

# 城市雨水径流中微塑料污染研究进展

张兆鑫<sup>1,2,3,4,5\*</sup>, 孟婷婷<sup>1,2,3,4,5</sup>

<sup>1</sup>陕西省土地工程建设集团有限责任公司, 陕西 西安

<sup>2</sup>陕西省土地整治重点实验室, 陕西 西安

<sup>3</sup>自然资源部退化及未利用土地整治工程重点实验室, 陕西 西安

<sup>4</sup>陕西省土地整治工程技术研究中心, 陕西 西安

<sup>5</sup>陕西地建土地工程技术研究院有限责任公司, 陕西 西安

收稿日期: 2024年3月14日; 录用日期: 2024年3月31日; 发布日期: 2024年4月23日

## 摘要

雨水径流是城市水循环过程中的重要途径, 微塑料随着径流冲刷发生迁移会导致城市水环境恶化, 破坏原有的生态平衡。本文通过国内外关于城市雨水径流中微塑料的赋存特征及影响因素进行系统梳理, 并重点阐述了基于微塑料污染影响因素下的微塑料污染控制方法的发展方向, 为城市生态文明建设和面源污染防治提供借鉴。通过建立雨水径流中微塑料的污染监测及特征分析完备体系, 建立以调节影响因素为主的城市雨水径流微塑料污染控制方法, 并开展效果评估, 是实现城市面源污染控制的关键手段, 是保障我国生态文明建设的必需要素。

## 关键词

城市雨水径流, 微塑料, 赋存特征, 影响因素

# Research Progress of Microplastic Pollution in Urban Stormwater Runoff

Zhaoxin Zhang<sup>1,2,3,4,5\*</sup>, Tingting Meng<sup>1,2,3,4,5</sup>

<sup>1</sup>Shaanxi Land Engineering Construction Group Co., Ltd., Xi'an Shaanxi

<sup>2</sup>Shaanxi Key Laboratory of Land Consolidation, Xi'an Shaanxi

<sup>3</sup>Key Laboratory of Degraded and Unused Land Consolidation Engineering, The Ministry of Natural Resources, Xi'an Shaanxi

<sup>4</sup>Shaanxi Land Consolidation Engineering Technology Research Center, Xi'an Shaanxi

<sup>5</sup>Institute of Land Engineering and Technology, Shaanxi Land Engineering Construction Group Co., Ltd., Xi'an Shaanxi

Received: Mar. 14<sup>th</sup>, 2024; accepted: Mar. 31<sup>st</sup>, 2024; published: Apr. 23<sup>rd</sup>, 2024

\*通讯作者。

文章引用: 张兆鑫, 孟婷婷. 城市雨水径流中微塑料污染研究进展[J]. 环境保护前沿, 2024, 14(2): 339-342.

DOI: 10.12677/aep.2024.142045

## Abstract

Stormwater runoff is an important way in the process of urban water cycle. The migration of microplastics along with runoff erosion led to the deterioration of urban water environment and destroyed the original ecological balance. This paper systematically combs the occurrence characteristics and influencing factors of microplastics in urban stormwater runoff at home and abroad, and focuses on the development direction of microplastics pollution control methods based on the influencing factors of microplastics pollution, so as to provide references for urban ecological civilization construction and non-point source pollution prevention and control. By establishing a complete system for monitoring and characteristic analysis of microplastic pollution in stormwater runoff, establishing a control method for urban microplastic pollution in stormwater runoff focusing on regulating influencing factors, and carrying out effect evaluation, it is a key means to realize urban non-point source pollution control, and an essential element to ensure the construction of ecological civilization in China.

