

物联网监测技术在基层水利工程防汛预警中的应用探析

齐梦晨

菏泽市水务事业发展中心 山东 菏泽 274000

摘 要：基层水利工程是区域防汛减灾的关键基础设施，传统人工巡查、经验研判的防汛模式，存在监测盲区大、数据滞后、响应缓慢等现实问题，难以适配现代基层防汛的精细化管控需求。本文以物联网监测技术为研究对象，结合基层小型水库、河道、堤防、闸坝等水利设施运行特点，系统梳理物联网感知采集、数据传输、智能分析、预警平台四大核心技术体系。围绕雨情水情监测、工程状态监测、隐患智能识别、分级预警联动等实际应用场景展开分析，总结物联网技术在提升监测精度、拓宽监测范围、降低作业风险、提升预警效率等方面的应用优势。研究可为基层水利防汛智能化改造、隐患精准防控和应急高效处置提供实践参考。

关键词：水利工程；物联网监测技术；基层防汛预警；具体应用；优势

引言：近年来，局部极端降雨、短时强对流天气频发，基层乡镇、村落洪涝灾害风险持续攀升。基层水利设施数量多、分布零散、管护条件有限，传统防汛手段依靠人力值守和定时观测，监测连续性差、隐患发现滞后，极易出现险情处置不及时等问题，对区域防洪安全造成隐患。随着智慧水利建设不断推进，物联网监测技术逐步应用于基层防汛领域，有效弥补传统防汛模式的短板。为进一步推进基层防汛工作科学化、智能化转型，本文结合基层水利工程防汛实际工况，探究物联网关键技术构成与落地应用方式，分析技术应用优势，为基层智慧防汛建设提供理论与实践依据。

1 基层水利工程防汛预警基础概述

1.1 基层水利工程防汛工作核心内容

基层水利工程是区域防汛减灾的基础载体，主要涵盖小型水库、乡村河道、堤防、闸坝、灌区渠道等设施，直接承担着村镇防洪、排涝、保安全的核心职能。基层防汛工作围绕辖区内水利工程运行管控展开，核心内容包含日常水文监测、汛期水情雨情巡查、水利工程隐患排查、洪涝风险研判及应急预警处置等多项工作。相较于大型水利枢纽防汛工作，基层防汛覆盖范围更广、点位更为分散，直面农村、乡镇低洼地带、河道沿岸等重点风险区域。其工作核心目标是及时掌握辖区水情变化，提前排查工程安全隐患，在汛期快速响应险情，有效防范中小洪水、局部暴雨引发的洪涝灾害，保障基层群众生命财产安全和区域水利设施稳定运行。

1.2 传统防汛监测预警工作模式

长期以来，我国基层水利防汛主要依靠人工巡查、定点观测、经验研判的传统工作模式。日常防汛工作中，基层水利工作人员定期前往河道、水库、堤防等点

位，人工记录水位、流量、雨情等基础数据，通过纸质台账完成数据登记与汇总。进入汛期后，采取全天候人工值守、分段巡查的方式排查险情，依靠工作人员从业经验判断水情风险等级。预警信息传递也以传统方式为主，通过村级广播、微信群通知、现场喊话等形式传达预警消息。该模式高度依赖人力投入，工作开展受天气、地形、人员在岗情况影响较大，数据采集、险情上报、预警传达均存在明显滞后性，是基层防汛的主流传统作业方式^[1]。

2 物联网防汛监测预警关键技术与系统构成

2.1 智能感知传感采集技术

智能感知传感采集技术是物联网防汛系统的底层核心，主要实现基层各类水利数据的自动化实时采集，适配小型水库、乡村河道、堤防等分散水利设施监测场景，核心采集设备分为四类。（1）水文传感设备，以水位传感器、雷达流量计为主，采集河道、水库水位、流量、流速等基础水文参数，设备具备防水、防雷、耐高低温的户外适配能力。（2）气象传感设备，包含雨量、温湿度传感器，定点采集区域降雨及环境气象数据，为雨情分析提供基础依据。（3）工情传感设备，通过沉降、渗压、倾角传感器，监测堤防坝体渗流、沉降、倾斜等结构形变数据，掌握工程运行工况。（4）图像采集设备，依托高清摄像头及夜视设备，实时抓拍工程现场画面，辅助人工核验监测数据，构建全方位前端感知体系。

2.2 无线数据传输通信技术

无线数据传输通信技术是衔接前端感知设备与后台平台的核心枢纽，结合基层水利点位分散、地形复杂、布线难度大的特点，主要采用三类主流通信技术。（1）4G/5G公网通信，适用于乡镇信号良好区域，传输速率

