

洙赵新河防御洪水方案数字化应用研究

朱日清,李化雪,宿 策

(山东省海河淮河小清河流域水利管理服务中心,山东 济南 250100)

【摘要】目前,山东省各类水工程防御洪水方案数字化应用较低,实际运用中,大量二维表格数据由于缺乏直观的地理信息与时间要素,致使方案实用性有所降低。防御洪水方案数字化,以纸质防洪方案为蓝本,以流域为单元,将防洪预警、调度规程、响应操作等各项工作机制作为系统预置条件,对方案内容进行结构化分解,建立数字化防洪方案库,实现分类信息友好展示与丰富交互,同时能够辅助生成应急方案,当外部影响达到响应启动条件时,系统自动关联匹配方案库,判定并生成应急响应等级,形成工作清单。该研究成果选择洙赵新河作为研究对象,对洙赵新河防洪方案数字化系统建设内容、研究进程和应用效果等作了具体阐述,旨在为开展其他重点河道防御洪水方案编制工作提供参考。

【关键词】洙赵新河;防御洪水;数字化系统

【中图分类号】TV87

【文献标志码】A

【文章编号】1009-6159(2026)-01-0064-03

Research on Digital Application of Flood Defense Scheme for Zhu Zhaoxin River

ZHU Riqing, LI Huaxue, SU Ce

(Haihe River, Huaihe River and Xiaoqinghe River Basin Water Conservancy Management
and Service Center of Shandong Province, Jinan, Shandong 250100, China)

Abstract: At present, the digital application of flood defense schemes for various water projects in Shandong Province is relatively low. In practical application, a large amount of two-dimensional table data lacks intuitive geographical information and time elements, which reduces the practicality of the schemes. Based on paper version, the digitization of flood defense schemes takes river basins as units, various working mechanisms as preset conditions of the system, such as flood control early warning, dispatching rules and response operations. It structurally decomposes the contents of the schemes, establishes a digital flood control scheme database, realizes friendly display and rich interaction of classified information, and can assist in generating emergency schemes. When external impacts meet the response initiation conditions, the system automatically connects and matches the scheme database, determines and generates the emergency response level, and forms a work list. The research results take Zhu Zhaoxin River as the research object, and specifically expound on the construction content, research process and application effect of the digital system for the flood control scheme of the River, aiming to provide a reference for the formulation of flood defense schemes for other key rivers.

Key words: Zhu Zhaoxin River; Flood defense; Digital system

洙赵新河作为山东省级水网“七纵九横”16条骨干河道之一,西起黄河,东至南四湖,全长145 km,流域面积4 206 km²,河道产汇流较慢,属于典型的平原河道。该研究以洙赵新河为研究对象,融合数字化创新理念,采取数字化、空间化、可视化手段,以动态交互的方式对河道方案进行综合管理,大幅增强方案运用的直观性、实用性和可操作性。其研究成果具有可复制、可推

广性,对山东省其它骨干平原河道也具有较好的借鉴意义。

1 研究背景与内容

洪水防御方案的修订工作历来为工程管理部门的一项重要工作,目前一直沿用传统固有的

收稿日期:2025-09-24

作者简介:朱日清(1987—),男,工程师

工作模式,每年汛前组织人员通过调研获取当前最新的工况、调度运用指标、组织机构、物资、队伍等有关洪水防御信息,然后将大量信息通过人工审核比对,分类汇总后作为附表附加于方案文本之后,形成新的年度方案。这些方案由于缺乏直观的地理信息与时间要素,致使方案实用性有所降低。

为改善此种现象,该研究基于现有流域防洪基础数据,通过数据采集、现场校核、补充录入等多种手段,在原有信息要素的基础上,为其完善时空要素信息,时间上实现方案中每条关键信息的修订变更情况可追溯,空间上能够确定其精准位置,完成基础数据的整理入库,构建统一的数据资源库。应用层面基于当前流行的 WebGIS 技术,搭建方案数字化系统,实现有关洪水防御信息的数字管理、图上浏览与信息查询,采用表格、图形、地图和多媒体等多种方式形象展示。

2 平台架构

系统充分利用现有数据、平台和系统,以流域防御洪水方案为基础,通过空间地理数据、物联网数据、流域基础数据融合交互,实现方案数字化运用。为保证系统建设的规范化、系统化、整体化,系统的独立性、可扩展性,降低相互之间的耦合度,提高数据资源的利用率,搭建业务与数据、技术有机耦合的开放可扩展架构,分层设计基础层、数据层、服务层、应用层和用户层,标准规范体系、安全保障体系和运行维护体系贯穿系统建设。一是基础层:依托云服务运行环境与现有网络环境。二是数据层:遵循水利行业标准,构建地理空间库、基础数据库、业务数据库、共享数据库,为业务系统提供数据支撑。三是支撑层:提供各种数据与应用服务,包括报表服务、GIS 一张图服务、接口服务、数据管理服务。四是业务层:开发新建防御洪水方案数字化系统、移动 APP 应用,满足防洪管理服务需求。五是用户层:为流域中心、水利厅、水行政主管部门提供数据与业务决策服务。

