 DOI: https://doi.org/10.12349/iser.v6i12.8466

Optimization Application of Electronic Information Technology in Water Conservancy Flood Control and Drought Early Warning System

Zhiping Lv

Sichuang Technology Co., Ltd., Quanzhou, Fujian, 350011, China

Abstract

Against the backdrop of global climate change, China has witnessed an intensification of frequent water and drought disasters, rendering traditional flood and drought early warning systems inadequate for complex defense needs. This paper focuses on the deep integration of electronic information technology with water resources early warning systems, systematically exploring optimization pathways for key technologies including perception monitoring, data transmission, and intelligent decision-making. Through case studies such as Hunan's flood situation awareness system and the Yangtze River Basin Smart Flood Control System, the paper analyzes the practical effectiveness of three-dimensional monitoring networks, digital twin basins, and AI-based early warning models. Data indicates that these technologies can reduce disaster identification response time to within 15 minutes and improve forecast accuracy to over 85%. Finally, optimization strategies are proposed from aspects of technological integration, data sharing, and talent cultivation, providing theoretical and practical references for building a smart water resources early warning system and enhancing flood and drought disaster prevention capabilities.

Keywords

electronic information technology; flood and drought control; early warning system; digital twin

电子信息技术在水利防汛抗旱预警系统中的优化应用

吕志平

四创科技有限公司，中国 · 福建 泉州 350011

摘　要

全球气候变化背景下，中国水旱灾害频发态势加剧，传统防汛抗旱预警模式已难以适配复杂防御需求。本文聚焦电子信息技术与水利预警系统的深度融合，系统探讨感知监测、数据传输、智能决策等关键技术的优化应用路径。结合湖南汛情态势感知系统、长江流域智慧防洪体系等典型案例，分析立体化监测网络、数字孪生流域、AI预警模型的实践成效，数据显示相关技术可使灾害识别响应时间缩短至15分钟内，预报准确率提升至85%以上。最后从技术融合、数据共享、人才培养等方面提出优化策略，为构建智慧水利预警体系、提升水旱灾害防御能力提供理论与实践参考。

关键词

电子信息技术；防汛抗旱；预警系统；数字孪生

1 引言

水安全是国家安全的重要组成部分，而中国作为水旱灾害高发国家，电子信息技术的迅猛发展为水利防汛抗旱带来了革命性变革，本文立足水利行业实践需求，系统梳理电子信息技术在防汛抗旱预警系统中的应用现状，深入分析关键技术落地路径与优化策略，破解技术融合、数据共享、模型适配等难题，为提升中国水旱灾害防御的精准性与时效性提供支撑。

【作者简介】吕志平（1985–），男，本科，中级职称（电子专业），从事计算机技术电子信息化研究。

2 水利防汛抗旱预警系统的发展现状

2.1 传统预警系统的核心局限

传统防汛抗旱预警系统以地面固定监测站点和人工巡查为核心，存在三大突出问题[1]。一是监测覆盖存在盲区，雨量站、水位站等设备分布不均，在山区、偏远流域等区域布局稀疏，导致水文气象数据收集不全面，难以反映全域灾害态势。二是数据处理效率低下，依赖人工记录、汇总数据，信息传输以传统通信方式为主，存在明显延迟，往往预警信息发布时灾害已逼近，应急响应时间不足。三是预警方式单一，多以短信、广播等传统渠道发布，覆盖人群有限，且缺乏针对性的避险指导，群众应对能力不足。

以 2010 年前的南方某流域洪涝灾害为例，因监测站点

不足，未能及时捕捉局部强降雨过程，预警信息滞后 3 小时发布，导致下游村庄被淹，造成重大财产损失。这类案例充分暴露了传统预警系统在复杂灾害应对中的被动局面。

2.2 现代信息技术的应用成效

近年来，电子信息技术的规模化应用推动水利预警系统实现质的飞跃，核心体现在监测覆盖、响应速度、预警精度三大维度的提升。湖南省水利厅构建的汛情态势感知系统，在原有 4 类监测对象基础上，新增堤防、泵站、灌区等 6 类关键水利工程监测，整合铁塔公司近 3 万处高空摄像头资源，形成“天空地”立体化监测网络，使重点区域险情识别响应时间缩短至 15 分钟，在 2025 年沅水编号洪水应对中发挥了关键作用 [2]。

