

引用格式: 徐博, 杨来科, 钱志权. 全球价值链分工地位对于碳排放水平的影响[J]. 资源科学, 2020, 42(3): 527-535. [Xu B, Yang L K, Qian Z Q. The impact of global value chain position on carbon emissions[J]. Resources Science, 2020, 42(3): 527-535.] DOI: 10.18402/resci.2020.03.11

全球价值链分工地位对于碳排放水平的影响

徐博^{1,2}, 杨来科^{1,4}, 钱志权³

(1. 华东师范大学经济学院, 上海 200062; 2. 维多利亚大学经济学系, 加拿大维多利亚 V8P5C2;

3. 浙江农林大学经济管理学院, 杭州 311330; 4. 柏林自由大学, 德国柏林 14195)

摘要: 随着全球价值链(GVC)在全球经济与贸易中作用的提升, GVC的发展对于资源与环境的影响引起了越来越多的关注。本文以全球主要经济体为研究对象, 在环境库兹涅茨曲线(EKC)模型基础上, 将GVC分工地位指数和CDIAC碳排放数据库进行匹配组成面板数据, 检验GVC分工地位对于碳排放水平的影响, 并运用联立方程模型对实证结果进行内生性分析和稳健性检验。研究表明: 与EKC模型相类似, GVC分工地位的上升对于碳排放的影响呈倒U型关系。机制分析发现, GVC分工地位可以通过提高绿色能源使用率来降低碳排放量。GVC分工地位也可以通过研究与发展(R&D)投入和创新创业水平影响碳排放, 但同样也是一种倒U型关系。同时, R&D投入水平的提高和创新创业水平的提升可以提高GVC分工地位, 有助于经济体更快地跨过转折点, 转向更加低碳环保的发展模式。本文的结论丰富了全球价值链理论在环境方面的应用, 为探索碳减排理论提供了新的思路。

关键词: 全球价值链分工地位; 碳排放; 技术进步; 绿色能源; 环境库兹涅茨曲线

DOI: 10.18402/resci.2020.03.11

1 引言

随着贸易分工的深入, 产品和服务的生产与销售在全球范围内被分成不同阶段, 各企业之间分工合作与增值过程形成了全球价值链(Global Value Chain, GVC)。在全球价值链中, 中间品贸易增加值比例的大小, 决定了一个经济体在国际贸易体系中GVC分工地位的高低。伴随着发展中经济体GVC分工地位的攀升, 增加值贸易的发展对于碳排放的影响得到了越来越多的关注。

Grossman等^[1]在1995年的研究认为随着经济水平的发展, 环境污染呈现出先上升后下降的倒U型变化趋势, 即环境库兹涅茨曲线(Environmental Kuznets Curve, EKC)模型。许多研究者认为国际贸易活动是形成EKC模型原因之一, 出于经济发展的需要, GVC分工地位较低的经济体通过增加污染

密集型商品的生产扩大出口规模^[2]。然而, 更高的产量带来了更严重的环境污染^[3,4]。随着GVC分工地位的提升, 经济体在收入 and 环境污染大幅度增加时实施更严格的环境法规, 使得其境内污染密集型产品的生产转移到环境法规不太严格的低收入经济体^[5]。

由于传统的统计方式不能反映多次跨境的中间品贸易的真实情况, 学者开始基于增加值分解的角度测算经济体的GVC分工地位^[6,7], 探讨增加值贸易对碳排放的影响^[8]。一些研究认为经济体参与GVC分工会降低碳排放^[9-11], 而有研究则认为经济体参与GVC的程度越高越会增加碳排放^[12]。还有学者针对GVC和碳排放之间是否存在非线性关系进行了相关考察, 认为GVC对碳排放存在不同机制下的非线性影响, 且随着技术水平而变化^[13]。各经

收稿日期: 2019-03-15; 修订日期: 2019-07-15

基金项目: 国家社会科学基金重点项目(16AGJ002); 浙江省哲学社会科学规划重点项目(15NDJC024Z); 华东师范大学研究生出国(境)访学资助项目。

作者简介: 徐博, 男, 安徽砀山人, 博士研究生, 主要从事全球价值链与碳排放研究。E-mail: ecnuxubo@163.com

通讯作者: 杨来科, 男, 陕西西安人, 教授, 主要从事国际贸易与隐含碳研究。E-mail: lkyang@bs.ecnu.edu.cn

济体参与GVC分工过程中通过规模、结构和技术效应等路径对碳排放产生不同的影响^[4,15]。现有的文献对GVC分工地位的测量以及对碳排放影响的研究提供了有益的借鉴,但目前较少有文献对GVC分工地位对于碳排放影响的具体形态进行研究,以及对其影响的内在机制进行考察。

基于此,本文在现有研究的基础上,以全球主要经济体为研究对象^①,提出研究假设并进行实证分析,检验全球主要经济体GVC分工地位对于碳排放的影响是否呈倒U型特征,对GVC分工地位如何影响碳排放的机制进行探究。结合新的全球经济与贸易环境,对中国等发展中经济体在提高GVC分工地位过程中如何推进碳减排进程等问题给出相关对策建议。

