

重庆市南川区PM₁₀时空特征分析与防控策略探讨

付春芳

重庆市南川区生态环境监测站, 重庆

收稿日期: 2026年1月9日; 录用日期: 2026年2月2日; 发布日期: 2026年2月11日

摘要

基于重庆市南川区2024年高寺路(国控点)和钟楼大街(市控点)的PM₁₀季度、月、日浓度数据,浅析了PM₁₀的时空分布特征,季度、月、日浓度呈现出规律性变化。通过对地形地貌、产业布局、交通状况等因素的分析,探讨影响PM₁₀时空分布的相关要素,并针对现有防控措施,提出优化产业结构、强化交通管理、加强扬尘管控等防控策略建议,为南川区大气污染防治提供科学依据,助力改善区域空气质量。

关键词

时空特征, 影响因素, 防控策略

Discussion of Temporal-Spatial Characteristics Analysis and Prevention Control Strategies of PM₁₀ in Nanchuan

Chunfang Fu

Nanchuan District Ecological Environment Monitoring Station, Chongqing

Received: January 9, 2026; accepted: February 2, 2026; published: February 11, 2026

Abstract

Based on PM₁₀ concentration data from 2024 (Gaosi Road-national control point and Bell Tower Street-municipal control point) in Nanchuan, this paper preliminarily analyzes the temporal-spatial distribution characteristics of PM₁₀, revealing that the quarterly, monthly, and daily concentrations exhibit regular variations. By analyzing factors such as topography and landform, industrial layout,

and traffic conditions, this paper discusses the relevant factors influencing the temporal-spatial distribution of PM₁₀. In response to existing prevention and control measures, this paper proposes optimization suggestions including industrial structure adjustment, strengthened traffic management, and enhanced dust control, providing a scientific basis for atmospheric pollution prevention and control in Nanchuan, and contributing to improved regional air quality.

Keywords

Temporal-Spatial Characteristics, Influencing Factors, Prevention and Control Strategies

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

PM₁₀(可吸入颗粒物)作为大气污染物的重要组成部分,其粒径在0.1~10微米之间,能够在大气中长期悬浮,并随气流扩散。PM₁₀不仅会降低大气能见度,还会影响交通出行与城市景观,还可通过呼吸道进入人体,沉积在呼吸道和肺部,引发咳嗽、哮喘、支气管炎等疾病,长期暴露更会增加心血管疾病、肺癌等重大疾病的发病风险[1]-[3]。重庆市南川区近年来工业化与城镇化进程加速,工业生产、交通运输等活动不断增多,PM₁₀污染问题不容忽视[4]。本论文探讨南川区2024年1月1日~2024年12月31日高寺路(国控点)和钟楼大街(市控点)的PM₁₀浓度的时空特征,剖析其影响因素并提出有效的防控策略,对于改善当地大气环境质量、保障居民身体健康具有重要的现实意义。

2. 研究区域概况

重庆市南川区位于重庆市东南部,地处四川盆地东南边缘与云贵高原过渡地带,地理坐标为北纬28°46'至29°30'、东经106°54'至107°27'之间。地形以山地为主[5],地势起伏较大,山脉纵横交错,海拔高度差异显著,最高点金佛山风吹岭海拔达2251米,最低点骑龙镇马家滩海拔仅340米,相对高差1911米。地貌展布规律及特征:起伏较大,类型较复杂。中山占总面积的50.7%,低山占总面积的48.1%,丘陵占1.2%[6]。这种复杂的地形地貌对大气污染物的扩散和传输产生重要影响,在山谷、盆地等地形区域,容易形成气流不畅的环境,导致污染物积聚。

南川区属于亚热带湿润季风气候,四季分明,雨量充沛,但降水季节分布不均,夏季降水集中,冬季相对较少。同时,冬季常出现静稳天气,不利于大气污染物的扩散,使得PM₁₀等污染物容易在近地面聚集。在产业发展方面,南川区形成了以建材、化工等传统工业为主,旅游业发展为辅的产业格局。工业生产过程中的废气排放以及旅游活动带来的交通流量增加,都对大气环境造成了一定压力。

