

济南市新型道路生态抑尘剂应用效果评价

孙晓梅, 龚孟书

(山东三润环保科技有限公司, 山东 济南 250100)

摘要:以济南市某城区部分区域作为研究区域, 对该区域内部分主、次干道喷洒新型道路生态抑尘剂, 分析研究区域整体和区域内典型局部区域的 PM_{10} 、 $PM_{2.5}/PM_{10}$ 变化情况, 评价新型道路生态抑尘剂对区域扬尘污染的抑制效果。结果表明, 新型道路生态抑尘剂能持续显著改善整体区域和典型局部区域的扬尘污染状况。

关键词:生态抑尘剂; 扬尘; PM_{10} ; $PM_{2.5}$; 抑尘效果

中图分类号: X51

文献标志码: A

DOI: 10.16803/j.cnki.issn.1004-6216.2020.06.024

Evaluation of the Suppression Effect of New Road Ecological Dust Suppressant in Jinan City

SUN Xiaomei, GONG Mengshu

(Shandong Sanrun Environmental Protection Science and Technology Co., Ltd, Jinan 250100, China)

Abstract: In this paper, a selected region of the urban area of Jinan City is taken as the research object. The new road ecological dust suppressant is sprayed on the main and secondary trunk roads in the region. The status of PM_{10} and $PM_{2.5}/PM_{10}$ in the whole area and the typical local regions are analyzed, and the suppression effect of the new road ecological dust suppressant on the regional dust pollution is evaluated. The results show that the new road ecological dust suppressant can continuously and obviously improve the dust pollution removal of the whole area and the typical local regions.

Keywords: Ecological Dust Suppressant; Dust; PM_{10} ; $PM_{2.5}$; Dust Suppression Effect

CLC number: X51

近年来,随着我国城市建设的快速推进和经济的飞速发展,道路里程不断上升,交通流量不断增大,建设工程和物料堆场增多,裸露地面面积增大,城市扬尘污染问题日趋严重^[1-2]。

道路扬尘是指路面面积尘在动力因素作用下进入城市空气并集聚成一定粒径的颗粒物,是城市大气颗粒物的重要来源之一^[3]。目前,道路扬尘污染控制技术主要有洒水、清扫、喷淋吸湿性盐水溶液和喷洒化学抑制剂等。其中,洒水蒸发速度快、抑尘时间短,清扫效率低,盐溶液易腐蚀车辆部件、污染水体^[4-5]。而化学抑尘剂具有时效长、抑尘效率高和费用低等特点,基本适应我国国情^[6]。

传统化学抑尘剂主要分为湿润型、粘结型、凝聚型和复合型^[7]。随着人们环保意识的增强和对抑

尘剂研究的深入,关于生态环保型抑尘剂和功能型抑尘剂的研究逐渐增多^[8]。

本文以济南市某一扬尘污染严重区域作为研究对象,对该区域的道路定期喷洒生态抑尘剂,利用该研究区域内的空气质量监测站的监测数据,分析该区域 PM_{10} 及 $PM_{2.5}/PM_{10}$ 的变化情况,评估新型道路生态抑尘剂的抑尘效果。

1 研究区域及开展情况

1.1 研究区域概况

济南市是山东省的省会城市,地处鲁中南低山丘陵与鲁西北冲积平原的交接带,全市面积 10244 km²,占山东省面积的 6.49%。地势南高北低,季风明显,四季分明,年平均降水量 685 mm,下

收稿日期: 2020-05-20

基金项目: 济南市科技计划项目(社会民生重大专项 201807003)

作者简介: 孙晓梅(1983-),女,硕士、高级工程师。研究方向: 环境科学。

引用格式: 孙晓梅, 龚孟书. 济南市新型道路生态抑尘剂应用效果评价[J]. 环境保护科学, 2020, 46(6): 144-148.

