

我国海洋塑料垃圾治理体系与成效

李陵云, 王词稼, 褚晓婷, 鞠茂伟

(国家海洋环境监测中心, 辽宁 大连 116023)

摘要: 海洋塑料垃圾是人民群众身边突出的海洋生态环境问题, 对海洋经济、生物多样性和海洋生态系统健康, 构成了严重威胁。本文从塑料生产和使用的源头管控、陆源垃圾和入海河流垃圾防治、渔业垃圾和港口船舶垃圾防治、海洋塑料垃圾监管和清理等方面, 对我国现有应对海洋塑料垃圾污染的全链条治理体系进行了介绍, 从制度建立、科技创新、多元治理、公众参与等多角度介绍了我国海洋塑料垃圾治理成效, 并对我国海洋塑料垃圾治理能力的提升进行了展望。

关键词: 海洋塑料垃圾; 治理; 政策; 成效

中图分类号: X55

文献标识码: A

文章编号: 1007-6336(2024)02-0161-06

Marine plastic litter management system and effectiveness in China

LI Lingyun, WANG Cijia, CHU Xiaoting, JU Maowei

(National Marine Environmental Monitoring Center, Dalian 116023, China)

Abstract: Marine plastic litter is a prominent marine ecological and environmental problem around the people, posing a serious threat to the marine economy, biodiversity and marine ecosystem health. This paper introduces the existing full-chain management system for addressing marine plastic litter in China, including source control of plastic production and use, prevention and control of land-based, river, fishing, port and ship waste plastic entering the sea, supervision and cleaning of marine plastic litter. This paper also introduces the effectiveness of China's marine plastic litter management from multiple perspectives, including institutional establishment, technological innovation, pluralistic governance, and public participation, and looks forward to the improvement of China's marine plastic litter governance capabilities.

Key words: marine plastic litter; management; policy; effectiveness

塑料制品从 20 世纪 40 年代开始被大规模生产使用, 由于轻便、弹性好、耐用且便宜, 成为了人类生产、生活中不可分割的一部分。在人们享受塑料带来极大便利的同时, 由于管控的不规范, 大量塑料废弃物排放入海, 成为海洋塑料垃圾。海洋塑料垃圾是人民群众身边突出的海洋生态环境问题, 直接关系公众临海、亲海的幸

福感、获得感, 已经成为人类面临的最紧迫的全球性重大海洋环境问题。我国高度重视海洋塑料垃圾污染治理工作, 积极采取措施推动海洋塑料垃圾污染治理工作^[1]。近年来, 我国制定法律法规, 建立“海上环卫”常态化工作机制, 加强数字赋能和科技创新, 探索多元治理新模式, 联合政府、企业和公众力量, 有力、有序、有效开展

收稿日期: 2023-12-25, 修订日期: 2024-02-01

基金项目: 国家重点研发专项 (2022YFC3105900); 国家海洋环境监测中心博士科研启动基金 (2022-Z-304)

作者简介: 李陵云 (1992—), 女, 山东德州人, 博士, 主要研究方向为海洋垃圾和微塑料政策法规、监测调查和环境行为等, E-mail: lyli@nmemc.org.cn

通信作者: 鞠茂伟 (1981—), 男, 山东齐河人, 高级工程师, 主要研究方向为海洋垃圾管理政策与国际合作等, E-mail: mwju@nmemc.org.cn

海洋塑料垃圾污染治理工作。

1 海洋塑料垃圾

1.1 海洋塑料垃圾来源

1950年,全球塑料产量仅为200万吨,到2019年,全球塑料产量激增至4.6亿吨^[2]。根据经济合作与发展组织的《全球塑料展望:经济驱动因素、环境影响和政策选择》,2019年产生的塑料垃圾为3.53亿吨,其中被回收利用的塑料垃圾仅占9%,进入填埋场或被焚烧处置的塑料垃圾占69%,进入自然环境中的塑料垃圾占比达22%^[3]。

