

全球价值链嵌入对节能减排的影响： 理论与实证^{*}

白俊红 余雪微

内容提要：深入考察全球价值链嵌入对节能减排的影响，对于科学探析参与全球价值链的环境效应，进而促进中国经济的高质量发展具有重要意义。本文将全球价值链嵌入、能源消费与碳排放纳入同一分析框架，并从能源消费强度和能源消费结构两个维度，理论分析了全球价值链嵌入影响碳减排的内在机理。在此基础上，采用 WIOD 数据库测算了全球 43 个经济体 54 个行业的全球价值链嵌入度，并通过构建动态多维固定效应模型，实证考察了全球价值链嵌入对碳减排的影响效果及作用机制。研究发现，整体而言全球价值链嵌入显著地降低了行业的碳排放强度；发展中经济体嵌入全球价值链有助于其行业碳排放强度的降低，而发达经济体嵌入全球价值链的影响则不明显；全球价值链嵌入对位于链条上游和下游行业的碳排放均表现出显著的抑制效应；全球价值链嵌入对非制造业和高技术制造业碳排放强度的影响显著为负，但不利于低技术制造业的碳减排。机制检验表明，全球价值链嵌入不仅有助于节能和减排，还能通过降低能源消费强度与优化能源消费结构两个途径对碳排放产生显著影响。本文结论为全球化背景下中国深度参与全球价值链分工，进而促进经济发展的绿色转型提供有益启示。

关键词：全球价值链 节能减排 多维固定效应模型

作者简介：白俊红，南京师范大学商学院院长、教授，210023；

余雪微（通讯作者），东南大学经济与管理学院博士研究生，211189。

中图分类号：F74 **文献标识码：**A **文章编号：**1002 - 8102(2022)06 - 0144 - 16

一、引言

近年来，伴随着全球化进程的加快和经济社会的快速发展，全球范围内的节能减排压力日益突出。持续增长的能源消费和碳排放不仅对居民的生存质量和健康水平构成严重威胁，对国家和地区经济的可持续发展亦产生重要影响。事实上，针对这一议题，各国政府已给予充分关注，并采

^{*} 基金项目：国家自然科学基金面上项目“研发要素流动对区域创新绩效的影响：基于空间资源配置的视角”（71874084）；江苏省“六大人才高峰”高层次人才项目（JY - 009）。作者感谢匿名审稿专家的宝贵意见，文责自负。余雪微电子邮箱：yuxuewei1401@163.com。

取一系列措施予以应对。作为世界最大的一次能源消费国和二氧化碳排放国,中国在“十一五”至“十三五”规划中相继提出约束性节能减排目标后,又在 2020 年提出进一步提高国家自主贡献(NDC)力度^①、2030 年前二氧化碳排放达到峰值、2060 年前实现碳中和的低碳发展目标,并把应对气候变化的政策与行动列入“十四五”发展规划。2009 年,美国众议院通过了《美国清洁能源安全法案》,该法案允许美国政府对高耗能的进口产品加征碳关税。同时,法国及其他欧盟国家也计划对高耗能贸易产品征收惩罚性的碳关税。然而,与各国政府层出不穷的节能减排政策形成鲜明对比的是,全球能源需求和温室气体排放依然在持续增加,节能减排形势依然严峻。全球碳计划(Global Carbon Project,GCP)数据显示,全球的一次能源消费总量和二氧化碳排放总量在 2019 年分别增加了 1.3% 和 0.6%,均再创历史新高。全球能源消费和碳排放的持续增加与全球经济发展密不可分,特别是在当今全球化进程中国际分工不断延展细化的背景下,如何在实现深度参与全球价值链的同时降低能源消费和碳排放量,便成为推进全球经济可持续发展过程中一个不容忽视的重要议题。

在经济全球化进程中,局部地区或行业的环境污染可以跨越国界,通过贸易、对外直接投资等媒介最终演变为全球性的环境污染问题(Shapiro 和 Walker,2018)。学者们对全球化进程中国际贸易和投资的环境效应亦进行了关注。基于环境库兹涅茨曲线(EKC)理论框架,一些研究发现国际贸易和外资流动有利于产生规模经济效应和技术溢出效应,从而对环境污染表现出积极的改善作用(李小平、卢现祥,2010),而国际贸易与投资的快速发展扩大了国内污染密集型生产活动规模,从而致使环境质量恶化(胡艺等,2019)。然而,近年来随着经济全球化的深入发展,基于全球价值链(Global Value Chain,GVC)的新型国际分工体系逐步形成。相较于前期有关贸易隐含碳排放流向追溯等的相关研究(乔小勇等,2018),学者们开始从全球价值链的视角,考察全球价值链嵌入对环境污染所可能产生的重要影响。王玉燕等(2015)从垂直专业化的视角考察了全球化的环境效应,但垂直专业化指数由于贸易流量重复统计问题往往并不能准确衡量一国(地区)的全球价值链嵌入度。基于此,一些学者开始采用价值链测度指标对全球价值链的环境效应进行分析,认为嵌入全球价值链更有利于相对欠发达的国家改善其环境质量(吕越、吕云龙,2019)。然而,余娟娟(2017)通过比较企业参与全球价值链前后的排污结果发现,全球价值链嵌入总体上增加了企业单位产出的污染排放。

如今,全球价值链已成为全球化分工新常态,其在本质上描绘了跨国公司整合全球生产要素的一种模式(Gereffi,2013)。无论是中间品贸易还是对外投资所带来的跨国分工,均使得国际分工网络中的各个国家和地区可以通过承担相应的价值链环节而参与到要素的流动与整合当中,这也使得行业的环境污染问题势必与全球价值链的嵌入密切相关(Liu 等,2018)。然而,已有相关研究主要聚焦于中间品贸易中隐含碳排放的测算及其对碳排放的影响(乔小勇等,2018),忽视了对全球价值链嵌入、能源消费与碳排放三者之间内在关系的考察。王玉燕等(2015)曾分别考察了全球价值链嵌入的节能和减排效应,然而尚缺乏对节能与减排之间关系的深入探讨。理论上讲,参与全球价值链可能通过扩大经济活动规模和生产要素投入数量,加剧生产过程中的能源消耗和二氧化碳排放,从而不利于行业节能减排目标的实现。但是,作为一种集中的要素跨国流动网络,全球价值链嵌入过程伴随着各种技术的正外部性,有利于推动行业技术进步并提高能源利用效率;全

① 中国作为 2015 年《巴黎协定》的缔约方之一,提出了 2030 年单位 GDP 二氧化碳排放较 2005 年下降 60%~65%、非化石能源占一次能源消费比重达 20% 左右的国家自主贡献目标。

球价值链条上的高环保标准和潜在竞争还可能会倒逼行业减少对煤炭、石油等化石能源的使用,从而有助于优化能源结构,降低碳排放强度,进而对节能减排目标的实现产生有利影响。并且这一过程也在一定程度上说明,作为产品生产过程中的必要投入要素,能源消费势必会对包含碳排放在内的污染排放产生重要影响,即“节能”可能会作用于“减排”,从而使得全球价值链的嵌入通过影响能源消费间接对碳排放产生影响。那么,全球价值链嵌入究竟对节能减排产生何种影响?能源消费是否充当了全球价值链影响碳排放的中介变量?本文拟围绕这些问题进行考察。

