doi. 10. 3724/1005-0566. 20251213

技术断供风险与企业突破式创新

万攀兵[1],钟　雯[1],成德宁[2]
(1. 武汉大学经济与管理学院,湖北　武汉　430072;
2. 武汉大学全球发展与创新研究院,湖北　武汉　430072)

摘　要:本文基于机器学习的文本分析方法,创新性刻画出中国上市企业感知到的技术断供风险程度,首次实证检验了技术断供风险对中国企业突破式创新的影响。研究发现,技术断供风险显著地促进了企业突破式创新。异质性分析表明,技术断供风险引致的突破式创新效应在缺乏政府采购、市场竞争更激烈、规模更小等生存压力更大的企业以及拥有技术积累、金融可得性更高等创新资源更厚实的企业中更为明显。机制分析表明,在技术断供风险的威慑下,企业主要通过加强创新合作、增加研发投入和提高创新效率等途径来促进突破式创新。进一步研究发现,耐心资本能够有效强化技术断供风险引致的突破式创新效应。

关键词:技术断供风险;突破式创新;创新合作;创新效率;耐心资本
中图分类号:F425　　**文献标识码**:A　　**文章编号**:1005 - 0566(2025)12 - 0143 - 12

Risk of technology supply disruption and breakthrough innovations in enterprises

WAN Panbing[1], ZHONG Wen[1], CHENG Dening[2]
(1. *School of Economics and Management*, *Wuhan University*, *Wuhan* 430072, *China*;
2. *Institute for Global Development and Innovation*, *Wuhan University*, *Wuhan* 430072, *China*)

Abstract: Based on the text analysis method of machine learning, this paper innovatively portrays the perceived level of technology supply disruption risk of Chinese listed firms, and empirically examines for the first time the impact of technology supply disruption risk on Chinese firms' breakthrough innovations. It is found that technology supply disruption risk significantly promotes breakthrough innovation. Heterogeneity analysis shows that the breakthrough innovation effect induced by technology supply disruption risk is more pronounced among firms lacking government procurement, facing fiercer market competition, operating at smaller scales, and possessing greater technological accumulation and financial accessibility. The mechanism analysis suggests that under the deterrent effect of technological supply-cut risks, firms primarily promote breakthrough innovation by strengthening innovation collaboration, increasing R&D investment, and enhancing innovation efficiency. Further investigation reveals that patient capital can effectively amplify the breakthrough innovation effect induced by such risks.

Key words: technology supply disruption risk; breakthrough innovation; innovation collaboration; innovation efficiency; patient capital

收稿日期:2025-05-09　　**修回日期**:2025-12-18
基金项目:国家自然科学基金青年项目(72503169);国家自然科学基金面上项目(72473053);教育部哲学社会科学研究重大课题攻关项目(24JZD042)。
作者简介:万攀兵(1991—),男,湖北孝感人,经济学博士,武汉大学经济与管理学院副研究员,研究方向为产业经济与环境经济。通信作者:成德宁。

近年来,中美科技领域的竞争越来越激烈。为遏制中国科技崛起,美国频繁对中国实施技术封锁。自 2017 年特朗普首次执政以来,美国在芯片和高端材料等核心领域不断增加对中国的出口限制。2025 年特朗普再次执政后,美国泛化国家安全、滥用出口管制,对半导体、人工智能等领域多家中国实体实施制裁。尽管美国一再打压,中国科技领域并未停滞不前,反而涌现出了诸如华为、大疆、比亚迪、DeepSeek、宇树科技等一批具有全球影响力的本土科技企业品牌。

从实践来看,包括华为在内的许多科技企业早在被列入实体清单前,已意识到潜在的技术断供风险,并提前进行自主创新谋划和国产化布局,为其后续突破式创新的实现奠定了坚实的基础。然而,上述企业的突围成功只是个例。面对不断增加的技术断供风险,中国一般性企业是否也会整体迸发出“破茧成蝶”的突破式创新现象?显然,这有赖于微观大样本数据进行实证检验。但现有文献侧重于评估企业遭遇具体技术断供事件的直接后果[1],尚未关注到企业事前感知的技术断供风险对突破式创新的影响。一般认为,突破式创新是对现有技术或产业的创造性变革。面对西方国家的技术断供,突破式创新是应对“卡脖子”问题的重要手段。党的二十届四中全会强调,要“加强原始创新和关键核心技术攻关”。尽管 21 世纪以来,中国的研发水平和创新能力得到了长足发展,但核心技术领域仍高度依赖进口,存在量多质低的创新结构性失衡问题[1]。以汽车产业为例,工业和信息化部数据显示,2023 年中国汽车产业超过 90% 芯片需从国外进口,计算和控制类芯片依赖度更高达 99%,功率和存储类芯片依赖度达 92%。

鉴于此,本文基于 2009—2023 年中国 A 股上市公司数据,利用机器学习的文本分析方法,创新性地刻画出中国企业技术断供风险程度,首次实证检验了技术断供风险对中国企业突破式创新的影响。本文可能的边际贡献包括如下 3 个方面。①从事前风险感知视角刻画了企业层面的技术断供风险,扩展了技术断供的微观后果研究。现有研究多基于实体清单[1]与对华反倾销反补贴调查[2]等具体事件,考察技术断供遭遇对企业创新[1]以及研发投入[3]等方面的影响。事实上,即使是未直接遭遇技术断供冲击的企业,也会存在一定程度的技术断供风险。当企业事前感知到潜在风险时,其决策行为可能已经发生了调整[2]。因此,本文构建了较全面的企业技术断供风险指标,为后续研究提供了有益借鉴。②从中间品进口中断视角补充了突破式创新影响因素的研究。现有研究多关注研发投入[4]、数据要素[5]、政府基金引导[6]等对突破式创新的影响,也关注到了中间产品进口质量提升的创新效应[7],但对当前中美贸易战背景下关键中间产品进口中断对企业创新决策的影响则探究不足。为此,本文从中间品进口中断视角实证检验了国外核心技术产品的进口中断风险对中国企业突破式创新的倒逼效果。③从长期价值导向与风险承担能力兼具的二维视角构建了耐心资本的衡量指标。现有研究多定性分析耐心资本的作用机理[8],或从股权或债权结构单一进行量化[9]。耐心资本专注于长期价值投资[10],仅从这两个方面测度耐心资本可能忽略了管理层的投资倾向,也无法凸显风险投资的作用。为此,本文从管理层短视和风险投资两个方面构建耐心资本的综合测度指标,并评估其调节作用,推进了耐心资本的实证研究。

