

参赛学生姓名：徐轩漪

中学：杭州英特外国语学校

省份：浙江

国家/地区：中国

指导老师姓名：张俊美

指导老师单位：浙江工业大学全球浙商发展
研究院

论文题目：出口管制如何重塑跨国知识网络？来自中美专利合作的证据

出口管制如何重塑跨国知识网络？来自中美专利合作的证据

徐轩漪¹，张俊美²

(1.杭州英特外国语学校；2.浙江工业大学)

摘要：跨国知识合作网络是发展中国家吸收全球前沿技术溢出与实现技术追赶的重要渠道。本文基于 2012—2023 年中国 A 股上市公司与谷歌全球专利微观匹配数据，以美国出口管制清单为外生冲击，实证评估了高科技制裁对微观企业跨国知识网络嵌入的重塑机制与经济效应。研究表明：（1）被列入出口管制清单显著诱发了中国企业知识网络中“美国节点”的萎缩，且该负向冲击在经历多维稳健性检验后依然成立。（2）机制分析表明，出口管制通过“外部关系型资产剥离”与“内生战略收缩”的双重路径发挥作用，即管制政策阻断了以隐性知识共享为核心的对美战略合作伙伴关系，同时推升了企业的风险感知并倒逼其强化技术自立自强的内向化研发决心。（3）异质性分析显示，高创新能力企业遭受的靶向冲击更强，而处于高合作多样性创新生态城市中的企业展现出更强烈的本土承接与替代效应。（4）拓展检验揭示跨国知识网络呈现“系统性冷却与本土内向化”而非“第三国转移”的重构格局。进一步的经济后果评估证实，对美知识网络脱钩显著抑制了企业的总体创新产出与海外专利布局，尤其降低了海外高价值专利的网络中心度。本文为统筹推进科技自立自强与高水平对外开放提供了微观层面的理论支撑与政策启示。

关键词：出口管制；知识网络重塑；跨国专利合作；对美技术依赖；收缩内向化

目录

一、引言	3
二、制度背景与理论分析	5
(一) 制度背景	5
(二) 理论分析	6
三、研究设计与数据说明	10
(一) 模型设定	10
(二) 变量定义	10
(三) 数据来源与样本	11
(四) 特征事实：出口管制、中美脱钩与本土研发转向	12
四、实证结果与分析	13
(一) 基准回归结果	13
(二) 平行趋势与动态效应	14
(三) 稳健性检验	15
五、机制检验	17
(一) 对美关系型资产的剥离效应	17
(二) 企业的战略收缩效应	18
六、异质性分析	18
(一) 企业创新能力的调节效应	19
(二) 城市创新合作生态的替代效应	19
七、进一步研究	20
(一) 知识网络的重构方向：第三国转移还是本土内向化	20
(二) 对美知识网络嵌入的创新赋能与经济后果	22
八、结论与政策启示	23
参考文献	25
致谢	28

一、引言

创新是塑造大国长期竞争优势与发展位势的关键驱动力，而跨境知识合作则是维系全球创新网络动态运转的重要纽带。在深度的全球化浪潮中，贸易自由化、资本跨境流动与研发国际化相互交织，驱动创新要素以前所未有的广度与速度跨国扩散。后发经济体依托“引进、消化、吸收与再创新”的技术追赶路径，与先发国家展开深度技术协同，逐步形成了以跨国专利合作、联合研发和科研人才流动为支撑的跨国知识合作网络。中美两国在此过程中更自发演进“美国供给前沿知识—中国提供应用场景与工程化能力”的高效互补格局，中美专利合作成为中国企业接入全球前沿知识网络核心层的关键通道。

然而，2018年以来，随着大国战略竞争由一般经贸摩擦向底层关键技术领域深度蔓延，维系全球跨国知识合作网络的制度基础正经历深刻的地缘政治重构。以美国出台《出口管制改革法案》（ECRA）及频繁修订《出口管理条例》（EAR）为标志，出口管制已由传统的多边防扩散机制，演变为先发大国对后发追赶国实施技术遏制与规则威慑的战略工具。随着越来越多的中国高科技企业、高校及科研机构被列入美国商务部工业与安全局（BIS）的“实体清单”（Entity List），人工智能、先进半导体、量子信息与航空航天等核心领域被构筑起“小院高墙”式的技术壁垒。这不仅使关键设备与零部件的跨国采购通道受阻，更使跨国联合研发与技术交流面临前所未有的合规审查与法律风险。

在此背景下，一个关乎国家科技安全与企业创新的核心问题亟待回答：在美国出口管制这一外生制度冲击下，中国微观企业是否呈现出对美知识网络脱钩的趋势？进一步地，这种脱钩究竟是通过何种微观机制实现的？被压缩的跨国研发联结是否会顺沿“第三国转移”，还是加速向本土回撤？这种知识脱钩之势又对企业的技术创新造成了怎样的实质性后果？对这些问题的回答，不仅关乎对出口管制经济后果的理论研判，更直接关乎中国在推进“科技自立自强”与“高水平对外开放”之间的战略权衡。

与本文相关的文献可归为两类。第一类文献聚焦于经济制裁与出口管制的微观经济效应。早期关于单边制裁与长臂管辖的研究多集中于贸易流向、跨国直接投资（FDI）与金融市场波动（Fan et al., 2026; 首陈霄和谈振林, 2024; Huang et al., 2025）。近年来，随着中美科技博弈升级，学术界开始深入考察出口管制对微观企业行为的深远冲击。现有研究主要证实了出口管制对受制裁企业供应链稳定性（Crosignani et al., 2026）、研发投入强度与全要素生产率（朱希伟和孟叶, 2023; Han et al., 2024）的抑制效应，并探讨了科技封锁对企业创新策略的扭曲或倒逼效应（Shen et al., 2024; Kang et al., 2025; He and Lyu, 2025; 蔡伟毅等, 2026）。然而，既有文献大多将出口管制简化为一般性的“进口贸易壁垒”或“供应链断供”，往往聚焦于零部件等实物贸易的阻断，或仅关注企业单一维度的专利产出变动，较少深入探究管制政策对无形知识要素跨境流动与微观组织间协同研发生态的深层破坏力。

第二类文献探讨了跨国知识流动、技术溢出与全球知识网络演化。经典文献强调，前沿知识尤其是隐性知识难以编码、难以远距离无成本转移，具有高度的空间粘性与专用性（Audretsch and Feldman, 1996），其跨境溢出并非伴随产品贸易自动发生，而是高度依赖于研发人员跨国流动与组织间深度研发协同等微观载体（Branstetter et al., 2014; Kerr and Kerr, 2018）。在各类跨境知识流动载体中，合作研发是知识交互与整合程度最为深入的形式之一。开放式创新理论指出，企业通过跨越组织边界的研发合作获取互补性资源、分散创新风险并加速技术商业化（Laursen and Salter, 2006），但也受制于外部搜索成本与“开放悖论的约束”（应瑛等, 2018; 杨震宁和赵红, 2020）。作为反映深度知识互动与正式契约安排的制度化产物，合作研发所形成的联合申请专利被广泛用作刻画知识跨境流动与研发协同网络的直接度量（Chen et al., 2019; 刘洪愧等, 2025）。然而，现有关于全球知识网络演化的文献多基于“市场化自由流动”假定，考察地理与制度距离、技术互补性及文化差异等引力法则对知识网络结构的影响（Montobbio and Sterzi, 2013; 冷萱和何佳鑫, 2025; Liu et al., 2026），对于极端地缘政治冲击与长臂管辖制度壁垒如何外生撕裂既有跨国知识网络的经验证据仍相对匮乏。

与现有研究不同，本文利用 2012—2023 年中国 A 股上市公司与谷歌全球专利数据库的微观匹配样本，将美国商务部“实体清单”制裁作为外生准自然实验，系统评估了出口管制对中国企业跨国知识网络重塑的多维影响及其经济后果。研究发现，被列入出口管制清单显著降低了企业跨国专利合作中的对美合作比重，即诱发了知识网络中“美国节点”的显著萎缩，在进行了多维度的稳健性检验后结论依然稳健。机制检验发现，出口管制的作用呈现“被动切断”与“主动调适”的共振特征。政策精准剥离了以隐性知识共享与高阶协同为核心的对美战略合作伙伴关系（外部关系型资产剥离）；同时推升了企业的合规风险感知，倒逼企业将战略重心转向核心技术自主攻关与内向化研发（企业战略收缩效应）。异质性研究显示，微观创新能力越强的企业，受到的靶向封锁与脱钩冲击越剧烈；而中观层面，企业所在城市的创新合作生态越优质，其对美知识网络嵌入下降幅度更大，证实了多元化本土创新生态在承接外部技术断供、降低国内搜寻匹配成本中的强大替代与承接功能。空间重构研究表明，跨国知识网络呈现“系统性冷却与本土内向化”而非“第三国转移”的重构格局，受限企业并未将合作平移至欧洲、日韩等第三方经济体，而是伴随着纯国内合作占比的大幅跃升。最后，经济后果分析证实，对美知识网络脱钩显著降低了企业的总体创新规模与海外专利布局，尤其损害了海外高价值专利的质量。

本文的边际贡献主要体现在以下几个方面。首先，研究视角由出口管制下的“实物供应链网络断裂”深化至“无形知识网络解构”。不同于以往文献多关注出口管制对供应链或创新产出的影响，本文首次将视角聚焦于微观企业的跨国知识网络嵌入与专利研发协同。通过精确刻画微观企业跨国专利合作的对美脱钩与国别结构演进，拓展了地缘政治经济学

在微观知识创造领域的研究边界。其次，本文创新性地打破了单一“受害者”或“政策阻断”视角，揭示了出口管制的复合影响路径。一方面，利用 FactSet 供应链数据证实制裁显著地切断了依赖高阶隐性知识共享的“战略合作伙伴”等关系型资产；另一方面，基于 NLP 文本分析识别出企业“风险感知”与“技术本土化”战略内向收缩的主动规避行为，实现了外部制度威慑与内部行为调适的有机统一。此外，本文还进一步检验了受制裁企业跨国知识网络的地理重构方向。与一般贸易摩擦诱发的“第三国转移”不同，本文发现出口管制导致了跨国知识联结的“系统性冷却与本土内向化”。最后，评估了知识脱钩对海外高价值专利的实质性福利损失，并发现对美知识脱钩显著抑制了企业的总创新产出、海外专利布局规模与海外专利质量。

本文余下部分的结构安排如下：第二部分为制度背景与理论假说；第三部分为研究设计与数据说明；第四部分为基准回归结果与多维稳健性检验；第五部分从“关系型资产剥离”与“企业战略收缩”两个视角展开微观机制检验；第六部分为异质性分析；第七部分为拓展研究，检验知识网络重构的国别流向及最终创新经济后果；最后一部分为结论与政策启示。

