



中国若干典型海岸 垃圾监测研究报告 2020

上海仁渡海洋公益发展中心

目录

II 摘要

IV 前言

IV 塑造地球

VI 人与自然

VIII 海洋与人类健康

X 公众科学与海洋保护

1 守护海岸线

3 数据

3 全国·数据概况

5 沿海省市·数据概况

19 大陆 / 岛屿海岸线·数据概况

21 四大海域·数据概况

24 讨论

24 垃圾分布密度

25 垃圾类别及来源

27 塑料海洋

29 公众的环保力量

30 环保组织与社会多元治理

32 总结

34 寄语

35 附录

35 研究方法

39 监测点分布图

41 参考文献



摘要

2020年,仁渡海洋“守护海岸线”海岸垃圾科研监测项目在沿海11个省市(辽宁、河北、天津、山东、浙江、上海、江苏、福建、广东、广西、海南)开展,66个执行机构负责90个地点的监测工作,共有6781名志愿者参与,执行了472场海岸垃圾科研监测。

监测数据表明:监测地区海岸垃圾数量分布密度为1.27件/平方米,质量分布密度为35.00克/平方米。在以材质划分的大类垃圾(如塑料类、金属类等)占比中,塑料类垃圾的数量和质量的占比都是最高(分别为79.76%和52.42%);在具体垃圾小类中,泡沫碎块(>2.5cm)数量占比最高,为23.4%。质量占比最高为木制品,占比为11.35%;各沿海省市垃圾质量分布密度区间为7.29~150.29克/平方米;数量分布密度区间为0.18~3.65件/平方米,各沿海省市垃圾材质仍以塑料类为主,占比区间为7.83%~92.19%。泡沫碎块(>2.5cm)是本年度监测数据中数量最多的垃圾类型。

减少一次性塑料制品产量、提高塑料回收利用率、降低失控垃圾率、加大末端清理力度是解决海洋塑料垃圾污染问题的主要措施,海洋环境治理和保护需要发挥社会多元治理体系的力量。“守护海岸线”项目发展至今,已捡拾并记录超过3,500,000件海洋垃圾,动员科研监测志愿者超过22000人次,公众在海洋环境保护工作中正发挥越来越重要的作用。



刘永龙 上海仁渡海洋公益发展中心 理事长

2020年,一个特别的年份,疫情爆发,守护海岸线项目面临了巨大的挑战,能否继续开展?答案是能!感谢合作伙伴们的坚持,哪怕只有两个人,也坚持完成监测,确保了数据的连贯性,还留下了各种创意的影像记录。感恩志愿者们和组织者们!同样的感谢要送给所有支持我们的伙伴们!专业的报告评审专家们,默默捐助的捐赠者,基金会和筹款平台敬业热情的管理者,清运垃圾的环卫工人们……

此外,感谢还要送给仁渡海洋的同事们,研究部和项目部鼎力合作,其他同事的坚定支持,塑造了这份精彩报告!

前言

塑造地球

“人类世”，一个由人类主导的全新地球“地质时代”，这个名词意含人类活动正在显著影响地球的地质面貌、气候和生物等。

据科学家估计，塑料、玻璃、钢筋水泥构筑物在内的所有人造物质质量，正以每年超 300 亿吨的速度增长。以塑料为例，至 2020 年，地球上人造塑料的总重是所有动物总重约 2 倍，近 80 亿吨^[1]！在最好的情况下，全世界联合起来立即采取行动来降低塑料消费，预计到 2040 年污染环境的塑料垃圾仍有 7.1 亿吨左右^[2]。预计到 2050 年，塑料产量将保持增长势头；一切照旧情况下，海洋中的塑料总重将超过鱼类总重^[3]。人类正在“塑造地球”。



前言

人与自然

通讯、交通运输、医疗等技术不断发展,如今我们坐在家中,便可一边品尝航空货运而来的新鲜水果,一边观看通过卫星传输的体育赛事。我们正享受着科技发展带来的时代红利。当下,我们正处在一个最好的时代,也是一个最坏的时代:2020年新冠肺炎疫情席卷全球,给人类上了沉重一课。

截至2021年1月28日,全球新冠肺炎(COVID-19)确诊病例已经超过1亿例。世界银行估算认为:新冠肺炎可能导致数十年来全球贫困人口首次增加,0.7~1亿人在2020年陷入极端贫困^[4]。

2021年2月,《中国-世界卫生组织新型冠状病毒肺炎(COVID-19)联合考察报告》指出^[5],新冠肺炎病毒是一种动物源性病毒。目前的基因序列系统进化分析结果显示,蝙蝠似乎是该病毒的宿主。我们无法忽略这样一个事实:由动物传染给人类的人畜共患病日益普遍。目前约60%的已知传染病和75%的新型传染病都是人畜共患^[6]。正如前文所述,人类正在显著地改变地球,包括基础设施建设、密集型农业发展和动物肉类生产等人类活动都不同程度地影响了人畜共患疾病的发生与传播。这场前所未有的全球卫生健康危机,警示我们去沉思人与自然的相处之道。



海洋的生物多样性为人类医学发展带来广阔前景。

海洋生物多样性对人类和地球的健康至关重要。

前言

海洋与人类健康

热带海洋气团带来的高温闷热令人心生烦躁,美味的时令海鲜让人心情愉悦,从一顿美味食物到一场暴雨,认真思考后,我们会发现海洋影响人类生活的方式千变万化。

众所周知,海洋一直是人类得以繁衍生息的“食品仓”和“气候调节器”。但远非如此,人类健康同样与海洋紧密相关,海洋还是生物医学发展不可或缺的基石。2019年,国产抗阿尔茨海默症药(商品名:九期一)获批,引发国内外极大关注,但鲜有人知的是:制备药物的重要原料之一来自海洋褐藻提取物^[7]。新冠肺炎疫情全球肆虐,我们从海洋再次看到了曙光:科学家发现深海微生物中的酶,可用于开发新冠病毒诊断试剂^[8]。

为对抗新冠疫情,2020年全球预估生产超过520亿个口罩,其中预计超过15亿个口罩可能进入海洋环境,加剧海洋污染,造成海洋生物误食等一系列问题^[9]。“蓝色药仓”潜在的巨大价值正在被发掘,人类医学的进步需要海洋,而海洋的健康也需要我们。





前言

公众科学与海洋保护

海洋保护工作应该在具体的行动框架下,通过政府、企业、社会组织和公众齐心协力来完成,而框架制定需要基于科学准确的基础数据,这仅靠科学家是不够的,公众科学在海洋保护工作上大有可为。

公众科学 / 公民科学 (citizen science), 也称公众参与式科学研究, 指包含非职业科学人员、科学爱好者、公众志愿者参与的科研活动^[10]。

海洋保护涉及面极为广泛, 公众科学可以成为专业主流科学的有效辅助, 来填补或加强专业主流科学未涉及的领域。此外, 在海洋公众科学研究中常可以看到海洋环保公益行动的身影, 具有“研行结合”的特点, 不仅促进了科学知识在社会公众的传播, 而且有利于扩大具体科学问题的社会政治影响力, 体现了公众科学在海洋保护具有的优势。

守护海岸线

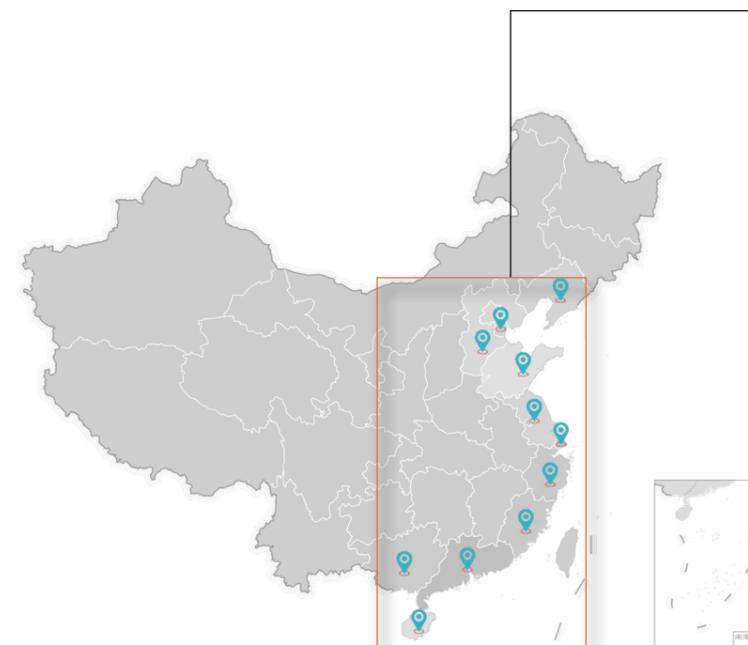
@Dylan From Pixels



“守护海岸线”海岸垃圾监测项目由仁渡海洋和深圳市红树林湿地保护基金会于 2014 年联合发起,是目前国内具有代表性、由民间环保公益组织发起的海洋环保类科研项目,项目通过在中国沿海地区设立监测点,定期定点开展海岸线垃圾监测活动。项目长期致力于凝聚社会力量,动员志愿者参与到海岸线清理与监测,同时协调公众、社会团体、科研院校开展海岸线垃圾监测研究,以期为中国海岸线垃圾治理提供支持。

监测点发展历程

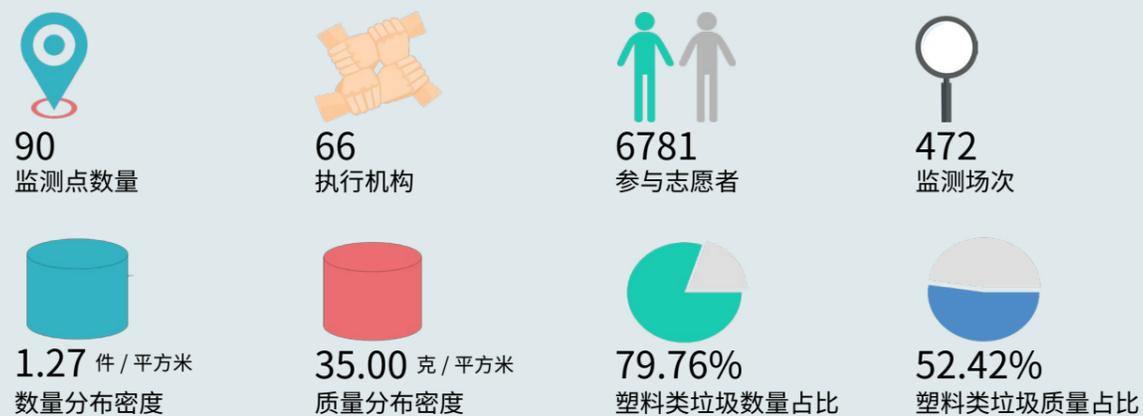
2015 年	12 个监测点
2016 年	12 个监测点
2017 年	17 个监测点
2018 年	27 个监测点
2019 年	58 个监测点
2020 年	90 个监测点



数据



2020年,仁渡海洋“守护海岸线”项目,在全国沿海11个省市区(辽宁、河北、天津、山东、浙江、上海、江苏、福建、广东、广西、海南)开展,以下为年度监测数据总体情况:



数据说明*

- 分布密度:** 一定面积内垃圾数量的多少或质量的轻重程度,单位分别是件/平方米,克/平方米。
- 材料占比:** 本研究将海岸垃圾的材质分为塑料、金属、橡胶、玻璃陶瓷、纸质、木质等7大类。垃圾材料占比用来表示某种材料垃圾占所有垃圾的比例,通常以百分比表示。
- 小类 TOP10:** 将7大类进一步划分为46个垃圾小类,将占比前10的垃圾类型列出,以便更好地了解主要垃圾情况。图表数值为小类垃圾相对于所有垃圾的数量/质量占比。

*(详细监测方法及计算方式请查阅附录)

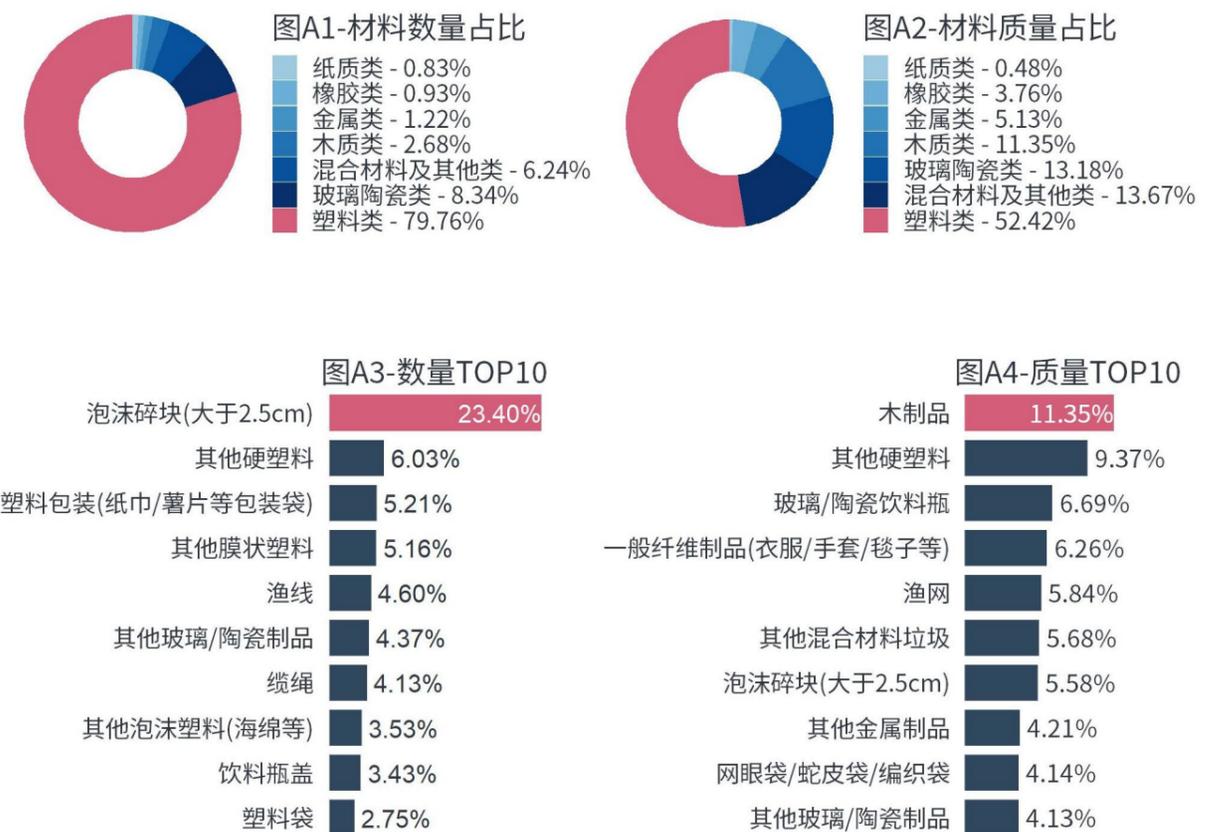
全国·数据概况

材料占比

将海岸垃圾按照材料类别分为7大类(塑料类、橡胶类、金属类、玻璃陶瓷类、纸质类、木制类、混合材料及其他类),全国监测点垃圾材料的数量和质量占比均以塑料类的占比最高(图A1、A2),数值分别为79.76%和52.42%。

