

中间品进口、绿色创新与企业碳强度

——基于质量和产品转换维度

冉诗怡

贵州大学经济学院, 贵州 贵阳

收稿日期: 2025年8月12日; 录用日期: 2025年8月26日; 发布日期: 2025年9月10日

摘要

实现“双碳”目标的关键在于微观企业的减排行为, 而投入要素优化与调整是企业碳减排的重要环节。本文在产品质量和转换双视角下考察了中间品进口行为对制造业企业碳强度的影响。利用我国2007~2015年上市公司与中国海关进出口数据, 测算了企业中间品进口质量与产品转换指标, 并进一步探究了质量和转换两个维度影响碳强度的作用机制。研究发现, 进口中间品质量提升和转换调整均能抑制企业碳强度的增长, 且分样本结果表明, 在非国有企业、高科技企业、非高污染企业样本中对碳强度的影响系数更大。此外, 本文发现两种方式的作用机制有所不同, 中间品质量的提升能够通过提高企业绿色创新水平进而抑制碳强度增长。文章的研究成果为从企业进口中间品调整视角抑制碳强度并促进创新提供了决策参考。

关键词

中间品贸易, 碳强度, 进口质量, 产品转换, 绿色创新

Imported Intermediate Goods, Green Innovation, and Corporate Carbon Intensity

—Based on the Dimensions of Quality and Product Switching

Shiyi Ran

School of Economics, Guizhou University, Guiyang Guizhou

Received: Aug. 12th, 2025; accepted: Aug. 26th, 2025; published: Sep. 10th, 2025

Abstract

The key to achieving the “dual carbon” goals lies in the emission reduction behaviors of micro-level

enterprises, with the optimization and adjustment of input factors being a crucial part of corporate carbon reduction. This paper examines the impact of intermediate goods imports on the carbon intensity of manufacturing firms from the dual perspectives of product quality and product switching. Using data from Chinese listed companies and customs import-export records between 2007 and 2015, we measure the quality of imported intermediate goods and product switching indicators at the firm level, and further explore the mechanisms through which these two dimensions affect carbon intensity. The findings reveal that both the improvement of imported intermediate goods quality and product switching can suppress the growth of corporate carbon intensity. Sub-sample analysis indicates that the effect is more pronounced in non-state-owned enterprises, high-tech firms, and non-high-pollution industries. Additionally, the study identifies distinct mechanisms for these two approaches: the enhancement of intermediate goods quality can reduce carbon intensity by boosting green innovation. The research provides decision-making insights for curbing carbon intensity and fostering innovation through the lens of firms' intermediate goods import adjustments.

Keywords

Intermediate Goods Trade, Carbon Intensity, Import Quality, Product Switching, Green Innovation

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言与文献综述

“气候与环境”议题是全球生态文明可持续发展的核心，也是联合国谈判与国家政策的共同关注焦点。自《联合国气候变化框架公约》通过以来，从1997年《京都议定书》到2015年《巴黎协定》的“全球雄心”目标，二氧化碳排放所引发的温室效应一直是全球关注的重大问题。近年来，伴随着全球生产网络分工体系的形成，中间产品贸易占全球贸易的比重越来越大，进口中间品对微观企业的影响已成为国内外学者关注的热点。目前，与本文研究相关的文献主要集中于中间品进口对环境的影响与中间品进口对企业创新影响两个方面。

第一，中间品进口对环境的影响。国内外企业层面研究中间品进口对环境影响的文献主要集中于能源强度和污染排放，且多数学者得出中间品进口抑制了企业生产带来环境负面影响的一致结论。Imbruno和Ketterer (2018) [1]首次从企业层面就中间品进口行为是否对企业能源消费强度产生影响进行了理论和经验研究，国内学者韩国高(2021) [2]证明了中间品进口行为显著降低了企业能源消费强度；李平和丁世豪(2019) [3]发现进口中间产品和设备能够促进国外先进技术溢出从而改善能源效率；韩纪琴(2020) [4]得出中间品进口显著降低了中国制造业企业污染排放的结论。另一方面，“全球变暖”问题愈受关注，“双碳”目标任重道远，国外学者开始关注到中间品进口行为对碳排放和碳强度的影响。Dussaux (2023) [5]利用法国制造业企业的相关数据，得出进口将会导致碳排放总量增加但碳强度下降的结论。Anders Akerman (2024) [6]以瑞典制造业企业为研究对象，得到瑞典企业进口中间品的增加会导致碳排放强度降低。目前，国内学者鲜有将中间品进口对环境的影响聚焦于企业碳排放。

第二，中间品进口对企业创新的影响。国内外已有较多学者对中间品进口如何影响技术进步的问题进行了研究，其中大多数学者认为中间品进口能够促进企业技术创新。国外学者们利用制造业数据证实了中间品进口有助于企业技术创新水平的提高(Collard-Wexler, 2015) [7]，且多种类、高质量的投入品进

口通过提高技术转移促进企业对技术的吸收与模仿(Goldberg, 2010) [8]。国内学者从中间品关税减让与贸易自由化、进口中间品质量与种类、进口中间品多样性与来源地等多个角度, 得出中间品进口能够促进企业创新的结论。Seker 等(2011) [9]通过理论模型分析了进口中间品影响企业创新的技术溢出路径作用, 李丹(2022) [10]通过实证分析得出了进口中间品促使企业通过技术溢出对企业创新产生积极影响的结论。但也有少数学者得到了与之相反的研究结论。张杰(2015) [11]发现进口中间品会抑制企业专利活动和研发活动, 张晓莉和孙琪琪(2021) [12]也得出了单纯增加进口中间品强度会抑制企业创新的研究结论。此外, 在他们的基础上, 黎峰(2024) [13]从中间品进口规模和质量两个角度解释了已有研究出现的明显分歧, 认为中间品进口与企业技术创新呈现出倒 U 型关系, 并提出适度进口中间品有利于技术创新的观点。

