

# 无锡河长制综合信息平台建设与思考

沈世平<sup>1</sup>, 林 平<sup>1</sup>, 赵亚南<sup>2</sup>, 谢振平<sup>2</sup>, 刘 渊<sup>2</sup>

(1. 无锡市河道堤闸管理处, 江苏 无锡 214031; 2. 江南大学人工智能与计算机学院, 江苏 无锡 214122)

**摘要:**研究将水利、环保等河道相关的基本信息、动态监测信息、管理信息等数据资源进行整合, 构建无锡市河长制综合信息平台。新平台以云平台为基础, 既考虑对常规信息数据的存储, 同时引入了河道视频监控数据管理, 以及河道水质数据区块链存证机制。在用户端, 系统考虑了移动端 APP 和 PC 端网页的整合办公机制, 以提升河长制管理工作的综合效能。

**关键词:**河长制; 综合信息平台; 云平台; 视频监控; 区块链

**中图分类号:** TP315      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1007-7839(2020)06-0025-07

## Construction and thinking on integrated information platform of Wuxi River – leader System

SHEN Shiping<sup>1</sup>, LIN Ping<sup>1</sup>, ZHAO Yanan<sup>2</sup>, XIE Zhenping<sup>2</sup>, LIU Yuan<sup>2</sup>

(1. Wuxi River Dike and Sluice Management Department, Wuxi 214031, China;

2. School of Artificial Intelligence and Computer Science, Jiangnan University, Wuxi 214122, China)

**Abstract:** The basic information, dynamic monitoring information, management information and other data resources related to river courses such as water conservancy and environmental protection were integrated to build a comprehensive information platform of Wuxi river – leader system. The new platform was based on the cloud platform, which not only considered the storage of conventional information data, but also introduced the management of river video monitoring data and the mechanism of river water quality data block chain storage. On the user side, the system took into account the integrated office mechanism of mobile APP and PC web page to improve the comprehensive efficiency of river – leader system management.

**Key words:** river – leader system; integrated information platform; cloud platform; video monitoring; block chain

## 1 概 述

河长制是为解决日益严重的水环境污染问题而进行的一项改革创新措施。河长制主要通过强化首长责任制推进水治理体系的管理力量整合, 以使复杂、多源的河道水治理工作有一个综合性的管理和整体性的部署落实<sup>[1]</sup>, 无锡市是河长制工作在全国的首要推广者和大力实践者。

近年来, 无锡市推行“河长制”的做法受到了省内外的肯定, 但因缺乏更有效的信息工具, 缺乏规

范便捷的业务流程导致“河长制”在持续发挥作用和再创新上问题凸出<sup>[2-3]</sup>。无锡市水利局已建了无锡市防汛指挥决策支持系统、防汛遥测遥视系统、江苏省水资源管理信息系统一期工程无锡分系统、江南大学数字化节水监管物联网技术示范工程、太湖流域水质水量自动监测网工程测站系统、无锡市感知太湖智能调度管理系统、办公自动化系统。目前无锡的河湖管理系统正在建设, 但是河长制信息管理平台尚属空白。市河道处牵头于 2016 年开发上线了初步的市河长办基础信息交换平台, 并针对

收稿日期: 2020-03-07

基金项目: 江苏省水利科技项目(2017069)

作者简介: 沈世平(1987—), 男, 工程师, 本科, 研究方向为河道水环境治理。E-mail: 407043911@qq.com

市级河长的使用需求,于2017年开发了无锡市级河长 APP 原型。但这些系统还远不够集成,未能很大程度上提升河长制管理的综合效能。为此,更加综合性的河长制信息平台建设成为了河长制工作向纵深推进的必然要求。

为此,无锡市于2018年计划深入开展河长制信息平台建设,重点推进综合性信息平台的建设,以构建便捷的部门间、上下间的沟通渠道,快速形成针对问题的发现、整改、跟进等环节的业务流程,强化日常业务办理,规范日常业务流程,增强河长制制度执行力,提升管理效果<sup>[4]</sup>。

