

# 塑料包装废弃物对土壤环境的影响探析

罗仕敏<sup>1</sup> 张金礼<sup>2</sup>

1. 云南佳泽环境科技有限公司 云南 大理 671000

2. 云南昭荣工程咨询有限公司 云南 昭通 657000

**【摘要】：**塑料包装废弃物在全球范围内持续增长，其在土壤环境中的滞留与分布正在成为环境研究的重点领域。塑料降解周期长、碎片化过程复杂，会导致大量微塑料和纳米塑料进入土壤体系，改变土壤颗粒结构与孔隙分布，进而影响土壤通气性、保水能力和养分循环。此外，塑料在风化过程中释放的添加剂具有潜在毒性，可对土壤微生物群落组成造成干扰，削弱土壤生态功能和农业生产力。部分塑料残留还可能通过食物链迁移，带来进一步的生态与健康风险。本文围绕塑料包装废弃物在土壤中的累积特征、理化效应与生态影响进行探讨，以期为塑料污染防治和土壤环境保护提供科学依据。

**【关键词】：**塑料包装废弃物；土壤环境；微塑料；生态影响；环境污染

DOI:10.12417/2811-0528.26.03.045

## 引言

随着塑料包装行业的迅速发展，废弃物排放量持续上升，大量残留最终进入土壤环境，引起广泛关注。土壤作为重要的生态系统组成部分，其结构与功能直接关系到农业生产、安全食物供给与生态平衡。塑料包装废弃物难以降解，长期堆积在土壤中会改变土壤的物理结构，影响微生物生态过程，进而对生态系统稳定性造成潜在威胁。随着研究的深入，塑料碎片、微塑料及相关添加剂在土壤中的行为与风险逐渐显现，但系统性认识仍显不足。本研究旨在分析塑料包装废弃物对土壤环境的关键影响机制，阐释其可能带来的生态后果，为后续治理策略的制定提供理论支持。

## 1 土壤中塑料残留累积带来的环境变化

土壤中塑料残留的持续累积正在改变原有的土壤环境结构，影响范围涵盖物理性质、化学过程与生物生态多个层面。塑料在土壤中经历老化、破碎与碎片化，形成不同粒径的碎片与微塑料，它们在土壤基质中的嵌入方式相对稳定，不易被自然过程移除。随着残留量不断上升，土壤的颗粒组成比例发生变化，原有的团聚体结构被扰动，孔隙分布趋于不均，通气性与渗水速率出现下降趋势。土壤的保水能力与持水稳定性也受影响，局部环境发生干湿变化不均的问题，进一步影响土壤物理功能的正常发挥。

塑料在风化过程中可能释放增塑剂、稳定剂、阻燃剂等有机添加剂，这些组分进入土壤后易与有机质结合或在矿物表面富集，促使土壤化学环境发生改变。部分难降解添加剂具有潜在毒性，会干扰土壤中的氧化还原过程，并改变土壤的pH缓冲能力。在这一过程中，土壤中重金属的迁移性与形态也可能受到影响，从而引发一系列次生环境效应<sup>[1]</sup>。微塑料在土壤中

的存在还会改变微生物的生境条件。某些细菌和真菌在塑料碎片表面形成生物膜，改变了其栖息与代谢模式，导致原有的微生物群落结构产生偏移。特定功能菌群数量减少，氮循环和碳循环等关键生态过程明显减弱，土壤有机质分解速率受到影晌。土壤动物也在这一过程中面临更高压力，部分微塑料被误食后会阻碍土壤动物的正常取食与消化活动，使其扰动土壤的生态功能减弱。

随着塑料残留不断累积，土壤生态系统的自我修复能力逐渐下降，其整体稳定性、物质循环效率与生态服务功能均受到不同程度的削弱。这些变化相互交织，使塑料包装废弃物成为影响土壤质量与环境安全的重要因素，也使土壤环境问题呈现出更为隐蔽、长期且难以逆转的特点。

## 2 土壤生态功能受阻的主要成因剖析

土壤生态功能之所以在塑料包装废弃物的长期作用下不断受阻，根源在于塑料材料自身的高稳定性与难降解特性。常见塑料在土壤中仅发生缓慢的物理破碎和光氧化反应，难以实现真正的矿化，导致残留时间显著延长。大块残片与微塑料在土体中不断累积，与土壤颗粒形成异质结构，使水分、空气和热量在土壤剖面中的传输路径受到干扰，土壤孔隙连通性下降，致使土壤通气不良、根系呼吸受限，逐步削弱土壤作为植物生长介质的承载功能。

