

石家庄市环境空气 PM_{2.5} 和 PM₁₀ 污染变化特征研究

高康宁¹, 曹会勇², 康苏花¹, 徐曼¹

(1. 石家庄市环境监测中心, 石家庄, 050022;
2. 石家庄市环境科学研究院, 石家庄, 050022)

摘要:通过对石家庄市 2013 年 1~12 月 PM_{2.5} 和 PM₁₀ 实时数据的整理和分析, 结果表明, 石家庄市大气中细颗粒物 PM_{2.5} 和可吸入颗粒物 PM₁₀ 月均浓度变化呈明显的季节性, 二者变化趋势基本一致, 采暖期 12~2 月份浓度普遍高于其他月份, PM_{2.5} 和 PM₁₀ 浓度最高值均出现在 1 月份; 春夏 PM_{2.5} 和 PM₁₀ 浓度有所降低, 7 月份浓度最低。PM_{2.5} 和 PM₁₀ 存在显著的正相关关系。

关键词:细颗粒物(PM_{2.5}), 可吸入颗粒物(PM₁₀), 浓度变化, 季节性, 正相关

中图分类号:R122.1 **文献标识码:**B **文章编号:**1006-8759(2015)04-0062-03

SHIJIAZHUANG CITY AMBIENT AIR PM_{2.5} AND PM₁₀ POLLUTION CHARACTERISTICS RESEARCH

GAO Kang-ning¹, CAO Hui-yong², KANG Su-hua¹, XU Man

(1. Shijiazhuang city environmental monitoring center, Shijiazhuang, 050022;
2. Shijiazhuang city environmental science research institute, Shijiazhuang, 050022)

Abstract: through the shijiazhuang city 2013 1 ~ 12 month of PM_{2.5} and PM₁₀ real-time data collection and analysis, the results show that the shijiazhuang city PM_{2.5} concentration of PM₁₀ monthly show obvious seasonal change, Basically the same change trend. In heating period concentration is generally higher than other months .in February, PM_{2.5} and PM₁₀ concentration peak appeared in January; Spring and summer of PM_{2.5} and PM₁₀ concentration decreases, the lowest concentration in July. There is significant positive correlation relationship between PM_{2.5} and PM₁₀.

Key words: fine particulate matter (PM_{2.5}), particulate matter (PM₁₀), concentration change, seasonal, positive correlation

2013 年初开始在华北地区出现的大雾、灰霾天气, 以及非官方的环保组织、美国驻华大使馆监测发布 PM_{2.5} 等一系列事件使得“PM_{2.5}”这一专业术语迅速进入公众视线, 成为人们广泛关注的热点话题。可吸入颗粒物(环境空气中空气动力学当量直径小于等于 10 μm 的颗粒物, 即 PM₁₀) 和

细颗粒物(环境空气中空气动力学当量直径小于等于 2.5 μm 的颗粒物, 即 PM_{2.5}) 是影响石家庄市空气质量的关键性因素, 是石家庄市大气主要污染物。研究指出, 大气中 PM₁₀、PM_{2.5} 浓度上升 10 μg/m³, 死亡数分别上升 0.53% 和 0.85%^[1]。PM₁₀ 可通过呼吸道进入人体, 累积在呼吸系统中, 引发许多疾病, 危害人体健康; PM_{2.5} 可以通过呼吸道, 进入肺泡, 在肺泡内积聚, 引发各种疾病。由于体积小重量轻, PM_{2.5} 可以在空气中滞留很长的时间,

收稿日期: 2014-10-24

第一作者简介: 高康宁, 女, 1981.5, 高级工程师, 从事环境监测工作。

而其巨大的比表面积能吸附更多的细菌、病毒、重金属等各种对人体健康有害的污染物^[2,3]。

大气颗粒物质量浓度是目前评价大气质量的主要依据之一,随着对大气颗粒研究的深入,1997年美国国家环保署(USEPA)公布了PM_{2.5}标准^[4],规定其日均值为65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$,年均值为15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。我国1996年颁布的《环境大气空气质量标准》^[5]规定PM₁₀质量浓度的日均值为150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$,年均值100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (二级标准,GB3095-1996),2012年又制定了新的环境空气质量标准^[6],规定PM₁₀质量浓度的日均值为150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$,PM_{2.5}质量浓度的日均值为75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (二级标准,GB 3095-2012)。

