

嵌入全球价值链助力企业绿色发展： 投入结构转型效应的解释

裴建锁，方勇彪，姜佳彤

[摘要] 厘清企业嵌入全球价值链(Global Value Chain, GVC)的环境影响及其机制是实现绿色发展的重要微观基础。本文提出嵌入GVC、能源消耗和企业环境绩效的统一分析框架,并基于微观企业数据开展实证研究。结果显示:嵌入GVC程度上升可以有效降低企业的污染排放强度。机制分析表明,嵌入GVC主要通过投入结构转型效应促进企业使用进口中间品替代能源消耗,降低企业的能源投入强度,进而提升环境绩效。进一步引入国内环境规制差异的分析发现,中国企业嵌入GVC的投入结构转型效应是基于劳动力比较优势参与国际分工的结果,而非为了规避国内环境规制主动进行的污染外包。动态机制的检验结果显示,嵌入GVC主要通过存续企业“内部减排”和“市场份额再分配”的集约边际,以及“清洁企业进入”的扩展边际降低行业排放强度。在企业退出机制较完善的地区,还可通过“污染企业退出”的扩展边际发挥作用。本文对于新发展阶段下以高水平对外开放协同推进降碳、减污、扩绿、增长具有一定的启示意义。

[关键词] 全球价值链; 能源消耗; 环境绩效; 投入结构转型

[中图分类号] F424 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1006-480X(2024)02-0061-19

一、引言

党的二十大报告指出,中国式现代化是人与自然和谐共生的现代化,要协同推进降碳、减污、扩绿、增长,推进生态优先、节约集约、绿色低碳发展。在新发展阶段,坚持新发展理念,统筹经济发展与环境保护,是实现中国式现代化的应有之义。国际贸易是中国经济增长的重要驱动因素之一,同时,贸易对环境的影响是实现绿色发展的重要议题。进入21世纪,以生产碎片化和贸易一体化为主要特征的全球价值链(Global Value Chain, GVC)贸易逐步占据主导地位,中间品贸易额长期占据世界总贸易额的50%左右。^①加入世界贸易组织(World Trade Organization, WTO)以来,中国发挥

[收稿日期] 2023-10-27

[基金项目] 研究阐释党的二十大精神国家社会科学基金重大项目“新发展格局下产业链供应链韧性和安全水平评估与对策研究”(批准号23ZDA033);国家自然科学基金面上项目“新发展格局下的全球价值链演变与产业升级”(批准号72273149)。

[作者简介] 裴建锁,中国人民大学应用经济学院教授,博士生导师,经济学博士;方勇彪,中国人民大学应用经济学院硕博连读研究生;姜佳彤,对外经济贸易大学博士研究生。通讯作者:方勇彪,电子邮箱:2022104511@ruc.edu.cn。感谢“高水平对外开放与高质量发展”学术研讨会、第23届中国经济学会年会、2023中国世界经济学会年会与会专家的意见建议,感谢匿名评审专家和编辑部的宝贵意见,文责自负。

^① 根据WTO数据库(https://www.wto.org/english/res_e/statis_e/miwi_e/miwi_e.htm)计算得到。

劳动力比较优势,积极参与GVC分工,目前已成为GVC生产模式当中最重要的国家之一。

GVC不仅是全球资源和利益的分配链,也是全球污染的排放与转移链。虽然参与国际分工增加了中国的污染排放总量(Cole and Zhang, 2019),但从污染排放强度看,大量研究发现嵌入GVC对中国的环境质量有正向影响(白俊红和余雪微, 2022; Hua et al., 2022)。在国际分工体系不断演进和中国国内环境约束持续加强的背景下,准确识别嵌入GVC对污染排放的影响及其微观机制,对于以高水平对外开放协同推进降碳、减污、扩绿、增长具有重要意义。但目前关于GVC环境效应的研究大多从技术升级的角度展开分析,忽略了污染排放与能源消耗的直接联系,以及国际分工导致的要素投入结构的变化对污染排放强度的影响。

在生产过程中,中国制造业绝大部分SO₂排放来源于化石能源燃烧。^①因此,能源消耗的下降可能是嵌入GVC促进中国污染排放强度下降的直接原因。GVC分工下产品生产被分解为多个环节,并按照比较优势在世界各个国家中实施生产。中国在参与GVC分工的过程中,主要发挥自身在劳动力方面的比较优势,承接国外劳动密集型生产环节的转移。而能源密集型等不匹配中国比较优势的生产环节则由其他国家生产,随后以进口中间品的形式参与下游的生产制造过程。所以,嵌入GVC可以通过促进中国企业使用进口中间品替代能源消耗、开展更专业化的劳动密集型生产(Feenstra and Hanson, 1999; 佟家栋和刘程, 2017)来降低企业的能源投入强度,进而提升企业环境绩效。^②不同的影响机制会带来不同的政策启示。^③为此,本文引入企业的能源消耗,对嵌入GVC的环境影响及其微观机制做更加深入的讨论。

本文主要拓展了贸易对企业环境绩效影响的相关研究。这类文献较多关注出口、进口和贸易自由化与企业环境绩效之间的关系(Cherniwchan, 2017; Forslid et al., 2018; Pei et al., 2021; 邵朝对, 2021),但是对嵌入GVC这种“任务化”的特殊贸易方式的讨论还不够充分。现有关于GVC环境效应的研究大多数集中在行业和省份层面,通常认为“技术溢出”和“倒逼减排”带来的生产率提升和减排技术升级是嵌入GVC促进减排的主要渠道(王玉燕等, 2015; 孙华平和杜秀梅, 2020; 蔡礼辉等, 2020; 白俊红和余雪微, 2022)。少数学者在微观层面做了研究。例如,苏丹妮(2020)发现,企业嵌入GVC上游环节可以促进绿色技术进步进而实现减排,而嵌入GVC下游环节则存在相反的影响。Wu et al. (2024)认为,企业嵌入GVC主要通过跨国公司的经济联系获取技术溢出,提升自身生产率,进而改善环境绩效。现有文献对生产率的分析,仅关注到“技术溢出”和“干中学”等渠道对企业基础生产率的促进作用,忽略了生产冲击沿价值链的传导对企业产能利用情况的影响。^④同时,对技术的过度关注,使得已有文献忽略了嵌入GVC影响企业环境绩效的另一个更直接的机制,

① 嵌入GVC、能源消耗和污染排放之间的直接联系参见《中国工业经济》网站(<http://ciejournal.ajcass.org>)附件。

② 本文定义能源投入强度为能源消耗量与总投入之比。

③ 若主要机制为分工带来的效率提升,嵌入GVC的环境效应可能是稳定的,政策制定者只需要着力推动企业嵌入GVC就可以助力经济与环境的协调发展。但若主要机制为结构上的变动(污染外包等),嵌入GVC的环境效应可能取决于经济体的发展阶段,同时对不同经济体造成异质性影响,需要政策制定者不断调整相关策略,并且兼顾局部与全球影响。

④ 本文定义“(观测的)生产率=基础生产率+生产冲击”,其中,基础生产率代表企业综合自身内部因素和外部环境因素形成的生产率,是企业能够观察到、通过自身的努力可以改善的基础生产率,包括生产工艺和管理经验等。生产冲击代表偏离了企业预期、突然发生的生产率冲击,如由于突然的供应链断裂导致的停工停产等。现有文献虽未明确提出基础生产率这一概念,但其理论分析所强调的“技术溢出”“干中学”等渠道只能对基础生产率产生影响。关于“技术效应”的进一步说明参见《中国工业经济》网站(<http://ciejournal.ajcass.org>)附件。感谢匿名评审专家的建议。

即改变企业的投入结构,降低企业的能源投入强度。

部分研究认识到嵌入GVC、能源消耗与污染排放之间的联系(王玉燕等,2015;白俊红和余雪微,2022),认为嵌入GVC可以通过降低能源强度来减少行业的污染排放。但遗憾的是,其仅将嵌入GVC降低行业能源强度的方式归因于技术溢出带来的生产技术进步,其本质仍是强调GVC环境效应中技术因素的作用。同时,Hua et al.(2022)认为,嵌入GVC可以促进企业利用更清洁的投入替代煤炭消耗,降低企业的煤炭强度。虽然该文没有将煤炭强度的变化简单归因于技术的作用,但煤炭强度下降并不能直接反映企业的投入结构变化,也无法刻画嵌入GVC影响企业投入结构的具体机理。另外,现有关于GVC环境效应的研究大多仅关注了嵌入GVC对污染排放的静态影响机制,而忽略了企业的进入、退出以及企业间市场份额再分配的影响。事实上,企业的动态变化同样是影响污染排放的重要因素(Cherniwchan et al., 2017; Holladay and LaPlue, 2021; 蒋为等, 2022),也可能是嵌入GVC影响污染排放的重要渠道。

