

张侠,田亮,王琦,等. 陕西关中地区大气环境承载力研究[J]. 陕西气象,2017(1):1-5.

文章编号:1006-4354(2017)01-01-05

陕西关中地区大气环境承载力研究

张 侠,田 亮,王 琦,雷阳娜

(陕西省气候中心,西安 710014)

摘 要:以陕西省关中地区大气环境中 SO_2 和 PM_{10} 作为评估对象进行大气环境承载力研究,基于关中 5 市共 46 个地面气象台站的逐时气象观测资料和 2010—2013 年污染物排放资料,采用烟云足迹分析法计算了各市 2010—2013 年环境容量系数 A 值和 SO_2 、 PM_{10} 大气环境承载力的时空分布状况。结果表明:关中地区 5 市中铜川和咸阳的 A 值相对最大,渭南、宝鸡、西安的 A 值较小,且呈现出逐年下降的趋势。2010—2013 年关中地区 SO_2 环境承载力已无余额, PM_{10} 环境承载力仍有余额。 SO_2 环境承载力西安市和渭南市 4 年均无余额,其他市均有余额且呈逐年上升趋势; PM_{10} 环境承载力除渭南市 2013 年无余额外,其他市 4 年均有余额且年际变化较为平稳。

关键词:环境容量系数;大气环境承载力;烟云足迹;关中地区

中图分类号:X32

文献标识码:A

大气环境承载力是指在某一时期,某一区域,在某种状态下环境对人类活动所排放大气污染物的最大可能负荷的支撑阈值,所谓的最大可能负荷是指人类活动产生的大气污染物在排放规模、强度和速度上的限值^[1]。大气环境承载力的系统分析、评价和应用将有助于协调区域发展和改善大气环境质量,国内外学者对大气环境承载力的研究正不断地深入^[2-7],宋宇^[8]将数据包络分析(DEA)模型引入大气环境承载力研究;徐大海^[1]将“烟云足迹”的概念引进大气承载力的定量计算中,建立了确定大气环境承载力的烟云足迹分析法。范丽雅等^[9]采用大气环境承载力相对剩余率和大气环境承载指数的方法研究了浙江省大气环境容量和大气环境承载力的时空分布特征及其影响因素。目前,对于陕西省各区域进行全面、系统的大气环境承载力的研究还比较少。

陕西省关中地区位于陕西省中部,西起宝鸡县境,东迄黄河,南依秦岭,北傍渭北低山,渭河横贯盆地汇入黄河,包括西安、铜川、宝鸡、咸阳、渭

南 5 市。由于地理位置特殊,地形及气象条件不利于大气污染物的稀释和扩散,城市自净能力和环境容量都十分有限,同时关中地区工业密集、人口众多,城市化进程发展快,工业污染和人类活动形成了大量空气污染源^[10],容易形成区域复合污染。因而,定量研究关中区域大气环境承载力,对大气环境质量的改善、促进经济和环境的协调发展具有一定的指导意义。

1 资料与方法

1.1 资料来源

风速等气象数据来源于 2010—2013 年关中地区所辖西安、铜川、宝鸡、渭南、咸阳 5 市 46 个地面气象台站的逐时气象观测资料。

关中地区 5 市的占地面积数据和 2010—2013 年工业 SO_2 、 PM_{10} 排放量数据来源于 2010—2013 年陕西省统计年鉴及 5 市的统计年鉴。

1.2 烟云足迹法

采用烟云足迹分析法来计算大气环境承载力,该方法是基于生态承载力足迹分析法建立的评估

收稿日期:2016-08-02

作者简介:张侠(1984—),女,汉族,陕西渭南人,硕士,工程师,从事大气环境方面的研究。

基金项目:陕西省气象局科技创新基金计划项目(2015M-36)

方法,定义任何区域的大气环境承载力(供给)足迹为该区域能用于清除其上空空气污染物的土地面积的总和^[1]。大气环境承载力足迹表达式:

$$L_f = \sum_i W_i \cdot S_i \quad (1)$$

烟云足迹表达式:

$$E_f = \sum_i (Q_i \cdot F_i) \quad (2)$$

烟云足迹函数:

$$F_i = \sqrt{S}/(A_i \cdot C_{s,i}) \quad (3)$$

环境容量系数 A 值:

$$A \text{ 值} = 3.1536 \times 10^{-3} \times \frac{\sqrt{\pi} \cdot U \cdot H}{2} + 3.1536 \times \sqrt{S}(u_d + \omega_r \cdot R) \quad (4)$$

