

# MGTR-S-R 系列雷达水位计

## 产 品 使 用 手 册

智慧感知系列

版本号：1.0.6



唐山市柳林自动化设备有限公司

[www.tangshanliulin.net](http://www.tangshanliulin.net)

## 前言

唐山市柳林自动化设备有限公司是一家专业从事物联网安全通讯终端、智能仪表与智慧应用系统的研发、生产、销售和系统工程技术服务的高新技术企业、专精特新企业。公司成立于 2007 年，拥有 1 总部(唐山)提供物联网智能终端、数字孪生、SaaS、PaaS、DaaS 的研发、生产及销售；1 中心(合肥)负责工程系统运维及客户服务，倾听需求，解决问题，成就客户；1 研究院(南京) 提供生态系统服务 10+ 优质生态合作伙伴、100+ 核心渠道伙伴、20 万+ 已实施系统现场软硬件设备在线运行。

如您需要任何帮助，您可以关注“唐山柳林自动化”公众号了解产品信息，也可以随时联系我司总部，联系方式如下：

地址：河北唐山高新区火炬路 410 号 110 楼 3 号

客服热线：13012191802（24 小时在线）

邮箱：tsliulin@tsliulin.com

网址：<https://tangshanliulin.net/>

## 免责声明

由于产品版本升级或其他原因，本文档内容会不定期更新。除非另有约定，本文档仅作为使用指导，本文档中的所述内容、信息和建议均不构成任何明示或暗示的担保。设备正常操作及安装对于测量的精度以及可靠性影响很大，因此必须保证安装的正常性，并进行反复检查。

## 保密义务

除非唐山市柳林自动化设备有限公司特别授权，否则我司所提供文档和信息的接收方须对接收的文档和信息保密，不得将其用于除本项目的实施与开展以外的任何其他目的。未经我司书面同意，不得获取、使用或向第三方泄露我司所提供的文档和信息。对于任何违反保密义务、未经授权使用或以其他非法形式恶意使用所述文档信息或图片的违法侵权行为，我司有权追究法律责任。

## 版权申明

本文档版权属于唐山市柳林自动化设备有限公司，任何人未经我司允许而复制转载该文档将承担法律责任。

版权所有 ©唐山市柳林自动化设备有限公司 2022，保留一切权利。

Copyright © Tangshan Liulin Automation Equipment Co., Ltd. 2022.

## 目 录

1. 产品概述 .....	- 3 -
1.1. 产品简介 .....	- 3 -
1.2. 功能特点 .....	- 3 -
1.3. 产品选型说明 .....	- 4 -
1.4. 技术参数 .....	- 4 -
1.5. 雷达测量原理 .....	- 5 -
2. 产品外形及结构说明 .....	- 5 -
2.1. 产品外形尺寸 .....	- 5 -
2.2. 使用说明 .....	- 6 -
3. 产品安装 .....	- 7 -
3.1. 安装要求 .....	- 7 -
3.2. 安装示意图 .....	- 7 -
4. 设参与调试 .....	- 9 -
4.1. 蓝牙设参 .....	- 9 -
4.2. 485 串口设参 .....	- 11 -
4.2.1. 硬件准备 .....	- 11 -
4.2.2. 设参软件准备 .....	- 12 -
4.2.3. 参数设置 .....	- 12 -
4.2.4. 上传模式设置 .....	- 14 -
4.2.5. 测量设置 .....	- 14 -
4.2.6. 校准设置 .....	- 16 -
4.2.7. 显示信息说明 .....	- 17 -
4.2.8. 滤波设置 .....	- 18 -
4.3. 串口通信 .....	- 18 -
4.3.1. 通信协议 .....	- 18 -
4.3.2. 数据寄存器地址 .....	- 20 -
4.4. 4G 通讯设参步骤 .....	- 22 -
5. 附录 B: 术语表 .....	- 26 -

# 1. 产品概述

## 1.1. 产品简介



MGTR-S-R 系列雷达水位计，采用 77GHz 线性调频连续波（FMCW）体制，通过对发射信号和回波信号相参接收，形成与距离成比例关系的差频信号，采用信号处理和高精度频谱估计等技术手段来实现液位的高精度测量。产品频带范围为 77GHz 至 81GHz，具有高达 4GHz 的连续带宽。

产品支持液位监测、数据采集及 4G 无线传输等功能，具有测量精度高，结构紧凑，安装便捷等特点，适用于湖泊、水库、河道、灌区、明渠、湿地、潮汐、桥梁道路积水、水池、窰井，排污管道等无人值守的自动液位监测站场合。

## 1.2. 功能特点

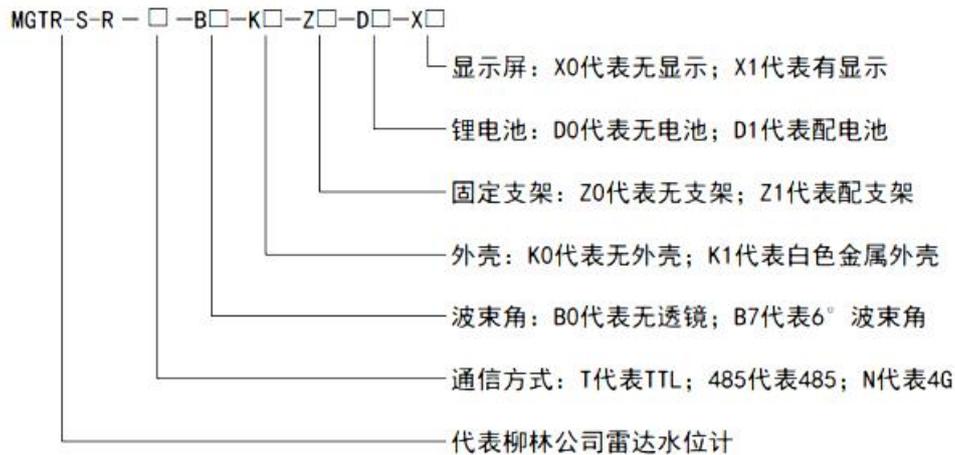
- 非接触式液位测量，无机械磨损，使用寿命更长；
- 基于 CMOS 毫米波射频芯片，实现更紧凑的射频架构，实现更高信噪比，更小盲区；
- 4GHz 更大的带宽范围，使产品拥有更高的测量分辨率与测量精度；
- 使用正交混频器和复基带架构，能够改善噪声系数、提高抗干扰能力；
- 内置校准和自检（监控）系统进行自校准，保证了系统的高精度和稳定性。
- $\pm 3^\circ$  天线波束角，安装环境中的干扰对仪表的影响更小，安装更为便捷；
- 平面微带阵列，与传统的雷达水位计相比，即使天线有大量水珠附着，或由于天气寒冷天线上形成结霜和结冰，高频雷达也能够完全穿透、准确测到水位；
- 支持 4G 无线传输，可配置上传周期；
- 水位超上、下限（可配置）上传报警信息；
- 支持手机蓝牙调试，方便现场人员维护工作；
- 支持远程设参，远程维护，大大降低对安装人员的专业要求及运维成本；
- 显控和液位计采用分离设计，可定制（订货提前说明）；