通过以上分析可以发现, 国内关于中间品进口对中国企业碳强度影响的研究较少, 且局限于中间品进口对企业传统创新的影响视角。绿色创新不同于传统创新, 更强调采用新技术、新理念, 实现资源的高效利用和污染的有效降低的同时获得相应的经济绩效(王彩明、李健, 2019) [14], 且绿色创新有助于企业碳减排(赵喜仓, 2024) [15]。本文利用海关进出口与上市公司数据, 构建企业进口中间品质量与产品转换指标, 从绿色创新角度展开机制分析, 旨在揭示中间品进口行为与企业碳排放强度的复杂关系, 为政策制定和企业减排提供参考。本文的贡献包含两个方面: 第一, 本文区别于现有研究, 从进口质量和产品转换两个维度探讨企业中间品进口行为对碳强度的影响, 兼顾了静态选择与动态调整, 为微观层面碳减排研究提供了新视角; 第二, 本文区别于传统技术创新, 从绿色创新角度出发, 探索中间品对企业碳减排的影响, 不仅丰富了企业碳减排的路径研究, 还为政策制定提供了新思路。

2. 理论机制与研究假说

中国通过深度融入全球分工体系在经济发展和国际贸易方面取得了显著成就, 但伴随着二氧化碳排放量的快速增长, 中国正面临着国际社会减少碳排放、应对全球气候变化的巨大压力。不少学者对中间品如何影响企业能源和环境绩效做出了机制分析: 国内外学者对中间品的相关研究已经从技术溢出与资源配置优化、质量效应和知识溢出效应、调整产品组合(Barrow *et al.*, 2018) [16]来抑制对环境的不利影响。因此, 根据经验事实和现有文献, 本文从中间品进口对企业碳强度的直接影响和间接影响探讨其作用机制。

2.1. 中间品进口对企业碳强度影响的机制分析

理论上, 进口中间品质量的提升与产品转换会对企业碳强度产生直接抑制作用。从企业进口中间品的静态选择角度来看, 中间品进口会产生质量效应(许家云, 2017) [17], 质量的提升能够抑制碳强度。高质量中间品能够促使企业优化生产流程直接降低碳强度, 且一些高质量中间品本身具有更低的碳足迹或更环保的特性, 其使用可以在生产过程中降低碳排放。从动态调整角度来看, 中间品进口使企业改变投入产品组合, 产品组合的优化能够抑制碳强度。进口中间品的转换可能推动企业从高能耗、高碳排放的产品向低碳、环境友好型产品转型(Elrod 和 Malik, 2017) [18], 从而直接降低整体碳排放水平。同时, 中间品的转换还会促使企业对生产设备和技术进行调整, 这些调整可能进一步提高能源利用效率并减少生产过程中的碳排放。基于上述分析, 本文提出以下假说:

- 1a: 进口中间品质量的提升能够产生质量效应抑制企业碳强度。
- 1b: 进口中间品动态转换能够产生产品组合效应抑制企业碳强度。

2.2. 中间品进口影响企业碳强度的绿色创新机制分析

理论上, 进口中间品质量的提升与投入产品转换能够通过绿色技术溢出效应对企业碳强度产生间接抑制作用。从企业进口中间品的静态角度来看, 研究发现进口中间品质量越高, 所产生的知识和技术溢

出效应也越大(Bloom *et al.*, 2018) [19], 且高质量投入品的进口带来的技术溢出使得企业通过吸收溢出克服技术门槛, 提升创新能力。从动态角度来看, 已有多国经验研究表明新进口中间品和进口产品的转换是企业技术和产品创新的动力来源(Castellani *et al.*, 2019) [20]。考虑到国际上碳排放贸易壁垒主要是与环境相关的举措, 所以相比一般的技术创新, 其施行对企业绿色创新的影响更具针对性, 企业绿色创新可以有效协调环境贸易政策与企业绩效增长(李青原和肖泽华, 2020) [21]。基于上述分析, 本文提出以下假说:

2a: 中间品进口质量提升能够通过绿色技术溢出效应促进企业绿色创新水平, 进而抑制企业碳强度增加。

2b: 中间品进口产品转换能够通过绿色技术溢出效应促进企业绿色创新水平, 进而抑制企业碳强度增加。

3. 数据、变量与计量模型

3.1. 数据说明与描述性统计

本文的数据主要来源是 2007~2015 年中国海关进出口数据库与国泰安数据库的匹配数据集, 进出口业务上市公司年均占比 73%, 样本具有代表性且和研究意义。其中本文所使用的企业中间品进口特征及测算指标来源于前者, 上市公司特征指标数据来源于国泰安数据库。中国海关数据库包含了 2000~2016 年的进出口数据, 但 2016 年数据企业进出口商品数量的缺失, 影响本文所研究的进口中间品质量的测算。考虑到 2007 年是国内应对气候变化问题的重要节点, 本文选取 2007~2015 年作为样本期间。国泰安数据库缺乏非上市企业样本, 易导致样本的自选择效应。但考虑到中国工业企业数据库较之国泰安数据库更新相对滞后, 其难以反映企业重要特征的相关数据, 例如中国工业企业数据库缺乏政府补贴、融资约束等数据, 因此出于数据时效性和关键数据信息的考虑, 本文选择国泰安数据库。此外, 本文碳强度指标根据上市公司年报、上市公司责任年报所披露的能源消费量计算而得。绿色专利申请数由国家知识产权局公布的专利数据统计整理而得。

本文通过以下方式筛选和匹配进口中间品的上市企业: (1) 参考广泛经济类别分类(BEC)标准, 将样本期间的企业 - 产品层面海关数据的商品编码统一为 HS6 位编码(2007 版), 两者进行匹配筛选进口中间品企业; (2) 根据上市公司数据中企业名称、企业曾用名与进口中间品企业的名称再次匹配并筛选; (3) 考虑制造业企业为碳排放量的最高部门, 本文剔除了非制造业样本; 为了消除异常数据影响, 本文剔除了 ST 和*ST 样本; (4) 将样本期内仅进口一次的企业视为偶然进口, 剔除偶然进口的企业; 剔除指标值有缺失或者异常值的企业, 如“职工平均薪酬”等指标小于 0、“政府补助小于 0”等异常值。最后, 本文得到 2007~2015 年间共计 4481 个进口中间品的上市公司样本。本文主要变量的描述性统计见表 1。

Table 1. Variable measurement and descriptive statistics

表 1. 变量测度与描述性统计

变量类型	变量名称	观测值	均值	标准差	最小值	最大值
被解释变量	碳强度(CEI)	4481	26.570	33.470	0.046	512.819
核心解释变量	中间品进口质量(Quality)	4481	0.246	0.161	0	0.991
	中间品进口转换(Conversion)	4481	2.170	1.035	0	5.318
中介变量	绿色创新水平(Gre_Inn)	4481	0.241	0.623	0	4.890
控制变量	企业规模(Size)	4481	7.811	1.089	3.135	12.186
	企业年龄(Age)	4481	2.618	0.374	1.099	3.892

