

高校基础研究对区域技术创新的“提质增量”效应与机制研究

陈宇科 徐雷

(重庆师范大学经济与管理学院,重庆 401331)

摘要:高等院校作为我国基础研究的主要载体,其研究投入能否有效转化为区域创新动力,是促进经济增长的重要条件。利用 2006—2020 年省级面板数据,系统检验了高校基础研究投入对区域技术创新的影响。研究表明,高校基础研究整体上能够显著促进区域技术创新,实现“提质增量”的双重效应。高校基础研究通过“显性渠道”“隐性渠道”两种溢出机制影响区域创新水平且二者在机制上存在显著差异。“显性渠道”仅从数量上促进区域创新;“隐性渠道”对区域创新的影响更为全面,能够有效提升区域创新质量与数量。进一步分析表明,基础研究强度能正向调节其对区域创新发展的促进作用,并且这一调节效应呈递增趋势。异质性分析表明,高校基础研究对东、中、西部地区创新产出的影响存在递减效应。在市场化程度较高的地区,高校基础研究对区域技术创新的促进作用更为显著。研究结论不仅揭示了高校基础研究对区域创新能力提升的重要意义,还为高质量发展目标下科技政策的优化与调整提供了重要的理论依据与实践启示。

关键词:高校基础研究;显性渠道;隐性渠道;创新质量;创新数量

中图分类号:C935

文献标识码:A

文章编号:1673-0429(2024)06-0068-15

DOI:10.19742/j.cnki.50-1164/C.240608

基础研究作为科学知识体系的基石,旨在揭示自然和社会现象背后的基本规律,而不以特定的应用目标为导向^[1]。其开放性、长远性和前沿性特点使其在推动技术变革和提升国家核心竞争力中扮演着不可或缺的角色。近年来,随着全球创新驱动竞争的加剧,基础研究的重要性愈加凸显。它不仅为科技进步提供了源源不断的动力,还为经济高质量发展奠定了坚实的知识和技术基础。自改革开放以来,我国在经济快速增长的同时,技术创新能力得到显著提升,量子通信、新能源等领域已达到世界领先水平。然而,核心技术“卡脖子”问题依然突出,根源在于基础研究相对薄弱。一方面,基础研究的引领作用尚未得到充分发挥,关键核心技术突破仍需依赖外国技术支持,如半导体和集成电路等领域的技术瓶颈依然存在,暴露出的基础研究的短板直接限制了产业的创新能力和技术竞争力。另一方面,基础研究资源配置的结构性矛盾也制约了我国创新水平的全面提升。根据《全国科技经费投入统计公报 2023》数据,我国基础研究经费从 2002 年的 73.8 亿元增长至 2023 年的 2 259.1 亿元,但其占研发总支出的比例长

收稿日期:2024-09-14

作者简介:陈宇科,男,管理学博士,重庆师范大学经济与管理学院教授,主要研究方向:技术创新管理,产业组织理论。

基金项目:重庆市社会科学规划重大项目“科技创新驱动重庆‘智造重镇’建设研究”(2020ZDJJ01);重庆市社会科学规划重点项目“重庆智能网联新能源汽车产业集群协同创新机制与实现路径研究”(2024NDZD05)。

期维持在 5%~6%,远低于美国(约 17%)和日本(约 15%)的水平^[2]。

面对国家创新发展的迫切需求,党的二十大报告明确提出,要加快实施创新驱动发展战略,强调加强基础研究,突出原创性成果,鼓励自由探索。2023 年,在中共中央政治局第三次集体学习时,习近平总书记进一步强调,强化基础研究是实现高水平科技自立自强的必然要求,也是建设世界科技强国的关键路径。这表明,基础研究已经成为推动中国经济高质量发展和提升科技竞争力的战略支点。在我国创新体系中,基础研究活动主要由高等院校和科研院所承担。与企业更加注重短期研发投入和产品开发的目标导向不同,高校作为基础研究的核心主体,其研究活动具有强烈的探索性、原创性和长期性特点,能够为区域创新提供持续的理论支持和技术储备^[3]。然而,高校的基础研究活动是否能够有效转化为区域创新动力,仍是一个亟待深入探讨的重要议题。目前的研究多集中于基础研究与应用研究之间的关系^[4-5],以及企业、政府等主体的研发投入规模和效率问题^[6-7],而对高校作为基础研究主体如何影响区域创新水平的探讨相对较少。作为基础研究创新链条的上游主体,高校的基础研究投入是否能够推动区域创新水平的提升?这种提升是通过何种机制实现的?对于这类问题的回答或许更具现实意义。