一、理论分析与研究假设

突破式创新具有高投入、高风险、长周期与颠覆性等特征。根据资源依赖理论[11],企业的生存依赖从外部获取关键资源。技术断供风险意味着企业可能失去获取关键技术的渠道,因对外部技术的深度依赖而陷入脆弱性之中,从而产生较大的危机感。正如熊彼特创造性破坏理论[12]所揭示的,外部环境的剧烈变化会打破企业原有路径依赖和惯性,迫使其从内部进行颠覆性创新来提升竞争力。在这种外部压力下,企业可能会将外部的压力转化为内部的动力。为了生存下去,企业需要将资源重新配置到探索新的技术上,通过突

破式创新来降低它们的生存风险[13],提高核心竞争力和企业价值,减少对外部技术的依赖。这实际上是一种“倒逼”创新的过程[2]。基于以上分析,本文提出研究假说1。

假说1:技术断供风险会提高企业突破式创新水平。

首先,政府采购对于企业来说是一种重要的市场资源。拥有政府采购的企业,相当于拥有了一个相对稳定的销售渠道,有政府信用背书,不容易破产和倒闭,降低了生产经营风险[14]。当面临技术断供风险时,有政府采购的企业还可以依靠政府的支持渡过危机。而无政府采购的企业面对生存压力时,唯有集中全力进行突破式创新。其次,市场竞争是影响企业创新的重要因素。当企业面临技术断供风险时,在竞争激烈的市场中,这种冲击会被放大。一方面,企业面临生产停滞、订单无法交付等生产风险。另一方面,行业内新进入者及其竞争对手的创新活动会影响企业的市场地位。市场竞争越激烈,越能倒逼企业不断加大研发投入以构建竞争优势。最后,企业的创新受企业规模影响。规模较小的企业自身资源有限,对外部技术资源的依赖性较强,面临技术断供风险时,感知到的生存威胁更加直接。且其组织结构灵活、试错成本低,更容易将有限的资源集中于突破式创新。相比之下,拥有更多“后路”和选择的大规模企业,通常具有更强的技术黏性和路径依赖倾向[13],不太愿意为风险较高的突破式创新进行试错,从而对其高质量创新存在一定的抑制作用[15]。基于以上分析,本文提出研究假说2。

假说2:在缺乏政府采购、市场竞争更激烈、规模更小等生存压力更大的企业中,技术断供风险对企业突破式创新的正向影响更为明显。

首先,企业的研发活动受到创新资源的约束和限制。当企业面临技术断供风险时,知识储备丰富的企业有更多可能的方案和创新路径,研发新技术成功的概率更高。因此,预期在拥有更多技术积累的企业中,技术断供风险对企业突破式创新的正向影响更为明显。其次,企业研发投资决策会受到内部资金可获得性的限制,而资金可获得性与企业创新面临的融资约束相关。金融发展程度越高,企业面临的融资约束越小。突破式创新往往需要大量的资金投入,同时也具有较高的风险。当面临技术断供风险时,一方面,金融可得性越高,则意味着企业越容易获取资金支持,从而利用资金来组建研发团队和购买先进设备,推动企业进行突破式创新;另一方面,金融可得性越高,也意味着即使创新失败,企业也有足够的资金来承受创新过程中产生的风险,可以继续投入资金进行改进,而不是因为资金短缺放弃创新项目。基于以上分析,本文提出研究假说3。

假说3:在拥有技术积累、金融可得性更高等创新资源更厚实的企业中,技术断供风险对企业突破式创新水平的正向影响更为明显。

从具体的创新路径来看,当面临技术断供风险时,原则上企业可以通过技术并购、加强创新合作、增加研发投入和提高创新效率等渠道来促进突破式创新。

首先,技术并购是企业实现突破式创新的重要途径。通过技术并购,企业可以整合双方的资源[16],扩大原有的知识基础规模,促进突破式创新。然而,出于创新目的的并购对企业创新的促进作用也可能具有时滞性[17]。吸收能力理论[18]表明,企业识别、消化并应用新知识的能力至关重要。并购后的创新绩效受到并购前企业的技术水平、并购后内部研发投入等方面的影响。这意味着,即使企业通过技术并购获得了相关知识和技术,也难以迅速转化为突破式创新成果。从实践来看,中国面临技术断供风险的领域往往是国内尚未突破且被国外遏制的核心技术领域。中国企业很难通过正常的商业并购来实现核心技术的突破。因此,预期技术并购的作用渠道并不明显。

其次,企业在感知到技术断供风险后,可能会寻求创新合作来应对潜在的危机。由于市场竞争激烈且自身的创新资源和研发能力较为有限,在技术断供风险的压力下,现有企业仅凭自身的技术积累难以实现突破式创新。而合作是一种有效

降低研发不确定性、共享互补资源的治理模式。在面临技术断供风险时,企业可能会联合高校和科研机构等各类创新主体,整合各方的优势资源,帮助企业弥补薄弱知识环节。因此,预期创新合作的渠道成立。

再次,企业能否实现关键核心技术突破与企业研发投入密切相关。研发资金和创新人才是企业实现关键核心技术突破的基础要素[4]。资源基础观[3]认为,这些投入构成了企业获取持续竞争优势所必需的战略性资源。面对西方国家的技术封锁,具有较大研发投入的企业更有能力通过创新活动来应对来自外界的压力[19]。因此,企业在感知到技术断供风险后,为了在激烈的市场竞争中存活下去和保持竞争优势,预期会选择加大研发投入来促进突破式创新。

最后,创新效率反映企业的资源整合能力和快速响应能力,决定其实现突破式创新的可能性。突破式创新需要投入大量的资金、人才等创新资源。在资源受限的条件下,提升效率是突破瓶颈的关键。一方面,提高创新效率可以帮助企业快速掌握内外部创新资源,降低创新成本和有效缩短研发周期,抢占市场优势。另一方面,提高创新效率有助于企业突破关键技术瓶颈,在有限的资源下获得技术突破并形成独特的竞争优势。因此,企业在感知到技术断供风险后,还可能会通过提高创新效率来加快研发步伐,促进突破式创新。基于以上分析,本文提出研究假说 4。