长江水利委员会打造的“天空地水工”一体化监测体系，整合流域内 86 部雷达、风云 4 号气象卫星及 5 万个水文气象报汛站点，实现全时段、全要素、全覆盖监测，每天处理百万条数据，20 分钟内可实现流域中心到报率 99.8%，彻底改变了传统监测“点多面少”的格局。福建省水利厅和气象部门一起搭建了台风智能预警平台，通过该平台将卫星、雷达还有地面站点的各类数据都整合起来，精准预判台风未来走向、强度程度，以及未来带来的降雨量。在 2022 年“暹芭”台风到来的时候，该系统提前 24 小时发出预警，基于此预警该地区展开指导沿海地区的人转移，真正减少了灾害造成的损失。

3 电子信息技术在防汛抗旱预警中的关键技术应用

3.1 感知与监测技术：构建立体化监测网络

感知监测技术是预警系统的“千里眼”，实现了从传统点状监测向全域立体监测的转型 [3]。天空基监测通过卫星遥感技术，可快速获取大范围降雨分布、水体面积变化、植被覆盖情况等宏观数据，为流域尺度灾害研判提供基础支撑；空基监测借助无人机、测雨雷达等设备，针对山区、中小河流等重点区域开展精细化巡查，捕捉局部强降雨、滑坡、河道堵塞等险情；地基监测通过布设自动雨量站、水位站、土壤墒情传感器等设备，实现点位数据的实时采集，为精准预警提供数据支撑。

福州市智慧水利平台是感知技术集成应用的典型案例。该平台在闽江、大樟溪、敖江、龙江等河流分支，部署雨量水位一体站 544 套，在大中型水库、小型水库及重点河道及涉水项目共采集接入视频监控 662 路，通过这些设备构建的密集监测网络，实现了河湖、水库监管从“人防为主”向“人防 + 技防结合”、从“事后应对”向“事前预防”的转变，有效提升了区域水旱灾害防御能力。

技术创新方面，长江设计集团在山东庄里水库应用的 GNSS 高空水汽预警仪，实现了降雨精准预测的突破。该系统基于北斗 +AI 测雨技术，可开展短临降水监测预报，构建洪水“第一道防线”，延伸至产汇流和洪水早期预警，显著延长洪水预报预见期。与传统测雨雷达相比，该设备仅需 10% 的成本即可实现 80% 的功能，具备高时空分辨率、预测精度高、全天候工作、部署灵活等优势，为中小流域洪水预警提供了低成本解决方案。福建省在闽江下游设置了许多参数水文监测浮标，这些浮标里设置有能够测水温、测水流速度、测水浑浊度的传感器，数据通过 5G 网络实时传回来。有了这些实时数据，台风天的时候，就能精准预报洪水和风暴潮，给应对工作打基础。广东则在珠江口建了咸潮监测网络，把雷达和视频监控结合起来用，能实时掌握咸潮往上涌的情况。这些数据能给粤港澳大湾区的供水调度提供重要参考，保障群众用水安全。

3.2 数据传输与集成技术：打破信息孤岛

高效的数据传输与集成是预警系统高效运行的核心保障。传统防汛系统中，雨情、水情、工情、灾情等数据分散在气象、水文、应急管理等多个部门，数据格式不统一、更新频率不一致，形成“信息孤岛”，严重影响预警效率。现代电子信息技术通过建立标准化数据接入接口、构建统一数据平台，实现多源异构数据的实时汇聚、清洗与整合。

