

中国一次性塑料制品消费与废弃的系统测算

蒋 辉, 陈定江*, 朱 兵

清华大学循环经济研究院, 北京 100084

摘要: 一次性塑料治理在国内外均受到广泛关注。考虑到一次性塑料制品从生产到废弃的代谢时间短, 从制品消费与废弃两个环节切入研究一次性塑料制品的社会代谢具有代表性。本研究辨析了我国主要一次性塑料制品的判断准则、分类与范围, 确定了包含农业、零售业、住宿业、餐饮业、邮政业、卫生 6 个行业, 以及地膜、销售包装等 18 类相关一次性塑料制品的系统性测算框架。在此基础上, 测算 2020 年我国各行业主要一次性塑料制品的消费情况, 识别我国一次性塑料治理重点领域, 并对重点领域一次性塑料制品废弃后的回收处理和焚烧、填埋等末端处置情况展开分析讨论。结果表明: 从消费结构角度看, 我国零售业对一次性塑料制品的消费占比为 87.7%, 占据绝对主导; 快递、外卖、卫生等领域一次性塑料消费量增长迅速, 远高于农业、零售等传统行业。根据上述量化分析结果, 本研究认为零售、快递、外卖、卫生防护为我国一次性塑料治理重点领域。从末端处置角度看, 零售、快递、外卖三大领域一次性塑料废弃物中仅 27% 得到回收, 绝大部分为废弃 PET 瓶和其他硬质销售包装; 69% 被焚烧或填埋, 大部分为销售包装中的塑料软包装; 卫生防护领域面临一次性口罩容易泄露至环境、难以有效利用的挑战。研究显示, 我国一次性塑料消费体量与增长趋势存在显著的行业差异, 重点领域末端处置挑战各有不同。本研究结果可支撑相关政策进一步明确一次性塑料重点治理领域, 并有针对性地完善终端治理关键策略。

关键词: 一次性塑料; 消费; 末端处置; 治理策略

中图分类号: X3

文章编号: 1001-6929(2025)02-0386-09

文献标志码: A

DOI: 10.13198/j.issn.1001-6929.2024.08.19

Systematic Quantification of Consumption and Disposal of Single-Use Plastic Products in China

JIANG Hui, CHEN Dingjiang*, ZHU Bing

Institute of Circular Economy, Tsinghua University, Beijing 100084, China

Abstract: The governance of single-use plastics has received significant attention both domestically and internationally. Considering the short lifecycle of single-use plastic products from production to disposal, it is particularly relevant to study the social metabolism of single-use plastic products from the perspectives of product consumption and disposal. This paper exams the criteria, classification, and scope of major single-use plastic products in China and develops a systematic accounting framework that covers 18 categories of related single-use plastics in 6 industries, including agriculture, retail, accommodation, catering, postal services, and healthcare. Based on this, the consumption quantity and volume of major single-use plastic products in various industries in China in 2020 were calculated to identify key areas for single-use plastic governance. Furthermore, the recycle, incineration, landfill, and other end-of-life disposal situations of these products were analyzed and discussed. The results indicate that from the perspective of industry consumption structure, the retail industry accounts for 87.7% of single-use plastic consumption in China, dominating absolutely. The consumption of single-use plastics in industries such as express delivery, food delivery, and healthcare has grown rapidly, far exceeding traditional industries like agriculture and retail. Based on the quantitative analysis results, this study identifies retail, express delivery, food delivery, and health protection as key areas for single-use plastic governance in China. From the perspective of end-of-life disposal, only 27% of the single-use plastic waste in the retail, express delivery, and food delivery sectors is recycled, mostly discarded PET bottles and other rigid sales packaging. 69% is incinerated or landfilled, mostly plastic soft packaging in sales packaging. The health protection sector faces the challenge of single-use

收稿日期: 2024-06-12 修订日期: 2024-07-16

作者简介: 蒋辉(1999-), 女, 山东泰安人, ever_green24@163.com

* 责任作者: 陈定江(1975-), 男, 广西横县人, 副研究员, 博士, 主要从事循环经济和产业生态学研究, chendj@tsinghua.edu.cn

基金项目: 清华大学-中国石油化工集团有限公司绿色化工联合研究院研究项目(No.20212930040)

Supported by Tsinghua University - Sinopec Group Joint Research Institute for Green Chemical Engineering Research Project, China (No.20212930040)

masks leaking into the environment and being difficult to effectively utilize. Research shows that there are significant industry differences in the consumption volume and growth trends of single-use plastics in China, with varying end-of-life disposal challenges in key sectors. The quantitative results of this research can support relevant policies in further defining key sectors for targeted regulation and refining critical strategies for end-of-life management.

Keywords: single-use plastics; consumption; end-of-life disposal; governance strategies

一次性塑料制品的大量使用是导致当今塑料污染问题的重要推手, 一次性塑料治理在国内外均受到广泛关注。我国 2008 年颁布了《关于限制生产销售使用塑料购物袋的通知》, 2020 年颁布了《关于进一步加强塑料污染治理的意见》和《关于扎实推进塑料污染治理工作的通知》, 将治理的重点塑料制品范围从塑料购物袋扩大至一次性塑料餐具、快递塑料包装、地膜等。欧盟 2021 年起实行《一次性塑料指令》(Directive on Single-Use Plastics); 澳大利亚于 2021 年 3 月颁布《澳大利亚国家塑料计划》(Australia National Plastics Plan 2021), 多个地方政府先后出台针对塑料袋、吸管、餐具等一次性塑料制品的治理政策。国际上, 2022 年 3 月第五届联合国环境大会续会通过第 5/14 号决议《结束塑料污染: 制定具有法律约束力的国际文书》, 要求成立政府间谈判委员会 (INC) 开展工作, 目标是在 2024 年底前完成文书谈判。根据 2023 年 9 月第 3 次政府间谈判会议工作文件 UNEP/PP/INC.3/4, 关于一次性塑料制品的谈判条款列入文书“零草案 (zero draft)”。

