

政府产业投资基金的技术创新效应^{*}

胡 凯¹ 刘昕瑞²

(1. 中南民族大学经济学院 湖北武汉 430074)

(2. 华中科技大学经济学院 湖北武汉 430074)

摘 要:政府产业投资基金是中国促进技术创新的一项重要产业政策,其技术创新效应能表征产业政策的有效性和财政资金的使用效率。本文运用2005—2019年政府产业投资基金投资样本,在单独进入和混合进入两种情境下分析其技术创新效应。研究表明,单独进入时,投资进入对企业技术创新没有影响,而投资强度则显著提升企业专利质量;混合进入时,无论是投资进入还是投资强度均提升企业专利数量和质量。简言之,在创新效应上,投资强度优于投资进入,混合进入优于单独进入。调节效应分析发现,有限合伙制对创新效应的影响并不优于公司制,基金层级越高产生的创新效应越好。作用机制分析表明,经验机制而非引导机制是基金影响技术创新的中间渠道。

关键词:政府产业投资基金 专利数量 专利质量 经验机制 引导机制

中图分类号:F812 **JEL 分类号:**H25 L52 O31

一、引 言

以政府产业投资基金来促进新兴产业高质量发展既是产业政策的一项重要创新,也是财政资金“拨改投”后财政投融资模式的重大转变。与财政补贴、税收优惠等政府直接资助、无偿转移支付方式不同,政府产业投资基金以间接资助、股权投资方式对实体企业进行投资,既能够缓解企业的研发融资约束,又能够发挥财政资金的杠杆效应和政策引导效应,还能够通过市场化方式来运作管理基金从而提高政策实施的灵活性。

政府产业投资基金是中文语境下特有的概念,从属于产业投资基金。产业投资基金对应于国外的风险投资基金(VC)和私募股权投资基金(PE),二者合称为股权投资基金,即投资于未上市企业股权的基金。按照设立主体不同,产业投资基金分为政府产业投资基金和市场化产业投资基金。根据《政府投资基金暂行管理办法》、《政府出资产业投资基金管理暂行办法》,政府产业投资基金是服务于实体经济的政府投资基金,既包括直接投资于产业发展的基金,也包括间接投资于产业发展的引导基金。

促进企业技术创新是政府产业投资基金的关键政策目标。据清科私募通(CVSource)数据库的统计,截至2020年底,我国共设立政府产业投资基金944只,目标规模58620亿元。关于规模庞大的财政资金投资于实体经济是否有效提升了被投资企业的技术创新能力,目前还缺乏系统的经验研究。全面、客观、准确地评估政府产业投资基金的技术创新效应,分析政府产业投资基金服务实体经济的效果和机制,不仅有助于从国有股权投资层面认识产业政策的有效性,而且能够为评估预算绩效和优化配置科技财政资金提

^{*} 本文为国家社科基金项目“产业关键共性技术研发的财政激励机制优化研究”(项目编号:19BJL079)的阶段性成果。作者感谢匿名审稿人提出的宝贵意见,文责自负。

供依据。

本文运用 2005—2019 年政府产业投资基金投资企业和对照组样本,在政府产业投资基金单独进入和混合进入两种情境下,从专利数量和质量两个方面检验其技术创新效应。研究发现,基金单独进入时,投资进入对被投资企业技术创新没有显著影响,但投资强度显著提高被投资企业专利质量;基金混合进入时,无论是投资进入还是投资强度都能够显著改善被投资企业的创新效应。简言之,在创新效应上,政府产业投资基金的投资强度优于投资进入、混合进入优于单独进入。调节效应分析发现,基金行政层级而非组织形式能够显著改善创新效应。作用机制分析表明,经验机制而非引导机制是其中间渠道。

与既有研究相比,本文的边际贡献体现在三个方面。一是研究问题。理论界对政府产业投资基金的研究不多,对其创新质量效应的关注更是罕见。经济进入高质量发展阶段后,如何通过政府产业投资基金促进专利质量提升,是提高基金投资有效性必须回答的问题。本文从专利数量和专利质量两个方面来研究政府性基金的技术创新效应,丰富了政府产业投资基金和创新质量方面的文献。二是理论观点。本文不仅检验了政府产业投资基金的技术创新效应,还分析了基金特质的调节效应,从引导机制和经验机制两个方面揭示了其作用路径,并创造性地采用注册资本变化、纳税信用等级来刻画这两个机制,且得出了新的研究结论。三是研究数据。本文中政府产业投资基金的信息从私募通数据库识别,但被投资企业特征、政府投资基金行为特征、被投资企业专利数量和质量、中介变量等关键信息均为手工搜集,有助于相关问题的进一步研究。

二、文献回顾与研究假说

(一) 文献回顾

技术创新的产出即知识产品,其具有正外部性、非竞争性和非独占性,会导致私人研发支出低于社会最优研发水平,这为政府干预技术创新提供了经济合理性(Nelson, 1959)。政府支持技术创新的政策工具主要有三个:财政补贴、税收优惠和股权投资(即政府投资基金)。政策工具对技术创新的影响集中在创新投入(研发投入)和创新产出(专利)上。

关于财政补贴的早期研究结论不一且忽视了补贴的内生性。随着倾向评分匹配等内生性处理方法的引入,主要研究发现财政补贴通过降低企业研发成本和风险对企业研发投入具有挤入效应(Dimos 和 Pugh, 2016)。而对于财政补贴对创新产出的影响则有两种观点。一种认为,财政补贴的引导机制便于企业融资,而研发资金是创新产出的生产要素(Le 和 Jaffe, 2017)。另一种认为,财政补贴“挑选赢家”的决策机制会忽视对社会长期发展有益但短期回报率低的项目,不利于形成有价值的专利(Wallsten, 2000)。与财政补贴相比,税收优惠具有市场导向鲜明、政策可预期性强、行政管理成本低等优势。理论界普遍认为,税收优惠不仅能够激励企业增加研发投入,也能够增加专利产出(Czarnitzki 等, 2011)。