联合国环境规划署发布的《从污染到解决方案:海洋垃圾和塑料污染全球评估》指出^[4],在全球海洋垃圾中,塑料垃圾的比例高达85%,塑料垃圾重量约为0.75亿吨至1.99亿吨。如果现有的管控措施不能有效改进,海洋塑料垃圾的重量预计将逐年增加,2040年将达到2300万吨至3700万吨^[5]。海洋塑料垃圾约有80%来自陆源活动,主要包括河流输入、交通运输、滨海旅游等;约有20%来自海源活动,主要包括海水养殖、渔业捕捞等活动产生的废弃或破损渔具、渔网、泡沫塑料等。

1.2 海洋塑料垃圾危害

塑料垃圾一旦进入海洋,就会在海水中持续存在并聚集,在风力和洋流的作用下在全球海洋范围内漂移^[6]。海洋塑料垃圾不仅形成视觉污染,对海洋生态景观造成破坏,还可能对航行安全构成威胁,造成重大经济损失,甚至对海洋生物多样性和海洋生态系统稳定性也会产生负面影响^[7]。据统计,截至2014年,发现有226种海鸟、86种海洋哺乳动物、172种海龟物种和430种鱼类出现被缠绕或吞食海洋塑料垃圾的现象^[8]。典型海洋生态系统如珊瑚礁也遭到严重影响,调查研究结果显示,全球91.7%的珊瑚礁被海洋塑料垃圾污染,甚至在太平洋中部环礁等最偏远和近乎原始的珊瑚礁中也发现了塑料垃圾的存在,其中亚太地区有89%的珊瑚礁由于塑料垃圾的覆盖而产生窒息^[9-10]。

在长期的紫外线照射和风浪冲击等作用下,海洋塑料垃圾可逐渐破碎形成无数个微米级塑

料碎片,尺寸小于5 mm的塑料垃圾被定义为微塑料^[11]。由于微塑料尺寸小、比表面积大,因此极易吸附环境中的有毒有害物质,进而被浮游生物、鱼类、海鸟、哺乳动物等各个营养级的海洋生物摄食,对全球海洋环境和生态健康造成了严重威胁^[12]。

2 我国海洋塑料垃圾治理政策与行动

2.1 全链条治理的顶层设计

近年来,我国修订相关法律制度,出台了一系列管理政策文件,基本构建了全链条治理机制。国家各部委积极立足自身职责开展塑料污染治理,齐心协力、紧密合作、协调联动,部署了一系列涵盖多领域的任务举措,深入推进海洋垃圾污染防治监管工作。

1995年颁布、2020年修订的《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》,建立了生活垃圾分类制度,对不可降解塑料袋等一次性塑料制品作出规定,全面禁止和限制其生产、销售、使用。2017年修订的《中华人民共和国海洋倾废管理条例》和2018年修订的《中华人民共和国防治船舶污染海洋环境管理条例》,对禁止倾倒的物质予以规定,严格控制向海洋倾倒废弃物,并规范了向海洋排放船舶垃圾的行为。

新修订的《中华人民共和国海洋环境保护法》已于2024年1月1日起施行^[13]。该法律强化了海洋垃圾污染防治工作,明确禁止在岸滩弃置、堆放和处理固体废弃物,压紧压实沿海县级以上地方人民政府责任,建立海洋垃圾监测、拦截、收集、打捞、运输、处理体系,统筹其管理海域的海洋垃圾污染防治工作,鼓励和支持公众积极参与海洋垃圾污染防治相关活动。

2.2 塑料源头管控和回收利用

《关于立即停止生产一次性发泡塑料餐具的紧急通知》和《关于限制生产销售使用塑料购物袋的通知》(以下简称“限塑令”)的发布,在一定程度上提高了公众对塑料污染危害的认知,在发布初期取得了一定的效果。“限塑令”通过在全国范围内禁止生产、销售和使用超薄塑料购物袋(即厚度小于0.025 mm的塑料购物袋),推动实施塑料购物袋有偿使用制度,旨在限制塑

