

全球价值链嵌入与环境污染

——来自230个地级市的检验

余泳泽 段胜岚*

摘要: 如何实现全球价值链攀升与环境治理共赢是现阶段中国经济发展亟需解决的重要问题。本文从城市层面测算了全球价值链嵌入程度,并用工具变量法检验其对环境污染的影响及其动态效应。实证结果表明:(1)中国嵌入全球价值链对环境产生的正向影响会大于负向影响,在一定程度上能够减少污染排放;全球价值链嵌入给东部地区带来的环境效应小于中西部地区,但对中西部地区而言,在改善空气质量的同时会加剧水污染。(2)随着中国嵌入程度的加深和分工地位的提高,全球价值链嵌入对环境的正向影响不断增强。(3)嵌入全球价值链通过推动产业结构调整和促进技术进步两条路径改善环境状况。以上结论为我国通过提升全球价值链分工地位来减少污染排放提供了经验证据。

关键词: 全球价值链;环境污染;技术进步;产业结构

中图分类号: F424;X321

一、引言

经济全球化背景下,生产过程逐渐分散并向全球范围转移,以生产碎片化和贸易整合化为主要特征的全球价值链(Global Value Chain, GVC)成为世界经济的支柱和中枢神经系统。中国在改革开放后抓住全球化的发展机遇,尤其是加入WTO以来,凭借自身资源和劳动力的比较优势积极参与国际分工。“中国制造”成为中国在全球经济体系下的“新标识”,基于出口导向的贸易发展模式打造了名副其实的“世界工厂”。中国的GVC参与度从1990年的29.55%上升至2018年的44.49%(牛志伟等,2020),国际分工地位快速攀升。但不可否认的是,中国在深度参与全球价值链的同时,传统的资源和人口红利难以为继,价值链中低端嵌入模式也造成国内资源的快速消耗和环境问题的日益严峻。作为世界上最大的能源生产与消费国,中国一度成为发达国家的“污染避难所”(Markusen, 1999)。2020年,我国的能源消费总量达49.8亿吨标准煤^①,工业污染排放量逐年上升。经济发展新常态下,如何不再走发

*余泳泽,南京财经大学国际经贸学院,邮政编码:210046,电子信箱:yongze125@126.com;段胜岚(通讯作者),南京财经大学产业发展研究院,邮政编码:210046,电子信箱:dsl980618@163.com。

本文得到国家自然科学基金重大项目“环境目标约束下的产业高质量发展研究”(项目编号:20&ZD089)、国家自然科学基金面上项目“地方经济增长目标约束对产业高质量发展的影响:理论机制、效应识别与政策优化”(项目编号:71973060)的资助。感谢审稿人的宝贵意见,作者文责自负。

①资料来源:《中华人民共和国2020年国民经济和社会发展统计公报》。

达国家“先污染后治理”的老路,实现高质量发展,是以中国为代表的新兴经济体亟待解决的问题。“十四五”将是中国制造业转型升级和环境治理的关键时期,从区域层面测算全球价值链嵌入程度并分析其对环境的动态影响有着极其重要的意义。因为这不仅有益于分工地位的攀升,也能为绿色发展的“双赢”道路指明方向。

与本文相关的研究大致可以分为两类:一类是从全球化视角研究国际贸易对环境的影响。Markusen 和 Maskus(1999)的“污染天堂”假说指出,环境规制较为薄弱的发展中国家是污染密集型产业转移的主要目的地,国际产业转移使东道国成为“污染的天堂”。不同学者对于这一假说的看法各不相同。支持者认为,发展中国家承接污染密集型产业会促使其成为隐含能源净出口国(杨飞等,2017)。相反,一些学者研究发现,加入国际分工网络能学习先进的技术和管理经验,通过“学习效应”提升技术水平和生产效率,推动产业结构优化升级,而产业转型和技术进步又促进了节能减排(王玉燕等,2015)。还有学者提出,外商直接投资对环境污染具有“污染天堂”和“污染光环”的双重影响(施震凯等,2017)。而许和连和邓玉萍(2012)等学者认为,没有确凿的证据能够证实外商直接投资与污染排放之间存在必然的关系,即无法证明“污染天堂”的存在。另一类文献则是从不同层面测度全球价值链嵌入程度,并分析其与污染排放之间的关系。在行业层面,王玉燕等(2015)认为全球价值链嵌入能够促进污染排放的减少,但由于“俘获锁定”效应以及研发投入吸收能力弱等原因,GVC与污染排放呈现“U型”关系。与发达国家的隐含能源净进口相反,融入国际分工与贸易带来的污染主要由发展中国家承担(杨飞等,2017)。在企业层面,余娟娟(2017)指出,全球价值链嵌入增加了中国企业单位产值的污染排放。苏丹妮(2020)认为,GVC上游环节嵌入通过促进企业绿色技术进步抑制了污染排放,但下游环节的嵌入在技术俘获作用下加剧了环境污染。其他学者在 Grossman 和 Krueger(1991)贸易环境分析框架的基础上,检验全球价值链嵌入对碳排放的影响,蔡礼辉等(2020)认为,基于前向关联的 GVC 参与度与中国工业 CO₂ 排放呈 U 型关系,而基于后向关联的 GVC 参与度与工业 CO₂ 排放正相关。

毋庸置疑,这些文献对理解全球价值链的环境效应意义重大,但是现有的研究主要从企业和行业层面展开,对区域尤其是城市层面的研究很少。城市在区域经济发展中的地位不可忽视,关注城市全球价值链嵌入情况及其对环境的影响具有重要的现实意义。同时,大部分现有文献没有选择工具变量,或常使用解释变量的滞后期作为当期值的工具变量(蔡礼辉等,2020),不能很好地解决模型存在的内生性问题。基于此,本文利用 2003—2013 年的相关数据,选择合适的工具变量,检验了中国 230 个地级市全球价值链嵌入程度对环境污染的影响,希望补充现有研究在区域范围内的缺失。本文可能的创新点和研究意义在于:(1)区别于众多行业与企业层面的研究,本文测度了各城市的全球价值链嵌入程度,丰富了中国参与全球价值链及其对环境的影响在区域层面的研究,拓展了现有研究的范围。而且在区域层面能够寻找到有效的工具变量,更好地解决模型存在的内生性问题,避免了寻找有效的工具变量困难的问题,提高了实证结果的可信性。(2)随着中国深度嵌入全球价值链,分工地位逐步上升,嵌入程度对环境污染的影响呈现动态变化。本文实证分析了嵌入全球价值链程度的加深对环境污染的动态影响,为我国后续通过不断提升全球价值链分工地位来减少污染排放这条路径提供了新思路。

二、理论分析

嵌入全球价值链不但能使参与国在各自的分工环节获得相应的经济利益,也会因嵌入程度的差异带来不同的环境效应。现有文献表明,GVC嵌入程度对环境的影响主要通过结构效应和技术效应两条路径实现。陈红敏(2009)研究发现,出口隐含能受到规模、技术和结构的影响,尤其是技术进步效应大大促进了隐含能的降低。巩爱凌(2013)也肯定了GVC嵌入的结构效应和技术效应在隐含碳排放中的作用。随着中国嵌入全球价值链地位的不断攀升,GVC嵌入程度对技术进步和产业结构调整的作用因时而变,进而产生动态的环境效应。

全球价值链嵌入对产业结构调整和技术进步的作用大致分为两类。一部分学者强调GVC嵌入的消极影响(吕越等,2018),认为“低端锁定”效应在产业转型和技术进步过程中起主要作用。另一部分学者更强调GVC嵌入的积极影响(Pietrobelli and Rabellotti,2011),认为企业可以通过全球价值链内部的知识流动提高嵌入地位,实现转型升级。总体来说,全球价值链嵌入对环境改善起抑制作用还是促进作用,主要取决于嵌入国在价值链中的嵌入程度和嵌入位置。

