

中日韩食品接触用 rPET 政策法规与管理分析

张敏¹, 袁赞², 陈建国³, 谢添², 潘祥华², 商贵芹^{1*}

(1.南京海关危险货物与包装检测中心, 江苏 常州 213003; 2.常州工业及消费品检验有限公司, 江苏 常州 213003; 3.宁波中盛产品检测有限公司, 浙江 宁波 315000)

摘要: **目的** 为我国食品接触用 rPET 回收体系建设、安全评估、法规政策制定提供参考和建议。**方法** 全面研究日本、韩国有关回收塑料的宏观政策和战略, 针对 rPET 的法规政策及管理要求, 深入分析欧美日韩管理的优缺点, 结合我国国情及研究进展, 提出相关意见和建议。**结果** 日本、韩国针对食品接触用 rPET 不仅制定了完善的法规标准, 还拥有完整的回收体系, 并通过政治和经济手段建立了从管理对象、管理机构到评估方法的全体系监管机制。但这些国家对食品接触用 rPET 的再生利用率仍旧不高, 法规与监管体系上还存在较多需完善的地方。**结论** 在循环可持续发展势在大背景下, rPET 食品接触的同级回收利用势在必行, 我国应在研究国外管理经验的基础上, 尽快建立适合我国国情的回收体系, 发布评估技术指南, 出台相关管理政策法规, 以促进行业规范高质量发展。

关键词: 回收塑料; 食品接触; 再生聚对苯二甲酸乙二醇酯; 政策法规; 管理

中图分类号: TB484 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2023)19-0015-08

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2023.19.003

Analysis of Policies, Regulations and Management of rPET for Food Contact Materials among China, Japan and the Republic of Korea

ZHANG Min¹, YUAN Yun², CHEN Jian-guo³, XIE Tian², PAN Xiang-hua², SHANG Gui-qin^{1*}

(1. Nanjing Customs Testing Center for Dangerous Goods and Packaging, Jiangsu Changzhou 213003, China;
2. Changzhou Safety Testing Center for Entry-Exit Industrial and Consumable Products, Jiangsu Changzhou 213003, China; 3. Ningbo Joysun Product Testing Service Company, Zhejiang Ningbo 315000, China)

ABSTRACT: The work aims to provide references and suggestions for the construction of recycling system, safety assessment, regulations, and policies for rPET (recycled polyethylene terephthalate) used in food contact materials in China. A comprehensive study was conducted on the macro policies and strategies of Japan and the Republic of Korea regarding recycled plastics as well as the regulations, policies and management requirements on rPET. Then, a detailed analysis was carried out to the advantages and disadvantages of the management systems in Europe, the United States, Japan, and the Republic of Korea. Based on China's national conditions and the progress of study, relevant opinions and suggestions were put forward. Japan and the Republic of Korea not only formulated comprehensive regulations and standards for food contact rPET, but also established a complete recycling system. Through political and economic means, they established a systematic regulatory mechanism covering the management objects, organizations, and assessment methods. However, the recycling rate of rPET for food contact materials in these countries was still not high, and there were still aspects that required improvement in the regulations and regulatory system. In the context of sustainable development, it is imperative to recycle food contact rPET at the same level. On the basis of studying foreign management experience, China should establish a recycling system suitable for its own national conditions as soon as possible, issue evaluation technical guide-

lines, and release relevant management policies and regulations to promote high-quality development of industry norms.

KEY WORDS: recycled plastics; food contact; recycled polyethylene terephthalate; policies and regulations; management

塑料制品在日常生活使用广泛且规模庞大, 但其化学性质稳定且难降解, 近些年来全球塑料污染形势严峻^[1], 治理措施不断升级。PET (聚对苯二甲酸乙二醇酯) 材料轻便耐磨、坚固透明、可回收性较高^[2], 当前再生 PET 市场发展不断掀起热潮。2021 年全球再生 PET 市场规模达到 94 亿美元, 预计到 2030 年底, 可达 184.6 亿美元^[3]。我国是世界上最大的再生 PET 生产国, 但大部份降级回后收用于纺织品和纤维的生产^[4], 在食品接触材料及制品 (以下简称食品接触材料) 中的应用尚未被许可。然而, 在全球资源日益减少的当下, 为实现循环可持续发展, rPET 在食品接触材料中的同级回收利用势在必行。因此, 本文全面、深入分析了日本、韩国有关 rPET 的法规政策及管控要求, 探讨了欧美日韩管理的优缺点, 并结合我国国情及食品接触用 rPET 的研究进展, 就回收体系建设、安全评估、法规政策制定给出了相关意见和建议, 以期推动我国 rPET 在食品接触材料中应用和发展。

1 再生塑料的宏观政策和战略

1.1 日本再生塑料政策和战略

2019 年 5 月 31 日, 日本颁布了战略性报告——《塑料资源循环战略》^[5], 目的在于对塑料进行减量化使用、提高回收再生率和使用生物质塑料。战略主要设定了 3 个目标:

1) 减量化。到 2030 年累计减少 25% 的一次性塑料排放。

2) 回收、再生。到 2025 年通过设计提高塑料容器包装等制品的回收再生率; 到 2030 年实现 60% 的塑料容器包装回收或再生^[6]; 到 2035 年对难以回收或再生的塑料包装实现 100% 回收^[7]。