因此,以高校基础研究为切入点,深入探讨了其对所在区域创新产生的影响及作用机制。相较于现有研究,本文的边际贡献在于:(1)聚焦于创新链上游主体——高等院校,提供更为生动的证据用以识别高校基础研究对区域创新能力的正向促进效应。(2)强调中国情境下复杂的影响渠道与机制,运用“显性溢出”与“隐性溢出”渠道理论假设,揭示高等院校基础研究对区域创新的激励作用,从而丰富基础研究对技术创新的微观机制认识。(3)进一步凸显了创新资源投入强度在促进创新效果中的重要作用,尤其是当资源投入未达到关键临界点时,可能会对创新的显著产出产生制约效应。(4)从地区发展差异和市场化水平细分维度出发,探讨了高校基础研究投入对区域创新产出的异质性特征,这对于中国科技政策的制定与调整具有重要的借鉴意义。

一、文献综述与研究假说

(一)文献综述

已有研究广泛认可基础研究在区域技术创新与经济发展质量提升中的核心作用^[8]。Aghion 和 Howitt^[9]基于研发驱动理论,首次区分了基础研究与应用研究,探讨了二者对经济增长的差异化影响,指出基础研究的长周期性与前瞻性为技术进步提供了理论基础,而应用研究则推动了技术的市场转化。卫平等^[10]基于工业企业数据的实证研究表明,企业参与基础研究显著促进创新产出,为理解基础研究与创新活动之间的微观机制提供了重要证据。李平^[11]、蔡勇峰等^[12]则基于区域和行业层面的数据验证了基础研究对经济增长和生产率提升的正向效应,强调基础研究在知识创新中的基础性作用,并对长期生产效率改进具有不可替代的推动作用。这些研究为揭示基础研究与技术创新之间的内在关系提供了理论依据。

在资源有限理论框架下,越来越多学者关注基础研究与应用研究之间的资金对比对经济增长的影响。严成樑^[13]通过构建 R&D 驱动经济增长模型,分析了基础研究与应用研究在资源分配中的协同效应,提出合理的资源分配比例能够最大化知识积累与技术扩散的综合效能。王文、孙早^[14]进一步探讨了基础研究与应用研究对国有企业全要素生产率的不同影响,指出基础研究的长周期性与应用研究的短周期效应在不同发展阶段具有互补性。

尽管已有研究扩展了基础研究的理论边界,但仍存在一定不足。一方面,现有文献主要聚焦于企业与政府作为研发主体的创新行为,而较少关注高校作为基础研究核心承担主体在区域创新体系中的独

特作用。高校不仅是知识创造的源头,也是区域创新网络的关键节点,其基础研究活动在促进区域技术创新、知识扩散和人力资本积累方面具有独特的优势。已有研究虽然揭示了高校在技术转移^[15]、资源配置^[16]中的作用,但对于高校基础研究在提升区域创新质量及长期驱动效应中的贡献关注较少,尤其是在提升区域创新质量和推动持续创新能力方面,高校的独特作用尚未得到充分探讨。另一方面,高校基础研究对区域技术创新产生影响的研究机制尚缺乏深入讨论。一是,高校基础研究成果的显性溢出(如科技服务、技术转移)为企业提供了直接的技术支持和应用解决方案,但这一机制的作用范围和短期导向性可能限制其对创新质量的长远影响^[17];二是,高校通过人才培养和知识积累形成的隐性溢出效应,则为区域创新生态系统提供了持续的智力支持和长周期的创新能力提升^[18]。然而,这些机制在提升区域技术创新水平过程中的差异化作用尚未得到系统分析。

针对上述研究不足,本文聚焦于分析高校基础研究在推动高水平创新产出中的核心作用,系统分析其如何通过显性渠道(如技术转移、科技服务)和隐性渠道(如知识传播、人才培养)对区域技术创新的数量与质量产生影响,深入探讨显性和隐性溢出效应在提升区域创新能力过程中的机制差异,全面揭示高校基础研究在中国创新体系中的独特功能,从而为深化高校在中国创新体系中的作用提供新的理论视角与实证支撑。

(二) 研究假说

1. 高校基础研究对区域技术创新的直接促进作用。内生增长理论强调技术进步源自经济体系内部的知识积累与扩散,而高校作为基础研究的主要承担者,处于知识创造和技术创新的上游环节。高校基础研究通过揭示事物的客观本质和运动规律,不仅为后续应用研究提供了理论基础,更为区域内的创新活动奠定了知识基础。其研究成果具有社会公共产品的特性,可以通过知识溢出和技术转移,直接或间接促进区域创新产出^[19]。

