



联合国

UNEP/PP/INC.1/7



联合国  
环境规划署

Distr.: General  
13 September 2022

Chinese  
Original: English

**旨在制定一项具有法律约束力的  
塑料污染（包括海洋环境中的塑料污染）  
国际文书的政府间谈判委员会  
第一届会议**

2022年11月28日至12月2日，乌拉圭埃斯特角  
临时议程\*项目4

**编制一项具有法律约束力的塑料污染（包括海洋环境中的塑料  
污染）国际文书**

## 塑料科学

### 秘书处的说明

1. 根据联合国环境大会 2022 年 3 月 2 日题为“结束塑料污染：制定具有法律约束力的国际文书”的第 5/14 号决议第 5 段，一个不限成员名额特设工作组于 2022 年 5 月 30 日至 6 月 1 日在达喀尔举行会议，以筹备旨在制定一项具有法律约束力的塑料污染（包括海洋环境中的塑料污染）国际文书的政府间谈判委员会的工作。不限成员名额工作组商定了秘书处将在政府间谈判委员会第一届会议上提供的一份文件清单。除其他文件外，还请秘书处提供一份关于塑料科学的文件，内容包括监测、塑料污染源、制造过程中使用的化学品、生命周期中的流动、环境中的途径、健康及其他影响、解决办法、技术和成本。
2. 本说明附件所载的文件是应不限成员名额特设工作组的要求编制的。它提供了关于塑料污染科学的最新可用信息，供政府间谈判委员会审议。
3. 附录一提供了本文件通篇使用的关键术语的定义，其中没有任何定义被政府间进程通过或核可。这些定义仅供参考，并不取代 UNEP/PP/INC.1/6 号文件中的术语表。

---

\* UNEP/PP/INC.1/1.

## 附件

### 塑料污染科学

#### 目录

A. 摘要 .....	3
B. 制造业中塑料生产、废物产生和化学品使用的趋势 .....	4
C. 环境中的塑料污染源和途径 .....	6
D. 塑料污染的影响 .....	9
E. 监测和报告 .....	10
F. 解决办法和技术及其成本和效益 .....	12
附录一 .....	21
关键术语 .....	21
附录二 .....	22
为战略目标 1 选择行动样本 .....	22
附录三 .....	23
为战略目标 2 选择行动样本 .....	23
附录四 .....	25
为战略目标 3 选择行动样本 .....	25
附录五 .....	27
为战略目标 4 选择行动样本 .....	27
附录六 .....	28
实现系统变革战略目标的措施 .....	28
尾注 .....	30

## A. 摘要

1. **全世界的塑料产量都在大幅增长。**自 1950 年代以来，全球塑料生产和消费呈指数级增长，如果一切照旧，到 2060 年将增长两倍。塑料生产与化学添加剂的使用有关，其中许多化学添加剂对人类和环境健康都有影响，包括《斯德哥尔摩公约》和国家立法中列为危险品的化学添加剂。
2. **塑料与人类和环境健康之间的联系越来越清晰。**塑料及其相关化学品与塑料污染及其对人类健康和环境的有害影响之间的联系日益明显，尽管塑料在其整个生命周期中造成的疾病占全球疾病的比重尚未得到很好的量化。
3. **塑料污染对许多物种是致命的。**各种形式的塑料污染会对海洋、淡水和陆地环境中的各种生物造成致命和亚致命影响。塑料还可以通过影响海洋、淡水和陆地系统中的浮游生物和初级生产来改变全球碳循环。每年海洋生态系统服务减少 1%，就相当于每年损失 5,000 亿美元的全球生态系统惠益。<sup>1</sup>
4. **塑料在整个生命周期中也会导致气候变化。**2019 年，塑料产生了 18 亿公吨温室气体排放——占全球排放量的 3.4%——其中 90% 的排放来自塑料生产和化石燃料转化。
5. **资源效率低下的、线性的、取得—制造—丢弃的塑料经济是造成塑料污染危机的核心。**解决这场危机需要将经济激励措施转向如何在经济中安全、高效和循环使用塑料，并承认有些塑料用途是无法实现循环的，这种情况下除非必要，否则可能需从经济中将其淘汰。
6. **数百万非正式环境中的工人确保了世界上许多国家一定程度的废物收集和回收。**为处理塑料废物污染问题而采取的措施必须包括非正规拾荒者，而且必须通过向塑料循环经济转型来改善其工作条件。
7. **经济中的循环是解决办法的关键部分。**科学表明，通过将塑料经济转变为全面的循环经济方法，大多数塑料污染都可以得到预防。<sup>2</sup>效益（与不采用循环经济方法的 2040 年情景相比）包括在全球塑料生命周期内减少 25% 的温室气体排放，同时在 2021-2040 年期间为政府节省 700 亿美元，并新增 700,000 个就业机会，主要在全球南方。
8. **四个战略目标可以指导向循环经济转型。**本文件提出了四个战略目标，以实现塑料循环经济的系统变革，供政府间谈判委员会审议。这些目标是相互关联的，需要以综合的方式努力实现。
9. **这四个战略目标是：**(一)通过淘汰和取代有问题和不必要的塑料制品，包括有害添加剂，缩小问题的规模；(二)确保将塑料产品设计成可循环使用的（可重复使用是第一优先事项，并在使用寿命结束时多次使用后可回收或可堆肥）；(三)通过确保塑料产品在实践中循环使用（重复利用、回收或堆肥），使塑料在经济中形成闭环；(四)以对环境负责的方式管理不能重复使用或回收的塑料（包括现有污染）。
10. **需要采取全面和综合的解决办法。**本文件展示了一些成功的立法和政策选择。重要的是，科学证据表明，需要在塑料的整个生命周期中全面、综合地应用解决办法。解决办法可包括综合使用监管、经济、技术和行为手段，以及使用贸易政策（见附录二至六）。
11. **采用生命周期方法至关重要。**正如 UNEP/PP/INC.1/11 所强调的那样，整个生命周期的最佳政策组合将因各成员国的需要而异。但是，采用生命周期方法并以综合方式应用政策，可以使世界走上塑料循环经济的道路。
12. **协调一致的措施和法律义务**将是关键。为支持国家行动，国际商定的一套协调一致的措施和法律义务将是创造公平竞争环境的关键。例如，商定的产品设计措施将减少管理塑料废物的挑战，这种挑战往往发生在产品设计地以外的区域。附录六概述了与战略目标有关的措施的备选方案，如果综合运用这些备选方案，将有助于实现必要的系统变革。
13. **系统变革是可能的，但这需要愿景、目标、监测和报告。**科学文献表明，以我们今天所拥有的知识，通过系统变革来实现安全、循环的塑料经济是可能的。这需要一个新的、共同的全球愿景，禁止塑料污染，同时需要一系列目标、政策工具和机制，引导并实现向

这一愿景的转变。对统一的指标和报告进行有力的监测将有助于实现问责和透明。为实现这一愿景，可制定具有法律约束力的塑料污染（包括海洋环境中的塑料污染）国际文书，以便灵活地纳入新的证据和解决办法。

## B. 制造业中塑料生产、废物产生和化学品使用的趋势

14. 自 20 世纪 50 年代以来，塑料产量呈指数级增长，主要来自化石原料。约有四分之一的化学添加剂旨在赋予最终塑料各种性能，这些添加剂对人类健康和安全存在潜在隐患。目前，塑料和塑料制品的使用大多是线性的（取得资源，制造产品，然后丢弃），回收到经济中的比率非常低。回收塑料的变化和回收率将取决于今天所做的决定。

### 1. 生产

15. **预计到 2060 年，塑料产量将增加两倍。**全球塑料年产量从 2000 年的 2.34 亿吨增至 2019 年的 4.6 亿吨，翻了一番。在一切照旧的情况下，预计到 2060 年全球塑料年产将增加两倍，达到 12.31 亿公吨。<sup>3</sup>2020 年全球塑料材料产量由以下地区主导：亚洲（49%）、北美（19%）和欧洲（15%）。<sup>4</sup>

16. **塑料使用量的预期增速因区域而异。**在 2019 年至 2060 年期间，非经济合作与发展组织（经合组织）成员国的塑料使用量预计将增加两倍。<sup>5</sup>预计到 2060 年，这些国家的塑料使用量将占全球塑料使用量的 64%，预计撒哈拉以南非洲和亚洲的新兴经济体塑料使用量增幅最大。<sup>6</sup>经合组织成员国的塑料使用量预计到 2060 年将翻一番。<sup>7</sup>到 2060 年，经合组织成员国仍将是人均塑料消费量最大的国家：238 公斤，而非经合组织成员国的人均塑料消费量为 77 公斤。<sup>8</sup>

### 2. 组成和产品

17. **表 1 概述了按用途和聚合物类型分列的 2019 年塑料使用情况。**塑料主要用于包装，其次是建筑和施工、交通运输和纺织等行业。

表 1 2019 年按聚合物和用途分列的塑料使用情况<sup>a</sup>

聚合物或用途	百万公吨	百分比
其他	81	18
船舶涂料	0.5	0
低密度聚乙烯、线性低密度聚乙烯	54	12
高密度聚乙烯	56	12
聚丙烯	73	16
聚苯乙烯	21	5
聚氯乙烯	51	11
聚对苯二甲酸乙二醇酯	25	5
聚氨酯	18	4
纤维	60	13
道路标线涂料	1	0
弹性体（轮胎）	8	2
生物塑料	2	1
丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物、丙烯腈-苯乙烯丙烯酸酯共聚物、苯乙烯-丙烯腈共聚物	9	2
<b>共计</b>	<b>460</b>	

缩略语：HDPE—高密度聚乙烯；LDPE—低密度聚乙烯；LLDPE—线性低密度聚乙烯；PE—聚乙烯；PET—聚对苯二甲酸乙二醇酯；PP—聚丙烯；PPA—聚邻苯二甲酰胺；PS—聚苯乙烯；PVC—聚氯乙烯

来源：经合组织，《全球塑料展望：经济驱动因素、环境影响和政策选择》（巴黎，经合组织出版社，2022年）。

18. **高达 99% 的塑料是由不可再生的碳氢化合物（主要是石油和天然气）衍生的聚合物制成的。**<sup>9</sup> 添加剂——如增塑剂、填料、稳定剂、着色剂和阻燃剂——有助于保持、增强和赋予塑料特定的特性（例如，柔韧性、耐火性）和颜色。

19. **全球约 86% 的塑料市场由热塑性塑料主导**——这是一种可以被模压成低价轻质产品的聚合物。热塑性塑料包括聚乙烯（PE）、聚对苯二甲酸乙二醇酯（PET）、聚丙烯（PP）、聚氯乙烯（PVC）、聚苯乙烯（PS）和聚邻苯二甲酰胺（PPA）。<sup>10</sup> 聚乙烯是最常用的热塑性塑料，包括低密度聚乙烯（LDPE）、线性低密度聚乙烯（LLDPE）和高密度聚乙烯（HDPE）。

20. **2019 年，短寿命塑料制品占塑料使用量的 66%。**<sup>11</sup> 短寿命塑料产品包括由 LDPE 制成的包装（例如，袋子、容器、食品包装膜），由 HDPE（例如，瓶子、洗发水瓶、冰淇淋桶）和 PET（例如，装液体的瓶子）制成的容器。<sup>12</sup>

21. **2019 年，建筑和施工、交通运输、电子和机械行业中使用的耐用或长效塑料产品约占塑料产品使用量的 35%。**<sup>13</sup> 这些物品的使用年限可能从 8 年左右（例如电子产品）到 20 年以上（建筑材料和工业机械）。<sup>14</sup>

22. **生物基塑料越来越受关注。** 生物塑料是由可再生资源制成的塑料，是可生物降解的或通过生物工艺制成的塑料，或是由两种方式结合制成的塑料。<sup>15</sup> “生物塑料”一词不能在说明材料的来源和生物降解条件的情况下使用。

### 3. 制造业中的化学品使用

23. 在用于塑料的 10,000 多种独特化学品中，约有四分之一对人类健康和安全存在潜在隐患。<sup>16</sup>这些化学品要么是在生产过程中有意添加的，要么是无意添加的副产品、分解产物或污染物。<sup>17</sup><sup>18</sup>对普通塑料产品的分析结果显示，平均每个产品中约含 20 种添加剂。<sup>19</sup>

### 4. 塑料废物和回收

24. 预计塑料废物将增加，其中包装行业是最大来源。<sup>20</sup>在一切照旧的情况下，预计塑料废物将从 2019 年的每年约 3.53 亿吨增至 2060 年的每年 10.14 亿吨。<sup>21</sup>据预测，到 2060 年，亚洲和非洲的塑料废物将翻两番。<sup>22</sup>包装行业是塑料废物的最大来源（46%），其次是纺织（15%）、消费品（12%）、交通运输（6%）、建筑和施工（4%）和电气（4%）行业。所有塑料包装废物中有 40% 最终被填埋，32% 被丢弃到环境中，14% 被焚烧，10% 被回收（8% 用于低价值用途，2% 用于类似用途）；另有 4% 在被送去回收的过程中丢失了。<sup>23</sup>

