

自动土壤水分观测系统手册

[湖南省气象技术装备中心]

装备维护维修官网 ZBXT.VIP

目录

第 1 章 壤水分观测仪结构组成	4
1.1 土壤水分探测器.....	4
1.1.1 工作原理.....	4
1.1.3 性能指标.....	7
1.2 观测产品生成和标定.....	7
1.2.1 产品计算.....	7
1.2.2 标定.....	8
1.3 数据采集器.....	11
1.3.1 数据采集器的连接.....	11
1.3.2 结构特点.....	12
1.4 通讯单元.....	12
1.5 电源.....	13
1.5.1 供电方式.....	13
1.5.2 供电设备.....	14
第 2 章 电缆联接	18
2.1 采集器箱系统接线.....	18
2.2 信号线的连接.....	19
2.2.1 土壤水分探测器与采集器的连接.....	19
2.2.2 移动通信 GPRS/CDMA 方式连接.....	21
2.3 太阳能供电系统的连接.....	23
2.4 防雷接地.....	23
第 3 章 调试与检查	23
3.1 终端命令.....	24
3.2 采集器命令集.....	26
3.3 数据采集器操作注意事项.....	29
第 4 章 现场标定	30
4.1 在空气中的标定.....	31
4.2 在水中的标定.....	33
第 5 章 GPRS 通信模块设置	35
5.1 设置前的连接.....	35
5.2 设置 GPRS 模块.....	36
5.2.1 设置步骤.....	36
5.2.2 软件设置每个步骤图片（供设置时查看用）.....	38
5.3 查看通信自检.....	41
第 6 章 日常维护及故障解决	42
6.1 日常维护.....	42
6.2 故障及解决.....	43
6.2.1 发现没有土壤水分数据，可能是：.....	43

6.2.2 本地数据正常中心站软件上却没有数据.....	47
6.2.3 某一层数据为零可能是:	48

第 1 章 壤水分观测仪结构组成

子站主要由土壤水分探测器、数据采集器、通信单元和系统电源组成。中心站用于处理采集数据，通过应用软件实现对采集器的实时数据采集和监控。

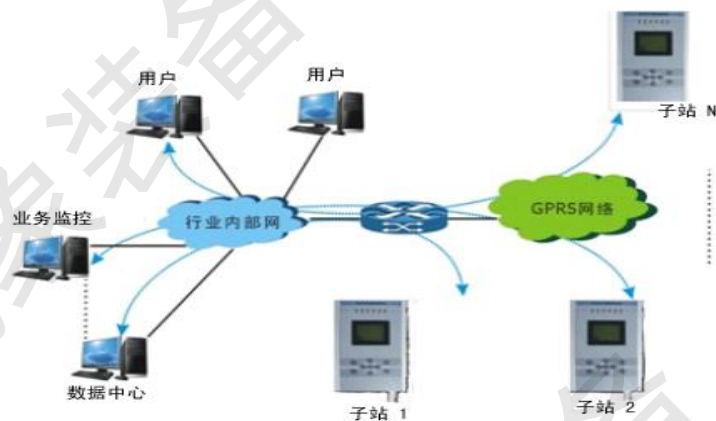


图 1.1 自动土壤水分站组网

各子站将探测数据通过无线通信模块以 TCP 协议方式发送到省局信息中心数据中心服务器。

1.1 土壤水分探测器

1.1.1 工作原理



图 1.2 土壤水分探测器实物图

土壤水分探测器采用了频域反射（FDR）测量技术。

频域反射（FDR）测量技术是通过测量放置在土壤中的两个电极之间的电容形成的振荡回路所产生的信号频率来测量土壤介电常数，而土壤介电常数与土壤水分是密切相关的。

每一个传感器由两个铜环所构成，外部为PVC材质所制造而成的套管，可防止水或其他流体干扰内部的电子元器件，影响土壤含水量的观测。传感器使用LC振荡电路原理，振荡频率受到电感（L）与电容（C）变化的影响。由于传感器采用固定的电感值，因此，频率的变化取决于电容的改变，而电容的改变受到两铜环之间、套管及套管外的土壤的影响。振荡频率（F）的计算采用下式

$$F = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

如果将整体的土壤视为由水、空气及固态土三种物质所组成，当把空气的介电常数（dielectric constant）视为1（ $\epsilon_a=1$ ），水的相对介电常数则约为80.4（ $\epsilon_w=80.4$ ），固态土则约为3-7（ $\epsilon_s=3-7$ ），如图1.3所示。

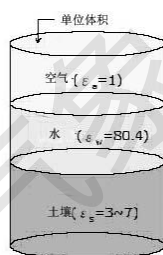


图1.3 土壤内部物质组成示意图

由于电容会受到介电常数的影响，总电容：

$$C = k\epsilon_r\epsilon_0$$

其中，k 为一几何常数， ϵ_r 为整体土壤按照体积比例混合的相对介电常数（

$\epsilon_r^a = \sum_i V_i \epsilon_i^a$ ）， V_i 为土壤中物质i 体积占整体体积的比例， ϵ_i 土壤中物质i 的相对介电常数， ϵ_0 为空气或真空中的介电常数（ $8.85 \times 10^{-12} \text{F/M}$ ）。对于固态土壤部分其总量通常视为固定，因此当土壤中含水量改变时则会造成空气与水所占的比例改变，因此也影响到最后总电容量的值有所改变，使得传感器所测得的频率也有所不同。为了反应土壤体积含水量与频率之间的关系，传感器利用了归一化频率SF（scaled frequency）参数建立与土壤体积含水量 θ_v 之间的指数关系式：

$$\theta_v = aSF^b$$

SF 定义为

$$SF = \frac{F_a - F_s}{F_a - F_w}$$

F_a 为传感器放置于空气中所测得的频率, F_w 为传感器放置在水中所测得的频率, F_s 则为传感器安装于土壤中所测量得到的频率, a 、 b 为待定参数, 如图1.4所示。

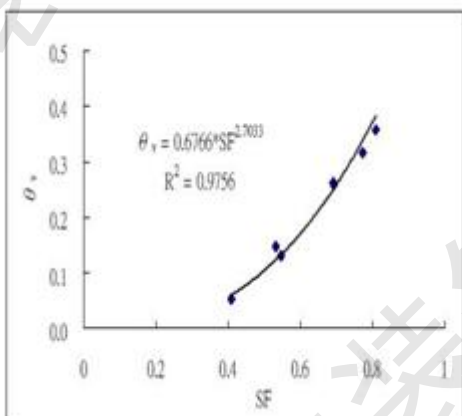


图1.4 土壤体积含水量 θ_v 与传感器归一化频率SF关系图

通过测量频率信号 (SF) 从而得到土壤体积含水量 (θ_v)。

土壤水分探测器通过接口控制器与数据采集器连接。

当数据采集器发出采样命令时, 接口控制器从每层传感器取回土壤体积含水量。每层传感器测量的土壤体积含水量传输到采集器中进行处理、存储。

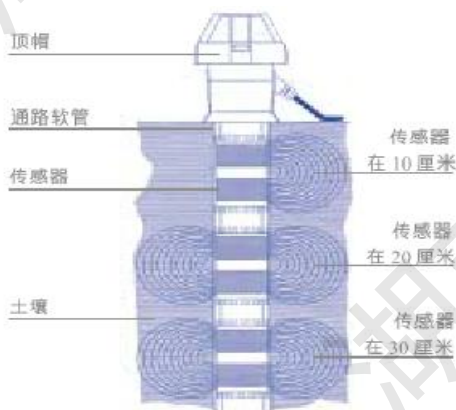


图 1.5 传感器结构

1.1.3 性能指标

特征	性能指标
探测器最大传感器数	16
传感器测量原理	频域反射 (FDR) 测量技术
输出选项	RS-485
输出分辨率	16 位
输出方法	串行连续数据
电流消耗	250uA 休眠 66mA 静态 100mA 采样
分辨率	0.01%
精度	+/- 0.1%
读数范围	由干到饱和
读一个传感器的时间	1.1 秒
感应范围	99%是从管子外部 10cm 以内的范围读取
传感器直径	50.5mm
管道直径	56.5mm
探测器最大长度	3m

1.2 观测产品生成和标定

1.2.1 产品计算

根据传感器的原始频率数据值 f 计算体积含水率 Q

$$Q = \left[\frac{f - 0.02852}{0.1957} \right]^{0.404}$$

其他产品量计算方法:

i 土壤重量含水率 $W = \frac{Q}{\rho}$

W : 土壤重量含水率 Q : 土壤体积含水率 ρ : 地段实测土壤容重 (g/cm^3)

ii 土壤相对湿度 $R = \frac{W}{f_c}$

R : 土壤相对湿度 (%) f_c : 田间持水量 (用重量含水率标示%)

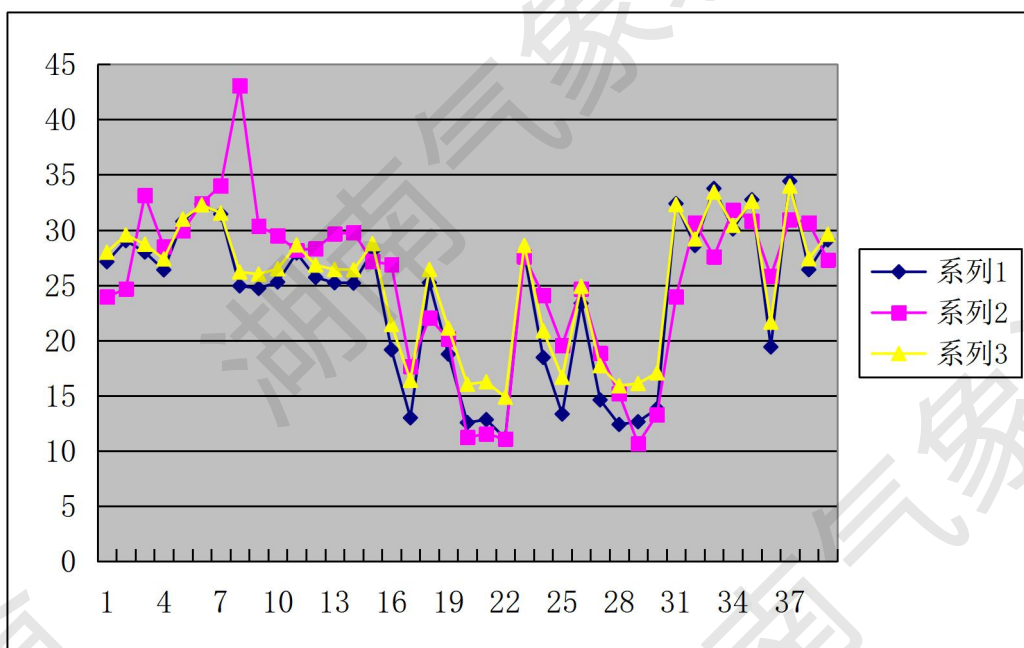
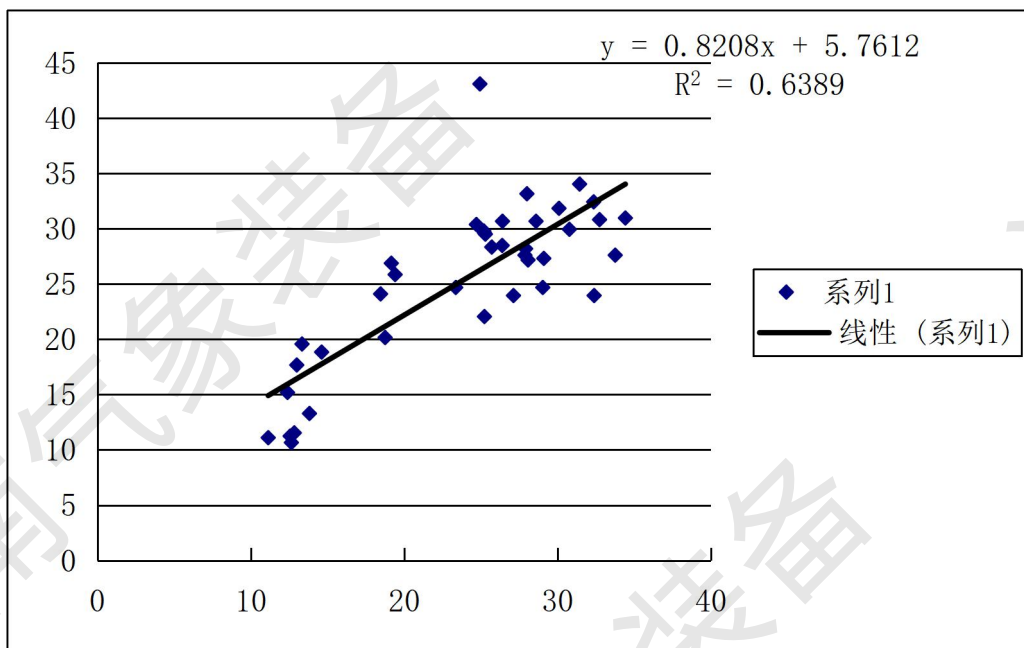
iii 土壤水分总贮存量 $V = 10 \rho h w$

v : 土壤水分总贮存量 (mm) ρ : 地段实测土壤容重 (g/cm^3)

h : 土层厚度 (cm) w : 土壤重量含水率 (%)

