

曲玲, 张微微, 王旭, 等. 锦州湾表层海水微塑料分布特征[J]. 海洋学报, 2021, 43(2): 98–104, doi:10.12284/hyxb2021022

Qu Ling, Zhang Weiwei, Wang Xu, et al. Distribution characteristics of microplastics in the surface seawater of the Jinzhou Bay[J]. Haiyang Xuebao, 2021, 43(2): 98–104, doi:10.12284/hyxb2021022

## 锦州湾表层海水微塑料分布特征

曲玲<sup>1</sup>, 张微微<sup>1</sup>, 王旭<sup>2</sup>, 郭洪发<sup>2</sup>, 陈元<sup>1</sup>, 李明浩<sup>1</sup>, 张守锋<sup>1</sup>, 赵蹇<sup>1</sup>, 王菊英<sup>1\*</sup>

(1. 国家海洋环境监测中心 海洋垃圾与微塑料研究中心, 辽宁 大连 116023; 2. 大连海事大学 环境科学与工程学院, 辽宁 大连 116026)

**摘要:** 海洋微塑料是全球关注的新兴环境问题, 海湾由于特殊的地理环境特征, 成为微塑料分布研究的热点区域。本研究以锦州湾为研究海域, 于 2017 年 10 月布设了 11 个点位开展表层海水微塑料样品采集, 在实验室采用湿式氧化法开展样品前处理, 应用傅立叶变换显微红外光谱仪分析鉴定微塑料成分。研究结果表明, 锦州湾表层水体微塑料平均丰度为  $(0.93 \pm 0.59)$  个/ $m^3$ , 微塑料数量占全部塑料样品的 96.2%。微塑料的主要成分为聚丙烯和聚乙烯, 分别占 55.0% 和 23.5%; 线状和片状塑料的比例最高, 分别占 41.7% 和 26.2%; 白色、蓝色和半透明微塑料分别占 35.1%、26.0% 和 21.4%。受水动力条件和陆域河流输入等影响, 锦州湾表层水体中微塑料的空间分布整体呈现北部偏高, 向南部递减的趋势。

**关键词:** 锦州湾; 表层海水; 塑料垃圾; 微塑料; 分布

中图分类号: P76

文献标志码: A

文章编号: 0253-4193(2021)02-0098-07

### 1 引言

塑料制品由于质量轻、柔韧性好、耐腐蚀、价格便宜及易于加工成型等特点, 成为当代人类社会不可或缺或实用的材料。据统计, 人类迄今为止生产的 83 亿 t 塑料制品中, 约 63 亿 t 已被弃置, 其中 79% 进入垃圾填埋场或自然环境中, 仅 9% 被回收利用<sup>[1]</sup>。由于塑料具有难降解和持久性的特点, 导致其在海洋环境中不断累积<sup>[2]</sup>, 有研究估计<sup>[3]</sup>, 目前有超过 5 亿件塑料和至少 25 万 t 的塑料漂浮在海洋中。进入海洋环境的塑料垃圾在紫外线和风浪作用下逐渐破碎<sup>[4]</sup>, 形成小于 5 mm 的微塑料<sup>[5]</sup>。微塑料还包括合成织物洗涤脱落的纤维、个人护理产品中添加的聚合物微粒、不慎泄漏的树脂原料等。由于微塑料可吸附有毒有害物质, 被底栖动物<sup>[6]</sup>、鱼类<sup>[7]</sup> 和鸟类<sup>[8]</sup> 等海

洋生物摄食, 并可随食物链传递<sup>[9-10]</sup>, 微塑料污染已经成为全球广泛关注的热点环境问题。

塑料垃圾和微塑料主要源于陆地人类活动, 人口密集的近岸海域通常是微塑料分布研究的重点区域, 海湾由于特殊的地理环境成为微塑料分布研究的热点海域。海湾的形状、大小、深度及其与外界海水的隔离程度均会影响海湾的水文特征, 因此, 不同形状、大小的海湾由于受自身水动力强弱的影响, 微塑料污染也呈现出不同的分布特征。本研究以锦州湾为研究区域, 目的是希望通过开展本区域海水中微塑料(最大尺寸小于 5 mm)的特征分布研究, 了解我国海湾微塑料的污染程度以及影响近岸海域微塑料分布的因素, 初步掌握典型海湾微塑料来源, 为近岸海域塑料垃圾和微塑料管控提供有益参考。