党的十九大报告指出,要“主动参与和推动经济全球化进程”“促进我国产业迈向全球价值链中高端”,同时还要“建立健全绿色低碳循环发展的经济体系”。在此背景下,全球价值链深度嵌入与节能减排两大目标能否相互融合、共同促进,便成为中国经济绿色转型发展能否顺利推进的关键。基于此,本文就全球价值链嵌入对节能减排的影响进行深入探讨。第一,基于能源的要素属性,拓展了全球价值链嵌入的环境影响效应研究框架。既有文献大多将能源消费与碳排放割裂开来,分别考察全球价值链嵌入对能源消费或碳排放的影响,尚未充分注意到能源消费在全球价值链嵌入影响碳排放过程中所可能发挥的作用和扮演的角色。本文将全球价值链嵌入、能源消费和碳排放纳入一个统一的分析框架,深入分析全球价值链嵌入影响碳排放的能源作用机制,从而在一定程度上拓展和丰富了有关全球化与节能减排关系的研究。第二,本文尝试从能源消费强度和能源消费结构两个维度对能源消费进行综合考量,从而较为全面地揭示全球价值链嵌入通过影响能源消费对碳排放产生影响的内在机制,从而为我们更加清晰地识别全球价值链作用于节能减排的路径提供理论参考。本文的研究发现,全球价值链嵌入不仅直接促进了碳减排,还能通过降低能源消费强度和优化能源消费结构对碳排放产生重要影响。并且,在环境层面,全球价值链嵌入并不会造成链条上的发展中经济体被“低端锁定”,但低技术制造业参与全球价值链竞争则会在一定程度上对其行业碳减排产生不利影响。这些结论为当前中国深入推进高水平对外开放、尽快实现经济绿色转型提供理论依据和政策支持。

二、理论分析

恰如前文所述,全球价值链是国际分工进一步深化和延展的产物。在全球化进程中,并不存在绝对意义上“自给自足”的经济体,深度参与全球价值链已成为实现分工背景下经济增长的必然选择。全球价值链的具体形式不仅包括原料采购和运输、生产制造等生产性环节,还包括研发设计、营销、售后服务等非生产性环节,因此,参与全球价值链势必会作用于生产活动,对行业的要素投入和污染物排放产生重要影响。

全球价值链的嵌入在一定程度上意味着国际贸易与投资的进一步开放,而更广阔的国际市场需求可能促使国内相关行业生产规模的扩张,从而在一定程度上提高了包括能源在内的要素投入需求。然而,在此过程中,伴随着全球价值链的深度嵌入,分工网络中的跨国要素亦进行着快速流动与整合,这不仅有助于东道国的技术研发创新、产业转型升级(金京等,2013)以及行业生产率的提高(Baldwin 和 Lopez-Gonzalez,2014),还可能基于全球价值链中上下游合作伙伴的联动关系,推动双方相关贸易政策(盛斌、陈帅,2015)和产业政策(Gereffi,2013)的调整,从而促进能源与环保法规等“边界内措施”的国际标准化,进而有助于降低行业非清洁能源的消耗和二氧化碳污染的排放。更为重要的是,全球价值链条上包括绿色技术创新、环保标准等在内的先进知识要素是持续流动的,这也使得嵌入全球价值链条上的企业可以通过持续地学习,助推其向全球价值链的高端

攀升,从而实现长期的可持续发展目标。因此,对于行业的碳减排问题来说,全球价值链嵌入带来的机遇大于挑战。基于上述分析,本文提出以下有待检验的假设。

假设 1:全球价值链嵌入对碳排放强度具有显著的负向影响,即随着全球价值链嵌入度的提高,参与全球价值链有助于降低碳排放污染。

那么,全球价值链嵌入如何对碳排放产生影响?其能否通过节能来促进减排呢?以煤炭、原油为代表的能源要素投入在生产利用过程中的燃烧会直接产生二氧化碳等污染物,因而能源消费通常被视为碳排放污染的主要根源。随着全球价值链在各国之间不断延展细化,全球主要经济体之间的经贸合作愈加紧密。为了满足国际市场的产品需求,获取更多的分工利益,链条上的主体通常有足够的动力去参与全球价值链,并努力向高端攀升。此时,全球价值链嵌入带来的技术溢出和倒逼效应将有助于降低能源消费强度、优化能源投入组合,从而在一定程度上降低行业生产过程中的煤炭、石油等非清洁能源的占比,促进行业碳排放强度的下降。接下来,本文主要从降低能源强度以及优化能源结构两个方面,分析能源消费在全球价值链嵌入与碳排放之间的中介机制。

全球价值链嵌入有利于降低单位产出的能源消费,而能源消费正是导致污染排放增加的最主要来源(Akhmat 等,2014)。全球价值链在转移先进知识和技术中的作用已经得到了学界的广泛共识(Pietrobelli 和 Rabellotti,2011)。链条上各经济体通过商品进出口贸易、FDI、并购以及专利转让等形式发挥技术溢出效应,因而参与全球价值链使得本土行业更容易接触到海外的先进技术和专利,促进行业技术进步,进而提高行业的能源利用效率。行业的技术进步是提升能源利用效率的关键,尤其是绿色技术创新能够显著减少单位产出所要求的煤炭、石油等化石能源的投入,从而在一定程度上降低行业的碳排放强度(Wurldod 和 Noailly,2018)。上述影响不仅体现在某个生产环节的能源技术开发与应用方面,还体现在能源作为生产要素参与到包括运输、生产和组织管理等在内的整个生产过程中(李廉水、周勇,2006)。而且,为了保证全球价值链这一国际分工网络的整体运营效率,全球价值链上掌握更关键技术的主体通常有足够的动力去实现技术的跨国传播,即包含绿色创新在内的先进技术要素在全球价值链上持续地流动,这为改进链条上各行业的能源消费强度提供了有力的技术支撑,从而有助于降低行业的污染排放强度。因此,全球价值链嵌入通过提高能源使用效率,降低行业的能源消费强度,对碳排放污染表现出反向的抑制作用。

全球价值链嵌入有助于优化能源结构,进而对行业的碳排放强度产生影响。分工地位较高的市场通常对生产过程中的环保标准要求也较高,这无疑会对链条中的其他行业形成倒逼机制,促使其减少对煤炭、石油等化石能源的使用,努力实现由消耗非清洁型能源向消耗清洁型能源为主的能源结构转化。此外,为了有效规避来自价值链中产业类别和发展水平相近行业的竞争,行业往往会主动调整其能源投入组合,从根源上降低产品的污染密集度(张伟等,2016),以提高产品的低碳竞争力。因此,在深度参与经济全球化、实现全球价值链地位攀升的目标驱动下,无论是倒逼机制还是主动竞争,全球价值链嵌入都有利于优化行业的能源消费结构,降低煤炭、石油等化石能源消费比例,从而促进碳减排目标的实现。因此,全球价值链嵌入通过优化能源消费结构对碳排放污染表现出反向的抑制作用,在一定程度上降低了行业的碳排放强度。

