

价值链生产长度与中国制造业的碳排放

赵凌云, 杨来科

(华东师范大学 经济学院, 上海 200062)

摘要:采用世界投入产出数据库(WIOD)数据,对中国制造业全球价值链生产长度进行测算,并构建制造业价值链生产长度的碳排放效应理论模型,以检验价值链生产长度延伸给制造业碳排放带来的影响。研究发现:①全球价值链生产长度的整体延长及其带来的结构效应,对碳减排有显著效果;②国际和国内价值链生产长度对碳排放效应相反。全球价值链生产长度中的国际生产部分会增加制造业碳排放,而国内部分的提高对制造业碳减排具有显著促进作用。

关键词:全球价值链;国内生产长度;国际生产长度;碳排放

中图分类号:F424 **文献标志码:**A **文章编号:**1002—980X(2020)5—0156—07

随着全球价值链的不断发展,多个国家开始流转生产、共同完成某种产品的最终制造,使得产品生产愈发变得碎片化,其生产长度也逐渐延长。这不但引起了中间产品贸易的繁荣发展,也反过来对碳排放产生影响。在全球价值链嵌入程度不断加深的过程中,我国获得经济飞速发展的同时,付出了沉重的环境代价,成为碳排放大国。近年来,全球价值链与碳排放相结合的研究不但能够清晰划分碳排放的来源及去向,更是为我国在全球价值链中找寻低碳发展路径提供了有利条件。但现有研究大多以垂直专业化、全球价值链参与程度等为基础进行分析,尚未涉及生产长度与碳排放的关联性研究。

全球价值链生产长度是对国家或部门在国际分工中参与情况进行测度的新型指标,从产品垂直生产结构角度,定量描述其在全球分工中的具体位置,相较以前的垂直专业化程度等更为准确。在全球价值链中,一方面,生产长度反映了各国各行业在价值链条中的所处位置,本质是各行业生产技术的映射,产品生产长度的延长,说明这一行业的技术水平有所提升,在碳减排技术上可能有新的突破,进而在这一延长过程中减少碳排放。例如,从传统机械设备到新一代低碳装备的转变,将会在日后使用这类清洁型设备生产时减少CO₂排放;但另一方面,在大量生产清洁型设备的过程中也会增加CO₂排放^[1-2],而且,产品生产长度的延长直接体现了生产阶段的增加,必然会涉及货物的流转,这就离不开交通运输,而95%以上的交通运输工具均使用化石能源,很可能在这一过程中显著增加碳排放程度^[3]。基于以上生产长度对碳排放影响的不确定性,对价值链延长与碳排放间关系的考察显得尤为必要。

一、文献综述

本文的研究问题主要包含价值链生产长度和碳排放两方面,其中,全球价值链生产长度的研究最早始于Fally^[4],将生产分割的长度定义成自生产至消费所经历的生产阶段个数,用参与产品生产序列工厂的加权平均来表示,同时利用美国1949—2002年的投入产出表对其生产阶段数量进行测度,发现美国生产分割长度具有向下发展的趋势。沿着Fally的思路,Antras等^[5]在开放的经济环境下对其研究方法进行了扩展,通过定义上游度的概念,即某一行业中间产品成为最终产品前经历的生产阶段总数,构建上游度指标,展现全球价值链中各行业的所在位置。由于价值链生产长度对目前广为应用的全球价值链分工地位指标进行了很好的补充,国内外学者们对生产长度做出了一定研究,大致分两个方向:一类是关于国家全球价值链生产长度的具体测算,如部分学者通过对我国整体及制造业价值链长度测算发现,我国生产阶段数明显增加,全球价值链长度得到延长^[6-10]。另一类则主要关注生产长度的产业效应,郭沛和秦晋霞^[11]从国际分工角度考察价值

收稿日期:2020—02—09

基金项目:国家社会科学基金重点项目“全球价值链嵌入、贸易隐含碳与中国的减排潜力及政策模拟研究”(16AGJ002);华东师范大学经济与管理学部博士研究生科研创新计划项目“全球价值链背景下‘中等收入陷阱’的定量识别、风险预警和对策研究”(2018FEM-BCKYB009)

作者简介:赵凌云(1992—),女,河北唐山人,华东师范大学经济学院博士研究生,研究方向:全球价值链分工与贸易;杨来科(1968—),男,陕西西安人,华东师范大学经济学院教授,博士研究生导师,研究方向:国际贸易与投资。

