

乡村振兴背景下山东半岛近岸海域微塑料污染特征、生态风险及治理路径研究

姬忠圆¹, 刘丹丹¹, 高增琦², 朱德阳¹, 张鸿愿¹

¹大连海洋大学经济管理学院, 辽宁 大连

²大连海洋大学海洋科技与环境学院, 辽宁 大连

收稿日期: 2026年6月5日; 录用日期: 2026年7月13日; 发布日期: 2026年8月10日

摘要

沿海乡村的发展与近岸海域生态环境质量密切相关。山东半岛濒临渤海和黄海, 沿海地区渔业生产、海水养殖、滨海旅游和港口运输活动较为集中, 近岸海域长期承受较强的人类活动压力。本文以乡村振兴为背景, 采用文献综述与归纳分析方法, 梳理2015年以来山东半岛及其邻近海域微塑料污染相关研究, 分析其来源、形态、粒径、颜色、丰度和成分特征, 并讨论其对海洋生态系统、水产品质量安全、渔民生计和渔村人居环境的潜在影响。研究认为, 山东半岛近岸海域微塑料污染具有来源多样、近岸集聚、纤维类占比较高、小粒径风险较突出等特点。已有研究显示, 部分岸滩污染总体处于轻度水平, 但潮滩沉积物、水产品和实验生物暴露结果提示, 微塑料污染具有长期性、隐蔽性和复合风险。未来应从陆源污染控制、废旧渔网渔具回收、养殖区塑料制品管理、岸滩环境整治、公众参与、区域协同和长期监测等方面完善治理路径。

关键词

乡村振兴, 山东半岛, 微塑料污染, 生态风险, 协同治理

Research on the Characteristics, Ecological Risks and Governance Pathways of Microplastic Pollution in the Coastal Waters of the Shandong Peninsula under the Background of Rural Revitalization

Zhongyuan Ji¹, Dandan Liu¹, Zengqi Gao², Deyang Zhu¹, Hongyuan Zhang¹

¹School of Economics and Management, Dalian Ocean University, Dalian Liaoning

文章引用: 姬忠圆, 刘丹丹, 高增琦, 朱德阳, 张鸿愿. 乡村振兴背景下山东半岛近岸海域微塑料污染特征、生态风险及治理路径研究[J]. 世界生态学, 2026, 15(3): 460-469. DOI: 10.12677/ije.2026.153050

²School of Marine Science and Environment, Dalian Ocean University, Dalian Liaoning

Received: June 5, 2026; accepted: July 13, 2026; published: August 10, 2026

Abstract

The development of coastal villages is closely related to the ecological quality of coastal waters. The Shandong Peninsula borders the Bohai Sea and the Yellow Sea, where fishery production, mariculture, coastal tourism and port transportation are relatively concentrated. In recent years, microplastic pollution has gradually become an important issue affecting marine ecological security, aquatic product quality and ecological governance in coastal villages. Based on the background of rural revitalization, this paper analyzes the sources, morphology, particle size, color, abundance and composition of microplastics in the coastal waters of the Shandong Peninsula, and discusses their potential impacts on marine ecosystems, aquatic product safety, fishermen's livelihoods and the living environment of fishing villages. The study suggests that microplastic pollution in this region is characterized by multiple sources, nearshore accumulation, a high proportion of fibers and relatively prominent risks of small particles. Although some studies indicate that the pollution level of typical beaches is generally light, evidence from tidal flat sediments, seafood samples and biological exposure experiments suggests that microplastic pollution has long-term, hidden and compound risks. Therefore, governance should be improved through land-based pollution control, recycling of abandoned fishing gear, management of plastic products in aquaculture areas, beach environmental remediation, public participation, regional coordination and long-term monitoring.

Keywords

Rural Revitalization, Shandong Peninsula, Microplastic Pollution, Ecological Risk, Collaborative Governance

Copyright © 2026 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

全面推进乡村振兴是新时代加快农业农村现代化的重要任务。沿海乡村地处陆海交错地带，其生态治理内容已不再局限于村庄生活垃圾、农村污水和人居环境整治，还延伸到岸滩湿地保护、近岸海域管护、海水养殖环境管理和滨海资源保护等方面。《中华人民共和国乡村振兴促进法》明确将生态宜居作为乡村振兴的重要要求，并将生态振兴纳入乡村振兴内容[1]。《中华人民共和国海洋环境保护法》提出海洋环境保护应当坚持保护优先、预防为主、源头防控、陆海统筹、综合治理、公众参与、损害担责的原则[2]。因此，沿海乡村环境治理不能只停留在村庄内部，还应把近岸海域污染防治纳入陆海统筹治理之中。