3) 使用生物质塑料。到 2030 年实现使用生物质塑料约 200 万 t 的目标。

针对 PET 的回收利用, 日本还出台了一些特别措施^[8-9], 具体如下:

1) 减少 PET 瓶的质量。2015 年已实现 PET 瓶减量 15%, 2020 年已实现减量 25.3%, 到 2025 年继续保持实现减量 25% 及以上的目标。

2) 提高 PET 瓶的回收率。日本计划到 2025 年将 PET 瓶的回收率保持在 85% 及以上。

3) 多元化 PET 瓶的再生产品。将回收的 PET 瓶由目前单一制成薄片和母粒的产品, 进一步转化成为 PET 瓶、食品托盘、纤维、片材和模制品等领域的各种高质量产品。

4) 禁止生产或使用彩色 PET 瓶。PET 瓶回收协

会禁止日本生产或使用彩色 PET 瓶。

5) 促进易剥离标签的普及^[10]。普及带有穿孔的标签, 以便其在回收再生的过程中易被分离。

6) 瓶到瓶的再生利用^[11]。通过化学和物理方式回收的 PET 瓶可再生制成 PET 瓶。

1.2 韩国再生塑料政策和战略

近年来, 韩国逐步建立了包括塑料生产、流通消费、回收利用等全生命周期的法律条例, 并形成了较完善的塑料污染治理体系和措施战略。塑料的战略目标是: 到 2025 年塑料废弃物减少了 20%, 且其回收利用比例从现今的 54% 提高到 70%^[12]。据此, 韩国政府主要通过塑料制品减量化和提高回收率这两方面来实现目标, 具体如下:

1) 在塑料生产阶段, 主要采用政策手段和经济手段相结合的方式, 政策上对达到一定规模的容器类生产企业, 设定其产品塑料容器的生产比例; 经济上对生产者实行生产者再利用责任制度和再生原料义务使用制度^[13-14]。

2) 在塑料流通阶段, 主要采用减少塑料袋和难回收再生的彩色塑料瓶的使用、严格限制过度包装、实施一次性塑料杯保证金制度等措施。

3) 在回收利用阶段, 主要采用提高个人分拣的比例、完善回收利用体系和加强对海洋塑料垃圾的回收等措施。

1.3 中国再生塑料政策和战略

为大力发展循环经济, 加快再生塑料回收体系建设行业发展, 近些年我国也发布了一系列政策。2020 年 1 月, 生态环境部发布《关于进一步加强塑料污染治理的意见》^[15], 意见指出到 2025 年塑料制品生产、流通、消费和回收处置等环节的管理制度基本建立。2021 年 7 月, 《“十四五”循环经济发展规划》中指出加强塑料垃圾分类回收和再生利用。同年 9 月, 生态环境部又发布了《“十四五”塑料污染治理行动方案》, 方案指出要完善塑料废弃物回收利用体系, 鼓励采取同级利用的方式提高塑料的再生价值。2022 年 1 月国家发展改革委等部门发布《关于加快废旧物资循环利用体系建设的指导意见》, 提出实施废塑料等废旧物资回收加工利用行业规范管理。

此外, 我国台湾地区对再生塑料也相继发布了一系列政策与战略。2007 年, 台湾地区发布了《迈向永续台湾环保行动计划》, 提出一般废弃物源头管理、提升资源回收效率等计划。另外台湾地区已于 2022 年发布了《台湾 2050 净零排放路径及策略总说明》^[16], 期望达成提升资源生产力、降低人均物质消费量

的目标。同年11月又发布了《非填充食品之塑料再生商品推动作业要点》^[17],规定了再生塑料的使用目标,即2025年再生塑料使用比率达25%;2030年再生塑料使用比率达30%。

2 再生塑料法律法规与指南

2.1 日本再生塑料法律法规与指南

日本作为亚洲最早允许再生塑料用于食品接触材料的国家,其对回收塑料的处理及再生均制定了详细的法规和指南。

2001年1月,日本发布了《循环型社会形成推进基本法》^[18],明确了实现“减少废弃物、旧物品再利用、资源再利用”(3R)的基本目标和形成循环型社会法规的基本框架。为有效推进3R目标的落实,日本在基本法的基础上又下设了《废物处理法》^[19]和《资源有效利用促进法》。为促进PET瓶的分类回收,《资源有效利用促进法》^[20]及其施行令中部分条款还特别规定了关于PET瓶的标签要求。

2021年日本发布《塑料资源循环促进法》^[21],其在相应的循环利用法中对不同行业的塑料废弃物的回收处理和再生利用分别规定了相应的处理方法,且明确了国家、地方政府、企业和民众等相关主体的责任与义务。其中,《容器和包装回收法》^[22]规定了消费者、地方公共团体、企业对PET瓶分类和回收的要求。

另外,日本厚生劳动省为确保回收塑料作为再生材料用于食品接触材料的安全性,发布了《食品用器具、容器和包装的再生塑料材料的使用指南》^[23]。PET瓶回收协会还发布了PET瓶自主设计指南,规定了PET瓶本体及其附属包装材料的原则性要求,如PET瓶身颜色应设计为透明色,且其构造应易于压扁;标签应易于分离。

