嵌入全球价值链对我国贸易隐含碳 排放的影响机制及实证研究

侯方淼 蔡 婷 杨怡心

(北京林业大学 经济管理学院,北京 100083)

摘要: 分析嵌入全球价值链对我国贸易隐含碳排放的影响机制,并借鉴 Koopman 价值链参与度等指数以及 OECD 数据库测算隐含碳排放的方法。对当前我国嵌入全球价值链的程度和对外贸易中产生的二氧化碳排放情况进行测算评估。实证分析嵌入全球价值链的程度对贸易隐含碳排放的影响。研究结果表明: 嵌入全球价值链的程度对贸易隐含碳排放的影响分为直接影响和间接影响。其主要影响路径是通过贸易规模间接影响贸易隐含碳排放,并且这条路径造成的二氧化碳排放量的增加远远超过了直接影响效应和通过技术效应带来的二氧化碳排放量的减少。最后提出提升嵌入全球价值链的程度和地位、调整经济发展模式、优化对外贸易产业结构和着重发展节能减排技术等相关对策建议。

关键词: 贸易隐含碳排放; 全球价值链; 增加值贸易; 影响路径

中图分类号: F752. 02 文献标识码: A 文章编号: 1672 - 6049(2018) 06 - 0028 - 13

一、引言与文献综述

当国际分工模式从传统的差异化产品的产品间分工逐渐过渡到同一产品的产品内部分工(即价值链分工)时 嵌入全球价值链的程度对贸易隐含的二氧化碳排放量的影响越来越大。发达国家凭借技术、品牌优势占据全球价值链的"上游"环节,并将高排放产业的加工、制造等生产工作外包给位于"下游"环节的国家 从而减少二氧化碳排放。然而 如果一个国家长期位于全球价值链低端 在创新、科技、资本方面缺乏比较优势 就容易陷入"比较优势陷阱"从而难以实现产业升级。由此可见 要想真正实现经济低碳转型 我们就必须在逐渐融入全球价值链的过程中实现产业转型升级 进而向"上游"环节攀升。

目前 我国生产要素的投入结构不合理 低碳清洁技术和减排治污技术水平落后 主要依靠资源和劳动力优势参与产品加工、制造、组装等全球价值链的"下游"环节 参与全球价值链程度的加深引起了贸易规模效应和结构效应 从而导致巨大的贸易隐含碳排放;同时 ,一个国家在参与全球价值链分工的过程中 通过学习别的国家或地区的先进技术进而提高本国的技术水平 这个效果实际上十分有限。因此 从全球价值链分工的视角来研究制约我国经济结构转型、实现高质量发展的内部影响因素 以及分析我国

收稿日期: 2018-10-25; 修回日期: 2018-11-07

基金项目: 教育部人文社会科学研究青年基金项目(16YJC790028); 国家森林认证项目(KJZXRZ2018035); 北京林业大学科技创新计划项目(JGZKPY001)

作者简介: 侯方淼(1976—),女 山东济南人,北京林业大学经济管理学院副教授,研究方向为国际贸易和林产品贸易; 蔡婷(1991—),女 山西晋中人,北京林业大学经济管理学院硕士研究生,研究方向为国际贸易理论与政策; 杨怡心(1994—),女 ,河北张家口人,北京林业大学经济管理学院硕士研究生,研究方向为国际贸易理论与政策。

嵌入全球价值链的程度怎样影响对外贸易中产生的二氧化碳排放量 对于解决节能减排大背景下经济如何高质量发展有着重要的理论和实际意义。

Grossman and Krueger^[1]的成果为相关学者进行全球价值链与碳排放两者内在联系的研究奠定了基 础。他们发现环境污染和经济增长存在"倒 U 型"关系 即刚开始随着经济的增长环境污染加剧 达到某 个顶点后 环境污染会得到缓解; 同时他们认为经济规模、比较优势所在的部门结构(环保型或高污染 型) 和相关技术都会对环境造成影响 其中 经济规模的扩大、比较优势依赖高污染部门都将增加一国的 碳排放 而与环境相关的技术提高能够降低一国的碳排放。此后 学者们从不同视角研究了全球价值链 下碳排放的影响因素。李斌和彭星^[2]运用广义矩阵估计方法(GMM) 分析了新的贸易分工形势下对外贸 易如何影响中国碳排放 结果发现参与全球价值链的程度是造成二氧化碳排放量增加的重要因素。对我 国制造业的研究同样证实了其外贸出口隐含碳含量高的根本性原因可能是我国制造业处于全球制造业 价值链的加工制造环节(即低端嵌入)[3]。杨芡芡[4]采用经济-环境模型,从直接和间接两方面研究了 全球价值链如何影响一个国家的碳排放 结果表明: 在全球经济一体化背景下 经济规模和技术水平能够 直接影响一个国家或地区的碳排放 而其参与全球价值链的程度则通过影响经济规模和技术水平间接影 响碳排放。闫云凤和黄灿[5] 在追溯中国碳排放的流向和来源地时发现: 高耗能部门消费和出口了大量 隐含碳 不过其所占比重在下降 与此同时碳强度低的服务业部门比重上升 说明我国出口结构在优化; 欧盟、美国等主要伙伴国对我国隐含碳进出口的影响日益减弱,而印度、巴西等新兴经济体的影响却在增 加。孟渤等[67]以传统的投入产出模型为基础 建立了全新的环境核算体系 按照贸易来源地和目的地对 全球价值链中不同国家和行业的碳排放进行了分解,详细研究了引起中国二氧化碳排放的来源以及二氧 化碳排放的去向 结果发现: 贸易过程中的碳泄漏以及中间产品不止一次跨境运输 使得国际贸易下生产 同样一单位产品会产生更多的二氧化碳。

当前相关文献主要研究我国生产过程中排放的全部二氧化碳 较少考虑到全球价值链分工对贸易隐含碳排放的影响。本文可能的贡献在于: (1) 从出口贸易角度分析了我国嵌入全球价值链程度和贸易隐含碳的关系,并就其中的直接作用和间接作用进行了探讨。(2) 借鉴并改进了环境污染需求和供给模型。将全球价值链因素引入经典的经济 - 环境分析框架 并且选用全球价值链参与度指标来反映全球价值链影响因素 相比之前垂直专业化率、加工贸易与一般贸易之比等变量更能准确反映一国嵌入全球价值链的程度。(3) 数据选用更为科学合理。文中两个主要变量 即嵌入全球价值链的程度和贸易隐含碳排放 都是选用 OECD 统计库中基于价值增值的数据 既保证了数据来源的一致性 也剔除了传统贸易统计数据中的重复计算部分 能够更加真实反映全球价值链分工下我国出口贸易的环境利益。此外 依据OECD 统计库测算贸易隐含碳排放的框架 剥离出国际贸易中隐含碳排放的各个过程 使得分析更加全面、细致。(4) 实证分析更综合更具说服力。本文不仅采用贸易隐含碳排放效应分析了各因素对贸易碳排放的影响程度 还通过通径分析方法综合研究了嵌入全球价值链的程度对贸易隐含碳排放的直接作用与间接作用 厘清了现实经济中嵌入全球价值链程度、贸易规模、贸易结构、技术水平等各解释变量之间的复杂交叉关系。

