

环保大数据在环境污染防治管理中的应用

郑 和

阿克苏地区生态环境局阿克苏市分局 新疆 阿克苏 843000

摘 要：本文围绕环保大数据在环境污染防治管理中的应用展开研究。阐述环保大数据海量、多源、高速、价值密度低的特点及其来源与采集方法，深入分析其在环境质量监测与预警、污染源识别与监管、环境应急管理、环境政策制定与评估等场景的应用实践。结合实际案例，论证大数据在污染防治中的显著成效，并提出提升数据质量与共享、强化技术研发与安全保障、完善管理机制与人才培养的优化策略，为环境治理提供数据驱动的科学方案。

关键词：环保大数据；环境污染防治；环境管理

1 环保大数据概述

1.1 环保大数据的概念与特点

环保大数据，是指在环境科学研究、环境保护活动以及环境管理过程中，通过多种渠道采集和积累的，具有海量、多源、实时等特性的环境数据集合。这些数据涵盖了大气、水、土壤、生物等多个环境要素，以及人类活动对环境产生影响的相关信息。与传统环境数据相比，环保大数据具有显著特点。首先是海量性，随着环境监测设备的普及、卫星遥感技术的发展以及物联网的应用，数据量呈指数级增长，每天产生的数据量可达TB甚至PB级别。其次是多源性，数据来源广泛，包括各类环境监测站点、企业排污申报系统、卫星遥感影像、无人机巡查记录、公众环境行为反馈等^[1]。再者是高速性，借助实时监测设备和通信技术，数据能够快速采集、传输和处理，实现对环境变化的动态跟踪。最后是价值密度低，虽然数据总量庞大，但有价值的信息往往分散其中，需要运用先进的数据挖掘和分析技术才能提取出来。

1.2 环保大数据的来源与采集方法

环保大数据的来源十分丰富。从监测设备来看，固定的环境监测站点，如大气监测站、水质监测站，能够持续采集大气污染物浓度、水质指标等数据；移动监测设备，如车载监测仪、手持式检测仪，则可对特定区域进行灵活监测。卫星遥感和无人机技术为获取大范围、宏观的环境数据提供了可能，可用于监测森林覆盖变化、海洋污染扩散等情况。企业的排污申报数据、在线监测数据是了解污染源的重要依据；政府部门的环境统计数据、环境执法记录也为环保管理提供了基础信息。社交媒体、环保APP等平台上公众分享的环境信息，如身边的污染现象，也成为环保大数据的补充来源。在采集方法上，主要分为自动采集和人工采集，自动采集依赖于各类智能传感器和监测系统，如大气污染物监测传感

器，能够按照设定的频率自动采集PM2.5、二氧化硫等数据，并通过网络实时传输到数据中心。人工采集则用于一些特殊场景或难以实现自动化采集的情况，如环境执法人员现场采样、生态调查人员实地勘察记录等。随着物联网技术的发展，越来越多的设备实现互联互通，构建起全方位、立体化的数据采集网络，确保数据的全面性和及时性。

2 环保大数据在环境污染防治管理中的应用场景

2.1 环境质量监测与预警

环境质量监测与预警依托环保大数据，构建起全方位、立体化的环境感知网络。在数据采集层面，不仅通过固定的大气监测站、水质监测断面、土壤监测点实时获取PM2.5浓度、化学需氧量、土壤酸碱度等基础数据，还借助卫星遥感、无人机巡查等手段，实现对森林覆盖率、水体面积变化等宏观环境要素的动态监测。这些多源异构数据传输至大数据平台后，利用时空数据分析模型，结合气象条件、地形地貌等变量，深度挖掘环境质量演变规律^[2]。以空气质量预警为例，基于历史污染物浓度数据与气象数据，运用深度学习算法构建预测模型，可提前72小时精准预报雾霾发生概率与污染峰值。如某省会城市引入LSTM神经网络模型，将气象数据（风速、湿度、气压）与PM2.5、PM10等监测数据结合，使雾霾预测准确率提升至85%以上。通过GIS技术绘制动态环境质量地图，以热力图、趋势曲线等可视化形式呈现区域环境差异，帮助管理者快速锁定污染高发区，为实施精准治污、分级管控提供科学依据。

2.2 污染源识别与监管

环保大数据通过多源数据融合分析，实现污染源的精准溯源与动态监管。在工业领域，建立“企业画像”系统，整合在线监测设备数据、生产工艺参数、能源消耗台账，运用关联规则挖掘技术，识别异常排放行为。

