

农药包装废弃物的处理现状及对策研究

黎海凌, 高艳飞

(中山火炬职业技术学院 包装学院, 广东 中山 528436)

摘要: **目的** 破解农药包装废弃物污染难题, 推进农药包装废弃物治理工作。**方法** 采用文献调查法总结农药包装废弃物的主要处理方式, 介绍当前国内外农药包装废弃物的处理现状、主要技术和最新研究进展, 分析当前农药包装废弃物处理中存在的主要问题, 并给出推动农药包装废弃物回收的对策建议。**结果** 农药包装废弃物回收的主要问题有: 回收意识淡薄、资金投入不足、监管手段有限、处理技术落后。推动农药包装废弃物回收的有效策略: 落实主体责任、加大资金投入、变革监管模式、创新回收技术。**结论** 我国农药包装废弃物污染治理的整体效果依旧欠佳, 其回收管理工作必须加以重视。

关键词: 乡村振兴; 农药; 包装废弃物; 回收; 污染治理

中图分类号: X71 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2023)11-0188-08

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2023.11.021

Current Situation and Countermeasures of Pesticide Packaging Waste Treatment

LI Hai-ling, GAO Yan-fei

(School of Packaging, Zhongshan Torch Vocational and Technical College, Guangdong Zhongshan 528436, China)

ABSTRACT: The work aims to solve the problem of pesticide packaging waste pollution and promote the treatment of pesticide packaging waste. The main treatment methods of pesticide packaging waste were summarized by literature survey. The current situation, main technologies and latest research progress of pesticide packaging waste treatment at home and abroad were introduced. The main problems existing in the current pesticide packaging waste treatment were analyzed, and the countermeasures and suggestions for promoting the recycling of pesticide packaging waste were offered. Main problems in recycling of pesticide packaging waste were: weak awareness of recycling, insufficient capital investment, limited supervision means, and backward processing technology. Effective strategies to promote the recycling of pesticide packaging waste were to implement the main responsibility, increase capital investment, change supervision mode, and innovate recycling technology. The overall effect of China's pesticide packaging waste pollution control is still poor, and its recycling management must be paid attention to.

KEY WORDS: rural revitalization; pesticide; packaging waste; recycling; pollution control

农药包装废弃物指农药使用后被扔弃的残留有农药或直接与农药接触过的包装容器及物品, 是农业固体废物的的重要组成部分。随着农药的频繁大量使用, 产生了越来越多的农药包装废弃物, 它们被随意

丢弃在田间地头、沟壑坑渠, 不仅造成了极大的“视觉污染”, 还会对周边的生态环境、土壤和水体资源造成严重破坏, 严重制约了乡村振兴建设的进程^[1]。数据显示, 我国每年产生的农药包装废弃物超过 100

收稿日期: 2022-08-29

基金项目: 广东省普通高校青年创新人才类项目(2021WQNCX229); 中山火炬职业技术学院高职教育教学改革研究与实践项目(2022JYQT004); 中山火炬职业技术学院高职教育教学改革研究与实践项目(2022JYZD010)

作者简介: 黎海凌(1989—), 女, 硕士, 讲师, 主要研究方向为包装与环境、安全包装。

通信作者: 高艳飞(1981—), 女, 教授, 主要研究方向为乡村振兴、高职包装专业建设。

亿个,被农民随手丢弃的农药包装物超过 30 亿个,这些包装废弃物中残留的农药会随雨水渗透进入土壤、水源,对生态环境、土壤水源造成严重的破坏,进而危害到农作物、动物和人体的生命健康。近年来,“毒大米”“毒豇豆”“毒韭菜”“毒生姜”等农产品安全事件引起广泛关注,随之而来的农药包装废弃物也进入公众视野,成为田间地头的“生态炸弹”。2015 年 10 月,河南正阳 6 岁儿童使用丢弃的农药瓶舀水喝出现急性中毒事件。2019 年 4 月,湖南一养殖户因鱼塘被农药包装废弃物污染,塘内 1 000 余条鱼虾全部死亡。2022 年 7 月,黑龙江一农户因乱扔农药瓶,致使邻居的 14 只羊死亡。诸如此类事件,每年都层出不穷。除了对水体环境的污染外,包装废弃物对土壤环境的破坏也是触目惊心。中国工程院院士魏复盛研究员指出,中国土壤局地污染严重,其中,中度和重度污染土壤约占 2.6%,耕地中度和重度污染占 2.9%,且污染速度急剧加快。因此,开展农业包装废弃物回收工作刻不容缓。

