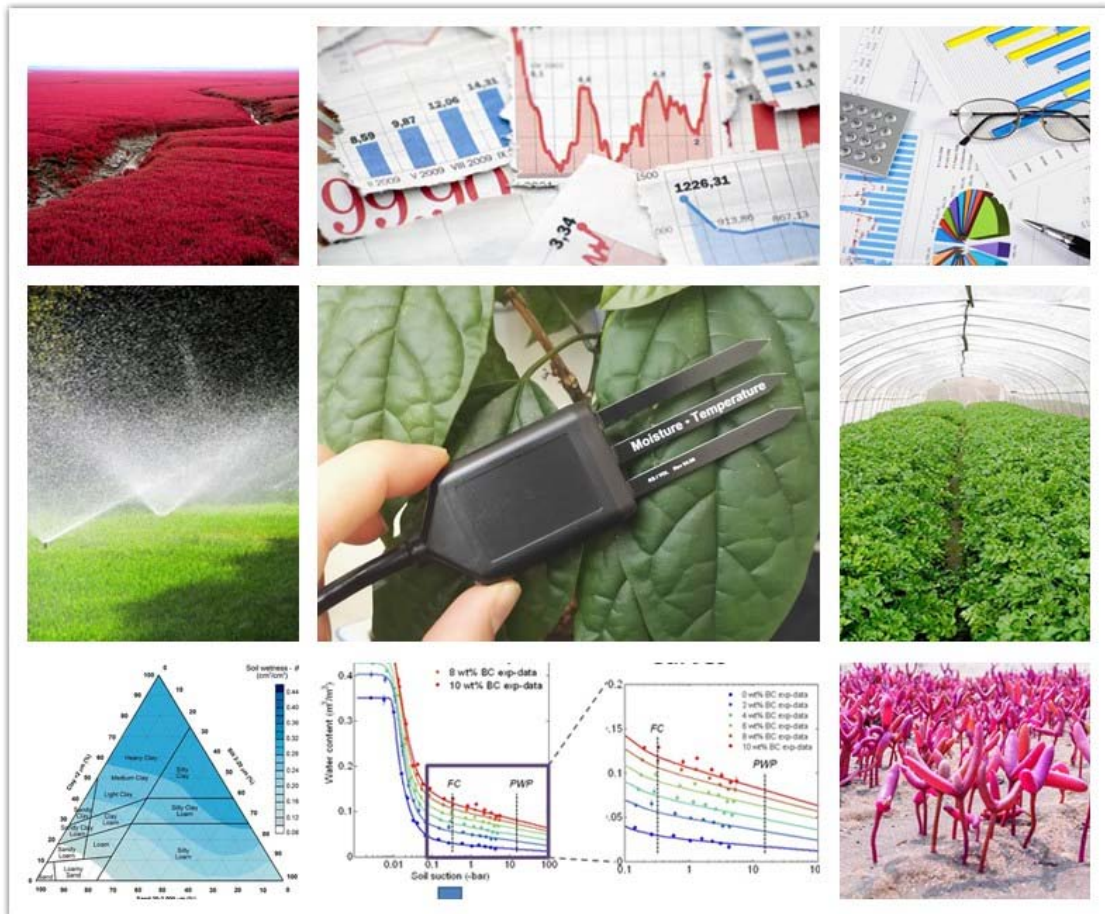


# MT10土壤水分/温度传感器 用户手册



# 目 录

1	技术支持 .....	3
2	产品介绍与背景知识 .....	4
2.1	背景知识 .....	4
2.1.1	土壤含水率对植物的影响 .....	4
2.2	产品介绍 .....	5
3	传感器接线 .....	7
4	外型尺寸、选型订购 .....	9
4.1	外型尺寸 .....	9
4.2	选型订购 .....	10
5	安装与测量 .....	11
6	土壤水分，温度与输出的换算 .....	12
7	RS485 通信与协议 .....	13
7.1	Modbus 通信协议 .....	13
7.2	Modbus 寄存器 .....	13
7.3	Modbus 寄存器参数说明 .....	15
7.4	Modbus 协议通信样例 .....	17
7.4.1	功能号 3 通信样例 .....	17
7.4.2	功能号 4 通信样例 .....	18
7.4.3	功能号 6 通信样例 .....	20
7.4.4	功能号 16 通信样例 .....	20
7.4.5	CRC16 校验算法及例程 .....	22
7.5	使用串口调试软件通信 .....	24
8	用户设置软件 .....	25
8.1	软件安装与启动 .....	25
8.2	运行设置软件 .....	25

# 1 技术支持

感谢您选择并使用我公司产品，此用户手册协助您了解并正确使用传感器。如需订购产品、技术支持、以及产品信息反馈，请通过以下方式联系我们。请在联系时附注设备的购买时间，购买方式，联系人信息，地址以及电话等相关信息，便于我们为您服务。

## 网址

<http://www.infwin.com>

## E-Mail

[infwin@163.com](mailto:infwin@163.com)

## 电话

+86-411-66831953, 4000-511-521

## 传真

+86-411-82388125

## 版本控制

日期	版本号	说明	完成人
2015-04-23	V1.0	创建	fg49597
2016-08-16	V1.1	更新	s151930

## 2 产品介绍与背景知识

### 2.1 背景知识

#### 2.1.1 土壤含水率对植物的影响

适度的水分是植物生长的一个重要条件。水分过多或者缺乏，生长就会受到以下多方面的影响。

##### (1) 对植物形态的影响

植物通过水分供应进行光合作用和干物质积累，其积累量的大小直接反映在株高、茎粗、叶面积和产量形成的动态变化上。遭受水分胁迫后的植株个体低矮，光合叶面积明显减小，产量降低。

##### (2) 对叶片变化的影响

叶片是光合与蒸腾的主要场所。叶肉细胞扩张和叶片生长对水分条件十分敏感。植株叶片要保持挺立状态，既要靠纤维素的支持，还要靠组织内较高膨压的支持，植株缺水时所发生的萎蔫现象便是膨压下降的表现。

