

区域环境质量监测数据的空间分布特征与污染源解析

李素娟

郴州市生态环境局永兴分局

DOI:10.12238/eep.v7i11.2302

[摘要] 区域环境质量恶化已成为全球环境保护领域亟待解决的重大问题,尤其是随着工业化和城市化的推进,污染源的多样性和复杂性对环境质量造成了严重影响。本文基于区域环境质量监测数据,探讨了环境污染物的空间分布特征与污染源解析。通过对空气质量、水体质量、土壤污染及噪声等数据的空间分析,揭示了区域环境污染的空间异质性,识别了污染物浓度的热点区域和低风险区域。

[关键词] 环境质量监测; 空间分布特征; 污染源

中图分类号: X-651 文献标识码: A

Spatial distribution characteristics of regional environmental quality monitoring data and analysis of pollution sources

Sujuan Li

Chenzhou City Bureau of ecological Environment Yongxing branch

[Abstract] The deterioration of regional environmental quality has become a major problem to be solved urgently in the field of global environmental protection, especially with the advancement of industrialization and urbanization, the diversity and complexity of pollution sources have caused serious impact on environmental quality. Based on regional environmental quality monitoring data, this paper discusses the spatial distribution characteristics of environmental pollutants and the analysis of pollution sources. Through the spatial analysis of air quality, water quality, soil pollution and noise data, the spatial heterogeneity of regional environmental pollution was revealed, and the hot spots and low risk areas of pollutant concentration were identified.

[Key words] environmental quality monitoring; Spatial distribution characteristics; Source of pollution

引言

区域环境质量监测数据是衡量和评估环境污染状况的基础,通过对空气质量、水体质量、土壤污染及噪声等指标的定期采集与分析,能够实时反映污染物的浓度变化和环境质量的波动。尤其是随着监测技术的不断进步,遥感技术与地面监测系统的结合使得数据获取的时效性和精度得到显著提升,进一步推动了环境污染源追溯和源解析技术的发展。通过空间分布特征分析,能够揭示不同污染物在空间上的分布规律,识别污染热点区域和低风险区,有效支持污染防治和环境管理决策。

1 区域环境质量监测数据的空间分布特征

1.1 空间分布模式分析

1.1.1 数据的地理空间分布特征

区域环境质量数据的地理空间分布特征呈现出显著的空间异质性,表现为污染物在不同地理区域内的浓度差异。热点区域往往集中在人口密集、工业活动频繁或交通繁忙的城市中心区域,这些区域的污染物浓度普遍较高,尤其是空气中的PM_{2.5}、PM₁₀等颗粒物以及氮氧化物和二氧化硫等大气污染物,这

些地区的污染负荷较大,受交通排放、工业废气及城市化进程的影响较为显著。同时,污染物浓度变化受多种因素影响,包括地形、气候条件、风速和湿度等。

1.1.2 空间自相关分析

空间自相关分析是一种研究地理空间数据相似性和空间分布特征的方法,通常用于识别区域内污染物的分布模式以及确定热点与低风险区域之间的关系。通过空间自相关分析,可以量化某一地区污染物浓度的空间集聚性,即在某一地理位置的污染物水平与周围区域污染物水平的相关程度。这种分析通过计算空间自相关指数,如Moran's I指数,来判断污染物是否呈现出集聚或分散的趋势。如果某一地区的污染物浓度与邻近区域相似,则该区域可能属于污染热点,反之,则为低风险区域。热点区域通常集中在城市中心、工业园区或交通密集地带,表现为污染物浓度的显著集聚现象。低风险区域则通常分布在远离污染源的区域,污染物浓度相对较低,且变化幅度小^[1]。

1.2 影响因素

1.2.1 气候条件

气候条件对污染物的扩散与聚集具有直接影响,温度、湿度和风力等因素是影响污染物分布的重要环境因子。对于温度而言,其会影响大气的稳定性,较高的温度通常会导致大气层的不稳定,使得污染物易于向上扩散或被带入更高层的大气中,进而影响污染物的浓度分布。低温时,特别是在冬季,逆温现象常发生,污染物被困在低层大气中,导致污染物浓度局部增高,尤其在城市等密集区域尤为明显。对于湿度而言,高湿度通常会增加空气中颗粒物的沉降速率,减少污染物的悬浮浓度,从而降低空气中某些污染物的浓度,而低湿度情况下,空气中的颗粒物容易长时间悬浮,增加了大气污染的程度。对于风力而言,较强的风力可以增强污染物的稀释与扩散,帮助将污染物远距离带走,减轻局部区域的污染浓度。反之,风力较弱时,污染物的扩散能力受限,容易在源头区域形成污染积聚,尤其是在风速较低的山谷或城市环境中。

