



吴正旺, 韩宇婷, 吴彦强. 春季北京 1 次完整灰霾过程中的 $PM_{2.5}$ 监测与分析[J]. 环境科学与技术, 2016, 39 (S1): 179–182. Wu Zhengwang, Han Yuting, Wu Yanqiang. Spring in Beijing one $PM_{2.5}$ monitoring and analysis in the process of complete the ash haze [J]. Environmental Science & Technology, 2016, 39 (S1): 179–182.

春季北京1次完整灰霾过程中的 $PM_{2.5}$ 监测与分析

吴正旺, 韩宇婷, 吴彦强

(北方工业大学建筑工程学院, 北京 100144)

摘 要: 春季是北京等特大城市灰霾高发时期, 在 2013 年 4 月 19–24 日间完整地发生了 1 次灰霾过程。基于对北京 24 个监测点在 6 d 144 h 3 456 份 $PM_{2.5}$ 浓度数据, 以及同期相关天气资料, 对灰霾的形成、持续及消散过程进行的关联分析, 指出北京在春季灰霾天气中 $PM_{2.5}$ 浓度分布具有以下特征: (1) 在风力较大的情况下仍可能发生较严重的灰霾; (2) 存在某些监测点, 其 $PM_{2.5}$ 在灰霾过程中浓度值一直最高或最低; (3) 各监测点之间 $PM_{2.5}$ 浓度差异较大, 最大可达 8 倍以上。

关键词: 春季; 北京; 灰霾; $PM_{2.5}$; 分布

中图分类号: X831 文献标志码: A doi: 10.3969/j.issn.1003-6504.2016.S1.034 文章编号: 1003-6504(2016)S1-0179-04

Spring in Beijing one $PM_{2.5}$ Monitoring and Analysis in the Process of Complete the Ash Haze

WU Zhengwang, HAN Yuting, WU Yanqiang

(Architecture School of North China University of Technology, Beijing 100144, China)

Abstract: Spring, a super city such as Beijing gray haze high-risk period, in April 2013, 19 to 24 day fully happened one gray haze process. Based on Beijing 24 monitoring data from 144 hours in 6 144 $PM_{2.5}$ concentrations, and the weather data during the same period, the formation of the gray haze, continuous and dissipation process in correlation analysis, points out that the Beijing team in the spring in the ash haze weather $PM_{2.5}$ concentration distribution has the following features: (1) in the case of large wind could still happen serious ash haze; (2) there is some monitoring points, the $PM_{2.5}$ during the ash haze has been the highest or lowest level; (3) between the monitoring $PM_{2.5}$ concentration difference is bigger, the biggest can reach more than eight times.

Key words: Spring; Beijing; grey haze; $PM_{2.5}$; distribution

霾是一种对视程造成障碍的天气现象, 大量极细微的干尘粒等均匀的浮游在空中, 使水平能见度 <10 km, 造成空气普遍浑浊; 卫星观测结果显示, 我国近 8 亿人口、约 30% 的国土面积正遭受灰霾危害^[1-2]。目前, 针对霾天气大气 $PM_{2.5}$ 的相关研究是大气环境研究领域的热点。

1 研究区域概况与研究方法

春季是灰霾多发季节, $PM_{2.5}$ 是导致灰霾的主要因素。为了研究特大城市 $PM_{2.5}$ 的分布规律, 2013 年 4 月 19 日–24 日, 本课题组在国家自然科学基金的资助下完整地收集了北京环境监测中心发布的 6 d 144 h 3 456

份 $PM_{2.5}$ 浓度数据, 以及北京市气象台公开发布的相关逐日气象数据, 将逐时 $PM_{2.5}$ 浓度数据与北京气象局公开发表的实时风速、风向、温度、湿度等相关气象资料进行关联分析。取得的数据共包含了 24 个监测点(图 1), 完整地记录了 1 次灰霾发生、扩散和消逝的过程。

