

# 科技金融生态对科技创新的跨层级交互作用研究

——基于两阶层线性模型的实证分析

孙 龙,雷良海

(上海理工大学 管理学院,上海 201209)

**摘要:**基于阶层结构理论分析认为科技金融生态与科技金融内部主体具有典型的阶层结构特征,通过构建两阶层线性模型对上海科技金融生态作用科技创新产出情况进行实证分析,并对比不考虑阶层作用和考虑阶层作用的8个模型结果发现:上海科技金融生态通过与科技金融内部主体的跨层级交互作用影响科技创新产出,且呈现规模报酬递增趋势;构成科技金融生态的经济环境、政策环境和制度环境相互影响、共同作用于科技创新;各环境因素对科技金融内部主体影响具有差异性。未来应从阶层结构视角优化上海科技金融生态建设。

**关键词:**科技金融生态;科技创新;跨层级交互作用;阶层线性模型

**中图分类号:**F062.4 **文献标志码:**A **文章编号:**1002—980X(2021)02—0001—07

## 一、引言

科技创新是国家进步的源动力,当前中国正在大力建设创新型国家,科学进步和技术创新逐步成为国家经济社会发展核心驱动力。熊彼得最早在创新理论中就系统阐述了资本支持科技创新发展的重要性。“科技金融”是科技创新活动与金融资源配置之间形成的相互融合、共同促进的系统性、整体性制度安排(肇启伟等,2015)。“科技金融生态”则是科技金融活动的各项外部环境的总称,是科技企业、金融机构、政府和中介组织等主体相互作用、协调耦合发展的动态平衡系统(王永强和赵增锋,2019)。科技金融的发展天然离不开其所在生态环境的支撑和培育,内部活动与外部环境相互影响、共同作用于科技创新(孙龙和雷良海,2019)。但是,很长一段时间以来,对于科技金融与科技创新的理解停留在简单的投入产出过程,错误地认为仅仅通过提高科技金融投入就能获得更高的科技创新产出,通过对科技金融的效率研究发现二者之间不是简单的投入产出关系,还包含有科技金融生态的外部环境影响,而且这种外部影响作用越来越重要(王郁蓉和师萍,2014)。基于此,中国最早于2015年首次提出“科技金融生态”概念,2016年8月又在国务院印发的《“十三五”国家科技创新规划》中第一次以政策文件的形式确立。因此,研究上海科技金融生态对科技创新的作用具有重要理论和现实意义。

在科技金融生态的相关领域文献中,学者主要从两个视角进行研究。

第一,“科技金融生态”的概念与内涵。通过对比“科技金融生态”和“金融科技生态”两个概念进而提出了二者定义的不同侧重点,其中金融科技生态则是包括金融科技公司、金融机构、政府等主体在内的组织通过相互运作关系形成的,其核心为金融科技;而科技金融生态则是各主体的相互作用、协调发展的动态平衡体系,其核心是科技产业与金融业的融合发展(王永强和赵增锋,2019)。对北京科技金融产业集聚的研究发现,产业集聚增加了对科技金融、政府政策、创新型金融市场及科技金融市场的需求,而科技金融生态的产生就是顺应这种强大的需求(李俊峰和张晓涛,2017)。张华(2016)认为科技金融的资源配置过程与自然界定义下的生态具有诸多类似和相通的地方,其创新也涉及各类主体,是一个开放式创新,具有生态学上的动态适应性等特征。以“生态位”为视角,通过对科技型中小企业的发展环境进行研究,学者提出了建立科技金融生态体系以优化科技型中小企业自身生态位的建议(苏京春和靳宇宁,2014),其中,王楠等(2020)在对我国创新生态系统的研究中发现了创新主体建设滞后、关联性不强等体制机制的缺陷,为进一步的政策和法律研究指出了新的方向。

