

碳减排政策是否提升了企业出口产品质量

——基于低碳城市试点政策的研究

朱亚君 孙楚仁 覃 卿

摘要：碳减排对缓解全球变暖具有重要意义，但也使得很多发展中国家同时面临着环境保护与经济增长的双重压力。本文从出口产品质量的视角出发，运用中国低碳城市试点政策这一拟自然实验，采用 2008—2014 年中国工业企业数据库和中国海关数据库的合并数据，利用双重差分模型实证检验了碳减排政策对企业出口产品质量的影响效应。研究结果表明：低碳城市试点政策能够提高企业的出口产品质量，该效应通过低碳城市试点政策的创新效应和进口中间品质量提升效应实现；低碳城市试点政策有利于提升企业非环境类产品质量，且更能提升二氧化碳排放密度较低、资源依赖程度较低以及融资约束较小的企业的出口产品质量。本文的研究结果有利于增强发展中国家通过合适的环境政策设计实现碳减排与经济可持续发展双赢局面的信心。

关键词：低碳城市；出口产品质量；双重差分模型；创新；进口中间品

[中图分类号] F752 [文献标识码] A [文章编号] 1002-4670 (2023) 10-0144-16

一、引言及文献综述

全球变暖不仅给生物多样性、人类健康、生态系统带来了负面影响，也加剧了全球经济发展的不平等，降低碳排放量则有助于缓解全球变暖。世界银行的统计数据 displays, 2018 年中国的单位 GDP 二氧化碳排放量为 0.76 千克，而同时期全球范围内单位 GDP 二氧化碳排放量约为 0.41 千克。中国的二氧化碳排放主要来自于城市的商业能源使用，为了降低城市的二氧化碳排放量，中国国家发展和改革委员会（以下简称发改委）分别于 2010 年、2012 年和 2017 年分三批次选择不同的低碳试点城市开展低碳城市试点工作。迄今为止，中国低碳试点政策已经覆盖了 6 个省份和 81 个城市（县、区）。中国在积极降低碳排放的同时，也面临着外贸高质量发

[收稿日期] 2023-02-25

[基金项目] 国家社会科学基金重大项目“‘一带一路’区域价值链构建与中国产业转型升级”（18ZDA039）；广东省自然科学基金一般项目“对外援助对中国与受援国全球价值链合作、嵌入和利益分配的影响研究”（2022A1515011206）

[作者信息] 朱亚君：西华大学经济学院讲师；孙楚仁（通讯作者）：广东外语外贸大学经济贸易学院教授，电子信箱 sunchuren@foxmail.com；覃卿：湖北经济学院经济与贸易学院讲师

展的挑战。生产高质量产品被认为是出口成功和经济发展的前提条件 (Amiti and Khandelwal, 2013)^[1]。2021年,中央政府发布《“十四五”规划纲要》,提出了“完善出口政策,优化出口商品质量和结构”的要求。尽管实施低碳政策的最终目的在于实现经济发展和环境保护的双赢 (Chen et al., 2021)^[2],但鉴于中国历史上高耗能、高污染、低创新的出口扩张模式,该政策是否会损害贸易的高质量发展仍然是一个值得探讨的问题。

随着中国低碳试点工作的推进,大量有关该政策的研究涌现出来。部分学者分析了中国低碳试点政策所采用的政策工具与各城市的政策创新 (Ma et al., 2021)^[3],并评估了中国低碳城市发展情况,在肯定了低碳城市建设取得的成就的同时,也揭示了中国低碳城市发展不平衡的问题 (Wang et al., 2021)^[4]。也有部分研究发现低碳城市政策有利于生产率提升 (Guo et al., 2021^[5]; Chen et al., 2021)。然而该领域的大部分研究主要还是关注其在碳减排方面的效应。Fu等 (2021)^[6]、Huo等 (2022)^[7]、Wen等 (2022)^[8]从城市层面,Chen等 (2021)^[9]则从企业层面肯定了低碳试点政策的碳减排效应。

低碳城市试点政策具有明显的环境规制特征,因此其对企业行为的影响主要基于两种理论。第一种是污染天堂假说,该理论认为当一国采取更为严格的环境政策时,以高污染高排放为特征的污染密集型行业的比较优势会减弱进而遭受损失 (Taylor, 2005)^[10];第二种理论是波特假说,该理论认为合理的环境政策所带来的成本效应会促使企业寻找新的利润点,从而迫使企业加大研发投入。因此,从长期来看,环境政策会促进企业的创新和技术升级 (Porter and Van der Linde, 1995)^[11],有利于提高企业的竞争力。两种假说具有内在一致性,污染天堂假说从静态的角度强调环境规制给企业带来的成本压力,而波特假说则在考虑成本压力的前提下从动态视角强调合理设置的环境政策可以刺激企业技术和流程创新,并提升企业产品质量。尽管尚未有研究分析碳减排政策对企业出口产品质量的影响,但已有部分研究发现环境规制有利于提升出口产品质量 (徐保昌等, 2022^[12]; 李梦洁和杜威剑, 2018^[13]; 盛丹和张慧玲, 2017^[14]; 刘家悦和谢靖, 2018^[15]; 王杰等, 2019^[16]; 祝树金等, 2022^[17])。

与此同时,现有文献已经挖掘出大量影响出口产品质量的因素,包括外资自由化 (韩超和朱鹏洲, 2018)^[18]、贸易自由化 (樊海潮等, 2022)^[19]、信贷约束 (Fan et al., 2015)^[20]、制度质量 (Lin et al., 2021)^[21]、知识产权保护 (Song et al., 2021)^[22]、中间投入品进口 (刘啟仁和铁瑛, 2020)^[23]、汇率波动 (毛日昇和陈瑶雯, 2021)^[24]、反倾销 (Lu et al., 2018)^[25]、生产率 (Hallak and Sivadasan, 2013)^[26]、税收政策 (Kong and Xiong, 2020)^[27]、人力资本扩张 (方森辉和毛其淋, 2021)^[28]、技术进步 (沈国兵和袁征宇, 2021)^[29]等。然而,以低碳城市试点政策为代表的碳减排政策将对企业出口产品质量产生何种影响的研究仍然是一片空白。本文利用2008—2014年中国工业企业数据库和中国海关数据库的合并数据,根据中国2012年低碳城市试点政策提供的政策环境,采用双重差分模型分析了碳减排政策对企业出口产品质量的影响效应。

