

塑料全生命周期加剧气候变化

The full life cycle of plastics exacerbates climate change

■编译 / 许明珠 冯林琳

2019年5月,国际非营利机构国际环境法中心发布报告《塑料与气候:塑料星球的隐性成本》(*Plastic and Climate—the hidden costs of a plastic planet*),基于量化评估认为,塑料在其全生命周期中排放出数量巨大的温室气体,已威胁到将全球温升控制在1.5°C以内目标的实现,且这一问题正继续恶化。本文编译该报告部分内容,介绍塑料全生命周期碳排放等内容。

一、对塑料进行全生命周期碳排放评估

在全球工业部门的温室气体排放中,塑料生产是最大贡献者之一,但目前人们对于塑料的生产、使用和处置如何影响气候却少有了解。而且,虽然很多学术研究对此进行了定量分析,但仍然缺少关于塑料全生命周期的温室气体排放研究。本报告尝试弥补这一空缺,评估过程主要采用了联合国政府间气候变化专门委员会(IPCC)2013年第五次评估报告所采用的方法学。

本报告针对目前生产一次性塑料产品的七种最常见的聚合物树脂和合成纤维:聚乙烯(PE)、聚丙烯(PP)、聚氯乙烯(PVC)、聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)、聚苯乙烯(PS)等,评

估了这些塑料产品全生命周期每个环节上的重要排放源及所产生的直接排放和间接排放情况。本报告还根据世界经济论坛对全球经济增长的预测,采用“产能增长预测法”预估了未来的塑料碳排放量。

几乎每一片塑料都是由煤、石油和天然气等化石燃料转变而来的,这些直接和间接的碳排放量会因塑料生产使用的具体原料和使用电力的发电方式不同而发生变化。欧洲通常以石油为塑料的主要生产原料,美国则以压裂天然气为主要原料。基于这一情况,本报告以合并预估法对欧美在塑料生产环节的碳排放量进行估算,并认为在同等技术条件下,全球其他国家/地区生产塑料的碳排放强度不会比欧美低很多,在一些以煤为塑料生产原料的地区,相应的碳排放强度可能更高。所以,仅用欧美在塑料生产环节碳排放数据进行估算是合理的,也是保守的。

塑料生产是能源密集型过程,即使100%用可再生能源提供动力,所产生的碳排放也仅能减少一半左右,无法避免化学转化过程本身所产生的大量碳排放。更重要的是,现在还不能预期可再生能源何时可以成为大量塑料生产的替代动力。



鉴于本报告采用了保守的评估设计,评估结果表明,塑料对气候的影响是真实、重大的。因为这种保守性,塑料全生命周期对气候的真实影响可能远远大于本报告所提出的评估数值。

二、塑料全生命周期各环节的碳排放情况

在塑料全生命周期的每个环节都会排放温室气体,包括化石燃料开采和运输环节、塑料精炼和制造环节、塑料废弃物处理环节,以及塑料废弃物进入海洋、水道和景观等环境的持续影响环节。相对而言,目前缺少关于塑料产品在使用过程中产生的碳排放量的观测数据。

用于塑料生产的化石燃料的开采和运输产生了大量温室气体。这个环节上的主要排放包括因石油和天然气的泄漏与燃烧,为钻井开采石油和天然气而造成的能源消耗等产生的直接碳排放,以及为设置开采井场和输送管道的场地所造成土地扰动(如砍伐森林、破坏草原等)而导致的间接碳排放。2015年,美国因塑料生产而开采和运输化石燃料(主要为压裂天然气),产生了至少950万-1050万吨二氧化碳当量的排放量。

塑料精炼和制造具有能源密集、排放密集型的突出特征,是制造业中碳排放增长最快的行业之一。烷烃裂解成烯烃、烯烃聚合和塑化成塑料树脂以及其他化学精炼的过程,产生了大量碳排放,是这个环节上的主要排放源。2015年,美国24座乙烯生产设施排放了1750万吨二氧化碳当量,相当于380万辆乘用车行驶一年的排放量。同年,全球裂解生产乙烯排放了

1.843亿-2.13亿吨二氧化碳当量,相当于4500万辆乘用车行驶一年的排放量。并且,随着乙烯产能的增加,对应排放量将迅速增长。例如,壳牌公司于当年在宾夕法尼亚州新建的一座乙烷裂解炉每年可能会排放225万吨二氧化碳当量,埃克森美孚在得克萨斯州的一座新乙烯厂每年可能会排放140万吨二氧化碳当量,仅这两座新设施的年排放量就相当于在道路上新增加近80万辆车。这些数字还不包括塑料生产过程中所产生的其他碳排放。而且,当年仅在美国就有300多个石化项目正在筹建,均涉及塑料和塑料原料的生产。在美国以外,石油是生产塑料的主要原料,每年约有1.08亿吨二氧化碳当量排放来源于塑料产业,均主要来自提取和精炼过程。

