

· 大气污染防治 ·

基于GIS的乌鲁木齐PM₁₀时空分布与气象因素分析

王芳芳¹, 何 丽², 魏 勇³

(1.新疆气象局办公室, 新疆 乌鲁木齐 830002; 2.新疆农业大学草业与环境科学学院, 新疆 乌鲁木齐 830000; 3.石河子气象局, 新疆 石河子 832000)

摘 要: 基于GIS空间分析与插值技术, 以乌鲁木齐市2008~2012年PM₁₀监测数据及同期气象数据为依据, 分析其时空分布特征, 研究气象因素对PM₁₀分布的影响。结果表明, 乌鲁木齐市可吸入颗粒物(PM₁₀)不同季节浓度变化明显: 冬季>春季>夏季、秋季。PM₁₀在不同季节的空间分布也不相同, 这与冬季供暖与工业分布、地理位置有关。PM₁₀浓度分布与风速密切相关, 而与湿度、气温存在一定的非线性相关性。

关键词: PM₁₀; 时空分布; 气象因素; 乌鲁木齐

中图分类号: X513

文献标志码: A

Temporal-spatial Distribution Features of PM₁₀ in Urumqi on the GIS Basis and Meteorological Factor Analysis

Wang Fangfang¹, He Li², Wei Yong³

(1.Office of Xinjiang Meteorological Bureau, Urumqi 830002, China; 2.College of Grassland and Environment Sciences, Xinjiang Agricultural University, Urumqi 830000, China; 3. Shihezi Meteorological Bureau, Shihezi 832000, China)

Abstract: By application of GIS and interpolation technologies, on the basis of PM₁₀ monitoring data and meteorological data over the same period in Urumqi from 2008 to 2012, the temporal-spatial distribution features of PM₁₀ is analyzed and the influence of meteorological factors on PM₁₀ distribution is also studied. The results show that the seasonal change of PM₁₀ in Urumqi is obvious with the trend of being highest in winter, higher in spring but lower in summer and autumn. Spatial distribution of PM₁₀ in different seasons is not consistent, closely related to heating supply, industrial distribution and geographic positions. PM₁₀ concentration distribution is correlated with air velocity. However, its relation with temperature and moisture appears in a non-linear manner.

Keywords: PM₁₀; Temporal-spatial Distribution; Meteorological factors; Urumqi

CLC number: X513

20世纪以来, 许多对大气污染的相关研究成果表明, 空气中的可吸入颗粒物(PM₁₀, 空气动力学直径小于10 μm、悬浮于大气中的颗粒物)可长时间停留在大气中, 对身体健康和大气能见度等影响很大。尤其是经由呼吸系统进入人体后, 吸附在呼吸系统中, 诱发气管、支气管、肺部病变等各种呼吸系统疾病。PM₁₀已经成为对人类身体健康和环境空气质量产生重要影响的大气污染物。

目前, 城市大气颗粒物的研究主要集中在污染个案分析、城市污染物浓度变化规律、污染物与气象因子相关关系、污染物源解析等方面^[1-4]。

监测数据的传统研究在处理方面往往只采用统计方式分析, 缺乏空间可视化的表达。随着GIS的发展, 国内外学者越来越多的采用GIS对城市大气污染物的空间分布进行研究, 该技术在大气污染物数据管理、扩散模拟和空间分布分析等研究工作中, 可以提供更直观的信息支持^[5-7]。

乌鲁木齐是中国乃至全世界空气污染最为严重的城市之一。可吸入颗粒物(PM₁₀)是乌鲁木齐大气污染最为重要的污染物之一。文章利用2008~2012年乌鲁木齐市PM₁₀连续监测数据和同期地面气象观测数据, 分析空气中可吸入颗粒物

收稿日期: 2013-11-29

作者简介: 王芳芳(1980-), 女, 硕士研究生。研究方向: 气候变化与遥感应用。E-mail: wywff5167@qq.com

(PM₁₀)的时空变化规律及风速、气温、气压、湿度等气象因素对乌鲁木齐市PM₁₀浓度的影响。

1 资料概况

1.1 数据来源

以2008~2012年近5年乌鲁木齐市收费所、

监测站、铁路局、31中、74中等7个监测点位的连续在线监测数据和同期乌鲁木齐市地面气象站逐日相关气象数据为基础进行分析。7个大气自动监测点位见表1。

表1 自动监测点位情况概述

编号	点位名称	地理坐标	所属区域	区域主要产业分布
1#	收费所	43° 45' N, 87° 36' E	天山区	行政、住宅集中区
2#	监测站	43° 49' N, 87° 34' E	沙依巴克区	交通、商业密集区
3#	铁路局	43° 52' N, 87° 33' E	高新区	电子、精密制造产业区
4#	31 中	43° 49' N, 87° 38' E	水磨沟区	发电企业密集区
5#	74 中	43° 52' N, 87° 25' E	经济开发区	钢铁、机械产业密集区
6#	米东区环保局	43° 57' N, 87° 38' E	米东区	化工企业密集区
7#	新疆农科院农场	43° 57' N, 87° 29' E	高新区	郊区农业、建材区