链生产长度对我国熟练与非熟练劳动力间工资差异的影响,发现生产长度与工资差距成正比;吕越和包雅楠^[12]通过对中国工业企业和世界投入产出数据库的合并,研究了我国制造业国内价值链长度对企业创新的影响,得出价值链延长能够促进企业创新的结论。然而上述研究大多聚焦于生产长度的经济效应,尚未涉及全球价值链生产长度的环境效应研究,这给本文提供了进一步的研究空间。

关于全球价值链背景下的碳排放研究,尚处于起步阶段,国内外学者在对全球价值链和碳排放结合分析时发现,不仅仅是参与价值链的过程会对碳排放产生影响,国家在全球价值链中的参与水平和分工地位也是影响碳排放的重要原因。因此,最近几年,在全球价值链实证分析方面,出现了大量以全球价值链分工地位、参与度衡量全球价值链嵌入程度,并进一步分析价值链嵌入程度和碳排放关系的文献。比如 Meng 等^[13]将贸易增加值和贸易隐含碳两条研究支线置于同一框架下进行研究,结果发现一个国家碳排放的水平与方式在很大程度上受到其全球价值链嵌入程度的影响。Sun 等^[14]通过定义碳排放效率,对世界上 60 个国家 2000—2011 年的数据进行分析,发现碳排放效率和全球价值链地位指数正相关。陶长琪和徐志琴^[15]探讨了国际分工地位与贸易隐含碳的影响机制,得出分工地位、参与程度对贸易隐含碳排放存在完全相反作用方向的结论。吕延方等^[16]在加入中间投入和污染排放系数的基础上,再次测度了我国的贸易隐含碳排放,揭示了全球价值链参与程度与贸易隐含碳的非线性关系。虽然上述研究在全球价值链背景下找到了与碳排放新的结合点,但是大多数学者的研究主要基于 1995—2011 年的 2013 版世界投入产出表,具有一定的时滞性,并将研究内容聚焦于全球价值链参与程度、分工地位和碳排放的非线性关系上,对碳排放的研究尚未关联至生产长度视角。

由于 2016 版世界投入产出表是目前可以得到的最新投入产出表,为研究中国制造业在全球价值链发展新趋势下的排放特点,以及便于进行国际比较,故本文以此为基础,从全球价值链生产长度角度,探究我国制造业的发展状况及其环境效应,对国内外相关文献进行补充。与以往文献相比,本文创新之处在于:一是将全球价值链生产长度与制造业碳排放相结合,从生产长度视角对其环境效应进行审视;二是分别考察制造业价值链生产长度中的国内、国际生产长度部分是否对碳排放存在差异化影响,并进行原因分析。

二、价值链生产长度环境效应的机制分析

与价值链生产长度最为相关的文献是关于国际生产分割的研究,部分学者发现国际生产分割的参与对各国生产率^[17-18]、技术进步^[19-20]等具有促进作用。在价值链生产长度与碳排放的关系方面,吕越和包雅楠^[12]通过对 2000—2009 年中国工业企业数据库和世界投入产出数据库的合并,研究发现提高国内价值链长度对我国制造业企业创新具有积极影响,并初步认为价值链生产长度的延长对制造业碳减排具有促进作用。

本文参考 Antweiler 等^[21]的环境污染及供给模型与彭星和李斌^[22]国际分工背景下的碳排放效应分解模型,希望通过引入价值链生产长度指标,构建国际生产分割视角下的价值链生产长度环境效应理论模型,对上述问题进行验证。

假设在开放经济体中,市场是完全竞争、规模报酬不变的,在这种情况下仅需投入资本 K 和劳动 L 即可生产 X 、 Y 两种最终品(X 为碳排放密集型产品, Y 为环保型),其中, X 的生产在国际分工下完成, ε 代表其价值链生产长度, ε 越大则生产长度越长。

用如下函数表示 X 在生产过程中排放的碳:

$$C = \varphi(s) f(K_X, L_X) = \frac{1}{t} (1-s)^{\frac{1}{\beta}} f(K_X, L_X) \quad (1)$$

