贸易冲击、研发倒逼与高新技术产业贸易地理格局重构
——基于产业链安全视角的双重机器学习研究

周鑫红[1]，于　鸿[2]

（1. 厦门大学 公共事务学院，福建 厦门 361005；2. 集美大学 财经学院，福建 厦门 361021）

[摘　要]在大国博弈与逆全球化交织的背景下，厘清外部贸易冲击、高新技术产业研发创新与贸易地理格局重构之间的传导关系，是统筹发展和安全的关键议题之一。基于微观海关贸易数据，运用双重机器学习与因果森林算法进行实证检验。研究发现：贸易冲击显著引发高新技术产业贸易地理格局的结构性重构，表现为出口端规模转移与广度拓展的双向调整，进口端具备规模适应性但来源地调整受限的刚性特征；贸易冲击易引发企业防御型的研发倒逼效应，该效应驱动出口规模向替代市场转移，有效打通技术创新向外部市场格局重构转化的因果链条；产品复杂度在研发倒逼向进出口多元化转化的过程中，发挥了先抑制、后促进的显著正 U 型非线性调节作用；产业链位置与战略安全属性驱动了企业重构战略的非对称分化，中游环节顺应效率主导逻辑拓展贸易边界，而下游环节及 ICT 核心部件企业在极端断链威胁下服从安全防御逻辑，采取战略收缩出口广度、集中势能规模转移的避险与底层深度替代策略。上述发现为我国高新技术产业构建韧性供应链网络、制定差异化的安全防御政策提供了微观经验支撑。

[关键词]贸易冲击；研发倒逼；贸易地理格局；非对称重构；产业链；技术创新；高新技术产业

[中图分类号]F741.1　　[文献标志码]A　　[文章编号]1004－4833(2026)06－0116－11

一、引言

党的二十届四中全会明确提出“维护多边贸易体制，拓展国际循环”，“十五五”规划将“坚持统筹发展和安全”作为必须遵循的原则，提出“以新安全格局保障新发展格局”“做强国内大循环，畅通国内国际双循环”，这为我国在逆全球化浪潮中重塑对外开放新格局指明了方向。在统筹高质量发展和高水平安全的宏观政策框架下，增强产业链供应链韧性已成为稳固新发展格局安全基底的重要支撑。然而，近年来逆全球化与地缘政治博弈持续深化，技术专用性强、对外部供应链依赖程度较高的高新技术产业所受冲击尤为突出，电子信息等高技术产品更成为大国贸易摩擦的核心领域。面对日趋严峻的外部制度性与政策性壁垒，自主创新能力是中国企业突破关键核心技术封锁、实现健康发展的核心驱动力。外部贸易冲击不仅压缩高新技术产业的市场空间，也可能促使企业开展防御型研发，进而推动其贸易地理格局的调整。因此，厘清外部贸易冲击、企业研发投入与贸易地理格局重构之间的传导关系，既是落实统筹发展和安全战略的现实要求，也是维护国家产业链安全的重要议题。

围绕贸易冲击、企业创新、供应链韧性与经济安全，既有研究主要集中于以下三方面。第一，贸易冲击对企业创新的影响。部分文献支持创新倒逼假说，证实贸易摩擦增强中国企业通过创新提升产品附加值，进而规避制裁风险的动机，显著倒逼受影响企业增加研发投资，并产生行业内溢出[1-3]。另有文献强调了贸易冲击加剧企业融资约束与挤出研发支出的创新抑制效应[4]。但现有研究多止步于创新环节本身，未能进一步揭示内部研发投入是否能够转化为企业在国际市场上重构贸易格局的能力。第二，贸易冲击下的贸易转移与供应链空间重构。政治冲突与关税惩罚普遍导致贸易规模的缩减与转移，迫使出口呈现向地理距离更近、经济规模更大国家的贸易转移效应[5-6]。尤其是电子信息等高技术行业，被迫进行营销渠道与市场的空间重配[7]。然而，研究多将这种转移视为外生的价格避险效应，脱离了微观内生技术能力的支撑而割裂地考察外部市场表现，难以揭示贸易地理格局重构背后的真实微观驱动力。第三，大国博弈背景下的产业链供应链安全与韧性。学者逐渐将研究视角从效率转向安全，强调突破关键核心技术、实现自主可控是应对技术封锁与供应网络地位级联失效的前提，并通过高水平对外开

[收稿日期]2026－06－17

[基金项目]福建省社科基金博士扶持项目(FJ2025BF008)

[作者简介]周鑫红(1994—)，女，福建厦门人，厦门大学公共事务学院博士后，助理研究员，从事高技术产业竞争力与产业链韧性研究，E-mail：xhzhou192025@163.com；于鸿(1993—)，男，福建厦门人，集美大学财经学院讲师，硕士生导师，从事双向直接投资与产业链韧性研究。

放与制度协同提升产业链安全水平[8-9]。尽管这些研究深刻揭示了产业链安全逻辑，但多假设企业具有同质性的避险行为，忽视了处于不同技术复杂度阶梯与产业链位置的企业在效率与安全权衡下的战略分化。

本文的边际贡献主要体现在以下三个方面。一是构建统筹效率与安全下贸易地理格局重构的微观分析框架，界定外部贸易压力向国际市场格局重构传导的因果路径：外部贸易冲击引发供应链断裂预期，促使企业增加研发投入以维护产业链安全；而内部创新的积累有助于企业克服海外替代市场的准入门槛，进而推动贸易地理格局的调整。实证结果表明，研发倒逼是驱动企业出口向替代市场转移的关键机制。二是揭示了微观技术能力在研发红利向国际市场传导过程中的非线性传导效应。本文实证发现，在内部创新红利向外部贸易地理格局重构转化的过程中，产品复杂度发挥先抑制、后促进的正 U 型门槛效应。三是探讨产业链分工与战略安全约束下企业贸易重构的异质性表现。本文将产业链位置与产品的战略属性纳入分析框架，发现处于中游环节的企业更倾向于遵循效率原则，通过拓展出口广度来维持市场份额；而下游及关键部件企业在面临较高的供应链中断风险时，则转向安全防御策略，表现为降低多元化程度、集中扩大出口转移规模。

二、理论分析与研究假设

（一）贸易冲击的贸易地理格局重构效应

外部加征关税等惩罚性贸易壁垒，本质上是对原有国际贸易引力均衡的非对称性破坏[10]。根据异质性企业贸易理论，关税冲击直接抬高企业的出口成本与进口采购成本[11]。面对利润空间的压缩，具备一定生产率优势的高新技术企业不会被动退出市场，而是启动全球战略布局的贸易地理格局重构[12]。传统全球价值链的布局高度依赖效率至上原则，导致中国高新技术产业在关键节点上产生了对单一发达国家市场的深度依赖，形成典型的非对称相互依存格局。外部贸易冲击打破这种脆弱的均衡，将断链风险显性化。而贸易壁垒的抬升不仅会产生直接的贸易破坏效应，更会引发企业在出口目的地与进口来源地层面进行多元化调整。