二、理论机制分析

(一)碳排放效应模型

在研究我国嵌入全球价值链程度与碳排放的关系时,主要借鉴 Copeland and Taylor^[8]研究环境污染时所用的模型。首先将碳排放视作一种公共产品,从微观经济学的角度推导出一国(或行业)对外贸易过程中二氧化碳排放量的主要影响因素;然后结合国际经济开放程度不断加深的大环境。在已经推导出模型的基础上加入全球价值链因素。建立新贸易分工模式下的碳排放效应分解模型,以此研究我国嵌入全球价值链程度对贸易隐含碳排放的影响。

为使研究更容易说明问题 我们对现实贸易中各个经济体的生产经营活动进行了简化 ,只研究一个国家、两种生产要素和两种最终产品。首先 假定这个国家是一个小型经济体 这样就能保证产品价格恒

定(因为在经济开放环境中 小型经济体由于本身的生产活动会造成消费者需求或是供给发生变动 ι 但是这个变动对整个经济体内总供给和总需求的影响微乎其微 ι 所以该国只能被动接受价格)。其次 ι 假定这个国家只生产两种最终产品 ι 和 ι 并且在生产加工活动过程中只使用两种要素 ι (劳动力) 和 ι (资本) 其中 ι 产品为资本密集型产品 生产过程中不可避免会产生环境污染物(本文以二氧化碳排放量 ι 表示) 让其作为副产品出现: ι 产品为劳动密集型产品 生产过程中没有环境污染物的产生。

1. 碳排放供给分析。假定该国有 N 个消费者,且对商品消费的偏好相同,则消费者的间接效用函数可以表示为:

$$U(p, I, c) = v(I/p) - g(c)$$
 (1)

其中 p 表示产品 X 的相对价格; I 表示该国人均国民收入; I/p 则代表该国消费者实际收入。

通常情况下 碳排放被视为公共劣质品 即生产过程中排放的二氧化碳会加剧全球变暖 破坏消费者所处的生活环境 进而损害消费者的权益 降低消费者效用。此时 政府将采用碳税等环境规制政策来降低二氧化碳产生的总量 选择合适的碳排放水平使消费者的效用最大化 即:

$$\max\{v(I/p) - g(c)\}$$
s. t. $I = G(p, K, L, c) / N$ (2)

其中 I = G(p, K, L, c) / N 中 G(p, K, L, c) 表示该国总的国民收入,由价格、资本、劳动、碳排放共同决定,所以该国消费者实际收入可以用 I/p = G(p, K, L, c) / N p 表示。将其代入式(2),最大化条件是一阶导数为 0,可得:

$$v_I(I/p) \times \frac{1}{N_D} \times G_c(p, K, L, c) = g'(c)$$
(3)

为简便起见,令碳排放税率 $\tau = G_c(p, K, L, c)$,则式(3)可以转化为:

$$\tau = N \frac{g'(c) \times p}{v_I(I/p)} = N \times MD(p, I/p, c)$$
(4)

MD/(p,I/p,c) 可以视作排放的二氧化碳给每个消费者带来的边际损失 那么式(4) 的经济学涵义为: 政府征收的碳税应弥补碳排放给所有消费者带来的损失 这也符合公共品的萨缪尔森条件。

2. 碳排放需求分析。生产 X 产品的过程中会伴随着产生污染环境的副产品二氧化碳 c ,假定用 L_x 和 K_x 分别表示生产 X 产品所需的劳动力和资本数量,那么 X 产品的产出可以表示为由 L_x 和 K_x 决定的函数 $f(K_x, L_x)$ 。同时,由于政府对碳排放征收碳税,企业要想减少由此带来的成本,必须牺牲一部分产出,通过采用清洁技术来减少碳排放 X 产品的实际产出 X 以及产生的二氧化碳 X 可以表示为:

$$x = (1 - \theta) \times f(K_x, L_y) \tag{5}$$

$$c = \varphi(\theta) \times f(K_x, L_x) \tag{6}$$

式(5) 和式(6) 中 θ 表示投入到碳减排中的产品比例,如果用 x_{α} 表示用于碳减排的产出 那么 $\theta = x_{\alpha}/f(K_x, L_x)$,且 $x + x_{\alpha} = f(K_x, L_x)$,由于 x_{α} 不可能为0,也不可能大于 $f(K_x, L_x)$,所以 $0 < \theta < 1$ 。企业投入到碳减排的产品越多,产生的二氧化碳量就越少;同时,企业清洁技术越高,产生的二氧化碳量就越少,因此式(6) 中 $\varphi(\theta)$ 是由碳减排投入比例 θ 和技术水平 T 决定的函数。为便于计算 X 产品的实际产出x ,设定该函数为:

$$\varphi(\theta) = \frac{1}{T} \times (1 - \theta)^{1/\alpha}, 0 < \alpha < 1$$
 (7)

将式(7)代入式(6)中,可以得到封闭条件下该国的碳排放函数:

$$c = \frac{1}{T} \times (1 - \theta)^{1/\alpha} \times f(K_x, L_x)$$
 (8)

接下来,该国融入到世界经济市场中,并参与全球价值链分工,其所处的价值链位置会影响其相应的碳排放水平。如果一国处于价值链高端,企业大多使用技术、人力资本,产生的二氧化碳少;反之,如果一国处于价值链低端,企业大多使用能源或原材料,从事基础工业和产品加工,产生的二氧化

碳多。在原有的碳排放模型基础上加入全球价值链因素 δ ω (δ) 是由于全球价值链因素决定的函数,由前面分析可知 ω (δ) 是 δ 的减函数,由此得到开放条件下该国的碳排放函数:

$$c = \frac{1}{T} \times (1 - \theta)^{1/\alpha} \times f(K_x, L_x) \times \omega(\delta)$$
(9)

联立式(5) 和式(9) 求得开放条件下X产品的实际产出函数:

$$x = (Tc)^{\alpha} \times f(K_x, L_x)^{1-\alpha} \times \omega(\delta)^{-\alpha}$$
(10)

政府会对企业产生的二氧化碳征收碳税,这就意味着企业需要多支付一部分环境成本来弥补生产过程中排放二氧化碳给消费者带来的负效用,从而将二氧化碳排放量限定在合理水平。假定政府对企业单位碳排放征收税金 τ ,那么企业由此产生的成本为 τ Tc,其中 Tc 表示考虑技术水平后的有效碳排放。