假说 4:在技术断供风险的倒逼下,企业主要通过加强创新合作、增加研发投入和提高创新效率等途径来促进突破式创新。

二、研究设计

(一)样本选择与数据来源

本文以 2009—2023 年 A 股上市企业为样本,实证检验技术断供风险对企业突破式创新的影响。数据来源于中国国家知识产权局、巨潮资讯网,国泰安(CSMAR)、万得(Wind)、中国研究数据服务平台(CNRDS)等数据库。本文对初始样本进行如下处理:①考虑到本文重点关注技术断供事件发生前企业感知到的技术断供风险对其创新的影响,因而实证分析中剔除被列入实体清单的企业样本;②剔除当年 ST、*ST、PT 类企业;③剔除金融类行业样本;④剔除企业 IPO 当年及以前的样本;⑤剔除企业资产负债率大于 1 的异常样本;⑥剔除主要变量缺失的样本。⑦对所有连续变量进行前后 1% 的缩尾处理。经过上述处理,最终得到 34 586 个上市公司—年度观测值。

(二)关键变量定义

1. 企业突破式创新

本文采用企业当年关键核心技术领域专利申请后 5 年内他引次数来衡量企业突破式创新水平。首先,本文基于吴超鹏等[6]对于关键核心技术领域创新绩效的构建,借助国家知识产权局发布的《战略性新兴产业分类与国际专利分类参照关系表(2021)(试行)》文件,识别企业关键核心技术领域专利。本文将战略性新兴产业对应的国际专利分类号(IPC)与上市公司申请的所有发明专利的主分类号进行匹配,从而得到上市公司年度关键领域专利集。其次,本文借鉴诸竹君等[1]和 Hall 等[20]的做法,计算这些关键领域专利在申请后 5 年内剔除自引用的各年被引用次数,进而加总企业这些关键领域当年他引次数并加 1 取对数来反映企业突破式创新水平(*Innov*1)。

2. 企业技术断供风险

本文通过对上市公司年报进行文本分析,从微观层面直接度量企业对技术断供风险的感知。具体而言,本文参考已有研究以及主流官方媒体使用的技术断供相关关键词,在此基础上人工阅读 200 份公司年报进行筛选,最终确定关键词词典包括“技术断供”“卡脖子”等 88 个技术断供风险关键词,使用 Python 对上市公司年报文本提取关键词。

本文构建了 4 个刻画企业技术断供风险的指标:①*T_Outages*1,采用企业年报文本中相关关键词频数总和并加 1 取对数衡量,该指标值越大,表明技术断供风险越大;②*T_Outages*2,关键词频数总和与年报总词频之比(乘以 100);③进一步聚焦

年报中管理层讨论与分析部分(MD&A)构建 *T_Outages*3(关键词频数总和与 MD&A 语段长度之比并乘以 100)和 *T_Outages*4(关键词频数总和加 1 取对数)。为缓解短期波动,对技术断供风险为 0 的指标采用相邻年份数据以均值法予以平滑。在后文中主要使用 *T_Outages*1 指标展开实证分析,使用 *T_Outages*2、*T_Outages*3、*T_Outages*4 和未平滑的技术断供风险指标(*T_Outages*5)进行稳健性检验。

(三)企业技术断供风险指标的合理性检验

一方面,基于进口依赖度越高、技术断供风险越大的前提,本文从行业层面印证技术断供风险指标的合理性。如图 1 所示,技术断供风险在各个行业间表现出明显差异,在半导体与半导体生产设备、技术硬件与设备、软件与服务和电信服务Ⅱ等核心技术或关键材料较大程度依赖进口的行业,技术断供风险更为明显。而在零售业、食品与主要用品零售Ⅱ和房地产Ⅱ等对进口依赖度较低的行业表现出较低的技术断供风险。

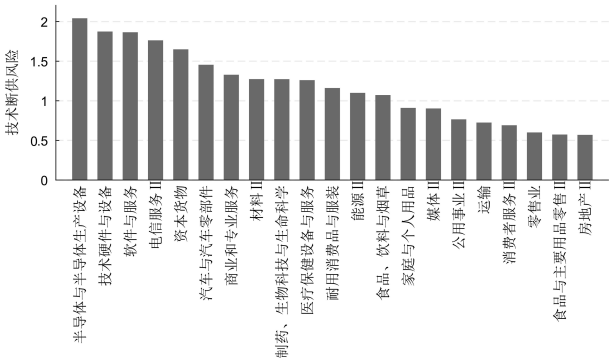

图 1　企业技术断供风险的行业分布

注:此处使用的是 Wind 二级行业分类。

另一方面,本文从 3 个维度的企业异质性进行检验。首先,被列入实体清单的企业,明确受到了出口管制,技术自主可控性较弱,其技术断供风险普遍更高。基于此,本文将上市企业划分为"实体清单"与"非实体清单"企业。如图 2 所示,被列入实体清单的企业平均技术断供风险更高。其次,被卡脖子企业虽然没有被明确列入实体清单,但在关键核心领域严重依赖外部技术,面临着较高的技术断供风险。本文参考郑世林等[21]的研究,将 2018 年《科技日报》在"亟待攻克的核心技术"中列举的 35 项"卡脖子"技术与上市企业的主营业务、主营产品名称和主营产品类型进行匹配,将上市企业划分为"卡脖子"与"非卡脖子"企业。如图 2 所示,"卡脖子"企业平均技术断供风险更高。最后,专精特新企业作为中国新兴技术领域企业,往往是美国等西方发达国家出口制裁的重点。同时,专精特新企业往往聚焦于某一细分领域且资源有限,面临的技术断供风险也相对较高。为此,本文区分企业是否为专精特新企业,并发现专精特新企业平均技术断供风险更高,从而进一步验证了本文构造的技术断供风险指标的合理性。

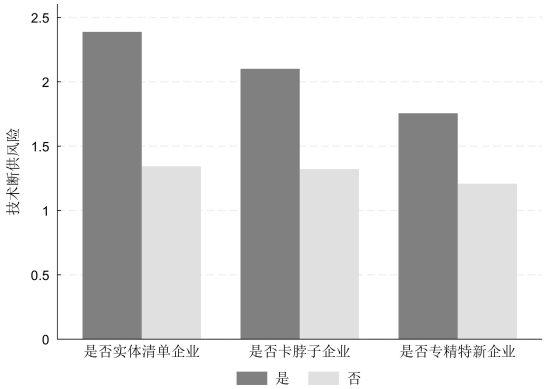

图 2　不同类型企业技术断供风险

(四)实证模型构建

为检验技术断供风险对企业突破式创新的影响,本文构建的计量模型为:

$$Innov_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 T_Outages_{i,t-1} + \alpha_i Control_{i,t-1} + \theta_i + \mu_{p,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