作为本次监测对象的北京市, 其建成区东西向约 35 km, 南北向约 40 km, 地势西北高、东南低, 西北为山脉, 东南为平原, 冬季多偏北风, 寒冷干燥, 夏季盛行东和东南风, 暖热多雨。本次监测共历时 6 d 144 h, 共计发生了 1 次灰霾天气, 其中 19、20、23 日为微风, 21、22 日为南风 3–4 级, 24 日为北风 3–4 级, 天气详

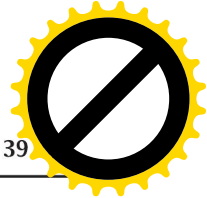
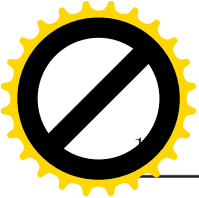


图1 北京市PM_{2.5}监测点分布图

细变化见表 1 所示。

2 监测结果与分析

从本次监测的天气看,包括了微风、南风及北风,气温从 6~23℃变化较为剧烈;从本次监测点类型看,有使馆办公区、多层居住区、展览区和旧城低层高密度住宅区等(图 2);从本次监测结果看,整个 6 日中存在 1 次灰霾的形成、持续及消散过程,其各监测点 PM_{2.5} 浓度值呈不均匀分布,并表现出一定的规律性。

本文中所有图表中数据均采用散点统计形成曲线,图表中各点均为监测时段 1 h 内的 PM_{2.5} 浓度采均值。

2.1 灰霾形成阶段

4 月 19 日天气由小雨转为阴,随即 PM_{2.5} 浓度值由 18 日的 10 左右缓慢上升至 19 日 0 时的 30,之后

表 1 本次监测时段的天气情况

序号	监测日期	当日天气概况	气温/℃	风	全天 PM _{2.5} /μg·m ⁻³	
					最高值	最低值
1	2013 年 4 月 19 日	小雨转阴	6~2	微风	74	7
2	2013 年 4 月 20 日	晴	16~5	微风	117	9
3	2013 年 4 月 21 日	多云	18~7	南风 3~4 级	172	62
4	2013 年 4 月 22 日	多云转雾	19~9	南风 3~4 级	236	91
5	2013 年 4 月 23 日	阵雨转多云	16~8	微风	277	84
6	2013 年 4 月 24 日	晴转多云	23~10	北风 3~4 级	240	3

