

哈尔滨市空气可吸入颗粒物时空变异特征及其影响因素研究

赵蕊

哈尔滨师范大学地理科学学院, 黑龙江 哈尔滨

收稿日期: 2023年11月8日; 录用日期: 2023年12月8日; 发布日期: 2023年12月19日

摘要

本次研究主要以哈尔滨市内12个空气质量自动监测点选做研究区域和研究对象, 通过对这些站点的年均、春夏秋冬四季的污染物浓度、十二个站点十二个月的监测数据进行系统地分析, 并且研究了哈市内质量浓度的时空变异特征及其影响因素。结果表明: ① 哈尔滨空气中可吸入颗粒物浓度的变化有明显的季节性, 由于哈尔滨是一个农业型城市, 而且在冬季是依靠燃烧化石燃料取暖, 所以受采暖季燃煤的影响以及农耕秸秆燃烧的影响, 哈尔滨市在冬春两季可吸入颗粒物排放量较高; ② 对哈尔滨市空气中可吸入颗粒物的浓度数据有两点, 首先是污染源所在地的分布及变化, 一般较稳定; 其次是可吸入颗粒物的扩散能力, 气象与气候对污染物的扩散程度有很大的影响; ③ 哈尔滨市作为中国重工业与农业所在地, 近年来工农业经济发展迅速, 经济发展的同时也导致哈尔滨市的可吸入颗粒物浓度偏高, 且哈尔滨属于严寒地域, 冬日供暖期使悬浮颗粒物污染更为严重。由此可知: 烟尘、飞灰等工农业生产过程中所产生的产品或者副产品, 是哈尔滨市可吸入颗粒物的主要来源。

关键词

可吸入颗粒物, 时空分布, 影响因素

Spatial-Temporal Variation Characteristics and Influencing Factors of Air Inhalable Particles in Harbin

Rui Zhao

School of Geography, Harbin Normal University, Harbin Heilongjiang

Received: Nov. 8th, 2023; accepted: Dec. 8th, 2023; published: Dec. 19th, 2023

Abstract

In this study, 12 air quality automatic monitoring points in Harbin City were selected as the research areas and research objects. Through the analysis of annual monitoring data and the systematic analysis of inhalable particle concentrations in spring, summer, autumn and winter, the spatial and temporal variation characteristics and influencing factors of mass concentrations in Harbin City were studied. The results show that: ① The change of the concentration of inhalable particles in the air of Harbin has obvious seasonality. Since Harbin is an agricultural city and relies on burning fossil fuels for heating in winter, due to the influence of coal combustion in heating season and the influence of agricultural straw combustion, Harbin has a high amount of inhalable particles in winter and spring; ② There are two main factors affecting the concentration of inhalable particles in the air of Harbin: one is the distribution and change of pollution sources, which are generally relatively stable; The second is the diffusion ability of pollutants, and the weather situation and meteorological conditions have great influence on the diffusion ability of pollutants; ③ Harbin is the location of heavy industry in China. The industrial economy has developed rapidly, the urbanization process is rapid, and the concentration of suspended particles in urban areas is high. At the same time, it is also a low-temperature and cold city in China. The heating period in winter is up to six months, and the pollution of suspended particles is more serious. As a result, the main anthropogenic sources of air pollution in Harbin are soot and fly ash formed in the process of fuel combustion, raw materials or product particles emitted in the process of industrial production, compounds in automobile exhaust, secondary dust generated by construction and ground dust.

