

# 智能制造对出口贸易的影响研究

## ——基于A股制造业上市公司

黄海燕<sup>1</sup>, 张昌兵<sup>2</sup>, 陈晨<sup>1</sup>

<sup>1</sup>南京邮电大学经济学院, 江苏 南京

<sup>2</sup>南京邮电大学数字贸易研究中心, 江苏 南京

收稿日期: 2025年5月19日; 录用日期: 2025年5月30日; 发布日期: 2025年7月9日

### 摘要

文章基于2011~2023年A股制造业上市公司数据, 以“智能制造试点示范专项行动”政策冲击视为一项准自然实验, 利用多时点双重差分模型实证考察智能制造对企业出口贸易的影响路径及作用渠道。研究发现, 智能制造显著促进了企业出口贸易。机制检验表明, 推动企业数字化转型、缓解企业融资约束以及助力供应链多元化是智能制造驱动企业出口贸易提升的重要渠道。智能制造对企业出口贸易的影响因企业所有制、行业竞争度和地区特征的不同而呈现差异性, 具体来看, 智能制造对在国有企业、高行业竞争度以及中东部地区企业的出口贸易的促进作用更为显著。本研究创新了智能制造与企业出口贸易影响因素的理论框架, 为政策制定者优化智能制造发展路径以推动外贸高质量发展提供了重要理论支撑。

### 关键词

智能制造, 数字化转型, 融资约束, 供应链配置, 企业出口

# Study on the Impact of Smart Manufacturing on Export Trade

## —Based on A-Share Manufacturing Listed Companies

Haiyan Huang<sup>1</sup>, Changbing Zhang<sup>2</sup>, Chen Chen<sup>1</sup>

<sup>1</sup>School of Economics, Nanjing University of Posts and Telecommunications, Nanjing Jiangsu

<sup>2</sup>Digital Trade Research Center, Nanjing University of Posts and Telecommunications, Nanjing Jiangsu

Received: May 19<sup>th</sup>, 2025; accepted: May 30<sup>th</sup>, 2025; published: Jul. 9<sup>th</sup>, 2025

### Abstract

This paper examines data from A-share manufacturing listed companies between 2011 and 2023,

文章引用: 黄海燕, 张昌兵, 陈晨. 智能制造对出口贸易的影响研究[J]. 电子商务评论, 2025, 14(7): 458-471.

DOI: 10.12677/ecl.2025.1472190

treating the policy shock of the “Smart Manufacturing Pilot Demonstration Special Action” as a quasi-natural experiment. Using a multi-period difference-in-differences (DID) model, it empirically investigates the impact pathways and mechanisms of smart manufacturing on enterprises’ export trade. The study finds that smart manufacturing significantly promotes enterprise export trade. Mechanism tests reveal that driving corporate digital transformation, alleviating financing constraints, and facilitating supply chain diversification are critical channels through which smart manufacturing enhances export trade. The impact of smart manufacturing on export trade varies significantly across enterprise ownership, industry competitiveness, and regional characteristics. Specifically, smart manufacturing demonstrates a more pronounced promotional effect on export trade in state-owned enterprises, highly competitive industries, and enterprises located in Central and Eastern Regions. This research innovates the theoretical framework for the influencing factors of smart manufacturing and enterprise export trade, providing important theoretical support for policymakers to optimize smart manufacturing development paths and promote the high-quality development of foreign trade.

## Keywords

Smart Manufacturing, Digital Transformation, Financing Constraints, Supply Chain Configuration, Enterprise Export

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

党的二十大报告明确提出“推动战略性新兴产业融合集群发展”，将智能制造定位为建设制造强国的主攻方向。工业和信息化部先后印发《智能制造试点示范专项行动》《“十四五”智能制造发展规划》等政策文件构建智能制造推进体系。其中，《智能制造试点示范专项行动》在 2015~2018 年实施周期内，工业和信息化部组织多轮的申报和评审流程，累计认定 421 家国家级智能制造示范企业。以工业化和信息化融合为代表的“智能制造”引领了当前新的发展潮流。在两化深度融合战略指引下，我国智能制造试点示范项目持续深化。

企业出口贸易扩张是推动全球资源整合与实现经济持续增长的核心机制。在全球产业链重构与技术革命交织的背景下，中国出口贸易正面临规模扩张放缓的挑战。海关总署数据显示，2024 年我国货物贸易出口规模突破 25 万亿元，但增速较 2020 年前下降 2.3 个百分点。因此，面对智能制造深化实施与外部需求疲软的交织影响，如何推动出口贸易成为实现制造强国战略目标的必然选择。

现有与智能制造相关的文献发现，智能制造可以显著增加企业韧性(侯德帅、熊健和杜松桦, 2024) [1]、促进企业创新、推动企业的绿色转型以及缩小企业内部薪酬差距(刘洪、仲黍林和彭乔依, 2025) [2]，但是目前研究智能制造对企业的贸易效应分析存在理论盲点，其传导路径的研究亟待突破。基于此，本文以工业和信息化部主导的“智能制造试点示范专项行动”作为准自然实验，利用 2011~2023 年中国 A 股制造业上市公司数据，采用多时点双重差分法从数字化转型、融资约束和供应链配置视角研究智能制造与企业出口贸易之间的联系。