1.2.2 地理环境

地理环境因素对区域污染的影响表现为多方面的相互作用,其中城市化进程和农业活动是主要的影响因素。城市化进程导致了大量建筑、基础设施的建设和人口的集中,带来了能源消费的增加和废弃物排放的集中,尤其是工业化和建筑业的污染物排放显著增加。城市的扩展往往伴随着土地的密集开发,这些区域的污染物浓度较高,尤其是在工业区、商业区及交通密集区域,污染源集中且排放量大。农业活动尤其是在农村或农田集中的地区,农业生产过程中施用的化肥和农药可能导致土壤和水体的污染。大量使用化肥和农药不仅会增加土壤中的有害物质含量,还可能通过地表径流进入水体,进一步扩展污染范围。在一些农业集中的区域,农田排放的氮、磷等营养物质也对水质造成了严重影响。

1.2.3 社会经济因素

社会经济因素特别是工业发展和能源消耗是主要的驱动因素,工业发展带来了大量的资源需求和能源消耗,尤其是传统高污染行业如化工、钢铁、煤炭等,其生产过程中的废气、废水和固体废物排放对环境造成了较大的压力。工业化进程中,污染源的集中与排放量大大增加,尤其是在重工业集中的区域,空气和水体污染问题尤为突出。随着经济的快速增长,能源需求不断增加,尤其是以化石燃料为主的能源消耗对环境产生了直接的负面影响。煤炭、石油等传统能源的燃烧不仅释放大量的二氧化碳,还会产生有害气体,如硫氧化物和氮氧化物,造成空气污染和温室效应^[2]。

2 区域环境质量监测数据的污染源解析与来源追溯

2.1 污染源识别方法

2.1.1 数理模型

空间插值法是一种通过已知点的环境监测数据推测未知区域污染物浓度的方法,常用于区域污染源的空间分布分析。通过插值技术,可以建立污染物浓度的连续性模型,进而识别出污染的高发区域和潜在的污染源。主成分分析(PCA)则是一种降维技术,适用于处理高维度的环境数据。通过PCA,可以将多个污染物

指标合成少数几个主成分,提取出数据中最具代表性的变化模式,从而识别出主导的污染源类型和影响因素。因子分析与PCA相似,通过分析污染物的相关性,识别出潜在的共同因子,并进一步追溯污染源的来源。

2.1.2 空间回归分析与机器学习方法的结合应用

空间回归分析通过考虑地理空间数据中的空间相关性,能够有效地处理污染物浓度与空间位置之间的依赖关系。通过建立空间回归模型,能够评估污染物的空间分布特征及其与周围环境因素之间的关系,从而识别污染源的空间模式和潜在影响范围。结合机器学习技术,如支持向量机(SVM)、决策树和随机森林等方法,能够进一步提高污染源识别的准确性。机器学习方法通过处理大规模的环境监测数据,能够发现复杂的非线性关系,从多维度提取特征,识别出潜在的污染源类型与来源。

2.2 主要污染源

2.2.1 工业排放

工业排放是区域环境污染的主要来源,尤其是化工、钢铁和能源等重工业对大气、水体和土壤的污染影响极为显著。其中,化工行业的生产过程中,化肥、塑料、制药等领域都会排放大量的有毒有害气体,如二氧化硫、氮氧化物、挥发性有机物(VOCs)等;在冶炼和轧制过程中排放的二氧化碳、氮氧化物和颗粒物对大气环境构成了严重威胁;能源产业,特别是煤炭、石油等传统能源的开采和燃烧,也是环境污染的重要源头。煤炭燃烧过程中释放的二氧化碳、硫氧化物和氮氧化物,是造成酸雨和温室效应的主要因素。

2.2.2 农业污染

农业污染尤其是农药和化肥的过量使用,对水土污染的贡献日益严重。农药作为防治农作物病虫害的重要方式,其广泛使用虽然提高了农业产量,但也对环境造成了不可忽视的污染。农药中的化学成分不仅通过空气扩散影响周围环境,还通过降水和灌溉水流进入水体,污染河流、湖泊等水源,进而影响水质和生态系统的健康。化肥的过量使用则进一步加剧了土壤和水源的污染,氮肥和磷肥在土壤中的积累,尤其在雨季,通过地表径流进入水体,导致水体富营养化,引发水华现象,严重影响水生生物的生存环境。

2.2.3 交通排放

交通排放是城市及道路交通污染的主要源头,尤其在人口密集和工业化程度较高的地区,交通污染对空气质量的影响愈加突出。机动车辆的尾气排放主要包括二氧化碳、氮氧化物、一氧化碳和细颗粒物等有害物质,不仅直接影响空气质量,还对人体健康造成威胁。随着城市化进程的推进,私家车数量的增加、公共交通设施的不足以及交通管理措施的不完善,都使得交通排放成为影响空气质量的主要因素^[3]。