Keywords

Inhalable Particles, Spatial and Temporal Distribution, Influencing Factors

Copyright © 2023 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

于 20 世纪 80 年代以来, 由于全球工业的迅速增长, 世界人口的大幅增长, 环境问题也随之而来, 尤为重要的空气质量也成为全球学者关注的焦点。对于空气污染的问题已层出不穷, 空气中的可吸入颗粒物对人体健康危害很大, 因此受到各国人民政府和环保管理部门的高度关注[1]。通过一系列的试验和研究, 据了解, PM10 (空气动力学直径 $\leq 10 \mu\text{m}$) 等微小颗粒, 更有可能对人体健康产生严重影响, 因为这些细小的颗粒物上会富集许多有毒有害物质, 并且这些颗粒物进入人体呼吸道之后是无阻碍的, 它们会一路畅通直达人体肺部, 无法被体内的白细胞等防御细胞杀死, 长此以往久而久之就会引发例如哮喘、气管炎症等呼吸道疾病[2]。本文所提到的哈尔滨市作为一个快速城市化的地区, 也是一个工业化和农业化的城市, 因强烈的人为活动造成的大气污染所带来的危害也逐渐暴露出来[3]。本项目拟对哈尔滨市可吸入颗粒物的时空变异特征及影响因素进行系统梳理以及研究, 分析可吸入颗粒物随时间空间变化的规律以及影响其的因素, 对实现哈尔滨市空气质量好转尤为重要。

2. 数据来源

本次研究所需数据来源于哈尔滨市环保公众网提供的市环境空气质量数据(2019~2020 年)以及其它

有关哈尔滨市生态环境的图片、数据、文字等资料。

3. 哈尔滨市空气可吸入颗粒物时空演变特征

3.1. 哈尔滨市空气可吸入颗粒物浓度日变化分析

见图 1、表 1，哈尔滨市平均值为 52.6949 (ug/天)。

Table 1. Daily average of inhalable particle concentration in Harbin City

表 1. 哈尔滨市可吸入颗粒物浓度日均值表

12 个监测站点名称	日均可吸入颗粒物浓度
岭北监测站	46.3691 (ug/天)
松北商大监测站	44.8916 (ug/天)
阿城会宁监测站	45.4293 (ug/天)
南岗学府路监测站	63.1897 (ug/天)
太平宏伟公园监测站	50.4358 (ug/天)
道外承德广场监测站	45.9823 (ug/天)
香坊红旗大街监测站	55.0205 (ug/天)
动力和平路监测站	55.0204 (ug/天)
道里建国路监测站	65.5377 (ug/天)
平房东轻厂监测站	73.9693 (ug/天)
呼兰师专监测站	69.0581 (ug/天)
省农科院监测站	58.3216 (ug/天)

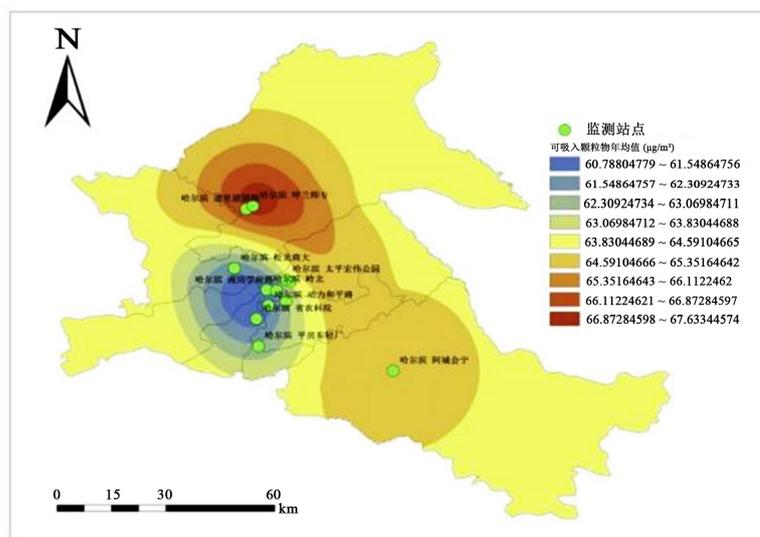


Figure 1. Annual average inhalable particle emissions in Harbin City

图 1. 哈尔滨市年均可吸入颗粒物排放量图

3.2. 哈尔滨市空气可吸入颗粒物浓度月变化分析

如图 2，根据这一年以来的变化情况看，哈尔滨市 12 个监测站点 12 个月的 PM10 的月均整体呈 U 型分布，一月份的浓度将达到全年的最高点，主要受采暖季燃煤的影响以及秸秆燃烧的影响。从其他站点来看，月变化区线同样体现出省农科院浓度最高。