1.2.2 标定

将台站的人工和自动观测数据用最小二乘法求出直线的截距 A0 和斜率 A1，即得标定方程。
以某站表 1.6 人工和自动观测数据为例得到以下方程：



日期	人工 (Q)	自动 (Q)	人工 (Q)	差值	绝对差值	订正值	订正差值	绝对差值	A0 常数项	A1 一次项
2011-12-18 09:00:00	23.944	27.1269	23.944	3.1829	3.1829	27.98736	-4.04336	4.04336	5.7216	0.8208
2011-12-23 09:00:00	24.674	29.0376	24.674	4.3636	4.3636	29.55566	-4.88166	4.881662		
2011-12-28 09:00:00	33.142	28.0034	33.142	-5.1386	5.1386	28.70679	4.435209	4.435209		
2012-01-03 09:00:00	28.47	26.3914	28.47	-2.0786	2.0786	27.38366	1.086339	1.086339		
2012-01-08 09:00:00	29.93	30.7722	29.93	0.8422	0.8422	30.97942	-1.04942	1.049422		
2012-01-13 09:00:00	32.412	32.3557	32.412	-0.0563	0.0563	32.27916	0.132841	0.132841		
2012-01-18 09:00:00	34.018	31.4394	34.018	-2.5786	2.5786	31.52706	2.49094	2.49094		
2012-01-23 09:00:00	43.07	24.9391	43.07	-18.1309	18.1309	26.19161	16.87839	16.87839		
2012-01-28 09:00:00	30.368	24.7075	30.368	-5.6605	5.6605	26.00152	4.366484	4.366484		
2012-02-03 09:00:00	29.492	25.2933	29.492	-4.1987	4.1987	26.48234	3.009659	3.009659		
2012-02-08 09:00:00	28.178	27.9205	28.178	-0.2575	0.2575	28.63875	-0.46075	0.460746		
2012-02-13 09:00:00	28.324	25.7117	28.324	-2.6123	2.6123	26.82576	1.498237	1.498237		
2012-02-18 09:00:00	29.638	25.2239	29.638	-4.4141	4.4141	26.42538	3.212623	3.212623		
2012-02-23 09:00:00	29.784	25.1893	29.784	-4.5947	4.5947	26.39698	3.387023	3.387023		
2012-02-28 09:00:00	27.156	28.0772	27.156	0.9212	0.9212	28.76737	-1.61137	1.611366		
2012-03-03 09:00:00	26.864	19.1602	26.864	-7.7038	7.7038	21.44829	5.415708	5.415708		
2012-03-08 09:00:00	17.666	12.9989	17.666	-4.6671	4.6671	16.3911	1.274903	1.274903		
2012-03-13 09:00:00	22.046	25.2326	22.046	3.1866	3.1866	26.43252	-4.38652	4.386518		
2012-03-18 09:00:00	20.148	18.7585	20.148	-1.3895	1.3895	21.11858	-0.97058	0.970577		
2012-03-23 09:00:00	11.242	12.5657	11.242	1.3237	1.3237	16.03553	-4.79353	4.793527		
2012-03-28 09:00:00	11.534	12.8361	11.534	1.3021	1.3021	16.25747	-4.72347	4.723471		
2012-04-03 09:00:00	11.096	11.1367	11.096	0.0407	0.0407	14.8626	-3.7666	3.766603		

2012-04-08 09:00:00	27.594	27.8746	27.594	0.2806	0.2806	28.60107	-1.00707	1.007072		
2012-04-13 09:00:00	24.09	18.4623	24.09	-5.6277	5.6277	20.87546	3.214544	3.214544		
2012-04-18 09:00:00	19.564	13.3398	19.564	-6.2242	6.2242	16.67091	2.893092	2.893092		
2012-04-23 09:00:00	24.674	23.3614	24.674	-1.3126	1.3126	24.89664	-0.22264	0.222637		
2012-04-28 09:00:00	18.834	14.6186	18.834	-4.2154	4.2154	17.72055	1.113453	1.113453		
2012-05-03 09:00:00	15.184	12.3949	15.184	-2.7891	2.7891	15.89533	-0.71133	0.711334		
2012-05-08 09:00:00	10.658	12.6459	10.658	1.9879	1.9879	16.10135	-5.44335	5.443355		
2012-05-13 09:00:00	13.286	13.8248	13.286	0.5388	0.5388	17.069	-3.783	3.782996		
2012-05-18 09:00:00	23.944	32.3858	23.944	8.4418	8.4418	32.30386	-8.35986	8.359865		
2012-05-23 09:00:00	30.66	28.597	30.66	-2.063	2.063	29.19402	1.465982	1.465982		
2012-05-28 09:00:00	27.594	33.7597	27.594	6.1657	6.1657	33.43156	-5.83756	5.837562		
2012-06-03 09:00:00	31.828	30.0942	31.828	-1.7338	1.7338	30.42292	1.405081	1.405081		
2012-06-08 09:00:00	30.806	32.7387	30.806	1.9327	1.9327	32.59352	-1.78752	1.787525		
2012-06-13 09:00:00	25.842	19.4111	25.842	-6.4309	6.4309	21.65423	4.187769	4.187769		
2012-06-18 09:00:00	30.952	34.4229	30.952	3.4709	3.4709	33.97592	-3.02392	3.023916		
2012-06-23 09:00:00	30.66	26.4092	30.66	-4.2508	4.2508	27.39827	3.261729	3.261729		
2012-06-28 09:00:00	27.302	29.1036	27.302	1.8016	1.8016	29.60983	-2.30783	2.307835		

表 1.6 人工和自动观测数据

1.3 数据采集器

1.3.1 数据采集器的连接

数据采集器的外观图如下所示：



图 1.6 数据采集器外观

数据采集器连接以及各个接口的含义如下图所示：



图 1.7 数据采集器连接示意图

1.3.2 结构特点

数据采集器具有双 RS-232 串口通讯功能，分为主从通讯端口其中一个可以设置为 RS-485 标准。

➤ 主通讯端口

主通讯端口可以采用直连的方式与上位机连接，也可以采用通讯模块（如：GPRS 通讯模块、CDMA 通讯模块等）与中心站数据通讯服务器连接进行数据通讯处理。

➤ 从通讯端口

从通讯端口连接有标准串行数据输出方式的探测仪器，接收以 RS-232 标准输出的观测数据。RS-485 通讯用于与土壤水分探测器连接，测量和记录多层的土壤体积含水量。

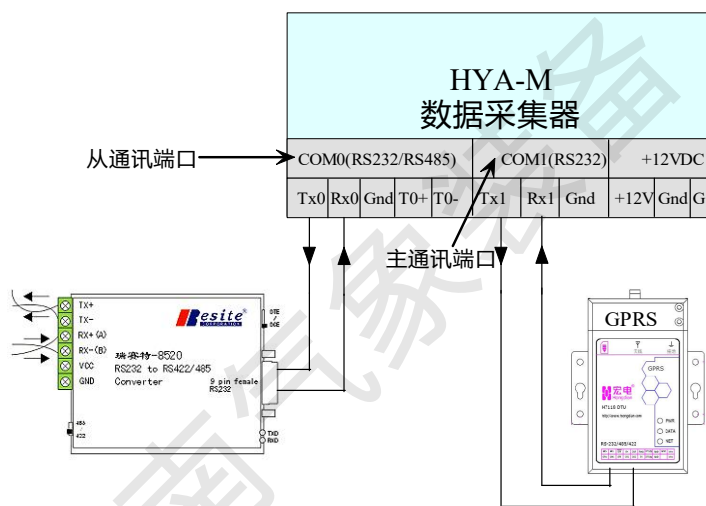


图 18 数据采集器

1.4 通讯单元

DZN3 型自动土壤水分观测仪可以采用调制解调器接市话、移动通信 GPRS/CDMA、短信方式或直接通过 RS-232、RS-485 与计算机连接多种通讯方式，能满足不同需求。

- 采用移动通信 GPRS/CDMA 通讯方式时，HY-M 数据采集器 COM1 端口使用一根 RS-232 电缆连接到宏电 7118 通讯模块；



图 1.9 宏电 7118 通讯模块

- HY-M 数据采集器 COM0 端口连接 Resite8520 隔离转换器；透明地将 RS-232 信号转换成隔离的 RS-422 或 RS-485 信号，用两根线来进行数据的发送和接收。握手信号如 RTS (Request To Send) 用来控制数据流的方向

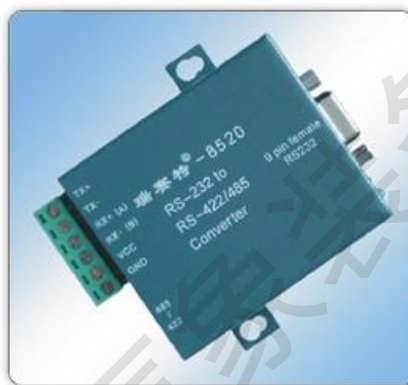


图 1.10 隔离转换器 Resite8520

1.5 电源

1.5.1 供电方式

DZN3 型自动土壤水分观测仪可采用 220V 交流电和太阳能（无市电地方）二种方式供电。

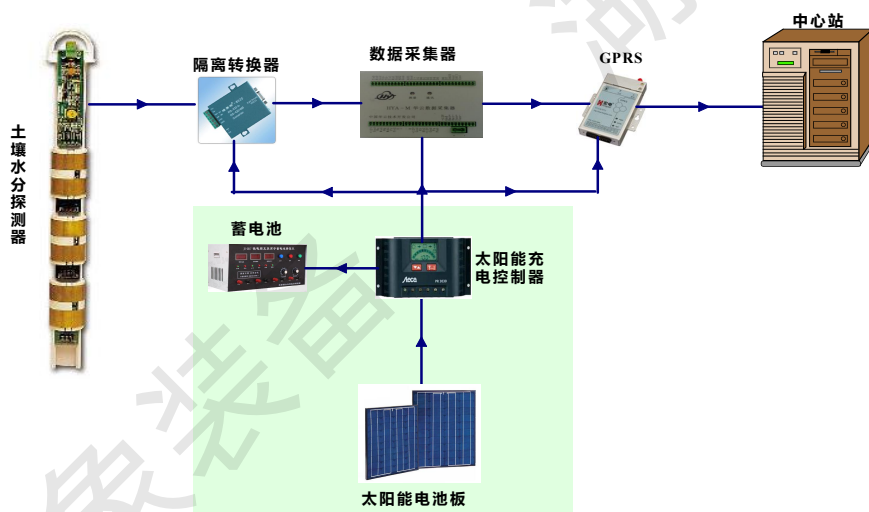


图 11 供电

1.5.2 供电设备

DZN3 型自动土壤水分观测仪采用两种供电方式：单一太阳能供电和市电、太阳能混合供电。供电设备由太阳能电池板、蓄电池、太阳能充电控制器组成。

太阳能电池板

太阳能电池是能将光能转换成电力的器件。太阳能电池板通过太阳能充电控制器对数据采集器、通讯单元和土壤水分探测器供电，同时对蓄电池充电。

蓄电池

蓄电池作为后备电池辅助供电，可保证采集数据的完整性，蓄电池供电时间为 5 天。蓄电池的正确使用方法如下：

① 要防止过充

热失控现象是阀控密封蓄电池的结构方式所造成的特有现象。热失控常带来严重危害如电池失水、外壳“鼓肚子”等，严重者造成电池报废。

② 要防止充电不足

和过充正好相反，充电不足主要是充电电压设置偏低或过低所致。

③ 要防止过放

过度放电严重者会造成电池无法再激活到最佳状态，甚至报废。

④ 控制环境温度

电池温度升高时，电解液活动加剧，电池内阻减小，其浮充电流增大导致导电元件腐蚀加剧，寿命减少；反之，电解液活动减弱，电池内阻加大，电池对负载的放电能力则减弱。所以，对电池温度的监测和环境温度的控制与并保持是十分必要的。

