

## 保定市可吸入颗粒物污染特征研究

章国荣, 于泊莱\*, 吕明泉, 何丹 (河北大学化学与环境科学学院, 河北保定 071002)

**摘要** [目的] 基于保定市空气中可吸入颗粒物质量浓度严重超标的现状, 开展此次污染调查分析。[方法] 利用保定市 6 个监测点 2013 年 8 月 19 ~ 11 月 30 日的连续观测资料, 对保定市大气中的  $PM_{10}$  质量浓度变化规律进行统计分析。[结果]  $PM_{10}$  质量浓度在 44 ~ 720  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 均值在 225  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 达标率为 44.1%, 总体污染水平较高。监测期间, 8 月空气质量最佳, 9 月次之, 11 月空气质量最差; 各监测点  $PM_{10}$  质量浓度略有差异, 表现为: 市监测站 > 胶片厂 > 接待中心 > 华电二区 > 地表水厂 > 游泳馆。  $PM_{2.5}/PM_{10}$  在 22.0% ~ 80.6%, 均值在 54.4%,  $PM_{2.5}/PM_{10}$  数值高, 空气污染严重, 对人体健康危害大。  $PM_{2.5}$  和  $PM_{10}$  呈正相关, 相关方程为:  $PM_{2.5} = 0.67446 \times PM_{10} - 22.76075 (R^2 = 0.9572)$  表明两者有相同或相近的污染源。[结论] 该研究可为保定市控制细颗粒物的污染水平、交通能源政策的制订及环保措施的落实提供科学依据。

**关键词**  $PM_{2.5}$ ;  $PM_{10}$ ; 污染水平; 污染源

中图分类号 S181.3 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2013)35-13692-02

Study on Pollution Characteristics of  $PM_{10}$  in Baoding

QIN Guo-rong et al (College of Chemistry and Environmental Science, Hebei University, Baoding, Hebei 071002)

**Abstract** [Objective] To investigate the pollution on the basis of  $PM_{10}$  concentration in air of Baoding City which is much higher than the standard level. [Method] To analyze  $PM_{10}$  concentration change laws in the local area on the basis of continuous observational data from August 19 to November 30 in 2013 in 6 monitoring stations. [Result]  $PM_{10}$  concentration was 44 - 720  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , the mean was 225  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , the standard rate was 44.1%, the overall pollution rate was higher. During the monitoring period, air quality was the best in August, then in September, the worst in November.  $PM_{10}$  concentration varied from monitoring stations, city monitoring station > film factory > reception center > No. 2 Huandian School > water plant > swimming pool.  $PM_{2.5}/PM_{10}$  was 22.0% - 80.6%, the mean was 54.4%. Higher value of  $PM_{2.5}/PM_{10}$  means more serious air pollution, and more serious damages to human health.  $PM_{2.5}$  and  $PM_{10}$  were positively related,  $PM_{2.5} = 0.67446 \times PM_{10} - 22.76075 (R^2 = 0.9572)$  means that both of them have the same or similar pollution sources. [Conclusion] The research provided a scientific support for controlling pollution level of fine particles, making transportation and energy policies and environmental protection measures.

**Key words**  $PM_{2.5}$ ;  $PM_{10}$ ; Pollution level; Pollution source

近几年河北省雾霾特别严重, 环保部公布的 11 月全国空气质量状况监测数据, 空气最差的 10 个城市河北省占 7 个, 保定市排名第 7。随着雾霾天气频繁出现并越来越严重, 人们也越来越关注空气中的颗粒物污染。可吸入颗粒物是指粒径在 10  $\mu\text{m}$  以下的颗粒物, 又称  $PM_{10}$ , 其中粒径小于 2.5  $\mu\text{m}$  的称为  $PM_{2.5}$ , 又称细粒<sup>[1-2]</sup>。可吸入颗粒物粒径小, 能在空气中长时间停留, 是形成雾霾天气的主要原因<sup>[3-5]</sup>。国外许多国家对可吸入颗粒物的研究较早。早在 20 世纪 80 年代初, 美国就开始了对可吸入颗粒物的研究。1985 年美国国家环境保护局将原颗粒物物质指示物总悬浮颗粒物(TSP)项目修改为  $PM_{10}$ , 1997 年美国国家环境保护局又提议修改美国国家大气质量标准, 规定了  $PM_{2.5}$  的最高限值。加拿大、西班牙等欧美其他国家也在  $PM_{2.5}$  研究方面开展了大量的研究工作。我国在可吸入颗粒物研究方面起步较晚, 早期对可吸入颗粒物的研究主要是分析其与气象条件的关系, 近年来随着监测手段的进步, 关于  $PM_{10}$  的观测特征以及成分和来源分析研究越来越多<sup>[4]</sup>。为此, 笔者通过收集  $PM_{2.5}$ 、 $PM_{10}$  的连续观测数据, 分别通过可吸入颗粒物质量浓度、细粒在  $PM_{10}$  中的比例及两者的相关性, 分析保定市大气中可吸入颗粒物的污染水平和污染特征, 从而为控制细颗粒物的污染水平、交通能源政策的制订及环保措施的落实提供科学依据。