本文研究具有以下几个方面的边际贡献：第一，本文从中国低碳城市试点政策出发，研究了这类政策对企业出口产品质量的影响，拓展了有关企业出口产品质量决定因素的研究。第二，现有关于低碳城市试点政策的研究主要基于城市层面的数据，虽然已有部分研究关注了这一政策对企业生产率、污染排放和企业出口国内增加值率（Zhu and Sun, 2022）^[30]的影响效应，但本文主要基于企业出口产品质量的视角探索了碳减排政策对企业经济绩效的影响。第三，关于碳减排政策是否会损害企业在出口市场上的竞争力，本文证明了这一政策在实施的过程中有助于提高企业出口产品质量，从而有助于提升其出口竞争力。第四，本文为碳减排政策以及低碳城市在发展中国家乃至全球的普及提供了有利的证据。减少发展中国家的碳排放有助于加快全球气候控制目标的实现，但与此同时，发展中国家也面临着经济增长、减少贫困的迫切需求。本文基于中国的证据表明，发展中国家可以通过合适的政策设计同时实现降低二氧化碳排放量和提高出口产品质量的平衡，进而有利于经济的长期可持续发展。

二、政策背景与研究假说

（一）政策背景

2009年11月26日，发改委明确了到2020年全国单位生产总值二氧化碳排放比2005年下降40%~45%的减排目标。其时，中国正处于工业化和城镇化快速发展阶段。为了既发展经济、改善民生，又应对气候变化、降低碳强度、推进绿色发展，2010年发改委组织开展低碳试点工作，并且确立和公布了第一批试点地区，包括7个省份以及6个地级市。2011年，中国国务院印发的《“十二五”控制温室气体排放工作方案》强调要“扎实推进低碳省区和城市试点，逐步扩大试点范围”。为了响应该文件，发改委气候司于2012年发布了《关于开展第二批低碳省区和低碳城市试点工作的通知》，并新增了3个省份、25个地级市和1个县级市作为试点地区。鉴于前两批低碳省份和城市试点工作在推动低碳发展方面取得的积极成效，发改委于2017年进一步确定了45个城市（区、县）开展第三批低碳城市试点工作^①。

在低碳城市试点政策实施的过程中，国家仅对试点地区提出方向上的指引，而地方政府则根据国家层面的要求，进一步制定了更为详细的温室气体排放和能源消耗的长期和短期目标。通过分析各地方政府发布的低碳城市试点工作实施方案或者发展规划，可以得出，该试点政策开展的任务重点主要包括产业低碳化发展、优化能源结构、节能与提高能效、增加碳汇和倡导低碳生活模式等五个方面。相较于其他类型的环境政策，低碳城市试点政策在实施过程中同时采用了命令—控制型政策工具、市场型政策工具和自愿型政策工具，是一种综合性的环境政策。首先，中央政府设立了国家层面的总体减排目标，试点城市的地方政府根据自身的资源禀赋、产

^①三批试点政策的实施区域未列出，可登陆对外经济贸易大学学术刊物部网站“刊文补充数据查询”栏目查阅、下载。

业结构、能源结构和经济发展水平,设定具体的约束性碳排放目标,并将其分解到重点企业,采取降低和淘汰落后产能、绿色建筑节能、车辆排放标准等命令型政策工具对企业碳排放进行约束;其次,价格、财政补贴、拓宽融资渠道、税费优惠等市场化手段为政策实施期间的绿色创新行为提供了激励;最后,科普和宣传低碳知识、倡导低碳消费行为等政策手段有助于增强公众和企业的环保意识,可以促使企业在追求社会声誉的过程中自发地实现减排和创新的目标。

大量学者已经肯定了中国低碳城市试点政策在碳减排方面的有效性(Huo et al., 2022; 宋弘等, 2019^[31]; Chen et al., 2021^[9])。本文主要以2012年实施的试点政策为研究对象考察碳减排政策对企业出口产品质量的影响效应,原因如下:第一,本文所使用的中国工业企业数据库截止到2014年,无法对2017年实施的第三批政策的效应进行考察;第二,第一批试点政策主要在省份层面展开,这使得试点城市的随机性降低,从而产生更大的样本选择问题;第三,部分研究发现,由于第一批政策处于初始阶段,范围过于宽泛,致使第一批政策未能发挥明显的影响效应(Wen et al., 2022);第四,第一批试点政策与第二批试点政策所确立的任务目标比较一致,因此可以通过对第二批试点政策效应的分析为碳减排政策的整体效应提供一定的洞见。

(二) 研究假说

出口产品质量的提升被认为是出口成功和经济发展的前提条件,因而获得了政策制定者和学术界的关注。部分研究发现环境规制有利于提升企业出口产品质量(徐保昌等, 2022; 李梦洁和杜威剑, 2018)。但作为一种综合性环境政策,关于低碳城市试点政策如何影响企业出口产品质量升级的研究尚未出现。从波特假说的视角出发,面对低碳城市试点政策的要求,企业可能产生以下几个方面的反应:第一,低碳城市试点政策制定了严格的碳减排目标和明确的技术标准,促使企业必须进行技术投资和设备更新,这使得企业面临向上的成本压力,进而倒逼企业进行创新和技术升级(Zhou and Zhao, 2015)^[32]。第二,低碳城市试点政策的压力促使企业改善能源结构,提升能源使用效率(Liu et al., 2022)^[33]。例如,北京市在开展低碳试点的过程中强调实施高耗能、高排放企业的调整和退出工程;宁波市采用能源审计和清洁生产审核手段开展重点用能行业的节能降耗工作。在这种压力下,企业若要继续保持其生产运营,就必须提高其能源使用效率。能源效率的提升使得企业单位产出所消耗的能源成本降低。第三,低碳城市试点政策为试点地区施加了成本压力,为了在市场上生存下去并维持其利润,企业可能提高其产品质量进而提升其产品在国际市场上的竞争力。基于上述分析,本文提出如下假说。