一方面,高校作为基础研究的主要承担者,其研究活动以探索科学原理和发现新知识为核心,具有高度的开放性与共享性,通过多渠道在区域内外扩散以提升创新能力^[20]。高校基础研究成果多以学术论文、专利和技术报告形式公开,为区域内企业和科研机构等创新主体提供了获取与利用的机会,有利于优化研发过程。同时,与企业、政府及科研机构的合作加速了知识共享和创新协同,进一步促进了知识的扩散与外溢^[21]。此外,知识溢出的形式不仅局限于显性知识(如论文、专利等)的传播,还包括隐性知识的扩散。学术交流、会议和合作研究等非正式渠道使学者与研究人员将最新研究进展传播至区域内其他创新主体,从而进一步推动了技术共享与合作。

另一方面,高校基础研究不仅为技术创新奠定了坚实的理论基础,还通过专利授权、技术合同和产学研合作等方式将研究成果转化为实际的创新产品和技术。通过技术转移机制,高校不仅提升了企业技术创新能力,还直接促进了区域创新产出。高校的研究成果具有长期性与潜在高影响力,企业通过技术学习将这些前沿成果应用于生产实践,并进一步转化为具有市场价值的技术和产品^[22]。这一过程不仅增强了企业技术水平与市场竞争力,还推动了区域内技术创新与经济发展。高校与企业的紧密合作有效提升了创新资源的配置效率,从而增强了区域整体创新能力^[23]。技术转移的成功不仅体现在企业技术水平的提升上,更通过高校与企业之间的持续合作,巩固了高校基础研究在区域创新中的核心地位。这种协同效应有助于提高创新数量,同时通过长期合作提升创新质量与技术成果转化效率。

基于上述分析,本文提出以下研究假设:

H1: 高校基础研究对所在区域内创新水平具有正向促进作用。

2. 高校基础研究对区域创新的溢出机制。高校基础研究对区域创新的溢出效应主要通过显性渠道和隐性渠道两种机制发挥作用。这两种机制在实现路径和作用方式上既各自独立又相互补充,构成了高校基础研究推动区域创新的重要理论框架。其中,显性渠道侧重于高校通过科技服务直接推动区

域内技术创新活动,隐性渠道则通过人才溢出和知识溢出间接影响区域创新水平。基于创新生态系统理论,这两种渠道共同作用于区域创新生态系统,分别满足短期技术需求和长期知识积累的不同功能需求,从而推动区域技术创新质量与数量的协同增长。

显性渠道的溢出效应主要体现在高校通过科技服务与区域企业建立直接联系,推动技术转移和创新扩散。高校基础研究的高技术门槛和前沿科技优势,为科技服务提供了深厚的专业支撑。一方面,高校通过校企合作项目、技术转移等形式,直接向企业输送具有市场价值的技术成果,有效满足企业技术需求,从而增强企业的创新能力^[24];另一方面,科技服务人员之间的竞争与协作进一步提升了服务质量,为区域企业提供更精准的技术支持。科技服务人员的知识和经验的多元化,能够形成更全面的市场动态和需求信息,迅速将大学的先进技术转移到企业,解决企业的技术难题。这种直接的技术对接模式,显著加速了高校研究成果的价值转化,增强了企业对外部知识的吸纳能力,从而提升企业的创新能力^[25]。

隐性渠道则通过“人才溢出”和“知识溢出”间接促进区域创新质量和数量的提升。一方面,高校培养的高素质人才留在区域内就业,为企业提供了高水平的人力资本储备,并通过长期积累促进区域创新生态系统的发展。Maryann^[26]指出基础研究在人才培养方面具有显著的促进经济增长作用,其中研究生教育具有最为显著的促进效应。Cardamone^[27]则强调高校在国家创新体系中的关键作用,其研究结果显示,大学通常位于创新集群的核心地带,对其他创新主体和人力资本都具有显著的外溢效应。另一方面,高校通过论文、专著及非正式学术交流等形式扩散研究成果,这些知识资源成为区域内创新主体的重要参考和技术储备。基础研究具有较强的知识溢出效应,高校在进行基础研究时,会产生大量的新知识和新技术。这些新知识和新技术,以公开发表的论文及专著为主要形式,成为企业技术创新的重要源泉^[28]。

基于以上分析,本文提出以下机制假设:

H2: 高校基础研究通过以科技服务为主的“显性渠道”提升区域创新水平。

H3: 高校基础研究通过人才溢出、知识溢出等“隐性渠道”提升区域创新水平。

二、实证研究设计

(一) 模型设定

借鉴李蕾蕾^[29]等相关研究,本文采用双对数线性模型的形式来分析高校基础研究对区域技术创新的影响:

$$\ln_inpat_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 \ln_edufun_{it} + \alpha_2 M + v_t + \mu_i + \varepsilon_{it}, \quad (1)$$

$$\ln_inv_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 \ln_edufun_{it} + \alpha_2 M + v_t + \mu_i + \varepsilon_{it}。 \quad (2)$$

其中被解释变量 $\ln_inpat_{it}$ 表示各省技术创新数量, $\ln_inv_{it}$ 表示各省技术创新质量,核心解释变量 $\ln_edufun_{it}$ 表示省份高校的人均基础研究经费,模型中控制了一系列省份层面变量 M 。 v_t 表示时间固定效应; μ_i 表示个体固定效应; ε_{it} 表示随机误差项。

(二) 变量说明及数据来源

1. 被解释变量:区域技术创新。在已有研究中,专利数量被广泛使用作为衡量地区创新活动的变量指标,体现了区域内创新投入的产出质量与效果。为了深入剖析高校基础研究对企业地区技术创新的影响,借鉴 Hu^[30]、Cai^[31]等的研究思路,从“数量”与“质量”两个维度考察技术创新水平。本文以各省份发明专利与实用新型专利申请量之和取对数作为表征技术创新“数量”($\lnpat$)的指标,以各省发明

专利申请数量的自然对数作为衡量技术创新“质量”(*lninv*)的指标。

2. 核心解释变量:高校基础研究。借鉴张杰等^[32]的研究思路,将“高校基础研究”定义为各省份高等院校当年人均基础研究经费,即基础研究项目经费拨入总额与基础研究项目投入人员数量之比。相较于以往研究中使用的基础研究经费总量指标,人均基础研究经费能够更精准地衡量高校基础研究的投入强度与资源配置效率,规避了因高校规模和结构差异导致的潜在偏差,从而提升不同区域或高校间比较的科学性与公平性。同时,该指标通过聚焦单位研究人员的经费配置,突出基础研究的投入效率,能够更直观地反映资源使用的边际效益与高校在优化资源配置方面的表现。

3. 借鉴董景荣、陈懿盟^[33]和李文辉等^[34]的相关研究,选取控制变量包括:(1)经济发展水平,用各省份人均可支配收入(取对数)衡量地区经济发展;(2)对外开放程度,采用各省份外商注册投资额(取对数)衡量;(3)经济结构,计算中国各省份年末金融业增加值占 GDP 比重;(4)地区教育水平,采用各省份普通高等学校数量衡量;(5)政府财政支持,计算各省份财政预算收入占 GDP 比重;(6)人力资本,采用各省份人口密度衡量(取对数);(7)地区关联程度,以各省份公路客运总量衡量(取对数)。

本文所使用的数据集涵盖了 2006 年至 2020 年中国 30 个省份(不包括西藏和港澳台地区)的面板数据。其中,专利数据来源于《中国科技统计年鉴》(2006—2020 年)和国家统计局网站;高校基础研究经费数据来自教育部发布的《高等学校科技统计资料汇编》(2006—2020 年);各省控制变量数据主要来自《中国统计年鉴》(2006—2020 年)及各省相应年份的统计年鉴。主要变量描述性统计如表 1 所示。

表 1 变量描述性统计

变量名称	变量	<i>N</i>	Mean	SD	Min	Max
技术创新数量	<i>ln_pat</i>	450	9.007	1.615	4.369	12.290
技术创新质量	<i>ln_inv</i>	450	9.941	1.612	5.176	13.438
人均基础研究经费	<i>ln_edufun</i>	450	5.192	0.675	2.275	6.587
人均可支配收入	<i>ln_pcdi</i>	450	10.060	0.467	9.091	11.240
人口密度	<i>ln_pop</i>	450	7.859	0.441	6.394	8.749
外商注册投资额	<i>ln_fri</i>	450	15.570	1.464	12.210	19.430
财政收入占比	<i>P_reve</i>	450	0.151	0.042	0.086	0.327
金融业增加值占比	<i>P_fina</i>	450	0.059	0.032	0.011	0.199
公路客运总量	<i>ln_traffic</i>	450	10.660	1.088	7.194	13.230
普通高等学校数	<i>universities</i>	450	80.784	37.688	9.000	167.000