**收稿日期:**2019—09—03

**基金项目:**上海市软科学研究计划项目“‘双创’背景下促进上海市技术市场发展的科技财政资源配置优化研究”(18692103000)

**作者简介:**孙龙,上海理工大学管理学院博士研究生,研究方向:科技金融;雷良海,博士,上海理工大学管理学院教授,研究方向:金融与财政管理。

第二,科技金融生态对科技创新产生的影响研究。国外研究中并没有“科技金融生态”专有名词,但相关学者从金融发展视角进行了探讨。Hitt et al(1996)研究证明了企业研发费用与自主创新呈正相关关系。Beck et al(1999)利用实证分析了金融发展对于企业创新活动的影响,发现金融发展对于技术创新具有显著的促进作用。国内研究在2016年以前基本没有区分科技金融生态概念,而是从科技金融保障和配套等角度进行研究。在对美国硅谷科技金融发展的经验分析基础上,学者认为科技金融的良性发展是科技创新高水平运作的保障,并从科技金融服务模式、投融资体制和金融业务创新机制等方面总结了硅谷科技金融的成功经验(胡新丽和吴开松,2014)。而以区位和区域为研究视角分析中国科技金融发展的情况,发现科技企业布局不合理、科技金融机构空间集聚度不足、区域行政管理分割和区域科技金融结构匹配度不高等问题(寻舸,2015)。进而深入从政策环境、市场环境、中介市场环境和人才环境等方面论述了科技金融生态滞后的现状,强调科技金融生态建设滞后会影响到科技创新发展(杨洋和李南妮,2016)。张明喜(2017)从科技金融发展水平和科技金融集中度这两个维度来研究科技金融生态水平,并通过实证分析证明了科技金融生态与科技创新具有正相关关系,从而指出科技金融生态建设的重要意义。

综合以上研究可以发现:第一,中国目前对于“科技金融生态”的研究很少,且停留在概念分析、比较研究等层次,缺乏对科技金融生态的理论研究和实证分析;第二,已有研究缺乏对生态环境因素的层次分类,而将外部环境和内部主体共同当作同层次投入变量,忽视了科技金融生态与科技金融之间内外不同层级的差异。本文将利用两阶层线性模型(two-level hierarchal liner model, HLM2)对科技金融生态在促进科技创新中的作用进行研究。

## 二、科技金融生态对科技创新作用的理论分析

### (一) 阶层结构特点分析

阶层数据结构(hierarchical data structure)是由不同层次数据依据层次高低嵌套形成的数据结构,一般是低层次数据嵌套于高层次数据中,这种不同数据之间的有向关系即层次关系(Kreft 和 Leeuw,2007)。在阶层数据结构中,处于高层次的数据控制着低层次的数据,将高层次数据称为宏观层次或总体层次,低层次数据称为微观层次或个体层次,其中,微观受到宏观影响和控制即是阶层结构区分数据层次关系的必要性。“科技金融生态”是支撑科技金融内部主体有效运作的外部环境,具体包括政策环境、市场环境和制度环境等,只有当内部主体与外部环境形成良性互动才构成一个健康的科技金融生态系统。因此,从科技创新主体、科技金融主体与科技金融生态的关系来看,由于微观主体科技企业和金融机构总是嵌套于特定区域或特定时期的生态环境中,它们共同形成特定时期的生态环境嵌入式发展,体现了宏观和微观两个层次的数据关系,具有阶层结构的特征。而传统多元回归分析是将代表科技金融主体活动的微观变量和代表科技金融生态环境的宏观变量置于同一层次进行数据处理(图1),忽视了数据层级结构差别,将导致解释效果缺失,必须通过对数据进行多层次处理才能准确反映问题(图2)。

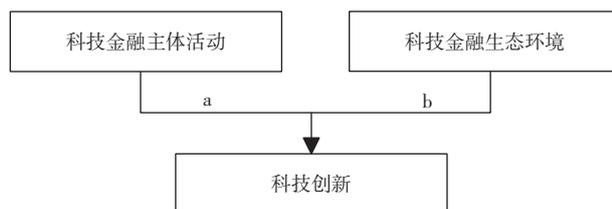


图1 传统多元回归分析中的影响因素层级关系

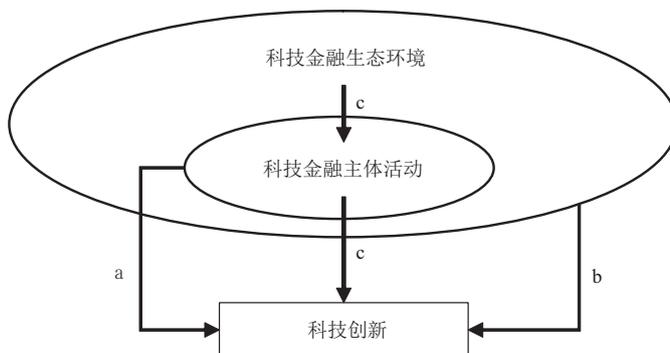


图2 阶层结构分析中的影响因素层级关系

### (二) 阶层结构下科技金融及其生态作用科技创新的机理分析

依据阶层结构特征的分析,可以将科技金融及其生态对科技创新的作用机理分为3个路径,分别是科技金融路径、科技金融生态路径和交互作用路径。

(1)科技金融路径即图2中路径a,是指科技金融主体通过金融资源等投入直接促进科技创新产出的过程,在这一路径下,科技金融投入与科技创新产出分别是自变量与因变量,不涉及科技金融生态因素。如研发(R&D)投入等对科技成果专利等的产出影响。