收稿日期: 2020-07-25; 修订日期: 2020-10-27。

基金项目: 国家重点研发计划专项(2016YFC1402201); 海洋公益性行业科研专项(201505034)。

作者简介: 曲玲(1986—), 女, 辽宁省大连市人, 工程师, 主要研究方向为海洋微塑料监测研究。E-mail: lingqu@nmemc.org.cn

\* 通信作者: 王菊英(1967—), 女, 江苏省常州市人, 博士, 研究员, 主要从事海洋污染监测评价方法学和海洋环境质量基准研究。E-mail: jywang@nmemc.org.cn

## 2 材料与方 法

### 2.1 研究区域

锦州湾位于渤海辽东湾锦州小笔架山到葫芦岛柳条沟连线的西侧,包括了锦州西海工业区和葫芦岛北港工业区的近海海域。周边工业区主要以船舶制造、石油化工和精细化工产业、有色金属精深加工产业以及港口仓储物流业为主。湾口北有锦州港和旅游胜地大笔架山岛,中部有箴篱头渔港。锦州湾岸线长 36 km、纵深 8 km,湾口东向,水域面积 92 km<sup>2</sup>,海湾面积不大,却集结了众多港口、不同类型产业,水域特征复杂。本研究在锦州湾内及湾外毗邻海域共布设 11 个采样站位,于 2017 年 10 月对海水表层微塑料进行采集,采样站位如图 1 所示。

### 2.2 样品采集

为使本研究与国际上大多数研究结果具有可比性,本研究采用 Manta 网采集水体表面漂浮微塑料,网口为 1 m×0.5 m,网衣为定做的蚕丝(主要成分为蛋白质)材质浮游生物网(长为 3 m,孔径为 330 μm)。通过网口中心固定的流量计计算过水量。船舶行驶速度为 2~3 kn,每次拖网持续 10~15 min,各个站位的采样信息如表 1 所示。每次拖网前后冲洗网衣,避免站位间样品互相干扰。样品收集于玻璃样品瓶,待实验室进一步分析。

### 2.3 样品处理及分析

在实验室超净台中,将水样通过孔径为 330 μm 的筛网,以进一步快速缩减水样体积,对干扰物(如大型藻、鱼虾等)进行冲洗并丢弃,再用纯水将筛网截留的部分冲洗至干净的 500 mL 烧杯中。为方便操作,目测大于 5 mm 的塑料样品可冲洗后单独保存,

有待进一步分析。烧杯置于 60℃ 烘箱烘干,依次添加 20 mL 0.05 mol/L 的硫酸亚铁溶液和 20 mL 30% 双氧水,室温消解。如果仍可观察到有机质,再次加入等量的 30% 双氧水继续消解,重复上述操作,直至样品中的有机质完全消解。每 20 mL 的消解液中加入 6 g 氯化钠固体,溶解后转移至下端用止水夹密封的玻璃漏斗中,静置后进行密度分离。由于聚碳酸酯、硝酸纤维素等聚合物滤膜干燥后容易卷曲或破碎,本研究采用玻璃纤维滤膜(Whatman GF/F,直径为 47 mm,孔径为 0.7 μm)过滤上清液,滤膜置于培养皿中,干燥后对所有的塑料或疑似塑料样品进行物理特征和化学成分分析。

滤膜上的塑料或疑似塑料成分的样品用镊子逐一挑出。大于 2 mm 的样品直接肉眼观察颜色和形态,使用直尺或游标卡尺测量尺寸;小于 2 mm 的样品采用体视显微镜(Leica S9D,配备 TCapture 成像软件)观察样品的物理特征。在本项研究中,采用联合国海洋污染科学问题专家组(GESAMP)<sup>[11]</sup>推荐的类别划分方法,将样品分类为线、纤维、碎片、颗粒、薄膜、泡沫、树脂原料和微珠。其中,线状微塑料主要为单丝线、线绳、股线;纤维则为长丝状,直径通常为十几微米。颜色则按照 GB/T 15608<sup>[12]</sup>中规定的主要颜色和无色彩系进行记录,采用傅立叶变换显微红外光谱仪(赛默飞世尔 iN10)透射模式-MCT 检测器分析样品成分,最低匹配度为 70%。纤维素纤维不计入微塑料。

### 2.4 实验室质量控制

实验前用棉质抹布将实验台面清洁干净;实验过程中关闭所有门窗尽量减少实验室的空气流动;穿着纯棉实验服在超净台中进行实验操作;实验中使用的试剂均经滤膜过滤后使用;玻璃器皿用纯水清洁干净