小类 TOP10

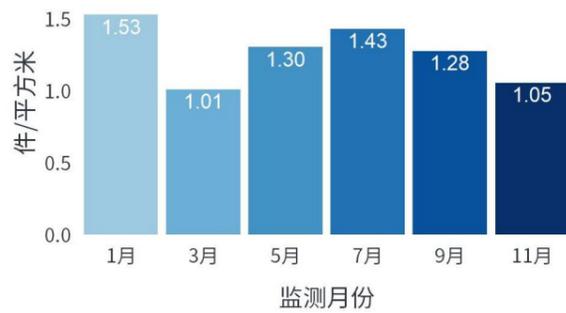
在7个材料大类下,进一步将海岸垃圾分为46个小类,其中垃圾数量和质量前十情况如图A3、A4,在数量方面,泡沫碎块(尺寸大于2.5cm)的占比最高(23.40%),远高于数量排名第二的其他硬塑料类(6.03%)。质量方面以木制品的占比最高,为11.35%,其次是其他硬塑料(9.37%)、玻璃陶瓷类(6.69%)。



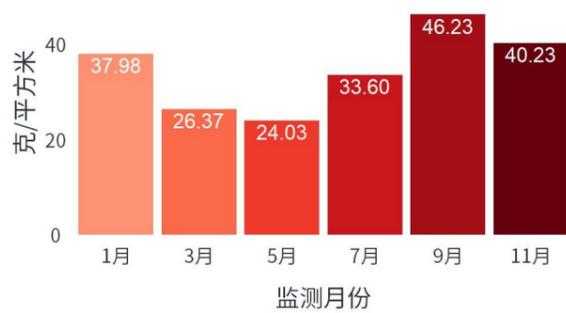
周期数量和质量分布密度

全年6个周期的垃圾分布密度如图A5、A6(1~6周期分别对应1、3、5、7、9、11月份),数量分布密度区间为1.01~1.53件/平方米,第1周期的分布密度最高(1.53件/平方米),最低为第2周期,分布密度为1.25件/平方米;质量分布密度区间为24.03~46.23克/平方米,分布密度最高的周期为第5周期,最低为第3周期。

图A5-数量分布密度



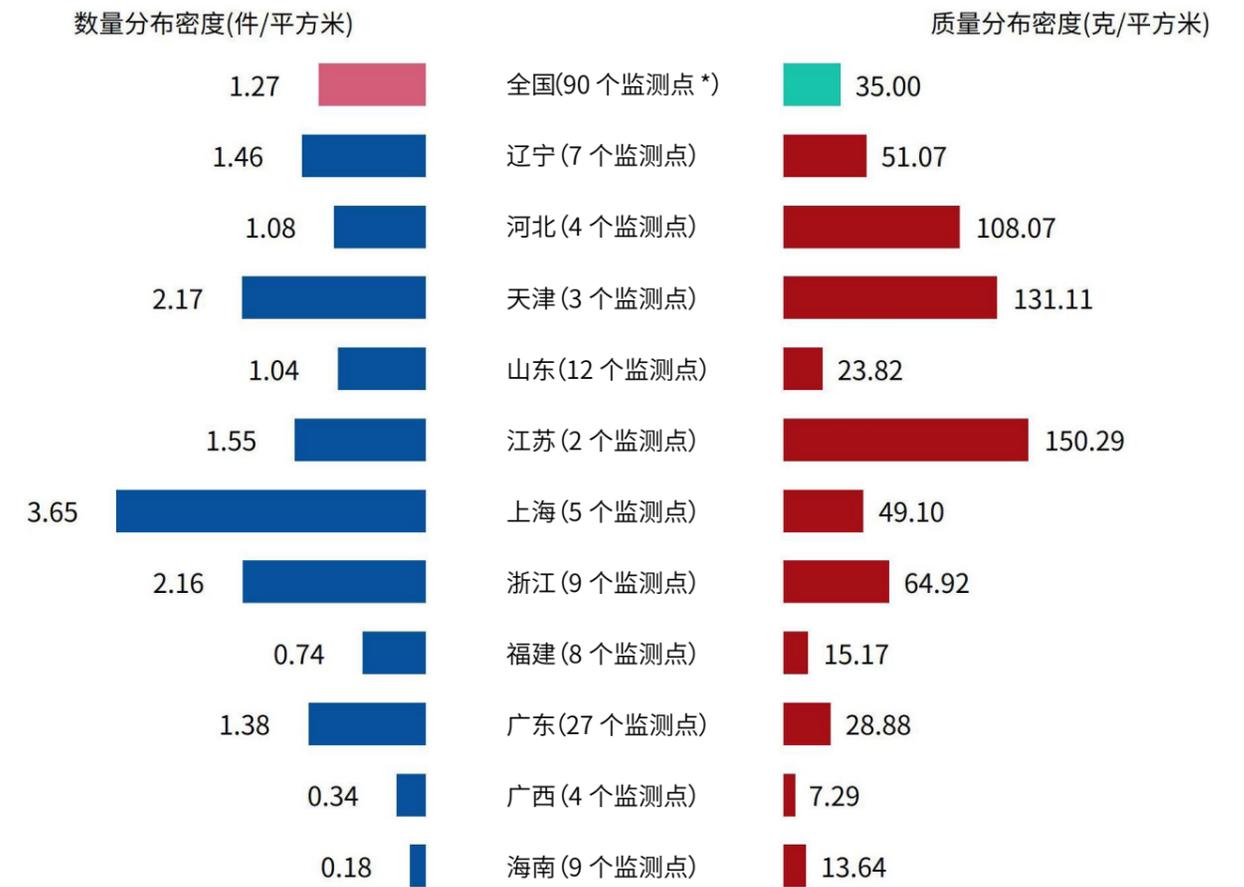
图A6-质量分布密度



垃圾分布密度

数量分布密度区间为0.18~3.65件/平方米,其中海南省的垃圾数量分布密度最低(0.18件/平方米),最高为上海市(3.65件/平方米);垃圾质量分布密度区间为7.29~150.29克/平方米(图A7),分布密度最低的是广西省(7.29克/平方米),最高的是江苏省(150.29克/平方米)。

图A7- 垃圾分布密度



*(监测点详情请查阅附录)

垃圾材料占比

11个沿海省市区的垃圾材料数量占比如图B1，各地区均以塑料类垃圾最多，占比区间为47.83%~92.19%，其中占比数值最高为上海(92.19%)。质量占比方面(图B2)仍以塑料类垃圾为主，占比区间为36.80%~74.74%，其中河北省的塑料类垃圾质量占比数值最高(74.74%)，最低为浙江(36.80%)。

辽宁省7个监测点全年6个周期的垃圾分布密度如图C1、C2，其中第4周期的数量和质量分布密度全年最高，分别为2.40件/平方米和131.08克/平方米；垃圾材料类别方面(图C3、C4)，塑料类的数量占比最大(47.83%)，质量方面也以塑料类(41.99%)占比最大；垃圾小类方面(图C5、C6)，数量占比较大的是其他玻璃/陶瓷制品，占比为17.66%，质量占比较大的一般纤维制品(12.87%)和其他混合材料垃圾(11.80%)。

图 B1- 垃圾材料数量占比

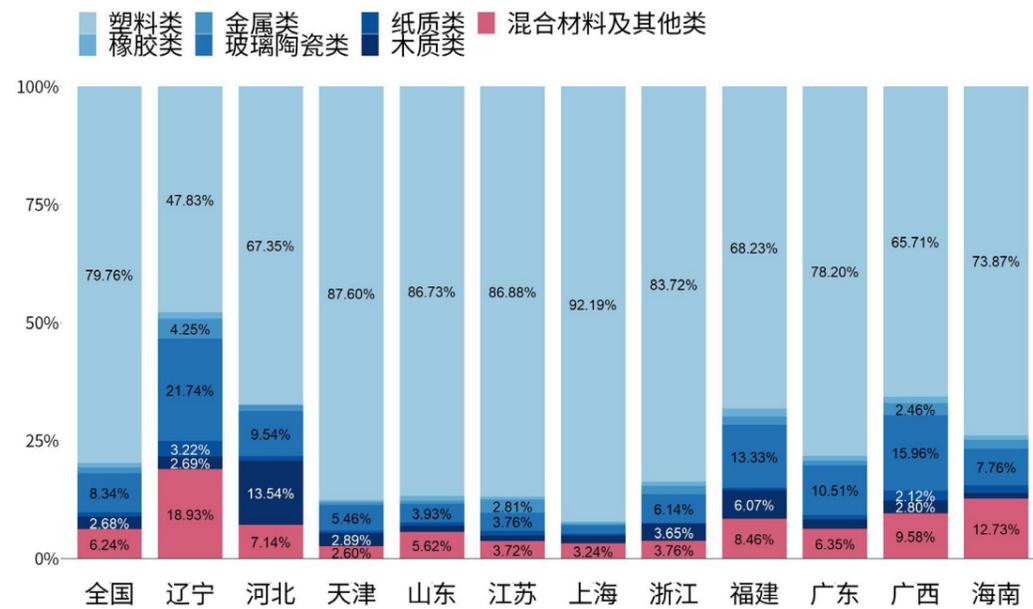


图 B2- 垃圾材料质量占比

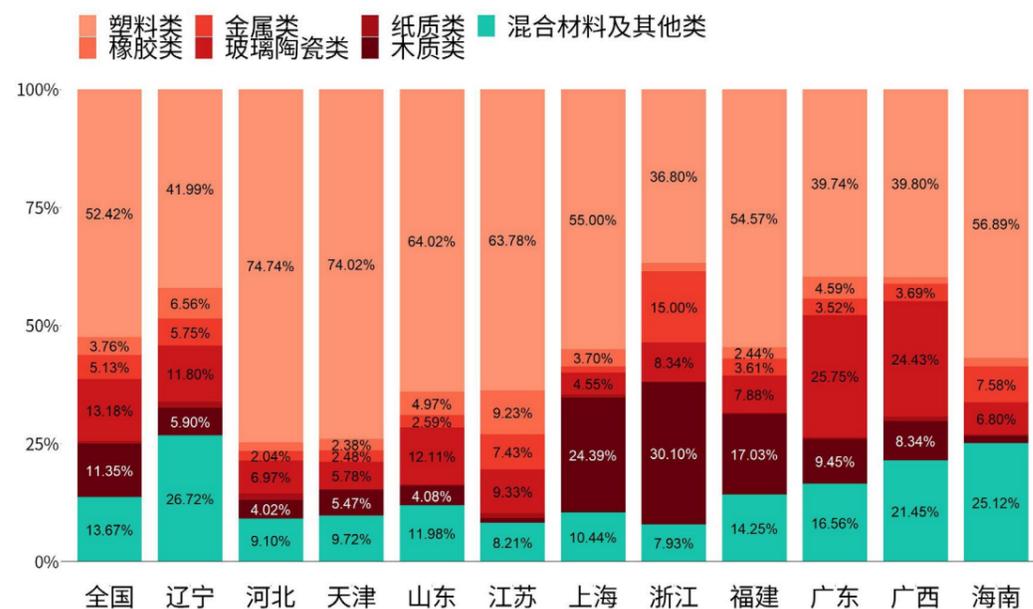


图 C1- 数量分布密度

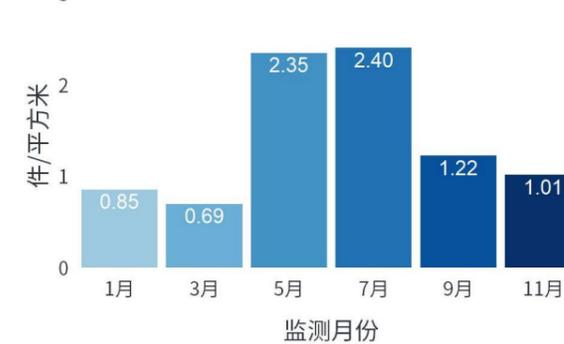


图 C2- 质量分布密度



图 C3- 材料数量占比

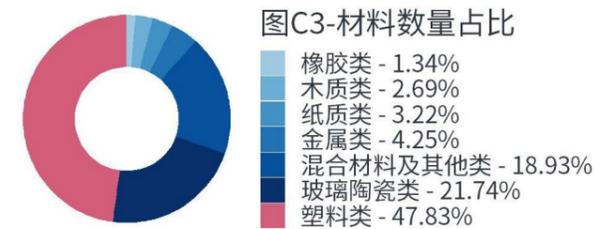


图 C4- 材料质量占比



图 C5- 数量TOP10

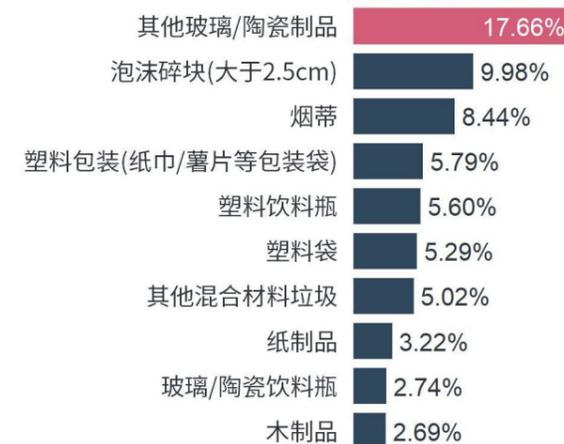
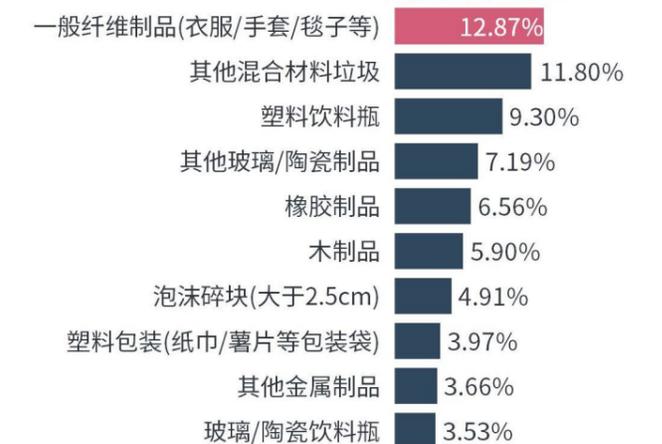


图 C6- 质量TOP10



河北省·数据概况

4 监测点数
4 执行机构
12 监测场次

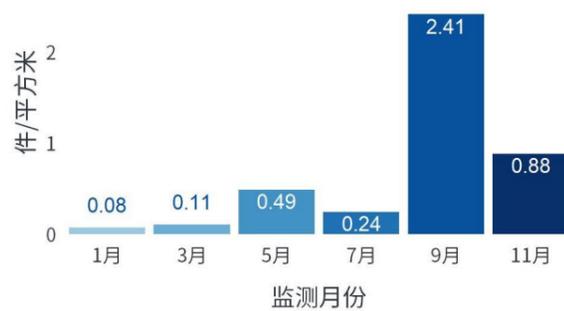
河北省4个监测点全年6个周期的垃圾分布密度如图D1、D2, 其中第5周期的数量和质量分布密度全年最高, 分别为2.41件/平方米和219.87克/平方米; 垃圾材料类别方面(图D3、D4), 塑料类垃圾的数量占比最大(67.35%), 质量方面同样是塑料类垃圾比例最高(74.74%); 垃圾小类方面(图D5、D6), 数量占比较大的是泡沫碎块(16.26%), 质量占比较大的是其他硬塑料(22.48%)和渔网(22.28%), 占比均超过20%。

天津市·数据概况

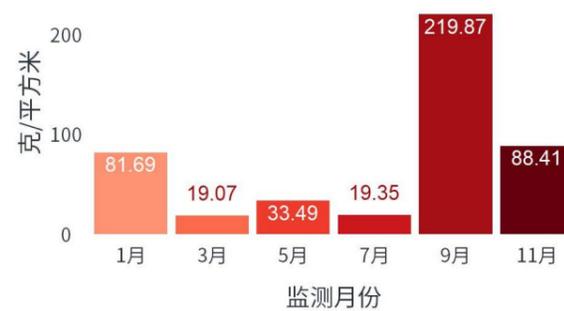
3 监测点数
3 执行机构
18 监测场次

天津市3个监测点全年6个周期的垃圾分布密度如图E1、E2, 其中第5周期的数量分布密度全年最高(3.41件/平方米), 质量分布密度最高的周期则是第6周期, 高达369.37克/平方米; 垃圾材料类别方面(图E3、E4), 塑料类的数量和质量占比均最大, 占比分别为87.60%和74.02%; 垃圾小类方面(图E5、E6), 数量占比较大的是泡沫浮标(31.67%), 占比超过30%; 质量占比最大的是其他硬塑料(39.30%), 占比接近40%。

