

Trend Analysis and Control Strategy of Urban Atmospheric Particulate Monitoring Series

Yurong Zhou Tianxin Jin Shanshan Hu Jiani Gong

Zhejiang Qiusi Environmental Monitoring Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 310000, China

Abstract

Urban particulate matter (PM) is one of the major contributors to air pollution and has significant negative effects on human health. By monitoring the concentration, sources, and distribution of particulate matter, valuable data can be provided to support the improvement and management of urban air quality. This paper focuses on the trend analysis and control strategies of urban atmospheric particulate matter monitoring sequences, emphasizing the definition and classification of urban particulate matter, the development of monitoring methods, the trend changes of monitoring data, and the impact of pollution sources. The implementation effect evaluation of control strategies for urban particulate matter is discussed, and improved management pathways are proposed to provide scientific support for enhancing air quality and governance efficiency.

Keywords

Urban particulate matter; Monitoring data; Trend analysis; Control strategies; Pollution source control

城市大气颗粒物监测序列的趋势分析与控制策略

周雨蓉 金甜欣 胡姗姗 龚佳妮

浙江求实环境监测有限公司, 中国·浙江 杭州 310000

摘要

城市大气颗粒物 (PM) 是导致空气污染和对人类健康产生负面影响的重要因素之一。通过监测大气颗粒物的浓度变化、来源与分布, 能够为城市空气质量的改善和治理提供数据支持。本文围绕城市大气颗粒物监测序列的趋势分析与控制策略展开研究, 重点分析了城市大气颗粒物的定义与分类、监测方法的发展、监测数据的趋势变化、污染源的影响等内容, 讨论了城市大气颗粒物控制策略的实施效果评估, 并提出了改进的管理路径, 为提高空气质量和治理效率提供科学依据。

关键词

城市大气颗粒物; 监测数据; 趋势分析; 控制策略; 污染源控制

1 引言

随着城市化进程的加速, 城市大气颗粒物 (PM) 污染日益严重, 对空气质量和人类健康构成了巨大的威胁。颗粒物的来源复杂, 包括工业排放、交通污染和建筑施工等, 且其浓度受气象条件、季节变化以及城市发展水平的影响。大气颗粒物监测已成为城市环境管理的重要组成部分, 通过监测可以获得颗粒物浓度变化的时空分布数据, 为制定有效的污染治理措施提供支持。本文通过分析城市大气颗粒物的监测序列数据, 探讨其趋势变化, 并结合污染源控制和技术创新, 提出了切实可行的控制策略。此外, 文章还对控制策略的实施效果进行了评估, 并对未来改进路径提出了建议, 为改善城市空气质量提供理论依据。

【作者简介】周雨蓉 (1999-), 女, 中国浙江诸暨人, 本科, 从事生态环境监测与分析研究。

2 城市大气颗粒物监测序列概述

2.1 大气颗粒物的定义与分类

大气颗粒物 (PM) 指的是悬浮在空气中的固体或液体颗粒, 广泛存在于自然和人工环境中。其成分复杂, 主要包括尘土、煤烟、汽车尾气、工业废气等。根据颗粒的直径, 通常将其分为 PM₁₀、PM_{2.5} 和 PM_{0.1} 等几类。PM₁₀ 指的是直径小于 10 微米的颗粒, PM_{2.5} 则是直径小于 2.5 微米的颗粒, 这些细小颗粒能够深入肺部, 甚至进入血液循环, 造成呼吸系统及心血管健康问题。大气颗粒物还根据其来源可分为一次性颗粒物和二次颗粒物, 一次性颗粒物直接来源于污染源, 如工业排放, 二次颗粒物则是通过大气中的化学反应形成的^[1]。

2.2 城市大气颗粒物监测的意义与目的

城市大气颗粒物监测旨在通过持续的空气质量检测, 获取污染物浓度变化的数据, 为城市管理提供科学依据。大气颗粒物的浓度变化直接影响空气质量, 进而影响居民的健

康。监测数据不仅可以反映城市空气污染的时空变化特征，还能揭示污染源的主要成分和来源途径。通过监测结果，相关部门可以及时采取防控措施，如调整交通管制、优化工业布局、加强环保政策等，从而减少污染物排放，改善空气质量。监测结果还可为公众健康风险评估提供依据，帮助政府制定和完善环境保护政策，促进城市的可持续发展。

2.3 城市大气颗粒物监测方法与技术发展

城市大气颗粒物的监测技术经历了从传统的人工采样到现代自动化监测的转变。早期的颗粒物监测主要依靠沉降式采样法，采用玻璃纤维滤膜对空气中的颗粒物进行收集，经过过滤后测量颗粒物的质量。然而，随着技术的发展，现代大气监测更多依赖于自动化设备，如微量采样器、激光粒度分析仪和光散射法等。这些先进设备能够实时采集和分析空气中的颗粒物数据，提高监测的准确性和效率。同时，随着大数据和物联网技术的应用，城市大气颗粒物监测已逐步实现数据远程传输和智能化管理，监测数据的采集、传输和处理更加高效，能够为城市空气质量管理提供实时支持。