续表

盈利水平(ROE)	4481	0.060	0.355	-14.706	9.397
融资约束(Fin_Cons)	4481	1.288	0.061	1.061	1.620
政府补贴(Gov_Sub)	4481	15.638	2.871	0	21.810
人力资本(Ave_Sal)	4481	8.819	1.401	0	13.753

3.2. 变量说明及测算

3.2.1. 被解释变量

本文的被解释变量为碳排放量(Carbon Emission)和碳强度(Carbon Emission Intensity)。首先,通过将每种能源类型(煤炭、石油、天然气和电力)的消耗量依据工业和信息化部公布的《标准煤折算系数》将企业各类能源消耗量折算为标准煤并加总求得总标准煤消耗量;按照国家发改委能源研究所推荐是标准煤折算值将标准煤消耗总量乘以其二氧化碳排放系数来计算二氧化碳排放总量;最后借鉴沈洪涛和黄楠(2019) [22]的做法,以企业二氧化碳排放量与主营业务收入之比衡量碳强度。企业能源消费量包含了多种不同种类的细分能源本文,主回归结果中仅考虑了化石燃料的直接二氧化碳排放,稳健性检验同时考虑了直接碳排放和间接排放(Cui, 2020) [23]。本文样本覆盖制造业 28 个二级行业,占同期工业碳排放总量的 53%。与《中国工业统计年鉴》对比显示:样本企业平均碳强度(26.57 kg/万元)略低于全行业均值(31.42 kg/万元),主因上市公司规模效应。

计算公式如下:

$$CE = (\sum Energy \times Standard_Coal_COE) \times Carbon_Emission_COE \quad (1)$$

$$CEI = \frac{CE \times 10^3}{Main_Business_Income} \quad (2)$$

其中, CE 为企业二氧化碳排放量(单位:万吨), CEI 为企业碳强度(单位:Kg/万元),代表企业每创造一万元收入所产生的二氧化碳排放量, $Energy$ 为能源使用量, $Standard_Coal_COE$ 为标准煤折算系数, $Carbon_Emission_COE$ 为二氧化碳排放因子, $Main_Business_Income$ 为企业主营业务收入。

3.2.2. 核心解释变量

中间品进口质量(Quality)为本文的核心解释变量之一。本文借鉴 Khandelwal (2013) [24]企业层面产品质量的测算原理,控制产品、国别和年份特征,通过使用外部估计弹性处理内生性问题,再进行对数变换建立了需求与价格的回归关系,得到企业层面的进口产品质量后进行标准化处理(施炳展, 2015) [25]。对于同一进口国(以中国为例)而言,当两个国家出口同等数量和价格的同一中间品到中国市场,却具有完全不同的市场绩效,说明来自不同出口国的相同中间品的质量必然具有较大差异。中间品的市场绩效越好,意味着该产品的质量越高。

进口产品转换(Conversion)为本文的核心解释变量之一。核心解释变量进口产品转换的度量,本文从产品转换的动态过程构建企业进口产品转换指标,采用进口产品的进入、退出来反映(祝树金, 2018) [26]。根据上述定义,本文利用 2007~2015 年中国海关贸易数据库对企业进口投入品的转换行为和产品转换特征进行测算,将企业层面产品转换用企业总体转换频数。产品转换计算公式及样本期内变化趋势如下:

$$Conversion = Product_up + Product_down \quad (1)$$

其中 $Conversion$ 是企业产品转换的频数, $Product_up$ 是企业中间品产品增加数量, $Product_down$ 是企业

中间品产品减少数量。

3.2.3. 中介变量

本文的中介变量为绿色创新(Gre_Inn)。专利数量与企业创新能力密切相关，能够很好地反映企业技术和产品的创新成果，因此，本文选择企业当年独立申请的绿色发明数量来衡量的绿色创新水平，在回归模型中加 1 取对数处理。

3.2.4. 控制变量

在基准计量模型的设定中已经控制了年份固定效应和企业固定效应，在此基础上本文还控制了以下企业层面的相关变量，主要包括：(1) 企业年龄(Age)：采用(当年年份 - 企业成立年份)衡量，在回归模型中对企业年龄加 1 取对数处理；(2) 企业规模(Size)：本文以企业员工人数衡量，在回归模型中对企业规模取对数处理；(3) 企业盈利能力(ROE)：本文以企业的净资产收益率(净利润/平均净资产)衡量盈利能力；(4) 融资约束(Fin_Cons)：选用企业 SA 指数来衡量，由于 SA 指数为负，所以在回归模型中对 SA 指数取相反数再对数化处理；(5) 人力资本(Ave_Sal)：选用企业员工的平均工资水平，即应付工资总额和应付福利总额加总除以员工人数来量化人力资本，在回归模型中进行对数化处理；(6) 政府补贴(Gov_Sub)：选用政府补贴企业的总金额来衡量，在回归模型中对政府补贴加 1 取对数处理。

3.3. 计量模型设定

3.3.1. 基准回归的计量模型

为了研究进口中间品的质量和中间品转换对企业碳排放量和碳排放强度的影响，本文构建如下计量模型：

$$CEI_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 Quality_{it} + \alpha Controls + \omega_i + \mu_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

$$CEI_{it} = \beta_0 + \beta_1 Conversion_{it} + \beta Controls + \omega_i + \mu_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

式(1)，(2)中，被解释变量 CEI_{it} 表示 t 年企业 i 的碳排放强度。(1)中核心解释变量 $Quality_{it}$ 代表中间品的进口质量，(2)中核心解释变量 $Conversion_{it}$ 代表中间品的进口转换次数。 $Controls$ 为模型(1)，(2)中所控制的企业层面随时间变化的控制变量， μ_t 、 ω_i 分别控制时间固定效应和个体固定效应， ε_{it} 为随机干扰项。

3.3.2. 检验中介路径的计量模型

在验证假说 1a 和假说 1b 的条件下，本文继续构建方程(3)，(4)分别验证绿色创新在中间品质量、转换与碳排放强度之间的中介效应：

$$CEI_{it} = \gamma_0 + \gamma_1 Quality_{it} + \gamma_2 Gre_Inn_{it} + \gamma controls + \omega_i + \mu_t + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

$$CEI_{it} = \eta_0 + \eta_1 Conversion_{it} + \eta_2 Gre_Inn_{it} + \eta controls + \omega_i + \mu_t + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

