

# 汇流之势

海洋塑料污染治理的全球方案





# 目录

内容摘要.....	1
现状综述.....	3
塑料污染与全球性危机.....	3
塑料对生物多样性的影响.....	3
塑料对人类社会的影响.....	5
塑料对气候的影响.....	6
全球塑料条约陷入停滞： 地方主导与应对成为关键.....	7
恰当的应对措施.....	8
针对性的清理.....	8
减少塑料的生产与使用.....	10
有效的生产者责任延伸制度.....	11
零废弃模式 .....	15
附录.....	21



图片来源: GreenHub

# 内容摘要

全球塑料污染问题，主要源于一次性塑料的广泛使用，并且其对生态系统和人类健康造成严重威胁。同时，塑料生产过程中产生的污染排放，也在影响气候稳定。如今，塑料几乎遍布生态环境的各个角落，其在分解为微塑料之后，还会进一步污染我们的空气、食物以及饮用水。大量科学研究表明，塑料在其整个生命周期中都会带来危害：从原材料开采、生产制造到废弃处理（无论是以焚烧、倾倒的方式或是未得到妥善处理）。

造成该问题的一个关键原因，是塑料生产与废弃处理之间的失衡，尤其是在高收入国家中表现得尤为明显。以美国为例，其仅占全球约 4% 的人口，却产生了全球约 17% 的塑料废弃物。同时，回收利用的效率也普遍较低，美国塑料废弃物中，进入回收流程的比例不足 9%，而真正被有效再利用的比例则更低。发达国家产生的大量废弃可回收塑料，长期以来被出口至发展中国家，而这些国家的废弃处理设施往往并不完善。然而，这些进口塑料废弃物的国家却常被误认为是塑料污染的主要来源，掩盖了全球废弃物流动的潜在机制和环境不公平的事实。

## 应对塑料污染需要采取系统化、公平化且全球化的措施。

减少塑料的生产和使用——尤其是在废弃塑料产生量较高的国家——对于缓解废弃塑料处理压力、推动公平和可持续发展至关重要。

全球塑料条约谈判长期陷入停滞，使地方层面的作用前所未有地凸显。长期以来，城市、州/省和地区一直处于应对塑料污染的前沿阵地——在国家或国际性制度出台之前，便已率先颁布塑料袋禁令、限制一次性用品，推动减量，提倡回收利用。

这些地方政府通常直接负责本地废弃物处理工作，因此能有效采取行动。也因为更靠近社区基层，所以它们能够根据具体需求和发展目标，设计并实施与之适应的零废弃政策。

无论未来的全球塑料条约具体内容如何，想要取得成效最终都取决于能否有效落实。这一责任不仅由国家层面承担，也落在各级地方主体的肩上——包括州/省、区域、城市和乡镇。尽管塑料污染是一个全球性问题，但其造成的影响在地方环境中尤为明显，例如水道堵塞、废弃物处理设施超负荷运转，以及社区安全受到威胁。只有加强地方层面的行动，才能切实保护海洋并维护人类的生存环境。


地方层面的零废弃实践可为更大范围的实践奠基，形成连锁效应，推动全球条约取得长期性成果。作为先驱者的地方政府，总结经验，展示成果，能影响更高层的决策，并带动其他地区跟进。在弥补全球条约不足之处的过程中，这些实践也用实际成果证明，系统性转型既是可实现的，也是可推广的，也为未来条约谈判提供参考，推动形成更有效、更有利于我们共同家园的成果。

塑料污染危机，是全球塑料经济体系失衡和废弃物处理能力不足的直接后果。要应对这一危机，必须对塑料的全生命周期进行考量——从化石燃料的开采到最终的废弃处理——并提出系统性、综合性的解决方案。要真正解决塑料污染，关键在于三个方面：一是开展有针对性的清理，二是推进塑料政策的全面改革，三是由地方主导的零废弃模式。

本报告阐述了，在催化性资金的支持下，采取恰当的措施来治理塑料污染，可以推动实现海洋及其相关社区实现必要的系统性变革。



图片来源: Mohamed Omar



# 现状综述

## 塑料污染与全球性危机

图片来源：Alyssa Schukar

海洋与地球上的所有生命息息相关，它既调节气候，又提供食物，并支撑世界各地人们的生计。然而，这一关键系统的每一个角落——从最深的海沟到最北极的积雪——如今都已受到塑料污染的影响。每年约有 1100 万吨塑料流入海洋。<sup>1</sup> 海洋中的塑料污染并不仅仅来自海滩和沿海地区，塑料还会通过河流、运河和排水系统进入海洋，这意味着污染可能在上游甚至远离海岸的内陆地区就已经产生。

每年约有 40% 产量的塑料用于包装，而这类轻质的一次性塑料制品对人类社会和海洋造成了巨量的污染。过去 40 年间，全球范围内 Ocean Conservancy（海洋保护）开展的“国际海岸清洁行动”（International Coastal Cleanup®）的志愿者收集到的垃圾中，一次性塑料包装和餐饮用具常年位于榜单前列。这些塑料一旦进入海洋，便会危害海洋生物，并进入食物链和供水系统，同时扰乱海洋所提供的生态功能，<sup>2</sup> 例如气候调节、海岸防护、渔业资源，而那些依赖健康繁荣海洋环境的文化、经济活动也遭受打击。

从用于生产塑料的化石燃料开采，到塑料废弃物对生态系统和人类健康造成的危害，塑料正在加剧如今相互交织的多重全球性危机——气候变化、生物多样性丧失以及塑料污染。这些相互关联的全球性危机的，其核心在于海洋。

## 塑料对生物多样性的影响

误食、缠绕、化学污染，塑料污染通过多种形式对海洋生物多样性造成危害。据记载，从最微小的浮游生物，到体型巨大的鲸类，已有近 1300 种海洋物种被发现会摄入塑料，而且这一数字仍在攀升。这些物种几乎涵盖了所有海洋哺乳动物和海鸟类群，以及全部的 7 种海龟。<sup>3</sup> 海洋动物常常将塑料误认为食物。

这些被摄入的塑料还会沿着海洋食物链向上转移，进入捕食性物种体内，其中包括许多人类食用的海产品。<sup>4</sup> 此外，塑料还会吸附细菌，并从周围环境中富集持久性污染物（例如二氯二苯三氯乙烷，DDT）以及其他化学污染物（如药物残留和重金属），其浓度最高可达周围海水的百万倍，<sup>5</sup> 从而对海洋生物和食用海产品的海产品消费者构成污染风险。