针对上述情况,本文基于污染排放与能源消耗之间的直接联系,构建了嵌入GVC、能源消耗和企业环境绩效的统一分析框架,从GVC分工和比较优势视角系统梳理并论证了嵌入GVC对企业环境绩效的影响及其微观机制;特别是,补充了嵌入GVC技术效应中的风险传导渠道,并在技术效应之外引入能源投入强度这一新渠道,准确识别了企业嵌入GVC的投入结构转型效应;同时,进一步检验了GVC环境效应的动态机制。综合而言,本文为探究嵌入GVC与企业环境绩效之间的关系提供了新的理论解释和微观证据。

二、理论分析与研究假说

本文将嵌入GVC和能源消耗引入Forslid et al.(2018)的企业污染排放模型,并基于参与国际分工的技术效应、能源结构转型效应和投入结构转型效应,从理论上分析了嵌入GVC对企业污染排放强度的影响。

1. 消费者

假设代表性消费者的效用函数为CES形式 $U = \left[\int_{v \in \Omega} q(v) \frac{\sigma-1}{\sigma} dv \right]^{\frac{\sigma}{\sigma-1}}$, 其中, $q(v)$ 为消费者对商品 v 的消费量。 Ω 代表市场中商品的集合。 $\sigma (\sigma > 1)$ 为不同商品之间的替代弹性。消费者对商品 v 的总需求为:

$$q(v) = \frac{p_v^{-\sigma}}{P^{1-\sigma}} I \quad (1)$$

其中, I 表示消费者的总支出。 p_v 为商品 v 的价格。定义 $P = \left[\int_{v \in \Omega} p(v)^{1-\sigma} dv \right]^{\frac{1}{1-\sigma}}$ 为市场中商品的价格指数。

2. 嵌入GVC与生产率

在生产方面,本文假设企业在垄断竞争的市场环境中投入劳动力(l)、资本(k)、能源(e)和中间品(m)进行生产。其中,劳动力和资本为国内要素,不能进行跨国流动;能源和中间品可以在国家间进行贸易。代表性企业的生产函数为:^①

$$q = \varphi \times l^{\eta_l} k^{\eta_k} e^{\eta_e} m^{\eta_m} \times \Xi \quad (2)$$

① 本文省略了企业的下标。

其中, η_l 、 η_k 、 η_e 、 η_m 分别为劳动力、资本、能源和中间品占企业可变投入的份额。同时 η_l 、 η_k 和 η_e 还衡量了企业的劳动力、资本和能源投入的密集程度, 并且满足 $\eta_l + \eta_k + \eta_e + \eta_m = 1$ 。 φ 为企业的生产率。最后一项 $\Xi \equiv \eta_l^{-\eta_l} \eta_k^{-\eta_k} \eta_e^{-\eta_e} \eta_m^{-\eta_m}$ 。

本文在企业的生产函数中并未加入随机扰动项, 由此, 生产率 $\varphi = \omega + \vartheta$ 本质上衡量的是企业“实现的生产能力”, 其中, 包含企业的“基础生产率”(ω)和“生产冲击”(ϑ)两个部分, 即企业嵌入 GVC 可以通过改变企业的基础生产率、带来新的生产冲击来影响企业的生产率。具体而言, 一方面, 企业嵌入 GVC 可以通过 FDI、进口高质量中间品等方式(田巍和余淼杰, 2014), 获取更多接触先进技术和经验的机会, 接受知识外溢, 甚至争取到技术的转移, 进而提高企业的基础生产率; 另一方面, 从生产冲击角度, 嵌入 GVC 使得企业对进口中间品的依赖程度提升, 扩大企业生产中的风险敞口(Baldwin and Freeman, 2022), 不可预测的外部冲击使得企业停工停产的几率加大。因此, 有:

$$\frac{\partial \varphi(gvc)}{\partial gvc} = \underbrace{\frac{\partial \omega(gvc)}{\partial gvc}}_{\text{技术溢出 (+)}} + \underbrace{\frac{\partial \vartheta(gvc)}{\partial gvc}}_{\text{风险传导 (-)}} \quad (3)$$

3. 嵌入 GVC 与能源结构

假设企业的能源消耗为清洁能源 e_c 和非清洁能源 e_d 的组合 $e = \left[e_c^{\frac{\sigma^e-1}{\sigma^e}} + e_d^{\frac{\sigma^e-1}{\sigma^e}} \right]^{\frac{\sigma^e}{\sigma^e-1}}$, 其中, $\sigma^e > 1$ 。

并且每单位的非清洁能源消耗会产生 ϵ^* 的污染气体, 由于存在国内的环境规制和国际市场中的绿色约束, 企业需要为每单位的污染排放支付 t 的排污成本。为了降低排污成本, 企业可以选择进行减排投资。借鉴 Forslid et al.(2018)的做法, 假设企业进行减排投资 f_A 后, 单位能源消耗造成的污染气体排放为 $\epsilon = \epsilon^* f_A^{-\rho}$ 。为简化分析, 假设清洁能源、非清洁能源的价格相等并且均为 1, 企业面临的综合能源价格为 $P_e = \left[1 + (t\epsilon)^{1-\sigma^e} \right]^{\frac{1}{1-\sigma^e}}$ 。求解企业能源投入的成本最小化问题, 得到企业的非清洁能源占总能源投入的比例:

$$\gamma_d = \frac{1}{1 + (t\epsilon)^{\sigma^e}} \quad (4)$$

其中, $t\epsilon$ 为消耗单位非清洁能源的综合成本, 取决于单位排污成本 t 和单位能源消耗实际导致的污染排放 ϵ 。同时, 由于中国企业主要借助劳动力而非能源投入的比较优势参与国际分工, 且在研究区间内中国的国内环境规制强度低于下游发达国家, 下游买家可能会对企业的生产过程提出一定的绿色约束(Pei et al., 2021; 白俊红和余雪微, 2022), 进而提升企业所面临的单位排污成本, 即 $\frac{\partial t(gvc)}{\partial gvc} > 0$ 。由此, 可以得到, 在不考虑 f_A 变化的间接影响的情况下, 嵌入 GVC 可以促进企业能源结构更加清洁, 即:

$$\frac{\partial \gamma(gvc|f_A)}{\partial gvc} = \underbrace{\frac{\partial \gamma(gvc)}{\partial t} \frac{\partial t(gvc)}{\partial gvc}}_{\text{倒逼机制 (-)}} < 0 \quad (5)$$

4. 嵌入 GVC 与能源投入强度

定义企业单位投入成本为 $c = w^{\eta_l} r^{\eta_k} P_e^{\eta_e} P_m^{\eta_m}$, 其中, w 、 r 和 P_m 分别为工资、利率和中间品价格。根据 C—D 生产函数的性质可以得到企业单位投入中包含的能源量, 即企业的能源投入强度:

$$\mu = \frac{\eta_e w^{\eta_l} r^{\eta_k} P_m^{\eta_m}}{(P_e)^{1-\eta_e}} \quad (6)$$

本文认为,嵌入GVC可以影响中国企业的能源投入强度。首先,GVC分工的主要特点是跨国企业将产品生产分解为多个环节,并按照比较优势在世界各国生产。加入WTO以后,中国企业主要凭借自身在劳动力方面的比较优势,承接劳动密集型生产环节的产业转移(苏杭等,2017; Chen et al.,2022)。而能源密集型等不符合中国比较优势的生产环节则继续在其他国家生产,随后以进口中间品的形式参与到中国的生产制造过程中。随着中国企业嵌入GVC程度不断提高,企业将借助于进口中间品替代能源等与中国比较优势不匹配的要素,不断向劳动密集型生产转型(即 η_e, η_k 下降, η_m 和 $\eta_l/(1-\eta_m)$ 上升),进而降低企业的能源投入强度,客观上促进企业减排(Feenstra and Hanson, 1999; 鞠建东等,2004; 苏杭等,2017; 佟家栋和刘程,2017)。^①其次,根据上文的分析,嵌入GVC可以通过提高企业的单位排污成本,提高综合能源价格,进而降低企业的能源投入强度。由于在本文中能源综合成本以外的要素价格不变,给定 $w=r=P_m=1$,可以得到,在不考虑 f_A 变化的间接影响的情况下,嵌入GVC程度上升能够降低企业的能源投入强度:

$$\frac{\partial \mu (gvc|f_A)}{\partial gvc} = \underbrace{\frac{\partial \mu (gvc)}{\partial \eta_e} \frac{\partial \eta_e (gvc)}{\partial gvc}}_{\text{生产转型 (-)}} + \underbrace{\frac{\partial \mu (gvc)}{\partial t} \frac{\partial t (gvc)}{\partial gvc}}_{\text{倒逼机制 (-)}} < 0 \quad (7)$$

特别地,无论是嵌入GVC的生产转型作用,还是绿色倒逼机制,都与中国的劳动力比较优势密切相关。具体而言,若国际产业转移到中国是由于中国宽松的环境规制,那么中国企业将向能源密集型生产转型,同时价值链分工的主导企业对中国企业提出绿色约束的动机会大大降低。

5. 嵌入GVC与减排技术

求解企业的利润最大化问题可以得到,企业的最优减排投资决策为:

$$f_A = \left[\frac{B_3 \eta_e^{\frac{1}{\beta_1}} \varphi^{\frac{\sigma-1}{\beta_1}} - 1}{B_2 t^{1-\sigma'}} \right]^{\frac{1}{\beta_2}} \quad (8)$$