3 城市大气颗粒物监测数据的趋势分析

3.1 数据收集与分析方法

城市大气颗粒物的监测数据收集通常通过固定监测点与流动监测相结合的方式。固定监测点一般设置在城市的不同区域，确保覆盖各类典型的空气污染情况。流动监测则通过便携式监测设备，在不同时间和空间范围内进行监测，获取更广泛的空气质量数据。数据分析方法方面，常用的有时间序列分析、趋势分析、相关性分析等。通过统计分析，能够揭示颗粒物浓度变化的规律，并为预测未来空气质量提供依据。此外，数据分析还需结合气象数据进行综合分析，以消除气象因素对颗粒物浓度波动的干扰，从而提高分析结果的准确性。

3.2 历史趋势与季节性变化分析

通过对多年监测数据的积累与分析，可以揭示城市大气颗粒物浓度的历史趋势。一般来说，城市颗粒物浓度呈现出明显的季节性变化，冬季由于采暖、燃煤等活动的增加，颗粒物浓度通常较高，夏季则较为低谷。历史数据分析能够揭示不同季节颗粒物的来源及变化规律，为进一步采取针对性措施提供依据。通过趋势分析，可以发现污染物浓度随时间的变化趋势，如是否存在长期上升或下降的趋势，是否与某些社会经济活动或气象条件相关，从而为政策制定和污染控制提供数据支持。

3.3 各类污染源对颗粒物浓度变化的影响

城市大气颗粒物的浓度变化受到多种污染源的影响，主要包括交通排放、工业废气、建筑施工以及自然源如扬尘等。交通排放特别是在早晚高峰时段，对城市颗粒物浓度有较大的贡献。工业排放、建筑施工及道路扬尘等也在特定季节或特定区域对颗粒物浓度产生显著影响。通过对不同污染源的分析，能够明确污染物的主要来源，为制定更加精确的

治理策略提供依据。例如，若发现交通污染是主要来源，便可以通过提高公共交通的使用率或推广电动车等措施来减轻交通污染。

4 城市大气颗粒物的控制策略研究

4.1 污染源控制策略

控制城市大气颗粒物污染的核心在于源头控制，关键的污染源包括交通、工业、建筑施工和扬尘等。对于交通污染，主要的控制策略是提高车辆排放标准，推广电动汽车和混合动力车辆，以及加强公共交通建设，减少私人车辆的使用，从而有效减少颗粒物排放。此外，提升交通管理水平，例如优化交通信号、实施交通疏导等，也能在一定程度上减少交通高峰时段的排放。工业污染源的控制则依赖于对高污染企业的严格监管，推动清洁生产技术的应用，实施高效的废气处理设施，减少颗粒物的产生。对于建筑施工扬尘的控制，必须加强施工现场的环保管理，采取防尘网、防尘喷雾等措施，并在施工过程中加强环境监测。扬尘治理可以通过使用低扬尘的建筑材料和优化施工工艺来减少污染^[2]。此外，通过规划和政策引导，避免污染源集中在特定区域，有助于实现整体减排效果。

4.2 环境政策与法规的作用

环境政策与法规的执行是大气颗粒物控制的法律保障。通过制定并严格执行大气污染防治法、大气污染物排放标准等法规，政府能够对各类污染源进行有效监管。政策层面，应当不断提升排放标准，特别是交通和工业领域的排放限制，推动企业提高环保投资和技术改造。政策引导应兼顾经济发展和环境保护，特别是推动绿色低碳产业发展，支持环保技术的研发和应用。同时，政府可通过经济手段促进污染控制，如排污收费、环境税收等，鼓励企业进行污染治理。对于违反排放标准的企业，政府应加大处罚力度，提高违法成本，以形成强有力的环境约束力。此外，环境政策的执行需要强化监管机制，包括加强环境监察和检查，建立更加透明的环境信息公开系统，鼓励社会公众参与监督，确保政策的有效落实和执行。

4.3 技术创新与治理方法的应用

在控制城市大气颗粒物的过程中，技术创新和先进治理方法的应用具有重要作用。首先，随着环境监测技术的发展，实时在线监测技术的应用使得颗粒物的检测更加精确和及时。通过部署空气质量监测网络，结合大数据和人工智能技术，能够精准分析颗粒物浓度变化趋势，并及时进行调控。此外，排放源的治理技术也是关键，采用高效的除尘设备，如静电除尘、布袋除尘器等，可以有效降低工业废气中的颗粒物排放。另一方面，交通领域的污染控制技术也在不断创新，如低排放车辆的普及、智能交通系统的优化等，这些都能有效减少交通污染源的颗粒物排放。建筑施工中的扬尘治理技术也不断发展，现代建筑工地广泛使用水雾降尘、除尘网等技术，有效控制施工期间的颗粒物排放。此外，创新型

