

全球价值链前向嵌入与制造业出口隐含碳排放 ——兼论数字服务贸易自由化的调节效应

周宏伟¹ 刘曙光²

(1. 南开大学, 天津 300071; 2. 中国海洋大学, 山东 青岛 266100)

摘要: 全球价值链分工对贸易隐含碳排放的影响受到学界广泛关注。本文实证检验全球价值链前向嵌入影响出口隐含碳排放的理论机制, 进一步分析数字服务贸易自由化的调节效应。研究发现: 全球价值链前向嵌入、简单嵌入对出口隐含碳排放的影响呈倒 U 型, 而复杂嵌入具有显著的抑制效应; 发达国家与欧洲价值链网络区域全球价值链前向嵌入对出口隐含碳排放的影响呈倒 U 型, 而发展中国家、北美价值链和亚洲价值链网络区域全球价值链前向嵌入具有显著的抑制效应; 相对于高技术行业, 全球价值链前向嵌入与低技术行业出口隐含碳排放的倒 U 型关系更为显著。调节效应表明: 数字服务贸易自由化提前了全球价值链前向嵌入与出口隐含碳排放倒 U 型曲线的拐点, 该效应在发达国家、欧洲价值链网络区域以及低技术行业中更加明显; 数字服务贸易自由化增强了发展中国家、亚洲价值链网络区域以及复杂嵌入的出口减排效应。本文结论对全球价值链视角下中国经济绿色低碳发展具有重要启示。

关键词: 全球价值链; 出口隐含碳排放; 倒 U 型; 数字服务贸易自由化; 调节效应

中图分类号: F062.9/F062.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-1894 (2025) 01-0001-17

一、引言

在经济全球化背景下, 以全球价值链为基础的国际分工体系已成为推动国际贸易发展和重塑国际经济格局的关键力量。随着全球价值链分工的纵向延伸与不断细化, 全球对外贸易持续增长, 其带来的环境污染能够跨越多个区域, 对气候变化问题产生重要影响 (Shapiro and Walker, 2018)。OECD 数据表明, 世界出口隐含碳排放由 1995 年的 5,103.2Mt 快速上升至 2018 年的 9,697.7Mt, 增长 90.03%。同时, 由于全球价值链嵌入方式不同, 各国参与国际分工产生的环境成本存在显著差异。后向嵌入全球价值链的国家依托资源禀赋与要素价格优势, 从事低技术与低附加值的加工组装环节, 并主要以对进口中间品进行加工的方式参与贸易活动, 在此过程中产生了大量能源消耗与碳排放。前向嵌入全球价值链的国家凭借技术优势, 承担

作者简介: 周宏伟, 南开大学经济学院博士生, 研究方向: 数字经济、全球价值链; 刘曙光, 中国海洋大学经济学院教授, 博士, 研究方向: 区域创新与国际经济合作。

基金项目: 国家社会科学基金重大项目“新时代中国特色社会主义思想指引下的海洋强国建设方略研究”(项目编号: 18VSJ067)。

研发设计、品牌运作等非生产性环节，并主要以提供中间品的方式参与贸易活动，尽管中间品包含大量间接碳排放和污染转移（Wang et al., 2019），但其带来的清洁生产与技术升级仍然可能降低贸易活动中的能源消耗与碳排放。近年来，中国参与国际分工逐步从以劳动密集型产品出口为主的“粗放型”方式转向以技术密集型产品发展为主的“再创新”模式。OECD 数据显示，1995~2018 年中国制造业全球价值链前向嵌入度稳步上升，并逐渐缩小与后向嵌入度的差距，表明中国在全球价值链分工体系中承担的角色正由“价值输入者”向“价值输出者”转变（王思语和郑乐凯，2019）。基于此，深入探究以前向关联方式嵌入全球价值链的减排效应可为进一步推动中国制造业全球价值链升级与节能减排提供现实依据和政策启示。

数字经济的兴起使越来越多的服务变得可交易，由此衍生的数字服务贸易有效推动了制造业服务化、数字化与绿色化转型，成为促进全球价值链升级（魏龙和易子榆，2021；刘震等，2023）与降低污染排放（韩晶等，2021）的重要因素。中共二十大报告指出，要加快发展数字经济，促进数字经济和实体经济深度融合，创新服务贸易发展机制，发展数字贸易，加快建设贸易强国，同时指出要积极推进碳达峰碳中和。基于此，本文利用 1995~2018 年 OECD 投入产出数据库测度了全球 36 个国家^① 17 个制造部门^②的出口隐含碳排放，探究全球价值链前向嵌入对出口隐含碳排放的影响机制，并进一步剖析数字服务贸易自由化对上述影响的调节效应，对加快实现“双碳”目标，推动制造业数字化、服务化转型具有积极意义。

二、文献综述

与本文探究的问题相关的文献有两支。第一支文献探究了全球价值链与贸易隐含碳排放之间的关系。在全球价值链嵌入程度方面，吕越等（2017）认为，全球价值链前向嵌入可以显著降低中国工业行业出口隐含碳排放，而后向嵌入与之相反。赵玉焕等（2021）分析了中国 56 个行业，发现只有增加前向生产长度才能降低出口碳排放强度。Chen 等（2022）认为，与后向嵌入相比，前向嵌入有助于提高全球价值链前向生产链长度和分工位置指数，从而减少劳动密集型和技术密集型行业的出口隐含碳排放。高鹏和岳书敬（2022）发现，前向嵌入与中国产业部门隐含碳排放存在倒 U 型特征，而后向嵌入增加了隐含碳排放（蔡礼辉等，2020）。此外，Liu 等（2018）指出，中国参与全球价值链的环境成本高于贸易利得，存在贸易与环

① 本文选取的国家为：澳大利亚、奥地利、比利时、加拿大、捷克、德国、爱沙尼亚、芬兰、法国、丹麦、希腊、匈牙利、爱尔兰、意大利、日本、韩国、挪威、波兰、葡萄牙、斯洛伐克、斯洛文尼亚、西班牙、瑞典、瑞士、英国、美国、中国、土耳其、巴西、保加利亚、克罗地亚、印度、印度尼西亚、罗马尼亚、墨西哥。

② 本文基于 OECD TiVA 数据库，将制造业细分为 17 个部门，分别为：食品、饮料和烟草（D10T12）；纺织品、皮革和鞋类（D13T15）；木材及木材和软木制品（D16）；纸制品和印刷（D17T18）；焦炭和精炼石油产品（D19）；化工产品（D20）；药品、医药化学产品和植物产品（D21）；橡胶和塑料制品（D22）；其他非金属矿产品（D23）；基本金属（D24）；金属制品（D25）；计算机、电子和光学设备（D26）；电气设备（D27）；机械和设备（D28）；机动车辆、拖车和半挂车（D29）；其他运输设备（D30）；机械、设备的维修和安装（D31T33）。

境关系的失衡问题。吕延方等（2019）认为全球价值链参与度与中国贸易隐含碳排放存在非线性关系，具有以技术水平为平滑转换变量的双门槛特征。在全球价值链分工地位方面，较低的分工地位会使中国产生较高的贸易隐含碳排放水平（潘安，2017），随着全球价值链参与水平逐渐提高，其可能陷入“捕获式困境”（王玉燕等，2014），贸易隐含碳排放规模也随之扩大。Liu 等（2020）认为，全球价值链分工地位与出口碳排放存在负相关关系，其中全球价值链效应强于规模效应、结构效应与技术效应。刘瑶等（2023）探究了全球价值链嵌入与分工地位对出口—碳排放关系的调节效应，指出全球价值链嵌入会降低出口碳排放强度，并且前向嵌入的抑制作用大于后向嵌入，而全球价值链分工地位的提升将提前出口—碳排放倒 U 型关系的拐点，有助于进一步减少出口碳排放（赵玉焕等，2021）。

