

环境科学

(HUANJING KEXUE)

ENVIRONMENTAL SCIENCE

第34卷 第5期

Vol.34 No.5

2013

中国科学院生态环境研究中心 主办
科学出版社 出版



目次

基于过氧化物的消毒技术研究进展	习海玲,赵三平,周文	(1645)
环境损害评估:国际制度及对中国的启示	张红振,曹东,於方,王金南,齐霖,贾倩,张天柱,骆永明	(1653)
不同国家基于健康风险的土壤环境基准比较研究与启示	徐猛,颜增光,贺萌萌,张超艳,侯红,李发生	(1667)
蚯蚓堆肥及蝇蛆生物转化技术在有机废弃物处理应用中的研究进展	张志剑,刘萌,朱军	(1679)
基于生态分区的我国湖泊营养盐控制目标研究	刁晓君,席北斗,何连生,邓祥征,吴锋,王鹏腾	(1687)
我国东北地区地表水酸化现状	徐光仪,康荣华,罗遥,段雷	(1695)
西安市对渭河水质的影响分析	于婕,李怀恩	(1700)
极端干旱水文年(2011年)夏季珠江口溶解氧的分布特征及影响因素研究	叶丰,黄小平,施震,刘庆霞	(1707)
应用相平衡分配法建立湘江衡阳段沉积物重金属质量基准	韩超南,秦延文,郑丙辉,张雷,曹伟	(1715)
长江口海域底栖生态环境质量评价——AMBI和M-AMBI法	蔡文倩,孟伟,刘录三,朱延忠,周娟	(1725)
温州城市降雨径流中BOD ₅ 和COD污染特征及其初始冲刷效应	王骏,毕春娟,陈振楼,周栋	(1735)
影响悬浮颗粒物吸收系数测量的相关因素研究	余小龙,沈芳,张晋芳	(1745)
香溪河库湾春季pCO ₂ 与浮游植物生物量的关系	袁希功,黄文敏,毕永红,胡征宇,赵玮,朱孔贤	(1754)
紊流脉动强度对藻类生长及水环境的影响研究	雷雨,龙天渝,伞磊,安强,黄允秋	(1761)
高铁酸钾对水中藻类及其次生臭味污染物二甲基三硫醚同步去除研究	马晓雁,张泽华,王红宇,胡仕斐,李青松	(1767)
纳米Fe ₃ O ₄ -H ₂ O ₂ 非均相Fenton反应催化氧化邻苯二酚	何洁,杨晓芳,张伟军,王东升	(1773)
水中茶普生的紫外光降解机制及其产物毒性研究	马杜娟,刘国光,吕文英,姚锐,周丽华,谢成屏	(1782)
酸活化赤泥催化臭氧氧化降解水中硝基苯的效能研究	康雅凝,李华楠,徐冰冰,齐飞,赵伦	(1790)
镉污染应急处置含镉絮体稳定性实验研究	柳玉荣,魏清伟,杨仁斌,许振成,曾东	(1797)
基于光学在线监测及形态学研究的絮凝体强度分析方法	金鹏康,冯永宁,王宝宝,王晓昌	(1802)
不同电子供体下三氯苯酚的还原脱氯机制研究	万金泉,胡梦蝶,马邕文,黄明智	(1808)
壳聚糖季铵盐磁性颗粒的制备及其对甲基橙的吸附效果	张聪璐,胡筱敏,英诗颖,王芳	(1815)
城市污水二级出水超滤膜污染与膜特性的研究	孟晓荣,张海珍,王磊,王旭东,赵亮	(1822)
倒置A ² /O-MBR处理城市污水的中试研究	张健君,邹高龙,杨淑芳,丁星,王莉,毛乾庄,杨丹	(1828)
不同电子供体的硫自养反硝化脱氮实验研究	袁莹,周伟丽,王晖,何圣兵	(1835)
短程同步硝化反硝化过程的脱氮与N ₂ O释放特性	梁小玲,李平,吴锦华,王向德	(1845)
基于固相萃取的水中多种有毒有害有机污染物富集方法优化	张明全,李锋民,吴乾元,胡洪营	(1851)
多环麝香污染胁迫对蚯蚓特异性蛋白基因表达的影响	陈春,刘潇威,郑顺安,周启星,李松	(1857)
浙江省制药行业典型挥发性有机物臭氧产生潜力分析及健康风险评价	徐志荣,王浙明,许明珠,何华飞	(1864)
苯系物光催化开环降解产物低级醛类的健康效应	赵伟荣,廖求文,杨亚楠,戴九松	(1871)
四川妇女血清中多溴联苯醚的浓度水平与组成特征	邵敏,陈永亨,李晓宇	(1877)
咪唑类离子液体毒性的QSAR/QSPR研究	赵继红,赵永升,张宏忠,张香平	(1882)
宁夏石嘴山河滨工业园区表层土壤重金属污染的时空特征	樊新刚,米文宝,马振宁,王婷玉	(1887)
内蒙古包头白云鄂博矿区及尾矿区周围土壤稀土污染现状和分布特征	郭伟,付瑞英,赵仁鑫,赵文静,郭江源,张君	(1895)
福建省重点城市路面尘负荷及化学组成研究	郑桢,杨冰玉,吴水平,王新红,陈晓秋	(1901)
重金属污染场地电阻率法探测数值模拟及应用研究	王玉玲,能昌信,王彦文,董路	(1908)
丛枝根菌真菌对稀土尾矿中大豆生长和稀土元素吸收的影响	郭伟,赵仁鑫,赵文静,付瑞英,郭江源,张君	(1915)
海洋细菌N3对几种赤潮藻的溶藻效应	史荣君,黄洪辉,齐占会,胡维安,田梓杨,戴明	(1922)
1株分离自煤矿废水的铁硫氧化细菌LY01的鉴定及其氧化特性研究	刘玉娇,杨新萍,王世梅,梁银	(1930)
1株苯并[a]芘高效降解菌的筛选与降解特性	蔡瀚,尹华,叶锦韶,常晶晶,彭辉,张娜,何宝燕	(1937)
2,2',4,4'-四溴联苯醚的好氧微生物降解	张姝,Giulio Franco,李晓豹,卢晓霞,侯珍,杨君君	(1945)
养猪废水培养微生物絮凝剂产生菌群B-737及发酵特性	裴瑞林,信欣,张雪乔,周迎芹,姚力,羊依金	(1951)
1997~2011年北京市空气中酸性物质与降水组分变化趋势的相关性分析	陈圆圆,田贺忠,杨懂艳,邹本东,鹿海峰,林安国	(1958)
黄山降水酸度及电导率特征分析	石春娥,邓学良,吴必文,洪杰,张苏,杨元建	(1964)
夏季黄山不同高度大气气溶胶水溶性离子特征分析	文彬,银燕,秦彦硕,陈魁	(1973)
广州秋季灰霾污染过程大气颗粒物有机酸的污染特征	谭吉华,赵金平,段菁春,马永亮,贺克斌,杨复沫	(1982)
福建省三大城市冬季PM _{2.5} 中有机碳和元素碳的污染特征	陈衍婷,陈进生,胡恭任,徐玲玲,尹丽倩,张福旺	(1988)
上海市含碳大气颗粒物的粒径分布	袁宁,刘卫,赵修良,王广华,姚剑,曾友石,刘遂庆	(1995)
上海市浦东城区二次气溶胶生成的估算	崔虎雄,吴迺名,段玉森,伏晴艳,张懿华,王东方,王茜	(2003)
沙尘暴期间上海市大气颗粒物元素地球化学特征及其物源示踪意义	钱鹏,郑祥民,周立旻	(2010)
厦门秋季近郊地面CO ₂ 浓度变化特征研究	李燕丽,穆超,邓君俊,赵淑惠,杜可	(2018)
GC-MS和GC-ECD同时在线观测本底大气中的HCFC-142b	郭立峰,姚波,周凌晔,李培昌,许林	(2025)
城市居家环境空气真菌群落结构特征研究	方治国,欧阳志云,刘芃,孙力,王小勇	(2031)
城市污水处理厂挥发性芳香烃的气味指纹及定量评价研究	郭薇,王伯光,唐小东,刘舒乐,何洁,张春林	(2038)
内河多点分散码头大气污染叠加影响特征	刘建昌,李兴华,徐洪磊,程金香,王忠岱,肖杨	(2044)
义马煤中铅的热稳定性及转化行为研究	刘瑞卿,王钧伟	(2051)
基于能源消费情景模拟的北京市主要大气污染物和温室气体协同减排研究	谢元博,李巍	(2057)
《环境科学》征订启事(1652)	《环境科学》征稿简则(1789)	信息(1807,1821,1881,1987)
编辑征稿通知(1863)		