其中, $\beta_1 > 0, \beta_2 > 0$ 均为常数, B_2, B_3 为不随嵌入GVC变化的变量组合。^②由(8)式可知,企业的减排投资取决于生产率、综合排污成本以及企业的能源投入密集度。结合上文的讨论可以得到,在不考虑 φ 变化的间接影响的情况下,嵌入GVC可以通过降低企业的能源密集程度和提高单位排污成本来影响企业的减排投资,即:

$$\frac{\partial f_A (gvc|\varphi)}{\partial gvc} = \underbrace{\frac{\partial f_A (gvc)}{\partial t} \frac{\partial t (gvc)}{\partial gvc}}_{\text{倒逼机制 (+)}} + \underbrace{\frac{\partial f_A (gvc)}{\partial \eta_e} \frac{\partial \eta_e (gvc)}{\partial gvc}}_{\text{渠道竞争 (-)}} \quad (9)$$

单位排污成本上升令企业减排的边际收益高于边际成本,会激励企业增加减排投资。但当生产中的能源要素密集度下降时,企业面临的整体污染排放成本也会下降,导致企业进行减排投资的积极性下降,本文定义这一影响为“渠道竞争”。

6. 嵌入GVC与污染排放强度

根据谢泼德引理,可以得到企业的污染排放强度:

$$z = \epsilon^* \times \varphi^{-1} \times f_A^{-\rho} \times \gamma_d \times \mu \quad (10)$$

① 需要说明的是,本文强调的嵌入GVC所引致的企业劳动密集型生产转型,与21世纪以来中国经历的资本密集型产业扩张并不矛盾。详细说明参见《中国工业经济》网站(<http://ciejournal.ajcass.org>)附件。感谢匿名评审专家提出的宝贵建议。

② 具体推导与后续讨论参见《中国工业经济》网站(<http://ciejournal.ajcass.org>)附件。

由(10)式可知,企业的污染排放强度由生产率、减排技术、能源结构与能源投入强度共同决定。在其他条件不变的情况下,企业的生产率越高、减排投资越多、能源结构越清洁、能源投入强度越低,则污染排放强度也越低。结合(3)式、(5)式、(7)式和(9)式, z 对 gvc 求偏导,可得:

$$\frac{\partial z}{\partial gvc} = \underbrace{\frac{\partial z}{\partial \varphi} \frac{\partial \varphi(gvc)}{\partial gvc}}_{\text{生产率 (+/-)}} + \underbrace{\frac{\partial z}{\partial f_A} \frac{\partial f_A(gvc|\varphi)}{\partial gvc}}_{\text{减排技术 (+/-)}} + \underbrace{\frac{\partial z}{\partial \gamma_d} \frac{\partial \gamma_d(gvc|f_A)}{\partial gvc}}_{\text{能源转型效应 (-)}} + \underbrace{\frac{\partial z}{\partial \mu} \frac{\partial \mu(gvc|f_A)}{\partial gvc}}_{\text{投入结构转型效应 (-)}} + IE \quad (11)$$

技术效应

其中,前四项为嵌入GVC分别通过技术溢出、绿色约束等方式对企业生产率等指标的直接影 响。最后一项 IE 代表嵌入GVC影响企业污染排放强度的间接效应,具体包括:嵌入GVC通过直接 改变生产率对减排技术、能源结构和能源投入强度的影响,以及嵌入GVC通过直接改变企业减排 技术对能源结构和能源投入强度的影响。后续分析中并未发现嵌入GVC对企业生产率和减排技术 的稳健直接影响,表明间接效应的作用较小。本文仅对嵌入GVC影响企业污染排放强度的直接 机制进行识别(见图1)。据此,本文提出:^①

假说1:嵌入GVC可以通过技术效应、能源转型效应和投入结构转型效应三种机制影响企业环 境绩效。因此,嵌入GVC对企业污染排放强度影响的方向和程度取决于三种机制的综合效应。

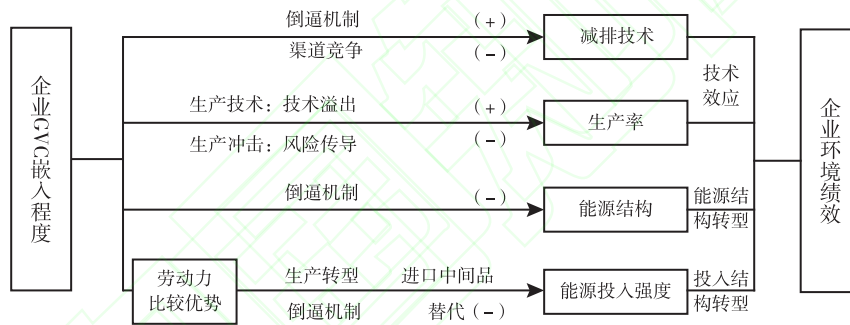


图1 理论与机制

三、计量模型与数据

1. 计量模型设定

为了检验嵌入GVC程度提高对企业排放强度的影响,本文的基准计量模型设定如下:

$$\ln SI_{nt} = \beta_0 + \beta_1 gvcpa_{nt} + \delta X_{nt} + \lambda_t + \mu_n + \varepsilon_{nt} \quad (12)$$

其中,下标 n 和 t 分别代表企业、年份, λ_t 为时间固定效应, μ_n 为企业固定效应, ε_{nt} 为随机扰动项。 SI 为企业的 SO_2 排放强度, $gvcpa$ 为企业的嵌入GVC程度, X_{nt} 为影响企业环境绩效的其他控制变量。

为了对三个机制进行检验,本文替换(12)式中的被解释变量,进一步建立如下计量模型:

$$M_{nt} = \beta_0^m + \beta_1^m gvcpa_{nt} + \delta^m X_{nt}^m + \lambda_t + \mu_n + \varepsilon_{nt} \quad (13)$$

其中, M_{nt} 包括减排技术($\ln ETS_{nt}$)、能源结构(ES_{nt})、能源投入强度($\ln EI_{nt}$)和生产率($\ln RP_{nt}$)。 X^m

① 除了理论刻画的企业内部变化,企业间市场份额再分配和企业进入退出动态也是嵌入GVC影响污染排放变动的重要途径。本文在第五部分拓展了对嵌入GVC环境效应的动态机制的讨论。

为机制检验的控制变量集合。为了准确识别嵌入GVC对各机制变量的直接影响,当 $M_{it} = \lnETS_{it}$ 时,在 X_{it} 基础上进一步控制企业生产率,在 $M_{it} = \{ES_{it}, \ln EI_{it}\}$ 时进一步控制企业的减排技术。

2. 变量选取

(1) 污染排放强度与主要机制变量的测度。本文基准模型中的被解释变量包括:SO₂排放强度($\ln SI$)、减排技术($\ln ETS$)、能源结构(ES)、能源投入强度($\ln EI$)和生产率($\ln RP$)5个变量,取对数前的具体测算方法如下所示:

$$\frac{\text{Emission}}{\text{Output}} = \underbrace{\frac{\text{Emission}}{\text{Dirty Energy}}}_{\text{排放强度}} \times \underbrace{\frac{\text{Dirty Energy}}{\text{Energy}}}_{\text{减排技术}} \times \underbrace{\frac{\text{Energy}}{\text{Input}}}_{\text{能源结构}} \times \underbrace{\frac{\text{Input}}{\text{Output}}}_{\text{能源投入强度}} \times \underbrace{\frac{\text{Input}}{\text{Output}}}_{\text{生产率的倒数}} \quad (14)$$

除能源结构(ES)以外,其余变量均在(14)式计算方法的基础上加1取对数得到。其中, $Emission$ 为企业的SO₂总排放量; $Output$ 为企业的总产出; $Dirty Energy$ 为以标准煤衡量的企业非清洁能源消耗量,主要包括煤炭、柴油和重油; $Energy$ 为以标准煤表示的企业能源总消耗量,以非清洁能源加清洁燃气消耗量之和表示; $Input$ 表示企业的总投入,具体计算方法为“总投入=总工业中间品投入+应付工资总额+本年资本折旧”。

(2) 企业嵌入GVC程度($gvcpa$)的测度。本文以企业出口中的国外增加值率(FVAR)这一被广泛运用的指标来衡量企业嵌入GVC的程度(盛斌和郝碧榕,2021;王孝松,2022)。并参考吕越等(2015)的方法,基于(15)式对企业嵌入GVC的程度进行测算。具体计算中,本文考虑了加工贸易和一般贸易出口国内增加值的差异(Kee and Tang, 2016),并借鉴Ahn et al.(2011)做法识别贸易代理商,对企业通过贸易代理商的间接进口做了处理。同时,还利用世界投入产出表对国内中间品中的国外成分予以剔除。

$$gvcpa = \frac{M_A^p + M_{Am}^g \frac{X^g}{D + X^g} + \vartheta_j (M^T - M_A^p - M_{Am}^g)}{X} \quad (15)$$