- 产品具有水利部水文仪器及岩土工程仪器质量监督检验测试中心出具的检测报告, 并具有中国计量科学研院校准证书。

### 1.3. 产品选型说明

根据信号输出形式, MGTR-S-R 选型如下。

表 1 - 1 选型说明



示例: MGTR-S-R-N-B7-K1-Z1-D1-X0 表示柳林雷达水位计 4G 通讯、6° 波束角、白色金属外壳、带支架及锂电池供电, 不带显示屏。

### 1.4. 技术参数

- 量程: 0.2-15m (其它量程可定制)
- 测量精度:  $\pm 1\text{mm}$ 、1 级
- 盲 区:  $< 20\text{cm}$
- 分辨率: 1mm
- 频率范围: 77GHz-81GHz
- 天线样式: 平面微带阵列天线
- 天线辐射角度 (水平和垂直, 3dB):  $\pm 3^\circ$
- 通信方式: TTL/RS485/4G 全网通 (默认 RS485)
- 通信速率: 9600-115200bps (默认 9600bps)
- 通信协议: 默认 Modbus RTU 协议
- 工作电压: 8-24VDC 宽电压供电, 标准供电 12VDC
- 工作电流:  $< 200\text{mA}@12\text{V}$

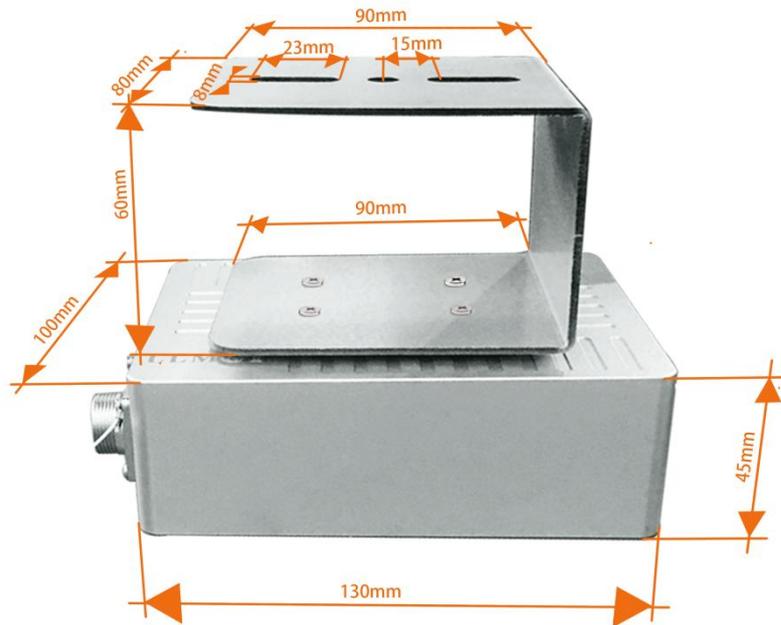
- 工作温度：-40~85℃
- 存储温度：-40~85℃
- 外壳材质：铝合金
- 推荐线缆：4\*0.3mm<sup>2</sup>
- 防护等级：IP67
- 安装方式：支架

## 1.5. 雷达测量原理

FMCW 雷达系统通过天线向外发射一系列连续调频毫米波，并接收目标的反射信号。发射波的频率在时域中按调制电压的规律变化。它利用发射信号的线性调频和从目标反射回来的接收信号频率的变化相关和频谱配对来进行目标的测量。

## 2. 产品外形及结构说明

### 2.1. 产品外形尺寸



外部接线说明

名称	功能
----	----

V+	12V 电源正
V-	12V 电源负
485A	设参调试口 A
485B	设参调试口 B

## 2.2. 使用说明

- ❖ 使用设备前一定要仔细阅读使用手册，不解之处及时咨询。
- ❖ 使用设备前一定按照要求设置相关参数。
- ❖ 使用时按照安装要求正确安装设备。

## 3. 产品安装

### 3.1. 安装要求

注意以下事项，以确保设备能正确安装：

- 预留足够的安装空间。
- 避免强烈震动的安装场合。
- 安装时保证仪表垂直于水面，避开障碍物。
- 避免发射波束照射到干扰物，产生虚假回波。
- 最高水位不得进入测量盲区，设备必须接大地，增加防雷措施。
- 安装时根据设备天线辐射角度与设备安装高度计算设备安装支架长度。
- 仪器安装至少离侧壁 20cm，地下管网安装尽量靠近下水井中央，否则井壁容易产生干扰信号，影响测量判断。

### 3.2. 安装示意图

支架安装示意图，见 3-1：



图 3-1

桥梁安装示意图，见 3-2:

