

内蒙古自治区 2026 年度智慧水利 建设项目自动监测站点 运维方案

主管部门： 内蒙古自治区水利厅

编制单位： 内蒙古自治区水旱灾害防御技术中心

编制日期： 2026 年 4 月

方案名称：《内蒙古自治区 2026 年度智慧水利建设项目自动监测站点运维方案》

编制单位：内蒙古自治区水旱灾害防御技术中心

审 定：包松林

审 核：刘春林

校 核：赵泽峰 姜姝婷

项目负责人：杨 彬 刘子嘉 姜兆芳

主要编写人员：李丽娜 聂 帅 乌尼尔达来 潘劭博

苗宏宇 王慧敏 金洪竹 赵文贵

白 音 徐 慧 杨 欢 张 颖

李 瑶 咎曼华 郭宇峥 拓 颖

斛晓宇 李侗润 王晓雯 张 媛

高 扬 王瑞骁 刘鑫达

目录

1.项目概况1

 1.1 智慧水利项目来源1

 1.2 自动监测站点运维情况1

 1.3 运维工作必要性分析1

 1.4 编制依据2

2.运维目标和任务4

 2.1 运维目标4

 2.2 运维任务5

3.运维方案8

 3.1 总体运维方案8

 3.2 自动监测站点常规运维13

 3.3 自动监测站点主要设备更换19

 3.4 站点复建25

4.运维管理64

 4.1 运维模式64

 4.2 运维验收64

5.保障措施65

 5.1 组织领导65

 5.2 资金落实65

 5.3 监督检查65

附件 1 站点数据传输规约66

1.项目概况

1.1 智慧水利项目来源

为进一步提升全区水利信息化能力,水利厅在 2019 年组织开展了内蒙古自治区智慧水利大数据 2018 年度建设项目,开展了包括感知体系建设、数据资源整合治理、专业信息化系统建设、网络安全提升建设等一系列水利信息化建设,一定程度上解决了我区感知体系不健全、信息基础设施不强、信息资源开发利用不够、应用覆盖面和智能化水平不高等问题。项目于 2018 年 10 月批复,2019 年 1 月开工建设,2022 年 7 月整体完工。项目(包括结余资金)共划分了 15 个标段,其中建设标段 13 个,监理标段 2 个。根据水利厅 2023 年度第 54 次党组会议纪要及安排部署,智慧水利大数据 2018 年度建设项目产生的全部资产由自治区水旱灾害防御技术中心负责接收,2025 年正式开展运维工作。

1.2 自动监测站点运维情况

内蒙古自治区 2025 年度智慧水利建设项目自动监测站点运维工作分西部区(鄂尔多斯市、巴彦淖尔市、乌海市、阿拉善盟)、中部区(锡林郭勒盟、乌兰察布市、呼和浩特市、包头市)、东部区(呼伦贝尔市、兴安盟、通辽市、赤峰市)开展,2025 年实际运维的自动监测站点为 511 处,其中雨量水位一体站 278 处,水位站 79 处,视频站 154 处。截至目前,到报率基本满足要求(达 95%),视频站点全部上线。

1.3 运维工作必要性分析

内蒙古地广人稀,现有自动监测站网密度严重不足,很多地区为无资料地区或没有自动监测设备,因此充分用好现有自动监测站点十分重要。智慧水利大数据 2018 年度建设项目共移交自治区水旱灾害防御技术中心 592 处自动监测站点,该部分站点除了需要安排常规运维任务外,由于现有 RTU 设备使用年限较长,且实际到报率没有保障、部分站点水毁丢失。因此为了提升自治区水旱灾害

防御及工程运行管理等综合决策能力，对该部分站点除了安排常规运维任务外，需要对部分站点进行 RTU、雨量筒、水位计、蓄电池等设备更换和站点复建。

根据 2025 年实际运维情况，部分站点存在被拆除、水毁、未找到站点等情况，因此根据站点建设、运维及应用情况，合理安排 2026 年度运行维护工作，将监测数据纳入全区自动监测站网体系中，进一步提升水利感知能力。同时，按照水利部数字孪生相关要求，为以后数字孪生感知体系方面打下坚实基础。

1.4 编制依据

- (1) 《山洪灾害防治非工程措施运行维护指南》（水利部水旱灾害防御司，2019 年 4 月）；
- (2) 《山洪灾害防治非工程措施运行维护经费预算参考资料》（水利部水旱灾害防御司，2019 年 4 月）；
- (3) 《山洪灾害监测预警设施设备运行维护管理要求》（2019 年）；
- (4) 《水利信息系统初步设计报告编制规定》（SLZ 332-2005）；
- (5) 《内蒙古自治区本级政务信息化建设项目预算支出标准(试行)》（内财预〔2024〕1449 号）；
- (6) 《水利工程设计概(估)算编制规定》及水利工程系列定额（水总〔2024〕323 号）；
- (7) 《关于印发〈内蒙古自治区 2026 年度山洪灾害防治项目建设及运维工作要求〉的通知》（内水防御〔2025〕41 号）；
- (8) 《水文自动测报系统技术规范》（SL61-2015）；
- (9) 《水文监测数据通信规约》（SL651-2014）；
- (10) 《水文设施工程施工规程》(SL 649-2014)；
- (11) 《水文设施工程前期工作技术报告编制规程》（SL/T 504—2026）；
- (12) 《内蒙古自治区 2025 年度智慧水利建设项目自动监测站点运维方案》；

- (13) 《内蒙古自治区山洪灾害防治 2026 年度建设项目实施方案》；
- (14) 《内蒙古自治区 2026 年度山洪灾害防治设施维修养护实施方案》。

2.运维目标和任务

2.1 运维目标

通过内蒙古自治区 2026 年度智慧水利建设项目自动监测站点运维项目,进一步提升水利雨水情感知能力,克服“重建轻管”和“重建轻养”,在抓项目建设的同时,做好管理体制机制的建立和运行维护资金的落实工作,建立雨水情(视频)自动监测站点的长效运行机制;促使水旱灾害防御体系、水利工程运行管理体系和河湖管理体系的进一步健全,推进山洪灾害防御体系和治理能力现代化。

(1) 确保全部雨量水位一体站、水位站均能够将监测数据实时、高效、同步、准确地直接上传至自治区统一接收平台,数据传输要按照山洪灾害自动监测站点要求全部进行改造,并严禁将监测数据传输至其他第三方系统,确保入汛前站点到报率要达到 95%以上。本次运维对 **2025 年未运维到的所有 RTU、蓄电池进行更换**,确保监测数据的传输方式得到保障。

自治区统计接收平台地址: 116.113.33.52, 端口: 9200。通讯协议需要满足《水文监测数据通信规约》(SL651-2014) 要求的标准通讯协议。

报讯格式要求参照附件三。

(2) 确保全部视频站监测数据能够实时、高效、同步、准确地直接上传至自治区统一接收平台, **本次运维对现有传输模块全部进行改造**,视频流和控制流全部实时上传,确保视频数据的传输和展示。

(3) 对 2025 年运维过程中发现的被拆除、水毁以及重点区域未找到的各类站点进行复建。

2.2 运维任务

（1）自动监测站点常规运维

本次 2026 年度运维任务主要包括 505 处自动监测站点运维，其中水位站 79 处，雨量水位一体站 272 处，视频站有 154 处。运行维护主要工作为定期和不定期对站点设备的运行状态进行全面检查和测试，发现和排除故障，视情况更换存在问题的零部件；定期缴纳站点通信费用确保通信通畅；对异常数据处理，保障系统功能正常，汛期站点到报率要到 95%以上；水位站安排高程引测和校准任务（库水位站要求达到绝对高程校准，雨水一体站按相对高程校准）。各盟市站点情况如下表 2-1 所示。

表 2-1 自动监测站点运行维护

盟市	站点总数 (个)	水位站(个)	雨量水位一体站(个)	视频站(个)
全区合计	505	79	272	154
呼和浩特	45	14	17	14
包头	23	5	14	4
呼伦贝尔	19	4	4	11
兴安盟	23	7	4	12
通辽	47	1	19	27
赤峰	60	15	10	35
锡林郭勒	35	2	23	10
乌兰察布	33	4	9	20
鄂尔多斯	156	18	131	7
巴彦淖尔	52	9	30	13
乌海	2	0	1	1
阿拉善	10	0	10	0

（2）自动监测站点主要设备更换及升级改造

根据目前自动监测站点实际运行情况，2026 年对全区雨水情监测设备中 39 个 RTU、39 个蓄电池、144 个雨量筒、84 个水位计进行更换，并按照统一的报文格式对数据传输进行调试，确保数据直接传输至自治区统一接收平台；对 51 个视频站的蓄电池、太阳能及地埋箱进行更换；保障全区视频站信号上传至自治区统一接收平台。各盟市站点情况如下表 2-2 所示。

表 2-2 自动监测站点主要设备更换及升级改造

项目	雨水情监测设备更换				视频设备更换		
类型	RTU (个)	蓄电池 (个)	雨量筒 (个)	水位计 (个)	蓄电池 (个)	太阳能 (个)	地埋箱 (个)
全区合计	39	39	144	84	51	51	51
呼和浩特	0	0	10	7	5	5	5
包头	0	0	10	5	1	1	1
呼伦贝尔	0	0	4	3	2	2	2
兴安盟	1	1	4	3	7	7	7
通辽	3	3	10	5	8	8	8
赤峰	3	3	10	6	13	13	13
锡林郭勒	0	0	10	6	4	4	4
乌兰察布	0	0	9	4	5	5	5
鄂尔多斯	29	29	51	31	3	3	3
巴彦淖尔	3	3	15	9	3	3	3
乌海	0	0	1	2	0	0	0
阿拉善	0	0	10	3	0	0	0

(3) 站点复建

根据 2025 年实际运维时现场巡检后发现的被拆除、水毁、找不到等无法解决问题的监测点进行复建，其中水位站 28 处，雨量水位一体站 38 处，视频站 24 处。站点复建完成后按照统一的报文格式（附件二）对数据传输进行调试，

确保数据直接传输至自治区统一接收平台。各盟市站点复建数量如下表 2-3 所示。

表 2-3 站点复建数量

站点类型	视频站（个）	水位站（个）	雨水一体站（个）
全区合计	24	28	38
呼和浩特	3	1	3
包头	2	2	2
呼伦贝尔	2	1	3
兴安盟	1	0	2
通辽	2	2	0
赤峰	1	0	6
锡林郭勒	2	4	5
乌兰察布	8	10	1
鄂尔多斯	0	2	10
巴彦淖尔	0	5	2
乌海	2	1	0
阿拉善	1	0	4

3.运维方案

3.1 总体运维方案

2026 年度内蒙古自治区智慧水利建设项目自动监测站点运维主要为自动监测站点常规运维、自动监测站点主要设备更换和站点复建，运维过程需确保各类监测数据直传至自治区统一接收平台。

本项目可采用统一购买服务的方式，推进智慧水利自动监测站点运行维护实现集约化、专业化。本年度智慧水利自动监测站点运维工作由自治区水旱灾害防御技术中心统一集中组织实施，按照 2025 年项目运维工作经验，可根据站点全区分布情况及实际运维工作任务量，将运维任务划分 3 个区域（东、中、西）进行同步运维，保障站点运维工作质量。任务划分计划如下。

表 3-1 全部运维任务统计表

项目	自动监测站点常规运维				自动监测站点主要设备更换							站点复建		
					雨水情监测设备更换				视频设备更换					
站点 类型 盟市	站点 总数 (个)	水位站 (个)	雨量水 位一体 站(个)	视频站 (个)	RTU (个)	蓄电池 (个)	雨量筒 (个)	水位计 (个)	蓄电池 (个)	太阳能 (个)	地埋箱 (个)	视频站 (个)	水位站 (个)	雨量水 位一体 站(个)
全区合计	505	79	272	154	39	39	144	84	51	51	51	24	28	38
呼和浩特	45	14	17	14	0	0	10	7	5	5	5	3	1	3
包头	23	5	14	4	0	0	10	5	1	1	1	2	2	2
呼伦贝尔	19	4	4	11	0	0	4	3	2	2	2	2	1	3
兴安盟	23	7	4	12	1	1	4	3	7	7	7	1	0	2
通辽	47	1	19	27	3	3	10	5	8	8	8	2	2	0
赤峰	60	15	10	35	3	3	10	6	13	13	13	1	0	6

内蒙古自治区 2026 年度智慧水利建设项目自动监测站点运维方案

锡林郭勒	35	2	23	10	0	0	10	6	4	4	4	2	4	5
乌兰察布	33	4	9	20	0	0	9	4	5	5	5	8	10	1
鄂尔多斯	156	18	131	7	29	29	51	31	3	3	3	0	2	10
巴彦淖尔	52	9	30	13	3	3	15	9	3	3	3	0	5	2
乌海	2	0	1	1	0	0	1	2	0	0	0	2	1	0
阿拉善	10	0	10	0	0	0	10	3	0	0	0	1	0	4

表 3-2 运维任务划分表

<div>运维项目</div> <div>运维范围</div>		常规站点运维				雨水情监测设备更换				视频设备更换			站点复建		
		站点 总数 (个)	水位站 (个)	雨量水 位一体 站(个)	视频站 (个)	RTU (个)	蓄电池 (个)	雨量筒 (个)	水位计 (个)	蓄电池 (个)	太阳能 (个)	地埋箱 (个)	视频站 (个)	水位站 (个)	雨量水 位一体 站(个)
全区 合计	范围	505	79	272	154	39	39	144	84	51	51	51	24	28	38
西部 区	鄂尔多 斯、巴 彦淖 尔、乌 海、阿 拉善	220	27	172	21	32	32	77	45	6	6	6	3	8	16