25. 实际上，特定国家/区域的大规模回收是有限的。一项针对新塑料经济全球承诺网络成员的专家调查表明，虽然许多聚合物在理论上是可回收的，但只有少数包装形式在实践中被证明是可回收的，而且是在特定国家和地区。这些产品包括 PET 瓶、HDPE 瓶和其他 HDPE 刚性形式（例如，锅、托盘、杯子）、PP 瓶和尺寸大于 A4 的 PE 单材料软包装，后者仅适用于企业对企业的情况（例如，托盘包装）。

26. 大多数其他包装形式和聚合物还没有被证明在实践中可大规模回收（例如，PET 托盘和其他热成型产品；除瓶子外的 PP；所有形式的 PS 和发泡聚苯乙烯（EPS）；除在企业对企业的情况中使用的 PE 之外的所有软包装形式），即使它们在技术上可能是可回收的。<sup>24</sup>虽然调查样本相对较小，但它在提高塑料回收数据的可用性和透明度方面迈出了第一步，并指出了最容易产生问题的包装形式。

27. 管理不善的塑料废物多于收集起来回收利用的塑料废物，全球的回收利用预测仍然很低。在全球范围内，46% 的塑料废物被填埋，22% 管理不善，成为垃圾，17% 被焚烧，15% 被收集回收，其中损失后实际回收的不到 9%。<sup>25</sup>据预测，全球回收率在未来几十年将保持在较低水平，从 2019 年的不到 9%（2,900 万公吨）增至 2060 年的 17%（1.76 亿公吨）。<sup>26</sup>据预测，到 2060 年，全球回收（次生）塑料将占塑料总使用量的 12%，而 2019 年的这一比例为 6%。<sup>27</sup>

## C. 环境中的塑料污染源和途径

28. 据预测，塑料污染将随着生产和消费的增长而增长。到目前为止，废物管理不善是造成塑料污染的最大原因。按塑料产品应用类型划分，以塑料包装和其他一次性塑料产品为主的短寿命塑料产品是最大的塑料污染源。虽然渔具和农用塑料的用量较小，但它们在环境中的直接使用会产生问题。

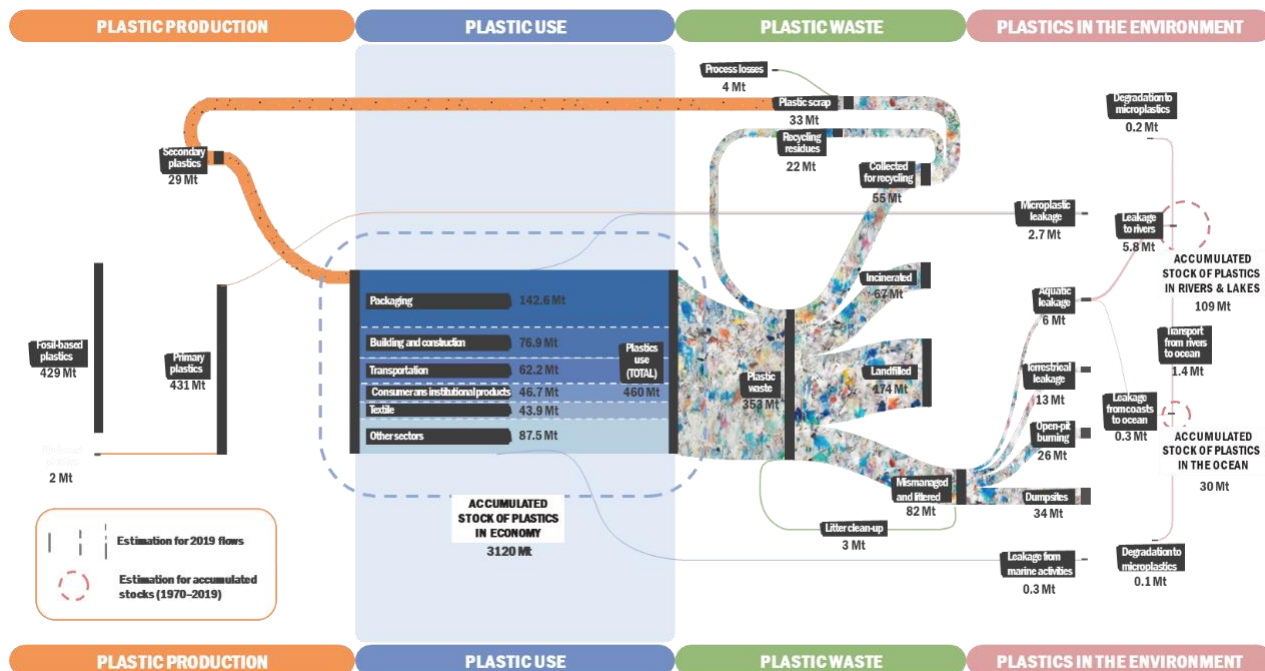
### 1. 塑料污染源

29. 据估计，2015 年产生了 6,000 万至 9,900 万公吨管理不善的塑料废物，预计到 2040 年将增加 2.5 倍。<sup>28</sup>据估计，2016 年全球产生的塑料废物中有 1,900 万至 2,300 万公吨（占比 11%）进入了水生生态系统。<sup>29</sup>据估计，2016 年泄漏到海洋中的塑料有 1,100 万公吨，陆地泄漏量估计为 3,100 万公吨，露天焚烧量为 4,900 万公吨。<sup>30</sup>经合组织认为，这些流动规模可能较小（见图 1）。预计到 2040 年，每年的塑料污染流量将增长 2.5 倍。在一切照旧的情况下，到 2040 年，估计每年有 2,300 万至 3,700 万公吨塑料废物流入海洋。<sup>31</sup>

30. 图 1 描绘了塑料在经济中的主要流动，显示了使用塑料的主要部门（2019 年估计）；塑料泄漏到环境中的主要来源（2019 年）以及经济和环境中的塑料的存量（1970-2019 年）。  
<sup>32</sup>Error! Bookmark not defined.

31. 如今的塑料经济基本上是线性的。在图 1 中，塑料流量的相对厚度清楚地表明，目前的塑料系统主要是线性的，从原始（化石基）塑料生产到处置和泄漏到环境中，只有很少的循环流量被循环回来（次生塑料顶部流量）。塑料循环经济将显示，大量塑料流量被循环回“塑料用途”作为“次生塑料”（顶部反馈循环），少量新的“原生”塑料流入（不一定来自化石燃料），再流进最终处置（零塑料泄漏到环境中）。

图 1 全球塑料生命周期中的塑料流动，以及环境中塑料的损失和累积存量



Plastic production=塑料生产

Plastic use=塑料使用

Plastic waste=塑料废物

Plastic in the environment=环境中的塑料

Secondary plastics=次生塑料

Fossil-based plastics=化石基塑料

Primary plastics=原生塑料

Estimation for 2019 flows=2019 年预估流量

Estimation for accumulated stocks (1970-2019) =预估累积存量 (1970-2019 年)

Packing=包装

Building and construction=建筑和施工

Transportation=交通运输

Consumer and institutional products=消费品和机构产品

Textile=纺织

Other sectors=其他部门

Accumulated stock of plastics in economy=经济中的塑料累积存量

Plastics use (total) =塑料使用 (共计)

Process losses=流程损失

Plastic scrap=塑料废品
Recycling residues=回收残留物
Collected for recycling=收集供回收
Incinerated=焚烧
Landfilled=垃圾填埋
Mismanaged and littered=管理不善和乱丢垃圾
Litter clean-up=垃圾清理
Microplastic leakage =微塑料泄露量
Aquatic leakage=水生环境泄露量
Terrestrial leakage=陆地泄露量
Open-pit burning=露天焚烧
Dumpsites=垃圾场
Leakage form marine activities=海洋活动造成的泄露
Degradation to microplastics=降解为微塑料
Leakage to rivers=泄露到河流中
Accumulated stock of plastics in rivers & lakes=河湖中的塑料累积存量
Transport form rivers to ocean=从河流流向海洋
Accumulated stock of plastics in the ocean=海洋中的塑料累积存量
Plastic production=塑料生产
Plastic use=塑料使用
Plastic waste=塑料废物
Plastic in the environment=环境中的塑料

*Note:* “Institutional products” refers to products sold mainly to businesses as opposed to individuals (e.g., cleaning products sold to cleaning companies rather than households); “other sectors” includes a wide array of sectors such as electrical equipment, industrial machinery, road markings and marine coatings.

*Source:* Figure built from OECD, *Global Plastics Outlook: Economic Drivers, Environmental Impacts and Policy Options* (Paris, OECD Publishing, 2022).

## 2. 大塑料泄漏

32. 2019年，在全球泄漏到环境中的塑料中，大塑料占88%，约为1,940万公吨。预计到2060年，这一数字将增至3,840万公吨。管理不善的塑料废物是大塑料泄漏的主要原因（82%），其次是丢弃报废塑料产品（5%）。<sup>33</sup>在新兴经济体中，泄漏到环境中的大塑料的比例很高。<sup>34</sup>

33. 渔具问题尤其严重，因为其往往成为在敏感生态系统中现场留下的废物，具有很高的健康和环境风险，尽管其产量较低。据估计，捕鱼活动和其他海洋活动造成了约30万公吨的全球大塑料泄漏。<sup>35</sup>全球每年损失的渔具可能占有渔网的5.7%、所有诱捕装置的8.6%和所有鱼线的29%。<sup>36</sup>国际海事组织公布了一项战略，提出了处理来自船舶的海洋塑料垃圾的具体行动。<sup>37</sup>

34. 农业塑料也值得特别关注，因为它们的使用靠近敏感的生态系统。据估计，每年有1,250万公吨塑料产品用于动植物生产。<sup>38</sup>



35. **微塑料泄漏以次生微塑料为主。**在环境中发现的大多数微塑料都是次生微塑料：<sup>39</sup>其主要来源包括道路运输（100 万公吨）、灰尘和纤维的排放（81 万公吨）以及废水污泥。<sup>40</sup>在使用过程中或处理后，<sup>41</sup>人造草皮也会释放出微塑料（5 万公吨）。<sup>42</sup>

36. **原生微塑料也是一个重要来源。**原生微塑料（28 万公吨）包括预生产塑料颗粒（即塑料颗粒），<sup>43</sup>以及微珠——一种添加到个人护理用品、肥料、油漆、洗涤剂、膳食补充剂、洗手液和药品等产品中的球形或无定形微塑料。<sup>44</sup>

37. **全球微塑料泄漏量预计将增加一倍以上，**从 2019 年的 270 万公吨增至 2060 年的 580 万公吨。<sup>45</sup>处理微塑料的干预措施往往不太先进，因为这种形式的泄漏尚未得到与大塑料相同水平的审查。微塑料泄漏发生在产品的整个生命周期中。

### 3. 塑料污染进入环境的途径

38. **被释放的塑料流入环境中。**一旦塑料被释放到环境中，它们就通过各种方式和过程被运输到甚至最偏远的地方。塑料在水生生态系统中的流动受水流、波浪和风等因素的控制。

39. **1,000 条河流输送了海洋中 80% 的塑料。**据估计，全球河流系统每年向海洋排放的塑料废物有 80%（每年在 80 万至 270 万公吨之间）来自 1,000 多条河流，其中小型城市河流污染最严重。<sup>46</sup>

40. **塑料的移动速度各不相同……**塑料污染沿各种传输路径移动的速度或在不同环境区间中停留的时间长短取决于其化学和物理属性，如浮力、表面属性和大小，以及海洋学过程和气象条件。<sup>47</sup>

41. **……但它确实在移动。**微塑料可以通过食物网，以及通过空气，土壤、冰、雪和水（包括地下水）移动。还有迹象表明，海冰是微塑料的临时储存库、次生来源和移动媒介。<sup>48</sup>

42. **仍然存在巨大的知识缺口。**对不同生境中塑料绝对体积的了解仍然不足，原因是采样覆盖范围有限，且缺乏标准化的采样方案。<sup>49</sup>

### D. 塑料污染的影响

43. **塑料污染的影响日益明显——其正在改变生境和自然过程，降低生态系统适应气候变化的能力，并直接影响数百万人的生计、粮食生产能力和社会福祉。**塑料污染对最脆弱人口的影响不均衡，并且对女性的影响大于男性。

#### 1. 塑料污染对人类健康的影响

44. **塑料污染会对人类健康构成威胁。**塑料在其生命周期的每一个阶段，都可能对人类健康构成威胁，这是由人类接触生产中使用的化学品、塑料颗粒本身和添加剂造成的。<sup>50</sup>塑料颗粒可以摄入和吸入人体，而纳米颗粒也可能通过皮肤进入人体。<sup>51</sup>人们担心塑料，特别是微塑料，可能会成为微生物病原体的宿主。<sup>52</sup>