假说1:相较于非试点地区企业,低碳政策实施后提高了试点地区企业的出口产品质量。

试点地区的政策保障有利于营造良好的创新环境。首先,试点地区主张要加大研发资金投入,企业可以利用这些政策性研发资金进行流程、产品和服务等方面的技术创新,尤其是与低碳技术有关的绿色技术创新;其次,低碳试点政策强调要重视培养、吸引和留住科技人才,如晋城市主张积极吸引国内外高端人才、科研机构,加强对科技人才的保障;最后,试点地区还重视搭建创新成果转化和扩散的网

络,如赣州市主张建立以企业为主体、产学研相结合的低碳技术创新与成果转化体系。这些政策保障以及研发资源的汇聚有利于提高企业和城市的绿色创新水平(Shen et al., 2021^[34];徐佳和崔静波,2020^[35])。低碳城市试点政策实施后,企业自身生产流程的改善和自主创新能力的提高有助于提升企业的出口产品质量(曲如晓和臧睿,2019)^[36],同时城市内其他企业的绿色创新成果可以通过创新网络产生知识溢出效应,企业可以充分利用这一溢出效应来实现自身产品质量的升级。基于上述分析,本文提出如下假说。

假说2:低碳城市试点政策通过增强城市绿色创新能力提高企业出口产品质量。

当面临严格的环境规制时,企业可能会进行污染外包,并选择增加进口以减少自身的污染排放和能源消耗。郭树龙(2019)^[37]采用中国微观企业数据进行实证,发现中间品进口有利于减少企业的污染排放。当面临低碳城市试点政策降低碳排放量的要求时,企业需要投入更先进的设备以提高其自身的能源和资源利用率来降低其产品生产全产业链上的碳排放量。例如,为了降低企业的排放量,北京市通过编制节能机电设备(产品)推广目录和高耗能机电设备(产品)淘汰目录来引导企业的设备和产品升级,并将调整能源结构、降低高碳能源比重视为低碳城市建设工作中的重要手段。这些手段不仅直接增加了企业短期内的减碳成本,也挤占了国内企业用于中间品生产的人力、资本等基础要素投入,进而提升了企业所使用的国内中间品的价格。在这种情况下,企业可能会选择更多更高质量的进口中间品以替代自身的基础要素和国内中间品使用过程中产生的能源消耗和污染排放。而有关进口中间品对产出品质量的积极影响已经被大量的研究所证明(许家云等,2017^[38];魏浩和张文倩,2022^[39])。因此,本文提出如下假说。

假说3:低碳城市试点政策促使企业使用更高质量的进口中间品,进而提高其出口产品质量。

三、实证方法

(一) 计量模型

为识别低碳城市试点政策对企业出口产品质量的因果效应,本文构建如下双重差分模型:

$$Quality_{fct} = \alpha + \beta treat_c \times post_t + \sum_{n=1}^{N_f} \gamma^n Control_{ft}^n + \sum_{m=1}^{M_c} \lambda^m Control_{ct}^m + \delta_f + \eta_t + \varepsilon_{fct} \quad (1)$$

其中, f 、 c 、 t 分别代表企业、城市、年份; $Quality_{fct}$ 表示城市 c 中企业 f 第 t 年的出口产品质量; $treat_c$ 是一个虚拟变量,如果城市 c 为试点城市,则取值为1,否则为0; $post_t$ 也是一个虚拟变量,如果年份 t 为2012年及以后,则取值为1,否则为0; $Control_{ft}^n$ 和 γ^n 分别表示第 n 个企业层面的控制变量及其对应系数; N_f 表示企业层面控制变量的总数; $Control_{ct}^m$ 和 λ^m 分别表示第 m 个城市层面的控制变量及其对应

系数; M_c 表示城市层面控制变量的总数; δ_f 和 η_t 分别表示企业固定效应和年份固定效应; ε_{fct} 表示误差项; β 则代表了低碳城市试点政策对企业出口产品质量的影响效应。

(二) 变量与数据

1. 企业出口产品质量

本文借鉴 Khandelwal 等 (2013)^[40] 的方法测度产品质量:

$$\ln(q_{fjht}) + \sigma \ln(p_{fjht}) = \varphi_h + \varphi_j + \varepsilon_{fjht} \quad (2)$$

其中, q_{fjht} 代表企业 f 第 t 年出口到需求国 j 的产品 h 的数量; p_{fjht} 表示对应产品的出口价格。产品固定效应 φ_h 代表产品层面除质量外其他不可观测的特征, 需求国—时间固定效应 φ_j 代表了需求国的价格水平和收入水平等因素。通过估计残差可以得到企业 f 第 t 年出口到需求国 j 的产品 h 的质量 ω_{fjht} , 表达式为:

$$\ln \omega_{fjht} = \frac{\varepsilon_{fjht}}{\sigma - 1} \quad (3)$$

本文采用 HS2 位码行业层面的替代弹性估计产品质量, 数据来源于 Broda 和 Weinstein (2006)^[41] 的研究。为了使得不同产品的质量具有可比性, 本文在产品层面对产品质量进行标准化后, 得到企业对目的国每种产品的出口产品质量 $\ln quality_{fjht}$ 。将标准化后的产品质量在需求国和产品层面进行加权平均, 可以得到企业层面的出口产品质量:

$$Quality_{ft} = \sum_h (Exp_{fht}/Exp_{ft}) \left(\sum_j (Exp_{fjht}/Exp_{fht}) \ln quality_{fjht} \right) \quad (4)$$

其中, Exp_{fht}/Exp_{ft} 表示企业 f 第 t 年对需求国 j 的产品 h 的出口额占企业 f 第 t 年产品 h 总出口额的比重, Exp_{fht}/Exp_{ft} 表示企业 f 第 t 年产品 h 出口额在其第 t 年总出口额中的比重。用于计算企业出口产品质量的数据来自于中国海关数据库。

2. 解释变量与协变量

(1) 低碳城市试点政策 ($treat_c \times post_t$)。本文的核心解释变量由表征企业所属城市是否为试点城市的虚拟变量 $treat_c$ 和表征观测年份是否为 2012 年及以后年份的虚拟变量 $post_t$ 的乘积表示。原始数据来源于发改委官方网站。由于 2012 年确定的第二批试点城市中的延安市、武汉市、广州市和昆明市所在的省份为第一批国家低碳试点省份, 因此本文认为这些城市实际上属于第一批试点城市, 在样本中予以剔除。

