

# 风险投资、技术创新与产业结构升级

钱 燕<sup>1,2</sup> 范从来<sup>3</sup>

(1. 南京大学 经济学院, 江苏 南京 210093; 2. 苏州科技大学 商学院, 江苏 苏州 215009;

3. 南京大学 长江三角洲经济社会发展研究中心, 江苏 南京 210093)

**摘 要:** 基于技术创新中介效应视角, 研究风险投资对产业结构升级的影响。选取 2005—2018 年中国 30 个省份的面板数据进行实证分析, 并分东、中、西部地区进行检验。研究发现, 从全国层面看, 风险投资显著促进产业结构升级, 但技术创新的中介效应占比偏低; 东、中、西部地区风险投资对产业结构升级均存在显著驱动作用, 但技术创新的中介效应在东部地区显著, 在中西部地区不显著。经济高质量发展背景下, 应优化风险投资发展政策和环境, 充分发挥技术创新的中介作用, 各地区因地制宜通过风投机制提升技术创新能力, 推动产业结构升级。

**关键词:** 风险投资; 技术创新; 产业结构升级; 中介效应

**作者简介:** 钱燕(1979—), 女, 江苏宜兴人, 南京大学经济学院博士后, 苏州科技大学商学院讲师, 主要从事公司金融研究; 范从来(1962—), 男, 江苏海安人, 南京大学长江三角洲经济社会发展研究中心教授、博士生导师, 主要从事货币银行学、公司金融研究。

**基金项目:** 国家社会科学基金重大研究专项项目“新时代中国特色经济学基本理论问题研究”(项目编号: 18VXK002)的阶段性成果。

**中图分类号:** F830.59 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-4403(2021)01-0107-10 **收稿日期:** 2020-08-17

**DOI:** 10.19563/j.cnki.sdzs.2021.01.012

建设现代化经济体系是党中央为实现“两个百年”奋斗目标做出的重大战略部署, 产业结构升级是建立现代化经济体系的核心内容, 产业结构能否顺利转型升级直接关系着经济发展质量的高低。产业结构升级伴随着大量原始性创新, 创新中“破”与“立”均具有较高的不确定性, 需要雄厚的资金、较高的科技水平和优秀的管理研发人才等要素支撑, 金融体系充足的支持不可或缺。人类历史上每一次大的产业结构转型升级都与金融支持有着密切的关联。而银行为主导的间接融资并不能有效地支持创新型企业发展, 在识别和把握高新技术产业发展上存在一定局限性, 金融体系必须提供多样化的资本来源才能更好地适应产业结构升级的资金需求。<sup>[1]</sup>

风险投资是金融体系中较为活跃的一类资

本, 具有高风险高收益的特征, 与产业结构转型升级中的不确定性存在天然契合, 被称为高新技术企业发展的助推器。从 20 世纪 80 年代起步的中国风险投资经历萌芽、兴起、快速发展等阶段, 机构数量和资本规模不断扩大。根据《中国创业投资发展报告 2019》数据显示, 截至 2018 年年底我国专业的创投基金与管理机构合计 2 800 家, 管理资本规模达到 9 179.0 亿元。创新发展战略下, 国家和地区层面都高度重视风险投资的发展, 希望发挥风险投资助推高新技术企业发展的独特作用。高新技术企业的蓬勃发展必将改变地区的产业结构, 从而提高地区经济发展质量。那么, 我国快速发展的风险投资是否对产业结构升级起到促进作用? 这一现实问题值得探索。如果答案是肯定的, 那么该如何发挥风险投资的威力才能更快

地加速产业结构升级?

技术创新是推动国家和地区产业结构升级的核心动力,推动产业从低级形态向高级形态演变。风险投资的主要投资对象是具有创新性的企业。一些学者研究证实了风险投资对企业技术创新的重要推动作用。因此,是否存在风险投资通过促进技术创新来推动产业结构升级的作用路径呢?区域是经济体系的载体,风险投资具有明显的空间集聚特征<sup>[2]</sup>,东、中、西部风险投资对产业结构升级效应是否存在差异?这些问题尚缺乏系统的研究。准确评价风险投资对产业结构升级的作用及技术创新的中介效应,从产业升级维度、技术创新中介作用、区域特征角度来判断风险投资能否成为促进建立现代化产业体系的新力量,对国家和地区制定和执行相关政策具有重要的理论与现实意义。

## 二、文献回顾和理论分析

### (一) 文献回顾

风险投资与技术创新的研究由来已久。Kortum 和 Lerner 研究发现风险投资支持的企业获得更高的专利产出和专利引用率。<sup>[3]</sup>一些不同国家微观样本也证实了风险投资与企业技术创新之间的正向作用。<sup>[4-5]</sup>同样,学者们研究发现风险投资能提升行业技术创新能力。具有技术筛选和识别能力的风险资本集中于某行业时,加深了对行业发展的认识,能有效把握行业的技术创新的市场需求,为技术创新降低风险,激发创新动力,最终形成行业的技术创新优势。<sup>[6-7]</sup>风险投资推动企业制定新产品方案和市场战略,位于同一行业的企业以新产品成为介质,通过学习模仿改进现有技术,开发新技术,行业技术创新能力得以提升。<sup>[8]</sup>风险投资也会通过知识溢出和技术扩散推动行业上下游的合作,推动不同行业的技术创新。<sup>[9]</sup>

技术创新是产业结构升级的核心驱动力。<sup>[10]</sup>Anderson 和 Tushman<sup>[11]</sup>构建技术变革循环模型,分析循环过程中技术创新—技术突破—产业跨越式发展的机制。国内学者从改善区域产业结构、供需结构、提升劳动生产率和管理效率等方面阐述技术创新促进产业结构升级的途径。<sup>[12-13]</sup>也有部分学者基于我国区域差异的客观现实,分析区域技术创新对产业结构升级的影响。昌忠泽等<sup>[14]</sup>通过实证检验发现技术创新显著推动东部和东北部地区产业结构升级,而中西部地区较少的创新存量和

