

纪凡华,韩雪蕾,徐娟,等.聊城市空气质量及相关大气污染事件特征分析[J].陕西气象,2019(1):25-29.

文章编号:1006-4354(2019)01-0025-05

聊城市空气质量及相关大气污染事件特征分析

纪凡华,韩雪蕾,徐娟,王丽,宁瑞斌

(聊城市气象局,山东聊城 252000)

摘要:采用气候倾向趋势法、皮尔逊相关系数法对2009—2017年聊城空气污染日数据和静稳天气的气候特征进行分析,探究聊城市空气质量状况和相关大气污染事件的发展规律。结果表明:聊城主要大气污染物中,PM₁₀和PM_{2.5}年平均质量浓度高于山东省平均水平和中国环境空气质量标准限值,颗粒物类污染物质量浓度明显偏高;主要污染物年平均质量浓度除PM₁₀呈逐年小幅增加外,其他污染物质量浓度均呈下降趋势;聊城污染日数总体呈减少趋势,但是中到重度污染日数及占比有增加趋势,重度污染日数占比增加趋势最明显。2009—2011年除CO外,其他污染物作为首要污染物出现的日数明显增加;2012年之后只有PM_{2.5}作为首要污染物出现的日数迅速增加;冬季污染最严重,夏季污染最轻;霾和雾月出现日数与月大气污染出现日数呈明显的正相关,静稳天气多发是大气污染严重的主要天气学原因。

关键词:大气污染;变化特征;霾和雾;相关性;大气污染事件

中图分类号:X16

文献标识码:A

自2012年以来,许多地方接连出现了严重的大气污染天气^[1],据国家气候中心资料,持续大规模的灰霾天气涉及到17个省、市、自治区,影响到近6亿人口^[2-3]。近年来,国内学者对大气污染的时空分布及基本气候特征、变化趋势进行了详细分析和探讨^[4]。廖志恒等^[5]分析了珠三角地区SO₂、NO₂、O₃和PM₁₀浓度的年、月变化及空间分布特征;周辉等^[6]分析了陕西省关中霾天气时空分布特征;李胃胜等^[7]采用联系数Vague集方法对济南市的城市环境空气质量进行处理,构建城市的环境空气质量评价模型;杜怡心等^[8]分析了2016年西安市气象条件对大气污染影响;胡江波等^[9]分析了汉中市空气污染特征及气象条件;丁一汇等^[10]分析了主要污染事件雾、霾的变化特征。

近几年来,鲁西平原地区污染状况愈来愈重。2013—2017年,聊城站的各月空气质量指数在全国所有城市中排第8~15名,在山东全省空气质量最差,严重影响了人们的生活和健康。但是目

前对此地区大气污染和大气污染事件的研究较少,更缺少两者相关性的探索。本文通过对聊城站2009—2017年污染成分特征、污染日数特征和污染事件特征进行统计分析,以期对某些污染型企业工厂的选址、政府部门的大气环境治理决策等提供参考,也可以为进一步研究污染生成的天气学条件及其预报提供科学依据。

1 资料来源

大气污染资料由环保部门提供,包括聊城站2009年1月1日—2017年12月31日主要大气污染物(SO₂、NO₂、CO、O₃、PM₁₀)质量浓度日数据、2012年1月1日—2017年12月31日PM_{2.5}质量浓度日数据,以及同时段的全省年平均质量浓度数据、聊城站日空气质量指数(AQI)。

地面气象观测资料来自聊城市气象局,与大气污染有关的天气现象包括雾、霾、沙尘暴、扬沙、浮尘、尘卷风等,提取AQI大于100并产生较大影响的天气现象为大气污染事件。

收稿日期:2018-06-21

作者简介:纪凡华(1984—),男,汉族,山东莒县人,理学学士,工程师,从事天气预报与气象服务。

基金项目:山东省气象局预报员专项“风廓线雷达在鲁西秋冬季霾预报中的应用研究”(SDYBY2016-14)

2 研究方法

四季划分采用气候学方法,即春季3—5月,夏季6—8月,秋季9—11月,冬季12月—翌年2月。空气质量等级采用空气质量指数(AQI)划分,分为5级:优(0~50),良(51~100),轻度污染(101~150),中度污染(151~200),重度污染(201以上)。

