

王红军,何晓媛,苏静,等. 关中区域主要大气污染物时空分布特征分析[J]. 陕西气象,2020(3):26-30.

文章编号:1006-4354(2020)03-0026-05

关中区域主要大气污染物时空分布特征分析

王红军¹,何晓媛²,苏静³,马耀绒⁴

(1. 西安市气象局,西安 710016;2. 陕西省气候中心,西安 710014;

3. 陕西省大气探测中心,西安 710014;4. 渭南市气象局,陕西渭南 714000)

摘要:利用关中区域西安、咸阳、渭南、铜川、宝鸡五个主要城市 2014—2018 年 PM_{2.5}、PM₁₀、SO₂ 和 NO₂ 四种主要大气污染物逐日平均质量浓度,统计分析了关中区域近 5 年环境空气质量时间变化特征和区域分布特征。结果表明:关中区域颗粒物 PM_{2.5}、PM₁₀ 和 SO₂ 年平均质量浓度呈逐年下降趋势;西安、咸阳和渭南 NO₂ 年平均质量浓度呈逐年上升趋势,宝鸡和铜川相对较低且变化趋势不明显;区域大气环境质量总体在不断改善。关中区域 4—10 月尤其是夏季 6—9 月空气质量状况较好,7 月最好;采暖期空气污染较为严重,其中 1 月环境空气质量最差,其次是 2 月。近 5 年以颗粒物 PM_{2.5} 和 PM₁₀ 为主要污染物,年平均值均超标,而 SO₂ 质量浓度相对较低;从区域分布来看,中部环境空气质量最差,其中 PM_{2.5}、PM₁₀ 和 NO₂ 质量浓度明显较高,东部次之,北部和西部相对较好。咸阳中度以上污染日数明显较多,其次为西安,渭南居第三,铜川最少;咸阳、西安和渭南中度以上污染日数呈逐年增加趋势,咸阳增加趋势最为显著,而宝鸡和铜川呈逐年减少趋势。

关键词:关中区域;大气污染物;时空分布特征

中图分类号:X51

文献标识码:A

21 世纪以来,我国城市化进程加快,污染日趋严重^[1],严重影响人们的身心健康。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^[2]。国内对于单个城市或局部区域大气污染物时空变化特征的研究比较多,但对区域性和较大范围大气污染物时空变化特征的研究比较少。胡琳^[3]等分析了 1998—2006 年西安市区 PM₁₀ 污染物质量浓度的特征及与气象要素之间的关系,发现 PM₁₀ 平均质量浓度冬季较大、夏季较小,其变化与降水、风速呈显著负相关,采暖期污染物排放增加是影响 PM₁₀ 质量浓度的重要因素。曹梅^[4]等分析了 SO₂、NO₂、PM₁₀ 等 3 种主要污染物不同时间尺度的变化规律,认为 2006—2015 年西安市 SO₂ 年平均质量浓度呈缓慢下降趋势,NO₂ 和

PM₁₀ 年平均质量浓度呈逐年缓慢上升的趋势。宁海文^[5]等分析了西安市 SO₂、NO₂ 和 PM₁₀ 时空分布特征及其与气象条件的关系,表明 1998—2003 年西安市主要污染物质量浓度逐年递减,空气质量得到逐步改善。张丽华^[6]等分析得出 2013 年 1 月 1 日—4 月 26 日西安市 PM_{2.5} 的浓度呈现冬季高、春季低的特点,并且从西到东递减。胡江波^[7]等分析了汉中市空气质量与气象条件之间的关系,发现 2015 年汉中市空气质量指数和空气污染物 SO₂、NO₂、PM₁₀、PM_{2.5} 及 CO 质量浓度变化趋势基本一致,均表现为夏季最低,冬季最高。杜怡心^[8]等统计评价了 2016 年西安市气象条件较 2015 年对大气污染的影响情况。近年来,随着大气污染治理措施的不断落实和管理政策的进一步趋严,以及风能、太阳能等清洁能源的

收稿日期:2019-12-25

作者简介:王红军(1974—),男,汉族,陕西澄城人,本科,工程师,从事气象服务与管理工作。

通信作者:何晓媛(1974—),女,陕西洋县,汉族,硕士,高级工程师,主要从事气候应用服务工作。

基金项目:中国气象局气候变化专项(CCSF201938)