了解大气颗粒物的污染程度和相互关系,进行大气污染原因分析,摸清大气中PM_{2.5}、PM₁₀随时间空间的变化规律和主要来源,从而采取最快速、最有效、最经济的措施改善环境空气质量。为了使市民能够较全面地了解空气质量情况,石家庄市从2012年6月1日起通过石家庄市环保局网站实时对外发布PM_{2.5}研究性监测小时浓度数据。文章搜集和整理了石家庄市2013年1-7月环境质量数据,分析了PM_{2.5}和PM₁₀浓度变化特征,以期对石家庄市冬春夏空气污染状况分析及大气环境管理提供一定借鉴作用。

1 数据来源

本文所用空气颗粒物浓度(PM_{2.5}和PM₁₀)来自石家庄市空气质量实时数据。数据采集后利用Excel2003等数据分析软件进行分析整理。分别为市区内化工学校、职工医院、人民会堂、高新区、西北水源、西南高教、世纪公园7个环境空气自动监测点位2013年1-12月PM_{2.5}和PM₁₀监测数据。

2 结果与分析

2.1 石家庄市1-12月份PM_{2.5}、PM₁₀浓度变化

表1 各点位PM_{2.5}月均浓度值 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

点位名称	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	全年平均
化工学校	343	241	143	102	117	133	87	91	142	189	141	222	163
职工医院	348	236	129	93	104	125	76	80	133	185	135	246	158
人民会堂	332	204	129	99	117	125	81	83	130	170	123	176	147
高新区	313	236	127	90	103	120	80	80	133	186	117	270	155
西北水源	304	224	129	91	128	143	68	69	138	191	125	268	157
西南高教	321	228	120	85	101	113	69	72	121	172	119	256	148
世纪公园	312	219	118	86	110	115	72	74	127	176	123	263	150
全市平均	325	227	128	92	111	125	76	78	132	181	126	243	154

表2 各点位PM₁₀月均浓度值 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

点位名称	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	全年平均
化工学校	499	353	307	243	264	250	185	211	255	358	311	324	297
职工医院	541	340	297	248	271	250	206	233	266	375	330	379	311
人民会堂	551	357	305	244	256	216	165	183	231	338	294	414	296
高新区	569	371	333	258	274	235	207	225	253	342	286	338	308
西北水源	548	328	322	253	295	247	203	231	247	358	287	385	309
西南高教	539	348	315	242	307	249	193	195	228	363	301	329	301
世纪公园	542	356	309	253	302	243	189	202	238	357	271	347	301
全市平均	541	350	313	249	281	241	193	211	245	356	297	359	303

从表1、表2可以看出,2013年1-12月份石家庄市区内7个点位的PM_{2.5}、PM₁₀浓度均超出《环境空气质量标准》(GB 3095-2012)中二级标准(PM_{2.5}≤75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$,PM₁₀≤150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$),PM_{2.5}和PM₁₀全年浓度为:154 $\mu\text{g}/\text{m}^3$;303 $\mu\text{g}/\text{m}^3$;分别超出二级标准的1.1倍、1.0倍。化工学校、职工医院和西北水源PM_{2.5}浓度稍高于其他点位;职工医院、高新区、高新区和西北水源PM₁₀浓度稍高于其他点位,总体来说,市区各点位PM_{2.5}、PM₁₀全年平均浓度差别不大,说明在同一时期,空气稀释扩散程度比较均匀,全市环境空气质量基本一致。