辖 12 个县级行政区,包括 10 个市辖区、2 个县。济南市是黄河冲积平原的重要组成部分,土壤性质属于粘土型,土质疏松,易发生扬尘污染,且因南方山区影响,济南市大气扬尘污染扩散条件差,治理难度较高,是我国扬尘污染较为严重的城市之一^[9]。

对比济南市各区 3 年内环境空气质量和 PM₁₀ 排名,确定一处 PM₁₀ 浓度及环境空气质量长期处于第一单元的城区,选取 3 km 范围作为新型道路生态抑尘剂喷洒的实验区域。

1.2 工程实施情况

按照有代表性和喷洒便捷性的原则筛选出区域内主、次干道共 24 条,自 2020 年 2 月 29 日至 2020 年 4 月 30 日,采用洒水车定期喷洒抑尘剂。根据新型道路生态抑尘剂的理论有效抑尘时间,确定前 15 天内,抑尘剂喷洒频次为 2 天 1 次,后期喷洒频次为 3 天 1 次,遇雨天顺延。每次喷洒作业时段为 13:30 ~ 15:30,共累计喷洒作业 20 次。喷洒时间见表 1。

1.3 数据处理方法

1.3.1 PM₁₀ 月均值同比变化 分析抑尘剂喷洒期间研究区域 PM₁₀ 月均值同比(与去年同一时期对比,下同)变化情况,PM₁₀ 月均值同比下降率越高,表示实验期间 PM₁₀ 浓度与去年同期相比下降幅度越大,扬尘污染改善程度越高,抑尘效果越好,反之,则表示扬尘污染改善程度越低,抑尘效果越差,计算见式(1)。

$$p_1 = \frac{M_2 - M_1}{M_2} \tag{1}$$

式(1)中: p_1 为 PM₁₀ 月均值同比下降率,%; M_1 为 PM₁₀ 月均值, $\mu\text{g}/\text{m}^3$; M_2 为上一年同期 PM₁₀ 月均值, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

1.3.2 PM₁₀ 月均值环比变化 分析抑尘剂喷洒期间研究区域 PM₁₀ 月均值环比(与前一个月对比,下同)变化情况,PM₁₀ 月均值环比下降率越高,表示抑尘剂对抑制扬尘污染的持续性效果越好;下降率为负,则表示抑尘剂抑制扬尘污染的持续性差,计算见式(2)。

$$p_2 = \frac{M_3 - M_1}{M_3} \tag{2}$$

式(2)中: p_2 为 PM₁₀ 月均值环比下降率,%; M_1 为 PM₁₀ 月均值, $\mu\text{g}/\text{m}^3$; M_3 为前一个月 PM₁₀ 月均值, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

表 1 新型道路生态抑尘剂喷洒时间

t/月-日	是否喷洒	t/月-日	是否喷洒
2-29	是	3-31	否
3-01	否	4-01	否
3-02	是	4-02	否
3-03	否	4-03	是
3-04	是	4-04	否
3-05	否	4-05	否
3-06	是	4-06	是
3-07	否	4-07	否
3-08	否, 下雨顺延	4-08	否
3-09	否	4-09	否, 下雨顺延
3-10	是	4-10	否
3-11	否	4-12	是
3-12	是	4-13	否
3-13	否	4-14	否
3-14	否	4-15	是
3-15	否	4-16	否
3-16	是	4-17	否
3-17	否	4-18	是
3-18	否	4-19	否
3-19	是	4-20	否
3-20	否	4-21	是
3-21	否	4-22	否
3-22	是	4-23	否
3-23	否	4-24	是
3-24	否	4-25	否
3-25	是	4-26	否
3-26	否	4-27	是
3-27	否	4-28	否
3-28	否, 下雨顺延	4-29	否
3-29	否	4-30	是
3-30	是		

1.3.3 PM_{2.5}/PM₁₀ 月均值同比变化 PM_{2.5} 为外来扬尘源,PM₁₀ 为本地扬尘源,对试验期间该区域 PM_{2.5}/PM₁₀ 月均值同比变化情况进行分析,进一步排除外来扬尘源的干扰,评估生态抑尘剂对本地扬尘的抑制作用^[10]。PM_{2.5}/PM₁₀ 月均值同比上升率越高,表示本地扬尘源导致的扬尘污染改善程度越