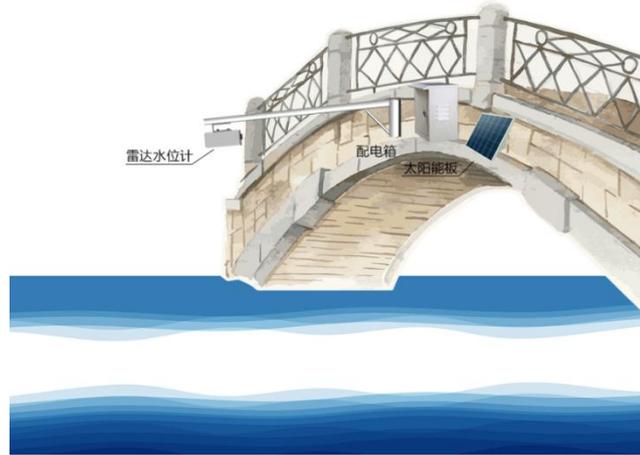
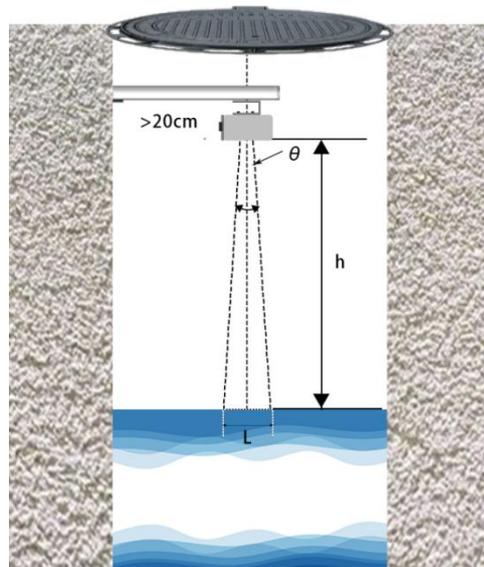


图 3-2

井下安装示意图，见 3-3:



θ: 波束角

H: 最大测量距离

L: 发射区域最大直径

图 3-3

安装支架横梁跨度计算方法，见图 3-3:

$$\text{Tg } \theta/2 = L/2 \times 1/h$$

$$L = 2h \times \text{tg}\theta/2$$

$$L/2 = h \times \text{tg}\theta/2$$

安装支架横梁跨度测算： $L/2 = h \times \tan\theta/2$

设备天线辐射角度内有障碍物影响时，要加装反射板才能正常测量，如图 3-4：

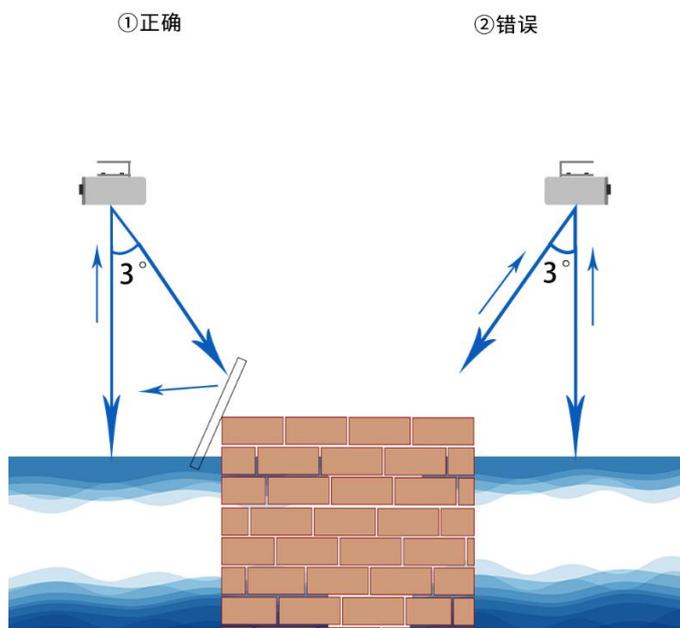


图 3-4

## 4. 设参与调试

安装我公司提供的本产品【设参软件】。根据设备版本及现场情况，可选用蓝牙设参、485 串口线设参，或手机扫码（4G 版）设参。

### 4.1. 蓝牙设参

1. 安装好蓝牙设参 APP
2. 点击图标：



3. 进入下面界面，选择地址 url124, 点击蓝牙图标



4. 选择需要设参设备的 IMEI 号，（IMEI 号扫描设备上的二维码获取）如下图：



5. 进入设参界面，进行设参。如下图





根据现场实际情况，修改安装高度后，点击提交



## 4.2. 485 串口设参

### 4.2.1. 硬件准备

首先准备 485 设参线，将 USB 口连接至电脑，未安装串口线驱动的需要先安装驱动。然后串口 485 端与设备的 485 口相连。

## 4.2.2. 设参软件准备

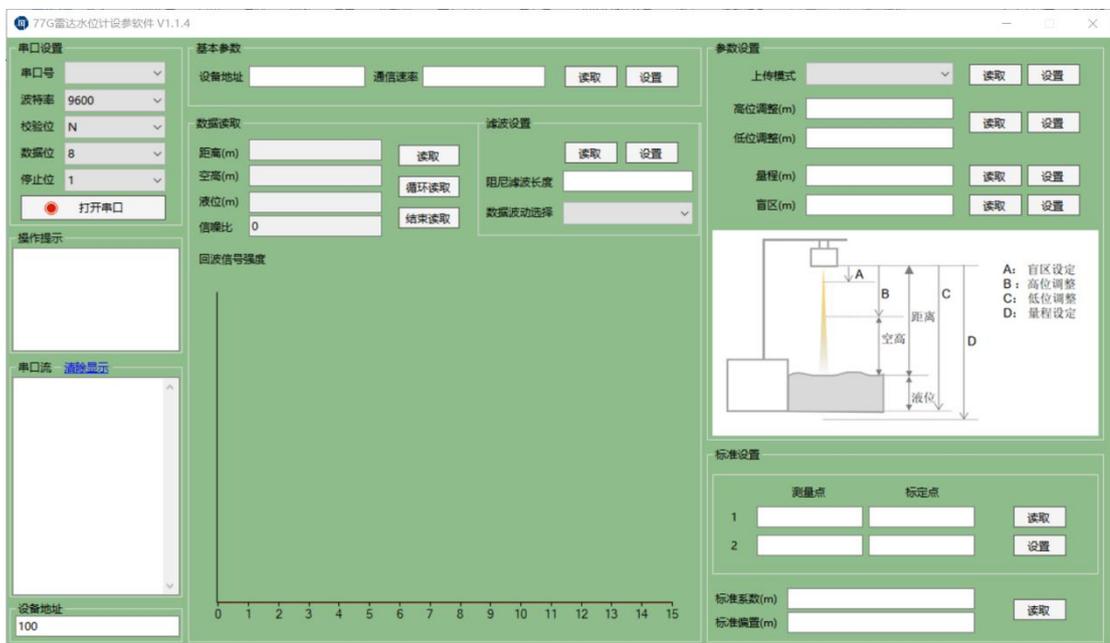
官网下载 <https://tangshanliulin.net/scrj>

或拨打 24 小时售后服务电话：13703258271 索取



柳林77G雷达  
水位计设参软  
件 V1.1.4.exe

打开柳林 77G 雷达水位计设参软件 V1.1.4.exe



## 4.2.3. 参数设置

### 4.2.3.1. 打开串口

- ① 将设备连接好后选择正确的串口号；
- ② 选择串口通信的波特率：9600bps(默认值)，N，8，1；
- ③ 点击“打开串口”按钮。



注意：如果在“基本参数”设置模块中重新设置了通信速率，应按照设置的波特率通信。

#### 4.2.3.2. 读取基本参数

- ① 点击“读取”按钮，读取设备地址和通信速率；
- ② 设备地址默认为 1；通信速率默认为 9600bps；



注：在不知道设备地址时，使用广播地址（100）通信。

#### 4.2.3.3. 写入基本参数

使用该模块更改设备的通信地址和通信速率。

- ① 写入设备地址
- ② 写入通信速率
- ③ 点击“设置”按钮
- ④ 点击“读取”按钮（读取值与设置值相等，说明设置成功）



注：

- ① 设备地址的取值范围为：0-255；其中广播地址为 100；
- ② 串口波特率的设置范围为：9600--115200 bps；
- ③ 如果设置串口通信速率，需要将雷达水位计断电并重新上电后，才可以按照设置的通信速率通信。

#### 4.2.3.4. 设置读取地址

- ① 未写入设备读取地址时，软件按照广播地址（100）进行通信；
- ② 如果在“设备地址”方框中写入设备地址，软件将按照写入的地址进行通信。



**注意：应写入设备的实际通信地址。**

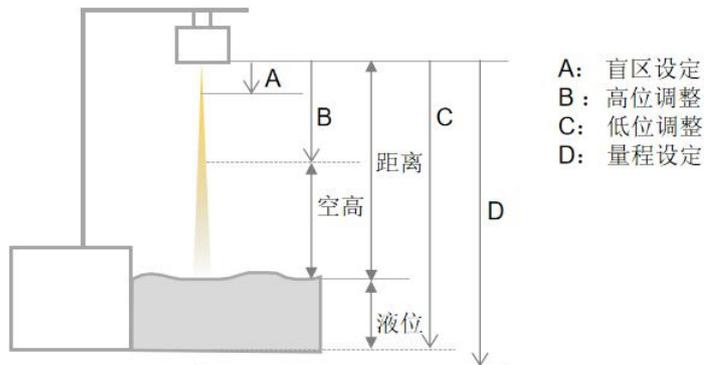
#### 4.2.4. 上传模式设置

在“参数设置”模块，数据上传可设置为两种模式：正常模式和主动上传

- ① 正常模式：该模式下，设备收到请求后上传报文，该模式为默认设置。
- ② 主动上传：该模式下，设备不需要接收请求，主动上传“距离”值（每间隔 3 秒上传一帧数据）



#### 4.2.5. 测量设置



##### 4.2.5.1. 量程和盲区设置

雷达水位计的有效测量范围在“量程”和“盲区”之间的数值范围内，如果在实际使用中的测量范围小于雷达默认的测量区间，可通过设置“量程”和“盲区”将数值的有效范围设置在需要的距离范围内。

设置意义：在设置了量程和盲区之后，在算法处理时限定计算区域在该范围之内，忽略“盲区”和“量程”范围之外的回波信号，避免测量范围之外的杂波或信号干扰，提高测量结果的精度。

- ① 量程设置范围：1--15 米；
- ② 盲区设置范围：0.2 米--量程（不包含量程）
- ③ 默认设置：盲区 0.2 米，量程 15 米；

量程(m)	<input style="width: 100%;" type="text" value="15"/>	读取	设置
盲区(m)	<input style="width: 100%;" type="text" value="0.2"/>	读取	设置

**注：**

- ④ 量程和盲区设置成功后，需要将雷达水位计断电，再重新上电后设置值才会生效。
- ⑤ 如果设置“量程”时，“低位调整” > “量程”，则“低位调整” = “量程”。

#### 4.2.5.2. 高位调整

设置高位调整（即水位最高的位值），可以通过计算得到“空高”值；

- ① “空高” = “距离” - “高位调整”，如果“距离” < “高位调整”，则“空高” = 0
- ② 取值范围：0 -- “低位调整”（不包含低位调整值）
- ③ 默认设置为 0，即“空高” = “距离”；
- ④ 高位调整值与盲区无关，只影响“空高”的计算

#### 4.2.5.3. 低位调整

设置低位调整（即水位的最低值，如设置为雷达到河床的实际距离），可以通过计算得到“液位”值；

- ① “液位” = “低位调整” - “距离”，如果“距离” > “低位调整”，则“液位” = 0；
- ② 取值范围：0 -- “量程”；
- ③ 默认设置为雷达最大量程（15 米）；
- ④ “低位调整”值与“量程”无关，只影响“液位”的计算