中部 区	锡林郭勒、乌兰察布、呼和浩特、包头	136	25	63	48	0	0	39	22	15	15	15	15	17	11
东部 区	呼伦贝尔、兴安盟、通辽、赤峰	149	27	37	85	7	7	28	17	30	30	30	6	3	11

3.2 自动监测站点常规运维

2026 年度自动站点常规运维主要开展全区 505 处智慧水利自动监测站点（水位站 79 处，雨量水位一体站 272 处，视频站 154 处）运行维护工作，自动监测站点常规运维内容主要包括：监测站点日常看管、设备年检、运行调试、通讯费用缴纳、故障设备维修、一定比例的老旧设备更换、数据校准等内容。

表 3-3 自动监测站点常规运维数量统计

盟市	自动监测站点常规运维			
	站点总数（个）	水位站（个）	雨量水位一体站 （个）	视频站（个）
全区合计	505	79	272	154
呼和浩特	45	14	17	14
包头	23	5	14	4
乌海	2	0	1	1
阿拉善	10	0	10	0
呼伦贝尔	19	4	4	11
兴安盟	23	7	4	12
通辽	47	1	19	27
赤峰	60	15	10	35
锡林郭勒	35	2	23	10
乌兰察布	33	4	9	20
鄂尔多斯	156	18	131	7
巴彦淖尔	52	9	30	13

3.2.1 总体要求

运维工作要参照《水文自动测报系统技术规范》（SL61-2015）相关要求，及时清理雨量筒中的杂物、淤泥，清理水位计周边的水草、淤沙；对于工作中发现的站点问题，及时组织现场核查并反馈有关情况；定期校核水位、雨量等数据准确度；定期和不定期对设备的运行状态进行全面检查和测试，及时发现和排除故障，更换存在问题的零部件；及时缴纳站点通信费用，确保通信畅通，站点通信费用缴纳时间为 1 年；建立运维工作台账，自治区水利厅统一组织开发了自动监测站点运维 APP，运维单位利用 APP 开展运维工作，明确记录每个监测站点的设备清单、设备型号、设备更换时间等详细运维情况，对原有基础信息有误的站点要及时反馈相关信息，通过本次运维对全部自动监测站点的全部基础信息进行一次统一的更新维护，确保基础信息准确；更换后设备按固定资产管理要求交还业主单位，废旧设备处理（如电池等）按环保要求进行处理。

水文部门配合对自动监测站点编码进行维护，对非水文编码和无编码的站点统一进行水文编码。

定期巡检服务频次为：汛前（3 月-5 月）一次，汛中根据站点上报情况实时维护检修，汛后（10 月-11 月）一次。每年汛前完成一次现场巡检，汛期后完成一次现场巡检，每次巡检要覆盖全部站点。其中汛前巡检重点做好站点设备上线、设备清淤、设备校准等工作。每次巡检发现的系统故障需要在巡检结束后一个月内完成维护、维修工作，并提供巡检工作报告。

表 3-4 监测站点定期巡检主要内容

检查对象	检查内容	维护内容
自动雨量水位一体站	外观检查	站点外观完好、堵塞物清理、传感器维护到位、平衡性良好、设备完整、除尘除锈
	安全性检查	接地地阻正常、电源电压正常
	通信状态检查	通信强度好、设备间线路正常、RTU 运行正常
	数据检查	雨量校核、水位校核、传输及时性，传感器经加水测试后正常报讯，且加水量值与监测预警平台接收数据一致
自动水位站	外观检查	站点外观完好、传感器维护到位、平衡性良好、设备完整、除尘除锈、堵塞物清理
	安全性检查	接地地阻正常、电源电压正常
	通信状态检查	通信强度好、设备间线路正常、RTU 运行正常
	数据检查	水位校核、传输及时性
自动视频站	外观检查	站点外观完好、传感器维护到位、平衡性良好、设备完整、除尘除锈、影响观测的障碍物清理
	安全性检查	接地地阻正常、电源电压正常
	通信状态检查	通信强度好、设备间线路正常
	数据检查	图像画面清晰、传输至自治区平台

3.2.2 自动水位站

自动水位站一般由传感器、传输单元、供电单元、防雷系统、基础设施等五个部分构成，按照传感器类型一般可分为压力式、雷达式、气泡式等，据调研本次项目采用的均为雷达水位计，数据传输方式一般采用 GPRS/GSM、超短波、卫星等，据调研本次项目采用的均为 GPRS/GSM 方式。如下图 3-1 所示：

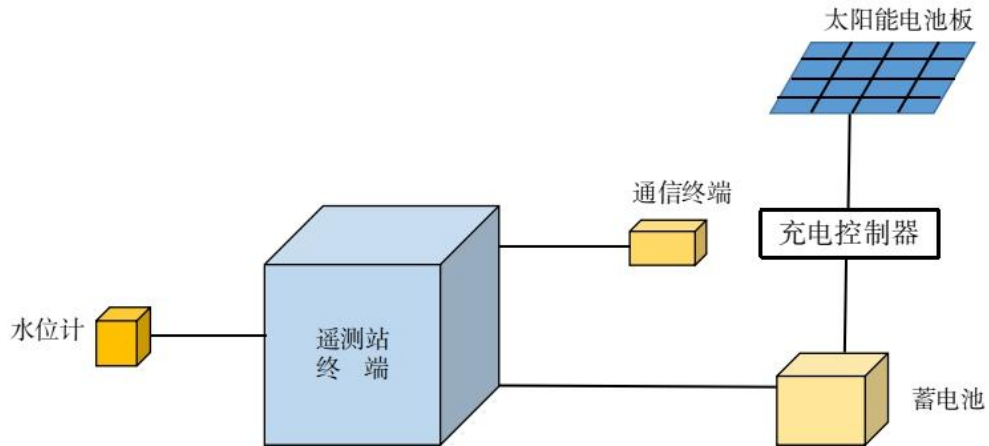


图 3-1 水位站结构图

（1）巡检频次

汛前（3月-5月）一次，汛中根据站点上报情况实时维护检修，汛后（10月-11月）一次。

（2）巡检任务

遥测水位（雷达式）：设备加电运行、除尘、清理、电压测试、设备运行状况观察；硬件安装、设置、升级、故障修复；码头及水尺清理、清理雷达水位计下方的漂浮物、注水试验（雨量），人工水位校核，数据调试等。

（3）应急维修

站点出现故障应及时进行维修调试，对部分设备损坏、丢失的站点及时更换相应设备。

（4）响应时间

遥测设备应急维修，运维单位应在 2 小时内响应，汛期水位站 24 小时恢复，非汛期 72 小时内恢复正常。

（5）设备维护耗材管理

设备维护耗材应由设备管理单位统一管理，运维单位根据实际需求采购更换，并提交耗材更换证明材料。运维更换的耗材以及备品备件应交还管理单位统一保管。

（6）调试 RTU

保障各级平台数据的同步性和来源唯一性，保证数据的准确性。

3.2.3 自动雨量水位一体站

自动水位站一般由传感器、传输单元、供电单元、防雷系统、基础设施等五个部分构成，据调研本次项目传感器采用的均为雷达水位计和翻斗式雨量筒，数据传输方式采用的均为 GPRS/GSM 方式。如下图 3-2 所示。

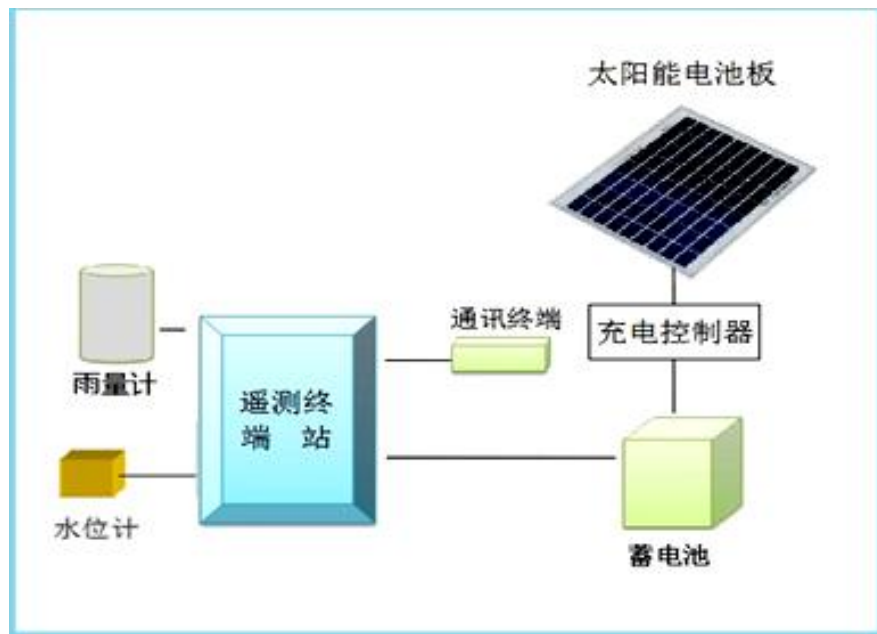


图 3-2 雨量水位一体站结构图

（1）巡检频次

汛前（3 月-5 月）一次，汛中根据站点上报情况实时维护检修，汛后（10 月-11 月）一次。

（2）巡检任务

遥测水位（雷达式）：设备加电运行、除尘、清理、电压测试、设备运行状况观察；硬件安装、设置、升级、故障修复；码头及水尺清理、清理雷达水位计下方的漂浮物、注水试验（雨量），人工水位校核，数据调试等。

遥测雨量：设备加电运行、除尘、清淤、电压测试、设备运行状况观察；硬件安装、设置、升级、故障修复；注水试验，数据调试等。

（3）应急维修

站点出现故障应及时进行维修调试，对部分设备损坏、丢失的站点及时更换相应设备。

（4）响应时间

遥测设备应急维修，运维单位应在 2 小时内响应，汛期水位站 24 小时恢复，非汛期 72 小时内恢复正常。

（5）设备维护耗材管理

设备维护耗材应由设备管理单位统一管理，运维单位根据实际需求采购更换，并提交耗材更换证明材料。运维更换的耗材以及备品备件应交还管理单位统一保管。

（6）调试 RTU

保障各级平台数据的同步性和来源唯一性，保证数据的准确性。

3.2.4 自动视频监控站

自动视频监控站一般由摄像头、编码器、视频存储介质、光端机、供电系统、安装基础支架、防雷接地等七个部分构成。

（1）巡检频次

汛前（3 月-5 月）一次，汛中根据站点上报情况实时维护检修，汛后（10

月-11 月) 一次。

(2) 巡检任务

设备加电运行、除尘、清理、电压测试、设备运行状况观察；硬件安装、设置、升级、光纤电路的连接测试及维护；支架等零部件更换、故障处理修复等。

(3) 应急维修

站点出现故障应及时进行维修调试，对部分设备损坏、丢失的站点及时更换相应设备。

(4) 响应时间

视频监控设备应急维修，运维单位应在 2 小时内响应，汛期监测站 24 小时恢复，非汛期 72 小时内恢复正常。

(5) 设备维护耗材管理

设备维护耗材应由设备管理单位统一管理，运维单位根据实际需求采购更换，并提交耗材更换证明材料。运维更换的耗材以及备品备件应交还管理单位统一保管。

3.3 自动监测站点主要设备更换

本次运维的自动监测站点设备包括雨水情监测设备更换和视频设备更换，站点基本均建设于 2019 年，设备使用年限较长，2025 年已更新部分设备，因此，为了保证站点到报率，2026 年对全区雨水情监测设备中剩余未更换的 39 个 RTU、39 个蓄电池、144 个雨量筒、84 个水位计进行更换；视频站中 51 个站点的蓄电池、太阳能板及支架、地埋箱进行更换。更换设备情况要在运维 APP 中做好设备更换记录，明确记录每个监测站点的设备清单、设备型号、设备更换时间等详细运维过程，更换设备数量见表 3-5。

表 3-5 本次运维主要设备更换数量统计表

项目	雨水情监测设备更换				视频设备更换		
类型	RTU (个)	蓄电池 (个)	雨量筒 (个)	水位计 (个)	蓄电池 (个)	太阳能板 及支架 (个)	地埋箱 (个)
全区合计	39	39	144	84	51	51	51
呼和浩特	0	0	10	7	5	5	5
包头	0	0	10	5	1	1	1
呼伦贝尔	0	0	4	3	2	2	2
兴安盟	1	1	4	3	7	7	7
通辽	3	3	10	5	8	8	8
赤峰	3	3	10	6	13	13	13
锡林郭勒	0	0	10	6	4	4	4
乌兰察布	0	0	9	4	5	5	5
鄂尔多斯	29	29	51	31	3	3	3
巴彦淖尔	3	3	15	9	3	3	3
乌海	0	0	1	2	0	0	0
阿拉善	0	0	10	3	0	0	0

设备更换完成后要进行整体调试,设备安装完检查调试设备安装固定等各项工作完成后, 应进行下列重点检查和调试:

