

[当前版本：V3](#)

雷达水位仪

(LX-LL-RD-XXX)

用户使用说明书

序号	版本号	审核人	时间	类型	修改内容
1	V1.0	范江波	2021.04.15	初稿	
2	V2.0	范江波	2021.04.20	修正版	
3	V3.0	范江波	2021.06.20	修正版	
4					
5					
6					

前言

概述

本文档详细描述了如下内容。

标题	内容
产品介绍	介绍水位计主要功能，特性及其原理和尺寸
到机测试	介绍水位计到用户手中时开机测试方法
安装	介绍水位计安装时角度以及探测范围
设置	介绍水位计常规设置方法
协议代码	介绍水位计两种通讯协议的通讯指令
Q&A	介绍水位计在用户使用时可能会出现的疑问及解答

特别声明

- ◆ 产品以实物为标准，说明书仅供参考。
- ◆ 说明书及程序将根据产品实时更新，请及时联系公司获取最新产品信息。
- ◆ 如若实际操作中出现设备异常，请及时联系公司技术解决。
- ◆ 说明书可能包含技术不准确的地方、或与产品功能及操作不相符的地方，以公司最终解释为准。

目 录

声明	错误！未定义书签。
前言	II
1 产品介绍	1
1.1 产品简介	1
1.2 产品特性	1
1.3 工作条件	2
1.4 技术指标	2
1.5 应用场景	3
1.6 尺寸信息	3
2 开机测试	5
2.1 出厂配置	5
2.2 接口定义	5
2.3 连接测试	7
3 安装	8
3.1 环境选择及干扰	8
3.2 安装注意事项	8
3.3 安装方式	9
4 设置	9
4.1 设置说明	9
4.2 水位计输出模式设置	10
4.3 设置最大测量距离	10
4.4 水位计测量查询	11
4.5 通讯接口设置	11
4.6 波特率设置为 115200	11
4.7 将通讯协议切换	12
4.8 测量时间设定	12
4.9 地址设定及查询	13

5 协议代码	14
5.1 MODBUS 协议	14
5.2 ASCII 码通讯协议报文	15
6 Q&A	17

1 产品介绍

1.1 产品简介

LX-LL-RD 系列雷达水位计产品为我司自主研制的一款非接触式水(物)位探测设备，可用于监测江河、湖泊、水库水位及辅助水处理作业。

本雷达水位计工作在 24GHz ISM 频段，采用 FMCW 调制方式，可全天候实时探测水体水位信息，不受气候、温度、水面水汽及水中污染物影响。产品内置高效的数据处理算法，确保产品测量结果的高精度。

该系列主要有 LX-LL-RD-010 和 LX-LL-RD-020 两种型号，其中 LX-LL-RD-010 为小距离产品(7 米)，LX-LL-RD-020 最大测量距离 40 米。

本产品提供三种标准物理电路接口：RS232、RS485(默认)、4~20mA。



图 1-1 产品实物图

1.2 产品特性

- √ FMCW 调频连续波模式
- √ 非接触式测量、安全低损、维护少、不受泥沙等影响；
- √ 全天候工作，不受温度影响，抗干扰能力强
- √ 测量运行和休眠模式相结合，节能降耗

- √ 多种接口方式提供，便于接入平台系统
- √ IP67 防水设计，适用各种野外环境
- √ 外观小巧紧凑，超高性价比
- √ 安装简单，土建量少

1.3 工作条件

推荐工作电压范围	7V – 28V DC
推荐工作温度范围	-40° - +85°

1.4 技术指标

技术指标如表 1 所示。

表 1 产品技术参数表

名 称	说 明
测量范围	0.4~7 米, 0.4~40 米(其他可定制)
测量精度	≤±1cm
分辨力	4mm
测量时间	300 ~ 20000ms
测量间隔	0~30000s
数据格式	9600, n, 8, 1
通信接口	RS-485/ RS-232 / 4-20mA 电流环
通讯协议	自定义 ASCII/MODBUS
天线样式	平面微带阵列天线, 11°× 11°
发射频率	24.005 ~ 24.245GHz
工作电压	+7~28V DC

工作电流	工作模式, 工作电流 $\leq 150\text{mA}@12\text{V}$ 低功耗(休眠)模式, 工作电流 $\leq 1\text{mA}@12\text{V}$
工作温度	-40~60°C
防护等级	IP66
尺寸($l \times w \times h$)	110×110×43 (mm)
外壳材料	前盖赛钢(白), 后盖铝合金(黑)

