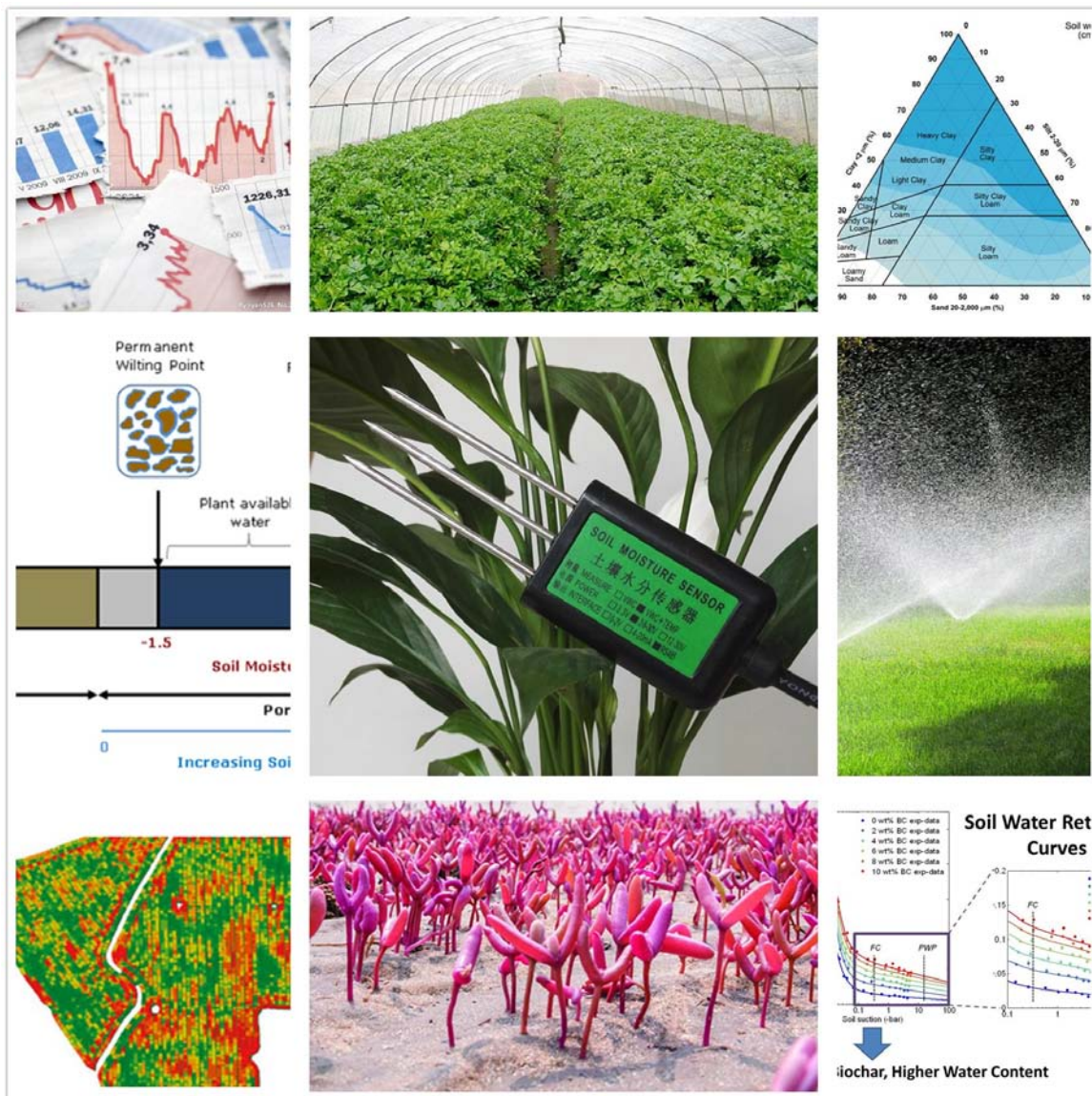


MS10土壤水分/温度传感器 用户手册



目 录

1	技术支持	3
2	产品介绍与背景知识	4
2.1	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	土壤体积含水率，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	18
7.4.1	功能号 3 通信样例	18
7.4.2	功能号 4 通信样例	19
7.4.3	功能号 6 通信样例	20
7.4.4	功能号 16 通信样例	21
7.4.5	CRC16 校验算法及例程	22
7.5	使用串口调试软件通信	25
8	用户设置软件	26
8.1	软件安装与启动	26
8.2	运行设置软件	26