统计聊城站不同大气污染物年平均质量浓度和AQI值、逐年首要污染物及其出现日数、逐月各空气质量等级日数,构建聊城市月、季、年大气污染灾害数据集。利用倾向趋势法,分析聊城市的月、季及年污染日数和污染物质量浓度变化特征。利用皮尔逊相关系数法研究污染日数和主要大气污染事件的相关性^[11]。

3 结果分析

3.1 大气污染年际变化特征

3.1.1 污染物质量浓度的年际变化 统计聊城

城市主要污染物多年平均质量浓度,并与山东全省平均值对比(表1),发现主要污染物中:CO质量浓度最高,达 2.3 mg/m^3 ,比全省平均偏高28%; $\text{PM}_{2.5}$ 为 $101.0 \text{ }\mu\text{g/m}^3$,比全省平均偏高32%; PM_{10} 为 $160.3 \text{ }\mu\text{g/m}^3$,比全省平均偏高17%。而其他污染物质量浓度比全省平均偏低,其中: O_3 为 $55.6 \text{ }\mu\text{g/m}^3$,比全省平均偏低27%; SO_2 为 $59.9 \text{ }\mu\text{g/m}^3$,比全省平均偏低4%; NO_2 为 $43.7 \text{ }\mu\text{g/m}^3$,比全省平均低0.8%。对比中国环境空气质量标准(GB 3095—2012)中主要污染物的质量浓度限值,聊城大气中CO年平均质量浓度明显低于限值, SO_2 和 O_3 年平均质量浓度稍低于限值;而 NO_2 、 PM_{10} 和 $\text{PM}_{2.5}$ 年平均质量浓度高于限值,其中 $\text{PM}_{2.5}$ 偏高189%、 PM_{10} 偏高129%、 NO_2 偏高9%。可见颗粒物类污染物质量浓度明显偏高,污染比较严重。

表1 聊城2009—2017年污染物质量浓度多年平均

污染物	SO_2	NO_2	CO	O_3	PM_{10}	$\text{PM}_{2.5}$
聊城	59.9	43.7	2 300.0	55.6	160.3	101.0
山东省平均	62.4	43.3	1 800.0	76.3	137.6	76.5
质量浓度标准限值	60.0	40.0	4 000.0	200.0	70.0	35.0

统计聊城2009—2017年主要污染物平均质量浓度年际变化(表2),并与山东全省各年平均比较。结果发现:聊城站 SO_2 平均质量浓度总体呈降低趋势,年平均降幅 $7.97 \text{ }\mu\text{g/m}^3$; NO_2 平均质量浓度呈波动降低趋势,年平均降幅 $0.79 \text{ }\mu\text{g/m}^3$; CO平均质量浓度呈降低趋势,年平均降幅 0.35 mg/m^3 ; O_3 年平均质量浓度呈升高

趋势,年平均升幅 $2.1 \text{ }\mu\text{g/m}^3$,但2009—2016年均较全省平均值偏低,2017年突然偏高9%; PM_{10} 年平均质量浓度呈微弱降低趋势,年平均降幅 $1.88 \text{ }\mu\text{g/m}^3$,仅2010年、2011年比全省平均值偏低; $\text{PM}_{2.5}$ (只有2012—2017年数据)平均质量浓度呈降低趋势,年平均降幅 $10.06 \text{ }\mu\text{g/m}^3$,但各年平均质量浓度均较全省偏高。

表2 聊城主要污染物平均质量浓度年际变化

年份	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
SO_2	89	71	82	67	75	57	47	33	18
NO_2	54	27	42	42	51	49	46	41	41
CO	4 100	4 500	2 400	1 600	2 000	1 800	1 800	1 700	1 200
O_3	53	56	54	51	47	40	53	65	81
PM_{10}	179	151	129	150	222	172	164	140	136
$\text{PM}_{2.5}$	—	—	—	109	135	105	103	85	69

注:—表示无数据,下同

综合分析,聊城 2009—2017 年主要污染物中除 O_3 质量浓度呈小幅升高外,其他污染物质量浓度都呈下降趋势。表明聊城的空气污染治理取得一定成效,但 $PM_{2.5}$ 对全省的空气污染有正贡献,大气环境污染情况仍不容乐观。2012 年后距平偏高年份增多,治理效果减弱,需要加大治理力度。