高,抑尘效果越好,反之,则表示扬尘污染改善程度越低,抑尘效果越差,计算见式(3)。

$$p_3 = \frac{N_1 - N_2}{N_2} \quad (3)$$

式(3)中: p_3 为 $\text{PM}_{2.5}/\text{PM}_{10}$ 月均值同比上升率,%; N_1 为 $\text{PM}_{2.5}/\text{PM}_{10}$ 月均值,%; N_2 为去年同期 $\text{PM}_{2.5}/\text{PM}_{10}$ 月均值,%。

2 结果分析

2.1 研究区域整体

2.1.1 研究区域 PM_{10} 月均值变化情况 1) PM_{10} 月均值同比变化情况。根据区域内空气质量监测站的监测数据,计算2020年3月、4月研究区域和济南市的 PM_{10} 月均值分别在去年同时期 PM_{10} 月均值基础上的变化情况,对比研究区域和济南市的 PM_{10} 月均值同比下降率,下降率越高,则扬尘污染改善程度越高,抑尘效果越好。对比结果见图1。

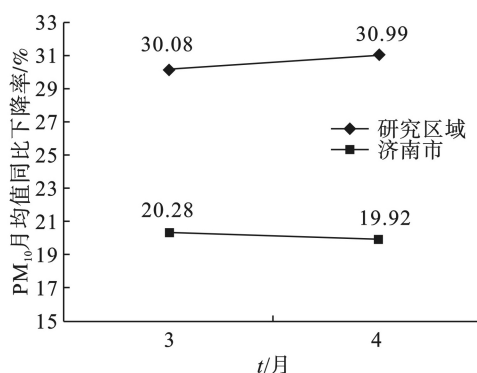


图1 实验期间研究区域和济南市 PM_{10} 月均值同比下降率

研究区域2020年3月 PM_{10} 月均值比2019年3月下降30.08%,济南市2020年3月 PM_{10} 月均值比2019年3月下降20.28%,研究区域的 PM_{10} 月均值下降率比济南市高出9.8个百分点;研究区域2020年4月 PM_{10} 月均值比2019年4月下降30.99%,而济南市2020年4月 PM_{10} 月均值比2019年4月仅下降19.92%,研究区域的 PM_{10} 月均值下降率比济南市高出11.07个百分点。说明新型道路生态抑尘剂在研究区域道路上的喷洒,抑制了研究区域的扬尘产生;研究区域2020年4月 PM_{10} 月均值同比下降率大于2020年3月,也在一定程度上说明新型道路生态抑尘剂对区域扬尘污染有持续改善的作用。

2) PM_{10} 月均值环比变化情况。根据监测数据,分析研究区域2020年4月 PM_{10} 月均值在

2020年3月基础上的环比变化情况, PM_{10} 月均值环比下降,表示抑尘剂能持续抑制喷洒区域的扬尘污染。

结果表明,研究区域2020年4月 PM_{10} 月均值比2020年3月下降1.37%,这说明喷洒新型道路生态抑尘剂可以对抑制局部区域扬尘污染产生持续性作用。

2.1.2 研究区域 $\text{PM}_{2.5}/\text{PM}_{10}$ 月均值变化情况 根据监测数据,计算2020年3~4月研究区域和济南市的 $\text{PM}_{2.5}/\text{PM}_{10}$ 月均值分别在去年同时期 $\text{PM}_{2.5}/\text{PM}_{10}$ 月均值的变化情况,对比研究区域和济南市的 $\text{PM}_{2.5}/\text{PM}_{10}$ 月均值同比上升率,上升率越高,表明抑尘剂对本地扬尘源的抑制效果越好。 $\text{PM}_{2.5}/\text{PM}_{10}$ 同比结果见图2。

