

文章编号: 1006-4354 (2013) 01-0018-04

降水对西安市大气污染物质量浓度影响分析

张文静¹, 胡 琳¹, 吴素良¹, 孙 莉²

(1. 陕西省气候中心, 西安 710014; 2. 渭南市环境保护科学技术咨询中心, 陕西渭南 714000)

摘 要: 对比分析了 2007—2011 年各污染物月质量浓度变化情况以及降水对城市大气污染的影响。结果表明: (1) 2011 年 SO_2 质量浓度较大, 尤其在冬春季节; NO_2 质量浓度近 5 a 变化趋势基本相同; PM_{10} 质量浓度各年均出现超标, 成为西安市大气污染的最主要空气污染物。(2) 降水对污染物质量浓度具有稀释作用。随着降水量的增加, 稀释作用呈现单峰型, 并在一定阈值范围内, 稀释作用最强。(3) 出现连续性降水时污染物质量浓度降低较多, 而阵性降水对污染物质量浓度稀释作用较小。(4) 出现少量降雪对污染物质量浓度有较弱的稀释作用, 随降雪量的增加污染物质量浓度也易增大。

关键词: 降水; 大气污染物; 质量浓度; 西安

中图分类号: X51

文献标识码: A

经济的迅猛发展造成能源的急剧消耗, 废气、烟尘的大量排放使环境空气污染日益严重, 大量研究表明造成城市空气污染的原因一方面在于大量污染物的排放, 另一方面则与气象条件密切相关^[1-3]。西安市位于中国大陆腹地黄河流域中部的关中盆地, 受其南部秦岭山脉影响, 市内气候温润, 适宜人居。然而近些年随着经济的大幅增长、基础设施建设步伐的加快, 空气污染日趋严重; 加之其上游地区(甘肃、青海、内蒙等)沙漠化沙粒分布较多, 易发生沙尘天气或不利于大气污染物扩散的其他天气, 造成西安市的大气污染兼具本地污染源以及周边大区域自然流动污染源和本地气象条件等共同作用的特征。气象条件对大气污染的影响主要表现在大气对污染物的扩散能力上, 主要与大气边界层的风、稳定度、降水等气象要素有关。由于城市化特征明显, 城市风速减小。据统计, 近几年西安市静风和小风频率偏大, 导致空气扰动小, 同样污染源排放的污染物质不易被扩散^[4]。因此本文着重就降水对大气污染物质量浓度的影响进行分析, 以期政府决策部门针

对大气污染的环境治理工作提供有效帮助。

1 空气污染现状

1.1 资料来源

2007—2011 年污染因子质量浓度数据由西安市环保局提供, 监测因子包括 SO_2 、 NO_2 、 PM_{10} , 数据齐全, 准确度高。所用日降水资料(20 时—20 时)为 2007—2011 年西安市自动站的常规气象观测资料。

1.2 空气污染变化分析

图 1 对比分析了 2007—2011 年各污染物月平均质量浓度变化情况, 并与环境质量二级标准(日均浓度标准: SO_2 为 0.15 mg/m^3 , NO_2 为 0.12 mg/m^3 , PM_{10} 为 0.15 mg/m^3)进行对比。由图 1 可见 SO_2 质量浓度在 2011 年各月变化幅度较大, 尤其是在冬春季节, 其他年份各月质量浓度变化趋势较为一致, 基本呈现冬春季节高, 夏秋季节较低的趋势, 这主要与采暖季有关; NO_2 质量浓度在 2007—2011 年变化基本相同, 城市区域 NO_2 的排放主要来自于汽车等交通运输车辆尾气, 因此变化幅度不会出现明显陡增或降低的

收稿日期: 2012-06-27

基金项目: 陕西省气象局博士基金项目(2012B-4)

作者简介: 张文静(1981—), 女, 陕西商洛人, 硕士, 从事环境影响评价、大气成分预测等方面的研究。

现象;2007—2011年 PM_{10} 质量浓度均出现超标,集中体现在春季干旱少雨多风沙时段和冬季大气稳定度频率较高时段,成为西安市大气污染的最主要空气污染物。其主要原因为陕西沙尘天气北多南少,关中以浮尘为最多,以春季最为显著^[5]。针对污染物质量浓度的变化,结合近几年降水变化情况进行分析。

