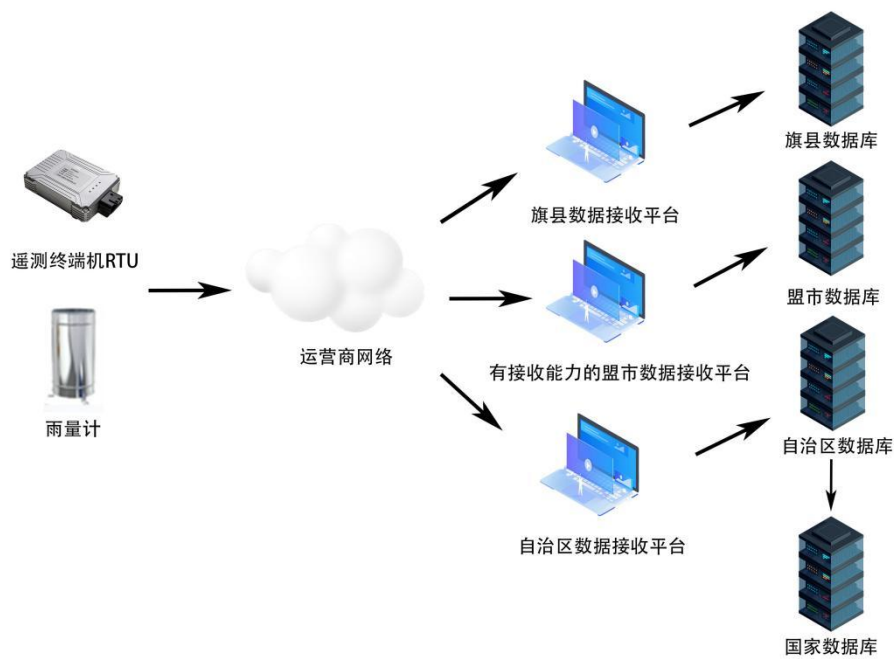


乌兰察布市 2025 年度山洪灾害防治 建设项目技术要求

技术要求

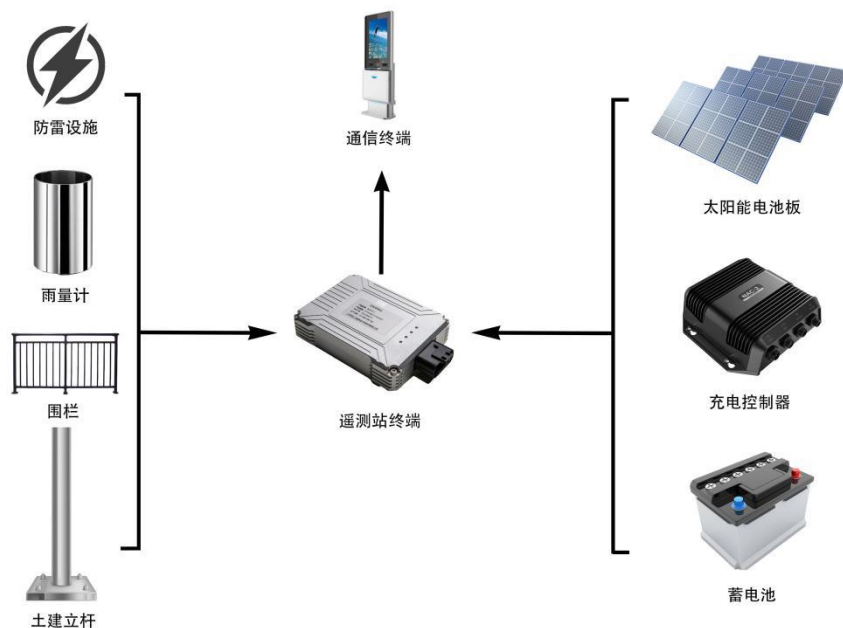
(1) 总体技术架构

山洪灾害自动监测站采用遥测终端机（RTU）采集雨量筒信号，并经过符合水文规约的报文封装后同时发送到多个数据接收平台，如下图所示：本次自动站点建设后，应能达到监测数据传输“一站多发”，数据上报稳定可靠，数据无异常值，可远程修改率定参数和远程固件升级。自动雨量站 RTU 要将监测数据同时直接传输至原有旗县区级山洪灾害监测预警平台、有接收功能的盟市平台及自治区级山洪灾害监测预警平台，不允许将监测数据传输至其他平台，监测数据要确保由站点直传至各级山洪灾害监测预警平台，不允许通过其他平台转发监测数据。



(2) 雨量站构成

自动雨量站的构成如下图：



本次站点建设主要在以下组成部件：遥测终端机（含通讯终端）、太阳能板及支架、充电控制器、蓄电池、雨量计、土建立杆、防雷、围栏等附属设施。

（3）数据传输方式

自动雨量站要求在 10 分钟之内传到自治区水利厅统一接收平台（自治区山洪灾害监测预警平台统一接收平台地址：116.113.33.52，端口：9200）和盟市、旗县接收平台。通信传输采用《水文监测数据通信规约》（SL 651-2014）和《水资源监测数据传输规约》（SL/T 427-2021）。RTU 需要支持北斗信道，作为后期扩展使用的备份信道。

雨量站报送频次：有降雨情况下每 5 分钟一报（整点 5 分钟报，报送间隔为 5 分钟），报送数据为前 5 分钟雨量值，无雨情况下每 1 小时一报，报送数据为前 1 小时雨量值。

库表结构遵守《实时雨水情数据库表结构与标识符标准》（SL323-2011）规范要求，同时必须满足内蒙古自治一站多发报文格式要求，请详见附件 4（报讯格式）。

（4）站点编码

由水文部门负责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，水文部门统一编码后下发测站编码。

设计与实施

(1) 雨量监测选址

雨量监测站的选址要求：

1) 观测场地应避开强风区，其周围应空旷、平坦、不受突变地形、树木和建筑物以及烟尘的影响。

2) 观测场不能完全避开建筑物，树木等障碍物的影响时，要求雨量器（计）离开障碍物边缘的距离，至少为障碍物顶部与仪器口高差的 2 倍。

3) 在山区，观测场不宜设在陡坡上、峡谷内和风口处，要选择相对平坦的场地，使承雨器口至山顶的仰角不大于 30° 。

4) 杆式雨量器（计）应设置在当地雨期常年盛行风向的障碍物的侧风区，杆位离开障碍物边缘的距离，至少为障碍物高度的 1.5 倍。在多风的高山、出山口、近海岸地区的雨量站，不宜设置杆式雨量器（计）。

5) 雨量站应设在防灾对象所在流域的中上游。

6) 应测试观测场所在位置的通信条件。

7) 原有观测场地如受各种建设影响已经不符合要求时，应重新选择，选择范围在 $2\sim 3\text{km}^2$ 内，并应符合上述要求。

(2) 雨量采集设备安装调试

安装要求：

1) 安装前，应检查确认仪器各部分完整无损，传感器、显示记录器工作正常，方可投入安装。

2) 地面雨量计安装高度为 1.2m，杆式雨量计安装高度不超过 4m（安装高度以承雨器口在水平状态下至观测场地面的距离计）。

3) 用螺栓将仪器底座固定在支撑板上，安装牢固，在暴风雨中不发生抖动或倾

斜，承雨口应水平；对有筒门的仪器外壳，其朝向应背对本地常见风向。对有水平工作要求的仪器应调节水准泡至水平。

4) 雨量传感器的安装应按产品使用手册（或产品说明书）规定的步骤进行。传感器的输出线应按规定连接固定，严防插头座进水。根据说明书的要求，正确设置各项参数（站码、中心站地址、报讯方式、站型、加报特征值等）后，再进行人工注水试验，并符合要求。试验完毕，应清除试验数据。

5) 传感器与显示记录器有电缆传输信号的，电缆长度应尽可能短，并宜加套管保护。

6) 仪器安装完毕后，应用水平尺复核，检查承水器口是否水平。

7) 避雷装置严格按照《地面气象观测场（室）防雷技术规范》（GB/T31162-2014）进行安装实施。

调试要求：

（1）采用人工注水滤定方法，校准 RTU 显示雨量计数值，最大允许误差值为 $\pm 4\%$ （10.5mm 降水）。具体方法：用量筒取 10.5mm 水，模拟降雨强度，将水注入雨量器中，同时计数翻斗翻转的次数，当翻转次数至 20 次时，停止注水，读出量筒中的剩余水量，若剩余水量大于或等于 0.1mm，且小于或等于 0.9mm 时，则属滤定合格，否则应对雨量计进行调整，至到滤定合格。

（2）核准 RTU 显示雨量计数值与自治区山洪灾害监测预警平台数据相一致。

（3）记录并提交测试报告。

（4）新建雨量站应保证次年上线率汛期站点到报率（以自治区平台中到报率为准）要达到 95%以上。

（3）雨量监测站土建方案

雨量监测站采用双杆镀锌钢管托举的架构形式。雨量数据采集遥测终端、通信模块和太阳能供电系统设置在铁制仪器设备箱里，并采用双杆架空形式安置。镀锌

钢管设计。主要设备包括支撑立杆 1 根，设备机箱 1 个，箱体外柜架 1 个，横担 2 根，避雷针 1 套。

立杆混凝土基础尺寸为 $600 \times 600 \times 800\text{mm}$ （地面下 600mm，地上 200mm）C25 混凝土浇筑，立杆混凝土模板尺寸为 $600 \times 600 \times 200\text{mm}$ ；立杆地笼钢筋采用 4 根 DN20 钢螺栓 $L=630\text{mm}$ （含 10mm 弯钩），地笼法兰采用 $400 \times 400 \times 10\text{mm}$ 钢板，中间预留出线孔；金属围栏 $3263\text{mm} \times 1800\text{mm} \times 4$ ，围栏采用铁艺式，四面封闭，西侧北角为入口门；金属围栏基础土方 $400\text{mm} \times 400\text{mm} \times 500\text{mm}$ ；金属围栏基础混凝土围栏基础采用 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 $300\text{mm} \times 300\text{mm} \times 200\text{mm}$ ，下口 $400\text{mm} \times 400\text{mm} \times 500\text{mm}$ ）；金属围栏混凝土模板为 $300\text{mm} \times 300\text{mm} \times 200\text{mm}$ ，金属围栏基础主柱为立柱镀锌方钢采用 $80\text{mm} \times 80\text{mm} \times 1800\text{mm}$ ；金属围栏门为 $1050\text{mm} \times 1800\text{mm}$ （含门五金配件）。

