

阿拉尔市2021年度大气颗粒物的污染特征研究

江宜霖, 李煜, 方婷轩, 梁朵朵, 张文刚, 杨波, 王建*

新疆生产建设兵团生态环境第二监测站, 新疆 阿拉尔

收稿日期: 2023年9月10日; 录用日期: 2023年10月12日; 发布日期: 2023年10月19日

摘要

为了解阿拉尔市大气颗粒物PM₁₀、PM_{2.5}污染情况, 本文基于阿拉尔市2021年度环境空气质量自动监测站的监测数据, 探究了大气颗粒物质量浓度的月份、季节、年度变化特征, 分析了大气颗粒物质量浓度与其他污染物浓度、气象参数之间的关系。研究结果表明: 阿拉尔市的大气环境质量主要受颗粒物PM₁₀影响为主, 年度污染天数占比较大, 颗粒物年均质量浓度较高, 污染形势依然严峻。PM₁₀和PM_{2.5}的月平均质量浓度出现两个峰值、一个谷值。大气颗粒物浓度的变化具有明显的季节性, PM₁₀和PM_{2.5}的浓度变化在四季中排名为: 春季 > 秋季 > 冬季 > 夏季。PM₁₀与SO₂呈现极显著的正相关, 与O₃呈现极显著的负相关, 与NO₂呈现显著正相关。PM_{2.5}与其他污染物的关系与PM₁₀基本一致。PM₁₀与风速呈现显著负相关, 与气温、湿度呈现极显著负相关, 与气压呈现极显著正相关; PM_{2.5}与风速、气温呈现极显著负相关, 与气压呈现极显著正相关。本研究结果可为阿拉尔市大气颗粒物污染的环境治理提供技术参考。

关键词

PM₁₀, PM_{2.5}, 阿拉尔, 质量浓度, 污染特征

Research on the Pollution Characteristics of Atmospheric Particulate Matter in Alar City in 2021

Yilin Jiang, Yu Li, Tingxuan Fang, Duoduo Liang, Wengang Zhang, Bo Yang, Jian Wang*

Xinjiang Production and Construction Corps Ecological Environment Second Monitoring Station, Alar Xinjiang

Received: Sep. 10th, 2023; accepted: Oct. 12th, 2023; published: Oct. 19th, 2023

Abstract

To understand the pollution situation of atmospheric particulate matter PM₁₀ and PM_{2.5} in Alar

*通讯作者。

文章引用: 江宜霖, 李煜, 方婷轩, 梁朵朵, 张文刚, 杨波, 王建. 阿拉尔市 2021 年度大气颗粒物的污染特征研究[J]. 环境保护前沿, 2023, 13(5): 1186-1194. DOI: 10.12677/aep.2023.135142

City, this work explores the monthly, seasonal, and annual variation characteristics of atmospheric particulate matter concentration based on the data of Alar City in 2021 from the Environmental Air Quality Automatic Monitoring Station, and analyzes the relationship between atmospheric particulate matter concentration and other pollutant concentrations and meteorological parameters. The research results indicate that the atmospheric environment quality in Alar City is mainly affected by particulate matter PM_{10} , with a relatively large proportion of annual pollution days. The average annual mass concentration of particulate matter is relatively high, and the pollution situation is still severe. The monthly average mass concentrations of PM_{10} and $PM_{2.5}$ show two peaks and one valley. The changes in atmospheric particulate matter concentration have obvious seasonality, with the concentrations of PM_{10} and $PM_{2.5}$ ranking in the four seasons as follows: spring > autumn > winter > summer. PM_{10} shows a highly significant positive correlation with SO_2 , a highly significant negative correlation with O_3 , and a significant positive correlation with NO_2 . The relationship between $PM_{2.5}$ and other pollutants is basically consistent with PM_{10} . PM_{10} shows a significant negative correlation with wind speed, a highly significant negative correlation with temperature and humidity, and a highly significant positive correlation with air pressure. $PM_{2.5}$ shows a highly significant negative correlation with wind speed and temperature, and a highly significant positive correlation with air pressure. The results of this study can provide technical reference for the environmental control of atmospheric particulate matter pollution in Alar City.