(2)科技金融生态路径即图2中路径b,是指科技金融生态通过外部环境因素直接作用科技创新的过程,如科技金融的人才队伍建设等对于提高全社会科技创新产出是有显著影响的,在此,单独研究科技金融生态对科技创新的作用。

(3)交互作用路径即图2中路径c,科技金融生态环境影响着科技金融内部主体开展相关活动,并通过这种跨层级交互作用,共同作用于科技创新,如科技金融税收优惠政策通过作用科技金融主体,提高其参与科技创新活动的积极性来影响科技创新的产出;资本市场各类制度建设方便科技金融主体实现资金流转和风险分担来促进其支持科技创新;中介服务市场的完善能够有效解决科技金融主体的信息不对称等问题帮助其更有效地投资科创企业促进创新等。

因此,对科技创新的作用=科技金融主体作用+科技金融生态作用+两者跨层级交互作用。其中跨层级交互作用是对科技金融生态作用因素研究的重要补充,是利用阶层结构区分数据层次性的关键所在。

### 三、研究设计

#### (一)变量及数据

通过上述分析可知,科技创新影响因素中涵盖着科技金融内部主体的微观因素和科技金融生态环境的宏观因素,这两层数据之间具有相互作用关系,为避免内生性,本文采用周密和盛玉雪(2012)的做法,将这两类因素分类处理,构建以生产函数为基础的两阶层线性模型(two-level hierarchal liner model, HLM2)以解决可能存在的内生性问题。

##### 1. 变量设计

反映科技创新产出的因变量以专利授权数(项)“*PATENT*”表示,以上海地区为例。

第一层次数据,反映科技金融内部主体活动的自变量包括:①政府财政科技支出(亿元)“*GOVERNMENT*”,指政府财政投入研究与试验发展(R&D)等科技创新活动的经费,反映政府对科技创新活动的财政支持;②企业研发投入(亿元)“*ENTERPRISE*”,指企业通过自有资金投入科技研发活动的经费,反映企业对于科技创新发展的投入;③科技型上市公司总市值(亿元)“*MARKET*”,指股市上所有科技型上市公司的市值总和,反映的是资本市场对于科技创新活动的金融支持;④创业风险投资总额(亿元)“*VENTURE*”,指创业风险投资机构当年度发生的投资规模总额,反映的是创投市场对科技创新企业和项目的投资情况。以上4个指标完整地涵盖了科技金融市场的公共科技金融和市场科技金融两个部分,可以较为全面地反映科技金融内部主体行为对于科技创新产出的作用。

第二层次数据,反映科技金融外部生态环境的自变量包括:①国内生产总值(亿元)“*GDP*”,反映地区的经济社会发展水平,即经济环境;②科技经费支出占地方财政支出比重(%)“*GOVRATIO*”,来反映政府在科技创新领域的支持力度,代表政策环境;③投资非国有化率“*PINOTNAT*”,以“1-按经济类型分全社会固定资产投资总额(国有经济)/全社会固定资产投资总额”公式计算,这一指标在一定程度上反映了地区市场化制度的基本特征,代表制度环境(樊纲等,2010)。

以上两层次变量描述性统计见表1。

表1 第一层和第二层变量描述性统计

层级	变量	组数	平均值	标准差	最小值	最大值
第一层	ln <i>GOVERNMENT</i>	21	4.248	1.423	2.035	5.966
	ln <i>ENTERPRISE</i>	21	5.487	0.664	4.357	6.579
	ln <i>MARKET</i>	21	6.441	1.148	5.140	8.785
	ln <i>VENTURE</i>	21	4.555	2.163	0.255	8.031
第二层	ln <i>GDP</i>	21	8.143	10.330	9.310	0.714
	<i>GOVRATIO</i>	21	0.016	0.072	0.040	0.018
	<i>PINOTNAT</i>	21	0.419	0.727	0.608	0.090