料购物袋的使用和销售^[14]。然而,由于没有建立规范的塑料垃圾回收和再利用体系,且塑料袋缺乏消费税,导致购买和使用塑料袋的成本较低,加上后期监管不力,最终的实施效果并不明显。尤其是近10年来,餐饮外卖、电商快递等新兴行业迎来了爆发式增长,一次性餐具和快递包装等也为塑料垃圾污染治理带来了新的挑战。

2020年印发的《关于扎实推进塑料污染治理工作的通知》《关于进一步加强塑料污染治理的意见》(被称为新版“限塑令”),将限塑的范围从塑料购物袋扩大到了电商、外卖、快递、住宿等多个领域的一次性塑料产品,对餐饮和快递行业提出了明确限制和要求:禁止使用不可降解一次性塑料吸管、塑料包装袋和塑料编织袋等。新版“限塑令”的发行也标志着我国迈向了塑料污染治理新征程^[15]。

《关于加快建立健全绿色低碳循环发展经济体系的指导意见》《关于加快废旧物资循环利用体系建设的指导意见》等文件对废塑料再生资源回收利用体系建设进行了部署,通过提升资源产出率和回收利用率,扎实推进塑料污染全链条治理。《“十四五”塑料污染治理行动方案》的发布,明确了我国塑料污染治理的阶段性任务目标,对塑料的生产和消费,以及塑料垃圾的回收、再生利用和科学处置等方面进行了详细规定,进一步完善和健全了塑料污染从源头到末端的全链条治理体系^[16]。

2.3 陆源垃圾和入海河流垃圾防治

《农业农村污染治理攻坚战行动计划》对农村生活垃圾的系统化治理作出行动计划,以遏制在农村地区随意倾倒和堆放垃圾的行为,并进一步加强对非正规垃圾堆放点的排查和整治工作^[17]。该计划还致力于推进沿海农村生活垃圾和城市河岸河道垃圾的治理,以防止塑料垃圾进入海洋环境。《关于在全国地级及以上城市全面开展生活垃圾分类工作的通知》提出,在全国地级及以上46个城市全面启动生活垃圾分类工作,推动海洋垃圾治理与“无废城市”建设工作深度融合,加强塑料垃圾收集、转运和回收利用,从源头减少陆源垃圾进入海洋^[18]。

《关于全面推行河长制的意见》推动实施

“河长制”和“湖长制”,进一步强化了对入海河流和近海沿岸堆放垃圾等废弃物的监督、监管,严格查处各类随意倾倒垃圾入海的行为,确保河流、湖泊塑料垃圾得到妥善管理。2022年,国家发展改革委、生态环境部和水利部联合印发《江河湖海清漂专项行动方案》,全面推进对长江、黄河等10个重点水域的塑料垃圾清理工作,有效控制塑料垃圾通过河流输运至海洋,保护江河湖海免受塑料垃圾污染。

2.4 渔业垃圾和港口船舶垃圾防治

《关于加强海水养殖生态环境监管的意见》等政策大力普及使用新型环保浮球,以替代传统的泡沫浮球,推动近海筏式、吊笼养殖用泡沫浮球的升级换代;加强对养殖过程中产生的网箱、泡沫浮球、废弃渔业渔具等废弃物的综合整治和监督管理,防止废弃物随意丢弃现象的发生。《关于开展沿海渔港污染防治工作的通知》对渔港垃圾的清理、分类、转运和处置工作进行了详细规定,有效管理和控制船舶和渔港产生的塑料垃圾污染,以提升渔港塑料垃圾等固体废弃物的清理和处置能力^[19]。

2.5 海洋塑料垃圾监督管理和专项清理

《重点海域综合治理攻坚战行动方案》《“十四五”海洋生态环境保护规划》等方案和规划旨在强化塑料垃圾的陆海统筹和河海兼治,加大对入海河口、海湾岸滩等区域的塑料垃圾清理力度,推动沿海市、县级政府加强领导,抓紧落实海洋塑料垃圾综合治理各项工作^[20]。根据《江河湖海清漂专项行动方案》,在山东省胶州湾、海南省海口湾等11个重点海湾持续开展拉网拦截式海洋塑料垃圾清理工作。

