

跨境电商综合试验区对工业品出口的影响

——基于双重机器学习模型的研究

刘 军^{1,2}, 姚雅婷¹

(1. 南京信息工程大学管理工程学院; 2. 无锡学院数字经济与管理学院)

摘要:近年来,全球经济下行、外需市场疲软、贸易保护主义抬头等问题严重制约着国际贸易发展。工业品出口是我国外贸出口的重要组成部分,激发工业品出口活力是提振外贸出口的重要途径。跨境电商已经成为外贸的重要增长极,探究综试区能否成为工业品出口新动能,是关乎我国外贸转型升级的关键问题。基于2012—2023年我国279个城市的海关工业品出口数据,将2015年起分7批开展的“跨境电商综合试验区”试点政策作为准自然实验,构建双重机器学习模型,实证检验了综试区对工业品出口的影响及作用机制。结果表明:综试区能够显著促进工业品出口规模增长,该结论经过一系列稳健性、内生性检验后依旧成立;机制检验发现,综试区通过加强数字化平台建设、完善智能化物流体系、集聚专业化人才3条路径促进工业品出口规模增长;异质性分析显示,综试区在经济基础较好、数字基础设施较完善的城市实施效果更好,对非高技术工业品出口的促进作用也明显优于高技术产品。

关键词:跨境电商综合试验区;工业品出口;双重机器学习;外贸转型升级

一、引言

跨境电商作为外贸领域的一种新兴业态,近年来持续展现出强劲的增长势头,成为推动我国外贸转型升级的重要力量。当前,全球经济复苏乏力,处于周期性疲软阶段,一定程度上影响了我国的外贸出口。一方面,个别国家推行产业链、供应链“去全球化”的竞争策略,导致国际市场对我国工业产品的需求下降;另一方面,地理距离、文化语言差异所导致的供求信息不对称等问题,制约着工业品出口规模的扩大。海关进出口数据显示,2024年我国出口总额为25.45万亿元,同比增长7.1%,其中出口

工业品占比95.49%,总额为24.31万亿元。尽管2024年我国出口总额为正增长,但与2022年10.5%、2021年21.2%的增速相比,出口增速明显放缓。工业品占外贸出口总额比例最大,释放工业品出口增量空间、提升出口工业品附加值,是解决我国外贸出口疲软、驱动力不足等问题的重要方式。2023年,《关于推动外贸稳规模优结构的意见》明确指出,要创新建设跨境电商综合试验区(以下简称综试区),积极发展“跨境电商+产业带”模式,带动跨境电商企业对企业出口。2025年,全国外贸工作会议也将稳定外贸增长、拓展跨境电商贸易新业态作为工作重点。

引用本文:刘军,姚雅婷.跨境电商综合试验区对工业品出口的影响——基于双重机器学习模型的研究[J].河海大学学报(哲学社会科学版),2025,27(3):123-135.

基金项目:国家社会科学基金重大项目(22&ZD095);江苏省社会科学基金项目(24EYB016);锡山英才计划项目(2024xssyc001)

作者简介:刘军(1972—),男,教授,博士,主要从事数字经济研究。E-mail:72Lj@163.com

我国自 2015 年启动“跨境电商综合试验区”试点工作,分 7 批共设立了 165 个试点城市或地区。近年来,随着试点范围持续扩大,各城市的工业品出口潜力得到持续释放,因此,探究综试区如何赋能我国工业品出口高质量增长、促进我国贸易高质量发展,具有重要现实意义。

综试区是我国积极推进跨境电商改革的有益尝试,现有研究主要从以下 3 个方面详细探究了综试区在国际贸易领域的积极影响和作用机制:

第一,现有研究对综试区的探讨,主要聚焦于其在促进贸易便利化^[1]、降低跨境交易成本^[2-5]、刺激进出口^[6]等方面的积极作用。从作用机制来看,主要体现在两个维度:其一,综试区借助数字技术赋能,削弱了地理距离对贸易的负向影响。通过构建引力模型发现,在数字技术的影响下,企业出口的集约边际有明显提升^[7],同时以搜寻成本为主的细分贸易成本也得到降低^[8]。综试区通过提高网络通信水平^[9],加强数字化基础设施建设^[10],促使交易双方能够借助跨境交易数字化平台直接进行贸易对接,降低搜寻成本和信息成本^[11];其二,综试区能够优化跨境交易流程^[12],减少贸易中介环节^[1]。综试区采取了一系列无票免税、通关便利化政策^[13],减少贸易过程中的制度性成本^[14],同时,综试区所吸引的跨境电商产业集聚最大程度提升了供应链效率^[15],提高了跨境贸易效率。

第二,综试区在提升出口技术复杂度^[16],推动贸易结构优化升级方面亦发挥着重要作用。其作用机制主要体现在两方面:一方面,综试区通过技术溢出效应促进信息、资源的共享互换^[17],提高跨境企业吸收先进经验、技术的效率,进而提高出口技术复杂度。另一方面,综试区以数字化属性创新贸易模式。在进行供需匹配过程中,能够创新“消费端反向影响制造端”的模式^[18],促进传统贸易向数字贸易、服务贸易转变^[19],提高出口产品的附加值^[20]。

第三,部分学者亦关注综试区对跨境企业集聚及产业联动的影响。综试区凭借“磁石效应”,通过线上线下融合发展,并在资金、人才、产业布局等方面给予支持,能有效提升跨境企

业集聚度^[21],引导各类跨境企业专业化集聚和多样化集聚同向变动^[22],推动区域产业协同集聚^[23],形成“跨境电商+产业集群”的发展模式。

综上所述,现有研究围绕综试区对国际贸易的影响形成了初步探讨,普遍认可综试区对贸易便利化、结构升级及区域产业经济的促进作用,但政策效果的异质性、具体机制研究仍需深入挖掘。同时,现有研究大多聚焦于进出口贸易整体,对工业品等细分类别的研究相对缺乏。在全球数字化转型背景下,分析综试区利用数字赋能工业品出口的深层影响,探索综试区在全球外贸格局中的战略价值,尚需实证研究进一步补充。