山东半岛位于黄海、渤海交界区域，青岛、烟台、威海、潍坊、日照等沿岸城市分布着大量传统渔村、渔港码头、海水养殖区和滨海旅游岸段，是我国北方重要的海洋渔业和滨海乡村经济区域。近岸海域是沿海渔村开展捕捞作业、海水养殖和渔旅融合的重要依托，也关系到渔村产业发展、渔民收入和宜居乡村建设。一旦近岸海域受到污染，不仅会破坏近海生态系统结构与稳定性，还可能影响水产品质量安全、渔业养殖收益和滨海乡村旅游形象，进而影响沿海乡村生态振兴成效。

在各类近岸污染物中，塑料污染具有较强的长期性和隐蔽性。塑料制品因成本低、使用便利和物理化

学性能稳定等特点,广泛应用于沿海居民生活、渔业生产、海水养殖、货品储运和滨海旅游等环节。各类废弃塑料进入岸滩与近海环境后,在日晒风化、波浪侵蚀、机械摩擦及生物作用等因素影响下逐渐破碎,形成粒径小于 5 mm 的微塑料颗粒[3][4]。相较于大型漂浮垃圾,微塑料粒径小、迁移能力强、环境隐蔽性高,容易富集于潮滩沉积物、海水介质和水生生物体内。已有研究表明,微塑料可通过生物摄食、有害物质吸附和食物链传递等途径扰动近海生态系统,并对水产品安全和公众健康认知产生潜在影响[4][5]。

近年来,国家相继出台多项塑料污染和海洋垃圾治理政策。《“十四五”塑料污染治理行动方案》提出进一步完善塑料污染全链条治理体系,压实地方、部门和企业责任,聚焦重点环节、重点领域、重点区域,积极推动塑料生产和使用源头减量、科学稳妥推广塑料替代产品,加快推进塑料废弃物规范回收利用,着力提升塑料垃圾末端安全处置水平,大力开展塑料垃圾专项清理整治[6]。《沿海城市海洋垃圾清理行动方案》,要求沿海地市压实属地治理责任,加强陆源垃圾收集和转运,强化海上垃圾防治,推动建设陆海统筹的海洋垃圾长效治理体系[7]。这些政策要求与山东半岛废旧渔具回收、养殖用塑料制品管理、滨海岸滩保洁和跨市域协同治理等现实需求具有较强关联。

目前,学界主要从环境科学与海洋生态学角度,围绕山东半岛典型岸滩、潮滩沉积物、市售海产品和受试生物开展调查,初步揭示了区域微塑料在丰度、形态、粒径、组分及生物影响等方面的特征[8][9]。然而,已有研究多聚焦微塑料的环境赋存与毒理效应,对微塑料污染与沿海渔村产业转型、基层环境治理、渔民参与和陆海协同管理之间关系的讨论仍显不足。基于此,本文选取山东半岛近岸海域为研究对象,依托现有监测数据与文献成果,分析区域微塑料污染特征、生态风险及其对沿海乡村发展的影响,并从陆源污染管控、废旧渔具回收、养殖塑料管理、岸滩常态化治理、多主体参与和跨区域协同等方面提出治理路径,以为山东半岛沿海乡村生态治理提供参考。

2. 文献来源与研究方法

本文采用文献综述与归纳分析相结合的方法,对山东半岛及其邻近海域微塑料污染相关研究进行梳理。文献检索主要以中国知网、万方数据库及 Web of Science 等数据库为基础,检索关键词包括“微塑料”“山东半岛”“渤海”“黄海”“近岸海域”“潮滩沉积物”“水产品”“microplastics”“Shandong Peninsula”“Bohai Sea”“Yellow Sea”等,重点关注 2015 年以来与近岸海域微塑料污染特征、生态风险及治理对策相关的研究成果。

在文献筛选过程中,本文主要纳入以下几类文献:一是研究区域涉及山东半岛、渤海、黄海及其典型海湾或潮滩区域的实证研究;二是明确报告微塑料丰度、形态、粒径、颜色或聚合物类型等污染特征的文献;三是涉及微塑料生态效应、生物富集、载体作用和治理路径的综述或实证研究。对于研究区域不相关、数据来源不清、仅作一般性介绍且缺乏有效信息支撑的文献,则不作为本文分析的主要依据。

需要说明的是,不同研究在采样介质、采样时间、样品处理方法、筛网孔径、鉴定技术和数据单位等方面存在差异,相关数据不宜进行严格统计意义上的直接横向比较。因此,本文主要在已有研究基础上进行归纳整理,用于识别山东半岛近岸海域微塑料污染的总体特征、主要风险和治理方向;对于不同研究地点的丰度数据,仅作范围性和趋势性说明,不进行统一量化评价,也不简单划分高、中、低污染等级。

