厦门海域海漂垃圾现状及治理建议

戴红,杨毕铖,颜露露,张瑜,袁春伟

(国家海洋局厦门海洋环境监测中心站 厦门 361008)

摘要:文章根据 2013—2017 年最近 5 年的厦门海域海漂垃圾资料,对其类型、总量、密度和来源进行研究分析,并与历史资料进行比较,从而反映厦门海域海漂垃圾的现状。以便管理部门能更好地将这几年的管理决策与实效结合起来,制订更有效的海漂垃圾治理方案,从而进一步改善海洋生态环境。

关键词:厦门海域;海漂垃圾;现状;来源;海洋生态环境

中图分类号:X820; P76 **文献标志码**:A **文章编号**:1005-9857(2018)11-0067-05

Treatment Suggestions on Drifting Debris in Xiamen Sea Area

DAI Hong,YANG Bicheng,YAN Lulu,ZHANG Yu,YUAN Chunwei

(Xiamen Marine Environmental Monitoring Central Station,SOA,Xiamen 361008,China)

Abstract:According to the data of drifting debris in the Xiamen sea area in the last 5 years of 2013—2017,the type,total amount,density and source of drifting debris were studied and analyzed,and compared with the historical data,thus reflecting the status of drifting debris in the Xiamen sea area.In order to further improve the marine ecological environment,the management departments can better combine the management decisions and effectiveness of these years and make a more effective scheme for the treatment of drifting debris.

Key words:Xiamen sea area,Drifting debris,Status,Source,Marine ecological environment

0 引言

海洋垃圾是指海洋和海岸环境中具持久性的、人造的或经加工的固体物质,包括故意弃置于海洋和海滩已使用过的物体,由河流、污水、暴雨或大风直接携带入海的物体,恶劣天气条件下意外遗失的渔具、货物等[1]。海洋垃圾不仅对海洋景观造成严重污染,影响海洋生态系统健康,而且还可能威胁到航行安全,进而对海洋经济产生负面的效应[2]。海洋垃圾因其来源广、又具有漂移性、数量大和治理费用高等原因,一直以来都是各国的大难题。厦门为现代化国际港口风景旅游城市,人口密集,服务业、滨海旅游、海上航运和海洋工程均较发达。2016 年厦门共接待的国内外游客 6 770.16 万人次,比 2015 年增长 12.17%[3]。经济和旅游业的日益增长给厦门的海洋环境造成了很大的压力。苏荣等[4]于 2009 年对厦门海域海漂垃圾进行过研究,时隔 8 年,经过厦门市和周边漳州、龙岩市的联合治理,

收稿日期:2018-04-20;**修订日期**:2018-09-30

作者简介:戴红,工程师,研究方向为海洋环境监测与评价

厦门海域的海漂垃圾状况是否有所好转，亟须进行调查研究，因此本研究搜集了2013—2017年最近5年的厦门海域的海漂垃圾资料，对其类型、总量、密度和来源进行研究分析，以便管理部门能更好地将这几年的管理决策与实效结合起来，制订更有效的海漂垃圾治理方案，从而进一步改善海洋生态环境。

1 材料与方法

1.1 调查范围

2013年至2016年5月，厦门海域海洋垃圾清理面积约为60 km²。清理海域主要是人类活动干扰较多的区域，包括五缘湾海域（清理面积15 km²）、厦鼓海域（清理面积10 km²）、鼓浪屿北侧海域（清理面积10 km²）、西海域（清理面积5 km²）和九龙江口（清理面积20 km²）。2016年6月至2017年，清理的海域面积扩至约62 km²，清理海域及面积略有改变，将西海域和鼓浪屿北侧海域改为滨海旅游度假区白城海域（清理面积15 km²），五缘湾海域清理面积扩至17 km²，其余海域及清理面积不变（图1）。作业船只共18艘，以机械保洁船为主，以机动灵活且吃水浅的小木船为辅。