与误食一样，缠绕也是塑料对海洋生物造成危害的主要形式之一。由 Ocean Conservancy 的科学家共同署名的同行评审研究表明，被丢弃、遗失或以其他方式弃置的渔具 (ALDFG)——如渔网、渔线、绳索和蟹笼等——是海洋生物发生缠绕的首要原因，而塑料袋、气球等消费品也同样会造成缠绕伤害。<sup>6</sup> 遗弃的渔具及其他可缠绕的塑料会缠住海洋动物，从而对其造成伤害或限制其觅食、移动和呼吸，大多数情况下会导致其死亡。而且渔具本就是为捕捉或困住特定海洋生物而设计的，一旦丢弃或遗失，便会在此后数十年间无差别地持续造成伤害。

虽然人们对于塑料污染对野生动物和海洋生态系统造成危害的关注度不断增长，但科学家预测，如果不采取有效措施，到 2040 年，海洋中的塑料污染将增至当前的三倍。全面了解当前海洋塑料泄漏对生物多样性的影响，并对未来进行预测，有助于精准制定保护措施、推动相关政策调整，减少对海洋生物的进一步伤害。

## 多少才算过量？海洋生物摄入塑料致死风险的建模分析

Ocean Conservancy 的科学家近期基于超过 1 万例解剖数据建立模型，用以估算海龟、海鸟和海洋哺乳动物摄入不同数量塑料时的死亡概率。在所分析的案例中，36% 的海鸟、14% 的海洋哺乳动物以及 50% 的海龟曾摄入塑料。更令人担忧的是，在该研究的数据库的**所有海龟中每 20 只海龟就有 1 只**直接死于塑料摄入。在对不同类型的塑料（如硬质塑料、软质塑料、橡胶及渔业废弃物）以及不同物种的致死阈值进行计算后，Ocean Conservancy 的科学家发现，对于体型中等的海鸟来说，仅需 3 块橡胶碎片（例如气球破裂产生的碎片），就有 90% 的几率会致其死亡。<sup>7</sup>

该研究是迄今为止针对宏观塑料摄入导致的死亡风险所开展的最全面的分析评估，在样本量和模型复杂度方面均较以往有显著提升。研究结果表明，宏观塑料污染对动物健康构成明显威胁，而且这种风险会因物种和塑料类型的不同而有所差异，这对于指导未来相关研究和塑料污染治理政策的制定具有重要意义。

# 塑料对人类社会的影响

自 1986 年以来，Ocean Conservancy 开展的“国际海岸清洁行动” (International Coastal Cleanup®, ICC) 的志愿者已从海滩、水道和沿海社区清理出近 4.1 亿件垃圾，并记录其类型。过去 40 年，该行动收集的污染物中，超过 90% 为塑料。在全球范围内，一次性塑料包装和餐饮用具始终位列最常被清理出的垃圾榜单前十。

同时，全球垃圾成分分析的数据表明，在社区中最常见的 20 类塑料污染物中，有 18 类属于食品包装，主要包括食品包装袋、饮料瓶和食品容器。<sup>8</sup> 其缺乏安全可行回收途径的部分也被称为“残余塑料”，而其中尤以塑料小袋最具危害性。塑料小袋，指装日常消费品（如沐浴露、洗发水或咖啡等）的一次性小包装袋，每年全球销量约 8550 亿个。<sup>9</sup> 这类塑料在印度、菲律宾、印度尼西亚等正处在工业化转型中的国家被广泛使用，严重污染社区环境。这些塑料对沿海和内陆社会都构成严重威胁。塑料在倾倒或焚烧过程中释放的有害物质会污染空气、土壤和水源，严重危害人类健康。<sup>10</sup> 近期研究表明，在与塑料包装相关的已知化学物质中，有 3310 种具有器官毒性、致癌性、生殖毒性或内分泌干扰作用。<sup>11</sup> 另有研究指出，其中 63 种对人类的危害程度最高，68 种对环境的危害程度最高。<sup>12</sup> 此外，许多被宣传为一次性塑料替代品的生物基塑料，其所含潜在有害化学物质的比例与传统化石基塑料相差无几。

此外，塑料垃圾还可能堵塞水道并引发洪涝，从而造成更大的财产损失和人员流离失所的风险。

图片来源：GreenHub



## 排名前10的清理出的物品

### 国际海岸清洁行动 1986 - 2024

-  烟头  
64,434,166
-  食品包装袋  
(糖果、薯片等)  
31,649,791
-  塑料饮料瓶  
25,628,872
-  塑料瓶盖  
19,580,186
-  吸管、搅拌棒  
15,864,865
-  塑料购物袋  
13,207,425
-  玻璃饮料瓶  
12,059,501
-  其他塑料袋  
11,544,317
-  饮料罐  
11,300,727
-  塑料杯、塑料盘  
8,463,332

保护社区免受塑料污染危害，对于维护其经济稳定和环境韧性至关重要。海岸线和海洋中塑料垃圾的积累会对当地渔业和旅游业造成冲击，而这两者都是沿海社区的重要经济支柱。一项研究显示，美国西海岸加利福尼亚州、俄勒冈州和华盛顿州的 90 个沿海社区每年为清理垃圾、防止其进入海洋和水道的支出超过 5.2 亿美元。<sup>13</sup>

另一项研究发现，按当前预测，如果阿拉巴马州海滩上的垃圾增加一倍，将导致其旅游收入减少约 1.13 亿美元，并减少约 2200 个就业岗位。<sup>14</sup> 综合考虑生态系统损害、旅游业损失、对渔业的影响以及海洋其他经济效益的流失，塑料污染每年给全球经济造成的损失估计在 5000 亿至 2.5 万亿美元之间。<sup>15</sup>

## 塑料对气候的影响

塑料源自化石燃料，其开采、炼制和生产过程会向大气中排放大量二氧化碳、甲烷等温室气体。通过化学回收或以废弃物能源化方式（垃圾衍生燃料等）进行焚烧时，还会进一步释放温室气体，加剧全球变暖。<sup>16 17</sup> 事实上，塑料制品占全球石油总需求的 12%，且其相关活动已贡献了全球超过 5% 的温室气体 (GHG) 排放，高于航空业。多数温室的气体排放在塑料生产的早期阶段就已产生，甚至在聚合阶段之前。按塑料生产每年约 2.5% 的保守增长估算，到 2050 年，塑料生产将导致全球升温约 1.5°C，并且将消耗全球剩余碳排放预算的 21%—26%。<sup>19</sup>