## Keywords

Urban Stormwater Runoff, Microplastics, Occurrence Characteristics, Influencing Factor

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

微塑料(Microplastics, MPs)由于其独特的物理化学性质及其在环境中的暴露和生物毒性,是国际上广泛关注的新兴污染物之一,受到了研究人员前所未有的关注。微塑料通常被定义为粒径在 1 mm 至 5 mm 之间的塑料物品,可以根据形状,化学成分和潜在危害进行分类,且由于其顽固性和小尺寸,微塑料在环境中不易降解,容易被水生生物消耗,且会长期留存在动物体内并会随食物链最终影响人类[1]。人体通过呼吸、内吞作用或者皮肤接触等途径导致微塑料进入体内,会引起局部炎症、生殖异常甚至是癌症等不利健康效应。

水环境是微塑料的主要赋存区域,天然水体中的微塑料主要来源于城市雨水径流、污水处理厂尾水、农业种植、渔业活动和大气沉降。已有研究通过对雨水口、污水处理厂、河口和运河入口开展监测发现,雨水口中微塑料的污染负荷最高。在雨水中发现的常见微塑料包括橡胶颗粒、纤维、纤维束、薄膜、泡沫、碎片、凝胶、玻璃碎片、球体和泡沫等。雨水径流是水循环过程中连接陆地和海洋的重要途径,随着使用磨损及老化,微塑料会不可避免地随着径流冲刷发生迁移,赋存在城市绿地土壤、河道、湖泊等,甚至会随着城市管网进入污水处理厂,从而可能进入城市供水管网,导致水环境恶化,破坏原有的生态平衡[2]。

目前,针对城市雨水径流中微塑料污染的研究已成为国内外热点,但国外起步较早,对城市雨水径流中微塑料污染研究较为系统,国内目前的研究与国外相较还存在较大差距。基于此,本文通过国内外关于城市雨水径流中微塑料的赋存特征及影响因素进行系统梳理,并重点阐述了基于微塑料污染影响因素下的微塑料污染控制方法的发展方向,为城市生态文明建设和面源污染防控提供借鉴。

## 2. 城市雨水径流中微塑料赋存特征

城市雨水径流中微塑料的迁移以及赋存逐渐引起学者们的关注。研究表明, 雨水径流是湖泊中微塑料的主要污染物来源, 其年负荷量约为 8.9 吨, 且雨水下水道中的微塑料负荷是污水处理厂负荷的 6 倍。Treilles 等[3]调查了巴黎郊区的一个集水区内雨水径流中的微塑料浓度, 为 7~134 mg/m<sup>3</sup>, 其中塑料占筛查材料中发现的所有人为垃圾的数量至少为 62%, 预计每年有 8~33 吨的塑料碎片通过下水道系统被排放至环境当中。Sun 等[4]对中国上海的 6 个中心城市排水系统的实地调查, 发现交通集水区和居民区集水区的微塑料丰度分别为  $228.3 \pm 105.4 \sim 4969.51 \pm 348.8$ 、 $309.3 \pm 144.3 \sim 5195.8 \pm 425.5$  和  $130.0 \pm 30.0 \sim 8500.0 \pm 1241.0$  particles/L。Sang 等[5]对武汉市洪山区不同土地功能区雨水管道中微塑料的分析, 发现管道中水样中微塑料丰度为  $2.75 \pm 0.76 \sim 19.04 \pm 2.96$  items/L, 沉积物中微塑料丰度为  $6.00 \pm 1.63 \sim 27.33 \pm 4.64$  items/100 g。一般来说, 在较发达地区的雨水样本中, 如拥挤的住宅区、繁忙的商业场所和工业区, 比在大学校园或开阔的田野等人口较少的地方收集的样本中报告的微塑料更多。总体而言, 微塑料在水体环境中的迁移能力非常强, 极易随着雨水径流发生迁移赋存, 微塑料随雨水径流的驱动机制仍需要给予重点关注。