支撑立杆安装

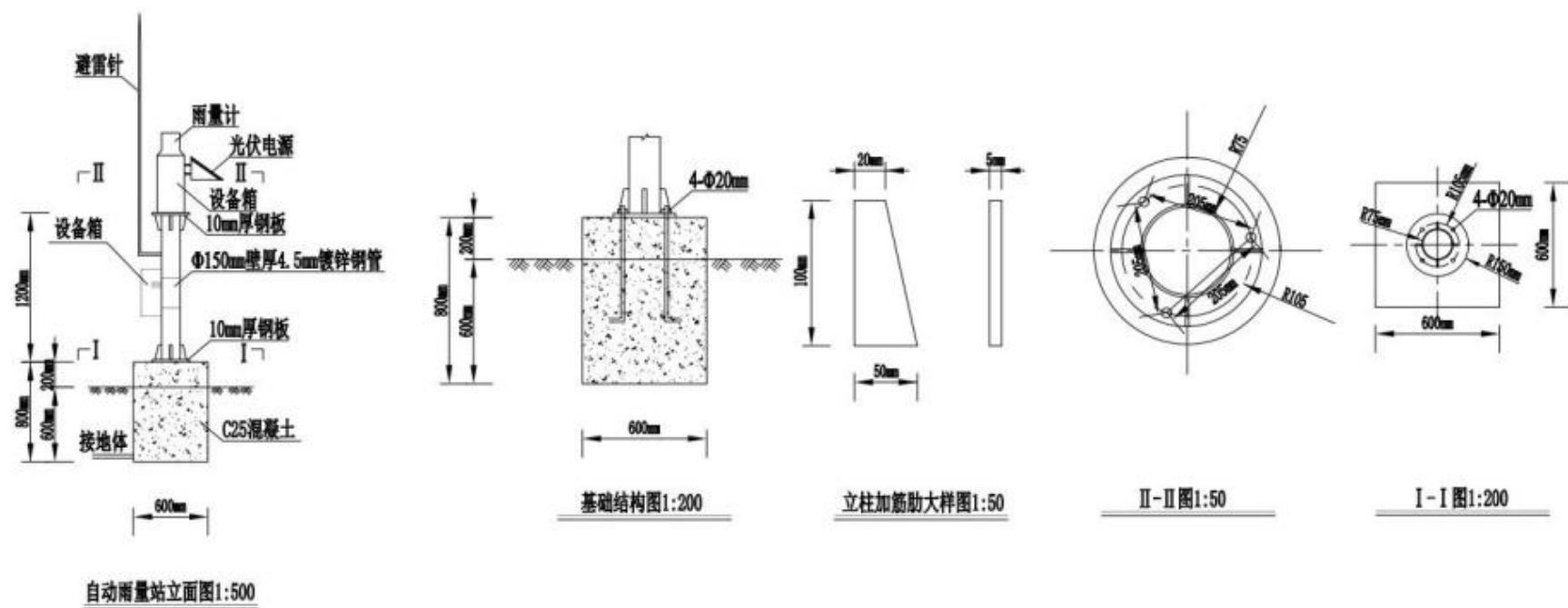
立杆尺寸要求为直径为 150mm，壁厚 4.5mm，材质为镀锌钢管，高度为 1.2m。

太阳能极板安装

太阳能极板安装在设备机箱顶部，安装时要求太阳能极板朝南方向或东南方向 20° 。

避雷针安装

避雷针安装后必须和箱体连接接地。设备接地体采用 $4 \times 40\text{mm}$ 扁铁，埋设深度不低于 1.5m，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 5m；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。



图示 雨量站安装示意图

参数要求

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-50~40 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。

设备名称	参数要求
主控单元（含遥测终端机）	1) 具有远程固件升级功能，远程修改参数功能； 2) 支持一站多发功能；前端 RTU 设备具有把数据分别发送给自治区平台、旗县平台及有接收功能的盟市平台，数据接收平台符合《水文监测数据通信规约》SL651-2014； 3) 自动雨量站：要求无雨小时报，有雨至少 5 分钟 1 报； 6) 符合《水文监测数据通信规约》SL651-2014； 7) 数据采集：采集传感器的测量数据； 8) 数据显示：显示设置参数、采集的数据，等各种信息； 9) 参数设置：支持现地和远程设置； 10) 查询：支持现地和远程查询； 11) 存储：保存数据应不少于 10000 个参数； 12) 通信与传输：能和中心站数据交互，接收执行中心站的指令； 13) 时钟校准：实时时钟校准，实时时钟与系统时钟误差不超过 $\pm 1\text{s/d}$； 14) 可支持多种通信方式（GPRS/北斗），可具有多信道自动切换功能； 15) 具有定时自报、查询一应答功能； 16) 可 24h 实时保持在线，掉线时，在设置时间内可以恢复上线。 17) 性能要求：功耗：静态值守功耗：$\leq 2\text{mA@12VDC}$； 18) 工作功耗：$\leq 10\text{mA@12VDC}$。注：不含通信模块及有源传感器； 19) 自带彩色可触控 LCD 屏，可通过触控屏幕设置参数，无需连接电脑设置。 20) GPRS/CDMA/4G 模块，可以同时进行短信和网络数据的收发； 21) 能够同时与 6 个服务器进行数据通信； 22) 具有低功耗待机功能，可以通过短信和电话唤醒； 23) 能够对短信和电话的号码进行识别，支持白名单功能。 24) 支持远程查询设备在线状态。

通讯模块	GPRS/CDMA/4G 模块。 (1) 接口：RS232、RS-485。 (2) 串口采用标准 EIA 电平波特率可调 (3) 包含 5 年物联网卡通讯费
雨量计	(1) 承水口径：Φ200+0.6mm 外刃口角度 45°； (2) 测量降水强度：≤4mm/min 在 8mm/min 可以工作； (3) 测量精度：0.2mm； (4) 误差：±2%（室内静态测试，雨强为 2mm/min）； (5) 输出信号：单干式舌簧管通断；双干式舌簧管通断，常态时一通一断； (6) 工作温度：0~60℃； (7) 贮存温度：-40℃~60℃； (8) 开关容量：DC，V≤12V，I≤500mA；
太阳能电池板及支架	(1) 不低于 40W (2) 单晶硅，密封性强、抗冲击性能好 (3) 带安装支架，便于安装的太阳能组件 (4) 正常工作寿命不小于 10 年，免维护 (5) 组件采用阳极氧化铝边框，坚固耐用且有效防止腐蚀。
充电控制器	(1) 12/24V 自动识别或自定义控制器工作电压 (2) 采用温度补偿充电控制算法，系统自动调整充放电参数 (3) 控制器具有智能清除故障功能 (4) 具有负载输出硬开关，方便维修使用； (5) 光伏阵列短路保护 (6) 蓄电池过充保护 (7) 负载短路保护 (8) 光伏组件极性反接保护 (9) 蓄电池极性反接保护 (10) 超温保护 (11) 蓄电池过（低压）放保护 (12) 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
胶体蓄电池	(1) 不低于 38AH (2) 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 (3) 电解质：采用胶体电解质； (4) 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。
避雷接地要求	建设避雷接地系统，包括避雷针（不小于 1 米高度）、引下线和接地体，接地电阻应小于 10Ω。

站点卫星通信改造

结构组成

自动监测站点卫星信道补充项目是在原有自动监测站点建设基础上加装北斗卫星终端设备，因此需对原有自动监测站点进行配置调整。

自动监测站点设备主要由前端采集设备、遥测终端、电源系统（太阳能电池板、蓄电池、充电控制器）以及数据传输系统（主信道：4G/5G 传输模块；备用信道：北斗三卫星传输终端）组成。前端站点远程遥测终端（RTU）满足《水文监测数据通信规约》（SL651-2014）且具备内置北斗三号通信协议并具备相应接口，具备加装北斗数据传输终端设备条件，加装北斗数据传输终端，通过北斗 RDSS 短报文通信技术加强对设备传感器信息的采集。北斗数据传输终端如图所示。



图 1-2 北斗数据传输终端

主要设备组成结构图如下图所示：

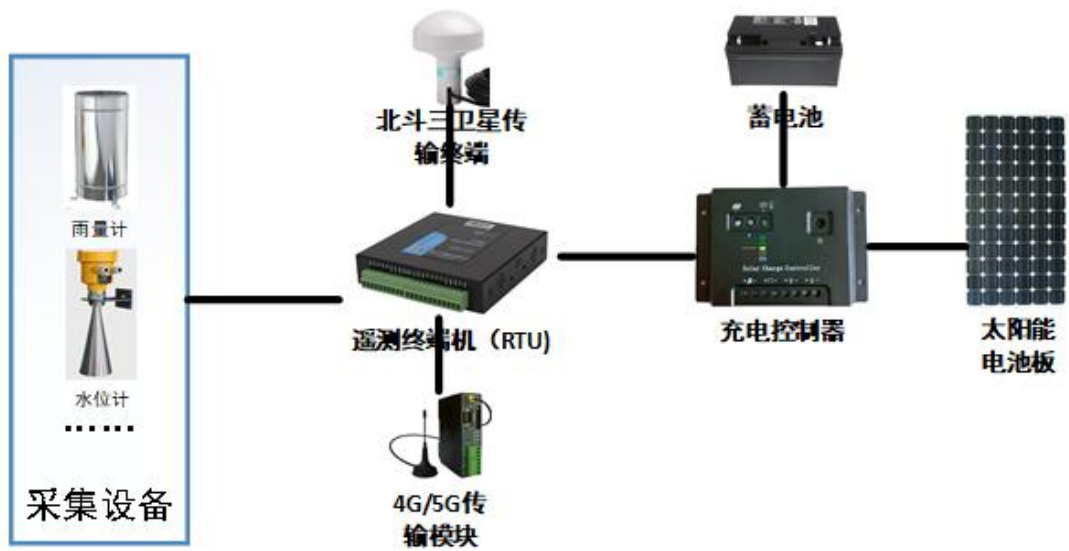


图 1-3 主要设备组成结构图

项目建设清单

表 1-3-2 卫星通信信道终端配置表

序号	分类	项目	工作内容	单位	数量
1	卫星通信终端	卫星终端加装	北斗三代卫星终端	台	4
2	遥测终端	遥测终端升级	支持北斗三代卫星终端加装，支持一站双发，传输协议采用甲方规定的数据传输协议	套	4
3	供电系统	蓄电池、太阳能板升级	蓄电池：12v65AH 以上铅酸蓄电池； 太阳能电池板：40W 以上单晶硅太阳能电池板	套	4
4	安装辅材	线缆	卫星通信线缆、电源线、数据线等	套	4