三、实证检验结果与分析

(一)基准回归结果

根据 Hausman 检验结果,采用双向固定效应模型,并通过逐步回归方法解决变量间的多重共线性问题。将高校基础研究作为核心解释变量,结果如表 2 所示,在逐步引入控制变量的过程中,高校基础研究对区域创新质量和数量的正向影响始终在 1%水平上显著,回归系数分别为 0.178 和 0.161。具体而言,高校基础研究通过学术论文发表、专利技术转移等途径,直接促进了区域创新数量的增长;同时,通过人才培养与知识溢出效应,显著提升了创新质量。这种对创新广度与深度的双重推动作用,进一步验证了高校基础研究对区域技术创新水平的显著促进效应,支持了假设 H1 的成立,凸显了高校基础研究在区域创新体系中的核心作用。

表2 主效应检验结果

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	创新质量	创新质量	创新质量	创新数量	创新数量	创新数量
人均基础研究经费	0.173 *** (0.044)	0.169 *** (0.043)	0.178 *** (0.042)	0.148 *** (0.040)	0.146 *** (0.039)	0.161 *** (0.040)
人口密度		0.031 (0.068)	0.095 (0.077)		0.043 (0.059)	0.111 (0.070)
外商注册投资		0.164 *** (0.045)	0.142 *** (0.042)		0.191 *** (0.038)	0.169 *** (0.042)
财政收入占比		0.139 (1.021)	1.223 (0.983)		0.962 (0.903)	1.753 * (0.908)
金融业占比			-2.081 (1.408)			-0.409 (1.366)
人均可支配收入			0.691 (0.452)			0.486 (0.393)
公路货运量			-0.002 (0.037)			0.046 (0.038)
普通高等学校数			0.008 *** (0.003)			0.008 *** (0.003)
_cons	6.703 *** (0.187)	4.052 *** (0.909)	-3.124 (4.480)	7.745 *** (0.166)	4.486 *** (0.760)	-1.385 (3.900)
时间固定	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
省份固定	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
N	450	450	450	450	450	450
R-squared	0.910	0.912	0.915	0.937	0.940	0.942

注：* $p < 0.1$ ，** $p < 0.05$ ，*** $p < 0.01$ ，括号内为估计系数的稳健标准误，下同

(二) 影响机制研究

为了验证前述理论分析中提出的高校“显性渠道”和“隐性渠道”的溢出效应,本文构建如下中介效应模型:

$$\ln_medium_{it} = \alpha'_0 + \alpha'_1 \ln_edufun_{it} + \alpha'_2 M + v_i + \mu_i + \varepsilon_{it}, \quad (3)$$

$$\ln_innov_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln_edufun_{it} + \beta_2 \ln_medium_{it} + \beta_3 M + v_i + \mu_i + \varepsilon_{it}。 \quad (4)$$

显性渠道机制中, $\ln_medium_{it}$ 代表科技服务中介变量,借鉴余泳泽、唐孝妍相关研究^[35],取省级高校与企事业单位的科技项目委托经费的自然对数,反映了高校与外部实体之间的正式合作关系,如资金流动和技术转移。隐性渠道机制中, $\ln_medium_{it}$ 包括知识中介变量和人才中介变量,借鉴余长林、左佳相关研究^[36],知识中介变量由高校出版的科技著作数量和学术论文数量的自然对数交互项表示;人才中介变量则由参与基础研究项目的研究生人数的自然对数构成。这两个指标揭示了高校基础研究通过非正式渠道,如人才培养和知识传播,间接推动区域技术创新。 $\ln_innov_{it}$ 分别表示各省创新质量与创新数量。

1. “显性渠道”的影响机制。表3揭示了显性渠道在高校基础研究推动区域创新中的作用机制。引入科技服务变量后,结果表明高校基础研究通过科技服务和项目委托等显性渠道,显著促进了区域技

技术创新的数量增长,验证了假设 H2。然而,尽管这些显性渠道能有效推动技术创新的广度,其对创新质量的影响并不显著。可能的原因在于,显性渠道主要聚焦于应用型技术的开发,并倾向于解决当前的技术问题,具有短期导向和应用性特点,缺乏长期的研发积累和系统化的创新支持^[37]。因此,显性渠道更能推动技术创新的广度,而在创新质量的提升上则相对薄弱。此外,科技服务和项目委托通常集中在技术转化的应用研究上,较少涉及基础性和前沿性技术的突破,这进一步限制了其对创新质量的推动^[38]。