(一)全球价值链嵌入对污染排放的增长效应

以劳动密集型产品出口为主的发展中国家,容易受到全球价值链链主的“俘获”和“结构封锁”,阻碍产业结构升级(张杰、刘志彪,2007),也会抑制企业的研发创新(吕越等,2018)。具体来说,全球价值链嵌入通过低端锁定效应阻碍了产业结构调整,通过技术俘获效应和吸收门槛效应(余东华、田双,2019)抑制了技术进步,产业结构调整滞后和高端技术缺失导致生产效率低下,进而造成环境状况的持续恶化。

第一,价值链上游的发达国家和大型跨国公司控制了价值分配,也影响着发展中国家的产业结构调整,以生产制造为主的产业结构使得发展中国家陷入低收益和高污染的困境。首先,发达国家通过外包的方式将高污染、低附加值的生产环节转移到发展中国家,一些外包环节可能已经严重滞后于东道国的工业发展水平,生产环节技术含量很低(孙华平、杜秀梅,2020)。而长期以简单代加工为主的发展模式造成的路径依赖制约了企业的自主创新和品牌运营,阻碍产业向高附加值环节转型。其次,价值链长期由发达国家和大型跨国公司主导,嵌入价值链下游环节的发展中国家,在创新、科技和资本等方面缺乏比较优势。当尝试进一步实现产业结构升级时,受到资本和技术等方面的限制,被牢牢“锁定”为简单代加工角色,即被嵌入“微笑曲线”所描述的低附加值的中间部分,更加难以实现转型升级,阻碍绿色发展。最后,嵌入分工网络的企业以低成本接触蕴含高质量、高技术的中间产品,中间品进口使得部分企业减少自主创新投入(Eaton and Kortum,2001),越是如此越是依赖发达国家关键领域的核心技术,而对GVC的过度依赖加剧了低端锁定的风险。产业结构升级滞后,加之技术欠缺和生产效率低下导致的高单位产值能耗(张少军、李东方,2009)等因素,加剧了发展中国家的环境污染。

第二,全球价值链嵌入通过技术俘获效应和吸收门槛效应抑制了发展中国家的技术进步,高端、绿色技术进步速度落后于产业发展速度,进一步造成生态环境的恶化。一方面,发达国家牢牢掌握着全球价值链的高端环节,而发展中国家仅专注于具体生产和加工环节,没有掌握关键技术和话语权。为了不让中国在技术创新上实现赶超,发达国家利用各种知识

产权手段阻碍中国的自主研发(Sun et al., 2019)。一旦触及其核心利益,创新就会遭遇重重阻碍与限制,带来“技术俘获”的风险。而进行低附加值、高污染排放的低端生产制造势必会对技术进步产生负面影响,在一定程度上导致环境恶化。另一方面, Cohen 和 Levinthal (1989) 研究发现,只有当东道国的吸收能力达到一个最低门槛水平时才能吸收和应用跨国公司的先进技术。受制于发展中国家企业自身的学习吸收能力和知识产权保护的要求,对于全球价值链高端环节的高端技术很难真正完全吸收掌握。加之发展中国家低创新能力和低效率的限制,严重阻碍了对先进技术的吸收、自主创新的实现和基础技术的突破。同时,以加工贸易为主的制造企业从发达国家获得高质量进口投入品,学习模仿先进技术带来的短期利润滋生了创新的惰性,进一步减弱了对高端技术的吸收能力。技术俘获和吸收门槛效应的双重抑制使得发展中国家的技术进步缓慢,低能源利用率和绿色技术的缺失对节能减排产生负面影响。

中国实现的巨大经济成就与改革开放后积极融入世界市场密不可分。改革开放以来,中国尝试从全球价值链的低端环节开始嵌入,抓住第三次全球化机遇,逐步参与到国际分工与贸易网络中,积极发展加工贸易,外向型经济发展模式为我国提高 GVC 嵌入程度注入动力(林桂军、崔鑫生, 2019)。此时,中国尚且处于全球分工体系的边缘,凭借人口和资源红利扮演着简单生产制造的“装配厂”角色(路风、余永定, 2012)。所以,这一阶段的产业结构以劳动密集型的制造业为主,过分依赖发达国家的先进技术与机器设备。制造业企业规模的扩张致使污染排放增加,嵌入全球价值链的低端锁定效应明显。同时,由于与发达国家存在较大的技术差距,中国企业很难完全吸收高端技术为己所用。以加工制造业为主的生产模式桎梏了技术的进步和产业结构的调整,因此技术进步和产业结构升级带来的正向影响不足以弥补规模迅速扩张引起的污染增加。总体来说,中国在嵌入 GVC 的初期,出口飞速上升的背后是有限的附加值和严峻的环境资源状况,参与全球价值链带来消极的环境影响。如何改善生态环境质量、走可持续发展道路,是中国必须面对的现实问题。

(二) 全球价值链嵌入对节能减排的促进效应

在全球生产网络背景下,产品内分工和全球价值链的分解既能够促进嵌入其中的国家和地区实现产业结构的升级与价值链环节的攀升(许南、李建军, 2012),也能产生正向的技术进步效应(王玉燕等, 2014)。具体来说,全球价值链嵌入主要通过学习效应、技术溢出效应和竞争倒逼效应三个方面促进产业结构调整和技术进步,更高级的产业结构和低碳节能技术的应用提高了能源利用效率,进而改善环境质量。

第一,学习效应。首先,全球价值链的链主为了提升整条价值链的生产效率,向下游企业进行专利技术的授权与转让,下游企业在学习专利和技术进行生产的同时提高了自身的技术水平。其次,发展中国家嵌入全球价值链,无论是参与中间产品的生产分工,还是直接进口最终产品,都获得了接触先进技术、生产工艺、管理经验和高制造标准的机会,通过价值链的“学习效应”实现生产效率的提升(Evenson and Westphal, 1995)。最后,企业在嵌入全球分工网络过程中与发达国家及大型跨国公司建立前向和后向联系,通过干中学以及技术的复制、模仿和改进来促进技术水平的提高,从而实现产业的转型升级。产业转型促进企业生产效率的提升和能源需求结构的改变,降低污染排放。

第二,技术溢出效应。从进口视角来看,一方面,发展中国家直接引进发达国家先进的

技术,享受技术培训和技术支持,学习营销方式和管理手段,通过技术的外部性提升产品质量与科技水平。或者吸引外商直接投资,在 FDI 的示范效应、培训效应和竞争效应下获得技术外溢(杨红丽、陈钊,2015)。另一方面,从发达国家进口原材料、中间产品(王玉燕等,2015)和资本品时,在使用中间产品的过程中学习、模仿并加以创新,工人在进行机器生产掌握先进技术的同时将技术外溢到其他行业或地区(谢建国、周露昭,2009)。

第三,竞争倒逼效应。从出口视角来看,为了与国际市场对接,在其中获得一席之地,并完成全球价值链对技术的要求,中国企业不得不接受发达国家在质量、种类、安全和环保等多方面的高标准要求。对现有生产领域的技术进行学习模仿、重新整合或自主创新,提高自身的生产效率、研发投入和创新能力。竞争效应和倒逼效应使得企业在追赶发达国家的技术、管理、组织和制度的过程中直接提高了生产效率,既降低单位产出的能耗,又能推动经济向知识和技术密集型增长方式跨越。而技术创新通过降低生产成本、提升产品质量以及获得规模效应三种方式,提高产品差异化和产业竞争力水平,形成转型升级的动力(余东华、田双,2019),进而缩短高污染、低附加值的生产环节,减少污染排放。

