

DOI:10.7524/j.issn.0254-6108.2015.02.2014091701  
王娟怀,赵天保,马玉霞,等.西安市空气污染特征及其与气象因子的关系[J].环境化学,2015,34(2):386-387

西安市空气污染特征及其与气象因子的关系\*

王娟怀<sup>1,2\*\*</sup> 赵天保<sup>2</sup> 马玉霞<sup>1</sup> 马 盼<sup>1</sup> 杨守懋<sup>3</sup> 王 珊<sup>4</sup>

(1. 兰州大学大气科学学院, 兰州, 730000;  
2. 中国科学院东亚区域气候-环境重点实验室, 中国科学院大气物理研究所, 北京, 100029;  
3. 四会市气象局, 四会, 526200; 4. 西安市气象局, 西安, 710000)

**摘 要** 本文应用西安市 2009 年 12 月—2012 年 12 月 SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub> 和 PM<sub>10</sub> 等 3 种大气污染物监测数据以及同时期的常规气象观测资料,分析了 3 种污染物的时空分布特征及其与气象因子的关系.结果表明:西安市污染物在季节变化上表现为冷月高、暖月低的分布特征,且不同监测点之间也有细微的差别;3 种污染物浓度的变化受多种气象要素变化的影响.  
**关键词** SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, 气象因子, 相关分析.

大气污染物的形成既与源排放有关,还与气象条件紧密相关.在不同气象条件下,同一污染源排放所造成的大气污染物浓度可相差几十倍乃至几百倍.西安市近些年来随着经济的大幅增长、基础设施建设步伐的加快,空气污染也日趋严重,严重影响了当地人民的生产生活以及旅游业,制约了西安市经济、环境的可持续发展.因此研究西安市空气污染时空变化特征以及其与气象条件的关系,对于大城市的空气质量预报及其治理具有重要意义.

1 材料和方法

本文所使用的数据包括环境空气质量监测数据(SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>和PM<sub>10</sub>3种污染物日平均浓度值,具体监测点信息如表1)和气象观测数据(由西安站提供的逐日地表气温、相对湿度、气压、风速和日降水量).资料的时段为2009年12月—2012年12月.  
空气质量标准的定义是根据中华人民共和国2012年制定的《环境空气质量标准》,二氧化硫(SO<sub>2</sub>)24 h平均浓度限值一级标准为0.05 mg·m<sup>-3</sup>,二级为0.15 mg·m<sup>-3</sup>;二氧化氮(NO<sub>2</sub>)24 h平均浓度值一级和二级标准均为0.08 mg·m<sup>-3</sup>;颗粒物(PM<sub>10</sub>)24 h平均浓度限值一级标准为0.05 mg·m<sup>-3</sup>,二级为0.15 mg·m<sup>-3</sup>.

表 1 西安市各监测点位置及对应功能区

| 监测点名称 | 具体位置       | 功能区     |
|-------|------------|---------|
| 纺织城   | 西安市环保局灞桥分局 | 东郊工业区   |
| 高压开关厂 | 桃园西路微电机研究所 | 西郊工业区   |
| 兴庆小区  | 东二环长乐公园    | 东郊居民文教区 |
| 小寨    | 东仪路烈士陵园    | 南郊商业区   |
| 草滩    | 草滩工业区渭水园   | 北郊清洁对照点 |

2 结果与讨论

2.1 SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>和PM<sub>10</sub>浓度时间变化特征

SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>和PM<sub>10</sub>具有较一致的季节和年际变化特征,其中11—3月浓度值较高,6—9月浓度较低,尤其SO<sub>2</sub>表现更为明显.即3种污染物浓度值在夏季最小,春、秋季节次之,而在冬季最大.从总体上来看,3种污染物的浓度从2010年到2012年整体呈减小趋势,尤其是SO<sub>2</sub>和PM<sub>10</sub>最为明显,这可能与当地政府部门加大了对大气污染物的治理有关;且SO<sub>2</sub>/NO<sub>2</sub>的值逐年降低,可能跟近年来机动车污染明显加重有关.因为NO<sub>2</sub>除了来自燃煤排放,还来源于汽车尾气的排放,所以伴随近几年汽车尾气排放量的增加,使得城市环境中NO<sub>2</sub>增加比例较SO<sub>2</sub>高.

2.2 SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>和PM<sub>10</sub>浓度空间变化特征

不同监测点不同污染物的浓度分布并不完全一致,与不同污染物所受气象条件和污染源状况的影响不同有关.有研

2014 年 9 月 17 日收稿.  
\* 全球变化研究国家重大科学研究计划(2012CB956203);国家公益性行业(气象)专项项目(GYHY201106034)共同资助.  
\* \* 通讯联系人, Tel:13260004287; E-mail: wangjh@tea.ac.cn

究表明,西安市  $\text{PM}_{10}$  的来源主要为道路和建筑施工扬尘、燃煤、生物质燃烧、工业排放、硝酸盐、硫酸盐等二次气溶胶,因此不能简单地用气象条件或者单一排放源来说明  $\text{PM}_{10}$  的变化特征;而  $\text{SO}_2$  和  $\text{NO}_2$  主要来自于燃煤锅炉排放,因此采暖期和非采暖期浓度相差较大.如图 1 所示,草滩监测点作为清洁对照点,除  $\text{PM}_{10}$  外, $\text{SO}_2$  和  $\text{NO}_2$  的污染物浓度最低;作为工业区的纺织城、开关厂具有较高的污染物浓度值;兴庆小区的 3 种污染的浓度值稍高于草滩监测点,(除了 2011 年  $\text{NO}_2$  浓度值低于草滩监测点的浓度值).根据对西安市气候特征的统计可知,西安市的主导风向为东北风,因此使得商业区的小寨浓度值也相对较高.值得注意的是, $\text{PM}_{10}$  在 5 个监测点 3 年中表现较为一致,不同监测点之间差异不大.