式(3)，(4)中，被解释变量 CEI_{it} 表示 t 年企业 i 的碳排放强度。(3)中核心解释变量 $Quality_{it}$ 代表中间品的进口质量，(4)中核心解释变量 $Conversion_{it}$ 代表中间品的进口转换频数，中介变量 Gre_Inn_{it} 表示 t 年企业 i 的碳排放强度。 $Controls$ 为模型(3)，(4)中所控制的企业层面随时间变化的控制变量， μ_t 、 ω_i 分别控制时间固定效应和个体固定效应， ε_{it} 为随机干扰项。

4. 实证结果及分析

4.1. 基准回归分析

表 2 为基准回归的估计结果。第(1)、(3)列报告了中间品进口质量对企业碳强度的影响结果，第(2)、

(4)列报告了中间品进口转换对企业碳排放强度的影响结果。其中,第(1)、(2)列仅使用年份固定效应和企业固定效应,未加入企业层面的其它控制变量,第(3)、(4)分别按照基准回归计量模型(1)、(2),使用年份和企业双向固定效应,并引入企业层面其它相关控制变量进行回归。以加入控制变量的企业年份双向固定的回归结果为例进行分析,结果表明,第(3)列中间品进口质量提升1%能够促进企业碳强度降低4.94%,该结果在1%的统计水平上显著;第(4)列中间品进口转换增加1%时能够促进企业碳排放强度的降低1.56%,该结果在1%的统计水平上显著。综合上述估计结果,中间品进口质量提升所产生的质量效应和产品转换所产生的产品组合效应均可以显著促进企业碳强度降低,验证了假说1a、1b。

Table 2. The impact of intermediate goods import quality and switching on enterprise carbon emissions and carbon intensity
表 2. 中间品进口质量与转换对企业碳排放与碳强度的影响

变量	(1) CEI	(2) CEI	(3) CEI	(4) CEI
Quality	-8.133*** (1.846)		-4.940*** (1.432)	
Conversion		-2.615*** (0.627)		-1.558*** (0.496)
Size			-12.57*** (1.542)	-12.36*** (1.507)
Age			12.51 (8.715)	13.25 (8.680)
ROE			-0.531 (0.597)	-0.543 (0.618)
Fin_Cons			-368.9*** (51.110)	-372.4*** (51.220)
Gov_Sub			-0.132 (0.241)	-0.138 (0.241)
Ave_Sal			-1.417*** (0.483)	-1.417*** (0.483)
年份固定	是	是	是	是
企业固定	是	是	是	是
常数项	26.48*** (0.771)	30.54*** (1.297)	561.2*** (60.830)	564.8*** (60.990)
观测值	4481	4481	4481	4481
R ²	0.016	0.02	0.228	0.229

注:括号里为标准误; *、**、***分别表示在10%、5%、1%的显著性水平上显著,下表同。

4.2. 内生性问题

虽然基准回归通过添加控制变量和固定效应尽量降低了遗漏变量所导致的内生性问题以及估计偏误,但是,企业从来源国市场上的进口中间品的质量选择和产品组合调整策略往往会受到来源国的因素的影响,计量模型仍可能存在遗漏变量导致的内生性问题。本文使用工具变量和滞后一期的方法解决可能存在的内生性问题。

4.2.1. 使用工具变量

本文采用份额移动法(shift-share)构造进口质量与产品转换的工具变量。使用经济变量的前定变量作

为份额工具变量，因为气候和地理等自然因素高度随机，满足外生性假设，且同时也会影响某些经济过程。因此，本文选择来源国与中国首都的地理距离作为份额的工具变量，由于地理距离不随时间变化，满足份额变量的外生性前提，且地理距离能够反映贸易成本进而影响企业中间品进口，将其与当期进口质量、产品转换交互项分别作为对应的工具变量(Borusyak, 2021 [27]; Anders Akerman, 2024 [6])。结果见表 3 第(1)、(2)列所示，反映出本文构造的工具变量符合相关性和外生性，较为合理，即在考虑了中间品进口质量与产品转换可能存在的内生性问题之后，本文基准结果的结论依然成立。

4.2.2. 加入滞后项作为控制变量

使用滞后一期解释变量作为控制变量对因变量进行回归，既解决了部分遗漏变量导致内生性问题，也未丢失当期解释变量有用的影响信息。结果见表 3 第(3)、(4)列所示，控制滞后一期的中间品进口质量后，当期质量提升仍然对碳强度有显著抑制作用，回归系数均在 1%的水平上显著；控制滞后一期中间品进口转换后，当期产品转换对碳强度也仍然有显著抑制作用，回归系数均在 5%的水平上显著。

Table 3. Endogeneity treatment of enterprise carbon intensity

表 3. 企业碳强度的内生性处理

变量	2SLS		滞后一期	
	(1) CE1	(2) CE1	(3) CE1	(4) CE1
Quality	-4.935*** (1.162)		-5.746*** (2.126)	
Converse		-1.679*** (0.342)		-1.152** (0.494)
L. Quality			-6.034*** (1.583)	
L. Converse				-1.414*** (0.521)
控制变量	是	是	是	是
年份固定	是	是	是	是
企业固定	是	是	是	是
Kleibergen-Paaprk LM	584.021***	742.829***		
Kleibergen-Paaprk Wald F	77,000***	23,000***		
观测值	4477	4477	3496	3496
R ²	0.228	0.229	0.196	0.196

4.3. 稳健性检验

4.3.1. 更改被解释变量衡量方法

在基准回归结果中，被解释变量碳强度只考虑了企业直接二氧化碳的排放量，考虑了除化石燃料燃烧的直接排放以外的电力间接排放，折算成统一标准煤根据碳排放因子计算得到新的碳强度来替换基准回归中被解释变量。结果见表 4 第(1)、(2)列所示，中间品进口质量对碳强度有显著抑制作用，中间品进口转换对碳强度也有显著抑制作用，且回归系数均在 1%的水平上显著，说明了基准结果的稳健性。

4.3.2. 剔除核心解释变量异常值

异常值可能会对回归结果产生较大影响,因此剔除异常值能够帮助确认结果是否受到极端值的影响,确保模型的可靠性。本文通过 5%及 95%分位数识别的方法进行缩尾处理,见表 4 的第(3), (4)列结果显示,中间品进口质量和进口转换对碳强度都有显著抑制作用,且回归系数均在 1%的统计水平上显著,再次验证了基准结果的稳健性。