序号	分类	项目	工作内容	单位	数量
5		穿线管材	线材穿管	套	4
6		安装支架	北斗卫星终端安装支架、太阳能电池板支架	套	4
7		设备机箱	不锈钢三防机箱，配置机箱升温模块	套	4
8	卫星入网	卫星入网		个	4
9	安装调试	设备安装、系统调试		项	4

北斗通信信道要求

本项目建设的自动监测站卫星备用信道的数据传输必须规范化，与现有的县级接收平台相衔接，数据传输要保持一致，符合《水文监测数据通信规约》（SL651-2014）和《实时雨水情数据库表结构与标识符》（SL323-2011）的标准要求，同时遵照《水利北斗短报文通信规约（试行）》要求进行数据传输。建设完成后自治区、市县的数据形成一个有机的整体，数据传输通畅，数据标准化入库存储，数据共享应用便捷。

本项目北斗通信数据卡由市级报水利厅，由水利厅统一向水利部申请办理。

前端监测站点进行参数的监测，遥测终端将采集到的数据生成原始报文后首先通过 4G/5G 信道发送。如 4G/5G 终端两次握手协议信号无反馈情况下（启用北斗传输时间间隔不超过 2 分钟），自动转换至北斗通讯通道，将原始报文传送至北斗卫星终端，由北斗用户终端编译后形成北斗卫星短报文并发送至指定北斗指挥机。北斗指挥机将接收到的北斗短报文破译之后回溯成原始报文上传至用户平台数据库，在自治区级山洪灾害监测预警平台进行展示。

同时主信道从每天 8 时开始，时间间隔可调，最小时间间隔为 1 小时，最大时间间隔为 6 小时。默认为每日每小时整点定时发送平安报。RTU 编报的所有上报报文，可添加扩展要素信道标识符以供接收平台识别。RTU 不管采用主信道还是备用信道发送报文时，均在所发报文中添加相应信道标识符。信道标识符：要素码 0xFF80, N(a)，主信道 a 取值 0，备份信道 a 取 1。备份信道平安报发送方式如下：每日早 9:00 的整点报，主备信道各发送一次，主信道先发，然后切换至备份信道再发（内容和正常定时报文一致），用以检验备份信道在需要的时候是否能够正常工作。备份信道发送完成后及时切换回主信道，其他时间根据需要切换主备信道。

通过北斗短报文传输的数据包括水文数据、通信规约数据以及遥控遥调数据。针对内蒙古自治区实际情况以及终端使用、部署情况，提供北斗指挥中心管理服务，实现自治区水利业务平台北斗指挥型终端数据接收。通信架构设计如下图 1-4 所示。

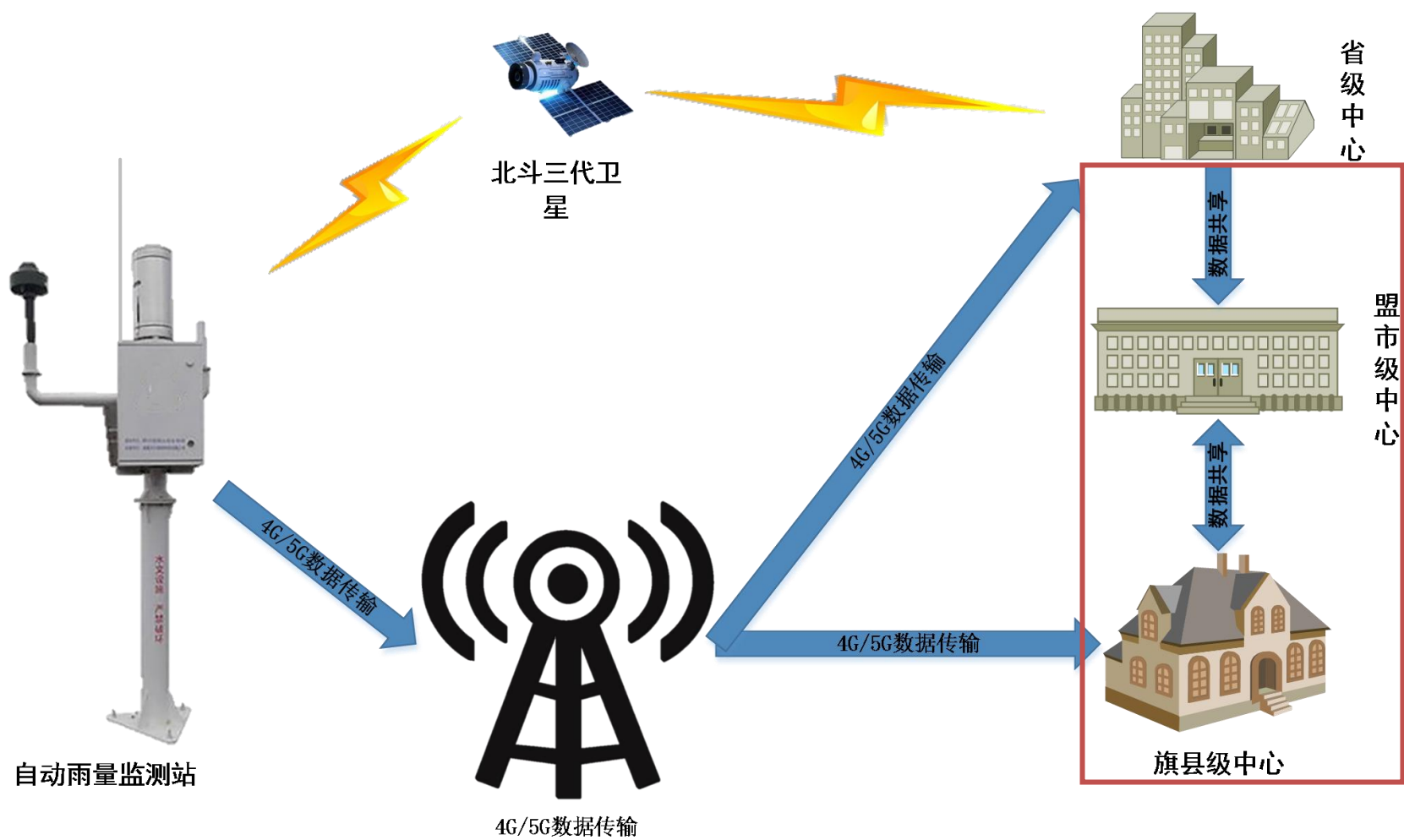


图 1-4 内蒙古自治区北斗终端通信管理架构框图

*数据采集通信规约要求

按照《水文监测数据通信规约》（SL651-2014）规定，传感器与遥测终端设备之间的接口及数据通信协议应符合数据采集通信规约；遥测站与中心站之间的数据传输通信协议应符合报文传输规约。

①一般规定

智能传感器宜采用 RS-485/422、RS-232C、SDI-12 等通用接口标准；通信协议宜采用 Modbus-RTU 协议和 SDI-12 通信协议。

②智能传感器通信协议

（1）智能传感器 Modbus-RTU 通信协议

1) 通信速率和字节帧结构

通信波特率宜采用 1200bps，2400bps，4800bps，9600bps，19200bps；字节帧结构为 1 个起始位“0”，8 个数据位，1 位停止位“1”，无奇偶校验位；低位在前，高位在后。

2) 数据帧基本格式

数据帧基本格式见下表。除了校验值外，其他数据传输顺序为高位字节在前，低位字节在后。

表 1-3-3 数据帧基本格式表

地址	功能码	数据	校验
1 字节	1 字节	不定长	2 字节

3) 数据

数据包含了智能传感器执行特定功能所需要的数据或者智能传感器响应查询时采集到的数据。数据类型可以是整型数、定点数、十进制浮点数。常用水文要素在协议中所用寄存器地址及数据长度应符合下表的规定。

（2）智能传感器 SDI-12 通信协议

智能传感器采用 SDI-12 通用接口标准时，应采用 SDI-12 串行数据接口通信协议。智能传感器采用 RS-485、RS-232C 等通用接口标准时，也可参照 SDI-12 串行数据接口通信协议执行。

*报文传输规约要求

在水文监测系统设计与建设时，应根据采用的数据传输信道类型及其特性和项目需求，选择 ASCII 字符编码或 HEX/BCD 编码帧结构，按照规约规定的报文结构中选择适宜的报文正文、要素编码组合，确定适合于信道传输的单帧报文长度。数据报文、查询命令以及设置（控制）命令报文应采用同一种编码结构，不得交叉使用。如降水量、河道水文信息、水库水文信息要符合如下编码格式要求：