**注：**

- ⑤ “低位调整”应大于“高位调整”；
- ⑥ “低位调整”应在“量程”之后进行设置，避免“低位调整”值大于“量程”；

#### 4.2.6. 校准设置

设备出厂前均已校准，如果在现场安装后测量值与实际值之间的误差较大，可以进行误差校正。校准过程为：

- ① 清除校准参数；

写入两组测量点和标定点（测量点和标定点相等）；

点击“设置”按钮；

点击“读取”校准结果按钮；

如“标准系数”显示为 1；“标准偏置”显示为 0；则校准参数成功清除。

	测量点	标定点	
1	1	1	读取
2	5	5	设置
标准系数(m)	1		读取
标准偏置(m)	0		

- ② 选择两个标定点（如 1 米和 5 米），在“数据读取”模块中分别读取两个“距离”值；

- ③ 将对应的“测量值”和“标定值”填到对应位置；

- ④ 点击“设置”按钮；

- ⑤ 点击“读取”校准结果按钮，可以看到此次校准的校准参数。

	测量点	标定点	
1	1.084	1	读取
2	5.100	5	设置
标准系数(m)	0.996		读取
标准偏置(m)	-0.079		

**注：**

- ① 测量点和标定点的值不能为 0，如写入 0 值，则返回错误；

- ② 两组校准点不能设置为相同的值，写入相同的值时，返回错误。

## 4.2.7. 显示信息说明

### 4.2.7.1. 显示数据

根据现场设置，雷达水位计可显示“距离”、“空高”、“液位”多种数据形式；

基本参数为“距离”，即雷达到水面的实际距离；“空高”和“液位”是根据“距离”与“高位调整”和“低位调整”通过计算得到的。

如图所示，默认情况下“空高”和“距离”相等，“液位”等于“量程”（15米）减去“距离”；

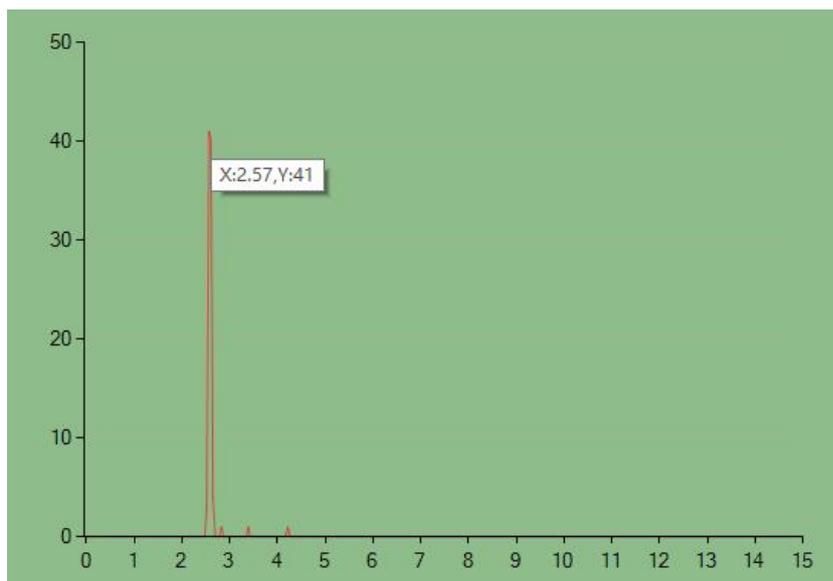
“信噪比”表示目标信号的功率与噪声功率的比值。

距离(m)	2.494	读取
空高(m)	2.494	循环读取
液位(m)	12.506	结束读取
信噪比	1645	

### 4.2.7.2. 显示波形

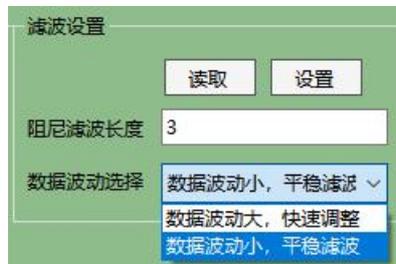
该模块显示雷达水位计测量到的所有物体的位置信息、物体的回波功率占回波总功率的比值

如图所示，横轴表示物体与雷达之间的距离（米），纵轴表示物体反射回来的信号功率占总回波信号功率的比例，将鼠标放在图中红色波形上，即显示当前波形位置对应的实际距离和信号功率比例。



#### 4.2.8. 滤波设置

该模块可以对数据滤波进行相关设置。包含两项滤波参数：

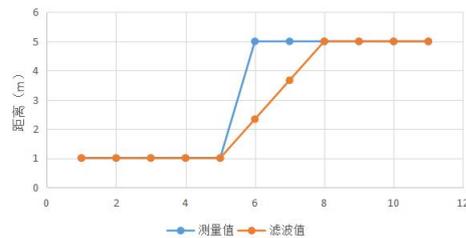


##### ① 阻尼滤波长度设置

阻尼滤波也称为滑动平均值滤波，作用是将测量结果中的突变数据进行平滑处理，提高测量结果的稳定性。默认长度设置为 3，表示滤波后的结果等于本次测量值与前两次测量值共 3 个数值的算数平均值。

设置范围为：1-255

设置该模块滤波长度后，数据会根据设置长度缓慢变化，如滤波长度为 3，当测试数据发生阶跃变化时，在采集 3 次数据后，滤波结果跟随到实际位置。



##### ② 数据波动选择设置

该选项用来设置后续平稳滤波的参数，可按照雷达水位计的实际测量环境来选择，如降雨、刮大风等天气，测量数据变化较大时，选择“数据波动大，快速调整”选项；数据变化不大时，选择“数据波动小，平稳滤波”选项。

### 4.3. 串口通信

#### 4.3.1. 通信协议

本系列雷达水位计产品采用标准的 modbus RTU 协议，使用功能码 03 和 10 来读写寄存器。

##### ① 读数据使用功能码：03

主机请求：

设备地址	功能码	起始地址		寄存器数量		CRC 码	
0x01	0x03	0x00	0x01	0x00	0x01	D5	CA

从机正常应答：

从机地址	功能码	字节数 2x 寄存器数量	数据 1	数据 2	CRC 码	
0x01	0x03	0x02	0x0E	0x14	0xBC	0x2B

错误回应：

从机地址	差错码	异常码	CRC 校验码	
0x01	0x83	01 或 02 或 03 或 04	0xxx	0xxx

## ② 写数据使用功能码：10

主机请求：

从机地址	功能码	起始地址		寄存器数量		字节数	数据	CRC 码	
0x01	0x10	0x00	0x05	0x00	0x03	0x06	00 02 00 01 C2 00	8F	F0