(2) 其他协变量。一方面, 本文控制了一些随时间变化的影响出口产品质量的企业特征, 包括企业生产率、企业年龄的对数、企业员工数量对数值、企业资本密度、企业出口关税和企业实际有效汇率, 用以计算前述企业层面控制变量的数据来源于中国工业企业数据库、世界综合贸易解决方案 (WITS) 数据库、世界发展指标 (WDI) 数据库和中国海关数据库; 另一方面, 基于国家层面的低碳城市试点政策的要求和各低碳省份 (城市) 的低碳试点实施方案, 本文加入了一些随时间变化的城市层面的特征作为控制变量, 以控制那些可能决定城市是否进入处理组的因素的影响效应, 包括城市人均地区生产总值对数值、第二产业增加值在地区生

产总值中的占比、人均耗电量、城市建成区绿化覆盖率和城市单位 GDP 二氧化碳排放密度等。此外，本文还进一步控制了可能影响企业出口产品质量的城市层面特征，包括一般公共预算支出中的人均科技支出额的对数值、人均道路面积、城市在岗员工平均工资对数。用于计算城市层面的变量的数据来源于中国城市统计年鉴和中国碳核算数据库 (CEADs)^①。为了排除金融危机对企业经济行为的影响，本文仅采用 2008—2014 年的数据进行估计。在去掉关键变量缺失的观测值之后，本文得到了来自 181 个城市 128 595 个企业一年份层面的观测值。样本中，低碳试点城市为 22 个，来自于这些城市的观测值共计 66 701 个。

四、实证结果

(一) 基准回归结果

本文采用式 (1) 评估低碳城市试点政策对企业出口产品质量的影响效应。表 1 第 (1) — (3) 列分别给出了逐渐加入固定效应、企业层面的协变量和城市层面的协变量之后的回归结果。无论加入哪些协变量，低碳城市试点政策对企业出口产品质量均具有显著的正向影响。这一结果表明，低碳城市试点政策的实施有利于提高企业出口产品质量，验证了本文的假说 1。本文的基准回归结果与波特假说一致，也在一定程度上印证了现有环境规制对企业出口产品质量具有正向影响的相关研究 (徐保昌等, 2022; 李梦洁和杜威剑, 2018)，并为这一领域的研究提供了一个来自于碳减排政策，尤其是低碳城市试点政策这一特殊环境政策视角的扩展。

表 1 基准回归结果

变量名称	<i>Quality</i>	<i>Quality</i>	<i>Quality</i>
	(1)	(2)	(3)
<i>treat</i> × <i>post</i>	0.0062 *** (0.0014)	0.0065 *** (0.0014)	0.0055 *** (0.0012)
企业层面协变量	N	Y	Y
行业层面协变量	N	N	Y
企业固定效应	Y	Y	Y
年份固定效应	Y	Y	Y
N	113 082	113 082	113 082

注：括号内为城市-年份层面的稳健标准误；*** 表示 1% 的显著性水平；限于篇幅，本表中未报告协变量回归结果及常数项，完整结果查阅同前；下表同。

(二) 有效性检验

1. 平行趋势检验

本文采用假设政策发生时间提前的方式来验证样本是否满足平行趋势假定。具

^①限于篇幅，相关变量的描述性统计表未列出，查阅同前。

体而言,本文剔除了政策生效以后的观测值,并假设政策生效的时间为2011年、2010年、2009年,生成虚拟的双重差分项 $treat_c \times post_{2011}$ 、 $treat_c \times post_{2010}$ 、 $treat_c \times post_{2009}$,用其替代式(1)中的核心解释变量进行回归,结果如表2所示。从表2可以看出,当假设政策生效时间提前到2011年、2010年和2009年时,其对企业出口产品质量的影响效应并不具备统计上的显著性。这表明试点地区企业和非试点地区企业的出口产品质量的变化趋势在政策生效之前并不存在系统性差异。

表2 平行趋势检验

变量名称	Quality	Quality	Quality
	(1)	(2)	(3)
$treat \times post_{2011}$	-0.0008 (0.0011)		
$treat \times post_{2010}$		-0.0004 (0.0009)	
$treat \times post_{2009}$			0.0004 (0.0010)

2. 安慰剂检验

虽然本文通过在基准模型中加入了一系列企业层面和城市层面的协变量,以及企业固定效应和年份固定效应,以排除那些既可能影响低碳城市政策实施又可能影响企业出口产品质量提升的因素的干扰。但本文基准模型的结论仍然可能是由一些未观测到的因素造成的,即可能存在遗漏变量的问题。本文通过安慰剂检验来验证遗漏变量可能造成的影响。本文在181个样本城市中随机选择22个城市作为虚拟的处理组,采用500次随机抽取的样本进行回归,并利用每一次回归结果的系数和P值绘制成图1。从图1可以看出,500次抽样回归结果与基准回归结果相差较大,且大部分的回归系数为负或不显著,这表明低碳城市试点政策的确能够提高企业的出口产品质量。