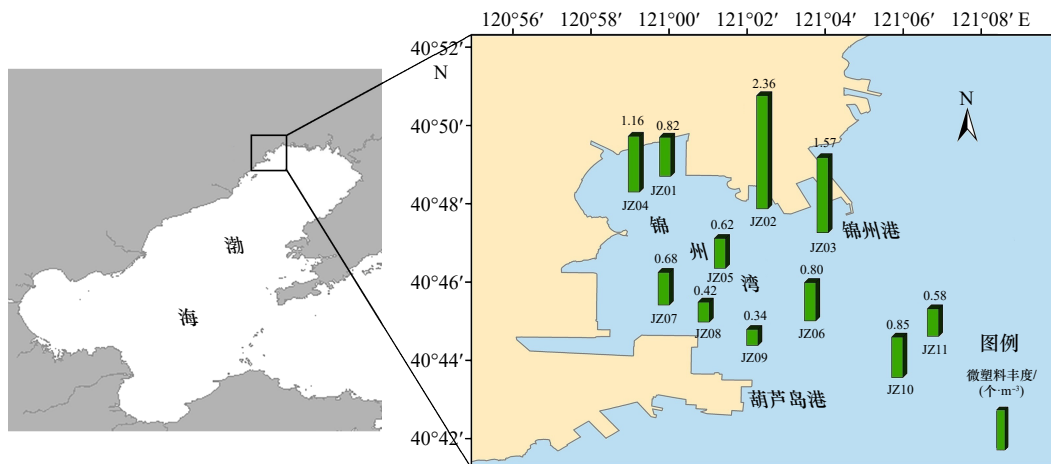


图 1 锦州湾海水表层微塑料监测站位及微塑料空间分布

Fig. 1 Sampling sites and distribution characteristics of microplastics in the surface seawater of the Jinzhou Bay

表 1 锦州湾各站点采样信息

站位	采集时长 /min	过水体积 /m <sup>3</sup>	采集塑料样品个数	采集微塑料个数	微塑料丰度 / (个·m <sup>-3</sup> )
JZ01	12	507	432	414	0.82
JZ02	10	426	1 025	1 007	2.36
JZ03	10	426	681	668	1.57
JZ04	10	524	646	610	1.16
JZ05	12	396	258	247	0.62
JZ06	12	362	299	290	0.80
JZ07	11	383	265	261	0.68
JZ08	11	397	179	165	0.42
JZ09	10	414	153	139	0.34
JZ10	11	489	449	413	0.85
JZ11	10	363	211	209	0.58

后使用。实验过程中以纯水作为空白样,与样品以相同操作步骤进行两组空白实验。空白样品中加入尺寸范围为 0.3~0.5 mm 的聚乙烯和聚丙烯样品,测定样品回收率。两个空白样品 1 个未检出微塑料,另一个检出 2 个纤维。空白实验结果用于背景校正。空白样中添加的聚乙烯和聚丙烯样品回收率为 90%。

### 2.5 数据分析

采用 ArcGIS 10.5 绘制微塑料分布图。使用 Microsoft Excel 2010 进行统计学分析和绘图。

## 3 研究结果

### 3.1 塑料样品的丰度分布

对采集的全部样品逐一开展物理和化学特征分析,分析和鉴定塑料样品总数为 4 598 个。研究显示,锦州湾塑料样品的平均丰度为  $(0.96 \pm 0.59)$  个/m<sup>3</sup> (0.37~2.41 个/m<sup>3</sup>),微塑料平均丰度为  $(0.93 \pm 0.59)$  个/m<sup>3</sup>,占塑料总数的 96.2%。检测的样品粒径范围为 0.05~

180 mm,虽然研究中使用 330 μm 孔径的拖网采样,但仍然收集到 372 个粒径小于 330 μm 的微塑料,占微塑料总数的 8.4%。分析原因,主要是随着拖网持续进行,网孔因被海水中的胶体物质堵塞而导致孔径逐渐变小,进而采集到更小粒径的样品。锦州湾北部的 JZ02 和 JZ03 站位微塑料丰度最高,分别为 2.36 个/m<sup>3</sup> 和 1.57 个/m<sup>3</sup>。锦州湾南部的 JZ08 和 JZ09 站位丰度最低,分别为 0.42 个/m<sup>3</sup> 和 0.34 个/m<sup>3</sup>(图 1)。

### 3.2 微塑料的物理化学特征

锦州湾表层海水中微塑料的物理化学特征如图 2 和图 3 所示。统计结果显示,微塑料的主要形状为线状、片状和颗粒状,分别占 41.7%、26.2% 和 13.5%(图 2a);主要成分为聚丙烯、聚乙烯,分别占 55.0% 和 23.5%,聚苯乙烯占 7.6%,聚乙烯和聚丙烯混合物占 7.1%,聚对苯二甲酸乙二醇酯占 6.1%(图 2b);白色、蓝色和半透明的微塑料数量最多,分别占 35.1%、26.0% 和 21.4%(图 2c)。