其中, M 代表进口、 X 代表出口、 D 代表国内需求。^①上标 p 和 g 分别表示加工贸易和一般贸易两种方式,下标 m 表示联合国广义经济分类(Broad Economic Categories, BEC)下的中间品贸易,不包含消费品与资本品。根据公式 $M_A = M/(1 - share)$ 计算出企业的实际进口额 M_A^p 和 M_{Am}^g ,其中, $share$ 为通过贸易代理商的进口比例,通过假定企业通过中间商进口的份额与中间商的总进口份额相等计算得到。 M^T 表示企业的中间投入额,并在此基础上加入企业使用的国内投入品中所包含的比例为 ϑ_j 的国外附加值。

(3) 控制变量的选取与测度。为缓解遗漏变量带来的内生性问题,本文在模型中加入企业和行业控制变量,提高模型估计的准确性。其中,企业层面变量包括:①企业年龄(age),具体计算方法为“企业年龄=所处年份-开业年份+1”并取对数。②企业融资约束(fc),直接采用Hadlock and Pierce(2010)构造的SA公式进行测量。为了避免负数造成的不便,取其绝对值来表示企业融资约束。③企业利润(pro),使用利润与总销售之比来表示。④政府支持(sub),采用企业的补贴收入与总销售之比来测算。⑤人均资本(kl),以人均资本加1取对数来表示。⑥资产负债率(lev),采用总负债/总资产加1取对数来测算。行业层面变量包括:行业竞争度(HHI),采用赫芬达尔指数来表示,即产业内每个企业的市场份额的平方和,指数越小则竞争越激烈;贸易水平(TL),采用行业出口量占行业总生产量的比例来计算。

^① 计算说明参见《中国工业经济》网站(<http://ciejournal.ajcass.org>)附件。

3. 样本选择与数据来源

本文所用数据主要来自三类微观数据库:一是企业污染排放数据,主要来自2000—2013年中国工业企业污染排放数据库。数据库涵盖了污染排放量占各地区排放总量85%以上的工业企业,每个企业包括名称、法人代码等基本信息和二氧化硫、工业废水等各项污染排放指标,以及煤炭、天然气等能源消耗指标,在使用过程中剔除了明显不符合现实情况的样本,如能源消耗、污染产生量小于0。二是企业生产数据,主要来自2000—2013年中国工业企业数据库。针对该数据库存在的问题,本文参照Brandt et al.(2012)、余森杰和李晋(2015)的方法做了处理:①剔除关键生产指标缺失的观测值;②剔除从业人员小于8、总产出和总中间投入小于等于0的样本;③剔除明显不符合公认会计准则的观测值;④将名义变量统一为1998年价格;⑤某些年份缺失的生产指标,使用相关指标进行替代或者计算^①;⑥将行业分类代码统一为国民经济行业分类(CIC)2002版;⑦仅保留制造业样本;⑧剔除1949年以前成立的企业样本。三是企业进出口数据,主要来自2000—2013年中国海关数据库。贸易数据根据国际清算银行(BIS)的人民币有效汇率转换为人民币币值,并利用价格指数进行平减。为实现本文的研究目的,需要对三个数据库进行合并。首先,通过法人代码、企业名称等信息对污染数据库和工业企业数据库进行合并。然后,根据企业名称以及邮政编码和电话号码的后七位等信息对工业企业数据库和海关数据库进行合并。行业数据主要来自WIOD2016数据库、历年《中国统计年鉴》《中国能源统计年鉴》《中国环境统计年鉴》。

需要说明的是,基于以下考虑,本文选取2000—2007年为主要研究区间:①这一时期是中国加入WTO后对外贸易飞速发展、GVC嵌入程度不断提升的阶段,符合本文的研究需求。②本文的核心观点和政策启示为,嵌入GVC的环境效应取决于中国比较优势的要素及其演进,并不依赖于数据的时效性,只需要得出符合研究区间内比较优势及其变化趋势的结论即可^②。③现有利用工业企业数据库来研究嵌入GVC对中国企业环境绩效、技术升级影响的相关文献,多数是基于2000—2007年的样本开展(邵朝对和苏丹妮,2017;吕越等,2017;苏丹妮,2020;Hua et al.,2022),选取相同的研究区间有利于本文分析结果与相关文献作对比。④2000—2007年的工业企业数据库质量较好并且统计口径一致,可以满足本文利用多种不同的方法来测算被解释变量和4个机制变量的研究需求。

四、实证结果分析

1. 嵌入GVC对企业污染排放强度的影响

表1报告了(12)式的基准回归结果。其中,第(1)—(3)列为所有样本的估计结果,依次加入控制变量和企业、时间固定效应,*gvcpa*的估计系数均在1%的水平上显著为负,表明嵌入GVC程度上升对企业SO₂排放强度具有显著的抑制作用。另外,考虑到本文所关注的核心机制包括能源结构和能源投入强度两个与能源消耗直接相关的渠道,而煤炭作为重要的能源投入和污染排放来源,在中国企业的能源消耗中占据非常大的比重,本文仅以有煤炭消耗的企业样本进行估计,结果报告在

① 例如,工业增加值缺少2004年数据,依据会计准则估算:工业增加值=工业总产值-中间品投入+增值税。2011—2013年并未包含中间品投入,利用如下公式计算:中间品投入=产出值×销售成本/销售收入-工资支付-折旧值。

② 例如,2000—2013年中国在劳动力方面具有比较优势,但是在不断减弱。对应于此,本文发现2000—2007年中国企业嵌入GVC主要通过“投入结构转型效应”促进企业减排。但将样本扩充到2000—2013年后,虽然基本结果仍然存在,但是影响的大小和显著性均大幅下降。

表1的第(4)–(6)列。*gvcpa*的估计系数同样均在1%的水平上显著为负,并且相较于全样本的估计系数绝对值有所增加。

表1 嵌入GVC对企业污染排放强度的影响

被解释变量	所有样本			有煤炭消耗的样本		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>lnSI</i>						
<i>gvcpa</i>	-0.1489*** (-6.3551)	-0.0643*** (-2.7036)	-0.1856*** (-5.6189)	-0.3299*** (-12.5562)	-0.1673*** (-6.3026)	-0.2047*** (-5.0940)
控制变量		是	是		是	是
年份			是			是
企业			是			是
样本量	57083	57083	47332	30268	30268	24455
R ²	0.0007	0.0647	0.8463	0.0052	0.0663	0.8201

注:括号中为聚类到企业层面的标准误所计算的t值,*、**、***分别代表在10%、5%、1%水平上显著。以下各表同。

2. 对技术效应、能源结构转型和投入结构转型效应的检验

接下来,按照(13)式对相关机制进行检验。表2报告了对3个机制的估计结果,表明嵌入GVC主要通过投入结构转型效应和能源结构转型效应两个机制促进企业减排。与以往研究不同的是,本文发现,由于“渠道竞争”和“风险传导”的影响,嵌入GVC通过技术效应提升企业环境绩效的作用并不明显。

具体地,第(1)、(2)列共同组成了嵌入GVC的技术效应。其中,第(1)列为减排技术渠道的估计结果,*gvcpa*的估计系数不显著,表示嵌入GVC程度上升并不能通过促进企业减排技术升级来降低企业的排放强度,这与现有文献的结论一致(苏丹妮,2020)。^①本文认为,不显著的原因主要是嵌入GVC在通过“倒逼机制”促进企业减排的同时,还会通过“渠道竞争”降低企业的整体排污成本,进而抑制企业进行减排投资的积极性。^②第(2)列为对生产率渠道的检验结果,*gvcpa*的估计系数在1%的水平上显著为负,表示随着嵌入GVC的程度不断上升,企业的生产率提升会受到抑制,进而提高企业的污染排放强度。这一结果与现有文献存在较大差异,较多研究发现嵌入GVC程度上升有利于企业、行业和城市的生产率提升(吕越等,2017;邵朝对和苏丹妮,2017;余泳泽等,2019)。本文认为,结论不一致主要是由于现有文献多以生产函数估计得到的基础全要素生产率 ω 作为企业生产率的代理变量,^③而本文以企业投入产出比衡量的生产率是企业“实现的生产能力”,包含“基础生产率 ω ”和“生产冲击 ϑ ”两个部分。嵌入GVC在通过技术溢出提升企业基础生产率的同时,也会提高企业面临的生产风险,从而增加了企业停工停产的概率。二者相互抵消,导致嵌入

① 需要说明的是,现有文献对企业减排技术的衡量主要包括“绿色全要素生产率等减排结果”(苏丹妮,2020)和“企业是否减排投资等减排行为”(刘敏和陈恬,2020)两种方式。由于企业进行减排投资可能仅是由于企业生产规模增加,原有的减排设备不足以将排放强度维持在原本水平进行的投资,所以减排投资行为不一定能降低企业排放强度。因此,本文选择第一种方式,以单位能源消耗所产生的SO₂作为企业减排技术的代理变量。

