

基于人工智能的水环境监测系统研究

赵诗岳, 刘荣华

湖北省恩施州水文水资源勘测局, 湖北 恩施 445000

DOI: 10.61369/SSSD.2026030022

摘 要 : 随着我国水环境治理进入精细化管理阶段, 传统监测模式已难以适配复杂水体环境的动态监管需求。基于此, 本文针对人工智能下的水环境监测系统展开研究, 剖析了当前水环境监测存在的问题, 分析了基于人工智能的水环境监测系统优化的价值, 提出了相应的实施对策, 旨在推动水环境监测从“被动响应”向“主动预判”转型, 对提升水环境治理效能、保障水生态安全具有重要现实意义。

关 键 词 : 人工智能; 水环境监测; 数据质量; 决策

Research on Water Environment Monitoring System Based on Artificial Intelligence

Zhao Shiyue, Liu Ronghua

Enshi Prefecture Hydrology and Water Resources Survey Bureau, Enshi, Hubei 445000

Abstract : With China's water environment governance entering the stage of refined management, the traditional monitoring model has been difficult to meet the dynamic supervision needs of complex water environments. Based on this, this paper conducts research on the water environment monitoring system under artificial intelligence, analyzes the existing problems in current water environment monitoring, explores the value of optimizing the water environment monitoring system based on artificial intelligence, and proposes corresponding implementation countermeasures. It aims to promote the transformation of water environment monitoring from "passive response" to "proactive prediction", which is of great practical significance for improving the efficiency of water environment governance and ensuring the safety of water ecology.

Keywords : artificial intelligence; water environment monitoring; data quality; decision-making

引言

人工智能技术作为新一轮科技革命的核心驱动力, 具有强大的数据处理、模式识别、预测分析能力, 为水环境监测系统的优化升级提供了新的思路与方法。将人工智能技术与水环境监测相结合, 构建智能化的监测系统, 能够实现监测数据的实时采集、精准分析、智能预警与科学决策, 为水环境治理提供全方位、多层次、智能化的技术支撑^[1]。因此, 开展基于人工智能的水环境监测系统研究, 具有重要的实践意义。

一、当前水环境监测存在的问题

(一) 数据质量瓶颈

数据质量是水环境监测工作的核心, 直接影响监测结果的准确性与可靠性。传统检测方法受人为操作、设备精度、环境条件等多重因素影响, 易产生数据偏差。人工采样中, 操作规范性、采样时空选择直接影响样品代表性; 实验室分析时, 试剂纯度、仪器校准状态、人员技术水平均可能导致误差。

(二) 监测体系尚未完善

当前我国水环境监测体系仍存在诸多短板, 监测网络布局不合理。监测站点多集中于城市周边、主要河流干流, 农村地区、

中小河流、支流及湖泊库湾等区域监测密度不足, 难以反映不同区域水环境质量差异。监测设备与技术标准不统一加剧数据割裂。技术标准体系未完全统一, 监测指标、数据处理等遵循标准不同, 导致监测数据缺乏可比性与一致性, 跨区域、跨部门数据整合难度大, 影响协同治理推进。

(三) 技术人员能力有待提升

技术人员专业能力直接决定监测工作质量与效率, 当前我国水环境监测技术人员队伍存在明显短板。专业知识与技能不足较为普遍。部分人员缺乏系统培训, 对监测理论、技术方法、标准规范掌握不扎实, 难以熟练操作先进设备、处理复杂数据。基层监测机构人员尤为突出, 面对智能监测设备时无法及时排查故

障,影响数据连续性。

二、基于人工智能的水环境监测系统优化的价值

（一）有利于提高监测效率

人工智能技术能突破传统监测的时空限制,显著提升监测效率。通过部署搭载人工智能算法的智能传感器、无人机、无人船等设备,可实现水质参数实时采集,自主完成采样、分析、传输全流程,无需人工干预,大幅缩短监测周期^[2]。人工智能技术还能实现监测工作智能化调度与管理。借助地理信息系统与大数据分析,构建智能调度平台,可根据水环境质量、污染风险等级优化监测路线与频率,提高资源利用效率。

（二）有利于提升监测精度

人工智能强大的数据处理与模式识别能力,能有效提升监测精度。基于神经网络、支持向量机等算法可以从大量过去数据中提取知识,形成高准确度的预报模型,对初期检测结果中的错误加以修正,剔除掉由仪器的故障或者环境影响造成的离群点,提高了数据的准确性。还可以量化的表示数据不确定性,给予使用者的误差评估,使得数据更加可靠。面对复杂的水环境变量,AI能够准确区分和监测,及时发现新型污染物质和污染物质,其量的测定更加准确。