内河多点分散码头大气污染叠加影响特征

刘建昌, 李兴华, 徐洪磊, 程金香, 王忠岱, 肖杨

(交通运输部规划研究院水上交通安全实验室, 北京 100028)

摘要: 港口码头大气污染主要为扬尘污染, 包括装卸扬尘、道路扬尘、料堆扬尘和裸土扬尘。单个码头和多个分散码头扬尘大气污染在区域特征上具有较大的差异性。以山东济宁港为例, 探讨内河港口多点、分散码头的大气面源污染叠加影响, 以期为系统评价港口大气污染提供技术支撑。研究表明, 内河港口的码头源强小、分布散, 对区域空气环境质量总体影响有限, 但对港区分布区域的几何中心位置叠加影响最为严重。在不考虑大范围高空气象条件差异和变化时, ADMS 模型在预测较大范围内多个污染源的叠加影响方面仍具有较好的适用性。

关键词: 大气污染; 扬尘; 内河港口; 叠加影响; 空间分析

中图分类号: X736.1; X513 文献标识码: A 文章编号: 0250-3301(2013)05-2044-07

Superposition Impact Character of Air Pollution from Decentralization Docks in a Freshwater Port

LIU Jian-chang, LI Xing-hua, XU Hong-lei, CHENG Jin-xiang, WANG Zhong-dai, XIAO Yang

(Marine Traffic Safety Laboratory, Transport Planning and Research Institute, Ministry of Transport of China, Beijing 100028, China)

Abstract: Air pollution from freshwater port is mainly caused by dust pollution, including material loading and unloading dust, road dust, and wind erosion dust from stockpile, bare soil. The dust pollution from a single dock characterized in obvious difference with air pollution from multiple scattered docks. Jining Port of Shandong Province was selected as a case study to get superposition impact contribution of air pollution for regional air environment from multiple scattered docks and to provide technical support for system evaluation of port air pollution. The results indicate that ① the air pollution from freshwater port occupies a low proportion of pollution impact on regional environmental quality because the port is consisted of several small scattered docks; ② however, the geometric center of the region distributed by docks is severely affected with the most superposition of the air pollution; and ③ the ADMS model is helpful to attain an effective and integrated assessment to predict a superposition impact of multiple non-point pollution sources when the differences of high-altitude weather conditions was not considered on a large scale.

Key words: air pollution; fugitive dust; freshwater port; superposition of impact; spatial analysis

大气污染扩散模型主要包括箱模型和高斯扩散模型^[1,2]。英国剑桥环境研究公司(CERC)基于高斯扩散模型开发的ADMS系统是目前我国环境影响评价导则推荐模型之一^[3]。该系统可以分析工业、民用生活和交通污染源产生的污染物在大气中的扩散,可模拟点源、线源、面源、体源和网格源^[4]。目前,ADMS模型在中国应用较为广泛。在辽宁抚顺和山东济南大气污染控制管理中采用过该模型^[5]。文献[6,7]应用ADMS预测重庆某复杂地形区域H₂S地面浓度,并与实际监测值进行对比,表明了ADMS模型对复杂地形的有效性。文献[8]利用改进的ADMS系统确定了大气环境防护距离和卫生防护方案。文献[9]基于ADMS-Urban和线性规划模型,构建了浓度-排放量反推模式,从区域自然生态环境和污染气象特征出发,以区域大气环境质量保护目标为约束条件,结合虚拟点源法测算了北京通州区域大气环境容量。文献[10]以污染源排放数据为基础,应用ADMS-城市扩散模型分析了鞍

山市扬尘污染源对空气环境质量的贡献。

港口码头大气污染主要为扬尘污染,包括施工扬尘、道路扬尘等人为扬尘,以及料堆、裸土等风蚀扬尘。从研究看,单个工程点扬尘大气污染的实验研究较多^[11~17],多个港区的叠加影响报道较少。本研究以济宁港为例,探讨内河港口多点、分散分布码头的大气面源污染叠加影响,以期为系统评价和控制港口大气污染提供技术支撑。

1 码头大气污染叠加影响的方法

1.1 研究方法

与其他大气扩散模型相比,ADMS系列软件的一个显著区别是应用了基于Monin-Obukhov长度和边界层高度来对边界层结构进行参数化描述的最新

收稿日期: 2012-06-21; 修订日期: 2012-09-25

基金项目: 国家科技支撑计划项目(2011BAG07B05)

作者简介: 刘建昌(1974~),男,博士,主要研究方向为污染控制、环境效应分析, E-mail: amoytiger@163.com

物理理论. 现场实验和研究表明扩散参数值随距离、点源的距离、边界层高度、污染源高度和烟羽在下风向的高度而变化^[18~23]. ADMS 模型首次采用已经经过充分研究并被广泛接受的适用于一定范围的扩散参数、高度、稳定性、下风向距离等间相互关系的公式, 然后使用插值法将公式推广到所有参数应用的范围^[20].

ADMS 可以模拟有限宽度的线源和多边形底面的面源和体源. 这些污染源类型都作为凸面多边形处理. 线源由其两端中点的位置、高度和线源的高度定义. 面源和体源通过底面多边形顶点的位置、高度定义, 体源还需要定义深度. 线源的两个端点和面源、体源的底面都假定在同一水平面上. 体源不考虑烟羽抬升. 例如, 建筑物持续释放的速度可忽略的逃逸性气体, 又如持续释放的采矿扬尘, 在污染源处一定深度混合, 释放速度可忽略不计, 都可按体源处理.

