

# 微塑料污染对淡水生态系统的持久性和风险评估

冉文

铜仁市环境科学技术咨询中心（环境信访投诉举报中心）

DOI:10.12238/eep.v7i11.2351

**[摘要]** 随着塑料制品的广泛使用,微塑料污染已经成为全球关注的环境问题。微塑料是指直径小于5mm的塑料颗粒,它们来源于各种日常用品,如个人护理产品、合成纤维衣物以及塑料垃圾的分解。塑料颗粒不仅在海洋生态系统中普遍存在,而且在淡水环境中也逐渐累积,对水生生物和整个生态系统造成了潜在的威胁。本研究旨在评估微塑料在淡水生态系统中的持久性及其对环境和生物健康的潜在风险,降低微塑料污染的影响。

**[关键词]** 微塑料污染; 淡水生态系统; 影响

中图分类号: Q178.51 文献标识码: A

## The persistence and risk assessment of microplastic pollution on freshwater ecosystems

Wen Ran

Environmental Science and Technology Consulting Center (Environmental Complaint and Reporting Center) of  
Tongren

**[Abstract]** With the widespread use of plastic products, microplastic pollution has become a global environmental issue of concern. Microplastics refer to plastic particles with a diameter less than 5mm, which come from various daily necessities such as personal care products, synthetic fiber clothing, and the decomposition of plastic waste. These tiny plastic particles are not only widely present in marine ecosystems, but also gradually accumulate in freshwater environments, posing a potential threat to aquatic organisms and the entire ecosystem. The aim of this study is to evaluate the persistence of microplastics in freshwater ecosystems and their potential risks to the environment and biological health, with the aim of reducing the urgency of microplastic pollution.

**[Key words]** microplastic pollution; Freshwater ecosystems; influence

### 引言

在当今世界,微塑料污染已经成为了一个日益严重的环境污染问题,它不仅影响了海洋生态系统,而且对淡水生态系统也造成了深远的影响。淡水生态系统是指由生物群落及其环境相互作用所构成的自然系统,包括河流、湖泊、沼泽、池塘、溪流和水渠等,是地球上重要的水生生物栖息地,同时也是人类社会赖以生存的水资源来源。淡水生态系统作为微塑料在空间上传递的主要媒介,研究微塑料在淡水生态系统中的赋存特征、来源解析和潜在风险,对保护淡水生态系统和人类水资源安全具有重要的意义。

### 1 微塑料的定义及主要来源

在当前环境科学领域,微塑料作为一种新型污染物,备受人们广泛的关注和研究,尤其是在淡水生态系统中。微塑料是指直径小于5mm的塑料颗粒,来源于各种人类活动,包括工业生产、个人护理产品、纺织品以及塑料垃圾的分解。这些微小的塑料颗

粒在水中广泛分布,对水生生物和整个生态系统的健康构成潜在的风险。微塑料不仅影响了水体的物理和化学性质,还通过直接或间接途径进入淡水水生生物食物链,并在食物链中累积转移,从而对淡水生态环境系统和人类健康构成潜在威胁。

淡水环境中微塑料的主要来源:淡水环境中微塑料的来源多种多样,主要包括以下几个方面。第一,日常生活中的塑料制品,如塑料袋、塑料瓶、塑料餐具等,在不当处理后容易进入水体,最终在物理、化学、生物作用下慢慢分解成微塑料。第二,纺织品在洗涤过程中会释放出大量的微纤维,这些微纤维也是微塑料的一种形式,这些微纤维在污水处理厂中往往难以完全去除,最终流入河流和湖泊。第三,农业活动中废弃的塑料垃圾,例如薄膜、扎篾、渔网、鱼线等,这些塑料在人为及自然作用下经过破碎后会逐渐形成微塑料。第四,个人护理产品,例如洗面奶、磨砂膏、牙膏等化妆品和清洁产品中广泛含有微塑料颗粒,这些产品使用后也会通过下水道进入河流和湖泊。第五,工业生

产过程中使用的塑料微珠等原料,如果处理不当,也会成为微塑料污染的源头。纺织品洗涤、个人护理产品、工业生产等活动中含有塑料微珠或微纤维废水进入污水处理厂,由于污水处理厂普遍未设置微塑料去除工艺,微塑料随尾水进入河流、湖泊等淡水环境,塑料微珠对环境的影响直到近年来才开始受到人们关注和重视。大塑料物品在自然环境中分解的速度非常缓慢,可能需要数百年的时间,因此塑料物品持续分解释放的微塑料对环境的长期影响不容忽视。研究微塑料来源对于淡水生态系统制定有效的微塑料污染控制策略至关重要。

