

# 微塑料污染防治国际实践及对我国的启示

侯聪<sup>1</sup>, 邵红琪<sup>2</sup>, 毕艳孟<sup>3</sup>, 李维翠<sup>2\*</sup>, 曹丽洁<sup>2</sup>

(1. 山东省生态环境监测中心, 山东 济南 250101; 2. 山东省科学技术情报研究院, 山东 济南 250101; 3. 天津城建大学环境与市政工程学院, 天津 300384)

**摘要:**微塑料作为一类新污染物,已成为国际社会普遍关注的热点环境问题。欧美国家微塑料污染防治工作启动较早,具有丰富的实践经验,这对完善我国微塑料污染防治体系具有重要的借鉴意义。从制度建设、国际合作、监测评估、科学研究等方面梳理了国际社会微塑料污染防治的先进做法和实践经验,对比我国开展微塑料污染防治的相关政策和举措,分析了存在问题和短板;在此基础上,从强化顶层设计、健全协调机制、完善监测体系、重视科技支撑和加大宣传教育5个方面提出了对我国微塑料污染防治的启示。

**关键词:**微塑料;政策;科技支撑;国际经验;启示

中图分类号:X592

文献标志码:A

文章编号:1674-6732(2024)03-0099-06

## International Practices of Microplastics Pollution Prevention and Their Enlightenments to China

HOU Cong<sup>1</sup>, SHAO Hongqi<sup>2</sup>, BI Yanmeng<sup>3</sup>, LI Weicui<sup>2\*</sup>, CAO Lijie<sup>2</sup>

(1. Shandong Provincial Eco-environment Monitoring Center, Jinan, Shandong 250101 China; 2. Shandong Institute of Scientific and Technical Information, Jinan, Shandong 250101, China; 3. School of Environmental and Municipal Engineering, Tianjin Chengjian University, Tianjin 300384, China)

**Abstract:** Microplastics, as a novel type of pollutant, have become a hot environmental issue in the international community. The prevention of microplastics pollution in developed countries started earlier, which has important reference significance for China to improve the prevention system of microplastics pollution. This paper reviews foreign advanced practices and practical experience in the prevention of microplastics pollution from the aspects of system construction, international cooperation, monitoring and evaluation, scientific research, summarizes China's relevant policies and practices in the prevention of microplastics pollution, and the problems and shortcomings of China's policies and practices were discussed. On this basis, the enlightenments of the prevention and control of microplastics pollution in developed countries to China were put forward.

**Key words:** Microplastics; Policy; Scientific and technological support; International practice; Enlightenment

微塑料是指部分尺寸<5 mm的各类塑料颗粒、薄膜、纤维等<sup>[1]</sup>,按来源可分为初生微塑料和次生微塑料<sup>[2]</sup>。微塑料的强吸附性、易迁移性和可累积性使其广泛存在于水、土壤、空气和生物中<sup>[3]</sup>,其难分解性和毒性效应可给生物体带来死亡率升高、繁殖能力降低等影响,人类血液、活体肺组织、内脏器官中微塑料的发现引发其对人体健康

长期影响的担忧<sup>[4]</sup>。

自汤普森等在2004年首次提出“微塑料”概念后,微塑料问题越来越受到国际组织、各国政府、科研人员和公众的广泛关注<sup>[5]</sup>。联合国环境规划署对微塑料污染给予了极大的关注,自2014年首届联合国环境大会以来,已连续五届将微塑料问题列为重要议题,通过了《结束塑料污染:制定具有

收稿日期:2023-11-30;修订日期:2023-12-20

基金项目:天津市教委科研计划项目(2021KJ001)

作者简介:侯聪(1989—),女,工程师,硕士,从事环境监测研究工作。

\* 通讯作者:李维翠 E-mail: 314054265@qq.com

法律约束力的国际文书》《海洋塑料垃圾和微塑料》等多项决议<sup>[2]</sup>,更是将海洋微塑料污染列为与臭氧耗竭、全球气候变化等并列的重大全球环境问题<sup>[6]</sup>,提出并推动全球性的塑料废弃物全生命周期管理方案<sup>[7]</sup>。