为破解农药包装废弃物污染难题,加快美丽乡村建设,实现乡村宜居宜业的重要目标,国家相关部门先后颁布了一系列的政策法规和制度文件^[2]。2020 年 4 月,十三届全国人大常委会第十七次会议审议通过了新修订的《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》。其中第 65 条规定:产生秸秆、废弃农用薄膜、农药包装废弃物等农业固体废物的单位和其他生产经营者,应当采取回收利用和其他防止污染环境的措施。随后,2020 年 10 月 1 日,由农业农村部、生态环境部共同颁发的《农药包装废弃物回收处理管理办法》(以下简称《办法》)正式实施,明确了农药包装废弃物回收管理的相关主体责任,标志着农药包装废弃物的回收处理工作进入了法治化和制度化时代。

在《办法》精神的指导下,各地纷纷出台了相应的《农药包装废弃物回收处理实施意见》,取得了一定的成绩。但是,纵观我国农药包装废弃物回收的整体现状,依然存在回收率低、监管难等问题^[3]。基于此,笔者首先介绍全球农药包装废弃物的主要处理方式,综述国内外农药包装废弃物的处理现状、主要技术和最新研究进展。对当前农药包装废弃物处理中存在的主要问题总结,并围绕美丽乡村建设要求,提出相应的对策建议,以期加快推进农药包装废弃物污染治理工作提供资料参考。

1 农药包装废弃物的处理方式

2008 年,联合国粮食和农业组织根据农药包装废弃物对环境的危害程度,将农药包装废弃物管理进行了层级划分(如图 1 所示),这也是世界上许多国家处理农药包装废弃物的基本准则^[4]。

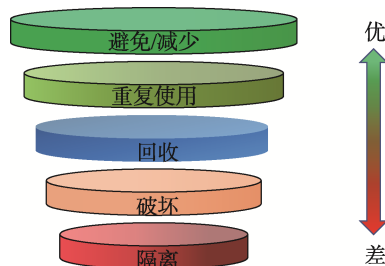


图 1 农药包装废弃物处理层级图
Fig.1 Hierarchical diagram of pesticide packaging waste treatment

由图 1 可知,农药包装废弃物的处理方式按照从优到差排列,主要包括避免/减少、重复使用、回收、破坏和隔离五大类。

避免/减少:一方面是指采用综合害虫防治法等技术尽可能避免或减少农药的使用,从而减少废弃包装物的数量;另一方面是指采用标准化和大体积的包装容器装载农药,从而减少包装废弃容器的数量,并进一步降低包装废弃物的回收和处理难度。

重复使用:指在结束生命周期前可以被重复使用的农药包装物,如闭环可填充包装和水溶性包装容器;闭环可填充包装需要确保农药残留物和新填充的农药能够具有相同的配方和药效;水溶性包装物适用于使用前需要用水稀释的农药,将其直接放入喷雾罐中,遇水后完全溶解成为农药的一部分。

回收:包括材料回收和资源回收。材料回收是指将用于制造容器的材料进行清洗或者重新加工成其他产品。清洗后回收是目前包装废弃物回收处理的主要方式,也是应用最多的处理方式之一。部分难以处理的废塑料包装,可通过高温熔融将其加工成栅栏柱和污水管(如图 2 所示)。资源回收指对于难以回收材料的废弃包装物,如果具有很高的热量值,则可对其进行资源回收。如废弃的热固性塑料包装,可将其作为水泥炉和锅炉的替代燃料(如图 3 所示)。



图 2 农药包装废弃物的材料回收
Fig.2 Material recovery of pesticide packaging waste



图3 农药包装废弃物回收热能
Fig.3 Recovering heat energy from
pesticide packaging waste

破坏：对于无法回收或者处理成本过高的农药包装废弃物，通过高温焚烧破坏容器及其农药污染物，将其转化为危害较小的副产品，从而减少废弃物的存量。

隔离：指将农药包装废弃物与人类生态环境隔离起来，包括垃圾填埋和永久封存，使它们不会对公众健康或生态环境造成危害。

在农药包装废弃物的处理方式中，“避免/减少”是较为理想的几种处理方式之一。一方面通过尽可能不用或者少用农药，从源头杜绝农药包装废弃物的产生；另一方面，通过设计标准化、大容量的农药包装容器，减少了农药包装的用量，便于其回收处理。“重复使用”是较具潜力的几种发展方式之一，要求农药制造商开发可以循环使用并易于清洗的农药，农户使用完农药后，包装容器经回收后可直接进入市场销售，减少了包装废弃物的处理工序，降低企业成本。“回收”是目前农药包装废弃物处理过程中应用最广泛、研究最多的处理方式，具有节约资源、降低环境污染等优点。“破坏”和“隔离”主要针对特殊的包装废弃物，如PVC等难以回收处理的材料，可通过化学处理、焚烧和填埋等形式进行处理，但是会对环境造成一定的破坏，属于逐步淘汰的处理方式。