1.2 计算模型

本研究对象由一系列分散的作业区面源组成, 其叠加影响考虑基于大气稳定和中性边界层的数据模型. 稳定边界层内的所有湍流都是机械湍流, 没有对流产生的湍流. 通常湍流强度随着高度和层结阻尼的增加而减少, 但是由于边界层顶部的波动又会导致湍流强度的增强, ADMS 不考虑波动的影响. ADMS 模型浓度分布考虑地面和逆温层反射的高斯烟羽, 忽略低位反射. 烟羽平均高度处的垂直扩散参数可利用湍流垂直分量、自源起始的传输时间求得^[23,24]. 气象模块将会处理每个小时的气象数据, 使用标准算法计算扩散模型所需的边界层气象参数^[4,25].

对每个作业区都按一个面源考虑, 将每个面源污染源最多可以分解为 10 个污染源单元, 分解方法根据受点的位置确定, 一般分散模式按图 1 分解. 单元源和每个接受点间沿流线方向的距离差别不宜变化得太快, 这取决于单元源的总数^[4]. 受点的浓度由各单元贡献值相加得到. 考虑线源或面源时, 每个单元源的贡献通过有限长度的横截风线源近似得出. 一个长度为 L_s , 源强为 Q_s (质量单位 $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$) 的横截源的浓度 $c(x, y, z)$ 为:

$$c(x, y, z) = \frac{Q_s}{2 \sqrt{2\pi}\sigma_z(x)U} \times \exp\left(-\frac{(z-z_s)^2}{2\sigma_z^2}\right) \times \left[\exp\left(\frac{y+L_s/2}{\sqrt{2}\sigma_y}\right) - \exp\left(\frac{y-L_s/2}{\sqrt{2}\sigma_y}\right) \right] + f_s$$

式中, σ_y 、 σ_z 为横向和垂向扩散参数; x 、 y 、 z 分别

为风向、横向和垂向坐标, m ; U 为 10 m 高处平均风速, $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$; f_s 为反射项的浓度贡献, $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$. 扩散参数等参数计算见文献[4].

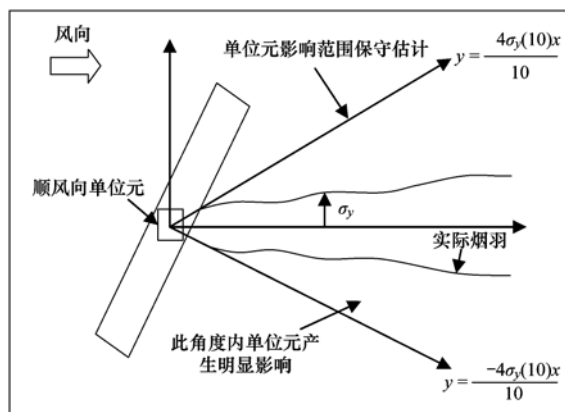


图 1 面源分解至单元污染扩散示意

Fig. 1 Sketch map of pollution diffusion decomposed from non-point pollution source to cell source

2 济宁港各码头大气污染叠加影响估算

2.1 研究区概况

济宁港位于城市西部, 地处淮河流域南四湖水系. 区内河流纵横交错、内河航运条件十分优越. 通过济宁港界内的京杭运河高等级航道, 济宁港的货物可直达上海、江苏、浙江等地. 济宁港是以郭庄港作业区为主的组群式港口, 主要分布在济宁西部京杭大运河两侧地段, 年吞吐能力 500 万 t, 300 t 级以上泊位有 5 个, 主要装运煤炭, 装卸方式以皮带机和装载机装船为主. 随着济宁经济的发展, 货物运输种类的增多, 目前在郭庄港作业区已建成年吞吐能力 30 万 t 的件杂货码头. 目前包括 10 个作业区, 分别是郭庄港、太西港、许庄港、鲁任港、侨盛港、常宁港、京杭港、京龙顺航港、许庄南港和银通港等作业区. 各作业区(码头)相互合作, 独立经营, 共同发展.

由于其独特的地理位置及运河城市特征, 成为中国境内为数不多的典型内河港口城市. 然而随着经济社会发展和以煤炭散货为主的运输货类组成, 港口大气污染逐渐产生, 数量多、分布广的各港区对区域空气环境的叠加影响日益已经引起多方关注. 在新一轮港区规划优化调整中, 所有港区的叠加大气影响, 将成为该港口可持续发展的制约因素.

2.2 污染气象特征

基础气象资料为山东省气象局审查提供的气象站近 5 年(2003 ~ 2007 年)及近 3 年(2005 ~ 2007

年)统计结果(山东省气象资料鉴证,编号:2008A-019)。据调查,该气象站观测场海拔高度 41.4 m,气象站周围地理环境与气候条件与拟建项目周围基本一致,且气象站距离拟建项目较近,根据《环境影响评价技术导则》(HJ/T 2.2-2008)中有关规定,该气象站污染气象资料具有较好的适用性。济宁位于山东省南部,属温带季风区大陆性气候。主要气候特点是四季分明,雨热同期,温度适宜,光照充足。图 2 为济宁近 3 年各季(月)及全年各风向出现频率和各月风速图。

济宁近 3 年月平均风速与近 5 年变化趋势相同。全年静风频率平均为 15.48%,秋季最高,为 25.73%,春季最小为 7.34%;全年各月中以 9 月最

高,为 30.0%;5 月最小,为 4.03%。静风时,污染物在污染源附近各方位均匀缓慢扩散,易在源附近地面出现污染物高浓度。除静风天气外,该区域盛行风向较为集中,全年以东南(SE)风出现频率最高,为 11.80%,其次为南(S)风,频率为 11.23%;西西南(WSW)风出现频率最小,为 0.78%。春、秋季以南(S)风出现频率最高,夏季以东南(SE)风出现频率最高,冬季以西北(NW)风出现频率最高。近 3 年平均风速为 $2.3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。从近 3 年情况看:春季风速较大,其中以 4 月风速最大,为 $3.1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$;9 月风速最小,为 $1.5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。该区域近 3 年静风和小于 $1.5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的风速出现频率占 22%, $1.5 \sim 3.0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 出现频率最多,为 53.36%。

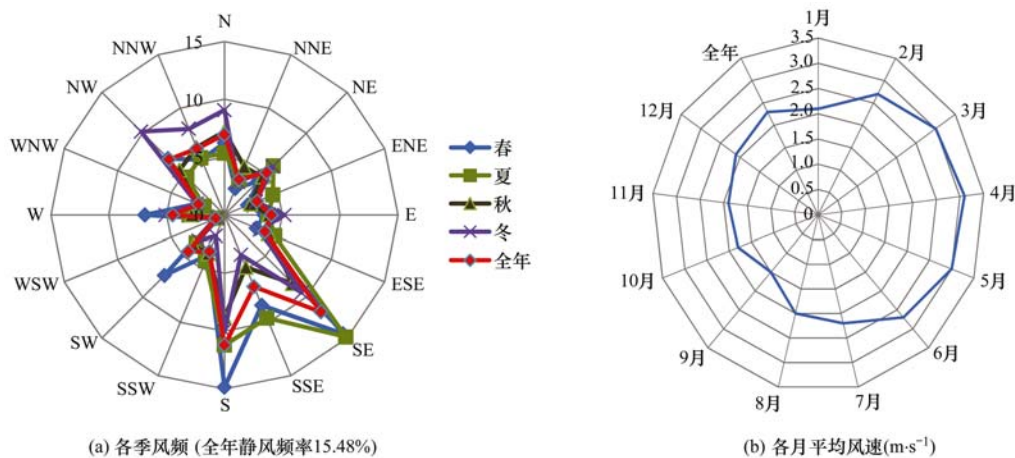


图 2 济宁市近 3 年风向频率和平均风速分布图

Fig. 2 Wind direction frequency and average wind velocity distribution in recent 3 years in Jining

