

河湖长制综合管理数字化平台建设的现状、困境与展望

丰 慧¹, 王荣华², 卢 婷³, 陈 旭³, 李 明³

(1. 南京工程学院经济与管理学院, 江苏 南京 211167; 2. 恒晟水环境治理股份有限公司, 广西 桂林 541199;

3. 河海大学商学院, 江苏 南京 211100)

摘要: 针对河湖长制综合管理数字化平台建设已取得的成效和存在的问题, 从数字化平台、技术路线、数据库、平台功能等四个方面, 总结与分析数字化平台架构、内容、功能研究现状以及平台建设内容。从尊重平台建设规律、加强平台顶层设计、建立数据共享机制、实现天空地水一体化监管、强化大数据与人工智能等技术的应用、实现长效协同管理、编制技术标准规范、设计平台建设策略等方面对平台建设进行了展望。研究表明, 数字化平台是支撑核心业务的根本, 数据共享和协同管理是数字化平台的基础, 智能化和自动化是数字化平台所采用的技术或手段。

关键词: 河湖长制; 综合管理; 数字化平台; 现状; 困境; 展望

中图分类号: TV213.4

文献标志码: A

文章编号: 1006-7647(2024)04-0089-12

Current status, difficulties, and prospects of comprehensive management digital platform for river and lake chief system//FENG Hui¹, WANG Ronghua², LU Ting³, CHEN Xu³, LI Ming³ (1. School of Economics and Management, Nanjing Institute of Technology, Nanjing 211167, China; 2. Hengsheng Water Environment Treatment Co., Ltd., Guilin 541199, China; 3. Business School, Hohai University, Nanjing 211100, China)

Abstract: Focusing on the achievements and existing problems in the construction of the comprehensive management digital platform for river and lake chief system, this paper summarizes and analyzes the current status of the platform's architecture, content, and functionality from four aspects: the digital platform, technical route, database, and platform functions. It provides prospects from various perspectives, including respecting the platform construction rules, enhancing top-level design, establishing a data-sharing mechanism, achieving integrated monitoring of sky, ground, and water, strengthening the application of big data and artificial intelligence technologies, realizing long-term collaborative supervision, compiling technical standards and specifications, and designing platform construction strategies. The research results indicate that the digital platform is fundamental to supporting core business, data sharing and collaborative supervision are the foundation of the digital platform, and intelligence and automation are the technologies or methods adopted by the digital platform.

Key words: river and lake chief system; comprehensive management; digital platform; current status; difficulty; prospect

党中央、国务院高度重视河湖保护工作。《关于全面推行河长制的意见》《关于在湖泊实施湖长制的指导意见》提出要全面推行河湖长制。在十二届全国人大五次会议上,“全面推行河长制”首次被写入政府工作报告,标志着河湖长制从地方实践探索正式上升成为国家意志,这一系列国家政策的出台表明河湖长制制度已基本完备^[1]。目前已形成了“河湖长制+数字化”的新型管理模式,基本实现了“互联网+”、大数据、资源整合、物联网、集成、大数据、云平台、GIS展示等技术与河湖长制管理业务

之间的融合。河湖长制综合管理数字化平台(以下简称“数字化平台”)的研究与建设已取得了初步成果^[2],发挥了应有的作用,但是数字化平台依然存在信息孤岛、协同工作能力不强、支撑核心业务水平不高等一系列问题,其主要原因是没有明确和成熟的理论和实践经验可循,而其他领域的数字化建设理论与经验并不完全适用于数字化平台。为了更好地建设和应用数字化平台,发挥其支撑核心业务的作用,提高数字化平台建设的投资效益,本文分析了数字化平台建设进展和现存困境,提出数字化平台

基金项目: 江苏省社会科学基金项目(23GLD006);南京工程学院引进人才科研启动基金项目(YKJ202321)

作者简介: 丰慧(1989—),女,讲师,博士,主要从事项目型企业管理和水生态治理研究。E-mail: hui Feng@njit.edu.cn

通信作者: 王荣华(1966—),男,高级工程师,主要从事流域水环境治理与生态修复技术研究。E-mail: hs2822693@163.com

的展望,以期评估、研究数字化平台提供指导。

1 数字化平台建设现状

数字化平台是河湖长制综合管理的基础,其目的是通过数字化赋能河湖长制,促进水治理平台化、协同化、规范化、高效化,实现多元共治和整体性治理。下面从平台总体架构、技术路线、数据库和平台功能四个方面,分析数字化平台建设现状及需要解决的问题。

1.1 平台总体架构

数字化平台总体架构已初步建立,并运用于河湖长制综合管理中。河湖长制综合管理核心业务已基本实现与数字化技术的结合,初步融合高分遥感技术、云技术、微服务、人工智能监测、无人机、无人船等技术^[3],形成数字化平台^[4],包括省、市、县三级^[5],比如基于微服务技术的黑龙江水利数字孪生平台框架^[6]。总体架构包括展现(前端应用)层、业务层、支撑层、数据服务层、传输层、采集层等^[7]。可见,通过整合多源数据,包括遥感数据、传感器数据等,形成更全面的信息图景,可有效提升各级河湖长管理工作效能,实现各部门间业务联动,提高河湖管理水平^[8],进而为经济社会发展、生态环境保护等方面提供强有力的数字化支撑。

需要解决以下问题:①数字化技术需要较大的投资,包括传感器设备、数据存储和处理设备等,增加河湖长制综合管理成本;②数字化平台涉及大量的数据传输和存储,存在数据安全问题^[9];③部分地区缺乏数字化技术专业人才,可能会制约数字化技术的应用。

1.2 技术路线

1.2.1 大数据

大数据在数字化平台中已得到初步应用。河湖长制综合管理提出“大数据+河湖长制”的数字化模式^[10],实现数字治河湖的目标,它涉及河流湖泊、河长湖长、河湖生态环境修复、河湖管理智慧云服务、社会参与、河长智库等大数据。数字化平台大数据具有规模巨大、复杂多样、纬度高、时效性强、来源渠道多^[11]等特点,其规模超出传统数据库和数据处理工具有效范围,同时具有从中提取价值信息的潜力。大数据具备“3V”特征,即大容量、多样性、高速度^[3]。通过将大数据技术和物联网技术相结合,可拓展信息采集覆盖面,有效地采集、处理和管理多维度、异源数据,实现对河湖信息的全面感知、实时监测和数据分析^[12]。

需要解决以下问题:①由于要收集、传输和存储大量敏感数据,数据隐私和安全性问题是一个突出的

挑战;②对于多源异构数据,不同来源的数据可能存在质量不一致的情况,缺乏统一的数据标准和规范,会导致数据集成和共享变得困难。

1.2.2 云计算

数字化平台已开始尝试使用云计算技术。云计算是基于网络的计算服务模型,使用户能够避免建设和维护庞大的基础设施,实现资源的共享和高效利用。云计算为河湖长制提供了一种高效、灵活的信息技术支持模式^[13],通过云计算技术结合移动互联、遥感监测等技术,可实现对河湖的实时监测以及河湖信息资源的直观展示与查询,为用户提供便捷的信息获取途径。可见,采用云计算架构的思想,利用云服务和3S等技术,合理采用B/S模式可以实现构建河湖长制管理平台的目的^[4,9]。通过云端存储、计算和协同处理,确保大规模数据高效管理,能够更加智能、高效地完成任务,促进管理及时响应和决策支持。

需要解决以下问题:①涉及大量数据的存储和传输,导致带宽成本较高;②存在安全性问题,包括数据加密、身份验证和访问控制等;③难以满足需要实时响应的应用,其对性能和延迟要求较高;④云服务会存在由网络故障、硬件故障或其他不可预测的事件而导致服务中断的问题。