**以海洋为首的自然环境中塑料垃圾的累积，还会破坏在碳汇过程中发挥关键作用的生态系统，例如红树林。<sup>20</sup>**

随着全球能源结构向可再生能源转型，塑料树脂生产商一方面面临减排压力，另一方面也面临其他化石燃料产品市场萎缩带来的压力。化学回收<sup>1</sup> 及类似技术被宣传为既能抵消碳排放、又能不受限继续生产原生树脂的解决方案。在提升产品再生材料含量的压力下，塑料生产商正积极推动将化学回收及相关技术纳入“回收”的定义之中，以便继续向顾客销售原生树脂，同时使其产品仍可被称为具备可回收性。

未能真正实现回收利用塑料材料的末端处理方式（即未实现“塑料到塑料”的循环），不应被视为回收，其只会拖延构建循环经济所必须的系统性转型进程。任何在处理过程中向社区、空气或水体排放有害物质（包括温室气体）的塑料末端处理方式，都不具备可持续性，也不应被纳入循环经济范畴。将重点放在化学回收、垃圾衍生燃料、废弃物能源化等具有误导性的“速成方案”上，只会进一步拖延真正循环经济的实现，并持续对社区和环境造成危害。

1 Ocean Conservancy 认为，如果某些所谓的化学回收技术既无法实现塑料材料的回收，又对环境和社会造成危害，则应视为有害技术。有关我们对化学回收的立场，详见[此处](#)。

# 全球塑料条约陷入停滞： 地方主导与应对成为关键

2022年3月2日，联合国环境大会 (UNEA) 通过了一项名为“终结塑料污染：迈向具有国际法律约束力的国际文书”的决议。通过该决议，各国同意启动谈判进程，着手制定一项关于塑料污染（包括海洋环境）的新协议。

其时间安排为，召开五次政府间谈判委员会 (INC) 线下会议，并在会议间开展相关工作，同时承诺在 2024 年 12 月前形成协议草案。

尽管终结塑料污染的紧迫性不断上升、公众压力持续加大，INC 未能完成其在 2024 年 12 月前提交协议草案的既定任务，而是被迫将第五次会议延期至 2025 年 8 月继续进行 (INC-5.2)。来自 183 个成员国和 400 多个观察组织的 2600 余名代表齐聚瑞士日内瓦万国宫，参加 INC-5.2，唯一任务是最终敲定条约文本。尽管经过为期 10 天的谈判，INC 主席也提出了两版新的草案，各方仍未能达成共识。各成员国随后重申，将继续推进谈判进程，并同意在未来某个尚未确定的时间继续磋商。

在 INC-5.2 形成的最新条约文本中，条约重点转向塑料废弃物管理，而未能落实其最初“终结塑料污染”的核心目标。若缺乏在源头处减少塑料使用的有力承诺，国际社会将错失解决当今最紧迫环境挑战之一的关键机遇。

INC-5.2 结束数周后，INC 主席宣布辞职，条约谈判进入高度不稳定状态。在最终文本尚未达成一致、且新一任 INC 主席需到 2026 年 2 月才选出的情况下，地方层面的作用变得前所未有的关键。长期以来，城市、州/省和地区一直处于应对塑料污染的前沿阵地——在国家或国际性制度出台之前，便已率先颁布塑料袋禁令、限制一次性用品，推动减量，提倡回收利用。地方政府通常直接负责废弃物管理，因此最有条件制定并落实符合本地实际和发展目标的有效方案。同时，各类民间组织也始终奋战在一线，通过持续开展预防、减缓和清理行动，努力减少社区、海滩、水道乃至海洋中的塑料污染。

然而，形势已不容等待。每年约有 2300 万吨塑料进入全球水生态系统，如果不改变对塑料的依赖，这一数量预计到 2030 年将增加一倍以上。为避免这一局面，在国际社会仍就 INC 进程进行下一步讨论的同时，必须立即采取紧急且协同的行动，以减少、管理并减轻塑料污染带来的影响。



图片来源：Rodrigo Fonseca

# 恰当的 应对措施

为实现科学研究所表明的必须达成的目标，我们需要重点推进三项核心策略：

针对常年积累垃圾的专项清理

1

完善生产者责任延伸制度并推进源头减量政策

2

因地制宜推进零废弃模式

3

各项措施的具体实施因地区差异而不同，且需在与地方主体协同合作的基础上加以推进。

从根本上看，塑料污染危机以及其加剧的气候危机，都是更深层系统性问题的体现——即我们在产品和包装的生产、使用与处置方式上存在缺陷，这一体系本身以牺牲海洋、气候和社区为代价，导致资源浪费。长期以来，沿海社区，尤其是发展中国家的社区，一直被迫承受塑料污染带来的冲击。然而，危机之中也蕴含机遇，这些处在一线的社区，正是因地制宜、经实践验证的解决方案的来源之处。那些在推进全面减塑政策方面走在前沿的社区，以及在不同区域推动零废弃实践的城市，都具备引领变革的能力。

## 针对性的清理

在应对塑料污染的各类策略中，清理行动——即从环境中回收塑料废弃物——往往被认为不如源头预防重要。虽然预防至关重要，但我们也必须认识到，已经进入环境中的塑料并不会自行消失，它们会长期存在，并逐渐分解为微塑料和纳米塑料，持续对生态系统和社会造成危害。

不管是现在还是未来，清理工作对于减少塑料污染带来的生态、经济和社会危险至关重要。然而，面对如此庞大的问题，必须以更加有针对性和高效的方式推进对常年积累的塑料污染的清理。



图片来源：Rodrigo Fonseca

将相关资源集中投向具有较高生态、文化或经济价值区域的定向清理至关重要。生物多样性热点区域，如珊瑚礁、红树林和河口，对塑料及其他污染物尤为敏感，将清理工作重点放在这些关键区域，有助于防止对生态系统健康与韧性的损害，保护文化遗产，并维持依赖干净水环境谋生的社区。通过将清理重点放在对环境、社会和经济影响最为突出的区域，清理行动将成为减轻损害、维持生态系统功能、并为子孙后代保护文化和经济资产的重要手段。

针对性清理同样具有较高的成本效益，能够依托数据和本地经验，将资源优先投向影响最为显著、干预最为精准且资源利用效率更高的区域。要实现这样的高效的清理行动，需要与地方领导建立紧密而切实的联系，并在全球范围内构建稳固的合作伙伴关系，以共同识别重点区域、制定协同策略，并动员相关力量参与其中。