3. 山东半岛近岸海域微塑料污染的区域表征

3.1. 陆海交互下的污染来源

山东半岛近岸海域微塑料污染具有较明显的陆海复合特征。陆域方面,沿海村镇日常生活中产生的塑料袋、食品包装物和一次性塑料制品,可能经由地表径流、河流输送、雨污管网排放及岸滩堆积等途径进入近海环境;海域方面,近海捕捞、海水养殖、港口运输和滨海旅游等活动,也会持续产生废弃塑

料,并在风化、磨损和破碎过程中转化为微塑料。已有研究指出,近岸微塑料主要来自陆源输入、海上人类活动以及大型塑料废弃物自然风化裂解等途径[3][4]。因此,山东半岛近岸微塑料污染并非单一来源造成,而是沿岸居民生活、渔业生产、海水养殖、滨海旅游和港口活动共同作用的结果。

从区域实测结果看,人类活动类型和强度会影响微塑料的丰度分布与组成特征。青岛近岸研究显示,红岛养殖区、李村河口、污水处理厂邻近海域和麦岛旅游沙滩等不同功能区微塑料丰度差异明显,说明水产养殖、陆源排污和旅游活动均会影响微塑料分布[10]。青岛四处滨海浴场的研究也发现,海水和沉积物中普遍检出微塑料,其来源与包装、纺织洗涤和滨海旅游消费等活动有关[11]。桑沟湾作为典型养殖海湾,其水体和沉积物中的微塑料在湾内、近岸区域相对富集,空间分布受养殖作业、生活排污、航运活动及海域水动力条件共同影响[12]。

在半岛沿海渔村生产场景中,养殖网箱、渔用绳索、浮球、泡沫箱、塑料养殖筐等塑料制品使用较为普遍。这些材料长期受到海水侵蚀、日晒老化和机械摩擦影响,容易发生破损和碎裂,进而形成纤维类、碎片类和泡沫类微塑料。由此可见,微塑料治理不能只依赖近海末端清扫,还应前移到沿海乡村生产生活过程之中,重点加强废旧渔具回收、养殖塑料制品管理和岸滩生活垃圾规范处置。

3.2. 纤维类主导的形态结构

纤维类占比较高是山东半岛近岸水体和潮滩沉积物中较为突出的微塑料形态特征。相关实测数据显示,山东半岛典型岸滩微塑料总体上以纤维类为主,占 62.80%;其次为碎片类,占 23.40%;薄膜类和颗粒类均占 6.90% [8]。从不同地区样点来看,日照、青岛、威海、烟台和潍坊等岸滩样品中,纤维类微塑料均占较高比例,其中潍坊样点达到 80%,日照和烟台样点分别为 65%和 64% (见表 1)。这说明纤维类微塑料在山东半岛不同岸滩样点中具有较强代表性。

Table 1. Proportion of microplastic morphologies in typical beaches of Shandong Peninsula

表 1. 山东半岛典型岸滩不同地区微塑料形态占比

地区	纤维类	碎片类	颗粒类	薄膜类
日照市	65%	29%	0%	6%
青岛市	55%	22%	18%	5%
威海市	56%	28%	0%	16%
烟台市	64%	18%	13%	5%
潍坊市	80%	20%	0%	0%

纤维类微塑料的富集与沿海乡村生产生活密切相关。合成衣物洗涤废水释放的纤维碎屑、渔网和养殖绳索长期磨损产生的纤维残片,均可能成为纤维类微塑料的重要来源[4]。结合山东半岛渔村分布较多、海水养殖产业较为集中的现实情况来看,纤维类微塑料占比较高,与沿岸生活污水处理能力不足、渔业废旧塑料回收体系不完善等问题有关。其他形态微塑料也具有相对明确的来源指向:碎片类多源于塑料容器、食品包装等大尺寸塑料垃圾破碎,薄膜类多来自废弃塑料袋和包装膜,颗粒类则可能与日化用品、泡沫材料及工业塑料损耗有关。不同形态微塑料的组成差异,反映出生活消费、养殖生产和滨海旅游共同影响下的污染格局。

3.3. 小粒径颗粒的隐蔽风险

粒径大小会影响微塑料的迁移能力、生物摄入概率和生态风险。山东半岛典型岸滩微塑料以 100~400

μm 粒径为主, 占比为 35.90%, 400~700 μm 和 20~100 μm 粒径次之; 潮滩沉积物中 200~800 μm 粒径微塑料占比超过 69.12% [8][9]。青岛近岸研究也显示, 小于 1 mm 的微塑料在海水和沉积物中占比较高[10]; 青岛海水浴场微塑料呈现粒径越小、检出含量越高的趋势[11]; 桑沟湾水体与沉积物中同样以小于 1 mm 的微塑料为主[12]。这些研究表明, 小粒径微塑料是山东半岛近岸环境中需要重点关注的污染类型。

