

## 我国制造业承接外包的环境效应

徐 辉 苗菊英\*

**摘要:**我国凭借巨大的制造业总量已成为全球最大的代工平台,同时,我国制造业在全球价值链中处于低附加值的生产环节,高强度消耗和高密集化使用资源给环境造成了巨大的压力,在此背景下,探讨我国制造业承接外包行为的环境污染效应意义重大。本文从表征我国参与全球价值链分工程度的“外包强度”入手,运用动态固定效应和门槛回归模型就制造业外包强度通过规模效应、结构效应以及技术效应作用于环境污染的影响展开研究。研究结果表明外包通过技术效应对工业废气排放量的作用方向为正,其正向影响程度随 FDI 的不断提升而逐渐减弱。环境规制门槛变量对外包的环境污染效应有显著影响:外包通过规模效应对工业废气排放量的作用方向随着环境规制水平的不断增强呈 U 型曲线特征;外包通过结构以及技术效应对工业废气排放量的作用方向为正,其正向作用效果均表现出随着环境规制的不断提升而逐渐减弱。由此提出政策建议:政府部门应当根据我国当前状况制定合理的环境管制政策,正确把握引资政策的调整方向,同时加强对制造业部门引资行为的监督,以引导各企业承接外包结构的清洁化。

**关键词:**制造业;环境效应;外包强度;门槛回归模型

### 一、文献综述

中国凭借巨大的制造业总量成为全球最大的世界工厂,已经高度参与全球价值链分工,且越来越多的贸易和投资是通过全球价值链来组织的,主要表现在中间品贸易占国际贸易的比重和垂直型 FDI 占外资的比重不断提高,即我国承接外包强度在不断提高。据 2015 年 WTO 公布的数据显示,2012 年我国中间品贸易占全球贸易份额的 15%,是 1996 年的五倍多。

\*徐辉,兰州大学经济学院,邮政编码:730000,电子信箱:xhhui@lzu.edu.cn;苗菊英,兰州大学经济学院,邮政编码:730000,电子信箱:891933048@qq.com。

本文系国家自然科学基金项目“基于生态系统健康的流域可持续管理能力评价研究”(71373109)、中央高校基本科研业务费专项资金资助项目“经济增长、环境污染与环保投资的关系研究”(18LZUJBWZY065)的阶段性研究成果。感谢匿名审稿人的宝贵意见,文责自负。

但是,我国制造业在全球价值链中仍处于低附加值的生产环节,高强度消耗和高密集化使用资源给环境造成了巨大的压力。据《中国制造 2025》报告的数据显示,目前全国有 70% 左右的城市不能达到新的环境空气质量标准,受雾霾天气影响较为严重,水体污染较为突出,重大环境事件时有发生。如何在参与全球价值链的过程中既能促进经济发展又能避免付出沉重环境代价以实现社会经济的可持续发展,是包括中国在内的发展中国家普遍面临的问题。

已有文献关于外包与环境的相关研究很多,且几乎都是基于环境贸易理论提出的。就环境贸易理论,国外研究者提出了各种理论假说:Walter(1973),Walter 和 Ugelow(1979)提出了著名的“污染避难所”假说,认为发展中国家由于环境标准水平低而最终沦为发达国家的污染避难所;Porter(1990)、Porter 和 Claas(1995)提出“波特假说”,认为环境规制虽然会增加企业污染减排费用和边际成本,但适当的环境管制可以刺激技术革新,在国际市场上获得竞争力;Grey 和 Brank(2002)提出“污染晕轮”假说,认为发达国家严格的环境管制带来自身技术利润的同时,也会通过中间品贸易如外包或 FDI 的方式将更清洁的技术环境管理办法传播给东道国等。基于以上假说理论,诸多学者对参与垂直专业化分工和外包与环境的相关关系展开研究:Cole 等(2010)从日本等发达国家视角,利用企业层面数据与异质企业模型,证实了环境因素是影响企业外包的主要因素之一,即对环境规制敏感的企业更愿意进行外包;Michel(2013)和 Kirsten 等(2012)的研究也表明发达国家向发展中国家的离岸外包可以转移碳排放;Taglioni 和 Winkler(2016)的研究表明发展中国家参与全球价值链可以促进本国技术进步,进而提升其自主创新能力;Arce 等(2012)认为在参与全球价值链过程中,发达国家将污染密集型生产环节转移到发展中国家,同时进口污染密集型产品,出口环境友好型产品,而发展中国家生产并出口污染密集型产品。然而,Levinson(2009)认为经济发展带来的污染可以通过技术进步来抑制,Dean 和 Lovely(2008)通过研究中国参与国际垂直专业化分工的主要方式“加工贸易”对中国环境的影响,发现国际垂直专业化导致中国出口污染强度下降。

国内关于外包与环境的研究主要聚焦于以下两个方面。一方面,应用不同的方法研究外包与环境污染的直接相关关系,表明外包与环境污染之间呈负相关关系的有:张少华和陈浪南(2009)以及王文治等(2013);他们基于我国工业行业的面板数据,分别采用 PCSE 稳健估计方法以及广义矩估计方法检验出我国工业行业承接国际外包的行为有利于降低我国的环境污染强度;李小平(2010)基于垂直专业化分工的环境投入产出模型对我国进出口中隐含污染排放进行测算,检验出我国参与世界垂直专业化水平在不断增加,我国承接国际外包有利于环境质量的改善。表明正相关关系的研究有:牛海霞和罗希晨(2009)以及黄庆波和赵忠秀(2011)都应用协整理论与格兰杰因果检验方法,分别就世界制造业向中国转移以及加工贸易与工业三废之间相关关系问题进行实证检验,得出我国承接制造业产业转移以及加工贸易与环境污染之间具有长期稳定的正向协整关系;张晓莹(2017)从国际生产分割的视角出发,通