(1) 水位计

1) 针对不同类型的水位计, 应严格按照对应的产品使用说明书及测试手册

进行参数设置和校验调试，以确保水位计可以正常运行。

2) 将水位计与遥测终端正确连接，确认两者之间通信正常。

3) 水位测量仪器应具有较强的抗电磁干扰性能。

4) 根据不同的工作原理，水位测量仪器应采取有效的措施，较好地消除水面波浪对测量的影响。

5) 水位计采集段次设置可根据水位站的观测任务和报讯要求进行设置，其观测频次不应低于人工观测的要求。

(2) 雨量筒

1) 应严格按照雨量筒的使用说明书及测试手册进行参数设置、校准和调试，确保其测量准确、运行稳定。

2) 将雨量筒与遥测终端正确连接，确认信号传输或脉冲计数正常，保证雨量数据实时、可靠上传。

3) 雨量测量仪器应具备较强的抗干扰能力，能有效防止鸟虫、落叶、灰尘等外界因素对承雨口或传感器造成误触发或堵塞。

4) 雨量筒应采取有效的防风、防溅措施（如加装防风圈、设置合理的安装高度等），减少风力或雨滴溅射对降雨量测量的影响。

5) 雨量筒的采集段次及记录间隔应根据雨量站的观测任务和报讯要求进行设置，其观测频次不应低于人工观测的要求。

(3) 太阳能供电系统

1) 测量太阳能电池的开路电压、短路电流，并保证太阳能电池板、蓄电池、充电控制器之间接线正确，避免出现短路、断路问题。

2) 蓄电池电压及充电电流是否符合要求。

3) 太阳能板开路电压和短路电流是否符合要求。

(4) 遥测终端机 (RTU)、通信模块的检查调试应注意如下事项:

1) 检查遥测设备与各种电缆的正确连接, 防止因漏水或沿电缆、电源线入口进水造成故障; 检查电缆接头有无松动等现象或外观有无明显损坏。

2) 确定所有线路连接全部正确无误后, 方可加电进行调试。设备开机初始化完毕后, 查看所有指示灯状态是否异常。测量电源电压, 检查是否符合设备要求。

3) 设置设备站号、站点类型、GSM 中心号码、测量间隔等参数。测试通信是否正常; 通过改变相关的状态, 观察开关量是否出现相应变化。

4) 在设计传感器量程范围内, 模拟实际情况, 检查和调试各类设备是否按预期要求工作, 包括通信、显示、按键、存储等各项功能是否正常。

5) 检查站点设备之间连接线是否牢固可靠。对需要接地的设备应检查是否符合接地要求。

6) 检查完成后, 应将设备安装调试的基本配置信息记录、整理。

(5) 系统联调

整个系统安装结束后, 需通过系统 (包括自治区接收平台和旗县区、有接收功能的盟市接收平台) 联调, 完成整体衔接和配合。按系统设计和软件要求, 配置和设定各项参数进行系统功能、性能联合测试, 检测系统各项功能和指标, 考核采集数据的正确性和系统畅通率等。系统联调应包括下列几个方面:

1) 在传感器设备范围内, 模拟实际运行参数。

2) 触发启动传输条件, 通常包括时间触发、参量触发等。

3) 数据上传及相应过程。

4) 数据接收过程检查, 重点包括参数准确性、传输速度及时间、全部遥测站数据汇集完成时间等。

5) 检查遥测终端接收与传感器发送数据是否一致, 及遥测终端发送数据与中心站接收数据是否一致。

6) 中心控制指令下达, 检查遥测站是否按预定要求动作。如时钟校准、遥测终端配置等。

7) 遥测站其他功能。如现地数据下载、人工置数和设置等功能。

8) 中心站其他功能。如图表显示、存储、查询、打印等功能。

9) 调试过程中出现的问题和处理结果应详细记录、备查。

本次更换主要设备参照内蒙古自治区山洪灾害监测预警系统中自动监测站点设备参数, 详细参数如下所示:

选择设备需考虑以下因素:

(1) 前端监测站点设备(室外部分): 必须适应内蒙古自治区温度范围-40~40 度。

(2) 遥测终端机符合《水文监测数据通信规约》SL651-2014。

(3) 自动监测站预警站必须通过国家权威部门或水利部机构评测(测试), 达到合格以上先进的参数指标。详细参数如表 3-6 所示。

表 3-6 本次运维更换设备主要参数

1 雨水情监测设备更换		
1.1	遥测终端机（RTU）	具有远程固件升级功能，远程修改参数功能；支持一站多发功能；符合《水文监测数据通信规约》SL651-2014 和《水资源监测数据传输规约》SL/T427-2021；要求无雨小时报，有雨至少 5 分钟 1 报；具备数据显示屏，可显示设置参数等各种信息；支持现地和远程设置；支持现地和远程查询；保存数据应不少于 10000 个参数；能和中心站数据交互，接收执行中心站的指令；实时时钟校准，实时时钟与系统时钟误差不超过 $\pm 1\text{s/d}$ ；可支持多种通信方式（GPRS/北斗），可具有多信道自动切换功能；具有定时自报、查询-应答功能；可 24h 实时保持在线，掉线时，在设置时间内可以恢复上线；静态值守功耗： $\leq 2\text{mA}@12\text{VDC}$ ； $\leq 10\text{mA}@12\text{VDC}$ ；可通过按键和其他无线方式设备参数；GPRS/CDMA/4G 模块，可以同时进行短信和网络数据的收发；能够同时与 4 个服务器进行数据通信；支持蓄电池电压、信号强度、SIM 卡号等运维参数上报；支持远程查询设备在线状态
1.2	太阳能板及支架	不低于 100W，单晶硅，密封性强、抗冲击性能好，带安装支架，便于安装的太阳能组件，正常工作寿命不小于 10 年，免维护，组件采用阳极氧化铝边框，坚固耐用且有效防止腐蚀
1.3	充电控制器	12/24V 自动识别或自定义控制器工作电压，采用温度补偿充电控制算法，系统自动调整充放电参数，光伏阵列短路保护、蓄电池过充保护、负载短路保护等，具有 485 通讯接口，支持太阳能板、蓄电池、负载的电压电流状态上报
1.4	胶体蓄电池	不低于 65AH，使用温度：-50-40 度，如果不满足-50 度，冬天将电池收回，电池组件易于拆装，电解质：采用胶体电解质，环保要求：电池配方中不含对环境有污染和不易回收的镉物质，无泄漏
1.5	雨量筒	承水口径： $\Phi 200+0.6\text{mm}$ 外刃口角度 $40 \sim 45^\circ$ ，测量降水强度： $\leq 4\text{mm/min}$ 在 8mm/min 可以工作，分辨力： 0.2mm （6.28ml），误差： $\pm 2\%$ （室内静态测试，雨强为 2mm/min ），输出信号：

		单干式舌簧管通断，工作温度：0~60℃，贮存温度：-40℃~60℃，开关容量：DC，V≤12V，I≤500mA
1.6	雷达水位计	工作频率：26GHz（PTOF）；测量范围：0~30M；测量精度：±3mm（0~30M）；显示分辨率：1mm；仪表启动时间：<40S；仪表采样速率：1—2 / S；功耗：Max.12mA（RS-485 接口输出/12V.DC）；供电电压：6~26V.DC（标准值：12V.DC）；过程温度：-40~+100℃；相对湿度：≤95%；防护等级：IP66（塑料外壳）或 IP67（铝外壳）；RS-485 接口输出方式/MODBUS 通讯功能；数字通讯界面：MODBUS 协议；安装方式：G1-1/2A 螺纹或法兰配防雨罩可选；喇叭口雷达波测量方式；符合国家水利行业标准：SL/T243-1999 水位计通用技术条件和 GB/T27993-2011 水位测量仪器通用技术条件
2 视频设备更换		
2.1	太阳能板及支架	不低于 200W，单晶硅，密封性强、抗冲击性能好，带安装支架，便于安装的太阳能组件，正常工作寿命不小于 10 年，免维护，组件采用阳极氧化铝边框，坚固耐用且有效防止腐蚀
2.2	胶体蓄电池	不低于 200AH，使用温度：-50-40 度，如果不满足-50 度，电池组件易于拆装，电解质：采用胶体电解质，环保要求：电池配方中不含对环境有污染和不易回收的镉物质，无泄漏

3.4 站点复建

根据 2025 年项目运维实际情况，为进一步完善监测站点布局，在前期站点运行维护工作基础上，对部分被拆除、丢失、损毁的站点进行复建，延长智慧水利感知体系预报预警预见期，本年度安排复建任务共计 90 处，其中视频站 24 处、水位站 28 处、雨量水位一体站 38 处；进一步提升全区智慧水利监测站网密度，巩固重点区域预报预警的精准度、可靠性和覆盖率，切实保障人民群众生

命财产安全。具体分配情况见表 3-7，补充复建站点清单见表 3-8。

表 3-7 各盟市复建监测站点分配表

<div>站点类型</div> <div>盟市</div>	视频站（个）	水位站（个）	雨量水位一体站（个）	合计（个）
全区合计	24	28	38	90
呼和浩特	3	1	3	7
包头	2	2	2	6
呼伦贝尔	2	1	3	6
兴安盟	1	0	2	3
通辽	2	2	0	4
赤峰	1	0	6	7
锡林郭勒	2	4	5	11
乌兰察布	8	10	1	19
鄂尔多斯	0	2	10	12
巴彦淖尔	0	5	2	7
乌海	2	1	0	3
阿拉善	1	0	4	5

表 3-8 补充复建站点清单表

序号	盟市	旗县	站点名称	测站类型
1	呼伦贝尔市	阿荣旗	复兴水库水位雨量站	雨量水位一体站
2	呼伦贝尔市	莫力达瓦达斡尔自治旗	新发水库水位雨量站	雨量水位一体站

3	呼伦贝尔市	莫力达瓦达斡尔 自治旗	永安水库	雨量水位一体 站
4	兴安盟	科右前旗	永丰水库水位雨量站	雨量水位一体 站
5	兴安盟	突泉县	九龙水库水位雨量站	雨量水位一体 站
6	赤峰市	敖汉旗	山湾子水库水位雨量站	雨量水位一体 站
7	赤峰市	巴林右旗	德日苏宝冷水库水位雨量站	雨量水位一体 站
8	赤峰市	克什克腾旗	内蒙古上湾子 I 级水库水位雨 量站	雨量水位一体 站
9	赤峰市	克什克腾旗	克什克腾旗龙口电站水位雨 量站	雨量水位一体 站
10	赤峰市	松山区	三座店水利枢纽水位雨量站	雨量水位一体 站
11	赤峰市	宁城县	钓鱼台水库	雨量水位一体 站
12	呼伦贝尔市	莫力达瓦达斡尔 自治旗	新发水库水位站	水位站

13	通辽市	科尔沁区	莫力庙水库	水位站
14	通辽市	科尔沁区	小塔子水库溢洪道闸房上监测站	水位站
15	呼伦贝尔市	莫力达瓦达斡尔自治旗	新发水库灌区管理所坝体视频站	视频站
16	呼伦贝尔市	莫力达瓦达斡尔自治旗	新发水库灌区管理所溢洪道视频站	视频站
17	通辽市	扎鲁特旗	霍林河水库坝体视频站	视频站
18	通辽市	扎鲁特旗	霍林河水库溢洪道视频站	视频站
19	赤峰市	克什克腾旗	上湾子 I 级水库坝体视频站	视频站
20	兴安盟	突泉县	双城水库坝体视频站	视频站
21	包头市	东河区	东河水库	雨量水位一体站
22	包头市	石拐区	巴拉沟骨干坝	雨量水位一体站

23	锡林郭勒盟	阿巴嘎旗	查干水库管理所	雨量水位一体站
24	锡林郭勒盟	多伦县	多伦县水利工程管理局	雨量水位一体站
25	锡林郭勒盟	多伦县	多伦县水利工程管理局	雨量水位一体站
26	锡林郭勒盟	太仆寺旗	杨家营水库	雨量水位一体站
27	锡林郭勒盟	苏尼特右旗	乌日图高勒水库	雨量水位一体站
28	乌兰察布市	凉城县	双古城水库	雨量水位一体站
29	呼和浩特市	和林格尔县	陈梨夭水库上游水位雨量站	雨量水位一体站
30	呼和浩特市	土默特左旗	海流水库上游水位雨量站	雨量水位一体站
31	呼和浩特市	土默特左旗	红领巾水库	雨量水位一体站
32	包头市	土默特右旗	水涧沟水库	水位站

33	包头市	固阳县	三成仁壕水库	水位站
34	锡林郭勒盟	阿巴嘎旗	查干水库管理所	水位站
35	锡林郭勒盟	多伦县	多伦县水利工程管理局	水位站
36	锡林郭勒盟	多伦县	多伦县水利工程管理局	水位站
37	锡林郭勒盟	镶黄旗	赛因乌苏水库管理站	水位站
38	乌兰察布市	凉城县	石门子水库	水位站
39	乌兰察布市	凉城县	永兴水库	水位站
40	乌兰察布市	丰镇市	九龙湾水库	水位站
41	乌兰察布市	兴和县	五一水库	水位站
42	乌兰察布市	兴和县	皂火口水库	水位站

43	乌兰察布市	卓资县	雷山水库	水位站
44	乌兰察布市	凉城县	岱海电厂北	水位站
45	乌兰察布市	察哈尔右翼前旗	黄旗海适宜位置	水位站
46	呼和浩特市	托克托县	高家西滩水库水位站	水位站
47	乌兰察布市	凉城县	石门子水库	视频站
48	乌兰察布市	凉城县	石门子水库	视频站
49	乌兰察布市	凉城县	永兴水库	视频站
50	乌兰察布市	凉城县	永兴水库	视频站
51	乌兰察布市	察哈尔右翼前旗	黄旗海监控点	视频站
52	乌兰察布市	凉城县	岱海监控点 1	视频站

53	乌兰察布市	凉城县	岱海监控点 2	视频站
54	锡林郭勒盟	多伦县	西山湾水库	视频站
55	锡林郭勒盟	多伦县	西山湾水库	视频站
56	包头市	固阳县	阿塔山水库	视频站
57	包头市	昆都仑区	昆都仑水库	视频站
58	呼和浩特市	和林格尔县	二道凹水库坝体视频站	视频站
59	呼和浩特市	和林格尔县	前窑子水库溢洪道视频站	视频站
60	呼和浩特市	清水河县	石峡口水库溢洪道视频站	视频站
61	阿拉善盟	阿拉善左旗	水磨沟水库	雨量水位一体 站
62	巴彦淖尔市	乌拉特中旗	秦达门水库上游	雨量水位一体 站