1.2.3 微服务

微服务已开始应用到河湖长制综合管理领域,用于解决面向服务架构(service oriented architecture, SOA)模块之间高度依赖^[5]、紧密耦合、扩展性不足、运维复杂等问题,建设统一水利数据仓,搭建数字孪生平台等。微服务架构旨在解决传统单体应用程序面临的复杂性、可维护性以及数据共享不便、功能冗余、运维成本高^[14]等问题,而将整个应用程序拆分为一组小型、自治的服务,每个服务专注于执行特定的业务,具有组件化、松耦合、自治、去中心化的特点。通过将系统拆分成小型独立的服务单元,进行独立的业务功能,独立部署和更新每个服务单元,而不影响系统整体运行,为系统快速迭代和持续集成提供了可能,能有效降低发布新功能和修复漏洞的风险。

需要解决以下问题:①微服务技术引入分布式系统的复杂性,包括服务发现、通信、负载均衡、容错机制等,从而增加系统的整体复杂性;②在将传统的单体应用拆分成微服务应用时,需要深入理解业务逻辑和服务边界,拆分过程复杂。

1.2.4 GIS

GIS已较为广泛运用于河湖长制综合管理领域。通过整合来自不同数据源的信息,如地图、卫星

影像、遥感数据、GPS 数据以及社会经济数据等, GIS 可以有效地组织、存储和分析这些地理空间数据, 并以地图、图表、报表等形式展示。GIS 应用不仅提高了对地理信息的理解, 还为各行业决策和规划提供了有力的支持。基于 GIS 的河湖长制综合管理信息系统已经取得进展, 使用卫星遥感监测手段和遥感影像数据, 实现了对整个或部分地球表层信息中有关河湖长制地理分布数据的采集、存储、管理、运算、分析、显示和描述, 为河湖长制提供了高分辨率的地理信息^[15]。通过引入天空地一体化监测、3S (GIS、GPS、RS) 技术与 Web GIS 技术、三维地理信息系统技术等, 综合利用地面、空中、卫星等多源数据, 构建了基于 GIS 的河流一档一策数据管理模式^[7]。

需要解决以下问题: ①地理空间数据质量可能受到数据来源、采集方法、更新频率等多个因素的影响, 导致数据质量差异、格式不一致等问题, 从而造成信息的不准确与不完整; ②GIS 系统的建设、维护和更新通常需要大量的投资和资源, 成本高昂。

1.2.5 物联网

物联网已初步运用于河湖长制综合管理领域。物联网通过将各类传感器与城市公共系统、日常生活用品等进行集成, 实现物体间的互联互通^[16]。基于互联网通信技术, 将感知技术、信息技术与人工智能技术相互集成应用, 使物体具备感知和智能属性, 实现人与环境、城市系统之间的智能互联。以太湖为例, 利用物联网水质环境监测技术, 建立实时监测网络和应急管理预警系统框架, 将网络、无线传感和生态感知等技术融入水环境监测预警中, 构建具有生态感知、多网接入、智能处理和综合管理等功能的太湖湖泛预警系统^[17]。

需要解决以下问题: ①物联网设备的使用增加网络安全威胁, 未经保护的物联网设备会面临恶意攻击和数据泄露等问题; ②物联网设备需要持续供电和定期维护, 对于偏远地区或缺乏维护资源的地方不友好, 物联网设备和基础设施的部署成本较高。

1.2.6 移动互联网

河湖长制综合管理已基本形成“互联网+水利”模式^[18]。移动互联网通过与物联网技术、智能家居、智能穿戴设备等的融合, 实现设备之间互联互通^[19]。云计算技术为移动互联网提供强大的支持, 用户可以通过云端服务存储和分享数据, 实现跨设备的无缝连接。同时, 还可以基于 Android 平台, 构建基于 Android 的河湖长制河湖管护系统。通过移动互联网的先进技术, 结合 Gson 解析技术、数据缓存技术和 Socket 通信技术, 使得河湖管护系统能够支持水利数字化^[20]。通过移动设备、无人机进行巡

查和监管^[21], 实时监测河湖各项参数, 支持远程控制相关设备, 为河湖长制的巡查和监管提供即时和便捷的手段。

需要解决以下问题: ①移动互联网涉及大量数据传输, 存在网络安全问题; ②部分地区存在数字鸿沟, 无法享受到移动互联网带来的便利; ③接入大量移动智能设备和无线网络, 会导致网络边界逐渐模糊, 使其更容易受到网络窃听与篡改攻击的威胁; ④移动互联网的网络结构变得日益复杂, 滥用移动服务和非法访问应用数据的风险也显著提高。

1.3 数据库

1.3.1 空间数据

数字化平台的空间数据已基本形成。借助先进的通信技术、人工智能方法、大数据分析和高性能计算等技术手段, 对空间数据进行精准感知、高效采集、广泛分享、智能管理、深度分析和创新应用, 以充分挖掘和实现空间数据的潜在价值。数字化平台的空间数据库包括基础的地理信息数据^[7,9], 如行政区划、居民点、水系、道路等, 还涵盖河湖长制专题数据^[16]。空间数据库通过提供多样化的底图服务, 包括河湖长制一张图的空间底图, 增强地理信息的可视化和交互性。

需要解决以下问题: ①由于来源不同的数据存在格式、标准不同等问题, 数据集成困难; ②数据库的建设和维护需要大量的投入, 包括硬件、软件、人力资源等。

1.3.2 业务数据

数字化平台的业务数据已较为成熟。其目标是将各种相关的空间数据、业务数据、地理信息、实时监控数据等整合到一张综合的地图中, 通过地图的形式直观展示各种类型数据, 使用户能够一目了然地理解复杂的空间信息, 并在地图上进行查询、分析、决策等操作, 实现对业务的全方位管理。业务数据包括水利业务数据 (如水质、水资源、实时水雨情、实时工情、气象、水土保持、水利工程建设管理、水政监察等)、水利行业和领域数据 (如环境、人口和规划等) 以及社会公众提供的数据 (如通过微信、微博、论坛等提供的文字、图片、音视频等)^[3,22]。

需要解决以下问题: ①数据质量会受到数据源的限制, 存在采集不准确、更新滞后等问题; ②河湖涉及数据种类繁多, 包括地理信息、水文信息、环境监测等, 这些数据分散在不同部门和系统, 整合难度较大。

1.3.3 一张图

数字化平台一张图已基本形成, 包括水利管理、水功能区规划、水利工程、水文信息、雨水情、水源

地、排污、取水、污染源、饮用水源地、生态区划、流域、植被、土壤、自然环境、卫星图片、三维地形。以河湖治理为核心,对河湖治理的现状、目标、相关措施等利用可视化的方式进行展示,可以将其当成参考依据,在领导决策过程中发挥作用^[9]。以水利普查地图为底图,叠加公共基础地图与水利电子地图,整合基础地理、企业指纹、遥感影像、站点实时监测与多种空间属性等数据,从时空角度展现各级河湖长管辖范围内河湖的详情^[3]。建立 GIS 服务平台一张图应用服务,可以实现多种业务信息(如水质监测信息、河流分布、地下水分布等)的可视化应用服务^[15]。

需要解决以下问题:一张图由谁来建立。河湖长制综合管理涵盖省、市、县、乡、村五级行政管理,需要明确由哪一级负责构建一张图的主体。

1.4 平台功能

陈隆吉等^[23]提出,水资源开发利用效率、流域城乡居民经济水平、生态用水满足程度、流量过程变异程度、河流连通性等指标限制了飞云江干流幸福等级的提升。熊伟等^[24]从水文完整性、化学完整性、形态结构完整性、生物完整性及社会服务功能5个准则层出发,构建了渭河流域甘肃段河流健康评价指标体系。根据上述研究,结合河湖长制综合管理需要,河湖长制综合管理数字化平台包括6个主要功能,分别为水资源保护功能、河湖水域岸线管理功能、水污染防治功能、水环境治理与水生态修复管理功能、执法监管功能和其他功能^[3,7-9,22,25-26]。