1.2 研究方法

采用SPSS13.0对2008~2012年对7个大气自动监测点位的数据进行整理,参照《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中的二级标准,在不同时间和空间尺度上对收集的数据进行相关分析,并与同期的气象因素进行相关性研究。并采用软件ArcGIS9.3.1的Spatial Analyst Tools模块进行空间插值分析。

1.3 研究区概况

乌鲁木齐位于天山北麓准噶尔盆地南缘中段(东经86° 37' 至88° 58', 北纬42° 45' 至44° 08')^[8]。东、南、西三面环山,山地面积占总面积的60%以上(《乌鲁木齐地区国土资源》编辑委员会,1993),地形起伏较大,地势由东南向西北降低。乌鲁木齐属于中温带大陆性干旱气候,夏季酷热,冬季严寒,昼夜温差大。冬季静风频率较高,大气层结稳定、逆温频率高,降水少,蒸发量大。

2 乌鲁木齐市城区PM₁₀浓度时空变化规律

2.1 PM₁₀浓度时间变化规律

根据2008~2012年监测数据分析,PM₁₀在各监测区域随时间变化污染浓度变化较大。乌鲁木齐市年均PM₁₀浓度为0.13~0.14 mg/m³。2008~2012年乌鲁木齐可吸入颗粒物PM₁₀污染严重,超过国家空气质量的二级标准,大气质量较差见图1。乌鲁木齐PM₁₀在不同的季节,其污染浓度呈现明显的变化:冬季>春季,夏季和秋季浓度较低,空气质量较好。1月份的PM₁₀污染浓度最高,然后是12月、2月,这与采暖季节密切相关有关。此外,春季的几个月(3月~5月)污染维持在较高水平上,这与风沙天气日的出现频率较高有关。总之,乌鲁木齐市的全年月均PM₁₀浓度值较高,均高于国家二级标准,空气质量较差。