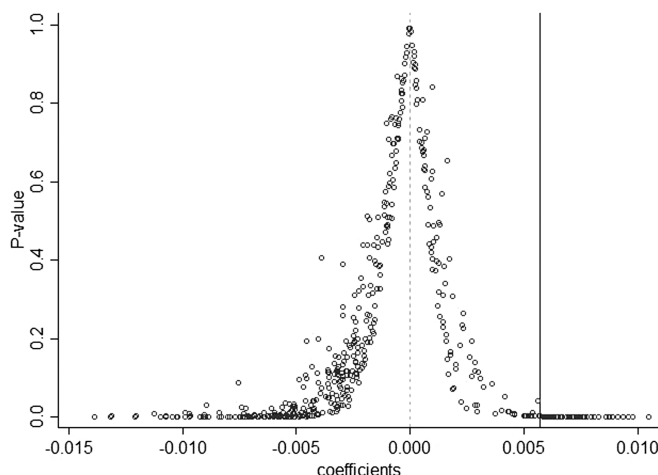


图1 安慰剂检验

注：作者根据500次抽样回归结果绘制。

(三) 动态效应

政策制定者及企业更为关注的是该政策是否对经济行为主体产生持续性的效应，且中国企业的出口产品质量是否能够持续性增长才是关键点。因此，本文进一步考察低碳城市试点政策实施前后试点地区和非试点地区企业出口产品质量的动态分布。作为对比，本文在回归中去掉政策生效前一期的虚拟变量，动态效应检验结果见图2。从图2可以看出，在低碳城市试点政策生效之前，政策虚拟变量系数均不显著，再次表明低碳城市试点政策满足双重差分模型适用的平行趋势假设。同时，从动态效应来看，政策生效当年，低碳城市试点政策即对企业出口产品质量产生显著的正向影响，表明以减碳为目标的环境政策会对企业出口产品质量产生持续性的正向效应。

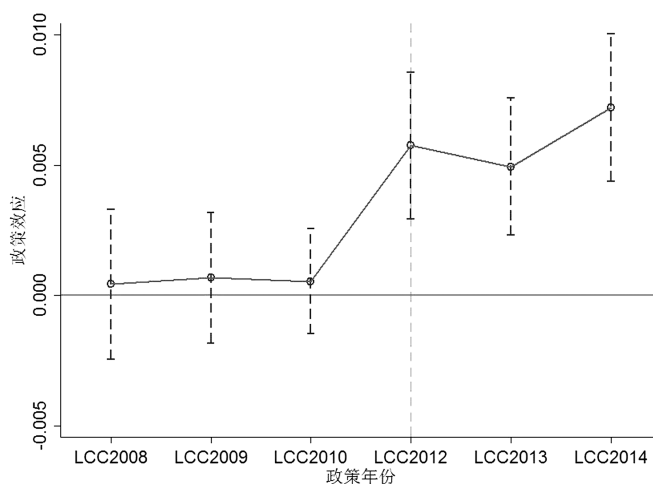


图2 动态效应

注：圆圈代表估计得到的系数，带宽表示90%的置信区间。

(四) 其他稳健性检验

为了证明基准回归结果的有效性，本文还进行了其他稳健性检验：第一，更换产品质量估计中替代弹性的取值，将替代弹性分别取值为5和10重新估计企业出口产品质量。第二，一些未观测到或难以量化的城市层面的固有属性，例如城市层面对环境保护所持有的价值观念可能影响到低碳城市试点政策的实施，从而使本文的基准结果受到来自于这类因素的干扰。基于此，本文进一步在基准回归模型中加入城市固定效应进行回归。第三，第二批试点城市中包括了上海和北京两个直辖市，而其与地级市在政府行政权力、可获得的资源方面存在较大差异，可能对估计结果产生偏误。鉴于此，本文去掉了来自于这两个城市的样本并进行回归。第四，对低碳试点城市的选择综合了地方政府的申请以及中央政府对于地方环保状况和试点城市的地理分布的考量，因而可能不能满足样本随机性的前提假设。本文采用双重差分倾向得分匹配(PSM-DID)估计方法来解决这一问题。本文采用近邻匹配

的方法，基于 logit 模型估计各城市被选择成为试点城市的概率。匹配变量的选择考虑了中央政府实施低碳城市试点政策的要求和各城市的低碳试点发展规划，并参考了 Fu 等（2021）、Shen 等（2021）的研究，包括城市生产总值的对数值，城市人口规模对数值，城市平均工资对数值，城市能源密度，用于科技的一般公共支出的对数值，第二产业增加值占比，第三产业增加值占比，第二产业劳动力占比和第三产业劳动力占比，采用匹配后的样本对模型重新进行估计。第五，一些未被观测到的其他随时间变化的城市层面的因素，例如城市内部的绿色产业结构，可能对本文的解释变量产生影响。基于此，本文借鉴 Chen 等（2021）^[2] 的方法，采用空气流通系数作为试点政策的工具变量进行回归。该指标由各城市的风速和大气边界高度的乘积得到，数据来源于欧洲中期天气预报中心所发布的经纬度栅格气象数据。前四种稳健性检验的结果均支持低碳城市试点政策提高了企业出口产品质量的结论。工具变量回归的 Kleibergen-Paap rk LM statistic 值为 113.220，表明不存在识别不足的问题，Cragg-Donald Wald F statistic 和 Kleibergen-Paap rk Wald F statistic 的值分别为 116.868 和 82.801，表明不存在弱工具变量问题。此外，其检验结果也证明了本文的基准结论具备一定的稳健性。

表 3 其他稳健性检验

变量	$\sigma = 5$	$\sigma = 10$	城市固有属性
	(1)	(2)	(3)
<i>treat</i> × <i>post</i>	0.0033*** (0.0010)	0.0036*** (0.0010)	0.0055*** (0.0012)
变量	排除直辖市	PSM-DID	工具变量回归
	(5)	(6)	(7)
<i>treat</i> × <i>post</i>	0.0066*** (0.0013)	0.0058*** (0.0012)	0.0657*** (0.0197)

注：*** 表示 1% 的显著性水平。

（五）排除其他环境政策的影响

同时期的其他环境政策可能会扭曲低碳城市试点政策对企业出口产品质量的影响效应。在样本期间，中国针对局部地区制定及实施的、与本文所研究政策在目标上具有重合性或者相关性的环境政策包括碳排放权交易试点政策、《全国资源型城市可持续发展规划（2013-2020）》、国家森林城市项目等。为了排除这三项政策对基准结果的影响，本文在基准模型中分别加入三项政策的虚拟变量 *CET*、*Resource* 和 *Forest* 进行回归，结果如表 4 第（1）—（3）列所示。此外，行业层面的环境规制政策通常与低碳城市试点政策优化产业结构的政策手段具有相似性，从而可能对本文的估计结果产生偏误。中国出台的比较有代表性的行业环境规制政策是清洁生产政策，本文根据企业所属行业是否已经受到清洁生产规制，生成变量 *Clean* 并加入基准模型中，得到的结果如表 4 第（4）列所示。由于各类环境政策在发挥作用时，可能存在相互影响的情况，因此，本文进一步将前述四类干扰性政