##### (3) 对产量形成的影响

作物产量是太阳能转化为化学能在作物上的积累。土壤水分状况影响植物根系吸水和叶片蒸腾，进而影响到干物质积累，最终影响作物产量。

##### (4) 水分对根冠发育的影响

植物根系是吸水的主要器官，其发育受多方面的影响，但起主要作用的是土壤水分状况和通气状况。土壤水分状况影响根系的垂直分布，当土壤含水量较高时，根系扩散受到土壤的阻力变小，有利于新根发生，根系发达。土壤中通常含有一定的可利用水，所以根系本身不容易发生水分亏缺。土壤干旱或供水不足时，根系吸收有限的水分，首先满足自己的需要，给地上部分输送的就很少。所以土壤水分不足时对地上部的影响比地下部的影响更大。根冠比增大。反之，若土壤水分过多，土壤通气条件差，对地下部分的影响比地上部分的影响更大，根冠比降低。适度而缓慢的水分亏缺可增加绝对根重，抑制地上部分的生长，减少地上部分的干物质积累，单产降低，但有利于密植，从而提高总产。研究表明：一定时期的水分亏缺有利于提高产量和品质。前期干旱可以增强后期的抗旱能力，苗期的轻度抗旱能促进根系的“补偿生长”，提高植株的抗旱能力。

### (5) 对光合作用的影响

光合作用是绿色植物获能量的主要源泉。光合速率的大小与植物的水分状况密切相关。试验表明，植物组织水分接近饱和时，光合最强；水分过多，组织水分达到饱和时，气孔被动关闭，光合受到抑制。水分缺乏，光合降低；严重缺水至叶子萎蔫时，光合急剧下降，甚至停止。土壤水分状况也影响植物的光合作用。土壤含水量降低引起叶片水势降低，气孔阻力增大，最终导致叶片扩散阻力加大，CO<sub>2</sub> 扩散受阻，光合速率下降。

### (6) 对有机质运输的影响

水分供应减少，叶片水势随之降低，从源叶运输到韧皮部的同化物质减少。原因一方面是叶片水势降低，光合速率降低，使叶肉细胞内可运出蔗糖浓度变低，另一方面是由于筛管内集流的纵向运动的速度降低。水是物质转化运输的介质，同时它也直接参运某些生化反应。通常，作物果实膨大期或灌浆期水分不足，由于光合作用和运输受阻，使果实和种子不能积累充足的有机物而变得干瘪瘦小。因此在干旱情况下，灌水可以加速有机物质的运输。但是，水分过多也不利于有机质的运输，这主要是由于水分过多而造成土壤通气不良，影响呼吸作用和其他代谢过程引起的。

### (7) 对矿质元素吸收和运输的影响

矿质元素必须溶解在水中才能被植物吸收。但是植物吸收水分和吸收矿质盐分的量是不成比例的，两种吸收均因环境的变化而产生很大差异。植物对水分和矿质的吸收是既有关，又无关。有关，表现在盐分一定要溶解在水中才能被植物根系吸收，并随水流进入植物的根系；无关，表现在两者的吸收机理不同。水分吸收主要是蒸腾作用引起的被动吸水，而矿质吸收主要是消耗代谢能量的主动吸收为主。

### (8) 对种子萌发的影响

吸水是种子萌发的主要条件。种子只有吸收了足够的水分后，各种与萌发有关的生理生化作用才能逐步开始。这是因为水分可以使种皮膨胀软化，氧气容易透入而增强胚的呼吸，同时也使胚易于突破种皮；水分可使原生质由凝胶状态转变为溶胶状态，使代谢增强，并在一系列酶的作用下，使胚乳的贮藏物质逐步转化为可溶性物质，供胚生长分化之用；水分可促进可溶性物质运输到正在生长的幼芽、幼根，供给呼吸需要和新细胞结构的形成。

## 2.2 产品介绍

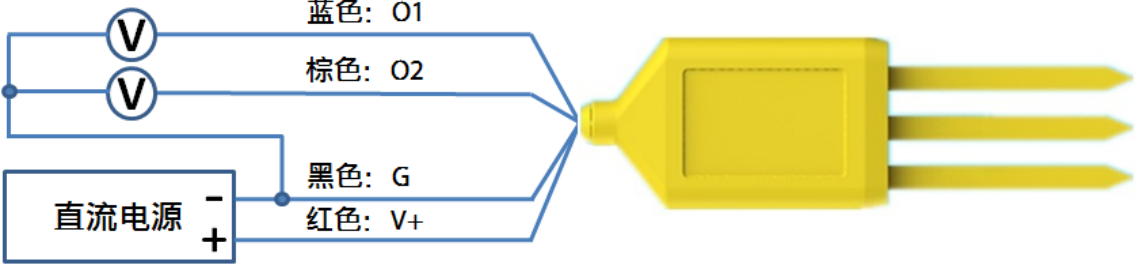
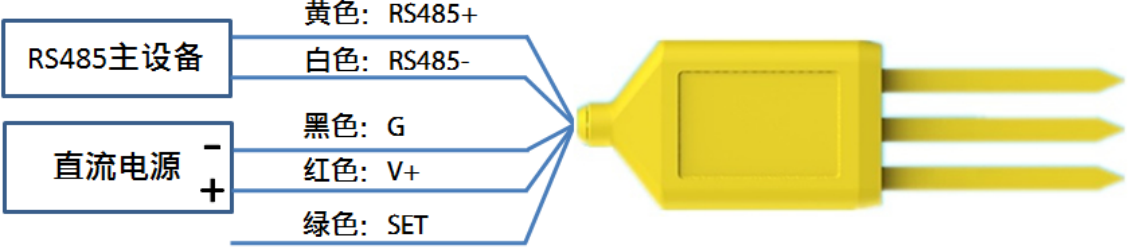
MT10 土壤水分/温度传感器性能稳定灵敏度高，是观测和研究土壤水分动态的重要工具。通过测量土壤的介电常数，能直接稳定地反映各种土壤的真实水分含量。MT10 土壤水分传感器可测量土壤水分的体积百分比，是符合目前国际标准的土壤水分测量方法。适用于土壤