表 3 显性渠道机制

	(1)	(2)	(3)
	科技服务	创新质量	创新数量
人均基础研究经费	0.317 *** (0.096)	0.139 *** (0.048)	0.103 ** (0.043)
科技服务		0.075 (0.048)	0.152 *** (0.045)
控制变量	Yes	Yes	Yes
时间固定	Yes	Yes	Yes
省份固定	Yes	Yes	Yes
N	450	450	450
R-squared	0.724	0.920	0.946

2. “隐性渠道”的影响机制。表 4 分析了隐性渠道在高校基础研究推动区域创新中的作用机制,重点考察了知识溢出和人才溢出两个中介变量。结果表明,高校基础研究经费的增加显著促进了论文、专著和研究生参与基础研究的增长,进一步推动了区域创新质量和数量的提升。知识溢出对创新质量和数量均产生了显著的正向影响,验证了高校基础研究通过知识溢出机制对区域创新的积极推动作用,支持了假设 H3。然而,人才溢出的影响主要体现在创新数量上,而对创新质量的提升未表现出显著性。原因在于企业通常将高校培养的人才资源用于技术应用和转化,而非深入的基础研究,导致人才溢出主要促进应用型研究,难以对基础性和突破性创新提供长远支持。因此,人才溢出机制更多聚焦于短期技术问题,缺乏对创新质量的持续推动^[39]。

表 4 隐性渠道机制

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	知识溢出	创新质量	创新数量	人才溢出	创新质量	创新数量
人均基础研究经费	0.166 ** (0.075)	0.166 *** (0.044)	0.137 *** (0.041)	0.260 *** (0.052)	0.159 *** (0.045)	0.121 *** (0.042)
知识溢出		0.077 * (0.044)	0.146 *** (0.035)			
人才溢出					0.076 (0.067)	0.153 ** (0.061)
控制变量	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
时间固定	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
省份固定	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
N	450	450	450	450	450	450
R-squared	0.624	0.916	0.944	0.881	0.916	0.943

(三) 稳健性检验

1. 更换解释变量。将人均基础研究经费替换为高校基础研究项目当年总支出经费(取对数),结果如表 5 列(1)和(2)所示,高校的基础研究投入对其所在省份的创新质量和创新数量影响仍然显著为正。说明高校基础研究提升了所在省份内技术创新水平,基准回归结论仍然具有稳健性。
2. 排除可能竞争性假说。张杰、白铠瑞^[40]提出中国高校基础研究的创新效应可能仅体现在高校内部产出(如专利),而对实体经济部门的企业创新活动未产生显著激励效应。因此,在回归分析中本文剔除了各省高校的专利申请数量,以更准确地观察高校基础研究对非高校实体创新行为的影响。结果如表 5 列(3)和(4)所示,剔除高校专利后,创新质量与数量均显著正相关,表明高校基础研究仍然在质量和数量两个维度上对区域创新具有正向促进作用,进一步验证了基准回归结果的稳健性。
3. 滞后解释变量。考虑到基础研究投入与区域创新产出转化的滞后性,将解释变量滞后一期再次进行回归,回归结果如表 6 列(1)和(2)所示,解释变量滞后一期后回归结果仍在 1%的水平上显著为正,考虑到创新产出滞后效应依旧验证高校基础研究对区域技术创新的正向影响。
4. 缩尾剔除极端值影响。考虑到样本数据存在极端值可能对回归结果产生影响,进一步将被解释变量、核心解释变量以及一系列控制变量进行前后 1%缩尾处理,重新对模型(1)进行回归,结果如表 6 列(3)和(4)所示,人均基础研究经费对区域创新质量与数量的回归系数在 5%的水平上显著为正,验证了基准回归结果的稳健性。

表 5 稳健性检验一

	替换解释变量		排除竞争假说	
	(1)	(2)	(3)	(4)
	创新质量	创新数量	创新质量	创新数量
基础研究项目支出	0.146 *** (0.040)	0.127 *** (0.036)		
人均基础研究经费			0.159 *** (0.046)	0.161 *** (0.041)
控制变量	Yes	Yes	Yes	Yes
时间固定	Yes	Yes	Yes	Yes
省份固定	Yes	Yes	Yes	Yes
N	450	450	450	450
R-squared	0.913	0.940	0.899	0.936