3. 重庆市南川区PM₁₀时间变化特征分析

3.1. 季度变化特征

南川区国控点和市控点PM₁₀季度浓度变化图(如图1所示)主要受人为活动综合影响。在人为活动方面,第一季度临近春节前后,部分工业企业为满足市场需求,会在节前增加生产,导致污染物可能排放增多;第四季度为完成年度生产目标,工业企业生产强度加大,污染物排放也可能相应增加。

3.2. 月变化特征

3.2.1. 月平均浓度变化趋势

对南川区 PM₁₀ 月平均浓度数据进行分析, 绘制南川区国控点和市控点 PM₁₀ 月平均浓度变化图(如图 2 所示)。结果表明, 1 月, 平均浓度达到 84 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 和 72 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; 随后浓度逐渐下降, 在 4 月平均浓度降为 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 和 29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; 之后浓度又开始上升, 在 11 月平均浓度升为 75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 和 78 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; 12 月浓度略有下降, 平均浓度为 52 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 和 55 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。1 月 PM₁₀ 浓度高主要原因可能是冬季气温低, 农村取暖和秸秆燃烧产生的烟尘进入大气, 同时冬季静稳天气居多, 不利于污染物扩散, 导致 PM₁₀ 在大气中积聚。

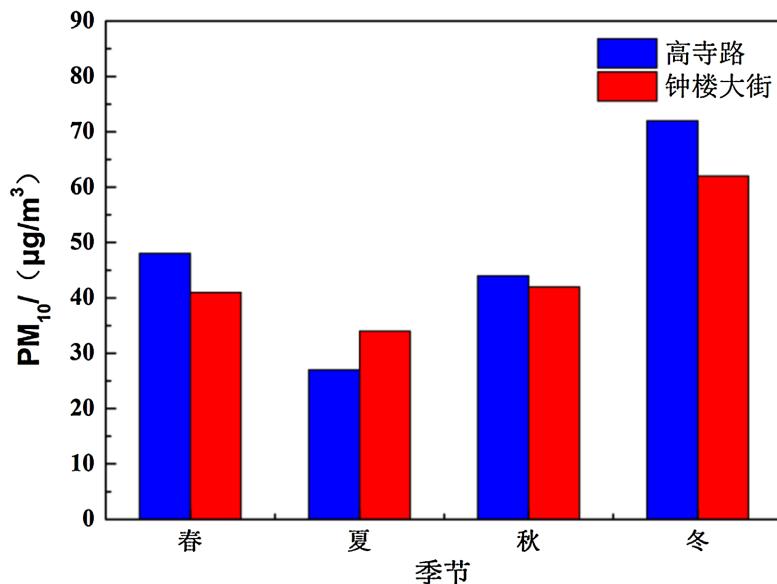


Figure 1. Quarterly changes in PM₁₀ concentrations at national and municipal monitoring stations in Nanchuan District
图 1. 南川区国控点和市控点 PM₁₀ 季度浓度变化图