## 2 微塑料对淡水生态系统的持久性影响

### 2.1 微塑料影响水生生物种群动态

微塑料对淡水生态系统的持久性影响是对水生生物种群动态的干扰。微塑料由于其体积小、比表面积大、吸附能力强,表面能富集各类有毒有害物质,如重金属、抗生素、有机污染等。据研究表明,微塑料被水生生物摄食后,可能导致生物体内毒素浓度增加,如一项研究发现,摄食了微塑料的鱼类体内的重金属含量显著高于对照组。微塑料在生物积累会沿着食物链传递,影响到顶级捕食者,如鸟类和哺乳动物,影响原本平衡的生态系统。研究发现在塑料污染严重的太平洋垃圾带中,海鸟因摄食了含有微塑料的鱼类,可能是导致种群数量大幅下降的原因。同时,微塑料可能影响水生生物生长发育,导致繁殖能力下降,从而影响淡水水生生物种群的恢复能力和稳定性。

### 2.2 微塑料影响水生系统食物链稳定

微塑料对淡水生态系统食物链的干扰尤为值得关注。微塑料作为一类新型污染物,其尺寸小至微米甚至纳米,附着各类水生藻类,能轻易被各种水生生物摄食,从而进入水生食物网。研究发现在浮游生物、贝类和鱼类等水生生物中均有检出微塑料。在食物链中,微塑料的生物积累可能导致上层捕食者会摄入大量的塑料颗粒。据估计,初级消费者摄入的微塑料可能在其体内的浓度放大百万分之一到百万分之十,而这一比例在顶级捕食者中可能更高。这种生物放大效应可能对生态系统的稳定性和生物多样性构成威胁。微塑料表面常常吸附有毒化学物质,如持久性有机污染物和重金属,这些污染物在食物链中传递,可能对生物产生额外的毒性效应。研究发现塑料中含有的多环芳烃(PAHs)和多氯联苯(PCBs)可能在生物体内解离,影响生物的内分泌系统,导致生育繁殖率下降。研究微塑料在食物链中潜在影响,对于评估淡水生态系统的健康状况和预测未来可能的生态风险至关重要,需要进一步研究论证,建立更精确的模型,以期预测不同污染水平下微塑料对食物链和生态系统的影响,并据此制定有效的管理办法。

### 2.3 微塑料影响生态系统功能退化

微塑料在淡水生态系统中引发的生态功能退化是一个日益严重的环境问题。微塑料的生物积累和化学污染特性对水生生物的生存和繁衍构成威胁,进而影响整个生态系统的稳定。研究发现微塑料携带有害化学物质被水生生物摄取后,会破坏生物的生理机能,如影响鱼类的繁殖能力。微塑料的存在干扰了能量

在食物链中的传递,当微塑料被初级生产者摄取,其影响可能沿着食物链传递至顶级捕食者,导致生物多样性的下降。生态系统服务,如水质净化和生物控制,也可能因微塑料影响水生生物种群动态而受损,从而影响人类对淡水资源的可持续利用。因此,研究并减缓微塑料导致的生态系统功能退化是当前环境保护的重要课题。

## 3 微塑料风险评估方法

### 3.1 模型预测在风险评估中的应用

在微塑料污染的风险评估中,模型预测扮演着至关重要的研究方法,通过构建数学模型,可以预测微塑料在淡水环境中的积累趋势、分布特征以及可能对生物和生态系统造成的影响。通过输入微塑料的排放数据和环境的物理化学参数,可以预测其在不同时间和空间尺度上的浓度变化。生物动力学模型可以用来估算不同物种对微塑料的摄取率,从而评估对生物健康的潜在风险。在风险评估中,模型预测已被用于评估特定水体(如湖泊、河流)的微塑料风险,为管理决策提供科学依据。

### 3.2 实地调查与实验室研究的结合

在微塑料污染的研究中,实地调查与实验室研究的结合是至关重要的。实验室研究能够通过控制变量的方式,深入探讨微塑料的物理与化学性质。通过模拟实验可以研究微塑料在淡水环境中的降解速度和吸附特性。同时,实验室环境下的生物实验可以量化微塑料的生物可摄取性,以及对生物生理功能的影响,如改变鱼类的生长率或繁殖能力。实验室研究可能存在无法完全复制自然环境中的复杂相互作用的局限性,需要结合实地调查,通过在自然淡水生态系统中收集微塑料样本,分析其实际分布、浓度和化学成分,以验证和扩展实验室结果。通过对太湖的研究发现,微塑料的浓度在不同季节和地点存在显著差异,反映出环境因素对微塑料分布有着重要影响。通过结合实地调查数据,可以构建和应用模型预测微塑料在淡水环境中的行为和潜在风险。实地调查与实验室相结合方法有助于更准确地研究微塑料对淡水生态系统的影响,为制定有效的防治策略提供科学依据。通过结合实验室研究的生物毒性数据和实地调查的微塑料浓度,可以评估特定区域的微塑料污染对生物多样性和食物网稳定性的真实威胁。

