

Analysis of the variation characteristics of atmospheric fine particulate matter concentration in Baiyin city from 2011 to 2022

Shuzhi Lin

Baiyin Ecological Environment Monitoring Center, Baiyin, Gansu, 730900, China

Abstract

This study uses the monitoring data of atmospheric inhalable particulate matter (PM₁₀) in Baiyin City from 2011 to 2022 to conduct a statistical analysis of its pollution status. It systematically examines the temporal and spatial distribution patterns of PM₁₀ concentrations. The aim is to understand the pollution status of atmospheric inhalable particulate matter in Baiyin City, providing a reference for effective regional air pollution control.

Keywords

atmospheric fine particulate matter; variation law; distribution characteristics

2011—2022 年白银市区大气可吸入颗粒物浓度变化特征分析

林树智

白银生态环境监测中心, 中国 · 甘肃 白银 730900

摘 要

利用2011—2022年白银市大气可吸入颗粒物(PM₁₀)监测数据对其污染状况进行统计分析。系统研究大气可吸入颗粒物浓度随时间维度变化规律及其空间分布特征,采用Spearman秩相关系数法进行趋势分析。掌握白银市大气可吸入颗粒物污染状况,为有效开展区域大气污染防治提供借鉴。结果表明:白银市大气可吸入颗粒物呈下降趋势。市区大气可吸入颗粒物具有明显的季节性特征,颗粒物污染特点季节差异较大。采暖期污染明显重于非采暖期。空间分布存在差异,东市区污染明显重于西市区的污染。研究区自然因素和社会经济等因素是市区大气可吸入颗粒物污染严重的重要原因。

关键词

大气可吸入颗粒物; 变化规律; 分布特征

1 引言

随着经济快速发展,城镇化工业化加速推进,公众环保意识不断提高,环境污染受到普遍关注。大气污染已成为全球关注的重要环境问题之一。近年来,我国城市经济发展中大气污染也十分严重。尤其是2013~2015年我国多个城市群发生区域性雾霾天气^[1],引起人们对可吸入颗粒物及细颗粒物的高度关注,成为研究大气环境污染的重要内容。为进一步减少大气污染对人体健康和环境造成严重影响,研究区域大气污染状况,掌握大气可吸入颗粒物污染分布特征及变化规律,有效开展大气污染治理提供借鉴。

2 研究区概况

白银市是新中国成立后最早由矿业开发而逐渐发展起来的新兴资源型工业化、区域性中心城市,是国家级有色金属工业基地,甘肃省重要的复合能源和化工基地。它位于甘肃省中北部、黄河上游中段,地处腾格里沙漠和祁连山余脉向黄土高原的过渡地带。其地理位置为东经103° 3'至105° 34',北纬35° 33'至37° 38',南北相距380多km,东西相距140多km。北靠内蒙古和宁夏两个自治区,东倚宁夏固原地区和甘肃平凉市,南与定西市接壤,西与省会兰州市相临,西北与河西走廊上的武威市毗连。白银市现辖白银、平川两个区,靖远、景泰、会宁三个县,土地总面积2.12万km²。截止2022年末,全市常住人口150.21万人。白银市政府所在地在白银区,土地面积1353km²,建成区面积59.3km²,人口28.88多万人。

白银市白银区共设有两个国家环境空气质量自动监测

【作者简介】林树智(1965—),中国天津人,本科,高级工程师,从事环境监测研究。

站点（简称国控点），采用24h连续自动监测，年监测天数365天。根据《环境空气质量监测点位布设技术规范（试行）》（HJ664-2013），由两个国控点代表“环境空气质量评价城市点”。白银区第三小学监测点代表东市区，动力公司监测点代表西市区。这两个监测点均处于二类功能区。

3 数据来源及评价标准

本文所利用可吸入颗粒物（ PM_{10} ）监测数据均来源于白银市环境空气自动监测系统2011~2022年的监测结果^[2]，数据年限为2011年1月至2022年12月。2011~2014年大气可吸入颗粒物采用国家《环境空气质量标准》（GB3095-1996）二级标准进行评价。2015~2022年大气可吸入颗粒物评价依据修订后的《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。

4 结果分析与讨论

4.1 时间变化特征分析

白银市工业能源结构以煤炭为主，市区空气污染呈现明显的煤烟型污染特征。对2011~2022年期间大气可吸入颗粒物的时间分布变化特征分析，主要为年际变化、月际变化、季节变化（及采暖期与非采暖期）变化特征分析。