例：将设备地址设置为 2；通信速率设置为 115200bps

从机正常应答：

从机地址	写功能码	起始地址		寄存器数量		CRC 校验码	
0x02	0x10	0x00	0x05	0x00	0x03	0x90	0x3A

错误回应：

从机地址	差错码	异常码	CRC 校验码	
0x01	0x90	01 或 02 或 03 或 04	0xxx	0xxx

## ③ 异常码说明

异常码	说明

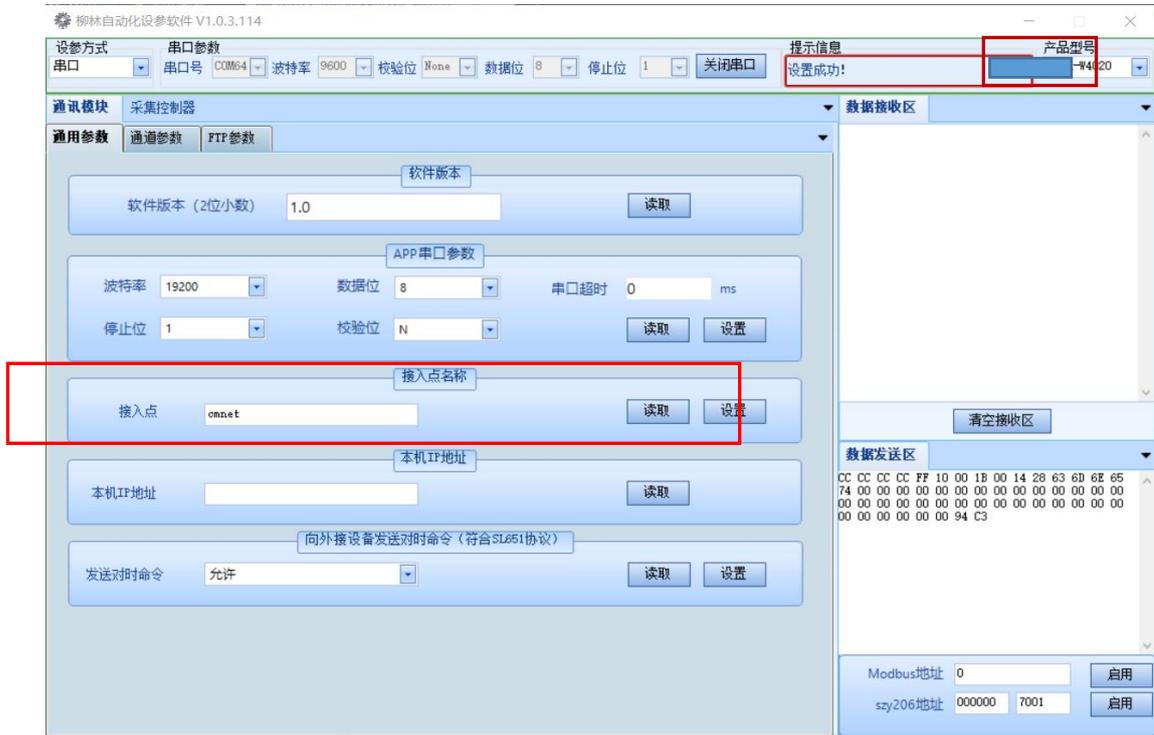
01	不支持的功能码
02	读写寄存器的数量错误
03	起始地址错误或起始地址+寄存器数量错误
04	读写寄存器错误

#### 4.3.2. 数据寄存器地址

寄存器地 (HEX)	参数名称	寄存器个数	字节数	读写权限	备注
0001	空高	1	2 字节	可读	如: 0xE14 表示十进制数 3604 显示 3.604m
0002	量程	1	2 字节	可读可写	同上
0003	液位	1	2 字节	可读	同上
0004	盲区	1	2 字节	可读可写	同上
通信设置					
0005	设备地址	1	2 字节	可读可写	范围: 0-255 其中广播地址: 100
0006-0007	通信速率	2	4 字节	可读可写	范围: 9600-115200bps
校准设置					
0008	校准系数	1	2 字节	可读	3 位小数, 无单位
0009	校准偏置	1	2 字节	可读	3 位小数, 无单位 有符号数
0010	测量点 1	1	2 字节	可读可写	3 位小数, 单位: 米

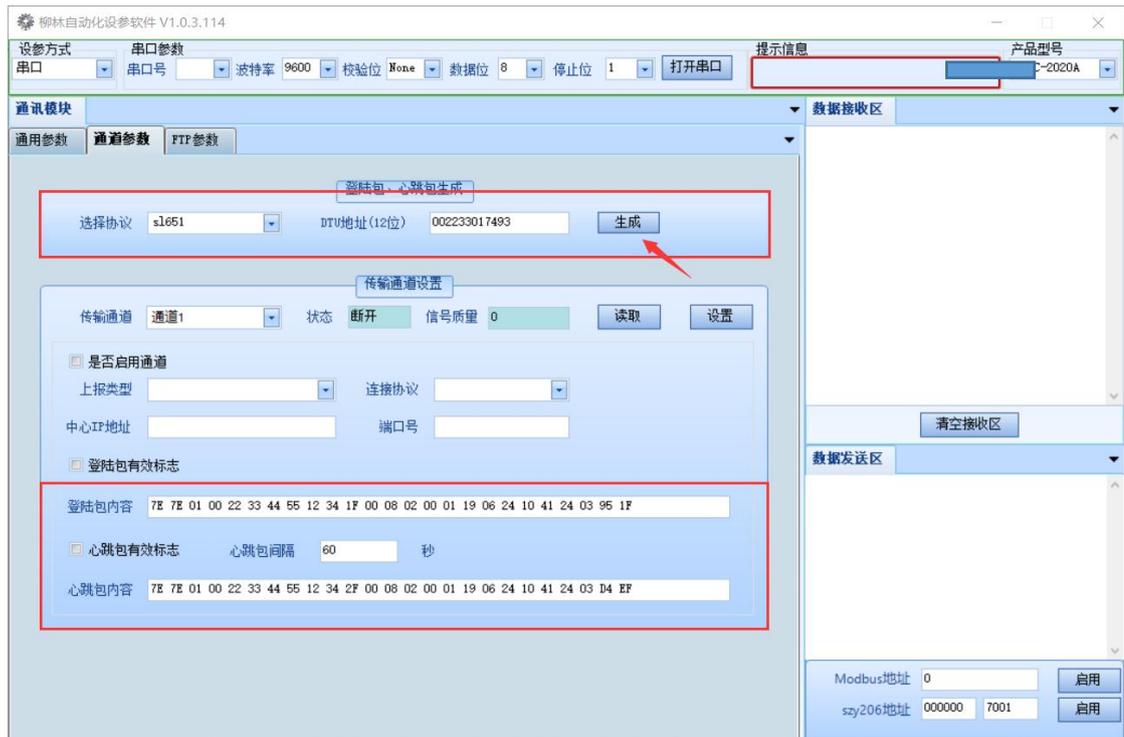
0011	标定点 1	1	2 字节	可读可写	3 位小数, 单位: 米
0012	测量点 2	1	2 字节	可读可写	3 位小数, 单位: 米
0013	标定点 2	1	2 字节	可读可写	3 位小数, 单位: 米
参数设置					
000A	上传模式	1		可读可写	0: 正常模式, 收到请求再回复 1: 主动上传, 只上传测量距离
000B	信噪比	1	2 字节	可读	整数, 无单位
000C	高位调整	1	2 字节	可读可写	3 位小数, 单位: 米
000D	低位调整	1	2 字节	可读可写	3 位小数, 单位: 米
000E	距离	1	2 字节	可读	3 位小数, 单位: 米
0014	滑动平均值滤波长度	1	1 字节	可读可写	范围: 1-255
0015	数据波动选择	1	2 字节	可读可写	0: 数据波动大, 快速调整 1: 数据波动小, 平稳滤波
...					
0100-01AD	回波信号强度	173	345 字节	可读	数值范围: 0-100 的整数 无单位
...					

