

技术集聚对资本回报率的影响研究

——来自中国273个城市的经验证据

陈晓华¹, 周琼¹, 杨高举²

(1. 浙江理工大学 经济管理学院 浙江 杭州 310018; 2. 浙江大学 经济学院 浙江 杭州 310027)

摘要: 加快技术集聚和提升资本回报率既是推动中国技术创新水平提升和进一步释放资本活力的重要抓手,也是推动中国经济高质量增长的重要支撑。基于2004—2018年中国273个城市数据,采用空间面板杜宾模型深入剖析技术集聚对城市资本回报率的作用机制与渠道。研究结果表明:一是技术集聚对资本回报率的影响效应呈倒U型关系,上述结论在基准检验、稳健性检验以及内生性检验均稳健成立。二是技术集聚对城市资本回报率的影响有着显著的空间溢出效应,且本地技术集聚对周边地区资本回报率也呈现出倒U型影响效应。三是产业结构高级化效应和创新效应是技术集聚对城市资本回报率作用的两个重要渠道,因而推动产业结构高级化和激发创新活力可以成为提高资本回报率和释放资本活力的重要工具。

关键词: 技术集聚; 资本回报率; 空间杜宾模型

中图分类号: F016.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-6049(2024)03-0045-10

一、引言

近年来,中国的资本回报率持续偏低^[1],党的二十大报告明确提出了着力提高投资效率,促进投资规模合理增长、结构不断优化,增强投资增长后劲等发展思路,保持资本回报率的稳定是构建新发展格局的重要一步,也是实现中国经济高质量发展的内在要求。科技是第一生产力,党的二十大报告强调,要以国家战略需求为导向,着力对原创领先的科学技术进行攻关。2022年的中央经济工作会议同样指出:要提升产业链水平,注重利用技术创新和规模效应形成新的竞争优势,培育和发展新的产业集群。由此,技术集聚也是国家战略支撑所至,并可能通过其集聚力量带动创新活力,改善产业结构。此外,根据新古典经济增长理论,技术水平是影响企业要素配置效率和要素回报率的重要因素,故而技术层面的产业集聚会对资本回报率产生一定的影响。目前资本回报率出现一定的下滑,与当前中国构建新发展格局和经济高质量发展目标格格不入。由此,自然就产生以下疑惑:技术集聚会对资本回报率产生什么样的影响?技术集聚是否可以成为中国激发资本活力的有效工具?至今学界尚

收稿日期:2023-05-22; 修回日期:2023-10-12

基金项目:国家社会科学基金一般项目“中国产业链关键环节‘瘸腿型’技术赶超的内源机理与高质量型自主可控路径研究”(22BJL126);教育部哲学社会科学规划项目“双维资源错配约束下中国制造业技术蛙跳的演进机理与优化路径研究”(22YJC790016);浙江省自然科学基金重点项目“资源错配与中国制造业二元技术蛙跳”(LZ21G030003);浙江省哲学社会科学规划重大项目“制造业中间品瘸腿型技术赶超与经济高质量发展:演进机理、约束机制与优化路径”(24QNYC11ZD)

作者简介:陈晓华(1982—),男,江西玉山人,浙江理工大学经济管理学院教授,研究方向为区域经济和开放经济;周琼(1998—),女,浙江台州人,浙江理工大学经济管理学院硕士研究生,研究方向为区域经济;杨高举(1982—),男,甘肃西和人,浙江大学经济学院副教授,研究方向为计量经济学和技术赶超。

无文献对上述问题进行深入剖析。鉴于此,本文就技术集聚对资本回报率的影响机制展开深入研究,所得结论对构建新发展格局及推动中国经济持续高质量发展具有极为重要的理论与现实意义。

近年来,受国家加快建设科技强国与切实稳定提升资本回报水平相关政策影响,技术集聚与资本回报率均成为了近年来学术界研究热点,其中技术集聚为新兴研究热点,Audretsch and Feldman^[2]较早进行了技术集聚的研究尝试,认为技术在空间上的集聚能够促进创新效率提升。而后各国学者不断拓展该领域研究,但主要集中于技术集聚对城市绿色转型^[3]、劳动生产率^[4]、制造业^[5]以及区域经济增长^[6]的影响。资本回报率研究较为成熟,已有研究表明资本深化^[7]、产业结构^[8]、供给侧结构性改革^[9]、资源错配程度^[10]以及税收政策不确定性^[11]均会对资本回报率产生一定影响。但目前学界对技术集聚与资本回报率的交叉研究领域却鲜少涉足,仅有少部分的间接探索,如阮素梅和张盟^[12]研究发现金融集聚会对宏观投资效率产生影响,而技术在其中表现为部分中介效应。更无学者剖析技术集聚对资本回报率的作用机制与渠道,这也成为了二者研究领域和边界扩展的一大缺憾。有鉴于此,本文基于二者的最新研究理论与经验,以中国273个地级及以上城市面板数据为样本,对技术集聚影响城市资本回报率的机制进行深入探索与分析,以有效弥补上述缺憾。

