

# 大数据驱动的环境监测智能化技术应用与优化研究

郑晓云 李寒双

湖北华钧检测有限公司

DOI:10.32629/eep.v8i10.2919

**[摘要]** 大数据技术为环境监测智能化转型提供核心支撑。环境监测已从传统人工零散模式向自动化、智能化、立体化演进,覆盖大气、水、土壤等多领域。大数据凭借海量性、高速性等特征,通过数据采集、存储、分析等关键技术,在大气污染物预测溯源、水环境动态评估、土壤污染全周期监测等方面实现实践应用。当前发展仍面临技术适配性不足、数据质量与共享难题及管理应用滞后等问题。需通过核心技术突破、数据治理优化、管理保障体系完善等策略,提升环境监测智能化水平,为生态环境保护与生态文明建设提供有力数据支撑和决策依据。

**[关键词]** 大数据技术; 环境监测; 智能化; 应用研究

中图分类号: X83 文献标识码: A

## Research on the Application and Optimization of Intelligent Technology of Environmental Monitoring Driven by Big Data

Xiaoyun Zheng Hanshuang Li

Hubei Huajun Testing Co., Ltd.

**[Abstract]** Big data technology provides core support for the intelligent transformation of environmental monitoring. Environmental monitoring has evolved from traditional manual and fragmented methods to automated, intelligent, and multi-dimensional systems, covering multiple domains such as air, water, and soil. Leveraging its massive scale and high-speed processing capabilities, big data has been applied in practical scenarios including air pollutant prediction and tracing, dynamic assessment of water environments, and full-cycle monitoring of soil pollution through key technologies like data collection, storage, and analysis. Current development still faces challenges such as insufficient technological compatibility, data quality and sharing issues, and lagging management applications. Strategies including core technology breakthroughs, optimized data governance, and improved management support systems are needed to enhance the intelligence level of environmental monitoring, thereby providing robust data support and decision-making basis for ecological conservation and ecological civilization construction.

**[Key words]** big data technology; environmental monitoring; intelligentization; applied research

### 引言

随着生态文明建设持续推进,生态环境保护方面的需求持续升级,传统的环境监测模式难以适应复杂多变的环境管理需求。全球范围内环境问题变得日益突出,大气污染防治、水污染防治以及土壤污染防治等任务面临巨大挑战,迫切需要精准高效的监测手段为污染治理和生态保护决策提供支撑。物联网、人工智能等技术快速发展,促使大数据与环境监测深度融合,为监测向智能化方向转型创造了技术条件。当下,环境监测正处在从单一介质向多领域覆盖、从人工操作向智能感知转变的关键时期。如何借助大数据技术解决监测精度不足、数据利用效率低等问题,成为提升环境治理现代化

水平的关键课题,同时也为生态环境质量可持续改善奠定了基础。

### 1 大数据与环境监测智能化相关理论基础

#### 1.1 环境监测的内涵

环境监测借助科学技术手段针对影响环境质量的各类要素展开系统连续的监测、分析以及评价工作,监测介质如表1所示。它能精准捕捉环境质量的变化规律,为环境管理、污染治理以及生态保护提供数据支撑以及决策依据。其核心要点是用客观数据反映环境状况,其中包含监测指标设定、样品采集、数据分析、结果反馈等关键环节。随着生态环境保护需求的不断升级,环境监测已从传统的人工零散监测逐渐向自动化、智能化、立体化

方向转型, 监测范围也从单一介质延伸至大气、水、土壤、生态等多个领域, 成为生态文明建设的关键基础性工作<sup>[1]</sup>。

表1 监测介质

监测介质	核心监测指标
大气	PM2.5、PM10、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub>
水	COD、氨氮、溶解氧、pH值
土壤	重金属、有机物、pH值

### 1.2 大数据技术核心特征与关键技术

大数据技术具有海量性、高速性、多样性、价值密度低以及真实性五个核心特性。它能对环境监测领域里多源异构且实时生成的海量数据进行有效处理。其关键技术体系包括数据采集、存储、分析、挖掘以及可视化等环节。数据采集依靠传感器、物联网等设备获取多维度数据, 存储采用分布式存储技术, 如Hadoop分布式文件系统, 以解决海量数据存储难题。分析与挖掘借助机器学习、深度学习算法, 挖掘数据背后的环境质量变化规律以及污染溯源信息。可视化技术能将复杂数据转化为直观图表, 提高数据解读效率, 为环境监测智能化提供核心技术支持。