2 理论假说与分析框架

2.1 GVC分工地位与碳排放

GVC分工地位对于每个经济体的碳排放产生影响,但对于不同的经济体,GVC分工地位的影响效应存在差异。一个经济体出口总额中的碳排放量可分为境内和境外2种途径,这2种途径排放的多少很大程度上取决于该经济体在GVC中的地位^[6]。出口的产品中包含越多的境外增加值,就意味着承担了越多的未带来贸易利益的碳排放。GVC分工地位较高的经济体基于消费的碳排放往往高于其基于生产的碳排放,这意味着它们受益于境外的环境密集型生产^[17,18]。通过国际贸易,发展中经济体为GVC分工地位更高的发达经济体的消费者承担了数量巨大的碳排放^[9]。GVC分工地位对于碳排放的影响还体现在最终产品和中间产品出口产生的碳排放差异^[6]。由于在劳动和资源方面的比较优势,出口最终产品是发展中经济体参与GVC的主要方式^[20]。而GVC分工地位较高的发达经济体,以资本和技术密集型高科技中间品出口的方式参与GVC,在获取高增加值的同时,碳排放量也处于较低水平。

但是,提高GVC分工地位是否就一定有利于降低碳排放?综合来看,当经济体处于GVC分工的低端环节时,由于规模效应和产业结构的原因,GVC

分工地位的提升对碳排放存在促进效应。随着技术水平的上升和GVC分工地位的进一步提高,生产逐渐转向高增加值、低碳排放模式,碳排放水平会呈现下降的趋势。因此,本文提出以下假设:

H1:GVC分工地位和碳排放呈倒U型关系。处在较低位置的经济体提高GVC分工地位,首先会增加碳排放,在GVC分工地位提升到一定阶段后,GVC分工地位的上升会降低碳排放。

2.2 GVC分工地位对于能源结构的影响

GVC分工地位越高,意味着经济体更多地以资本和技术密集型的中间品贸易形式参与价值链。通过采用更先进的技术和生产方式,能够实现较低的环境成本和更加低碳环保的生产方式。同时,如果企业嵌入GVC的过程,能源要素可以由低生产率部门向高生产率部门转移,经济体中的高排放、高污染的低能效企业或者行业就会被逐渐被淘汰替换,从而实现低投入、低能耗、低污染和高效率的生产模式^[21]。有研究认为,GVC分工地位的提升有助于提高能源利用效率,降低碳排放^[11]。参与出口的企业在深入地参与GVC分工过程中,通过执行绿色战略以及优化能源使用结构降低碳排放水平^[22]。因此,本文提出第2个假设:

H2:GVC分工地位的提升可以通过改善能源结构降低碳排放。

2.3 GVC分工地位的技术效应

近年来,已有越来越多的研究关注经济体参与GVC分工的技术效应^[23-25]。处于GVC分工较低位置的经济体在提高GVC分工地位过程中,通过吸收来自发达经济体的技术转移,改进生产技术,提高产品竞争力,扩大生产规模。随着经济体GVC分工地位的上升,技术进步首先带来碳排放的规模效应。同时,高碳化的生产结构也部分抵消了技术进步对能源利用效率的提升效用^[26],造成低端锁定现象。此时,GVC分工地位的技术效应表现为促进经济体碳排放水平上升。而当经济体逐渐攀升到GVC分工的较高位置,通过掌握较为先进的生产技术,发挥全球化生产的优势,降低本地生产规模,同时继续优化生产结构,提高能源利用效率^[15]。此时,

① 本文选取的研究对象为《京都议定书》附件B中的经济体:澳大利亚、奥地利、比利时、保加利亚、加拿大、捷克、丹麦、爱沙尼亚、芬兰、法国、德国、希腊、匈牙利、爱尔兰、意大利、日本、韩国、拉脱维亚、立陶宛、卢森堡、荷兰、波兰、葡萄牙、罗马尼亚、俄罗斯、瑞典、斯洛文尼亚、西班牙、美国、英国;以及印度、巴西、印度尼西亚、韩国、墨西哥、土耳其、塞浦路斯、马耳他、中国大陆和中国台湾等碳排放量较大的经济体。

2020年3月

GVC分工地位的提升可以通过技术效应,帮助企业走出低端锁定后实现高增加值、低碳排放的生产模式,对碳排放产生抑制作用。因此,本文提出第3个假设:

H3: GVC分工地位可以通过技术效应影响碳排放,这种影响同样也是先升后降的倒U型结构。

3 计量模型设定与指标构建

3.1 实证方程

根据前文的分析,GVC分工地位的提高,在开始阶段会提高碳排放,当GVC分工地位上升到一定阶段时有利于降低碳排放。为了检验GVC分工地位和碳排放之间的倒U型关系,根据本文的假设,设定以下非线性回归模型:

$$\ln C_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 GVC_{it} + \alpha_2 GVC_{it}^2 + Z_i \gamma + \delta_{it} + v_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