通过上述分析可见,西安市污染物浓度变化明显地受到污染源排放及其分布的影响,具有明显的季节变化特征,特别是受冬季燃煤的排放影响较大.但是空气污染物浓度的时空分布还与地形、气象条件等诸多影响因素均有关.

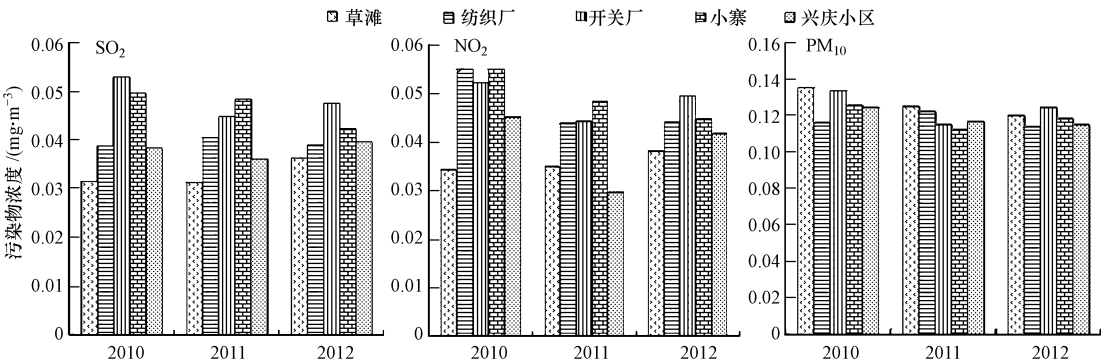


图 1 西安市 5 个不同监测点  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_2$  和  $\text{PM}_{10}$  的年平均浓度柱状图

2.3 3 种污染物浓度与气象因子的关系

为更好地理解大气污染物与气象要素的关系,本文对各气象要素日均值平均分成了不同区间,分别统计对应阈值区间内超过一级标准的污染物浓度发生频次(天数).在不同气象要素对应的区间内 3 种污染物表现出大体一致的分布规律,大多呈单峰形式.当温度在 0—5℃ 时,3 种污染物造成的污染天气出现的频次最多,分别为 160 d( $\text{SO}_2$ )、35 d( $\text{NO}_2$ ) 和 160 d( $\text{PM}_{10}$ );当气压在 970—980 hPa 时, $\text{SO}_2$  和  $\text{NO}_2$  引起污染天气出现的频次较多,分别为 90 d 和 19 d,而气压为 970—975 hPa 时  $\text{PM}_{10}$  造成的污染次数最多(大于 230 d);相对湿度在 40%—70%、70%—90% 和 60%—80% 范围内时分别有利于  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_2$  和  $\text{PM}_{10}$  污染天气的多发;风速在 10—15 m·s<sup>-1</sup> 时, $\text{SO}_2$  和  $\text{PM}_{10}$  超过一级标准频次最多, $\text{SO}_2$  为 145 d,  $\text{PM}_{10}$  为 490 d;在 5—10 m·s<sup>-1</sup> 时, $\text{NO}_2$  超过一级标准频次最多,为 34 d.降水量与污染物出现频次则呈单一负相关,当降雨量在 0—5 mm 范围内,污染物出现频次最高,随着降水量的增加,污染物则被清除,污染发生频次接近于 0.

3 结论

本文通过西安市 2009 年 12 月—2012 年 12 月 3 年中 3 种污染物浓度的时空变化特征,以及其与多种气象因子的相关性分析得出以下结论:

- (1) 西安市污染物在季节变化上表现出冷月高、暖月低的污染物分布特征,并且 3 年中 3 种污染物浓度整体呈下降趋势且  $\text{SO}_2$  与  $\text{NO}_2$  的比值也逐年降低;从污染物浓度的分布上来看,除  $\text{PM}_{10}$ ,工业区和商业区污染程度明显高于居民区,居民区高于清洁对照点(除 2011 年  $\text{NO}_2$ ).
- (2) 3 种污染物浓度变化与气象要素的变化密切相连,气温的上升、地表气压减小、风速加大、对流活动加强,有利于污染物扩散,反之则不利于污染物的扩散;污染物发生频次在不同气象要素不同的阈值区间是不同的,当气温较低、气压较高、相对湿度较大和风速较小时出现污染天气的概率较大;当天气条件较为有利时,空气湿度的增大有利于 3 种污染物的沉降吸收.