需要解决以下问题:随着河湖长制综合管理业务的丰富和变化,要随时更新、升级改造相应的功能。对于不用的功能,要废弃;对于新增的功能,要及时研发。

2 数字化平台存在的突出问题

结合贵州省河湖长制综合管理数字化平台和马鞍山市河湖长制综合管理数字化平台建设和应用情况,分析目前数字化平台主要解决的问题。这两个平台都是在河湖长制综合管理信息化平台建设的基础上,以数字化为核心建设而成,并已经运用于河湖长制综合管理的实际工作中。通过对这两个案例的全面分析,结合对相关领域数字化平台建设的调查,发现数字化平台建设仍存在一些较为突出的问题,主要包括:平台建设规律不明确、业务协同能力不足、数据共享水平不高、核心业务支撑能力不足、监督考核落实不到位、软硬件资源利用率不高、平台易用性不强等。

a. 平台建设规律不明确。数字化平台建设普遍存在以下问题:①缺乏整体性的顶层设计,缺乏全局性规划与战略;②缺少有关数字化平台建设规律的制度文件,缺乏对数字化平台建设的科学指导,难以推动建设工作的有序进行,人才队伍建设缺乏明确的制度支持;③系统任务设置不合理,平台任务设置缺乏明确的优先级,导致一些紧急重要的任务与其他任务竞争资源,影响平台的整体运行效率。

b. 业务协同能力不足。业务协同能力不足问题主要体现在:①政府监管部门、各级河湖长和有关单位大多构建了各自的管理平台、建立了各自的管理规则、采用了不同的管理方法,导致政府监管部门、各级河湖长和有关单位难以协同一致,降低了工作效率、增加了无效工作、削弱了目标控制能力;②不同层级或部门使用的信息系统存在互不兼容或数据难以共享的情况,导致了信息孤岛的形成,阻碍了协同合作,不同业务系统之间集成不足,缺乏统一的数据接口和通信协议,使系统之间难以实现实时数据传递和协同操作;③部门业务系统的技术水平相对滞后,无法利用先进的信息技术手段实现协同工作,缺乏高效的流程管理机制,工作流程中存在断层和信息传递滞后问题,使得各业务环节协同配合受到制约。

c. 数据共享水平不高。河湖长制综合管理业务、政府监管部门、各级河湖长、有关单位、各专业之间依然存在较为严重的数据孤岛现象^[27-28],出现数据资源利用效率低、各方难以及时获取所需的数据、数据沟通不顺、数据分析困难等问题,具体表现在:①不同管理部门对于数据共享的认知水平不一致,存在认知差异,导致对数据共享的理解和期望不同;②各部门在数字化平台建设中存在步调不一致的情况,可能由于技术水平、工作进度等方面的原因,阻碍了数据共享的顺畅进行;③不同部门的数据被独立存储,缺乏统一的数据库,导致数据难以共享和整合;④数据使用方对于共享数据的完整性、可信性和有效性存在疑虑,需要建立可靠的数据质量保障机制。

d. 核心业务支撑能力不足。数字化平台应用领域主要包括水资源保护、河湖水域岸线管理、水污染防治、水环境治理与水生态修复管理、执法监管等基本业务领域,而数字化平台支撑决策、智能等方面的业务能力不足^[29]。具体表现在:①数字化平台的功能不足,无法满足河湖长制的复杂业务需求,缺乏必要的业务支撑功能;②业务流程不畅,平台未能有效整合和支持河湖长制相关的业务流程,导致业务

流程不通畅,影响工作效率;③应用场景不匹配,平台设计未能充分考虑不同业务场景和需求,导致某种特定场景下的业务支撑能力不足。

e. 监督考核落实不到位。数字化平台在监督考核方面存在以下问题:①缺少监督考核功能,部分平台缺乏完善的监督考核功能,未能提供对河湖长制综合管理的全面监测和评估,导致无法及时掌握工作进展、发现问题^[30-31],不利于开展绩效评估工作;②缺少完善的监督考核标准和规范性文件,在数字化平台应用中,缺乏统一、明确的监督考核标准和规范性文件,使得对河湖长制综合管理工作监督考核缺乏依据和标准,难以进行科学、客观、全面的评估;③监督考核机制不完善,河湖联防联控监督考核机制不够完善,存在缺失关键环节的情况,从而导致一些关键信息被忽略^[32]。

f. 软硬件资源利用率不高。数字化平台在软硬件资源方面存在以下问题:①平台架构设计不合理,导致软硬件资源分配不均衡,某些模块或功能过度消耗资源^[22],其他部分资源利用率较低。②不经过充分优化的软件代码会导致硬件资源的浪费^[29],如内存泄漏、算法效率低下等;硬件设备配置不足会导致系统无法满足需求,从而影响工作效率,相反若硬件配置过剩,会浪费成本,导致资源利用率不高;若系统缺乏自动化资源管理机制,无法根据实际需求动态分配和释放资源,会导致资源浪费。③软件资源方面问题,如软件不兼容、非法操作、蓝屏、CPU占用过高、软件资源浪费等问题。

g. 平台易用性不强。平台易用性不强指数字化平台在设计和操作上存在一些难以理解、操作烦琐、用户体验较差的问题。从目前数字化平台应用实践分析,数字化平台易用性存在的具体问题表现在:①平台的用户界面设计得不够直观,用户在使用时难以快速找到所需功能,增加学习成本;②平台的操作流程相对复杂,需要用户花费较多时间和精力完成一些基本操作,降低了使用效率^[32];③平台功能的布局较为混乱,不够清晰,用户难以理清各功能之间的关系和操作流程;④平台在用户操作后缺乏及时的反馈^[33],平台缺乏详细的文档和帮助系统,用户在遇到问题时难以找到解决方案,降低了平台的易用性;⑤平台未考虑用户的不同水平和习惯,缺乏个性化的设置选项,导致不同用户的使用体验差异较大。

3 数字化平台建设的展望

为了建成高水平的数字化平台,实现数字化更

高效地赋能河湖长制综合管理,提高数字化平台建设效益,针对贵州省河湖长制综合管理数字化平台和马鞍山市河湖长制综合管理数字化平台建设中遇到的问题,根据数字化平台建设理论与实践,提出下一步提升数字化平台功能和应用效果的重点工作。

3.1 尊重平台建设规律

数字化平台建设目标:以河湖长制综合管理模式为核心,紧密结合现代数字化技术手段,切实为河湖管护工作中遇到的责权划分难、协调沟通不顺、制度落实与管理不到位等问题提供数字化的支撑手段和解决方案,构建一套对河湖科学监督、监管和保护数字化综合管理平台,实现河湖管护工作的高效性、便捷性、长效性、实时性。数字化平台是一个动态的建设过程,即它并不是一次而是分次建成的,其建设需要遵循建设规律。数字化平台的建设应遵循“螺旋式上升、波浪式前进”的规律:螺旋式上升是指数字化平台建设不是一次建成的,而是分次、分阶段建设而成的,是一个连续的、阶段性的过程,要避免一次性建成的思想;波浪式前进是指数字化平台建设每走一步,其性能、功能等都应得到提高,从而为下一阶段的建设奠定基础。

3.2 加强平台顶层设计

a. 顶层设计目的。数字化平台顶层设计是国家河湖长制数字化规划与实施之间的桥梁,也是国家、行业和有关部门顶层设计在河湖长制领域的延伸和深化,重点解决数字化平台建设中遇到的选择性困惑。顶层设计的目的是:①为领导数字化平台建设优化的决策提供建议;②为开展数字化平台的建设提供依据;③为支撑与上级部门数字化平台的衔接提供条件;④为确保数字化平台支撑核心业务和持续使用提供基础;⑤为形成具有一定通用性和推广价值的数字化平台提供可能。

b. 顶层设计框架。根据河湖长制管理任务与数字化建设目标,河湖长制综合管理数字化将从基础设施体系、资源管理与服务体系、应用体系、安全体系、保障体系等五个方面,实现基于同一平台,跨地域、跨部门、跨级别、跨平台业务系统的相互操作、资源调用、服务共享。数字化平台顶层设计框架见图1。

c. 顶层设计内容。①数字化平台实施体系的设计。包括顶层设计目标、原则、范围、水平、建设管理组织架构、业务域、发展目标、总体定位、总体需求、总体功能、总体层级、总体方案、软件、硬件、重点工程、总体策略、突破点、建设路径、实施安排、组织管理、保障措施、顶层实施效果等设计成果;②数字化平台实施内容的设计。包括管理平台标准、基本