2.6 海洋塑料垃圾监测调查

自2006年以来,我国持续开展近岸海域海洋垃圾密度及其分布情况的监测调查。根据监测结果,我国海洋垃圾中塑料垃圾的占比达80%~95%^[1]。根据2022年《中国海洋生态环境状况公报》^[21],我国近岸海域普遍存在海洋塑料垃圾污染。在全国60个近岸海域,海面漂浮垃圾的平均密度为2859个/km²,其中86.2%为塑料垃圾,主要类型包括塑料绳、泡沫等;海滩垃圾的平均密度为54772个/km²,其中84.5%为塑料垃圾,

主要类型包括瓶盖、香烟过滤嘴、泡沫等;海底垃圾的平均密度为 $2947 \text{ 个}/\text{km}^2$, 其中 86.8% 为塑料垃圾, 主要类型为塑料绳、包装袋等。

3 我国治理成效逐步显现

3.1 建立“海上环卫”制度

我国沿海各地先后建立健全“海上环卫”工作机制, 增加海洋垃圾清理、转运设施设备, 建立起了常态化海洋塑料垃圾污染防治体系。河北省秦皇岛市组建成立“海上环卫”队伍, 增添海漂垃圾清理、转运设施设备, 建立起海洋垃圾打捞、清理和转运体系, 全面开展港口岸线、渔港渔船停泊点、入海河口岸线及海域垃圾治理, 常态化防治海洋塑料垃圾污染。福建沿海地区在海洋塑料垃圾治理方面进行了一系列探索与实践, 形成了“岸上管、流域拦、海面清”的海洋塑料垃圾综合治理机制^[22]。其中, 厦门市在 1994 年就率先成立了海上环卫站, 承担海洋清洁工作。截至 2023 年, 厦门市组建了 500 余人的保洁队伍, 配备机械化船只、巡查快艇、保洁船等共 58 艘, 每年清理海漂垃圾约 3000 吨, 实现了对厦门市海域常态化、全覆盖的海洋塑料垃圾清理工作^[23]。2020 年, 作为海洋塑料垃圾治理典型, 厦门“海上环卫”工作被列入《国家生态文明试验区改革举措和经验做法推广清单》并加以推广, 为全国其他沿海地区“海上环卫”工作提供了有益的借鉴和参考。

3.2 强化科技赋能

研发可降解塑料。可降解塑料是指在自然环境中可被细菌、真菌和藻类等微生物酶解, 并在降解过程中产生 CO_2 、 H_2O 、甲烷等小分子无机物, 完全降解后无残留副产物的一类聚合物^[24]。为了减少自然环境下难以降解的塑料垃圾的产生, 降低塑料垃圾对环境的危害, 可降解塑料作为传统塑料的替代品被广泛应用。我国目前主要的可降解塑料类型包括聚乳酸(PLA)、聚羟基烷酸酯(PHA)、聚对苯二甲酸-己二酸丁二酯(PBAT)等, 最常见的可降解塑料产品类型可为可降解塑料袋、餐盒吸管、医疗用具、农用地膜等。据统计, 2020 年, 我国 PLA 产能约为 18.5 万吨, 预计到 2025 年将超过 100 万吨, 占全球产

能的三分之二以上^[25]。

推广以竹代塑。2022 年, 中国政府同国际竹藤组织联合发起“以竹代塑”倡议, 并于 2023 年印发《加快“以竹代塑”发展三年行动计划》, 预计到 2025 年, 将在全国建设 5~10 个“以竹代塑”应用推广基地, 主要竹制品综合附加值相较 2022 年提高 20% 以上^[26]。以竹代塑, 是指利用全竹产品或竹基复合材料等对塑料制品全部或部分替代。竹子韧性好、可塑性强、绿色低碳且可降解, 具有替代塑料的天然优势。我国已开发了数以万计种类的竹制品, 涵盖竹制餐具、家具用品、工艺品和工业填料等人们日常生产、生活的各个领域。2022 年, 我国生产的一次性竹制餐具等的出口总量约 36.47 万吨; 江西铜鼓江桥竹木业公司 2010—2022 年累计销售竹质计算机键盘鼠标、音箱、计算器等共 750 万个, 预估可代替塑料 2500 余吨^[27]。