基于此,本研究运用双重机器学习模型,系统考察综试区与工业品出口的关系,可能的边际贡献如下:第一,揭示了综试区从数字化平台、智能化物流体系以及专业化人才 3 条路径作用于工业品出口的影响机制;第二,探究了综试区对工业品出口的影响效应;第三,在异质性分析中,基于城市数字基础设施及产品技术密集度的创新视角,检验综试区对数字基础设施建设水平不同的城市及不同技术水平工业品出口的差异化影响。

二、理论分析及作用机制

1. 综试区对工业品出口的直接影响

基于新古典经济学供需理论,综试区能够扩大试点城市跨境交易市场规模^[24],降低制度性交易成本^[13],通过“拓展需求、增加供给”促进工业品出口规模增长:在需求端,综试区能够突破时间、空间限制带来的负向贸易影响^[25],在更大边界范围内整合全球要素资源,帮助跨境企业接触更广泛的潜在客户^[12],拓展了工业品出口的需求端;在供给端,基于交易成本理论,在开放经济环境下,跨境电商企业进入出口市场需要支付贸易成本^[26-27],而综试区实施了一系列通关、税收及贸易便利化制度^[28],凭借交易效率高^[16]及去中介化效应^[26,29]优势,减少跨境电商企业各类贸易成本^[30],降低跨境电商企业的进入门槛,进一步扩展了工业品出口的供给端。基于此,提出假设 H1:综试区能够

促进工业品出口规模的增长。

2. 综试区影响工业品出口的机制

综试区的设立为工业品出口提供了优越的发展环境,综试区通过数字化平台、智能化物流体系、专业化人才 3 条路径实现对工业品出口的贸易促进作用。具体影响机制如图 1 所示。

(1)数字化平台赋能综试区工业品出口

数字化平台通过整合生产、流通、服务、消费等环节,实现“去中介化”交易^[31]。综试区依托人工智能、大数据等数字技术,搭建跨境电商数字化平台,有效降低了搜寻成本,显著提升了跨境贸易的运作效率,推动了工业品出口规模增长。具体作用机制分为两方面:一方面,降低信息搜寻成本。研究发现,广义的地理距离带来的信息成本是抑制工业品出口的主要成本^[32]。综试区通过推动数字化信息平台建设,利用跨境电商的计算机属性、互联网属性和平台属性^[33],整合碎片化信息,减少信息不对称,使得地理距离、制度和文化差异引致的信息成本下降^[34-35],需求和供给成功匹配的概率提高^[36],推动工业品出口沿扩展边际扩容,实现工业品出口规模增长。另一方面,提升跨境贸易效率。综试区依托大数据技术构建一站式信息服务平台,实现货物信息高效传输与共享^[37],同时,借助区块链技术的可追溯性、不可篡改性、信息数据共享性等特点^[38],实现海关数字化、监管数字化、跨境交易数字化。跨境企业通过数字化平台进行网上填报、受理、存档,实现交易流程无纸化,减少中间环节,提高工业品出口效率,拉动工业品出口规模增长。基于此,提出假设 H2:综试区通过加强数字化平台建设,促进工业品出口规模增长。

(2)智能化物流体系助推综试区工业品出口

综试区通过建立智能化物流体系满足跨境交易新业态的需求,实现产业链与供应链各环节的紧密衔接,提升物流精细化管理水平,降低物流运输配送成本,实现工业品出口规模增长。具体作用机制如下:第一,提升供应链协同效率。相较于初级产品出口,工业品出口对完整供应链的依赖性更强,需通过高效物流仓储链接各环节。通过强化供应链条中各节点的协同来实现供应链的协同,能够推动供应链整体价值增值^[39]。综试区形成了涵盖生产制造、跨境交易、物流存储、售后保障等的较为完整的供应链^[40],依托智能化物流的信息技术手段,实现物流供应链的全面协同、需求预测和资源调配精准化,提升产业链、供应链中资源整合和交换共享的效率,优化供应链的协同和整体运作效果,缩短交易周期,进一步促进工业品对外贸易的发展。第二,强化物流精细化管理。综试区通过智能化物流体系采集和分析精确物流数据,开展全流程的成本优化,推动物流规范化、标准化,最大程度降低物流损耗成本;第三,降低运输配送成本。综试区通过建设发展“海外仓”^[28]、构建智能物流网络,实现运输组织各环节紧密联动,有效解决物流不畅问题^[41],满足了工业品大进大出、批量化的出口运输需求,降低了物流运输配送成本。基于此,提出假设 H3:综试区通过建立智能化物流仓储体系,促进工业品出口规模增长。

(3)专业化人才助力综试区工业品出口

数字经济与贸易融合发展需要高人力资本^[42]。综试区通过人才引进储备、人才队伍升

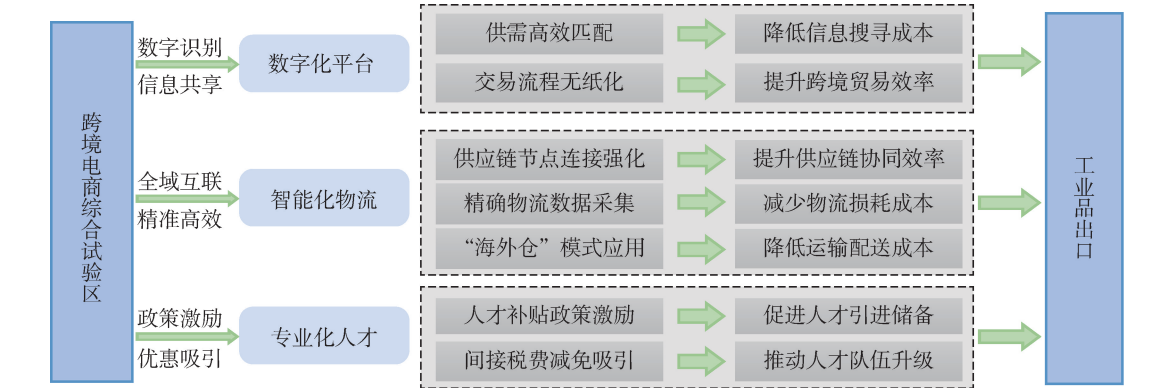


图 1 综试区影响工业品出口机制

级实现专业化人才集聚,为工业品出口提供专业化人才保障,具体机制分为两个层面:一是促进人才引进储备。综试区通过人才引进政策的“激励效应”促进高层次人才引进,如对符合条件的企业给予人才所得税财政补贴政策及人才奖金。此外,深化校企合作,构建多层次专业人才体系,充分发挥综试区人力资本的提升效应,实现工业品出口的正向增长。二是推动人才队伍升级。综试区促使跨境企业的市场进入门槛大幅降低,加剧市场竞争,倒逼跨境企业增加高端跨境电商服务及数字技术保障人才的相关投入,以吸引高层次人才来应对市场竞争,为出口提供重要的劳动要素保障^[43]。与此同时,综试区通过增值税免税等税费优惠政策,降低跨境企业的经营成本,间接促使企业可以将更多的盈余资金用于提升雇员工资水平以吸引更多高质量的人才^[44],实现人才队伍的升级,为工业品跨境电商出口提供人才支持,进一步带动工业品出口发展。基于此,提出假设 H4:综试区通过发挥专业化人才优势,促进工业品出口规模增长。

