

陈雷华, 余晔, 陈晋北, 等. 2001—2007 年兰州市主要大气污染物污染特征分析[J]. 高原气象, 2010, 29(6): 1627—1633

2001—2007 年兰州市主要大气污染物 污染特征分析

陈雷华, 余晔*, 陈晋北, 李万源, 李江林

(中国科学院 寒区旱区环境与工程研究所寒旱区气候变化与陆面过程重点实验室, 甘肃 兰州 730000)

摘 要: 以兰州市 2001—2007 年空气污染指数资料为基础, 对每日空气污染指数(Air Pollution Index, API)、空气质量级别和 PM_{10} 浓度等的年、季、月变化特征以及采暖期和非采暖期污染变化差异进行了分析。结合甘肃省地面气候资料集兰州市日观测资料, 通过单因素方差分析和线性相关分析, 找出不同季节对 PM_{10} 浓度有显著影响的气象要素, 得到不同季节与 PM_{10} 浓度呈显著线性相关的气象因子。结果表明: (1) 兰州市的首要污染物仍以 PM_{10} 为主, 其中冬季和春季污染最严重, PM_{10} 浓度在冬季 12 月有一主峰值, 在春季 3, 4 月份有一次峰值; (2) 近年来, 兰州市污染天数有减少趋势, 并与兰州市烟、粉尘年排放量减小趋势一致; (3) 采暖期 PM_{10} 浓度有明显减小趋势, 而非采暖期 PM_{10} 浓度减小趋势不明显, 污染日越来越集中在采暖期; (4) 与 PM_{10} 浓度呈显著线性相关的气象要素存在季节差异, 但总体上风速、气温和湿度(或降水)是影响兰州市 PM_{10} 浓度的主要气象因子, 因此湿度、温度和风场条件的改变将对兰州市的大气环境产生影响。

关键词: 兰州市; 空气污染指数(API); 可吸入颗粒物(PM_{10})

文章编号: 1000-0534(2010)06-1627-07 **中图分类号:** X16 **文献标识码:** A

1 引言

近年来, 随着我国经济的高速发展, 许多城市的大气环境状况发生了变化。例如在北京、上海、广州等大城市, 机动车排放已经成为城市的第一大污染源^[1-2], 城市大气环境呈现出以二氧化硫、氮氧化物、臭氧和细颗粒物为主要污染物的复合型污染^[3]。随着西部大开发战略的实施, 西部城市经济迅速发展, 城市化水平不断提高, 其大气环境也开始出现一些新的特征^[4]。

兰州市是西北重要的工业城市, 位于青藏高原东北侧的黄河河谷盆地中, 城区南北群山对峙, 相对高度约 200~600 m。特殊的地形地貌形成了兰州市特有的气象条件, 即逆温频率高、稳定层结厚、强度大、持续时间长等^[5-6], 使大气污染物不容易扩散, 易发生大气污染事件; 加上它地处黄土高原, 自然降尘量大, 春季沙尘天气频发, 使兰州

市大气环境状况雪上加霜^[7]。据估算, 2002 年兰州市因环境污染而造成的经济损失高达 15.2 亿元, 占当年 GDP 的 3.93%^[8]。因此深入分析兰州市大气污染现状及其影响因素, 对探索大气污染治理途径和预防大气污染事件的发生有重要的意义。

针对兰州市的大气污染问题, 许多学者进行了大量的研究。如 20 世纪 80 年代中后期开展的“兰州市边界层结构和扩散规律研究”^[9-10]和“复杂地形的大气边界层和大气扩散规律的试验和数值模拟研究”^[5]以及 1990 年代末开展的甘肃省—中国科学院科技合作项目“兰州市大气污染及对策研究”^[11]等, 这些研究分析了兰州市大气边界层的特征和大气污染的形成过程^[5], 并建立和开发了一系列大气污染数值模式^[12-14]。还有学者对河谷盆地内污染气象条件和污染物扩散规律进行了研究, 揭示了兰州市冬半年风向、风速^[15]、逆温^[16-18]、大气稳定度^[19]和混合层厚度^[20]等气象参数与气态污染物浓