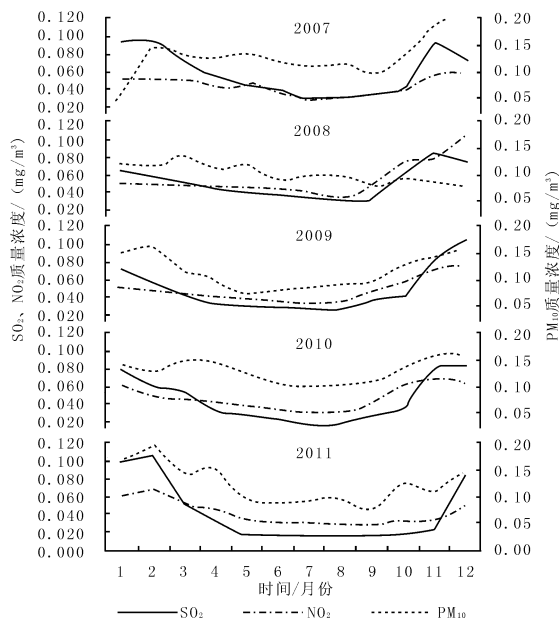


图1 2007—2011年西安大气污染物质量浓度变化情况

2 降水对大气污染物质量浓度的影响

2.1 不同等级降水

首先统计了2007—2011年期间降水日,并将此期间的降水分为四个等级,即 $0.1\text{ mm} \leq R < 1\text{ mm}$, $1.0\text{ mm} \leq R < 5.0\text{ mm}$, $5.0\text{ mm} \leq R < 10\text{ mm}$, $10\text{ mm} \leq R$ 。分别对降水当天污染物 SO_2 、 NO_2 、 PM_{10} 质量浓度与此后一天质量浓度差值进行比较(见表1)。

经统计,2007—2011年内有降水出现的时段里,降水对 SO_2 、 NO_2 、 PM_{10} 的稀释影响分别能够达到59.9%、56.7%和64.8%,有较强的稀释作用^[6]。

分析发现,1 mm以下的日降水对污染物的稀释作用不显著,甚至会出现浓度反弹现象,特别是 SO_2 、 NO_2 ;日降水在1.0~5 mm时对 SO_2 、 PM_{10} 稀释作用很强, NO_2 次之;日

降水在5~10 mm时对 PM_{10} 稀释作用很强,其次为 SO_2 ;降水量大于10 mm时对 NO_2 稀释作用一般,而对 SO_2 、 PM_{10} 稀释作用相当明显,尤其是 PM_{10} 。为了定量说明各污染物质量浓度变化与降水之间的关系,计算2007—2011年各污染物质量浓度与日降水量之间的相关系数,并对其进行相关性检验。显示在 $t=0.001$ 的置信水平下, SO_2 、 NO_2 、 PM_{10} 与降水呈显著负相关(相关系数分别为-8.166, -9.032, -6.533),降水对污染物质量浓度具有明显稀释作用。随着降水量的增加,稀释作用呈现单峰型,并在一定阈值范围内,稀释作用最强;说明降水对污染物的稀释作用明显。但由于降水特性、时长、稳定度、风速等参数的综合影响使得污染物的稀释趋势与降水量的变化不完全一致。例如2007年7月5日、7月19日、8月9日,3 d降水量均大于20 mm,而24 h污染物质量浓度均出现降低,3 d的风速分别为1.9 m/s、2.3 m/s、1.4 m/s,湿度分别为88%、90%、88%,温度分别为20.2 °C、21.1 °C、22.8 °C;2010年7月15日、8月24日、9月4日,3 d降水量均在20 mm以上,而24 h污染物质量浓度都出现了增加现象,3 d的风速分别为1.6 m/s、0.7 m/s、1.2 m/s,湿度分别为99%、98%、86%,温度分别为22.2 °C、18.5 °C、21.7 °C。其原因有待进一步分析。

2.2 降雪

2007年11月—2011年12月冬季有33 d降雪天气,分别统计它们对污染物 SO_2 、 NO_2 、 PM_{10} 的稀释作用。降雪对污染物的稀释作用分别为63.6%、66.7%、57.6%。其中12 d降雪量在 $[1.0, 5)$ mm之间,降雪量较小时污染物质量浓度降低较少;降雪量在 $[5, 10)$ mm之间时各污染物质量浓度减少概率约60%左右;而出现降雪量大于等于10 mm时, SO_2 、 NO_2 浓度均出现增加,PM₁₀质量浓度的减少概率也仅为33%左右。