## 1 监测点设置及数据采集方法

**1.1 监测点** 保定市 6 个监测点分别为游泳馆、华电二区、接待中心、地表水厂、胶片厂、市监测站。监测点概况如表 1 所示。

表 1 监测点概况

监测点	监测点概况
游泳馆	在车辆少、绿化好的公园街上, 周边是保定市体育馆
华电二区	周围主要是教学区、兴建小区、城中村、农田, 北边是车流量大的复兴路
接待中心	周围主要是工厂、汽车 4S 店, 南北 500 m 各有一车流量较多的马路
地表水厂	位于南市区, 周边主要是村落、农田、汽修厂, 200 m 外有驾校
胶片厂	位于西郊工业区内, 毗邻天威集团
市监测站	紧邻车流量大的东风路, 东西边是商业区, 北边主要是居民区、教学区, 南边是在建公寓、公园

**1.2 数据采集** 数据来自  $PM_{2.5}$  监测网, 包含保定市 6 个监测点  $PM_{2.5}$  和  $PM_{10}$  每小时均值和日均值, 从 2013 年 8 月 19 ~ 11 月 30 日共 104 d 数据。

## 2 结果与分析

**2.1  $PM_{10}$  的污染水平** 由表 2 可知, 观测期间  $PM_{10}$  质量浓度平均值为 201  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 超出《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 二级标准 (24 h 平均 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), 最低值为 44  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (8 月 30 日), 最高值为 720  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (11 月 23 日)。8 月均值为 130  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 低于 GB3095-2012 二级标准; 9 月均值略超标, 为 152  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ; 10、11 月  $PM_{10}$  污染加剧, 分别达到 256 和 266  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。8 月监测的 13 d 中有 10 d 达 GB3095-2012

**作者简介** 章国荣(1988-), 女, 广西环江人, 硕士研究生, 研究方向: 环境工程。\* 通讯作者, 副教授, 从事环境污染治理和环境影响评价。

**收稿日期** 2013-12-01

二级标准,达标率达 76.9%,而 10 月份达标率仅 16.1%。可见,保定市空气质量在 8、9 月份较好,进入 10 月,气温降低,气象条件不利于污染物扩散,污染水平大幅度提高,11 月中旬供暖后,燃煤排放的  $PM_{10}$  使污染更严重。

表 2 各月份  $PM_{10}$  污染概况

月份	$PM_{10}$ 质量浓度 $\rho//\mu\text{g}/\text{m}^3$			采样天 数//d	达标天 数//d	达标 率//%
	最大值	最小值	平均值			
8	176	44	130	13	10	76.9
9	319	59	152	30	17	56.7
10	482	79	256	31	5	16.1
11	720	84	266	30	8	26.7
统计	720	44	201	104	40	44.1

由图 1 可知,保定市  $PM_{10}$  的空间分布为:市监测站 > 胶片厂 > 接待中心 > 华电二区 > 地表水厂 > 游泳馆。市监测站位于市区主干道上,车流量及居民人口密度大,扬尘和燃煤是造成  $PM_{10}$  偏高的原因;胶片厂地处保定市西郊工业区,工业生产对空气颗粒物贡献非常大;华电二区邻近复兴路,周边是在建小区,建筑施工和扬尘是其主要污染源;地表水厂周边是驾校、汽修厂和农田,扬尘对空气质量影响较大;游泳馆地面绿化面积大,周围主要是休闲场所,相对其他监测点污染物浓度较低。

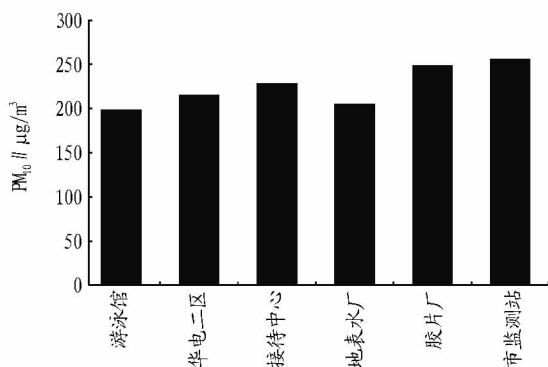


图 1 各监测点  $PM_{10}$  质量浓度

**2.2  $PM_{2.5}/PM_{10}$**  颗粒物的粒径越小,进入呼吸道的部位越深,对人体健康危害越大<sup>[6-8]</sup>。 $PM_{2.5}/PM_{10}$  代表可吸入颗粒物中细粒的含量,它可以反映污染水平,比值在 30% ~ 40% 污染较轻,在 50% ~ 70% 污染较重<sup>[9]</sup>。由表 3 可知, $PM_{2.5}/PM_{10}$  在 22.0% ~ 80.6%,均值为 52.8%,说明保定市空气污染较重。11 月的  $PM_{2.5}/PM_{10}$  较前两月明显降低,这是保定市停工停产重点污染企业造成的,可见工业生产主要排放的是  $PM_{2.5}$ 。

