DOI:10.19511/j.cnki.jee.2019.01.006

限制固体废弃物进口的环境与经济效应

崔 琦 张江雪 魏 玮 贺 玲*

摘要:我国政府于2017年开始推动固体废弃物进口管理的改革,并计划于2019年逐步限制国内资源可替代的固体废弃物进口。限制固体废弃物进口将有效地减少进口固废处理中造成的生态环境破坏和居民健康危害,但进口的废品废料是我国某些产业的重要原材料,限制固体废弃物进口可能会对宏观经济和产业发展造成一定的损失。基于2015年中国投入产出表,本研究构建可计算一般均衡模型,模拟分析限制固体废弃物进口的环境与经济影响。本文的研究结果表明,如果限制固体废弃物进口,我国宏观经济和产业产出将遭遇一定的损失。随着国内废弃物资源价格升高,国内废弃物回收行业的活动水平将得到有效提升,从而提高国内资源回收率、减少资源浪费,同时减少废弃物焚烧、填埋造成的环境污染和土地资源占用。潜在的环境效益可能抵消限制固体废弃物进口造成的宏观经济损失。本文建议未来应该允许适度进口环境危害较小的废弃物,并进一步加强固体废弃物进口的管理,更重要的是提高国内废品废料回收行业的生产效率,进一步提高国内资源回收率,减少生态环境破坏。

关键词:固体废弃物进口;环境效益;经济效应;ORANI-G模型

一、引言

20世纪80年代以来,我国允许从境外进口可用作原材料的固体废弃物以缓解国内原材料的不足。同时,为加强管理,防范环境风险,我国也逐步建立了较完善的固体废物进口管理制度体系。尽管近年来固体废弃物进口已经出现了下降趋势,但我国固体废弃物进口的数量

*崔琦,北京师范大学经济与资源管理研究院城市绿色发展科技战略研究北京市重点实验室,邮政编码:100871,电子邮箱:cuiqi@bnu.edu.cn;张江雪,北京师范大学经济与资源管理研究院,邮政编码:100871,电子邮箱:jiangxuezh@163.com;魏玮,北京商业管理干部学院,邮政编码:100028,电子邮箱:weiw.14b@igsnrr.ac.cn;贺玲,北京师范大学经济与资源管理研究院,邮政编码:100871,电子邮箱:bjheling@foxmail.com。

本文系中央高校基本科研业务费专项资金资助"水-能源-土地Nexus与城市产业发展:基于北京动态多部门CGE模型的研究"(2018NTSS14)和国家社会科学基金一般项目"基于产业链视角的中国工业系统生态效率评价与路径优化研究"(18BJY038)的阶段性成果。感谢匿名审稿人提供的宝贵建议。文责自负。

仍然巨大(曾现来等,2018)。2017 年我国进口废纸达到了 2572 万吨,废金属 807 万吨,废塑料 583 万吨,进口金额超过 1400 亿元①。考虑到我国资源相对短缺,进口废弃物的利用能够有效缓解我国经济发展中的资源不足、资源需求增长迅速的问题。尽管进口废料能够为工业生产提供重要的原材料,但是进口固体废弃物的回收处理会造成严重的生态环境破坏(冯久田,2005)。由于我国废弃物再生利用和无害化处理技术不完善,相关废弃物的拆解利用技术比较简陋,加之监督管理不到位,导致我国进口废弃物的再生利用过程中消耗了大量的能源、水资源,产生大量废水和废渣(李华友、冯东方,2007;赵燕,2015),造成严重的水体、土壤污染,甚至威胁到当地居民的身体健康(刘伟、孙际洲,2017)。

近年来,我国逐步加快固体废弃物进口管理改革,并计划于 2019 年底前限制进口国内资源可以替代的固体废弃物。2015 年至 2017 年《进口废物管理目录》中明确禁止进口的固体废弃物由 94 项增至 125 项,将来自生活源的废塑料、未经分拣的废纸、废纺织原料、钒渣等固体废物,从《限制进口类可用作原料的固体废物目录》调整列入《禁止进口固体废物目录》(刘天蓉,2017)。2018 年《禁止进口固体废物目录》进一步增加了 16 项。2017 年底前,全面禁止进口环境危害大、群众反映强烈的固体废弃物;2019 年底前,逐步停止进口国内资源可以替代的固体废弃物。我国限制固体废弃物进口符合提高发展质量与效益、改善环境质量、维护国家生态安全和人民群众身体健康的目标,也符合社会主义生态文明建设的要求(周密,2018)。

已有研究较多关注进口废弃物作为资源产品对我国国民经济的促进作用。由于我国资源禀赋不足、资源需求增长快,资源的再生利用是减轻中国经济发展对不可再生资源的依赖、实现可持续发展战略目标的重要途径(王晶,2007;何雄浪、朱旭光,2008)。增加可再生资源进口可以有效缓解我国工业生产的资源稀缺制约,特别是有色金属的生产,因为再生金属的生产成本远低于原生金属(蒋文强,2017)。废纸作为造纸原料之一,可以减少森林砍伐,节省原生纤维资源,具有显著的经济和社会效益(胡东宁,2011)。除了缓解国内资源不足外,固体废弃物的进口将增加城镇地区的就业人数,降低失业率(孙淑琴,2013)。但当前缺乏实证研究分析固体废弃物进口政策变化的经济影响,特别是当前限制固体废弃物进口的经济影响。

尽管很多研究关注了进口废弃物的环境危害,但当前研究较少权衡比较固体废弃物进口政策变化的经济效应与环境效益。废弃物进口等跨国污染转移表现为两个方面的特征:禁止进口的有害废物以可进口废弃物的名义走私到国内(兰孝峰等,2016);即使是可资源化的废弃物,在堆放、再加工、消费等过程中也会产生严重的危害(牛海霞,2010)。废纸进口可能引发生活垃圾及有害生物进入国内,这将直接威胁我国的生态环境(高纯金,2001)。在废纸转化为纸浆的加工过程中,将排放含有大量有害物质的污染物,对周边环境产生严重威胁(石聪