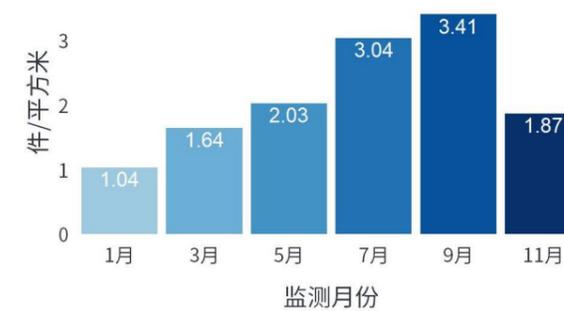
图D1-数量分布密度



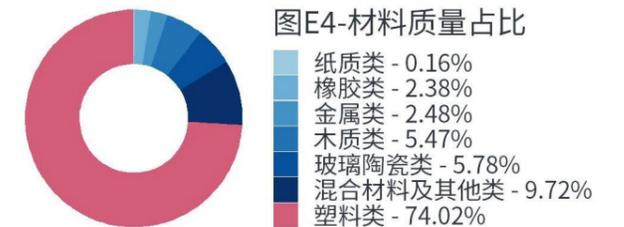
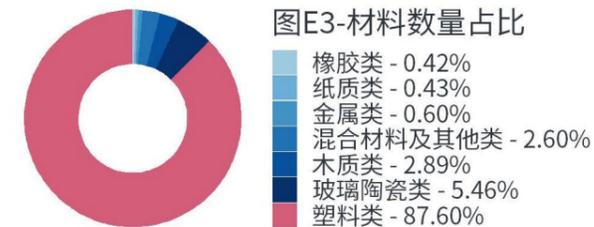
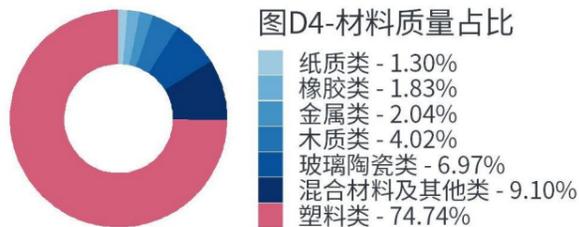
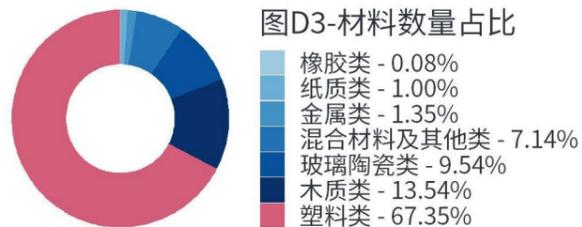
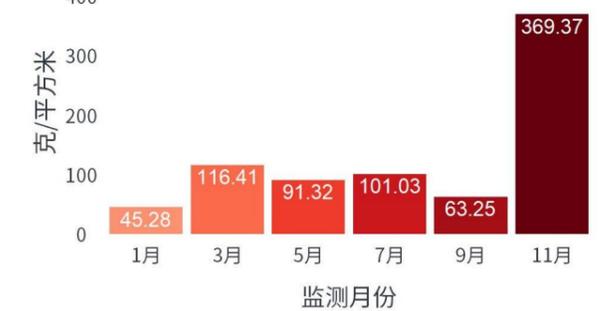
图D2-质量分布密度



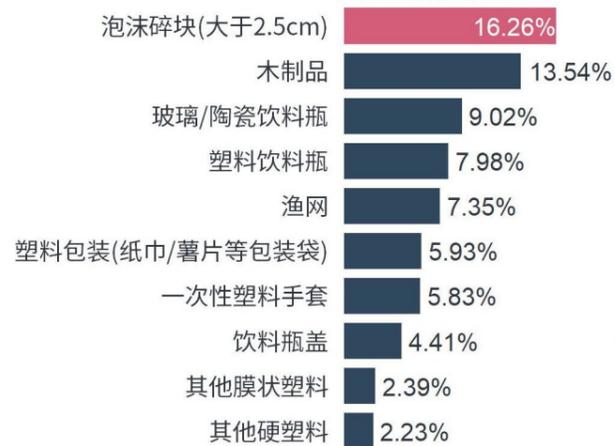
图E1-数量分布密度



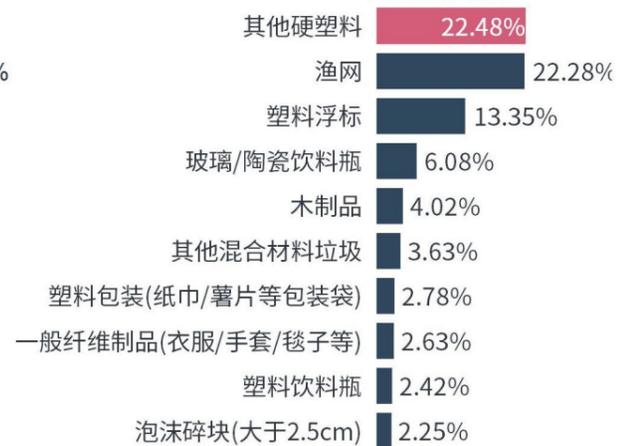
图E2-质量分布密度



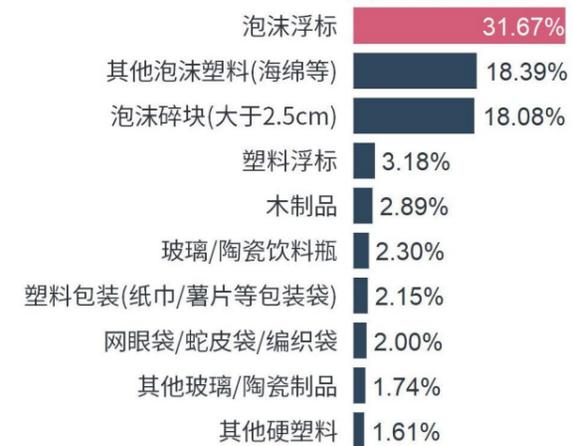
图D5-数量TOP10



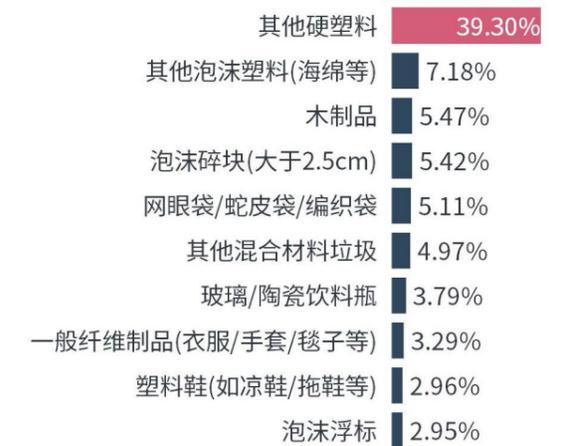
图D6-质量TOP10



图E5-数量TOP10



图E6-质量TOP10



山东省·数据概况

12 监测点数
10 执行机构
56 监测场次

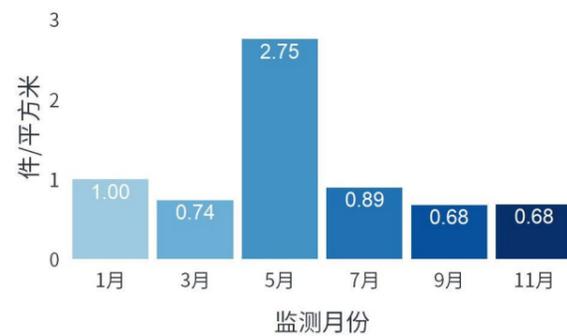
山东省12个监测点全年6个周期的垃圾分布密度如图F1、F2, 其中第3周期的数量和质量分布密度全年最高数值分别为2.75件/平方米和32.36克/平方米;垃圾材料类别方面(图F3、F4), 数量和质量占比最大的均为塑料类, 占比分别为86.73%和64.02%;垃圾小类方面(图F5、F6), 数量占比最大的是渔线(25.46%), 质量占比最大是渔网(17.68%)。

江苏省·数据概况

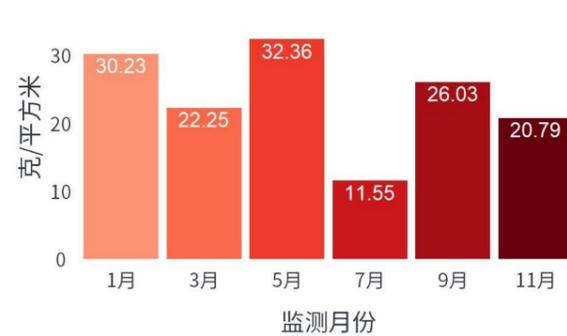
2 监测点数
2 执行机构
10 监测场次

江苏省2个监测点全年6个周期的垃圾分布密度如图G1、G2, 其中第5期的数量分布密度全年最高(2.47件/平方米), 质量分布密度最高的周期是第1周期, 数值高达267.71克/平方米;垃圾材料类别方面(图G3、G4), 数量和质量占比最大均为塑料类, 占比分别为86.88%和63.78%;垃圾小类方面(图G5、G6), 数量和质量占比最大的均是塑料饮料瓶, 数量占比为25.12%, 质量占比为16.22%。

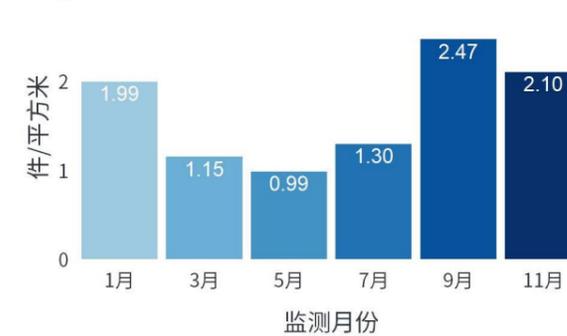
图F1-数量分布密度



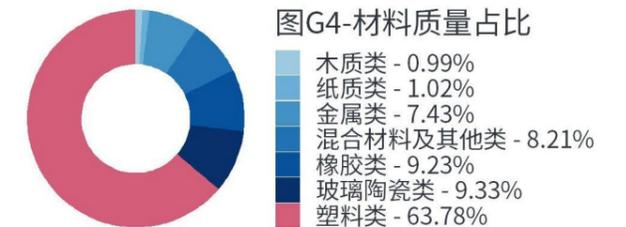
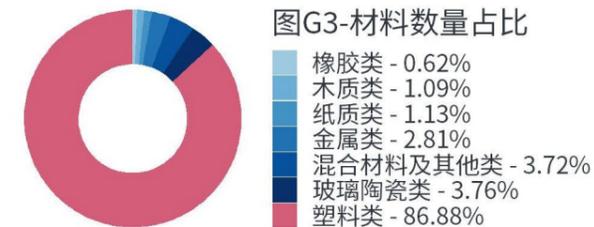
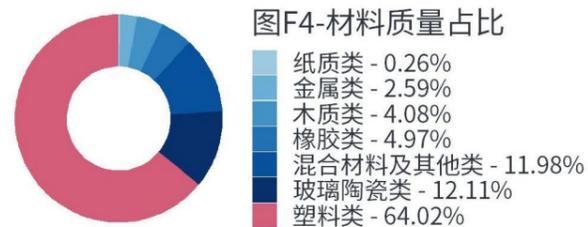
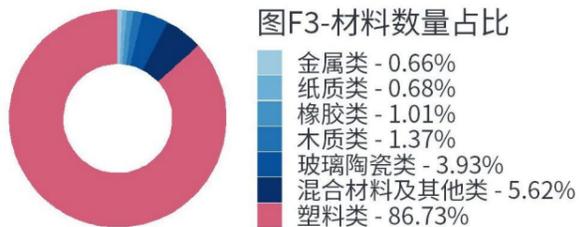
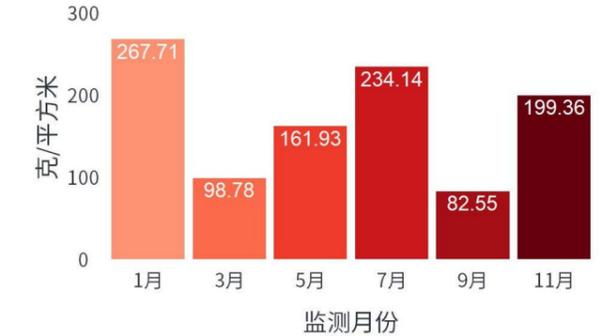
图F2-质量分布密度