##### 2. 数据说明

温福星(2009)指出阶层线性模型的检验效力取决两层结构,第一层增加组内样本数就可以降低标准误,

第二层则同时取决于组数与组内样本数。以往研究认为 OLS 要求每个自变量至少需要 10 个观测样本的原则也同样适用 HLM 模型(Bryk 和 Raudenbush, 1992)。多元回归模型中,观察数要大于模型参数的数目才能有效回归,即方程个数要大于未知数个数,根据要求并依据数据可得性,本文选取上海市 1997—2017 年数据进行研究。为保证平稳性,第一层次自变量和第二层次 GDP 均取对数。科技型上市公司总市值(MARKET)数据来自 Wind 数据库,创业风险投资总额(VENTURE)数据来自清科数据库。

### (二)模型建立

以柯布-道格拉斯生产函数为基础,构建第一层次模型,即反映科技金融各项投入对科技创新产出的作用,如式(1)所示。然后在第一层模型基础上,分别考虑第二层因素:经济环境 lnGDP、政策环境 GOVRATIO 和制度环境 PINOTNAT,构建出第二层模型,如式(2)所示。

第一层模型:

$$\ln PATENT_{ij} = \alpha_{0j} + \alpha_{1j}(\ln GOVERNMENT) + \alpha_{2j}(\ln ENTERPRISE) + \alpha_{3j}(\ln MARKET) + \alpha_{4j}(\ln VENTURE) + \mu_{ij} \quad (1)$$

第二层模型:

$$\begin{cases} \alpha_{0j} = \beta_{00} + \beta_{01}(\ln GDP_j) + \beta_{02}(GOVRATIO_j) + \beta_{03}(PINOTNAT_j) \\ \alpha_{1j} = \beta_{10} + \beta_{11}(\ln GDP_j) + \beta_{12}(GOVRATIO_j) + \beta_{13}(PINOTNAT_j) \\ \alpha_{2j} = \beta_{20} + \beta_{21}(\ln GDP_j) + \beta_{22}(GOVRATIO_j) + \beta_{23}(PINOTNAT_j) \\ \alpha_{3j} = \beta_{30} + \beta_{31}(\ln GDP_j) + \beta_{32}(GOVRATIO_j) + \beta_{33}(PINOTNAT_j) \\ \alpha_{4j} = \beta_{40} + \beta_{41}(\ln GDP_j) + \beta_{42}(GOVRATIO_j) + \beta_{43}(PINOTNAT_j) \end{cases} \quad (2)$$

## 四、科技金融生态对科技创新作用的实证分析

### (一)实证结果

首先分析科技金融投入对科技创新的作用,即单独对第一层模型进行回归分析,模型 1 综合考虑了 4 个变量对科技创新产出的影响,结果见表 2 中模型 1。然后,在第一层模型基础上,模型 2~模型 4 依次在模型 1 中分别加入了第二层因素中的一个变量进行阶层拟合,结果见表 2。模型 5~模型 7 则依次在模型 1 的基础上增加了两个第二层变量进行阶层拟合;模型 8 综合了第二层模型的所有 3 个因素进行估计,结果见表 3。

表 2 两阶层线性模型估计结果 1

自变量	系数	模型 1	模型 2	模型 3	模型 4
截距项	$\beta_{00}$	2.783*(2.04)	-43.853*(-1.96)	-2.827(-0.65)	25.624(1.55)
科技财政 lnGOVERNMENT	$\beta_{10}$	0.357**(2.37)	0.805(0.23)	0.106(0.26)	2.508*(2.05)
企业研发 lnENTERPRISE	$\beta_{20}$	1.145**(2.62)	6.156(0.89)	2.640**(2.47)	-6.607(-1.49)
资本市场 lnMARKET	$\beta_{30}$	-0.130(-1.14)	1.999(0.84)	-0.146(-0.27)	0.769(0.81)
风险投资 lnVENTURE	$\beta_{40}$	0.008(0.10)	-1.260(-0.91)	-0.085(-0.47)	1.140(1.28)
经济环境 lnGDP	截距项	$\beta_{01}$	—	5.356*(2.13)	—
	lnGOVERNMENT	$\beta_{11}$	—	-0.088(-0.24)	—
	lnENTERPRISE	$\beta_{21}$	—	-0.591(-0.77)	—
	lnMARKET	$\beta_{31}$	—	-0.203(-0.81)	—
	lnVENTURE	$\beta_{41}$	—	0.132(0.85)	—
政策环境 GOVRATIO	截距项	$\beta_{02}$	—	—	159.161(1.62)
	lnGOVERNMENT	$\beta_{12}$	—	—	24.875(1.76)
	lnENTERPRISE	$\beta_{22}$	—	—	-57.938*(-2.01)
	lnMARKET	$\beta_{32}$	—	—	3.308(0.26)
	lnVENTURE	$\beta_{42}$	—	—	0.886(0.17)
制度环境 PINOTNAT	截距项	$\beta_{03}$	—	—	-35.154(-1.35)
	lnGOVERNMENT	$\beta_{13}$	—	—	-3.332(-1.64)
	lnENTERPRISE	$\beta_{23}$	—	—	11.737(1.66)
	lnMARKET	$\beta_{33}$	—	—	-1.119(-0.72)
	lnVENTURE	$\beta_{43}$	—	—	-1.850(-1.28)