统计显示,微塑料的数量随着粒径尺寸的减小而逐渐增加(图 4),这与文献 [13-16] 中的研究结果相一致。粒径 1 mm 以下的微塑料占总量的 48.2%,1~2 mm 粒径范围的微塑料占 35.8%,而大于 2 mm 的微塑料仅占 16.0%。此外,随着尺寸的减小,聚丙烯成分的微塑料相较于聚乙烯微塑料所占比例逐渐增大。

### 3.3 锦州湾微塑料的分布水平

目前,多数拖网采集表层海水微塑料样品的研究使用 330 μm 的 Manta 网、Nueston 网或者浮游生物网。为与国内外发布的研究结果具有可比性,本文对在海湾区域采用 330 μm 孔径网拖网采样的研究结果与其他研究结果进行了对比。结果显示,锦州湾海域微塑料丰度与伊朗恰哈尔海湾<sup>[17]</sup>、墨西哥托多斯桑托斯湾<sup>[18]</sup>和法国布列塔尼布雷斯特湾<sup>[19]</sup>处于同一数量级,低于巴西瓜纳巴拉湾<sup>[20]</sup>、佛罗里达州坦帕湾<sup>[21]</sup>、象山湾<sup>[22]</sup>海域。虽然高于渤海 0.35 个/m<sup>3</sup> 的平均丰度<sup>[16]</sup>,但仍处于同一数量级(表 2)。

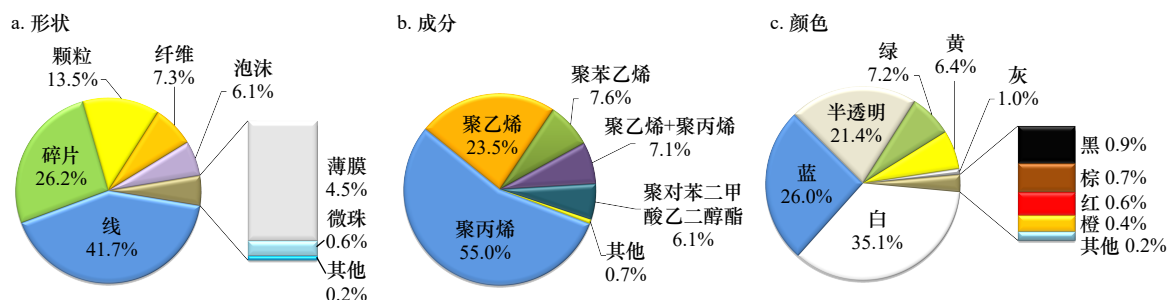


图 2 锦州湾表层水体微塑料物理化学特征

Fig. 2 Physical and chemical characteristics of microplastics in the surface seawater of the Jinzhou Bay