我国塑料应用范围广,生产量、使用量和出口量大,如何解决微塑料污染问题受到全世界关注。目前,我国在微塑料污染防治领域的政策、技术和研究等方面均取得了一定成绩,但较微塑料污染防治先进国家依然存在明显差距。现对微塑料污染防治的国际先进经验和典型做法进行了搜集整理,剖析了我国微塑料污染防治的存在问题和短板,提出了相关对策建议,以期为我国微塑料污染防治提供参考。

## 1 国际微塑料污染防治经验

### 1.1 加强制度建设,完善法律法规

法律法规的强制性为应对微塑料污染提供了强有力的保障。联合国、欧盟委员会等国际组织制定并实施了多项法律条款,如欧盟委员会于 2023 年 9 月通过的《Commission Regulation (EU) 2023/2055》<sup>[8]</sup>禁止微塑料及其相关产品在欧盟成员国内投放;美国、英国等国家也发布并实施了多项法令,形成了立体的微塑料防治法律法规体系<sup>[9-11]</sup>。

一是控制塑料污染源。塑料袋、塑料包装、塑料餐具等塑料制品是微塑料污染的重要来源,美洲、欧洲和亚洲部分国家通过发布禁令、征收税费等方式限制或禁止塑料制品的使用<sup>[9]</sup>,如英国发布并实施了在英格兰销售塑料吸管、塑料搅拌棒、棉签等的禁令<sup>[5]</sup>。

二是禁止使用塑料微珠。自联合国环境署于 2015 年发文呼吁各国逐步禁止在个人护理品和化妆品中添加塑料微珠后,美国、加拿大、欧盟、韩国、印度等国家或地区纷纷出台相关政策或法规予以响应和支持<sup>[11]</sup>。美国是全球第 1 个全面禁止添加塑料微珠进入化妆品的国家<sup>[12-13]</sup>;英国则是欧洲第 1 个明令禁止塑料微珠用于个人护理及化妆品的国家,起草并实施了禁止在化妆品和个人护理产品生产过程中使用塑料微珠的禁令<sup>[5]</sup>。

三是塑料全生命周期管理。塑料是可以重复使用或循环利用的,对塑料的生产、使用、回收和处理等过程进行全生命周期管理可达到降低微塑料

污染的效果。欧盟自 2004 年起先后制定实施了《关于包装和包装废弃物的第 2004/12/EC 号指令》《欧盟废弃物框架指令》等法律文件来推进塑料包装物的回收利用,又于 2018 年发布了《循环经济中的欧洲塑料战略》,系统推进了塑料全生命周期管理<sup>[14]</sup>。

### 1.2 强化交流合作,建立协作机制

微塑料污染具有全球性,国家、地区、国际组织之间以及国家内部各部门之间须建立高效合作、协作机制,统筹开展微塑料污染防治工作。一是国际合作,如阿根廷与海上邻国乌拉圭联合成立“海上前线技术委员会”以加强和实现微塑料源头的跨界管控<sup>[13]</sup>;欧盟委员会在其出台的《国际海洋治理议程》中将海洋塑料垃圾治理列为全球海洋治理的重要行动<sup>[14]</sup>。二是国家内部协作,如奥地利的环境、农业、海洋等微塑料相关部门开展内部协作,并联合塑料袋生产企业和社会组织达成减少塑料袋生产和使用的倡议<sup>[6]</sup>。

### 1.3 开展监测评估,完善标准方法

2018 年底,联合国海洋污染科学问题联合专家组(GESAMP)发布了《海洋塑料监测评价技术方法》,规范了海洋微塑料监测方法<sup>[11]</sup>;另外,美国、欧洲和日本均通过制定监测指南,编制分析方法,开展监测评估等途径推进微塑料的监测与评估。其中,美国早在 1988 年就已开展海洋塑料垃圾分布及特征的调查工作<sup>[11]</sup>,随后持续关注并开展海洋塑料垃圾的监测工作,并于 2015 年编制并发布了国际上第 1 个海洋微塑料监测方法指南——《海洋环境中微塑料实验室分析方法》<sup>[11]</sup>。欧洲国家的微塑料监测工作主要是在欧盟框架内进行,欧盟在 2013 年将微塑料监测方法纳入《欧洲海域海洋垃圾监测指南》,又在 2016 年调查了区域内所有海域微塑料垃圾的来源和处置现状,为其立法修法和设立科研项目提供了重要参考<sup>[13]</sup>。日本在开展微塑料监测工作时采用各部门分工明确的模式,不同部门负责不同的监测项目,实施适合自身工作的监测措施<sup>[3]</sup>,2020 年组织开展了国际微塑料实验室分析比对,并启动了《统一化海面漂浮微塑料监测方法指南》的编制工作<sup>[15]</sup>。