一次性塑料制品的定义和范围目前尚未统一。一次性塑料制品, 常被理解为“仅使用一次的塑料制品”, 日常使用时习惯上又常被简称为“一次性塑料”。各文献对一次性塑料定义的具体表述不同, 大部分未给出明确判别条件。而将哪些一次性塑料制品纳入政策或研究范围, 往往与所在地区消费者的消费模式和行为习惯有关。例如, 我国对零售、电商、外卖等国内快速发展领域相关的一次性塑料制品更为关注, 而欧盟对最常在海滩垃圾中发现的渔具、烟头等一次性塑料制品有较多关注。深化国内一次性塑料治理策略的研究, 应当通过综合比较, 对一次性塑料内涵进行认真辨析, 并根据国情划定国内值得关注的制品范围。

目前国内关于一次性塑料消费情况的定量研究在体系性方面存在不足。现有研究大多只针对特定类型制品, 如外卖行业的餐具、餐盒^[1-2]以及农业领域的农膜^[3-4]、农药包装^[5]等, 或者是在省级、市级等区域范围内细化研究特定类别的一次性塑料^[6-7]。由于一次性塑料制品种类和使用部门很多, 体系性的定

量研究应建立合理的分类体系, 从制品的数量、质量等不同角度进行对比分析, 在整体视野下进一步明确一次性塑料治理重点。

一次性塑料治理策略的研究需要提高针对性和系统性。现有文献从不同角度探讨了相关策略, 如使用塑料替代品等替代策略^[8]、征收消费税等经济策略^[9]、消费者行为调整等引导策略^[10]等, 但大多将一次性塑料视作一个整体, 忽略了不同一次性塑料制品的应用场景差异。此外, 虽然一次性塑料治理在策略方面具有多样性, 但不同策略的逻辑关系需要在合适的系统性框架下进一步厘清。

本研究针对上述已有报道中存在的问题, 在辨析定义基础上提出一个适合国内一次性塑料消费情况的分类框架, 采用自下而上法估算了我国 2020 年 6 个行业中 18 类一次性塑料制品消费的数量和质量, 基于量化信息识别我国一次性塑料治理重点领域; 同时, 描绘了重点领域一次性塑料制品末端处置流向特征, 结合制品特点识别各类制品治理挑战, 为我国一次性塑料治理重点领域策略制定提供了数据支撑。

1 研究边界确定

首先比较一次性塑料的各种定义, 抽提塑料制品是否为一次性的判别条件。对来自权威报告、政策文件、期刊论文、知名 NGO 等不同信源的一次性塑料定义进行对比分析 (见表 1) 发现, 其基本共识在于“仅使用一次”, 潜在共识在于“短暂使用后即被丢弃”。基于这两点认识, 本研究将“设计为仅使用一次”和“使用时间短”作为一次性塑料的判别特征。前者中“设计为” (designed for) 不可缺少, 虽然在实际生产生活中人们出于各种原因对某些一次性塑料制品可能使用不止一次, 但不妨碍判断制品是否只为一次性使用的设计目的; 后者中的“使用时间短”是指塑料制品从开始履行预期功能至使用完毕被废弃的时长。根据不同塑料制品的使用场景, 可划分为“<1 天”“<1 个月”“<1 年”和“>1 年”等不同区间。塑料袋、一次性塑料餐具、一次性塑料吸管等使用时间一般“<1 天”, 如果以此作标准, 则可称之为“狭义”的一次性塑料制品判定条件, 国外不少研究和公众关注的一次性塑料在此范围。如以使用时间“<1 年”

表 1 一次性塑料部分定义对比

Table 1 Selected summary of definitions for single-use plastics

编号	文献类型	信源	一次性塑料定义
1	权威报告	UNEP: Single-use plastics: a roadmap for sustainability ^[11]	常用于塑料包装,也包含丢弃或回收前只被设计为使用一次的塑料物品
2	权威报告	UNEP和WRI: Tackling plastic pollution: legislative guide for the regulation of single-use plastic products ^[12]	被设计为丢弃前仅使用一次的塑料制品
3	政策文件	欧盟: Directive (EU) 2019/904	在其生命周期内,不被构思、设计或投放市场以实现多次传递或周转的塑料产品
4	政策文件	南澳大利亚州: Single-use and other plastic products (waste avoidance) act 2020	设计为仅使用一次或有限次,通常为在外使用、在短暂使用后即弃且常导致垃圾乱丢(现象)的塑料制品
5	期刊论文	邓义祥等: 一次性塑料制品的替代管理策略研究 ^[8]	生产生活中只使用一次或几乎不重复利用的塑料
6	期刊论文	KEK Vimal等: Analysis of barriers that impede the elimination of single-use plastic in developing economy context ^[13]	在回收或丢弃之前只能使用一次
7	知名NGO	Natural Resources Defense Council ^[14]	主要由化石燃料化学品制成的产品,通常在使用后几分钟内即被丢弃
8	知名NGO	Plastic Pollution Coalition ^[15]	被设计为只使用一次后就丢弃的一次性包装和其他物品