注:括号内数值为 t 统计量;\*\*\*、\*\*、\* 分别表示变量在 1%、5% 和 10% 的水平上显著。

表3 两阶层线性模型估计结果2

自变量	系数	模型5	模型6	模型7	模型8	
截距项	$\beta_{00}$	-1.692(-0.05)	-64.808***(-3.73)	11.454(0.77)	-118.859***(-97.98)	
科技财政 lnGOVERNMENT	$\beta_{10}$	5.626(1.18)	-6.490**(-2.50)	1.419(1.22)	-9.605***(-289.11)	
企业研发 lnENTERPRISE	$\beta_{20}$	-6.039(-0.60)	14.165**(3.28)	-4.134(-1.10)	23.943***(-448.84)	
资本市场 lnMARKET	$\beta_{30}$	6.005(1.42)	-2.699(-1.42)	2.356*(2.07)	-2.303***(-288.29)	
风险投资 lnVENTURE	$\beta_{40}$	-1.133(-0.41)	1.222(1.28)	0.764(0.94)	-2.884***(-189.14)	
经济环境 lnGDP	截距项	$\beta_{01}$	-0.370(-0.08)	13.105***(-5.72)	—	23.342***(-565.09)
	lnGOVERNMENT	$\beta_{11}$	-0.576(-0.97)	1.001**(3.25)	—	0.989***(-279.71)
	lnENTERPRISE	$\beta_{21}$	1.051(0.85)	-3.287***(-5.18)	—	-5.369***(-545.84)
	lnMARKET	$\beta_{31}$	-0.728(-1.47)	0.795**(2.88)	—	0.905***(-801.23)
	lnVENTURE	$\beta_{41}$	0.115(0.34)	-0.082(-0.84)	—	0.708***(-268.64)
政策环境 GOVRATIO	截距项	$\beta_{02}$	124.058(0.62)	—	149.731(1.63)	-95.549***(-210.00)
	lnGOVERNMENT	$\beta_{12}$	32.460(1.81)	—	31.689*(1.95)	22.998***(-333.64)
	lnENTERPRISE	$\beta_{22}$	-85.427(-1.76)	—	-80.638**(-2.75)	30.659***(-149.36)
	lnMARKET	$\beta_{32}$	24.201(1.46)	—	16.292(1.65)	-2.005***(-90.29)
	lnVENTURE	$\beta_{42}$	3.559(0.33)	—	0.826(0.16)	-34.037***(-315.83)
制度环境 PINOTNAT	截距项	$\beta_{03}$	—	-66.720***(-4.12)	-23.657(-1.03)	-110.076***(-756.50)
	lnGOVERNMENT	$\beta_{13}$	—	-6.010***(-4.93)	-1.856(-0.99)	-3.643***(-518.93)
	lnENTERPRISE	$\beta_{23}$	—	26.245***(-5.60)	11.960*(1.98)	38.458***(-818.71)
	lnMARKET	$\beta_{33}$	—	-7.977***(-4.97)	-4.869*(-2.44)	-10.670***(-1068.2)
	lnVENTURE	$\beta_{43}$	—	-0.641(-0.73)	-1.235(-0.97)	-3.871***(-404.62)

注:括号内数值为t统计量;\*\*\*、\*\*、\*分别表示变量在1%、5%和10%的水平上显著。

## (二) 结果分析

### 1. 不考虑第二层生态环境因素作用时

模型1结果中科技财政和企业研发投入与科技创新产出具有显著的正相关关系,其中,企业研发投入系数为1.145,大于1,说明上海市企业研发投入具有规模报酬递增的趋势,政府科技财政投入系数则仅为0.357,小于1,说明上海市政府主导的科技财政投入对于科技创新的作用并没有企业效率高;而资本市场和风险投资市场对于科技创新产出作用并不显著。模型1的结果表明,上海市科技创新主体是企业,企业自身科技研发投入对科技创新具有显著的促进作用,而科技财政的作用相对较弱。