2.3 大气污染源强估算

根据散杂货运输起尘和济宁内河航运的特性,选取 TSP 为评价因子,根据前文分析的方法,分别估算 2030 年在 45% 和 75% 两种除尘效率情景下,各作业区(码头)主要散货作业的起尘量。本处对那些客运、集装箱和整装件杂货运输的作业区(码头) TSP 污染,因产生量很小不予考虑。目前起尘量主要依据现场实测后^[11~17],建立吞吐量与起尘量的关系后,再进行相同条件的类比^[26,27]。经过估算,济宁港各散货作业区(码头)粉尘污染均处于较低水平,合计起尘量为 $77\,145.0 \text{ t}\cdot\text{a}^{-1}$,在 45% 除尘率下起尘量为 $42\,429.8 \text{ t}\cdot\text{a}^{-1}$,在 75% 除尘率下起尘量为 $19\,286.3 \text{ t}\cdot\text{a}^{-1}$,45% 和 75% 除尘条件下排放源强平均分别为 $0.0914 \text{ mg}\cdot(\text{m}^2\cdot\text{s})^{-1}$ 和 $0.0415 \text{ mg}\cdot(\text{m}^2\cdot\text{s})^{-1}$ 。规划实施后各作业区(码头)起尘量预测结果如表 1 所示。

2.4 大气污染叠加影响计算结果

根据前文分析方法,采用大气环境影响评价导则推荐的 ADMS-EIA 模式,分别模拟 2020 年在 45% 和 75% 两种除尘效率情景下,所有港区 TSP 污染的叠加影响分析。分别考虑两种背景值浓度来判定所有港区的叠加影响增量:① 根据济宁市区空气质量日报统计,2009 年度市区空气质量优良率为 91.2%,假设市区之外的其他区域环境质量也是刚好满足二级标准,即假定全市空气质量处于临界超标水平,评价所有港区叠加后对区域空气污染的贡献程度,因此第一情景选择空气质量标准中 TSP 二级浓度限值,即 $0.20 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ 为背景值;② 本次济宁港所有港区分布区域的几何中心区域正好处在南四湖自然保护区,依据国家空气质量标准规定,自然保护区应执行一级标准,但通常情况下南四湖空气质量均好于一级标准,因此第二种情景选择一级标准的一半来评价所有港区对区域大气环境质量的增加量,即背景值为 $0.04 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ 。通过较好和较

表 1 不同除尘效率下各作业区(码头)年起尘量估算

Table 1 Dust amount evaluation from a single dock in a year at different levels of dust removal

所属港区	编号	作业区(码头)名称	运输货种	岸线长/m	45% 除尘率下起尘量 /t·a ⁻¹	75% 除尘率下起尘量 /t·a ⁻¹
主城港区	1	跃进沟森达美码头	煤炭、砂石料	1 237	3 382. 5	1 537. 5
	2	济北化工园码头	成品油、化学品	640	0. 0	0. 0
	3	郭庄作业区	件杂集装箱	1 550	0. 0	0. 0
	4	龙拱河森达美码头	煤炭、矿建材料	1 230	1 650. 0	750. 0
	5	安居码头	煤炭	400	1 237. 5	562. 5
	6	喻屯码头	煤炭	160	412. 5	187. 5
	7	西王楼沙石码头	沙石建材	160	412. 5	187. 5
	8	泗河口作业区	煤炭	200	2 062. 5	937. 5
	9	泗河码头	煤炭	160	412. 5	187. 5
	10	鲁桥码头	煤炭、客运	260	412. 5	187. 5
	11	西单码头	矿建材料、水泥熟料	640	2 475. 0	1 125. 0
	12	南阳岛码头	矿建材料、客运	280	206. 3	93. 8
	13	留庄新港码头	煤炭、化学品	325	1 237. 5	562. 5
微山港区	14	徐家塘、金山码头	煤炭	300	825. 0	375. 0
	15	城郭河码头	煤炭	180	412. 5	187. 5
	16	崔庄矿、宋闸码头	煤炭	160	371. 3	168. 8
	17	张白庄码头	煤炭	160	618. 8	281. 3
	18	傅村码头	煤炭	324	990. 0	450. 0
	19	高庄码头	煤炭	100	247. 5	112. 5
	20	湿地旅游客运码头	客运	200	0. 0	0. 0
	21	航运物流码头	件杂	640	0. 0	0. 0
	22	赵庙码头	煤炭	300	412. 5	187. 5
	23	永胜码头	煤炭	160	330. 0	150. 0
	24	潘家渡、国泰码头	煤炭	200	330. 0	150. 0
梁山港区	25	韩庄码头	煤炭	480	1 072. 5	487. 5
	26	微山岛码头	件杂	200	0. 0	0. 0
	27	微湖旅游码头	客运	300	0. 0	0. 0
	28	东马庄码头	煤炭	790	3 300. 0	1 500. 0
	29	寿张集码头	煤炭	240	825. 0	375. 0
	30	祥城北作业区	煤炭	694	1 237. 5	562. 5
	31	祥城作业区	煤炭、水泥熟料、件杂	1 620	1 881. 0	855. 0
嘉祥港区	32	徐庄码头	矿建材料、成品油	462	495. 0	225. 0
	33	徐庄顺达码头	矿建材料	160	330. 0	150. 0
	34	金屯作业区	煤炭、件杂	255	412. 5	187. 5
	35	胡集作业区	煤炭、化工原料等	1 561	825. 0	375. 0
金乡港区	36	金桥作业区	矿建、水泥、煤炭等	1 137	2 557. 5	1 162. 5
	37	方庙作业区	矿建材料	320	1 237. 5	562. 5
	38	羊山旅游码头	客运	100	0. 0	0. 0
	39	复兴河作业区	煤炭、化工原料等	1 108	948. 8	431. 3
鱼台港区	40	谷亭物流作业区	矿建、水泥熟料、件杂	1 102	2 475. 0	1 125. 0
	41	军城作业区	煤炭	200	495. 0	225. 0
	42	张黄工业园作业区	煤炭、件杂、化工原料等	867	495. 0	225. 0
	43	鱼城码头	矿建	250	412. 5	187. 5
	44	惠河口客运码头	客运	300	0. 0	0. 0
汶上港区	45	桥口作业区	煤炭、矿建、化工等	1 053	1 650. 0	750. 0
	46	南旺作业区	矿建、非金属矿	244	1 113. 8	506. 3
邹城港区	47	荣信码头	煤炭	560	2 227. 5	1 012. 5
	48	太平综合码头	化工原料等	720	0. 0	0. 0
合计				24 698	42 429. 8	19 286. 3

差水平这两种背景值情景比较,来说明所有港区共同对区域空气质量产生的影响增量.在 ARCGIS 平台支持下,经 ADMS-EIA 模式预测,所有散货码头大

气 TSP 污染叠加影响结果,见图 3~4 所示.不同除尘率、不同背景值条件下所有作业区(码头)叠加后最大落地浓度情况,见表 2 所示.

