

关于塑料的迷思



迷思1

塑料的生产成本低廉

由于存在以下因素, 确定生产塑料的真实成本变成一件复杂的事情: 繁多的补贴; 市场力量; 与温室气体排放有关的市场外部性*; 以及产品寿命结束时的处置成本。塑料的隐性环境成本至少比市场价格高10倍。虽然为塑料生产支付的价格很低, 但真正的成本却很高, 而且不为人知。

塑料是由天然材料制造的, 包括原油、天然气、煤、纤维素、盐、谷物、玉米、马铃薯、棕榈和甜菜 (化管战略方针&联合国环境署, 2020)。在全球范围内, 石油和天然气由于价格低, 成为了生产树脂最常开采的资源, 树脂可进一步用于生产塑料产品 (Mepex, 2017; Hopewell等人, 2009)。生产商选择使用石油还是天然气, 取决于价格和供应状况, 因为这两种原料的塑料生产工艺相似 (Hamilton等人, 2019)。

一般来说, 石油或天然气从地下开采出来后, 被运到炼油厂, 分离成各种组成成分 (乙烷、丙

烷和数百种其他石化产品), 其中一些成分被用于生产塑料 (Shaw & Sahni, 2014)。这些化学成分被送到工厂, 工厂将它们转化为烯烃 (这是大多数塑料的基础), 其中最常见的是乙烯和丙烯 (Kajaste & Oinas, 2021)。然后是聚合过程, 在这个过程中, 轻质烯烃气体 (单体) 被转化为更高分子量的碳氢化合物——聚合物 (Hamilton等人, 2019)。下一步是复合, 将各种混合材料熔融混合成热、物理、美学和电配方, 然后造粒, 接着是成型工艺, 将这些颗粒转化为成品或半成品塑料产品 (Baheti, 2021)。

* 外部性是指商品和服务的生产或消费产生对外部的成本或收益, 而这些成本或收益并未反映在价格中。(经合组织, 1993 年)

价格和成本

新的原生塑料通常比它们的金属、玻璃和陶瓷同类产品更受青睐,因为它们的市场价格较低,这在一定程度上归因于对化石燃料行业的大量补贴(达尔伯格咨询公司和世界自然基金会, 2021; 国际货币基金组织, 2021)。塑料制造商通过长期合同以折扣价购买固定数量的化石材料,得以充分利用规模经济(Daniel, 2020)。这种长期合同利用市场竞争以及技术和生产工艺的进步来降低生产成本,从而降低市场价格。市场效率,加上对塑料特性的偏爱(轻便、强韧和易于成型),使塑料成为许多应用中的首选解决方案。据计算,2019年生产的塑料的市场成本至少为3700亿美元(达尔伯格咨询公司和世界自然基金会, 2021)。

塑料制品的市场价格与当前的化石燃料价格挂钩,后者可能受到需求、商品交易、全球危机、自然灾害和其他市场条件的影响,从而导致塑料价格波动。例如,原生塑料的供应和需求可能会随着替代品的价格、电网能源和添加剂的价格而波动(经合组织, 2018)。由危机或灾害引起的工厂关闭会带来暂时性的价格飙升,因为供应通常由全球几个大型石化制造厂主导(OpenLearn, 2021)。像其他制造商一样,石化制造厂也受到了新冠肺炎疫情的冲击。后疫情时代的经济复苏和能源危机导致原油和天然气价格上涨(国际能源机构, 2021; 国际能源机构, 2022)。

2021年,随着几种商品价格的上涨(例如金属价格上涨了48%),塑料替代品变得更加昂贵(世界银行, 2021)。此外,鉴于塑料在生产时是最耗能的材料之一,电网电价对原生塑料生产的成本有很大影响(经合组织, 2018; Gutowski等人, 2013)。国际能源署(2021)称,电价已经影响到电力密集型产业的运营。此外,含有更多添加剂(稳定剂、抗氧化剂、加工助剂、润滑剂和颜料)的塑料通常更加昂贵(OpenLearn, 2021),而2021年飙升10%的添加剂价格进一步推高了塑料的价格(Sherman, 2021)。