3 数据库建设

3.1 数据资源库建设

在遵循水利行业标准基础上,结合业务系统

的实际需要,构建统一的数据资源库,为业务应用提供基础信息支撑服务。数据库按照逻辑分为地理空间数据库、河道基础数据库、业务数据库、共享数据库。

1)地理空间数据库。河道范围内的基础地理数据,可以作为业务数据的底图,对浏览、定位、查询、统计等应用起到空间化支撑。

2)基础数据库。各类水利对象的特征属性,包括河道水系、水利工程、监测站点、组织管理机构人员等对象。

3)业务数据库。业务管理相关数据,包括洪水风险、保障措施、社会经济、抢险处置等业务数据,根据业务需要更新。

4)外部共享数据库。从相关部门机构共享获取的气象、雨水情、调度运行等业务信息。

3.2 数据入库挂图

按照标准数据库表结构,对数据资料成果进行数字化扫描、处理、分类,人工录入或者借助系统工具批量导入到数据库。

利用地图符号,将采集数据动态标绘显示在电子地图上,数据与地理信息结合,建立数据可视化地图,更直观地传达地理空间信息。

4 信息系统建设

4.1 基础信息录入与展示

河道工程涉及干支流水系、堤防、拦河节制闸、排灌站、堤防缺口、穿堤涵闸、跨河建筑物、险工险段、不利因素等。系统地图展示各类工程建筑物的空间地理分布,可从图上直观查阅基本属性信息。

1)流域概况。流域概况主要涉及该流域的地理位置、地形地貌、洪水特征、水文气象、社会经济状况等方面的信息,借助 GIS 系统,在地图上直观展示该流域的基本属性信息。

2)防洪工程。防洪工程主要涉及拦河节制闸、堤防缺口、险工险段、穿堤涵洞、排灌站、跨河建筑物等设施,采用分层的形式在地图上展示设施空间位置分布,可以灵活地选择所展示的设施类型。提供通过设施名称等信息快速检索并定位具体的工程设施及查看工程的空间及属性信息。

3)控制断面。在地图上以高亮图标的形式标注控制断面的位置,并显示相应的警戒水位、保

证水位等控制指标。

4)险工险段。堤防上存在安全隐患的险工险段以醒目图标的方式在地图上进行标注,通过险段名称快速检索并居中定位具体位置,点击图标能查看险工险段的空问信息、属性信息以及相应的抢险方案、处置措施、抢险人员、防汛联系人、现场图片等信息。

5)防洪保护区。防洪保护区提供流域重点保护区的名称、人口、重要程度等信息。

6)历史洪水。历史洪水是对该流域历年受灾情况历史数据的记录,包括受灾年份、受灾面积、受灾人口、经济损失等信息。

7)抢险不利因素。流域存在的抢险不利因素点在地图上进行标注,可查看问题详情、位置、现场照片信息。

4.2 保障措施

主要包括物资仓库、物资管理、抢险队伍、安置点管理等相关事项的管理和维护,可进行基本信息的添加、修改、删除、查询、定位等操作。

1)物资仓库。在地图上对洮赵新河防汛物资存放仓库进行重点标注,可查看物资仓库的空问属性信息。在堤防发生险情时,可通过快速检索功能定位物资仓库空问坐标。

2)物资管理。该功能可实现对防汛物资设备添加、出库和入库信息的管理维护功能,有利于进一步提高防汛物资管理效率。

3)抢险队伍。实现对防汛抢险队伍的管理功能,包括对抢险人员数量、分布信息的统筹管理功能,可查看抢险责任人、联系人等基本信息,也可为创建的队伍添加成员。

4)安置点管理。支持对抢险安置点位置地图索引功能,主要包括安置点位置、人员安置情况等重点信息的查询、修改和删除功能。

4.3 洪水预警分析

洪水模拟分析,输入上游水位,按照特定算法,计算出下游沿河各个桥梁、涵洞、险工险段、堤防缺口等处的实时水位,分析出洪水淹没范围等险情状况,开展预报预警,并根据预警级别提供对应处置及应急方案。洪水实时预警,接入固定闸站、河流断面等处监测设备的实时数据,按照蓝、黄、橙、红四等预警级别进行实时预警。

5 应用成效

通过开展洮赵新河方案数字化试点研究,将静态文本方案的河道概况、防洪形势、应急保障等关键信息,以数字化和图形化、GIS空间化的方式表达,具有图文并茂、简单明了的特点,方案信息更为直观精确,信息查询更加方便快捷,便于操作运用。

目前,该应用系统已经投入运行,各项功能运行正常,为流域闸坝防汛调度提供技术支撑。面对近年来山东省极为严峻复杂的防汛形势,洮赵新河流域发生多轮强降雨,省防指多次启动防汛应急响应,派出相应工作组赴流域相关地市指导强降雨督导工作。工作组通过运用洮赵新河方案数字化应用系统,实现了洪水防御信息可视化展示与查询,为指导各市安全防汛工作提供了科学高效决策支撑。

6 结语

洮赵新河防御洪水方案数字化系统,有效利用地理信息(GIS)、数据库技术,将方案内容进行数字化转换、地理空问表达,使静态文本方案具备实态性和时空性,方案管理、要素展示、查询使用更加准确、直观、便捷,进而有效提升防洪技术支撑工作的效率与质量。

通过开展研究试点,将有利于进一步汇集整合流域基础资料,积淀基础数据底板,提升山东省骨干河道防御洪水“四预”能力,推动数字孪生流域建设工作的深入开展。

下一步,将及时总结经验教训,进一步丰富完善数字化平台功能,加强数据更新与维护,并拓展与其他水利系统的融合互通,持续提升洮赵新河及山东省其他平原河道的防洪减灾能力,为智慧水利建设提供更坚实的支撑,保障区域水安全与经济社会稳定发展。

参考文献

- [1] 孙世友,鱼京善,杨红粉,等.基于智慧大脑的水利现代化体系研究[J].中国水利,2020(19):52-55.
- [2] 刘昌军.基于人工智能和大数据驱动的新一代水文模型及其在洪水预报预警中的应用 [J]. 中国防汛抗旱.2019,29(5):11,22.

(责任编辑 赵其芬)