开发利用,煤炭消费逐年造成的 SO_2 和 NO_x 的排放减少,但城市化的发展和汽车保有量的增加,施工扬尘、交通扬尘、汽车尾气等排放量不断增大,又会造成颗粒物和 NO_x 排放增加,大气污染出现新的特征。王海鯤和郝吉明等的研究表明,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^[9-10]。本文试图通过分析关中区域重点城市近年来主要大气污染物时间变化特征和区域分布特征,为政府开展区域大气环境治理和推进联防联控提供科学依据。

1 资料来源及分析方法

利用 2014—2018 年《陕西省(生态)环境状况公报》和陕西省环境监测站关中区域西安、咸阳、渭南、铜川、宝鸡五市主要大气污染物 $\text{PM}_{2.5}$ 、 PM_{10} 、 SO_2 和 NO_2 逐日平均质量浓度,采用常规统计方法计算分析其时间变化特征和区域分布特征。

根据《环境空气质量指数(AQI)技术规定(试行)》(HJ 633—2012),将空气污染指数划分为 0~50、51~100、101~150、151~200、201~300 和大于 300 六档,对应空气质量状况为一级优、二级良、三级轻度污染、四级中度污染、五级重度污染和六级严重污染,分析 2014—2018 年中度及以

上污染日数特征。

2 主要大气污染物质量浓度时间变化特征

利用关中区域五个主要城市近 5 年主要大气污染物年和月平均质量浓度,分别分析关中区域以及各主要城市环境空气质量的年际变化和月变化特征。

2.1 年际变化特征

2.1.1 关中区域 从表 1 可以看出:近 5 年关中区域颗粒物 $\text{PM}_{2.5}$ 和 PM_{10} 质量浓度呈明显的下降趋势,2014—2015 年有所下降,2016 年略有增加,2017—2018 年显著下降;年均质量浓度占标率由 204.3% 和 187.4% 下降到 142.7% 和 131.0%,平均每年下降 5.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 和 9.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。 SO_2 年均质量浓度逐年下降显著,年均质量浓度占标率由 50.8% 下降到 22.8%,平均每年下降 4.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。 NO_2 年均质量浓度呈逐年上升趋势,年均质量浓度占标率由 95.5% 上升到 107.6%,年均增长 1.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$,2016—2018 年 NO_2 年均质量浓度均超过国家空气质量二级标准,其中 2017 年超标达 22.5%。可见,随着近年来大气环境治理的推进,除了因汽车保有量的逐年快速增加, NO_2 年均质量浓度有所增加外,关中区域大气环境质量总体在不断改善。

表 1 2014—2018 年关中区域主要大气污染物平均质量浓度年际变化

年份	统计项目	$\text{PM}_{2.5}$	PM_{10}	SO_2	NO_2
2014	年均质量浓度/ $(\mu\text{g}/\text{m}^3)$	71.5	131.2	30.5	38.2
	占标率/%	204.3	187.4	50.8	95.5
2015	年均质量浓度/ $(\mu\text{g}/\text{m}^3)$	58.1	113.1	21.6	38.0
	占标率/%	166.0	161.5	35.9	94.9
2016	年均质量浓度/ $(\mu\text{g}/\text{m}^3)$	69.4	128.9	19.5	44.6
	占标率/%	198.1	184.1	32.5	111.4
2017	年均质量浓度/ $(\mu\text{g}/\text{m}^3)$	65.5	114.0	18.2	49.0
	占标率/%	187.1	162.8	30.3	122.5
2018	年均质量浓度/ $(\mu\text{g}/\text{m}^3)$	49.9	91.7	13.7	43.0
	占标率/%	142.7	131.0	22.8	107.6

2.1.2 各主要城市 从图 1 可看出:各主要城市颗粒物 PM_{10} 和 $\text{PM}_{2.5}$ 年平均质量浓度呈下降趋势,西部的宝鸡和中北部的铜川下降更为明显,而

中部的西安和咸阳、以及东部的渭南 2016 年有所升高,随后开始下降;各市 SO_2 年均质量浓度逐年下降趋势较为显著,宝鸡明显低于其它 4 个城市;