小粒径微塑料隐蔽性较强, 肉眼难以识别, 常规岸滩人工保洁也难以有效去除。同时, 小粒径微塑料更容易被浮游生物、底栖贝类和鱼类幼体摄入, 并可能沿食物链逐级传递[5]。贝类、海参和经济鱼类是山东半岛沿海渔村的重要养殖品类, 也是渔民增收的重要来源。小粒径微塑料如果在养殖环境中持续累积, 可能影响水产品质量安全和海产品市场信誉。此外, 小颗粒微塑料比表面积较大, 容易吸附重金属、持久性有机污染物和病原微生物; 随着表面生物膜形成, 其理化性质和环境迁移规律也可能发生变化, 从而带来复合污染风险[13]。因此, 小粒径微塑料应成为区域近岸生态风险防控和水产品质量安全监管的重要关注对象。

3.4. 颜色与成分反映污染来源差异

微塑料颜色和聚合物成分能够为污染来源判断提供一定线索。颜色方面, 山东半岛典型岸滩黑色和蓝色微塑料占比较高, 其中黑色占 27.60%, 蓝色占 22.10%; 潮滩沉积物中也以黑色微塑料较为常见[8]。但青岛近岸部分区域以白色微塑料居多[10]。这种颜色差异可能与采样点位、环境介质、塑料风化程度和人类活动类型有关。一般而言, 黑色微塑料可能与生活垃圾、包装废塑、轮胎磨屑及部分工业废弃物有关; 蓝色微塑料则多来自渔网、养殖绳索、海上浮具等渔用材料[4]。因此, 蓝色微塑料的检出提示, 渔业生产和海水养殖塑料制品管理仍是山东半岛近岸微塑料治理的重要环节。

聚合物成分方面, 不同区域、不同介质样品之间存在一定差异。山东半岛典型岸滩样品以玻璃纸、人造丝、PET、PS、PP、PE 等成分为主, 其中人造纤维类占比较高; 潮滩沉积物则以 PE 和 PP 为主, 二者占比分别为 48.84%和 41.40%。青岛近海表层水体中 PET 占比较高, 沉积物中 PP 占比较高[10]; 青岛海水浴场微塑料材质与纺织、包装和旅游废弃物特征相对应[11]; 桑沟湾微塑料以聚烯烃和聚苯乙烯为主, 与养殖浮体、泡沫箱、渔绳渔线等材料使用场景具有一定联系[12]。

材质差异说明, 山东半岛近岸微塑料来源具有复杂性, 治理上需要结合不同区域和不同塑料类型分类施策。在 PE、PP 占比较高的养殖区, 应重点完善养殖废旧塑料回收和绿色替代; 在纤维类、人造丝富集的河段和村镇近海, 应加强生活洗涤废水、破损渔具和养殖绳索磨损源的管控; 在滨海旅游岸线, 则应重点关注一次性塑料包装物、食品包装垃圾和游客垃圾的集中收集与清运。

3.5. 轻度污染水平下的累积风险

从丰度结果看, 山东半岛近岸微塑料污染总体处于轻度污染水平, 但受采样介质、筛选标准和区域功能影响, 不同研究结果之间存在明显差异。山东半岛典型岸滩微塑料平均丰度为 27.19 ± 8.05 个/kg, 其中烟台岸滩相对较高, 为 25~41.67 个/kg, 潍坊岸滩相对较低, 为 20~30 个/kg, 污染负荷指数评价结果为轻度污染; 14 处潮间带沉积物微塑料丰度为 78.8~315.2 颗/kg (dw), 平均丰度为 176.95 颗/kg (dw) [9]。

青岛各功能分区微塑料丰度差异明显, 养殖区、河口、排污口和旅游沙滩呈现不同分布特[10]; 滨海浴场海水和沉积物中微塑料含量均达到 10^3 量级[11]; 桑沟湾水体和沉积物微塑料丰度范围较大, 高值区集中在近岸和湾内, 并呈现由湾内向外海逐步降低的趋势[12]。这些数据说明, 微塑料已在山东半岛近岸环境中普遍检出, 但不同研究之间不能简单横向比较, 其差异与样品类型、预处理方法、检测粒径范围和人类活动强度等因素有关。

即使当前多数岸滩污染负荷处于相对可控的轻度水平,微塑料的长期累积风险仍需重视。随着沿海渔村养殖规模扩大、塑料制品日常消耗增加和滨海旅游客流增长,微塑料外源输入可能持续存在;同时,微塑料自然降解缓慢,容易埋藏于底泥或进入生物体内,后期治理难度明显高于普通大型海洋垃圾。因此,应在污染尚未加重阶段,推动源头减量、常态化海域监测和跨区域协同治理,降低未来治理成本。