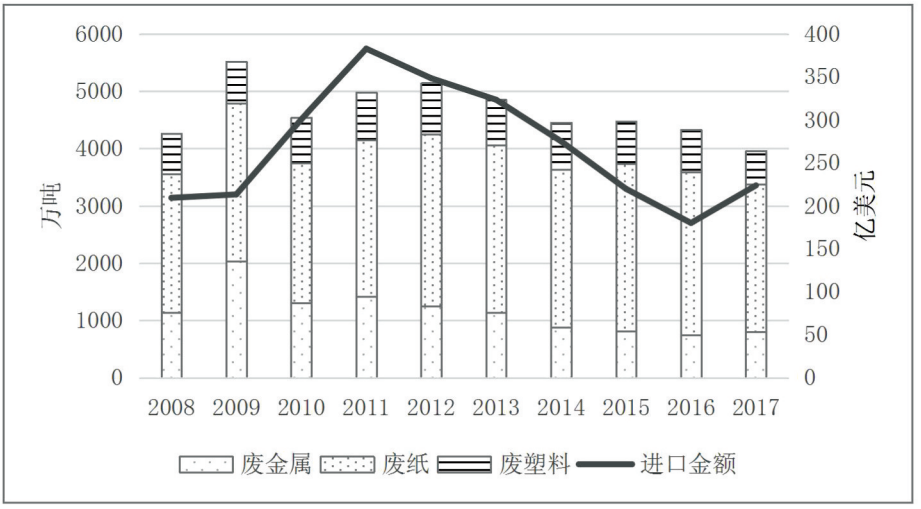
①数据来源于中经网统计数据库:http://db.cei.cn/page/Default.aspx。

颖、杜彬,2018)。废纸加工普遍使用的洗涤法脱墨工艺往往将消耗大量的水资源,排放含COD、BOD较高的废水,且利用废纸或纸板生产1吨再生纤维浆,可产生废渣100~300公斤(鞠红岩等,2015)。电子废弃物拆解将释放有毒污染物,产生严重的重金属污染风险,并通过地下水、食物摄入威胁居民的身体健康(刘景洋等,2010;杨彦等,2012)。杨华(2009)把废弃物贸易的危害性分为五个方面:人身、环境的双重损害,国内国际政治紧张,环境人权沦丧,经济发展因小失大以及进口国沦为垃圾场。

本文的目标是基于可计算一般均衡模型(CGE),探究我国限制固体废弃物进口的环境经济效应。为了实现这一目标,本文将利用2015年中国投入产出表延长表构建中国CGE模型,设置限制固体废弃物进口的政策情景,分析限制固体废弃物进口的环境经济影响,以及国内废弃物回收业的效率提高对资源循环利用的促进作用。本研究的结果不仅有助于定量分析固体废弃物进口政策变化的环境经济效应,还将为推动固体废物进口管理制度的改革与社会主义生态文明建设提供政策建议。

二、过去十年我国固体废弃物进口的演变趋势与结构

近年来固体废弃物的进口量和进口金额均已呈现下降趋势,但固体废弃物的进口数量仍然较大。2011年之前固体废弃物的进口金额呈增长趋势,2011年进口金额达到383亿美元(图1)。此后,固体废弃物的进口金额逐年下降,2016年下降到180亿美元,尽管2017年固体废弃物的进口金额出现小幅上升。与此同时,固体废弃物的进口量也呈现下降趋势,但在不同废弃物品种间存在一定的差异。废金属的进口量在2009年达到2035万吨,此后进口量



注:数据来源于中经网统计数据库。

图1 2008-2017年可再生固体废弃物进口的变化趋势

出现快速下降趋势,到 2017 年下降到了 807 万吨。这主要是由废钢铁进口的快速减少造成的,其从 2009 年的 1369 万吨下降到 2017 年的 232 万吨,减少了 83%;同期废有色金属的进口量从最高的 776 万吨(2008 年)下降到了 2017 年的 575 万吨,降幅约 26%。2012 年后废纸进口量也呈现下降趋势,但下降速度较缓慢,从 2012 年的 3007 万吨下降到 2017 年的 2572 万吨,减少约 14%。与进口废纸相比,废塑料进口量的下降速度较快,从最高的 888 万吨(2012 年)下降到了 2017 年的 583 万吨,降幅约为 34%。近年来,固体废弃物的进口数量和金额都已经逐步减少,但从整体规模上看,2017 年固体废弃物的进口量仍然达到了 3962 万吨。

造成固体废弃物进口下降的原因是多方面的,主要包括以下几个方面。首先,我国近年来对固体废弃物的进口管理政策进行了调整,在鼓励国内资源回收行业发展的同时,进一步加强固体废弃物的进口管理、打击洋垃圾进口。例如,将生活源的废塑料、未经分拣的废纸、废纺织原料、钒渣等列入禁止进口固体废弃物目录,并进一步扩大限制进口固体废弃物名录的范围。第二,随着新环保法和污染物排放标准的实施,地方政府的环保政策发生了变化,普遍加强废弃物回收企业的环保监管力度。例如,湖南省在 2017 年开展了再生资源回收行业安全环保专项整治工作,监察再生资源回收企业废水、废气、废渣是否存在排放安全隐患,并依法对违反环境污染防治法律法规的行为进行处罚。第三,过去几年,受发达国家市场持续低迷影响,国际原材料价格低迷,铁矿石、石油、煤炭价格持续走低,国内企业对废弃物原材料的需求相对减弱。

