

倪玉红,梅继策,任志国,等.2015.盱眙县空气污染特征及其气象条件分析[J].大气科学学报,38(4):573-576. doi: 10.13878/j.cnki.dqkxxb.20150301001.

Ni Yu-hong, Mei Ji-ce, Ren Zhi-guo, et al. 2015. Characteristics of air pollution and their meteorological conditions in Xuyi[J]. Trans Atmos Sci, 38(4):573-576. (in Chinese).

盱眙县空气污染特征及其气象条件分析

倪玉红¹,梅继策²,任志国²,戴浩²

(1.淮安市气象局,江苏 淮安 223001;2.盱眙县环保局,江苏 淮安 211700)

摘要:采用盱眙县环境监测站 2014 年 1—12 月 PM₁₀、PM_{2.5}、SO₂、NO₂、O₃ 逐日质量浓度资料及盱眙国家基本气象站同期气象资料,分析不同气象条件下盱眙县空气质量变化。结果表明:盱眙县主要污染物是 PM_{2.5}、PM₁₀,污染较轻的是 SO₂、NO₂、O₃;盱眙县空气质量变化趋势为秋冬季污染严重,夏秋季污染较轻。气象条件中的降水因子对改善空气质量、清除颗粒物具有明显作用;当温度在 0℃ 以下或 30℃ 以上时空气质量相对较好,0~20℃ 时空气污染情况较为严重;偏东风时大气环境质量较差,偏北风时大气环境质量较好。

关键词:空气污染;时空分布;气象条件

文章编号:1674-7097(2015)04-0573-04 中图分类号:P402 文献标志码:A

doi: 10.13878/j.cnki.dqkxxb.20150301001

Characteristics of air pollution and their meteorological conditions in Xuyi

NI Yu-hong¹, MEI Ji-ce², REN Zhi-guo², DAI Hao²

(1. Huaian Meteorological Bureau, Huai'an 223001, China; 2. Xuyi Environmental Protection Bureau, Huai'an 211700, China)

Abstract: Based on the PM₁₀, PM_{2.5}, SO₂, NO₂ and O₃ concentration data from the Xuyi county environmental monitoring station and the meteorological data from Xuyi station meteorological data from January to December of 2014, the air quality change under different meteorological conditions in Xuyi County is analyzed. The results show that the main pollutants in Xuyi county is PM_{2.5} and PM₁₀ while SO₂ and NO₂ pollution is light. Air pollution is more serious in spring and winter while it is not so severe in summer and autumn. Precipitation can improve air quality and remove air pollutants obviously. The air quality is better when the temperature is higher than 30℃ or lower than 0℃ while it is worse when the temperature is between 0℃ and 20℃. Moreover, the air quality is worse when the wind comes from east while it gets better when the wind comes from north.

Key words: air pollution; temporal and spatial distribution; meteorological conditions

0 引言

随着经济的发展,各种新型工业企业加快建设,城市建设遍地开花,多种因素导致区域环境空气质量急剧恶化,引发长期性、广泛性和普发性的雾霾问

题。针对空气环境质量恶化及原因,国内外做了大量研究(Paul, 2000; 朱敏等, 2008; 李雪等, 2012; 庞杨等, 2013; 刘端阳等, 2014)。李文杰等(2012)通过分析京津石三市空气污染指数的分布特征发现,夏季空气质量较高,地面气象要素对空气质量的影

收稿日期:2015-03-01; 改回日期:2015-04-10

基金项目:江苏省气象局市局科研开发项目(QX201205); 江苏 2014 年九三社省委参政议政课题项目

通信作者:倪玉红,工程师,研究方向为气象探测、大气成分分析,2453836359@qq.com.