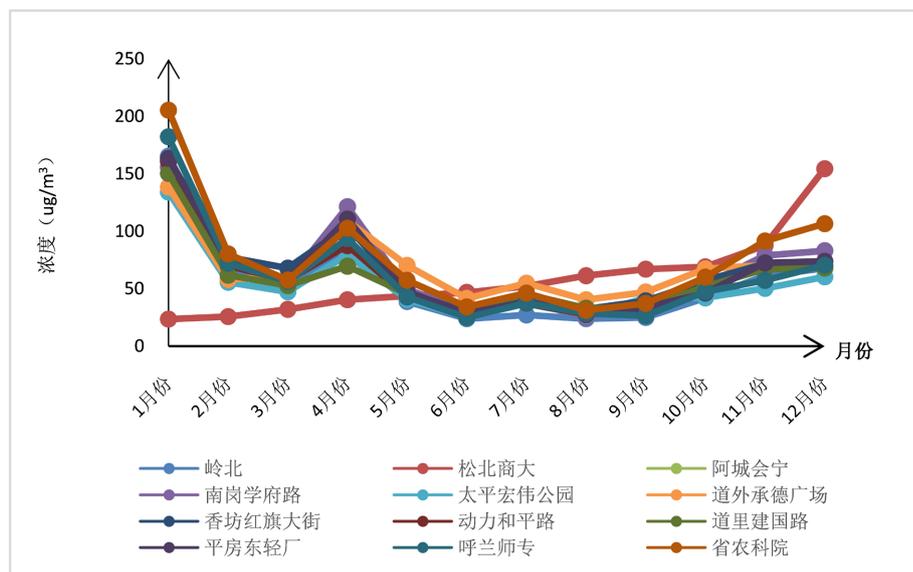


Figure 2. Trend of changes in inhalable particulate matter concentration at 12 monitoring stations in Harbin over the past 12 months

图 2. 哈尔滨市 12 个监测站点 12 个月的可吸入颗粒物浓度变化趋势图

3.3. 哈尔滨市空气可吸入颗粒物浓度季节变化分析

春季(3~5 月)哈尔滨市的可吸入颗粒物的平均浓度为: $60.8230 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$; 夏季(6~8 月)哈尔滨市的可吸入颗粒物的平均浓度为: $28.8040 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$; 秋季(9~11 月)哈尔滨市的可吸入颗粒物的平均浓度为: $46.9201 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$; 冬季(12~2 月)哈尔滨市的可吸入颗粒物的平均浓度为: $94.1627 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ 。