式中: C_{it} 表示*i*经济体*t*年份的碳排放水平, GVC 为经济体的GVC分工地位, α 为常数项和主要解释变量的影响系数, Z 为控制变量集, γ 为控制变量集的影响系数, δ 和 v 分别代表个体固定效应和时间固定效应, ε 为随机误差项。

3.2 变量说明

表1为各变量的描述性统计结果。

(1)被解释变量。本文的被解释变量是碳排放(C),每个经济体的碳排放估算值包括化石燃料燃烧和水泥生产的排放,但不包括用于国际航空和海洋运输的燃料油产生的碳排放。

(2)解释变量。本文的核心解释变量为GVC分工地位,Koopman等^[6]将经济体出口总值中的境内

中间品增加值份额,与该经济体出口总值中含有的境外增加值份额进行对比,测算结果在一定程度上能够反映经济体的GVC分工地位。经济体出口总值中境内中间品增加值份额高于出口总值中含有的境外增加值份额,就说明该经济体位于GVC上游环节,GVC分工地位较高。GVC分工地位($GVC_Position$)的计算公式如下:

$$GVC_Position = \ln \left(1 + \frac{DVA_INT + DVA_INTREX}{Export} \right) - \ln \left(1 + \frac{FVA_FIN + FVA_INT}{Export} \right) \quad (2)$$

式中: $Export$ 为经济体的出口总值, DVA_INT 为经济体出口中包含的境内中间品直接增加值, DVA_INTREX 为经济体中间品被直接进口方加工后重新出口到第三方经济体实现的增加值, FVA_FIN 为经济体出口中包含的进口最终产品增加值, FVA_INT 为经济体出口中包含的进口中间产品增加值。 DVA_INT 、 DVA_INTREX 、 FVA_FIN 和 FVA_INT 根据Koopman等^[27]的方法使用投入产出表对出口按照吸收渠道和最终吸收地进行分解后得到。

(3)控制变量。本文的控制变量主要有:①人均GDP($Pergdp$)。根据经典的EKC模型假设^[1],人均GDP的一次项对于碳排放存在正效应,人均GDP的二次项对于碳排放存在负效应。出于数据可比性考虑,本文以1999年为基期,通过GDP平减指数得到各经济体的实际人均GDP数据。②人口($Population$)。经济体的规模越大,在其他变量给定的情况下,碳排放总量也越大,因此本文将人口总量作

表1 变量描述性统计

Table 1 Descriptive statistics of variables

变量名	均值	标准差	最小值	最大值	变量定义及单位
C	166.470	376.522	0.563	2654.360	碳排放量/百万t
$Population$	1.2E+08	2.8E+08	3.8E+05	1.3E+09	人口/人
$Pergdp$	2.3E+04	1.9E+04	451.218	1.1E+05	实际人均GDP/美元,以1999年为基期
GVC	0.126	0.143	-0.216	0.562	GVC分工地位
$Reenergy$	15.196	13.167	0.155	52.633	可再生能源占能源消费比重/%
$Export$	2.6E+05	3.5E+05	2.6E+03	2.1E+06	出口额/百万美元
FDI	3.60E+10	6.80E+10	2.00E+06	7.30E+11	FDI净流入/美元
RD	1.392	0.893	0.048	3.914	研发投入支出占GDP比重/%
$Entre$	4.347	2.412	0.450	14.470	18~64岁创业人口比重/%
$Rail$	2.20E+04	3.70E+04	275	2.30E+05	铁路里程/km
$Labor$	3.429	0.354	1.792	3.947	高技能劳动报酬占总劳动报酬比重/%

为规模控制变量。③绿色能源使用占能源消费的比重(*Reenergy*)。以核能、水电、太阳能、风能和生物能源为代表的绿色能源能够代替传统高排放、高污染的能源,在增加能源供应安全性的同时,也能有效降低碳排放。④出口总值(*Export*)。由于出口贸易所带来的规模效应,出口额较大的经济体往往有着较高碳排放量。⑤外商直接投资(*FDI*)。外商直接投资一方面可能通过技术溢出效应和技术自主升级,促进节能减排,降低碳排放;另一方面,也可能通过扩大能源消耗规模以及接受来自东道国的污染转移增加碳排放^[28,29]。在内生性分析和稳健性检验部分,本文选取劳动力人口中正在创业的人口比例作为创新创业指标(*Entre*)、高技能劳动报酬占总劳动报酬的比例(*Labor*)以及R&D支出占GDP比例(*RD*)和基础设施的代理指标铁路里程(*Rail*)^[30]作为联立方程中影响GVC分工地位的控制变量。

3.3 数据来源

碳排放数据来源于CDIAC数据库(<https://cdiac.ess-dive.lbl.gov/>),该数据库统计数据主要来自联合国统计局分发的年度调查问卷,并由官方统计出版物补充^[31]。计算GVC分工地位使用到的数据、出口总值、GDP数据和高技能劳动报酬比重自WIOD数据库(<http://www.wiod.org/>),数据处理方式借鉴Koopman等^[27]和田毕飞等^[30]。人口、绿色能源使用率、外商直接投资数据、R&D支出占GDP比例、铁路里程等控制变量来自世界银行数据库(<https://data.worldbank.org/>)。创新创业指标来自GEM数据库。数据根据经济体名称和年份进行匹配,经整理后得到的样本时间跨度为1999—2011年。