4. 微塑料污染的生态风险及其对沿海乡村发展的影响

4.1. 扰动近岸海洋生态系统稳态

微塑料进入近岸海域后,可长期存在于海水、潮滩沉积物和海洋生物体内。由于粒径较小,微塑料容易被浮游生物、底栖贝类、鱼虾幼体等误食,造成消化道堵塞、摄食效率下降、营养吸收受阻和组织损伤等问题。已有研究表明,微塑料暴露可能从生长发育、行为活动、繁殖能力、免疫水平和遗传稳定性等方面影响海洋生物,也可能干扰微藻、浮游动物等低营养级生物的生长与繁殖,影响近海食物链和食物网结构。

室内毒理实验也提示了微塑料的生物风险。孙庆辉采用 355~425 μm 微塑料颗粒对斑马鱼幼鱼开展 15 d 暴露实验,结果显示,受试幼鱼体内超氧化物歧化酶(SOD)活性下降,丙二醛(MDA)含量升高,说明微塑料可能通过诱导氧化应激影响水生生物的生理功能[9]。实验室暴露条件不能完全等同于山东半岛复杂的近岸自然环境,但该结果仍表明,小粒径微塑料对近海生物健康的影响值得关注。

微塑料的环境风险并不只来自颗粒本身。由于表面较粗糙、比表面积较大,微塑料容易吸附重金属、持久性有机污染物、抗生素和病原微生物,成为有毒有害物质迁移的载体[4]。微塑料表面还可逐渐形成生物膜,改变其疏水性、表面官能团和沉降行为,影响其在海洋环境中的迁移、风化和归趋[13]。也就是说,微塑料污染往往不是单一颗粒污染,而是可能与其他污染物共同作用,增加近岸生态风险防控的难度。

4.2. 影响水产品质量安全与市场信任

山东半岛沿海水产品养殖、加工和销售基础较好,对虾、扇贝、牡蛎、海参等既是沿海渔村的重要收入来源,也是地方特色水产品和区域品牌建设的重要依托。微塑料可通过滤食、摄食、沉积物接触和食物链传递等途径进入水产品体内,容易引发消费者对水产品质量安全的担忧[4][5]。其中,扇贝、牡蛎等滤食性贝类长期过滤近岸水体,更容易接触悬浮微塑料;海参等底栖生物与沉积物接触密切,可能受到底泥中微塑料累积的影响;对虾养殖虽然摄食方式不同,但其养殖过程同样依赖近岸水质、底质和饵料环境,也可能受到微塑料及其吸附污染物的间接影响。

已有实测研究为这一风险提供了依据。孙庆辉对市售海参和牡蛎的检测发现,相关海产品消化组织中可检出微塑料;虽然现阶段检出丰度整体不高,但已说明微塑料具备由环境介质进入可食用水产品的现实路径[9]。冉文等对环渤海潮间带长牡蛎的研究显示,9 个站位长牡蛎样品中均检测出微塑料,摄入率为 73.91%~95.65%,平均丰度为 2.03 个/个体,且纤维类微塑料占比最高[14]。这些证据提示,贝类和海参等经济水产品存在一定微塑料暴露或富集风险。

微塑料经膳食摄入对人体健康的长期影响仍需进一步研究,但食品安全问题本身具有较高敏感度。一旦微塑料检出信息与特定海域、养殖品种或地方品牌联系起来,可能影响消费者对当地水产品的信任。其影响链条可概括为:“微塑料污染累积-对虾、扇贝、牡蛎、海参等特色品种暴露或富集-水产品质量安全疑虑增加-地方品牌声誉和市场信任受损-渔民收入下降或产业转型压力增大”。因此,微塑料治理应纳入水产品品牌保护、绿色养殖和沿海乡村产业发展的整体框架之中。

4.3. 加重渔民生产负担与转型压力

沿海渔民的生产收益与近岸海域生态环境质量密切相关。微塑料在沉积物、养殖区和渔场中长期累积,可能影响渔业资源栖息繁育环境,降低近海生物多样性和水产品品质,增加水产养殖和近海捕捞的生产风险。对于以捕捞、养殖、海产品加工和休闲渔业为主要收入来源的渔村而言,近岸生态环境质量下降会削弱产业发展基础。微塑料污染即使未立即造成明显产量损失,也可能通过质量安全疑虑、品牌声誉下降和市场价格波动,间接转化为渔民收入压力。