根据投资对象不同,政府投资基金分为创业投资(引导)基金和产业投资基金。对政府创业投资基金的研究主要关注政府风险投资。对于政府风险投资对技术创新的影响有两种观点。一种认为政府风险投资对被投资企业的研发投入、专利数量和质量都没有显著影响,甚至比私人风险投资的专利产出更少(Sun 等, 2020)。另一种认为政府风险投资能显著增加被投资企业的专利注册数和被引数,且其激励效应不弱于私人风险投资基金(Chang 和 Astorsdotter, 2021)。而对于政府性产业投资基金的创新效应研究则非常有限。与本文主题最相关的文献有两篇。一是郭研等(2015)。该文研究科技型中小企业

创新基金对企业创新产出的影响。科技型中小企业创新基金属于政府产业投资基金，但该基金对中小企业的支持方式不仅有股权投资，还有无偿资助和贷款贴息。由于无法区分股权投资与其他支持方式，该文所得出的研究结论并不能完全反映政府股权投资的创新效应。二是张果果和郑世林（2021）。该文以2014年成立的国家集成电路产业基金为准自然实验，将主营产品类型为集成电路的企业作为处理组、集成电路企业所在的主要二位数行业中其他企业作为控制组，研究产业基金对企业创新的影响。但该文对处理组的界定与现实不符：国家集成电路产业基金仅进入少部分集成电路上市公司，也就是说处理组中并非所有企业都受该基金影响，由此产生的变量测度误差会影响估计结果的可靠性。此外，上述研究对技术创新的分析集中于专利数量，没有关注专利质量。针对上述研究的不足，本文将在政府产业投资基金识别、样本选取、因变量设定等方面进行改进，以更客观准确地评估政府产业投资基金的创新效应。

（二）研究假说

政府产业投资基金主要投向战略性新兴产业中的新创企业。新创企业除了面临技术创新成果正外溢性，还因为缺乏市场信誉、企业和资本市场之间存在更强的信息不对称而使研发融资约束更紧。此外，新创企业多处于技术前沿，其技术创新面临较大的不确定性。正外部性、信息不对称、不确定性，使新创企业的创新活动面临严重的市场失灵。但是，战略性新兴产业的发展刻不容缓，因此政府产业投资基金的介入就尤为必要。与财政补贴、税收优惠等扶持手段相比，政府产业投资基金的优势在于投资力度较大且具有引导效应。

政府产业投资基金兼具政府主导和市场运营双重特征。从理论上说，良好的制度设计能同时发挥二者的优势。政府主导体现为政府产业投资基金根据政府发展战略选择投资方向。因为得到了政府的“背书”，被投资企业能够在融资、税收等方面享受政策红利，在劳动力市场上能够吸引高素质人才，在产品市场上享有盛誉。市场运营体现为政府产业投资基金按照市场化原则来选择基金管理机构、甄选投资对象、采用专业管理人才参与被投资企业的公司治理。对新创企业而言，专业管理团队的介入能有效提高公司治理水平，比如优化研发资金、研发人员的配置和设计高效的研发激励机制，有助于提高技术创新产出。政府产业投资基金的目标是引导企业创新和推动产业转型升级。Cumming（2007）发现澳大利亚政府投资基金有效促进了创业企业和高新技术产业发展。Bertoni 和 Tykvov（2015）发现欧洲兼具公共投资和私人投资双重属性的政府性基金投资有利于企业创新。

从设立初衷来看，私人投资基金以经济利益为目标，政府投资基金更重视社会利益。两类目标塑造不同导向的创新行为：前者追求以纯财务目标为导向的技术创新，后者追求以社会目标为导向的技术创新（Bertoni 和 Tykvov，2015）。而重大创新往往产生于私人利益与社会利益之间差距悬殊的领域，即创新过程具有较大风险和不确定性，但创新成果具有重大溢出效应的技术领域（Hall 和 Van Reenen，2000）。因此，政府产业投资基金所投资企业理应产生更具外溢性的创新成果，如具有更高专利质量。此外，从投资周期来看，与债权融资、私人风险资金等融资形式相比，政府产业投资基金周期更长，更加在意长期政策目标如产业高质量发展的促进，这也有利于高质量专利的涌现。据此本文提出以下假说。

假说1：政府产业投资基金能够显著提升被投资企业的技术创新效应，尤其有利于提高技术创新质量。

政府产业投资基金从进入被投资企业到产生创新产出的链条较长，其中关键的作用

机制是什么？根据相关文献，可能来自两个方面。第一个是引导机制，即社会资本引导效应。中小企业普遍面临融资约束，政府产业投资基金对中小企业的投资既能够缓解其融资约束，又能够以政府的名义向市场发出积极信号：政府主导型发展模式下，基金投资对象为政府所青睐的产业，代表未来产业发展方向，被投资产业会在财税、金融等方面得到政策支持，社会资本进入该产业将具有良好前景。因而，政府产业投资基金的进入，对于趋利避害的社会资本能够产生良好的声誉效应和认证作用（Lerner 和 Watson, 2007）。对被投资企业而言，无论是基金直接投资还是间接投资，都可以为其带来声誉效应，降低社会资本和被投资企业之间的信息不对称。《政府投资基金暂行管理办法》明确指出，政府投资基金的使命之一是“引导社会各类资本投资经济社会发展的重点领域和薄弱环节”。

政府投资的“背书”功效，能够通过股权融资、债权借贷等渠道吸引社会资本进入。但信贷资金的风险收益结构与企业研发融资需求难以匹配：信贷部门关注企业短期内的财务和资产状况，但企业研发所需资金规模较大且研发结果面临较大不确定性，在一定时期内企业难以从研发活动中获得稳定回报，而定期还本付息压力将加大企业财务成本，进而使以信贷为主的资金结构不利于创新活动。而股权投资的风险收益结构与被投资企业的研发融资需求能较好匹配：作为股权投资，政府产业投资基金对于创新活动的风险承受能力较强，不追求短期回报，对企业财务和资产状况的要求较为宽松；政府产业投资基金不会增加企业的财务成本，企业没有还本付息压力，更有利于企业增加研发投入。