Keywords

PM_{10} , $PM_{2.5}$, Alar, Mass Concentration, Pollution Characteristics

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

近年来,随着我国经济的快速发展,人们的生产、生活活动的不断加大,城市大气污染问题愈加凸显,不仅体现在大气污染造成城市空气质量不断恶化,而且大气污染也严重影响着人体的健康。因此,城市大气环境的防治也越来越引起社会各个阶层的广泛关注[1]。不同城市因其地理位置、气候特征、经济规模、工业布局、人口数量等情况差别较大,造成了不同城市大气环境中颗粒物的特征污染物存在较大差异[2] [3] [4]。因此,研究不同城市环境空气中气载颗粒物的污染特性,分析其与其他污染物、气象参数之间的关系,对提出针对性的污染防治措施、提升环境空气质量具有十分重要的意义[5] [6] [7]。

阿拉尔市正趋向于城市化和工业化,在经济快速发展的同时,城市空气质量状况并不乐观,同时对该城市的大气颗粒物污染特征研究尚不充分。基于此,本文以阿拉尔市 2021 年度城市环境空气质量自动监测站的监测数据为研究对象,系统性地分析阿拉尔市大气颗粒物 PM_{10} 和 $PM_{2.5}$ 浓度的月、季度和全年的变化特征,探究其与其他污染物(NO_2 、 SO_2 、 CO 、 O_3)、气象参数之间的关联性分析,以期为该市大气颗粒物污染防治决策提供技术参考。

2. 材料与方法

2.1. 研究区概况

阿拉尔市,位于新疆阿克苏地区境内,北起天山南麓山地,南至塔克拉玛干沙漠北缘,地理位置介

于东经 80°30'至 81°58', 北纬 40°22'至 40°57'之间, 属暖温带极端大陆性干旱荒漠气候。极端最高气温 35℃, 极端最低气温 -28℃。雨量稀少, 冬季少雪, 光照时间长, 年均降水量为 40.1~82.5 毫米, 年均蒸发量 1876.6~2558.9 毫米[8] [9]。2019 年, 阿拉尔市地区常住人口 40.9 万人, 比上年年末增加 3.7 万人, 增长 9.9%, 实现生产总值 309.5 亿元, 比上年增长 4.4%。第一、第二和第三次产业增加值占生产总值比重分别为 42.4%、21.8%和 35.8%。阿拉尔市万元生产总值能耗比上年增长 26.0%

2.2. 数据来源

空气质量数据和气象数据均来自阿拉尔市环境空气质量自动监测站。其中, 污染物项目为 PM₁₀、PM_{2.5}、NO₂、SO₂、CO、O₃共 6 项, 气象参数为风速、风向、气温、湿度、气压共 5 项。

2.3. 分析方法

本文基于大气污染物以及气象参数观测数据, 通过使用 Microsoft Excel 2010、SPSS 25.0 数据分析软件, 对阿拉尔市空气质量数据进行了月平均、四季以及全年统计, 分析了阿拉尔市 2021 年空气质量总体特征; 然后分析了 PM₁₀、PM_{2.5} 与其他污染物以及气象参数之间的相关性, 并对其中部分气象参数进行了线性回归分析[10] [11]。阿拉尔市空气质量评价标准统一采用国家环境空气质量标准(GB3095-2012)二级标准, PM₁₀、PM_{2.5} 日均质量浓度限值分别为 150 μg/m³、75 μg/m³。根据气象上采用的候平均气温划分法, 本研究设定 3、4、5 月为春季, 6、7、8 月为夏季, 9、10、11 月为秋季, 12、1、2 月为冬季。

PM₁₀ 的分析方法为 β 射线法, 分析流程: 恒定的流量样品空气由采样器吸入采样管, 经过滤膜后排出, PM₁₀ 沉淀在滤膜上, 当 β 射线照射沉积了 PM₁₀ 的滤膜时, β 射线的能量衰减, 根据衰减量就可求出 PM₁₀ 质量浓度。

PM_{2.5} 的分析方法为 β 射线法, 分析流程: 恒定的流量样品空气由采样器吸入采样管, 经过滤膜后排出, PM_{2.5} 沉淀在滤膜上, 当 β 射线照射沉积了 PM_{2.5} 的滤膜时, β 射线的能量衰减, 根据衰减量就可求出 PM_{2.5} 质量浓度。

NO₂ 的分析方法为化学发光法, 分析流程: 恒定的流量样品空气经过颗粒物过滤器后, 绕过或通过钼炉转化器, 进入反应室进行 NO 测定, 钼炉转化器可使气体中的 NO₂ 转化为 NO, 交换测量得到 NO 值及 NO_x 值后排出, 经计算就可得出 NO₂ 质量浓度。