2.2 韩国再生塑料法律法规与指南

1992年12月8日,韩国环境部首次颁布《资源节约与循环利用促进法》^[24],规定了韩国资源循环利用制度,并随后颁布了相应的施行令和实施规则。为了有效推进该法及实施规则,环境部针对包装的结构和材料标准,回收利用等级的标识要求等内容,分别发布了《包装材料材质、结构标准》、《包装材料材质、结构等级标识标准》和《包装材料可回收性评级标准》等。根据《资源节约与循环利用促进法》的相关规定,韩国环境部于2022年发布第2022-45号公告,颁布了《食品容器使用再生原料标准》^[25],细化了PET的回收要求。

此外,韩国的食品药品安全部于2020—2022年修订了《食品器具、容器和包装的标准和规格》^[26],明确了允许使用的回收塑料的范围,并新增了再生原料的

使用标准。2022年食品药品安全部还修订了《食品卫生法》^[27]与《食品卫生法实施规则》^[28],新增了“器具、容器和包装中使用再生原料的授权”的相关内容。

2.3 中国再生塑料法律法规与指南

目前,中国大陆再生塑料的发展还处于起步阶段,尚未制定相关法律法规。但我国台湾地区相对起步较早,2002年发布了所谓的“资源回收再利用法”^[29],并在此基础上发布了所谓的“资源回收再利用法实施细则”。2022年5月,台湾地区发布了《供作食品容器具包装制造使用之PET再制酯粒原料适宜性申请作业流程》^[30],正式放开了rPET在食品接触材料的使用。此外,2023年《食品器具容器包装卫生标准》^[31]也修订了“塑料制食品容器及包装”的回收要求。

3 再生塑料的管理

3.1 回收体系

3.1.1 日本回收体系

日本对PET瓶的回收途径主要来自家庭和相关企业两方面^[32]。PET瓶经回收处理后通过国内和国外2种途径进行资源再利用。

日本针对PET塑料瓶的回收流程^[33]:由消费者根据PET瓶上的标签及当地市政府的规定进行分类;政府将从消费者处回收的PET瓶再次分类、收集,捆装后储存起来;由回收公司选取符合分选标准材料后再生成PET原料,如薄片和母粒等;再商品化的生产商将回收公司生产的薄片母粒等作为原料,生产片材产品和模制品等。

3.1.2 韩国回收体系

在韩国,PET瓶属于一般属于可回收垃圾,其回收的方式主要如下:

1) 消费者将PET瓶洗净、去除标签后,依照瓶上的回收标志及当地政府的规定将PET瓶的瓶盖、瓶体不同材质的内外包装分类投放。

2) 政府直接或委托清洁公司将垃圾收运至处理站。

3) 由生产者对其生产的PET瓶进行回收。若无回收能力,可以缴纳一定费用后交由专门的企业(回收公司)或第三方组织(生产者再利用协会)负责回收和循环利用。

韩国对PET瓶的回收^[34-35]步骤具体为精选PET瓶→输送至回收工序→清除杂物→破碎→清洁→自旋干→干燥→薄片→再生产品。回收处理后的一级产品,如PET树脂,回收再利用的二级产品,如无纺布、PET纤维、衣架等。

3.1.3 中国回收体系

党的十八大以来,我国便高度重视塑料污染治理,已经建成了世界上相对完善的塑料循环利用体

系,特别是 2019 年全面推行垃圾分类政策以来,国家尤其重视废塑料本土化回收。各地以回收站点为基础,建立分拣、加工中心,不断加强塑料废弃物规范回收和清运,以集群化的分拣中心及加工中心为节点,形成废塑料回收加工利用网络和产业链条。废塑料的循环过程为垃圾→回收→分拣、打包→再利用→消费。回收的主要方式有回收站、社区和家庭回收 3 种方式。尽管根据中国物资再生协会再生塑料分会发布的报告显示,2022 年我国废塑料产生量达到 6 000 多万 t,其中废塑料回收量达到 1 800 多万 t,回收率达 30%,已高于全球废塑料回收平均水平,但截至目前仍未建立完善的闭环回收体系,也未针对 PET 出台特定的回收要求。

我国台湾地区对废塑料等资源垃圾通常会经细致分类后回收再利用^[36],其回收程序如下:

1) 居民。在家用一般的塑料袋将可回收的东西全部分类打包,交给物业公司统一处理或交给清洁队的资源回收车。

2) 物业公司。清洁人员统一回收小区资源垃圾后,在小区检查细分垃圾种类,之后再次打包完成。

3) 收运。垃圾根据种类的不同会被相应的回收公司回收,同时回收公司若需回收资源垃圾则要向物业支付费用进行购买。

4) 处理。回收公司获得资源垃圾后会根据回收物品的可再生性做相对应的处理。

3.2 行政管理

3.2.1 日本食品接触用 rPET 的行政管理

为推动食品接触用 rPET 的发展、促进资源的循环利用,日本出台了《容器和包装回收法》,此法对 PET 瓶的分类管理和回收再生的要求具体如下:

1) 分类管理。用途不同的 PET 瓶应分类管理,如用于盛装酱油、饮料的 PET 瓶与盛装食用油或非食品用途的 PET 瓶要分开回收。PET 瓶上还应带有识别标识以满足相应的回收要求。