（三）有利于实现预测预警

利用人工智能技术,对水生态环境变迁情况进行分析和解读,提前预警风险。能够收集过去的水质数据、气象数据、污染源数据等,利用人工智能技术构建预测模型,根据目前数据的变化及关联的影响因子对未来水生态环境的趋势性情况进行预测,判断水质超标的可能性,为提前准备应对措施提供数据依据^[3];对水质变化情况进行实时监管,再结合污染物质的传输模型,快速侦测污染事件的发生位置,判断其污染面积、污染速度及污染程度大小,在确认后发布警报和通报。

三、基于人工智能的水环境监测系统对策

（一）引进人工智能技术,实时监测水质参数

在水环境监测系统建设中,应注重引进人工智能技术,依托现代技术对水质参数进行实时监测。第一,加强智能化检测仪器研究与引进力度。鼓励科研院所、高校和企业联合攻关,研制高灵敏度、多参数的高性能传感器以及具有AI功能的无人机、无人船等装备,增强其性能稳定性;同时积极引进国外先进技术和设备,与我国国情相结合,做到学习与创新;加大对其投资力度,及时更新老旧仪器,保证监测设施的硬件建设与更新^[4]。第二,构建人工智能中枢的全域数据采集与传输系统。通过物联网技术连接各项智能监测设备,从而搭建全域性的数据采集网络;运用5G技术以及边缘计算能力提高数据传输效率与保证传输稳定性,降低数据传输时延;运用密码学技术保障数据安全的同时建立实时的证明体系,筛选有效数据,确保数据质量^[5]。第三,设计智能化的数据存储和分析系统。结合大数据与人工智能技术构建集存

储、操作、分析、显示于一体平台,统一管理大量监控数据,并利用机器学习的方法开展分类、相关性研究,定位水环境影响因子;通过深度学习建立预报模型,实现精确的水质预报。设计易理解的数据展示窗口,以图形和地图展示数据和分析结果,给决策提供明确支持。

（二）完善监测体系,智能识别污染源

完善的监测体系是有效识别和管控污染源的基础。人工智能技术通过对海量监测数据进行深度挖掘与分析,能够实现对污染源的精准识别和快速溯源。第一,优化监测网络布局。采用地理信息技术和大数据分析技术,对流域内所有水环境质量进行全方位评价,结合水体所处的位置、污染来源、人流活动等信息制定合理的规划布局方案。对于弱水体(比如农村、小溪流、小支流)加以补充,多建立部分站点以克服水体站点覆盖盲区;与此同时,充分利用现有设施,避免出现重复配置、冗余建设等问题,并建立涵盖主干沟渠、支沟和水库湾的监测网格系统,注重考虑对饮用水取水口、工厂排放口等重要部位的站点配置^[6]。第二,统一监测设备与技术标准。规定标准设备技术参数与选择制度,广泛推广可靠性、稳定性、一致性检测仪表,实现跨地区、跨部门使用的仪表一致性目的;修订技术标准体系,规范和固化计量标志、方法、数据处理规则,确保数据间可比性和可协调性;开展设备计量与质量管理体系,通过定期的设备检定,确保测量准确度。第三,健全监测数据共享机制。建立统一的公共信息共享机制,在统一规范数据并归档的基础上实现环境保护、水利建设、房屋建设等各领域信息互通无壁垒。形成数据共享管理规则,具体规定数据共享开放领域范围、共享权限以及义务等相关要求,保证数据安全性、可靠性;倡导跨部门开展联合研究,充分挖掘数据价值,将数据作为决策参考基础。第四,依托人工智能技术实现污染源智能识别。建立环境要素污染源识别模型,整合各类检测数据、排放设施台账、地图信息等,分析水质变化和污染源相关性,实现污染源准确、快速溯源定界;运用无人机遥测技术、卫星图像技术,对污染源进行实时监测跟踪及溯源探究,辅助实施环境监管^[7]。

（三）强化技术人员能力培训,提升智能应用水平

先进技术系统的有效运行离不开专业人才支撑。必须加强技术人员培训,打造既懂水环境业务又掌握AI技术的复合型人才队伍。第一,制定系统性培训计划,提升技术人员专业能力。组织人工智能、大数据、智能监控设备等专业知识专题讲座,并邀请专家和技能高手讲座。专家和高手讲解当前最新技术趋势和应用技术情况,如设备管理与维护、数据分析及分析、应用建模技术等,并以理论讲解和实践操作为主,提高学习培训效果^[8]。第二,建立常态化交流学习机制。广泛与科研单位、高等院校和先进的监测机构进行交流与协作,参加各种学术研讨及技术参观学习,学习先进技术与理念。鼓励员工积极参与科研活动,把知识转化为能力,培养创新能力与开发本领,带动监测技术的革新。第三,完善人才激励机制。设立专门的技术创新奖项专项经费,对智能化监控技术应用以及模型开发作出突出贡献的技术人员进行奖励^[9];建立合理的考核评价机制,将人工智能技术的应用情况作