第二个是经验机制，即公司治理经验效应。技术创新不仅需要丰裕的研发资金，还需要有效的研发组织管理。政府产业投资基金不仅为被投资企业提供资本，还可以通过委派董事或管理团队将专业人员植入被投资企业，参与被投资企业的研发决策和管理。政府产业投资基金对被投资企业主要采取有限合伙制。其中，一般合伙人（GP）即专业管理机构具有管理优势和资源优势，有助于改善被投资企业的研发和治理情况。管理优势体现在三个方面。一是在选择投资对象、企业研发投资等重大决策方面，GP 具有丰富的专业经验，能够降低选择偏差。二是基金进入前 GP 通过专业的尽职调查，能够获得被投资企业核心技术、研发现状和技术前景等信息。三是在被投资企业的研发决策中，GP 能够通过科学的决策方法和模型来评估技术创新的风险和收益，帮助企业做出合理的研发决策，促进企业创新和创新的商业化（Guo 和 Jiang, 2013）。资源优势体现在两个方面：一是 GP 利用积累的行业资源，通过促进同行业技术交流来提升被投资企业的技术创新能力（陈思等，2017）。二是 GP 通过占据董事会席位使得被投资企业学到更多知识，从而在后续投资中取得更好业绩（Hasan 等，2018）。简言之，专业管理团队不仅能够筛选出符合产业政策方向、具有市场前景的投资企业，而且能够为投后管理和创新创业提供辅助和增值服务，提升被投资企业创新成功率。

两个机制各有分工，引导机制能够缓解被投资企业面临的研发资金短缺，经验机制能够提升研发决策效率、优化研发资源配置，二者相互配合能够共同促进技术创新。据此本文提出以下假说。

假说 2：政府产业投资基金通过引导机制和经验机制来促进被投资企业的技术创新。

三、研究设计

（一）模型与变量

本文的实证模型如下：

$$innovation_{it} = \alpha_1 + \beta_1 fund_{it} + \gamma \sum con_{it} + \mu_i + \eta_t + \lambda_j + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中, $innovation_{it}$ 为因变量, $fund_{it}$ 为自变量, con_{it} 为控制变量, μ_i 、 η_t 、 λ_j 分别为不随时间变化的地区(省份)效应、随时间改变的年份效应和企业所处行业效应, ε_{it} 为随机误差项。回归中将标准误差聚类到省级层面(与地区效应的行政层级一致)。

相关变量说明如下: 因变量($innovation_{it}$)从专利数量和专利质量两个方面来度量。前者为企业当年发明与实用新型专利申请数(pat), 后者包括专利权利要求数($claims$)、专利 ipc 分类号数(ipc), 二者分别反映专利的法律价值和技术价值。专利权利要求数反映专利的法律保护范围。权利要求数量越多, 专利权人的独占性越高, 被先前专利技术覆盖的范围就越小, 其技术新颖性和创造性越高, 经济价值也就越大。ipc 分类号用于度量知识宽度。分类号数量越多, 表明其应用范围越广, 潜在价值也就越大。根据 Sun 等(2020)的建议, 权利要求数、ipc 分类号根据每年新增专利来量化(即流量而非存量, 授权专利数量而非申请专利数量)。与专利数量相比, 专利质量不仅针对的是授权专利, 且更能够反映技术创新的质量, 是更重要的创新产出度量指标。考虑到部分样本中专利数为 0, 为使所有样本具有可比性, 将所有因变量都加 1 然后取对数。

自变量($fund_{it}$)以政府产业投资基金是否进入(dum)、投资比例($ratio$)来刻画。是否进入采用虚拟变量, 如果当年有基金进入则取值为 1, 否则为 0。投资比例为投资额占被投资企业资本总额的比重, 用于刻画投资强度, 若没有基金介入则取值为 0。

控制变量。政府产业投资基金投资对象为非上市公司, 财务数据严重缺乏, 根据相关文献, 本文从以下三个方面来控制影响技术创新的因素。一是厂商特征变量, 包括企业年龄(age), 以研究年度减去企业注册年度度量; 企业当年是否为高科技企业($hightech$)、科技型中小企业($stsmes$), 二者均以虚拟变量表示。二是基金特征变量, 包括基金管理机构平均投资规模($scale$)和累计投资次数($rounds$)(董建卫等, 2018), 对二者均加 1 后取对数, 以捕捉产业投资基金的声誉和管理能力对企业技术创新的影响。三是地区环境变量, 主要考虑地区经济发展水平(gdp)、地区知识产权保护水平($property$)的影响。地区经济发展水平以省际 GDP 来刻画, 并以 2005 年为基期加以平减; 地区知识产权保护水平根据《市场化指数报告》(王小鲁等, 2019), 以“专利批准量/科技人员数”来度量, 并外推得到 2017—2019 年相关数据。基金从进入被投资企业到形成创新成果具有时间滞后性, 借鉴 Czarnitzki 等(2011), 本文将自变量与随时间变化的控制变量都取滞后一期。^①

产业政策有效性评估面临的关键问题是样本自选择性。基于反事实研究方法, 要评估政府产业投资基金的技术创新效应, 应该为投资企业匹配对照组样本, 但清科私募通数据库显然不能提供这些数据。借鉴 Chang 和 Astorsdotter(2021)的思路, 本文通过跨数据库来获取。基于被投资企业规模、年龄、行业分布等相近性, 本文选取新三板中没有政府产业投资基金进入的企业作为对照组(新三板中仅有十余家企业有政府产业投资基金进入, 也无法构成完整的处理组)。在处理组中, 一部分企业仅有政府产业投资基金进入, 一部分企业除政府产业投资基金外, 还有其他股权投资基金进入, 因此需要区分。为方便表述, 本文将这两种情景分别称为单独进入和混合进入。相应地, 对照组样本分