响具有时间和空间效应。赵敬国等(2013)通过对兰州市空气污染与气象条件关系分析发现,气象条件中的降水和风速等重要气象条件对改善空气质量有较大影响。范洋等(2013)研究发现降水对 SO_2 有明显的去除作用,但对 NO_2 效果不明显。魏玉香等(2009)通过对南京市 2002—2006 年大气监测资料,分析了南京市大气中 PM_{10} 、 SO_2 、 NO_2 的变化趋势,发现夏季的空气污染物浓度最低。各类空气污染物变化趋势存在明显季节性分布,冬季的主要污染物为 SO_2 ,秋季的主要污染物为 NO_2 ,春季的主要污染物为 PM_{10} 。张敏等(2009)对 2007 年 11 月—2008 年 1 月南京北郊大气 SO_2 、 NO_2 和 O_3 进行了观测,发现南京北郊大气 SO_2 浓度受附近排放源的影响最大,降水对 SO_2 湿清除效果明显; NO_2 气体主要受附近高速公路汽车尾气排放源的影响,静风时浓度最高; O_3 浓度受 NO_2 的影响较明显。

1 数据

空气污染资料来自盱眙县环境监测站 2014 年 1 月 1 日—12 月 31 日 PM_{10} 、 $\text{PM}_{2.5}$ 、 NO_2 、 SO_2 、 O_3 的日质量浓度数据,同期气象资料来自盱眙县国家基本气象站。

2 空气污染物与时间变化周期

2.1 盱眙县空气环境质量状况

空气质量指数(Air Quality Index, AQI)是指将常规监测的几种空气污染物浓度简化成为单一的概念性指数值形式,用于分级表征空气污染程度和空气质量状况,适合于表示城市的短期空气质量状况和变化趋势(中国环境监测总站,1998)。

选取 2014 年 1 月 1 日—12 月 31 日,共计 343 个样本。如表 1 所示,空气质量达一级优的有 62 d, 占全年的 18.08%;达二级良有 192 d, 占总样本比例最高,为 55.98%;三级轻度污染的天气占全年的 18.95%;四级中度污染出现比例相对较低为 12 d; 五级重度污染和六级严重污染分别仅有 9 d 和 3 d。在 343 个样本中,空气质量达到一级和二级(即 AQI 小于 100)的天数有 254 d, 达标率达 74.06%, 总体以优良天气为主,空气质量三级以上天气占总样本数的 25.94%, 总体情况良好。

这可能是由于:一方面,盱眙县城市绿化环境以及周边乡镇绿化、森林覆盖率较高,其中盱眙城市绿化率达 49.93%, 森林覆盖率达 28.37%, 两项数据均在全省名列前茅,从源头上减少了土壤裸露从而

一定程度上降低了颗粒物因子对大气环境的影响,也充分净化了区域空气;另一方面,盱眙当地工业相对较弱,除了原有几个军工体系的化工厂,基本无产生较多有机物类排放的化工企业,控制了 VOC (Volatile Organic Compounds, 挥发性有机化合物)对大气环境质量的影响。

表 1 盱眙县空气质量等级分布

Table 1 Air quality grade distribution in Xuyi county

空气质量等级	天数/d	占总样本百分比/%
一级	62	18.08
二级	192	55.98
三级	65	18.95
四级	12	3.50
五级	9	2.62
六级	3	0.87

2.2 空气质量与季节变化趋势

图 1 为盱眙县空气质量指数 AQI 变化特征,其中定义 1、2、12 月为 2014 年冬季,3—5 月为春季,6—8 月为夏季,9—11 月为秋季。如图 1 所示,盱眙县空气质量变化趋势较为明显,春冬季空气质量较差,夏秋季空气质量较好。可能是由于春冬季气象条件较为稳定,尤其冬季降水较少,而盱眙县当地冬季冬小麦种植面积较少,多数稻田秋季收割后基本裸露,导致春冬两季地表裸露干燥,极易产生扬尘,从而增加了可吸入颗粒物浓度。夏季由于气象条件复杂多变,多风多雨,且地表植被绿化率较高,可以有效缓解由于 PM_{10} 和 $\text{PM}_{2.5}$ 上升导致的空气污染。另外,图 1 中夏季 AQI 出现的峰值主要是由于周边突发的污染事件引起。