市场外部性——隐性成本

塑料生产的环境影响以及为减轻影响付出的代价,这些隐形成本极大增加了塑料生产的真实成本。但这些隐性成本并不包括在市场价格中。它们是传统经济模式之外的因素,并不由塑料生产商、塑料产品制造商或消费者承担,而是由整个社会以环境质量受损的形式、以及通过实施减排措施和环境政策来承担(RDC, 2003)。将塑料产品推向市场所涉及的所有开采、运输和制造过程都会产生外部效应,包括自然资源的消耗(Mudakkar等人, 2013)和温室气体的排放(Astrup等人, 2009)。在塑料产品生命周期里的气候变化影响中,生产阶段占了大部分(经合组织, 2018),但在产品生命周期结束时对塑料垃圾的管理不当又是一个环境负担。

用于生产塑料的化石燃料是不可再生资源,从长远来看,它们的使用会加剧资源枯竭和环境污染(Ahamed等人, 2021)。2009年的一份报告估计,全球8%的石油被开采用于生产塑料,其中一半用作原料,一半用作转化工艺的燃料(Al-Salem等人, 2009)。十年后,全球石油产量的10%用于塑料生产(Jefferson, 2019)。世界经济论坛(2016年)预计,如果目前的塑料使用量按预期继续增长,到2050年,塑料将占石油总消费量的20%。

为生产塑料而开采、运输和加工化石燃料原料时,这些过程会向大气中释放有害排放物,包括直接排放,如甲烷泄漏和燃烧;燃料燃烧产生的排放;与钻井有关的能源消耗;为建设井场和管道而砍伐森林有关的排放;以及聚合物合成、树脂塑化、烯烃生成和其他化学提炼工艺产生的排放(Hamilton等, 2019; 经合组织, 2018)。

据计算,2019年生产塑料的社会最终成本在2.7-4.8万亿美元之间,这一数字预计在2040年将飙升至4.9-9.3万亿美元(达尔伯格咨询公司和世界自然基金会, 2021)。总体而言,塑料的隐性环境成本至少比塑料的市场价格高10倍(国际环境法中心, 2019; 达尔伯格咨询公司和世界自然基金会, 2021)。

我们可以做什么？

企业可以采用改进的设计和更健全的商业模式；政府可以制定和通过关于补贴和采购的公共政策；延伸生产者责任；利用税收和法规提供减少生产的激励和抑制措施。生产者责任延伸制度可以补偿负外部性的部分成本，但最终塑料市场必须变得循环。

1. 考虑塑料的生命周期

塑料生命周期很少得到全盘考虑——包括塑料的生产、消费和垃圾管理。应采取措施开发支持工具，以摸清和了解塑料的实际环境、经济、社会和技术成本。这些工具有助于形成最佳政策干预，并可以长期监测相关措施的进展。例如，塑料包装部门可以应用资源回收复合价值优化工具，帮助地方和国家政府评估和监测塑料包装和垃圾管理系统(Iacovidou等人, 2020)。

2. 采用能够改善回收利用和延长使用寿命的设计和商业模式

可再生性设计战略是塑料市场向可循环转变的关键一步，其背后的理念是通过重新设计尽可能延长塑料产品的使用寿命，并在产品寿命结束时实现更好、更简单的回收。具体方法包括从塑料生产过程中去除某些聚合物和有毒添加剂(SYSTEMIQ & Handelens Miljøfond, 2021)，以及开发更耐用、可回收、对环境影响更小的产品(联合国环境署, 2017)。

3. 根据当前情况重新调整补贴

政府可以停止对化石燃料进行补贴，这些补贴扭曲了市场，使之有利于塑料。新的环境状况要求制定新的补贴计划，并取消早已过时的化石燃料补贴。很明显，要取消这些补贴将面临巨大的障碍——塑料行业的政治力量，对失业的恐惧，以及对能源价格上涨可能阻碍增长或引发通货膨胀的恐惧(Urpelainen & George, 2021)。然而，取消化石燃料补贴将提高生产商为化石燃料支付的价格，从而提高原生塑料的

价格，因此至少在价格方面将提升再生塑料的竞争性。而提供补贴以推广使用化石燃料的环保替代品，可以被纳入政府的温室气体减排战略(国际能源署, 2018)。

4. 制定和通过公共政策，迈向循环型塑料经济

政府若能发挥积极作用，对于实施循环经济至关重要，激励措施和市场手段(如税收)被证明是行之有效的战略(Cornago等人, 2021; Vora等人, 2021)。塑料税的目标是推动市场转向有利于环境的行为，并应有的放矢(Walker等人, 2020)。例如，爱尔兰的塑料袋税在实施的头几年就达到了目标，将塑料袋的消费减少了大约94%(Convey等人, 2007)。