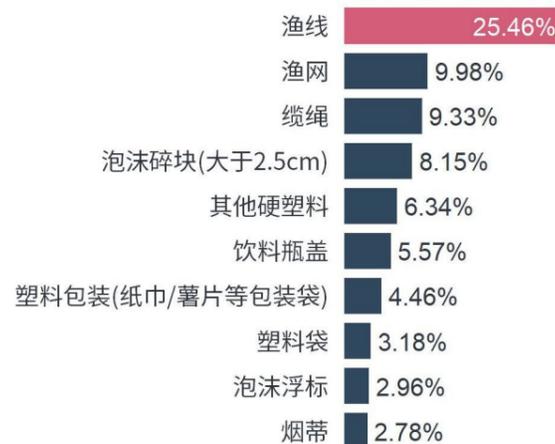
图G1-数量分布密度



图G2-质量分布密度



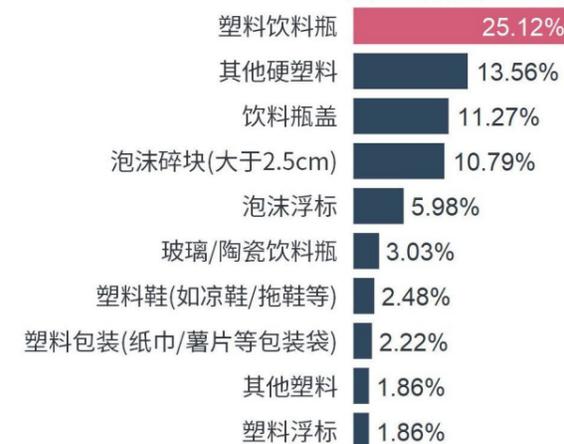
图F5-数量TOP10



图F6-质量TOP10



图G5-数量TOP10



图G6-质量TOP10



上海市·数据概况

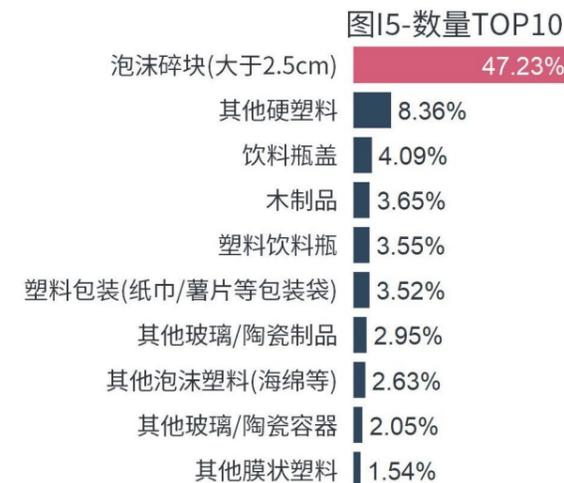
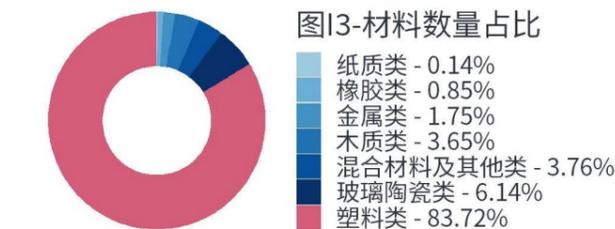
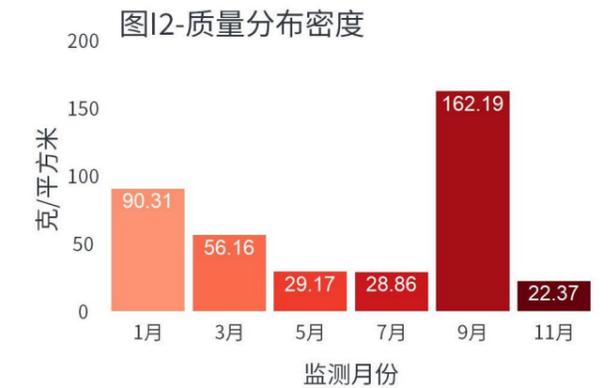
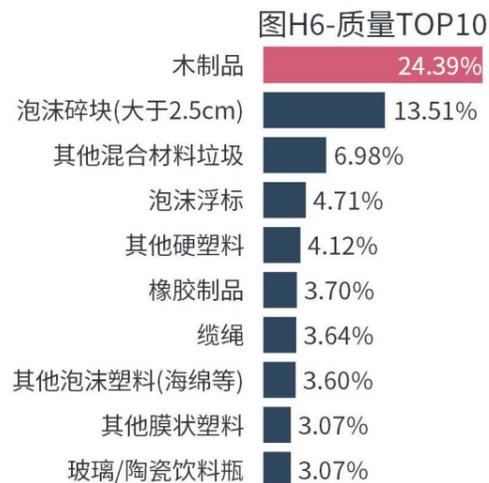
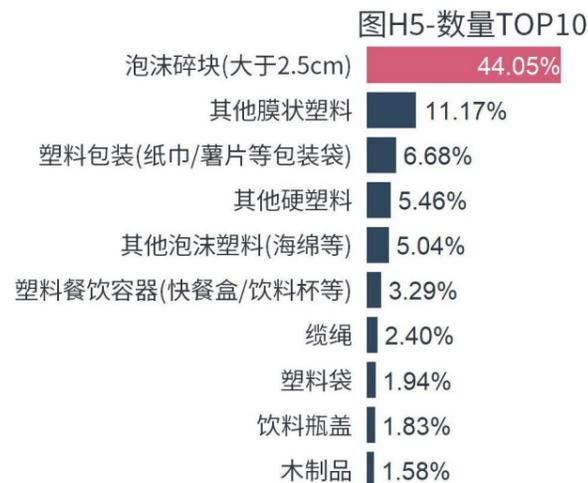
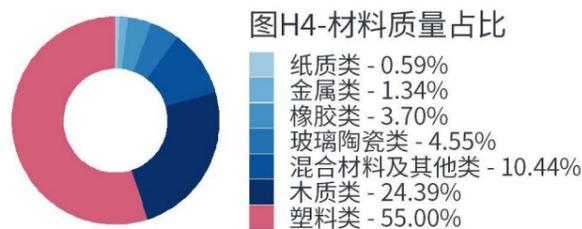
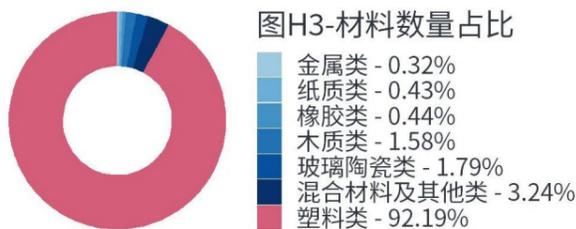
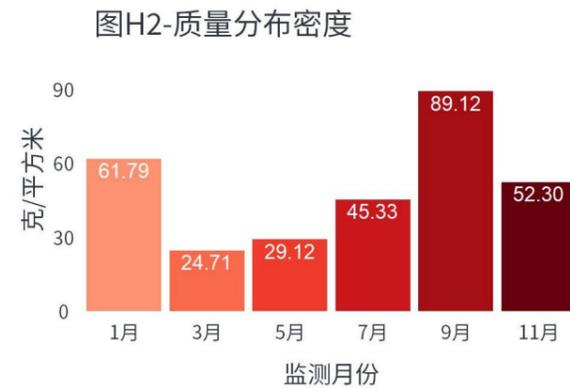
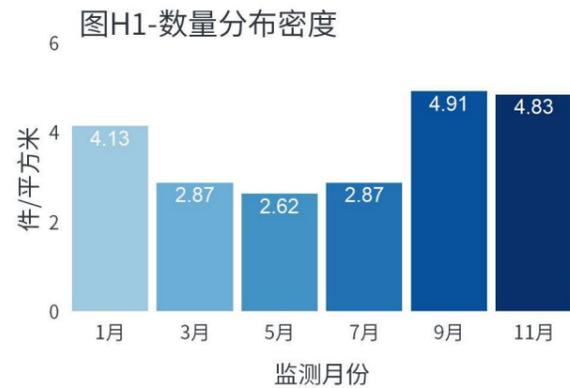
5 监测点数
2 执行机构
30 监测场次

上海市5个监测点全年6个周期的垃圾分布密度如图H1、H2, 其中第5周期的数量和质量分布密度全年最高, 数值分别为4.91件/平方米和89.12克/平方米;垃圾材料类别方面(图H3、H4), 数量和质量占比最大仍是塑料类, 数量占比为92.19%, 质量占比为55.00%;垃圾小类方面(图H5、H6), 数量占比最大的是泡沫碎块(44.05%), 占比超过40%, 质量占比最大的是木制品, 占比为24.39%。

浙江省·数据概况

9 监测点数
7 执行机构
47 监测场次

浙江省9个监测点全年6个周期的垃圾分布密度如图I1、I2, 其中第1周期的数量分布密度全年最高, 数值为3.41件/平方米, 质量分布密度最高的是第5周期, 数值为162.19克/平方米;垃圾材料类别方面(图I3、I4), 数量和质量占比均以塑料类为主, 占比数值分别为83.72%和36.8%;垃圾小类方面(图I4、I5), 数量占比最大的是泡沫碎块(47.23%) 占比超过40%, 质量占比最大的是木制品, 占比为30.10%。



福建省·数据概况

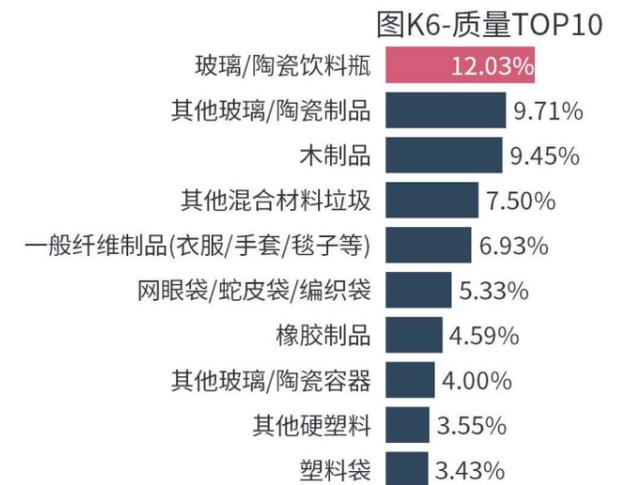
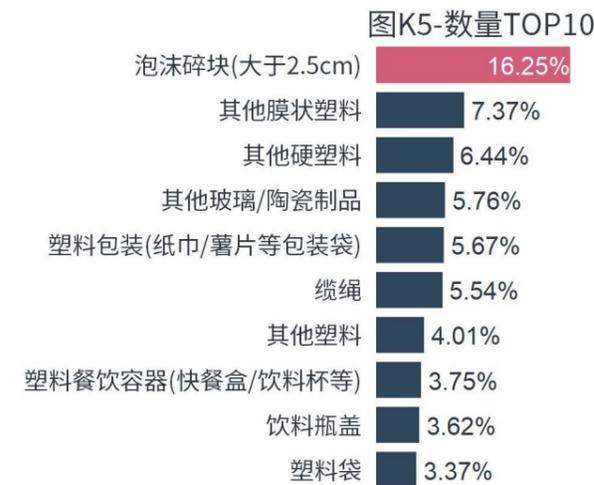
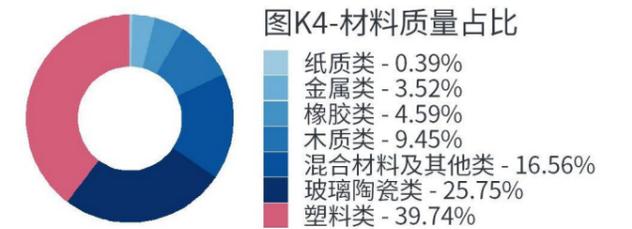
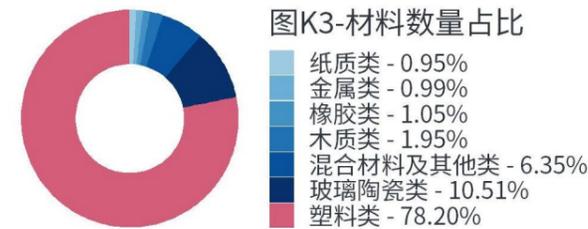
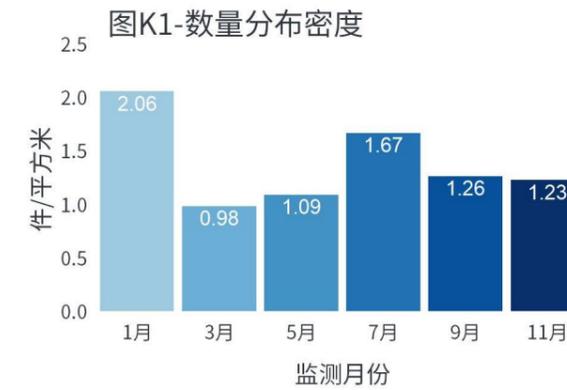
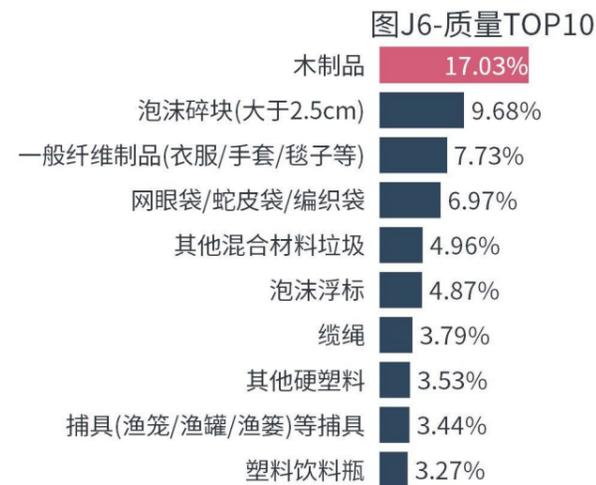
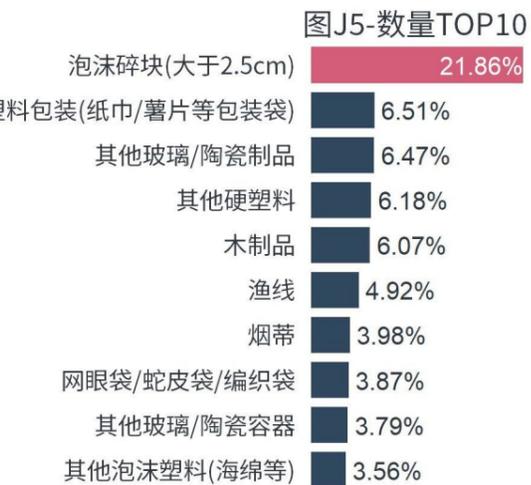
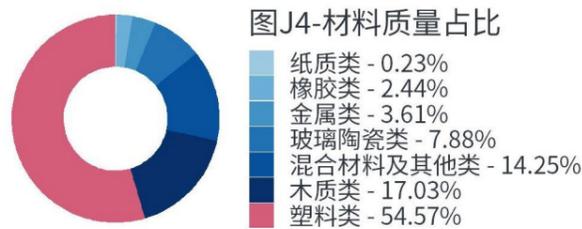
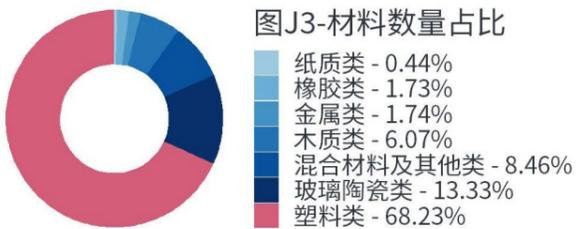
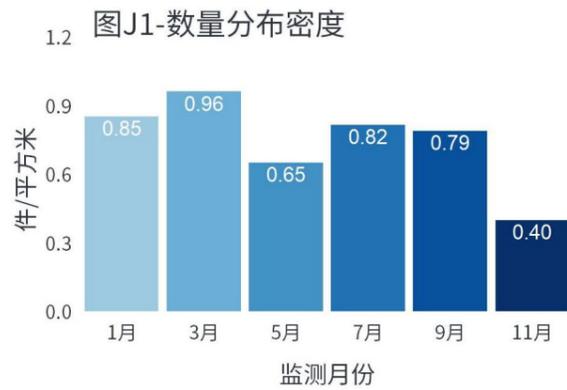
8 监测点数
8 执行机构
42 监测场次

福建省8个监测点全年6个周期的垃圾分布密度如图J1、J2, 其中第2周期的数量分布密度全年最高, 数值为 0.96 件/平方米, 质量分布密度最高的是第5周期, 数值为20.35克/平方米; 垃圾材料类别方面(图J3、J4), 数量和质量占比最大均为塑料类, 数值占比分别为68.23%和54.57%; 垃圾小类方面(图J5、J6), 数量占比最大的是泡沫碎块(21.86%), 质量占比最大的是木制品, 占比为17.03%。