收稿日期: 2009-12-31; 改回日期: 2010-08-19

基金项目: 中国科学院“百人计划”项目(O827631001, O827631002); 中国科学院寒区旱区环境与工程研究所“人才基金”项目(O784651001)共同资助

作者简介: 陈雷华(1980—), 男, 甘肃临洮人, 硕士研究生, 主要从事大气环境与空气污染研究。E-mail: chenleihua@gmail.com

* 通信作者: 余晔。E-mail: yyu@lzb.ac.cn

度的关系。最近 Wang et al.^[21] 利用近一年的实时大气颗粒物观测资料,对兰州市不同粒径颗粒物的污染状况以及气象条件影响进行了研究。

上述这些研究大多时间段较短,而且多侧重于冬季,由于缺少可吸入颗粒物(PM₁₀)监测数据,主要分析了气象条件对气态污染物浓度的影响。为了对兰州市大气污染现状有一个全面的了解,有必要对近年来兰州市的主要大气污染特征及其气象影响因素进行分析,探讨兰州市大气污染的影响机制,探索改善城市大气环境质量的控制对策和预防大气污染事件的发生提供参考依据。

2 资料选取

本文所用空气污染指数资料取自中华人民共和国环境保护部网站重点城市空气质量日报数据(http://datacenter.mep.gov.cn/TestRunQian/air_dairy.jsp)。数据包括兰州市 2000 年 12 月—2007 年 12 月逐日空气污染指数、首要污染物、空气质量级别和空气质量状况。所用 PM₁₀ 浓度数据是根据空气污染指数的定义和 API 分级表计算得到的,代表兰州市区的平均空气质量状况。气象资料数据来源于中国气象科学数据共享服务网(<http://cdc.cma.gov.cn>)甘肃省气候资料日值数据集兰州市 2000—2007 年地面气象逐日数据,该数据集包含 10 个地面气象要素,即本站气压(日平均、日最高、日最低)、平均风速、气温(日平均、日最高、日最低)、相对湿度、24 h 降水量和日照时数。

3 空气污染变化特征

3.1 年际变化特征

2001—2007 年兰州市的首要污染物以可吸入颗粒物(PM₁₀)为主,其次为二氧化硫(SO₂)。近 7 年共有 60 天首要污染物为 SO₂,且有增加趋势,其中 2007 年最多,发生了 14 天。本文只对兰州市主要污染物 PM₁₀ 的污染特征进行分析。

图 1 给出了 2001—2007 年不同空气质量级别出现天数和污染日(本文指空气质量为 III 级或以上的天数)占全年比例的年际变化。由图可以看出 2001—2007 年污染天数所占比例逐年减小,但即使是空气质量最好的 2007 年,全年空气质量超标率仍在 25% 以上。2006 年由于沙尘天气(16 次)较前一年(2 次)增加,污染有所加重。仔细对比图 1 中不同污染级别出现天数的年际变化发现,2001—2007 年 III 级污染天数减少最明显,从 2001 年的

173 天减少到 2007 年的 74 天,减少了近 60%,同时空气质量为 II 级的天数基本上呈上升趋势:2001—2005 年上升非常明显,由 2001 年的 109 天增加到 2005 年的 217 天,增加了近一倍。从中、重度污染发生情况来看,2001 年全年共发生 V 级重度污染 52 天,IV 级中度污染 25 天,是近 7 年污染最严重的一年。2007 年发生 IV~V 级中、重度污染 24 天,与 2001 年相比下降了近 70%。根据兰州市 2001—2007 年环境公报中给出兰州市烟、粉尘年排放量数据(见图 1),可以计算出兰州市烟、粉尘年排放量平均每年减少约 13%,与污染天数占全年比例的减少速率 12.8% 接近。可以推断,近年来兰州市空气质量的好转与污染物减排有关。

