

市场型碳减排政策的价格竞争力效应分析^{*}

杨长江 阎晓璇

内容提要:碳减排政策对价格竞争力的影响问题极为重要,但严格将价格竞争力的主要指标——实际有效汇率作为分析对象的研究非常少见,且未能考虑全球价值链对这一问题的深入影响。本文在气候变化研究中首次引入考虑全球价值链因素的实际有效汇率指标,通过构建包含异质性成本传导率的投入产出价格模型对相关测算方法进行改进,据此在使用同一框架计算出世界主要国家(或地区)全行业二氧化碳影子价格的基础上,估算了市场型碳减排政策对实际有效汇率的影响。结果表明,首先,各国边际减排成本的差异较大,我国以 34.45 美元/吨的价格低于大多数国家(或地区)。其次,实施碳减排政策后我国产品价格的上升幅度整体可控,小于样本中多数国家(或地区);我国行业层面,电力、燃气、蒸汽与空调供应等高能耗行业由于单位产出的碳排放较高,碳减排政策对产品价格推升作用显著,产品价格受到的影响最大。再次,通过对价格变动进行分解发现价值链因素对于各国产品价格变动都发挥举足轻重的作用。最后,综合考虑碳减排政策的价格效应与数量效应计算实际有效汇率,其变动情况反映出价格水平受碳减排政策影响较小的中国、印度以及墨西哥等国的价格竞争力有所提升。

关键词:碳减排政策 实际有效汇率 投入产出价格模型 全球价值链

作者简介:杨长江,复旦大学经济学院教授,200433;

阎晓璇,兴业证券经济与金融研究院研究员,200135。

中图分类号:F74 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-8102(2023)10-0144-17

一、引言

气候政策对经济体的影响是全面而深刻的,其中对国际竞争力的影响一直被视为相关政策的焦点(Böhringer 等,2012)。国际竞争力可以分为以实际有效汇率为主要衡量指标的价格竞争力和由技术、品牌等因素构成的非价格竞争力,前者尤为重要,因为它是减排政策的直接作用对象,非价格竞争力的调整都以此为基础(Ellis 等,2019)。因此,研究碳减排政策对价格竞争力的影响是一个非常重要的课题。

^{*} 阎晓璇电子邮箱:19110680042@fudan.edu.cn。

在一系列碳减排政策中,碳税与碳排放权交易作为两大主要的市场型方法,具有规则简单、便于执行和管理等优势(Dissou 和 Karnizova,2016),是引导经济体走向低排放道路最有力的工具之一(World Bank,2022),其中涉及价格竞争力影响的研究大多采用碳税作为政策工具进行分析。

关于碳税对价格竞争力的影响已有较多研究成果,但只有极个别文献直接以实际有效汇率作为研究对象在严格意义上讨论价格竞争力问题。Dwyer 等(2013)、Liu 和 Lu(2015)、Meng 和 Pham(2017)只将实际汇率作为工具定性分析碳税征收对于进出口的影响;Devulder 和 Lisack(2020)通过对宏观均衡模型的校准模拟分析碳税对价格变动以及双边实际汇率的影响。直接以实际有效汇率为研究对象的文献,目前检索到只有吴力波等(2015)基于全球 CGE 模型分析了边境碳关税政策对于各国实际有效汇率的影响,但其中涉及碳税部分仅作为政策组合的不同情境而给予了简单设定。

现有研究极少在严格意义上分析碳减排政策的价格竞争力效应,其原因可能与实际有效汇率这一指标的复杂性有关,特别是与全球价值链分工给这一指标带来的影响有关。

首先,实际有效汇率涉及各国间的相对价格关系,而在全球价值链以各国行业间的相互嵌套为特征的情况下,需要提供较为科学且全球统一可比的国家-行业碳价格作为测算基础。从经济学角度来看,企业边际减排成本应等于单位碳税、碳排放权交易市场中的许可证价格(Baumol 和 Oates,1988;Gillingham 和 Stock,2018),因此可采用二氧化碳影子价格作为减排政策的定价依据。而在对碳影子价格测算的研究中,现有文献中相关研究包括一国内部(Färe 等,2005;Lee 和 Zhang,2012)和全球国家层面(Boussemart 等,2017;Shen 等,2021)的计算,但尚未发现同时计算全球范围内国家-行业层面的研究,本文在同一框架下计算出世界主要国家-全行业的二氧化碳影子价格作为边际减排成本。

其次,碳减排政策对实际有效汇率的影响,同时涉及相对价格关系变化以及与权重相关的贸易数量变化,而这都需要充分考虑价值链下的投入产出关系,否则就会带来测算偏误(Chan 等,2017)。但对于作为目前相关研究主流方法的 CGE 模型而言,其模型存在的“黑箱”问题导致其难以对投入产出关系中的异质性差异等问题进行深入分析。以价格成本传递问题为例,Fabra 和 Reguant(2014)、Pless 和 Van Benthem(2019)等指出由于成本内部化、市场力量、需求弹性等因素,成本变动对价格的影响是部分传递的,而投入产出价格模型在反映传导部门、传导机制与产业间联系方面具有明显优势(任泽平,2012;Chen,2019)。因此,投入产出价格模型比较适合分析价值链背景下碳减排政策对价格竞争力的影响,但目前使用该模型对价格水平影响的研究仅限于一国内部,例如任泽平等(2007)、聂海峰和刘怡(2010)、倪红福等(2016,2018)尚未采用实际有效汇率指标,从全球多边相对价格角度进行综合分析。

最后,全球价值链的兴起深刻改变了国际竞争的方式与内涵,需要考虑由此带来的实际有效汇率计算方式变化。目前与价值链贸易相适应的实际汇率测算改进方法主要分为基于任务(Task)和基于产品(Goods)两种思路:前者以 Bems 和 Johnson(2012,2017)、Patel 等(2019)为代表,强调实际有效汇率的权重应基于该环节贸易增加值来计算而非进出口总额;后者以 Bayoumi 等(2013)为代表,该方法集中于价格指数的调整,但其在价格指数调整中涉及较多参数的估算而可能存在准确性问题,后续基于产品的实际有效汇率测算研究都利用投入产出表来对价格指数进行调整(刘会政等,2017;Marczak 和 Beissinger,2018;苏庆义、马盈盈,2021),杨长江和阎晓璇(2022)则进一步改进了后续方法在产品价格与增加值权重存在经济意义上的“不一致”的问题。就本文研究主题而言,基于产品的测算思路能够反映出国内外各个环节所受碳减排政策影响后的综合效

应,可能是更为适用的。可以看到,基于投入产出价格模型的产品价格变动测算、基于产品的实际有效汇率测算在价值链领域研究中十分重要,但根据现有文献检索情况,尚无研究将二者结合以分析全球价值链背景下价格竞争力变动问题。本文尝试在气候变化研究中首次引入考虑全球价值链因素的实际有效汇率指标分析,针对碳减排成本冲击在投入产出网络中反复循环的机制,将投入产出价格模型测算出的产品价格作为价格指数,构造全球价值链背景下“价格与权重相一致”的实际有效汇率指标,分析碳减排政策对价格竞争力的影响。

具体来说,本文可能有以下创新点。第一,在对基于产品的实际有效汇率指标进行价值链调整时,与 Marczak 和 Beissinger(2018)、苏庆义和马盈盈(2021)、杨长江和阎晓璇(2022)等已有研究根据增加值矩阵对各生产环节的价格、成本进行加总不同,采用投入产出价格模型计算出碳减排成本对于产品价格的影响。第二,在产品价格测算过程中,采用谢泼德产出距离函数方法,首次测算了 44 个国家(或地区)39 个行业层面统一可比的二氧化碳影子价格,从而为计算碳减排成本提供考虑了国家、行业的异质性数据;并采用国家、产业异质性的成本传导率对投入产出价格模型进行改进。第三,在分析碳减排政策对贸易数量的影响时,首次引入 Chan 等(2017)考虑了投入产出关系后的弹性测算方法,通过实证回归出的贸易弹性模拟出中间品、最终品数量变动,弥补了同类研究忽视价格变动对需求的影响、未考虑价值链因素等不足。