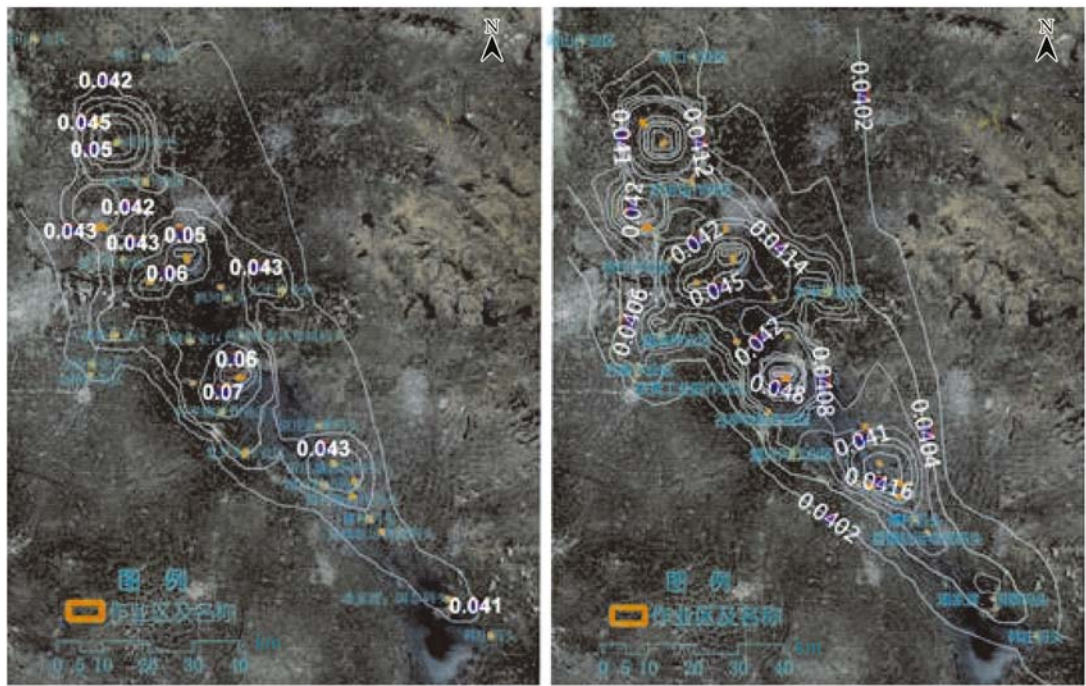


图3 低背景值45%和75%除尘率的所有码头TSP浓度叠加模拟图

Fig. 3 Superposition impact simulation of total suspended particles from all decentralization docks with low background values of 45% and 75% dust removal scenarios

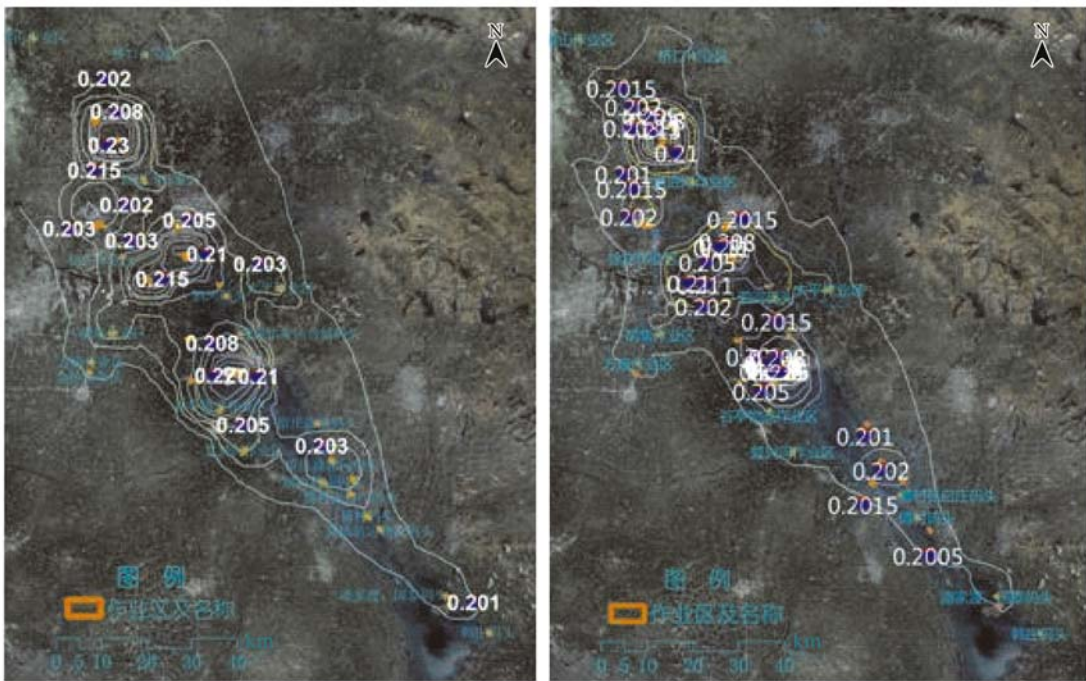


图4 高背景值45%和75%除尘率的所有码头TSP浓度叠加模拟图

Fig. 4 Superposition impact simulation of total suspended particles from all decentralization docks with high background values of 45% and 75% dust removal scenarios

3 结论

(1)在济宁市全年平均污染气象条件下,所有散货码头大气TSP污染叠加影响最严重区域为微山港区两城作业区西单码头附近区域,主要原因在

于该处为所有港区的几何中心地带,易受各风向各散货作业区污染叠加影响. 较低背景值浓度时,45%和75%除尘条件下最大浓度增量占背景值的比例分别为117.5%和47.5%,较高背景值浓度时分别为23.5%和10%.

表 2 不同除尘率不同背景值下所有码头 TSP 叠加污染最大落地浓度

Table 2 Highest pollution concentration for superposition impact of total suspended particles from all docks in different scenarios of background value and dust removal

项目	45% 除尘率条件下最大浓度情况			75% 除尘率条件下最大浓度情况		
	最大落地浓度 /mg·m ⁻³	最大浓度值与 背景值的增量 /mg·m ⁻³	最大增量占背景 值的比例 /%	最大落地浓度 /mg·m ⁻³	最大浓度值与 背景值的增量 /mg·m ⁻³	最大增量占背景 值的比例/%
较低背景值(0.04 mg·m ⁻³)	0.087	0.047	117.5	0.059	0.019	47.5
较高背景值(0.20 mg·m ⁻³)	0.247	0.047	23.5	0.219	0.019	10.0

(2)在港区除尘率条件相同、污染背景值不同的情况下,所有作业区(码头)叠加后最大落地浓度与背景值间的增量相同,说明所有作业区(码头)大气污染叠加对区域空气环境的影响,主要依赖于除尘效率. 45%和75%除尘条件下港区叠加对最大浓度的增量贡献值为0.047 mg·m⁻³和0.019 mg·m⁻³,对最大污染浓度区域的净贡献量处于较低水平. 因此,要想保证全市大气环境质量,对所有大气污染源均应加强治理. 对港区而言,尽管75%除尘率条件能满足质量标准的要求,但也应该不断提高港区大气污染控制水平.