2 国内外农药包装废弃物的现状综述

2.1 国内处理现状

由于农药包装废弃物严重污染农村生态环境，世界各国都开展了卓有成效的回收处理工作。相比之下，西方发达国家的农药包装废弃物的回收率长期保持在70%以上，而我国由于农药使用量大、农药小包装多、监管不到位、回收技术不成熟等一系

列问题，农药包装废弃物的回收率与发达国家存在明显差距。

巴西早在2002年就立法要求农民对使用后的农药包装容器进行三重冲洗，归还空容器到收货站，并保存发货凭证和产品采购发票。分销商须在发票上注明回收容器的使用位置和管理接收站，农药生产商要为空容器提供运输、回收或处置等服务。通过立法保障，巴西成为全球农药包装废弃物回收率最高的国家，回收率高达98%。比利时对农业农药容器设置了生态税（0.124欧元/L），规定如果回收企业的收集总量达到当年销售量的80%，则给予豁免。这一政策极大地鼓励了当地的农药包装回收商，众多回收公司纷纷与政府签订协议，加入到了农药包装废弃物的回收中，其农药包装废弃物回收率提升至94%。法国农药工业协会将农业部门、农药制造商和零售商聚集在一起，共同提出收集和处置农药包装废弃物的方案。农药部门负责敦促农民回收包装物并交到收集站，零售商负责组织和运输回收的包装容器，农药制造商根据回收容器的特点进行重新使用和处理。通过分工协作，法国的农药包装废弃物回收率达到了80%。加拿大的农药行业协会向所有农药制造商收取每集装箱0.54加元（约合0.36美元）的税，为收集和回收农药废弃包装物提供资金支持，该措施使得加拿大农药制造商自愿收集市场上的农药包装废弃物，回收率达70%。澳大利亚作物生产和动物健康协会、农民联合会和澳大利亚地方政府协会共同发起了国家集装箱管理计划，规定农药制造商对不可回收容器的农药收取每升或每公斤0.04澳元（0.024欧元）的税费用于支持农药包装废弃物的处理，落实了污染者付费的原则，该国的农药包装废弃物回收率约为68%。德国成立了专门的农药包装容器处理机构，要求农民在规定时间内将清洗好的容器返回收集中心，如果容器未清洗干净，则需要付费继续清洗，只有清洗干净的容器才能进入下一环节。通过加强农民的主体责任，德国农药包装废弃物的回收率约为65%。

中国自《办法》实施以来，各地在推进农药包装废弃物回收处理方面都进行了有益的探索，湖北省新洲区2020年回收农药包装废弃物74.7t，回收率高达90%以上，全部实现无害化处理^[5]。吉林省2021年回收农药包装废弃物1300余t，预计到2025年，农药包装废弃物回收率达到80%以上。黑龙江省克山县和内蒙古自治区兴安盟科尔沁右翼前旗的农药包装废弃物治理模式成功入选2021年全国农业绿色发展典型案例^[6]。截至2021年底，全国农药包装废弃物产生量约为10~11万t，累计回收为2.87万t，年回收率约为26.09%~28.70%。

2.2 国内外农药包装废弃物处理的主要技术

在众多农药包装容器中，高密度聚乙烯（HDPE）、低密度聚乙烯（LDPE）、线性低密度聚乙烯（LLDPE）、

聚氯乙烯 (PVC)、聚丙烯 (PP)、聚酯 (PET) 和乙烯-醋酸乙烯共聚物 (EVA) 等塑料, 因韧性好、抗疲劳、质量轻、成本低、易加工成型、与农药不反应等优点, 成为当前农药包装最常用的材料。由于这些塑料都属于热塑性塑料, 因而对其的回收处理技术基本一致, 主要包含 2 类: 再生利用技术和处理回用技术。