第二支文献探究了数字服务贸易自由化的经济效应与环境效应。在服务贸易方面，孟夏等（2020）认为数字贸易壁垒对数字交付服务产生了负向作用。同样，有学者指出数字服务贸易限制性措施对数字服务的进出口存在抑制作用（周念利和包雅楠，2021），且不利于提升服务业的出口复杂度（齐俊妍和强华俊，2021）。在制造业转型升级方面，数字服务贸易限制性措施能够降低制造业投入服务化水平（周念利和包雅楠，2022），阻碍制造业出口产品质量升级（张国峰等，2022）。数字服务贸易市场开放可以增加进口品种类和数字化服务投入（张艳等，2013），提高企业创新质量（方慧等，2022）和制造业出口技术复杂度（任同莲，2021）。在参与全球价值链方面，赵晓斐和何卓（2022）认为数字服务贸易壁垒显著缩短了价值链长度，使上下游行业远离两端的高附加值环节。魏龙和易子榆（2021）、齐俊妍和李月辉（2022）分别实证检验了数字服务监管异质性对制造业分工地位和双边价值链关联的负向作用。耿伟等（2022）采用社会网络分析法发现，数据监管较为宽松的国家对出口增加值的提升作用更为突出。在节能减排方面，Sun 等（2021）认为，服务贸易全球化可以通过扩大生产规模、技术外溢和提高生产效率对环境产生积极影响。韩晶等（2021）进一步分析了数字服务贸易对碳排放的影响机制，发现数字服务贸易发展水平较低的国家扩大开放可以更大程度地提高能源利用和碳排放效率。

综上所述，现有研究在以下方面亟待补充。一方面，已有研究多选取中国省际、行业或企业层面数据，较少从全球性视角探索全球价值链嵌入对出口碳排放的影响；另一方面，已有学者开始探讨数字服务贸易自由化的经济效应和环境效应，但鲜有学者对数字服务贸易、全球价值链嵌入以及出口碳排放三者之间的联系进行探究。基于此，本文可能的边际贡献在于：将全球价值链、数字服务贸易自由化与出口隐含碳排放置于统一框架下，构建了全球价值链前向嵌入影响出口隐含碳排放的理论机制，并进一步探讨了数字服务贸易自由化的调节效应；选取跨国—行业面板数据对理论机制进行检验，并考察了不同区域、行业与全球价值链嵌入方式的异质性影响；考察全球价值链前向嵌入的碳排放效应，在当前推动贸易高质量发展和实现双碳目

标背景下，有利于深入理解出口隐含碳排放演变的驱动因素，也为中国进一步融入全球价值链分工体系提供政策启示。

三、理论机制与研究假说

（一）全球价值链前向嵌入对出口隐含碳排放的影响

全球价值链前向嵌入表明，行业主要以提供中间产品的方式参与国际分工，对出口隐含碳排放的影响可分为促进效应和抑制效应两个方面。促进效应体现在：在全球价值链嵌入初期，外部需求大幅增加，能源要素投入需求随之扩张，产生了大量能源消耗与碳排放（谢会强等，2018）；在以前向嵌入方式参与全球价值链过程中，中间产品贸易活动引致了大量间接碳排放（Wang et al., 2019），提高了出口隐含碳强度（赵玉焕等，2020）；前向嵌入全球价值链可能对主导价值链的垄断势力形成挑战和威胁，从而产生“低端锁定”和“价值链俘获”现象，导致出口碳排放进一步增加（高鹏和岳书敬，2022）。抑制效应体现在：前向嵌入全球价值链的国家会通过消化、吸收和模仿先进技术实现技术整合（张少军和刘志彪，2013），有助于提升技术水平（苏杭等，2017）和企业生产率（吕越等，2017；龙飞扬和殷凤，2021），进而提高能源利用效率与碳生产率（李焱等，2021）；前向嵌入全球价值链推动合作双方制定更为标准化的产业政策（Gereffi, 2013）和贸易政策（盛斌和陈帅，2015），倒逼行业优化生产和贸易结构（李小平和彭书舟，2022），降低非清洁能源使用比重和碳排放强度；前向嵌入全球价值链的企业可以利用全球价值链条中持续流动的先进知识要素向上游攀升（白俊红和余雪微，2022），其在全球价值链分工体系中所承担的环节由加工组装向研发设计和品牌运作转变，从而减少了能源消耗与碳排放。基于上述分析，本文提出假说1。

假说1：全球价值链前向嵌入对出口隐含碳排放产生促进和抑制两方面的效应。

（二）数字服务贸易自由化的调节效应

以现代信息网络为载体的数字服务贸易具有绿色、共享、高效的环境友好型特征，对实现价值链高端嵌入、减少隐含碳排放具有重要意义。随着数字经济的快速发展，数字服务贸易自由化有助于加快服务要素与知识流动，降低中间品进口成本，推动制造业转型升级和分工地位攀升，进而增强全球价值链嵌入的减排效应。首先，数字服务贸易自由化能够加快服务要素流动，优化服务要素供给规模与质量（林僖和林祺，2023），同时增强数据要素对产业升级的驱动力（吕越等，2020），减少对传统生产要素的依赖，提高价值链上的资源配置效率和分工协作水平，降低企业嵌入全球价值链过程中的能源消耗依赖（祝树金等，2020）和出口隐含碳排放强度（刘斌等，2021）。其次，数字服务贸易自由化能够加速全球价值链条中的知识流动与技术扩散（韩晶等，2021），增强企业吸收能力，提高企业生产效率（张艳等，2013）和

出口技术水平（任同莲，2021），降低能源消耗强度和改善能源消耗结构，对全球价值链嵌入过程中产生的碳排放具有抑制作用（林僖和林祺，2023）。再次，数字服务贸易自由化能够降低服务要素进口成本，为本国提供更加优质的服务中间品（林僖，2021），有效推动了制造业服务化与数字化转型，从而提高企业嵌入全球价值链的能源利用效率和隐含碳生产率，进一步减少隐含碳排放（刘斌等，2021；卢华玉和余群芝，2022）。最后，数字服务贸易自由化有助于促进制造业转型升级（姚战琪，2019）与全球价值链分工地位攀升（李丹等，2022；刘震等，2023），推动企业由全球价值链低端环节嵌入转变为高端环节嵌入，降低“低端锁定”与“价值链俘获”影响，增强全球价值链嵌入的减排效应。基于上述分析，本文提出假说2。

假说2：数字服务贸易自由化水平的提高会增强全球价值链前向嵌入的出口减排效应。

四、核心指标测度与现状分析

（一）数字服务贸易自由化水平

已有文献多利用以下两种方法测度服务贸易自由化指标：一是将服务贸易自由化政策、区域贸易协定等转化为信息数据，如Hoekman（1995）提出的频度法以及OECD的服务贸易限制指数等；二是从数量工具与价格工具角度，利用常用的服务贸易数据衡量服务贸易自由化程度，如服务贸易流量、服务贸易渗透率等。本文在第二种方法的基础上利用反映制造业数字化水平的完全消耗系数与数字服务贸易流量加权得到数字服务贸易自由化水平指标。