### 2. 考虑科技金融生态及其跨层级交互作用影响

模型2~模型4的结果可以发现,在只考虑单一生态环境因素作用的情况下,各项指标的显著性水平明显下降,导致模型的解释力出现不足,说明了单一的科技金融生态环境因素无法对科技金融主体活动产生显著影响。模型5~模型7的结果可以发现,在第一层模型中加入经济环境和制度环境两个生态变量后,模型6的拟合效果最佳,科技财政和企业研发的显著性水平明显增强,但是在模型5和模型7中,涉及政策环境变量的阶层模型效果并没有比之前只考虑一个环境变量时有所改善,说明政策环境在目前上海市的科技金融生态建设中较为薄弱,对科技金融主体活动的交互影响不显著,对科技创新产出的作用也不够。

### 3. 综合考虑科技金融生态的3个环境变量

在模型1的基础上同时加入第二阶层的3个环境变量进行两阶层线性模型回归,如模型8结果显示,各项指标全部达到了在1%置信水平水平上的强显著,模型解释效力强,说明上海科技金融生态与科技金融内部主体存在跨层级交互作用,并影响科技创新产出。这里,将模型1和模型8拟合结果选取自变量之一的企业研发(lnENTERPRISE)和因变量专利授权量(lnPATANT)做出新增变量图,如图3所示,对比可以发现:在过滤掉其他变量因素后企业研发对于科技创新的影响在两个模型中都是正相关关系,但是模型1中散点虽然较为集中的分布在回归直线附近,但部分散点偏离程度依然很大,模型显著性一般,而模型8的散点几乎完全集中分布在回归线上,表明自变量和因变量的关系强显著,也验证了科技金融生态环境变量对科技金融内部主体跨层级交互作用的显著存在,共同影响着科技创新产出。

这种交互作用体现在以下4个方面:首先,从第一层指标在模型8中的系数情况来看,科技财政-9.605,企业研发投入23.943,资本市场-2.303,风险投资市场-2.884,系数之和为9.151,大于1,表明上海市科技创新在科技金融生态与科技金融内部主体的交互作用下呈现规模报酬递增的趋势。其次,在经济环境作用下,GDP对科技创新的作用系数为23.342,显著正相关,说明经济规模大小通过影响科技金融主体从而促进科技创新的作用显著,但是企业研发投入系数为-5.369,反映出随着外部经济环境增长向好,企业研发投入反而降低了科技创新产出,原因可能在于GDP代表的是物质化或生产性活动的经济规模,GDP增长带动企业销售增加,企业的研发投入可能更多流入维持规模化生产所需的技术提升或人员保有,而非专营科技创新研发的科研人员及从事发明创造的研发工作。因此,即便企业研发投入总量仍然在增加,但是其对于真正的科技