固体废弃物是钢铁、有色金属、塑料、纸与纸板等工业部门的重要原材料来源。根据《中国可再生资源回收行业发展报告 2016》,2015 年钢铁、有色金属、塑料、纸与纸板四类废弃物回收量为 2.36 亿吨,其中进口废弃物为 5627 万吨,约占 24%。不同种类的固体废弃物存在着较大差异。同年粗钢回收量为 1.44 亿吨,进口废钢仅为 233 万吨,约占 2%。而 2015 年有色金属回收量为 876 万吨,进口废有色金属为 577 万吨,约占 66%。塑料回收量约为 1800 万吨,进口废塑料为 735 万吨,约占 41%。废纸回收量为 4832 万吨,其中进口废纸为 2928 万吨,约占 61%。与新生产的原材料相比,回收的原材料具有生产速度快、成本低、技术要求低的优势。因此,进口固体废弃物仍是我国工业生产的重要原材料,特别是在有色金属产业、造纸业与塑料产业中,进口固体废弃物提供了较大比例的原材料。对于这些产业来说,限制固体废弃物进口将对其生产造成一定的冲击。

与此同时,限制固体废弃物进口将带来积极的环境效益。一方面,进口固体废弃物在拆解、加工、处理过程中将产生大量的污染物,对当地土壤、水体造成严重的污染,严重威胁到了当地居民的身体健康。例如,广东贵屿镇的废旧电子设备拆解中,大量使用“酸洗”“烧板”等落后拆解方式,废气废液未经处理直接排放,河水被污染,土壤中重金属含量超标。限制固体废弃物进口将直接减少进口固废处理过程产生的生态环境破坏和居民健康损害。另一方面,

固体废弃物进口价格低于国内废弃物的回收价格,固体废弃物的大量进口压低了国内废品废料价格,降低国内废弃物回收行业的生产水平和废料回收率,造成资源的大量浪费(高松,2007;郑洋等,2011)。并且国内废弃物无法回收利用时,往往被焚烧、填埋、抛弃处理,这些处理方式将造成严重的环境污染与土地浪费。因而限制固体废弃物进口将在一定程度上减少生态环境破坏,减少资源浪费。考虑限制固体废弃物进口可能带来的环境收益与经济冲击,有必要利用 CGE 模型对该问题进行实证分析,以充分权衡两方面的利弊。

三、CGE 模型设定与情景假设

(一) ORANI-G 模型

ORANI-G 模型为澳大利亚维多利亚大学 COPs 中心开发的多部门可计算一般均衡模型(CGE)。与大多数 CGE 模型类似,ORANI-G 模型属于比较静态模型的范畴,建立在新古典经济学理论的基础上。ORANI-G 模型包括 42 个产业部门、三种初始要素投入(劳动、土地、资本)、六个经济主体(生产、投资、居民、政府、国外、库存)和两种投入品来源(国产和进口)。为了精确刻画商品流通环节,模型考察了四类流通投入,分别为交通运输及仓储、邮政业、批发零售业、金融业。这些细节刻画使得 ORANI-G 模型的规模较大,需要较强的计算机运算能力,也使得该模型能够尽量细致地刻画经济现实,可被用于模拟环境政策、国际贸易政策、技术进步等社会经济政策变化对宏观经济和产业部门的影响(Horridge,2003)。

基于经济学理论,ORANI-G 模型对每个经济主体都构建了行为机制方程。对生产主体,采用多层嵌套的生产函数来刻画生产者的成本最小化行为,决定了生产者对中间投入品和初始要素投入的选择。对投资主体,预期回报率决定投资者对投资品的需求。对居民部门,利用 Klein-Rubin 效用函数刻画居民效用最大化行为,决定居民对消费品的选择如何随收入、价格变化而改变。对政府部门,假设政府支出与居民消费支出按照同比例变动,以简化分析。在商品的国际贸易方面,ORANI-G 模型采用了小国假设,即中国的商品进出口不会改变国际市场价格。在市场均衡中,通过产品、要素价格的调整,实现产品市场、初始要素市场的出清。由于固体废弃物主要作为废品废料回收行业生产的投入品,因而下面将主要介绍 ORANI-G 模型生产者行为的数学表达式①。

在 ORANI-G 模型中,生产者将使用中间投入品和初始生产要素。在投入方面,生产过程由各种 CES 函数嵌套组成,各嵌套为独立的生产方程,这里隐含着一个假设:各嵌套中投入品的最优组合与其他嵌套的价格不直接相关。例如,初始要素的嵌套中劳动力、土地和资本的价格与中间投入品嵌套的价格不直接相关。在产出方面,生产者的产出品具有出口与本地使

①由于篇幅限制,这里不再详细介绍 ORANI-G 模型的投资、居民、政府、贸易等部分的数学表达式,感兴趣的读者请见 Horridge(2003)和 Mai(2004)。

用两种不同的用途,二者采用常转换弹性函数(CET)进行刻画。

图 2 所示为 ORANI-G 模型生产模块的投入产出结构。这里将主要介绍 ORANI-G 模型对中间投入品的假设。首先,企业根据列昂惕夫(Leontief)生产函数将决定其每种中间投入品以及生产要素的投入总量。在下一层嵌套中,生产者根据 CES 生产函数决定劳动、资本、土地等要素的使用量,见公式(1)和公式(2)。同时,对每一种中间投入品采用 Armington 假设(Armington,1969;Armington,1970),即进口产品是对国内供给的不完全替代品。公式(3)中,企业选择中间投入品时,在成本最小化约束下选择不同来源的中间投入品组合,从而决定由进口商品与国内产品合成的中间投入品的使用量。