作为标准,地膜、快递包装、大部分包装等使用时间在此范围内,则可称为“广义”的一次性塑料制品判定条件。本研究采用广义判定条件。

其次梳理各类文献中出现的受关注一次性塑料制品具体种类,按其消费部门所属行业标准进行分类。国内外不同政策和文献关注的一次性塑料范围各不相同,术语上也有差异,通过对比分析发现,被频繁提及的有塑料袋(bags/carry bags)、塑料餐具(cutlery/tableware)、塑料吸管(straws)、碗/盘/餐盒(bowls/plates/food containers)、塑料杯(cups/beverage containers)、饮料瓶(bottles)、食品包装(wrapper/packets/films)等。国内现有塑料治理政策重点关注的一次性塑料制品涉及零售(塑料袋)、外卖(一次性塑料餐具等)、快递(包装袋、编织袋等)、酒店住宿业(宾馆、酒店一次性塑料用品)、农业(农膜等)等领域。本研究将文献中被频繁提及的或者国内现有政策重点关注的一次性塑料制品归并为 18 个具体种类,并参考我国《国民经济行业分类》(GB/T 4754—2017)^[16],将它们根据消费部门所属行业归类,划入农业、零售业、住宿业、餐饮业、邮政业、卫生 6 个行业;文献中出现但提及频率较低的制品划入“其他”部门,不进行定量研究。一次性塑料消费测算框架(按制品所属行业分类)见表 2(表中列出的一次性塑料制品具有代表性,可覆盖大部分政策、期刊论文、媒体报道等常涉及的制品类型)。

表 2 一次性塑料消费测算框架(按制品所属行业分类)

Table 2 Framework for estimating single-use plastic consumption (categorized by industries of product origin)

行业	制品序号	制品名称
农业	1	地膜
	2	农药包装
	3	化肥包装
零售业	4	购物袋
	5	销售包装-软包装
		销售包装-硬包装-PET瓶
		销售包装-硬包装-HDPE瓶
		销售包装-硬包装-其他薄壁塑料容器
住宿业	6	一次性住宿用品
餐饮业	7	外卖打包袋
	8	外卖餐盒
	9	外卖餐具
	10	饮料杯
	11	吸管
邮政业	12	快递膜袋
	13	快递编织袋
	14	快递泡沫箱
	15	快递缓冲材料
	16	胶带
卫生	17	一次性口罩
	18	一次性医疗器械
其他	19	棉签棒、搅拌棒、气球、牙线棒、横幅等

2 国内一次性塑料代谢分析方法

2.1 消费规模估算

目前国内关于塑料制品在不同领域使用情况的统计数据有限, 一次性塑料的消费更缺少统计数据。本研究基于大量一次性塑料相关学术研究、行业研究及资讯报道等文献提供的直接或间接数据, 主要以自下而上法对 2020 年我国主要一次性塑料制品(即表 2 中制品 1~18)的消费规模进行估算。各制品类型的消费质量及消费件数之间的关系如式(1)所示。

$$M_f = \sum_{i=1}^n N_{fi} \times m_{fi} \quad (1)$$

式中: M_f 表示当年 f 行业消费的一次性塑料质量, t; N_{fi} 表示 f 行业范畴下第 i 类制品当年的消费件数; m_{fi} 表示 f 行业范畴下第 i 类制品的单位质量, t。各行业消费一次性塑料质量即其包含的各类一次性塑料制品消费质量之和。测算所需数据来源于期刊论文、行业报告、权威报道等, 数据整理见表 3。

零售业范畴下的销售包装涉及种类较多, 难以像其他品类进行自下而上估计求和, 故采用自上而下法,

即其消费质量是参考现有文献中关于塑料包装总体消费量的测算, 扣除零售业塑料袋及餐饮、邮政等其他行业涉及的包装类一次性塑料质量后按各类包装构成比例求得。

本研究范畴内, 在所属行业限制下, 大部分制品之间不存在定义重复问题。农业、住宿业、餐饮业、邮政业、卫生行业相关制品消费量的估算分别基于相应行业数据, 如农膜/农药/化肥消费量统计数据、酒店住宿统计数据等, 各行业各制品概念互不交叉。零售业中, 塑料袋消费量单独估算; 销售包装消费量主要依赖于自上而下法估算的“塑料包装”消费量, 考虑到“塑料包装”包含多种制品、跨多个行业, 本研究以“塑料包装”消费量扣除农药/化肥包装、快递包装、外卖包装等其他包装类制品消费量, 避免同一类制品被重复计算。

2.2 重点行业一次性塑料终端处置流向分析

考虑到选取一次性塑料制品的标准之一是其使用时间 < 1 年, 本研究假定各部门没有存量, 则消费量等于废弃处理量。设置回收、焚烧、填埋、其他四类终端处置节点, 使用质量守恒定律测算各制品各类处

表 3 自下而上法测算我国主要一次性塑料制品消费质量或消费件数的数据来源

Table 3 Data sources for calculating consumption quantities or consumption items of major single-use plastic products in China, using the bottom-up approach

行业	制品序号	制品	N_{fi}	M_f	m_{fi}
农业	1	农膜	本研究测算	文献[17-18]	网络调研
	2	农药包装	本研究测算	文献[5,17-19]	文献[5]
	3	化肥包装	文献[17-18], 网络调研	本研究测算	网络调研
零售业	4	塑料袋	本研究测算	文献[20]	网络调研
	5	销售包装-软包装	文献[21]	自上而下法, 文献[22-28]	
		销售包装-硬包装-PET瓶			
		销售包装-硬包装-HDPE瓶			
		销售包装-硬包装-其他薄壁塑料容器			
住宿业	6	一次性住宿用品	文献[29-31]	本研究测算	专家估计
餐饮业	7	外卖打包袋	文献[1]	本研究测算	文献[1]
	8	外卖餐盒	本研究测算	文献[1]	文献[1]
	9	外卖餐具	本研究测算	文献[1]	文献[2]
	10	饮料杯	文献[32-33], 专家估计	本研究测算	文献[34]
	11	吸管	文献[32-33], 专家估计	本研究测算	专家估计
邮政业	12	快递膜袋	文献[35-37]	本研究测算	文献[38]
	13	快递编织袋	文献[35-37]	本研究测算	文献[38]
	14	快递泡沫箱	文献[35-37]	本研究测算	文献[38]
	15	快递缓冲材料	文献[35-37]	本研究测算	文献[38]
	16	胶带	文献[35-37]	本研究测算	文献[38]
卫生	17	一次性口罩	文献[39], 专家估计	本研究测算	文献[40]
	18	一次性医疗器械		文献[41]	

