

数字孪生技术在淮河流域智慧防洪体系中的应用研究

徐超, 邱梦凌, 孙冶

(淮河水利委员会水文局(信息中心), 安徽蚌埠 233001)

摘要 我国科学技术和互联网技术不断进步, 数字化、智慧化逐渐成为社会各个领域的重要发展趋势。在这一背景下, 流域治理工作也开始积极应用数字孪生技术, 为河流防洪工作提供了技术支持与保障, 促进了流域治理工作智慧化发展。本文将针对数字孪生技术的内涵以及淮河流域智慧防洪体系建设的意义进行详细分析, 研究数字孪生在淮河流域智慧防洪体系中的实践策略, 旨在为未来流域治理工作的智慧化发展提供有价值的见解和建议。

关键词 数字孪生技术; 淮河流域治理; 智慧防洪体系

中图分类号: TV8

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)02-0061-03

智慧水利体系建设已经成为我国流域治理工作的重点方向。《中华人民共和国国民经济和社会发展十四五年计划和 2035 年远景目标纲要》当中明确提出了“加快数字化发展建设数字中国, 构建智慧水利体系, 以流域为单位提升水情测报和智能调度能力, 为智慧水利建设明确方向和任务”。为了切实贯彻智慧水利系统构建目标, 就应该结合淮河流域实际情况, 科学合理地引入数字孪生技术, 构建出智慧淮河流域防洪系统工程, 在确保防洪管控智慧化发展的基础上, 促进我国水利工程智慧化发展, 实现水旱灾害防御预报、预警、预演、预案等具体要求。本文将针对数字孪生淮河流域智慧防洪体系实践相关内容进行详细分析。

1 数字孪生技术概述

数字孪生技术即借助物理模型、数据技术、传感器等, 集合多学科、多物理尺度、多概率等数据信息, 对数据信息进行分析把控, 构建出模拟仿真体系, 并且在虚拟空间当中映射, 实现对应实体装备生命周期管理过程。数字孪生技术具备一定的灵活性, 可以应用到多个体系、多个领域当中, 是当前国内工程建设领域最为先进的技术类型之一。数字孪生技术是采用信息技术, 对物理实体特征、功能、组成、性能进行数字化定义和建模的过程。当前数字孪生技术在我国社会诸多领域得到积极广泛的应用, 借助大数据分析、人工智能等诸多信息技术加持, 有效地促进了智慧水利事业发展。

2 淮河流域智慧防洪体系建设意义

淮河流域位于我国东部, 介于长江与黄河之间, 覆盖 270000 平方公里, 是我国粮食、能源矿产及制造业的重要基地。此流域的治理对我国社会经济稳定发展具有不可替代的作用。近年来, 我国在河道治理工程上取得了显著进步, 尤其在大江大河的防洪工程上, 建设和管控水平都得到了显著提升。但相对而言, 小河流域的防洪标准和水平仍有待提高。淮河流域的防洪治理具有重大意义, 它不仅能保障农作物的稳定生产, 还能最大限度地减少对人民群众正常生产生活的影响, 具有良好的经济和社会效益。在此背景下, 数字孪生技术的引入为淮河流域的智慧防洪体系建设提供了有力支持。结合云计算、互联网等先进技术, 数字孪生技术能够实时搜集和分析雨情、水情等信息, 实现洪水的动态监测和预警。借助新一代智能传感器和传输技术, 结合流域模型与大数据分析, 淮河流域的智慧防洪体系得以成功构建, 从而显著提升了各地区的防洪能力, 此举不仅展现了科技在防洪工作中的巨大价值, 也为淮河流域的持久稳定提供了坚实的技术保障。

3 数字孪生淮河流域智慧防洪体系实践策略

3.1 数字孪生淮河流域智慧防洪体系建设框架

淮河流域气候特点是: 冬春干旱少雨, 夏秋闷热多雨, 多年平均降水量约为 920mm, 冷暖和旱涝转变急剧。在开展淮河流域智慧防洪体系建设时, 需充分考虑到当地实际降雨量, 借助淮河流域降雨数据信息搜集, 对雨情、水情进行采集和分析, 制定出明确的淮

河流域预报预警,并在淮河流域智慧防洪体系平台当中,对提取到的数据信息进行分析^[1]。引入数字孪生技术手段,实现“实时汛情监视、防洪形势分析、洪水预警、防洪调度、预警信息响应”等一系列防洪管控体系。

3.2 淮河流域智慧防洪体系建设内容

3.2.1 基础数据信息搜集

淮河流域智慧防洪体系的核心是获取基础信息。通过搜集淮河流域的地理信息、经济数据、历史洪灾资料、水文社会信息、建筑结构信息以及小河流域灾害信息,能够精准整合数据。因此,要在明确水库坝址、危险区域、重点城镇核心区的航测任务的基础上,依托无人机遥感技术等现代技术,收集、整理并分析流域内数据,获取高分辨率遥感影像数据,提取DEM数据,生成摄影图像,并制作三维模型,为智慧防洪体系的稳定运行提供了坚实的数据保障^[2]。

