

价值链功能升级与中国出口贸易隐含碳减排： 基于引资质量提升视角^{*}

陈福中 罗 科 董康银

内容提要：提升外资质量助力价值链功能升级，是中国制造业实现低碳高质量发展的关键抓手。本文将价值链功能分工因素纳入贸易与环境污染分析模型，基于2003—2018年每笔在华制造业绿地投资项目从事的功能活动数据构造价值链上下游功能分工专业化指数，理论阐释并实证检验了由外资质量提升驱动的价值链功能升级对中国出口贸易隐含碳的影响及其作用机制。结果表明，价值链功能升级可以显著减少中国出口贸易隐含碳。机制分析显示，由外资质量提升驱动的价值链功能升级主要通过要素结构优化效应、人力资本积累效应和服务需求创造效应等渠道发挥对中国出口贸易隐含碳的减排作用。进一步研究发现，从事上游功能活动、来自发达国家（地区）和流入中国东部地区的高质量外资对出口贸易隐含碳的抑制作用更明显。同时，价值链功能升级更有利于削减中间品出口形成的、流向发达国家（地区）和污染密集型制造业的贸易隐含碳水平。本文验证了高质量外资的“污染光环”效应，为新形势下中国以更大力度吸引和利用外资、推进高水平对外开放提供了有力支撑。

关键词：价值链功能升级 绿地投资 外资质量 出口贸易隐含碳

作者简介：陈福中，对外经济贸易大学国际经济贸易学院教授、博士生导师，100029；

罗 科，对外经济贸易大学国际经济贸易学院博士研究生，100029；

董康银（通讯作者），对外经济贸易大学国际经济贸易学院副教授、博士生导师，100029。

中图分类号：F424 文献标识码：A 文章编号：1002-8102(2024)05-0159-18

一、引言

各国从事前后关联、纵向有序的功能活动环节是全球价值链（Global Value Chains, GVCs）分工体系的典型特征。外资凭借与跨国公司GVCs网络的天然联系，演化成为促进中国深度嵌入全球供应链、畅通内外循环的有效通道和桥梁纽带，对塑造中国融入GVCs的功能分工角色发挥了关键

^{*} 基金项目：北京市社会科学基金一般项目“北京数字经济与实体经济融合发展研究”（23JJB009）。感谢匿名审稿专家的宝贵意见，文责自负。董康银电子邮箱：dongkangyin@uibe.edu.cn。

作用。作为一种重要的外部力量,由外资驱动形成的价值链功能分工形态既关乎利润分配,也对环境污染治理产生了深刻影响。不过,长期以来,中国主要以低廉要素成本的后发优势融入GVCs,被“低端锁定”在生产制造功能环节,获取了有限且非环境友好的增加值,造成了贸易真实获利与环境污染的失衡(王岚、李宏艳,2015)。就环境代价而言,出口贸易隐含碳水平揭示了为满足其他国家消费,出口国生产贸易商品引致的碳排放量,刻画了GVCs嵌入背景下由生产消费跨国界地理分割带来的贸易碳排放转移现象,反映了各国在生产者责任制下的减排负担(Pan等,2008;Zhao等,2014;彭水军等,2015;Meng等,2018)。数据显示,中国作为全球碳排放量最多的国家,其中有超过40%的碳排放源于制造业,20%~30%的碳排放量隐含在出口产品中(朱民等,2023)。

当前,全球经济复苏乏力,价值链布局短链化、本土化态势强劲,跨境投资面临不确定性挑战。为推动制造业外资扩增量、稳存量,自2017年以来,中国已连续五年为外资准入的负面清单做“减法”。2023年8月,国务院印发《关于进一步优化外商投资环境 加大吸引外商投资力度的意见》(国发〔2023〕11号),其中提炼了24条“稳外资”的针对性举措。2024年《政府工作报告》提出将“全面取消制造业领域外资准入限制措施”,向外传递出中国坚定不移推进高水平对外开放的强烈信号。

在保障外资利用实现量合理增长的同时,利用高质量外资在GVCs功能分工中占据更有利位置尤为关键。依据“微笑曲线”,与生产制造环节相比,价值链上下游功能活动创造环境友好增加值的能力更突出。那么,由注重“量”到强调“质”的外资利用转变对价值链功能分工角色的塑造可以如何呈现?向中高端价值链活动延伸的功能升级是否能成为实现中国制造业低碳高质量发展的理想路径?该变迁过程怎么作用于中国出口贸易隐含碳减排?为明晰上述疑问,本文将研究视线转向外资质量层面,理论探究和实证检验价值链功能升级对中国出口贸易隐含碳的影响及其作用机制。在中国将利用外资作为推进高水平对外开放重要抓手的背景下,本文不仅延伸了外资质量作用于价值链功能升级的分析视角,也为其赋能制造业高端化、智能化、绿色化发展,助力实现“碳达峰碳中和”目标提供了有力的经验支撑。

二、文献综述

鉴于外资是中国供应链网络的重要组成部分,现有文献在地区、产业和企业层面就外资引入对中国产生的环境效应进行了大量实证探究,由于使用的数据样本、计量方法以及环境污染衡量指标不同,最终结论也存在两种对立的理论观点。一方面,“污染天堂”假说认为发展中国家相对宽松的环境规制政策使发达国家有动机将污染强度大的产业和生产活动向其转移,最终损害了东道国环境(Chichilnisky, 1994; Copeland 和 Taylor, 1994)。如He(2006)、张宇和蒋殿春(2014)、Cheng等(2020)分别采用二氧化硫排放、水污染强度和PM2.5浓度数据来表征环境污染水平,他们的研究表明外资恶化了中国环境状况。另一方面,“污染光环”假说指出发达国家跨国企业往往执行严格的环境标准,带来了更环保的生产技能,由此产生的技术外溢效应有助于提高东道国的环境福利(Antweiler等, 2001; Eskeland 和 Harrison, 2003)。如盛斌和吕越(2012)、许和连和邓玉萍(2012)、邵朝对等(2021)分别从行业、省份和企业微观层面提供了外资进入能减轻中国环境污染的经验证据。

然而,在对外资的量化评价方面,已有成果普遍借助外资总量数据来判断外资进入中国产生的环境效应,其中隐含了外资同质的假定,从而掩盖了引进外资的结构变化。尽管有少量研究从城市维度区分了不均衡不同质的外资引入(白俊红、吕晓红, 2015),但尚未具象到产业链内部。同

时,在对受污染程度的表征方面,既有研究主要通过中国境内大气污染排放量、水污染浓度或几种污染物的综合指数来衡量,较少考虑跨国分工引致的碳排放流动。然而,在生产责任制下,无论用作本国消费还是出口,在一国国界内生产形成的碳排放都由生产国承担,这在一定程度上加速了外资对高能耗生产环节的转移(彭水军等,2015)。作为“世界工厂”,中国在全球生产网络中生产大量中间品和最终品以满足外需,由此产生的贸易隐含碳排放问题不容忽视(吕延方等,2019)。

鉴于此,已有诸多研究运用生命周期评价法(刘强等,2008)、投入产出模型(彭水军等,2015)或增加值贸易核算体系(Meng等,2018;潘安,2018)对中国双多边贸易隐含碳水平进行测度,并尝试在GVCs嵌入背景下追溯中国出口贸易隐含碳排放累积变化的原因。吕延方等(2019)认为由于快速增长的中间品出口规模,GVCs嵌入程度的加深会逐渐扩大中国出口贸易隐含碳,而吕越和吕云龙(2019)强调当以前向嵌入方式融入GVCs时可以降低出口贸易隐含碳。赵玉焕等(2021)发现GVCs整体嵌入位置的提升也有助于减少贸易隐含碳排放。不过,利用出口增加值分解来体现GVCs嵌入特征的做法主要揭示了强调生产分工递次顺序的价值链垂直专业化特征(Hummels等,2001),无法反映行业内部的功能专业化特性(Timmer等,2019)。原因是国内增加值总量占比的扩张可能来自生产制造活动的堆积或初级产业等行业结构的调整(Vries等,2019),而不能直接说明中国正沿着“微笑曲线”两端高技术含量环节跃迁(王振国等,2020)。实际上,当前中国的产业链升级诉求不再局限于高技术产业的带动,也需要在产业链内部实现功能升级(盛斌、陈帅,2015)。因此,对GVCs参与特征的识别不应忽视价值链功能分工专业化信息。