再生利用技术指对难以回用的塑料包装, 采用将其转化为其他物料或者以能量再生的形式进行利用的技术。如通过切碎、筛选、磨碎等方式将塑料容器变成薄膜、粉末、颗粒或其他形式的物料, 用于生产包装袋、农用水管和鞋底等物品, 或者通过焚烧获取高温热能用于供暖。处理回用技术指将回收的农药废弃包装容器进行一系列的处理工序, 使其成为洁净的塑料碎片, 再通过挤压或者熔融成型, 生成新的农药包装容器的技术^[7]。图 4 是农药包装容器的回收处理技术工艺流程。由图 4 可以看出, 经过收集的废弃农药瓶首先通过清水和洗涤剂进行预清洗, 除去包装容器中的污染物和 80% 的残留农药。随后, 通过人工分拣, 将 PVC 和其他塑料分离开来。由于 PVC 加工过程中使用了很多助剂, 回收难度高、成本贵, 所以主要采用再生利用技术, 将其变成再生物料或回收其热能。对于 PE、PP 和 PET 等塑料, 要先根据其颜色分拣, 再经过标签分离除去农药瓶上的标签, 之后进入湿法破碎环节, 把塑料瓶破碎成小块的塑料碎片。紧接着, 利用热碱洗除去剩余的农药残留。由于 PE 和 PP 表面张力低, 残留农药附着差, 可以直接进行烘干, 并加工成型后回用。对于 PET 瓶片, 还需通过热浮洗工序进一步降低农药残留率, 再进行烘干后上机成型。

2.3 国内外农药包装废弃物处理的最新进展

尽管农药包装废弃物处理工作已成为世界环境污染难题, 但是由于涉及面广、农药包装容器种类繁多、农户主体意识淡薄、资金需求量大、监管困难、回收处理技术落后等问题, 有关农药包装废弃物的研究非常少。笔者利用中国知网和“Web of Science”分别

搜索题目含有“农药包装废弃物”和“Pesticide Packaging Waste”的文献, 发现中国知网仅有 14 条记录, 而 Web of Science 里也只有 6 条记录。

对中国知网的 14 篇文献进行分析发现, 其中有 12 篇是介绍各地的经验做法, 主要体现在回收政策、激励措施和回收结果等方面。如李志涛等^[8]分别介绍了巴西、加拿大、比利时和德国的农药包装废弃物处理现状, 并对比了上海、北京和海南等地的做法, 指出我国在推进农药包装废弃物回收方面应该完善相关法律法规、建立回收体系、加大宣传力度, 引导公众参与。张越等^[9]从推进病虫害专业化防治服务管理方面入手, 分析了将农药包装废弃物回收工作纳入病虫害专业化防治工作的可行性, 认为农药包装废弃物回收与专业化防治工作相结合, 可以促进农药包装废弃物的源头减量、再利用和回收水平。尚颖^[10]通过皮尔逊相关分析方法和多元线性回归方法分析了影响农药包装废弃物回收的主要因素, 发现社会环境、经济动机和回收意愿等因素对农药包装废弃物回收具有明显的促进作用。

Damalas 等^[11]通过问卷调查法研究了希腊皮埃里亚农村地区的农民对农药包装废弃物的处理做法, 发现 30.2% 的农户会将农药包装空容器倾倒在田间, 大约有 33.3% 的农户将包装废弃瓶扔到灌溉渠或溪流中, 认为开展培训计划, 提高农民对农药包装废弃物的回收意识至关重要。Bondori 等^[12]选取了伊朗莫干地区的 400 名农户为样本, 研究其处理农药包装废弃物的方式及其影响因素。结果表明, 大多数农户会将空农药容器扔进一般垃圾, 或将它们扔进灌溉渠, 大约有 84.1% 的农户未将容器送到回收中心, 近半数农户 (49.2%) 对农药风险认识不足。此外, 具有高学历的参与者在农药废弃物处理方面表现得更安全 ($P < 0.05$)。Briassoulis 等^[13]介绍了欧洲的 AgroChePack APPW 管理系统, 该系统包含了农药塑料包装废弃物 (APPW) 管理的各个环节, 通过在希腊试点, 发现训练农户和提升回收价格是提升回收率的 2 个重要途径。Li 等^[14]提出了一套农药包装废弃物逆向物流网络模型, 以中国 JT 地区为例, 验证了农药包装废