3.2.2 水雨情信息采集

在淮河流域,应设置明确的雨量站以监测降水量变化,并结合历史和未来降水量数据进行分析,获取所需的降水径流信息。同时,应增设适当的水位站,以研究暴雨洪水的规律,有效控制水文水势变化。为

预警监测雨情数据,可引入耦合气象预报结果,利用云图、雷达图等信息进行动态分析^[3]。延长洪水可预见期。重点防洪区域如村落等地,应建立动态视频监控系統,以掌握不同位置的水位动态和周边降水情况。

3.2.3 洪水预报

淮河流域智慧防洪体系建设应该做好洪水预报单元建设,借助合理划分对流域产生的降水情况进行汇总。借助现代化信息技术手段,实时动态化地监控淮河流域的水情,将大数据信息技术手段引入洪水预报当中,在历史数据当中挖掘具备价值的信息,并且有效地构建出数据信息模型库。此外,还应该借助分布式预警模式手段,科学合理地对洪水发生时间、洪水出现过程、洪水量等诸多内容进行数据模拟,为排洪、抗洪工作奠定扎实数据信息基础^[4]。

3.2.4 洪水风险分析

在淮河流域智慧防洪体系中,洪水风险分析至关重要。该分析涵盖淮河流域的综合情况的统计调查,清晰把握淮河流域的水文地质、工程分布以及经济社会环境等状况,以便根据实际情况动态分析各区域的洪水潜在安全隐患。针对沿河村落、集镇、城镇等易受洪水灾害侵扰的区域,需评估其抗洪能力^[5]。构建