二、制度背景与理论分析

（一）制度背景

美国出口管制制度起源于 1949 年《出口管制法》及冷战时期的巴黎统筹委员会（CoCom），其核心初衷在于对社会主义阵营实施多边技术封锁；冷战结束后成立的《瓦森纳协定》（1996 年）虽取代巴统，但中国仍被列为重点受限对象。中美建交初期，双边科技合作遵循市场化技术溢出与要素互补逻辑，美方曾给予中国相对宽松的技术准入待遇。然而，2018 年以来，随着大国博弈由表层贸易摩擦向底层核心技术体系纵深演进，美国对华技术出口管制经历了由“点状防御”向“链式围堵”再到“动态规制”的系统性升级，异化为以“小院高墙”为核心表征的战略遏制体系。梳理这一演进脉络，主要呈现出以下三个递进发展阶段。

第一阶段（2018—2020 年）：战略转向与基于实体清单的“精准定点打击”。特朗普政府在《国家安全战略报告》中将中国确立为“战略竞争对手”，确立了以遏制中国高科技产业升级为核心的技术封锁路线。2018 年 8 月，美国通过《出口管制改革法案》（ECRA），正式将对华高技术封锁上升为法定国家安全战略。同月，美商务部工业与安全局（BIS）将 44 家中国军工与高科技实体列入“实体清单”。此后，以 2019 年 5 月将华为技术有限公司及其 70 余家关联附属机构列入清单为转折点，管制对象由军工复合体向新一代信息技术与人工智能等前沿高科技企业扩散。美方通过多次修改《出口管理条例》（EAR）中的“外国直接产品规则”（FDPR），将其法定管辖权由美国本土物项强行延伸

至境外生产但在研发、设计或制造阶段使用了美国受控软件或技术的产品，实质性切断了中国受限企业获取全球先进制程芯片与 EDA 工业软件的供应链与联合研发通道。同期，配合 2018 年《外国投资风险审查现代化法案》（FIRRMA）对美国外国投资委员会（CFIUS）管辖权的扩张，非控股投资与关键前沿技术合作被全面纳入国家安全审查，封堵了中国企业通过跨境并购、合资研发与技术授权获取美方前沿技术溢出的可能路径。

第二阶段（2021—2024 年）：全链条围堵与系统性半导体管制体系的成型。拜登政府上台后，对华科技限制策略由前期的“单点突破”转变为“全产业链封锁”，力图实现从底层基础工具、核心设备到高端算力芯片的系统性技术脱钩。2022 年 9 月，美国国家安全顾问沙利文明确提出颠覆性的“相对领先”竞争手段，主张在关键战略技术领域由过去领先竞争对手几代的“滑动标尺”（Sliding Scale）策略转向维持“尽可能大的绝对领先优势”。同年 8 月出台的《芯片与科学法案》，设立了严苛的“中国护栏”条款，明令禁止获补贴企业在华进行先进制程产能扩张，并全面禁止其与受关注外国实体开展涉及关键国家安全的联合研究与专利许可。2022 年 10 月 7 日，BIS 发布划时代的全面对华半导体出口管制新规，进一步创设了超级计算机 FDPR 与实体清单 FDPR，甚至前所未有地限制“美国人”（包含美籍公民与永久居民）在无许可情况下支持中国先进芯片研发与制造活动。截至 2025 年初，涉华实体清单已扩容至近千家，覆盖 129 家顶级科研院所、9 所重点高校以及 798 家代表性高科技企业，形成了对中国前沿研发主体的立体封锁网。

第三阶段（2025 年至今）：安全与商业利益博弈下的动态规制与策略微调。特朗普第二任期执政后，面临跨国半导体企业（如英伟达）巨大的商业利益诉求与本土高通胀压力，在全面封锁与商业利益之间展开动态博弈。政策在取消前任“人工智能扩散框架”的同时，并于 2026 年 1 月将部分高算力芯片由“推定拒绝”调整为“个案审查”，局部批准特定互联网头部企业的采购许可。这种动态规制政策的相机调整，进一步加剧了跨国技术合作的制度不确定性与预期波动。

（二）理论分析

1. 专用性投资、合规约束与网络断裂：对美关系型资产剥离效应

微观企业嵌入跨国知识网络，不仅依附于商品与中间品的物理流动，更深层植根于跨国组织间在长期互动中沉淀的“关系型资产”（Benguria and Saffie, 2024）。这类资产涵盖了双方高额的关系专用性投资、互补性研发分工、制度信任以及隐性知识沟通渠道（Kogut and Zander, 2008；龙小宁等，2023）。根据契约属性与知识承载形态的差异，本文将企业的对美关系型资产解构为两类异质性通道：一是承载隐性知识双向协同的“战略合作伙伴关系”；二是承载显性物化技术流动的“供应链买卖关系”。当外部出口管制作为强制性制度壁垒介入时，将通过法律合规约束与预防性违约预期，对上述两类关系型资产产生深层的剥离效应，进而驱动跨国知识网络中“美国节点”的萎缩。

跨国专利联合研发的本质，是合作双方围绕互补性技术开展的专用性联合投资，极度依赖于持续的技术交底、源代码与实验数据共享以及研发人员的密集往来（冷萱和何佳鑫，2025；Liu et al., 2026）。美国《出口管理条例》不仅规制实物出口，更通过“视同出口”规则将受控技术向中国研发人员的口头交流、技术文档披露及联合实验均界定为受管制的出口行为（刘斌和李秋静，2023）。一旦中国企业被列入实体清单，任何形式的底层知识交互均面临严苛的许可证审查与高额法律处罚风险。战略合作伙伴关系依赖于高度不可逆的专用性投资与制度信任（Dyer and Singh, 1998）。在面临管制长期化与合规不确定性时，美方科研主体为规避连带处罚风险，其微观最优决策必然是缩减乃至单方终止与受限企业的研发合作（Cao et al., 2024）。这种深层协同网络的断裂，直接掐断了中国企业吸收美方高阶隐性知识与前沿溢出的核心通道。与此同时，供应链买卖关系构成了显性知识以物化技术（高端零部件、EDA 软件与精密仪器）形式跨境流动的传统纽带（曲如晓等，2025；郑世林和张容嘉，2025）。实体清单的禁运指令直接限制了美方上游供应商向被制裁企业供货，迫使供应商终止商业往来（韩超等，2026）。由于高科技产业的创新高度依赖于“供应商—客户”之间的联合设计与软硬件适配，供应链断裂不仅截断了物化技术的显性输入，更可能同步瓦解依附于产业链上下游的工程化协同研发机会（Jiang et al., 2023；He and Lyu, 2025）。综上所述，出口管制通过严苛的法律威慑与合规风险，剥离了中国企业的对美关系型资产。美方合作主体的合规避险与预防性退出，直接压缩了双方联合申请专利的空间，导致中国企业跨国知识网络中的“美国节点”显著收缩。

假说 1：美国出口管制通过合规约束与风险阻断，显著剥离了中国企业对美的战略合作伙伴关系与供应链关系，诱发企业知识网络中的“美国节点”收缩，导致跨国专利合作中的对美合作占比显著下降。

2. 风险感知、寒蝉效应与主动去风险：企业的战略收缩效应

跨国知识网络的解构绝非仅仅源于美方主体的外部单向阻断，更深深植根于中国企业在面对地缘政治威胁时，企业内部“认知过滤—战略转向—资源再配置”的内生调适逻辑。如果仅聚焦于外部网络的“被动切断”，不仅会忽略企业作为理性经济人在遭受制度性冲击时的能动选择，更难以完整解释企业跨国合作行为的动态调整。事实上，出口管制的确定性与长臂管辖的弥散性威慑，使外部制裁演化成为一种悬于所有涉外创新主体头顶的系统性风险。这种制度冲击通过以下三个递进维度，驱动微观企业主动实施“去风险”与战略收缩。

首先是认知维度，合规寒蝉效应与风险感知将显著上升。外部客观制度环境的变动并不会直接线性映射为企业的战略行为，而是必须首先经过企业的“认知过滤”被识别并解释为重大威胁。实体清单的高动态性与管辖边界的模糊性，极大地推升了微观企业涉外创新的合规成本与政治风险（蔡伟毅等，2026；刘灿雷等，2025）。一旦跨国联合研发被美

方监管机构认定涉及受控技术，企业将面临极为严苛的供应链熔断与连带金融制裁（魏龙等，2025）。其次，被列入清单（或潜在的制裁威胁）向企业管理层释放了创新链极度脆弱的警示信号，引发了强烈的“合规寒蝉效应”（Vandenbussche and Zanardi, 2010）。这种弥散性风险感知的上升，促使管理层在战略决策中主动降低对美技术合作的收益期望值，构筑起防范外部技术脱钩的内向化心理防线。从战略维度，在强烈的风险感知驱动下，企业维持既有跨国知识嵌入的“风险—收益结构”发生了根本性逆转：继续维系高阶对美合作所获取的边际知识溢出，已无法对冲潜在的断供风险与高昂的跨国协调或法律合规成本（蔡伟毅等，2026；郑世林和张容嘉，2025）。面对外部知识网络的脆弱性暴露，企业必然重塑其发展叙事，将战略重心从过去的“全球技术网络嵌入与外部吸收”转向“核心技术自主可控与自立自强”（王康等，2025）。三是资源配置维度，微观企业的研发资本、高阶人才与组织精力具有高度的稀缺性与竞争性。当企业坚定转向技术自立自强与国产化适配研发时，大量研发资金与核心技术人员被优先抽调并配置于底层攻关与国内替代性技术路线。（刘洪愧等，2025；He and Lyu, 2025）资源向本土自主研发的集中倾斜，直接挤出了维系跨国专利合作所需的组织投入。企业出于审慎性原则，主动将对美研发合作敞口压降至安全边界之内，从而在微观行为上表现为对美联合研发专利比重的显著回落。

假说 2：出口管制通过推升企业的风险感知与驱动技术战略内向化，促使微观企业主动降低对美知识网络嵌入，即存在“主动去风险”的内生调适机制。

3.知识网络的重构方向：第三国转移还是收缩内向化

对美知识合作占比的下降，在拓扑结构与算术逻辑上必然伴随着微观企业跨国知识网络的空间重组。然而，这种网络重构的地理流向与演进形态在理论上并非单一路径，而是存在两种互斥的潜在演化方向：一是基于要素替代逻辑的“第三国转移”，二是基于安全逻辑的“收缩内向化”。根据传统国际贸易与全球价值链理论中的“贸易转移效应”（Koopman et al., 2014），当单一双边经贸通道遭遇关税或行政壁垒阻断时，具有弹性的微观主体倾向于将合作重心平移至欧洲、日韩等技术水平接近的第三方发达经济体，以维持外部知识来源的多元化与连续性（Bown, 2021；刘灿雷等，2025）。然而，与标准品或普通中间品的跨国采购不同，跨国前沿知识合作具有高度的技术专用性、网络外部性与极高的制度敏感度（Antràs and Chor, 2013；Hsieh et al., 2025）。在出口管制这一极端制度冲击下，跨国知识合作向第三方经济体平移的通道面临三重深层理论约束。

第一，知识位势的非对称性与底层互补结构的不可替代性。在先进半导体、底层人工智能算法与量子计算等前沿战略领域，美国长期处于全球技术阶梯的顶端，主导着核心架构标准与前沿基础理论的供给（Giroud et al., 2026）。中美之间业已形成的“美国前沿底层知识—中国应用转化与工程化制造”的深度互补分工，具有极强的网络锁定效应（Han et al., 2026）。欧洲、日韩等经济体在前沿基础研究的知识集合与技术生态上，与美方知识