策同时放入回归中，结果如表4第(5)列所示。全部结果表明，在考虑了其他类型的环境政策的干扰后，本文的基准结论仍然保持不变。

表4 排除其他政策影响

变量	Quality	Quality	Quality	Quality	Quality
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<i>treat</i> × <i>post</i>	0.0060*** (0.0012)	0.0053*** (0.0012)	0.0055*** (0.0012)	0.0055*** (0.0012)	0.0058*** (0.0012)
<i>CET</i>	-0.0043*** (0.0013)				-0.0044*** (0.0014)
<i>Resource</i>		-0.0036** (0.0014)			-0.0035** (0.0014)
<i>Forest</i>			-0.0002 (0.0012)		-0.0007 (0.0011)
<i>Clean</i>				-0.0044*** (0.0015)	-0.0045*** (0.0015)

注：*、**、*** 分别表示 5%、1% 的显著性水平。

(六) 低碳城市政策影响企业出口产品质量的渠道检验

前文提出低碳城市试点政策可能通过提升城市绿色创新能力与促使企业使用更高质量的进口中间品来提高企业的出口产品质量。本文通过在基准回归模型中引入核心解释变量与机制变量的交乘项对两条渠道分别进行检验。其中，城市绿色创新能力 (*Inno*) 采用各地级市绿色专利申请数量的对数值来衡量，数据来源于中国国家知识产权局。企业进口中间品质量 (*Quality_Input*) 的测度方法与企业出口产品质量的估计方法类似，所使用数据来源于中国海关数据库中记录的企业产品进口信息。为了结果的稳健性，本文对两个机制变量进行标准化处理。表5第(1)列给出了城市绿色创新能力这一渠道的检验结果，其中交乘项 *treat*×*post*×*Inno* 的系数显著为正，表明低碳城市试点政策可以通过提高试点城市的绿色技术创新能力对城市内部企业的出口产品质量产生积极影响，验证了本文的假说2。同时，城市绿色创新能力的线性项系数显著为正，表明城市绿色创新水平提升本身也有助于提高

表5 机制检验

变量	Quality	Quality
	(1)	(2)
<i>treat</i> × <i>post</i>	0.0012 (0.0028)	0.0049*** (0.0012)
<i>treat</i> × <i>post</i> × <i>Inno</i>	0.0018* (0.0009)	
<i>Inno</i>	0.0032** (0.0014)	
<i>treat</i> × <i>post</i> × <i>Quality_Input</i>		0.0023*** (0.0007)
<i>Quality_Input</i>		0.0056*** (0.0006)

注：*、**和*** 分别表示 1%、5%和 1%的显著性水平。

企业出口产品质量。表5第(2)列给出了企业进口中间品质量这一渠道的检验结果。企业使用高质量的进口中间品有利于提升企业出口产品质量。同时,低碳城市试点政策与企业进口中间品质量的交乘项的系数显著为正,表明低碳城市试点政策的实施促使企业在生产中使用更高质量的进口中间品,进而提高了企业的出口产品质量,验证了假说3。

五、异质性效应分析

(一) 环境类产品和非环境类产品

由于相比于非环境类产品,环境类产品的生产过程本身对环境的伤害更小,因此在受低碳城市试点政策规制时,企业主要是对非环境类产品的生产过程进行改进,从而降低碳排放量。其可能的结果就是,低碳城市政策对企业非环境类产品出口质量的影响效应比非环境类产品出口质量的影响效应更强。为了检验这一潜在的异质性,本文采用经济合作与发展组织的标准区分环境类产品和非环境类产品,并分别计算了样本企业的环境类产品出口质量(Qua_env)和非环境类产品出口质量(Qua_Nenv)。替换被解释变量后,估计结果如表6第(1)、(2)列所示。结果表明,低碳城市试点政策对企业环境类产品出口质量的影响效应不显著,但却能显著提升企业非环境类产品的出口质量。

(二) 二氧化碳排放密度高的行业和二氧化碳排放密度低的行业

低碳城市试点政策要求企业降低二氧化碳排放量,如果企业本身属于二氧化碳排放密度较高的行业,那么意味着企业需要投入大量的资金用于降低二氧化碳排放量。在企业总成本保持不变的情况下,这一转变可能会对企业用于提高质量方面的投资产生挤出效应,从而难以提高出口产品质量。为了检验这一异质性效应的存在性,本文计算了2008年2位数行业层面单位工业产值的二氧化碳排放量,并生成虚拟变量 $Hemit$ 。当 $Hemit$ 取值为1时,表明行业二氧化碳排放密度高于中位数。异质性效应检验结果见表6第(3)列,低碳城市试点政策降低了高二氧化碳排放密度行业中的企业的出口产品质量,提高了低二氧化碳排放密度行业中的企业的出口产品质量。

(三) 高资源依赖发展模式和低资源依赖发展模式

低碳城市试点政策要求调整能源结构,降低煤炭消费总量,增加清洁能源的使用量并且进行产业结构调整。但在以资源推动经济发展的城市中,一方面,企业所生产的产品主要基于其资源禀赋优势;另一方面,企业在生产中会基于本地的资源禀赋优势使用污染性更强的传统能源。当面临低碳城市试点政策提出的要求时,这两方面的原因导致资源依赖度较高城市中的企业需要花费更高的成本改进现有能源结构,甚至改变现有产品结构。因此,相较于资源依赖度较低城市中的企业,低碳城市试点政策对资源依赖度更高城市中的企业的质量提升效应更小,甚至产生负向影响。本文基于《全国资源型城市可持续发展规划(2013-2020)》给出的资源型城市名单,按照企业所在城市是否为资源型城市生成变量 $Resource$ 。当 $Resource$ 取值为1时表示企业所在城市为资源依赖度较高的城市。异质性效应检验结果见表6