为考核权重指标之一，从而激励员工学习新技能提升综合素质。为优化人员结构，引入人工智能、环境工程等相关领域高层次专家，强化监测实力。

（四）搭建智能决策支持系统，提升治理效能

人工智能在水环境治理中的最高价值体现在其对管理决策的智能支持。搭建集数据整合、模型分析、预测预警和决策优化于一体的智能支持平台，是提升治理效能的关键。第一，构建综合性智能决策支持平台。汇集中心所有监控信息、报警预告信息、污染源信息、处理方案知识库等，并通过智能方法对信息进行深度挖掘和分析，为水质管理提供一揽子决策建议。实现系统的信息查询、数据分析、预测和决策等功能，使管理决策信息化、智能化^[10]。第二，开发治理方案智能生成模块。根据水体水质状况、污染物类型、污染程度以及以往的处理经验，和完善的监测体系，可以作为确定污染源及控制污染源的主要依据之一。利用智能化技术可以对海量水质监测数据进行分析，从而锁定并快速追踪污染源。相关法律条款要求，利用智能化计算方法制定相应的解决方案，包括对污染源的管控、水质的改善、生态环境的恢

复等，评价相关措施的功效益和成本，用作决策参考。第三，建立动态评估与优化机制。智能决策辅助系统应监测治理规划的实施情况，并根据监测信息评价规划实施效果。根据监测的水环境演变状况和治理需求，及时调整优化水环境规划，以迭代优化的方式提高治理规划的精准度和高效性，提升水环境保护的效能。

四、结束语

综上所述，人工智能技术的发展为水环境监测系统优化升级提供了重要机遇，其在提高监测效率、提升监测精度、实现预测预警等方面具有显著价值。在实际应用中，应注重引入人工智能技术，完善监测体系，强化人员培训，搭建智能决策支持系统等，以实现水环境监测实时化、精准化、智能化，推动监测工作从“被动响应”向“主动预判”转型。在后续工作中，应持续加强技术研发和应用推广，为水环境治理提供更加坚实的技术支撑，助力我国生态文明建设与水生态安全保障。

参考文献

[1] 秦云, 丁方纪. 气相色谱技术在水环境监测中的应用研究 [J]. 皮革制作与环保科技, 2024, 5(13): 17-19. DOI: 10.20025/j.cnki.CN10-1679.2024-13-05.

[2] 周震, 梁牧. 水环境监测技术及水污染防治策略研究 [J]. 皮革制作与环保科技, 2024, 5(13): 75-77. DOI: 10.20025/j.cnki.CN10-1679.2024-13-25.

[3] 尹霞, 杨书东, 谭少卿. 水环境监测质量控制措施研究 [J]. 环境与生活, 2024, (07): 90-92.

[4] 刘金浩, 姚晓峰, 赵立立. 水环境监测中遥感技术的作用及应用策略探究 [J]. 清洗世界, 2024, 40(06): 82-84.

[5] 罗笑, 赵涛, 胡刘喆, 等. 基于遥感技术的流域水环境监测方法探究 [J]. 皮革制作与环保科技, 2024, 5(12): 32-34. DOI: 10.20025/j.cnki.CN10-1679.2024-12-10.

[6] 陈成勇, 冯冬青. 智慧水文背景下的水环境监测实验室发展探析 [J]. 黑龙江水利科技, 2024, 52(03): 130-133. DOI: 10.14122/j.cnki.hskj.2024.03.032.

[7] 赵俊麟, 郝岩浩. 水环境监测 pH 值测定新方法的验证与应用 [C]// 河海大学, 江苏省水利学会, 浙江省水利学会, 上海市水利学会. 2024(第十二届)中国水利信息化技术论坛论文集. 黄委上游水文水资源局, 2024: 622-627. DOI: 10.26914/c.cnkihy.2024.009404.

[8] 赵俊麟, 郝岩浩. 水环境监测石油类测定新方法的验证与应用 [C]// 河海大学, 江苏省水利学会, 浙江省水利学会, 上海市水利学会. 2024(第十二届)中国水利信息化技术论坛论文集. 黄委上游水文水资源局, 2024: 628-635. DOI: 10.26914/c.cnkihy.2024.009405.

[9] 王金迪, 钱建国, 邱银国, 等. 富营养化湖泊水环境监测模拟平台研发与应用 [J]. 测绘通报, 2024, (06): 120-126. DOI: 10.13474/j.cnki.11-2246.2024.0621.

[10] 盛肖炜, 殷小莉, 陈俊, 等. 小型水环境监测无人船的研究 [J]. 广州城市职业学院学报, 2024, 18(02): 78-83.