在出口端，高新技术产业的调整受制于其特殊属性，出口不仅面临关税引致的可变成本上升，更面临实体清单与出口管制引发的市场接入中断，使深度嵌入全球价值链分工的高新技术企业遭遇市场准入与技术获取的双重截断[13]。根据贸易破坏效应与贸易偏转效应的理论框架，关税与非关税壁垒的叠加冲击既直接削减企业在受制裁市场的出口规模，亦促使企业将出口份额向替代市场转移，两者共同驱动出口规模的跨市场再配置[14]。同时，依据二元边际分解框架，企业可通过扩展边际的调整实现出口目的地多元化[15]。然而，高新技术产品进入新市场需覆盖技术标准互认、知识产权合规、供应链配套对接等更高的隐性固定成本，使其扩展边际调整呈现渐进特征，表现为将出口份额渐进式地向东盟、欧盟等替代市场拓展，最终实现出口地理格局的重构。

在进口端，高新技术产业的中间品与核心零部件进口具有极高的资产专用性与搜寻摩擦。根据不完全契约与全球价值链理论，建立新的国际供应商匹配关系需支付高昂的固定搜寻成本与契约执行成本，这种关系型专用投资导致进口端呈现显著的技术锁定效应[16]。为应对断供风险，企业虽有动机对进口来源地实施分散化再布局以换取供应链韧性[17]，但受制于高昂的转换成本与供应链刚性约束，短期内进口渠道重构面临明显的供应链刚性约束。在此条件下，企业更倾向于扩大已有进口渠道的采购规模，或在已投入使用且未受到贸易限制的进口来源地供应商网络中增加采购份额。由此，进口端规模和结构虽然存在一定的适应性调整，但其调整幅度可能弱于出口端。基于此，本文提出假设 H1a、H1b。

H1a：贸易冲击会对高新技术产业出口端的规模转移与目的地多元化产生显著影响。

H1b：贸易冲击会引发进口规模的适应性转移，但受制于技术锁定与高转换成本，进口来源地多元化程度的调整将呈现明显的刚性特征。

（二）贸易冲击的内生研发倒逼效应

企业借助贸易地理格局调整来应对贸易冲击，仅能在短期内缓解订单流失风险，无法从根源上消弭核心技术受制于人而引致的产业链安全隐患。传统实物期权理论认为，高度的不确定性会增加投资的等待价值，从而推迟企业的不可逆研发投资[18]。然而，高强度的贸易壁垒不仅会引发即期成本扭曲，还会长期向市场释放关于技术脱钩与供应链断裂的预期信号。一旦外部技术获取或关键零部件供应的交易成本过高，企业便不得不承受高昂的地缘政治风险溢价与潜在的极端断供风险，当此类交易成本越过企业开展自主研发所需的沉没成本临界值时，企业的创新决策逻辑将发生根本性转变。

在贸易政策不确定性与国家产业政策共同发挥作用的前提下，高新技术企业有强烈动机坚守产业链安全底线，将资源向前端研发环节倾斜[19]。根据方向性技术变迁理论，外部技术的相对要素价格过高与市场准入条件剧变，会诱导企业转变创新方向[20]。此时研发投入的性质从追求超额利润的风险投资转化为维持企业生存的必要保险费，这种创新响应带有明显的防御属性，是在面临贸易冲击时所产生的内生性技术替代与安全导向型研发。此外，企业自主创新往往伴随着国内产业政策的协同发力，很大程度上对冲了企业研发的沉没成本风险，进一步强化内生动力转换的效能[21]。因此，本文提出假设 H2。

H2：贸易冲击对我国高新技术产业存在显著的研发倒逼效应，能够有效促进企业研发投入强度提升。

（三）研发倒逼对贸易地理格局重构的驱动机制

研发投入的增加并非单纯的内部创新行为，其最终目的是重塑企业在国际市场中的竞争力和抗风险能力。在异质性企业贸易模型中，企业的出口决策与研发创新并非相互独立，而是相互交织的联合决策[22]。贸易冲击倒逼下的研发投入，主要通过质量升级效应与本土替代效应转化为企业的贸易地理格局重构能力。

在出口端，基于产品质量异质性模型，研发投入带来的质量升级效应能够提升产品的技术复杂度和附加值，赋予产品更强的差异化溢价[23]。这种溢价不仅能够对冲增加的关税成本，还能有效提升企业在欧洲、东盟等替代市场的竞争力，从而迅速带动出口规模的外向转移。然而，若要实现出口目的地的多元化，即开拓全新的地理市场，企业必须利用技术创新带来的生产率跃升去跨越新市场高昂的固定进入成本与严苛的技术壁垒。这意味着出口目的地多元化对研发转化效率的门槛要求远高于单纯的规模转移。在进口端，研发投入的核心诉求在于激发本土替代效应[24]。通过底层技术的攻关，企业能够逐步降低对特定国家或地区核心中间品的依赖，从而赋予自身在进口规模转移和来源地多元化上的战略主动权。基于此，本文提出机制传导假设 H3。

H3：研发倒逼是驱动贸易地理格局重构的关键机制，研发强度的提升主要转化为出口规模的外向转移，其对进出口多元化及进口替代的直接驱动作用并不明显。

（四）产品属性与产业链位置的调节效应

内生研发响应对贸易地理格局重构的驱动机制必须置于效率与安全的理论框架下进行审视，受制于微观企业的要素禀赋与所处的网络结构，具体表现为产品复杂度、产业链位置及战略属性的三维调节效应。产品复杂度刻画企业进行贸易地理格局调整时的技术阈值与底层能力，产业链位置决定企业在分工网络中的生产角色与成本弹性，而 ICT 核心部件属性则代表国家层面的战略安全约束与断链风险，这三重维度共同构成高新技术企业贸易地理格局重构战略的结构性调节边界。

第一，产品复杂度体现微观企业的底层技术能力，对研发红利的转化具有非线性的 U 型结构性约束。根据产品空间理论，技术演进遵循路径依赖的累积逻辑，研发投入与技术创新是建立在已有知识基础与能力积累之上的[25]。对于低复杂度产品，其技术通用性强、转换成本低，研发投入带来的边际改进极易使其在更广泛的下沉市场实现多元化拓展；对于高复杂度产品，其蕴含着密集的知识与技术专有性，研发投入能迅速形成差异化溢价与不可替代性，从而跨越发达市场的严苛壁垒实现多元化。然而，处于中等复杂度的产品往往陷入两难陷阱，既缺乏低端产品的成本与灵活性，又尚未形成高端技术壁垒，导致其研发投入难以有效转化为多元化拓展能力。

第二，产业链位置的差异决定企业在生产网络中的角色，进而划分了效率主导与安全防御的战略边界。根据全球价值链分工理论，处于产业链中游的制造与加工环节替代弹性高，具备较强的规模经济效应。其研发投入更倾向于工艺改进与降本增效，从而顺应效率主导逻辑，将创新红利转化为进口规模转移与出口目的地多元化拓展。相反，处于产业链下游的终端集成环节，其资产专用性极高且面临复杂的契约不完全性，一旦遭遇断供将面临整机停线的生存危机。因此，下游环节会将研发红利优先转化为安全防御型战略，在进口端表现出极强的来源地锁定，集中资源在核心市场进行深度替代与出口规模固盘。