63	鄂尔多斯市	伊金霍洛旗	公捏尔盖沟水库上游	雨量水位一体站
64	鄂尔多斯市	准格尔旗	公益盖水库	雨量水位一体站
65	阿拉善盟	阿拉善左旗	陶布茨水库	雨量水位一体站
66	阿拉善盟	阿拉善左旗	大水沟水库	雨量水位一体站
67	阿拉善盟	阿拉善左旗	红沟水库	雨量水位一体站
68	巴彦淖尔市	乌拉特中旗	乌不浪水库上游	雨量水位一体站
69	鄂尔多斯市	达拉特旗	乌兰淖水库	雨量水位一体站
70	鄂尔多斯市	达拉特旗	乌兰淖水库	雨量水位一体站
71	鄂尔多斯市	东胜区	九成功 2#	雨量水位一体站
72	鄂尔多斯市	鄂托克旗	大沟湾水库上游	雨量水位一体站

73	鄂尔多斯市	鄂托克前旗	水洞沟水库上游	雨量水位一体站
74	鄂尔多斯市	鄂托克前旗	苏坝海子水库	雨量水位一体站
75	鄂尔多斯市	康巴什区	王栓牛沟	雨量水位一体站
76	鄂尔多斯市	伊金霍洛旗	柴登水库	雨量水位一体站
77	巴彦淖尔市	乌拉特前旗	红山口水库	水位站
78	巴彦淖尔市	乌拉特中旗	红格尔水库	水位站
79	巴彦淖尔市	乌拉特中旗	韩乌拉水库	水位站
80	巴彦淖尔市	乌拉特中旗	石哈河水库	水位站
81	巴彦淖尔市	乌拉特中旗	桑根达来水库	水位站
82	鄂尔多斯市	鄂托克前旗	大沟湾水库	水位站

83	鄂尔多斯市	准格尔旗	大南沟水库	水位站
84	乌海市	海勃湾区	海勃湾水利枢纽	水位站
85	乌海市	海勃湾区	海勃湾水利枢纽坝体视频点	视频站
86	乌海市	海勃湾区	海勃湾水利枢纽洪道视频点	视频站
87	阿拉善盟	额济纳	天鹅湖（居延海）	视频站
88	乌兰察布市	察哈尔右翼后旗	石门口水库	视频站
89	乌兰察布市	察哈尔右翼后旗	石门口水库库首	水位站
90	乌兰察布市	察哈尔右翼后旗	石门口水库库尾	水位站

3.4.1 视频站建设与实施

3.4.1.1 设备参数

序号	项目名称	参数及功能要求
1	视频站土建工程	
1.1	立杆土建工程	

1.1.1	立杆土方	
1.1.2	立杆混凝土基础 C25	1000mm × 1000mm × 1500mm 混凝土基础
1.1.3	立杆混凝土模板	
1.1.4	立杆地笼	钢筋采用 4 根 DN24 钢螺栓，L=830mm（含 10mm 弯钩），地笼法兰采用 400 × mm400mm × 10mm 钢板，中间预留出线孔
1.2	金属围栏工程	
1.2.1	金属围栏	3263mm × 1800mm × 4, 围栏采用铁艺式, 四面封闭, 西侧北角为入口门
1.2.2	金属围栏基础土方	
1.2.3	金属围栏基础混凝土 C25	上口 300mm × 300mm × 200mm，下口 400mm × 400mm × 500mm，围栏基础采用 5 个嵌入地下的梯形混凝土基础墩，预埋焊接件，围栏四边角及大门立柱各设一墩基础
1.2.4	金属围栏混凝土模板	
1.2.5	金属围栏基础主柱	立柱镀锌方钢 80mm × 80mm × 1800mm
1.2.6	金属围栏门	金属围栏门 1050mm × 1800mm（含门五金配件）
2	视频站	

2.1	堤防新增摄像头	<p>(1) 6 寸红外球机, 支持 4G (移动、联通、电信) 网络传输。(2) 支持 1/2.8" 400 万 23 倍光学变焦镜头, 采用高效补光阵列, 低功耗, 红外补光 150 m。(3) 支持区域入侵侦测、越界侦测、进入区域侦测和离开区区域侦测等智能侦测。(4) 适用于农田、森林、河道、水库、矿区、野外等场景。(5) 内置加热玻璃, 有效除雾。(6) 支持超低照度, 0.005 Lux @F1.6 (彩色), 0.001 Lux @F1.6 (黑白), 0 Lux with IR。(7) 支持 23 倍光学变焦, 16 倍数字变焦; 支持三码流技术, 每路码流可独立配置分辨率及帧率。(8) 支持 3D 数字降噪, 支持真宽动态。(9) 支持定时抓图与事件抓图功能。(10) 支持定时任务、一键守望、一键巡航功能。(11) 支持 4G (移动、联通、电信) 网络传输, 兼容 3G (移动、联通、电信)。(12) 支持海康 SDK, 开放型网络视频接口, ISAPI, GB/T28181, ISUP, 支持萤石云平台接入。(13) 支持两进一出报警, 一进一出音频, 最大支持 512 GB MicroSD 卡存储。(14) IP66, 抗干扰能力强, 适用于严酷的电磁环境, 符合 GB/T17626.2/3/4/5/6 四级标准。(15) 支持 485 读取海康标准电池电量信息并进行 OSD 叠加。(16) 内置 GPS 定位模块, 支持 OSD 显示安装位置经纬度信息。(17) 内置可插拔电信 4G NANO 物联网卡, 此卡定向到互联服务器</p>
2.2	太阳能板及支架	<p>(1) 规格: $\geq 240\text{W}$ (满足设备正常运行)。</p> <p>(2) 材质: 单晶硅太阳能板;</p> <p>(3) 封装形式: 钢化玻璃层压</p>
2.3	SIM 卡	4G 物联网卡 1 年 1000G/月, 流量池共享
2.4	锂电池	$\geq 12\text{V}180\text{Ah}$
2.5	锂电池一体化控制箱	420*190*220 定制化设计, 保温防冻, 箱体防护等级为 IP54, 防雨防尘防盗防撬;

2.6	充电控制器	12/24V 自动识别或自定义控制器工作电压,采用温度补偿充电控制算法,系统自动调整充放电参数,光伏阵列短路保护、电池过充保护、负载短路保护等,具有 485 通讯接口,支持太阳能板、蓄电池、负载的电压电流状态上报。
2.7	电源避雷器	(1) 额定电压: $U_c 385V$; (2) 正常放电电流: $I_n (8/20) 20KA$; (3) 最大放电电流: $I_{max} (8/20) 40KA$; (4) 当模块在 20KA 时的残压: $<1.8KV$; (5) 响应时间: $T < 25ns$; (6) 材料: 阻燃热塑材料; (7) 安装: 35mm 的标准导轨; (8) 工作温度范围: $-40^{\circ}C \sim +80^{\circ}C$; (9) 接地: 配套接地设备。
2.8	一体化机箱	(1) 尺寸 $400mm \times 500mm \times 250mm(H \times W \times D)$, 可依据具体情况调整大小), 箱体防护等级为 IP54, 防雨防尘防盗防撬; 设备箱内附可拆卸安装板
2.9	立杆 (含维护栏及摆臂)	立杆直径 165mm, 高度 5000mm, 厚度 6mm, 摆臂直径 90mm, 长度 600mm-2000mm, 厚度 3mm
2.10	辅材	线缆、线管、螺丝、空开、喷漆等
2.11	避雷接地	设备接地体采用 $4 \times 40mm$ 扁铁, 埋设深度不低于 1500mm, 并和避雷针焊接一体; 水平接地体间距和垂直接地体间距均应大于 5000mm; 避雷埋地段应加入长效降阻剂 (如草木灰、木炭等), 然后填土夯实, 接地电阻 $<10\Omega$

3.4.1.2 建设方案

自动视频站根据传输方式分为有线光纤站、无线 4G 站点; 根据供电方式分

为市电供电站、太阳能供电站。本次建设主要通过 4G 高清摄像机实现视频图像的采集与传输，通过太阳能供电系统提供自动视频站供电。

系统核心组成部件包含：4G 高清摄像机、太阳能供电系统（太阳能板及支架、充电控制器、蓄电池）；配套基础设施包含：土建立杆、设备箱、防雷设施、接地系统、布线套管等附属设施。

（1）数据流程

监测站采集的视频/图像数据，经前端设备编码处理后，通过无线 4G 传输链路，将实时数据上传至后端监测中心；监测中心接收数据后，完成数据解析、存储、显示与分析，同时可向下发前端遥测站下达时钟校准、参数配置、指令触发等控制指令，形成“前端采集-传输-后端接收-指令反馈”的双向数据交互流程。

监测站数据流程如下图。

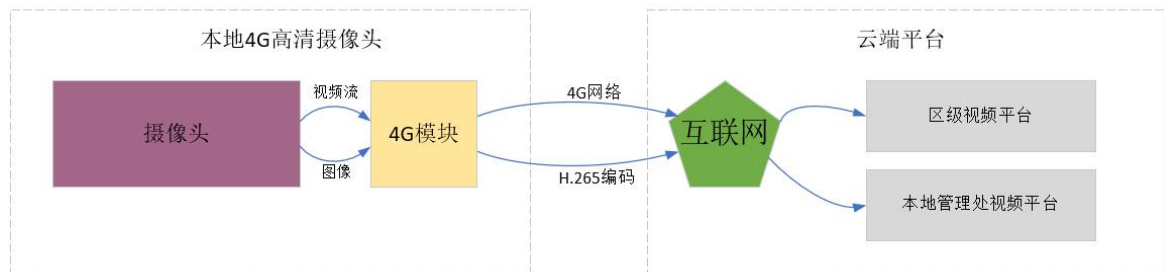


图 3-3 监测站数据流程图

（2）视频站安装示意

自动视频站为立式杆架式结构，整体由下至上依次为：混凝土基座、热镀锌监控立杆、设备箱、太阳能板支架及太阳能板（太阳能供系统）、立杆横臂及摄像机；立杆底部配套接地系统与防雷设施，设备箱内集成充电控制器、蓄电池、接线端子等核心配电与控制组件，立杆及设备箱外部完成规范布线，所有金属构件均做防腐防锈处理。

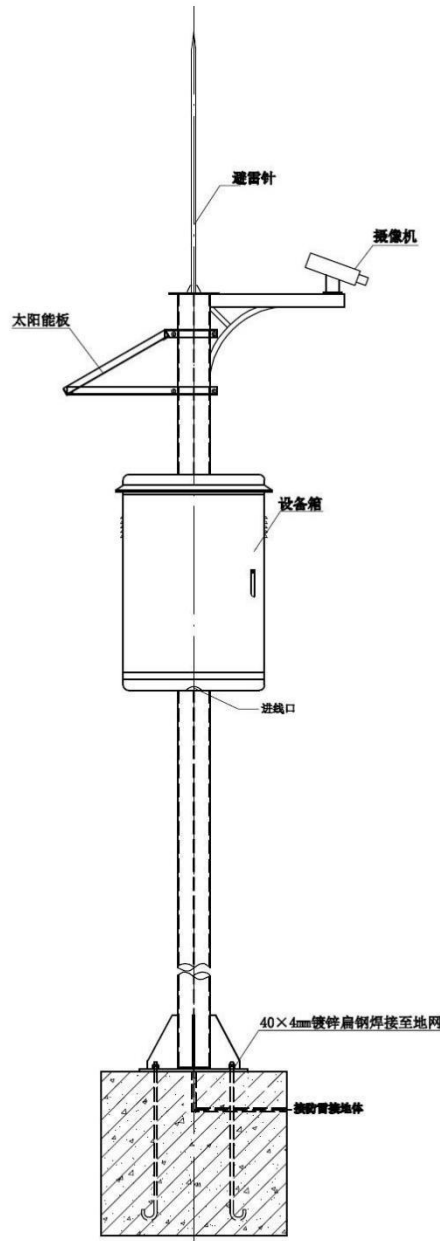


图 3-4 视频站结构示意图

(3) 立杆施工要求

- ① 监控立杆采用热镀锌钢管，离地高度 5m，钢管直径不小于 165mm，壁厚不小于 6mm；其中一根立杆配套横向支臂，用于摄像机安装。
- ② 立杆安装于混凝土独立基座上，基座尺寸不小于 1000mm × 1000mm × 1000mm（长宽高），基座埋深不低于 1m；混凝土强度等级不应低于 C25，基座抗风等级满足 8 级要求。
- ③ 立杆底部焊接热镀锌钢板，通过钢板与混凝土基座做牢固固定；立杆所

有金属构件、焊接部位均进行专业防腐防锈处理，先除锈再刷防腐底漆+面漆，保证户外抗腐蚀能力。

（4）摄像机设备安装与要求

① 摄像机应尽量靠近监控对象，安装在监视目标附近不易受外界损伤、不影响现场设备运行和人员正常活动的位置；避开强磁场、高频干扰区域，同时保证安装位置视野开阔、光线充足。

② 摄像机安装在立杆横臂上，横臂长度不超过 2m；镜头视场内无遮挡监视目标的物体，镜头避免强光直射，防止摄像管靶面受损；镜头应从光源方向对准监视目标，严禁逆光安装，若现场条件限制必须逆光安装时，需采取措施降低监视区域的对比度。