其中,被解释变量 $Innov_{i,t}$ 表示企业 i 在 t 期的突破式创新水平。核心解释变量 $T_Outages_{i,t-1}$ 为企业 i 在 $t-1$ 期的技术断供风险。$Control_{i,t-1}$ 是控制变量的集合,包括企业财务变量:企业规模、资产负债率、资产收益率;企业特征变量:企业年龄、股权制衡度、两职合一和股权性质,考虑到企业技术断供风险对突破式创新的影响可能存在一定的时滞,本文将核心解释变量和控制变量滞后一期。θ_i 表示企业固定效应,$\mu_{p,t}$ 表示省份—年份固定效应,$\varepsilon_{i,t}$ 表示随机误差项。标准误在企业层面进行聚类。具体变量说明及描述性统计如表 1 所示。

表 1　描述性统计表

变量类别	变量符号	变量名称	变量定义	平均值	标准差
被解释变量	*Innov*1	突破式创新	企业战略性新兴领域专利申请后 5 年内被引用次数的自然对数	1. 271	1. 497
解释变量	*T_Outages*1	技术断供风险	技术断供词频的自然对数	1. 292	0. 832
控制变量	ln*Size*	企业规模	年末总资产的自然对数	22. 193	1. 284
	Lev	资产负债率	总负债/总资产	0. 424	0. 200
	Roa	资产收益率	净利润/总资产	0. 039	0. 060
	Balance	股权制衡度	第 2—5 大股东持股比例/第一大股东持股比例	0. 727	0. 606
	Dual	两职合一	当董事长与总经理为同一人时取值为 1，否则为 0	0. 278	0. 448
	Age	企业年龄	企业成立年份起至样本期年数的自然对数	2. 909	0. 340
	Soe	股权性质	国有企业取值为 1，其他取值为 0	0. 377	0. 485

三、实证结果分析

(一)基准结果

表 2 展示了基准回归结果。其中，第(1)列为单变量分析结果，同时控制企业和年份固定效应，回归系数显著为正。第(2)列进一步加入企业层面的控制变量，第(3)列进一步控制省份—年份固定效应，回归结果依然显著为正。平均而言，技术断供风险每增加 1 个百分点，企业突破式创新水平提高约 0. 071 个百分点，因而支持了研究假说 1。

表 2　企业技术断供风险与突破式创新

变量	(1)	(2)	(3)
	*Innov*1	*Innov*1	*Innov*1
*T_Outages*1	0. 094 *** (0. 014)	0. 075 *** (0. 014)	0. 071 *** (0. 014)
Controls	否	是	是
企业固定效应	是	是	是
年份固定效应	是	是	否
省份×年份固定效应	否	否	是
N	34 060	34 060	34 060
Adjusted R^2	0. 802	0. 805	0. 807

注：括号内为经企业层面聚类调整的稳健标准误；***、** 和 * 分别表示在 1%、5% 和 10% 的水平上显著。下同。

(二)稳健性检验

1. 更换变量度量方式

(1)替换解释变量

本文将核心解释变量 *T_Outages*1 分别替换成 *T_Outages*2、*T_Outages*3、*T_Outages*4 和 *T_Outages*5。回归结果如表 3 第(1)列～第(4)列所示。同时，如果企业被纳入实体清单，那么同行业且同城市的其他企业通常会感知到更高的技术断供风险。基于这一逻辑，本文进一步从风险溢出视角构造替代性解释变量进行稳健性检验。具体而言，若企业所在行业且所在城市有企业被列入了实体清单，则 $treat_i$ 取值为 1，否则取值为 0；以企业所在行业且所在城市中最早被列入实体清单的企业的年份作为政策发生节点，政策实施前后的时间虚拟变量 $post_t$ 分别取值为 0 和 1。本文使用二者的交乘项(*UIE*)作为企业技术断供风险的替代变量进行稳健性检验。回归结果如表 3 第(5)列所示。估计结果均与前文基本保持一致。

表 3　替换解释变量

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	*Innov*1	*Innov*1	*Innov*1	*Innov*1	*Innov*1
*T_Outages*2	9. 836 *** (2. 710)	—	—	—	—
*T_Outages*3	—	0. 817 ** (0. 325)	—	—	—
*T_Outages*4	—	—	0. 035 ** (0. 014)	—	—
*T_Outages*5	—	—	—	0. 057 *** (0. 011)	—
UIE	—	—	—	—	0. 094 *** (0. 033)
Controls	是	是	是	是	是
企业固定效应	是	是	是	是	是
省份×年份固定效应	是	是	是	是	是
N	34 060	34 060	34 060	34 060	34 060
Adjusted R^2	0. 807	0. 807	0. 807	0. 807	0. 807

(2)替换被解释变量

首先，使用企业当年关键核心技术领域专利申请数量的自然对数(*Innov*2)，结果见表 4 第(1)列；其次，借鉴徐翔等[5]的研究，分别基于专利分散度(*Innov*3)、新进入专利技术类别(*Innov*4)、新进入专利分类下专利申请数(*Innov*5)构造企业突破式创新水平的替代性衡量指标，结果见表 4 第(2)列～第(4)列；随后，采用企业发明专利申请总数的自然对数(*Innov*6)，结果见表 4 第(5)列；再次，借鉴诸竹君等[1]和 Hall 等[20]的研究，采用企业发明专利申请后 5 年内被引用次数的自然对数(*Innov*7)，结果见表 4 第(6)列；最后，采用企业专利申请总数的自然对数(*Innov*8)，结果见表 4 第(7)列。估计结果均与前文基本保持一致。

表 4　替换被解释变量

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	*Innov*2	*Innov*3	*Innov*4	*Innov*5	*Innov*6	*Innov*7	*Innov*8
*T_Outages*1	0.056 *** (0.012)	0.015 *** (0.004)	0.018 ** (0.008)	0.020 ** (0.009)	0.062 *** (0.014)	0.070 *** (0.015)	0.053 *** (0.017)
Controls	是	是	是	是	是	是	是
企业固定效应	是	是	是	是	是	是	是
省份×年份固定效应	是	是	是	是	是	是	是
N	34 060	34 060	34 060	34 060	34 060	34 060	34 060
Adjusted R^2	0.754	0.623	0.506	0.481	0.761	0.813	0.781