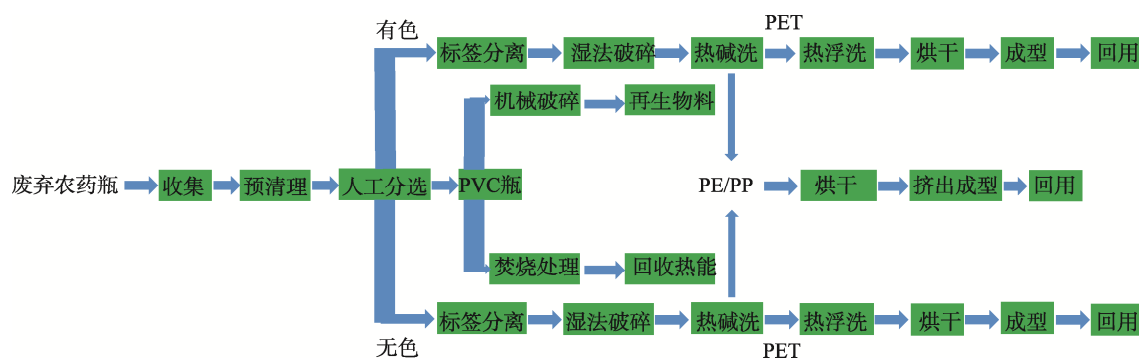


图 4 废旧农药瓶回收工艺流程

Fig.4 Process flow of recycling waste pesticide bottles

弃物逆向物流网络模型的可行性,发现该模型可实现农药包装废弃物的高效回收和处理利用。Li 等^[15]采用结构方程建立了农药包装废弃物绿色处置机制模型,并进一步深入研究了农户的绿色处置意愿和行为。结果表明,农户绿色处置农药包装废弃物的行为遵循因果关系,即感知价值→行为意愿→行为绩效与农民感知价值存在正相关。

上述的研究主要聚焦于农药包装废弃物的现状分析、农户回收意识、影响因素等方面,对促进农药包装废弃物回收具有一定的指导意义,但是缺少农药包装废弃物回收中的资金投入、监管形式、关键技术等问题的讨论。

3 当前农药包装废弃物处理中存在的主要问题

3.1 回收意识淡薄

中国幅员辽阔,各类农作物都有种植,对农药的需求量特别大。2021年农药使用量突破26万t,随之而来的是大量的农药包装废弃物。据中国农村经济研究中心的一项调查显示,62%的农民在使用农药后会将农药包装随意倾倒在田间或附近的水体中。Xu 等^[16]选取国内5个代表性省份的800户农民为研究对象,使用赫克曼模型和调节效应模型研究政府监管、市场调节和农民意识对农药包装废弃物的影响。结果显示,在使用农药的670户农户中,48.80%的农户就地处置农药包装,只有0.30%的农户按要求对农药包装进行回收,大部分农户会将农药包装废弃物与生活垃圾一起丢弃。农药包装中的残留农药约占农药总质量的2%~5%,当其进入环境后会严重污染水源和土壤生态系统,进而影响人类和动物的健康。由于我国农民的学历层次、认知水平和政治觉悟普遍较低,农药包装废弃物的回收意识非常淡薄。

3.2 资金投入不足

近年来,随着党和国家对“三农”问题的日益重视,国家对“三农”的扶持比重越来越大,全国财政每年向“三农”的投入资金超过3万亿。这些资金被广泛用于乡村振兴、农业现代化、农村教育、返乡就业创业、农村土壤修复、农村产业融合等多个方面,为未来“三农”的发展提供了强有力的资金保障。但是,细读这些政策,不难发现,并没有涉及到农药包装废弃物的回收工作。《办法》中第十七条规定:农药包装废弃物处理费用由相应的农药生产者和经营者承担;农药生产者、经营者不明确的处理费用由所在地的县级人民政府财政列支。由于当前的农药生产者和经营者众多,规范很难,所以主要还是以政府财政提供资金。面对庞大的农药废弃物存量,

县级财政支持有限,根本无法提供足够的资金支持。此外,受新冠疫情的影响,各地各级政府的大部分财政均用于疫情防控,对农药包装废弃物的回收处理只能是有心无力,因而,农村包装废弃物的回收工作很难开展。

3.3 监管手段有限

对于很多地方,农药包装废弃物回收工作都是一项全新的工作,尚未形成明确的指导意见和政策要求,监管机构、人员队伍和技术手段都不完善。农业农村局主要负责农业和农村工作的组织领导及综合协调,推动发展农村各项事业、服务、文化、基础设施和乡村治理工作。但是,生态环境局也负责农村环境治理和监管工作。因而,农药包装废弃物回收监管工作呈现权责不清的现象,职能部门之间缺乏有效沟通和联系,相互推诿责任,使监管工作处于空白状态。此外,由于农户散、经销商多、农药使用量大、农业综合执法队伍人数少,在用药高峰期很难对农药包装废弃物实施有效监管。目前常用的监管手段是农业综合执法队伍或环保部门定期或不定期去农药经销商和农药生产商处检查回收记录,一方面数据的真实性很难保证,面对大量的小农户散用农药包装,记录材料堆叠成山,很难全部掌握;另一方面这种检查手段具有滞后性,往往都只看结果,不重过程,缺乏对农民主体责任的落实。