过构造三部门经济模型来探讨不同贸易模式对环境污染的影响,发现加工贸易对所有污染物排放都产生正向影响,是中国对外贸易环境污染的主要来源;丘兆逸(2012)根据要素禀赋理论认为发展中国家因为劳动力丰富以及环境管制相对松弛而具有承接污染工序转移的条件,并通过省级面板数据和行业面板数据,验证了国际垂直专业化中污染工序向我国转移的存在,不利于我国环境质量的改善。此外,还有研究如杨杰等(2014)基于我国各省、直辖市和自治区的面板数据模型采用分位数回归方法分析了国际垂直专业化与中国环境效率的相关关系得出国际垂直专业化对环境效率作用为先制约后促进。王昆和黎晓(2017)应用动态面板数据模型和系统 GMM 方法实证研究发现参与垂直专业化分工在分工规模和分工程度这两个维度上加剧了我国的环境污染问题。另一方面,一部分研究致力于分析引致外包的因素以及外包影响环境污染的具体传导路径。殷宝庆(2012)基于垂直专业化的视角对环境规制与我国绿色全要素生产率之间的关系进行了实证分析,结果表明在制造业参与国际垂直专业化分工的背景下,加强环境规制会降低绿色全要素生产率;杨飞等(2017)应用门槛模型对全球价值链嵌入、技术进步与污染排放的相关关系进行研究,结果显示全球价值链嵌入对污染排放的影响存在门槛效应,当全球价值链嵌入小于门槛值时,技术进步会增加污染排放,当全球价值链嵌入超过门槛值时,技术进步会降低污染排放。

综上所述,承接外包对经济增长和环境质量具有双重影响,随着我国参与全球价值链分工的不断深化,承接外包过程中逐渐表现出技术溢出的环境效应。仅考虑短期内外包对环境污染的直接影响已不能解释当前全球化背景下外包与环境之间的复杂关系。鉴于此,本文将外包的环境效应分为规模、结构以及技术效应以分析外包作用于环境污染的具体影响路径,明确我国承接外包对环境质量的影响机制。由于我国承接外包的企业大部分是外资企业以及越来越严格的环境规制削弱了行业参与产品内国际分工,本文选取外商直接投资和环境规制水平为门槛变量,分析我国吸纳的外资水平和设定的环境规制水平对制造业承接外包的环境效应的作用,通过改变外资水平以及环境规制水平等间接因素来改善外包带来的环境污染问题。本文以 2001-2014 年期间中国 15 大制造业承接外包对环境污染的现实情况进行研究,利用 WIOD 数据库中的投入产出数据来测度外包强度,弥补了我国投入产出数据的间断性,选取“制造业工业废气排放量”为环境污染指标,运用动态固定效应和门槛模型进行回归,并结合研究目的加入交互项,试图更进一步解释外包在门槛条件下通过规模、结构以及技术效应作用于环境污染的具体影响路径。

## 二、制造业承接外包对环境污染的作用机制

Grossman 和 Kruger(1991)将自由贸易的环境效应分为规模、结构和技术三种机制,本文分析外包的环境效应机制也从其规模、结构以及技术效应三个方面展开。由于我国制造业承

接外包的企业主要是外资企业,其外资规模将直接影响企业外包规模,外资结构的清洁性也直接影响着企业外包结构的清洁性。随着国内环境规制水平不断增强,在一定程度上增加了企业承接外包的成本而影响企业的外包强度,因此,企业外商直接投资以及环境规制水平将影响企业外包强度,继而外包强度将最终通过规模、结构、技术效应这三种路径影响企业工业污染物的排放。

### (一) 外商直接投资门槛条件下承接外包的环境效应

(1) 规模效应。外资企业进入我国市场初期,因为规模小而承接外包的动机不大,随着企业外商直接投资水平的不断提高,企业将增加承接具有比较优势产品的外包数量,同时企业会将部分生产环节分包给东道国内资企业以获取更低的生产成本。制造业承接外包的行为将对环境污染造成两个方面的影响:一方面,外包强度的不断提升使企业扩大生产,企业将面临对资源的高强度消耗和高密集化使用,进而带来环境污染物的排放量也将不断增加;另一方面,企业承接外包达到规模经济生产时,会用更少的投入获得更多的产出,这有利于提高企业生产效率,从整体上改善环境质量,构成了外商直接投资约束下企业承接外包影响环境污染物排放的规模效应传导路径。

(2) 结构效应。企业吸收外资以及承接外包时主要使其与企业自身的比较优势相适应,继而企业外商直接投资的结构也将影响企业承接外包的结构,这将会促使吸收清洁型外商直接投资,使得在清洁生产方面具有比较优势的国家的生产更为清洁,反之,则更具污染性。经济发展水平低的国家往往倾向于吸收不清洁的外商直接投资,继而承接发达国家的污染密集型产品的外包,以牺牲环境为代价换取本国经济增长,随着经济水平不断提升,外商直接投资结构以及外包结构将向清洁型方向转化,并加速企业从工业向服务业转移,构成了外商直接投资约束下企业承接外包影响环境污染物排放的结构效应传导路径。

(3) 技术效应。以外包方式参与全球价值链生产过程中,如果一国企业主要吸收清洁型外商直接投资,那么承接的也将会是清洁型产品的生产环节,该国将可能会获取国外清洁的生产技术,国外严格的绿色技术壁垒将倒逼承接国改进技术以达到绿色生产标准,这种情况下,承接外包将有助于一国环境质量的改善。反之,如果一国吸收的是不清洁的外商直接投资,那么企业承接的也会是污染密集型产品的生产环节,承接外包将导致环境的持续恶化。随着吸引外资以及承接外包带来经济的不断增长,企业将更加注重经济质量的增长,包括改善环境质量,继而逐渐吸收清洁型外商直接投资,承接外包也将变得清洁化,形成清洁技术的外溢,从而改善环境质量,构成了外商直接投资约束下企业承接外包影响环境污染物排放的技术效应传导路径。据此,本文提出如下假设:

假设 1:制造业承接外包通过规模、结构以及技术效应作用于环境污染的影响路径受到外商直接投资水平的影响,其影响路径的清洁性取决于企业吸收外商直接投资的清洁性。同时

企业吸收外商直接投资的规模也会影响路径的清洁性,只有当 FDI 达到一定规模时,制造业承接外包影响环境污染的这三个效应路径才有向清洁型发展的趋势。

## (二) 环境规制门槛条件下承接外包的环境效应

(1) 规模效应。环境规制水平较低时,企业治污成本偏低,从而使我国制造业承接外包的成本优势增强,带来外包率的提高、行业的经济增长、行业规模经济,继而企业今后的发展将更加注重质量发展,包括环境质量的改善,投入污染物治理的费用会随之增加,带来环境污染物排放量的减少。过高的环境规制水平增加了企业治污的成本负担,其承接外包的成本优势被削弱了,进而抑制了企业外包率的提升,导致主要靠外包业务的那些行业经济利益受损,从而污染治理能力下降,污染排放量反而增加,构成了环境规制水平约束下企业承接外包影响环境污染物排放的规模效应传导路径。