增量成为制约产业结构快速升级的重要因素。

作为发现新技术的重要金融力量——风险投资是否对产业结构升级有所影响,学术界开展了一些理论和实证研究。刘志彪和陆国庆<sup>[15]</sup>认为风险投资是发展科技产业的有效机制。风险投资通过股权投资作用于微观企业,其资金加持和增值服务不仅提供企业发展所需资金,还能为企业发展引进专业人才与先进管理方式,增加企业研发投入及有效促进其成果转化,进而推动产业转型升级。<sup>[16]</sup>风险投资具有空间的集聚性和向高技术产业集聚的特征<sup>[17]</sup>,这种资本流动带动高技能劳动力在产业间的转移,提高产品技术含量,推动产业转型升级。部分学者实证分析风险投资对新兴产业的作用。Dushnitsky 和 Lenox<sup>[18]</sup>以设备、半导体、计算机行业为例,验证风险投资与企业价值创造间的正相关关系。杜传忠等<sup>[19]</sup>阐述风险投资在资金、技术和服务等方面对新兴产业发展的作用,并以节能环保上市公司数据开展实证检验,得出风险投资具有促进新兴产业发展的作用。纪建悦等<sup>[20]</sup>以风险投资与海洋产业结构升级为研究对象,发现风险投资通过规模效应和结构效应加快海洋高新技术产业发展,进而促进产业结构升级。

学者们对风险投资、技术创新和产业结构升级间两两关系进行分析,为本文奠定了研究基础,但风险投资、技术创新和产业结构升级之间是否存在内在的统一机制,尚缺乏相应的理论分析和实证检验。本文采用中介效应模型构建三者之间的联系并进行实证检验,为准确把握风险投资的产业效应提供理论基础和经验证据。

### (二) 理论分析

风险投资的初衷为具有良好发展前景的初创企业提供资金和增值服务<sup>[21]</sup>,在帮助企业成长的过程中促进研发投入,加速成果转化和新技术、新产品的问世。美国信息、电子、通信等产业的发展历程表明风险投资是新兴产业发展的孵化器和助推器,获利微薄的新兴产业在风险投资的孕育下快速成长为支柱产业。<sup>[18]</sup>同时,风险投资将高新技术引入传统产业,引发传统产业的链式反应。原有的市场均衡随着新兴产业的发展被打破,倒逼传统产业的革新,从而实现整个产业结构的升级。

风险投资通过促进企业技术创新作用于产业结构升级。风险投资依据其独特的技术甄别能力和风险管理手段,发挥技术筛选的功能。Lerner<sup>[22]</sup>认为风险投资的网络资源能为风投决策提供更多信息资源,通过风险资本家、企业家建立多层网络

连接,可以筛选出更好的技术解决方案。Baum 和 Silverman<sup>[23]</sup>指出,风险投资在筛选被投对象时会着重考察企业的创新能力和技术优势,选择有潜力的初创企业进行投资。因此,风险投资能促使一项特定技术发展为主导技术,有风险投资支持的技术最有可能成为产业升级过程中的主导技术。

风险投资为技术创新提供资金支持。资本是链接金融部门和产业部门的“润滑剂”。如果没有资金支持,经济主体无法将创意转为现实的产品,传统产业也无法开展升级改造,资金支持的缺失制约研发投入,科技成果向市场转化成功率不高。企业融资理论揭示外源融资对企业发展的重要性。风险投资高风险高收益的特征与科技创新初期弱质性、中长期高成长性特征相匹配,能为产业发展提供资金,缓解其发展不同阶段融资约束。<sup>[24]</sup>因此,风险投资通过资金运用纾解技术创新过程中长期资本的缺失,支持产业研发、中试及市场化。

风险投资具有技术创新集聚功能。风险投资机构的增值效应体现在为创新主体提供获取外部资源的集成平台,帮助创新主体招聘合适人才,把握创新的市场需求,降低技术、组织、市场不确定性,实现资源优化配置。<sup>[25]</sup>另外,风险投资为产业中不同企业搭建沟通交流渠道,产业上下游之间渗透和联动加强,能加快产业创新要素在产业链上集聚,激发产业创新能力,增强产业核心竞争力。<sup>[9]</sup>技术进步引起各产业部门的生产技术变革,在主导产业扩散效应的作用下推动相关产业向高端化发展。

产业结构升级依托于落后生产技术的淘汰、高新技术产业的发展壮大,技术创新是产业结构升级的核心动力。新旧动能转化时期,培育企业自主创新能力,形成高新技术产业的竞争优势,才能实现产业结构升级。风险投资偏好高成长性,通过技术筛选、资金支持和资源集聚,提高技术创新活动成功概率,增加创新主体的创新意愿和投入,为产业结构升级创造基础性支撑。风险投资具有技术扩散、知识溢出以及空间集聚特征,使得企业技术创新在中观上呈现出区域技术创新能力的提升,这一质变将有效促进产业结构升级。因此,将风险投资、技术创新和产业结构升级纳入统一的框架,风险投资对产业结构升级具有直接效应,且技术创新在风险投资和产业结构升级两者之间承担着中介效应。三者关系如图 1 所示。