45. **塑料被人类和野生生物摄入。**最近的研究表明，美利坚合众国的成年人每年可能消费 50,000 多件塑料制品，对健康产生影响的危险增加。<sup>53</sup>一项对野生鱼类体内微塑料的研究显示，在 496 种被检测鱼类中，65% 的鱼类肠道中存在塑料。<sup>54</sup>

46. **消费者通过主要产品组接触化学添加剂的情况也可能很严重，**包括塑料类食品接触材料、建筑材料、电子产品、玩具，以及个人护理和家用产品。2021 年的一项研究发现，25% 的儿童玩具含有有害化学物质；<sup>55</sup>发现了约 126 种可能损害儿童健康的物质，其中包括 31 种增塑剂，18 种阻燃剂和 8 种芳香剂。

47. **在塑料行业中，危险化学品的职业性接触率很高。**一份关于欧洲职业性接触的审查报告将塑料、橡胶和纺织业列为与塑料中危险化学品接触率较高的常见工业部门。<sup>56</sup>

48. **空气中也发现了塑料污染。**研究也引起了人们对塑料造成空气污染的程度以及吸入塑料对人类健康的潜在风险的担忧。露天焚烧塑料会释放有毒化学物质和颗粒，如二恶英、呋喃、汞和多氯联苯。<sup>57</sup>这造成了严重的风险，特别是对与废物密切接触的1,100万非正规企业家而言。<sup>58</sup>

49. **灰尘中也发现了塑料。**研究表明，纺织品和纤维是进入人体肺部、食物和环境的塑料材料的主要来源。<sup>59</sup>据估计，平均每个家庭每年产生的20千克灰尘中约有6千克由微塑料组成。<sup>60</sup>在空气中，估计3%至7%的颗粒物是由轮胎磨损造成的。<sup>61</sup>

50. **接触塑料中干扰内分泌的化学品**以及这些化学品对人类健康造成的危害与一系列人类疾病和病症有关，包括癌症、糖尿病、生殖障碍、神经发育障碍和免疫系统抑制。<sup>62</sup>

51. **许多审查和研究指出，需要进行进一步研究**，以评估塑料污染（包括微纤维和其他塑料微粒）对人类健康的影响，并了解微塑料和危险化学品向作物和动物转移的可能性。<sup>63</sup>

## 2. 塑料污染对环境的影响

52. **塑料废物的管理不善导致了从海岸到海洋最深处的沉积物的整个海洋环境受到污染。**<sup>64</sup>塑料至少占海洋废物总量的85%。

53. **当塑料在海洋环境中分解时**，它们将微塑料、合成和纤维素微纤维、危险化学品、金属和微量污染物转移到水和沉积物中，并最终进入海洋食物链。<sup>65</sup>

54. **塑料垃圾会对海洋生物造成致命和亚致命的影响。**这些影响包括缠绕、饥饿、溺水、内部组织撕裂、窒息、缺氧和光照、生理应激和毒理学伤害。<sup>66</sup>

55. **微塑料可作为病原微生物的载体。**当微塑料被摄入时，它们会导致基因和蛋白质表达发生变化、炎症、进食行为破坏、生长速度下降、大脑发育发生变化以及过滤和呼吸速率降低。它们可以改变海洋生物的繁殖成功率和生存状况，并损害关键物种和生态“工程师”建造珊瑚礁或生物扰动沉积物的能力。<sup>67</sup>

56. **塑料污染可以通过影响海洋、淡水和陆地系统中的浮游生物和初级生产来改变全球碳循环。**例如，海洋微塑料可影响浮游植物的光合作用和生长，对浮游动物的发育和繁殖产生毒害作用并影响其发育和繁殖，影响海洋生物泵和海洋碳储量。<sup>68</sup>

57. **塑料在其整个生命周期中都会导致气候变化。**2015年，塑料产生了17亿公吨温室气体排放，相当于全球排放量的3.4%。其中约90%的排放来自塑料生产和化石燃料转化。到2050年，塑料生命周期的排放量可能会翻两番，达到全球碳预算的15%，这实际上使实现全球温控1.5摄氏度的目标遥不可及。<sup>69</sup>

58. **此外，空气中的微塑料可能会导致正净辐射强迫。**<sup>70</sup>微塑料的吸光特性可能通过降低雪和冰的表面反照率而加速气候变暖。<sup>71</sup>

59. **塑料制造业使用臭氧消耗物质和氢氟碳化合物作为原料，对臭氧层和气候产生影响。**《蒙特利尔议定书》管制的几种臭氧消耗物质和氢氟碳化合物被用作制造塑料产品的原料。此类物质的原料用途不受《蒙特利尔议定书》规定的逐步淘汰的限制，前提是原料的排放量微不足道；但是，泄漏确实会发生，这对臭氧层和气候造成不利影响。<sup>72</sup>

60. **很少有研究调查塑料废物对土壤生态系统的影响，但其影响可能是显著的。**<sup>73</sup>农业土壤中塑料残留物的累积已被发现会对与健康土壤相关的物理化学性质产生不利影响，并可能长期威胁粮食生产。<sup>74</sup>

61. **塑料的存在可能会极大地改变海洋和陆地生态系统的生态。**环境的改变和生物多样性的变化有可能产生广泛和不可预测的次生社会后果，并可能损害生态系统复原力。<sup>75</sup>塑料可以与其他环境应激源（如海洋温度变化、海洋酸化和海洋资源过度开发）协同作用，造成累积性更大、破坏性更强的影响。<sup>76</sup>

### 3. 塑料污染的社会经济影响

62. 社区可能会受到不同的社会影响，塑料污染的接触和管理往往会对较贫困的城市和农村妇女造成影响。<sup>77</sup>虽然非正式和合作环境中的工人收集、分类和回收塑料，但他们的工资低，工作条件不安全。<sup>78</sup>

63. 处理塑料污染需要考虑对不同社区的影响。仍然有机会。

64. 当塑料成为废物时，它对经济的总合价值就失去了...……由于塑料系统基本上是线性的（取得—制造—丢弃），95%的塑料包装总价值——每年800亿至1,200亿美元——在短暂的第一次使用周期后其经济价值就损失了。<sup>79</sup>此外，预计到2040年，如果政府要求企业按照预期数量和可回收性支付废物管理费用，企业每年可能面临1,000亿美元的财务风险；塑料废物的收集和管理是政府成本最高的项目之一（见表4）。

65. ……而塑料废物会给人类健康和环境增加负担。与内分泌干扰化学品有关的健康影响造成的社会经济负担估计为每年460亿至2,880亿欧元。<sup>80</sup>虽然很难计算对生态系统服务的损害，但有人提出，海洋生态系统服务提供量每减少1%，则海洋生态系统服务所产生的惠益价值每年损失5,000亿美元。<sup>81</sup>

66. 从源头上投资预防废物和污染比花费的补救费用要低。<sup>82</sup>2018年，海洋塑料污染对旅游业、渔业和水产养殖业的影响造成的全球经济成本，加上清理等其他成本，估计为60亿至190亿美元或更多。<sup>83</sup>

67. 塑料污染也涉及人权层面。最终，塑料污染会侵犯人权。塑料污染对弱势群体——包括生活贫困者、土著和沿海社区以及儿童——的影响不均衡，可能加剧现有的环境不公正。<sup>84</sup>

### E. 监测和报告

68. 巨大的知识缺口阻碍了我们对全球塑料危机的全面了解，从而阻碍了我们全面应对这场危机的能力。造成这些信息缺口的原因有很多，包括数据收集方法不一致、元数据标准不统一或缺乏元数据标准，以及缺乏中央数据库。虽然缺乏详细的证据不应妨碍立即采取行动，但生成一致的高质量信息的证据库将支持国家和全球采取行动应对塑料污染问题。

69. 应制定一套统一的指标以衡量实现全球和国家目标的进展，这需基于现有的数据收集活动（例如，其他国际协定和/或可持续发展目标）。要监控的关键指标包括：

- (a) 可持续发展目标指标 11.6.1：由管控部门所收集和管理的城市固体废物占城市废物总产量的比例，按城市分列；
- (b) 可持续发展目标指标 12.5.1：国家回收利用率、物资回收吨数；
- (c) 可持续发展目标指标 14.1.1b：塑料碎片密度；
- (d) 产生的塑料废物总量（《新塑料经济全球承诺》的政府签署方正在报告该指标）；
- (e) 回收的塑料废物总量（《新塑料经济全球承诺》的政府签署方正在报告该指标）；
- (f) 有适当废物收集能力的人口百分比；
- (g) 可获得适当有效回收利用的人口百分比；
- (h) 按聚合物类型和用途分列的塑料总产量（统计数据来自行业，未正式报告）；
- (i) 用于新产品的回收塑料总量。

70. 其中一些指标需要作为国家基线进行评估，以便随后根据这些基线衡量进展。需要努力协调在国家一级确定此类基线的方法，并确定塑料的主要流动和管理这些流动的最有效方法。

## 1. 现有监测举措

71. 可利用现有的监测经济中塑料和环境中的塑料污染的举措来建立监测框架。现有的相关举措包括：

(a) **可持续发展目标指标 12.5.1：国家回收利用率、物资回收吨数**：关于城市废物回收利用的数据是各国每两年提供一次的国家数据，其基于经济和社会事务部统计司和联合国环境规划署（环境署）联合编制的环境统计调查表以及经合组织/欧统局关于环境状况的联合问卷。现有最新数据为 2000-2019 年期间的数据。下一个数据采集周期定于 2022 年下半年。结果公布在全球可持续发展目标指标数据库和世界环境情况室。2021 年，环境署推出了《全球化学品和废物指标审查文件》，以加强化学品和危险废物知识库，并增强选定国家跨部门跟踪相关可持续发展目标指标进展的能力。该文件为衡量与城市废物（指标 11.6.1）、危险废物（指标 12.4.2）和回收率（指标 12.5.1）有关的可持续发展目标指标提供了一种连贯一致的方法。

(b) **可持续发展目标指标 14.1.1b：塑料碎片密度**：2021 年，环境署推出了针对可持续发展目标指标 14.1.1 的方法，题为“了解海洋状况：衡量可持续发展目标 14.1.1、14.2.1 和 14.5.1 全球手册”。环境署和区域海洋方案报告了从各国收集的关于这一指标的数据，包括通过向非区域海洋公约和行动计划成员的国家发出的统一调查表。

(c) 另一个值得一提的报告举措是由艾伦·麦克阿瑟基金会和环境署牵头的“**新塑料经济全球承诺**”。<sup>85</sup>包括企业和政府在内的 500 多个签署方已承诺在塑料产品的整个生命周期内采取具体行动，并每年报告进展情况。

(d) 由《经济学人影响》和日本财团发起的**塑料管理指数**，比较和对比了 25 个国家在塑料管理的不同发展阶段所做的努力，涵盖了塑料产品的整个生命周期。<sup>86</sup>

(e) 2002 年控制危险废物越境转移及其处置巴塞尔公约缔约方大会通过的**关于塑料废物的确定和无害环境管理及其处置的技术准则**（UNEP/CHW.6/21）也为塑料废物的取样、分析和监测提供了有益的指导。<sup>87</sup>

## 2. 提高数据质量的机会

72. **统一的指标可以支持所有参与者更好地进行评估和做出决策**。关于具有法律约束力的塑料污染（包括海洋环境中的塑料污染）国际文书中的报告条款可以包括要求制定一套统一的指标，以促进公共和私营部门行为体的透明度和披露——包括本节所述的指标。用于数据收集的方法应建立在现有报告计划的基础上，并与其协调。随着数据质量和透明度的提高，利益攸关方将能够为最佳决策提供信息，公司和投资者将了解他们的行动和投资如何促成解决办法，政府将能够制定正确的法规、政策和目标，消费者和民间社会团体将有权要求公司对生产和销售的塑料负责。此外，证明在实现文书目标方面取得了可信和持续的进展，将有助于获得政治支持和资金，并最终增强文书的长期影响。