1 技术支持

感谢您选择并使用大连哲勤科技有限公司产品，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

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
2010-06-11	V1.0	创建	fg49597
2016-08-16	V1.1	更新	s151930
2018-09-22	V1.2	加入供电电压范围选型（E：2-5.5V）	fg49597

2 产品介绍与背景知识

2.1 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,CO₂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

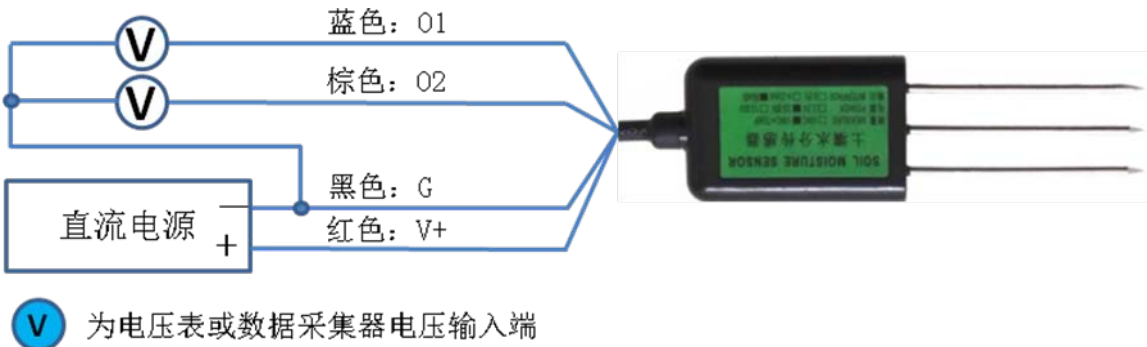
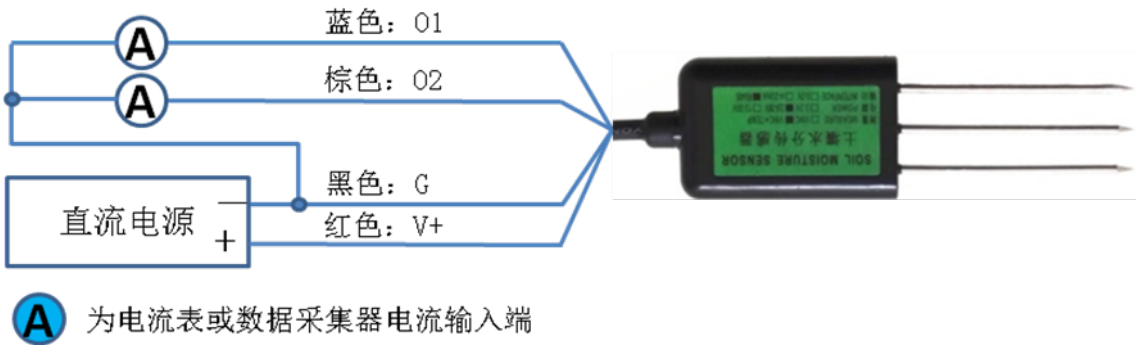
MS10土壤水分传感器是一款高精度、高灵敏度的测量土壤水分的传感器。通过测量土壤的介电常数,能直接稳定地反映各种土壤的真实水分含量。MS10土壤水分传感器可测量土壤水分的体积百分比,是符合目前国际标准的土壤水分测量方法。适用于土壤墒情监测、科学试验、节水灌溉、温室大棚、花卉蔬菜、草地牧场、土壤速测、植物培养、污水处理、粮食