在采用这一思路开展清理工作时，将垃圾拦截装置作为针对性清理的手段同样至关重要。垃圾拦截装置是用于从水环境中去除塑料废弃物的设备，其形式多样，从简单的河道拦截设施到可自主运行的清理设备不等。这类技术正越来越多地与人工清理相结合，持续运行以应对陆地和水体中的污染，尤其适用于存在安全风险或人力难以到达的区域。在规划部署垃圾拦截装置时，必须与当地社区进行充分沟通与协作，确保方案获得本地支持，并能够根据目标区域的具体环境、文化和经济条件进行合理调整。

这些清理行动虽然主要针对塑料污染的表层问题，但同时也有助于解决其根本原因。通过 Ocean Conservancy 的“国际海岸清洁行动” (International Coastal Cleanup®) 等公共科学项目收集的大量数据，可以识别主要污染源，并为有针对性的政策制定提供支持。例如，这些清理数据已被用于支持某些地方限制一次性塑料的相关立法，例如加拿大的一些地区，

和美国的佛罗里达州、马里兰州和加利福尼亚州等。美国的清理数据还表明，实施塑料袋禁令与塑料袋垃圾显著减少之间存在明显关联。除开政策层面的作用，清理行动本身也是重要的公众教育机会。参与清理活动能够将原本抽象的环境问题转化为具体而直观的个人体验——让原本停留在新闻中的议题变成人们的亲身感受。这种直接的参与通常会增强公众对政策变革的支持，并推动形成更加可持续的个人行为模式。

有策略地扩大清理行动的规模是一项兼顾眼下与长远的举措：既能在当下切实减少环境损害，也为在地方和全球层面推进塑料的源头减量奠定基础。

## 减少塑料的生产与使用

科学结论已经十分明确：要应对塑料污染及其生产带来的危机，必须从源头减少塑料的生产和使用。实现这一目标最直接且有效的方式，就是通过源头减少需求量——即通过政策逐步减少塑料的使用。到 2050 年，在全球范围内，至少实现一次性塑料源头性减少 50%，这既是必要目标，也有可实现性，这将有助于缓解海洋及依赖其生存的社区因塑料污染所面临的严峻形势。

为避免海洋塑料污染如预测那样持续上升，模型显示，到 2030 年，不同收入水平的国家，需根据自身情况将塑料消费和使用量减少 25%—40%。<sup>21</sup> 其他研究还指出，要实现约 80% 的海洋塑料污染减量，到 2040 年需减少约 47% 的塑料使用（包括淘汰、重复利用以及转向非塑料材料等直接措施）。<sup>22</sup>

一次性塑料 (SUPs) 是源头减量政策的重点对象，因为这类塑料最容易淘汰或被替代，例如使用其他交付方式（如重复使用和补充装填），或转向更可持续性的材料。正如前文所述，Ocean Conservancy 的国际海岸清洁行动 (International Coastal Cleanup®) 的数据表明，每年在全球海滩和水道中最常见的污染物主要是一次性塑料。值得注意的是，其中近 70% 的常见垃圾——包括塑料袋、吸管、食品包装等一次性塑料——并不可回收。一次性塑料约占全球每年塑料总产量的近 40%，也是增长最快的领域之一。这意味着，如果现在重点减少一次性塑料的使用，将能在整个塑料生命周期中产生更大的减污效果（包括减少垃圾产生和相关排放），同时也有助于改善回收体系，推动向循环经济转型。

**实现一次性  
塑料源头减  
量 50% 将  
带来：**

- 可避免生产超过 **26 亿吨塑料**。
- 可避免产生 **108 亿至 115 亿吨二氧化碳当量 (CO<sub>2</sub>-e) 排放**，相当于让全球所有汽车停驶约 1.6 年。
- 在“维持现状”的情况下，全球一次性塑料年产量约为 3 亿吨；通过减量，到 **2050 年可降至约 7700 万吨**。<sup>23</sup>

# 有效的生产者责任延伸制度

即使是像美国这样，拥有较完善废弃物管理体系的国家，想要高效处理各类废弃物品流，仍面临困难。例如，在美国，尽管全国约 73% 的地区具备回收基础设施，但居民产生的可回收物中，最终真正被回收的比例仅为 21%。<sup>23</sup>

从生产到最终处置，各环节标准不统一，导致整个体系运行效果不佳。由于缺乏统一且具有约束力的标准，最终的结果是塑料过度生产、可回收率低，以及化学回收等有害处理方式的不断扩张，并带来高昂的基础设施成本。长期以来，许多发达国家中的高收入国家通过将所谓的“可回收物”出口到发展中国家，来应对本国废弃物管理不善的问题。随着越来越多国家开始停止进口，美国等高收入国家正不得不对如何处理其大量废弃物的现实压力。

在已经具备较完善废弃物处理体系的地区，推倒重来并不现实。相反，应通过更加有效的政策来应对废弃物管理不断变化的形势，弥补以往政策中的漏洞，真正落实生产者对其废弃物的责任，并推动实现零废弃的目标。

## 完善生产者责任延伸制度以应对挑战

针对包装的生产者责任延伸制度 (EPR) 更适用于具备较完善废弃物管理体系的国家，其核心是要求生产者对其投放于市场的包装在整个生命周期内负责，从设计到最终处置均需负责。自 20 世纪 80 年代提出以来，EPR 政策经历了多次演变。最初的针对包装的 EPR 项目主要聚焦“废弃物预防与减量”，通过提高回收与再利用水平来减少废弃物处置量。虽然这一做法在许多国家确实降低了填埋比例，但同期垃圾焚烧量却增加了 117%，削弱了 EPR 政策的整体效果，并对当地社区带来风险。<sup>24</sup> 实际上，在焚烧占比较高的体系中，回收率和废弃物减量往往难以进一步提升。尽管填埋率有所下降，但当废弃物被转为焚烧处理时，废物预防和回收的实际成效仍难以实现。

这种停滞不前的局面，因焚烧废物这一肮脏的真相而更加恶化。垃圾在焚烧过程中会向空气中释放二噁英、汞、铅以及细颗粒物等有毒污染物，同时还会产生飞灰、底渣和污水处理污泥等有害副产物，这些物质会进一步进入空气、土壤和水源，对环境造成污染。<sup>25</sup>