三、研究设计

1. 变量说明

由于近期综试区数据尚未更新,部分省市及县级市数据缺失,本研究参照王小琴的研究^[28],以 2012—2023 年为研究区间,选取区间内设立的 97 个综试区城市为实验组,其他未设立的城市为对照组,构成 279 个样本城市,具体变量(表 1)说明如下:

(1)被解释变量

被解释变量为工业品出口总额($lnexport$)^①。参考唐忠等的研究^[32],数据来源于海关总署,根据海关 HS 编码,从海关出口数据中筛选出 25~96 章工业品出口数据,加总后得到各省的工业品出口总额,缺失数据根据各省统计年鉴数据进行补足。之后,以各样本城市出口额占所属省份总出口额比重为权重,分配到各样本城市,得到城市的工业品出口额,作为本研究的被解释变量。

(2)核心解释变量

本研究的核心解释变量为综试区政策效应(did)。借助“跨境电商综合试验区”试点政策

构造虚拟变量,为了减少内生性,对变量做滞后一期处理,若城市在第 $t-1$ 年入选综试区试点,则 did 取 1,否则取 0。

(3)控制变量

工业品出口受经济发展水平、外资规模、开放程度和市场化程度等因素影响。参考岳中刚的研究^[21],控制一组可能影响工业品出口的城市层面的解释变量,具体包括:①经济发展水平($lngdp$):城市经济基础与其所能提供的贸易便利化程度联系紧密,为工业品出口提供了经济支持;②外商投资水平(fdi):外商投资水平越高,为贸易出口带来的人力、物力、财力越充分,有利于带动出口规模增长;③贸易开放度($trader$):衡量城市跨境贸易的开放程度;④金融发展程度($finance$):城市金融发展程度越高,为贸易提供的融资支持就越高;⑤工业化水平(sei):城市工业化水平高,越有能力为贸易出口提供产品支持;⑥政府财政支出($lngoverncost$):政府财政支出水平越高,对城市基础设施、交通、电商园区建设等投入越高;⑦是否为自贸区(fta):考虑到自贸区相关税收优惠、外资开放政策对工业品出口规模的促进作用,控制自贸区设立以排除自贸区的叠加影响。以上控制变量反映城市经济规模、对外开放程度、市场状况等,变量计算方法如表 1 所示。

2. 模型构建

本研究将“跨境电商综合试验区”作为一项准自然实验,探究综试区对工业品出口的影响效果。既往研究中普遍使用的双重差分模型、传统因果推断模型面临着“维度诅咒”及多重共线性等问题,易产生有偏估计,而双重机器学习模型能弥补传统模型在控制变量数量受限、模型误设等方面的不足,主要表现为:工业品出口受国内外诸多因素综合影响,研究需要控制的变量多,双重机器学习模型在解决控制变量多或存在高维控制变量所导致的多重共线性问题及正则化误差等方面具有显著优势。同

① 据现有海关数据,2021 年北京市外贸出口总额为 6 118.5 亿元,其中工业品出口占比为 97.6%;上海市外贸出口总额为 1 5718.68 亿元,其中工业品出口占比为 97.2%;深圳市外贸出口总额为 1.9 万亿元,其中工业品出口占比为 89.5%。因此,本研究选取权重具有一定的科学性。

表 1 变量类型、名称、符号和计算方法

类型	名称	符号	计算方法
被解释变量	工业品出口总额	$lnexport$	工业品出口总额的自然对数值
核心解释变量	综试区政策效应	did	虚拟变量,设立综试区则取 1,否则取 0
	经济发展水平	$lngdp$	GDP 的自然对数值
	外商投资水平	fdi	当年实际使用外资/GDP
	贸易开放度	$trader$	进出口总额/GDP
控制变量	金融发展程度	$finance$	年末金融机构存贷款余额/GDP
	工业化水平	sei	工业总产值/GDP
	政府财政支出	$lngoverncost$	政府财政支出的自然对数
	是否为自贸区	fta	虚拟变量,是取 1,否则取 0

时,双重机器学习模型规避了传统双重差分模型在平行趋势上的限制,引入残差建模思想,利用机器学习算法能够准确地处理非线性数据,且收敛速度更快,有效解决线性模型的误设问题^[45]。因此,本研究参考张涛等的研究^[46],构建部分线性的双重机器学习模型:

$$lnexport_{it} = \theta_0 did_{i(t-1)} + g(Controls_{it}) + U_{it} \quad (1)$$

$$E(U_{it} | did_{i(t-1)}, Controls_{it}) = 0 \quad (2)$$

式中: i 为城市; t 为年份; $lnexport_{it}$ 为城市 i 在 t 年的工业品出口额; $did_{i(t-1)}$ 为“跨境电商综合试验区”的政策变量; θ_0 为重点关注的处置系数; $Controls_{it}$ 为高维控制变量集合; $g(Controls_{it})$ 为能够有效估计控制变量对被解释变量影响的函数; U_{it} 为误差项,其条件均值为 0。