其中: $f(K_X, L_X)$ 是 X 的潜在产量; K_X 为生产 X 所需的资本; L_X 指代所需劳动; $\varphi(s)$ 衡量 X 生产过程中产生的碳排放,若将环境规制考虑在内,则 s 代表潜在产出中进行碳减排部分的比例,通常来看,环境规制强度与单位碳排放量成反比,所以 $\varphi(s)$ 是 s 的减函数,且 $\varphi(s)$ 的二阶导数大于 0; t 是生产 X 的技术水平, $0 < \beta < 1$ 。

用 $x = (1-s)f(K_X, L_X)$ 来表示 X 的实际生产函数,将式(1)代入后, X 的实际生产函数为

$$x = (1-s) f(K_X, L_X) = (t_c)^{\beta} f(K_X, L_X)^{1-\beta} \quad (2)$$

t_c 是将技术条件纳入考虑范围内的有效碳排放水平。

模型假定 X 产品在全球价值链分工中生产,现将 ε 加入到 X 生产的碳排放决定函数中得:

$$C = \varphi(s) f(K_x, L_x) g(\varepsilon) = \frac{1}{t} (1-s)^{\frac{1}{\beta}} f(K_x, L_x) g(\varepsilon) \quad (3)$$

其中: $g(\varepsilon)$ 代表 X 价值链生产长度给碳排放强度带来的影响,如果 $g(\varepsilon)$ 的一阶导小于0,说明 X 的价值链生产长度与碳排放水平成反比。

考虑 X 在国际分工中生产的情况, X 的实际产量表达式可扩展成:

$$x = (t_c)^\beta f(K_x, L_x)^{1-\beta} g(\varepsilon)^{-\beta} \quad (4)$$

现依据企业成本最小化原则,构造以下函数:

$$\begin{cases} \min_c \{C^f(w, r) f(K_x, L_x) + t_c\} \\ \text{s.t. } (t_c)^\beta f(K_x, L_x)^{1-\beta} g(\varepsilon)^{-\beta} = 1 \end{cases} \quad (5)$$

其中: $C^f(w, r)$ 代表产品 X 每单位潜在产出的生产成本; w 和 r 各代表资本 K 及劳动 L 的单位成本。对 C 一阶求导后,整理可得企业进行产品 X 生产时的成本最小化条件:

$$\frac{[(1-\beta)t_c]}{\beta f} = C^f \quad (6)$$

又因为市场是完全竞争的,那么生产 X 的净利润 $\Pi = P^x x - C^f f - t_c$ 必定等于0,即有:

$$P^x x = C^f f + t_c \quad (7)$$

将以上两式结合可得 $x = \frac{t_c}{\beta P^x}$,所以实际单位产出的碳排放量,也就是碳排放水平有:

$$\varphi(s) = \frac{C}{x} = \frac{\beta P^x}{t} \quad (8)$$

对潜在产量 $f(K_x, L_x)$ 进行分解,则式(3)的碳排放决定函数可改写成: $C = S Q_x \varphi(s) g(\varepsilon)$,式中 S 是 X 与 Y 两种产品的总产量; Q_x 是经济总规模中 X 产量所占的份额, $Q_x = \frac{S_x}{S}$ 。把式(8)代入后,就得到了 X 生产的碳排放效应分解模型:

$$C = S Q_x \left(\frac{\beta P^x}{t} \right) g(\varepsilon) \quad (9)$$

两边同时取对数得:

$$\ln C = \ln \gamma + \ln S + \ln Q - \ln t + \ln g \quad (10)$$

其中: $\ln \gamma = \ln(\beta P^x)$ 是常数项。

由式(10)可知,经济体的碳排放水平是由规模效应 $\ln S$ 、结构效应 $\ln Q = \ln\left(\frac{S_x}{S}\right)$ 、技术效应 $\ln t$ 以及价值链长度效应 $\ln g$ 共同决定的,与前文假设相符。具体影响程度及方向则在下文通过实证分析检验。

三、模型设计与数据

(一)模型设计

根据上文的影响机制理论分析,设定如下计量模型:

$$C_{it} = \beta_0 + \beta_1 Length_{it} + \beta_2 Cont_{it} + \beta_3 Length_{it} \times Cont_{it} + U_i + \eta_{it} \quad (11)$$