## F. 解决办法和技术及其成本和效益

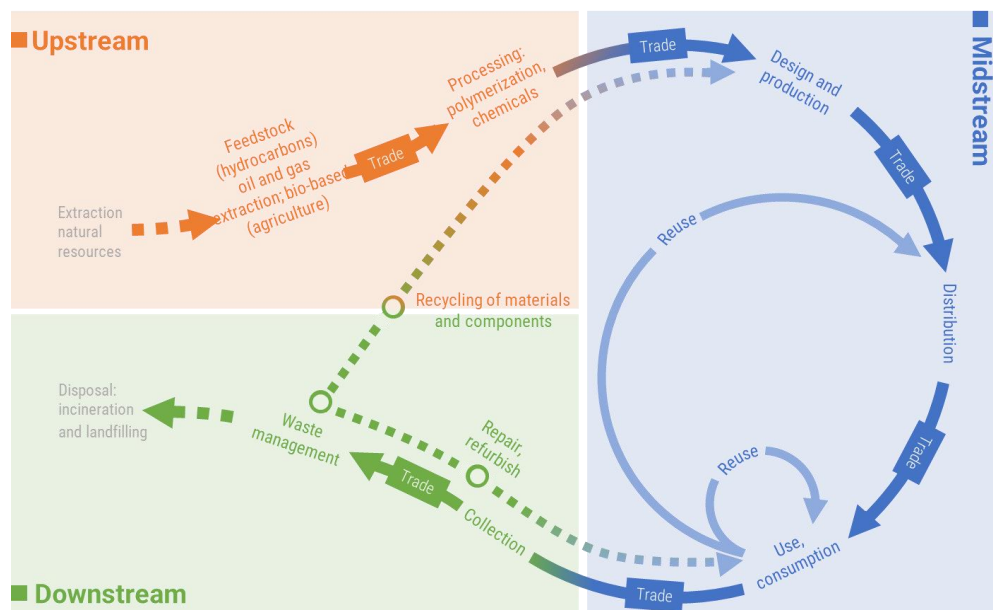
73. 对塑料污染的研究表明，需要在塑料的整个生命周期中全面、综合地应用解决办法。联合国环境大会第 5/14 号决议表明，这在政治上得到了支持。

74. 这些解决办法基于向资源高效型循环经济转型的迫切需求，在这种经济中，产品尽可能长时间地保持最高价值，塑料被视为一种在经济中持续循环的宝贵资源。

### 1. 解决塑料污染的生命周期办法

75. **针对塑料的生命周期方法**考虑了与塑料材料、产品和服务的生产和消费相关的所有活动和结果的影响——从原材料提取和加工（精炼、裂解、聚合）到设计、制造、包装、分销、使用（和重复使用）、维护和报废管理，包括分离、收集、分类、回收和处置。塑料产品的运输和贸易也发生在生命周期的每个阶段。塑料污染可能发生在任何阶段，尽管其主要来源于报废和使用阶段。<sup>88</sup>图 2 说明了塑料生命周期各个阶段。<sup>89</sup>

图 2  
塑料的生命周期示意图



Upstream=上游

Extraction natural resources=开采自然资源

Feedstock(hydrocarbons) oil and gas=原料油（碳氢化合物）和天然气

Extraction, bio-based(agriculture) =开采、生物基（农业）

Trade=贸易

Processing: polymerization, chemicals=加工：聚合、化学品

Recycling of materials and components=回收材料和组成部分

Disposal: incineration and landfilling=处置：焚烧和填埋

Waste management=废物管理

Repair, refurbish=维修/翻新

Trade =贸易

collection=收集

downstream=下游

trade=贸易

design and production=设计和生产

trade=贸易

distribution =分销

trade=贸易

use, consumption=使用、消费

trade=贸易

reuse=重复使用

reuse=重复使用

76. 考虑到整个生命周期，就可以考虑到不同的环境、社会和经济影响以及生命周期不同阶段的隐性成本和权衡，确保对某一特定问题的一种解决办法不会在其他地方造成更大的负面影响。生命周期办法还有助于确定影响最大的阶段（热点），并评估减少其影响的替代方案。例如，由环境署主持的关于一次性塑料产品及其替代品的生命周期倡议的研究表明，在大多数情况下，可重复使用的产品在所有环境影响类别中的表现都优于一次性塑料产品。<sup>90</sup>

77. 生命周期阶段也可简单地划分为上游、中游和下游活动。<sup>91</sup>

(a) **上游活动**包括从原油、天然气或回收和可再生原料（例如：生物质）中获取的原材料以及聚合。这一阶段已经发生了塑料泄漏到环境中（例如：颗粒、薄片）的情况。

(b) **中游活动**包括塑料产品的设计、制造、包装、分销、使用（和重复使用）和维护以及相关服务。将塑料产品尽可能长时间地保持在中游是实现循环的理想做法，因为中游是塑料产品价值最高的阶段。

(c) **下游活动**涉及报废管理——包括分离、收集、分类、回收和处置。回收是一个从下游开始，通过与上游连接而“闭合循环”的过程（即用旧材料开启新塑料产品的新生命周期）。同样，维修/翻新流程提供了另一种方法，通过将产品带回中游来闭合循环。

## 2. 针对整个生命周期的政策和立法工具

78. **解决办法包括支持以下方面的行动：**

(a) 淘汰有问题和不必要的塑料，包括有害添加剂；

(b) 进行创新，确保经济中使用的塑料可重复使用、可回收或可堆肥（并在实践中可重复使用、回收或堆肥）；

(c) 循环利用使用过的所有塑料物品，让它们始终处在经济循环中，无法泄露到环境中；

(d) 收集和负责任地处置无法回收或在环境中累积的塑料。

79. **政策的出台需要针对市场失灵。**为了有效处理塑料污染问题，政策和立法的出台需要针对导致塑料浪费和过度使用的市场失灵。世界银行最近的一项研究列举了导致塑料污染的潜在经济驱动因素，其中包括成本定价过低；导致回收成本增加的品牌和营销措施；以及廉价的原生塑料的过度可用性使得回收塑料难以与之竞争。<sup>92</sup>

80. **市场手段补充了规范工具。**有一系列的政策和立法工具来确保“谁污染谁付费”，包括财政工具，如对一次性塑料产品征税，以及帮助调整塑料污染的真实成本并将其转移给消费者和生产者的倾倒垃圾费和预付处置费。这些市场工具很重要，可以补充完全禁止等规范工具。<sup>93</sup>

81. **表 2 概述了一系列可能的政策和立法工具，**可用于帮助消除或减少塑料污染。作为国家和国际层面综合方法的一部分，需要将这些措施结合起来，以减少整个生命周期的塑料污染。

表 2 解决塑料污染的可能措施

政策工具	说明	举例
禁令或限制	禁止、限制某些物品的生产、使用或销售，或对其实行其他管制。	禁止或限制一次性塑料产品（如基于其在销售情况下的厚度和可回收性） 基于毒性、危害、风险等禁止使用某些化学品和添加剂。 禁止废物贸易，除非这种贸易是可循环的（例如根据《巴塞尔公约》回收的塑料废物）
行为干预	通过非价格和非监管手段（如劝导），促进社会自愿采取有利于环境的行为。	教育、交流和宣传运动 自愿认证计划
生产者延伸责任	通过收回授权将产品生命周期成本转移给生产者；旨在促进材料回收和循环设计。	强制性包装废物回收计划 生产者延伸责任计划中的生态调整费
标准和标签	规定产品成分的最小/最大阈值。 规定定义 规定强制性设计特征。 规定并要求传递信息。	回收利用成分标准 成分标签 设计要求（例如，确保在常见再灌装方案中瓶子可重复使用，或在现有设施内可回收利用（例如，“不设计”难以回收的塑料产品） 塑料最低可堆肥性或可生物降解性标准，以避免微塑料泄漏 信息共享机制传递塑料成分信息，例如，确保安全回收 回收的最低目标；填埋产品的最大目标
补贴	向消费者或生产者支付款项（如补助金）或给予其税收优惠，以减少污染。	回收塑料废物或回收成分补贴 为循环所需的工业活动（如设立回收厂）减税/提供许可便利
税收、关税和费用	向产品的进口商、生产者或处置者收取产品生产或处置费，收费根据生产或处置的外部因素（如塑料）的多少而异。	对不满足回收材料某些成分要求的原生材料/产品征税 体积垃圾税（如“垃圾按量收费”定价） 产品税/费用/关税（例如：塑料袋费用、对难以在本地市场循环利用的产品征收较高的进口关税、对一次性塑料产品征收关税） 预付处置/回收费 填埋税费 押金退还计划
税收与补贴相结合（即由两部分组成的工具）	对生产者或消费者征税与适当处置补贴相结合。	
创新激励措施	通过各种激励措施支持新设计工艺、技术、流程、材料和业务、模式的开发。	产品设计规定 生产设施的环境影响评估或环境战略评估或其他影响评估流程要求 “修理权”计划或立法 新的回程系统和逆向物流平台 材料设计与技术投入 消除投资障碍

通过应用巴塞尔公约缔约方于 2002 年通过的关于塑料废物的确定和无害环境管理及其处置的技术准则（UNEP/CHW.6/21）（目前正在更新（UNEP/CHW.15/6/Add.7/Rev.1）），开发改进塑料废物分类、回收和最终处置的技术

---

*Source:* Adapted from Joshua K. Abbott and U. Rashid Sumaila, “Reducing marine plastic pollution: policy insights from economics”, *Review of Environmental Economics and Policy*, vol. 13, no. 2 (summer 2019).



### 3. 解决塑料污染的系统变革

82. **转向循环经济，从根本上解决塑料污染。**解决塑料污染问题需要进行系统（或系统性）变革，在整个生命周期采取行动，从根本上解决而不是治标不治本（即，转向资源节约型循环经济）。

83. **表 3 列出了支持系统变革的四个战略目标以及一些行动样本。**由于行动的跨领域性或在整个生命周期推动变革方面的作用，这些行动可归入多个目标；进一步的分析可能有助于评估在特定条件（例如，地理位置、实施和执行能力、塑料类型）下应用这些技术的成本和效益。

84. 附录六概述了相关措施的备选方案，如果综合采用这些方案，可能有助于实现必要的系统变革。

**表 3 支持系统变革以解决塑料污染的战略目标**

系统变革的战略目标	行动样本
战略目标 1: (i) 通过淘汰和取代有问题和不必要的塑料物品，包括有害添加剂，缩小问题规模；	<p>淘汰有问题或不必要的聚合物和添加剂。</p> <p>淘汰有问题或不必要的塑料产品。</p> <p>用可回收成分替代原生成分。</p>
战略目标 2: 确保将塑料产品设计成可循环使用的（可重复使用、可回收或可堆肥）	<p>为可堆肥和可生物降解材料以及塑料可回收成分最低要求提供国际指南或标准。</p> <p>通过提供标准化规则和标签以及必要的信息需求和经济激励措施，促进可循环的设计（可重复使用和回收）。</p> <p>制定有关添加剂和相关化学品的国际指南、标准和控制措施。</p> <p>加大对新材料、添加剂、技术和产品设计以及安全和可持续替代品的投资。</p> <p>鼓励金融部门和市场促进循环的行动。</p> <p>通过政策为创新解决办法创造有利条件。</p>
战略目标 3: (iii) 通过确保塑料产品在实践中循环使用（重复使用、回收或堆肥），使塑料在经济中形成闭环，；	<p>通过包容性协商，增强非正规塑料废物部门的权能。</p> <p>为所有合适的产品制定押金退还计划。</p> <p>落实生产者延伸责任、产品回收和修理权要求，以促进更好的产品设计。</p> <p>提高透明度和信息共享，包括在与塑料有关的化学品方面。</p> <p>推动公民运动，以提高塑料的重复使用、分离和收集率。</p> <p>加大对塑料废物收集的投入。</p> <p>提高机械回收能力，推广可持续回收技术。</p> <p>消除塑料循环贸易壁垒。</p>
战略目标 4: 以对环境负责的方式管理不能重复使用或回收的塑料废物（包括现有污染）	<p>最大限度地减少报废塑料的处置。</p> <p>防止向没有足够能力管理废物的国家出口塑料废物（根据《巴塞尔公约》）。</p> <p>将危险废物和其他废物的越境转移减少到符合此类废物的无害环境和有效管理的最低限度（《巴塞尔公约》）。</p>

防止微塑料泄漏。

整治现有的塑料污染热点（遗留污染）。

**战略目标 1：通过淘汰和取代有问题和不必要的塑料物品，包括有害添加剂，缩小问题规模；**

85. **通过重新思考设计和用途来淘汰产品。**许多可能被认为是不必要的产品也表明其有大量塑料泄漏到环境中。在尊重不断增长的人口和经济需求的同时，到2040年将短寿命塑料产品的消费量减少30%，在经济上是可行的。<sup>94</sup>淘汰有问题和不必要的塑料产品的最佳方法是重新思考产品的设计和用途，“不设计”有问题或不必要的塑料用途以及危险化学品，并“设计出”可持续的替代品。应采用生命周期办法评估可持续替代品，以确保它们不涉及转移负担。在生命周期评估研究中表现出较好结果的可持续替代品包括可重复使用和具有高回收成分的产品。<sup>95</sup>附录二列出了从一系列研究中选择的行动，它们可以通过淘汰和替代有问题或不必要的塑料来帮助减少塑料污染。<sup>96</sup>

**战略目标 2：确保将塑料产品设计成可循环使用的（可重复使用、可回收或可堆肥）**

86. **必要的塑料产品将继续在社会中发挥重要作用**，因为它们具有独特的用途——例如在医疗器械中用途或保存食品的能力——以及多功能性、重量轻、耐久性和低成本等特性。这些重要的塑料产品需要被纳入循环系统中，以避免污染并保持其在经济中的价值。