二、理论机制分析

(一) 技术集聚对城市资本回报率的影响

一方面,已有研究表明产业集聚会使相关劳动与资本要素流向城市,进而对城市资本回报率产生影响^[13];另一方面,技术集聚所产生的竞争效应可能会导致企业低效地扭曲其开发和选择生产技术的过程,以提高其在区域投资竞争中的地位^[14],因此而改变的投资分配很可能造成资本回报率变动。一般而言,一个区域某产业集聚发展程度与其对相应的技术要素吸引力呈正相关关系^[6],那么,技术型产业集聚水平越高,则技术要素集聚度也会越高,由此可能带来区域内抑或区域间的技术进步。李猛和黄振宇^[13]认为区域内以及区域间更为密切的技术合作,能够实现技术进步速度提升,对提升中国资本回报率至关重要。由此可见,技术集聚与资本回报率之间必然存在某种联系。且有研究表明技术型产业集聚与产业技术创新^[15]之间存在倒U型关系。基于以上相关理论分析,考虑到技术集聚程度的提高对区域间劳动与资本要素流动的影响以及对技术进步的非线性影响,进而得出技术集聚可能会对资本回报率产生非线性影响的初步判断。从规模经济理论来看,技术型产业的附加值和创新活跃度相对较高,具备一定的规模经济特征,技术集聚发生时,资本和高端人才的持续流入会推动企业的创新水平和生产效率提升,进而推动资本回报率提升。然而,过度的集聚不仅会致使规模不经济的现象出现,即单位投入所带来的产出呈现下降趋势,还会导致单位资本和高端劳动力能够匹配到的其他要素减少,从而使得资本回报率出现下降趋势。有鉴于此,本文认为技术集聚可能会对资本回报率产生倒U型的非线性影响。且在实际分析中,不仅要重点关注技术集聚总作用对资本回报率的影响,也需注意二者的空间溢出效应。综上,提出假说1。

假说1: 技术集聚对城市资本回报率存在非线性影响,且二者存在空间溢出效应。

(二) 技术集聚对城市资本回报率的作用渠道

首先,王燕和孙超^[16]基于中国省际层面数据验证了知识密集型产业的集聚能够提升产业结构优化水平,而技术型产业大多为知识密集型产业,由此,技术要素集聚能够促进产业结构高级化。然而,产业过度集聚则会产生负外部性的“拥挤效应”^[17],进而阻碍产业升级。故而技术集聚可能对产业结构产生非线性影响。其次,已有研究对产业结构是影响资本回报率的关键因素之一的意见基本达成一致,产业结构升级能够提升资本回报率^[8,18],究其本质,随着服务业在产业结构中所占比例的增加,生产性服务业所提供的专业技术,不断为制造业企业提供技术与服务支持,以此生产出具有更高附加值的产品,从而获得更高的价格与利润率,最终实现资本回报率的提升。生产性服务业的专业技术不断嵌入制造业,也推进了现代服务业与先进制造业的深度融合,顺应国家政策,能够实现产业链的优化和协同效应,进而带来上下游企业的协同创新,能够使产业链利润提高^[19],同样亦能提高区域中整

个产业的效率与竞争力,在一定程度上降低生产和运营成本,提高资源利用效率,进而提高资本回报率。此外,有研究表明城市技术集聚能够激发区域创新活力^[4],王余丁等^[20]针对省域展开类似研究也得出与之相似的结论。且创新活力能够提升城市经济效率,即推动生产要素持续从低效率部门向高效率部门转移,推进资源的最优配置^[21],而高效率部门能够更有效地利用资源,提高生产效率和产出质量,在相同资源投入下获得更高的产出。另外,创新还能够不断实现新技术的突破,为企业引进高端技术,由创新活力提升所带来的效益亦使得相同程度的固定投入可以创造出更多的价值,进而对资本回报率产生促进作用^[22]。综上,提出假说2与假说3。

假说2:技术集聚会通过产业结构高级化效应对资本回报率产生影响。

假说3:技术集聚会通过创新活力效应对资本回报率产生影响。

三、模型与变量

(一) 计量模型设定

为检验技术集聚对资本回报率的非线性影响,本文借鉴 Haans *et al.*^[23]对非线性关系的检验方法,设定如下面板模型:

$$ROC_{it} = \alpha_0 TA_{it} + \alpha_1 TA_{it}^2 + \alpha_2 X_{it} + \mu_i + \gamma_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中,下标 i, t 分别表示城市和年份, ROC 与 TA 分别代表城市资本回报率和技术集聚水平, X 表示上文提及的一系列控制变量, μ_i 为个体效应, γ_t 为时间效应, ε_{it} 为随机误差项。

空间数据一般具有一定空间依赖性,由此,技术集聚和城市资本回报率可能存在空间效应,忽视空间相关性可能导致模型计量准确性降低,从而造成回归偏差。因此,为保证结果的准确性,本文建立空间计量模型对二者的关系进行剖析。本部分构建空间面板模型一般形式如下,具体选择策略在下文模型选择中给出:

$$ROC_{it} = \rho WROC_{it} + \beta_0 TA_{it} + \beta_1 TA_{it}^2 + \theta_0 WTA_{it} + \theta_1 WTA_{it}^2 + \beta_2 X_{it} + \nu WX_{it} + \mu_i + \gamma_t + \phi_{it} \quad (2)$$

其中, $\phi_{it} = \lambda W\phi_{it} + \varphi_{it}$, $\rho WROC_{it}$ 为被解释变量资本回报率的空间滞后项, ρ 为自回归系数, W 为空间权重矩阵, $\theta_0 WTA_{it}$ 和 $\theta_1 WTA_{it}^2$ 为核心解释变量技术集聚及其二次项的空间滞后项, β_0, β_1 分别为不含空间滞后项的解释变量和控制变量回归系数, νWX_{it} 为控制变量的空间滞后项, μ_i 为地区空间效应, γ_t 为时间效应, φ_{it}, ϕ_{it} 均为随机扰动项, λ 为空间误差系数。