其中: i, t 分别对应行业、年份; C_{it} 代表 i 行业第 t 年的碳排放水平,用行业单位产值隐含碳排放量来表示; $Length_{it}$ 是核心解释变量——价值链生产长度,为检测国内、外生产长度我国对制造业碳排放的影响差异,在后文中分别对国内生产长度和国际生产长度的碳排放效应进行了考察; $Cont_{it}$ 代表控制变量,具体包括:

- (1)行业工业总产值,以控制 i 行业的规模效应。
- (2)资本劳动比,控制结构效应,用行业固定资产总值和全部就业人数的比来表示。
- (3)单位产值的R&D项目经费支出,代表 i 行业的技术效应。

① 由于 $g(\varepsilon)$ 是价值链生产长度 ε 的减函数,所以 $\ln g$ 为正,恰恰说明价值链生产长度和碳排放呈负相关关系。

最后还加入了价值链生产长度和控制变量的交互项 $length_{it} \times Cont_{it}$, 用来表示价值链生产长度和其他因素互相作用给制造业碳排放带来的影响。 U_i 代表行业异质效应, η_{it} 是随机扰动项, 其余为待估参数。

(二) 核心解释变量

本文的核心解释变量是价值链生产长度, 参考 Wang 等^[10]对生产长度的定义, 通过计算增加值作为总产出时被计算的次数, 对制造业各行业的生产长度进行测度。若以 G 国 N 部门模型为例, 依据全球投入产出表, 各国各行业增加值为

$$v = \hat{V}(I - A)^{-1}Y = \hat{V}BY \quad (12)$$

其中: v 是 GN 行 1 列的向量, 代表最终产品中包含的直接、间接增加值; V 为直接增加值系数; $\hat{V}$ 是 V 的对角矩阵; A 为直接消耗系数矩阵; B 则是著名的里昂惕夫逆矩阵; Y 为最终需求列向量。

至此各国各行业增加值由国际分工所推动的总产出为

$$X = \hat{V}BBY \quad (13)$$

由生产长度 (PL) 的定义, 可得:

$$PL = \frac{x}{v} = \frac{\hat{V}BBY}{\hat{V}BY} \quad (14)$$

上式计算了单位增加值带来的总产出, 也正是各国各行业增加值在全球链条中的移动轨迹——全球价值链生产长度, 生产链条越长, 表明此行业的增加值作为总产出时被计算的次数越多。

进一步地, 由 Wang 等^[10]对各国各行业在全球价值链中的生产活动依照增加值流向分解可得:

$$\hat{V}BY = \hat{V}LY + \hat{V}LA^F BY = \underbrace{\hat{V}LY}_{V_D} + \underbrace{\hat{V}LA^F BY}_{V_I} \quad (15)$$

其中: L 代表国内里昂惕夫逆矩阵; A^F 是进口直接消耗系数矩阵; V_D 表示最终产品所包含的国内增加值, 涵盖国内消费、出口的最终产品, 由于这些最终产品的生产均在国内发生, 所以 V_D 不包含跨国生产行为; V_I 则代表出口的中间产品中所包含的国内增加值, 这一部分包括了跨国生产活动, 主要是因为出口到其他国家的中间产品还会作为投入要素去参与第三国的生产活动。

由此, 根据生产行为跨国与否, 可以将全球价值链生产长度划分成两部分:

$$PL = \theta^D \times PL_D + \theta^I \times PL_I \quad (16)$$

其中: θ^D 和 θ^I 分别代表公式 (15) 中的 V_D 与 V_I 在国内增加值中所占份额; PL_D 和 PL_I 则分别代表国内、国际生产长度, 也正是后文将要分类考察的部分。

(三) 数据来源

制造业各行业的价值链生产长度原始数据来自世界投入产出数据库, 其 2016 年最新发布版本的数据涵盖了 2000—2014 年全球 44 个国家的 56 个行业, 数据来源可靠, 且该表是目前国际上可得到的最新的世界投入产出表; 工业总产值、全部就业人数、固定资产总值以及研发项目支出等原始数据源自《中国统计年鉴》《中国科技统计年鉴》和《中国工业统计年鉴》^②; 碳排放的核算数据: 出口总量、碳排放系数及完全消耗系数, 均来自 WIOD 和《中国能源统计年鉴》。由于世界投入产出数据库是依据《国际标准行业分类》(ISIC Rev.4) 对行业进行的划分, 因此, 本文将《国民经济标准行业分类》(GB/4757—2002) 中的 28 个制造业归并到 ISIC Rev.4 的 18 个制造业中^③。所有和货币有关的数据均进行平减处理, 得到不变价数据。为减轻异方差, 全部数据均取对数。

