

金沙本底站空气质量与颗粒物浓度变化特征分析

吴栋桥^{1,2} 周登^{1,2}

(1 湖北省咸宁市气象局, 咸宁 437100; 2 金沙国家大气本底站, 武汉 430074)

摘要: 利用华中区域代表性站点金沙国家大气本底站2007—2018年的PM_{2.5}、PM₁₀颗粒物质量浓度数据, 2019年3月—2019年6月反应性气体数据, 对华中区域空气质量进行整体评价, 并分析了颗粒物浓度的变化特征及其影响因素。结果表明, 反应性气体CO、SO₂、NO、NO₂质量浓度其日平均最大值、平均值均达到一级标准, O₃日平均值超标率为10.6%, PM_{2.5}超标率为18%, PM₁₀超标率为17%。从颗粒物质量浓度多年变化来看, 2007—2013年金沙站大气颗粒物质量浓度属于上升趋势, 2013年至今质量浓度呈现下降趋势, 风向风速也在一定程度上影响颗粒物的来源。

关键词: 本底站, 空气质量, 颗粒物, 臭氧, 变化特征

DOI: 10.3969/j.issn.2095-1973.2021.01.009

Analysis of Variation Characteristics of Air Quality and Particulate Matter Concentration at Jinsha Atmospheric Background Station

Wu Dongqiao^{1,2}, Zhou Deng^{1,2}

(1 Meteorological Bureau of Xianning City, Xianning 437100 2 Jinsha National Atmospheric Background Station, Wuhan 430074)

Abstract: Based on the PM_{2.5} and PM₁₀ mass concentration data from 2007 to 2018, and the reactive gas data from March 2019 to June 2019 from Jinsha National Atmospheric Base Station, which is a representative station in Central China, this study evaluated the overall air quality in Central China and the variation characteristics of particulate concentration and analyzed its influencing factors. The results showed that daily maximum and average values of particulate matter concentrations of CO, SO₂, NO and NO₂ reached the first-class standard, but daily average values of O₃, PM_{2.5} and PM₁₀ exceeded the national air quality standards of 10.6%, 18%, and 17%, respectively. The annual variations of particulate matter concentrations presented an upward trend from 2007 to 2013 and a downward trend from 2013 to the present. This study also found that the source of particulate matter is partly affected by wind directions and wind speeds.

Keywords: atmospheric background station, air quality, particulate matter, ozone, variation characteristics

0 引言

金沙国家大气本底站位于湖北省咸宁市崇阳县, 海拔750 m, 是我国7个成型的本底站之一。大气本底站监测的是(排除局地环境影响的)整个大气环境混合均匀之后的平均状况, 金沙国家大气本底站能对华中区域的大气成分状况进行连续实时的观测。金沙国家大气本底站从2006年开始气溶胶(PM_{2.5}、PM₁₀)的在线观测, 2019年2月开始反应性气体臭氧、二氧化硫、一氧化碳、氮氧化物的在线观测, 空气质量由颗粒物质量浓度与反应性气体质量浓度进行综合评价。

1 资料与方法

颗粒物资料采用位于金沙国家大气本底站的GRIMM180颗粒物监测仪探测到的PM₁₀、PM_{2.5}数据,

资料时段为2006年11月—2019年5月, 数据为5 min一组, 资料整体上连续性较好, 在数据分析上做了质量控制, 用于计算小时平均值的有效数据样本量不低于60%, 日平均采用的有效数据样本量不低于75%。

反应性气体资料采用2019年3月1日—6月30日数据, 每分钟一组数据, 统计计算到小时平均值, 然后再统计24 h平均浓度。

2 空气质量状况分析

《环境空气质量标准》(GB3095-2012)规定2016年1月1日起在全国实施。其中, 自然保护区、特殊保护区域按一级标准, 居住区、文化区、工业区、农村地区按二级标准^[1]。反应性气体数据采用的时间段为2019年3月1日—6月30日, 颗粒物质量浓度数据年平均采用时间段为2007—2018年, 颗粒物质量浓度24 h平均值采用时间段为2014年6月—2018年12月。反应性气体及颗粒物质量浓度统计结果见表1。