2) 回收再生。消费者根据 PET 瓶的识别标识将其放置于指定回收处,之后由地方公共团体负责分类回收,最后再由企业再生制成 PET 薄片、颗粒或更高级的产品。

为更好地促进 PET 瓶的分类回收,《资源有效利用促进法》及其施行令中部分条款对 PET 瓶的标签要求:PET 瓶识别标志^[37]仅适用于指定标签产品;指定标签产品以外的 PET 瓶,需按照各市町村的规定,作为塑料包装容器被单独处理。

此外,《食品用器具、容器和包装的再生塑料材料的使用指南》提出确保再生塑料原料中的化学污染物既不会迁移到食品中危害人体健康,也不会出现在食品器具和包装的终产品中。同时该指南还为其生产商和进口商制定了相应的安全性生产和进口申报程

序,以确保再生塑料的安全性。

3.2.2 韩国食品接触用 rPET 的行政管理

2022 年,韩国环境部根据《资源节约与循环利用促进法》的相关规定颁布了《食品容器使用再生原料标准》^[25]。该标准适用于物理回收的食品接触用 rPET,但不适用于生产食品容器时产生的边角余料及化学回收的食品接触用 rPET。

《食品容器使用再生原料标准》中对回收原料的要求主要为:回收过程原料的分拣要求,如在回收和运输时应避免与其他塑料材料混合;回收和生产商应遵守的规定包括回收原料的存放、生产设备、生产管理和质量标准等,以及获得回收原料生产许可证书。

此外,《食品器具、容器和包装的标准和规格》^[26]中对再生塑料的使用要求具体如下。

1) 生产和加工食品器具和包装时,符合标准的原材料中产生的边角余料可以在不受杂质污染的情况下作为原料继续使用。

2) 生产、加工食品器具并进行包装时,多层材质中不与食品直接接触的部分可使用再生的合成树脂材料,但树脂中的污染物质不能与食品接触或迁移到食品中。

3) 生产、加工器具并进行包装时,可在食品接触层使用再生塑料,但需满足以下情况之一:使用过的塑料经加热、化学反应等分解成原料,并经纯化后再聚合(即为化学再生);再生过程中使用符合《食品容器使用再生原料标准》的薄片等原材料,且物理再生的食品接触用 rPET 符合《用于制造器具、容器和包装的再生合成树脂标准》。

为进一步促进食品接触用再生塑料的使用,韩国食品药品安全部于 2022 年对《食品卫生法》与《食品卫生法实施规则》新增了有关“器具、容器和包装中使用再生原料的授权”的条款,其内容主要如下:

1) 韩国食品药品安全部必须制定,并发布可用于食品器具和包装的再生塑料标准。

2) 预期使用再生原料的生产需获得韩国食品药品安全部的批准,但通过蒸馏、结晶等重新聚合精制的再生原料除外。

3) 再生原料的授权程序需按照《食品卫生法实施规则》的规定申请。

4) 不得进口、运输、生产、销售或使用未获得食品药品安全部批准认可的再生原料。

3.2.3 中国食品接触用 rPET 的行政管理

目前,中国大陆尚未授权回收塑料在食品接触领域的使用,也未针对食品接触用 rPET 出台相关的管理政策。

2022 年,我国台湾地区优先出台了《供作食品容器具包装制造使用之 PET 再制酯粒原料适宜性申请作业流程》,对食品接触用 rPET 制定了相应的审查方式,并明确此申请仅用于物理回收的 PET 瓶。2023

年,进一步修订了《食品器具容器包装卫生标准》中关于塑料容器不得回收使用的管理规定,明确其适用范围,即“塑料制食品容器及包装不得回收后,再重复包装食品贩卖”。

3.3 再生工艺与安全评估

3.3.1 日本再生工艺与安全评估

日本食品接触用再生塑料的工艺与安全风险评估由厚生劳动省进行监管。2012年厚生劳动省发布的《食品用器具、容器和包装的再生塑料材料的使用指南》中对食品接触用再生塑料的再生工艺安全评估方法作出的具体规定(如下),进口及生产企业需根据指南的要求向厚生劳动省递交相关文件,最终由食品安全委员会批准认可。

1) 原料污染来源分析。原料按其质量条件可分为3类:第1类指生产中回收的边角料等;第2类指未受到其他污染可回收再生的食品接触用容器,rPET瓶、玻璃瓶、金属罐等均属于此类;第3类指以1类和2类以外的方式回收的。因此评估时要根据材质的特征和处理方法对原料进行分析。

2) 再生工艺的挑战试验。日本的挑战试验采用美国食品药品监督管理局(FDA)的替代污染物试验进行测试,首先选取5个类别的替代污染物,包括4种挥发性极性有机物(氯仿等)、1种挥发性非极性有机物(甲苯)、2种非挥发性极性有机物(二苯甲酮、水杨酸甲酯)、6种非挥发性非极性有机物(二十四碳烷等)和1种重金属盐(2-乙基己酸铜)。然后将替代污染物溶液填满再生塑料制成的容器或是将再生树脂浸没于替代污染物溶液中进行充分搅拌,其中浸泡温度为40℃,浸泡时间为14d。