## 4.4. 4G 通讯设参步骤



选择【通讯模块】→【通用参数】：

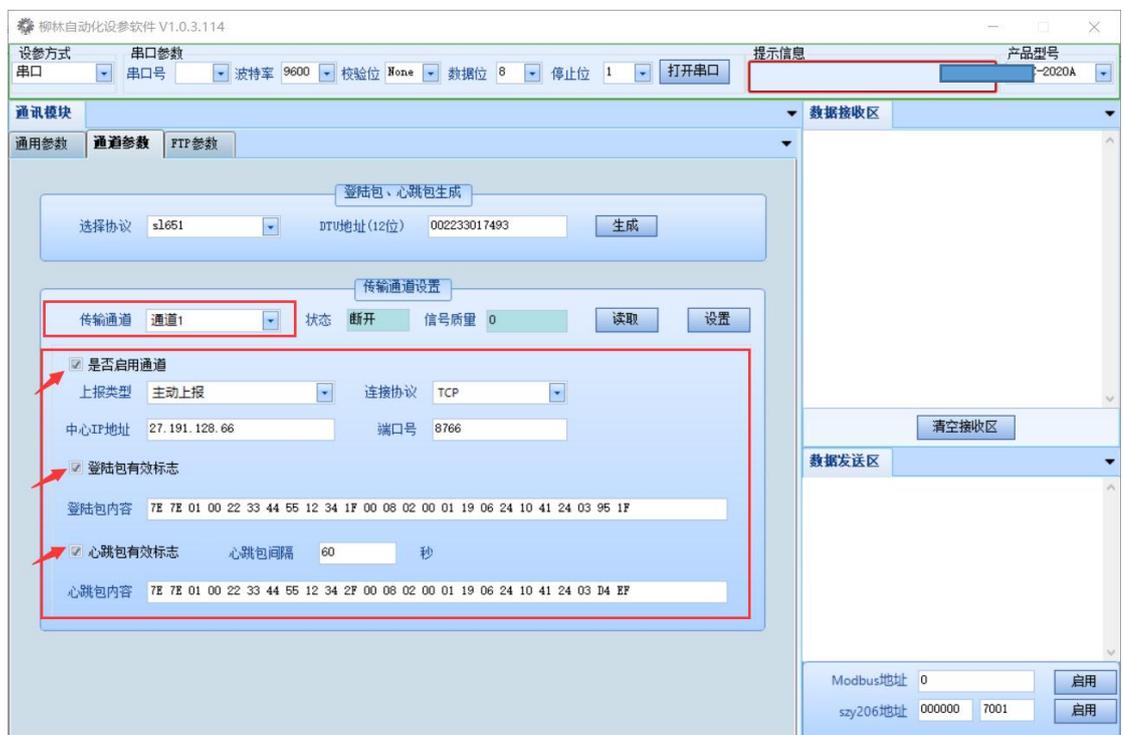
【接入点】为“cmnet”