墒情监测、科学试验、节水灌溉、温室大棚、花卉蔬菜、草地牧场、土壤速测、植物培养、污水处理、精细农业等场合。传感器具有以下特点：

- (1) 土壤含水率、温度二参数合一。
- (2) 电极采用特殊处理的材料，可承受较强的外力冲击，不易损坏。
- (3) 完全密封，耐酸碱腐蚀，可埋入土壤或直接投入水中进行长期动态检测。
- (4) 精度高，响应快，互换性好，探针插入式设计保证测量精确，性能可靠。
- (5) 完善的保护电路与多种信号输出接口可选。

技术参数		
信号输出类型	电压输出 0-2V (输出阻抗约 0 欧)	RS485接口 Modbus协议
供电电压	3.9-30V/DC 直流	3.9-30V/DC 直流
静态功耗	6mA@24V DC 直流	6mA@24V DC 直流
土壤水分量程	可选量程：0-50%，0-100% 分辨率：0-50%内 0.03%，50-100%内 1% 精度：0-50%内 2%，50-100%内 3%	
温度测量量程	量程：-40~80℃，分辨率：0.1℃，精度：±0.5℃	
测量原理与测量方式	土壤水分 FDR 方法	
防护等级	IP68 浸没水中可长期使用	
运行环境	-40~85℃	
探针材料	防腐特制电极	
密封材料	黑色阻燃环氧树脂	
安装方式	全部埋入或探针全部插入被测介质	
默认线缆长度	2 米，线缆长度可按要求定制	
连接方式	预装冷压端子	
外形尺寸	35*11*111mm	
电极长度	51mm	

### 3 传感器接线

型号	接线图
电压输出型	<p>                         红色 (V+): 电源正                          黑色 (G): 电源地                          蓝色 (O1): 输出信号 (土壤温度输出)                          棕色 (O2): 输出信号 (土壤水分输出)                     </p>  <p> <b>V</b> 为电压表或数据采集器电压输入端                     </p>
RS485 接口型 Modbus 协议	<p>                         红色 (V+): 电源正                          黑色 (G): 电源地                          黄色 (T+): RS485+/A/T+                          白色 (T-): RS485-/B/T-                          绿色 (SET): 接 V+ (电源正) 时上电启动模块进入“设置模式”。不连接或者接 G (电源地) 时上电启动进入“运行模式”。                     </p>  <p> <b>RS485主设备</b> 为RS485主机 (电脑或其他具有RS485接口的嵌入式设备)                     </p> <p>                         模块的配置参数如 Modbus 地址, 波特率, 校验位, 通讯协议等是由模块内部的 EEPROM (掉电存储设备) 内存储的。有时会忘记这些参数的具体配置而导致不能与模块进行通讯。为了防止这个问题, 模块有一特殊的模式称作“设置模式”。当模块以“设置模式”上电启动时, 模块会以以下参数进行通讯:                     </p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Modbus 地址固定为 0</li> <li>2. 通信配置为 9600, N, 8, 1 (9600bps, 无校验位, 8 个数据位, 一个停止位)</li> </ol>

