

上海市海洋垃圾分布、组成与来源分析^{*}

国 峰，李志恩，秦玉涛，范海梅

(国家海洋局东海环境监测中心 上海 200137)

摘 要：海洋垃圾包括海上漂浮垃圾、海滩垃圾和海底垃圾。国家海洋局东海环境监测中心在 2010—2012 年对上海市海洋垃圾实施了连续监测，结果分析表明，上海市海滩垃圾平均密度为 14 万个/ km²，塑料类的数量最多，约占 63%。海滩垃圾以来源于人类海岸活动和娱乐活动的垃圾为主，约占 74%。约有 95% 的海滩垃圾是因为人类的陆地活动产生，随后进入海洋的。上海市海滩垃圾密度远高于文献记载的全球其他地区的海滩垃圾密度。监测海域未发现漂浮垃圾和海底垃圾。

关 键 词：海滩垃圾；分布；组成；来源

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废弃物。海洋垃圾通常或是在海上被人类丢弃、或是从陆地通过地表径流、或是因自然灾害等方式进入海洋。统计资料表明^[1]，人类活动产生的海洋垃圾数量惊人，全球每年大约有 640 万 t 的垃圾进入海洋，而每天就有大约 800 万件垃圾进入海洋。海洋垃圾进入海洋大约有 70% 沉降至海底，15% 漂浮在水体表面，5% 驻留在海滩上。

海洋垃圾是在全球海洋中遍布最广、最困扰世界各国的海洋环境污染问题之一，它反映了人类活动对海洋环境的影响^[2]。世界上许多组织，如海洋保护中心，一直在采集和分析海滩垃圾数据，以期引起人们对日益严重的海洋垃圾问题的重视^[3]。通过开展海洋垃圾监测项目，可以了解海洋垃圾的类型、来源和引发的问题，为减轻和防止海洋垃圾污染的管理和规范提供技术支持。为了分析海洋垃圾对海洋生物的影响程度，包括中国在内的全世界各国研究学者们发表了许多关于海岸带海洋垃圾数量和组成的研究成果^[4]。

上海市人口密度极高，滨海旅游、海洋工程、海上航运等海洋经济活动占据极其重要的地位，这也给海洋环境带来了极大压力。东海环境监测中心开展了上海市海洋垃圾的监测，

积累了多年的监测数据。本文统计分析了 2010—2012 年间上海市海洋垃圾的数量、分布、组成和来源，为防止海洋垃圾入海和提出规范垃圾处理方式，减轻对海洋环境污染的管理措施提供相应的技术支持。

1 监测概况与方法

2010—2012 年，分别在上海市金山区山阳镇渔业村沙滩和奉贤区邻近海域开展了海滩垃圾、海面漂浮垃圾和海底垃圾的监测，具体监测区域见表 1。金山区山阳镇渔业村沿海岸边多为饭馆，以人类休闲娱乐为主，岸滩沉积类型为细粉砂，邻近海域海洋功能区类型为风景旅游区。海滩垃圾的调查单元设于平均高潮线处，在调查单元内均匀布置 4 条调查断面，每条断面调查范围均为 75 m²。杭州湾北岸的奉贤邻近海域漂浮垃圾和海底垃圾监测拖网海域的调查面积约 1 900 m²。

表 1 海滩垃圾监测断面位置

序号	断面	东经	北纬
1	断面 1	121°20.109′	30°42.472′
2	断面 2	121°21.416′	30°43.370′
3	断面 3	121°22.238′	30°43.973′
4	断面 4	121°22.594′	30°44.423′
5	漂浮垃圾	121°42′00″	30°50′00″

^{*} 基金项目：海洋公益性行业科研专项经费项目（200905010—2）；海洋公益性行业科研专项经费项目（201005014—1）。

海洋垃圾的监测包括样品采集、分类、计数、测量大小、称重、统计密度、辨识其来源等步骤。首先，对采集到的海洋垃圾按其材料进行分类，包括塑料类、聚苯乙烯塑料泡沫类、木制品类、纸类、金属类、橡胶类、织物（布）类、玻璃类和其他类；其次，对海洋垃圾进行计数、测量大小和称重（干重），统计不同种类垃圾的数量和重量；第三，根据调查面积计算其密度，包括数量密度（个/km²）和重量密度（g/km²）；最后，辨识海洋垃圾的来源。