表 1-3-4 降水量编码基本格式

序号	编码名称	降水信息编码结构	编码说明	
1	流水号	流水号	2 字节 HEX 码，范围 1~65535	
2	发报时间	发报时间	6 字节 BCD 码，YYMMDDHHmmSS	
3	遥测站地址	地址标识符		
		遥测站地址	编码规则见 6.2.3.2	
4	遥测站分		降水类	
5	观测时间	观测时间标识符		
		观测时间	5 字节 BCD 码，YYMMDDHHmm	
6	降水量	降水量标识符	可同时编排多组	
		降水量	十进制浮点数，小数点后保留 1 位	
7	降雨历时	降水量标识符	可同时编排多组	暴雨加报时选编
		降水历时	HH. mm	
8	降水量累计值	降水量累计值标识		可同时编排多组
		降水量累计值	十进制浮点数，小数点后保留 1 位	
9	蒸发量	蒸发量标识符		

序号	编码名称	降水信息编码结构	编码说明	
		蒸发量	进制浮点数，小数点后保留 1 位	
10	风向	风向标识符		
		风向	1~16	
11	风速	风速标识符		
		风速	风速：十进制浮点数，小数点后保留 1 位	
12	其他信息	要素标识符		
13	电源电压	电源电压标识符	通常报蓄电池电压	

*数据存储标准要求

为统一实时雨量情数据库表结构和标识符，有效存储和科学管理水情信息，提高水情信息共享应用水平，实时雨量情数据库表结构的设计，应遵循科学、实用、简洁和可扩展性的原则，为兼顾原有业务系统、保持数据表的连续性，应满足《实时雨水情数据库表结构与标识符》（SL323-2011）要求。

表 1-3-5 测站基本属性表结构

序号	字段名	字段标识	类型及长度	是否允许空值	计量单位	主键序号
1	测站编码	STCD	C(8)	N		1
2	测站名称	STNM	C(30)			
3	河流名称	RVNM	C(30)			
4	水系名称	HNNM	C(30)			
5	流域名称	BSNM	C(30)			

序号	字段名	字段标识	类型及长度	是否允许空值	计量单位	主键序号
6	经度	LGTD	N(10,6)		(°)	
7	纬度	LTTD	N(10,6)		(°)	
8	站址	STLC	C(50)			
9	行政区划码	ADDVCD	C(6)			
10	基面名称	DTMNM	C(16)			
11	基面高程	DTMEL	N(7,3)		m	
12	基面修正值	DTPR	N(7,3)		m	
13	站类	STTP	C(2)			
14	报讯等级	FRGRD	C(1)			
15	建站年月	ESSTYM	C(6)			
16	始报年月	BGFRYM	C(6)			
17	隶属行业单位	ATCUNIT	C(20)			
18	信息管理单位	ADMAUTH	C(20)			
19	交换管理单位	LOCALITY	C(10)	N		2
20	测站岸别	STBK	C(1)			
21	测站方位	STAZT	N(3)		(°)	

序号	字段名	字段标识	类型及长度	是否允许空值	计量单位	主键序号
22	至河口距离	DSTRVM	N(6, 1)		km	
23	集水面积	DRNA	N(7)		km ²	
24	拼音码	PHCD	C(6)			
25	启用标志	USFL	C(1)			
26	备注	COMMENTS	VC(200)			
27	时间戳	ODITIME	DATETIME			

表 1-3-6 测站报送任务表结构

序号	字段名	字段标识	类型及长度	是否允许空值	计量单位	主键序号
1	测站编码	STCD	C(8)	N		1
2	报讯段次	DFRTMS	N(2)			
3	降水量标志	PFL	C(1)			
4	蒸发量标志	EFL	C(1)			
5	水位标志	ZFL	C(1)			
6	流量标志	QFL	C(1)			
7	蓄水量标志	WFL	C(1)			
8	入库流量标志	INQFL	C(1)			
9	闸门启闭标志	DAMFL	C(1)			
10	出库流量标志	OTQFL	C(1)			
11	风浪标志	WDWVFL	C(1)			
12	泥沙标志	SEDFL	C(1)			
13	冰情标志	ICEFL	C(1)			

序号	字段名	字段标识	类型及长度	是否允许空值	计量单位	主键序号
14	引水量标志	PPFL	C(1)			
15	排水量标志	DRNFL	C(1)			
16	墒情标志	SOILFL	C(1)			
17	地下水标志	GRWFL	C(1)			
18	旬月统计标志	STATFL	C(1)			
19	测站联系人	OFFICER	C(12)	N		
20	移动电话号码	MPHONE	C(11)	N		
21	固定电话号码	SPHONE	C(12)	N		
22	时间戳	MODITIME	DATETIME			

表 1-3-7 单位名称编码表结构

序号	字段名	字段标识	类型及长度	是否允许空值	计量单位	主键序号
1	单位代码	INSTCD	C(10)	N		1
2	单位名称	INSTNM	C(60)			
3	交换管理单位	LOCALITY	C(10)			
4	时间戳	MODITIME	DATETIME			

表 1-3-8 降水量表结构

序号	字段名	字段标识	类型及长度	是否允许空值	计量单位	主键序号
1	测站编码	STCD	C(8)	N		2
2	时间	TM	DATETIME	N		1
3	时段降水量	DRP	N(5, 1)		mm	
4	时段长	INTV	N(5, 2)		h	

序号	字段名	字段标识	类型及长度	是否允许空值	计量单位	主键序号
5	降水历时	PDR	N(5, 2)			
6	日降水量	DYP	N(5, 1)		mm	
7	天气状况	WTH	C(1)			

*数据传输流程

北斗卫星信道加装后的自动监测站数据传输流程如下图所示：

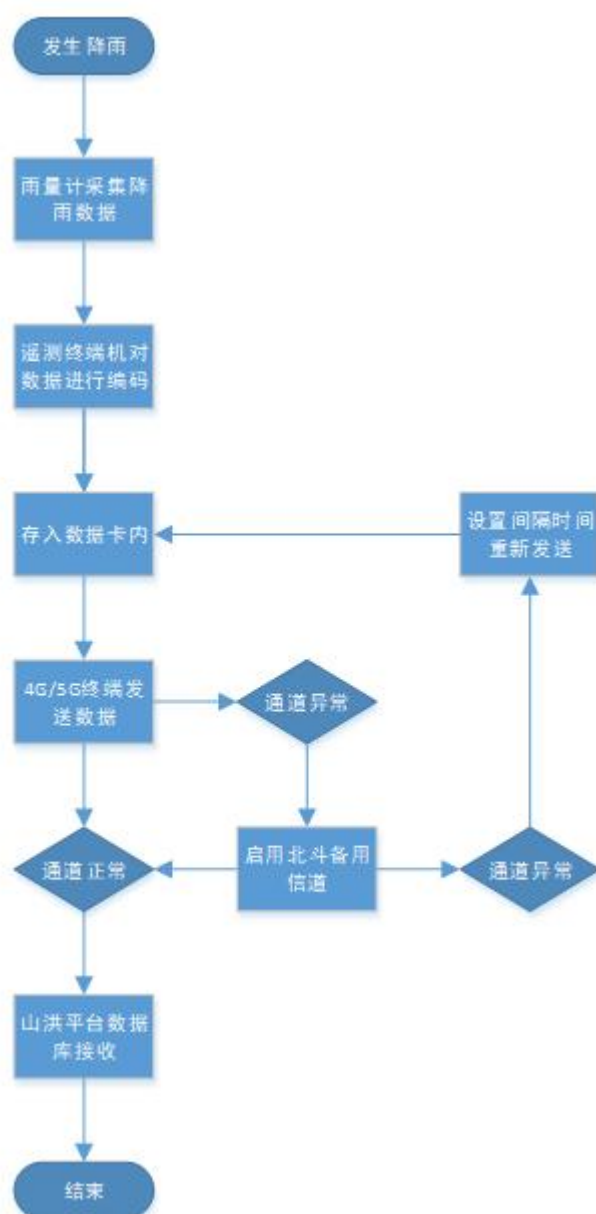


图 1-5 自动监测站数据传输流程图

***北斗短报文数据通信规约**

水利北斗短报文协议均应符合北斗标准帧结构组成的要求。

水利北斗三号终端数据协议帧结构应符合北斗三号民用终端通用数据接口中通播类报文通信申请（CCTBQ）、报文通信申请（CCTCQ）和报文通信信息（BDTCI）的要求，并对其中的“通信数据”字段进行二次协议约定。发送数据信息报文格式采用 CCTBQ 或 CCTCQ 且编码类别为代码，接收数据信息报文格式采用 BDTCI。北斗终端解析 BDTCI 中的信息并识别相关指令。

注：通播类报文通信申请（CCTBQ）格式为：
\$CCTBQ, x. x, x, x. x, x, x, x, c-c, x. x*hh<CR><LF> 报文通信信息（BDTCI）格式：
\$BDTCI, x. x, x, hhmmss, x, x, c-c*hh<CR><LF> 报文通信申请（CCTCQ）格式：

\$CCTCQ, x. x, x, x. x, x, x, x, c-c, x. x*hh<CR><LF>。其中“c-c”为“通信数据”。

***北斗短报文协议帧结构**

水利北斗短报文协议中数据编码采用二进制编码方式，高位在前、低位在后。帧结构下见规定，应包含帧头、保留字段、流水序号、操作类型、操作码以及业务数据等要素。

协议帧结构表

帧头	保留字段	流水序号	操作类型	操作码	业务数据
8bit	8bit	16bit	8bit	8bit	N*8bit

***水利北斗短报文指令**

指令集

指令类型	语句名称	操作类型	操作码
水利北斗调控指令	设置北斗基本配置	0x0	0
	北斗基本配置应答	0xA0	0
	读取北斗基本配置	0x0	1
	北斗基本信息上报	0xA0	1
	北斗监测预警	0xA0	2

	北斗平安报	0xA0	3
监测数据指令	水利监测数据透传	0xB0	0
	遥控遥调指令透传下发	0xC0	0

供电设计

自动监测站卫星信道加装项目是在原有山洪灾害自动监测雨量站建设基础上进行升级，根据现场情况，在不影响数据传输的前提下，对监测站点供电系统进行改造。

综合考虑监测系统和预警系统供电需求，自动监测站的供电系统采用 65AH/12V 免维护蓄电池、40W 进口单晶硅太阳能板浮充的直流供电方式。外部气温高于零度无需对设备进行升温时，测站蓄电池需保证连续 15 天阴雨天时系统能正常工作，当天气晴朗后系统可在 5 天内将蓄电池充满。冬季严寒需要升温模块对设备机箱进行加热时，需保证连续 7 天无日照天时系统能正常工作。