无锡河长制综合信息平台考虑以河长制的“水资源管理、水污染防治、水环境治理、水生态修复、河湖资源保护、河湖执法监督、河湖长效管护、河湖综合功能”等八大工作任务为管理需求,整合接入河道相关的多源信息数据,特别是河道视频监管数据,以及基于区块链存证的水质数据等,使得新的综合性平台在各项数据的快速互通、管理策略的有效执行上获得全面的效能提升,为无锡河道管理建设提供更加有力的信息化手段支撑。

## 2 建设原则

在深入调研无锡市“河长制”河湖管理模式的基础上,根据江苏省与无锡市河长制河湖管护的自身特点,并结合具体现状,考虑以河湖管护核心业务为主线,以监测监控为数据依托,从实际业务需求分析入手,明确无锡河长制综合信息平台的建设目标和业务功能。

综合平台考虑引入云计算、大数据技术手段,摒弃以往烟囱式的信息系统构建方式,以集约化建设市级河长制水利云,统一基础设施平台,减小低水平重复投资,提高基础设施利用率。进而,建设中需要制定统一的数据采集规范,推进水利信息资源整合;在 SaaS(软件即服务)模式下建设统一的河长制综合管理系统,利用扁平化的系统建设和部署改变以往按行政层级进行独立建设的树形组织方式,将软件功能平台化,使用户可按需对平台功能进行访问。

综合平台应考虑统一的门户实现,统一的信息安全体系,以支撑市-区县-镇三级统一的河长制河湖管理信息化服务覆盖;应制定完善的组织保障体系,满足河长制信息服务平台科学合理的、经济高效的、可持化的发展。

此外,综合平台应主要考虑好以下3个方面需

求的有效整合。

### 2.1 河道相关数据的静态展现

河长制管理信息平台是各级河长的助手,要求从乡镇街道、村社区逐级静态展现水环境质量、污染减排情况、乱倾倒垃圾,乱采乱挖河沙整治等专题情况,也应在 GIS 地图上展现不同类型的污染源分布、不同类型的投诉事件分布等情况。

### 2.2 基于数据的动态管理

通过数据与数据关联、数据与业务关联形成数据关系网,将水质事件、综合治理方案、治理计划、河长公示牌等信息化,提供建设项目、目标、河道巡查、公众参与、业务受理等水环境治理的动态管理。

### 2.3 管理工作的常态跟踪

在静态展现和动态管理的基础上,平台要能够进一步实现报表分析、智能分析,以及落实河长制长效管理机制,实现河道日常管理、考核管理、协调指挥等常态跟踪功能,方便工作协调、下级向上级工作汇报、突发事件指挥的协调。

## 3 平台核心设计

### 3.1 总体架构

依据建设原则思考,设计了无锡河长制综合信息平台总体架构(图1)。整个平台包括基础底层、数据层、支撑层和应用层,以及贯穿整个生命周期的安全体系和技术规范。基础底层由基础软硬件设施组成,保障平台的硬件运行环境;数据层管理平台所涉及的相关数据资源,包含河湖基础信息资源、河湖工程信息资源、河湖水资源信息资源、河湖资源保护信息资源、河湖水污染防治信息资源、河湖水环境治理信息资源等;支撑层对通用工具和服务归纳封装,实现业务系统支撑模块的复用;应用层面向用户,具体服务于河长制日常管理工作。

在技术手段方面,基于当前信息化系统建设的最新认识,无锡河长制综合信息平台建设采用符合面向服务架构(service-oriented architecture, SOA)的设计思想。该方案考虑将各种服务资源部署在统一的服务平台上,并进行集成的服务注册、管理与发布;通过消息中间件和服务组件技术,实现对各种设备资源、数据资源、服务资源和应用资源的统一管理;通过信息服务门户(Portal)技术、混合云、大数据、移动互联网等信息技术开展信息资源与业务应用系统的集成与整合。