智慧监管。在海洋塑料垃圾日常监管工作中, 沿海地区通过卫星遥感、在线监控、无人机监管、无人船自动清理等科技手段, 开展定期巡查工作^[28]。深圳市运用先进技术手段, 例如, 使用无人机巡查监管海漂和岸滩塑料垃圾污染, 利用无人船和潜蛟水下机器人等开展海底塑料垃圾调查, 打造了岸滩、海面 and 海底多维度动态监测监管智慧体系, 实现了海洋塑料垃圾高效且全方位的清理。福建省构建了智慧海上环卫平台, 利用无人机航拍和远程视频监控, 实施海漂垃圾漂移轨迹预测系统的业务化运行, 通过在主要入海河口、渔港码头、滨海景区等重点海岸段布设智能监控系统, 精准监管和治理海洋塑料垃圾。

3.3 打造“蓝色循环”多元治理新模式

2023 年 10 月 30 日, 浙江省“蓝色循环”海洋塑料垃圾治理项目荣获 2023 年联合国环保领域最高荣誉“地球卫士奖”。“蓝色循环”是浙江省台州市探索实施的由政府、企业和公众多元共治的海洋塑料垃圾治理项目, 通过物联网和区块链等数字化平台, 吸纳了 6.18 万人次的低收入群众和渔民、1.02 万艘船舶参与海洋塑料垃圾收集行动^[29]。同时, 与 237 家塑料应用企业开展合作, 实现海洋塑料垃圾收集、再制造和再销售等全过程的可视化追溯。通过制作和出售

高附加值产品,设立“蓝色共富基金”进行价值二次分配,相关收入反哺参与打捞回收的渔民。目前项目累计收集处理海洋垃圾1.09万吨,其中海洋塑料垃圾为2254吨,收集人员每年约增加收入1.3万元^[30]。

3.4 建设无废城市

海南省印发实施《海南省全面禁止生产、销售和使用一次性不可降解塑料制品实施方案》《海南经济特区禁止一次性不可降解塑料制品规定》等政策文件,通过全面禁止一次性塑料制品、制定禁塑名录负面清单、全生物降解产品等替代品综合监管等,建立全域“禁塑”制度体系。截至目前,海南省3A级以上景区基本实现全面“禁塑”,酒店等重点行业塑料替代品使用率达到80.2%^[31]。三亚市严格落实“禁塑”政策,全方位打造“无废旅游景区”“无废酒店”“无废岛屿”等。据统计,实施“禁塑”政策以来,三亚市一次性塑料袋、塑料餐具等产量每天可减少约22吨^[32]。

3.5 推动公众参与

利用六五环境日、六八海洋日、全国生态日、国际净滩日等重要节日,沿海地区和相关社会组织积极推出各种形式的环保活动,引导并推动公众参与到海洋塑料垃圾治理行动中来。蓝丝带海洋保护协会于2020年在三亚、青岛等20多个沿海城市开展海洋垃圾清理活动,共清理海洋垃圾33吨;截至2019年,大连市环保志愿者协会共组织20万人次参与海洋垃圾清理活动,共清理海洋垃圾170余吨^[33]。山东、福建、广东等地动员民间组织、社会力量组建志愿环保队伍,开展“洁净海湾”、“爱心海滩”认领、“船舶垃圾不落海”、海洋环保知识进校园等系列活动,积极引导社会公众重视海洋塑料垃圾治理工作。

4 结论与展望

近年来,我国海洋塑料垃圾治理取得了显著进展,制度体系更完善、管控更精细、责任更明确;浙江“蓝色循环”新模式有效地解决了海洋塑料垃圾收集难、高值利用难、缺乏长效多元共治体系的问题,极大提升了我国在海洋塑料垃圾