综上所述,全球价值链嵌入不仅对行业的碳排放强度具有直接影响,而且会通过影响能源消费的“数量”与“质量”间接作用于行业的碳排放强度。具体来说,一方面,参与全球价值链有助于行业充分发挥技术溢出效应和学习效应,推动生产技术的不断进步,提高行业的能源利用效率,从而降低行业的碳排放强度;另一方面,链条上的先进环保标准和潜在竞争还有利于倒逼分工地位

较低的行业减少煤炭等非清洁型能源的使用,进一步优化行业的能源结构,从而对行业碳排放强度表现出明显的抑制作用。据此,本文提出如下假设。

假设 2:能源消费在全球价值链嵌入对碳排放强度的影响过程中具有显著的中介效应,即全球价值链嵌入通过降低能源消费强度以及优化能源消费结构对碳排放产生影响。

三、估计策略、变量选取与数据说明

(一)全球价值链嵌入的减排效应模型

多维度固定效应有利于控制每个个体所特有的、无法被观察到的异质性,从而在一定程度上能够有效避免遗漏变量偏差等对因果推断所造成的不良影响。为了控制模型中的多维度固定效应,传统的方法是对具有多类别的固定效应设定和引入虚拟变量,如固定效应(FE)。但这类方法在数据样本比较大的情况下可能并不完全适用,其收敛速度较慢,且可能会产生估计误差。相比之下,Correia(2016)提出的多维度固定效应估计方法(Reghdfe)不仅能够更为有效地控制大样本集的多维度固定效应,还可以对标准差进行聚类分析。因此,本文主要采用这一估计方法考察全球价值链嵌入对环境污染的影响效应。此外,Reghdfe 估计还可以借助 FWL 定理(Frisch 和 Waugh, 1933)扩展到其他模型,如工具变量(IV)估计与两阶段最小二乘法(2SLS)等,这将有助于克服多维度固定效应模型中可能存在的内生性问题。具体地,为了考察全球价值链嵌入对碳排放的影响,本文建立如下的计量模型:

$$Coi_{cit} = \alpha_0 + \alpha_1 GVCpar_{cit} + \gamma X_{cit} + \lambda_c + \eta_i + \delta_t + \varepsilon_{cit} \quad (1)$$

其中, c 为国家, i 为行业, t 为时间, Coi_{cit} 表示 c 国家 i 行业 t 年的碳排放; $GVCpar_{cit}$ 为全球价值链嵌入度; X_{cit} 代表其他一系列控制变量,后文我们会做详细介绍; λ_c 为国家固定效应, η_i 为行业固定效应, δ_t 为时间固定效应; ε_{cit} 为随机扰动项。

式(1)是考察全球价值链嵌入对环境污染影响效果的静态面板模型。考虑到碳排放等环境污染变量可能具有一定的路径依赖特征,即前期的环境污染状况可能对后期的环境污染水平产生影响。因此,本文在式(1)的基础上加入碳排放的一阶滞后项,建立动态面板模型。计量模型如式(2)所示:

$$Coi_{cit} = \alpha_0 + \alpha_1 Coi_{ci,t-1} + \alpha_2 GVCpar_{cit} + \gamma X_{cit} + \lambda_c + \eta_i + \delta_t + \varepsilon_{cit} \quad (2)$$

其中, $Coi_{ci,t-1}$ 为 Coi_{cit} 的一阶滞后项。其他变量定义与上文相同。

(二)能源消费的中介效应与全球价值链嵌入的节能效应模型

如前文的研究假设 2 所述,全球价值链嵌入可能通过能源消费强度和能源消费结构两个途径对行业的碳排放强度产生影响。为了检验能源消费是否在上述过程中发挥着显著的中介效应,接下来,本文采用中介效应模型结合多维固定效应估计对上述机制进行检验。构建模型如下:

$$Med_{cit} = \beta_0 + \beta_1 Med_{ci,t-1} + \beta_2 GVCpar_{cit} + \varphi X_{cit} + \lambda_c + \eta_i + \delta_t + \varepsilon_{cit} \quad (3)$$

$$Coi_{cit} = \mu_0 + \mu_1 Coi_{ci,t-1} + \mu_2 GVCpar_{cit} + \mu_3 Med_{cit} + \kappa X_{cit} + \lambda_c + \eta_i + \delta_t + \varepsilon_{cit} \quad (4)$$

其中, Med 代表中介变量,包括能源消费强度(Ei)和能源消费结构(Es)。其他变量定义与上文相同。该模型中的式(3)同时也检验了全球价值链嵌入的节能效应。

(三) 变量选取

1. 被解释变量:碳排放

碳排放强度从生产活动效率的角度对二氧化碳排放进行度量,能够在一定程度上克服行业规模、行业发展效益等因素影响,因此本文主要采用单位产出的二氧化碳排放量作为行业碳排放的衡量指标。当然,后文中我们还将采用碳排放总量指标进行稳健性检验。

2. 核心解释变量:全球价值链嵌入度

已有文献较多采用垂直专业化指数,即出口中的进口投入品价值来衡量 GVC 嵌入度,但该指数只描述了贸易产品的总值而没有考虑进出口的增加值,存在不可忽略的贸易流量重复计算问题,这也使得其不仅无法准确衡量行业的全球价值链嵌入度,还会进一步扭曲参与主体通过贸易获得的收益。为了解决这一问题,Koopman 等(2014)基于附加值贸易角度,将一国出口分解为各附加值部分,并测算了 GVC 参与度指数。在此基础上,Wang 等(2013)进一步将总出口的分解扩展到行业、双边以及双边行业层面。因此,本文主要参考 Wang 等(2013)的增加值分解方法,采用价值链参与度指数来衡量全球价值链嵌入的程度。

假设全球存在本国和外国两个国家,且每个国家各有 N 个可贸易部门,部分生产的产品既可以作为中间品也可以作为最终品,既可以在国内使用也可以出口到国外使用。基于多区域投入产出模型,可以得到本国的 Leontief 逆矩阵 $L^r = (I - A^r)^{-1}$,其中 A^r 为 $N \times N$ 的 r 国投入产出系数矩阵,并进一步将 s 国向 r 国的总出口 E^{sr} 分解为最终产品出口和中间品出口两部分,即 $E^{sr} = Y^{sr} + A^{sr}L^{rr}Y^{rr} + A^{sr}L^{rr}E^{r*}$ 。其中, A^{sr} 表示 r 国使用 s 国的中间投入品矩阵, Y^{rr} 表示 r 国使用本国的最终需求矩阵。由此,将上式扩展到 G 个国家的情形,可以将 s 国向 r 国的行业层面总出口分解为不同的增加值部分和重复计算项。

基于以上对总出口的分解框架,构建全球价值链参与指数(Koopman 等,2010)如下:

$$GVCpar_{ci} = \frac{DVA_INTrex_{ci}}{E_{ci}} + \frac{(FVA_FIN_{ci} + FVA_INT_{ci})}{E_{ci}} = \frac{IV_{ci}}{E_{ci}} + \frac{FV_{ci}}{E_{ci}} \quad (5)$$