在具体衡量方式上,除了直接核算由承担不同功能环节引致的国内增加值比例外(Timmer等,2019;王振国等,2020;Kordalska和Olczyk,2023),还可以依据外资在当地产业链上主要从事的功能活动来间接擘画该国的功能分工图景(Stöllinger,2021;熊彬、罗科,2023)。原因是,外资作为全球产品内分工体系的治理者,不仅将资金流引入中国生产体系,也带动管理经验、先进技术等向中国集聚,对中国融入GVCs分工角色的培育以及国内产业链延伸均具有关键作用(江小涓、孟丽君,2021)。因此,中国在GVCs中的功能分工角色是评估在华外资质量的重要参照。具体地,产业链上下游高附加值环节的外资越活跃,意味着中国的价值链功能升级态势相对越明显(Stöllinger,2021)。

基于对已有文献的回顾和梳理,本文旨在全面探究价值链功能分工形态对中国出口贸易隐含碳的影响,可能的边际贡献有以下三个方面。(1)在研究视角上,聚焦外资质量对价值链功能分工角色的塑造作用,拓展了外资与环境关联的研究范畴。本文将中国吸收的制造业绿地投资项目按其服务活动类型对应至价值链不同功能形态后(包括总部经济、研发设计、生产制造、物流零售服务和售后服务五种),构建价值链上下游功能分工专业化指数以揭示价值链功能升级趋向,并考察其对中国制造业出口贸易隐含碳的影响,从而有助于更准确地分析由引资结构变动产生的环境效应。(2)在机制识别上,深入探讨了由外资质量提升驱动的价值链功能升级作用于中国环境效益改善的理论机制。本文将价值链功能分工因素纳入贸易隐含碳排放效应分解框架,并结合要素投入、技术溢出、最终产出结构三个角度综合考量价值链功能升级对出口贸易隐含碳减排的影响机理,从而形成了对既有理论研究架构的有益补充。(3)在拓展分析上,多维度印证了区分绿地投资类型和出口贸易隐含碳特征的异质性表现。一方面,本文解读了服务于价值链上下游具体功能活动的绿地投资、不同来源地的绿地投资、流向国内不同目的地的绿地投资对中国出口贸易隐含碳减排影响的特殊性;另一方面,本文区分了价值链功能升级对由不同类型出口国内增加值形成的、流向不同消费目的地以及不同制造业部门的出口贸易隐含碳的影响差异。对这

两组异质性因素的关注有利于更加全面地估测由外资结构变化驱动的价值链功能升级对中国环境的影响效应,以期为中国推进高水平对外开放进而助力制造业低碳高质量发展提供更具针对性的政策启示。

三、理论模型与机制分析

(一)理论模型

基于 Antweiler 等(2001)、吕延方等(2019)所采用的贸易与环境污染分析模型,本文扩展贸易隐含碳排放效应分解框架,纳入价值链功能分工因素的影响效应,以厘清价值链功能升级与中国出口贸易隐含碳的关联。

为了简化分析,假定一个开放经济体满足以下基本假设。(1)只有两个国家 a 和 b ,在 GVCs 分工体系下从事生产活动,产生进出口贸易。(2)使用资本 K 和劳动 L 两种传统生产要素以及生产性服务要素 S 生产两种产品 X 、 Y ,其中 X 是污染密集型商品,能源消耗和碳排放量较多; Y 是清洁密集型服务商品,不产生任何环境污染。(3)只关注贸易隐含碳排放效应而忽略其他可能的环境效应。(4)规模报酬不变。两种产品生产函数分别为 $C^X(w, r, v)$ 和 $C^Y(w, r, v)$, w 、 r 和 v 分别表示劳动、资本和服务要素价格,商品价格分别为 P_X 和 P_Y 。(5)市场处于完全竞争状态。

假设 a 国生产 X 产品的潜在产量为 $f(K_X, L_X, S_X)$, K_X 、 L_X 、 S_X 分别是生产产品 X 所需的资本、劳动和服务要素投入。其中, X 产品有 ϑ 比例在 a 国内消费,那么 a 国 X 产品出口产量 X 和对应的出口贸易隐含碳排放量 C 分别为:

$$X = (1 - \vartheta) f(K_X, L_X, S_X) \quad (1)$$

$$C = \varphi(\vartheta) f(K_X, L_X, S_X) \quad (2)$$

其中, $\varphi(\vartheta)$ 是与 ϑ 有关的碳排放函数,通常来讲,产品的出口规模越庞大,由此产生的碳排放量也越大。不过,技术进步带动的生产工艺优化有助于遏制出口贸易隐含碳排放增长,鉴于此,本文将 $\varphi(\vartheta)$ 具体设定为下式:

$$\varphi(\vartheta) = \frac{1}{T} (1 - \vartheta)^{\frac{1}{\beta}} \quad (3)$$

其中, T 代表技术水平, $\varphi(\vartheta)' < 0$, $\varphi(\vartheta)'' > 0$, 参数 $\beta \in (0, 1)$ 。将式(3)代入式(2)可得:

$$C = \frac{1}{T} (1 - \vartheta)^{\frac{1}{\beta}} f(K_X, L_X, S_X) \quad (4)$$

结合式(1)和式(4),可推导出产品 X 的出口产量为:

$$X = (TC)^{\beta} f(K_X, L_X, S_X)^{1-\beta} \quad (5)$$

其中, TC 是考虑了生产技术条件的出口贸易隐含碳排放水平。由上式可知,此时产品 X 的实际产量与潜在产量、隐含碳排放水平和技术水平有关。进一步地,考虑由外资驱动的 GVCs 功能分工因素,由于跨国公司在东道国产业链中从事的主要活动是表征该国 GVCs 功能分工位置的潜在标志(Stöckinger, 2021),因此当更多从事总部经济、研发设计等上游活动或物流零售服务、售后服务

等下游活动的高质量外资涌入 a 国产品 X 生产链条时, a 国在该产品分工中处于价值增值能力相对更强的功能环节中(盛斌、陈帅, 2015)。具体而言, 使用 $\rho(f)$ 反映由外资 f 推动塑造的价值链相对功能专业化比率, 它的值越大表示在 X 产品生产过程中, 与加工制造活动相比, a 国承担产业链上下游功能活动的专业化程度越高。同时, 构造 $\omega[\rho(f)]$ 来体现 GVCs 功能分工对出口贸易隐含碳的影响强度差异, 并且 $\omega'[\rho(f)] < 0$, 即从事两端生产性服务业往往会产生较低的碳排放强度(王向进等, 2018; 黄玉霞、谢建国, 2019)。将 $\omega[\rho(f)]$ 纳入出口贸易隐含碳排放决定式中:

$$C = \frac{1}{T}(1 - \vartheta)^{\frac{1}{\beta}} f(K_X, L_X, S_X) \omega[\rho(f)] \quad (6)$$

由式(6)可以推导出考量价值链功能分工因素后的产品 X 实际出口产量:

$$X = (TC)^{\beta} f(K_X, L_X, S_X)^{1-\beta} \omega[\rho(f)]^{\beta} \quad (7)$$

假设产品 X 由本国(a 国)征收的碳税税率和进口国(b 国)加征的碳关税税率分别是 μ_1 和 μ_2 , 且不考虑贸易运输成本和摩擦成本。根据成本最小化准则, 企业需要以最低的生产和环境成本做出生产产量和出口贸易隐含碳排放量的最优决策, 即求解下式:

$$\begin{aligned} H &= \min \{ C^X(w, r, v) f(K_X, L_X, S_X) + (\mu_1 + \mu_2) TC \} \\ \text{s.t. } (TC)^{\beta} f(K_X, L_X, S_X)^{1-\beta} \omega[\rho(f)]^{\beta} &= 1 \end{aligned} \quad (8)$$

