

下沙空气 PM_{2.5} 浓度与影响因素简析

潘传信, 孙秀萍, 余伟, 闻丽莎

(杭州经济技术开发区环境监测站, 浙江 杭州 310018)

摘要: 为了解下沙空气 PM_{2.5} 的污染状况、分布规律及其影响因素, 对 2011 年 9 月~2013 年 2 月期间下沙站点的 PM_{2.5} 进行了连续监测与分析。结果表明: 2011 年 9 月~2013 年 2 月下沙站点 PM_{2.5} 的小时浓度范围为 1~453 μg/m³, 2012 年平均浓度值为 61 μg/m³。下沙 PM_{2.5} 浓度呈现明显的季度变化, 且夜间高于日间, 这主要与本地及周边特殊的工业结构和能源消耗、气象条件、地理位置等因素有关。

关键词: 下沙; PM_{2.5}; 监测; 影响因素

中图分类号: X823

文献标识码: A

文章编号: 1006-8759(2013)03-058-03

THE PRELIMINARY ANALYSIS ON MONITORING RESULTS AND ITS INFLUENCING FACTORS OF PM_{2.5} IN XIASHA

PAN Chuan-xin, SUN Xiu-ping, YU Wei, WEN Li-sha

(Hangzhou economic and technological department area environmental monitoring station, Zhejiang, Hangzhou, 310018, China)

Abstract: In order to study the pollution status, distribution law and affecting factors of PM_{2.5} in the ambient air in Xiasha, the data of atmospheric particles PM_{2.5} from Xiasha continuous on-line monitoring station was analyzed. The results showed that the mass concentration of PM_{2.5} varies from 1 to 453 μg/m³ during Sep, 2011 to Feb, 2013 and the annual average concentration of PM_{2.5} in 2012 was 61 μg/m³. The PM_{2.5} concentration which changed in different seasons distinctly was higher at day-time than that at night. This mainly relates with the local and surrounding industrial structure and energy consumption, meteorological condition and geographical position.

Keywords: xiasha, PM_{2.5} monitoring, influencing factors

PM_{2.5} 是指大气中直径小于或等于 2.5 μm 的颗粒物, 也称为可入肺颗粒物。近年来, 随着工业的迅速发展, 城市化进程加快, 汽车数量猛增, PM_{2.5} 污染造成的能见度恶化问题变得越来越突出, 灰霾天气明显上升。PM_{2.5} 粒径小, 易于富集空气中的重金属、多环芳烃类、细菌、病毒等有毒、有害物质, 且在大气中的停留时间长、输送距离远并可进入人的肺部, 干扰肺部的气体交换, 因而对

大气环境质量和人体健康的影响比人们熟悉的 PM₁₀(可吸入颗粒物)等粗颗粒物更大^[1-2]。因此, 对 PM_{2.5} 的浓度、组成、来源、影响因素等进行基础性分析具有一定的实际意义。

下沙地处浙江省杭州市东部, 钱塘江下游北岸(钱塘江流经下沙呈马蹄形状), 东临江东开发区, 南临萧山区, 西临杭州主城区, 北临余杭区, 东北临海宁市, 总面积 104.7 km², 占杭州全市总面积的 0.63%, 而 2011 年下沙 GDP 占杭州全市

GDP 的 5.99%。下沙空气自动监测站 PM2.5 分析系统于 2011 年 9 月 14 日起正式运行, 监测点位于浙江理工大学实验楼顶层(6 楼)。本文主要根据 2011 年 9 月~2013 年 2 月下沙站 PM2.5 的小时浓度监测数据, 分析其时间分布规律, 探讨其与气象、地理条件、工业污染的关系, 为政府及环保主管部门进一步加强 PM2.5 的预警预报、监测监管, 制定改善大气环境的对策提供依据和参考。

1 样品的采集与分析

1.1 采样分析

采用赛默飞世尔科技有限公司提供的 5030 颗粒物同步混合监测仪(SHARP), 其主要由切割器采样头、动态加热系统、光度计、滤带、信号处理系统和气泵等组成。该仪器量程为 0~1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 最低检出限为 0.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (小时分辨率), 能较准确地对 PM2.5 进行实时连续监测。

1.2 分析方法

β 射线光度法。具体测量过程为: 颗粒物经过特定波长的光路时会产生散射光, 光学传感器会对散射光进行测量, 其响应和颗粒物的浓度成线性关系, 可以连续计算出 1min 的移动平均值和动态平均值。随后, 颗粒物会沉积在玻璃纤维滤带上, 在滤带收集颗粒物期间, 通过分析 β 射线检测器的信号变化得到一定时段内采集的颗粒物质量数值, 结合相同时段内采集的样品的体积, 最终报告出采样时段的颗粒物浓度。