反应性气体CO、SO₂、NO、NO₂质量浓度其24 h

收稿日期: 2019年7月8日; 修回日期: 2019年11月7日
第一作者: 吴栋桥(1985—), Email: 241082016@qq.com
通信作者: 周登(1983—), Email: 48196170@qq.com

平均最大值达到一级标准,部分日数臭氧质量浓度超过一级标准,臭氧日超标率10.6%。 $PM_{2.5}$ 质量浓度日超标率为18.0%, PM_{10} 质量浓度日超标率17.0%。

从空气质量状况来看,对空气质量影响较大的为颗粒物及臭氧,臭氧质量浓度超过一级标准的日数较少,且超出范围不高。颗粒物质量浓度超标率较高, $PM_{2.5}$

年平均浓度无法达到一级标准 $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$,只能达到二级标准 $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$,二级达标率为83.3%。

从反应性气体质量浓度变化特征来看, CO 、 SO_2 、 NO 、 NO_2 远低于一级标准,说明金沙本底站本地空气污染源极少,臭氧的浓度有少部分超过一级标准。臭氧的主要来源为闪电、太阳的紫外辐射、臭氧的VOCs前体物(氮氧化物等),另有研究表明研究人员表示,臭氧水平上升与 $PM_{2.5}$ 污染的相应减少有直接关系。空气中的颗粒物能吸附化学自由基,以阻止臭氧的产生。当 $PM_{2.5}$ 浓度降低,细微颗粒减少时,对反应物的吸附量也会减少,最终导致大气氧化性增加,促使VOCs和 NO_x 转化成了臭氧。

3 颗粒物浓度变化特征分析

3.1 颗粒物质量浓度年变化特征

由图1可以看出,2006—2013年,金沙站大气颗粒物浓度属于上升趋势,2013年至今,年平均质量浓度呈现下降趋势。

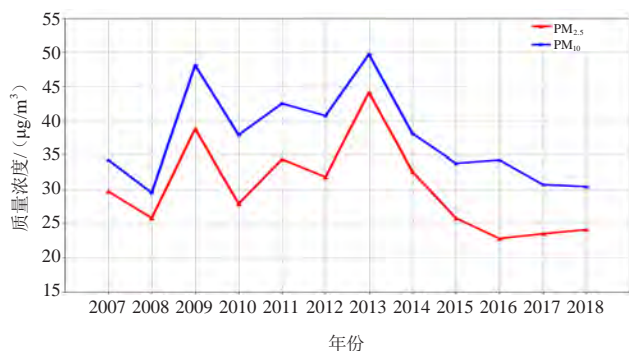


图1 2007—2018年颗粒物($PM_{2.5}$ 和 PM_{10})质量浓度年平均变化特征

Fig. 1 Annual average variations of particulate matter concentrations of PM_{10} and $PM_{2.5}$ during the period from 2007 to 2018

表1 空气质量标准与金沙本底站空气质量(单位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$,其中 CO 浓度单位为 mg/m^3)统计
Table 1 Air quality standards and statistics of air quality (unit: $\mu\text{g}/\text{m}^3$, except CO with an unit of mg/m^3) at Jinsha atmospheric background station

污染物项目/浓度/	平均时间	一级标准	二级标准	平均值	最小值	最大值	样本数	一级达标率	二级达标率
SO_2	24 h	50	150	9.88	1.89	25.24	119	100%	100%
	1 h	150	500	0.82	0.35	10.03	2762	100%	100%
NO_2	24 h	80	80	9.88	1.89	25.24	119	100%	100%
	1 h	200	200	9.89	0.58	33.07	2762	100%	100%
CO	24 h	4	4	0.18	0.02	0.86	119	100%	100%
	1 h	10	10	0.30	0.13	5.43	2762	100%	100%
O_3	日最大8 h平均	100	160	56.9	1.53	133.62	119	89.4%	100%
	1 h	160	200	57.31	1.26	165.25	2762	99.97%	100%
$PM_{2.5}$	年平均	15	35	29.7	22.8	44.1	12	0%	83.3%
	24 h	35	75	25.5	2.0	148.4	1257	82%	96.3%
PM_{10}	年平均	40	70	37.5	29.5	49.7	12	66.6%	100%
	24 h	50	150	35.3	2.2	210.0	1257	83%	97.7%