### 1.4 开展科学研究,提供科技支撑

欧盟在微塑料分析方法、污染治理等方面启动并实施了众多研究项目,如水环境中微塑料分析方

法标准化的研究项目<sup>[16]</sup>、《欧盟塑料战略》<sup>[17]</sup>、欧盟 JPI Oceans 项目<sup>[11]</sup>、欧盟“地平线 2020”计划<sup>[18]</sup>、《地平线欧洲 2021—2022 年主要工作计划》<sup>[19]</sup>等。其中,始于 2011 年的欧盟 JPI Oceans 项目主要开展海洋微塑料污染研究,投入大量资金启动微塑料分析的基线和标准等 4 个微塑料研究项目<sup>[11]</sup>;2014 年正式启动实施的“地平线 2020”项目为涉及塑料的气候行动、环境、海洋海事等社会挑战领域提供资助<sup>[18]</sup>;2022 年通过的《地平线欧洲 2021—2022 年主要工作计划》资助了气候变化、环保等领域,包含一次性塑料以及微塑料污染的创新解决方案、可持续生物降解的生物基塑料的研发等<sup>[19]</sup>。另外,英国在 2019 年宣布由政府拨款 6 000 多万英镑用于调查研究、清理以及处理海洋塑料垃圾等工作<sup>[5]</sup>。

## 2 我国应对微塑料污染的现状

### 2.1 微塑料管理与控制政策

虽然我国对微塑料的管理与控制起步较晚,但在 2001 年就发布了《关于立即停止生产一次性发泡塑料餐具的紧急通知》(国经贸产业〔2001〕382 号) (“禁塑令”)<sup>[11]</sup>,又于 2007 年发布了《国务院办公厅关于限制生产销售使用塑料购物袋的通知》(国办发〔2007〕72 号) (“限塑令”),禁止或限制环境污染严重的塑料制品生产销售使用<sup>[20-21]</sup>。现有政策主要集中在塑料源头减量和禁止使用塑料微珠。在塑料源头减量方面,塑料制品作为次生微塑料的源头,做好塑料制品的减量非常重要。2007 年以来,我国先后制修订了《废塑料污染控制技术规范》(HJ 364—2022)、《固体废物污染环境防治法》(由中华人民共和国第八届全国人民代表大会常务委员会第十六次会议于 1995 年 10 月 30 日通过,1996 年 4 月 1 日实施,2020 年最新修订)等技术规范和法律文件,禁止、限制部分塑料制品的生产、销售和使用。在禁止使用塑料微珠方面,为响应和支持联合国环境规划署关于逐步禁止在个人护理品和化妆品中添加塑料微珠的呼吁,发布了《产业结构调整指导目录(2019 年本)》(中华人民共和国国家发展和改革委员会令 第 29 号,自 2020 年 1 月 1 日起施行)、《关于扎实推进塑料污染治理工作的通知》(发改环资〔2020〕1146 号)等文件,对禁止生产和销售含塑料微珠日化产品的期限做了明确规定<sup>[10]</sup>。

### 2.2 积极开展交流合作

国际合作方面,我国以参与国际项目,承担研究计划,参与监测指南编写与评审等形式,积极参与联合国及区域合作框架下双边和多边应对塑料垃圾污染的国际合作和行动<sup>[11]</sup>;同时,积极与美国、日本、东盟等国家和地区合作,开展海洋塑料污染治理,如推进中美海洋垃圾防治“伙伴城市”合作,成立中日海洋垃圾合作专家对话平台,成立中国-东盟环境保护合作中心,举办中国-东盟环境合作论坛等。

国内协作方面,国家发展改革委、生态环境部、科学技术部等微塑料污染防治责任部门通过联合发文的形式加强微塑料污染治理和开展相关研究,如国家发展改革委、生态环境部联合印发《“十四五”塑料污染治理行动方案》(发改环资〔2021〕1298 号)等文件,规范生产、使用塑料制品和回收处置塑料废弃物<sup>[22]</sup>;科学技术部、生态环境部、住房和城乡建设部、气象局、林草局联合印发《“十四五”生态环境领域科技创新专项规划》(国科发社〔2022〕238 号),开展微塑料污染治理技术、赋存特征和毒性机制等方面的研究<sup>[23]</sup>。

