

Research on precision prevention and control technology of industrial pollution sources based on intelligent monitoring and big data analysis

Gang Liu

Ningxia Hening Chemical Co., Ltd., Yinchuan, Ningxia, 750000, China

Abstract

With the rapid development of industrialization, the pressure on the ecological environment caused by industrial pollution sources is increasing day by day. Traditional methods for controlling industrial pollution sources suffer from low monitoring efficiency, insufficient data utilization, and lack of targeted control measures. This paper studies precise control technology for industrial pollution sources based on intelligent monitoring and big data analysis. It first introduces the application of intelligent monitoring technologies in industrial pollution source monitoring, including sensor technology and IoT technology, achieving real-time and accurate collection of emission data from industrial pollution sources. Then, it discusses the advantages of big data analysis techniques in processing and analyzing massive amounts of pollution data. Through methods such as data mining and machine learning, these techniques can deeply uncover the intrinsic patterns of pollution data, providing decision support for precise control. Finally, it explores precise control strategies for industrial pollution sources based on intelligent monitoring and big data analysis, including pollution source localization, risk warning, and optimization of control measures. The aim is to enhance the efficiency and effectiveness of industrial pollution source control, thereby providing strong support for environmental protection.

Keywords

intelligent monitoring; big data analysis; industrial pollution sources; precision prevention and control

基于智能监测与大数据分析的工业污染源精准防控技术研究

刘刚

宁夏和宁化学有限公司, 中国·宁夏 银川 750000

摘要

随着工业化的快速发展, 工业污染源排放对生态环境造成的压力日益增大。传统的工业污染源防控方式存在监测效率低、数据利用不充分、防控措施缺乏针对性等问题。本文研究了基于智能监测与大数据分析的工业污染源精准防控技术。首先介绍了智能监测技术在工业污染源监测中的应用, 包括传感器技术、物联网技术等, 实现了对工业污染源排放数据的实时、精准采集。然后阐述了大数据分析技术在处理和分析海量污染数据方面的优势, 通过数据挖掘、机器学习等方法, 能够深入挖掘污染数据的内在规律, 为精准防控提供决策支持。最后探讨了基于智能监测与大数据分析的工业污染源精准防控策略, 包括污染源定位、风险预警、防控措施优化等, 旨在提高工业污染源防控的效率和效果, 为生态环境保护提供有力保障。

关键词

智能监测; 大数据分析; 工业污染源; 精准防控

1 引言

工业是国民经济的重要支柱, 但工业生产过程中产生的废水、废气、废渣等污染物排放, 对大气、水体和土壤等环境要素造成了严重污染, 威胁着生态平衡和人类健康。传统的工业污染源防控主要依靠定期的人工监测和经验判断, 存在监测频率低、数据准确性差、无法实时掌握污染源动态变化等问题, 难以满足当前生态环境保护的需求。智能监测

技术的出现, 为工业污染源的实时、精准监测提供了可能。通过传感器、物联网等技术, 可以实现对工业污染源排放数据的连续、自动采集, 大大提高了监测效率和数据的准确性。同时, 大数据分析技术能够对海量的污染数据进行深度挖掘和分析, 发现污染排放的规律和趋势, 为工业污染源的精准防控提供科学依据。因此, 研究基于智能监测与大数据分析的工业污染源精准防控技术具有重要的现实意义。

2 智能监测技术在工业污染源监测中的应用

2.1 传感器技术

传感器是智能监测系统的核心部件, 能够将各种物理

【作者简介】刘刚(1994-), 男, 中国甘肃华亭人, 工程师, 从事环境污染防治工程研究。

量（如温度、压力、流量、污染物浓度等）转换为电信号或其他可测量的信号。在工业污染源监测中，常用的传感器包括气体传感器、水质传感器、粉尘传感器等。气体传感器可以实时监测工业废气中各种污染物的浓度。水质传感器则用于监测工业废水的酸碱度、化学需氧量、氨氮等指标。粉尘传感器能够检测工业生产过程中产生的颗粒物浓度。这些传感器具有灵敏度高、响应速度快、稳定性好等优点，能够为工业污染源的实时监测提供准确的数据支持。

2.2 物联网技术

物联网技术通过将传感器、通信模块等设备连接起来，实现了数据的实时传输和共享。在工业污染源监测中，物联网技术可以将分布在各个污染源点的传感器采集到的数据，通过无线或有线网络传输到监控中心。有线通信技术如以太网则具有传输速率高、稳定性好等优点，可用于对数据传输要求较高的场景。通过物联网技术，监控中心可以实时获取工业污染源的排放数据，并对数据进行集中管理和分析。