2 结果与讨论

2.1 PM2.5 平均浓度

2011 年 9 月~2013 年 2 月共获取 PM2.5 小时浓度数据 12446 个, 其中, 最大值为 453 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 最小值为 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。2011 年 9 月~2013 年 2 月下沙站点的 PM2.5 h 浓度频数分布图见图 1 所示。另根据计算, 2012 全年下沙站点 PM2.5 有效测量天数为 360 d, 年平均浓度值为 61 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 大于《环境空气质量标准》(GB3095-2012)^[3] 中二类区年平均浓度限值(35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$); 全年 24 h 平均浓度超过 GB3095-2012 中二类区 24 h 平均浓度限值(75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) 的天数为 109 d, 超标率为 30.3 %。

2.2 PM2.5 的 24 h 浓度变化

下沙站点 2011 年 9 月~2013 年 2 月 PM2.5 的 24 h 浓度变化如图 2 所示。由图 2 可见, 从早

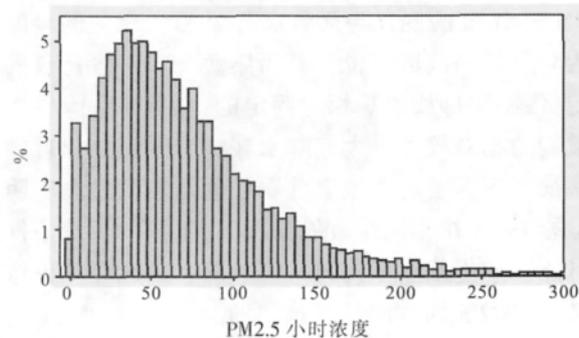


图 1 2011 年 9 月~2013 年 2 月下沙站点 PM2.5 小时浓度频数分布

晨 5 时开始浓度逐渐上升至 7~9 时达到高峰, 而后出现明显下降, 至下午 15 时达到最低点, 然后再次上升, 于夜间 20~21 时达到一天的次高峰后趋于稳定。可以认为早上高峰值的出现主要是由于近地面逆温层的产生和早高峰机动车辆尾气排放急速增加, 使污染物扩散速度明显小于产生速度; 下午出现浓度低值是因为大气处于不稳定状态, 有利于污染物向高空扩散; 傍晚近地面逆温层缓慢形成和晚高峰机动车辆增加促使 20~21 时的次高峰形成。由于下沙本地机动车相对较少, 即使高速公路机动车排气对监测数据有影响(监测点北、东分别距高速公路 1.3 和 1.7km), 其早晚高峰也不是很明显, 下沙本地和周边热电厂和燃煤燃气加热炉窑(24 h 都在工作)的污染物排放可能是夜间(19 时至次日 9 时, 逆温层产生时段)浓度明显高于昼间(10 时至 18 时, 逆温层消失时段)的主要原因。

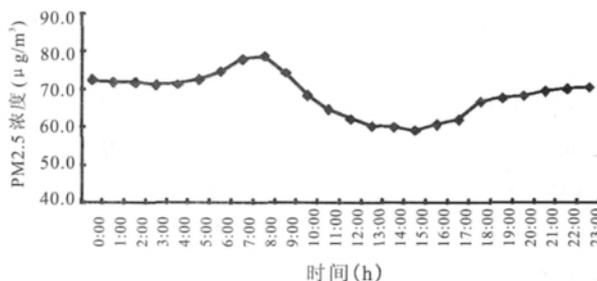


图 2 2011 年 9 月~2013 年 2 月下沙站点 PM2.5 的 24h 平均浓度图

2.3 PM2.5 月均浓度变化

2012 年下沙站点 PM2.5 月均浓度变化趋势见图 3 所示。从图 3 可见, 2012 年下沙站点 PM2.5 月均浓度值为“U”字型分布, 呈夏季低、其它季节高的特点, 且夏季 PM2.5 (最低) 的平均浓度仅为秋季(最高)的一半左右, 这与有关文献公布的杭州市区 PM2.5 月均浓度变化趋势基本一致^[4]。说明

PM_{2.5}浓度的变化与天气条件是密切相关的。因为对于某一区域来说,其污染源分布一般比较固定,污染物排放也是相对固定的,而秋冬季大气扩散能力相对较差、大气降水较少和逆温层出现频率加大等因素对本地空气颗粒物浓度的增高有明显影响^[5]。在相同排放的情况下,不同的天气条件可能会产生截然不同的污染状况,因此在某种意义上PM_{2.5}的浓度是可预测的。