**2.3  $PM_{2.5}$  和  $PM_{10}$  的相关性** 通过对  $PM_{2.5}$  和  $PM_{10}$  之间的相关性分析,可以初步判断两者是否来自相同的污染源,还可以根据  $PM_{10}$  的质量浓度来估算  $PM_{2.5}$  的质量浓度<sup>[10]</sup>。由图 2 可知, $PM_{10}$  质量浓度变大, $PM_{2.5}$  值随之增加,两者间呈显著的正相关关系,相关方程为: $PM_{2.5} = 0.67446 \times PM_{10} - 22.76075 (R^2 = 0.9572)$ ,可见保定市空气中的  $PM_{2.5}$  和  $PM_{10}$  有相同或相似的来源。

表 3 不同月份  $PM_{2.5}/PM_{10}$  %

月份	最大值	最小值	平均值
8	69.9	32.4	49.8
9	80.6	36.2	56.0
10	70.9	36.4	56.6
11	63.0	22.0	48.6
统计	80.6	22.0	52.8

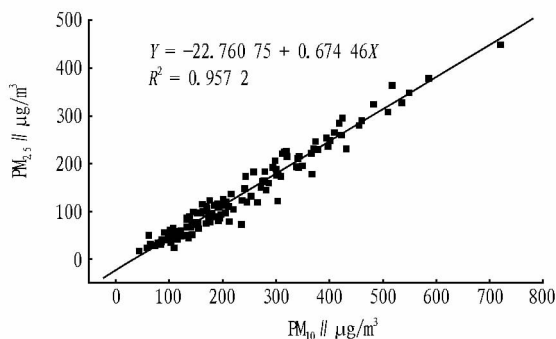


图 2  $PM_{2.5}$  和  $PM_{10}$  的相关性曲线

### 3 结论

(1) 保定市  $PM_{10}$  质量浓度在 44 ~ 720  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ,均值为 201  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ,达标率仅为 44.1%,总体污染水平较高。监测期间 8 月空气质量最佳,9 月次之,11 月空气质量最差。各监测点  $PM_{10}$  质量浓度略有差异,表现为:市监测站 > 胶片厂 > 接待中心 > 华电二区 > 地表水厂 > 游泳馆。

(2)  $PM_{2.5}$  在  $PM_{10}$  中所占的比例在 22.0% ~ 80.6%,均值为 52.8%, $PM_{2.5}/PM_{10}$  数值越高,表示空气污染越严重,对人体健康危害越大。工业生产和燃煤主要贡献的是细粒。

(3)  $PM_{2.5}$  和  $PM_{10}$  呈显著的正相关关系,相关方程为: $PM_{2.5} = 0.67446 \times PM_{10} - 22.76075 (R^2 = 0.9572)$ ,说明两者来源相同或相似。

### 参考文献

- [1] 傅敏宇,郑有飞,徐星生,等.  $PM_{2.5}$  监测及评价研究进展[J]. 气象与减灾研究,2011,34(4):1-6.
- [2] 包贞,冯银厂,焦荔,等. 杭州市大气  $PM_{2.5}$  和  $PM_{10}$  污染特征及来源解析[J]. 中国环境监测,2010,26(2):44-48.
- [3] 杨卫芬,银燕,魏玉香,等. 霾天气下南京  $PM_{2.5}$  中金属元素污染特征及来源分析[J]. 中国环境科学,2010,30(1):12-17.
- [4] 杨洪斌,邹旭东,汪宏宇,等. 大气环境中  $PM_{2.5}$  的研究进展与展望[J]. 气象与环境学报,2012,28(3):77-82.
- [5] 赖以坚. 东莞市环境空气  $PM_{2.5}$  污染现状及防治对策浅析[J]. 东莞理工学院学报,2012,19(5):83-88.
- [6] 殷永文,程金平,段玉森,等. A 上海市霾期间  $PM_{2.5}$ 、 $PM_{10}$  污染与呼吸科、儿呼吸科门诊人数的相关分析[J]. 环境科学,2011,32(7):1894-1898.
- [7] DIAZ R V, DOMINGUEZ E R. Health risk by inhalation of  $PM_{2.5}$  in the metropolitan zone of the City of Mexico [J]. Ecotoxicology and Environmental Safety, 2009, 72(3): 866-871.
- [8] MATE T, GUAITA R, PICHUOLE M, et al. Short-term effect of fine particulate matter ( $PM_{2.5}$ ) on daily mortality due to diseases of the circulatory system in Madrid (Spain) [J]. Science of the Total Environment, 2010, 408(23): 5750-5757.
- [9] 徐敬,丁国安,颜鹏,等. 北京地区  $PM_{2.5}$  的成分特征及来源分析[J]. 应用气象学报,2007,18(5):645-654.
- [10] 郭清彬,程学丰,侯辉,等. 冬季大气中  $PM_{10}$  和  $PM_{2.5}$  污染特征及形貌分析[J]. 中国环境监测,2010,26(4):55-58.