最后,为进一步验证假说1的空间溢出效应,考虑到空间杜宾模型中包含了被解释变量以及解释变量的空间滞后项,其回归系数无法确切反映出技术集聚对资本回报率的影响作用,因而,本文参考 Lesage and Pace^[24]的方法,采用偏微分方法将空间溢出效应分解为直接效应和间接效应再度进行分析。

(二) 权重矩阵的选择

空间权重矩阵的选取是空间面板回归模型建立的重要一步,其关乎空间计量模型的回归结果,为保证计量结果的稳健性,并更为客观地揭示技术集聚对城市资本回报率的影响机制以及空间效应,本文构建以下空间权重矩阵进行后续计量分析。

1. 地理距离矩阵(W_1)

$$W_{ij} = \begin{cases} \frac{1}{d_{ij}}, & i \neq j \\ 0, & i = j \end{cases} \quad (3)$$

其中, d_{ij} 为根据经纬度计算的 i 地区与 j 地区之间的地理距离。

2. 经济地理嵌套矩阵(W_2)

$$W_{ij} = \begin{cases} W_1 \times \text{diag}\left(\frac{Y_1}{\bar{Y}}, \frac{Y_2}{\bar{Y}}, \frac{Y_3}{\bar{Y}}, \dots, \frac{Y_n}{\bar{Y}}\right), & i \neq j \\ 0, & i = j \end{cases} \quad (4)$$

其中, W_1 为上文的地理距离矩阵, \bar{Y} 为样本期间内所有城市人均实际 GDP 的均值, Y_n 为第 n 个城市在样本期间内的人均实际 GDP 均值。

(三) 变量选取与测算

1. 核心解释变量

技术集聚(TA)为本文的核心解释变量,目前学界公认的集聚测度方法较多,如区位熵法、赫芬达尔指数法以及EG指数法等,而技术集聚的代理指标尚无统一定义,仅有少量文献进行了尝试,如董直庆等^[25]采用区位熵法和技术进步指标对省际层面的技术集聚进行测度。考虑到赫芬达尔指数和EG指数对数据要求较为严苛,且在城市层面的研究中,对二者的测算更是力有未逮,加之数据的可得性有限,本文采用区位熵法对技术集聚进行测度。值得一提的是:产业集聚与技术要素集聚有着密不可分的联系^[6],由此,技术型产业集聚必然带动技术集聚,即技术型产业集聚度越高,则技术集聚度越高。考虑到制造业大都属于技术型行业,生产性服务业中的高端生产性服务业技术含量较高,本文采用国民经济分类表中的制造业、信息传输、计算机服务和软件业以及科研、技术服务和地质勘查业从业人员作为基础数据,通过区位熵法度量技术集聚。测度方法如下:

$$TA_{it} = \frac{TE_{it}/TE_t}{E_{it}/E_t} \quad (5)$$

其中, TA_{it} 表示*i*城市*t*年技术集聚水平, TE_{it} 表示*i*地区*t*年技术型产业的从业人员, TE_t 表示*t*年全国技术型产业的从业人员, E_{it} 为*i*地区*t*年全部就业人数, E_t 为*t*年全国就业人数,该指数越大则说明该地区技术集聚度越高。

2. 核心被解释变量

资本回报率(ROC)为本文的核心被解释变量,基于城市层面的数据可得性,参考李猛和黄振宇^[13]的测度方法,采用本年度单位固定资产投资在下一年度所带来的GDP增量来衡量城市层面的资本回报率。

$$ROC_{it} = \frac{GDP_{i,t+1} - GDP_{i,t}}{FAI_{it}} \quad (6)$$

其中, ROC_{it} 表示*i*城市*t*年的资本回报率, $(GDP_{i,t+1} - GDP_{i,t})$ 表示为*i*城市*t*年的GDP增量,且各个城市的GDP均以2003年为基期分别用该城市所在省份的GDP平减指数进行平减, FAI_{it} 为*i*城市*t*年的固定资产投资总额,同样均以城市所在省份的固定资产价格指数作为折算率,将其调整为2003年基期水平。

3. 影响渠道变量

基于前文的理论分析,本文选取产业结构高级化(ISS)和城市创新活力(IE)作为影响渠道变量。

(1) 产业结构高级化(ISS)。借鉴付凌晖^[26]的产业结构高级化指标计算方法,将一、二、三产业增加值占地区GDP比重作为三维空间向量 $X_0 = (x_{1,0}, x_{2,0}, x_{3,0})$ 的三个分量。首先计算 X_0 与三个产业的夹角,且三个产业层次由低到高排列,分别为 $X_1 = (1, 0, 0)$, $X_2 = (0, 1, 0)$, $X_3 = (0, 0, 1)$, X_0 与三个产业的夹角分别为 $\theta_1, \theta_2, \theta_3$ 。

$$\theta_j = \cos^{-1} \left(\frac{\sum_{i=1}^3 x_{ij} x_{i0}}{\left(\sum_{i=1}^3 (x_{ij}^2) \right)^{1/2} \left(\sum_{i=1}^3 (x_{i0}^2) \right)^{1/2}} \right) \quad (7)$$

在此基础上定义产业结构高级化,公式如下:

$$ISS = \sum_{k=1}^3 \sum_j^k \theta_j \quad (8)$$

ISS 的值越大表明该城市产业结构高级化的水平愈高。

(2) 城市创新活力(IE)。专利数量被广泛用于城市创新层面的研究,是衡量创新产出的常用指标之一。一方面,专利产出是企业能够持续发展的重要驱动力;另一方面,专利是企业市场竞争中赢得生存发展机会的核心所在。随着知识产权制度的日趋完善,专利极大程度上反映出了一个地区的创新活力。由此,本文采用各个城市的专利申请数量来衡量其创新活力,实证中取其对数。