例如,某钢铁企业通过分析高炉煤气排放数据与生产负荷曲线,发现凌晨时段二氧化硫浓度异常波动,结合视频监控与人工核查,确认是脱硫设备故障导致超标排放,及时采取整改措施。交通污染源监管方面,依托车载诊断系统(OBD)、尾气遥感监测设备及交通流量数据,构建移动源排放清单。通过大数据分析,可量化不同车型、不同时段、不同路段的污染物排放量,为制定差异化限行政策提供支撑。在农业面源污染治理中,融合农田土壤墒情、施肥记录、降雨数据,运用分布式水文模型,模拟氮磷污染物迁移路径,辅助划定重点管控区域。例如,某流域通过大数据分析,发现暴雨后农田径流导致下游水体氨氮超标,进而推广测土配方施肥技术,使流域面源污染负荷降低20%以上。

2.3 环境应急管理

环保大数据在环境应急管理中构建起“监测-研判-响应”一体化机制。当突发污染事件发生时,大数据平台可在分钟级内整合气象、水文、地形等实时数据,结合污染扩散模型,动态推演污染影响范围。例如,在某化工园区爆炸事故中,利用大气扩散模型(ADMS),结合风速风向、地形数据,快速预测有毒气体扩散路径,为周边居民紧急疏散提供决策依据。依托案例库与知识图谱技术,将历史应急事件的处置流程、物资消耗、专家建议等信息结构化存储,通过相似案例匹配与智能推理,辅助制定应急方案。例如,某河流突发重金属污染事件时,系统自动匹配相似案例,推荐采用化学沉淀法与活性炭吸附联合处理工艺,缩短决策时间。在应急物资调度上,运用运筹学算法,综合考虑污染范围、道路通行状况、物资储备点分布,生成最优运输路线。如某次跨省水污染事件中,通过大数据优化调度,使应急物资运输效率提升30%,保障了污染处置及时开展。

2.4 环境政策制定与评估

环保大数据为环境政策全周期管理提供数据驱动的决策支持。在政策制定阶段,通过大数据分析环境问题的时空分布特征与演化趋势,精准识别政策需求。例如,分析某城市群空气质量数据发现,夜间工业排放与机动车尾气叠加导致臭氧污染加剧,据此出台错峰生产与夜间限行组合政策。运用政策仿真模型,模拟不同措施对环境指标的影响,优选政策方案^[3]。如通过系统动力学模型预测新能源汽车补贴政策对交通碳排放的减排效果,辅助确定补贴力度与期限。在政策实施后,建立动态评估体系,通过对比政策实施前后环境质量数据、企业行为数据、公众反馈数据,量化政策成效。例如,某省实施工业污染源“一企一策”治理后,通过大数据分

析发现,重点行业污染物排放量下降15%,但部分中小企业存在整改滞后问题,及时调整政策执行细则。另外,利用文本挖掘技术分析社交媒体、环保热线等渠道的公众反馈,捕捉政策实施中的社会影响,为政策动态优化提供参考,推动环境治理从经验决策向数据决策转型。

3 环保大数据应用的实践案例分析

3.1 案例一:某城市大气污染防治大数据应用

某城市曾长期受雾霾困扰,大气污染问题严重。为改善空气质量,该城市建立了大气污染防治大数据平台。平台整合了全市数百个空气质量监测站点的数据,同时接入了气象数据、交通流量数据、工业企业排放数据等多源数据。通过对这些数据的深度分析,发现该城市大气污染主要来源于工业排放、机动车尾气和扬尘。基于此,政府制定了针对性的治理措施:对重点工业企业实施严格的排放监管,要求安装先进的废气处理设备,并通过大数据平台实时监控排放情况;优化交通管理,推广新能源汽车,在高峰时段实施限行措施;加强建筑工地和道路扬尘治理,要求工地采取围挡、洒水等降尘措施。经过一段时间的治理,通过对大数据平台数据的持续监测和分析,该城市空气质量得到显著改善。PM2.5年均浓度大幅下降,重污染天数明显减少,蓝天数量增多,大数据在大气污染防治中的应用取得了良好成效。

3.2 案例二:某流域水污染防治大数据应用

某流域曾因工业废水排放、农业面源污染等问题,水质恶化严重。为解决水污染问题,该流域建立水污染防治大数据平台。平台汇聚流域内多个水质监测断面的数据,同时收集沿线工业企业的排污数据、农业生产数据、城镇污水处理厂运行数据等。通过数据分析,明确流域内主要的污染源和污染类型。针对工业污染源,加强对企业的执法监管,关闭一批违规排放的小工厂,对大型企业提出整改要求,确保达标排放^[4]。对于农业面源污染,推广生态农业模式,减少化肥和农药的使用量,并建立农村污水处理设施。同时利用大数据平台实时监测水质变化,及时调整治理措施。经过综合治理,该流域水质逐渐好转,主要水质指标达到国家标准,水生态系统得到有效恢复,生物多样性增加,大数据在流域水污染防治中发挥了重要作用。