(四) 实证检验

本文使用 Stata15 软件, 参考王向进和杨来科^[23]的方法, 对上文所建面板模型进行实证分析。首先, 仅考察规模、结构以及技术这三大效应, 并利用不含个体、时间效应的 OLS (普通最小二乘法) 模型进行估计。表 1 中的模型 (1) 显示, OLS 估计的可决系数 R^2 较小, 只有 0.3424, 模型拟合较差, 同时参数的显著性也不好, 这说明三大效应只能对碳排放变化进行部分解释, 该面板模型很可能存在个体及时间效应。所以, 接下来应用固定效应、随机效应模型分别对模型中的个体效应、时间效应进行检验。将反映行业个体效应的 17 个虚拟变

② 由于《中国工业统计年鉴》在 1998 年以后发布的是规模以上工业企业数据, 为了避免在实证分析时出现偏差, 本文参考陈诗一^[24]的方法将规模以上工业企业的相关指标统一调整至全部企业。

③ 对农副食品加工工业及食品制造业进行合并, 得到食品加工制造业; 对废弃资源和废旧材料回收加工业和工艺制品及其他制造业合并, 得到其他制造业。

量加入模型(2)后,大部分个体虚拟变量都变得显著,此时,在固定效应模型中 R^2 提至0.8769,说明53.45%的碳排放水平变化是由不随时间改变的个体差异导致的。在模型(4)中进一步加入年度虚拟变量后,变量继续变得显著, R^2 的提升也意味着制造业碳排放水平变化中的6.9%可以由随时间变化但不随行业变化的遗漏变量进行解释。而从模型(2)和模型(3)的对比来看,Hausman检验显示固定效应模型对参数的估测要优于随机效应模型。

因为制造业的产业链生产长度是既随时间变化,又可以行业个体差异进行反映的变量,所以,接下来以模型(4)为基础,分别加入反映制造业产业链生产长度的变量 $\lnlength$ 和产业链生产长度与规模效应、结构效应以及技术效应的交乘项 $\lnscale\lnlength$ 、 $\lnstructure\lnlength$ 及 $\lnrd\lnlength$,用来检验产业链生产长度及其与三大效应的交互作用对制造业碳排放的影响,检验结果见表2。从表2可以看出,本文的核心解释变量——制造业产业链生产长度,及其带来的结构效应对碳排放的减少具有极大促进作用。表2中模型(5)显示, $\lnlength$ 的系数是-1.4356,且在1%的显著性水平下通过了检验,这意味着我国制造业产业链生产长度每延长1个百分点,碳排放的水平将下降1.4个百分点左右,制造业产业链生产长度延长的碳减排效果明显,进一步佐证了前文假设。表2中 $\lnrd\lnlength$ 、 $\lnscale\lnlength$ 和 $\lnstructure$ 、 $\lnlength$ 的系数均为负,说明在参与国际分工的过程中,由我国制造业产业链生产长度变化所引起的技术进步、规模扩大及产业结构变化均对碳减排具有积极作用。

进一步地,本文对生产长度进行了国内、国际部分的划分,在详细区分全球价值链生产长度构成的基础上,研究制造业生产长度对碳排放的影响(表3)。从模型(9)可以看出,当以国内生产长度($\lnlength_d$)作为全球价值链生产长度的代替变量时,其系数估计值为-1.8416,且通过了1%显著水平下的统计检验,这说明国内生产长度的提高,对制造业碳减排较为有利,国内生产长度每提高1个百分点,制造业碳排放水平将下降1.84个百分点左右。对比模型(5)和模型(9)后发现,国内生产长度延长的碳减排效果要优于全球价值链生产长度这一整体指标。与模型(5)、模型(9)完全相反,模型(10)显示,当用国际生产长度($\lnlength_g$)进行替代时,其系数符号为正,估计值在0.24左右,意味着国际生产长度每提高1个百分点,将使得制造业碳排放水平增加0.24个百分点。这也进一步解释了国内生产长度延长的碳减排效果要高于全球价值链生产长度的原因,当价值链生产长度的延长主要是依托于国际生产长度时,其对制造业碳减排将会产生负向作用。这是因为我国在全球价值链中承接的大多是能源消耗较高的加工制造环节^[16],进口国外高附加值的中间投入品,却在加工组装时将大量的碳排放留在了国内。