## 3. 城市雨水径流中微塑料影响因素

由于雨水径流受到降雨事件特征、下垫面特征等因素的影响, 对于雨水径流中微塑料赋存特征的影响因素识别, 也是近年来的重点研究方向。仇付国等[6]选取高校生活区、公路和生活小区为采样点, 对实际雨水径流中微塑料的丰度、类型及粒径进行检测与分析, 结果表明雨水径流样品中均检测到微塑料的存在, 为  $10^3 \sim 10^4$  数量级, 均以 0~50  $\mu\text{m}$  的小粒径为主, 约占总数的 67%~75%, 降雨事件前干旱天数、下垫面类型对径流中微塑料丰度有较大影响。降雨期间城市雨水径流对水生环境的微塑料排放特征及其影响, 结果表明微塑料的浓度在工业区和居住区之间没有显著差异, 但土地利用类型影响了微塑料种类, 同时降雨前期干旱天数、降雨强度与微塑料浓度正相关, 微塑料浓度一般在径流初期达到峰值, 并随降雨强度的变化而变化。降雨强度也会影响雨水中微塑料的浓度, 更强烈的暴雨导致更大的径流, 加速了微塑料从不透水表面的侵蚀。另一方面, 由于雨水径流造成的稀释效应, 累积降雨量与雨水径流中微塑料丰度呈负相关。Zhang 等[7]探究了不同降雨时期四种土地利用类型的降雨径流及管道径流样品中微塑料的特征, 发现不同土地利用类型(主路区、办公区、农业试验站和居民区)管道雨水径流中微塑料的丰度为 1.6~29.6 items/L, 降雨对管道雨水径流中微塑料丰度的贡献达 24%~77%, 且不同降雨时期和土地利用类型显著影响管道雨水径流中微塑料的丰度。作为微塑料在环境介质中迁移的一个重要途径, 目前关于雨水径流中微塑料赋存状况的研究相比于其它水环境介质还比较少。

## 4. 结论

在水体中微塑料污染现状方面, 现有研究多针对于大规模水体如河流、湖泊等层面, 对城市雨水径流中微塑料污染的赋存特征和影响因素方面的研究开展的不够全面。因此, 在城市雨水径流中微塑料污染分析方面, 需开展径流驱动下微塑料的迁移机制研究, 为雨水径流中微塑料的污染监测及特征分析建立完备体系; 在微塑料污染控制方面, 可以考虑建立以调节影响因素为主的城市雨水径流微塑料污染控制方法, 开展对微塑料污染的控制效果评估, 能有效控制城市中微塑料造成的污染。基于此, 明确雨水径流中微塑料迁移的驱动机制, 建立关键影响因素调控的微塑料控制方法, 是实现城市面源污染控制的关键手段, 是保障我国生态文明建设的必需要素。

## 基金项目

陕西省土地工程建设集团内部科研项目(DJNY2024-22)。

## 参考文献

- [1] 周添红, 张佳倩, 闵芮, 等. 刘家峡水库微塑料的赋存特征及其风险评估[J]. 中国环境科学, 2023, 43(11): 6007-6015.
- [2] 李运晴, 谭雨青, 陈垚, 等. 雨水径流中微塑料的赋存迁移与控制研究进展[J]. 环境科学与技术, 2023, 46(2): 215-224.
- [3] Treilles, R., Gasperi, J., Saad, M., *et al.* (2021) Abundance, Composition and Fluxes of Plastic Debris and Other Macro-litter in Urban Runoff in a Suburban Catchment of Greater Paris. *Water Research*, **192**, Article ID: 116847. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2021.116847>
- [4] Sun, X., Jia, Q., Ye, J., *et al.* (2023) Real-Time Variabilities in Microplastic Abundance and Characteristics of Urban Surface Runoff and Sewer Overflow in Wet Weather as Impacted by Land Use and Storm Factors. *Science of The Total Environment*, **859**, Article ID: 160148. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.160148>
- [5] Sang, W., Chen, Z., Mei, L., *et al.* (2021) The Abundance and Characteristics of Microplastics in Rainwater Pipelines in Wuhan, China. *Science of The Total Environment*, **755**, Article ID: 142606. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142606>
- [6] 仇付国, 梁安棋, 童诗雨, 等. 雨水径流中微塑料的赋存规律探究[J/OL]. 环境工程, 2023: 1-8. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2097.X.20230918.1739.006.html>, 2024-03-18.
- [7] Zhang, J., Ding, W., Zou, G., *et al.* (2023) Urban Pipeline Rainwater Runoff Is an Important Pathway for Land-Based Microplastics Transport to Inland Surface Water: A Case Study in Beijing. *Science of The Total Environment*, **861**, Article ID: 160619. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.160619>