

# 中国上海青浦遥测数据异常的故障分析及排除

宋成玮

上海市青浦区水文勘测队，中国·上海 201700

**摘要：**为推进水文现代化建设，提供准确科学水文信息，上海青浦建设有 131 个遥测站，自动监测区域的水雨情信息，为防汛工作提供基础数据支撑。论文介绍了上海青浦遥测站的基本情况及设备概况等，并结合工作实践，分析了遥测数据出现异常的常见故障原因和排除方法，总结了上海青浦遥测站现状存在的问题，提出了合理建议。

**关键词：**上海青浦；遥测站；数据异常；故障分析；故障排除

## Fault Analysis and Troubleshooting of Abnormal Telemetry Data in Qingpu, Shanghai, China

Chengwei Song

Shanghai Qingpu District Hydrological Survey Team, Shanghai, 201700, China

**Abstract:** In order to promote the modernization of hydrology and provide accurate and scientific hydrological information, there are 131 telemetry stations built in Qingpu, Shanghai, which automatically monitor the water and rainfall information in the area and provide basic data support for flood control work. The paper introduces the basic situation and equipment overview of Shanghai Qingpu telemetry station, and analyzes the common causes and troubleshooting methods of abnormal telemetry data based on work practice. It summarizes the problems existing in the current situation of Shanghai Qingpu telemetry station and puts forward reasonable suggestions.

**Keywords:** Qingpu, Shanghai; telemetry station; data abnormality; fault analysis; troubleshooting

## 1 遥测站概况

### 1.1 测站概况

中国上海市青浦区水情遥测站始建于 2009 年，作为青浦区水情自动测报系统的主要组成部分，主要为区域防汛、抗旱、水资源调度、水利规划等提供水情、雨情实时数据。青浦区水文勘测队下辖水文遥测站点共 131 个，按测站等级分为：市级防汛站 41 个，区级防汛站 90 个，其中水位监测站点 129 个、雨量监测站点 61 个。遥测站建设地点为各乡镇各水利排涝站或泵站内，涉及道路以村级道路为主。设计采用太阳能供电的小型化建站模式，以 GPRS 为主信道、CDMA 为备用信道的通信模式传输水情实时数据，监测频率为 5 分钟 / 次。遥测站分布见图 1。

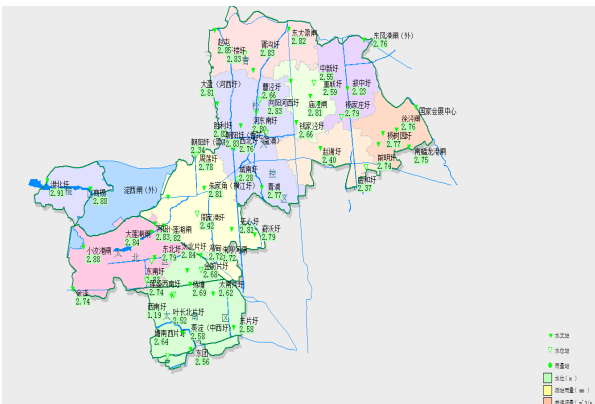


图 1 青浦区遥测站点分布图

### 1.2 设施设备

青浦遥测站主要包含采集模块、通信模块、传感器模块以及供电等模块。相对应设备为 ACS500 数据采集器 (RTU)，宏电 H7710 4G DTU，雨量计、水位计等传感器，太阳能电池板、充电控制器 (ACS-SR) 和蓄电池。

#### 1.2.1 ACS500 数据采集器 (RTU)

遥测站数据采用 ACS500 数据采集器 (RTU)。ACS500 传感器接口有一个 SDI-12 接口、一个 RS-485 接口和一个单 / 双簧管雨量计接口可以方便地接入雨量计等传感器，目前可同时接入 16 个传感器。ACS500 具有强大的数据存储功能，除了自带的 4MB-FLASH 存储历史数据外，还具有 SD 卡接口，可以接入大容量 SD 卡，实现现场提取历史数据、扩展数据存储空间的功能；ACS500 具有强大的远程通信能力，四个 RS-232 接口可同时提供 3 信道远程通信服务 (包括各信道之间数据交换或转发服务) 和 1 信道本地通信服务。

#### 1.2.2 宏电 H7710 4G DTU

为满足遥测站 4G 通信及遥测终端单点数据补传及招测要求，遥测站采用宏电 H7710 4G DTU，它是基于网络的无线 DDN (Digital Data Network) 数据通信设备，让采集终端设备和采集平台中心搭建起一条无线通信链路，通信功耗使用的大小受到网络信号强度的影响。

