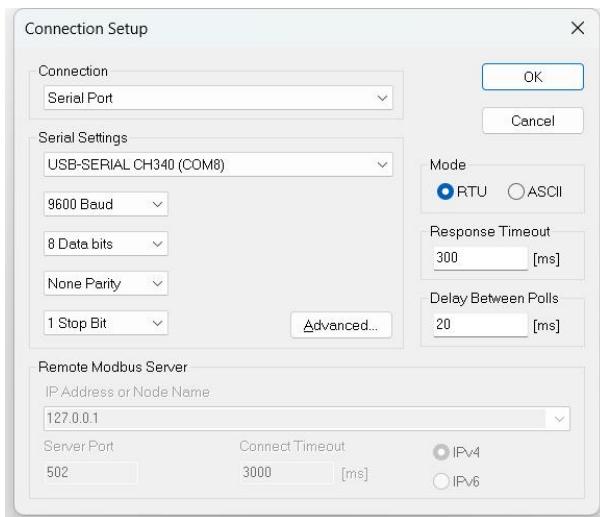


## 5.1 初始化配置传感器参数

使用 Modbus Poll 打开寄存器配置文件 “MER.mbp” , 依次点击【Connection】->【Connect...】，弹出注册码输入框，输入注册码。若没有注册码，则点击【Register later】，可以试用 30 天。



输入注册码后，弹出 Connection 配置，按照下图配置通信参数，点击【OK】连接传感器/模组。



单击菜单【Setup】->【Read/Write Definition... F8】进行参数设置，会弹出参数设置对话框，详细说明见下图。



**Read/Write Definition**

|   |   |  |
|---|---|--|
| Slave ID:   | <input type="text" value="1"/> 传感器地址    | <input type="button" value="OK"/>              |
| Function:   | 03 Read Holding Registers (4x)          | <input type="button" value="Cancel"/>          |
| Address:  | <input type="text" value="0"/> 寄存器起始地址  | Protocol address, E.g. 40011 -> 10             |
| Quantity:   | <input type="text" value="60"/> 读取寄存器数量 |  |
| Scan Rate:  | <input type="text" value="200"/> [ms]   | <input type="button" value="Apply"/>           |
| <input type="checkbox"/> Read/Write Disabled 勾选则单次读取  |   | <input type="button" value="Read/Write Once"/> |
| <input type="checkbox"/> Disable on error   |   |  |
| <b>View</b>   |   |  |
| Rows<br><input type="radio"/> 10 <input checked="" type="radio"/> 20 <input type="radio"/> 50 <input type="radio"/> 100 <input type="radio"/> Fit to Quantity |   |  |
| <input type="checkbox"/> Hide Alias Columns <input type="checkbox"/> PLC Addresses (Base 1)   |   |  |
| <input type="checkbox"/> Address in Cell <input type="checkbox"/> Enron/Daniel Mode   |   |  |

## 5.2 传感器数据校准

如下图所示，先根据需求设置 3 个参考液位(默认 30mm、200mm、260mm)，然后分别在参考液位点将校准开关寄存器置 1、置 2、置 3，完成校准后即可正常显示液位数据，详细说明及步骤请参考《MER 校准流程指南》。

**注：**

- 1) 传感器出厂默认已水中校准，模组出厂默认不校准，需客户根据使用环境自行校准。
  - 2) 模组为非接触式测量，需放在容器外壁进行。如需插入式测量，需做好绝缘保护。
  - 3) 默认参考液位针对水尺当前总量程而定，客户可根据实际量程修改。

|    | Alias              | 00000 | Alias | 00020 | Alias | 00040  |
|----|--------------------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 0  |                    | 3     |       | 8072  | 参考液位3 | 260    |
| 1  | 节点地址               | 1     |       | 3559  |       | 512    |
| 2  | 液位(mm)             | 223   |       | 37078 |       | -16922 |
| 3  | 温度(℃, 放大10倍)       | 286   |       | 21    |       | 26     |
| 4  | 电容值(pf, 放大1000倍)   | 37078 |       | 7     |       | -16410 |
| 5  | 比值R(放大1000倍)       | 2223  |       | 19789 |       | 2267   |
| 6  | 测量频率(MHz, 放大1000倍) | 3559  |       | 12800 |       | -1     |
| 7  |                    | 5     |       | 3080  |       | -1     |
| 8  |                    | 30    |       | 2192  |       | -5     |
| 9  |                    | 1008  |       | 5379  |       | -1     |
| 10 |                    | 200   |       | 16586 |       | -1     |
| 11 |                    | 1340  |       | 1000  |       | -1     |
| 12 |                    | 260   |       | 24    |       | -1     |
| 13 |                    | 3580  |       | 3200  |       | -1     |
| 14 | 校准开关(0/1/2/3)      | 0     |       | 48    |       | -1     |
| 15 | 低功耗使能              | 0     |       | 0     |       | -1     |
| 16 |                    | 39    |       | -5    |       | -1     |
| 17 |                    | 678   |       | -1    |       | -1     |
| 18 |                    | 9990  | 参考液位1 | 30    |       | -1     |
| 19 |                    | 4405  | 参考液位2 | 200   |       | -1     |