图片来源: Anja Brandon

# 什么是化学回收？

随着焚烧技术逐渐被广泛采用，并在回收标准的要求下不断调整，其形式也逐步演变为被包装成“回收”的处理方式。“化学回收”（也称为“先进回收”或“分子回收”）被宣传为解决塑料污染问题和回收率停滞的方案，但实际上，它是一个统称，涵盖了一类通过非机械方式分解塑料的技术。总体来看，化学回收大致可以分为三大类：

## 1

### 转化类技术

这类技术，如热解和气化，在有限氧气条件下通过高温高压将塑料转化为热解油或合成气。与机械回收相比，其温室气体排放量高出约 30 至 200 倍。

## 2

### 解聚类技术

这类技术，如溶剂解和甲醇解，利用化学试剂、酶以及高温和/或高压，将塑料聚合物分解回单体（即用于生产新塑料的基本组成单元）。

## 3

### 纯化类技术

这类技术通过化学方法和加热，将塑料溶解后再回收，而不改变其聚合物的基本分子结构。

尽管被称为“回收”，转化类技术实际上并不能回收塑料，而是将其转化为化石燃料，同时向空气和水中释放挥发性有机物 (VOCs)、多环芳烃 (PAHs) 等有害物质。

实践表明，所谓的化学回收，成本高、污染重且效果有限，人们对其真正能够将多少塑料重新转回塑料包装（即“塑料对塑料”回收）的能力存在严重质疑。<sup>26</sup> 同时，这类以“能源生产”为名的处理过程，其实际回收利用率也备受质疑。

如需了解更多信息，请参阅 **Ocean Conservancy** 发布的：[更多关于化学回收的相关信息](#)。



图片来源：Adobe Stock

在 EPR 政策的初期阶段，研究人员和政策制定者曾认为，将废弃物管理成本转移给生产者（即“内部化废弃物管理成本”）足以推动产品设计的改变。<sup>27</sup> 但实践证明，这一设想并未实现，因此新一轮 EPR 政策开始引入“差异化收费”机制来应对这一问题。

差异化收费是通过收费机制引导企业改进包装设计，使其更易回收、对环境更友好。该机制针对一些会增加回收难度的具体特征——如特定染料、添加剂或形状——进行差别收费，目的是推动包装更易回收、更多被重复使用、提高再生材料的使用比例，并提升整体回收率。但现实中，企业为一次性产品支付的费用往往不足以对其盈利产生实质影响，导致不仅包装未被回收，而且实际上形成了一种“付费即可污染”的局面。

为应对这一问题，EPR 政策再次演进，最新一代 EPR 更加侧重于大幅减少包装的生产和投放量，尤其是塑料包装。同时，新政策还强调确保所有包装——尤其是塑料包装——真正具备可回收性，并通过对材料流向的全流程追踪，确保其在转化为新产品或新包装之前得到规范管理。

**这些更新后的 EPR 法规，如美国加利福尼亚州的 SB 54 法案以及欧盟的包装和包装废弃物法规，有助于减少包装产生，推动可重复使用和可补充包装的应用，并确保在必须使用塑料的情况下，其能够被规范回收和管理，从而避免对人类和环境造成危害。**

最新一轮 EPR 政策旨在直接弥补以往政策中的漏洞，并应对当前废弃物危机的现实挑战。主要包括：

明确回收与重复使用的目标

要求所有包装  
必须具备机械回收能力

加强对塑料既有危害的  
公平补偿与修复

对包装材料的流向  
实施负责任的末端追踪

降低包装生产规模

通过咨询委员会  
强化相关方对项目的监督

## 加利福尼亚州参议院第 54 号法案 (SB 54)

该法案于 2022 年 6 月 30 日通过，全称为塑料污染防治与包装生产者责任法，是首个将科学界认为的应对塑料污染的关键要素纳入其中的 EPR 立法。<sup>28</sup>

### 一次性塑料减量：

- 要求生产者到 2032 年，将一次性塑料包装和餐饮用具按重量和数量均减少至少 25%。
- 自 2025 年 1 月 1 日起，禁止使用发泡聚苯乙烯 (EPS) 制作的餐饮用具。
- 授权加州资源回收与再利用部 (CalRecycle) 在 2032 年之后，如果一次性塑料包装和餐饮用具出现增长，可进一步提高源头减量要求。

### 推动生产者承担循环经济责任：

- 要求各类包装生产者通过生产者责任延伸 (EPR) 机制，对其产品全生命周期承担资金责任。
- 要求到 2032 年，所有一次性包装和餐饮用具必须真正具备可回收或可堆肥处理的条件。
- 要求到 2032 年，所有塑料包装的回收率达到 65%。
- 明确“回收”的定义为使材料持续处于循环利用体系中，并排除焚烧、燃烧、能源化利用、燃料生产以及其他将塑料转化为燃料的技术（如热解和气化）作为提高回收率的方式。

### 保护与修复加州社区和生态系统：

- 要求在制定实施细则时，避免对加州的弱势、低收入及农村社区，以及州外的脆弱社区造成不符合其占比的影响。
- 要求塑料生产者自 2027 年起连续 10 年每年支付 5 亿美元（总计 50 亿美元）用于环境修复基金，以治理受塑料污染影响的社区和生态环境。

在科学设计并有效实施的情况下，**EPR** 政策不仅能够切实强化生产者责任，也能通过资金支持、提供就业机会和更健康的环境，将实际利益带给地方社区。

# 零废弃模式

零废弃模式以系统性思路为基础，重点在于重新设计生产、消费和处置方式，使材料在使用结束后能够通过社区和环境安全的方式实现再利用、修复、堆肥或回收。这类方案通过构建闭环体系，在各个环节尽量减少废弃物的产生，优先减少不必要的包装和材料，并在设计之初就确保材料能够在本地条件下实现完全的再利用、回收或堆肥。在实践中，零废弃体系有助于推动经济和社区向可持续性的资源利用转型，同时减少污染并保护自然生态系统。

有效的零废弃模式会因当地需求和资源条件的不同而呈现出不同形式。例如，在空间有限的高密度城市中，可能更侧重于集中投放点或共享维修服务；而在农村地区，则更依赖家庭堆肥和本地再利用网络。此外，一些社区原有的资源共享方式或传统有机包装材料，应被纳入零废弃模式并加以利用，而不是被简单取代。根据本地实际情况进行调整，才能确保零废弃体系具备长久的可行性、公平性和可持续性。