① 因篇幅所限, 本文省略了主要变量定义、描述性统计、包含控制变量的完整回归结果, 感兴趣的读者可在《经济科学》官网论文页面“附录与扩展”栏目下载。

为新三板中无其他股权投资基金进入和有其他股权投资基金进入的企业。在实证分析中，所有回归都分为两种情景进行。

（二）数据来源

本文样本数据主要通过手工方法检索得到。政府产业投资基金样本源自清科私募通数据库，筛选方法如下：首先在清科私募通中搜索“产业投资基金”，得到政府产业投资基金名单；其次排除没有对外投资的样本即“僵尸基金”，随后进一步排除被投资企业为投资公司的样本。经过两轮筛选后，剩下的样本要么为基金直接投资即狭义的政府产业投资基金，要么为基金间接投资即政府产业投资引导基金。确定基金样本后，本文进一步获得其对外投资信息，如投资对象、投资金额等。因变量中，专利数据来源于智慧芽和 Incopat 数据库。根据原始样本，我们在专利全球数据库中逐个搜索企业名称，批量导出每一家企业的所有专利数据，再按年份和企业整理为面板数据，得到企业专利数、专利权利要求数和专利分类号数。控制变量中，企业年龄、是否为高科技企业、是否为科技型中小企业、产业投资基金平均投资规模、累计投资次数、企业所在行业等变量数据从企查查数据库中检索得到，衡量地区产权保护水平的专利批准量、科技人员数（研发人员全时当量）以及地区 GDP 等数据来自《中国统计年鉴》。此外，机制分析中用于量化引导机制的注册资本变更、用于量化经验机制的纳税信用等级两个变量也来源于企查查数据库。运用上述方法并经过多次清洗后，我们一共得到 2005—2019 年^①非平衡企业年观测数据 62 169 个。其中，样本企业 4 912 家，实验组 and 对照组分别有 440 家、4 472 家；观测值中，实验组 and 对照组分别有 4 086 个、57 183 个。

四、实证结果与分析

（一）基准回归

政府产业投资基金进入被投资企业的时点不尽相同，适合采用多时点 DID 模型来估计。表 1 报告了政府产业投资基金单独进入时的估计结果。前三列为基金是否进入（*dum*）的创新绩效。可以发现，是否进入对被投资企业的专利数量和质量均无影响。后三列为基金投资比例（*ratio*）对技术创新的影响。不同于前三列，基金投资比例越高，被投资企业的权利要求数和 ipc 分类号越多，但对专利数量仍缺乏显著影响，即投资强度能提高创新质量。具体来看，投资比例提高 1 个百分点，会使被投资企业的权利要求数、ipc 分类号数分别增加 7.41、2.31 个百分点。

为什么基金进入没有显著影响创新，而投资强度却能提升创新质量？可能的解释是，被投资企业多处于新兴行业，其技术创新面临很大的不确定性，只有当基金投资强度较高时，才能有效缓解企业面临的研发资金短缺、研发风险高等约束，而基金仅仅介入但投资占比低则难以矫正研发市场的失灵。换言之，基金“蜻蜓点水”式投入并不能产生“点石成金”般的创新效果，只有投资力度较大时才能激励企业开展突破性创新活动。而基金追求长期回报的目标取向（基金存续期上限为 10 年）、实施政府战略如推动战略性新兴产业做大做强，均有利于引导被投资企业开展实质性创新活动，如风险高、社会回报率高的研发项目。此类项目尽管短期内难以实现专利数量突飞猛

^① 以 2005 年国务院十部委联合发布《创业投资企业管理暂行办法》，第一次明确政府引导基金概念的年份作为研究起点。

进，但一旦研发成功则具有较高的专利价值，权利要求数、专利分类号数会增多。因此，政府产业投资基金进行针对性投资布局，比“撒胡椒面”更具创新效应，且主要是质量效应。

表1 基准回归：政府产业投资基金单独进入

	<i>dum</i>			<i>ratio</i>		
	<i>pat</i>	<i>claims</i>	<i>ipc</i>	<i>pat</i>	<i>claims</i>	<i>ipc</i>
<i>fund</i>	-0.0839 (0.1531)	0.2996 (0.2301)	0.1490 (0.2385)	0.3752 (0.3500)	2.1290** (0.8152)	1.1965** (0.5241)
控制变量	yes	yes	yes	yes	yes	yes
<i>N</i>	32 531	32 531	32 531	32 531	32 531	32 531
Adj- <i>R</i> ²	0.2802	0.2969	0.2793	0.2803	0.2979	0.2800

注：系数下方括号内数值为标准误；*、**、*** 分别为在 10%、5%、1% 水平上显著；回归中控制了地区、年份和行业效应；后同。

表2 报告了混合进入的估计结果。与表1 不同，投资进入对专利质量具有显著的积极影响，投资强度则同时改善了专利数量和质量，这与 Chang 和 Astorsdotter（2021）的发现一致。其原因在于，政府产业投资基金和其他股权投资基金（主要是私人社会资本）的混合进入能够实现优势互补、产生溢出效应：政府产业投资基金关注长期社会目标，并在获取创新资源如公共研发补贴、推动产学研合作以及承受研发风险等方面具有政策优势；私人社会资本关注短期商业目标，在配置创新资源、创新过程管理等方面更具专业优势。混合进入能够推动私人社会资本关注长期社会目标、提升政府产业投资基金的专业化治理能力，能够较好协调长期目标与短期目标之间的冲突、实现政策性资源与专业性资源融合。即便政府产业投资基金投资占比不高，但其国有身份在混合股权中占据所有制优势，能够彰显其注重长期目标的创新策略，从而有利于提升专利质量；而当投资占比较高时，两类资本的长短期创新目标更容易得到兼顾，有利于实现专利数量和质量双增长。进一步比较表2 与表1 还可以发现，混合进入时，无论是投资进入还是投资强度产生的创新效应均优于单独进入，也就是说两种资源的互补性优势在促进技术创新中得到了充分发挥。

表2 基准回归：政府产业投资基金和其他股权投资基金混合进入

	<i>dum</i>			<i>ratio</i>		
	<i>pat</i>	<i>claims</i>	<i>ipc</i>	<i>pat</i>	<i>claims</i>	<i>ipc</i>
<i>fund</i>	0.0949 (0.1336)	0.4961** (0.2095)	0.3043* (0.1515)	2.3630*** (0.6024)	5.6186*** (1.0303)	3.5771*** (0.7221)
控制变量	yes	yes	yes	yes	yes	yes
<i>N</i>	23 826	23 826	23 826	23 826	23 826	23 826
Adj- <i>R</i> ²	0.2748	0.2914	0.2775	0.2840	0.3093	0.2912