第三，ICT 产品尤其是核心部件属性，构成了宏观层面的安全约束与调节边界。基于相互依存的武器化理论[26]，全球信息网络中占据核心节点的国家能够将结构性权力转化为地缘政治施压的工具，ICT 产业凭借其在全球技术网络中的关键节点地位，自然成为地缘政治博弈的焦点领域，面临着最为严苛的地缘政治审查与供应链排斥，ICT 核心企业无法进行常规的市场扩张。为了确保生存并维持高额研发的投入产出良性循环，它们会主动实施战略收缩与规模集中策略，大幅收缩出口目的地多元化战线，将研发倒逼创新升级后的产能精准且大规模地向少数具备高度政治互信或无直接摩擦的安全替代市场进行转移。这种弃广度、保规模的非对称重构，

是极端外部约束下的理性避险决策。基于此，本文提出调节效应假设 H4。

H4a：产品复杂度对进出口地理多元化呈现 U 型调节效应。

H4b：中游环节倾向于效率主导的外向规模转移，下游环节倾向于进口深度替代。

H4c：ICT 核心部件倾向于收缩出口市场多元化战线，转而增加出口规模转移；进口端倾向于深度替代。

三、研究设计

（一）数据来源与样本选择

为全面刻画高新技术产业在贸易摩擦前后的行为演变，本文选取 2012—2024 年为研究区间，构建了包含微观贸易特征与行业研发投入的面板数据。贸易数据来源于 UN Comtrade 数据库，根据 HS 六位编码提取产品进出口明细。控制变量数据来自 CEPII-Gravity 数据库、世界银行、OEC 网站，研发数据来源于中国国家统计年鉴，按国民经济行业分类与 HS 编码进行映射匹配。剔除关键变量缺失、贸易额为零的异常观测值，最终保留具有完整记录的平衡面板观测值共 22004 个。

（二）变量说明与测度

1. 被解释变量：贸易地理格局重构

本文借鉴沈国兵与王译平[27]的做法，将贸易地理格局重构的变量设置如下：

第三方贸易转移规模指数（*TSI*）：反映贸易冲击后中国高技术产品的贸易替代性问题，依据商品流动方向，分为进口指数和出口指数。

第三方进口转移规模指数（IMTSI）的计算公式为：

$$IMTSI_{it} = \frac{\sum_j IM_{ijt} - IM_{iAt}}{\sum_j IM_{ijt}} + \Delta\left(\frac{\sum_j IM_{ijt} - IM_{iAt}}{\sum_j IM_{ijt}}\right) \tag{1}$$

第三方出口转移规模指数（*EXTSI*）的计算公式为：

$$EXTSI_{it} = \frac{\sum_j EX_{ijt} - EX_{iAt}}{\sum_j EX_{ijt}} + \Delta\left(\frac{\sum_j EX_{ijt} - EX_{iAt}}{\sum_j EX_{ijt}}\right) \tag{2}$$

其中，IM_{ijt}代表中国第 t 期从 j 国或地区进口产品 i 的金额，IM_{iAt}代表中国第 t 期从美国进口产品 i 的金额，同理，EX_{ijt}、EX_{iAt}分别代表中国在第 t 期向 j 国或地区和美国产品 i 的出口金额。在公式（1）和公式（2）中，等号右边第一项衡量中国与非美国国家或地区的贸易份额，这一比值介于 0 到 1 之间。等号右边第二项衡量相比上一年中国向第三方国家或地区的贸易转移程度，取值范围为[-1,1]。基于此，第三方贸易转移规模指数的取值范围为[-1,2]，该值越大，表示中国在该期内成功将更多的贸易规模转移到第三方国家或地区。

贸易地理多元化指数（*DIV*）：通过计算 1 减去赫芬达尔指数（*HHI*）构建贸易地理多元化指数，反映产品在进口和出口上的分散化程度，进而体现贸易地理结构的变化。依据商品流动方向，分为进口指数和出口指数。

进口来源地多元化指数（*IMDIV*）的计算公式为：

$$IMDIV_{it} = 1 - \sum_{j \in M_{it}} \left(\frac{IM_{ijt}}{\sum IM_{ijt}}\right)^2 \tag{3}$$

出口目的地多元化指数（*EXDIV*）的计算公式为：

$$EXDIV_{it} = 1 - \sum_{j \in M_{it}} \left(\frac{EX_{ijt}}{\sum EX_{ijt}}\right)^2 \tag{4}$$

其中，IM_{itj}和 EX_{ijt}定义同上，贸易地理多元化指数取值范围为[0,1]。当该值接近 1 时，意味着中国在第 t 期对产品 i 的进口来源地或出口目的地的分散程度较高。

2. 被解释变量：研发倒逼

研发投入强度（*RD_Intensity*）：采用产品所在行业的研发支出总额占营业收入的比重进行测度。

3. 核心解释变量：贸易冲击

定义 $Treat_{it}$为分组虚拟变量，用于衡量产品 i 在 t 年是否受到贸易冲击。依据美国贸易代表办公室（USTR）

与美国国际贸易委员会发布的统一关税表(HTS),衡量中国高技术产品和中技术产品是否受到美国“301 条款”加征关税的冲击。由于“301 条款”关税采取了分批次、多时点的实施策略,因而,本文对产品的关税清单生效年份进行动态匹配。基于外贸产品 HS2007 代码,若产品被列入关税加征清单且已正式生效,则 $Treat_{it}$ 取值为 1,划入处理组;若产品未被列入关税加征清单,或尚未正式生效,则 $Treat_{it}$ 取值为 0,划入对照组。

4. 控制变量

产品与产业特征:产品特征采用 OEC 网站的产品复杂性指数(Product Complexity Index,*PCI*)描述;产业特征对照 BEC Rev. 5 的分类标准,参照沈国兵与王译平[30]的做法,将初级中间品和一般加工中间品视为产业链上游产品;特定加工中间品及总固定资本形成品归入中游产品;最终消费品被分类为下游产品;对照 UNCTAD 对信息通信技术产业的划分,标记产品的 ICT 与核心 ICT 核心部件属性。

引力要素:选取地理距离的对数($lnDIS_j^C$)、共同边界($BORD_j^C$)、共同语言($LANG_j^C$)、自由贸易协定(FTA_{jt}^C)、贸易国人均 *GDP* 的对数($lnGDPPC_{jt}$)作为控制变量,具体变量定义参见表 1。根据 *Carrère* 等[28]、沈国兵和徐源晗[29]的研究方法,将国家或地区 j 层面的控制变量按照相应的贸易额加权,转化为产品 i 层面的变量。以出口模型中的 DIS_j^C 为例,其加权方式是:

表 1　变量定义

变量类型	变量名称	变量含义	测度方式
被解释变量(贸易地理格局重构)	$EXDIV_{it}$	出口市场多元化	公式
	$EXTSI_{it}$	出口转移规模	公式
	$IMDIV_{it}$	进口来源多元化	公式
	$IMTSI_{it}$	进口转移规模	公式
被解释变量(研发倒逼)	*RD_Intensity*	研发投入强度	HS 代码对应行业层面的研发支出占营业收入的比重
解释变量	$Treat_{it}$	基准政策冲击虚拟变量	被列入关税加征清单且已生效为 1;否则为 0
高维混淆变量	*PCI*	产品复杂度指数	取自 OEC 网站
	Midstream	产业链中游位置	属于中游产品为 1;否则为 0
	Downstream	产业链下游位置	属于下游产品为 1;否则为 0
	ICT/ICT_C	ICT 产品/ICT 核心部件产品	属于 ICT 产品/核心部件产品赋值为 1;否则为 0
	$\ln DIS_j^C$	中国与贸易国地理距离	加权到产品层面,取对数
	$LANG_j^C$	中国与贸易国是否有共同边界	是则取值为 1,否则为 0,加权到产品层面
	$LANG_j^C$	中国与贸易国是否有共同语言	是则取值为 1,否则为 0,加权到产品层面
	FTA_{jt}^C	中国与贸易国是否签署自由贸易协定	是则取值为 1,否则为 0,加权到产品层面
	$\ln GDPPC_{jt}$	贸易国人均 GDP	加权到产品层面,取对数

$$DIS_{it} = \sum_{j \neq China} \left(\frac{EX_{ijt}}{\sum_{j \neq China} EX_{ijt}} \times DIS_j^C \right) \tag{5}$$

由于加权的分子和分母与中国无关,这样的加权方式能够确保权重的外生性。类似地,出口和进口模型中的其他控制变量也以相同方式加权到产品层面。

(三)模型构建

1. 双重机器学习(DML):引入 Chernozhukov 等[30]提出的基于部分线性模型的 DML 框架,通过正交化与交叉拟合技术,将复杂的引力模型变量作为高维冗余参数进行半参数剥离,从而获得纯净的因果推断结果。基准模型设定如下:

$$Y_{it} = \theta_0 D_{it} + g_0(W_{it}) + U_{it}, \quad E[U_{it} | D_{it}, W_{it}] = 0 \tag{6}$$

$$D_{it} = m_0(W_{it}) + V_{it}, \quad E[V_{it} | W_{it}] = 0 \tag{7}$$

其中,Y_{it} 为被解释变量,代表贸易地理格局重构或研发倒逼;D_{it} 为核心时变政策冲击虚拟变量($Treat_{it}$);W_{it} 为包含引力模型要素等在内的 14 维控制变量集;参数 θ_0 即为我们关注的平均处理效应(*ATE*)。

2. 因果森林:针对机制分析,本文需要识别不同技术特征和产业链位置下研发倒逼效应的异质性[31-33]。为此,本文采用 Wager 和 Athey[34]提出的因果森林算法。该算法严格扎根于计量经济学的异质性因果推断,能够为微观观测值输出带有置信区间的条件平均处理效应(*CATE*),使本文在探讨产品复杂度与产业链位置的调节作用时,能够由数据内在结构自适应地识别异质性模式,避免传统交互项回归中线性假设与主观阈值设定的局限性。

$$\tau(W) = E[Y_{it}(1) - Y_{it}(0) | W_{it} = w] \tag{8}$$

其中,$Y_{it}(1)$ 与 $Y_{it}(0)$ 分别表示观测值在受到处理($D_{it}=1$)和未受处理($D_{it}=0$)时的潜在结果;W_{it} 为用于捕捉异质性的特征协变量矩阵,包括产品复杂度、产业链位置、ICT 属性。

（四）描述性统计

全样本 22004 个观测值的描述性统计详见表 2。各变量分布平稳，不存在明显的数据缺失异常，满足机器学习算法对数据丰度的要求。

表 2　描述性统计

变量	样本量	均值	标准差	最小值	中位数	最大值
EXTSI	22004	0.893	0.159	-1.000	0.942	2.000
EXDIV	22004	0.857	0.142	0.000	0.905	0.981
IMTSI	22004	0.879	0.247	-1.000	0.952	2.000
IMDIV	22004	0.695	0.199	0.000	0.761	1.000
RD_Intensity	21283	0.016	0.008	0.002	0.015	0.045
PCI	22004	0.550	0.692	-2.262	0.628	2.789
*EX_*ln*GDPPC*	22004	10.507	0.267	7.984	10.548	11.552
*EX_*ln*DIS*	22004	2.107	3.752	0.000	0.038	9.688
EX_BORD	22004	0.108	0.108	0.000	0.078	0.947
EX_LANG	22004	0.321	0.188	0.000	0.398	1.000
EX_FTA	22004	0.097	0.143	0.000	0.024	0.935
*IM_*ln*GDPPC*	22004	9.074	0.840	6.452	8.771	11.162
*IM_*ln*DIS*	22004	2.083	3.762	0.000	0.014	9.688
IM_BORD	22004	0.286	0.185	0.000	0.336	1.000
IM_LANG	22004	0.083	0.079	0.000	0.063	0.929
IM_FTA	22004	0.171	0.129	0.000	0.126	0.935

四、实证结果与分析

（一）贸易地理格局重构效应分析

为验证外部冲击对高新技术产业贸易地理格局的直接重塑作用，本文分别以四大重构指标为因变量进行 DML 基准回归，模型参数设定中包含全部 14 个控制变量群。结果如表 3 所示。

从出口端来看，*EXDIV* 与 *EXTSI* 显著为正。这证实面对主要经济体施加的高强度贸易壁垒，中国高新技术产业并非被动承受需求萎缩，而是在效率与利润最大化目标的驱动下，展现出灵活的市场转移能力。这种向外拓展的贸易地理格局重构，实质上构成企业应对外部需求冲击的重要缓冲器，也从外循环维度增强产业链应对外部扰动的韧性，假设 H1a 得到证实。从进口端来看，*IMDIV* 不显著，*IMTSI* 显著为正，这反映了中国高新技术产业在现实供应链重构过程中所遭遇的深层刚性约束，呈现出明显的规模扩张优先，渠道扩展滞后的适应性转移特征。从产业链安全的战略高度审视，上述刚性不仅削弱企业微观层面的抗风险能力，更在宏观层面加剧关键环节对外依赖的潜在脆弱性，凸显出以自主可控为核心导向的产业链安全布局已刻不容缓，假设 H1b 得到证实。

表 3　基准因果效应估计

变量	(1) *EXDIV*	(2) *EXTSI*	(3) *IMDIV*	(4) *IMTSI*	(5) *RD_Intensity*
Treat × *Time*	0.022***	0.037***	0.003	0.023***	0.005***
	(0.002)	(0.002)	(0.003)	(0.003)	(0.000)
控制变量	是	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是	是
产品固定效应	是	是	是	是	是
样本量	22004	22004	22004	22004	21283

注：***、**、* 分别代表在 1%、5%、10% 的置信水平上显著；括号里的数值表示标准误。下表同。

（二）研发倒逼效应分析

表 3 列（5）的估计结果展示了贸易冲击对高新技术产业研发投入强度的直接因果效应。核心政策冲击变量对企业研发强度的影响系数显著为正，这一结果验证了理论假说 H2，即在严苛的外部贸易壁垒下，贸易冲击对我国高新技术产业呈现显著且积极的研发倒逼效应。