环境承载力余额:

$$l_f = L_f - E_f \quad (5)$$

式中, W_i 为权重系数, S_i 为各子区域面积(km^2), Q_i 为各子区域污染物排放量(t/a), S 为区

域总面积(km^2), $C_{s,i}$ 为各子区域污染物年平均质量浓度阈值(mg/m^3), U 为风速(m/s), H 为大气混合层厚度(m), u_d 为干沉降速度(m/s), ω_r 为清洗比(无量纲,取值 1.9×10^{-5}), R 为年降水量(mm)。

大气环境承载力足迹表征区域可供给的总承载面积,烟云足迹表征区域排放污染物扩散消除所需要漫游的土地面积,烟云足迹函数表征单位质量的烟云被清除前,该烟云漫游过的面积。环境容量系数 A 值函数是气象条件,表征大气清除能力。

2 研究结果

2.1 污染物排放状况

表 1 为 2010—2013 年关中 5 市的工业 SO_2 和 PM_{10} 排放量。从表 1 可以看出关中各市排放量存在明显的地域性差异, SO_2 排放量渭南地区最大,远大于其他地区,铜川和宝鸡排放量相对较小; PM_{10} 排放量渭南和铜川较大,其中 2013 年渭南烟尘排放量明显增大,西安和宝鸡排放量相对较小。

表 1 陕西关中各市 2010—2013 年 SO_2 和 PM_{10} 排放量 万 t

地域	SO_2				PM_{10}			
	2010	2011	2012	2013	2010	2011	2012	2013
西安	81.504	97.884	83.073	69.103	16.675	17.295	17.463	15.893
铜川	16.343	20.133	18.099	17.196	3.336	39.330	41.583	35.508
宝鸡	57.851	43.711	30.544	28.778	8.714	14.940	13.743	15.900
渭南	287.814	305.987	263.225	252.816	19.224	45.609	36.346	133.639
咸阳	86.305	69.779	67.258	62.440	11.757	30.310	15.684	24.269

2.2 环境容量系数 A 值的确定

环境容量系数 A 值是气象条件,气象条件是随机量,因此,A 值也是随机量,应以一定的概率值求取。图 1 为西安市 2013 年 A 值逐时变化图,可以看出,A 值变化范围很大,而概率较大的 A 值则在 5 以下。根据逐小时 A 值求取逐日 A 值,将西安市逐日 A 值的累积概率按 75% 取值,则得到相应 A 值为 0.99。图 2 为西安市 2013 年逐日 A 值的保证率。

按 75% 保证率确定各市相应的 A 值(图 3)。由图 3 可见,铜川和咸阳的 A 值相对较大,气象条件有利于大气污染物的扩散,而渭南、宝鸡、西安的 A 值较小,且 2010—2013 年呈现出逐年下降的

趋势,气象条件不利于大气污染物的扩散。

2.3 足迹函数的计算

烟云足迹函数表征单位质量的烟云被清除前,该烟云漫游过的面积。选取 SO_2 和 PM_{10} 两种评价对象进行环境承载力研究,阈值质量浓度 C 为年均质量浓度标准限值与大气本底质量浓度之差,本文区域本底质量浓度取为一级标准的 10%,接近大陆内地的大气本底质量浓度^[1]。根据式(3)确定各市 2010—2013 年 SO_2 和 PM_{10} 的足迹函数(图 4)。由足迹函数可以看出,单位质量 SO_2 的清除需要相对较大的面积来进行,单位质量 PM_{10} 的消除所需面积相对较小。由于受气象条件因子环境容量系数 A 值的影响,铜川和咸阳的