海洋垃圾来源统计分析采用西北太平洋组织（NOWPAP）的统计方法，汇总全部监测数据，按人类海岸活动和娱乐活动、其他弃置物、航运/捕鱼、吸烟相关、医疗/卫生用品等五类对收集到的垃圾进行来源统计分析（表 2）。

表 2 海洋垃圾来源分类

垃圾来源	垃圾种类
航运/捕鱼	废弃渔网及碎片、鱼线、浮漂等
医疗/卫生用品	注射器、卫生巾、尿布等
吸烟相关	烟头、烟盒、打火机等
人类海岸活动和娱乐活动	塑料瓶、快餐盒、饮料罐、报纸、塑料袋等
其他弃置物	轮胎、荧光灯管、窗纱、电线、灯泡、玻璃片等

垃圾碎片的（ $\hat{D}$ ）密度（个或 g/km²）计算方法如下：

$$\hat{D} = \frac{n}{Lw}$$

式中： w 为调查断面宽度或拖网的有效宽度（m）； L 为调查断面的总长度（m）； n 为垃圾碎片的数量或重量总和（个或 g）。

2 结果与讨论

2.1 海滩垃圾

2.1.1 海滩垃圾的数量和重量分布

2010—2012 年海滩垃圾的数量范围为 40~46 个，2011 年数量略多于其他两个年度，2010、2011 年海滩垃圾的重量相近，无明显差

异。三年间，4 个监测断面的海洋垃圾数量未发生明显变化（图 2），断面 2 三年的总数量最多（38 个），断面 3 最少（26 个）。

2010—2012 年海滩垃圾的重量范围为 950~5 264 g，2012 年垃圾重量约为前两年的 4 倍。2012 年，在断面 3 和断面 4 分别采集到鞋子和玻璃瓶各 1 个，导致该年度断面 3 和断面 4 的重量明显增加。

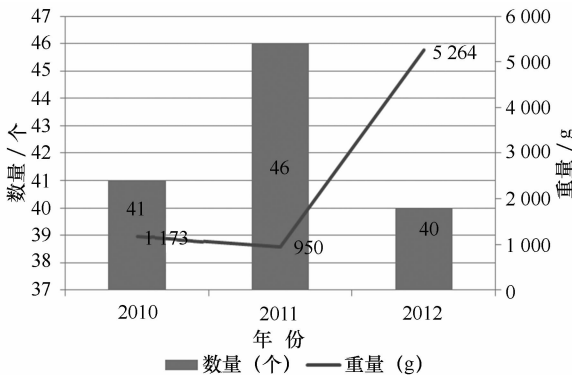


图 1 2010—2012 年上海市海滩垃圾数量和重量统计

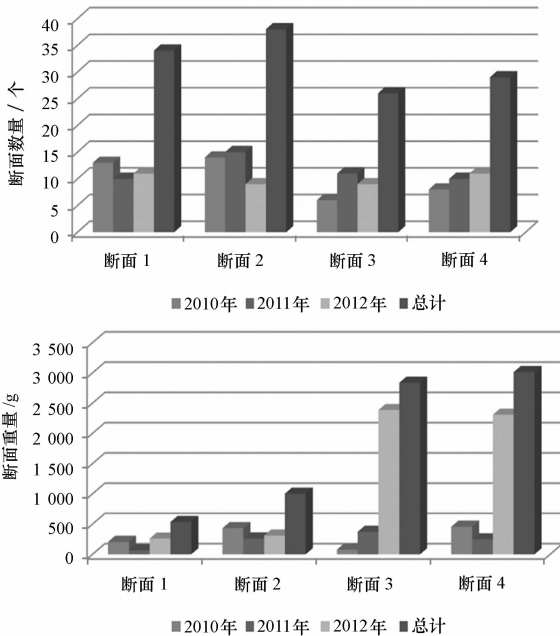


图 2 2010—2012 年上海市海滩各监测断面垃圾数量和重量统计

2.1.2 海滩垃圾密度与组成

海滩垃圾数量密度范围为 13 万~15 万个/km²，平均密度为 14 万个/km²，远大于东海区海滩垃圾的平均密度（3 万个/km²），但比福建省泉州崇武西沙湾海域海滩的数量密度小（39 万个/km²）。高于我国近岸海域海滩垃圾的平均密度^[5]（62 686 个/km²），远高于文献中记载的其他国