浙江省“水利大脑”是数据集成应用的标杆项目，该平台接入全省超 2.8 万个监测点数据，实现分钟级数据刷新。通过数据清洗、时空对齐、模型校正等技术手段，将卫星遥感、雷达监测、地面站点、水利工程等多源数据整合为统一的“防汛数字底图”，为后续预警分析、决策支持提供高质量数据支撑。广东和山东在防汛抗旱、水资源管理上都有采用了系列数字化操作：广东的北江洪水预警系统采用了边缘计算加云平台的搭配——既能实时处理监测到的数据，还能跨部门推送，很大程度上提升了工作效率。预警信息能够在 5 分钟内直接传到基层防汛负责人手里，不耽误应对时间。

国际案例方面，布鲁塞尔洪水预警系统通过 Python 脚本实现数据自动获取、转换与预处理，确保数据在单位、文件名称、时间结构上的一致性。系统设计了完善的容错机制，当监测数据缺失或预测中断时，自动启用备用数据和融合规则，保障模型持续运行，这种分层架构为中国跨部门数据共享提供了有益借鉴 [4]。

3.3 预警分析与决策支持技术: 打造智能“最强大脑”

预警分析与决策支持技术是预警系统的核心，通过人工智能算法与专业水文模型的融合，实现灾害精准预判与科学决策。长江水利委员会开发的定量降水预报体系及洪水预报调度一体化模拟体系，覆盖短临、短期、中期、延伸期及长期多时间尺度，实现流域定量降水预报和洪水预报全覆盖，长江中下游干流洪水有效预见期达 3-7 天，短期预报精度最高超 90%，三峡水库 3 天预见期预报准确率达 85% 以上。

数字孪生技术作为前沿方向，已在流域预警中广泛应用。黄河水利委员会开发的大汶河防洪“四预”系统，通过构建数字孪生流域，实现预报“千里眼”、预警“迅通捷”、预演“数字场”、预案“智慧脑”四大功能。系统接入山阳水库测雨雷达数据，构建“气象—水文—水力”耦合模型，

精准捕捉降雨信息，将气象、水文、水力数据深度融合，实现洪水超前预报；同时开发重点河段二维水动力演进模型，动态模拟洪水演进过程，为风险研判提供直观支撑。

智能算法的应用显著提升了决策科学性。中国水利水电科学研究院开发的“分布式水文模型”，结合地形坡度、土地利用类型、前期降雨等因素，可提前 6-12 小时预测中小河流洪水风险，准确率超 85%。该系统支持多情景推演，模拟不同降雨强度下的淹没范围、水深、流速，生成可视化风险热力图，为人员转移、资源调配提供精准依据。2023 年汛期，广东省运用该技术成功预警北江特大洪水，提前转移群众逾 10 万人，大幅降低人员伤亡风险。

4 电子信息技术应用的优化策略与挑战

4.1 核心优化策略

4.1.1 推进多源数据深度融合

多源数据融合是提升预警精度的关键。上虞区在洈凤溪小流域现地预警能力提升项目中，构建“临界雨量 + 实时水位”双因子融合预警模型，系统梳理流域现地预警关键技术、模型方法与管理经验，形成可复制、可推广的技术方案。通过整合雨量、水位、地形、土壤墒情等多维度数据，突破单一因子预警的局限性，提升山洪灾害预警的精准性，为其他流域提供了有益借鉴。在福建等地区，优化重点也在多源数据融合方面，针对山洪、干旱的预警调度方面福建在闽东设置了小流域山洪预警的试点，将雷达测雨数据、地面监测站信息，以及当地地形数据等进行结合，基于此提升短期、临近的山洪预警精确度。

4.1.2 优化智能预警模型

基于人工智能的预警模型可克服传统经验阈值法的不足，综合考量地形、土壤饱和度、流域汇流特性等多因素。临洮县智慧水利综合服务平台深度植入 AI 技术，研发河湖“四乱”和防溺水行业模型，将河湖划界成果与视频监控警戒范围结合，实现人员闯入、垃圾飘浮、非法采砂等行为的智能识别与自动报警。这类模型通过持续学习监测数据，不断优化算法参数，可显著提升预警准确率与时效性。