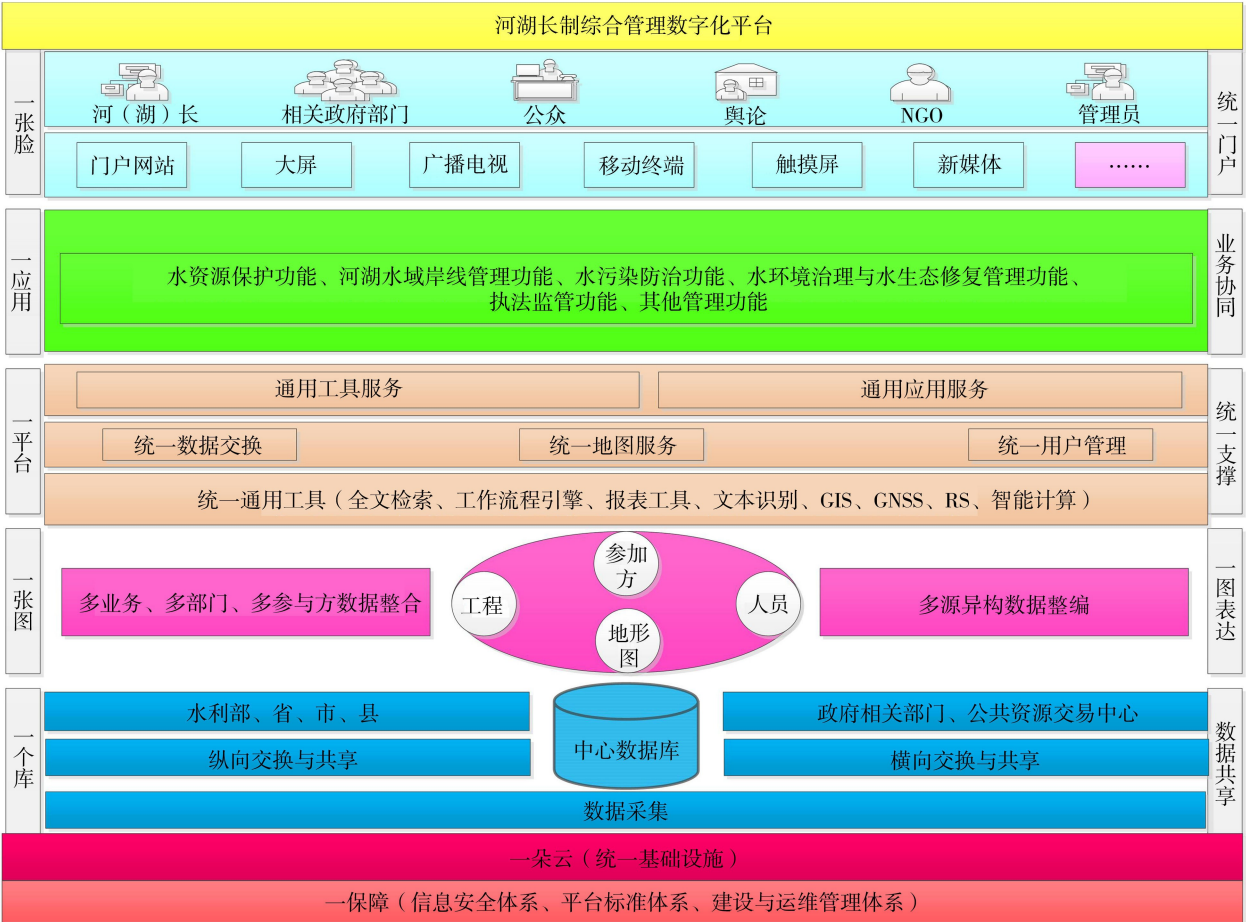


图 1 河湖长制综合管理数字化平台顶层设计框架

技术要求、通用软件、通用硬件、管理平台采购体系、平台建设管理体系、运维管理体系、资源共享服务管理、规章制度等设计成果。

3.3 实现长效协同管理

a. 协同管理框架。协同管理的目的是整体效益大于各独立组成部分效益的总和。通过数字化平台搭建,实现各部件之间的协同。协同管理包括用户协同、业务协同、流程协同和数据协同 4 个层次: 各级河湖长、协调单位、监管单位以及管理员的用户协同,作为平台的主要使用者,属于第一层次;第二层次是业务协同,包括水资源保护、河湖水域岸线管

理、水污染防治、水环境治理与水生态修复管理、执法监管、其他业务之间的协同;第三层次是业务流程之间的协同;第四层次是数据协同,该层次是平台的基础部分,最终实现平台协同。河湖长制长效协同管理框架见图 2。

b. 用户协同。数字化平台用户协同是指该平台的使用者与管理员之间的协同,主要包括各级河湖长、政府监管部门、协调单位、各市场主体、行业协会、公众、非政府组织、舆论等之间的协同。上述主体可通过数字化平台实现交流,从而实现用户协同。在机构设置上,河湖长制办公室在层级上分为国家

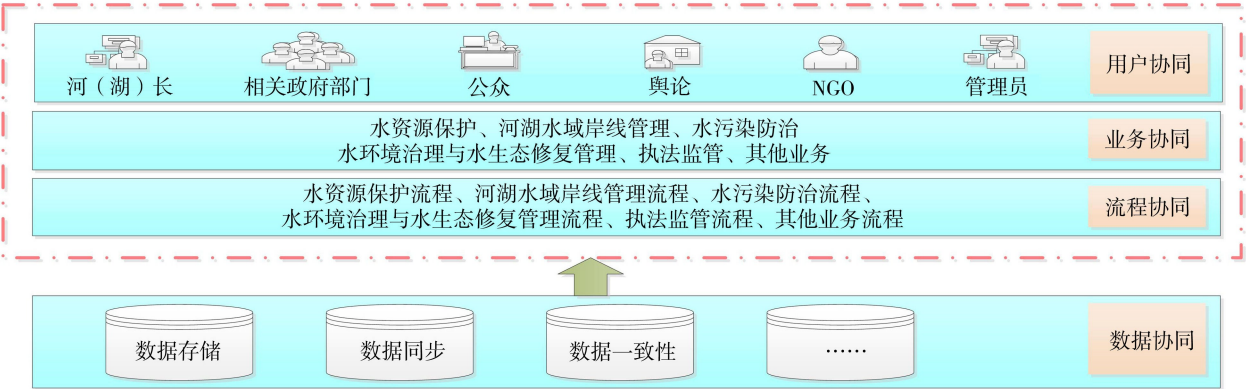


图 2 河湖长制长效协同管理框架

级、流域机构级、省级、市级、县级;从报送层级上,基础信息需要水利部、省、市、县四级河湖长办逐级汇总、逐级审核、逐级报送,用户覆盖四级河湖长办,信息覆盖省、市、县、乡、村等全部层级。在管理层级上,省级河湖长制分为5级,分别为省级总河湖长、市(地)级河湖长、县(市、区)级河湖长、乡(镇)级河湖长和村级河湖长。

c. 业务协同。数字化平台业务协同是指该平台的各种业务之间的协同,主要包括水资源保护、河湖水域岸线管理、水污染防治、水环境治理与水生态修复管理、执法监管、其他业务。同时,也包括各种业务的子业务之间的协同。

d. 流程协同。数字化平台数据协同是指该平台的各种数据之间的协同,主要包括水资源保护流程、河湖水域岸线管理流程、水污染防治流程、水环境治理与水生态修复管理流程、执法监管流程、其他业务流程。同时,也包括各种业务流程的子流程之间的协同。

e. 数据协同。数字化平台用户协同是指该平台的使用者与管理员之间的协同,主要包括基础数据、专业数据、管理数据之间的协同。通过合作共享数据、资源和经验,充分发挥各用户的专长和协作能力,实现协同效应,达到优化资源配置和提高河湖长制综合管理业务效率的目的。