4 环保大数据应用的优化策略

4.1 提升数据质量与共享水平

数据质量是环保大数据应用的根基,直接影响分析结果的可靠性与决策的科学性。建立严格的数据质量管理体系,需从数据全生命周期着手:在采集环节,统一各类监测设备的技术标准,规范数据采集流程,确保原

始数据的准确性；在传输环节，采用稳定的通信协议和加密技术，防止数据丢失或篡改；在存储环节，构建高效的数据存储架构，定期检查数据完整性。以大气监测为例，通过对PM2.5监测设备进行定期校准和交叉比对，可降低因设备老化导致的数据偏差。同时，需建立数据审核与清洗机制，运用统计学方法识别异常值，结合人工复核剔除噪声数据。数据共享是释放环保大数据价值的关键。当前，政府部门、科研机构和企业间的数据孤岛现象严重，建立统一的数据共享平台迫在眉睫。该平台应整合环境监测、企业排污、科研数据等多源信息，制定统一的数据接口标准，打破部门间的数据壁垒。还需完善数据共享规范，明确数据使用权限、保密等级和责任追溯机制，在保障数据安全的前提下，促进数据跨领域、跨部门流通，实现数据价值的最大化。

4.2 强化技术研发与安全保障

随着环保大数据规模呈指数级增长，其多样性、复杂性不断提升，对数据处理技术提出更高要求。在数据挖掘与分析领域，需加大研发投入，融合机器学习、深度学习算法，开发更智能的分析模型。例如，利用神经网络算法对海量水质数据进行特征提取，可更精准地预测水体富营养化趋势；通过强化学习优化污染源识别模型，实现对复杂污染场景的快速定位。同时需提升数据处理效率，采用分布式计算框架（如Hadoop、Spark）处理PB级数据，缩短分析周期。数据安全性是环保大数据应用的生命线。当前，数据泄露、恶意攻击等安全风险频发，需构建多层次的安全保障体系。在技术层面，采用数据加密技术对敏感数据进行全生命周期保护，运用访问控制策略限制数据访问权限；部署入侵检测系统和防火墙，实时监控网络攻击行为。在管理层面，建立数据备份与恢复机制，定期进行容灾演练；制定数据安全应急预案，明确突发安全事件的处置流程。通过技术与管理的双重保障，筑牢环保大数据的安全防线。

4.3 完善管理机制与人才培养

科学的管理机制是环保大数据应用落地的重要保

障。首先，需建立健全专门的管理机构，明确生态环境部门、数据管理部门、科研单位等主体的职责分工，形成统筹协调、高效联动的工作机制。其次，制定量化的考核评价指标，将数据质量、应用成效、共享水平等纳入考核体系，激励各部门积极参与大数据应用。如对数据共享成效显著的单位给予政策倾斜，对应用成果突出的团队进行表彰奖励^[5]。人才是推动环保大数据发展的核心动力，当前，既懂环境科学又精通大数据技术的复合型人才严重短缺，需构建多元化的人才培养体系。在高校教育方面，增设环境大数据相关专业或课程，将数据挖掘、环境信息系统等内容纳入教学大纲，培养专业人才。在职业培训方面，联合企业和科研机构开展定向培训，针对在职人员开设大数据分析、平台运维等实践课程。建立人才激励机制，通过优厚的待遇和良好的发展空间，吸引国内外优秀人才投身环保大数据领域，为行业发展注入持续动力。

结束语

环保大数据作为环境污染防治管理的重要工具，已在多领域展现强大效能，推动环境治理从经验驱动向数据驱动转型。然而，当前应用仍面临数据壁垒、技术瓶颈和人才短缺等挑战。未来，需持续深化大数据与环境科学融合，完善数据共享与安全体系，加强跨学科人才培养，进一步释放环保大数据潜力，为实现生态环境高质量发展提供坚实支撑，助力美丽中国建设。

参考文献

- [1]曹雯婷.环保大数据在环境污染防治管理中的应用[J].皮革制作与环保科技,2023,4(17):44-46.
- [2]彭雨晴.环保大数据在环境污染防治管理中的应用[J].皮革制作与环保科技,2023,4(17):52-54.
- [3]肖国生.环保大数据在环境污染防治管理中的应用[J].资源节约与环保,2021(11):122-124.
- [4]曾承文.环保大数据在环境污染防治管理中的应用[J].低碳世界,2022,12(10):10-12.