3.4 处理技术落后

目前,国内的农药包装废弃物回收缺乏高效的处理技术,大都只是简单地将农户手中的废旧农药包装容器收集起来,缺乏对农药残留液的清洗和处理,容易造成收集点的二次污染,严重威胁周边居民和动植物的生态安全。国内主要采用梯次利用处理技术,将农药废弃包装物回收后,根据其洁净和完整程度进行分批处理和销售,大部分污染较重的农药包装废弃物直接被丢进了有害垃圾和其他垃圾,通过焚烧方式进行处理,既污染了大气环境,也会造成资源的浪费和流失。与国外的先进技术相比,我国在三重冲洗、压力清洗、溶剂清洗、高效自动分拣技术和循环利用技术等方面尚缺乏先进技术,直接制约了我国农药包装废弃物的回收效率。

4 农药包装废弃物回收处理的对策建议

4.1 落实主体责任

《办法》中明确了农药生产者和经营者的责任,但是忽略了农户这一使用主体的责任。只有让农户主动回收农药包装废弃物,才能真正实现源头治理,才能最大限度地保障农村生态环境安全。首先,政府相

各部门要通过广播、电视、互联网、微信、QQ、微博以及宣传标语、公示展板、会议座谈、发放资料、进户宣讲等多种形式强化宣传,让广大农户充分认识农药包装废弃物回收的重要性。其次,建立多渠道回收激励机制。Fang等^[17]研究了村规民约、政府监管、固废管理、法规宣传和经济补偿对农户回收农药包装废弃物的影响,发现经济补偿对促使农户回收包装废弃物的影响最大。因此,各回收点可通过资金补偿或者商品兑换的形式鼓励农户将农药包装废弃物集中清洗和上交,调动农户的积极性,为养成良好回收习惯打下基础。最后,可建立实名制购买农药机制。农户通过实名制购买农药,经销商记录好农药销售的数量、种类和包装容器型号,并收取一定费用的押金,待农户将废弃的包装容器回收后再退还给农户。使用押金的形式,可对随意丢弃农药包装废弃物的行为起到惩戒作用,促使农户及时将包装废弃物回收到储存点。

4.2 加大资金投入

无论是建立回收激励机制,还是建立回收服务站以及采用回收处理设备,都离不开雄厚的资金支持^[18]。一方面,各地政府要严格按照《办法》要求,从当地财政中划拨一定比例的资金专款用于农药包装废弃物的处理和回收工作,做到专款专用。湖北省将农药包装废弃物回收纳入乡村振兴工作考核指标,引导各地配套资金支持,其农药包装废弃物回收工作走在了国内各省前列。山东省在2021年12月对《山东省农药包装废弃物回收处理办法》进行了修订,规定农药包装废弃物回收处理不再按照危险废物处理,极大地节省了资金成本。另一方面,政府可以引进具有农药包装废弃物处理回收资质的企业,通过依托企业,实现对农药包装废弃物的回收和利用。广西壮族自治区通过引进河北昊阳化工集团处理农药包装废弃物,避免了中间经销商与农户接触,降低了资金成本,解决了政府的财政压力^[19]。

4.3 变革监管模式

农民回收意识淡薄,农药生产者和经营者能力有限,政府职能部门的有效监管是确保农药包装废弃物回收的重要保障^[20]。一方面,可借鉴垃圾分类的处理体系,建立全过程溯源机制,从农药的生产、包装、运输、销售、使用及回收处理,全过程实现实名制跟踪服务,确保农药包装流通的透明可控。建立数字化的农药包装流通管理平台,各阶段责任人须在平台填写相关农药包装信息,确保农药包装随时随地可查,实现动态化监管^[21]。另一方面,农业农村局和生态环境局可建立联合执法机制,不定期对农药生产商和经销商进行抽查,检查其回收台账和整改情况^[22]。压实村组负责人责任,确保村内田间地头、水渠沟壑等地