3.1.2 大气污染日数的年际变化 聊城 2009—2017 年大气污染日数年际变化呈减少趋势,平均降幅 3 d/a,年平均污染日数 244 d,中到重度污染日数 87 d,污染状况较为严重(图 1)。其中 2009 年污染日数最多达 311 d,其次 2013 年为 302 d,2011 年最少为 171 d。重度污染日数呈增加趋势,平均增幅 4 d/a,2013 年最多为 111 d,2011 年最少为 6 d;中度污染日数亦呈增加趋势,平均增幅 2 d/a,2013 年、2014 年最多为 58 d,2011 年最少为 23 d;轻度污染日数呈减少趋势,平均降幅 11 d/a,2009 年最多达 247 d,2015 年最少为 126 d。各级污染日数所占比例呈阶段性,2009—2011 年轻度污染日数较多,中到重度污染日数占当年污染日数的 17%,其中重度污染日数占 3.5%;2012 年后轻度污染日数比之前明显减少,但中度和重度污染日数较之前明显增加,特别是 2013 年中到重度污染占 56%,其中重度污染占 36.7%。总体来看,2009—2017 年聊城污染日数呈减少趋势,中到重度污染日数占比有增加趋势,

平均每年增加 0.03%。重度污染日数占比增加趋势最明显,平均每年增加 2.93%。

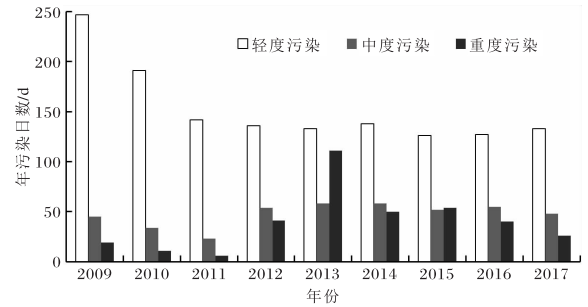


图 1 聊城 2009—2017 年大气污染日数年际变化

3.1.3 首要污染物出现日数的年际变化 从首要污染物出现日数的年际变化(表 3)可看出,2009 年和 2010 年首要污染物主要为 PM_{10} 和 CO,2011 年为 PM_{10} ,2012 年主要为 $PM_{2.5}$ 和 PM_{10} ,2013 年之后为 $PM_{2.5}$ 。从主要污染物的年际变化来看,2009—2011 年 CO 作为日首要污染物出现的日数迅速减少,其他污染物作为日首要污染物出现的日数明显增加。2012 年之后开始观测 $PM_{2.5}$,且 $PM_{2.5}$ 作为首要污染物出现的日数迅速增加,其他污染物作为首要污染物出现的日数明显减少。表明 2011 年之前聊城产业结构调整成果较好^[12],但是 2012 年开始大力推进“工业强市”方针,建设有色金属及金属加工基地,造成能源消耗增加,同时城市规模继续扩大,每年新增 12 万汽车等,使颗粒物污染有所增加,污染情况不容乐观。

表 3 聊城 2009—2017 年首要污染物出现日数年际变化

年份	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
SO_2	3	11	17	12	0	8	0	0	0
NO_2	0	0	11	2	0	1	0	1	0
CO	165	112	26	2	0	0	0	0	0
O_3	2	12	29	56	13	10	49	98	118
PM_{10}	195	230	282	147	139	100	67	86	112
$PM_{2.5}$	—	—	—	146	213	246	249	180	139

3.2 大气污染日数月、季节变化特征

由 2009—2017 年月平均污染日数变化(图 2),发现其变化成波浪型,1 月、12 月最长达 27 d,8 月最少 14 d。1—5 月月平均污染日数逐月减

少,8—12 月逐月增加,6、7 月均为 21 d,是夏季小高峰。中到重度污染日数也有类似的变化,12 月最长达 16 d,5、8 月最少 2 d。1—5 月平均中到重度污染日数逐月减少,6 月为 5 d,是夏季小高峰,