3) 安全性评估方法。再生塑料材料中可能残留的污染物质种类复杂,基于个别毒性试验对其进行安全性评价较为困难。因此,根据美国食品药品监督管理局(FDA)设定的食品接触材料毒理学阈值,即污染物的每日摄入量限值为1.5 μg/d,最终得出食品接触用rPET中污染物的残留量安全阈值为220 μg/kg。

在评估机制下,日本食品接触用rPET的技术也发展迅速。食品业头部企业三得利^[38]与协荣企业于2018年开发出一种机械式回收工艺,实现了瓶到瓶的100%再生利用,即:薄片→结晶→固相聚合→熔融成型(注塑成型)→成型→吹塑成型→PET瓶。此外,味之素综合食品株式会社采用了化学回收技术,将回收的PET瓶通过化学分解回PET原料,并再次制成新的PET瓶。

3.3.2 韩国再生工艺与安全评估

韩国由食品药品安全部和环境部共同管理食品接触用再生塑料的工艺与安全风险评估。

根据《食品卫生法》及其实施细则、《食品器具、容器和包装的标准和规格》的法规要求,物理再生原

料需要向食品药品安全部申请并提交资料进行认证,其中提交的资料需表明原料符合《食品器具、容器和包装的标准和规格》,且最终获得审批认可后方可上市。

此外,环境部为了扩大透明塑料瓶的回收利用,与食品药品安全部建立了环境部-食品药品安全部双重验证体制。环境部根据《食品容器使用再生原料标准》,负责在透明塑料瓶回收后制作成中间原料的阶段进行第1次验证。食品药品安全部则根据《器具及容器、包装的标准及规格》,对最终原料进行审查和认定。

韩国主要针对物理再生且符合《食品器具、容器和包装的标准和规格》附录4规定的rPET进行安全性评估。与日本的再生工艺与安全评估略有不同,韩国挑战试验采用美国食品药品监督管理局(FDA)的方法^[39],但安全性评估则采用欧盟食品安全局(EFSA)^[40]的方法。EFSA采用毒理学关注阈值(TTC)方法评估rPET的安全性,基于婴儿、幼儿和成年人不同体质量的食物消费量和迁移扩散模型,确定了不同人群可接受的污染物迁移水平分别为0.1、0.15和0.75 μg/kg^[41]。同时通过挑战试验得到去污效率和假设参考污染水平,最终计算得出rPET中的污染物残留限量。

3.3.3 中国再生工艺与安全评估

尽管截至目前中国大陆尚未授权回收塑料在食品接触领域的使用,但其再生工艺已与国际接轨,主要有物理回收和化学回收2种,其中食品接触用rPET的再生工艺最为成熟,且有部分企业已获得欧洲食品安全局(EFSA)许可和美国FDA的无异议函。关于食品接触用塑料再生工艺的安全评估,还在研究阶段,尚未发布正式的指南或其他技术文件。

我国台湾地区已于2022年出台了《供作食品容器具包装制造使用之PET再制酯粒原料适宜性申请作业流程》,正式开始了对食品接触用rPET的评估与监管,评估只针对物理再生的PET树脂。根据作业流程,每个案例都要经过两方面的审查。

1) 行政审查。由食品药物事务主管部门或其的委托单位审查申请者递交的申请文件及资料的完整性。

2) 专家审查。由食品药物事务主管部门组织专家对申请者递交的资料,提出安全性评估的审查建议。建议回复通过后再由卫生事务主管部门的食品风险评估咨议会提供咨询建议,经食品药物事务主管部门汇整意见后批准认可。若被驳回,则3个月内不再受理统一申请案例。

作业流程指出,台湾地区的挑战试验与安全性评估主要参考美国食品药品监督管理局(FDA)和欧盟食品安全局(EFSA)的方法。目前,远东新世纪和新光化纤两家单位已获得台湾地区主管部门的审核认可。其中,远东新世纪主要将PET分解成单体后经过精细过滤重新聚合成PET,最终制成纤维;而新光化纤在取得许可后,有望将PET颗粒的再生率从目前的

25%~30%提高至 50%。

4 讨论

4.1 欧美、日韩食品接触用 rPET 管理的比较与分析

关于食品接触用 rPET 的管理, 欧盟起步较早也相对完善, 已有相关文献的报道^[41]。本文结合已有报道, 将欧美与日韩食品接触用 rPET 管理进行比较分析如下:

1) 管理对象。欧盟仅接受“合适的再生技术”进行评估, 包括物理再生 rPET 以及闭环生产的再生塑料。美国评估的对象不仅包括 rPET, 也包括再生 PE、PP 等材料。日本评估的对象主要有 3 种: 生产中回收的边角料、未受到其他污染可回收再生的食品接触用容器和以上 2 种方式以外回收的。第 1 类和第 2 类原料可采用物理回收, 而第 3 类原料必须采用化学回收工艺。韩国仅针对物理再生且符合《食品器具、容器和包装的标准和规格》附录 4 规定的 rPET, 且物理回收工艺只允许使用经环境部批准的 PET, 化学回收工艺则允许使用其他类型的塑料原料。