本文采用的是多时点 DID 模型，该模型适用的前提是政府产业投资基金进入前处理组与对照组有相同的技术创新趋势，为此需要进行平行趋势检验。参考 Beck 等（2010）并结合事件分析法，本文构建如下检验模型：

$$innovation_{it} = \alpha + \sum_{j=1}^{N=11} \beta_j event_{ijt} \times treat_i + \delta \sum con_{it} + \mu_i + \eta_t + \lambda_n + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

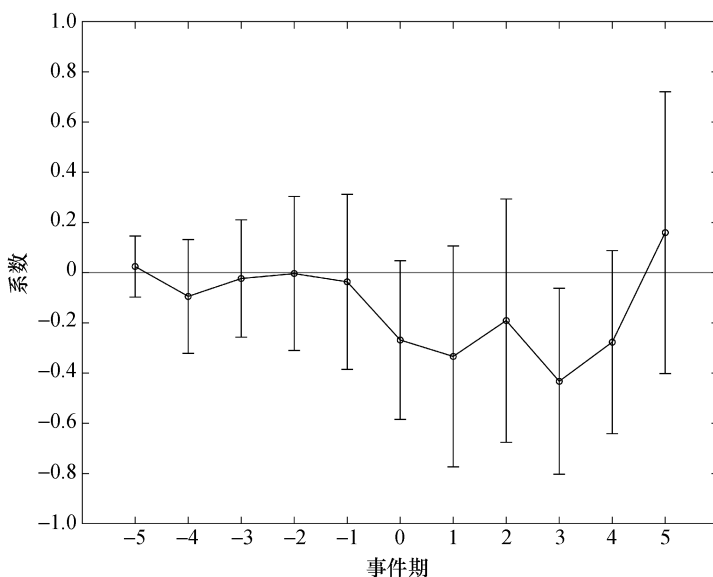
本文选取的事件时间窗口为 10 年, j 为事件时间节点, $j=1, 6, 11$ 分别表示基金进入企业前 5 年、当年、后 5 年。 $event_{ijt}$ 刻画基金进入企业的时间节点, 如果企业 i 在第 t 年处于事件时间节点 j 则赋值为 1, 反之为 0。 $treat_i$ 为企业是否处于干预组的虚拟变量 (从创立至今是否有基金进入)。其他变量与式 (1) 相同。本文提出以下平行趋势假设。

Ha: 基金进入前处理组和对照组技术创新趋势相同。

Hb: 基金进入前处理组和对照组技术创新趋势不同。

如果 $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5$ 均不显著异于 0, 则接受 Ha、拒绝 Hb, 说明平行趋势检验获得通过; 如果 $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5$ 中至少有一项显著异于 0, 则接受 Hb、拒绝 Ha, 平行趋势检验没有获得通过。

图 1 平行趋势检验



本文分别对全部处理组与对照组、单独进入时处理组与对照组、混合进入时处理组与对照组进行了平行趋势检验, 结果一致, 为节省篇幅, 这里仅报告全部处理组与对照组的检验结果, 如图 1 所示。观察时间节点 0 之前的系数可以发现, 其置信区间均包含 0, 即 $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5$ 均不显著异于 0, 从而接受 Ha, 即基金进入前处理组和对照组具有相同的技术创新趋势, 平行趋势检验得以通过。因此, 在基金进入后, 处理组和对照组技术创新效应差异主要是由基金投资所致, 表 1、表 2 中的回归结论是可信的。

(二) 稳健性检验^①

一是采用面板负二项回归。本文因变量为非负整数, 适合采用计数模型进行回归。根据均值方差, 本文选取零膨胀负二项方法, 单独进入时的回归结果显示, 与表 1 相似, 投资进入对企业专利数量和质量都没有显著影响, 但投资强度则提高了企业专利数量和质量。此外, 通过比较前后三列还可以发现, 投资强度产生的创新效应优于投资进入 (后者不显著), 这也与基准回归结论一致。

混合进入时的技术创新效应结果表明, 投资进入和投资强度均显著提升被投资企业

^① 稳健性检验结果请见《经济科学》官网“附录与扩展”。

的专利数量和质量,投资强度比投资进入产生的创新效应更大(前后三列均显著,经计算后可比),这些结论与表2相近。此外,与单独进入相比,混合进入产生的创新效应也普遍优于单独进入,这也与基准回归结论一致。

二是采用工具变量法进行检验。借鉴 Clausen (2009),本文选取截至当年该省政府产业投资基金累计规模(万元)作为工具变量,其理由是基金投资行为与总预算有关,而后者由政府制定,对前者可视为外生,且该变量与影响企业创新的其他因素无关。单独进入时的估计结果显示,第一阶段回归中,工具变量对投资行为(*dum*、*ratio*)的影响均在1%水平上显著为正,且*F*值均在10以上,满足工具变量的相关性假设。在现实机制中,基金以符合产业政策目标的企业为投资对象,它不可能通过基金以外的其他渠道来影响企业创新,因而该工具变量满足排他性约束。第二阶段估计结果与表1基本一致:基金进入对企业创新无显著影响,而投资比例显著改善专利质量,基准回归结论得到进一步证实。

混合进入时的估计结果显示,第一阶段回归中,工具变量的相关性、排他性约束均满足。第二阶段回归表明,基金进入与投资强度均显著提升被投资企业的专利数量和质量,这一结果也与基准回归的结论基本一致。此外,单独进入和混合进入工具变量法估计结果相比,其技术创新效应更强(具有显著性的变量影响系数更大),这也与基准回归、面板负二项回归中的发现一致。总之,基准回归结论得到了采用不同估计方法的证实。

(三) 调节效应分析^①

政府产业投资基金采取不同的组织形式、具有不同的行政级别,这些特质是否会对基金的创新绩效产生调节效应?接下来将基金组织形式、行政层级作为调节变量来分析。具体来说,本文通过构建基金投资行为与调节变量的交乘项(*fund* × *org*、*fund* × *level*)来分析其对技术创新的影响。不同组织形式、不同行政层级的基金其投资对象并非随机分布,而是具有自选择性,因此还必须考虑投资行为(*dum*、*ratio*)的内生性影响。对此本文采用工具变量法,仍以“截至当年该省政府产业投资基金累计规模”作为投资行为的工具变量。为节省篇幅,这里仅报告两阶段最小二乘(2SLS)第二阶段估计结果。