首先，计算完全消耗系数。公式如下：

$$b_{ij} = a_{ij} + \sum_{k=1}^n a_{ik} a_{kj} + \sum_{s=1}^m \sum_{k=1}^n a_{is} a_{sk} a_{kj} + \dots \quad (1)$$

在式（1）中， b_{ij} 表示完全消耗系数；等号右侧第1项为制造部门 j 对服务部门 i 的直接消耗，第2项及以后项为间接消耗，累加起来即是完全消耗。

其次，通过贸易加权得到数字服务贸易自由化水平指标。公式如下：

$$DSTF_{jt} = \sum b_{ijt} \times Trade_{jt} \quad (2)$$

在式（2）中， j 表示制造业细分部门， i 代表数字服务行业； $Trade_{jt}$ 表示 t 时期 j 行业贸易总量； $DSTF_{jt}$ 为数字服务贸易自由化水平。

数据表明，各国数字服务贸易自由化水平均呈波动上升趋势，金融危机后，美国和德国增长速度最快；中国数字服务贸易自由化水平仍然明显低于美国、英国和德国，但高于日本和韩国。^②

① 本文选取的数字服务行业包括电信（D61）以及计算机编程、咨询和其他信息服务活动（D62T63）。

② 数据来源：作者根据OECD数据库的数据计算整理所得；各国指的是中国、日本、韩国、美国、德国和英国。

(二) 全球价值链前向嵌入程度

全球价值链前向嵌入程度为本文的核心解释变量,采用全球价值链前向参与度指数(GVC_Pat_{ijt})表征,借鉴Wang等(2019)对产出增加值的分解框架,构建行业层面全球价值链前向参与度指数如下:

$$GVC_Pat_f = GVC_Pat_f_s + GVC_Pat_f_c \quad (3)$$

$$GVC_Pat_f_s = VAs_{gvc}/SVA, GVC_Pat_f_c = VAc_{gvc}/SVA \quad (4)$$

在式(3)和式(4)中, GVC_Pat_f 为全球价值链前向参与度指数, $GVC_Pat_f_s$ 、 $GVC_Pat_f_c$ 分别为全球价值链简单和复杂前向参与度指数; SVA 为行业增加值, VAs_{gvc} 为直接被进口商吸收的中间产品出口所体现的增加值, VAc_{gvc} 为进口商进一步用于生产出口的中间产品出口所体现的增加值。

数据表明,除英国外,其余国家全球价值链前向参与度均有不同程度提升,韩国、德国与英国始终维持在较高的水平,金融危机后各国有所下降;中国制造业全球价值链前向参与度仍然明显低于主要发达国家。^①

(三) 出口隐含碳排放强度

本文采用出口隐含的国内碳排放与国内增加值的比重表征出口隐含碳排放强度。依据Yamano和Guilhoto(2022)的研究,得到出口隐含碳排放量^②的测算方式:

$$c_i^r = \begin{bmatrix} c_1^1 \\ c_2^1 \\ \vdots \\ c_N^K \end{bmatrix} = eB \begin{bmatrix} 0 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & t_p^{12} & \cdots & t_p^{1,N} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & 0 & 0 \end{bmatrix} u \quad (5)$$

在式(5)中, c_i^r 表示国家 r 行业 i 的出口隐含碳排放量矩阵, t_p^{rs} 表示国家 r 向国家 s 出口产品 p 的价值矩阵, u 为除国家 r 外其他国家的 $NK \times 1$ 阶集合矩阵, eB 为直接碳排放系数矩阵, $B=(I-A)^{-1}$ 为里昂惕夫逆矩阵。

数据表明,一方面,各国出口隐含碳排放强度均呈下降趋势,金融危机后中美两国的出口隐含碳排放强度持续降低;中国出口隐含碳排放强度仍然明显高于主要发达国家。^③另一方面,德国、韩国和日本出口隐含碳排放变化平稳,美国在金融危机后出现了明显降低,但其后保持基本稳定,英国则有持续下降趋势。中国出口隐含碳排放量仍然明显高于主要发达国家,自加入WTO后出口隐含碳排放急剧增加,金融危机后出现短暂下滑,但很快出现反弹。总之,无论是出口隐含碳排放强度还是出口引致的国内碳排放总量,中国始终居于高位,具有较大的减排压力。

① 数据来源:作者根据UIBE数据库的数据计算整理所得。各国指的是中国、日本、韩国、美国、德国和英国;其余国家指的是除英国外的其他5国。

② 这里的碳排放来源与IEA(International Energy Agency)的划分一致,共包含46种燃料。

③ 数据来源:作者根据OECD数据库的数据计算整理所得;各国指的是中国、日本、韩国、美国、德国和英国。

五、模型构建

（一）模型设定及估计方法

为实证检验全球价值链嵌入影响出口隐含碳排放的理论机制，并考虑到碳排放等污染变量具有一定程度的历史依赖性，本文构建动态面板回归模型如下：

$$TEC_{ijt} = \alpha_0 + \alpha_1 TEC_{ijt-1} + \alpha_2 GVC_Pat_{ijt} + \alpha_3 GVC_Pat_{ijt}^2 + \alpha_4 TS_{ijt} + \alpha_5 ES_{ijt} + \alpha_6 TFP_{ijt} + \alpha_7 X_{ijt} + \lambda_i + \mu_j + \pi_t + \varepsilon_{ijt} \quad (6)$$

在式（6）中， i 为剔除部分样本后的 36 个国家， j 为制造业 17 个细分部门， t 表示年份； TEC_{ijt} 为 t 时期国家 i 行业 j 出口隐含碳排放强度， TEC_{ijt-1} 为其一阶滞后项； GVC_Pat_{ijt} 为行业层面全球价值链前向参与度指数，用以表征全球价值链前向嵌入程度，是本文的核心解释变量； TS_{ijt} 、 ES_{ijt} 和 TFP_{ijt} 分别为贸易规模、经济结构及全要素生产率，用以表征规模效应、结构效应和技术效应； X_{ijt} 为控制变量组； λ_i 、 μ_j 、 π_t 分别为国家、行业和时间固定效应； ε_{ijt} 为随机误差项。

（二）变量说明

本文的核心变量已在上文测度和分析，为减少遗漏变量偏误，本部分主要从行业和国家两个层面对控制变量组进行说明。

行业层面。（1）贸易规模（ TS ）。选取制造业细分部门的出口国内增加值表征规模效应，以衡量国内出口创造并被国外全部吸收的真实价值。（2）贸易结构（ ES ）。选取国内出口增加值占总出口的比重作为结构效应的代理变量。（3）全要素生产率（ TFP ）。技术水平提升可以提高能源效率，减少碳排放（吕越和吕云龙，2019）。（4）能源消耗强度（ EIR ）。选取与二氧化碳排放相关的行业能源消耗总量与行业总产出的比重衡量。（5）能源消耗结构（ ESI ）。选取与二氧化碳排放相关的煤炭和原油等投入占能源消耗总量的比重衡量。（6）从业人数（ EMP ）。从业人数较多的行业一般为劳动密集型，在国际分工中多承担加工组装等下游环节，其产生的碳排放更高。（7）人均产出（ OPC ）。选取行业总产出与从业人数之比衡量。（8）行业对外开放度（ $OPEN$ ）。选取行业出口占总产出比重衡量。（9）全球价值链分工地位（ GVC_Pos ）。本文借鉴 WWYZ 分解框架，利用全球价值链前向生产长度和后向生产长度之比构建全球价值链分工地位指数如下：

$$GVC_Pos = PLv_GVC / PLy_GVC \quad (7)$$

国家层面。（1）经济规模（ GDP ）。经济发展水平越高，在国际分工中承担的环节越多，生产和贸易过程中产生的碳排放就越高。（2）外资规模（ $FDIR$ ）。外资规模越大，东道国就越可能成为“污染天堂”，选取 FDI 占 GDP 的比重衡量。