4 回归结果与机制分析

4.1 基准回归

本文通过不同数据库之间的匹配,构建了一组非平衡的面板数据。使用Hausman检验判断应该使用随机效应模型还是固定效应模型进行回归估计。同时,如果Hausman检验的结果表明适用固定效应模型,则进一步同时考虑个体固定效应和时间固定效应。本文首先对传统的EKC模型进行了检验,然后检验了GVC分工地位对于碳排放的影响,最后在控制人均GDP变量一次项和二次项的情况下验证GVC分工地位对于碳排放的影响。

模型均通过了Hausman检验,这表明模型更适用使用固定效应进行估计。基准回归结果如表2所示,模型1中人均GDP一次项对于碳排放总量的影响系数显著为正,二次项影响系数显著为负,符合EKC模型。在模型2和3中,GVC分工地位的一次项影响系数同样显著为正,二次项的影响系数显著为负,这表明GVC分工地位对碳排放总量的影响与EKC模型类似,也呈倒U型结构。模型4、5和6是将人均碳排放作为被解释变量,回归结果与碳排放总量类似,HI得到证实。实证结果说明,全球主要经济体GVC分工地位的提升对于碳排放的影响,在初期存在正向促进效应,越过拐点后,存在负向抑制效应。这一结论有着丰富的现实含义:发展中经济体融入由发达经济体主导的GVC网络中,由于产业的限制,发展中经济体在提升自身GVC分工地位时,往往会主动或被动地选择高碳化的产业;限于自身较低的科技水平,企业能源利用效率不高,碳排放维持在较高的水平。随着GVC分工地位的继续上升,这些经济体的生产和贸易结构转向更加绿色清洁的模式,能源利用结构优化,其碳排放水平也随之下降。

为了更加直观地表现GVC分工地位与碳排放的关系,本文参考Lemieux^[32]的方法,利用人均GDP、人口规模、绿色能源使用率、出口和FDI等控制变量对碳排放的对数做回归,回归的残差值即是未被预测到的碳排放余值。GVC分工地位(x)和碳排放余值(y)的关系如图1所示。

4.2 内生性分析与稳健性检验

碳排放虽然是生产活动的一种结果,但由于碳排放带来的温室效应和一系列环境问题。各经济体或根据联合国气候大会的协定,或出于自身改善环境的需要,会出台较为严格的环境法规限制低技术、高能耗的产业和企业。相关企业迫于环境法规的压力,会主动提升技术水平、调整产品类型,这在客观上提高了经济体的GVC分工地位,因此碳排放和GVC分工地位可能存在一定的内生性。为了解决碳排放和GVC分工地位之间的内生性问题,本文使用联立方程来分析变量之间的关系。联立方程同单方程计量模型相比,一方面可以解决变量之间的内生性问题,另一方面联立方程由于包含了更多的变量,结构也更为复杂,能更好地反映经济现象

表2 GVC分工地位对于碳排放的影响

Table 2 The effect of global value chain (GVC) positions on carbon emissions

	总碳排放量			人均碳排放		
	模型1	模型2	模型3	模型4	模型5	模型6
<i>GVC</i>		0.242** (2.139)	0.271** (2.292)		0.247** (2.167)	0.258** (2.178)
<i>GVC</i> ²		-0.631** (-2.050)	-0.690** (-2.154)		-0.658** (-2.126)	-0.759** (-2.386)
<i>Pergdp</i>	0.254*** (3.128)		0.248*** (3.308)	0.308*** (3.854)		0.279*** (3.839)
<i>Pergdp</i> ²	-0.011** (-2.386)		-0.015*** (-3.495)	-0.014*** (-2.896)		-0.016*** (-3.773)
<i>Population</i>	0.691*** (6.275)	0.751*** (7.034)	0.820*** (7.237)			
<i>Reenergy</i>	-0.029*** (-16.567)	-0.029*** (-18.736)	-0.027*** (-15.749)	-0.026*** (-17.074)	-0.028*** (-19.156)	-0.026*** (-16.478)
<i>Export</i>	0.142*** (5.112)	0.198*** (9.882)	0.180*** (6.019)	0.155*** (5.598)	0.219*** (12.196)	0.180*** (6.023)
<i>FDI</i>	-0.004 (-1.061)	-0.003 (-1.012)	-0.004 (-1.145)	-0.005 (-1.233)	-0.003 (-0.907)	-0.004 (-1.145)
常数项	-10.416*** (-5.125)	-10.703*** (-5.579)	-12.697*** (-6.173)	-11.447*** (-35.668)	-10.536*** (-51.904)	-11.322*** (-38.519)
观测值	450	395	384	450	395	384
调整后R ²	0.708	0.734	0.744	0.669	0.689	0.705
个体固定效应	YES	YES	YES	YES	YES	YES
时间固定效应	YES	YES	YES	YES	YES	YES