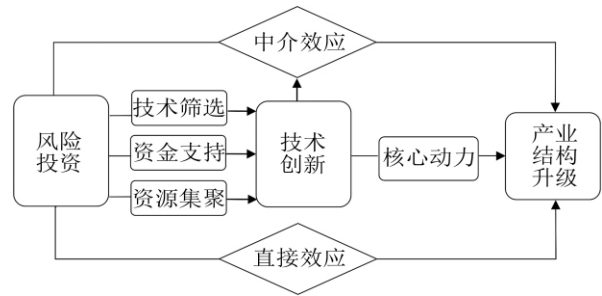


图 1 风险投资、技术创新与产业结构升级

### 三、研究设计

#### (一) 计量模型

基于上述分析,本文讨论风险投资对产业结构升级的影响及技术创新的中介作用。考虑到我国幅员辽阔,不同地区具有不同的资源禀赋和行政效率,因此除了从全国层面进行总体分析外,本文将样本分成东、中、西部三个区域做进一步分析<sup>①</sup>,以得出更有针对性的结论。

首先,讨论风险投资对产业结构升级的影响。影响产业结构升级因素众多,在控制政府干预程度、城镇化率、对外开放水平等变量基础上,构建基准回归模型,如(1)所示。

$$IND_{it} = \beta_0 + \beta_1 VC_{it} + \sum_{j=2}^4 \beta_j X_{jit} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中,IND为产业结构升级变量,VC为风险投资变量,X为控制变量,i表示省份,t表示年份, $\varepsilon$ 表示随机扰动项。

其次,为了检验风险投资是否通过技术创新(TEL)促进产业结构升级,本文参照温忠麟等<sup>[26]</sup>的方法建立中介效应模型如下:

$$IND_{it} = \beta_0 + \beta_1 VC_{it} + \sum_{j=2}^4 \beta_j X_{jit} + \varepsilon_{0it} \quad (2)$$

$$TEL_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 VC_{it} + \sum_{j=2}^4 \alpha_j X_{jit} + \varepsilon_{1it} \quad (3)$$

$$IND_{it} = \eta_0 + \eta_1 VC_{it} + \eta_2 TEL_{it} + \sum_{j=3}^5 \eta_j X_{jit} + \varepsilon_{2it} \quad (4)$$

上述方程中,式(2)表示风险投资对产业结构

<sup>①</sup>东部:北京、天津、河北、辽宁、上海、江苏、浙江、福建、山东、广东和海南等 11 个省份;中部:山西、吉林、黑龙江、安徽、江西、河南、湖北、湖南等 8 个省份;西部:四川、重庆、贵州、云南、山西、甘肃、青海、宁夏、新疆、广西、内蒙古等 11 个省份(西藏因数据不全未包含在内)。

升级的总效应,  $\beta_1$  表示总效应的大小, 如果  $\beta_1$  显著, 表明风险投资对产业结构升级存在总体的影响。式(3)反映风险投资对技术创新的影响效应, 以  $\alpha_1$  来衡量风险投资对技术创新的影响大小。式(4)中的系数  $\eta_2$  表示在控制解释变量的影响后技术创新对产业结构升级的效应,  $\eta_1$  表示在控制中介变量的影响后风险投资对产业结构升级的直接效应, 将式(3)代入式(4)可以得到技术创新对产业结构升级的中介效应  $\alpha_1 \eta_2$ , 即风险投资通过技术创新的中间传导对产业结构升级的影响程度, 这是用以判断技术创新中介效应的关键系数。

根据温忠麟等<sup>[26]</sup>提出的判断准则: 如果  $\alpha_1$  和  $\eta_2$  均显著, 表明在风险投资对产业结构升级过程中存在技术创新的中介效应, 接着判断  $\eta_1$  的显著性,  $\eta_1$  不显著则存在完全中介效应; 显著则存在部分中介效应, 中介效应大小为  $(\alpha_1 \times \eta_2) / (\eta_1 + \alpha_1 \times \eta_2)$ 。如果  $\alpha_1$  和  $\eta_2$  至少有一个不显著, 采用 Sobel 统计量检验中介效应是否显著, 统计量计算公式为  $Z = (\alpha_1 \times \eta_2) / (\alpha_1^2 \times S_2^2 + \eta_2^2 \times S_1^2)^{1/2}$ , 其中,  $\alpha_1$  和  $\eta_2$  是技术创新在式(3)和式(4)的回归系数,  $S_1$  和  $S_2$  分别是和的标准误。

## (二) 变量选择

1. 被解释变量为产业结构升级 (*IDU*)。配第一克拉克定理认为随着经济的不断发展, 资本、劳动力等要素会从第一产业逐步向第二、第三产业转移, 推动产业结构优化升级, 因此学者们常用三次产业比重衡量产业结构。考虑到产业结构升级的动态性特征, 遵循徐德云<sup>[27]</sup>、徐敏和姜勇<sup>[28]</sup>的方法用产业结构升级指数来衡量产业结构升级, 计算公式如下:

$$IND = \sum_{i=1}^3 y_i \times i = y_1 \times 1 + y_2 \times 2 + y_3 \times 3 \quad (5)$$

其中,  $y_i = Y_i / Y$  表示各省份第产业的产值比重,  $Y_i$  表示第  $i$  产业的产值,  $Y$  表示三次产业的产值之和。显然,  $IND$  在取值范围在  $[1, 3]$  之间, 数值越接近于 1 说明第一层次占比越高, 产业结构优化升级速度较慢, 数值越接近 3 说明产业结构优化升级的速度越快。

2. 核心解释变量为风险投资 (*VC*)。现有文献大多设置风险投资有无对企业投资的虚拟变量来分析风险投资的介入对企业技术创新、企业绩效的影响。本文从中观层面分析风险投资的作用, 通过手工整理历年《中国创业投资发展报告》, 获得除西藏外 30 个省份风投管理资本规模, 衡量区域风险投资规模。