4.3.3. 剔除环境规制等地方政策影响

考虑到我国政府制定环境规制和能源政策,多以省级区域划分并根据行业特征制定其相应的环境保护政策。鉴于此,为控制不同省级、年份和行业因政策不同对回归结果的影响,本文参考陈登科(2020) [28]的部分做法,在控制年份和控制企业的基础上,添加年份 × 省份、年份 × 行业固定效应,用以控制随时间变化的省级划特征与随时间变化的行业特征等因素的影响。见表 4 的第(5)、(6)列结果显示,加入高维固定后质量对碳强度的影响系数略有变小,中间品进口质量提升 1%时能够抑制 4.87%企业碳排放强度增长,但转换对碳强度的影响系数有所增大,中间品进口转换增加 1%时能够抑制 1.81%企业碳排放强度增长。

Table 4. Robustness tests of enterprise carbon intensity

表 4. 企业碳强度的稳健性检验

变量	替换指标		缩尾 5%		高维固定	
	(1) CEI*	(2) CEI*	(3) CEI	(4) CEI	(5) CEI	(6) CEI
Quality	-4.901*** (1.283)		-2.400*** (0.692)		-4.866*** (1.624)	
Conversion		-1.546*** (0.349)		-0.398** (0.191)		1.813*** (0.505)
控制变量	是	是	是	是	是	是
年份固定	是	是	是	是	是	是
企业固定	是	是	是	是	是	是
年份省份固定	否	否	否	否	是	是
年份-行业固定	否	否	否	否	是	是
常数项	556.9*** (20.85)	560.4*** (20.81)	476.8*** (14.47)	477.6*** (14.49)	627.7*** (74.040)	631.1*** (74.090)
观测值	4481	4481	4033	4033	4448	4448
R ²	0.228	0.229	0.337	0.336	0.922	0.922

4.4. 异质性分析

本文将根据所有制性质和行业特征将企业样本划分为是否国有、是否高科技、是否高污染三类,探讨中间品进口质量和转换在不同类型企业中的碳强度影响差异。以下三类分组均已通过组间差异检验且结果显著。

4.4.1. 所有制异质性——是否为国有企业

作为国家经济的重要组成部分,国有企业不仅需要实现盈利目标,还应该肩负促进社会稳定、就业保障、区域经济发展以及公共服务提供等多重社会功能。尤其在环保和减排方面,国有企业应该成为政

府政策执行的重要载体。然而，按照国有企业与非国有企业分类，见表5中第(1)，(2)列结果显示，中间品进口质量对非国有企业碳强度抑制作用大于国有企业；第(3)，(4)列结果显示，中间品进口转换对非国有企业碳强度抑制作用大于国有企业。

非国有企业通常更依赖市场竞争和外部融资来提高生产效率和降低碳排放，市场上较大的竞争压力迫使其必须不断通过技术创新和优化生产来保持竞争力，因此质量与转化能够促进产品和工艺的优化与减排效果的显现。相较之下，国有企业由于其通常享有更为稳定的政策支持和政府补贴，具有较高的路径依赖导向且存在资本、资源配置等因素的制约(张兵, 2024)[29]，导致中间品对碳强度抑制效果不如非国有企业明显。

Table 5. Subsample regressions by SOE status

表 5. 是否为国有企业分样本回归结果

变量	(1) CE	(2) CE	(3) CE	(4) CE
Quality	-4.807* (2.445)	-6.533*** (1.893)		
Conversion			-2.122** (0.902)	-1.878*** (0.607)
是否国有	是	否	是	否
控制变量	是	是	是	是
年份固定	是	是	是	是
个体固定	是	是	是	是
常数项	201.4*** (73.230)	393.8*** (53.540)	215.9*** (75.220)	399.7*** (53.550)
观测值	1748	2696	1748	2696
R ²	0.128	0.209	0.135	0.209

4.4.2. 行业异质性——是否为高科技企业

随着全球经济竞争的日益激烈，提升科技创新能力、发展先进制造业已成为国家经济发展的核心驱动力。高科技产业通常采用更加创新的技术、先进的设备和高效的生产流程，这些技术特征不仅决定了企业的市场竞争力，也对企业的能源消耗和绿色转型产生深远影响。见表6中第(1)，(2)列结果显示，高科技行业中间品进口质量对企业碳强度的影响系数大于非高科技行业，但高科技行业的显著性有所降低；同样地，第(3)，(4)列结果显示，中间品进口转换对企业碳强度的影响存在类似变化。

中间品质量提升和产品转换对高科技企业碳强度抑制作用显著性降低的可能原因有：通常高科技行业本身生产率更高，且拥有优质的减排设备和绿色技术(Batrakova 和 Davies, 2012)[30]，这些因素使得企业碳排放水平已经处于较低水平。因此，高科技行业的碳减排路径更复杂，且企业需要较长的周期来吸收高质量中间品的技术溢出与调试更多产品组合的可能性。虽然这些投入最终会对碳强度产生更大的抑制作用，但在短期内，这些改进可能显现出统计显著的效果较低。

4.4.3. 行业异质性——是否为高污染企业

高污染企业通常面临较为严峻的技术和设备改造障碍，尤其是在减排技术和绿色创新方面的能力较弱。这些企业大多数长期依赖传统的生产工艺和高能耗的设备，其生产模式往往存在较大的环境负担和

碳排放压力。见表 7 中第(1), (2)列结果显示, 中间品进口质量对碳强度的影响在非高污染企业样本中的系数和显著性都大于高污染企业; 第(3), (4)列结果显示, 中间品进口转换对企业碳强度的影响在分组样本中显著性没有明显差异, 但非高污染企业样本的系数大于高污染企业样本。

高污染企业的绿色创新和技术吸收相对困难, 尽管引入高质量中间品能够在某些情况下降低碳强度, 但这些企业往往需要克服更大的门槛将中间品的优势转化为生产率和能源利用效率的提升, 导致了碳强度的改善效果不如非高污染企业。此外, 非高污染企业可能在结构调整和转型上更加灵活, 能够更有效地通过中间品进口转换实现碳强度的直接抑制作用。

Table 6. Subsample regressions by high-tech firm status
表 6. 是否为高科技企业分样本回归结果

变量	(1) CE	(2) CE	(3) CE	(4) CE
Quality	-6.314** (2.995)	-5.062*** (1.264)		
Conversion			-2.763** (1.116)	-1.345*** (0.373)
是否高科技	是	否	是	否
控制变量	是	是	是	是
年份固定	是	是	是	是
个体固定	是	是	是	是
常数项	428.9*** (73.960)	216.3*** (28.900)	440.7*** (74.470)	222.2*** (29.120)
观测值	2052	2429	2052	2429
R ²	0.195	0.181	0.2	0.181