从其他控制变量来看,仅考虑规模效应、结构效应和技

表1 规模效应、结构效应和技术效应对碳排放水平的影响

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	OLS	FE	RE	FE
$\lnscale$	-0.0124 (-0.32)	0.2766*** (5.04)	0.2276** (2.31)	0.2918*** (5.61)
$\lnstructure$	-0.1031* (-1.94)	-0.1647** (-2.06)	-0.1532** (-2.04)	-0.187** (-3.17)
$\lnrd$	-0.481** (-4.51)	-1.3126*** (-8.76)	-0.6688*** (-4.72)	-1.906*** (-6.11)
常数项	2.431** (11.46)	4.952*** (6.84)	4.6732*** (13.48)	5.1343*** (23.5)
调整后的 R^2	0.3424	0.8769	0.8670	0.9469
个体效应	×	√	√	√
时间效应	×	×	×	√
Hausman检验		35.79/0.0000		
N	270	270	270	270

注:括号内数值为对应的 t 统计量;*、**、***分别表示在10%、5%、1%的水平上显著。

表2 价值链生产长度相关指标对碳排放水平的影响

变量	(5)	(6)	(7)	(8)
	FE	FE	FE	FE
$\lnscale$	0.2718*** (5.23)	0.26813*** (4.29)	0.2916*** (5.40)	0.3125** (6.31)
$\lnstructure$	-0.1431** (-1.74)	-0.1325*** (-3.17)	-0.128* (-2.64)	-0.216** (-2.16)
$\lnrd$	-1.1281*** (-4.63)	-1.3498*** (-5.31)	-1.2331** (-7.56)	-1.2094*** (-6.31)
$\lnlength$	-1.4356*** (-5.27)			
$\lnscale \times \lnlength$		-0.2375*** (-5.39)		
$\lnstructure \times \lnlength$			-0.5132*** (-4.72)	
$\lnrd \times \lnlength$				-0.3693*** (-6.13)
常数项	4.6429*** (21.46)	4.5326*** (20.5)	4.7136*** (15.97)	4.8314*** (16.84)
调整后的 R^2	0.8531	0.8479	0.8609	0.9049
个体效应	√	√	√	√
时间效应	√	√	√	√
N	270	270	270	270

注:括号内数值为对应的 t 统计量;*、**、***分别表示在10%、5%、1%的水平上显著。

表3 国内、国际生产长度对碳排放水平的影响

变量	(5)	(9)	(10)
	FE	FE	FE
$\lnscale$	0.2718*** (5.23)	0.29923*** (5.63)	0.2785*** (4.83)
$\lnstructure$	-0.1431** (-1.74)	-0.1532** (-1.94)	-0.14505*** (-2.80)
$\lnrd$	-1.1281*** (-4.63)	-1.6215*** (-5.71)	-1.7465*** (-5.37)
$\lnlength$	-1.4356*** (-5.27)		
$\lnlength_d$		-1.8416*** (-5.89)	
$\lnlength_g$			0.24026*** (4.93)
常数项	4.6429*** (21.46)	4.7289*** (19.04)	4.5022*** (13.33)
调整后的 R^2	0.8531	0.8685	0.8262
个体效应	√	√	√
时间效应	√	√	√
N	270	270	270

注:括号内数值为对应的 t 统计量;*、**、***分别表示在10%、5%、1%的水平上显著。

术效应对碳排放的影响时,结构效应和技术效应对我国制造业碳排放均有积极影响,而规模效应则具有消极影响,这是因为规模效应带来的厂房兴建等增多,将进一步提升对建材、钢铁等高能耗产品的需求,势必会引起制造业碳排放的增加。而产业结构的转变升级将直接带动能源消费结构升级,进而减少碳排放;同理,技术进步带来的能源利用效率提高,也将减低制造业的碳排放水平。