③ 摄像机拍摄视角需精准覆盖监测区域，确保能清晰拍摄到水尺桩或水面实时情况，实现水情信息的直观、实时掌握，满足山洪灾害水情监测的核心需求。

（5）太阳能供电系统安装

① 太阳能面板朝向为朝南略偏西，安装仰角控制在 30~37 度，面板四周无树木、建筑物等遮挡物，保证采光效率；太阳能板固定在专用支架上，采用 4 个 M12 螺栓做紧固处理，太阳能板支架固定在监控立杆上。

② 充电控制器、蓄电池与太阳能板做配套接线，均集成安装在设备箱内，接线牢固、布局规范，避免线路裸露；蓄电池保证足够储电容量，满足阴雨天等无光照条件下前端设备的持续供电需求。

（6）设备箱与布线工艺

视频站专用设备箱尺寸为 400mm×500mm×250mm（高宽深），箱体防护等级不低于 IP54，具备防雨、防尘、防盗功能；设备箱牢固安装在监控立杆上，箱底距地面高度不小于 2.5m，采用底部进线方式，防止雨水倒灌。

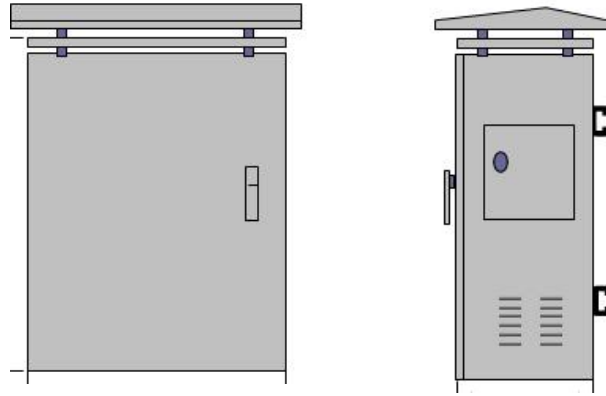


图 3-5 设备箱示意图

外部所有布线线缆均需套用 PVC 套管保护，需弯折的部位套用金属软管；布线做到横平竖直，所有套管通过线卡牢固固定在立杆上，套管转弯处使用专用弯头连接，无破损、无裸露。

设备机箱内设备安装布局整齐美观、便于后期维护，内部布线采用压线工艺，线路横平竖直并通过线卡固定，做好线路标识；接线时严格对照施工图纸操作，核对接线点位的准确性与牢固性，所有线路准确无误后，方可插入对应接线端子并紧固。

（7）防雷与接地系统施工

视频站所有户外设备（摄像机、太阳能板、立杆）均配套防雷设施，立杆顶部安装避雷针，避雷针高度满足防雷保护范围要求，与立杆做牢固连接；设备箱内安装电源防雷器、信号防雷器，分别对供电线路、传输线路做防雷保护，防止雷击损坏设备。

防雷设施、设备箱、立杆、所有金属构件均与接地系统做可靠连接；项目施工完成后，需对整体接地系统进行接地电阻测试，确保设备接地电阻小于 10 欧姆，不满足要求的需及时整改。

对接地体的焊头、避雷针及所有金属焊接部位的锈蚀部分，及时进行除锈、刷漆处理，保证接地与防雷系统的有效性。

（8）设备调试

整个系统安装结束后，开展全系统联调工作，完成前端与后端的整体衔接和

设备配合，按系统设计要求与软件操作规范，配置和设定各项运行参数，对系统功能、性能进行全面联合测试，检测系统各项指标是否达标，考核采集数据的正确性和系统数据传输畅通率等。系统联调需覆盖以下全部内容：

- ① 在摄像机设备监测范围内，测试前端采集精度；
- ② 触发数据传输条件，分别测试时间触发、参量触发等不同触发方式的有效性；
- ③ 全程测试监测视频的完整流程，检查视频传输的连续性；
- ④ 开展后端数据接收过程检查，重点核验参数准确性、传输速度及传输时间、全部自动视频站汇集完成时间等指标；
- ⑤ 从监测中心下达中心控制指令，检查前端自动适配站是否按预定要求动作，重点测试时钟校准、参数配置等核心指令；
- ⑥ 测试前端其他功能，包括现地视频下载、人工参数设置等操作的可行性；
- ⑦ 测试后端监测中心其他功能，包括视频/图像数据的图表显示、自动存储、历史查询、报表打印等功能。

3.4.2 水位站建设与实施

3.4.2.1 设备参数

序号	项目名称	参数	单位	数量
1	自动水位站 土建工程			
1.1	立杆土建工程			
1.2	立杆土方		m ³	15.76
1.3	立杆混凝土基础 C25	1500mm × 1500mm × 2200mm	m ³	4.95
1.4	立杆混凝土模板		m ²	13.2
1.5	立杆地笼	钢筋采用 4 根 DN24 钢螺栓，L=830mm（含 10mm 弯钩），地笼法兰采用 600 × mm600mm × 10mm 钢板，中间预留出线孔	套	1
2	自动水位站			

2.1	平板雷达水位计	工作频率: 24GHz; 测量范围: 0~30M; 测量精度: $\pm 3\text{mm}$ (0~30M); 显示分辨率: 1mm; 仪表启动时间: < 40S; 仪表采样速率: 1—2 / S; 功耗: Max.12mA (RS-485 接口输出/12V.DC); 供电电压: 6 ~ 26V.DC (标准值: 12V.DC); 过程温度: -40~+80℃; 相对湿度: $\leq 95\%$; 防护等级: IP67 (铝外壳); RS-485 接口输出方式/MODBUS 通讯功能; 数字通讯界面: MODBUS 协议; 安装方式: 不锈钢蝶形角度可调节支架; 符合国家水利行业标准: SL/T243-1999 水位计通用技术条件和 GB/T27993-2011 水位测量仪器通用技术条件。	套	1
2.2	主控单元 (含遥测终端机)	(1) 工作电压: DC9~24V (2) 静态值守功耗: $\leq 10\text{mA}$ (3) 符合 SL 651-2014《水文监测数据通信规约》 (4) 工作温度: -10℃ ~ 55℃ (5) 工作湿度: $\leq 95\%$ (40℃) (6) 平均无故障工作时间 (MTBF): $\geq 50000\text{h}$ (7) RTU 具有远程固件升级功能, 远程修改参数功能; 支持一站多发功能; 符合《水文监测数据通信规约》SL651-2014 和《水资源监测数据传输规约》SL/T 427-2021; 要求无雨小时报, 有雨至少 5 分钟 1 报; 具备数据显示屏, 可显示设置参数等各种信息; 支持现地和远程设置; 支持现地和远程查询; 保存数据应不少于 10000 个参数; 能和中心站数据交互, 接收执行中心站的指令; 实时时钟校准, 实时时钟与系统时钟误差不超过 $\pm 1\text{s/d}$; 可支持多种通信方式 (GPRS/北斗), 可具有多信道自动切换功能; 具有定时自报、查询-应答功能; 可 24h 实时保持在线, 掉线时, 在设置时间内可以恢复上线; 静态值守功耗: $\leq 2\text{mA}@12\text{VDC}$; $\leq 10\text{mA}@12\text{VDC}$; 可通过按键和其他无线方式设备参数; GPRS/CDMA/4G 模块, 可以同时进行短信和网络数据的收发; 能够同时与 6 个服务器进行数据通信; 支持蓄电池电压、信号强度、SIM 卡号等运维参数上报; 支持远程查询设备在线状态 (8) 含预警发布操作 APP 使用费, 实现与自治区平台接口对接, 能够使用自治区平台录入文字, 并进行现地语音播报功能。	套	1
2.3	太阳能板及支架	不低于 100W, 单晶硅, 密封性强、抗冲击性能好, 带安装支架, 便于安装的太阳能组件, 正常工作寿命不小于 10 年, 免维护, 组件采用阳极氧化铝边框, 坚固耐用且有效防止腐蚀	块	1
2.4	蓄电池	65AH, 使用温度: -50~40 度, 如果不满足-50 度, 冬天将电池收回, 电池组件易于拆装, 电解质: 采用胶体电解质, 环保要求: 电池配方中不含对环境	块	1

		有污染和不易回收的镉物质，无泄漏		
2.5	一体化机箱	尺寸 400mm×500mm×250mm(H×W×D, 可依据具体情况调整大小), 箱体防护等级为 IP54, 防雨防尘防盗; 设备箱内附可拆卸安装板, 遥测终端、蓄电池等设备安装在设备箱里面	套	1
2.6	太阳能充电控制器	2/24V 自动识别或自定义控制器工作电压, 采用温度补偿充电控制算法, 系统自动调整充放电参数, 光伏阵列短路保护、蓄电池过充保护、负载短路保护等, 具有 485 通讯接口, 支持太阳能板、蓄电池、负载的电压电流状态上报	个	1
2.7	信号避雷及电源避雷	信号避雷: SMA 接口、黄铜, 特性阻抗 50 欧姆, 电压保护水平 1.4, 传输特性 0-2.5Ghz, 响应时间≤1ns, 驻波比≤1.2VSWR, 损耗≤0.2db 电源避雷: Un: 12v; In: 20kA; Imax: 40kA; Uc: 15V	个	1
2.8	含 1 年流量卡和通信费	GPRS/CDMA/4G 模块, 接口: RS232、RS-485, 串口采用标准 EIA 电平波特率可调。	张	1
2.9	水尺、立杆、横臂安装支架	立杆直径 165mm, 高度 5000mm, 厚度 6mm, 横臂直径 90mm, 长度 4000mm-6000mm, 厚度 4mm, 太阳能支架尺寸 500mm×550mm, 高斜拉管 40×2.5mm 现场确定, 操作平台 800×800mm	套	1
2.10	防雷接地	设备接地体采用 4×40mm 扁铁, 埋设深度不低于 1500mm, 并和避雷针焊接一体; 水平接地体间距和垂直接地体间距均应大于 5000mm; 避雷埋地段应加入长效降阻剂(如草木灰、木炭等), 然后填土夯实, 接地电阻<10Ω	套	1
2.11	高程引测	根据测验河段地形情况, 需从国家水准点引测本站水准点高程。最终提交时要转换成 85 黄海高程	项	1

3.4.2.2 建设方案

自动水位站以遥测终端机(RTU)为核心主控单元, 配套集成平板雷达水位计、太阳能供电系统、防雷避雷系统三大核心功能模块, 结合标准化土建工程(混凝土基础、立杆地笼)及附属设施(一体化机箱、水尺、高斜拉加固管等), 构建“采集-传输-供电-防护”一体化的自动化监测系统。系统可实现水位数据的实时自动采集、存储、解析, 并通过 4G/北斗双模通信将数据上传至上级水利监测平台, 同时支持远程参数配置、时钟校准、数据查询等功能, 全程无需人工干

预，满足堤防河段水位全天候、高精度监测需求。

（1）雷达水位计安装

根据监测河段水文特征、地形条件及最高/最低水位线范围，现场定制建设水位计安装台及固定支架，悬臂、支架、立杆均采用热镀锌钢管材质，经防腐防锈处理，确保结构牢固、测量稳定，抗风等级不低于 8 级。

水位传感器安装立杆：高度不低于 5m，直径不小于 165mm，管壁厚度不低于 6mm，立杆底部焊接法兰盘，与混凝土基础预埋钢螺栓牢固连接；

测量悬臂：长度 2-6m（可根据现场水位变幅、河道宽度灵活调整），可实现 180° 水平旋转，安装后保持与水面平行，采用 40×2.5mm 高斜拉管对悬臂与立杆连接处进行加固，防止悬臂变形。

混凝土基座：基座为独立现浇 C25 混凝土基础，浇筑尺寸不小于 1500mm（长）×1500mm（宽）×2200mm（高），埋深不低于 2200mm；基座内按立杆底座法兰尺寸定制预埋 4 根 DN24 钢螺栓（长度 1000mm，含 10mm 弯钩），钢螺栓定位精准、间距均匀，预埋后做防锈处理，基座顶部预留出线孔，便于线缆穿引。