注: *、**、***分别表示在10%、5%、1%置信水平上显著,括号内是回归系数的t值。

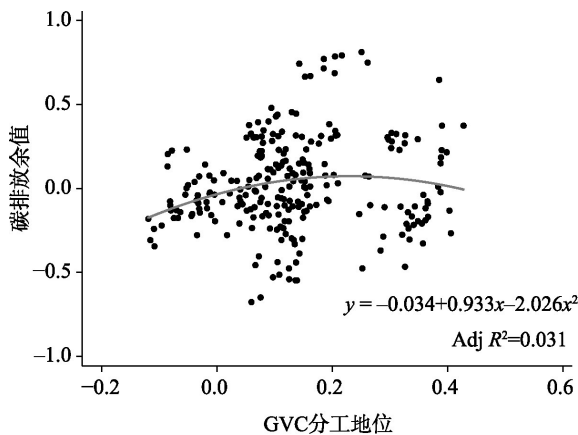


图1 GVC分工地位与碳排放余值关系的拟合散点图

Figure 1 Scatter plot of global value chain (GVC) positions and residual carbon emissions

之间的规律,其结论更具现实意义。本文的联立估计方程设定如式(3)所示,方程中变量含义同式(1)和表1。

$$\begin{aligned} \ln C_{it} &= \alpha_0 + \alpha_1 GVC_{it} + \alpha_2 GVC_{it}^2 + \alpha_3 \ln Pergdp_{it} + \\ &\alpha_4 (\ln Pergdp_{it})^2 + \alpha_5 Reenergy_{it} + \alpha_6 \ln Export_{it} + \\ &\alpha_7 \ln FDI_{it} + \varepsilon_{it} \\ GVC_{it} &= \beta_0 + \beta_1 \ln C_{it} + \beta_2 \ln RD_{it} + \beta_3 Entre_{it} + \\ &\beta_4 \ln Pergdp_{it} + \beta_5 \ln Export_{it} + \beta_6 \ln FDI_{it} + \\ &\beta_7 \ln Rail_{it} + \beta_8 Labor_{it} + \mu_{it} \end{aligned} \quad (3)$$

联立方程利用似不相关回归(Sureg)估计方法,得出更为全面可靠的结果,估计结果见表3模型7。联立方程的估计结果肯定了基础回归结果的稳健性,表明碳排放与GVC分工地位存在倒U型结构关系。同时,在联立方程中,同预期相一致,碳排放的增加可以显著提升经济体的GVC分工地位。

4.3 机制分析

从前文的分析可知,GVC分工地位对于碳排放的影响是类似EKC模型的倒U型结构,但GVC分工地位提升影响碳排放的主要途径是什么?有研

表3 联立方程估计和机制分析

Table 3 Estimation of simultaneous equations and analysis of Mechanisms

	模型7	模型8	模型9	模型10	模型11	模型12
碳排放量						
<i>GVC</i>	4.296*** (11.026)	3.632*** (8.633)	2.801*** (5.493)	1.121* (1.883)	3.676*** (7.642)	3.068*** (5.791)
<i>GVC</i> ²	-2.948*** (-3.695)	0.315 (0.324)	-2.333** (-2.434)	-2.939*** (-3.179)	-2.278** (-2.557)	-2.255** (-2.563)
<i>Reenergy</i>	-0.021*** (-13.462)	-0.012*** (-4.268)	-0.021*** (-9.466)	-0.021*** (-9.773)	-0.020*** (-11.185)	-0.020*** (-11.485)
<i>GVC</i> × <i>Reenergy</i>		-0.049*** (-4.189)				
<i>RD</i>			-0.041 (-0.711)	-0.015 (-0.279)		
<i>GVC</i> × <i>RD</i>			0.595** (2.476)	2.731*** (5.254)		
<i>GVC</i> × <i>RD</i> ²				-0.544*** (-4.530)		
<i>Entre</i>					0.047*** (3.174)	0.041*** (2.756)
<i>GVC</i> × <i>Entre</i>					-0.006 (-0.123)	0.236** (2.176)
<i>GVC</i> × <i>Entre</i> ²						-0.016** (-2.538)
其他控制变量	YES	YES	YES	YES	YES	YES
GVC分工地位						
<i>C</i>	0.165*** (15.318)	0.127*** (12.338)	0.124*** (11.801)	0.124*** (11.722)	0.137*** (13.308)	0.137*** (13.348)
<i>RD</i>	0.052*** (7.696)	0.046*** (6.261)	0.045*** (5.811)	0.046*** (5.841)	0.052*** (7.370)	0.054*** (7.628)
<i>Entre</i>	0.008*** (3.187)	0.006** (2.486)	0.007*** (2.798)	0.007*** (2.708)	0.001 (0.342)	0.001 (0.409)
其他控制变量	YES	YES	YES	YES	YES	YES
观测值	233	233	233	233	233	233

究者认为GVC分工地位的提升会带来能源结构变化和技术水平的提升^[33,34]。在生产过程中,能源使用结构的优化可以促进绿色能源的使用,对碳排放产生抑制作用。而生产技术的改进会在产品生产过程中采用污染较少、能耗更低的技术,从而达到节能减排的效果。