SO₂ 的分析方法为紫外荧光法, 分析流程: 恒定的流量样品空气经过颗粒物过滤器、除烃器后, 进入反应室进行 SO₂ 测定后排出, 经计算就可得出 SO₂ 质量浓度。

CO 的分析方法为气体滤波相关红外吸收法, 分析流程: 恒定的流量样品空气经过颗粒物过滤器后, 进入装有旋转的气体过滤相关轮的反应室进行 CO 测定后排出, 经计算就可得出 SO₂ 质量浓度。

O₃ 的分析方法为紫外吸收法, 分析流程: 恒定的流量样品空气经过颗粒物过滤器、臭氧涤除器后, 进入玻璃测量池体进行 O₃ 测定后排出, 根据计算就可得出 SO₂ 质量浓度。

3. 结果分析

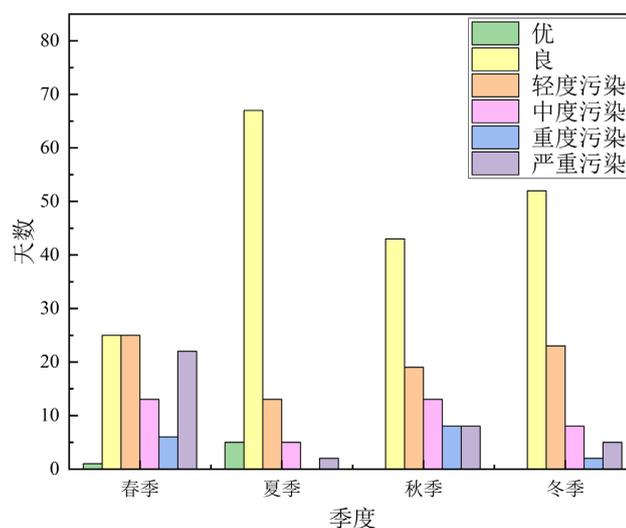
3.1. 阿拉尔市环境空气质量总体特征

阿拉尔市 2021 年每月的空气质量类别统计值如表 1 所示, 全年空气质量为优、良、轻度污染、中度污染、重度污染和严重污染的天数分别为 6、187、80、39、16、37 天, 分别占全年总天数的 1.7%、51.2%、21.9%、10.7%、4.4%、10.1%。2021 年阿拉尔市空气质量总体以良为主, 优良天数占全年 52.9%, 但空气污染依然严重, 其中中度污染、重度污染和严重污染总天数为 92 天, 达到 25.2%, 总污染率为 47.1%。

Table 1. Statistics of monthly air quality index category days in Alar City in 2021 (Unit: Days)**表 1.** 2021 年阿拉尔市每月空气质量指数类别天数统计(单位: 天)

类别 \ 月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	总计
优					1		5						6
良	12	14	1	10	14	18	24	25	23	15	5	26	187
轻度污染	10	8	11	10	4	8	1	4	5	8	6	5	80
中度污染	6	2	5	5	3	4	1		1	4	8		39
重度污染	2		1	1	4					1	7		16
严重污染	1	4	13	4	5			2	1	3	4		37

阿拉尔市空气质量指数类别的季节变化特征由图 1 所示。由图 1 可知, 空气质量为优和良的天数夏季居多, 冬季次之; 轻度污染和严重污染主要分布在春季, 中度污染在春秋两季分布居多。春、夏、秋、冬四季污染率分别为 71.74%、21.74%、52.75%和 42.22%, 空气污染在轻度污染及以上的情况多发生在春季, 并且春秋两季以中度及以上污染为主, 冬夏两季以轻度污染为主。

**Figure 1.** Seasonal variation characteristics of air quality index categories in Alar City in 2021**图 1.** 2021 年阿拉尔市空气质量指数类别的季节变化特征