废旧渔网、养殖绳具、浮球、泡沫箱等渔用塑料制品,也是近岸微塑料的重要海上生产源[8]。在废旧渔具回收网点不足、资源化回收成本较高、配套激励政策不完善的情况下,部分渔民可能因处置不便或成本约束,随意堆放、丢弃废旧塑料制品。这一问题不能简单归结为渔民环保意识不足,更与沿海乡村环保基础设施供给、废弃物回收体系建设和治理激励机制不健全有关。

因此,应把渔民看作微塑料治理的参与者,而不是单纯的管理对象。通过设置便捷的废旧渔具回收点、建立回收补贴机制、鼓励合作社和村集体参与集中回收,可以降低渔民处置成本,提高其参与意愿。只有把污染治理与渔民生产便利、成本分担和收益补偿结合起来,废旧渔具无序丢弃问题才更容易得到缓解,沿海渔村的产业转型压力也才可能被逐步消化。

4.4. 劣化渔村人居环境与文旅形象

滨海岸滩是沿海乡村人居环境和旅游景观的重要组成部分。岸滩上散落的塑料包装物、废旧渔具、泡沫碎屑和游客垃圾,在日晒、风化和海浪冲刷作用下会逐渐裂解,形成“岸滩垃圾-微塑料污染”的连续性环境问题。随着渔旅融合、休闲渔业和滨海乡村旅游发展,岸滩整洁度越来越直接地影响游客体验、村庄形象和地方口碑。

山东半岛部分沿海地区正在依托美丽渔村建设发展滨海旅游、休闲垂钓、渔俗体验等新业态。岸滩塑料垃圾和微塑料污染会破坏滨海景观风貌,降低渔村旅游吸引力,也可能影响消费者对本地水产品生态品质的整体评价。相关研究指出,沿海渔村发展应依托渔业资源和渔俗文化,推动产业融合与生态环境优化[15][16]。从这一角度看,微塑料综合治理不仅是近岸海域污染防治任务,也是改善滨海人居环境、提升渔村文旅品质的重要内容。

5. 乡村振兴背景下山东半岛微塑料污染治理路径

5.1. 从源头减少塑料垃圾入海

源头减量是控制近岸微塑料新增输入的基础环节。山东半岛沿海乡镇和村庄应进一步完善生活垃圾分类收运、塑料废弃物定点回收、村庄日常保洁和入河入海垃圾拦截等工作。对于靠近河口、潮滩和滨海景区的村落,可适当增加垃圾收集设施,提高清运频次,减少塑料包装物、饮料瓶、塑料袋等废弃物在岸滩长期堆积。

排污口、排水沟渠和污水处理设施也需要同步管理。生活污水中的合成纤维和微小塑料颗粒,是近岸微塑料的重要来源之一。沿海地区可通过沉淀、过滤和拦截等方式,提高污水处理系统对微小塑料颗粒的截留能力。对入海河流、重点岸滩和近岸港湾,应建立日常巡查制度,使村庄环境整治、河流垃圾拦截和近岸海域管护衔接起来。

5.2. 建立废旧渔网渔具回收机制

废旧渔网、养殖绳索、浮球和泡沫箱,是沿海渔村微塑料治理的重点。山东半岛可借鉴挪威长期开

展失落渔具报告和打捞调查的经验：挪威渔民被要求报告丢失渔具，相关部门据此组织年度打捞和近岸回收，长期清除了大量刺网、绳索和渔具残片[17]。结合山东半岛实际，可构建“渔港码头回收点－养殖区临时收集点－县市转运中心－资源化利用企业－监管平台”的回收体系。

具体方案上，可在重点渔港、码头、养殖区和沿海村庄设置固定回收点，在养殖旺季增设流动回收车或临时收集箱；由地方政府负责制度设计、资金补贴和监督考核，村集体或渔业合作社负责日常组织，养殖企业和渔民承担分类交投责任，第三方资源化企业负责拆解、清洗、造粒、再利用或无害化处置。资金支持可采用“财政补贴＋企业回收＋合作社统筹＋以旧换新”模式，对主动交回废旧渔具的渔民给予补贴或积分奖励。对可再利用的 PE、PP 绳网和浮具，可进入再生塑料、渔具再制造或海洋文创产品链条；对无法再利用的材料，应规范转运和处置，避免再次进入海洋环境[18]。

5.3. 规范海水养殖区塑料制品使用

海水养殖区应加强泡沫浮球、网箱、塑料筐、养殖绳索等塑料制品的使用管理。鼓励使用耐用、可回收、低污染的养殖材料，减少易老化、易破碎塑料制品的使用。养殖企业、合作社和养殖户可建立塑料用品使用台账，记录塑料制品的使用、更换和回收情况，明确废弃养殖设施的回收责任。