2) 管理机构及方式。欧盟先由欧洲食品安全局 (EFSA) 负责评估, 再有欧盟委员会批准认可; 美国和日本则分别由食品药品监督管理局 (FDA) 和厚生劳动省负责评估和监管; 韩国由食品药品安全部和环保部共同评估和监管。欧美日韩的管理方式, 对物理回收均为一事一议的模式, 其中美国是自愿申请的无异议函, 其他国家是许可模式。欧盟和美国批准或允许的食品接触用再生塑料适用于申请企业和申请企业授权使用的企业。

3) 安全性评估。日本的挑战试验和安全性评估均采用美国 FDA 方法; 韩国挑战试验使用美国 FDA 方法、安全性评估采用 EFSA 方法。尽管欧盟和美国对再生塑料的评估主要是对原料和制品的安全性的评估, 并通过挑战试验证明再生工艺的去污有效性, 但其挑战试验和安全评估不尽相同。对于挑战试验, 欧美的基本原理相同, 但污染物选择、污染条件、测试和去污效率计算不同; 而对于安全评估, EFSA 采用毒理学关注阈值 (TTC) 方法评估, 美国则通过残留物最大可接受水平估算, 并基于 21 CFR 170.39 中设定的来自食品接触材料管理阈值, 认为污染物的每日估计摄入量在不超过 1.5 $\mu\text{g}/\text{d}$ 时, 对人体不会造成健康风险。

4) 立法保障。为推动回收塑料在食品接触材料中的应用, 欧美日韩均出台了相关的政策法规, 以及配套的指导性文件。

4.2 中国食品接触用 rPET 管理的建议

综上所述, 针对 rPET 在食品接触领域的应用,

日本^[42]、韩国均建立了相对完善法规指南, 明确了其管理要求。根据上述分析, 关于我国食品接触用再生塑料的管理, 提出以下几点建议。

1) 进一步优化回收管理体系, 发展回收利用供应链。加大立法力度, 加强废塑料回收的法律法规制定和执行, 促进废塑料回收领域的规范化发展。从源头开始, 不断细化废弃物分类投放制度, 使废弃物从源头处就被有效回收, 降低后续的处理成本, 提高废弃物的回收效率。明确政府、企业以及消费者的责任主体, 由政府主导并大力宣传回收分类体系, 各部门协同合作完善基础设施建设, 用政治和经济手段刺激、鼓励民众积极参与, 共同推进分类回收管理制度。鼓励企业参与废塑料回收, 提供相应的财政和政策支持, 鼓励企业建立废塑料回收站点和利用基地。加强公众宣传和教育, 提高人们对废塑料回收重要性的认识, 倡导人们积极参与废塑料分类回收, 培养废塑料回收的社会共识。

2) 制定适合我国回收体系的安全评估指南, 推动回收技术创新。由欧美日韩关于食品接触用回收塑料的管理可知, 挑战试验和安全评估都是必不可少的。尽管欧美有成熟的做法可借鉴, 日韩也参照采用了, 但目前我国的回收体系尚未健全, 基础回收设施还不完善, 例如 PET 回收过程中易被混入一些其他物质^[43], 增加回收难度。因此, 需要充分调研我国回收体系下的污染物及水平, 建立适合我国回收国情的挑战试验规则, 以及相应的安全评估原则, 以更好地保障食品安全。

3) 多部门和行业联动, 共同推进配套的法律法规标准的制定和完善, 促进回收塑料的食品接触再利用。rPET 等回收塑料在食品接触领域的应用, 不但涉及回收产业链, 而且关乎食品安全, 是社会共治性问题。因此, 其推动和发展, 需多部门和行业的联动, 实施多措并举。一是通过立法和/或支持循环型社会发展的经济优惠政策, 促进有效垃圾分类, 明确回收塑料食品接触用管理办法, 鼓励企业回收技术创新; 二是通过标准或指南明确产业链职责、规范行业行为, 包括但不限于提倡易回收利用的塑料制品设计等。

5 结语

当前回收 PET 的技术发展迅速, 我国作为世界最大的 PET 食品包装材料生产和消费国, 发展 PET 回收技术不仅有利于国内多个行业的发展, 还对我国节约能源、降低碳排放、增强资源的可持续利用等方面均具有重要意义。为加强发展我国循环经济, 进一步走可持续发展道路, 我国应加快优化回收体系的步伐, 大力出台支持循环型社会发展的政策法规, 积极推进再生技术的革新和利用。从政策和技术两方面为国内塑料回收再生行业标准建设出工出力, 从而减少

原生PET的使用,降低石油等不可再生资源的消耗,提高rPET的循环次数,促使我国尽快开启食品接触用rPET的发展浪潮,早日成为全球食品接触用rPET规则的制定者和引领者。

参考文献:

- [1] 安立会,李欢,王菲菲,等.海洋塑料垃圾污染国际治理进程与对策[J].环境科学研究,2022,35(6):1334-1340.
AN Li-hui, LI Huan, WANG Fei-fei, et al. International Governance Progress in Marine Plastic Litter Pollution and Policy Recommendations[J]. Research of Environmental Sciences, 2022, 35(6): 1334-1340.
- [2] 李强,刘朴真,段敏,等.食品用PET瓶回收技术及监管现状[J].食品工业科技,2022,43(19):487-493.
LI Qiang, LIU Pu-zhen, DUAN Min, et al. Recycling Technology and Supervision Strategies of Food Contact PET Bottle[J]. Science and Technology of Food Industry, 2022, 43(19): 487-493.
- [3] 佚名.价值百亿!再生PET市场谁来分羹?[J].资源再生,2022(1):50-51.
Anon. Worth billions! Who will share the recycled PET market?[J]. Renewable Resources, 2022(1): 50-51.
- [4] 周菁.中国R-PET瓶到瓶技术发展现状及展望[J].合成技术及应用,2020,35(2):19-23.
ZHOU Jing. Development Status and Prospect of Bottle to Bottle Technology in China[J]. Synthetic Technology and Application, 2020, 35(2): 19-23.
- [5] 陈祥.日本制定“塑料资源循环战略”的原因及影响[J].日本问题研究,2019,33(6):29-41.
CHEN Xiang. The Reasons and Influences of Japan's "Resource Circulation Strategy for Plastics"[J]. Japan Problem Studies, 2019, 33(6): 29-41.
- [6] 佚名.日本计划在2030年实现PET瓶100%回收[J].塑料工业,2019,47(2):165.
Anon. Japan plans to achieve 100% recycling of PET bottles by 2030[J]. Plastics Industry, 2019, 47(2): 165.
- [7] 佚名.日本更新塑料回收目标,加大塑料回收和再生利用率[J].塑料科技,2019,47(5):43.
Anon. Japan Updated Its Plastic Recycling Target to Increase the Utilization Rate of Plastic Recycling and Recycling[J]. Plastic Science and Technology, 2019, 47(5): 43.
- [8] 王晓彤.关于日本容器包装的考察[D].上海:上海外国语大学,2019.
WANG Xiao-tong. Investigation on Japanese Container Packaging[D]. Shanghai: Shanghai International Studies University, 2019.
- [9] 周炳炎,金雅宁,李丽.日本包装废物管理体系和产生特性分析[J].再生资源与循环经济,2008,1(7):38-41.
ZHOU Bing-yan, JIN Ya-ning, LI Li. Analysis of the Management System and the Generation Character of the Packaging Waste in Japan[J]. Renewable Resources and Recycling Economy, 2008, 1(7): 38-41.
- [10] 郭廷杰.日本PET瓶的再生利用[J].再生资源研究,2002(6):38-42.
GUO Ting-Jie. Recycling of PET bottles in Japan[J]. Renewable Resources Research, 2002(6): 38-42.
- [11] 谭亦武.瓶到瓶(BTB)技术和市场研究(一)[J].合成纤维,2009,38(10):10-14.
TAN Yi-wu. Investigation on Technology and Market of Bottle to Bottle[J]. Synthetic Fiber in China, 2009, 38(10): 10-14.
- [12] 艾琳.按比例使用PCR再生塑料,您准备好了么?[J].资源再生,2021(11):38-40.
AI Lin. Are You Ready to Use PCR Recycled Plastic in Proportion?[J]. Resource Recycling, 2021(11): 38-40.
- [13] 高健.韩国废弃物循环利用的主要经验[J].经济视角,2010(16):50-52.
GAO Jian. South Korea's Main Experience in Waste Recycling Use[J]. Economic Vision, 2010(16): 50-52.
- [14] 朴松美.韩国废物负担金制度的实施效果[J].外国问题研究,2013(4):85-90.
PIAO Song-mei. Funds System for Waste Treatment in Republic of Korea[J]. Japanese Studies Forum, 2013(4): 85-90.
- [15] 杨晓宇,刘雅文.废塑料回收利用黄金时代来了![J].中国石油和化工,2021(11):14-19.
YANG Xiao-yu, LIU Ya-wen. The Golden Age of Plastic Recycling is Coming![J]. China Petroleum and Chemical Industry, 2021(11): 14-19.
- [16] 台湾当局行政事务管理机构.台湾2050净零排放路径及策略总说明[EB/OL].(2022-03-30)[2023-09-25].
<https://smmdb.epa.gov.tw/circulation/>.
Administrative affairs management agency of the Taiwan authorities. Taiwan 2050 Net Zero Emission Path and Strategy General Note[EB/OL]. (2022-03-30) [2023-09-25]. <https://smmdb.epa.gov.tw/circulation/>.
- [17] 非填充食品之塑料再生商品推动作业要点[S].
Key Points of Promoting Plastic Recycled Products for Non-Filled Food[S].
- [18] 循环型社会形成推进基本法[S].
Basic Act on Establishing a Sound Material-Cycle Society[S].
- [19] 废物处理法[S].
Waste Treatment Method[S].
- [20] 资源有效利用促进法[S].
Law for the Promotion of Effective Utilization of Resources[S].
- [21] 塑料资源循环促进法[S].
Law on Promoting the Recycling of Plastic Resources[S].