### 2.3 逐步开展环境监测

自 2007 年起,我国在近海岸代表性区域积极开展海洋垃圾监测与评价工作<sup>[6]</sup>,2016 年启动我国近海的微塑料监测工作,将海洋微塑料纳入海洋环境常规监测范围,随后不断拓展微塑料监测的广度和深度,一方面开展大尺度范围调查,将监测范围扩大至印度洋、大西洋、太平洋及南极区域<sup>[2]</sup>;另一方面开展精细化监测,在重点水域、河口、海湾开展微塑料监测,并将监测点覆盖至沿海地级市,以全面掌握我国微塑料分布状况,并在“十四五”时期继续优化和完善监测点位。另外,《生态环境监测规划纲要(2020—2035 年)》(2020 年 6 月 21 日,生态环境部正式发布)、《“十四五”塑料污染治理行动方案》(2021 年 9 月,国家发展改革委、生态环境部印发)等政策文件的发布为微塑料监测工作的开展提供了支持和保障<sup>[22]</sup>。

在开展微塑料监测工作的同时,国家海洋局、全国质量监管重点产品检验方法标准化技术委员会等部门和组织也一直在开展微塑料监测国家和行业标准的制定和完善工作。例如,为规范海洋垃圾监测与评价工作,国家海洋局制定了《海洋垃圾

监测与评价技术规程》<sup>[24]</sup>,启动了《海洋微塑料监测技术指南》《海洋微塑料监测技术规程》等标准的制修订计划项目;全国质量监管重点产品检验方法标准化技术委员会发布了国家标准《化妆品中塑料微珠的测定》(GB/T 40146—2021)<sup>[25]</sup>。

#### 2.4 强化科技支撑

《关于进一步加强塑料污染治理的意见》《“十四五”塑料污染治理行动方案》《新污染物治理行动方案》等都将科技支撑作为加强微塑料污染治理保障体系的一部分<sup>[22]</sup>。现有的措施主要有设立科研项目,建立科研平台,加强科研交流等。

(1)加大科研立项,保障基础研究。2016年,科学技术部启动了全球第1个由政府设立的投入最大的微塑料污染科研项目——国家重点研发计划“海洋微塑料监测和生态环境效应评估技术研究”项目<sup>[26]</sup>。此后,国家海洋局、科学技术部、国家自然科学基金委员会、生态环境部和中国科学院等先后启动或资助了一系列涉及微塑料的研究项目<sup>[27]</sup>。

(2)建立科研平台,聚集科研力量。自华东师范大学成立我国首个致力于开展海洋塑料和微塑料污染及应对综合研究的海洋塑料研究中心以来<sup>[11]</sup>,国内高校、学会、科研院所纷纷建立微塑料研究中心,将优势科研力量集中起来开展相关研究,如国家海洋环境监测中心建立了“海洋垃圾和微塑料研究中心”,中国科学院海洋大科学研究中心成立了微塑料研究中心等<sup>[27]</sup>。

(3)加强科研交流,提升学术水平。我国召开了多次国际、国内学术研讨会,深入交流和探讨了微塑料污染防治研究成果,提升了我国在国际微塑料污染与治理研究领域的影响力,如亚太经济合作组织海洋微塑料污染与控制政策研讨会、海洋微塑料污染与控制国际学术研讨会<sup>[11]</sup>、全国(海洋)环境微塑料污染与控制学术研讨会等<sup>[12]</sup>。

### 3 存在问题

与微塑料防治先进国家相比,我国微塑料防治虽取得了一定的成效,但在政策体系、协调合作、监测评估和科技研究等方面仍存在一系列问题有待解决。

(1)管理政策体系不完善。一是法律法规尚不完善,我国目前暂无专门针对微塑料污染管理的法律法规,最新制修订的水、大气和土壤污染防治

法中也无涉及微塑料污染防治相关条款;二是政策落实仍须加强,我国虽然颁布了“禁塑令”“限塑令”等相关规定,但政策落实情况与预期有较大的差距,例如禁止使用塑料袋政策实施后,由于塑料内部包装袋的过度使用导致塑料总量是增加的<sup>[28]</sup>。