面对如此严峻的废弃物危机，在废弃物管理基础设施相对薄弱的地区，社区和地方政府已提出并实践了一些行之有效的零废弃方案，通过本地化的收集、材料回收以及便捷的补充系统与重复使用方式，可将多达 **81%** 的废弃物从填埋和焚烧中分流。<sup>29</sup> 尽管零废弃方案并非这些地区所独有（在废弃物管理体系较完善的国家中同样存在类似实践），但其在基础设施相对薄弱地区所带来的潜在影响尤为显著。尽管这些方案已被证明行之有效，并提供了关键解决路径，但推动其规模化所需的投入仍然不足。



## 意大利，卡潘诺里<sup>30</sup>

### 措施

- 尽早并持续开展社区沟通。
- 面向居民、学校和企业开展宣传教育以及采取激励措施。
- 实行上门收集与源头分类。
- 推行“按量付费”垃圾政策（居民按产生的垃圾量付费）。
- 建立本地再利用中心，用于物品维修与再分配。
- 提供本地散装购买渠道，带动本地企业和生产者发展。

### 成效

- 每年节省约 200 万欧元废弃物管理成本。
- 新增约 50 种本地就业岗位。
- 人均垃圾产生量减少约 40%。
- 源头分类率达到 90%。
- 通过牛奶补充装填系统，每天减少约 9 万个瓶子的废弃。



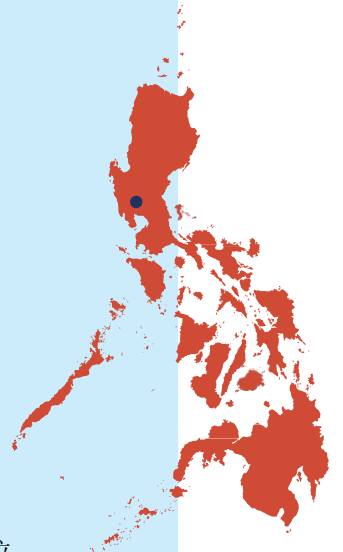
## 菲律宾，圣费尔南多<sup>31</sup>

### 措施

- 制定强硬的基础性政策（如“无塑料条例”、不分类不收运等规定）。
- 面向居民、学校和企业开展宣传教育以及采取激励措施。
- 开展废弃物成分分析与影响评估。
- 与社区成员合作推进具体实施。
- 加强政策的监督与执行。

### 成效

- 创造约 160 种社区就业岗位。
- 城市垃圾清运成本下降约 52%。
- 垃圾处置成本（填埋及处理费用）下降约 58%。
- 五年内从填埋中分流的废弃物增加约 579%。
- 将非正规拾荒者组织为协会，使其获得体面收入，并在市级决策中拥有代表席位。



## 美国，加利福尼亚州，旧金山<sup>32</sup>

### 措施

- 制定强硬的减废与分流相关法规。
- 与废弃物管理企业合作，推动新项目创新。
- 通过激励措施和公众宣传，培养回收与堆肥的社会氛围。

### 成效

- 回收食物约 920 万磅。
- 将约 1.7 万吨建筑材料从填埋中分流。
- 分配堆肥约 2.8 万磅。
- 对 1732 名市政府工作人员开展零废弃理念培训。



零废弃模式从根本上为应对塑料污染提供了重要机遇，同时也有助于改善气候状况、保护海洋，并提升众多社区的健康与福祉。这些转变可以通过依托零废弃模式及相关基础设施，并结合地方和区域层面的专业经验来实现。归根结底，这类解决方案能否发挥作用，很大程度上取决于其是否能够与当地实际情况相匹配。

然而，目前具备推广零废弃方案条件的地区，仍面临两大关键挑战：

1. 缺乏有针对性的资金投入。
2. 过于倾向采用成本高但无法解决实际问题的方案。

## 1 缺乏有针对性的资金投入

投资方的谨慎态度，体现在废弃物管理基础设施和改进的相关资金的分配布局上。

根据循环经济倡议组织 (Circulate Initiative) 的报告，“近 90%（约 1420 亿美元）的塑料循环利用相关投资流向了北美和欧洲”，而这些地区本身已经具备较为完善的废弃物管理体系。相比之下，拉丁美洲、亚洲和非洲仅获得极少的投资，而这些地区承担了全球不成比例的废弃物压力。

银行和企业投资者占全部投资的 68%，且通常更倾向于投资于运营成熟的大型企业。<sup>33</sup> 然而，这类企业往往缺乏在地方开展有效变革所需的本地经验，同时也较少关注废弃物预防和分流措施，而是主要集中在消费后的废弃物处理环节。

投资方不愿将资金投入本地零废弃模式，导致其在实践中往往忽视正处于工业化进程中的经济体以及源头减量等上游解决路径，而这些正是最需要资金支持的领域。此外，私营部门常见的投资规模通常对投资方提出较高的运营能力要求，使得本地机构和组织在执行上面临复杂、负担过重的流程与监管要求。多种因素叠加，形成了一种恶性循环：资金持续流向并不适合落实本地化解决方案的大型企业，而真正最需要投资的地区和社区却长期被忽视。



图片来源：Liyana Amira Salleh

## 2 过于倾向采用成本高但无法解决实际问题的方案

现有投资模式倾向于支持规模大、运营成熟的企业，导致资金过度集中在通过价值链试点推动的下游解决方案上，如废弃物处理设施、收集网络，以及激励式垃圾收集。

在 2018 — 2023 年间，仅有约 4% 的投资流向补充装填/重复使用等上游解决方案，而绝大多数资金仍集中于下游废弃物管理。<sup>34</sup> 这种模式不仅缺乏长远视角，而且在废弃物管理基础设施相对薄弱的国家中推广时，还可能重现已有模式中的问题，错失在初期构建更优模式的机会。

从根本上看，这些不适合的解决方案之所以效果不佳，是因为其缺乏对本地实际情况的充分考虑，往往试图绕开现有体系，而非在其基础上加以完善。例如，在许多发展中国家，废弃物管理在很大程度上依赖垃圾收集者和拾荒者，这些人同时是正规和非正规体系中的重要组成部分。然而，许多方案并未充分利用这些群体的经验和能力，也未将其纳入废弃物管理体系的关键环节。此外，一些国家长期以来使用可生物降解材料进行包装，例如利用本地天然纤维制作袋子和容器；再如菲律宾，自 500 多年前就存在补充装填与重复使用体系，<sup>35</sup> 但自 20 世纪 60 年代起逐渐被小袋包装经济所取代。当前，恢复这些传统材料和体系的本地努力仍缺乏足够的关注和资金支持。