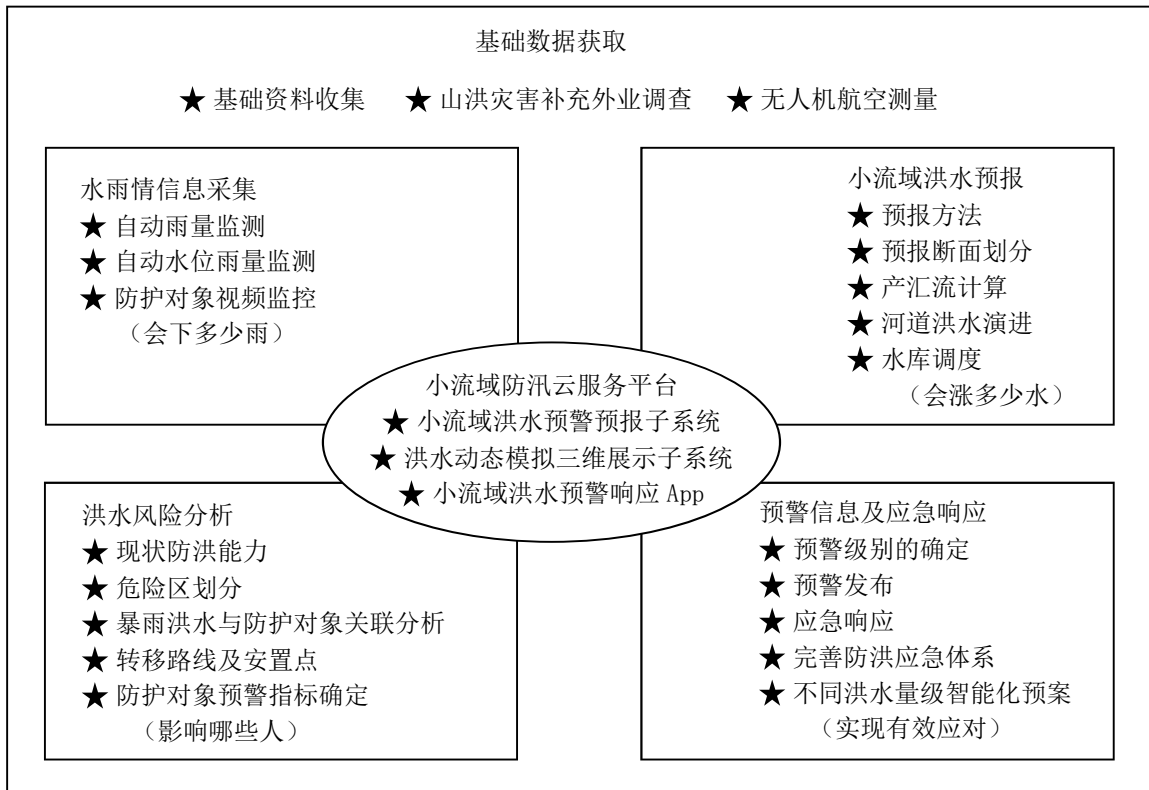


图1 淮河流域智慧防洪体系框架图

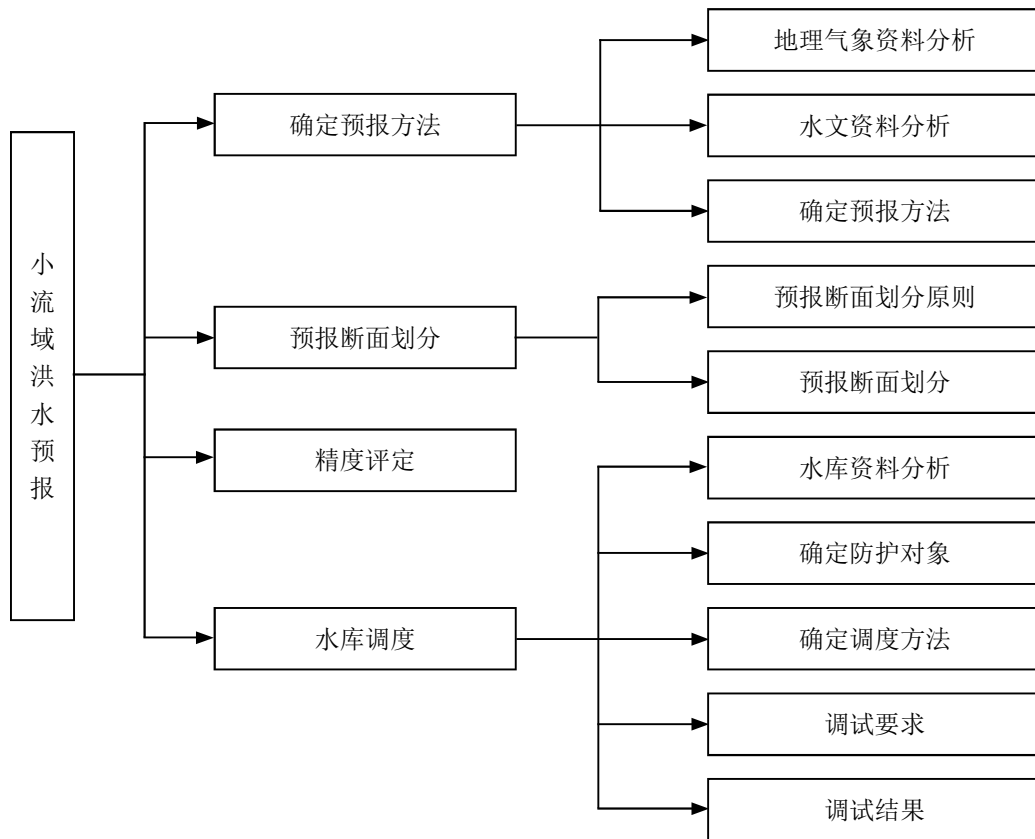


图 2 淮河流域智慧洪水预报框架

暴雨洪水防护体系，及时发现潜在洪水风险，并根据实际风险情况动态评估洪水损失，给出有效的洪水警报预案。同时，利用力学模型等编制完善的洪水风险图，分析管控洪水水位、水量、水深分布及淹没时间等信息数据，为编制洪水预警方案提供坚实保障^[6]。

3.2.5 预警与应急响应

在淮河流域智慧防洪体系中，应急预案的制定对抗洪防灾工作至关重要。因此，要基于降雨数据确定降水量和水位预警级别，并对可能受洪灾影响的防护对象进行预警。当水位达到临界值时，利用短信、预警广播、微信公众号等多渠道发布洪灾预警，随即启动相应的应急方案^[7]。在相关部门组织下，调配人员物资，高效组织洪灾避险和暂停生产等措施，确保人民的生命财产安全，降低洪灾对生活生产的威胁。

4 结语

数字孪生技术的应用真正转变了传统水利工作模式。借助数字孪生技术，能够结合流域实际情况，搭建起数字底板、数字化场景，借助全流域分布式模型，引入超大规模水文水动力计算、预警调度一体化技术，

真正帮助淮河流域实现了“四预”方案，为河流域智慧防洪体系提供技术支持。水利部门应该充分展现出自身引领价值，明确水利向智慧化发展的必要性与紧迫性，结合淮河流域防洪治理实际情况，合理应用数字孪生技术手段，促进我国河流流域防洪治理工作高质量开展。

参考文献:

- [1] 陈月华, 林少喆, 赵梦杰. 淮河流域防洪“四预”试点和演练 [J]. 中国防汛抗旱, 2022, 32(02): 32-35.
- [2] 吕娟, 张大伟. 智慧防洪对水利业务模型的功能需求与技术实现构想 [J]. 中国水利, 2022(08): 65-66.
- [3] 黄艳, 喻杉, 罗斌, 等. 面向流域水工程防灾联合智能调度的数字孪生长江探索 [J]. 水利学报, 2022, 53(03): 17.
- [4] 李琛亮. 永定河“四预”智慧防洪系统建设初探 [J]. 中国防汛抗旱, 2022, 32(03): 57-60.
- [5] 饶小康, 马瑞, 张力, 等. 数字孪生驱动的智慧流域平台研究与设计 [J]. 水利水电快报, 2022, 43(02): 117-123.
- [6] 姚志武, 管林杰. 基于数字孪生的城市防洪排涝智能决策平台设计 [J]. 水利水电快报, 2022, 43(05): 99-103.
- [7] 夏润亮, 李涛, 余伟, 等. 流域数字孪生理论及其在黄河防汛中的实践 [J]. 中国水利, 2021(20): 11-13.