广东省·数据概况

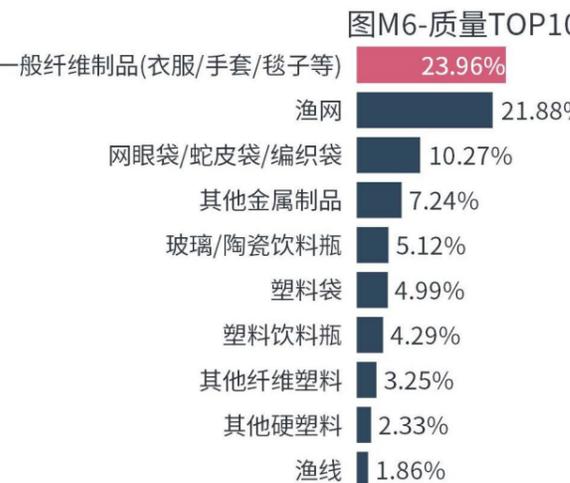
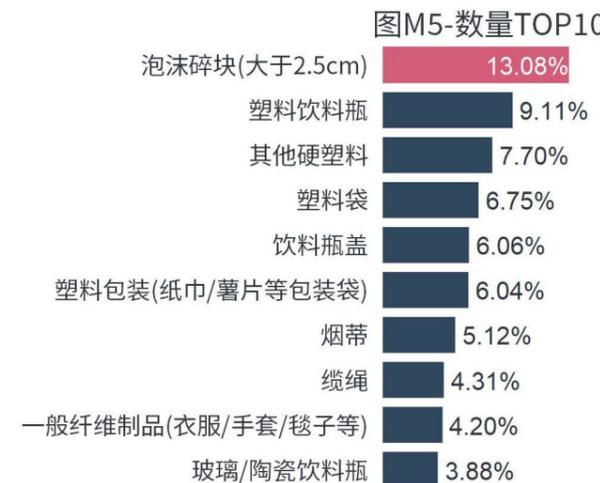
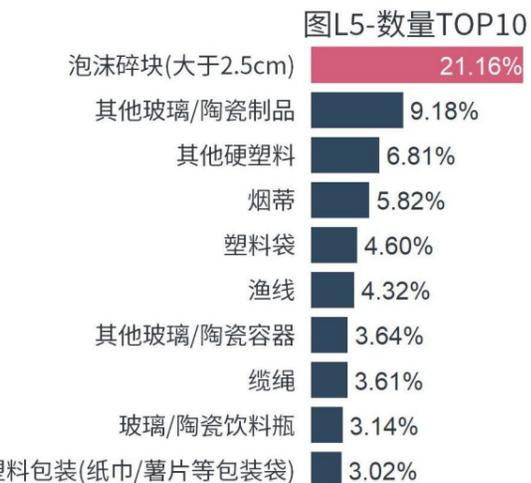
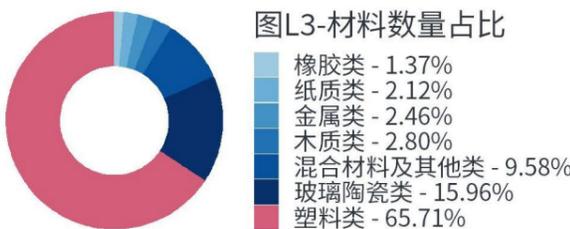
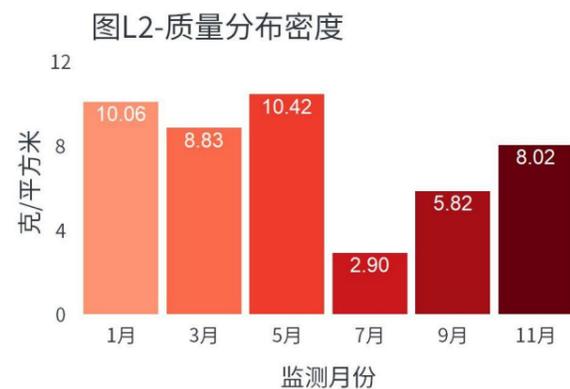
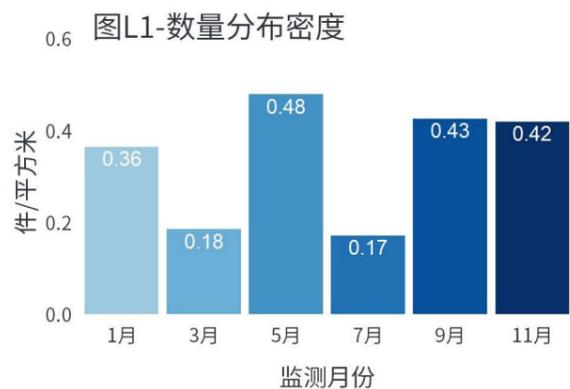
27 监测点数
18 执行机构
148 监测场次

广东省27个监测点全年6个周期的垃圾分布密度如图K1、K2, 其中第1周期的数量和质量分布密度全年最高, 数值分别为2.06件/平方米和42.53克/平方米; 垃圾材料类别方面(图K3、K4), 数量和质量占比最大均为塑料类, 占比分别为78.20%和39.74%; 垃圾小类方面(图K5、K6), 数量占比最大的是泡沫碎块(16.25%), 质量占比最大的是玻璃/陶瓷饮料瓶, 占比为12.03%。



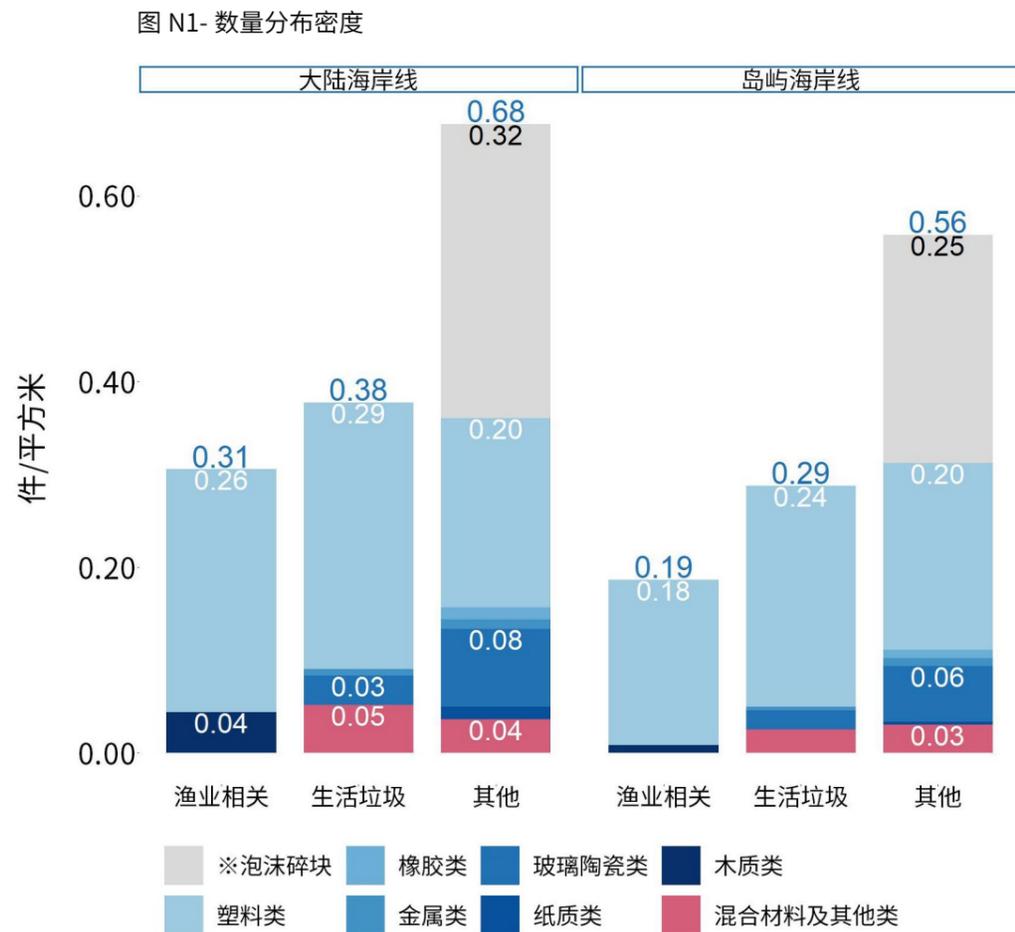
广西壮族自治区4个监测点全年6个周期的垃圾分布密度如图L1、L2, 其中第3周期的数量和质量分布密度全年最高, 数值分别为0.48件/平方米和10.42克/平方米; 垃圾材料类别方面(图L3、L4), 数量和质量占比最大均为塑料类, 占比分别为65.71%和39.80%; 垃圾小类方面(图L5、L6), 数量占比最大的是泡沫碎块, 占比为21.16%, 质量占比最大的是其他玻璃/陶瓷制品, 占比为12.59%。

海南省9个监测点全年6个周期的垃圾分布密度如图M1、M2, 其中第4周期的数量分布密度全年最高, 数值为0.35件/平方米, 质量分布密度最高的周期为第6周期, 数值为36.03克/平方米; 垃圾材料类别方面(图M3、M4), 数量占比最大为塑料类, 占比为73.87%, 质量占比同样是塑料类最高(56.89%); 垃圾小类方面(图M5、M6), 数量占比最大的是泡沫碎块占比为13.08%, 质量占比最大的一般纤维制品, 数值为23.96%。



数量分布密度

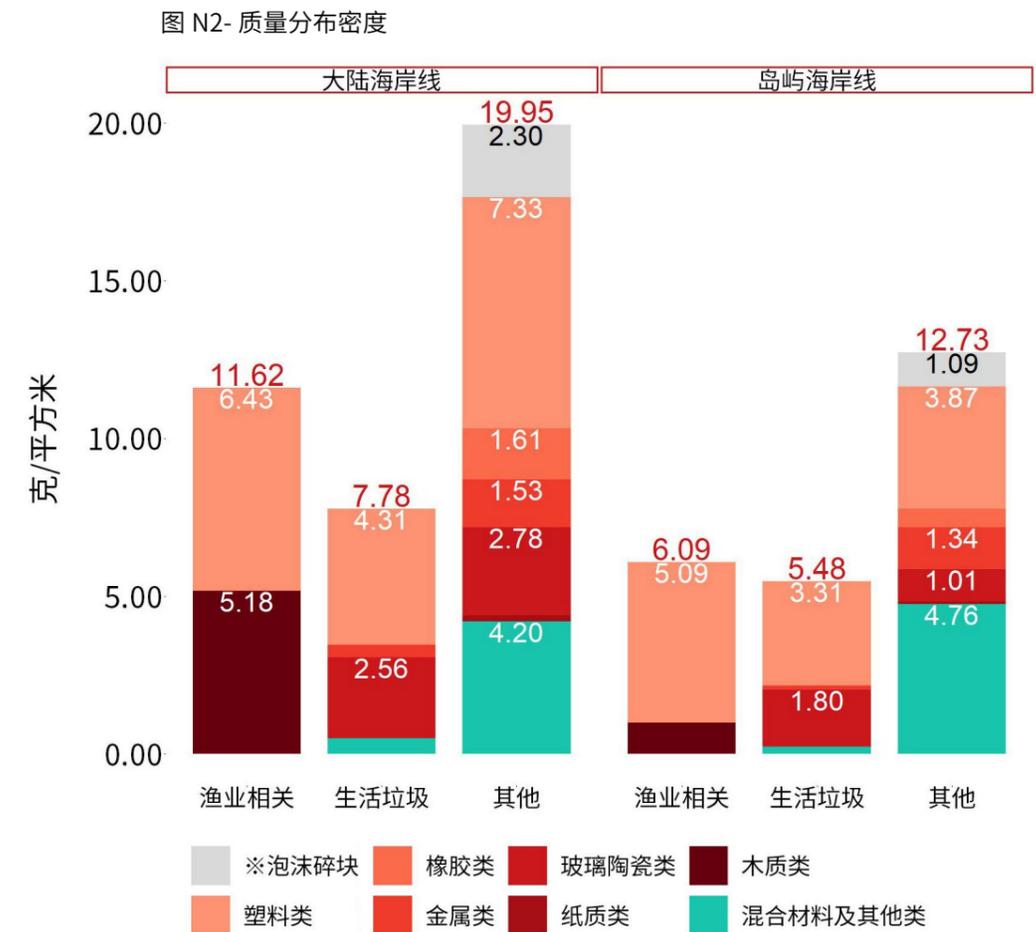
将各监测点所在海岸线类型分为大陆海岸线(66个)和岛屿海岸线(24个),同时将海岸垃圾分为渔业相关垃圾、生活垃圾、以及其他类垃圾,各海岸线垃圾数量分布密度如图N1,大陆海岸线渔业相关垃圾数量分布密度为0.31件/平方米,生活垃圾的数量密度为0.38件/平方米。岛屿海岸线的渔业相关垃圾密度为0.19件/平方米,生活垃圾的密度为0.29件/平方米。三个分类下的垃圾类别均以塑料类垃圾为主。



※ 泡沫碎块由于难以分辨其来源,因此将其计入其他类。

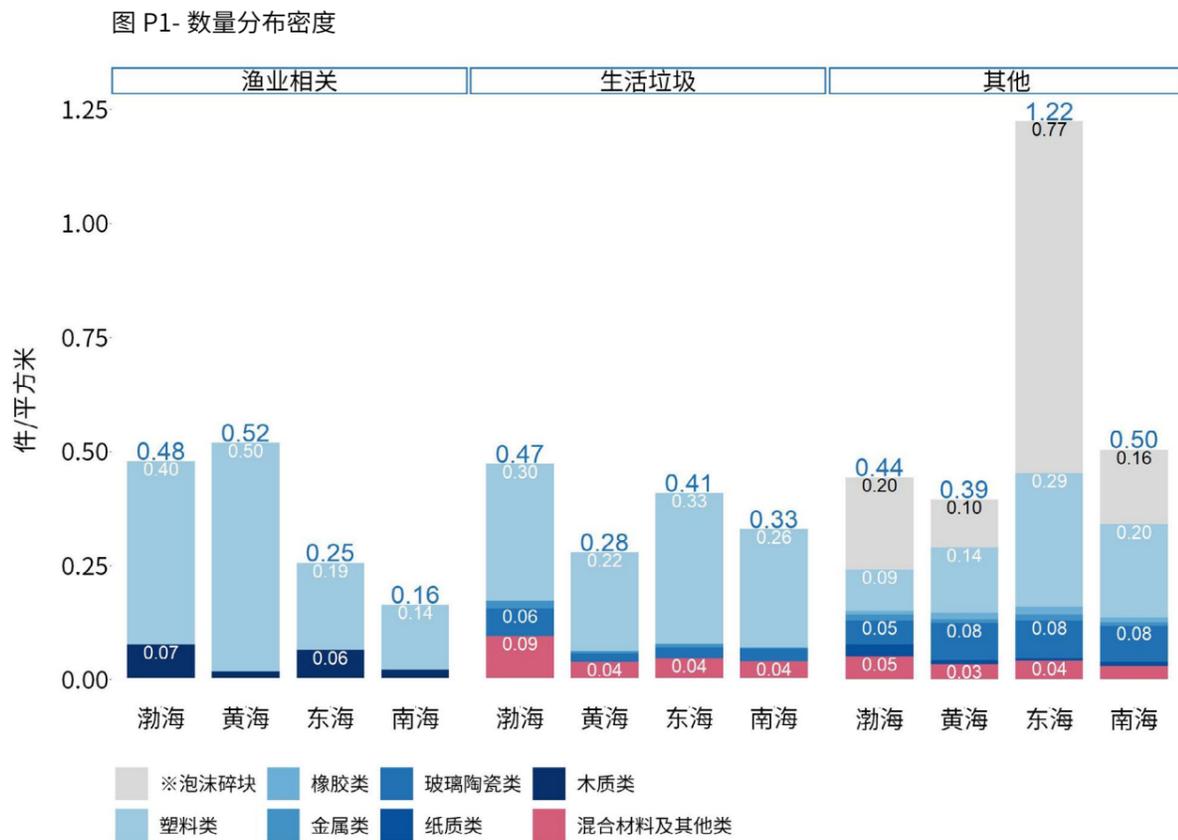
质量分布密度

垃圾质量分布密度如图N2,大陆海岸线渔业相关垃圾分布密度为11.62克/平方米,生活垃圾的质量密度为7.78克/平方米。岛屿海岸线的渔业相关垃圾密度为6.09克/平方米,生活垃圾的密度为5.48克/平方米。三个分类下的垃圾材料同样以塑料类为主。



