

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.

地势总体为西南高,东北低。近年来由于城市化发展迅速,地面粗糙度增大,导致近地面风速减小,加上秦岭的阻隔使得关中地区风速减小,并阻碍了关中地区大气污染物向南扩散,造成周至地区大气扩散能力弱,污染物容易累积,尤其在秋冬季节易形成污染天气^[12]。本文利用相关气象资料(风向风速、气温、降水)、空气质量监测数据等,分析近五年周至县重污染日(包括重度污染和严重污染)气象条件,为重污染天气的预报和服务提供参考。

1 资料选取

气象相关数据为周至县国家一般气象站(34°08'N,108°12'E)2012年12月1日—2017年9月30日的日平均气温、每小时平均风速、风向及每小时累积降水量资料。

污染物(O₃、CO、NO₂、SO₂、PM_{2.5}和PM₁₀)相关数据来自陕西省环境空气质量监测网自动监测站点——周至站(该站点为省控站)2012年12月1日—2017年9月30日的逐日空气质量监测数据,计算得出AQI指数日均值。

2 近五年空气质量基本特征

根据周至县2012年1月1日—2017年9月30日的空气质量监测资料统计,周至地区近五年月平均AQI指数变化呈现出明显的U型特征,即两边高中间低。总体来看,6—10月均达到良的级别(AQI指数月平均值分别为74、79、80、79和99),2、3、4、5、11、12月为轻度污染(AQI指数分别为140、129、104、107、112和139),1月为中度污染(AQI指数为165)。1月污染情况最严重、11、12月次之。这是由于冬季多稳定类天气,风速小,逆温频繁且强度和厚度大,混合层高度低,同时降水少;因此大气扩散条件差,湿清除作用弱,使得污染得不到有效清除,累积作用明显。加之,冬季采暖造成污染物排放量大。进一步比较2012年至2016年周至冬季年平均AQI指数可以看出,2016年最高为207,达到重度污染,2012、2013、2014、2015均为轻度污染(AQI指数分别为147、149、114和134)。

由表1可看出,周至县近五年(共计2100d,有效数据1995d)优良日数1202d,占总日数

60%;轻度污染495d,占25%,为春夏秋三季主要空气质量情况。夏季空气质量最优,适合人们出行入山消暑。重度污染等级以上(包括重度污染和严重污染)日数共计119d,共占6%,基本发生在冬季。冬季共计重污染以上日数93d,其中2016年最为严重,高达42d;春季次之,共计17d;夏季无重度以上污染。

表1 2012年1月1日—2017年9月30日
周至县空气质量情况

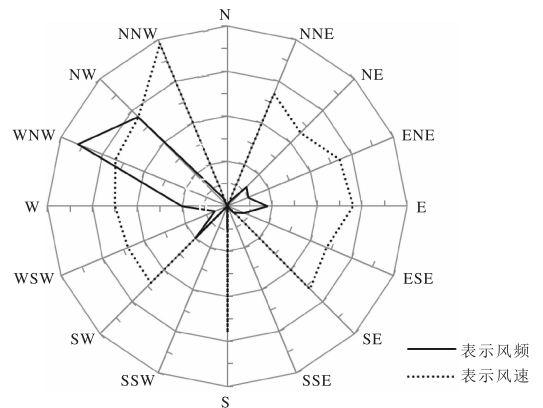
空气质量级别	优及良	轻度污染	中度污染	重度污染	严重污染
出现日数/d	1202	495	179	82	37
出现比例/%	60	25	9	4	2

3 重污染日气象条件分析

进一步对周至地区近五年间重污染日(包括重度污染和严重污染),共计119d的气象条件进行分析,以明确何种气象条件会导致重污染天气的发生和持续加重。

3.1 重污染日的风速风向特征

由图1得知,周至县在近五年重污染日的主导风向为偏西北风(其中最多风向为西偏北风,次多风向为西北风,风向频率分别为36%和28%)。一方面,这与关中地区地形关系密切。在冬季,关中中东部地区近30a近地层主导风向为偏东风^[13],而在关中西部(周至地区)以偏西北风为主,在盆地形成一个不利于污染物扩