4.1.1 年际变化

2011~2014年，大气可吸入颗粒物年均浓度范围为113~146 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，超过《环境空气质量标准》（GB3095-1996）二级标准限值（100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）要求。2015~2022年可吸入颗粒物年均浓度范围为80~121 mg/m^3 ，均超过《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准限值（70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）要求。2011~2022年大气可吸入颗粒物年均浓度变化曲线见图3-1。

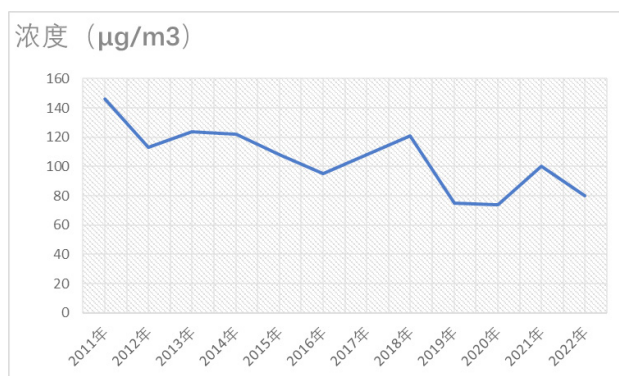


图3-1 可吸入颗粒物年均浓度变化曲线

4.1.2 月际变化

2011~2022年期间，每年的3月份可吸入颗粒物浓度最高，4~6月份开始下降，7月份最低，7~9月份是市区空气质量最好的月份，11月份又开始上升，全年有7个月污染水平较高。大气可吸入颗粒物月均浓度变化曲线见图3-2。近12年来白银市大气可吸入颗粒物月均浓度变化总体呈“U型”特征。

由于11月~次年3月份处于白银市区冬季采暖期高峰期，工业炉窑及采暖锅炉废气排放所形成的煤烟型污染，同时这一时期风速较小、逆温发生频率高、强度大，受这些不利于扩散的气象条件影响，这5个月份中可吸入颗粒物浓度比其它月份要高；市区的春季风力较大，地面的植被还没有形成、土质疏松，土壤、风沙尘也是3、5月份可吸入颗粒物浓度相对较高的主要原因。春季过后，随着7~9月份雨季的到来，植被发育成熟，同时降雨对可吸入颗粒物也起到净化作用，这段时间市区空气质量最好。

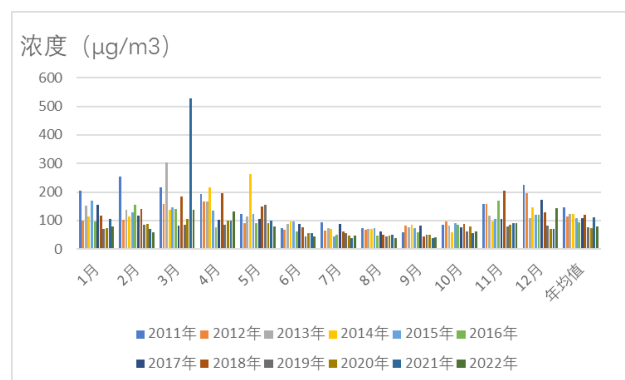


图3-2 可吸入颗粒物月均浓度变化曲线

4.1.3 季度变化

可吸入颗粒物季均值浓度范围为42~200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，一季度污染最重，二季度污染较重，四季度污染较重，三季度污染最轻。

4.1.4 采暖期和非采暖期变化

2011~2022年，可吸入颗粒物采暖期平均浓度为137 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，非采暖期平均浓度为87 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，采暖期平均浓度值高于非采暖期。总体来看，采暖期污染明显重于非采暖期。

4.2 空间变化特征分析

白银市第三小学、动力公司两个国控点处于白银区建成区。第三小学位于东市区，代表老城区；动力公司位于西市区，代表新城区。可吸入颗粒物浓度的空间分布受到研究区自然条件和社会经济活动（城市建设、功能区划分、工业布局、产业结构及能源消费等）因素的影响。

2011~2014年第三小学可吸入颗粒物年均值浓度范围为112~145 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。2015~2022年期间，第三小学可吸入颗粒物年均值浓度范围为78~124 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。2011~2014年动力公司可吸入颗粒物年均值浓度范围为95~146 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。动力公司可吸入颗粒物年均值浓度范围为67~117 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