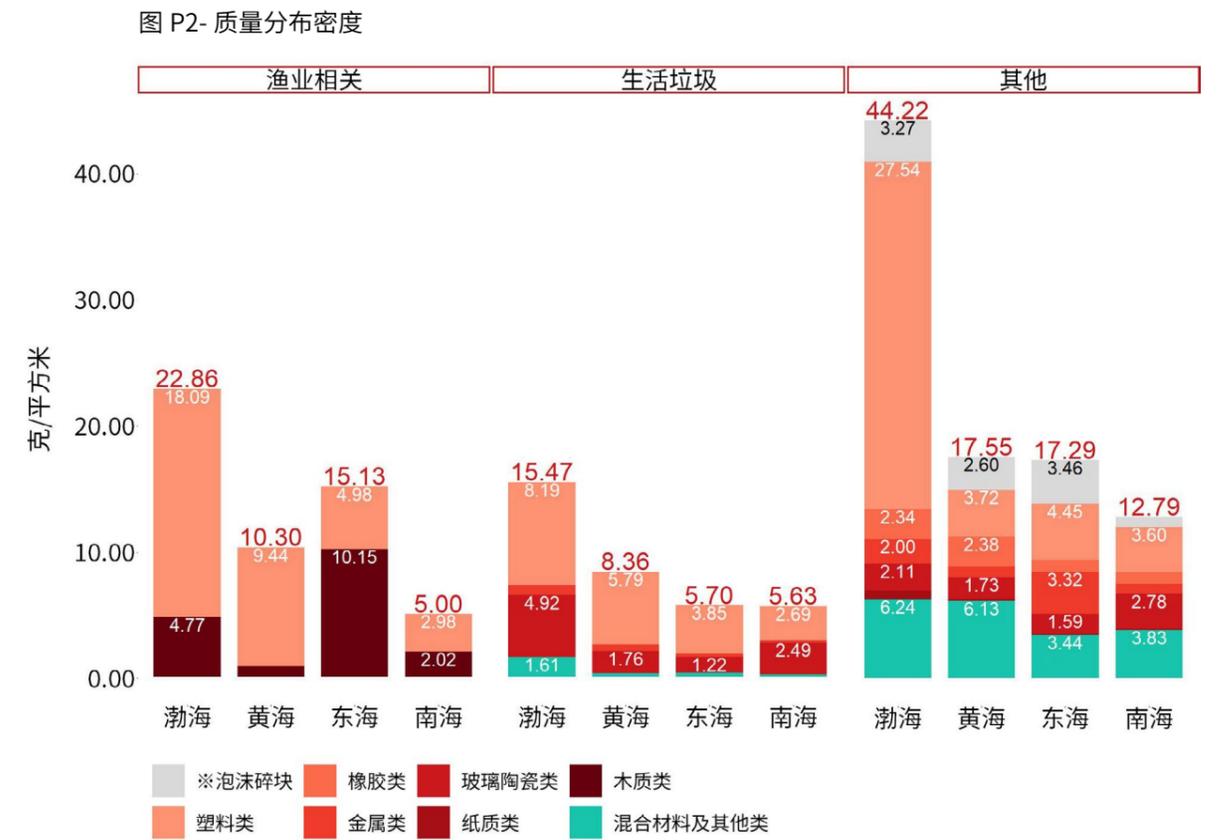
数量分布密度

将各监测点所在海域分为四大海域：渤海、黄海、东海、南海，同时将海岸垃圾分为渔业相关垃圾、生活垃圾、以及其他类垃圾，各海域垃圾数量分布密度如图P1，四大海域中生活垃圾数量分布密度最高的海域为渤海(0.47件/平方米)，渔业相关垃圾数量分布密度最高的海域为黄海(0.52件/平方米)。



质量分布密度

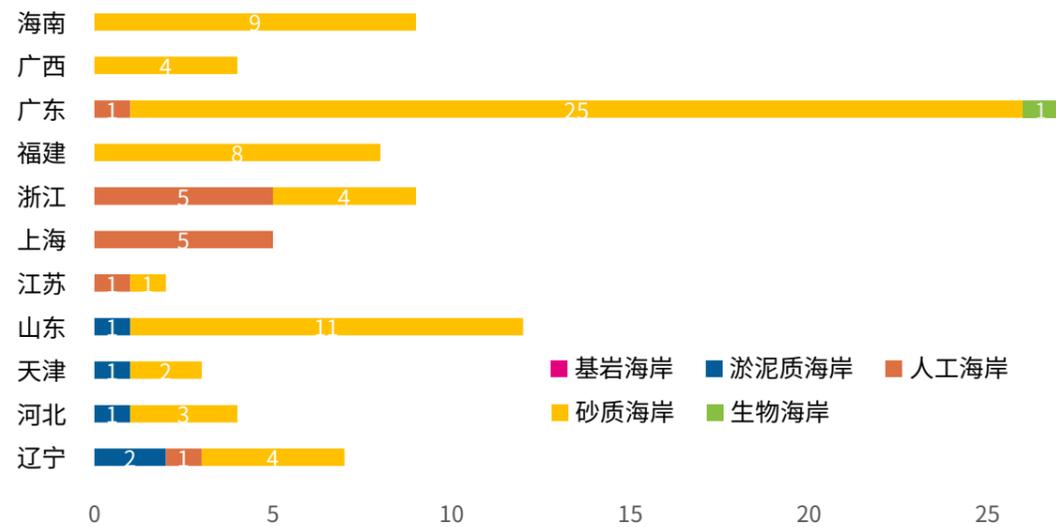
各海域垃圾质量分布密度如图P2，四大海域中生活垃圾质量分布密度最高的海域为渤海(15.47克/平方米)，渔业相关垃圾数量分布密度最高的海域同样为渤海(22.86克/平方米)，各海域的垃圾材料主要为塑料类。



讨论

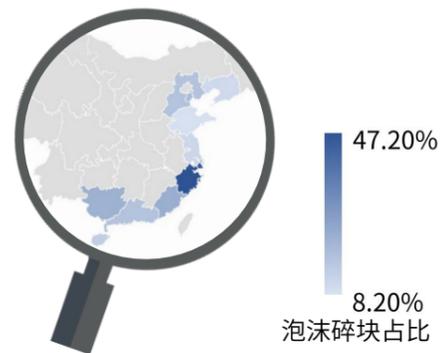
垃圾类别及来源

具凹槽结构的人工海岸可能更容易滞留泡沫塑料类垃圾。结合海岸类型分析,质量和数量分布密度最低的三个地区(广西、海南、福建)共计21个监测点均为砂质海滩。而数量及质量分布密度较高的地区如上海市均为人工海岸。人工海岸多为硬化防浪堤结构海岸,防浪堤的特化结构对于海洋垃圾具有滞留/阻碍作用。根据监测反馈:泡沫塑料类、膜状塑料类等质量较小的中小尺寸垃圾(≤10 cm),极易在潮汐作用下进入防浪堤凹槽结构,并在退潮时被滞留在结构中。

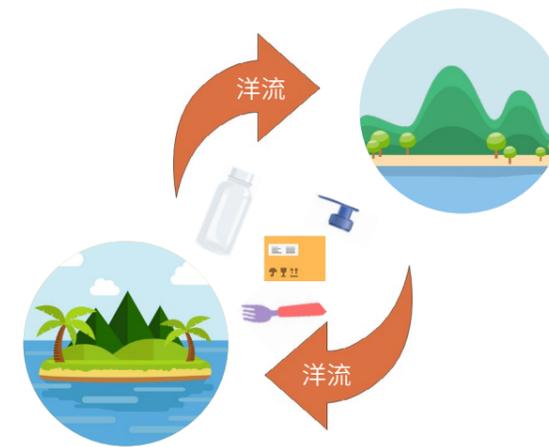


泡沫塑料类垃圾仍是数量最多的海岸垃圾。全国垃圾类别中,数量最多的垃圾小类为泡沫碎块,占比高达23.4%,在各沿海省份的垃圾小类构成中,上海市与浙江省的垃圾类别,数量最多的也是泡沫碎块,占比高达44.1%和47.2%。泡沫碎块主要由于泡沫浮标、泡沫餐饮容器等物品破碎形成,渔业生产中大量使用的泡沫塑料浮标的使用寿命仅1~2年,由于其价格低廉且回收价值低,一旦被意外撞碎或自然老化破碎,大概率被遗弃于海洋环境。

2019年,农业农村部会同生态环境部等十部委联合印发了《关于加快推进水产养殖业绿色发展的若干意见(农渔发〔2019〕1号)》^[12]。《意见》提出了要加强养殖废弃物治理工作,整治近海筏式、吊笼养殖用泡沫浮球,推广新材料环保浮球,着力治理白色污染。目前,已有部分沿海地区通过生态化养殖替代传统养殖方式,大大减少渔业废弃物污染。譬如福建宁德三都澳采用了更耐久且易回收的塑胶渔排养殖,大幅度改善了渔排泡沫浮标使用产生的污染问题^[13]。



渔业生产大量使用了泡沫塑料浮标,是海洋垃圾的来源之一。



海洋垃圾的来源大致可以分为海源和陆源,其中海源主要包括海洋渔业、航运业、海上油气生产作业等产生的垃圾,而陆源主要有:海域周边生产生活、滨海娱乐产生的垃圾以及入海河流携带的垃圾等。尽管有的岛屿远离大陆,但在洋流的作用下,大陆性陆源垃圾仍然可以被长距离输送至无人岛屿的海岸^[14]。影响海洋垃圾分布的因素多样复杂,如季节风向、洋流、海岸类型、海岸功能区类型、海岸人口、经济与卫生管理水平等不同程度影响海洋垃圾的类型和分布密度^[15-20]。

对比大陆海岸和岛屿海岸垃圾组成发现,大陆海岸线的渔业相关垃圾(主要材料为塑料类、木制类)数量分布密度(0.31件/平方米)比岛屿海岸线密度更高(0.19件/平方米)。虽然大陆海岸线木制类垃圾数量分布密度较小(0.04件/平方米),但是质量分布密度相对较高(5.18克/平方米),原因可能与渔业生产的木制棚架、废弃渔船木结构有关。泡沫碎块是2020年海岸垃圾监测中总数占比最高的一类(23.40%),由于破碎后的泡沫碎块难以分辨其来源。故在统计时将其计入其他类。因此无论大陆还是岛屿海岸线,其他垃圾数量分布密度都要高于生活垃圾和渔业相关垃圾。但根据实际调查的情况,海岸上发现的泡沫塑料主要来源包括泡沫塑料浮标(渔业),海上工程浮标(其他)、泡沫箱(渔业和生活垃圾),以及其他泡沫包装填充物(生活垃圾)等。

讨论

“塑料海洋”

塑料类垃圾是海洋垃圾中最为突出的垃圾,基本成为全球研究的共识。本研究将海岸垃圾分为7大类,分别为塑料类、橡胶类、金属类、玻璃陶瓷类、纸质类、木制类、混合材料及其他类,无论是全国水平还是各省市,塑料类海洋垃圾数量和质量占比均处在较高水平。除塑料外,玻璃及陶瓷类、木制类以及混合材料及其他类的质量占比也相对较高,但在数量占比上相对较低。

“幽灵渔具”“中途岛信天翁的悲歌”“食用盐中的微塑料”,从数百平方米的废弃塑料渔网到肉眼难以分辨的微塑料颗粒,尽管海洋垃圾囊括一切人造的持久性固体物质,如玻璃、陶瓷、金属等,但海洋垃圾中的塑料早已拔得头筹,成为全球研究热点。在2015年,由美国佐治亚大学(The University of Georgia) Jenna Jambeck 等人基于2011年世界银行数据的研究估算认为^[21],每年约有800万吨塑料垃圾进入海洋,根据Stephanie B. Borrelle 等人的最新研究认为,在2016年,估计有1900~2300万吨的塑料垃圾进入海洋、湖泊等水环境^[22]。



海底垃圾塑料比例
83.1%



海漂垃圾塑料比例
85.7%



海滩垃圾塑料比例
84.6%

《2020年中国海洋生态环境状况公报》数据表明^[23],监测区域海底垃圾的塑料类垃圾占比为83.1%,海面漂浮垃圾中的塑料类垃圾占比为85.7%,海滩垃圾方面,塑料类垃圾占比也高达84.6%,与本研究全年各监测周期的数值(76.2%~82.2%)十分接近。

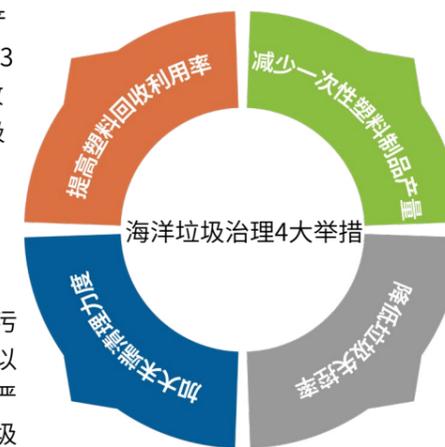


海洋垃圾问题并不仅是环境污染问题,也是人类社会的资源消耗与废弃物管理问题。

此外,2015年Jenna Jambeck 等人的研究估算认为中国未合理管控垃圾率高达76%,产生的未合理管控垃圾量约为882万吨,其中约有132~353万吨成为海洋垃圾,因此是陆源海洋塑料垃圾最大源头国,该结论引发广泛争议。2020年,Jenna Jambeck团队参与的另一项塑料垃圾研究估算认为^[24],中国的未合理管控垃圾率降低为25%,相应产生的未合理管控的垃圾量约为107万吨,未合理管控率相较之前研究大幅度下降。尽管垃圾的合理管控是影响入海垃圾量的重要因素,但要解决海洋垃圾问题仍需多管齐下。

自上世纪50年代全球大规模生产塑料至今,人类估算已经产生约83亿吨的塑料,其中仅有9%被回收利用,12%被焚烧,79%进入垃圾填埋场或自然环境中^[25]。

末端清理是最直接减少海洋垃圾污染的举措,公众通过净滩活动,可以直观感受到海洋垃圾污染问题的严峻性,从而做出改变。但在海洋垃圾的治理体系中,仅凭末端清理并不能解决海洋垃圾问题。



2019年,全球塑料产量高达3.68亿吨^[26],全球几乎一半的塑料被用于制造预期使用寿命不超过三年的一次性产品。

未合理管控的垃圾进入自然环境,其中一部分进入海洋成为海洋垃圾。探究未合理管控的垃圾总量及入海通量具有重要意义,但仍需要多方位的监测研究才能全面了解海洋垃圾问题。

讨论

公众的环保力量

公众环保意识的加强侧面反映了环境问题的严峻性。如果没有 18 世纪前植物爱好者的植物标本收集,就没有经典植物分类学奠基人林奈(Carl Linnaeus)发展和完善植物分类系统的可能^[10],公众科学源起公众对自然的求知与探索,但自工业革命后,人类社会快速发展造成了一系列环境问题,如全球气候变暖、森林生境破碎化和海洋酸化等,而且形式变得越来越严峻。公众开始自发采取行动来保护环境,如捡拾海岸垃圾。^[27]透过公众科学的发展轨迹,我们大概可以看到公众与环境之间的关系的变化:从好奇探索到自觉保护。^[28]

随着我国经济、科技的发展,互联网普及率的提高,如今越来越多的公众加入到环境保护及公众科学的行列中。在海洋保护方面,海洋垃圾污染议题的社会关注度也在不断提高。对环保公益组织而言,动员公众加入到环保行动,并提升至公民科学活动,具有十分重要的意义。以海洋垃圾议题为例,广泛动员公众参与海岸垃圾清理,可以在活动中传播相关环保理念及科学知识,但如果将垃圾清理融入科学监测,则打通了从末端清理到前端科学研究的海洋垃圾治理链,不仅加强了科学知识在公众中的传播,还可以为学界研究提供宝贵数据支持。仁渡海洋的“守护海岸线”海岸垃圾科研监测项目发展至今,已捡拾记录超过 3,500,000 件海洋垃圾,动员科研监测志愿者超过 22,000 人次,积累了大量的全国海洋垃圾监测数据。