西安、咸阳和渭南 NO₂ 年均质量浓度呈逐年上升趋势,其中 2017 年最高,宝鸡和铜川相对较低且变化趋势不明显。可见,关中区域中部和东部主

要大气污染物质量浓度较西部和北部明显偏高,尤其是 2016 年以后颗粒物和 NO₂ 质量浓度偏高更为明显,这可能与城市化发展有关。

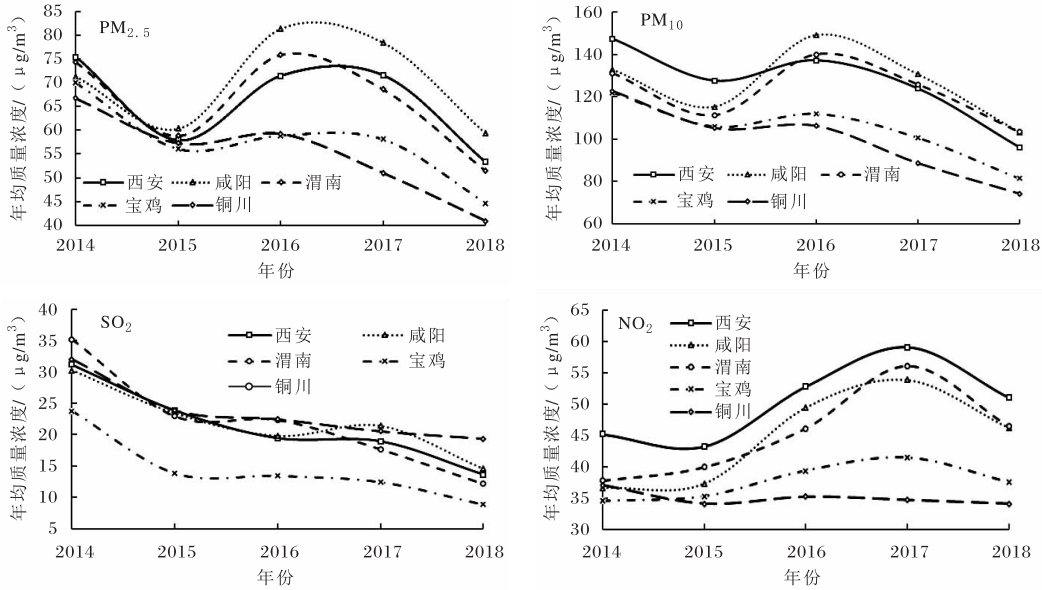


图 1 2014—2018 年关中五个城市主要大气污染物平均质量浓度年变化

2.2 月变化特征

2.2.1 关中区域 从图 2 可知:PM₁₀、PM_{2.5} 各月变化显著,SO₂、NO₂ 各月变化幅度相对较小,4—10 月尤其是夏季 6—9 月空气质量状况明显较好,7 月最好;11 月至次年 3 月采暖期空气污染较为突出,其中 1 月环境空气质量最差,其次是 2 月。可见,4—10 月特别是夏季太阳辐射强烈,大气对流和湍流旺盛,降水量大,降水日数相对较多,有利于大气污染物的扩散和稀释,空气质量明显较好;采暖期大气层结相对稳定,对流和湍流较弱,且降水较少,不利于大气污染物的扩散和稀释,加之采暖造成污染排放大,空气质量明显较差。

2.2.2 各主要城市 从图 3 可看出:关中五市 PM_{2.5} 质量浓度 4—10 月较低,尤其是 6—9 月;采暖期明显较高,其中 1 月最高,其次是 12 月。从城市比较来看,咸阳各月基本最高,采暖期 PM_{2.5} 污染尤其明显,其次是西安,渭南第三,铜川最低,PM₁₀ 质量浓度 6—9 月较低,采暖期明显较高,其中 1 月最高,其次是 12 月。从城市比较来看,全年西安、咸阳、渭南明显高于宝鸡和铜川,其中 12 月至次年 4 月西安最高,5—11 月咸阳最高,6—9 月宝鸡最低,其余月份铜川最低。SO₂ 质量浓度 4—10 月较低,采暖期明显较高,其中 1 月最高,其次是 2 月。从城市比较来看,全年铜川、渭南、西安、咸明显高于宝鸡,其中 10 月一次年 3 月铜川明显偏高,4—9 月咸阳最高,渭南次之,全年宝鸡相对较低。NO₂ 质量浓度 5—10 月较低,7 月和 8 月偏低明显,采暖期明显较高,其中 12 月最高,其次是 1 月,从城市比较来看,全年西安、渭南、咸阳明显高于宝鸡和铜川,全年西安明显最高,11 月一次年 2 月渭南高于咸阳居第二,其余月份渭南高于咸阳,除 11 月宝鸡略高于铜川外,其余月份均以铜川为最低。可见,近 5 年关中区