构造拉格朗日函数, 对隐含碳排放量 C 和产品 X 产量 $f(K_X, L_X, S_X)$ 分别求导可得一阶条件:

$$\begin{aligned} (\mu_1 + \mu_2) T &= -\beta \lambda T^{\beta} C^{\beta-1} f(K_X, L_X, S_X)^{1-\beta} \omega[\rho(f)]^{\beta} \\ C^X(w, r, v) &= -(1 - \beta) \lambda T^{\beta} C^{\beta} f(K_X, L_X, S_X)^{-\beta} \omega[\rho(f)]^{\beta} \end{aligned} \quad (9)$$

λ 是拉格朗日乘数。将式(9)中的两个式子相除可得企业追求成本最小化的条件式:

$$\frac{\mu_1 + \mu_2}{C^X(w, r, v)} = \frac{\beta f(K_X, L_X, S_X)}{(1 - \beta) TC} \quad (10)$$

在完全竞争市场假定下, 企业生产产品 X 的利润为零, 即有:

$$P_X X - C^X(w, r, v) f(K_X, L_X, S_X) - (\mu_1 + \mu_2) TC = 0 \quad (11)$$

将式(10)代入式(11)中可得产品 X 的实际产量为:

$$X = \frac{(\mu_1 + \mu_2) TC}{\beta P_X} \quad (12)$$

那么, 单位产量的碳排放函数表示为:

$$\varphi(\vartheta) = \frac{C}{X} = \frac{\beta P_X}{(\mu_1 + \mu_2) T} \quad (13)$$

由此, 将式(6)的出口贸易隐含碳排放函数改写为:

$$C = \frac{1}{T} (1 - \vartheta)^{\frac{1}{\beta}} f(K_X, L_X, S_X) \omega[\rho(f)] = \varphi(\vartheta) \cdot B \cdot S \cdot \omega[\rho(f)] \quad (14)$$

其中, $B = P_X X + P_Y Y$ 表示该国的出口规模, $S = P_X X / (P_X X + P_Y Y)$ 表示产品 X 出口占该国总出口的比重。进一步地, 将式(13)代入式(14)可得:

$$C = \frac{\beta P_X}{(\mu_1 + \mu_2) T} \cdot B \cdot S \cdot \omega[\rho(f)] \quad (15)$$

最后, 将式(15)的两边同时取对数:

$$\ln C = \ln(\beta P_X) + \ln B + \ln S + \ln \omega[\rho(f)] - \ln(\mu_1 + \mu_2) - \ln T \quad (16)$$

其中, $\ln(\beta P_X)$ 是常数。从式(16)可以看出, 出口贸易隐含碳水平由出口规模、出口商品结构、技术水平、碳税、价值链功能分工等因素共同决定。考察由外资推动塑造的价值链功能分工形态对中国出口贸易隐含碳的影响后发现, $\frac{\partial C}{\partial \rho} = \frac{\partial C}{\partial \omega} \times \omega'[\rho(f)] < 0$, 即高质量外资带动中国从事价值链上下游高附加值活动的专业化比率越高, 出口贸易隐含碳排放量越少。基于此, 本文提出假说1。

假说1: 由外资质量提升驱动的价值链功能升级有助于减少中国出口贸易隐含碳。

(二) 机制分析

式(16)为本文深入探寻价值链功能升级对中国制造业出口贸易隐含碳减排的作用机理奠定了理论基础。依据该分解框架, 不同于出口规模, 结构优化^①和技术进步均有利于降低出口贸易隐含碳。因此, 本文将着重考察由外资质量提升驱动的价值链功能升级透过制造业要素投入、技术溢出和最终产出结构等渠道可能对中国出口贸易隐含碳排放产生的遏制作用。

1. 要素结构优化效应

由高质量外资推动的价值链功能升级将引入更多与本土制造业发展相配套的国外上下游生产性服务要素, 这些绿色、清洁的生产要素可以替代部分污染强度较大的实物要素投入(Rothenberg, 2007), 优化企业要素投入结构, 减少能源消耗(祝树金等, 2020)。一方面, 多样化的服务要素供给使得制造业企业能够将服务环节外包给效率更高的专业服务提供商, 提升投入品质, 提高生产率水平(Arnold等, 2011)。另一方面, 向下游营销售后等功能环节的外延有助于制造业企业及时捕获国外市场需求动态, 克服生产不确定性, 提升企业响应国外目标市场的生产效率, 减少冗余库存, 降低出口贸易隐含碳排放。此外, 生产性服务不仅是制造业部门的中间投入品, 还充当着联结贯通产业链生产环节的“黏合剂”。它增强了不同部门生产要素之间的耦合性和关联性, 推动国内生产工序细化分割, 进而可以提高资源利用效率, 减弱碳排放强度(刘斌等, 2021)。基于此, 本文提出假说2a。

假说2a: 从要素投入视角追溯, 由外资质量提升驱动的价值链功能升级为制造业发展注入了更多先进服务要素, 进而能够减少中国出口贸易隐含碳。

2. 人力资本积累效应

依据内生经济增长理论, 人力资本是推动技术进步的关键要素。由高质量外资驱动的价值链功能升级将有助于培育本土高级人力资本, 助推技术外溢, 改善能源使用效率, 并发挥示范作用, 进而推动减少出口贸易隐含碳。首先, 在技术溢出方面, 承担高端功能环节的外资企业往往会针

^① 结构优化由两方面体现: 一是生产要素的投入结构优化, 二是服务产品增加的产出结构优化。

对自身业务涉猎和发展诉求,在当地雇佣具备较高能力素养的人力资源,并对其开展生产技能、管理理念和绿色环保意识等方面的培训,或者与竞争力较强的本地企业展开技术合作,该过程能够帮助当地员工逐渐破除吸收门槛,直接获取技术溢出。而当这些高级人力资本进行自主创业或流转到其他同类企业、产业链上下游关联企业工作时,可以加快技术扩散和蔓延(Cole等,2008;刘青等,2013)。其次,在能源使用方面,人力资本可以改进能源利用设备,优化治污手段,促进绿色技术转化应用,推动形成集约型能源消费方式(李思慧,2011),进而优化能源使用效率。最后,人力资本积累形成的环境意识还能产生示范效应,强化环境规制对整个部门绿色全要素生产率的提升作用(王鹏、郭淑芬,2021),从而削减出口隐含碳排放。基于此,本文提出假说2b。

假说2b:从技术溢出视角追溯,由外资质量提升驱动的价值链功能升级为制造业发展积累了更多高级人力资本,进而能够减少中国出口贸易隐含碳。

3. 服务需求创造效应

在中国从事制造业高端功能活动环节反映了外资企业依托核心产品,针对细分市场特征和消费者定位,向其提供产品全生命周期服务的商业模式(刘斌、王乃嘉,2016)。该价值链升级过程承载了大量先进增值服务,种类更丰富、质量更高的服务产品可以提升更广泛消费者群体对某些服务的可获得性(Arnold等,2011),进而影响消费者的购买决策,增强其服务消费意愿。反过来,服务需求的扩容升级也将引导国内企业向满足客户功能需求、提供服务型产品转型。不同于传统实物类产品生产大都依赖能源投入,服务需求本身的无形性和即时性便决定了其低能耗、低污染的消费特征。进一步地,服务产品的生产和消费过程同时进行,该不可分离、不可复制特性可以将消费者个性化、定制化服务需求纳入价值创造过程,强化客户关联和产品认同感(Mont,2002),加强企业市场感知和反应能力,缩短产品设计和生产周期,减少无效生产和资源浪费,从而大幅降低能源损耗,抑制出口贸易隐含碳排放水平提高。基于此,本文提出假说2c。