(3)通常情况下,南四湖属于自然保护区,背景值浓度较低,因此,在两种港区除尘率条件下该区域TSP污染浓度均能满足二级标准(0.20 mg·m⁻³). 这种情景更接近于现实情况,其结果更具有指导意义. 45%除尘条件下空气环境质量会超过一级标准(0.08 mg·m⁻³),超标面积分别约为540 hm². 该区域无重大空气敏感目标,目前以农田和未利用浅滩为主;当该区域水位上升时部分浅滩会形成水域,当水位下降时部分浅滩会变成陆地. 75%除尘条件下,无超标区域. 因此,所有码头污染叠加后,对区域环境的整体影响较小.

(4)由于各码头吞吐量均处于较低水平,单位面积的TSP污染排放量呈均质化,因此济宁港现有码头布局模式下,越是外围的码头,累积影响严重区域距离其所在区域越远. 在主城港区的泗河口作业区由于吞吐量相对较大,港区面积较小,排放源强相对较大,为所有港区大气叠加影响贡献较大. 贡献较大的还有梁山港区东马庄码头、主城港区跃进沟作业区、金乡港区金桥作业区、鱼台港区的谷亭物流作业区、邹城港区荣信码头等,但总体贡献量不大.

(5)从济宁港单个码头大气污染影响分析和所有港区叠加影响分析来看,因地处内河,各作业区(码头)吞吐量有限、作业区两两距离较远、地形条件相近,各散货作业区(码头)仅对周围距离2 km

以内环境影响较大,所有港区大气污染物TSP长距离运输叠加影响程度有限.

(6)75%除尘条件下济宁港中心港区周围环境TSP最高浓度比45%除尘条件下污染浓度有明显下降,说明各作业区(码头)采取措施提高除尘效率后,对区域环境污染的影响会明显降低.

(7)内河港口的码头源强小、分布散,对区域空气质量影响有限,但对港区分布区域的几何中心位置叠加影响最为严重. 在不考虑大范围高空气象条件差异和变化时,ADMS模型在预测较大范围的多个污染源的叠加影响仍具有较好的适用性.

参考文献:

[1] 徐大海,朱蓉. 大气平流扩散的箱格预报模型与污染潜势指数预报[J]. 应用气象学报, 2000, 11(1): 1-12.

[2] 黄金杰,杨桂花,马骏驰. 基于高斯的大气污染评价模型[J]. 计算机仿真, 2011, 28(2): 101-104.

[3] 环境保护部. HJ2.2-2008. 环境影响评价技术导则(大气环境)[S]. 北京:中国标准出版社, 2008.

[4] Cambridge Environmental Research Consultants (CERC). ADMS Technical Specification [R]. London, 2010.

[5] David C, Christine M. Comparison between the Chinese EIA Guidelines for Air Dispersion Modelling and the Advanced Air Dispersion Model ADMS [J]. Chinese Journal of Population, Resources and Environment, 2005, 3(4): 3-10.

[6] 胡刚,王里奥,张军,等. ADMS模型在复杂地形地区的应用[J]. 重庆大学学报(自然科学版), 2007, 30(12): 42-46.

[7] 陈盛梁,廖正军,罗宇. 大气污染诊断和预测模型在重庆城区的应用[J]. 重庆大学学报(自然科学版), 2001, 24(1): 36-39.

[8] 李庭,舒型武,肖怀德. 应用ADMS确定大气环境防护距离方法探讨[J]. 环境工程, 2011, 29(3): 123-126.

[9] 肖杨,毛显强,马根慧,等. 基于ADMS和线性规划的区域大气环境容量测算[J]. 环境科学研究, 2008, 21(3): 13-16.

[10] 沙维奇. ADMS模型解析城区总悬浮颗粒物来源[J]. 中国环境监测, 2007, 23(2): 110-113.

[11] 田刚,樊守彬,黄玉虎,等. 风速对人为扬尘源PM₁₀排放浓度和强度的影响[J]. 环境科学, 2008, 29(10): 2983-2986.

[12] 樊守彬,田刚,李钢,等. 北京铺装道路交通扬尘排放规律研究[J]. 环境科学, 2007, 28(10): 2396-2399.

- [13] 田刚, 樊守彬, 李钢, 等. 施工工地出口附近道路交通扬尘排放特征研究[J]. 环境科学, 2007, **28**(11): 2626-2629.
- [14] 田刚, 李建民, 李钢, 等. 建筑工地大气降尘与总悬浮颗粒物相关性研究[J]. 环境科学, 2007, **28**(9): 1941-1943.
- [15] 黄玉虎, 田刚, 秦建平, 等. 不同施工阶段扬尘污染特征研究[J]. 环境科学, 2007, **28**(12): 2885-2888.
- [16] 田刚, 李钢, 闫宝林, 等. 施工扬尘空间扩散规律研究[J]. 环境科学, 2008, **29**(1): 259-262.
- [17] 樊守彬, 闫宝林, 黄玉虎, 等. 北京交通扬尘排放及污染控制研究[A]. 见: 赵英民. 北京绿色奥运环境保护技术与发展[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2006. 286-290.
- [18] Clarke R H. A model for short and medium range dispersion of radionuclides released to the atmosphere [R]. NRPB Report NRPB-R91, 1979.
- [19] Hanna S R, Paine R J. Hybrid plume dispersion model (HPDM) development and evaluation [J]. Journal of Climate and Applied Meteorology, 1989, **28**(3): 206-224.
- [20] Hunt J C R, Holroyd R J, Carruthers D J. Preparatory studies for a complex dispersion model [R]. CERC Report HB9/88, 1988.
- [21] Hunt J C R, Leibovich S, Richards K J. Turbulent shear flow over low hills [J]. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, 1988, **114**(484): 1435-1470.
- [22] Hunt J C R, Richards K J, Brighton P W M. Stably stratified Shear flow over low hills [J]. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, 1988, **114**(482): 859-886.
- [23] Weil J C. Updating applied diffusion models [J]. Journal of Climate and Applied Meteorology, 1985, **24**(11): 1111-1130.
- [24] Hunt J C R. Turbulent diffusion from sources in complex flows [J]. Annual Review of Fluid Mechanics, 1985, **17**(1): 447-458.
- [25] Holtslag A A M, Van Ulden A P. A simple scheme for daytime estimates of the surface fluxes from routine weather data [J]. Journal of Climate and Applied Meteorology, 1983, **22**(4): 517-529.
- [26] 何晓云. 曹妃甸港口码头煤炭与矿石粉尘污染特性研究[D]. 石家庄: 河北科技大学, 2011.
- [27] 辛庚华. 露天堆场起尘与防风网遮蔽效果机理研究及现场实测分析[D]. 大连: 大连理工大学, 2010.

