

# 环境监测数据分析在重金属污染源追踪中的作用

沈翔宇

江苏省盐城市大丰生态环境监测站

DOI:10.12238/eep.v7i12.2372

**[摘要]** 在全球范围内,重金属污染问题尤为突出,特别是在工业迅猛扩张的区域,其对生态环境的破坏及对人类健康的威胁尤为严峻。在追踪重金属污染源这一关键环节,环境监测数据分析发挥着举足轻重的作用,科学分析环境监测数据,有效识别重金属的来源、分布及迁移轨迹,为污染防控与风险评估提供坚实依据。从环境监测数据分析的视角切入,文章深入探讨了这一方法在重金属污染源追踪领域的应用价值。在案例分析中,环境监测数据分析的实际效果与潜在应用价值得到彰显,进而为数据方法的进一步优化提供了参考建议。

**[关键词]** 重金属污染; 环境监测; 数据分析; 污染源追踪; 污染防治

**中图分类号:** X171.5 **文献标识码:** A

The role of environmental monitoring data analysis in tracing heavy metal pollution sources

Xiangyu Shen

Dafeng Ecological Environment Monitoring Station, Yancheng City

**[Abstract]** In the global scale, the problem of heavy metal pollution is particularly prominent, especially in the area of rapid industrial expansion, its damage to the ecological environment and the threat to human health is particularly severe. In the key link of tracking heavy metal pollution sources, environmental monitoring data analysis plays a pivotal role. Scientific analysis of environmental monitoring data can effectively identify the source, distribution and migration trajectory of heavy metals, and provide a solid basis for pollution prevention and control and risk assessment. From the perspective of environmental monitoring data analysis, this paper discusses the application value of this method in the field of heavy metal pollution source tracking. In the case analysis, the actual effect and potential application value of environmental monitoring data analysis are demonstrated, and then provide reference suggestions for further optimization of data methods.

**[Key words]** heavy metal pollution; Environmental monitoring; Data analysis; Pollution source tracking; Pollution control

## 引言

城市化与工业化步伐的加快,使得重金属污染问题愈发凸显,已成为亟待全球共同应对的紧迫环境难题之一。工业废水、农业施肥、矿产开采等多重途径导致重金属来源纷繁复杂,其危害生态环境的严重性、持久性及毒性,使重金属成为环境监测中的关键对象。在实施有效控制重金属污染源的过程中,环境监测数据分析技术的运用至关重要。通过分析庞大的监测数据,我们能够揭示污染源的分布格局、迁移轨迹、污染物浓度波动及其与环境因素的相互作用,进而为污染源追踪与治理工作提供坚实的科学支撑。在环境科学领域,当前一项关键的研究课题便是深入分析环境监测数据,以追踪重金属污染源。

## 1 环境监测数据分析的基础理论与技术

在环境监测领域,对数据分析基础理论及技术的掌握,为精

准定位重金属污染源头提供了理论和技术保障。对环境采样数据进行整理、处理与解读,是环境监测数据分析处理的核心环节,旨在揭示污染物在环境中的分布、浓度变化及其迁移路径等关键信息。在众多技术手段中,统计分析法、地理信息系统(GIS)分析以及遥感技术等均占据一席之地,而机器学习方法亦不容忽视<sup>[1]</sup>。环境数据的统计分析法,主要通过挖掘大量数据中的统计特性,揭示污染源与污染物之间的内在联系。在揭示污染源分布规律与污染物浓度变化趋势方面,回归分析与因子分析等统计技术发挥着关键作用。GIS融合了空间定位与环境监控信息,通过空间数据解析,绘制出污染物分布与来源强度图,极大助力于污染源的精准定位与污染物传播轨迹的追踪。

环境数据分析领域,近年来机器学习的运用呈现显著增长态势。借助对历史数据的深入研究,机器学习算法精准地预测了

污染源的具体位置以及污染物的传播轨迹,显著提升了污染源定位的精确度。在环境监测领域,多种技术手段的协同作用助力监测人员从繁杂的数据海洋中筛选出关键信息,从而为污染源定位提供了有力的支持工具。

## 2 重金属污染源追踪的挑战与意义

重金属污染源追踪是解决环境污染的关键步骤。工业化的脚步加快,重金属污染现象愈发凸显,尤其在诸多重金属工业企业分布区,此污染不仅对生态平衡造成巨大冲击,更对公众健康构成持续的潜在风险,诸多挑战困扰着污染源的定位与追踪过程。重金属污染物随着同类型重金属工业企业分布的高度集中导致重金属污染源的追踪存在精度的挑战;重金属污染物在环境中持续存留,甚至可能产生交叉污染,从而使得污染源追踪变得愈发复杂。