2.3 污染物的源解析与归因

2.3.1 不同污染源对环境质量的影响程度

不同污染源对环境质量的影响程度具有较大的差异,具体取决于污染源的类型、排放量以及所在地区的环境承载能力。工

业排放通常是区域空气和水质污染的主要来源，尤其在重工业集中地区，废气、废水和固体废弃物的排放量极为庞大。化工、钢铁和能源等高污染行业的排放物不仅对大气质量造成直接影响，还可能通过水体、土壤传播，引发跨区域污染，严重破坏生态系统和人类健康。农业污染主要体现在化肥和农药的过度使用，氮、磷等元素的大量施用导致水体富营养化，影响水源质量并威胁水生生物多样性。交通排放特别是在交通流量大的城市中心和道路交汇处，机动车尾气排放的污染物浓度往往高于其他地区。尾气中的有害物质，会直接影响城市的空气质量，并导致雾霾天气的频繁出现。

2.3.2 通过污染源追溯，分析其对区域环境质量的长期影响

通过污染源追溯，能够对污染物的来源进行详细分析，并评估其对区域环境质量的长期影响。污染源追溯通常依赖于环境监测数据、数理模型和统计分析方法，结合时间序列分析和空间自相关分析，识别污染源的空间分布和历史变迁。通过追溯污染物的来源，可以明确不同污染源在各个时期的排放量及其对环境的逐步积累效应。例如，工业排放的持续增长可能导致长期空气质量的恶化，甚至对水体和土壤造成不可逆的污染。随着时间推移，污染物的积累效应可能导致区域内生态系统的逐步退化，影响生物多样性和人类健康。

3 区域环境污染防控策略

3.1 政策建议

在推动污染源减少的过程中，政府应出台相关法规和激励政策，促进企业采用绿色生产技术和低碳排放标准，企业也应主动承担环境治理的社会责任，通过技术创新和资源节约来降低生产过程中的污染排放。绿色生产方式的推广需要通过政府的政策引导和资金支持，鼓励企业投资环保设施，提升生产工艺，减少对环境的负面影响。同时，加大对环境保护资金的投入，特别是针对农业和工业绿色转型的资金支持，能够有效推动污染减排和产业升级。政府可以通过设立专项基金、提供贷款优惠等方式，引导资金流向环保项目，支持农业在使用化肥、农药方面的绿色替代技术，推动工业向更加清洁、节能的方向转型。

3.2 技术手段

通过建设集成化的监测平台，能够在多个维度实时收集空气、水质、土壤等环境数据，建立起动态监控体系，不仅能够为

环境质量的实时评估提供支持，还能通过大数据分析技术，识别污染源的空间和时间分布特征，提前预测污染趋势，及时采取应对措施。随着环保技术的进步，绿色防控技术日益成为应对环境污染的有效手段。例如，在农业领域，精准施肥和生物防治技术能够大幅度减少化肥和农药的使用，降低水土污染。在工业方面，清洁生产工艺和污染物减排技术的推广，能够有效降低有害气体和废水的排放。在城市环境治理中，污水处理、废气净化和固废处理技术的升级也能显著改善污染状况。

3.3 公众参与与合作

公众的环保意识不仅影响其日常生活中的行为习惯，还直接影响社会对环境保护政策的支持和执行效果。政府应通过多渠道宣传与教育活动，提高公众对环境问题的认知，特别是在环保法律、污染防治措施及其对健康的长期影响方面进行普及。学校、媒体和社区等平台可成为环保教育的重要载体，开展环保知识的普及工作，激励公众在日常生活中采取低碳、节能、减少浪费等行动。同时，鼓励公众参与环境监测和污染源反馈，如通过线上平台报送污染信息，增加民众在环境保护中的主动性和责任感。

4 结论

综上所述，通过深入分析区域环境质量监测数据的空间分布特征及污染源解析，不仅能够提供污染防治的方向和依据，还为区域可持续发展提供保障。实现污染源的精确监测与科学治理，将为环境质量的改善、生态系统保护和公共健康提供有力支持。未来应加强区域环境质量监测系统的建设，提升监测数据的实时性和精确性，为环境管理决策提供更加精准的数据支持。

[参考文献]

- [1] 马茹. 探究质量保证与质量控制对水环境监测的影响[J]. 中国轮胎资源综合利用, 2024, (11): 45-47.
- [2] 石红霞. 环境监测中污水现场采样质量控制分析[J]. 黑龙江环境通报, 2024, 37(11): 64-66.
- [3] 罗佳杏. 水环境监测技术分析 with 监测质量控制要点研究[J]. 全面腐蚀控制, 2024, 38(10): 72-74.

作者简介:

李素娟(1979--), 女, 汉族, 湖南永兴人, 本科, 工程师, 研究方向: 环境质量监测, 环境执法, 环境总量控制。