
塑料际：从微生物污染到生物降解之道

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/40958.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

塑料际：从微生物污染到生物降解之道。微塑料污染是全球性的环境危机，威胁地球健康与人类可持续发展。微塑料表面会形成独特的微生物群落，被称为塑料际（plastisphere）。这一特殊的人工界面兼具微生物风险与塑料生物降解潜力，成为当前环境领域的研究热点。中国科学院城市环境研究所朱永官院士团队崔丽研究组，联合绍兴大学钱海丰教授、西湖大学鞠峰教授、慕尼黑工业大学Natalia P. Ivleva教授、及波兰Ewa Korzeniewska教授等，发表题为《The plastisphere: from microbial pollution to biodegradable solution》的综述性论文，系统梳理了塑料际引发的微生物与生态风险，总结了微生物降解技术研究进展，并创新性提出兼顾生物安全与降解效率的双维度菌株筛选框架，为管控塑料污染、推进绿色修复提供理论支撑。

微生物风险的放大器和移动载体

塑料际是病原菌、抗生素抗性细菌、病毒等有害微生物的重要储库与传播载体，同时也是抗性基因（ARGs）的富集与扩散场所，构成严重的微生物风险。相较于周边自然环境，塑料际的ARGs丰度显著更高，且受微塑料自身理化性质、老化程度、聚合物类型等因素影响。塑料际既可释放有害添加剂，也能吸附重金属和抗生素等污染物，通过共选择作用等促进ARGs的富集。塑料际具有致密的生物膜结构，有利于细菌间发生水平基因转移。此外，塑料际可选择性富集弧菌、假单胞菌、不动杆菌等多种致病菌，结合微塑料的远距离迁移特性，加速病原菌在不同生态系统间扩散。同时，也有研究在塑料际检出肠道病毒、诺如病毒等人类致病性病毒，凸显微塑料作为病毒性疾病传播载体重要潜力的。

隐匿的生态和健康风险

传统陶瓷烧结和粉末冶金通常需要在800–2000 °C下持续数小时，微塑料是微生物与化学污染物的理想载体，在水生、陆生及大气环境中引发广泛的生态风险。微塑料可能对生物体造成直接物理损伤，或通过释放有毒添加剂、吸附重金属等化学污染物产生协同毒性，扰乱微生物的群落结构和功能、损害动植物健康，并通过直接暴露或食物链营养级传递，对人体健康构成潜在威胁。尽管已有报道微塑料在心脏、大脑、生殖器官、胎盘等多种人体组织中被检出，但相关高浓度检出结果仍需审慎对待，现有研究在污染控制与检测方法上仍存在局限。未来应实事求是地开展系统性研究，客观评估人体微塑料污染的真实暴露程度及其健康风险。不仅能耗高、成本大，也限制了新材料的快速研发。为了解决上述问题，近日，加州大学圣地亚哥分校（UC San Diego）的骆建（Jian Luo）教授在变革性材料创刊号发表观点性文章，系统梳理了多种超快烧结（Ultrafast Sintering）新策略，阐述了超快烧结的机理研究，并为材料快速制备提供了新的技术路线。

降解微生物的天然资源库

微生物降解是缓解环境塑料污染极具前景的可持续方案。海洋、土壤、垃圾填埋场等塑料际或昆虫肠道，是塑料降解微生物与功能酶的天然资源库。现有研究已获得降解PET、PE、PVC、PS等塑料的多种菌株，并初步阐明微生物附着、酶促解聚、中间产物代谢的降解机制。然而，现有降解菌株仍存在环境适应性弱、降解效率低等问题，且部分高效降解菌本身属于条件致病菌，存在生物安全隐患。当前，人工智能、多组学、单细胞光谱、合成菌群等前沿技术正加速该领域的发展。例如，人工智能助力降解酶的挖掘与定向改造；单细胞技术突破群体平均局限，实现原位高活性功能微生物的精准鉴定；合成菌群通过代谢互补和功能筛选，提升降解效率并保证生物安全。

双面效应：从生态风险到生物修复

塑料际的微生物生态系统具有环境双面性。一方面，它作为生态与健康威胁的高效载体，富集病原菌、ARGs与病毒，并促进其跨界传播；另一方面，它又是降解发生的前沿阵地，可从中挖掘新型塑料降解酶用于污染削减。塑料际风险与降解功能共存，使其成为环境危害与生物修复潜力的关键枢纽。针对塑料际兼具风险载体与降解资源的双重属性，本文提出基于降解效率与生物安全性的双维度筛选框架：对于降解效率高且生物安全风险低的菌株，可直接用于开放环境；对于降解效率高但存在生物安全风险的菌株，则仅限在封闭体系使用，从源头规避ARGs与病原菌的扩散风险。

结论与展望

塑料际兼具微生物风险与生物修复的双重角色，既是生态安全的潜在威胁，也是塑料污染治理的重要资源。未来研究可围绕以下两条主线系统推进：一方面，建立综合性风险评估方法，实现对塑料际中病原菌、抗性基因及病毒等风险因子的定量监测与传播评估；在此基础上，深入解析其形成机制，阐明微塑料的理化性质、老化程度及共存污染物如何驱动风险因子的富集与扩散。另一方面，借助免培养的单细胞技术，从塑料际原位挖掘高效降解菌株及新型塑料降解酶；进而通过酶工程改造提升其活性与稳定性，并增强功能菌株在塑料表面的定殖能力与降解效率，最终理性构建安全、高效的合成降解菌群。通过上述两个方向的协同推进，以塑料际为突破口，形成塑料污染科学管控的微生物技术路径，支撑生态环境健康与塑料污染治理的协同发展。（来源：EngineeringJournals微信公众号）

相关论文信息：<https://journal.hep.com.cn/fese/EN/10.1007/s11783-026-2234-5>

作者：朱永官等 来源：《工程·环境》

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发