高、稳定性好,可承载视频、高频水文数据实时传输,建设成本低、无需搭建专用基站。(2) LoRa窄带通信,适配偏远无公网山区点位,具备低功耗、远距离、强抗干扰优势,满足偏远河道、小型水库低频数据传输需求。(3) NB-IoT物联网专网通信,覆盖范围广、功耗低,适配基层大批量分布式传感设备的数据传输,是当前基层水利防汛物联网建设的主流方式,保障数据持续稳定上传^[2]。

2.3 水利数据智能分析技术

水利数据智能分析技术主要对碎片化原始监测数据进行标准化处理与专业分析,剔除异常无效数据,形成有效防汛数据成果,核心流程分为三步。(1)数据清洗处理,系统自动甄别设备故障、极端天气导致的缺失、偏差数据,完成纠错补全,保障监测数据真实有效。

(2)数据融合整合,对水位、雨量、工程形变等多维度异构数据统一格式、分类汇总,实现多源数据归集整合,弥补单一数据监测局限。(3)数据阈值研判,结合基层水利防汛安全标准预设预警阈值,通过数据比对自动识别水情、工情异常,为分级风险预警提供精准数据支撑。

2.4 防汛预警平台应用技术

防汛预警平台是物联网系统的核心应用终端,集成数据展示、预警推送、台账管理等核心功能,支撑基层防汛常态化开展,主要包含四大技术模块。(1)数据可视化技术,将各类监测数据转化为曲线图、分布图等直观形式,实现水情、工情、雨情动态可视化展示。(2)分级预警技术,依据四级防汛标准设置差异化阈值,可自动识别风险并触发对应等级预警。(3)信息推送技术,通过平台端口将预警信息精准推送至基层防汛责任人移动端,保障险情快速知悉。(4)数据台账管理技术,自动归档监测数据与预警记录,形成标准化台账,为防汛复盘、工程运维及数据溯源提供依据^[3]。

3 物联网监测技术在基层防汛预警中的具体应用

3.1 雨情、水情实时动态监测应用

在基层水利防汛体系中,雨情与水情监测是防汛工作的前置基础,物联网技术摒弃传统人工定时观测模式,通过成套智能化设备的现场布设,实现全域、全天候动态采集,完全适配乡镇、村级分散化水利监测场景,具体施工与应用内容分为两大板块。(1)雨情自动化监测布设。基层区域降雨具有突发性、局地性强的特点,传统人工巡查难以捕捉短时强降雨数据。实际施工中,根据辖区流域面积、地形高差、村落分布点位,在山区坡面、河道上游、水库库区等关键节点布设一体化

雨量监测站。设备采用露天防水固定式安装方式,通过立杆固定于无遮挡开阔区域,规避树木、建筑物遮挡造成的数据偏差,设备接入物联网采集终端后,可自动记录分钟级、小时级降雨量数据,同步完成数据本地化存储与云端上传,实现全域降雨数据的全覆盖采集。(2)水情动态监测布设。针对基层小型河道、山塘、灌区沟渠等分散水体,施工中采用非接触式雷达水位计、超声波流量计进行点位布设。设备多安装于河道断面规整、水流稳定的监测断面,避开漩涡、淤积严重区域,通过支架架空固定安装,有效防止洪水冲刷、水体淤积对设备造成损坏。系统可实时采集水体水位、瞬时流量、累计流量等核心数据,不间断更新水体动态变化情况,解决了传统人工监测频次低、数据断层、无法连续监测汛期水位涨幅的问题,为基层水情研判提供精准原始数据支撑。

3.2 水库、河道工程状态监测应用

小型水库与乡村河道是基层防汛的核心管控设施,工程运行状态直接决定区域防汛安全等级。物联网技术通过定点布设监测设备,实现对水库、河道工程工况的常态化监测,施工部署贴合基层工程体量小、分布散、运维条件有限的特点,具体应用如下。(1)水库工程工况监测布设。基层小型水库多为均质土坝,主要监测坝前水位、库区水深、坝体周边水环境状态。施工阶段,在水库坝前稳定水域布设水位监测终端,在库区周边制高点安装视频监控设备,配套搭建低功耗数据传输模块。设备常态化采集水库水位变化数据,同步拍摄库区现场实景,实时反馈库区蓄水状态。同时针对水库溢洪道、输水涵洞等关键部位,增设定点监测设备,实时监测泄水设施通畅状态,精准捕捉设施堵塞、积水异常等情况,实现水库工程运行状态的全天候管控。(2)河道工程状态监测布设。乡村河道存在支流多、弯道多、管控点位分散的特点,施工中采用“定点监测+分段管控”的布设模式。在河道主干断面、支流汇入节点、村镇临水关键河段布设水位、流速监测设备,同步在河道险工险段、低洼积水河段加装动态监测终端。设备可实时捕捉河道水流增速、水位突升、水流异常波动等工况变化,精准记录汛期河道行洪状态^[4]。