⑤ 要及时更换故障电池

蓄电池的使用寿命一般在 2 年左右，但不当的使用，如过放电，过充电，短路，或长期不用等，都会导致电池早衰。当蓄电池在充电时很快“满”，放电一下就没了，甚者连电也充不进去，遇到这种情况就要更换电池。

太阳能充电控制器

单一太阳能供电充电控制器使用的是 Solsum 系列的充电器，采用脉冲调制技术，不仅能保护蓄电池，防止过充电现象的发生；还可以快速、平稳的为蓄电池充电。



图 1.12 单一太阳能供电 充电控制器 Solsum 8.8B

其中，指示灯通过改变颜色显示电压：红色 11.8V；黄色到红黄色 12.3V；绿色 12.8V。Solsum 8.8B 充电器的技术指标如表 1.2 所示：

表 1.2 Solsum 8.8 充电器的技术指标

规格	Solsum8.8
最大充电电流 (50°C)	8A
最大负载电流 (50°C)	8A
系统电压	12/24Vdc
最大自损耗	<4mA
最终充电电压	13.9V
过放保护值	11.1V(SOC=30%)
过放恢复值	12.6V(SOC=50%)
温度补偿	-3mV/K/Cell

工作环境温度	-25℃ to 50℃
尺寸	85 x 98 x 34mm

市电、太阳能混合供电充电控制器是 CAWS-DYJZ5A，有电池反接保护—保险丝和电池输出终端短路保护—保险丝以及状态指示灯。

表 1.3 CAWS-DYJZ5A 技术指标

充电器型号	CAWS-DYJZ5A [CTDS-BC69I220B13.8S]
充电器类型	太阳能、交流双路供电充电控制器
适用电池	12V 铅酸蓄电池
交流输入电压	AC220V (176-264V) 47—63Hz
太阳能输入电压	DC12V (10—20V)
输出电压	DC11.1V —13.8V
最终充电电压 (浮充)	DC13.8V (±0.2V)
纹波电压	≤100mVp-p
过放保护点	DC11.1V (±0.2V)
过放电压恢复点	DC12.4V (±0.2V)
交流供电最大充电电流	2A
太阳能供电最大充电电流	5A
绝缘电阻	交流输入到输出回路: DC1000V≥200MΩ 交流输入到机壳: DC1000V≥200MΩ 输出回路到机壳: DC250V≥200MΩ 注: 输出回路包括太阳能电池板接口、蓄电池接口、负载接口
工作环境温度	-25℃ ~ +50℃
结构尺寸 (长×宽×高)	147×104.6×52.6mm
安装方式	导轨安装
供电次序设定	自动识别

表 1.4 CAWS-DYJZ5A 状态指示灯

序号	指示灯	颜色	功能
1	Out	绿	输出正常指示
2	Charger	红橙绿	电量指示
3	Sun	绿	太阳能输入正常指示
4	AC	绿	交流输入正常指示

接口顺序:

ACL—— 交流电源输入火线 SUN+ —— 太阳能电池板+ L+ —— 负载+

ACN—— 交流电源输入零线

SUN—— 太阳能电池板

L—— 负载

NC —— 空

B+ —— 蓄电池+

⚡ —— 保护地

B- —— 蓄电池-

第 2 章 电缆联接

2.1 采集器箱系统接线

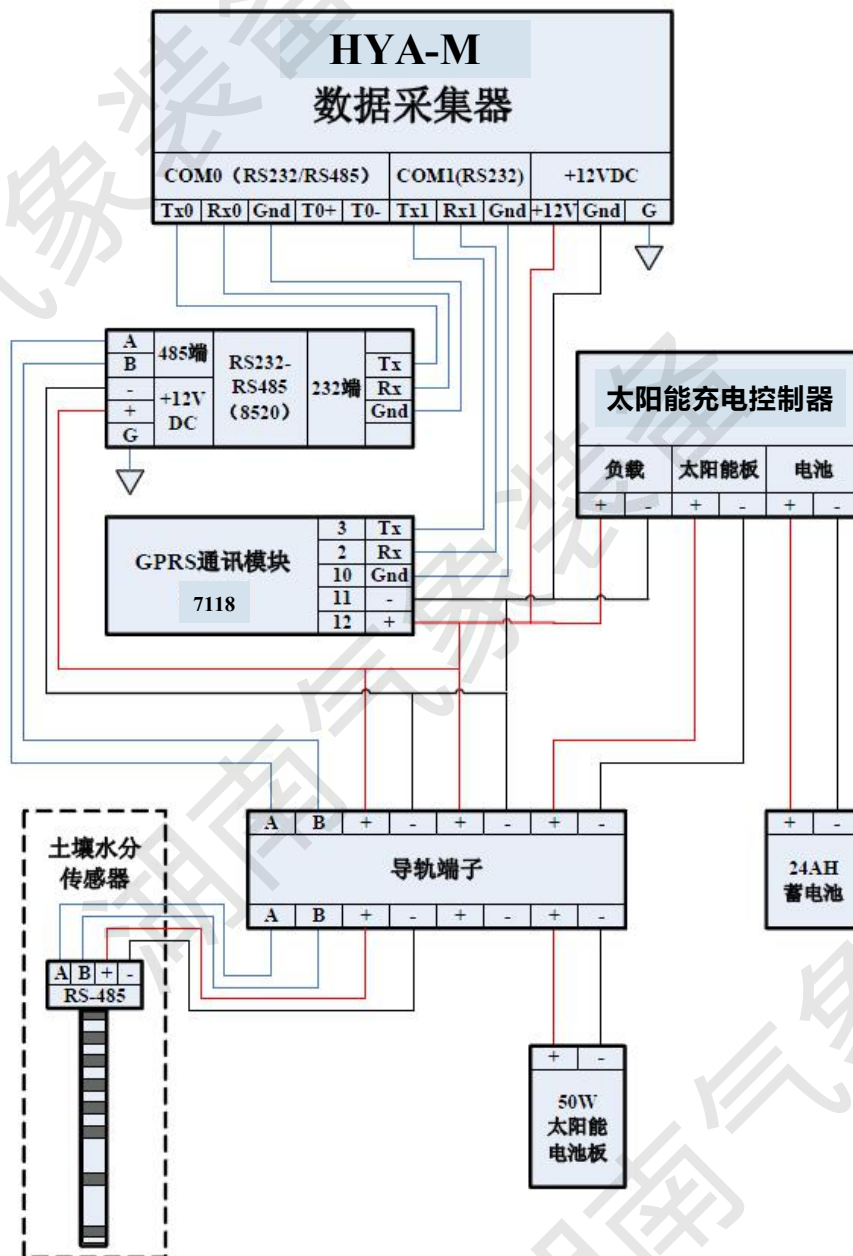


图2.1 自动土壤水分观测仪采集器箱连接示意图

(注：红线、黑线为12V电源，蓝色为信号)

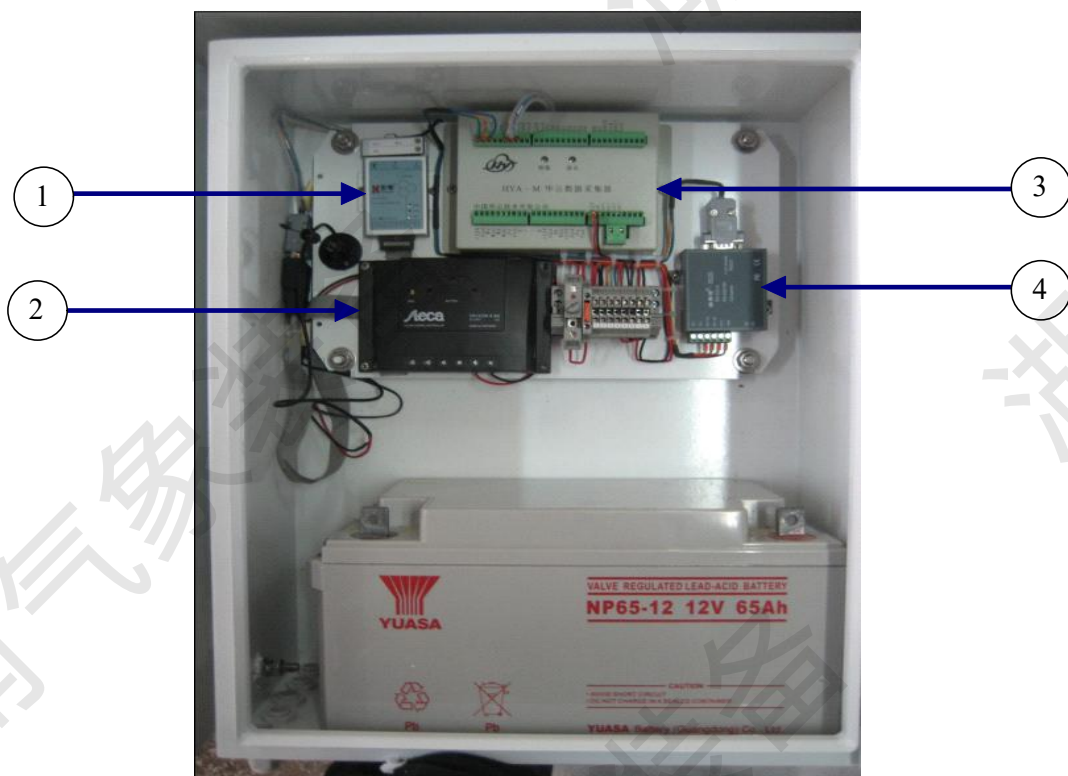


图 2.2 采集器箱实物图

表 2.1 采集器箱内部器件说明

编号	名称
1	宏电 7118 GPRS 模块
2	太阳能充电控制器
3	HYA-M 华云数据采集器
4	Resite8520 隔离器

2.2 信号线的连接

2.2.1 土壤水分探测器与采集器的连接

土壤水分探测器的RS-485接口控制器与数据采集器通过一个隔离转换器Resite8520连接。如下图所示：

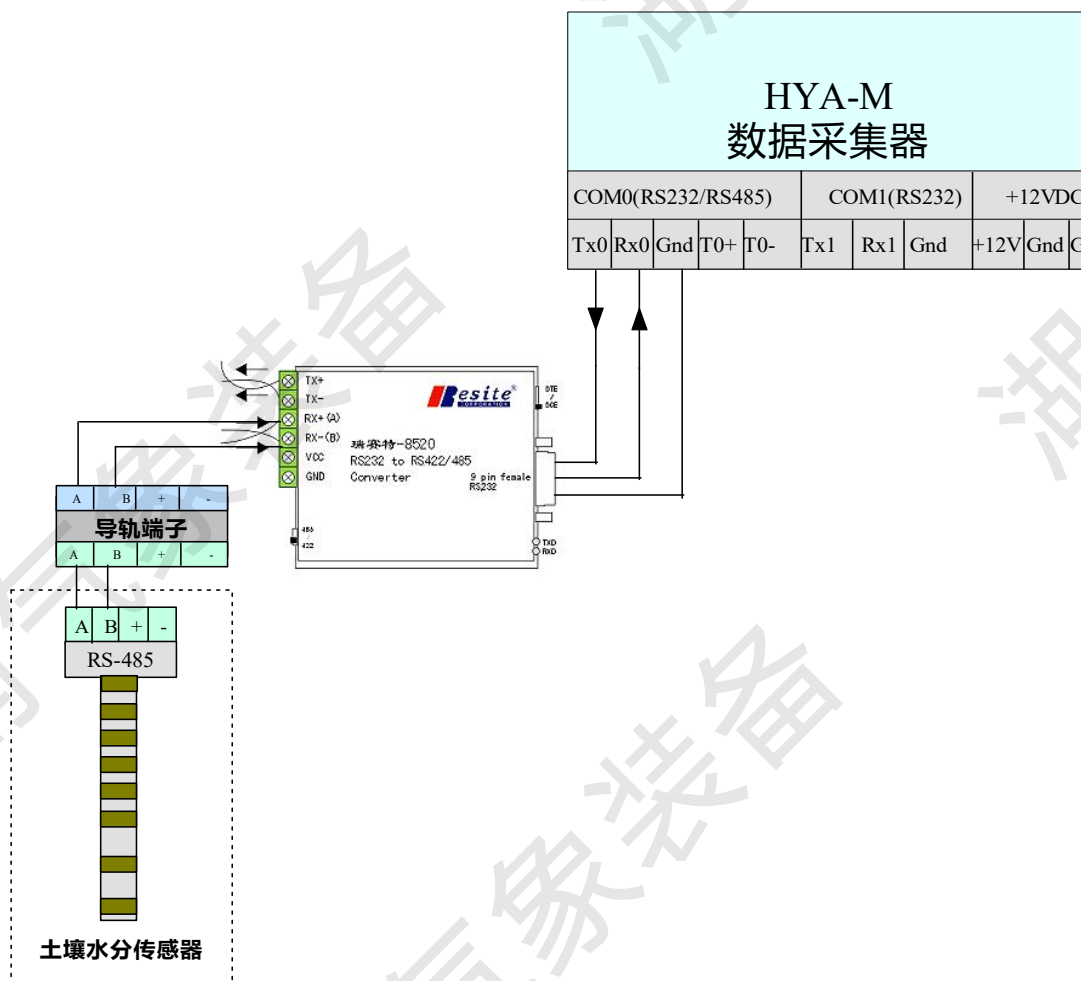


图2.3 隔离转换器Resite8520连接示意图

该隔离转换器 Resite 8520 具有的特性:

- ①RS422/485 发送数据时，TXD 灯亮；RS422/485 接收数据时，RXD 灯亮。
- ②DB9 孔与 RS-232 设备用软线连接，DB9 孔的 2 脚、3 脚是数据线，5 脚是信号地。

根据连接设备属性置 DTE/DCE 开关（出厂设置 DCE）如下图所示：

DTE 信号端引脚定义：

DCE 信号端引脚定义：

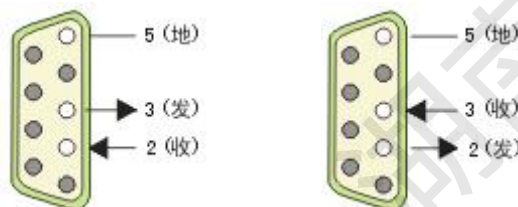


图 2.4 隔离转换器 DTE/DCE 示意图

- ③、RS-422/485 侧为接线端子形式，包括 TX+、TX-、RX+、RX-和电源输入（用双绞线连接）。

④、电源应由 RS-422/485 侧统一供电，不能跟 RS-232 侧共地。

土壤水分探测器的RS-485接口控制器和隔离转换器Resite8520接线端子用一根4芯电缆连接。

RS-485接口控制器和隔离转换器Resite8520连接对应关系如下表所示：

表 2.2 RS-485 接口控制器和隔离器 Resite8520 连接接口对应关系

RS-485 接口控制器	隔离转换器 RESITE8520
Rx+ (A)	与隔离转换器接线端子 Rx+ (A) 端连接
Rx- (B)	与隔离转换器接线端子 Rx+ (B) 端连接
VCC	接+12V 电源线
GND	接地线

隔离转换器 Resite8520 另外一端用一根 RS-232 电缆连接到数据采集器 COM0 端口。

2.2.2 移动通信 GPRS/CDMA 方式连接

采用移动通信 GPRS/CDMA 通讯方式时,HYA-M 数据采集器 COM1 端口用一根 RS-232 电缆连接到宏电 7118 通讯单元。

在天线和 SIM 卡安装前，需要先打开 SIM 卡盖，然后按照下面的方法安装即可：

1. 天线采用 MMCX/阴头插座，从 DTU 机壳的顶部插入即可。
2. SIM 卡从左上部的前面插入，插入时请注意 SIM 卡的缺口朝外，并将 SIM 卡插入到位；插入 SIM 卡后，重新装上 SIM 卡盖并固定，以防 SIM 卡未插入到位或搬运设备时振动导致 SIM 卡移位或脱落。

注意：若SIM卡插入不到位，将导致设备无法找到SIM卡，致使系统不能正常工作；为防止SIM卡插入不到位， SIM卡插入后，将SIM卡盖用螺丝固定。



图 2.5 SIM 卡安装图示

① 安装电缆

本机使用的型号为 H7118C，下面介绍该型号配备的电缆接口类型和连接线序的关系：

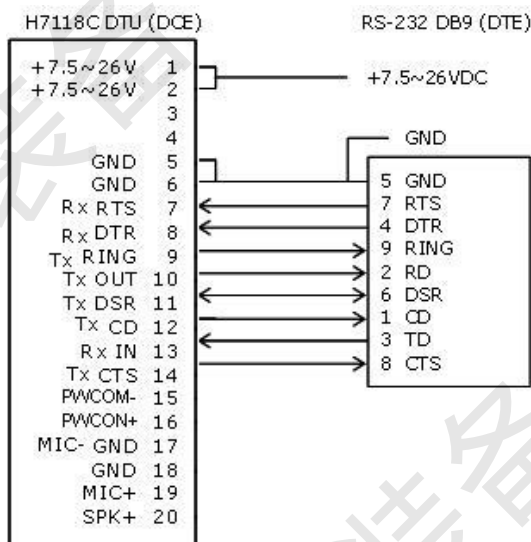


图 2.6 H7118C RS-232 DCE 用户数据接口电缆接线示意图

H7118C 用户数据接口电缆的接插件为 Box Header, 20Pin。

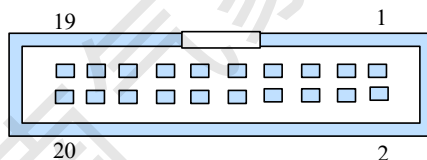


图 2.7 H7118C 接口电缆接插件示意图

表 2.3 H7118C 用户数据接口电缆对应说明表

引脚	信号名称	描述
1	+7.5~26VDC	电源供电正极
2	+7.5~26VDC	电源供电正极
3		保留
4		保留
5	GND	地线
6	GND	地线
7	RTR(RS485 -/B)、RS422 RX-	请求发送
8	DTR(RS485 +/A)、RS422 RX+	数据终端准备好

9	RING、RS422 TX-	拨号信号
10	TX、RS422 TX+	发送的数据
11	DSR	数据设备准备好接收数据
12	CD	载波信号检测
13	RX	接收到的数据
14	CTS	数据设备准备好接收数据
15	PWCON-	电源控制信号
16	(V3.0及V3.0以下硬件版本的产品) POWERON	电源开关信号
	(V5.X硬件版本的产品) PWCON+	电源控制信号
17	MIC-GND	麦克风接地
18	GND	接地
19	MIC+	麦克风正极
20	SPK+	耳机正极

2.3 太阳能供电系统的连接

注意：在不同的纬度安装太阳能板，角度不同，由于中国大部分处于温带，一般 40 到 60 度之间即可，在纬度很高的地方，角度可适当调节。

2.4 防雷接地

将采集器防雷接地铜线接到观测场地网扁条钢上，接地铜线的一端固定在采集器箱上。

第 3 章 调试与检查

在自动土壤水分观测仪正式运行之前，要检查传感器、采集器、太阳能电池板、太阳能充电控制器和蓄电池等各部件之间的连线是否正确、牢靠。

如果各部件之间的连线正确无误，可以上电。此时，需要对通讯单元 GPRS 模块 H7118 进行设置。

设置完成后，用超级终端对自动土壤水分观测仪测量数据进行检查，来判断的设备运行是否正常。

3.1 终端命令

在正确完成传感器的安装、程序参数的设置等工作之后，就可以进行数据的正常回馈检查工作了。因为整个仪器安装的最终目的或者说所要得到的最终成果就是这些返回的测量数据，所以通过对返回数据的检查，可以发现和排查各个安装部件、各个安装过程中的问题。

- (1) 将采集器通讯端口 COM1 与电脑通过连接线按下图 5.1 和 5.2 所示连接，另一端与电脑串口相连。

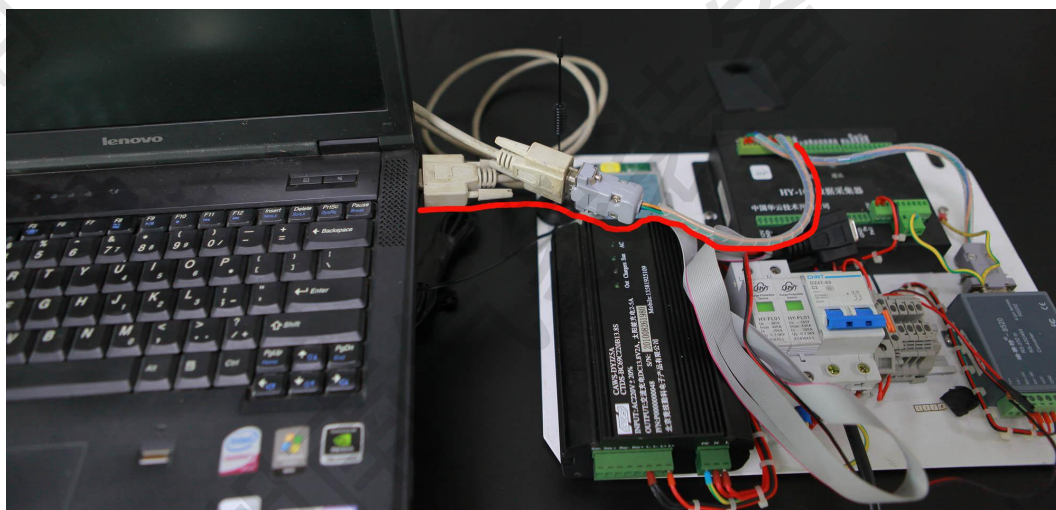


图 3.1 采集器通讯端口与电脑连接

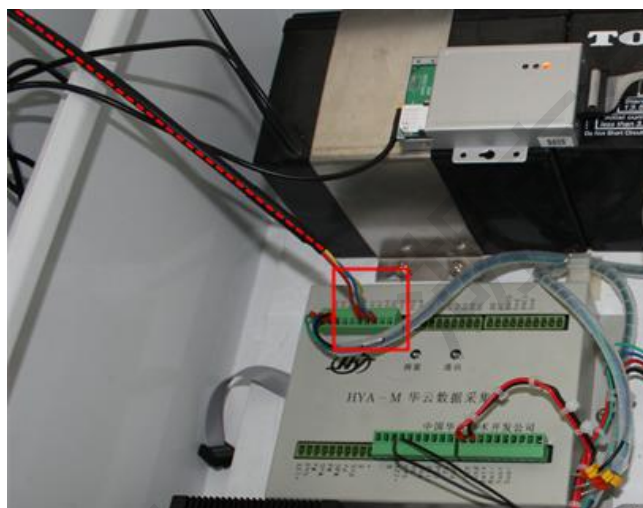


图 3.2 将采集器通讯端口与电脑连接图

(2) 利用串口调试程序，设置好相应的端口号等参数，如下图所示。



图 3.3 串口调试程序界面

(3) 接成功，会有如下图所示的返回信息。



图 3.4 连接成功示意图

(4) 再键入 RD（返回实时数据），或者 MD（返回分钟数据），或者 LD（返回当前时段的记录数据）命令，查看终端上返回的数据。如图所示。



图 3.5 正常返回数据示意图

(5)有时候会返回一些特殊值，请按下列说明进行检查。RD/MD/LD 命令中的测量数据的显示说明如下表：

表 3.1 RD/MD/LD 命令中测试数据的显示说明

显示数据	含义	原因
0 ~ 1	表示为有效测量值	正常
-1	表示为缺测	传感器未安装、传感器故障、或传感器暴露在空中，测试数据为 0；
-2	表示测量超差	传感器测量故障或现场标定有误
-3	表示采集器与传感器的通讯故障	检查连接线或接口控制板

3.2 采集器命令集

序号	命令符	命令功能		说明
1	RESET	采集器复位	RESET	数据采集器复位
			RESET def param	设置出厂缺省参数
2	INFO	读取版本号	INFO	读取记录控制器版本号
3	PARAM	读取参数	PARAM	读取全部参数
			PARAM P	读取程序配置参数