本研究的边际贡献主要有以下三点：第一，从研究的视角来看，拓展了智能制造影响因素的相关研究，已有文献主要探究智能制造对产业集聚以及企业成本粘性等方面的影响效果。第二，以数字化转型和供应链配置为新型落脚点，实证检验了智能制造对企业出口贸易影响，弥补现有研究的不足。第三，

在采用 PSM-DID 方法有效控制内生性问题的基础上, 本研究发发现智能制造对企业出口贸易的促进效应在企业所有制、行业竞争度和企业所在地区存在显著异质性, 为政府优化智能制造政策的出口导向性提供了理论依据。

## 2. 理论分析和研究假设

### 2.1. 智能制造与企业出口贸易

智能制造作为新一代信息技术与先进制造技术深度融合的产物, 通过重构企业能力边界和拓展全球价值网络等方式, 对企业出口贸易形成系统性推动作用。

在动态能力层面, 智能制造通过技术吸收能力重构, 将信息技术与制造体系融合, 重塑企业识别机会、整合资源及快速响应的动态能力。企业借助智能系统加速知识迭代, 推动技术成果向生产力转化, 并通过技术扩散传播先进技术与经验, 增强对国际市场变化的预判适应力。柔性制造系统与智能装备变革生产组织方式, 依托智能算法和自动化控制精准捕捉定制化需求, 以模块化生产、快速换型实现小批量多品种生产的成本优化, 提升出口企业在高端市场上的竞争力。

在全球价值链层面, 智能制造帮助企业嵌入高附加值环节。全球价值链理论(Gereffi 等, 2020) [3]指出智能制造通过工业机器人与人工智能重构生产流程, 实现精细化控制, 降低误差浪费, 提升质量效率, 使企业具备承接高端制造订单的能力。同时, 推动低碳技术应用, 将绿色理念融入产品全生命周期, 构建从设计到供应链的低碳生产体系, 满足国际绿色贸易壁垒要求, 以绿色品牌打开发达国家市场, 实现出口拓展。

据此, 本文提出如下假设:

假设 1: 智能制造对企业出口贸易具有促进作用。

### 2.2. 智能制造对企业出口贸易影响的机制

#### 2.2.1. 数字化转型

智能制造通过提升企业资源数字化能力、优化供应链协同效率及增强技术创新能力, 推动企业数字化转型, 进而通过降低贸易成本、提升产品质量及拓展国际市场渠道, 进而促进出口贸易发展(蒋为等, 2024) [4]。

首先, 在资源数字化能力层面, 智能制造通过工业互联网整合生产数据, 构建动态预测的 AI 大语言模型, 将市场信息编码为生产指令, 精准映射国际需求波动。企业依托数字孪生系统调整计划, 避免产能错配, 通过需求 - 库存 - 生产闭环降低试错成本, 形成数据驱动的出口响应渠道。

其次, 在供应链协同效率层面, 智能制造以数字化消解价值网络信息不对称。区块链分布式账本实现供应链数据实时共享, 智能合约推动订单、物流、质检数据同步交互, 打破信息延迟与失真。数字化平台自动触发供需协同机制, 订单交付周期压缩源于价值网络流程再造, 形成“需求感知 - 资源调度 - 履约交付”无缝体系(Al-Khatib, 2024) [5]。

最后, 在政策协同层面, 政府对智能制造的专项补贴及数字基础设施建设进一步放大了出口促进作用。双重支持使企业聚焦核心能力, 形成“政策输入 - 成本降低 - 能力强化 - 出口提升”传导链, 实现政策外部性向内部能力转化。

据此, 本文提出如下假设:

假设 2: 智能制造通过推动企业数字化转型对企业出口贸易产生积极作用。

#### 2.2.2. 融资约束

智能制造通过提升企业优化银企信息沟通及获取政策支持, 降低融资约束水平, 进而增强企业出口

能力。

首先,借助工业互联网、物联网等技术,企业可实时采集生产流程、设备运行、订单履约等数据,形成标准化数字信用档案,打破传统银企间信息不对称。银行通过对接企业数字化管理系统,能动态评估企业经营状况与还款能力,降低贷前尽调成本与贷后监控风险,从而提升放贷意愿、简化审批流程,缓解出口企业“融资难”。

其次,智能制造符合国家战略导向,企业开展智能化改造、绿色制造等项目时,更易匹配政府补贴、税收优惠、专项贷款等政策资源。政策资金注入直接补充企业流动性,降低对商业融资的依赖度;同时,政策背书形成“增信效应”,向金融机构传递企业合规性与发展潜力信号,间接降低融资门槛与利率水平,缓解出口企业“融资贵”。

据此,本文提出如下假设:

假设 3: 智能制造通过缓解企业融资约束对企业出口贸易产生积极作用。

### 2.2.3. 供应链配置

智能制造通过提升数据整合能力、优化全球资源配置及增强风险应对机制,推动供应链配置多元化,进而通过降低成本、增强弹性及拓展市场覆盖促进企业出口贸易。

首先,智能制造技术(如物联网、区块链)实时采集全球供应链节点的物流、库存、质量等动态数据,经区块链加密后形成不可篡改的“数字凭证”,打破地理隔阂带来的信息孤岛(中国国际贸易促进委员会浙江省委员会, 2024) [6]。企业基于算法分析全球供应商的履约能力与成本结构,精准匹配多区域、多品类供应商,构建“动态冗余”供应链网络,规避单一来源风险(国务院发展研究中心, 2024) [7]。