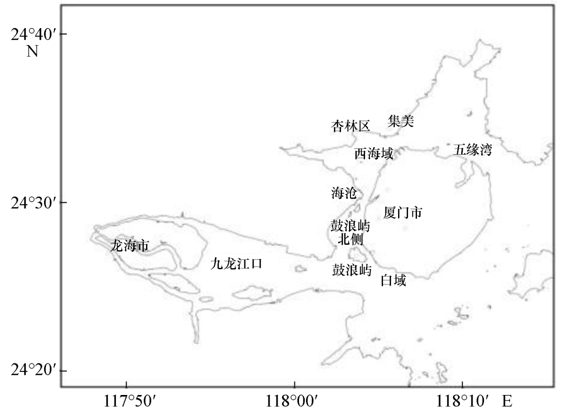

图1 厦门海漂垃圾清理海域位置

1.2 资料分析

根据厦门海上环境卫生管理站提供2013—2017年每月海漂垃圾的资料，按年、月及海域对垃圾类型、总量和密度进行分析，从而反映厦门海域海漂垃圾的现状。

2 结果

2.1 类型

2013年厦门海域海漂垃圾类型主要为水草、水浮莲、树枝、木头、竹竿、饮料瓶和塑料袋。自2014年开始，监测各海域几乎未发现水浮莲和木头，厦鼓海域和西海域也未发现竹竿，厦鼓海域和西海域垃圾类型主要为水草、树枝、饮料瓶和塑料袋，鼓浪屿北侧海域、五缘湾海域、九龙江口和白城海域垃圾类型主要为水草、竹竿、树枝、饮料瓶和塑料袋。

2.2 重量

2013—2017年厦门海域海漂垃圾总量变化范围为1 530.3～2 434.4 t（表1），年平均为2 193.5 t，以2013年最大，2015年最小。2013—2015年垃圾总量呈逐年下降趋势，但在2016年有所回升。从海域来看，以九龙江口最大，为686.2 t，其次为厦鼓海域，为613.9 t，西海域最小，为96.1 t。2013—2016年鼓浪屿北侧海域和西海域垃圾总量呈逐年下降趋势，2013—2015年厦鼓海域、五缘湾海域和九龙江口海漂垃圾总量也呈逐年下降趋势，仅在2016年有所回升。

表1 2013—2017年厦门各海域海漂垃圾总量 t

年份	厦鼓海域	西海域	鼓浪屿北侧海域	白城海域	五缘湾海域	九龙江口	总量
2013	773.9	110.6	472.6	—	386.7	690.6	2 434.4
2014	476.8	106.1	242.7	—	252.8	551.7	1 630.1
2015	476.8	105.0	229.6	—	223.2	495.8	1 530.3
2016	791.2	62.6	138.8	204.6	265.6	934.1	2 396.8
2017	550.8	—	—	274.33	306.9	758.7	1 890.7
平均	613.9	96.1	270.9	239.5	287.0	686.2	2 193.5

2013—2017年厦门海域海漂垃圾重量月变化范围为86.5～298.3 t，月平均为193.3 t，以6月最

大，2 月最小。厦门各海域海漂垃圾重量较高的月份主要为 4—11 月(图 2)，主要是受降雨及台风影响，影响较明显的海域主要是受九龙江径流影响的九龙江口、厦鼓海域和鼓浪屿北侧海域。