3. 中介变量为技术创新 (*TEL*)。技术创新包含创新投入和创新产出。从区域层面看, R&D 经费投入、R&D 人员全时当量是常用的衡量创新投入的指标, 专利授权数、新产品销售收入和技术市场成交额常用以衡量创新产出。本文研究的是风险投资对产业结构升级的影响, 从产出角度来衡量技术创新能更准确地刻画出风险投资、技术创新、产业结构升级之间的逻辑关系。因此, 选用每万人专利授权量衡量地区技术创新水平。

4. 控制变量。借鉴其他学者对产业结构升级影响因素的研究成果, 本文选取了以下控制变量。

(1) 政府干预程度 (*GOV*)。用各省财政支出占 GDP 的比重表示。政府支出反映政府投入偏向, 政府会分析产业政策, 根据区域实际情况进行产业规划, 设定特定产业发展目标。(2) 城镇化率 (*UR*)。以城镇人口占常住人口的比重来表示, 城镇化带来要素的流动, 高技术劳动力从低生产率部门转向高生产率部门, 促进新兴产业的聚集, 从而促进产业结构升级。(3) 对外开放水平 (*OPEN*)。对外开放可以从产出效应、技术外溢效应和投资增长效应等多个层面对产业结构优化升级产生影响。本文通过外商投资企业投资总额(单位为百万人民币, 由当年人民币兑美元平均汇率换算得出)与地区生产总值的比值来衡量对外开放水平。

## (三) 数据来源

本文选取 2005—2018 年中国 30 个行政省级单位(由于数据获取原因, 不含西藏和港澳台地区)的平衡面板数据作为样本, 样本总量为 420。风险投资的数据来源于历年《中国创业投资发展报告》, 产业结构升级指数、技术创新、政府干预程度、城镇化率、对外开放等指标所需的原始数据来源于国家统计局网站和各省统计年鉴。本文对非比值和未标准化的数据进行对数处理以减少异方差对估计结果的影响。

## 四、实证结果分析

### (一) 数据描述性统计

在对数据进行回归之前, 先对数据进行描述性统计分析, 如表 1 所示。产业结构升级均值为 2.309 3, 标准差为 0.134 7, 说明当前中国产业结构正处于优化演进阶段, 但离最优化的值还存在一定差距。区域间存在着不平衡, 部分省份产业结构达到较好状态, 产业结构升级指数达到 2.805 9, 而一些地区还在第二产业向第三产业转化的初级

阶段,产业结构升级指数为 2.001 8。风险投资管理资本规模均值为 3.276 9,区域间具有明显差距,最大值为 7.972 2,最小值为 0。以万人专利数量衡量的技术创新水平均值为 6.686 4,标准差达到

9.554 9,说明区域技术创新能力差距巨大。政府干预程度、城镇化率和对外开放水平均为影响产业结构升级的重要因素,不同区域之间存在一些差异,均值分别为 0.123 2,0.534 6 和 0.217 3。

表 1 各变量描述性统计

变量	指标	均值	标准差	最小值	最大值
产业结构升级	IDU	2.309 3	0.134 7	2.001 8	2.805 9
风险投资	VC	3.276 9	1.820 7	0.000 0	7.972 2
技术创新	TEL	6.686 4	9.554 9	0.145 4	57.333 3
政府干预程度	GOV	0.123 2	0.108 3	0.005 3	1.272 7
城镇化率	UR	0.534 6	0.139 3	0.268 6	0.896 1
对外开放水平	OPEN	0.217 3	0.221 8	0.026 4	1.206 9

(二) 变量的相关性分析

为避免多重共线性造成模型估计失真,对主要变量进行 Pearson 系数检验,结果如表 2 所示。被解释变量和解释变量的相关性在 0.34 至 0.80 之

间,解释变量间的相关系数小于 0.72,说明不存在多重共线性对模型估计系数的影响。利用方差膨胀因子检验计算得出 VIF 为 2.26,进一步证明模型不存在多重共线性问题。

表 2 Pearson 系数相关性分析

	IDU	VC	TEL	GOV	UR	OPEN
IDU	1.000 0					
VC	0.652 1	1.000 0				
TEL	0.719 4	0.716 8	1.000 0			
GOV	0.344 7	0.491 0	0.401 7	1.000 0		
UR	0.790 8	0.545 8	0.686 0	0.248 6	1.000 0	
OPEN	0.533 7	0.337 2	0.499 7	0.057 4	0.689 7	1.000 0

(三) 风险投资影响产业结构升级的基准回归结果

根据 Hausman 检验结果采用固定效应模型对样本进行估计,并用稳健标准误进行修正。表 3 报告了风险投资对产业结构升级影响的基准回归结果。第(1)列以全国样本检验风险投资对产业结构升级的影响。从回归结果来看,风险投资对产业结构升级的回归系数为 0.022 4,在 1%的水平上显著,说明风险投资规模的提升能够促进产业结构升级。风险投资规模的提升,为地区带来金融资源,为产业部门发展提供直接的资金支持。这一具有识别能力的高风险金融资本,以独特的甄别手段和盈利模式向具潜力的初创企业提供资金支持并获得股权,解决创业企业的资金问题,加速了新兴产业的发展和传统产业的改造,具有的信号效应和资源配置效应促进金融资源从落后产业部门

向具潜力的产业部门集中,促进产业结构升级。

从控制变量的回归结果来看,政府干预对产业结构升级起到了正向的作用。政府基于宏观经济目的,对特定产业发展进行系统性规划,为地区产业结构的升级提供决策,调整资源在产业之间和产业部门间的优化配置,进而有效地促进产业结构升级。城镇化对产业结构升级起到了显著的正向作用。伴随着城镇化的建设,人力资本效能提升,劳动力素质提高,促进产业从劳动密集型向资本、技术密集型转变;城镇化建设推动新兴产业集聚,有利于促进工业朝集约型、创新型方向发展。对外开放水平的提升同样促进了产业结构升级。对外开放扩大外商投资渠道,增加国内企业国际交流和合作机会,企业部门引进、吸收和消化国外先进管理经验和先进技术,带来地区产业部门的整体提升。