1.5 应用场景

- √ 江河、湖泊、水库等水文测量
- √ 河道、灌渠、防汛等水位监测
- √ 城市防洪、内涝等监控
- √ 山区暴雨性洪水监测等



图 1-2 安装效果图

1.6 尺寸信息

本产品外观尺寸如图 1-3 所示。

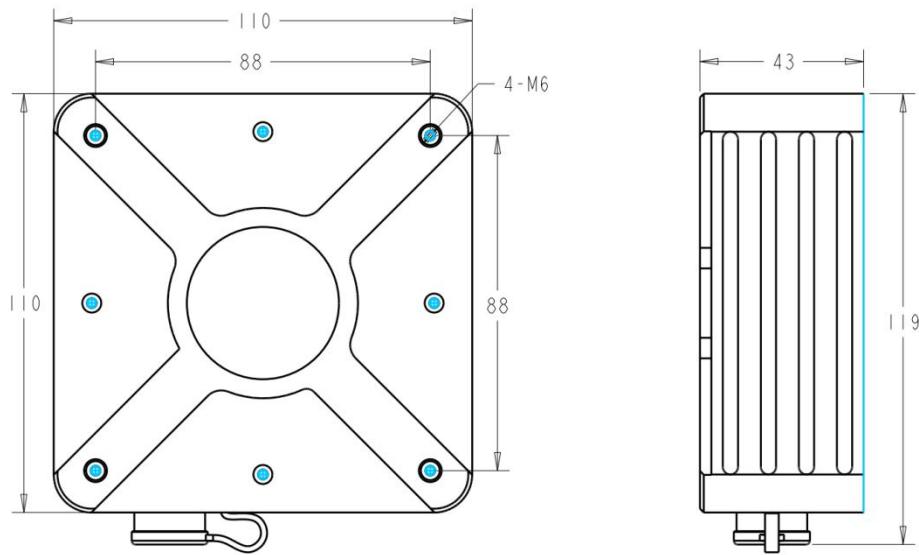


图 1-3 雷达水位计尺寸和孔位（单位 mm）

2 开机测试

2.1 出厂配置

水位计出厂装箱清单如表 2-1:

名称	数量	单位
雷达水位计 LX-LL-RD-XXX	1	台
万向轴支架	1	组
七芯信号控制线	1	条
螺丝、工具包	1	袋
产品操作手册	1	本
保修卡	1	张

设备到货时,请先依照配件表检查盒中配件是否齐全,如若有缺少,请及时联系公司补寄配件。

流速仪出厂通讯及工作模式如表 2-2:

参数名称	参数值	单位
通讯接口	RS485	无
波特率	9600	无
设备地址	1	无
通讯协议	MODBUS	无
工作模式	查询上报	无
最小量程	400	mm
最大量程	40000	mm

2.2 接口定义

雷达水位计与通讯线的硬件连接器选用的是七芯航空插头。设备端安装的是七芯航空插座的母座,使用时将母座上套着的保护套拨开,接线端采用航空防水连接器如图 2-1 所示。



图 2.1 航空插座



图 2.2 航空防水连接器

航空插头插入的时候两部分的红点要对齐，如图 2-3 中标记 3 所示的地方，同时拿住标记 1 所示的地方用力插入，听到啪的一声响即可插好。拔掉的时候，手拿住标记 2 所示的地方向外拔即可拔掉。

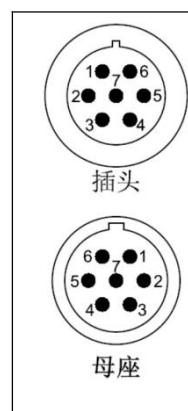


图 2.3 连接器实物图

表 2 接口各引脚功能说明



图 2.4 接口实物图



序号	颜色	定义	备注
1	橙	RS-232_TX	232 通信发送
2	黄	RS-485_A	485 通信 A 端
3	红	VIN	电源输入正极
4	黑	GND	电源输入负极
5	蓝	RS-485_B	485 通信 B 端
6	棕	RS-232_RX	232 通信接收
7	绿	4-20mA	4-20mA 输出

如表 2 及图 2-4 所示，红色线为电源正极输入，黑色线为电源和串口共用地线，黄色线为 RS485 正极，蓝色线为 RS485 负极，橙色线为 RS232 输出接口，棕色线为 RS232 输入接口。绿色线为 I_{OUT}(4~20mA)正极。