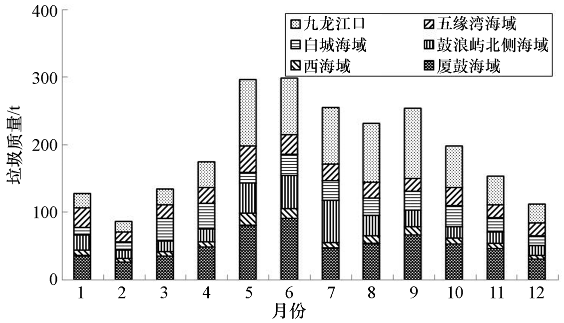

图 2　厦门海域海漂垃圾月重量

2.3　密度

由表 2 可知，2013—2017 年厦门海域海漂垃圾密度变化范围为 26.3～41.4 t/(km² · a)，年平均为 29.5 t/(km² · a)，也是 2013 年最大，2015 年最小。2013—2015 年密度呈逐年下降趋势，但在 2016 年有所回升。从海域来看，近 5 年年平均海漂垃圾密度以厦鼓海域最大，为 61.4 t/(km² · a)；其次为九龙江口，为 34.3 t/(km² · a)；白城海域最小，为 16.0 t/(km² · a)。从年变化来看，厦鼓海域和九龙江口海漂垃圾密度均以 2016 年最大，2015 年最小；鼓浪屿北侧海域和西海域海漂垃圾密度均以 2013 年最大，2016 年最小；五缘湾海域海漂垃圾密度以 2013 年最大，2015 年最小。鼓浪屿北侧海域和西海域海漂垃圾密度呈逐年下降趋势；2013—2015 年厦鼓海域、五缘湾海域和九龙江口海漂垃圾密度也呈逐年下降趋势，仅在 2016 年有所回升。从年变化幅度来看，以鼓浪屿北侧海域变化最大，其次为厦鼓海域，而白城海域变化最小。

2013—2017 年厦门海域海漂垃圾月平均密度为 2.6 t/(km² · 月)。厦鼓海域 1—12 月海漂垃圾密度变化范围为 2.6～9.1 t/(km² · 月)，平均为 5.1 t/(km² · 月)；九龙江口为 0.8～5.2 t/(km² · 月)，平均为 2.9 t/(km² · 月)；鼓浪屿北侧海域为 1.2～6.6 t/(km² · 月)，平均为 2.7 t/(km² · 月)；西海域为 1.1～3.4 t/(km² · 月)，平均为 1.9 t/(km² · 月)；白城海域为 0.8～2.6 t/(km² · 月)，平均为 1.6 t/(km² · 月)；五缘湾海域为 0.9～2.5 t/(km² · 月)，平均为 1.6 t/(km² · 月)。厦门各海域海漂垃圾月平均密度由高到低依次为厦鼓海域、九龙江口、鼓浪屿北侧海域、西海域、白城海域、五缘湾海域。厦门各海域海漂垃圾密度较高的月份是 4—11 月(图 3)，主要是受降雨及台风影响，月平均密度变化最大的为厦鼓海域，其次为鼓浪屿北侧海域和九龙江口，五缘湾海域变化最小。

表 2　2013—2017 年厦门各海域海漂垃圾密度　　t/(km² · a)

年份	厦鼓海域	西海域	鼓浪屿北侧海域	白城海域	五缘湾海域	九龙江口	平均
2013	77.4	22.1	47.3	—	25.8	34.5	41.4
2014	47.7	21.2	24.3	—	16.9	27.6	27.5
2015	47.7	21.0	23.0	—	14.9	24.8	26.3
2016	79.1	12.5	13.9	13.6	17.7	46.7	30.6
2017	55.1	—	—	18.3	20.5	37.9	32.9
平均	61.4	19.2	27.1	16.0	19.1	34.3	29.5

3　讨论

3.1　垃圾总量及密度变化分析

最近 5 年，厦门海域海漂垃圾总量及密度均以 2013 年最大。2013 年[5]厦门共受 13 个台风影响，为异常偏多，且 5—6 月受持续时间较长的暴雨影响，九龙江北溪、尤溪、大樟溪和晋江西溪多次发生洪水，7 月受台风“西马仑”影响，厦门及龙海出现强降水，导致厦门地区多处受淹，龙海市前线水库水位超过校核水位，造成部分村庄、城镇小区和 208 省道受淹。因此 5—7 月海漂垃圾总量异常高，3 个月垃圾总量和为 1 413.8 t，占全年的 58%。这也解释了 2013 年厦门海域海漂垃圾总量及密度最大的原

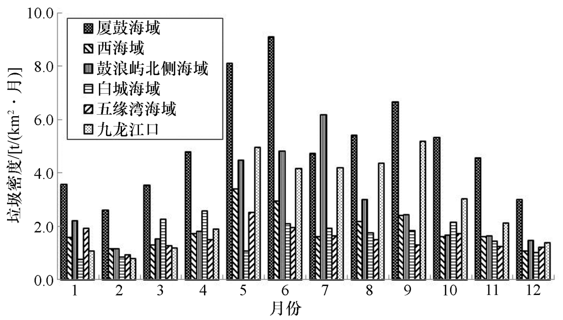

图 3 厦门各海域海漂垃圾月密度

因。随着厦门对海漂垃圾治理力度的加大，垃圾总量及密度从 2013—2015 年呈逐年下降趋势，但在 2016 年有所回升，主要是因为 2016 年[6]厦门岛内年降水量创历史最多，为 2 168.2 mm，共有 13 次强度较强的暴雨，共受 7 个台风影响，其中 9 月 15 日在厦门翔安登陆的超强台风“莫兰蒂”给厦门带来了大暴雨，局部特大暴雨，狂风暴雨裹挟着九龙江沿岸的大量垃圾随着雨水滚入河道，进而冲入厦门海域，使得海漂垃圾在九龙江入海口等海域到处可见。这与 9 月海漂垃圾重量最高相呼应(为 436.1 t，占全年重量的 18%)。同时 2016 年 7—9 月岛内降水量最多，这与 7—9 月海漂垃圾量多相呼应。