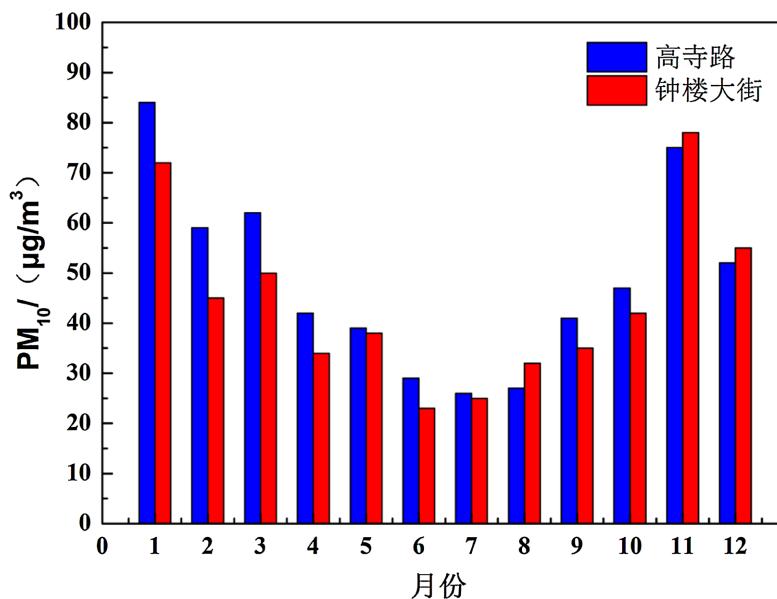


Figure 2. Monthly average PM₁₀ concentration changes at national and municipal monitoring stations in Nanchuan District
图 2. 南川区国控点和市控点 PM₁₀ 月平均浓度变化图

7月浓度降低,是因为夏季气温逐渐升高,降水增多,大气扩散条件改善,降水对PM₁₀有良好的冲刷作用,能够有效降低其浓度。11月浓度再次升高,原因可能一方面是由于进入冬季,取暖活动开始增加,另一方面气候干燥,地表植被相对较少,容易产生扬尘,可能增高了PM₁₀的浓度。

3.2.2. 典型月份浓度特征分析

选取浓度较高的1月和浓度较低的7月进行分析。在1月,通过对PM₁₀日浓度数据的统计发现,日浓度波动较大,最高日浓度可达111 μg/m³,最低日浓度为27 μg/m³。进一步分析发现,当出现连续的静稳天气时,PM₁₀浓度持续处于较高水平;而当有冷空气活动带来一定的风力时,PM₁₀浓度会有所下降。从污染源角度来看,燃煤和秸秆焚烧排放可能是1月PM₁₀的主要来源。在7月,PM₁₀日浓度相对较为平稳,波动较小,平均日浓度在25~30 μg/m³之间,这可能由于7月南川区平均降水量多,降水频繁对大气中的PM₁₀起到了有效的冲刷作用。此外,随着气温升高,大气对流活动增强,也有利于污染物的扩散,可能使得PM₁₀浓度维持在较低水平。

3.3. 日变化特征

对南川区PM₁₀日浓度数据进行分析,绘制南川区国控点和市控点PM₁₀日平均浓度变化图(如图3所示)。结果显示,PM₁₀日浓度呈现出周期性变化规律,国控点PM₁₀浓度在早晨和傍晚值高,分别为98~85 μg/m³,在午后平均浓度为56 μg/m³;国控点可能靠近交通干道;省控点PM₁₀浓度在早晨和傍晚值高,分别为67~74 μg/m³,在午后平均浓度为50 μg/m³,省控点可能靠近居民区。

早晨(6~9时)PM₁₀浓度开始升高,主要原因是清晨大气较为稳定,逆温层尚未完全消散,不利于污染物的扩散,同时早高峰期间交通流量大幅增加,汽车尾气排放增多,大量的尾气颗粒物进入大气,可能导致PM₁₀浓度上升。随着太阳升起,气温逐渐升高,逆温层被破坏,大气对流运动增强,污染物开始扩散,PM₁₀浓度逐渐降低。傍晚(17~20时),晚高峰来临,交通流量再次增加,汽车尾气排放增多,同时气温下降,大气稳定性增加,污染物扩散条件变差,PM₁₀浓度再次升高。