表 6 稳健性检验二

	滞后一期解释变量		缩尾剔除极端值影响	
	(1)	(2)	(3)	(4)
	创新质量	创新数量	创新质量	创新数量
L. 人均基础研究经费	0.134 *** (0.046)	0.148 *** (0.039)		
人均基础研究经费			0.130 ** (0.053)	0.120 ** (0.048)
控制变量	Yes	Yes	Yes	Yes

续表6

	滞后一期解释变量		缩尾剔除极端值影响	
	(1)	(2)	(3)	(4)
	创新质量	创新数量	创新质量	创新数量
时间固定	Yes	Yes	Yes	Yes
省份固定	Yes	Yes	Yes	Yes
N	420	420	450	450
R-squared	0.904	0.937	0.914	0.942

5. 内生性处理。考虑到技术创新可能既源自基础研究成果,又受到创新需求的反馈影响,进而可能导致双向因果关系和内生性问题,因此,采用了工具变量法和动态面板数据模型来处理内生性,并验证了基准回归结果的稳健性。

首先,借鉴宗晓华、王立成^[41]相关研究,选取各省份1984年的普通高等学校数量作为工具变量,并构造其与年份趋势变量的交互项。此选择基于以下原因:一是1984年高校数量对当前基础研究资源分布有显著的长期影响;二是该变量仅通过影响当前高校基础研究投入间接作用于创新产出,且不直接影响创新活动,符合外生性要求。回归结果如表7所示,第一阶段工具变量的F值显著大于10,验证了工具变量的有效性。IV估计结果表明,高校基础研究对创新质量与数量的正向影响在1%的显著性水平上显著,进一步确认了研究结论的稳健性。

其次,采用系统广义矩估计(SYS-GMM)方法进一步检验了基准回归。表8的结果显示,Hansen检验的p值分别为0.234和0.278,未拒绝工具变量外生性的原假设,验证了工具变量的有效性。AR(2)检验的p值分别为0.372和0.415,均大于0.05,表明模型不存在二阶自相关问题,验证了模型设定的合理性。回归结果表明,人均基础研究经费对创新质量与数量的回归系数分别为0.211和0.197,均在1%的显著性水平上显著,进一步验证了高校基础研究在推动区域技术创新质量和数量方面的促进作用。

表7 工具变量法回归结果

	创新质量		创新数量	
	(1)	(2)	(3)	(4)
	OLS	IV	OLS	IV
人均基础研究经费	0.178 *** (0.042)	0.242 *** (0.080)	0.161 *** (0.040)	0.267 *** (0.074)
控制变量	Yes	Yes	Yes	Yes
时间固定	Yes	Yes	Yes	Yes
省份固定	Yes	Yes	Yes	Yes
F值(第一阶段)	—	30.17 ***	—	30.17 ***
N	450	450	450	450
R-squared	0.915	0.971	0.942	0.978

表8 动态面板回归结果

	创新质量	创新数量
	(1)	(2)
L. 创新质量	0.462 *** (0.072)	

续表8		
	创新质量	创新数量
	(1)	(2)
L. 创新数量		0.503 *** (0.068)
人均基础研究经费	0.211 *** (0.054)	0.197 *** (0.080)
控制变量	Yes	Yes
时间固定	Yes	Yes
省份固定	Yes	Yes
AR(1)	0.042	0.038
AR(2)	0.372	0.415
Hansen test	0.234	0.278
N	450	450

(四) 进一步分析

1. 门槛效应检验。在区域创新研究框架中,研究资源的强度和深度对新知识和技术的形成至关重要,特别是在尖端科技领域。基础研究对专业化设备和先进方法的依赖使得资源不足时,创新产出可能受到显著限制^[42]。基础研究本身的高风险和不确定性也使得资源受限时,研究的初步成果验证与优化难以顺利进行,从而增加失败的风险。因此,本文进一步以高校基础研究强度,即基础研究经费占高校年度经费比重为门槛变量,检验其门槛效应。

门槛效应检验结果如表9所示,高校基础研究强度对区域创新质量和数量具有显著的单一门槛效应。在5%的显著性水平下,单一门槛模型通过了创新质量和数量的门槛检验;而双门槛检验未通过。基础研究强度的门槛值为0.5302,将其分为低于和高于此门槛的两个区间进行分析。回归结果如表10所示,当基础研究强度低于门槛值时,人均基础研究经费对创新质量和数量的正向影响显著;当基础研究强度高于门槛值时,这一效应进一步增强,说明随着基础研究强度的提升,创新质量和数量的增长得到更为显著的推动。