其中, c 和 i 分别表示国家和行业; DVA_INTrex 为间接增加值出口(IV); IV_{ci} 表示 c 国 i 行业间接增加值出口,该指标衡量了有多少增加值被包含在 c 国 i 行业的对外出口中间品中,并经直接进口国加工后又出口给第三国; FVA_FIN 表示包含在最终产品出口中的国外增加值, FVA_INT 表示包含在中间产品出口中的国外增加值,两者构成 FV ; FV_{ci} 表示 c 国 i 行业中间产品和最终产品出口中包含的国外增加值; E_{ci} 表示 c 国 i 行业的总出口。 $GVCpar_{ci}$ 反映的是 c 国 i 行业嵌入全球价值链的深度。 $GVCpar_{ci}$ 取值在 $0 \sim 1$,数值越大表示该国家行业嵌入全球价值链的程度越高,反之越低。

3. 中介变量:能源消费强度与能源消费结构

对于能源消费强度(Ei),现有文献通常采用单位产出总值的能源消费量进行测度。能源消费强度从要素投入效率的角度对能源消费进行度量,能够在一定程度上克服行业规模、生产方式等因素影响,因此本文采用行业能源消费总量与总产出(2000 年不变价格)之比作为能源消费强度的衡量指标。

对于能源消费结构(Es),主要是指生产过程中某种能源的消费量占能源总消费量的比重。以煤炭等为代表的化石能源在能源消费结构中占比越大,意味着单位能源消费的碳排放越多。因此本文采用煤炭消费占能源消费总量的比重来衡量能源消费结构。

4. 其他控制变量

为了减少由于遗漏变量而造成的估计偏差,本文对其他影响因素进行了控制。

第一,行业层面。(1)人均产出(Pgo)。这里采用行业总产出与其从业人数之比对人均产出水平进行控制,并将其一次项、二次项和三次项同时引入模型,以检验人均产出与环境质量之间可能存在的非线性关系。(2)要素禀赋结构(Kl)。传统要素禀赋理论(Ohlin,1935)认为,资本劳动比更高的地区或行业往往具有生产资本密集型产品的比较优势,即要素禀赋结构的变动将影响行业的产出结构,而不同产出结构又会对能源消费和污染排放产生影响。我们采用物质资本存量与该行业从业人数之比来衡量要素禀赋结构。(3)分工地位($Position$)。一个国家或地区的行业在全球价值链中所处地位越高,意味着该行业生产和出口高附加值、低污染产品越多,并且其污染密集型行业还可以向分工地位较低的国家转移,从而减少了本地的碳排放。基于前文对总出口的分解(Wang等,2013),本文采用全球价值链地位指数(Koopman等,2014)来衡量全球价值链分工地位。具体衡量方法如下:

$$Position_{ci} = \ln\left(1 + \frac{IV_{ci}}{E_{ci}}\right) - \ln\left(1 + \frac{FV_{ci}}{E_{ci}}\right) \quad (6)$$

其中, $Position_{ci}$ 为*c*国*i*行业嵌入全球价值链的分工地位。其他变量定义与上文相同。

第二,国家或地区层面。(1)经济发展水平($\ln gdp$)。一般情况下,环境质量与地区的经济发展水平紧密相关。这里采用各经济体GDP的自然对数来衡量地区经济发展水平。(2)外商直接投资(Fdi)。跨国企业更倾向投资于环境标准相对较低的国家或地区,这也可能使得这些东道国成为污染的天堂,当然国际合作中的技术外溢效应也可能在一定程度上改善东道国的环境质量。这里采用外商直接投资占GDP的比重来对外商的投资水平进行控制。(3)绿色技术创新($Green$)。绿色技术有助于提高绿色生产的效率,助推节能减排目标的实现。本文借鉴Popp(2002),采用绿色专利占当年所有专利的比重来衡量绿色技术创新的水平。^①

(四)数据说明

综合考虑数据的可获得性以及口径一致性,本文研究所采用的数据为2000—2014年全球43个体54个行业的三维面板数据。数据主要来源于2016年欧盟最新发布的WIOD数据库中的世界投入产出表(WIOT)、社会经济附属账户(SEA)以及2019年最新发布的WIOD环境账户。WIOD数据库所包含国家(地区)的GDP约占全球总量的80%,因而具有广泛的代表性。具体地,世界投入产出表提供了2000—2014年全球43个经济体56个行业的国家间投入产出数据;社会经济附属账户涵盖了针对其中某一行业的贸易、资本存量、劳动力以及工资等多方面的信息;WIOD环境账户则统计了2000—2016年分行业的12种能源商品的总能源使用量、与排放有关的能源使用量和CO₂总排放量数据。为了同时与上述三个数据库的最新数据年份进行匹配,本文选择2000—2014年作为样本时期。此外,本文选取了WIOD数据库中54个行业(C1~C54)为考察对象,而家庭自用活动(C55)和国际组织和机构活动(C56)两个服务业由于数据缺失严重,本文暂不予考虑。需要指出的是,社会经济附属账户中的非指数指标是以各个国家的本国货币来表示的,我们根据WIOD数据库中汇率账户所提供的市场汇率将其转化为以美元计价的指标。同时,为消除通货膨胀等价格因素的影响,我们根据社会经济附属账户所提供的各类平减指数,将货币型指标均平减为2000年不变价。

^① 这里我们采用的是专利授权量而非专利申请数,其原因在于,专利申请数仅反映了国家或地区对绿色技术的重视程度,而专利需要通过严格的实质审查才能获得授权,因而其更能够体现地区的技术创新水平。

四、结果与讨论

(一)全球价值链嵌入的减排效应分析

1. 基准回归结果

考虑到地区、行业个体差异以及时间因素可能产生的估计偏差,本文主要采用多维固定效应的动态面板模型进行参数估计。为了加强比较,我们同时汇报了混合回归、静态一般固定效应、静态多维固定效应和动态多维固定效应模型的估计结果,分别如表1第(1)~(4)列所示。需要指出的是,为了验证全球价值链嵌入影响碳排放的非线性特征,参考许家云和毛其淋(2016),我们根据全球价值链嵌入度的50%分位数,将样本分为高全球价值链嵌入组(High)和低全球价值链嵌入组(Low),分别考察不同组内全球价值链嵌入对行业环境污染的影响效应,估计结果如表1第(5)列所示。

表 1 基准回归结果

| 变量 | OLS (1) | FE (2) | REGH (3) | D-REGH (4) | D-REGH (5) |
|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
| L. <i>Coi</i> | | | | 0.8282*** (0.0819) | 0.8283*** (0.0819) |
| <i>GVCpar</i> | 1.3441 (0.7572) | -0.3422 (0.2581) | -0.3422** (0.1456) | -0.2324*** (0.0871) | |
| <i>GVCpar</i> × <i>Low</i> | | | | | 1.0132 (3.9337) |
| <i>GVCpar</i> × <i>High</i> | | | | | -0.2366*** (0.0903) |
| Constant | 0.7353*** (0.0479) | 2.9388*** (0.5745) | 3.0284*** (0.2392) | 0.7731*** (0.1722) | 0.7717*** (0.1713) |
| 控制变量 | 控制 | 控制 | 控制 | 控制 | 控制 |
| 时间固定效应 | NO | NO | YES | YES | YES |
| 国家固定效应 | NO | NO | YES | YES | YES |
| 行业固定效应 | NO | NO | YES | YES | YES |
| R ² | 0.0016 | 0.0203 | 0.8489 | 0.9517 | 0.9517 |
| 观测值 | 34830 | 34830 | 34830 | 32508 | 32508 |