第(4)列,结果显示,低碳城市试点政策提高了资源依赖度较低($Resource = 0$)城市中的企业的出口产品质量。

(四) 高融资约束和低融资约束

面临不同融资约束水平的企业在受到低碳城市试点政策的冲击时,其所面临的成本压力同样存在差异。当面临较高的融资约束时,企业无法按照各城市低碳发展规划的要求进行设备、技术和生产流程的升级,进而不利于提高企业出口产品质量。基于此,按照企业层面的融资约束中位数生成虚拟变量 HFC ,当 HFC 取值为 1 时,表明企业面临较强的融资约束。异质性效应检验结果见表 6 第(5)列,估计结果表明,相较于高融资约束企业,低碳城市试点政策更有利于提升低融资约束企业的出口产品质量。

表 6 异质性效应检验结果

变量	Qua_env	Qua_New	$Quality$	$Quality$	$Quality$
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
$treat \times post$	0.0007 (0.0024)	0.0056 *** (0.0016)	0.0097 *** (0.0013)	0.0065 *** (0.0013)	0.0072 *** (0.0011)
$treat \times post \times Hemit$			-0.0201 *** (0.0019)		
$Hemit$			0.0047 ** (0.0019)		
$treat \times post \times Resource$				-0.0070 *** (0.0021)	
$Resource$				0.0468 *** (0.0172)	
$treat \times post \times HFC$					-0.0042 *** (0.0012)
HFC					-0.0010 (0.0006)

注: **、* 分别表示 5%、1% 的显著性水平。

六、结论与启示

采用 2008—2014 年中国工业企业数据库和中国海关数据库,本文利用双重差分模型首次实证检验了中国的碳减排政策,即低碳城市试点政策对企业出口产品质量的影响效应。本文的研究结论支持了波特假说,发现低碳城市试点政策显著促进了中国企业出口产品质量的提升,且该效应主要通过低碳城市试点政策的绿色创新效应和进口中间品质量提升效应实现的。进一步的异质性分析结果表明,低碳城市试点政策主要促进了企业非环境类产品出口质量的提升。同时,相较于高二氧化碳排放密度行业中的企业、高资源依赖城市中的企业以及高融资约束企业,低碳城市试点政策对低二氧化碳排放密度行业中的企业、低资源依赖城市中的企业和低融资约束企业的出口产品质量的正向提升效应更大。

本文的研究兼具理论和实践层面的启示。在理论层面,本文的研究丰富了当前

有关环境规制经济效应的相关文献,尤其扩展了有关低碳城市试点政策的微观经济效应的相关研究。在实践层面,本文的研究结论有助于增强中国以及世界上其他实施低碳城市试点政策的国家同时实现环境保护和经济发展的信心,也为他们更好地实行碳减排政策提供了一定的决策参考。其一,绿色创新效应和中间产品效应是绿色低碳城市试点政策提升企业出口产品质量的重要渠道,这就要求各国在低碳城市政策的设计上,要重点关注畅通碳减排措施与创新能力提升之间的传递路径;其二,各国要发展本国国内中间产品市场和畅通中间品进口通道,以保证企业获得足够的高质量的中间品来实现出口产品质量的升级;其三,政策制定者需要为高污染密度行业中的企业、资源依赖度较高城市中的企业以及融资约束较高的企业提供更多的支持和帮助,以协助其克服在碳减排过程中相较于其他企业所面临的天然劣势。

[参考文献]

- [1] AMITI M, KHANDELWAL A M. Import Competition and Quality Upgrading [J]. *Review of Economics and Statistics*, 2013, 95 (2): 476-490.
- [2] CHEN H, GUO W, FENG X, et al. The Impact of Low-carbon City Pilot Policy on the Total Factor Productivity of Listed Enterprises in China [J]. *Resources, Conservation & Recycling*, 2021 (169): 105457.
- [3] MA W, DE JONG M, DE BRUIJNE M, et al. Mix and Match: Configuring Different Types of Policy Instruments to Develop Successful Low Carbon Cities in China [J]. *Journal of Cleaner Production*, 2021, 282: 125399.
- [4] WANG Y, FANG X, YIN S, et al. Low-carbon Development Quality of Cities in China: Evaluation and Obstacle Analysis [J]. *Sustainable Cities and Society*, 2021 (64): 102553.
- [5] GUO S, TANG X, MENG T, et al. Industrial Structure, R&D Staff and Green Total Factor Productivity of China: Evidence from the Low-Carbon Pilot Cities [J]. *Complexity*, 2021: 6690152.
- [6] FU Y, HE C, LUO L. Does the Low-carbon City Policy Make a Difference? Empirical Evidence of the Pilot Scheme in China with DEA and PSM-DID [J]. *Ecological Indicators*, 2021 (22): 107238.
- [7] HUO W, QI J, YANG T. Effects of China's Pilot Low-carbon City Policy on Carbon Emission Reduction: A Quasi-natural Experiment Based on Satellite Data [J]. *Technological Forecasting and Social Change*, 2022 (175): 121422.
- [8] WEN S, JIA Z, CHEN X. Can Low-carbon City Pilot Policies Significantly Improve Carbon Emission Efficiency? Empirical Evidence from China [J]. *Journal of Cleaner Production*, 2022 (346): 131131.
- [9] CHEN S, MAO H, SUN J. Low-Carbon City Construction and Corporate Carbon Reduction Performance: Evidence From a Quasi-Natural Experiment in China [J]. *Journal of Business Ethics*, 2021 (180): 125-143.
- [10] TAYLOR M S. Unbundling the Pollution Haven Hypothesis [J]. *Advances in Economic Analysis and Policy*, 2005, 4 (2): 1-26.
- [11] PORTER M E, VAN DER LINDE C. Toward a New Conception of the Environment-competitiveness Relationship [J]. *Journal of Economic Perspectives*, 1995, 9 (4): 97-118.
- [12] 徐保昌, 闫文影, 李秀婷. 环境合规推动贸易高质量发展了吗? [J]. *世界经济与政治论坛*, 2022, (3): 122-149.
- [13] 李梦洁, 杜威剑. 环境规制与企业出口产品质量: 基于制度环境与出口持续期的分析 [J]. *研究与发展管理*, 2018, 30 (3): 111-120.
- [14] 盛丹, 张慧玲. 环境管制与我国的出口产品质量升级——基于两控区政策的考察 [J]. *财贸经济*, 2017, 38 (8): 80-97.

