



## 塑料包装绿色发展的三条路径

### 阅读提示

在众多包装材料中,塑料包装占比最高。值得警惕的是,被废弃的塑料包装会风化分解成细小颗粒,最终可能通过各种形式进入人体。但是塑料包装对商品来说必不可少,在其无法被取代的情况下,如何消除其危害性?对此,本文提出三种思路:一是使用再生塑料,二是使用可降解塑料,三是使用高性能材料。

本版文字由中国石化技术经济研究院李超提供  
图片由刘玉福提供

在激烈的市场竞争环境下,包装对商品来说必不可少。它不仅具有保护商品的功能,而且具有方便运输、利于品牌传达、展现绿色形象的作用。因此,企业在包装上费尽心思,使用多种多样的材质以适应不同场景:有塑料薄膜、塑料包装箱及容器;有纸和纸板容器;有金属包装容器;有玻璃包装容器和木制包装容器。其中,塑料薄膜及容器占比最大,约占45%;其次是纸和纸板容器,占比25%左右;再次分别为金属、玻璃和木材包装。

塑料包装由于其优异的可塑性和拉伸性、轻便、易于运输、易于印刷商标广告等特点而广受商家欢迎。随着未

来减碳需求增大,塑料包装生产的能耗、碳排放远低于其他包装,再加上单位重量包装的体积更大,进一步降低了平均能耗和碳排放,占比将会更高。因环保需求,纸张包装增速未来将小于塑料包装需求增速。预计到2035年,塑料包装占包装比例将达到50%以上。

塑料包装优点众多,但也不可忽视其负面影响。当然这些负面影响并非塑料包装引起,而是由于未做好垃圾分类而造成的。近年来我国塑料回收量一直维持在每年1800万吨上下。

塑料回收量之所以并未大幅提升,主要原因是占塑料消费主力的塑料包装回收率较低,仅为12%左右。而这些

未回收的塑料包装,除了焚烧、集中填埋处理,还有一部分会遗落在土壤和江河湖海中。被废弃的塑料包装会风化分解成细小颗粒,最终会通过各种形式进入人体。据澳大利亚纽卡斯尔大学测算,一个成年人每周约摄入5克塑料,相当于一张信用卡所用的塑料,而人一生相当于摄入两个大号垃圾桶重量的塑料。如果人体摄入的塑料全被排出体外,并不会造成损害,但罗马圣乔瓦尼·卡利比塔·费特纳菲拉泰利医院的Alessandro Svetlato团队利用拉曼纳米显微光谱仪分析了6个胎盘,令人感到震惊的是,在4个胎盘中发现了12个球形或不规则形状的微塑料,大小

在5~10微米之间。所以必须重视废弃塑料包装的影响。

既然塑料包装重要且无法被取代,但又不能忽视其造成的危害,因此谋求塑料包装的绿色发展成为必然趋势。塑料包装绿色发展有三条路径:一是使用再生塑料,二是使用可降解塑料,三是使用高性能材料。

### 2035年我国塑料回收规模将达到3800万吨

再生塑料包装大规模使用有三大难点。

**一是再生塑料稳定性差。**回收企业大多为中小企业,其回收半径较小,扩大回收半径势必会让高额运费“吃掉”微薄的利润。而回收半径小,又存在区域内各类塑料都需要回收的问题,如家电、塑料袋、餐盒、玩具、瓶子等。种类繁多,导致分拣成本高昂,进而增加总成本;使得再生塑料品质极不稳定,进而影响回收率。

解决方案是增加废塑料运距,比如在山东地区,餐盒都运到德州,塑料袋都运到聊城等。通过增加运距降低分拣成本,提高再生塑料品质稳定性,提高产品售价。当然,该路径需要有可持续的运行模式,即分拣成本减少额加上价格提升额及未来碳价,需要高于运距增加的成本。从估算来看,每回收1吨塑料,全生命周期减碳2~4吨,随着未

来我国碳价提升,长距离运输废旧塑料将有效提升再生塑料回收量。

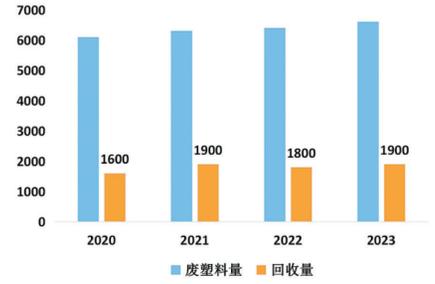
**二是回收企业无进项票问题。**不论回收企业自行在荒野、湖海中回收塑料,还是通过拾荒者、进入社区购买废旧塑料,回收企业很难收到发票。而没有进项票将阻碍企业规模扩大,尤其未来再生塑料价格将高于原生料价格,拥有发票至关重要。黑龙江某回收企业的解决方法是,委托个体工商户收集废塑料,然后个体工商户再将废塑料卖给回收企业,个体工商户每年可以开120万元发票,没有进项票压力。这样,回收企业便解决了进项票问题。