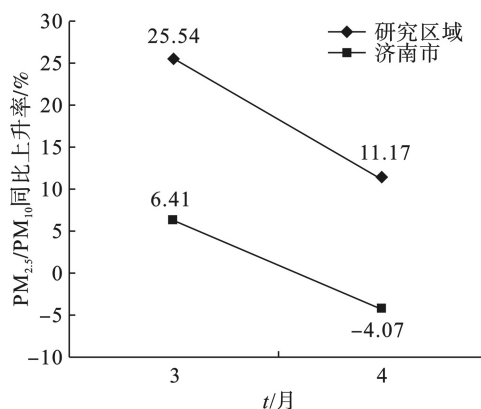


图2 实验期间研究区域和济南市 $\text{PM}_{2.5}/\text{PM}_{10}$ 月均值同比上升率

研究区域2020年3月 $\text{PM}_{2.5}/\text{PM}_{10}$ 月均值比2019年3月上升25.54%,济南市2020年3月 $\text{PM}_{2.5}/\text{PM}_{10}$ 月均值比2019年3月仅上升6.41%,研究区域的 $\text{PM}_{2.5}/\text{PM}_{10}$ 月均值上升幅度比济南市高19.13个百分点;研究区域2020年4月 $\text{PM}_{2.5}/\text{PM}_{10}$ 月均值比2019年4月上升11.17%,而济南市2020年4月 $\text{PM}_{2.5}/\text{PM}_{10}$ 月均值比2019年4月下降4.07%,研究区域的 $\text{PM}_{2.5}/\text{PM}_{10}$ 月均值上升幅度比济南市高15.24个百分点。由此可见,新型道路生态抑尘剂在抑制区域本地扬尘方面有明显的作用。

2.2 典型局部区域

结合实际调研,确定两处半径为300 m、扬尘污染较重的区域作为典型局部区域,一处为交通干线交汇区,以A区命名,一处为渣土车辆运行区,以B区命名。根据两处区域内空气质量监测站的监测数据,分析实验期间A区、B区 PM_{10} 、 $\text{PM}_{2.5}/\text{PM}_{10}$ 月均值的变化情况,评价新型道路生态抑尘

剂对典型局部区域扬尘污染的抑制作用。

2.2.1 典型局部区域 PM_{10} 月均值变化情况 1) PM_{10} 月均值同比变化情况。根据监测数据, 分析 A、B 两区在实验期间的 PM_{10} 同比变化情况, PM_{10} 浓度在去年同期基础上下降率越高, 表示抑尘剂对局部区域的抑尘效果越明显。 PM_{10} 同比分析结果见图 3。

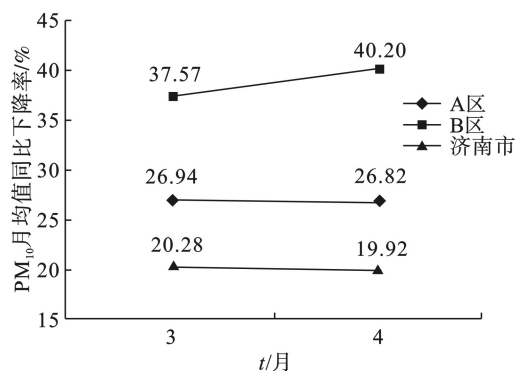


图3 实验期间A区、B区和济南市 PM_{10} 月均值同比下降率

与2019年3月对比, 2020年3月A区 PM_{10} 月均值同比下降26.94%、B区 PM_{10} 月均值同比下降37.57%; 与2019年4月对比, 2020年4月A区 PM_{10} 月均值同比下降40.20%、B区 PM_{10} 月均值同比下降26.82%。2020年3月、4月, A区和B区 PM_{10} 月均值同比下降率比济南市 PM_{10} 月均值同比下降率高6个百分点以上。这说明使用新型道路生态抑尘剂对道路进行喷洒, 可以明显抑制典型局部区域的扬尘污染。

2) PM_{10} 月均值环比变化情况。根据监测数据, 分析A区、B区2020年4月的 PM_{10} 月均值在2020年3月基础上的环比变化情况, PM_{10} 月均值环比下降, 表示抑尘剂能持续抑制局部地区的扬尘污染, 结果见表2。