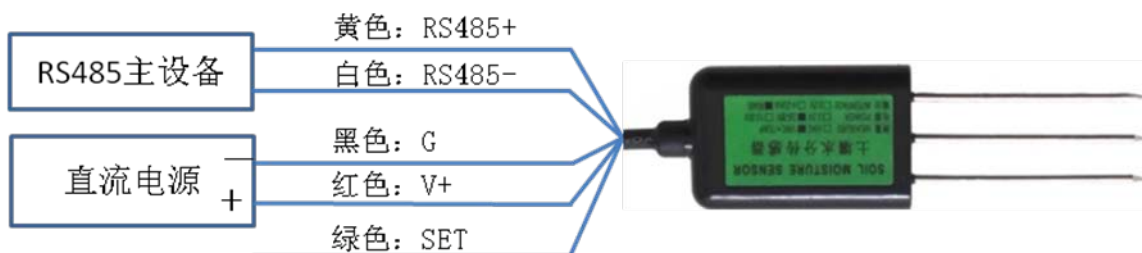
仓储、温室控制、精细农业等，同时在水利、气象及各种颗粒物含水量的测量。

- 测量精度高，响应速度快、互换性好。
- 电极采用特殊处理的合金材料，可承受较强的外力冲击，不易损坏。
- 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。
- 测量精度高，性能可靠，受土壤含盐量影响较小，可适用于各种土质。
- 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)	电流输出 4-20mA (负载电阻<500ohm)	RS485接口 Modbus协议
供电电压	3.6-30V/DC 直流	12-30V/DC 直流	3.6-30V/DC 直流
最大功耗	6mA@24V DC 直流	50mA@24V DC 直流 (两电流输出通道均为 20mA)	6mA@24V DC 直流
土壤水分测量量程	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% 以中央探针为中心，直径为 7cm、高为 7cm 的圆柱体内 响应时间小于 1 秒		
土壤温度测量量程	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	45*15*145mm		
电极长度	70mm		

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 (01): 温度信号 棕色 (02): 水分信号</p>  <p>V 为电压表或数据采集器电压输入端</p>
电流输出型	<p>红色 (V+): 电源正 黑色 (G): 电源地 蓝色 (01): 温度信号 棕色 (02): 水分信号</p>  <p>A 为电流表或数据采集器电流输入端</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>