其次,供应链配置多元化通过技术溢出效应提升企业出口竞争力。智能制造企业整合全球供应链时,通过与发达国家供应商的技术标准对接、联合研发等场景,接触到先进制造工艺、管理经验(如精益生产、绿色技术)。借助工业互联网平台的知识图谱技术,企业将外部技术拆解为可复用的“技术模块”,通过逆向工程实现产品性能迭代,形成差异化出口竞争力(Baldwin, 2012) [8]。

最后,智能制造推动的供应链数字化转型(如云平台协同)降低了企业参与全球价值链的门槛。供应链云平台作为数字化中介,为中小企业提供标准化接口,使其以低成本接入跨国公司的全球供应商池。平台内置的智能匹配算法自动对接需求与产能,区块链智能合约保障交易可信执行,帮助中小企业突破传统贸易壁垒,快速嵌入全球价值链分工,实现出口市场多元化拓展。

据此,本文提出如下假设:

假设 4: 智能制造通过促进企业供应链配置多元化对企业出口贸易产生积极作用。

## 3. 研究设计

### 3.1. 样本的选择和数据的来源

本文以 2011~2023 年 A 股制造业上市公司为研究对象,通过多源数据整合构建面板数据集:智能制造数据基于工业和信息化部 2015~2018 年《工业和信息化部关于公布智能制造试点示范项目名单的通告》手工整理,上市企业出口数据取自国泰安(CSMAR)数据库,财务状况、研发投入等其他基础数据来源于上市公司年度报告。为保障数据可靠性,研究遵循以下筛选标准:(1) 剔除研究期内被实施 ST、\*ST、PT 风险警示的异常状态企业;(2) 删除核心变量存在缺失值或明显逻辑矛盾的样本;(3) 对连续变量在 1% 和 99% 分位数水平进行缩尾处理,降低极端值对计量模型的影响;(4) 对公司出口贸易数据标准化处理,使数据分布更均衡,避免模型参数估计出现偏差。经上述处理,最终得到共 18,162 个企业一年度观测值。

## 3.2. 变量定义

### 3.2.1. 被解释变量

出口贸易(Export trade\_std)为被解释变量, 本文用出口贸易规模来度量。为消除量纲和量级差异, 借鉴张玲和曾维火(2004) [9]的做法, 对出口贸易规模进行 Z 分数标准化, 即用标准化处理后的企业海外销售总额来表示。

### 3.2.2. 解释变量

智能制造为核心解释变量, 本文用智能制造试点政策(DID)来表示, 若企业被评选为智能制造试点示范项目, 则当年及以后年份取值为 1, 反之取 0。

### 3.2.3. 控制变量

根据已有的文献研究, 本文主要选择以下控制变量: 企业规模(size)、资产负债率(Lev)、营业收入增长率(Growth)、管理费用率(MER)、托宾 Q 值(TQ)、资本集中度(CAP)、公司年龄(ln(Age + 1))、两职合一(Dual)、现金流量(Cashflow)。

### 3.2.4. 机制变量

本文的机制变量有企业的数字化转型(Digital)、融资约束(SA\_index)、供应链配置, 其中企业的数字化转型参考吴非(2021) [10]的做法, 采用综合文本分析方法量化企业的数字化转型水平, 利用 Python 对上市公司公开发布的年报文本进行分析, 识别并计算关键词在每份年报中出现的次数, 加 1 后取自然对数; 融资约束借鉴侯锐和董相勇(2025) [11]的做法, 使用 SA 指数评估融资约束力; 供应链配置衡量指标本文借鉴颜逢、任鹤和赵秀云(2024) [12]的做法, 企业供应链配置集中化还是多元化, 主要看其采购/销售主体是否集中于少量且占比较高的供应商/客户。如果企业供应商/客户的集中度较低, 表示企业采购/销售于多个不同的供应商/客户, 则视为该企业的供应链配置较多元化。变量具体说明如表 1 所示。

Table 1. Variable definition

表 1. 变量定义

变量分类	变量名称	变量符号	变量说明
被解释变量	出口贸易	Export trade_std	经标准化处理的以货币单位(如人民币)衡量的企业海外销售总额
解释变量	智能制造	DID	若企业被评选为智能制造试点示范项目, 则当年及以后年份取值为 1, 反之取 0
控制变量	企业规模	size	公司总资产的自然对数
	资产负债率	Lev	总负债/总资产
	营业收入增长率	Growth	本年营业收入增加额/上年营业收入
	管理费用率	MER	本年管理费用/营业收入
	托宾 Q 值	TQ	市场价值/总资产
控制变量	资本集中度	CAP	总资产/员工人数
	公司年龄	ln(Age + 1)	ln(当年年份 - 上市年份 + 1)
	两职合一	Dual	董事长与总经理为同一人为 0, 否则为 1
	现金流量	Cashflow	经营活动产生的现金流净额/总资产

续表

机制变量	数字化转型	Digital	对上市公司公开发布的年报文本进行分析, 识别并计算关键词在每份年报中出现的次数, 加 1 后取自然对数
	融资约束	SA_index	SA_index = -0.737Size + 0.043Size <sup>2</sup> - 0.04Age, 其中, Size 为企业总资产(百万)取自然对数, Age 为企业年龄
	供应链配置	CT	企业前五大客户的销售额与全年销售总额的比例
		PT	企业前五大供应商的采购额与全年采购总额的比例
		ST	企业当年前五大供应商采购占比与前五大客户销售占比的均值