假说2c:从最终产出结构视角追溯,由外资质量提升驱动的价值链功能升级为制造业发展衍生了更多低能耗服务产品需求,进而能够减少中国出口贸易隐含碳。

四、研究设计

(一) 计量模型设定

为了检验价值链功能升级对中国制造业出口贸易隐含碳的影响,本文设定如下多维固定效应基准模型:

$$CE_{iot} = \alpha_0 + \alpha_1 RFSI_{it} + \gamma Controls + v_i + v_o + v_t + \varepsilon_{iot} \quad (17)$$

其中, i 代表制造业分行业, o 代表目的地国家(地区), t 代表年份。 CE_{iot} 表示中国制造业部门 i 在 t 年流向目的地 o 国(地区)的出口贸易隐含碳排放量; $RFSI_{it}$ 表示 t 年中国制造业部门 i 从事GVCs上下游活动的相对功能专业化水平; $Controls$ 是其他控制变量的集合。除了考虑随时间变化的行业、目的地的相关特征变量外,模型中还分别引入了行业固定效应 v_i 、国家(地区)固定效应 v_o 和时间固定效应 v_t , ε_{iot} 代表随机扰动项。

(二) 变量测度说明

1. 被解释变量:出口贸易隐含碳(CE)

本文在总贸易核算框架下,借鉴Meng等(2018)的隐含碳分解方法,根据贸易增加值的来源和去向来追踪贸易隐含碳排放。具体而言,将中国对目的地国家(地区)的总出口归类分解为8个增

加值和重复计算部分后,引入中国制造业分行业的单位增加值碳排放系数向量,最终得到与各增加值分解部分相对应的出口贸易隐含碳排放指标。^①计算方法如下:

$$CE_{iot} = f_c (DVA_FIN_{iot} + DVA_INT_{iot} + DVA_INTrex_{iot} + RDV_{iot}) \quad (18)$$

其中, DVA_FIN_{iot} 、 DVA_INT_{iot} 、 DVA_INTrex_{iot} 和 RDV_{iot} 分别表示最终品出口、直接和间接中间品出口以及返回国内的增加值部分。当分别乘以碳排放系数向量 f_c 后,右边四项分别估测了隐含在中国最终品出口、直接和间接中间品出口和返回国内增加值中的碳排放。四项之和表示在中国国内产生的隐含碳排放总量,揭示了中国嵌入GVCs的环境污染成本。

2. 核心解释变量:价值链上下游相对功能专业化水平(RFSI)

本文基于外资质量视角,借助全球绿地投资微观项目数据来构建由外资驱动的价值链上下游功能专业化指数以量化和呈现中国的价值链功能升级趋向。^②首先,参考Stöllinger(2021)的分类方式,将每笔实际发生的在华制造业绿地投资项目按其主要从事的活动类型匹配至价值链不同功能模块,具体包括总部经济、研发设计、生产制造、物流零售服务和售后服务等五种功能专业化活动。其次,由于不同规模的内向绿地投资项目发挥的实际效果可能存在差异,故借助流向某类功能活动的投资项目金额占在华项目投资总额的比重相对于整个世界该种功能份额之比来客观体现中国在价值链具体功能模块上的比较优势,具体测算公式如下:

$$FSI_{it}^f = \frac{P_{cit}^f / P_{cit}}{P_{wit}^f / P_{wit}} \quad (19)$$

其中, FSI_{it}^f 是 t 年中国制造业部门 i 在 f 功能活动上的专业化指数, P_{cit}^f 表示 t 年服务于中国制造业部门 i 产业链上 f 功能活动的项目实际投资金额, P_{cit} 表示 t 年中国制造业部门 i 吸收的绿地投资项目总额。类似地, P_{wit}^f 表示 t 年全球服务于制造业部门 i 产业链上 f 功能活动的项目投资金额, P_{wit} 表示 t 年全球制造业部门 i 的项目投资总额。

最后,与附加值获取能力有限、能源消耗较多的生产制造活动相比,为了揭示中国在价值链上下游高端功能模块上的相对优势,本文进一步构建了反映功能升级程度的价值链上下游相对功能专业化指数(RFSI_{it}):

$$RFSI_{it} = \frac{UDFSI_{it}}{MFSI_{it}} \quad (20)$$

其中, $UDFSI_{it}$ 表示中国的价值链上下游功能专业化指数,即式(19)中 f 对应于上游总部经济、研发设计活动以及下游物流零售服务、售后服务活动时的 FSI_{it}^f 值,而 $MFSI_{it}$ 表示价值链生产制造功能专业化指数。

3. 其他控制变量

参考吕越和吕云龙(2019)等现有考察出口贸易隐含碳排放影响因素的相关研究,本文还选取了两组重要变量进行控制。在国别-行业层面,加入出口规模(*export*)和引资规模(*fdi*)两个变量。而制造业部门层面的控制变量包括利润水平(*profit*)、资本强度(*capital*)、研发创新水平(*patent*)、能源消

^① 限于篇幅,本文未在正文中展示出口贸易增加值与隐含碳排放分解的完整对照关系表,留存备案。

^② 使用绿地投资活动数据的原因有两点。一是绿地投资通过新建企业嵌入东道国产业链,由于经营效率高、建设周期长,其对东道国功能分工形态的塑造更为充分。二是难以获取并购等其他投资形式的活动信息。相比之下,FDi Markets数据库记录了全球绿地投资项目的流入行业、主要活动、岗位数量、投资金额等信息,为本文量化价值链功能升级提供了微观数据支撑。

费(*coal*)、环境规制强度(*regu*)、GVCs参与程度(*gvcpt*)和GVCs分工位置(*gvcpo*)。

(三)数据来源与样本说明

测度核心解释变量的微观绿地投资项目数据源于fDi Markets数据库。需要说明的是,截至2018年底,该数据库共记录了206669个全球绿地投资事件,本文立足研究需要,最终匹配整理的制造业项目包含98242个,占比47.5%,其中流入中国的制造业绿地投资项目合计10954个,占全球比重为11.2%。计算被解释变量出口贸易隐含碳的原始数据源于经济合作与发展组织投入产出表(OECD-ICIO)及其配套贸易隐含碳数据库。控制变量数据主要来自OECD贸易增加值数据库(OECD-TiVA)、《中国工业统计年鉴》《中国科技统计年鉴》以及《中国环境统计年鉴》。^①

由于不同数据库间的制造业行业细分标准存在差异,本文为了保证统计口径的相对一致,首先参考Stöllinger(2021)的分类标准,将每笔绿地投资项目归并至《欧共体经济活动一般产业分类》(NACE Rev.2.0)所属的制造业部门,随后以OECD-ICIO所采取的《国际标准行业分类》(ISIC Rev 4.0)为基准,将NACE Rev.2.0和《国民经济行业分类》(GB/T 4754—2017)中的制造业部门同时与其进行匹配,最终保留了16个制造业行业。^②由于fDi Markets数据库自2003年开始统计,而2021年版OECD-ICIO涉及全球67个国家(地区),投入产出矩阵更新至2018年,因此本文的研究范畴是2003—2018年源自66个经济体(包含一个世界其他地区且不含中国)16个细分制造业行业的平衡面板数据,合计16896个样本观测值。

五、实证结果与分析

(一)基准回归结果

表1报告了基准回归结果。第(1)列只考虑核心解释变量,第(2)、(3)列纳入其余控制变量,其中,第(2)列不加入固定效应。结果表明,核心解释变量的回归系数始终显著为负。从经济意义上看,第(3)列说明当中国制造业的价值链相对上下游功能专业化程度每增加1个标准差,出口贸易隐含碳大约会减少5.20%(-0.0138×3.7694),因而由引资质量提升驱动的价值链功能升级可以明显降低中国制造业出口贸易隐含碳排放水平。由此,假说1得到验证。值得一提的是,表中第(2)、(3)列显示,出口规模与隐含碳排放水平呈显著正相关,但外资规模的碳排放效应不明显,这再次印证了从外资总量角度考察其环境效应可能并不准确。