（三）数据来源

本文选取 2000~2016 年 36 个国家 17 个制造业部门数据进行研究。世界投入产出表来源于 OECD ICIO 数据库，出口增加值和数字服务贸易总量来源于 OECD

TiVA 数据库，出口隐含碳排放数据来源于 OECD STAN 数据库，全球价值链参与度及分工地位指数来源于 UIBE GVC 数据库，FDI 数据来源于 UNCTAD 数据库，GDP 数据来源于 WITS 数据库，并按照价格指数平减到 2000 年。其余控制变量原始数据均来源于 OECD TiVA 数据库及 WIOD 2016 版环境账户，并参照 ISIC 分类标准将两大数据库制造部门的行业代码整理归并。此外，制造业完全消耗系数数据利用 Matlab 软件对 OECD 投入产出表进行测算得到，行业全要素生产率则从业人数、固定资本存量和二氧化碳排放相关的能源消耗量作为投入、出口增加值作为期望产出、出口隐含碳排放量作为非期望产出并采用 Super-SBM 方法测算得到。

六、实证检验

（一）基准回归结果

表 1 列（1）~ 列（4）分别表示多维静态固定效应和动态固定效应的估计结果。通过对比可知，采用多维动态固定效应估计方法的拟合优度明显高于静态固定效应，同时被解释变量滞后一期系数在 1% 的显著性水平上显著。列（4）回归结果显示全球价值链前向嵌入一次项系数在 1% 水平上显著为正，二次项系数在 1% 水平上显著为负，说明全球价值链前向嵌入和出口碳排放之间存在倒 U 型的非线性关系。

在控制变量方面，表 1 显示所有控制变量均在 1% 水平上显著。规模效应和结构效应为负，技术效应为正；全球价值链分工地位的系数在 1% 水平上显著为负，说明全球价值链地位的提高能够有效降低出口碳排放，与预期相符；从业人数、能源消耗强度和能源消耗结构的系数在 1% 水平上显著为正，说明从业人数与能源消耗对碳排放具有促进作用，与预期相符；行业人均产出、对外开放水平、国家经济规模与外资规模的系数均显著为负。

（二）稳健性检验

本文采取以下方法进行稳健性检验。第一，替换被解释变量。用出口总值替代出口增加值作为分母重新衡量出口隐含碳排放强度。第二，样本缩尾处理。为了降低异常值的影响，使结果更加可靠，本文对被解释变量在 1% 分位上进行缩尾处理并再次进行回归。第三，重新衡量核心解释变量。以全球价值链前向生产长度表征嵌入程度。第四，考虑变量之间的内生性问题。全球价值链前向嵌入和出口隐含碳排放强度之间可能存在的双向因果关系、模型建立过程中可能存在的遗漏变量等问题都会影响估计结果，故本文选取全球价值链前向参与度及平方项的一阶滞后项作为工具变量对模型进行估计。表 2 回归结果显示全球价值链前向嵌入与出口碳排放之间仍然存在倒 U 型关系，本文结论具有一定的稳健性，假说 1 得以验证。

（三）异质性分析

由于各国收入水平、行业技术密集度和分工复杂性存在差异，全球价值链前向嵌

入对出口隐含碳排放的影响具有明显的异质性特征。第一，发达国家与发展中国家在全球价值链分工体系中所承担的环节以及对环境质量和标准的要求有所不同，位于不同全球价值链网络的国家在生产和贸易方式上也具有差异，从而导致全球价值链嵌入对出口碳排放的影响存在异质性。第二，相对于低技术制造业，高技术制造业具有低污染、低能耗特征（邵帅等，2019），服务化水平更高，从而能源利用效率更高，碳排放更低。第三，简单嵌入的主要特征是产品的复杂度与技术水平较低，可能陷入“低端锁定”困境，从而碳排放较多。全球价值链复杂嵌入的主要特征是在技术标准、产品质量和上下游协调生产等方面具有一定的技术复杂性，能够不断提升生产效率和技术水平，从而碳排放较少。基于上述分析，本文将从区域、行业以及全球价值链嵌入方式3个方面考察全球价值链前向嵌入对出口隐含碳排放的异质性影响。

1. 区域异质性

第一，根据世界银行以人均收入水平为标准的分类方法，将样本划分为发达国家与发展中国家两组。^①第二，按照所处全球价值链网络位置的差异，将样本划分为北美价值链网络、欧洲价值链网络和亚洲价值链网络3组。^②区域异质

表 1 基准回归结果

变量	多维静态固定效应		多维动态固定效应	
	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>L.TEC</i>			0.7362*** (0.0062)	0.7340*** (0.0062)
<i>GVC_Pat</i>	-0.0125 (0.0180)	0.3135*** (0.0398)	-0.0033 (0.0117)	0.0934*** (0.0259)
<i>GVC_Pat</i> ²		-0.3426*** (0.0374)		-0.1017*** (0.0244)
<i>GVC_Pos</i>	-0.3441*** (0.0149)	-0.3448*** (0.0148)	-0.1056*** (0.0098)	-0.1065*** (0.0098)
<i>ESI</i>	0.0914*** (0.0105)	0.0924*** (0.0105)	0.0275*** (0.0068)	0.0280*** (0.0068)
<i>EIR</i>	0.0007*** (0.0001)	0.0008*** (0.0001)	0.0002*** (0.0000)	0.0003*** (0.0000)
<i>TS</i>	-0.0431*** (0.0022)	-0.0493*** (0.0023)	-0.0154*** (0.0015)	-0.0174*** (0.0015)
<i>EMP</i>	0.0274*** (0.0026)	0.0325*** (0.0027)	0.0113*** (0.0017)	0.0129*** (0.0018)
<i>ES</i>	-0.0028*** (0.0002)	-0.0027*** (0.0002)	-0.0009*** (0.0001)	-0.0008*** (0.0001)
<i>OPC</i>	-0.0010*** (0.0001)	-0.0009*** (0.0001)	-0.0003*** (0.0001)	-0.0002*** (0.0001)
<i>OPEN</i>	-0.1343*** (0.0157)	-0.1676*** (0.0161)	-0.0420*** (0.0102)	-0.0522*** (0.0105)
<i>TFP</i>	0.0347*** (0.0049)	0.0318*** (0.0049)	0.0104*** (0.0032)	0.0096*** (0.0032)
<i>lnGDP</i>	-0.1133*** (0.0057)	-0.1032*** (0.0058)	-0.0586*** (0.0037)	-0.0558*** (0.0038)
<i>FDIR</i>	-0.0250*** (0.0069)	-0.0216*** (0.0069)	-0.0154*** (0.0045)	-0.0144*** (0.0045)
Constant	1.6141*** (0.0513)	1.4697*** (0.0534)	0.6861*** (0.0341)	0.6459*** (0.0354)
国家固定效应	是	是	是	是
行业固定效应	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是
观测值	10,335	10,335	10,333	10,333
R ²	0.577	0.580	0.823	0.823