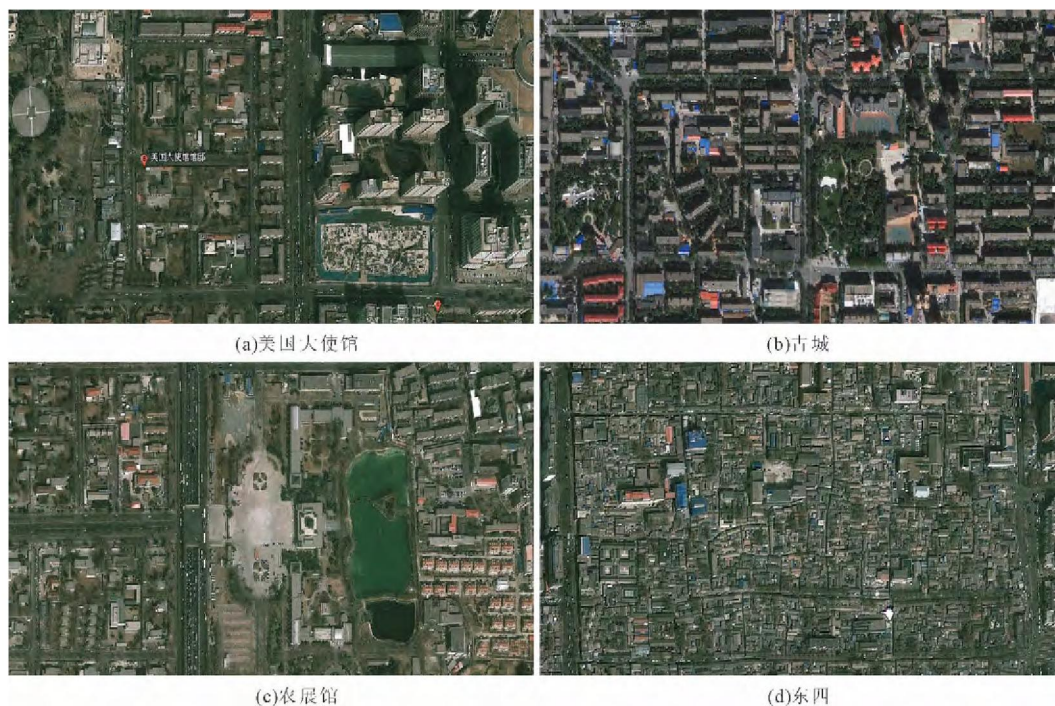


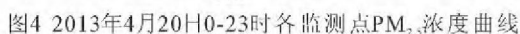
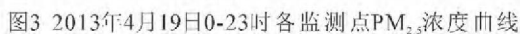
图2 本次调查的部分监测点卫星影像图

在凌晨 5 时迅速升高到 50~65。在灰霾形成阶段可以看到古城监测点的浓度值显著低于其他监测点(图 3 中黄色部分)。

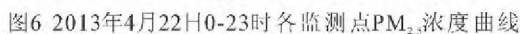
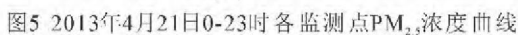
4 月 20 日之后 PM_{2.5} 稳定在 60~100 之间,形成

灰霾天气,这一阶段的 PM_{2.5} 浓度值具有以下特点:(1) 浓度值相对较低,在 100 以下;(2) 从时间发展看,在早晨 5 时之后 PM_{2.5} 稳步升高,且一直稳定至晚上 24 时之后;(3) 监测点中存在着若干最高值、最低值

2.2 灰霾持续阶段



差在 21-22 日夜较小,而其余时段均有较大差异(图 5~6)。



2.3 灰霾消散阶段

在灰霾消散阶段, $\text{PM}_{2.5}$ 浓度值表现出以下特征:

(1) 与灰霾的形成阶段相比, 其消散时间很快, $\text{PM}_{2.5}$ 的浓度从最高值的 180 经过 3~4 h 就迅速降低为 50 以

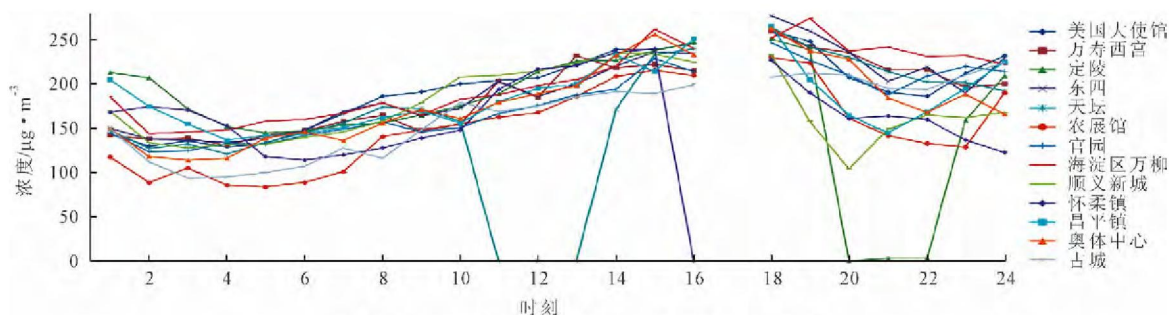
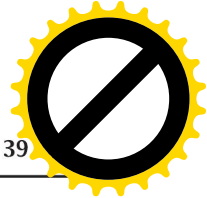
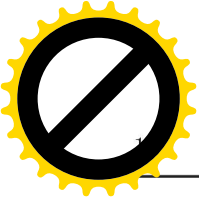


图7 2013年4月23日0-23时各监测点PM_{2.5}浓度曲线

下; (2) 不同监测点浓度值降低到 50 以下的时间最大相距约 4~5 h; (3) 存在若干监测点, 其 PM_{2.5} 浓度值降低速度较快。如怀柔镇, 其 PM_{2.5} 浓度值在 8 时之后就降低至 50 以下, 早于其他监测点约 8 h (图 8)。