从化学过程来看，塑料中广泛存在的增塑剂、抗氧化剂、润滑剂等有机添加剂在长期风化和浸提条件下可向周围土壤缓慢释放<sup>[2]</sup>。这类物质在土壤胶体表面吸附或与有机质结合，改变阳离子交换容量和表面电荷特性，影响营养元素的有效性和迁移行为。部分添加剂具有内分泌干扰或细胞毒作用，会对土壤微生物产生抑制效应，使关键功能菌群活性下降，氮矿化、

磷转化、有机质腐殖化等过程受到阻滞，土壤养分循环效率明显降低。

在生物生态层面，塑料碎片和微塑料进入土壤食物网后，形成一条与天然有机残体完全不同的“异物通道”。土壤动物在取食过程中误摄入塑料颗粒，容易出现肠道堵塞、能量利用效率下降等问题，活动范围与钻孔能力减弱，土壤耕作层的生物扰动功能被削弱。微塑料表面易形成生物膜，改变微生物群落组成，使具有分解能力和养分转化功能的优势类群比例降低，打破原有的种间平衡。随着群落结构和能量流动路径被重塑，土壤自净能力与抵御外界干扰的稳定性逐步下降，生态功能呈现由局部衰退向整体弱化扩展的趋势。这些物理、化学与生物机制交织在一起，构成了土壤生态功能受阻的主要内在成因。

### 3 土壤塑料污染治理路径与实践启示

土壤塑料污染的治理需要构建系统化、多层次的干预路径，从源头减量、过程控制到末端修复多维度协同推进。源头治理的关键在于减少难降解塑料进入土壤环境，通过推广可降解材料、优化包装设计和提升回收效率，使塑料废弃物流在产生阶段受到有效约束。在农业生产中，减少薄膜过量使用、提高残膜回收率、推动生物基或可控降解材料的应用，是缓解农田土壤塑料累积压力的重要方式。源头减量能够直接降低土壤中潜在塑料残留的负荷，为整体治理提供基础保障。

在污染控制层面，加强对塑料废弃物流动路径的监管至关重要。塑料在使用后的分散化与隐蔽性使其易于随机弃置，而非法填埋和随意堆放是土壤污染的重要来源。构建废弃物收集与分类体系，完善农村与城市边缘地区的回收网络，可以减少塑料因管理缺失而进入土壤的几率。对于已经存在污染风险的

区域，可通过科学监测与动态评估掌握污染分布特征，为后续修复提供依据。通过地表残留探测、微塑料含量监测和土壤特征参数分析，可以形成较为完整的污染识别体系，使治理措施更加精准。末端修复强调改善受污染土壤的功能状态。机械筛分与分选适用于大尺寸塑料残片的剔除，而对于微塑料，更需要依赖生物强化和土壤质量提升策略<sup>[3]</sup>。强化微生物群落功能、提高土壤有机质含量，可促进部分塑料的表面老化，加速其破碎过程，提高土壤结构稳定性，降低微塑料对生态功能的干扰。植物修复与土壤改良技术在一定程度上能够改善土壤的物理性质与养分循环，为生态系统恢复创造条件。通过选择耐受环境胁迫的植物，可增强根际微环境，使土壤生物群落逐步恢复。

治理路径不仅体现为技术措施的组合，也体现为管理策略的整合。不同区域在土地利用方式、污染类型和管理能力方面存在差异，塑料污染治理需要形成因地制宜的实践模式。结合实际案例经验可发现，技术措施与管理制度的协同实施有助于提升治理效率，逐步恢复土壤生态功能。实践启示表明，塑料污染治理必须以长期性和系统性为基础，通过技术创新、管理完善与公众参与共同推动土壤环境质量的提升，使塑料风险得到可持续控制。

### 4 结语

塑料包装废弃物在土壤中的累积正在以隐蔽而持续的方式改变生态过程，影响土壤结构、化学环境与生物功能。治理的关键在于减少源头输入、强化过程管理并推动土壤修复技术的有效结合，使污染控制与生态恢复形成协同效应。塑料污染治理具有长期性与复杂性，需要在制度建设、技术创新和公众参与层面共同发力，为土壤环境质量的改善与生态系统稳定性的提升奠定坚实基础。

## 参考文献：

- [1] 曹小飞,黄倍莉,赵冬菁,等.塑料包装废弃物对土壤及人体的影响[J].山东化工,2017,46(15):173-174+178.
- [2] 曹小飞,黄倍莉,赵冬菁,等.塑料包装废弃物对土壤及人体的影响[J].山东化工,2017,46(15):173-174+178.
- [3] 林文琪,邱鼎胤,吴锐.我国生活垃圾可回收物中塑料包装废弃物治理的典型案例和发展对策[J].再生资源与循环经济,2025,18(04):38-41.