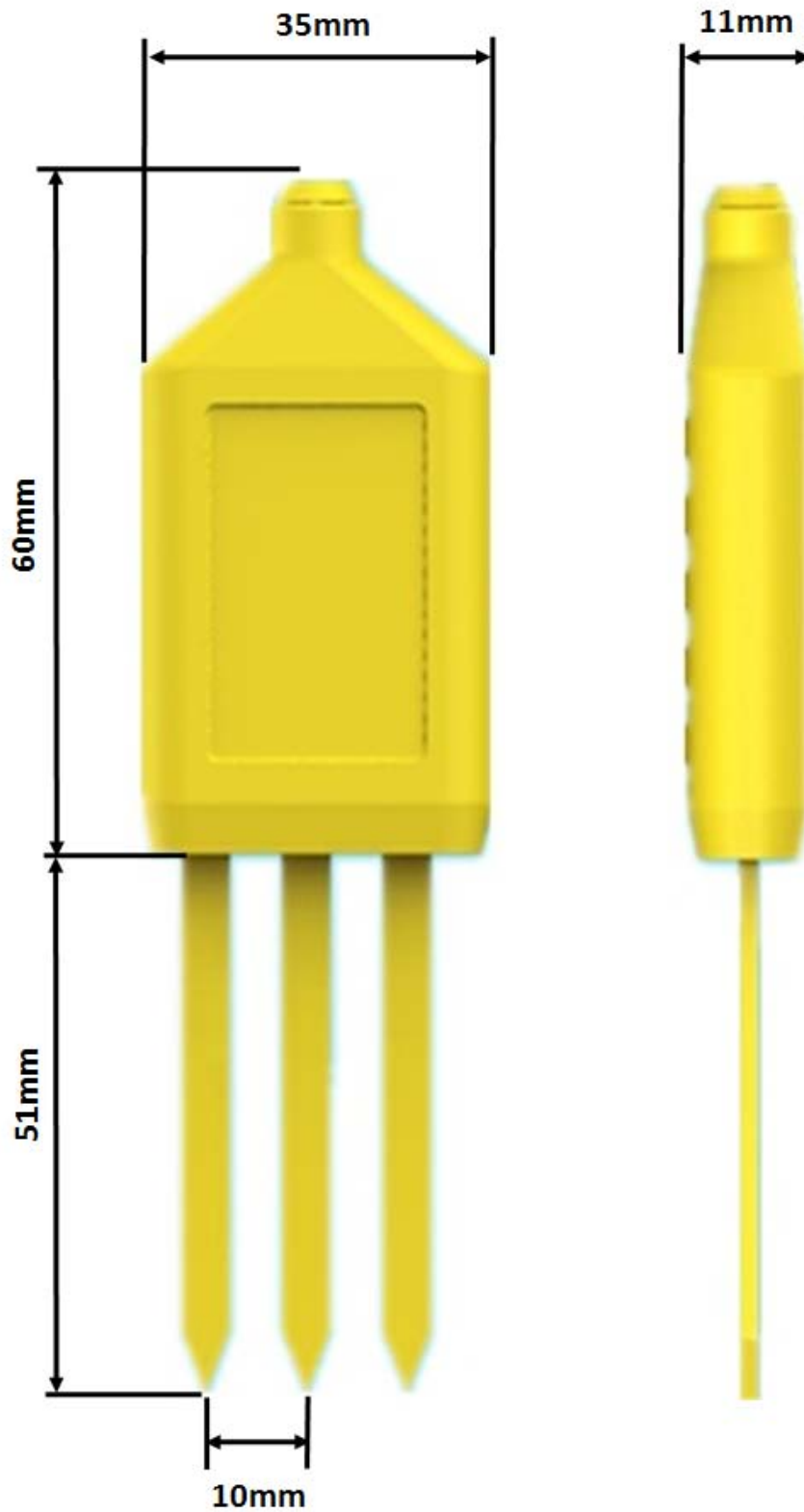
3. 通信协议为 Modbus-RTU

EEPROM 中的配置参数不会因为模块进入“设置模式”时而改变，当模块处于“运行模式”时仍会按照 EEPROM 中的这些配置参数进行通讯。



## 4 外型尺寸、选型订购

### 4.1 外型尺寸



## 4.2 选型订购

代码编号	代码	代码说明
代码 1: 产品系列	MT10	MT10 传感器
代码 2: 测量参数	A	土壤水分, 土壤电导率(EC)与温度, 三参数测量
	B	土壤水分, 温度, 二参数测量
代码 3: 土壤水分量程	A	0-50%
	B	0-100%
代码 4: 电导率量程	A	0-5000us/cm
	B	0-10000us/cm
	C	0-20000us/cm
	D	客户定制
	X	不需要此配置
代码 5: 供电电压	A	3.9-30V直流
	B	3.6-16V直流(SDI-12接口)
	C	2.7-16V直流
	D	客户定制
代码 6: 输出信号	A	电压输出0-2V
	B	电流输出4-20mA
	C	RS485接口, Modbus协议
	D	RS485接口, Modbus协议 & 电压0-2V输出
	E	RS485接口, Modbus协议 & 电流4-20mA输出
	F	SDI-12接口
	G	客户订制
代码 7: 线长	002	2米线长
	XXX	客户定制, XXX为任意线长(单位: 米)
型号举例: MT10传感器, 土壤水分量程0-100%, 3.9-30V供电, RS485接口, Modbus协议, 5米线长。选型代码为: MT10 - B B X A C 005		

## 5 安装与测量

(1) 快速测量法：选定合适的测量地点，避开石块，确保电极不会碰到石块之类坚硬物体，按照所需测量深度刨开表层土，保持下面土壤原有的松紧程度，握紧传感器体垂直插入土壤，插入时不可前后左右晃动，确保与土壤紧密接触。一个测点的小范围内建议测多次求平均。

(2) 埋地测量法：根据需要的深度，垂直挖直径大于 20 厘米的坑，深度按照测量需要，然后在既定深度将传感器钢针水平插入坑壁，将坑填埋压实，确保电极与土壤紧密接触。稳定一段时间后，即可进行连续数天、数月乃至更长时间按的测量和记录。

如果在较坚硬的地表测量时，应先钻孔（孔径应小于探针直径），再插入土壤中并将土压实然后测量；传感器应防止剧烈振动和冲击，更不能用硬物敲击。由于传感器为黑色封装，在强烈阳光的照射下会使传感器急剧升温（可达 50℃ 以上），为了防止过高温度对传感器的温度测量产生影响，请在田间或野外使用时注意遮阳与防护。

## 6 土壤水分，温度与输出的换算

型号	参数范围	换算关系
电压输出 0-2V	对应温度-40-80℃	温度=60.0*电压-40。如测量到电压为 1.0V，则温度=60.0*1.0-40=20.00℃。
	对应含水率 0-50%	含水率=25*电压。如测量到电压为 0.3V，则含水率=25*0.3=7.5%。
	对应含水率 0-100%	含水率=50*电压。如测量到电压为 0.3V，则含水率=50*0.3=15%。
RS485 接口 Modbus 协议	对应含水率 0-100%	含水率=含水率寄存器值/100。如读取到的数据为 2013，则温度= 2013/100=20.13%。
	对应温度-40-80℃	温度=温度寄存器值/100。如读取到的数据为 2013，则温度= 2013/100=20.13℃。
客户订制	订制型号的输出请联系技术支持。	

注：公式中电压单位为伏(V)，电流单位为毫安(mA)

## 7 RS485 通信与协议

### 7.1 Modbus 通信协议

Modbus 是一种串行通信协议，是多种仪器仪表以及智能传感器在通信接口方面的标准，在智能传感器中有着广泛的应用。Modbus 协议是一个主从架构的协议。有一个主节点，其他使用 Modbus 协议参与通信的节点是从节点。每一个从设备都有一个唯一的设备地址。

传感器具有 RS485 接口，支持 Modbus 协议。通讯参数出厂默认值为：波特率 9600bps，一个起始位，8 个数据位，无校验，一个停止位。通讯协议为 Modbus RTU 协议。通讯参数可由设置程序或者 Modbus 命令改变，通信参数改变后需要重新对传感器进行上电方可生效。

### 7.2 Modbus 寄存器

参数名称	寄存器地址 (16进制/10进制)	参数 类型	Modbus 功能号	参数范围及说明	默认值
温度值 TEMPRATURE	0x0000 /0	INT16 只读	3/4	-4000-8000 对应 -40.00~80.00℃。	N/A
体积含水率 VWC	0x0001 /1	UINT16 只读	3/4	0-10000 对应 0-100%	N/A
介电常数 EPSILON	0x0002 /2	UINT16 只读	3/4	0-8200 对应 0.00~82.00	N/A
保留 RESERVED	0x0003 /3	UINT16 只读	3/4	0	N/A
水分原始 AD VWCRAWAD	0x0004 /4	UINT16 只读	3/4	N/A	N/A
保留 RESERVED	0x0005 /5	UINT16 只读	3/4	0	N/A
土壤类型 SOILTYPE	0x0020 /32	UINT16 读写	3/6/16	0-3 0:矿物土 1:沙土 2:粘土 3:有机质土	0:矿物土