CONTENTS

Advances in Peroxide-Based Decontaminating Technologies	XI Hai-ling, ZHAO San-ping, ZHOU Wen (1645)
Environmental Damage Assessment; International Regulations and Revelation to China	ZHANG Hong-zhen, CAO Dong, YU Fang, <i>et al.</i> (1653)
Human Health Risk-Based Environmental Criteria for Soil: A Comparative Study Between Countries and Implication for China	XU Meng, YAN Zeng-guang, HE Meng-meng, <i>et al.</i> (1667)
Organic Waste Treatment by Earthworm Vermicomposting and Larvae Bioconversion: Review and Perspective	ZHANG Zhi-jian, LIU Meng, ZHU Jun (1679)
Strategies of Nutrients Control in Lakes Based on Ecoregions of Lakes in China	DIAO Xiao-jun, XI Bei-dou, HE Lian-sheng, <i>et al.</i> (1687)
Current Status of Surface Water Acidification in Northeast China	XU Guang-yi, KANG Rong-hua, LUO Yao, <i>et al.</i> (1695)
Impact Analysis of Xi'an to the Water Quality of Weihe River	YU Jie, LI Huai-en (1700)
Distribution Characteristics of Dissolved Oxygen and Its Affecting Factors in the Pearl River Estuary During the Summer of the Extremely Drought Hydrological Year 2011	YE Feng, HUANG Xiao-ping, SHI Zhen, <i>et al.</i> (1707)
Application of Equilibrium Partitioning Approach to Establish Sediment Quality Criteria for Heavy Metals in Hengyang Section of Xiangjiang River	HAN Chao-nan, QIN Yan-wen, ZHENG Bing-hui, <i>et al.</i> (1715)
Assessing the Benthic Ecological Status in Yangtze River Estuary Using AMBI and M-AMBI	CAI Wen-qian, MENG Wei, LIU Lu-san, <i>et al.</i> (1725)
Pollution Load and the First Flush Effect of BOD ₅ and COD in Urban Runoff of Wenzhou City	WANG Jun, BI Chun-juan, CHEN Zhen-lou, <i>et al.</i> (1735)
Influencing Factors in Measuring Absorption Coefficient of Suspended Particulate Matters	YU Xiao-long, SHEN Fang, ZHANG Jin-fang (1745)
Relationship Between pCO ₂ and Algal Biomass in Xiangxi Bay in Spring	YUAN Xi-gong, HUANG Wen-min, BI Yong-hong, <i>et al.</i> (1754)
Effects of Turbulent Fluctuation Intensity on the Growth of Algae and Water Environment	LEI Yu, LONG Tian-yu, SAN Lei, <i>et al.</i> (1761)
Simultaneous Removal of Algae and Its Odorous Metabolite Dimethyl Trisulfide in Water by Potassium Ferrate	MA Xiao-yan, ZHANG Ze-hua, WANG Hong-yu, <i>et al.</i> (1767)
Catalyzed Oxidation of Catechol by the Heterogeneous Fenton-like Reaction of Nano-Fe ₃ O ₄ -H ₂ O ₂ System	HE Jie, YANG Xiao-fang, ZHANG Wei-jun, <i>et al.</i> (1773)
Photodegradation of Naproxen in Aqueous Systems by UV Irradiation: Mechanism and Toxicity of Photolysis Products	MA Du-juan, LIU Guo-guang, LÜ Wen-ying, <i>et al.</i> (1782)
Catalytic Ozonation of Nitrobenzene in Water by Acidification-activated Red Mud	KANG Ya-ning, LI Hua-nan, XU Bing-bing, <i>et al.</i> (1790)
Experimental Studies on Stability of Floes from Cadmium Pollution Emergency Treatment	LIU Wang-rong, GUO Qing-wei, YANG Ren-bin, <i>et al.</i> (1797)
Evaluation of Floc Strength Based on Morphological Analysis and Optical Online Monitoring	JIN Peng-kang, FENG Yong-ning, WANG Bao-bao, <i>et al.</i> (1802)
Mechanism of Reductive Dechlorination of Trichlorophenol with Different Electron Donors	WAN Jin-quan, HU Meng-die, MA Yong-wen, <i>et al.</i> (1808)
Preparation of Magnetic Quaternary Chitosan Salt and Its Adsorption of Methyl Orange from Water	ZHANG Cong-lu, HU Xiao-min, YING Shi-ying, <i>et al.</i> (1815)
Membrane Fouling by Secondary Effluent of Urban Sewage and the Membrane Properties	MENG Xiao-rong, ZHANG Hai-zhen, WANG Lei, <i>et al.</i> (1822)
Treatment of Municipal Wastewater Using the Combined Reversed A ² /O-MBR Process	ZHANG Jian-jun, ZOU Gao-long, YANG Shu-fang, <i>et al.</i> (1828)
Study on Sulfur-based Autotrophic Denitrification with Different Electron Donors	YUAN Ying, ZHOU Wei-li, WANG Hui, <i>et al.</i> (1835)
Nitrogen Removal and N ₂ O Emission Characteristics During the Shortcut Simultaneous Nitrification and Denitrification Process	LIANG Xiao-ling, LI Ping, WU Jin-hua, <i>et al.</i> (1845)
Optimization of Solid-Phase Extraction for Enrichment of Toxic Organic Compounds in Water Samples	ZHANG Ming-quan, LI Feng-min, WU Qian-yuan, <i>et al.</i> (1851)
Polycyclic Musks Exposure Affects Gene Expression of Specific Proteins in Earthworm <i>Eisenia fetida</i>	CHEN Chun, LIU Xiao-wei, ZHENG Shun-an, <i>et al.</i> (1857)
Health Risk Assessment and Ozone Formation Potentials of Volatile Organic Compounds from Pharmaceutical Industry in Zhejiang Province	XU Zhi-rong, WANG Zhe-ming, XU Ming-zhu, <i>et al.</i> (1864)
Health Effect of Volatile Aldehyde Compounds in Photocatalytic Oxidation of Aromatics Compounds	ZHAO Wei-rong, LIAO Qiu-wen, YANG Ya-nan, <i>et al.</i> (1871)
Compositions and Distribution Characteristics of Polybrominated Diphenyl Ethers in Serum of Women from Sichuan Province	SHAO Min, CHEN Yong-heng, LI Xiao-yu (1877)
QSAR/QSPR for Predicting the Toxicity of Imidazolium Ionic Liquids	ZHAO Ji-hong, ZHAO Yong-sheng, ZHANG Hong-zhong, <i>et al.</i> (1882)
Spatial and Temporal Characteristics of Heavy Metal Concentration of Surface Soil in Hebin Industrial Park in Shizuishan Northwest China	FAN Xin-gang, MI Wen-bao, MA Zhen-ning, <i>et al.</i> (1887)
Distribution Characteristic and Current Situation of Soil Rare Earth Contamination in the Bayan Obo Mining Area and Baotou Tailing Reservoir in Inner Mongolia	GUO Wei, FU Rui-ying, ZHAO Ren-xin, <i>et al.</i> (1895)
Road Dust Loading and Chemical Composition at Major Cities in Fujian Province	ZHENG An, YANG Bing-yu, WU Shui-ping, <i>et al.</i> (1901)
Numerical Simulation and Application of Electrical Resistivity Survey in Heavy Metal Contaminated Sites	WANG Yu-ling, NAI Chang-xin, WANG Yan-wen, <i>et al.</i> (1908)
Effects of Arbuscular Mycorrhizal Fungi on the Growth and Rare Earth Elements Uptake of Soybean Grown in Rare Earth Mine Tailings	GUO Wei, ZHAO Ren-xin, ZHAO Wen-jing, <i>et al.</i> (1915)
Algicidal Activity Against Red-tide Algae by Marine Bacterial Strain N3 Isolated from a HABs Area, Southern China	SHI Rong-jun, HUANG Hong-hui, QI Zhan-hui, <i>et al.</i> (1922)
Isolation, Identification and Oxidizing Characterization of an Iron-Sulfur Oxidizing Bacterium LY01 from Acid Mine Drainage	LIU Yu-jiao, YANG Xin-ping, WANG Shi-mei, <i>et al.</i> (1930)
Isolation of an Effective Benzo[a]pyrene Degrading Strain and Its Degradation Characteristics	CAI Han, YIN Hua, YE Jin-shao, <i>et al.</i> (1937)
Aerobic Microbial Degradation of 2,2',4,4'-Tetrabrominated Diphenyl Ether	ZHANG Shu, Franco Giulio, LI Xiao-bao, <i>et al.</i> (1945)
Piggery Wastewater Cultivating Biofloculant-Producing Flora B-737 and the Fermentation Characteristics	PEI Rui-lin, XIN Xin, ZHANG Xue-qiao, <i>et al.</i> (1951)
Correlation Between Acidic Materials and Acid Deposition in Beijing During 1997-2011	CHEN Yuan-yuan, TIAN He-zhong, YANG Dong-yan, <i>et al.</i> (1958)
Characteristics of Precipitation pH and Conductivity at Mt. Huang	SHI Chun-e, DENG Xue-liang, WU Bi-wen, <i>et al.</i> (1964)
Chemical Characteristics of Water-Soluble Components of Aerosol Particles at Different Altitudes of the Mount Huang in the Summer	WEN Bin, YIN Yan, QING Yan-shuo, <i>et al.</i> (1973)
Pollution Characteristics of Organic Acids in Atmospheric Particles During Haze Periods in Autumn in Guangzhou	TAN Ji-hua, ZHAO Jing-ping, DUAN Jing-chun, <i>et al.</i> (1982)
Characterization of Organic Carbon (OC) and Elemental Carbon (EC) in PM _{2.5} During the Winter in Three Major Cities in Fujian Province, China	CHEN Yan-ting, CHEN Jin-sheng, HU Gong-ren, <i>et al.</i> (1988)
Size Distribution of Carbonaceous Particulate Matter in Atmosphere of Shanghai, China	YUAN Ning, LIU Wei, ZHAO Xiu-liang, <i>et al.</i> (1995)
Secondary Aerosol Formation Through Photochemical Reactions Estimated by Using Air Quality Monitoring Data in the Downtown of Pudong, Shanghai	CUI Hu-xiong, WU Ya-ming, DUAN Yu-sen, <i>et al.</i> (2003)
Geochemical Characteristics and Sources of Atmospheric Particulates in Shanghai During Dust Storm Event	QIAN Peng, ZHENG Xiang-min, ZHOU Li-min (2010)
Near Surface Atmospheric CO ₂ Variations in Autumn at Suburban Xiamen, China	LI Yan-li, MU Chao, DENG Jun-jun, <i>et al.</i> (2018)
<i>In-situ</i> Measurement of Background Atmospheric HCFC-142b Using GC-MS and GC-ECD Method	GUO Li-feng, YAO Bo, ZHOU Ling-xi, <i>et al.</i> (2025)
Airborne Fungal Community Composition in Indoor Environments in Beijing	FANG Zhi-guo, OUYANG Zhi-yun, LIU Peng, <i>et al.</i> (2031)
Study on Quantification Assessment and Odor Fingerprint of Volatile Aromatic Hydrocarbons from Sewage Treatment Plant	GUO Wei, WANG Bo-guang, TANG Xiao-dong, <i>et al.</i> (2038)
Superposition Impact Character of Air Pollution from Decentralization Docks in a Freshwater Port	LIU Jian-chang, LI Xing-hua, XU Hong-lei, <i>et al.</i> (2044)
Thermal Stability and Transformation Behaviors of Pb in Yima Coal	LIU Rui-qing, WANG Jun-wei (2051)
Synergistic Emission Reduction of Chief Air Pollutants and Greenhouse Gases Based on Scenario Simulations of Energy Consumptions in Beijing	XIE Yuan-bo, LI Wei (2057)