#### 1.2.3 雨量计

雨量计采用南水 JDZ05-1 双簧翻斗式雨量计。双簧雨量计优点在于稳定性，抗干扰能力比单簧雨量计强。

JDZ05-1 翻斗式雨量计用于观测自然界降雨量, 具有独特的设计结构, 能够抵御 40m/s 的风力, 这种抗风结构可极大的降低翻斗产生误动作的概率。

#### 1.2.4 水位计

遥测站点采用 WFH-2A 型浮子水位计, 由编码器、浮子、水位轮、传动钢丝绳、平衡锤等组成<sup>[1]</sup>, 浮子式水位计适用于配备专用静水测井的水位测站, 要求测验河段岸坡稳定, 冲淤很小的河床。它技术成熟、稳定、可靠, 但建设投资较大。个别遥测站点采用 VEGA 雷达水位计, 是一款非接触式设备, 测量时无机械磨损, 不受温度梯度、水中污染物以及沉淀物的影响, 技术成熟、测量精度高、使用寿命长, 不需要建设任何水工设施, 投资小, 后期维护简单方便<sup>[2]</sup>。

#### 1.2.5 供电设施

遥测站供电通过壁挂式或者一体式太阳能板将接收的太阳辐射能量直接转换成电能供给负载, 并将多余能量经过充电控制器转换后以化学能的形式储存在蓄电池中供夜间及阴雨天气使用<sup>[3]</sup>。

## 2 遥测数据异常的故障分析及排除

青浦水情分中心架设数据接收采集平台, 接收遥测站发送的水情数据; 搭建水情系统数据库, 用于存储和管理水情数据; 建立水情业务应用系统, 用于查询、检索和分析水情数据, 利用青浦水情分中心可以查询遥测数据, 对遥测站常见故障进行分析并予以排除<sup>[4]</sup>。

### 2.1 水位数据异常

青浦区遥测站水位数据异常现象有水位跳固定值 27.3, 数据停报, 水位平线, 水位计读数与水尺误差大于 2cm 等。

#### 2.1.1 水位跳固定值 27.3

水位跳固定值 27.3 因水位编码器计数表固定螺钉松动, 引起编码器运行及记录失常, 或因水位适配器 (DI) 故障导致水位测量结果频繁大幅度跳跃失真, 应检查水位编码器及水位适配器, 确定损坏部件并予以更换。

#### 2.1.2 水位数据停报

水位数据停报并显示“-1000”, 可能原因较多, 首先须借助线缆连通检查、供电检查等方式排查设备线缆故障。对于因水位计传输线缆裸露损坏或断裂导致的信号传输中断的情况, 应先重新连接线缆并做简易防护, 水位数据传输恢复正常后依据线缆的损坏情况确定是否更换部分或全部传输线缆, 更换线缆后重新布设或更新 PVC 护管。对于因水位计航空线缆损毁或航空插头松动导致信号传输失败的情况, 须判断航空线缆是否能继续使用, 遇断线或插口断针须予以更换。对于水位适配器供电中断故障, 应查找故障源, 水位适配器正极供电一般来源于数据采集仪 12Vs 输出, 当确定省电模式的 12Vs 输出故障后可选择由数据采集仪 12V 输出代替, 从而恢复水位适配器供电。对于水位适配器自身故障导致的测量中止, 应更换水位适配器。

#### 2.1.3 水位平线

水位计产生平线的原因可能是浮子卡住水位井内壁、水位计钢丝长度选择错误导致重锤着底或卡住水位盘, 引起浮子水位计水位测量停滞, 水位维持平线。对于水位计浮子卡住的情况, 可适当调整平移水位计安装位置, 使水位计浮子无法触碰水位井筒内壁。对于钢丝长度选取错误导致的水位测量停滞, 应依据水位点的最高、最低水位计算钢丝长度并重新安装, 使其覆盖特征水位的同时避免重锤着底或过于接近水位盘。

#### 2.1.4 水位计与水尺读数相差大于 2cm

当水位计与水尺读数相差大于 2cm, 分析可能的故障有水尺故障、井筒故障、钢丝绳老化损坏、水位适配器故障。

水尺故障: ①水尺槽钢是否发生脱落、变形、损毁的情况, 如发生应重新安装脱落但未变形槽钢、拆除已损槽钢及安装同规格槽钢、重新安装水尺面板。②水尺面板缺失、刮花、字迹损坏无法辨别的情况, 应更换已损坏无法辨别的水尺面板, 补齐缺失的水尺面板。③水尺面板衔接处切向移位, 导致水尺面板部分重叠, 水位读数失真的情况, 应重新安装移位水尺面板, 并对衔接处进行压紧固定。