统计结果表明：2011年，动力公司（西市区）污染明显重于第三小学（东市区）。2012~2022年期间，第三小学（东市区）污染明显重于动力公司（西市区）。

动力公司测点2011~2015年可吸入颗粒物有减轻趋势；2014年保持平稳，2016~2018年有所上升，2019~2020年有所下降，2021年有所上升，2022年有所下降。第三小学测点2011~2013年可吸入颗粒物有逐渐加重趋势；2014年保

持平稳，2015~2016 年有所下降，2017~2018 年有所上升，2019 年有所下降，2020~2021 年有所上升，2022 年有所下降。

4.3 变化趋势分析

采用 Daniel 趋势检验法（即 Spearman 秩相关系数法）^[3] 对白银市大气可吸入颗粒物变化趋势进行定量分析。计算公式为：

$$R_s = 1 - [6 \sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2 / (n^3 - n)]$$

式中：Rs 为秩相关系数；i 为时间周期数序号；n 为时间周期总数（比较 5 年数据时，n = 5）；xi 为周期 1 至周期 n 中各分析数据从小到大的排列序号；yi 为按时间先后排列的序号。

将秩相关系数 Rs 的绝对值同 Spearman 秩相关系数统计表中的临界值 Wp（当显著性水平为 0.05，n = 5 时，Wp = 0.9；n = 12 时，Wp = 0.506）进行比较。如果秩相关系数 Rs 的绝对值大于临界值 Wp，则表明变化趋势有显著性意义，否则无显著性；如果秩相关系数 Rs 为正值时则表明上升趋势，为负值时表明下降趋势。

白银市 2011~2022 年大气可吸入颗粒物变化趋势分析见表 3-1。

表 3-1 白银市大气可吸入颗粒物变化趋势检验

项目	第三小学	动力公司	白银市区	采暖期	非采暖期
Rs	-0.63	-0.34	-0.58	-0.48	-0.77
趋势	下降	下降	下降	下降	下降
显著性	显著	不显著	显著	较显著	显著

由表 3-1 检验结果可知，2011~2022 年白银市大气可吸入颗粒物年均浓度呈下降趋势，变化显著。第三小学测点二氧化硫可吸入颗粒物浓度呈下降趋势，变化较显著。动力公司测点可吸入颗粒物浓度呈下降趋势，变化不显著。

由检验结果可知，白银市采暖期和非采暖期的可吸入颗粒物浓度呈下降趋势。

5 结论

（1）2011~2022 年白银市区大气可吸入颗粒物浓度总体呈下降趋势。市区大气可吸入颗粒物具有明显的季节性特征，颗粒物污染特点季节差异较大。一年之中，冬季和春季受采暖期和沙尘天气的影响，污染物浓度较高，空气质量较差；夏季和秋季因气象条件利于污染物扩散，污染物浓度较高，空气质量较好。

（2）2011~2022 年，采暖期可吸入颗粒物浓度高于非采暖期。总体来看，采暖期污染明显重于非采暖期。

（3）2011~2022 年，大气可吸入颗粒物污染存在明显的地域性分布差异，从市区空间分布情况来看，第三小学测点可吸入颗粒物浓度为较高，污染较重，动力公司测点污染较轻。具有东市区污染明显重于西市区的污染特征。2011~2022 年，第三小学测点可吸入颗粒物呈波动下降趋势；动力公司测点可吸入颗粒物呈波动下降趋势。工业区的大气颗粒物污染要高于其它功能区污染。

（4）由检验结果可知，2011~2022 年白银市大气可吸入颗粒物年均浓度呈下降趋势，变化显著。第三小学测点二氧化硫可吸入颗粒物浓度呈下降趋势，变化较显著。动力公司测点可吸入颗粒物浓度呈下降趋势，变化不显著。白银市采暖期和非采暖期的可吸入颗粒物浓度呈下降趋势。

（5）通过对白银市自然因素和社会经济等因素对大气颗粒物污染影响的研究，工业污染源、燃煤锅炉废气、机动车尾气、建筑施工道路扬尘、餐饮油烟、露天燃烧及焚烧等是市区大气可吸入颗粒物污染严重的重要原因。

参考文献

[1] 中国空气质量管理评估报告（2016）[R].中国清洁空气联盟.2016.
[2] 白银市生态环境局.白银市环境质量报告书[R].2011~2022年度.
[3] 吴鹏鸣.环境空气监测质量保证手册[M].北京:中国环境科学出版社.1989：419-423.