表 3 风险投资影响产业结构升级的基准回归结果

变量	全国样本	东部样本	中部样本	西部样本
	IDU (1)	IDU (2)	IDU (3)	IDU (4)
VC	0.022 4 <sup>***</sup> (0.005 2)	0.011 7 <sup>**</sup> (0.004 9)	0.014 3 <sup>**</sup> (0.006 1)	0.032 9 <sup>***</sup> (0.004 1)
GOV	0.139 3 <sup>***</sup> (0.024 6)	0.098 5 <sup>*</sup> (0.053 3)	0.413 9 <sup>***</sup> (0.104 2)	0.104 0 <sup>***</sup> (0.022 4)
UR	0.451 6 <sup>***</sup> (0.094 1)	0.792 3 <sup>***</sup> (0.097 4)	0.387 8 <sup>***</sup> (0.141 7)	0.257 5 <sup>**</sup> (0.110 9)
OPEN	0.127 1 <sup>***</sup> (0.034 8)	0.134 6 <sup>***</sup> (0.024 1)	0.407 3 <sup>***</sup> (0.122 2)	0.002 4 (0.086 7)
常数项	1.949 5 <sup>***</sup> (0.045 8)	1.756 6 <sup>***</sup> (0.058 5)	1.934 9 <sup>***</sup> (0.059 6)	2.053 8 <sup>***</sup> (0.054 3)
R <sup>2</sup>	0.610 6	0.639 1	0.673 1	0.620 2
N	420	154	112	154

注：“\*”“\*\*”“\*\*\*”分别表示在 10%、5% 和 1% 的水平上显著，括号中为稳健标准误，下表同。

表 3 第 (2) - (4) 列分别为东部、中部和西部地区的回归结果。东部地区风险投资对产业结构升级的回归系数为 0.011 7, 在 5% 的水平上显著。中部地区风险投资对产业结构升级的回归系数为 0.014 3, 在 5% 的水平上显著。西部地区风险投资对产业结构升级的回归系数为 0.032 9, 在 1% 的水平上显著。这表明风险投资对各地区产业结构升级具有显著的促进作用, 但作用力存在区域差异, 西部、中部、东部依次减弱。东部地区具有较好的工业基础, 城镇化进程快, 高素质人力资源在此集聚, 金融资源也较为丰富, 这些都为东部地区产业结构升级提供保障。尽管东部地区拥有国内最活跃的风投资本, 2018 年管理资本规模前三的地区分别是北京、江苏、广东, 但与城镇化、对外开放水平等其他因素相比, 风险投资的作用力相对较小。相反, 在金融资源匮乏的中西部地区, 相同单位的风投资本投入对产业结构升级的拉动作用更大。

(四) 技术创新的中介效应分析

以技术创新为中介变量, 考察技术创新在风险投资促进产业结构升级的过程中是否承担中介效应, 结果如表 4 所示。遵循中介效应的检验步骤, 首先检验风险投资对产业结构升级的作用, 回归系数显示风险投资对产业结构升级具有显著的促进作用。其次检验风险投资对中介变量技术创新的影响。根据第 (2) 列结果, 风险投资对技术创新的回归系数为 2.602 5, 在 1% 的水平上显著, 说明

风险投资对地区技术创新具有显著的正向作用。最后在以产业结构升级为被解释变量的模型中同时纳入风险投资和技术创新变量进行检验。第 (3) 列结果显示, 中介变量技术创新对产业结构升级的回归系数为 0.001 4, 表明技术创新对产业结构升级具有促进作用, 但不显著; 风险投资的回归系数为 0.021 3, 在 1% 的水平上显著, 低于第 (1) 列回归结果 0.022 4, 说明技术创新在风险投资促进产业结构升级过程中存在中介效应。经济意义上看, 风险投资每提升 1 个单位, 技术创新提升 2.602 5 个单位, 技术创新每提升 1 个单位, 产业结构升级能提升 0.001 4 个单位, 即风险投资每提升 1 个单位, 通过技术创新促进产业结构升级 0.003 6 个单位, 中介效应占比 16.27%。Sobel 统计量的值为 1.145 5, 在 5% 显著性水平上显著, 表明中介效应的检验结果是稳健的。从数值上看, 技术创新中介效应占比 16.27%, 反映出风险投资对产业结构升级的直接效应较高, 通过技术创新拉动产业结构升级的比重偏低, 技术创新转化为现实生产动力、有效驱动产业结构升级的作用力有待提升。

(五) 东、中、西部地区技术创新中介效应检验

东、中、西部地区存在不平衡, 风险投资规模、技术创新能力和产业结构升级均存在较大差异。为得出针对性的结论, 分区域检验风险投资对产业升级的作用和技术创新在这一过程中的中介效应。估计结果如表 5-表 7 所示。

表 4 技术创新的中介效应回归结果

变量	IDU (1)	TEL (2)	IDU (3)
VC	0.022 4 <sup>***</sup> (0.005 2)	2.602 5 <sup>***</sup> (0.293 7)	0.021 3 <sup>***</sup> (0.005 3)
TEL			0.001 4 (0.000 8)
GOV	0.139 3 <sup>***</sup> (0.024 6)	8.440 3 <sup>***</sup> (2.779 1)	0.136 3 <sup>***</sup> (0.024 1)
UR	0.451 6 <sup>***</sup> (0.094 1)	20.855 6 <sup>***</sup> (4.515 1)	0.442 9 <sup>***</sup> (0.105 2)
OPEN	0.127 1 <sup>***</sup> (0.034 8)	6.903 6 <sup>***</sup> (2.213 5)	0.123 5 <sup>***</sup> (0.036 1)
常数项	1.949 5 <sup>***</sup> (0.045 8)	-15.534 2 <sup>**</sup> (2.022 9)	1.956 2 <sup>**</sup> (0.052 44)
R <sup>2</sup>	0.610 6	0.425 3	0.611 4
N	420	420	420
中介效应		0.003 7	
Sobel 检验		显著	