治理领域的国际影响力。但在综合治理相对薄弱的环节,海洋塑料垃圾治理能力仍需进一步健全提升。

(1)加大政策扶持,进一步完善和健全海洋塑料垃圾综合治理制度体系。贯彻落实《中华人民共和国海洋环境保护法》,建立多部门协同、地方政府落实的推进机制,压实沿海县级以上地方人民政府关于海洋垃圾污染防治责任,明确职责分工。强化入海河流巡查管护和渔港渔船垃圾管理,常态化开展海洋垃圾巡回清理,建立健全海洋塑料垃圾综合治理体系。

(2)推进塑料垃圾源头减量和回收利用。加强对塑料制品的设计、生产、消费和处置全生命周期管理,全面减少日常生活中一次性塑料袋、餐盒、快递外卖行业塑料包装的使用,提升城乡垃圾分类、回收、转运、处理能力,严格落实无害化处理处置,加快构建可资源化利用的废塑料循环利用体系。

(3)参与海洋塑料垃圾污染治理国际进程,积极宣传我国模式案例。在二十国集团峰会、东亚峰会、“一带一路”合作框架下,继续深化海洋塑料垃圾防治领域的合作交流,服务于国家“海洋强国”与“一带一路”倡议部署。以“蓝色循环”海洋塑料垃圾治理创新模式荣获“地球卫士奖”为契机,积极宣传我国在海洋塑料垃圾治理方面的成效,倡导提出中国解决方案。

(4)加大宣传教育,推动社会力量参与海洋塑料垃圾治理。我国公众主动参与海洋塑料垃圾污染治理的意识还较为薄弱,参与形式和途径也缺乏多样性。未来还应充分调动群众积极性,探索采取塑料垃圾回收奖励等方式,提高公众对海洋塑料垃圾污染危害的认识,打造出内容丰富、形式多样的净滩活动,鼓励公众主动承担社会责任。

参考文献:

- [1] 王菊英,林新珍.应对塑料及微塑料污染的海洋治理体系浅析[J].太平洋学报,2018,26(4):79-87.
- [2] GEYER R, JAMBECK J R, LAW K L. Production, use, and fate of all plastics ever made[J]. *Science Advances*, 2017, 3(7): e1700782.
- [3] OECD. Global plastics outlook: Economic drivers, environ-