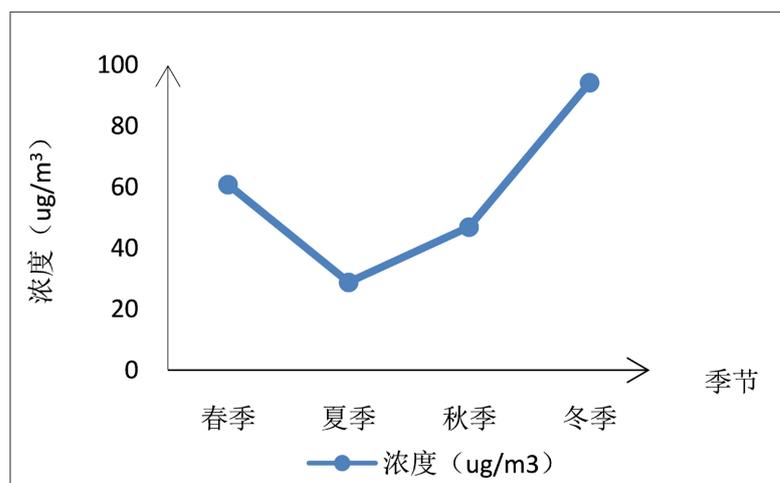


Figure 3. Seasonal variation of inhalable particulate matter in 2020

图 3. 2020 年可吸入颗粒物随季节的变化图

如图 3, 从哈尔滨市 2020 年均可吸入颗粒物数据来看, 整体呈现 U 型分布, 并且在冬季达到最大值。由于哈尔滨市是一个冬季燃煤取暖的城市, 燃煤等化学燃料燃烧会使可吸入颗粒物排放量急速增加。且由于冬春季节农作物的秸秆燃烧问题致使排入大气中的可吸入颗粒物浓度值增加明显。夏季由于燃烧化石燃料较少, 所以数值较低。

4. 哈尔滨市空气可吸入颗粒物影响因素浓度

4.1. 自然因素影响分析

哈尔滨的空气质量主要与季节有关。在夏天,强烈的阳光和紧密大气对流活动相互作用会导致温度的突然变化,降雨天气较多并且降雨量大会使污染程度相对较低。在冬天,由于温度低、燃煤的使用率增加、大气降水少、气候干燥、风力和光照时间相对较弱,这样就很容易造成逆温天气,进而逆温天气使空气污染增加。哈尔滨的空气质量受气象、气候变化,能源结构,工业结构和工业分配等因素影响[4]。影响空气质量的两个主要因素有:第一是污染源的布局以及源头;第二,污染物扩散的能力很大程度取决于气象和气候。哈尔滨是一个重工业的城市,工业经济以及城市化发展愈发迅速[5]。这里冬季将持续6个月,悬浮颗粒物浓度变得更大。因此在哈尔滨的空气污染的主要原因是燃烧燃料或工业生产过程中的粉尘,以及汽车尾气和建筑过程中产生的灰尘等。

4.1.1. 大气稳定度

春季污染物浓度要比夏季污染物浓度稍高一些,是由于夏季大气稳定度较低,及风力较强会导致污染物扩散较快,污染浓度降低[6]。将大气稳定度据帕斯奎尔稳定度分类法依次分为六个不同等级:强不稳定、不稳定、弱不稳定、中性、较稳定、稳定[7],它们分别用A、B、C、D、E和F六个字母表示(表2)。

Table 2. Daily average of inhalable particle concentration in Harbin City

表 2. 空气质量划分标准表

污染等级	一	二	三	四	五
空气质量	极好(优秀)	较好(良好)	一般(轻度污染)	较差(中度污染)	极差(重度污染)
气象特征	非常有利扩散	有利扩散	对扩散无明显影响	不利扩散	非常不利扩散
稳定度	A	B、C	D	E	F

4.1.2. 冬季逆温

哈尔滨市是冬季污染最严重的城市之一,因为大量化石燃料的燃烧,会增加空气中可吸入颗粒物的浓度。此外,由于冬季燃烧化石燃料,使大气稳定度提升,所以逆温在冬季时有发生,逆温天气对污染物扩散有很大的负面影响。冬季和早春经常发生逆温,使大气稳定度上升,更不利于污染物的扩散,因此而造成空气污染愈发严重[8]。

4.1.3. 沙尘天气

哈尔滨是处于干旱和半干旱的地区,其位置在我国北部,冬季严寒。春天的气候干燥多风,沙尘肆虐致使空气污染问题更加严重[9]。春季,我省冷热空气频繁交汇,将大量别的地方的风沙带到哈尔滨市,造成严重的浮尘和沙尘暴的恶劣天气。受沙尘的影响,哈尔滨市空气可吸入颗粒物浓度急剧上升,甚至能够达到正常水平的5倍。

4.2. 社会经济因素影响分析

4.2.1. 哈尔滨的能源结构采暖期燃煤的影响

近年来,哈尔滨市的供暖率达到58%,天然气使用超过95%,从而减少了燃煤产生的污染。冬季污染物的浓度较高,夏季污染物浓度较低。由于哈尔滨冬季的严寒,居民集中大量取暖将持续6个月,所以燃烧化石燃料产生的可吸入颗粒物是空气污染物的重要物质之一[10]。