对塑料废弃物进行处理的主要方式有填埋、焚烧和回收利用。在这个环节上,不同的处理方式会产生不同的碳排放。塑料填埋产生的碳排放最少,但可能伴随其他重大环境风险。塑料焚烧产生极高的碳排放,是这个环节上的主要碳排放因素,但因这种处理方式简便易行,所以全球未来几十年还会大量采用。塑料回收利用的碳排放量居前两者之间,因可在市场上替代大量的原生塑料,因此从减碳角度来看,具有推广优势。据估计,2015年,美国因焚烧塑料废弃物产生的碳排放量约为590万吨二氧化碳当量。就占塑料需求40%的塑料包装而言,2015年,全球因焚烧塑料包装废弃物而产生的碳排放量达1600万吨二氧化碳当量;并且,还有32%的塑料包装废弃物处于塑料废弃物管理之外,如采取露天焚烧、未进行能量回收的焚烧及其他难以统计的方式。



未经处理的塑料都会进入环境中,通过降解继续对气候产生影响。目前这方面的量化研究还比较少,但美国的一个研究团队已发现,漂浮在海洋表面的塑料垃圾会在太阳辐射等因素驱动下分解和降解,在此过程持续释放甲烷和其他温室气体,且随着不断降解,产生出更多的碳排放。据估计,2014年,海洋表面漂浮的微塑料存量在15万亿-51万亿颗粒之间,重量在9.3万-23.6万吨之间。如果以23.6万吨微塑料计算,年排放率取 4.74×10^{15} 纳摩尔,则每年海面上漂浮的塑料存量可能产生7600万吨甲烷,即每年21.29亿吨二氧化碳当量。应进一步警醒的是,这些漂浮存量仅相当于2010年进入海洋的全球塑料垃圾总量的1%,也就是说,在海洋表面以下,还有99%的塑料垃圾存在,目前尚缺少它们在分解过程中的碳排放量估计。研究中还发现,海岸线、河岸和景观上的塑料因分解更快,释放温室气体也更快。另外,海洋中因塑料垃圾分解而产生的微塑料,可能干扰海洋吸收和存储二氧化碳的能力,从而削弱这个地球上最大的自然碳汇的作用。自工业革命以来,海洋

已吸收了20%-40%的人为碳排放,海洋中的浮游动植物发挥着关键的生物碳泵作用,即捕获海洋表面的碳,并通过生长循环和食物链将其输送到深海,使其不再进入大气层。但是,在世界各地,这些浮游生物正受到微塑料污染的危害。实验表明,微塑料污染会降低浮游植物通过光合作用固定碳的能力,以及降低将碳转移到深海的浮游动物的代谢率、繁殖成功率和生存率。

三、不断增长的塑料碳排放 威胁着全球气候目标的实现

2019年,塑料的生产和焚烧向大气中排放了超过8.5亿吨二氧化碳当量的温室气体,相当于189座500兆瓦燃煤发电厂进行满负荷发电的排放量。塑料的生产、使用和处置规模如果按照目前趋势增长,到2030年,对应排放量将达到每年13.4亿吨二氧化碳当量,相当于295座同规模电厂的排放量;到2050年,对应排放量将达到每年28亿吨二氧化碳当量,相当于615座同规模电厂的排放量。在此期间,这些碳排放量




的累计值可能超过560亿吨二氧化碳当量。

《巴黎协定》确定了到2100年,将全球温升控制在2°C以内的气候行动目标,并指出,应进一步努力,将全球气温升温幅度控制在1.5°C以内。IPCC的评估报告认为,全球需要在2030年前减少45%的温室气体排放,最晚于2050年前实现净零排放。为此,全球碳预算,即剩余的全球温室气体排放总量,必须控制在4200亿-5700亿吨二氧化碳当量以内。这意味着,塑料的生产、使用和处置规模如果按照目前趋势增长,到2050年,所累积的超过560亿吨二氧化碳当量的碳排放量,将达到全球碳预算的10%-13%。此报告发布后,又有新的研究得出类似结论,认为到2050年该比例可能达到15%,到2100年,即使在最保守的假设条件下,此比例将超过50%。

四、采取措施阻止塑料对气候的影响

为应对塑料污染危机,此报告提出了一些措施,并评估了它们对于缓解塑料对气候、环境和健康影响的有效性。其中,为有效减少塑料全生命周期的碳排

放,并伴随产生积极的社会效益和环境效益,建议优先开展的行动包括:(1) 停止生产和使用一次性塑料制品;(2) 停止开发新的石油天然气资源和建设新的石化设施;(3) 促进向零废社区过渡;(4) 促进循环经济发展,包括对塑料生产者实施责任延伸;(5) 为塑料全生命周期涉及的所有部门设置显著减碳目标。此外,还可以采取一些补充性措施,例如,使用可再生能源来减少与塑料相关的能源排放,但这些措施既不能完全解决塑料生产过程中的大量碳排放问题,也不能减少塑料废弃物和污染的排放。

此报告还认为,以生产与使用生物基塑料和可生物降解塑料来替代现在塑料的方案,不能解决甚至可能恶化塑料的全生命周期碳排放问题,并可能加剧对环境和健康的不利影响。归根结底,任何减少塑料生产和使用的解决方案,才是解决塑料生命周期对气候影响的有力和有效方案。

译者单位: 中国清洁发展机制基金管理中心(财政部政府和社会资本合作中心)