

环保) 人间 吕丽茹

# 废塑料化学回收：新型减塑之道

自今年7月开始，新加坡政府在各大超市推行限塑政策，塑料袋不再免费提供。这项措施旨在鼓励民众减少对塑料袋的依赖。目前，许多民众确实已逐渐养成自带购物袋的习惯。然而，从总体上看，自带购物袋真的可以降低塑料袋的消耗量吗？

纵观全球，新加坡并不是唯一实施超市限塑令的国家。欧盟在2015年就发布类似政策；在亚洲，中国、日本、韩国、印度等国也都有类似政策。然而超市限塑令在各地推行的效果却不同。经过多年限塑，塑料袋总使用量并没有降低，塑料袋的售卖者却因此获益。民众戏称，限塑令变成了“卖塑令”。

这一困境的部分原因在于，超市塑料袋的功能远不止于“购物”这一项。例如，许多家庭习惯将超市塑料袋重新利用，用于垃圾的收集和处理。对那些习惯使用塑料袋作为垃圾袋的家庭来说，一旦失去超市提供的免费塑料袋，他们会转向购买专门的垃圾袋。

除了用作垃圾袋外，塑料袋也常被居民用作日用品储藏、食物分包、外出手提袋等。在需求如此巨大的背景下，“超市限塑令”就如同应对一条洪水泛滥的河流，只在一侧筑坝，结果导致水流涌向另一侧。“替代效应”的存在，使得问题无法从根本上解决。

此外，香港的经验告诉我们：当塑料袋收费成为惯例后，会使人们产生价格抗性。如果不提高收费标准，一段时间后，人们会逐渐把塑料袋的收费计入逛超市的固定成本，收费政策的效用也会随时间递减。可另一方面，如果为了避免价格抗性而不断调高塑料袋收费价格，就给人们更多理由去另外购买塑料袋，先前提及的替代效应反而会更强。这无疑是一个两难的局面。

除了用作垃圾袋外，塑料袋也常被居民用作日用品储藏、食物分包、外出手提袋等。在需求如此巨大的背景下，“超市限塑令”就如同应对一条洪水泛滥的河流，只在一侧筑坝，结果导致水流涌向另一侧。“替代效应”的存在，使得问题无法从根本上解决。

## 创新出路：废塑料的化学回收

在解决塑料垃圾问题上，我们或许可以转变思路，遵循老子所说的“道法自然”，即顺应事物的自然循环规律：万事万物都从无到有，又从有到无，其中的本质在于“循环”二字。相较于简单的限塑措施，更有效的思路是专注于塑料回收问题。通过加强塑料回收，我们不仅能减少环境中的塑料垃圾，还能更好地管理和利用资源，找到更为根本的解决方案。

废塑料化学回收技术最早在上世纪60年代出现，当时全世界发生能源恐慌，先进国家开始积极寻求产品回收再利用的解决方案。研究初期由于废塑料化学回收的收益不高，所以在商业方面没有突破。自2010年以来，技术进步使得废塑料的化学回收所受的关注度逐年上升。

目前废塑料化学回收的方法，主要有使用焚烧工艺的过氧化法、使用气化工艺的部分氧化法、采用液化工艺和碳化工艺的无氧（热）裂解法，以及采用萃取工艺的解聚法。除了过氧化法没有进一步产出物，其他三种回收方法，分别可

如同其他创新科技，废塑料化学回收技术虽拥有广阔的发展前景，但成熟应用仍有赖于政府的远见卓识和政策支持，以促成完整产业链的形成。

以用来生成制甲醇、燃油、功能碳、纤维、消费后回收（PCR）塑料等可再利用物。通过不同工艺进行废塑料化学回收，不但能够顺利解决废塑料的处理问题，更能为社会提供可持续的新能源方案。

源方案。

诸多化学回收工艺中，最令人瞩目的是废塑料的热解油化技术。该技术属于液化工艺。在没有氧气的情况下，废塑料被加热到高温，在加热过程中，长链的聚合物分子被分解成短链的烃类化合物，分解产生的烃类化合物又会转化为气态，气态物质随后被冷却，转化为液态燃油。

经过一系列的化学处理，废塑料被转化为类似于石油的液体，可以作为燃料使用或进一步精炼成不同的石油产品。过程产生的副产品，如一些非冷凝气体的产物，也可以用作工厂的热能源，固体残渣（如碳黑）还可以用于制造某些产品或作为燃料。

整体看，热解油化技术能够充分循环利用资源，减少废塑料对环境的影响，尤其是减少土地填埋和海洋污染。废塑料被转化为燃油和其他有价值的产品，可以带来经济收益。经过多年发展，油化新技术的产油率已可高达80%，且一些难以回收的塑料（如多层复合塑料）也可以得到有效处理。

近年来，各国政府、研究机构、商业团体纷纷投入与废塑料化学回收相关的研发。全球专利数据库的数据显示：以热解油和塑料相关的专利申请数量，在2020年后逐年翻倍，其中与液化工艺相关的专利数量更是高居榜首。主要的专利申请分布在美国和中国，新加坡也有相关的专利申请。

## 政府角色：推动可持续解决方案

如同其他创新科技，废塑料化学回收技术虽拥有广阔的发展前景，但成熟应用仍有赖于政府的远见卓识和政策支持，以促成完整产业链的形成。

首先，各种回收技术对原料的品质有着特定要求，而原料质量直接关系到产油效率。为确保原料供应和品质，政府须介入实施相关措施，提升原料的可获取性，并解决供应链中的物料问题。

其次，政府须要为再生成品的销售创造便利，以鼓励化学回收技术的市场应用。其中某些再生成品，如PCR塑料，由于回收技术上的高投入，市场价格难以与传统塑料竞争；而另一些再生成品，如燃油等有可能与传统石油市场形成竞争。因此，政府为这些再生品提供适当的税收和补贴政策是合理的。

最后，考虑到废塑料化学回收技术是一个具有极高正外部性的技术创新，政府应在推动技术研发和项目落地上尽力给予支持，以期解决建立和运行热解设施所面临的成本效益问题，真正激活并推动这一产业链的发展。

作者是李光耀公共政策学院MPAM硕士项目学生