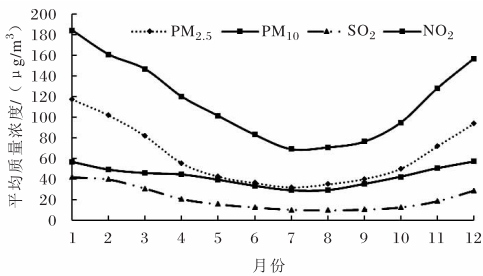


图 2 2014—2018 年关中区域主要大气污染物平均质量浓度月变化

域 6—9 月空气质量较好,采暖期主要大气污染物质量浓度明显较高,从区域来看,中部的咸阳和西

安、以及东部的渭南空气质量相对较差,西部的宝鸡和北部的铜川相对较好。

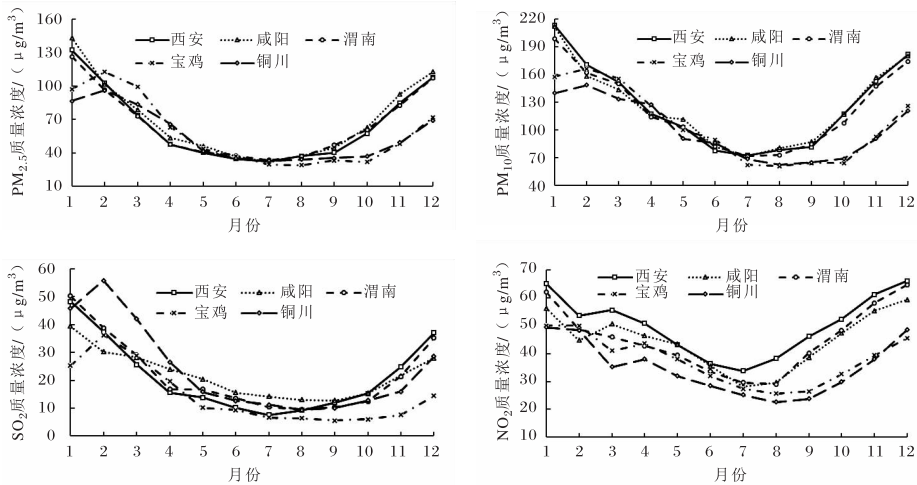


图 3 2014—2018 年关中五个城市主要大气污染物质量浓度月变化

3 主要大气污染物质量浓度空间分布特征

3.1 平均质量浓度空间分布

从表 2 可看出:关中五市近 5 年颗粒物 $PM_{2.5}$ 和 PM_{10} 质量浓度均超过国家二级标准,其中 $PM_{2.5}$ 质量浓度以咸阳为最高,占标率达 200.3%,西安略高于渭南,铜川最低; PM_{10} 质量浓度西安略高于咸阳,渭南第三,铜川最低。 SO_2 年平均质量浓度均明显低于国家二级标准,其中铜川最高,其次是渭南,咸阳略高于西安,宝鸡明显较低;西安、咸阳和渭南 NO_2 年平均质量浓度均超过国家二级标准,西安最大占标率达 125.8%,渭南略高于咸阳,宝鸡略高于铜川。

关中中部 $PM_{2.5}$ 质量浓度明显最高,其次是关中东南部,东北部和西部明显较低; PM_{10} 质量浓度以关中中南部最高,其次是东南部,北部和西部相对较低; SO_2 质量浓度以关中北部为最高,其次是中部和东南部,西部明显较低; NO_2 质量浓度以中南部为最高,北部和西部相对较低。总体来看,关中区域近 5 年以颗粒物 $PM_{2.5}$ 和 PM_{10} 为主要污染物,年均值均超标, SO_2 质量浓度相对较低。从区域分布看,中部环境空气质量最差,其中 $PM_{2.5}$ 和 PM_{10} 及 NO_2 质量浓度明显较高,东部次之,北部最好,表明城市化水平越高大气环境质量越差。