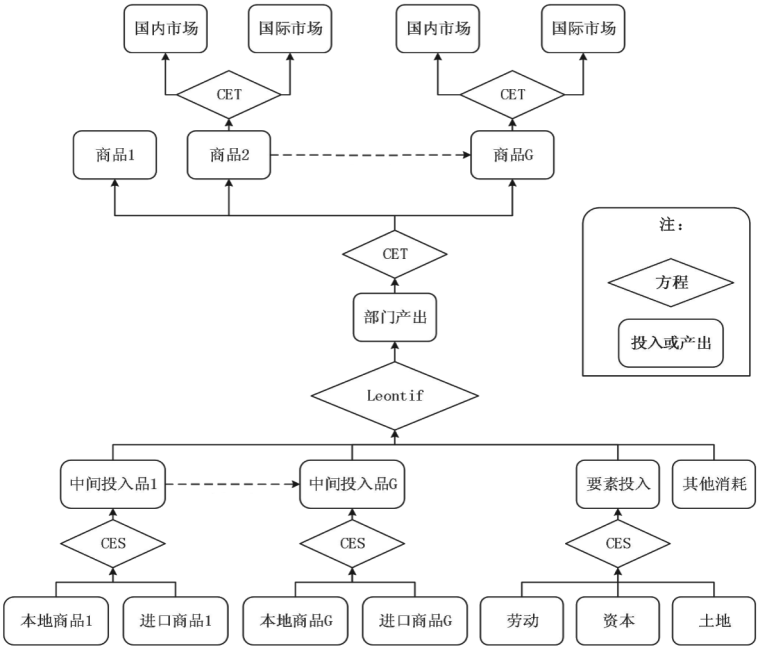


图 2　ORANI-G 模型生产部门投入产出关系

$$\mathrm{Min}\sum_{i} P_{ij} X_{ij} + [P_j^{F(l)} X_j^{F(l)} + P_j^{F(k)} X_j^{F(k)}] \tag{1}$$

$$s.t.\ X_j / A_j = \mathrm{Min}\{X_{ij} / A_{ij} = 1, \cdots, n, CES[X_j^{F(l)} / A_j^{F(l)}, X_j^{F(k)} / A_j^{F(k)}, A_j^F]\} \tag{2}$$

$$X_{ij} = CES[X_{ij}^{ls} / A_{ij}^{ls}] \tag{3}$$

其中,X_{ij}为部门 j 的第 i 中间品投入量,P_{ij}为中间品投入价格;$P_j^{F(l)}$为劳动投入的工资率,$X_j^{F(l)}$为劳动投入;$P_j^{F(k)}$为资本投入的租金率,$X_j^{F(k)}$为资本投入。X_j为部门 j 的总产出(总投入),A_j为总投入的技术效率,A_{ij}为中间投入的技术效率,A_j^F为要素投入的技术效率。CES 为常数替代弹性函数。X_i^{ls}为中间投入的来源(国产或进口),A_i^{ls}为 s 来源(进口或国产)中间投入的技术效率。在给定产出 X_j的情况下,选择中间投入品 X_{ij}和要素投入 $X_j^{F(l)}$、$X_j^{F(k)}$的最优组合。

CES 生产函数约束下的成本最小化问题的线性化方程为：

$$x_{ij} = x_j - \sigma(p_j - \sum_i S_i p_{ij}) \tag{4}$$

其中，小写字母为上述变量的百分比变化，S_i 代表第 i 类中间投入品在投入品总成本中的份额。公式(4)是 ORANI-G 模型的核心方程。根据该公式，当投入品或生产要素价格升高时，成本最小化的生产者选择更多使用其他投入品。

固体废弃物部门同样可以采用 ORANI-G 模型生产部门投入产出的结构进行刻画。国内生产的废弃物的投入产出关系可以反映在投入产出表的流量关系上。根据 2015 年中国投入产出表，国内废弃物主要是由化学产品、废品废料、电气机械和器材、金属冶炼和压延加工品以及交通运输、仓储和邮政部门产生，占废品废料部门总投入的 58%；回收利用的废弃物主要作为金属冶炼和压延加工品、造纸印刷和文教体育用品、金属制品和废品废料部门的投入品，占废品废料部门总产出的 92%。进口的固体废弃物主要包括废纸、废塑料、废金属制品等产品，分别作为造纸印刷和文教体育用品、化学产品、金属冶炼和压延加工品、废品废料部门的中间投入品进入生产。在 ORANI-G 模型中，国内废品废料是进口废品废料的不完全替代品。根据 Armington 假设，当限制废品废料进口时，国内废品废料将部分替代进口的废品废料，替代的程度由 Armington 替代弹性决定。由于 $\sigma > 0$，当固体废弃物进口价格上升时，企业将使用更多的国内废弃物来替代进口废弃物。

(二)数据来源

ORANI-G 模型以投入产出表为数据基础，为构建模型的基础数据库，本研究使用 2015 年中国投入产出表的延长表①。该表由国家统计局编制，基于 2012 年投入产出表进行推算获得，包含 42 个产业部门(国家统计局国民经济核算司，2014)。这是目前能够获得的最新的全国投入产出表，能够充分反映当前的我国产业生产结构与投入产出关系。为了便于分析和展示结果，根据与废品废料部门的产业关联关系，将 42 个产业部门合并为 13 个产业部门，包括农林牧渔业、煤炭采选产品、石油和天然气开采、化学产品、造纸印刷和文教体育用品、金属冶炼和压延加工品、废品废料、建筑业八个与废品废料关联较紧密的产业部门，并将剩余 34 个部门合并为矿采选产品、轻工业、能源产品、其他工业、服务业五个产业部门。

值得注意的是，在 42 部门投入产出表中，存在一个废品废料部门。根据国家统计局的解释，该部门包含固体废弃物与废气的回收利用，而废水的处理与回收则包括在水的生产和供应部门。考虑到我国禁止废气废液的进口，投入产出表中的废品废料进口应仅包含固体废弃物。因此，在这里可以使用 42 部门投入产出表构建 ORANI-G 模型的数据库，用于研究限制固体废弃物进口的经济与资源效应。固体废弃物的进口金额与数量来自于海关进出口数据

①由于 ORANI-G 模型数据库庞大，难以在文中展示，感兴趣的读者可以与本文作者联系。

库,利用该数据将投入产出表的废品废料进口总额按照废纸、废塑料、废金属制品和其他废弃物的进口金额拆分为造纸印刷和文教体育用品、化学产品产业、金属冶炼和压延加工品产业、废品废料产业的进口废品废料投入价值。