Modbus 从机地址 (ADDRESS)	0x0200 /512	UINT16 读写	3/6/16	0-255	1
串行通信波特率 (BAUDRATE)	0x0201 /513	UINT16 读写	3/6/16	0-5 0:1200bps 1:2400bps 2:4800bps 3:9600bps 4:19200bps 5:38400bps	3:9600bps
串行通信协议 (PROTOCOL)	0x0202 /514	UINT16 读写	3/6/16	0~1 0:Modbus RTU 1:Modbus ASCII	0:Modbus RTU
串行通信校验位 (PARITY)	0x0203 /515	UINT16 读写	3/6/16	0-2 0:无校验 1:偶校验 2:奇校验	0:无校验
串行通信数据位 (DATABITS)	0x0204 /516	UINT16 读写	3/6/16	1 1:8个数据位	1:8个数据位
串行通信停止位 (STOPBITS)	0x0205 /517	UINT16 读写	3/6/16	0-1 0:1个停止位 1:2个停止位	0:1个停止位
串行通信延时响应 (RESPONSEDELAY)	0x0206 /518	UINT16 读写	3/6/16	0-250对应0-2500毫秒 传感器接受到主机请求命令后延时一段时间然后响应。延时时间为设置值*10毫秒。设置为0时不延时。	0
串行通信主动输出时间间隔 (ACTIVEOUTPUTINTERVAL)	0x0207 /519	UINT16 读写	3/6/16	0-250对应0-250秒 不需要主机进行请求,传感器以固定的时间间隔自动发送数据。时间间隔为设置值*1秒。设置为0时禁止主动输出功能。	0

UINT16: 16 位无符号整数寄存器

INT16: 16 位有符号整数寄存器

### 7.3 Modbus 寄存器参数说明

TEMPERATURE --- 温度值		
参数范围	-4000-8000 对应 -40.00~80.00℃	默认值: 无
参数存储	无	

意义: 温度测量值, 负数用补码表示。

举例: 如果返回的值是 0702H (16 进制, 原码), 则第一字节高字节为 07H, 第二字节低字节为 02H, 那么温度测量值为  $(07H * 256 + 02H) / 100 = 17.94$  摄氏度。

如果返回的值是 FF05H (16 进制, 补码), 则第一字节高字节为 FFH, 第二字节低字节为 05H, 那么温度测量值为  $((FFH * 256 + 05H) - FFFFH - 1H) / 100 = (FF05H - FFFFH - 1H) / 100 = -2.51$  摄氏度。

VWC --- 体积含水率		
参数范围	0-10000 对应 0-100%	默认值: 无
参数存储	无	

意义: 体积含水率测量值。

举例: 如果返回的值是 071DH (16 进制), 则第一字节高字节为 07H, 第二字节低字节为 1DH, 那么测量值为  $(07H * 256 + 1DH) / 10000 = (7 * 256 + 29) / 10000 = 18.21$ 。代表体积含水率为 18.21%

EPSILON --- 介电常数		
参数范围	0-8200 对应 0.00-82.00	默认值: 无
参数存储	无	

意义: 介电常数。

举例: 如果返回的值是 071DH (16 进制), 则第一字节高字节为 07H, 第二字节低字节为 1DH, 那么测量值为  $(07H * 256 + 1DH) / 10000 = (7 * 256 + 29) / 10000 = 18.21$ 。代表介电常数为 18.21

SLAVEADDR --- Modbus 从机地址		
参数范围	0-255	默认值: 1
参数存储	立即存储	

Modbus 地址, 可设置为 0-255。当模块外部的地址拨码开关设置为地址 0 时, 使用此寄存器的内容作为从机地址。设置后需要重新上电或者使用 RST 命令重新启动模块, 使此地址生效。

使用此命令修改模块地址不需要打开机壳即可设置。

BAUDRATE --- 串行通信波特率		
参数范围	<b>0-5</b> <b>0:</b> 1200bps <b>1:</b> 2400bps <b>2:</b> 4800bps <b>3:</b> 9600bps <b>4:</b> 19200bps <b>5:</b> 38400bps	默认值:3
参数存储	立即存储	

PROTOCOL --- 串行通信协议		
参数范围	0~1 0:Modbus RTU 1:Modbus ASCii	默认值:0
参数存储	立即存储	

PARITY --- 串行通信校验位		
参数范围	0-2 0:无校验 1:偶校验 2:奇校验	默认值:0
参数存储	立即存储	

DATABITS --- 串行通信数据位		
参数范围	1 1:8个数据位	默认值:1, 只支持8个数据位, 其他无效
参数存储	立即存储	

STOPBITS --- 串行通信停止位		
参数范围	0-1 0:1个停止位 1:2个停止位	默认值:0
参数存储	立即存储	



<b>RESPONSEDELAY</b> —— 串行通信延时响应		
参数范围	0-250	默认值:0
参数存储	立即存储	

串行通信延时响应在以下情况下使用:当主机发送请求命令后,模块延时 (RESPONSEDELAY\*10) 毫秒,然后将响应数据返回给主机。比如设置 RESPONSEDELAY=5,那么模块延时 5\*10=50 毫秒后响应主机请求。设置为 0 时为无延时立即响应。此命令主要应用于主机从 RS485 发送状态切换为接收状态时速度比较慢的场合。

<b>ACTIVEOUTPUTINTERVAL</b> —— 串行通信主动输出时间间隔		
参数范围	0-250	默认值:0
参数存储	立即存储	

串行通信主动输出时间间隔在以下情况下使用:主机不需要发送请求命令,模块主动输出响应数据,输出间隔为 ACTIVEOUTPUTINTERVAL 秒,比如设置 ACTIVEOUTPUTINTERVAL=5,那么模块每 5 秒按照设置的通信协议输出数据。设置为 0 时主动输出无效,需主机请求后方可响应。此命令主要应用于 GPRS 等无线传输时,需要终端节点主动发送数据的场合。

注意:当设置为主动输出数据时,RS485 总线上只能连接一个模块,以避免总线数据冲突。

## 7.4 Modbus 协议通信样例

以下说明中,0x 开头或者 H 结尾的数据为 16 进制数据。Modbus 协议有两种常用寄存器类型:

- (1) 保持寄存器,存储数据掉电不丢失,是可读可写的。通常用功能号 3 (0x03) 读取,用功能号 6 (0x06) 或者 16 (0x10) 写入。
- (2) 输入寄存器,用来存储一些只读的物理量,比如温度值,是只读的。通常用功能号 4 (0x04) 读取。