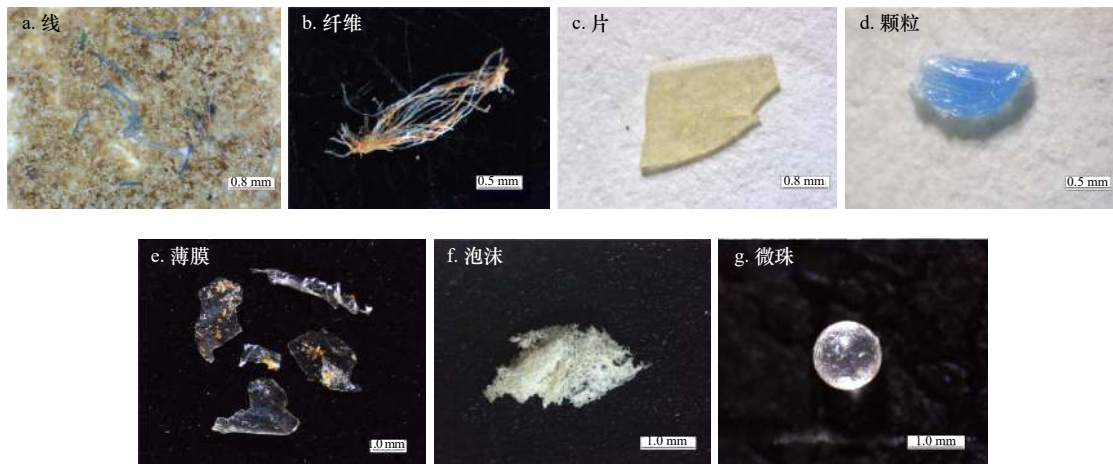


图3 锦州湾表层水体微塑料形状

Fig. 3 The types of microplastics in the surface seawater of the Jinzhou Bay

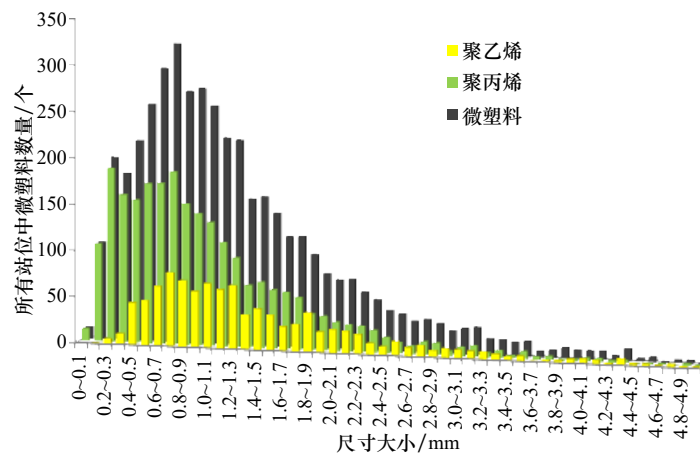


图4 表层海水中不同尺寸的聚丙烯、聚乙烯与微塑料的数量分布对比

Fig. 4 Comparison of the distribution of polypropylene, polyethylene and microplastics of different sizes in the surface seawater

表2 不同海湾表层海水中微塑料的丰度对比

Table 2 Abundance comparison of microplastics in the surface seawater in different sea areas

调查海域	网具类型	网衣孔径/ $\mu\text{m}$	丰度/( $\text{个}\cdot\text{m}^{-3}$ )	主要形状	主要成分	文献
伊朗恰巴哈尔海湾	Neuston网	333	$0.49\pm 0.43$	纤维	聚丙烯、聚乙烯	[17]
墨西哥托多斯桑托斯湾	Manta网	333	$0.19\pm 0.21$	碎片、纤维	-	[18]
法国布列塔尼布雷斯特湾	Manta网	335	$0.24\pm 0.35$	碎片	聚乙烯	[19]
巴西瓜纳巴拉湾	浮游生物网(直径0.6 m)	300	$7.1\pm 7.3$	碎片、薄膜	聚乙烯	[20]
佛罗里达州坦帕湾	浮游生物网(直径0.5 m)	330	$4.5\pm 2.3$	纤维	-	[21]
象山湾	浮游生物网(直径0.2 m)	330	$8.91\pm 4.70$	泡沫	聚乙烯	[22]
渤海	Manta网	330	$0.35\pm 0.13$	线、碎片	聚乙烯、聚丙烯	[16]
锦州湾	Manta网	330	$0.93\pm 0.59$	线、碎片、颗粒	聚丙烯、聚乙烯	本研究

注: -代表文献中未提及成分。

## 4 分析与讨论

### 4.1 微塑料空间分布的影响因素分析

塑料垃圾的空间分布受人为活动、水文和地貌因

素、河流输入的影响<sup>[23-24]</sup>。在沿海水域,不同地点的漂浮塑料类型和丰度之间差异很大,其分布和组成在很大程度上取决于环流模式<sup>[25-26]</sup>。本研究发现,锦州湾微塑料的空间分布整体呈现湾内高于湾外的特征,

锦州湾北部偏高,向南部递减。湾内微塑料平均丰度为 0.97 个/ $m^3$ ,湾外微塑料平均丰度为 0.71 个/ $m^3$ ,高于邻近渤海表层水的平均微塑料丰度(0.35 个/ $m^3$ )<sup>[16]</sup>。锦州湾北部的 JZ02、JZ03、JZ04 站位微塑料丰度分别高达 2.36 个/ $m^3$ 、1.57 个/ $m^3$  和 1.16 个/ $m^3$ 。

锦州湾入海河流较多,但除大兴堡河、高桥东河、饮马河等常年有水,其余河流皆为季节性河<sup>[27]</sup>。由于本研究采样期为秋季,河流流量较夏季显著减小,但位于锦州湾北部的大兴堡河、高桥东河、饮马河流量仍相对较大,导致锦州湾北部海域的微塑料丰度偏高。而且,锦州湾秋季静风频率较高(占 24%),SSW(南西南)向风势力逐渐减弱,但偏南风仍然为主导风向<sup>[27]</sup>,导致湾内微塑料不易扩散,在锦州湾北部聚集。此外,锦州湾的余流具有明显的环流特征,海流从湾口北部流入,随湾形按逆时针旋流,从湾口中部和南部流出海湾,且以湾口北部流速最强,进入湾内后减弱<sup>[27]</sup>。上述流动特征也是导致微塑料在锦州湾北部聚集,而中南部丰度较低的原因之一。

