

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发的一款非接触式水(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	$-40 \sim 60^{\circ}\text{C}$
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。

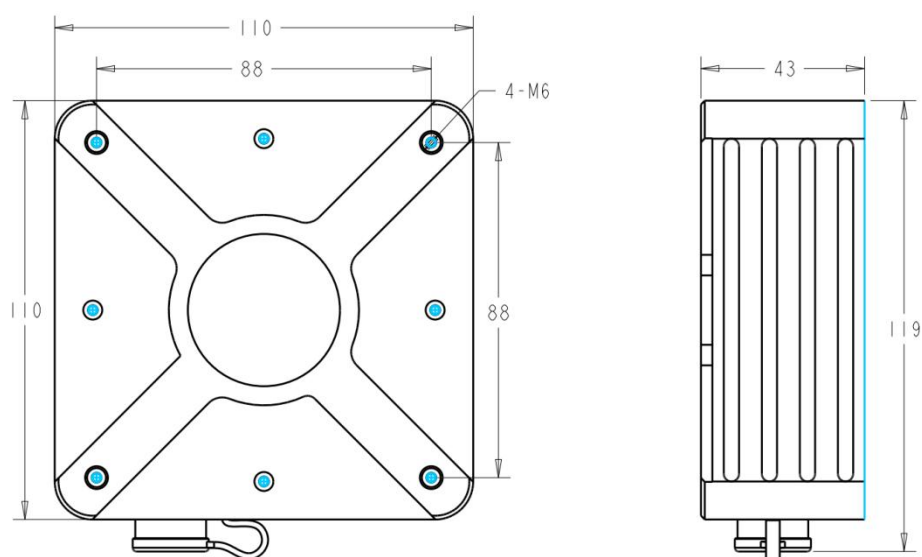


图 1-3 雷达水位计尺寸和孔位（单位 mm）

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

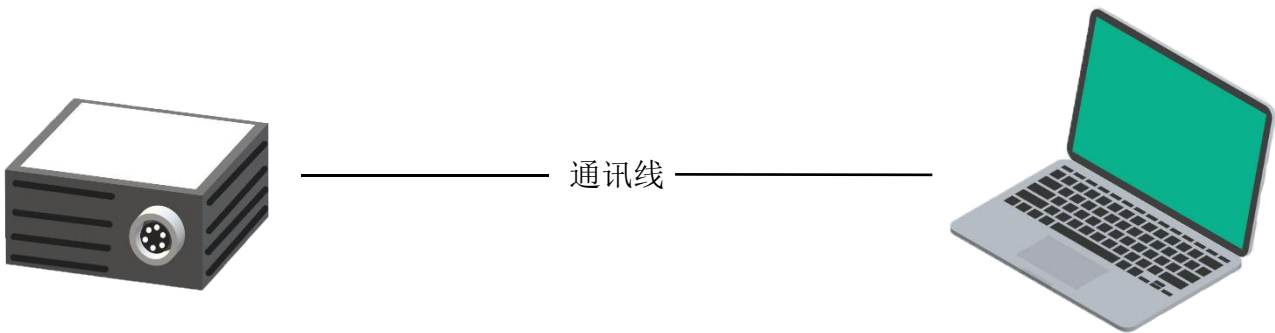


图 2-5 连接示意图

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

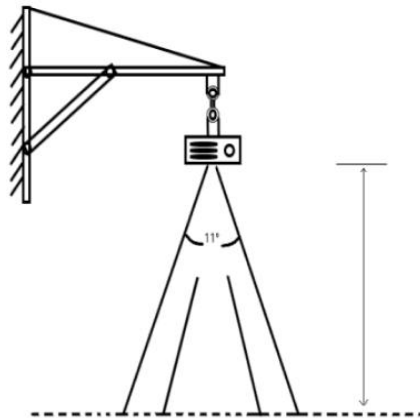


图 3-2 推荐安装方式图

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，其中以回车分开如下方例子。**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。

4.6.2 ASCII 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。

4.7.1 MODBUS 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。

4.7.2 ASCII 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）

4.8.1 MODBUS 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。

4.8.2 ASCII 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。