3.2 垃圾来源

根据对厦门海域的调查，海域的垃圾污染源主要有 4 种。

(1)九龙江流域输送下来的垃圾。九龙江为福建省第二大河流，流经厦门、漳州、龙岩三市，干线全长 258 km，流域面积 1.47 万 km^2[7]。厦门海漂垃圾约有 80%来自九龙江。厦门海域为九龙江的出海口，漳州、龙海、龙岩、华安、漳平等工业企业排污和城镇生活污水连同沿岸垃圾随九龙江入厦门海域，尤其在台风、暴雨季节及大潮期间，大量腐枝烂叶、木头、水草冲入海，对厦门海域造成大面积污染。

(2)厦门海域辖区内 9 条溪流引入的垃圾。厦门岛外主要有九溪、龙东溪、东溪西溪、埭头溪、官浔溪、后溪、瑶山溪、深青溪和过芸溪等 9 条溪流，9 条溪流均流入厦门海域。据统计，此项垃圾来源占厦门市海洋垃圾污染物总量的 10%左右。

(3)岸线排放垃圾。个别乡(镇、街道)、村(居)环境卫生基础设施建设滞后，没有垃圾收集和转运处置设施，导致附近的群众将垃圾随意堆放甚至倾到入海，农业生产产生的大量农产品废弃物也随处丢弃堆放。

(4)海上人为活动及游客产生的垃圾。人们的海洋环境保护意识淡薄，仍有一些近海养殖、海上船舶和滨海旅游等水上活动产生的废弃物被就近抛入海。

3.3 与历史资料比较

为与 2009 年资料[4]有可比性，2017 年厦门海域海漂垃圾数据也同取 5—12 月进行分析，但因清理海域的调整，2016 年 6 月—2017 年鼓浪屿北侧海域和西海域未列入海漂垃圾清理海域，因此鼓浪屿北侧海域和西海域取最近且完整一年为 2015 年的数据(表 3)。与 2009 年相比，厦门海域海漂垃圾总量有较大幅度下降，下降 1 200 t 余，下降倍数达 44%。按海域来看，除九龙江口海域垃圾重量和密度有小幅度升高外，其余各海域垃圾重量和密度均有较大幅度下降。垃圾重量和密度均以鼓浪屿北侧海域下降最多，均达 73%；其次均为厦鼓海域，下降均为 54%；西海域下降分别为 49%、48%；五缘湾海域下降分别为 46%、52%。以上说明这 8 年来厦门海域海漂垃圾治理取得了较大成效，尤其是受九龙江流域影响明显的鼓浪屿北侧海域和厦鼓海域海漂垃圾重量和密度均有较大幅度下降。然而 2017 年九龙江口海域海漂垃圾重量及密度均较 2009 年大，主要原因是：2009 年[8]厦门岛内降水量为 920.5 mm，雨量较常年异常偏少，雨季强度偏弱，且未出现连续性大到暴雨天气，影响厦门的热带气旋只有 3 个，仅强热带风暴“莲花”明显影响厦门；2017 年[9]厦门岛内降水量为 982.0 mm，共出现 4 次暴雨天气，其中 6 月 13—19 日出现持续性暴雨，持续时间长达 7 天，降水范围广，几乎覆盖厦门全境，且强度较强，影响厦门的台风有 7 个，其中台风“苗柏”“纳沙”和“海棠”给厦门带来了明显的风雨影响。由此，2017 年厦门岛内降水量稍高于 2009 年，出现暴雨强度和范围均较 2009 年大，受影响的台风数及强度也大于 2009 年，因此这些天气因素是造成九龙江口海域海漂垃圾重量及密度有小幅度升高的原