2. 内生性问题

(1)倾向得分匹配法

鉴于能够感知到技术断供风险的企业往往有更多资源和能力进行突破式创新,本文采用倾向得分匹配(PSM)法来缓解上述潜在样本自选择问题。本文按照技术断供风险均值将样本企业分为技术断供风险高低两组,并选择全部控制变量作为协变量,先后进行 1∶1 匹配、1∶3 匹配、半径匹配以及核匹配,再以匹配后的样本进行回归。表 5 使用匹配后样本的回归结果显示,无论采用何种匹配方法,技术断供风险的估计系数均显著为正,从而减轻了对上述样本自选择问题的担忧。

表 5　PSM 检验

变量	1∶1 匹配	1∶3 匹配	半径匹配	核匹配
	(1)	(2)	(3)	(4)
	*Innov*1	*Innov*1	*Innov*1	*Innov*1
*T_Outages*1	0.051 *** (0.017)	0.066 *** (0.014)	0.071 *** (0.014)	0.071 *** (0.014)
Controls	是	是	是	是
企业固定效应	是	是	是	是
省份×年份固定效应	是	是	是	是
N	17 316	31 121	33 933	34 060
Adjusted R^2	0.807	0.809	0.807	0.807

(2)工具变量法

自 2017 年特朗普首次执政以来,以美国为首的西方发达国家对华掀起科技战,中国企业面临的技术断供风险迅速增加。技术断供最开始集中于军事相关领域,随着制裁不断加剧,逐渐拓展到技术相关领域。这意味着,相对于其他企业而言,中国军工和高新技术企业在 2017 年后面临的技术断供风险将大幅提升。为此,本文使用该事件冲击来构造第一个工具变量。具体而言,若企业为军工企业或高新技术企业,$treat_i$ 取值为 1,否则取值为 0;以 2017 年作为政策发生节点,2017 年及以后,$post_t$ 取值为 1,否则为 0。考虑到如果特定企业被纳入实体清单,那么同行业的其他企业通常会感知到更高的技术断供风险。因此,本文进一步从行业内风险溢出视角重新构造工具变量进行回归。具体而言,若企业所在行业有企业被列入了实体清单,则 $treat_i$ 取值为 1,否则取值为 0;以企业所在行业中最早被列入实体清单的企业的年份作为政策发生节点,政策实施前后的时间虚拟变量 $post_t$ 分别取值为 0 和 1。本文使用二者的交乘项作为企业技术断供风险的第二个工具变量①。考虑到可能会存在行业层面的自选择,即对华制裁会选择那些技术突破水平较高的行业的企业,我们进一步加入行业层面期初的技术水平随时间变化的趋势,以缓解行业层面的政策自选择对工具变量外生性条件的威胁。具体来看,我们参考 Chen 等[22]的研究,在回归中纳入期初各行业平均突破式创新水平与时间一次、二次和三次多项式的交乘项,由于本文的样本跨度为 2009—2023 年,因此 2009 年期初的行业突破式创新为 2008 年年末的突破式创新水平,$trend = Innov1_{2008} \times f(t)$,$f(t) = t、t^2、t^3$,$t = year - 2008$。回归结果如表 6 所示。

表 6　工具变量检验结果

变量	工具变量 1			工具变量 2		
	第一阶段	第二阶段	技术断供风险等于 0 的样本	第一阶段	第二阶段	技术断供风险等于 0 的样本
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	*T_Outages*1	*Innov*1	*Innov*1	*T_Outages*1	*Innov*1	*Innov*1
*ldid*1	0.172 *** (0.027)	—	0.002 (0.128)	—	—	—
*ldid*2	—	—	—	0.060 *** (0.016)	—	0.027 (0.049)
*T_Outages*1	—	0.784 *** (0.256)	—	—	2.303 *** (0.690)	—
Controls	是	是	是	是	是	是
行业层面时间趋势	是	是	是	是	是	是
企业固定效应	是	是	是	是	是	是
省份×年份固定效应	是	是	是	是	是	是
N	33 902	33 902	3 071	33 902	33 902	3 071
Adjusted R^2	—	-0.224	0.747	—	-2.287	0.748
KP-F	42.137	—	—	14.619	—	—

表 6 第(2)列和第(5)列第二阶段的回归系数显著为正,进一步支持了基准结论的可靠性。为

① 为了增加工具变量的波动性,此处仅使用当年企业所在行业是否有企业被列入实体清单作为工具变量。

检验工具变量的排他性条件,本文参照 Nunn 等[23]提出的反证法思路,仅关注技术断供风险为 0 的企业样本并直接考察工具变量对企业突破式创新的影响。表 6 第(3)列和第(6)列结果显示,对于没有技术断供风险的企业,工具变量对企业突破式创新的影响并不显著。这表明,工具变量仅通过影响企业技术断供风险来影响企业突破式创新水平,从而支持了工具变量的排他性条件。

(三)异质性分析

1. 企业生存压力异质性

首先,本文将样本划分为有无政府采购两组进行分组回归。表 7 第(1)列和第(2)列结果显示,技术断供风险对企业突破式创新的正向影响在无政府采购的企业中更加明显。其次,本文检验了企业市场竞争程度对技术断供风险与企业突破式创新关系的影响。本文根据企业所在行业的赫芬达尔指数(*HHI*),按照中位数将样本划分为市场竞争程度高和低两组进行分组回归。表 7 第(3)列和第(4)列结果显示,技术断供风险对市场竞争程度较高的企业突破式创新的促进作用显著高于其对市场竞争程度较低的企业突破式创新的促进作用。最后,本文检验了企业规模对技术断供风险与企业突破式创新关系的影响。按照企业总资产的中位数,本文将样本划分为大规模和小规模企业两组进行分组回归。表 7 第(5)列和第(6)列结果显示,技术断供风险对企业突破式创新的促进作用在企业规模较小的组别更大。综上所述,在缺乏政府采购、市场竞争更激烈、规模更小等生存压力更大的企业中,技术断供风险对企业突破式创新水平的正向影响更为明显,从而支持了假说 2。