设备安装调试要求

（1）整体要求

北斗数据终端安装时需考虑监测站点现场面向赤道方向的净空条件。监测站根据需要，进行必要的改造，并且满足防雷要求。安装前对设备进行测试，6 个波段中至少一个波段信号稳定在 2 档以上；对自己发送 10 个信息，收到量不小于 9 个；要求北斗通信终端安装位置周围开阔无遮挡（正上方 140 度圆周范围内无遮挡，见示意图），如有遮挡须架高；如无法避免时必须保证安装设备所在位置的朝南方位上无任何遮挡。

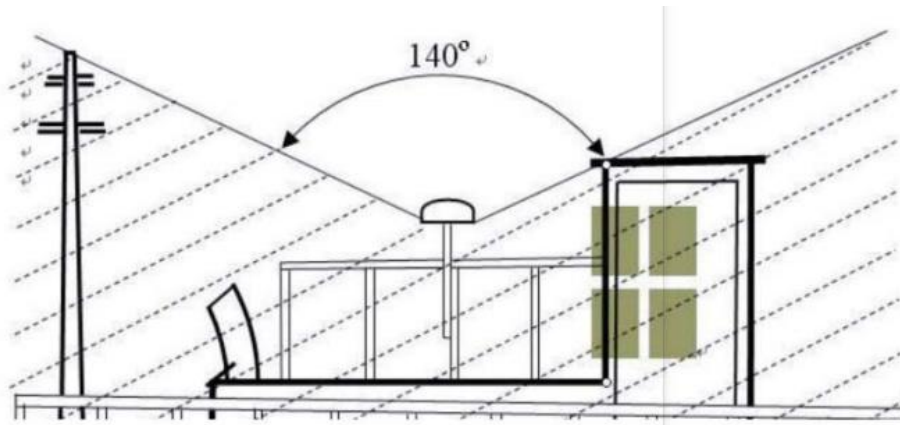


图 1-6 北斗通信终端安装位置示意图

自动监测站卫星信道作为备用信道，在主通信方式无效时，自动启动，同时向安装在市级水旱灾害防御部门的卫星数据接收系统（指挥机）和县级中心站北斗卫星通信终端发送数据。考虑供电能力，卫星信道应在需要发送数据时自动启动，发送完成后自动关闭。卫星备用信道每日需要定时发送平安报，以确定运行状态。

采用北斗卫星系统建立卫星通信信道。系统由北斗数据终端、数据接收系统及管理软件组成。北斗卫星数据终端把自动监测站点的数据实时发射出去，部署在自治区省厅的数据接收设备实时接收各监测站点数据，并通过管理软件监测各个北斗数据终端的状态。

（2）遥测设备机箱

I) 遥测箱安装调试

机箱内安装设备有：RTU、避雷器、无线通信模块等。

1) 遥测箱本体外观检查应无损伤及变形，油漆完整无损。遥测箱内部检查：电器装置及元件齐全，无损伤、裂纹等缺陷。

2) 安装前应核对遥测箱编号是否与安装位置相符，按设计图纸检查其箱号、箱内编号。箱门接地应采用软铜编织线，专用接线端子。箱内接线应整齐，满足设计要求及验收规范（GB50303-2002）的规定。

3) 作业条件，遥测箱安装场所土建应具备基本条件。预埋管道及预埋件均应清理好；场地具备运输条件，保持道路平整畅通。

4) 遥测箱定位：根据设计要求现场确定配电箱位置以及现场实际设备安装情况，按照箱的外形尺寸进行定位。

5) 绝缘测试：用 500V 绝缘电阻测试仪器在端子板处测试每条回路的电阻，电阻必须大于 $0.5\text{M}\Omega$ 。

6) 二次小线回路如有晶体管，集成电路、电子元件时，应使用万用表测试回路是否接通。

7) 模拟试验：按图纸要求，分别模拟试验控制、联锁、操作、继电保护和信号动作，正确无误，灵敏可靠。

8) 送电运行的条件，安装作业应全部完毕，质量检查部门检查全部合格。试验项目全部合格，并有试验报告单。

9) 试验用的验电器、绝缘靴、绝缘手套、临时接地编织铜线、绝缘胶垫、泡沫灭火器等应备齐。

10) 清扫设备及变配电室、控制室的灰尘。用吸尘器清扫电器、仪表元件。

11) 继电保护动作灵敏可靠，控制、连锁、信号等动作准确无误。

12) 机箱根据安装位置的不同，机箱有室内安装和室外安装两种。安装环境的不同对机箱的要求有所不同，本项目为室外安装：

室外安装机箱设计具有防雨、透气功能。采用特殊设计结构，底部设计进气孔，顶部设计防雨罩，防雨罩长、宽尺寸大于机箱主体宽、厚尺寸。防雨罩与机箱主体之间留排气缝隙，并能防暴雨进水。机箱设计带锁前开门，便于维护。机箱门（缝）具有防水功能（采用密封条密封）。室外机箱从机箱底部进出线。天线从机箱侧壁伸出，伸出孔要做防雨处理。机箱板厚 $\delta \geq 1.5\text{mm}$ ，箱体具有足够的刚度。

II) 布线接线方法及施工要点

1) 布线接线法

测控箱中需接入电源、脉冲信号线两组线缆，电源及控制线应选用 1.0mm^2 的铜

线，脉冲信号线应选用 RVVP3*0.5mm²铜线，线路采用高强度阻燃 PVC 管保护且强弱电分开，线管应用管卡固定，保证横平竖直，接口严密，不得有弯曲、脱节现象。对于附于管道上的线管，应用铜丝绑牢。地埋管应采用 PE 无接头管布局要合理，尽量减少交叉走线，容易造成电缆短路，但是交叉布线是必须遇到的，能少则少。

做好防火，防水漏电措施，这是必须的，埋地安装管槽阻塞、有水等。埋地管槽穿线前必须全面试穿。

思路清晰，线路一组一组地敷设，不多穿，不漏穿，防止穿放费力容易导致电缆损伤，也容易缠绕、打结，影响进度。忠实严谨地做标号，并记录长度刻度。严格地组织测试，用万用表逐条电缆测通断。

穿线技术要求所有的钢管口都要安放塑料护口。穿线人员应携带护口，穿线时随时安放。电缆在遥测箱外余长 30cm，分组绑扎：余线应按分组表分组，从线槽出口捋直绑扎好，绑扎点间距不大于 50cm。不可用铁丝或硬电源线绑扎。转弯半径：50 芯电缆转弯半径应不小于 162mm。

垂直电缆通过过渡箱转入垂直钢管往下一层走时要在过渡箱中要绑扎悬挂，避免电缆重量全压在弯角的里侧电缆上，这样会影响电缆的传输特性。在垂直线槽中的电缆要每米绑扎悬挂一次。

线槽内布放电缆应平直，无缠绕，无长短不一。如果线槽开口朝侧面，电缆要每隔 1 米绑扎固定一次。

穿线完成后，对电缆应全面进行通断测试。测试方法：把两端电缆的芯全部剥开，露出铜芯。在一端把数字万用表拨到通断测试档，两表笔稳定地接到一对电缆芯上；在另一端把这对电缆芯一下一下短暂地接触。如果持表端能听到断续的“嘀嘀”声，就 OK，每根电缆的 4 对芯都要测。这样测试能发现的问题是断线、断路和标号错。

为了保护电缆，穿钢管时钢管两端要加护套，所有电缆经过的管槽连接处都要

处理光滑，不能有任何毛刺，以免损伤电缆。拽线时每根线拉力应不超过 11 公斤，多根线拉力最大不超过 40 公斤，以免拉伸电缆导体。电缆一旦外皮损伤以致芯线外露或有其他严重损伤，损伤的电缆段应抛弃，不得接续，接续的电缆无法满足信号传输要求。整个工程中电缆的贮存、穿线放线都要耐心细致，避免电缆受到任何挤压、碾、砸、钳、割或过力拉伸。布线时既要满足所需的余长，又要尽量节省，避免任何不必要的浪费。布线期间，电缆拉出电缆箱后尚未布放到位时如果要暂停施工，应将电缆仔细缠绕收起，妥善保管，不得随意散置在施工现场。

埋地安装钢管、线槽穿线，电缆管路采用埋地安装管槽的情况，管槽阻塞是最主要的问题，穿线前应全面试穿，否则必将被长时间的穿线过程拖垮。

2) 布线工程施工要点

明确要求、方法，施工负责人和技术人员要熟悉网络施工要求、施工方法、材料使用，并能向施工人员说明网络施工要求、施工方法、材料使用，而且要经常在施工现场指挥施工，检查质量，随时解决现场施工人员提出的问题。

掌握环境资料，尽量掌握网络施工场所的环境资料，根据环境资料提出保证网络可靠性的防护措施。

为防止意外破坏，室外电缆一般应穿入埋在地下的管道内，如需架空，则应架高（高 4 米以上），而且一定要固定在墙上或电线杆上，切勿搭架在电杆上、电线上、墙头上甚至门框、窗框上。室内电缆一般应铺设在墙壁顶端的电缆槽内。通信设备和各种电缆线都应加以固定，防止随意移动，影响系统的可靠性。为了保护室内环境，室内要安装电缆槽，电缆放在电缆槽内，全部电缆进房间、穿楼层均需打电缆洞，全部走线都要横平竖直。

主要设备参数

(1) 指挥机	产品要求	A) 支持 B1I、S2C、S、L、Lf1、Lf2、GPS-L1 多频点； B) 支持北斗三代 RSMC 短报文通播、接收、指挥功
---------	------	--