在模型参数设定方面,ORANI-G 模型中 Armington 替代弹性、出口转换弹性来自于普渡大学 GTAP 模型的第九版数据库(Hertel,1997)。依据行业类型不同,产业部门的 Armington 替代弹性取值范围在 0.9~11.2 之间,其中废品废料行业的 Armington 替代弹性为 3.8。各产业部门的出口转换弹性均设定为 0.5。模型的其它参数均采用 Mai(2004)的 CHINAGEM 模型所设定的弹性,例如居民对不同商品消费的支出弹性设定为 0.7~1.5 之间。

(三)政策情景构建

为了定量分析限制固体废弃物进口的环境经济效应,本研究设定两个政策情景,并可以预期不同情境下限制固体废弃物进口对宏观经济、产业发展的影响。

在情景 1 中,本研究将分析限制固体废弃物进口对宏观经济、产业产出的影响。为了实现这一目标,在模型中将废品废料的进口减少 100%。考虑到废品废料作为造纸、塑料、有色金属等产业的重要投入品,限制固体废弃物进口将使这些产业难以获得充足的原材料,可以预期这些产业的生产活动将遭受一定的损失。另一方面,废品废料价格的上涨将推动国内废品废料产业的扩张,提高该产业的生产水平,从而提高国内废品废料的回收利用效率、减少资源浪费。从整个宏观经济看,由于废品废料回收业在全国经济中的比重较小,该产业的产出扩张难以抵消其他产业产出的下降,从而可以预期限制固体废弃物进口将给宏观经济造成一定的负面冲击。

在情景 2 中,本研究将提高国内废品废料产业的生产效率。在限制固体废弃物进口(情景 1)的基础上,假设提高国内废品废料的回收效率(生产效率)10%。在 ORANI-G 模型中,产业部门的技术效率参数为成本节约型的技术进步参数,即当提高该技术参数时,产业部门使用更少的中间品和初始生产要素就可以实现同样的产出水平。提高国内废品废料产业的回收效率,将促进国内资源的循环利用,进一步减少资源浪费与生态环境破坏,同时为工业部门提供更多的原材料,从而可以部分抵消限制废品废料进口对宏观经济的负面影响。因此,可以预期情景 2 中,提高国内废品废料回收效率将有助于实现资源有效利用,推动社会主义生态文明建设。

(四)宏观经济闭合与求解软件

为了模拟限制固体废弃物进口的环境经济影响,本研究采用新古典经济学理论的短期宏观经济闭合。假设在短期中投资无法转换为新的资本,因而资本存量保持不变。短期宏观经济闭合通常采用工资刚性的假设,即劳动力真实工资保持不变,同时允许失业存在。

由于设计方程数和数据量都很庞大,需要使用相应的模拟系统软件方能实现计算,目前

国际上求解 CGE 模型的主要模拟软件包括 GAMS、GEMPACK、MATLAB、R 等。与澳大利亚学派的多数模型相同,ORANI-G 模型使用 GEMPACK 软件对线性化方程系统进行求解运算,其优点在于运算求解速度快,更加擅长处理大规模系统模型的求解运算。

四、限制固体废弃物进口的环境经济分析

(一) 产业部门影响的环境经济分析

与预期一致,限制固体废弃物进口将降低大部分产业的产出。产出损失最大的产业部门包括造纸印刷和文教体育用品、金属冶炼和压延加工品、矿采选产品、煤炭采选产品,其产出下降均超过 0.4%(表 1,情景 1)。由于进口的废纸是造纸印刷和文教体育用品行业的重要原材料,限制固体废弃物进口将大幅减少进口来源的废纸,尽管国内回收的废纸将部分替代进口废纸,但造纸行业的产出仍将下降 1.8%。与此类似,金属冶炼与压延加工品的产出将下降 1.25%。另一方面,矿采选产品和煤炭采选产品较少使用废品废料作为材料,该产业是造纸印刷和文教体育用品产业、金属冶炼和压延加工品等行业的上游产业。受造纸印刷和文教体育用品产业、金属冶炼和压延加工品产业产出下降的影响,矿采选产品和煤炭采选产品需求也将下降,导致产业产出遭受损失。

表 1　　限制固体废弃物进口对产业产出的影响　　(单位:%)

	情景 1		情景 2	
	产出	价格	产出	价格
农林牧渔产品和服务	-0.13	0.18	-0.11	0.14
煤炭采选产品	-0.44	0.23	-0.33	0.17
石油和天然气开采产品	-0.12	-0.03	-0.09	-0.03
矿采选产品	-0.80	-0.16	-0.59	-0.11
轻工业	-0.13	0.15	-0.11	0.11
造纸印刷和文教体育用品	-1.80	2.22	-1.46	1.80
石油、炼焦产品和核燃料加工品	-0.25	-0.04	-0.19	-0.03
化学产品	-0.17	0.22	-0.13	0.17
金属冶炼和压延加工品	-1.25	2.26	-0.91	1.63
其他工业	-0.45	0.36	-0.34	0.26
废品废料	55.34	42.81	52.79	29.78
建筑业	0.01	0.47	0.00	0.35
服务业	-0.12	0.14	-0.09	0.11

注:数据来源于 ORANI-R 模型。

值得注意的是,如表 1 所示,废品废料行业的产出将出现大幅增长,增幅达到 55.34%。

受限制固体废弃物进口的影响,废品废料价格将大幅提高 42.81%;在价格上升的刺激下,国内废品废料回收行业生产水平将大幅提高,其产出也呈现大幅的增长。由于废品废料行业的产出主要作为中间投入品被下游行业使用,对废品废料行业产出的变化进行分解发现,在废品废料产出的增长中,30.9%作为中间产品投入被废品废料行业使用,27.8%被用于造纸印刷和文教体育用品产业,22.2%被用于金属冶炼和压延加工品,4.2%被用于化学产品(图 3)。由于上述产业无法得到进口废弃物作为生产原料,将更多使用国内废品废料进行替代,因而废品废料行业的产出增长主要来自这些产业需求的增长。