表 4　DML 模型设定与算法泛化性

变量	(1) 调整样本分割比例	(2) 缩尾处理		(3) 更换机器学习模型	
	Kfolds = 7	1% 缩尾	5% 缩尾	Lassocv	GBDT
EXDIV	0.022***	0.021***	0.019***	0.021***	0.014***
	(0.002)	(0.002)	(0.001)	(0.002)	(0.002)
EXTSI	0.038***	0.038***	0.034***	0.039***	0.026***
	(0.002)	(0.002)	(0.002)	(0.002)	(0.003)
IMDIV	0.003	0.002	0.002	0.002	0.001
	(0.003)	(0.003)	(0.002)	(0.003)	(0.003)
IMTSI	0.023***	0.023***	0.021***	0.023***	0.021***
	(0.003)	(0.003)	(0.002)	(0.003)	(0.005)
RD_Intensity	0.005***	0.005***	0.005***	0.005***	0.003***
	(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.000)
控制变量	是	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是	是
产品固定效应	是	是	是	是	是
样本量	21283	21283	21283	21283	21283

（三）稳健性检验

1. 平行趋势检验

本文基于事件研究法构建动态处理效应估计模型。以关税法定生效前一期为基准组时，估计冲击发生年份内各核心被解释变量的动态条件平均处理效应及其 95% 置信区间。结果（未列示，留存备索）表明，在 2018 年以前，各被解释变量的动态效应估计值整体在零线附近波动，这一结果有力地排除了预向效应对因果估计的干扰。

2. DML 模型设定与算法泛化性检验

第一，调整交叉拟合折数，将 DML 模型中用于正交化残差估计的样本分割交叉折数由基准模型中的 5 折扩

展为 7 折,检验因果效应估计对交叉验证划分规则的敏感性。第二,剔除异常值,针对因变量进行双侧 1% 和 5% 的缩尾处理,以排除微观跨国海关贸易记录或企业创新投入在极端值处可能存在的偶发性噪声干扰。第三,算法替换,在 DML 模型框架下,采用套索回归和梯度提升树替换原有的随机森林算法,检验结果对机器学习算法拟合结构泛化设定的抗干扰性能。如表 4 所示,结果不因样本划分方式、极值分布特征或具体模型选择的改变而发生实质变动,充分佐证了基准因果结论具备良好的稳健性与较强的泛化能力。

3. 扩展稳健性检验

表 5　扩展稳健性检验

变量	(1) *EXDIV*	(2) *EXTSI*	(3) *IMDIV*	(4) *IMTSI*	(5) *RD_Intensity*
安慰剂检验	-0.0001	0.0001	-0.0001	0.0006	0.0000
	(0.001)	(0.002)	(0.003)	(0.004)	(0.000)
Tariff_Rate	0.113***	0.179***	0.063***	0.072***	0.017***
	(0.008)	(0.008)	(0.011)	(0.013)	(0.000)
剔除 2020 年	0.022***	0.041***	0.003	0.022***	0.005***
	(0.002)	(0.002)	(0.003)	(0.004)	(0.000)
控制同期政策	0.022***	0.038***	0.003	0.023***	0.005***
	(0.002)	(0.002)	(0.003)	(0.003)	(0.000)
Bootstrap 校正	0.022***	0.039***	0.002	0.023***	0.005***
	(0.002)	(0.002)	(0.003)	(0.004)	(0.000)
Oster(2019)估计选择偏误	Delta 边界值(以 EXDIV 为例):23.55(显著大于 1,说明结果高度稳健)				
控制变量	是	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是	是
产品固定效应	是	是	是	是	是
样本量	22004	22004	22004	22004	21283

注:连续变量替换采用 LassoCV 正交化。

第一,虚构政策冲击的安慰剂检验。表 5 第(1)行的结果显示,在虚构政策冲击下,各被解释变量的系数均在 0 附近波动,且在统计上均不具有显著性。这一结果否定了因果效应来自样本固有时间趋势或随机扰动的替代性解释。第二,连续关税冲击强度的边际度量。第(2)行将解释变量替换为连续的加征关税税率,结果均显著为正,表明当外部关税惩罚与断链压力持续累积时,高新技术企业有更强的动力推动进口来源地向多国网络延伸,以构筑更高安全边际的全球采购体系。第三,排除特殊外生事件同期政策干扰。第(3)行、第(4)行核心变量的系数大小与显著性水平均保持极高的稳定性。第四,生成变量推断的 Bootstrap 标准误校正。第(5)行结果显示,核心因果推断结论不受派生变量生成偏误的影响,具有统计稳健性。第五,不可观测遗漏变量的选择偏误检验。第(6)行以 *EXDIV* 为例计算的选择偏误边界值远高于权威文献所设定的临界值 1,表明不可观测的遗漏变量偏误对本文核心因果结论的影响极其有限。

五、机制与异质性分析

(一)研发倒逼驱动贸易地理格局重构的机制检验

为论证内部创新对外部市场表现的支撑作用,构建驱动机制公式如下:

$$Y_{it}=\beta_0+\beta_1 CATE_RD_{it}+\beta_2 M_{it}+\gamma M_{it}+\varepsilon_{it} \tag{9}$$

其中,Y_{it}是贸易地理格局重构的四个被解释变量;$CATE_RD_{it}$是由因果森林估计出的个体研发倒逼响应强度,通过因果森林估计,就得到在给定特征下贸易冲击对研发强度的边际处理效应,因而其本身就代表由于贸易冲击企业被迫额外增加的那部分研发投入强度;W_{it}代表包含 14 个高维引力与特征维度的控制变量向量;M_{it}为调节变量;γ 为相应的系数向量;ε_{it}为随机扰动项。

表 6　基准驱动机制检验

变量	(1) *EXDIV*	(2) *EXTSI*	(3) *IMDIV*	(4) *IMTSI*
$CATE_RD_{it}$	0.070	1.047***	-0.173	0.270
	(0.396)	(0.397)	(0.557)	(0.686)
截距项	0.973***	1.099***	0.056	2.473***
	(0.061)	(0.051)	(0.085)	(0.104)
控制变量	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是
产品固定效应	是	是	是	是
样本量	21283	21283	21283	21283

注:括号里的数值表示经过 500 次 Bootstrap 自助抽样校正后的标准误。下同。

表 6 列(2)的结果显示,研发倒逼效应对 *EXTSI* 的估计系数显著为正,证实冲击倒逼创新、创新驱动重构的内外联动路径在出口端具有极高的转化效率,体现了技术创新对稳定外循环订单基本盘的强力支撑作用。与出口规模转移的强显著性相比,列(1)、列(3)、列(4)显示,研发倒逼效应对 *EXDIV*、*IMDIV* 以及 *IMTSI* 的估计系数在全样本均值层面上均未达到统计显著水平。这一出口规模显著、广度与进口端不显著的分化结果,深刻反映中国高新技术产业在内外联动过程中面临的现实约束与产业链安全考量。从出口目的地多元化角度看,企业通过研发倒逼积累的技术红利,优先被用于在现有成熟替代市场中扩大出口规模,而非盲目跨越高门槛去拓展全新的边缘市场。从产业链安全的视角来看,内部研发投入向进