源仅存在部分重叠而非完全替代，难以在短期内承接中国企业高阶前沿技术吸收的巨量缺口（刘洪愧等，2025）。第二，长臂管辖的外溢威慑与第三方合作通道的“二级封锁”。美国的出口管制并非孤立的单边边境措施，而是通过“最低美国成分原则”与“外国直接产品规则”构建起全球穿透式的规约网络。任何包含美国受控技术、软件或设备的第三方企业与科研机构，均被强行纳入美方长臂管辖的辐射圈。这种合规寒蝉效应直接在第三方经济体构筑起“连带技术隔离”，使转移渠道本身遭遇管制的“二级封锁”（Farrell and Newman, 2019）。第三，跨国联合专利研发高度依赖于跨组织间长期的信任沉淀、团队磨合与制度认同，属于典型的关系专用性沉没资本（Benguria and Saffie, 2024）。在外部地缘政治高度动荡的背景下，企业在第三方国家重新寻找契合的科研伙伴、建立合规信任与搭建协同研发架构，面临着极高的搜索成本、制度协调成本与漫长的组织磨合周期（Jia et al., 2024; Liu et al., 2026）。

当微观企业面临“对美通道被动切断”与“向第三方平移遭遇长臂封锁”的双重困境时，外部跨国知识网络的搜索收益将急剧低于跨国协调的高昂综合成本。微观主体在面临外部不可逆的制度阻断时，最优理性响应是由“外向搜寻”转向“内向深耕”。外部知识断流倒逼企业将研发要素与合作半径全面向国内创新体系回撤，深度嵌入国内产学研协同网络，依托本土高校、科研院所及产业链上下游企业构建自主可控的研发闭环（蔡伟毅等，2026；郑世林和张容嘉，2025）。这一行为在宏观与微观层面直接映射为企业纯国内专利合作比重的结构性跃升。

假说3：出口管制引致的跨国知识网络重构以“收缩内向化”为主要形态，即受限企业在经历外部冲击后，跨国专利合作总体水平显著下降，纯国内合作占比显著上升；而对欧洲、日韩等其他主要经济体的合作占比并未出现显著提升，即不存在实质性的“第三国转移效应”。

4.对美知识网络嵌入的创新效应

企业主要通过两种途径获取知识，一是立足内部知识管理体系实现自主沉淀、整合与扩散；二是通过构筑跨组织关系资产、知识共享通道及契约治理机制吸纳外部异质性知识（王展硕和谢伟，2018）。对中国企业而言，深度嵌入对美知识网络具有显著的创新赋能效应。一方面，该网络为中国企业提供了接入差异化、前沿性知识池与多元需求场景的通道，有助于明确技术研发方向，并通过组织学习持续强化其在开放式创新网络中的吸收能力与议价权（郑玮，2020；李雪松等，2022）。这种知识要素的有效沉淀不仅直接驱动创新规模扩张（研发要素集聚与专利产出增加），更因精准对标全球市场前沿需求而减少了低水平无效研发，显著提升创新质量。另一方面，从网络拓扑结构的视角来看，网络中心节点凭借更高的联结密度与结构洞优势，更易于捕获并重组全网维度的稀缺技术资源（Carvalho, 2014；曲如晓等，2025）。无形的技术与知识要素往往依附于全球生产网络层

级流动，中心节点强大的资源虹吸与整合能力构成了企业技术突破的核心驱动力（Buera and Oberfield, 2020；王康等，2025）。因此，嵌入对美知识网络使中国企业得以卡位关键知识交互通道，实现对前沿技术的低成本跨国吸收与高效迭代。

假说 4： 中国企业嵌入对美知识网络能够显著增加其专利产出规模与专利产出数量

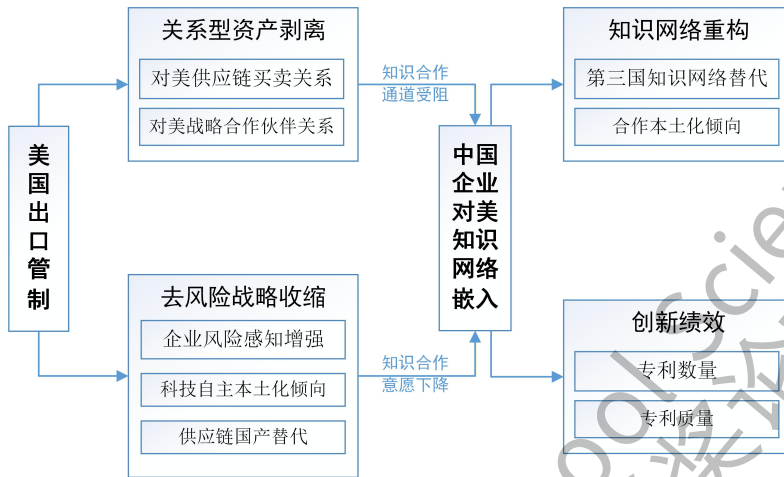


图 1 理论框架

三、研究设计与数据说明

（一）模型设定

为识别美国出口管制对中国企业对美知识网络嵌入的因果效应，本文以美国“实体清单”的实施作为外生政策冲击，并以中美跨国合作研发专利表征两国间的知识网络连接。依托实体清单分批次公布所形成的多时点政策冲击，本文构建交错双重差分模型（Staggered DID），以有效缓解选择性偏差与内生性问题。

$$Dep_US_{it} = \alpha + \beta \cdot Exp_Con_{it} + \lambda \cdot X_{it} + \gamma_i + \gamma_{ct} + \gamma_{jt} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中， i 、 c 、 j 、 t 分别表示企业、城市、行业 and 年份。被解释变量 Dep_US_{it} 表示对美知识网络嵌入程度。核心解释变量 Exp_Con 表示企业是否遭受出口管制。 X_{it} 为企业层面控制变量。 γ_i 为企业固定效应，吸收企业不随时间变化的个体特征； γ_{ct} 为城市×年份固定效应，吸收城市层面随时间变化的政策与营商环境影响； γ_{jt} 为行业×年份固定效应，吸收行业层面随时间变化的技术周期与需求冲击，同时捕捉了经济制裁的行业溢出效应。 ε_{it} 为随机误差项。系数 β 刻画了美国出口管制对中国上市企业对美知识网络嵌入程度的平均处理效应，标准误在企业层面聚类。当 β 显著小于 0 时，则表明美国出口管制减少了对美知识网络的嵌入，中美跨国知识网络链接受到阻断。

（二）变量定义

1.被解释变量：对美知识网络嵌入度（ Dep_US ）。本文以微观企业与美方发明人联合申请的专利数量占该企业跨国联合专利申请总量的比重，作为刻画其对美知识网络嵌入程度的核心代理指标。与部分文献从专利跨国引用（Han et al., 2024）或科学论文跨国合作（Flynn et al., 2024）视角刻画知识合作与流动不同，本文焦于专利跨国联合研发，前者多

反映知识的单向溢出与基础知识吸收，而跨国联合专利申请则表征了组织间双向、深度的隐性知识整合与高阶技术协同。长期以来，中美跨国联合研发是中国企业嵌入全球技术前沿、汲取美方高阶隐性知识与关键技术溢出的重要通道。因此，以跨国专利联合研发表征国家间的知识网络连接，能够更为精准、可信地捕捉企业在全局知识拓扑网络中的真实嵌入位势及其动态演变。具体的，本文以企业 i 在 t 年发起的中美联合发明同族专利件数占该企业同期全部跨国联合发明同族专利总数的比重来表示中国企业的对美知识网络的嵌入度¹。一项专利的发明人同时包含中国大陆主体与外国主体时，界定为跨国合作专利；其中外国主体为美国主体的，界定为中美合作研发专利。该指标刻画了企业跨国知识来源的方向结构，占比下降意味着企业知识网络中对美节点的权重降低。此外，本文统一采用专利的优先权日以精确匹配研发行为发生的真实时点。

2.核心解释变量：出口管制（ Exp_Con ）。基于美国商务部产业和安全局（BIS）公布的实体清单，通过企业及其子公司名称，将清单实体匹配至中国 A 股上市公司；企业（或子公司）自首次被列入清单的当年起取 1，此前及从未受限取 0。

3.控制变量。参考既有文献（蔡伟毅等，2026；Liu 等，2026），控制以下企业特征。企业规模（ $Size$ ）、企业年龄（ Age ）、现金持有（ $Cash$ ）、政府补贴（ Sub ）、研发投入资金（ Rd ）、研发投入人员（ Rdp ）、创新能力（ $Innovation$ ）、产权性质（ SOE ）、外资背景（ Fdi ）与海外业务（ $Overseas$ ）。主要变量定义见表 1。

表1 主要变量定义与说明

变量符号	变量名称	定义与测度
Dep_US	对美知识网络嵌入度	企业当年中美合作专利数/跨国合作专利总数
Exp_Con	出口管制	企业（含子公司）被列入美国BIS实体清单当年及以后取1，否则取0
$Size$	企业规模	总资产的自然对数
Age	企业年龄	企业成立年份加1的自然对数
$Cash$	现金持有	经营性净现金流/总资产
Sub	政府补贴	政府补贴/营业收入
Rd	研发投入金额	研发投入金额加1的自然对数
Rdp	研发投入人员	研发人员数量加1的自然对数
$Innovation$	创新能力	由永续盘存法计算的企业专利申请存量数加1取自然对数 ²
SOE	产权性质	具有国资背景取1，否则取0
Fdi	外资背景	具有外资持股背景取1，否则取0
$Overseas$	海外业务	具有海外业务取1，否则取0

（三）数据来源与样本

本文以 2012—2023 年中国 A 股上市公司为研究样本。专利数据来自谷歌全球专利数

¹ 对于在 t 年未开展任何跨境联合发明的企业样本， Dep_US 取值为 0。对于涉及“中国+美国+第三方国家”的多方联合发明，本文采取全额计数法，即只要专利的发明人团队中包含特定国家/地区的研发人员，该国/地区的合作件数即记为 1 件。该方法能客观反映知识交互事实的存在性，避免因人工切分权重而掩盖真实的跨境技术连接。

² 本文借鉴 Hall et al.（2005）的做法，运用永续盘存法计算企业的知识资产存量。递推公式为 $Stock_{it} = (1 - \delta) Stock_{it-1} + Flow_{it}$ ，其中 $Flow_{it}$ 为企业 i 在 t 年申请的发明专利件数。知识折旧率 δ 统一设定为 15%（代表知识资产的技术淘汰率）。基期存量的估计采用 $Stock_{it0} = Flow_{it0} / (\delta + g)$ ，其中 g 为知识存量的长期平均增长率，设定为 5% 计算。