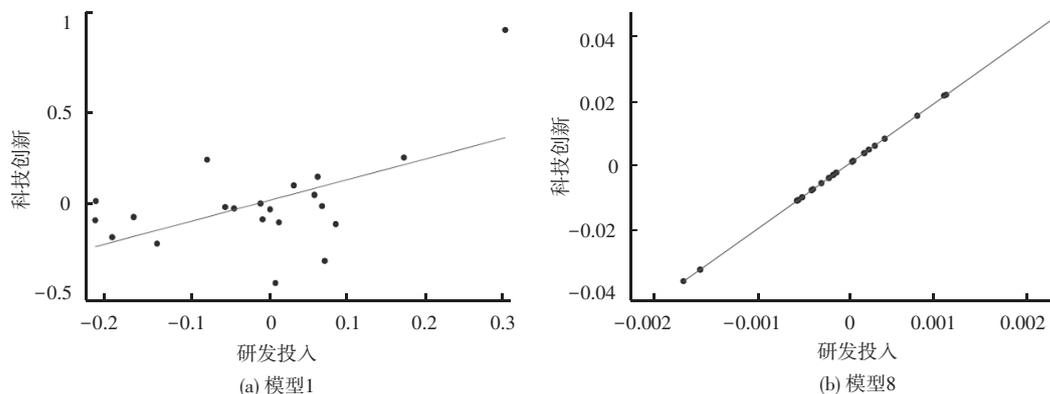


图3 企业研发对科技创新作用的新增变量图

创新产出作用已然下降,即良好的经济环境使得企业更倾向于研究如何占领市场,而经济增长受限时企业更能居安思危开展创新研发。再次,政策环境采用的是科技经费支出占地方财政支出的比重,反映的是政府在科技创新中的支持力度,这里政策环境系数为 $-95.549$ ,说明政府以财政支持力度为主要手段营造政策环境并不利于科技创新产出,而且从第一层变量中可见科技财政总体系数 $-9.605$ ,也说明政府科技财政支出对科技创新有一定的抑制作用,侧面反映了企业作为科技创新主体的地位必须予以加强,政府应该通过营造各类科技金融生态环境而非直接的财政投入进行鼓励和支持,否则会对社会整体科技创新活动产生一定的挤出效应。最后,制度环境下,只有企业研发投入系数 $38.458$ 为正,其他自变量皆为负,说明以市场化为特征的制度环境会对科技创新主体企业产生非常显著的正向作用,而对于政府主导的科技财政、尚不完善的资本市场和风险投资市场而言,市场化的加强,在现阶段上海科技创新领域产生了阻碍作用,这反映出制度环境的作用具有两面性:一方面,制度环境会对目前已经市场化运作的企业研发行为产生正面促进作用;另一方面,制度环境会对目前本身不是市场化运作的政府科技财政投入行为和尚未实现完全市场化运作的资本市场及风险投资市场产生抑制作用。

## 五、结论与政策建议

通过阶层结构理论和实证分析科技金融生态对科技创新的作用发现:上海科技金融生态通过与科技金融内部主体的跨层级交互作用影响科技创新产出,这种两阶层间的交互作用实证存在且影响显著。

(1)当不考虑阶层结构关系时,上海市科技财政和企业研发投入与科技创新产出具有显著的正相关关系,且企业研发投入具有规模报酬递增的趋势。

(2)只考虑单一科技金融生态因素作用的情况下,回归结果显著性水平下降,模型解释力不足,说明上海市单一科技金融生态因素无法对科技金融主体活动产生显著影响,而是相互影响,共同作用。其中,政策环境因素在目前上海市的科技金融生态建设中较为薄弱,对科技金融内部主体活动的交互影响及对科技创新产出的促进作用皆不显著。

(3)综合第二层科技金融生态三变量对第一层模型的跨层级交互影响之后,模型结果显著,解释效力强,说明上海科技金融生态与科技金融内部主体存在跨层级交互作用,影响科技创新产出,且呈现规模报酬递增的趋势。其中,以GDP代表的经济环境通过影响企业经营状况而使其研发投入流向改变,最终导致企业研发投入与科技创新产出呈负相关;以政府科技投入力度代表的政策环境对社会整体科技创新活动产生一定的抑制作用,说明政府在科技创新领域应该改变以往以财政投入为主导的政策方式,通过营造全面优质的科技金融生态来引导全社会对科技创新的关注和支持;以市场化为特征的制度环境对科技创新影响具有两面性,即对市场化运作的企业科研行为正向促进和对非市场化运作的政府或非完全市场化运作的资本及风险投资市场反向抑制。

基于以上理论及实证分析结果,提出优化上海科技金融生态建设的建议:

(1)重视对科技金融生态与科技金融内部主体间的跨层级交互作用进行结构优化。片面的科技金融投入或科技金融生态环境建设,都无法对科技创新产生显著影响,必须协调科技金融生态与科技金融内部主体的交互影响,完善科技金融生态各类环境建设,如政策环境、经济环境、制度环境等。

(2)改善政府科技财政投入的方式。科技创新产出不再是一个简单的投入产出过程,政府仅靠加强财政

支出的方式支持或鼓励科技创新,无法达到规模经济的效果,甚至会在一定程度上对社会科技创新投入产生挤出效应,政府应该优化自身财政支持方式,从原先单一的科技拨款、项目扶持、科研补助等方式,调整为以加强科技金融生态环境建设为重点,通过搭建中小微科技型企业融资平台、建立科技金融市场信用信息库、扶持科技市场高端中介服务机构等方式优化政策环境、制度环境、人才环境、法制环境等在内的整体科技金融生态,提高科技金融及其生态支持科技创新的作用效果。

(3)完善多层次资本市场。在科技创新领域,企业是科技创新的主体,科技金融就是要把金融资源与科技创新型企业的联系拉近,更高效地利用资本支持科技创新,这就要求资本市场和科技市场都要尽可能地以市场化模式运作,提高资金和科技项目的对接,只有以市场化为特征的制度环境建设才能充分调动两个市场的活力。当前,科创板的建设正在紧张筹备,上海应当充分利用科创板开通为契机,加紧完善多层次资本市场的建立,优化科技金融生态的制度环境建设,让各类风险投资、股权融资、债券发行等金融活动有效参与到科技创新中来,提高上海的科技创新产出效率。