入世以来,我国的对外贸易呈几何式增长,开始成为全球价值链的中心。2009 年至今,中国一直是货物贸易第一大出口国和第二大进口国,从被动融入全球价值链逐步成长为其中必不可少的关键环节。随着中国在世界市场的地位日益重要,企业在与发达国家以及大型跨国公司建立密切联系的过程中,吸收新的生产技术与管理经验(Evenson and Westphal, 1995)。加之中国积极出台各项政策大力支持技术创新,不断突破发达国家对技术的封锁与限制,生产技术不断进步,单位产出能耗呈下降趋势。中国在全球价值链中的相对地位发生变化,从简单代加工向研发设计和营销服务环节转变(谢会强等,2018),GVC 前向参与度逐步提高。尤其是 2008 年金融危机以来,各国的全球价值链参与度发生了逆转性变化,主要贸易大国的参与度开始持续下降,为中国提升国际分工地位提供了有利条件(林桂军、崔鑫生,2019)。中国前向嵌入程度顺势上升,参与制造业的行业不再只包括劳动和资源密集型产业,更包括知识和技术密集型产业(胡飞,2016);GVC 下游参与度有所下降,生产能耗高的产业开始向西部地区和新兴经济体转移。技术进步和产业结构调整带来的正向环境效应大于规模扩张和低端俘获的负向影响。此时,嵌入全球价值链能够促进节能减排,改善环境质量。

全球价值链嵌入既可以通过低端锁定、技术俘获和吸收门槛效应抑制产业结构调整与技术进步,加剧环境污染;也可以通过学习效应、技术溢出效应和竞争倒逼效应推动产业转型和技术升级,进而对节能减排产生正向影响。现有研究表明,21 世纪以来,我国 GVC 上游参与度持续提高,下游参与度明显下降,参与全球价值链的程度逐年加深(刘琳,2015),分工地位日渐提高。随着资源和人口红利的消失,中国致力于改变自身在全球价值链中的低端嵌入现状,以实现从价值链的参与方向主导方的转变。

基于上述分析,本文提出如下假说:

假说 1:加入世贸组织以后,中国嵌入全球价值链对环境产生的正向影响总体上大于负向影响,在一定程度上能够减少污染排放。

假说 2:嵌入全球价值链的环境效应随时间呈现动态变化,即随着中国嵌入全球价值链地位的不断攀升,其对污染减排的正向影响越来越显著。

三、计量模型、变量和数据

(一) 计量模型设定

1. 基准回归模型设定

在现有理论的基础上,为了检验全球价值链嵌入对环境污染的影响,本文构建如下基准回归模型:

$$so_{2it} = \alpha_0 + \alpha_1 gvc_{it} + \lambda_j \sum_{j=1}^n Z_{j\dot{u}t} + v_i + v_t + \varepsilon_{it}$$

$$smoke_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 gvc_{it} + \lambda_j \sum_{j=1}^n Z_{j\dot{u}t} + v_i + v_t + \varepsilon_{it}$$

$$water_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 gvc_{it} + \lambda_j \sum_{j=1}^n Z_{j\dot{u}t} + v_i + v_t + \varepsilon_{it}$$

其中:下标 i 和 t 分别表示城市和年份, j 代表不同的控制变量;被解释变量 so_2 、 $smoke$ 、 $water$ 分别表示单位 GDP 工业二氧化硫排放量、单位 GDP 工业烟尘排放量和单位 GDP 工业废水排放量;核心解释变量 gvc 表示各个地级市的全球价值链嵌入程度; Z 表示纳入模型的其他控制变量; v_i 和 v_t 分别表示城市固定效应和时间固定效应; ε 表示随机误差项。

2. 机制检验模型设定

第二部分的理论分析表明,全球价值链嵌入程度可以通过影响产业结构调整和技术进步对污染排放产生作用,本文构建模型对这一作用机制进行检验。产业结构升级和技术进步的节能减排效应已经被众多文献所佐证(陈红敏,2009;巩爱凌,2013),本文重点检验核心解释变量 gvc 是否会对中间变量产生影响,进而影响各地级市的污染排放水平。本文构建的机制检验模型如下:

$$Industry_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 gvc_{it} + \lambda_j \sum_{j=1}^n Z_{j\dot{u}t} + v_i + v_t + \varepsilon_{it}$$

$$Technology_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 gvc_{it} + \lambda_j \sum_{j=1}^n Z_{j\dot{u}t} + v_i + v_t + \varepsilon_{it}$$

其中:被解释变量 $Industry$ 和 $Technology$ 分别衡量产业结构和技术进步水平;解释变量 gvc 、控制变量集合 Z 以及模型中的其他部分与基准回归模型含义相同。

(二) 变量选取和数据来源

1. 被解释变量

相关文献常用工业污染排放量作为衡量城市环境污染水平的代理变量,由于《中国城市统计年鉴》中没有工业固体废弃物排放的统计数据,所以本文仅选用工业废气和工业废水排放量两个指标。考虑到不同城市的经济规模会影响污染排放总量,所以用污染排放量占 GDP 的比重来剔除城市规模的影响。本文最终选取单位 GDP 工业二氧化硫排放量(so_2)、单位 GDP 工业烟尘排放量($smoke$)和单位 GDP 工业废水排放量($water$)作为衡量各地级市环境污染的指标。单位均为吨/万元。

2. 核心解释变量

本文的核心解释变量为各个城市的全球价值链嵌入程度(gvc)。区别于众多文献对

GVC 在行业和微观企业的测度,本文利用中国海关数据库的微观数据,使用邵朝对和苏丹妮(2017)以及余泳泽等(2019)的方法测算各城市的全球价值链嵌入程度,具体步骤如下:

首先,用消费地进口或生产地出口、企业地址和邮编识别每笔进出口贸易的生产或消费省区,未能识别的用百度地图定位再识别,仍未能识别的即剔除。其次,识别进口中间品。加工贸易进口品均视为中间品,一般贸易借助 BEC 和 HS 海关编码对照表识别中间品,假设进口中间品同比例用于国内销售和一般贸易出口(Upward et al.,2013)。最后,识别实际进出口。参照张杰等(2013)的方法,使用中间贸易代理商中间品进口或出口占总中间品进口或出口的比重,替代各省区不同贸易方式从中间贸易代理商进口或出口的中间品比例。参照 Hummels(2001)的思路得出 GVC 的计算公式:

$$gvc_{it} = \frac{M_{ip}^{total} |_{BEC} + (E_{io}^{total} / (D_{it} + E_{io}^{total})) M_{io}^{total} |_{BEC}}{E_{ip}^{total} + E_{io}^{total}}$$

其中: p 和 o 分别表示加工贸易和一般贸易。 $M_{in}^{total} |_{BEC} (n=p,o)$ 和 $E_{in}^{total} (n=p,o)$ 表示考虑了从中间贸易代理商处间接进出口后 i 地区实际进口和出口的中间品, n 表示贸易方式。 $(D_{it} + E_{io}^{total})$ 为 i 地区国内销售与一般贸易实际出口额之和。当计算过程中出现 gvc 大于 1 的情况时,借鉴 Upward 等(2013)的处理方法将其取值为 1。

3.控制变量

国内外对环境污染宏观影响因素的研究大致从以下三个思路展开:第一,从集聚角度出发。一种观点认为,集聚具有的规模效应和溢出效应能够提高生产力水平,进而加剧环境污染(张可、汪东芳,2014);另一部分学者认为,集聚通过正外部性和技术水平的提高减少污染排放(陈建军、胡晨光,2008)。第二,从对外开放角度来看,国际贸易对东道国的环境效应尚无定论。张宇和蒋殿春(2014)认为,FDI 使得污染型行业增加,且对技术进步没有产生明显的促进作用,不利于环境的改善。许和连和邓玉萍(2012)却认为外资的引进一定程度上会对环境产生正向影响。第三,从政府行为分析。政府竞争水平和地方政府财政支出越高,环境状况越恶劣(张克中等,2011)。