87. **设计阶段是确保重复使用和可回收性同时处理令人关切的化学品问题的关键阶段。**关键在于通过设计，便利维护、收集、分类、重复使用和再利用，以及确保塑料产品及其添加剂不会妨碍或破坏同一废物流中其他塑料产品的可回收性。设计阶段的另一个关键是处理令人关切的化学品问题。此外，聚合物的混合以及颜料和（或）染料的使用会对回收过程产生负面影响，并通过回收污染新产品，降低产品的可回收性和回收产生的经济价值。附录三包含了从一系列研究中选择的行动，它们有助于使系统中的塑料可重复使用、可回收或可堆肥。

88. **对于非常具体的应用，可堆肥塑料产品可能是解决办法的一部分，前提是执行适当的标准。**在受控条件下，可堆肥塑料可完全降解为符合相关标准的二氧化碳、生物质和水。这种塑料如果与相关的收集和堆肥基础设施相结合，以确保其在实践中被堆肥，那么其对于目标应用（如用来收集用于堆肥的有机废物的垃圾箱内衬）而言就是有价值的。<sup>97</sup>然而，除非按照适当的标准使用，否则可生物降解的塑料有很高的微塑料污染风险。

**战略目标 3：通过确保塑料产品在实践中循环使用（重复使用、回收或堆肥），使塑料在经济中形成闭环；**

89. 使塑料在经济中**形成闭环**是从“取得—制造—丢弃”模式向循环经济转型的关键。两种主要可能的回收技术是机械回收和化学回收。

- **机械回收**（热塑性塑料的收集、清洁、破碎和重熔）是更可持续的选择；机械回收的技术是经过验证的，它可以进行盈利管理，而且每公吨塑料产品的温室气体排放比化学回收少50%。<sup>98</sup>
- **化学回收**包括一系列广泛的技术，其中大部分尚未得到大规模验证。对于不能机械回收的产品，化学回收可能是一个有用的选择。化学回收往往是能源密集型的，只有在总体环境状况与其他经验证的管理方案相当或优于其他办法时才应使用。《巴塞尔公约》技术准则（UNEP/CHW.15/6/Add.7/Rev.1）提供了关于化学回收的更多有用信息。

90. 附录四包含了从一系列研究中选择的行动，它们有助于支持塑料在其整个生命周期内的循环。

#### **战略目标 4：以对环境负责的方式管理不能重复使用或回收的塑料废物（包括现有污染）**

91. **非循环塑料产品仍需安全处置。**到 2040 年，安全处置仍将是防止约 1 亿公吨塑料废物污染进入环境的最后解决办法。现有的污染也令人关切，可能需要具体的整治活动，特别是在海洋环境中。塑料也有一些遗留问题，一些塑料的使用寿命很长，这些塑料会成为存在几十年的废物。例如，对于建筑业而言，到 2040 年，90% 以上的废物将来自 2019 年之前生产的塑料。<sup>99</sup>附录五包含了从一系列研究中选择的行动，它们可以支持塑料的安全收集和负责任处置。

#### **4. 贸易在塑料经济中的重要性**

92. **贸易是塑料系统的重要组成部分。**初级、中级和最终形式的塑料出口额仅在一年内就可能达到 1 万亿美元以上——约占 2018 年全球贸易总额的 5%。<sup>100</sup>这一数字可能被低估了，因为难以估计数百万产品中嵌入的“隐藏”塑料的价值和数量。

93. **贸易发生在塑料生命周期的每一个阶段，并地理分布广泛——几乎所有国家都是某种形式的塑料进口国，许多国家也是出口国。**<sup>101</sup>

94. **塑料贸易流动与塑料污染有关，主要有三个原因。**<sup>102</sup>第一，贸易增加了进口国面临的废物管理负担，是造成微塑料污染的产品传播的传送带。第二，向废物管理能力不足的国家进行塑料废物贸易会加剧塑料泄漏到环境中的情况。第三，塑料部门及其化石燃料和化学品投入导致温室气体排放以及环境和健康挑战。

95. 从贸易角度来看，塑料生命周期中的许多解决办法都需要采用国际化的办法。附录二至六强调了各项政策和政策要素，其效力可以通过确保全球公平竞争环境的国际办法得到提高。

#### **5. 前进中的机遇：系统变革的成本和效益**

96. **减少 80% 的塑料污染是可能的。**根据国际资源委员会的一份报告，前面各节介绍的战略目标所提供的全面循环经济办法，到 2040 年可将进入海洋的塑料量减少 80% 以上；<sup>103</sup>将用于短寿命塑料产品的原生塑料产量减少 55%；在 2021-2040 年期间为各国政府节约 700 亿美元；将温室气体排放减少 25%；并创造 70 万个就业机会，主要是在全球南方。

97. **可创造 700,000 个就业机会。**到 2040 年，系统变革设想将在塑料的整个生命周期创造相当于 700,000 个就业机会的净直接就业机会，并在各行业和区域之间重新分配。几乎所有的新增就业机会都将出现在中低收入国家，主要是重复使用计划、新交付模式和可堆肥替代品生产方面，而失业将出现在原生塑料生产以及正规和非正规收集方面，原因是废物量变少。

98. **温室气体排放将会减少。**与一次性塑料产品相比，重复使用计划可将生命周期温室气体排放减少 60% 至 80%，到 2040 年，新重复使用计划和交付模式可在全球创造约 140 万个就业机会。改进塑料产品和包装的回收设计，到 2040 年，可将经济上可回收塑料的份额从目前的 21% 提高到 54%，将其盈利能力从每公吨 120 美元提高到每公吨 240 美元。<sup>104</sup>与填埋塑料废物相比，回收可以减少 48% 的温室气体排放。

99. **政府将因减少塑料废物而获得净节省。**就成本而言，实施上述系统变革将在 2021-2040 年期间为各国政府净节省 700 亿美元，这主要是因为需要进行报废处理的塑料废物量减少。<sup>105</sup>节省主要发生在高收入国家（这些国家的当期成本较高），而净成本预计发生在其他收入群体。表 4 按收入群体进一步详细列出了 2021-2040 年期间各国政府预期成本的变化。

表 4 按收入群体分列的 2021-2040 年期间预期政府成本变动总额

(单位: 十亿美元)

	比较系统变革与一切照旧				
	政府成本的净现值 <sup>a</sup>				
	高收入	中高收入	中低收入	低收入	共计
正规收集	-107	-16	1	6	-116
正规分类	-7	11	3	0	7
热处理	-19	0	-	-	-18
垃圾填埋场	-4	3	2	1	2
替代品—纸张—废物管理 (报废)	14	4	2	0	20
替代品—铜版纸—废物管理 (报废)	8	3	1	0	13
替代品—可堆肥—废物管理 (报废)	7	9	4	1	20
<b>共计</b>	<b>-108</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>8</b>	<b>-72</b>

<sup>a</sup> At a discount rate of 3.5 per cent.

Source: The Pew Charitable Trusts and SYSTEMIQ, Breaking the Plastic Wave: A Comprehensive Assessment of Pathways towards Stopping Ocean Plastic Pollution: Summary Report (2020).

## 附录一

**关键术语**

**必要（塑料产品）用途**是指被认为对健康、安全或其他重要目的而言是必要的，但尚未确定替代品的用途。<sup>106</sup>

**（全）生命周期办法**是指考虑与塑料生产和消费相关的所有活动和结果的所有潜在影响，包括原材料开采和加工（对于塑料而言：精炼、裂解、聚合）、设计和制造、包装、分销、使用和重复使用、维护和报废管理，包括分离、收集、分类、回收和处置。<sup>107</sup>（工作定义）

**大塑料**：任何由塑料制成的容易看到的物品，<sup>108</sup>通常认为直径在 5 毫米以上。

**微塑料**：关于其大小限制仍有争论；本文将微塑料定义为直径小于 5 毫米的颗粒。<sup>109</sup>微塑料分为原生微塑料和次生微塑料：

**原生微塑料**被制造成具有具体功能的产品（例如，化妆品、研磨清洁珠）。<sup>110</sup>

**次生微塑料**是由较大物体磨损或碎裂产生的，它产生于使用过程中和流失到环境后。<sup>111</sup>

**纳米塑料**是微塑料的一个子集，通常定义为尺寸小于 100 纳米。<sup>112</sup>

**塑料泄漏**是指塑料流入陆地环境和水生环境。

**塑料污染**的广义定义是塑料材料和产品在其整个生命周期中的生产和消费所产生的负面影响和排放。该定义包括管理不善的塑料废物（例如，在不受控制的垃圾场露天焚烧和倾倒的塑料废物），以及可能对人类以及生活和非生活环境产生不利影响的塑料物品和颗粒的泄漏和累积（工作定义）

**有问题和不必要的塑料物品**：《新塑料经济全球承诺》提出了以下标准，用于确定有问题或不必要的塑料包装或塑料包装组成部分：<sup>113</sup>

- 不可重复使用、回收或堆肥（根据《全球承诺》的定义）。
- 含有或其制造需要对人类健康或环境构成重大风险的危险化学品<sup>114</sup>（适用预防原则）。
- 可以不使用（或被重复使用模型取代），同时也可以保持效用。
- 阻碍或破坏了其他物品的可回收性或可堆肥性。
- 很有可能成为垃圾或最终流入自然环境中。

**短寿命塑料产品**是指包装和消费品中平均使用周期最短（半年至 3 年）的塑料。<sup>115</sup>该分类基于平均使用期，因此某些产品的使用期会更长。本类别包括一次性塑料产品。

**一次性塑料产品**被设计和生产为在丢弃或回收之前使用一次。

**可持续的循环塑料产品**被设计为可重复使用多次，在实践中，其材料在使用结束时大规模回收或堆肥，最大限度地减少其对环境的不利影响，并尊重其生命周期中所有相关人员的权利。（工作定义）

**系统变革**体现了从整体（或“系统”）的角度来处理社会问题的原因而不是治标不治本的理念。一般认为，系统性变革需要调整或转变政策、做法、权力动态、社会规范或思维。它往往涉及各种不同的行为体，可以在地方、国家或全球层面进行；<sup>116</sup>系统变革需要修改许多系统结构，例如创建系统或系统的目标或规则的思维或范式。<sup>117</sup>

## 附录二

## 为战略目标 1 选择行动样本

行动	示例或讨论
淘汰有问题或不必要的聚合物和添加剂。	在欧盟，据估计，禁止在化妆品、洗涤剂、油漆、抛光剂和涂料等物品中故意添加微塑料，将在 20 年内减少约 400,000 公吨微塑料排放。 <sup>1</sup> 一些国家或区域对塑料中的多种有害添加剂进行了限制，如铅、邻苯二甲酸二异辛酯（DEHP）和三氯生。
淘汰有问题或不必要的塑料和塑料产品。	2002 年，爱尔兰对在任何销售点出售的全部或部分由塑料制成的袋子征收消费税。价格信号设定为 0.15 欧元，比普通消费者愿意支付的最高价格高出 6 倍多。这使塑料袋的使用量立即减少了 90%。2006 年，随着一次性塑料购物袋的消费量再次增加，每个袋子的税收从 0.15 欧元增至 0.22 欧元。爱尔兰对一次性塑料购物袋征税，特别成功地减少了购物袋消费的部分原因是随之而来宣传运动，通过解释政策目标和税收目的，为广泛的认识和购买铺平了道路。 <sup>2</sup>
用可回收成分替代原生成分。	对塑料包装制造商购买原生塑料原料和含塑料产品征税提供了明确的经济激励措施，使企业在生产塑料包装和含塑料产品时减少使用原生塑料。为了确定最佳的税收水平和增长率，需要进行针对具体国家的经济评估和影响评估。经合组织的分析表明，到 2030 年，在全球范围内将塑料包装税线性提高到 1,000 美元/吨，到 2060 年提高到 2,000 美元/吨，将使塑料成本大致翻一番，并有助于减少塑料消费，增加对再生塑料的需求，并加强对收集和回收基础设施的投资。 <sup>118</sup>

<sup>1</sup> European Chemicals Agency, “Annex XV Restriction Report: Proposal for a Restriction” (Aug. 2019). Available at <https://echa.europa.eu/documents/10162/05bd96e3-b969-0a7c-c6d0-441182893720>.

<sup>2</sup> OECD, “Taxes on single-use plastics”. Available at <https://www.oecd.org/stories/ocean/taxes-on-single-use-plastics-186a058b>.