选择【通讯模块】→【通道参数】：

选择协议：sl651

DTU 地址（12 位）：自行设置，点击“生成”就会产生相应的“登录包内容”和“心跳包内容”。



登录包内容和心跳包内容生成完成后

传输通道：通道 1

上报类型：主动上报

链接协议：TCP

中心 IP 地址：需上报到的 IP 地址

端口号：需接收的端口号

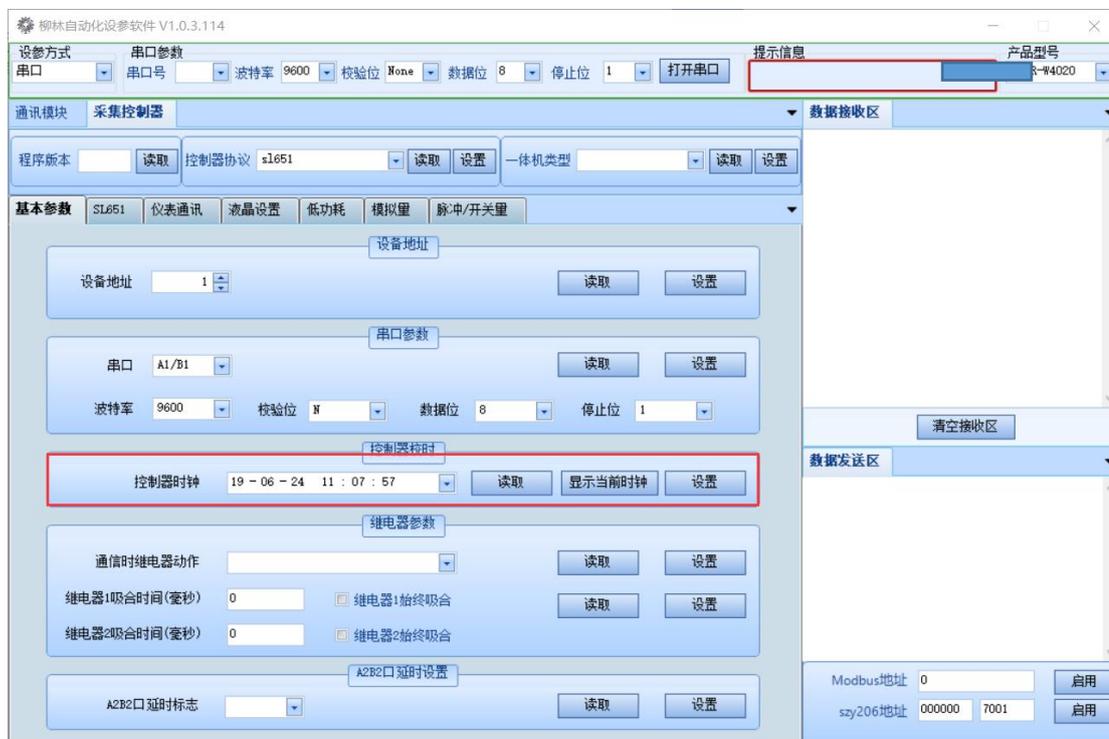
心跳包间隔：按要求自行设置时间（一般设置成 60）

点击“是否启用通道”“登录包有效标志”“心跳包有效标志”前面的方框到有对勾标识，启用这 3 个选项。

在完成以上步骤后点击“设置”按钮。

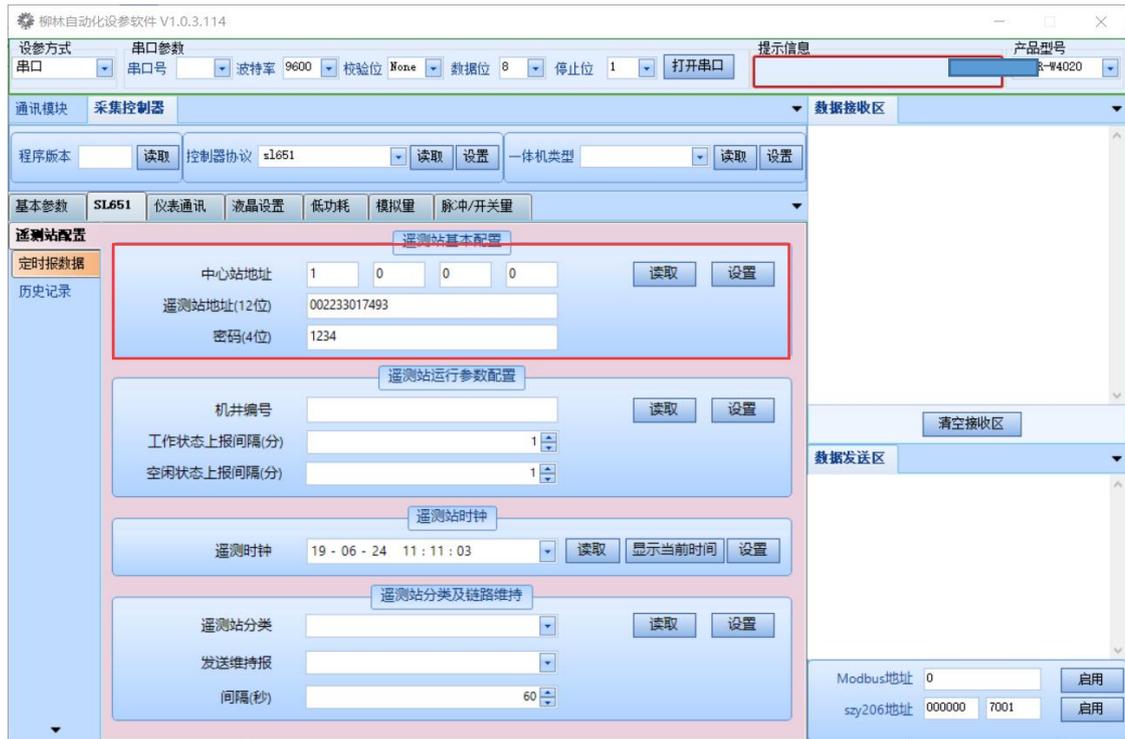
接下来设置采集控制器参数

选择【采集控制器】



### 【基本参数】

控制器校时：修改控制器内部时钟与当前时钟一致。



控制器协议：选择 s1651，然后点击【s1651】→【遥测站配置】

中心站地址：1000（地址为1）

遥测站地址（12位）：与 DTU 地址一致

密码（4位）：与上位机对应即可。



### 【低功耗】

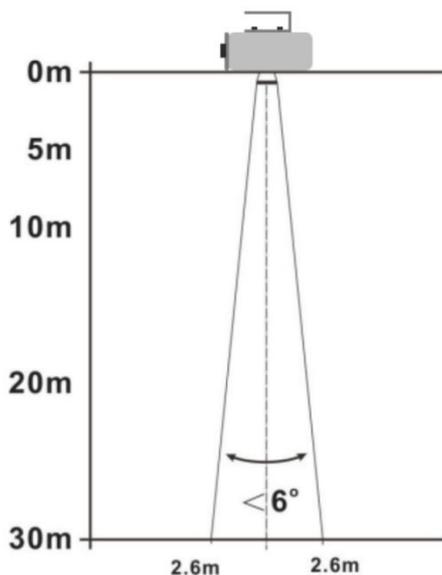
最长运行时间：0（必须为 0）

GPRS 轮询时间：与采集器轮询时间设置一致即可

采集器轮询时间：数据上报时间间隔

## 5. 附录 B：术语表

波束角：以比最大值低 3dB 作为界限的波束宽度。MGTR-S-R 系列波束角  $6^\circ$ ，如下图所示。



仪表的雷达波束空间几何形状示意图

**距离分辨率：**距离分辨率是指两个靠在一起的物体间隔多远距离时，物位雷达能够分辨出是两个物体而不是一个物体且能够测出它们各自的距离。如果两个物体的距离间隔小于物位雷达的距离分辨率，那么雷达只能测得一个距离值，此距离值不等于其中任何一个物体的距离值，而是两个物体距离值的综合。MGTR-S-R 的调频带宽  $B=4\text{GHz}$ ，最小距离分辨率= $\text{光速}/\text{工作带宽}/2\approx 3.75\text{cm}$ 。

**测量精度：**如果只有一个物体且这个物体移动了很小的距离，物位雷达是否能识别距离变化。分辨出单个物体移动距离的指标叫做精度。MGTR-S-R 的中频信号进行自有算法分析，测量精度为 0.5mm。

**盲区：**指仪表的近端的测量极限，盲区内仪表无法测量。

**回波：**雷达接受到的反射的信号。

**发射锥体：**天线波束角度的延伸。

**虚假回波：**任何不是所需目标产生的回波。一般来说，虚假回波由容器的障碍物产生。

多重回波：在目标回波距离出现的多次反射回波，可能为 2 次，3 次。

量程：（1）指仪表的最远测量极限（2）特殊的，指人为设定的最远距离，该距离以外，仪表处理数据的时候不考虑。

重复性：在相同的情况下测量同一个变量的多次测量的偏差程度。

阈值曲线：一个随时间变化的曲线，作为 · 阈值，超过其的回波被认为是有效的。