表 7　生存压力异质性

变量	有政府采购	无政府采购	竞争程度低	竞争程度高	规模大	规模小
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	*Innov*1	*Innov*1	*Innov*1	*Innov*1	*Innov*1	*Innov*1
*T_Outages*1	0.016 (0.031)	0.066 *** (0.014)	0.032 * (0.018)	0.085 *** (0.019)	0.024 (0.019)	0.086 *** (0.018)
Controls	是	是	是	是	是	是
企业固定效应	是	是	是	是	是	是
省份×年份固定效应	是	是	是	是	是	是
N	4 773	28 739	14 954	14 884	17 047	16 657
Adjusted R^2	0.895	0.793	0.819	0.831	0.856	0.775
组间系数差异	−0.049 *		−0.053 ***		−0.063 ***	

2. 企业创新资源异质性

首先,为检验企业有无技术积累对技术断供风险与企业突破式创新关系的影响,本文将样本划分为前三年是否有关键技术积累两组进行分组回归。表 8 第(1)列和第(2)列结果显示,技术断供风险对企业突破式创新的促进作用在有技术积累的组别更大。表 8 第(3)列和第(4)列中,本文进一步将样本划分为前五年是否有关键技术积累两组进行分组回归,上述结论依旧成立。其次,本文检验了地区金融可得性对技术断供风险与企业突破式创新关系的影响。本文采用年末金融机构存贷款余额与地区生产总值的比值来表示地区金融发展水平。按照地区金融发展水平的中位数将样本划分为地区金融发展水平高和低两组进行分组回归。表 8 第(5)列和第(6)列结果显示,技术断供风险对企业突破式创新的促进作用在地区金融发展水平高的组更大。综上所述,在拥有技术积累、金融可得性更高等创新资源更厚实的企业中,技术断供风险对企业突破式创新水平的正向影响更为明显,从而支持了假说 3。

表 8　创新资源异质性

变量	前三年有	前三年无	前五年有	前五年无	金融发展水平高	金融发展水平低
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	*Innov*1	*Innov*1	*Innov*1	*Innov*1	*Innov*1	*Innov*1
*T_Outages*1	0.034 ** (0.017)	−0.004 (0.007)	0.044 ** (0.017)	0.004 (0.004)	0.095 *** (0.020)	0.057 *** (0.022)
Controls	是	是	是	是	是	是
企业固定效应	是	是	是	是	是	是
省份×年份固定效应	是	是	是	是	是	是
N	21 424	12 316	22 976	10 853	13 160	13 352
Adjusted R^2	0.774	0.467	0.770	0.727	0.860	0.809
组间系数差异	0.039 **		0.040 **		0.038 **	

四、机制检验

(一)技术并购

本文对并购事件做了如下处理:以并购首次公告日期作为信息披露日;选取上市公司交易地位为买方的并购事件;剔除交易失败的并购事件,结果如表 9 第(1)列和第(2)列所示。进一步地,

本文将企业并购类型区分为知识产权并购和技术并购。对于知识产权并购,若并购涉及专利、技术、商标的转让和购买,则视为涉及知识产权并购。结果如表9第(3)列和第(4)列所示。此外,本文参考 Ahuja 等[24]的做法,将满足以下标准之一的并购事件视为技术并购:一是标的公司在过去5年内拥有专利技术;二是并购公告中已明确说明此项并购是以取得某项专利或者技术为目的。结果如表9第(5)列和第(6)列所示。结果表明,技术断供风险对企业并购、知识产权并购以及技术并购的影响均不显著,这一结果排除了企业在面临技术断供风险时通过技术并购来促进突破式创新的可能性。

表9　排除技术并购渠道

变量	是否发生并购	并购次数	是否涉及知识产权并购	涉及知识产权并购次数	是否涉及技术并购	技术并购次数
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	Merger	*Merger_N*	*K_Merger*	*K_Merger_N*	*T_Merger*	*T_Merger_N*
*T_Outages*1	−0.002 (0.006)	−0.029 (0.077)	−0.001 (0.001)	−0.001 (0.001)	−0.002 (0.006)	−0.003 (0.015)
Controls	是	是	是	是	是	是
企业固定效应	是	是	是	是	是	是
省份×年份固定效应	是	是	是	是	是	是
N	34 060	34 060	34 060	34 060	34 060	34 060
Adjusted R^2	0.110	0.795	0.038	0.045	0.110	0.275

(二)加强创新合作

本文分别从以下3个方面检验创新合作的渠道。一是联合创新。本文使用企业联合专利申请数(*UR*1)来衡量企业联合创新情况。表10第(1)列结果显示,技术断供风险促进了企业联合专利的申请。二是产学研合作。一方面,本文使用企业与高校和科研院所联合申请的专利数量(*IUR*1)来衡量企业产学研合作,回归结果如表10第(2)列所示。另一方面,本文采用企业年报文本中产学研合作相关关键词频数总和的自然对数(*IUR*2)来衡量企业产学研合作,回归结果如表10第(3)列所示。结果表明,技术断供风险促进了企业产学研合作。三是合作文化。企业合作文化的培养有利于加强企业内部协作,整合有限资源,推动企业创新发展。因此,本文采用企业年报MD&A部分合作文化相关关键词频数总和的自然对数来衡量企业合作文化(*Coop*),并将企业合作文化(*Coop*)与企业技术断供风险(*T_Outages*1)进行交乘,然后分别对企业联合专利申请数(*UR*1)和企业产学研合作数量(*IUR*1)进行回归。表10第(4)列和第(5)列结果显示,加强合作文化的培养能有效助力企业应对技术断供风险。综上所述,技术断供风险会激励企业加大创新合作力度,从而提高突破式创新水平。

表10　创新合作路径

变量	企业联合专利申请	企业产学研合作专利申请	企业年报中产学研合作	企业联合专利申请	企业产学研合作专利申请
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	*UR*1	*IUR*1	*IUR*2	*UR*1	*IUR*1
*T_Outages*1	0.074 *** (0.012)	0.034 *** (0.007)	0.077 *** (0.010)	−0.170 *** (0.062)	−0.083 ** (0.034)
*Coop_T_Outages*1	—	—	—	0.065 *** (0.016)	0.031 *** (0.009)
Coop	—	—	—	−0.043 * (0.024)	−0.031 ** (0.014)
Controls	是	是	是	是	是
企业固定效应	是	是	是	是	是
省份×年份固定效应	是	是	是	是	是
N	34 060	34 060	34 060	33 945	33 945
Adjusted R^2	0.650	0.487	0.651	0.651	0.487