② 对渠道竞争的讨论参见《中国工业经济》网站(<http://ciejournal.ajcass.org>)附件。

③ 由于无法确切了解其中的具体算法,只能通过回归结果倒推。

表 2 对技术效应、能源结构转型和投入结构转型效应的检验

被解释变量	技术效应		能源结构转型	投入结构转型效应
	(1) lnETs	(2) lnRP	(3) ES	(4) lnEI
<i>gvcpa</i>	0.0616 (1.6333)	-0.0370*** (-5.9764)	-0.0138* (-1.9534)	-0.2367*** (-4.7333)
控制变量	是	是	是	是
年份	是	是	是	是
企业	是	是	是	是
样本量	47332	47332	47332	47332
R ²	0.7865	0.5643	0.8398	0.8737

GVC提升企业生产率的效果不显著。^①

第(3)列为对能源结构转型效应的检验结果,*gvcpa*的估计系数显著为负,表示嵌入GVC程度上升可以推动企业的能源结构向更加清洁的方向转变,进而降低企业的污染排放强度,这一结论与现有研究相呼应(白俊红和余雪微,2022)。同时,间接说明了嵌入GVC可以通过增强外部绿色约束来提高企业的边际排污成本,即企业嵌入GVC的倒逼机制存在。

第(4)列报告了对投入结构转型效应的检验结果。*gvcpa*的估计系数显著为负,表明嵌入GVC程度上升可以通过降低企业能源投入强度来提升企业的环境绩效,即投入结构转型效应存在。根据理论分析,无论嵌入GVC是通过生产转型还是倒逼机制降低企业的能源投入强度,都依赖于中国的劳动力比较优势和中间品对能源的替代。^②劳动力比较优势是投入结构转型效应的根源,而促进企业使用中间品特别是进口中间品替代能源消耗,是嵌入GVC降低企业的能源投入强度的主要途径。关于上述论断是否成立,目前还没有文献直接对嵌入GVC如何影响企业的能源投入强度进行讨论。仅有少量研究发现嵌入GVC可以降低行业和企业的能源强度,但未能充分解释其背后的机理(白俊红和余雪微,2022;Hua et al.,2022)。为此,下文进一步分析了嵌入GVC影响企业能源投入强度的具体途径。

3.对投入结构转型效应的再检验:进口中间品替代能源消耗

表3报告了对嵌入GVC降低企业能源投入强度具体途径的检验结果。其中,第(1)、(2)列为进口中间品替代能源消耗的检验结果,被解释变量为能源消耗与进口中间品之比($\ln EnelIm_input$)。虽然第(1)列的结果显示,嵌入GVC程度上升可以显著降低企业的能源消耗与进口中间品之比,但并不能保证嵌入GVC可以促进企业使用进口中间品来替代能源消耗。上述结果可能是由企业使用进口中间品替代能源消耗导致的,也可能只是在能源消耗比例不变的情况下,由企业使用更多的进口中间品来替代国内中间品和资本等初始要素导致的。为了解决上述问题,本文进一步加入中间投入/总投入($\ln IT$)和能源消耗/国内中间投入($\ln EnelD_input$)两个控制变量,以消除“其他初始要素的影响”和“国内中间品的影响”。结果报告在第(2)列,*gvcpa*的估计系数仍显著为负,表明嵌入GVC促进了企业使用进口中间品来替代能源消耗。第(3)、(4)列报告了国内中间品替代能源消耗的估计结果,被解释变量为能源消耗与国内中间品之比($\ln EnelD_input$)。第(4)列的结果显示,在

^① 对技术溢出和风险传导的具体检验参见《中国工业经济》网站(<http://ciejournal.ajcass.org>)附件。

^② 对投入结构转型效应中生产转型和倒逼机制两条渠道的进一步讨论参见《中国工业经济》网站(<http://ciejournal.ajcass.org>)附件。

控制了其他影响因素后,嵌入GVC并不能促进企业利用国内中间品替代能源消耗。综合表3的估计结果可知,嵌入GVC主要通过促进企业使用进口中间品替代能源消耗来降低企业的能源投入强度,进而提升环境绩效。

表3 进口中间品替代能源消耗

被解释变量	进口中间品替代		国内中间品替代	
	(1) $\ln Ene/Im_input$	(2) $\ln Ene/Im_input$	(3) $\ln Ene/D_input$	(4) $\ln Ene/D_input$
<i>gvcpa</i>	-0.4277*** (-3.3087)	-0.3286*** (-2.6888)	-0.1150** (-2.1527)	-0.0432 (-0.8513)
$\ln IT$	0.4366** (2.1443)	1.6477*** (7.5654)	-1.4056*** (-8.9694)	-1.4789*** (-9.6948)
$\ln Ene/D_input$		0.8616*** (55.3500)		
$\ln Ene/Im_input$				0.1679*** (33.1282)
控制变量	是	是	是	是
年份	是	是	是	是
企业	是	是	是	是
样本量	45087	45087	45087	45087
R ²	0.6926	0.7371	0.8680	0.8871

注:在计算国内中间品投入时,本文进一步剔除了贸易数据不符合现实的样本,所以观测值数量出现变动。下表同。

4. 进口中间品替代能源消耗:主动的污染外包还是产业分工的结果

前文的分析结果表明,嵌入GVC主要通过促进企业使用进口中间品替代能源消耗来降低企业的污染排放强度。这一结论是否意味着中国企业通过全球分工主动进行污染转移,抑或仅仅是其以劳动力比较优势参与全球产业分工的客观结果?中国同时期各城市间环境规制水平的差异,为本文回答上述问题提供了良好的条件。^①若在面临更强的国内环境规制时,企业嵌入GVC的投入结构转型效应更强,并且更多地使用进口中间品来替代能源消耗,那就说明中国企业可能存在为规避国内环境规制而主动进行的污染外包行为。为了回答上述问题,本文设定如下计量模型:

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1' HRS_{ct} + \beta_2' gvcpa_{it} + \beta_3' HRS_{ct} \times gvcpa_{it} + \delta' X_{it}' + \lambda_i + \mu_n + \varepsilon_{it} \quad (16)$$

其中, Y_{it} 为企业能源投入强度($\ln EI$)、能源消耗与进口中间品之比($\ln Ene/Im_input$)、能源消耗与国内中间品之比($\ln Ene/D_input$)3个变量的集合。当 $Y=\ln EI$ 时,控制变量 X' 与(13)式相同。当 Y 为 $\ln Ene/Im_input$ 和 $\ln Ene/D_input$ 时,本文进一步控制了表3中对应的混淆因素。 HRS_{ct} 为城市 c 在

^① 2010年之前中国的环境规制政策主要以总量控制为主,而由于中国各个地区的自然条件和经济发展水平的差异,政府在下达减排任务时,常常对不同的城市和省份设定不同减排额度。例如,1998年开始的“两控区”政策,将全国175个城市划为酸雨控制区和二氧化硫污染控制区(盛丹和张国峰,2019);“十一五”期间对不同省份制定的不同污染物总量控制计划(Shi and Xu, 2018)等,都有可能导导致中国各个城市的环境规制水平出现差异。

时间 t 是否为强环境规制城市的虚拟变量, 当城市的环境规制水平高于中位数时, HRS_{it} 取值为 1, 否则取 0。环境规制水平的测算参照董直庆和王辉(2021)的方法, 使用地级市政府工作报告中环保词频占总词频的比例来衡量城市的环境规制强度。交互项的系数 β_3 为本文主要关注的对象, 体现了环境规制水平对投入结构转型效应的影响。

表 4 报告了对(16)式的估计结果。第(1)列交互项估计系数显著为负, 表明更强的环境规制增强了嵌入 GVC 的投入结构转型效应, 企业可能存在通过嵌入 GVC 规避环境监管的行为。但进一步分析发现, 第(2)列交互项的估计系数不显著, 说明更强的环境规制并不能促进企业使用进口中间品替代能源消耗, 进行国际污染转移。可以认为, 中国企业在嵌入 GVC 过程中使用进口中间品对能源的替代, 是基于比较优势接受国外产业转移的结果, 而不是为了规避更严格的环境规制主动向国外进行的污染外包。第(3)列对国内中间品替代的相关估计结果表明, 投入结构转型效应在不同环境规制水平下的差异, 主要是由于在面临更强的环境规制时, 嵌入 GVC 可以促进企业更多使用国内中间品替代能源消耗。出现这一情况的原因可能是, 大量中国企业在嵌入 GVC 过程中只是被动地接受产业转移, 而在进口中间品种类和数量的选择上缺乏自主权。因此, 在面临更强的环境规制时, 企业倾向于使用更多的国内中间品, 将污染转移到国内其他城市。

表 4 主动的污染外包还是产业分工的结果

被解释变量	污染转移	国际污染转移	国内污染转移
	(1) $\ln EI$	(2) $\ln Ene / Im_input$	(3) $\ln Ene / D_input$
HRS	0.0160 (0.5184)	-0.0839 (-1.1735)	0.0301 (1.0010)
$gvcpa$	-0.1520*** (-2.7123)	-0.3080** (-2.3170)	0.0329 (0.5866)
$gvcpa \times HRS$	-0.1549*** (-3.2967)	-0.0321 (-0.3097)	-0.1390*** (-3.0189)
控制变量	是	是	是
混淆因素		是	是
年份	是	是	是
企业	是	是	是
样本量	47332	45087	45087
R^2	0.8738	0.7372	0.8872