注:***、**和*分别表示1%、5%和10%的显著性水平,括号内数值为相应的稳健标准误。下同。

从表1可以看出,与考虑了多维固定效应的列(3)和列(4)估计结果相比,未考虑固定效应的列(1)和未考虑多维固定效应的列(2)的调整后R²均处于较低水平,拟合优度较差,这在一定程度上说明,在采用多维面板数据时,如果不考虑多维固定效应的问题,可能在一定程度上会造成模型设定的偏差。进一步地,基于Reghdfe估计的列(3)和列(4)较之列(1)和列(2)也确实具有回归系数显著个数更多的特点,因而,本文主要采用Reghdfe估计的结果进行分析。列(4)中全球价值链嵌入时间滞后项系数在1%的水平下显著为正,这一结果在一定程度上验证了前文所述的碳排放强度变化具有时间滞后特征的推断,因而动态多维固定效应模型较静态多维固定效应模型更适宜描述样本特征。相比于前3个模型,同时考虑了多维固定效应特征与被解释变量时间滞后效应的

列(4)和列(5)的估计结果表现出最为优良的统计特征,因此本文接下来主要基于动态多维固定效应模型的回归结果进行分析与讨论。

由表1第(4)列的估计结果可知,全球价值链嵌入对行业碳排放强度呈现显著的负向影响,即参与全球价值链有助于降低行业的碳排放强度。进一步观察可以发现,全球价值链嵌入程度提高1%,可使得行业碳排放强度降低约0.23%,这在一定程度上意味着参与全球价值链对于降低行业的碳排放强度具有重要意义。不仅如此,表1第(5)列的估计结果显示,在全球价值链嵌入度较低($GVCpar \times Low$)时,全球价值链嵌入对行业碳排放强度的影响并不显著,而当全球价值链嵌入度较高($GVCpar \times High$)时,其对行业碳排放强度的影响则显著为负。这进一步印证了深入参与全球价值链的碳减排效应,假设1得到验证。

2. 异质性分析

第一,地区异质性。与价值链条上的发达经济体相比,发展中经济体仍然面临产品附加值低下、绿色技术落后以及环境门槛较低的发展困境,因而可能遭受环境层面的“低端锁定”效应。基于此,本文将进一步考察不同经济发展水平地区的全球价值链嵌入度对碳排放强度的影响差异,根据各地区人均收入水平将样本分为发达经济体与发展中经济体两组,并分别对其进行回归。^①由表2的结果可知,考察期内,全球价值链嵌入对发达经济体行业碳排放强度的影响为正但不显著,但对于发展中经济体来说,全球价值链嵌入在整体上降低了该地区行业的碳排放强度。这在一定程度上表明,在环境层面,全球价值链上的发展中经济体并不一定会被“低端锁定”。这可能是由于发展中国家通过参与分工网络中的跨国要素快速流动与整合,可以更为容易地接触到海外的先进经验和绿色技术,建立与国际接轨的行业生态环保标准,进而有助于其降低行业碳排放强度。

| 表 2 异质性估计结果 | | | | |
|----------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 变量 | 地区异质性 | | 分工地位异质性 | |
| | 发达经济体 | 发展中经济体 | 上游行业 | 下游行业 |
| L. <i>Coi</i> | 0.8240 *** (0.0920) | 0.8577 *** (0.0412) | 0.8042 *** (0.0609) | 0.7935 *** (0.0558) |
| <i>GVCpar</i> | 0.0716 (0.4855) | -0.5594 ** (0.2506) | -0.4617 ** (0.2855) | -0.4072 * (0.2357) |
| Constant | 0.9201 *** (0.2351) | 0.6876 *** (0.1369) | 0.8654 *** (0.2215) | 0.5755 *** (0.1992) |
| 控制变量 | 控制 | 控制 | 控制 | 控制 |
| 时间固定效应 | YES | YES | YES | YES |
| 国家固定效应 | YES | YES | YES | YES |
| 行业固定效应 | YES | YES | YES | YES |
| R ² | 0.9311 | 0.9773 | 0.9773 | 0.9573 |
| 观测值 | 25704 | 16201 | 16201 | 16159 |

① 其中,发达经济体包括 WIOD 数据库中满足 WDI 高收入国家标准的 33 个国家和中国台湾地区,共 34 个国家或地区;发展中经济体则包括 WIOD 数据库中的其他 9 个国家或地区。

续表 2

| 变量 | 产业异质性 | | | |
|----------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | 非制造业 | 制造业 | | |
| | | 总样本 | 低技术 | 高技术 |
| L. <i>Coi</i> | 0. 8304 *** (0. 0905) | 0. 8053 *** (0. 1089) | 0. 6563 *** (0. 0461) | 0. 8057 *** (0. 1107) |
| <i>GVCpar</i> | - 0. 2028 ** (0. 0914) | - 0. 4539 (0. 6727) | 4. 2504 ** (2. 0921) | - 0. 6582 * (0. 8358) |
| Constant | 0. 8825 *** (0. 2142) | 0. 6201 ** (0. 2726) | 0. 2691 *** (0. 0678) | 0. 8310 ** (0. 3743) |
| 控制变量 | 控制 | 控制 | 控制 | 控制 |
| 时间固定效应 | YES | YES | YES | YES |
| 国家固定效应 | YES | YES | YES | YES |
| 行业固定效应 | YES | YES | YES | YES |
| R ² | 0. 9508 | 0. 9577 | 0. 9084 | 0. 9574 |
| 观测值 | 21070 | 11438 | 6622 | 4816 |

第二,分工地位异质性。不同分工地位情形下,全球价值链嵌入的碳减排效应可能不同,而那些分工地位较高的行业参与全球价值链的碳减排效应往往较大。因此,本文运用分位数进行分样本处理,并根据分工地位指数的 50% 分位数将样本分成上游行业和下游行业,分别考察全球价值链嵌入对这些行业碳排放的影响效应。由表 2 的估计结果可知,考察期内,尽管全球价值链嵌入对上游行业和下游行业碳排放的影响均显著为负,但是上游行业参与全球价值链的碳减排效应要高于下游行业,这可能是因为上游行业的污染密集度相对较低,可以通过国际分工的一体化效应明显降低其污染物排放强度。

第三,产业异质性。相比于制造业,以高技术服务业为主的非制造业主要通过前向参与模式嵌入全球价值链。行业的前向嵌入程度越高,相应的本国中间投入在其他国家出口中的成分占比也会越高,因此非制造业参与全球价值链分工所获得的环境效益可能要高于制造业。并且,与低技术制造业相比,高技术制造业具有较高的创新动力及技术吸收能力(Baldwin 和 Lopez-Gonzalez, 2014),因而参与全球价值链有助于其将低附加值生产环节转移至更低技术制造业,从而减少本行业的碳排放污染。基于此,本文将总样本划分为非制造业与制造业,^①并将制造业进一步划分为低技术制造业与高技术制造业两组^②来讨论产业异质性。由表 2 可知,对于非制造业,全球价值链嵌入对碳排放强度的影响显著为负。但对于制造业来说,当技术水平较低时,全球价值链嵌入对碳排放的影响显著为正,而当技术水平较高时,则产生显著的负向影响,这样正反两方面的作用也使得整体上制造业嵌入全球价值链的碳减排效应并不显著。