注:由于产学研合作关键词和合作文化关键词具有高度相关性,在交乘项回归中并未对 *IUR*2 进行回归。

(三)增加研发投入

一方面,本文将研发支出(*RD*1)、研发支出占营业收入的比重(*RD*2)、费用化研发支出(*RD*3)、资本化研发支出(*RD*4)分别作为被解释变量进行回归,结果如表11第(1)列~第(4)列所示。另一方面,本文将研发人员数量(*Staff*1)、研发人员占比(*Staff*2)、技术人员数量(*Staff*3)、技术人员占比(*Staff*4)分别作为被解释变量进行回归,结果如表11第(5)列~第(8)列所示。结果表明,技术断供风险有助于刺激企业增加资金和人员等研发投入,从而提高突破式创新水平。

(四)提高创新效率

一方面,本文采用DEA方法,将研发费用的自然对数作为创新投入变量,专利数的自然对数作为创新产出变量,测算企业创新效率(*Efficiency*1)。另一方面,本文采用资本化研发支出占研发支出的比重(*Efficiency*2)测算企业创新效率。结果如表12第(1)列和第(2)列所示。总之,上述结果表明,技术断供风险会激励企业提高创新效率,从而提高突破式创新水平。

表 11　增加研发投入路径

变量	研发支出	研发支出/营业收入	费用化研发支出	资本化研发支出	研发人员数量	研发人员占比	技术人员数量	技术人员占比
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	*RD*1	*RD*2	*RD*3	*RD*4	*Staff*1	*Staff*2	*Staff*3	*Staff*4
*T_Outages*1	0.104 *** (0.013)	0.377 *** (0.052)	0.060 *** (0.020)	0.403 *** (0.101)	0.058 *** (0.011)	0.586 *** (0.124)	0.079 *** (0.010)	0.990 *** (0.171)
Controls	是	是	是	是	是	是	是	是
企业固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是
省份×年份固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是
N	29 017	28 860	15 071	22 032	22 005	21 943	30 072	30 072
Adjusted R^2	0.861	0.824	0.865	0.716	0.894	0.889	0.886	0.855

表 12　提高创新效率路径

变量	根据 DEA 测算创新效率	资本化研发支出/研发支出
	(1)	(2)
	*Efficiency*1	*Efficiency*2
*T_Outages*1	0.006 *** (0.002)	0.002 *** (0.000)
Controls	是	是
企业固定效应	是	是
省份×年份固定效应	是	是
N	23 137	29 017
Adjusted R^2	0.751	0.828

五、应对技术断供风险:耐心资本的作用

本文进一步从耐心资本视角,探讨发展耐心资本能否帮助企业有效应对技术断供风险,进而实现突破式创新。现有文献表明,管理层出于规避风险的动机,会更加青睐短期、高回报的投资活动[25]。而耐心资本坚持长期主义,深耕价值投资,能够对短期内市场上的负面波动有较强耐受力[10]。因此,管理层短视行为会抑制耐心资本的发展。党的二十届三中全会也提到“鼓励和规范发展天使投资、风险投资、私募股权投资,更好发挥政府投资基金作用,发展耐心资本”。耐心资本的表现形式具有多样化,其中之一可以表现为风险投资对企业的长期资金支持[10]。

基于以上分析,本文从管理层短视和风险投资两个方面衡量耐心资本。具体而言,对于企业管理层短视指标(*Myopia*),本文借鉴胡楠等[25]的方法进行构建。对于风险投资指标,本文借鉴吴超鹏等[26]的研究,通过查询企业前十大股东信息,若股东类型为风险投资公司,以及其名称包含“风险投资”“创业投资”“风险资本”等字段,则直接判定为风险投资,进一步将其加总得到风险投资机构持股数量(*VC*)。为使耐心资本的度量更加准确和客观,本文采用熵值法测算耐心资本综合指数(*PC*)。

本文随后将耐心资本(*PC*)与企业技术断供风险交乘,得到交互项(*PC_T_Outages*1),检验耐心资本的调节作用,回归结果如表 13 第(1)列所示。此外,本文还检验单独的管理层短视(*Myopia*)和风险投资(*VC*)指标对技术断供风险与企业突破式创新

表 13　耐心资本与技术断供风险

变量	耐心资本	管理层短视	风险投资机构持股数量	稳定型股权
	(1)	(2)	(3)	(4)
	*Innov*1	*Innov*1	*Innov*1	*Innov*1
*PC_T_Outages*1	0.051 * (0.028)	—	—	—
*Myopia_T_Outages*1	—	−0.363 *** (0.105)	—	—
*VC_T_Outages*1	—	—	0.002 * (0.001)	—
*LIOR_T_Outages*1	—	—	—	0.002 *** (0.000)
*T_Outages*1	0.056 *** (0.014)	0.097 *** (0.017)	0.059 *** (0.014)	0.039 *** (0.014)
PC	−0.056 (0.043)	—	—	—
Myopia	—	0.305 *** (0.117)	—	—
VC	—	—	−0.002 (0.002)	—
LIOR	—	—	—	−0.002 *** (0.000)
Controls	是	是	是	是
企业固定效应	是	是	是	是
省份×年份固定效应	是	是	是	是
N	33 341	33 341	34 060	33 687
Adjusted R^2	0.807	0.807	0.807	0.808

关系的影响。回归结果如表13第(2)列和第(3)列所示。最后,本文借鉴Yan等[27]的研究,基于换手率计算企业长期机构投资者的持股比例来表示稳定型股权(*LIOR*),以此作为耐心资本的替代性指标进行检验。回归结果如表13第(4)列所示。以上结果表明,发展耐心资本能够正向调节技术断供风险对企业突破式创新的影响。

六、结论与启示

(一)研究结论

技术断供风险显著地促进了企业突破式创新。上述结论在经过替换解释变量和被解释变量、使用倾向得分匹配以及工具变量回归等稳健性检验后依旧成立。异质性分析表明,技术断供风险引致的突破式创新效应在缺乏政府采购、市场竞争更激烈、规模更小等生存压力更大的企业以及拥有技术积累、金融可得性更高等创新资源更厚实的企业中更为明显。机制分析表明,在技术断供风险的威慑下,企业主要通过加强创新合作、增加研发投入和提高创新效率等途径来促进突破式创新。进一步研究发现,耐心资本能够有效强化技术断供风险引致的突破式创新效应。