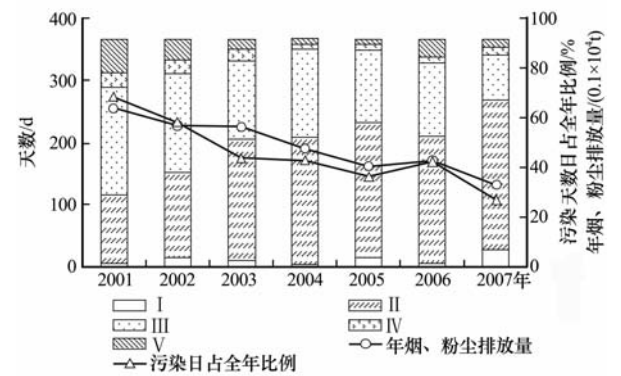


图 1 2001—2007 年兰州市不同空气质量级别所占天数、污染天数占全年比例和年烟、粉尘排放量变化
Fig. 1 Variation of days with different pollution grades, percentage of pollution days and annual anthropogenic dust emissions in Lanzhou during 2001—2007

3.2 季变化特征

表 1 给出了兰州市 2001—2007 年不同季节污染日出现频率的统计结果。春季为 3~5 月,夏季为 6~8 月,秋季为 9~11 月,冬季为 12 月~翌年 2 月。可以看出,冬季污染最严重,其中 2001 年和 2002 年冬季超过国家二级标准的天数占该季节总

表 1 2001—2007 年不同季节污染日出现频率
Table 1 Frequency of pollution day in different seasons during 2001—2007

季节	年						
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
春	79.4	64.1	47.8	60.8	33.7	65.2	23.9
夏	43.5	16.3	9.8	10.8	3.3	13.0	1.1
秋	61.5	62.6	41.8	31.8	37.4	26.4	31.9
冬	90.0	90.0	76.7	68.1	72.2	65.6	51.1

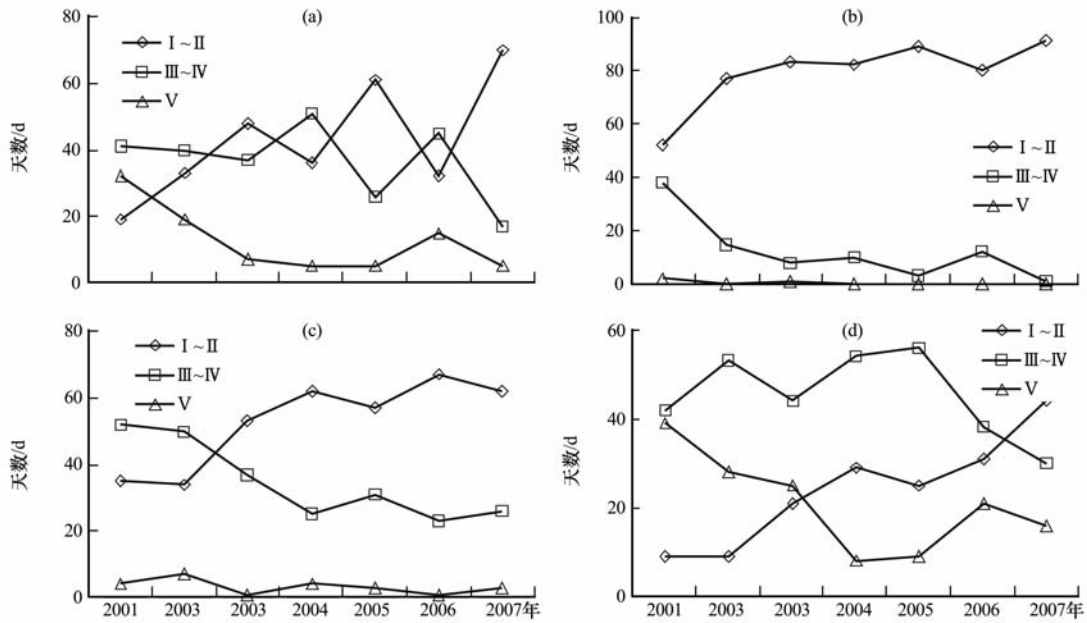


图 2 2001—2007 年兰州市不同季节不同空气质量级别天数的变化
(a) 春季, (b) 夏季, (c) 秋季, (d) 冬季

Fig. 2 Variation of days with different pollution grades during the period of 2001—2007.
(a) spring, (b) summer, (c) autumn, (d) winter