## 2 大数据驱动的环境监测智能化技术应用

### 2.1 大气环境监测智能化应用

大气环境监测智能化借助大数据以及物联网技术搭建全域监测网络, 整合地面固定监测站、移动监测车、无人机以及卫星遥感等多源数据。借助传感器实时采集PM2.5、PM10、SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>等核心指标, 经边缘计算初步处理后传输至云端平台, 运用机器学习算法对海量数据进行深度分析, 实现污染物浓度精准预测、污染溯源以及扩散路径模拟<sup>[2]</sup>。例如, 在重污染天气预警方面, 系统可结合气象数据和污染源排放数据, 提前24至72小时预判污染过程, 为差异化减排措施制定提供支撑, 同时借助可视化技术呈现区域污染数据, 帮助监管部门精准定位污染源, 提升大气污染综合治理的针对性与实效性, 促使区域空气质量持续改善。

### 2.2 水环境监测智能化应用

水环境监测智能化以流域为单元, 构建包含地表水、地下水以及饮用水源地的立体监测体系。布设水质自动监测站(如图1所示)、浮标监测设备及水下传感器, 实时收集COD、氨氮、溶解氧、pH值等关键指标, 再结合水文、气象等关联数据形成多维度数据集。运用大数据分析技术探寻水质变化与污染源、水文情势的内在联系, 实现水质异常实时预警、污染事件快速溯源以及水环境容量动态评估。在饮用水源地保护方面, 系统可实时监测水质指标波动, 一旦出现异常便会立刻触发预警并推送处置建议, 以此保障饮水安全。针对流域污染治理, 借助数据建模模拟污染物迁移转化规律, 为流域联防联控、水污染治理方案优化提供科学依据, 推动水环境质量逐步提升<sup>[3]</sup>。



图1 水质自动监测站

### 2.3 土壤环境监测智能化应用

土壤环境监测智能化主要关注土壤污染状况调查、风险管控以及修复效果评估等方面。整合无人机遥感、便携式监测设备以及实验室检测获取的数据, 借助大数据技术可实现土壤样品采集点位的智能规划。再结合GIS空间分析技术构建土壤污染空间分布图, 运用深度学习算法对土壤中重金属、有机物等污染物的含量数据进行分析, 精准识别污染热点区域, 评估土壤污染风险等级<sup>[4]</sup>。在污染场地修复过程中, 实时监测修复区域土壤指标的变化, 依据修复工艺参数优化修复方案, 以提升修复效率与效果, 建立土壤环境动态监测数据库, 实现对土壤污染状况的全周期跟踪管理, 为土壤污染防治、土地资源安全利用及耕地保护提供数据支持, 推动土壤生态环境质量不断改善。

## 3 大数据驱动环境监测智能化的现存问题

### 3.1 技术层面存在的不足

技术层面存在的不足之处主要集中于核心技术适配性、设备稳定性以及技术融合深度等领域。当前, 现有的监测数据采集设备在复杂环境中容易受到干扰, 导致数据精度以及稳定性欠佳, 在极端天气状况下故障率相对较高。大数据分析算法大多是照搬通用模型, 针对环境监测多源异构数据的定制化程度欠缺, 对污染物复杂迁移转化规律的刻画能力较为有限。智能化技术融合存有壁垒, 物联网、云计算、人工智能等技术之间的协同联动不够, 使得数据处理效率以及决策支撑能力受到限制, 核心技术自主可控性需要提升, 部分高端传感器、核心算法依赖进口, 存在技术被限制的风险, 难以契合环境监测智能化长期发展的需求。

### 3.2 数据层面存在的不足

在数据层面,面临着诸多挑战,其中包括数据质量、数据共享以及数据安全等方面,在数据质量方面,存在参差不齐的状况,不同监测设备以及监测手段所采集的数据,出现了标准不统一、精度差异较大等问题,部分数据还存在缺失、异常等情形,这对数据分析结果的准确性产生了影响。数据共享机制并不健全,环保、气象、水利等部门之间存在数据壁垒,数据孤岛现象较为突出,难以实现多源数据的有效整合以及协同利用。数据安全保障体系不完善,环境监测数据包含敏感信息,现有数据在存储和传输过程中的加密技术不足,存在数据泄露、篡改的风险,同时数据产权界定模糊,对数据资源的合理开发与应用形成了制约。

### 3.3 管理与应用层面存在的不足

管理与应用层面存在诸多不足,主要体现在管理机制、人才储备以及应用落地等方面,管理制度存在缺陷,缺少统一的环境监测智能化技术标准与规范。对于数据采集、分析以及应用等环节的监管力度欠缺,导致行业发展秩序不够规范,专业人才较为匮乏,那种掌握大数据技术又熟悉环境监测业务的复合型人才数量不足,难以契合技术研发、数据解读以及系统运维等需求。应用落地效果不太理想,部分智能化监测系统重视建设却轻视应用,与实际环境管理需求结合不够紧密,监测结果向治理决策转化的效率偏低,没能充分发挥智能化技术的核心价值。