注：*、**和***分别表示估计数值在10%、5%和1%的水平上显著；括号内为标准误；下表同。

① 发达国家包括澳大利亚、奥地利、比利时、加拿大、捷克、德国、爱沙尼亚、芬兰、法国、丹麦、希腊、匈牙利、爱尔兰、意大利、日本、韩国、挪威、波兰、葡萄牙、斯洛伐克、斯洛文尼亚、西班牙、瑞典、瑞士、英国、美国；发展中国家包括中国、土耳其、巴西、保加利亚、克罗地亚、印度、印度尼西亚、罗马尼亚、墨西哥。

② 位于北美价值链网络的国家有美国、加拿大和墨西哥；位于欧洲价值链网络的国家有奥地利、比利时、捷克、德国、爱沙尼亚、芬兰、法国、丹麦、希腊、匈牙利、爱尔兰、意大利、拉脱维亚、挪威、波兰、葡萄牙、斯洛伐克、斯洛文尼亚、西班牙、瑞典、瑞士、英国、土耳其、保加利亚、克罗地亚和罗马尼亚；位于亚洲价值链网络的国家有中国、日本、韩国、印度和印度尼西亚。

表 2 稳健性检验回归结果

变量	稳健性检验 1	稳健性检验 2	稳健性检验 3	稳健性检验 4
	替换被解释变量	缩尾处理	替换核心解释变量	工具变量法
	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>L.TEC</i>	0.7600*** (0.0060)	0.6603*** (0.0060)	0.7355*** (0.0062)	0.7039*** (0.0059)
<i>GVC_Pat</i>	0.0008*** (0.0002)	0.0293* (0.0165)	0.0145* (0.0087)	0.1223** (0.0476)
<i>GVC_Pat</i> ²	-0.0009*** (0.0002)	-0.0499*** (0.0158)	-0.0015** (0.0007)	-0.0978*** (0.0269)
控制变量	是	是	是	是
国家固定效应	是	是	是	是
行业固定效应	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是
观测值	10,333	10,333	10,333	10,333
R ²	0.808	0.895	0.823	0.891

性回归结果见表 3 和表 4。表 3 回归结果显示，发展中国家的全球价值链前向嵌入一次项系数在 1% 水平上显著为负，加入二次项后一次项系数变得不显著，说明该区域全球价值链前向嵌入对出口碳排放具有显著的抑制效应；发达国家的全球价值链前向嵌入一次项系数在 1% 水平上显著为正，二次项系数在 1% 水平上显著为负，说明该区域全球价值链前向嵌入与出口碳排放之间存在显著的倒 U 型关系。表 4 回归结果

表 3 按照人均收入水平差异划分的区域异质性回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	发展中国家		发达国家	
<i>L.TEC</i>	0.6630*** (0.0130)	0.6624*** (0.0130)	0.7008*** (0.0073)	0.6975*** (0.0073)
<i>GVC_Pat</i>	-0.0849*** (0.0277)	0.0118 (0.0535)	0.0285** (0.0137)	0.1523*** (0.0296)
<i>GVC_Pat</i> ²		-0.1322** (0.0627)		-0.1283*** (0.0272)
控制变量	是	是	是	是
国家固定效应	是	是	是	是
行业固定效应	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是
关系	线性		倒 U 型	
观测值	2,532	2,532	7,800	7,800
R ²	0.858	0.859	0.817	0.817

显示，北美与亚洲价值链网络区域的全球价值链前向嵌入一次项系数在 1% 水平上显著为负，加入二次项后一次项系数变得不显著，说明上述区域全球价值链前向嵌入对出口碳排放具有显著的抑制效应；欧洲价值链网络区域的全球价值链前向嵌入一次项系数在 1% 水平上显著为正，二次项系数在 1% 水平上显著为负，说明该区域全球价值链前向嵌入与出口碳排放之间存在显著的倒 U 型关系。

2. 行业异质性

根据 OECD 2011 年发布的以技术密集度为标准的分类方法，将样本划分为低技术、中低技术、中高技术和高技术制造业 4 类，本文进一步将其归并为低技术制造业和高技术制造业两组，^①行业异质性回归结果见表 5。结果显示，低技术制造业的全球

① 低技术制造行业代码为：D10T12、D13T15、D16、D17T18、D19、D20、D21、D22、D23、D24、D25、D31T33；高技术制造行业代码为：D26、D27、D28、D29、D30。

表 4 按照全球价值链网络位置差异划分的区域异质性回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	北美价值链网络		欧洲价值链网络		亚洲价值链网络	
<i>L.TEC</i>	0.6069*** (0.0208)	0.6025*** (0.0209)	0.6432*** (0.0076)	0.6400*** (0.0076)	0.6833*** (0.0214)	0.6754*** (0.0216)
<i>GVC_Pat</i>	-0.0525*** (0.0151)	0.0021 (0.0341)	0.0543*** (0.0174)	0.2160*** (0.0374)	-0.1552** (0.0360)	0.0732 (0.1015)
<i>GVC_Pat</i> ²		-0.0530* (0.0297)		-0.1596*** (0.0327)		-0.2447** (0.1017)
控制变量	是	是	是	是	是	是
国家固定效应	是	是	是	是	是	是
行业固定效应	是	是	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是	是	是
关系	线性		倒 U 型		线性	
观测值	866	866	7,494	7,494	1,393	1,393
R ²	0.926	0.926	0.820	0.820	0.911	0.911

价值链前向嵌入一次项系数在 1% 水平上显著为正，二次项系数在 1% 水平上显著为负，说明该行业全球价值链前向嵌入与出口碳排放之间存在显著的倒 U 型关系；高技术制造业的全球价值链前向嵌入一次项与二次项系数均不显著，说明该行业全球价值链前向嵌入的减排空间较小。

3. 全球价值链嵌入方式异质性

按照跨境次数的差异将全球价值链前向嵌入划分为简单前向嵌入和复杂前向嵌入两组，回归结果见表 6。结果显示，全球价值链简单前向嵌入一次项系数在 1% 水平上显著为正，二次项系数在 1% 水平上显著为负，说明全球价值链简单前向嵌入与出口碳排放之间存在显著的倒 U 型关系；全球价值链复杂前向嵌入一次项系数在 1% 水平上显著为负，加入二次项后一次项系数变得不显著，说明全球价值链复杂前向嵌入对出口碳排放具有显著的抑制效应。

表 5 行业异质性回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	低技术行业		高技术行业	
<i>L.TEC</i>	0.7425*** (0.0077)	0.7404*** (0.0077)	0.5196*** (0.0112)	0.5192*** (0.0113)
<i>GVC_Pat</i>	0.0074 (0.0160)	0.1146*** (0.0359)	0.0181 (0.0170)	0.0507 (0.0371)
<i>GVC_Pat</i> ²		-0.1093*** (0.0328)		-0.0352 (0.0356)
控制变量	是	是	是	是
国家固定效应	是	是	是	是
行业固定效应	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是
关系	倒 U 型		—	
观测值	7,288	7,288	3,044	3,044
R ²	0.823	0.823	0.852	0.852