综上, 中国企业嵌入 GVC 的投入结构转型效应主要是国际产业分工的结果, 而非企业为了规避国内的环境规制而采取的主动污染外包。

5. 稳健性检验

(1) 遗漏变量问题。前文的研究中均控制了企业和年份固定效应, 可以在很大程度上避免遗漏变量导致的估计偏误问题。但是考虑到在本文的研究区间内中国在对外开放、环境治理两个方面都实施了多项重要的政策, 为了排除政策干扰, 本文进一步控制了可能直接影响企业环境绩效的相关政策。首先, 在基准模型中加入两控区趋势项、城市环境规制强度(同(16)式)以尽可能控制地区层面的环境规制差异。同时, 在基准模型中加入行业与年份的交互固定效应以控制国有企业改革、外资改革和清洁生产标准执行等行业层面的政策冲击。控制同期政策影响后的估计结果表明, 本

文核心结论依然成立。^①另外,本文还采用Oster(2019)提出的方法来对可能存在的遗漏变量问题进行检验,结果表明本文的模型设定不存在严重的遗漏变量问题。

(2)反向因果问题。关于本文可能存在的反向因果问题,一个被广泛讨论的原因是,好的环境绩效更有利于企业进入国际市场。对此,本文采用工具变量法来解决可能存在的反向因果问题。借鉴已有文献从地理位置层面选取嵌入GVC的工具变量(余泳泽等,2019;宋跃刚和郝夏珍,2023)。地理位置对于企业参与国际价值分工具具有重要影响,又相对独立于企业的污染排放,满足工具变量的相关性和外生性要求。具体地,本文选取企业距离十大港口的最短距离作为工具变量,同时为了解决地理位置的非时变性,最终使用最短距离倒数的对数和全球贸易总额的交乘项作为工具变量。估计结果表明,可能存在的反向因果问题不足以影响本文的核心结论。另外,本文还参考苏丹妮等(2020)的方法,选用县级2位码行业企业嵌入GVC程度的算术平均值作为工具变量进行估计,并得到了类似的结果。

(3)替换解释变量。鉴于GVC贸易的特殊性,嵌入GVC对企业环境绩效的影响应该与仅考虑进口或出口的情况有所不同。为了检验核心结论的代表性与稳健性,本文使用企业出口密度(出口总额/总产出)替代基准模型中的嵌入GVC程度。估计结果表明,企业出口密度的提升并不能降低企业排放强度,进一步证明本文核心结论的可靠性。

(4)替换被解释变量。为了进一步检验本文核心结论的稳健性和SO₂作为主要污染物的代表性,本部分分别以废水排放强度(WI)、二氧化碳排放强度(CI)、化学需氧量强度(CODI)、氮氧化物排放强度(NOI)和粉尘排放强度(PI)作为环境绩效的代理变量进行回归。结果表明,嵌入GVC程度上升对另外5种污染物的排放强度都有显著的抑制作用。另外,为了避免由代理变量选取引起的估计偏误,这里进一步借鉴韩超和王震(2022)的做法,以SO₂去除率作为减排技术的代理变量。然后以劳动力平均工资(*a_wage*)和按照GMM、OP、ACF方法计算的企业综合全要素生产率(φ)作为生产率的代理变量进行估计,结果表明,嵌入GVC对企业减排技术和生产率均没有显著影响。

(5)扩展样本区间。受到微观企业数据质量的制约,并且为了排除2008年金融危机的影响,本文的主要研究区间为2000—2007年。但考虑到中国经济发展模式的不变化可能对本文的主要结论与核心机制产生影响,这里将样本区间扩展到2013年重新估计。结果表明,嵌入GVC对企业的减排作用以及投入结构转型效应均有所减弱。这与中国劳动力比较优势的不断减弱有关,符合本文的核心观点。

(6)分样本回归。前文考察了企业嵌入GVC对所有企业环境绩效的平均影响效应和微观机制,但没有对不同企业特征所导致的异质性影响进行讨论。这里从贸易方式、企业所有制、地理区位和要素密集度4个方面检验了本文的核心结论对于不同特征的企业是否成立。结果表明,本文的核心结论稳健。

五、进一步讨论：嵌入GVC环境效应的动态机制

前文系统地分析了嵌入GVC对企业环境绩效的平均影响及其微观机制,然而,除了企业自身的减排行为之外,存续企业间市场份额的再分配以及企业进入退出的动态也是导致企业甚至整个

^① 稳健性检验部分的估计结果参见《中国工业经济》网站(<http://ciejournal.ajcass.org>)附件。

行业污染排放强度变动的重要途径(Cherniwchan et al., 2017)。前文基于贸易企业样本的分析,仅能说明嵌入GVC对贸易企业内部减排的影响,无法反映行业竞争环境变化对非贸易存续企业内部减排的间接影响,以及嵌入GVC通过存续企业之间市场份额再分配、企业进入退出两个渠道降低污染排放的作用。为了更全面地揭示嵌入GVC的环境效应,本部分运用计量模型进一步探讨了嵌入GVC影响行业污染排放强度的动态机制。需要说明的是,由于本部分主要关注行业嵌入GVC对行业内企业影响的动态机制,在下文的计量分析中均未控制企业固定效应,而是加入行业固定效应,并且同时保留了贸易和非贸易样本。

1. 嵌入GVC环境效应动态机制的微观证据：集约与扩展边际

为了从微观企业视角研究嵌入GVC对行业污染排放强度影响的动态机制,本文借鉴Brandt et al. (2017)的思路,构建了如下计量模型:

$$\ln SI_{it} = \beta_0^{ex} + \beta_1^{ex} ent_{it} + \beta_2^{ex} exi_{it} + \beta_3^{ex} xgvcpa_{it} \times ent_{it} + \beta_4^{ex} xgvcpa_{it} \times exi_{it} + \beta_5^{ex} xgvcpa_{it} \times sur_{it} + \delta^{ex} X_{it}^{ex} + \lambda_i + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (17)$$

其中, ent_{it} 、 exi_{it} 和 sur_{it} 分别代表新进入企业、退出企业和存续企业虚拟变量。 $xgvcpa_{it}$ 为4位码行业 i 在 t 期的嵌入GVC程度,3个交互项为此处关注的核心变量,其估计系数 β_3^{ex} 、 β_4^{ex} 、 β_5^{ex} 分别捕捉了行业嵌入GVC程度变动对新进入企业、退出企业和存续企业的污染排放强度的影响。 X_{it}^{ex} 为控制变量集合,在(12)式的基础上进一步加入了行业市场份额(即4位码行业总产出/制造业总产出)。

表5汇报了(17)式的估计结果,第(1)列结果显示, ent 的估计系数显著为负,而 exi 的估计结果不显著,表明在不考虑嵌入GVC的影响时,新进入企业的污染排放强度要低于存续企业,而退出企业则与存续企业之间没有明显差异。交互项 $xgvcpa \times sur$ 和 $xgvcpa \times ent$ 的估计系数显著为负,表明行业嵌入GVC程度的提升可以通过改善存续企业和新进入企业的环境绩效来降低行业污染排放强度。交互项 $xgvcpa \times exi$ 的估计系数不显著,表明嵌入GVC不能通过企业退出的扩展边际影响行业污染排放。这可能与企业的退出机制不完善有关(Brandt et al., 2017)。^①对此,本文利用地区的市场化程度来反映企业退出机制的完善程度,进一步探讨了企业退出机制的完善程度对嵌入GVC环境效应的影响。^②

首先,按照市场化指数的大小,选取排名前8位的省份作为企业退出机制较完善的省份,包括广东、浙江、福建、江苏、山东、上海、天津和海南,均为东部沿海省份,并且在后续年份中的排名较为稳定。进一步地,仅保留企业退出机制较完善省份的样本重新对(17)式进行估计,结果报告在第(2)列,存续企业(sur)和退出企业(exi)与嵌入GVC交互项的估计系数均显著为负。这表明在企业退出机制较完善的省份,嵌入GVC不仅可以通过集约边际影响行业的污染排放强度,还可以通过提高企业面临的环境标准,使高污染企业不断退出市场来降低行业的污染排放强度。同时, $xgvcpa \times ent$ 的估计系数变为不显著,说明扩展边际的两个渠道间可能存在竞争关系。在退出机制

① 嵌入GVC对退出企业平均污染排放强度的影响,可以视为其对企业生存的最低环境标准的影响。若退出企业的平均污染排放强度下降,则说明行业嵌入GVC程度上升提高了企业生存的环境标准,使得最污染的企业不断退出市场。表5第(1)列的结果显示,嵌入GVC通过对新进入企业和存续企业的影响降低了行业的平均污染排放强度,但退出企业的平均排放强度并没有相应下降,说明嵌入GVC程度的上升没能促使行业中污染排放强度最高的那一批企业退出市场。