一项关于海洋垃圾数据搜集的研究表明,公众收集记录的海洋垃圾数据与专业人员的数据具有同等的质量水平^[29]。公众科学数据同样具有科研价值。1900 年创立的奥杜邦学会的圣诞节鸟类调查,被认为是最早的公众科学项目之一,借助观鸟爱好者、志愿者等的力量,该学会的鸟类调查研究区覆盖全美,为全美乃至全球的鸟类保护工作做出了贡献。无论是海洋保护还是陆地动植物保护,公众科学正凭借着自身优势发挥着越来越大的作用,成为全球环境保护一股不可忽视的力量。



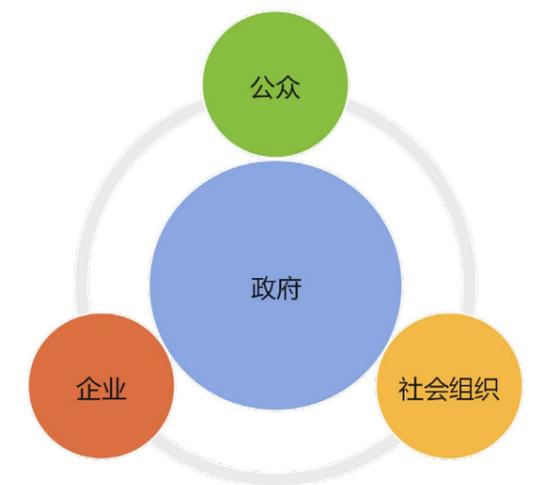
@ Oliver Sjöström From Pexels

我国大陆海岸线长达1.8万多千米,充分调动公众积极参与,海岸生态保护工作才能取得积极效果。

环保组织与社会多元治理

通过环保公益组织参与环境保护及研究,已成为公众参与公众科学的途径之一。对公众而言,环保公益组织是桥梁也是纽带,公众在活动中不仅可以体验科学研究的严谨与益智,同时还可以在活动中结识志同道合的人,获得生活乐趣。对环保公益组织而言,有效动员公众参与环保活动是社会组织参与社会多元治理的方式之一。

在环境多元治理体系中,公众、环保组织都是不可缺少的环节。坚持多元治理,明晰政府、企业、公众等各类主体权责,形成全社会共同推进环境治理的良好格局,已成为我国构建现代环境治理体系的基本原则。





总结

2020年,“守护海岸线”项目沿海11个省市区66个执行机构共执行了472场海岸垃圾科研监测,监测数据表明:监测地区垃圾数量分布密度为1.27件/平方米,质量分布密度为35.00克/平方米。以材质划分的大类垃圾占比中,塑料类垃圾的数量和质量的占比都是最高(分别为79.76%和52.42%);在具体垃圾小类中,泡沫碎块(>2.5cm)数量占比最高,为23.4%。质量占比最高的为木制品,占比为11.35%。

各沿海省市区海岸垃圾数量分布密度区间为0.18~3.65件/平方米,其中,海南的垃圾数量分布密度最低(0.18件/平方米),最高为上海市(3.65件/平方米);各沿海省市区海岸垃圾质量分布密度区间为7.29~150.29克/平方米,分布密度最低的是广西(7.29克/平方米),最高的是江苏(150.29克/平方米);总体上,南部地区(福建、广西、海南)的垃圾分布密度较小。海岸类型、人为干扰因素等可能是本监测研究中影响监测数值的重要因子。

各沿海省市区监测点的垃圾材质仍以塑料类为主,占比区间为7.83%~92.19%。泡沫碎块(>2.5cm)是本年度监测数据中数量最多的垃圾类型,该问题仍需加大关注力度。海洋垃圾问题的治理需要从减少一次性塑料制品产量、提高塑料回收利用率、降低失控垃圾率、加大末端清理力度入手,解决海洋垃圾污染并非一朝一夕,需要加强社会多元治理体系,最大程度地发挥公众的力量。

寄语

当人类第一次从高空看地球,她是被海洋所包裹的“蓝色水球”,表面积约71%被海水覆盖,或许称地球为“水球”更加合适。在地球46亿年的历史中,海洋展示了她无与伦比的力量,如果没有海洋,生命也无从谈起。从46亿年的地球史上看今朝,人类文明非常短暂甚至是微不足道。但人类对海洋对地球造成的影响,已经无法被忽视。我们需要为湿地、森林、海洋等人类赖以生存的自然负责,采取最佳的可持续发展计划并付诸行动。

“守护海岸线”海岸垃圾科研监测项目发展至今已有7年,监测点位从最初的寥寥可数发展至基本覆盖中国大陆沿海省份,越来越多的海岸有了守护者,中国海岸垃圾版图愈加清晰。令人欣喜的是:海洋垃圾污染问题得到了更多的关注,越来越多的人加入到守护海岸线保护海洋的队伍中来。在未来,仁渡海洋仍将秉持“包容多元、承担责任,践行环保、共同成长”的价值观,通过组织和支持净滩和垃圾监测活动,推动海洋垃圾治理,减少海洋垃圾,还大海以洁净。

附录

研究方法

监测目标

以监测断面所有海洋垃圾为监测对象,进行收集、分类、称重并记录。

海洋垃圾:在海洋和海滩环境中具持久性的、人造的或经加工的被丢弃的固体物质,包括故意弃置于海洋和海滩的已使用过的物体,由河流、污水、暴风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^[30]。

垃圾尺寸:对尺寸≥ 2.5CM 的海洋垃圾进行收集,但完整且易捡拾的垃圾(如:烟蒂、瓶盖等),尺寸即使小于 2.5CM,也进行收集并记录。

时间频率

每奇数月(1.3.5.7.9.11月)10日24点的前后一周(4-17日)进行监测,每两次监测活动的时间间隔约为两个月,监测当天尽量选择合适的潮位时段开展活动。由此根据监测时间的先后顺序记为6次监测周期,监测周期数及时间范围对应如右表:

监测周期数	监测时间范围
1	2020.1.4 - 2020.1.17
2	2020.3.4 - 2020.3.17
3	2020.5.4 - 2020.5.17
4	2020.7.4 - 2020.7.17
5	2020.9.4 - 2020.9.17
6	2020.11.4 - 2020.11.17

海岸选择

根据相关分类依据^[31,32],将海岸分为人工海岸线、淤泥质海岸线、生物海岸线、砂质海岸线、基岩海岸线。海域的划分标准依据孙湘平《中国近海区域海洋》^[33]。选取同一段海岸作为海岸垃圾固定的监测点。监测点的具体要求如下:

- (1) 海岸对公众开放或可以正常进入,能确保监测工作顺利开展;
- (2) 适合进行垃圾监测的海岸不应具有强烈的人为干扰,不得有定期清扫(若可能存在不定期清理,其频率不得高于1次/月);
- (3) 不宜设置在具尖锐、陡峭礁石的基岩海岸;
- (4) 海岸线连续长度不小于105米,方便划定符合指引标准的取样区域;
- (5) 坡度不宜太大(确保监测人员可以安全进行监测作业)

在符合以上选点条件的基础上,监测点海岸的选择还可能受到其他因素的影响。部分区域由于在项目的招募期间,没有找到符合条件的海岸,或当地没有联系到合适的执行团队,导致监测点布设数量较少。因此,在一定程度上会影响相应区域数据结果的代表性。

监测断面设置

每个监测点设置5个调查断面,监测断面宽度为沿海岸线平行方向5米,长度为沿海岸线垂直方向从历史高潮线(路边、路堤或植被覆盖边缘处海水触及区域)到水边、湿泥潭或水生植物带的边缘,若该长度长于20米,则只取到20米处。每两个监测断面的间距为20米,布局样图见下图。



监测工具

目前海岸垃圾监测主要依靠人工捡拾分类和记录。主要的常规工具如下:

测量工具:米制卷尺、电子秤

收集工具:手套、垃圾袋

记录工具:垃圾分类记录卡(ICC卡)见下图,按材质共分为7大类,细分为46小类。

数据质量控制:

项目组对数据的质量控制管理主要包含以下方面:

监测执行前,对监测执行团队进行监测方法的理论与操作的统一培训

监测执行期间,跟进各监测团队执行情况,并提供线上答疑等技术支持

监测完成后,对采集上传的数据表格与相应纸质记录进行校验复核,并对特殊情况进行确认

日期: / / 地点:

断面编号 人数 位 断面长度 m 总重 kg

注意: 1. 每个小类需单独计数并称重 2. 质量后需标明单位为 g 或 kg

例: 烟蒂 正正 = 10 = 2.5 g

材料	物品	数量	质量	
塑料类	硬塑料	塑料饮料瓶	=	=
	饮料瓶盖	=	=	
	其他塑料瓶(调料/洗涤剂)	=	=	
	塑料吸管/搅拌棒	=	=	
	塑料盖子(如杯盖/盒盖等)	=	=	
	塑料餐饮容器(快餐盒/饮料杯等)	=	=	
	塑料刀/叉/勺/筷	=	=	
	塑料牙刷	=	=	
	塑料鞋(如凉鞋/拖鞋等)	=	=	
	硬塑料浮标	=	=	
	捕具(渔笼/渔罐/渔篓等)	=	=	
	其他渔业用具(假饵/饵料容器等)	=	=	
	其他硬塑料	=	=	
	膜状塑料	塑料包装(纸巾/薯片等包装袋)	=	=
	塑料袋	=	=	
	一次性塑料手套	=	=	
	其他膜状塑料	=	=	
	纤维塑料	网眼袋/蛇皮袋/编织袋	=	=
	渔线	=	=	
	缆绳	=	=	
渔网	=	=		
其他纤维塑料	=	=		
泡沫塑料	泡沫餐饮容器	=	=	
泡沫包装物(泡沫网袋/填充物等)	=	=		
泡沫箱	=	=		
泡沫浮标	=	=		
泡沫碎块(大于2.5cm)	=	=		
其他泡沫塑料(海绵等)	=	=		
其他塑料	其他塑料(不属于以上类别)	=	=	
橡胶类	橡胶制品	=	=	
金属类	易拉罐	=	=	
	拉环	=	=	
	其他金属制品	=	=	
玻璃/陶瓷类	玻璃/陶瓷饮料瓶	=	=	
	其他玻璃/陶瓷容器	=	=	
	其他玻璃/陶瓷制品	=	=	
	纸类	纸制品	=	=
木质类	木制品	=	=	
混合材料及 其他类	打火机	=	=	
	烟蒂	=	=	
	香烟包装	=	=	
	纸塑等复合包装(如利乐包等)	=	=	
	医疗用品	=	=	
	卫生用纤维制品(卫生巾/湿巾等)	=	=	
	一般纤维制品(衣服/手套/毯子等)	=	=	
	其他(下方备注)	=	=	
	备注:			

附录

研究方法

渔业相关垃圾和生活垃圾分类：

为进一步分析海岸垃圾特征，将 ICC 监测卡 46 个垃圾小类归纳为渔业相关垃圾、生活垃圾、以及其他垃圾，其中渔业垃圾包括浮标、捕具、渔网等。生活垃圾主要包括塑料饮料瓶、瓶盖等（详见下表），限于篇幅，其他类垃圾小类不再一一列出。

渔业相关垃圾	生活垃圾
塑料浮标、捕具（渔笼 / 渔罐 / 渔篓）等捕具、其他渔具（如假饵 / 饵料容器等）、渔线、缆绳、渔网、泡沫箱、泡沫浮标、其他泡沫塑料（海绵等）、木制品	塑料饮料瓶、饮料瓶盖、塑料吸管 / 搅拌棒、塑料盖子（如杯盖 / 盒盖等）、塑料餐饮容器（快餐盒 / 饮料杯等）、塑料刀 / 叉 / 勺 / 筷、塑料鞋（如凉鞋 / 拖鞋等）、塑料包装（纸巾等包装袋）、塑料袋、一次性塑料手套、泡沫餐饮容器、泡沫包装物、易拉罐、拉环、玻璃 / 陶瓷饮料瓶、打火机、烟蒂、香烟包装、纸塑等复合包装（如利乐包等）

计算方法及不同计算方式的结果比较

本报告期内展示的垃圾材料及小类 TOP 占比数值，具体计算公式如下：

$$P = N_p / N \times 100\%$$

P : 海岸垃圾的材料大类或小类垃圾的数量 / 质量占比（百分比）

N_p : 统计范围内的相应材料大类或小类垃圾的总数量 / 总质量（件 或 克）

N : 统计范围内的所有垃圾总数量 / 总质量（件 或 克）

本报告期内展示的海岸垃圾数量分布密度及质量分布密度，均采用统计范围内所有有效监测场次的垃圾总量除以同范围内监测总面积得出（以下称方法 1），具体计算公式如下：

$$D_1 = n \cdot S^{-1}$$

D_1 : 海岸垃圾的分布密度（件 / 平方米 或 克 / 平方米）

n : 统计范围内的垃圾总数量或总质量（件 或 克）

S : 统计范围内的监测总面积（平方米）

采用其他统计方法，统计数值则有差异：

方法 2: 密度平均值：
$$D_2 = \sum_{i=1}^N d_i \cdot N^{-1}$$

D_2 : 海岸垃圾的分布密度（件 / 平方米 或 克 / 平方米）

d_i : 单次监测的海岸垃圾分布密度（件 / 平方米 或 克 / 平方米）

N : 总监测场次

方法 3: 密度中位数：
$$D_3 = \text{median}_{(d_i=1,2,3,\dots,N-1,N)}$$

D_3 : 海岸垃圾密度中位数（件 / 平方米 或 克 / 平方米）

d_i : 单次监测的海岸垃圾分布密度（件 / 平方米 或 克 / 平方米）

N : 总监测场次

以上方法计算出的全国海岸垃圾分布密度结果见下页“与历史结果的比较”章节。

研究方法调整及影响

根据往年“守护海岸线”监测项目执行情况反馈及海岸环境状态的动态变化，2020年，项目组对监测和计算方法进行了调整：

1. 监测周期调整。监测时间调整为奇数月（1、3、5、7、9、11月）10日24点的前后一周（4-17日）进行监测。调整前为奇数月最后一日的前后一周。
2. 断面布设长度设置20米上限。由于部分海岸退潮距离极长（长达数百米），且通常海岸垃圾主要分布在高潮线附近区域，为确保监测的准确记录，设定20米为断面长度上限。
3. 计算方法的调整。采用所有有效单次监测的结果计算垃圾分布密度。为尽可能保留有效监测的数据信息，将每次监测视为独立的垃圾情况调查，保留首次监测及间断后首次监测的数据。

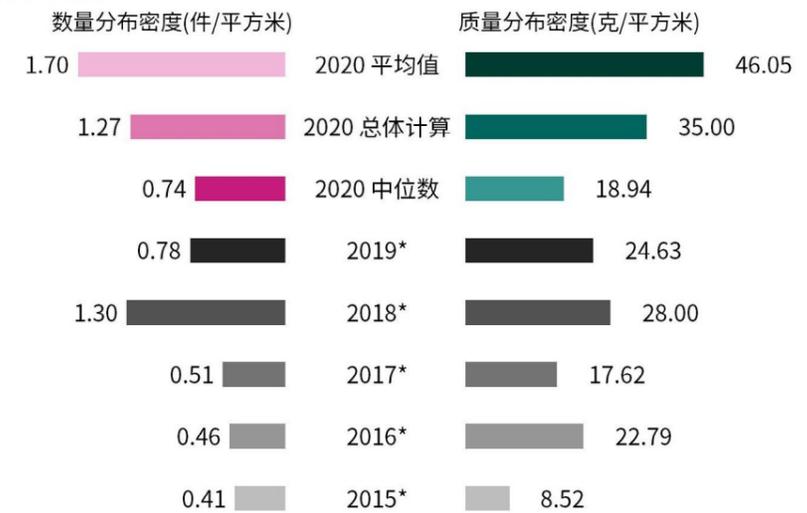
监测及计算方法调整导致影响主要如下：

1. 监测数据结果反映高潮线至水边（20米上限）区域的海岸垃圾情况，而非整个潮间带区域情况。
2. 由于监测方法及计算方法的调整，本报告结果相对往年情况无法直接进行比较。由于海岸垃圾的情况受众多因素的影响，本报告计算数值，主要反映的是符合本监测方法选点及执行要求的海岸高潮线附近区域的垃圾分布及组成情况。这一区域也是目前海岸垃圾问题的主要集中区域。