置方式的规模[见式(2)(3)],参数来源于期刊论文、行业报告和统计年鉴等^[1-2,23-25,42-51]。

$$M_{fi,x} = r_{f,i,x} M_{fi} \quad (2)$$

$$M_{fi} = \sum_{x=1}^4 M_{fi,x} \quad (3)$$

式中: $r_{f,i,x}$ 为 f 行业范畴下第 i 类制品采用 x 方式处理的比例, %; $M_{fi,x}$ 为 f 行业范畴下第 i 类制品采用 x 方式处理的质量, t。

3 一次性塑料消费结构分析

我国 2020 年一次性塑料消费结构分析结果(见图 1)表明,各行业消费一次性塑料质量量级存在较大差异。2020 年我国消费一次性塑料共计 $4\,054.9 \times 10^4$ t, 其中零售业消费一次性塑料 $3\,558.4 \times 10^4$ t, 占我国消费总量的 87.7%, 远超过其他 5 个行业。农业、邮政业、餐饮业、卫生 4 个行业消费一次性塑料体量差异不大, 消费占比均为 3%~4%。住宿业一次性塑料消费质量最少, 治理压力相对小。

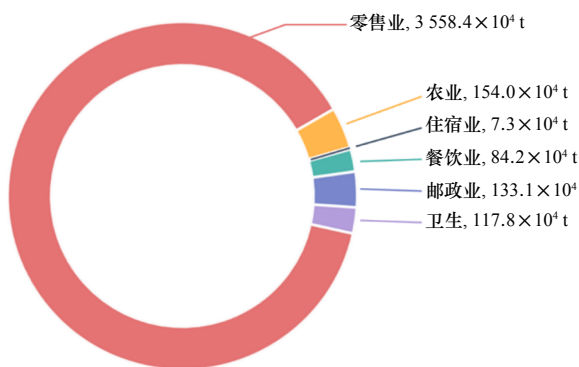


图 1 我国 2020 年各行业一次性塑料消费质量对比

Fig.1 Comparison of single-use plastic consumption across industries in China (2020)

我国 2016—2021 年 6 个行业一次性塑料消费质量变化趋势如图 2 所示。其中,零售业一次性塑料消费质量增长绝对值最大,5 年间消费量增长逾 400×10^4 t, 约等于 2020 年其他 5 个行业合计消费一次性塑料的总质量;但零售业一次性塑料消费质量年均增长率仅为 3%, 显著低于餐饮、邮政等新兴行业,也低于由于新型冠状病毒感染而需求爆发式增长的卫生行业。2016—2021 年,餐饮业一次性塑料消费质量年均增长率最高,达到 39%;邮政业次之,为 28%。相比之下,传统农业一次性塑料消费量呈现缓慢下降趋势。

各行业间一次性塑料消费质量差异化的增长趋势显示,在零售业一次性塑料消费量占主导的同时,我国一次性塑料消费结构正在发生转变。零售业

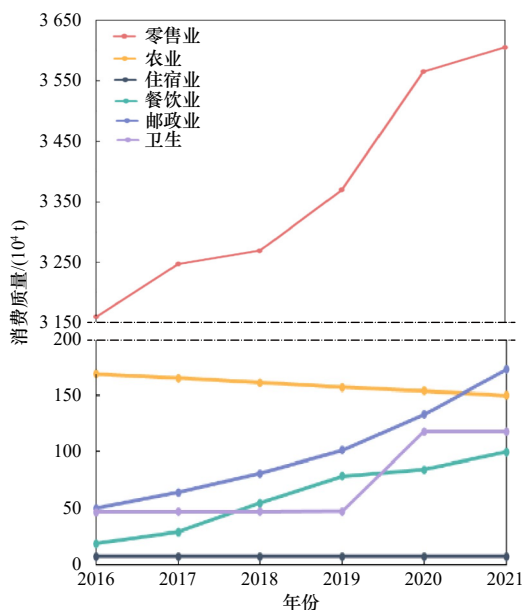
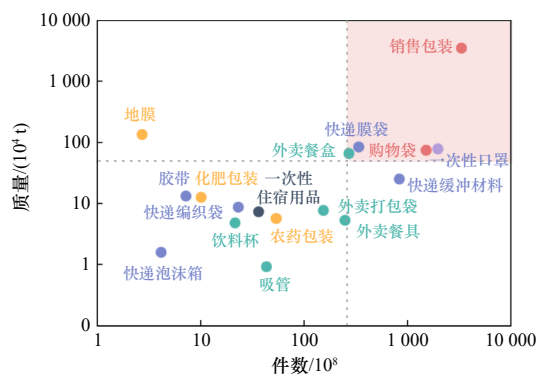


图 2 我国 2016—2021 年各行业一次性塑料消费质量对比

Fig.2 Comparison of single-use plastic consumption across industries in China from 2016 to 2021

以外的 5 个行业一次性塑料消费总量中,农业领域一次性塑料消费量占比从 2016 年的 58% 大幅降至 2021 年的 27%, 邮政业和餐饮业一次性塑料消费占比则分别从 2016 年的 17% 和 7% 提升至 2021 年的 32% 和 18%。这显示出餐饮业与邮政业的快速发展驱动下我国一次性塑料消费结构正在发生较大变化,提示及早布局生活垃圾处置系统中妥善处理快递与外卖塑料废弃物功能板块的紧迫性。值得注意的是,在我国电商经济快速发展的背景下,大部分行业一次性塑料制品消费均可拆解为传统线下销售与电商销售两类渠道,其中邮政业和餐饮业外卖相关一次性塑料制品消费量的快速增长反映了电商经济发展为我国一次性塑料治理带来的新挑战,值得开展专题研究。