二、理论方法

本文将投入产出价格模型引入实际有效汇率的计算中来,首先分析在全球价值链背景下通过本国、进口中间品以及本行业的碳减排成本对于产品价格的全面影响,结合该价格效应与对应的数量效应(贸易额),计算基于产品的实际有效汇率,综合分析碳减排政策对于价格竞争力的影响。

首先对于行业、国家层面的实际有效汇率进行定义, j 国 s 行业和 j 国的实际有效汇率分别为(各国价格已调整为同一货币):

$$REER_j^s = \prod_{k \neq j}^G \left[\prod_m^N \left(\frac{P_j^s}{P_k^m} \right)^{w_{jk}^{sm}} \right] \quad (1)$$

$$REER_j = \prod_{k \neq j}^G \left(\frac{P_j}{P_k} \right)^{w_{jk}} \quad (2)$$

其中, $P_j = \sum_s^N \left(\frac{x_j^s}{\sum_s^N x_j^s} \times P_j^s \right)$, $w_{jk} = \sum_s^N \sum_m^G w_{jk}^{sm}$ 。当考虑碳减排政策的影响时,价格效应与数量效应会使得产品价格 P 变为 P' ,贸易权重 w_{jk}^{sm} 变为 $w_{jk}'^{sm}$,计算出对应的 $REER'$ 。由于原价格向量 P 各元素均为 1(闫冰倩,2021),因此该价格下的各国、行业实际有效汇率 $REER$ 为 1, $REER'$ 与 $REER$ 之差即为碳减排政策对实际有效汇率的影响。当 $REER'$ 小于 $REER$ 时,说明碳减排政策对本国价格影响小于其他国家,在贸易权重加权下,本国价格竞争力有所提升。

接下来分别对价格、权重计算方法进行介绍。

(一) 价格计算

为了计算出碳减排政策实施之后的各行业、国家产品价格变动,本文构建考虑成本传导率的投入产出价格模型,计算出考虑上游中间品影响的产品价格 $P' = P + \Delta P$ 。首先,令单位碳减排成本

CSP_j^s 结合当年产品价格平减指数 $GOPJ_j^s$ 、各行业所需承担生产侧排放责任的二氧化碳总量 $CO_2emission_j^s$ 得出 j 国 s 行业碳减排成本 $CO_2cost_j^s$, 即:

$$CO_2cost_j^s = GOPJ_j^s \times CSP_j^s \times CO_2emission_j^s \quad (3)$$

进一步结合各国成本传导率,推导出不同排放责任下的碳减排成本对于产品价格的影响。根据投入产出表可知, j 国 s 行业的总产出等于总投入,即中间品投入、要素报酬 w_j^s 以及碳减排成本之和:

$$\begin{aligned} p_j^s x_j^s &= \sum_{k=1}^G \sum_{m=1}^N p_k^m a_{kj}^{ms} x_j^s + w_j^s + CO_2cost_j^s \\ &= \sum_{k=1}^G \sum_{m=1}^N p_k^m a_{kj}^{ms} x_j^s + w_j^s + CO_2cost_rate_j^s \times p_j^s x_j^s \end{aligned} \quad (4)$$

其中, $p_j^s, x_j^s, w_j^s, CO_2cost_j^s$ 分别为 j 国 s 行业的价格、产出、要素报酬(包括其他税收)和碳减排成本, a_{kj}^{ms} 为 j 区域 s 行业对 k 区域 m 行业的直接消耗系数, $w_j^s = v_j^s \times x_j^s, v_j^s$ 为要素报酬(包含其他税收)占产出比值。等式两边除以 x_j^s 可以得到:

$$p_j^s = \sum_{k=1}^G \sum_{m=1}^N p_k^m a_{kj}^{ms} + v_j^s + CO_2cost_rate_j^s \times p_j^s \quad (5)$$

写作如下矩阵形式, A' 为直接消耗系数矩阵 A 的转置, V, CO_2 分别为要素报酬(增加值)占比 v_j^s 、碳减排成本率 $CO_2cost_rate_j^s$ 为元素的对角矩阵。无论是一个行业还是矩阵形式,都是在成本完全传递的假设下推导的,即等式(6)右边为生产成本。进一步整理可得成本完全传递下的投入产出价格公式(7)。

$$P = A'P + V + CO_2P \quad (6)$$

$$P = (I - A' - CO_2)^{-1}V \quad (7)$$

但由于价格黏性、生产时滞以及市场势力等因素,成本变化对于产品价格的传递并不是完全的,因此假设各区域产品价格变化与成本变化是成比例的,即成本传递率。 B 为各国-行业成本传导率 b_j^s 构成的对角矩阵。可得矩阵形式的价格变化,再将式(6)右侧进行差分代入可得式(9):

$$\Delta p_j^s = b_j^s \Delta c_j^s \quad (8)$$

$$\begin{aligned} \Delta P &= B \Delta C \\ &= B(\Delta A'P + A'\Delta P + \Delta A'\Delta P + \Delta V + CO_2\Delta P + \Delta CO_2P + \Delta CO_2\Delta P) \\ &= B(\Delta A' + \Delta CO_2)P + B(A' + \Delta A' + CO_2 + \Delta CO_2)\Delta P \end{aligned} \quad (9)$$

将式(9)进行移项,由于直接消耗系数矩阵、要素报酬占比不变,可进一步化简价格变化公式为:

$$\begin{aligned} \Delta P &= [I - B(A' + \Delta A' + CO_2 + \Delta CO_2)]^{-1}B(\Delta A' + \Delta CO_2)P \\ &= [I - B(A' + CO_2 + \Delta CO_2)]^{-1}B(\Delta CO_2)P \end{aligned} \quad (10)$$

当 ΔP 反映考虑二氧化碳减排政策与否对于价格的影响时,初始 CO_2 为 0, $P = (I - A')^{-1}V$,代入式(10)可得:

$$\Delta P = [I - B(A' + \Delta CO_2)]^{-1}B(\Delta CO_2)(I - A')^{-1}V \quad (11)$$

由于在不考虑二氧化碳减排政策时的价格 $P = (I - A')^{-1}V$ 中的元素都为 1, 因此 ΔP 即由二氧化碳减排政策导致的产品价格变动率。根据该价格变动可以结合贸易权重计算出碳减排政策实施后的价格竞争力变动, 接下来对贸易权重计算方法进行介绍。

(二) 权重计算

为了与产品价格的经济含义相统一, 本文选取了基于总贸易数据、进出口双权重方法计算实际有效汇率权重。计算实际有效汇率权重首先需要对产品价格变动后的贸易数量进行估计, 将估计后的贸易数量代入相关权重计算公式。贸易数量的估计方法与结果分析详见本文第五部分, 本节首先对权重计算公式进行介绍。该公式来自 Bayoumi 等 (2006) 提出的用于计算 IMF 公布的传统实际有效汇率的贸易双权重方法, 本文将扩展至国家 - 行业层面:

$$w_{jk}^{sm} = \frac{1}{\vartheta_j^s} \left[\alpha_{imj}^s \times \frac{\sum_t^N x_{ij}^{st}}{\sum_{t,r}^{N,G} x_{jr}^{st}} \times \frac{\sum_t^N x_{kj}^{tm}}{\sum_{t,r}^{N,G} x_{rj}^{tm}} + (1 - \alpha_{imj}^s) \times \sum_{i \neq j}^G \left(\frac{\sum_t^N x_{ji}^{st}}{\sum_{t,r}^{N,G} x_{jr}^{st}} \times \frac{\sum_t^N x_{ki}^{tm}}{\sum_{t,r}^{N,G} x_{ri}^{tm}} \right) \right] \quad (12)$$