颗粒物质量浓度在2013年达到极值, $PM_{2.5}$ 年平均质量浓度为 $44.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, PM_{10} 年平均质量浓度为 $49.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$,2013年后逐渐降低,至2015年后 $PM_{2.5}$ 质量浓度降为 $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下,最低年份均值出现在2016年为 $22.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。2015年以前 $PM_{2.5}$ 质量浓度在 $25.8 \sim 44.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$,2016年后 $PM_{2.5}$ 质量浓度在 $22.8 \sim 24.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。自2013年以来,我国加大力度解决空气污染问题,从数据可以看到,华中区域颗粒物浓度的减少有明显的改善效果,2014年以后 $PM_{2.5}$ 年平均质量浓度小于 $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 的二级标准。

3.2 颗粒物质量浓度月变化特征

如图2所示, $PM_{2.5}$ 、 PM_{10} 月变化趋势基本一致,呈夏季低而冬季高的特点^[2],最低月平均出现在2017年6月($11.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $12.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$),月均值最高出现在2013年1月($66.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $77.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$),主要是因为夏季气温高,有利于大气污染物的扩散,冬季容易出现逆温层,不利于近地面污染物扩散^[3]。

3.3 颗粒物质量浓度日变化特征

金沙 $PM_{2.5}$ 、 PM_{10} 质量浓度的逐时变化趋势基本一致,呈波动变化(图3)。从00时(北京时,下同)至05时缓慢上升,05时达到日峰值($24.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $34.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$),06时后两种粒径的大气颗粒物缓慢下降,分别在13时和15时达到日谷值($20.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $28.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$),14时至夜间,大气颗粒物质量浓度逐渐上升,属于典型的昼低夜高的变化特征。

4 颗粒物质量浓度受气象要素的影响

4.1 风的影响

以颗粒物质量浓度及风向风速作图,数据采用2014年6月—2018年12月地面气象风数据及颗粒物质量浓度数据。

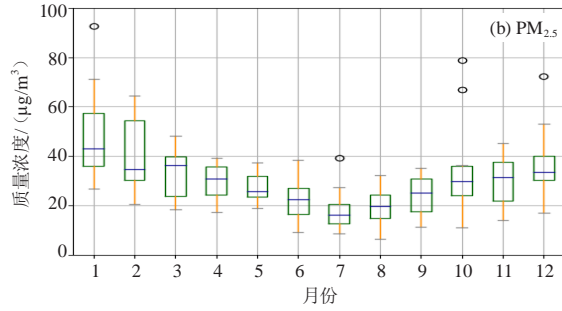
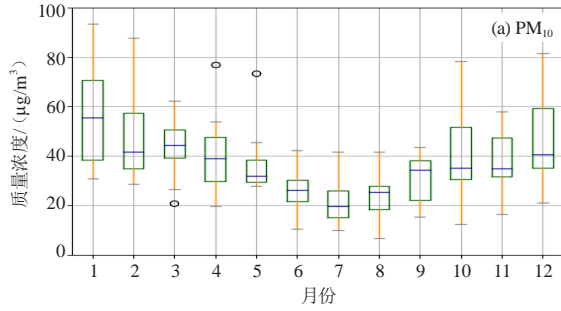


图2 颗粒物 (PM_{2.5}和PM₁₀) 质量浓度月平均变化特征
Fig. 2 Monthly variations of particulate matter concentrations of PM₁₀ and PM_{2.5}

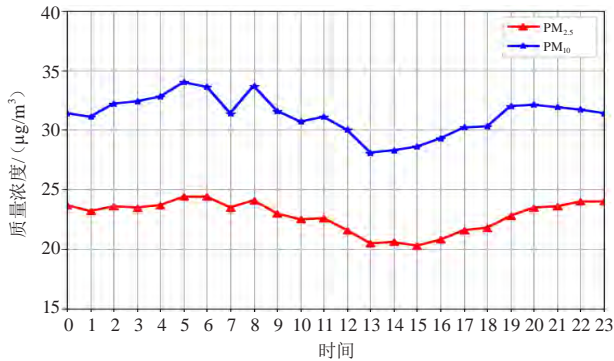


图3 颗粒物 (PM_{2.5}和PM₁₀) 质量浓度24小时变化特征
Fig. 3 Diurnal variations of particulate matter concentrations of PM₁₀ and PM_{2.5}