3.4 建立数据共享机制

a. 数字化层面。数字化层面包括中央层面和省级层面:中央层面应根据水利部河湖长办实际需要,按照急用优先的原则制定分步上线计划,首先开发线上填报功能,实现有关数据的自动导入和集成;省级层面应充分考虑市、县级的实际,力争在省级河湖长制信息平台建设中覆盖全部市、县级应用需求,采用客户端技术,无需市、县河湖长办再单独建设。

b. 数字化结构。数字化平台数据化结构可以分为横向数据体系和纵向数据体系:横向数据体系是指协调单位,包括监察部门、财政部门、国土部门、环保部门、规划部门、住建部门、水利部门、农业部门、林业部门、交运部门、城管部门、公安部门等;纵向数据体系是指河湖长制组织体系,根据省、市(地)、县、乡四级工作方案,河湖长制组织体系数据涵盖省、市(地)、县、乡四级数据中心,要设立总河湖长和分级分段河湖长,明确各级河湖长责任。

c. 数据共享架构。数据共享是数字化平台的基础,也是河湖长制综合管理的“血液”。河湖长制数据包括基础数据、专业数据和管理数据,它们之间要实现数据共享。为此,数字化平台要能够支撑

3个维度之间的信息共享以及每一个维度内数据的共享。数据共享包括两个层面:①基础数据、专业数据、管理数据之间的共享;②基础数据内部、专业数据内部、管理数据内部之间的共享。

3.5 实现天空地水一体化监管

天空地水一体化监管即卫星遥感、无人机遥感、智能视频监控和水资源、水环境、水生态一体化监管,其原理是通过设备和数据,实现对地球表面的全方位、多尺度、多源数据的获取和分析。通过集成不同传感器和数据源,可以提供高分辨率、广覆盖度的环境信息,用于水资源保护、河湖水域岸线管理、水污染防治、水环境治理与水生态修复管理、执法监管、其他业务等方面,帮助各级河湖长、协调部门和决策者更好地实现高效的河湖长制综合管理。

a. 卫星遥感。数字化平台卫星遥感技术具有观测范围广、获取信息量大、动态更新快、环境适应性强等特点,在河湖监管领域有着广泛的应用前景,其应用领域包括:①依托水利卫星应用项目,开展水文水资源、水旱灾害、水环境、大中型工程建设运行等监测试点和业务系统建设,形成天地一体化的综合立体水利信息采集体系^[34];②江河湖泊水体遥感监测^[35],利用卫星遥感技术,高效获取水体信息,包括水体边界、面积、形状等;③河湖岸线和河口遥感监测,卫星遥感可以用于监测河湖的岸线变化、河口地貌演变等情况;④江河湖泊水污染遥感监测,卫星遥感可以反演水体中的各种指标;⑤江河湖泊疑似违法遥感监测,利用卫星影像发现疑似违法行为。

b. 无人机遥感。数字化平台无人机遥感系统也称无人机驾驶航空器系统,具有机动灵活、响应快、厘米级成像精度、成本低的特点^[35]。通过搭载不同数据采集设备,可生成高精度正射影像图、三维立体模型图以及实景模型,为卫星大范围监测提供了补充作用。应用领域:①自动化巡检监测。通过事先设定好巡飞路线,搭载高分辨率摄像头或其他传感器,实现河湖的全面巡查和监测,包括对水域变化、水质监测、河道维护等的巡查和监测。②5G巡检。无人机可以携带5G通信模组进行起飞任务,通过5G通信链路实时传递无人机画面和遥测信息。③飞行结果处理。利用无人机实时回传的清晰影像进行分析,包括图像处理、数据分析、模型构建等,为管理者提供翔实的信息支持。

c. 智能视频监控。智能视频监控系统是数字化平台中的一部分^[36]。其应用领域:①通过整合摄像和传感器等设备,及时准确地提供直观视频、图像信息,实现河道的实时监测与分析;②通过构建智能视频监控系统,对场景进行采集和传输,对采集的视

频信息进行分析、运算和处理,分为视频图像采集、视频图像处理、数据通信、决策报警和控制系统;③利用摄像头和传感器设备对河湖区域进行高清图像采集,运用图像识别、目标检测、运动追踪等技术,对视频信息进行智能处理;④建立稳定的数据通信网络,将处理后的视频信息实时传输到管理平台。

d. 水资源、水环境、水生态数据。可将水资源、水环境、水生态数据应用于河湖长制综合管理的水治理监测体系建设,通过推进移动互联网、云计算、大数据、物联网、移动物联网、GIS 等技术,全面提升水治理的智能化和监测水平,构建现代水治理监测体系。具体包括建设取水监控体系、水生态水环境监控体系、防洪排涝监控体系和水治理综合监测预警机制等。

3.6 应用大数据与人工智能技术

大数据是河湖长制数字化的精髓,是河湖智慧管理的灵魂,因此,需要思考大数据技术如何推动河湖长制的数字化建设。大数据与人工智能的深入应用是数字化平台发展的重要驱动力。

a. 应用领域。大数据与人工智能技术在河湖长制综合管理应用领域包括:①智慧治水平台建设,即利用大数据和互联网技术,构建智慧治水平台,解决信息不准确、不对称、管理碎片化和效率低等问题;②大数据在水治理数字化中有广泛的应用,如大数据在水治理信息采集、传输、存储、管理和服务数字化、网络化与智能化方面的功能,能提高水治理数据质量和时效性;③通过对水利大数据的分析和应用,揭示数据之间的关联,更好地了解现状、发现问题、分析规律、推动落实,提高水利决策的科学性和水利管理的精准性^[37]。

b. 多模态数据融合。数字化平台多模态信息融合技术主要应用于:①不同类型、不同特征数据(例如河湖长制综合管理中的多元异构数据)的整合与分析;②河湖周边生态环境状况的监测;③水域边界和地貌的监测;④新空口网络,如基于路测、互联网拨测等测试数据和测量报告、最小化路测(minimization drive test,MDT)等网络数据,投诉、深度数据包检测(deep packet inspection,DPI)网络测评感知等众测数据,不同来源网络性能和用户体验数据之间关联、挖掘和应用方法的分析^[38];⑤基于目标状态可观测性和多模态数据粒子滤波的跟踪方案^[39]。

c. 智能识别、智能推荐、精准治理。将智能识别技术应用于河湖长制综合管理中,通过建立遥感智能识别系统,处理不同空间分辨率、不同波段组合的多源遥感数据,实现对复杂河湖环境的高效监测

和管理。应用领域包括:①图像处理系统。建立面向多源空间数据的图像处理系统,具备海量影像处理能力。②深度学习模型。引入目标检测与分割模型应用于高分辨率遥感影像,通过训练模型,实现对监测范围内地物的快速提取和识别。③视频智能识别模型系统研发。通过智能模拟,实现物理要素仿真运行、虚实交互,同时,针对视频智能识别在水利数字孪生中的应用场景,开展系统化设计,以实现如水尺识别、漂浮物识别等应用^[40-41]。

d. 基于深度学习的自然语言处理模型(generative pre-trained transformer,GPT)等大模型的应用。基于 GPT 等大模型的河湖长制综合管理应用领域包括:①通过自然语言的处理与信息的提取,利用 GPT^[42-43]等大模型,对河湖管理相关的大量文本数据进行处理,实现信息的自动提取、分类和摘要生成,有助于快速理解和汇总河湖管理领域的政策法规、研究报告、污染源监测数据等信息;②通过智能决策支持,基于大模型的历史数据,利用大模型进行预测和模拟,支持河湖长制综合管理的决策制定;③通过构建知识图谱,利用大模型对各类河湖管理领域的知识进行学习和抽取,构建河湖长制知识图谱,其中舆情监测与公众参与是构建知识图谱的一个领域,它运用自然语言处理技术,通过社交媒体、新闻报道等文本数据的分析,实现公众对河湖管理的态度、关注点的感知,促进政府与公众的互动;④通过建立水质检测与预警系统,利用大模型处理多源、多维度的水质检测数据,实现对水体状况的智能识别和预测;⑤通过建立水质异常检测模型,提供实时的水质预警,帮助及时应对水质问题。