分析发现,降雪量较小时,对污染物质量浓度的稀释作用较弱,随降雪量的增加污染物质量浓度反而出现增加现象。其原因主要为降雪是以

表 1 2007—2011 年降水对污染物浓度稀释影响

	降水量/mm	0.1≤R<1			1.0≤R<5.0			5.0≤R<10			10≤R		
		SO ₂	NO ₂	PM ₁₀	SO ₂	NO ₂	PM ₁₀	SO ₂	NO ₂	PM ₁₀	SO ₂	NO ₂	PM ₁₀
2007 年	降水日数/d	28	28	28	26	26	26	18	18	18	18	18	18
	24 h 质量浓度减少日数/d	17	19	17	9	14	13	12	12	11	13	10	14
2008 年	降水量/mm	0.1≤R<1			1.0≤R<5.0			5.0≤R<10			10≤R		
		SO ₂	NO ₂	PM ₁₀	SO ₂	NO ₂	PM ₁₀	SO ₂	NO ₂	PM ₁₀	SO ₂	NO ₂	PM ₁₀
	降水日数/d	23	23	23	27	27	27	16	16	16	17	17	17
2009 年	24 h 质量浓度减少日数/d	15	12	14	19	17	17	9	10	11	13	13	13
2010 年	降水量/mm	0.1≤R<1			1.0≤R<5.0			5.0≤R<10			10≤R		
		SO ₂	NO ₂	PM ₁₀	SO ₂	NO ₂	PM ₁₀	SO ₂	NO ₂	PM ₁₀	SO ₂	NO ₂	PM ₁₀
	降水日数/d	14	14	14	35	35	35	13	13	13	17	17	17
2011 年	24 h 质量浓度减少日数/d	5	5	6	26	24	26	9	7	11	10	9	11
2011 年	降水量/mm	0.1≤R<1			1.0≤R<5.0			5.0≤R<10			10≤R		
		SO ₂	NO ₂	PM ₁₀	SO ₂	NO ₂	PM ₁₀	SO ₂	NO ₂	PM ₁₀	SO ₂	NO ₂	PM ₁₀
	降水日数/d	35	35	35	27	27	27	16	16	16	22	22	22
	24 h 质量浓度减少日数/d	20	14	20	17	17	22	10	6	11	12	11	15

固态冰晶的形式出现，密度小其沉降速度比雨滴小很多，雪粒子与空气粒子间隙大，对污染物粒子的捕获作用比降雨小很多^[7]。同时降雪天气气温较高，风速较小（如 2010 年 4 月 14 日大气层结相对稳定，平均风速 1.1 m/s，气温 3.2 °C，降雪第二日气温升至 9.6 °C）是加重空气污染的重要条件。

2.3 连续性降水

连续性降水即持续时间较长、强度变化较小的降水。统计分析近 5 a 连续降水超过 3 d，且降水量较小时对污染物的清除作用。连续性降水，由于降水时间长，雨滴对污染物粒子捕获率较大，污染物质量浓度降低较多；而阵性降水，由于时间短，捕获率低，污染物质量浓度相对较大。例如：2010 年 7 月 2 日和 2011 年 7 月 4 日，风速分别为 1.3 m/s 和 1.5 m/s，相对湿度分别由前一日的 63%和 81%变为 66%和 80%，温度分别由前一日的 29.1 °C和 26.3 °C变为 29.4 °C和 25.6 °C，降水量分别为 2.8 mm 和 0.1 mm，可 SO₂、NO₂、PM₁₀浓度一个较前一日都有所增加，另一

个较前一日降低。分析发现，2011 年 7 月 4 日除温度低、降水少，湿度大外，就是降水时间长，可见低温高湿连续降水是污染降低的重要原因。

3 结论

3.1 SO₂ 质量浓度在 2011 年各月变化幅度较大，尤其是在冬春季节，其他年份各月质量浓度变化趋势较为一致，基本呈现冬春季节高，夏秋季节较低的趋势；NO₂ 质量浓度在 2007—2011 年变化基本相同；2007—2011 年 PM₁₀质量浓度均出现超标，集中体现在春季干旱少雨多风沙时段和冬季大气稳定度频率较高时段，成为影响西安市大气环境的最主要空气污染物。