			PARAM S	读取程序运行参数	
4	BAUD	设置串口通讯波特率	BAUD	读取串口的波特率	
			BAUD 0 9600	设置串口 0 的波特率	
			BAUD 1 9600	设置串口 1 的波特率	
5	DT	设置日期、时间	DT	读取采集器的日期和时间	
			DT 2006-02-16 08:30:50	设置采集器的日期和时间	
6	ID	设置站点 ID	ID	读取站点的区站号	
			ID 54510	设置站点的区站号	
7	ECHO	设置命令处理回应	ECHO	读取命令回应状态	
			ECHO 0	关闭命令回应状态	
			ECHO 1	开启命令回应状态	
8	MPT	设置主通讯端口	MPT	读取主通讯端口	
			MPT 0 ~ 1	设置主通讯端口	
9	SPT	设置从通讯端口	SPT	读取从通讯端口	
			SPT 0 ~ 1	设置从通讯端口	
10	ASRDT	设置自动发送实时数据	ASRDT	读取自动发送实时数据状态	
			ASRDT 0	关闭自动发送实时数据状态	
			ASRDT 1 ~ 3600	自动发送实时数据时间间隔 (秒)	
11	ASMD	设置自动发送分钟数据	ASMDT	读取自动发送分钟数据状态	
			ASMD 0	关闭自动发送分钟数据状态	
			ASMD 1	开启自动发送分钟数据状态	
12	ASLD	设置自动发送小时记录数据	ASLD	读取自动发送小时记录数据状态	
			ASLD 0	设置关闭自动发送记录数据状态	
			ASLD 1	设置开启自动发送记录数据状态	
13	ASDELAY	设置自动发送记录数据的延迟时间	ASDELAY	读取发送记录间隔延时时间	
			ASDELAY 0 ~ 255	设置发送记录间隔延时时间 (秒)	
14	CSDELAY	设置连续发送记录数据的间隔延时	CSDELAY	读取连续发送记录间隔时间	
			CSDELAY 0 ~ 255	设置连续发送记录间隔时间 (秒)	
15	CMD	设置命令行方式	CMD	读取命令行处理状态	
			CMD 0 ~ 1	设置关闭/开启命令行处理状态	
16	STA	上传采集器状态数据	STA	发送采集器的当前状态	
17	RD	上传实时数据	RD	上传当前的实时观测数据	
18	MD	上传分钟数据	MD	上传当前分钟的观测数据	
19	LD	上传当前时段记录数据	LD	上传当前时段的记录数据	参见注 19
		停止上传记录数据	LD Q	停止上传记录数据	
		上传前一小时记录数据	LD P	上传前一小时记录数据	
		上传小时记录数据	LD A	上传全部的记录数据	
			LD L	上传最新的记录数据	

			LD n	上传指定条数记录数据(5条)	
			LD yyyy-mm-dd hh	上传指定时次一条记录数据	
			LD yyyy-mm-dd hh n	上传指定时次起指定条记录数据	
			LD yyyy-mm-dd hh yyyy-mm-dd hh	传指定时间段(开始时间, 结束时间)内的记录数据	
20	LOGP	设置读取小时记录指针	LOGP	读取上传记录数据指针	
			LOGP B	设置上传记录指针到起始位置	
			LOGP E	设置上传记录指针到末尾位置	
			LOGP yyyy-mm-dd hh	设置上传记录指针到指定时次	
			LOGP P n	设置上传记录指针到指定存储页	
21	CLRLOG	清除存储器	CLRLOG A	清除全部记录数据	
22	RDPAGE	读取 FLASH 页数据	RDPAGE n (0 ~ 4095)	读取 FLASH 指定页	
23	WRPAGE	写入 FLASH 页数据	WRPAGE n (0 ~ 4095)	写入 FLASH 指定页	
24	ASSMSD	设置自动发送 土壤水分采样数据	ASSMSD	读取自动发送土壤水分采样数据状态	
			ASSMSD 0	关闭自动发送土壤水分采样数据状态	
			ASSMSD 1	开启自动发送土壤水分采样数据状态	
25	SMSSEN	设置土壤水分传感器选择	SMSSEN	设置土壤水分传感器选择	
26	SMDAT	取得土壤水分测量数据	SMDAT	取得土壤水分测量数据	
27	SMRD	上传土壤水分瞬时测量数据	SMRD	上传土壤水分瞬时测量数据	
28	SMMAD	上传土壤水分分钟平均数据	SMMAD	上传土壤水分分钟平均数据	
29	SMHAD	上传土壤水分小时平均数据	SMHAD	上传土壤水分小时平均数据	
30	HELP	显示帮助信息	HELP	显示帮助信息	

注 19 (ld 命令说明)

按照指定的方式, 读取小时观测记录数据。

命令格式: LD 回传记录方式 记录条数或指定记录时间。

1. 命令说明

LD 命令, 读取当前时段正在接收处理的记录数据。

LD P 命令, 读取前一个时段的记录数据。

LD A 命令, 读取 FLASH 存储器中的全部记录数据。

LD L 命令, 读取最新的记录数据, 从上一次上传结束停止时记录号, 继续开始上传记录数据, 直至最后一条记录。

LD Q 命令, 终止当前正在进行的上传记录数据处理。

LD 5 命令, 读取 5 条最新的记录数据, 从上一次上传结束停止时的记录后, 开始上传 5 条记录数据。

LD 2007-06-08 18 命令, 读取指定时次的记录数据, 例如 LD 2007-06-08 18 上传 2007 年 6 月 8 日 18 时的记录数据。

LD 2007-06-08 18 5 命令, 读取从指定时次起的 n 条记录数据, 例如 LD 2006-02-16 18 5 上传 2007 年 6 月 8 日 18 时起的 5 条记录数据。

LD 2007-06-08 18 2007-06-9 18 命令, 读取从指定时间段内的记录数据, 例如 LD 2007-06-08 18 2007-06-09 18 上传从 2007 年 6 月 8 日 18 时起到 2007 年 6 月 9 日 18 时止时间段内的记录数据。

注意: 如果要传送的记录数据不存在, 则会显示记录数据没有找到信息: HYA-M FLOG 54510 2007-07-08 18 0

说明:

RD/MD/LD 命令中的测量数据的显示说明:

0 ~ 1 表示为有效测量值;

-1 表示缺测; 原因: 传感器未安装、传感器故障、或传感器暴露在空气中, 测试数据为 0;

-2 表示测量超差; 原因: 传感器测量故障;

-3 表示采集器与传感器的通讯故障。

命令说明

- (1) 命令和回复数据均为 ASCII 格式。
- (2) 所有命令字符串格式不分大小写。
- (3) 命令和参数之间以及参数和参数之间, 使用空格作为分割符。
- (4) 使用回车符 `CR` 或换行符 `LF`, 作为命令行的结束符。

3.3 数据采集器操作注意事项

1. 在采集器开始运行时 (采集器上电或采集器重新复位处理), 采集器进行读取配置参数和运行状态初始化处理, 这是测量指示灯和通讯指示灯同时点亮时, 初始化结束, 两个指示灯熄灭。
2. 测量指示灯闪亮时, 表示采集器在进行采集测量数据处理。
3. 通讯指示灯闪亮时, 表示采集器串口有收发数据。
4. 测量指示灯和通讯指示灯同时闪亮时, 表示采集器在进行读写观测记录数据处理。当然也有可能正好是测量数据和发送数据同时发生。
5. 不要在测量指示灯和通讯指示灯同时闪亮时, 把下采集器的电源, 除非判断采集器已经出现故障。
6. 如果采集器出现某一个或两个指示灯长亮或者从来不上, 在采集器可能已经出现故障。

7. 在野外安装采集器时，必须做好防雷的接地处理。接地不好很容易造成采集器的损坏。

第 4 章 现场标定

土壤水分探测器在安装前需要先进行现场标定。

通过标定程序“IPConfig Utility”对接口控制器进行初始化设定。内容包括：

- 对接口控制器的地址设置；
- 对传感器数量及测量层次的设置；
- 对测量场地的空气及水的现场标定；

所有的标定参数都存储在接口控制器的存储单元中，并且将这些信息提供给数据采集器。

每个传感器都能够依照它获得正确的土壤体积含水量。

由于台站线缆大多是埋在地下的，做标定时可能在将传感器套管抽出后线缆拉不出来的情况，此时最好在采集器与传感器之间重新连接一根临时线缆，以方便标定时传感器的移动。



图 4.1 采集器到传感器数据线



图 4.2 标定线

4.1 在空气中的标定

(1)首先，将土壤水分探测器放置在安装管中，安装管的二端用木质材料架起来使土壤水分探测器离开地面 20cm，人要离开传感器测量范围，用标定线连接电脑终端和接口控制器，如下图 4.3 所示：

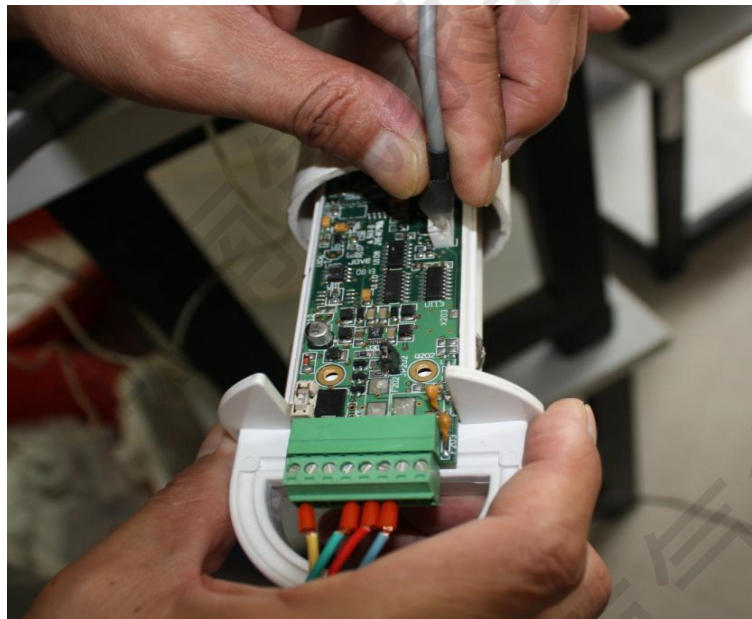


图 4.3 标定线的连接图

(1) 标定线连接好之后，进行现场的标定，如图 4.4 所示：



图 4.4 现场在空气中的标定图

(3)将连接好的自动土壤探测仪放置在空气中数十秒之后，再分别点击对应传感器的“High/Air”位置的 按钮进行空气的标定，直到数据稳定时再点击 按钮，如图 4.5 所示：

Depth	High...	Low / W...	Eq...
10	38326 <input checked="" type="checkbox"/>	19517 <input checked="" type="checkbox"/>	0.19
20	37751 <input checked="" type="checkbox"/>	19498 <input checked="" type="checkbox"/>	0.19
40	38202 <input checked="" type="checkbox"/>	19537 <input checked="" type="checkbox"/>	0.19
0			0

图 4.5 空气标定界面

(4)当 8 个传感器分别标定完，全部的参数修改完毕后，再点击“Write to probe”，此时会弹出对话框，如图 4.6 所示，

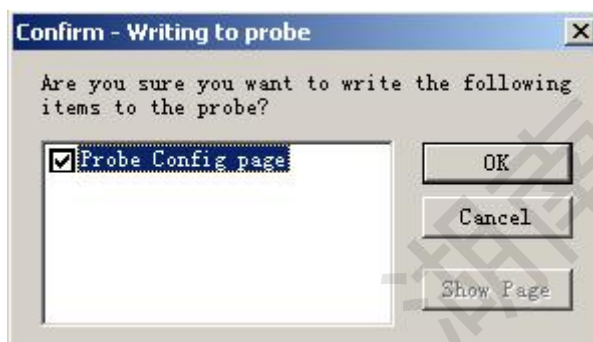


图 4.6 保存标定数据界面

此时点击“OK”按钮将修改好的全部参数一起写入探测器。

(5)最后，在“**Configuration Test**”标志栏中点击“**Query All Sensors**”，查询相对应的体积含水量，每个传感器测出的体积含水量在 0-0.02%之间为正确。

4.2 在水中的标定



图 4.7 安装传感器于标定桶中的示意图

(1)首先，将标定桶盛满水，将土壤水分探测器的每个传感器顺序放置在标定箱 PVC 管中央，人要离开传感器测量范围，如图 4.7 所示；

(2)用标定线连接微机终端和接口控制器好之后，开始进行标定。如图 4.8 所示：



图 4.8 在水中标定的连接图

(3)放置数秒之后，再点击对应传感器的“**Low/Water**”位置的 按钮，进行水的标定直到数据稳定时再点击 按钮；

(4)参数修改完毕后，点击“**Write to probe**”此时会弹出对话框，如图 4.9 所示，

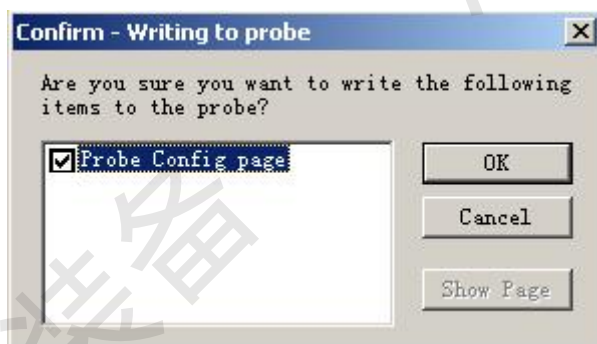


图 4.9 保存标定数据界面

此时点击“OK”按钮将修改的参数写入探测器；

(5)在“**Configuration Test**”标志栏中点击“**Query Selected Sensor**”，查询相对应的体积含水量，传感器测出的体积含水量在 51-53%之间为正确（因为当地水质不同，测量值也会相应改变，但不同传感器测量值的变化应该在 0.2%之间）；