假定规模报酬不变,也就是说企业在生产 X 产品时,如果增加一定比例的生产要素投入,那么 X 产品的产出也会增加相同的比例。如果用 w 和 r 分别表示劳动力和资本的价格,那么 X 产品的单位成本可以表示为 $c^x(w,r)$ 。此时,企业的理性决策就是寻求最优的产出水平 $f(K_x,L_x)$ 和二氧化碳排放量 c 使得成本最小化,即:

$$\min\{ \tau \ Tc + c^{x}(w, r) \times f(K_{x}, L_{x}) \}$$

s. t. $x = (Tc)^{\alpha} \times f(K_{x}, L_{x})^{1-\alpha} \times \omega(\delta)^{-\alpha}$

然后建立拉格朗日函数 $L = \tau Tc + c^x(w, r) \times f(K_x, L_x) + \lambda (Tc)^\alpha \times f(K_x, L_x)^{1-\alpha} \times \omega(\delta)^{-\alpha}$ 其中 λ 为拉格朗日乘子。要想求得函数 L 的最小值,需要将函数 L 分别对 $f(K_x, L_x)$ 和 c 求偏导,化简后得:

$$\frac{c^{x}(w,r)}{\tau Tc} = \frac{1-\alpha}{\alpha \times f(K_{x},L_{x})}$$
(11)

假定企业所处市场为完全竞争市场 M 那么企业长期利润必为 0 。以 p 表示 X 产品的相对价格 M 么生产 M 产品的企业利润可以表示为:

$$\pi^{x} = p \times x - c^{x}(w, r) \times f(K_{x}, L_{x}) - \tau Tc = 0$$
 (12)

将式(11)代入式(12)。得到开放条件下 X 产品的实际产出:

$$x = \frac{\tau \, Tc}{\alpha \times p} \tag{13}$$

定义碳排放集中度 $e=\frac{p}{x}$ 则有 $e=\frac{\alpha\times p}{\tau T}$ 。由此可见 提高碳税或是改善技术水平 碳排放集中度均降低:同时 降低污染品价格也有助于减少碳排放 $^{[9]}$ 。

3. 碳排放市场的一般均衡解。碳排放需求和碳排放供给的相互作用决定了碳排放市场的均衡水平 结合式(3) 和式(13) 可以求得排放二氧化碳量的最优解 c_0 。此时,政府通过征收碳税 τ ,满足消费者效用最大化和企业成本最小化,从而使排放的二氧化碳量维持在最优水平 c_0 。

式(9) 给出了开放条件下的碳排放函数 $c = \varphi(\theta) \times f(K_x, L_x) \times \omega(\delta)$,而 X 产品的实际产出 $x = (1 - \theta) \times f(K_x, L_x)$,用 p^0 和 p_1^0 分别表示 X 产品和 Y 产品基期的相对价格,假定 X 产品基期相对价格是 1,那 么 定 义 一 国 总 的 经 济 规 模 $S = p^0 x + p_1^0 y$,然 后 用 X 产 品 产 值 占 总 的 经 济 规 模 的 比 例 $\left(H_x = \frac{p^0 x}{p_x^0 + p_1^0 y}\right)$ 来表示 X 产品所在行业在某一国家的重要程度。开放条件下的碳排放函数可以改写为:

$$c = \varphi(\theta) \times f(K_x, L_x) \times \omega(\delta) = (1 - \theta) \times \frac{c}{x} \times \frac{f(K_x, L_x)}{S} \times S \times \omega(\delta) = \frac{c}{x} \times \frac{x}{s} \times S \times \omega(\delta) = e \times H_x \times S \times \omega(\delta)$$
(14)

从式(14) 可以看出 碳排放的影响因素包括经济规模、技术水平、经济结构以及全球价值链。具体来看 碳排放效应可以分解成四种效应: 一是技术效应 衡量在其他条件不变时 如果减少污染产品的碳

排放集中度 产生的环境污染物二氧化碳会减少多少; 二是结构效应 衡量在其他条件不变时 如果污染产品份额发生变化 将如何影响环境污染物二氧化碳的排放量; 三是规模效应 衡量在其他条件不变时,经济规模的提高(尤其是污染产品数量的增加)产生的环境污染物二氧化碳会增加多少; 四是全球价值链效应 衡量在其他条件不变时 如果一个国家(或行业)融入全球价值链的环节发生了变化,由此带来的污染产品生产数量发生变化,将如何影响环境污染物二氧化碳的排放量。

(二)嵌入全球价值链对贸易隐含碳排放的影响机制

在新的国际分工下,产品生产的各个环节被割裂开来,嵌入不同的环节必然会影响到相关产品贸易过程中产生的二氧化碳,这种作用分为直接作用和间接作用。以嵌入产品加工、制造等"低端"环节为例,具体的影响机制如图1所示。

图1中下半部分表示直接作用机制,上半部分表示间接作用机制。通常来说,在全球价值链分工下,具有资源和劳动力优势的国家

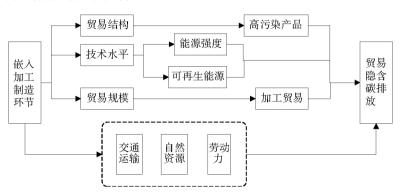


图 1 嵌入全球价值链程度对贸易隐含碳排放的影响机制

会参与产品加工、制造、组装等环节,而这些生产环节需要消耗大量的自然资源和劳动力资源,同时涉及到产品的运输增加了二氧化碳排放,这是嵌入全球价值链程度对贸易隐含碳排放的直接作用机制。此外,融入全球价值链的程度也能够通过作用于贸易规模、贸易结构和技术水平等因素来间接作用于贸易过程中产生的碳排放^[10]。第一,嵌入"低端"环节意味着劳动密集型产业和资源密集型产业占据比较优势,参与国际分工会促使加工贸易规模扩大,反过来会刺激能源的需求,增加贸易中隐含的二氧化碳排放量;第二,嵌入"低端"环节的大多是高耗能高排放的制造业,这无疑会增加高污染产品的出口,同时也就会增加副产品(环境污染物二氧化碳);第三,嵌入"低端"环节意味着获得价值增值很少,同时产生的二氧化碳会受到来自国内国际双重的减排压力,促使相关产业进行技术创新,降低能源强度以提高能源利用率,或是采用可再生能源,发挥技术对二氧化碳排放的抑制作用。