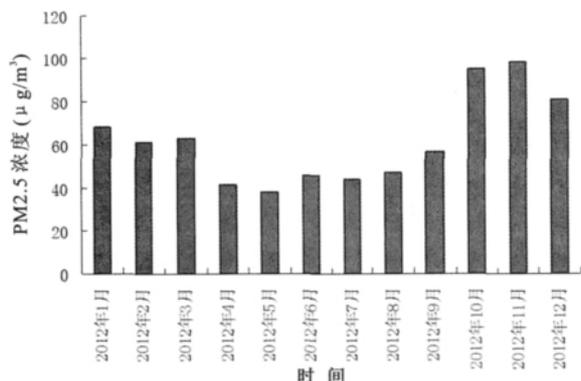


图3 2012年下沙站点PM_{2.5}月均浓度变化

3 影响因素简析

(1)工业污染源。据研究,扬尘、机动车尾气尘、硫酸盐和煤烟尘是杭州市大气PM_{2.5}和PM₁₀的主要排放源类,硝酸盐、燃油尘、建筑水泥尘对颗粒物的贡献明显。机动车尾气尘、燃油尘、二次硫酸盐和硝酸盐粒子对PM_{2.5}的贡献率明显高于对PM₁₀的影响^[4]。而相对下沙来说,由于机动车和燃油的机械设备较少,机动车尾气尘和燃油尘对PM_{2.5}产生的影响率也较小;建筑工地水泥尘和扬尘对降尘和PM₁₀影响较大,而2012年下沙降尘和PM₁₀分别比上年下降了11.4%和7.4%,且PM_{2.5}浓度占PM₁₀比例较大。所以,下沙PM_{2.5}污染源主要为热电厂燃煤、燃煤燃气加热炉窑和工业工艺产生的细颗粒物及其二次污染物,如煤烟尘、硫酸盐、硝酸盐等。据不完全统计,下沙及四周各方向有几十家可能影响监测点数值的工业企业。

(2)地理条件。一是下沙地处萧山、江东、海宁、主城区(半山工业区)之间,呈现一定的热岛效应^[6]。二是钱塘江流经下沙段呈马蹄形状,江面宽约2公里,静风或小风时会形成局地小环流,特别是夜间逆温时不利于污染物扩散。因此,自然因素也是导致下沙夜间污染物不易扩散的重要原因^[7]。

(3)气象条件。下沙PM_{2.5}浓度与高空环流形势、地面风压场、水气条件和层结稳定条件等气象因素密切相关。春夏季受冷暖气流交替、梅雨季、台汛期等影响,气层不稳定,雨水增多,有利于大气污染物的稀释、扩散,颗粒物的浓度就会有所降低;而秋冬季大气扩散能力相对较差、大气降水较少、逆温层出现频率及强度加大对本地空气颗粒物浓度的增高有明显影响^{[8][9]}。

4 结语

(1)2012年,下沙监测点PM_{2.5}的年平均浓度为61 μg/m³大于《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中二类区年平均浓度限值(35 μg/m³),全年日均浓度超标率为30.3%。且下沙站点PM_{2.5}月均浓度呈现明显的季度变化。

(2)下沙PM_{2.5}浓度夜间高于昼间,说明夜间浓度高是本地及周边的工业污染源引起,这些工业污染源由于昼间大气扩散较好而对测点影响较小,夜间大气层结稳定,不利扩散,而主要大气污染物排放量大的工业企业是昼夜连续生产的,所以影响较大。

(3)影响下沙PM_{2.5}浓度的因素主要为下沙本地及周边的工业结构和能源消耗强度、气象条件及下沙的特殊地理位置等。

作为承担着杭州市工业经济发展主平台作用的杭州经济技术开发区,下沙应统筹工业经济发展与生态环境提升,加强重点企业污染源整治提升,致力于建设区域大气环境监测系统,提高大气污染防治技术;深入实施工业经济结构调整,优化开发区的能源结构,推进企业使用清洁能源,大力减少工业有害气体排放;大力创建绿色工地,控制建筑工地扬尘;强势推进机动车尾气污染治理;多管并举,不断提升全区大气环境质量。

然而PM_{2.5}污染是区域性的污染事件,光靠降低下沙本地的PM_{2.5}排放量并在短期内达到减小监测数值的难度很大,只有全社会标本兼治、齐抓共管、全民参与,PM_{2.5}的污染防治才能出成效。

参考文献

- [1] 简凯,王媚,张阿昱,等.PM_{2.5}的研究进展[J].中国化工贸易,2012(9):185.
- [2] 刘宏斌.我国PM_{2.5}的现状与防治对策[J].湖北经济学院学报(人文社会科学版),2012,9(10):18~19.