将各具体制品的消费件数与消费质量绘制于双对数坐标系中,结果(见图 3)表明,销售包装、地膜、快递膜袋、一次性口罩、购物袋、外卖餐盒等消费质量突出,资源压力相对大,减量、回收的提升空间大。销售包装、一次性口罩、购物袋、快递缓冲材料、快递膜袋、外卖餐盒等消费件数突出,环境压力相对大,需要完善有针对性的收集处理体系,避免环境泄露。值得重点关注的一次性塑料制品即销售包装、快递膜袋、购物袋、外卖餐盒、一次性口罩 5 种制品,资源压力和环境压力都比其他制品突出,需结合制品特点与代谢特征有针对性地制定治理策略。



注: 浅红色标注的象限表示消费质量与件数均值得关注的重点一次性塑料制品区域。

图 3 我国 2020 年各类一次性塑料制品消费质量与数量对比

Fig.3 Comparison of weight and quantity of single-use plastic products consumption in China, 2020

4 重点治理领域代谢特点与挑战分析

基于上述讨论, 本研究认为, 我国一次性塑料治理挑战较大的行业包括零售业、邮政业与餐饮业, 问

题较为突出的一次性塑料制品包括销售包装、快递膜袋、购物袋、外卖餐盒、一次性口罩等, 以下概括为零售(含销售包装和购物袋)、快递(含快递膜袋、快递编织袋、快递泡沫箱、快递缓冲材料、胶带)、外卖(含外卖打包袋、外卖餐盒、外卖餐具)、卫生防护(含一次性口罩)4 个重点治理领域。对上述重点领域一次性塑料制品末端处置结构开展定量分析, 讨论其治理难点。其中, 一次性口罩的末端处置去向缺乏可得数据, 且因应对新型冠状病毒感染疫情原因有一定特殊性, 故仅对其进行定性分析。

零售、快递、外卖 3 个重点治理领域一次性塑料制品的末端处置情况如图 4 所示, 整体来看, 3 个重点治理领域产生的一次性塑料废弃物有 27% 得到回收、45% 被焚烧、24% 被填埋。销售包装因消费体量突出而在全部 4 种处置去向中占有最大比例, 回收一次性塑料废弃物几乎全部来自销售包装, 其中废弃 PET 瓶约占一半, 废弃 PET 瓶和其他硬质销售包装合计占 82%。焚烧、填埋和其他末端处置方式主要来源均为销售包装中的塑料软包装。

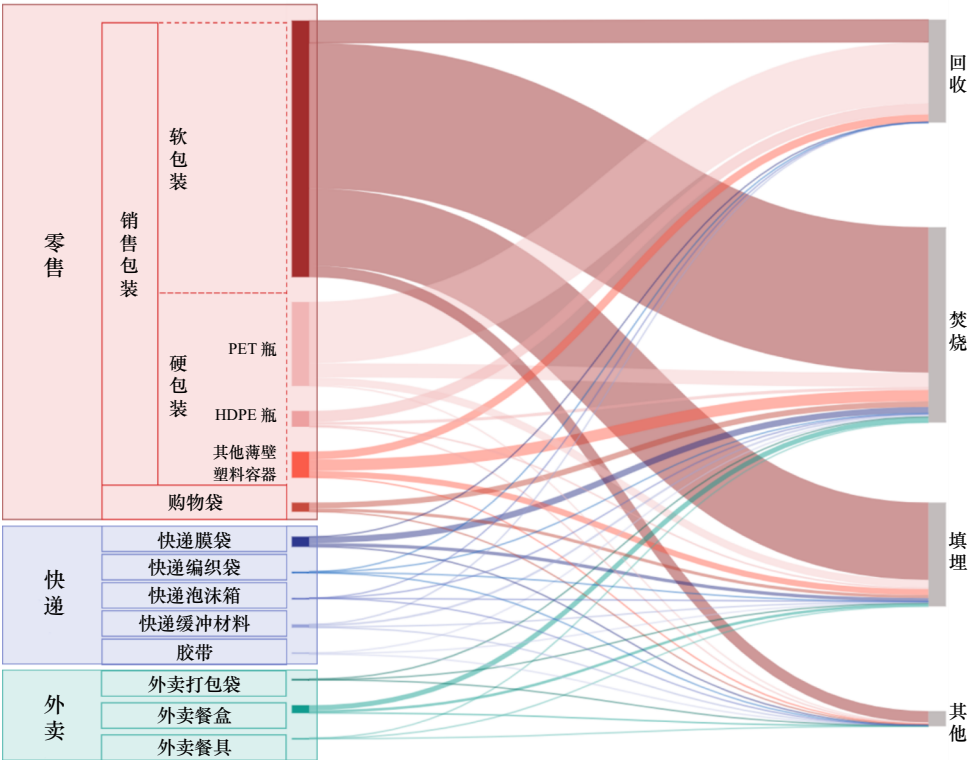


图 4 我国 2020 年三大重点领域一次性塑料制品末端处置结构

Fig.4 End-of-life disposal structure of single-use plastic products in three key sectors in China (2020)

零售业一次性塑料消费体量最大, 废弃后如何处置对一次性塑料制品整体的代谢表现有决定性影响。总体来看, 零售业一次性塑料废弃物回收率约 29%,

各类具体制品差异较大。塑料软包装占零售业一次性塑料消费质量的 59%, 但因其价值较低且目前缺乏有效回收方案, 回收率只有 9%, 绝大部分被焚烧

或填埋。硬包装可进一步分为 PET 瓶(如 PET 饮料瓶、日化 PET 包装瓶等)、HDPE 瓶、其他薄壁塑料容器。硬包装回收率远高于软包装,其中,PET 瓶总回收率约为 73%(PET 饮料瓶回收率在 94% 以上^[52],日化 PET 包装瓶回收率也在 70% 左右^[26]),HDPE 瓶回收率也可高达 70%^[26]。塑料购物袋价值低、规模小,几乎完全不能回收,大多焚烧、填埋或泄露到环境中。购物袋是我国在零售业领域较早关注并出台禁限政策的制品,也是目前该行业唯一受政策管控的制品。而从图 4 来看,软包装更应进行合理管控,假设软包装减少 10% 的用量,一年即可减少 200×10^4 t 一次性塑料消费,几乎是塑料袋年消费量的 3 倍。