Table 7. Subsample regressions by polluting firm status
表 7. 是否为高污染企业分样本回归结果

变量	(1) CE	(2) CE	(3) CE	(4) CE
Quality	-3.649** (1.714)	-6.244*** (2.135)		
Conversion			-1.190*** (0.431)	-2.850*** (0.844)
是否高污染	是	否	是	否
控制变量	是	是	是	是
年份固定	是	是	是	是
个体固定	是	是	是	是
常数项	200.2*** (46.510)	365.4*** (51.670)	201.0*** (46.510)	381.8*** (52.640)
观测值	1558	2923	1558	2923
R ²	0.167	0.183	0.169	0.19

5. 进一步分析

5.1. 机制分析

基准回归结果显示，无论是中间品进口质量的提升还是进口动态转换都能够抑制碳强度的增长，以下分别从两个维度分析了其可能的原因：基于质量的角度，中间品进口质量的提高，可能会促使企业生产流程的优化，且高质量中间品本身可能具有更绿色节能的特点，从而抑制碳强度的增长，此为中间品进口质量的直接效应。中间品进口质量的提高，还可能会使中间品所产生的知识和技术溢出效应越大，促进企业绿色创新的水平，进而降低企业碳强度，此为中间品进口质量的间接效应。基于转换的角度，中间品进口转换可能会推动企业向低碳、环境友好型产品转型且促使企业对生产设备和流程进行调整以降低碳强度，此为中间品进口转换的直接效应。中间品进口转换同样还可能促进企业绿色技术和产品创新能力来降低企业碳强度，此为进口中间品转换的间接效应。以上两种间接效应的结果基准回归尚未讨论，因此，本文将在接下来的部分引入绿色创新指标进行相关机制检验。

为了检验中间品进口质量的提高与中间品进口的动态转换是否通过影响绿色创新水平进而影响企业碳强度，本文对模型方程(3)，(4)进行估计。本文采用逐步检验回归系数的方法，回归结果见表 8。

5.1.1. 中间品进口质量通过绿色创新影响企业碳强度的中介效应估计结果

见表 8 中的列(1)、列(2)报告了中间品进口质量的机制检验结果。中间品进口质量通过绿色创新影响企业碳强度的中介效应检验第一步结果在基准回归中已经报告且检验通过；第(1)列报告了进口中间品质量对绿色创新的影响结果，质量提升 1%会促使企业绿色创新水平提高 0.11%，该结果在 5%的统计水平上显著，中介效应检验的第二步通过；第(2)列报告了控制企业绿色创新水平后进口中间品质量对碳强度的影响，绿色创新对碳强度存在显著抑制作用，且减弱了质量对碳强度的直接抑制作用，此为不完全中介，中介效应检验的第三步通过。总的来说，中间品进口质量的提高会通过促进企业绿色创新水平从而降低企业碳强度，验证了假说 2a。

Table 8. Test for the mediating effect of intermediate goods import quality
表 8. 中间品进口质量中介效应检验

变量	(1) Gre_Inn	(2) CE	(3) Gre_Inn	(4) CE
Quality	0.109** (0.042)	-4.701*** (1.291)		
Conversion			0.0156 (0.012)	-1.523*** (0.351)
Gre_Inn		-2.201*** (0.506)		-2.231*** (0.505)
控制变量	是	是	是	是
年份固定	是	是	是	是
企业固定	是	是	是	是
常数项	6.761*** (0.690)	576.0*** (21.240)	6.670*** (0.689)	579.6*** (21.190)
观测值	4481	4481	4481	4481
R ²	0.092	0.232	0.09	0.233

5.1.2. 中间品进口转换通过绿色创新影响企业碳强度的中介效应估计结果

列(3)、列(4)报告了中间品进口转换的机制检验结果。同样地,中间品进口转换通过绿色创新影响企业碳强度的中介效应检验第一步结果在基准回归中已经报告且检验通过;第(3)列报告了中间品进口转换对绿色创新的影响结果,产品转换对绿色创新存在促进作用,但不显著,中介效应检验的第二步不通过;第(4)列报告了控制企业绿色创新水平后中间品进口转换对碳强度的影响,与基准结果系数相比较只有微小的变化。总的来说,中间品进口产品转换的调整通过促进企业绿色创新水平从而降低企业碳强度的路径并不显著,假说 2b 不成立。

从以上的机制检验结果可以得出,进口中间品质量和转换对企业碳强度的影响路径有所不同。进口中间品质量的提高,既可以通过高质量中间品所具备的绿色低碳属性和生产优化功能直接的抑制企业碳强度的增长,也可以通过高质量中间品所带来的绿色技术溢出效应促进企业绿色创新水平进而间接的抑制企业碳强度的增长。而进口中间品动态转换,主要通过生产转型和能效提高等产品组合效应直接抑制企业碳强度。

两个维度作用机制存在差异性,主要可能的原因在于,企业在进口高质量中间品时,不仅能够直接提升生产效率和绿色性,还能通过与行业先进技术的互动来积累技术经验,克服创新门槛。中间品质量所带来的学习效应,可能促使企业自主研发或引进更多绿色创新技术,从而提升整体绿色创新水平,进一步降低碳排放强度。而中间品进口产品的动态转换往往通过优化产品组合来实现碳排放强度的减少,根据市场需求和生产要求调整产品类型及其生产方式来引进不同种类的中间品。相比之下,中间品的转换往往是企业在生产过程中对多种产品组合以及其配合的生产工艺、能源使用等进行调整的直接反映,这种调整在短期内影响能源消耗和碳排放水平,更具灵活性和直接性,而中间品质量的抑制作用则更具技术性和复杂性。通过机制分析,能够更好的解释在基准回归结果中,中间品质量与碳排放总量成正向关系,中间品转换与碳排放总量呈反向关系的原因。

5.2. 基于碳排放总量的考量

为了对比中间品进口行为对碳排放量与碳强度的影响差异,本文在进一步报告了碳排放总量回归结果。在企业碳排放量相关结果中,见表 9 第(1)、(3)列报告了中间品进口质量对企业碳排放量的影响结果,第(2)、(4)列报告了中间品进口转换对企业排放量的影响结果。其中,第(1)、(2)列仅使用年份固定效应和企业固定效应,未加入企业层面的其它控制变量,第(3)、(4)分别按照基准回归计量模型(1)、(2),使用年份和企业双向固定效应,并引入企业层面其它相关控制变量进行回归。以加入控制变量的企业年份双向固定的回归结果为例进行分析,可以看出,第(3)列中间品进口质量提升与第(4)列中间品进口产品的转换对企业碳排放总量的抑制作用都并不显著。