RS232 通信接口最大传输距离约为 15m；RS485 接口最大传输距离约为 1200m。

2.3 连接测试

设备出厂为 RS485 连线，所以按照 RS485 通讯连线以及电源线接好，同时通过转换器将线接到电脑端。连接示意图如下

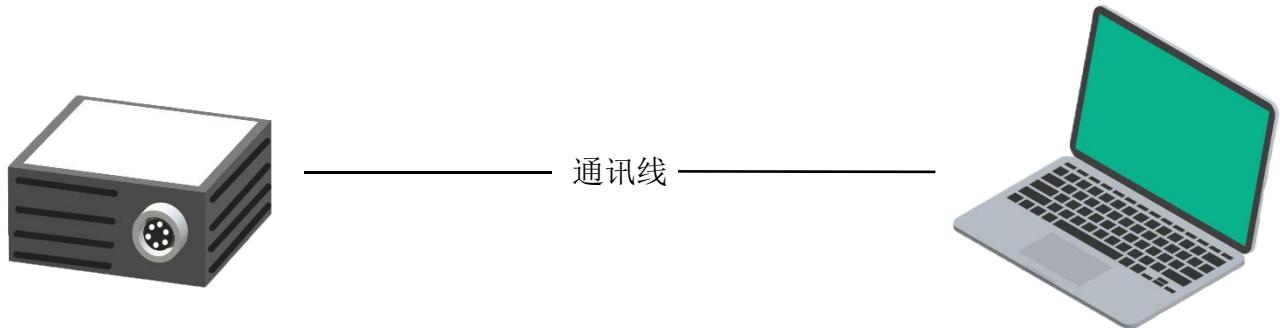


图 2-5 连接示意图

出货产品如没有特殊要求，一般默认设置为 MODBUS 协议。通讯接口设置为 RS-485 传输。

首先按照上述接口定义正确连线，

第二步，使用 485 转串口线将设备连接到电脑，

第三步，将设备天线面跟墙面或白板面保持水平，

第四步，打开串口助手，进行设备正常工作检查。

串口助手设置为 9600, n, 8, 1

第五步，在串口发送框发送指令 01 03 00 01 00 01 D5 CA

注意选择 HEX 格式发送

水位计返回一个 01 03 02 XX XX YY YY(XX 为十六进制距离信息，YY 为校验码)，换算之后和标准值(激光测量值)对比，判断水位计工作是否正常。

3 安装

3.1 环境选择及干扰

水位测量值的准确性与测试环境有直接关系，为得到较好的水位结果，水位测量区域需满足如下条件：

1. 水面宽敞能够使雷达全部照射到水面。
2. 测量面相对平整。
3. 测量面若有其他高低不平的物体，会导致测量数据跳变

3.2 安装注意事项

- 须保持水位计探测平面与水平面平行，安装时可借用水平仪。
- 安装高度须位于产品有效测量范围内 0.4~20m 或 0.4m~40m。
- 在选取产品安装点时，须注意确保雷达波全部覆盖到水面。应避免在低水位、河床淤积等情况下，大部分雷达波覆盖到河岸地面导致测量值错误，可参考表 3 雷达波束投影和测量距离的关系。
- 安装时可借助桥梁、涵洞等建筑设施。（例如：安装于大桥横梁处）；或构建悬臂等辅助设施，以支撑水位计。

当设备应用现场环境存在漂浮物、泡沫、垃圾、波浪较大等复杂水环境；为提高数据稳定性和可靠性，建议打开跟随模式和滑动平均开关，另外测量时间尽量延长。

表 3 雷达波束投影与支撑杆的距离(波速半径)和最大量程的关系

测量距离 (单位: m)	波束半径 (单位: m)
1	0.096
2	0.192
3	0.288
4	0.384
5	0.480
6	0.576
7	0.672
8	0.768
9	0.864
10	0.960