风频每圈间隔为10%; 风速每圈间隔为1.0 m/s

图1 2012—2017年周至地区重污染
日平均风速频率玫瑰图

散的辐合区,这种特殊的地形造成了周至地区冬季污染物易堆积、难扩散。另一方面,重污染日风速总体偏小,主要集中在0~3 m/s范围内,逆温层维持,使得污染物在垂直方向的稀释能力较弱,污染物易在近地层聚集。而随着风速的增加,垂直湍流运动加强,PM_{2.5}质量浓度趋于降低。

3.2 相对湿度对空气污染的影响

相对湿度也表现出较明显的季节变化趋势,

冬季寒冷干燥,相对湿度普遍较低。而近五年来,周至县74%(88 d)的重污染天气发生时相对湿度为60%~90%(表2),反映出相对湿度在60%~90%之间是雾霾天气发展和维持的重要条件。这是由于在高湿的情况下,颗粒物吸湿后,其消光系数会增加,使得大气能见度更加恶化,且较高湿度在一定程度上会促进颗粒物二次化学反应,导致更多的颗粒物生成,也使得空气污染进一步加重。

表2 2012—2017年周至重污染日的日平均相对湿度分段统计

相对湿度/%	[100%,90%)	[90%,80%)	[80%,70%)	[70%,60%)	[60%,0]
出现日数/d	12	26	34	28	19
占重污染日数比例/%	10.0	21.9	28.6	23.5	16.0

3.3 气温对空气污染的影响

表3为周至县近五年来重污染日的日平均气温距平(即重污染日平均气温与当月30 a气候平均气温的差值)情况。重污染日中,36%的日平均气温比常年偏低0~1℃,而45.4%偏低2~4℃以上,18%偏低4℃以上。这是

由于冬季雾霾的持续会造成太阳辐射减少,地面气温下降,而较低的地面气温会使得大气层结中的逆温现象更容易发生,造成大气层结稳定,污染物持续累积。由于天气形势稳定、低空逆温、冬季采暖等原因造成污染天气较严重的情况。

表3 2012—2017年周至重污染日的日平均气温距平分段统计

日均气温距平/℃	>5	[5,4)	[4,3)	[3,2)	[2,1)	[1,0)
出现日数/d	11	11	16	19	19	43
占重污染日数比例/%	9.2	9.2	13.4	16.0	16.0	36.1

3.4 降水对空气污染的影响

近五年周至重污染日共计119 d,可分为43次过程,每次过程第一个重污染日前连续无降水天数大于等于10 d的重污染过程有18次,连续无降水天数在2~10 d(不包含10 d)的重污染过程有20次,连续无降水天数在0~2 d(不包含2 d)的重污染过程只有5次。说明在天气形势稳定、风力不大、又无降水的情况下,局地排放的污染物不易扩散,逐渐累积形成空气污染。而连续多日无有效降水会导致重度空气污染。当有冷空气到达时,伴随有大风或者降水,局地累积的空气污染物迅速扩散,使得空气污染质量浓度降低。

另外,对2012—2017年期间冬季降雨过程

(共统计样本23个)及其降水过程前后5 d的AQI指数对比(图2)发现,与降水前相比,降水后AQI指数全部出现了不同幅度的下降,样本4、12、16、21、22、23中的作用比较明显。整体下降范围为0~66.5%,平均下降幅度31%左右,说明降雨能够有效降低空气污染质量浓度,改善空气质量。

3.5 气象要素综合条件对空气污染的影响

从以上分析可以明显看出,风向风速、相对湿度、气温、降水等均与AQI指数有较好的相关性。重污染天气发生时,排放是“元凶”,而气象条件是“帮凶”。低风速不利用污染物的扩散,高湿度会促进污染物中吸湿粒子的增长,降低能见度,同时

促进二次颗粒物的生成,加重污染。周至冬季盛行偏西北风,西北方向为眉县、扶风、岐山、陈仓和宝鸡市,均是工业化主导县区,造成污染物输入。冬季稳定类天气多,风速小,逆温频繁且强度和厚度大,混合层高度低,因此大气扩散条件差;连续的无降水也使得空气中的污染物得不到有效冲刷,湿清除作用弱;加之,偏西北风带来的污染物输入,以及采暖污染物排放量大,易造成大气污染物堆积。总之,重污染天气的发生与气象条件息息相关。