数十个国家已经对一次性塑料物品(如杯子、吸管和不可生物降解的塑料袋)实施了部分禁令(联合国环境署, 2018)。在用于生产塑料的、占据全球产量10%的石油里，40%专门用于制造一次性塑料(Jefferson, 2019)。因此，各级政府有极大的空间利用环境法规来减少一次性塑料制品的扩散，以及减少相关的温室气体排放和垃圾。

5. 实施生产者责任延伸制度

生产者责任延伸制度(Extended Producer Responsibility, EPR)旨在让制造商对其产品的消费后处理或处置负责。在实践中，生产者责任延伸制度应该促进设计变革，通过减少生产过程中的排放或使产品的垃圾得到有效、高效的回收，来减少市场外部性。一些制度规定了具体的回收目标。生产者责任延伸通常以让生产者需为其产品的垃圾管理付费为基础。生产者责任延伸制度是实现塑料循环经济的一个步骤。

政府也可以树立榜样，用自己的行动来改变现状：采取绿色采购政策以考虑政府所购买的货物和服务的生命周期影响。例如，关于垃圾的采购政策可以规定具体的工艺和包装，以鼓励重复使用和回收，或产生较少的垃圾。

参考文献

- Ahamed, A., Vallam, P., Iyer, N. S., Veksha, A., Bobacka, J., & Lisak, G. (2021). Life cycle assessment of plastic grocery bags and their alternatives in cities with confined waste management structure: A Singapore case study. *Journal of Cleaner Production*, 278, 123956. doi: 10.1016/j.jclepro.2020.123956
- Al-Salem, S. M., Lettieri, P., and Baeyens, J. (2009). Recycling and recovery routes of plastic solid waste (PSW): A review. *Waste Manag.* 2009, 29, 2625–2643. doi: 10.1016/j.wasman.2009.06.004
- Astrup, T., Fruergaard, T., & Christensen, T. H. (2009). Recycling of plastic: accounting of greenhouse gases and global warming contributions. *Waste management and research*, 27(8), 763–772. doi: 10.1177/0734242X09345868
- Baheti, P. (2021). How Is Plastic Made? A Simple Step-By-Step Explanation. <https://www.bpf.co.uk/plastipedia/how-is-plastic-made.aspx>
- CIEL. (2019). Plastic & Health: The Hidden Costs of a Plastic Planet. <https://www.ciel.org/plasticandhealth/>
- Convery, F., McDonnell, S., & Ferreira, S. (2007). The most popular tax in Europe? Lessons from the Irish plastic bags levy. *Environmental and resource economics*, 38(1), 1–11.
- Cornago, E., Börkey, P., & Brown, A. (2021). "Preventing single-use plastic waste: Implications of different policy approaches", OECD Environment Working Papers, No. 182, OECD Publishing, Paris. doi: 10.1787/c62069e7-en
- Dalberg Advisors & WWF. (2021). Plastics: The Costs to Society, The Environment and the Economy. <https://mb.cision.com/Public/491/3410236/990cbb97a02e0eee.pdf>
- Daniel, J. (2020). Contracts to Burn: How Long-Term Fossil Fuel Contracts and Power Purchase Agreements Lock In Pollution. The Equation. https://blog.ucsusa.org/joseph-daniel/contracts-to-burn/?fbclid=IwAR3zbMGYw_2SZd5BL9q9He72kLEfJweBcCf-Z34HqMdnioP-5ggbQly0ejM
- Gutowski, T. G., Sahni, S., Allwood, J. M., Ashby, M. F., & Worrell, E. (2013). The energy required to produce materials: constraints on energy-intensity improvements, parameters of demand. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 371(1986), 20120003.
- Hamilton, L. A., Feit, S., Muffett, C., Kelso, M., Rubright, S. M., Bernhardt, C., & Labbé-Bellas, R. (2019). Plastic and climate: the hidden costs of a plastic planet. Center for International Environmental Law (CIEL). <https://www.ciel.org/plasticandclimate/>
- Hopewell, J., Dvorak, R., & Kosior, E. (2009). Plastics recycling: challenges and opportunities. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1526), 2115–2126. doi: 10.1098/rstb.2008.0311
- Iacovidou, E., Ebner, N., Orsi, B., & Brown, A. (2020). Plastic packaging – How do we get to where we want to be? https://www.ezview.wa.gov/Portals/_1962/Documents/rdcab/Brunel%20Univ%20study.pdf
- International Energy Agency (IEA). (2018). The Future of Petrochemicals. Towards more sustainable plastics and fertilizers. International Energy Agency.
- International Energy Agency (IEA). (2021). Oil Market Reports. <https://www.iea.org/reports/oil-market-report-october-2021>
- International Energy Agency (IEA). (2022). Oil Market Reports. <https://www.iea.org/reports/oil-market-report-february-2022>
- International Monetary Fund (IMF). (2021). Still Not Getting Energy Prices Right: A Global and Country Update of Fossil Fuel Subsidies. WP/21/236. International Monetary Fund.