口替代或进口来源地分散的转化，需要经历底层技术突破、样品测试、本土供应链配套的漫长物理周期。因此，短期内部研发响应难以迅速转化为进口端地理格局的剧烈重组。

（二）基于因果森林的微观异质性分析

本文构建因果森林模型，通过非参数交叉拟合技术计算微观个体层面的条件平均处理效应，并提取特征变量对处理效应异质性的贡献度排序（结果未列示，留存备索）。产品复杂度指数以0.419的权重值显著高于其他变量，成为驱动研发倒逼效应中微观异质性最主要的因素。产业链中游位置的重要性位列第二，下游位置居第三位，两者在产业链位置维度上共同构成了第二层级的调节贡献。相比之下，ICT行业属性与ICT核心部件属性的重要性权重均接近于零。综上所述，产品复杂度是异质性处理效应的首要来源，产业链位置作为次一级的调节变量，仍能提供有效的结构性区分。

（三）技术能力、分工角色与战略安全的调节效应分析

1. 产品复杂度的非线性调节效应分析

本节进一步深入探讨在研发倒逼驱动贸易地理格局重构机制中，产品复杂度、产业链位置以及ICT核心部件属性在其中的调节效应。公式如下：

$$Y_{it}=\beta_0+\beta_1 CATE_RD_{it}+\beta_2 M_{it}+\beta_3(CATE_RD_{it}\times PCI_{it})+\gamma W_{it}+\varepsilon_{it} \quad (10)$$

其中，M_{it}为调节变量，在本节中代表PCI，在下节中代表ICT产品属性和产品产业链位置；其他变量与公式（9）相同。

经估计，产品复杂度对研发倒逼驱动贸易地理格局重构机制的调节作用并非简单的单调递增或递减关系，因而本文在模型中引入二次交互项 $CATE_RD_{it}\times PCI_{it}^2$。表7列（1）与列（3）二次交互项的估计系数显著为正，证实产品复杂度对出口目的地多元化与进口来源地多元化存在鲜明的正U型非线性调节效应，完美验证了假说H4a。与地理多元化维度的强U型特征不同，在列（2）与列（4）中，二次交互项对第三方出口与进口规模转移的影响并不显著。这表明规模维度的重构主要受产能流转与效率逻辑驱动，研发红利向规模转移的转化过程受产品复杂度的非线性门槛约束相对较弱。综上所述，研发倒逼驱动贸易地理格局重构的过程存在显著的技术能力阈值。产品复杂度通过构建先抑制、后促进的U型调节曲线，划定企业从低端灵活拓展向高端安全突破演进的非对称重构路径。

表7　产品复杂度（PCI）的非线性（U型）调节效应

变量	（1）*EXDIV*	（2）*EXTSI*	（3）*IMDIV*	（4）*IMTSI*
$CATE_RD_{it}$	0.408	0.794	−0.098	0.336
	（0.554）	（0.576）	（0.786）	（0.974）
PCI_{it}	0.032***	−0.018***	0.076***	0.002
	（0.004）	（0.004）	（0.007）	（0.009）
PCI_{it}^2	−0.040***	0.010***	−0.066***	−0.025***
	（0.004）	（0.003）	（0.005）	（0.008）
$CATE_RD_{it}\times PCI_{it}$	−1.361***	0.492	−3.224***	1.359
	（0.514）	（0.466）	（0.785）	（1.034）
$CATE_RD_{it}\times PCI_{it}^2$	2.531***	−0.551	4.918***	1.132
	（0.468）	（0.373）	（0.698）	（0.972）
截距项	1.092***	1.067***	0.246***	2.550***
	（0.060）	（0.052）	（0.086）	（0.106）
控制变量	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是
产品固定效应	是	是	是	是
样本量	21283	21283	21283	21283

2. 产业链位置的非对称调节效应分析

本节进一步考察产品所处的产业链位置如何深刻调节研发倒逼驱动贸易地理重构的传导机制。表8汇报了以上游环节为基准参照组、引入产业链位置与个体研发倒逼效应交互项的回归估计结果。基于表8模型计算出的各产业链环节在四项贸易地理格局重构表现变量上的全边际效应（结果未列示，留存备索）。实证结果清晰地揭示出中游与下游环节在效率与安全双重逻辑下的非对称重构战略，高度验证了理论假说H4b。

在中游环节，$CATE_RD_{it}\times Midstream$ 对 *EXDIV* 和 *IMTSI* 的调节系数均显著为正。中游环节在 *EXDIV* 与 *IMTSI* 上的边际影响均保持正向。这表明在出口端，生产率的跃升赋予中游企业跨越海外固定进入成本的能力，驱动其积极开拓全

表8　产业链位置的调节效应

变量	（1）*EXDIV*	（2）*EXTSI*	（3）*IMDIV*	（4）*IMTSI*
$CATE_RD_{it}$	−2.053*	−0.138	0.166	−4.936**
	（1.193）	（1.260）	（1.724）	（2.089）
Midstream	0.013***	0.002	−0.001	−0.015
	（0.006）	（0.006）	（0.009）	（0.011）
Downstream	0.047***	−0.089***	0.033	0.038
	（0.013）	（0.017）	（0.025）	（0.024）
$CATE_RD_{it}\times$ *Midstream*	2.537**	1.092	0.060	6.164***
	（1.263）	（1.306）	（1.807）	（2.232）
$CATE_RD_{it}\times$ *Downstream*	−1.114	8.830***	−13.414***	−1.068
	（2.365）	（2.813）	（4.026）	（4.189）
截距项	0.982***	1.103***	0.056	2.494***
	（0.061）	（0.051）	（0.086）	（0.104）
控制变量	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是
产品固定效应	是	是	是	是
样本量	21283	21283	21283	21283

新的出口目的地,以多元化市场平滑外部需求波动;在进口端,中游企业凭借提升的消化吸收能力,在现有的非受限制海外供应商网络中大幅增加中间品采购份额。中游环节通过拓展出口广度与扩大进口规模转移的双向重构,成功将研发红利转化为外向的规模固盘,展现出鲜明的效率主导型重构特征。

在下游环节,$CATE_RD_{it} \times Downstream$ 对 *EXTSI* 的估计系数显著为正,而对 *IMDIV* 的估计系数显著为负。一方面,在极端安全约束下,下游企业放弃盲目拓展全新进口来源国的幻想,将有限的研发倒逼高度集中于核心零部件的本土化深度替代以及少数极度安全供应商的深度锁定。另一方面,为了消化研发攻坚带来的高额沉没成本并维持必要的现金流,下游企业利用创新形成的产品不可替代性,将出口产能大规模、高强度地转移至替代市场。