### 3.3. 模型构建

本文将智能制造试点示范专项行动作为准自然实验场景, 探讨智能制造对企业出口贸易的因果效应和作用渠道。为精准识别政策冲击的净效应, 参考江艇(2022) [13]的研究思路, 研究构建了适配多阶段政策实施特征的双重差分模型:

$$\text{Export trade\_std}_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 \text{DID}_{i,t} + \sum \alpha \text{Controls}_{i,t} + \theta_i + \lambda_t + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

$$M_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 \text{DID}_{i,t} + \sum \alpha \text{Controls}_{i,t} + \theta_i + \lambda_t + \varepsilon_{i,t} \quad (2)$$

其中, 被解释变量 Export trade\_std 代表企业出口贸易; DID 表示解释变量智能制造; M 为机制变量, 具体指数字化转型(Digital)、融资约束(SA\_index)和供应链配置; controls 代表一系列企业层面的控制变量;  $\theta$  和  $\lambda$  分别代表企业的个体固定效应和年份固定效应;  $\varepsilon$  为随机误差项。

### 3.4. 描述性统计

本文各变量的描述性统计数据见表 2。

**Table 2.** Descriptive statistics  
**表 2.** 描述性统计

	样本量	均值	标准差	最小值	中位数	最大值
Export trade_std	18,162	0.000	1.000	-0.250	-0.207	30.223
DID	18,162	0.027	0.163	0.000	0.000	1.000
size	18,162	22.182	1.209	19.208	21.994	27.638
Lev	18,162	0.400	0.189	0.008	0.394	1.957
Growth	18,162	0.241	3.431	-3.095	0.088	422.966
MER	18,162	0.077	0.061	-0.111	0.065	2.395
TQ	18,162	2.023	1.326	0.000	1.641	22.557
CAP	18,162	2.086	1.756	0.131	1.767	80.467
ln(Age + 1)	18,162	2.048	0.779	0.000	2.079	3.526
Dual	18,162	0.646	0.478	0.000	1.000	1.000
Cashflow	18,162	0.052	0.068	-0.556	0.050	0.839

企业出口贸易(Export trade\_std)的最小值为-0.250, 最大值为 30.223, 标准差为 1.000, 均值为 0, 说

明样本企业出口贸易呈现高度分化特征，绝大多数企业出口贸易接近行业平均水平，但仍有极少数头部企业出口贸易异常突出。对其余控制变量分析，企业营业收入增长率(Growth)的标准差为 3.431，说明样本企业中存在较明显的发展差异，部分企业呈现爆发式增长，资本密集度(CAP)最大值为 80.467，说明样本中高资本企业形成规模壁垒，尾部企业面临技术升级或转型压力。

## 4. 实证分析

### 4.1. 基准回归

为验证假设 1，利用渐进式双重差分方法对模型(1)进行回归分析，基准回归结果如表 3 所示。回归结果显示，在 1%的显著性水平上，无论是否添加控制变量和固定效应，智能制造政策与企业出口贸易都呈正相关，即智能制造政策的实施促进了企业出口贸易( $\alpha > 0, p < 0.01$ )。由此，假设 1 成立。

Table 3. Baseline regression results

表 3. 基准回归结果

	Export trade_std		
	(1)	(2)	(3)
DID	0.7311***	0.2485***	0.2438***
	-0.0453	-0.041	-0.082
控制变量	否	是	是
时间效应	否	否	是
个体效应	是	是	是
<i>N</i>	18,162	18,162	18,162
<i>R</i> <sup>2</sup>	0.0141	0.2217	0.2237