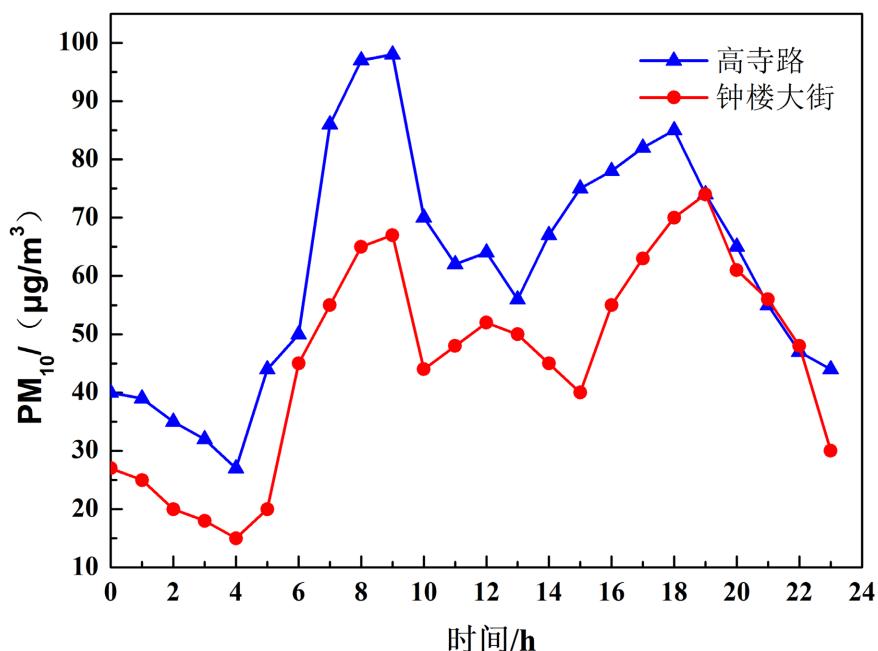


Figure 3. Daily average PM₁₀ concentration variations at national and municipal monitoring stations in Nanchuan District.
图3. 南川区国控点和市控点PM₁₀日平均浓度变化图

4. 影响重庆市南川区 PM_{10} 时空分布的因素

4.1. 地形地貌因素

南川区复杂的地形地貌对 PM_{10} 的时空分布产生了重要影响。在山区，由于地形起伏较大，山谷和盆地地形容易形成局地环流，导致空气流通不畅，污染物难以扩散。冬季常出现逆温现象，冷空气下沉积聚在山谷底部，暖空气在上方形成逆温层，使得污染物被限制在山谷内，难以扩散到高空，从而可能导致该区域 PM_{10} 浓度升高。而在地势开阔的区域，空气流通性好，有利于污染物的扩散， PM_{10} 浓度相对较低。此外，山脉的走向和高度也会影响大气污染物的传输路径。当盛行风向与山脉走向垂直时，污染物会受到山脉的阻挡，在山脉迎风坡一侧积聚，可能导致该区域 PM_{10} 浓度升高；而在山脉背风坡一侧，由于气流下沉，可能会出现污染物的涡旋和积聚现象，也会使 PM_{10} 浓度升高。

4.2. 产业布局因素

南川区的产业布局对 PM_{10} 的空间分布有着显著影响。目前，南川区的建材、化工等污染较大的工业企业生产过程中会产生大量的烟尘，建材生产中的原料破碎、研磨、烧制等工序会产生大量的粉尘，化工生产过程中也会排放含有颗粒物的废气。这些污染物排放到大气中，使得工业集中区及其周边区域 PM_{10} 浓度升高。同时，产业布局不合理还会导致污染物交叉影响。

4.3. 交通状况因素

随着南川区经济的发展和居民生活水平的提高，机动车保有量持续增加，交通流量不断增大，交通污染已成为影响 PM_{10} 浓度的重要因素。在城市中心区域和交通主干道，大量机动车行驶过程中排放的尾气含有颗粒物、氮氧化物等污染物，其中颗粒物是 PM_{10} 的重要来源之一。特别是在交通高峰期，车辆频繁启停，燃油燃烧不充分，会排放更多的颗粒物，导致周边区域 PM_{10} 浓度升高。此外，车辆行驶过程中产生的道路扬尘也是 PM_{10} 的来源之一。南川区部分道路路况较差，车辆行驶时容易扬起路面灰尘，尤其是在干燥天气条件下，道路扬尘更为严重。同时，运输砂石等物料的车辆如果没有采取有效的封闭措施，在运输过程中会出现物料洒落，进一步增加道路扬尘污染，对 PM_{10} 浓度产生影响。