2.3 智能监测系统的构建

依托传感器技术与物联网技术，搭建起智能监测系统。此系统通常由四个关键层级构成，分别是数据采集层、网络传输层、数据处理层和应用层。数据采集层作为系统的“触角”，由多种传感器组成，负责精准采集工业污染源的排放数据，涵盖污染物的浓度、流量等关键信息。网络传输层则扮演“信息通道”的角色，将采集到的数据迅速、稳定地传输至数据处理层。数据处理层对数据进行全面处理，包括存储、清洗、分析和挖掘，从中提取出有价值的信息。最后，应用层依据数据处理层的结果，为用户提供多样化的应用服务。

3 大数据分析技术在工业污染源防控中的应用

3.1 大数据的特点与挑战

工业污染源监测产生的数据具有海量性、多样性、高速性和价值密度低等特点。海量性体现在随着监测点的增加和监测频率的提高，数据量呈爆炸式增长；多样性表现为数据类型丰富，包括结构化数据（如传感器采集的数值数据）和非结构化数据（如监测设备的日志、图像等）；高速性要求数据能够实时采集、传输和处理；价值密度低则意味着在大量的数据中，真正有价值的信息可能只占很小的一部分。这些特点给大数据分析带来了挑战，如数据存储和管理困难、数据处理和分析效率低、数据安全和隐私保护等问题。因此，需要采用合适的大数据处理技术和方法来解决这些问题。

3.2 大数据分析技术方法

3.2.1 数据挖掘

数据挖掘是从大量的、不完全的、有噪声的、模糊的、随机的实际应用数据中，提取隐含在其中的、人们事先不知道的、但又是潜在有用的信息和知识的过程。在工业污染

源防控中，数据挖掘技术可以用于发现污染排放的规律和趋势，如不同时间段、不同生产工艺下的污染物排放特征，以及污染源之间的关联关系等。常用的数据挖掘算法包括关联规则挖掘、聚类分析、分类算法等。关联规则挖掘可以发现污染物排放之间的关联关系，例如某种污染物的排放增加可能会导致另一种污染物的排放也增加。聚类分析可以将相似的污染源或污染数据分为一类，从而识别出污染排放模式相似的企业或区域。分类算法则可以根据污染源的特征将其分为不同的类别，为精准防控提供依据。

3.2.2 机器学习

机器学习是一门多领域交叉学科，涉及概率论、统计学、逼近论、凸分析、算法复杂度理论等多门学科。它专门研究计算机怎样模拟或实现人类的学习行为，以获取新的知识或技能，重新组织已有的知识结构使之不断改善自身的性能。在工业污染源防控中，机器学习算法可以用于建立污染排放预测模型，根据历史数据和实时监测数据预测未来的污染排放情况。

3.3 大数据分析在工业污染源防控中的作用

大数据分析在工业污染源防控中发挥着多方面关键作用。在污染源定位方面，借助对海量数据的深度剖析，能够精准锁定工业污染源的具体位置，并明确其排放强度。结合地理信息系统（GIS）技术，将污染源分布情况以直观的地图可视化形式呈现。在风险预警环节，利用大数据分析构建污染风险预警模型，综合考虑污染物排放趋势、气象条件以及环境容量等多方面因素，对可能出现的污染事件进行预测，并及时发出预警信号。这些信号可通过短信、邮件、APP推送等多种途径传达给相关部门与企业，以便迅速采取防控举措。此外，大数据分析还能用于防控效果评估，通过对比防控措施实施前后的污染排放数据，评估措施成效，同时分析不同防控手段的成本效益，为制定科学、合理的防控方案提供重要参考。

4 基于智能监测与大数据分析的工业污染源精准防控策略

4.1 污染源精准定位与分级管理

在工业污染源防控工作中，污染源精准定位与分级管理是重要举措。借助智能监测系统，可实现对工业污染源排放数据的实时采集。这些数据涵盖污染物浓度、排放流量等多方面信息，为精准定位污染源提供了坚实基础。再结合大数据分析技术，通过对海量监测数据的深度挖掘与处理，能够精确锁定污染源的具体位置。完成精准定位后，依据污染源的排放强度、所排放污染物的种类以及环境敏感程度等关键因素，对污染源实施分级管理。对于那些排放强度大、所排污染物毒性高且处于环境敏感区域的污染源，因其对环境危害较大，被列为重点监管对象。针对这类污染源，需加大监测频率，实时掌握其排放动态，同时强化执法力度，严厉

打击违规排放行为。而对于排放强度较小、污染物毒性较低的污染源,则采取常规监管措施,在保证环境安全的前提下,合理分配监管资源^[1]。通过这种精准定位与分级管理的方式,能够提高工业污染源防控的针对性和有效性,推动环境质量持续改善。