(2)协调合作机制不健全。一是部门协调机制不健全,塑料的生产使用、回收利用、源头管控及监测等环节涉及多个部门,各部门虽联合发文以加强协作,但仍存在机构职能交叉、职责不清和监管缺位的现象,缺乏国家层面统一协调机制;二是跨区域协调机制有待建立,研究显示,每年仅长江就有大约150万t塑料垃圾入海,而我国有长江、黄河、海河、珠江、黑龙江、澜沧江等河流,流域内各省市暂未建立微塑料污染联防联控机制,给污染防治带来较大压力<sup>[2]</sup>。

(3)监测评估工作不到位。一是监测覆盖区域不够,如水环境微塑料监测较为成熟的监测网络多建于黄海和渤海滨海河口、东南沿海、黄河中游和辽河流域等地区<sup>[3]</sup>,监测覆盖区域有待进一步拓展,监测点位仍须持续优化和完善;二是监测标准统一化进程缓慢,除了已发布的《化妆品中塑料微珠的测定》,我国仍缺少其他微塑料监测的国家标准,监测与分析技术方法、监测仪器等不同将导致结果一致性较差,数据可靠性降低,难以进行横向比对。

(4)研究深度和广度不够。对微塑料的研究主要集中在理化性质、环境影响、分布特征、健康风险等方面,跨学科研究、前瞻性研究、复合污染物研究较少,应用研究相对薄弱,理论研究和应用层面的融合不够,研究成果支撑实际治理能力有限;另外,虽已建立众多微塑料科研平台,仍存在平台重复建设和平台之间合作交流较少的情况,容易造成资源的过剩和浪费。

### 4 对我国的启示

#### 4.1 强化顶层设计,完善法律法规体系建设

(1)将微塑料污染防治内容纳入现有法律文件中。有条件的情况下,制定专门针对微塑料污染防治的法律法规;适时修订相关法律法规,将微塑料污染防治纳入《中华人民共和国水污染防治法》《中华人民共和国海洋环境保护法》《中华人民共和国土壤污染防治法》《中华人民共和国固体废物

污染环境防治法》等法律中并进行明确。

(2) 加强源头控制。随着电商、快递、外卖等行业的兴起和蓬勃发展,有必要对现有的“限塑令”提出新的更高要求,规范塑料袋、塑料包装的使用;同时在政策执行层面必须加以重视,确保淘汰一次性发泡塑料餐具、一次性塑料棉签、含塑料微珠的日化用品等政策的落地实施,建立完整的生态链。

(3) 塑料全生命周期管理。借鉴国际社会塑料污染管理的经验,从塑料制品原材料、生产、销售、使用、倾倒和回收处理等环节加强塑料全生命周期管理,逐步实现塑料制品的重复使用或可回收利用,以减少微塑料生成及排放至环境中。

#### 4.2 健全协调机制,实现各方力量通力合作

(1) 健全部门协调机制。可考虑成立微塑料污染防治委员会,联合自然资源部、生态环境部、住房和城乡建设部、水利部、国家发展和改革委员会等微塑料污染防治相关责任部门,落实微塑料管理的部门责任制,建立起部门共同参与的协调机制。

(2) 实现区域内协作。依托京津冀协同发展、长江经济带发展、长三角一体化发展、黄河流域生态环境保护和高质量发展等国家战略规划,加大区域内各省市的协作,出台相关文件明确职责,共同推进区域内微塑料污染防治工作。

(3) 积极参与国际合作。由于微塑料可跨越国家和区域界线,须持续推进国际合作。一方面继续参与联合国或区域合作框架下的双边和多边应对塑料垃圾污染的国际合作和行动;另一方面加强与微塑料减量化、资源化和无害化方面有先进经验的国家、机构、企业的合作与交流。

#### 4.3 完善监测体系,全面提升监测技术水平

(1) 完善监测体系。完善微塑料监测网络,聚焦重点流域、重点行业、重点区域,开展微塑料环境赋存状况调查,建立多区域、全方位、长时间序列的立体化监测体系,建立微塑料污染数据库,绘制微塑料污染分布地图。

(2) 提升监测能力。加速推进微塑料监测装备研发,加快生态环境监测实验室能力建设,提升微塑料污染监测设备技术水平和研究团队硬实力,同时积极开展微塑料监测技术培训以提升监测人员的专业技术水平,实现微塑料监测能力的全方位提升。