数据库（Google Patents），该库覆盖全球主要专利局的专利申请全文数据，本文从中提取发明人国别信息以识别跨国合作专利及其国别构成；出口管制数据来自美国商务部 BIS 实体清单，经企业名称与股权关系匹配至上市公司及其子公司；财务与公司治理数据来自国泰安（CSMAR）；机制检验所用的供应链数据来自 Factset 全球供应链数据库，文本词频数据基于上市公司年报全文经关键词词典统计构造；城市创新生态数据根据城市间专利合作数据计算得到。由于部分专利局公布的发明人国别信息缺失，参考刘洪愧等（2025）的做法，删除发明人国别信息不详的样本。此外，在样本筛选上，借鉴 Gong 等（2025）的思路，本文仅保留在研究期内首次参与跨国创新合作的企业，并追踪其发生首次合作及后续年份的面板数据。在此基础上，进一步剔除金融类上市公司样本、样本期间内被交易所执行“ST”或“*ST”处理的特殊处理企业、以及关键变量缺失的观测值。经过上述清洗与多源数据匹配，最终得到约 2214 家企业的 13762 个公司一年度观测值。主要变量的描述性统计如下。

表 2 变量的描述性统计

变量	样本量	均值	标准差	最小值	中值	最大值
<i>Dep_US</i>	13762	0.026	0.157	0	0	1
<i>Exp_Con</i>	13762	0.019	0.135	0	0	1
<i>Size</i>	13762	22.63	1.406	18.37	22.391	28.697
<i>Age</i>	13762	2.987	0.319	1.386	3.045	4.22
<i>Cash</i>	13762	0.054	0.074	-0.647	0.051	2.222
<i>Sub</i>	13762	0.048	2.320	-0.004	0.008	227.213
<i>Rd</i>	13762	1.722	0.776	0	1.705	10.365
<i>Rdp</i>	13762	5.317	2.307	0	5.784	11.541
<i>Innovation</i>	13762	1.946	1.924	0	2.224	9.828
<i>SOE</i>	13762	0.933	0.250	0	1	1
<i>Fdi</i>	13762	0.487	0.500	0	0	1
<i>Overseas</i>	13762	0.802	0.398	0	1	1

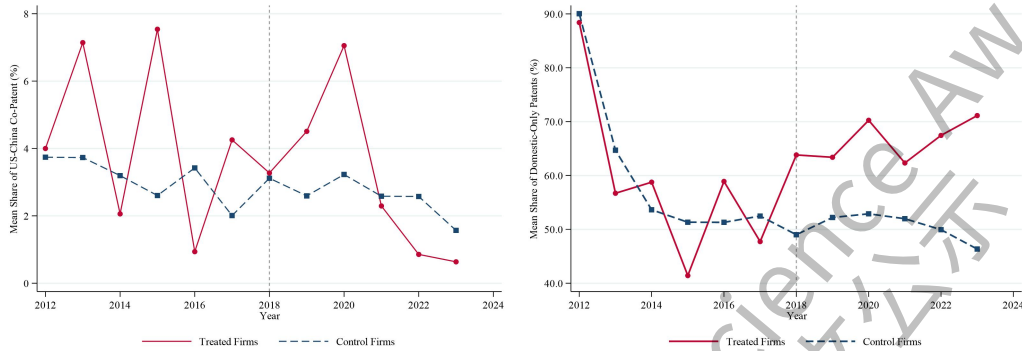
（四）特征事实：出口管制、中美脱钩与本土研发转向

为了直观揭示美国出口管制对中国企业跨国知识嵌入模式的影响，本文分别绘制了处理组（受管制企业）与对照组（未受管制企业）在“中美合作研发专利占比”和“纯本土研发合作专利占比”上的时序演变趋势。

图 2（a）展示了 2012–2023 年间两类企业中美合作研发专利均值占比的动态演变。大规模管制之前（即 2018 年之前）尽管处理组企业（红色实线图）的对美合作比例受行业研发周期影响存在一定波动，但其整体对美合作意愿与参与度显著高于对照组（蓝色虚线图），表明未来被列入管制清单的企业在历史上对美国技术网络具有更深的依赖度与协同基础。而 2018 年中美贸易摩擦及《出口管制改革法案》（ECRA）出台后，虽然在 2019–2020 年存在由于在研项目集中结项带来的短期反弹，但自 2020 年实体清单大范围扩容及规则收紧以来，受管制企业中美合作专利占比出现断崖式下跌，从 2020 年的约 7% 迅速收缩至 2023 年的不足 1%。

图 2（b）描绘了两类企业纯本土研发合作专利占比的变化特征。在 2018 年之前，两组企业的本土合作占比走势基本收敛且保持在 50%–60% 的区间。而在 2018 年出口管制强化之后，处理组与对照组出现了明显的分化走势：受管制企业本土专利占比自 2018 年起迅速攀升，由 2017 年的不足 50% 持续提升至 2023 年的 70% 以上，呈现出清晰的“自主创新

与本土协同”趋势。而对照组企业本土合作专利占比在 2018 年后保持相对稳定甚至略有下行（维持在 45% - 53%之间）。上述特征事实初步说明了出口管制对中国企业跨国知识网络的重塑作用。



(a) 中美合作研发专利占比 (b) 纯本土合作研发专利占比
图 2 出口管制下的中国企业知识网络嵌入趋势图

四、实证结果与分析

(一) 基准回归结果

表 3 报告了出口管制对企业对美知识网络嵌入度影响的基准回归结果。其中，第（1）列仅控制企业层面控制变量，第（2）列进一步控制了企业固定效应与行业×年份固定效应，第（3）列为本文的基准设定，同时控制企业固定效应、城市×年份固定效应与行业×年份固定效应。实证结果显示，在逐步引入控制变量及高维固定效应后，核心解释变量出口管制（*Exp_Con*）的估计系数在所有列中均在 1% 的显著性水平上显著为负。以控制最为严格的第（3）列为例，出口管制的估计系数为-0.0459，意味着美国出口管制使中国上市企业的对美知识网络嵌入度平均下降了 4.59 个百分点。由于全样本中包含较多从未开展过跨境研发合作的企业，全样本均值存在一定的基数稀释。在样本期内确实发生过跨境专利合作的企业子样本中，对美知识网络嵌入度的均值为 0.1183。以此为基准，-0.0459 的回归系数意味着出口管制促使具备跨境合作基础的企业，其对美知识网络嵌入度相对下降了约 38.8%（计算方式： $0.0459 / 0.1183$ ）。考虑到跨国专利合作的建立需要长期的关系投资与组织磨合，且企业固定效应已吸收其稳定的合作倾向，这一幅度具有明确的经济意义。表 3 的结果初步支持假说 1：出口管制显著压缩了企业知识网络中的美国节点，降低了受限企业对的美知识网络嵌入。

表3 基准回归结果：出口管制与对美知识网络嵌入

VARIABLES	(1) <i>Dep US</i>	(2) <i>Dep US</i>	(3) <i>Dep US</i>
<i>Exp_Con</i>	-0.0440*** (0.010)	-0.0376** (0.015)	-0.0487*** (0.018)
<i>Size</i>	0.0070*** (0.001)	0.0025 (0.005)	0.0060 (0.005)
<i>Age</i>	0.0060 (0.004)	-0.0389 (0.041)	-0.0305 (0.045)
<i>Cash</i>	0.0311* (0.018)	-0.0013 (0.019)	-0.0150 (0.023)
<i>Sub</i>	0.0029***	0.0024*	0.0021*

	(0.001)	(0.001)	(0.001)
<i>Rd</i>	0.0271***	0.0067	0.0120*
	(0.002)	(0.006)	(0.006)
<i>Rdp</i>	-0.0019***	-0.0019	-0.0031
	(0.001)	(0.002)	(0.003)
<i>Innovation</i>	0.0154***	0.0086***	0.0081***
	(0.001)	(0.001)	(0.001)
<i>SOE</i>	-0.0019	-0.0078	-0.0086
	(0.005)	(0.006)	(0.007)
<i>Fdi</i>	0.0060**	-0.0059	-0.0063
	(0.003)	(0.004)	(0.005)
<i>Oversea</i>	-0.0217***	-0.0253***	-0.0235**
	(0.003)	(0.009)	(0.010)
Constant	-0.2016***	0.0978	-0.0068
	(0.031)	(0.142)	(0.159)
企业固定效应	否	是	是
行业×年份固定效应	否	是	是
城市×年份固定效应	否	否	是
观测值	13,762	13,467	12,364
R ²	0.0638	0.4512	0.5318

注：第（2）列在控制企业与行业一年份固定效应时，剔除了 295 个单元素（singleton observations）样本，有效观测值收敛至 13467 个；进一步控制城市-年份固定效应时，又剔除了 1103 个单元素样本，有效观测值最终收敛至 12364 个。括号内为企业层面聚类稳健标准误；***、**、* 分别表示在 1%、5%、10% 水平上显著。以下各表同。

（二）平行趋势与动态效应

多期双重差分识别有效的前提是处理组与对照组在冲击前满足平行趋势。为检验平行趋势假设并刻画处理效应的动态演化，本文构建事件研究模型，以冲击前 1 年为基期，纳入冲击前 4 年至冲击后 4 年的相对时间虚拟变量，见模型（2）。

$$Dep_US_{it} = \alpha + \sum_{k=-4}^{k=-2} \beta_k \cdot pre_k_{it} + \beta_0 Cur_{it} + \sum_{k=1}^{k=4} \beta_k \cdot post_k_{it} + \lambda \cdot X_{it} + \gamma_i + \gamma_{ct} + \gamma_{jt} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

其中，下标 k 表示企业 i 距离首次被列入出口管制实体清单的相对年份。 pre_k 、 Cur 和 $post_k$ 分别为一系列表示企业受出口管制冲击时间位置的虚拟变量，其余变量与前文一致。图 3 展示了出口管制实施前后相对年份的估计系数及其 90% 的置信区间。冲击前的回归系数均不显著，表明在受到出口管制之前，处理组与对照组企业在对美知识网络嵌入上不存在系统性差异，平行趋势假设成立。在政策实施当期（ $t=0$ ），估计系数迅速转负并在 5% 的水平下显著，反映出出口管制对中美知识网络的即时阻断效应。从动态演化看，该负向冲击在 $t=1$ 及 $t=2$ 期持续影响，体现了合规审查与禁运政策的延展性影响，随后负向效应开始边际收敛，表明企业在经历短期脱钩剧烈冲击后，中美跨国知识合作受到了持续且深远的负面影响。

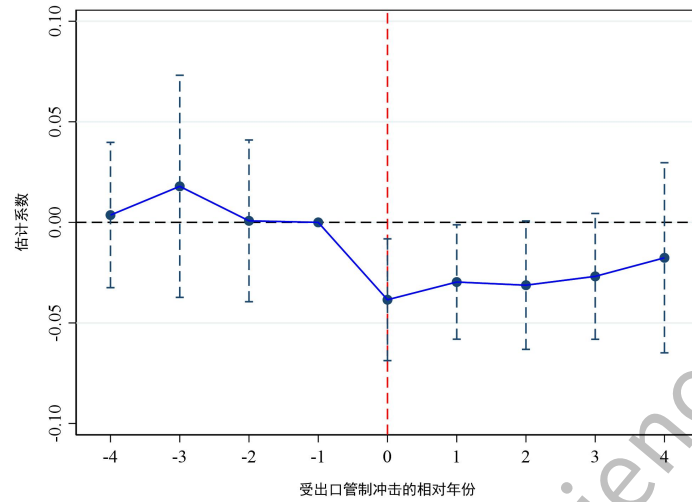


图 3 动态效应

(三) 稳健性检验

1. 安慰剂检验

为排除未被观测到的随机因素对因果推断的潜在干扰，本文进一步引入安慰剂检验。通过在“企业—年份”层面将出口管制冲击变量随机打乱并重复回归 500 次，本文构建了伪处理效应的经验分布。检验结果如图 4 所示，500 次随机模拟产生的伪估计系数高度集中在 0 值附近。相比之下，本文计算出的真实系数（-0.0455）位于整个核密度分布的最左侧尾部（远离支撑集）。这一经验证据有力地排除了不可观测的随机因素对研究结论的驱动，证实了出口管制对企业对美专利依赖的抑制作用，基准回归结论具备较强的稳健性。