天数的 90%。即使是空气质量最好的 2007 年冬季仍有一半以上天数超过国家二级标准。春季由于沙尘天气影响, 污染状况仅好于冬季, 而且年际波动较大, 在沙尘天气多发的 2001, 2002, 2004 和 2006 年, 超过国家二级标准的天数占该季节总天数的 60% 以上, 比沙尘天气少发年高出 30%。夏季是全年空气质量最好的季节。

从不同季节、不同空气质量级别天数的年际变化可以看出(图 2), 2001—2007 年间春季空气质量为优和良(I~II 级)的天数逐年增加, IV 和 V 级污染天数逐年减少, 但与其他季节相比, 年际波动大, 这与北方沙尘活动的年际波动有关^[23]。夏季空气质量以 I 和 II 级为主, 发生污染的几率低。秋季年变化趋势比较明显, I 和 II 级天数逐年增多, III 级污染天数逐年减少。IV 和 V 级中、重度污染在冬季出现最多, 2005 年之前减小趋势明显, 近两年有反弹。这些变化一方面与污染物排放量的变化有关; 另一方面与气象条件的年际变化有关。由于缺少各季节污染物排放量的数据, 无法分季节对结果进行进一步的讨论。

3.3 月变化特征

图 3 给出了 7 年平均的 PM₁₀ 日均浓度的月变化。由图可以看出, 一年中 5~10 月 PM₁₀ 浓度最

低, 平均值低于 150 $\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$, 达到国家二级标准。11 月进入冬季采暖期后, PM₁₀ 浓度明显升高, 12 月出现浓度峰值。春季由于受甘肃河西地区沙尘暴影响^[23], PM₁₀ 浓度偏高, 并在 3, 4 月达到第二个峰值。

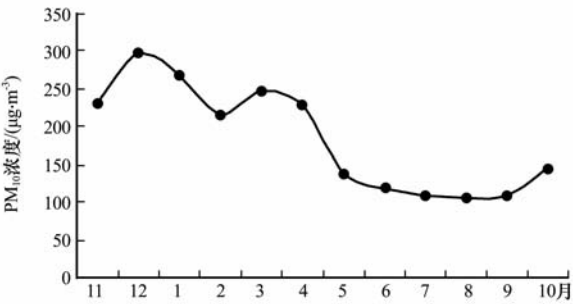


图 3 2001—2007 年兰州市 PM₁₀ 浓度月平均变化
Fig. 3 Variation of monthly mean PM₁₀ concentration in Lanzhou during the period of 2001—2007

表 2 给出了 2001—2007 年 PM₁₀ 浓度的月平均值。可以看出, 1 月和 2 月 PM₁₀ 浓度有逐年减小的趋势。3 月和 4 月是春季沙尘天气多发月^[7], PM₁₀ 浓度受沙尘天气影响明显, 年际间波动较大, 但整体上有减小的趋势, 与近年来沙尘活动变化趋势一致。5~8 月 PM₁₀ 浓度变化趋势不明显; 9~11 月 PM₁₀ 浓度有明显减小趋势, 其中 10 月份最明显,

表 2 2001—2007 年兰州市 PM₁₀ 浓度月平均值(单位: $\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$)
Table 2 Monthly average value of PM₁₀ concentration in 2001—2007. (Unit: $\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$)