从表2的结果可知,绿色能源使用率的提升可以显著降低碳排放,表明能源结构的变化对于碳排放有着显著的影响。为进一步厘清GVC分工的能源结构效应影响,本文利用GVC分工地位与绿色能

源使用率的交互项(*GVC* × *Reenergy*)来辨识这种间接影响,使用似不相关回归进行估计。从表3的模型8结果中可以看到,交互项的系数显著为负,表明GVC分工地位的提升可以通过提高绿色能源使用率促进能源结构转变来降低碳排放,H2得到证实。

本文通过将R&D变量和创新创业指标分别加入碳排放方程来识别技术效应,同时加入GVC分工地位与R&D变量和创新创业指标的交互项(*GVC* × *RD*、*GVC* × *Entre*),估计结果如表3模型9-12所示。在模型9和模型11中,加入R&D投入、创新创业指

2020年3月

标以及与GVC分工地位的交互项,由模型9可知R&D投入可以显著提高GVC分工地位,也可以降低碳排放,但并不显著。交互项的结果表明GVC分工地位不能通过促进R&D投入降低碳排放,反而会增加碳排放。而在模型11中,创新创业对于碳排放的影响是正的,并且是显著的,这表明创新创业不仅没有降低带来碳排放,而且由于初创企业的能源外溢效应显著,创新创业活动带来了更大的能源消耗。Meng等^[35]以中国为例的研究认为,超过一半的中国的CO₂排放量来自微型和中小型企业。进一步地,模型10和12分别加入GVC分工地位与R&D和创新创业二次项的交互项($GVC \times RD^2$ 、 $GVC \times Entre^2$),结果表明,GVC分工地位可以通过R&D和创新创业对碳排放产生影响,但这种影响也是一种倒U型结构,因此H3得到证实。

5 结论、政策建议与研究展望

5.1 结论

本文在对全球主要经济体出口总值按照吸收渠道和最终吸收地进行分解的基础上,根据中间品贸易增加值比例衡量GVC分工地位,通过面板数据研究GVC分工地位对各经济体碳排放的非线性影响。研究结论如下:

(1)与EKC模型类似,GVC分工地位对于碳排放的影响也呈倒U型结构。在初期GVC分工地位的上升会带来碳排放的增加,而当经济体越过高投入、高耗能、高污染的发展阶段,碳排放水平会随着GVC分工地位的上升而下降。

(2)使用交叉项分析发现,GVC分工地位的提

升可以通过提高绿色能源使用率降低碳排放。

(3)GVC分工地位可以通过R&D投入水平和创新创业水平影响碳排放。但增加R&D投入和

提升创新创业水平并不能直接降低碳排放。由于低端锁定的存在,只有R&D投入和创新创业达到一定水平,GVC分工地位才能通过R&D投入和创新创业降低碳排放。

5.2 政策建议

随着中国经济的发展和产业结构的进一步优化,中国的GVC分工地位会不断提高。在碳排放达到峰值之前,中国也会面临更大的减排压力。基于中国国情和本文结论,提出如下政策建议:

(1)中国应坚定不移地努力提高本国的GVC分

工地位,同时也要强化对高增加值、低碳排放行业的支持力度。

(2)提高绿色能源的使用是实现减排目标的有效途径。通过绿色能源技术迭代升级,降低绿色能源的使用成本,提高绿色能源的适用范围。提高中国在绿色能源产业的GVC分工地位,在获得高增加值的同时,切实有效地降低碳排放,实现更加低碳节能环保的绿色发展模式。

(3)利用R&D投入和创新创业提高技术水平,提升GVC分工地位。尽管R&D投入和创新创业水平的提升无法直接降低碳排放水平,但R&D投入和创新创业水平都有利于提升GVC分工地位,也有利于提升技术水平和转变能源利用结构。

5.3 研究局限与展望

本文的研究初步证明了GVC分工地位和碳排放之间呈倒U型关系,但本文的研究仍然存在以下研究局限:一是本文借鉴Koopman等^[6]的定义来描述经济体的GVC分工地位,该定义仅仅考虑了出口总值中的中间品增加值比例,未来的研究需要考虑更加充分地反映经济体在价值链中分工地位的指标;二是由于GVC分工地位并不是外生的,它与一个经济体的发展阶段、贸易形式、产业结构和技术水平等因素息息相关,未来的研究需要在现有研究基础上充分考虑以上因素的影响,通过更加合理的理论和实证模型,验证GVC分工地位和碳排放之间的关系;三是本文的研究聚焦在国家 and 地区层面,而没有针对具体区域和行业进行分析。后续的研究可以根据各个区域和行业的GVC分工地位的不同,对各个区域和行业碳排放存在的异质性进一步考察。

参考文献(References):

- [1] Grossman G M, Krueger A B. Economic growth and the environment [J]. The Quarterly Journal of Economics, 1995, 110(2): 353-377.
- [2] Kaika D, Zervas E. The environmental Kuznets curve (EKC) theory-Part A: Concept, causes and the CO₂ emissions case[J]. Energy Policy, 2013, 62: 1392-1402.
- [3] Suri V, Chapman D. Economic growth, trade and energy: Implications for the environmental Kuznets curve[J]. Ecological Economics, 1998, 25(2): 195-208.
- [4] Cole M A. Trade, the pollution haven hypothesis and the environmental Kuznets curve: Examining the linkages[J]. Ecological Eco-