4.2 动态风险预警与应急响应

在工业污染源防控领域,构建基于大数据分析的动态风险预警体系至关重要。该体系能实时追踪工业污染源的排放动态,涵盖各类污染物的排放浓度、排放量等关键数据。通过对海量监测数据的深度剖析与实时分析,一旦发现监测数据突破预设的预警阈值,系统会即刻发出预警信号。预警信号触发后,应急响应机制迅速启动。首要任务是制定科学合理的应急预案,明确各部门在污染事件处置中的职责与行动流程。迅速组织专业的应急救援队伍。此外,还需及时调配应急物资,如防护装备、吸附材料、净化设备等,确保物资充足且能快速送达现场。通过这一系列举措,能够在工业污染事件发生时,以最快的速度、最有效的手段进行处置,最大程度降低污染带来的损失,保障生态环境安全和公众健康。

4.3 防控措施优化与决策支持

在工业污染源防控工作中,大数据分析为防控措施的优化与决策提供了关键支撑。借助对海量数据的深度挖掘,能够清晰洞察不同工业行业以及各类生产工艺下的污染排放特征与规律。不同行业因原料、生产流程等差异,污染物排放的种类、浓度和时段各不相同;同一行业内,不同生产工艺所产生的污染也有明显区别。基于这些分析结果,可为制定精准的防控措施提供有力依据。针对高耗能、高污染行业,可大力推广清洁生产技术,引导企业优化生产工艺流程,从源头上减少污染物的生成。比如采用新型催化剂降低化学反应中的副产物产生,或改进生产环节的物料循环利用方式,提高资源利用率,降低污染排放。对于污染治理设施运行效率低下的企业,可依据大数据反馈的问题,指导其进行技术改造与升级^[2]。例如更换更高效的过滤设备、优化净化系统的运行参数等,以提升污染治理效果。此外,大数据分析还能助力实现防控措施的动态调整。根据实时监测数据和长期分析结果,及时发现防控措施中存在的问题与不足,对措施进行优化和完善,确保防控工作始终保持精准性和有效性,从而更高效地控制工业污染源排放,改善环境质量。

4.4 区域协同防控与信息共享

工业污染问题并非孤立存在,其扩散与影响往往跨越

行政边界,呈现出显著的区域性特征。在此背景下,单一地区独立开展防控工作,受限于治理范围和资源调配,难以收获理想成效。鉴于此,强化区域间的协同防控显得尤为必要,而建立区域间信息共享机制则是实现协同防控的重要基石。借助智能监测系统与大数据分析平台,能够搭建起区域间污染数据实时共享与交换的桥梁。智能监测系统持续收集各类污染数据,涵盖大气、水体、土壤等多方面。大数据分析平台则对这些海量数据进行整合、分析与挖掘,将原本分散、复杂的信息转化为有价值的知识。通过区域间污染数据的实时共享,各地能够全面掌握区域污染的整体形势,包括污染物的传播路径、污染源的分布情况以及污染的时空变化规律等^[3]。基于这些信息,各地可共同开展污染形势分析,深入探讨污染成因和影响因素。在此基础上,制定联合防控措施,打破行政壁垒,实现资源的高效整合与协同调配。例如,统一规划污染治理项目,共同开展环境执法行动等。通过这种区域协同防控与信息共享的模式,能够有效提升区域整体的环境质量,推动生态环境持续改善。

5 结论

基于智能监测与大数据分析的工业污染源精准防控技术是解决当前工业污染问题的有效手段。智能监测技术实现了对工业污染源排放数据的实时、精准采集,大数据分析技术则能够对海量的污染数据进行深度挖掘和分析,为精准防控提供决策支持。通过实施污染源精准定位与分级管理、动态风险预警与应急响应、防控措施优化与决策支持、区域协同防控与信息共享等策略,可以提高工业污染源防控的效率和效果,减少工业污染对生态环境的影响。然而,该技术在实际应用中还面临一些挑战,如智能监测设备的成本较高、大数据分析技术的专业人才短缺、数据安全和隐私保护等问题。未来,需要进一步加强技术研发和创新,降低设备成本,培养专业人才,完善相关法律法规和标准体系,推动基于智能监测与大数据分析的工业污染源精准防控技术的广泛应用,为实现生态环境保护和可持续发展目标做出更大贡献。

参考文献

- [1] 张广增. 智能化环境监测与管理系统在工业污染防治中的应用探索[J]. 清洗世界, 2023, 39 (12): 163-165.
- [2] 黎荣清. 工业污染源污染防治设施精细化管理研究[J]. 黑龙江环境通报, 2023, 36 (03): 117-119.
- [3] 鹿明. 基于大数据的污染源普查清查方法学研究[D]. 哈尔滨工业大学, 2019.