2.3 六种污染物质量浓度季变化

表 2 为 2014 年盱眙县 SO_2 、 NO_2 、 O_3 、 CO 、 PM_{10} 、 $\text{PM}_{2.5}$ 六种污染物质量浓度的季节变化。结合图 1 及表 2 可以看出, AQI 变化与 PM_{10} 、 $\text{PM}_{2.5}$ 等各项空气污染物质量浓度趋势较为相近,呈现冬季高夏季低的特点。因为盱眙地处江淮地区,夏季降水较多,对空气污染中的 PM_{10} 和 $\text{PM}_{2.5}$ 冲刷效果较为明显。主要污染物为 PM_{10} 和 $\text{PM}_{2.5}$ 、 SO_2 、 O_3 和 NO_2 对盱眙县空气质量影响较小,说明盱眙县空气污染物的主要来源为颗粒物污染,而机动车尾气排放对空气质量影响较小,这主要是由于盱眙县化工等污染较大的企业较少,县城及周边基础设施建设较多等原因导致。

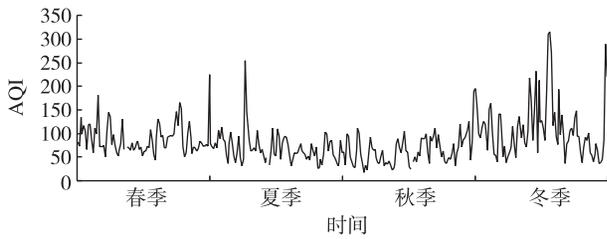


图 1 盱眙县空气质量指数变化特征

Fig.1 The variation characteristics of air quality index in Xuyi county

表 2 2014 年盱眙县 SO₂、NO₂、O₃、CO、PM₁₀、PM_{2.5} 质量浓度

Table 2 The mass concentration of six kinds of pollutants (SO₂, NO₂, O₃, CO, PM₁₀ and PM_{2.5}) in four seasons of 2014 in Xuyi county mg · m⁻³

季节	SO ₂	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2.5}	O ₃	CO
春季	0.015 0	0.019 7	0.102 2	0.054 5	0.088 6	1.647 3
夏季	0.005 8	0.006 5	0.068 9	0.045 1	0.070 0	1.007 7
秋季	0.004 7	0.005 7	0.075 3	0.052 7	0.036 1	1.330 7
冬季	0.016 8	0.033 5	0.119 1	0.082 3	0.046 9	1.900 2

3 气象条件及影响

3.1 降水影响

图 2 为盱眙县降水与各污染物平均质量浓度的关系。由图 2 可知,盱眙县空气质量变化与降水量分布紧密相关。在降水量为零时,各项污染物浓度都处于最高水平,降水量大于 30 mm 时,各项污染物浓度都处于较低水平,而且降水量对不同污染物清除效果不同,对影响盱眙县空气质量的主要污染物 PM₁₀和 PM_{2.5}效果最明显。降水量小于 10 mm 的降水日有一半出现在春秋两季,这两季中既有季风风力情况的影响,也有短时间降水冲刷的影响。降水量为 10~20 mm 的降水日与无降水日相比,各项污染物质量浓度略有下降,其中 SO₂的平均质量浓度为 0.008 6 mg/m³,比无降水日时的 0.010 4 mg/m³下降了 20.6%;NO₂的平均质量浓度为 0.012 1 mg/m³,比无降水日时的 0.016 2 mg/m³下降了 34.8%;PM₁₀、PM_{2.5}的平均质量浓度分别为 0.077 8、0.050 6 mg/m³,较无降水日的 0.090 8 mg/m³、0.058 2 mg/m³分别下降了 16.7%和 15%。在降水量大于 20 mm 的降水日,各项污染物质量浓度下降幅度各不相同,这说明降水能有效缓解空气污染,尤其对目前空气污染中的主要污染物 PM₁₀和 PM_{2.5}效果更为明显,这也是盱眙县夏季和秋季两季空气质量相对较好的原因之一。