4. 控制变量

本文选取如下可能对资本回报率产生一定影响的控制变量:(1) 人口密度(POP)。实证中以年末城

市总人口除以行政区划面积来表示。(2) 对外开放程度(*FDI*)。以城市实际利用外资金额测算,实证中取其对数。(3) 政府干预程度(*GOV*)。以政府一般财政支出来衡量地方政府的干预程度,实证中取其对数。(4) 教育投入水平(*EDU*)。采用政府教育支出与政府一般财政支出的比值表示。(5) 金融发展水平(*FIN*)。采用各个城市金融机构年末贷款余额与地区GDP的比值来表示城市金融发展水平。

5. 数据说明

依据以上指标剔除部分数据缺失严重的城市及年份,对于个别城市的缺失值采用线性插值法予以补充,最终选取除拉萨市、三沙市、毕节市、铜仁市等城市以外的273个城市2004—2018年的面板数据作为研究样本。本文采用的数据主要来源于《中国城市统计年鉴》、国家统计局以及部分地级市统计年报。

四、实证分析

(一) 非线性关系检验

为验证技术集聚与资本回报率的非线性关系,前文构造了双向固定效应模型,实证过程中逐个加入控制变量,回归结果如表1所示。表中结果显示技术集聚的估计系数显著为正,其二次项系数显著为负,这初步说明技术集聚对资本回报率的影响呈现先扬后抑的倒U型关系^①。

表1 基准回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>TA</i>	0.154 0*** (2.94)	0.153 5*** (2.93)	0.157 8*** (3.01)	0.148 1*** (2.87)	0.146 3*** (2.81)	0.151 9*** (2.96)
<i>TA</i> ²	-0.062 3*** (-2.84)	-0.062 8*** (-2.87)	-0.064 3*** (-2.92)	-0.061 1*** (-2.76)	-0.060 5*** (-2.69)	-0.060 1*** (-2.73)
常数项	0.228 5*** (6.11)	0.031 5 (0.07)	0.090 5 (0.20)	-0.574 3 (-1.06)	-0.513 2 (-0.89)	-0.521 6 (-0.89)
控制变量	YES	YES	YES	YES	YES	YES
城市固定	YES	YES	YES	YES	YES	YES
年份固定	YES	YES	YES	YES	YES	YES
观测值	4 095	4 095	4 095	4 095	4 095	4 095
<i>R</i> ²	0.319	0.319	0.320	0.322	0.322	0.327

注:***、**和* 分别表示在1%、5%和10%的显著性水平下显著,括号内为*t*值。

(二) 回归模型选择

首先,经空间自相关检验,技术集聚和城市资本回报率在空间上均存在较为显著的空间相关特征^②。鉴于此,本文将采用空间计量模型进行后续实证研究。为选择合适的空间面板计量模型,表2报告了相应的检验结果,可知:首先,在混合OLS回归的基础上进行LM检验,结果显示Robust LM-error以及Robust LM-lag的统计量均显著,故而拒绝使用混合OLS模型,而应采用空间杜宾模型(SDM)。其次,经由Hausman检验判断选用固定效应抑或是随机效应模型,检验结果显示在1%的显著性水平下拒绝原假设,故而选用固定效应模型。再次,本文利用LR检验对固定效应进行遴选,

表2 模型选择相关检验

检验	统计量
LM-error	2 973.957***
Robust LM-error	1 725.143***
LM-lag	1 422.690***
Robust LM-lag	173.876***
Hausman	32.34***
LR test: ind nested in both	36.54***
LR test: time nested in both	617.75***
LR test: sar_a nested in sdm_a	53.52***
LR test: sem_a nested in sdm_a	51.14***

注:***、**和* 分别表示在1%、5%和10%的显著性水平下显著。

①笔者在此基础上进一步进行utest检验,结果表明倒U型关系成立,因篇幅略去该部分表格,备索。

②本文运用局部莫兰指数法检验变量空间相关性,并绘制了局部莫兰散点图观察其空间分布的局部特征。为节省篇幅,本文将空间自相关检验中详细图表略去,备索。

检验结果均显示 Chi2 统计值在 1% 的显著性水平下拒绝原假设,是以采用双向固定效应。最后,通过 LR 检验对面板杜宾模型(SDM)是否退化为面板滞后模型(SAR)或面板误差模型(SEM)进行判断,检验结果表明显著拒绝退化为 SAR 模型以及退化为 SEM 模型的原假设,故而本文最终选择能够有效处理个体和时间固定效应的空间杜宾模型进行后续回归。

(三) 回归分析

表 3 报告了空间杜宾模型下的基准回归结果。在两种权重矩阵之下,技术集聚一次项系数均显著为正,二次项系数均显著为负,即技术集聚对资本回报率的影响机制呈显著的倒 U 型特征,由此假说 1 得证。究其原因,可能是在到达一定的集聚度前技术集聚的极化效应能够带动区域的经济增长,产生向心力,并吸引周边区域的各类要素向技术集聚度高的城市聚集^[6],从而促进资本回报率持续稳定增长。然而,一旦技术过度集聚,便可能形成产业间的恶性竞争模式,企业为提高其在区域投资竞争中的地位,低效地扭曲其开发和选择生产技术,导致投资分配出现问题,致使投资回报率下降。另外,从核心解释变量空间滞后项的回归系数看,两种权重下技术集聚一次项的空间滞后项系数均为正,而其二次项的空间滞后项系数