《环境科学》第6届编辑委员会

主 编: 欧阳自远

副主编: 赵景柱 郝吉明 田 刚

编 委: (按姓氏笔画排序)

万国江 王华聪 王凯军 王绪绪 田 刚 田 静 史培军
朱永官 刘志培 汤鸿霄 陈吉宁 孟 伟 周宗灿 林金明
欧阳自远 赵景柱 姜 林 郝郑平 郝吉明 聂永丰 黄 霞
黄 耀 鲍 强 潘 纲 潘 涛 魏复盛

环 境 科 学

(HUANJING KEXUE)

(月刊 1976年8月创刊)

2013年5月15日 34卷 第5期

ENVIRONMENTAL SCIENCE

(Monthly Started in 1976)

Vol. 34 No. 5 May 15, 2013

主 管	中国科学院	Superintended	by	Chinese Academy of Sciences
主 办	中国科学院生态环境研究中心	Sponsored	by	Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences
协 办	(以参加先后为序) 北京市环境保护科学研究院 清华大学环境学院	Co-Sponsored	by	Beijing Municipal Research Institute of Environmental Protection School of Environment, Tsinghua University
主 编	欧阳自远	Editor-in -Chief		OUYANG Zi-yuan
编 辑	《环境科学》编辑委员会 北京市2871信箱(海淀区双清路 18号, 邮政编码:100085) 电话:010-62941102, 010-62849343 传真:010-62849343 E-mail: hjkx@rcees. ac. cn http://www. hjkx. ac. cn	Edited	by	The Editorial Board of Environmental Science (HUANJING KEXUE) P. O. Box 2871, Beijing 100085, China Tel: 010-62941102, 010-62849343; Fax: 010-62849343 E-mail: hjkx@rcees. ac. cn http://www. hjkx. ac. cn
出 版	科 学 出 版 社 北京东黄城根北街16号 邮政编码:100717	Published	by	Science Press 16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷 装 订	北京北林印刷厂	Printed	by	Beijing Bei Lin Printing House
发 行	科 学 出 版 社 电话:010-64017032 E-mail: journal@ mail. sciencep. com	Distributed	by	Science Press Tel: 010-64017032 E-mail: journal@ mail. sciencep. com
订 购 处	全国各地邮电局	Domestic		All Local Post Offices in China
国外总发行	中国国际图书贸易总公司 (北京399信箱)	Foreign		China International Book Trading Corporation (Guoji Shudian), P. O. Box 399, Beijing 100044, China

中国标准刊号: ISSN 0250-3301
CN 11-1895/X

国内邮发代号: 2-821

国 内 定 价: 90.00 元

国外发行代号: M 205

国 内 外 公 开 发 行