无农药包装废弃物。将各村组的农药包装废弃物回收治理工作作为村委会评优评先的基本工作,确保基层源头的环境根治。

4.4 创新回收技术

科技是第一生产力,农药包装废弃物的回收处理技术亦不例外。针对当前国内包装废弃物回收技术落后的现象,可通过自主创新与引进创新相结合的形式克服这一难题^[23]。一方面,建立由政府、高校科研院所和农药包装废弃物回收企业三方组成的科研中心。其中,政府提供政策引导,高校提供技术支持,企业提供场地和资金保障,共同攻关当前的农药包装废弃物回收处理的难点,开发更加先进的清洗设备和处理技术,确保资源的最大化利用^[24]。另一方面,政府和行业龙头企业共同引进国外的先进技术、设备和专业人才,组建农药包装废弃物处理联盟,将国外的先进冲洗技术、资源回收技术和降解转化技术应用到农药包装废弃物的处理工作中,切实提高我国农药包装废弃物的回收率和资源化利用率^[25]。

5 结语

农药包装废弃物在我国农村地区的随意丢弃现象非常严重,对水体、土壤环境和人类健康构成了严重威胁。农业农村部 and 生态环境部联合出台的《农药包装废弃物回收处理管理办法》为废旧农药包装的有效回收处理指明了方向。但是,在实际的贯彻执行中还存在许多问题,如农户回收意识淡薄、政策资金投入不足、监管技术手段有限和回收处理技术落后等。结合当前国际社会对农药包装废弃物的处理方式,提出了落实农户主体责任,加大回收资金投入,变革执法监管模式和创新回收技术等措施,以实现农药包装废弃物的无害化和高质化回收利用。

参考文献:

- [1] 罗娟. 农药包装废弃物循环再利用问题及对策研究[J]. 再生资源与循环经济, 2018, 11(8): 9-12.
LUO Juan. Problems and Countermeasures of Pesticide Packaging Waste Reuse[J]. Recycling Research, 2018, 11(8): 9-12.
- [2] 李荣娟. 生态文明建设下的乡村农药包装废弃物治理机制研究[J]. 环境科学与管理, 2022, 47(5): 133-138.
LI Rong-juan. Treatment of Rural Pesticide Packaging Waste under Ecological Civilization[J]. Environmental Science and Management, 2022, 47(5): 133-138.
- [3] 郭子平. 贯彻落实《农药包装废弃物回收处理管理办