注：\*\*\*、\*\*和\*分别表示在 1%、5%、10%显著性水平下显著，下同。

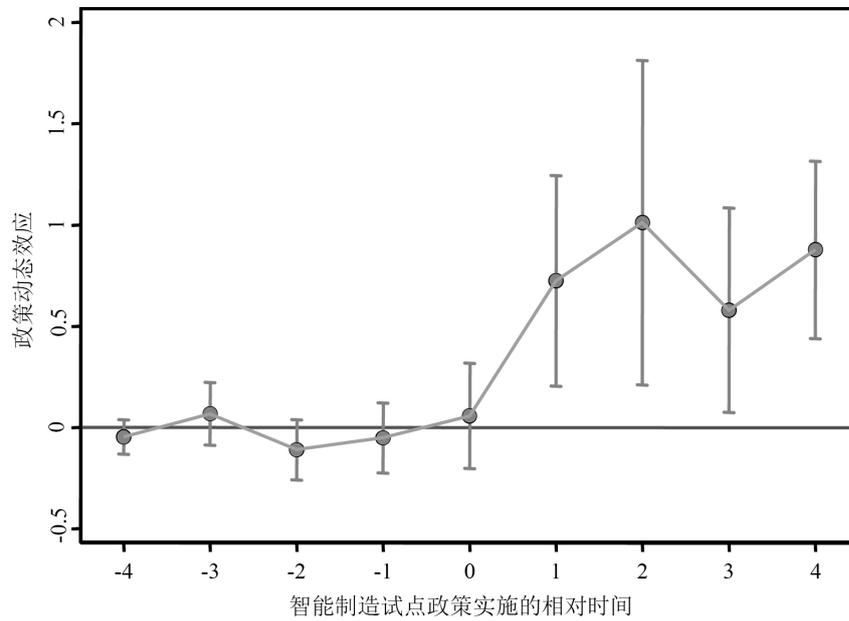
### 4.2. 稳健性检验

#### 4.2.1. 平行趋势检验

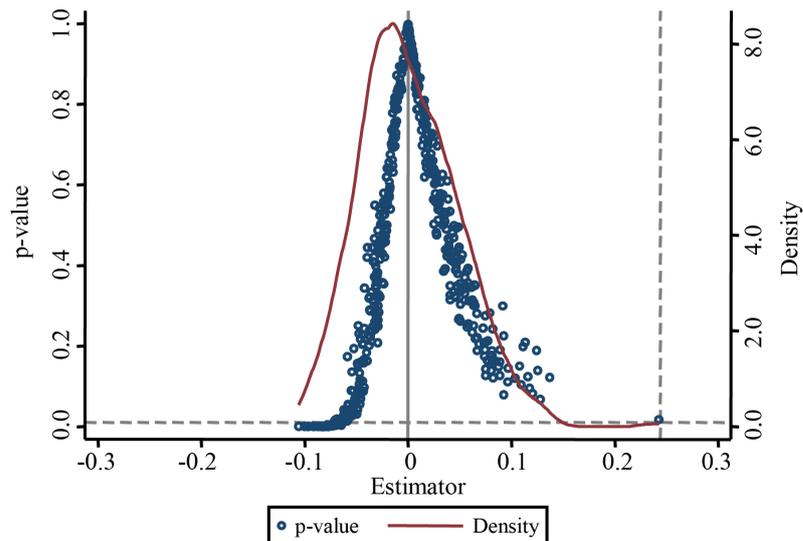
采用双重差分估计法，旨在剔除智能制造试点政策以外因素对企业出口贸易的干扰，从而精准检验政策对企业出口贸易的作用。而使用双重差分模型需满足平行趋势假定：从图 1 可见，智能制造试点政策实施前系数估计值均不显著，说明政策实施前实验组与控制组的企业出口贸易无显著差异；政策实施后，DID 系数估计值显著异于 0，且图形中政策实施后的趋势显示，实验组与控制组的企业出口贸易差异逐步扩大。这一结果表明研究通过了平行趋势检验，为分析智能制造试点政策对企业出口贸易的影响提供了有效前提。

#### 4.2.2. 安慰剂检验

为消除其他可能对结论产生影响的因素，研究随机生成伪实验组虚拟变量及伪政策冲击虚拟变量，并依照基准模型重复抽样 10,101 次进行回归模拟。从图 2 可见，随机处理过程生成的系数集中分布于 0 附近，呈现正态分布特征，且与基准回归系数 0.244 显著不同。这一结果表明，智能制造政策对企业出口贸易的作用效果未受到其他随机因素的影响，即本文构建的多期双重差分模型通过了安慰剂检验，验证了研究结论的可靠性。



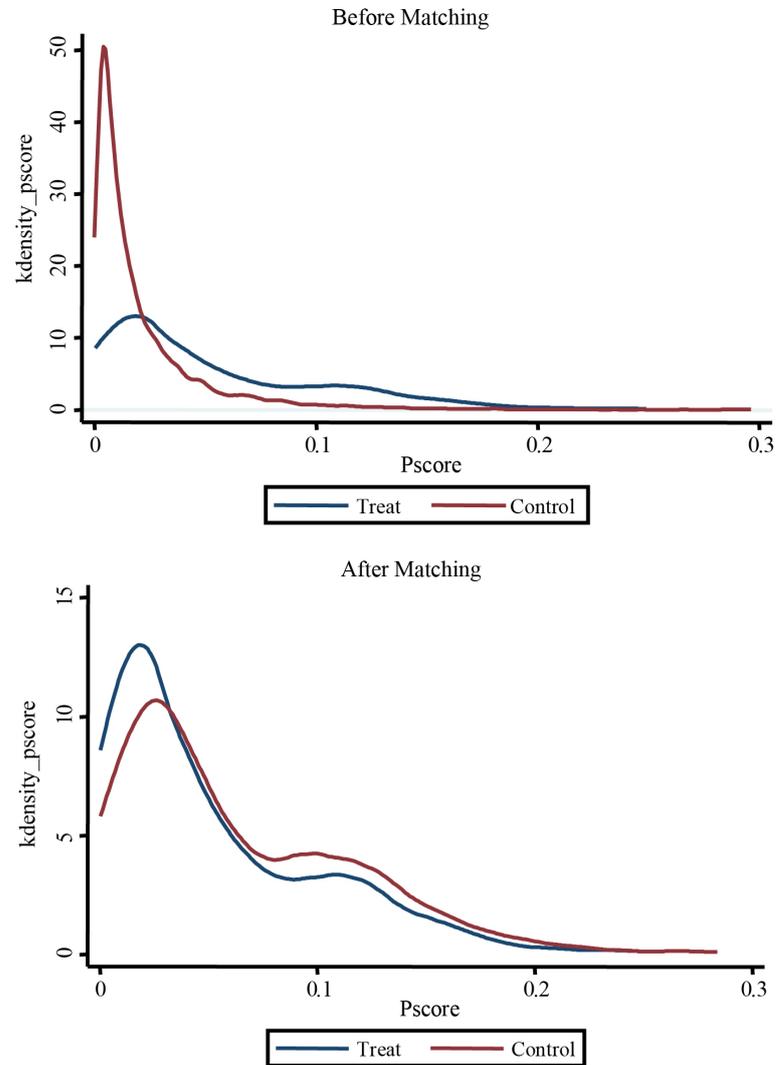
**Figure 1.** Parallel trend test results  
**图 1.** 平行趋势检验结果