进一步借鉴陈鑊鹏等的研究^[47],引入辅助模型以加快收敛速度,解决模型有偏的问题:

$$did_{i(t-1)} = m(Controls_{it}) + V_{it} \quad (3)$$

$$E(V_{it} | Controls_{it}) = 0 \quad (4)$$

式中: $m(Controls_{it})$ 为处置变量对高维控制变量的回归函数; V_{it} 为误差项,其条件均值为 0。

采用两次机器学习分别估计 $\hat{m}(Controls_{it})$ 及 $\hat{g}(Controls_{it})$:一方面,有利于排除处置变量 $did_{i(t-1)}$ 中由混淆变量集合 $Controls_{it}$ 导致的影响;另一方面,能加快 $\hat{\theta}_0$ 的收敛速度,进而获得有限样本下的准确估计。

3. 数据来源及说明

本研究中的工业品出口数据主要来自 2012—2023 年中国海关数据库、国研网统计数据库、国家统计局及各省市统计年鉴,参考国际贸易标准分类,依据海关 HS 编码筛选出 25~96 章工业品部分数据,并删除了缺失值。计算核心解释变量所需的综试区设立数据来自国务

院及商务部发布的关于综试区的批复文件,综试区设立年份均以综试区设立的批复文件发布日期为准,第 4 批综试区设立时间为 2019 年 12 月,由于当年受到的政策影响甚微,将第 4 批综试区设立时间延后为 2020 年。城市层面的控制变量数据来自中国海关数据库、国研网统计数据库及各省市统计年鉴,缺失数据采用线性插值及查找统计年鉴进行补齐。

四、实证分析

1. 描述性统计

本研究共收集 279 个城市 2012—2023 年的 3 344 条观测数据,各变量具体的描述性统计结果不在此赘述。由描述性统计结果可知样本城市工业品出口总额 ($lnexport$) 的均值为 14. 459 8,标准差为 4. 927 4,表明各城市工业品出口规模仍有较大的增长空间,并且各城市间工业品出口规模差距较大:一部分城市虽然凭借自身区位、经济基础、交通便利等优势在跨境贸易中已经占据优势地位,但仍有大量城市由于产业基础薄弱、缺乏外贸出口经验,未能充分激发工业品出口活力。

2. 基准回归结果

本研究基准回归采用双重机器学习模型来检验综试区建设对工业品出口的影响效应,为提高模型估计的稳定性和可靠性,分别采用套索回归算法 (Lasso)、梯度提升算法 (GBM)、支持向量机算法 (SVM)、随机森林算法 (RF) 进行回归预测,以 1 : 4 的样本分割比例处理样本,具体回归结果如表 2 所示。由于机器学习回归不展示控制变量,本研究并未具体列出控制变量系数。回归结果表明,无论使用何种算

法,综试区的政策效应均在 1% 以上的水平上显著,说明这些政策能够有效促进工业品出口规模增长,H1 得以验证。为方便解释,本研究后续分析均使用可解释性强的套索回归算法进行计算。

表 2 基于部分线性模型的基准回归结果

变量	套索回归算法 (Lasso) (1) <i>lnexport</i>	梯度提升算法 (GBM) (2) <i>lnexport</i>	支持向量机算法 (SVM) (3) <i>lnexport</i>	随机森林算法 (RF) (4) <i>lnexport</i>
<i>did</i>	2.438 5*** (0.283)	1.951 1*** (0.379)	2.535 3*** (0.401)	2.024 3*** (0.415)
控制变量	是	是	是	是
时间固定	是	是	是	是
个体固定	是	是	是	是
样本量	3 344	3 344	3 344	3 344

注:括号中为稳健标准误,***为 $p<0.01$,**为 $p<0.05$,*为 $p<0.10$ 。下表同。

3. 稳健性检验

(1) 替换被解释变量

为了进一步研究综试区建设对工业品出口增长速度的影响,借鉴马述忠等的做法^[1],将原基准回归中的被解释变量工业品出口总额(*lnexport*)进行一阶差分后获得的
 城市工业品出口增长率(*dlnexport*)作为新的被解释变量纳入回归模型,回归结果如表 3 所示。从表 3 列(1)可以看出,在控制年份和城市固定效应后,差分项估计系数为 0.045 5,并且依然在 10% 的水平上显著,表明综试区的建设使得城市的工业品出口增长率平均提升 4.55%。

表 3 稳健性检验

变量	替换被解释变量 (1) <i>dlnexport</i>	排除政策干扰 (2) <i>lnexport</i>	剔除异常值干扰 (3)95%缩尾 <i>lnexport</i>	(4)99%缩尾 <i>lnexport</i>
<i>did</i>	0.045 5* (0.026)	2.246 3*** (0.274)	2.119 3*** (0.276)	2.248 4*** (0.273)
控制变量	是	是	是	是
时间固定	是	是	是	是
个体固定	是	是	是	是
样本量	3 344	3 344	3 344	3 344

(2) 排除共建“一带一路”倡议相关政策的干扰

我国提出的共建“一带一路”倡议,其中一

项重要举措是确定包含西安、兰州等 10 个城市在内的“丝绸之路经济带”支点城市和包含上海、天津等 16 个城市在内的“21 世纪海上丝绸之路”支点城市,这些支点城市重点着力于交通基础设施建设、工业产业配套及贸易平台搭建等工作,对城市外贸与工业品出口有一定的促进作用^[27]。因此,为了排除共建“一带一路”倡议对基准回归的影响,本研究参考岳中刚的研究^[21],将加入“一带一路”倡议支
 点城市的交叉项作为新增控制变量。结果如表 3 列(2)所示,加入新增控制变量后,回归系数仍然在 1% 的水平上显著为正,说明在排除共建“一带一路”倡议相关政策干扰后,综试区建设依然能够显著提升工业品出口规模。

(3) 剔除异常值干扰

基准回归异常值可能会对回归结果造成一定的影响,因此,将除处置变量外的所有变量进行 5%、95% 和 1%、99% 分位点的缩尾处理,将高于最高分位点及低于最低分位点的异常值进行替换,并重新进行回归。缩尾后的具体回归结果见表 3 列(3)(4),发现剔除异常值干扰后的回归结果依然稳健。

(4) 重设机器学习模型

为避免机器学习设定偏误对结果的影响,从以下两方面重设机器学习模型:

一方面,重新调整样本分割比例。将基准回归 1:4 的样本分割比例,调整为 1:3 和 1:7,重新进行回归,具体回归结果见表 4 列(1)(2)。另一方面,构建交互式模型。为避免模型形式设定时主观性对模型估计结果的影响,本研究重新构建更为一般性的交互式模型,回归结果见表 4 列(3)。