**三是复合包装过多,很多包装无法回收。**由于塑料包装功能要求众多,单一材质塑料难以满足包装需求,只有采取复合包装才能满足商家需求。但复合包装是回收的噩梦,物理回收方式难以奏效。因此有如下解决方案,首先是

采用茂金属材料进行单一材质设计,利用不同牌号的茂金属材料模仿不同种类的塑料以实现不同功能。其次是利用化学回收法,化学回收可以不用区分塑料种类,都可将塑料分解为小分子,继续组合成新塑料,并且品质不会降级。但是目前无论采用单一材质设计还是化学回收,成本均较高。展望未来,随着欧洲包装税的征收及我国碳价的提升,这些方案都将可以实现盈利。

我国塑料回收量将大幅提升。2023年我国塑料回收量在1900万吨左右,以物理回收为主。在我国构建资源节约型社会、碳价提升、化学回收工业化、自然承载力增大等主动因素共同促进下,塑料回收规模将大幅提升,预计到2035年将达到3800万吨,其中物理回收规模3000万吨,化学回收规模800万吨,将有效促进塑料包装行业的绿色化发展。

我国近年废塑料产生及回收量



我国各行业塑料包装回收率



### 可降解塑料年均增长率约45%

可降解塑料包装大规模使用也有三大难点。

**一是建立单独回收体系难度大。**可降解塑料处理须建立单独的回收体系,难度极大。我国目前还没有完成垃圾分类任务,让居民分清可降解塑料和普通塑料非常困难。目前可降解塑料主要和传统塑料一样被焚烧、填埋,占比97%以上。

**二是需要堆肥处理。**在工业堆肥中,所需的条件通常是高温(55~60摄氏度)和高湿度,用细菌或真菌对其进行分解消化,需要3个月以上。但我国仅有100余座餐厨垃圾堆肥厂,餐厨垃圾一般两周即可分解消化,无论时间和空间都无法满足需求。陆地可降解的塑料在

海洋中降解速度极慢,PLA(聚乳酸)、PBAT(己二酸丁二醇酯和对苯二甲酸丁二醇酯的共聚物)等基本不降解,大面积使用存在垃圾失控问题。虽然PGA(聚乙交酯)、PHA(聚羟基脂肪酸酯)可海水降解,但是需要评估真实环境中的降解过程。

**三是使用场景有限。**一类是再生塑料成本高的领域,包装袋类、餐盒、吸管、地膜等通用领域,用量大且广泛,主要使用PBAT、PLA材料,由于其表面积大,与其他垃圾分离困难,清洗处理难度大。处理成本几乎是买新产品成本的2~3倍,回收经济价值极低。另一类是对塑料性能要求低的领域。并不是所有膜类都能用可降解塑料替代。比如很多食品包装需

要耐高温、耐低温、阳光、阻氧、阻水、阻油。可降解塑料目前性能并未达到这些领域的要求。虽然在医疗、3D打印等高端领域也有应用,但需求量有限,主要使用PGA、PLA等材料。

为了解决上述难点,改进方法包括开发不用堆肥降解塑料。如果不用堆肥,在自然环境中可降解,如在田野、河流、海洋中自然降解,将极大促进可降解塑料发展。

可降解塑料需求空间与政策执行力度密切相关。2022年全球可降解塑料市场需求量50万吨,预计2025年达250万吨,年均增长率约45%。包装仍是最大应用领域,PBAT占据主流,PLA位居其次,预计2025年PBAT需求量将达

150万吨,PLA达75万吨,PGA、PHA等在特定领域有应用,需求量偏低。地域分布呈现亚、欧、美三足鼎立局面。随着我国产能释放,2025年亚洲可降解塑料市场规模将从30%升至45%,欧洲因注重塑料循环再生需求,占比从35%降至20%,北美需求稳定在30%。截至2023年上半年,我国可降解塑料有效产能162万吨/年,以PBAT、PLA产能为主,2025年规划产能超1200万吨/年,涉及50多家企业,其中PBAT产能规划占比最大,但超80%产能处于纸面规划阶段。2022年我国可降解塑料消费量38万吨,如果政策执行到位,预计2030~2035年可降解塑料消费达400万吨,有力促进包装行业绿色化发展。