(6)重复(2)-(5)操作，依次分别对每个传感器进行水的标定。

注意：传感器必须放置在标定桶中央，否则，测量值会有较大的差异。如下图 4.10 所示：

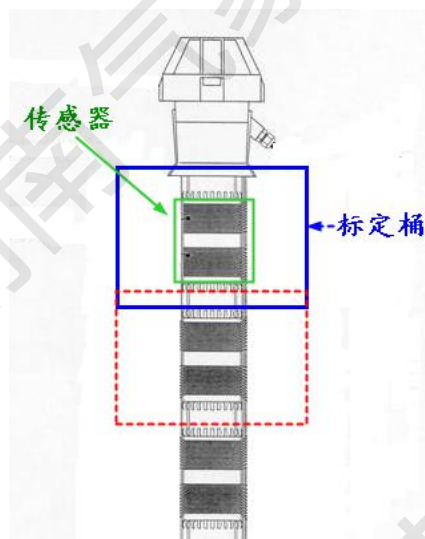


图 4.10 土壤水分传感器标定位置

第 5 章 GPRS 通信模块设置

5.1 设置前的连接

打开采集器机箱，在图 5.1 中红圈所示将连接采集器和宏电 H7118DTU 通信模块的串口线接头拨开，将连接宏电 H7118 通信模块的那一个串口（黑色的带孔）与笔记本串口连接，没有串口的笔记本可使用 USB 转串口线连接，连接如图 5.2 所示。



图 5.1 通信模块设置



图 5.2 通信模块设置连接

5.2 设置 GPRS 模块

5.2.1 设置步骤

(1) 断电情况下，打开模块设置软件



图标

点击打开串口




打开串口，

点击



连接，给模块上电（合拢橘黄色电闸），

输入密码：1234。

(2) 点击读取 ，检查左边配置列表里的“移动服务设置”查看右边显示是否正确，

主要为服务代码：***99***1#**和接入点名称 CMNET

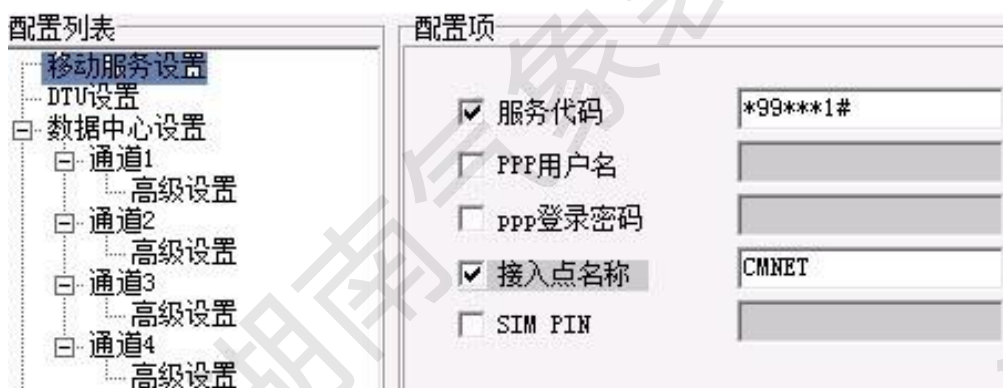


图 5.3 移动服务设置

(3) 检查左边“DTU 设置”，查看第一行的 DTU 标识是否为设备所使用的 SIM 卡号码，再查看最后一行的控制台信息是否为“0”

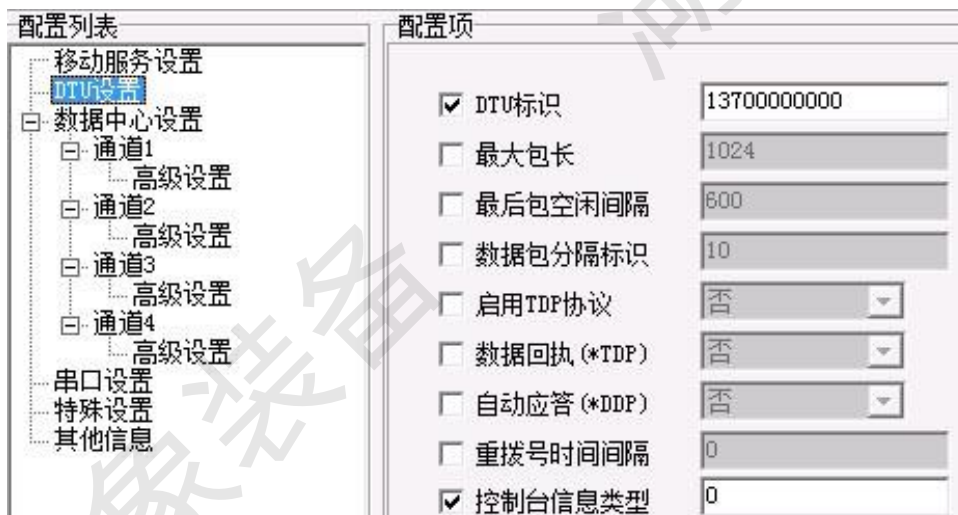


图 5.4 DTU 设置

(4) 检查左边“通道一”里第一行的“DSC IP 地址是否为 113.247.231.103”第三行的 DSC 是否为 1500，最后一行是否为 TCP_CLT

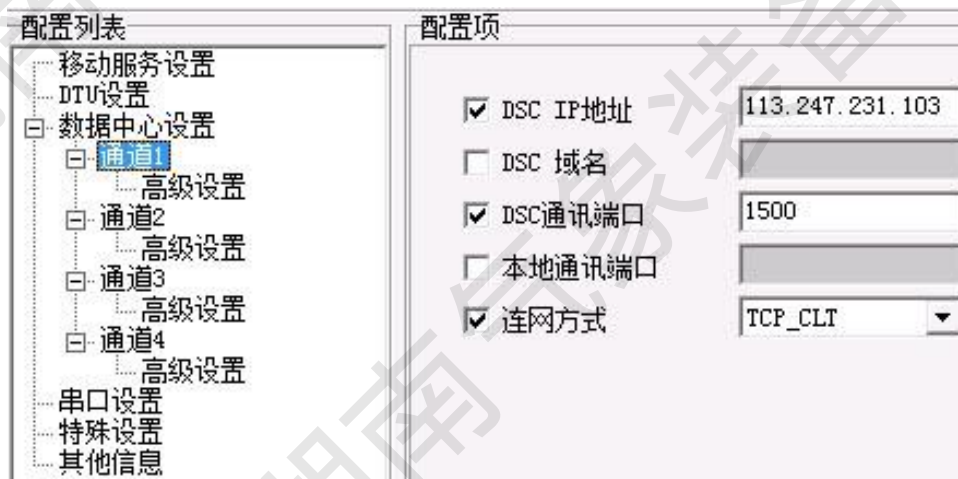


图 5.5 通道设置

(5) 检查左边“高级设置”查看右边第一行的“启用 DDP 协议”是否为“是”




图 5.6 协议控制设置

(6) 点击左边“串口设置”：检查波特率是否为 9600 8 1 无 无

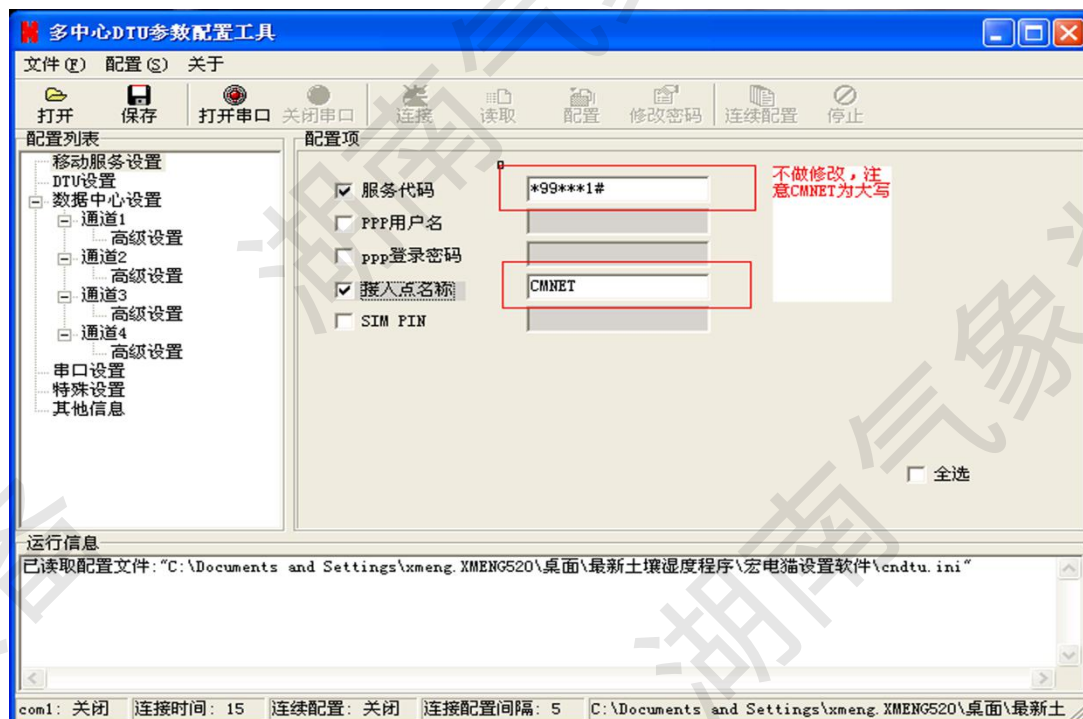


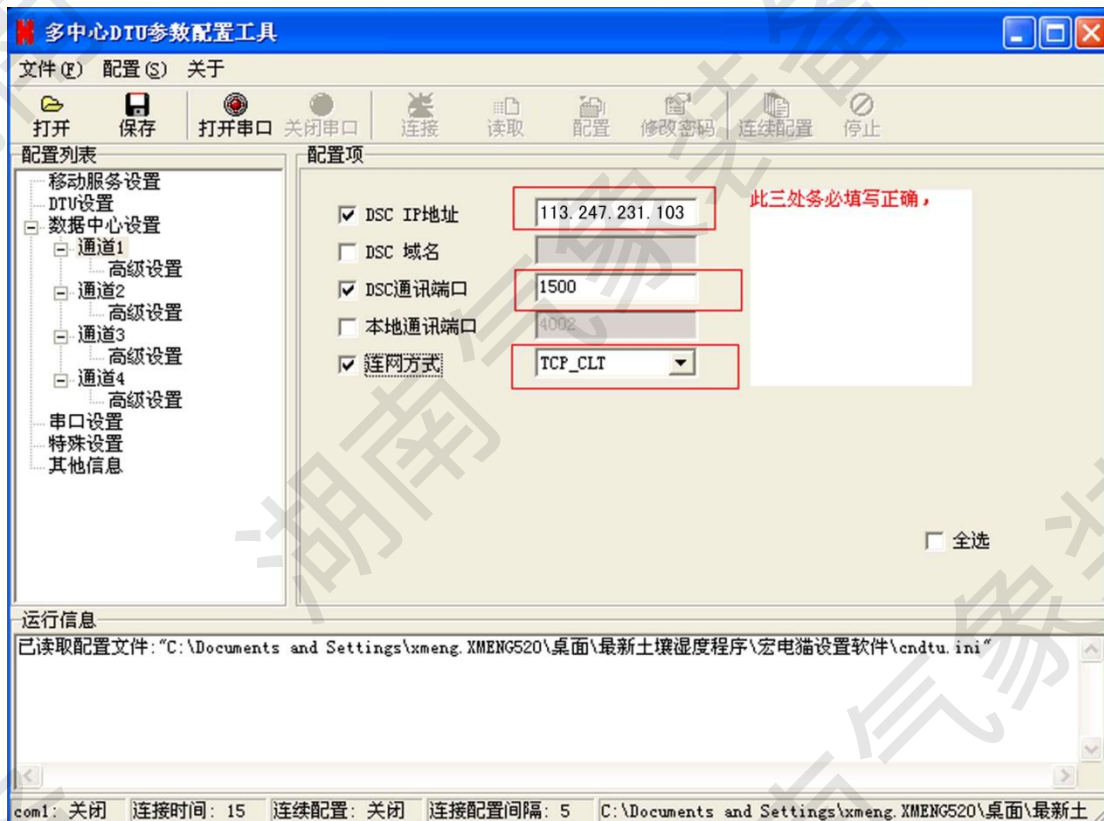
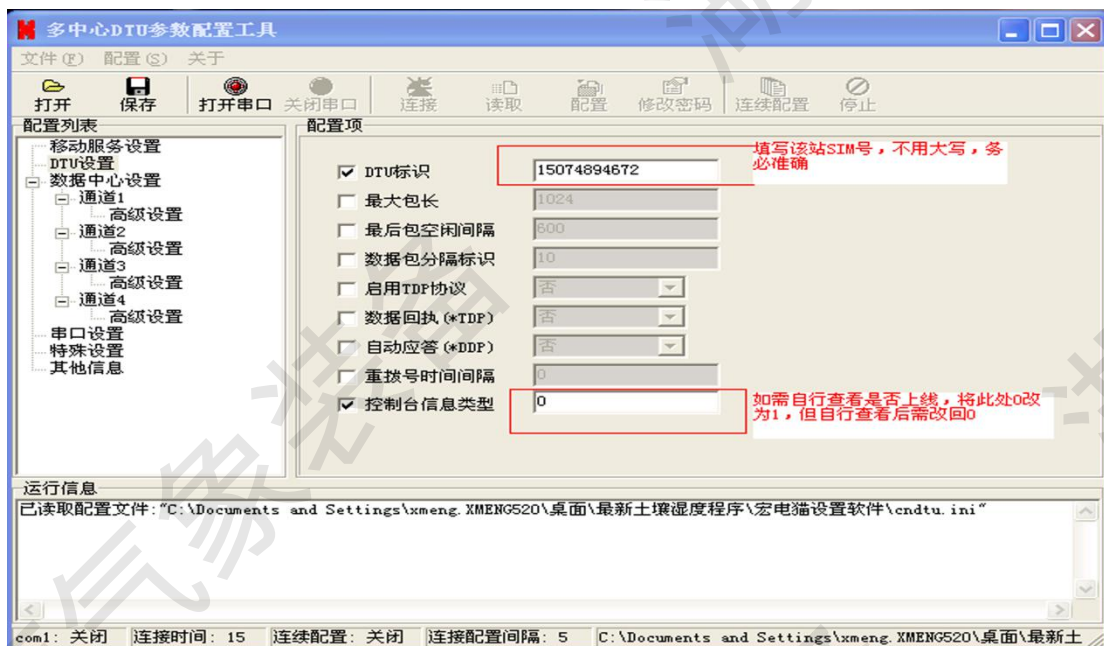
图 5.7 串口设置