三、嵌入全球价值链对贸易隐含碳排放影响效应的实证分析

(一) 多元回归模型设定、检验及结果分析

一个国家(或行业)的碳排放效应分为规模效应、结构效应、技术效应和全球价值链效应,污染产品碳排放集中度、污染产品所占份额、经济规模(尤其是污染产品的数量)和该国家(或行业)融入全球价值链环节这4个因素中一个或者几个发生改变,都会影响到贸易过程中产生的环境污染物二氧化碳的数量;另外,考虑到我国对外开放程度不断扩大,外商直接投资也会影响贸易中隐含的二氧化碳排放量[11142] 因此将其纳入到影响因素中。也就是说,能够对一国贸易隐含碳排放产生显著影响的因素有贸易规模、贸易结构、技术水平、嵌入全球价值链的程度以及外商直接投资,由此建立模型:

$$\ln CO_{2t} = \alpha_0 + \alpha_1 \ln S_t + \alpha_2 \ln H_t + \alpha_3 \ln T_t + \alpha_4 \ln GVC_t + \alpha_5 \ln FDI_t + \varepsilon_t \tag{15}$$

其中 CO_2 , 是被解释变量 表示中国贸易中隐含的二氧化碳排放量(来源于 OECD 数据库 Environment 项下 "Carbon Dioxide Emissions Embodied in International Trade" 的隐含碳排放指标(PROD_CO_2) 以及 2012—2014 年的估算数据); S_i 是反映规模效应的解释变量 ,采用中国增加值出口额数据来表示; H_i 是反映结构效应的解释变量 ,用中国主要高耗能产品出口额与出口总额之比来表示; T_i 是反映技术效应的解释变量 ,用中国贸易隐含碳排放与出口总额之比(即碳排放强度)来表示; GVC_i 是反映全球价值链效应的解释变量 ,采用的是价值链参与度指数(GVC_Participation 指数) I^{13-44} ; I^{13-44}

型中对解释变量取对数之后表示各变量在其他变量一定的情况下每变动百分之一,中国贸易中隐含的二氧化碳排放量变动的百分比。被解释变量和各个解释变量的具体含义、预期符号和数据来源详见表 1。

变量	含义	预测符号	数据来源
CO_2	贸易隐含碳排放		OECD 数据库 ^[15]
S_{ι}	增加值出口	+	OECD 数据库
H_{ι}	主要高耗能产品出口占比	+	《中国统计年鉴》
$T_{\scriptscriptstyle t}$	碳排放强度	+	OECD 数据库和《中国统计年鉴》
GVC_{ι}	全球价值链参与度指数	_	本文计算结果
$ extbf{\textit{FDI}}_t$	外商直接投资	+	《中国统计年鉴》

表 1 贸易隐含碳排放影响因素的相关变量

注: (1) OECD 数据库测算的贸易隐含碳排放数据为 1995—2011 年 中国 2012—2014 年相应数据是依据 OECD 数据库测算方法、利用 WIOD 数据库和国际能源署(IEA) 中统计数据计算而得; (2) 由于 1995 年、1996 年和 2004 年高碳产业实际利用外商直接投资额数据缺失 相应数据由全国实际利用外商直接投资额以及相邻年份高碳产业实际利用外商直接投资额所占比例估算而来。

本文选用 1995—2014 年长达 20 年的时间序列数据,要想用时间序列数据建模来分析解释变量对被解释变量是否有影响及影响的大小、方向,首先必须保证该模型中所有序列都是平稳的。也就是说,该时间序列的各项数字特征(如期望、方差等)都不会随时间推移而改变,因为一旦一个时间序列不是平稳的,回归过程就失去了原本的意义,可能出现两个互相独立的变量却拟合程度很好的假象。因此,在对时间序列数据进行建模分析前,有必要对原始数据进行平稳性检验。我们利用 Stata 12 软件对模型中各个变量进行 ADF 检验,结果如表 2 所示。

原序列	ADF 统计量(<i>P</i> 值)	结果	一阶差分	ADF 统计量(P 值)	结果
$\ln CO_2$	1.288(0.9965)	非平稳	$\mathrm{dln}\mathit{CO}_2$	-2.349(0.0160)	平稳
$\ln S$	-0.851(0.8037)	非平稳	$\mathrm{dln}S$	-3.542(0.0070)	平稳
$\mathrm{ln}H$	-0.811(0.8160)	非平稳	$\mathrm{dln}H$	-3.750(0.0035)	平稳
$\ln T$	-1.179(0.6827)	非平稳	$\mathrm{dln}T$	-4.775(0.0001)	平稳
$\ln GVC$	-1.708(0.4271)	非平稳	$\mathrm{dln}\mathit{GVC}$	-3.423(0.0102)	平稳
ln <i>FDI</i>	-1.616(0.4747)	非平稳	$\mathrm{dln}\mathit{FDI}$	-3.776(0.0032)	平稳

表 2 各个变量的单位根检验结果

尽管实证模型中具有单位根的各个变量经过一阶差分后都成为了平稳序列,但是一阶差分后变量的经济含义与原序列并不相同,如果用一阶差分后的序列进行回归,很难将结果与实际的

	1%置信水平	5%置信水平	10% 置信水平
-5. 203(0. 000 0)	-3.750	-3.000	-2.630

表 3 EG-ADF 两步法协整检验结果

经济含义联系起来。但如果它们之间由于某种经济力量而存在"长期均衡关系"(通常称作协整关系)就可以通过对这些变量做线性组合而消去其"共同的随机趋势"。所以有必要对实证模型进行协整检验,以验证模型中解释变量与被解释变量之间是否存在一种相对静止的状态,或者说所有的非平稳序列是否可以作为一个整体来解释被解释变量,检验结果如表 3 所示。

表 3 显示 ,式(15) 在 1% 的置信水平上通过协整关系检验 ,表明被解释变量和解释变量之间存在协整关系,即 5 个解释变量(规模效应 S、结构效应 H、技术效应 T、全球价值链效应 GVC 和外商直接投资 FDI)能够作为一个整体来解释贸易过程中产生的二氧化碳总量(CO_2) ,说明可以用原序列进行回归。

由表 4 可知 5 个解释变量(规模效应、结构效应、技术效应、全球价值链效应和外商直接投资)都显著拒绝原假设。即"不是被解释变量的格兰杰因"的可能性均大于 95%,即 5 个解释变量的过去值能够很好地帮助预测被解释变量。其中,结构效应即主要高耗能产品出口占比,对贸易隐含碳排放的"预测能力"较其他解释变量好。特别是贸易隐含碳排放量也会影响贸易品结构。这主要是因为在一国产出不变时,碳排放在一定程度上反映了该国的环境规制。如刘岑婕^[16]研究表明,严格的环境规制会增加企业的环境成本,通过产业间的关联效应促使污染密集型行业向清洁型行业转