本研究构建的交互式模型如下:

$$lnexport_{it} = g(did_{i(t-1)}, Controls_{it}) + U_{it} \tag{5}$$

$$did_{i(t-1)} = m(Controls_{it}) + V_{it} \tag{6}$$

交互式模型获得处置效应的估计系数为:

$$\hat{\theta}_1 = E[g(did_{i(t-1)} = 1, Controls_{it}) - g(did_{i(t-1)} = 0, Controls_{it})] \tag{7}$$

由表 4 可知,在更换样本分割比例、构建交互式模型后,回归系数依旧显著为正,仅在估计系数上有所差异,基准回归结果稳健性得以进一步证实。

表 4 重设机器学习模型的回归结果

变量	更换样本分割比例		交互式模型 (3) <i>lnexport</i>
	样本分割 1 : 3	样本分割 1 : 7	
	(1)	(2)	
	<i>lnexport</i>	<i>lnexport</i>	
<i>did</i>	2. 150 0*** (0. 273)	2. 236 5*** (0. 273)	2. 149 5*** (0. 070)
控制变量	是	是	是
时间固定	是	是	是
个体固定	是	是	是
样本量	3 344	3 344	3 344

4. 内生性检验

(1)工具变量法

虽然基准回归结果验证了本研究提出的假设,但是仍然可能存在内生性偏误问题,因此,借鉴张勋等的工具变量处理方法^[48],选取样本城市到杭州的地理距离作为综试区政策的工具变量。从相关性角度来看,与杭州地理距离越近的城市更容易被选择为综试区试点城市,满足工具变量相关性要求。从排他性角度来看,地理距离是经济变量的前定变量,也是自然地理变量,与经济社会因素不相关,几乎不会对城市工业品的出口规模产生影响,满足外生性条件。同时,参考潘彤等的思路^[49],以滞后一期的全国信息技术服务收入总额作为时间变量,与地理距离构建交互项作为综试区政策的工具变量。检验结果如表 5 列(1)所示,在考虑内生性的情况下,结果依旧稳健。

表 5 内生性检验

变量	工具变量法	多期双重差分模型
	(1)	(2)
	<i>lnexport</i>	<i>lnexport</i>
<i>did</i>	2. 749 3* (1. 651)	2. 007 2*** (0. 354)
控制变量	是	是
时间固定	是	是
个体固定	是	是
样本量	3 344	3 344

(2)双重差分模型检验

考虑到双重机器学习模型本质上是一个双向固定效应模型,并不能解决所有的内生性问题,为进一步检验基准回归结果的稳健性,构建多时点双重差分模型(DID):

$$lnexport_{it} = \delta treat_{it} post_{t-1} + \beta Controls_{it} + \alpha_i + \gamma_t + \varepsilon_{it}$$

(8)

式中: δ 为综试区政策效应; $treat_{it} post_{t-1}$ 为政策交互项; α_i 为个体固定效应; γ_t 为年份固定效应; ε_{it} 为随机干扰项,回归结果见表 5 列(2)。

同时,进行平行趋势检验,结果如图 2 所示。政策实施前的各期系数均不显著,实施后除前两年存在政策滞后效应不显著外,其余各期政策效应曲线为显著上升趋势,平行趋势检验通过。

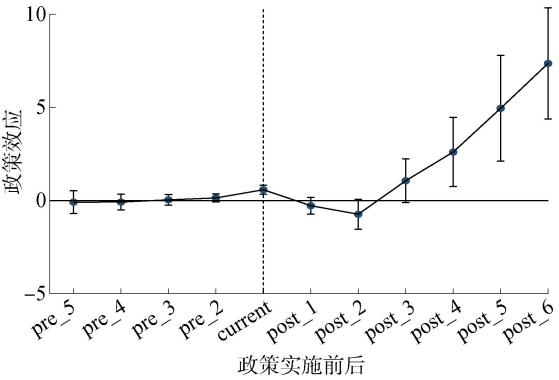


图 2 平行趋势检验

此外,参考 Cai 等的检验方法^[50]进行安慰剂检验,结果如图 3 所示。具体过程为随机抽取虚假的实验组与对照组,并重复这个过程 1 000 次,共产生 1 000 个回归系数及对应 P 值。由图 3 可知,估计系数落在 0 值附近且服从正态分布,绝大多数回归结果不显著,基准回归系数位于虚假回归系数分布的高尾位置,安慰剂检验通过。

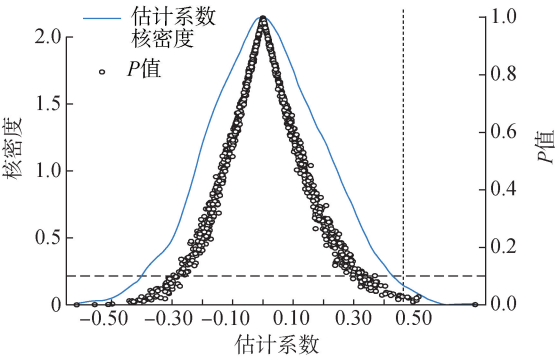


图 3 安慰剂检验

五、进一步讨论

1. 机制分析检验

通过前文的理论机制分析发现,综试区政

策对工业品出口的影响机制主要是通过加强数字化平台建设、完善智能化物流及专业化人才3条路径进行作用。本研究参考江艇的研究^[51],采用两步法中介效应回归进行检验,构建如下机制检验方程:

$$Z_{it} = \lambda_0 + \lambda_1 treat_{it} post_{t-1} + \beta X_{it} + \alpha_i + \gamma_t + \varepsilon_{it} \quad (9)$$

式中: Z_{it} 为中介变量; λ_1 为综试区对中介变量的影响,若 λ_1 显著,则证明3个影响机制合理有效,影响机制检验结果如表6所示。

此外,已有研究详细论证了数字化平台建设、完善物流体系、专业化人才的出口贸易促进作用,如沈国兵等验证了数字化建设、互联网化发展对出口贸易的显著促进作用^[52];周学仁等得出物流水平的发展也能够促进企业出口贸易沿扩展边际增长^[53-54];刘志彪等从人力资本、专业化人才角度分析了其贸易促进作用^[55-57]。