3.3 堤防、闸坝隐患智能监测应用

堤防、闸坝是基层防洪排涝的关键控制性工程,长期受水流冲刷、雨水浸泡、地质沉降影响,易出现渗流、沉降、位移等隐蔽性隐患,传统人工巡查难以提前排查。物联网智能监测设备可实现工程隐患的动态感知,施工布设贴合工程结构特点,针对性解决隐蔽性隐

患监测难题。(1)堤防隐患监测布设。基层堤防多为土质堤防,隐患集中于坝体渗流、岸坡沉降、坡面位移等方面。实际施工中,在堤防坝体内部分层埋设渗压传感器,用于监测坝体、坝基渗流水压变化;在堤防堤顶、堤坡关键点布设沉降传感器与倾角传感器,实时采集堤防竖向沉降、水平位移数据。所有埋入式设备采用防水防腐封装处理,贴合土体埋设施工标准,设备布线隐蔽,不破坏堤防原有结构,可长期不间断监测堤防结构变化,精准捕捉渗流异常、不均匀沉降、微小位移等人工无法识别的前期隐患。(2)闸坝工况监测布设。基层节制闸、排涝闸等闸坝工程,核心监测内容为闸门启闭状态、设备运行工况、结构稳定性。施工中,在闸体结构部位安装振动、位移监测设备,在启闭设备配套运行监测终端,实时采集闸门启闭行程、设备运行负荷、闸体结构形变等数据。

3.4 分级防汛预警推送与联动应用

基于前端设备采集的水情、工情数据,物联网防汛系统可依托预设防汛标准,实现数据研判、分级预警、信息推送和多方联动的一体化应用,贴合基层防汛快速响应的工作需求。(1)分级预警智能研判。系统结合地方基层水利工程防汛等级标准,针对不同监测点位预设蓝、黄、橙、红四级预警阈值,覆盖水位超标、降雨超标、工程形变异常等各类风险场景。系统自动对比实时监测数据与预设阈值,无需人工干预,即可自动判定风险等级,触发对应级别预警信号,实现风险研判的标准化、智能化。(2)精准化预警信息推送。预警触发后,系统依托物联网传输模块,将预警点位、风险类型、实时数据、风险等级等核心信息,通过手机APP、短信、微信端口精准推送至乡镇水利站、村级防汛责任人、工程管护人员,改变传统逐层通知的滞后模式,实现预警信息一键直达、全员知悉。(3)基层防汛联动处置。依托预警平台,可实现辖区水利工程监测数据、预警信息的全域共享,联动乡镇应急办、水利站、村级防汛队伍。工作人员可依托平台实时数据,掌握全域风险点位分布,针对性开展巡查值守、排水排涝、隐患处置等工作,实现从单一监测、被动处置向全域管控、主动应对

的转变,构建基层智能化防汛联动体系^[5]。

4 物联网监测技术在基层防汛预警中的应用优势

物联网监测技术通过智能传感设备,对雨情、水情、堤防及闸坝工况开展全天候自动采集,显著提升监测数据的实时性与精准度,真实反映水利工程运行状态,为防汛研判提供可靠数据支撑。针对基层水利设施分散、偏远区域巡查困难的问题,物联网设备可多点分布式布设,不受地形、天气及人力限制,消除监测盲区,实现全域常态化监测。自动化监测有效减少汛期野外人工作业量,降低人员巡查安全风险,节约人力与运维成本,缓解基层人员紧缺压力。同时,系统可依据预设阈值自动识别险情、触发分级预警,简化传统研判上报流程,配合信息推送与联动机制,提升防汛响应效率,推动基层防汛由传统经验防控向智能化、精细化科学防控转型。

结束语:本文通过梳理基层水利防汛工作现状,系统阐述物联网感知、传输、分析、平台应用的整套技术体系,结合基层河道、水库、堤防、闸坝的实际防汛场景,明确了物联网技术的具体应用方式与应用价值。实践表明,物联网监测技术能够有效解决传统人工监测覆盖面不足、数据精度低、预警滞后等问题,切实提升基层防汛监测的连续性、准确性和高效性,强化工程隐患动态管控能力。

参考文献

- [1]曹永泉.水利工程施工中的智能监测与环保技术融合应用研究[J].科技与创新,2026(10):83-85.
- [2]张鸿泽.基于物联网的水利工程智能化实时监测系统构建与应用[J].农业灾害研究,2026,16(3):136-138.
- [3]李相民,孙重利.基于物联网的水运设施与水利工程智能监测系统研究[J].中国水运,2026(6):28-30.
- [4]雷天朝,朱煜.基于物联网技术的水利工程智能监测系统研究[J].中国宽带,2025,21(10):157-159.
- [5]毕海涛.智能监测技术在水利设施运维管理中的应用研究[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2026(3):001-004.