2.4 各日各监测点 PM_{2.5} 平均值

从本次监测的各日监测点 PM_{2.5} 平均值看, (1) 存在着若干监测点, 其 PM_{2.5} 浓度平均值在 6 d 中基本为最高或最低。如美国大使馆在 6 d 中其 PM_{2.5} 浓度平均值一直位于最高为 50~52, 而古城在 6 d 中其 PM_{2.5} 浓度值则一直为最低 30~32, 二者相差约 70% (表 2)。

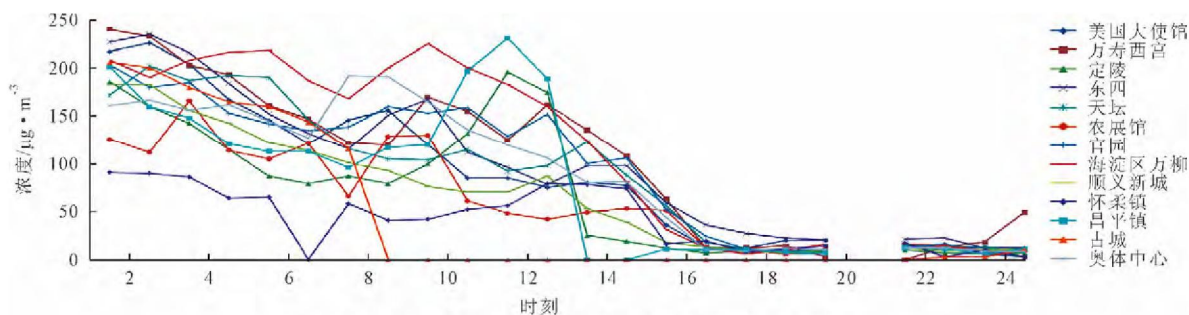


图8 2013年4月24日0-23时各监测点PM_{2.5}浓度曲线

表 2 2013 年 4 月 19-24 日日均 PM_{2.5} 浓度

监测站点	19 日	20 日	21 日	22 日	23 日	24 日	6 d 中最高(低) 日数
美国大使馆	52	52	51	50	50	50	6 日
万寿西宫	49	49	49	48	48	48	0
定陵	45	46	47	47	47	47	0
东四	49	49	49	48	47	47	0
天坛	46	46	45	44	43	43	0
农展馆	50	50	49	48	48	48	0
官园	45	45	44	44	43	43	0
海淀区万柳	46	46	46	45	45	5	0
顺义新城	42	42	43	43	44	45	0
怀柔镇	46	46	46	47	48	48	0
昌平镇	46	46	46	46	47	47	0
古城	32	32	32	32	31	30	6 日
奥体中心	50	50	50	49	49	48	0
	最高: 52 最低: 32	最高: 52 最低: 32	最高: 51 最低: 32	最高: 50 最低: 32	最高: 50 最低: 31	最高: 50 最低: 30	6 d 中美国大使馆均为最高, 古城均为最低

3 结论

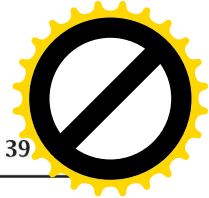
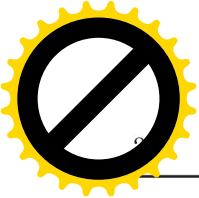
(1) 在北京春季, 风力较大的情况下 (如 4 月 21、22 日为北风 3~4 级) 仍可能发生较严重的灰霾。

(2) 存在某些监测点, 其 PM_{2.5} 在 6 日中浓度值在本次监测中一直最高或最低。

(3) 在灰霾的发生、持续阶段, 各监测点之间 PM_{2.5} 浓度差异较大, 最大可达 8 倍以上。

(4) 存在某些监测点, 其 PM_{2.5} 浓度值在灰霾消散阶段降低较快。

(5) 在本次监测中, 使馆办公区最高, 多层建筑群 (下转第 242 页)