表 4 格兰杰检验结果

原假设	卡方值(P值)
$\ln S$ 不是 $\ln CO_2$ 的格兰杰因	4. 296 8(0. 038)
$\ln CO_2$ 不是 $\ln S$ 的格兰杰因	0.069 9(0.791)
$\ln H$ 不是 $\ln CO_2$ 的格兰杰因	7.702 2(0.006)
$\ln CO_2$ 不是 $\ln H$ 的格兰杰因	7.611 5(0.006)
$\ln T$ 不是 $\ln CO_2$ 的格兰杰因	5.428 8(0.020)
$\ln CO_2$ 不是 $\ln T$ 的格兰杰因	0.0121(0.912)
$\ln GVC$ 不是 $\ln CO_2$ 的格兰杰因	5. 191(0. 023)
$\ln CO_2$ 不是 $\ln GVC$ 的格兰杰因	0.0729(0.787)
$\ln\!FDI$ 不是 $\ln\!CO_2$ 的格兰杰因	5.6308(0.018)
$\ln CO_2$ 不是 $\ln FDI$ 的格兰杰因	0.346 5(0.556)

变 从而改变贸易产品的结构。除此之外,被解释变量是解释变量的格兰杰因的可能性均比较低,说明我国贸易隐含碳排放对解释变量的"预测能力"有限。很难显著影响解释变量。另外,全球价值链效应也能够很好地预测贸易隐含碳排放。表明在全球价值链分工背景下,我国嵌入全球价值链的程度与贸易隐含碳排放量确实存在一种动态关系,即嵌入全球价值链的程度会影响贸易过程中产生的二氧化碳量。

由于式(15)中各变量的原序列通过了协整检验和格兰杰因果检验,所以可以用原序列进行回归而不会出现"伪回归"现象。故以贸易过程中产生的二氧化碳量作为被解释变量,以增加值出口额、主要高耗能产品出口占比、碳排放强度、全球价值链参与度指数和外商直接投资作为解释变量,通过软件 Stata 12 进行逐步多元回归,并剔除不显著的解释变量(外商直接投资)最终得到的估计结果如表 5 所示。

表 5 回归结果

解释变量	回归系数	标准差	t 检验值	P 值
lnS	0.8603	0. 097 9	8. 79	0.000
$\ln\!H$	0.0589	0.0306	1. 93	0.073
$\ln T$	0.7276	0. 180 7	4. 03	0.001
$\ln GVC$	- 1. 020 1	0.6011	-1.70	0. 110
_cons	1. 218 1	0.8692	1.40	0. 181
n = 20	F(4,15)	= 798. 47	Prob > F	= 0.0000
$R^2 = 0.9953$	$\overline{R}^2 = 0.$	994 1	残差标准	差 0.033 5

由表 5 可以看到,回归方程的可决系数 R^2

为 0.9953,调整后的可决系数 \overline{R}^2 为 0.9941 都近似于 1 ,F 检验值为 798.47 ,且各变量符号与预期一致。说明计量模型总体拟合度很好,增加值出口额、主要高耗能产品出口占比、碳排放强度和全球价值链参与度指数联合起来对被解释变量(贸易过程中产生的二氧化碳量)有着显著的影响。就总的影响效果来看,增加值出口额和碳排放强度能够显著影响贸易隐含碳排放;主要高耗能产品出口占比的影响也较为显著;全球价值链参与度指数对贸易隐含碳排放的负向影响却不太显著。现实中,嵌入全球价值链的程度除了直接影响贸易过程中产生的二氧化碳之外,还有可能通过其他的途径(比如贸易规模、贸易结构、技术水平等)间接影响贸易过程中产生的二氧化碳。为此,本文将通过通径分析法来进一步衡量嵌入全球价值链的程度对被解释变量(贸易隐含碳排放)的直接作用和间接作用的大小。

(二)贸易隐含碳排放通径分析

研究结果表明 嵌入全球价值链程度确实能够减少贸易隐含碳排放 但是却无法解释该影响因素是直接还是间接对被解释变量产生作用 因此有必要进行通径分析。

1. 通径分析模型的构建。通径分析方法(Path coefficient) 是由美国学者赖特在 1921 年提出的,拓展了原有的多元线性回归分析。具体来说 通径分析方法就是在普通回归分析的基础上 将解释变量对被解释变量的作用拆解为直接作用和间接作用两部分。假设解释变量为 u 和 v ,被解释变量为 y ,且两个解释变量互相影响 那么以解释变量 u 为例,解释变量 u 既可以直接作用于被解释变量 y ,也可以通过作用于解释变量 v 而间接作用于被解释变量 y 简化的影响路径如图 v 所示。

图2中 $r_{u,v}$ 表示解释变量u 和v 之间的相关系数 且满足 $r_{u,v} = r_{v,u}$ 。解释变量u 指向被解释变量y 的连接线 $u \to y$ 是直接通径 表示解释变量u 直接作用于被解释变量y ,即解释变量u 每变动一个单位标准差时,直接引起被解释变量y 变化的标准差单位数,定义为直接通径系数,用 $P_{u,y}$ 表示。参照 Wright [17] 和 Shusen et al. [18] 等研究中的计算方法 直接通径系数表示为:

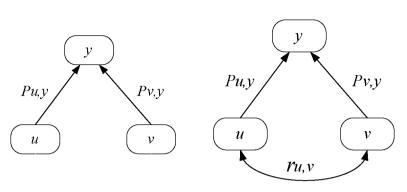


图 2 解释变量作用于被解释变量的路径

$$P_{u,y} = \alpha_u \times \frac{s_u}{s} \tag{16}$$

其中 α_u 是解释变量 u 的偏回归系数; s_u 和 s_y 分别表示解释变量 u 和被解释变量 y 的标准差。类似地,解释变量 u 通过解释变量 v 从而指向被解释变量 y 的连接线 $u \to v \to y$ 是间接通径,表示解释变量 u 通过作用于解释变量 v 而间接作用于被解释变量 y 即解释变量 u 每变动一个单位标准差时通过作用于解释变量 v、间接引起被解释变量 y 变化的标准差单位数,定义为间接通径系数,用 $IP_{u,y}$ 表示。间接通径系数可以表示为:

$$IP_{n,r,x} = r_{n,r} \times P_{r,x} \tag{17}$$

其中 $r_{u,v}$ 表示解释变量 u 和 v 之间的相关系数; $P_{v,y}$ 表示解释变量 v 对被解释变量 y 的直接通径系数。此时,解释变量 u 对被解释变量 y 的总影响为直接影响效应与间接影响效应之和,即:

$$r_{u,y} = P_{u,y} + \sum I P_{u,v,y} \tag{18}$$

2. 贸易隐含碳排放的通径分析。通过 Stata12 软件对模型进行回归分析后,得到增加值出口额、主要高耗能产品出口占比、碳排放强度、全球价值链参与度指数对贸易隐含碳排放的回归方程。然后我们再利用 Stata12 软件得到各个变量的偏回归系数、标准差等,并依据式(17)和式(18)由 Excel 计算出相关系数(表6)。