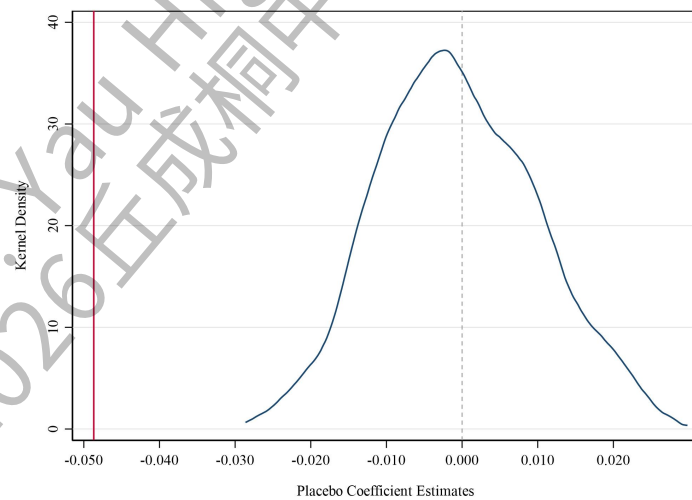


图 4 安慰剂检验

2. 处理因变量大量零值问题

鉴于对美知识网络嵌入度变量（ Dep_US ）在微观企业层面存在大量 0 值且可能面临异方差干扰，直接进行 OLS 估计可能引发估计偏误。为此，本文采用泊松伪极大似然法重新估计政策效应。在稳健性检验的估计设定中，考虑到引入企业个体固定效应会导致样本期内无对美合作记录的企业（零值样本）因完全分离（*Separation*）而被模型自动剔除，进而丢失大量的零值信息与外部边际信息，因此在 PPML 估计中，本文重点控制了城市—年份与行业—年份的交互固定效应，以吸收地区与行业维度的时变宏观冲击。表 4 第（1）列实

证结果显示，核心解释变量的系数依然显著为负，这表明在纠正了零值选择偏误与异方差影响后，出口管制的负向抑制效应依然高度稳健。

3. 变换被解释变量度量方式

在基准回归中，对美知识网络嵌入强度虽然能反映企业跨国知识网络嵌入的“集约边际”，但此类连续指标可能面临两类潜在测量与分布偏差：一是部分未观测到的微观摩擦可能对跨国合作的具体数量产生非随机干扰；二是合作规模变量肯可能存在极端值与零值堆积问题。为排除因变量测量设定对基准结论的潜在干扰，本文将关注视角延伸至跨国知识网络嵌入的“扩展边际”，构建企业在当年是否与美国开展专利合作研发的二值虚拟变量（*Coop_US*，若存在合作记为1，否则记为0），以此评估出口管制对企业嵌入美国知识网络“从无到有”的决策冲击。表4第（2）列展示了估计结果。基于线性概率模型及高维固定效应的回归结果显示，核心解释变量 *Exp_Con* 的估计系数依然在统计上显著为负。这表明出口管制不仅在密集边际上削弱了既有对美知识网络嵌入的深度，更在扩展边际上直接阻断了企业跨国知识网络嵌入的发生概率，产生了显著的“合作进入壁垒”与“关系断裂效应”。上述结果有力证实了基准结论在变换被解释变量测度逻辑后依然保持高度稳健。

4. 排除“非纯净控制组”干扰

在多期双重差分法的政策效应评估中，若控制组误包含“未来期受处理”极易因政策动态干预引致样本污染，进而产生动态选择偏差。鉴于此，本研究参考主流文献设定，构建“纯净控制组”，即将样本观察期内始终未受到出口管制冲击的企业设定为基准对照组，全面排除潜在的组间异质性干扰。基于纯净控制组与处理组的高维固定效应，表4第（3）列回归结果显示，出口管制对企业嵌入美国知识网络的抑制效应依然显著，证明了基准估计结果未受对照组选择偏差的影响，具有较强的稳健性。

5. 控制行业溢出效应

出口管制的政策冲击可能并非仅局限于受限企业，亦可能因同群效应，对未被制裁的同行业企业产生间接波及。若忽视此类行业外部性，将导致政策净效应的估计偏差。具体而言，构建“剔除自身后的行业受出口管制资产比重”（*Ind_Shock*）来直接控制行业溢出效应。具体而言，针对行业 j 中的企业 i ，本文以行业内所有受管制企业的资产总和占行业总资产的比重来衡量行业受冲击程度；同时，在计算分子与分母时均扣除企业 i 自身的资产，从而切断本企业个体特征对行业整体冲击指标的直接反馈，消除内生性偏误。将 *Ind_Shock* 纳入基准回归，结果见表4第（4）列。在控制行业内的同群效应传导后，核心解释变量 *Exp_Con* 的估计系数依然显著为负。这表明出口管制对受限企业具有独立且直接的负向惩罚效应，排除了行业外部性对基准结论的干扰。

6. 排除竞争性政策干扰

2018年爆发的中美关税贸易战是影响中国企业跨国技术合作与出口业务的重大宏观外生事件，且与出口制裁政策具有时间重叠性。为防范政策叠加导致的归因偏差，本文通过识别企业在贸易战爆发前（2014—2016年）对美的历史出口暴露度，并构建其与贸易战发生时点（2018年及以后）的交互项，以此控制关税加征减少中美专利合作的竞争性解释。

表 4 第（5）列为回归结果，在控制了中美贸易战的关税加征冲击后，核心解释变量 *Exp_Con* 的系数估计值与显著性水平均未发生实质性改变。这有力地证实了出口管制对企业与美知识合作的“阻断效应”具有高度的政策独立性，本文的基准估计结果并非由关税贸易战的并行冲击所驱动。

7. 考虑选择性偏差

在评估出口管制的政策效应时，企业被列入制裁清单可能并非随机事件，极易受到企业初始规模、研发密度以及跨国技术暴露度等可观测与不可观测特征的影响，进而引发非随机选择偏差。为纠正该问题，本文采用逆概率加权双重差分法（IPW-DID）重新评估政策效果。该方法通过引入倾向得分权重，使得处理组与控制组在观察期前的前定特征分布趋于一致，从而在非实验数据中近似构建“反事实”假设。首先，本文运用 Logit 模型估计企业进入出口管制清单的条件概率，即倾向得分，并据此构建逆概率处理权重（处理组个体赋予 $1/p_i$ ，控制组个体赋予 $1/(1-p_i)$ ）。估计结果见表 4 第（6）列。结果表明，出口管制的抑制效应在统计与经济意义上依然显著，有力地证明了基准估计结论在排除内生选择偏差后依然稳健。

表 4 稳健性检验

变量	(1) <i>Dep_US</i>	(2) <i>Coop_US</i>	(2) <i>Dep_US</i>	(3) <i>Dep_US</i>	(4) <i>Dep_US</i>	(5) <i>Dep_US</i>
<i>Exp_Con</i>	-1.3913*** (0.392)	-0.0476** (0.019)	-0.0279* (0.015)	-0.0525*** (0.019)	-0.0486*** (0.019)	-0.0656*** (0.023)
控制变量	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Firm FE	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
City-Year FE	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Industry-Year FE	Yes	Yes	Yes	No	No	No
Observations	4,340	12,364	12,254	12,364	12,364	4,608
R ²		0.5530	0.2077	0.5318	0.5318	0.6489

五、机制检验

（一）对美关系型资产的剥离效应

为实证检验假说 1 提出的理论机制，本文利用 Factset Revere 全球供应链数据库，分别构建了企业来自美国的战略合作伙伴数量占比（*US_Partner*）与供应商数量占比（*US_Supplier*）两个机制变量。其中，变量 *US_Partner* 根据中国企业来自美国的战略合作伙伴数量比上其战略合作伙伴总数得到；*US_Supplier* 则根据中国企业来自美国的供应商数量比上其供应商总数得到。将二者在基准模型中替换因变量进行回归估计。结果如表 5 第（1）-（2）列所示，其中列（1）以对美战略合作伙伴数量（*US_Partner*）为被解释变量，回归结果显示，核心解释变量 *Exp_Con* 的估计系数在 5% 的显著性水平上显著为负。结论印证了出口管制对跨国高阶创新网络具有一定的剥离效应。战略合作关系是以“隐性知识”与“高阶协同”为核心的软性关系资产，其维系高度依赖于政治稳定度与契约安全感。出口管制释放的强政治信号与高昂的违规惩罚风险，破坏了跨国合作的信任基石，导致美方企业倾向于切断与中国企业的联合研发与生态绑定。列（2）以来自美国的供应商数量（*US_Supplier*）为被解释变量，回归结果显示，出口管制的估计系数并不显著。这一结果未能满足“供应链阻断”的传统预期。可能的原因是，标准化中间品与设备的买卖多建立

在法定的显性商业合同之上。对于非核心禁运清单内的商业采购，供应链关系具有较强的商业惯性与履行韧性，美方供应商在法律合规边界之内仍倾向于维持现存的商业利益。综上，出口管制对中国企业对美知识网络嵌入的抑制作用，主要是通过“剥离对美深度战略合作伙伴关系”这一关系型资产实现的。政策的微观传导并非表现为对基础商品供应链的无差别摧毁，而是表现为对高价值、信任密集型创新生态的解耦。

（二）企业的战略收缩效应

根据假说 2，本文认为企业不仅仅是制度冲击的被动承受者，企业作为具身行动者在遭受制度性冲击时也可能选择“主动去风险”，在此部分，我们进一步验证假说 2 是否成立。

为实证捕捉企业内部的战略收缩过程，本文利用 Python 对企业年报进行文本结构化解析、Jieba 中文分词与停用词过滤，基于高度关联的特征词典计算标准化词频并对数化处理，构建了出口管制风险感知（*Risk_Perc*）³、技术本土化重构注意力（*Tech_Auto*）⁴以及供应链本土化重构注意力（*Sup_Local*）⁵三个代理变量，并将三者替换基准回归中的因变量重新进行高维固定效应回归。实证结果如表 5 第（3）-（5）列所示。列（3）以出口管制风险感知为被解释变量，回归系数在 1% 的显著性水平上高度显著为正。表明美国出口管制确实对企业产生了较大影响，显著提升了企业的风险感知，这为后续企业的战略调整提供了认知基础。列（4）以技术自主化重构注意力为被解释变量，回归系数同样在 1% 的显著性水平上高度显著为正。出口管制促使企业开始考虑将研发资源从“跨国合作探索”重新配置于“核心技术攻关与自主生态建设”。表明“对美知识网络嵌入下降”并非仅是美方封锁造成的无能为力，更是中国企业在评估风险收益后，主动减少对美技术暴露、选择“战略内向化”的结果。列（5）以供应链本土化重构注意力为被解释变量，估计系数虽然呈现正向趋势，但在统计上未能达到显著性水平。可能的原因是供应链本土化重构涉及敏感的供应商替换、去美化以及产业链供应链脆弱点。在公开的年报文本中过度披露“供应链重构”或“去美化”，极易引发美方监管机构的“长臂”审查，增加企业合规风险。