### 3.2 专题数据库建设

将目前已有水利数据地图数据按照河长制的

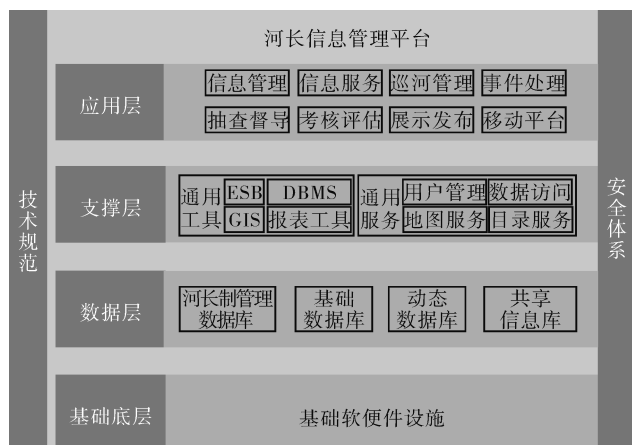


图1 无锡河长制综合信息平台总体架构

八大管理目标,建设河道基础数据、水网技术数据、项目数据、污染源数据、监测数据、监控视频等基础数据;按照河道、河长、网格、行政区域、业务等地理信息系统数据并结合补充普查等措施,生成河长制专题地图服务,为市本级及各区镇提供河长制水利专题“一张图”服务。根据行业标准,建立河长制数据库,满足行业应用并提供访问服务。

河长制管理数据是支撑河长制管理业务应用的基础,为了与其他业务应用之间实现信息共享和业务协同<sup>[5-6]</sup>。数据库设计与建设应遵守以下要求:

采用面向对象方法,贯穿河长制管理数据库设计建设的全过程,实现河长制相关数据时间、空间、属性、关系和元数据的一体化管理;

采用统一对象代码编码规则,确保对象代码的唯一性和稳定性,为各级河长制管理信息系统信息共享提供规范、权威和高效的数据支撑;

采用统一的信息分类与代码标准,并针对每类对象及其相关属性,明确编码规则和具体代码;

按照河长制对象生命周期和属性有效时间设计全时空的数据库结构,保障各种信息历史记录的可追溯性。

具体的数据库组成如图2所示,河长制信息管理系统建设运行所涉及的信息包括静态基础信息、动态业务管理信息、属性信息、地理空间信息等。

### 3.2.1 静态基础数据库

基础数据库包含河湖基础数据、组织体系结构数据、工作制度数据、一河一档数据,以及一河一策数据等。

### 3.2.2 动态业务数据库

动态业务数据库包括河长制管理工作中的主要业务数据信息包括巡河管理数据、事件处理数

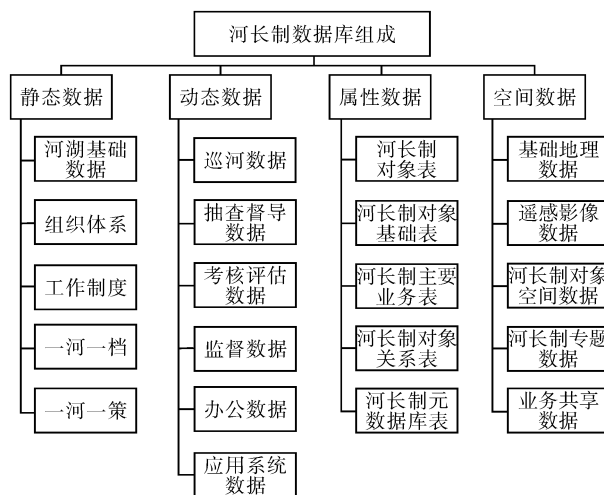


图2 河长制数据库结构

据、抽查督导数据、考核评估数据、监督数据和来自各类业务系统的各类监测数据。

### 3.2.3 属性数据库

属性数据库用以建立河长制对象、主要业务之间的规范关系,相应的数据表主要如下:河长制对象表:用来按类存储系统内对象代码及生命周期信息;河长制对象基础表:用来按类存储系统内对象基础信息,用于识别和区别不同对象;河长制主要业务表:用来按类和业务存储管理河长制管理业务信息;河长制对象关系表:用来存储河长制对象之间的关系;河长制元数据库表:用来存储元数据信息。

### 3.2.4 空间数据库

河长制空间数据主要包括遥感影像数据、基础地理数据、河长制对象空间数据、河长制专题图数据、业务共享数据等。空间数据库既有空间属性,也具有时间属性,具备历史空间数据可查询功能。