其中, x_{kj}^{tm} 表示 k 国 t 行业销售至 j 国 m 行业的销售量,

$$\alpha_{imj}^s = \frac{\sum_{r \neq j, m \neq s}^{G,N} x_{rj}^{ms}}{\sum_{r \neq j, m \neq s}^{G,N} x_{rj}^{ms} + \sum_{r \neq j, m \neq s}^{G,N} x_{jr}^{sm}} \quad (13)$$

$$\vartheta_j^s = 1 - \sum_{k \neq j} \left[\alpha_{imj}^s \times \frac{\sum_t^N x_{ij}^{st}}{\sum_{t,r}^{N,G} x_{jr}^{st}} \times \frac{\sum_t^N x_{kj}^{tm}}{\sum_{t,r}^{N,G} x_{rj}^{tm}} + (1 - \alpha_{imj}^s) \times \sum_{i \neq j}^G \left(\frac{\sum_t^N x_{ji}^{st}}{\sum_{t,r}^{N,G} x_{jr}^{st}} \times \frac{\sum_t^N x_{ki}^{tm}}{\sum_{t,r}^{N,G} x_{ri}^{tm}} \right) \right] \quad (14)$$

j 国 s 行业的实际有效汇率 $REER_j^s = \prod_{k \neq j}^G \left[\prod_m^N \left(\frac{P_j^{ts}}{P_k^{tm}} \right)^{w_{jk}^{sm}} \right]$, 国家层面实际有效汇率 $REER_j' =$

$\prod_{k \neq j}^G \left(\frac{P_j'}{P_k'} \right)^{w_{jk}^{sm}}$ 。其中 $P_j' = \sum_s^N \left(\frac{x_j^s}{\sum_s^N x_j^s} \times P_j^s \right)$, $w_{jk} = \sum_s^N \sum_m^G w_{jk}^{sm}$ 。

三、基础测算

(一) 二氧化碳的边际减排成本

本文选择谢泼德产出距离函数方法计算二氧化碳影子价格作为反映国家、行业异质性的二氧化碳边际减排成本 (以下简称边际减排成本) 进行分析。根据谢泼德产出距离函数 $D_o(x, y, b) = \inf \{ \theta > 0 : (y/\theta, b/\theta) \in P(x) \}$ 计算碳影子价格。其中, x 为要素投入, y 为期望产出, b 为非期望产出, 在本文中即为二氧化碳排放量。

结合 WIOD 数据库 2016 年版本公布的社会经济数据库、2019 年公布的环境账户数据, 可计算出 2000—2014 年 44 个国家 (或地区) 39 个行业层面 (由于一些行业 CO_2 排放为 0 无法进行线性规划求解, 因此将原数据的 56 个行业加总至 39 个行业) 的二氧化碳影子价格 (Carbon Shadow Price, CSP)。

计算结果显示, 由于生产技术、产业结构等差异, 大部分国家 (或地区) 的边际减排成本分布在 8.83 美元/吨 ~ 205.89 美元/吨, 其中我国边际减排成本为 34.45 美元/吨, 在样本国家 (或地区)

中位列第五,与 Boussemart 等(2017)、Shen 等(2021)计算出我国边际减排成本远远小于世界大部分国家(或地区)以及全球平均值的结论相一致。瑞士、挪威以及瑞典的边际减排成本分别高达 503.52 美元/吨、2534.18 美元/吨以及 4109.50 美元/吨,远高于样本中大部分国家(或地区)。陈诗一(2010)认为能源密集型的重工业行业由于能源效率低和大量浪费性使用,因而节能减排空间充裕致使影子价格相对较低,因此与上述国家(或地区)在生产过程中化石能源使用较少、环境规制较为严格有关。

在中国行业层面,除了房地产业,电影、电视制作、计算机编程等信息服务业等低能耗的服务业内,焦炭和精炼石油产品制造业等较高排放密度的行业也具有较高的二氧化碳影子价格,说明其还会受到其他行业因素影响,与碳排放强度呈非线性关系(蒋伟杰、张少华,2018)。^①

(二)成本传导率

考虑成本传导率的投入产出相关的价格研究(Auer 等,2019;倪红福、闫冰倩,2021)大都将其统一设定为 1/3、2/3 等固定值,这样简化处理不能反映各国(或地区)各个行业在成本传导率上的异质性。目前对成本传导率的具体测算主要参照任泽平(2012)提出的方法,即将投入产出表中成本变化与价格变化之比作为成本传导率,结合投入产出价格模型进行分析(Wu 等,2013;Ma 等,2021)。Ahn 等(2017)提出了一种新的基于实证回归检验的测算方法,根据投入产出关系计算进口价格后利用误差修正模型得出韩国和欧洲国家生产者价格的传导系数。考虑到 Ahn 等(2017)的方法在反映现实中的价格传导情况更为直接,本文以此为依据并进行改进,通过变系数面板回归得到成本传导率。

具体方法如下。根据投入产出表与价格数据可得性,将各行业生产成本构成分为中间品投入与增加值两部分,可得 j 国 s 行业的产品价格由加成(利润) $\mu_{j,t}^s$ 和边际成本 $MC_{j,t}^s$ 构成,根据柯布-道格拉斯函数,边际成本进一步分解为中间品 $IMP_{j,t}^s$ 与增加值 $VAP_{j,t}^s$ (劳动、资本等), α_j^s, β_j^s 分别为各类投入占总成本的比例, $\varepsilon_{j,t}^s$ 为随机误差项。

$$\ln P_{j,t}^s = \ln \mu_{j,t}^s + \ln MC_{j,t}^s = \ln \mu_{j,t}^s + \alpha_j^s \ln IMP_{j,t}^s + \beta_j^s \ln VAP_{j,t}^s + \varepsilon_{j,t}^s \quad (15)$$

由于加成(利润)在一定程度上取决于成本冲击,因此假设其采取以下方式:

$$\ln \mu_{j,t}^s = \ln \mu_j^s + \delta_j^s \cdot \alpha_j^s \ln IMP_{j,t}^s + \varphi_j^s \times \beta_j^s \ln VAP_{j,t}^s \quad (16)$$

因此,价格公式可改写为:

$$\begin{aligned} \ln P_{j,t}^s &= (1 + \delta_j^s) \times \alpha_j^s \ln IMP_{j,t}^s + (1 + \varphi_j^s) \times \beta_j^s \ln VAP_{j,t}^s + \varepsilon_{j,t}^s \\ &= (1 + \delta_j^s) \times \ln EIMP_{j,t}^s + (1 + \varphi_j^s) \times \ln EVAP_{j,t}^s + \varepsilon_{j,t}^s \end{aligned} \quad (17)$$

其中,中间品有效价格 $\ln EIMP_{j,t}^s = \alpha_j^s \sum_m^N \sum_k^G \left(\frac{\alpha_{kj}^{ms}}{\alpha_j^s} \times \ln IMP_{k,t}^m \right)$,等于来自各国-行业的中间品价格以投入比例 α_{kj}^{ms} 加权,其中 $\alpha_j^s = \sum_m^N \sum_k^G \alpha_{kj}^{ms}$ 。同理,增加值有效价格变动 $\ln EVAP_{j,t}^s = \beta_j^s \times \ln VAP_{j,t}^s$ 。一国-行业价格变化不仅取决于中间品、劳动力报酬等成本变动,还受到供求关系等市场关系的影响,因此本文参照 Zhang 等(2015)、Auer 等(2017)研究将产出缺口纳入回归方程中,利用 HP 滤波将产出缺口占总产出的比重作为控制变量 $GAP_{j,t}^s$ 。综上,我们对成本传导率得出以下回归方程:

$$\ln P_{j,t}^s = \gamma_j^{im} \ln EIMP_{j,t}^s + \gamma_j^{va} \ln EVAP_{j,t}^s + \gamma_j^{gap} \ln GAP_{j,t}^s + \vartheta_j + \vartheta_s + \vartheta_t + \varepsilon_{j,t}^s \quad (18)$$

① 由于篇幅有限,未展示具体结果,可联系作者索取。

成本－价格总传导率(简称成本传导率,下同) $PTR(pass-through\ rate)=\alpha_j^s\cdot\gamma_j^{im}+\beta_j^s\cdot\gamma_j^{ra}$ 。当传导率大于1时说明价格上升幅度大于成本上升幅度,企业凭借定价权从成本上升中获利;当传导率小于1时说明成本对于价格存在不完全传导。