由表 5 所示,东部地区风险投资对产业结构升级的回归系数为 0.011 7,在 5%的水平上显著,说明风险投资对产业结构升级具有促进作用。根据中介效应回归的第二步可以看出,东部地区风险投资对区域技术创新的回归系数为 4.899 1,在 1%的水平上显著,东部地区活跃的风险投资能有效促进研发投入的增加和科技成果产出增加,对技术创新有正向的激励作用。第三步检验结果,风险投资回归系数为 0.007 0,在 10%的水平上显著;技术创新对产业结构升级具有显著影响,系数为 0.001 0,结合系数进行分析,发现风险投资每提升 1 个单位,通过技术创新对产业结构升级的影响提升 0.004 8 个单位,中介效应占比 41.87%,表明东部地区的风险投资能通过促进技术创新优化产业结构。

中部地区的检验结果如表 6 所示。中部地区风险投资对产业结构升级的回归系数 0.014 3 在 1%的水平上显著,说明风险投资正向促进产业结构升级。根据中介效应回归结果第二步可以看出,风险投资对技术创新的回归系数为 0.525 9,在 1%的水平上显著。第三步检验风险投资对产业结构升级的回归系数为 0.013 1,技术创新对产业结构升级的回归系数为 0.001 9 但不显著,说明在中部地区技术创新对产业结构升级的作用尚不十分明显。Sobel 检验也表明中介效应不显著。在

中部地区风险投资对产业结构升级主要表现为直接效应,尽管风险投资促进了技术创新,但对于制造业基础较为雄厚的中部地区而言,技术创新的辐射能力还较弱,对新兴产业的推动力还有待提升,风险投资通过技术创新作用于产业优化升级的中介效应较小。

表 5 东部地区技术创新的中介效应回归结果

变量	IDU (1)	TEL (2)	IDU (3)
VC	0.011 7 <sup>**</sup> (0.004 9)	4.899 1 <sup>***</sup> (0.636 2)	0.007 0 <sup>*</sup> (0.003 8)
TEL			0.001 0 <sup>*</sup> (0.000 5)
GOV	0.098 5 <sup>*</sup> (0.053 3)	30.502 0 <sup>***</sup> (7.445 0)	0.064 8 (0.055 7)
UR	0.792 3 <sup>***</sup> (0.097 4)	12.500 4 (9.042 9)	0.773 3 <sup>***</sup> (0.089 9)
OPEN	0.134 6 <sup>***</sup> (0.024 1)	7.023 3 <sup>**</sup> (3.291 4)	0.119 0 <sup>***</sup> (0.024 3)
常数项	1.756 6 <sup>***</sup> (0.058 5)	-23.333 8 <sup>***</sup> (4.861 5)	1.787 1 <sup>***</sup> (0.054 7)
R <sup>2</sup>	0.639 1	0.647 1	0.645 4
N	154	154	154
中介效应		0.004 8	
Sobel 检验		显著	

表 6 中部地区技术创新的中介效应回归结果

变量	IDU (1)	TEL (2)	IDU (3)
VC	0.014 3 <sup>**</sup> (0.006 1)	0.525 9 <sup>***</sup> (0.175 4)	0.013 1 <sup>**</sup> (0.005 7)
TEL			0.001 9 (0.003 2)
GOV	0.413 9 <sup>***</sup> (0.104 2)	11.023 3 <sup>***</sup> (3.037 3)	0.421 4 <sup>***</sup> (0.109 1)
UR	0.387 8 <sup>***</sup> (0.141 7)	20.745 7 <sup>***</sup> (3.919 8)	0.461 0 <sup>***</sup> (0.125 2)
OPEN	0.407 3 <sup>***</sup> (0.122 2)	-0.670 1 (3.606 6)	0.359 4 <sup>***</sup> (0.120 4)
常数项	1.934 9 <sup>***</sup> (0.059 6)	-9.796 4 <sup>***</sup> (1.666 4)	1.913 2 <sup>***</sup> (0.057 0)
R <sup>2</sup>	0.673 1	0.784 2	0.669 7
N	112	112	112
中介效应		0.000 9	
Sobel 检验		不显著	

西部地区的检验结果如表 7 所示。西部地区风险投资对产业结构升级的回归系数 0.032 9 在 1%的水平上显著,表明风险投资增加 1 个单位,产业结构升级提升 0.032 9 个单位。第二步检验结果为风险投资对技术创新的回归系数为 0.756 9,在 1%的水平上显著。第三步检验风险投资对产业结构升级的回归系数为 0.031 1,技术创新对产业结构的升级作用为 0.002 3,但不显著。Sobel 检验也表明中介效应不显著。与中部地区一致,西部地区风险投资促进产业结构升级主要在于直接效应,技术创新仍处于较低水平,尚不足以支撑产业结构升级,风险投资以促进技术创新来优化产业结构的作用还很小。

表 7 西部地区技术创新的中介效应回归结果

变量	IDU (1)	TEL (2)	IDU (3)
VC	0.032 9*** (0.004 1)	0.756 9** (0.268 4)	0.031 1*** (0.005 3)
TEL			0.002 3 (0.005 5)
GOV	0.104 0*** (0.022 4)	0.904 3 (0.640 1)	0.101 9*** (0.022 3)
UR	0.257 5** (0.110 9)	24.949 0*** (4.062 5)	0.198 3 (0.233 8)
OPEN	0.002 4 (0.086 7)	9.018 1** (2.845 0)	-0.018 9 (0.117 8)
常数项	2.053 8*** (0.054 3)	-11.332 6*** (1.943 1)	2.080 7*** (0.109 0)
R <sup>2</sup>	0.620 2	0.792 4	0.621 8
N	154	154	154
中介效应		0.001 7	
Sobel 检验		不显著	