重金属污染物,因化学性质各异,某些种类在环境内得以长期滞留,进而对生态领域构成持续的负面影响。例如,在重金属工业企业产生的废水来源中常见的铜、锌、铅、镉、镍、铬等重金属项目,如果存在违法排放的现象,那么对生态环境的影响将是巨大且持久的。在工业企业中常见的土壤、水体、空气等介质中长期存在并扩散的重金属污染物,其追踪工作面临显著挑战。在污染源追踪过程中,环境监测数据的及时性、可靠性与完整性扮演着至关重要的角色,污染治理策略的制定及有效性易受影响。究其原因,在于数据结果的准确性、数据来源的全面性以及数据监测的可追溯性,易导致追踪结果失准<sup>[2]</sup>。诸多挑战面前,重金属污染源的定位仍具显著价值。

## 3 环境监测数据分析在重金属污染源追踪中的应用

在重金属污染源的追踪过程中,环境监测数据分析扮演了至关重要的角色。利用常规火焰原子吸收分光光度法、石墨炉原子吸收分光光度法及ICP-MS电感耦合等离子体质谱法等先进监测技术来获得重金属污染物环境监测数据,对重金属污染物进行精准定性定量,再通过环境监测数据分析重金属污染物的来源,并有效预测污染扩散轨迹。GIS技术的应用助力环境监测数据分析,精确揭示污染源的方位,对所采集的土壤、水体、空气等样本进行细致分析,并融合地理信息,得以绘制出污染源在空间上的具体分布图。在较短时间内,监测人员能够精准锁定污染源的所在方位,为后续生态环境执法提供技术支持,并为环境治理修复工程构筑坚实基础。

通过对环境监测数据的时空特性进行分析,预测模型能够准确推断出污染物扩散的潜在轨迹。通过整合遥感数据与大气扩散模型,模拟并预测污染物在不同气象条件下的扩散动向,此举为应急响应提供了关键依据。环境承载力评估与污染物浓度变化趋势分析相结合,数据分析助力生态环境部门预判区域污染风险,并据此提出防控策略建议。政府凭借风险评估机制,能够更科学地拟定生态环境保护策略,旨在降低污染对生态体系及民众健康的负面影响。对环境监测数据进行分析,此做法在追踪重金属污染源上展现出高效且精准的优势,显著提升了污染治理的精确性与实效性。

## 4 存在的问题与挑战

在重金属污染源追踪领域,环境监测数据分析扮演着至关重要的角色;然而,其应用过程中,依旧遭遇诸多棘手问题和严峻挑战。污染源追踪的准确性,直接受到监测数据质量的制约。众多地区的实际应用中,监测数据的全面性不足,采样频率偏低,数据偏差亦不容忽视<sup>[3]</sup>。常规污染物和重金属污染物共同作用导致的环境污染,使得数据对象的不确定性显著增加,从而对污染源的精准定位构成了不小的挑战。环境监测领域广泛采纳了地理信息系统、遥感技术与机器学习等技术手段,然而,这些技术在应对某些复杂场景时,其适用性尚显不足。

在生态环境监测领域,基层面对重金属污染物日常以监管为主要任务,重金属污染物监管对象常为电子产业、不锈钢生产行业、化学工业为主。外环境出现重金属污染物的污染事件产生后,常面临数据处理经验及污染物追踪手段的缺乏。

现有的数据处理和分析能力仍存在一定的不足,尤其是在面对海量、多源数据时,传统的分析方法可能无法充分利用所有信息。尽管新兴的机器学习技术能够有效提升分析速度,但其训练过程仍依赖于大量标注数据,并且在非线性关系进行解析方面存在一定的局限性。数据整合的困境源于跨学科合作的缺失,进而对整体分析的效果产生了不利影响。

## 5 优化环境监测数据分析方法的建议

### 5.1 增强监测数据的精确性与覆盖面

提高重金属污染源追踪效果,其基础在于强化监测数据的精确度及广泛性。在污染源识别与风险评估过程中,环境监测数据扮演着至关重要的角色,其精确性与覆盖范围之广,对决策支持的可靠性具有决定性影响。在实际操作层面,数据监测的质量与全面性常因诸多因素制约,诸如监测工具的精确度、样本选取的代表性以及监测频次等。确保监测数据的精确性与覆盖性,乃当务之急。确保监测设备精确度及监测方法的合理运用,乃数据质量提升的关键所在。科技进一步推动了环境监测设备向智能化和高精度发展,对微量重金属污染物的高效监测成为可能,运用原子吸收光谱法(AAS)、电感耦合等离子体质谱(ICP-MS)等高科技手段,水体、土壤、空气中的重金属含量得以精准测量,仪器误差与人为误差得到显著降低,监测结果的可靠性由此大幅提升。