### 7.4.1 功能号 3 通信样例

通用请求格式: AA 03 RRRR NNNN CCCC

AA	1 字节	设备地址,范围 0-255
03	1 字节	功能号为 3
RRRR	2 字节	起始寄存器地址,高字节在前

NNNN	2 字节	要读取的寄存器数量 N，高字节在前
CCCC	2 字节	CRC 校验

通用响应格式：AA 03 MM VV0 VV1 VV2 VV3... CCCC

AA	1 字节	设备地址，范围 0-255
03	1 字节	功能号为 3
MM	1 字节	返回寄存器值的数据字节数量
VV0, VV1	2 字节	返回的第一个寄存器值
VV2, VV3	2 字节	返回的第二个寄存器值
...	...	返回的第 N 个寄存器值 (N=MM/2)
CCCC	2 字节	CRC 校验

举例：以读寄存器 0x0200-0x0201，即从机地址以及波特率为例

请求：01 03 0200 0002 C5B3

设备地址	1 字节	0x01
功能号	1 字节	0x03
起始寄存器地址	2 字节	0x0200
寄存器数量	2 字节	0x0002
校验	2 字节	0xC5B3

响应：01 03 04 00 01 00 03 EB F2

设备地址	1 字节	0x01
功能号	1 字节	0x03
有效字节数	1 字节	0x04
从机地址寄存器值	2 字节	0x00 (从机地址高字节)
		0x01 (从机地址低字节)
波特率寄存器值	2 字节	0x00 (波特率高字节)
		0x03 (波特率低字节)
校验	2 字节	0xEBF2

## 7.4.2 功能号 4 通信样例

通用请求格式：AA 04 RRRR NNNN CCCC

AA	1 字节	设备地址，范围 0-255
----	------	---------------

04	1 字节	功能号为 4
RRRR	2 字节	起始寄存器地址，高字节在前
NNNN	2 字节	要读取的寄存器数量 N，高字节在前
CCCC	2 字节	CRC 校验

通用响应格式：AA 04 MM VV0 VV1 VV2 VV3... CCCC

AA	1 字节	设备地址，范围 0-255
04	1 字节	功能号为 4
MM	1 字节	返回寄存器值的数据字节数量
VV0, VV1	2 字节	返回的第一个寄存器值
VV2, VV3	2 字节	返回的第二个寄存器值
...	...	返回的第 N 个寄存器值 (N=MM/2)
CCCC	2 字节	CRC 校验

举例：以读寄存器 0x0000-0x0002，即读取温度，含水率，介电常数

请求：01 04 0000 0003 B00B

设备地址	1 字节	0x01
功能号	1 字节	0x04
起始寄存器地址	2 字节	0x0000
寄存器数量	2 字节	0x0003
校验	2 字节	0xB00B

响应：01 04 06 07 E0 0F 01 09 23 F5 AF

设备地址	1 字节	0x01
功能号	1 字节	0x04
有效字节数	1 字节	0x06
温度寄存器值	2 字节	0x07
		0xE0
体积含水率寄存器值	2 字节	0x0F
		0x01
介电常数寄存器值	2 字节	0x09
		0x23
校验	2 字节	0xF5AF

### 7.4.3 功能号 6 通信样例

通用请求格式：AA 06 RRRR VVVV CCCC

AA	1 字节	设备地址，范围 0-255
06	1 字节	功能号为 6
RRRR	2 字节	寄存器地址，高字节在前
VVVV	2 字节	要写入寄存器的数值，高字节在前
CCCC	2 字节	CRC 校验

通用响应格式：AA 06 RRRR VVVV CCCC

AA	1 字节	设备地址，范围 0-255
06	1 字节	功能号为 6
RRRR	2 字节	寄存器地址，高字节在前
VVVV	2 字节	要写入寄存器的数值，高字节在前
CCCC	2 字节	CRC 校验

举例：以写寄存器 0x0020，即设定土壤类型为例

请求：01 06 0020 0000 8800

设备地址	1 字节	0x01
功能号	1 字节	0x06
起始寄存器地址	2 字节	0x0020
寄存器值	2 字节	0x0000
校验	2 字节	0x8800

响应：01 06 0020 0000 8800

设备地址	1 字节	0x01
功能号	1 字节	0x06
起始寄存器地址	2 字节	0x0020
寄存器值	2 字节	0x0000
校验	2 字节	0x8800

### 7.4.4 功能号 16 通信样例

通用请求格式：AA 10 RRRR NNNN MM VVVV1 VVVV2 ...CCCC

AA	1 字节	设备地址，范围 0-255
10(16 进制)	1 字节	功能号为 16（十进制）
RRRR	2 字节	起始寄存器地址，高字节在前
NNNN	2 字节	要读取的寄存器数量 N，高字节在前
MM	1 字节	要写入寄存器的数值的字节个数
VVVV1	2 字节	要写入第一个寄存器的数值，高字节在前
VVVV2	2 字节	要写入第二个寄存器的数值，高字节在前
...	...	要写入第 N 个寄存器的数值，高字节在前 N=MM/2
CCCC	2 字节	CRC 校验

**通用响应格式：AA 10 RRRR NNNN CCCC**

AA	1 字节	设备地址，范围 0-255
10(16 进制)	1 字节	功能号为 16（十进制）
RRRR	2 字节	起始寄存器地址，高字节在前
NNNN	2 字节	要读取的寄存器数量 N，高字节在前
CCCC	2 字节	CRC 校验

**举例：以写寄存器 0x0200-0x0201，即设置从机地址为 1，波特率为 19200bps 为例**

**请求：01 10 0200 0002 04 0001 0004 BACC**

0x01	1 字节	设备地址
0x10(16 进制)	1 字节	功能号为 16（十进制）
0x0200	2 字节	起始寄存器地址，高字节在前
0x0002	2 字节	要读取的寄存器数量 N，高字节在前
0x04	1 字节	要写入寄存器的数值的字节个数
0x0001	2 字节	要写如的从站地址寄存器值为 1
0x0004	2 字节	要写如的波特率寄存器值为 4
0xBACC	2 字节	CRC 校验