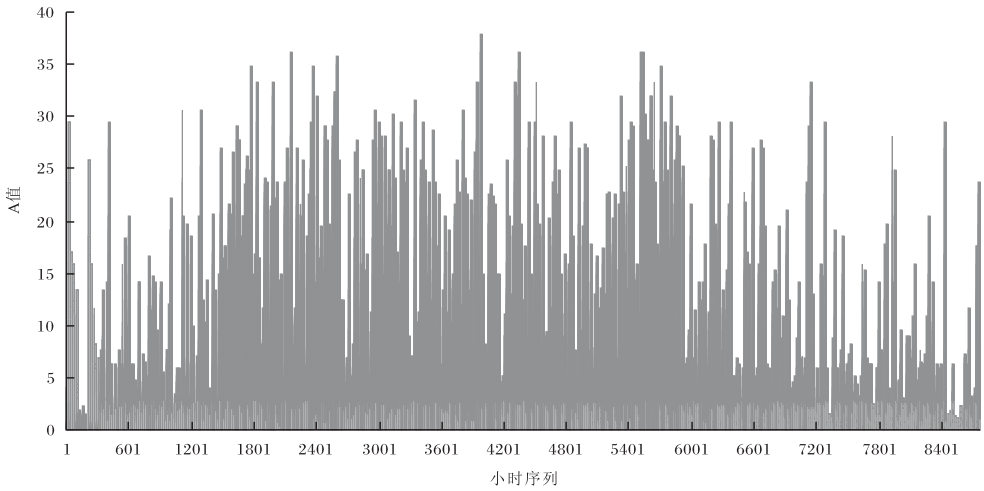


图1 西安市2013年逐时A值变化

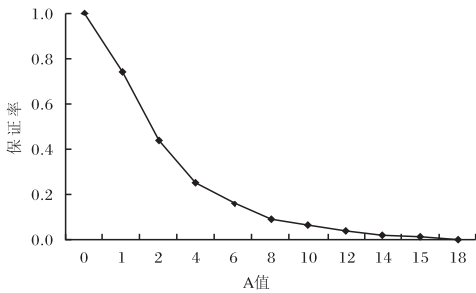


图2 西安市2013年逐日A值的保证率

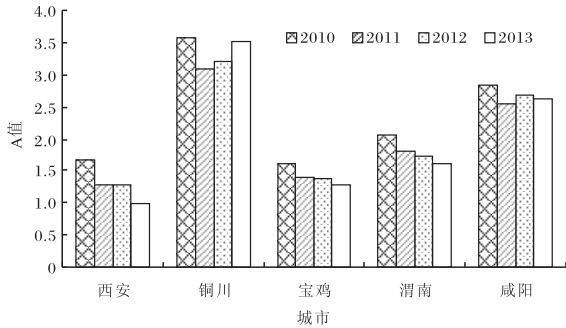


图3 关中地区各市2010—2013年A值

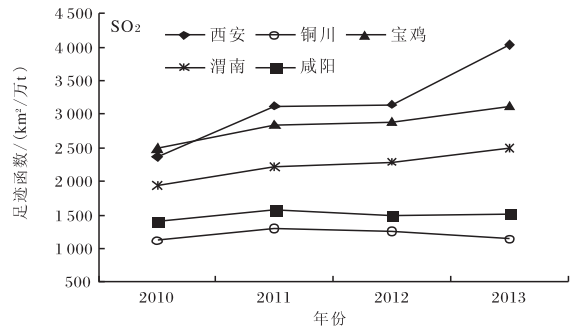
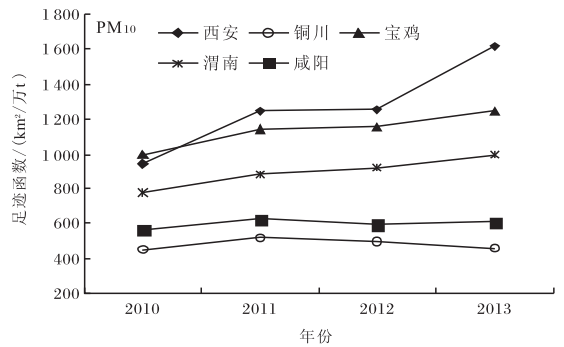


图4 关中各市2010—2013年污染物足迹函数



足迹函数相对较小,西安、宝鸡、渭南的足迹函数相对较大,且2010—2013年呈现出逐年增大的趋势。

2.4 大气环境承载力的计算

区域大气环境承载力的足迹是该区域可供给的承载面积,由于区域质量浓度的本底量已在确

定质量浓度阈值时作了考虑,承载力足迹表达式(1)中权重系数 W_i 的数值取为1,各市的占地面积即可供给承载面积。关中地区总承载力足迹为5.5万 km^2 ,西安、铜川、宝鸡、渭南、咸阳承载力足迹分别为10 108 km^2 、3 882 km^2 、181 17 km^2 、13 134 km^2 、10 246 km^2 ,可见,宝鸡承载力足迹相对最大,铜川承载力足迹相对最小。