雷达水位计应垂直安装在待测水面之上，从雷达水位计探头到水面之间的周边，保证探头的发射角内不能有障碍物。

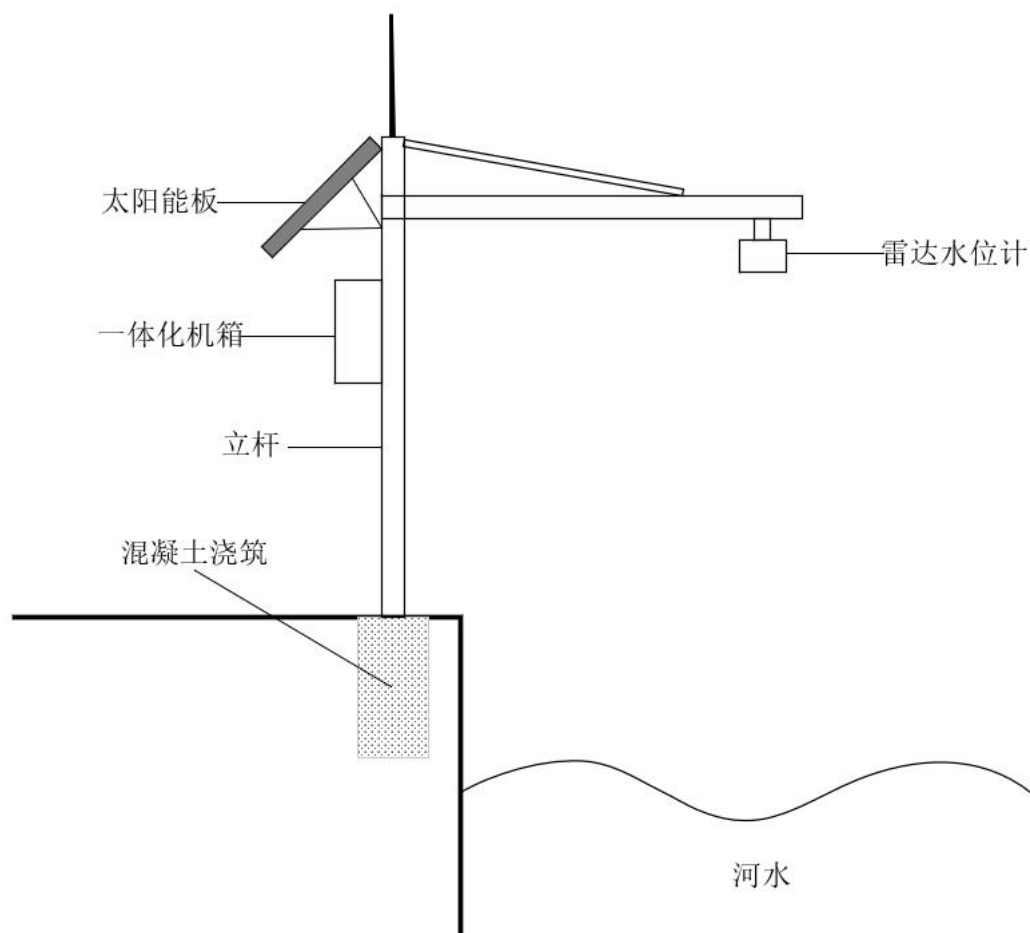


图 3-6 安装示意图

1) 雷达水位计安装

雷达水位计垂直安装于待测水面正上方，安装高度结合河段历史最高水位、最低水位及水位变幅确定，确保全水位量程内均可有效测量；

雷达水位计探头至水面的垂直范围内，发射角覆盖区域无任何障碍物（如树木、杂草、河道漂浮物、支架杆件等），避免遮挡雷达波造成测量误差；

安装位置避开河道回流、漩涡及波浪剧烈区域，若现场无法避开，需增设波浪消减装置，减少水面波动对测量精度的影响。

2) 配套水尺安装

水尺类型：选用不锈钢刻线水尺（精度 1cm），具备抗腐蚀、抗冲刷、刻度

清晰的特点，适配堤防河道户外水环境，使用寿命不低于 10 年；

安装位置：水尺与雷达水位计同断面布设，安装在雷达水位计观测范围附近、水流平稳、无回流漩涡、便于人工观测的堤防岸壁或硬质河坡处，避免受船只、漂浮物碰撞冲刷，且保证水尺量程覆盖监测河段最低水位至历史最高水位；

安装固定：采用膨胀螺栓或混凝土浇筑方式将水尺牢固固定，水尺安装保持垂直、平整，刻度线清晰朝向观测方向，底部与河床基岩或硬质地面贴合，无悬空、倾斜现象。

3) 高程引测要求

水尺零点高程与雷达水位计测量高程基准保持一致，均以国家水准点为标准引测本站水准点高程，实现自动化监测数据与人工水尺比对数据的无缝衔接。

雷达水位计与配套水尺安装前，同步完成站点水准高程引测工作，从附近国家等级水准点起测，采用二等水准测量方法引测至水位站基座基准点及水尺安装基准点，将测量高程统一转换为 1985 国家黄海高程基准，并在立杆、基座、水尺旁设置永久高程标识点，记录基准点高程数据，作为水位计校准、水尺校核、测量数据换算的依据。

(2) 安装步骤

1) 前期准备与高程标定：完成站点高程引测后，在水尺安装位置标定高程基准点，确定水尺零点安装位置及安装垂直度；同时标定雷达水位计立杆安装位置、悬臂旋转范围，确保二者同断面、同高程基准。

2) 配套水尺安装：按标定位置将不锈钢水尺垂直固定在堤防岸壁/河坡，采用水平尺校正垂直度，膨胀螺栓紧固后做防腐密封处理；安装完成后，再次复核水尺零点高程、刻度准确性，确保与 1985 黄海高程基准一致，并做好现场标识。

3) 接地体与避雷针预埋/安装: 按设计要求埋设 $4 \times 40\text{mm}$ 扁铁接地体, 埋深不低于 1500mm , 接地体与立杆基座预留连接口焊接牢固, 焊接处做临时防腐处理; 立杆安装完成后, 在其顶端牢固安装避雷针, 保证避雷针高度满足防雷保护范围要求, 避雷针与立杆焊接处做密封处理。

4) 线缆预接与密封: 提前连接雷达水位计端的数据传输线缆, 接线端采用防水航空接头连接, 并用防水绝缘胶带、热缩管进行多层密封处理, 防止雨水、湿气进入仪器电气部分造成短路、故障; 将密封后的线缆穿入悬臂钢管内部, 利用钢管对线缆进行全程防护, 避免户外老化、破损。

5) 水位计探头固定: 将雷达水位计探头通过专用安装法兰固定在悬臂前端, 法兰连接螺栓采用不锈钢材质, 紧固后再次做防水密封; 根据现场高程标识点、水尺量程及水位测量范围, 调整悬臂旋转角度和高度, 使探头垂直对准待测水面中心位置, 且与水尺保持合理间距(避免相互干扰), 确认无误后将悬臂与立杆加固件锁紧固定。

6) 线缆与 RTU 对接: 将悬臂内的传输线缆从立杆预留孔穿入, 引至一体化机箱内, 按照接线图纸将线缆另一端准确接入遥测终端机(RTU)的 RS485 接口, 核对接线极性、点位无误后, 拧紧接口端子并做好线路标识。

7) 检修结构安装: 在安装支架侧臂与主支架之间增设可活动支撑杆, 侧臂与支撑杆均采用旋转式连接结构, 可实现自由旋转、向下折叠, 便于后期设备检修、校准、维护及水尺人工比对操作, 折叠后做好锁紧固定, 确保正常监测时结构稳定。

8) 双测点高程校准: 安装完成后, 以站点 1985 黄海高程基准点为依据, 分别测量并记录雷达水位计探头的安装高程和配套水尺的零点高程、各刻度对应高

程，将两组高程参数同步录入遥测终端机（RTU），作为水位数据换算、双校核的基础参数；同时在立杆和水尺旁标注探头安装高程、水尺零点高程、警戒水位线、历史最高水位线等标识，便于现场核查与人工比对。

（3）水位计与配套水尺调试与要求

1) 基础精度校验：将雷达水位计接通电源，等待 30 分钟至测量状态稳定后，采用水准仪、测绳等标准测量工具，人工读取配套水尺的实时水位值，同时记录雷达水位计的自动输出数据值，对比二者差值，误差应控制在 $\pm 3\text{mm}$ 内，若超出误差范围，及时调整水位计安装角度、高度或通过设备参数进行校准，直至双数据比对达标。

2) 全量程精度调试：通过调整悬臂高度或结合河段实际水位变化，依次改变雷达水位计探头至待测水面的垂直高度（覆盖最低水位、常水位、警戒水位、最高水位等全量程范围），在每个测试点同步完成雷达水位计数据采集、配套水尺人工读数，逐点对比较验，确保各水位区间内，自动监测数据与人工水尺读数一致；校验合格后，按照设备操作手册，将探头距离值精准换算为 1985 黄海高程水位值，并在 RTU 中完成参数设置，固化换算公式，同时记录水尺各刻度对应的实际高程，形成《水尺-雷达水位计双校核对照表》。

3) 设备参数配置：针对平板雷达水位计的型号及技术参数，严格按照产品使用说明书、测试手册完成设备参数配置，包括采样速率（1-2 次/秒）、数据输出格式、滤波参数、休眠模式等，确保水位计与遥测终端机（RTU）通信协议匹配、数据传输兼容；配套水尺做好现场编号、量程、高程基准等信息记录，纳入站点技术档案。

4) 通信链路测试：将雷达水位计与遥测终端机（RTU）进行全连接，接通

电源后，通过 RTU 本地显示屏或远程调试软件，检查两者之间的通信状态，确保数据传输无丢包、无延迟、无乱码，通信成功率达到 100%；同时确认 RTU 可同步存储雷达水位计数据和人工水尺比对记录，支持双数据查询、导出。

5) 抗干扰与抗浪涌要求：水位测量仪器需具备较强的抗电磁干扰性能，符合 GB/T17626 电磁兼容标准四级要求，能抵御堤防周边电力线路、通信基站等电磁干扰；针对水面波浪影响，设备需内置波浪滤波算法，或现场增设波浪消减装置，有效消除水面波动造成的测量误差，保证数据稳定性；配套水尺安装位置做好防撞、防冲刷防护，避免因外力损坏导致刻度偏移、高程不准。

6) 采集与比对频次要求：水位计数据采集段次根据水位站观测任务、防汛报讯要求及上级平台指令进行灵活设置，观测频次不低于人工观测要求，默认设置为“无雨时段 1 小时/次，有雨时段 5 分钟/次”；配套水尺人工比对频次要求为日常每 3 天 1 次，汛期每天 1 次，水位接近警戒水位时每 2 小时 1 次，遇暴雨、洪水等极端天气加密比对，确保自动化监测数据的准确性和可靠性。

7) 水尺维护校准要求：定期清理水尺表面的淤泥、苔藓、漂浮物等，保持刻度清晰；每年汛前、汛后对水尺进行高程复核和垂直度校正，若发现水尺倾斜、松动、刻度磨损等问题，及时维修或更换，并重新完成高程标定和双数据比对校准。

(4) 太阳能供电系统调试要求

太阳能供电系统为自动水位站所有设备提供不间断供电，调试需覆盖太阳能板、蓄电池、充电控制器全环节，确保供电稳定、保护功能有效，具体要求如下：

1) 接线完整性检查：全面检查太阳能板、蓄电池、充电控制器之间的接线是否正确，正负极无反接、线路无虚接、短路、断路问题，所有接线端子紧固牢

靠，户外接线端做好防水密封，线缆规格与设备功耗匹配。

2) 太阳能板性能测试：在晴朗无遮挡的条件下，使用万用表测量太阳能电池板的开路电压、短路电流，测试结果需符合产品额定参数要求（50W 单晶硅太阳能板开路电压 $\geq 22V$ ，短路电流 $\geq 2.8A$ ）；检查太阳能板安装朝向是否合理，周边无树木、建筑物遮挡，采光效率达标。

3) 蓄电池状态检测：测量蓄电池的空载电压、充电电压、放电电压，12V40AH 胶体蓄电池空载电压应在 12.6–13.2V 之间，充电控制器浮充电压设置为 13.8–14.2V，均充电压设置为 14.5–14.8V，放电终止电压不低于 10.5V；检查蓄电池充电电流是否符合要求，正常充电电流应根据太阳能板功率及蓄电池剩余电量动态调整，无过充、欠充现象。

4) 充电控制器功能调试：确认充电控制器已正确识别系统电压（12V/24V 自动识别），温度补偿充电控制算法正常启用，系统可根据环境温度自动调整充放电参数；测试控制器保护功能，包括光伏阵列短路保护、蓄电池过充保护、过放保护、负载短路保护、反接保护等，各项保护功能触发及时、动作有效；通过控制器 485 通信接口，检查太阳能板、蓄电池、负载的电压、电流、剩余电量等状态数据是否能正常上传至 RTU。

5) 续航能力验证：模拟阴雨天无光照环境，断开太阳能板供电，测试蓄电池单独为全站设备供电的续航能力，确保在连续 7 天无光照条件下，蓄电池能维持设备正常运行，无断电、停机现象。

（5）遥测终端机调试要求

遥测终端机（RTU）是自动水位站的核心控制设备，调试需确保其接线正确、参数配置合理、功能正常、通信畅通，同时实现雷达水位计数据与水尺比对数据

的双存储、双上传，具体要求如下：

1) 接线与密封检查：检查遥测终端机与雷达水位计、太阳能供电系统、避雷系统、4G 模块等所有设备的电缆连接是否正确，线缆接头无松动、氧化、破损现象；检查 RTU 机箱及电缆、电源线入口的防水密封措施是否到位，防止雨水沿入口进水造成设备故障，户外接线端均采用防水接头并涂抹密封胶。

2) 上电前准备与初始化检查：确认所有线路连接、极性、点位全部正确无误后，方可接通电源进行调试；设备开机后，等待 3-5 分钟完成系统初始化，察看设备运行指示灯、电源指示灯、通信指示灯、传感器指示灯状态是否正常，无闪烁、常亮、熄灭等异常现象；使用万用表测量设备供电电压，确保电压在 DC9-24V 额定范围内，无电压过高、过低现象。

3) 基础参数配置：通过 RTU 本地按键、显示屏或远程调试软件，完成站点基础参数设置，包括站号、站点类型、4G/北斗中心号码、APN 参数、测量间隔、数据上报频次、预警阈值等；同时录入配套水尺的零点高程、量程、刻度对应高程等参数，开启双数据存储模式，确保 RTU 可同步记录雷达自动监测数据和人工水尺比对数据；参数设置完成后，保存并重启设备，确认参数无丢失、无篡改。

4) 通信功能测试：分别测试 4G、北斗两种通信模式的通信状态，确保双模通信均正常，可实现与上级水利监测平台的双向数据传输，且能同步上传雷达水位计数据和水尺比对记录；测试短信、网络数据收发功能，确保数据传输无丢包、无延迟，通信畅通率 $\geq 99\%$ ；通过改变传感器测量值、模拟人工水尺读数，观察数据是否能同步录入、存储、上传，无偏差、无遗漏。