- nomics, 2004, 48(1): 71-81.
- [5] Kearsley A, Riddell M. A further inquiry into the pollution haven hypothesis and the environmental Kuznets curve[J]. *Ecological Economics*, 2010, 69(4): 905-919.
- [6] Koopman R, Powers W, Wang Z, et al. Give Credit Where Credit Is Due: Tracing Value Added in Global Production Chains[R]. NBER Working Paper No. 16426, 2010.
- [7] Wang Z, Wei S J, Yu X, et al. Characterizing global value chains: Production length and upstreamness[R]. NBER Working Paper No.23261, 2017.
- [8] 李艳梅, 牛苗苗, 张红丽. 京津冀区域内增加值贸易的经济收益和隐含碳排放比较[J]. *资源科学*, 2019, 41(9): 1619 - 1629. [Li Y M, Niu M M, Zhang H L. Comparison of economic benefits and embodied carbon emissions of intraregional value-added trade in the Beijing-Tianjin-Hebei region[J]. *Resources Science*, 2019, 41(9): 1619-1629.]
- [9] 张红霞, 张哲, 盛科荣. 全球价值链分工地位对中国制造业碳排放的影响: 基于Stirpat模型的实证研究[J]. *生态经济*, 2018, 34(4): 25-29. [Zhang H X, Zhang Z, Sheng K R. Effects of global value chain position on the carbon emissions of manufacturing industry in China: An empirical study based on the STIRPAT model[J]. *Ecological Economy*, 2018, 34(4): 25-29.]
- [10] 谢会强, 黄凌云, 刘冬冬. 全球价值链嵌入提高了中国制造业碳生产率吗[J]. *国际贸易问题*, 2018, (12): 109-121. [Xie H Q, Huang L Y, Liu D D. Does GVC participation increase Chinese manufacturing's carbon productivity[J]. *Journal of International Trade*, 2018, (12): 109-121.]
- [11] Liu H X, Li J L, Long H Y, et al. Promoting energy and environmental efficiency within a positive feedback loop: Insights from global value chain[J]. *Energy Policy*, 2018, 121: 175-184.
- [12] 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. [Peng X, Li B. The study on economic carbon emissions effect of China's embedding in the manufacturing sector under global value chain perspective[J]. *Finance and Trade Research*, 2013, 24(6): 18-26.]
- [13] 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, 36(2): 45-65. [Lv Y F, Cui X H, Wang D. GVC participation and carbon embodied in international trade: Nonlinear analysis based on GMRIO and PSTR model[J]. *The Journal of Quantitative & Technical Economics*, 2019, 36(2): 45-65.]
- [14] 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, 10(1): 16-31. [Tao C Q, Xu Z Q. Is Integrating global value chains conducive to achieving CO₂ mitigation in foreign trade?[J]. *The Journal of Quantitative Economics*, 2019, 10(1): 16-31.]
- [15] 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[J]. *中国软科学*, 2015, (8): 148-162. [Wang Y Y, Wang J X, Yan J A. The double effect of global value chain embeddedness on energy conservation and emission reduction: An empirical study on panel data of China's industries[J]. *China Soft Science*, 2015, (8): 148-162.]
- [16] Meng B, Peters G P, Wang Z. Tracing CO₂ emissions in Global Value Chains[J]. *Energy Economics*, 2018, 73: 24-42.
- [17] Peters G P, Minx J C, Weber C L, et al. Growth in emission transfers via international trade from 1990 to 2008[J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2011, 108(21): 8903-8908.
- [18] Arto I, Dietzenbacher E. Drivers of the growth in global greenhouse gas emissions[J]. *Environmental Science & Technology*, 2014, 48(10): 5388-5394.
- [19] 王文举, 向其凤. 国际贸易中的隐含碳排放核算及责任分配[J]. *中国工业经济*, 2011, (10): 56-64. [Wang W J, Xiang Q F. Accounting and responsibility analysis on carbon emissions embodied in international trade[J]. *China Industrial Economics*, 2011, (10): 56-64.]
- [20] Xing Y. Rising wages, yuan's appreciation and China's processing exports[J]. *China Economic Review*, 2018, 48: 114-122.
- [21] Maddison A. Growth and slowdown in advanced capitalist economies: Techniques of quantitative assessment[J]. *Journal of Economic Literature*, 1987, 25(2): 649-698.
- [22] Poulsen RT, Ponte S, Sornn-Friese H. Environmental upgrading in global value chains: The potential and limitations of ports in the greening of maritime transport[J]. *Geoforum*, 2018, 89: 83-95.
- [23] 王宪恩, 段志远, 王培博, 等. 1990-2014年典型经济体技术变革与结构调整的碳排放驱动效应测度[J]. *资源科学*, 2018, 40(11): 2317-2327. [Wang X E, Duan Z Y, Wang P B, et al. Study on measurement of carbon-driving effects from technological change and structural adjustment in typical countries from 1990 to 2014[J]. *Resources Science*, 2018, 40(11): 2317-2327.]
- [24] 刘维林, 李兰冰, 刘玉海. 全球价值链嵌入对中国出口技术复杂度的影响[J]. *中国工业经济*, 2014, (6): 83-95. [Liu W L, Li L B, Liu Y H. The impact of global value chain embeddedness on technological sophistication of China's export[J]. *China Industrial Economics*, 2014, (6): 83-95.]
- [25] 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[J]. *管理世界*, 2018, 34(8): 11-29. [Lv Y, Chen S, Sheng B. Does embedding the global value chain lead to Chinese manufacture's "Low-end Locking"?[J]. *Management World*, 2018, 34(8): 11-29.]
- [26] 马丽, 张琳. 国际制造业转移与碳转移的时空耦合效应[J]. *资源科学*, 2017, 39(12): 2408-2419. [Ma L, Zhang L. Spatio-temporal coupling relationship between international manufacturing transfer and CO₂ emissions[J]. *Resources Science*, 2017, 39(12): 2408-2419.]
- [27] Koopman R, Wang Z, Wei S J. Tracing value-added and double counting in gross exports[J]. *American Economic Review*, 2014, 104(2): 459-494.
- [28] 林基, 杨来科. 外商直接投资、出口贸易与二氧化碳排放: 基于东亚发展中经济体与发达经济体的比较研究[J]. *国际贸易问*