1. 基金组织形式

从组织形式来看,公司制与有限合伙制是基金的两种主要组织形式,二者分别适用于《公司法》与《合伙企业法》,主要区别在于分别承担无限连带责任和有限责任。根据清科私募通数据库,2015年5月至2017年9月成立的1000只政府投资基金中,有限合伙制、公司制基金的占比分别为90%、4.8%,前者为主要组织形式。本文研究的125只政府产业投资基金中,有限合伙制、公司制占比分别为80.8%、19.2%,也符合这一规律。

将公司制、有限合伙制分别赋值(*org* = 1, 2)^②来构建交乘项(*fund* × *org*),表7报告了基金单独进入时的创新效应。可以发现,不同组织形式下投资行为对被投资企业创新数量的影响没有显著差异,但有限合伙制下被投资企业的创新质量低于公司制。与

^① 调节效应分析结果请见《经济科学》官网“附录与扩展”。

^② 具体数值大小不影响估计系数的显著性和方向。

公司制相比，有限合伙制对基金管理人的激励强度高、代理成本低，能充分发挥基金管理人的人力资本优势（武康平和倪宣明，2014），较为有效地解决组织内部的委托代理问题，理应产生更积极的创新效应。但对于国有制政府产业投资基金而言，这一积极效应可能被问责制所衍生的风险防范效应所抵消：在资金安全与组织激励的折中权衡中，国有资本保值增值的考核要求使得基金负责人将资金安全放在首位，为防范国有资产流失、被追责等风险，基金负责人倾向于选择保守型基金管理人、投资回收期短和项目风险小的技术项目等，这与以冒险和创新为特质的企业家精神相悖，有限合伙制的创新激励功能大打折扣。

而有限合伙制下的创新质量低于公司制，其原因除前述的风险防范外，还与不同组织形式下的决策机制有关。有限合伙制下基金投资决策委托给基金管理人，但后者追求合同期内商业利润最大化，倾向于投资一些短平快的创新项目，而政府性基金应当倾向于社会收益高但同时投入大、风险高、周期长的创新项目，基金管理人的短期激励行为与基金长期激励目标相冲突，从而制约创新质量。与之不同，公司制下基金投资人参与投资决策，能够确保资金投向不会偏离基金目标，因此，其创新质量不低于有限合伙制。即便基金投资占比高，但有限合伙制下制约创新质量的因素依旧存在，使其创新质量仍处于较低水平。

混合进入时的创新效应显示，与单独进入的结果相同，两种组织形式下基金进入和投资强度对被投资企业技术创新数量的影响没有显著差异，但有限合伙制下的技术创新质量低于公司制。进一步结果显示，混合所有制基金的互补优势在有限合伙制下不复存在，甚至抑制了创新质量。因此，通过配套性体制机制改革来发挥有限合伙制的激励功效，对于改善政府产业投资基金的创新产出非常必要。

2. 基金行政层级

政府产业投资基金发起者的行政层级不同，包含国家级、省级、地市级、县区级，为简化分析，本文将地市级和县区级统称为地市级（县区级样本少），分别对地市级、省级和国家级赋值（ $level = 1, 2, 3$ ）来构建交乘项（ $fund \times level$ ）。单独进入时基金行政层级对企业技术创新的调节效应结果显示，交乘项（ $dum \times level$ ）显著提升了技术创新效应，即基金行政层级越高，投资进入无论是对创新数量还是创新质量的提升效果都越好。这意味着国家级产业投资基金进入产生的创新效应最高。该发现与张果果和郑世林（2021）一致，但不同于基准回归中“投资进入对创新绩效没有显著影响”这一结论，其原因在于：产业政策有地方化的风险，产业政策地方化会降低资源配置效率和使用效率（刘志彪，2015）。政府产业投资基金作为一项产业政策，当它由地方政府来主导时难以避免出现地方化、短期化行为，比如扩大投资范围至非战略性新兴产业、偏离基金运营“政府主导 + 市场运行”规则中的市场化规则，最终不利于技术创新。而国家级产业基金体现了国家的战略意志，着眼于具有强外溢性的关键核心技术项目如集成电路产业，偏离产业政策目标的风险最小，更便于产生高质量创新成果。

投资强度与基金层级的交乘项（ $ratio \times level$ ）也显著为正，即在政府产业投资基金投资强度一定时，国家级基金的创新效应最好，基本原因也在于基金行政级别与偏离政策目标的风险成反比，国家级基金偏离政策目标的风险最小，更易实现政策目标。

五、作用机制分析^①

（一）引导机制

理论分析表明，政府产业投资基金通过引导机制和经验机制这两个中介来发挥激励效应，对此本文采用中介效应模型来予以证实。根据数据可得性，我们以注册资本是否增加来量化引导机制，将企业年度注册资本增加、不变、减少三种情形分别赋值为1、0、-1。

基金单独进入时的估计结果显示，前三列中，基金进入对技术创新没有显著影响即不存在总效应，当然也就不存在中介效应。后三列中，基金投资比例显著提升了专利质量。由于 β_2 不显著，经计算Sobel统计量拒绝了“中介效应不显著”的原假设。由于中介效应与直接效应的符号相反（ $\beta_2\varphi < 0$, $\beta_3 > 0$ ），该中介效应实为遮掩效应，即注册资本变更遮掩了基金投资比例提高对创新质量的提升效应。基金投资比例提高之所以对社会资本产生挤出效应在于两个方面：一是资本供给。为吸引社会资本进入，政府产业投资基金采取了一些补偿让利机制，但中西部地区创业投资行业不发达、资本市场发育不全面等原因，从资本供给面制约了社会资本的进入。尽管资本具有高度流动性且东部地区社会资本充裕，但资本进入中西部地区面临营商环境的挑战。具体而言，股权投资属于资本品交易或契约密集型交易，它对制度环境尤其是产权安全高度敏感，中西部地区在这方面滞后于东部地区，在一定程度上制约了资本流入，使得股权资本市场仍存在结构性供给不足的问题。二是资本需求。资本的逐利本性也适用于国有资本。保值增值压力使政府产业投资基金进入的往往是有稳定回报的行业和企业，这不可避免地压缩了风险承受能力较弱、更关注短期商业利益的民营资本的投资空间，造成国有资本对社会资本的替代。

