

基于GIS的河湖管护信息化系统构建与应用

王凌晖¹ 张 磊¹ 钱华港¹ 陆园园¹ 汪 姍²

1. 常州市河道湖泊管理处 江苏 常州 213000

2. 江苏省水文水资源勘测局常州分局 江苏 常州 213000

摘 要：生态文明建设推进与“河长制”“湖长制”实施下，河湖管理保护标准更严，传统管护模式存信息孤岛、响应滞后等问题，难满足现代化水治理需求。GIS为河湖管护提供新支撑。本文阐述基于GIS的河湖管护信息化系统构建思路等，分析挑战与信息化必要性，提出总体架构及核心模块，结合案例展示应用成效，并展望发展方向。研究表明，该系统可提升河湖管理精细化等水平，为实现治理目标提供技术保障。

关键词：GIS；河湖管护；信息化系统；河长制；空间分析；智慧水利

引言

河湖是水资源、生态系统及经济社会发展的重要支撑，但长期面临水质恶化等挑战。“河湖长制”推行后，传统人工巡查等河湖管护模式弊端凸显，如信息获取不及时、问题处置效率低、部门间信息壁垒严重、决策缺乏科学依据等。地理信息系统（GIS）能集成河湖相关要素，提供全景视图与空间决策支持。构建基于GIS的河湖管护信息化系统，是技术发展趋势，也是提升国家水治理现代化水平的迫切需求。本文将系统探讨该系统构建路径与应用实践，以供参考。

1 系统总体架构设计

基于对河湖管护业务需求的深入分析，本文提出“一平台、多终端、全要素、智能化”的系统总体架构。

1.1 “一平台”：统一的河湖管护综合信息管理平台

作为整个系统的核心枢纽，综合信息管理平台承担着数据汇聚、业务流转、信息共享与分析决策等关键职能。它打破了传统业务系统间的信息壁垒，实现了河湖管护业务的全流程数字化管理。包括（1）数据管理模块：负责各类河湖数据的采集、存储、更新与维护。支持结构化与非结构化数据的统一管理，提供数据清洗、转换与加载（ETL）工具，确保数据质量与一致性。

（2）业务处理模块：涵盖河湖巡查、问题上报、任务分配、执法管理、项目审批等核心业务流程^[1]。通过工作流引擎实现业务流程的自动化与规范化，提高业务处理效率。（3）分析决策模块：运用大数据分析挖掘技术，结合GIS空间分析功能，对河湖水质、水量、生态状况等进行实时监测与预警分析。为管理者提供科学合理的决策支持，辅助制定河湖保护与治理策略。（4）服务发布模块：将平台内的数据与功能以标准化服务接口的形式对外发布，实现与其他相关部门业务系统的互联互通与

数据共享。支持RESTful、SOAP等多种服务协议，满足不同用户的应用需求。

1.2 “多终端”：多渠道终端访问支持

1.2.1 PC端

主要面向河湖管理部门的管理人员，提供全面、复杂的业务操作和深度数据分析功能。具备强大的数据处理与可视化能力，支持多维度数据查询、统计报表生成、专题地图制作等。管理人员可通过PC端对河湖管护业务进行全流程监控与管理，实时掌握河湖动态信息。

1.2.2 移动APP端

面向一线河湖长和巡查员，满足其在现场作业中的实时信息采集与交互需求。具备简洁易用的操作界面，支持现场照片、视频、位置信息等多媒体数据的快速采集与上传。巡查员可通过APP实时接收巡查任务，上报发现的问题，并跟踪问题处理进度。同时，APP还提供河湖信息查询、巡查轨迹记录等功能，方便巡查员开展工作。

1.2.3 大屏指挥端

用于指挥中心的全局态势感知和应急指挥调度，为领导决策提供直观、全面的信息支持。采用大屏幕显示技术，集成各类河湖监测数据与业务信息，以可视化图表、地图等形式实时展示河湖运行态势。在应急事件发生时，大屏指挥端可快速定位事件发生地点，调取周边资源信息，辅助指挥人员进行应急指挥与调度，实现应急响应的快速、高效。

1.3 “全要素”：四位一体全要素数据库构建

系统全面整合与河湖相关的各类空间与属性数据，形成覆盖“水域、水体、岸线、陆域”四位一体的全要素数据库。具体包括：①基础地理信息：如地形地貌、行政区划、交通网络等，为河湖空间分析提供基础底图。②河湖水系：包括河流、湖泊、水库、渠道等水体