表 6 全球价值链嵌入方式异质性回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	简单前向嵌入		复杂前向嵌入	
<i>L.TEC</i>	0.7351*** (0.0062)	0.7336*** (0.0062)	0.7344*** (0.0062)	0.7339*** (0.0062)
<i>GVC_Pat</i>	0.0643*** (0.0187)	0.1899*** (0.0425)	-0.0898*** (0.0208)	0.0024 (0.0463)
<i>GVC_Pat</i> ²		-0.2209*** (0.0671)		-0.2055** (0.0922)
控制变量	是	是	是	是
国家固定效应	是	是	是	是
行业固定效应	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是
关系	倒 U 型		线性	
观测值	10,333	10,333	10,333	10,333
R ²	0.823	0.823	0.823	0.823

七、拓展性分析：数字服务贸易自由化的调节效应

（一）调节效应模型设定

为进一步检验数字服务贸易开放对全球价值链与出口碳排放关系的影响，将全球价值链前向嵌入与数字服务贸易开放水平的交互项引入模型：

$$TEC_{ijt} = \beta_0 + \beta_1 TEC_{ijt-1} + \beta_2 GVC_Pat_{ijt} + \beta_3 DSTF_{ijt} + \beta_4 GVC_Pat_{ijt} \times DSTF_{ijt} + \beta_5 TS_{ijt} + \beta_6 ES_{ijt} + \beta_7 TFP_{ijt} + \beta_8 X_{ijt} + \lambda_i + \mu_j + \pi_t + \varepsilon_{ijt} \quad (8)$$

$$TEC_{ijt} = \gamma_0 + \gamma_1 TEC_{ijt-1} + \gamma_2 GVC_Pat_{ijt} + \gamma_3 GVC_Pat_{ijt}^2 + \gamma_4 DSTF_{ijt} + \gamma_5 GVC_Pat_{ijt} \times DSTF_{ijt} + \gamma_6 TS_{ijt} + \gamma_7 ES_{ijt} + \gamma_8 TFP_{ijt} + \gamma_9 X_{ijt} + \lambda_i + \mu_j + \pi_t + \varepsilon_{ijt} \quad (9)$$

在式（8）和式（9）中， $DSTF_{ijt}$ 为数字服务贸易自由化水平，其他变量与式（6）一致。

（二）调节效应结果分析

表7为总样本调节效应检验的回归结果。列（1）和列（2）显示交互项系数显著为负，表明随着数字服务贸易自由化水平的提升，全球价值链前向嵌入与出口碳排放倒U型曲线的拐点^①左移，即数字服务贸易开放能够促进出口碳减排。列（3）和列（4）显示交互项系数为负，全球价值链简单前向嵌入与出口碳排放倒U型曲线的拐点有左移趋势，但可能由于简单跨境生产活动产生的碳排放更多，导致该影响并不显著。列（5）和列（6）显示全球价值链复杂前向嵌入系数与交互项系数均显

表7 总样本调节效应检验

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	前向嵌入		简单前向嵌入		复杂前向嵌入	
$L.TEC$	0.7341*** (0.0062)	0.7321*** (0.0062)	0.7332*** (0.0062)	0.7318*** (0.0062)	0.7325*** (0.0062)	0.7320*** (0.0062)
GVC_Pat	0.0042 (0.0120)	0.0991*** (0.0260)	0.0732*** (0.0192)	0.1948*** (0.0425)	-0.0737*** (0.0215)	0.0226 (0.0468)
GVC_Pat^2		-0.1003*** (0.0244)		-0.2162*** (0.0674)		-0.2137** (0.0922)
$DSTF$	0.0023*** (0.0006)	0.0022*** (0.0006)	0.0021*** (0.0006)	0.0020*** (0.0006)	0.0021*** (0.0005)	0.0021*** (0.0005)
$GVC_Pat \times DSTF$	-0.0029** (0.0014)	-0.0026* (0.0014)	-0.0038 (0.0023)	-0.0030 (0.0024)	-0.0067** (0.0030)	-0.0068** (0.0030)
控制变量	是	是	是	是	是	是
国家固定效应	是	是	是	是	是	是
行业固定效应	是	是	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是	是	是
拐点移动方向	左移		左移		—	
观测值	10,333	10,333	10,333	10,333	10,333	10,333
R^2	0.823	0.823	0.823	0.823	0.823	0.823

① 若存在拐点，则拐点的横坐标为 $GVC = -\frac{\gamma_2}{\gamma_3}$ 。

著为负，表明数字服务贸易自由化水平的提升能够增强全球价值链复杂前向嵌入的出口减排效应。

(三) 调节效应异质性结果分析

1. 区域异质性

表 8 和表 9 为区域异质性调节效应检验的回归结果。表 8 列 (1) 和列 (2) 显示全球价值链前向嵌入系数与交互项系数均显著为负，表明发展中国家数字服务贸易自由化水平的提升能够增强全球价值链复杂前向嵌入的出口减排效应；列 (3) 和列 (4) 显示交互项系数为负，全球价值链简单前向嵌入与出口碳排放倒 U 型曲线的拐点有左移趋势，但可能由于发达国家长期处于全球价值链上游位置，减排空间较小，导致该影响并不显著。表 9 列 (1) 和列 (2) 显示数字服务贸易自由化对北美价值链网络区域全球价值链前向嵌入的出口减排效应具

表 8 按照人均收入水平差异划分的区域异质性调节效应检验

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	发展中国家		发达国家	
<i>L.TEC</i>	0.6619*** (0.0130)	0.6609*** (0.0130)	0.6995*** (0.0073)	0.6963*** (0.0074)
<i>GVC_Pat</i>	-0.0691** (0.0285)	0.0598 (0.0565)	0.0326** (0.0139)	0.1553*** (0.0297)
<i>GVC_Pat</i> ²		-0.1705*** (0.0645)		-0.1272*** (0.0272)
<i>DSTF</i>	0.0100** (0.0042)	0.0124*** (0.0043)	0.0014** (0.0006)	0.0014** (0.0006)
<i>GVC_Pat</i> × <i>DSTF</i>	-0.0290* (0.0164)	-0.0398** (0.0168)	-0.0018 (0.0013)	-0.0018 (0.0013)
控制变量	是	是	是	是
国家固定效应	是	是	是	是
行业固定效应	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是
拐点移动方向	—		左移	
观测值	2,532	2,532	7,800	7,800
R ²	0.859	0.859	0.817	0.818

表 9 按照全球价值链网络位置差异划分的区域异质性调节效应检验

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	北美价值链网络		欧洲价值链网络		亚洲价值链网络	
<i>L.TEC</i>	0.6009*** (0.0212)	0.5937*** (0.0214)	0.6413*** (0.0076)	0.6383*** (0.0077)	0.7324*** (0.0141)	0.7324*** (0.0141)
<i>GVC_Pat</i>	-0.0546*** (0.0152)	0.0164 (0.0353)	0.0646*** (0.0177)	0.2205*** (0.0374)	-0.0605** (0.0248)	-0.0510 (0.0603)
<i>GVC_Pat</i> ²		-0.0688** (0.0309)		-0.1549*** (0.0328)		-0.0140 (0.0804)
<i>DSTF</i>	0.0003 (0.0004)	0.0005 (0.0004)	0.0029*** (0.0008)	0.0027*** (0.0008)	0.0053** (0.0026)	0.0054** (0.0026)
<i>GVC_Pat</i> × <i>DSTF</i>	-0.0029 (0.0019)	-0.0040** (0.0020)	-0.0043** (0.0018)	-0.0038** (0.0018)	-0.0194** (0.0085)	-0.0198** (0.0087)
控制变量	是	是	是	是	是	是
国家固定效应	是	是	是	是	是	是
行业固定效应	是	是	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是	是	是
拐点移动方向	—		左移		—	
观测值	866	866	7,494	7,494	1,393	1,393
R ²	0.926	0.927	0.820	0.821	0.922	0.922