解释变量	解释变量与被解释 变量的相关系数	直接通径系数	间接通径系数				
			$\ln\!S$	$\ln\!H$	$\ln T$	ln <i>GVC</i>	合计
lnS	0. 984 5	1. 945 2		0.0503	-0.9605	-0.0503	-0.9605
$\ln\!H$	0. 829 4	0.0609	1. 604 4		-0.7919	-0.0441	0. 768 4
$\ln T$	-0.9586	0. 967 6	-1.9310	-0.0499		0. 054 6	-1.9263
$\ln GVC$	0. 605 9	-0.0704	1. 388 1	0. 038 1	-0.7499		0. 676 3

表 6 通径分析

由表 6 可知 ,总体来看 ,增加值出口额、碳排放强度对贸易隐含碳排放的作用效果要高于主要高耗能产品出口占比和全球价值链参与度指数。具体地 ,增加值出口额的直接通径系数高于间接通径系数 ,意味着贸易规模主要是直接对贸易隐含碳排放产生作用; 而主要高耗能产品出口占比、碳排放强度和全球价值链参与度指数的间接通径系数高于直接通径系数 ,表明贸易结构、技术水平、全球价值链参与程度对贸易隐含碳排放的直接作用有限 ,它主要是通过其他解释变量间接影响贸易过程中产生的二氧化碳量。为进一步理清各个因素相互影响的作用机制 ,本文对 4 个解释变量进行了分情况讨论。

(1) 嵌入全球价值链程度对贸易隐含碳排放的影响机制。根据图3 全球价值链参与度对贸易过

程中产生的二氧化碳量的直接通径系数为 -0.0704,即全球价值链参与度指标每变动一个标准差单位,贸易隐含碳排放将减少0.0704个标准差单位。这与前面回归方程的结果相符合,表明我国融入全球价值链的程度越深,从中获取价值增值的同时的确会直接减少二氧化碳的排放,但是这个变动幅度是极其微小的。全球价值链参与度通过贸易规

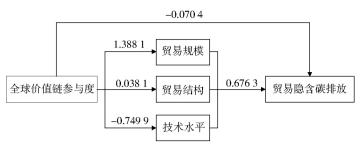


图 3 嵌入全球价值链程度对贸易隐含碳排放的影响路径

模、贸易结构、技术水平对贸易隐含碳排放的间接通径系数分别为 1.388 1、0.038 1、-0.749 9 表示全球价值链参与度对贸易隐含碳排放的间接作用很大程度上是通过贸易规模和技术水平实现的。其中,全球价值链参与度通过贸易规模和贸易结构对贸易隐含碳排放的间接效应为促进作用,对碳排放量起到正向推动作用;全球价值链参与度通过技术水平对贸易隐含碳排放的间接效应为抑制作用,与直接影响效应方向相同,减少了贸易隐含碳排放。

嵌入全球价值链程度对贸易隐含碳排放的影响分为直接影响和间接影响。首先嵌入全球价值链 程度对贸易隐含碳排放的直接影响为负(-0.0704),说明我国参与全球价值链分工会减少贸易隐含 碳排放 这可能与我国逐步向全球价值链中高端攀升有关。因为一个国家参与到研究开发、品牌销售 等价值链高端环节 对能源的消耗就比较少 相应贸易过程中产生的二氧化碳量也比较少。其次全球 价值链参与度通过贸易规模对贸易隐含碳排放的间接效应为促进作用(1.3881) 这一作用是主要影响 路径。表明随着我国不断融入全球价值链这一新的贸易分工模式 我国与其他国家的经济交流和贸易往 来必将日益频繁 在一定程度上会促使贸易规模迅速扩大 刺激能源的需求上涨 最终增加了二氧化碳排 放量。全球价值链参与度通过贸易结构对贸易隐含碳排放的间接效应为促进作用(0.0381) 促进作用 非常小 这可能与我国积极进行经济结构改革有关。因为随着贸易产品结构的优化 高污染产品比重会 随之下降,从而使得生产单位产品过程中产生更少的副产品(环境污染物二氧化碳)。商务部发布的《中 国对外贸易形势报告(2017年秋季)》显示 2017年前三季度我国一般贸易占比进一步提升(56.6%) 较 2016年第三季度提高了0.7个百分点。同时机电产品、高新技术产品出口增长速度快于劳动密集型产品, 进出口商品结构不断优化[19]。全球价值链参与度通过技术水平对贸易隐含碳排放的间接效应为抑制作 用(-0.7499) 这表明我国通过积极参与全球价值链分工 不断吸收国外先进知识和技术 降低了贸易 过程中产生的二氧化碳量。然而 从总体上来看 我国嵌入全球价值链程度虽然通过技术效应使贸易隐 含碳排放有所降低 但并没能冲抵贸易规模扩大和贸易结构带来的碳排放促进作用。就研究结果来看 , 我国现在融入价值链的环节大多是加工生产等低端环节 尽管从中获取一定量的价值增值和先进技术, 但也造成了环境的破坏。

(2) 贸易规模对贸易隐含碳排放的影响机制。根据图 4,贸易规模对贸易隐含碳排放的直接通径系数为 1.945 2,即增加值出口额每变动一个标准差单位,直接使得贸易过程中产生的二氧化碳增加 1.945 2 个标准差单位。说明贸易规模的直接作用非常大,从侧面反映了我国贸易总量增长带来的效益弥补不了由此带来的环境污染。贸易规模通过贸易结构、技

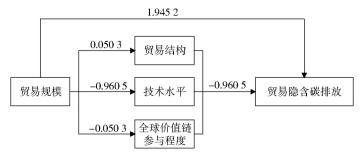


图 4 贸易规模对贸易隐含碳排放的影响路径

术水平、全球价值链参与度对贸易过程中产生的二氧化碳的间接通径系数分别为 0.050 3、-0.960 5、

-0.0503 表示贸易规模对贸易过程中产生的二氧化碳的间接作用很大程度上是通过技术水平实现的 而且是抑制作用 这能够在一定程度上弱化贸易规模对二氧化碳排放的促进作用。

随着我国与其他国家贸易往来的日益频繁,中国在国际市场上扮演着越来越重要的角色。有关数据表明 2009 年以来,中国始终处在全球货物贸易总量排行榜的前两位,出口所占国际市场份额更是不断提升,从 2011 年的 10.4% 上升至 2016 年的 13.2%。这表明我国对外贸易规模不断扩大,与此同时带来的是资源和能源需求的上涨,从而增加了隐含在贸易出口产品中的二氧化碳排放量。

(3) 贸易结构对贸易隐含碳排放的影响机制。根据图 5,贸易结构对贸易隐含碳排放的直接通径系数为 0.060 9,即主要高耗能产品出口占比每变动一个标准差单位,直接使得贸易过程中产生的二氧化碳增加 0.060 9 个标准差单位。表明主要高耗能产品出口占比直接作用非常小,其他条件如果保持不变,仅增加出口产品中的高耗能产品比例,由此增加的二