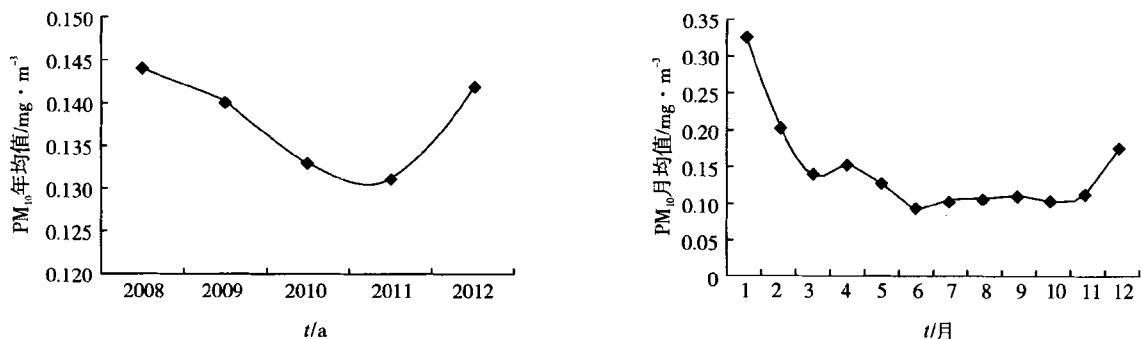


图1 2008~2012年乌鲁木齐市PM₁₀浓度变化曲线

2.2 PM₁₀浓度空间变化规律

根据2008~2012年监测数据分析,各季度PM₁₀

浓度空间分布不同,见图2。

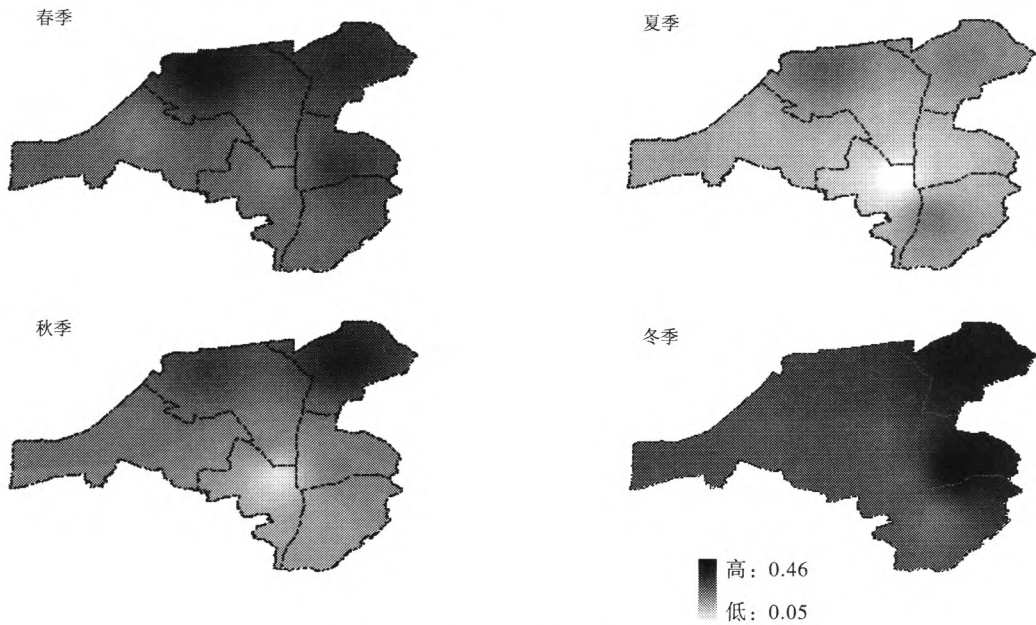


图2 不同季度PM₁₀浓度空间分布图

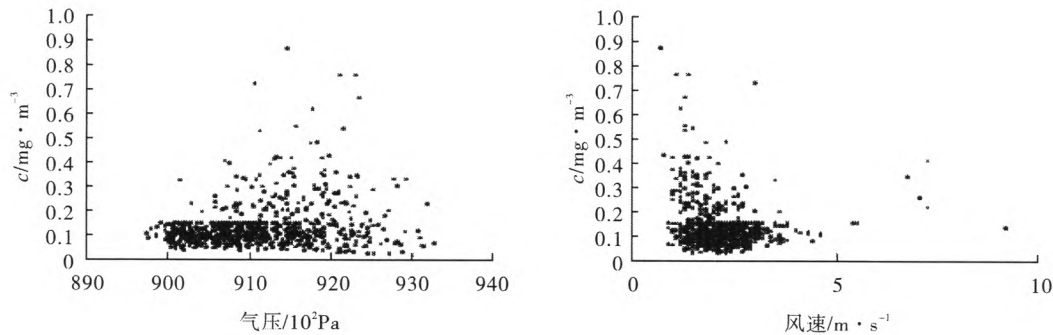
由图2可见,在各监测区域PM₁₀的污染浓度呈现明显的季节变化趋势。冬季污染程度较高,春季次之,夏季、秋季较低。

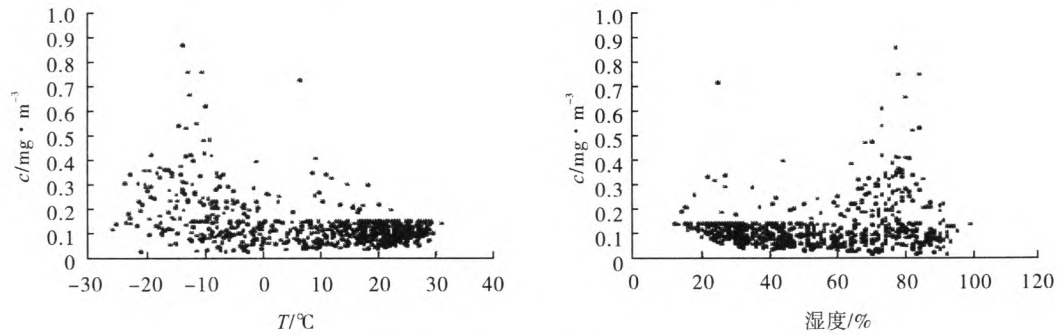
基于乌鲁木齐市特殊的地形、气象条件等导致其冬季风速全年最小,极容易出现阴雾天气。这种气象现象往往使大气污染物不易水平运动和扩散稀释。不同季节的PM₁₀的浓度空间分布情况也不一致。表现为:在冬季,位于市区东部的水磨沟区、东北部的米东区PM₁₀污染浓度明显高于其他区域。这与该区域的供暖、电厂、化工企业的集中分布有密切关系。此外,受沙尘天气影响,春季、秋季乌鲁木齐的北部PM₁₀浓度相对较