		能； C) 支持北斗三代 RNSS 定位能力； D) 支持北斗三代 RSMC 最大通信长度：最长 1000 个汉字； E) 可扩展支持天通语音通信功能； ∞ 支持软件升级。
	基本技术参数	A)RNSS 信号接收功能：具备北斗三号导航卫星 RNSS 信号接收功能； B) RDSS 信号接收与发送：具备接收北斗三号 S 频段出站信号的功能，北斗三号的 L 频段入站信号发射功能； C) 报文通信功能：具备短报文的编辑、发送和接收功能具备； D) 位置报告功能：具备普通位置报告功能； E) 下属用户兼收功能：具备对下属用户的定位信息兼收功能； F) 北斗短报文通播功能：具备向下属用户广播信息功能； G) 设备状态及设置功能：能够提供设备工况的查询与设置功能。
	性能指标	A) 接收频率：BD3-B1I、B1C、RDSS-S； B) 发射频率：RDSS-Lf1、Lf2； C) 下属用户数量：≤5000（根据使用需求确定）； D) 首次定位时间：冷启动≤90s，热启动≤20s，重捕获≤3s； E) 并行通道数：BDS 通道数≥24，GPS 通道数≥12； F) 捕获灵敏度：≤-140dBm； G) 跟踪灵敏度：≤-155dBm； H) 失锁重捕获灵敏度：≤-145dBm； I) 定位精度：水平≤9m (1σ)，垂直≤10m (1σ)； G) 授时精度：≤50ns (1σ)； K) 数据更新率：1HZ； L) RSMC 接收灵敏度： S2C_d（专用 24kbps 信息帧，误码率 1e-5）：≤

		-123.8dBm; S2C_d (专用 16kbps 信息帧, 误码率 $1e-5$): $\leq$ -127.5dBm; S2C_d (专用 8kbps 信息帧, 误码率 $1e-5$): $\leq$ -127.8dBm。 M) RSMC 首捕时间: $\leq 2s$; N) RSMC 失锁重捕时间: $\leq 1s$; O) 单次报文长度, 支持北三单次报文长度 (亚太地区): 1000 汉字; P) 接收通道数: ≥ 14 个; Q) 发射 EIRP: 6~19dBW;
(2) 北斗数传终端	参数要求	北斗数传终端由主机、北斗通信线缆组成。 A) 支持北斗三号 RNSS 定位功能; B) 同时支持 RNSS 频点 B1I 和 B1C; C) 支持状态自检功能; D) 可获取监测站数据并能按指定地址发送; E) 能够自动对数据拆包组包; F) 支持参数现场和远程设置; G) 支持远程重启; H) 具备嵌入式 Linux 操作系统。
	性能指标	A) RNSS 水平定位精度: $\leq 10m$, 高程定位精度: $\leq 10m (1\sigma)$; B) RNSS 冷启动时间: $\leq 60s$, 热启动时间: $\leq 15s$; C) RNSS 捕获灵敏度: $\leq -133dBm$; D) RNSS 跟踪灵敏度: $\leq -150dBm$; E) 单次通信成功率: $\geq 95\%$; F) 数据正确率: $\geq 99.99\%$; G) RSMC 接收灵敏度: 优于 -123.8dBm (误码率 $\leq 1 \times 10^{-5}$, 24kbps); H) 发射 EIRP: 3dBW~14dBW; I) 发射信号功率稳定度: $\pm 0.5dB$; J) 发射信号频率准确度: $\leq 5 \times 10^{-7}$; K) 发射信号载波抑制: $\geq 30dB$; L) 接收通道数: ≥ 8;

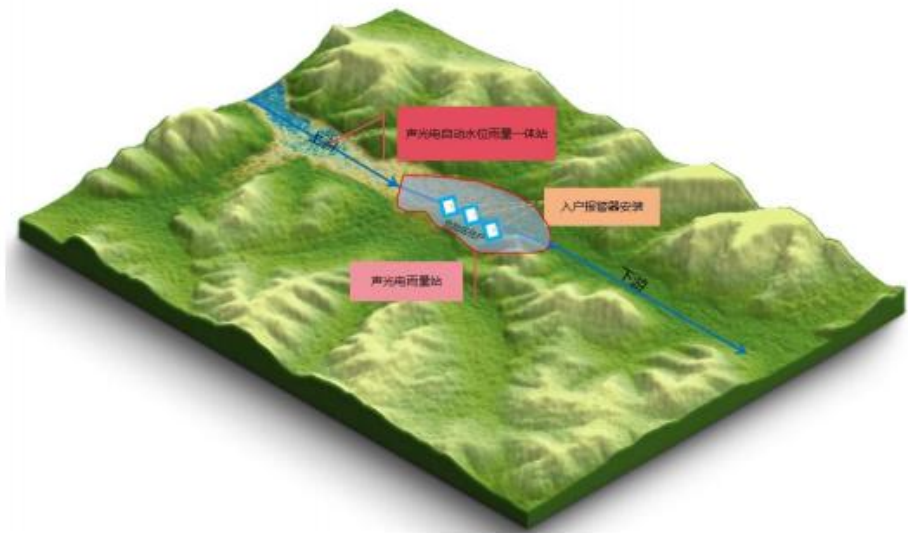
		M) 接收频点: BDS、B1I、B1C; N) 供电电压: 12V~32V DC; O) 待机功率: $\leq 3.5\text{W}$, 发射瞬间功耗: $\leq 40\text{W}$; P) 支持 RS232、RS422 两种数据接口; Q) 工作海拔: 0~5000m; R) 工作温度: $-30^{\circ}\text{C} \sim 55^{\circ}\text{C}$; 贮存温度: $-40^{\circ}\text{C} \sim 70^{\circ}\text{C}$。
(3) 遥测终端技术要求		电源: 工作电压: 5-30VDC, 静态值守电流: $\leq 2\text{mA}$, 工作电流: $\leq 10\text{mA}$; 供电: 可提供 DC12V/DC24V 供电接口; 数模转换: 16 位高精度 ADC 采集芯片; 运行制式: 自报确认模式、查询应答模式、调试模式; 时钟精度: 时钟误差: ≤ 2 分钟/年, 设备支持手动校时; 数据采集及自报: 自动采集传感器数据、并根据自报时间向中心站发送自报数据; 支持短信振铃/电话振铃唤醒, 在唤醒时间支持中心站实时召测; 支持定时报、加报等报文格式; 通信控制: 支持网口通信; 支持 4G/5G/GSM 等通信方式, 支持北斗三号卫星通信方式, 支持多中心工作模式, 遥测站可向多达 4 个中心站发送数据; 数据存储: 支持 8GSD 卡 (可扩充) 进行存储配置信息及采集数据。PTU 支持中心站历史数据检索; 接入能力: 支持模拟量 (4 路 16bitADC), 2 路 RS485、2 路 RS232; 支持北斗 4.0 协议和北斗三号短报文通信协议, 支持内置北斗卫星通信模块或外接北斗卫星通信终端, 具有按需供电模式及接口 (平常北斗终端不供电, 启动备用信道发送数据时再供电), 符合《水文监测数据通信规约》SL651-2014。
(4) 蓄电池		为了保证连续几天供电, 需采用密封式免维护胶体蓄电池; 电池电压: 12V、电池容量: 65AH 及以上。
(5) 太阳能板 (40W)		单晶硅太阳能电池组件, 工作及保存温度 $-40^{\circ}\text{C} \sim +60^{\circ}\text{C}$; 功率: 40W; 含支架。
(6) 设备机		室外安装机箱设计具有防雨、透气功能。采用特殊设计结构,

箱	底部设计进气孔，顶部设计防雨罩，防雨罩长、宽尺寸大于机箱主体宽、厚尺寸。防雨罩与机箱主体之间留排气缝隙，并能防暴雨进水。机箱设计带锁前开门，便于维护。机箱门（缝）具有防水功能（采用密封条密封）。室外机箱从机箱底部进出线。天线从机箱侧壁伸出，伸出孔要做防雨处理。机箱板厚 $\delta \geq 1.5\text{mm}$ ，箱体具有足够的刚度。内置机箱升温模块，保证冬季机箱内温度不低于零下 30 摄氏度。
---	--

现地监测预警设备配备

布设要求

根据山洪灾害调查评价成果，对受山洪灾害威胁严重的防治区的周边河道上游岸坡、河道亲水空间等上游岸坡、蓄水建筑物排洪设施下游河道岸坡、主流支流汇合或河道束窄可能导致水位陡升的部位、易受拥堵的桥梁上游河道岸坡、漫水桥头、穿城沟道、人口密集区、网红区等位置布设现地监测预警设备。为乡镇（街道）、村（社区）等多个相关责任人、村民布设入户云报警器，同时为乡镇（街道）党政主要负责人和村（社区）责任人安装云预警手机 APP。



系统架构



主要功能

现地声光电监测预警设备主要功能

数据采集	可同时采集雨量、水位等信息，支持图片摄像头接入；
阈值预警	根据监测数据与内置阈值触发预警，具备音频输出接口可直接驱动预警喇叭报警，支持语音、闪光等报警方式，支持设备端手动关闭误报警功能；
雨量报警	支持 5 个时段 2 个级别以上报警阈值，具有准备转移、立即转移两级以上报警；
水位报警	具备临界水位和上涨速率报警功能，具有注意安全、准备转移、立即转移三级以上报警；
数据传输	具备以太网、4G、北斗、LoRaMesh 等多种方式的发送和接收传输功能；
数据上报	支持多种通信协议多中心管理，可响应多中心实时召测和数据上报；
工作模式	具备定时采集、定时上报、预警触发加报、本地存储、远程查询；
远程管理	开机后无需任何操作即可连接管理平台，支持设备数据监听、状态查看、参数查询配置、在线升级等远程管理；
现场调试	支持本地调试工具进行参数设置与查询，具备多条参数一键配置能力，实现设备批量调试和快捷维护；具备显示屏和键盘，支持通过按键和显示屏查看数据以及设置参数；
本地组网	支持 LoRaMesh 等近地组网方式；