本文基于以上三个思路,考虑数据的可得性,从宏观城市层面选择如下控制变量:(1)从集聚角度出发,一是选择了人均 GDP(gdp) (十万元/人)和人均 GDP 的平方(gdp^2),验证环境库兹涅茨曲线中经济增长对环境污染的非线性影响(包群、彭水军,2006)。二是选择人口密度(pop) 检验城市人口集聚状况对环境产生的影响,选用每平方公里的人口数量(千人/平方公里)衡量人口密度。人口规模会对城市环境质量和污染排放产生影响(Grossman and Krueger,1995),集聚带来的更大规模的生产和消费活动会造成更多的污染排放。(2)从对外开放角度,FDI 既可能通过污染转移恶化环境状况,也可能通过技术外溢促进节能减排。本文选择外商直接投资(fdi) 来衡量城市的对外开放水平,具体指标使用规模以上工业企业外商投资工业总产值(万元)和地区生产总值(十万元)的比值。(3)在政府行为方面,一方面,在“中国式分权”下,较大的财政自主权激励地方政府发展经济而忽视环境(张克中等,2011),本文使用地方财政预算内收入与地方财政预算内支出的比值来衡量财政自主权(fd)。另一方面,生产技术进步会降低单位产出能耗,推动产业结构优化调整,直接提高环保力度。因此,用教育科技投入(万元)占地区生产总值(十万元)的比重来测度研

发投入水平(rd),以此衡量政府对研发的支持力度。此外,以信息化水平为代表的基础设施建设反映城市的经济发展程度,会间接对环境污染产生影响,故本文用各城市单位 GDP 的邮电业务总量(件/百万元)来衡量信息化水平($mail$)。

数据均来自《中国统计年鉴》和《中国城市统计年鉴》,相关变量的描述性统计如表 1 所示。

表 1 变量描述性统计

变量	变量符号	变量名称	均值	标准差	最小值	最大值
被解释变量	so_2	单位 GDP 工业二氧化硫排放量	0.0096	0.0151	0.00002	0.3540
	$smoke$	单位 GDP 工业烟尘排放量	0.0050	0.0134	0.000005	0.4333
	$water$	单位 GDP 工业废水排放量	9.9962	15.0915	0.1208	390.348
解释变量	gvc	全球价值链嵌入程度	0.1976	0.2230	0	1
控制变量	gdp	人均 GDP	0.2701	0.2166	0.0099	1.3695
	gdp^2	人均 GDP 的平方	0.1198	0.2100	0.0001	1.8754
	$mail$	信息化水平	0.3214	0.4945	0.0101	12.9411
	fdi	外商直接投资	0.1626	0.3230	0.0002	4.4811
	rd	研发投入	0.2710	0.0166	0.0027	0.3401
	pop	人口密度	0.4410	0.3301	0.0010	2.6615
	fd	财政自主权	0.5119	0.2284	0.0555	1.5413

(三) 内生性问题和工具变量

在宏观上研究全球价值链和环境污染的关系,需要解决联立性和遗漏变量造成的内生性问题。首先,即便发现全球价值链嵌入程度与环境污染呈现负相关,也不能轻易判断是全球价值链嵌入的加深促进了环境污染的减少。因为可能恰恰相反,污染少的地区拥有更好的投资环境,吸引更多的外资注入,更容易融入全球价值链网络当中,即两者之间存在互为因果关系。其次,影响环境污染的因素有很多,虽然在回归方程中加入了控制变量,但仍然有许多变量是不可观测的,也无法在理论上将所有影响环境污染水平的因素全部纳入模型当中,遗漏变量造成的偏差无法避免。若遗漏变量和模型中的解释变量相关,将造成内生性问题。

严重的内生性会使得 OLS 估计量不再是无偏的和一致的,需要选择恰当的工具变量以降低内生性的影响。工具变量的选取要同时满足相关性和排他性要求,与 GVC 密切相关但与环境污染无关的变量才会被考虑作为全球价值链嵌入的工具变量。现有研究从企业和行业入手,在工具变量的选择上主要有两种思路:第一,选取解释变量的滞后期,时间上的交错使得被解释变量的当期值不会对核心解释变量的滞后期产生影响。蔡礼辉等(2020)使用前向关联的 GVC 参与度及其平方项和后向关联的 GVC 参与度的滞后二期作为当期值的工具变量,发现二氧化碳排放量和前向关联 GVC 嵌入度呈“U 型”关系,与后向关联的 GVC 嵌入度正相关。第二,调整模型的核心解释变量。刘维林等(2014)对关键解释变量进行调整来检验 GVC 对出口技术复杂度影响的稳健性。企业和行业层面一般较难找到其他合适的工具变量,而本文在区域层面展开研究,从地理特征视角出发,寻找影响不同城市全球价值链嵌入的地理因素。

地理特征会对国际贸易产生重要影响,比如地形条件、海拔的高低和距离海岸线的远近

等都会影响贸易成本,而国际贸易又是参与全球价值链的重要方式,从地理特征角度出发选择工具变量一定程度上满足工具变量的相关性要求。同时,地区的地理特征是独立于环境污染状况的,不会因为污染物的增减而改变,所以地理特征因素对于环境污染来说具有严格的外生性。相关文献也常用地理特征因素作为工具变量解决内生性问题(余泳泽等,2019;黄玖立、李坤望,2006;盛斌、毛其淋,2011;洪占卿、郭峰,2012),如余泳泽等(2019)选择到十大港口的最短距离作为GVC的工具变量、洪占卿和郭峰(2012)选择到海岸线的距离以及到香港和上海两地的最短距离作为国际贸易的工具变量。

本文基于以往文献,借鉴洪占卿和郭峰(2012)的做法,选择各地级市到海岸线的最短距离作为工具变量,并使用各个城市的海拔高度作为另一工具变量进行稳健性检验。一般而言,越靠近海岸线的城市,交通运输会更加便利,与世界市场接近程度更高。海拔高度也能影响一个城市的贸易成本,而我国的地形呈现西高东低的特征,海拔较低的城市国际贸易更加便利。其次,各个城市到海岸线的距离和海拔高度是固定不变的,使用数值不变的工具变量无法得到固定效应回归的准确结果。为了在模型中更加准确地反映时变性,选用全球进出口总额对工具变量进行调整。所以,本文最终选择各地级市到海岸线的最短距离与全球进出口总额的交互项以及平均海拔高度和全球进出口总额的交互项作为全球价值链嵌入程度的工具变量。该工具变量与全球价值链嵌入程度有着密切的联系,但不可否认的是,这个工具变量也可能会通过促进经济发展、吸引外商投资等渠道影响污染排放。所以需要在模型中加入一系列控制变量尽可能避免工具变量通过其他途径对污染排放产生影响,通过观察控制前后内生变量系数的变化来判断是否满足排他性约束。

四、实证结果及分析

(一) 基准回归

首先,本文使用普通最小二乘法和两阶段最小二乘法对模型进行估计。表2显示了2SLS第一阶段回归结果,GVC嵌入程度与所选择的工具变量显著负相关,表现为工具变量的系数在1%的显著性水平下为负,加入控制变量并不影响其回归结果。这符合实际的经济意义,即越远离海岸线的城市,其全球价值链嵌入水平越低,负相关关系也满足工具变量选择的相关性要求。

表2 2SLS 第一阶段回归结果

被解释变量	(1)		(2)	
	系数	t 值	系数	t 值
工具变量	-0.1868***	-3.80	-0.2079***	-4.19
控制变量	不包括		包括	
观测值	2 476		2 427	