3.2 温度影响

图 3 是盱眙县温度与 AQI 的关系。可见,温度在 0~10 °C 时 AQI 均值最高为 111.93,相比温度小

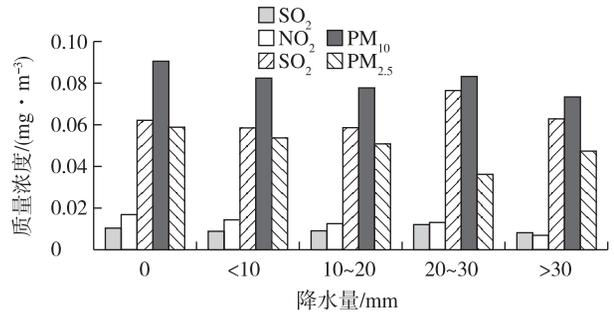


图 2 盱眙县降水与各污染物平均质量浓度的关系

Fig.2 The relationship between the precipitation and the average mass concentration of pollutants in Xuyi county

于 0 °C 时 AQI 的均值高了 76.74%。温度在 10 °C 以上,每升高 10 °C, AQI 均值分别降低了 28.4%、30.7%、5.3%。当温度在 0~20 °C 时, AQI 值较高,即空气污染情况较为严重,出现该情况的原因可能是由于降水较少,且风力较大,空气中大量扬尘导致空气质量下降。当温度高于 30 °C 时, AQI 继续减小,空气质量较好。

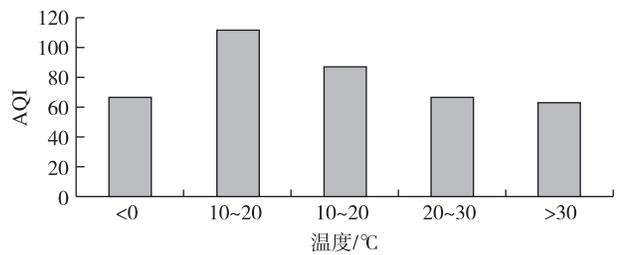


图 3 盱眙县温度与空气质量指数的关系

Fig.3 The relationship between the temperature and AQI in Xuyi county

3.3 风向影响

盱眙县北邻洪泽湖,东接金湖县,西部及南部都被安徽省县区环绕,除了北部洪泽湖方向的污染较轻外,其他多方位都有污染物输入。盱眙县 2014 年的风向资料,一定程度上反映了污染物的来源及分布情况。

表 3 为不同风向下空气质量变化。由表 3 可见,盱眙县 2014 年主导风向为东南风,约占全年的 25.87%,其次为东风,东风及东南风出现次数较多,高达全年的 50.58%;出现最少的是西南风向,仅占 4.36%。不同风向中,偏东风时空气质量较差,出现污染天气次数较多,尤其是中度以上污染。相对而言,北风时空气质量较高,偶有污染天气出现。出现这一现象的原因可能在于,北部洪泽湖受人类干扰少,产生的污染物较少,东部地区相对西部的安徽地区经济较为发达,农业生产等也较为发达,产生了较多的各类型污染物,通过大气传输影响盱眙县的空气质量。

表 3 不同风向空气质量分布

Table 3 Distribution of air quality in different wind directions

风向	样本数/ d	占全年 百分比/%	按 AQI 分级出现天数/d					
			一级	二级	三级	四级	五级	六级
北	25	7.56	5	17	3			
东北	36	10.47	6	18	7	2	1	1
东	85	24.71	17	47	16	2	2	1
东南	89	25.87	19	44	20	2	2	
南	36	10.47	7	23	5	1		
西南	15	4.36		11	3		1	
西	33	9.59	3	23	5		2	
西北	24	6.98	5	9	6	4		

4 结论

1) 盱眙县空气质量总体以优良为主,空气质量四级以上天气占总样本数的 96.51%。

2) 空气质量指数 AQI 和空气污染物 PM_{10} 、 $PM_{2.5}$ 、 NO 、 SO_2 、 NO_2 的质量浓度变化趋势均为夏季相对较低,冬季较高。

3) 由于降水冲刷的影响,相对春冬两季,夏秋两季空气质量情况较好。

4) 温度在 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下或 $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上时空气质量相对较好;当温度在 $0\sim 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,空气污染情况较为严重。

5) 盱眙的主导风向为东南风,偏东风时大气环境质量较差,偏北风时大气环境质量较好。

参考文献(References):

范洋,樊曙先,张红亮,等.2013.临安冬夏季 SO_2 、 NO_2 和 O_3 体积分数特征及与气象条件的关系[J].大气科学学报,36(1):121-128.
Fan Yang, Fan Shuxian, Zhang Hongliang, et al.2013.Characteristics of SO_2 , NO_2 , O_3 volume fractions and their relationship with weather conditions at Linan in summer and winter[J].Trans Atmos Sci, 36(1):121-128.(in Chinese).