的分布、形态、水文特征等信息。③水利工程：涵盖堤防、水闸、泵站、水电站等水利设施的基本信息、运行状况与维护记录^[2]。④水质监测：实时采集的水质数据，如酸碱度、溶解氧、化学需氧量等指标，以及水质监测站点的分布信息。⑤污染源：工业污染源、农业污染源、生活污染源等的分布、排放情况与治理措施。⑥涉水项目：各类涉水建设项目的规划、审批、建设与运行管理信息。⑦生态红线：划定的河湖生态保护红线范围及相关管控要求。⑧遥感影像：定期获取的高分辨率遥感影像数据，用于河湖动态监测与变化分析。⑨视频监控：安装在河湖关键部位的视频监控设备采集的实时视频流，实现对河湖的实时可视化监控。

建立数据动态更新机制，通过与相关部门的数据共享交换、物联网设备实时采集、人工定期巡查补录等方式，确保全要素数据库的时效性与准确性。同时，利用数据版本管理技术，对数据更新过程进行全程跟踪与记录，保证数据的历史可追溯性。

1.4 “智能化”：新一代信息技术赋能河湖管护

1.4.1 智能识别技术：

利用计算机视觉与深度学习算法，对视频监控画面、遥感影像等数据进行智能分析，实现对河湖水面漂浮物、违法排污口、非法采砂等问题的自动识别与预警。通过训练大量的样本数据，不断提高智能识别模型的准确率与泛化能力。

1.4.2 物联网感知技术

在河湖关键部位部署各类物联网感知设备，如水质传感器、水位传感器、雨量传感器等，实时采集河湖的水质、水位、降雨等环境参数。通过无线通信网络将感知数据传输至系统平台，实现对河湖状态的实时监测与动态预警^[3]。

1.4.3 大数据分析技术

对海量的河湖数据进行深度挖掘与分析，发现数据背后的潜在规律与趋势。通过建立数据分析模型，对河湖水质变化、水量供需平衡、生态健康状况等进行预测预警，为河湖管理决策提供科学依据。

1.4.4 辅助决策支持

基于智能识别、物联网感知与大数据分析结果，结合专家知识库与决策模型，为管理者提供针对性的决策建议。在应急事件处置过程中，系统可根据事件类型、严重程度、影响范围等因素，自动生成应急处置方案，辅助指挥人员进行科学决策与高效调度。

1.4.5 闭环管理机制

通过建立问题发现、任务分配、处理反馈、效果评

估的闭环管理流程，实现对河湖问题的全过程跟踪与闭环管理。系统自动记录每个问题的处理环节与责任人，确保问题得到及时、有效的解决。同时，对问题处理效果进行评估与分析，为持续改进河湖管理工作提供经验参考。

2 系统核心功能模块

2.1 空间数据库与数据融合模块

空间数据库是系统运行的基础。本系统采用空间数据库引擎（如PostGIS）构建河湖专题空间数据库，设计了科学合理的数据模型，将点（如监测断面、排污口）、线（如河流、岸线）、面（如湖泊、管理范围、生态保护区）等空间要素与丰富的属性信息（如水质指标、责任人、问题状态等）进行一体化存储与管理。数据融合是关键挑战。系统通过ETL（Extract, Transform, Load）工具，实现对来自水利、环保、住建、自然资源等多个部门的异构数据的清洗、转换与集成。同时，利用空间匹配、拓扑校验等技术，确保不同来源数据在空间位置和逻辑关系上的一致性与准确性。

2.2 河湖“一张图”可视化模块

该模块是系统最直观的展现形式。基于WebGIS技术，将所有河湖要素在电子地图上进行叠加展示，形成动态、交互式的“河湖一张图”。用户可以通过图层控制、空间查询、属性查询等方式，快速定位和了解任意河段、湖泊的详细信息。系统支持多种地图服务（如矢量地图、影像地图、三维地形），并可生成专题图，如水质分布图、问题热点图、责任区划图等，为宏观决策提供直观依据。

2.3 智能监测与预警模块

该模块是系统实现“主动管护”的核心。一方面，系统接入物联网感知网络，实时汇聚来自水质自动监测站、视频监控、无人机巡河等设备的动态数据。另一方面，系统定期获取高分辨率卫星遥感影像，利用深度学习算法（如U-Net、YOLO等）对影像进行自动解译，智能识别河湖“四乱”（乱占、乱采、乱堆、乱建）问题、水面漂浮物、非法养殖等异常情况。基于预设的阈值和规则引擎，系统能够对水质超标、非法侵占岸线、疑似排污等风险事件进行自动预警，并通过短信、APP推送等方式，将预警信息精准发送给对应的河湖长和责任部门，实现从“被动响应”到“主动预警”的转变。