① WIOD 数据库将一国所涉及的生产和服务细分为 56 个行业,分别用代码 C1 ~ C56 来表示。本文研究仅涉及其中 54 个行业,其中 C1 ~ C4 与 C24 ~ C54 为非制造业,C5 ~ C23 为制造业。

② OECD 按照《欧盟经济活动分类统计标准第一版》(NACE1)统计分类将制造业划分为高技术制造业、中高技术制造业、中低技术制造业和低技术制造业四大类。考虑样本量,本文将前两类归为高技术制造业,后两类归为低技术制造业;C11、C12、C18 ~ C21 以及 C23 为高技术制造业,其余为低技术制造业。

3. 稳健性检验

本文进行了以下稳健性检验。第一,考虑更换指标的稳健性。本文进一步采用碳排放总量的自然对数(*Co*)作为被解释变量,并应用动态多维固定效应模型对全球价值链嵌入与碳排放总量的关系进行稳健性检验。第二,基于四分位数的全球价值链嵌入程度划分。我们根据全球价值链嵌入度的 25% (四分位数),将样本进一步划分为最低(*D1*)、较低(*D2*)、较高(*D3*)和最高全球价值链嵌入度(*D4*),从而对全球价值链嵌入的碳减排效应进行再次检验。第三,考虑内生性问题的稳健性检验。模型中可能存在的反向因果、遗漏变量等均会影响估计结果的准确性。因此,为了尽可能克服内生性,本文拟采用工具变量两阶段最小二乘法(IV-2SLS)与工具变量多维度固定效应估计(IV-DREGH)对模型进行估计。合适的工具变量需满足与各行业全球价值链嵌入高度相关,而又与随机误差项不相关的假定。考虑到本文采用的动态面板为短面板模型,为了保证自由度,我们参考吕越等(2018),在 IV-2SLS 与 IV-DREGH 估计中选取全球价值链嵌入的一阶滞后项作为 IV。同时,针对动态面板中被解释变量滞后一期可能导致的内生性问题,本文采用系统广义矩估计(SYS-GMM)重新对基准模型进行估计。结果如表 3 所示。

表 3 稳健性检验结果

| 变量 | 稳健性检验 1 | | 稳健性检验 2 | 稳健性检验 3 | | |
|-----------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|
| | | | | IV-2SLS | IV-DREGH | SYS-GMM |
| | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) |
| L. <i>Co</i> | 0. 8288 *** (0. 0081) | 0. 8286 *** (0. 0081) | | | | |
| L. <i>Coi</i> | | | 0. 8281 *** (0. 0818) | 0. 8266 *** (0. 0817) | 0. 8282 *** (0. 0336) | 0. 0291 *** (0. 0071) |
| <i>GVCpar</i> | -0. 1320 ** (0. 0557) | | | -0. 3073 *** (0. 0885) | -0. 2339 * (0. 1292) | -1. 7930 *** (0. 4377) |
| <i>GVCpar</i> × <i>Low</i> | | 2. 0156 (5. 6906) | | | | |
| <i>GVCpar</i> × <i>High</i> | | -0. 1628 *** (0. 0584) | | | | |
| <i>GVCpar</i> × <i>D1</i> | | | 4. 3613 (6. 5232) | | | |
| <i>GVCpar</i> × <i>D2</i> | | | 8. 3737 (6. 0011) | | | |
| <i>GVCpar</i> × <i>D3</i> | | | -4. 8607 (3. 1293) | | | |
| <i>GVCpar</i> × <i>D4</i> | | | -0. 2138 *** (0. 0809) | | | |
| Constant | 0. 8273 *** (0. 0706) | 0. 8184 *** (0. 0705) | 0. 8273 *** (0. 0706) | | | 5. 3608 *** (0. 0783) |
| 控制变量 | 控制 | 控制 | 控制 | 控制 | 控制 | 控制 |

续表 3

| 变量 | 稳健性检验 1 | | 稳健性检验 2 | 稳健性检验 3 | | |
|----------------|---------|--------|---------|---------|----------|---------|
| | | | | IV-2SLS | IV-DREGH | SYS-GMM |
| | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) |
| 时间固定效应 | YES | YES | YES | YES | YES | YES |
| 国家固定效应 | YES | YES | YES | YES | YES | YES |
| 行业固定效应 | YES | YES | YES | YES | YES | YES |
| AR(2) | | | | | | 0.4308 |
| Sargan 检验 | | | | | | 0.5441 |
| R ² | 0.9919 | 0.9919 | 0.9919 | 0.6846 | 0.6822 | |
| 观测值 | 32508 | 32508 | 32508 | 32508 | 32508 | 32508 |

从表 3 中的稳健性检验 1 和稳健性检验 2 来看,无论是将碳排放总量替换为被解释变量,还是对样本进行四分位数的划分,全球价值链嵌入对碳排放总量的影响显著为负,且在全球价值链嵌入度较低时,其对碳排放总量的影响为正但并不明显,而当全球价值链嵌入度较高时,则会显著抑制行业的碳排放,这与前文的估计结果是一致的。进一步,表 3 中的稳健性检验 3 显示,在控制了模型可能存在的内生性问题之后,全球价值链嵌入对碳排放强度的影响显著为负,在一定程度上说明本文研究结论具有稳健性。

(二)能源消费的中介效应与全球价值链嵌入的节能效应

上文结果表明,全球价值链嵌入在一定程度上抑制了碳排放强度的增加。进一步地,全球价值链嵌入是如何对碳排放强度产生影响的呢?接下来,本文主要从能源消费强度和能源消费结构两个维度,采用逐步系数检验法(温忠麟、叶宝娟,2014),按照由上文中式(2)~(4)所构成的中介效应模型对其进行检验。同时,通过观察式(3)中全球价值链嵌入的估计系数特征,可以对全球价值链嵌入的节能效应进行考察。

基于碳排放强度的中介效应检验结果如表 4 所示。其中,第(1)~(3)列检验了能源消费强度效应的中介作用。第二步检验的结果显示,全球价值链嵌入对中介变量能源消费强度的影响显著为负,且第三步检验中中介变量对行业碳排放强度具有显著的正向影响。此处 $\beta_2\mu_3$ 的系数符号与 α_1 的符号相同,表明能源消费强度效应在全球价值链嵌入对行业碳排放强度的影响中存在显著的部分中介作用,即全球价值链嵌入通过促进行业能源消费强度的降低,推动了该行业碳排放强度的下降。表 4 中第(4)~(6)列检验了能源消费结构效应的中介作用。第二步检验的结果显示,全球价值链嵌入对中介变量能源消费结构的影响显著为负,且在模型中引入中介变量之后,中介变量对行业碳排放强度具有显著的正向影响。此处 $\beta_2\mu_3$ 的系数符号与 α_1 的符号相同,表明能源消费结构效应在全球价值链嵌入对行业碳排放强度的影响中亦存在显著的部分中介作用,即随着全球价值链嵌入程度的不断加深,行业生产活动中所消耗的煤炭份额下降,使得行业能源消费结构趋于优化,进而抑制了其碳排放强度的增加。本文的检验结果还表明,能源消费强度的间接效应为-0.1093,能源消费结构的间接效应为-0.0018,两者均显著且由参与全球价值链所引致的能源消费强度中介效应占总效应的比例为47.07%,表明能源消费的中介效应是显著存在的。