(五) 结果分析

(1)通过对比表2中的4个模型可以发现,全球价值链生产长度的延长,及其带来的结构效应对于碳排放具有显著的影响。价值链生产长度与制造业碳排放水平成反比关系;生产长度与三大效应的交互作用均有利于碳减排,其中,价值链生产长度引起的结构效应效果最为显著。在我国制造业参与国际分工的过程中,价值链生产长度延长所带来的产业结构升级,对于降低制造业碳排放具有积极意义。这主要在于生产长度延长过程中发生的企业创新、技术进步和生产率提升等,能够极大程度地促生国内相关产业结构转型升级,当由生产碳排放密集程度较大的产品向低碳型产品转变时,出口商品结构也会逐渐由重污染型产品向轻污染型转变,并进一步在此背景下减少碳排放。

(2)从表3的模型对比中可以发现,国内、国际生产长度对碳排放的影响方向截然相反,国内生产长度的提升有利于制造业碳减排,而国际生产长度的延长将增加碳排放。这一结果与吕延方等^[16]的研究结果近似。国际生产长度的延长,出口规模的扩张,在没有合适的清洁生产技术广泛应用之前,加工贸易规模越大,经济的碳排放也越大。

(3)表1中模型显示,产业结构升级、技术进步均对制造业碳减排具有促进作用,而经济规模扩张却对碳排放存在提升作用;加入生产长度与三大效应交互项的检验结果则显示,三大效应与生产长度的交互作用均有利于碳减排,但包含规模效应的交互项减排作用不明显。

四、结论及政策启示

本文的研究结果显示,全球价值链生产长度对于制造业碳减排具有积极影响,但影响程度因国内、国际生产长度的不同而变化。具体来看,如若制造业全球价值链生产长度的提升是以国内生产长度的延长为基础,那么将对制造业碳排放的减少具有促进作用;如若价值链生产长度的提升以国际生产长度为主,那么将会增加制造业碳排放。

据此,本文的研究观点是:依托价值链生产长度的延长确实可以实现碳减排,以价值链生产长度延长为基础的产业结构调整在碳减排上也具有广阔的操作空间。但是应当注意不能陷入过去为了出口而出口的误区,不可以为了追求价值链生产长度的延长而笼统地谈延长,在这一过程中必须区分清楚生产长度的国内、国际部分和其中包含的技术含量及产业结构变化,即如何有效推进本国国内生产长度的延长,如何有效提升制造业在此过程中的技术水平及产业升级,才是发挥价值链生产长度延长对碳减排积极作用的关键所在。

为了有效实现全球价值链生产长度延长的碳减排效应,本文提出如下建议:

(1)国内制造业各部门应当加强彼此间的联系,积极延长产品的国内生产长度部分,通过提高生产的精细度来提高资源利用效率和清洁生产水平,最终实现碳减排。

(2)鉴于价值链生产长度和技术进步的交互作用对制造业碳减排效果显著,我国应鼓励、拉动国内制造业各相关部门通过提升技术水平而实现碳减排。这不但能直接对碳减排产生积极作用,更可以通过自身国内技术升级,达到国内生产长度延长的效果,间接缩短国际生产长度部分,促使制造业碳排放进一步减少。

(3)虽然价值链生产长度的延长能带来制造业碳排放的减少,但是不能为了延长生产长度而延长,应注意有效区分国内、国际生产长度。本文的实证检验已经表明,国际生产长度的延长并不利于制造业碳减排,应该有效引导制造企业通过国内生产长度的延长,逐渐相对缩短国际生产部分,并最终实现国际生产长度的国内平行替代。

参考文献

- [1] TOYOTA. The MIRAI LCA Report[EB/OL].(2014-01-07)[2019-11-15]. https://www.toyota.co.jp/jpn/sustainability/environment/low_carbon/lca_and_eco_actions/pdf/life_cycle_assessment_report.
- [2] TOKITO S. Environmentally-targeted sectors and linkages in the global supply-chain complexity of transport equipment[J]. Ecological Economics, 2018, 150: 177-183.
- [3] SONG Y, ZHANG M, SHAN C. Research on the decoupling trend and mitigation potential of CO₂ emission from China's

