



# 治理海洋塑料污染

## 制定政策应对垃圾肆虐

有研究表明，以目前沿海地区发展及塑料消费的趋势，到2025年进入海洋的塑料垃圾数量可能增加一倍以上。一些国家已经开始努力改善塑料垃圾管理，寻求既可以为企业所接受又可以保护海洋的解决方案。



在连接南卡罗莱纳州陆地与富丽海滩（Folly Beach）社区的堤道上，志愿者每年都会组织几次垃圾清理工作。他们沿着公路和盐沼地收集塑料瓶、吸管、袋子以及其它杂物，而其中一些垃圾是来自远处其它城市。在有风的日子，城市街道上的垃圾常常随风飘入河道内；下暴雨时各种杂物会冲入下水道，最终排入河道内；还有些垃圾可能来自附近。“我看到包装袋及其它塑料物品从堤道上行驶的皮卡车上飞落下来，”为非营利性冲浪者基金会（Surfrider Foundation）查尔斯顿区分会组织清理工作的Marty Morganello说道，“有时还看到垃圾从打开的车窗、垃圾车后部甚至物品回收车上飞出。塑料制品质地较轻，如果不固定牢靠，它们就会飞走。”

海滩清理工作收集了大量垃圾，主要是塑料制品。虽然现在还不太清楚海洋塑料污染对人类健康的影响，但人们普遍认为应该对这个新出现的问题做进一步研究。同样，工业界、政府、非政府组织及环保组织也日益迫切呼吁开发工具并制定政策，在塑料垃圾进入海洋之前进行跟踪、采集与回收。

### 海洋塑料污染的来源

渔船丢失或废弃的渔网及渔线是海洋垃圾的重要来源，尤其在捕捞业繁荣的海域。渔船有时也丢弃塑料浮筒、捕鱼圈套、罐子以及其它装备。塑料污染的其它海上来源包括石油及天然气钻井平台、水产养殖设施以及货船丢弃的各种容器。

来自陆地的塑料垃圾主要有两个来源：一是普通垃圾；二是露天堆放或垃圾填埋场的物品随风飘走或被雨水冲走，然后经内陆水道或下水道流入海洋或被风吹入海洋。主要水道可以运送大量塑料垃圾，有研究表明，每天大约有4.2吨塑料垃圾经多瑙河进入黑海。

轻质塑料制品可以漂浮在水中，随洋流到达很远的地方。有报导显示，船舶遗失的塑料货物在距离遗失位置1万多公里的地方被发现。美国国家海洋与大气管理局（National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA）海洋垃圾项目主管Nancy Wallace指出，洋流同样也可以将废弃的渔网带到数百英里以外。夏威夷西北群岛位于世界最大的海洋野生动物保护区内，因此附近并没有规模化的捕鱼产业，然而2014年国家海洋与大气管理局在该区域支持的清理行动中，收集到了大约52吨废弃渔网和其它塑料垃圾。

一个研究小组最近估计，在192个拥有海岸线的国家中，有20个国家产生了全世界83%的海洋塑料垃圾。该研究第一作者——佐治亚大学（University of Georgia）环境工程师Jenna R. Jambeck及其同事们的估算表明，这192个国家每年总共产生约2.75亿吨塑料垃圾，在2010年约有480万~1270万吨塑料垃圾由于管理不善而进入了海洋。

“这相当于在全球海岸线上，每英尺可以摆放5个装满塑料垃圾的容量5加仑（约19公升）的袋子，”Jambeck说道。如果不改善垃圾管理基础设施，并假设沿海人口、经济以及塑料制品消费均照常增长，作者们预测到2025年塑料垃圾总量可能增加一倍以上。

### 沿海国家的“贡献”

美国对海洋塑料污染“贡献”显著，但是在产生塑料垃圾最多的沿海国家名单上，美国仅排第20位。排名领先的是一些发展迅速、沿海人口不断增长、垃圾管理系统滞后的国家，包括中国、印度尼西亚以及菲律宾等。

发展中国家中形成这一趋势的主要动因是“巨型都市”——人口超过1000万的城市——的快速发展。这些巨型都市增长的70%以上属于官方规划之外的增长，发展中国家几乎三分之一的城市人口住在贫民窟或缺乏配套市政设施——包括固体垃圾处理——的非正式居民点。

Jambeck与同事们认为，距海岸线50公里以内的人口密度是一个国家海洋污染陆地来源的主要决定因素。例如，大约74%的印尼人口和83%的菲律宾人口居住在沿海地区。第二个决定因素是沿海国家人均产生垃圾数量。美国每天人均产生2.58公斤垃圾，比名单上前20名的任何其他国家（斯里兰卡除外）的人均垃圾数量要多得多，是中国的两倍多。