表 5 机制检验

变量	(1) <i>US Partner</i>	(2) <i>US Supplier</i>	(3) <i>Risk Perc</i>	(4) <i>Tech Auto</i>	(5) <i>Sup Local</i>
<i>Exp_Con</i>	-0.0523** (0.024)	0.0177 (0.028)	0.3928*** (0.102)	0.2976*** (0.097)	0.0503 (0.062)
控制变量	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Firm FE	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
City-Year FE	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Observations	5,824	5,824	12,364	12,364	12,364
R ²	0.6032	0.5856	0.6232	0.7791	0.5528

六、异质性分析

³ 相应的特征词典包括：词典，包含“出口管制”、“实体清单”、“贸易禁令”、“制裁”、“经济制裁”、“脱钩”、“禁运”、“禁售”、“卡脖子”、“管制法”、“技术封锁”、“长臂管辖”、“美国商务部”、“OFAC”。

⁴ 相应的特征词典包括：“国产替代”、“国产化”、“自主化”、“自主可控”、“技术自立自强”、“自主生态”、“去 IOE”、“核心技术攻关”、“自主研发”。

⁵ 相应的特征词典包括：“供应链安全”、“本土供应商”、“国内供应链”、“国产配套”、“去美化”、“自主供应链”、“国产元器件”、“供应链重构”、“供应稳定性”、“供应链韧性”。

前文机制分析证实，出口管制通过“剥离对美关系型资产”与“诱发企业战略收缩”两条路径，显著抑制了中国企业对美知识网络的嵌入。然而，这种知识脱钩效应在微观特征与中观环境不同的企业之间是否存在非对称打击？为进一步理清出口管制的边界条件与传导约束，本部分从企业微观创新能力与城市中观创新网络生态两个互补维度展开异质性讨论。

（一）企业创新能力的调节效应

从理论上讲，企业自身的创新能力是一把“双刃剑”。一方面，创新能力较强的企业拥有更丰富的知识储备，理论上具备更高的技术自立能力；但另一方面，在跨国高科技博弈的语境下，创新能力越强的企业，其技术位势越接近国际前沿，越容易成为美方出口管制与实体清单精准打击的“靶心”。此类企业往往更深刻地嵌入于全球前沿知识网络，其对美高阶技术协同与合规依赖度也更高。因此，预期的交互项系数为负，即企业创新能力越强，出口管制对其对美知识网络嵌入的抑制效应越大。本文采用企业当年专利申请存量取对数表示，作为企业微观创新能力（*Innovation*）的代理变量，并将其与出口管制虚拟变量构建交叉项（ $Exp_Con \times Innovation$ ）引入回归模型。回归结果如表6列（1）所示，出口管制与企业创新能力的交互项系数在5%的显著性水平上显著为负。这一实证发现结果揭示了出口制裁对中国高科技企业实施“精准打压”的微观特征。创新能力越强的中国企业，越处于关键核心技术攻关的“前沿地带”，美方越倾向于通过长臂管辖剥离其对美合作关系，阻断其获取全球前沿知识溢出的通道。此外，强创新企业对美建立的多为“战略合作伙伴”等高阶关系型资产，此类资产极易受到政治不确定性的毁灭性冲击；相反，创新能力较弱的企业往往仅处于对美供应链采购的外围，受到的网络剥离效应相对有限。

（二）城市创新合作生态的替代效应

企业在面对外部跨国知识网络受阻时，是否选择以及是否有能力减少对美的技术依赖，很大程度上取决于其所处区域的本土技术承接力与替代选择空间。企业并非孤立的创新个体，其跨国合作策略的调整深度也依赖于所在城市的创新生态系统。创新合作生态更优越的城市拥有更丰富的技术要素池与活跃的产学研合作网络。这大幅降低了企业在本土网络中寻找替代性科研团队的信息不对称与搜索匹配成本。在出口管制的冲击下，使得企业能够以极低成本找到新的国内创新合作伙伴，因而更倾向且更容易主动减少对美知识合作依赖。其次，跨国与本土合作存在资源竞争。优质的城市创新生态降低了企业的关系转换成本，使得企业在面对美方制裁威慑时，有能力迅速将研发资金与人力从对美合作中抽离，重新配置到国内高水平协同网络中。最后，多元化的城市网络提供了强大的“结构冗余”，形成了抵御外部断供的本土技术避风港。城市生态越好，对外部知识断裂的“本土吸收与接续容量”越强，企业越无需强行维持高风险的对美合作。基于此，我们预期企业所在城市的创新合作生态越好，在出口管制冲击下，企业对美知识网络嵌入下降的幅度越大。

本文利用中国城市间发明专利联合申请的微观大数据，逐年构建城市间无向加权创新合作网络。基于复杂网络理论，本文引入 Shannon 熵测算城市合作多元化，作为“城市创新合作生态”（*Eco_Diver*）的代理指标。具体计算公式如下：

$$Eco_Diver_{ct} = - \sum_{m \in N_c} (P_{cmt} \times \ln P_{cmt})$$

其中， $P_{cmt} = \omega_{cmt} / \sum_{k \in N_i} \omega_{ckt}$ 表示 t 年份城市 i 与城市 j 的联合专利申请量占城市 i 当年所有跨城市合作总量的比重。该指标值越高，表明该城市的跨区域技术合作网络越多元化、结构分布越均衡，该城市的本土创新承接力与网络生态越优越。

构造出口管制 (Exp_Con) 与城市创新合作生态 (Eco_Diver) 的交互项加入基准模型，回归结果如表 6 第 (2) 列所示， $Exp_Con \times Eco_Diver$ 的系数显著为负。这一结果有力地印证了“本土替代效应”的理论推断，揭示了城市创新生态在构建国内大循环中的承接功能。交互项显著为负并非意味着城市生态恶化，恰恰相反，它证实了优质的城市创新生态赋予了企业“减少对美依赖、转向国内自强”的底气与能力。当外部技术禁运降临时，处于优越创新生态城市的企业能够迅速依托丰富的本地及跨区域合作网络接续研发任务，从而表现出更大幅度的对美知识依赖回撤。相比之下，处于生态较为单一城市的企业，由于缺乏优质的本土替代伙伴，转换成本极高，反而可能在短期内陷入不得不维持现有对美合作或陷入技术停滞的困境。因此，城市创新合作生态越优越，企业越能够顺畅地实现跨国知识网络的结构再平衡。

表 6 异质性研究

变量	(1) <i>Dep US</i>	(2) <i>Dep US</i>
$Exp_Con \times Innovation$	-0.0123** (0.006)	
$Exp_Con \times Eco_Diver$		-0.0340* (0.019)
Exp_Con	-0.0107 (0.024)	0.0719 (0.064)
控制变量	Yes	Yes
Firm FE	Yes	Yes
City-Year FE	Yes	Yes
Industry-Year FE	Yes	Yes
Observations	12,364	11,505
R ²	0.5349	0.5380

七、进一步研究

(一) 知识网络的重构方向：第三国转移还是本土内向化

为了检验假说 3，本文从“总体合作结构”与“分国别转移截面”两个层面进行检验。

1. 跨国知识网络嵌入 VS 本土内向化

首先，本文考察出口管制对企业跨国知识网络嵌入 ($Global_Coop$) 以及知识本土化程度的影响 ($Domestic_Coop$)。其中跨国知识网络嵌入 ($Global_Coop$) 根据企业申请的专利中由中国发明者与其他国家发明者跨国合作研发的专利占比表示；知识本土化程度 ($Domestic_Coop$) 则根据企业申请的专利中纯中国发明者的专利占比表示。以上两个指标为因变量的回归结果如表 7 所示。表 7 第 (1) 列结果显示，出口管制使企业的跨国知识网络嵌入总体水平显著下降 ($\beta = -0.0197$)，表明制裁政策对中国企业的跨国技术协同产生了全局性的“冷却效应”，跨国知识网络嵌入受到削弱。与此同时，表 7 第 (2) 列结果显示，知识本土化程度在出口管制冲击下显著上升了 9.7 个百分点。这一“一降一升”的结构性变化直观地表明：面对外部制裁，中国企业的创新知识网络正在经历深刻的“内生性

重构”，其创新焦距显著向国内本土网络聚焦。

表 7 跨国知识网络嵌入与本土内向化

变量	(1) <i>Global Coop</i>	(2) <i>Domestic Coop</i>
<i>Exp_Con</i>	-0.0197* (0.011)	0.0970** (0.042)
控制变量	Yes	Yes
Firm FE	Yes	Yes
City-Year FE	Yes	Yes
Industry-Year FE	Yes	Yes
Observations	12,364	12,364
R ²	0.4593	0.7422

2.分国别（地区）知识网络嵌入的截面检验

为进一步验证是否存在向第三方经济体的“替代性转移”，此部分重点关注样本期中中国前七大专利研发合作伙伴的情况，中国与这七大合作伙伴共同研发的专利占中国跨国合作研发专利的 90%以上。具体而言，这七大伙伴分别包括美国、日本、法国、德国、中国台湾、韩国、新加坡。除此之外，将剩余其他经济体看作一个整体来研究，分别考察出口管制对中国嵌入这八类经济体知识网络的影响。在回归中使用中国企业与这八类经济体合作研发的专利占中国跨国研发专利的比重衡量企业嵌入各个经济体知识网络的程度。回归结果见图 5，其中，圆点表示出口管制的估计系数，垂直红线区间代表 90%置信区间。虚线为 $y=0$ 基准线。当某国（地区）的置信区间不穿过 $y=0$ 虚线时，表明该估计效应在 10%的水平上显著。如图 5 所示，在 90%的置信区间设定下，仅有对美合作占比的置信区间完全位于零虚线下方，呈现显著负向响应。其余如日、韩、德、法、新加坡以及中国台湾等第三方经济体的置信区间均跨越了零虚线，表明在 10%的统计显著性水平下，均未能识别出显著的第三国转移效应。这一图形化证据直观地排除了“次优替代”假设，进一步强化了知识网络重构表现为“本土内向化”的推断。

尽管从统计推断视角来看，第三方经济体的合作占比系数整体未达到常规显著性水平，但进一步观察各国别/地区估计系数的正负符号取向，能够揭示出口管制下全球知识网络重构更为精细的“地缘分化与长臂管辖压制结构”。法、德、日作为全球传统高科技强国，在高端制造、材料及部分前沿领域拥有独立于美方体系的知识积累。在美方实施制裁后，部分中国企业表现出向欧日寻求次优技术替代的微弱边际倾向（特别是法国接近 10%正向显著，德国和日本系数大于 0），但可能受到欧日自身合规审查以及跨国技术转换成本的制约，尚未能形成规模化的“等额替代”。相反，中国台湾、韩国、以及新加坡的估计系数均呈现负向取向。由于中国台湾、韩国等地区深度嵌入美方主导的半导体与高科技产业链，极度依赖美方底层专利与设备，其企业在面对美方长臂管辖威胁时表现出更强烈的合规避险意识，倾向于采取比欧日更为激进的“主动脱钩与合作收缩”策略，导致中国企业对其合作占比呈现出东升反降的负向边际趋势。而其他非核心经济体缺乏前沿专利联合研发所需的科学基础设施与人才池不足，则难以承接从美国撤离的高阶知识合作。