**响应：01 10 0200 0002 4070**

0x01	1 字节	设备地址
0x10(16 进制)	1 字节	功能号为 16（十进制）
0x0200	2 字节	起始寄存器地址，高字节在前
0x0002	2 字节	要读取的寄存器数量 N，高字节在前
0x4070	2 字节	CRC 校验

## 7.4.5 CRC16 校验算法及例程

例程:

```
//-----
//CRC 计算 C51 语言函数如下
//输入参数 1: snd, 待校验的字节数组名
//输入参数 2: num, 待校验的字节总数
//函数返回值: 校验和
//-----
unsigned int calc_crc16 (unsigned char *snd, unsigned char num)
{
    unsigned char i, j;
    unsigned int c, crc=0xFFFF;
    for(i = 0; i < num; i ++)
    {
        c = snd[i] & 0x00FF;
        crc ^= c;
        for(j = 0; j < 8; j ++)
        {
            if (crc & 0x0001)
            {
                crc>>=1;
                crc ^= 0xA001;
            }
            else
            {
                crc>>=1;
            }
        }
    }
    return(crc);
}
```

举例：以读寄存器 0x0000-0x0002，即读取温度，含水率，介电常数值

主机请求：01 04 0000 0003 B00B （8 个字节）

设备地址	1 字节	0x01
------	------	------

功能号	1 字节	0x04
起始寄存器地址	2 字节	0x0000
寄存器数量	2 字节	0x0003
校验	2 字节	0xB00B

当主机需要发送数据给传感器以前，将需要进行发送校验的数据存储到 snd 数组中（01 04 00 00 00 03 共 6 个字节），其中 num=6

伪代码如下：

```
unsigned char request[8]={01,04,00,00,00,03,00,00}; //最后两个 00,00 是 CRC 校验
unsigned char num=6; //计算数组前 6 个字节的 CRC 校验
unsigned int crc16=0;
crc16= calc_crc16 (request, num);
request[6]= crc16%256; //把 crc 校验存储到要发送的数组中
request[7]= crc16/256;
CommPort.Send(request, 8); //通过串口发送数据
```

**传感器响应：01 04 06 07 E0 0F 01 09 23 F5 AF （11个字节）**

设备地址	1 字节	0x01
功能号	1 字节	0x04
有效字节数	1 字节	0x06
温度寄存器值	2 字节	0x07
		0xE0
体积含水率寄存器值	2 字节	0x0F
		0x01
介电常数寄存器值	2 字节	0x09
		0x23
校验	2 字节	0xF5AF

当主机接收到传感器返回的 11 个字节数据后，进行以下 crc 计算操作，其中 num=11

伪代码如下：

```
unsigned char response[11]={ 01 04 06 07 E0 0F 01 09 23 F5 AF }; //最后两个字节是
传感器返回的 CRC 校验
unsigned char num=11; //计算整个返回的 11 个字节的 CRC 校验
unsigned int crc16=0;
```

```

crc16= calc_crc16 (response, num);
if(crc16==0)
{
    //crc 校验正确，可以使用返回的数据
}
else
{
    //crc 校验错误，不能使用返回的数据
}

```

得到返回结果为0时那么校验成功，如果校验失败返回为非零值。如果校验不成功，说明传输过程发生错误，应放弃此次采集到的数据，重新采集。

校验成功后，使用以下公式计算温度（负数以补码表示）、体积含水率以及介电常数，H结尾的为16进制数据：

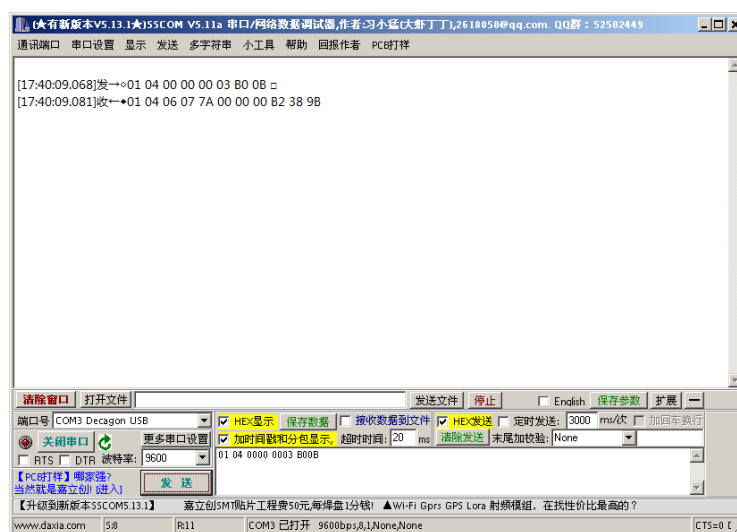
温度= (07H\*256+E0H) /100=2016/100=20.16℃

体积含水率= (0FH\*256+01H) /100=3841/100=38.41%

介电常数= (09H\*256+23H) /100=2339/100=23.39

## 7.5 使用串口调试软件通信

用户可使用任意一款串口调试软件与传感器进行通信，通信时需注意，选择正确的串口，波特率，以及其他串口通信参数，需要发送和接收的数据均要以16进制进行传输以及显示。





## 8 用户设置软件

### 8.1 软件安装与启动

(1) SensorOneSet 设置软件基于 Dotnet Framework 开发，安装前需先安装 Dotnet Framework 3.5 以上版本。方可运行。如果电脑没有安装微软 DotNetFramework3.5SP1 的,请先下载完整安装包：<http://www.microsoft.com/zh-cn/download/details.aspx?id=25150>

(2) 安装 Dotnet Framework 完成后，可点击“Install.SensorOneSet.msi”进行程序安装。

名称 ^	修改日期	类型	大小
 Install.SensorOneSet.msi	2016-04-23 12:59	Windows Installer ...	976 KB
 setup.exe	2016-04-23 12:59	应用程序	483 KB