② 具体地,以樊纲等(2003)计算的2000年中国各地区市场化指数来衡量各个省份的市场化建设程度,该指标主要考察了地方政府对经济的干预程度、国有经济规模、商品、要素市场的定价机制和金融、法律体系的建设等因素,在一定程度上能够反映一个地区的企业退出机制完善程度。

表5 嵌入GVC动态机制的微观证据

被解释变量 lnSI	全样本 (1)	退出机制较完善省份 (2)	退出机制不完善省份 (3)
<i>exi</i>	-0.0218 (-0.8829)	-0.0329 (-1.0627)	-0.0269 (-0.9197)
<i>ent</i>	-0.0742*** (-3.5241)	-0.1012*** (-3.3449)	-0.1225*** (-4.3612)
<i>xgvcpa</i> × <i>sur</i>	-0.3036*** (-3.6256)	-0.1898*** (-2.6290)	-0.3520*** (-2.9203)
<i>xgvcpa</i> × <i>ent</i>	-0.1680** (-2.0143)	-0.0727 (-0.8952)	-0.1927* (-1.7045)
<i>xgvcpa</i> × <i>exi</i>	-0.1347 (-1.5609)	-0.2419*** (-2.7480)	-0.0772 (-0.8681)
控制变量	是	是	是
行业市场份额	是	是	是
年份	是	是	是
行业	是	是	是
样本量	229675	115036	114497
R ²	0.3921	0.4086	0.3782

不完善的情况下,仅有新企业的进入可能会造成资源错配,企业退出的渠道应该更加有效。第(3)列报告了企业退出机制不完善省份样本的估计结果,嵌入GVC仅对存续企业和新进入企业产生影响,进一步印证了企业退出机制对嵌入GVC环境效应动态机制的影响以及扩展边际两个渠道间的竞争关系。

2.对集约边际的进一步讨论:市场份额再分配与非贸易企业的减排

为了对GVC环境效应的集约边际进行进一步讨论,本文仅保留了2000—2007年的存续企业样本。考虑到前文的分析中已经验证了嵌入GVC对贸易企业环境绩效的直接影响,本部分主要从企业间市场份额的再分配以及对非贸易企业的间接影响两个方面分析。设定如下计量方程,检验GVC环境效应的市场份额再分配作用是否存在:

$$MS_{nt} = \beta_0^{in} + \beta_1^{in} xgvcpa_{it} + \beta_2^{in} \ln SI_{nt} + \beta_3^{in} \ln SI_{nt} \times xgvcpa_{it} + \delta^{in} X_{nt}^{in} + \lambda_t + \mu_i + \varepsilon_{nt} \quad (18)$$

其中, MS_{nt} 为企业*n*在*t*时期的市场份额(即企业总产出/4位码行业总产出),模型的其他设定与(17)式相同。估计系数 β_1^{in} 、 β_2^{in} 分别识别了*xgvcpa*、*lnSI*对企业市场份额的影响,而本文主要关注交互项估计系数 β_3^{in} ,以此识别*xgvcpa*对*lnSI*影响企业市场份额的调节效应。如果嵌入GVC环境效应的市场份额再分配机制存在,则交互项*lnSI*×*xgvcpa*的估计系数 β_3^{in} 应显著为负,即嵌入GVC程度的上升降低了高污染企业的市场份额。表6第(1)列中交互项的估计系数显著为负,表明嵌入GVC可以通过市场份额再分配效应降低行业污染排放强度。

为了分析行业嵌入GVC程度上升对非贸易存续企业减排的影响,本文继续在存续企业样本的基础上删除了直接参与贸易的样本。然后,以*lnSI*和*xgvcpa*为被解释变量和解释变量进行回归。表6第(2)列的估计结果显示,*xgvcpa*的估计结果不显著,表明行业嵌入GVC程度上升并不能促进非贸易存续企业减排。

表 6 市场份额再分配与非贸易企业的减排

被解释变量	市场份额再分配	非贸易企业的减排
	(1) MS	(2) lnSI
lnSI	-0.0007** (-2.0505)	
<i>xgvcpa</i>	0.0069 (1.5715)	-0.1491 (-1.3597)
lnSI× <i>xgvcpa</i>	-0.0023** (-2.0124)	
控制变量	是	是
企业市场份额		是
行业市场份额	是	是
年份	是	是
行业	是	是
样本量	61741	43499
R ²	0.4922	0.4381

六、结论与启示

党的二十大报告指出,要深度参与全球产业分工和合作,维护多元稳定的国际经济格局和经贸关系。深度嵌入 GVC 是高水平对外开放的必然要求,厘清嵌入 GVC 的环境效应及其微观机制、准确识别 GVC 分工对节能减排的协同作用具有重要理论意义;同时,对于协同推进降碳、减污、扩绿、增长,实现环境保护与经济高质量发展,推动中国式现代化建设至关重要。

本文基于中国企业微观数据的实证研究表明:嵌入 GVC 程度的上升可以有效降低企业的污染排放强度。机制分析表明,嵌入 GVC 主要通过投入结构转型效应,促进企业使用进口中间品替代能源消耗,降低企业的能源投入强度,进而提升环境绩效。同时,由于存在“渠道竞争”和“风险传导”,嵌入 GVC 通过技术效应促进企业减排的作用并不明显。进一步的调节效应分析发现,中国企业嵌入 GVC 的投入结构转型效应,是基于劳动力比较优势参与国际分工的结果,而非为了规避国内环境规制主动进行的污染外包。动态机制的检验结果显示,嵌入 GVC 主要通过存续企业“内部减排”“市场份额再分配”的集约边际和“清洁企业进入”的扩展边际降低行业排放强度。此外,在企业退出机制完善的地区,还可以通过“污染企业退出”的扩展边际发挥作用。

为了充分发挥嵌入 GVC 对降碳、减污、扩绿、增长的协同推进作用,本文基于研究结论提出以下政策建议:①巩固拓展传统比较优势,积极参与全球产业分工,同时加快新优势的培育和构筑。本文的研究表明,嵌入 GVC 的环境影响并非一成不变,而是取决于中国的比较优势演进。在传统优势逐步减弱的背景下,想要继续发挥嵌入 GVC 对环境和经济协调发展的促进作用,中国需要通过加强人才培养和引进、激励创新、完善产业生态等方式构建起以人力资本、技术、产业链配套等要素为核心的新型比较优势。同时,新型比较优势的培育需要开放的环境,在当前全球价值链的快速重构期,中国需要充分发挥现有比较优势,以更加积极主动的姿态参与 GVC 的恢复与重构。推动共建“一带一路”高质量发展,积极寻求加入全面与进步跨太平洋伙伴关系协定,顺应并抓住全球产业分工带来的新机遇。②加快构建政策协同机制,激励企业减排投资与绿色创新。在投入结构转型效应的主导下,参与国际分工的“渠道竞争”效应会抑制企业进行减排投资和绿色创新的积极性。但从长期和全

局看,绿色创新才是解决污染问题的根本。对此,政府需要协调贸易、环境、财政和金融等政策,利用绿色财政、绿色金融等措施缓解“渠道竞争”对企业绿色创新的负面影响。③加强环境治理的区域协同,防范区域间污染转移。本文揭示出,参与国际分工可能会引起国内区域间的污染转移,从而削弱嵌入GVC带来的整体减排效果。因此,应充分认识到区域间环境规制的差异可能对企业污染排放产生的影响,将新发展理念贯穿于地方政府考核的全过程,引导各省市进行污染的协同控制与治理;同时,制定针对污染转移的政策法规,并强化执法力度。④提升国际技术溢出吸收能力,加强产业链供应链外部风险管控。本文研究表明,嵌入GVC对企业存在技术溢出作用,但其带来的效率提升可能会被企业生产风险的上升所抵消。对此,政府需要鼓励企业加大研发投入,引导企业参与知识密集型产业分工,在增强自身创新能力的同时,提升对国际技术溢出的吸收能力。另外,还应当积极发挥政府在供应链资源整合方面的作用,通过扩大企业融资渠道、推动内外贸一体化、建立信息共享平台和供应链风险预警机制等措施,帮助企业管控和缓解外部生产风险。