年	月											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2001	369	295	372	359	183	139	162	157	123	200	237	376
2002	326	308	371	271	98	113	97	112	117	179	281	269
2003	294	203	198	221	131	118	115	94	113	149	201	310
2004	206	231	234	190	136	121	109	108	126	123	234	225
2005	230	169	137	181	129	116	95	72	97	130	255	259
2006	251	192	298	241	137	135	113	115	112	137	182	301
2007	198	113	112	145	153	93	71	75	76	88	225	339

从 2001 年的 $200 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ 减小到 2007 年的最小值 $88 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$; 12 月是全年污染最严重的一个月, 其中 2001—2004 年 PM₁₀ 浓度有减小趋势, 但从 2004—2007 年 PM₁₀ 浓度逐年增加。大气中污染物的浓度受污染物排放量和气象条件的共同影响, 冬半年冷锋活动对兰州城区气态污染物浓度有影响^[15], 而冷锋活动又受大气环流形势的影响, 因此大气环流形势的年际变化会对局地气象条件产生影响, 进而造成污染物浓度的年际变化。将影响兰州地区的主要大气环流形势进行分类, 结合数值模式对相同排放条件不同环流形势以及相同环流形势不同排放条件下的污染物浓度和分布进行对比分析, 以区分和评估气象条件和污染物排放量对 PM₁₀ 浓度的相对贡献, 这是今后进一步研究的内容。

3.4 采暖期 PM₁₀ 污染特征

兰州市集中供暖日期为每年的 11 月 5 日至翌年的 3 月 15 日。居民自主取暖日期可能会比集中供暖日期早一些。故本文取采暖期为 11 月至翌年的 3 月。通过计算得到 2001—2007 年采暖期和非采暖期 PM₁₀ 的平均浓度分别为 $256.6 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ 和

$135.7 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$, 采暖期 PM₁₀ 浓度比非采暖期高出 47%, 这与兰州市冬季不利于污染物扩散的气象条件以及大量的污染物排放有关。兰州市属中温带大陆性气候, 冬季寒冷, 冬季采暖燃煤会排放大量的颗粒物等污染物, 采暖期颗粒物排放量占全年排放量的 58%^[24]。采暖期 PM₁₀ 浓度逐年下降趋势明显, 而非采暖期 PM₁₀ 浓度逐年下降缓慢, 这与兰州市大气污染主要发生在冬季采暖期, 以及近年来地方政府加大环境污染治理力度有关。

采暖期和非采暖期不同级别污染天数变化趋势如图 4 所示。由图可见, 2001—2007 年Ⅲ级污染日在非采暖期有明显减少趋势, 在采暖期没有明显变化; Ⅳ~Ⅴ级中、重度污染在采暖期有减少趋势, 特别是Ⅴ级重度污染。非采暖期Ⅳ~Ⅴ级中、重度污染发生天数较少, 7 年内无明显变化。从采暖期和非采暖期污染天数占全年总污染天数的百分比(见图 3 中曲线)可以看出, 2001—2007 年采暖期污染天数占全年污染天数的比例逐渐增加, 表明污染日越来越集中在采暖期。

以上分析表明, 兰州市大气污染治理的重点还

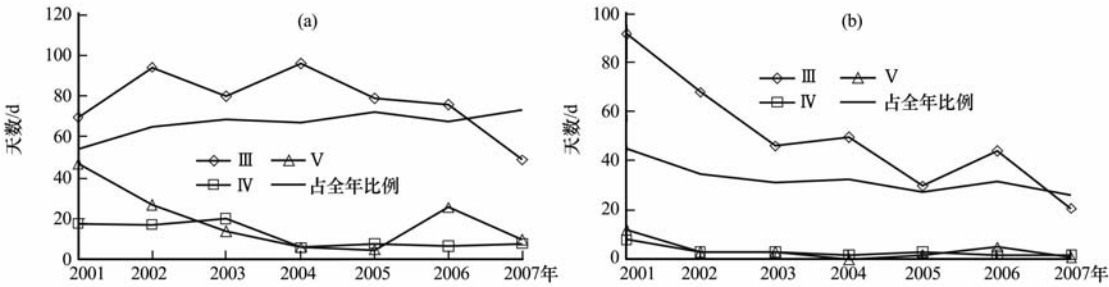


图 4 2001—2007 年采暖期和非采暖期不同污染级别天数以及采暖期、非采暖期污染天数占全年的比例变化
(a) 采暖期, (b) 非采暖期

Fig. 4 Variation of days with different pollution grades and the percentage of pollution days in heating and non-heating seasons. (a) heating season, (b) non-heating season