对监测点进行增设及调整采样频率,能有效增强数据覆盖范围。在重金属污染源的追踪调查中,必须部署多监测站点,且需精心规划样本采集的时间点与频次,对污染源进行时空多维度采样,可全面展现其变化趋势及影响域。采用遥感技术与无人机技术的结合,监测范围的拓宽得以实现<sup>[4]</sup>。在较大区域范围内,遥感技术能够迅速搜集环境信息,特别是在那些难以触及的区域,凭借卫星影像与无人机等遥感手段,它能够提供更广阔范围的环境数据,有效填补了传统监测方法的不足。

### 5.2 融合多种数据分析技术,提升分析效率

追踪重金属污染源,数据处理与解析成为至关重要的步骤。运用多样化的数据分析手段,显著提高处理问题时的效率,此乃

应对挑战的有效策略。将统计学方法与地理信息系统(GIS)巧妙融合,构筑了提升分析效能的基础。在众多数据中,统计分析方法助力科研者挖掘出有价值的特征,GIS技术则于空间维度施展其可视化分析能力,助力污染物的分布与扩散路径追踪,通过实施回归分析与空间差值技术,能够对污染物浓度进行空间分布趋势的分析。借助GIS平台,这些数据得以转化为污染源热力图或扩散图,进而直观展示污染源的具体位置及其所及影响区域。通过对遥感数据与地面监测数据的融合分析,我们得以获取更为详尽的污染源追踪资讯。大范围地区污染状况的快速掌握,得益于遥感技术所具备的广阔覆盖面与即时反馈特性,环境因素对遥感数据分辨率影响显著,导致其偏低。

人工智能与机器学习技术的融合,显著提升了数据处理的效率与准确性。在处理海量数据的过程中,监督学习与无监督学习算法作为机器学习算法的两种主要形式,揭示出污染源与污染物之间错综复杂的非线性联系,诸如支持向量机(SVM)、随机森林(RF)等算法。运用数据融合技术,对诸如监测、遥感、气象等多元数据来源和类型进行集成与深层次解析,此举不仅能够显著增强各类数据的互补效力,亦能大幅提升重金属污染源头追踪作业的效能与精确度。

### 5.3 加强跨学科合作,提高监测与数据分析的综合能力

跨学科合作的强化,对重金属污染源的追踪技术提升,是确保监测与数据分析能力综合提高的关键因素。在环境科学、化学、地理信息科学及遥感学等多个领域,各学科的协同合作成为追寻重金属污染源头的关键途径。在环境科学的理论框架指导下,化学学科助力污染物性质解析,而地理信息科学与遥感技术共同为空间数据解析及污染源精确定位提供坚实的技术支撑,在学科交融的过程中,不同学科之长得以互为补充,进而能更全面地洞察污染源与污染物的内在联系。

在污染源追踪过程中,数据处理占据着至关重要的地位,它被视为该流程的核心环节。环境监测数据分析领域得以引入统计学、数据科学以及计算机科学等跨学科合作的分析方法,这一举措具有深远意义。环境数据分析框架由统计学构建,计算机科

学负责数据的存储、处理与可视化技术支撑,而数据科学与人工智能技术助力研究人员挖掘数据中的潜在规律。紧密的跨学科协作,显著优化了数据处理流程,并大幅提升了分析的效能与精确度。

在重金属污染源的追踪过程中,科学的数据分析扮演着关键角色,而这一过程同样迫切需要生态环境行业人员的集体智慧,以实现跨领域的综合决策。例如,环境监测人员、环境执法人员和行业专家联合对污染源进行识别,共同考量其重金属污染现状的影响,进而提出全面治理方案。在污染源追踪与污染防治领域,实施跨学科合作,旨在整合各领域专业意见与政策建言,进而达成精确治理与管控目标。

## 6 总结

在重金属污染源的追踪过程中,环境监测数据分析发挥着至关重要的作用。技术进步与先进数据分析、监测技术的融合,使得重金属污染源追踪更趋精确高效,为污染治理及环境保护提供了关键数据支撑与决策参考。持续推动监测技术革新与数据分析方法改进,强化跨学科合作,显著提高重金属污染源追踪水平,从而确保生态环境持续健康发展。

### [参考文献]

[1]孙丽亚.遥感影像与地面监测数据融合在土壤重金属污染时空分布分析中的应用研究[J].皮革制作与环保科技,2024,5(18):156-158.

[2]孙齐状,杨金康,睢福庆.基于文献计量的农田土壤重金属污染修复技术与效果分析[J].土壤通报,2023,54(4):998-1008.

[3]刘丽,魏晓,文雪峰,等.铅、镉同位素在重金属污染源解析中的应用——基于CiteSpace计量分析[J].江苏农业学报,2023,39(2):557-566.

[4]刘家兴.高原地区土壤中重金属有效态迁移规律及精准溯源研究[D].北京交通大学,2023.

### 作者简介:

沈翔宇(1987--),男,汉族,江苏省盐城市大丰区人,本科,中级,专业:环境监测。