4.2.2. 公路汽车尾气的影响

随着道路建设的快速发展,民用车辆存量以每年20%的速度增长[11],同时,汽车尾气严重影响着

空气的质量。运输系统产生的主要空气污染物有氮氧化物，碳氧化物，硫氧化物以及可吸入颗粒物等。

4.2.3. 哈尔滨产业结构和工业布局的影响

在老工业基地和传统产业的影响下，哈尔滨市的主要产业是机械、医药、食品和酒类生产[12]，能源消耗大且污染严重。由于历史原因，这些工业区布局不合理。城市和人口居住区有许多工厂，甚至一些工厂布局位于居民区上风向，这对于哈尔滨市居民的身体健康以及空气污染的管控是不合理的。

4.2.4. 建筑施工的二次扬尘

随着哈尔滨市的快速发展，各类建筑物逐渐兴起，同时也因为建筑工地的施工作业，会使空气中可吸入颗粒物浓度增加，扬尘现象也较为严重，因此建筑施工过程中产生的颗粒物也已成为哈尔滨市颗粒物的重要来源。

5. 结语

(1) 环境保护是一项全民充分参与的社会活动。大气污染综合治理是一个涉及广泛公众利益的问题，必须把握好方向，推动全社会贡献自己的力量，建立社会监督机制，市民积极参与环境保护，提高人民群众环保的积极性和创造性的心理素质。

(2) 减少空气污染物的排放量对改善全球空气质量至关重要，最重要的政策是有序的建筑和健全的环境政策。转变能源布局，利用更洁净的燃料，采取更洁净的生产工艺，并削减可吸入颗粒物的排放、进步能源效力和汽车尾气能获得严格控制。

参考文献

- [1] 邵龙义, 时宗波, 黄勤. 都市大气环境中可吸入颗粒物的研究[J]. 环境保护, 2000(1): 24-29.
- [2] 董雪玲. 大气可吸入颗粒物对环境和人体健康的危害[J]. 资源·产业, 2004, 6(5): 50-53.
- [3] 王庆新, 赵伟, 赵光影. 哈尔滨市环境空气质量变化及影响因素分析研究[J]. 环境科学与管理, 2014, 39(5): 130-134.
- [4] 张欢, 吴瑛祖, 梅煜臻, 等. 我国空气质量的时空变化及其城市群分布特征——兼论“十三五”时期以来我国空气污染治理成效[J]. 环境经济研究, 2023, 8(3): 46-65.
- [5] 胡兆量. 城市与区域[J]. 城市问题, 1985(2): 1-9+21.
- [6] 尹楚杰, 李雅杰, 王灏, 等. 建筑施工扬尘污染问题及其防治[J]. 环境工程, 2023, 41(S2): 345-348+353.
- [7] 李祥余. 大气稳定度分类方法及判据比较研究[J]. 环境与可持续发展, 2015, 40(6): 93-95.
- [8] 权建农, 徐祥德, 贾星灿, 等. 影响我国霾天气的多尺度过程[J]. 科学通报, 2020, 65(9): 810-824.
- [9] 高春红, 张科, 臧淑英, 等. 哈尔滨市大气污染物输送路径及潜在源区分析[J]. 环境科学与技术, 2021, 44(5): 162-170.
- [10] 吴昊, 王昕, 刘文哲. 哈尔滨市环境空气污染指标变化趋势分析[J]. 北方环境, 2004(3): 66-67.
- [11] 宁春晓, 郭秀锐, 龚晓倩, 等. 京津冀交通部门的碳排放及减排潜力预测研究[J/OL]. 环境科学与技术, 2023: 1-15. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/42.1245.X.20230907.2027.017.html>
- [12] 曾燕南. 东北老工业基地优势产业创新发展研究[J]. 河北青年管理干部学院学报, 2018, 30(6): 90-95.