(7) 如果使用软件的过程有更改参数，更改完后点击配置 ，显示配置成功后点击保存 ，

再点击关闭串口 ，在关闭软件，关闭设备，断开数据线的连接，重启设备。

5.2.2 软件设置每个步骤图片（供设置时查看用）





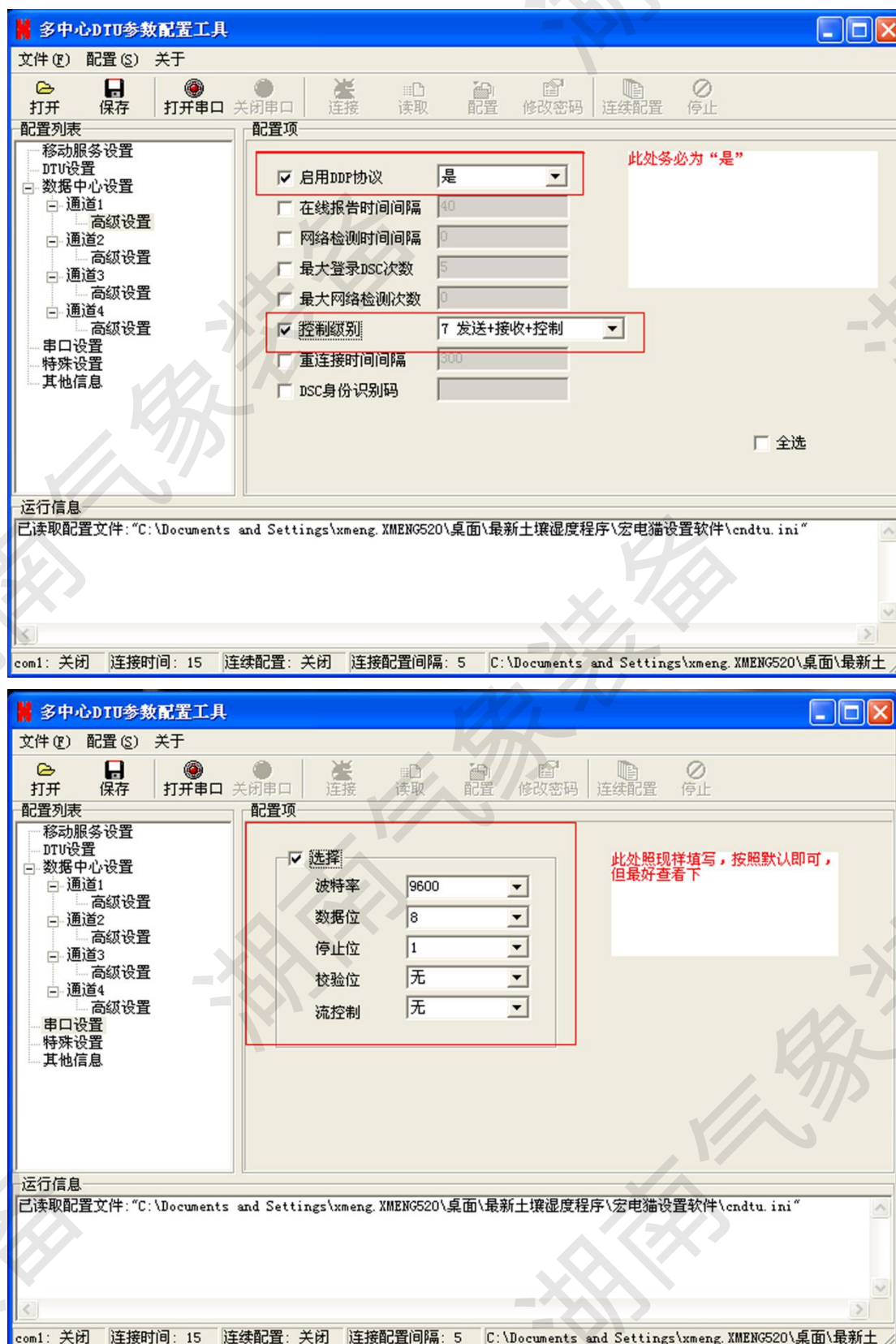


图 5.8 设置界面截图

5.3 查看通信自检

(1) 将控制台信息类型改为“1”：

同 3.2 步骤(1),



(2) 将软件中 DTU 设置页，控制台信息类型 改为 1（能够在串口调试助手查看返回信息，0 不能查看到）



图 5.9 控制类型

(3) 关闭软件，关闭设备，打开“串口调试助手”，开启设备，串口调试助手会自动显示信息，等待信息显示，只要出现

```
CHL[0]->TCP mode, IP->113.247.231.103:1500
CHL[0]->Send a heart packet.
CHL[0]->Get a msg: MSG_CHANNEL_CREATESOCKETOK
CHL[0]->Get a msg: MSG_CHANNEL_LOGONOK
CHL[0]->Get a msg: MSG_CHANNEL_OPENOK
```

的字样，即表示与中心站连接正常；显示其他信息则表示子站与中心站的连接有问题。

(4) 关闭串口调试助手，关闭设备。




(5) 将控制台信息类型改回到“0”：




打开 ，点击 ，给模块上电（合拢橘黄色电闸），输入密码：1234。点击读取 ，将左边“DTU 设置”最后一行的“控制台信息类型改为 0”



图 5.10 改回控制类型

(6)更改完成后点击配置 ，显示配置成功后点击保存 ，再点击关闭串口 ，在关闭软件，关闭设备，断开数据线的连接，重启设备。结束

第 6 章 日常维护及故障解决

6.1 日常维护

自动土壤水分观测仪在一般情况下无须日常维护。用户需要做的工作为：

- (1) 每周天打开采集器箱，检查太阳能充电控制器是否给其他部件正常供电。
- (2) 每隔三个月将放置在安装管中接口控制器处的干燥剂取出，用烘箱烘干，并重新放置好。（个别台站如果特别潮湿，时间应该缩短。）
- (3) 注意保持太阳能电池板表面干燥清洁。在沙尘严重地区、盐雾浓重地区，需要根据情况定期将太阳能板表面灰尘清除。

(4) 如果发生故障，按照下述方法实施。

6.2 故障及解决

6.2.1 发现没有土壤水分数据，可能是：

- 采集器没有被供电；
- 土壤水分探测器没有被供电；
- 接口控制器接线断开；
- 通讯电缆断开；
- 串口被打开，但与实际连接的不是一个串口；
- 采集器出现故障

解决方法为：

(1) 排除供电故障

① 检查太阳能充电控制器能否能够正常供电，若不能，则打开采集器箱，检查太阳能控制器是否接好，采集器的接线是否正常。

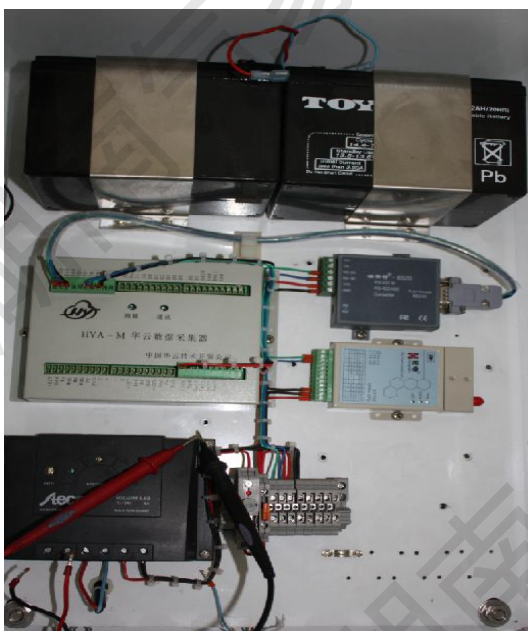


图 6.1 采集器箱内部示图

② 用数字万用表检查太阳能充电控制器、采集器电源端、土壤水分探测器电源端、蓄电池电压是否大于 12V，判断太阳能充电控制器和蓄电池是否损坏，如果某个设备损坏，则需要更换。