根据关中各市的足迹函数和 SO_2 、 PM_{10} 排放

量,按式(2)可确定出各区域排放的 SO_2 和 PM_{10} 的烟云足迹,承载力足迹与烟云足迹之差可得出各市的承载力余额。表 2 为各市 2010—2013 年 SO_2 和 PM_{10} 的承载力余额。承载力余额为正值代表区域排放的烟云足迹尚未遍历该区域供给的可承载面积,承载力余额为负值,则代表该区域排放的烟云足迹超出了该区域供给的可承载面积。由表 2 可见,2010—2013 年宝鸡和铜川 SO_2 承载力余额均为正值,咸阳由负值逐渐增大为正值,西安和渭南均为负值,整个关中地区 2010—2013 年均均为负值。宝鸡 SO_2 承载力余额最大且呈上升趋势,铜川承载力余额 2011—2012 年逐渐上升。咸阳承载力余额 2010 年为负值,之后逐年上升。西安和渭南承载力余额明显不足,而渭南尤为显著。由于

渭南 A 值较小且 SO_2 排放量较大,烟云足迹明显超出可承载面积,导致整个关中地区承载力余额 2010—2013 年均明显不足。

PM_{10} 承载力余额除渭南 2013 年为负值外,其他 4 市 2010—2013 年均均为正值且年际变化较为平稳,关中地区整体 2010—2013 年 PM_{10} 承载力余额均为正值。5 市中宝鸡 PM_{10} 承载力余额最大;咸阳和西安 PM_{10} 承载力余额较为接近,咸阳略大于西安;渭南 2010—2011 年 PM_{10} 承载力余额和西安、咸阳较为接近,但 2013 年由于渭南 A 值较小且 PM_{10} 排放量明显增大,烟云足迹超出可承载面积,承载力余额降至负值;铜川 PM_{10} 承载力余额相对略小,但 2010—2013 年均尚有余额。

表 2 关中各市 2010—2013 年 SO_2 和 PM_{10} 承载力余额

km^2

地域	SO_2				PM_{10}			
	2010	2011	2012	2013	2010	2011	2012	2013
西安	-9.178	-20.472	-15.975	-17.805	8.530	7.947	7.915	7.540
铜川	2.054	1.288	1.628	1.926	3.736	1.856	1.811	2.267
宝鸡	3.774	5.658	9.300	9.152	17.277	16.436	16.552	16.156
渭南	-44.346	-56.078	-48.859	-51.661	10.032	7.494	8.190	-1.835
咸阳	-1.977	-0.810	0.135	0.639	9.473	8.232	9.200	8.657
合计	-49.671	-70.414	-53.771	-57.749	49.048	41.965	43.668	32.785

3 结论

(1) 关中地区环境容量系数 A 值,5 市中铜川和咸阳相对较大,气象条件有利于大气污染物的扩散,而渭南、宝鸡、西安的 A 值较小,且 2010—2013 年呈现出逐年下降的趋势,气象条件不利于大气污染物的扩散。

(2) 2010—2013 年 SO_2 环境承载力,关中 5 市中西安和渭南均已无余额,且由于渭南 SO_2 承载力严重不足,导致整个关中地区 SO_2 承载力已无余额,需减少排放量或与陕西省邻近其他区域借用烟云承载面积。

(3) 2010—2013 年 PM_{10} 环境承载力,除渭南 2013 年无余额外,其他 4 市均有余额,渭南地区需减少排放量或与临近其他区域借用烟云承载面积。

参考文献:

- [1] 徐大海,王郁. 确定大气环境承载力的烟云足迹法[J]. 环境科学学报,2013,33(6):1734-1740.
- [2] 彭再德,杨凯,王云. 区域环境承载力研究方法初探[J]. 中国环境科学,1996,16(1):6-10.
- [3] 毛汉英,余丹林. 区域承载力定量研究方法探讨[J]. 地球科学进展,2001,16(4):549-555.
- [4] 李定策,齐永安. 焦作市区大气环境承载力分析[J]. 焦作工学院学报(自然科学版),2004,23(3):220-223.
- [5] 王俭,孙铁珩,李铁军,等. 环境承载力研究进展[J]. 应用生态学报,2005,16(4):768-772.
- [6] 刘立勇,王彬,李忠武. 典型城区山岳型风景区大气环境承载力分析[J]. 生态环境学报,2009,18(2):688-692.