## 3.3 敏感数据区块链存证系统

河长制河道管理制度是以河长责任制为驱动的河道生态环境保护制度。因此,河道治理工作数据的可信性、公开透明性是河长责任制得到有效发挥的重要前提。然而,传统的数据库管理方式难以从源头和机制上保障河道治理工作数据的可信度和透明度,也无法更为严谨地实现治理过程数据的可追溯性,以及保障河长制工作的长效执行力。

区块链<sup>[7-8]</sup>作为一种新兴的互联网技术,其底层采用的是分布式数据存储、点对点传输、共识机制、加密算法等核心技术。区块链上的数据具有不可篡改、公开透明、永久保存的特性。引入区块链技术,可对河道管理中涉及的重要敏感数据进行存证管理。结合平台具体需求,设计考虑如图3所示的河长制重要数据区块链存证系统架构。

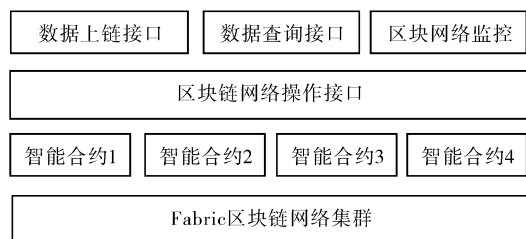


图3 河长制重要数据区块链存证系统

上述系统的底层采用超级账本(hyperledger fabric)区块链框架搭建私有链。私有链网络通过docker容器部署4个记账节点,采用kafka共识机制实现区块链账本状态的强一致性<sup>[9]</sup>。智能合约通过chaincode编写来实现区块链账本的操作。中间层通过fabric-go-sdk开发区块链应用,实现对智能合约的调用以及区块链账本状态的查询。上层通过Gin架构API接口,通过React框构建区块链浏览页面。

## 4 应用服务实现

### 4.1 主要功能设计

#### 4.1.1 PC端管理系统

PC端管理系统主要包括建立河长制数据管理服务、行政管理服务、业务管理服务和公共服务。数据管理服务实现不同部门数据的互联互通,不同来源数据的统一管理,不同层级数据的统一调用;行政管理服务实现上下级河长之间、不同业务协同部门之间信息的互联互通、信息共享和业务协同;业务管理服务为水资源管理、水污染防治、水环境治理、水生态保护等提供支持;公共服务为群众的网上咨询、举报监督、新闻动态、通知公告等提供平台。

#### 4.1.2 移动应用系统

移动应用系统主要包括移动环境下的信息采集和信息查询,包括两大部分:河长制管理移动应用和公众服务平台应用。

**河长管理移动应用:**为各级河长提供在移动终端上进行河长制相关信息的查询与业务的处理,主要包括河湖(河段)信息、管护目标、工作进展、工作成效、监督检查和考核评估情况等信息以及包括巡河管理、事件处理、考核评估等业务处理;为各级河长巡查河湖提供工具,对巡查河湖过程进行记录,主要包括巡查时间、轨迹、日志、照片、视频、发现问题等内容。

**公众服务平台应用:**强化公众监督,增进与公众的交流互动,充分利用网络社交平台,融合已有

“无锡河长制工作”微信公众号,提供河长制管理的社会监督途径。具体包括治河新闻推送、河湖信息查询、公众投诉建议等功能。

#### 4.1.3 巡河功能流程

按照“信息互通、资源共享、协调有序、务实高效”的原则,各级河长办及责任单位在明确职责分工的基础上,应加强沟通联系和协调配合,在处理跨部门重要事项时,通过加强信息共享、统筹规划、联合检查、执法联动等手段来推进河长制工作开展。

平台的一个重要任务是实现对河长巡河全过程的流程化精细管理。河长巡河时,通过手机定位、摄像和拍照等功能,在地图上记录巡河的轨迹以及巡河过程中发现的巡河事件,录入巡河现场事件的相关文字、图片和音视频信息后,提交到本级河长办并负责处理归档,处理不了报上级河长通过“一事一办单”协调责任单位进行处理,仍处理不了则报市级河长办通过“一事一办单”报请市级总河长协调相关责任单位进行处理。相应的巡河工作流程,见图4。