2020年3月

- 题, 2013(10): 129-137. [Lin J, Yang L K. FDI, export and carbon dioxide emissions: A comparative study with east asian developing and developed economies[J]. *Journal of International Trade*, 2013 (10): 129-137.]
- [29] 韩永辉, 李子文, 张帆, 等. 中国双向FDI的环境效应[J]. *资源科学*, 2019, 41(11): 2043-2058. [Han Y H, Li Z W, Zhang F, et al. Environmental effects of bidirectional FDI in China[J]. *Resources Science*, 2019, 41(11): 2043-2058.]
- [30] 田毕飞, 陈紫若. 创业与全球价值链分工地位: 效应与机理[J]. *中国工业经济*, 2017, (6): 136-154. [Tian B F, Chen Z R. Entrepreneurship and global value chain's position: Effect and mechanism[J]. *China Industrial Economics*, 2017, (6): 136-154.]
- [31] Boden T A, Marland G, Andres R J. Global, Regional, and National Fossil-Fuel CO₂ Emissions[EB/OL]. (2017-09-26) [2019-01-22]. http://cdiac.ess-dive.lbl.gov/trends/emis/overview_2014.html.
- [32] Lemieux T. Increasing residual wage inequality: Composition effects, noisy data, or rising demand for skill[J]. *American Economic Review*, 2006, 96(3): 461-498.
- [33] Hettige H, Mani M, Wheeler D. Industrial pollution in economic development: The environmental Kuznets curve revisited[J]. *Journal of Development Economics*, 2000, 62(2): 445-476.
- [34] Dinda S, Coondoo D, Pal M. Air quality and economic growth: An empirical study[J]. *Ecological Economics*, 2000, 34(3): 409-423.
- [35] Meng B, Liu Y, Andrew R, et al. More than half of China's CO₂ emissions are from micro, small and medium-sized enterprises[J]. *Applied Energy*, 2018, 230: 712-725.

The impact of global value chain position on carbon emissions

XU Bo^{1,2}, YANG Laike^{1,4}, QIAN Zhiquan³

(1. School of Economics, East China Normal University, Shanghai 200062, China; 2. Department of Economics, University of Victoria, Victoria V8P5C2, Canada; 3. College of Economics and Management, Zhejiang A & F University, Hangzhou 311330, China; 4. Freie Universität Berlin, Berlin 14195, Germany)

Abstract: As the global value chain (GVC) plays an increasingly more important role in the global economy and trade, the impact of GVC on resources and the environment has attracted increasingly greater attention. In order to explore the impact of GVC position on carbon emissions, we focused on major global economies and combined GVC index with the Carbon Dioxide Information Analysis Center (CDIAC) carbon emission database to form panel data for analyzing the impact of GVC position on carbon emissions, based on the environmental Kuznets curve. A structural equation model was used to perform endogenous analysis and robustness test. The empirical results show that, similar to the environmental Kuznets curve, the impact of GVC position on carbon emissions showed an inverted U-shaped relationship. Further mechanism analysis found that improved GVC position can reduce carbon emissions through increased use of green energies. Using cross-item analysis, improved GVC position can help R&D investment and innovation and entrepreneurship levels, which in turn reduces carbon emissions. Meanwhile, the increase in R&D investment levels and the improvement of innovation and entrepreneurship can improve the status of GVC positions, helping the economy to cross the turning point faster and shift to a more low-carbon and environmentally friendly development model. The research conclusions may enrich the application of global value chain theory in the environment field and provide new ideas for exploring the theory of carbon emission reduction.

Key words: global value chain position; carbon emission; technology progress; green energy; environmental Kuznets curve