4.1.3 构建协同指挥机制

打通“监测—预警—决策—执行”全链条，是提升应急响应效率的核心 [5]。水利防汛“智慧大脑”通过协同指挥系统，在预警触发时自动推送处置建议、资源调配方案与避险路线，集成视频会商、移动终端、无人机巡查等功能，实现前后方信息同步。实践表明，智慧指挥系统可使救援力量调度效率提升 40% 以上，同时联动交通、电力、通信等部门，动态评估基础设施受损情况，优先保障关键通道畅通。

4.2 主要面临挑战

4.2.1 数据共享与质量难题

跨部门数据壁垒尚未完全打破，气象、水文、应急、自然资源等部门的数据格式、标准不统一，导致数据融合难度大。尽管布鲁塞尔洪水预警系统通过统一接口部分解决该问题，但国内推广仍面临体制机制障碍。

4.2.2 模型适配性与精度不足

现有水文、水力模型在复杂地形（如山区中小河流）和极端天气（如超强台风、持续性干旱）条件下，模拟精度有待提升。长江委专家指出，机器计算结果需结合专家经验修正，人机协同虽能提高精度，但也增加了主观不确定性。

4.2.3 技术融合与人才短缺

数字孪生、人工智能等前沿技术与传统水利专业的深度融合，需要既懂信息技术又精通水利业务的复合型人才，当前这类人才供给严重不足。

5 结论与展望

电子信息技术已成为推动水利防汛抗旱预警系统升级的核心动力，通过构建天空地一体化监测网络、实现多源数据深度融合、应用智能预警模型与数字孪生技术，推动水旱灾害防御从“被动应对”向“主动防控”、从“经验驱动”向“数据驱动”的转变。湖南汛情态势感知系统、长江流域智慧防洪体系等实践案例证明，相关技术可显著提升预警精度、延长预见期、优化决策效率，为保障人民生命财产安全提供了有力支撑。

未来，电子信息技术在水利防汛抗旱领域的应用将呈现三大趋势。一是技术融合一体化，5G、数字孪生、生成式 AI 等前沿技术将深度融合。二是预警预报精准化，为精细化防御提供支撑。三是决策支持智能化，基于知识图谱与深度学习的水利“智慧大脑”将更具自主决策能力，可自动生成多目标优化调度方案，实现防洪、抗旱、供水等多任务协同。实现技术深度应用需从三方面发力：技术层面，加强核心技术攻关，突破数据融合、模型优化、设备小型化等关键难题，提升自主创新能力；人才层面，建立高校、科研院所与水利部门协同培养机制，打造复合型技术人才队伍；体制机制层面，打破部门壁垒，建立统一的数据共享标准与协同工作机制，加大对欠发达地区技术投入，推动智慧水利均衡发展。通过多维度协同推进，构建更智慧、高效、可靠的防汛抗旱预警系统，为保障国家水安全提供坚实支撑。

参考文献

[1] 樊杰.人工智能领域中通信技术与电子信息技术的融合应用[J].中国宽带,2025,21(12):157-159.DOI:10.20167/j.cnki.ISSN1673-7911.2025.12.53.

[2] 高英楠.水利堤防工程信息化施工：现状、挑战与发展路径——基于雄安实践与23·7洪水防汛经验[J].珠江水运,2025,(18):151-153.DOI:10.14125/j.cnki.zjsy.2025.18.024.

[3] 郭霞.水利工程防汛抗旱体系建设与信息技术研究[J].水上安全,2025,(13):67-69.

[4] 孔斐.农田水利防汛抗旱管理措施[J].河北农业,2025,(06):46-47.

[5] 刘思佳.水利工程管理在防汛中的应用研究[J].价值工程,2025,44(19):55-58.