综合基准估计结果,中间品进口质量提升和产品转换可以显著促进企业碳强度降低,但对碳排放量的抑制作用却并不显著,且中间品质量的提升反而在一定程度上促进了企业碳排放总量的增加。这可能的原因在于,进口高质量中间品会促使企业生产率提高(林正静, 2018 [31]; 祝树金, 2018 [32]),使企业扩大规模生产导致企业碳排放总量的增加,这一部分的增加量大于中间品进口质量提升所带来抑制作用。因此,从实现“碳达峰碳中和”中长期目标的视角分析,企业在发展初期可以通过进口高质量中间品来获取先进技术、提升绿色创新水平,为实现低碳转型奠定基础。但长期过度依赖进口中间品可能导致技术吸收能力不足和自主创新动力不足,不利于企业形成可持续的绿色竞争力,也无法实现碳排放总量的控制。因此,企业在通过进口中间品引进外部技术的同时,需要注重消化吸收与再创新,逐步建立自主的绿色技术研发体系。同时,还应加快向绿色生产模式转型,通过优化能源结构、升级生产工艺、提升资源利用效率等多方面措施,进一步降低碳排放总量,最终实现从依赖外部技术到内生式绿色发展的跨越。

Table 9. The impact of intermediate goods import quality and switching on enterprise carbon emissions
表 9. 中间品进口质量与转换对企业碳排放的影响

变量	(1) CE	(2) CE	(3) CE	(4) CE
Quality	23.50* (13.620)		21.26 (13.670)	
Conversion		-0.866 (3.743)		-1.889 (3.756)
控制变量	否	否	是	是
年份固定	是	是	是	是
企业固定	是	是	是	是
常数项	1521*** (5.992)	1529*** (10.430)	1039*** (207.000)	1019*** (206.300)
观测值	4481	4481	4481	4481
R ²	0.944	0.944	0.944	0.944

6. 结论与政策启示

6.1. 基本结论

进口中间品对企业碳减排具有重要作用，其中间品进口质量和产品转换是影响企业碳强度的重要因素。本文基于中间品进口质量和产品转换两个维度探索对企业碳强度的影响，得出以下结论：第一，进口质量的提升和中间品的动态转换均能有效抑制企业碳强度的增长，且质量提升带来的抑制作用更大。第二，考虑到企业所有制性质和行业特征的异质性，分样本回归结果显示存在显著差异：进口中间品质量与转换对碳强度的抑制作用在非国有企业中、高科技企业、非高污染企业样本中更为明显。第三，进口中间品质量和转换对企业碳强度的抑制作用机制存在差异。提高中间品进口质量不仅通过其质量效应直接抑制企业碳强度的增加，还能通过高质量中间品带来的绿色技术溢出效应，促进企业绿色创新水平，进而抑制碳强度的增长。而进口中间品的动态转换主要通过产品的调整与组合达到生产转型和能效提升的效果，直接影响企业碳强度。

由于中国海关数据库仅完整披露至 2015 年的数据，2016 年及后续年份的数据缺失影响了中间品质量的测算，本研究因此将样本期间限定为 2007~2015 年。虽然数据时效性存在局限，但样本期内已完整覆盖了中国深度融入全球价值链、中间品贸易蓬勃发展的关键阶段，所揭示的进口质量提升与产品转换对碳强度的抑制机制及其异质性特征，反映了该时期内在的经济规律。鉴于企业减排的核心路径(如技术溢出、结构优化)具有相对稳定性，以及中国“双碳”目标的长期政策导向，本研究的主要结论在揭示微观企业减排动力和提供政策着力点方面，依然具有重要的现实意义和政策参考价值。

6.2. 政策启示

在全球碳排放约束愈加强和国家经济要求稳增长的双重背景下，如何促进企业绿色创新能力与环境绩效的提升，成为企业可持续发展与增强核心竞争力的关键问题。本文基于对中间品进口质量和转换对企业碳强度影响的研究，得出以下政策启示：

第一，支持企业进行中间产品转换的尝试来提升环境绩效，但提升中间质量应成为企业通过进口实现降碳目标的重点路径。虽然企业在短期内可以通过进口高质量中间品实现绿色技术创新，但长期依赖

中间品投入并不利于企业实现自主绿色研发,形成可持续的绿色竞争力。因此,企业在初期利用高质量中间品的技术溢出效应提升生产效率,随后应加大绿色技术研发投入,突破技术创新瓶颈,实现可持续发展。

第二,根据企业异质性设计差异化政策。由于不同类型企业在面对碳排放约束时存在能力上的差异,政策设计需要更加精准地考虑企业的所有制及其行业特征。对于非国有企业,政策应更加注重提升其绿色技术能力和产品质量,以促进其国际竞争中通过绿色创新占据有利位置。对于国有企业,应加强政府监管与政策引导绿色转型,鼓励这些企业在减排方面承担更多社会责任,落实财政支持与激励措施的成果转化。高科技企业大多具有较高的技术门槛,尽管其传统创新能力较强,但绿色属性还尚未证实。因此,政策可以通过激励措施引导其更加注重提升中间品质量,从而进一步推动企业绿色创新水平。

第三,加强绿色技术和信息的普及,促进行业绿色转型。处于高污染、高排放行业的企业行业生产特征难以改变,因此其绿色转型应尤其受到重视。政府可以通过产业政策、税收优惠等方式鼓励这些行业通过中间品进口的质量提升和转换来实现碳强度的减少,推动高污染企业逐步采用低碳、绿色中间品,并且促进企业进行绿色研发实现产品升级。同时,政策应提供更多的技术支持和信息引导,帮助企业理解学习绿色技术,克服技术和设备更新的难题,这不仅有助于提升企业绿色创新水平,还能促进整个行业的低碳转型。