表 3 PM_{10} 浓度与气象要素的相关系数

Table 3 Correlation coefficient between PM_{10} concentration and local surface meteorological elements

气象因素	相关系数			
	春季	夏季	秋季	冬季
日平均本站气压	0.063	−0.050	−0.006	−0.086
日最高本站气压	0.106 *	−0.026	0.034	−0.107 *
日最低本站气压	−0.040	−0.074	−0.040	−0.053
平均风速	−0.070	−0.023	−0.323 *	−0.360 *
日平均气温	−0.204 *	0.202 *	−0.476 *	−0.032
日最高气温	−0.127 *	0.270 *	−0.316 *	0.062
日最低气温	−0.237 *	0.0006	−0.562 *	−0.070
相对湿度	−0.345 *	−0.338 *	−0.245 *	0.171 *
24 h 降水量	−0.104 *	−0.151 *	−0.253 *	−0.106 *
日照时数	−0.018	0.215 *	0.173 *	−0.141 *

注：* 在 $\alpha=0.01$ 水平下显著相关

是在采暖期，要优化能源结构，使用清洁能源，减少采暖期污染物排放量。

4 气象条件对 PM_{10} 浓度的影响

研究表明^[25]，空气污染与气象条件密切相关，在污染源一定的条件下，污染物浓度的大小主要取决于气象条件。

单因素方差分析结果表明，春季，除了日最低气压，其他 9 个气象要素的变化都会造成 PM_{10} 污染水平的显著差异。夏季造成 PM_{10} 污染水平显著性差异的气象要素为日平均和日最高气温、日均相对湿度、日降水量、日照时数和日最低气压；秋季为日平均风速、日平均、日最高和日最低气温、日均相对湿度、日降水量和日照时数；冬季为日平均风速、日均相对湿度和日平均气压。

PM_{10} 浓度与气象要素的线性相关分析结果表明(表 3)， PM_{10} 浓度与大部分气象要素在 $\alpha=0.01$ 水平下显著相关，但不同气象要素对 PM_{10} 浓度的影响存在季节差异。在所分析的气象要素中， PM_{10} 浓度与平均风速、气温、相对湿度、降水和日照时数相关性最显著，其中 PM_{10} 浓度与降水量在各个季节均呈显著负相关。这一方面说明降水是清除大气中颗粒物的有效途径；另一方面也说明干旱、少雨是形成兰州市颗粒物污染的客观原因之一。春季和秋季，气温与 PM_{10} 浓度呈显著负相关，这与气温高时太阳辐射强、大气多处于中性或不稳定状态及有利于污染物的扩散有关。但夏季，日平均和日最高气温与 PM_{10} 浓度呈显著正相关。兰州市降水主

要集中在夏季，对清除大气中的颗粒物有着重要的作用，而高温日往往无降水或为少量阵性降水，使大气中颗粒物浓度较高。另外，有研究指出^[3]，夏季高温条件下的光化学反应是大气中二次气溶胶生成的途径之一，也可能是造成夏季 PM_{10} 浓度在高温天气时较高的原因之一。秋季和冬季， PM_{10} 浓度与平均风速呈显著负相关，但在春季和夏季，相关性不显著。相对湿度与 PM_{10} 浓度在冬季呈显著正相关，在其他季节呈显著负相关。观测表明^[26]，逆温限制水汽的上下层交换，使水汽在大气低层累积。兰州市冬季干燥，近地面相对湿度的增加往往伴随着逆温的出现，因此出现了相对湿度与 PM_{10} 浓度的正相关。