本文依据2000—2014年数据来进行测算,考虑到回归对数据的数量要求,将所有行业按照三大产业进行分组。常见的面板数据模型可通过考虑个体异质性的程度分为不考虑个体影响的不变系数模型(混合估计模型)、变截距模型(通过变截距考虑个体固定效应)、变截距的变系数模型(截距、解释变量相关系数均具有个体异质性)。为了选择合理的回归模型,本文进行了相应的LR检验。根据表1中LR1、LR2值可知,两次检验均拒绝原假设,因此应选择变截距的变系数模型。从代表性国家(或地区)的回归结果可以看到,国家虚拟变量与中间品有效价格、增加值有效价格的互动项十分显著。由于成本传导率的基础测算结果对于碳减排政策的价格竞争力效应具有重要影响,因此本文通过更换产出缺口的计算方式(BK滤波、BW滤波、CF滤波),加入人均增加值作为劳动生产率的代理变量,加入金融危机虚拟变量、更换回归方式进行稳健性检验。^①

表 1 变系数面板回归结果

变量	第一产业		第二产业		第三产业	
<i>GAP</i>	−0.0045 (0.0424)		0.0028 *** (0.0010)		0.0086 ** (0.0040)	
常数项	2.1404 *** (0.5755)		1.4007 ** (0.6082)		0.1780 (0.2634)	
LR1	553.72		8413.02		5334.95	
LR2	736.84		11002.23		9434.62	
Country FE	Yes		Yes		Yes	
Sector FE	Yes		Yes		Yes	
Year FE	Yes		Yes		Yes	

变量的国家变系数						
	<i>EIMP</i>	<i>EVAP</i>	<i>EIMP</i>	<i>EVAP</i>	<i>EIMP</i>	<i>EVAP</i>
中国	1.4571 *** (0.3982)	0.8699 *** (0.1675)	0.8944 *** (0.0220)	0.9554 *** (0.0266)	0.9654 *** (0.0475)	0.9606 *** (0.0377)
印度	1.1246 *** (0.0528)	0.9888 *** (0.0325)	0.8501 *** (0.0386)	0.8932 *** (0.0562)	0.3507 (0.2575)	0.7356 *** (0.1159)
墨西哥	1.0824 *** (0.0540)	0.8275 *** (0.0476)	1.0150 *** (0.0496)	1.0929 *** (0.0678)	0.5168 ** (0.2572)	0.6273 *** (0.1983)
巴西	1.0730 *** (0.0450)	1.0150 *** (0.0357)	0.9708 *** (0.0337)	1.0004 *** (0.0278)	0.9490 *** (0.0324)	0.9812 *** (0.0292)
印度尼西亚	0.9446 *** (0.1833)	1.0106 *** (0.0362)	1.0528 *** (0.0460)	1.0909 *** (0.0401)	0.9684 *** (0.0584)	0.9818 *** (0.0486)
美国	1.1528 *** (0.0750)	1.0926 *** (0.0532)	1.0519 *** (0.0764)	1.0213 *** (0.0586)	0.9096 *** (0.0591)	0.9292 *** (0.0565)

① 因篇幅有限,LR 检验分析、稳健性检验结果未列出,留存备案。

续表 1

变量的国家变系数						
	<i>EIMP</i>	<i>EVAP</i>	<i>EIMP</i>	<i>EVAP</i>	<i>EIMP</i>	<i>EVAP</i>
德国	1. 1716 *** (0. 0630)	0. 9357 *** (0. 0286)	0. 8884 *** (0. 0565)	0. 8923 *** (0. 0689)	0. 8191 *** (0. 0925)	0. 9079 *** (0. 0845)
英国	1. 1008 *** (0. 0704)	1. 3624 *** (0. 0480)	0. 9345 *** (0. 0472)	1. 2862 *** (0. 0492)	1. 1142 *** (0. 1780)	1. 2660 *** (0. 1402)
日本	0. 8227 *** (0. 0426)	0. 8593 *** (0. 0744)	0. 8568 *** (0. 0688)	0. 9292 *** (0. 0885)	0. 9646 *** (0. 0171)	1. 0110 *** (0. 0221)
法国	0. 9429 *** (0. 1147)	0. 8652 *** (0. 0718)	0. 9749 *** (0. 0384)	1. 0206 *** (0. 0403)	0. 8980 *** (0. 1045)	0. 8731 *** (0. 0873)
观测值	660		14520		10560	
R ²	0. 9959		0. 5581		0. 7128	

注:括号内为稳健标准差,***、**和*分别代表1%、5%和10%的显著性水平。下同。由于篇幅所限,仅附上代表性国家的回归结果。

根据面板回归结果计算出代表性国家(或地区)三大产业的成本传导率,如表2所示(全体结果未列出,留存备索)。从中国情况来看:第一产业成本传导率略大于1,成本上升反而扩大了生产者收益;第二产业成本传导率为0.9086,成本上升会降低生产者获利;第三产业的成本传导率在1附近,为完全传导。

表 2
 代表性国家(或地区)各产业的成本传导率

	第一产业	第二产业	第三产业		第一产业	第二产业	第三产业
中国	1. 1123	0. 9086	0. 9628	美国	1. 1269	1. 0390	0. 9219
印度	1. 0232	0. 8628	0. 6395	德国	1. 0694	0. 8898	0. 8743
墨西哥	0. 9191	1. 0480	0. 5994	英国	1. 2216	1. 0787	1. 2038
巴西	1. 0364	0. 9817	0. 9707	日本	0. 8419	0. 8829	0. 9946
印度尼西亚	0. 9980	1. 0685	0. 9764	法国	0. 9103	0. 9907	0. 8825

四、碳减排政策对价格水平的影响

本节采用当前大部分环境评估、决策机构提出及使用的“领地责任”原则,即在一国边界内产生的碳排放计算分析碳减排政策的价格影响。得益于我国碳排放权交易市场的开设,2022 年全球温室气体的碳定价覆盖比例上升至 22%(World Bank,2022)。随着节能减排不断推广,碳定价覆盖比例将不断上升,结合目前碳税征收率较高的新加坡(80%)与日本(75%)对整体碳排放的覆盖率,本节分别从 20%、40%、60% 三类覆盖比例情景分析碳减排政策对于产品价格的影响。

(一)基准分析

由图1 各国(或地区)价格变动幅度均大于0 可知,碳减排政策会在不同程度上提升该国(或地区)产品价格;且随政策的覆盖比例不断上升,各国(或地区)产品价格的变动幅度也逐渐增加。

在 44 个国家(或地区)中,瑞士在不同覆盖率下的价格涨幅都小于大部分国家(或地区),该国二氧化碳影子价格仅次于挪威与瑞典,但由于其生产技术与产业结构较为清洁,单位产出的碳排放密度远远小于其他国家(或地区),因此不同覆盖率下碳减排政策对其影响仅为 0.38%、0.76% 以及 1.15%。瑞典与挪威的二氧化碳排放密度全球最低,但极高的边际减排成本导致 60% 覆盖率下瑞典的产品价格上升幅度一跃至 24.95%,说明碳减排政策对产品价格的影响同时决定于二氧化碳排放密度与边际减排成本。

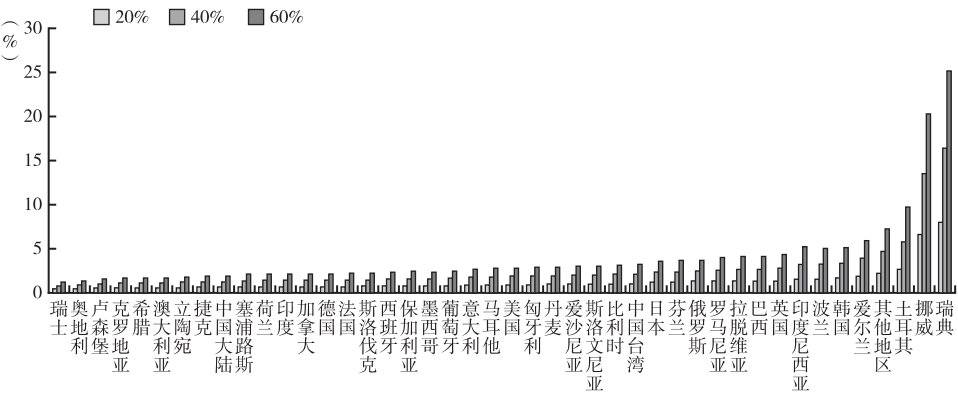


图 1 不同覆盖率情景下 2014 年各国(或地区)价格变化率

我国 2014 年在 20%、40%、60% 覆盖率水平下,产品价格上升幅度分别仅为 0.61%、1.24%、1.89%,在样本中(或地区)排名第九,小于大多数国家(或地区)。与中国较低的边际减排成本相比,较高的二氧化碳排放密度拉升了碳减排成本的价格影响,随着碳减排的不断进行,边际减排成本攀升会加大碳减排政策对价格的推动作用。从时间维度纵向比较发现,碳减排政策对我国的价格影响除在 2002—2005 年有所上升外,整体呈下降趋势,主要原因在于随着我国生产技术与规模的不断发展,增加值率持续上升导致碳减排成本占总产出的比例有所下降,通过资本深化与生产率提升以提高生产环节中的增加值率,可以有效缓解碳减排政策的价格影响。