治理技术如催化氧化技术、绿色建筑材料的应用也能在源头上减少颗粒物的生成。通过不断引入新技术,提升颗粒物治理的效率,才能实现大气污染的有效控制。

5 城市大气颗粒物控制策略的实施与评估

5.1 实施效果评估方法

对城市大气颗粒物控制策略的实施效果进行评估,能够为优化政策和治理措施提供依据。效果评估方法通常包括基于监测数据的对比分析法、回归分析法和模型预测法等。通过对颗粒物浓度数据进行对比分析,能够直接反映实施控制措施前后的变化趋势。回归分析法则通过建立颗粒物浓度与污染源、气象条件、政策执行等因素之间的数学模型,量化不同因素对污染浓度的贡献度,从而评估控制措施的具体影响。同时,评估过程中应综合考虑各类污染源的贡献,结合技术手段、政策措施和社会参与等多重因素,全面分析治理效果。数据驱动的评估方法也可以利用大数据分析,结合实时监测数据,评估短期和长期控制效果。此外,评估过程中还应定期跟踪大气质量变化,及时调整治理策略,确保效果的持续性和稳定性。

5.2 政策执行中的挑战与对策

政策执行中面临的一大挑战是监管力度不足,许多地方存在监管盲区,导致污染排放超标的现象屡见不鲜^[3]。对于企业而言,由于环保成本较高,部分企业不愿意主动进行污染治理。为应对这些问题,政府应加强对企业的监督和检查,确保环保法规的执行。对不符合排放标准的企业,应严格按照法规处罚,并通过环保技术改造、财政补贴等手段,鼓励企业进行自我整改。同时,环保部门应加大执法力度,确保政策得到有效执行。另一个挑战是公众的环保意识不足,部分市民缺乏环保意识,未能积极参与到污染控制中。为此,政府和社会组织应加强环保宣传,普及环保知识,提高公众的环保意识。通过政府、企业与公众的共同努力,能够有效解决政策执行中的挑战,确保颗粒物控制策略的成功实施。

5.3 城市大气颗粒物监测与管理体系的优化路径

优化城市大气颗粒物监测与管理体系,是提升城市空

气质量的关键。首先,应增强监测系统的覆盖面,特别是在交通密集区和污染源集中的工业区,增加空气质量监测站点,确保数据的代表性与准确性。监测设备应不断更新,以适应新的环境变化和监测需求,同时利用遥感技术、无人机等先进手段,实现对大气污染的动态监测^[4]。此外,大数据和云计算技术的应用能够提高数据处理的效率,通过对污染数据的实时分析,为决策者提供及时的政策依据。在管理体系方面,应建立完善的信息共享平台,加强政府部门间的协作,形成跨部门协同治理的合力。利用现代科技手段,推动政府、企业与公众的互动合作,实现全社会共治。通过构建智能化、系统化的监测与管理体系,可以不断优化颗粒物控制策略,提升治理效果。

6 结语

城市大气颗粒物的治理是提升空气质量、保障公众健康的重要任务。通过对颗粒物污染源的有效控制、政策法规的严格执行以及技术创新的应用,可以显著减少污染排放,改善空气质量。然而,治理工作面临的挑战仍然不容忽视,包括污染源控制的复杂性、政策执行中的困难以及公众参与的不足。因此,未来的治理策略需要更加综合和系统化,推动政府、企业与公众的协同合作。同时,随着监测技术和数据分析方法的不断发展,城市大气颗粒物的管理将更加精确和高效。通过持续改进控制策略、加强政策执行和促进技术创新,城市大气颗粒物污染问题有望得到更好的解决,为城市居民创造一个更加清洁、健康的生活环境。

参考文献

- [1] 陈均玉.西藏七城市大气颗粒物理化特性、来源解析及其生态风险评价研究[D].导师:布多.西藏大学,2025.
- [2] 贾世铭.典型寒冷地区大气颗粒物中EPFRs的污染特征及其变化趋势研究[D].导师:马万里.哈尔滨工业大学,2025.
- [3] 李健,邱阳,杨健,邵茂华,焦艳杰,李永亮.佳木斯市大气颗粒物(PM₁₀、PM_{2.5})中重金属含量分布特征研究[J].青海环境,2024,34(04):203-210.
- [4] 李笑寒,穆森,张祥,席子茵,姜博,王森,邱玲,高天.北方城市绿地对大气颗粒物浓度的削减作用对比研究[J].生态学报,2024,44(10):4051-4063.