(2) 结构效应。随着国内环境规制水平的不断提高,短期内,企业承接外包通过规模效应会使治污能力下降。长期内,一些污染密集型的小型企业将经受不住企业治污成本的上升以及生产规模的骤减而被淘汰出局。那些污染密集型的大型企业以及清洁型企业将在高环境规制水平的约束下完成企业转型升级,企业承接外包的结构将逐渐向清洁型发展以适应国家环境管制政策的要求,进而改善我国环境质量,构成了环境规制约束下企业承接外包影响环境污染物排放的结构效应传导路径。

(3) 技术效应。随着国内环境规制水平的不断提高,长期内,企业承接外包通过规模效应和结构效应将逐渐改善环境质量。同时,为进一步降低生产成本和治污成本以增强自身竞争力,企业会加大技术创新的投入,在环境规制的约束下,尤其会加大治污技术的创新投入,企业承接外包的比较优势将更加明显,技术外溢性会更加明显,从而不断改善我国环境质量,构成了环境规制约束下企业承接外包影响环境污染物排放的技术效应传导路径。因此,本文提出又一假设:

假设 2:制造业承接外包通过规模、结构以及技术效应作用于环境污染的影响路径受到环境规制水平的影响,随着环境规制水平的不断提升,短期内,其影响路径表现出不清洁性,长期内,环境规制水平的强力约束将使企业承接外包作用于环境质量的这三个效应路径有向清洁型发展的趋势。

## 三、模型构建和数据处理

### (一) 模型设定与变量定义

考虑到我国环境污染治理的滞后性,以及不同行业在环境质量、外包强度、FDI 水平等方面可能会存在个体差异,且通过了 Huasman 检验后,本文选用动态面板固定效应模型来实证考察我国制造业承接外包的环境污染效应。这里的动态性表现在加入被解释变量的滞后一

阶项,其结构模型设定如下:

$$Pollu_{it} = \beta_0 + \beta_1 Pollu_{i,t-1} + \beta_2 OS_{it} + \rho Z_{it} + \alpha_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

以上模型中的因变量为环境污染指标 ( $Pollu$ ), 本文选用制造业单位企业工业污染废气排放量来衡量这一指标。另外,  $\alpha_{it}$  表示固定效应的差异项,  $\varepsilon_{it}$  表示随机扰动项。

模型中主要解释变量为制造业行业的外包强度 ( $OS$ ), 该指标以我国承包方为视角, 表示进口品用于出口的价值与出口额的比率。以往研究中大多数学者主要使用由 Hummels 等 (2001) 提出的“垂直专业化指数”的概念来测度国家参与全球外包业务的程度。该指数测度为  $VSS = VS/X$ ,  $VSS$  表示国际外包指数,  $VS$  表示国家在垂直专业化贸易中的份额,  $X$  表示国家的出口贸易总额。假设经济中有  $n$  个部门, 用  $M_j$  表示部门  $j$  进口的中间产品,  $Y_j$  表示  $j$  部门的总产出,  $X_j$  表示  $j$  部门的总出口, 则垂直专业化值  $VS_j = (M_j/Y_j) \times X_j = (X_j/Y_j) \times M_j$ , 出口中的  $VSS$  比重则为  $VS/X = \sum_j^n VS_j / \sum_j^n X_j$ , 那么分行业的国际外包指数  $OS = (X_j/Y_j) M_j / X_j = M_j/Y_j$ 。

其他控制变量  $Z_{it}$  有外商直接投资 ( $FDI$ ), 根据已有研究, 外商直接投资是影响环境污染的主要因素之一, 由此, 本文将其纳入影响环境污染的范围, 由于缺乏分行业的  $FDI$  值, 本文借鉴徐毅和张二震 (2008) 的做法, 用各行业的外资企业总资产与行业总资产的比值来表示  $FDI$ 。

环境规制水平 ( $Regular$ )。“污染避难所假说”“波特假说”以及“污染晕轮假说”等理论都表明了环境规制作用于环境污染的影响效果。大多数文献肯定了市场激励型工具中的排污收费是中国尝试利用经济激励手段治理环境的主要政策, 考虑到企业微观数据的连续性以及可获得性, 本文参考景维民和张璐 (2014) 的研究, 使用单位企业污染排放治理费用度量每一行业环境规制水平, 政府对企业的排污费征收额设定越高, 企业将对污染治理投入的费用越多。为验证环境规制是否与环境污染之间存在倒 U 型关系, 本文在模型 (1) 中加入了环境规制水平的平方项, 如果其二次项方向为负, 表明两者之间确有倒 U 型关系。

能耗强度 ( $Energy$ ), 即单位企业工业增加值所耗能源, 用各行业单位企业的工业增加值占企业所耗能源的比重表示, 各行业能耗越多, 将会带来更多的环境污染物排放量。