4.4. 城市建设与扬尘因素

南川区近年来城镇化进程加快，城市建设项目不断增多，建筑施工、拆迁工程等产生的扬尘成为 PM_{10} 的重要来源之一。在建筑施工过程中，场地平整、土方开挖、材料堆放等环节都会产生大量的粉尘，若施工单位未采取有效的防尘措施，如围挡、洒水、覆盖等，这些粉尘会随风扩散到周边大气中，导致 PM_{10} 浓度可能升高。此外，城市道路建设和维护过程中也会产生扬尘污染。道路施工时的路基开挖、路面破碎等工序会产生大量粉尘，而未铺装的临时道路在车辆行驶时也会扬起大量灰尘。同时，城市垃圾清运和堆放过程中，若管理不当，也会产生扬尘，对周边大气环境造成影响。

5. 重庆市南川区 PM_{10} 防控策略探讨

5.1. 优化产业结构与布局

一是推动产业转型升级。加快淘汰落后产能，对建材、化工等高污染行业进行技术改造和升级，推广清洁生产工艺和技术，降低污染物排放。推动建材企业实现原料的密闭运输和仓储，降低粉尘污染^[7]。同时，大力发展战略性新兴产业、现代服务业和生态旅游业等低污染产业，优化产业结构，从源头减少 PM_{10} 的排放。二是合理调整产业布局。根据南川区的地形地貌和气象条件，科学规划工业布局，将高污染企

业从城市中心区域和环境敏感区域搬迁至工业园区。工业园区应选择在地势开阔、通风条件好、远离居民区和生态保护区的区域，并建立严格的环境准入制度，防止新的污染源引入。同时，加强工业园区的集中治理，建设统一的废气处理设施，实现污染物的集中处理和达标排放。

5.2. 强化交通污染管控

一是优化交通规划与管理。完善城市交通网络，合理规划城市道路布局，减少交通拥堵。大力发展公共交通，增加公交线路和班次，提高公交出行分担率，鼓励居民选择公交、自行车、步行等绿色出行方式。在交通高峰期，对城市中心区域和交通主干道实施交通管制，限制高排放车辆通行。二是加强机动车污染防治。严格执行机动车排放标准，加强对机动车的环保检测，对不达标车辆实行淘汰。推广新能源汽车，加大对新能源汽车的补贴力度，建设完善的充电桩等基础设施。加强对机动车燃油质量的监管，确保燃油质量符合国家标准，减少机动车尾气中的颗粒物排放。

5.3. 加强扬尘污染综合整治

一是规范建筑施工扬尘管理。建立健全建筑施工扬尘管理制度，要求施工单位制定扬尘污染防治方案，并严格落实围挡、洒水、覆盖、车辆冲洗等防尘措施。加强对建筑施工工地的日常监管，对违规施工单位进行严厉处罚。推广使用新型环保建筑材料，减少施工过程中的粉尘产生。二是强化道路扬尘治理。加大对城市道路的清扫和保洁力度，推广机械化清扫和洒水作业，提高道路清扫效率和质量。对破损路面及时进行修复，减少道路扬尘。加强对建筑垃圾和渣土运输车辆的管理，实行密闭运输和定点倾倒，严禁超载和沿途洒落。在干燥季节，增加城市绿化洒水频次^[8]，保持地面湿润，抑制扬尘产生。

5.4. 完善监测与预警体系

一是健全监测网络。增加 PM_{10} 监测点的数量和密度，优化监测点布局，实现对南川区各区域 PM_{10} 浓度的全面、实时监测。加强对监测数据的质量控制和管理，确保监测数据的准确性和可靠性。利用先进的监测技术和设备，提高监测效率和精度，为 PM_{10} 污染防治提供科学的数据支持^[9]。二是建立预警应急机制。建立 PM_{10} 浓度预警机制，根据 PM_{10} 浓度变化情况，及时发布预警信息^[10]。制定不同预警级别的应急响应预案，当 PM_{10} 浓度达到预警阈值时，及时启动应急措施，如限制工业企业生产、加大交通管制力度、增加洒水降尘频次等，有效降低 PM_{10} 浓度。