表 3 空间杜宾模型检验结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	W_1	W_1	W_2	W_2
TA	0.094 5** (2.22)	0.090 4** (2.13)	0.114 9*** (2.71)	0.105 8** (2.46)
TA ²	-0.039 9*** (-2.14)	-0.034 6* (-1.86)	-0.046 3** (-2.48)	-0.041 9** (-2.20)
W × TA	1.587 7*** (3.77)	1.569 0*** (3.66)	0.667 5 (1.56)	1.029 3** (2.35)
W × TA ²	-0.604 9*** (-3.46)	-0.642 0*** (-3.47)	-0.222 8 (-1.56)	-0.386 2** (-2.50)
rho	0.903 6*** (37.32)	0.892 1*** (33.05)	0.866 4*** (26.98)	0.843 5*** (22.69)
Log - l	2 389.181 7	2 437.018 5	2 358.851 7	2 408.136 9
控制变量	NO	YES	NO	YES
W × 控制变量	NO	YES	NO	YES
时间固定	YES	YES	YES	YES
城市固定	YES	YES	YES	YES
N	4 095	4 095	4 095	4 095
R ²	0.001	0.263	0.138	0.256

注:***、**和* 分别表示在 1%、5%和 10%的显著性水平下显著,括号内为 t 值。

均为负,除未加控制变量的经济地理嵌套矩阵的回归结果中,二者系数不显著外,模型(1)、模型(2)和模型(4)中二者系数均在至少 5%的显著性水平下显著,表明本地技术集聚对周边城市可能存在倒 U 型的空间溢出效应,但空间滞后项系数无法准确估计其空间溢出效应,遂将于后文对空间累积效应进行分解,以期更精确地衡量技术集聚对城市资本回报率的影响和空间溢出效应。

(四) 空间累积效应分解

为更准确衡量技术集聚对城市资本回报率影响的空间累积效应,利用偏微分法将各影响因素对城市资本回报率的空间累积效应分解为直接效应与间接效应,分解结果报告于表 4。在两种权重矩阵下,技术集聚对城市资本回报率的直接效应与间接效应均呈现显著的倒 U 型特征,即技术集聚对本地和周边地区的资本回报率的影响均呈现先增后减的倒 U 型关系,进一步验证了假说 1。原因可能在于:一方面,技术集聚能够增强区域内技术合作,从而提升资本回报率,本地技术集聚的极化效应吸引周边地区的经济活动及相关要素趋向本地,从而加快自身发展,推动本地资本回报率上升;另一方面,本地技术集聚可能会通过辐射效应以及示范效应等促进周边地区的资本回报率提升。而随着技术要素的不断集聚,超过了集聚临界点,这种过度集聚可能造成拥挤效应,进而导致不良竞争,不利于本地和周边地区的可持续发展,有鉴于此,技术集聚对本地及周边地区的资本回报率均存在显著的倒 U 型关系。此外,结果中的间接效应系数明显高于直接效应系数,可能的解释是,本地技术集聚对周边地区的示范作用以及拥挤效应均存在一定的乘数效应,其影响会不断强化,程度逐渐增大。

表 4 空间累积效应分解结果

权重矩阵	效应	TA	TA ²	POP	FDI	GOV	EDU	FIN
地理距离矩阵	直接效应	0.1517*** (3.27)	-0.0597*** (-2.91)	-0.0229 (-0.41)	-0.0086*** (-3.10)	-0.0053 (-0.26)	-0.2307** (-1.98)	0.0708*** (6.36)
	间接效应	15.9048** (2.56)	-6.4461** (-2.43)	-5.1561 (-1.06)	0.4343* (1.70)	6.3915*** (2.82)	34.8731** (2.49)	2.7649* (1.95)
经济地理嵌套矩阵	直接效应	0.1356*** (3.05)	-0.0534*** (-2.69)	0.0014 (0.03)	-0.0091*** (-3.27)	-0.0023 (-0.12)	-0.2178* (-1.92)	0.0677*** (6.36)
	间接效应	7.3465** (2.12)	-2.7548** (-2.16)	-2.6453 (-1.23)	0.3315 (1.61)	3.7768*** (3.02)	34.7950*** (3.20)	2.1803** (2.11)

注:***、**和* 分别表示在 1%、5%和 10%的显著性水平下显著,括号内为 t 值。

(五) 内生性与稳健性检验

内生性检验。高资本回报率的地区拥有更高的经济活力和市场需求,可能会吸引更多高技术企业集聚,因而技术集聚与城市资本回报率可能存在逆向因果的内生性问题,从而造成较为严重的估计偏误。因此,本文采取以下两种方法解决潜在的内生性问题:一是不包含空间效应的工具变量最小二乘法(IV-2SLS),以解释变量一次项和二次项的滞后一期和城市层面各期技术集聚水平减去各期集聚均值^[27]以及该值二次项作为核心解释变量的两个工具变量;二是广义空间两阶段二乘法(GS2SLS),该方法能够有效解决因遗漏变量和互为因果所引起的内生性问题并能控制空间溢出效应^[28],以各解释变量及其滞后三阶处理的空间滞后项作为工具变量。结果表明在考虑内生性的情况下,技术集聚对城市资本回报率影响的倒 U 型特征依然成立。