(下转第57页)

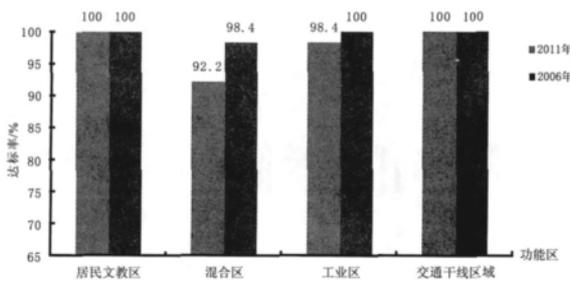


图 1 2011 年与 2006 年各功能区昼间噪声达标率比较

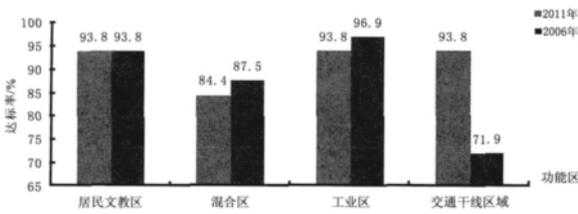


图 2 2011 年与 2006 年各功能区夜间噪声达标率比较

2.3 道路交通噪声对比分析

采用 Daniel 的 spearman 秩相关系数法对“十一五”期间环境噪声进行定量分析,平均等效声级秩相关系数 $r_s = -0.7$,无明显变化趋势;达标率秩相关系数 $r_s = +0.9$,变化稳定,表明全市道路交通噪声环境质量“十一五”期间呈平衡趋势。五年间交通干线噪声平均值在 63.9db(A)至 65.7db(A)之间,最大监测值出现在 2007 年,最小监测值出在

表 5 “十一五”期间城市道路交通噪声年均值与趋势分析

年份	监测路段	达标路段	平均车流 量/辆	达标率	平均等效声 级[dB(A)]
	总长度/m	长度/m		%	
2006	46602	43330	662	93	65.4
2007	46602	41738	587	89.6	65.7
2008	46602	44924	673	96.4	65.6
2009	46602	46602	774	100	65.1
2010	46602	46602	706	100	63.9
	秩相关系数 r_s			0.9	-0.7

2010 年。平均等效声级 2010 年比 2006 年下降 1.5db(A),见表 5。

3 结论与建议

3.1 结论

济源市“十一五”期间区域环境噪声、功能区环境噪声、道路交通环境噪声基本稳定,与“十一五”初相比较,“十二五”初区域环境噪声、道路交通噪声有明显好转,功能区混合区昼夜声环境质量达标率有所下降。

3.2 建议

(1)制定城市交通噪声管理制度,实施机动车喇叭禁鸣措施,加快淘汰更新老旧车辆,禁止老旧车辆在城区行驶,控制大型车辆从城区通过的数量和时段。

(2)按照城市道路系统规划,构建城市交通网络,控制人口分布密度和经济密度,结合旧城改造,把运量较大、干扰居民生活的工厂和停车场等迁出,调控私人汽车的盲目膨胀。合理进行城市建筑物布局,增大绿化面积。

(3)优化城区现有功能布局,迁出与居民区混杂的噪声源企业,对搬迁困难的企业加大厂房、围墙隔声、吸声、减震和消声等措施,治理仍不能稳定达标的,要提前关闭,搬出城区。

(4)加强建筑施工管理,提高施工人员环保意识,合理制定作业时间,夜晚作业不超过 22h,早晨作业不早于 6h,加强施工现场噪声监测,合理使用施工机械,改进施工方法。

参考文献

[1] 济源市统计局.2011 济源统计年鉴[M], 2011.
[2] 河南省环境监测中心.河南省质量报告书编写技术导则, 2004.

(上接第 60 页)

[3] 中国环境科学研究院, 中国环境监测总站.GB3095-2012 环境空气质量标准[s].北京,中国标准出版社, 2016.
[4] 包贞,冯银厂,焦荔,等.杭州市大气 PM2.5 和 PM10 污染特征及来源解析[J].中国环境监测,2010,26(2):44-48.
[5] 杜荣光,齐冰,郭慧慧,等.杭州市大气逆温特征及对空气污染物浓度的影响[J].气象与环境学报,2011,27(4):50-52.
[6] 张新刚,周斌,王珂.杭州市热岛效应的遥感监测[J].科技通报,

2004,20(6):501-505.
[7] 陈雪琴.上海闸电地区水陆界面处大气扩散特征的研究[J].成都气象学院,1988,6(1):29-37.
[8] 简根梅,朱韶峰.杭州市逆温与大气污染的关系[J].浙江气象科技,1997,18(3):42-44.
[9] 杜荣光,齐冰.杭州大气逆温特征及对空气污染物浓度的影响[J].气象与环境学报,2011,27(4):49-53.