表 2 2014—2018 年关中五个城市主要大气污染物平均质量浓度和国家二级标准浓度 单位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$

污染物	标准	西安	咸阳	渭南	宝鸡	铜川
$PM_{2.5}$	35	65.9	70.1	65.8	57.6	55.0
PM_{10}	70	126.4	126.2	122.3	104.4	99.5
SO_2	60	21.4	21.9	22.1	14.4	23.6
NO_2	40	50.3	44.7	45.2	37.6	35.0

3.2 中度及以上污染日数空间分布

依据空气质量指数(AQI)级别划分标准,对关中五个城市 AQI 进行分级,得到 2014—2018 年中度及以上污染日数(见表 3)。从表 3 可看出:近 5 年咸阳中度以上污染日数明显较多,年均

75.4 d,约占全年的 20.7%,其次为西安的 64.6 d,渭南居第三,铜川最少为 36.2 d;咸阳、渭南和西安中度以上污染日数呈逐年增加趋势,咸阳增加趋势最为显著,而宝鸡和铜川呈逐年减少趋势。

表3 2014—2018年关中五个城市中度及以上污染日数统计 单位:d

年份	西安	咸阳	渭南	铜川	宝鸡
2014	63	52	63	51	58
2015	39	37	38	30	32
2016	75	97	76	44	41
2017	85	101	76	33	48
2018	61	90	46	23	31
平均	64.6	75.4	59.8	36.2	42.0
全年占比/%	17.7	20.7	16.4	9.9	11.5

4 结论

(1)近5年关中区域 PM_{10} 、 $PM_{2.5}$ 和 SO_2 年平均质量浓度呈逐年下降趋势,尤其是西部的宝鸡和中北部的铜川 PM_{10} 和 $PM_{2.5}$ 质量浓度下降更为明显;西安、咸阳和渭南 NO_2 年均质量浓度呈逐年上升趋势,宝鸡和铜川相对较低且变化趋势不明显。除 NO_2 年均质量浓度有所增加外,关中区域大气环境质量总体在不断改善。

(2)近5年关中区域4—10月尤其是夏季6—9月空气质量状况明显较好,7月最好;采暖期空气污染较为严重,其中1月环境空气质量最差,其次是2月。从区域比较来看,全年中部的咸阳、西安以及东部的渭南空气质量相对较差,西部的宝鸡和北部的铜川相对较好,采暖期区域差异尤为显著。

(3)关中区域近5年以 $PM_{2.5}$ 和 PM_{10} 为主要污染物,年均质量值均超标, SO_2 质量浓度相对较低;从区域分布来看,中部环境空气质量最差,其中 $PM_{2.5}$ 、 PM_{10} 及 NO_2 质量浓度明显较高,东部次之,北部和西部相对较好,表明城市化水平越高大气环境质量越差。

(4)近5年咸阳中度以上污染日数明显较多,约占全年的20.7%,其次为西安,渭南居第三,铜川最少。从变化趋势来看,咸阳、西安和渭南中度以上污染日数呈逐年增加趋势,咸阳增加趋势最为显著,而宝鸡和铜川呈逐年减少趋势。

参考文献:

- [1] 金丽娜,杨晓春,洪超,等.西安市 PM_{10} 浓度特征及气象因子影响分析[J].干旱气象,2017,35(2):299-305.
- [2] 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.
- [3] 胡琳,何晓媛,林杨.西安市区 PM_{10} 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.
- [4] 曹梅,王斌,仇娜,等.西安市2006—2015年大气污染物变化特征及与气象条件的关系[J].江西农业学报,2017,29(9):109-115.
- [5] 宁海文,吴息.西安市区大气污染物时空变化特征及其与气象条件关系[J].陕西气象,2005(2):19-20.
- [6] 张丽华,武捷春,包玉海,等.西安市 $PM_{2.5}$ 的时空分布特征研究[J].环境工程,2016,34(2):87-107.
- [7] 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.
- [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] 王海颀,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.
- [10] 郝吉明,吴焯,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.