**Figure 2.** Placebo test results  
**图 2.** 安慰剂检验结果

#### 4.2.3. 倾向得分匹配 - 双重差分(PSM-DID)模型

为降低双重差分估计偏误，采用倾向得分匹配 - 双重差分(PSM-DID)模型进行检验。从图 3 来看，匹配前(Before Matching)，处理组(Treat)与控制组(Control)的倾向得分分布差异显著，红色(控制组)与蓝色(处理组)曲线分离明显，反映两组样本特征存在偏差；而匹配后(After Matching)，处理组与控制组的倾向得分分布高度重合，红蓝曲线几乎重叠，表明通过 PSM-DID 成功平衡了两组样本的特征差异。这一结果说明，研究通过倾向得分匹配有效解决了样本选择偏差问题，模型设定具备可靠性，进一步证实了智能制造对企业出口贸易影响的结论是稳健的。



**Figure 3.** Kernel density results before and after matching  
**图 3.** 匹配前后核密度结果

#### 4.2.4. 替换被解释变量测量方法

考虑到智能制造测算方法的选择可能会影响到回归结果的稳定性, 参照赵烁(2023) [14]的做法对前文结果进行再次检验。如表 4 列(1)所示, 在 1% 的显著水平下, 结果仍然稳健。

#### 4.2.5. 剔除 2020 年观测值以排除公共卫生事件的影响

考虑到 2020 年是公共卫生事件冲击最集中、数据异常性最显著的年份, 可能对样本公司产生影响, 本文剔除 2020 年观测值再次进行回归, 结果见表 4 列(2), DID 的系数为 0.2663, 且在 1% 的水平下显著, 这表明智能制造仍对企业出口贸易起正向促进作用。

### 4.3. 机制检验

#### 4.3.1. 数字化转型效应

企业实施智能制造政策可以带动政府补助、税收优惠和信贷机制提高, 从而引导企业推进智能制造和促进企业数字化转型(曲永义、陈彦霖、阳镇, 2024) [15]。而企业数字化转型可以推动其数字技术的提

**Table 4.** Robustness test results**表 4.** 稳健性检验结果

	(1)	(2)
	替换被解释变量测量方法	剔除 2020 年观测值以排除公共卫生事件的影响
Intell	0.0361*** -0.0076	
DID		0.2663*** -0.0909
_cons	-9.1842*** -0.4409	-9.1157*** -0.4787
控制变量	是	是
时间效应	是	是
个体效应	是	是
<i>N</i>	18,162	16,495
<i>R</i> <sup>2</sup>	0.2236	0.2211

升,进而通过革命性的降本增效显著改进企业生产效率(史丹和孙光林,2022) [16],来增加企业成本优势,促进企业出口概率、出口总额。表 5 以 DID 为解释变量的第一列检验了以企业数字化转型为路径的机制效应,且在 1%的水平下显著,说明智能制造试点政策的实施有效提高了企业数字化转型,进而助力企业出口贸易扩大,假设 2 得到验证。

**Table 5.** Mechanism test results**表 5.** 机制检验结果

	Digital	SA_index	CT	PT	ST
DID	0.037 -0.0239	0.0393*** -0.0098	-0.5539 -0.8778	-3.7181*** -0.6587	-2.1813*** -0.6146
_cons	-0.1646 -0.1331	-4.7212*** -0.0485	84.2284*** -3.4943	98.1748*** -4.0243	88.9855*** -2.889
控制变量	是	是	是	是	是
时间效应	是	是	是	是	是
个体效应	是	是	是	是	是
<i>N</i>	9489	17,881	17,851	16,687	17,874
<i>R</i> <sup>2</sup>	0.0071	0.3418	0.0853	0.0932	0.1525

### 4.3.2. 融资约束效应

智能制造可以缓解企业融资约束,一定程度上帮助企业摆脱资源对技术创新的束缚(曾经莲和周菁,2024) [17]。表 5 以 SA\_index 为被解释变量的第二列报告了以融资约束为路径的影响机制结果,根据结果可知,DID 的系数为 0.0393,且在 1%的水平下显著,即表明智能制造试点政策有效地缓解了企业融资约束,而企业融资约束程度越小的企业越是倾向于出口,假设 3 得到验证。

### 4.3.3. 供应链配置效应

智能制造能够通过降低上下游企业的沟通成本和供应链管理成等方式显著促进企业供应链配置多元化。根据表 5 结果可知, DID 的系数均为负值且在 PT、ST 为因变量下以 1% 的水平显著, CT 因变量下不显著可能是因为在智能制造的推动下, 企业更倾向于优化与上游供应商的关系, 而与下游客户的集中度变化可能不是企业优化供应链配置的首要目标。供应链多元化可增强企业韧性, 保障了出口业务的连续性, 间接促进企业的出口贸易。总的来说, 智能制造试点政策的实施促进企业供应链配置多元化, 进而推动出口贸易的扩大, 假设 4 得到验证。

## 4.4. 异质性检验

本文基于上市公司面板数据验证了智能制造对企业出口贸易的显著正向驱动效应, 并通过多重稳健性检验确保了结论的可靠性。为了进一步探究实证结果在企业不同特征与外部环境下是否存在异质性表现, 本文对样本进行分组检验。