3.7 编制技术标准

a. 平台标准体系。河湖长制综合管理数字化是一项涉及多个部门、多项任务、多样信息的复杂工程,其标准体系是推进数字化平台的技术支撑和重要基础。标准需求分析的目的主要是为了满足平台建设与管理、数据资源共享以及应用开发的需要。。

b. 业务流程标准。数字化平台业务流程标准包括水资源保护业务流程标准、河湖水域岸线管理业务流程标准、水污染防治业务流程标准、水环境治理与生态修复管理业务流程标准、执法监管业务流程标准、其他业务流程标准。

c. 技术标准。数字化平台技术标准包括:①水利信息的分类和信息编码标准,包括河流编码、水文测站编码、供水水源地编码、水质测站编码、水土保持监测站编码等;②信息传输与交换标准,包括水利通信、计算机网络、网络交换与应用、网络接口、传输与接入、网络管理、电缆光缆、综合布线、数据格式

等;③信息存储标准,包括河湖数据库、国家基础水文数据库、水质数据库等数据字典和表结构;④地理信息标准,包括水利电子地图图式标准、水利空间数据交换格式、水利基础电子地图产品模式,水利地理空间数据元数据标准等。

d. 管理标准。数字化平台管理标准包括项目管理标准、建设管理标准、运维管理标准、评估考核标准、通用管理标准、信息安全管理标准。

3.8 设计平台建设策略

a. 以河湖长制发展战略指导数字化平台建设。
①以河湖长制综合管理需求为导向,通过数字化手段汇聚高品质项目、关键技术等资源,提供多样化的解决方案,引领各级河湖长和协调单位的需求,提升快速响应能力,增强河湖长制的可持续竞争力;②通过培育数字化技术,整合优势技术与河湖长制综合管理资源,提升平台数字化服务能力,提高河湖长制综合管理效率;③进一步深化数字化应用成果,提升数字化效益;④通过构建先进、可靠的 IT 基础设施架构,支撑数字化平台建设和相关业务开展。

b. 搭台唱戏、以点带线、以线带面、逐步延伸。河湖长制综合管理数字化包括各级河湖长和接口的数字化,细分为 3 个层次:①省级河湖长数字化;②县(市、区)、乡镇、村河湖长数字化;③与水利、住建、环保、公众(媒体)部门之间接口的数字化。3 个层次数字化建设策略为:省级数字化带动和辐射县(市、区)、乡镇、村数字化,外部数字化按需实施。按照此策略,以省级数字化带动县(市、区)、乡镇、村数字化,即省级数字化先行,而县(市、区)、乡镇、村数字化服务于省级数字化建设的需要,在此阶段,县(市、区)、乡镇、村数字化工作主要是向省级数字化提供数据等。等到省级数字化较为成熟后,再将数字化建设延伸到县(市、区)、乡镇、村数字化,最后辐射到村级。而外部数字化根据需求和相关技术要求,安排实施。

c. 数字化平台一次搭建、功能研发应循序渐进。河湖长制综合管理数字化总体结构:一个平台+K 个业务应用系统。其中,平台是河湖长制综合管理数字化的基础,业务应用系统则是河湖长制综合管理数字化的最终目的。在河湖长制综合管理数字化建设初期,应打好河湖长制综合管理数字化基础,搭建具有“一张脸、一应用、一平台、一张图、一个库、一朵云”等“六个一”和“数字化建设与运维管理、数字化标准、数字化安全保障”等三大体系的数字化平台。在搭建平台的基础上,应避免功能研发一蹴而就的做法,而应根据河湖长制综合管理业务需求,按照循序渐进原则,分期、分阶段开发业务应

用功能,即功能开发遵循“先基本功能、后智慧功能,先上报功能、后流程功能,先简单功能、后复杂功能”的原则。

d. 数字化共性建设内容实行统建,个性建设内容实行自建。数字化平台共性建设内容由省级河湖长办统一组织建设,而数字化个性建设内容由县(市、区)、乡镇等各级用户自建。数字化共性建设内容包括三个方面:①数字化平台的搭建;②三大数字化体系建设;③各级河湖长共性业务功能。数字化个性建设内容包括两个方面:①各级河湖长的个性化功能模块;②应用软件的安全、运维工作。关于河湖长制综合管理外部数字化建设,根据具体情况,分别由各级河湖长办负责建设。

e. 围绕河湖综合管理核心能力开展数字化建设。紧紧围绕河湖长制综合管理六项核心业务开展数字化建设。通过数字化建设,使得各级河湖长以及协调单位能够全面掌握河湖长制综合管理的基本情况,推动各级河湖长管控事权的贯彻和执行,提高各事项的策划水平,提升河湖长制综合管理能力,实现有效的资源配置,确保资源调配的统一性、过程控制的精准性,实现各级河湖长的全面管控。要确保各级河湖长之间信息流转的准确与通畅,提高各级河湖长的管理效率,增强风险防控能力。

f. 围绕数字化保障和协同工作开展数字化建设。数字化保障和协同工作是河湖长制综合管理的前提,也是数字化建设应遵循的基本策略。首先,通过构建完善的数字化平台,实现 3 个贯通:①各级河湖长之间的纵向管理贯通;②各级河湖长与水利、住建环保等部门的纵向管理贯通;③综合管理各项业务的管理贯通。通过 3 个贯通,打通横向、纵向以及业务等各层级的数据关系,为各级河湖长的决策、指挥、贯彻实施等提供数字资源保障。其次,全方位实现用户、专业、阶段等之间的协同,推动各级河湖长及外部用户之间的协同,实现业务之间的协同。最后,加强办公、党群文化等管理的联动性与协同效应。

4 结 论

a. 数字化平台是一个系统工程,其建设需要遵循自身的客观规律:①数字化平台建设要遵循“螺旋式上升,波浪式前进”的规律,要根据业务变化、技术进步、需求变化等分阶段而展开,凡是想一次性建成的思路都是违背客观规律的;②要重视数字化平台的顶层设计,数字化平台涉及方方面面,只有通过顶层设计,各方才能达成一致,并指导数字化平台的建设;③要重视标准制定、保障体系建设、安全体

系建立等工作。

b. 协同工作和数据共享是充分发挥数字化平台作用的前提和基础,其他综合管理功能依赖于协同工作和数据共享。要确保协同工作和数据共享这两个基本性能,相对而言,水资源保护、河湖水域岸线管理、水污染防治、水环境治理与水生态修复管理、执法监管等功能可以根据实际需要和资金情况,分批、分阶段逐步开发和应用。

c. 要积极而谨慎地运用大数据和人工智能等现代技术,以高效地提升河湖长制综合管理水平为目的。要遵循“技术与管理并重,技术服务于管理”的基本原则,避免过度追求现代技术,综合考虑需求、经济、可靠等方面。通常情况下,在数字化平台建设初期,现代技术的应用相对简单,而等到数字化平台建设到一定阶段,因开发智能化功能,需要用到更多的现代技术。

参考文献:

[1] 唐勇军,马欣钰,沈菊琴,等. 河湖长制推动东方市水生态文明建设的思考[J]. 水利经济,2022,40(6): 74-79. (TANG Yongjun, MA Xinyu, SHEN Juqin, et al. Thoughts on the process of River and Lake Chief System to promote the construction of water ecological civilization in Dongfang[J]. Journal of Economics of Water Resources, 2022,40(6): 74-79. (in Chinese))

[2] 王晓莹,孔千慧,戴梦圆,等. 数字孪生水利技术赋能河长制的实现路径与对策[J]. 水利经济,2023,41(4): 75-81. (WANG Xiaoying, KONG Qianhui, DAI Mengyuan, et al. The realization path and countermeasures for the implementation of the twin water technology-enabled river chief system[J]. Journal of Economics of Water Resources,2023,41(4): 75-81. (in Chinese))