RS485主设备 为RS485主机（电脑或其他具有RS485接口的嵌入式设备）

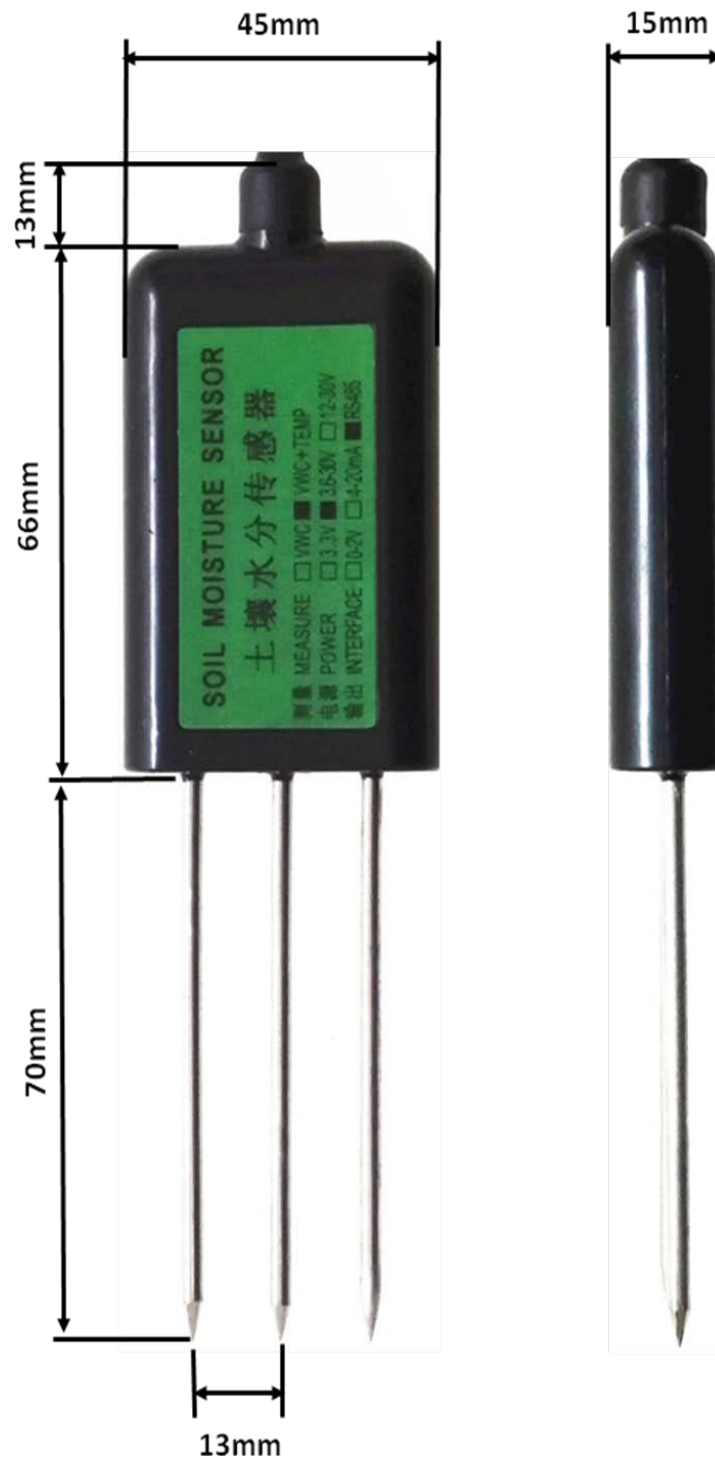
模块的配置参数如 Modbus 地址，波特率，校验位，通讯协议等是由模块内部的 EEPROM（掉电存储设备）内存储的。有时会忘记这些参数的具体配置而导致不能与模块进行通讯。为了防止这个问题，模块有一特殊的模式称作“设置模式”。当模块以“设置模式”上电启动时，模块会以以下参数进行通讯：

1. Modbus 地址固定为 0
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）
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	MS10	MS10 土壤水分, 温度传感器
代码 2: 测量参数	A	土壤体积含水率 (VWC) 与温度
	B	土壤体积含水率 (VWC)
代码 3: 土壤水分量程	A	0-100%
	B	0-50%
代码 4: 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 5: 供电电压	A	3.6-30V直流
	B	12-30V直流
	C	2.7-16V直流
	D	客户定制
	E	2-5.5V直流
代码 6: 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: MS10传感器, 土壤体积含水率 (VWC) 与温度, 土壤体积含水率范围0-100%, RS485接口, Modbus协议。3.6-30V 供电。5米线长。选型代码如下: MS10-A A C A 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使急剧升温（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 土壤体积含水率，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 1.5V，则温度=60.0*1.5-40=50.00℃。
	对应容积含水率 0-30%	容积含水率=0.15*电压。如测量到电压为 1.5V，则容积含水率=0.15*1.5= 0.225=22.5%。
	对应容积含水率 0-50%	容积含水率=0.25*电压。如测量到电压为 1.5V，则容积含水率=0.25*1.5=0.375=37.5%。
	对应容积含水率 0-100%	容积含水率=0.5*电压。如测量到电压为 1.5V，则容积含水率=0.5*1.5=0.75=75.0%。
电流输出 4-20mA	对应温度-40-80℃	温度=7.5*电流-70。如测量到电流为 10mA，则温度=7.5*10-70=5.00℃。
	对应容积含水率 0-30%	容积含水率= 0.01875 *(电流-4)。如测量到电流为 10mA，则容积含水率=0.01875 *(10-4)= 0.1125 =11.25%。
	对应容积含水率 0-50%	容积含水率= 0.03125 *(电流-4)。如测量到电流为 10mA，则容积含水率=0.03125 *(10-4)= 0.1875 =18.75%。
	对应容积含水率 0-100%	容积含水率= 0.0625 *(电流-4)。如测量到电流为 10mA，则容积含水率=0.0625 *(10-4)= 0.375=37.5%。
RS485 接口, Modbus 协议	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℃。
	对应容积含水率 0-30%	容积含水率=容积含水率寄存器值/10000。如读取到的数据为 1568，则温度= 1568/10000=15.68%。
	对应容积含水率 0-50%	
	对应容积含水率 0-100%	
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 除以 100 得到实际的温 度值。无温度测量的型 号读出值始终为 0。	N/A
容积含水率 VWC	0x0001/1	INT16 只读	3/4	0-10000 除以 10000 得到实际的 容积含水率。	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	0x0003/3	INT16 只读	3/4	总是 0	N/A
容积含水率原始 AD 值 VWCRAWAD	0x0004/4	INT16 只读	3/4	容积含水率原始 AD 值	N/A
保留	0x0005/5	INT16 只读	3/4	总是 0	N/A
土壤类型 SOILTYPE	0x0020/32	UINT16 只读	3/6/16	0-3 0:矿物土(耕种用)	0:矿物土