(3) 完善监测标准。完善现有微塑料监测技术指南和技术规程,加快推动微塑料监测相关方法

标准和技术规范出台,规范微塑料监测方法,建立微塑料监测标准体系。

#### 4.4 重视科技支撑,开展多层次研究

(1) 继续加大专项支持。建议继续加强微塑料污染的研究,由科学技术部、生态环境部等主管部门共同牵头、统一部署,增加国家和地方重点研发计划、自然科学基金等科技计划项目的立项数量,为微塑料污染防治提供充分支持。

(2) 深入开展研究。在继续开展检测技术、毒性机理、生态系统风险评价等基础研究的基础上,深入开展生产、减排、消除等应用层面研究,重点攻克绿色循环产品替代和微塑料污染治理等领域技术难点,积极促进有价值、有效益的科技成果转化落地。

#### 4.5 加大宣传教育,共享污染防治成果

(1) 持续开展科普宣传。公众对微塑料污染防治重要性和迫切性的认知是开展微塑料污染防治的重要基础,公众环保意识的提升能直接影响其日常行为,进而从源头上减少塑料垃圾的产生。以“世界环境日”“世界地球日”等环境保护日为契机,积极开展微塑料污染防治的科普宣传工作,鼓励和引导民众减少和抵制一次性塑料制品的使用。

(2) 加大防治成果宣传。作为塑料生产和使用大国,我国的微塑料污染防治情况受到国内外学者和媒体的高度关注,我国应积极主动宣传在塑料源头控制、微塑料污染治理、微塑料科技研究等方面开展的工作和取得的成果,提升我国微塑料污染防治工作的国际认可度。

## 5 结语

随着国际组织及世界各国的共同推动,微塑料污染防治已然成为当今世界的环境热点问题,我国作为全球塑料生产和使用大国,相关举措、经验和成果对全球微塑料污染防治具有重要意义。总体来说,我国微塑料污染防治还存在很多不足之处,因此,应加强顶层设计,尽快完善相关立法、标准及管理政策。微塑料污染防治涉及多个部门、区域、流域,更是国际社会共同的问题,实现各方通力合作才能将污染控在源头、治在根本。建立完备的污染监测体系,重视科学研究,宣传污染防治的重要性和取得的成果,不断推动在微塑料污染防治上做出中国贡献,提供中国经验,共享中国成果。