2.2 PM_{2.5}和PM₁₀随季节变化

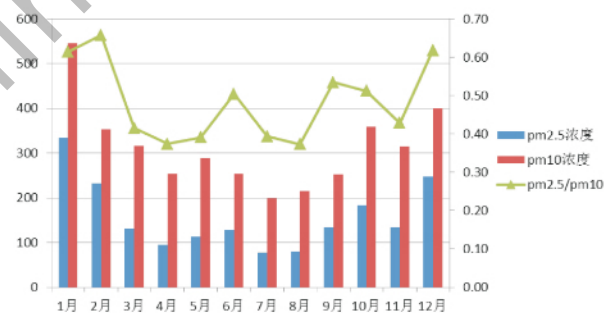


图1 石家庄市1-12月份PM_{2.5}和PM₁₀月平均浓度变化

由图1看出,1~12月,PM_{2.5}和PM₁₀浓度随季节变化趋势基本相同,具有明显的季节特征。10月-次年3月份PM_{2.5}和PM₁₀浓度高于其他月份,冬季大气扩散能力差,逆温天气较多,加上11月15日之后采暖期燃煤排放,11月-次年3月份雾霾最严重,空气质量最差,12月-次年2月PM_{2.5}浓度月均值均超过200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$;值得提出的是,2013年10月份PM₁₀浓度达到356 $\mu\text{g}/\text{m}^3$,仅次于12月份和1月份;由于气象因素影响,2013年冬季雾霾的出现比往年要早。

4月份进入非采暖期且春季风速高,空气流动性强,故PM_{2.5}和PM₁₀浓度分别降至95和254

$\mu\text{g}/\text{m}^3$,呈下降趋势;5月份春夏交接,暖气流出现频繁, $\text{PM}_{2.5}$ 和 PM_{10} 浓度出现回升迹象;6、7、8月份夏季受气象因素影响,降雨频率高, $\text{PM}_{2.5}$ 和 PM_{10} 浓度均较低,这与夏季气温高,紫外线较强,易发生大气光化学反应,生成粒径较小的二次污染物如 SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、SOA(二次有机气溶胶)等有关^[7,8],9、10月份 $\text{PM}_{2.5}$ 和 PM_{10} 浓度开始回升。

$\text{PM}_{2.5}$ 和 PM_{10} 之比是反映空气污染程度和污染物颗粒组成的一个重要指标。研究指出,污染越重的地区 $\text{PM}_{2.5}/\text{PM}_{10}$ 也越大,污染较轻的城市 $\text{PM}_{2.5}$ 与 PM_{10} 比值在0.3~0.4之间,污染较重的在0.5~0.7之间^[9]。1~12月份,石家庄市 $\text{PM}_{2.5}$ 与 PM_{10} 浓度平均值的比值为0.51,可以发现,12月~次年2月份 $\text{PM}_{2.5}$ 与 PM_{10} 月平均浓度之比大于0.6,采暖期燃煤尘和冬季静风多是石家庄冬季大气质量差的主要因素。随着时间推移和季节变换,空气污染物的主要成分也在不断变化,4、5月和7、8月 $\text{PM}_{2.5}/\text{PM}_{10}$ 小于0.4,其他月份石家庄市环境空气可吸入颗粒物中 $\text{PM}_{2.5}$ 占 PM_{10} 的四成至六成。

2.3 $\text{PM}_{2.5}$ 和 PM_{10} 相关性分析

通过对2013年1~12月份石家庄市区的 $\text{PM}_{2.5}$ 和 PM_{10} 月均浓度进行相关性分析(见图2),回归方程为 $y = 1.169x + 128.2$,相关系数为0.955,二者存在显著正相关性。