参考文献

- [1] Imbruno, M. and Ketterer, T.D. (2018) Energy Efficiency Gains from Importing Intermediate Inputs: Firm-Level Evidence from Indonesia. *Journal of Development Economics*, **135**, 117-141. <https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2018.06.014>
- [2] 韩国高, 刘田广. 中间品进口、制度环境与中国企业能源强度[J]. *经济科学*, 2021(3): 44-56.
- [3] 李平, 丁世豪. 进口技术溢出提升了制造业能源效率吗? [J]. *中国软科学*, 2019(12): 137-149.
- [4] 韩纪琴, 周靖. 扩大中间品进口规模对生态环境与产业链安全影响研究——基于制造业异质性中间品进口的污染减排效应分析[J]. *价格理论与实践*, 2020(7): 154-157, 180.
- [5] Dussaux, D., Vona, F. and Dechezleprêtre, A. (2023) Imported Carbon Emissions: Evidence from French Manufacturing Companies. *Canadian Journal of Economics/Revue canadienne d'économique*, **56**, 593-621. <https://doi.org/10.1111/caje.12653>
- [6] Akerman, A., Forslid, R. and Prane, O. (2024) Imports and the CO₂ Emissions of Firms. *Journal of International Economics*, **152**, 104004. <https://doi.org/10.1016/j.jinteco.2024.104004>
- [7] Collard-Wexler, A. and De Loecker, J. (2015) Reallocation and Technology: Evidence from the US Steel Industry. *American Economic Review*, **105**, 131-171. <https://doi.org/10.1257/aer.20130090>
- [8] Goldberg, P.K., Khandelwal, A.K., Pavcnik, N. and Topalova, P. (2010) Imported Intermediate Inputs and Domestic Product Growth: Evidence from India. *The Quarterly Journal of Economics*, **125**, 1727-1767. <https://doi.org/10.1162/qjec.2010.125.4.1727>
- [9] Seker, M., Rodriguez-Delgado, D. and Ulu, M.F. (2018) Imported Intermediate Goods and Product Innovation. *Journal of International Economics*, **150**, Article ID: 103927. <https://doi.org/10.1016/j.jinteco.2024.103927>
- [10] 李丹, 宋换换, 崔日明. 进口中间品内嵌技术与企业创新[J]. *国际贸易问题*, 2022(8): 19-36.
- [11] 张杰. 进口对中国制造业企业专利活动的抑制效应研究[J]. *中国工业经济*, 2015(7): 68-83.
- [12] 张晓莉, 孙琪琪. 中间品进口与企业研发创新——“增量”还是“提质”? [J]. *世界经济文汇*, 2021(3): 103-119.
- [13] 黎峰. 中间品进口如何影响国内企业自主创新[J]. *国际贸易问题*, 2024(6): 39-55.
- [14] 王彩明, 李健. 中国区域绿色创新绩效评价及其时空差异分析——基于 2005-2015 年的省际工业企业面板数据[J]. *科研管理*, 2019, 40(6): 29-42.
- [15] 赵喜仓, 蒋美, 洪逗. 绿色技术创新对减污降碳协同效应的影响[J/OL]. *科技进步与对策*, 2024: 1-13. <https://link.cnki.net/urlid/42.1224.G3.20240830.1413.002>, 2025-08-05.
- [16] Barrows, G. and Ollivier, H. (2014) Does Trade Make Firms Cleaner? Theory and Evidence from Indian Manufacturing. <https://are.berkeley.edu/sites/default/files/job-candidates/paper/JMPBarrows.pdf>

- [17] 许家云, 毛其淋, 胡鞍钢. 中间品进口与企业出口产品质量升级: 基于中国证据的研究[J]. 世界经济, 2017, 40(3): 52-75.
- [18] Elrod, A.A. and Malik, A.S. (2017) The Effect of Environmental Regulation on Plant-Level Product Mix: A Study of EPA's Cluster Rule. *Journal of Environmental Economics and Management*, **83**, 164-184. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2017.03.002>
- [19] Bloom, N., Draca, M. and van Reenen, J. (2016) Trade Induced Technical Change? The Impact of Chinese Imports on Innovation, IT and Productivity. *The Review of Economic Studies*, **83**, 87-117.
- [20] Castellani, D. and Fassio, C. (2019) From New Imported Inputs to New Exported Products. Firm-Level Evidence from Sweden. *Research Policy*, **48**, 322-338. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2018.08.021>
- [21] 李青原, 肖泽华. 异质性环境规制工具与企业绿色创新激励——来自上市企业绿色专利的证据[J]. 经济研究, 2020, 55(9): 192-208.
- [22] 沈洪涛, 黄楠. 碳排放权交易机制能提高企业价值吗[J]. 财贸经济, 2019, 40(1): 144-161.
- [23] Cui, J., Tam, O.K., Wang, B. and Zhang, Y. (2020) The Environmental Effect of Trade Liberalization: Evidence from China's Manufacturing Firms. *The World Economy*, **43**, 3357-3383. <https://doi.org/10.1111/twec.13005>
- [24] Khandelwal, A.K., Schott, P.K. and Wei, S.J. (2013) Trade Liberalization and Embedded Institutional Reform: Evidence from Chinese Exporters. *American Economic Review*, **103**, 2169-2195. <https://doi.org/10.1257/aer.103.6.2169>
- [25] 施炳展, 曾祥菲. 中国企业进口产品质量测算与事实[J]. 世界经济, 2015, 38(3): 57-77.
- [26] 祝树金, 金小剑, 赵玉龙. 进口产品转换如何影响出口国内增加值[J]. 国际贸易问题, 2018(11): 1-16.
- [27] Borusyak, K., Hull, P. and Jaravel, X. (2021) Quasi-experimental Shift-Share Research Designs. *The Review of Economic Studies*, **89**, 181-213. <https://doi.org/10.1093/restud/rdab030>
- [28] 陈登科. 贸易壁垒下降与环境污染改善——来自中国企业污染数据的新证据[J]. 经济研究, 2020, 55(12): 98-114.
- [29] 张兵, 宋超凡. 数字化转型、进口中间品内嵌技术与新能源汽车产业链韧性[J]. 国际经贸探索, 2024, 40(9): 73-88.
- [30] Batrakova, S. and Davies, R.B. (2012) Is There an Environmental Benefit to Being an Exporter? Evidence from Firm-Level Data. *Review of World Economics*, **148**, 449-474. <https://doi.org/10.1007/s10290-012-0125-2>
- [31] 林正静, 左连村. 进口中间品质量与企业生产率: 基于中国制造业企业的研究[J]. 南方经济, 2018(11): 27-46.
- [32] 祝树金, 钟腾龙, 李仁宇. 中间品贸易自由化与多产品出口企业的产品加成率[J]. 中国工业经济, 2018(1): 41-59.