## 附录三

## 为战略目标 2 选择行动样本

行动	讨论
通过考虑标准化规则和标签需求以及必要的信息需求和经济激励措施，促进可重复使用和回收的循环设计。	在塑料永远不会成为废物的循环系统中，对行动层次形成共同的理解，可以激励设计出对人类或环境无毒的更耐用和可持续的产品。统一的材料标签，例如对特定类型的塑料使用特定的符号和颜色，可以提高收集和对市场分类的效率。消费者还可以使用标签信息做出明智的购买决定，以保护自己避免接触塑料相关化学品，或要求更安全的产品。明确的标签可以通过产生对加强循环的需求、推动投资和激励企业和生产者遵守标准来推动市场增长和创新。
制定有关添加剂和相关化学品的国际指南、标准和控制措施。	确定塑料中的危险化学品并实施控制和适当管理，可以减少对人类和环境的危害，并提高塑料产品的重复使用安全性和可回收性。为此正在进行的工作包括对《巴塞尔公约》附件二、八和九的修正。
增加对新产品设计以及安全和可持续的塑料替代品的投资。	虽然通过目前的技术解决办法可以做很多事情，但也需要考虑技术差距和机会，特别是在不同地区，以满足对有问题和不必要的塑料产品和添加剂的可持续、负担得起和可获得的替代品的需求。柔性和多材料塑料通常是最难回收的塑料形式。在短寿命产品中，它们占塑料的 59%，但却造成了 80% 的污染，这凸显出迫切需要重新设计它们。
鼓励金融部门和市场推动采取行动。	<p>新兴市场提供了一个重要的机会，可以对塑料废物管理不善产生最大的影响，并获得有吸引力的风险调整回报；然而，对回收和循环经济的财政投资并没有很好地利用这一机会。2021 年一份题为“资助新兴市场的塑料行动，消除投资障碍”的报告总结了金融部门可以考虑的支持塑料循环经济行动的举措。行动包括：<sup>119</sup></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 支持新的业务模式：Althelia 可持续海洋基金会是一个资金规模 1.32 亿美元的公司，其重点关注循环经济，在印度投资了 200 万美元，努力将非正规部门行为体转变为“废物企业家”。</li> <li>- 通过投资和承销，以及通过早期创新基金或公司进行大规模的资本配置，如天空海洋投资基金，对新技术、材料和商业模式投资 2,500 万英镑；以及 RWDC（位于美利坚合众国的新加坡注册机构），一家基于聚羟基烷酸酯的生物材料生产者，在 2020 年 5 月的 B 轮融资中筹集了 1.33 亿美元。</li> <li>- 公共机构有很大的机会可以通过可持续的公共采购发出市场信号（例如，通过制定其购买的塑料产品中最低回收成分要求的标准或在其采购中推广重复使用系统）。</li> </ul>
实施生产者延伸责任计划和产品回收要求。	一项对全球 395 个现有生产者延伸责任计划的研究表明，直接针对产品特性（如重量、可回收性等）的政策为生态设计变革提供了最直接的激励措施。 <sup>120</sup> 生产者延伸责任计划在实现重复使用和回收目标方面的有效性，在其与经济手段相结合的情况下也往往会提高，这些手段诸如垃圾填埋税和焚烧税、某些产品或材料的处置禁令、包装税和垃圾按量收费计划等。 <sup>121</sup> 还应考虑对费用进行生态调整。生态调整费用应包括与收集、分类和回收材料流有关的净成本，从而激励使用回收经济效益更好的材料。

提供国际指南，给出就可堆肥和可生物降解材料以及塑料可回收成分最低要求的标准。

由可再生原材料制成的生物基塑料和传统塑料也可能含有有害添加剂和污染物，这些添加剂和污染物虽然由植物基聚合物制成，但不一定是可生物降解的，因此它们可能会破碎变成微塑料，并在环境中长期存在。在回收背景下，如果不将生物塑料与传统塑料分离，生物塑料也会污染回收流程，因此需要制定此类材料的标准。<sup>122</sup>

我们正在引入可回收成分的最低标准，以推动新设计，减少原生塑料的使用和塑料的整体使用。例如，欧盟要求其成员国到 2025 年至少使用四分之一的再生塑料生产 PET 饮料瓶，到 2030 年至少使用 30% 的再生塑料。<sup>123</sup>



## 附录四

## 为战略目标 3 选择行动样本

行动	讨论
增强非正规塑料废物部门的权能。	非正规废物部门是一个重要的利益攸关方群体，必须包容性地参与设计和制定处理塑料污染的活动和战略。此类行动在很大程度上取决于具体情况。例如，目前正在全球塑料行动伙伴关系的背景下设计软件解决办法，以便将非正规拾荒者与潜在的购买者联系起来；这种价值链的透明度有助于拾荒者赚取更公平的工资，是他们成为正规拾荒者的第一步。
为所有合适的产品建立押金退还计划。	押金退还计划可以提供一项小规模的经济激励措施，将产品退还到废物处理点或返还到正确的废物流中。例如，2011年，在厄瓜多尔，每购买一个PET饮料瓶就收取0.02美元的可退还押金，在回收瓶子时退还给消费者。PET瓶回收率从2011年的30%上升到2012年的80%，在生产的140万个PET瓶中，有113万个被回收。 <sup>124</sup>
提高有问题塑料的透明度和信息共享，包括令人关切的与塑料有关的化学品。	明确的塑料标签和（或）其他信息传递方法有助于区分塑料，支持有效的收集和分类，并降低有问题的废物流污染的风险。它还旨在确定化学品接触和风险，然后监管机构可据此制定充分保障人类和环境健康的措施。消费者还可以使用此信息做出明智的购买决定，以保护自己避免接触塑料相关化学品，或要求更安全的产品。明确的标签可以通过产生对加强循环的需求、推动投资和激励企业和生产者遵守标准来推动市场增长和创新。
加大对塑料废物收集的投入。	据估计，目前全球每年塑料废物总量中有22%（4,700万公吨）未被收集，在一切照旧的情况下，到2040年，这一数字可能会增至34%（1.43亿公吨）。到2040年，大约有40亿人需要参与到收集服务中，这就需要在2040年之前每天促使约50万人参与到收集服务中，其中大多数人在中等/低收入国家。 <sup>125</sup>
将机械回收能力提高一倍。	将全球机械回收能力提高一倍，可覆盖短寿命产品塑料总量的约35%（而目前为15%），同时考虑到减少、替代、设计和收集等行动。机械回收可以为全球塑料系统节省经济开支。与非循环生命周期相比，机械回收有可能使每公吨塑料的系统总成本（例如，包括收集和分类成本在内的闭环）降低80至300美元，具体视区域而定。在温室气体排放方面，按每公吨塑料计算，机械回收的排放量比受控制的焚烧排放量少约60%。在温室气体排放方面，只有在设计或重复使用计划中淘汰塑料才是更有意义的。
推广可替代的可持续回收技术。	由于机械回收某些塑料类型的局限性，正在开发新的回收技术，以便可以处理较低价值的塑料，如薄膜和复合材料，以及受污染的塑料。 <sup>126</sup> 应考虑并评估化学回收等新技术在以可持续方式回收塑料方面的潜力。提供这种可持续性评估的商定标准可以包括替代回收技术整个生命周期的温室气体排放情况、质量产额（作为次生材料回收的塑料废物的百分比），以及替代回收技术的其他环境影响、经济成本和社会影响。《巴塞尔公约》关于塑料废物的确定和无害环境管理及其处置的技术准则提供了进一步的有益指导。
消除阻碍塑料循环的贸易壁垒。	重要的是要确定和消除塑料循环的障碍。例如，一些国家对高质量的再生塑料进口实施了复杂的规则，限制了再生塑料包装的使用。在其他情况下，制造商不得不转向使用原生塑料生产某些消费品，因为在

行动

讨论

---

国内市场上无法采购到同样质量的再生塑料。一些市场在使用再生塑料产品方面的监管审批流程缓慢。

---

## 附录五

## 为战略目标 4 选择行动样本

行动	讨论
最大限度地减少报废塑料的处置。	垃圾填埋和焚烧费用（例如：税费和倾倒垃圾费）可以引导废物在废物管理层级中向上导向回收和循环利用，使其他选择获得经济利益。在经合组织国家，对送往垃圾填埋场的废物征税，使在垃圾填埋场处理的材料数量显著减少，材料回收设施和机械及生物处理设施增加。 <sup>127</sup> 《巴塞尔公约》为塑料废物的无害环境管理及其处置提供了技术准则。
防止向没有足够能力管理废物的国家出口塑料废物（根据《巴塞尔公约》）。	对向缺乏塑料废物管理能力的国家出口塑料废物的贸易禁令或限制的研究表明，在短期内，禁令显著改善了环境影响的指标，尽管加剧了全球变暖。 <sup>128</sup> 在中国实施禁令的情况下，每年节省了约 23.5 亿欧元，相当于 2017 年塑料废物全球贸易额的 56%。 <sup>129</sup>
通过加强收集和管理系统来捕获泄漏的微塑料。	更好的产品设计和选择应该是减少微塑料生产和消费的优先事项；然而，使用技术来有效地收集和整治微塑料污染，并防止微塑料进入更广泛的环境，例如水龙头上的过滤装置和干衣机中的棉绒捕获装置，可能是有益的。应考虑如何对收集到的微塑料废物进行适当管理。
促进捕获泄漏塑料的技术创新。	收集塑料（包括微塑料）的技术也是一个新兴领域，同时还出现了防止塑料泄漏的新工具和办法（例如：开发雨水渠中的捕获装置和传感器，以帮助捕获估计 40% 至 60% 最终进入海洋环境的塑料废物）。回收和废物管理技术也是一个重要的新兴研究和创新领域。

## 附录六

## 实现系统变革战略目标的措施

关注点和生命周期阶段	实现系统变革战略目标的可能措施
<p><u>上游:</u></p> <p>开采原材料</p> <p>加工（精炼、裂解、聚合）</p> <p>贸易</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 与上游活动相关的税收/关税（例如：对由原生原料生产的聚合物征税）</li> <li>- 取消化石燃料补贴</li> <li>- 将化石燃料补贴转向为向循环系统过渡提供资金</li> <li>- 为使用可回收成分提供财政或其他激励措施</li> <li>- 对用于重复使用和回收的基础设施进行投资</li> <li>- 聚合物生产中针对回收成分确定的目标（例如：通过最终用途确定）</li> <li>- 塑料用生物基原料的最低可持续性标准（例如：不与食物竞争，零毁林，不从有机土壤中获取）</li> <li>- 塑料中使用的化学品的标签规则、标准、技术要求和定义（以提高生命周期内的安全性和报废时的可回收性）</li> <li>- 提高原料和原生塑料（如塑料颗粒）贸易的安全要求以降低泄露的风险</li> <li>- 基于商定的属性，逐步淘汰聚合物中使用的有害物质</li> <li>- 禁止针对具体用途（如包装中的 PVC、PS 和 EPS）使用有问题或不必要的聚合物和添加剂（以减少需要区分分类和回收流的材料数量）</li> <li>- 实施生产设施的环境影响评估、环境战略评估或其他影响评估流程</li> </ul>
<p><u>中游:</u></p> <p>设计、制造、使用、维护和重复使用</p> <p>贸易/分销</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 与中游活动相关的税费/关税（例如：按产品中原生塑料的重量向塑料加工商征收的税费，针对一次性塑料产品征收的关税）</li> <li>- 对基于重复使用和在经济中保留资源的商业模式实行税收激励（可能通过对原材料开采征收更高的税费来提供资金）；将税收从“循环就业”（保持经济中的资源所必需的就业）转向原生资源</li> <li>- 生产者延伸责任计划中的生态调整费用，以鼓励重复使用和可回收设计；生产者延伸责任产生的费用将用于资助重复使用和回收系统</li> <li>- 对包装和其他关键部门（如渔具、纺织、交通运输、施工）采用生产者延伸责任计划的关键标准。</li> <li>- 押金退还计划，即在产品消费时收取押金，在退还塑料产品或其包装供重复使用或回收时退还押金</li> <li>- 对一次性塑料产品征收的关税；鼓励重复使用技术转让的贸易激励措施</li> <li>- 塑料产品的标签规则、标准、技术要求和定义（以提高生命周期内的安全性和报废时的可回收性）</li> <li>- 采用绿色/可持续机构采购的关键标准，包括促进重复使用计划以防止产生废物的标准、回收成分标准和可回收性标准。</li> </ul>

关注点和生命周期阶段	实现系统变革战略目标的可能措施
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 以可重复使用/可再填充包装为目标，作为提高资源效率的一项关键战略</li> <li>- “修理权”计划和要求</li> <li>- 针对具体用途（例如，针对食物废物，由于污染，聚合物回收行不通）的可堆肥和可生物降解材料的标准</li> <li>- 根据就导致产品有问题或不必要的原因商定的标准，禁止具体的最终产品（如一次性塑料产品）</li> <li>- 国际知识中心，提供生命周期分析，以确定一次性塑料产品和其他用途的适当替代品</li> </ul>
<p><u>下游：</u></p> <p>分离 收集 分类 回收 最终处置 贸易</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 以单位为基础定价或“垃圾按量收费”定价——按单位或按所产生的塑料废物重量向家庭层面的塑料废物生产者收费</li> <li>- 鼓励分类、收集和回收技术转让的贸易激励措施</li> <li>- 回收率的最低目标；垃圾填埋率的最高目标</li> <li>- 垃圾填埋和焚烧费用，引导废物在废物管理层级中向上导向回收和循环利用；将征收的资金投资于回收系统，包括劳动条件</li> <li>- 要求确保交易的废物可在其目的地进行回收</li> <li>- 根据《巴塞尔公约》对“消除废物”的考虑，确认可回收塑料材料是一种资源（而不是废物），以方便交通运输和循环贸易</li> <li>- 塑料信用的国际标准，作为从环境中消除塑料污染的机制（例如，回收/安全处置的环境和社会保障措施；对循环基础设施的再投资）</li> </ul>