综试区数字化平台建设离不开相关数字基础设施的完善,本研究借鉴黄群慧等的研究^[58],选择“互联网普及率(*internet*)”作为综试区数字化平台建设水平的代理变量。表6列(1)显示,结果在1%的水平下显著为正,说明综试区建设对推动城市电信业务、数字基础设施升级以及互联网发展具有显著作用。综试区数字化交易属性促进了配套跨境电子交易、支付所需的数字产业、数字基础设施的协同发展^[59],高效促进城市数字化建设的完善,为工业品出口提供了数字化基础,H2得以验证。以南京综试区为例,该区域持续强化数字基础设施建设,融入大数据技术,打造跨境电商线上综合服务平台,极大提升了跨境交易的效率,进一步激发了工业品出口规模增长。

综试区在物流领域具有明显的优势,本研究

借鉴岳中刚的研究^[21],从物流需求角度选取了“公路货运总量(*fretrans*)”“邮政业务收入(*postalincome*)”两个变量,作为城市物流水平的代理变量,回归结果如表6列(2)(3)所示,回归系数均显著为正,说明综试区对城市智能物流仓储水平存在提升作用。随着综试区的发展,试点城市的智能化物流体系不断完善,形成全方位的立体贸易物流,进一步发挥了物流仓储的互联互通作用,促进工业品贸易规模增长,H3得以验证。

现有研究关于专业化人才队伍或人力资本的研究多以高等教育受教育人数作为衡量,不适用于综试区。许多本科生、研究生虽然拥有较高的受教育年限,但未参加工作,同时,综试区所需的人才不应局限于受教育水平,更应该考虑能提供数字技术支持和贸易服务的专业化人才。选用“技术人员占比(*tec_talent*)”作为专业化人才队伍的代理变量^[42],以此衡量综试区内部信息技术、计算机服务和软件业等专业化人才队伍建设情况。从表6列(4)中可以看出,估计系数在1%的水平上显著为正,说明综试区通过相关人才政策及补贴,吸引专业化人才在试点城市集聚^[60],显著提升数字化人才数量^[13],充分发挥专业化人才优势对工业品出口规模的提升作用,H4得以验证。

2. 异质性分析

(1)城市经济基础异质性分析

为了探究不同经济基础的城市在综试区政策实施效应上的异质性,对比样本城市2012—2023年人均GDP与全国人均GDP,将样本城市按照经济基础好坏划分为经济基础较好的城市和经济基础较差的城市进行回归,回归结果如表7列(1)(2)所示。回归结果可以看出,经

表6 影响机制检验结果

变量	数字化平台	智能化物流		专业化人才
	互联网普及率	公路货运总量	邮政业务收入	技术人员占比
	(1) <i>internet</i>	(2) <i>fretrans</i>	(3) <i>postalincome</i>	(4) <i>tec_talent</i>
<i>did</i>	21.493 9 *** (3.845)	4.854 8 *** (0.643)	0.958 3 * (0.529)	0.008 3 *** (0.002)
控制变量	是	是	是	是
时间固定	是	是	是	是
个体固定	是	是	是	是
观测值	3 344	3 344	3 344	3 344

表 7 综试区异质性分析

变量	城市经济基础		城市数字基础设施		出口工业品技术密集度	
	经济基础较差	经济基础较好	智慧城市	非智慧城市	高新技术产品	非高新技术产品
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	<i>lnexport</i>	<i>lnexport</i>	<i>lnexport</i>	<i>lnexport</i>	<i>lnexport</i>	<i>lnexport</i>
<i>did</i>	0.948 8	1.680 1***	2.327 3***	1.238 2	13.193 8	13.795 5***
	(0.581)	(0.303)	(0.273)	(0.800)	(10.538)	(1.964)
控制变量	是	是	是	是	是	是
时间固定	是	是	是	是	是	是
个体固定	是	是	是	是	是	是
观测值	2 214	1 130	1 809	1 535	3 344	3 344

济基础较好的城市与基准回归结果相似,在 5%的水平上正向显著,说明综试区建设在经济基础较好的城市发挥了更加有效的正向促进作用,而在经济基础较差的城市却未能产生预期的贸易促进效果。造成这种差异的原因可能是:一方面,经济基础较好的城市集聚了更多有利于工业品出口的高素质人才,并且经济基础好的城市具备更发达的交通网络、物流仓储体系及信息传输的基础设施等,且自身拥有较好的国际贸易禀赋,更有利于提升综试区的政策实施效率,对城市工业品出口更易产生明显的贸易促进效果;另一方面,经济基础较差的城市在综试区基础设施、资金投入及制度保障等方面重视程度不够,并且由于城市经济基础较差,对专业化人才的吸引力不足,综试区建设难以打破城市原有的贸易模式、出口方式及固有的地理区位障碍,因此未能产生良好的政策效果。

(2)城市数字基础设施异质性分析

本研究是基于综试区政策进行的准自然实验,而城市数字基础设施是综试区高效运行与管理的基础,因此,依据城市是否为智慧城市,研究综试区政策对不同数字基础设施建设水平的城市工业品出口影响程度的异质性,结果见表 7 列(3)(4)。回归结果表明综试区政策在数字基础设施较完备城市效果显著,在数字基础设施不完备城市效果不显著,这主要是由于城市互联网等数字基础设施较完备的城市已经具备一定的条件和发展经验,能提供综试区所需硬件设施及人才管理资源,更能适应综试区的推行。

(3)出口工业品技术密集度异质性分析

本研究参考马述忠等的分类方法^[1],按照

经济合作与发展组织(OECD)2011 年公布的 ISIC 行业技术密集度分类标准,通过海关 HS6 位编码与 ISIC(Rev. 3)代码进行匹配,将所有出口工业品分为高新技术产品、非高新技术产品进行回归,结果如表 7 列(5)(6)所示。综试区对高新技术工业品出口无明显作用,而对非高新技术工业品在 5%的水平上显著促进。该差异性可能的原因如下:一方面,高新技术工业品其生产技术水平要求高,对生产厂家的资质及能力有着严格的限定,产品生产及出口数量有限且交易品类较为单一;另一方面,该类产品由于产品单位价值高,通常单次交易的金额高,继而交易频次也得到下降,致使综试区在简化交易流程、税费减免及清关效率等方面的出口促进作用难以发挥。与之相反,非高新技术产品通常产品生产量大、单次出口订单量多、出口交易频次高,因此综试区对非高新技术工业品的贸易促进作用更为显著。