研究结论表明,企业突破式创新是应对技术断供风险的理性选择,其核心在于成本—收益权衡。当技术断供风险较高时,如果不进行突破式创新,企业可能面临生产中断带来的现金流损失,这会增加企业突破式创新的预期收益,甚至超过其预期成本,促使企业选择突破式创新。由此可见,即便不存在技术断供风险,其他改变企业成本—收益权衡的因素,如市场竞争环境变化或者政府创新扶持等,也可能触发企业调整创新策略。当然,不同情景的成本—收益权衡机制可能存在差异,进而触发不同的创新策略选择,这有待未来进一步的深入研究。

(二)政策启示

第一,强化忧患意识,坚持自主创新。在当前中美经贸关系不确定性增加的背景下,我国企业应该增强忧患意识,提前布局,将自主创新视为企业长期战略,提高核心技术自主可控能力。宽容创新失败,鼓励技术积累与基础研究。集中资源于重点领域,并加强创新成果转化,将理论突破转化为实际技术或产品,以有效应对技术断供风险。

第二,优化金融环境,提高金融可得性。政策制定者应改善金融环境,引导金融机构加强对企业创新的支持,适当放宽相关限制,对关键创新项目提供补贴。同时,可依托龙头企业开展供应链金融服务,为上下游中小企业提供信贷支持,助力其融入核心企业的创新体系,提升整体供应链的创新实力。

第三,加强创新合作、加大创新投入、提升创新效率。面对技术断供风险,企业首先要积极拓宽创新渠道,积极联合政府和高校等各类创新主体,整合资源,围绕关键核心技术开展分工合作。其次,企业要加大研发投入力度,吸引技术人才组建研发团队,购置先进设备,将关键资源用于核心技术突破。最后,企业要提高自身创新效率,加快促进从研发投入到实质性产出的转化。

第四,发展风险投资、壮大耐心资本。政策层面应引导机构投资者关注长期价值,发展风险投资,并通过税收优惠等政策壮大耐心资本规模,吸引更多社会资金支持科技创新。同时,需完善相关法律法规,加强风险评估与监管,为耐心资本的健康发展提供制度保障。

参考文献:

[1]李正卫,李巧丽,李文馨. 美国实体清单制裁对我国企业自主创新的影响:基于A股计算机、通信行业上市公司的实证研究[J]. 科学学研究,2024,42(4):863-872.

[2]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,2021,24(5):16-27.

[3]李雪松,梅仲钦,李瑞敏. 美国对华出口管制是否倒逼了中国企业增加研发投入:来自实体清单的证据[J]. 中国软科学,2025(7):1-12.

[4]宋艳,原长弘,张树满. 装备制造业领军企业如何突破关键核心技术?[J]. 科学学研究,2022,40(3):420-432.

[5]徐翔,赵墨非,李涛,等. 数据要素与企业创新:基于研

发竞争的视角[J]. 经济研究,2023,58(2):39-56.
[6]吴超鹏,严泽浩. 政府基金引导与企业核心技术突破:机制与效应[J]. 经济研究,2023,58(6):137-154.
[7]巫俊,魏浩. 中间品进口产品质量与中国企业创新绩效:基于企业专利数据的实证分析[J]. 中国软科学,2022,(5):35-44.
[8]洪银兴,姜集闯. 培育和壮大耐心资本推动新质生产力发展[J]. 经济学家,2024(12):5-14.
[9]吴旻佳,张普,赵增耀. 耐心资本、创新投入对企业绩效的影响:基于中小板上市企业的数据[J]. 科学决策,2022(9):55-72.
[10]高昊宇. 培育壮大耐心资本与中国科技创新[J]. 人民论坛,2024(16):28-31.
[11]王琳,陈志军. 价值共创如何影响创新型企业的即兴能力:基于资源依赖理论的案例研究[J]. 管理世界,2020,36(11):96-110,131.
[12]HOWELL S T. Financing innovation:evidence from R&D grants [J]. American economic review, 2017, 107 (4): 1136-1164.
[13]李玉花,简泽. 从渐进式创新到颠覆式创新:一个技术突破的机制[J]. 中国工业经济,2021(9):5-24.
[14]DHALIWAL D,JUDD J S,SERFLING M,et al. Customer concentration risk and the cost of equity capital[J]. Journal of accounting and economics,2016,61(1):23-48.
[15]FORÉS B, CAMISÓN C. Does incremental and radical innovation performance depend on different types of knowledge accumulation capabilities and organizational size? [J]. Journal of business research,2016,69(2):831-848.
[16]吴先明,苏志文. 将跨国并购作为技术追赶的杠杆:动态能力视角[J]. 管理世界,2014(4):146-164.
[17]佟岩,王茜,曾韵,等. 并购动因、融资决策与主并方创新产出[J]. 会计研究,2020(5):104-116.
[18]COHEN W M,LEVINTHAL D A. Absorptive capacity: a new perspective on learning and innovation[J]. Administrative science quarterly,1990,35(1):128-152.
[19]姚颐,凌玥,李岩琼. 中美贸易诉讼、研发投入与企业创新[J]. 南开管理评论,2025,28(2):116-127.
[20]HALL H B,JAFFE A,TRAJTENBERG M. Market value and patent citations[J]. The RAND journal of economics, 2005,6(1):16-38.
[21]郑世林,汉馨语,郭锡栋,等. 国家战略科技力量与企业关键核心技术突破:来自国家和省级重点实验室的证据[J]. 中国工业经济,2024(9):62-80.
[22] CHEN Y J, LI P, LU Y. Career concerns and multitasking local bureaucrats: evidence of a target-based performance evaluation system in China [J]. Journal of development economics,2018,133:84-101.
[23] NUNN N, WANTCHEKON L. The slave trade and the origins of mistrust in Africa[J]. American economic review, 2011,101(7):3221-3252.
[24]AHUJA G,KATILA R. Technological acquisitions and the innovation performance of acquiring firms:a longitudinal study [J]. Strategic management journal,2001,22(3):197-220.
[25]胡楠,薛付婧,王昊楠. 管理者短视主义影响企业长期投资吗:基于文本分析和机器学习[J]. 管理世界,2021,37(5):139-156.
[26]吴超鹏,吴世农,程静雅,等. 风险投资对上市公司投融资行为影响的实证研究[J]. 经济研究,2012,47(1):105-119,160.
[27] YAN X, ZHANG Z. Institutional investors and equity returns:are short-term institutions better informed? [J]. The review of financial studies,2009,22(2):893-924.

(本文责编:润　泽)