表1 基准回归结果			
变量	(1)	(2)	(3)
<i>RFSI</i>	-0.0117*** (0.0033)	-0.0061** (0.0025)	-0.0138*** (0.0039)
<i>export</i>		0.3995*** (0.0294)	0.2208*** (0.0273)
<i>fdi</i>		0.1912 (0.3244)	-0.5447 (0.3397)

① 限于篇幅,本文控制变量的衡量方式和相关描述性统计未在正文中报告,留存备案。
② 这16个细分制造业行业分别是:食品、饮料和烟草制品;纺织品、皮革和鞋业;木材、木材制品和软木制品;纸和纸制品、印刷品;焦炭和精炼石油产品;化学原料和化学制品;医药品;橡胶和塑料制品;其他非金属矿物制品;基本金属;金属制品;计算机、电子和光学产品;电气设备;机械设备;交通运输设备;其他。

续表 1

变量	(1)	(2)	(3)
<i>profit</i>		-0.0309 (0.0252)	-0.0470** (0.0181)
<i>capital</i>		-0.0240*** (0.0074)	-0.0165 (0.0137)
<i>patent</i>		-0.0218*** (0.0057)	-0.0016 (0.0011)
<i>coal</i>		0.0741*** (0.0210)	0.0695** (0.0309)
<i>regu</i>		10.0295*** (2.5929)	-7.1168*** (2.4980)
<i>gvcpt</i>		1.0228*** (0.3487)	3.1540*** (1.0242)
<i>gvcpo</i>		-1.9195*** (0.6429)	-4.3285*** (0.9847)
常数	0.7988*** (0.0053)	1.3588** (0.5579)	3.3119*** (0.6456)
年份固定效应	是	否	是
行业固定效应	是	否	是
国家固定效应	是	否	是
<i>N</i>	16896	16896	16896
Adj-R ²	0.2969	0.2230	0.3295

注:括号内为国家(地区)层面的聚类稳健标准误,***、**和*分别表示在1%、5%和10%的水平下显著。下同。

(二)稳健性检验^①

本文稳健性检验包括以下四个方面。(1)替换核心解释变量测度方式。本部分采用不含生产制造活动信息的价值链上下游功能专业化指数(*UDFSI*)、在华绿地投资企业流入制造业产业链上下游功能环节的投资项目数占比和实际投资金额占比来体现价值链功能升级特征。(2)改变被解释变量测度的覆盖范围。一方面,使用出口贸易总值数据替代出口增加值分解来重新估算中国各制造业行业流入其他国家(地区)的出口贸易隐含碳排放量。另一方面,不再聚焦产品的使用对象和进出口性质差异,基于IPCC《国家温室气体排放清单指南》发布的碳排放系数,估算由本国能源消耗产生的整体碳排放量。^②(3)调整回归模型设定。由于碳排放的变动并非瞬时发生,它具有比较明显的路径依赖惯性特征(何小钢、张耀辉,2012)。此处将出口贸易隐含碳的滞后一期加入模型解释变量中,并采用系统GMM估计方法对调整后的动态面板模型进行回归。(4)样本数据处理。首先,木材、木材制品和软木制品制造业在大多数年份中吸收的绿地投资项目数为零,此处剔除该部门。其次,受金融危机影响,2009年全球资本和贸易商品流动明显滞缓,此处剔除2009年样本数据。再次,为避免极端值干扰,此处对所有变量在1%分位数两端进行缩尾处理。最终,按照上

^① 限于篇幅,本文稳健性检验结果未在正文中报告,留存备案。

^② 前文出口贸易隐含碳测算不包括非出口企业的生产碳排放,此处不再关注产品使用对象。不过,当考虑制造业部门整体碳排放水平时,基准回归中的三维样本数据集降为“行业-时间”层面的二维数据集,因而样本观测值缩小至256个。

述不同方式得到的稳健性检验结果均与基准核心结论保持一致,说明本文结果是基本可靠的。

(三)内生性讨论^①

尽管本文考察的是由微观项目服务活动类型反映的价值链功能升级趋向对制造业出口贸易隐含碳的影响,但两者关联仍可能受到逆向因果、遗漏变量等潜在内生性问题的干扰。为进一步增强结论稳健性,缓解反向因果问题,此处首先将滞后一期核心解释变量加入模型中,原因是当期出口贸易隐含碳不太可能影响前一期价值链功能分工状况。回归结果显示,滞后期核心解释变量的回归系数在1%的水平下显著为负,再次印证了基准结论。

不过,由于滞后期回归不能完全克服内生性偏差,考虑进一步引入合适的工具变量重新进行回归。为此,本文参考刘斌和王乃嘉(2016)、熊彬和罗科(2023)的思路,分别选择印度和巴西制造业的价值链上下游功能专业化水平作为工具变量。中国与印度、巴西同为金砖国家,不仅在制造业发展路径上有相似之处,还兼有类似的GVCs功能升级现状。作为全球引资大国,它们由外资驱动形成的价值链功能分布均近似呈现“倒U型”走势,即在研发设计和生产制造环节上拥有一定比较优势,而在其他活动环节上的专业化水平呈现一定劣势。因此,印度、巴西两国的价值链功能分工特征与本文核心解释变量之间存在高度相关性,同时,其功能嵌入形态与中国出口贸易隐含碳之间并无明显关联。综上,此类工具变量的构建满足相关性和外生性条件。检验发现,两个工具变量均不存在不可识别和弱识别问题,而运用两阶段最小二乘估计得到的第二阶段结果显示核心结论依然可靠。

六、机制检验

本文参照文雁兵等(2022)、牛志伟等(2023)的设计思路,采用四段式中介效应模型来开展机制检验,即在原三步法中增加对机制变量单独作用于被解释变量影响的考察,并通过Sobel检验和Bootstrap检验增强机制检验结果的可靠性。

(一)要素结构优化效应

在制造业部门投入方面,价值链功能升级体现了要素使用结构的高端化与清洁化,有更多的生产性服务要素渗透贯通至整个产业链环节。基于此,本文使用国内制造业各部门对国外服务要素投入的完全消耗系数(f_{serv})来反映引资质量提升对要素投入结构的优化作用。基础数据来自OECD-ICIO。表2展示了从要素投入视角进行追溯的机制检验结果。其中第(1)列对应基准回归结果。第(2)列中 $RFSI$ 的回归系数显著为正,说明由外资质量提升驱动的价值链功能升级带来了国外更成熟先进的服务要素,优化了国内要素供给。第(3)和(4)列中 f_{serv} 的回归系数显著为负,表明要素投入结构优化能够减少制造业出口贸易隐含碳排放。进一步地,Sobel Z统计量在1%的水平下显著,Bootstrap(1000次)中介效应检验的置信区间不包含0,因此要素投入结构发挥的中介机制作用成立。综上,假说2a得到验证。

表2 机制检验 I :要素结构优化效应

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	CE	f_{serv}	CE	CE
$RFSI$	-0.0138*** (0.0039)	0.0001*** (0.0000)		-0.0129*** (0.0039)

① 限于篇幅,本文内生性讨论结果未在正文中报告,留存备案。

续表 2

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	<i>CE</i>	<i>fserv</i>	<i>CE</i>	<i>CE</i>
<i>fserv</i>			-12.9774*** (2.6590)	-12.5847*** (2.6168)
控制变量	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是
行业固定效应	是	是	是	是
国家固定效应	是	是	是	是
Sobel Z	-4.800***			
Bootstrap(1000次)检验置信区间	[-0.0015, -0.0002]			
<i>N</i>	16896	16896	16896	16896
Adj-R ²	0.3295	0.9764	0.3297	0.3299