李文杰,张时煌,高庆先,等.2012.京津石三市空气污染指数 API 的时空分布特征及其与气象要素的关系[J].资源科学,34(8):1392-1400. Li Wenjie, Zhang Shihuang, Gao Qingxian, et al.2012.Relationship between temporal-spatial distribution pattern of air pollution index and meteorological elements in Beijing, Tianjin and Shijiazhuang[J].Resources Science, 34(8):1392-1400.(in Chinese).

李雪,刘子锐,任希岩,等.2012.2007 和 2008 年夏季北京奥运场馆大气 PM_{10} 与 $PM_{2.5}$ 质量浓度变化特征[J].大气科学学报,35(2):197-204. Li Xue, Liu Zhirui, Ren Xiyang, et al.2012.Characteristics of PM_{10} and $PM_{2.5}$ during summer time of 2007 and 2008 at Beijing National Stadium[J].Trans Atmos Sci, 35(2):197-204.(in Chinese).

刘端阳,张靖,吴序鹏,等.2014.淮安一次雾霾过程的污染物变化特征及来源分析[J].大气科学学报,37(4):484-492. Liu Duan-

yang, Zhang Jing, Wu Xupeng, et al.2014.Characteristics and sources of atmospheric pollutants during a fog-haze process in Huai'an [J]. Trans Atmos Sci, 37(4):484-492.(in Chinese).

庞杨,韩志伟,朱彬等.2013.利用 WRF-Chem 模拟研究京津冀地区夏季大气污染物的分布和演变[J].大气科学学报,36(6):674-682. Pang Yang, Han Zhiwei, Zhu Bin, et al.2013.A model study on distribution and evolution of atmospheric pollutants over Beijing-Tianjin-Hebei region in summertime with WRF-Chem[J].Trans Atmos Sci, 36(6):674-682.(in Chinese).

Paul S M.2000.A review of the observations and origins of the spring ozone maximum[J].Atmos Environ, 34:3545-3561.

魏玉香,童尧青,银燕,等.2009.南京 SO_2 、 NO_2 和 PM_{10} 变化特征及其与气象条件的关系[J].大气科学学报,32(3):451-457. Wei Yuxiang, Tong Yaoqing, Yin Yan, et al.2009.The variety of ma in air pollutants concentration and its relationship with meteorological condition in Nanjing City [J].Trans Atmos Sci, 32(3):451-457.(in Chinese).

张敏,朱彬,王东东,等.2009.南京北郊冬季大气 SO_2 、 NO_2 和 O_3 的变化特征[J].大气科学学报,32(5):695-702. Zhang Min, Zhu Bin, Wang Dongdong, et al.2009.Characteristics of SO_2 , NO_2 and O_3 over north suburb of Nanjing in winter[J].Trans Atmos Sci, 32(5):695-702.(in Chinese).

赵敬国,王式功,王嘉媛,等.2013.兰州市空气污染与气象条件关系分析[J].兰州大学学报:自然科学版,49(4):491-496. Zhao Jingguo, Wang Shigong, Wang Jiayuan, et al.2013.Analysis of the relationship between pollution in Lanzhou City and ground meteorological factors[J].Journal of Lanzhou University (Natural Sciences), 49(4):491-496.(in Chinese).

中国环境监测总站.1998.环境资料汇编[M].北京:科学出版社:98-99. Chinese environment monitoring station. 1998.Environmental data compilation [M]. Beijing: Chinese Science Press: 98-99.(in Chinese).

朱敏,王体健,卢兆民.2008.一次持续空气污染过程的气象条件分析[J].气象科学,28:673-677. Zhu Min, Wang Tijian, Lu Zhaomin. 2008.Analysis on weather conditions during sustained heavy air pollution episode[J].Scientia Meteorology Sinica, 28:673-677.(in Chinese).

(责任编辑:刘菲)