## 尾注

- <sup>1</sup> Nicola J. Beaumont and others, “Global ecological, social and economic impacts of marine plastic”, *Marine Pollution Bulletin*, vol. 142 (May 2019), pp. 189–195.
- <sup>2</sup> International Resource Panel, *Policy Options to Eliminate Additional Marine Plastic Litter by 2050 under the G20 Osaka Blue Ocean Vision* (Nairobi, UNEP, 2021).
- <sup>3</sup> OECD, *Global Plastics Outlook: Economic Drivers, Environmental Impacts and Policy Options* (Paris, OECD Publishing, 2022).
- <sup>4</sup> Plastics Europe, *Plastics – The Facts 2021: An Analysis of European Plastics Production, Demand and Waste Data* (Brussels, 2021).
- <sup>5</sup> Under a business-as-usual scenario.
- <sup>6</sup> OECD, *Global Plastics Outlook: Economic Drivers, Environmental Impacts and Policy Options* (Paris, OECD Publishing, 2022).
- <sup>7</sup> OECD, *Global Plastics Outlook: Economic Drivers, Environmental Impacts and Policy Options* (Paris, OECD Publishing, 2022).
- <sup>8</sup> OECD, *Global Plastics Outlook: Economic Drivers, Environmental Impacts and Policy Options* (Paris, OECD Publishing, 2022).
- <sup>9</sup> UNEP, *Drowning in Plastics: Marine Litter and Plastic Waste Vital Graphics* (Nairobi, 2021).
- <sup>10</sup> UNEP, *Drowning in Plastics: Marine Litter and Plastic Waste Vital Graphics* (Nairobi, 2021).
- <sup>11</sup> These include plastic products with lifespans of less than five years: packaging (40 per cent), consumer products (12 per cent) and textiles (11 per cent). See OECD, *Global Plastics Outlook: Economic Drivers, Environmental Impacts and Policy Options* (Paris, OECD Publishing, 2022).
- <sup>12</sup> UNEP, *Drowning in Plastics: Marine Litter and Plastic Waste Vital Graphics* (Nairobi, 2021).
- <sup>13</sup> OECD, *Global Plastics Outlook: Economic Drivers, Environmental Impacts and Policy Options* (Paris, OECD Publishing, 2022).
- <sup>14</sup> R. Geyer, R. J. Jambeck and K. L. Law, “Production, use, and fate of all plastics ever made”, *Science Advances*, vol. 3, no. 7 (July 2017).
- <sup>15</sup> J. G. Rosenboom, R. Langer and G. Traverso, “Bioplastics for a circular economy”, *Nature Reviews Material*, vol. 7 (Jan. 2022), pp. 117–137.
- <sup>16</sup> H. Wiesinger, Z. Wang and S. Hellweg, “Deep Dive into Plastic Monomers, Additives, and Processing Aids”, *Environmental Science and Technology*, vol. 55, no. 13 (July 2021), pp. 9339–9351.
- <sup>17</sup> Including additives such as fillers, flame retardants, plasticizers, antioxidants, antimicrobial agents, ultraviolet stabilizers, pigments and catalysts trapped in plastic resins.
- <sup>18</sup> There may be a variety of chemical compounds present in plastic materials that are not added for a technical reason during the production process and that can originate from various sources. Such non-intentionally added substances include breakdown products of food contact materials, impurities of starting materials, unwanted side-products and various contaminants from recycling processes. See Birgit Geueke, “Dossier – Non-intentionally added substances (NIAS)” (June 2018).
- <sup>19</sup> L. van Oers, E. van der Voet and V. Grundmann, “Additives in the plastics industry”. In B. Bilitewski, R. Darbra and D. Barceló (eds.), *Global Risk-Based Management of Chemical Additives I. Production, Usage and Environmental Occurrence* (Berlin, Heidelberg, Springer, 2011), pp. 133–149.
- <sup>20</sup> Five different waste-handling categories (recycling, incineration, landfilling, mismanaged waste and littered waste) are considered in this modelling. Biodegradable plastics that can be composted at the waste stage are not included because this stream remains very small. See OECD, *Global Plastics Outlook: Economic Drivers, Environmental Impacts and Policy Options* (Paris, OECD Publishing, 2022).
- <sup>21</sup> OECD, *Global Plastics Outlook: Economic Drivers, Environmental Impacts and Policy Options* (Paris, OECD Publishing, 2022).
- <sup>22</sup> OECD, *Global Plastics Outlook: Economic Drivers, Environmental Impacts and Policy Options* (Paris, OECD Publishing, 2022).
- <sup>23</sup> UNEP, *Drowning in Plastics: Marine Litter and Plastic Waste Vital Graphics* (Nairobi, 2021).
- <sup>24</sup> Ellen MacArthur Foundation, “New Plastics Economy 2021 Recycling Rate Survey results summary”. Available at <https://emf.thirdlight.com/link/glw5k7awhdym-qfl3fa/@/>. See table 1, pp. 5–6.
- <sup>25</sup> Globally, almost 40 per cent of plastics collected for recycling, or close to 22 million metric tons, are lost during recycling and end up being incinerated, landfilled or mismanaged. OECD, *Global Plastics*

*Outlook: Economic Drivers, Environmental Impacts and Policy Options* (Paris, OECD Publishing, 2022).

<sup>26</sup> OECD, *Global Plastics Outlook: Economic Drivers, Environmental Impacts and Policy Options* (Paris, OECD Publishing, 2022).

<sup>27</sup> OECD, *Global Plastics Outlook: Economic Drivers, Environmental Impacts and Policy Options* (Paris, OECD Publishing, 2022).

<sup>28</sup> L. Lebreton and A. Andrady, “Future scenarios of global plastic waste generation and disposal”, *Palgrave Communications*, vol. 5, no. 6 (Jan. 2019).

<sup>29</sup> S. Borrelle and others, 2020. “Predicted growth in plastic waste exceeds efforts to mitigate plastic pollution”, *Science*, vol. 369, no. 6510 (Sept. 2020), pp. 1515–1518.

<sup>30</sup> The Pew Charitable Trusts and SYSTEMIQ, *Breaking the Plastic Wave: A Comprehensive Assessment of Pathways towards Stopping Ocean Plastic Pollution: Summary Report* (2020).

<sup>31</sup> The Pew Charitable Trusts and SYSTEMIQ, *Breaking the Plastic Wave: A Comprehensive Assessment of Pathways towards Stopping Ocean Plastic Pollution: Summary Report* (2020).

<sup>32</sup> OECD, *Global Plastics Outlook: Economic Drivers, Environmental Impacts and Policy Options* (Paris, OECD Publishing, 2022).

<sup>33</sup> *Ibid.*

<sup>34</sup> Eighty-nine per cent of global macroplastic leakage is in OECD non-member countries, suggesting the need for capacity-building in end-of-life waste management in these countries. OECD, *Global Plastics Outlook: Economic Drivers, Environmental Impacts and Policy Options* (Paris, OECD Publishing, 2022).

<sup>35</sup> OECD, *Global Plastics Outlook: Economic Drivers, Environmental Impacts and Policy Options* (Paris, OECD Publishing, 2022).

<sup>36</sup> K. Richardson, B. D. Hardesty and C. Wilcox, “Estimates of fishing gear loss rates at a global scale: A literature review and meta-analysis”, *Fish and Fisheries*, vol. 20, no. 6 (Nov. 2019), pp. 1218–1231.

<sup>37</sup> International Maritime Organization, “Marine litter”. Available at <https://www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/Pages/marinelitter-default.aspx>.

<sup>38</sup> Food and Agriculture Organization of the United Nations, *Assessment of Agricultural Plastics and Their Sustainability: A Call for Action* (Rome, 2021).

<sup>39</sup> UNEP, *Drowning in Plastics: Marine Litter and Plastic Waste Vital Graphics* (Nairobi, 2021).

<sup>40</sup> OECD, *Global Plastics Outlook: Economic Drivers, Environmental Impacts and Policy Options* (Paris, OECD Publishing, 2022).

<sup>41</sup> UNEP, *Drowning in Plastics: Marine Litter and Plastic Waste Vital Graphics* (Nairobi, 2021).

<sup>42</sup> OECD, *Global Plastics Outlook: Economic Drivers, Environmental Impacts and Policy Options* (Paris, OECD Publishing, 2022).

<sup>43</sup> OECD, *Global Plastics Outlook: Economic Drivers, Environmental Impacts and Policy Options* (Paris, OECD Publishing, 2022).

<sup>44</sup> UNEP, *Drowning in Plastics: Marine Litter and Plastic Waste Vital Graphics* (Nairobi, 2021).

<sup>45</sup> OECD, *Global Plastics Outlook: Economic Drivers, Environmental Impacts and Policy Options* (Paris, OECD Publishing, 2022).

<sup>46</sup> L.J. J. Meijer and others, “More than 1000 rivers account for 80% of global riverine plastic emissions into the ocean”, *Science Advances*, vol. 7, no. 18 (April 2021).

<sup>47</sup> UNEP, *From Pollution to Solution: A Global Assessment of Marine Litter and Plastic Pollution* (Nairobi, 2021).

<sup>48</sup> Melanie Bergmann and others, “Vast Quantities of Microplastics in Arctic Sea Ice – A Prime Temporary Sink for Plastic Litter and a Medium of Transport”. In Juan Baztan and others, *Fate and Impact of Microplastics in Marine Ecosystems* (Elsevier Inc., 2017).

<sup>49</sup> UNEP, *From Pollution to Solution: A Global Assessment of Marine Litter and Plastic Pollution* (Nairobi, 2021).

<sup>50</sup> Centre for International Environmental Law, *Plastic and Health: The Hidden Costs of a Plastic Planet* (2019).

<sup>51</sup> Andre Vethaak and Juliette Legler, “Microplastics and human health: knowledge gaps should be addressed to ascertain the health risks of microplastics”, *Science*, vol. 371, no. 6530 (Feb. 2021), pp. 672–674.

<sup>52</sup> Valentin Foulon and others, “Colonization of polystyrene microparticles by *Vibrio crassostreae*: light and electron microscopic investigation”, *Environmental Science and Technology*, vol. 50, no. 20 (Oct. 2016), pp. 10988–10996.