6. 结论

基于重庆市南川区国控点和省控点的 PM_{10} 季度、月、日浓度数据，系统分析了 PM_{10} 的时空特征，并探讨了影响其时空分布的因素及防控策略，主要如下：(1) 时间变化特征：南川区 PM_{10} 浓度在时间上呈现出明显的规律性。季度上，第一季度和第四季度浓度较高，第二季度和第三季度浓度较低；月度变化上，1月浓度值偏高主要原因可能是冬季气温低，农村取暖和秸秆燃烧产生的烟尘进入大气；7月浓度值偏低主要原因可能是降水多，降水频繁对大气中的 PM_{10} 起到了有效的冲刷作用；日变化上，早晨和傍晚浓度高，午后浓度低。(2) 结合市控点和国控点日浓度数据来看，国控点值偏高是可能靠近交通干道，市控点值相比偏低是可能靠近居民区。(3) 影响因素及防控策略：地形地貌、产业布局、交通状况、城市建设与扬尘共同影响南川区 PM_{10} 的时空分布；针对南川区 PM_{10} 存在的潜在污染风险，应采取优化产业结构与布局、强化交通污染管控、加强扬尘污染综合整治、控制生活污染源排放、完善监测与预警体系以及加强宣传教育与公众参与等一系列防控策略，以有效降低 PM_{10} 浓度，改善区域空气质量。

参考文献

- [1] 李新秀, 刘晓航, 苏高增, 等. 克拉玛依市大气 $PM_{2.5}$ 和 PM_{10} 污染特征分布及暴露风险评估[J]. 环境与健康杂志, 2024, 41(8): 687-691.
- [2] 刘思宇, 武梦霞, 冯美慧, 等. 济南市大气颗粒物与呼吸系统疾病住院量的时间序列研究[J]. 中国预防医学杂志, 2022, 23(8): 589-594.
- [3] 冯美慧, 伯鑫, 杨静, 等. 2014-2019 年临沂市大气颗粒物污染对慢性呼吸道疾病的影响研究[J]. 中国预防医学杂志, 2022, 23(3): 171-179.
- [4] 闫劲烨, 马正权, 孙萱萱, 等. 2015-2023 年“乌-昌-石”城市群 $PM_{2.5}$ 与 PM_{10} 时空变化及潜在源分析[J]. 干旱区地理, 2025, 48(3): 407-420.
- [5] 吴月. 重庆市南川区农村居民饮水安全管理存在的问题及对策研究[D]: [硕士学位论文]. 重庆: 重庆大学, 2019.
- [6] 余飞, 王锐, 余亚伟, 等. 重庆南川区土壤-农作物系统锗含量分异特征及影响因素[J]. 亚热带资源与环境学报, 2025, 20(2): 87-94.
- [7] 陈惠敏, 吴艳聪. 漳州市主城区 PM_{10} 与 $PM_{2.5}$ 污染问题及其对策研究[J]. 福建轻纺, 2025, 4(4): 11-15.
- [8] 肖华斌, 许宇彤, 王子康, 等. 济南市大气 PM_{10} 、 $PM_{2.5}$ 时空分布特征与城市街区形态关联分析[J]. 园林, 2024, 41(3): 121-130.
- [9] 耿蓉, 阚梦云, 吴蕾, 等. 南京市大气污染特征与防治对策探讨[J]. 节能与环保, 2025(2): 9-18.
- [10] 王昌海. 环境空气 $PM_{2.5}$ 和 PM_{10} 监测分析质量保证及其评价[J]. 皮革制作与环保科技, 2024, 5(21): 68-70.