注:***代表通过了1%的显著性检验。

表3报告了全球价值链嵌入程度与不同污染物排放的基准回归结果。其中,前三列和后六列分别显示了OLS和2SLS回归结果。对比两者,使用普通最小二乘法得到的结果与工具变量法有很大的区别且后者更符合实际情况,这说明模型存在很强的内生性问题,使用OLS得不到有效的估计,应该使用两阶段最小二乘法估计假设的模型。

表 3 基准回归结果

	OLS			2SLS					
	<i>so₂</i>	<i>smoke</i>	<i>water</i>	<i>so₂</i>	<i>so₂</i>	<i>smoke</i>	<i>smoke</i>	<i>water</i>	<i>water</i>
<i>gvc</i>	-0.005*** (-4.187)	0.001 (0.315)	-2.144* (-1.785)	-0.111*** (-2.865)	-0.128*** (-3.685)	-0.063*** (-2.725)	-0.075*** (-3.650)	-48.199** (-2.358)	-58.692*** (-3.234)
<i>gdp</i>	-0.016 (-1.518)	-0.010 (-1.326)	-7.256 (-1.071)		0.027 (1.214)		0.016 (1.175)		12.577 (1.143)
<i>gdp</i> ²	0.016*** (3.250)	0.009*** (2.753)	5.321 (1.376)		-0.010 (-0.757)		-0.007 (-0.887)		-6.584 (-1.011)
<i>mail</i>	0.011*** (3.917)	0.005*** (2.789)	14.861*** (4.738)		0.012*** (4.322)		0.005*** (3.208)		15.379*** (5.347)
<i>fdi</i>	0.0001 (0.065)	-0.0001 (-0.031)	1.396 (1.359)		0.001 (0.540)		0.0003 (0.513)		1.638* (1.672)
<i>rd</i>	0.317* (1.648)	0.208* (1.740)	69.424 (1.457)		0.376* (1.915)		0.245** (1.999)		96.665** (1.997)
<i>pop</i>	-0.004* (-1.666)	-0.004** (-2.380)	-0.189 (-0.210)		-0.001 (-0.298)		-0.003 (-0.943)		0.860 (0.359)
<i>fd</i>	0.001 (0.035)	-0.001 (-0.353)	-0.746 (-1.045)		0.003 (1.392)		0.002 (0.777)		0.799 (0.648)
城市固定效应	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
时间固定效应	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
RKF 检验				14.472	17.530	14.472	17.530	14.472	17.530
N	2 427	2 427	2 427	2 476	2 427	2 476	2 427	2 476	2 427
R ²	0.694	0.317	0.695						

注: *、**、*** 分别代表通过了 10%、5%、1% 的显著性检验。括号内为 *z* 值(*t* 值)。下同。

(二) 机制检验

根据基准回归结果可知,全球价值链嵌入程度会显著促进城市环境质量的改善,减少工业污染排放。基于前文的理论分析,嵌入全球价值链主要通过结构效应和技术效应两条路径影响环境污染。第一,技术密集型产业比重越小的地区环境污染问题越严重,我国的工业化水平与发达国家相比仍然存在较大差距,转变经济增长方式,实现经济可持续发展仍然是我国经济新常态下的主要任务。第二,产业结构调整能够通过增加技术密集型产业比重减少工业污染,在促进生产效率提升的同时,变粗放型为集约化生产,走绿色发展道路,直接影响环境状况。因此,本文将在这一部分重点验证 GVC 嵌入对环境污染影响的两个机制检验模型。

本文各选取两个代理变量分别衡量产业结构升级和技术进步,具体的变量测度方法如下:(1)产业结构升级(*Industry*):本文选择技术密集型工业产值占工业总产值的比重(*Product*)和技术密集型工业销售额占工业总销售额的比重(*Sale*)来衡量产业结构,比重越大说明产业结构越优越。其中,要素密集型行业分类参照陈丰龙和徐康宁(2012)的分类方式。(2)技术进步(*Technology*):部分文献使用从业人员的发明专利授权数量(Aghion et al., 2005)或每万人发明专利授权数量(余泳泽等,2019)来衡量城市的技术创新水平,苏丹妮(2020)利用企业绿色技术进步程度分析企业在全价值链中不同嵌入方式对污染排放产生的影响。中国专利申请量虽逐年上升,但发明专利和市场脱节现象依旧严重,科技成果与实体经济“两层皮”以及产学研有效协同机制匮乏等原因,造成部分专利“沉睡”,创新成果无法有效转化成实际生产力(庞瑞芝等,2014),用专利申请量衡量技术进步可能存在一定的偏差。技术进步是技术引进和自主创新的结果,并表现为全要素生产率的提升(唐未兵等,2014)。使用全要素生产率在一定程度上可以衡量技术进步水平(张宇、蒋殿春,2008),故本

文选取全要素生产率(*TFP*)和绿色全要素生产率(*GTFP*)作为衡量各地级市技术进步的代理变量。

根据第三部分设置的机制检验模型,用工具变量法检验全球价值链嵌入程度对环境污染影响的结构效应和技术效应,以缓解模型可能存在的内生性问题,表4描述了全球价值链嵌入对产业结构调整和技术进步的影响。首先,GVC嵌入显著促进了产业转型升级,表现为对技术密集型工业产值占比和销售额占比的影响系数均为正,且在加入控制变量前后均分别通过了10%和5%的显著性检验。其次,GVC嵌入对技术进步也产生了显著的促进效应。表现为对*TFP*和*GTFP*的影响系数为正,且均在1%和5%的显著性水平下显著。全球价值链嵌入程度的提高会通过产业结构转型升级和技术创新水平的提高两条路径改善环境状况。

表4 全球价值链嵌入对环境污染影响的中间机制

	<i>Product</i>	<i>Product</i>	<i>Sale</i>	<i>Sale</i>	<i>TFP</i>	<i>TFP</i>	<i>GTFP</i>	<i>GTFP</i>
<i>gvc</i>	0.567* (1.940)	0.620** (2.320)	0.558* (1.910)	0.605** (2.267)	18.584*** (3.302)	17.253*** (3.429)	0.417** (2.130)	0.582*** (2.694)
<i>gdp</i>		-0.194 (-1.185)		-0.196 (-1.201)		-5.434* (-1.762)		0.265** (1.965)
<i>gdp</i> ²		0.163* (1.693)		0.163* (1.700)		1.610 (0.900)		-0.101 (-1.203)
<i>mail</i>		-0.020** (-2.239)		-0.020** (-2.328)		1.304*** (3.651)		-0.006 (-0.839)
<i>fdi</i>		0.005 (0.929)		0.005 (1.075)		0.023 (0.165)		-0.001 (-0.154)
<i>rd</i>		-0.060 (-0.153)		-0.036 (-0.091)		-27.836** (-2.336)		-0.350 (-1.346)
<i>pop</i>		0.017 (0.412)		0.021 (0.561)		0.176 (0.247)		0.023 (0.509)
<i>fd</i>		0.265*** (12.306)		0.263*** (12.236)		-0.495 (-1.358)		-0.022 (-1.527)
城市固定效应	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
时间固定效应	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
RKF 检验	14.074	17.050	14.074	17.050	14.472	17.530	14.618	17.680
N	2 458	2 409	2 458	2 409	2 476	2 427	2 465	2 419

五、进一步检验

(一) 稳健性检验

1. 改变工具变量

为了检验工具变量的选择是否会对研究结果的稳健性产生影响,本部分选择了另一个工具变量进行分析。从地理特征角度考虑的工具变量不会受环境污染的影响,而海拔高度会影响交通条件,海拔高的地区进出口货物时向大港口集中的成本更高。加上受中国东低西高的地形特征的影响,一般情况下平均海拔越高的地区距离重要港口越远,交通通达性越差,不利于该地区参与国际分工与贸易。本部分使用各个地级市的平均海拔高度和世界贸易总额的交互项作为工具变量,检验全球价值链嵌入程度对环境的影响是否稳健。