高。在夏季PM₁₀的浓度各区域差值较小,整体空气质量较好。

2.3 气象因素对PM₁₀分布规律的影响

大气颗粒物的浓度除了与污染源分布和源强有直接关系外,还与气象因素(如风向、风速、降水、温度、大气稳定度等)密切相关。气象因素对大气颗粒物的扩散、稀释和积累起着重要作用。经过同步观测及相关研究表明:大气污染物的浓度变化与气象因素之间的关系非线性特征明显^[9-10]。文章使用PM₁₀浓度随气压、风速、气温、湿度的分布图表述上述气象因素对PM₁₀浓度变化的影响,见图3。




 图3 PM₁₀浓度随各气象因素的变化分布图

风速是大气温度的重要参数,对大气污染物的扩散和传输影响较大。一般来说,风速越大,越有利于大气污染物的扩散和稀释,大气污染物的浓度越低。从图3可知,风速对PM₁₀浓度影响较大,在风速小于3 m/s时,PM₁₀浓度高于0.15 mg/m³出现的频率较高,6~10 m/s时出现的PM₁₀高值可能是由风沙引起的^[11];而PM₁₀分布与气压没有呈现明显的相关性,气压对PM₁₀浓度影响较小。

气温和湿度对大气颗粒物PM₁₀污染浓度的影响相反。当气温较低时,PM₁₀污染浓度较高;湿度较高时,PM₁₀污染浓度会保持在较高水平。这与乌鲁木齐的气候特征密切相关,乌鲁木齐市高温出现在干旱的夏季,湿度相对较小,PM₁₀浓度较低;相对湿度越大越容易导致颗粒物的聚集,空气中颗粒物浓度越高。

综上所述,乌鲁木齐PM₁₀浓度分布与风速密切相关,而与湿度、气温存在一定的非线性相关性,气压对PM₁₀浓度影响较小。

3 结论

根据2008~2012年监测数据分析,乌鲁木齐PM₁₀总体上污染浓度较高,空气质量较差。时间

上,大气颗粒物PM₁₀污染浓度季节变化明显,呈现出冬季>春季,夏季和秋季较低的变化趋势。在春、夏、秋、冬四季PM₁₀污染浓度的空间分布情况也不一致。这与乌鲁木齐的供暖、工业分布、地形和气象条件密切相关。乌鲁木齐市PM₁₀浓度分布与风速密切相关,而与湿度、气温存在一定的非线性相关性。

参考文献

- [1]于 扬,岑 况, NORRA Stefan, 等.北京市大气可吸入颗粒物的化学成分和来源[J].地质通报, 2012, 31(1): 156-163.
- [2]中国人民大学环境学院.中国城市空气质量管理绩效评估[R]. 2013.3.
- [3]魏玉香,童尧青,银 燕,等.南京SO₂、NO₂和PM₁₀变化特征及其与气象条件的关系[J].大气科学学报, 2009, 32(3): 451-457.
- [4]李 莉,陈长虹,黄 成,等.长江三角洲地区大气O₃和PM₁₀的区域污染特征模拟[J].环境科学, 2008, 29(1): 237-245.
- [5]安兴琴,马安青,王惠林.基于GIS的兰州市大气污染空间分析[J].干旱区地理, 2006, 29(4): 576-581.
- [6]王伟武,陈 超.杭州城市空气污染物空间分布及其影响因子的定量分析[J].地理研究, 2008, 27(2): 241-210.
- [7]赵 萍,胡友彪.基于GIS技术的城市大气环境质量评价—以淮南市为例[J].环境科学与技术, 2002, 25(4): 21-23.
- [8]乌鲁木齐市统计局,国家统计局乌鲁木齐调查队.2012乌鲁木齐统计年鉴[M].北京:中国统计出版社, 2012: 1-3.
- [9]周江兴.北京市几种主要污染物浓度与气象要素的相关分析[J].应用气象学报, 2005, 16: 123-127.
- [10]蒲维维,赵秀娟,张小玲.北京地区夏末秋初气象要素对PM_{2.5}污染的影响[J].应用气象学报, 2011, 22(6): 716-723.
- [11]杜吴鹏,高庆先,王跃思.沙尘天气对我国北方城市大气环境量的影响[J].环境科学研究, 2009, 22(9): 1021-1026.