2.4 移动巡查与闭环管理模块

为解决一线巡查难题，系统配套开发了移动APP。河湖长和巡查员可通过APP进行日常巡河，利用GPS定位自动记录巡查轨迹，并可随时拍照、录像、填写文字描述

上报发现的问题。上报的问题会自动同步到PC端平台,并生成唯一的任务工单。平台根据问题的类型、位置和严重程度,自动分派给相应的处置单位。处置单位在APP上接收任务、反馈处置进展和结果,最终由上报人或上级河长进行验收^[4]。整个过程形成“上报-分派-处置-反馈-验收”的完整业务闭环,所有环节均有迹可循,确保了问题处置的时效性和可追溯性。

2.5 综合分析与支持决策模块

该模块旨在为高级管理者提供深度洞察。系统内置了多种空间分析模型,例如:(1)缓冲区分析:分析污染源对周边水体的影响范围。(2)叠加分析:评估建设项目是否侵占河湖管理范围或生态红线。(3)水文分析:模拟污染物扩散路径,辅助溯源。(4)时空分析:分析水质、问题数量等指标的时空演变规律,预测未来趋势。通过这些分析,系统可以生成河湖健康评估报告、问题成因分析报告、治理成效评估报告等,为制定科学的治理方案和考核评价提供数据支撑。

3 系统应用实践与成效

为验证系统的有效性,本文选取某省在全省范围内推广的“智慧河湖”平台作为案例进行分析。

3.1 “四乱”问题智能识别与整治

该省利用系统接入的季度性高分遥感影像,对全省重点河湖进行全覆盖扫描。AI算法成功识别出大量人工难以发现的隐蔽性“四乱”问题,如河滩地上的违建厂房、非法采砂点等。系统自动生成问题清单和空间位置,下发至市县河长办。整治效率大幅提升,问题发现周期从原来的数月缩短至数周,整治完成率提高了30%以上。

3.2 水质动态监测与污染溯源

系统整合了全省上千个水质自动监测站的数据,实现了水质指标的分钟级更新和可视化展示。当某断面出现氨氮、总磷等指标异常时,系统会立即触发预警,并结合上游污染源分布、水文流向等信息,利用叠加分析和水文模型,初步划定污染嫌疑区域,为环境执法部门精准溯源提供了有力支持。

3.3 岸线精细化管理

系统精确划定了每条河流的管理范围和保护范围,并将其纳入“一张图”进行严格管控。任何涉水项目的规划审批,都必须在系统中进行空间合规性审查。系统

自动判断项目是否侵占管理范围,有效杜绝了“未批先建”、“边批边建”等违法行为,实现了岸线资源的刚性约束。

3.4 应急指挥调度

在应对突发水污染事件或防汛抗旱时,指挥中心可通过大屏端实时掌握事件影响范围、周边应急资源(如物资仓库、救援队伍)、交通路网等信息。指挥人员可以基于GIS地图进行快速会商,制定最优的应急处置和人员疏散方案,显著提升了应急响应的速度和科学性。

4 结语

本文系统论述了基于GIS的河湖管护信息化系统的构建与应用,该系统整合多源数据、构建统一平台、创新业务模式,有效解决了传统河湖管护信息不对称、监管效率低、决策不科学等痛点,提升管理精细化、智能化与协同化水平。展望未来,该系统深化发展可从多方面着力:深化AI融合,探索其在河湖生态健康诊断等多方面的应用;构建数字孪生,实现物理河湖全要素、全生命周期的虚拟映射与仿真推演;拓展公众参与,开发小程序鼓励公众参与监督;强化数据安全,构建更完善的数据安全与隐私保护体系,保障系统安全稳定运行。

参考文献

- [1]庄宝庆,谢锡刚,朱海,等.基于GIS的智慧河湖管理信息系统研究[J].电子元器件与信息技术,2021,5(11):196-197.
- [2]王晔,潘炜元.县域河湖管护信息化系统建设探究[C]//河海大学智能感知技术创新研究院,江苏省水利学会水利信息化专业委员会,水利部水文水资源监控工程技术研究中心,北京河湖智慧水利技术中心.2025数字孪生水利智能监测感知技术装备与应用大会论文集.黄河勘测规划设计研究院有限公司,2025:23-27.
- [3]熊大红,利仕发,梁永康.基于GIS和物联网的河湖信息化管理系统研究[J].物联网技术,2022,12(11):121-123.
- [4]李尔卓越.浅谈GIS技术在河湖水质监测管理中的应用[C]//中国建筑设计研究院有限公司,中国建筑学会建筑给水排水研究分会,上海熊猫机械(集团)有限公司,北京大可文化会展服务有限责任公司.第16届建筑给水排水大会论文集(2024).长安大学建筑工程学院,2024:673-676.