企业规模 ( $Scale$ )、资本劳动比 ( $Cap$ )、劳动生产率 ( $Lab$ ), 分别反映企业的规模、结构及技术效应对环境的影响。企业规模用各行业工业增加值与企业个数的比值表示, 资本劳动比用各行业的固定资产净值年平均余额与该行业全部从业人员年平均人数的比值表示, 劳动生产率用各行业增加值与该行业全部从业人员年平均人数的比值表示。为表现外包强度通过这三个效应作用于环境污染的具体路径及效果, 依次将外包强度分别同企业规模、资本劳动比、劳动生产率的交互项放入模型 (1) 中, 为消除异方差问题, 对所有变量取对数处理, 分别形成模型 (2)、(3)、(4):

$$\begin{aligned} \ln Pollu_{it} = & \beta_0 + \beta_1 \ln Pollu_{i,t-1} + \beta_2 \ln OS_{it} + \rho_1 \ln FDI_{it} + \rho_2 \ln Regular_{it} + \\ & \rho_3 \ln Regular_{it}^2 + \rho_4 \ln Energy_{it} + \rho_5 \ln Scale_{it} + \rho_6 \ln Cap_{it} + \\ & \rho_7 \ln Lab_{it} + \rho_8 \ln Scale_{it} \times \ln OS_{it} + \alpha_{it} + \varepsilon_{it} \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \ln Pollu_{it} = & \lambda_0 + \lambda_1 \ln Pollu_{i,t-1} + \lambda_2 \ln OS_{it} + \sigma_1 \ln FDI_{it} + \sigma_2 \ln Regular_{it} + \\ & \sigma_3 \ln Regular_{it}^2 + \sigma_4 \ln Energy_{it} + \sigma_5 \ln Scale_{it} + \sigma_6 \ln Cap_{it} + \\ & \sigma_7 \ln Lab_{it} + \sigma_8 \ln Cap_{it} \times \ln OS_{it} + \alpha_{it} + \varepsilon_{it} \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \ln Pollu_{it} = & \varphi_0 + \varphi_1 \ln Pollu_{i,t-1} + \varphi_2 \ln OS_{it} + \omega_1 \ln FDI_{it} + \omega_2 \ln Regular_{it} + \\ & \omega_3 \ln Regular_{it}^2 + \omega_4 \ln Energy_{it} + \omega_5 \ln Scale_{it} + \omega_6 \ln Cap_{it} + \\ & \omega_7 \ln Lab_{it} + \omega_8 \ln Lab_{it} \times \ln OS_{it} + \alpha_{it} + \varepsilon_{it} \end{aligned} \quad (4)$$

为解释外包在门槛条件下通过规模、结构以及技术效应对环境污染的影响效果,运用 Hansen(1999)提出的门槛模型如下:

$$Y_{it} = \beta_0 + \alpha Z_{it} + X_{it} I(q_{it} \leq r_1) + X_{it} I(r_1 < q_{it} \leq r_2) + e_{it} \quad (5)$$

其中,  $Z_{it}$  是控制变量,  $X_{it}$  是受门槛变量  $q_{it}$  影响的解释变量, 并且有  $r_1 < r_2$ 。上式为多门槛模型, 单门槛模型与此类似, 只是少了中间区域  $r_1 < q_{it} \leq r_2$  部分的估计。本文将外商直接投资(FDI)与环境规制水平(Regular)作为门槛变量  $q_{it}$ , 将企业规模、资本劳动比、劳动生产率与外包强度的交互项作为受门槛变量影响的解释变量  $X_{it}$ , 分析门槛条件下外包作用于环境污染的规模、结构以及技术效应的具体影响效果。

## (二) 数据来源及行业分类

本文中用于测算外包强度的各行业每年进口的中间投入量  $M_{jt}$  以及各行业每年总产出  $Y_{jt}$  数据均来源于 WIOD 数据库, 该数据库目前更新到 2014 年, 因此本文截取自我国加入世贸组织年份起 2001 年至 2014 年的数据。由于 WIOD 公布的投入产出表中的产业分类标准是按《国际标准产业分类》制定的, 与我国国民经济产业分类标准有部分出入, 本文借鉴马红旗和陈仲常(2012)研究中提供的行业对照表, 通过比对这两种分类标准, 将制造业整合为 15 大类<sup>①</sup>。计算其他控制变量外商直接投资、环境规制水平、企业规模、资本劳动比、能耗强度的数据主要来源于 2002-2015 年《中国统计年鉴》《中国工业统计年鉴》和《中国环境统计年鉴》。

<sup>①</sup>食品、饮料、烟草业; 纺织、纺织品、服装、鞋、帽制造业, 皮革、毛皮、羽毛(绒)及其制品业; 木材加工及木、竹、藤、棕、草制品业; 造纸及纸制品业、印刷业和记录媒介的复制业; 石油加工、炼焦及核燃料加工业; 化学原料及化学制品制造业、医药制造业、化学纤维制造业; 橡胶制品业、塑料制品业; 非金属矿物制品业; 黑色金属冶炼及压延加工业、有色金属冶炼及压延加工业; 金属制品业; 通用设备制造业、专用设备制造业; 通信设备、计算机及其他电子设备制造业; 电气机械及器材制造业; 交通运输设备制造业; 家具制造业。

#### 四、制造业承接外包环境效应的实证考察

##### (一) 门槛效应检验

本文根据 Hansen(1999)所提出的 F 统计量与 LR 统计量分别对外商直接投资(FDI)和环境规制门槛估计值的个数和真实值进行检验。FDI 为门槛变量时,规模效应和结构效应的 FDI 单一门槛没有通过门槛检验。如表 1 所示,技术效应的 FDI 门槛检验在 5%的显著性水平上通过了双门槛检验,在 95%的置信区间内 FDI 的门槛值为-1.0172 和 0.6530。环境规制为门槛变量时,以上三种效应的环境规制门槛检验都通过了单一门槛检验,在 95%的置信水平上环境规制的门槛值相同,都为 1.1209。

表 1 外包环境效应的门槛检验结果

门槛变量	受门槛变量影响的交互项	门槛个数	F统计量	P 值	临界值			门槛值	95%置信区间
lnFDI	lnOS×lnLab	双重门槛值	30.96 **	0.04	25.3779	19.4779	17.0197	r1=-1.0172 r2=-0.6530	(-1.0692,-1.0146) (-0.6956,-0.6343)
		单一门槛值	28.04 **	0.0467	18.6869	14.358	11.971	r1=1.1209	(0.7761,1.2988)
lnRegular	lnOS×lnScale	单一门槛值	28.82 *	0.07	25.8643	18.4807	15.7628	r1=1.1209	(0.9768,1.2988)
	lnOS×lnCap	单一门槛值	28.57 *	0.0533	26.8078	19.6993	14.6456	r1=1.1209	(0.9768,1.2988)

注:\*\*\*、\*\*、\* 分别表示统计结果在 1%、5%和 10%水平上通过显著性检验。

##### (二) 回归结果分析

表 2 显示的是外包环境效应的门槛回归结果,其中,(1)-(3)列显示的是对模型(2)、(3)、(4)进行的 FDI 门槛回归后的结果,(4)-(6)列是对其进行环境规制水平门槛回归后的结果。具体分析如下:

(1)规模效应。由表 1 可知,外包规模效应的 FDI 单一门槛检验没有通过,即外包的规模效应作用于工业废气排放量的影响受到 FDI 这一门槛变量的影响不显著。可能的原因是:短期内,不完全竞争市场的企业规模由于本土资源以及企业自身生产力的局限无法立即随外资的进入而发生改变,企业的外包行为在短期内也只承接与企业自身容量相当的产品外包量,因此,企业通过吸收外资来影响企业承接外包的规模效应就显得微不足道了,对环境产生的影响也就变得不显著。其环境规制存在单一门槛值为 1.1209(对数值,下同),这一门槛值将环境规制分为从小到大两个区间。从表 2 的(4)式可以看到,在 5%的显著性水平下,环境规制水平小于等于 1.1209 时,外包强度与企业规模的交互项系数为-0.0813,当环境规制水平在大于 1.1209 时,对应交互项系数为 0.0751,即外包的规模效应对工业废气排放量的作用方向随着环境规制水平的不断增强呈“U”型曲线特征,进一步说明外包的规模效应对工业废气排放量的作用受到环境规制的影响。环境规制水平低于 1.1209 时,不断提升我国制造业行业的外包率有利于减少各企业的工业废气排放量,但高于 1.1209 时,效果却相反。可能解释的是:



较低环境规制水平情形下,企业治污成本偏低,使我国制造业承接外包具有成本优势,从而带来外包率的提高、行业的经济增长、行业规模经济,使企业有更多的资金和能力治理环境污染物的排放。短期内,较高的环境规制水平增加了企业治污的成本负担,其承接外包的成本优势被削弱了,进而抑制了企业外包率的提升,导致主要靠外包业务的那些行业的经济利益受损,从而污染治理能力下降,反而导致了工业废气排放量的增加。

(2)结构效应。由表1和表2可知,外包结构效应的 *FDI* 单一门槛检验没有通过,即外包结构效应作用于工业废气排放量的影响受到 *FDI* 这一门槛变量的影响不显著,可能的原因是:企业吸收外资以及承接外包时主要使其与企业自身的比较优势相适应,因此,企业所吸收的外商直接投资并不会对企业自身的生产结构产生多大改变,进而对企业承接外包的结构影响也不大,表现在环境效应上就不显著。其环境规制存在单一门槛值为 1.1209,这一门槛值的两个区间上外包与企业资本密集度的交互项系数分别为 0.282 和 0.195,且在 10%水平上显著。具体而言,一方面,在环境规制门槛条件下,外包通过结构效应影响工业废气排放量的方向为正,表明我国制造业承接外包的结构还处于不清洁状态。另一方面,外包结构效应作用于工业废气排放量的程度随环境规制水平的不断加强从 0.282 下降到 0.195,表明环境规制水平上升到一定值时,外包的结构效应对工业废气排放量的作用强度有了一定程度的减缓。从长期来看,较高的环境规制水平可以倒逼企业转型升级,从被动治理转向主动治理,承接外包也正向清洁型外包发展,进而工业废气排放量增速得到减缓。

(3)技术效应。由表1和表2可知,外商直接投资作为门槛变量时,存在两个门槛值分别为 -1.0172 和 0.6530(对数值,下同),将外包与劳动生产率的交互项分为三个区段。在 *FDI* 的这三个区段内外包与劳动生产率的交互项的系数显著,如表2的(3)式所示,依次为 0.162、0.190和 0.148,表明外包的技术效应并没有因外商直接投资的不断增加而带来工业废水排放量的显著的负增长,只是当外商直接投资增加到一定量时,外包的技术效应会减缓工业废气排放量的增速。再次证明了现阶段我国外商直接投资与外包的结构在一定程度上并不清洁,外包过程中绿色技术的外溢性并不明显,但是我国制造业吸收的外商直接投资以及承接的外包有向清洁型发展的趋势。环境规制作为门槛变量时,存在一个门槛值 1.1209,将外包与劳动生产率的交互项分为两个区段,如表2的(6)式所示。在该门槛变量的两个区段内外包与劳动生产率的交互项系数依次为 0.176 和 0.122,系数符号为正,表明外包的技术效应没有达到降低企业废气排放量的效果,系数大小从 0.176 下降到 0.122,表明外包的技术效应随环境规制水平的提升对工业废气排放量的增速起到了减缓作用,可能解释的是:当环境规制水平提高到一定程度时,各行业为提升竞争力,不得不进行企业的技术革新以弥补环境规制带来的成本竞争优势的损失,其中一个方法就是通过外包引进国外先进技术加以学习和创新,结果体现在各行业的工业废气排放量的增速相应放缓,这与谢锐和刘專婕(2015)的研究一致。