基金混合进入时引导机制的检验结果显示，除第（1）列不存在中介效应外，后五列经计算Sobel统计量，均拒绝了“中介效应不显著”的原假设。由于中介效应与直接效应的符号相反，因此中介效应也为遮掩效应，即政府产业投资基金投资进入对社会资本产生了挤出效应。其原因同上，不再赘述。以上分析表明，政府产业投资基金的引导效应并不成立，相反它产生扭曲并制约了创新绩效。

（二）经验机制

根据数据可得性，本文以企业纳税信用等级来刻画这一机制，因为纳税信用等级是一项重要的税收征管制度，纳税信用等级较高表明企业的税收遵从度较高。而税收遵从度是公司治理的重要组成部分。纳税信用等级指税务机关根据纳税人履行纳税义务的情况，就纳税人在一定周期内的纳税信用所评定的级别。纳税信用等级一年评估一次，以考评得分划分为A、B、C、D、M五类，本文将这五类等级分别赋值为5、4、3、2、1，无信息则赋值为0。

基金单独进入时的估计结果显示，仅后两列存在中介效应。进一步来看， β_2 、 φ 、 β_3 都显著为正，即存在部分中介效应。经计算，中介效应占总效应的比值分别为11.22%、18.65%。前三列中，基金进入时经验机制不显著，是因为基金虽然进入被投资企业，但投资额不大或持股比例不高，参与改善公司治理的意愿不强，对企业技术创新难以产生

^① 递进式中介效应模型及作用机制分析检验结果请见《经济科学》官网“附录与扩展”。

积极影响。后两列中，基金投资占比高时经验机制显著，主要原因有：第一，作为国有股东，政府产业投资基金没有动机去推动被投资企业逃避税收。第二，基金占比越高，政府产业投资基金作为股东在被投资企业中的权益越大，就越有动机去提升被投资企业的税务治理水平。而提升税务治理水平，为优化研发决策、高效配置研发资源、筹划研发税收等奠定了基础，在国有股东追求长期利益的导向下，有利于产生高质量专利。

混合进入时的估计结果显示，除第（1）列为完全中介效应外，后五列均为部分中介效应，中介效应占总效应的比重分别为 26.93%、28.33%、12.62%、10.34% 和 11.86%。与单独进入时的结果不同，基金混合进入时会通过经验机制影响创新绩效，原因在于：其他股权投资资本逃税动机较强，而国有股权性质的政府产业投资基金缺乏逃税动机，为不被税务稽查，其有动力提高企业纳税遵从度，从而提高企业纳税信用等级。基金投资比例越高，则企业纳税遵从度、纳税信用等级也会越高。政府性基金追求社会回报的创新导向与其他股权资本所具有的研发治理优势相结合，有利于形成高质量创新产出。经验机制分析表明，政府产业投资基金的投资行为尤其是投资强度能通过提高企业的纳税信用等级来改善企业的治理情况，进而提高企业的技术创新绩效。假说 2 得到部分证实。

六、结论与建议

以政府产业投资基金来推进技术创新是一项重要的产业政策创新。本文从专利数量和质量两个方面评估了这一政策的有效性。研究发现，基金单独进入时，投资进入对被投资企业专利数量和质量均没有影响，但投资强度能提高专利质量；基金混合进入时，投资进入与投资强度均显著改善专利数量和质量。调节效应分析发现，有限合伙制下被投资企业的技术创新质量低于公司制，基金行政层级越高产生的创新效应越好。中介效应模型分析表明，经验机制而非引导机制是基金提升技术创新效应的关键渠道。尽管本文对该问题进行了较为深入的分析，但在有些方面仍待深入挖掘。^①

为提升基金技术创新效应，针对前述经验研究结论及存在的体制机制问题，本文建议从以下几个方面进行调整：第一，按照“产业政策要准”的思路，科学界定政府产业投资基金投资领域，将有限资源集中配置于重点产业和领域。具体来说，要将稀缺的公共财政资源向外部性强的行业和技术领域倾斜（外部性是政府介入技术创新的理论根基），比如集成电路、大数据、量子科技、人工智能等新兴领域的关键共性技术研究。

第二，根据技术外溢性和基金引导功能，合理控制基金投资强度。激励效应（混合进入优于单独进入）与挤出效应（投资强度挤出社会资本）之间的冲突，要求基金投资强度处于一个合理区间。合理控制基金投资强度需要把握两条基本原则。一是根据技术创新的外溢性来决定基金投资强度。外溢性较大、市场失灵严重、社会资本不愿进入的领域，要适度提高基金投资比例，反之则要降低投资强度。二是要立足基金的引导定位，为社会资本预留投资空间。政府产业投资基金要立足“引导”而非“主导”角色，引领社会资本进入战略性新兴产业。为此，要通过产权保护体制、让利机制、优惠政策等来降低社会资本进入的制度成本和要素成本。第三，完善政府产业投资基金的决策和运营

① 研究展望请见《经济科学》官网“附录与扩展”。

机制,提高公共资金使用效率。一方面,要坚持科学的资金投向,健全政府产业投资基金投资目录体制,将投资范围明确限定在清单之内,超出清单不可投。另一方面,要坚持市场化运营,包括竞争性选聘基金管理人、与基金管理人签订能兼顾双方利益的激励性规制合同、不越权干预代理人决策等。同时,还要健全基金绩效评价机制,发挥评价结果对后期投资的激励约束作用。第四,建立政府风险投资基金决策容错机制。为发挥有限合伙制的激励效能,要建立与之相适应的决策容错机制,即基金负责人尽到勤勉义务后,有条件地减轻决策者的决策风险。否则,基金不会倾向于社会回报率高的质量创新项目,这将背离基金致力于突破产业技术瓶颈的初衷。第五,从制度上进一步完善政府产业投资基金设立、运行、管理等规范。为避免产业政策地方化造成的各种弊端,应限制地方层面设立政府产业投资基金,将基金设立权逐步上移;树立基金长期投资导向,根据投资领域规范投资项目股权持有年限,为社会回报率高的风险研发项目提供良好的创新氛围;改善基金负责人考核机制,根据被投资企业技术创新周期,淡化年度考核,强化周期考核,且重在技术创新质量考核等。