废品废料行业活动水平的提高,将提高国内废弃物回收率,提高国内资源的循环利用水平,从而有效降低资源浪费。我们的结果也表明,限制固体废弃物进口将倒逼废品废料回收行业生产率提高,使国内废弃资源回收量增长一半以上。另一方面,国内废弃物回收利用水平的提高,还将减少废弃物焚烧、填埋造成的生态破坏与环境污染。尽管目前难以获取减少废弃物焚烧、填埋对大气污染物排放、土地资源占用的影响的具体数据,但仍可预期其将有助于生态系统的改善、环境污染的治理。除了以上两个影响渠道外,限制固体废弃物进口将直接减少进口固废处理造成的生态环境破坏和居民健康损害。因而,限制固体废弃物将带来以上三个方面的环境经济收益,将可能抵消限制固体废弃物进口的负面经济影响,但目前难以在国民经济核算中进行考量,需要另外编制经济系统物质流投入产出表(Hertel, 1997)。

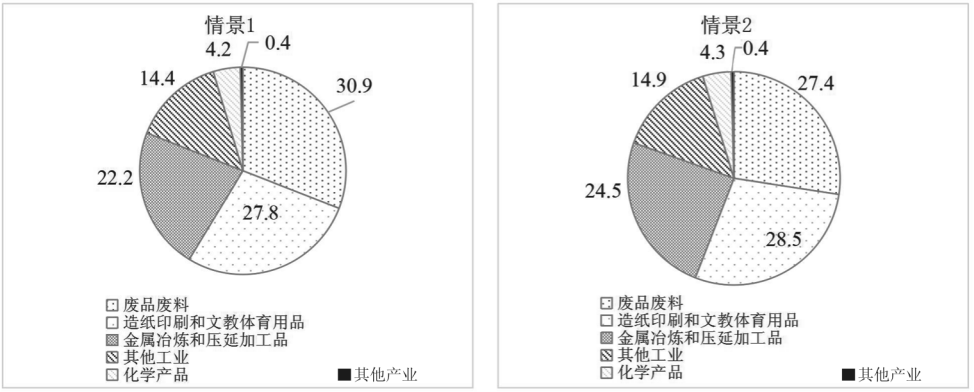


图 3　废品废料行业产出的变化分解(%)

提高废品废料行业的生产效率将减缓限制固体废弃物进口的负面经济影响。限制固体废弃物进口同时,如果国内废品废料回收行业的生产效率提高 10%(情景 2),尽管大部分产业仍将遭受产出损失,但产出损失低于情景 1(表 1)。造纸印刷和文教体育用品仍将遭受最大的产出损失,但产出降幅为 1.46%低于情景 1 的 1.80%。国内废品废料回收行业生产效率的提高将增加废品废料原材料的供给,更好地弥补限制废品废料进口造成的缺口,因而情景 2 中产业部门的产出损失低于情景 1。金属冶炼和压延加工品、矿采选产品、煤炭采选产品的产出损失分别为 0.44%、0.30%和 0.17%,均明显低于情景 1 的结果。在情景 2 中,废品废料回收

业的产出增长为52.79%,略低于情景1的结果。随着国内废品废料回收行业效率提高,国内废品废料的价格增幅为29.78%,远低于情景1的结果。由于废品废料价格的上升幅度较小,导致废品废料回收行业的产出增幅低于情景1,但废品废料成本下降减少了其他产业的生产成本,从而减缓了其他产业的产出损失。因而,提高废品废料行业的生产效率除了具有明显的环境效益外,还具有明显的经济收益,有效地促进循环经济的发展。

(二)宏观经济影响的环境经济分析

与预期一致,限制固体废弃物进口将对我国宏观经济产生一定程度的负面影响。如表2中情景1,限制固体废弃物进口,中国的GDP将下降0.29%,相当于全国GDP损失1567亿元(2015年价格),约等于青海省当年GDP的65%。如前文所述,由于采用Armington假设,国内废品废料的回收仅能够部分替代进口废品废料,在短期内国内废品废料部门不能充分扩大生产,限制固体废弃物进口将造成部分产业原材料供给的减少,导致这些产业生产能力下降,造成宏观经济的损失。与此同时,限制固体废弃物进口将使我国的贸易条件恶化,进口总量将下降1.28%,出口总量下降1.63%。

表2　限制固体废弃物进口的宏观经济影响　(单位:%,亿元)

	情景1	情景2
GDP变化	-0.29	-0.10
GDP损失	-1567	-540
进口变化	-1.28	-1.35
出口变化	-1.63	-0.93
就业	-0.21	-0.07
CPI	0.21	0.17

数据来源:ORANI-G模型。

限制固体废弃物进口还将对我国居民就业与居民消费价格指数(CPI)产生负面影响。限制固体废弃物进口将造成国内工业生产的原材料不足,导致部分企业生产能力下降,从而减少对劳动力的需求,在短期内造成失业;受国内废品废料价格上涨的影响,国内废品废料回收行业的生产扩张将提高其对劳动力的需求。在两方面影响的相互作用下,限制固体废弃物进口将导致国内总就业下降0.21%(表2)。与此同时,受原材料供应下降的影响,国内企业生产能力将降低,工业部门产出将减少,因此消费品的生产也会受到限制固体废弃物进口的影响。在市场出清的状态下,消费品供给的相对减少将提高居民消费品价格,导致CPI的上涨。在ORANI-G模型的结果中,限制固体废弃物进口将使CPI提高0.21%。

提高废品废料回收行业的生产效率将会部分抵消限制固体废弃物进口对宏观经济的冲击。限制固体废弃物进口将减少进口来源的废品废料,导致国内废品废料价格的快速上升,从而刺激国内废品废料行业生产的扩张。如果提高国内废品废料回收行业的生产效率,废品