表5报告了2SLS回归的具体结果,在改变了工具变量后的模型中,全球价值链嵌入程度依然对工业二氧化硫、工业烟尘和工业废水排放量产生负向影响,且都通过了1%的显著性检验,说明全球价值链嵌入程度的加深能够显著改善环境状况。对比两个工具变量,表5

和表 3 中的结果差别不大,证明上文的回归结果具有可信性。因此,本文的基准回归是稳健的,选择的两个工具变量也是有效的。

表 5 改变工具变量的稳健性检验

	so_2	$smoke$	$water$
<i>gvc</i>	-0.126*** (-6.216)	-0.077*** (-3.809)	-55.687*** (-3.772)
控制变量效应	YES	YES	YES
城市固定效应	YES	YES	YES
时间固定	YES	YES	YES
RKF 检验	40.863	40.863	40.863
N	2 427	2 427	2 427

2. 缩尾检验

本文对基准回归的初始数据进行了 1% 的缩尾处理,而本部分将全球价值链嵌入程度的数据进行 5% 和 10% 的缩尾处理。分别去除首尾 5% 和 10% 的离群值,将超出指定范围的数据分别替换成该百分位上的数值,使得数据更加平稳,利用处理后的数据进行 2SLS 回归。

表 6 汇报了将 *gvc* 进行缩尾后其对环境污染影响的回归结果,前三个和后三个模型分别对 *gvc* 进行了 5% 和 10% 的缩尾处理。对比表 3 中的基准回归结果,缩尾处理后各项系数的绝对值随着缩尾处理的百分比增大而增大,但并不改变 GVC 对环境影响的方向及其显著性。全球价值链嵌入程度仍然显著减少城市污染排放,表现为回归系数为负且均通过了 1% 的显著性检验。这说明,本文的基准回归结果具有稳健性,核心假说能够成立。

表 6 缩尾处理后的回归结果

	缩尾 5%			缩尾 10%		
	so_2	$smoke$	$water$	so_2	$smoke$	$water$
<i>gvc</i>	-0.155*** (-3.702)	-0.091*** (-3.639)	-71.163*** (-3.275)	-0.196*** (-3.510)	-0.115*** (-3.437)	-90.019*** (-3.148)
控制变量	YES	YES	YES	YES	YES	YES
城市固定效应	YES	YES	YES	YES	YES	YES
时间固定效应	YES	YES	YES	YES	YES	YES
RKF 检验	17.763	17.763	17.763	15.111	15.111	15.111
N	2 427	2 427	2 427	2 427	2 427	2 427

(二) 分地区检验

中国独特的地理特征使得中西部地区逐渐远离海岸线且平均海拔不断上升,位置、政策和资源禀赋等因素造成区域经济发展不平衡。从东到西参与国际分工与贸易的程度逐渐降低,从而导致全球价值链嵌入及其对环境状况的影响也有所不同。因此,本文将 230 个城市分成东部和中西部两个组成部分,使用各城市到海岸线的最短距离与全球进出口总额的交互项作为工具变量,进一步检验全球价值链嵌入程度的环境效应是否存在区域异质性。

表 7 报告的分地区检验的回归结果显示,无论是在靠近海外市场的东部地区还是远离海岸线的中西部地区,全球价值链嵌入都对节能减排产生显著影响,但是影响的方向有所不同。对比模型(1)和(2)、(3)和(4)可以发现,全球价值链嵌入可以显著减少单位 GDP 工业二氧化硫和单位 GDP 工业烟尘的排放,表现为回归系数为负且均通过了 1% 的显著性检验。其中,模型(2)和(4)影响系数的绝对值更大,说明 GVC 嵌入对中西部地区空气状况的改善

程度比东部地区更大。这可能是由于中西部地区嵌入全球价值链的水平更低,从而获得了更高的边际收益。

进一步对比不同地区单位 GDP 工业废水排放量,东部地区和中西部地区存在着显著的不同。全球价值链嵌入可以显著减少东部地区工业废水的排放,表现为影响系数为负且在 5% 的显著性水平下显著,但是,对中西部地区的影响却完全相反。在模型(6)中,GVC 的影响系数为正且通过了 10% 的显著性检验。这说明对中西部地区来说,嵌入全球价值链带来工业废水排放的显著增加。造成区域差异的原因可能是:第一,随着中国整体融入全球分工和贸易网络的程度不断加深以及原有资源和人口红利的逐渐减弱,东部地区凭借优越的地理条件和政策支持,快速发展知识和技术密集型产业,淘汰了污染较为严重的加工制造业。中国制造业格局呈现出新的动向,以纺织和食品加工为代表的制造业向中西部地区转移,制造业分布格局的变化也直接影响到工业企业污染排放的空间格局(石敏俊等,2013)。工业污染物排放超标是水环境恶化的主要原因,农副食品加工业、食品制造业、饮料制造业、纺织业、造纸及纸制品业、化学原料及化学制品制造业 6 个行业合计排放了 70% 左右的工业 COD(石敏俊等,2017)。据国家环保局统计,从 2002—2010 年,西部地区工业 COD 排放比例从全国的 21% 上升到 27%。中西部地区承接东部的制造业转移,嵌入全球价值链的地位低于东部城市(余泳泽等,2019),在带动当地经济发展的同时,一定程度上会造成生态环境的恶化,尤其承接食品、造纸和纺织等制造业会加剧中西部地区的水污染。第二,相比空气污染,无序的传统城镇化扩张会造成严重的水污染(Sushinsky et al., 2013),城市建设规模扩大和产业大规模集聚会造成工业废水排放量激增(章恒全等,2019)。中西部地区城镇化和工业化进程落后于东部经济较发达地区,正处于城镇化快速发展阶段。相比之下,嵌入全球价值链带来的制造业产业集聚和城镇化的快速发展在一定程度上恶化了中西部城市的水环境。

表 7 分地区工具变量回归结果

	<i>so₂</i>		<i>smoke</i>		<i>water</i>	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	东部地区	中西部地区	东部地区	中西部地区	东部地区	中西部地区
<i>gvc</i>	-0.023 *** (-2.758)	-0.312 *** (-3.183)	-0.022 *** (-3.629)	-0.091 *** (-3.074)	-12.727 ** (-1.961)	33.701 * (1.939)
控制变量	YES	YES	YES	YES	YES	YES
城市固定效应	YES	YES	YES	YES	YES	YES
时间固定效应	YES	YES	YES	YES	YES	YES
RKF 检验	26.525	10.157	26.525	10.157	26.525	10.157
N	1 150	1 277	1 150	1 277	1 150	1 277

(三) 分时间段检验

1. 2008 年金融危机

考虑到 2008 年金融危机的影响,本文选取 2003—2007 年和 2008—2013 年两个时间段对全球价值链嵌入和环境污染的关系进行对比检验。

观察表 8 汇报的回归结果可知,不论是在金融危机之前还是在金融危机之后,全球价值链嵌入都会显著改善环境状况,即影响系数为负且均通过了 1% 或 5% 的显著性检验。但是,对比模型(1)和(2)、(3)和(4)以及(5)和(6)发现,不同时间段的影响结果是不同的。2008 年之后全球价值链嵌入对环境状况的改善作用明显增强,即系数的绝对值增大。究其原因