井筒故障: ①井筒损坏, 受外力冲击发生倾斜、移位、损毁, 应评估水位井筒受损情况, 经检查发生倾斜、移位水位井筒可以扶正或复位的, 进行施工修复并采取加固措施重新固定水位井筒。当水位井筒经评估无法恢复原位或井筒已损毁必须更换时, 须重新制作安装水位井筒, 对于因船只撞击导致水位井筒变形损坏的情况, 必须在重新安装井筒的同时在井筒外侧修复或新装保护框。②井筒淤积, 浮子水位计水位测量失真, 应向已淤积或水位变化不畅的井筒内灌水, 然后将泥浆泵置于井筒底部, 所选泥浆泵的扬程应符合井筒深度和排口位置的要求, 借助泥浆泵的绞力及吸力将井筒内积淤泥沙排出, 反复进行灌水及排泥作业直至井筒内泥沙排尽。对于虹吸水位井, 除进行井筒内清淤排泥外, 还须检查进水管口位置, 进水管位置过低时重新布设并固定进水管。

钢丝绳老化损坏: 更换水位计钢丝, 更换前须按水位点的最高、最低水位计算确定钢丝长度, 确保水位计能测量最高、最低水位的同时重锤不着底或过于接近水位盘, 更新的钢丝绳安装方向须正确, 否则会导致水位反向计算。

水位适配器 (DI) 故障: 更换水位适配器 (DI)。

### 2.2 雨量数据异常

青浦区遥测站雨量数据异常的现象有雨量值偏小、雨量值偏大、雨量停报。

#### 2.2.1 雨量值偏小

遥测站雨量比实际雨量偏小可能因雨量筒过滤网堵塞、翻斗卡死、翻斗部件不平、干簧管损坏等原因导致。若为雨量筒过滤网堵塞, 应首先清理雨量筒内的枯枝叶、沉积物等杂质, 随后使用微型试管刷清洁过滤网内蛛网等阻塞物, 使

雨量筒及过滤网保持洁净。若为雨量计翻斗部件卡死时，应略微调整雨量计漏斗位置，避免翻斗与漏斗触碰。若翻斗出现半边漏水现象时，须实施注水实验，过程中仔细观察翻斗是否存在翻斗水量接近翻斗口后才翻转的情况，如存在此现象说明翻斗部件不平衡，翻斗晚翻从而导致雨量记录偏小，此时可通过调节雨量计翻斗平衡螺丝恢复翻斗平衡，调节效果必须再次借助注水实验验证，如注水实验的结果误差较大，雨量计翻斗平衡螺丝无法调节或调节失败，则须更换雨量计，更换雨量计后必须立即进行注水实验。若雨量计翻斗经过磁钢时信号未记数或少记数时，说明干簧管不灵敏或损坏，此时应略微调节磁钢位置，如无效则须更换雨量计，更换雨量计后必须立即进行注水实验。

### 2.2.2 雨量值偏大

遥测站雨量比实际雨量偏大可能因雨量计不平整、翻斗内沉积物堆积、翻斗磁钢过于靠近干簧管、雨量计老化系统误差增大等原因导致。当发现雨量计器口不平整时，须通过调节雨量计圆水泡及雨量筒安装螺栓调平雨量计器口。当发现雨量计翻斗内沉积物堆积引起翻斗早翻，导致雨量记录偏大时，须使用试管刷清洁雨量计两侧翻斗，清洁一侧翻斗的过程中须按住另一侧翻斗使其不发生位移，避免产生多余人工雨量。当发现雨量计翻斗磁钢过于靠近干簧管时，须调整磁钢位置，使其与干簧管保持适当距离。如果雨量计安装时间较长，经注水实验表明雨量记录显著偏大，说明雨量计老化系统误差增大，雨量计已达到使用寿命，须更换雨量计，更换雨量计后必须立即进行注水实验。

### 2.2.3 雨量停报

雨量采集数据停报可能因雨量计传输线缆损毁或中断、雨量计干簧管老化失效、雨量计翻斗磁钢距离干簧管过远等原因导致。对于因雨量计传输线缆裸露损坏或断裂导致的信号传输中断的情况，应先重新连接线缆并做简易防护，令雨量数据传输恢复正常，其后依据线缆的损坏情况确定是否更换部分或全部传输线缆，更换线缆后重新布设或更新 PVC 护管。测试检查干簧管有效性，断开雨量计防雷板与雨量传输线的连接，将万用表测量方式调到蜂鸣档，表笔连接到干簧管两端，用手翻动翻斗，每翻动一次翻斗应听到万用表的一次蜂鸣声，否则可判断干簧管已老化损坏，须更换雨量计干簧管。当发现雨量计磁钢距离干簧管过远，导致干簧管无响应，雨量测量中止时，须调整磁钢位置，使其与干簧管保持适当距离。