(二)人力资本积累效应

在外资企业内部从事价值链高端活动的员工可以通过接受技能培训等途径获取先进生产技术和管理经验,加速向内资企业的技术溢出和扩散,最终影响中国制造业部门的出口贸易隐含碳排放。本文利用在华绿地投资项目直接创造的服务于价值链上下游功能活动的就业岗位比率(*jobsh*)来体现人力资本积累效应。相关岗位数据来自 fDi Markets 数据库。表 3 汇报了从技术溢出视角进行追溯的机制检验结果。第(1)列结果来自基准回归。第(2)列估计结果显示价值链上下游功能专业化有助于积累高级人力资源。第(3)和(4)列中 *jobsh* 的回归系数均显著为负,表明人力资本积累有助于降低出口贸易隐含碳排放。进一步地, Sobel Z 统计量在 1% 的水平下显著且 Bootstrap(1000 次)中介效应检验的置信区间未包含 0,因此人力资本积累发挥的中介机制作用有效。总体来看,假说 2b 得到验证。

表 3 机制检验 II :人力资本积累效应

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	<i>CE</i>	<i>jobsh</i>	<i>CE</i>	<i>CE</i>
<i>RFSI</i>	-0.0138*** (0.0039)	0.0044*** (0.0000)		-0.0126*** (0.0036)
<i>jobsh</i>			-0.3124*** (0.0926)	-0.2876*** (0.0867)
控制变量	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是
行业固定效应	是	是	是	是
国家固定效应	是	是	是	是
Sobel Z	-3.312***			
Bootstrap(1000次)检验置信区间	[-0.0024, -0.0002]			
<i>N</i>	16896	16896	16896	16896
Adj-R ²	0.3295	0.4996	0.3296	0.3297

(三)服务需求创造效应

服务需求规模扩张直观体现了制造业部门产出结构的优化,实物类最终产品供给的减少和对消费者个性化服务需求的满足引致了更少的资源能源消耗,进而作用于中国出口贸易隐含碳排放总体规模。由于难以直接追踪和量化制造业各部门实际响应的消费者服务需求,本文借助服务业中嵌入的各制造业部门要素投入比率来实现对服务业部门最终服务需求的拆分(熊彬、罗科,2023)。具体计算方式如下:

$$demand_{it} = \sum_s A_{ist} \times (HFCE_{st} + NPISH_{st} + GGFC_{st}) \tag{21}$$

其中, $demand_{it}$ 为 t 年制造业行业 i 创造的服务需求数量, A_{ist} 表示 t 年各服务业部门 s 对制造业部门 i 中间投入的消耗系数, $HFCE_{st}$ 、 $NPISH_{st}$ 和 $GGFC_{st}$ 分别表示 t 年各服务业部门 s 所满足的家庭、非营利组织以及政府部门的最终消费量。基础数据来自 OECD-ICIO。

表4列出了从最终产出结构视角进行追溯的机制检验结果。第(1)列是基准回归结果,第(2)列中 $RFSI$ 的回归系数显著为正,说明价值链功能升级能够衍生出更多的服务产品需求,第(3)和(4)列估计结果显示,更多消费者服务需求将有助于抑制出口贸易隐含碳排放扩张。另外,Sobel Z 统计量在 1% 的水平下显著且 Bootstrap(1000 次)中介效应检验的置信区间不包含 0,因此服务需求发挥的中介机制作用成立。综合以上分析,假说 2c 得到验证。

表 4 机制检验Ⅲ:服务需求创造效应				
变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	CE	$demand$	CE	CE
$RFSI$	-0.0138*** (0.0039)	0.3327*** (0.0001)		-0.0103*** (0.0034)
$demand$			-0.0111*** (0.0023)	-0.0106*** (0.0022)
控制变量	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是
行业固定效应	是	是	是	是
国家固定效应	是	是	是	是
Sobel Z	-4.854***			
Bootstrap(1000次)检验置信区间	[-0.0049, -0.0022]			
N	16896	16896	16896	16896
Adj-R ²	0.3295	0.8491	0.3302	0.3302

七、拓展分析

价值链功能升级的碳减排效应可能会因绿地投资类型和出口贸易隐含碳结构特征的不同而呈现出差别。为此,本部分将具体围绕两组异质性因素进行拓展分析。^①

① 限于篇幅,拓展分析结果未在正文中报告,留存备案。

(一)对绿地投资特征的进一步考察

1.区分绿地投资从事的具体功能活动

运用价值链上下游功能专业化指数大体描绘中国制造业价值链功能升级趋势可能会掩盖上下游具体活动给中国出口贸易隐含碳造成的影响差异,因而此处将研究视线聚焦至制造业价值链条上的细分功能活动类型。估计结果显示,专业化于价值链上下游具体功能活动均有助于降低出口贸易隐含碳。其中,上游相对功能专业化的回归系数略大于下游。究其原因,上游环节可以从产业链源头出发在企业内部灌输环保经营理念,专注于企业清洁要素使用和生产效率提升,而下游环节主要通过提供增值服务来延伸价值创造空间,升级市场需求结构,因此上游环节对碳排放的遏制作用相对更直接。值得一提的是,由于物流运输环节是连通生产与消费交易的桥梁,该过程能源使用产生的污染问题比较突出(朱民等,2023),提高物流零售相对功能专业化水平可以通过调整空间布局来优化运输系统和销售网络,减少调度成本,最终产生更为明显的贸易碳减排作用。

2.区分绿地投资来源地

不同来源的绿地投资对中国参与价值链的功能分工形态塑造可能存在差别。为此,本文依据联合国发布的《2010年人类发展报告》对发达和发展中国家(地区)进行划分的标准,对比分析这两类国家(地区)驱动的价值链功能升级对中国出口贸易隐含碳的影响。^①结果表明,由发达国家(地区)外资推动的价值链功能升级可以显著减少中国出口贸易隐含碳,发展中国家(地区)的回归系数则不显著。可能的原因是,发达国家(地区)跨国企业通常具备更雄厚的管理和研发实力,融入中国内循环体系、引导价值链改造重塑的能力更强,对本土制造业企业发挥的示范和技术溢出效应也更为持久充分。

3.区分绿地投资目的地

中国各地区具有不同的资源禀赋条件和产业承接基础,这在一定程度上造成了外资利用质量的不均衡性,那么由此显现的价值链功能升级态势也存在区别。本文按照国家统计局对东中西部地区的划分依据,具体考察流向东部和中西部地区的绿地投资对中国出口贸易隐含碳的作用差异。结果发现,由流向中国东部地区的外资带动的价值链功能升级能显著降低出口贸易隐含碳,但中西部地区不显著。可能的原因是,东部地区具备成熟的产业配套设施和人才储备,引进外资高端功能活动的吸引力、接收和应用外资技术成果的能力相对更强。然而,中西部地区凭借其能源富集优势承接了大量高耗能行业转移,减排负担较重,同时,上下游外资主要作用于该地区生产能力突破和市场开拓,尚未显现对环境治理的积极作用。

(二)对出口贸易隐含碳特征的进一步考察

1.区分出口贸易隐含碳的不同构成

不同类型出口国内增加值占比间接体现了各制造业行业嵌入GVCs的主要特征,基于式(18),本文进一步评估了价值链功能升级对各类出口贸易隐含碳排放组成部分的影响。^②结果显示,价值链功能升级可以显著降低制造业中间品出口贸易隐含碳,而对最终品贸易隐含碳的作用不明

^① 经过统计测算,中国吸收的制造业绿地投资项目有大约90%来自发达国家(地区),流入中国东部地区的制造业绿地投资项目占比超70%(已剔除目的地为空的項目)。该不平衡性使得计算发展中国家(地区)和中国中西部地区的价值链相对上下游功能专业化指数会出现较多零值。因而本文在区分绿地投资来源和目的地的异质性分析部分,使用投资各制造业行业上下游功能活动的项目数量占比来评估功能升级趋向。根据前文稳健性检验,这一做法并不会对整体估计结果带来较大影响。