可能有三点:首先,2008年蔓延全球的金融危机影响了世界的分工与贸易,对各国经济造成巨大冲击。自此,发达国家开始重视全球价值链的“回转”,通过重新发展制造业来加强对价值链下游的控制。中国顺势提高价值链前向嵌入水平,分工地位有所上升。其次,中国更加意识到,过度依赖发达国家的技术会使发展受限且不稳定。国家大力倡导创新驱动发展战略,坚定支持技术创新和高新技术产业发展,逐渐淘汰环境不友好企业,促进环境状况的改善。最后,随着资源和人口红利消失以及经济下行压力的增大,中国积极转变经济增长方式,努力推进产业优化升级,不断从资源和劳动密集型产业主导向资本和技术密集型产业为主转变,产业结构调整有利于减少污染排放,改善生态环境。

表 8 2008 年前后回归结果对比

	<i>so₂</i>		<i>smoke</i>		<i>water</i>	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	2003—2007 年	2008—2013 年	2003—2007 年	2008—2013 年	2003—2007 年	2008—2013 年
<i>gvc</i>	-0.046*** (-2.970)	-0.133*** (-2.744)	-0.048*** (-3.537)	-0.057** (-2.238)	-30.352** (-2.487)	-59.337** (-2.436)
控制变量	YES	YES	YES	YES	YES	YES
城市固定效应	YES	YES	YES	YES	YES	YES
时间固定效应	YES	YES	YES	YES	YES	YES
RKF 检验	7.783	7.952	7.783	7.952	7.783	7.952
N	1 110	1 317	1 110	1 317	1 110	1 317

2. 全球价值链嵌入对环境的动态影响

本文进一步通过分时间段回归来考察全球价值链嵌入对环境影响的动态变化。本小节选择了稳健性检验部分使用的工具变量,即各地级市的平均海拔和全球进出口总额的交互项进行工具变量回归,观察是否存在全球价值链嵌入程度加深对环境的影响逐步增强的现象。

表 9 的分阶段结果显示,全球价值链嵌入对环境的影响是正向并逐渐增强的。表现为系数为负且绝对值逐渐增大,虽然在 2004—2011 年间影响有所减弱,但总体影响呈上升趋势,所有系数均通过了 1% 或 5% 的显著性检验。这证明了第二部分的假说 2 的可信性,即嵌入全球价值链的环境效应随时间呈现动态变化。随着中国深度参与世界分工与贸易,其嵌入价值链的地位不断上升,在技术进步和产业结构升级的双重作用下,GVC 对节能减排的正向影响越来越明显。

表 9 分阶段工具变量结果

	2003—2010 年			2004—2011 年			2005—2012 年			2006—2013 年		
	<i>so₂</i>	<i>smoke</i>	<i>water</i>	<i>so₂</i>	<i>smoke</i>	<i>water</i>	<i>so₂</i>	<i>smoke</i>	<i>water</i>	<i>so₂</i>	<i>smoke</i>	<i>water</i>
<i>gvc</i>	-0.061*** (-5.850)	-0.052*** (-6.556)	-32.036*** (-4.848)	-0.059*** (-4.093)	-0.045*** (-4.032)	-21.961** (-2.265)	-0.084*** (-3.025)	-0.038** (-2.190)	-37.456** (-2.494)	-0.133*** (-2.707)	-0.076** (-2.768)	-59.925** (-2.486)
控制变量	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
城市固定效应	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
时间固定效应	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
RKF 检验	23.608	23.608	23.608	18.798	18.798	18.798	10.299	10.299	10.299	8.526	8.526	8.526
N	1 774	1 774	1 774	1 772	1 772	1 772	1 773	1 773	1 773	1 761	1 761	1 761

六、结论与启示

党的十九大报告强调要推动形成全面开放新格局,建设美丽中国。随着中国在全球价值链分工体系中的地位越来越重要,参与全球价值链对环境的影响也不容忽视。本文从区域视角出发,利用工具变量法检验了2003—2013年中国230个地级市全球价值链嵌入程度对环境污染的影响。研究表明:第一,全球价值链嵌入程度的加深会显著减少工业污染的排放,改善环境状况,改变工具变量和对GVC进行缩尾处理后的结果无太大变化,说明结果是稳健的;第二,机制检验表明,全球价值链嵌入能够通过促进技术进步和推动产业结构调整两条路径减少污染排放;第三,全球价值链对环境污染的影响存在区域异质性,对东部地区的环境效应小于中西部地区,且对中西部地区而言,嵌入全球价值链在改善空气状况的同时却会加剧水污染;第四,考虑时间带来的动态变化,2008年之后GVC对减排的影响更明显,而且随着中国嵌入地位的不断攀升,嵌入全球价值链对环境状况的改善作用不断增强。

本文根据研究结论得出如下启示:首先,中国尚处于全球价值链的中低端环节,既要更加积极地融入全球价值链,又要警惕承接发达国家产业转移过程中的污染转移风险。向发达国家环保标准看齐,增强环境规制力度和环保意识。其次,鼓励研发投入和技术创新,加快高新技术和低耗能产业发展。针对不同的地区特征采取不同的支持政策,促进中国在全球价值链中嵌入地位的攀升。最后,加快产业转型升级,推动贸易增值环节向“微笑曲线”左右延伸。构建与全球价值链有效衔接的国内价值链体系,在获取更多经济利益的同时,发挥GVC高端环节嵌入的节能减排效应。

参考文献:

- 1.包群、彭水军,2006:《经济增长与环境污染:基于面板数据的联立方程估计》,《世界经济》第11期。
- 2.蔡礼辉、张朕、朱磊,2020:《全球价值链嵌入与二氧化碳排放——来自中国工业面板数据的经验研究》,《国际贸易问题》第4期。
- 3.陈丰龙、徐康宁,2012:《本土市场规模与中国制造业全要素生产率》,《中国工业经济》第5期。
- 4.陈红敏,2009:《中国出口贸易中隐含能变化的影响因素——基于结构分解分析的研究》,《财贸研究》第3期。
- 5.陈建军、胡晨光,2008:《产业集聚的集聚效应——以长江三角洲次区域为例的理论和实证分析》,《管理世界》第6期。
- 6.巩爱凌,2013:《中国制造业在全球价值链分工中的地位与出口隐含碳研究》,《经济与管理》第8期。
- 7.洪占卿、郭峰,2012:《国际贸易水平、省际贸易潜力和经济波动》,《世界经济》第10期。
- 8.胡飞,2016:《制造业全球价值链分工的环境效应及中国的对策》,《经济问题探索》第3期。
- 9.黄玖立、李坤望,2006:《出口开放、地区市场规模和经济增长》,《经济研究》第6期。
- 10.林桂军、崔鑫生,2019:《以全球价值链比较优势推动再开放——对改革开放40年外经贸重大里程碑事件的回顾与展望》,《国际贸易问题》第1期。
- 11.刘琳,2015:《中国参与全球价值链的测度与分析——基于附加值贸易的考察》,《世界经济研究》第6期。
- 12.刘维林、李兰冰、刘玉海,2014:《全球价值链嵌入对中国出口技术复杂度的影响》,《中国工业经济》第6期。
- 13.路风、余永定,2012:《“双顺差”、能力缺口与自主创新——转变经济发展方式的宏观和微观视野》,《中国社会科学》第6期。
- 14.吕越、陈帅、盛斌,2018:《嵌入全球价值链会导致中国制造的“低端锁定”吗?》,《管理世界》第8期。
- 15.牛志伟、邹昭晞、卫平东,2020:《全球价值链的发展变化与中国产业国内国际双循环战略选择》,《改革》第12期。
- 16.庞瑞芝、范玉、李扬,2014:《中国科技创新支撑经济发展了吗?》,《数量经济技术经济研究》第10期。
- 17.邵朝对、苏丹妮,2017:《全球价值链生产率效应的空间溢出》,《中国工业经济》第4期。