邮政业一次性塑料制品废弃物回收率很低,行业综合回收比例仅在 2.5% 左右。快递塑料膜袋消费质量占快递包装的 63%,回收率不到 2%,主要是因为大部分膜袋由再生塑料制成^[36],回收价值低。泡沫箱是可回收物,回收率约为 70%,但因其质量轻、占用空间大,导致运输成本高,阻碍了回收率进一步提高^[53]。整体上看,93% 的快递塑料垃圾都被焚烧和填埋,随着行业快速发展,这种线性利用模式带来的环境负担将加重。

现阶段外卖包装废弃物几乎不回收。其中外卖餐盒废弃物占外卖包装废弃物总量的 83%,主要是 PP、PS、PET 等材质的硬质塑料容器。与快递包装不同,外卖餐盒本身具备回收潜力,但餐盒大多沾有油污、材质不易区分^[48],清洗分拣成本高,实际上基本均作为干垃圾或其他垃圾作焚烧或填埋处理。一次性塑料餐具体积较小,不仅难回收,还容易因卡住回收器械而影响其他塑料的回收。考虑到上游阶段外卖包装原料是原生树脂而非再生塑料,外卖包装的减量和资源化利用对降低其全生命周期环境影响更为必要。

受新型冠状病毒感染的影响,自 2020 年起佩戴一次性口罩成为居民出入公共场合的必要防护手段,2020 年我国口罩产量同比剧增 1 970%^[54],一次性口罩使用质量与当年外卖包装使用量接近,使用个数与销售包装在同一量级。一次性口罩几乎不能回收,目前只能依靠焚烧和填埋处置。按国家卫生健康委员会疾病预防控制局要求,健康人群佩戴过的口罩按生活垃圾分类要求处理^[55],大部分地区将其直接划入其他垃圾或干垃圾类别,与生活垃圾一起进行焚烧与填埋处理。但相比体量相近的邮政业一次性塑料制品和外卖包装,一次性口罩质量轻、使用量大,泄露至环境的概率更高。尽管缺乏准确数据,废弃口罩的泄

露现象已经得到广泛报道,遗落至环境中的口罩对陆地和水体带来的负面影响也已经引起很多学者的讨论^[40,56]。

受目前技术水平限制,从经济与环境影响角度看,回收或并非当前各一次性塑料废弃物末端处置的最优解,末端治理仍应结合实际情况综合考虑;健全废塑料收集回收体系、优化废塑料分拣和机械回收技术,对于降低塑料回收成本、建立废塑料循环意义重大。此外,减量、替代、重复使用等上中游治理策略同样值得重视^[57]。

5 结论与展望

a) 一次性塑料带来的环境问题已引起国内外广泛关注。一次性塑料制品判别特征可总结为“设计为仅使用一次”和“使用时间短”,据此可将我国常见一次性塑料制品分为 6 个行业、18 种类别。

b) 目前我国一次性塑料消费结构中零售业占主导,其余行业正在经历从农业主导转向邮政业和餐饮业主导的结构性转变。

c) 我国一次性塑料治理应当重点关注零售、快递、外卖和卫生行业,这些领域带来更显著的资源压力与环境压力。其中,销售包装体量最大、回收情况最好,软塑料包装减量与回收有较大提升空间。快递包装与外卖包装废塑料回收率很低,需要考虑建立重复使用模式或提升回收的经济技术可行性。一次性口罩的治理核心在于减少环境泄露。

d) 本研究目前主要集中于一次性塑料制品的中游和下游阶段的定量计算,未来可以考虑从增加覆盖环节、补充政策视角两方面拓展。一方面可探究增加树脂生产、制品制造环节,建立一套基于本研究分类体系的从“摇篮”到“坟墓”的全生命周期物质流账户,为我国一次性塑料全链条治理提供更多参考;另一方面可补充政策视角,梳理分析国内现有政策,为我国治理政策进一步完善提出建议。

参考文献 (References):

- [1] ZHANG Y T, WEN Z G. Mapping the environmental impacts and policy effectiveness of takeaway food industry in China[J]. *Science of the Total Environment*, 2022, 808: 152023.
- [2] ZHOU Y, SHAN Y L, GUAN D B, et al. Sharing tableware reduces waste generation, emissions and water consumption in China's takeaway packaging waste dilemma[J]. *Nature Food*, 2020, 1(9): 552-561.
- [3] 周大纲, 谢胜利. 我国农膜行业现状的分析及发展对策 (2020 年) [J]. *中国塑料*, 2020, 34(7): 104-108.
ZHOU D G, XIE S L. Current situation and development strategy of agricultural film industry in China (2020) [J]. *China Plastics*,