表 2 因变量为工业废气排放量时的门槛回归结果

门槛变量	FDI			Regular		
Variable	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
$\ln Pollu_{i,t-1}$	0.0855 ** (0.0373)	0.0551 (0.0368)	0.0583 (0.0356)	0.109 *** (0.0389)	0.110 *** (0.0392)	0.106 *** (0.0387)
$\ln OS$	0.481 *** (0.113)	-0.138 (0.286)	-0.172 (0.303)	0.380 *** (0.112)	-0.0729 (0.292)	-0.0794 (0.322)
$\ln FDI$	-0.00483 (0.0365)	-0.109 * (0.0491)	-0.0212 (0.0470)	0.0191 (0.0354)	0.0169 (0.0351)	0.0158 (0.0352)
$\ln Scale$	0.279 (0.220)	-0.0491 (0.0916)	-0.0154 (0.0881)	0.181 (0.224)	-0.0468 (0.0929)	-0.0562 (0.0931)
$\ln Regular$	0.719 *** (0.103)	0.728 *** (0.103)	0.669 *** (0.0968)	0.559 *** (0.117)	0.593 *** (0.118)	0.569 *** (0.114)
$\ln Regular^2$	-0.0639 *** (0.0172)	-0.0685 *** (0.0177)	-0.0566 *** (0.0162)	-0.0418 ** (0.0191)	-0.0500 ** (0.0196)	-0.0449 ** (0.0185)
$\ln Lab$	-0.0167 (0.0563)	-0.0346 (0.0550)	0.489 ** (0.225)	-0.0249 (0.0561)	-0.0291 (0.0558)	0.355 (0.240)
$\ln Cap$	0.240 * (0.125)	0.998 *** (0.332)	0.139 (0.118)	0.173 (0.123)	0.748 ** (0.343)	0.161 (0.124)
$\ln Energy$	0.432 *** (0.0915)	0.437 *** (0.0888)	0.364 *** (0.0867)	0.452 *** (0.0920)	0.465 *** (0.0902)	0.467 *** (0.0904)
$(\ln OS \times \ln Scal)_0$	0.132 ** (0.0664)			-0.0813 (0.0934)		
$(\ln OS \times \ln Scal)_1$	0.0648 (0.0677)			0.0751 (0.0671)		
$(\ln OS \times \ln Cap)_0$		0.257 ** (0.108)			0.282 ** (0.110)	
$(\ln OS \times \ln Cap)_1$		0.202 * (0.109)			0.195 * (0.112)	
$(\ln OS \times \ln Lab)_0$			0.162 ** (0.0713)			0.176 ** (0.0754)
$(\ln OS \times \ln Lab)_1$			0.190 *** (0.0718)			0.122 (0.0763)
$(\ln OS \times \ln Lab)_2$			0.148 ** (0.0723)			
常数项	0.0581 (0.380)	-1.860 ** (0.860)	-1.729 * (0.917)	0.288 (0.385)	-1.045 (0.893)	-1.090 (0.989)
样本量	210	210	210	210	210	210
R <sup>2</sup>	0.627	0.642	0.670	0.626	0.633	0.631

注：\*\*\*、\*\*、\*分别表示统计结果在 1%、5%和 10%水平上通过显著性检验，括号内显示的是系数标准差。

从以上对制造业承接外包通过规模、结构以及技术效应作用于环境污染的影响路径的实证结果分析来看,外包技术效应的 *FDI* 门槛检验通过了双门槛检验,且对应变量系数的方向和大小随 *FDI* 门槛值的变化均证实了假设 1 中有关制造业承接外包通过技术效应作用于环境污染的影响路径的理论假设。外包规模、结构以及技术效应的环境规制水平的门槛检验均通过了单一门槛检验,且其对应变量系数的方向和大小随环境规制水平的变化都证实了假设 2 的相关理论假设。

(4)其他解释变量。从表 2 中可以看到,被解释变量的滞后一阶系数在 1% 的显著性水平上显著为正,表明我国制造业当期的污染有很大一部分来自于上一期未治理完剩余的污染,表明“先污染,后治理”的情况依然存在,如果当期的污染不及时有效治理,将形成污染不断积累的恶性循环。能源消耗强度也是影响环境污染物排放量的重要变量,结果显示,能源消耗强度越大,工业污染物的排放量也越多。*FDI* 与废气排放量的相关关系不显著,表明制造业企业吸收外商直接投资结构的清洁性并不明显。环境规制水平同工业废气排放量之间表现为倒 U 型的非线性相关关系,表明现阶段不断增强的环境规制水平达到了抑制企业废气排放量的效果。

### (三) 稳健性检验

为了进一步验证以上结果的可靠性,我们同样使用动态固定效应模型和门槛回归方法进行稳健性检验:将被解释变量和解释变量环境规制水平进行替换,再对新的被解释变量进行稳健性回归分析,观察实证结果。其中,将被解释变量制造业单位企业工业废气排放量用废水排放量来替代,对应的将表征环境规制水平的单位企业废气排放治理费用额用废水排放治理费用额来替代,数据来源于《中国统计年鉴》。结果如表 3 所示(由于篇幅所限,只列出了门槛回归结果):*FDI* 以及环境规制水平门槛条件下,外包的这三效应作用于工业废水排放量的方向同作用于工业废气排放量时的结果一致,有区别的是后者的显著性减弱了,这与污染物的属性<sup>①</sup>不同有关。值得说明的是,在 *FDI* 及环境规制水平不同的门槛值条件下,环境规制水平同工业废气排放量之间表现为倒 U 型的非线性相关关系,而同工业废水排放量之间表现为 U 型的非线性相关关系,即政府和企业对不同属性的污染物治理动力有差异:相对于废气这种双向外溢性污染物,政府更缺乏的是对废水这种单向外溢性污染物的治理动力。其他解释变量的系数显著性和方向基本一致。考虑了污染物属性差异的影响后,外包的这三种效应作用于工业废水排放量的方向同作用于工业废气排放量时的结果一致,这一稳健性结论表明

<sup>①</sup> 闫文娟、钟茂初(2012)将污染物初步划分为外溢性污染物和非外溢性污染物,非外溢性污染物是指两个不同的个体、区域(A、B)排放污染物不能互相影响对方的效用,如固体废弃物。双向外溢性污染物是指 A 和 B 的排放污染物能够互相影响对方的效用,如 SO<sub>2</sub> 等废气的排放。单向外溢性污染物是指 A 和 B 的排放污染物,其影响是单向的,即 A 的排放物对 B 具有负的外部性,B 的排放物对 A 不具有外部性,如河流上下游的污染排放。