18. 盛斌、毛其淋, 2011:《贸易开放、国内市场一体化与中国省际经济增长: 1985~2008年》,《世界经济》第11期。
19. 施震凯、邵军、王美昌, 2017:《外商直接投资对雾霾污染的时空传导效应——基于SpVAR模型的实证分析》,《国际贸易问题》第9期。
20. 石敏俊、杨晶、龙文、魏也华, 2013:《中国制造业分布的地理变迁与驱动因素》,《地理研究》第9期。
21. 石敏俊、郑丹、雷平、袁静沛, 2017:《中国工业水污染排放的空间格局及结构演变研究》,《中国人口·资源与环境》第5期。
22. 苏丹妮, 2020:《全球价值链嵌入如何影响中国企业环境绩效?》,《南开经济研究》第5期。
23. 孙华平、杜秀梅, 2020:《全球价值链嵌入程度及地位对产业碳生产率的影响》,《中国人口·资源与环境》第7期。
24. 唐未兵、傅元海、王展祥, 2014:《技术创新、技术引进与经济增长方式转变》,《经济研究》第7期。
25. 王玉燕、林汉川、吕臣, 2014:《全球价值链嵌入的技术进步效应——来自中国工业面板数据的经验研究》,《中国工业经济》第9期。
26. 王玉燕、王建秀、阎俊爱, 2015:《全球价值链嵌入的节能减排双重效应——来自中国工业面板数据的经验研究》,《中国软科学》第8期。
27. 谢会强、黄凌云、刘冬冬, 2018:《全球价值链嵌入提高了中国制造业碳生产率吗》,《国际贸易问题》第12期。
28. 谢建国、周露昭, 2009:《进口贸易、吸收能力与国际R&D技术溢出: 中国省区面板数据的研究》,《世界经济》第9期。
29. 许和连、邓玉萍, 2012:《外商直接投资导致了中国的环境污染吗? ——基于中国省际面板数据的空间计量研究》,《管理世界》第2期。
30. 许南、李建军, 2012:《产品内分工、产业转移与中国产业结构升级》,《管理世界》第1期。
31. 杨飞、孙文远、张松林, 2017:《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》,《世界经济研究》第2期。
32. 杨红丽、陈钊, 2015:《外商直接投资水平溢出的间接机制: 基于上游供应商的研究》,《世界经济》第3期。
33. 余东华、田双, 2019:《嵌入全球价值链对中国制造业转型升级的影响机理》,《改革》第3期。
34. 余娟娟, 2017:《全球价值链嵌入影响了企业排污强度吗——基于PSM匹配及倍差法的微观分析》,《国际贸易问题》第12期。
35. 余泳泽、容开建、苏丹妮、张为付, 2019:《中国城市全球价值链嵌入程度与全要素生产率——来自230个地级市的经验研究》,《中国软科学》第5期。
36. 张杰、陈志远、刘元春, 2013:《中国出口国内附加值的测算与变化机制》,《经济研究》第10期。
37. 张杰、刘志彪, 2007:《需求因素与全球价值链形成——兼论发展中国家的“结构封锁型”障碍与突破》,《财贸研究》第6期。
38. 张可、汪东芳, 2014:《经济集聚与环境污染的交互影响及空间溢出》,《中国工业经济》第6期。
39. 张克中、王娟、崔小勇, 2011:《财政分权与环境污染: 碳排放的视角》,《中国工业经济》第10期。
40. 张少军、李东方, 2009:《生产非一体化与能源利用效率——来自中国行业面板数据的经验研究》,《中国工业经济》第2期。
41. 张宇、蒋殿春, 2008:《FDI、产业集聚与产业技术进步——基于中国制造行业数据的实证检验》,《财经研究》第1期。
42. 张宇、蒋殿春, 2014:《FDI、政府监管与中国水污染——基于产业结构与技术进步分解指标的实证检验》,《经济学(季刊)》第13卷第2期。
43. 章恒全、李阳、李军、张陈俊, 2019:《多维度城镇化对工业废水排放量的影响分析》,《工业技术经济》第9期。
44. Aghion, P., N. Bloom, R. Blundell, R. Griffith, and P. Howitt. 2005. "Competition and Innovation: An Inverted-U Relationship." *The Quarterly Journal of Economics* 120(2): 701-728.
45. Cohen, W.M., and D.A. Levinthal. 1989. "Innovation and Learning: The Two Faces of R&D." *The Economic Journal* 99(397): 569-596.
46. Eaton, J., and S. Kortum. 2001. "Technology, Trade, and Growth: A Unified Framework." *European Economic Review* 45(4): 742-755.
47. Evenson, R. E., and L. E. Westphal. 1995. "Technological Change and Technology Strategy." In *Handbook of Development Economics*, Vol. 3. Edited by T. N. Srinivasan and J. Behrman, 2209-2299. Amsterdam: North-

Holland.

48. Grossman, G. M., and A. B. Krueger. 1991. "Environmental Impacts of the North American Free Trade Agreement." NBER Working Paper 3914.
49. Grossman, G. M., and A. B. Krueger. 1995. "Economic Growth and Environment." *The Quarterly Journal of Economics* 110(2): 353-377.
50. Hummels, D., J. Ishii, and K. M. Yi. 2001. "The Nature and Growth of Vertical Specialization in World Trade." *Journal of International Economics* 54(1): 75-96.
51. Markusen, J. R., and K. E. Maskus. 1999. "Multinational Firms: Reconciling Theory and Evidence." NBER Working Paper 7163.
52. Pietrobelli, C., and R. Rabellotti. 2011. "Global Value Chains Meet Innovation Systems: Are There Learning Opportunities for Developing Countries?" *World Development* 39(7): 1261-1269.
53. Sun, H., B. K. Edziah, C. Sun, and A. K. Kporsu. 2019. "Institutional Quality, Green Innovation and Energy Efficiency." *Energy Policy* 135: 111002.
54. Sushinsky, J. R., J. R. Rhodes, H. P. Possingham, T. K. Gill, and R. A. Fuller. 2013. "How Should We Grow Cities to Minimize Their Biodiversity Impacts?" *Global Change Biology* 19(2): 401-410.
55. Upward, R., Z. Wang, and J. Zheng. 2013. "Weighing China's Export Basket: The Domestic Content and Technology Intensity of Chinese Exports." *Journal of Comparative Economics* 41(2): 527-543.

Global Value Chain Embedding and Environmental Pollution: An Examination from 230 Prefecture-level Cities

Yu Yongze¹ and Duan Shenglan²

(1: School of International Economics and Trade, Nanjing University of Finance and Economics; 2: Jiangsu Institute of Industrial Development Research, Nanjing University of Finance and Economics)

Abstract: How to achieve the win-win situation of GVC improvement and environmental governance is an important issue that needs to be solved urgently in China's economic development at this stage. This paper measures the embedding degree of GVC from the city level, and uses the instrumental variable method to test its impact on environmental pollution and its dynamic effects. The empirical results show that: (1) The positive impact of embedding in GVC on the environment will be greater than the negative impact, which can reduce pollution emissions to a certain extent in China. The environmental effects of GVC embedding in the eastern region are smaller than those in the central and western regions, but for the central and western regions, it will increase water pollution while improving air quality. (2) With the deepening of China's embeddedness and the improvement of its status in the international division, the positive environmental impact of GVC embeddedness has continued to increase. (3) Embedding in the global value chain can improve the environmental conditions through two paths: adjusting the industrial structure and promoting technological progress. The conclusions of this paper can provide empirical evidence for China to reduce pollution emissions by improving its status in the global value chain.

Keywords: Global Value Chain, Environmental Pollution, Technological Progress, Industrial Structure

JEL Classification: F18, Q55, L16

(责任编辑:赵锐、彭爽)