稳健性检验。(1)考虑到直辖市或因其特殊性影响回归结果,剔除其数据,并基于两种权重矩阵重新回归;(2)替换技术集聚指标,借鉴范剑勇等^[29]的方法,以本地区高技术产业就业人数占该地区总就业人数比例作为替代指标;(3)引入互联网普及率作为控制变量重新回归,以城市国际互联网宽带入户数作为互联网普及率的代理变量,实证中取其对数;(4)采用最高二阶空间滞后工具变量替代内生性处理中广义空间最小二乘法采用的最高三阶空间滞后工具变量,更严格地控制内生性处理,得到更稳健的回归结果。四种稳健性检验结果均同前文基准回归结果一致,表明前文结论稳健可靠^①。

五、影响机制检验

为进一步探究技术集聚对资本回报率的影响机制,借鉴 Chen et al.^[30]的影响机制研究方法,在基准模型的基础上,就技术集聚对产业结构高级化以及创新活力的影响进行实证考察,从而更全面地揭示技术集聚对城市资本回报率的实际影响机制,构建机制检验的空间面板杜宾模型如下:

$$M_{it} = \gamma_0 WM_{it} + \beta_3 TA_{it} + \beta_4 TA_{it}^2 + \gamma_1 WTA_{it} + \gamma_2 WTA_{it}^2 + \beta_5 X_{it} + \gamma_3 WX_{it} + \delta_i + \vartheta_t + \phi_{it} \quad (9)$$

其中 $\phi_{it} = \lambda W\phi_{it} + \varphi_{it}$, M 表示产业结构高级化或城市创新活力,机制检验结果报告于表 5。可知技术集聚对产业结构高级化与创新活力均表现出显著的倒 U 型特征。产业结构升级对资本回报率有显著的积极作用^[8,18],产业结构高级化必然伴随服务业增加值占比的升高,而服务业为制造业企业提供相关的专业技术与服务支持,能够促进制造业企业技术水平提升,生产高附加值的产品,从而获得更高的价格与利润率,最终实现资本回报率的提升。同样服务业的技术与服务得到有效利用,也能提升其资本回报率。此外,产业结构高级化,意味着更为专业化的生产和服务,并且往往会涉及更为复杂的产业链和价值链,涵盖了多个环节和领域。这种产业链效应可为城市带来更多的高水平经济活动,从而形成良性循环,最终提高资本回报率。创新效应方面,研究表明区域创新水平能够显著促进资本回报率的提升^[18],究其根本,可能的路径是创新活力不断推进生产要素向高效率部门转移,促进资源效益的提升^[21],高效率部门一般拥有更专业的技术以及更高效的资源利用,通过生产含更高附

①限于篇幅,略去内生性检验与稳健性检验表格,备索。

加值的产品和更高的资源配置效率,进而对资本回报率产生一定促进作用。由此,技术集聚会通过产业结构高级化与创新活力的倒U型影响,进而由产业结构高级化与创新活力的非线性变化使城市资本回报率产生相应的倒U型变化。故而,推动产业结构高级化和激发创新活力能够使技术集聚对资本回报率发挥更大的提升作用。

六、进一步分析:要素市场环境的调节效应

鉴于城市的要素市场发育水平可能对城市产业结构产生正向影响,从而促进区域经济高质量发展,进而可能使得技术集聚对资本回报率的影响产生一定的调节作用,故而将要素市场环境纳入本文的研究框架,进一步考察要素市场发育程度对技术集聚与资本回报率的调节机制。在基准回归

表5 影响机制检验结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	W_1 ISS	W_2 ISS	W_1 IE	W_2 IE
TA	0.1448*** (6.10)	0.1523*** (6.33)	0.9313*** (7.45)	0.9676*** (7.59)
TA ²	-0.0574*** (-5.53)	-0.0606*** (-5.72)	-0.3324*** (-6.07)	-0.3554*** (-6.32)
W × TA	2.2738*** (9.44)	2.4135*** (9.80)	7.8494*** (6.22)	5.0558*** (3.87)
W × TA ²	-0.8552*** (-8.25)	-0.8115*** (-9.35)	-3.8251*** (-7.03)	-2.1039*** (-4.58)
rho	0.8345*** (20.59)	0.7615*** (13.66)	0.9062*** (38.49)	0.8217*** (20.10)
时间固定	YES	YES	YES	YES
城市固定	YES	YES	YES	YES
控制变量	YES	YES	YES	YES
W × 控制变量	YES	YES	YES	YES
N	4095	4095	4095	4095
R ²	0.037	0.095	0.350	0.353

注:***、**和* 分别表示在1%、5%和10%的显著性水平下显著,括号内为t值。

模型的基础上引入要素市场环境(FM)以及其与技术集聚的交互项,要素市场环境指标由樊纲市场化指数中的要素市场发育指数分指标衡量,具体模型如下:

$$\begin{aligned}
 ROC_{it} = & \rho WROC_{it} + \beta_0 TA_{it} + \beta_1 TA_{it}^2 + \omega_0 FM + \omega_1 FM \times TA_{it} + \theta_0 WTA_{it} + \theta_1 WTA_{it}^2 + \omega_2 WFM_{it} \\
 & + \omega_3 W(FM_{it} \times TA_{it}) + \beta_2 X_{it} + \nu WX_{it} + \delta_i + \vartheta_t + \varphi_{it} \quad (\varphi_{it} = \lambda W\varphi_{it} + \phi_{it}) \quad (10)
 \end{aligned}$$