3.2. 大气颗粒物浓度的时间变化特征

3.2.1. 年度总体特征

阿拉尔市 2021 年度大气颗粒物 PM_{10} 、 $PM_{2.5}$ 的质量浓度总体特征如表 2 所示。由表 2 可知, 阿拉尔市 2021 年度大气颗粒物 PM_{10} 日平均质量浓度超出二级标准限值的天数占比为 16.99%, 大气颗粒物 $PM_{2.5}$ 日平均质量浓度超出二级标准限值的天数占比仅为 0.27%; 大气颗粒物 PM_{10} 、 $PM_{2.5}$ 年平均质量浓度均超过对应的年平均二级浓度限值(PM_{10} : $70 \mu g/m^3$; $PM_{2.5}$: $35 \mu g/m^3$)。以上分析表明, 阿拉尔市的大气环境质量主要受颗粒物 PM_{10} 影响为主, 年度污染天数占比较大, 颗粒物年均质量浓度较高, 污染形势依然严峻。

Table 2. Mass concentration of PM₁₀ and PM_{2.5} in Alar City in 2021 and the number of days it exceeds the standard
表 2. 阿拉尔市 2021 年度 PM₁₀ 和 PM_{2.5} 的质量浓度及其超标天数

	PM ₁₀	PM _{2.5}
日平均最低质量浓度/($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	30	15
日平均最高质量浓度/($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	318	87
超日均二级浓度限值天数/d	62	1
年均质量浓度/($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	123	36

注：环境空气质量标准(GB 3095-2012)的日均二级浓度限值(PM₁₀: 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; PM_{2.5}: 75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)。

3.2.2. 月均浓度变化特征

阿拉尔市 2021 年度大气颗粒物 PM₁₀、PM_{2.5} 月平均质量浓度随月份的变化, 如图 2 所示。由图 2 可知, 大气颗粒物 PM₁₀、PM_{2.5} 的月平均质量浓度的变化范围分别为 77~228 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 和 26~52 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; 大气颗粒物 PM₁₀、PM_{2.5} 的主峰值都出现在 3 月, 次峰值均出现在 11 月, 谷值均出现在 7 月。此外, 由 PM_{2.5}/PM₁₀ 随月份的变化趋势可知, 在大气颗粒物 PM₁₀ 质量浓度出现主峰值的 3 月和 11 月, 颗粒物 PM_{2.5} 在颗粒物 PM₁₀ 中的占比不高, 4、5 两个月份的占比也较低, 这表明春季(3~5 月)的环境空气污染主要是由颗粒物 PM₁₀ 引起的。

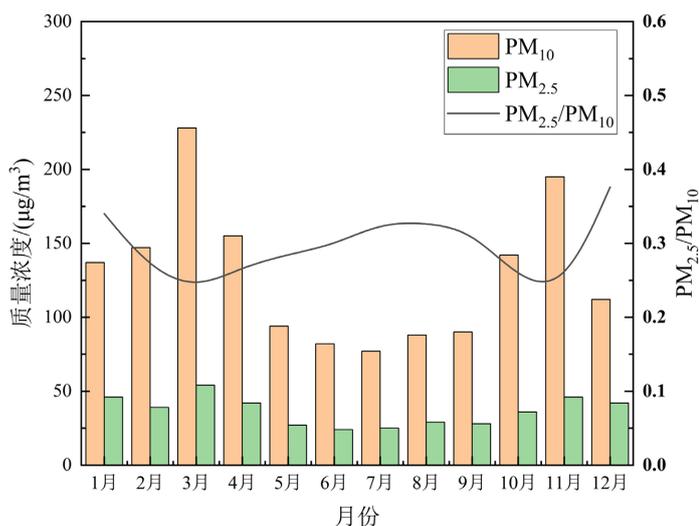


Figure 2. Monthly average mass concentrations of PM₁₀ and PM_{2.5} and monthly variation characteristics of PM_{2.5}/PM₁₀ in Alar City in 2021

图 2. 2021 年度阿拉尔市 PM₁₀、PM_{2.5} 月平均质量浓度及 PM_{2.5}/PM₁₀ 的月变化特征

3.2.3. 四季变化特征

阿拉尔市 2021 年度大气颗粒物 PM₁₀、PM_{2.5} 质量浓度随季节的变化, 如图 3 所示。由图 3 可知, 春季大气颗粒物 PM₁₀、PM_{2.5} 的季平均质量浓度最高, 其次为秋季和冬季, 最低出现在夏季。2021 年度阿拉尔市发生沙尘天气的天数在四季分别为 41、28、33 和 18 天, 由此推断该市春季的大气颗粒物 PM₁₀、PM_{2.5} 质量浓度较高的原因可能是受到了沙尘天气的影响。阿拉尔市夏季受沙尘天气的影响减少, 同时降水量较多, 对大气颗粒物 PM₁₀、PM_{2.5} 有明显沉降作用, 可能是夏季颗粒物浓度较低的原因。秋冬季的质量浓度再次增加可能与当地燃煤供暖排放废气有关。