供电方式	支持电池供电、太阳能充电；
设备自检	具有设备自检功能，可上报供电电压、信号强度、位置信息等数据；
数据存储	内置数据存储空间，可存储一年原始观测数据，支持空间不足时新数据自动循环覆盖旧数据的功能；
入户预警	具有三种以上工作模式，可根据风险态势智能灵敏切换声光效果；内置扬声器和环形警灯，支持语音、警笛、闪光报警，各工作模式下对应不同的前奏提示音；用户可通过按下消警按键停止本次报警，同时会将消警状态传到平台实现叫应反馈。
人工预警	支持通过自治区山洪灾害监测预警平台、手机 APP、小程序进行语音喊话发布语音预警消息，预警内容可编辑。

基本参数

一	声光电自动监测雨量站	
1	主控单元（含遥测终端机）	（1）工作电压：DC9~24V （2）静态值守功耗：≤10mA （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：≤95%(40℃) （6）平均无故障工作时间（MTBF）：≥50000h （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/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±1s/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、查询一应答功能；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：≤2mA@12VDC；≤10mA@12VDC；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)预警发布操作 APP 能够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。
2	球机	(1) 传感器类型: 1/2.8 英寸 CMOS (2) 像素: 200 万 (3) 最大分辨率: 1920×1080 (4) 最低照度: 彩色: 0.005lux/F1.6 黑白: 0.0005lux/F1.6 0Lux (补光灯开启) (5) 视场角: 水平: 58.0°~3.7° 垂直: 33.5°~2.0° 对角线: 66.2°~4.0° (6) 光学变倍: 23 倍, 数字变倍: 16 倍 (7) 旋转范围 水平: 0°~360° 连续旋转 垂直: -15°~+90° 自动翻转 180° 后连续监视 (8) 视频压缩标准: Smart .265;H.265;SmartH.264;H.264;H.264B;H.264H;MJPEG (9) 设置在河边需同步建设水尺 (10) 能够接入自治区山洪灾害监测预警平台
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
4	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
5	胶体蓄电池	不低于 100AH, 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
6	雨量筒	承水口径: $\Phi 200 \pm 0.6\text{mm}$ 外刃口角度 40~45°, 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, $V \leq 12\text{V}$, $I \leq 500\text{mA}$
7	信号避雷器	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 ≤ 1.2 VSWR, 损耗 $\leq 0.2\text{db}$
8	电源避雷器	Un: 12v; In: 20kA; Imax: 40kA; Uc: 15V
9	避雷接地	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 $<10\Omega$
10	设备箱	尺寸为 $400\text{mm}\times 500\text{mm}\times 350\text{mm}$ (H $\times$ W $\times$ D)，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，无法放入设备的情况下增大箱体尺寸
11	立杆	尺寸要求为直径为 150mm，壁厚 4.5mm，材质为镀锌钢管，高度为 1200m
12	警灯	(1)光强 (I_x)： ≥ 1000 (2)颜色：红色 (3)灯芯材质：LED (4)防水：IP67
13	喇叭	(1)音频输出功率：双喇叭，不低于 $2\times 50\text{W}$ (2)输出阻抗：4 欧姆 (3)防水：IP67
14	无线入户报警器	(1)电源规格：DC5V/1A (2)续航能力：内置高性能电池，外部供电断开后可工作 24h 以上 (3)通讯方式：支持 LoRaMesh 和 4G 通信 (4)天线类型：内置一体化多模多频天线 (5)警灯规格：直径不小于 100mm (6)扬声器功率：3W (7)工作温度： $0\sim 45^{\circ}\text{C}$ (8)存储温度： $-20\sim 60^{\circ}\text{C}$
二	声光电自动监测水位雨量一体站	
1	翻斗式雨量计	承水口径： $\Phi 200\pm 0.6\text{mm}$ 外刃口角度 $40\sim 45^{\circ}$ ，测量降水强度： $\leq 4\text{mm}/\text{min}$ 在 $8\text{mm}/\text{min}$ 可以工作，分辨力： 0.2mm (6.28ml)，误差： $\pm 2\%$ （室内静态测试，雨强为 $2\text{mm}/\text{min}$ ），输出信号：单干式舌簧管通断，工作温度： $0\sim 60^{\circ}\text{C}$ ，贮存温度： $-40^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$ ，开关容量：DC， $V\leq 12\text{V}$ ， $I\leq 500\text{mA}$
2	平板雷达水位计	工作频率：24GHz (PTOF)；测量范围： $0\sim 30\text{M}$ ；测量精度： $\pm 3\text{mm}$ ($0\sim 30\text{M}$)；显示分辨率： 1mm ；仪表启动时间： $<40\text{S}$ ；仪表采样速率： $1\sim 2/\text{S}$ ；功耗：Max. 12mA (RS-485 接口输出/ 12V.DC)；供电电压： $6\sim 26\text{V.DC}$ (标准值： 12V.DC)；过程温度： $-40\sim +100^{\circ}\text{C}$ ；相对湿度： $\leq 95\%$ ；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
3	主控单元（含遥测终端机）	(1)工作电压：DC9 $\sim$ 24V (2)静态值守功耗： $\leq 10\text{mA}$ (3)符合 SL651-2014《水文监测数据通信规约》 (4)工作温度： $-10^{\circ}\text{C}\sim 55^{\circ}\text{C}$

		(5) 工作湿度：≤95%(40℃) (6) 平均无故障工作时间（MTBF）：≥50000h (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/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±1s/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、查询一应答功能；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：≤2mA@12VDC；≤10mA@12VDC；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) 预警发布操作 APP 能够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。
4	警灯	(1) 光强（lx）：≥1000 (2) 颜色：红色 (3) 灯芯材质：LED (4) 防水：IP67
5	喇叭	(1) 音频输出功率：双喇叭，不低于 2×50W (2) 输出阻抗：4 欧姆 (3) 防水：IP67
6	球机	(1) 传感器类型：1/2.8 英寸 CMOS (2) 像素：200 万 (3) 最大分辨率：1920×1080 (4) 最低照度：彩色：0.005lux/F1.6 黑白：0.0005lux/F1.60Lux（补光灯开启） (5) 视场角：水平：58.0°~3.7° 垂直：33.5°~2.0° 对角线：66.2°~4.0° (6) 光学变倍：23 倍，数字变倍：16 倍 (7) 旋转范围水平：0°~360° 连续旋转垂直：-15°~+90° 自动翻转 180° 后连续监视 (8) 视频压缩标准：SmartH.265;H.265;Smart H.264;H.264;H.264B;H.264H;MJPEG (9) 设置在河边 需同步建设水尺 (10) 能够接入自治区山洪灾害监测预警平台
7	太阳能板及支架	不低于 150W，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。

8	蓄电池	不低于 150AH，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
9	一体化机箱	尺寸 500mm×600mm×350mm(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，无法放入设备的情况下增大箱体尺寸
10	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
11	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
12	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
13	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
14	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
15	无线入户报警器	(1)电源规格：DC5V/1A (2)续航能力：内置高性能电池，外部供电断开后可工作 24h 以上 (3)通讯方式：支持 LoRaMesh 和 4G 通信 (4)天线类型：内置一体化多模多频天线 (5)警灯规格：直径不小于 100mm (6)扬声器功率：3W (7)工作温度：0~45℃ (8)存储温度：-20~60℃

建设与实践

1. 声光电自动监测雨量站建设与实践

声光电自动监测雨量站建设后，应能达到监测数据传输“一站多发”，数据上报稳定可靠，数据无异常值，可远程修改率定参数和远程固件升级。

声光电自动监测雨量站 RTU 要将监测数据同时直接传输至原有旗县区级山洪灾

害监测预警平台、有接收功能的盟市平台及自治区级山洪灾害监测预警平台，不允许将监测数据传输至其他平台，监测数据要确保由站点直传至各级山洪灾害监测预警平台，不允许通过其他平台转发监测数据。

库表结构遵守《实时雨水情数据库表结构与标识符标准》（SL323-2011）规范要求，同时必须满足内蒙古自治一站多发报文格式要求。

盟市水利部门负责对自动监测站按照简易雨量站编码规则进行统一编码。

自治区山洪灾害监测预警平台统一接收平台地址: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。

视频设备要求统一接入自治区山洪灾害监测预警平台。

类型	IP	端口
EHOME（4.0 以下）视频接入地址	116.113.33.53	7660
EHOME（5.0）视频接入地址	116.113.33.53	7031
国标协议发送 服务编号： 34020000002000000001	116.113.33.53	5060

（1）选址要求

1）观测场地应避开强风区，其周围应空旷、平坦、不受突变地形、树木和建筑物以及烟尘的影响。

2）观测场不能完全避开建筑物，树木等障碍物的影响时，要求雨量器(计)离开障碍物边缘的距离，至少为障碍物顶部与仪器口高差的2倍，视频装置不能遮挡。

3）在山区，观测场不宜设在陡坡上、峡谷内和风口处，要选择相对平坦的场地，使承雨器口至山顶的仰角不大于30°。

4）杆式雨量器(计)应设置在当地雨期常年盛行风向的障碍物的侧风区，杆位离开障碍物边缘的距离，至少为障碍物高度的1.5倍。在多风的高山、出山口、近海岸地区的雨量站，不宜设置杆式雨量器(计)。

5）雨量站应设在防灾对象所在流域的中上游。

6) 应测试观测场所在位置的通信条件。

7) 原有观测场地如受各种建设影响已经不符合要求时，应重新选择，选择范围在 2~3km² 内，并应符合上述要求。

(2) 安装要求

1) 安装前，应检查确认检查雨量筒、摄像头、喇叭、报警器、仪器各部分完整无损，传感器、显示记录器工作正常，方可投入安装。

2) 地面雨量计安装高度为 1.2m，杆式雨量计安装高度不超过 4m（安装高度以承雨器口在水平状态下至观测场地面的距离计）。

3) 用螺栓将仪器底座固定在支撑板上，安装牢固，在暴风雨中不发生抖动或倾斜，承雨口应水平；对有筒门的仪器外壳，其朝向应背对本地常见风向。对有水平工作要求的仪器应调节水准泡至水平。