- Environmental Science, 2008, 29(1): 47–51. (in Chinese)
- [17] 李贺, 张秋菊, 李田. 屋面径流污染物的出流类型与水质特性研究[J]. 中国给水排水, 2009, 25(9): 90–93.
- Li He, Zhang Qiuju, Li Tian. Study on outflow types of pollutants in roof runoff and quality characteristics[J]. China Water and Wastewater, 2009, 25(9): 90–93. (in Chinese)
- [18] Zhang Q Q, Wang X K, Hou P Q, et al. Quality and seasonal variation of rainwater harvested from concrete, asphalt, ceramic tile and green roofs in Chongqing, China[J]. Journal of Environmental Management, 2014, 132: 178–187.
- [19] 国家环境保护总局《水和废水监测分析方法》编委会. 水和废水监测分析方法[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2002.
- State Environment Protection Agency of China. Methods of Monitoring and Analysis for Water and Wastewater[M]. Beijing: China Environmental Science Press, 2002. (in Chinese)
- [20] Kim L H, Kayhanian M, Zoh K D, et al. Modeling of highway stormwater runoff[J]. Science of the Total Environment, 2005, 293: 163–175.
- [21] GB 3838–2002, 地表水环境质量标准[S].
- GB 3838–2002, Environmental Quality Standards for Surface Water[S]. (in Chinese)
- [22] Lye D J. Rooftop runoff as a source of contamination: a review [J]. Science of the Total Environment, 2009, 407 (21): 5429–5434.
- [23] Wu J, Ren Y, Wang X, et al. Nitrogen and phosphorus associating with different size suspended solids in roof and road runoff in Beijing, China[J]. Environmental Science and Pollution Research, 2015, 22(20): 15788–15795.
- [24] Chang M, McBroom M W, Beasley R S. Roofing as a source of nonpoint water pollution [J]. Journal of Environmental Management, 2004, 73(4): 307–315.
- [25] 赖国华. 沥青化学成分对路面水损害的影响 [J]. 中外公路, 2004, 24(4): 52–53.
- Lai Guohua. The effect of asphalt chemical composition of water damage on the road [J]. China Foreign Highway, 2004, 24(4): 52–53. (in Chinese)
- [26] Li L Q, Yin C Q, He Q C, et al. First flush of storm runoff pollution from an urban catchment in China[J]. Journal of Environmental Sciences, 2007, 19(3): 295–299. (in Chinese)
- [27] Yu J, Yu H, Fang H, et al. Pollution characteristics of lead, zinc, arsenic, and cadmium in short-term storm water roof runoff in a suburban area[J]. Toxicological & Environmental Chemistry, 2014, 96(7): 1034–1046.
- [28] Zhang Q Q, Wang X K, Hou P Q, et al. The temporal changes in road stormwater runoff quality and the implications to first flush control in Chongqing, China[J]. Environmental Monitoring and Assessment, 2013, 185(12): 9763–9775.
- [29] Fang H Y, Cai Q G, Chen H, et al. Effect of rainfall regime and slope on runoff in a gullied loess region on the Loess Plateau in China[J]. Environmental Management, 2008, 42(3): 402–411.

(上接第 182 页)
最低。

[参考文献]

- [1] 吴生虎, 史凯, 谢志辉, 等. 典型灰霾期间城市大气 $PM_{2.5}$ 演化的标度行为实证研究[J]. 环境科学与技术, 2016, 39(2): 43–50.
- Wu Shenghu, Shi Kai, Xie Zhihui, et al. Empirical study on scaling of $PM_{2.5}$ evolution during a typical haze episode[J]. Environmental Science & Technology, 2016, 39 (2): 43–50. (in Chinese)
- [2] 周悦, 李兰, 刘敏, 等. 湖北省大范围霾天气近地层输送特征研究[J]. 环境科学与技术, 2016, 39(2): 51–56.
- Zhou Yue, Li Lan, Liu Min, et al. Transportation characteristics of surface layer under haze weather in Hubei Province[J]. Environmental Science & Technology, 2016, 39(2): 51–56. (in Chinese)