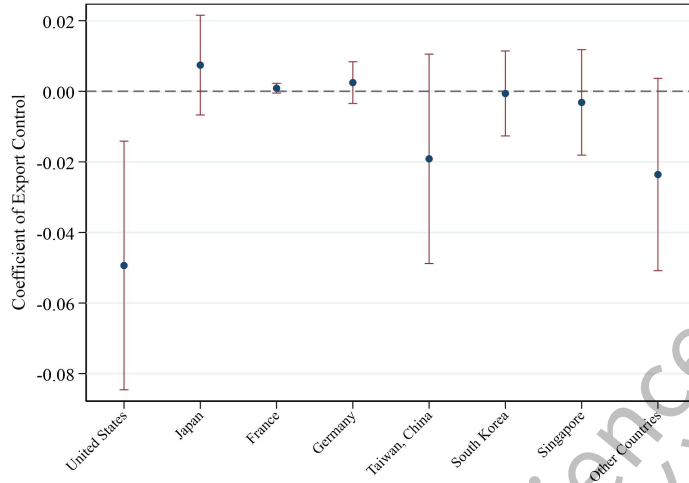


图 5 第三国替代效应

（二）对美知识网络嵌入的创新赋能与经济后果

前文的一系列实证检验表明，出口管制显著削弱了中国企业对美国知识网络的嵌入深度，并倒逼企业转向国内网络收缩。然而，这一跨国知识网络的结构性脱钩究竟对微观企业的最终技术创新产出与创新质量产生了何种实质性影响？评估这一问题，有助于从“福利效应”与“长期竞争力”视角完整解构出口管制的经济后果。为此，本部分验证假说 4，以企业对美知识网络嵌入为核心自变量，系统考察其对企业创新产出规模、海外技术布局以及专利质量的微观影响。具体模型构建如下：

$$Y_{it} = \alpha + \beta \cdot Dep_US_{it} + \lambda \cdot X_{it} + \gamma_i + \gamma_{ct} + \gamma_{jt} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

其中，因变量 Y_{it} 表示创新产出和创新质量，其余变量含义与上文一致。具体而言， Y_{it} 包含两类变量，一类是创新规模与海外布局，分别采用企业当年申请的专利数量（ Tot_Pat ，加 1 取对数）与海外申请专利数量（ $Over_Pat$ ，加 1 取对数）衡量企业的整体创新产出规模与国际技术扩张意愿；另一类是海内外专利质量，传统专利引用次数易受时间窗口与自引干扰。本文基于全球专利引用拓扑网络，运用 PageRank 算法分别测算企业海外专利质量（ $Over_PRank$ ）与国内专利质量（ Dom_PRank ）。该指标通过赋予“高影响力专利的引用”更高权重，能够精准刻画专利在全球知识网络中的实质技术价值与前沿中心度。具体计算公式如下：

$$PageRank(k) = \frac{1-d}{N} + d \sum_{j \in M(k)} \frac{PageRank(j)}{L(j)}$$

其中， $M(k)$ 是所有引用了专利 k 的施引专利集合， $L(j)$ 是施引专利对外引用的其他专利总数， d 为阻尼系数（默认为 0.85）， N 为总节点数。一个节点的 PageRank 值由指向它的其他节点的 PageRank 值加权求和得到，通过随机游走公式更新 PageRank，直到收敛或达到最大迭代次数。最后，再将专利层面的 PageRank 值取平均得到企业层面的创新质量指标。

根据公式（2）的回归结果见表 8。其中列（1）与列（2）显示，对美知识网络嵌入对企业总专利申请量和海外专利申请量的估计系数均在 1% 的水平上显著为正。这证实了嵌入

全球技术核心网络具有创新赋能效应。与美方的技术协同使中国企业能够直接汲取处于国际前沿的隐性知识与复杂技术，这种高阶合作将显著激发企业的跨国知识产权布局意识，驱动海外专利申请规模的迅速扩张。表 8 第（3）-（4）列展现了对美知识网络嵌入对企业海内外专利质量的影响。结果显示对美知识网络嵌入显著提升了企业的海外专利质量，但对国内专利质量的影响在统计上并不显著。海外专利往往直接锚定国际最高技术标准与全球市场准入。对美合作带来的前沿知识深度融入了企业的海外专利池，使得该部分专利在国际专利引用网络中展现出较高的技术辐射力与网络中心度（高 PageRank 值）。在国内层面，企业的专利申请与维护往往承担着获取高新企业认定、税收优惠以及政策补贴等“策略性创新”功能，其网络引用结构更多受国内产业政策导向与本土技术扩散半径的影响。因此，源自跨国前沿知识网络的赋能效应优先释放于海外高端技术前沿。

表 8 创新经济后果

变量	(1) <i>Tot Pat</i>	(2) <i>Over Pat</i>	(3) <i>Over PRank</i>	(4) <i>Dom PRank</i>
<i>Dep_US</i>	0.2498*** (0.047)	0.9238*** (0.094)	0.0052*** (0.001)	-0.0009 (0.002)
控制变量	Yes	Yes	Yes	Yes
Firm FE	Yes	Yes	Yes	Yes
City-Year FE	Yes	Yes	Yes	Yes
Industry-Year FE	Yes	Yes	Yes	Yes
Observations	12,364	12,364	12,364	12,364
R ²	0.9142	0.8105	0.6487	0.6634

八、结论与政策启示

在全球高科技博弈与地缘政治竞争加剧的背景下，跨国知识网络的连通性与安全性已成为攸关国家科技安全与产业核心竞争力的重要议题。本文以美国对华实施的出口管制为外生准自然实验，利用 2012—2023 年中国 A 股上市公司微观数据与谷歌全球专利数据库的深度匹配样本，系统考察了出口管制如何重塑中国微观企业的跨国知识合作网络及其经济后果。实证结果表明，被列入出口管制清单显著诱发了中国企业跨国知识网络中“美国节点”的萎缩。该冲击在政策落地当年即迅速显现，且随着时间推移呈现持续加深又逐渐消退的动态趋势。在综合考虑安慰剂检验、零值受限模型修正、变量重构、纯净控制组筛选、行业溢出效应、排除竞争性政策及选择性偏差纠正等多项稳健性检验后，上述基准结论依然高度稳健。机制分析表明，一方面出口管制精准阻断了以隐性知识共享与高阶协同为核心的对美“战略合作伙伴关系”，通过此类关系型资产剥离效应降低了企业对美知识网络嵌入；另一方面制裁显著推升了企业的“出口管制风险感知”，倒逼企业调整研发方向，显著强化了“技术自立自强”与内向化研发的战略决心，通过战略收缩效应降低了对美知识网络嵌入。异质性检验发现，创新能力越强的高科技企业受到的靶向封锁效应越显著；而所在城市拥有更高“合作多样性结构熵”的企业，其对美知识网络嵌入下降幅度更大，证实了多元化本土创新生态在承接外部断供、降低国内搜索匹配成本中的强大替代功能。

针对跨国知识重构流向的拓展检验表明，出口管制并未促使中国企业将对美合作平移

至欧洲、日韩等第三方经济体，而是引致了国际知识网络的“系统性冷却与本土内向化”。具体表现为：企业在专利研发中的跨国合作占比显著萎缩，纯国内合作占比显著跃升；而对日本、法国、德国、韩国、中国台湾等第三方经济体的合作份额均未见统计意义上的显著替代。这表明美方出口管制的长臂管辖对第三方转移形成了一定的“二级封锁”，叠加上跨国关系重建的高昂专用性成本，降低了次优平移路径的选择概率，驱使创新资源向国内大循环加速回撤。进一步的经济后果评估证实，对美知识网络嵌入的萎缩实质性削弱了微观企业的总创新产出规模与海外专利布局意愿，尤其是显著降低了基于 PageRank 测算的海外高价值专利网络中心度，揭示了技术脱钩所带来的实质性创新福利损失。

本文的研究结论不仅深化了关于高科技制裁、全球创新网络与企业战略调适的理论认知，更为中国在统筹“科技自立自强”与“高水平对外开放”的战略权衡中提供了重要的政策启示。一是清醒评估知识脱钩的实质代价，辩证统筹“自主可控”与“全球嵌入”。实证发现表明，对美合作占比的下降并非无损的“中性节点切换”，而是伴随着企业海外高价值专利产出与国际技术影响力的实质性折损。在坚定不移推进关键核心技术攻坚、筑牢“自主可控”底线的同时，必须保持清醒的战略定力，坚决避免将“对美精准脱钩”泛化为“全球知识自闭”。二是主动破局“二级封锁”，构建非对称、多层级的非美科技合作新通道。我们还发现跨国知识合作向第三方的转移无法依靠市场机制“自发实现”，必须依靠国家战略的主动作为与制度赋能。应将科技外交重心向欧洲、日韩、新加坡等兼具技术实力且具备合作意愿的第三方经济体倾斜，主动降低跨国研发合作的制度性交易成本。三是增强国内创新生态承接力，打造具有吸收弹性的本土协同“海绵”。应以国家高新区、综合性国家科学中心为依托，加快建设跨区域、跨主体、跨学科的协同创新大网络，打破产学研用之间的信息孤岛与体制壁垒。最后，完善涉外安全合规支持体系，赋能微观企业在合规红线下的海外拓展。实证表明，出口管制引发的风险感知与合规恐慌是阻断企业跨国嵌入的重要微观推手。政府应加快由“被动应对制裁”向“主动合规治理与法律反制”转变，消除企业的过度合规恐慌与“泛化内缩”倾向。