上述分析表明，就局地气象因素而言，风速、气温和湿度(或降水)是影响兰州市 PM_{10} 浓度的主要气象因子，如果能通过适当手段改变兰州市风场、湿度场或温度场，将会对兰州市大气环境的改善有一定作用。

5 结论与讨论

通过上述分析，得到如下结论：

- (1) 分析发现兰州市的首要污染物仍以 PM_{10} 为主。兰州市冬、春季污染严重， PM_{10} 浓度在 12 月有一主峰值，由于受沙尘天气的影响，在春季 3、4 月份有一次峰值。
- (2) 2001—2007 年污染天数有逐年减少的趋势，并与兰州市烟、粉尘年排放量减小趋势一致，这与近年来地方政府加大了环境污染治理力度有

关。

(3) 近 7 年,采暖期 PM_{10} 浓度有明显减小趋势,而非采暖期 PM_{10} 浓度减小趋势缓慢,采暖期污染天数占全年污染天数的比例逐年增加,污染事件越来越集中分布在采暖期。

(4) 不同季节与 PM_{10} 浓度呈显著线性相关的气象因子不同,其中降水量与 PM_{10} 在各个季节均呈显著负相关;气温与 PM_{10} 浓度在夏季呈显著正相关,在春季和秋季呈显著负相关;相对湿度与 PM_{10} 浓度在冬季呈显著正相关,在其他季节呈显著负相关;风速与 PM_{10} 浓度呈显著负相关,是影响秋季和冬季污染物输送迁移的主要因素之一。

(5) 风速、气温和湿度(或降水)是影响兰州市 PM_{10} 浓度的主要气象因子,通过改变兰州市湿度、温度和风场条件,可能会对兰州市大气环境的改善有一定作用。

由于大气中污染物的浓度受污染物排放量和气象条件的共同影响,通过气象条件分类和结合数值模拟将气象条件的影响和污染物排放量的影响加以分离,定量评估各量对 PM_{10} 浓度变化的影响,为决策部门提供参考依据,是今后进一步研究的内容。

参考文献

[1] 王海鲲,陈长虹,黄成,等.应用 IVE 模型计算上海市机动车污染物排放[J].环境科学学报,2006,26(1):1-9.

[2] 郝吉明,吴烨,傅立新,等.北京市机动车污染分担率的研究[J].环境科学,2001,22(5):1-6.

[3] Zhang Y H, M Hu, Zhong L J, et al. Regional Integrated Experiments on Air Quality over Pearl River Delta 2004 (PRIDE-PRD2004): Overview[J]. Atmos Environ, 2008, 42: 6157-6173.

[4] 刘吉,陈长和.兰州城市冬季大气气溶胶特征的综合观测研究[J].兰州大学学报(自然科学版),2003,39(4):104-108.

[5] 陈长和,黄建国,程麟生,等.复杂地形上大气边界层和大气扩散的研究[M].北京:气象出版社,1993:1-213.

[6] 安兴琴,胡隐樵,吕世华,等.山峰加热效应的数值试验研究[J].高原气象,2008,27(2):286-292.

[7] Wang S G, J Y Wang, Z J Zhou, et al. Regional characteristics of three kinds of dust storm events in China[J]. Atmos

Environ, 2005, 39: 509-520.

[8] 杨永春,渠涛.兰州城市环境污染效应研究[J].干旱区资源与环境,2006,20(3):48-53.

[9] 胡隐樵,葛正谟,刘俊义,等.兰州山地初冬的一次近地面层观测试验[J].大气科学,1989,13(4):452-459.

[10] 张强,胡隐樵.兰州山地湍流输送和湍流强度研究[J].高原气象,1992,11(2):126-132.

[11] 陈玉春,姜金华,安兴琴.近两年兰州空气污染资料分析[J].高原气象,2001,20(增刊):64-75.