第三个决定因素是垃圾——包括塑料制品——管理不善的严重程度，美国在这一点上做得很好。“美国唯一的垃圾管理不善问题是随处丢弃杂物现象，” Jambeck说道，“我们的垃圾管理基础设施相当完善，人们有恰当的途径处理垃圾。”中国的沿海人口

比美国高出约2.5倍，然而据估计其管理不善的塑料垃圾量超过美国30倍以上。

地形也在很大程度上影响一个国家的海洋垃圾产量。在海洋污染排名前20位的有岛国斯里兰卡、一些群岛国家如菲律宾和印度尼西亚、拥有漫长海岸线的国家如中国和越南。

“Jambeck的这项研究可以说是在全球范围内制定塑料垃圾管理策略的初步尝试，”总部位于华盛顿特区的倡议组织“海洋保护协会”（Ocean Conservancy）首席科学家George H. Leonard说道。“海洋垃圾是一个全球性问题，这项研究表明我们可以立足较小范围的地域，而在全球层面解决相当一部分问题。”他指出关键是在少数国家改善垃圾管理。

### 生产者责任延伸

一些欧洲国家已经建立了一个模型，其他国家及地区可以仿效此模型，更好地管理塑料垃圾，减少海洋污染。该模型是基于生产者责任延伸原则（extended producer responsibility,

EPR），于1990年在瑞典政府的一份内部报告中首次提出，其理念是将产品报废处置的财务责任转交给生产商，从而激励生产商改进产品设计、再利用及回收。

在生产者责任延伸体系中，品牌所有者必须支付其产品使用后包装的跟踪、管理、回收及处置费用。该体系一般是通过回收立法实现，规定生产商在产品被消费后回收其包装，一些生产商因此雇用一些组织收集与回收其产品包装。美国一些州针对碳酸饮料瓶的容器回收系统就是生产者责任延伸体系的一个例子。

许多欧洲国家不仅已经通过了生产者责任延伸法规，增加塑料的再利用与回收，而且还把塑料垃圾运到发电厂焚烧后产热或发电，即“废物变能源”（waste-to-energy, WTE）。据生产商协会“欧洲塑料协会”（Plastics Europe）估计，2012年欧洲有2520万吨消费后的塑料物品被丢弃，其中26%被回收，36%用作燃料，38%倾倒在垃圾填埋场。同年在美国消费后的废塑料大约2900万吨，只有9%得以回收，大约16%用作燃料。

已有9个欧洲国家禁止了垃圾填埋，部分原因是人口密集土地稀缺。这种立法决策的结果是，这些国家90%~100%的塑料废弃物被回收或用于生产能源。但仍有很多国家把60%以上的垃圾进行填埋，其中一些国家尤其在东欧仍然完全依赖于垃圾填埋。欧洲塑料协会呼吁到2020年实现欧洲塑料垃圾零填埋。

“欧洲已经建立了相当健全的回收与能源再生系统来管理塑料垃圾，”美国化学理事会（American Chemistry Council）塑料分部的副主席Steve Russell说道，“建立这些系统的主要驱动力是获取能源并尽可能保持能源自给，以及垃圾填埋禁令。

排名	国家	管理不善的垃圾比例	管理不善的塑料垃圾数量（百万公吨/年）	占全球管理不善的塑料垃圾总量的百分比	海洋塑料垃圾数量（百万公吨/年）
1	中国	76	8.82	27.7	1.32-3.53
2	印度尼西亚	83	3.22	10.1	0.48-1.29
3	菲律宾	83	1.88	5.9	0.28-0.75
4	越南	88	1.83	5.8	0.28-0.73
5	斯里兰卡	84	1.59	5	0.24-0.64
6	泰国	75	1.03	3.2	0.15-0.41
7	埃及	69	0.97	3	0.15-0.39
8	马来西亚	57	0.94	2.9	0.14-0.37
9	尼日利亚	83	0.85	2.7	0.13-0.34
10	孟加拉国	89	0.79	2.5	0.12-0.31
11	南非	56	0.63	2	0.09-0.25
12	印度	87	0.6	1.9	0.09-0.24
13	阿尔及利亚	60	0.52	1.6	0.08-0.21
14	土耳其	18	0.49	1.5	0.07-0.19
15	巴基斯坦	88	0.48	1.5	0.07-0.19
16	巴西	11	0.47	1.5	0.07-0.19
17	缅甸	89	0.46	1.4	0.07-0.18
18	摩洛哥	68	0.31	1	0.05-0.12
19	朝鲜	90	0.3	1	0.05-0.12
20	美国	2	0.28	0.9	0.04-0.11

Adapted from Jambeck et al. (2015)