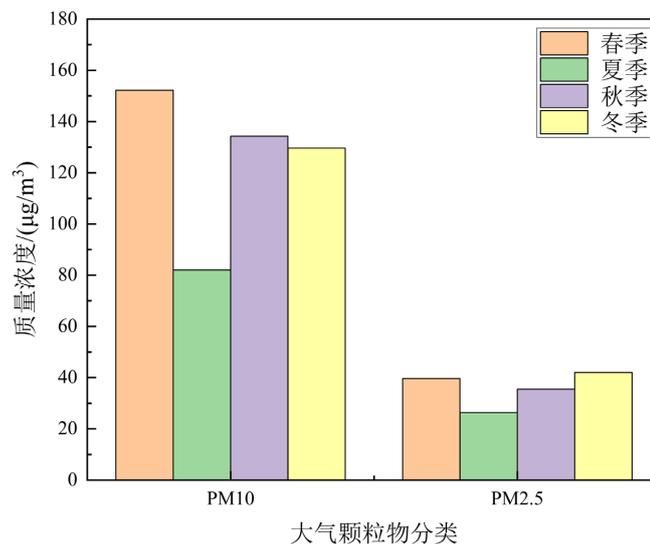


Figure 3. Quarterly variation characteristics of the seasonal average mass concentration of atmospheric particulate matter PM_{10} and $PM_{2.5}$ in Alar City in 2021

图 3. 2021 年阿拉尔市大气颗粒物 PM_{10} 、 $PM_{2.5}$ 季平均质量浓度随季度变化特征

3.3. 大气颗粒物与其他空气污染物相关性分析

2021 年度阿拉尔市大气颗粒物 PM_{10} 、 $PM_{2.5}$ 的日平均质量浓度与 NO_2 、 SO_2 、 CO 的日平均质量浓度, 以及与 O_3 日最大 8 小时平均质量浓度进行皮尔逊双尾相关性分析, 分析结果如表 3 所示。由表 3 可知,

Table 3. Correlation analysis results between PM_{10} and $PM_{2.5}$ and other air pollutants

表 3. PM_{10} 和 $PM_{2.5}$ 与其他空气污染物相关性分析结果表

		PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2	NO_2	O_3	CO
PM_{10}	皮尔逊相关性	1	0.846**	0.194**	0.153*	-0.413**	0.024
	Sig. (双尾)		0.000	0.002	0.016	0.000	0.713
$PM_{2.5}$	皮尔逊相关性	0.846**	1	0.363**	0.272**	-0.536**	0.247**
	Sig. (双尾)	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000
SO_2	皮尔逊相关性	0.194**	0.363**	1	0.108	-0.317**	0.053
	Sig. (双尾)	0.002	0.000		0.093	0.000	0.407
NO_2	皮尔逊相关性	0.153*	0.272**	0.108	1	-0.293**	0.368**
	Sig. (双尾)	0.016	0.000	0.093		0.000	0.000
O_3	皮尔逊相关性	-0.413**	-0.536**	-0.317**	-0.293**	1	-0.319**
	Sig. (双尾)	0.000	0.000	0.000	0.000		0.000
CO	皮尔逊相关性	0.024	0.247**	0.053	0.368**	-0.319**	1
	Sig. (双尾)	0.713	0.000	0.407	0.000	0.000	

注: **在 0.01 级别(双尾), 相关性极显著;

*在 0.05 级别(双尾), 相关性显著。

大气颗粒物 PM_{10} 和 $PM_{2.5}$ 之间存在极显著的相关性, 皮尔逊相关性分析结果为 0.846; 大气颗粒物 PM_{10} 与 SO_2 和 O_3 两者间均双尾相关, PM_{10} 与 SO_2 皮尔逊分析结果为正, 具有极显著的正相关, 而 PM_{10} 与 O_3 皮尔逊分析结果为负, 具有极显著的负相关; PM_{10} 与 NO_2 皮尔逊相关性分析结果为正, 具有显著正相关。 $PM_{2.5}$ 与这四种空气污染物相关性与 PM_{10} 基本一致, 不同的是, $PM_{2.5}$ 与 CO 之间具有显著的相关性, 皮尔逊相关性分析结果为 0.247。此外, 研究发现 NO_2 与 CO 呈极显著正相关; O_3 与其他所有污染物均呈极显著负相关, 说明这些污染物浓度越高可能会抑制 O_3 的生成。