参考文献:

1. 陈思、何文龙、张然:《风险投资与企业创新:影响与潜在机制》[J],《管理世界》2017年第1期,第158—169页。
2. 董建卫、王晗、施国平、郭立宏:《政府引导基金参股创投基金对企业创新的影响》[J],《科学学研究》2018年第8期,第1474—1486页。
3. 郭研、郭迪、姜坤:《政府资助、项目筛选和企业的创新产出——来自科技型中小企业创新基金的证据》[J],《产业经济研究》2015年第2期,第33—46页。
4. 刘志彪:《经济发展新常态下产业政策功能的转型》[J],《南京社会科学》2015年第3期,第33—41页。
5. 王小鲁、樊纲、胡李鹏:《中国分省份市场化指数报告(2018)》[M],社会科学文献出版社,2019年。
6. 武康平、倪宣明:《私募基金为何偏好有限合伙制?——基于委托代理理论的分析》[J],《当代经济研究》2014年第12期,第80—85页。
7. 张果果、郑世林:《国家产业投资基金与企业创新》[J],《财经研究》2021年第6期,第76—91页。
8. Beck, T., Levine, R., Levkov, A., 2010, “Big Bad banks? The Winners and Losers from Bank Deregulation in the United States” [J], *The Journal of Finance*, Vol. 65, No. 5: 1637-1667.
9. Bertoni, F., Tykvová, T., 2015, “Does Governmental Venture Capital Spur Invention and Innovation? Evidence from Young European Biotech Companies” [J], *Research Policy*, Vol. 44, No. 4: 925-935.
10. Chang, Y. X., Astorsdotter, D., 2021, “Does Governmental Venture Capital Spur Innovation? A Comparison with Private Venture Capital in Sweden” [D], Uppsala University Working Paper.
11. Clausen, T. H., 2009, “Do Subsidies have Positive Impacts on R&D and Innovation Activities at the Firm Level?” [J], *Structural Change & Economic Dynamics*, Vol. 20, No. 4: 239-253.
12. Cumming, D. J., 2007, “Government Policy Towards Entrepreneurial Finance: Innovation Investment Funds” [J], *Journal of Business Venturing*, Vol. 22, No. 2: 193-235.
13. Czarnitzki, D., Hanel, P., RoSa, F., 2011, “Evaluating the Impact of R&D Tax Credits on Innovation: A Microeconomic Study on Canadian Firms” [J], *Research Policy*, Vol. 40, No. 2: 217-229.
14. Dimos, C., Pugh, G., 2016, “The Effectiveness of R&D Subsidies: A Meta-Regression Analysis of the Evaluation Literature” [J], *Research Policy*, Vol. 45, No. 1: 797-815.
15. Guo, D., Jiang, K., 2013, “Venture Capital Investment and the Performance Of Entrepreneurial Firms: Evidence from China” [J], *Journal of Corporate Finance*, Vol. 22, No. 9: 375-395.

16. Hall, B. H. , Van Reenan, J. , 2000, “How Effective are Fiscal Incentives for R&D? A Review of the Evidence” [J], *Research Policy*, Vol. 29, No. 4-5: 449-469.
17. Hasan, I. , Khurshed, A. , Mohamed, A. , Wang, F. , 2018, “Do Venture Capital Firms Benefit from a Presence on Boards of Directors of Mature Public Companies?” [J], *Journal of Corporate Finance*, Vol. 49, No. 1: 125-140.
18. Le, T. , Jaffe, A. B. , 2017, “ The Impact of R&D Subsidy on Innovation: Evidence from New Zealand Firms” [J], *Economics of Innovation and New Technology*, Vol. 26, No. 5: 429-452.
19. Lerner, J. , Watson, B. , 2007, “The Public Venture Capital Challenge: The Austria Case” [J], *Venture Capital*, Vol. 10, No. 1: 1-20.
20. Nelson, R. R. , 1959, “The Simple Economics of Basic Scientific Research” [J], *Journal of Political Economy*, Vol. 67, No. 3: 297-306.
21. Sun, W. Q. , Zhao, Y. J. , Sun, L. , 2020, “Big Data Analytics for Venture Capital Application: Towards Innovation Performance Improvement” [J], *International Journal of Information Management*, Vol. 50, No. 2: 557-565.
22. Wallsten, S. J. , 2000, “The Effects of Government-Industry R&D Programs on Private R&D: The Case of the Small Business Innovation Research Program” [J], *RAND Journal of Economics*, Vol. 31, No. 1: 82-100.

The Technological Innovation Effect of Government Industry-oriented Investment Funds

Hu Kai¹, Liu Xinrui²

(1. School of Economics, South-Central University For Nationalities)

(2. School of Economics, Huazhong University of Science and Technology)

Abstract: The government industry-oriented investment fund is rolled out to promote technological innovation in China, and its technological innovation effect can characterize the effectiveness of industrial policy and the use efficiency of the fiscal funds. With the enterprises invested by government industry-oriented investment funds during 2005-2019 as samples, this paper tests its technological innovation effect under two scenarios: entry alone and mixed entry. Research indicates that when the fund enters alone, investment entry has no significant impact on the technological innovation, but the investment intensity significantly improves the quality of patents; when the fund and other equity investment funds enter in a mixed manner, both investment entry and investment intensity significantly improve the quantity and quality of patents. In short, in terms of innovation effects, investment intensity is better than investment entry, and mixed entry is better than entry alone. The moderating effect analysis shows that the limited partnership system exerts no greater influence on the innovation effect of the fund than the corporate system. The higher the level of the fund is, the better the innovation effect will be. Mechanism analysis shows that the experience mechanism, rather than the guidance mechanism, is the intermediate channel through which the governmental funds influence technological innovation.

Keywords: government industry-oriented investment fund; patent quantity; patent quality; experience mechanism; guidance mechanism

JEL Classification: H25; I52; O31