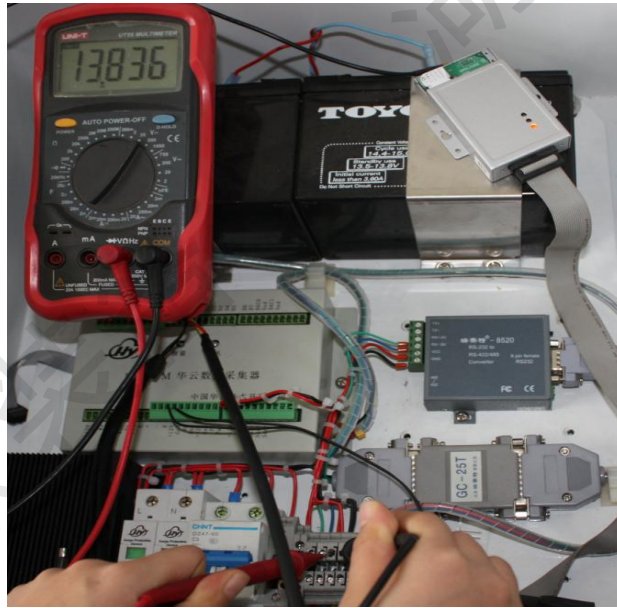


图 6.2 用万用表检查太阳能充电控制器输出端电压

③ 检查总线顶端的插槽与接口控制器，以及插槽和数据采集器是否连接良好，若不是，则重新连接。

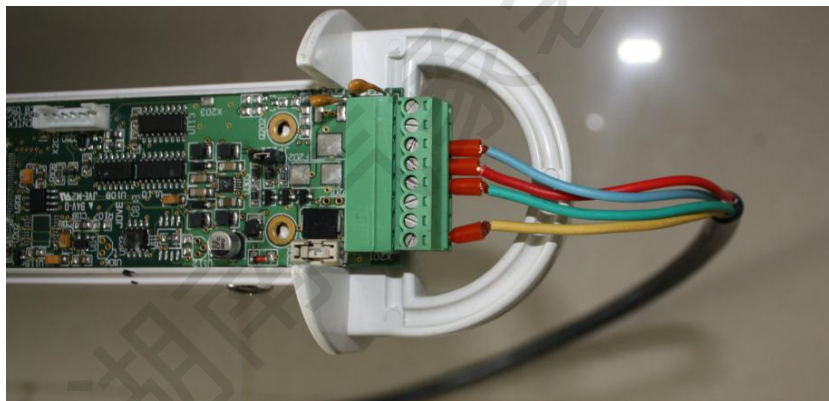


图 6.3 插槽与接口控制器连接图

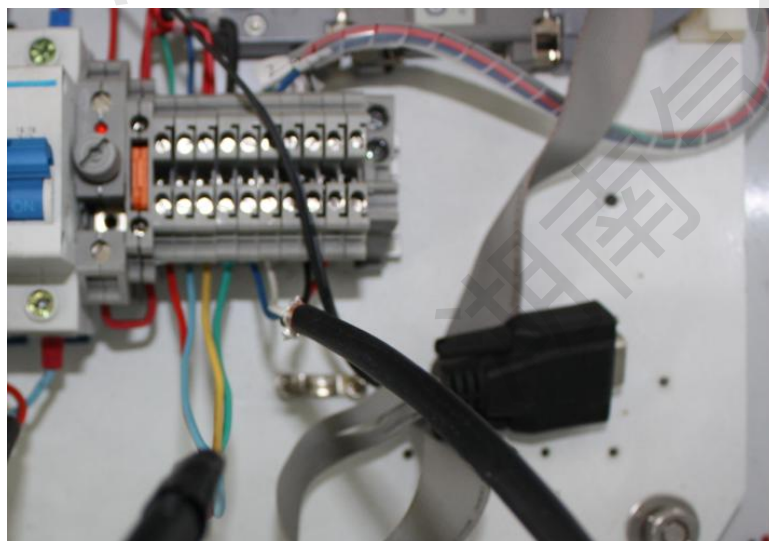


图 6.4 插槽与导轨连接图

如果发现通讯电缆断开，先将电源开关拨下，待采集器断电后，将通讯电缆重新插好。再将电源开关插好，重新给采集器供电。

(2) 排除接口控制器故障

系统关机，拔下接口控制器上的线缆，将传感器套管从地下抽出：

- ① 检查接口控制器电路板是否因为长期受潮导致电路板发霉，或电路板上凝结水汽。

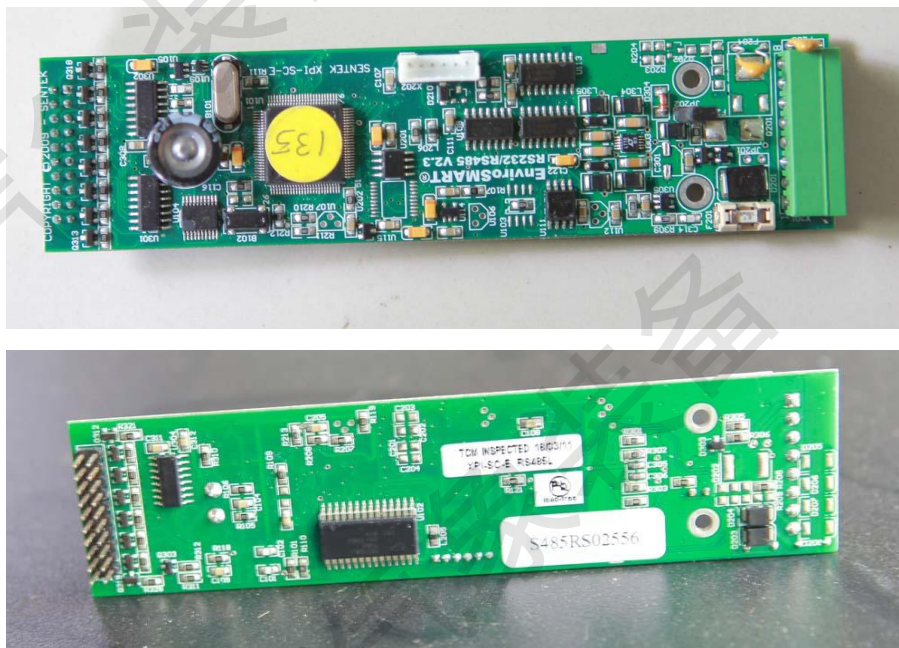


图 6.5 接口控制器电路板

- ② 检查传感器接口板电路排插是否出现松动：按图 6.5 所示位置重新插拔一下接口控制器排插。



图 6.6 接口控制器排插松动

如果排除接口控制器机器连接线没有问题，仍然没有数据（典型的情况是在中心站或本地串口电脑连接返回的数据是 NaN），考虑是否采集器出现问题：

（3）排除采集器故障

通过采集器指示灯的状态判断采集器是否出现故障：

▶ 在采集器开始运行时（采集器上电或采集器重新复位处理），采集器进行读取配置参数和运行状态初始化处理，这是测量指示灯和通讯指示灯同时点亮时，初始化结束，两个指示灯熄灭；

▶ 测量指示灯闪亮时，表示采集器在进行采集测量数据处理；

▶ 通讯指示灯闪亮时，表示采集器串口有收发数据；

▶ 测量指示灯和通讯指示灯同时闪亮时，表示采集器在进行读写观测记录数据处理，当然也有可能正好是测量数据和发送数据同时发生；

注意：不要在测量指示灯和通讯指示灯同时闪亮时，把下采集器的电源，除非判断采集器已经出现故障；

▶ 如果采集器出现某一个或两个指示灯长亮或者从来不带亮，采集器可能已经出现故障；

如果发现采集器已坏，更换采集器，再进行其他故障排查。如果硬件设施正常，故障还存在，请尝试采集软件的故障查找，即利用下面终端命令的方法来查找故障所在。

有的台站可能出现有时候没有数据上传，但后来能够自己恢复，此类故障有可能是采集器存储溢满，需要重新复位：其操作是：用带串口的笔记本电脑连接采集器，具体连接方法见 3.1，启动串口助手后，键入命令

```
Reset Def Param
```

```
ASLD 1
```

```
DT
```

利用终端命令提示符检查判断采集器是否出现故障

若确认采集器无故障，则可以使用超级终端或采集器维护终端对其进行检测。

首先在确认采集器通信状态正常时，进入采集器终端菜单，利用采集器的各种检测命令进行检测：

a、键入 STA 命令，查看采集器的当前状态信息。会返回如下的数据格式信息：数据标识，站点区站号，日期，时间，电池电压（例如：HYA-M STAS 54510 2006-02-22 23:46:58 12.3 ）。

b、键入 RD 命令，查看实时观测数据的返回是否正常。通常会返回如下的数据格式信息：数据标识、站点区站号、日期、时间、观测要素标识码(0 ~ 255)、第 1 层土壤水分测量数据)---第 i 层土壤水分测量数据、电池电压。（例如：HYA-M ROSD 54510 2006-02-22 23:46:58 31 0.1017 0.1018 0.1037 0.1117 0.1213 0.1227 0.1025 0.1134 12.3）。

c、按下面格式键入 MPT 命令，进行读取或设置主通讯端口号，查看是否通讯端口设置错误。

MPT 命令， 读取主通讯端口号。

MPT 0 命令， 设置主通讯端口为 COM0 通讯端口。

MPT 1 命令， 设置主通讯端口为 COM1 通讯端口。

d、键入 INFO 命令，向上位机发送数据采集器的基本信息，包括：程序的版本号和采集器的唯一编号。如（HYA-M Ver3.12 SID:100331）

其他各种采集器命令请查看《附件三：HYA-M 华云数据采集器功能命令表》。如果超级终端上采集器的返回正常，而采集软件却得不到数据，说明采集软件发生故障。建议重新烧写采集器程序，更换采集器。

6.2.2 本地数据正常中心站软件上却没有数据

可能是：GPRS 通讯模块出现问题

解决办法为：

- ① 检查电缆。查看电缆线的上电情况、通讯是否正常、天线好坏以及连接是否正确等。
- ② SIM 卡。检查 SIM 卡是否损坏，是否欠费。如有损坏，请更换 SIM 卡，如有欠费，请续费以便继续使用。
- ③ 检查 GPRS 通讯模块的参数配置，具体操作请参见 3.2。

如果 GPRS 通讯模块已损坏，请更换模块。

检查 GPRS 模块：

宏电 H7118 DTU 面板上有三个指示灯，指示 H7118 DTU 的工作状态和网络状态：指示灯

状态说明

指示灯	状态	说明
PWR	常亮	表示运行管理程序
PWR	闪烁较快	表示未能与 GPRS 网络联接
PWR	闪烁较慢	表示成功与 GPRS 网络连接
DATA	闪亮	表示用户数据口有数据收发
NET	亮	表示已经找到 GPRS 网络

连接上线缆，接上天线，插入有效的SIM卡之后需要进行系统正常工作检查，首先通过电缆向H7118供电，电源正常时PWR指示灯亮，如果同时伴有闪烁，则表示H7118正常工作，如果DATA灯闪亮表示用户数据口有数据输入输出，NET灯常亮表示已经找到网络。

① 电源指示灯 (PWR) 不亮。

检查连接电缆是否正确连接，同时检查供电电源是否符合要求，H7118 GPRS DTU 模块通过位于其底部的接口电缆供电，供电电源为直流+7.5~26VDC。

② 网络指示灯 (NET) 不亮。

网络指示灯(NET)只有在H7118 GPRS数据终端成功登录网络后才闪烁，如果NET指示灯不亮，请确认在的区域网络覆盖情况和信号强度。同时请检查SIM卡是否正确安装或有效。

③ 数据指示灯 (DATA) 不亮。

数据指示灯(DATA)只有在有数据收发时才闪烁。

④ 所有指示灯均正常，但无法进行数据通信。

请与当地的移动通信运营商联系，确认您所在的区域是否可以提供GPRS业务，GPRS业务可能并没有完全覆盖GSM所有的区域；请确认DSC IP 地址和端口(Communication Port)设置是否正确。

6.2.3 某一层数据为零可能是：

- 该层传感器连接线没有插好；
- 该层传感器损坏。

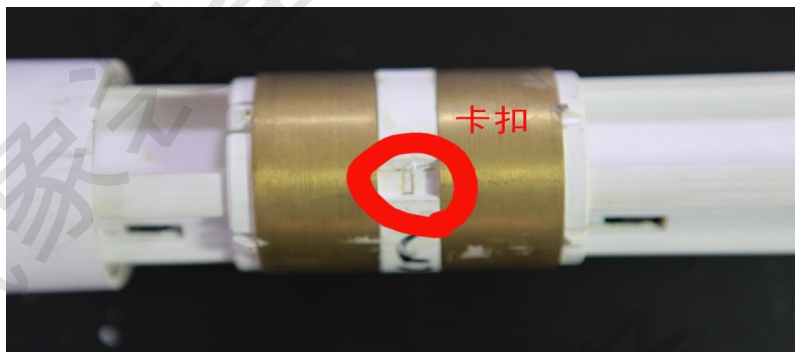
解决方法为：

- ① 断电后，将土壤水分探测器拔出，将该层传感器带状电缆的头卡入总线。

注意：不要只插上一排插针。

② 如果该层传感器损坏，则根据以下步骤，更换传感器。

首先，确定好传感器的数量和安装位置，用手压下箭头所示点，在土壤水分探测器总线及固定结构上慢慢滑动传感器到其安装位置，将传感器的凸起部位卡入槽内并锁定传感器。



注意：滑动时保护好传感器的带状电缆及传感器内的小电路板。



图 6.5 传感器安装示意图

接着，将带状电缆的头卡入总线，注意：不要只插上一排插针。



图 4.6 插针示意图

然后，用跳线设置传感器地址，不同跳线位置代表不同地址，如下图 6.7 所示。

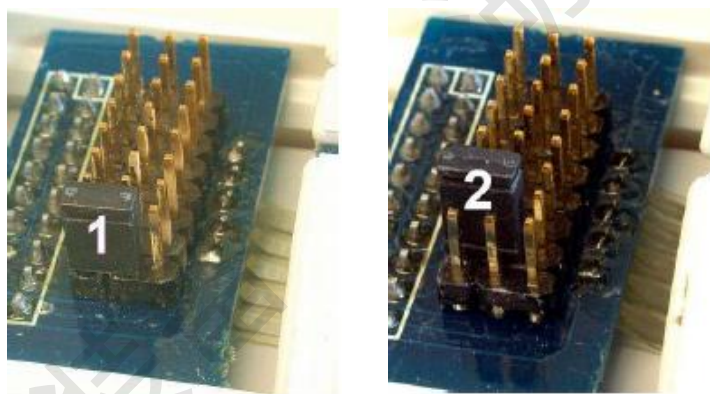


图 6.7 设置传感器地址示意图