3.4. 大气颗粒物与气象参数的相关分析

将 2021 年度阿拉尔市大气颗粒物 PM_{10} 、 $PM_{2.5}$ 的日平均质量浓度与风速、气温、湿度、气压和风向共 5 项气象参数进行皮尔逊双尾相关性分析, 分析结果表 4 所示。由表 4 可知, 大气颗粒物 PM_{10} 与风速呈现显著负相关, 与气温、湿度呈现极显著负相关, 与气压呈现极显著正相关; 大气颗粒物 $PM_{2.5}$ 与风速、气温呈现极显著负相关, 与气压呈现极显著正相关。此外, 气温与风速呈现极显著的正相关, 与湿度、气压呈现极显著的负相关; 湿度与气压呈现极显著的正相关; 气压与风速呈现极显著的负相关。基于以上分析, 后续将对大气颗粒物 PM_{10} 、 $PM_{2.5}$ 质量浓度与风速和气温之间展开进一步的回归分析研究。

Table 4. Correlation analysis results of PM_{10} and $PM_{2.5}$ and meteorological conditions

表 4. PM_{10} 和 $PM_{2.5}$ 与气象条件的相关性分析结果表

		PM_{10}	$PM_{2.5}$	风速	风向	气温	湿度	气压
PM_{10}	皮尔逊相关性	1	0.846**	-0.152*	0.109	-0.320**	-0.193**	0.286**
	Sig. (双尾)		0.000	0.017	0.088	0.000	0.002	0.000
$PM_{2.5}$	皮尔逊相关性	0.846**	1	-0.252**	0.107	-0.500**	-0.050	0.405**
	Sig. (双尾)	0.000		0.000	0.094	0.000	0.432	0.000
风速	皮尔逊相关性	-0.152*	-0.252**	1	0.296**	0.467**	-0.103	-0.488**
	Sig. (双尾)	0.017	0.000		0.000	0.000	0.108	0.000
风向	皮尔逊相关性	0.109	0.107	0.296**	1	0.046	0.014	-0.082
	Sig. (双尾)	0.088	0.094	0.000		0.473	0.824	0.199
气温	皮尔逊相关性	-0.320**	-0.500**	0.467**	0.046	1	-0.418**	-0.835**
	Sig. (双尾)	0.000	0.000	0.000	0.473		0.000	0.000
湿度	皮尔逊相关性	-0.193**	-0.050	-0.103	0.014	-0.418**	1	0.296**
	Sig. (双尾)	0.002	0.432	0.108	0.824	0.000		0.000
气压	皮尔逊相关性	0.286**	0.405**	-0.488**	-0.082	-0.835**	0.296**	1
	Sig. (双尾)	0.000	0.000	0.000	0.199	0.000	0.000	

注: **在 0.01 级别(双尾), 相关性极显著;

*在 0.05 级别(双尾), 相关性显著。

通过 2021 年度阿拉尔市大气颗粒物 PM_{10} 和 $PM_{2.5}$ 的日平均浓度与风速和气温之间进行利用线性回归分析, 分析结果如图 4 和图 5 所示。由图 4 可知, 大气颗粒物 PM_{10} 、 $PM_{2.5}$ 日平均浓度与风速之间呈现

负相关。产生负相关的主要原因可能在于：随着风速增大，有利于颗粒物在大气环境空间的迁移扩散，使得 PM_{10} 、 $PM_{2.5}$ 的质量浓度有所稀释，从而使得大气颗粒物 PM_{10} 、 $PM_{2.5}$ 日平均质量浓度与风速呈现负相关。