### 使用高性能材料突破技术瓶颈

高性能材料包装大规模使用有两大难点。

**一是价格普遍昂贵。**利用高性能材料替代普通塑料,更有利于环保。比如采用水性油墨对包装进行印刷,减少后期包装清洗和污水处理成本。利用FFS(成型、装料、热封)重包膜代替拉丝编织袋,有利于减少塑料破碎后微粒污染,而且FFS重包膜也在逐渐减薄。利用PETG(聚对苯二甲酸乙二醇酯-1,4-环己烷二甲醇酯)替代含卤素的PVC(聚氯乙烯)包装,利于物理回收和化学回收。PETG热收缩膜是一种高性能收缩膜,有大于80%的最终收缩率,可制成复杂外形容器的包装,具有高吸力、高透明度、高光泽、低雾度、易于印刷、不易脱落、存储时自然收缩率低的优点,应用于饮料瓶、食品和化妆品的收缩包装及电子产品等的收缩标签。2022年我国PETG需求超过10万吨,主要替代PVC应用于饮品标签。利用EVOH(乙烯-

乙醇共聚物)作为高阻隔包装材料。EVOH是一种无毒的环保型材料,在具体加工环节不会产生有毒有害物质,是我国政策支持推动的高阻隔性能材料之一。EVOH具有优异的阻隔性,对氧的阻隔性是PP(聚丙烯)、PE(聚乙烯)的10000倍;耐油性佳,适用于包装油脂类液体,以及有毒及挥发性产品,如工业溶剂、农药、杀虫剂等;透明性和光泽好,可用作高质量透明包装,保证包装产品的外观;具备良好的耐化学腐蚀性较强的抗静电性能,容易加工,可用传统聚烯烃加工设备挤出、共挤出,被广泛用于复合膜中间阻隔层,应用于食品行业的奶制品、肉类、果汁罐头和调味品包装,以及非食品行业的溶剂、化学药品、空调结构件、汽油桶内衬、电子元件包装等。

**二是我国生产高性能包装材料技术水平较低。**以COC(环烯烃共聚物)和COP(环氧-聚丙烯共聚物)为例,COC/COP是由烯烃与环烯烃共聚或环烯烃单

聚而成的一类新型无定型热塑性工程塑料,具有高透明性、低双折射率、低吸水性、低收缩率、低介电常数,以及良好的耐热性、耐化学性、耐光性等一系列优异性能,被广泛应用于包装、光学和医疗等领域。COC/COP生产工艺复杂,环烯烃单体合成难度大,目前全球仅有日本瑞翁公司、日本宝理塑料、日本合成橡胶及日本三井化学等企业的技术和生产工艺能够实现大规模量产。目前,全球COC/COP产能约8.3万吨/年,日本是COC/COP主要供应地。2021年,中国COC/COP消费量约2.1万吨,是全球COC/COP主要消费市场,主要应用于光学、包装和医疗等领域,日本、欧美已出现COC/COP材质替代中硼硅玻璃瓶作为预灌封包装材料。我国医疗包装领域COC/COP年需求量约5000吨。由于产品的技术垄断性,我国从原料单体降冰片烯到催化剂等整条产业链尚未实现完全产业化,我国市场中的COC/COP产品大部分来

源于进口。预计到2025年,我国COC/COP的年消费量将提高到2.9万吨。此外,EAA(乙烯丙烯酸共聚物)可有效黏合金属与塑料、纸张与塑料等各类物质,耐久性、透明性、黏结性优异,在食品药品等软包装领域应用广泛。EAA还可用于制作电动汽车电池电极和隔膜,能够提高电池稳定性;用于光伏时可以提高密封性和耐久性。EAA也可用作肉类等的真空包装,延长食品保存时间。国内企业还未掌握EAA自主生产技术,EAA全部依赖进口,年进口量为2万~3万吨。2023年6月,卫星石化与SK致新合资共建的中韩科锐EAA项目在连云港开工建设,建成后缓解我国该产品进口压力。

虽然我国塑料包装绿色发展面临着种种困难,但我国保护环境的决心从未动摇,而这些困难恰恰是我们改进的方向,相信我国将克服种种困难,把握发展机遇,走出一条塑料包装绿色发展路径。