3. ICT 属性与核心部件的战略安全调节效应分析

本节进一步将分析视角聚焦处于大国技术博弈与供应链封锁最前沿的特殊领域——ICT 产业。就 ICT 行业属性而言,表 9 列(1)、列(3)、列(7)结果显示,交互项 $CATE_RD_{it} \times ICT_{it}$ 对 *EXDIV* 和 *EXTSI* 的估计系数显著为负,而对 *IMTSI* 的估计系数显著为正。这一组合刻画了 ICT 产品在贸易摩擦下的重构重心向内偏转特征。当将分析进一步聚焦 ICT 核心部件时,实证结果展现出与普通 ICT 产品截然不同的极端结构性分化。表 9 列(2)与列(4)显示,交互项 $CATE_RD_{it} \times ICT_C_{it}$ 对 *EXDIV* 的系数显著为负,而对 *EXTSI* 的系数则显著为正,这反映 ICT 核心部件企业在极端脱钩断链威胁下的生存逻辑。一方面,ICT 核心部件是大国博弈与实体清单制裁的直接焦点。对于这类具有极强战略敏感性的产品,盲目开拓全新的海外出口目的地不仅面临难以逾越的地缘政治阻碍,还可能引发进一步的外部制裁风险。因此,企业理性地实施收缩广度策略,将研发倒逼红利从高风险的多元化拓展中撤回。另一方面,为消化核心技术攻关所付出的高额沉没成本并维持必要的现金流流转,企业通过大幅转移出口规模,以规模经济支持进一步创新。此外,列(6)与列(8)中 $CATE_RD_{it} \times ICT_C_{it}$ 在 *IMDIV* 和 *IMTSI* 方面均未达到统计显著水平。这表明在极端垄断的全球核心部件市场,短期内单靠内部研发难以迅速改变进口来源格局,假说 H4c 得到验证。

表 9　ICT 产品属性与核心部件的调节效应

变量	*EXDIV*		*EXTSI*		*IMDIV*		*IMTSI*	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
$CATE_RD_{it}$	0.113	0.190	1.123***	0.965**	−0.182	−0.160	0.125	0.310
	(0.397)	(0.395)	(0.398)	(0.398)	(0.558)	(0.557)	(0.668)	(0.686)
$CATE_RD_{it} \times ICT_{it}$	−3.373***		−1.667*		0.131		5.008***	
	(0.788)		(0.991)		(1.247)		(1.454)	
$CATE_RD_{it} \times ICT_C_{it}$		−16.409***		8.770***		−1.529		−1.530
		(1.674)		(1.607)		(2.033)		(2.808)
截距项	0.961***	0.971***	1.112***	1.120***	0.054	0.053	2.463***	2.445***
	(0.060)	(0.057)	(0.051)	(0.052)	(0.085)	(0.085)	(0.104)	(0.103)
控制变量	是	是	是	是	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是
产品固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是
样本量	21283	21283	21283	21283	21283	21283	21283	21283

六、结论与政策启示

本文围绕统筹效率与安全的核心理论逻辑,系统研究了贸易冲击下我国高新技术产业研发倒逼驱动贸易地理格局重构的传导机制,并识别其中蕴含的非对称特征。本文主要得到以下结论:第一,贸易冲击引致出口与进口两端非对称的贸易地理格局重构。在出口端,外部关税壁垒作为外生抬升的冰山交易成本,显著驱动企业向无贸易摩擦的替代市场进行出口规模转移,并积极扩展目的地广度以实现出口市场多元化。在进口端,呈现出强烈的来源地调整刚性,企业主要在现有安全海外网络中扩大采购份额,表现为进口规模的适应性转移。第二,贸易冲击对高新技术产业存在显著的研发倒逼效应。第三,研发倒逼效应是驱动贸易地理格局重构的关键。内部研发投入强度的提升,强力驱动出口规模向替代市场的深度转移。然而,在全样本平均意义上,研发倒逼向进出口多元化的转化并不显著,表明机制的发挥深受微观多维属性的异质性约束。第四,能力、角色、安全的三维属性划定了非对称重构战略的调节边界。在技术能力维度,产品复杂度对进出口多元化呈现鲜明的 U 型非线

性调节效应,低复杂度产品依赖低门槛拓展多元化,高复杂度产品依靠高技术护城河跨越壁垒突破多元化,而中等复杂度产品则陷入两难陷阱。在分工角色维度,中游环节顺应效率逻辑,驱动出口广度拓展与进口规模转移;下游终端及核心部件环节受安全逻辑主导,主动收缩进口多元化战线,扩大出口转移规模,将创新势能集中于底层技术的内生深度替代。在战略安全维度,ICT 产品总体表现为进口规模替代、出口多元化受阻;而 ICT 核心部件企业则极度收缩出口目的地多元化,将升级后的核心产能大规模出口转移至安全替代市场。

本文的实证研究表明,面对贸易冲击,我国高新技术产业并非被动收缩,而是通过内部研发倒逼与贸易地理格局非对称重构实现在统筹效率与安全中维护产业链安全。针对实证揭示的中等复杂度产品两难陷阱、中下游产业链角色分化以及 ICT 核心部件战略收缩与规模集中等结构性特征,本文提出以下政策建议:第一,精准支持内部研发倒逼,消除中等复杂度产品技术两难陷阱。一方面,实施差异化的产业技术创新政策。对于处于 U 型曲线底部的中等复杂度高技术产品,专项财税政策与产业基金应重点资助其中游工艺改进与标准兼容性研发,帮助企业跨越技术转换的沉没成本,摆脱既无成本优势又无垄断壁垒的困境。另一方面,强化高复杂度领域的攻坚配套。对于跨越高技术门槛的产品,应通过国家自然科学基金与重大科技专项,提供耐心资本支持,帮助企业跨越底层技术攻坚的“死亡谷”,将防御型安全溢价转化为具有全球竞争力的创新产品,进而跨越发达市场的严苛壁垒。第二,依托产业链节点角色分化,实施效率与安全协同的非对称引导。对中游制造环节,侧重效率导向的全球化固盘。支持中游模块集成与高加工度企业开展海外协同研发与降本增效,引导其将工艺升级红利转化为外向的市场拓展与产能流转,维持我国高新技术产业在国际分工体系中的规模经济优势。对下游终端环节,侧重安全导向的深度替代攻坚。鉴于下游企业极高的资产专用性与断链风险,政策应建立首台重大技术装备与首批次关键基础材料的保险补偿与应用试点机制,降低下游企业应用国产替代零部件的试错成本与契约风险。同时,引导下游龙头企业牵头组建创新联合体,对上游与中游关键短板实施定向补链强链,打通核心技术深度替代的堵点。第三,筑牢战略核心部件安全防线,引导极端风险领域的合规与避险重配。一方面,构筑战略核心部件的底层自主可控防线。对于处于实体清单与制裁焦点的 ICT 核心部件,应发挥新型举国体制优势,集中国家战略科技力量推进底层关键技术的国产化全链条配套,确保在极端技术脱钩情境下的供应链底线安全。另一方面,搭建战略敏感产品的安全贸易绿色通道。外交与经贸部门应加强与政治互信度高、地缘风险较低的区域开展双边与多边高端产业对接,建立高技术产品的合规贸易保护廊道与结算体系,引导企业将升级后的核心产能精准、合规地向安全替代市场重配,平滑地缘政治冲击对我国高新技术产业链的断链风险。

参考文献:

[1]Huang K G,Jia N,Ge Y. Forced to innovate? Consequences of United States' anti-dumping sanctions on innovations of Chinese exporters[J]. Research Policy,2024,53(1):104899.

[2]孟宁,马野青,阮永嘉. 贸易摩擦会阻碍企业的出口产品创新吗? ——基于反倾销视角的研究[J]. 南京社会科学,2020(11):24-32.

[3]魏明海,刘秀梅. 贸易环境不确定性与企业创新——来自中国上市公司的经验证据[J]. 南开管理评论,2021(5):16-27.