因。同时也说明厦门海域海漂垃圾仍受九龙江流域的影响，尤其是降雨及台风时期，因此厦门海漂垃圾治理的重点仍是九龙江流域。

表 3　厦门海域海漂垃圾重量及密度对比

海域	垃圾重量/t		密度/t·(km²·月)⁻¹	
	2009 年	2017 年	2009 年	2017 年
九龙江口	527.0	600.1	3.3	3.8
厦鼓海域	953.6	439.9	11.9	5.5
鼓浪屿北侧海域	698.4	186.8*	8.7	2.3*
西海域	153.9	78.6*	3.8	2.0*
五缘湾海域	386.4	209.0	3.2	1.5
总量	2 719.3	1 514.4	—	—

注："*"表示为 2015 年数据.

4　结论及建议

2013—2017 年厦门海域海漂垃圾年平均总量及密度分别为 2 193.5 t、29.5 t/(km^2·a)，2013—2015 年垃圾总量及密度年变化趋势均为逐年下降趋势，但在 2016 年有所回升。从海域来看，年平均总量以九龙江口最大，西海域最小；年平均密度以厦鼓海域最大，白城海域最小；鼓浪屿北侧海域和西海域海漂垃圾总量及密度均呈逐年下降趋势；厦鼓海域、五缘湾海域和九龙江口海漂垃圾总量及密度从 2013—2015 年均呈逐年下降趋势，但均在 2016 年有所回升。厦门海漂垃圾清理重点海域为受九龙江径流影响的九龙江口、厦鼓海域和鼓浪屿北侧海域。总量和密度较高的月份主要为受降雨及台风影响的 4—11 月。与历史资料比较，厦门海域海漂垃圾总量有较大幅度下降，按海域来看，除九龙江口海域垃圾重量和密度有小幅度增加外，其余各海域垃圾重量和密度均有较大幅度下降。

厦门海漂垃圾治理的重点仍是九龙江流域。这 8 年来厦门加大海漂垃圾治理力度，联合漳州、龙岩共同治理九龙江流域，取得了较大成效，尤其注重水浮莲的治理，从源头抓起，采取边打捞保洁，边探索长效机制，并制订了多项管理和考核办法。自 2014 年开始，监测各海域几乎未发现水浮莲和木头，厦鼓海域和西海域也未发现竹竿。厦门已制订了健全的海漂垃圾监管和处置机制，如：《厦门海漂垃圾监管工作方案》《厦门湾海漂垃圾应急处置预案》和《厦门市九龙江－厦门湾污染物排海总量控制试点工作实施方案》等。加强与国际组织的交流合作，已与美国旧金山和纽约建立伙伴关系，正在创建海漂垃圾治理的新机制"厦门模式"。并重视科学研究，在全国率先实现了九龙江－厦门湾海洋垃圾漂移轨迹及分布预测预报，掌握海漂垃圾的动向，及时进行拦截，同时在主要污染口设置高清监控探头，实时监控，大大提高了保洁效率。厦门海漂垃圾治理采取全方位部署、多部门联动、多手段清理的长效机制，防治成效显著。厦门针对海漂垃圾治理的探索和实践，可为国内外海洋垃圾治理提供借鉴，值得大力推广。

参考文献

[1]　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)[Z].2015.

[2]　许林之.我国海洋垃圾监测与评价[J].环境保护，2008(19)：67－68.

[3]　董炜峰，戴红，张瑜，等.厦门海域表层沉积物石油类含量分布与评价[J].渔业研究，2017，39(3)：217－221.

[4]　苏荣，吴俊文，董炜峰.厦门海域海漂垃圾对海洋生态系统潜在生态风险研究[J].环境科学与管理，2011，36(3)：24－26＋109.

[5]　福建省气象局，福建省气候中心.2013 年福建省气候公报[R].2014.

[6]　厦门市气象局，厦门市气候变化监测评估中心.2016 年厦门市气候公报[R].2017.

[7]　厦门市海洋与渔业局.2016 年厦门市海洋环境状况公报[R].2017.

[8]　厦门市气象局，厦门市气候变化监测评估中心.2009 年厦门市气候公报[R].2010.

[9]　厦门市气象局，厦门市气候变化监测评估中心.2017 年厦门市气候公报[R].2018.