| 变量 | 能源消费强度机制 | | | 能源消费结构机制 | | |
|----------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|
| | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) |
| L. <i>Coi</i> | 0. 8282 *** (0. 0819) | | 0. 6387 *** (0. 0603) | 0. 8282 *** (0. 0819) | | 0. 8281 *** (0. 0820) |
| L. <i>Ei</i> | | 0. 7828 *** (0. 0725) | | | | |
| L. <i>Es</i> | | | | | 0. 7423 *** (0. 0282) | |
| <i>GVCpar</i> | -0. 2324 *** (0. 0871) | -3. 3151 *** (1. 2422) | -0. 1122 * (0. 0639) | -0. 2324 *** (0. 0871) | -0. 0154 * (0. 0085) | -0. 2314 *** (0. 0872) |
| <i>Ei</i> | | | 0. 0330 *** (0. 0064) | | | |
| <i>Es</i> | | | | | | 0. 1131 * (0. 0600) |
| Constant | 0. 7731 *** (0. 1722) | 12. 2223 *** (2. 3894) | -0. 0555 (0. 1909) | 0. 7731 *** (0. 1722) | 0. 1788 *** (0. 0147) | 0. 7522 *** (0. 1685) |
| 控制变量 | 控制 | 控制 | 控制 | 控制 | 控制 | 控制 |
| 时间固定效应 | YES | YES | YES | YES | YES | YES |
| 国家固定效应 | YES | YES | YES | YES | YES | YES |
| 行业固定效应 | YES | YES | YES | YES | YES | YES |
| R ² | 0. 9517 | 0. 9673 | 0. 9682 | 0. 9517 | 0. 9474 | 0. 9517 |
| 观测值 | 32508 | 32508 | 32508 | 32508 | 32508 | 32508 |

综上所述,能源消费强度和能源消费结构在全球价值链嵌入对碳排放的影响中均存在显著的中介作用,且能源消费强度和能源消费结构发挥了显著的反向中介作用,从而使得全球价值链嵌入对行业碳排放强度的影响呈现显著的负向特征,即参与全球价值链通过节能促进了减排,有力地推动了碳减排目标的实现。

五、结论与启示

本文采用理论分析和实证分析相结合的方法考察了全球价值链嵌入对节能减排的影响效应及其内在机制,得出如下结论。第一,全球价值链嵌入在整体上显著抑制了行业的碳排放强度,即深度参与全球价值链有利于促进碳减排目标的实现。第二,全球价值链嵌入不仅直接促进了碳减排,还会通过降低能源消费强度和优化能源消费结构对碳排放产生显著影响,进而有助于节能减排目标的实现。第三,全球价值链嵌入对碳排放的影响存在明显的地区异质性、分工地位异质性和产业异质性。具体地,全球价值链嵌入对碳排放强度的影响效应主要集中于低收入水平地区;全球价值链嵌入显著降低了位于链条上、下游行业的碳排放强度,且即使全球价值链嵌入程度较低,其依然有助于上游行业的碳减排;全球价值链嵌入对非制造业和高技术制造业碳排放的影响

整体上显著为负,但对于低技术制造业则在一定程度上产生不利影响。

上述研究结论对于中国而言具有重要的政策内涵。全球范围内的节能减排呼吁以及国家对自身可持续发展的关注都激励着中国积极采取有效的节能减排措施,从而推动中国经济的绿色发展。为了更加直观地展示中国情形,我们用图 1 描绘了 2000—2014 年中国与 WIOD 数据库中 43 个经济体平均的 GVC 嵌入度与碳排放强度。可以看出,在这一时期,中国的碳排放强度呈现出明显下降的态势,这与中国积极采取了一系列节能减排政策有关。当然,与各经济体平均水平相比,中国的全球价值链嵌入度还相对较低,但碳排放强度却相对较高,这也在一定程度上说明当前中国的全球价值链嵌入仍具有较大的提升空间。中国的全球价值链嵌入度在 2011 年达到了近年来的最低值,在此期间中国超过美国成为世界第一大碳污染排放国和一次能源消费国。值得注意的是,从行业层面来看,中国的非制造业与制造业均能通过嵌入全球价值链而产生积极显著的碳减排效应。^① 这些事实在一定程度上为中国坚定地提升参与全球价值链的广度和深度,从而促进节能减排目标的实现提供了现实动力。此外,本文研究主要探索了全球价值链嵌入的环境效应,但随着生态环境联合治理的持续推进,推动碳核算和明确减排责任显得尤为重要。在此情形下,未来进一步探究全球价值链体系下中国生产侧与消费侧碳排放责任的重新分配问题,对于中国有效制定“双碳”行动方案、扎实推进绿色转型无疑具有重要意义。

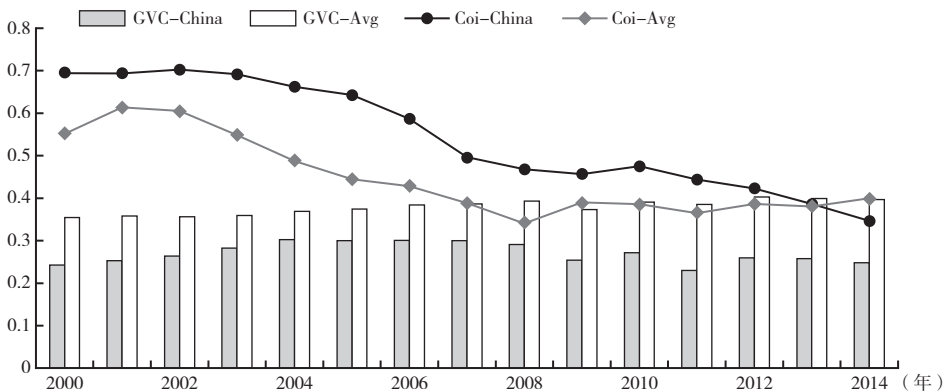


图 1 2000—2014 年中国与各经济体平均的全球价值链嵌入度和碳排放强度

据此,我们提出以下政策建议。首先,从整体来看,全球价值链嵌入与节能减排是可持续发展过程中的“志同道合者”,特别是对于像中国这样的发展中经济体来说,嵌入全球价值链有助于其节能减排目标的实现。因此,在当前价值链在全球各经济体之间不断延展细化的情形下,中国应以更加积极的姿态深入参与全球化分工体系,构建新时代全面开放新格局,并努力向全球价值链的中高端攀升,从而更加充分地发挥全球价值链嵌入的碳减排作用,促进经济的可持续发展。其次,全球价值链嵌入对碳排放的影响存在直接和间接两条路径,而全球价值链嵌入所引致的能源消费强度效应和能源消费结构效应是降低行业碳排放强度的重要动力来源。因此,政府在统筹制定各项节能减排政策时,需要进一步关注节能政策与减排政策的相互协调,并树立以“节能”带动