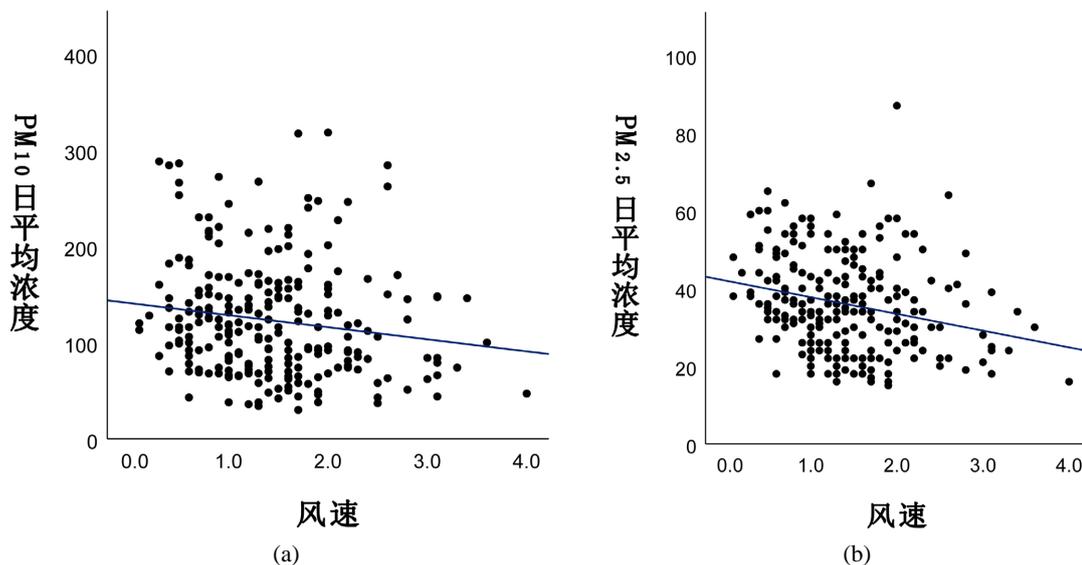


Figure 4. Linear regression relationship between daily average mass concentration of atmospheric particulate matter PM_{10} (a) and $PM_{2.5}$ (b) and daily average wind speed in Alar City in 2021

图 4. 2021 年度阿拉尔市大气颗粒物 PM_{10} (a)和 $PM_{2.5}$ (b)日平均质量浓度与日平均风速的线性回归关系

由图 5 可知，大气颗粒物 PM_{10} 、 $PM_{2.5}$ 日平均质量浓度与日平均气温之间呈现负相关。产生这种现象的原因，可能是地面温度增高，有利于产生对流运动，使大气污染物更有利于向上空扩散，从而使 PM_{10} 和 $PM_{2.5}$ 的日平均浓度有所降低。

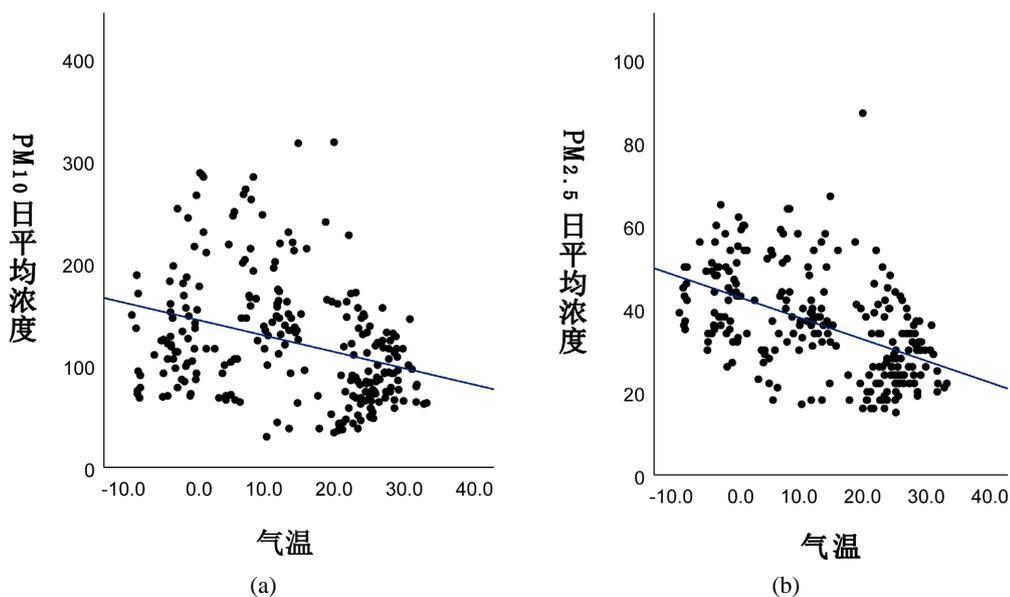


Figure 5. Linear regression relationship between daily average mass concentration of atmospheric particulate matter PM_{10} (a) and $PM_{2.5}$ (b) and daily average temperature in Alar City in 2021