- 2020,34(7):104-108.
- [4] 马兆嵘,刘有胜,张芊芊,等.农用塑料薄膜使用现状与环境污染分析[J].生态毒理学报,2020,15(4):21-32.
- MA Z R,LIU Y S,ZHANG Q Q,et al.The usage and environmental pollution of agricultural plastic film[J].Asian Journal of Ecotoxicology,2020,15(4):21-32.
- [5] 刘协广.滑县农药包装废弃物回收处置工作开展情况[J].河南农业,2019(4):21-22.
- [6] LIU J L,VETHAAK A D,AN L H,et al.An environmental dilemma for China during the COVID-19 pandemic:the explosion of disposable plastic wastes[J].Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology,2021,106(2):237-240.
- [7] WANG B R,LI Y.Plastic bag usage and the policies:a case study of China[J].Waste Management,2021,126:163-169.
- [8] 邓义祥,王燕萍,张承龙,等.一次性塑料制品的替代管理策略研究[J].环境科学研究,2020,33(8):1973-1978.
- DENG Y X,WANG Y P,ZHANG C L,et al.Management policies for the substitutes of single-use plastics[J].Research of Environmental Sciences,2020,33(8):1973-1978.
- [9] 于佳曦,刘林林.对一次性消费品征收消费税的探讨[J].税务研究,2020(1):64-68.
- [10] SUN Y,HE H N.Understanding consumers' purchase intentions of single-use plastic products[J].Frontiers in Psychology,2023,14: 1105959.
- [11] UN Environment.Single-use plastics:a roadmap for sustainability [R/OL].Nairobi,Kenya:United Nations Environment Programme,(2018-03-26)[2022-11-07].<https://www.unep.org/resources/report/single-use-plastics-roadmap-sustainability>.
- [12] UN Environment,World Resources Institute.Tackling plastic pollution:legislative guide for the regulation of single-use plastic products[R/OL].Nairobi,Kenya:United Nations Environment Programme,(2021-04-06)[2023-09-22].<https://www.unep.org/resources/toolkits-manuals-and-guides/tackling-plastic-pollution-legislative-guide-regulation>.
- [13] VIMAL K E K,MATHIYAZHAGAN K,AGARWAL V,et al. Analysis of barriers that impede the elimination of single-use plastic in developing economy context[J].Journal of Cleaner Production,2020,272:122629.
- [14] LINDWALL C.Single-use plastics 101 [EB/OL].New York,USA: NRDC,(2020-01-09)[2022-12-20].<https://www.nrdc.org/stories/single-use-plastics-101>.
- [15] Plastic Free Challenge.What is single-use plastic and why is it a problem?[EB/OL].New York,USA:PFC,(2020-08-11)[2024-02-27].<https://www.plasticfreechallenge.org/what-is-single-use-plastic/>.
- [16] 国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会.国民经济行业分类:GB/T 4754—2017[S].北京:中国标准出版社,2017.
- [17] 国家统计局农村社会经济调查司.中国农村统计年鉴-2021[M].北京:中国统计出版社,2022.
- [18] 国家统计局农村社会经济调查司.中国农村统计年鉴-2022[M].北京:中国统计出版社,2023.
- [19] 王学文,刘刚,丁丽,等.石嘴山市农药包装废弃物高效回收对策建议[J].基层农技推广,2022,10(7):79-81.
- [20] 国家发展和改革委员会环资司.探访北京限塑令实施后:商超纷纷升级“换袋”[EB/OL].北京:国家发展和改革委员会,(2021-02-10)[2023-12-25].https://www.ndrc.gov.cn/xwdt/ztzl/slwrlzxd/202102/t20210210_1318976.html.
- [21] Euromonitor Consulting.Global packaging landscape:growth, trends & innovations[R].Virginia,US:Packaging Machinery Manufacturers Institute,2019.
- [22] JIANG X B,WANG T,JIANG M,et al.Assessment of plastic stocks and flows in China:1978-2017[J].Resources,Conservation and Recycling,2020,161:104969.
- [23] Mordor Intelligence.North America plastic packaging market size & share analysis:growth trends & forecasts (2024-2029)[R/OL].Hyderabad,India:Mordor Intelligence,(2021-09-20)[2024-02-29].<https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/north-america-plastic-packaging-market>.
- [24] 艾伦·麦克阿瑟基金会,清华大学.中国塑料包装产业循环经济发展策略研究报告[R/OL].北京:艾伦·麦克阿瑟基金会,(2024-03-27)[2024-04-10].<https://ellenmacarthurfoundation.org.cn/towards-a-circular-economy-for-plastics-in-china>.
- [25] FPA.Report to the Members 2022[R/OL].Maryland,US:Flexible Packaging Association,(2023-02-23)[2024-03-03].<https://www.flexpack.org/publication/RG93bmxyWQ6MTAwNA==>.
- [26] 重塑包装:中欧合作赋能回收循环价值链项目,中国日化及食品领域 PET 和 HDPE 硬包装物质流及再生前景分析[R/OL].北京:德国国际合作机构驻华代表处,(2024-02-25)[2024-03-11].https://transition-china.org/environment_and_circular_economy/.
- [27] 前瞻产业研究院.中国聚对苯二甲酸乙二醇酯(聚酯,PET)行业市场前瞻与投资战略规划分析报告[R/OL].深圳:前瞻产业研究院,(2023-07-20)[2024-03-12].<https://bg.qianzhan.com/trends/detail/506/230720-72e7e31e.html>.
- [28] 中国塑料加工工业协会.中国塑料工业年鉴-2001[M].北京:中国石化出版社,2002.
- [29] 国家统计局.中国统计年鉴-2022[M].北京:中国统计出版社,2022.
- [30] 中国饭店协会,上海盈蝶企业管理咨询有限公司,北京第二外国语学院旅游科学学院.2020 中国酒店业发展报告[R].北京:中国饭店协会,2021.
- [31] 中华人民共和国文化和旅游部市场管理司.2020 年度全国星级饭店统计报告[R/OL].北京:中华人民共和国文化和旅游部,(2021-05-07)[2023-05-18].https://zwgk.mct.gov.cn/zfxgkml/tjxx/202105/t20210507_924310.html.
- [32] 艾瑞咨询.2021 年中国新式茶饮行业研究报告[R/OL].上海:艾瑞咨询,(2022-01-23)[2023-05-18].https://report.iresearch.cn/report_pdf.aspx?id=3861.
- [33] CCFA,美团新茶饮研究院.2023 新茶饮研究报告[R/OL].上海:中国连锁经营协会,(2023-09-20)[2023-12-25].<http://www.ccfa.org.cn/portal/cn/xiangxi.jsp?id=444980&type=33>.
- [34] 绿色和平.奶茶一时爽,丢弃填埋场:一次性塑料杯背后的秘密