六、结论与建议

综试区作为以数字化赋能出口贸易增长的重要动力,对建设贸易强国具有重要意义。本研究将综试区政策作为一项准自然实验,选取 2012—2023 年 279 个城市为研究样本,构建双重机器学习模型检验综试区对工业品出口规模的影响效应和机理,得出以下结论:第一,综试区建设能够促进城市工业品出口规模的增长,通过替换被解释变量、重设机器学习模型及双重差分模型等多种稳健性检验后,回归结果依旧稳健。第二,机制检验发现,综试区建设通过加强数字化平台建设、完善智能化物流体系及发挥专业化人才提升效应影响城市工业品出口规

模。第三,从城市异质性角度来看,综试区对工业品出口的促进作用,在经济基础较好、数字基础设施较完善的城市更为显著;从出口工业品技术密集度异质性角度来看,综试区对非高新技术工业品的贸易促进作用优于高新技术工业品。

结合上述结论,本研究对综试区建设提出以下政策建议:

第一,扩大综试区试点城市范围,强化工业品跨境交易政策制度保障。一方面,持续推进综试区建设工作,逐步增加综试区试点城市数量,考核评估机制,持续遴选跨境交易规模大、外贸优势明显、产业特色突出的城市纳入综试区,同时兼顾中西部地区,实现综试区由点到面、由沿海到内陆的有序扩容。另一方面,持续释放政策红利,逐步完善配套制度保障。落实通关便利化政策,采用“清单核放、汇总申报”等便利化措施,简化海关出口清关手续,放宽外汇结算限制,推进智慧口岸及交易无纸化建设,提升跨境交易效率;建立综试区协同监管机制,依托大数据平台,实现全链条监管,统筹推进综试区海关、科技、税务、外汇等部门的沟通协作,提升综试区跨境交易规范化水平;加强金融财税政策的支持力度,加快海关减税免税政策落地,鼓励金融机构为跨境电商企业提供多元融资支持。

第二,创新“跨境电商+产业带”发展模式,聚焦战略新兴工业品产业链出海。一方面,组织综试区内跨境电商企业对接本地特色产业带,支持传统产业集群与跨境电商平台深度融合,依托产业集群优势,加强产业集群间仓储物流、通信及交通建设,促进产业间要素流动,打造示范性跨境电商产业园区,开展产业集群品牌培育。另一方面,重点培育战略新兴工业产品跨境供应链,推动 B2B 模式从单纯商品贸易向技术标准输出升级,打造具有国际竞争力的工业品产业链集群。精耕高新技术和高附加值工业品海外市场,创新高新技术产品出口税费减免政策,重视工业品出口结构的优化,充分发挥高新技术产品所提供的出口新增量对外贸高质量发展的催化作用。

第三,推广成熟综试区经验,鼓励综试区间联动发展。一方面,针对跨境贸易发展较成熟

的试点城市,总结综试区系统性、标准化的经验做法,建立成熟经验案例库,形成可供复制推广的创新举措和典型经验;同时,对于跨境交易基础较为薄弱的试点城市,要做好综试区经验推广工作,向主动落实经验推广工作较好的地区给予财政倾斜、审批特权及信用加分等政策红利。另一方面,发挥较成熟综试区的辐射带动作用,鼓励综试区之间的联动互补发展,搭建综试区产能合作平台,完善公共海外仓、跨境交易数据、专业跨境电商人才等资源的共享机制,助推工业品跨境贸易生态圈形成。

第四,完善综试区数字基础设施建设,发挥跨境电商人才培育的支撑作用。一方面,加强综试区网络基础设施建设,扩大 5G 网络覆盖范围,合理规划并建设云计算、大数据中心,搭建集通关申报、支付结算、物流跟踪于一体的跨境电商综合服务平台,强化数字化海关建设,借助大数据、人工智能等新技术,搭建跨境出口新渠道;推动海外仓等新型跨境基础设施建设,构建全方位、立体化的多维度智能物流体系,支持企业租赁、合建海外仓、平台仓,对布局海外仓企业给予仓储设备补贴,应用区块链、物联网技术实时追踪物流全程,探索创建新型海外运营中心和智慧综合供应链平台。另一方面,强化政府人才政策引导,整合高校电子商务、国际贸易等跨境电商相关专业人才资源,联合行业跨境电商协会,依托综试区跨境企业实际需求,打造“政校行企”协同共建的电商人才培养模式;联合开办跨境电商人才培养基地、线上跨境电商培训机构及培训班,培育复合型、实用型跨境电商人才;组织开展跨境电商创新创业赛事,构建训赛结合的新模式,积极吸纳高素质创新型跨境电商人才。

参考文献:

[1] 马述忠,郭继文. 制度创新如何影响我国跨境电商出口? ——来自综试区设立的经验证据[J]. 管理世界,2022,38(8):83-102.

[2] 张洪胜,潘钢健. 跨境电子商务与双边贸易成本: 基于跨境电商政策的经验研究[J]. 经济研究, 2021,56(9):141-157.

[3] LENDLE A, OLARREAGA M, SCHROPP S, et al.