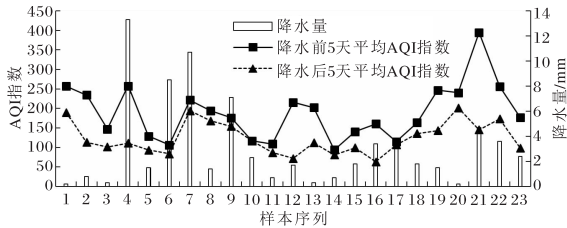


图2 2012—2016年冬季周至历次降水情况(样本共23个)与降水前后5 d平均AQI指数对比图

4 结论

根据2012—2017年对周至县主要污染特征,以及各主要相关气象要素与污染之间的关系分析,得到以下结论。

(1)近五年周至地区AQI指数季节变化呈明显U型趋势,冬季空气污染情况最为严重,且AQI指数呈现逐年增长趋势;春秋季次之,夏季未出现重度以上污染。

(2)冬季天气形势稳定、风速较小,混合层高度低,垂直湍流运动较弱,加上受地形阻挡的影响,污染物不易扩散;重污染出现前多日无降水,日平均气温偏低,使得大气污染物不断累积。周至县冬季重污染日盛行偏西北风,加大了西北方向工业化主导县外来污染物的输入;且重污染日风速总体偏小,同时相对湿度较高,颗粒物吸湿性增长促进颗粒物二次生成,造成污染情况加重。

(3)降雨能够使AQI指数降低达3成左右,表明冬季当有冷空气到达时,伴随的大风、降雨天气,使得污染物得到有效冲刷,降低空气污染质量浓度,改善空气质量。

参考文献:

- [1] CHANG Di, SONG Yu, LIU Bing. Visibility trends in six megacities in China 1973—2007[J]. Atmospheric Research, 2009, 94(2):161—167.
- [2] 刘端阳,魏建苏,严文莲,等. 1980—2012年江苏省城市霾日的时空分布及成因分析[J]. 环境科学, 2014(9):3247—3255.
- [3] 宋连春,高荣,李莹,等. 1961—2012年中国冬半年霾日数的变化特征及气候成因分析[J]. 气候变化研究进展, 2013, 9(5):313—318.
- [4] 史军,崔林丽. 长江三角洲城市群霾的演变特征及影响因素研究[J]. 中国环境科学, 2013(12):2113—2122.
- [5] HU Jianlin, WANG Yungang, QI Ying, et al. Spatial and temporal variability of PM_{2.5}, and PM₁₀, over the North China Plain and the Yangtze River Delta, China[J]. Atmospheric Environment, 2014, 95(1):598—609.
- [6] 孟燕军,王淑英,赵习方. 北京地区大雾日大气污染状况及气象条件分析[J]. 气象, 2000, 26(3):40—42.
- [7] 金丽娜,曲静,张雅斌,等. 西安霾天气时空分布特征与影响因子分析[J]. 气象科技, 2015, 43(2):314—319.
- [8] 马晓华,黄少妮,张科翔,等. 关中地区一次霾天气过程分析[J]. 陕西气象, 2017(4):10—13.
- [9] 张人禾,李强,张若楠. 2013年1月中国东部持续性强雾霾天气产生的气象条件分析[J]. 中国科学地球科学(中文版), 2014, 44(1):27—36.
- [10] 韦肖林,周慧僚,唐新. 河池边界层逆温现象变化特征及影响[J]. 气象研究与应用, 2012, 33(1):30—34.
- [11] 胡琳,何晓媛,林杨. 西安市区PM₁₀质量浓度时空变化特征及与气象条件的关系[J]. 陕西气象, 2009(1):5—8.
- [12] 牛乐田,刘帆,李春娥,等. 陕西中西部一次区域性暴雨天气诊断分析[J]. 陕西气象, 2015(5):33—37.
- [13] 刘瑞芳,陈小婷,姚静,等. 陕西关中持续性雾霾天气的气象条件分析[J]. 中国农学通报, 2017, 33(1):82—88.