7—8月又有所减少,9—12月逐月增加。综上可得,聊城12月为污染最严重月份,1月次之,8月最轻。

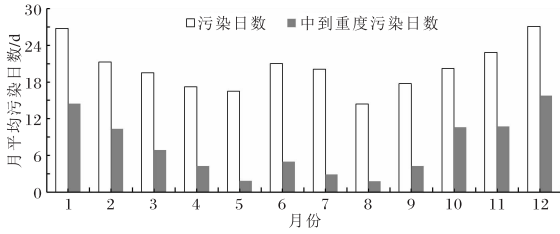


图2 聊城2009—2017年大气污染日数月平均分布

从季节来看,冬季平均污染日数75 d、秋季61 d、夏季55 d、春季54 d。中到重度污染日数,冬季最多41 d,秋季27 d,春季13 d,夏季10 d。可见,冬季污染最严重,夏季最轻。

3.3 大气污染事件年际变化特征

由霾日和雾日数年际变化(图3)可看出,9 a内,聊城霾天气发生最频繁,年平均137 d,并呈波动减少变化,降幅4 d/a。2009年最多为175 d,2016年最少为108 d;2009—2011年霾日数逐年减少,2012—2013年有所增加,之后又逐年减少,2017年有所回升。能见度小于3 km的中到重度霾天气呈增加趋势,2012—2017年比2009—2011年明显增加,年平均75 d,是此时段中到重度大气污染日数明显增多的原因之一。年平均雾日数11 d,呈减少趋势,2009、2011年最多为18 d,2014年最少为6 d。浮尘、扬沙天气年平均日数小于1 d,属于小概率事件,沙尘暴、尘卷风天气没有发生。

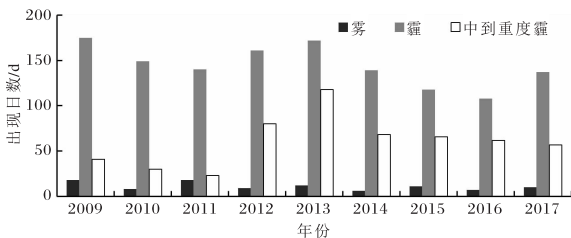


图3 聊城2009—2017年出现雾和霾的出现日数年际变化

分析霾、雾等逐月出现日数与大气污染日数的相关性,发现逐月雾日数与中到重度污染日数有明显的正相关,相关系数达0.862;雾和霾逐月

总日数与污染日数有较明显的正相关,相关系数0.776。说明霾和雾为代表的静稳天气是聊城大气污染严重的主要天气学原因。

4 结论

分析2009—2017年聊城站日污染物质量浓度和日空气质量指数(AQI),探究聊城市空气质量及相关大气污染事件特征,得出以下结论。

(1)聊城主要污染物中,CO、PM₁₀、PM_{2.5}、NO₂多年平均质量浓度高于山东省平均水平,其中NO₂、PM₁₀和PM_{2.5}年平均质量浓度高于中国环境空气质量标准限值,颗粒物污染比较严重。

(2)聊城主要污染物年平均质量浓度除PM₁₀呈逐年小幅增加外,其他污染物质量浓度都呈不同幅度下降趋势;污染日数总体有减少趋势,但是中到重度污染日数及占比有增加趋势,重度污染日数占比增加趋势最明显。

(3)2012—2017年首要污染物出现日数,PM_{2.5}迅速增加,其他污染物明显减少。月平均污染日数成波浪型变化,1月和12月最严重;冬季污染最严重,夏季最轻。

(4)霾为聊城最主要的污染天气现象,其次为雾。霾、雾天气出现日数与月污染日数呈明显正相关,表明静稳天气多发是大气污染严重的主要天气学原因。

参考文献:

- [1] 赵海燕. 我国城市化进程中大气污染的应对措施[J]. 中国新技术新品, 2014(7):182-183.
- [2] 陈仁杰,陈秉衡,阚海东. 大气细颗粒物控制对我国城市居民期望寿命的影响[J]. 中国环境科学, 2014,34(10):2701-2705.
- [3] 张金良,桑田,赵宝新. 2013年1月灰霾期间太原市空气污染对儿科急诊量和门诊量的影响[J]. 环境与健康杂志, 2013,30(12):1071-1075.
- [4] 韩洁,庞翻,王婷,等. 近31年宝鸡市灰霾天气时空分布特征[J]. 陕西气象, 2014(4):11-14.
- [5] 廖志恒,孙家仁,范绍佳. 2006—2012年珠三角地区空气污染变化特征及影响因素[J]. 中国环境科学, 2015, 35(2):329-336.
- [6] 周辉,权文婷,赵青兰. 陕西省关中霾天气时空分布特征分析[J]. 陕西气象, 2015(4):21-23.