- <sup>53</sup> Kieran D. Cox and others, “Hidden Consumption of Microplastics”, *Environmental Science and Technology*, vol. 53, no. 12 (June 2019), pp. 7068–7074.
- <sup>54</sup> Ana Markic and others, “Plastic ingestion by marine fish in the wild”, *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, vol. 50, no. 7 (July 2019), pp. 657–697.
- <sup>55</sup> Nicolo Aurisano and others, “Chemicals of concern in plastic toys”, *Environment International*, vol. 146 (Jan. 2021).
- <sup>56</sup> D. Montano, “Chemical and biological work-related risks across occupations in Europe: a review”, *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*, vol. 9, article 28 (July 2014).
- <sup>57</sup> K. S. Verma and others, “Toxic Pollutants from Plastic Waste – A Review”, *Procedia Environmental Sciences*, vol. 35 (2016), pp. 701–708.
- <sup>58</sup> C. Velis and E. Cook, “Mismanagement of Plastic Waste through Open Burning with Emphasis on the Global South: A Systematic Review of Risks to Occupational and Public Health”, *Environmental Science and Technology*, vol. 55, no. 11 (June 2021), pp. 7186–7207.
- <sup>59</sup> Austine Ofondu Chinomso Iroegbu and others, “Plastic Pollution: A Perspective on Matters Arising: Challenges and Opportunities”, *ACS Omega*, vol. 6, no. 30 (July 2021), pp. 19343–19355.
- <sup>60</sup> R. Dris and others, “A first overview of textile fibers, including microplastics, in indoor and outdoor environments”, *Environmental Pollution*, vol. 221 (Feb. 2017), pp. 453–458.
- <sup>61</sup> P. J. Kole and others, “Wear and Tear of Tyres: A Stealthy Source of Microplastics in the Environment”, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 14, no. 10 (Oct. 2017).
- <sup>62</sup> Jodi Flaws and others, *Plastics, EDCs and health: A guide for public interest organizations and policy-makers on endocrine disrupting chemicals & plastics* (Washington, Endocrine Society, 2020).
- <sup>63</sup> Centre for International Environmental Law, *Plastic and Health: The Hidden Costs of a Plastic Planet* (2019).
- <sup>64</sup> UNEP, *Drowning in Plastics: Marine Litter and Plastic Waste Vital Graphics* (Nairobi, 2021).
- <sup>65</sup> UNEP, *From Pollution to Solution: A Global Assessment of Marine Litter and Plastic Pollution* (Nairobi, 2021).
- <sup>66</sup> UNEP, *From Pollution to Solution: A Global Assessment of Marine Litter and Plastic Pollution* (Nairobi, 2021).
- <sup>67</sup> UNEP, *From Pollution to Solution: A Global Assessment of Marine Litter and Plastic Pollution* (Nairobi, 2021).
- <sup>68</sup> Maocai Shen and others, “(Micro) plastic crisis: un-ignorable contribution to global greenhouse gas emissions and climate change”, *Journal of Cleaner Production*, vol. 254, article 120138 (May 2020).
- <sup>69</sup> Jiajia Zheng and Sangwon Suh, “Strategies to reduce the global carbon footprint of plastics”, *Nature Climate Change*, vol. 9 (April 2019), pp. 374–378.
- <sup>70</sup> L.E. Revell and others, “Direct radiative effects of airborne microplastics”, *Nature*, vol. 598 (Oct. 2021), pp. 462–467.
- <sup>71</sup> Yu-Lan Zhang, Shi-Chang Kang and Tan-Guang Gao, “Microplastics have light-absorbing ability to enhance cryospheric melting”, *Advances in Climate Change Research*, vol. 13, no. 4 (June 2022), pp. 455–458.
- <sup>72</sup> Stephen O. Andersen and others, “Narrowing feedstock exemptions under the Montreal Protocol has multiple environmental benefits”, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 118, no. 49 (Nov. 2021).
- <sup>73</sup> Food and Agriculture Organization of the United Nations, *Assessment of Agricultural Plastics and Their Sustainability: A Call for Action* (Rome, 2021).
- <sup>74</sup> Dan Zhang and others, “Plastic pollution in croplands threatens long-term food security”, *Global Change Biology*, vol. 26, no. 6 (June 2020), pp. 3356–3367.
- <sup>75</sup> Boris Worm and others, “Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services”, *Science*, vol. 314, no. 5800 (Nov. 2006), pp. 787–790.
- <sup>76</sup> Nicola J. Beaumont and others, “Global ecological, social and economic impacts of marine plastic”, *Marine Pollution Bulletin*, vol. 142 (May 2019), pp. 189–195.
- <sup>77</sup> UNEP, *Drowning in Plastics: Marine Litter and Plastic Waste Vital Graphics* (Nairobi, 2021).
- <sup>78</sup> J. Nikiema and Z. Asiedu, “A review of the cost and effectiveness of solutions to address plastic pollution”, *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 29 (Jan. 2022), pp. 24547–24573.
- <sup>79</sup> The Pew Charitable Trusts and SYSTEMIQ, *Breaking the Plastic Wave: A Comprehensive Assessment of Pathways towards Stopping Ocean Plastic Pollution: Summary Report* (2020).
- <sup>80</sup> I. Rijk, M. van Duursen and M. van den Berg, *Health Costs That May Be Associated with Endocrine Disrupting Chemicals: An Inventory, Evaluation and Way Forward to Assess the Potential Socio-*



*Economic Impact of EDC--Associated Health Effects in the EU* (Utrecht, Institute for Risk Assessment Sciences, 2016).

<sup>81</sup> Nicola J. Beaumont and others, “Global ecological, social and economic impacts of marine plastic”, *Marine Pollution Bulletin*, vol. 142 (May 2019), pp. 189–195.

<sup>82</sup> UNEP, *Mapping of Global Plastics Value chain and Plastics Losses to the Environment: With a Particular Focus on Marine Environment* (Nairobi, 2018).

<sup>83</sup> UNEP, *From Pollution to Solution: A Global Assessment of Marine Litter and Plastic Pollution* (Nairobi, 2021).

<sup>84</sup> UNEP, *From Pollution to Solution: A Global Assessment of Marine Litter and Plastic Pollution* (Nairobi, 2021).

<sup>85</sup> UNEP, “The New Plastics Economy Global Commitment”. Available at <https://www.unep.org/new-plastics-economy-global-commitment>.

<sup>86</sup> Back to Blue, “Plastic Management Index”. Available at <https://backtoblueinitiative.com/plastics-management-index/>.

<sup>87</sup> Currently being updated (UNEP/CHW.15/6/Add.7/Rev.1).

<sup>88</sup> M. W. Ryberg and others, “Global environmental losses of plastics across their value chains”, *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 151 (Dec. 2019).

<sup>89</sup> Building from UNEP, *Greening the economy through life cycle thinking: Ten Years of the UNEP/SETAC Life Cycle Initiative* (Paris, UNEP, 2012); K. Raubenheimer and N. Urho, *Possible elements of a new global agreement to prevent plastic pollution* (Copenhagen, Nordic Council of Ministers, 2020).

<sup>90</sup> UNEP, *Addressing Single-Use Plastic Products Pollution Using a Life Cycle Approach* (Nairobi, 2021).

<sup>91</sup> See, for instance, K. Raubenheimer and N. Urho, *Possible elements of a new global agreement to prevent plastic pollution* (Copenhagen, Nordic Council of Ministers, 2020).

<sup>92</sup> World Bank, *Where Is the Value in the Chain? Pathways out of Plastic Pollution* (Washington, D.C., 2022)

<sup>93</sup> Thornton Matheson, *Disposal Is Not Free: Fiscal Instruments to Internalize the Environmental Costs of Solid Waste*, International Monetary Fund Working Paper No. 2019/283 (Dec. 2019).

<sup>94</sup> The Pew Charitable Trusts and SYSTEMIQ, *Breaking the Plastic Wave: A Comprehensive Assessment of Pathways towards Stopping Ocean Plastic Pollution: Summary Report* (2020).

<sup>95</sup> UNEP, *Addressing Single-Use Plastic Products Pollution Using a Life Cycle Approach* (Nairobi, 2021).

<sup>96</sup> Note that the selected examples do not represent an exhaustive list.

<sup>97</sup> Based on: “New Plastics Economy Global Commitment: Commitments, Vision and Definitions” (Ellen MacArthur Foundation, 2020). Available at <https://emf.thirdlight.com/link/pq2algvgnv1n-uitck8/@/preview/1?o>.

<sup>98</sup> The Pew Charitable Trusts and SYSTEMIQ, *Breaking the Plastic Wave: A Comprehensive Assessment of Pathways towards Stopping Ocean Plastic Pollution: Summary Report* (2020).

<sup>99</sup> OECD, *Global Plastics Outlook: Economic Drivers, Environmental Impacts and Policy Options* (Paris, OECD Publishing, 2022).

<sup>100</sup> Diana Barrowclough, Carolyn Deere-Birkbeck and Julien Christen, *Global trade in plastics: insights from the first life-cycle trade database*, UNCTAD/SER.RP/2020/12 (Dec. 2020).

<sup>101</sup> Diana Barrowclough, Carolyn Deere-Birkbeck and Julien Christen, *Global trade in plastics: insights from the first life-cycle trade database*, UNCTAD/SER.RP/2020/12 (Dec. 2020).

<sup>102</sup> Diana Barrowclough, Carolyn Deere-Birkbeck and Julien Christen, *Global trade in plastics: insights from the first life-cycle trade database*, UNCTAD/SER.RP/2020/12 (Dec. 2020).

<sup>103</sup> International Resource Panel, *Policy options to eliminate additional marine plastic litter by 2050 under the G20 Osaka Blue Ocean Vision* (Nairobi, UNEP, 2021), quoting from The Pew Charitable Trusts and SYSTEMIQ, *Breaking the Plastic Wave: A Comprehensive Assessment of Pathways towards Stopping Ocean Plastic Pollution: Summary Report* (2020).

<sup>104</sup> The Pew Charitable Trusts and SYSTEMIQ, *Breaking the Plastic Wave: A Comprehensive Assessment of Pathways towards Stopping Ocean Plastic Pollution: Summary Report* (2020).

<sup>105</sup> The Pew Charitable Trusts and SYSTEMIQ, *Breaking the Plastic Wave: A Comprehensive Assessment of Pathways towards Stopping Ocean Plastic Pollution: Summary Report* (2020).

<sup>106</sup> K. Garnett and G. Van Calster, “The Concept of Essential Use: A Novel Approach to Regulating Chemicals in the European Union”, *Transnational Environmental Law*, vol. 10, no. 1 (March 2021), pp. 159–187.

- <sup>107</sup> UNEP, “Life Cycle Initiative”. Available at <https://www.lifecycleinitiative.org/life-cycle-approach-to-plastic-pollution/>.
- <sup>108</sup> UNEP, *From Pollution to Solution: A Global Assessment of Marine Litter and Plastic Pollution* (Nairobi, 2021).
- <sup>109</sup> UNEP, *From Pollution to Solution: A Global Assessment of Marine Litter and Plastic Pollution* (Nairobi, 2021).
- <sup>110</sup> M. Cole and others, “Microplastics as contaminants in the marine environment: A review”, *Marine Pollution Bulletin*, vol. 62, no. 12 (Dec. 2011), pp. 2588–2597.
- <sup>111</sup> Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection, *Sources, Fate and Effects of Microplastics in the Marine Environment: A Global Assessment* (London, International Maritime Organization, 2015).
- <sup>112</sup> A. A. Koelmans, E. Besseling and W. J. Shim (2015), “Nanoplastics in the Aquatic Environment: Critical Review”. In M. Bergmann, L. Gutow and M. Klages, eds., *Marine Anthropogenic Litter* (Springer, Cham, 2015).
- <sup>113</sup> Based on Ellen MacArthur Foundation, “New Plastics Economy Global Commitment – Commitments, Vision and Definitions.” (2020). Available at <https://emf.thirdlight.com/link/pq2algvgnv1n-uitck8/@/preview/1?o>.
- <sup>114</sup> Hazardous chemicals are those that exhibit intrinsically hazardous properties such as being persistent, bio-accumulative and toxic; very persistent and very bio-accumulative; carcinogenic, mutagenic and toxic for reproduction; or endocrine disruptors; not just those that have been regulated or restricted in other regions (source: Roadmap to Zero, glossary).
- <sup>115</sup> R. Geyer, R. J. Jambeck and K. L. Law, “Production, use, and fate of all plastics ever made”, *Science Advances*, vol. 3, no. 7 (July 2017).
- <sup>116</sup> Ashoka and others, *New Allies. How governments can unlock the potential of social entrepreneurs for the common good* (Ashoka Deutschland GmbH and McKinsey & Company, Inc., 2021).
- <sup>117</sup> Donella Meadows, “Leverage Points: Places to Intervene in a System”; see also Anna Birney, “What is systems change? An outcome and process”, School of Systems Change, 2 Sept. 2016.
- <sup>118</sup> OECD, *Global Plastics Outlook: Economic Drivers, Environmental Impacts and Policy Options* (Paris, OECD Publishing, 2022).
- <sup>119</sup> GPAP, Circulate Capital, *Financing Plastic Action in Emerging Markets: Addressing Barriers to Investment* (Singapore, Circulate Capital, 2021).
- <sup>120</sup> Daniel Kaffine and Patrick O’Reilly, “What have we learned about extended producer responsibility in the past decade? A survey of the recent EPR economic literature”, ENV/EPOC/WPRPW(2013)7/FINAL .
- <sup>121</sup> Emma Watkins and others, *EPR in the EU Plastics Strategy and the Circular Economy: A Focus on Plastic Packaging* (Brussels, Institute for European Environmental Policy, 2017).
- <sup>122</sup> UNEP, *Drowning in Plastics: Marine Litter and Plastic Waste Vital Graphics* (Nairobi, 2021).
- <sup>123</sup> European Commission, “Single-use plastics”. Available at [https://environment.ec.europa.eu/topics/plastics/single-use-plastics\\_en](https://environment.ec.europa.eu/topics/plastics/single-use-plastics_en).
- <sup>124</sup> Emma Watkins and others, “Policy approaches to incentivise sustainable plastic design”, *OECD Environment Working Papers*, No. 149 (Paris, OECD Publishing, 2019).
- <sup>125</sup> The Pew Charitable Trusts and SYSTEMIQ, *Breaking the Plastic Wave: A Comprehensive Assessment of pathways towards Stopping Ocean Plastic Pollution: Summary Report* (2020).
- <sup>126</sup> The Pew Charitable Trusts and SYSTEMIQ, *Breaking the Plastic Wave: A Comprehensive Assessment of Pathways towards Stopping Ocean Plastic Pollution: Summary Report* (2020).
- <sup>127</sup> Emma Watkins and others, “Policy approaches to incentivise sustainable plastic design”, *OECD Environment Working Papers*, No. 149 (Paris, OECD Publishing, 2019).
- <sup>128</sup> Zongguo Wen and others, “China’s plastic import ban increases prospects of environmental impact mitigation of plastic waste trade flow worldwide”, *Nature Communications*, vol. 12 (2021), pp. 1–9.
- <sup>129</sup> Zongguo Wen and others, “China’s plastic import ban increases prospects of environmental impact mitigation of plastic waste trade flow worldwide”, *Nature Communications*, vol. 12 (2021), pp. 1–9.