### 4.4.1. 企业所有制性质

从表 6 列(1)与列(2)结果可知, 国有企业样本中 DID 系数 0.3854, 在统计上显著, 表明智能制造政策对国企出口贸易有显著正向促进作用; 而非国有企业样本未通过显著性检验。国有企业凭借政策资源优势与资源整合能力, 在智能制造转型中更易获取技术研发支持、资金扶持等资源, 能够高效将智能制造投入转化为生产效率提升与产品竞争力优化, 从而强化政策对出口贸易的促进效应(孙楚仁、李碧莲、陈瑾, 2024) [18]。相反, 非国有企业受限于资源禀赋不足与融资约束, 在智能制造技术引进、设备升级等环节面临更高成本压力, 抑制了政策对出口贸易的推动作用。可见, 企业所有权异质性通过资源获取能力、技术转化效率等因素的差异, 使智能制造政策对国企出口贸易的促进效应显著优于非国企。

Table 6. Heterogeneity test results of enterprise attributes and industry competition intensity

表 6. 企业属性与行业竞争度异质性检验结果

	(1)	(2)	(3)	(4)
	国企	非国企	低行业竞争度	高行业竞争度
DID	0.3854***	0.1285	-0.0562	0.4715***
	-0.1374	-0.0952	-0.1184	-0.112
_cons	-9.3594**	-9.1616***	-11.2247***	-7.6492***
	-0.6048	-0.66	-0.7951	-0.4999
控制变量	是	是	是	是
时间效应	是	是	是	是
个体效应	是	是	是	是
N	4573	13,589	8904	9258
R <sup>2</sup>	0.2677	0.197	0.2287	0.2516

### 4.4.2. 行业竞争度

为探究行业竞争度对智能制造驱动企业出口贸易的异质性影响, 本文沿用韩少真等(2024) [19]的研究方法, 以赫芬达尔指数均值构建行业竞争度分组变量。观察表 6 列(3)与列(4)的回归结果可知, 高行业竞争度环境下, 智能制造对企业出口贸易的促进效应更为显著。高竞争行业中企业生存压力更大, 会更主

动通过智能制造降本增效，加速智能制造技术的吸收应用、优化资源整合等方式，强化智能制造与出口业务的联动机制，进而放大智能制造对出口贸易的促进作用。而处于低竞争程度行业的企业，政策补贴可能因资源错配或创新惰性削弱智能制造对出口贸易的促进作用。

#### 4.4.3. 企业所在地区

从表 7 数据来看，东中西部智能制造均呈现显著正向作用，但效应强度存在差异。东部地区凭借成熟的产业集群、创新资源集聚优势及完善的数字基础设施，企业能够更高效整合智能制造技术，优化生产流程并提升产品国际竞争力，从而显著推动出口贸易；中部地区受益于产业转移政策红利，在承接东部智能制造产业过程中，政府针对性扶持与要素投入(如资金、技术对接)加速了企业智能化转型，使得智能制造对出口的促进效应甚至略高于东部；而西部地区受限于技术基础和产业链完整性，尽管智能制造政策对出口有正向作用，但资源禀赋约束使其促进出口贸易的效应相对较弱。综上，地区分布异质性通过产业基础、政策支持力度与资源禀赋的差异，使智能制造政策对企业出口规模的促进效应呈现“东部、中部较强，西部相对较弱”的特征。

**Table 7.** Heterogeneity test results of enterprise regional location

**表 7.** 企业所在区域异质性检验结果

	(1)	(2)	(3)
	东部	中部	西部
DID	0.3182***	0.3266***	0.1746**
	-0.1211	-0.0713	-0.0858
_cons	-10.8488***	-4.2367***	-3.6723***
	-0.5879	-0.3797	-0.3077
控制变量	是	是	是
时间效应	是	是	是
个体效应	是	是	是
N	8904	9258	1714
R <sup>2</sup>	0.2287	0.2516	0.2906

## 5. 研究结论与政策建议

在新一轮科技革命与产业变革加速演进的背景下，全球制造业正经历深度重构与范式突破，智能制造已成为重塑国际产业竞争格局的核心引擎。本文研究表明，智能制造显著促进企业出口贸易，该结论在经过稳健性检验后依然成立。机制检验发现，智能制造主要通过加速数字化转型进程、缓解融资约束程度和推动供应链配置多元化三条路径促进企业出口贸易。异质性检验显示，相较于非国有企业，国有企业在智能制造赋能出口扩张中存在显著制度优势；高行业竞争度强化智能制造对企业出口贸易的推动作用；中东部地区企业通过智能制造技术整合实现出口贸易增长的效率更高。基于上述研究结论，本文提出如下政策建议。

(1) 从政府视角看，需构建“技术-金融-区域-人才”四位一体的政策支持体系。第一，强化技术创新激励，如设立智能制造专项研发基金，对企业购置智能装备等研发投入给予 30% 以上税收加计扣除。第二，创新供应链金融产品，设立 1000 亿元智能制造供应链专项信贷额度，支持骨干企业搭建行业级智能制造云平台，按平台年服务企业数量给予阶梯式奖励。第三，优化区域协同发展，在长三角、珠三角