养殖区塑料污染治理还可以与绿色养殖和水产品质量安全监管结合起来。乡村生态治理现代化研究强调，生产方式优化是推动生态治理和产业转型的重要内容[19]。对于沿海乡村而言，规范养殖塑料制品使用，不只是污染防治措施，也是推动海水养殖由粗放管理向绿色管理转变的重要一步。

5.4. 把岸滩治理纳入渔村人居环境整治

岸滩治理不能与村庄治理分开。沿海村庄可定期组织岸滩垃圾清理、村庄保洁和海岸线巡查，重点清理塑料袋、饮料瓶、泡沫碎片、废旧渔具、食品包装和烟蒂等容易形成微塑料的废弃物。通过村庄保洁和岸滩治理联动，可以减少塑料垃圾在岸线长期堆积。

不同类型岸滩的治理重点也应有所区别。旅游岸滩可在旺季增加清理频次，完善垃圾分类设施和环保提示标识；渔业岸滩则应重点整治渔具堆放、泡沫浮球破损和养殖废弃物遗留等问题。村集体还可以把岸滩保洁写入村规民约，鼓励村民、渔民和经营主体共同参与，使岸滩治理成为日常工作，而不是阶段性清理。

5.5. 构建多主体协同治理机制

微塑料污染治理涉及生态环境、海洋渔业、农业农村、文旅、城管、交通运输和市场监管等多个部门，也涉及政府、科研机构、企业、合作社、渔民、游客和社会组织等多类主体。单一主体难以完成全过程治理，需要形成权责清楚、流程连续的协同治理机制。可将协作流程概括为：污染监测与问题识别－重点源头登记－分类收集与回收－转运处置与资源化利用－治理效果评估－结果公开和政策调整[20][21]。

具体权责上(见表 2)，政府部门负责制度制定、执法监管、财政支持和跨区域协调；科研机构负责监测方法、风险评估和数据分析；企业负责绿色材料替代、废弃物回收和资源化利用；村集体和渔业合作社负责组织渔民参与、管理回收点和开展宣传；渔民和养殖户负责规范使用塑料制品、及时交回废旧渔具和报告失落渔具；游客和居民负责减少一次性塑料制品使用并参与岸滩保洁。通过“政府引导、科研支撑、企业回收、合作社组织、渔民参与”的协同模式，可提高治理措施的操作性。

5.6. 加强区域联动和长期监测

山东半岛沿海城市之间海域相连，微塑料污染具有跨区域迁移特征。日照、青岛、威海、烟台和

Table 2. Responsibility division and collaborative pathways for microplastic pollution governance in coastal villages
表 2. 沿海乡村微塑料污染治理责任分工与协作路径

主体	主要责任	协作环节
政府部门	制定制度、设置补贴、监管执法、跨市协调	建立规则与考核机制
科研机构	开展监测、风险评估和技术咨询	提供数据支撑
企业/第三方回收机构	拆解、清洗、造粒、再利用或无害化处置	承接资源化链条
村集体/合作社	管理回收点、组织集中交投、开展宣传	连接政府与渔民
渔民/养殖户	规范使用塑料制品，交回废旧渔具并报告失落渔具	落实源头减量

潍坊等地应在微塑料监测、污染源排查、岸滩清理、渔业废弃物回收和执法监管方面加强协作。对于跨区域流动明显的海洋垃圾和微塑料污染，可以建立信息共享和联合巡查机制，避免出现“各管一段、效果有限”的问题。

长期监测也是后续治理的重要基础。山东半岛可选择典型岸滩、河口、渔港、养殖区和旅游区作为监测点，持续跟踪微塑料丰度、粒径、形态、颜色、成分和生态风险变化。监测方法应尽量统一采样区域、采样深度、筛网孔径、样品处理和鉴定标准，提高数据可比性。稳定、可比较的监测数据，能够为后续治理政策调整和治理效果评估提供依据。

6. 结论

在乡村振兴背景下，山东半岛近岸海域微塑料污染治理已不只是海洋环境保护问题，也关系到沿海乡村产业发展、水产品质量安全和渔村人居环境改善。已有研究显示，山东半岛典型岸滩和潮滩沉积物中均检出微塑料，污染来源较为复杂，既有居民生活、旅游消费和城镇排放等陆源输入，也有渔业捕捞、海水养殖和港口航运等海上活动影响。整体来看，区域微塑料污染具有纤维类占比较高、小粒径颗粒较多、来源多样等特点。

不同研究在采样介质、点位布设、粒径筛选和检测方法上存在差异，相关数据不宜简单横向比较。部分岸滩污染等级目前处于轻度水平，但微塑料难降解、易迁移、可长期累积，也可能沿食物链传递，其潜在风险仍需持续关注。微塑料进入近岸环境后，不仅可能影响海洋生态系统，也可能通过“污染累积-特色水产品暴露或富集-质量安全疑虑-品牌信任受损-渔民收入与产业转型压力增加”的链条影响沿海乡村发展。