^② 平均来看,样本期内中国制造业中间品出口隐含碳排放占比均在七成左右,而最终品出口隐含碳排放呈现下降趋势。

显。可能的原因是,沿价值链高端环节攀升有利于减少高污染中间品的频繁跨境流动,尤其是降低重工业中间品在国内的加工制造比例(潘安,2018),进而优化中间品出口商品结构,减少中间品出口隐含碳排放。相比之下,制造业最终品存在着较为庞大的消费刚需,由出口规模累积的贸易隐含碳难以完全借助价值链功能升级产生的技术效应所抵消。

2. 区分出口贸易隐含碳的具体流向

生产消费活动的地理分割诱发了碳排放转移现象,为响应不同目的地的最终消费需求,中国消化了不对称的环境成本(彭水军等,2015)。为此,本文探析了价值链功能升级对流向发达和发展中国家(地区)两类消费目的地的出口贸易隐含碳的影响。^①结果表明,专业化于价值链上下游功能活动可以显著减少中国流向这两类目的地的出口贸易隐含碳,且对发达国家(地区)的促降作用更明显。这是因为,发达国家(地区)通常具有更严格的环境规制标准,引入高质量外资能够有效牵引制造业企业学习低碳生产工艺,适应其国内环保标准(李金凯等,2017),从而更有助于降低为满足这些国家(地区)消费而产生的出口贸易隐含碳。与此同时,不少发达国家(地区)正推动制造业回流,加快产业链本地布局,这也在无形中给中国流向发达国家(地区)的出口贸易隐含碳创造了更大的减排空间。

3. 区分制造业行业类型

鉴于各制造业行业的碳排放强度存在差异,本文依据 Busse(2004)对污染型制造业行业的划分标准,分别考察了价值链功能升级对污染和非污染密集型制造业出口贸易隐含碳的影响。^②结果显示,具有不同隐含碳排放规模的制造业行业在实现价值链升级过程中表现出了鲜明的异质性。其中,对于污染密集型制造业行业,核心解释变量的回归系数显著为负。也就是说,价值链功能升级表现出了较强的污染治理主体针对性,究其原因,与非污染密集型制造业相比,中国的污染密集型制造业对能源投入的依赖性明显,更容易被跨国公司钳制在低端生产环节,因而实现制造业低碳高质量发展需要高耗能制造业做出更明显的碳减排贡献,该部门存在较大的节能降碳余地。

八、结论与启示

更大力度吸引和利用外资是中国推进高水平对外开放的重要抓手,也是实现制造业高端化、智能化、绿色化发展的关键外部力量。本文尝试将价值链功能分工因素纳入贸易与环境污染理论分析模型,利用 fDi Markets 数据库中高度微观的全球绿地投资企业项目数据,构建了由外资质量提升驱动的价值链上下游相对功能专业化指数,借助包含跨境转移内涵的出口贸易隐含碳来量化中国嵌入 GVCs 的环境成本,最终运用 2003—2018 年 66 个经济体 16 个细分制造业行业的面板数据,实证检验了制造业价值链功能升级对出口贸易隐含碳的影响及其作用渠道。研究表明:由引资质量提升推动的价值链功能升级具有“污染光环”效应,能够显著减少中国出口贸易隐含碳。在替换核心变量测度方式、调整回归模型设定、处理样本数据、考虑内生性问题后,该基本结论依然稳健。机制检验强调,引资质量提升带动的价值链功能升级主要通过要素结构优化效应、人力资本积累效应和服务需求创造效应作用于出口贸易隐含碳减排。拓展分析发现,从事价值链上游功能活动、来自发达国家(地区)和流向东部地区的高质量外资对出口贸易隐含碳的促降作用更明

① 由于 OECD-ICIO 中包含世界其他地区(ROW),因而在按经济发展程度区分隐含碳目的地流向时将此部分样本剔除。

② 污染密集型制造业包括:纸和纸制品、印刷品,焦炭和精炼石油产品,化学原料和化学制品,其他非金属矿物制品,基本金属,金属制品。

显。同时,价值链功能升级更有助于降低中间品出口形成的、流入发达国家(地区)和污染密集型制造业的贸易隐含碳排放。

基于上述研究结论,本文提出如下政策启示。第一,加大制造业引资力度,着力提升外资质量。中国应稳步推进更高层次的制度型开放,在促进外资扩增稳存的同时,更要寻求制造业外资利用提质增效。鼓励外商投资先进制造业和战略性新兴产业,发挥对产业链的补链延链强链作用,助力中国制造业迈向价值链高端功能环节,实现低碳高质量发展。第二,优化制造业要素投入结构和流通环境,驱动服务需求扩容升级。中国要继续扩大服务业对外开放力度,加强生产性服务业外资同国内制造业关联部门的合作与互动,充分吸收外资所携带的先进技术、管理经验等先进要素。同时,制造业企业要依托下游服务网络增强对国内外消费者的个性化服务需求响应能力,从而增加客户参与式服务产品供给,降低由较多高能耗出口商品引致的贸易隐含碳排放。第三,引导外资布局流向,充分释放环境优化效应。中国要聚焦制造业产供应链升级发展需求,主动引导外资延伸在华功能活动分布,鼓励外资在华创立事业总部、研发创新中心和配套服务网络,支持外资参与“双碳”目标战略,重点牵引污染密集型制造业实现低碳转型。合理谋划外资在华空间布局,推动东部地区在继续扩大引资力度、改善引资结构的同时,发挥重点外资项目的示范效应,引导外资向中西部地区转移进驻。

参考文献:

1. 白俊红、吕晓红:《FDI质量与中国环境污染的改善》,《国际贸易问题》2015年第8期。
2. 何小钢、张耀辉:《中国工业碳排放影响因素与CKC重组效应——基于STIRPAT模型的分行业动态面板数据实证研究》,《中国工业经济》2012年第1期。
3. 黄玉霞、谢建国:《制造业投入服务化与碳排放强度——基于WIOD跨国面板的实证分析》,《财贸经济》2019年第8期。
4. 江小涓、孟丽君:《内循环为主、外循环赋能与更高水平双循环——国际经验与中国实践》,《管理世界》2021年第1期。
5. 李金凯、程立燕、张同斌:《外商直接投资是否具有“污染光环”效应?》,《中国人口·资源与环境》2017年第10期。
6. 李思慧:《产业集聚、人力资本与企业能源效率——以高新技术企业为例》,《财贸经济》2011年第9期。
7. 刘斌、王乃嘉、余森杰、朱学昌:《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》,《中国人民大学学报》2021年第2期。
8. 刘斌、王乃嘉:《制造业投入服务化与企业出口的二元边际——基于中国微观企业数据的经验研究》,《中国工业经济》2016年第9期。
9. 刘强、庄幸、姜克隽、韩文科:《中国出口贸易中的载能量及碳排放量分析》,《中国工业经济》2008年第8期。
10. 刘青、张超、吕若思:《跨国公司在华溢出效应研究:人力资本的视角》,《数量经济技术经济研究》2013年第9期。
11. 吕延方、崔兴华、王冬:《全球价值链参与度与贸易隐含碳》,《数量经济技术经济研究》2019年第2期。
12. 吕越、吕云龙:《中国参与全球价值链的环境效应分析》,《中国人口·资源与环境》2019年第7期。
13. 牛志伟、许晨曦、武瑛:《营商环境优化、人力资本效应与企业劳动生产率》,《管理世界》2023年第2期。
14. 潘安:《全球价值链视角下的中美贸易隐含碳研究》,《统计研究》2018年第1期。
15. 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。
16. 邵朝对、苏丹妮、杨琦:《外资进入对东道国本土企业的环境效应:来自中国的证据》,《世界经济》2021年第3期。
17. 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》,《国际经济评论》2015年第1期。
18. 盛斌、吕越:《外国直接投资对中国环境的影响——来自工业行业面板数据的实证研究》,《中国社会科学》2012年第5期。
19. 王岚、李宏艳:《中国制造业融入全球价值链路径研究——嵌入位置和增值能力的视角》,《中国工业经济》2015年第2期。
20. 王鹏、郭淑芬:《正式环境规制、人力资本与绿色全要素生产率》,《宏观经济研究》2021年第5期。
21. 王向进、杨来科、钱志权:《制造业服务化、高端化升级与碳减排》,《国际经贸探索》2018年第7期。
22. 王振国、张亚斌、牛猛、钟源:《全球价值链视角下中国出口功能专业化的动态变迁及国际比较》,《中国工业经济》2020年第6期。