等地区建设智能制造示范园区,给予入驻企业前三年免征房产税优惠(北京经开区政策,2024) [20]。第四,完善人才培育机制,实施“智能制造卓越工程师”计划,企业与高校联合开设定制化专业,给予每位学员每年2万元补助,并建立技能等级认证制度,持证人员享受落户、住房等特殊政策。

(2) 企业层面则需主动把握技术变革机遇,构建以智能制造为核心的出口竞争新优势。第一,加大技术投入,加速生产流程数字化改造,如引入工业机器人、建设智能工厂,提升产品精度和生产效率(国际机器人联合会数据,2023) [21]。第二,优化供应链管理,通过构建多元化供应链网络和数字化平台,增强全球资源整合能力与产业链弹性。第三,创新融资模式,积极运用绿色债券、知识产权质押融资等工具,缓解转型资金压力。第四,强化人才队伍建设,通过校企联合培养、技能认证和海外人才引进,打造专业化智能制造人才梯队。

## 基金项目

教育部人文社会科学研究一般规划基金项目(20YJAGJW005); 国家社会科学基金年度项目(21BJY165)。

## 参考文献

- [1] 侯德帅,熊健,杜松桦. 智能制造与企业韧性——基于工业机器人视角[J]. 中南财经政法大学学报, 2024(4): 120-134.
- [2] 刘洪,仲黍林,彭乔依. 智能制造可否缩小企业内部收入不平等——基于智能制造试点示范项目的准自然实验[J]. 山西财经大学学报, 2025, 47(2): 71-84.
- [3] Gereffi, G. (2019) Global Value Chains, Development, and Emerging Economies 1. In: Lund-Thomsen, P., Hansen, M.W. and Lingreen, A., Eds., *Business and Development Studies*, Routledge, 125-158.  
<https://doi.org/10.4324/9781315163338-6>
- [4] 蒋为,倪诗程,彭淼. 数实融合与企业出口产品策略优化: 基于柔性生产视角[J]. 世界经济, 2024, 47(5): 3-33.
- [5] AL-Khatib, A.W. (2023) The Determinants of Export Performance in the Digital Transformation Era: Empirical Evidence from Manufacturing Firms. *International Journal of Emerging Markets*, 19, 2597-2622.  
<https://doi.org/10.1108/ijoem-08-2022-1223>
- [6] 中国国际贸易促进委员会浙江省委员会. 机电产品出口连续四季度增长,“智慧”制造如何释放贸易动能[EB/OL].  
[https://www.ccpitzi.gov.cn/art/2024/10/18/art\\_1229557691\\_46086.html](https://www.ccpitzi.gov.cn/art/2024/10/18/art_1229557691_46086.html), 2025-04-10.
- [7] 国务院发展研究中心. 赵勇: 应对欧美推动光伏供应链多元化和产业链本土化的建议[EB/OL].  
<https://www.drc.gov.cn/DocViewH5.aspx?chnid=379&leafid=1338&docid=2907703>, 2025-04-10.
- [8] Baldwin, R.E. (2012) Global Supply Chains: Why They Emerged, Why They Matter, and Where They Are Going. NBER Working Paper No. 17716.
- [9] 张玲,曾维火. 基于Z值模型的我国上市公司信用评级研究[J]. 财经研究, 2004, 30(6): 5-13.
- [10] 吴非,黎伟. 税收激励与企业绿色转型——基于上市企业年报文本识别的经验证据[J]. 财政研究, 2022(4): 100-118.
- [11] 侯锐,董相勇. 数字金融、融资约束与中小企业绿色创新[J]. 大数据时代, 2025(1): 43-55.
- [12] 颜逢,任鹤,赵秀云. 智能制造与供应链配置多元化[J]. 中南财经政法大学学报, 2024(5): 110-123.
- [13] 江艇. 因果推断经验研究中的中介效应与调节效应[J]. 中国工业经济, 2022(5): 100-120.
- [14] 赵烁. 智能制造影响下的企业绩效——基于中国上市公司年报文本分析的经验证据[J]. 工业技术经济, 2023, 42(7): 95-101.
- [15] 曲永义,陈彦霖,阳镇. 智能制造政策与企业数字化转型——基于《智能制造发展规划(2016-2020年)》政策效果评估[J]. 企业经济, 2024, 43(8): 17-27.
- [16] 史丹,孙光林. 数据要素与新质生产力: 基于企业全要素生产率视角[J]. 经济理论与经济管理, 2024, 44(4): 12-30.
- [17] 曾经莲,周菁. 智能制造促进了企业融通创新吗?[J]. 首都经济贸易大学学报, 2024, 26(6): 79-93.
- [18] 孙楚仁,李碧莲,陈瑾. 数字化转型推动了企业出口产品结构转换吗[J]. 国际经贸探索, 2024, 40(9): 40-57.

- [19] 韩少真, 张田, 李辉. 智能制造能否有效促进企业碳减排? [J]. 财经科学, 2024(9): 72-88.
- [20] 北京市人民政府. 北京经济技术开发区关于巩固和增强经济回升向好态势的若干措施[EB/OL]. [http://www.beijing.gov.cn/zhengce/zhengcefagui/202401/t20240129\\_3548336.html](http://www.beijing.gov.cn/zhengce/zhengcefagui/202401/t20240129_3548336.html), 2024-01-15.
- [21] 国际机器人联合会. 2023 世界机器人报告[EB/OL]. <http://www.xinhuanet.com/tech/20231013/6aade4097adc4395af1bc3549e1a5a1b/c.html>, 2023-10-13.