#### 4.2 上下级管理对接功能

平台同样需要遵循“江苏省智慧水利实施意见”的发展方向、建设重点和总体布局,切实把握和落实好国家及省级水利信息化的相关规范要求。在与省级中心的数据交换共享方面,应充分调用省中心提供的公共服务和业务应用服务资源,例如充分调用江苏省地理信息系统发布的地图服务;针对无锡市自行开发的部分基础信息和空间信息的个性化服务,需注册到省中心,实现水利信息资源整合共享。此外,也需要考虑与省、市之间的数据共享接口,能将预警信息、灾情信息等快速进行上报,并接收下达的各类指令信息。

在市河长制综合信息平台总体规划时,也有必要对县(区)河长信息化建设提供技术指导。区县河长信息化建设可以依托原水利信息化平台,遵循市局总体规划的要求,实现与市河长制信息平台的衔接。综合地,平台的上下级管理对接框架,见图5。

#### 4.3 核心数据区块链存证功能

平台中设计将河湖水质(市级河长河湖、河道环境综合治理、黑臭水体、重点水功能区、入湖河道)数据放在区块链中存储,并且向用户提供链上数据存储证明的功能接口,以有效防止数据篡改和伪造,提升管理工作的可信度和执行力。在具体实

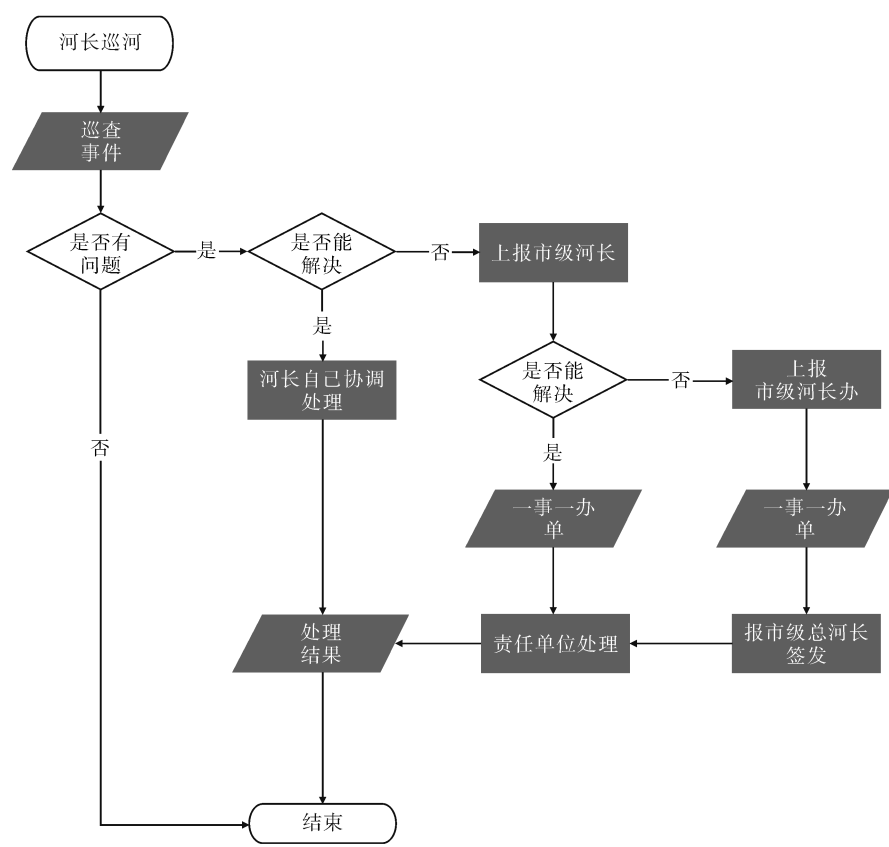


图4 巡河工作流程

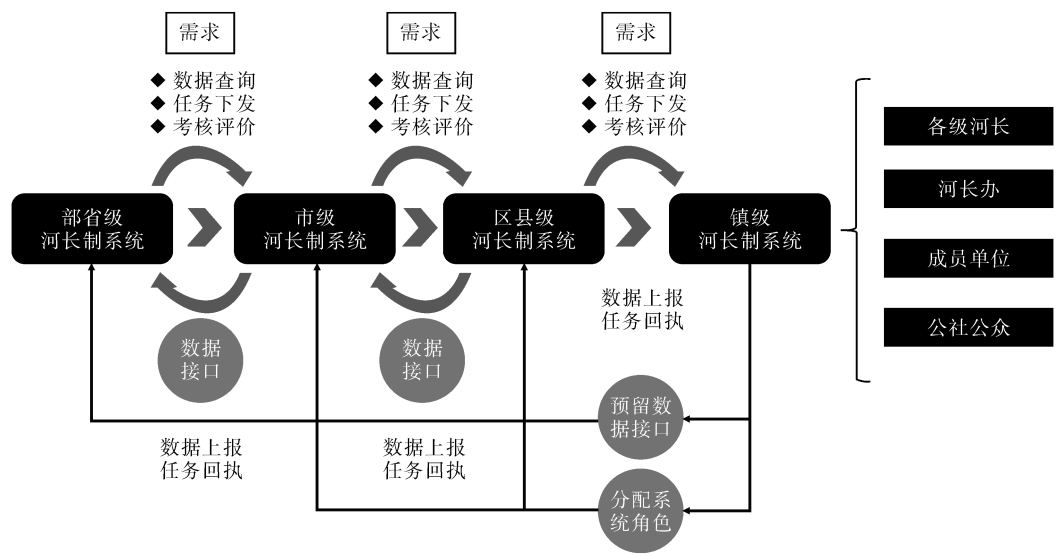


图5 市级综合信息平台的上下级对接管理框架

现中,为了更好地方便信息平台的综合集成,平台中采用了区块链数据存储和本地数据库复合操作的模式,这一过程可在数据层通过特定程序自动地完成。

**4.3.1 数据存链与核验**

数据通过存储接口同步存入本地数据库以及区块链中。若在后续数据使用过程中怀疑数据有篡改,可以进行“核验”,若检验数据与存储在区块

链中数据相吻合,则可证明数据存储正常。