## [参考文献]

- [1] 刘沛,黄慧敏,余涛,等. 我国新污染物污染现状、问题及治理对策[J]. 环境监控与预警,2022,14(5):27-30,70.
- [2] 王佳佳,赵娜娜,李金惠. 中国海洋微塑料污染现状与防治建议[J]. 中国环境科学,2019,39(7):3056-3063.
- [3] 李宗超,陆峥,孙景博,等. 微塑料污染监测现状与研究进展[J]. 中国环境监测,2022,38(4):1-12.
- [4] 王臻,王欢,夏彦杰,等. 涂料中的微塑料及其相关国内外政策法规[J]. 中国涂料,2022,37(7):1-6,11.
- [5] 谈俊尧. 英国微塑料研究及应对措施[J]. 全球科技经济瞭望,2019,34(Z1):89-92.
- [6] 李潇,杨翼,杨璐,等. 欧盟及其成员国海洋塑料垃圾政策及对我国的启示[J]. 海洋通报,2019,38(1):14-19.
- [7] 申宸昊,邓义祥,张嘉戎,等. 我国塑料污染生命周期管理分析与建议[J]. 环境科学研究,2021,34(8):2026-2034.
- [8] European Commission. Commission Regulation (EU) 2023/2055 of 25 September 2023 amending Annex XVII to Regulation (EC) No 1907/2006 of the European Parliament and of the Council concerning the Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (REACH) as regards synthetic polymer microparticles (Text with EEA relevance) [EB/OL]. (2023-09-27) [2023-11-29]. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2023/2055/oj>.
- [9] YANG S Y, ZHOU M, CHEN X, et al. A comparative review of microplastics in lake systems from different countries and regions[J]. Chemosphere,2022,286:131806.
- [10] 韦正峥,向月皎,郭云,等. 国内外新污染物环境管理政策分析与建议[J]. 环境科学研究,2022,35(2):443-451.
- [11] 李道季,朱礼鑫,常思远,等. 海洋微塑料污染研究发展态势及存在问题[J]. 华东师范大学学报(自然科学版),2019(3):174-185.
- [12] 徐向荣,孙承君,季荣,等. 加强海洋微塑料的生态和健康危害研究 提升风险管控能力[J]. 中国科学院院刊,2018,33(10):1003-1011.
- [13] 张丛林,郑诗豪,邹秀萍,等. 新型污染物风险防范国际实践及其对中国的启示[J]. 中国环境管理,2020,12(5):71-78.
- [14] 陈悦,王玫黎. 欧盟海洋塑料垃圾污染的防治策略[N/OL]. 人民法院报,2022-12-16[2023-12-19]. <http://rmfyb.chinacourt.org/paper/images/2022-12/16/08/2022121608.pdf>.
- [15] 王菊英. 海洋微塑料研究的进展与思考[J]. 海洋环境科学,2023,42(3):333-335.
- [16] LI C R, BUSQUETS R, CAMPOS L C. Assessment of microplastics in freshwater systems: A review [J]. Science of The Total Environment,2020,707:135578.
- [17] European Commission. A European strategy for plastics in a circular economy [EB/OL]. (2018-01-16) [2023-09-05]. <https://ec.europa.eu/environment/circular-economy/pdf/plastics-strategy-brochure.pdf>.
- [18] 钟蓉,徐离永,董克勤,等. 欧盟“地平线 2020”计划 (Horizon 2020) [EB/OL]. (2019-04-01) [2023-09-06]. <http://www.cstec.org.cn/CSTECUploadFiles/file/20190401/15541104401638547.pdf>.
- [19] European Commission. Horizon Europe Work Programme 2021—2022 [EB/OL]. (2022-05-10) [2023-09-06]. [https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/docs/2021-2027/horizon/wp-call/2021-2022/wp-9-food-bioeconomy-natural-resources-agriculture-and-environment\\_horizon-2021-2022\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/docs/2021-2027/horizon/wp-call/2021-2022/wp-9-food-bioeconomy-natural-resources-agriculture-and-environment_horizon-2021-2022_en.pdf).
- [20] 刘彬,侯立安,王媛,等. 我国海洋塑料垃圾和微塑料排放现状及对策[J]. 环境科学研究,2020,33(1):174-182.
- [21] 曹云霄,岳佳妮,岳兵,等. 不可降解一次性塑料制品管理现状及对策研究——以辽宁省为例[J]. 环境科学与管理,2023,48(6):22-27.
- [22] 国家发展改革委,生态环境部. 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:发改环资〔2021〕1298号 [EB/OL]. (2021-09-16) [2023-12-19]. [https://www.mee.gov.cn/xxgk/xxgk/xxgk10/202109/t20210916\\_945621.html](https://www.mee.gov.cn/xxgk/xxgk/xxgk10/202109/t20210916_945621.html).
- [23] 科技部,生态环境部,住房和城乡建设部,等. 科技部 生态环境部 住房和城乡建设部 气象局 林草局关于印发《“十四五”生态环境领域科技创新专项规划》的通知:国科发社〔2022〕238号 [EB/OL]. (2022-11-02) [2023-12-08]. [https://www.most.gov.cn/xxgk/xinxifenlei/fdzdgnr/fzgc/gfxwj/gfxwj2022/202209/t20220926\\_182638.html](https://www.most.gov.cn/xxgk/xinxifenlei/fdzdgnr/fzgc/gfxwj/gfxwj2022/202209/t20220926_182638.html).
- [24] 国家海洋局生态环境保护司. 海洋垃圾监测与评价技术规程(试行):海环字〔2015〕31号 [EB/OL]. (2015-10-22) [2023-09-06]. <http://f.mnr.gov.cn/201806/P020220112564679841939.pdf>.
- [25] 国家市场监督管理总局,国家标准化管理委员会. 化妆品中塑料微珠的测定:GB/T 40146—2021 [S]. 北京:中国质检出版社,2021.
- [26] 陆琦. 海洋微塑料:看不见的伤害 [N]. 中国科学报,2018-01-25.
- [27] 骆永明,涂晨. 见微知著 塑战速决——面向可持续发展的环境微塑料研究 [J]. 科学通报,2021,66(13):1544-1546.
- [28] WANG B R, LI Y. Plastic bag usage and the policies: A case study of China [J]. Waste Management,2021,126:163-169.