表2 实验期间A区、B区 PM_{10} 月均值环比下降率

区域名称	PM_{10} 环比下降率/%
A	3.37
B	0.72

A区2020年4月 PM_{10} 月均值比2020年3月下降3.37%, B区2020年4月 PM_{10} 月均值比2020年3月下降0.72%, 这表明新型道路生态抑尘剂对典型局部区域扬尘污染有持续抑制的作用。

2.2.2 典型局部区域 $PM_{2.5}/PM_{10}$ 月均值变化情况 根据监测数据, 分析这两个区在实验期间的

$PM_{2.5}/PM_{10}$ 同比变化情况, $PM_{2.5}/PM_{10}$ 在去年同期基础上上升率越高, 则抑尘剂对局部区域产生的本地扬尘抑制效果越明显。 $PM_{2.5}/PM_{10}$ 同比分析结果见图4。

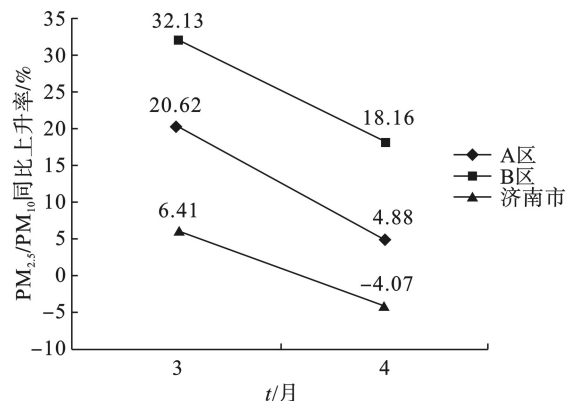


图4 实验期间A区、B区和济南市 $PM_{2.5}/PM_{10}$ 月均值同比上升率

与2019年3月对比, 2020年3月A区 $PM_{2.5}/PM_{10}$ 月均值同比上升20.62%、B区 $PM_{2.5}/PM_{10}$ 月均值同比上升32.13%; 与2019年4月对比, 2020年4月A区 $PM_{2.5}/PM_{10}$ 月均值同比上升4.88%、B区 $PM_{2.5}/PM_{10}$ 月均值同比上升18.16%。2020年3月、4月, A区、B区 PM_{10} 月均值同比上升率比济南市 PM_{10} 月均值同比上升率高8个百分点以上。这说明应用新型道路生态抑尘剂可以明显抑制局部区域产生的本地扬尘污染。

3 结论

本文以济南市某一扬尘污染严重区域为研究对象, 对该区域内部分道路定期喷洒新型道路生态抑尘剂, 通过分析研究区域整体和研究区域内典型局部区域 PM_{10} 及 $PM_{2.5}/PM_{10}$ 的变化情况, 评价新型道路生态抑尘剂的抑尘效果。

1) 区域整体抑尘效果。2020年3~4月实验期间, 研究区域 PM_{10} 月均值与去年同期对比下降幅度在30%以上, $PM_{2.5}/PM_{10}$ 月均值与去年对比上升幅度在10%以上, 均高于济南市整体水平, 说明新型道路生态抑尘剂对抑制整体区域的本地扬尘作用显著。研究区域2020年4月 PM_{10} 月均值比2020年3月下降1.37%, 表明新型道路生态抑尘剂对道路的喷洒, 可以持续改善整体区域的扬尘污染状况。

2) 典型局部区域抑尘效果。2020年3~4月实验期间, 扬尘污染较重的典型局部区域 PM_{10} 月均

值与去年同期对比下降率在 25% 以上, $PM_{2.5}/PM_{10}$ 月均值与去年同期对比上升率在 4% 以上, 均高于济南市整体水平, 说明新型道路生态抑尘剂在抑制典型局部区域扬尘污染方面功效显著。2020 年 4 月两处典型局部区域 PM_{10} 月均值比 2020 年 3 月分别下降 3.37%、0.72%, 这说明新型道路生态抑尘剂的应用能持续改善典型局部区域的扬尘污染状况。