## 4 大数据驱动环境监测智能化的优化策略

### 4.1 技术优化路径

技术优化应当着重关键核心技术的突破、设备的升级以及多种技术的协同融合,以此全面提高环境监测智能化技术的适配性与稳定性。针对监测设备存在的不足,要增加高端传感器研发方面的投入,对设备抗干扰设计进行优化,提高复杂环境下数据采集的精度与稳定性,降低极端天气情况下的故障率。强化算法定制化开发,依据环境监测多源异构数据的特征,构建符合污染物迁移转化规律的专属模型,提升数据挖掘的准确性,推动多种技术的深度融合,打破物联网、云计算、人工智能等技术之间的壁垒,构建“采集—传输—分析—决策”全流程协同体系,提高数据处理效率以及决策响应速度。加强核心技术的自主可控,加大关键技术的攻关力度,减少对进口设备与算法的依赖,建立拥有自主知识产权的技术体系,搭建技术创新平台,鼓励产学研进行协同创新,加速新技术、新成果的转化应用,推动环境监测智能化技术不断迭代升级。

### 4.2 数据治理优化策略

数据治理要实现优化,需在数据质量、共享机制以及安全保障这三个方面着力。构建起高质量、可共享且保障安全的数据资源体系,要建立完善的数据质量管控体系,制定统一的数据采集标准以及校准规范。针对监测数据开展实时校验、清洗以及补全工作,将异常数据剔除,以此提升数据的准确性与完整性。需打破数据孤岛的局,建立跨部门的数据共享机制,搭建统一的环境监测大数据共享平台,明确各部门在数据共享方面的责任

与范围,实现环保、气象、水利等多个领域数据的高效整合。强化数据安全保障,运用加密传输、安全存储等技术手段,搭建全流程的数据安全防护体系,防范数据出现泄露与篡改的风险。明确数据产权归属,建立数据分级分类管理机制,平衡好数据利用与安全保护之间的关系,引入数据治理专业工具,提升数据治理的智能化水平,实现数据全生命周期的规范化管理,为环境监测智能化提供高质量的数据支撑。

### 4.3 管理与保障体系优化

管理与保障体系的优化需要完善制度建设、强化人才培养以及推动应用落地,以此为环境监测智能化发展提供坚实的支撑。健全管理制度和标准体系,制定环境监测智能化技术规范、数据管理办法等,明确各个环节的管理要求,规范行业发展秩序,需加强复合型人才培养,建立高校、企业、科研机构协同培养机制,开设大数据与环境监测交叉学科课程,提升人才的技术应用与业务融合能力,并且要完善人才激励机制,吸引并留住专业人才。推动监测成果转化应用,建立“监测—评估—决策—治理”闭环机制,强化智能化监测系统与实际管理需求的衔接,提升监测数据对环境治理的支撑效能,加强基层运维能力建设,组建专业运维团队,开展技能培训,保障智能化设备稳定运行,加大资金投入力度,设立专项扶持资金,支持技术研发、设备升级及平台建设,全面夯实环境监测智能化发展基础。

## 5 结语

大数据驱动的环境监测智能化是生态环境治理迈向现代化的关键路径,在多介质环境监测中已呈现出关键应用价值,切实提高了监测效率以及决策科学性,虽然当下在技术、数据、管理等方面还存在不少不足,但借助针对性的优化策略施行,有望逐步突破发展困境。未来,核心技术自主化进程推进、数据治理体系完善以及复合型人才储备增加,环境监测智能化水平将持续更新升级。这将加强监测与治理的协同配合,实现环境质量精确掌控、污染高效治理,为稳固生态安全屏障、推动生态文明建设高质量发展提供更有力的支撑。

### [参考文献]

- [1]周鹏.基于大数据的生态环境监测数智化转型发展路径探究[J].皮革制作与环保科技,2025,6(15):99-101.
- [2]耿莹.基于大数据驱动的环境污染精准治理策略研究[J].皮革制作与环保科技,2025,6(14):78-79+82.
- [3]张祺,雷美艳,赵帅.环境监测数据驱动的洗涤设备节能环保协同优化策略[J].中国洗涤用品工业,2025,(06):98-99.
- [4]赵晓军,韩作吉,王鑫.基于环境监测的环境执法方式探讨[J].皮革制作与环保科技,2025,6(10):196-198.

### 作者简介:

郑晓云(1989—),女,汉族,湖北松滋人,毕业于武汉科技大学中南分校,本科,工程师,主要从事环境监测方面研究。