#### 4.2 微塑料的来源分析

本研究尝试从成分和形状的角度判断塑料的可能来源。线状微塑料在锦州湾水域普遍存在(图 5),平均丰度达(0.39±0.49)个/ $m^3$ 。靠近锦州港的 JZ02 和 JZ03 站位微塑料丰度最高,线状微塑料分别占 70.3% 和 62.1%。从形状来看主要源于绳索破碎。红外光谱分析显示,线状微塑料的主要成分是聚丙烯和聚乙烯,分别占 86.1% 和 8.9%。颜色以蓝色为主,部分样品由于长时间浸泡在环境中而变得灰暗或出现褪色。由于聚丙烯在海洋环境中较聚乙烯更容易老化,分裂成更小的颗粒,从图 4 也可以看出,随着粒径的减小,聚丙烯的比例逐渐上升,而聚乙烯的比例逐渐减小,这与两种聚合物的上述物理化学特征密切相关。根据 Zhang 等<sup>[16]</sup>在渤海开展的不同季节塑料分布调查,线状占比 38%,高于其他形状占比(片状占比 35%,泡沫占 13%、纤维占 12%),说明锦州湾所在的渤海海域渔业塑料垃圾占比不容小觑。尽管不能判断所有的线状微塑料均来源于渔业活动,但是锦州湾的渔业废弃物问题仍应予以重点关注。

污水处理厂的出水是海洋微塑料的来源之一<sup>[18]</sup>。平均洗涤 5 kg 的织物可以释放 600 万根微纤维<sup>[28]</sup>,有研究发现<sup>[29]</sup>,即使污水经过三级处理,出水仍然含有微塑料。锦州湾表层水体纤维状微塑料占全部样品的 7.3%,主要分布在 JZ02 站位。JZ02 站位靠近北部

#### 参考文献:

- [1] Geyer R, Jambeck J R, Law K L. Production, use, and fate of all plastics ever made[J]. *Science Advances*, 2017, 3(7): e1700782.

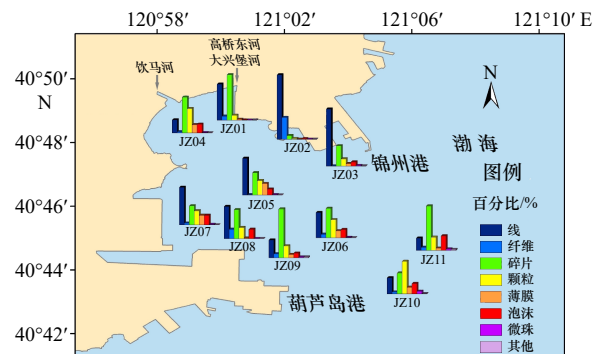


图 5 锦州湾各站位表层水体微塑料的形状分布  
Fig. 5 Types distribution of microplastics at sites in the surface seawater of the Jinzhou Bay

的锦州港排污口,导致该点位采集的纤维数量显著高于其他站位。聚苯乙烯泡沫塑料主要用于缓冲包装、保温泡沫箱,水产养殖也大量消耗泡沫塑料。聚苯乙烯泡沫具有使用周期短、不易自然降解和生物降解的特征,一旦小块聚苯乙烯泡沫散落在环境中很难回收,因此在环境中容易累积。本研究显示,锦州湾泡沫塑料占全部样品的 6.1%,成分均为聚苯乙烯。由于缺少对锦州湾海域微塑料的长期连续调查,目前本研究还不能支持判断泡沫微塑料的排放源头。

片状和颗粒状样品在锦州湾调查点位均有检出,分别占全部微塑料的 26.2% 和 13.5%。由于其主要来源于各种塑料垃圾在环境中的不断破碎,难以从形状和成分判断其来源。薄膜的量较少,只占到 4.5%,聚乙烯和聚丙烯薄膜分别占 72.4% 和 13.1%。树脂颗粒在制造、运输或使用过程中通过“泄漏”进入环境,本研究中树脂原料(微珠)约占 0.6%,与 Essel 等<sup>[30]</sup>的估算结果相当。