- 法》切实保障农村生态环境和农业生产安全[J]. 湖北植保, 2022(3): 3.
- GUO Zi-ping. Implementing the Management Measures for the Recovery and Treatment of Pesticide Packaging Wastes to Effectively Protect the Rural Ecological Environment and Agricultural Production Safety[J]. Hubei Plant Protection, 2022(3): 3.
- [4] 刘亚萍, 姚芳, 刘振东, 等. 国际农药包装废弃物管理概况[J]. 世界农药, 2021, 43(8): 6-20.
- LIU Ya-ping, YAO Fang, LIU Zhen-dong, et al. Review of International Pesticide Packaging Management[J]. World Pesticides, 2021, 43(8): 6-20.
- [5] 张欧, 谢原利, 顾辉, 等. 湖北省农药包装废弃物回收处理的实践探索[J]. 湖北植保, 2021(5): 1-3.
- ZHANG Ou, XIE Yuan-li, GU Hui, et al. Practice and Exploration of Recycling Pesticide Packaging Waste in Hubei Province[J]. Hubei Plant Protection, 2021(5): 1-3.
- [6] 方秀红, 李维栋. 农药包装废弃物回收模式探讨——以德州市德城区为例[J]. 南方农机, 2022, 53(5): 59-61.
- FANG Xiu-hong, LI Wei-dong. Discussion on the Recycling Mode of Pesticide Packaging Waste—Taking Decheng District of Dezhou City as an Example[J]. South Agricultural Machinery, 2022, 53(5): 59-61.
- [7] 占义如, 陈阳, 许婉婷, 等. 我国农药包装材料废弃物污染现状及循环利用对策初探[J]. 再生资源与循环经济, 2017, 10(7): 17-21.
- ZHAN Yi-ru, CHEN Yang, XU Wan-ting, et al. The Current Status and Recycling Countermeasures of the Wasted Pesticide Packaging Materials in China[J]. Recycling Research, 2017, 10(7): 17-21.
- [8] 李志涛, 王夏晖, 陆军, 等. 国内外对农药包装废弃物回收的主要做法与经验[J]. 环境污染与防治, 2015, 37(2): 89-92.
- LI Zhi-tao, WANG Xia-hui, LU Jun, et al. Practices and Experiences of Obsolete Pesticide Containers Recycling at Home and Abroad[J]. Environmental Pollution and Control, 2015, 37(2): 89-92.
- [9] 张越, 董杰, 贾峰勇, 等. 专业化防治服务组织开展农药包装废弃物回收模式分析[J]. 中国植保导刊, 2021, 41(11): 95-100.
- ZHANG Yue, DONG Jie, JIA Feng-yong, et al. Analysis on the Recycling Mode of Pesticide Packaging Waste Carried out by Specialized Prevention and Control Service Organizations[J]. China Plant Protection, 2021, 41(11): 95-100.
- [10] 尚颖. 农药包装废弃物回收影响因素分析[D]. 天津: 天津大学, 2020.
- SHANG Ying. Analysis of Influencing Factors of Pesticide Packaging Waste Recycling[D]. Tianjin: Tianjin University, 2020.
- [11] DAMALAS C A, TELIDIS G K, THANOS S D. Assessing Farmers' Practices on Disposal of Pesticide Waste after Use[J]. The Science of the Total Environment, 2008, 390(2/3): 341-345.
- [12] BONDORI A, BAGHERI A, MOHAMMADS S, et al. Pesticide Waste Disposal among Farmers of Moghan Region of Iran: Current Trends and Determinants of Behavior[J]. Environmental Monitoring and Assessment, 2019(191): 30.
- [13] BRIASSOULIS D, HISKAKIS M, KARASALI H, et al.. Design of a European Agrochemical Plastic Packaging Waste Management Scheme-Pilot Implementation in Greece[J]. Resources, Conservation and Recycling, 2014(87): 72-88.
- [14] LI Zhi-chao, HUANG Ji-lin. How to Effectively Improve Pesticide Waste Governance: A Perspective of Reverse Logistics[J]. Sustainability, 2018(10): 3622.
- [15] LI Ming-yue, WANG Jing-jing, CHEN Kai, et al. Willingness and Behaviors of Farmers' Green Disposal of Pesticide Packaging Waste in Henan, China: A Perceived Value Formation Mechanism Perspective[J]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2020, 17(11): 3753.
- [16] XU Xiang-bo, ZHANG Ze-yang, KUANG Yu-jing, et al. Waste Pesticide Bottles Disposal in rural China: Policy Constraints and Smallholder Farmers' Behavior[J]. Journal of Cleaner Production, 2021(316): 128385.
- [17] FANG Xiu-hong, LI Wei-dong. Discussion on Recycling Mode of Pesticide Packaging Waste—Taking Decheng District of Dezhou City as an Example[J]. Nanfang Agricultural Machinery, 2022, 53(5): 59-61.
- [18] BARRETO G, CARVALHO E, SOUZA V, et al. Engineered Stone Produced with Glass Packaging Waste, Quartz Powder, and Epoxy Resin[J]. Sustainability, 2022, 14(12): 1-12.
- [19] JIN Shu-qin, BLUEMLING B, MOL A P J. Mitigating Land Pollution through Pesticide Packages - the Case of a Collection Scheme in Rural China[J]. The Science of the Total Environment, 2018, 622-623: 502-509.
- [20] 林漫莎. 农药包装废弃物回收管理的模式及难点[J].

- 安徽农学通报, 2022, 28(4): 130-131.
- LIN Man-sha. Analysis on the Mode and Difficulties of Pesticide Packaging Waste Recycling Management Project[J]. Anhui Agricultural Science Bulletin, 2022, 28(4): 130-131.
- [21] 王立飞, 刘铮, 金源. 农户农药包装废弃物处理行为研究[J]. 辽宁农业科学, 2022(2): 31-34.
- WANG LI-fei, LIU Zheng, JIN Yuan. Research on Farmers Pesticide Packaging Waste Management Behavior[J]. Liaoning Agricultural Sciences, 2022(2): 31-34.
- [22] LI Bo-wei, XU Cai-yao, ZHU Zhen, et al. How to Encourage Farmers to Recycle Pesticide Packaging Wastes: Subsidies VS Social Norms[J]. Journal of Cleaner Production, 2022(367): 133016.
- [23] LI Zeng, ZHOU Ya, ZHANG Hui-jun, et al. Driving Factors and Their Interactions of Takeaway Packaging Waste Generation in China[J]. Resources, Conservation & Recycling, 2022(185): 106467.
- [24] LORANG S, YANG Zhan, ZHANG Hua, et al. Achievements and Policy Trends of Extended Producer Responsibility for Plastic Packaging Waste in Europe[J]. Waste Disposal & Sustainable Energy, 2022(2): 91-103.
- [25] COLELLI F P, CROCI E, BRUNO PONTONI F, et al. Assessment of the Effectiveness and Efficiency of Packaging Waste EPR Schemes in Europe[J]. Waste Management, 2022(148): 61-70.

责任编辑: 曾钰婵