## 海洋塑料垃圾的去向

海洋中的塑料垃圾在阳光、氧化反应、海浪及水流磨损的作用下，降解成越来越小的碎片，通常会小到肉眼不可见。从浮游动物到鱼类的很多海洋生物会误以为是食物而吞食这些塑料微粒。

塑料微粒被海洋生物吞食后进入水生食物链，这些有毒物质不仅具有生物蓄积性而且可以长期存在。但目前尚不清楚它们在传输持久性污染物或降低生物利用度方面的净效应如何。在美国环保署最近召开的一次研讨会上，与会者的结论是目前的科学水平还无法评估食用塑料微粒污染的海产品可能导致的人体健康风险。

Russell指出，相比之下美国有更多土地可用于修建垃圾填埋场，而且常规能源价格低廉。“在美国无论我们怎样设计管理系统，”他说道，“都应该考虑当地的实际情况。”

### 塑料垃圾的经济学

多年来，中国是劣质“混合打包”废塑料的主要买家。这些废塑料常常掺杂着食物、污垢以及不可回收材料，因而在美国没有市场。中国把大量这种废塑料转化为工业原料或树脂，供应其不断扩张的制造业，而其中无法回收的部分则被运送到垃圾填埋场。

中国政府于2013年开始实施“绿篱行动”以提高质量控制，遏制那些只能填埋的劣质废塑料的进口。尽管美国出口到中国的废塑料从2012到2013年下降了18%，但美国塑料回收行业为了应对绿篱行动，对设施进行了更新，以生产“更清洁一致的垃圾捆”，美国化学理事会的塑料市场执行董事Keith Christman解释道。“回收塑料的质量有所改善，因此市场已经复苏而且势头强劲，”Christman说，“市场一直增长而且材料分离能力也在提高，这些因素使得这类材料具备了更高的价值和更大的市场。”

尽管有中国政府的立法限制，2013年美国的塑料回收市场仍然持续增长，塑料瓶回收比2012年上涨了4.3%，聚乙烯薄膜回收上涨了11%。非瓶类硬质材料（如酸奶盒、翻盖容器）的回收在

2013年下降了不到1%，但其总量超过10亿磅（约合4.5亿公斤），是2007年的3倍，因为更多社区开始将非瓶类硬质容器列入回收项目。

塑料聚合物几乎完全出自石油化工产品，取决于哪种原料最经济——而关键在于原料产地。(Christman表示，美国超过70%的塑料是由国产天然气制成。)美国一家信息咨询公司IHS (Information Handling Services)的副主任、特种化学品专家Jim Glauser指出，当回收废弃物生产树脂比直接从化石燃料生产树脂便宜时，塑料回收就会增加。为了提高回收利用率，“需要改进废塑料的收集、分类与处理，以降低成本、提高回收物加工树脂的质量，”Glauser说道。

### 寻求解决方案

在未来几十年内，如果全球众多沿海经济体与人口持续增长，如不采取措施改善市政固体垃圾管理，那么从陆地流向海洋的塑料垃圾数量预计会增加。

海洋保护协会的Leonard认为，海洋塑料垃圾污染仍将是一个难解之题，因为它代表了全球范围内“根本性市场失败”。他解释说，“塑料产量一直在增加，而我们社会的垃圾处理能力却跟不上。”

国家海洋与大气管理局的Wallace认为，在渔具上做标记或建立一个上报丢失渔具的全球系统，将有助于管理海洋来源塑料污染。“现在我们根

本无法追寻任何渔具的来源，”她指出，“如果能知道这么多渔网都来自哪些国家会很有帮助，我们就可以从问题的源头入手寻找解决方案。”

2012年海洋保护协会采取了新措施，成立了“海洋无垃圾联盟”(Trash Free Seas Alliance<sup>®</sup>)，成员包括化工及塑料企业、塑料消费品生产商、经济学家、环境科学家及环保组织。该联盟利用其成员的跨行业专长开发创新性可持续策略，致力消除海洋垃圾。

“我们需要更好地理解经济制约原则，以解决塑料垃圾问题，”Leonard表示，“我们正在评估一些可以更好地回收、循环及再利用的商业运作模式，然后可以制定一套适合当地的既可以为企业所接受又可以保护海洋的解决方案。”

John H. Tibbetts住在南卡罗莱纳州查尔斯顿，曾任南卡罗莱纳州海洋基金联合会(South Carolina Sea Grant Consortium)杂志《沿海遗产》(Coastal Heritage)的编辑。

译自EHP123(4):A90-A93 (2015)

翻译：周江

本文参考文献请浏览英文原文

原文链接

<http://dx.doi.org/10.1289/ehp.123-A90>