进一步比较东、中、西部三个区域的回归结果发现,风险投资对产业结构升级具有正向作用,东、中、西部三个区域作用力递增,中西部地区风险投资对产业结构升级作用更大。风险投资对技术创新的作用,东部最强,西部次之,中部最弱。从三个地区技术创新的中介作用上看,只有东部地区显示出技术创新明显的中介效应,发挥 41.87%的中介作用,而中西部地区技术创新中介效应均不显著。一方面源于各地区本身技术创新水平具有较大的差异,技术创新对产业结构升级的支撑作用不同;另一方面从风投的资金来源进行分析,东部地区的

风险投资以民营资本为主,而中西部地区的风投以政府背景为主。2018 年风投资金中民营资本来源占比较高的地区包括山东、江苏、海南、广东、天津等地,而以政府引导基金方式支持创业投资的地区主要包括宁夏、贵州、黑龙江、湖南、甘肃等地。政府背景的风险投资更关注与地方产业政策的关联,加之其他资源的相对缺乏,中西部地区风险投资对产业结构升级的促进作用较东部地区大。东部地区的风投更具有识别创新和支持创新的能力,但资金的边际效应递减。中西部地区的风投虽能促进技术创新,技术创新转化为产业结构升级的作用不显著,导致风险投资通过技术创新作用于产业结构优化的路径不畅。

(六) 稳健性检验

风险投资向某一地区提供资金与当地产业结构和产业发展水平具有内在的关联性,可能存在内生性问题。本文采用如下方法进行内生性问题检验:(1) 风险投资管理资本规模的滞后项作为核心解释变量进行回归,(2) 对产业结构升级进行变量替换,采用第二产业和第三产业的比值衡量产业结构升级指标进行回归,结果如表 8 所示。检验结果均支持风险投资促进产业结构升级及技术创新在其中起到中介作用的结论。

五、结论与建议

本文在阐述风险投资、技术创新、产业结构升级三者作用机制基础上,基于 2005—2018 年中国 30 个省份(不含西藏和港澳台地区)面板数据,实证检验风险投资对产业结构升级的影响以及技术创新的中介效应,并分东、中、西部不同区域进行检验。研究发现,风险投资对产业结构升级具有显著的促进作用,中西部风险投资对产业结构升级的作用效果大于东部地区。此外,风险投资通过技术创新能间接作用于产业结构升级,技术创新具有部分中介效应但占比偏低,仅为 16.27%。技术创新的中介效应具有地域差异性,东部地区技术创新具有 41.87%的中介效应,中西部地区中介效应不显著。

研究得出的政策建议如下:其一,注重风险投资对产业结构升级的促进作用。政府应重视风险投资发展,在税收优惠、人才激励、制度保障等方面做出政策性支持,优化风险投资自身发展环境,发展多元化的风险投资主体结构,畅通风投募退渠道。提升企业自主创新能力,搭建风投机构与技术创新有效对接平台,发挥风投的技术筛选、资

表 8 稳定性检验结果

变量	核心解释变量滞后项			产业结构升级变量替换		
	IDU (1)	TEL (2)	IDU (3)	IDU (1)	TEL (2)	IDU (3)
VC	0.007 5** (0.003 3)	2.671 7*** (0.308 5)	0.004 3* (0.002 2)	0.040 6*** (0.014 0)	2.602 5*** (0.293 7)	0.025 2* (0.013 4)
TEL			0.001 2** (0.000 5)			0.005 9*** (0.001 8)
GOV	0.174 6*** (0.028 0)	5.830 1** (2.793 4)	0.167 8*** (0.028 0)	0.666 5*** (0.116 2)	8.440 3*** (2.779 1)	0.539 5*** (0.107 7)
UR	0.632 1*** (0.055 5)	22.961 7 (4.742 0)	0.599 3*** (0.056 2)	1.110 3*** (0.245 9)	20.855 6*** (4.515 1)	0.771 1*** (0.231 1)
OPEN	0.117 7*** (0.024 9)	8.790 9 (2.284 0)	0.103 6*** (0.025 2)	0.968 6*** (0.107 6)	6.903 6*** (2.213 5)	0.837 0*** (0.100 6)
常数项	1.899 6*** (0.027 9)	-16.495 5 (2.180 3)	1.922 6*** (0.028 8)	0.013 1 (0.139 2)	-15.534 2** (2.022 9)	0.273 6** (0.136 0)
R <sup>2</sup>	0.429 4	0.429 4	0.567 4	0.431 7	0.425 3	0.521 1
N	390	390	390	420	420	420
中介效应		0.003 2		0.015 3		
Sobel 检验		显著		显著		

金支持和资源集聚的功能培育有潜力的创新项目。以风险投资机制为推动力,提高科技成果转化和产业化成果率,用高新技术发展新兴产业和改造传统产业,加快产业结构升级换代。其二,根据东、中、西部不同区域风险投资、技术创新和产业结构升级的不同作用程度,制定不同的发展政策。东部地区应进一步完善风投与技术创新之间

的内在互促机制,发挥风险资本的高失败容忍率优势,引导风投机构的专业化发展,激发更多原创性创新,形成资本链、创新链、产业链的有机融合。中西部地区应提升技术创新能力,协调政府背景风投和非政府背景风投的发展,提升非政府背景风投占比,藉由风投力量挖掘地区创新潜力,集聚更多创新资源,进而有效促进产业结构的升级。