山东半岛近岸微塑料污染治理应坚持陆海统筹和源头减量思路，重点推进陆源塑料垃圾控制、废旧渔网渔具回收、海水养殖区塑料制品管理、岸滩环境整治、公众参与、区域联动和长期监测等工作。尤其要把废旧渔具回收从原则性倡议细化为回收点设置、责任主体界定、资金补贴和资源化利用链条。政府、村集体、渔民、企业、游客、科研机构和社会组织需要共同参与，逐步形成稳定的沿海乡村微塑料治理机制。

参考文献

- [1] 中华人民共和国乡村振兴促进法[Z/OL]. http://www.npc.gov.cn/npc/c2/c30834/202104/t20210429_311287.html, 2021-04-29.
- [2] 中华人民共和国海洋环境保护法[Z/OL]. https://www.mee.gov.cn/ywgz/fgbz/fl/202310/t20231025_1043942.shtml, 2023-10-25.
- [3] 孙承君, 蒋风华, 李景喜, 等. 海洋中微塑料的来源、分布及生态环境影响研究进展[J]. 海洋科学进展, 2016,

- 34(4): 449-461.
- [4] 陈孟玲, 高菲, 王新元, 等. 微塑料在海洋中的分布、生态效应及载体作用[J]. 海洋科学, 2021, 45(12): 125-141.
 - [5] 刘强, 徐旭丹, 黄伟, 等. 海洋微塑料污染的生态效应研究进展[J]. 生态学报, 2017, 37(22): 7397-7409.
 - [6] 国家发展改革委 生态环境部关于印发《“十四五”塑料污染治理行动方案》的通知[Z/OL]. https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/tz/202109/t20210915_1296580.html, 2021-09-15.
 - [7] 关于政协十四届全国委员会第二次会议第 02883 号(资源环境类 215 号)提案答复的函[EB/OL]. https://www.mee.gov.cn/xxgk2018/xxgk/xxgk13/202412/t20241204_1097992_wh.html, 2024-12-04.
 - [8] 张长炜. 山东半岛典型岸滩海洋垃圾和微塑料污染现状与应对研究[D]: [硕士学位论文]. 上海: 上海海洋大学, 2022.
 - [9] 孙庆辉. 微塑料在山东半岛的分布特征以及其对相应海洋生物的影响[D]: [硕士学位论文]. 烟台: 烟台大学, 2022.
 - [10] 尹诗琪, 贾芳丽, 刘筱因, 等. 青岛近岸表层海水和潮滩沉积物中微塑料的分布及其影响因素[J]. 环境科学学报, 2021, 41(4): 1410-1418.
 - [11] 罗雅丹, 林千惠, 贾芳丽, 等. 青岛 4 个海水浴场微塑料的分布特征[J]. 环境科学, 2019, 40(6): 2631-2638.
 - [12] 熊宽旭, 赵新月, 周倩, 等. 黄海桑沟湾水体及沉积物中微塑料污染特征研究[J]. 海洋环境科学, 2019, 38(2): 198-204.
 - [13] 陈涛. 近海微塑料表面生物膜的形成及其对微塑料理化性质的影响[D]: [博士学位论文]. 北京: 中国科学院大学, 2018.
 - [14] 冉文, 滕佳, 刘永亮, 等. 环渤海潮间带长牡蛎微塑料富集特征研究[J]. 海洋通报, 2018, 37(5): 583-590.
 - [15] 姜竹雨. 乡村振兴战略背景下浙江渔村发展研究[D]: [硕士学位论文]. 舟山: 浙江海洋大学, 2019.
 - [16] 王香懿, 贝金兰. 乡村振兴背景下渔村发展的新模式研究——以连云港渔村为例[J]. 乡村振兴, 2023(22): 119-122.
 - [17] Norwegian Directorate of Fisheries (2026) Marine Litter. <https://www.fiskeridir.no/english/coastal-management/marine-litter>
 - [18] Sala, A. and Richardson, K. (2023) Fishing Gear Recycling Technologies and Practices. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/f126ddd0-b423-430d-89c8-488667a9add9/content>
 - [19] 文丰安. 乡村振兴战略下农业生态治理现代化: 理论阐释、问题审视及发展进路[J]. 经济体制改革, 2022(1): 82-87.
 - [20] 刘羿良, 冷娟. 乡村振兴战略下乡村多元主体协同生态治理路径研究[J]. 云南财经大学学报, 2022(11): 100-110.
 - [21] 廖云珊. 生态治理推动乡村振兴系统化路径研究[J]. 农业经济, 2023(3): 62-63.