- [EB/OL].北京:绿色和平,(2019-08-06)[2023-05-19].<https://www.greenpeace.org.cn/>.
- [35] 国家邮政局.2020 年邮政行业发展统计公报 [EB/OL].北京:中华人民共和国交通运输部,(2021-05-12)[2023-05-18].https://www.mot.gov.cn/tongjishuju/youzheng/202105/t20210519_3594476.html.
- [36] 中国石油化工股份有限公司化工事业部,中国石化化工销售有限公司,中国石油化工股份有限公司石油化工科学研究院,等.2021—2030 中国快递业绿色包装碳减排潜力研究报告 [R/OL].北京:中国石化集团,(2022-09-30)[2023-12-15].<https://mp.weixin.qq.com/s/rPT3Ggh1yWrPnJ6JdJh-w>.
- [37] 国家邮政局.2021 年中国快递发展指数报告 [R/OL].北京:中华人民共和国国家邮政局,(2022-05-10)[2024-03-03].<https://www.spb.gov.cn/gjyzj/c100278/202205/4f2917dfc4ba28c31949456eb390e.shtml>.
- [38] 绿色和平,摆脱束缚.中国快递包装废弃物产生特征与管理现状 [R/OL].北京:绿色和平,摆脱束缚,(2020-10-27)[2022-12-26].http://www.plasticfreechn.org.cn/article/27_20.html.
- [39] Worldometer.Population of China (2024 and historical) [EB/OL].Delaware,USA:Dadax LLC,(2024-03-01)[2024-03-13].<https://www.worldometers.info/world-population/china-population/>.
- [40] YANG M Y,CHEN L,MSIGWA G,et al.Implications of COVID-19 on global environmental pollution and carbon emissions with strategies for sustainability in the COVID-19 era[J].*Science of the Total Environment*,2022,809:151657.
- [41] LIU M Z,WEN J X,FENG Y,et al.A benefit evaluation for recycling medical plastic waste in China based on material flow analysis and life cycle assessment[J].*Journal of Cleaner Production*,2022,368:133033.
- [42] SU Y H,DUAN H B,WANG Z N,et al.Characterizing the environmental impact of packaging materials for express delivery via life cycle assessment[J].*Journal of Cleaner Production*,2020,274:122961.
- [43] DUAN H B,SONG G H,QU S,et al.Post-consumer packaging waste from express delivery in China[J].*Resources,Conservation and Recycling*,2019,144:137-143.
- [44] 国家统计局.中国统计年鉴-2021[M].北京:中国统计出版社,2021.
- [45] 软塑新生项目组.中国塑料软包装回收利用基线报告 [R/OL].苏州:绿色再生塑料供应链联合工作组,中国物资再生协会再生塑料分会,(2023-07-21)[2024-03-04].<https://mp.weixin.qq.com/s/zrqDG4SFMEgO1JKvQqZ5qw>.
- [46] 中国物资再生协会再生塑料分会.中国再生塑料行业发展报告(2020—2021)[R].北京:中国物资再生协会,2021.
- [47] 中国物资再生协会再生塑料分会.中国再生塑料行业发展报告(2021—2022)[R].北京:中国物资再生协会,2022.
- [48] 中国石油化工股份有限公司化工事业部,同济大学生态文明与循环经济研究所,浙江省长三角循环经济技术研究院.外卖业包装塑料环境影响及回收循环研究报告(2021)[R/OL].北京:中国石化集团,(2022-09-30)[2024-02-21].http://www.chinacpc.com.cn/info/2022-09-30/news_6696.html.
- [49] 王海燕.外卖吃完后,一次性塑料餐盒去哪儿?代表建议商务楼可试点回收 [EB/OL].上海:上海人大,(2023-02-27)[2024-03-11].<https://mp.weixin.qq.com/s/DfoBwrybR5GYoaf4PnOarg>.
- [50] 仇晶.外卖塑料垃圾为何没人愿回收?33 个餐盒才能换 5 角 [EB/OL].济南:海报新闻,(2023-08-05)[2024-03-11].<https://w.dzwww.com/p/p9xhXix6WGb.html>.
- [51] 央视新闻客户端.每年数十万吨的外卖餐盒去哪儿了?如何“减塑”?[N].南方都市报,2023-07-14.
- [52] 徐卫星.我国 PET 饮料瓶回收率超 94%[N].中国环境报,2020-09-01.
- [53] 北京人大.泡沫塑料回收难问题凸显:多个小区及菜市场出现“难回收的可回收垃圾”[EB/OL].北京:北京人大,(2020-05-18)[2024-03-14].<https://mp.weixin.qq.com/s/eCbX1DBRHvdXePB6YJm5EQ>.
- [54] 金鑫.浅谈一次性口罩“新型污染”的解决思路 [J].纺织报告,2021,40(6):64-66.
- JIN X.Discussion on the solution of ‘new pollution’ of disposable mask [J].*Textile Reports*,2021,40(6):64-66.
- [55] 中华人民共和国国家卫生健康委员会.关于印发新型冠状病毒感染不同风险人群防护指南和预防新型冠状病毒感染的肺炎口罩使用指南的通知 [EB/OL].北京:中华人民共和国国家卫生健康委员会,(2020-01-31)[2024-03-13].<http://www.nhc.gov.cn/xcs/zhengcwj/202001/a3a261dabfc4c3fa365d4eb07ddab34.shtml>.
- [56] SELVARANJAN K,NAVARATNAM S,RAJEEV P,et al.Environmental challenges induced by extensive use of face masks during COVID-19:a review and potential solutions[J].*Environmental Challenges*,2021,3:100039.
- [57] 申宸昊,邓义祥,张嘉茂,等.我国塑料污染生命周期管理分析与建议 [J].环境科学研究,2021,34(8):2026-2034.
- SHEN C H,DENG Y X,ZHANG J X,et al.Improve life cycle management of plastic pollution in China[J].*Research of Environmental Sciences*,2021,34(8):2026-2034.

(责任编辑:周巧富)