有增强趋势，但并不显著；列（3）和列（4）显示交互项系数显著为负，表明随着数字服务贸易自由化水平的提升，全球价值链前向嵌入与出口碳排放倒 U 型曲线的拐点左移，即数字服务贸易开放能够促进欧洲价值链网络区域的出口碳减排；列（5）和列（6）显示全球价值链前向嵌入系数与交互项系数均显著为负，表明数字服务贸易开放能够增强全球价值链复杂前向嵌入的出口减排效应。

2. 行业异质性

表 10 为行业异质性调节效应检验的回归结果。列（1）和列（2）显示交互项系数显著为负，表明随着数字服务贸易自由化水平的提升，全球价值链前向嵌入与出口碳排放倒 U 型曲线的拐点左移，即数字服务贸易开放能够促进低技术制造业的出口碳减排。列（3）和列（4）显示全球价值链前向嵌入并未对高技术制造业的出口碳排放产生显著的抑制影响，数字服务贸易自由化的调节效应同样不显著。

表 10 行业异质性调节效应检验

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	低技术		高技术	
<i>L.TEC</i>	0.7340*** (0.0074)	0.7294*** (0.0074)	0.3785*** (0.0124)	0.3785*** (0.0124)
<i>GVC_Pat</i>	0.0034 (0.0152)	0.1585*** (0.0336)	-0.0238 (0.0147)	-0.0170 (0.0334)
<i>GVC_Pat</i> ²		-0.1589*** (0.0308)		-0.0093 (0.0411)
<i>DSTF</i>	0.0024*** (0.0008)	0.0023*** (0.0008)	0.0006 (0.0006)	0.0006 (0.0006)
<i>GVC_Pat</i> × <i>DSTF</i>	-0.0034* (0.0017)	-0.0030* (0.0017)	0.0012 (0.0017)	0.0012 (0.0017)
控制变量	是	是	是	是
国家固定效应	是	是	是	是
行业固定效应	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是
拐点移动方向	左移		—	
观测值	7,288	7,288	3,044	3,044
R ²	0.821	0.821	0.892	0.892

八、研究结论与政策建议

本文基于 2000~2016 年 36 个国家 17 个制造业部门的面板数据，探究了全球价值链前向嵌入对出口隐含碳排放的影响，并分析了数字服务贸易自由化对上述影响的调节效应，得到如下结论。第一，整体而言，全球价值链前向嵌入与出口隐含碳排放存在倒 U 型关系，在替换核心解释变量与被解释变量、进行数据缩尾处理以及采用核心解释变量滞后项作为工具变量后，倒 U 型关系依然稳健。第二，区域异质性显示，全球价值链前向嵌入对发展中国家出口碳排放具有显著的抑制效应，与发达国家出口碳排放存在倒 U 型关系；对北美与亚洲价值链网络区域出口碳排放具有

显著的抑制效应,与欧洲价值链网络区域出口碳排放存在倒U型关系。行业异质性显示,全球价值链前向嵌入与低技术制造业出口碳排放存在倒U型关系,与高技术制造业出口碳排放的关系并不显著。嵌入方式异质性显示,简单嵌入与出口碳排放存在倒U型关系,复杂嵌入对出口碳排放具有显著的抑制效应。第三,调节效应显示,数字服务贸易自由化提前了全球价值链前向嵌入与出口碳排放倒U型曲线的拐点,该效应在发达国家、欧洲价值链网络区域以及低技术制造业中更加明显;同时增强了发展中国家、亚洲价值链网络区域以及全球价值链复杂前向嵌入的出口减排效应。

基于上述结论,本文得出以下政策启示。第一,深度融入国际分工体系,提升全球价值链前向嵌入度。基于前向产业联系的全球价值链嵌入有利于促进技术吸收与整合,改善生产和贸易结构,提升能源利用效率。数据显示中国制造业全球价值链前向嵌入水平较低,因此应以“一带一路”倡议和RCEP协定实施为契机,充分利用制造业全产业链优势深度融入国际分工,增强研发设计与高端环节生产能力,努力向全球价值链中高端迈进,通过全球价值链升级发挥出口减排作用。第二,持续推动产业转型升级,构建稳定的区域价值链体系。一方面应积极推动低技术制造业实现工艺升级、产品升级、功能升级和链条升级;另一方面应持续深化国际合作,构建以我为主的低碳区域价值链体系,强化绿色贸易与绿色投资,推动各国共同应对气候变化挑战。第三,积极扩大数字服务贸易开放,促进制造业数字化转型。一方面应抓住数字经济发展机遇,强化跨境数据流动,减少信息流通壁垒,进一步扩大数字市场开放,提高数字服务贸易自由化水平;另一方面需借助数字服务贸易发展推动行业向全球价值链中高端攀升,促进产业结构优化和低碳技术升级,充分发挥数字服务贸易对全球价值链减排效应的强化作用,助力碳达峰、碳中和目标的实现。

参考文献:

- [1] 白俊红,余雪微.全球价值链嵌入对节能减排的影响:理论与实证[J].财贸经济,2022,43(6).
- [2] 蔡礼辉等.全球价值链嵌入与二氧化碳排放——来自中国工业面板数据的经验研究[J].国际贸易问题,2020,(4).
- [3] 方慧等.数字服务进口贸易对企业创新质量的影响研究[J].上海财经大学学报,2022,24(6).
- [4] 高鹏,岳书敬.全球价值链嵌入是否降低了中国产业部门隐含碳——兼论产业数字化的调节效应[J].国际贸易问题,2022,475(7).
- [5] 耿伟等.数字服务贸易网络对出口国内增加值的影响——来自跨国数据的经验证据[J].国际贸易问题,2022,(12).
- [6] 韩晶等.数字服务贸易与碳排放——基于50个国家的实证研究[J].国际商务(对外经济贸易大学学报),2021,(6).
- [7] 卢华玉,余群芝.制造业数字化转型能否降低出口隐含碳强度[J].国际贸易问题,2022,475(7).
- [8] 李丹等.全球价值链数字化对中国制造业国际分工地位的影响[J].当代财经,2022,(8).
- [9] 李小平,彭书舟.进口竞争会促使中国企业更加环保吗——以SO₂的产出和排放为例[J].国际贸易问题,2022,471(3).
- [10] 李焱等.全球价值链嵌入对碳排放效率的影响机制——“一带一路”沿线国家制造业的证据与启示[J].中国人口·资源与环境,2021,31(7).