[3] 赵杏杏,鞠茂森,刘威风,等. 基于大数据可视化的河长制中枢指挥系统建设[J]. 水利信息化,2017(6): 17-22. (ZHAO Xingxing, JU Maosen, LIU Weifeng, et al. Construction of central command system of river chief mechanism based on big data visualization[J]. Water Resources Informatization, 2017 (6): 17-22. (in Chinese))

[4] 程祥吉,晋美次旦,张文强. 西藏自治区河湖长制信息化系统的设计与实现[J]. 中国水利,2023(12): 66-69. (CHENG Xiangji, JIN Meicidan, ZHANG Wenqiang. Design and implementation of information system for river and lake chief system in Tibet autonomous region[J]. China Water Resources,2023(12): 66-69. (in Chinese))

[5] 邱志章,顾文钰,周礼英,等. 基于微服务架构的浙江水利统一门户设计与实现[J]. 水利水电快报,2023,44(5): 122-127. (QIU Zhizhang, GU Wenyu, ZHOU Liying, et al. Design and application of Zhejiang water

conservancy unified portal based on micro-service architecture[J]. Express Water Resources & Hydropower Information,2023,44(5): 122-127. (in Chinese))

[6] 刘勇,倪灿帮,孟凡红. 基于微服务技术的黑龙江水利数字孪生平台框架与性能研究[J]. 水利科学与寒区工程,2023,6(3): 56-60. (LIU Yong, NI Canbang, MENG Fanhong. Research on the framework and performance of Heilongjiang water conservancy digital twin platform based on micro-service technology[J]. Hydro Science and Cold Zone Engineering,2023,6(3): 56-60. (in Chinese))

[7] 郑志煌. 基于 GIS 的河流一档一策数据管理系统设计与开发[J]. 南宁师范大学学报(自然科学版),2019,36(3): 40-49. (ZHENG Zhihuang. Design and development of river data management system for file policy based on GIS[J]. Journal of Nanning Normal University (Natural Science Edition), 2019, 36(3): 40-49. (in Chinese))

[8] 王梁,王伟明,孙晨红,等. 基于高分遥感技术的河湖长制管理信息系统设计与应用[J]. 中国水利,2022(21): 76-80. (WANG Liang, WANG Weiming, SUN Chenhong, et al. Design and application of river and lake chief system management information system based on high resolution remote sensing technology [J]. China Water Resources,2022(21): 76-80. (in Chinese))

[9] 钱树芹. 基于云服务技术的河湖长制综合信息管理平台构建[J]. 无线互联科技,2022,19(8): 45-47. (QIAN Shuqin. Construction of comprehensive information management platform of river lake long system based on cloud service technology [J]. Wireless Internet Technology,2022,19(8): 45-47. (in Chinese))

[10] 王亚华,陈相凝. 河长制实施进展的评价与展望[J]. 中国水利,2021(23): 21-24. (WANG Yahua, CHEN Xiangning. Evaluation and prospects for the implementation progress of river chief system[J]. China Water Resources,2021(23): 21-24. (in Chinese))

[11] 丰景春,王龙宝,王山东,等. 河(湖)长制信息化管理理论与实务[M]. 北京:中国水利水电出版社,2019.

[12] 夏永发,宋祥胜,张希娥. 大数据分析技术在水资源管理中的应用[J]. 山东水利,2023(8): 18-19. (XIA Yongfa, SONG Xiangsheng, ZHANG Xi'e. Application of big data analysis technology in water resources management[J]. Shandong Water Resources, 2023(8): 18-19. (in Chinese))

[13] 吴文会,李冰. 基于云服务的河湖长制综合信息管理平台设计[J]. 测绘工程,2019,28(3): 41-45. (WU Wenhui, LI Bing. Design of integrated information management platform for river-lake chief system based on cloud service[J]. Engineering of Surveying and Mapping, 2019,28(3): 41-45. (in Chinese))

[14] 樊启萌,姚华明,汤正阳,等. 基于微服务架构的水资源数据接口设计与实现[J]. 水利水电快报,2022,43

- (10): 103-107. (FAN Qimeng, YAO Huaming, TANG Zhengyang, et al. Design and realization of water resource data interface based on microservice architecture [J]. Express Water Resources & Hydropower Information, 2022, 43(10): 103-107. (in Chinese))
- [15] 赵明钰. 基于 GIS 平台水资源管理信息系统分析[J]. 水科学与工程技术, 2017(5): 36-38. (ZHAO Mingyu. Discussion on water resources management information system based on GIS platform [J]. Water Sciences and Engineering Technology, 2017(5): 36-38. (in Chinese))
- [16] 丁春梅, 吴宸晖, 戚高晟, 等. 水体监测物联网技术在河长制工作中的应用[J]. 人民黄河, 2018, 40(10): 57-60. (DING Chunmei, WU Chenhui, QI Gaosheng, et al. Application of IOT-based monitoring network for water in the work of river chief mechanism [J]. Yellow River, 2018, 40(10): 57-60. (in Chinese))
- [17] 谢卫平, 江超, 蒋科伟, 等. 太湖湖泛高发区物联网监测技术与预警系统[J]. 环境科技, 2013, 26(1): 39-42. (XIE Weiping, JIANG Chao, JIANG Kewei, et al. Environment monitoring technology on sensor network and early-warning system in high risking area of black water cluster TAI Lake [J]. Environmental Science and Technology, 2013, 26(1): 39-42. (in Chinese))
- [18] 黄国峰, 马铭. 宁夏“互联网+河湖长制”探索与实践[J]. 水利发展研究, 2019, 19(10): 53-56. (HUANG Guofeng, MA Ming. Exploration and practice of “internet plus river lake long system” in Ningxia [J]. Water Resources Development Research, 2019, 19(10): 53-56. (in Chinese))
- [19] 陈述, 纪勤, 陈云, 等. 基于知识图谱的智慧水利研究进展[J]. 河海大学学报(自然科学版), 2023, 51(3): 143-153. (CHEN Shu, JI Qin, CHEN Yun, et al. Research progress of smart water conservancy based on knowledge graph [J]. Journal of Hohai University (Natural Sciences), 2023, 51(3): 143-153. (in Chinese))
- [20] 李文晶, 鄢煜川, 陈凤平, 等. 基于 Android 的河长制河湖管护系统的设计与实现[J]. 江西水利科技, 2017, 43(1): 54-58. (LI Wenjing, YAN Yuchuan, CHEN Fengping, et al. The design and implementation of “river chief mechanism” for river and lake management based on Android system [J]. Jiangxi Hydraulic Science & Technology, 2017, 43(1): 54-58. (in Chinese))
- [21] 江阴市水利农机局, 江苏鸿信系统集成有限公司. 基于“互联网+水利”信息化系统的研究与应用推广[J]. 江苏水利, 2020(10): 6. (Jiangyin Water Conservancy and Agricultural Machinery Bureau, Jiangsu Hongxin System Integration Co., Ltd. Research and application promotion of information system based on “internet plus water conservancy” [J]. Jiangsu Water Resources, 2020(10): 6. (in Chinese))
- [22] 鞠茂森. 关于大数据技术推动河长制信息化建设的思考[J]. 水利信息化, 2020(5): 7-10. (JU Maosen. Think of construction of river chief system informatization based on big data technology [J]. Water Resources Informatization, 2020(5): 7-10. (in Chinese))
- [23] 陈隆吉, 董增川, 周月娇, 等. 基于健康与宜居协调发展的飞云江“幸福河”建设评价[J]. 水利水电科技进展, 2022, 42(3): 51-56. (CHEN Longji, DONG Zengchuan, ZHOU Yuejiao, et al. Evaluation of happy river construction for Feiyun River based on coordinated development of health and livability [J]. Advances in Science and Technology of Water Resources, 2022, 42(3): 51-56. (in Chinese)).
- [24] 熊伟, 董增川, 卢嘉琪, 等. 基于组合赋权模糊物元可拓模型的渭河流域甘肃段河流健康评价[J]. 水利水电科技进展, 2023, 43(4): 9-14. (XIONG Wei, DONG Zengchuan, LU Jiaqi, et al. River health evaluation in Gansu section of Weihe River Basin based on combined weighted fuzzy matter-element extension model [J]. Advances in Science and Technology of Water Resources, 2023, 43(4): 9-14. (in Chinese)).
- [25] 陈颖, 李慧, 高萌. 河湖长制下辽宁河湖管理联动机制[J]. 中国水利, 2022(4): 35-36. (CHEN Ying, LI Hui, GAO Meng. Joint management mechanism of rivers and lakes in Liaoning Province under river-lake chief system [J]. China Water Resources, 2022(4): 35-36. (in Chinese))
- [26] 王鹏全, 吴元梅, 张丽娟, 等. 湟水干流西宁段河流健康评价模型[J]. 水利水电科技进展, 2021, 41(1): 9-15. (WANG Pengquan, WU Yuanmei, ZHANG Lijuan, et al. River health assessment model for Xining section in main stream of Huangshui River [J]. Advances in Science and Technology of Water Resources, 2021, 41(1): 9-15. (in Chinese))
- [27] 焦红波, 厉怡楠, 李孝林, 等. 建设项目数据共享: 现状、瓶颈与突破[J]. 科技管理研究, 2023, 43(19): 221-226. (JIAO Hongbo, LI Yinan, LI Xiaolin, et al. Data sharing of construction projects: current situation, bottlenecks and breakthroughs [J]. Science and Technology Management Research, 2023, 43(19): 221-226. (in Chinese))
- [28] 石长峰, 宋夕武. 河湖长制运行过程中存在的问题与对策[J]. 安徽水利水电职业技术学院学报, 2022, 22(4): 33-36. (SHI Changfeng, SONG Xiwu. Problems and countermeasures in the operation of the river chief and lake chief systems [J]. Journal of Anhui Technical College of Water Resources and Hydroelectric Power, 2022, 22(4): 33-36. (in Chinese))
- [29] 王俊达. 辽宁省河湖长制管理信息系统建设应用探析[J]. 黑龙江水利科技, 2023, 51(8): 150-153. (WANG Junda. Analysis on construction and application of river and lake chief system management information system in