〔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,(6):144-159.
- 〔2〕蔡礼辉,张朕,朱磊.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):86-104.
- 〔3〕董直庆,王辉.城市财富与绿色技术选择[J].经济研究,2021,(4):143-159.
- 〔4〕樊纲,王小鲁,张立文,朱恒鹏.中国各地区市场化相对进程报告[J].经济研究,2003,(3):9-18.
- 〔5〕韩超,王震.寻找规制治理外的减排力量:一个外资开放驱动减排的证据[J].财贸经济,2022,(6):97-113.
- 〔6〕鞠建东,林毅夫,王勇.要素禀赋、专业化分工、贸易的理论与实证——与杨小凯、张永生商榷[J].经济学(季刊),2004,(4):27-54.
- 〔7〕蒋为,张明月,吉萍.中国工业污染排放的企业动态分解:技术进步、资源配置与选择效应[J].数量经济技术经济研究,2022,(12):153-172.
- 〔8〕刘啟仁,陈恬.出口行为如何影响企业环境绩效[J].中国工业经济,2020,(1):99-117.
- 〔9〕吕越,罗伟,刘斌.异质性企业与全球价值链嵌入:基于效率和融资的视角[J].世界经济,2015,(8):29-55.
- 〔10〕吕越,黄艳希,陈勇兵.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,(7):28-51.
- 〔11〕邵朝对.进口竞争如何影响企业环境绩效——来自中国加入WTO的准自然实验[J].经济学(季刊),2021,(5):1615-1638.
- 〔12〕邵朝对,苏丹妮.全球价值链生产率效应的空间溢出[J].中国工业经济,2017,(4):94-114.
- 〔13〕盛斌,郝碧榕.全球价值链嵌入与技能溢价——基于中国微观企业数据的经验分析[J].国际贸易问题,2021,(2):80-95.
- 〔14〕盛丹,张国峰.两控区环境管制与企业全要素生产率增长[J].管理世界,2019,(2):24-42.
- 〔15〕苏丹妮,盛斌,邵朝对,陈帅.全球价值链、本地化产业集聚与企业生产率的互动效应[J].经济研究,2020,(3):100-115.
- 〔16〕苏丹妮.全球价值链嵌入如何影响中国企业环境绩效[J].南开经济研究,2020,(5):66-86.
- 〔17〕苏杭,郑磊,牟逸飞.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):70-79.
- 〔18〕孙华平,杜秀梅.全球价值链嵌入程度及地位对产业碳生产率的影响[J].中国人口·资源与环境,2020,(7):27-37.
- 〔19〕宋跃刚,郝夏珍.全球价值链分工地位、技术创新与企业排污强度[J].中国人口·资源与环境,2023,(7):191-201.
- 〔20〕田巍,余淼杰.中间品贸易自由化和企业研发:基于中国数据的经验分析[J].世界经济,2014,(6):90-112.
- 〔21〕佟家栋,刘程.与对外贸易政策相连接的产业政策——试论产业政策与政府干预[J].南开学报(哲学社会科学版),2017,(6):82-87.

- [22]王孝松,陈金至,武皖等.汇率波动、全球价值链嵌入与中国企业出口[J].中国工业经济,2022,(10):81-98.
- [23]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.
- [24]余森杰,李晋.进口类型、行业差异化程度与企业生产率提升[J].经济研究,2015,(8):85-97.
- [25]余泳泽,容开建,苏丹妮,张为付.中国城市全球价值链嵌入程度与全要素生产率——来自230个地级市的经验研究[J].中国软科学,2019,(5):80-96.
- [26] Ahn, J., A. K. Khandelwal, and S. J. Wei. The Role of Intermediaries in Facilitating Trade [J]. *Journal of International Economics*, 2011, 84(1): 73-85.
- [27] Baldwin, R., and R. Freeman. Risks and Global Supply Chains: What We Know and What We Need to Know [J]. *Annual Review of Economics*, 2022, 14: 153-180.
- [28] Brandt, L., J. V. Biesebroeck, and Y. Zhang. Creative Accounting or Creative Destruction? Firm-Level Productivity Growth in Chinese Manufacturing [J]. *Journal of Development Economics*, 2012, 97(2): 339-351.
- [29] Brandt, L., V. Biesebroeck, L. Wang, and Y. Zhang. WTO Accession and Performance of Chinese Manufacturing Firms [J]. *American Economic Review*, 2017, 107(9): 2784-2820.
- [30] Chen, Q., Y. Gao, J. Pei, G. de Vries, and F. Wang. China's Domestic Production Networks [J]. *China Economic Review*, 2022, 72: 101767.
- [31] Cherniwchan, J. Trade Liberalization and the Environment: Evidence from NAFTA and US Manufacturing [J]. *Journal of International Economics*, 2017, 105: 130-149.
- [32] Cherniwchan, J., B. R. Copeland, and M. S. Taylor. Trade and the Environment: New Methods, Measurements, and Results [J]. *Annual Review of Economics*, 2017, 9: 59-85.
- [33] Cole, M. A., and L. Zhang. The Clean-Up of Chinese Manufacturing: Examining the Role Played by Changing Techniques of Production [J]. *Economics Letters*, 2019, 180: 11-14.
- [34] Feenstra, R. C., and G. H. Hanson. The Impact of Outsourcing and High-Technology Capital on Wages: Estimates for the United States, 1979-1990 [J]. *Quarterly Journal of Economics*. 1999, 114(3): 907-940.
- [35] Forslid, R., T. Okubo, and K. H. Ulltveit-Moe. Why Are Firms That Export Cleaner? International Trade, Abatement and Environmental Emissions [J]. *Journal of Environmental Economics and Management*, 2018, 91: 166-183.
- [36] Hadlock, C., and R. Pierce. New Evidence on Measuring Financial Constraints: Moving Beyond the KZ Index [J]. *Review of Financial Studies*, 2010, 23(5): 1909-1940.
- [37] Holladay, J. S., and L. D. LaPlue III. Decomposing Changes in Establishment-Level Emissions with Entry and Exit [J]. *Canadian Journal of Economics*, 2021, 54(3): 1046-1071.
- [38] Hua, Y., Y. Lu, and R. Zhao. Global Value Chain Engagement and Air Pollution: Evidence from Chinese Firms [J]. *Journal of Economic Surveys*, 2022, 36(3): 708-727.
- [39] Kee, H. L., and H. Tang. Domestic Value Added in Exports: Theory and Firm Evidence from China [J]. *American Economic Review*, 2016, 106(6): 1402-1436.
- [40] Oster, E. Unobservable Selection and Coefficient Stability: Theory and Evidence [J]. *Journal of Business & Economic Statistics*, 2019, 37(2): 187-204.
- [41] Pei, J., B. Sturm, and A. Yu. Are Exporters More Environmentally Friendly? A Reappraisal that Uses China's Microdata [J]. *The World Economy*, 2021, 44(5): 1402-1427.
- [42] Shi, X., and Z. Xu. Environmental Regulation and Firm Exports: Evidence from the Eleventh Five-Year Plan in China [J]. *Journal of Environmental Economics and Management*, 2018, 89: 187-200.
- [43] Wu, S., T. Wei., Y. Qu., R. Xue., H. Wang., and Y. Shan. How Does Global Value Chain Embeddedness Affect Environmental Pollution? Evidence from Chinese Enterprises [J]. *Journal of Cleaner Production*, 2024, 434: 140232.

Global Value Chain Participation Facilitates Firms' Green Development: An Input Structure Transformation Perspective

PEI Jian-suo¹, FANG Yong-biao¹, JIANG Jia-tong²

(1. School of Applied Economics, Renmin University of China;

2. School of International Trade and Economics, University of International Business and Economics)

Abstract: Global value chain (GVC) serves not only as a chain for global resources allocation but also as a chain for pollution generation and transfer. In the era of China's extensive participation in the international production fragmentation and the ongoing reinforcement of domestic environmental regulations, accurately identifying the influence of GVC participation on pollution is important for China's high-quality development. However, existing research on the environmental impacts of GVC participation remains inconclusive. Specifically, previous studies primarily focus on the role of the technology spillover. Yet, they overlook the direct connection between pollution emissions and energy consumption, and more importantly, the impact of changes in input structures due to the international production fragmentation on pollution emission intensity.

To bridge this gap, this paper develops a theoretical model that incorporates GVC participation, energy consumption, and firms' environmental performance. Based on the theoretical analysis, we propose that GVC participation can affect firms' environmental performance through three channels: technique effect, energy transformation effect, and input structure transformation effect. Therefore, whether GVC participation increases or decreases firms' pollution emissions depends on the compound impact of these three effects.

To empirically test our theoretical hypothesis, we analyze the matched data from the Annual Survey of Industrial Production (ASIP), China Customs Statistics Database, and China's Environmental Statistics Database (CESD) from 2000 to 2013. We find that, on average, the increase in the degree of GVC participation can significantly reduce the pollution emission intensity of firms. Mechanism analysis reveals that GVC participation propels input structure transformation, that is, encourages enterprises to substitute imported intermediate goods for energy consumption, thereby reducing the intensity of energy input and consequently improving environmental performance. Meanwhile, due to the "channel competition" and "risk transmission", the role of GVC participation in promoting emission reduction through the technology effect is not found. Further moderating effect analysis shows that more stringent domestic environmental regulations do not motivate firms to substitute imported intermediate goods for energy consumption. This suggests that the input structure transformation effect resulting from Chinese enterprises' GVC participation is a consequence of undertaking international industry transfer based on comparative advantage in labor, rather than intentionally engaging in pollution outsourcing.

Our findings have several policy implications. Firstly, it is imperative to actively participate in GVC while accelerating the cultivation of new comparative advantages. Secondly, there is a need to enhance policy coordination to incentivize green innovation among firms. Thirdly, heightened efforts are essential to strengthen regional coordination in environmental governance. Lastly, there is a call for reinforcing external risk management within both the industrial chains and supply chains. In sum, we provide a comprehensive framework for guiding policy decisions and fostering sustainable development in the context of GVCs.

Keywords: global value chain; energy consumption; environmental performance; input structure transformation

JEL Classification: F18 F14 Q56

[责任编辑:章毅]