4) 雨量传感器的安装应按产品使用手册（或产品说明书）规定的步骤进行。传感器的输出线应按规定连接固定，严防插头座进水。根据说明书的要求，正确设置各项参数（站码、中心站地址、报讯方式、站型、加报特征值等）后，再进行人工注水试验，并符合要求。试验完毕，应清除试验数据。

5) 传感器与显示记录器有电缆传输信号的，电缆长度应尽可能短，并宜加套管保护。

6) 安装摄像头、喇叭等部件。

7) 仪器安装完毕后，应用水平尺复核，检查承水器口是否水平。同时检查摄像头是否正常显示图像，喇叭正常发出声音，能否接入自治区山洪灾害监测平台等。

8) 避雷装置严格按照《地面气象观测场（室）防雷技术规范》（GB/T31162-2014）进行安装实施。

(3) 土建方案

雨量监测站采用双杆镀锌钢管托举的架构形式。雨量数据采集遥测终端、通信模块和太阳能供电系统设置在铁制仪器设备箱里，并采用双杆架空形式安置。砼基础底部为 $600\text{mm} \times 600\text{mm} \times 800\text{mm}$ 基础，C25 混凝土浇注。立杆地笼钢筋采用 4 根 DN20 钢螺栓， $L=630\text{mm}$ （含 10mm 弯钩），地笼法兰采用 $400 \times 400 \times 10\text{mm}$ 钢板，中间预留出线孔。

镀锌钢管设计。主要设备包括支撑立杆 1 根，设备机箱 1 个，箱体外柜架 1 个，横担 2 根，避雷针 1 套。

支撑立杆安装

立杆尺寸要求为直径为 150mm，壁厚 4.5mm，材质为镀锌钢管，高度为 1.2m。

太阳能极板安装

太阳能极板安装在设备机箱顶部，安装时要求太阳能极板朝南方向或东南方向 20° 。

避雷针安装

避雷针安装后必须和箱体连接接地。设备接地体采用 $4 \times 40\text{mm}$ 扁铁，埋设深度不低于 1.5m，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 5m；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。

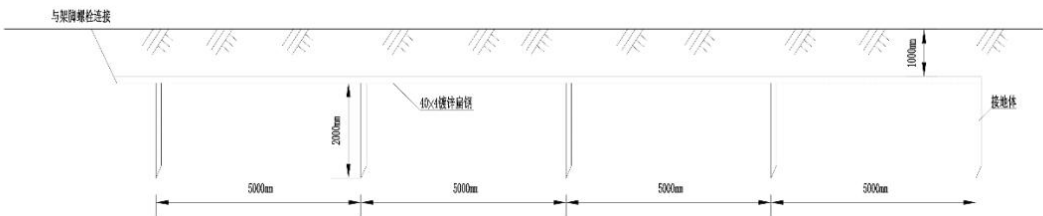


图 1-7 避雷针图

监测场地设计

监测场地设计：监测场地设置在野外田地里，监测区面积 $3\text{m} \times 3\text{m}$ ，并用围栏进行防护（但要注意不得与周围地块相隔离）。场地内要求平整，没有积水现象，土层厚度满足测深要求，见下图。

金属围栏 $3263\text{mm} \times 3263\text{mm} \times 1800\text{mm}$ ，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 $30\text{cm} \times 30\text{cm}$ ，下口 $40\text{cm} \times 40\text{cm}$ ，高度 50cm ）。立柱镀锌方钢采用 $8\text{cm} \times 8\text{cm} \times 180\text{cm}$ 。

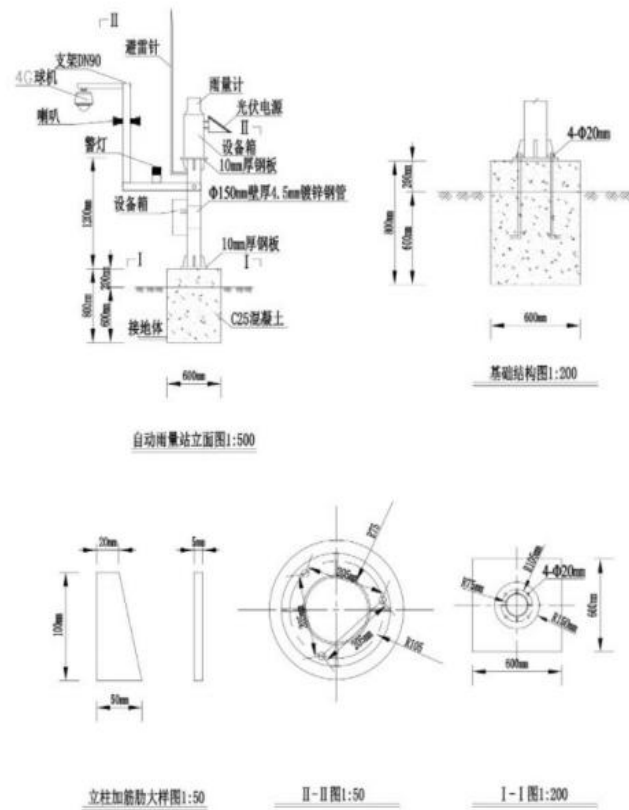


图 3-6-1 雨量站安装结构示意图

2. 声光电自动水位雨量一体站建设与实施

声光电自动水位雨量一体站建设后，应能达到监测数据传输“一站多发”，数据上报稳定可靠，数据无异常值，可远程修改率定参数和远程固件升级。

声光电自动水位雨量一体站 RTU 要将监测数据同时直接传输至原有旗县区级山洪灾害监测预警平台、有接收功能的盟市平台及自治区级山洪灾害监测预警平台，不允许将监测数据传输至其他平台，监测数据要确保由站点直传至各级山洪灾害监测预警平台，不允许通过其他平台转发监测数据。

库表结构遵守《实时雨水情数据库表结构与标识符标准》（SL323-2011）规范要求，同时必须满足内蒙古自治一站多发报文格式要求。盟市水利部门负责对自动监测站按照简易水位站编码规则进行统一编码。自治区山洪灾害监测预警平台统一接收平台地址: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。

视频设备要求统一接入自治区山洪灾害监测预警平台。

类型	IP	端口
EHOME（4.0 以下）视频接入地址	116.113.33.53	7660
EHOME（5.0）视频接入地址	116.113.33.53	7031
国标协议发送 服务编号： 34020000002000000001	116.113.33.53	5060

（1）选址要求

水位站的布设原则需满足《水文站网规划技术导则》（SL34—2013）要求；兼顾山洪灾害水位雨量观测，选址应优先考虑现有站网未覆盖到重点保护对象的区域或危险区上游。

水位计波束应能完整照射到汛期最低水位时的水面；

太阳能板安装应避开建筑物、树木等遮挡，以保证有效日照时间；

支架及螺栓等零部件应采用防腐防锈材料进行表面防护；

(2) 安装要求

设备进场安装前，应按下列要求进行检查：

- 1) 设备按设计及采购清单进行数量和品质的初验。
- 2) 关键设备应检查是否具备必要的质量标志，遥测终端机、水位计、通信模块等水文仪器应符合相关规范和技术文件规定。
- 3) 成品零部件的加工表面不应有影响外观质量的损伤、沟痕和锈蚀等缺陷；水位计外表应清洁、无污物，表面的涂镀层应牢固、均匀，不应有脱落、划痕、锈蚀等缺陷。
- 4) 水位计零件应优先选用防腐蚀、耐磨损、耐老化材料制作，易腐蚀材料则应作表面涂镀处理。水下长期工作的仪器，除涂覆防锈、防蚀涂料外，根据需要还可以涂覆防污涂料。接触水体的信号传导零部件应用防腐蚀、防氧化、信号传导特性好的材料制作。
- 5) 检查蓄电池的密封性，应按规定程序完成充电和放电过程，并按规定充足电。
- 6) 检查摄像头、喇叭、天线、避雷器、电缆等设备外观，保证其外观良好，紧固件齐全，电缆与接头间的焊接和接地良好等。
- 7) 水位站采用公共通信资源组网，应提前开通相关的通信业务。
- 8) 安装调试应由经过培训的技术人员完成；安装调试需具备必要的安装、测试工具和交通条件。

(3) 土建方案

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×1500mm×2200mm 基础，C25 混凝土浇注。预埋 8×24 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

[illegible]

5) 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) 检查摄像头是否正常显示图像,喇叭正常发出声音,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

根据测验河段地形情况,在每个站附近设置基本水准点 1 个,在水尺附近设置校核水准点两个,以便相互校核,基本水准点应设在历年最高水位以上。水准点应按照《水位观测标准》(GBJ138-90)埋设,根据规范要求,需从国家水准点引测本站水准点高程。水准点选用 $\Phi 60\text{mm}$ 伞形不锈钢标牌。基本水准点应埋设在历年最高水位以上、地形稳定、便于引测的地方,最终提交成果时要转换成 85 黄海高程。

设备箱安装

雷达式水位站设备箱尺寸为 $600\text{mm}\times 500\text{mm}\times 350\text{mm}$ (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。

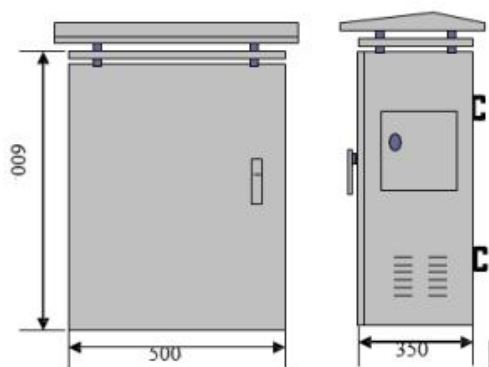


图 1-9 设备箱体

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. 无线入户报警器安装

- （1）选择适当的高度进行安装，便于保护对象观看和收听预警信号；
- （2）择便于取电的位置进行安装，确保云报警器供电；

(3) 选择网络信号较好的位置安装，确保通信正常；

(4) 在设备附近张贴使用须知，并对保护对象进行使用培训。

4. 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，视频正常显示以及可通过自治区平台或收集 APP 编辑预警短信文字进行现地语音播报功能。**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。