- Liaoning province [J]. Heilongjiang Science and Technology of Water Conservancy, 2023, 51(8): 150-153. (in Chinese))
- [30] 唐见, 罗平安, 李晓萌, 等. 河湖长制下跨省河湖联防联控问题及完善建议[J]. 长江科学院院报, 2023, 40(3): 6-10. (TANG Jian, LUO Ping'an, LI Xiaomeng, et al. Joint prevention and control for trans-provincial rivers and lakes under the river chief system: problems and improvement suggestions [J]. Journal of Yangtze River Scientific Research Institute, 2023, 40(3): 6-10. (in Chinese))
- [31] 鞠茂森, 吴宸晖, 李贵宝, 等. 中国河湖长制管理规范化与标准化进展[J]. 水利水电科技进展, 2023, 43(1): 1-8. (JU Maosen, WU Chenhui, LI Guibao. Progress of management normalization and standardization of river and lake chief system in China [J]. Advances in Science and Technology of Water Resources, 2023, 43(1): 1-8. (in Chinese))
- [32] 李硕, 王彦兵, 晏清洪, 等. 宁夏河长制综合管理信息平台建设探讨[J]. 中国水利, 2017(18): 48-50. (LI Shuo, WANG Yanbing, YAN Qinghong, et al. Exploration of the construction of Ningxia river chief system comprehensive management information platform [J]. China Water Resources, 2017(18): 48-50. (in Chinese))
- [33] 王忆雯, 叶瓊婵, 张红梅. 贵州省新型农业经营主体引入云融资平台的适用性研究[J]. 南方农机, 2022, 53(9): 45-49. (WANG Yiwen, YE Yingchan, ZHANG Hongmei. Research on the applicability of introducing cloud financing platforms to new agricultural business entities in Guizhou Province [J]. China Southern Agricultural Machinery, 2022, 53(9): 45-49. (in Chinese))
- [34] 董静. 遥感技术在水利信息化中的应用综述[J]. 水利信息化, 2015(1): 37-41. (DONG Jing. Application overview of remote sensing in water resources informatization [J]. Water Resources Informatization, 2015(1): 37-41. (in Chinese))
- [35] 刘汉刚, 尹正平, 葛召华, 等. 天空地协同监测支撑河湖精准监管[J]. 水利信息化, 2019(5): 9-13. (LIU Hangang, YIN Zhengping, GE Zhaohua, et al. Aerial-ground cooperative monitoring for supports precision supervision of rivers and lakes [J]. Water Resources Informatization, 2019(5): 9-13. (in Chinese))
- [36] 张辉. 基于 5G 的水利视频监控系统分析与研究[J]. 治淮, 2023(4): 29-30. (ZHANG Hui. Analysis and research on water conservancy video monitoring system based on 5G [J]. Harnessing the Huaihe River, 2023(4): 29-30. (in Chinese))
- [37] 蔡阳. 以大数据促进水治理现代化[J]. 水利信息化, 2017(4): 6-10. (CAI Yang. Advancing modernization of water conservation management with big data [J]. Water Resources Informatization, 2017(4): 6-10. (in Chinese))
- [38] 范堃, 张航, 胡晶, 等. 基于多模态数据分析的 NR 网络质量优化方法研究[J]. 长江信息通信, 2023, 36(8): 181-184. (FAN Kun, ZHANG Hang, HU Jing, et al. A study on NR network quality optimization method based on multimodal data analysis [J]. Changjiang Information & Communications, 2023, 36(8): 181-184. (in Chinese))
- [39] 胡国华, 赵涓涓, 郝耀军. 基于状态可观测性和多模态数据 PF 的移动目标跟踪[J]. 无线电工程, 2024, 54(6): 1504-1511. (HU Guohua, ZHAO Juanjuan, HAO Yaojun. Moving target tracking based on state observability and multimodal data PF [J]. Radio Engineering, 2024, 54(6): 1504-1511. (in Chinese))
- [40] 赵科锋, 曹慧群, 林莉, 等. 人工智能视频识别在水利数字孪生中的典型应用[J]. 长江科学院院报, 2023, 40(3): 186-190. (ZHAO Kefeng, CAO Huiqun, LIN Li, et al. Typical applications of artificial intelligence video recognition in water conservancy digital twin [J]. Journal of Yangtze River Scientific Research Institute, 2023, 40(3): 186-190. (in Chinese))
- [41] 张文静, 张振, 黄剑, 等. 基于图像语义分割的水位智能监测方法[J]. 河海大学学报(自然科学版), 2023, 51(5): 24-30. (ZHANG Wenjing, ZHANG Zhen, HUANG Jian, et al. Intelligent water-level monitoring method based on image semantic segmentation [J]. Journal of Hohai University (Natural Sciences), 2023, 51(5): 24-30. (in Chinese))
- [42] 刘静, 郭龙腾. GPT-4 对多模态大模型在多模态理解、生成、交互上的启发[J]. 中国科学基金, 2023, 37(5): 793-802. (LIU Jing, GUO Longteng. Inspiration of GPT-4 on multimodal foundation models in multimodal understanding, generation, and interaction [J]. Bulletin of National Natural Science Foundation of China, 2023, 37(5): 793-802. (in Chinese))
- [43] 陈智. 韧性视角下 ChatGPT 应用的技术特性、演化过程与治理方略[J]. 科技进步与对策, 2023, 40(23): 111-120. (CHEN Zhi. The technological characteristics, evolution process, and governance strategy of ChatGPT applications from the perspective of resilience [J]. Science & Technology Progress and Policy, 2023, 40(23): 111-120. (in Chinese))

(收稿日期: 2023-12-07 编辑: 俞云利)