了上文回归结果基本可靠。

表 3 因变量为工业废水排放量时的门槛回归结果

门槛变量 Variable	FDI			Regular		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
$\ln Pollu_{i,t-1}$	0.194*** (0.039)	0.176*** (0.0384)	0.179*** (0.0380)	0.145*** (0.0381)	0.191*** (0.0383)	0.177*** (0.0378)
$\ln OS$	-0.171 (0.116)	-0.322 (0.287)	-0.291 (0.323)	-0.0824 (0.105)	-0.370 (0.292)	-0.287 (0.320)
$\ln FDI$	-0.0491 (0.0397)	-0.177** (0.0487)	-0.189*** (0.0483)	-0.0699** (0.0353)	-0.0375 (0.0366)	-0.0354 (0.0360)
$\ln Scale$	0.00236 (0.222)	-0.278** (0.0920)	-0.265*** (0.0909)	0.0302 (0.201)	-0.303*** (0.0898)	-0.287*** (0.0878)
$\ln Regular$	0.00197 (0.0441)	-0.0556 (0.0447)	-0.0578 (0.0442)	0.642*** (0.141)	0.0593 (0.187)	-0.0452 (0.179)
$\ln Regular^2$	0.0445** (0.0103)	0.0468** (0.0095)	0.0454** (0.00988)	-0.0633** (0.0234)	0.0142 (0.0277)	0.0268 (0.0265)
$\ln Lab$	-0.106* (0.0606)	-0.0745 (0.0587)	0.116 (0.223)	-0.0580 (0.0548)	-0.0780 (0.0572)	0.0698 (0.222)
$\ln Cap$	-0.344*** (0.126)	-0.0035 (0.281)	-0.303** (0.122)	-0.386*** (0.114)	0.0931 (0.287)	-0.221* (0.119)
$\ln Energy$	0.214** (0.0963)	0.196** (0.0917)	0.189** (0.0910)	0.161* (0.0886)	0.266*** (0.0901)	0.257*** (0.0885)
$(\ln OS \times \ln Scale)_0$	0.681 (0.571)			-3.537*** (0.746)		
$(\ln OS \times \ln Scale)_1$	0.0946 (0.0640)			0.215*** (0.0600)		
$(\ln OS \times \ln Scale)_2$				0.0481 (0.0596)		
$(\ln OS \times \ln Cap)_0$		0.154 (0.0988)			0.0525 (0.154)	
$(\ln OS \times \ln Cap)_1$		0.0963 (0.0985)			0.1683* (0.0989)	
$(\ln OS \times \ln Cap)_2$					0.102 (0.102)	
$(\ln OS \times \ln Lab)_0$			0.0997 (0.0714)			0.0690 (0.113)
$(\ln OS \times \ln Lab)_1$			0.0579 (0.0712)			0.0955 (0.0698)
$(\ln OS \times \ln Lab)_2$						0.0450 (0.0710)
常数项	2.532*** (0.426)	1.903** (0.755)	1.946** (0.881)	1.876*** (0.434)	1.808** (0.895)	2.252** (0.983)
样本量	210	210	210	210	210	210
R <sup>2</sup>	0.550	0.586	0.593	0.641	0.608	0.622

注：\*\*\*、\*\*、\*分别表示统计结果在 1%、5%和 10%水平上通过显著性检验，括号内显示的是系数标准差。

## 五、结论与启示

综合上述分析和讨论,研究得出的主要结论总结如下:

第一,*FDI* 门槛变量对外包作用于环境污染的规模以及结构效应的影响不显著,对技术效应有显著影响:外包通过技术效应对工业废气排放量的作用方向为正,其正向影响程度随 *FDI* 的不断提升而逐渐减弱。环境规制门槛变量对外包的环境污染效应有显著影响:外包通过规模效应对工业废气排放量的作用方向随着环境规制水平的不断增强呈 U 型曲线特征,对应环境规制水平的门槛值为 1.1209。外包通过结构以及技术效应对工业废气排放量的作用方向为正,其正向作用效果均表现出随着环境规制的不断提升而逐渐减弱。表明短期内我国以承接外包方式参与全球价值链分工依然处于高能耗、高污染密集型生产的环节,是造成我国环境污染的重要因素,从长远看,不断提高的环境规制以及 *FDI* 水平有利于减缓外包带来的环境污染排放量。

第二,当期环境污染量与前期的污染量存在非常显著的正相关关系。说明在我国的制造业行业中,“先污染,后治理”现象依然存在。能源消耗强度也是影响环境污染物排放量的重要变量,结果显示,能源消耗强度越大,工业污染物的排放量也越多。

第三,*FDI* 与废气排放量的相关关系不显著,表明制造业企业吸收外商直接投资结构的清洁性并不明显;环境规制水平同工业废气排放量之间表现为倒 U 型的非线性相关关系,表明现阶段不断增强的环境规制水平达到了抑制企业废气排放量的效果。

基于上述主要发现,我们提出以下政策建议:

第一,政府部门应当根据我国当前实际情况制定合理的环境规制政策,正确把握引资政策的调整方向,同时加强对制造业部门引资行为的监督,以引导各企业承接外包结构的清洁化。制造业各部门,尤其是污染密集型企业,应当加快企业转型升级的步伐,以获得参与国际垂直专业化分工的优势。其转型升级主要从调整企业规模以及提高产业技术和治污技术水平这两个方面入手,国家应继续深入对能耗大而产能低的小规模企业的摸底工作,尽早淘汰该类企业,同时将未来有潜能发展为清洁型产业而现阶段规模不够的中小型企业进行合并以更快实现企业的规模经济。虽然,目前制造业承接外包的技术溢出的环境效应不显著,但出于长期我国制造业企业竞争力以及可持续发展方面的考虑,企业还应当加大对技术创新的投入。

第二,我国各制造业企业应严抓企业生产过程中的治污环节,按时达标处理污染物排放以减轻治污的后期任务。同时,加大企业研发投入力度,不断更新治污设备以及治污技术以提高能源利用率,进而减少污染排放量。

第三,政府部门鼓励制造业企业引进清洁型外资以获取技术外溢性来加快企业转型升

级。清洁型外资的技术外溢性将提高企业生产率、促进企业生产结构清洁发展以及改进企业治污技术进而改善环境质量。同时,各企业应积极响应国家环境规制政策,加大对工业废气污染治理费用投资,达到企业的可持续发展。此外,各当地政府部门制定环境规制政策时需全面考察当地实际污染情况,包括污染物类型、污染排放量以及主要的污染密集型行业等当地现实情况,达到经济与生态环境的协调发展。