① 本文采用 WIOD 数据库中的中国样本对制造业和非制造业全球价值链嵌入的碳减排效应分别进行了回归。受篇幅所限,相关结果未在文中列出。

“减排”的理念,积极引导行业参与全球价值链竞争,向价值链上的先进行业学习,最大化地消化和利用价值链上的知识和技术溢出,从而提高能源利用效率,并且鼓励行业积极向分工体系中的高环保标准靠近,不断调整和优化要素投入结构,这些均将有助于提升行业的低碳竞争力。最后,相较于低分工地位的行业,全球价值链嵌入对高分工地位的行业碳减排效应更加显著,且相较于低技术制造业,全球价值链嵌入明显降低了高技术制造业的碳排放强度。因此,政府在积极引导各行业深入参与全球化的过程中,还须重点关注价值链下游行业以及技术水平较低的行业,通过制定和实施针对性的鼓励创新措施,提高其技术吸收和转化能力,从而促进其深度融入全球价值链并借助链条优势不断向上游攀升,这不仅有利于充分发挥全球价值链嵌入的节能减排效应,从长期来看,还有利于促进中国经济的绿色转型发展。

参考文献:

1. 胡艺、张晓卫、李静:《出口贸易、地理特征与空气污染》,《中国工业经济》2019年第9期。
2. 金京、戴翔、张二震:《全球要素分工背景下的中国产业转型升级》,《中国工业经济》2013年第11期。
3. 李廉水、周勇:《技术进步能提高能源效率吗?——基于中国工业部门的实证检验》,《管理世界》2006年第10期。
4. 李小平、卢现祥:《国际贸易、污染产业转移和中国工业CO₂排放》,《经济研究》2010年第1期。
5. 吕越、陈帅、盛斌:《嵌入全球价值链会导致中国制造的“低端锁定”吗?》,《管理世界》2018年第8期。
6. 吕越、吕云龙:《中国参与全球价值链的环境效应分析》,《中国人口·资源与环境》2019年第7期。
7. 乔小勇、李泽怡、相楠:《中间品贸易隐含碳排放流向追溯及多区域投入产出数据库对比——基于WIOD、Eora、EXIOBASE数据的研究》,《财贸经济》2018年第1期。
8. 盛斌、陈帅:《全球价值链如何改变了贸易政策:对产业升级的影响和启示》,《国际经济评论》2015年第1期。
9. 王玉燕、王建秀、阎俊爱:《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》2015年第8期。
10. 温忠麟、叶宝娟:《中介效应分析:方法和模型发展》,《心理科学进展》2014年第5期。
11. 许家云、毛其淋:《中国企业的市场存活分析:中间品进口重要吗?》,《金融研究》2016年第10期。
12. 余娟娟:《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》2017年第12期。
13. 张伟、朱启贵、高辉:《产业结构升级、能源结构优化与产业体系低碳化发展》,《经济研究》2016年第12期。
14. Akhmat, G., Zaman, K., Shukui, T., Irfan, D., & Khan, M. M., Does Energy Consumption Contribute to Environmental Pollutants? Evidence from SAARC Countries. *Environmental Science and Pollution Research*, Vol. 21, No. 9, 2014, pp. 5940–5951.
15. Baldwin, R., & Lopez-Gonzalez, J., Supply-Chain Trade: A Portrait of Global Patterns and Several Testable Hypotheses. *The World Economy*, Vol. 38, No. 11, 2014, pp. 1682–1721.
16. Correia, S., A Feasible Estimator for Linear Models with Multi-Way Fixed Effects. *Stata Conference*, 2016.
17. Frisch, R., & Waugh, F. V., Partial Time Regressions as Compared with Individual Trends. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, Vol. 1, No. 4, 1933, pp. 387–401.
18. Gereffi, G., A Global Value Chain Perspective on Industrial Policy and Development in Emerging Markets. *Duke Journal of Comparative and International Law*, Vol. 24, No. 3, 2013, p. 433.
19. Koopman, R., Powers, W., Wang, Z., & Wei, S. J., Give Credit Where Credit is Due: Tracing Value Added in Global Production Chains. *National Bureau of Economic Research*, No. w16426, 2010.
20. Koopman, R., Wang, Z., & Wei, S. J., Tracing Value-added and Double Counting in Gross Exports. *American Economic Review*, Vol. 104, No. 2, 2014, pp. 459–494.
21. Liu, H., Li, J., Long, H., Li, Z., & Le, C., Promoting Energy and Environmental Efficiency within a Positive Feedback Loop: Insights from Global Value Chain. *Energy Policy*, Vol. 121, 2018, pp. 175–184.
22. Ohlin, B., *Interregional and International Trade*. Cambridge: Harvard University Press, 1935.
23. Pietrobelli, C., & Rabellotti, R., Global Value Chains Meet Innovation Systems: Are There Learning Opportunities for Developing

Countries?. *World Development*, Vol. 39, No. 7, 2011, pp. 1261 – 1269.

24. Popp, D., Induced Innovation and Energy Prices. *American Economic Review*, Vol. 92, No. 1, 2002, pp. 160 – 180.

25. Shapiro, J. S., & Walker, R., Why Is Pollution from US Manufacturing Declining? The Roles of Environmental Regulation, Productivity, and Trade. *American Economic Review*, Vol. 108, No. 12, 2018, pp. 3814 – 3854.

26. Wang, Z., Wei, S. J., & Zhu, K., Quantifying International Production Sharing at the Bilateral and Sector Levels. NBER Working Paper, No. 19677, 2013.

27. Wurlod, J. D., & Noailly, J., The Impact of Green Innovation on Energy Intensity: An Empirical Analysis for 14 Industrial Sectors in OECD Countries. *Energy Economics*, Vol. 71, 2018, pp. 47 – 61.

The Impact of Global Value Chain Embedment on Energy Conservation and Emissions Reduction: Theory and Empirical Evidence

BAI Junhong (Nanjing Normal University, 210023)

YU Xuewei (Southeast University, 211189)

Abstract: An in-depth investigation into the effect of embedment in global value chain (GVC) on energy conservation and emissions reduction is of great significance for scientifically assessing the environmental impact of GVC participation, and promoting high-quality development in China. This paper brings GVC embedment, energy consumption and carbon emissions into the same analysis framework for the first time. From the perspective of energy consumption intensity and structure, it theoretically analyzes the impact of GVC embedment on energy conservation and emissions reduction. On this basis, the WIOD database was used to estimate the GVC embedment of 54 industries in 43 economies around the world from 2000 to 2014, and through the construction of a dynamic multidimensional fixed effects model, an empirical study was conducted on the impact of GVC embedment on emissions and how it worked. The study found that during the inspection period, GVC embedment significantly reduced the industry's carbon emission intensity; developing economies' embedding in GVC helped reduce their carbon emission intensity, while the effect was not obvious in developed economies; GVC embedment has a significant inhibitory effect on the carbon emissions of industries in the GVC upstream and downstream; the impact of GVC embedment on carbon emission intensity of non-manufacturing and high-tech manufacturing industries is significantly negative, but not conducive to carbon reduction in low-tech manufacturing. The mechanism test shows that the GVC embedment not only exhibits the dual effects of energy conservation and emissions reduction, but also has a significant impact on carbon emissions by reducing the energy consumption intensity and improving the energy consumption structure. The conclusions of this paper provide enlightenment for China's deep participation in GVC against the background of globalization, thereby promoting the green transformation of economic development.

Keywords: Global Value Chain, Energy Conservation and Emissions Reduction, Multidimensional Fixed Effects Model

JEL: F10, F18, Q56

责任编辑: 静 好