家的海滩垃圾密度 (0.46~66.0 个/km²)。

按垃圾类型的数量统计, 2010—2012 年的海滩垃圾均以塑料类数量最多, 占总数量的范围为 52%~71%, 平均占 63%; 其次是聚苯乙烯泡沫塑料类垃圾, 范围为 8%~24%, 平均占 15%; 玻璃类垃圾, 占总数量的 5%~10%, 平均占 8%; 其余五类垃圾数量所占比例合计约 14%, 所占比例最小的是橡胶类, 为 1%。

2010—2012 年海滩垃圾碎片平均重量为 7 387 g, 平均密度为 8 208 kg/km², 密度范围为 3 167~17 547 kg/km²。按垃圾类型的重量统计, 以塑料类最大, 占海滩垃圾总重量的 44%; 其次为织物(布)类垃圾, 占总重量的 28%; 玻璃类垃圾占总重量的 22%; 其余五类垃圾所占总重量的比例合计约 5%, 所占比例最小是纸类, 小于 1%。上海市的海滩垃圾远大于东海区海滩垃圾平均密度 (1 321 kg/km²)。

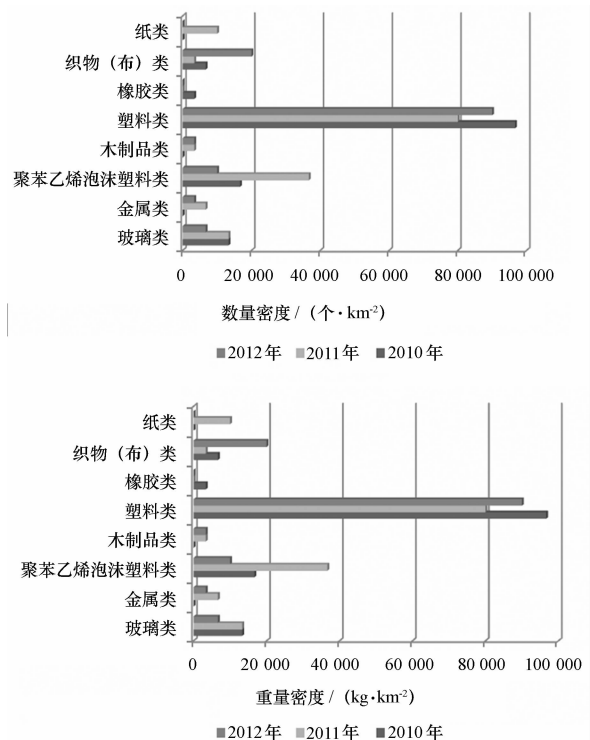


图 3 2010—2012 年上海市海滩垃圾密度和组成

2.1.3 海滩垃圾的来源分析

上海市海滩垃圾的来源见图 4。来源于人类海岸活动娱乐活动的海滩垃圾最多, 约占 74% (63%~83%), 远大于东海区海滩垃圾的平均比例 47% (2011 年); 其次是其他弃置物, 约占 21% (15%~30%), 小于东海

区海滩垃圾的平均比例 41% (2011 年)。有大约 5% 的海滩垃圾来源与航运/捕鱼活动 (0~7%), 与东海区海滩垃圾的平均比例相同。未发现来源于医疗/卫生用品和与吸烟相关的海滩垃圾。

许多采集到的有害的海洋垃圾都会对海洋生物乃至人类产生极大的危害, 比如塑料袋、渔网等不可能被生物利用的垃圾被人们从陆地上丢弃, 顺着地表径流和潮汐进入海洋或从船舶上被丢弃入海。这些垃圾中, 塑料类垃圾所占比例最多, 对海洋生物的危害也最为明显, 主要表现在缠绕致死和吞食致死。海洋塑料类垃圾不仅威胁海洋生物的生存, 也开始侵袭海岸带上的居民。1987 年和 1988 年的夏天, 纽约长岛、新泽西等地的大西洋沿岸海滩因出现大量一次性塑料制品垃圾而被关闭^[7]。

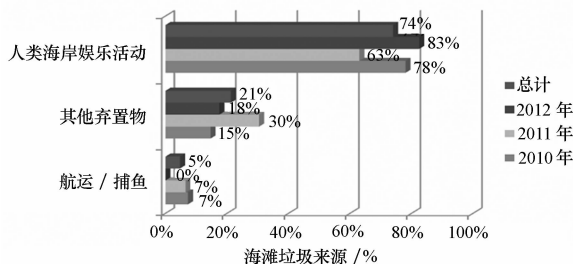


图 4 2010—2012 年上海市海滩垃圾来源

2.2 漂浮垃圾和海底垃圾

奉贤邻近海域漂浮垃圾拖网监测时长 10 分钟, 拖网时的船速 3.7 km/h, 拖网时行船距离 600 m。网口宽度 0.8 m, 网孔孔径 0.5 mm。

奉贤邻近海域海底垃圾拖网监测时长 15 分钟, 拖网时的船速 3.7 km/h, 拖网时行船距离 925 m, 海底深度 10 m。网口宽度 1.5 m, 网孔孔径 20 mm。