23. 文雁兵、张梦婷、俞峰:《中国交通基础设施的资源再配置效应》,《经济研究》2022年第1期。
24. 熊彬、罗科:《中国制造业投入服务化与价值链功能攀升——基于内向绿地投资视角》,《国际贸易问题》2023年第2期。
25. 许和连、邓玉萍:《经济增长、FDI与环境污染——基于空间异质性模型研究》,《财经科学》2012年第9期。
26. 张宇、蒋殿春:《FDI、政府监管与中国水污染——基于产业结构与技术进步分解指标的实证检验》,《经济学(季刊)》2014年第2期。
27. 赵玉焕、郑璐、刘似臣:《全球价值链嵌入对中国出口贸易隐含碳的影响研究》,《国际贸易问题》2021年第3期。
28. 朱民、Stern, N., Stiglitz, J. E., 刘世锦、张永生、李俊峰、Hepburn, C.:《拥抱绿色发展新范式:中国碳中和政策框架研究》,《世界经济》2023年第3期。
29. 祝树金、谢煜、吴德胜:《制造业服务化的节能效应及其中介机制研究》,《财贸经济》2020年第11期。
30. Antweiler, W., Copeland, B. R., & Taylor, M. S., Is Free Trade Good For the Environment? . *American Economic Review*, Vol.91, No.4, 2001, pp.877-908.
31. Arnold, J. M., Javorcik, B. S., & Mattoo, A., Does Services Liberalization Benefit Manufacturing Firms? Evidence from the Czech Republic. *Journal of International Economics*, Vol.85, No.1, 2011, pp.136-146.
32. Busse, M., Trade, Environmental Regulations and the World Trade Organization: New Empirical Evidence. *Journal of World Trade*, Vol.38, No.2, 2004, pp.285-306.
33. Cheng, Z., Li, L., & Liu, J., The Impact of Foreign Direct Investment on Urban PM 2.5 Pollution in China. *Journal of Environmental Management*, Vol.265, 2020, pp.1-13.
34. Chichilnisky, G., North-South Trade and the Global Environment. *American Economic Review*, Vol. 84, No. 4, 1994, pp.851-874.
35. Cole, M. A., Elliott, R. J. R., & Strobl, E., The Environmental Performance of Firms: The Role of Foreign Ownership, Training, and Experience. *Ecological Economics*, Vol.65, No.3, 2008, pp. 538-546.
36. Copeland, B. R., & Taylor, M. S., North-South Trade and the Environment. *Quarterly Journal of Economics*, Vol.109, No.3, 1994, pp.755-787.
37. Eskeland, S. G., & Harrison, E. A., Moving to Greener Pastures? Multinationals and the Pollution Haven Hypothesis. *Journal of Development Economics*, Vol.70, No.1, 2003, pp.1-23.
38. He, J., Pollution Haven Hypothesis and Environmental Impacts of Foreign Direct Investment: The Case of Industrial Emission of Sulfur Dioxide (SO₂) in Chinese Provinces. *Ecological Economics*, Vol.60, No.1, 2006, pp.228-245.
39. Hummels, D., Ishii, J., & Yi, K. M., The Nature and Growth of Vertical Specialization in World Trade. *Journal of International Economics*, Vol.54, No.1, 2001, pp.75-96.
40. Kordalska, A., & Olczyk, M., Upgrading Low Value-added Activities in Global Value Chains: A Functional Specialisation Approach. *Economic Systems Research*, Vol.35, No.2, 2023, pp.265-291.
41. Meng, B., Peters, G. P., Wang, Z., & Li, M., Tracing CO₂ Emissions in Global Value Chains. *Energy Economics*, Vol.73, No.1, 2018, pp.24-42.
42. Mont, O. K., Clarifying the Concept of Product-Service System. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 10, No. 3, 2002, pp.237-245.
43. Pan, J., Phillips, J., & Chen, Y., China's Balance of Emissions Embodied in Trade: Approaches to Measurement and Allocating International Responsibility. *Oxford Review of Economic Policy*, Vol.24, No.2, 2008, pp.354-376.
44. Rothenberg, S., Sustainability Through Servicizing. *MIT Sloan Management Review*, Vol.2, No.48, 2007, pp.83-91.
45. Stöckinger, R., Testing the Smile Curve: Functional Specialisation and Value Creation in GVCs. *Structural Change and Economic Dynamics*, Vol.56, 2021, pp.93-116.
46. Timmer, M. P., Sébastien, M., & De Vries, G. J., Functional Specialisation in Trade. *Journal of Economic Geography*, Vol.19, No.1, 2019, pp.1-30.
47. Vries, G. D., Chen, Q., Hasan, R., & Li, Z., Do Asian Countries Upgrade in Global Value Chains? A Novel Approach and Empirical Evidence. *Asian Economic Journal*, Vol.33, No.1, 2019, pp.13-37.
48. Zhao, Y., Zhang, Z., Wang, S., & Wang, S., CO₂ Emissions Embodied in China's Foreign Trade: An Investigation from the Perspective of Global Vertical Specialization. *China & World Economy*, Vol.22, No.4, 2014, pp.102-120.

Functional Upgrading of Value Chains and the Carbon Emissions Reduction Embodied in China's Exports: From the Perspective of the Improvement in the FDI Quality

CHEN Fuzhong, LUO Ke, DONG Kangyin

(University of International Business and Economics, 100029)

Summary: The functional division of value chains shaped by Foreign Direct Investment (FDI) is related to profit distribution, and profoundly affects the distribution of environmental pollution. Therefore, functional upgrading of value chains by improving the FDI quality is important for China to achieve low-carbon and high-quality development in the manufacturing sector. However, previous studies mainly examined the influence of FDI amount on environmental pollution in China, with the implicit assumption of the homogeneity of FDI, thus making it difficult to accurately discern the environmental effects generated by the improved FDI quality.

To fill in this gap, this paper introduces the functional division of value chains into the framework of trade and environmental pollution model, and uses the functional activity data of each greenfield investment project in Chinese manufacturing sector from 2003 to 2018 in the fDi Markets database to construct the functional specialization index that focuses on upstream and downstream activities of Global Value Chains (GVCs). It then calculates the carbon emissions embodied in China's exports based on the OECD input-output data to reflect the environmental cost of embedding GVCs, and empirically investigates the effect of functional upgrading on the carbon emissions embodied in China's manufacturing exports.

The findings are as follows. Functional upgrading of value chains can significantly reduce the carbon emissions embodied in China's manufacturing exports. This conclusion holds valid after a series of robustness tests. The mechanism test shows that functional upgrading of value chains driven by the improved FDI quality can optimize the input factor structure, accumulate advanced human capital, and create more demand for services, thereby reducing the carbon emissions embodied in China's manufacturing exports. Extended analysis finds that high-quality FDI engaged in upstream functional activities, from developed countries (regions) and flowing into eastern China, has a more obvious inhibitory effect on the carbon emissions embodied in China's exports. Meanwhile, functional upgrading of value chains is more conducive to reducing the carbon emissions generated by exporting intermediate products, flowing to developed countries (regions), and in pollution-intensive manufacturing industries.

The conclusions of this paper have strong policy implications. Specifically, China should strive to improve the quality rather than just expand the scale of FDI, optimize the input factor structure and the circulation environment of the manufacturing sector, and promote the expansion and upgrading of service demand. Additionally, China needs to consciously guide the distribution of high-quality FDI, to fully release its environmental optimization effect.

Keywords: Functional Upgrading of Value Chains, Greenfield Investment, FDI Quality, Carbon Emissions Embodied in Exports

JEL: F14, F18, Q56

责任编辑:静 好