刘元珺,何豫秦,彭菊蓉,等. 一次西南涡引发 MCC 暴雨的中尺度分析[J]. 陕西气象,2017(1):5-9.

文章编号:1006-4354(2017)01-05-05

一次西南涡引发 MCC 暴雨的中尺度分析

刘元珺,何豫秦,彭菊蓉,张小峰,王云鹏

(汉中市气象局,陕西汉中 723000)

摘 要:利用 NCEP $1^{\circ}\times 1^{\circ}$ 再分析资料、国家气象卫星中心云顶亮温和地面加密观测资料对 2013 年 7 月 21—22 日发生在陕南的暴雨天气过程进行中尺度诊断分析。结果表明:中尺度对流复合体(MesoConvectiveComplex,下简称 MCC)是此次暴雨的直接影响系统;500 hPa 停滞的低槽,配合对流层高层急流分支出口的强辐散及对流层低层西南低涡的动力抬升作用,形成有利于 MCC 生成、发展的大尺度环流背景;700 hPa 西南低空急流、850 hPa 气流的南支分量为 MCC 的生成、发展提供充足的水汽和能量;西南低涡的东北移动伴随有 MCC 云团的生消发展,MCC 的发展经历了生成、发展、成熟、消散四个阶段,陕南强降水位于云顶亮温等值线密集一侧;MCC 发生在高能、弱对流不稳定区;露点锋加强暴雨区的垂直上升运动,系统北部冷空气与南侧西南暖湿气流导致低层锋生,大气斜压性增大,并在陕南地区产生辐合上升,形成次级环流,又触发对流不稳定释放,相互之间有正反馈的作用。

关键词:MCC;暴雨;西南低涡;露点锋

中图分类号:P458.121

文献标识码:A

西南涡是暴雨产生的重要天气系统,汉中地区位于四川盆地东北部的秦岭山区,是西南涡的主要影响地区之一。西南涡主要生成于四川盆地东部,在东移或者东北移时会影响陕南地区。西南涡所影响区域极易产生历时短、强度大、突发性强的暴雨天气,秦岭山区地理地形条件独特,天气复杂,降水分布不均,强降水天气常常造成该地区山洪、泥石流等灾害,为农业生产、人民生命财产等造成较大损失。西南涡产生的暴雨往往伴随有中尺度对流复合体(mesoscale convective complex,简称 MCC)的发生、发展,对于西南涡和

MCC 产生暴雨的研究,我国气象工作者已经做了大量工作。侯建忠等^[1]研究了陕西 MCC 的特征,表明陕南出现的 MCC 约占全省总数的 80%,陕南的 MCC 在半夜发生、加强和成熟的占绝大多数,当 MCC 在陕南出现,对流层中低层、甘南—四川东部地区都有低涡或切变配合。马红等^[2]通过分析发生在滇东北和四川盆地南部的一次暴雨天气过程,认为 850 hPa 四川盆地南部西南涡引发的 MCC 是暴雨的直接影响系统,MCC 成熟阶段表现出中低层辐合和高层辐散的动力特征。井喜等^[3]对黄河中下游一次 MCC 和中- β 尺

收稿日期:2016-10-25

作者简介:刘元珺(1988—),女,陕西汉中,本科,助工,主要从事天气预报服务。

基金项目:中国气象局气象关键技术集成与应用重点项目(CMAGJ2015M59)

- [7] 郑健,关宁,杨成梅. 干旱区绿洲城市大气环境承载力分析及预测—以乌鲁木齐市为例[J]. 西北师范大学学报(自然科学版),2015,51(6):110-114.
- [8] 宋宇. 中国区域大气环境承载力 DEA 评价[J]. 河南农业大学学报,2011,45(5):600-604.

- [9] 范丽雅,余锡刚,金均. 浙江省大气环境承载力时空分布特征研究[J]. 环境污染与防治,2013,35(12):72-77.
- [10] 周辉,权文婷,赵青兰. 陕西省关中地区霾天气时空分布特征分析[J]. 陕西气象,2015(4):21-23.