**4.3.2 数据还原**

如本地数据库遭受病毒攻击、恶意操作等非法篡改,可以对数据进行复原,数据可从区块链系统中将原始数据重新恢复至本地操作数据库。

**4.3.3 链上数据查询**

用户不但可以将水质信息上传至区块链网络环境,而且可以查询链上水质信息的详情以及追溯

某条水质信息的历史变更情况。

平台实现上,综合接口功能验证和接口压力测试报告可看出,研究创新的重要水质信息链上存证功能在接口承载一定压力的情况下,平均每秒的交易吞吐量可达 200 tps,最高可达 500 tps,接口的调用成功率较高,完全可以满足正常的业务需求。

#### 4.4 基于数据汇集的视频监控接入

数据汇集服务主要通过数据交换接口程序实现与现有相关系统中各类河湖监管信息的交换与共享。平台中考考虑设计两类数据汇集服务,第一是平台向其它业务系统输出数据;第二是把其它业务系统中的数据汇集到本平台数据资源服务中。

视频监控数据接入依托统一的视频监控平台,充分利用现有水利数据中心河湖视频监控,可实现对包括国土、环保、住建、交通、农业等部门建设视频监控点进行接入、集成与整合,以便在综合平台上就可直接开展相关视频监视调阅、监视摄像头与云台远程控制等操作。

具体建设中,可实现对新建、改造等方式建设的远程视频监视信息进行视频监视接入,并建立开放的视频访问接口,供本平台业务应用系统开展工程视频监视调阅、监视摄像头与云台远程控制等操作提供统一的视频访问接口,并借助水利专网,能进一步将视频监控数据接入到统一的视频监控平台供业务应用系统调用。

#### 4.5 用户界面实现

##### 4.5.1 PC 端管理界面

图 6 展示了平台的 PC 端综合管理首页界面,管理人员可通过图形百分比方式,及时监管河道断面、水功能、消除黑臭、入湖河流的治水达标百分比,以及直接开展河长履职、河湖管理、河湖水质、交办督办、重点工作等管理功能。