图 5. 2021 年度阿拉尔市大气颗粒物 PM_{10} (a)和 $PM_{2.5}$ (b)日平均质量浓度与日平均气温的线性回归关系

4. 结论

(1) 阿拉尔市 2021 年总体空气质量以良为主, 优良天数占全年 52.9%; 但空气污染依然严重, 其中中度污染、重度污染和严重污染总天数为 92 天, 达到 25.2%, 总污染率为 47.1%; 空气污染多发生在春季, 并且春秋两季以中度及以上污染为主, 冬夏两季以轻度污染为主。

(2) 阿拉尔市的大气环境质量主要受颗粒物 PM_{10} 影响为主, 年度污染天数占比较大, 颗粒物年均质量浓度较高, 污染形势依然严峻。对大气颗粒物 PM_{10} 和 $PM_{2.5}$ 的日平均质量浓度、月平均质量浓度以及四季质量浓度变化研究发现, 月平均质量浓度出现两个峰值、一个谷值。大气颗粒物浓度的变化具有明显的季节性, 大气颗粒物 PM_{10} 和 $PM_{2.5}$ 的浓度变化在四季中排名为: 春季 > 秋季 > 冬季 > 夏季。因此在春季需要加大对大气污染物排放的管理及对大气污染的治理。

(3) 大气颗粒物 PM_{10} 与 SO_2 呈现极显著的正相关, 与 O_3 呈现极显著的负相关, 与 NO_2 呈现显著正相关。 $PM_{2.5}$ 与这四种空气污染物的相关性与 PM_{10} 基本一致, 不同的是, $PM_{2.5}$ 与 CO 之间具有显著的正相关。大气颗粒物 PM_{10} 与风速呈现显著负相关, 与气温、湿度呈现极显著负相关, 与气压呈现极显著正相关; 大气颗粒物 $PM_{2.5}$ 与风速、气温呈现极显著负相关, 与气压呈现极显著正相关。

(4) 阿拉尔市大气环境质量状况并不乐观, 主要受颗粒物 PM_{10} 影响, 后续需要开展颗粒物的特征污染元素及溯源研究, 以期为该市大气污染防治决策提供依据。

基金项目

新疆生产建设兵团第一师阿拉尔市科技计划项目(项目编号: 2022HB01)。

参考文献

- [1] 贺传胜. 探讨大气污染对环境保护的危害及解决措施[J]. 清洗世界, 2023, 39(6): 172-174.
- [2] 杨欣, 何友江, 廉涵阳, 等. 天山北坡区域大气污染特征及冬季重污染成因分析——以石河子市为例[J]. 环境工程技术学报, 2023, 13(2): 483-490.
- [3] 云翔, 申冲, 王春林, 等. 广州市大气污染特征及其典型环流形势分析[J]. 环境科学学报, 2023, 43(1): 216-228.
- [4] 曹阳, 杨红刚, 张莉, 等. 武汉市汉阳区大气污染特征及气象影响分析[J]. 环境科学与技术, 2021, 44(7): 30-39.
- [5] 崔金梦, 王体健, 高丽波, 等. 2016 年冬季南京地区大气污染特征的观测分析[J]. 气象科学, 2020, 40(4): 427-437.
- [6] 苟银寅, 张凯, 李金娟, 等. 保定市大气污染变化趋势及特征[J]. 环境科学, 2020, 41(10): 4413-4425.
- [7] 高丽波, 王体健, 崔金梦, 等. 2016 年夏季南京大气污染特征观测分析[J]. 中国环境科学, 2019, 39(1): 1-12.
- [8] 罗国娜, 罗旭, 陈凯遥, 等. 阿拉尔市生态空间演变规律研究[J]. 河北地质大学学报, 2023, 46(1): 73-79.
- [9] 姜其敏, 姜海梅. 锡林浩特国家气候观象台大气颗粒物污染特征[J]. 河南科技, 2021, 40(7): 122-124.
- [10] 许波, 张英杰, 吴序鹏, 等. 2016 年夏季淮安市大气污染特征及成因分析[J]. 科学技术与工程, 2017, 17(27): 316-321.
- [11] 楚芳婕, 孙爽, 李令军, 等. 2018~2020 年北京市交通监测站点大气污染特征分析[J]. 中国环境科学, 2021, 41(12): 5548-5560.