[4]李双杰,李众宜,张鹏杨. 对华反倾销如何影响中国企业创新? [J]. 世界经济研究,2020(2):106-120+137.

[5]丁浩员,董文娟,余心玎. 贸易政策冲击下的跨国供应链断裂与重构研究[J]. 经济研究,2024(8):95-113.

[6]Jiao Y,Liu Z,Tian Z,et al. The impacts of the US trade war on Chinese exporters[J]. Review of Economics and Statistics,2024,106(6):1576-1587.

[7]Bown P. The 2018 US-China Trade Conflict After Forty Years of Special Protection[J]. China Economic Journal,2019,12(2):109-136.

[8]杨勇,胡渊. 逻辑、策略与影响:安全化理论视角下的美国“去中国化”产业链重塑[J]. 当代亚太,2025(2):31-59+171-172.

[9]黄庆华,潘婷. 全球产业链重构背景下保障中国产业链供应链安全稳定的核心逻辑与政策取向[J]. 改革,2025(4):87-100.

[10]Cui V,Vertinsky I,Wang Y,et al. Decoupling in international business:The 'new' vulnerability of globalization and MNEs' response strategies:Victor Cui et al[J]. Journal of International Business Studies,2023,54(8):1562-1576.

[11]Melitz M. The impact of trade on intra-industry reallocations and aggregate industry productivity[J]. Econometrica,2023,71(6):1695-1725.

[12]Grossman G M.,Helpman E,Lhuillier H. Supply Chain Resilience:Should Policy Promote Diversification or Reshoring? [J]. Journal of Political Economy,2023,131(12):3462-3496.

[13]Xu X,Mao L,Zhang M. Geopolitical Decoupling and Strategic Export Reallocation:Evidence from China's 'Made in China 2025' Sectors during the 2018-2019 US-China Trade War[J]. Open Economies Review,2026,37(2):377-407.

[14]冯宗宪,向洪金. 欧美对华反倾销措施的贸易效应:理论与经验研究[J]. 世界经济,2010(3):31-55.

[15]Chaney T. Distorted gravity:the intensive and extensive margins of international trade[J]. American economic review,2008,98(4):1707-1721.

[16]Antràs P,Chor D. Organizing the global value chain[J]. Econometrica,2013,81(6):2127-2204.

[17]王超男,魏浩. 中间品进口市场转换提升企业出口韧性[J]. 经济科学,2026(1):88 - 109.
[18]Dixit A K,Pindyck R S. Investment under uncertainty[M]. Princeton:Princeton university press,1994.
[19]郎昆,李新成. 贸易政策不确定性是否倒逼中国企业创新[J]. 国际贸易问题,2024(1):87 - 104.
[20]Acemoglu D. Directed technical change[J]. The review of economic studies,2002,69(4):781 - 809.
[21]闫俊周,郭婧羽,杨祎. 我国未来产业培育的政策支持机制研究[J]. 科学管理研究,2025(4):70 - 79.
[22]Bustos P. Trade liberalization,exports,and technology upgrading:Evidence on the impact of MERCOSUR on Argentinian firms[J]. American economic review,2011,101(1):304 - 340.
[23]Kugler M,Verhoogen E. Prices,plant size,and product quality[J]. The Review of Economic Studies,2012,79(1):307 - 339.
[24]Kee H L,Tang H. Domestic value added in exports:Theory and firm evidence from China[J]. American economic review,2016,106(6):1402 - 1436.
[25]Hidalgo C A,Hausmann R. The building blocks of economic complexity[J]. Proceedings of the national academy of sciences,2009,106(26):10570 - 10575.
[26]Farrell H,Newman A L. Weaponized interdependence:How global economic networks shape state coercion[J]. International security,2019,44(1):42 - 79.
[27]沈国兵,王译平. 美国供应链重塑与中国外贸产业链供应链韧性[J]. 华东师范大学学报(哲学社会科学版),2024(4):155 - 177 + 182.
[28]Carrere C,De Melo J,Wilson J. The distance puzzle and low - income countries:an update[J]. Journal of Economic Surveys,2013,27(4):717 - 742.
[29]沈国兵,徐源晗. 产品知识产权保护与中国产业链供应链来源地多元化[J]. 国际贸易问题,2023(2):20 - 38.
[30]Chernozhukov V,Chetverikov D,Demirer M,et al. Double/debiased machine learning for treatment and structural parameters[J]. The Econometrics Journal,2018,21(1):1 - 68
[31]李国泉,蔡方. 依靠全面深化改革构建新型生产关系的依据、机理与路径[J]. 江西财经大学学报,2025(1):12 - 22.
[32]宋歌. 发达国家职业教育与产业发展的契合经验及时我国的启示——以德国、美国为例[J]. 职教发展研究,2024(2):100 - 107.
[33]杨群,张良悦. 通用技术互补性创新与产业体系的迭代更替[J]. 税务与经济,2026(3):92 - 100.
[34]Wager S,Athey S. Estimation and inference of heterogeneous treatment effects using random forests[J]. Journal of the American Statistical Association,2018,113(523):1228 - 1242.

[责任编辑:杨志辉]

Trade Shocks, Induced R&D, and the Reconfiguration of Trade Geography in High-Tech Industries: Empirical Evidence of Double Machine Learning under the Industrial Chain Security Perspective

ZHOU Xinhong[1], YU Hong[2]

(1. School of Public Affairs, Xiamen University, Xiamen 361000, China;
2. School of Finance and Economics, Jimei University, Xiamen 361021, China)

Abstract: Against the backdrop of intertwined great power competition and anti-globalization, clarifying the transmission channels among external trade shocks, induced innovation, and the reconfiguration of trade geography of high-tech industries is a key issue in balancing development and security. Based on micro-level customs trade data, this paper conducts empirical tests using Double Machine Learning (DML) and Causal Forest algorithms. The findings reveal that: (1) Trade shocks significantly induce the structural reconfiguration of trade geography in high-tech industries, characterized by a two-way adjustment of scale transfer and breadth expansion on the export side, alongside a rigid feature on the import side where scale adaptation occurs but sourcing adjustments are constrained. (2) Trade shocks significantly stimulate a defensive induced R&D effect within firms. This effect acts as the core pivot driving the relocation of export scale toward alternative markets and effectively bridges the causal chain from technological innovation to external market reconfiguration. (3) Product complexity exerts a significant U-shaped non-linear moderating effect—initially suppressing and subsequently promoting—in the process of translating induced R&D into import and export diversification. (4) Value chain positions and strategic security attributes drive an asymmetric divergence in firms' reconstruction strategies. Midstream segments follow an efficiency-oriented logic to expand global trade boundaries, whereas downstream segments and core ICT component firms, facing extreme threats of supply chain decoupling, adhere to a security-oriented logic. They adopt extreme tail-risk hedging and deep domestic substitution strategies, characterized by a strategic contraction of the export extensive margin and a concentrated relocation of export scale. These findings provide micro-empirical evidence for China's high-tech industries to build resilient supply chain networks and formulate differentiated security defense policies.

Key Words: trade shocks; induced R&D; trade geography; asymmetric restructuring; industrial chain; technological innovation; high-tech industries