(3) 从开始菜单中启动“SensorOneSet 用户设置程序”，启动如下画面。

### 8.2 运行设置软件

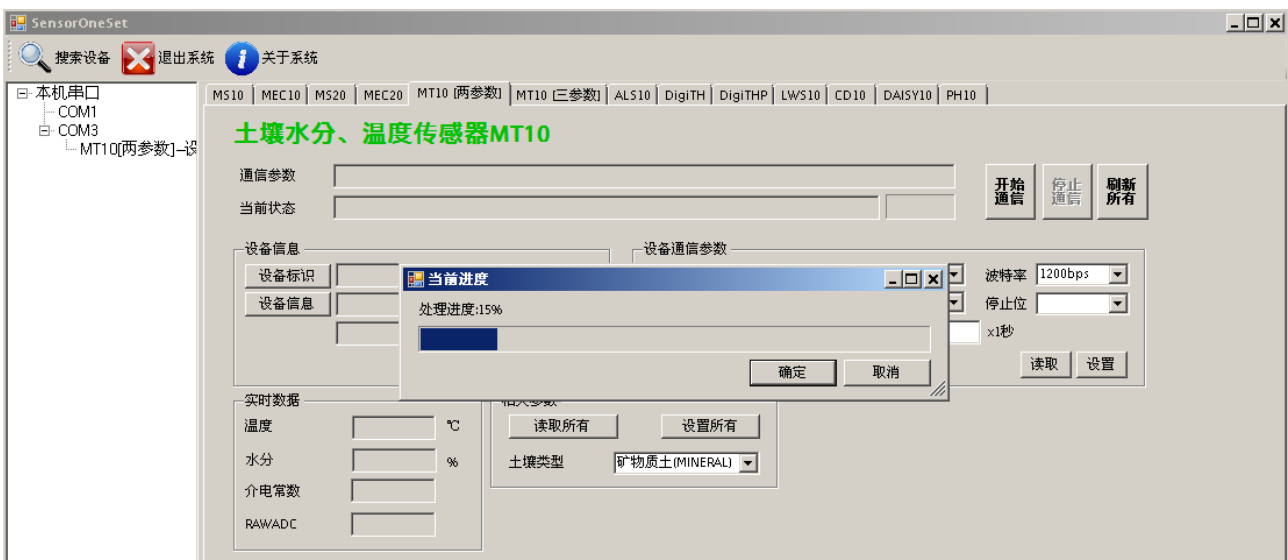
(1) 点击工具栏中的“搜索设备”按钮，弹出“搜索在线设备-选择搜索参数”对话框。



(2) 在“通信参数选择”对话框中选择合适的通讯参数。并点击“搜索”按钮。搜索到的设备会列在相应的串口下。如下图。

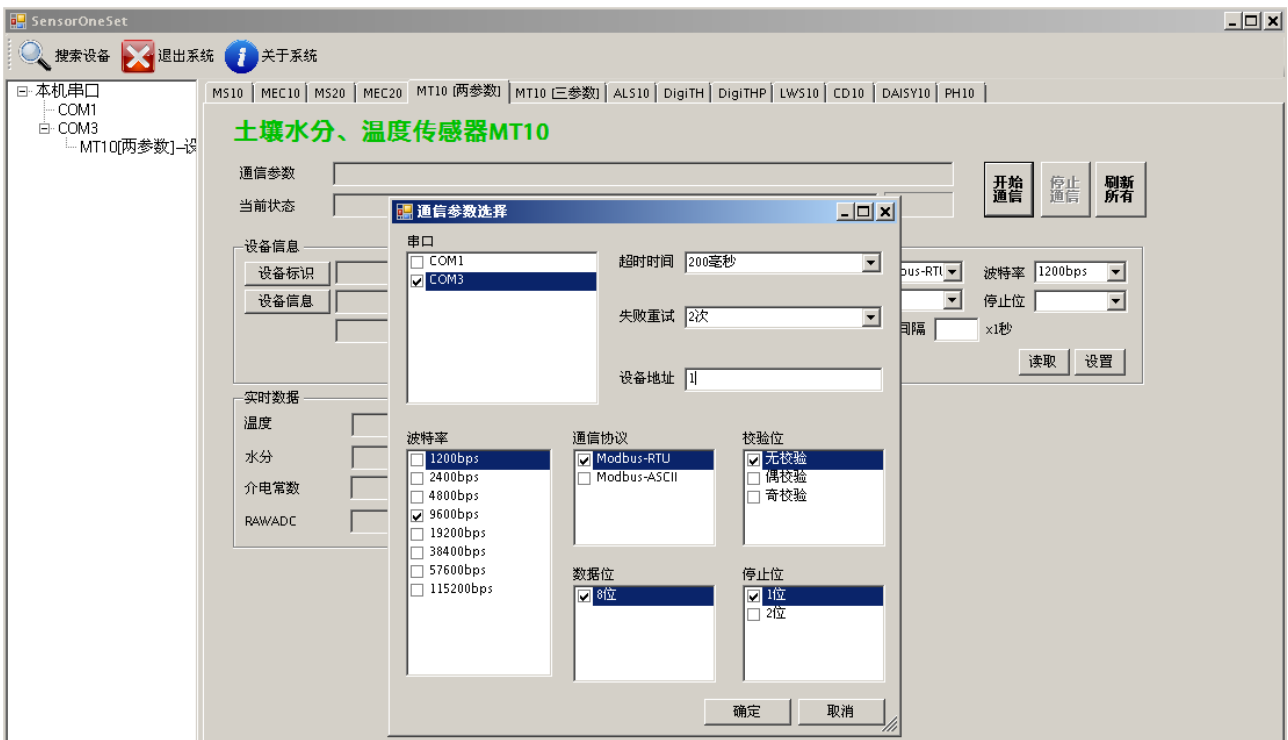


(3) 双击窗口左侧串口下列出的设备“MT10[两参数]-设备地址……”，其通讯参数会自动列到右侧的“电脑通讯设置”中。点击右侧的“开始”按钮，软件开始于模块进行通讯。



(4) 如需再次搜索模块，请先点击“停止”按钮，然后再次进行搜索。

(5) 如知道传感器的具体通信参数，也可以在 MT10[两参数]页面直接点击“开始通信”，弹出“通信参数选择”对话框，设置通信参数等信息后，点“确定”关闭对话框后软件将与传感器进行通信。



(6) 通信成功后，用户可修改各参数的值。