风向决定了污染物输送的方向,而对污染物的稀释扩散程度很大程度取决于风速,从图4中可以看到出现系统性北风、东风时金沙站PM_{2.5}、PM₁₀质量浓度要明显高于其他风向,且随着风速的增加,大气污染物颗粒物浓度减少并不明显,这是因为起北风时,气流经过上游距金沙站90 km的武汉市,另外金沙站的东部30 km处为咸宁市中心城区,人口较为密集,工业化程度较高,对东向的颗粒物来源有较大贡献。而其他风向,随着风速的增加,PM_{2.5}、PM₁₀质量浓度都小于35 µg/m³^[4]。

5 结论

1) 影响金沙本底站空气质量污染物主要是颗粒物及臭氧,按《环境空气质量标准》一级标准,其中颗粒物PM_{2.5}日超标率为18.0%,颗粒物PM₁₀日超标率为17.0%,臭氧日超标率为10.6%。

2) 金沙本底站颗粒物质量浓度2013年达到峰值后逐渐降低,最低年份均值出现在2016年,PM_{2.5}为22.8 µg/m³。2015年以前PM_{2.5}浓度在25.8~44.1 µg/m³,2016年后PM_{2.5}浓度在22.8~24.1 µg/m³。颗粒物质量浓度年平均状况有明显的改善。

3) 金沙本底站颗粒物质量浓度有明显的季节性,冬高夏低。

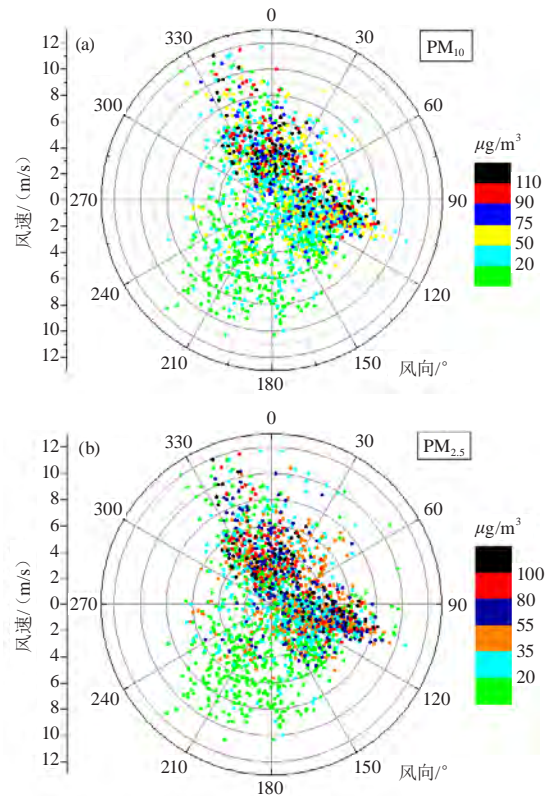


图4 金沙站颗粒物 (PM_{2.5}和PM₁₀) 质量浓度与风向风速的关系

Fig. 4 Distributions of particulate matter concentrations of PM₁₀ and PM_{2.5} in different wind directions and wind speeds at Jinsha Station

4) 风向影响金沙本底站颗粒物来源,当风向为北风或东风时台站颗粒物浓度较高,在其他风向上风速的增加会导致颗粒物质量浓度的明显减少。

参考文献

- [1] 环境保护部,国家质量监督检验检疫总局.环境空气质量标准(GB3095-2012).北京:中国标准出版社,2012.
- [2] 吕旒旒,李兰.PM_{2.5}污染特征及气象要素的影响分析.生态环境学报,2018,27(11):2073-2080.
- [3] 岳毅,李金娟,马千里.临安本底站2010-2015年PM₁₀污染特征及影响因素分析.中国环境科学,2017,37(8):2877-2887.
- [4] 周登,吴涛涛,贺文煌,等.夏末秋初金沙区域大气颗粒物浓度的变化特征.长春理工大学学报,2014,37(3):155-159.