进一步分析我国价格变动的行业差异。价格变动最多的前三大行业依次为电力、燃气、蒸汽与空调供应,基础金属制造业,水的处理与供应、污水等废物收集。这三类行业由于生产过程中需要使用大量能源,因此当企业需要为生产过程中排放的二氧化碳付出相应成本时对于该行业价格的影响较大。不仅如此,上述行业的产品常常作为其他制造业的初始投入沿着价值链将该价格影响也会传递至下游。我国其他非金属矿产品制造业同样属于高排放密度行业,但由于其边际减排成本仅有 7.14 美元/吨,显著低于国内其他行业,因此该行业产品价格受碳减排政策的影响相对较小。

(二)价值链分解

通过理论方法部分可知,碳减排成本在进入各国 - 行业生产过程后会直接推升产品价格,在考虑产品内分工的价值链背景下,产品价格还会受到本国、外国中间品价格变动的影响,通过对产品价格的价值链分解,可以分析出本国、进口中间品对碳减排政策下产品价格变动的贡献,从侧面反映了基于投入产出价格模型分析上述问题的必要性。综上产品价格变动可分解为以下部分。

1. 自身减排成本效应

当完全不考虑价值链,各行业在碳减排政策下仅需考虑自身的减排成本影响时, j 国 s 行业的价格变化 Δp_j^s 为列向量 ΔP_j^s 的第 $(j-1) \times N + s$ 项, N 为一国行业数目。其中 $\Delta P_j^s = [I - B(A' +$

$\Delta\text{CO}_{2j}^s)]^{-1}\text{B}(\Delta\text{CO}_{2j}^s)(\text{I}-\text{A}')^{-1}\text{V}$, ΔCO_{2j}^s 为 ΔCO_2 矩阵中除了 j 国 s 行业[第 $(j-1) \times N + s$ 项]外其他行业-国家碳减排成本均为 0 的对角矩阵。由于未考虑上游生产过程中的碳减排成本对于中间品价格的影响,该条件下的产品价格变动幅度将小于基准分析中的变动幅度,本文将该部分价格变动称为自身减排成本效应。

2. 国家价值链效应

当考虑一国内部行业关联的影响时, j 国各行业的价格变化 Δp_j 为 ΔP_j 的第 $(j-1) \times N + 1$ 至 $j \times N$ 项,其中 $\Delta P_j = [\text{I}-\text{B}(\text{A}' + \Delta\text{CO}_2)]^{-1}\text{B}(\Delta\text{CO}_2)(1-\text{A}')^{-1}\text{V}$, ΔCO_2 为 ΔCO_2 矩阵中除了 j 国[第 $(j-1) \times N + 1$ 至 $j \times N$ 项]外其他行业-国家碳减排成本均为 0 的对角矩阵。将考虑国家价值链下的产品价格变动与仅考虑自身减排成本下的产品价格变动进行作差,可得出国家价值链对于碳减排政策下产品价格变动的影响,本文将其称为国家价值链效应。

3. 全球价值链效应

考虑全球价值链的情景即理论方法部分所展示的计算方法。同样地,将考虑全球价值链下的产品价格变动与仅考虑国家价值链下的产品价格变动进行作差,可得出外国中间品对于碳减排政策下产品价格变动的影响,本文将其称为全球价值链效应(此部分不包含本国投入产出关系对于产品价格的影响)。

根据上述分解的计算可知,通过逐步扩大的价值链范围下各环节的产品价格变动作差,分解出不同效应对于产品价格变动的影响,各类效应之间相互排斥,加总后为基准分析部分的产品价格变动。将 20% 覆盖率下 2014 年各国(或地区)价格变化进行分解,代表性国家(或地区)的分解结果如图 2 所示。当完全不考虑价值链影响时,中国价格变化不足总变化的 30%,说明当忽视跨行业、区域中间品对产品价格的影响时会严重低估减排成本对于产品价格水平的提升作用;与全球价值链相比,国家价值链对于中国产品价格提升更为重要。对于其他发展中国家而言,巴西、印度尼西亚的产品价格受全球价值链的影响不超过总变化的 20%,这两国实施碳减排政策对产品价格的影响主要来自自身减排成本以及国家价值链。在发达国家(或地区)组中,自身减排成本影响对于美国产品价格的影响接近 50%,全球价值链的影响并非引起美国、日本价格变化的首要因素,国家价值链对于产品价格具有更大的推动作用,将部分国内中间品需求转向减排成本较低的其他国家(或地区)可以缓解碳减排政策的价格影响。

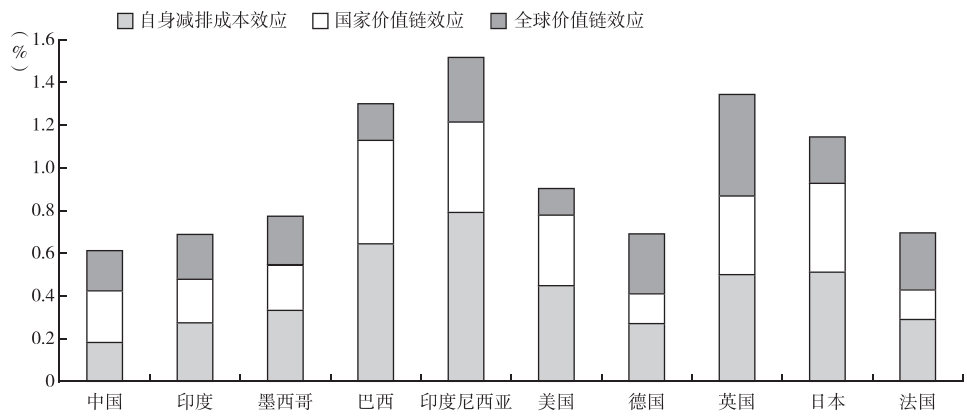


图 2 20% 覆盖率下 2014 年生产侧碳减排政策的价格影响变动分解 (国家)

将中国各行业价格变动进行分解后可知,由于计算机、电子和光学产品制造业,基本药品和药物制剂制造业等 17 个行业在生产过程中二氧化碳排放量较少,自身减排成本对于产品价格的影响占比不超过 10%,产品价格变动大多源于其他行业、国家(或地区)碳减排政策引起的中间品价格上升。其中,计算机、电子和光学产品制造业价格变动受全球价值链的影响高达 61.83%,这与其在生产过程中使用大量进口中间品密不可分;建筑业、金属制品制造业等行业产品价格变动的 60% 以上来自国家价值链,说明上述行业在生产过程中主要更多地使用本国中间品替代进口。电力、燃气、蒸汽与空调供应,水路运输等高能耗行业的产品价格主要受自身减排成本的影响,并通过价值链将其传递给下游行业-国家。

五、碳减排政策对贸易数量的影响

传统利用投入产出价格模型分析外来冲击的影响时,往往忽视了一国、行业的价格变动还会影响双边贸易数量,因此在利用价格变动分析实际有效汇率等价格竞争力影响时会存在一定的偏差。在分析政策冲击对数量效应的已有投入产出研究中,大多采用投入产出网络结构一般均衡模型进行分析,如 Baqaee 和 Farhi(2020)、倪红福(2021,2022),但由于作为其数据基础的社会核算矩阵往往需要来自清晰、明确且一致的多方经济统计数据,且模型计算复杂,因此已有研究大多聚焦于一国内部相关问题分析。Chan 等(2017)利用全球投入产出关系构建考虑上游中间品价格影响的实证模型,本文对其改进后用于分析碳减排政策对贸易数量的影响。