## 5 结语

本研究初步掌握了锦州湾表层水体微塑料分布特征。锦州湾表层水体微塑料平均丰度为(0.93±0.59)个/ $m^3$ ,与其他海湾区域相比丰度处于中等水平。线状和片状塑料的比例最高,主要成分为聚丙烯和聚乙烯。受水动力条件和陆域河流输入等影响,锦州湾表层水体中微塑料的空间分布整体呈现北部偏高、向南部递减的趋势。海湾由于特殊的地理形态,易导致大量微塑料在湾内聚集。海洋塑料垃圾的来源分析是研究难点,虽然本研究不能全面分析判断锦州湾微塑料的具体来源,但仍希望能为近岸海域和海湾微塑料的管控提供一定参考。

- [2] Eriksen M, Lebreton L C M, Carson H S, et al. Plastic pollution in the world's oceans: more than 5 trillion plastic pieces weighing over 250, 000 tons afloat at sea[J]. *PLoS One*, 2014, 9(12): e111913.
- [3] Cózar A, Echevarría F, González-Gordillo J I, et al. Plastic debris in the open ocean[J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2014, 111(28): 10239–10244.
- [4] Andrady A L. Microplastics in the marine environment[J]. *Marine Pollution Bulletin*, 2011, 62(8): 1596–1605.
- [5] Arthur C, Baker J, Bamford H, et al. Proceedings of the international research workshop on the occurrence, effects and fate of microplastic marine debris[C]. Tacoma: NOAA, 2009: 49.
- [6] Murray F, Cowie P R. Plastic contamination in the decapod crustacean *Nephrops norvegicus* (Linnaeus, 1758)[J]. *Marine Pollution Bulletin*, 2011, 62(6): 1207–1217.
- [7] Lusher A L, Hernandez-Milian G, O'Brien J, et al. Microplastic and macroplastic ingestion by a deep diving, oceanic cetacean: the True's beaked whale *Mesoplodon mirus*[J]. *Environmental Pollution*, 2015, 199: 185–191.
- [8] Provencher J F, Bond A L, Hedderley D, et al. Prevalence of marine debris in marine birds from the North Atlantic[J]. *Marine Pollution Bulletin*, 2014, 84(1/2): 411–417.
- [9] Farrell P, Nelson K. Trophic level transfer of microplastic: *Mytilus edulis* (L.) to *Carcinus maenas* (L.)[J]. *Environmental Pollution*, 2013, 177: 1–3.
- [10] Setälä O, Fleming-Lehtinen V, Lehtiniemi M. Ingestion and transfer of microplastics in the planktonic food web[J]. *Environmental Pollution*, 2014, 185: 77–83.
- [11] Kershaw P J, Turra A, Galgani F. Guidelines for the monitoring and assessment of plastic litter in the ocean[R]. GESAMP Reports and Studies, 2019: 99.
- [12] 全国颜色标准化技术委员会. GB/T 15608–2006, 中国颜色体系[S]. 北京: 中国标准出版社, 2007: 4.  
National Technical Committee 120 on Colors of Standardization Administration of China. GB/T 15608–2006, The Chinese color system[S]. Beijing: Standards Press of China, 2007: 4.
- [13] Song Y K, Hong S H, Jang M, et al. Large accumulation of micro-sized synthetic polymer particles in the sea surface microlayer[J]. *Environmental Science & Technology*, 2014, 48(16): 9014–9021.
- [14] Isobe A, Uchiyama-Matsumoto K, Uchida K, et al. Microplastics in the southern ocean[J]. *Marine Pollution Bulletin*, 2017, 114(1): 623–626.
- [15] Zhang Weiwei, Zhang Shoufeng, Wang Juying, et al. Microplastic pollution in the surface waters of the Bohai Sea, China[J]. *Environmental Pollution*, 2017, 231: 541–548.
- [16] Zhang Weiwei, Zhang Shoufeng, Zhao Qian, et al. Spatio-temporal distribution of plastic and microplastic debris in the surface water of the Bohai Sea, China[J]. *Marine Pollution Bulletin*, 2020, 158: 111343.
- [17] Aliabad M K, Nassiri M, Kor K. Microplastics in the surface seawaters of Chabahar Bay, Gulf of Oman (Makran Coasts)[J]. *Marine Pollution Bulletin*, 2019, 143: 125–133.
- [18] Ramírez-Álvarez N, Mendoza L M R, Macías-Zamora J V, et al. Microplastics: sources and distribution in surface waters and sediments of Todos Santos Bay, Mexico[J]. *Science of the Total Environment*, 2020, 703: 134838.
- [19] Frère L, Paul-Pont I, Rinnert E, et al. Influence of environmental and anthropogenic factors on the composition, concentration and spatial distribution of microplastics: a case study of the Bay of Brest (Brittany, France)[J]. *Environmental Pollution*, 2017, 225: 211–222.
- [20] Olivatto G P, Martins M C T, Montagner C C, et al. Microplastic contamination in surface waters in Guanabara Bay, Rio de Janeiro, Brazil[J]. *Marine Pollution Bulletin*, 2019, 139: 157–162.
- [21] McEachern K, Alegria H, Kalagher A L, et al. Microplastics in Tampa Bay, Florida: Abundance and variability in estuarine waters and sediments[J]. *Marine Pollution Bulletin*, 2019, 148: 97–106.
- [22] Chen Minglong, Jin Meng, Tao Peiran, et al. Assessment of microplastics derived from mariculture in Xiangshan Bay, China[J]. *Environmental Pollution*, 2018, 242: 1146–1156.
- [23] Derraik J G B. The pollution of the marine environment by plastic debris: a review[J]. *Marine Pollution Bulletin*, 2002, 44(9): 842–852.
- [24] Barnes D K A, Galgani F, Thompson R C, et al. Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments[J]. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 2009, 364(1526): 1985–1998.
- [25] Thiel M, Hinojosa I, Vásquez N, et al. Floating marine debris in coastal waters of the SE-Pacific (Chile)[J]. *Marine Pollution Bulletin*, 2003, 46(2): 224–231.
- [26] Lattin G L, Moore C J, Zellers A F, et al. A comparison of neustonic plastic and zooplankton at different depths near the southern California shore[J]. *Marine Pollution Bulletin*, 2004, 49(4): 291–294.
- [27] 《中国海湾志》编纂委员会. 中国海湾志(第二分册)[M]. 北京: 海洋出版社, 1997: 344–359.  
Editorial Board of China Bay Survey. Survey of China Bays (Vol. 2)[M]. Beijing: China Ocean Press, 1997: 344–359.
- [28] De Falco F, Gullo M P, Gentile G, et al. Evaluation of microplastic release caused by textile washing processes of synthetic fabrics[J]. *Environmental Pollution*, 2018, 236: 916–925.
- [29] Ziajahromi S, Neale P A, Rintoul L, et al. Wastewater treatment plants as a pathway for microplastics: Development of a new approach to sample wastewater-based microplastics[J]. *Water Research*, 2017, 112: 93–99.
- [30] Essel R, Engel L, Carus M, et al. Sources of microplastics relevant to marine protection in Germany[R]. Germany: Umweltbundesamt, 2015: 64.