参考文献

- Antràs P, Chor D. Organizing the global value chain[J]. *Econometrica*, 2013, 81(6): 2127-2204.
- Benguria F, Saffie F. Escaping the trade war: Finance and relational supply chains in the adjustment to trade policy shocks[J]. *Journal of International Economics*, 2024, 152: 103987.
- Bown C P. The US–China trade war and Phase One agreement[J]. *Journal of policy modeling*, 2021, 43(4): 805-843.
- Branstetter L, Li G, Veloso F. The rise of international coinvention[M]//*The changing frontier: Rethinking science and innovation policy*. University of Chicago Press, 2014: 135-168.
- Cao Y, De Nicola F, Mattoo A, et al. Technological decoupling? The impact on innovation of US restrictions on Chinese firms[M]. Washington, DC, USA: World Bank, 2024.
- Carvalho, V. M. “From Micro to Macro via Production Networks.” *Journal of Economic Perspectives*, 2014, 28(4), pp. 23–48.
- Chen K, Zhang Y, Fu X. International research collaboration: An emerging domain of innovation studies?[J]. *Research Policy*, 2019, 48(1): 149-168.
- Crosignani M, Han L, Macchiavelli M, et al. Securing technological leadership? the cost of export controls on firms[J]. *Journal of Financial Economics*, 2026, 175: 104192.
- Dyer J H, Singh H. The relational view: Cooperative strategy and sources of interorganizational competitive advantage[J]. *Academy of management review*, 1998, 23(4): 660-679.
- Fan J, Handley K, Limão N. Multilateral Export Control Regimes and Aggregate Exports[C]//*AEA Papers and Proceedings*. 2014 Broadway, Suite 305, Nashville, TN 37203-2425: American Economic Association, 2026, 116: 109-113.
- Farrell H, Newman A L. Weaponized interdependence: How global economic networks shape state coercion[J]. *International security*, 2019, 44(1): 42-79.
- Flynn R, Glennon B, Murciano-Goroff R, et al. Building a wall around science: The effect of US-China tensions on international scientific research[R]. National Bureau of Economic Research, 2024.
- Giroud X, Liu E, Mueller H. Innovation spillovers across US tech clusters[J]. *Journal of Financial Economics*, 2026, 179: 104264.
- Gong R K, Li Y A, Manova K, et al. Tickets to the global market: First US patent award and Chinese firm exports[J]. *Journal of International Economics*, 2025: 104124.
- Hall, Bronwyn H., Adam Jaffe, and Manuel Trajtenberg. Market Value and Patent Citations” *The RAND Journal of Economics*, 2005, 36(1): 16–38.
- Han, P., Jiang, W., Mei, D., 2024. Mapping US–China technology decoupling: Policies, innovation, and firm performance. *Management Science* 70, 8386–8413.
- He, Y., Lyu, J. Export controls and innovation transfer within chinese business groups: evidence from the U.S. entity list. *Res. Policy*, 2025, 54, 105311.
- Hsieh C S, König M D, Liu X. Endogenous technology spillovers in r&d collaboration networks[J]. *The RAND*

- Journal of Economics, 2025, 56(4): 419-443.
- Huang, H., S. Liu, Y. Gong, Z. Yan, and Z. Ge. Export Control and Earnings Management: Evidence from China[J]. International Review of Financial Analysis, 2025, 104341.
- Jia R, Roberts M E, Wang Y, et al. The impact of US–China tensions on US science: Evidence from the NIH investigations[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2024, 121(19): e2301436121.
- Jiang L, Lu Y, Song H, et al. Responses of exporters to trade protectionism: Inferences from the US-China trade war[J]. Journal of International Economics, 2023, 140: 103687.
- Kang, Y., Ma, X., Xie, M., Zhong, N., 2025. Innovation's false spring: U.S. export controls and chinese patent quality. J. Int. Money Finance 150, 103229.
- Kerr S P, Kerr W R. Global collaborative patents[J]. The Economic Journal, 2018, 128(612): F235-F272.
- Kogut B, Zander U. Knowledge of the firm, combinative capabilities, and the replication of technology[J]. Studi organizzativi. Fascicolo 2, 2008, 2008: 111-129.
- Koopman R, Wang Z, Wei S J. Tracing value-added and double counting in gross exports[J]. American economic review, 2014, 104(2): 459-494.
- Laursen K, Salter A. Open for innovation: the role of openness in explaining innovation performance among UK manufacturing firms[J]. Strategic management journal, 2006, 27(2): 131-150.
- Liu, B., Liu, C., Li, C., Chen, X., 2026. The impact of digital trade rules on firms' international joint patent applications. Res. Policy 55, 105366.
- Montobbio F, Sterzi V. The globalization of technology in emerging markets: a gravity model on the determinants of international patent collaborations[J]. World development, 2013, 44: 281-299.
- Shen, H., Gao, Y., Cheng, X., Wang, Q., 2024. The impact of the U.S. export controls on chinese firms' innovation: evidence from chinese high-tech firms. Int. Rev. Financ. Anal. 95, 103510.
- Vandenbussche H, Zanardi M. The chilling trade effects of antidumping proliferation[J]. European Economic Review, 2010, 54(6): 760-777.
- 蔡伟毅, 秦思佳, 孟小淇. 抱团翻越“小院高墙”: 美国出口管制与中国企业关键数字技术联合创新[J]. 中国工业经济, 2026, 1-24.
- 韩超, 岳巧钰, 肖峥. 技术封锁下的供应链重构与中国创新路径分化[J/OL]. 中国工业经济, 2026, (7): 76-99[2026-08-18].
- 冷萱, 何佳鑫. 科学家集聚、合作网络与创新效率[J]. 世界经济, 2025, 48(10): 192-224. 刘斌, 李秋静. 美国对华出口管制与中国企业创新[J]. 财经研究, 2023, 49(12): 19-33.
- 李雪松, 党琳, 赵宸宇. 数字化转型、融入全球创新网络与创新绩效[J]. 中国工业经济, 2022, (10): 43-61.
- 刘灿雷, 姜瑞雪, 姜丽. 不确定性冲击、跨国创新合作与中国企业创新[J]. 经济学(季刊), 2025, 25(2): 328-342.
- 刘洪愧, 李希晨, 姜丽, 等. 全球创新网络下的中国企业创新——跨国合作与质量提升[J]. 管理世界, 2025, 41(8): 56-83.
- 龙小宁, 刘灵子, 张靖. 企业合作研发模式对创新质量的影响——基于中国专利数据的实证研究[J]. 中国工业经济, 2023, (10): 174-192.

- 曲如晓,王陆舰,邓颖.全球产业链中心地位与中国企业创新:基于复杂网络视角[J].世界经济,2025,48(6):39-68.
- 首陈霄,谈振林.出口管制政策对企业投资的影响——来自美国实体清单政策的证据[J].财经论丛,2024,(4):16-26.
- 王康,苏盖美,李逸飞,等.国内和全球创新网络的协同嵌入与企业技术赶超[J].经济研究,2025,60(3):106-123.
- 王展硕,谢伟.研发国际化对企业创新绩效的作用过程及结果分析[J].外国经济与管理,2018,(9):55-70.
- 魏龙,王翼祥,蔡培民.跨境供应链风险外溢与企业边界调整——基于美国对华实体清单的证据[J].国际贸易问题,2025,(9):1-19.
- 杨震宁,赵红.中国企业的开放式创新:制度环境、“竞合”关系与创新绩效[J].管理世界,2020,36(2):139-160.
- 应瑛,刘洋,魏江.开放式创新网络中的价值独占机制:打开“开放性”和“与狼共舞”悖论[J].管理世界,2018,34(2):144-160+188.
- 郑世林,张容嘉.产业链风险与中国企业自主创新突破[J].中国社会科学,2025,(3):60-78+205.
- 郑玮.国际化对开放式创新的影响——来自中国制造业上市公司的经验证据[J].国际贸易问题,2020,(10):51-66.
- 朱希伟,孟叶.技术封锁背景下的中国研发支持政策:基于行业异质性的视角.浙江社会科学[J].2023,4-17,156.

致谢：从思辨到实证的探索之路

参加 John Locke 经济写作竞赛时，我选择的议题是“我们是否害怕无现金社会”。写作中我尝试权衡效率与风险、包容性与隐私保护，但最终意识到纯文字的论证难以回答“害怕的程度有多大”“哪些群体更易受损”“政策干预的边界在哪里”这类根本问题。这次经历让我清晰地体认到：经济议题的深度分析必须借助量化工具——模型不是冰冷的公式堆砌，而是将复杂现实抽象为可检验、可比较的框架。正是这种认知，点燃了我对经济金融建模的浓厚兴趣，也促使我在后续的学习中有意识地补足实证研究的能力。

规划国际化升学路径以来，我便有意识地在经济学方向积累研究能力。在比较 EPQ 与丘成桐中学科学奖的科研体系时，我感到后者在学术写作规范与完整科研链路方面的要求更具挑战，也更贴合我的长期规划。高中以来，我一直关注全球经济时政动态，学校经济老师也常在课堂拓展课本之外的前沿话题，并鼓励我主动寻求高校老师的学术指导。

2018 年起的中美科技竞争，让我没有停留在“芯片断供”的新闻表层，而是开始追问技术脱钩背后更深层的知识流动规律。在与指导老师多次沟通后，我带着好奇查阅文献，却发现少有研究回应一个关键问题：当管制从芯片等有形商品延展至人员往来与无形交流时，中美间的知识扩散与技术合作生态会如何演变？这份现实困惑与学术空白的交汇，最终催生了《出口管制如何重塑跨国知识网络？来自中美专利合作的证据》这一选题，也成为我投入这项研究最核心的动力。

本研究全程在浙江工业大学张俊美老师的悉心指导下完成，研究中的主要工作由我在老师引导下逐步推进。选题与文献调研阶段，我尝试系统检索 Web of Science、CNKI 等平台，初期因关键词过泛导致切入点分散，幸而在张老师方法论指引下，我逐步凝练出“出口管制/实体清单+专利合作+知识网络”等组合，优先研读顶刊综述，快速厘清边界，最终锚定中美专利合作网络演化这一核心问题。数据获取与处理环节，全球专利数据库及国泰安财务数据库由指导教师构建并授权开放；上市公司年报文本由我尝试用 Python 编写爬虫从巨潮资讯网批量下载；并对数据进行了去重、缺失值检验与多表合并等处理。在数据挖掘与处理期间，曾遇频控限制、申请人字段非标准化及跨源匹配混乱等问题，我通过随机延时与分布式请求确保采集稳定，构建中英文企业名称映射词典并引入模糊匹配算法完成企业名称标准化，最终建成 2012—2023 年的面板数据集。数据分析阶段，在张老师建议下，我尝试构建动态双重差分模型，用 Stata 与 Python 完成回归与可视化。初期曾遇平行趋势检验存在事前趋势，在导师提示下，我通过优化固定效应与控制变量、结合逆概率加权双重差分法构建可对比对照组，逐步排除干扰；另误将 FactSet Revere 数据当作面板处理而丢失大量样本，后据 Start_Date 与 End_Date 转为三维面板再聚合。论文撰写与修订阶段，在张老师逐章梳理逻辑与多轮修改意见的帮助下，我对照顶刊规范进行语言润色与格式调整，精读《经济研究》《Journal of International Economics》《Research Policy》等文献对标调整，历经五轮修订方得定稿。

特别感谢张俊美老师：从选题可行性与创新性论证，到研究框架搭建，再到变量设置与识别策略修正，张老师始终严格把关；在论文打磨中逐章梳理论证严谨性与写作规范，

引导我完善核心论证；并开放团队数据库资源，提供珍贵前沿资料，为研究顺利完成提供关键支撑。也感谢浙江工业大学科研助理陈同学在反爬优化方面给予的实操建议，以及所有给予我鼓励的老师、同学与家人。

回顾整段历程，丘成桐项目则让我完整经历了从政策困惑→文献梳理→数据建设→模型构建→论文打磨的科研全链条。将数理逻辑与编程工具应用于真实世界的政策问题，于我而言不是技术性的点缀，而是为了让理论推演更严谨、政策建议更可信。这段经历让我初窥学术研究的艰辛与乐趣，也坚定了我在经济领域继续探索的愿望。我渴望在一个鼓励独立思辨与跨学科探索的学术环境中持续精进，做出既有理论深度又有现实启发的研究。