### 参考文献

- [ 1 ] 樊纲,王小鲁,马光荣,2010.中国市场化进程对经济增长的贡献[J].经济研究(9):4-16.
- [ 2 ] 胡新丽,吴开松,2014.光谷与硅谷:科技金融模式创新借鉴及路径选择[J].科技进步与对策,31(9):15-18.
- [ 3 ] 李俊峰,张晓涛,2017.北京市金融业集群空间分布及演变:2003-2012——兼论北京科技金融产业集聚新生态的崛起[J].城市发展研究(10):1-6.
- [ 4 ] 苏京春,靳宇宁,2014.“生态位”视角探析科技型中小企业金融服务[J].经济研究参考(25):30-35.
- [ 5 ] 孙龙,雷良海,2019.促进科技成果转化的财政政策功能实现的影响因素分析——基于扎根理论的多案例研究[J].当代财经(12):38-49.
- [ 6 ] 王永强,赵增锋,2019.科技金融生态文献研究综述[J].河北金融(3):68-72.
- [ 7 ] 王郁蓉,师萍,2014.创新环境研究综述[J].科学管理研究,32(4):52-55.
- [ 8 ] 王楠,刘莹,王宏伟,2020.新时代背景下我国创新生态系统建设研究[J].技术经济,39(2):99-106.
- [ 9 ] 温福星,2009.阶层线性模型的原理与应用[M].北京:中国轻工业出版社:89-151.
- [ 10 ] 寻舸,2015.区域金融学视角下我国科技金融发展研究[J].科技进步与对策,32(17):31-35.
- [ 11 ] 杨洋,李南妮,2016.科技金融生态滞后[J].中国金融(21):100.
- [ 12 ] 肇启伟,付剑锋,刘洪江,2015.科技金融中的关键问题——中国科技金融2014年会综述[J].管理世界(3):164-167.
- [ 13 ] 张明喜,2017.我国科技金融生态及其绩效实证研究[J].科技进步与对策,34(16):14-19.
- [ 14 ] 张华,2016.科技金融创新生态系统的规划框架与协同创新机制[J].科学管理研究(5):89-93.
- [ 15 ] 周密,盛玉雪,2012.非均质空间格局下经济极化对技术创新的影响效应研究——基于两阶层线性模型的实证分析[J].南开经济研究(3):65-78.
- [ 16 ] BECK T, LEVINE R, LOAYZA N, 1999. Finance and sources of growth[J]. Journal of Financial Economics, 58: 261-310.
- [ 17 ] BRYK A S, RAUDENBUSH S W, 1992. Hierarchical linear models: Applications and data analysis methods[M]. Newbury Park, CA: Sage: 41-73.
- [ 18 ] KREFT I, LEEUW J, 2007. 多层次模型分析导论[M]. 邱皓政,译. 重庆:重庆大学出版社:36-52.
- [ 19 ] HITT M A, HOSDISSON R E, JOHNSON R A, et al, 1996. The market for corporate control and firm innovation[J]. Academy of Management Journal, 39(5): 1084-1119.

## Cross-level Interaction of Science and Technology Finance Ecology on Science and Technology Innovation: Empirical Analysis Based on Two-level Hierarchical Linear Model

Sun Long, Lei Lianghai

(Business School, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 201209, China)

**Abstract:** Based on the analysis of hierarchical structure theory, it is concluded that the internal main body of science and technology finance has typical hierarchical structure characteristics. By constructing a two-level hierarchical linear model, the output of science and technology innovation under the ecological function of science and technology finance in Shanghai is empirically tested, and eight models that do not consider hierarchical function and hierarchical function are compared. The results show as follows. Shanghai's science and technology finance ecology passes through. The cross-level interaction with the internal subject of science and technology finance influences the output of science and technology innovation, and shows the trend of increasing returns to scale. The economic environment, policy environment and institutional environment which constitute the ecology of science and technology finance interact with each other and act on science and technology innovation together. The influence of various environmental factors on the internal subject of science and technology finance is different. In the future, optimizing the ecological construction of science, technology and finance in Shanghai should be considered from the perspective of hierarchical structure.

**Keywords:** science and technology finance ecology; science and technology innovation; cross-level interaction; hierarchical linear model