- [11] 林僖. 区域服务贸易协定对服务出口的影响: 机制与效应 [J]. 世界经济, 2021, 44(6).
- [12] 林僖, 林祺. 区域服务贸易协定与制造业隐含碳排放: 效应及其影响机制 [J]. 经济管理, 2023, 45(2).
- [13] 刘斌等. 制造业服务要素投入与出口中的隐含碳——基于全球价值链环境成本视角的研究 [J]. 中国人民大学学报, 2021, 35(2).
- [14] 刘瑶等. 全球价值链视角下的出口与碳排放——对“倒 U 型”关系的再检验 [J]. 国际贸易问题, 2023, (1).
- [15] 刘震等. 数字服务贸易空间网络嵌入与中国服务业全球价值链地位提升 [J]. 现代财经 (天津财经大学学报), 2023, (9).
- [16] 龙飞扬, 殷凤. 制造业全球生产分工深化能否提升出口国内增加值率 [J]. 国际贸易问题, 2021, 459(3).
- [17] 吕延方等. 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).
- [18] 吕越, 吕云龙. 中国参与全球价值链的环境效应分析 [J]. 中国人口·资源与环境, 2019, 29(7).
- [19] 吕越等. 全球价值链嵌入的生产率效应: 影响与机制分析 [J]. 世界经济, 2017, 40(7).
- [20] 吕越等. 人工智能与中国企业参与全球价值链分工 [J]. 中国工业经济, 2020, (5).
- [21] 孟夏等. 数字服务贸易壁垒监管政策异质性对数字交付服务贸易的影响 [J]. 亚太经济, 2020, (6).
- [22] 潘安. 全球价值链分工对中国对外贸易隐含碳排放的影响 [J]. 国际经贸探索, 2017, 33(3).
- [23] 齐俊妍, 李月辉. 数字服务贸易监管异质性对双边价值链关联的影响——基于数字服务行业的实证研究 [J]. 国际贸易问题, 2022, (12).
- [24] 齐俊妍, 强华俊. 数字服务贸易壁垒影响服务出口复杂度吗——基于 OECD-DSTRI 数据库的实证分析 [J]. 国际商务 (对外经济贸易大学学报), 2021, (4).
- [25] 任同莲. 数字化服务贸易与制造业出口技术复杂度——基于贸易增加值视角 [J]. 国际经贸探索, 2021, 37(4).
- [26] 邵帅等. 经济集聚的节能减排效应: 理论与中国经验 [J]. 管理世界, 2019, 35(1).
- [27] 盛斌, 陈帅. 全球价值链如何改变了贸易政策: 对产业升级的影响和启示 [J]. 国际经济评论, 2015, (1).
- [28] 苏杭等. 要素禀赋与中国制造业产业升级——基于 WIOD 和中国工业企业数据库的分析 [J]. 管理世界, 2017, (4).
- [29] 王思语, 郑乐凯. 全球价值链嵌入特征对出口技术复杂度差异化的影响 [J]. 数量经济技术经济研究, 2019, 36(5).
- [30] 王玉燕等. 全球价值链嵌入的技术进步效应——来自中国工业面板数据的经验研究 [J]. 中国工业经济, 2014, (9).
- [31] 魏龙, 易子榆. 数字服务监管异质性如何影响中国的相对分工地位?——基于 DSTRI 数据库的实证研究 [J]. 中国软科学, 2021, (S1).
- [32] 谢会强等. 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, 432(12).
- [33] 姚战琪. 服务业对外开放对我国产业结构升级的影响 [J]. 改革, 2019, 299(1).
- [34] 张国峰等. 数字贸易壁垒是否抑制了出口产品质量升级 [J]. 财贸经济, 2022, 43(12).
- [35] 张少军, 刘志彪. 国际贸易与内资企业的产业升级——来自全球价值链的组织和治理力量 [J]. 财贸经济, 2013, 375(2).
- [36] 张艳等. 服务贸易自由化是否提高了制造业企业生产效率 [J]. 世界经济, 2013, 36(11).
- [37] 赵晓斐, 何卓. 数字服务贸易壁垒与价值链长度 [J]. 中南财经政法大学学报, 2022, (3).
- [38] 赵玉焕等. 参与全球价值链对中国出口贸易碳强度的影响 [J]. 北京理工大学学报 (社会科学版), 2020, 22(4).
- [39] 赵玉焕等. 全球价值链嵌入对中国出口贸易隐含碳的影响研究 [J]. 国际贸易问题, 2021, (3).
- [40] 周念利, 包雅楠. 数字服务贸易限制性措施对制造业服务化水平的影响测度: 基于 OECD 发布 DSTRI 的经验研究 [J]. 世界经济研究, 2021, (6).
- [41] 周念利, 包雅楠. 数字服务市场开放对制造业服务化水平的影响研究 [J]. 当代财经, 2022, (7).
- [42] 祝树金等. 制造业服务化的节能效应及其中介机制研究 [J]. 财贸经济, 2020, 41(11).
- [43] Chen, H., et al. The Impact of Global Value Chain Embedding on Carbon Emissions Embodied in China's Exports [J]. Frontiers in Environmental Science, 2022, (10).
- [44] Gereffi, G. A Global Value Chain Perspective on Industrial Policy and Development in Emerging Markets [J].

- Duke Journal of Comparative and International Law,2013,(24).
- [45] Hoekman, B.Tentative First Steps: An Assessment of the Uruguay Round Agreement on Services[R].The World Bank Working Papers,1995.
- [46] Liu,Y.,et al.Economic Benefits and Environmental Costs of China's Exports:A Comparison with the USA Based on Network Analysis[J].China & World Economy,2018,26(4).
- [47] Liu,H.,et al.Can China Reduce the Carbon Emissions of Its Manufacturing Exports by Moving Up the Global Value Chain?[J].Research in International Business and Finance,2020,51.
- [48] Shapiro,J.S.,Walker,R.Why Is Pollution from US Manufacturing Declining?The Roles of Environmental Regulation, Productivity,and Trade[J].American Economic Review,2018,108(12).
- [49] Sun,C.,et al.Does Service Trade Globalization Promote Trade and Low-carbon Globalization?Evidence from 30 Countries[J].Emerging Markets Finance and Trade,2021,(57).
- [50] Wang,Z.,et al.Regional Difference and Drivers in China's Carbon Emissions Embodied in Internal Trade[J].Energy Economics,2019,(83).
- [51] Yamano,N.,Guilhoto,J.CO₂ Emissions Embodied in International Trade and Domestic Final Demand: Methodology and Results Using the OECD Inter-country Input-output Database[R].OECD Science, Technology and Industry Working Papers,2022.

Global Value Chains forward Embedding and Manufacturing Carbon Emissions Embodied in Exports: On the Moderating Effect of Digital Service Trade Liberalization

ZHOU Hongwei LIU Shuguang

Abstract: The impact of global value chains (GVC) division of labor on carbon emissions embodied in trade has received extensive attention from academics. The paper empirically tests the theoretical mechanism of forward GVC embedding affecting carbon emissions embodied in exports, and further analyzes the moderating effect of digital service trade liberalization. The findings indicate that the impact of forward GVC embedding on carbon emissions embodied in exports is in an inverted U-shape; simple embedding has an inverted U-shape relationship with carbon emissions embodied in exports, while complex embedding has a significant inhibitory effect; the forward embedding of GVCs in developed countries and the European value chain network has an inverted U-shape effect on carbon emissions embodied in exports, while forward GVC embedding in developing countries, North American value chains and the Asian value chain network has a significant dampening effect; compared with high-technology industries, the inverted U-shaped relationship between forward GVC embedding and carbon emissions embodied in exports is more significant. The mechanism test shows that digital service trade liberalization advances the inflection point of the inverted U-shaped curve between forward GVC embedding and carbon emissions embodied in exports, and the effect is more pronounced in developed countries, European value chain network regions and low-tech industries. It enhances the export reduction effect in developing countries, Asian value chain network regions and complex embedding.

Keywords: global value chains; carbon emissions embodied in exports; inverted U-shape; digital service trade liberalization; moderation effect

(责任编辑: 张建华)