废料回收企业生产成本的降低将部分抵消国内废品废料价格的上涨,降低下游产业的生产成本,减少宏观经济的损失。如表 2 所示,如果国内废品废料回收行业的生产效率提高 10%(情景 2),限制固体废弃物进口对我国 GDP 的影响将下降到 0.10%,约 540 亿元(2015 年不变价格)。与此同时,进口总量将下降 1.35%,而出口总量将下降 0.93%,贸易条件恶化程度低于情景 1。就业总量的降幅为 0.07%,CPI 的增幅为 0.17%,均小于情景 1 的模拟结果。

五、敏感性分析

在分析限制固体废弃物进口的经济影响时,关键参数是进口废弃物与国内废品废料的 Armington 替代弹性。ORANI-G 模型在刻画国内外产品的选择关系上采用 Armington 假设,即生产者通过比较国内产品价格和进口品价格在国内外产品之间选择最优组合。不同产品的 Armington 替代弹性设定为 0.9~11.2。其中,废品废料部门的 Armington 弹性为 3.75,该参数决定了在限制固体废弃物进口后,国内废品废料对进口废弃物的替代作用。在情景 1 和情景 2 的基础上,分别对本研究的结果进行了敏感性检验,即检验国内外废品废料替代弹性的取值对模型结果稳健性的影响。具体来说,将国内废品废料与进口废弃物的 Armington 替代弹性分别提高 50%或减小 50%。

改变国内外废品废料的 Armington 替代弹性并不会改变本研究的主要结果。在情景 1 中,限制固体废弃物进口仍将造成一定的 GDP 损失,GDP 损失的变化区间为 0.19%~0.83%。受限制固体废弃物进口的影响,我国居民就业将下降 0.12%~0.75%。另一方面,设置不同的 Armington 替代弹性也不改变对产业部门产出的影响结果。造纸印刷与文教体育用品产业仍具有最大的产出损失,损失的范围为 1.14%~5.59%。对情景 2 的研究结果进行敏感性分析,也不会改变主要的研究结论。

六、主要结论与讨论

由于进口固体废弃物在处理中产生严重的生态环境破坏和居民健康损害,我国政府于 2017 年开始推动固体废弃物进口管理的改革,并计划于 2019 年底逐步停止进口国内资源可替代的固体废弃物。然而,进口废品废料是某些产业的重要原材料,例如有色金属、造纸、塑料等,限制固体废弃物进口可能对宏观经济和产业发展造成一定的损失。基于 2015 年中国投入产出表,本研究构建 CGE 模型,模拟分析限制固体废弃物进口的环境经济影响。本文的研究结果表明,限制固体废弃物进口将对我国宏观经济产生一定的负面影响。但减少进口废弃物进口不仅将直接减少进口固废处理中产生的生态环境破坏和居民健康损害,还将提高国内废品废料回收行业的生产水平,提高资源回收率,减少资源的浪费,同时减少废弃物焚烧、填埋造成的环境污染与土地资源占用。潜在的环境效益可能抵消限制固体废弃物进口造成

的宏观经济损失。如果能够提高国内废品废料回收行业的生产效率,将进一步提高国内资源回收率、减少生态环境破坏,促进循环经济和社会主义生态文明建设。

一方面,目前我国进口的固体废弃物种类主要包括废钢、废有色金属、废纸、废塑料。处理进口固体废弃物时将产生严重的环境污染,但考虑到固体废弃物的资源属性,进口固体废弃物为钢铁、造纸、有色金属等产业提供了重要的原材料。考虑到国内资源禀赋的限制,进口固体废弃物仍是某些产业的重要原料来源,特别是有色金属和造纸行业,而且限制固体废弃物进口将造成一定的经济损失,我国不应该完全限制固体废弃物的进口,可允许适度进口环境危害较小的废弃物。本文研究结果可作为限制固体废弃物进口的经济影响的上限。另一方面,我国未来需要进一步加强固体废弃物进口的管理,明确进口固体废弃物的环境标准并严格执行,在利用固体废弃物资源的同时,减小进口固体废弃物的处理过程造成的生态环境破坏。

在限制固体废弃物进口的同时,也要防止国内资源的过度开发。在限制固体废弃物进口后,国内的废弃物价格将会快速上升,在刺激国内废品废料行业生产的同时,也缩小了废弃物与铁矿石、铜矿石、林木等原材料之间的价格差距。在价格信号的引导下,企业可能会选择消耗更多的矿石、能源、林木等原材料,以弥补废弃物原料价格上涨造成的损失。然而,由于ORANI-G 模型在中间投入品之间采用了列昂惕夫生产函数,本研究结果难以捕捉这方面的影响。考虑到我国资源禀赋相对不足,开采这些资源需要消耗大量的水、能源、土地等资源,且产生大量的废水、废气、废渣,政府需要密切关注限制固体废弃物进口导致的国内资源过度开发问题。在限制固体废弃物进口、保护资源环境的同时,需要避免过度开发国内资源、造成生态环境破坏。

落实限制固体废弃物进口政策、保护国内资源环境,最根本的政策是提高国内废品废料的回收效率。在本文中,提高国内废品废料行业的生产效率在一定程度上减缓限制固体废弃物进口的负面经济影响。为了更好保护国内的资源环境,在加强固体废弃物进口管理的同时,应当进一步提高国内废品废料回收行业的生产效率。长期以来,我国废品废料回收行业的生产效率较低,资源回收率与发达国家存在较大差距。废品废料回收行业从业人员以老年人、残疾人、农民工为主,劳动生产率低下,大部分企业采取粗放式经营管理,存在产业链短、产品单一、生产工艺落后等问题。具有一定规模的企业的废弃物回收量仅占回收总量的10%~20%,小规模企业数量较大,行业具有小、散、差的特点(Mai,2004)。这意味着,我国废弃物回收行业应该着力提升企业的生产效率。

参考文献:

[1]冯久田. 基于循环经济的生态工业理论研究与实证分析[D]. 武汉:武汉理工大学,2005.