3.2 降水对污染物质量浓度具有较强稀释作用。随着降水量的增加，稀释作用呈现单峰型，并在一定阈值范围内，稀释作用最强；而降水量过小（0.1≤R<1）时稀释作用都不明显，甚至会出现污染物质量浓度增加现象。

3.3 降雪量较小时，对污染物质量浓度有较弱的稀释作用，随降雪量的增加污染物质量浓度出现增加现象。

文章编号: 1006-4354 (2013) 01-0021-05

GLOPEM 与 MOD17A3 NPP 的比较

范建忠, 李登科, 周 辉

(陕西省农业遥感信息中心, 西安 710014)

摘 要: GLOPEM 和 MOD17A3 NPP 产品广泛用于分析全球和区域碳循环与碳扰动、土地利用变化、气候变化和自然资源管理等研究工作中, 但这两种 NPP 产品存在明显不同。为了了解这两种产品的差异, 以陕西省为例, 对 2000 年的 GLOPEM 与 MOD17A3 的 NPP 进行比较分析。结果表明: (1) 陕西省 GLOPEM NPP 和 MOD17A3 NPP 空间分布趋势一致, 均呈现自北向南逐渐增大的趋势; (2) GLOPEM NPP 普遍高于 MOD17A3 NPP, GLOPEM NPP 是 MOD17A3 NPP 的 1.95 倍; (3) 两种产品的高值区出现的区域不同; (4) GLOPEM NPP 的值域比 MOD17A3 NPP 大, 频率分布都呈现双峰型; (5) 仅草甸植被的两种 NPP 比较接近, 其他植被类型 GLOPEM NPP 是 MOD17A3 NPP 的 1.5~2.81 倍。本研究结果为了解陕西省 NPP 状况丰富了数据信息和理解视角。

关键词: GLOPEM; MOD17A3; NPP

中图分类号: P412.27 **文献标识码:** A

植被净初级生产力 (Net Primary Productivity, 简称 NPP) 表示绿色植物在单位面积、单位时间内通过光合作用将植被可吸收的太阳能转换成植物有机碳量的能力^[1]。NPP 作为表征植物活动的关键变量, 是全球和区域碳循环与碳扰动、土地利用变化、气候变化和自然资源管理等研究

工作中的重要一环^[2]。从区域或大尺度水平估算陆地植被生产力的方法主要分为两大类: 一类是通过大规模的实地调查, 取得实测数据; 二是利用已有的实地调查资料, 建立环境因子 (温度、降水等) 或遥感参数为自变量, 生产力为因变量的回归模型, 在此

收稿日期: 2012-10-31
基金项目: 陕西省气象局研究型业务重点科研项目 (2009Z-2)
作者简介: 范建忠 (1961—), 男, 陕西宜川人, 高级工程师, 主要从事遥感业务和研究。

3.4 连续性降水, 由于降水时间长, 雨滴对污染物粒子捕获率较大, 污染物质量浓度降低较多; 而阵性降水, 由于时间短, 捕获率低, 污染物质量浓度相对较大。

参考文献:

[1] 张裕芬, 朱坦, 冯银厂, 等. 气象因素对空气质量达标的影响分析 [J]. 城市环境与城市生态, 2006, 19 (4): 33-36.
[2] 李国翠, 连志鸾. 石家庄市污染日特征及其天气背景分析 [J]. 气象科技, 2006, 34 (6): 674-678.
[3] 刘彩霞, 边伟. 天津市空气质量与气象因子相关分

析 [J]. 中国环境监测, 2007, 23 (5): 63-65.
[4] 张文静, 孙娴, 王琦, 等. 西安市污染气象特征和大气环境容量分析 [J]. 水土保持研究, 2012, 19 (5): 257-261.
[5] 雷向杰, 胡春娟, 田武文, 等. 陕西沙尘天气的气候特征及影响分析 [J]. 气象, 2003, 29 (12): 38-44.
[6] 宁海文, 吴息. 西安市区大气污染时空变化特征及其与气象条件关系 [J]. 陕西气象, 2005 (2): 17-20.
[7] 王艳秋, 杨晓丽. 哈尔滨市降水形式对大气污染物浓度稀释的影响 [J]. 自然灾害学报, 2007, 16 (5): 65-68.