

山洪灾害监测预报预警平台建设

谷定文

陕西省汉中市南郑区江河管理站 陕西 汉中 723102

摘要：山洪灾害监测预报预警平台是应对突发性水文灾害的核心技术体系，其建设通过整合感知层多类型传感器数据，依托数据层的存储与分析能力，在应用层实现精准监测、科学预报与高效预警。该平台打破传统监测局限，提升灾害风险感知与响应效率，兼具显著社会、经济与生态效益。随着技术发展，平台正朝着智能化、一体化、高精度方向演进，为流域灾害防治从应急管理向系统治理转变提供关键支撑，强化区域应对极端天气的安全保障能力。

关键词：山洪灾害；监测预报；预警平台；建设

引言

山洪灾害具有突发性强、破坏力大的特点，对流域内群众生命财产安全构成严重威胁。构建科学高效的监测预报预警体系，是提升防灾减灾能力的关键。本文围绕山洪灾害监测预报预警平台建设展开，阐述其重要性，解析感知层、数据层、应用层的系统架构，分析社会、经济与生态效益，并探讨智能化、一体化、高精度的发展趋势，旨在为构建更完善的山洪灾害防御技术体系提供思路与参考。

1 山洪灾害监测预报预警平台建设的重要性

山洪灾害监测预报预警平台的建设，是应对复杂水文气象条件下突发性灾害的核心技术支撑，其价值体现在对灾害风险的精准感知与高效响应上，通过整合雨量、水位、土壤含水率等关键数据，能够构建起覆盖全域的动态监测网络，为早期识别潜在险情提供连续且可靠的信息基础。该平台的运行可打破传统监测方式的时空局限，借助传感器实时采集与卫星遥感技术的结合，实现对流域内微小水文变化的捕捉，这种精细化的监测能力使得原本难以察觉的隐患点被及时纳入视野，为后续的预报分析奠定数据根基。基于监测数据构建的预报模型，能够通过算法模拟不同降水情景下的洪水演进过程，将历史灾害案例与实时气象数据进行耦合分析，从而生成具有明确时间节点和影响范围的预报结果，这种科学预判能力可有效延长灾害应对的准备窗口期，让风险处置从被动响应转向主动防控。平台搭载的预警系统则通过多渠道信息发布机制，将预报结论转化为通俗易懂的预警信号，确保相关区域能够根据预警等级采取针对性措施，如提前转移低洼地带人员、加固小型水利设施等，最大限度降低灾害可能造成的损失。从长远来看，平台积累的海量监测数据可用于流域水文规律的深度研究，通过分析不同季节、不同地貌条件下的灾害发

生概率，为区域内水利工程规划、生态修复方案制定提供数据支撑，推动灾害防治工作从应急管理向系统治理转变。平台的智能化升级能够实现监测、预报、预警流程的自动化联动，减少人工干预带来的延迟与误差，使整个防灾体系的响应速度与决策精度得到质的提升，在应对气候变化引发的极端天气事件时，这种技术优势将转化为更坚实的安全保障。

2 山洪灾害监测预报预警平台的系统架构

2.1 感知层

感知层作为平台的基础，肩负着获取关键信息的重任。在此层，多种传感器协同工作，构建起一张严密的监测网络。雨量传感器被广泛部署于不同地形区域，通过对雨滴撞击的感应，精确测量降雨量，其高精度的测量能力能够捕捉到降雨强度的细微变化。水位传感器则巧妙安装在河流、水库等关键水体位置，利用声波或压力感应原理，实时监测水位的升降情况，为洪水演进分析提供核心数据。土壤含水率传感器深入土壤内部，借助电磁感应等技术，持续反馈土壤的干湿程度，这对于判断土壤对降雨的吸纳能力及潜在的坡面径流形成具有重要意义。摄像头的加入为监测增添了直观视角，可实时捕捉河道水流状态、周边环境变化等画面，辅助人工分析异常情况。这些传感器采集的数据，通过4G/5G无线传输网络迅速上传，在偏远地区，北斗卫星通信则作为可靠的备用传输手段，确保数据传输的稳定性与实时性，让每一个监测数据都能及时抵达数据层，为后续分析奠定坚实基础^[1]。

2.2 数据层

数据层作为平台的数据中枢要地，负责对感知层传来的海量数据进行有序管理与深度挖掘。搭建高性能的数据库系统，对雨量、水位、土壤含水率等各类数据进行结构化存储，确保数据的完整性与可追溯性。运用