参考文献

[1] 龚强,张一林,林毅夫.产业结构、风险特性与最优金融结构[J].经济研究,2014,(4).  
 [2] 汪明峰,魏也华,邱娟.中国风险投资活动的空间集聚与城市网络[J].财经研究,2014,(4).  
 [3] KORTUM S, LERNER J. Assessing the contribution of venture capital to innovation [J]. Rand Journal of Economics, 2000,(4).  
 [4] ENGEL D, KEILBACH M. Firmlevel implications of early stage venture capital investment—An empirical investigation [J]. Journal of Empirical Finance, 2007,(2).  
 [5] CHEMMANUR T J, KRISHNAN K, NANDY D K. How does venture capital financing improve efficiency in private firms? A look beneath the surface [J]. The Review of Financial Studies, 2011,(12).  
 [6] AUDRETSCH D B, FELDMAN M P. R & D spillovers and the geography of innovation and production [J]. The American economic review, 1996,(3).  
 [7] AUDRETSCH D B, BONTE W, KEILBACH M. Entrepreneurship capital and its impact on knowledge diffusion and economic performance [J]. Journal of business venturing, 2008,(6).  
 [8] GORG H, GREENAWAY D. Much ado about nothing? Do domestic firms really benefit from foreign direct investment? [J]. The World Bank Research Observer, 2004,(2).  
 [9] 刘娥平,钟君煜,施燕平.风险投资的溢出效应[J].财经研究,2018,44(9).  
 [10] 陶长琪,周璇.要素集聚下技术创新与产业结构优化升级的非线性和溢出效应研究[J].当代财经,2016,(1).

- [11] ANDERSON P, TUSHMAN M L. Technological discontinuities and dominant designs: a cyclical model of technological change [J]. Administrative science quarterly, 1990.
- [12] 张晖明, 丁娟. 论技术进步、技术跨越对产业结构调整的影响 [J]. 复旦学报(社会科学版), 2004, (3).
- [13] 江三良, 纪苗. 技术创新影响产业结构的空间传导路径分析 [J]. 科技管理研究, 2019, (13).
- [14] 昌忠泽, 陈昶君, 张杰. 产业结构升级视角下创新驱动发展战略的适用性研究——基于中国四大板块经济区面板数据的实证分析 [J]. 经济学家, 2019, (8).
- [15] 刘志彪, 陆国庆. 论风险投资在中国科技产业发展中的功能定位及其运作机制 [J]. 南京社会科学, 2000, (9).
- [16] 刘广, 刘艺萍. 风险投资对产业转型升级的影响研究 [J]. 产经评论, 2019, (3).
- [17] 张玉华, 李超. 中国创业投资地域集聚现象及其影响因素研究 [J]. 中国软科学, 2014, (12).
- [18] DUSHNITSKY G, LENOX M J. When does corporate venture capital investment create firm value? [J]. Journal of Business Venturing, 2006, (6).
- [19] 杜传忠, 李彤, 刘英华. 风险投资促进战略性新兴产业发展的机制及效应 [J]. 经济与管理研究, 2016, (10).
- [20] 纪建悦, 郭慧文, 林姿辰. 海洋科教、风险投资与海洋产业结构升级 [J]. 科研管理, 2020, (3).
- [21] 陆瑶, 张叶青, 贾睿, 李健航. “辛迪加”风险投资与企业创新 [J]. 金融研究, 2017, (6).
- [22] LERNER J. The syndication of venture capital investments [J]. Financial management, 1994, (3).
- [23] BAUM J A C, SILVERMAN B S. Picking winners or building them? Alliance, intellectual, and human capital as selection criteria in venture financing and performance of biotechnology startups [J]. Journal of business venturing, 2004, (3).
- [24] 胡刘芬, 周泽将. 风险投资机构持股能够缓解企业后续融资约束吗? ——来自中国上市公司的经验证据 [J]. 经济管理, 2018, (7).
- [25] PARK H D, STEENSMA H K. When does corporate venture capital add value for new ventures? [J]. Strategic Management Journal, 2012, (1).
- [26] 温忠麟, 张雷, 侯杰泰, 等. 中介效应检验程序及其应用 [J]. 心理学报, 2004, (5).
- [27] 徐德云. 产业结构升级形态决定、测度的一个理论解释及验证 [J]. 财政研究, 2008, (1).
- [28] 徐敏, 姜勇. 中国产业结构升级能缩小城乡消费差距吗? [J]. 数量经济技术经济研究, 2015, (3).

[责任编辑: 李思舒]

## Venture Capital, Technological Innovation and Industrial Structure Upgrade

QIAN Yan<sup>1,2</sup> FAN Cong-lai<sup>3</sup>

(1. School of Economics, Nanjing University, Nanjing, Jiangsu 210093, China;

2. School of Business, Suzhou University of Science and Technology, Suzhou, Jiangsu 215009, China;

3. Yangtze River Delta Economics and Social Development Research Center, Nanjing University, Nanjing, Jiangsu 210093, China)

**Abstract:** Based on the intermediary perspective of technological innovation, this paper analyzes the impact of venture capital on industrial structure upgrading using the panel data of 30 provincial administrative units in China from 2005 to 2018, and divides the sample into eastern, central and western regions to analyze. Empirical results show that venture capital significantly promotes industrial structure upgrading, but the intermediary effects of technological innovation is low from a national perspective. Venture capital has a significant effect on industrial structure upgrading in the eastern, central and western regions, but the intermediary effect of technological innovation is significant in the eastern region and not significant in the central and western regions. Under the background of high-quality economic development, we should optimize the policy and environment of venture capital, and play the intermediary role of technological innovation. Each region should adapt venture capital mechanism to enhance its technological innovation capacity and promote industrial structure upgrading.

**Key words:** venture capital; technological innovation; industrial structure Upgrade; intermediary effect