## 参考文献:

- [1] 黄庆波,赵忠秀. 世界制造业向中国转移与环境污染——基于协整理论与格兰杰因果关系检验[J]. 中央财经大学学报,2011,(3):44-49.
- [2] 景维民,张璐. 环境管制、对外开放与中国工业的绿色技术进步[J]. 经济研究,2014,(9):34-47.
- [3] 李小平. 国际贸易中隐含的 CO<sub>2</sub> 测算——基于垂直专业化分工的环境投入产出模型分析[J]. 财贸经济,2010,(5):66-70.
- [5] 马红旗,陈仲常. 我国制造业垂直专业化生产与全球价值链升级的关系——基于全球价值链治理视角[J]. 南方经济,2012,(9):83-91.
- [6] 牛海霞,罗希晨. 我国加工贸易污染排放实证分析[J]. 国际贸易问题,2009,(2):94-99.
- [7] 丘兆逸. 国际垂直专业化中污染工序转移研究——以我国为例[J]. 国际贸易问题,2012,(4):107-114.
- [8] 王昆,黎晓. 参与垂直专业化分工加剧了我国环境污染吗? [J]. 环境经济研究,2017,(4):23-34.
- [9] 王文治,陆建明,李菁. 环境外包与中国制造业的贸易竞争力——基于微观贸易数据的 GMM 估计[J]. 世界经济研究,2013,(11):42-48.
- [10] 谢锐,刘惠娟. 国内环境规制对垂直专业化分工的影响研究[J]. 世界经济与政治论坛,2015,(1):107-121.
- [11] 徐毅,张二震. FDI、外包与技术创新:基于投入产出表数据的经验研究[J]. 世界经济研究,2008,(9):41-48.
- [12] 殷宝庆. 环境规制与我国制造业绿色全要素生产率——基于国际垂直专业化视角的实证[J]. 中国人口·资源与环境,2012,(12):60-66.
- [13] 杨杰,卢进勇,宋马林. 国际垂直专业化与中国环境效率的关系研究——基于面板数据模型与分位数回归分析[J]. 天津财经大学学报,2014,(2):61-71.
- [14] 杨飞,孙文远,张松林. 全球价值链嵌入、技术进步与污染排放——基于中国分行业数据的实证研究[J]. 世界经济研究,2017,(2):126-134.
- [15] 闫文娟,钟茂初. 中国式财政分权会增加环境污染吗[J]. 财经论丛,2012,165(3):32-37.
- [16] 张晓莹. 国际生产分割视角下中国对外贸易环境效应研究[J]. 经济与管理评论,2017,(2):154-160.
- [17] 张少华,陈浪南. 外包对于我国环境污染影响的实证研究:基于行业面板数据[J]. 当代经济科学,2009,(1):26-32
- [18] Arce, G., M. A. Cadarso, and L. A. López. Indirect Pollution Haven Hypothesis in a Context of Global Value Chain[R]. 2012.
- [19] Cole, M. A., R. J. R. Elliott, and T. Okubo. Environmental Outsourcing[R]. 2010.
- [20] Dean, J. M. and M. E. Lovely. Trade Growth, Production Fragmentation and China's Environment [R]. 2008.

- [21] Grey, K. and D. Brank. Environmental Issues in Policy-based Competition for Investment: A Literature Review[R]. 2002.
- [22] Grossman, G. M. and A. B. Krueger. Environmental Impacts of the North American Free Trade Agreement [R]. 1991.
- [23] Hansen, B. E. Threshold Effects in Non-dynamic Panels: Estimation, Testing, and Inference[J]. Journal of Econometrics, 1999, 93(2): 345-368
- [24] Hummels, D., J. Ishii, and K. M. Yi. The Nature and Growth of Vertical Specialization in World Trade[J]. Journal of International Economics, 2001, 54(1): 75-96.
- [25] Kirsten, S. W., M. Bruckner, S. Giljum, and C. Lutz . Calculating Energy-related CO<sub>2</sub> Emissions Embodied in International Trade Using a Global Input-output Model[J]. Economic Systems Research, 2012, 24(2): 113-139.
- [26] Levinson, A. Technology, International Trade, and Pollution from US Manufacturing [J]. American Economic Review, 2009, 99(5): 2177-2192.
- [27] Michel, B. Does Offshoring Contribute to Reducing Domestic Air Emissions? Evidence from Belgian Manufacturing[J]. Ecological Economics, 2013, 95(4): 73-82.
- [28] Porter, M. E. The Competitive Advantage of Nations[J]. Harvard Business Review, 1990, 55(4): 73-93
- [29] Porter, M. E. and V. D. L. Claas. Toward a New Conception of the Environment-competitiveness Relationship[J]. Journal of Economic Perspectives, 1995, 9(4): 97-118.
- [30] Taglioni, D. and D. Winkler. Making Global Value Chains Work for Development[R]. 2016.
- [31] Walte, I. The Pollution Content of American Trade[J]. Economic Inquiry, 1973, 11(1): 61 - 70.
- [32] Walter, I. and J. L. Ugelow. Environmental Policies in Developing Countries[J]. Ambio, 1979, 8(2/3): 102-109.

## The Environmental Effect of Outsourcing in China's Manufacturing Industry

Xu Hui and Miao Juying

(School of Economics, Lanzhou University)

**Abstract:** For a huge amount of manufacturing industry, China has become the world's largest subcontracting platform. At the same time, Chinese manufacturing is still in a low-value-added production in the global value chain. High-intensity consumption and high concentration of resources have exerted great pressure on the environment. Under this background, it is of great significance to explore the environmental pollution effects of China's manufacturing undertaking of outsourcing. Starting from the degree of "outsourcing intensity" of China's participation in the global value chain division of labor, we use the dynamic fixed effect and threshold regression model to study the scale, structure and technology effect of outsourcing intensity on environmental pollution. Outsourcing through technology effects on the direction of industrial emissions is positive, and its positive impact degree gradually weakens with the continuous improvement of FDI. Environmental regulation threshold variables have a significant impact on the environmental pollution effect of outsourcing. The direction of the scale effect of outsourcing intensity on industrial waste gas discharge is U-shaped curve with the increasing of environmental regulation level. Outsourcing through the structure and technology effects on the direction of industrial emissions is positive, and its positive impact degree gradually weakens with the continuous improvement of environmental regulation. It is proposed that government departments should formulate reasonable environmental control policies based on the actual situation in China, correctly grasp the direction of adjustment of investment policies, and at the same time strengthen the supervision of the investment activities of the manufacturing sector, in order to guide enterprises to undertake the clean-up of the outsourcing structure.

**Keywords:** Manufacturing Industry; Environmental Pollution; Outsourcing Intensity; Threshold Regression Model

**JEL Classification:** Q5

(责任编辑:卢玲)