此外，根据监测数据还可通过不同路径计算得出不同的计算结果，如：先计算单个监测点全年（6个周期）平均分布密度，然后对所有监测点结果计算平均值或取中位数；或先对同一监测周期内所有监测点计算平均值或取中位数。再计算全年6个周期的平均值；再或者根据不同区域或地区汇总计算再计算总体等。

与历史结果的比较

由于2020年项目监测方法及计算方法的调整，本报告结果与往年情况无法直接进行比较。本节展示数据仅供参考，不用于直接表示我国海岸垃圾分布的增减情况。

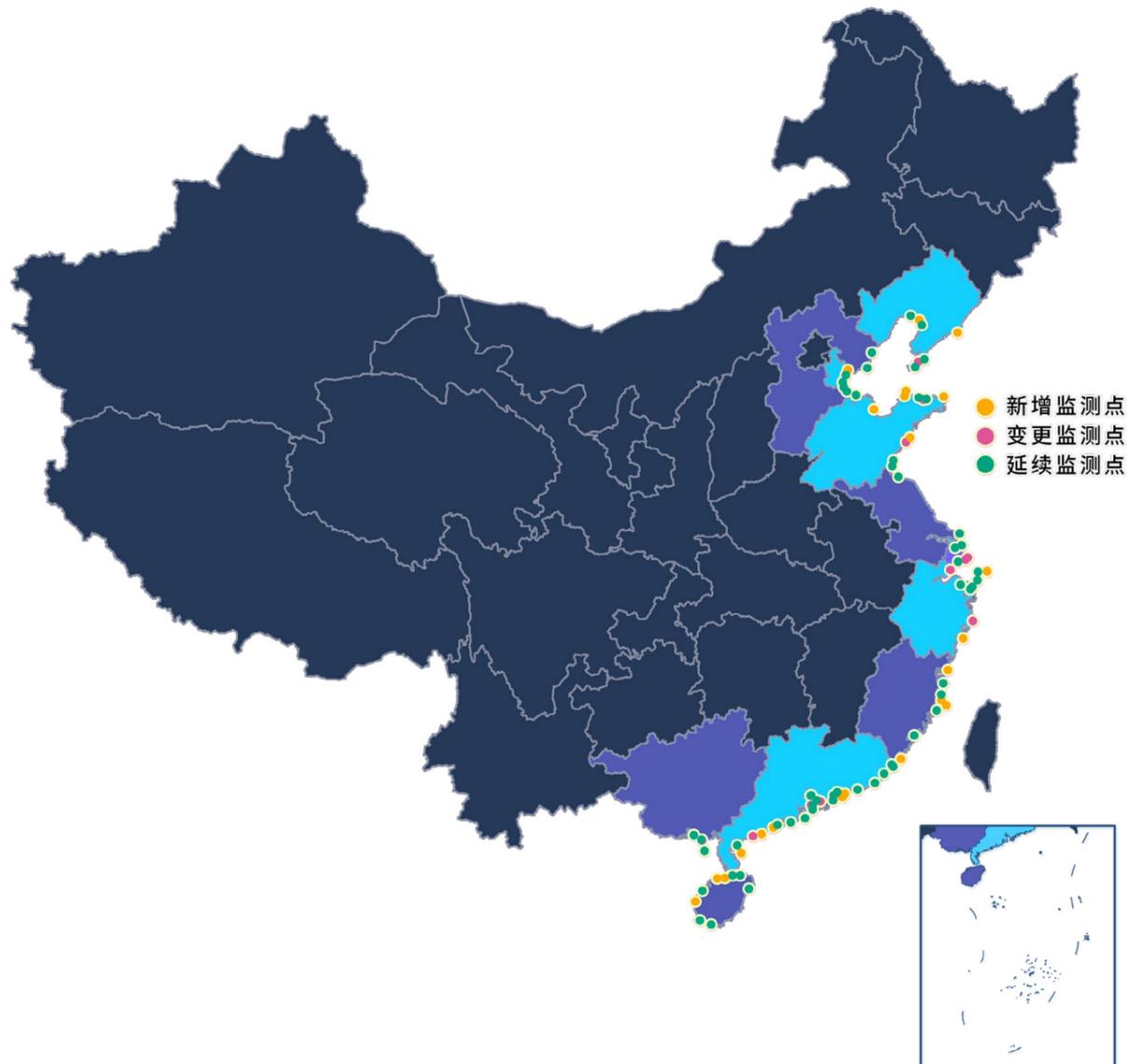


*注：2015-2019 为根据 2019 年报中采用的模型计算结果

包括海岸垃圾在内的海洋垃圾的分布情况受多重因素影响，各类研究的监测方法和计算方式也存在不同程度的差异，需要谨慎对待和研究。我国海岸的情况复杂多变，随着监测点位的增加，项目组经过综合考量后，做出以上必要调整以适应将来不断变化的情况。

附录

监测点分布图



- 辽宁 | 丹东 / 大连·南坨子 / 大连·金州 / 大连·佛门寺 / 营口·团山村 / 营口·大辽河 / 盘锦·辽河口
- 河北 | 秦皇岛 / 唐山·祥云湾 / 沧州·张巨河 / 沧州·大辛堡
- 天津 | 大神堂 / 东疆港 / 南港
- 山东 | 滨州 / 东营 / 烟台·蓬莱 / 烟台·长岛 / 烟台·夹河桥 / 烟台·天越湾 / 烟台·里蹦岛 / 威海·林场 / 青岛·雕塑园 / 青岛·西环岛 / 日照·东港 / 日照·涛雒镇
- 江苏 | 连云港 / 启东·月亮湾
- 上海 | 崇明 / 滨江 / 南汇东港 / 芦潮港 / 奉贤
- 浙江 | 平湖 / 舟山·衢山岛 / 舟山·青浜岛 / 舟山·长峙岛 / 舟山·朱家尖 / 宁波·北仑春晓 / 宁波·象山港 / 温岭 / 温州
- 福建 | 宁德·霞浦 / 福州·连江 / 福州·长乐 / 福州·福清 / 福州·平潭 / 莆田 / 厦门 / 漳州
- 广东 | 潮州 / 汕头·南山湾 / 汕头·南澳 / 揭阳·惠来 / 汕尾 / 惠州·东头村 / 惠州·东海村 / 惠州·张家墩 / 惠州·海唇村 / 惠州·小鹰嘴 / 惠州·小径湾 / 深圳·小沙山 / 深圳·大铲湾 / 深圳·英管岭 / 东莞 / 广州 / 中山 / 珠海·淇澳岛 / 珠海·九洲岛 / 珠海·南水镇 / 江门 / 阳江·海头湾 / 阳江·山外西 / 阳江·北额岭 / 茂名 / 湛江·湖村 / 湛江·硇洲岛
- 广西 | 北海·大墩海 / 北海·冠头岭 / 北海·涠洲岛 / 钦州
- 海南 | 海口·镇海村 / 海口·桂林洋 / 文昌·新园村 / 三亚 / 乐东 / 东方 / 儋州·海头村 / 临高·博纵村 / 澄迈·桥头镇

参考文献

- [1] Elhacham E, Ben-Uri L, Grozovski J, et al. Global human-made mass exceeds all living biomass[J]. *Nature*, 2020, 588(7838):442-444.
- [2] Palardy J, Lau W, Shiran Y, et al. Evaluating scenarios toward zero plastic pollution[J]. *Science*, 2020, 369.
- [3] World Economic Forum. The New Plastics Economy Rethinking the future of plastics[R]. W E F, 2016.
- [4] World Bank. 2021 Global Economic Prospects[R]. Washington, DC: World Bank, January 2021.
- [5] 中国 - 世界卫生组织. 新型冠状病毒肺炎 (COVID-19) 联合考察报告 [R]. 2020.
- [6] United Nations Environment Programme and International Livestock Research Institute. Preventing the Next Pandemic: Zoonotic diseases and how to break the chain of transmission. [R]. Nairobi, Kenya: UNEP, 2020.
- [7] 中国海洋大学党委宣传部. GV-971 获批上市 “蓝色药库” 奉献出抗阿尔茨海默症新药 [EB/OL]. [2019-11-03]. <http://news.ouc.edu.cn/2019/1103/c91a98271/page.htm>.
- [8] The Woods Hole Oceanographic Institution Finding answers in the ocean[EB/OL]. [November 9, 2020]. <https://www.whoi.edu/oceanus/feature/finding-answers-in-the-ocean>.
- [9] Phelps Bondaroff, Teale, and Cooke, Sam. . “Masks on the Beach: The impact of COVID-19 on marine plastic pollution.” [R]. OceansAsia, December 2020.
- [10] 张健, 陈圣宾, 陈彬, 等. 公众科学: 整合科学研究、生态保护和公众参与 [J]. 生物多样性, 2013, 21(06): 738-749.
- [11] Rangel-Buitrago N, Mendoza A V, Adriana G C, et al. The impact of anthropogenic litter on Colombia's central Caribbean beaches[J]. *Marine Pollution Bulletin*, 2020, 152:110909-.
- [12] 农业农村部 生态环境部 自然资源部 国家发展和改革委员会 财政部 科学技术部 工业和信息化部 商务部 国家市场监督管理总局 中国银行保险监督管理委员会. 关于印发《饮料纸基复合包装生产者责任延伸制度实施方案(农渔发(2019)1 号)》的通知 [EB/OL]. [2019 年 01 月 11 日]. http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2019-10/22/content_5443445.htm.
- [13] 韩超: 三都澳: 海上养殖告别“无序”[N], 农民日报, 2020-08-15
- [14] nationalgeographic. How an Uninhabited Island Got the World's Highest Density of Trash[EB/OL]. [2017]. <https://www.nationalgeographic.com/science/article/henderson-island-pitcairn-trash-plastic-pollution>.
- [15] Cavalcante R M, Pinheiro L S, Teixeira C E P, et al. Marine debris on a tropical coastline: Abundance, predominant sources and fate in a region with multiple activities (Fortaleza, Ceará, northeastern Brazil)[J]. *Waste Management*, 2020, 108:13-20.
- [16] Özden Ö, Y ld r m S, Fuller W J, et al. Anthropogenic marine litter on the north coast of Cyprus: Insights into marine pollution in the eastern Mediterranean[J]. *Marine Pollution Bulletin*, 2021, 165:112167.
- [17] Veerasingam S, Al-Khayat J A, Aboobacker V M, et al. Sources, spatial distribution and characteristics of marine litter along the west coast of Qatar[J]. *Marine Pollution Bulletin*, 2020, 159:111478.
- [18] Rodríguez C, Fossatti M, Carrizo D, et al. Mesoplastics and large microplastics along a use gradient on the Uruguay Atlantic coast: Types, sources, fates, and chemical loads[J]. *Science of The Total Environment*, 2020, 721:137734.
- [19] 张婷, 林柳, 蹇丽, 等. 西沙群岛七连屿绿海龟 (*Chelonia mydas*) 产卵场海滩垃圾调查 [J]. 生态学杂志, 2020, 39(07): 2408-2415.
- [20] 张典, 俞炜炜, 陈彬, 等. 厦门湾海洋塑料垃圾对中华白海豚的摄食风险评价 [J]. 中国环境科学, 2020, 40(04): 1809-1818.
- [21] Jambeck J R, Geyer R, Wilcox C, et al. Plastic waste inputs from land into the ocean[J]. *Science*, 2015, 347(6223):768-771.
- [22] Borrelle S, Ringma J, Law K, et al. Predicted growth in plastic waste exceeds efforts to mitigate plastic pollution[J]. *Science*, 2020, 369.
- [23] 生态环境部. 2020 年中国海洋生态环境状况公报 [R]. 2021.5.
- [24] Law K L, Starr N, Siegler T R, et al. The United States' contribution of plastic waste to land and ocean[J]. *Science advances*, 2020, 6(44):eabd0288.
- [25] Geyer R, Jambeck J R, Law K L. Production, use, and fate of all plastics ever made[J]. *Science Advances*, 2017, 3(7):e1700782.
- [26] Plastics Europe. Plastics – the Facts 2020 An analysis of European plastics production, demand and waste data[R]. Plastics Europe, 2020.
- [27] Bravo M, Gallardo M a D L A, Luna-Jorquera G, et al. Anthropogenic debris on beaches in the SE Pacific (Chile): Results from a national survey supported by volunteers[J]. *Marine Pollution Bulletin*, 2009, 58(11):1718-1726.
- [28] Kelly R, Evans K, Alexander K, et al. Connecting to the oceans: supporting ocean literacy and public engagement[J]. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 2021, (4):1-21.
- [29] Tonya V, Milton D A, Lawson T J, et al. Comparison of marine debris data collected by researchers and citizen scientists: Is citizen science data worth the effort?[J]. *Biological Conservation*, 2016:e0164107.
- [30] 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)[R]. 北京: 国家海洋局生态环境保护司, 2015.
- [31] 索安宁, 曹可, 马红伟, 等. 海岸线分类体系探讨 [J]. 地理科学, 2015, 35(07): 933-937.
- [32] 国家海洋局 908 专项办公室. 海岸带调查技术规程 [M]. 海洋出版社, 2005.
- [33] 孙湘平. 中国近海区域海洋 [M]. 中国近海区域海洋, 2006.

清



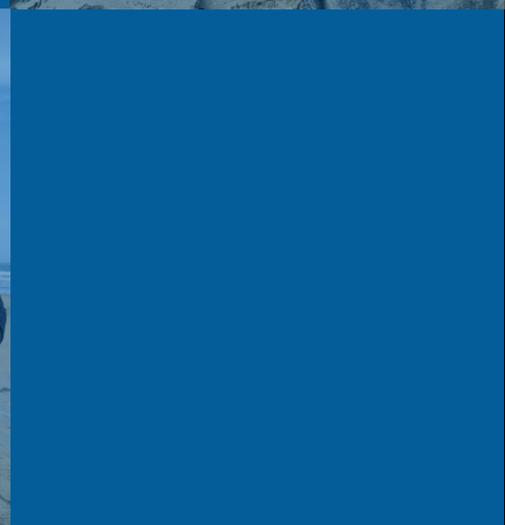
淨



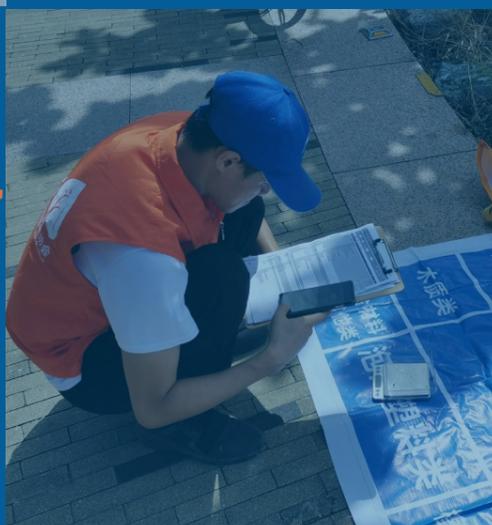
海



岸



全



力



守护海岸线海岸垃圾
科研监测项目有赖于
每一家当地的合作伙伴
和每一位参与的志愿者，
他们记录的每一个数据
都将展示中国海滩垃圾
的真实情况，推动海洋
垃圾问题的解决。



以



赴



守护海岸线
科研监测

上海仁渡海洋公益发展中心
地址:上海市峨山路 613 号 C 座 C209 室
电话: 021-68360961
官网:www.renduocean.org