- [15] 刘家悦, 谢靖. 环境规制与制造业出口质量升级——基于要素投入结构异质性的视角 [J]. 中国人口·资源与环境, 2018, 28 (2): 158-167.
- [16] 王杰, 段瑞珍, 孙学敏. 环境规制、产品质量与中国企业的全球价值链升级 [J]. 产业经济研究, 2019 (2): 64-75+101.
- [17] 祝树金, 李江, 张谦, 等. 环境信息公开、成本冲击与企业产品质量调整 [J]. 中国工业经济, 2022 (3): 76-94.
- [18] 韩超, 朱鹏洲. 改革开放以来外资准入政策演进及对制造业产品质量的影响 [J]. 管理世界, 2018, 34 (10): 43-62.
- [19] 樊海潮, 黄文静, 吴彩云. 贸易自由化与企业内的产品质量调整 [J]. 中国工业经济, 2022 (1): 93-112.
- [20] FAN H, LAI E L C, LI Y A. Credit Constraints, Quality and Export Prices: Theory and Evidence from China [J]. Journal of Comparative Economics, 2015, 43 (2): 390-416.
- [21] LIN Y, LIN S, WANG X, et al. Does Institutional Quality Matter for Export Product Quality? Evidence from China [J]. The Journal of International Trade & Economic Development, 2021, 30 (7): 1077-1100.
- [22] SONG X, HUANG X, QING T. Intellectual Property Rights Protection and Quality Upgrading: Evidence from China [J]. Economic Modelling, 2021 (103): 105602.
- [23] 刘啟仁, 铁瑛. 企业雇佣结构、中间投入与出口产品质量变动之谜 [J]. 管理世界, 2020, 36 (3): 1-23.
- [24] 毛日昇, 陈瑶雯. 汇率变动、产品再配置与行业出口质量 [J]. 经济研究, 2021, 56 (2): 123-140.
- [25] LU Y, TAO Z G, ZHANG Y. How Do Exporters Adjust Export Product Scope and Product Mix to React to Anti-dumping? [J]. China Economic Review, 2018 (51): 20-41.
- [26] HALLAK J C, SIVADASAN J. Product and Process Productivity: Implications for Quality Choice and Conditional Exporter Premia [J]. Journal of International Economics, 2013, 91 (1): 53-67.
- [27] KONG D, XIONG M. Unintended Consequences of Tax Incentives on Export Product Quality: Evidence from a Natural Experiment in China [J]. Review of International Economics, 2021, 29 (4): 802-837.
- [28] 方森辉, 毛其淋. 高校扩招、人力资本与企业出口质量 [J]. 中国工业经济, 2021 (11): 97-115.
- [29] 沈国兵, 袁征宇. 互联网化、创新保护与中国企业出口产品质量提升 [J]. 世界经济, 2020, 43 (11): 127-151.
- [30] ZHU Y, SUN C. Carbon Reduction, Pollution Intensity and Firms' Ratios of Value Added in Exports: Evidence from China's Low-Carbon Pilot Policy [J]. Sustainability, 2022, 14 (19): 1268.
- [31] 宋弘, 孙雅洁, 陈登科. 政府空气污染治理效应评估——来自中国“低碳城市”建设的经验研究 [J]. 管理世界, 2019, 35 (6): 95-108+195.
- [32] ZHOU Y, ZHAO L. Impact Analysis of the Implementation of Cleaner Production for Achieving the Low-carbon Transition for Smes in the Inner Mongolian Coal Industry [J]. Journal of Cleaner Production, 2016 (127): 418-424.
- [33] LIU X, LI Y, CHEN X, et al. Evaluation of Low Carbon City Pilot Policy Effect on Carbon Abatement in China: An Empirical Evidence Based on Time-Varying Did Model [J]. Cities, 2022 (123): 103582.
- [34] SHEN W, WANG Y, LUO W. Does the Porter Hypothesis Hold in China? Evidence from the Low-carbon City Pilot Policy [J]. Journal of Applied Economics, 2021, 24 (1): 246-269.
- [35] 徐佳, 崔静波. 低碳城市和企业绿色技术创新 [J]. 中国工业经济, 2020 (12): 178-196.
- [36] 曲如晓, 臧睿. 自主创新、外国技术溢出与制造业出口产品质量升级 [J]. 中国软科学, 2019 (5): 18-30.
- [37] 郭树龙. 中间品进口与企业污染排放效应研究 [J]. 世界经济研究, 2019 (9): 67-77+135.
- [38] 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.

- [39] 魏浩, 张文倩. 中间品进口市场数量、市场转换与企业出口产品质量 [J]. 国际贸易问题, 2022 (11): 35-52.
- [40] KHANDELWAL A, SCHOTT P, WEI S J. Trade Liberalization and Embedded Institutional Reform, Evidence from Chinese Exporters [J]. American Economic Review, 2013 (103): 2169-2195.
- [41] BRODA C, WEINSTEIN D E. Globalization and the Gains from Variety [J]. The Quarterly Journal of Economics, 2006, 121 (2): 541-585.

Does Carbon-reduction Regulation Improve Firms' Quality of Export Products

—Evidence from the Low-carbon City Pilot Policy

ZHU Yajun SUN Churen QIN Qing

Abstract: Carbon reduction is vital in alleviating global warming while many developing countries face the dual pressure of environmental protection and economic growth. From the perspective of quality of export products and with the quasi-natural experiment created by China's low-carbon city pilot policy (LCCPP), we identify the impact of carbon-reduction regulation on firms' quality of export products in a difference-in-differences framework based on the China Customs Dataset and Chinese Annual Survey of Industrial Firms Dataset from 2008 to 2014. The results show that LCCPP improves firms' quality of export products through its innovation effect and improvement effect on the quality of imported intermediate input. In addition, LCCPP is conducive to improving firms' export quality of non-environmental products and the quality of export products of firms with lower carbon-emission intensity, lower resource dependence, and fewer financial constraints. Our results help enhance the confidence of developing countries to achieve a win-win situation of carbon reduction and high-quality economic development through an appropriate environmental policy design.

Keywords: Low-carbon City; Quality of Export Products; Difference-in-Differences Method; Innovation; Imported Intermediate Input

(责任编辑 王 瀛)