[2]高纯金. 我国应停止外国废物进口业务[J]. 国际贸易问题,2001,(9):40-42.

[3]高松. 我国高风险进口产品的现状及分析——可利用固体废物进口现状及管制措施研究[J]. 生态经济,2007,(11):112-114.

[4]国家统计局国民经济核算司. 中国 2012 年投入产出表编制方法[M]. 北京:中国统计出版社,2014.

[5]何雄浪,朱旭光. 发展我国城市废弃物循环经济的理论与实践思考[J]. 当代经济管理,2008,30(11):15-18.

[6]胡东宁. 国际废纸贸易的现状分析与再生资源贸易的政策研究[J]. 湖北社会科学,2011,(1):101-103.

[7]蒋文强. 循环经济下我国固体废弃物的贸易探究[J]. 市场研究,2017,(7):6-7.

[8]鞠红岩,李淑媛,兰孝峰,刘刚,姚杰. 进口废纸再生利用环境风险研究[J]. 环境与可持续发展,2015,40(5):38-40.

[9]兰孝峰, 鞠红岩, 刘刚,李淑媛. 加强进口废物管理防范环境污染风险[J]. 环境与可持续发展,2016,41(5):64-67.

[10]李华友,冯东方. 我国进口废物污染控制的制度困局[J]. 环境经济,2007,(5):48-52.

[11]刘景洋,段宁,杨勇,郭玉文,乔琦. 废旧冰箱拆解及聚氨酯泡沫放置的一氟三氯甲烷释放量研究[J]. 环境污染与防治,2010,32(7):1-4.

[12]刘天蓉. 新版《进口废物管理目录》发布[J]. 纸和造纸,2017,(5):66-66.

[13]刘伟,孙际洲. 固体废物进口政策调控分析及展望[J]. 再生资源与循环经济,2017,10(9):21-24.

[14]牛海霞. 跨国污染转移对中国的渗透特征及治理研究[D]. 杭州:浙江大学,2010.

[15]石聪颖,杜彬. 试析我国废纸进口贸易所带来的环境问题[J]. 中国集体经济,2018,(13):15-17.

[16]孙淑琴. 再生资源的贸易、失业及社会福利—基于二元经济模型的分析[J]. 经济科学,2013,35(4):54-64.

[17]王晶. 资源循环利用的经济效应分析[J]. 经济经纬,2007,(5):30-32.

[18]杨华. 透视废弃物国际贸易问题[J]. 环境保护,2009,(18):73-75.

[19]杨彦,于云江,李定龙,杨洁. 不同电子废弃物拆解场重金属经口暴露的健康风险研究[J]. 环境科学学报, 2012,32(4):974-983.

[20]曾现来,闫晓宇,张宇平,缪友萍,李金惠. 中国资源的进出口与产出率:演化、挑战及对策[J]. 自然资源学报,2018,33(4):552-562.

[21]赵燕. 我国固体废弃物进口贸易与再利用现状及对策建议[D]. 青岛:青岛大学,2015.

[22]郑洋,邱琦,李淑媛,鞠红岩,张喆. 加强废物进口环境管理防范环境风险对策研究[J]. 环境与可持续发展,2011,36(6):30-33.

[23]周密. 禁止进口固体废弃物的逻辑与前景[J]. 世界知识,2018,(3):13.

[24]Horridge, M. ORANI-G: A Generic Single-Country Computable General Equilibrium Model[R]. 2003.

[25]Armington, P. S. A Theory of Demand for Products Distinguished by Place of Production[R]. 1969.

[26]Armington, P. S. Adjustment of Trade Balances: Some Experiments with a Model of Trade among Many Countries[R]. 1970.

[27]Hertel, T. Warren. Global Trade Analysis: Modeling and Applications[M]. UK: Cambridge University Press, 1997.

[28]Mai, Y. The MONASH-Multi-Country (MMC) Model and the Investment Liberalisation in China's Oil Industry[R]. 2004.

The Environmental and Economic Effects of the Restriction of Solid Waste Imports

Cui Qi[a], Zhang Jiangxue[b], Wei Wei[c] and He Ling[b]

(a: Beijing Key Lab of Study on Sci-Tech Strategy for Urban Green Development, School of Economics and Resource Management, Beijing Normal University;
b: School of Economics and Resource Management, Beijing Normal University;
c: Bei Jing Business Management College)

Abstract: Since 2017 the government have accelerated the reform of solid-waste-import management, and claimed to restrict the solid waste imports which could be substituted by domestic materials by 2019. The restriction of solid waste imports would effectively reduce the ecological and environmental damages as well as residents' healthy losses produced in the process and recycling. But the imported solid wastes are important material inputs for some industries in China. As a result, the restriction of solid waste imports would possibly cause damage to China's macro-economy and industrial development. Based on China's 2015 input-output table, this study uses the computable general equilibrium model to evaluate the environmental and economic impacts of the restriction of solid waste imports. Our results suggest that China's macro-economy and industrial output are negatively affected by the restriction of solid waste imports. As the domestic waste prices rise, the improvement on production activity of waste recycling industry could raise the resource recycling efficiency, reduce resource wastes, and cut down the environmental pollution and land resource utilization from burning and dumping solid wastes. The possible environmental benefits may offset the economic losses caused by the restriction of solid waste imports. The policy suggestions of this paper include allowing the imports of the solid waste with slight environmental impacts, strengthening the governance of solid waste imports, more importantly, raising the producing efficiency of domestic waste recycling industry in order to lift the resource recycling rate and reduce environmental and ecological damages.

Keywords: Solid Waste Imports; Environmental Benefits; Economic Effects; ORANI-G Model

JEL Classification: Q20, Q38, Q56

(责任编辑:朱静静)