- [22] 姜宛宜, 朴春兰. 日本循环经济发展模式经验探讨[J]. 现代商业, 2021(27): 52-54.
JIANG Wan-yi, PIAO Chun-lan. Discussion on the Experience of Japan's Circular Economy Development Model[J]. Modern Business, 2021(27): 52-54.
- [23] 食品用器具、容器和包装的再生塑料材料的使用指南[S]. Guidelines for the Use of Recycled Plastic Materials for Food Utensils, Containers, and Packaging[S].
- [24] 资源节约与循环利用促进法[S].
South Korea's Resource Conservation and Recycling Promotion Act[S].
- [25] 食品容器使用再生原料标准[S].
Standard for the Use of Recycled Raw Materials in Food Containers[S].
- [26] Ministry of Food and Drug Safety. Standards and Specifications for Utensils, Containers and Packages (No. 2021-76) [EB/OL]. (2021-12-31)[2023-09-21]. https://www.mfds.go.kr/eng/brd/m_15/view.do?seq=72435.
- [27] 食品卫生法[S].
Food Hygiene Law[S].
- [28] 食品卫生法实施规则[S].
Implementation Rules of the Food Hygiene Law[S].
- [29] 资源回收再利用法[S].
Resource Recycling and Reuse Usage[S].
- [30] 供作食品容器具包装制造使用之 PET 再制酯粒原料适宜性申请作业流程[S].
Application Process for Suitability of PET Reproduced Ester Granule Raw Materials Used in the Packaging and Manufacturing of Food Containers[S].
- [31] 食品器具容器包装卫生标准[S].
Hygienic Standard for Packaging of Food Utensils Containers[S].
- [32] 金科学. 日本城市生活垃圾分类的经验及借鉴[J]. 城乡建设, 2020(19): 71-73.
JIN Ke-xue. Experience and Reference of Japanese Municipal Solid Waste Classification[J]. Urban and Rural Development, 2020(19): 71-73.
- [33] 佚名. 84.8%的 PET 回收率日本是怎么做到的?[J]. 绿色包装, 2019(3): 87-90.
Anon. How does Japan Achieve a PET Recovery Rate of 84.8%?[J]. Green Packaging, 2019(3): 87-90.
- [34] 陈浩, 朴光玄. 韩国城市生活垃圾管理制度探析[J]. 当代世界, 2010(11): 57-59.
CHEN Hao, PIAO Guang-xuan. Analysis on the Management System of Korean Urban Living Wastes[J]. The Contemporary World, 2010(11): 57-59.
- [35] 刘雅星, 郝淑丽. 韩国垃圾管理及分类制度对我国的启示[J]. 再生资源与循环经济, 2015, 8(2): 41-44.
LIU Ya-xing, HAO Shu-li. Waste Management and Classification System of Korea and the Inspiration to China[J]. Recycling Research, 2015, 8(2): 41-44.
- [36] 杜倩倩, 宋国君, 马本, 等. 台北市生活垃圾管理经验及启示[J]. 环境污染与防治, 2014, 36(12): 83-90.
DU Qian-qian, SONG Guo-jun, MA Ben, et al. Experience and Implications of Municipal Solid Waste Management in Taipei City[J]. Environmental Pollution and Control, 2014, 36(12): 83-90.
- [37] Ministry of the Environment. Container and packaging recycling method[EB/OL]. (2020-04) [2023-09-21]. https://www.env.go.jp/recycle/yoki/a_1_recycle/index.html.
- [38] 佚名. 日本三得利控股(HD)拟建立 PET 瓶全部再生体制[J]. 中国包装, 2020, 40(4): 11.
Anon. Suntory Holdings (HD) of Japan Plans to Establish a Full Recycling System for PET Bottles[J]. China Packaging, 2020, 40(4): 11.
- [39] U S Food and Drug Administration. Guidance for industry. Use of Recycled Plastics in Food Packaging(Chemistry Considerations)[EB/OL]. (2021-07) [2023-09-21]. <https://www.fda.gov/regulatory-information/search-fda-guidance-documents/guidance-industry-use-recycled-plastics-food-packaging-chemistry-considerations#ftnref1>.
- [40] EFSA Panel on Food Contact Materials, Enzymes, Flavourings and Processing Aids(CEF). Scientific Opinion on the Criteria to Be used for Safety Evaluation of a Mechanical Recycling Process to Produce Recycled PET Intended to be Used for Manufacture of Materials and Articles in Contact with Food[J]. EFSA Journal, 2011, 9(7): 2184.
- [41] 邢航, 张泓, 李倩云, 等. 国内外食品接触用再生塑料管理模式研究及分析[J]. 中国食品卫生杂志, 2022, 34(6): 1179-1184.
XING Hang, ZHANG Hong, LI Qian-yun, et al. Research and Analysis on Management Mode of Recycled Plastics for Food Contact at Home and Abroad[J]. Chinese Journal of Food Hygiene, 2022, 34(6): 1179-1184.
- [42] 鞠阿莲. 日本容器包装废弃物管理制度及其启示[J]. 再生资源与循环经济, 2022, 15(4): 42-46.
JU A-lian. Management System and Revelation of Container and Packaging Waste in Japan[J]. Recycling Research, 2022, 15(4): 42-46.
- [43] 于杨曜, 林路索. 我国食品接触塑料包装制品再生利用的法律规制: 以 PET 饮料瓶为例[J]. 食品科学, 2019, 40(19): 370-377.
YU Yang-yao, LIN Lu-suo. Legal Regulation of Recycling of Food Contact Plastic Packaging Materials in China: A Case Study on Polyethylene Terephthalate (PET) Beverage Bottles[J]. Food Science, 2019, 40(19): 370-377.