[12] 彭新东,姜金华.城市大气污染物扩散模拟系统开发[J].高原气象,2002,21(2):139-144.

[13] 张中锋,程麟生.复杂地形上行星边界层和空气污染的三维数值模拟[C]//陈长和,黄建国,程麟生,等.复杂地形上大气边界层和大气扩散的研究.1993:108-118.

[14] 安兴琴,左洪超,吕世华,等. Models-3 空气质量模式对兰州市污染物输送的模拟[J].高原气象,2005,24(5):748-756.

[15] 王式功,杨德保,李腊平,等.兰州城区冬半年冷锋活动及其对空气污染的影响[J].高原气象,1998,17(2):142-149.

[16] 姜大膀,王式功,郎咸梅,等.兰州市区低空大气温度层结特征及其与空气污染的关系[J].兰州大学学报(自然科学版),2001,37(4):133-139.

[17] 张强.地形和逆温层对兰州市污染物输送的影响[J].中国环境科学,2001,21(3):230-234.

[18] 吕世华,陈玉春,安兴琴.兰州盆地环流及逆温形成的数值模拟[J].高原气象,2001,20(增刊):1-7.

[19] 尚可政,达存莹,付有智,等.兰州城区稳定能量及其与空气污染的关系[J].高原气象,2001,21(1):76-81.

[20] 王式功,姜大膀,杨德保,等.兰州市区最大混合层厚度变化特征分析[J].高原气象,2000,19(3):363-370.

[21] Wang S G, X Y Feng, X Q Zeng, et al. A study on variations of concentrations of particulate matter with different sizes in Lanzhou, China[J]. Atmos Environ, 2009, 43: 2823-2828.

[22] 盛骤,谢式千,潘承毅.概率论与数据统计[M].北京:高等教育出版社,1989.

[23] Wang S, W Yuan, Shang K. The impacts of different kinds of dust events on PM_{10} pollution in northern China[J]. Atmos Environ, 2006, 40: 7975-7982.

[24] 尉元明,潘峰,王静,等.兰州城区 TSP 高浓度污染与自然降尘的关系[J].中国沙漠,2006,26(5):763-766.

[25] 蒋维楣,曹文俊,蒋瑞宾.空气污染气象学教程[M].北京:气象出版社,1993.

[26] 张强,吕世华,张广庶.山谷城市大气边界层结构及输送能力[J].高原气象,2003,22(4):346-353.

Characteristics of Main Air Pollution in Lanzhou During 2001—2007

CHEN Lei-hua, YU Ye, CHEN Jin-bei, LI Wan-yuan, LI Jiang-lin

(Key Laboratory for Land Surface Process and Climate Change in Cold and Arid Regions, Cold and Arid Regions Environmental and Engineering Research Institute, Chinese Academy of Science, Lanzhou 730000, China)

Abstract: Daily Air Pollution Index (API) were used to analyze the annual, seasonal and monthly variations of air quality in Lanzhou, Northwest China during 2001—2007. Differences in air quality during heating and non-heating seasons were also discussed. Combined with the daily surface meteorological observations from Lanzhou meteorological station, one-way ANOVA and correlation analysis were used to identify meteorological factors that have significant impact on PM_{10} concentration in different seasons. The main conclusions are as follows: (1) PM_{10} is the main pollutant in Lanzhou, there are peaks in December and March or April; (2) Number of pollution days decreases during 2001—2007, which is consistent with the decreasing trend of annual emissions of anthropogenic dust emissions; (3) Comparing to non-heating season, PM_{10} concentration in heating season decreases more significantly from 2001 to 2007, and more and more pollution days occur in heating season; (4) The main meteorological factors affecting PM_{10} concentration are different for different seasons. In general, the wind speed, temperature and relative humidity (or precipitation) are the main meteorological factors affecting PM_{10} concentrations in Lanzhou.

Key words: Lanzhou; Air Pollution Index (API); PM_{10}