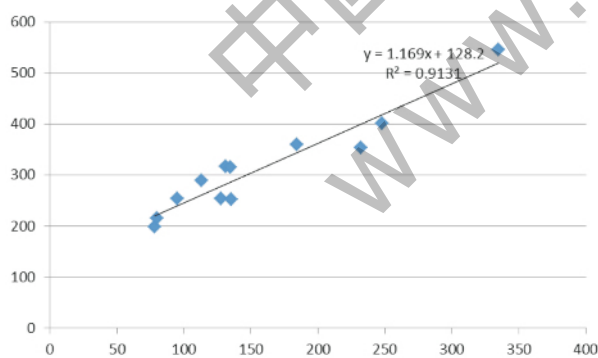


图2 $\text{PM}_{2.5}$ 和 PM_{10} 浓度的相关性曲线

3 结论

(1)2012年1月~12月,石家庄市区内7个点的 $\text{PM}_{2.5}$ 、 PM_{10} 浓度均超出《环境空气质量标

准》(GB 3095-2012)中二级标准($\text{PM}_{10} \leq 150\mu\text{g}/\text{m}^3$, $\text{PM}_{2.5} \leq 75\mu\text{g}/\text{m}^3$)。在同一时期,空气稀释扩散程度比较均匀,全市环境空气质量基本一致。

(2)石家庄市大气中 $\text{PM}_{2.5}$ 与 PM_{10} 浓度随时间变化呈现出明显的季节特征, $\text{PM}_{2.5}$ 与 PM_{10} 月平均最高浓度值均出现在1月份;12月至次年3月份, $\text{PM}_{2.5}$ 和 PM_{10} 浓度均高于其他月份,由此可见,冬季采暖期燃煤尘加上华北地区冬季气候特征是形成大气污染的主要因素。7、8月份夏季, $\text{PM}_{2.5}$ 和 PM_{10} 浓度均较低,其中 $\text{PM}_{2.5}$ 浓度与新空气质量标准中二级标准基本接近。随着季节推移, $\text{PM}_{2.5}$ 和 PM_{10} 污染状况为:夏季优于春季,春季优于冬季,春秋基本一致,但是从10月份的污染物浓度看出,2013年冬季雾霾的出现早于往年。石家庄市空气污染除了与采暖期燃煤尘污染有关外,受季节性的气候气象因素影响较大。

(3) $\text{PM}_{2.5}$ 浓度和 PM_{10} 浓度存在显著或极显著的正相关关系。1~12月份,石家庄市 $\text{PM}_{2.5}$ 与 PM_{10} 浓度平均值的比值为0.51,总体看来,属于污染较严重的城市。

参考文献

- [1]戴海夏,宋伟民,高翔,等.上海市A城区大气 PM_{10} 、 $\text{PM}_{2.5}$ 污染与居民日死亡数的相关分析[J].卫生研究,2004,33(3):293-297.
- [2]于建华,虞统,魏强,等.北京地区 PM_{10} 和 $\text{PM}_{2.5}$ 质量浓度的变化特征[J].环境科学研究,2004,17(1):45-47.
- [3]伊丽米热·阿布达力木,迪丽努尔·塔力甫,阿布力孜·伊米提.乌鲁木齐市大气颗粒物中重金属浓度的分布特征[J].环境科学与技术,2012,35(8):107-111.
- [4]US EPA.National ambient air quality standards for particulate matter[EB/OL].2006[2013-02-22].http://www.epa.gov/fedrgstr/EPA-AIR/2006/October/Day-17/a8477.htm.
- [5]GB 3095-1996,环境空气质量标准[S].
- [6]GB 3095-2012,环境空气质量标准[S].
- [7]温天雪,王跃思,张凯.采暖季北京大气 PM_{10} 中硫酸盐与硫酸氧化物的观测研究[J].中国科学院研究生院学报,2007,24(5):584-588.
- [8]彭应登,杨明珍,申立贤.北京铵源排放及其对二次粒子生成的影响[J].环境科学,2006,21(6):101-106.
- [9]徐敬,丁国安,颜鹏,等.北京地区 $\text{PM}_{2.5}$ 的成分特征及来源分析[J].应用气象学报,2007,18(5):645-654.