具体而言,Chan 等(2017)通过贸易模型构建得到以进、出口国各类成本价格作为解释变量,双边出口额 $export_{kj}^s$ 作为被解释变量的回归方程,其中添加出口国行业产出、四类固定效应以防止遗漏变量带来的实证误差。本文借鉴其方法构建价值链背景下的产品价格,并进一步进行如下价值链改进。首先在回归方程内加入价值链后向参与度作为控制变量,苏丹妮和邵朝对(2017)、王岚(2019)实证发现价值链参与有利于促进经济增长、贸易规模扩大。其次,在价值链背景下中间品与最终品的需求方分别是生产者、居民家庭,二者不同的消费模式导致其需求的价格弹性有所差异,随着产品内分工的不断细化,2014 年中间品贸易的规模已超过最终品贸易,因此本文将两类贸易进行分组回归,结合具有异质性的弹性系数分别模拟碳减排政策对中间品、最终品贸易数量的影响。综上,本文的回归方程如下所示:

$$\ln export_{kj}^s = \alpha_1 \ln P_k^s + \alpha_2 \ln P_j^s + \alpha_3 \ln output_k^s + \alpha_4 \ln GVC_k^s + \alpha_5 \ln GVC_j^s + \delta_{kj} + \delta_{kt} + \delta_{jt} + \delta_{st} + \varepsilon_{kfst} \tag{19}$$

首先对变量含义进行说明。

$export_{kj}^s$: 分别代表 k 国 s 行业向 j 国的中间品、最终品出口贸易额。

P_k^s, P_j^s : 出口国 k 、进口国 j 分别在 s 行业的生产成本。根据 Chan 等(2017)可得 $P = (I - A')^{-1} VW$, 其中 I 为单位矩阵, A' 为直接消耗系数矩阵 A 的转置, V, W 分别为增加值占比、增加值价格 $VAPI$ 为对角元素的矩阵。

$output_k^s$: 出口国产出,以控制出口国产出越大、出口越多的可能性。

GVC_k^s, GVC_j^s : 价值链参与度。根据 Wang 等(2017)计算各国-行业的价值链后向参与度 $GVC = \frac{Y - GVC}{Y'} = \frac{VLA^F B \hat{Y}}{Y'}$ 。

ε_{kijt} 为误差项。上述变量均根据国际投入产出协会的世界投入产出表 WIOT、社会经济账户 WIOD-SEA 的增加值价格数据计算而得,所有变量已进行对数处理。

由表 3 回归结果可知,出口国(或地区)价格与贸易额呈显著负相关,进口国(或地区)价格与贸易额呈显著正相关,说明本国价格上升会导致需求向进口品转移。从数值上来看,进、出口国家(或地区)的行业价格的贸易弹性是非对称的,出口国(或地区)价格对于贸易的影响更大,这是由于出口国(或地区)价格对出口具有直接影响,而进口国(或地区)(k 国)价格对贸易的影响是通过降低本国国内产品需求,将需求转至所有外国(或地区)进口商品间接促进对 j 国的进口。

表 3
 贸易弹性回归结果

变量	中间品出口	最终品出口
$\ln P_k^s$	-0.1894 *** (0.0069)	-0.1631 *** (0.0071)
$\ln P_j^s$	0.0679 *** (0.0069)	0.1198 *** (0.0071)
Importer-exporter pair FE	Yes	Yes
Exporter-year FE	Yes	Yes
Importer-year FE	Yes	Yes
Sector-year FE	Yes	Yes
观测值	1001558	997171
R^2	0.7391	0.7520

结合上节计算的不同情形下产品价格变动可以计算出各年国家-行业层面的出口额变化,在此选取 2014 年进行分析。根据上文可知,双边贸易受两国(或地区)价格、贸易弹性的共同影响:当在出口贸易弹性下一国(或地区)出口价格变动对出口额的影响大于在进口贸易弹性下进口市场价格变动对进口额的影响时,碳减排政策会降低该国(或地区)净出口额,反之碳减排政策会提高净进口。在此基础上,一国(或地区)的出口贸易总额变化同时取决于本国(或地区)、外国(或地区)各行业的产品价格变动以及与各国(或地区)的贸易格局。

由于贸易额受出口国(或地区)的行业价格影响远高于进口国(或地区)价格,因此当各国(或地区)的产品价格由于碳减排成本升高时,样本内大部分国家(或地区)的出口额有所下降,并随着碳减排政策的覆盖比例提高而扩大降幅。中国、印度、澳大利亚、丹麦等由于产品价格受碳减排影响较小,进口国家(或地区)在本国(或地区)产品价格上升影响下,国内需求转向上述国家(或地区),出口上升。

在我国行业层面,39 个行业中纺织品、服装和皮革制品制造业,家具及其他制造业等 33 个行业的出口有所上升,在这些行业中我国产品价格变动对贸易的影响小于进口国(或地区)的产品价格;管理咨询、科研以及市场研究行业等 6 个行业的出口呈负增长趋势,说明进口国(或地区)的价格变动小于我国上述行业,进口需求转移至国内供给。

六、碳减排政策下价格竞争力变动分析

上述价格变化虽然考虑了全球范围内行业与国家(或地区)间的联系,但一国(或地区)价格竞争力同时受本国(或地区)与竞争国(或地区)的共同影响,因此本文采用各覆盖率价格变化下的 P' ,结合碳减排政策对贸易数量的影响计算分析行业、国家(或地区)层面的实际有效汇率 $REER'$ 来衡量价格竞争力变动。

2014年,在国家(或地区)层面共有35个国家(或地区)的价格竞争力较之实施碳减排政策前有所提升,9个国家(或地区)价格竞争力有所下降。各国(或地区)竞争力在不同覆盖率下变动趋势基本一致,随着政策覆盖范围的扩大,变化率差距逐渐扩大,瑞典、挪威与土耳其的竞争力下降幅度最大可至17.51%、12.09%与4.93%。由于产品价格受碳减排政策的影响较小,我国在三类覆盖率下实际有效汇率不升反降,变动率分别为-0.96%、-1.98%与-3.04%,意味着产品的相对价格下降、价格竞争力提升。

根据贸易额选出代表性发展中国家与发达国家分析其在2000—2014年实际有效汇率变动(见图3、图4)。可以看到,各个国家在碳减排政策实施后的价格竞争力具有明显的时间异质性。发展中国家组中除了巴西,其他国家在不同年份的价格竞争力都有所提升。发达国家组中,英国各年的竞争力变动具有异质性,在2012—2013年竞争力有所下降;其他国家价格竞争力在各年度均有所上升,但上升幅度随时间有所减小。

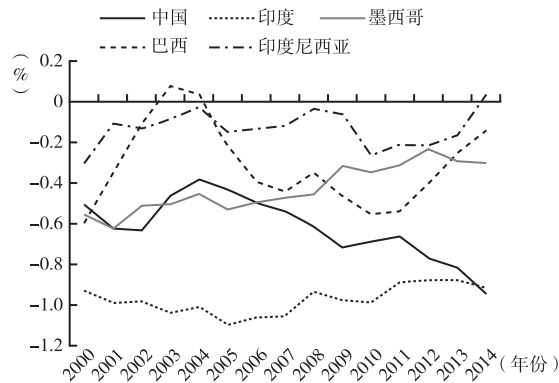


图3 发展中国家实际有效汇率变动

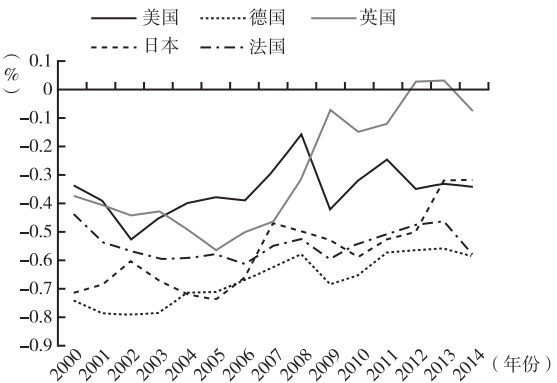


图4 发达国家实际有效汇率变动

在我国行业层面,电力、燃气、蒸汽与空调供应业在各年间 $REER'$ 大于1,价格竞争力有所下降,但实际有效汇率上升幅度0.88%显著小于对应产品价格上升幅度2.90%,价格竞争力同时由本国与外国价格变化共同决定——由于该行业在各国都属于受碳减排政策影响较大的高能耗行业,在考虑其他国家该行业产品价格上升幅度后本国价格竞争力下降幅度有所缓解。其他行业在全球实施碳减排政策后,其产品价格虽有所上涨,但由于其上涨幅度小于其他国家,各年的价格竞争力有所提升。