				1:沙土 2:粘土 3:有机质土	
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	0-7 0: 1200bps 1: 2400bps 2: 4800bps 3: 9600bps 4: 19200bps 5: 38400bps 6: 57600bps 7: 115200bps	3: 9600bps s
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	0-255对应0-2550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	0x0207/519	UINT16 读写	3/6/16	0-255对应0-255秒 不需要主机进行请求，	0

(ACTIVEOUTPUTINTERVAL)				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。	
------------------------	--	--	--	--	--

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 $(07H * 256 + 1DH) / 10000 = (7 * 256 + 29) / 10000 = 1821$ 。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 $(07H * 256 + 1DH) / 10000 = (7 * 256 + 29) / 10000 = 1821$ 。代表介电常数为 18.21

VWCRAWAD --- Volumetric Water Content Raw AD 容积含水率原始 AD 值		
参数范围	不固定	默认值: 无
参数存储	无	

意义: 容积含水率原始 AD 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, 那么容积含水率原始 AD 值为 $(07H \times 256 + 1DH) = (7 \times 256 + 29) = 1821$ 。

SOILTYPE --- 土壤类型		
参数范围	0-3	默认值: 0
参数存储	立即存储	

意义: 土壤类型。

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。设置后, 请重新将传感器上电以使设置生效。

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

设置后, 请重新将传感器上电以使设置生效。

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	

设置后, 请重新将传感器上电以使设置生效。

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	

设置后, 请重新将传感器上电以使设置生效。

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	

设置后, 请重新将传感器上电以使设置生效。

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	

设置后, 请重新将传感器上电以使设置生效。

RESPONSEDELAY —— 串行通信延时响应		
参数范围	0-255	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。

ACTIVEOUTPUTINTERVAL —— 串行通信主动输出时间间隔		
参数范围	0-255	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:

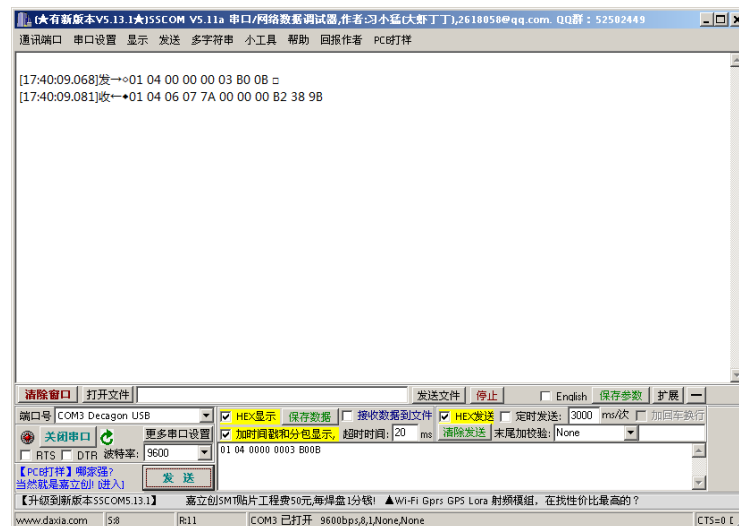
温度= (07H*256+E0H) /100=2016/100=20. 16℃

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。

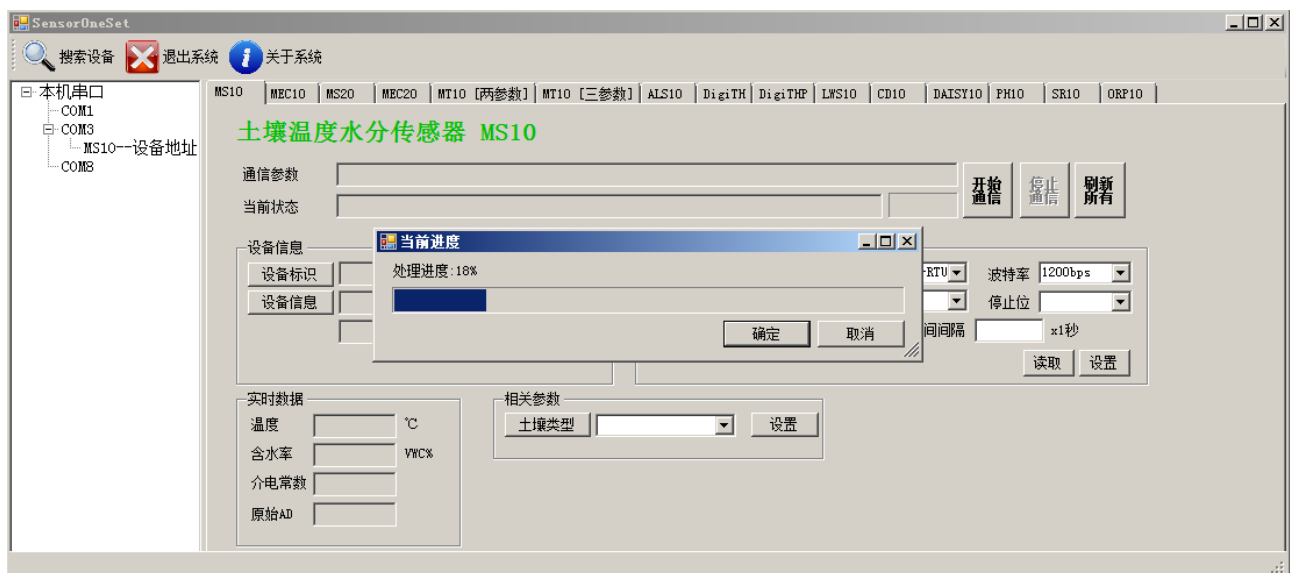


8.2 运行设置软件

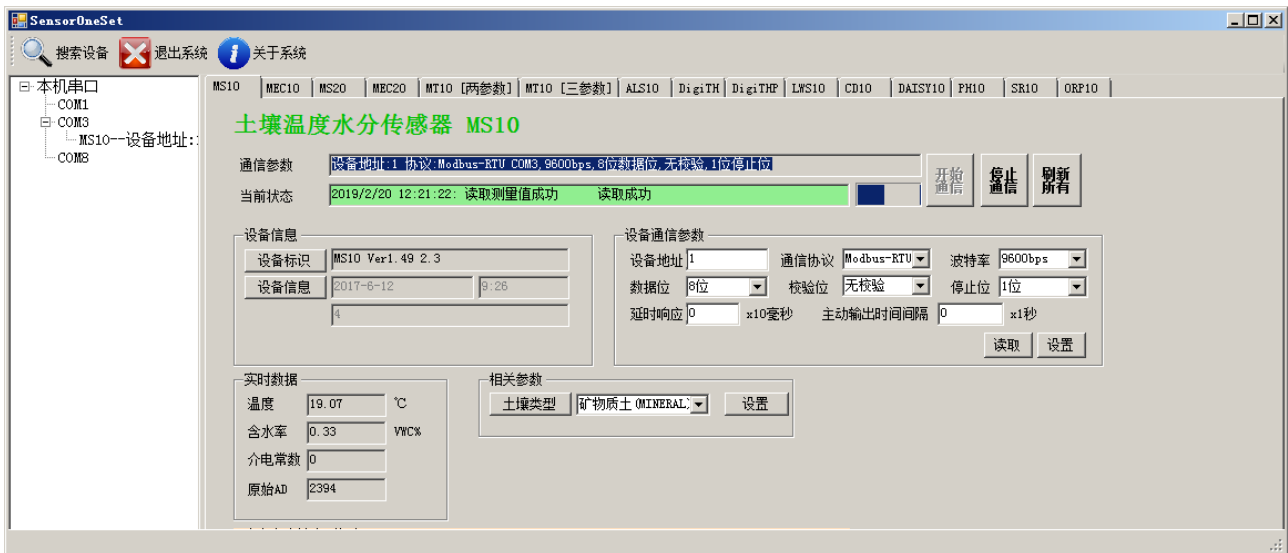
(1) 点击工具栏中的“搜索设备”按钮，弹出“搜索在线设备-选择搜索参数”对话框。