## 4 微塑料污染的防治方法

### 4.1 源头控制与减少微塑料排放

源头控制是防治微塑料污染的关键方法之一,对微塑料生产使用加以严格监管和控制,以减少微塑料进入环境的总量。第一,可以对那些在生产过程中可能产生微塑料的行业进行规范,如纺织业、塑料加工业等企业,通过制定严格的排放标准和监管机制来限制微塑料的排放。第二,鼓励和支持研发塑料替代材料,减少对塑料的依赖,从而降低微塑料的产生。第三,提升公众环境保护意识,加大微塑料危害宣传教育,提高公众认识水平,如减少一次性塑料制品使用、塑料垃圾回收利用,避免塑料通过各种途径进入自然环境。

### 4.2 应用微塑料污染保护技术

随着塑料污染的日益加剧，人们正在探索和开发各种创新方法以减少其对生物和环境的影响。通过生物技术降解塑料，减少塑料进入环境量，如利用特定微生物或生物酶分解塑料，可降低其在环境中的持久性。利用物理手段降低排放浓度，如使用过滤器或浮选装置，可以在水处理过程中有效地去除塑料颗粒。相关塑料污染保护技术的开发和应用，不仅有助于减少塑料对水生生物的直接危害，还能减缓塑料在环境中的累积，从而保护整个生态系统的健康和稳定。人们正在研究如何利用自然界的微生物，例如某些细菌和真菌，它们能够分泌出能够分解塑料的酶，这些微生物的发现为生物降解技术提供了新的可能性，可能成为未来处理塑料污染的关键。同时，物理技术也在不断进步，一些先进的过滤系统能够捕捉到直径小于1微米的微塑料颗粒，这对于保护水体免受微塑料污染至关重要。

#### 4.3 加强国际合作与政策制定

微塑料污染已成为全球性的环境问题，其对淡水生态系统的持久影响日益显现。面对这一困境，国际合作与政策制定的必要性显得尤为迫切。例如，联合国环境大会已经认识到微塑料污染的严重性，并呼吁各国采取行动。通过制定全球性协议，可以技术共享，共同设定减少微塑料排放的目标和时间表。政策制定应涵盖微塑料的整个生命周期，包括生产、使用和处置阶段。可以引入严格的法规限制一次性塑料产品的生产和销售，鼓励研发可生物降解的替代品。同时，国际组织可以提供资金和技术支持，帮助提升塑料废物管理能力，减少微塑料的跨境转移。建立全球微塑料污染监测和数据共享机制，统一的监测标准和分析方法，以便更准确地评估风险并制定相应的管理办法。如欧盟的

“水框架指令”就为成员国提供了共享水质信息的平台，这样的模式可以推广到全球范围内的微塑料监测中。

#### 5 结束语

在当前的环境背景下，微塑料污染已成为全球关注的热点问题。淡水生态系统作为地球上重要的组成部分，其健康状况直接关系到人类的生存与发展。本文通过深入分析微塑料的定义、来源、对淡水生态系统的影响，以及风险评估方法，为在相关领域的研究者和决策者提供科学依据和参考。未来，我们应继续加强微塑料污染的监测与研究，完善风险评估体系，制定有效的微塑料防治办法，以保护和恢复淡水生态系统的健康。

#### [参考文献]

- [1]千牧凡,张妍,时鹏.水生生态系统中微塑料对微藻的生态毒理效应研究进展[J].生态毒理学报,2023,18(01):217-231.
- [2]梁津铭,李杰,王亚娥.人工湿地去除水环境微塑料研究进展[J].应用化工,2022,51(12):3625-3629+3633.
- [3]张雅珊,陈宗耀,马伟芳.微塑料的迁移转化及其生态风险研究进展[J].化工进展,2022,41(11):6080-6098.
- [4]陈苏,冯天朕,刘颖.微塑料对土壤生态系统及陆生生物的影响[J].沈阳大学学报(自然科学版),2022,34(04):260-267.
- [5]冯雪莹,孙玉焕,张书武.微塑料对土壤-植物系统的生态效应[J].土壤学报,2021,58(02):299-313.

#### 作者简介:

冉文(1990-),男,土家族,贵州省铜仁市人,中级工程师,硕士研究生,研究方向:微塑料对环境的影响研究。