综上所述,在全球化不断发展的背景下,跨国贸易对于碳减排政策实施下价格竞争力相关问题的影响不仅在于分析产品价格变动时需要考虑通过国内外价值链传递的上游中间品价格波动;通过价格、价格竞争力变动的对比可知,由于计算实际有效汇率时仍需进一步考虑贸易对于相对

价格权重、最终品消费来源等方面的影响,因此仅考虑本国价格变动忽视多边相对价格的比较会造成对竞争力局势的误判。

七、结论与启示

本文通过采用纳入成本传导率的投入产出价格模型,将测算出的二氧化碳影子价格作为边际减排成本考察了不同碳排放责任下实施碳减排政策对于产品价格的推动作用,并在此基础上结合贸易权重测算了实际有效汇率以多边价格相对变化度量碳减排政策对于价格竞争力的影响。进一步通过分解分析以及实证检验全球价值链与国家价值链嵌入对于国家、行业产品价格与价格竞争力的异质性表现。

研究结果表明:第一,在 20% 覆盖率水平下,碳减排政策导致我国 2014 年产品价格上升 0.61%,位于样本国家(或地区)第九位,小于大多数国家(或地区)。通过对价格变动进行分解可知,全球与国家价值链因素在各国(或地区)碳减排政策的价格影响中都发挥了举足轻重的作用,国家价值链对于中国产品价格提升的影响最大。第二,根据数量效应可知由于我国价格受碳减排政策影响较小,当双边贸易同时受到进、出口国(或地区)产品价格影响时我国出口有所上升,其中纺织品、服装和皮革制品制造业等 33 个行业的出口上升;化工产品制造业等 6 个行业由于价格上涨较大导致出口有所下降。第三,根据实际有效汇率分析全球价格竞争力变化可知,由于产品价格受碳减排政策的影响较低,中国、印度、墨西哥等的价格竞争力有所提升,在我国行业层面以房地产业为首的服务业价格竞争力提升幅度最大,全体行业中仅有电力、燃气、蒸汽与空调供应行业价格竞争力有所下降。

通过对于不同碳排放责任下碳减排政策对价格与竞争力影响的测算与分析得出以下启示。首先,根据国情合理设计碳减排政策,将碳税、碳交易等工具协同使用,防止单一政策的不足造成的碳泄漏以及单边竞争力下降问题,有效促进全球碳减排目标实现。其次,碳减排政策的实施对我国价格竞争力的影响是整体可控的,排放责任的归属问题将影响区域、行业间的价格竞争力发展,因此我国应积极推进全球建立健全对称的碳减排政策以及公平有效的碳排放责任分配制度。再次,在全球行业间投入产出高度互联互通的背景下,我国一方面可通过进口低碳密度的中间品缓解碳减排政策对产品价格的冲击,另一方面在国内大市场、国家价值链日益重要的趋势下,我国也应积极通过技术绿色进步、低碳能源替代、产业升级转型等方式降低行业的碳排放密度。

最后还需要指出的是,本文利用实际有效汇率指数对碳减排政策的价格竞争力效应进行测度,但这一效应主要是碳减排政策给价格带来的直接影响,尚未考虑碳减排政策通过推动企业自主创新与技术引进从而给生产成本可能带来的间接影响。此外,碳减排政策还会通过引导产业低碳升级、提升企业 ESG 表现等渠道影响非价格竞争力。因此未来需要对碳减排政策的竞争力效应进行更为广泛与深入的分析,以更全面地认识和评估碳减排政策对经济发展的影响。

参考文献:

1. 陈诗一:《工业二氧化碳的影子价格:参数化和非参数化方法》,《世界经济》2010 年第 8 期。
2. 蒋伟杰、张少华:《中国工业二氧化碳影子价格的稳健估计与减排政策》,《管理世界》2018 年第 7 期。
3. 刘会政、方森辉、宗喆:《全球价值链视角下人民币实际有效汇率的新测算及影响因素分析》,《国际贸易问题》2017 年第 9 期。
4. 倪红福、龚六堂、王茜萌:《“营改增”的价格效应和收入分配效应》,《中国工业经济》2016 年第 12 期。

5. 倪红福、龚六堂、陈湘杰:《全球价值链中的关税成本效应分析——兼论中美贸易摩擦的价格效应和福利效应》,《数量经济技术经济研究》2018年第8期。
6. 倪红福:《生产网络结构、减税降费与福利效应》,《世界经济》2021年第1期。
7. 倪红福:《扭曲因子、进口中间品价格与全要素生产率——基于非竞争型投入产出网络结构一般均衡模型事后核算方法》,《金融研究》2022年第2期。
8. 倪红福、闫冰倩:《减税降费的价格和福利效应——引入成本传导率的投入产出价格模型分析》,《金融研究》2021年第2期。
9. 聂海峰、刘怡:《城镇居民的间接税负担:基于投入产出表的估算》,《经济研究》2010年第7期。
10. 彭水军、张文城、孙传旺:《中国生产侧和消费侧碳排放量测算及影响因素研究》,《经济研究》2015年第1期。
11. 任泽平:《能源价格波动对中国物价水平的潜在与实际影响》,《经济研究》2012年第8期。
12. 任泽平、潘文卿、刘起运:《原油价格波动对中国物价的影响——基于投入产出价格模型》,《统计研究》2007年第11期。
13. 苏丹妮、邵朝对:《全球价值链参与、区域经济增长与空间溢出效应》,《国际贸易问题》2017年第11期。
14. 苏庆义、马盈盈:《行业关联与实际有效汇率:理论与中国经验》,《世界经济》2021年第4期。
15. 王岚:《全球价值链嵌入与贸易利益:基于中国的实证分析》,《财经研究》2019年第7期。
16. 魏楚:《中国城市 CO₂ 边际减排成本及其影响因素》,《世界经济》2014年第7期。
17. 吴力波、李长河、汤维祺:《关税与非关税气候壁垒对中国实际有效汇率的影响》,《社会科学辑刊》2015年第5期。
18. 闫冰倩:《产业链税负:理论、测度和实证分析》,《财贸经济》2021年第5期。
19. 杨长江、阎晓璇:《全球价值链时代的单位劳动成本竞争力:测度方法、结构分解与经济影响》,《数量经济技术经济研究》2022年第10期。
20. Ahn, J. B., Park, C. G., & Park, C., Pass-Through of Imported Input Prices to Domestic Producer Prices: Evidence from Sector-Level Data. *The BE Journal of Macroeconomics*, Vol. 17, No. 2, 2017.
21. Auer, R. A., Levchenko, A. A., & Sauré, P., International Inflation Spillovers Through Input Linkages. *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 101, No. 3, 2019, pp. 507 – 521.
22. Auer, R., Borio, C., Filardo, A., The Globalisation of Inflation: The Growing Importance of Global Value Chains. BIS Working Papers, No. 602, 2017.
23. Auer, R., Mehrotra, A., Trade Linkages and the Globalisation of Inflation in Asia and the Pacific. *Journal of International Money and Finance*, Vol. 49, 2014, pp. 129 – 151.
24. Baqaee, D. R., & Farhi, E., Productivity and Misallocation in General Equilibrium. *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 135, No. 1, 2020, pp. 105 – 163.
25. Baumol, W., & Oates, W., *The Theory of Environmental Policy* (2nd ed.). Cambridge: Cambridge University Press, 1988.
26. Bayoumi, T., Lee, J., & Jayanthi, S., New Rates from New Weights. IMF Staff Papers, Vol. 53, No. 2, 2006, pp. 272 – 305.
27. Bayoumi, T., Saito, M., and Turunen, J., Measuring Competitiveness: Trade in Goods or Tasks, IMF Working Papers, 2013.
28. Bems, R., & Johnson, R. C., Valued-Added Exchange Rates. NBER Working Paper, No. 18498, 2012.
29. Bems, R., & Johnson, R. C., Demand for Value Added and Value-Added Exchange Rates. *American Economic Journal: Macroeconomics*, Vol. 9, No. 4, 2017, pp. 45 – 90.
30. Böhringer, C., Balistreri, E. J., & Rutherford, T. F., The Role of Border Carbon Adjustment in Unilateral Climate Policy: Overview of an Energy Modeling Forum Study. *Energy Economics*, Vol. 34, 2012, pp. S97 – S110.
31. Boussemart, J. P., Leleu, H., & Shen, Z., Worldwide Carbon Shadow Prices During 1990 – 2011. *Energy Policy*, Vol. 109, 2017, pp. 288 – 296.
32. Boyd, G. A., Tolley, G., & Pang, J., Plant Level Productivity, Efficiency, and Environmental Performance of The Container Glass Industry. *Environmental and Resource Economics*, Vol. 23, No. 1, 2002, pp. 29 – 43.
33. Chan, H. R., Manderson, E., & Zhang, F., Energy Prices and International Trade: Incorporating Input-output Linkages. World Bank Policy Research Working Paper, No. 8076, 2017.
34. Chen, Z. M., Chen, P. L., & Ma, Z., et al., Inflationary and Distributional Effects of Fossil Energy Price Fluctuation on the Chinese Economy. *Energy*, Vol. 187, 2019, 115974.
35. Devulder, A., & Lisack, N., Carbon Tax in a Production Network: Propagation and Sectoral Incidence. Banque de France Working