当本地实际情况被忽视、  
未能充分调动本地领导力量，  
相关方案在落地实施阶段  
往往难以推进。



图片来源：Pier Nirandara

## 扩大零废弃模式的规模

虽然零废弃模式源于本地化行动，但在全球层面应对塑料污染同样至关重要。通过展示可操作、可复制的实践模式，这些由社区主导的体系能够重塑消费习惯和废弃物管理方式，从而推动政策层面的实质性变革，并对国际协定产生积极影响，助力实现零废弃的未来。

在地方层面进行有针对性的投入，往往能够产生远高于预期的回报，包括支持系统性的公众教育、激励本地企业采用可持续做法，以及建设堆肥设施、再利用中心和补充装填站等关键基础设施。这些举措不仅有助于减少对一次性塑料的依赖，也为零废弃模式的进一步推广提供了坚实基础。想要零废弃模式与塑料污染问题的规模和严重程度相匹配，需要构建覆盖多地区、多类型的项目组合。<sup>36 37</sup>

在这些新兴市场中，催化性资金对于挖掘零废弃模式的潜力至关重要，但目前仅有约 5% 的循环经济相关的私人投资流向这些领域。<sup>38</sup> 在适当的资金支持下，这些方案可以快速扩大规模，推动以社区为主导的废弃物管理和构建可扩展的回收体系，进而发展本地循环经济。加大对本地实施模式的投入，将有助于在全球范围内同时启动更多项目，形成协同推进的力量，从而打破既有体系的惯性，推动实现大规模且长期的变革。

## 零废弃模式与 EPR：关键协同

长期以来，零废弃模式与生产者责任延伸制度 (EPR) 常被视为彼此冲突的两种路径。但在科学设计并有效实施的前提下，两者不仅目标一致，而且可以相互促进，共同构建有利于零废弃模式发展的政策体系。EPR 与零废弃模式都是应对塑料污染的重要工具，其具体应用应根据实际使用主体和情境加以调整，只有将两者结合运用，才能推动建立面向无塑废未来的系统性解决方案。

无论一个地区的废弃物管理基础设施水平如何，推动体系转型的目标是一致的。要实现一个免于塑料污染、宜居的未来，我们需要以四项关键原则为基础来构建相关制度和政策：

**1** 设定更有效的目标  
实现更有力的进展

**3** 重塑体系与产品设计  
支持循环利用

**2** 强化生产者对其废弃物的  
责任

**4** 确保社区参与，将拾荒者和废  
弃物工作者纳入设计与实施

成功的关键在于根据不同情境选择合适的工具组合，同时建立稳固的合作关系，充分调动地方领导力量，并推动符合本地实际的解决方案，无论是在零废弃模式还是 EPR 框架下，都至关重要。



# 总结

2014年，联合国环境规划署呼吁采取“全球行动”，应对环境中不断加剧的塑料污染危机。十多年过去了，尽管相关证据不断增加、国际社会也在持续推进各类行动，这一承诺却仍未真正兑现。原本被寄予厚望、作为统一且系统性应对方案的全球塑料条约，多次陷入停滞，而其试图解决的危机却在持续加剧。塑料污染早已不再是遥远或抽象的问题——从被塑料垃圾淹没的海滩，到因吞食塑料而死亡的鲸类，再到在最深海沟中发现的微塑料，这些触目惊心的景象不断提醒我们问题的严重性。这些并非个别现象，而是一个更广泛、更深层次系统性失衡失效的直接体现，反映出我们在塑料生产、消费与处置方式上的根本问题。随着科学研究不断揭示塑料影响的广度与深度，可以明确的是：地球上没有任何一个角落、也没有任何一个社区能够置身事外。目前，真正有效的全球塑料条约前景仍不明朗的情况下，我们已没有时间等待。现在必须立即采取果断而有力的行动，加大对清理工作的投入，推动系统性的塑料政策，并加快零废弃模式的规模化推进。

# 附录

## 零废弃模式与生产者责任延伸制度 (EPR) 的共同原则

基本原则	零废弃模式	强化型 EPR 政策
设定有效目标，实现更有力的进展	零废弃的目标	减量与重复使用目标
重塑体系与产品设计，支持循环利用	零废弃模式的基础设施	产品再设计，确保回收体系具备兼容性与有效性
强化生产者对其废弃物的责任	强化生产者责任 倡导理性消费	通过生产者责任组织落实生产者责任
确保公平转型，将社区主体（包括拾荒者和废弃物工作者）纳入设计与实施	优先关注社会与环境公平	在政策设计与实施中推动公平转型

## 致谢

### 撰稿人

Lyssa Manning, Nicholas Mallos

Anja Brandon 博士

John Hite (独立顾问)