## Distribution characteristics of microplastics in the surface seawater of the Jinzhou Bay

Qu Ling<sup>1</sup>, Zhang Weiwei<sup>1</sup>, Wang Xu<sup>2</sup>, Guo Hongfa<sup>2</sup>, Chen Yuan<sup>1</sup>, Li Minghao<sup>1</sup>,  
Zhang Shoufeng<sup>1</sup>, Zhao Qian<sup>1</sup>, Wang Juying<sup>1</sup>

(1. Marine Debris and Microplastics Research Center, National Marine Environmental Monitoring Center, Dalian 116023, China; 2. College of Environmental Sciences and Engineering, Dalian Maritime University, Dalian 116026, China)

**Abstract:** Marine microplastics pollution is an emerging marine environmental issue and has attracted worldwide attention. Due to the special geographical environment characteristics, the coastal bays become the hotspot for microplastics distribution research. Here we report data on the abundance and characteristics of microplastics collected from surface seawater of the Jinzhou Bay. Samples were collected from 11 sites by horizontal trawling of a plankton net in October 2017. Wet peroxide oxidation process and micro Fourier-transform infrared absorption spectroscopy were conducted to remove the organic material mixed in the sample and identified the composition of microplastics. The research results showed that the average abundance of microplastics in the Jinzhou Bay was  $(0.93 \pm 0.59)$  items/m<sup>3</sup>, and accounting for 96.2% of the total plastic debris. Polypropylene and polyethylene were the main components of microplastics, accounting for 55.0% and 23.5%, respectively. The main types of microplastics were lines and fragments, accounting for 41.7% and 26.2%, respectively. White, blue and translucent was the most common color, accounting for 35.1%, 26.0% and 21.4%, respectively. Affected by hydrodynamic conditions and riverine input, the spatial distribution of microplastics in the surface seawater of the Jinzhou Bay was higher in the north areas than that in the south.

**Key words:** Jinzhou Bay; surface seawater; plastic debris; microplastics; distribution