Paper, No. 760, 2020.

36. Dissou, Y., & Karnizova, L., Emissions Cap or Emissions Tax? A Multi-sector Business Cycle Analysis. *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 79, 2016, pp. 169 – 188.
37. Dwyer, L., Forsyth, P., & Spurr, R., et al., Economic Impacts of a Carbon Tax on the Australian Tourism Industry. *Journal of Travel Research*, Vol. 52, No. 2, 2013, pp. 143 – 155.
38. Ellis, J., Nachtigall, D., & Venmans, F., Carbon Pricing and Competitiveness: Are They at Odds?. OECD Environment Working Papers, No. 152, 2019.
39. Fabra, N. & Reguant, M., Pass-through of Emissions Costs in Electricity Markets. *American Economic Review*, Vol. 104, No. 9, 2014, pp. 2872 – 2899.
40. Färe, R., Grosskopf, S., Noh, D. W., et al., Characteristics of a Polluting Technology: Theory and Practice. *Journal of Econometrics*, Vol. 126, No. 2, 2005, pp. 469 – 492.
41. Gillingham, K., & Stock, J. H., The Cost of Reducing Greenhouse Gas Emissions. *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 32, No. 4, 2018, pp. 53 – 72.
42. IPCC, WGII Sixth Assessment Report: Summary for Policymakers. Intergovernmental Panel on Climate Change, 2022.
43. Lee, M., & Zhang, N., Technical Efficiency, Shadow Price of Carbon Dioxide Emissions, and Substitutability for Energy in the Chinese Manufacturing Industries. *Energy Economics*, Vol. 34, No. 5, 2012, pp. 1492 – 1497.
44. Liu, Y., & Lu, Y., The Economic Impact of Different Carbon Tax Revenue Recycling Schemes in China: A Model-Based Scenario Analysis. *Applied Energy*, Vol. 141, 2015, pp. 96 – 105.
45. Ma, N., Li, H., Zhang, J., Han, X., Feng, S., & Arif, A., The Short-Term Price Effects and Transmission Mechanism of CO₂ Cost Pass-Through in China: A Partial Transmission Model. *Resources Policy*, Vol. 70, No. 101972, 2021.
46. Marczak, M., & Beissinger, T., Competitiveness at the Country-Sector Level: New Measures Based on Global Value Chains. Institute of Labor Economics (IZA), IZA Discussion Papers, No. 11499, 2018.
47. Meng, S., & Pham, T., The Impact of the Australian Carbon Tax on the Tourism Industry. *Tourism Economics*, Vol. 23, No. 3, 2017, pp. 506 – 522.
48. Patel, N., Wang, Z., & Wei, S., Global Value Chains and Effective Exchange Rates at the Country-Sector Level. *Journal of Money Credit and Banking*, Vol. 51, No. S1, 2019, pp. 7 – 42.
49. Pless, J., & Van Benthem, A. A., Pass-through as a Test for Market power: An Application to Solar Subsidies. *American Economic Journal: Applied Economics*, Vol. 11, No. 4, 2019, pp. 367 – 401.
50. Shen, Z., Bai, K., Hong, T., & Balezantis, T., Evaluation of Carbon Shadow Price Within a Non-Parametric Meta-Frontier Framework: The Case of OECD, ASEAN and BRICS. *Applied Energy*, Vol. 299, No. 117275, 2021.
51. Wang, Z., Wei, S. J., & Yu, X., et al., Characterizing Global Value Chains: Production Length and Upstreamness. National Bureau of Economic Research, 2017.
52. World Bank. State and Trends of Carbon Pricing 2022. Washington, DC: World Bank, 2022.
53. Wu, L., Li, J., & Zhang, Z. X., Inflationary Effect of Oil-price Shocks in an Imperfect Market: A Partial Transmission Input-output Analysis. *Journal of Policy Modeling*, Vol. 35, No. 2, 2013, pp. 354 – 369.
54. Zhang, C., Song, K., & Wang, F., Economic Globalization and Inflation in China: A Multivariate Approach. *China & World Economy*, Vol. 23, No. 3, 2015, pp. 79 – 96.

Analysis of the Price Competitiveness Effect of Market-Based Carbon Emissions Reduction Policies

YANG Changjiang (Fudan University, 200433)

YAN Xiaoxuan (Industrial Securities, 200135)

Summary: The impact of climate policy on the economy is comprehensive and profound, and its impact on international competitiveness has always been the focus of relevant policies, but existing literature rarely touches

on the price competitiveness effect of carbon emissions reduction policies in a strict sense. This paper attempts, for the first time in climate change research, an analysis of the actual effective exchange rate index that takes into account global value chain factors. Based on the national all-industry carbon shadow prices calculated within the same framework as marginal emissions reduction costs, and in response to the mechanism of repeated cycles of carbon emissions reduction cost shocks in the input-output network, we used the product prices calculated by the input-output price model as price indices, constructed an actual effective exchange rate indicator that is consistent with prices and weights in the context of the global value chain, and analyzed the impact of carbon emissions reduction policies on price competitiveness.

The research results are as follows. Firstly, at the 20% coverage level, carbon reduction policies led to a 0.61% increase in product prices in China in 2014, ranking ninth in the sample countries and less than most countries. By decomposing price changes, we can see that global and national value chain factors play a crucial role in the price impact of carbon reduction policies in various countries, with the national value chain having the greatest impact on the price increase of Chinese products. Secondly, based on the quantity effect, it can be inferred that due to the relatively small impact of carbon reduction policies on China's prices, when bilateral trade is affected by both import and export product prices, China's exports have increased. Thirdly, based on the analysis of global price competitiveness changes based on actual effective exchange rates, it can be concluded that due to the lower impact of carbon reduction policies on product prices, the price competitiveness of countries such as China, India, and Mexico has improved.

The paper offers the following suggestions. Firstly, the government should design sound carbon emissions reduction policies based on national conditions, and coordinate the use of tools such as carbon taxes and carbon trading to prevent carbon leakage and unilateral competitiveness decline caused by the inadequacy of a single policy. Secondly, the impact of carbon emissions reduction policies on China's price competitiveness is controllable on the whole. China should actively promote the establishment of a sound and symmetrical carbon emissions reduction policy globally, as well as a fair and effective carbon emissions responsibility distribution system. Once again, in the context of highly interconnected input and output among global industries, China can alleviate the impact of carbon reduction policies on product prices by importing low-carbon intermediate goods, and on the other hand, actively reduce the carbon emissions density of the industry through green technological progress, low-carbon energy substitution, and industrial upgrading and transformation.

Keywords: Carbon Emissions Reduction Policies, Real Effective Exchange Rate, Input-Output Price Model, GVC

JEL: F14, F18

责任编辑:静 好