Britta Baechler 博士

Cyan Simmons

### 审稿人

Jorge Emmanuel 博士

Arpita Bhagat

Mageswari Sangaralingam

图片来源: Brittany Ilardi

# 参考文献

- 1 Borrelle et al. (2020) [Predicted growth in plastic waste exceeds efforts to mitigate plastic pollution - PubMed](#) (塑料垃圾增长已超过治理力度 — 美国国家医学图书馆生物医学文献数据库)
- 2 Beaumont et al. (2019) [Global ecological, social and economic impacts of marine plastic - ScienceDirect](#) (海洋塑料污染的生态、社会与经济影响 — 爱思唯尔学术文献平台)
- 3 Santos et al. (2021) [Plastic ingestion as an evolutionary trap: Toward a holistic understanding - PubMed](#) (塑料摄入是一种进化陷阱：从整体角度理解这一问题 — 美国国家医学图书馆生物医学文献数据库)
- 4 de Sá et al. (2018) [Studies of the effects of microplastics on aquatic organisms: What do we know and where should we focus our efforts in the future? - ScienceDirect](#) (微塑料对水生生物的影响：我们已知什么，未来应重点关注什么 — 爱思唯尔学术文献平台)
- 5 Mato et al. (2001) [Plastic resin pellets as a transport medium for toxic chemicals in the marine environment - PubMed](#) (塑料颗粒作为海洋中有毒化学物质的载体 — 美国国家医学图书馆生物医学文献数据库)
- 6 Wilcox et al. (2016) [Using expert elicitation to estimate the impacts of plastic pollution on marine wildlife - ScienceDirect](#) (利用专家评估方法分析塑料污染对海洋生物的影响 — 爱思唯尔学术文献平台)
- 7 Murphy et al. (2025) [A quantitative risk assessment framework for mortality due to macroplastic ingestion in seabirds, marine mammals, and sea turtles | Proceedings of the National Academy of Sciences.](#) (海鸟、海洋哺乳动物和海龟摄入塑料致死的风险评估框架 | 美国国家科学院院刊)
- 8 Break Free From Plastic (2023) BFFP Brand Audit Report 2023 (摆脱塑料污染联盟 2023 年品牌塑料污染审计报告)
- 9 Greenpeace (2020) [Throwing Away the Future: How Companies Still Have It Wrong on Plastic Pollution "Solutions."](#) (被抛弃的未来：企业仍在误判塑料污染“解决方案”)
- 10 Zimmermann et al. (2021) [Plastic Products Leach Chemicals That Induce In Vitro Toxicity under Realistic Use Conditions - PMC](#) (塑料制品在实际使用条件下会释放有毒化学物质 — 生物医学全文数据库)
- 11 Monclús L. et al. (2025) [Mapping the chemical complexity of plastics | Nature](#) (塑料中复杂化学物质的系统分析 | 自然期刊)
- 12 Groh Ksenia et al. (2018) [Overview of known plastic packaging-associated chemicals and their hazards - PubMed](#) (塑料包装相关化学物质及其危害概览 — 美国国家医学图书馆生物医学文献数据库)
- 13 Ocean Conservancy (2025) [Plastics Policy 101](#) (塑料政策 101 入门指南)
- 14 NOAA Marine Debris Program (2023) [Economic Loss | Marine Debris Program](#) (海洋垃圾带来的经济损失 | 美国国家海洋和大气管理局海洋垃圾项目)
- 15 Beaumont et al. (2019) [Global ecological, social and economic impacts of marine plastic - ScienceDirect](#) (海洋塑料污染的生态、社会与经济影响 — 爱思唯尔学术文献平台)
- 16 Nutongkaew et al. (2014) [Greenhouse Gases Emission of Refuse Derived Fuel-5 Production from Municipal Waste and Palm Kernel - ScienceDirect](#) (垃圾衍生燃料生产过程中的温室气体排放 — 爱思唯尔学术文献平台)
- 17 Uekert et al. (2023) [Technical, Economic, and Environmental Comparison of Closed-Loop Recycling Technologies for Common Plastics | ACS Sustainable Chemistry & Engineering](#) (常见塑料闭环回收技术的技术、经济与环境对比 — 美国化学学会可持续化学与工程期刊)
- 18 Zheng et al. (2019) [Strategies to reduce the global carbon footprint of plastics | Nature Climate Change](#) (降低塑料碳排放的全球策略 | 自然气候变化期刊)
- 19 Karali et al. (2024) [Climate Impact of Primary Plastic Production](#) (基础塑料生产的气候影响)

- 20 Deakin et al. (2025) [Plastic pollution in mangrove ecosystems: A global meta-analysis](#) (红树林生态系统中的塑料污染：全球综述分析)
- 21 Borrelle et al. (2020) [Predicted growth in plastic waste exceeds efforts to mitigate plastic pollution - PubMed](#) (塑料垃圾增长已超过治理力度 — 美国国家医学图书馆生物医学文献数据库)
- 22 Lau et al. (2020) [Evaluating scenarios toward zero plastic pollution](#) (迈向零塑料污染的路径评估)
- 23 The Recycling Partnership (2024) [State of Recycling: The Present and Future of Residential Recycling in the U.S.](#) (美国居民回收体系的现状与未来)
- 24 Levaggi et al. (2020) [Waste-to-Energy in the EU: The Effects of Plant Ownership, Waste Mobility, and Decentralization on Environmental Outcomes and Welfare](#) (欧盟垃圾能源化：设施所有权、废弃物流动性与去中心化对环境影响与社会福利的作用)
- 25 Global Alliance for Incinerator Alternatives (2018) [GAIA Facts About Waste Incinerators](#) (全球反焚烧联盟垃圾焚烧相关事实说明)
- 26 Rollinson et al. (2023) [Leaky Loop “Recycling” A Technical Correction on the Quality of Pyrolysis Oil made from Plastic Waste .docx](#) (“循环回收”的问题：塑料热解油质量的技术纠正)
- 27 Organization for Economic Co-operation and Development (OECD) (1996) POLLUTION PREVENTION AND CONTROL EXTENDED PRODUCER RESPONSIBILITY IN THE OECD AREA PHASE 1 (经合组织国家污染预防与控制：生产者责任延伸 第一阶段)
- 28 Ocean Conservancy (2022) [California Senate Bill 54: A Win for Our Ocean](#) (加州第 54 号参议院法案：海洋保护的一次胜利)
- 29 Global Alliance for Incinerator Alternatives (2022) [Zero Waste to Zero Emissions: How Reducing Waste is a Climate Gamechanger](#) (从零废弃到零排放：减废如何成为气候解决方案)
- 30 Zero Waste Europe (2019) [The Story of Capannori](#) (意大利卡潘诺里的事迹)
- 31 Global Alliance for Incinerator Alternatives (2021) [Picking up the Baton Political Will Key to Zero Waste](#) (推动零废弃的关键：政治意愿与行动)
- 32 San Francisco Environment Department (2024) [Zero Waste | San Francisco Environment Department \(SFE\)](#) (旧金山零废弃体系实践 | 旧金山环境局)
- 33 The Circulate Initiative (2024) [Insights from the Plastics Circularity Investment Tracker 2024](#) (2024 年塑料循环投资报告洞察)
- 34 The Circulate Initiative (2024) [Insights from the Plastics Circularity Investment Tracker 2024](#) (2024 年塑料循环投资报告洞察)
- 35 Greenpeace (2024) [Bringing Back Sustainability into Filipino Tingi Culture](#) (重塑菲律宾“零散售卖”文化中的可持续实践)
- 36 Zero Waste Europe (2020) [The State of Zero Waste Municipalities](#) (零废弃城市发展现状)
- 37 Greenpeace (2024) [Bringing Back Sustainability into Filipino Tingi Culture](#) (重塑菲律宾“零散售卖”文化中的可持续实践)
- 38 The Circulate Initiative (2024) [Insights from the Plastics Circularity Investment Tracker 2024](#) (2024 年塑料循环投资报告洞察)