3.3 安装方式

请参照图 3-1，采用支架进行安装。万向节支架随产品配套提供。



图 3-1 现场安装图

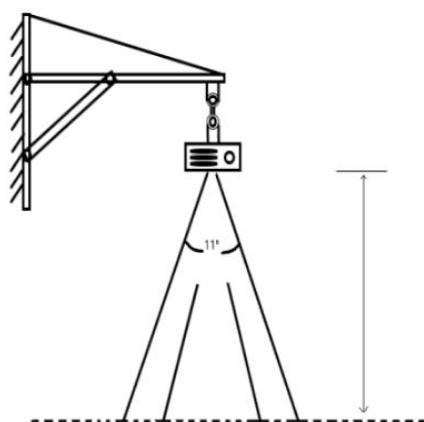


图 3-2 推荐安装方式图

4 设置

4.1 设置说明

- 水位计的通讯接口分别有：RS485，RS232，4-20mA，出厂默认为RS485通讯接口，用户也可以根据自己需求设定自己想要的通讯方式。通讯接口不同，对本章内容无影响。
- 流速计的通讯协议分为ASCII码和MODBUS的十六进制方式，本章将会将这两种方式分开示例。
- 流速计的工作模式分为连续上报模式，间隔上报模式，休眠查询上报模式。在间隔上报模式和休眠上报模式是针对低功耗的工作模式，发送指令时需要将指令重复发送两次，其中以回车分隔如下方例子。**本章所有设置设定在连续工作模式条件下。**

ASCII 例：

指令<回车>

指令<回车>

MODBUS 例：

FDFDFDFDFDFD 指令

- ASCII 通讯协议指令格式：**ASCII 通讯协议指令格式：命令头，命令号，命令参数之间需加空格隔开**

	帧头	命令号	地址	命令参数	命令尾
ASCII	#	XXX	A	XXX	(回车)
16 进制	0X23	--	--	--	0X0D 0X0A

- MODBUS 通讯协议指令格式：

起始	设备地址	功能代码	数据	CRC 校验	结束
T1-T2-T3-T4	8Bit	8Bit	N 个 8Bit	16Bit	T1-T2-T3-T4
响应		说明			
01 83 01 80 F0		功能码出错			
01 83 02 C0 F1		寄存器地址出错			
01 83 03 01 31		寄存器数量或数值出错			
01 83 04 40 F3		CRC 校验出错			

FF 为公共地址 **03** 为查询功能码，**06** 为设置功能码

- 指令详细列表分别在协议代码。
- 若需要其他设置方法，请联系本公司。

4.2 水位计输出模式设置

水位计输出测量值分为空高和水深

空高：仪器表面到水面的距离

水深：水底到水面的距离

出厂默认输出空高

输出模式参数：0: 输出空高 1: 输出水深

MODBUS 协议也可直接查询，但同样前提是需要设置量程。

4.2.1 MODBUS 查询水深

1. 以 16 进制格式发送：01 03 00 43 00 02 35 DF (单位 cm)

01 03 00 44 00 02 84 1E (单位 mm)

2. 以 16 进制格式查看返回数据。

4.2.2 MODBUS 协议设置输出模式为水深

1. 设置输出模式为水深以 16 进制格式发送：01 06 00 3F 00 01 78 06

2. 以 16 进制查看响应：01 06 00 3F 00 01 78 06

3. 设置最大测量距离为河底到仪器的距离，设置方法在 4.3

4.2.3 ASCII 协议设置输出模式为水深

1. 设置输出模式为水深以 ASCII 格式发送：# 205 1 1<回车>

2. 以 ASCII 格式查看响应：Y (成功) N (失败)

3. 设置最大测量距离为河底到仪器的距离，设置方法在 4.3

4.3 设置最大测量距离

出厂默认最大测量距离为 4000cm

4.3.1 MODBUS 协议设置最大测量距离为 700cm

1. 设置输出模式为水深以 16 进制格式发送：01 06 00 07 1B 58 33 01

2. 以 16 进制查看响应：01 06 00 07 1B 58 33 01

3. 设置最大测量距离为 700cm。

4.3.2 ASCII 协议设置最大测量距离

1. 设置输出模式为水深以 ASCII 格式发送：# 109 1 7000<回车>

2. 以 ASCII 格式查看响应：Y (成功) N (失败)

3. 设置最大测量距离为 7000cm。

4.4 水位计测量查询

4.4.1 MODBUS 协议水位查询

1. 以 16 进制格式发送: 01 03 00 01 00 01 D5 CA
2. 以 16 进制查看响应: 01 03 02 0B 99 7F 1E
3. 返回结果为 2.969m

4.4.2 ASCII 协议水位查询

1. 以 ASCII 格式发送: # 300 1 0<回车>
2. 以 ASCII 格式查看响应测量值。

4.5 通讯接口设置

通讯接口参数定义: 2 (RS232) , 3 (RS485)

4.5.1 MODBUS 协议设置接口为 RS232

1. 以 16 进制格式发送: 01 06 00 0A 00 02 28 09
2. 以 16 进制查看响应是否和发送指令相同: 01 06 00 0A 00 02 28 09 (成功)
3. 将接口按照 RS232 连接。