数据清洗技术，剔除异常数据与噪声干扰，提升数据质量，保证分析结果的准确性。通过数据融合算法，将不同类型、不同来源的数据进行有机整合，例如将气象部门提供的降雨预报数据与本地监测的实时雨量数据相结合，从而获取更全面、更精准的雨情信息。借助大数据分析技术，对长期积累的数据进行深度剖析，挖掘数据背后隐藏的规律，如分析不同季节、不同流域的降雨与洪水发生的关联关系，为预报模型的优化提供数据支撑。构建数据备份与恢复机制，利用冗余存储技术，将关键数据存储于多个物理位置，防止因硬件故障或自然灾害导致的数据丢失，保障数据层在任何情况下都能稳定为应用层提供可靠数据服务。

2.3 应用层

应用层是平台功能的直接呈现，面向各类用户提供丰富且实用的服务。对于防汛指挥人员，平台开发了决策支持系统，该系统基于数据层的分析结果，运用专业的洪水预报模型，模拟不同降雨情景下的洪水演进路径，预测洪水到达时间与淹没范围，以直观的可视化界面展示，为指挥人员制定科学的防洪调度方案提供有力依据，如合理安排水库泄洪时机与流量，精准指导人员转移与物资调配。对于普通民众，通过手机APP等便捷方式，可接收平台推送的预警信息，信息以简洁明了的方式呈现，包括预警等级、影响区域、避险建议等，帮助民众及时采取自我防护措施。平台还具备实时监测数据查询功能，用户可随时查看本地的雨量、水位等实时数据，增强对周边环境安全状况的了解。应用层还集成了应急通信功能，在灾害发生时，保障各部门之间、部门与民众之间的通信畅通，确保信息及时传递，提升整个山洪灾害防御体系的协同应对能力。

3 山洪灾害监测预报预警平台建设效益分析

3.1 社会效益

山洪灾害监测预报预警平台的稳定运行，能够显著提升区域应对突发性洪水的应急响应效率，通过精准的监测数据与及时的预警信息，为风险区域群众争取宝贵的转移避险时间，有效降低人员伤亡风险，这种对生命安全的保障能力直接增强了公众对灾害防御体系的信任度。平台构建的全域监测网络，可实时捕捉流域内水文动态变化，使潜在险情在萌芽阶段被发现并处置，避免小隐患演变为大灾害，减少因灾害导致的家庭破碎与社会恐慌，维护社区生活的正常秩序。借助平台的可视化展示功能，各类防灾信息能够以直观易懂的方式传递给不同群体，帮助公众更好地理解山洪灾害的形成机制与避险要点，潜移默化中提升全民防灾减灾意识，形成人

人参与、主动防范的社会氛围。在灾害发生时，平台提供的实时数据支持与决策参考，可促进各应急力量的高效协同，加快救援物资调配与受灾群众安置速度，缩短社会秩序恢复周期，减轻灾害对正常生产生活节奏的冲击，让区域社会系统在面对自然风险时展现出更强的韧性和恢复力。

3.2 经济效益

平台通过精准预报洪水演进路径与影响范围，能够指导相关区域提前采取防护措施，如对低洼地带的农作物进行抢收、对中小型企业的生产设备进行转移，显著降低因洪水淹没造成的直接财产损失，这种损失规避效应直接转化为可量化的经济收益。借助平台积累的长期水文数据，可优化流域内水利设施的调度方案，如根据历史降雨与洪水关联规律合理调控水库蓄泄量，提高水资源利用效率，减少因灌溉不足或排水不畅导致的农业减产损失。平台的智能化监测能力可降低人工巡检成本，通过传感器实时反馈设备运行状态，减少不必要的现场巡查频次，同时提前预警设备故障，降低维修成本与停机损失。在灾害应对过程中，平台提供的精准灾情预判可优化应急资源配置，避免救援物资过度囤积或分配不均，提高资金与物资的使用效率，间接减少应急投入的浪费，为区域经济稳定发展提供更可靠的安全保障。

3.3 生态效益

平台对流域水文过程的精细化监测，能够准确把握不同降雨条件下的水土流失强度与范围，为生态修复工程提供精准的数据支撑，如根据土壤含水率变化与坡面径流规律，科学规划植被恢复区域与种植密度，提升水土保持能力，减少因洪水冲刷导致的土壤肥力流失。借助平台分析的历史水文数据，可识别出流域内生态敏感区域，如易发生滑坡的坡地、水生生物重要栖息地等，在制定防洪工程规划时避开这些区域，或采取更温和的工程措施，降低对自然生态系统的干扰，维护生态系统的完整性与多样性。平台的洪水预报功能可指导水库进行生态调度，在保障防洪安全的前提下，合理安排下泄流量，维持河道基本生态需水，避免因过度截流导致的河道干涸、水生生物死亡等生态问题，促进流域内水生态系统的健康循环。通过长期监测数据的分析，能够评估不同生态保护措施的实际效果，如对比植被恢复前后的水土流失变化，优化生态治理方案，提高生态投入的效益，推动流域生态系统向更加稳定、可持续的方向发展^[2]。