图 6 平台的 PC 端管理界面

##### 4.5.2 移动端 APP 用户界面

图 7 展示了平台的移动 APP 端首页界面,通过它可以在移动环境下进行河道管理工作的开展,特

别是巡河监督工作。在巡河开启模式下,APP 会自动记录巡河路线,并支持现场拍照上传图片等功能。此外,也可查看历史巡河的基本情况和巡河轨迹。



图 7 移动 APP 首页界面

整个平台自 2019 年 3 月份开始上线试运行,6 月份后已开始正式上线运行,目前运行情况良好,各项功能都能得到有效运用。特别地,该平台的建成,极大地保障了人大代表参与河长制工作监督的有效性和真实性,而基于区块链的水质相关数据的持续有效上报,也为河长制工作的有效执行提供了最为基础的数据和制度支撑。

此外,无锡市也正在继续推进河长制综合信息平台的完善工作,更多地整合多个部门涉及河道的基本信息和监测、整治、管理等信息,并考虑引入可视化展示和人工智能分析手段,推进河道协同化、智能化管理。同时,平台将增设几十个水质自动监测站,形成水质监测智慧预警及决策系统。综合地,构建的无锡河长制综合信息平台具有很强的功能扩展支撑能力,能够有效地满足无锡河长制管理工作走向全面智慧化的新高地。

## 5 结 语

结合无锡河长制管理的实际工作需求,深化研

究了一套河长制综合信息平台,平台以协助河长及相关工作人员更好地落实河长制的八大任务为目标,实现整合资源、共享信息、深化应用、促进协同。新的综合信息平台能够进一步增强河长制的执行力,提升管理效能。

平台参照 SOA 的设计思想,利用区块链、云计算、移动互联网等关键技术,以整合河道管理相关资源数据为建设中心,并通过开发 PC 端网页管理系统和移动 APP 软件,为市、区、镇、村四级河长及相关人员提供了一个综合性的工作平台。平台涵盖了河湖信息及巡查信息管理、问题交办与处理、管理工作统计分析、绩效评估与考核等功能。平台目前已良好地上线运行,特别是在人大代表巡河监督、水质数据可信记录方面发挥着特别的价值功能。此外,平台也能为下一阶段无锡河长制管理全面智慧化建设提供优良的基础支撑。

#### 参考文献:

- [1] 李永健. 河长制:水治理体制的中国特色与经验[J]. 重庆社会科学, 2019(5):51-62.
- [2] 詹云燕. 河长制的得失、争议与完善[J]. 中国环境管理, 2019, 11(4):93-98.
- [3] 詹国辉,熊菲. 河长制实践的治理困境与路径选择[J]. 经济体制改革, 2019(1):188-194.
- [4] 朱玫. 论河长制的发展实践与推进[J]. 环境保护, 2017, 45(Z1):58-61.
- [5] 荣海北,郑福寿,张敏,等. 基于3S技术的洪泽湖网格化管理信息化平台的实现[J]. 江苏水利, 2017(6):69-72.
- [6] 徐学鸿. 水利电子政务系统的技术实现与建设[J]. 江苏水利, 2017(6):63-68, 72.
- [7] 邵奇峰,金澈清,张召,等. 区块链技术:架构及进展[J]. 计算机学报, 2018, 41(5):969-988.
- [8] 袁勇,王飞跃. 区块链技术发展现状与展望[J]. 自动化学报, 2016, 42(4):481-494.
- [9] 钱卫宁,邵奇峰,朱燕超,等. 区块链与可信数据管理:问题与方法[J]. 软件学报, 2018, 29(1):150-159.
- [10] 郑秀亮. 食藻虫“吃”出好水质[J]. 环境. 2017(6):61-63.
- [11] WEI H, HE F, XU D, et al. A comparison of the growth and photosynthetic response of *Vallisneria natans* (Lour.) Hara to a long-term water depth gradient under flowing and static water[J]. Journal of Freshwater Ecology, 2018, 33(1):223-237.
- [12] CAI X L, GAO G, TANG X M, et al. Photosynthetic response of *Vallisneria natans* (Lour.) Hara (Hydrocharitaceae) to increasing nutrient loadings[J]. Photosynthetica. 2012, 50(3):437-446.
- [13] 韩禹森. 水生态系统操控技术的探索[J]. 办公自动化, 2014(22):24.
- [14] 黄越,闻丞,陈炜,等. 基于生物群落重建的景观水体生态修复方法研究[J]. 中国园林, 2018, 34(4):24-29.

(上接第24页)