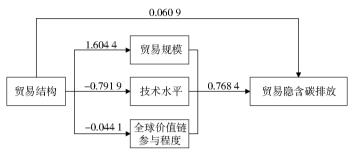


图 5 贸易结构对贸易隐含碳排放的影响路径

氧化碳量是比较少的。另外,贸易结构通过贸易规模、技术水平、全球价值链参与度对贸易隐含碳排放的间接通径系数分别为 1.604 4、-0.791 9、-0.044 1 ,表明贸易结构主要通过作用于贸易规模和技术水平而间接作用于贸易过程中产生的二氧化碳量 ,其中前一个是促进作用 ,后一个是抑制作用。说明尽管贸易结构直接作用较小,但它会通过作用于贸易规模间接作用于贸易过程中产生的二氧化碳 ,并且由于乘数效应大大加大了后者的变动幅度。

贸易隐含碳排放的结构效应主要体现为间接效应,即贸易结构通过作用于贸易规模和技术水平间接作用于贸易过程中产生的二氧化碳量:一方面,出口中主要高耗能产品占比越高,出口规模的扩大意味着生产这些产品所需能源越多,加剧了贸易隐含碳排放;另一方面,国家也可以通过采用绿色生产技术来减少高耗能产品生产过程中产生的副产品(环境污染物二氧化碳)。从上文分析来看,在相对较短的统计期间内,我国贸易结构没有明显改善,主要依托劳动力密集型产业的快速发展融入全球价值链中,获取微薄价值增值的同时也造成严重的环境问题,加重了二氧化碳的排放。

(4) 技术水平对贸易隐含碳排放的影响机制。根据图 6,技术水平对贸易隐含碳排放的直接通径系数为 0.967 6,即碳排放强度每变动一个标准差单位,直接使得贸易过程中产生的二氧化碳增加 0.967 6 个标准差单位。技术水平通过贸易规模、贸易结构、全球价值链参与度对贸易隐含碳排放的间接通径系数分别为 1.931 0、-0.049 9、0.054 6,表明技术水

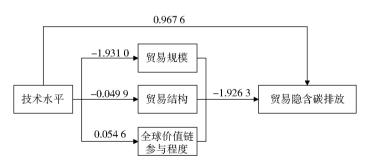


图 6 技术水平对贸易隐含碳排放的影响路径

平对贸易隐含碳排放的间接作用很大程度上是通过贸易规模实现的,与直接影响效应方向相同,增加了贸易隐含碳排放。

技术水平的提升 意味着企业利用清洁生产技术或是通过节能减排技术来减少碳排放。技术效应对贸易隐含碳排放的直接影响为正 这是由于本文选取碳排放强度来衡量技术水平 碳排放强度越大 表明单位出口额引起的二氧化碳总量越多 ,也就说明这个国家相关产品的绿色生产技术水平低 ,

在产品生产过程中产生了大量副产品(环境污染物二氧化碳)。

四、主要结论与政策建议

(一) 主要结论

- 1. 从嵌入全球价值链的程度来看 统计期内中国参与全球价值链的程度略有提升,但仍处于价值链"下游地位"获取的价值增值有限。加入世界贸易组织以后 我国依据劳动力和资源优势逐渐融入到全球价值链分工,并从中获取价值增值。但与主要贸易大国相比 2007 年以前我国在全球价值链中主要负责产品加工、组装环节,即将进口的中间产品加工成最终产品再出口到别的国家,位于全球价值链的"下游"环节; 2007 年以后我国出口产品中包含的间接增加值逐渐增多,从产品加工等全球价值链的"下游"环节逐步向研究开发、品牌设计等"上游"环节攀升,这与我国进行的经济结构调整密切相关。
- 2. 从贸易隐含碳排放来看,1995—2014年我国贸易隐含碳排放总量逐年增加。相比主要贸易大国,我国近些年排放了更多的二氧化碳,碳减排效果并不显著。此外,国外需求引起的贸易隐含碳排放占比也较大。
- 3. 从嵌入全球价值链程度与贸易隐含碳排放的关系来看 融入全球价值链的程度不同 贸易过程中产生的二氧化碳量也会存在差异。回归结果表明: 贸易规模、贸易结构、技术水平和全球价值链参与度都能够直接作用于我国贸易隐含碳排放。其中 贸易规模具有较大的正向影响 嵌入全球价值链程度对贸易隐含碳排放为负影响。通径分析结果表明: 嵌入全球价值链程度的加深能够减少二氧化碳排放 但其直接作用较小 主要是通过其他解释变量间接作用于贸易隐含碳排放。这也从侧面反映出提升价值链地位、降低贸易隐含碳排放需要从上述四个方面着手 要考虑它们之间的相互影响 统筹兼顾 协调发展。

(二) 政策建议

1. 提升嵌入全球价值链的程度和地位。在经济全球化日益深入的大背景下,各个国家依据其比较优势参与全球价值链分工,那些从事研发、品牌设计等高技术生产活动的国家通常是实现经济利益和环境利益双赢:一方面,嵌入全球价值链的"上游"环节,能源消耗少,可以减少贸易中隐含的二氧化碳排放量;另一方面,嵌入全球价值链的"上游"环节,能够通过影响贸易规模、贸易结构、技术水平等间接减少贸易中隐含的二氧化碳排放量。因此,我国要想真正调整经济结构、实现高质量经济增长,就必须逐步提升嵌入全球价值链的程度和地位。

首先 企业在深化参与全球价值链分工时 ,应充分利用技术外溢效应 ,不断吸收国外先进知识和技术 ,在生产过程中尽量使用清洁技术 ,减少副产品(环境污染物二氧化碳) 提高产品质量 ,打造我国产品的品牌优势和民族特色;同时抓住我国"大众创新万众创业"的机遇 ,改变原有的粗放型盈利模式 ,以创新研发和品牌营销为导向 ,形成行业带动 ,逐渐摆脱"比较优势陷阱" ,真正提升我国嵌入全球价值链的地位 ,从而有效降低贸易隐含二氧化碳排放。

其次 政府通过减免税收等优惠政策鼓励新兴技术产业发展 形成研发、品牌优势 嵌入全球价值链"上游"环节。与发达国家相比 我国在新兴产业领域发展迅速 ,且逐步占据新兴产业价值链高端 ,这将有利于我国在融入全球价值链的过程中获取更多的价值增值。因此 ,政府应以"中国制造 2025"战略为导向 ,对新一代信息技术、高档数控机床和机器人等领域给予政策扶持 ,鼓励更多的原创性、颠覆性的技术革新 ,依靠创新驱动引领新兴技术产业发展。