其中,FM为要素市场发育程度,FM_{it} × TA_{it}为要素市场发育程度与技术集聚的交互项。

经济地理嵌套矩阵不仅考虑到地理距离因素,还将经济因素一并考虑在内,故本部分以经济地理嵌套矩阵为例,在以上模型基础上进行调节效应检验,并通过偏微分法对空间累积效应进行分解,以更精确地反映要素市场发育程度对技术集聚与资本回报率之间作用效应的可能影响。调节效应空间累积效应分解结果报告于表6。可知要素市场发育程度与技术集聚交叉项系数在直接效应和间接效应中均显著为正,与技术集聚一次项系数方向保持一致,该结果表明:要素市场环境的提升能够强化技术集聚对资本回报率的促进作用,即二者具有一定的协同作用。故而提升区域要素市场的发育水平能够提高技术集聚对资本回报率的边际促进效应。另外,通过顶点曲率半径的计算,可以得到引入要素市场环境与技术集聚交叉项之后,直接效应顶点曲率半径为11.1006,小于基准回归分解的直接效应中的顶点曲率半径13.2417,间接效应顶点曲率半径为0.2056,略小于基准回归分解的间接效应中的顶点曲率半径0.2567,由此可得,在技术集聚发挥扩散效应时,要素市场发育程度的提升能够更好地发挥技术集聚作用效应,从而加快本地和邻近地区资本回报率的提升。

表6 要素市场环境调节效应检验结果

效应	TA	TA ²	FM	FM × TA	POP	FDI	GOV	EDU	FIN
直接效应	0.1123** (2.36)	-0.0637*** (-3.18)	-0.0111** (-2.50)	0.0077* (1.95)	-0.0135 (-0.24)	-0.0085*** (-2.99)	-0.0010 (-0.05)	-0.2404** (-1.99)	0.0672*** (6.69)
间接效应	7.1402* (1.87)	-3.4387** (-2.29)	-0.3270 (-1.40)	0.3114* (1.70)	-2.4912 (-1.22)	0.4249* (1.87)	3.1134*** (2.69)	33.2610*** (2.91)	2.2648** (2.11)

注:***、**和* 分别表示在1%、5%和10%的显著性水平下显著,括号内为t值。

七、结论与政策建议

加快技术集聚和提升资本回报率既是推动中国技术创新水平提升和进一步释放资本活力的重要抓手,也是推动经济高质量增长的重要支撑。本文基于2004—2018年273个城市的面板数据,构建空间面板杜宾模型,深入剖析了技术集聚对城市资本回报率的影响,并通过对空间累积效应分解探究了技术集聚对本地及邻近地区的直接效应和空间溢出效应,最后通过机制检验揭示技术集聚对城市资本回报率的影响机制,并进行了要素市场环境的调节效应检验。得到的结论主要有:(1)技术集聚对资本回报率的影响呈显著的倒U型非线性关系,经效应分解发现技术集聚对本地与邻近城市资本回报率的影响均呈倒U型特征,说明适度推动技术集聚能够对城市资本回报率产生促进作用,而技术要素过度集聚则有抑制城市资本回报率提升的潜在风险。(2)技术集聚会通过影响产业结构高级化和创新活力两个潜在渠道对城市资本回报率产生非线性影响。(3)要素市场环境的改进能够强化技术集聚对资本回报率的促进作用,二者具有一定的协同作用。

基于以上结论,本文提出以下几点政策建议:(1)合理控制技术集聚水平,推动资本回报率稳定增长。本文结论说明技术过度集聚会抑制资本回报率的提升,故而应通过政府的这双“有形的手”对高技术产业的盲目集聚加以控制,出台相关的政策防止因企业盲从市场趋势从而导致产业集聚过度的现象发生。将技术集聚水平保持在合理程度,能够加快城市资本回报率的提升。(2)加强区域间的交流合作,充分利用技术集聚的空间溢出效应。技术集聚对城市资本回报率的影响作用有着显著的空间溢出效应,能够对邻近地区的资本回报率产生一定影响,故而应着力打破集聚区域技术封锁以及市场壁垒,进而实现区域之间的协调发展,推进地区之间的技术交流与合作,从而保持资本回报率的稳步提升。(3)推进产业升级步伐,激发创新活力。一方面,以数字经济、智能制造为依托对传统产业进行优化改造,加快传统生产工艺现代化进程,优化产业结构;另一方面,出台与创新相关的支持政策,支持和培养创新人才,加快培育创新文化,并鼓励和推动行业龙头企业向创新能力强、获利水平高和国际分工地位高的生产环节拓展,进而提高技术集聚对资本回报率的作用效果。

参考文献:

- [1] 刘晓光, 苟琴. 劳动力转移、技术进步与资本回报率变动[J]. 产业经济研究, 2017(2): 76-87.
- [2] AUDRETSCH D B, FELDMAN M P. Knowledge spillovers and the geography of innovation [J]. Handbook of regional and urban economics, 2004, 4: 2713-2739.
- [3] XU D, YU B, LIANG L. High-tech industrial agglomeration and urban innovation in China's Yangtze River Delta urban agglomeration: from the perspective of industrial structure optimization and industrial attributes [J]. Complexity, 2022(2): 1-14.
- [4] 陈锦其, 李金昌. 技术集聚何以提升城市劳动生产率? ——基于中国发明专利微观数据的解释[J]. 浙江社会科学, 2022(9): 14-23 + 156.
- [5] 余姗, 樊秀峰. 高技术产业集聚、创新与制造业高水平“走出去”——基于出口技术复杂度提升视角[J]. 技术经济与管理研究, 2022(2): 110-115.
- [6] 黄晖, 金凤君. 技术要素集聚对我国区域经济增长差异的影响[J]. 经济地理, 2011, 31(8): 1341-1344.
- [7] 黄先海, 杨君, 肖明月. 中国资本回报率变动的动因分析——基于资本深化和技术进步的视角[J]. 经济理论与经济管理, 2011(11): 47-54.
- [8] 白重恩, 张琼. 中国的资本回报率及其影响因素分析[J]. 世界经济, 2014, 37(10): 3-30.
- [9] 关阳, 王开科. 供给侧结构性改革下中国资本回报率变动: 理论基础与现实证据[J]. 经济学家, 2021(9): 41-49.
- [10] 许捷, 柏培文. 中国资本回报率嬗变之谜[J]. 中国工业经济, 2017(7): 43-61.
- [11] 杨君, 黄先海, 宋学印. 降低税收政策不确定性能否提升企业的资本回报率——基于所得税收入分享改革的准自然试验[J]. 浙江大学学报(人文社会科学版), 2019, 49(6): 116-131.
- [12] 阮素梅, 张盟. 金融集聚与宏观投资——基于分位数回归和中介效应模型的实证分析[J]. 财贸研究, 2020, 31

- (9): 40-52.
- [13]李猛,黄振宇.中国城市资本回报率的“俱乐部收敛”现象及其原因[J].浙江大学学报(人文社会科学版) 2022, 52(1): 136-151.
- [14]BLONIGEN B A ,KOLPIN V. Technology , agglomeration , and regional competition for investment [J]. Canadian journal of economics , 2007 , 40(4) : 1149-1167.
- [15]陶爱萍,查发强,陈宝兰.产业集聚对技术创新的非线性影响[J].技术经济 2017, 36(5): 82-89.
- [16]王燕,孙超.产业协同集聚对产业结构优化的影响[J].经济问题探索 2019(10): 146-154.
- [17]马剑锋,秦腾,佟金萍,等.工业集聚、城市集聚与水资源消耗[J].软科学 2018, 32(1): 95-99.
- [18]郭鹏飞,曹跃群.中国经济基础设施资本回报率: 测算、分解及影响因素[J].当代财经 2020(10): 3-17.
- [19]马朝良.产业链现代化下的企业协同创新研究[J].技术经济 2019, 38(12): 42-50.
- [20]王余丁,王蓓,席增雷.高新技术产业集聚对区域创新能力的影响研究[J].河北经贸大学学报 2022, 43(2): 90-99.
- [21]颜强,李晓龙.数字金融发展、创新创业活力与城市经济效率——来自中国地级城市层面的经验证据[J].贵州社会科学 2022(5): 131-140.
- [22]张勋,徐建国.中国资本回报率的驱动因素[J].经济学(季刊) 2016, 15(3): 1081-1112.
- [23]HAANS R , PIETERS C , HE Z L. Thinking about U: theorizing and testing U-and inverted U-shaped relationships in strategy research [J]. Strategic management journal , 2016 , 37(7) : 1177-1195.
- [24]LESAGE J P , PACE R K . Introduction to spatial econometrics [M]. Boca Raton , FL: CRC Press , 2009.
- [25]董直庆,赵贺,胡晟明.技术集聚的区域创新效率与“本地—邻地”创新效应检验[J].学习与探索 2022(1): 108-117.
- [26]付凌晖.我国产业结构高级化与经济增长关系的实证研究[J].统计研究 2010, 27(8): 79-81.
- [27]陈大峰,闫周府,王文鹏.城市人口规模、产业集聚模式与城市创新——来自 271 个地级及以上城市的经验证据[J].中国人口科学 2020(5): 27-40 + 126.
- [28]邵帅,李欣,曹建华.中国的城市化推进与雾霾治理[J].经济研究 2019, 54(2): 148-165.
- [29]范剑勇,冯猛,李方文.产业集聚与企业全要素生产率[J].世界经济 2014, 37(5): 51-73.
- [30]CHEN Y , FAN Z , GU X , et al. Arrival of young talent: the send-down movement and rural education in China [J]. American economic review , 2020 , 110(11) : 3393-3430.

(责任编辑:陈春;英文校对:谈书墨)

The Impact of Technology Agglomeration on the Return to Capital: Empirical Evidence from 273 Cities in China

CHEN Xiaohua¹ , ZHOU Qiong¹ , YANG Gaoju²

- (1. School of Economics and Management , Zhejiang Sci-Tech University , Hangzhou 310018 , China;
2. School of Economics , Zhejiang University , Hangzhou 310027 , China)

Abstract: Accelerating technology agglomeration and improving the return to capital are both important concepts to promote technological innovation and further release the vitality of capital in China , as well as acting as important supports for high-quality economic growth. This paper adopts a spatial panel Durbin model , based on the data of 273 cities in China from 2004—2018 , to deeply analyze the mechanism and channels of the effect of technology agglomeration on the return to capital in cities. The findings show that a) the mechanism of the effect of technology agglomeration on the return to capital has an inverted U-shaped relationship that robustly holds through the benchmark , robustness , and endogeneity tests; b) the effect of technology agglomeration on the return to capital in cities has a significant spatial spillover effect , and the local technology agglomeration also shows an inverted U-shaped effect mechanism on the return to capital in neighboring areas; and c) the advanced industrial structure effect and the innovation effect are two important channels of the role of technological agglomeration on the rate of return of capital in cities. This indicates that promoting an advanced industrial structure and stimulating innovation can be important tools to improve the rate of return of capital and release its vitality in cities.

Key words: technology agglomeration; return to capital; spatial Durbin model