4.5.2 ASCII 协议设置接口为 RS232

1. 以 ASCII 格式发送: # 101 1 2<回车>
2. 以 ASCII 格式查看响应: Y (成功) N (失败)
3. 若成功, 将接口按照 RS232 连接

4.6 波特率设置为 115200

MODBUS 协议波特率参数: 想要设置的波特率除以 100, 例如: 115200, 参数为 1152

4.6.1 MODBUS 协议设置接口波特率为 115200

1. 以 16 进制格式发送: 01 06 00 0B 04 80 FB 68

2. 以 16 进制查看响应是否和发送指令相同: 01 06 00 0B 04 80 FB 68 (成功)
3. 将串口波特率设置为 115200 再次连接。

4.6.2ASCII 协议设置接口波特率为 115200

1. 以 ASCII 格式发送: # 102 1 1152<回车>。
2. 以 ASCII 格式查看响应: Y (成功) N (失败)。
3. 若成功, 将串口波特率设置为 115200 再次连接。

4.7 将通讯协议切换

通讯协议参数: 1: ASCII 协议, 2: MODBUS-RTU。

4.7.1MODBUS 协议转换为 ASCII 协议

1. 以 16 进制格式发送: 01 06 00 15 00 01 59 CE
2. 以 16 进制查看响应是否和发送指令相同: 01 06 00 15 00 01 59 CE (成功)
3. 将接受格式转为 ASCII 格式。

4.7.2ASCII 协议转换为 MODBUS 协议

1. 以 ASCII 格式发送: # 112 1 2<回车>。
2. 以 ASCII 格式查看响应: Y (成功) N (失败)。
3. 若成功, 将串口上位机配置接受和发送格式转为 16 进制。

4.8 测量时间设定

测量时间流速计测量计算的时间, 时间越长, 误差越小, 参数范围 (50-20000ms)

4.8.1MODBUS 协议设置测量时间为 10s

1. 以 16 进制格式发送: 01 06 00 0F 27 10 A3 F5
2. 以 16 进制查看响应是否和发送指令相同: 01 06 00 0F 27 10 A3 F5 (成功)
3. 测量时间设置为 10s。

4.8.2ASCII 协议设置测量时间为 10s

1. 以 ASCII 格式发送: # 105 1 10000<回车>。
2. 以 ASCII 格式查看响应: Y (成功) N (失败)。
3. 若成功, 测量时间设置为 10s。

4.9 地址设定及查询

地址设定范围为 1-253, 254 为 ASCII 公共查询地址, 255(FF) 为 MODBUS 广播地址

4.9.1 MODBUS 协议地址查询

1. 以 16 进制格式发送: FF 03 00 04 00 01 D0 15
2. 以 16 进制查看响应: FF 03 04 00 01 B0 51 (成功)
3. 地址为 1。

4.9.2 将 MODBUS 协议地址设置为 2

1. 以 16 进制格式发送: 01 06 00 04 00 02 49 CA
2. 以 16 进制查看响应是否和发送指令相同: 01 06 00 04 00 02 49 CA (成功)
3. MODBUS 协议地址设置为 2。

4.9.3 ASCII 协议地址查询

1. 以 ASCII 格式发送: # 200 254 100<回车>。
2. 以 ASCII 格式查看响应地址。

4.9.4 ASCII 协议地址设置为 2

1. 以 ASCII 格式发送: # 100 1 2<回车>。
2. 以 ASCII 格式查看响应: Y (成功) N (失败)。
3. 若成功, 地址设置为 2。