再次,公共部门要强化监管,加大惩治破坏生态环境的行为。通过提高粗放式生产的环境成本,逐渐淘汰高污染、高能耗产业,推动传统资源及劳动力优势的产业进行技术升级和结构调整,减少环境污染物的产生。同时弘扬"工匠精神",增强企业家的责任意识,在产品生产过程中精益求精,联合社会各界,真正做到绿色生产、绿色消费,推动企业逐步向全球价值链"上游"环节过渡。

2. 调整经济发展模式。国际贸易市场的绿色壁垒愈发严苛 加之国内经济进入中低速发展 双重压力下我国之前的经济发展模式难以持续 ,调整经济结构、实现高质量经济增长显得十分必要。一是

转变发展理念 从片面追求经济高速发展的理念转变为高质量绿色发展的理念 在产品生产过程中全面节约和高效利用资源 减少环境污染物。二是调整对外贸易模式 ,由加工贸易转向碳排放更小、增加值更高的一般贸易和服务贸易 ,缓解规模效应带来的贸易隐含碳排放压力。三是发展更高层次的开放型经济 ,一方面推动大数据、人工智能同实体经济融合发展 ,强化科技的实用力量; 另一方面 ,推进"一带一路"建设及多边合作 利用全球市场和资源 激发创新活力 转变发展动能。

- 3. 优化对外贸易产业结构。调整对外贸易产业结构是适应新常态下市场需求变化的要求,也是实现节能减排、建设美丽中国的必由之路。近年来,"营改增""放、管、服"等多项措施降低了市场准入门槛,服务业对外贸易蓬勃发展,但总体依然落后于第一、二产业。因此我国要从供给端、生产端持续推进低碳结构改革:一是大力发展清洁产业、人工智能领域和污染相对较小的服务业,使对外贸易从高耗能产业拉动转向清洁产业拉动;二是通过征收相应的碳税来引导企业使用更加清洁的能源,降低贸易产品生产过程中产生的二氧化碳量;三是加快国内国际碳排放交易市场的发展,增强各行业的合作,减少环境污染物的产生。
- 4. 着重发展节能减排技术。新的贸易分工模式下,一个国家创新能力的高低决定了其自身的竞争优势。同时也会影响其融入全球价值链的环节。政府应深入实施创新驱动发展战略,加大节能减排技术和清洁技术的研发投入。突破技术难关,进一步压缩绿色能源的生产成本;同时推动政产学研协同合作。将技术成果市场化。打通从实验室到消费者的"最后一公里"。只有这样,在生产贸易产品过程中产生的副产品(环境污染物二氧化碳)才能减少,进而实现"低碳转型"和经济高质量发展。

参考文献:

- [1] GROSSMAN G, KRUEGER A. Environmental impacts of a north American free trade agreement [J]. Social science electronic publishing, 1993, 8(2):223-250.
- [2]李斌 彭星. 中国对外贸易影响环境的碳排放效应研究——引入全球价值链视角的实证分析 [J]. 经济与管理研究, 2011(7): 40-48.
- [3] 巩爱凌. 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[J]. 经济与管理,2013,27(8):72-76.
- [4]杨芡芡. 全球价值链视角下我国碳排放效应研究[D]. 南京: 南京大学 2015.
- [5] 闫云凤 黄灿. 全球价值链下我国碳排放的追踪与溯源——基于增加值贸易的研究 [J]. 大连理工大学学报(社会科学版) 2015 36(3):21-27.
- [6] 孟渤 格林·皮特斯 ,王直. 追溯全球价值链里的中国二氧化碳排放 [J]. 环境经济研究 ,2016(1): 10-25.
- [7] MENG B, PETERS G, WANG Z. Tracing greenhouse gas emissions in global value chains [M]. Stanford Center for International Development, 2015.
- [8] COPELAND B R, TAYLOR M S. Is free trade good for the environment? [R]. NBER working paper, 2001.
- [9]赵振宽. 经济增长与环境质量的相关性研究[J]. 理论探索 2008(5):80-84.
- [10]彭星. 全球价值链视角下我国嵌入制造环节的空间碳排放效应研究[D]. 长沙: 湖南大学 2012.
- [11]于丹 赵丽洲 汪博 ,等. 外商直接投资、环境治理投资与我国碳排放的相关性分析与实证研究 [J]. 生态经济 , 2016 ,32(4):71-74.
- [12]高宏伟 程仕英. 外商直接投资与碳排放规模——基于山西省的实证研究[J]. 经济问题 2017(4):113-115+119.
- [13] KOOPMAN R, POWERS W, WANG Z. Give credit where credit is due: tracing value added in global production chains [M]. National Bureau of Economic Research, Inc., 2010.
- [14]周升起,兰珍先,付华.中国制造业在全球价值链国际分工地位再考察——基于 Koopman 等的"GVC 地位指数" [J].国际贸易问题,2014(2):3-12.
- [15]OECD. Stat [EB/OL]. http://stats.oecd.org/# 2016-12.
- [16]刘岑婕. 环境规制对全球价值链的影响研究[D]. 长沙: 湖南大学 2015.

- [17] WRIGHT S. The method of path coefficients [J]. Annals of mathematical statistics , 1934 , 5(3):161-215.
- [18] SHUSEN G, CHUNYOU W, YING Q, et al. Path analysis of factors impacting China's CO₂ emission intensity: viewpoint on energy [J]. Energy policy, 2017, 109:650-658.
- [19]中华人民共和国商务部综合司 国际贸易经济合作研究院. 中国对外贸易形势报告(2017 年秋季) [EB/OL]. ht-tp://zhs.mofcom.gov.cn/article/cbw/201711/20171102666142.shtml 2017-11-06.

(责任编辑: 康兰媛; 英文校对: 葛秋颖)

An Empirical Study on the Influence Mechanism of Embedded Global Value Chain on Trade Implied Carbon Emissions in China HOU Fangmiao, CAI Ting, YANG Yixin

(School of Economics and Management, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

Abstract: This paper makes a theoretical analysis of influence mechanism of embedded global value chain on Chinese trade implied carbon emissions, estimates the level of China's embeddedness in global value chain and carbon dioxide emission from foreign trade by referring to Koopman value chain participation and other indexes and the related measures in OECD's database, and explores the impacts of embeddedness level on trade implied carbon emissions. The empirical results show that the locations embedded in the value chains has direct and indirect influence on carbon dioxide emissions from international trade. The most important influence path is that the locations embedded in the value chains indirectly affects carbon dioxide emissions from international trade through trade scale. Based on the above research conclusion, the article finally puts forward four countermeasures: improving the degree and locations embedded in the value chains, adjusting the economic development model, optimizing the structure of industry in the international trade, and focusing on development of energy conservation and emissions reduction technologies.

Key words: trade implied carbon emissions; global value chain; value added trade; influencing path