- transport sector[J]. *Energy*, 2019, 183: 837-843.
- [4] FALLY T. On the fragmentation of production in the US: ETSG2011[R]. Boulder: University of Colorado-Boulder, 2011.
- [5] AANTRAS P, CHOR D, FALLY T, et al. Measuring the upstream-ness of production and trade flows[J]. *The American Economic Review*, 2012, 102(3): 412-416.
- [6] CHOR D, MANOVA K, YU Z. The global production line position of Chinese firms[EB/OL]. (2014-02-01)[2020-02-01]. https://aric.adb.org/pdf/events/aced2016/paper_zhihongyu.pdf.
- [7] 马风涛. 中国制造业全球价值链长度和上游度的测算及其影响因素分析——基于世界投入产出表的研究[J]. *世界经济研究*, 2015(8): 3-10.
- [8] 倪红福, 龚六堂, 夏杰长. 生产分割的演进路径及其影响因素——基于生产阶段数的考察[J]. *管理世界*, 2016(4): 10-23.
- [9] 闫云凤, 赵忠秀. 中国在全球价值链中的嵌入机理与演进路径研究: 基于生产链长度的分析[J]. *世界经济研究*, 2018(6): 12-22.
- [10] WANG Z, WEI S, YU X, et al. Characterizing global value chains: Production length and upstream-ness[R]. Cambridge, MA: NBER Working Paper No. 23261, NBER, 2017.
- [11] 郭沛, 秦晋霞. 价值链长度对工资差距的影响——基于世界投入产出数据库的实证研究[J]. *东北师大学报(哲学社会科学版)*, 2017(6): 74-79.
- [12] 吕越, 包雅楠. 国内价值链长度与制造业企业创新[J]. *中南财经政法大学学报*, 2019(3): 118-127.
- [13] MENG B, GLEN P, WANG Z, et al. Tracing CO₂ emissions in global value chains[J]. *Energy Economics*, 2018, 73: 24-42.
- [14] SUN C, LI Z, MA T, et al. Carbon efficiency and international specialization position: Evidence from global value chain position index of manufacture[J]. *Energy Policy*, 2019, 128: 235-242.
- [15] 陶长琪, 徐志琴. 融入全球价值链有利于实现贸易隐含碳减排吗?[J]. *数量经济研究*, 2019(1): 16-31.
- [16] 吕延方, 崔兴华, 王冬. 全球价值链参与度与贸易隐含碳[J]. *数量经济技术经济研究*, 2019(2): 45-65.
- [17] 郑玉, 郑江淮, 高凤. 国际生产分割生产率效应的空间溢出——基于跨国空间面板杜宾模型的实证分析[J]. *产业经济研究*, 2017(6): 103-116.
- [18] 刘维刚, 倪红福, 夏杰长. 生产分割对企业生产率的影响[J]. *世界经济*, 2017(8): 29-52.
- [19] YANG Y, YANG Y. International fragmentation of production and China's technology innovation: Empirical analysis on China's data [J]. *Information Management Innovation Management and Industrial Engineering International*, 2011(2): 227-280.
- [20] FELICE J, TAOJOLI W. Service offshoring and productivity: Evidence from the US[J]. *World Economy*, 2015, 32(2): 203-220.
- [21] ANTWEILER W, COPELAND B R, TAYLOR M S. Is free trade good for the environment[J]. *American Economic Review*, 2001, 91(4): 877-908.
- [22] 彭星, 李斌. 全球价值链视角下中国嵌入制造环节的经济碳排放效应研究[J]. *财贸研究*, 2013, 24(6): 18-26.
- [23] 王向进, 杨来科. 制造业服务化、高端化与碳减排[J]. *国际经贸探索*, 2018(7): 35-48.
- [24] 陈诗一. 中国工业分行业统计数据估算: 1980—2008[J]. *经济学(季刊)*, 2011(3): 736-743.

The Production Length of Global Value Chain and China's Manufacturing Carbon Emissions

Zhao Lingyun, Yang Laike

(School of Economics, East China Normal University, Shanghai 200062, China)

Abstract: From the perspective of global value chain, this paper measures the length of production of China's manufacturing sector based on the data of WIOD, and constructs a theoretical model of carbon emission effect in the production length of manufacturing, tests the effect of extended production length of manufacturing sector on carbon emissions empirically. The main conclusions are as follows. The overall extension of production length of manufacturing, and the structural effects brought about by it can reduce carbon emissions effectively. The effect of global and domestic production length on carbon emissions is reversed. The global production part of the production length will increase the carbon emissions of manufacturing, and the increase in the domestic production length will significantly promote the manufacturing carbon emission reduction.

Keywords: global value chain; domestic production length; global production length; carbon emission