5 协议代码

5.1 MODBUS 协议

5.1.1 雷达水位计寄存器变量状态表

[基地址： 0001(0x0001)] U16: 无符号 16 位整型 S16: 有符号 16 位整型

序号	变量	参数范围	参数说明	格式	类型	寄存器地址(HEX)
1.	水位		m	U16	只读	00 01
2.	设备地址		1-FE FF 为广播地址	U16	读写	00 04
3.	校正系数 B	-30000-30000	实际系数*1000	S16	读写	00 06
4.	测量最小距离	0-4000	单位: cm	U16	读写	00 07
5.	测量最大距离	400-4000	单位: cm	U16	读写	00 08
6.	软件版本		无	U16	只读	00 09
7.	串口类型	1-3	1:RS485&RS232 2:RS232 3:RS485	U16	读写	00 0A
8.	串口波特率	12、48、96、 144、192、384、 560、576、 1152、1280、 2560	波特率为对应参数值乘 100	U16	读写	00 0B
9.	测量时间	300-20000	单位: ms	U16	读写	00 0F
10.	间隔时间	1-30000	单位: s	U16	读写	00 10
11.	工作模式	1-3	1: 连续工作 2: 间隔工作 3: 查询工作	U16	读写	00 11
12.	4-20mA 模拟接口 控制	0-1	0: 关闭 1: 开启	U16	读写	00 12
13.	协议	1-2	1: 自定义协议 ascii 码 2: modbus 协议	U16	读写	00 15
14.	校正系数 K	1-10000	实际系数*1000	U16	读写	00 16
15.	4mA 修正	0-4095	暂时未使用	U16	读写	00 17
16.	20mA 修正	0-4095	暂时未使用	U16	读写	00 18
17.	水位空高	0-60000	单位: mm,暂时未使用	U16	读写	00 1A
18.	4-20mA 输出属性	1-2	1: 电流与距离成正比 2: 电流与距离成反比	U16	读写	00 1B
19.	雷达带宽	50-2000	单位:MHz	U16	读写	00 1C
20.	测量数据返回模 式	1-2	1: 立即返回 2: 等待测量完成后返回	U16	读写	00 24

21.	信号处理 SNR 阈值	0-50000		U16	读写	00 32
22.	加窗数据模式	1-2	1: iqiq 2: iiqq	U16	读写	00 35
23.	滑动平均控制输出	0-1	0: 关闭 1: 开启	U16	读写	00 36
24.	滑动平均数目	1-100		U16	读写	00 37
25.	数据跟随模式控制	0-1	0: 关闭 1: 开启	U16	读写	00 38
26.	数据保持次数	0-30000	次数	U16	读写	00 39
27.	数据跟随阈值	0-30000	单位: mm	U16	读写	00 3A
28.	出厂设置复位	0			只写	00 3D

示例:

5.2 ASCII 码通讯协议报文

5.2.1 指令表格

命令说明	命令号	参数	默认值
查询水位	300	0, 1	0
版本查询	201	1	
参数查询	200	命令号	
地址	100	1-253 254 位公共查询地址	1
通讯方式	101	1: RS232&RS485 2: RS232 3: RS485	1
波特率	102	12、48、96、144、192、 384、560、576、1152、 1280、2560	96
雷达测量时间	105	300-20000	5000
雷达间隔时间	106	1-30000 (s)	1
工作模式	107	1: 连续工作 2: 间隔工作 3: 查询工作	1
最小测量距离	108	0-4000	40
最大测量距离	109	400-4000	4000
4-20mA 接口控制	110	0: 关闭 1: 开启	0

协议选择	112	1: 自定义协议 ASCII 2: modbus 协议	1
4-20mA 接口输出属性	118	1: 电流与距离成正比 2: 电流与距离成反比	1
测量数据返回模式	119	1: 立即返回 2: 等待测量完成后返回	1
测量数据自动输出控制	120	0: 自动输出关闭 1: 自动输出开启	1
重置	301	0	
升级	302	0: 退出升级模式 2017: 串口升级模式	

6 Q&A

Q: 上位机没有接受到任何数值？

A: 1) 请检查电源是否输入正确，电压是否过低，接入电源是否为直流，确认后请重新上电；
2) 串口号和串口波特率是否设置正确；
3) 雷达水位计电气接口是否为 RS485，连接计算机是否有 RS485 转 RS232 转换器；并且检查 RS485 AB 两线是否接反；并确认通信转换线缆没有故障；
4) 通讯协议是否按说明操作，检查通信地址是否正确，检查确认指令没有出错，重新上电，如果仍然不能正常通信，可能线路或仪器出现故障；
5) 低功耗模式下，雷达水位计处于低功耗状态，需传感器唤醒后才能进行测量运算。

Q: 测量值跳变较大且频繁发生跳变？

A: 1) 请检查电源电压是否过低；
2) 测量范围是否存在障碍物；
3) 安装位置是否固定，安装雷达水位计平面是否平行于测量水面；
4) 可适当设置跳变抑制，参考参数设置。

Q: 为何测量值一直为零？

A: 1) 请检查雷达传感器是否对准测量目标；
2) 请确认测量距离是否小于设置最小量程；
3) 请检查雷达波束范围内是否存在障碍物。

Q: 测量误差较大？

A: 1) 室内狭窄空间测试，因多径反射引起；
2) 反射平板是否平整。