- mental impacts and policy options[M]. Paris: OECD Publishing, 2022.
- [4] UNEP. From pollution to solution: a global assessment of marine litter and plastic pollution[R]. Nairobi: UNEP, 2021.
- [5] 崔野. 全球海洋塑料垃圾治理的新近态势、现实挑战与中国应对[J]. 太平洋学报, 2023, 31(3): 81-93.
- [6] LUSHER A L, TIRELL V, O'CONNOR I, et al. Microplastics in Arctic polar waters: The first reported values of particles in surface and sub-surface samples[J]. *Scientific Reports*, 2015, 5: 14947.
- [7] THOMPSON R C, MOORE C J, VOM SAAL F S, et al. Plastics, the environment and human health: Current consensus and future trends[J]. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 2009, 364(1526): 2153-2166.
- [8] KOELMANS A A, BESSELING E, FOEKEMA E, et al. Risks of plastic debris: Unravelling fact, opinion, perception, and belief[J]. *Environmental Science Technology*, 2017, 51(20): 11513-11519.
- [9] PINHEIRO H T, MACDONALD C, SANTOS R G, et al. Plastic pollution on the world's coral reefs[J]. *Nature*, 2023, 619(7969): 311-316.
- [10] LAMB J B, WILLIS B L, FIORENZA E A, et al. Plastic waste associated with disease on coral reefs[J]. *Science*, 2018, 359(6374): 460-462.
- [11] THOMPSON R C, OLSEN Y, MITCHELL R P, et al. Lost at sea: Where is all the plastic?[J]. *Science*, 2004, 304(5672): 838.
- [12] MA H, PU S Y, LIU S B, et al. Microplastics in aquatic environments: Toxicity to trigger ecological consequences[J]. *Environmental Pollution*, 2020, 261: 114089.
- [13] 高敬. 以法治力量守护碧海蓝天、洁净沙滩——解读新修订的海洋环境保护法新亮点[N]. 新华社, 2023-10-25(03).
- [14] 李欢, 史文卓, 王菲菲, 等. 关于“禁/限塑令”助力解决海洋塑料垃圾问题的思考与建议[J]. 环境保护, 2020, 48(23): 8-18.
- [15] 吴波. “限塑”政策下塑料产业可持续发展方向[J]. 世界环境, 2022 (4): 62-65.
- [16] 王菡娟. 铸牢“堤坝”开启塑料污染全链条治理之路——专家解读《“十四五”塑料污染治理行动方案》[N]. 政协报, 2021-09-23(05).
- [17] 王维, 熊锦. 我国农村生活垃圾治理研究综述及展望[J]. 生态经济, 2020, 36(11): 195-201.
- [18] 郭芳. 深入学习贯彻全国生态环境保护大会精神 扎实推进“无废城市”高质量发展[J]. 环境保护, 2023, 51(24): 13-17.
- [19] 王姣姣, 杨小明, 赵梦雪, 等. 陆海统筹背景下海洋垃圾治理的挑战及对策[J]. 中华环境, 2023 (6): 37-40.
- [20] 张志锋, 贺蓉, 吴大千, 等. 我国海洋生态文明建设和生态环境保护进展、形势与思考[J]. 环境与可持续发展, 2022, 47(3): 3-6.
- [21] 中华人民共和国生态环境部. 2022年中国海洋生态环境状况公报[R]. 北京: 中华人民共和国生态环境部, 2022.
- [22] 林晔, 王剑波, 余进, 等. 以美丽海湾建设助推绿色发展人海和谐[N]. 中国环境报, 2023-09-27(04).
- [23] 许晓婷, 王玉婷. 2022年厦门海漂垃圾分布密度全省最低[N]. 厦门日报, 2023-06-02.
- [24] 王维. 可降解塑料发展现状及趋势研究[J]. *石油化工应用*, 2023, 42(6): 10-14, 20.
- [25] 谢彬, 白茸茸, 孙华山, 等. 聚乳酸塑料合成、生物降解及其废弃物处置的研究进展[J]. 生物工程学报, 2023, 39(5): 1912-1929.
- [26] 刘坤. 我国力争2025年初步建立“以竹代塑”产业体系[N]. 光明日报, 2023-11-03(01).
- [27] 叶翰舟, 王戈, 程海涛, 等. 发挥“以竹代塑”潜力引领全球绿色可持续发展[J]. 世界竹藤通讯, 2023, 21(02): 1-8.
- [28] 张原. 深圳大鹏: 无人机赋能提升监管水平, 部门联动强化海陆统筹合力[N]. 中国环境报, 2023-05-09(04).
- [29] 彭训文. 走近联合国“地球卫士奖”中国浙江“蓝色循环”项目——海洋塑料垃圾的新生[N]. 人民日报海外版, 2023-12-25(05).
- [30] 王雯. 实现海洋数字治理、资源循环、共同富裕融合发展浙江“蓝色循环”创新海洋塑料废弃物治理模式[N]. 中国环境报, 2023-12-14(01).
- [31] 周晓梦, 张期望. 为治理“白色污染”寻找“绿色出口”[N]. 海南日报, 2024-01-07(A04).
- [32] 张国斌, 段立哲, 谭全银, 等. 三亚市“禁塑”工作成效调查研究[J]. *广东化工*, 2022, 49(19): 148-151+192.
- [33] 吴梦林, 王词稼, 鞠茂伟. 加强海洋塑料垃圾宣传教育营造公众参与治理良好氛围[J]. 中华环境, 2022 (8): 38-41.

(本文编辑: 胡莹莹)