4 山洪灾害监测预报预警平台发展趋势

4.1 智能化与自动化

(1) 引入机器学习算法对历史灾害数据进行深度训

练,使平台能够自主识别降雨强度、地形特征与洪水发生概率的关联模式。一旦实时监测数据达到预设阈值,系统便会自动调整预报模型参数,无需人工操作即可动态更新洪水演进预测,这种自学习能力可大幅提升预报对突发气象变化的适应性,形成闭环智能响应链条。

(2)开发具备自适应调节功能的传感器网络,通过内置芯片对采集频率进行动态优化,在降雨平稳期降低采样密度以节省能耗,而在暴雨等极端天气来临时自动提升监测频次,确保关键数据的捕捉精度,同时传感器节点可自主诊断运行状态,发现故障时自动切换至备用模块,并通过无线通信向后台发送检修信号,实现设备维护的自动化管理。(3)构建智能预警信息分发系统,结合历史接收数据分析不同区域用户的信息获取习惯,自动选择最优推送渠道,如对山区用户优先采用高音喇叭与短信双通道推送,对城镇用户则通过APP弹窗与语音提醒强化预警效果,同时根据预警等级自动生成差异化的避险指引内容,实现预警信息从生成到触达的全流程智能化处理。

4.2 一体化与协同化

(1)打破水文、气象、地质等监测数据的壁垒,通过统一的数据接口标准实现跨领域数据的无缝对接,将降雨预报、土壤墒情、地质灾害隐患点监测等信息纳入同一分析框架,形成覆盖流域全域的综合监测数据集,使平台能够从多维度评估山洪灾害风险,避免单一数据来源导致的分析片面性。(2)建立与上下游监测系统的实时联动机制,通过共享关键水文节点数据实现洪水演进过程的协同模拟,上游监测到的水位涨幅可即时反馈至下游预报模型,动态修正洪水到达时间与淹没范围的预测结果,这种流域级的协同分析模式能够显著提升跨区域灾害应对的整体性与连贯性。(3)整合应急资源调度功能,将防汛物资储备点分布、应急队伍位置、交通道路通行状态等信息与预警系统联动,当平台发布高等级预警时,可自动匹配距离最近的应急资源,生成最优调配路径方案,实现监测预警、风险评估与应急响应的一体化运作,提升防灾体系的整体效能^[3]。

4.3 高精度与精细化

(1)升级传感器硬件性能,采用毫米波雷达与激光测距技术提升雨量、水位监测的空间分辨率,将单点监测误差控制在5%以内,同时缩小监测站点布设间距,在流域内形成每平方公里不少于1个监测点的高密度网络,确保对微地形区域的水文变化进行精准捕捉,为小流域山洪预报提供更细致的数据支撑。(2)运用高分辨率数字高程模型(DEM)构建流域三维地形模型,结合无人机航拍数据实时更新地表覆盖信息,使洪水演进模拟能够精确到具体村落与关键基础设施,如桥梁、涵洞的淹没状态,通过精细化的水力计算,将洪水到达时间的预测精度提升至10分钟以内,为局部区域的人员转移提供更精确的时间参考。(3)开发分时段、分区域的精细化预报产品,根据流域内不同海拔、不同植被覆盖区域的水文响应差异,建立差异化的预报子模型,实现对每小时降雨量、3小时水位变化的精准预测,同时针对滑坡、泥石流等次生灾害,结合土壤含水率与地形坡度的精细化数据,生成点对点的风险预警,满足不同区域的防灾需求。

结语

综上所述,山洪灾害监测预报预警平台建设是提升区域灾害防御能力的基础性工程。通过构建多层级系统架构,实现对水文要素的精准感知、数据的深度挖掘与应用的高效落地,其综合效益已在实践中充分显现。未来,随着技术的持续升级,平台将在智能化联动、跨领域协同、精细化预测等方面实现突破,为流域防洪减灾提供更坚实的技术支撑,推动灾害防治工作迈向更科学、更主动的新阶段,切实保障区域安全与可持续发展。

参考文献

- [1]严剑兵.山洪灾害监测预警云平台系统设计与应用[J].广东水利水电,2022(3):96-100.
- [2]刘荣华,孙朝兴.山洪灾害监测预报预警云平台及应用[J].中国防汛抗旱,2022,32(1):63-69,95.
- [3]王旭.浅谈山洪灾害监测预警系统建设[J].黑龙江水利科技,2021,49(6):83-85.