## 2.3 系统数据异常

青浦遥测站发生系统数据异常，水位、雨量数据全部停报，分析可能故障原因包括数据采集器（RTU）故障，数据传输单元（DTU）故障、供电模块故障。

数据采集器（RTU）故障包括：①笔记本电脑无法连接数据采集器（RTU），应检查数据采集仪 COM4 接口端

子或网线转换口、数据转换线或网线、笔记本电脑 RS232 端口位置及驱动，如均正常说明 RTU 已损坏，须进行更换，更换 RTU 必须设置站号、采集目标参数并刷新设备时间。② RTU 工作异常，监测水位雨量数据无法上报，监测信息时间不正确，应笔记本电脑连接网络，更新电脑时间与 Internet 时间保持一致，连接 RTU 后利用笔记本电脑时间刷新 RTU 的仪器时钟。

数据传输单元（DTU）故障包括：①笔记本电脑无法连接数据传输单元（DTU），应检查数据传输单元（DTU）接口端子、数据转换线、笔记本电脑 RS232 端口位置及驱动，如均正常说明 DTU 已损坏，须进行更换，更换 DTU 必须设置 SIM 卡号、波特率、中心站 IP 地址。② DTU 工作异常，无法上报数据，中心站监测显示 DTU 不在线，应更换数据传输单元（DTU）。

供电模块故障包括太阳能板损坏、蓄电池老化、充电电压过高。正常运行状态下晴天太阳能板输入电压应大于 14V，否则应更换太阳能电池板。当蓄电池电压 < 11V，应更换蓄电池。充电控制器（SR）的太阳能板输入电压 ≤ 24V，充电控制器输出电压 ≤ 14.2V，如发现输出电压过高，说明充电控制器已损坏，将对蓄电池充电产生不利影响，应更换充电控制器。

## 3 存在问题及建议

### 3.1 存在问题

通过对青浦遥测站点投入使用现状分析，主要存在以下问题：

- ①部分站点信号差，数据经常出现缺失，断断续续的情况。
- ②部分站点受水闸树木影响太阳能板受遮挡。
- ③部分站点施工影响监测数据的准确性。
- ④遥测站安装雷达水位计后雨量受到影响，时有时无。
- ⑤遥测站网不够完善，不能满足水灾害防御、水资源管理的新需求。一是水利片区水情站点不足，太南片水位变幅较大且各区域独立不畅，现有水情监测站点不能满足防汛需求。二是圩区水文水情站点不足，对排涝控制面积大于 1000 亩的圩区尚未实现遥测站点全覆盖。三是重要城镇区域水情站点不足，重要的商业生活区尚未实现遥测站点全覆盖。

### 3.2 建议

- ①对信号差的站点加装定时开关定时重启设备。
- ②加强与水闸沟通，定期修剪树木。
- ③树立遥测站点保护标识标牌，协调施工，采取措施降低施工对数据质量的影响。
- ④雷达水位计与雨量计同时接入 RTU 时不经过机柜接线端子，雨量线、水位计线直接接入 RTU，避免雷达水位计对雨量计的干扰。

⑤优化水文站网,进一步补充完善防汛水情监测站网,在太南片、控制面积为 1000 亩以上及重要圩区、重要的商业生活区新增水情遥测站点。

#### 4 结语

上海青浦遥测站可以起到“哨兵”“耳目”“参谋”的作用关键在于监测的水文数据要具有准确性、时效性,通过探讨遥测站异常数据的故障原因及排除方法,更好地指导水文工作,为构建布局合理、功能完善的水文站网体系,技术先进、智能立体的水文感知体系打下坚实的基础,更高质量服务于区域水灾害防御、水资源管理、水环境治理、水生态保护与幸福河湖建设,为长三角生态绿色一体化示范区建设提供有力的水文支撑。

#### 参考文献:

- [1] 奥斯曼·伊斯马伊力.新疆白吉水文站WFH-2A型浮子式水位计与人工观测水位比对分析[J].地下水,2022,44(4):220-222.
- [2] 卞长浩,王国滨,李红.HZ-RLS-26L-100雷达水位计在河里吴家水文站水位监测中的应用[J].陕西水利,2024(2):36-38.
- [3] 钟倩倩.离网太阳能发电系统在天然气管道输送工程中的应用[J].电工技术,2023(14):75-76+80.
- [4] 张小勇.浅谈成都中小河流遥测站建设及维护[J].四川水利,2021(2):136-138+150.

作者简介:宋成玮(1993-),女,中国江苏盐城人,硕士,工程师,从事水文测验、水文预报、水文信息化等方面的研究。