该海域海面较清洁, 未发现海面漂浮垃圾, 海底也没有拖到垃圾。

漂浮垃圾比文献记载^[2] (0.282~250 个/km²) 中的低。

3 讨论与建议

本文分析了 2010—2012 年上海市海洋垃圾的数量、分布、组成和来源。结果表明,

海滩垃圾高于文献记载的全球其他地区的垃圾密度，海洋漂浮垃圾、海底垃圾密度低于文献记载的全球其他地区的垃圾密度。垃圾的主要组成是塑料类和聚苯乙烯泡沫塑料类（共计 78%）。约 95% 的垃圾来源于源自陆地人类活动。上海市的海滩垃圾密度处于较高水平，对海洋生物将会产生很大的负面影响，必须采取多种有效的措施防止或减缓海滩垃圾的产生。

3.1 增强海洋垃圾监测能力

目前上海市开展海洋垃圾监测的海滩和漂浮垃圾监测海域合计只有 2 处，每年监测的面积合计仅 2 800 m²，覆盖面积不足上海市海洋环境监测面积^[6]的千分之二，监测数据的代表性不强。为了更全面掌握所辖海域的海洋垃圾数量和分布，有必要结合业务化的海洋监测工作，开展更多海域的海洋垃圾监测，扩大监测的覆盖面积。

3.2 提高公众环保意识

每年 7 月 18 日的世界海洋日，国家海洋局各级管理部门都会组织海洋环境保护宣传活动，支持和鼓励公众参与保护海洋减少废物排放的环保行动，有效提高了公众的海洋环保意识，逐步养成不随手丢弃垃圾的良好习惯。建议试验性地建立一些志愿人员观测点^[7]，公众的参与也在某种程度上有助于海洋环境保护工作的深入开展，使组织者及时发现问题、解决问题。

3.3 定期清理海洋垃圾

为减少海洋垃圾数量，有必要定期开展海洋垃圾的清理活动。厦门市自 1996 年开展了海洋漂浮垃圾清理，每月清理海域面积约 60 km²，每年清理海洋漂浮垃圾以千吨计^[1]。大连市环保志愿者协会联合企业力量和社会力量进行了多次大规模的打捞海洋漂浮垃圾实践活动，组

织了 1 500 多名志愿者，打捞出漂浮垃圾约 4 t^[8]。国家海洋局东海环境监测中心也连续几年联手上海市各区县海洋局在奉贤、南汇、崇明多个海滩积极开展定期清理海滩垃圾的行动，并开展公益宣传，为有效防止陆源垃圾入海进行了有益的尝试。

本文所列举的数据可作为基础数据，用于未来海洋垃圾趋势分析；本文统计的结果可帮助海洋管理部门了解东海海洋垃圾的数量、组成和来源，有助于有关部门从废弃物的来源着手制定具有针对性的预防和控制措施，解决海洋垃圾污染问题。

参考文献

[1] 许林之．我国海洋垃圾监测与评价[J]．环境保护，2008，405(10A):67—68.

[2] Peng Zhou, Chuguang Huang, et al. The abundance, composition and sources of marine debris in coastal seawaters or beaches around the northern South China Sea (China) [J]. Marine Pollution Bulletin 2011, 62:1998—2007.

[3] MOORE S L, ALLEN M J. Distribution of anthropogenic and natural debris on the mainland shelf of the Southern California Bight. [J]. Marine Pollution Bulletin, 2000, 40(1): 83—88.

[4] 毛达．海洋垃圾污染及其治理的历史演变[J]．云南师范大学学报：哲学社会科学版，2010，42（6）：56—66.

[5] 国家海洋局. 2011 年中国海洋环境状况公报[R]. 2012.

[6] 上海市海洋局. 2011 年上海市海洋环境质量公报[R]. 2012.

[7] 范志杰．海洋环境中漂浮垃圾的监测方法[J]．海洋环境科学，1997，16(2):42—45.

[8] 马成恩．齐抓共管，防止海洋垃圾污染[J]．环境保护，2008，19:72—75.