5) 全功能模拟调试：在雷达水位计量程范围内，通过人工调整探头高度模拟实际水位变化，同时同步记录配套水尺的人工比对值，检查遥测终端机是否能

准确采集、存储、传输两组数据，包括数据显示、按键操作、本地存储、远程上传等各项功能是否正常；本地存储容量需满足不少于 10000 个监测参数（含双数据）的存储要求，数据可通过本地 U 盘或远程平台下载。

6) 接地与连接检查：检查遥测终端机与防雷接地系统的连接是否牢固可靠，接地电阻 $< 10\Omega$ ，符合防雷接地要求；检查全站所有设备之间的连接线、接地线是否规范，线路标识清晰，无交叉、缠绕现象，便于后期维护。

7) 配置信息记录：调试完成后，将设备安装调试的基本配置信息进行详细记录、整理，形成《设备调试记录表》，包括站点高程参数、雷达水位计探头安装高程、配套水尺高程参数、RTU 基础参数、通信参数、供电系统参数、接地电阻测试值、双校核对照表等，作为设备后期维护、校准、故障排查的重要依据。

(6) 高程引测实施

高程引测是自动水位站建设的关键环节，直接决定雷达水位计和配套水尺测量数据的准确性和规范性，需严格按照水利工程水准测量规范同步实施，具体要求如下：

1) 引测依据：以辖区内国家一、二等水准点为起算点，引测等级不低于二等水准测量，测量方法符合《国家三、四等水准测量规范》（GB/T12898）及《水利工程测量规范》（SL197）要求。

2) 测量实施：采用精密水准仪配水准尺进行现场测量，从起算水准点出发，沿堤防道路或通视良好的路线，同步引测至自动水位站混凝土基座基准点、雷达水位计安装基准点、配套水尺安装基准点，在各基准点设置永久水准标识点，标识点应设置在立杆、水尺旁不易被破坏、便于观测的位置，做好防护和标识。

3) 高程转换与校准：将实测的各基准点高程，严格换算为 1985 国家黄海高

程基准，换算过程保留至毫米级，做好换算记录；以该基准点高程为依据，分别测量雷达水位计探头的安装高程、配套水尺的零点高程及各刻度对应高程，将相关高程参数同步录入 RTU，完成水位计测量数据和水尺比对数据的高程校准，确保二者高程基准完全一致。

4) 高程复测：水位站建成后，每年至少开展一次高程复测，同步复核雷达水位计探头安装高程和配套水尺零点高程；若遇堤防加固、河道清淤、地震、洪水等特殊情况，及时进行复测，确保站点各基准点无沉降、位移，测量数据准确可靠，复测后若发现高程偏差，及时完成双数据校准。

(7) 系统联调保障

整个自动水位站所有设备安装、单机调试完成后，开展全系统联调工作，实现前端采集设备（雷达水位计、配套水尺）、传输设备、供电设备与后端水利监测平台的整体衔接和协同配合。按系统设计要求和软件操作规范，配置并设定各项运行参数，对系统功能、性能进行全面联合测试，重点验证双数据采集、比对、传输的有效性，检测系统各项指标是否达标，考核采集数据的正确性和系统数据传输畅通率等，联调合格后方可投入正式运行。

系统联调应包括下列几个方面：

- ① 在传感器设备范围内，模拟实际运行参数。
- ② 触发启动传输条件，通常包括时间触发、参量触发等。
- ③ 数据上传及相应过程。
- ④ 数据接收过程检查，重点包括参数准确性、传输速度及时间、全部遥测站数据汇集完成时间等。
- ⑤ 检查遥测终端接收与传感器发送数据是否一致，及遥测终端发送数据与

中心站接收数据是否一致。

⑥ 中心控制指令下达，检查遥测站是否按预定要求动作。如时钟校准、遥测终端配置等。

⑦ 遥测站其他功能。如现地数据下载、人工置数和设置等功能。

⑧ 中心站其他功能。如图表显示、存储、查询、打印等功能。

⑨ 调试过程中出现的问题和处理结果应详细记录、备查。

（8）接地电阻测试

接地电阻测试为自动水位站防雷系统验收的核心环节，需在系统联调合格后专项实施，同步完成接地及防雷构件的防腐防护处理，确保防雷接地系统长期有效运行，具体要求如下：

1) 选用经计量检定合格的接地电阻测试仪，测试前对仪器进行校准，确保测试数据准确；

2) 在系统联调合格后、项目竣工验收前实施，测试时现场无积水、接地体周边土壤干燥，符合接地电阻测试环境要求；

3) 对全站防雷接地系统进行整体测试，包含立杆、避雷针、一体化机箱、电源避雷系统、信号避雷系统、遥测终端机、雷达水位计等所有金属构件及电气设备的接地电阻，确保整体接地为等电位连接；

4) 严格检测接地系统的接地电阻值，全站所有设备及金属构件的接地电阻值必须小于 10 欧姆。

5) 对接地体的所有焊接接头、避雷针本体及避雷针与立杆的焊接部位进行全面检查，发现有锈蚀、氧化、掉漆等现象的部位，采用角磨机、砂纸等工具进行彻底除锈，直至露出金属原色，确保除锈无死角；

6) 除锈完成后, 及时对除锈部位进行防腐防护处理, 在涂刷防腐刷漆过程中保证漆膜均匀、无流挂、无漏刷, 焊接接头处做加厚涂刷处理, 提升防腐效果。

3.4.3 雨量水位一体站建设与实施

3.4.3.1 设备参数

序号	项目名称	参数	单位	数量
1	自动水位站 土建工程			
1.1	立杆土建工程			
1.2	立杆土方		m ³	15.76
1.3	立杆混凝土 基础 C25	1500mm × 1500mm × 2200mm	m ³	4.95
1.4	立杆混凝土 模板		m ²	13.2
1.5	立杆地笼	钢筋采用 4 根 DN24 钢螺栓, L=830mm (含 10mm 弯钩), 地笼法兰采用 600 × mm600mm × 10mm 钢板, 中间预留出线孔	套	1
2	自动水位站			
2.1	翻斗式雨量 计	承水口径: Φ 200+0.6mm 外刃口角度 40 ~ 45°, 测量降水强度: ≤ 4mm/min 在 8mm/min 可以工作, 分辨力: 0.2mm (6.28ml), 误差: ± 2% (室内静态测试, 雨强为 2mm/min), 输出信号: 单干式舌簧管通断, 工作温度: 0 ~ 60°C, 贮存温度: - 40°C ~ 60°C, 开关容量: DC, V ≤ 12V, I ≤ 500mA	套	1
2.2	平板雷达水 位计	工作频率: 24GHz; 测量范围: 0~30M; 测量精度: ± 3mm (0~30M); 显示分辨率: 1mm; 仪表启动时间: < 40S; 仪表采样速率: 1—2 / S; 功耗: Max.12mA (RS-485 接口输出/12V.DC); 供电电压: 6 ~ 26V.DC (标准值: 12V.DC); 过程温度: -40~+80°C; 相对湿度: ≤ 95%; 防护等级: IP67 (铝外壳); RS-485 接口输出方式/MODBUS 通讯功能; 数字通讯界面: MODBUS 协议; 安装方式: 不锈钢蝶形角度可调节支架; 符合国家水利行业标准: SL/T243-1999 水位计通用技术条件和 GB/T27993-2011 水位测量仪器通用技术条件。	套	1

2.3	主控单元(含遥测终端机)	<p>(1) 工作电压: DC9~24V</p> <p>(2) 静态值守功耗: $\leq 10\text{mA}$</p> <p>(3) 符合 SL 651-2014《水文监测数据通信规约》</p> <p>(4) 工作温度: $-10^{\circ}\text{C} \sim 55^{\circ}\text{C}$</p> <p>(5) 工作湿度: $\leq 95\%(40^{\circ}\text{C})$</p> <p>(6) 平均无故障工作时间 (MTBF): $\geq 50000\text{h}$</p> <p>(7) RTU 具有远程固件升级功能, 远程修改参数功能; 支持一站多发功能; 符合《水文监测数据通信规约》SL651-2014 和《水资源监测数据传输规约》SL/T 427-2021; 要求无雨小时报, 有雨至少 5 分钟 1 报; 具备数据显示屏, 可显示设置参数等各种信息; 支持现地和远程设置; 支持现地和远程查询; 保存数据应不少于 10000 个参数; 能和中心站数据交互, 接收执行中心站的指令; 实时时钟校准, 实时时钟与系统时钟误差不超过 $\pm 1\text{s/d}$; 可支持多种通信方式 (GPRS/北斗), 可具有多信道自动切换功能; 具有定时自报、查询-应答功能; 可 24h 实时保持在线, 掉线时, 在设置时间内可以恢复上线; 静态值守功耗: $\leq 2\text{mA}@12\text{VDC}$; $\leq 10\text{mA}@12\text{VDC}$; 可通过按键和其他无线方式设备参数; GPRS/CDMA/4G 模块, 可以同时进行短信和网络数据的收发; 能够同时与 6 个服务器进行数据通信; 支持蓄电池电压、信号强度、SIM 卡号等运维参数上报; 支持远程查询设备在线状态 (8) 含预警发布操作 APP 使用费, 实现与自治区平台接口对接, 能够使用自治区平台录入文字, 并进行现地语音播报功能。</p>	套	1
2.4	太阳能板及支架	不低于 100W, 单晶硅, 密封性强、抗冲击性能好, 带安装支架, 便于安装的太阳能组件, 正常工作寿命不小于 10 年, 免维护, 组件采用阳极氧化铝边框, 坚固耐用且有效防止腐蚀	块	1
2.5	蓄电池	65AH, 使用温度: $-50 \sim -40$ 度, 如果不满足 -50 度, 冬天将电池收回, 电池组件易于拆装, 电解质: 采用胶体电解质, 环保要求: 电池配方中不含对环境有污染和不易回收的镉物质, 无泄漏	块	1
2.6	一体化机箱	尺寸 $400\text{mm} \times 500\text{mm} \times 250\text{mm}(\text{H} \times \text{W} \times \text{D})$, 可依据具体情况调整大小), 箱体防护等级为 IP54, 防雨防尘防盗; 设备箱内附可拆卸安装板, 遥测终端、蓄电池等设备安装在设备箱里面	套	1
2.7	太阳能充电控制器	2/24V 自动识别或自定义控制器工作电压, 采用温度补偿充电控制算法, 系统自动调整充放电参数, 光伏阵列短路保护、蓄电池过充保护、负载短路保护等, 具有 485 通讯接口, 支持太阳能板、蓄电池、负载的电压电流状态上报	个	1

2.8	信号避雷及电源避雷	信号避雷: SMA 接口、黄铜, 特性阻抗 50 欧姆, 电压保护水平 1.4, 传输特性 0-2.5Ghz, 响应时间 $\leq 1\text{ns}$, 驻波比 $\leq 1.2\text{VSWR}$, 损耗 $\leq 0.2\text{db}$ 电源避雷: Un: 12v; In: 20kA; Imax: 40kA; Uc: 15V	个	1
2.9	含 1 年流量卡和通信费	GPRS/CDMA/4G 模块, 接口: RS232、RS-485, 串口采用标准 EIA 电平波特率可调。	张	1
2.10	水尺、立杆、横臂安装支架	立杆直径 165mm, 高度 5000mm, 厚度 6mm, 横臂直径 90mm, 长度 4000mm-6000mm, 厚度 4mm, 太阳能支架尺寸 500mm \times 550mm, 高斜拉管 40 \times 2.5mm 现场确定, 操作平台 800 \times 800mm	套	1
2.11	防雷接地	设备接地体采用 4 \times 40mm 扁铁, 埋设深度不低于 1500mm, 并和避雷针焊接一体; 水平接地体间距和垂直接地体间距均应大于 5000mm; 避雷埋地段应加入长效降阻剂 (如草木灰、木炭等), 然后填土夯实, 接地电阻 $<10\Omega$	套	1
2.12	高程引测	根据测验河段地形情况, 需从国家水准点引测本站水准点高程。最终提交时要转换成 85 黄海高程	项	1

3.4.3.2 建设方案

根据实际情况建设水位计台和支架, 悬臂和支架采用镀锌钢管材料, 保证水位测量的准确性。

水位计台基础: 砼基础底部为 1500mm \times 1500mm \times 2200mm 基础, C25 混凝土浇筑。预埋 8 \times 24 钢螺栓, 地脚间距为 200mm, 立柱采用直径不小于 165mm, 厚 6mm 无缝镀锌钢管, 悬臂采用直径为 90mm, 厚 4.5mm 无缝镀锌钢管, 刷防锈漆两遍, 红白相间快干磁漆二遍; 悬臂 4—6 米 (可根据渠道宽度调整, 大于河道宽度的半径), 可以 90 度旋转, 悬臂探头端与立杆顶端之间做拉线, 保证悬臂平行于水面, 上部安装一操作平台, 顶端安装仪器箱, 下端焊接 500 \times 500 \times 15mm 钢基板, 基板上开 $\phi 27$ 孔与基础螺栓连接, 基础与钢管采用法兰盘进行连接。

安装位置：雷达水位计应垂直安装在待测水面之上，从雷达水位计探头到水面之间的周边，保证探头的发射角内不能有障碍物。

安装内容：雷达水位计探头、安装支架、数据线缆等。

安装步骤：

- 1) 连接好雷达水位计端的数据传输线缆，并按要求将其密封好，以防雨水进入仪器电器部分。将连接好的线缆穿入悬臂钢管内部以起到保护的作用。
- 2) 将雷达水位计探头使用安装法兰在悬臂前端固定牢靠，将安装好雷达水位计探头的悬臂伸到观测水面位置并固定。
- 3) 将数据线缆另一端接入 RTU。
- 4) 安装支架侧臂与安装支架之间应有支撑杆，侧臂与支撑杆应能够旋转、放下，便于检修。