- Kajaste, R., & Oinas, P. (2021). Plastic value chain – Abatement of greenhouse gas emissions. *AIMS Environmental Science*, 8(4):371–392. doi: 10.3934/environsci.2021024
- Mepex. (2017). Basic Facts Report on Design for Plastic Packaging Recyclability. Mepex Consult AS.
- Mudakkar, S. R., Zaman, K., Khan, M. M., & Ahmad, M. (2013). Energy for Economic Growth, Industrialization, Environment and Natural Resources: Living with Just Enough. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 2013, 25, 580–595. doi: 10.1016/j.rser.2013.05.024
- OpenLearn. (2016). Introduction to polymers. The Open University. <https://www.open.edu/openlearn/science-maths-technology/science/chemistry/introduction-polymers/altformat-printable>
- RDC. (2003). Evaluation of costs and benefits for the achievement of reuse and recycling targets for the different packaging materials in the frame of the packaging and packaging waste directive. 94/62/EC.RDC–Environment & Pira International. <https://ec.europa.eu/environment/pdf/waste/studies/packaging/costsbenefits.pdf>
- SAICM & UNEP. (2020). Plastics and Chemicals of Concern In Consumer Products. http://www.saicm.org/Portals/12/Documents/Publications/SAICM_Policy_Brief_Plastics.pdf
- Shaw, D. K., & Sahni, P. (2014). Plastic to oil. *Journal of Mechanical and Civil Engineering*, 46–48. https://www.researchgate.net/profile/Dipak-Shaw/publication/276205830_Plastic_to_oil/links/5552468608ae6fd2d81d4579/Plastic-to-oil.pdf
- Sherman, L. M. (2021). BASF Increases Prices of Additives for Plastics Applications. *Plastics Technology*. <https://www.ptonline.com/news/basf-increases-prices-of-additives-for-plastic-applications?fbclid=IwARILqmLaim83vAl5ucrQeb9rluiayth4cv7cLnF7RXHM65GHZgZQYplU8s>
- SYSTEMIQ & Handelens Miljøfond. (2021). Achieving Circularity. A Zero-Waste Circular Plastic Economy in Norway.
- UNEP. (2017). Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (POPs). The 16 New POPs. <http://www.pops.int/TheConvention/ThePOPs/TheNewPOPs/tabid/2511/Default.aspx>
- UNEP. (2018). Single-use Plastics: A Roadmap for Sustainability (Rev. ed., pp. vi; 6). <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/25496>
- Vora, N., Christensen, P. R., Demarteau, J., Baral, N. R., Keasling, J. D., Helms, B. A., & Scown, C. D. (2021). Leveling the cost and carbon footprint of circular polymers that are chemically recycled to monomer. *Science advances*, 7(15), eabf0187. doi: 10.1126/sciadv.abf0187
- Walker, T., Gramlich, D., & Dumont-Bergeron, A. (2020). The case for a plastic tax: a review of its benefits and disadvantages within a circular economy. *Sustainability*.
- World Bank Group (WB). (2021). Commodity Markets Outlook: Urbanization and Commodity Demand, October 2021. World Bank, Washington, DC. License: Creative Commons Attribution CC BY 3.0 IGO. <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/36350/CMO-October-2021.pdf>
- World Economic Forum (WEF). (2016). The New Plastics Economy: Rethinking the Future of Plastics. World Economic Forum, Geneva, Switzerland. http://www3.weforum.org/docs/WEF_The_New_Plastics_Economy.pdf
- OECD. (2002). Glossary of Statistical Terms. <https://stats.oecd.org/glossary/detail.asp?ID=3215>
- Jefferson, M. (2019). Whither Plastics?—Petrochemicals, plastics and sustainability in a garbage-riddled world. *Energy Res. Soc. Sci.* 2019, 56, 101229
- Urpelainen, J. & George, E. (2021). Reforming global fossil fuel subsidies: How the United States can restart international cooperation 14 July 2021. Brookings Institution. <https://www.brookings.edu/research/reforming-global-fossil-fuel-subsidies-how-the-united-states-can-restart-international-cooperation/>