陈欣昊,张蕾,杨晓春,等. 近五年周至空气污染气象条件分析[J]. 陕西气象,2019(1):29-32.

文章编号:1006-4354(2019)01-0029-04

近五年周至空气污染气象条件分析

陈欣昊¹,张蕾¹,杨晓春²,高勇¹,张祥勇¹

(1. 周至县气象局,陕西周至 710400;2. 西安市气象台,西安 710016)

摘要:利用周至2012年1月1日—2017年9月30日气象观测资料及空气质量监测资料,分析了近五年周至地区污染特征及冬季重污染天气过程中气象条件的影响,结果表明:周至地区冬季空气污染情况最为严重,五年来重度污染等级以上(包括重度污染和严重污染)日数(简称重污染日)共计119 d,重污染天气频发。该地区冬季重污染日气象条件:以静稳天气为主,风速较小,主导风向为偏西北风,这使得大量外来污染源在本地堆积;低于冬季平均值的气温使得大气逆温现象更易发生,大气层结稳定;高于平均值的相对湿度使得颗粒物吸湿增长加剧,重污染日前连续无有效降水使得空气中的污染物得不到有效冲刷,不利于污染物扩散,使得重污染天气进一步加重。

关键词:AQI指数;重污染天气;气象条件;周至

中图分类号:X51

文献标识码:A

随着社会经济的快速发展,空气质量问题日益严重。目前,我国的空气污染问题已经呈现出明显的区域化特征,区域内和区域间的传输也成为治理的重要难题之一^[1-3]。大气污染物,包括气体污染物和悬浮颗粒物特别是细颗粒物的增加,是霾天气增多的重要因素^[4-6]。另外,在全球变暖的气候背景条件下,关中地区霾的变化受到各种气象因子的影响,能见度、相对湿度、气温和风速风向都是重要的影响因素^[7]。关中地区近地层弱

上升运动有利于颗粒物的累积,从而形成霾^[8]。小风甚至静风现象不利于大气污染物扩散到稀释水平,导致污染物逐渐积累,达到高浓度的霾污染^[9]。另外,逆温层阻碍了垂直扩散的正常流动,导致污染物不会扩散到高空而聚集在地面附近,造成重度污染天气^[10]。关中地区大的空间范围上属于北方空气污染区,与京津冀、山西和河南是一体的。同时关中地区自身也是一个空气污染区域^[11]。周至地处关中盆地,南依秦岭,北濒渭河。

收稿日期:2018-05-09

作者简介:陈欣昊(1992—),女,汉族,陕西西安人,硕士,从事天气预报及空气污染研究。

[7] 李胃胜,刘冬. 基于联系数 Vague 集方法的城市环境空气质量评价[J]. 中国科技信息,2015(6):53-55.

[8] 杜怡心,胡琳,王琦,等. 2016年西安市气象条件对大气污染影响评价[J]. 陕西气象,2018(1):30-33.

[9] 胡江波,王云鹏,杨利霞,等. 汉中市空气污染特征及其气象条件分析[J]. 陕西气象,2016(6):31-34.

[10] 丁一汇,柳艳菊. 近50年我国雾和霾的长期变化

特征及其与大气湿度的关系[J]. 中国科学:地球科学,2014(1):37-48.

[11] 曾英,张红娟,贺音. 自动观测霾、雾、轻雾与人工观测对比分析及订正[J]. 陕西气象,2017(1):28-30.

[12] 淳悦峻,林英华,杨军,等. 发挥国家政策效应,调整优化我市产业结构研究[C]//聊城科学发展研究. 山东聊城:山东聊城市社会科学届联合会,2012:36-63.