调试步骤及要求：

- 1) 将雷达水位计上电，待测量稳定后，人工测量水面到雷达水位计探头的距离，检查人工测量值是否与输出数据值一致。
- 2) 改变雷达水位计探头到待测水面的高度，用以上方法测量探头在不同水位的上方高度数据输出应与人工测量值一致。然后，按照操作手册将数据值设置为水位值。
- 3) 检查能否接入自治区山洪灾害监测平台等。

太阳能板安装：

- 1) 太阳能面板朝南（略偏西），仰角 30~37 度，四周无遮挡。
- 2) 太阳能板安装在太阳能板支架上，并用 4 个 M12 螺栓固定；太阳能板支架固定立杆上。

高程引测：

1) 引测依据：以辖区内国家一、二等水准点为起算点，引测等级不低于二等水准测量，测量方法符合《国家三、四等水准测量规范》（GB/T12898）及《水利工程测量规范》（SL197）要求。

2) 测量实施：采用精密水准仪配水准尺进行现场测量，从起算水准点出发，沿堤防道路或通视良好的路线，同步引测至自动水位站混凝土基座基准点、雷达水位计安装基准点、配套水尺安装基准点，在各基准点设置永久水准标识点，标识点应设置在立杆、水尺旁不易被破坏、便于观测的位置，做好防护和标识。

3) 高程转换与校准：将实测的各基准点高程，严格换算为 1985 国家黄海高程基准，换算过程保留至毫米级，做好换算记录；以该基准点高程为依据，分别测量雷达水位计探头的安装高程、配套水尺的零点高程及各刻度对应高程，将相关高程参数同步录入 RTU，完成水位计测量数据和水尺比对数据的高程校准，确保二者高程基准完全一致。

4) 高程复测：水位站建成后，每年至少开展一次高程复测，同步复核雷达水位计探头安装高程和配套水尺零点高程；若遇堤防加固、河道清淤、地震、洪水等特殊情况，及时进行复测，确保站点各基准点无沉降、位移，测量数据准确可靠，复测后若发现高程偏差，及时完成双数据校准。

设备箱安装：

雷达式水位站设备箱尺寸为 600mm*500mm*350mm（H*W*D），箱体防护等级为 IP54，防雨防尘防盗。

设备箱安装在工作平台上，底部进线。设备箱内附可拆卸安装板，遥测终端、蓄电池等设备安装在设备箱里面。

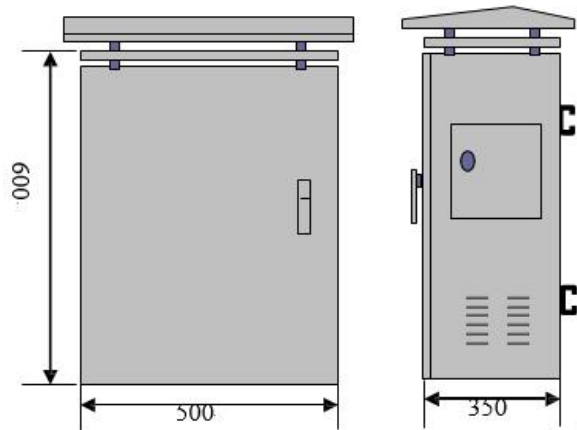


图 3-8 设备箱体

布线：

1) 外部布线线缆必须使用金属或 PVC 套管，布线横平竖直并用线卡固定，转弯的地方使用弯头连接。

2) 设备机箱内设备安装布局要整齐美观、便于维护，布线采用压线工艺，横平竖直并用线卡固定。

3) 安装时一定要仔细对照图纸进行接线，并且仔细核对接线处是否牢固可靠，确定所有线准确无误后方可插入对应端子。

监测场地安全保护设计：

金属围栏，3 米*3 米*1.8 米高，围栏采用铁艺式，四面封闭，西侧北角为入口门；围栏基础采用 5 个嵌入地下的梯形混凝土基础墩，预埋焊接件，围栏四边角及大门立柱各设一墩基础（上口 30cm×30cm，下口 40cm×40cm，高度 50cm）。立柱镀锌方钢采用 8cm×8cm×180cm。

3.4.3.3 调试要求

整个系统安装结束后，需通过系统（包括自治区接收平台和旗县区、有接收功能的盟市接收平台）联调，完成整体衔接和配合。按系统设计和软件要求，配

置和设定各项参数进行系统功能、性能联合测试，检测系统各项功能和指标，考核采集数据的正确性和系统畅通率等。**要实现雨量、水位数据上报准确。**编辑系统联调应包括下列几个方面：

- 1) 在传感器设备范围内，模拟实际运行参数。
- 2) 触发启动传输条件，通常包括时间触发、参量触发等。
- 3) 数据上传及响应过程。
- 4) 数据接收过程检查，重点包括参数准确性、传输速度及时间、全部遥测站数据汇集完成时间等。
- 5) 检查遥测终端接收与传感器发送数据是否一致，及遥测终端发送数据与中心站接收数据是否一致。
- 6) 中心控制指令下达，检查遥测站是否按预定要求动作。如时钟校准、遥测终端配置等。
- 7) 遥测站其他功能。如现地数据下载、人工置数和设置等功能。
- 8) 中心站其他功能。如图表显示、存储、查询、打印等功能。
- 9) 调试过程中出现的问题和处理结果应详细记录、备查。

4.运维管理

4.1 运维模式

智慧水利自动监测站点常规运行维护、监测设备更换、站点复建工作由自治区水旱灾害防御技术中心统一组织实施。项目实施过程中应根据实际情况建立科学评价体系，进一步提高运维质量。

各地区要做好运维工作台账管理工作，更换后的备品备件，按照固定资产管理办法处置。

4.2 运维验收

本项目自合同签订到期后，需按照《水文设施工程施工规程》（SL 649-2014）等相关规范对站点土建构筑物、监测设备、供电通信、防雷接地、数据传输及内业资料进行全面验收。要求立杆基础结构完好，设备安装规范、运行正常、测量精度达标，线缆敷设、防雷接地、供配电及通信系统工况稳定，监测数据实时上传、准确完整、无缺测漏测；运维巡检报告、服务报告（包括采购明细）、汛期站点到报率报告及使用运维 APP 运维情况记录等台账资料齐全归档，现场防护及安全标识完备，整体满足规程运维验收标准。验收后将验收鉴定书及时报水利厅。

5.保障措施

5.1 组织领导

按照水利部要求和自治区工作部署，自治区水旱灾害防御技术中心切实加强智慧水利自动监测站点常规运行维护、监测设备更换、站点复建的组织领导，细化工作举措，压紧压实责任分工，切实抓好项目的组织实施，要加强全过程管理，沟通协作，密切配合，共同努力，确保如期完成各项既定目标任务。

5.2 资金落实

自治区水旱灾害防御技术中心要加强与相关部门沟通衔接，足额落实运维资金，保证项目顺利实施。加强资金使用管理，强化全过程监管，确保资金使用合法合规，确保资金真正用于项目运维工作。要及时开展招标等前期工作，保证项目建设进度和资金支付进度。

5.3 监督检查

自治区水旱灾害防御技术中心要对智慧水利自动监测站点常规运维情况、监测设备更换、站点复建情况进行过程性的监督检查。采取经常性检查、随机抽查等形式，强化运维质量和进度监督。加强信息跟踪反馈，及时了解运维进展情况。强化全过程监管，防止截留、挤占和挪用运维资金，确保资金使用合法合规，保障资金切实发挥效益。

附件 1 站点数据传输规约

1. 水文站码申请

由自治区水文水资源中心对自动监测站进行统一编码。遵循程序如下：由承建方填写站点基础信息表，提交至自治区水旱灾害防御技术中心，再对接自治区水文水资源中心后依据《水文测站代码编制导则》（SL 502—2010）统一编码。改造站点沿用原水文站码。

2. 报文要求

2.1 雨量

降水量采用加报和定时报发送报文，定时报设定每小时报送一次，下雨加报 5 分钟一次。报文要素为 5 分钟雨量，报文要素 22H；1 小时雨量，整点报文中包含该项，报文要素 1AH；日降水量 1FH；降水量累计值，报文要素 26H 和时间。降水量上报报文例如：

定时报：功能码 32

7E7E01000171123A123432003B02718C220725100000F1F1000171123A48F0F
0220725100022190000001A190000001F19000000261900494639230083246645200
000040138121307036011

例子： 32 功能码 定时报

7E7E //HEX 编码报文帧起始

01 //中心站地址

000171123A //遥测站地址前两位补 00

1234 //密码

32 //定时报功能码

003B //报文上下行及长度

02		//报文起始符
718C		//流水号
220725100000		//发报时间
F1F1		//地址标识符
000171123A		//遥测站地址
48		//遥测站分类码 48 河道、50 雨量、4B 水库、4D 墒情
F0F0		//观测时间标识符
2207251000		//观测时间
2219 000000		//降水量要素编码及字符长度，5 分钟时段降水量 00
1A19 000000		//降水量要素编码及字符长度，1 小时时段降水量 00
1F19 000000		//降水量要素编码及字符长度，日降水量 0
2619 004946		//降水量要素编码及字符长度，降水量累计值 毫米
N(6,1)		
3923 00832466		//瞬时河道水位、潮位，水位 832.466
4520 00000401		//遥测站状态及报警信息
3812 1307		//电源电压要素编码及字符长度，13.07
03		//报文结束符
6011		//校验

加报报：功能码 33

（解码定义同定时报）

2.2 水位

水位采用加报和定时报发送报文，报文要素为瞬时水位和时间。

水位采集间隔为 5 分钟。定时报设定每小时报送一次，水位变幅 1cm 报送

加报。

遥测站发送水位计采集数值，在遥测终端机 RTU 处理成水位（高程值）后上报。

报文如下：参考雨量报文，报文要素以实际监测项目为准。

2.3 电压

定时报和加报报均报送电源电压值。

2.4 定时报段制

定时报采用 24 段制，即一小时一报。

2.5 加报发送机制

降水量不小于预设雨量阈值即时发送降水量累计值加报。推荐预设降水量阈值为 0.5mm。

水位变幅不小于预设水位阈值即时发送瞬时水位加报。推荐预设水位变幅阈值为 1cm。

3. 通讯要求

3.1 通信方式

采用 GPRS 通信信道，支持北斗卫星通信信道。

3.2 接收方式

雨水情自动测报系统采用集总接收模式，传输层通信协议为 TCP。

3.3 通讯时效

集总接收平台设定客户端链接超时为 40 秒，即要求遥测终端机 RTU 与集总接收平台建立连接后，需在 40 秒内完成报文上传，在此时间内遥测终端机 RTU 保持在线，等待平台回码，超 40 秒未收到平台回复，遥测终端机 RTU 触发重发机制；若遥测终端机 RTU 与集总接收平台建立连接后，40 秒后无报文上传，集

总接收平台关闭此连接。

集总接收平台查询遥测站数据、设置（修改）遥测站运行状态参数、控制遥测站运行时，遥测站 RTU 在 10 分钟内间隔（间隔在 1 ~ 255s 选择，推荐 40s）向平台发送通信链路维持报保持在线，接收平台命令，并作出响应。若 10 分钟内未收到平台命令，RTU 退出通信状态，并进入休眠。

3.4 通讯协议

雨水情自动测报遥测终端机 RTU 参照《水文监测数据通信规约》(SL 651-2014) 执行。

3.5 链路传输模式

遥测终端机 RTU 与集总接收平台默认传输链路模式为 M1、M2 模式。即发送/无应答传输模式或发送/确认传输模式。支持集总接收平台控制切换为 M4 模式。

遥测终端机 RTU 为通讯发起端。RTU 发送报文，集总接收平台接收报文且判断报文有效性后，响应发送“确认”报文。

集总接收平台负责控制 RTU 是否退出通讯链路，平台下发“确认”帧报文结束符为 ESC 时，RTU 应保持带电值守，RTU 间隔（间隔在 1 ~ 255s 选择，推荐 40s）向平台发送通信链路维持报保持在线，在 10 分钟后若没有收到平台命令，RTU 退出链路并返回 M1、M2 工作状态；“确认”帧报文结束符为 EOT 时，RTU 退出通信状态。

3.6 通信模块

遥测终端机 RTU 与省级集总接收平台使用外接通讯模块传输数据的情况下，外接通讯模块必须为透明传输，禁止发送非标报文。

3.7 遥测站地址

集总接收平台接收遥测终端机 RTU 发送来的报文，解码后根据遥测站地址匹配水库信息，进行数据计算及入库。

遥测站地址由 10 个数字组成的 BCD 码，采用 GSM/GPRS 通信方式，使用手机号后十位。

4. 报文要求

4.1 报文编码方式

雨水情自动测报通讯报文编码方式为 HEX 编码；遥测站地址使用 BCD 码。

4.2 报文类型

雨水情遥测站上行报文包括：加报报（功能码 33H）、定时报（功能码 32H）、小时报（功能码 34H），默认不发链路维持报（功能码 2FH）。

5. 其他

业主单位为监测点运维单位提供方便直接快速排查监测站点报文存在的问题（如报文结构性错误，报文部分数据解析错误等问题）报文工具，运维单位可及时使用以下工具进行报文问题排查：

1、报文校验工具：

对监测站上传的报文结构，是否正确或存在异常，进行结构化快速校验。

2、RTU 报文查询工具：

通过“站点编码”快速查询报文是否能正常解析，解析中存在的错误。

报文检查工具地址：<http://10.15.3.26:8992/RtuDebugUI20221223>