参考文献

- [1] 张晶, 胡春玲, 任庆. 城市扬尘污染现状及防治对策[J]. 环境保护科学, 2008, 34(2): 4-6.
- [2] 张庆合. 关于城市扬尘污染防治的思考[J]. 环境与发展, 2018, 30(11): 48, 50.
- [3] 朱先磊, 张远航, 曾立民, 等. 北京市大气细颗粒物 $PM_{2.5}$ 的来源研究[J]. 环境科学研究, 2005(5): 1-5.
- [4] 杨新兴, 冯丽华, 尉鹏. 大气颗粒物 $PM_{2.5}$ 及其危害[J]. 前沿科学, 2012, 6(1): 22-31.
- [5] 刘臻. 城市道路扬尘污染治理措施探究[J]. 资源节约与环保, 2020(5): 87, 89.
- [6] 崔冬冬, 薛海涛, 于振波. 城市扬尘污染控制技术研究[J]. 科学技术创新, 2020(1): 29-30.
- [7] 宋礼慧. 抑尘剂的应用研究进展[J]. 盐科学与化工, 2019, 48(7): 7-9.
- [8] 张莉. 道路抑尘剂的应用及研究进展[J]. 广东化工, 2017, 44(5): 110-111.
- [9] 李文华. 济南市大气污染防治存在问题及原因探析[J]. 山西农经, 2019(22): 77-78.
- [10] 姜雨, 刘迎云, 宗梁, 等. 衡阳市冬季 $PM_{2.5}$ 外来输送特征及潜在源分析[J]. 环境工程, 2019, 37(7): 142-147.

(上接第 132 页)

2) 水体中的 TN 和 TP 值随月份变化幅度较大, 峰值均出现在 8 月中旬, 受人类活动和降雨增多影响因素较大。

3) 监测期间南翠屏公园水质最差, 其综合营养状态指数介于中营养与轻度富营养化之间, 水上公园东湖、水上公园西湖、卫津河和阳光 100 景观湖为中营养水平。

4) 研究区域内的 5 处景观水体中的还原态氨氮含量高, 氧化态硝酸盐氮低, 说明景观水体环境失去氧化能力, 水体自净能力较差。

参考文献

- [1] 曲疆奇, 张清靖, 刘盼, 等. 北京陶然亭湖水质的时空变化[J]. 应用生态学报, 2013, 24(4): 1077-1084.
- [2] 王怡, 赵海江, 杨亮亮. 景观水体富营养程度对藻类分布的影响[J]. 中国给水排水, 2016, 32(17): 65-69.
- [3] 王秀朵, 郑兴灿, 赵乐军, 等. 天津中心城区景观水体功能恢复与水质改善的技术集成与示范[J]. 给水排水, 2013, 49(4): 13-16.
- [4] 李玲玲, 顾行发, 赵文吉, 等. 北京公园湖泊水环境监测及灰色关联度分析评价[J]. 水资源与水工程学报, 2014, 25(1): 33-37.
- [5] 袁敏, 唐运平, 孙贻超, 等. 泰达再生水景观河道的水质状态综合评价[J]. 中国给水排水, 2014, 30(9): 78-80.
- [6] 白文辉, 王晓昌, 王楠, 等. 北方高盐景观水体氮磷时空分布特征及富营养化评价[J]. 环境工程, 2017, 35(4): 120-124.
- [7] 于丹, 刘红磊, 邵晓龙, 等. 北方大型居住区景观水体富营养化特征研究[J]. 环境工程, 2017, 35(5): 53-57.
- [8] 丁昊, 王栋. 基于云模型的水体富营养化程度评价方法[J]. 环境科学学报, 2013, 33(1): 251-257.
- [9] 金相灿, 刘树坤, 章宗涉, 等. 中国湖泊环境[M]. 北京: 海洋出版社, 1995.
- [10] 孙力平, 贾振睿, 钟远. 天津水上公园水景湖富营养化特性及成因分析[J]. 天津城建大学学报, 2015, 21(2): 114-119.
- [11] 胡世龙, 纪佳渊, 陈荣, 等. 西安市城市景观水体富营养化现状及成因分析[J]. 环境监测管理与技术, 2016, 28(5): 62-65.