- There goes gravity: eBay and the death of distance [J]. *The Economic Journal*, 2016, 126 (591): 406-441.
- [4] KIM T Y, DEKKER R, HEIJ C. Cross-border electronic commerce: distance effects and express delivery in European Union markets [J]. *International Journal of Electronic Commerce*, 2017, 21(2):184-218.
- [5] GORODNICHENKO Y, TALAVERA O. Price setting in online markets: basic facts, international comparisons, and cross-border integration [J]. *American Economic Review*, 2017, 107 (1): 249-282.
- [6] HAN B, RIZWANULLAH M, LUO Y, et al. The role of cross-border E-commerce on the export of goods and services [J]. *Electronic Commerce Research*, 2024, 24:1367-1384.
- [7] 施炳展. 互联网与国际贸易——基于双边双向网址链接数据的经验分析[J]. *经济研究*, 2016, 51 (5): 172-187.
- [8] 魏悦玲, 张洪胜. 跨境电商与出口产品质量升级: 基于进口中间品搜寻视角的分析[J]. *宏观质量研究*, 2022, 10(3):79-91.
- [9] 朱鹏羽. 双循环视角下我国跨境电商发展的影响因素分析——兼论进口与出口的差异性[J]. *商业经济研究*, 2022(3):153-157.
- [10] 潘海英, 贾婷婷, 张可. 中国对“一带一路”沿线国家直接投资: 经济发展、资源禀赋和制度环境 [J]. *河海大学学报(哲学社会科学版)*, 2019, 21 (2): 35-46.
- [11] 孙浦阳, 张靖佳, 姜小雨. 电子商务、搜寻成本与消费价格变化 [J]. *经济研究*, 2017, 52 (7): 139-154.
- [12] 王煜昊, 马野青, 承朋飞. 跨境电商赋能企业供应链韧性提升: 来自中国上市公司的微观证据[J]. *世界经济研究*, 2024(6):105-119.
- [13] 李向前, 朱晓满, 王伊攀. 制度型开放与企业数字化转型——基于跨境电商综合试验区的经验证据[J]. *国际金融研究*, 2025(1):87-96.
- [14] 白东蕊. 跨境电商试验区通关便利化的创新实践路径[J]. *对外经贸实务*, 2020(12):37-40.
- [15] 朱文仲. 跨境电商综合试验区设立对出口贸易稳定性的影响——基于鲁宾的反事实框架分析 [J]. *商业经济研究*, 2024(17):139-142.
- [16] 张洪胜, 杜雨彤, 周美彤, 等. 跨境电商与出口技术复杂度提升: 来自综试区设立的证据[J]. *浙江大学学报(人文社会科学版)*, 2024, 54 (10): 39-61.
- [17] 刘婧玲, 刘经珂, 陈艳莹. 跨境电商综试区提升了城市制造业出口技术复杂度吗? [J]. *世界经济研究*, 2024(7):58-71.
- [18] 尹智超, 彭红枫. 新中国 70 年对外贸易发展及其对经济增长的贡献: 历程、机理与未来展望[J]. *世界经济研究*, 2020(9):19-37.
- [19] 覃娟. 跨境电商发展对我国服务贸易竞争力的影响: 理论与实证[J]. *商业经济研究*, 2021 (20): 151-154.
- [20] WU H, QIAO Y, LUO C. Cross-border E-commerce, trade digitisation and enterprise export resilience [J]. *Finance Research Letters*, 2024, 65:105513.
- [21] 岳中刚. 跨境电商综试区设立的贸易促进效应研究——基于地级市数据的双重差分检验[J]. *商业经济与管理*, 2023(8):5-17.
- [22] 刘玉荣, 杨柳, 刘志彪. 跨境电子商务与生产性服务业集聚[J]. *世界经济*, 2023, 46(3):63-93.
- [23] 蔡冬青, 席中铤. 制度型开放赋能新质生产力——来自跨境电商综试区的经验证据[J]. *现代财经(天津财经大学学报)*, 2025, 45(4):3-21.
- [24] 何传添, 高峰, 谭娜. 跨境电商能促进企业内部共同富裕吗? ——基于跨境电商综合试验区政策的准自然实验[J]. *湖南师范大学社会科学学报*, 2024, 53(1):67-77.
- [25] 房克雷, 谢思, 潘竟成. 跨境电商综试区建设能否缩小地区数实融合差距: 基于双重机器学习的因果推断[J]. *世界经济研究*, 2024(9):92-104.
- [26] 李小平, 余娟娟, 余东升, 等. 跨境电商与企业出口产品转换 [J]. *经济研究*, 2023, 58 (1): 124-140.
- [27] 唐克, 李杨. 高水平对外开放背景下中国环境产品进口的环境效应研究[J]. *河海大学学报(哲学社会科学版)*, 2024, 26(3):131-146.
- [28] 王小琴. 跨境电商综合试验区对进出口贸易的影响——基于双重差分模型的实证分析[J]. *技术经济与管理研究*, 2022(5):100-104.
- [29] ANDERSON P, ANDERSON E. The new E-commerce intermediaries [J]. *MIT Sloan Management Review*, 2002, 43(4):53-62.
- [30] 鞠雪楠, 赵宣凯, 孙宝文. 跨境电商平台克服了哪些贸易成本? ——来自“敦煌网”数据的经验证据[J]. *经济研究*, 2020, 55(2):181-196.
- [31] 李瑞琴, 王立勇. 数字技术革命促进中国制造业

The Impact of Comprehensive Cross-border E-commerce Pilot Zones on the Export of Industrial Products: Based on Dual Machine Learning Models /LIU Jun^{1,2}, YAO Yating¹ (1. School of Management Science and Engineering, Nanjing University of Information Science & Technology; 2. School of Digital Economics and Management, Wuxi University)

Abstract: In recent years, problems such as the global economic downturn, weak external demand, and the rise of trade protectionism have severely restricted the development of international trade. Industrial products are important parts of China's exports, and stimulating the vitality of industrial exports is an important way to boost exports. Cross-border e-commerce has become an important growth pole of foreign trade. Therefore, exploring whether comprehensive cross-border e-commerce pilot zones can become a new driver for industrial exports is a key issue related to foreign trade transformation and upgrading. Based on the customs industrial export data of 279 cities in China from 2012 to 2023, this study takes the pilot policy of comprehensive cross-border e-commerce pilot zones, which started in 2015 and was carried out in 7 batches, as a quasi-natural experiment, constructs a dual machine learning model, and empirically tests the impact of comprehensive cross-border e-commerce pilot zones on industrial exports and its mechanism. The results show that comprehensive cross-border e-commerce pilot zones can significantly promote the growth of industrial exports, and this conclusion still holds after a series of robustness and endogeneity tests. The mechanism tests show that comprehensive cross-border e-commerce pilot zones promotes the growth of industrial exports by strengthening the construction of digital platforms, improving the intelligent logistics system, and gathering specialized talents. Heterogeneity analysis shows that the implementation effect of comprehensive cross-border e-commerce pilot zones is better in cities with better economic foundations and more perfect digital infrastructure, and its promotion effect on non-high-tech industrial exports is significantly better than that of high-tech products.

Key words: comprehensive cross-border e-commerce pilot zones; industrial exports; dual machine learning; foreign trade transformation and upgrading