(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。

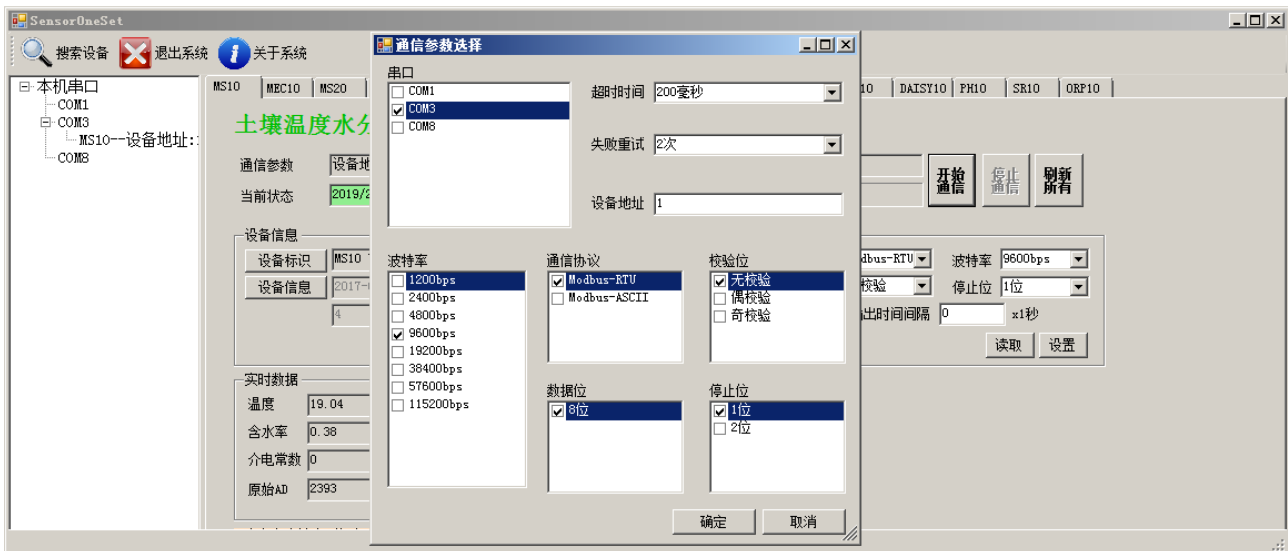


(3) 双击窗口左侧串口下列出的设备“MS10-设备地址……”，其通讯参数会自动列到右侧的“电脑通讯设置”中。点击右侧的“开始”按钮，软件开始于模块进行通讯。



(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 MS10 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。