## 6. 传感器安装

第一步：确定好传感器安装位置；

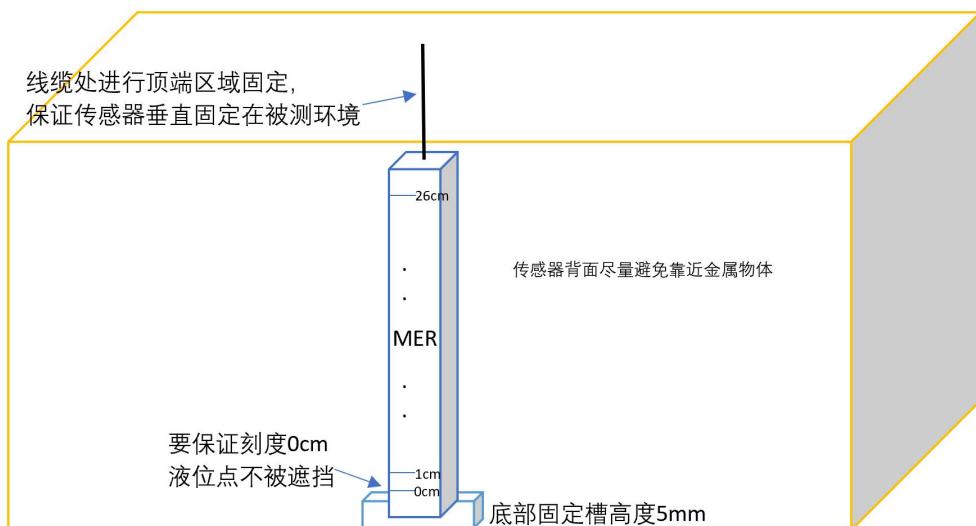
第二步：在安装位置使用电钻打好孔洞，尺寸 30mm\*13mm，深度 5mm；

第三步：传感器电极面(贴有刻度的面)朝外，底部插入方形孔，保证 0mm 刻度露在外面；

第四步：固定传感器上方电缆，保证传感器完全竖直固定在被测环境。

传感器安装完成后可对比实测液位和传感器刻度液位是否一致。

若实际安装时不便打孔，建议将传感器紧贴非金属侧壁，选用胶粘（防水胶）或扎带绑定方式，保持传感器竖直放置后固定即可。



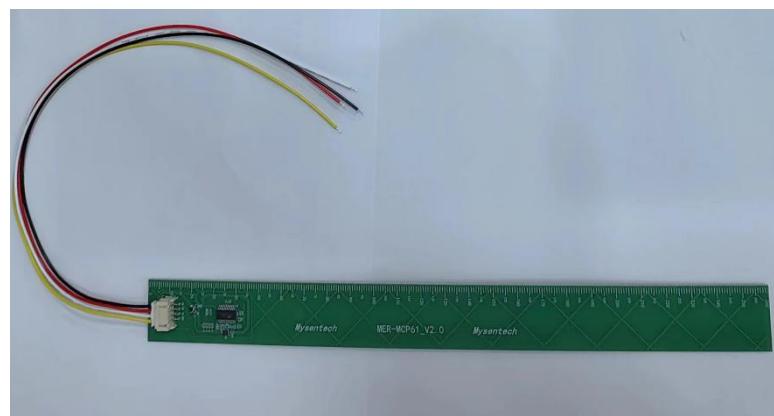
## 7. 调试工具

模组样品测试，搭配 PH2.0-30cm 端子线，一端直接连接模组上的插座，另一端焊线使用。

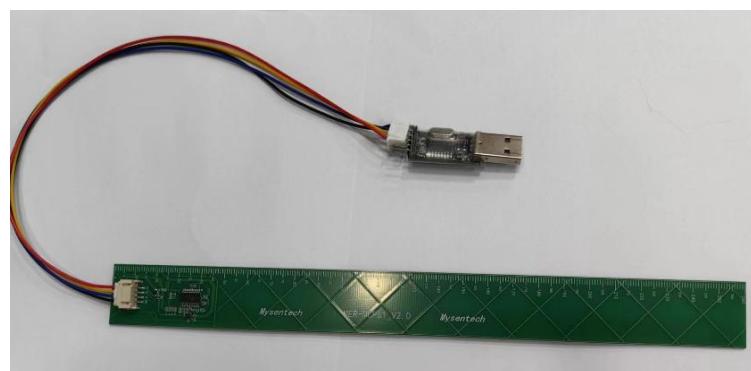


敏源传感

MER  
202412-V2.3



为方便调试，模组还可自行配置 PH2.0 转 XH2.54 端子线以及 USB 转 TTL 串口工具。



传感器配有 XH2.54-100cm 端子线，为方便调试，可自行配置 USB 转 TTL 串口工具。