表9 门槛效应检验结果

被解释变量	门槛变量	检验类型	F 值	P 值	临界值		
					1%	5%	10%
创新质量	高校基础研究强度	单门槛	30.240 **	0.040	38.450	27.154	21.552
		双门槛	6.450	0.773	29.690	23.047	19.234
创新数量		单门槛	34.070 **	0.013	34.256	22.613	19.242
		双门槛	14.350	0.183	24.361	20.341	17.594

注:***、**、*分别表示1%、5%、10%的显著性水平,P值和临界值均是采用“自举抽样法”Bootstrap反复抽样300次的结果

表 10 门槛回归结果

创新质量		创新数量	
变量	系数(P 值)	变量	系数(P 值)
人口密度	0.200 ** (0.016)	人口密度	0.245 *** (0.000)
外商注册投资	0.059 (0.193)	外商注册投资	0.188 *** (0.000)
财政收入占比	3.727 *** (0.000)	财政收入占比	2.184 *** (0.010)
金融业占比	-1.711 (0.276)	金融业占比	0.198 (0.879)
人均可支配收入	1.642 *** (0.000)	人均可支配收入	1.630 *** (0.000)
公路货运量	-0.007 (0.852)	公路货运量	-0.028 (0.348)
普通高等学校数	0.009 *** (0.001)	普通高等学校数	0.007 *** (0.001)
人均基础研究经费 ($I \leq 0.5302$)	0.189 *** (0.000)	人均基础研究经费 ($I \leq 0.5302$)	0.123 *** (0.002)
人均基础研究经费 ($I > 0.5302$)	0.253 *** (0.000)	人均基础研究经费 ($I > 0.5302$)	0.179 *** (0.000)
Cons	-12.115 *** (0.000)	Cons	-12.592 *** (0.000)
R-squared	0.905	R-squared	0.940
F 值	24.910 ***	F 值	32.990 ***

2. 地区异质性。根据国家统计局的地区划分标准,将 30 个省份分为东部、中部和西部地区,回归结果如表 11 所示。东部地区的高校基础研究对技术创新的质量和数量均产生显著的正向影响;中部地区则主要推动创新质量,而对数量的影响较弱;西部地区的影响则不显著。可能原因在于各地区经济发展水平和科技基础设施的差异。东部地区经济较为发达,科技基础设施完善,高校基础研究投入较高,产出效应显著。相比之下,中部和西部地区的经济发展和科技基础设施较为薄弱,限制了基础研究的效果。此外,企业的吸纳和应用能力也是关键因素。东部地区企业能够有效吸纳高校基础研究成果,促进创新质量和数量的提升;中部地区企业虽能吸纳有助于提升创新质量的研究成果,但对数量的贡献较小;西部地区企业的吸纳能力较弱,导致基础研究的影响不显著。

表 11 地区异质性分析结果

	东部		中部		西部	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	创新质量	创新数量	创新质量	创新数量	创新质量	创新数量
人均基础 研究经费	0.279 *** (0.097)	0.189 * (0.097)	0.109 * (0.063)	0.004 (0.062)	0.062 (0.047)	0.021 (0.041)
控制变量	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
时间固定	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
省份固定	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
N	165	165	120	120	165	165
R-squared	0.968	0.968	0.944	0.881	0.916	0.943

3. 市场化程度异质性。市场化程度对高校基础研究在区域技术创新中的作用至关重要。高市场化地区提供丰富的资源和机会,包括资金支持、产学研合作和知识产权保护,这些因素促进了基础研究的成果转化,从而推动了区域创新和经济增长。为此,将市场化指数^[43]高于平均值的省份归为高市场化地区,低于平均值的省份归为低市场化地区。回归结果如表 12 所示,高市场化地区人均基础研究经费显著提升了创新质量和数量。这一现象可能源于高市场化地区的资源丰富、创新生态系统完善以及市场竞争激烈等因素,这些因素有助于高水平研究人员的培养及其研究成果的转化。然而,低市场化地区则未能显著提高创新质量或数量,反映出这些地区面临资源限制、市场竞争不足和创新环境不完善等问题。

表 12 市场化程度异质性分析结果

	高市场化程度地区		低市场化程度地区	
	(1)	(2)	(3)	(4)
	创新质量	创新数量	创新质量	创新数量
人均基础研究经费	0.286*** (0.055)	0.258*** (0.046)	-0.022 (0.063)	-0.141 (0.095)
控制变量	Yes	Yes	Yes	Yes
时间固定	Yes	Yes	Yes	Yes
省份固定	Yes	Yes	Yes	Yes
N	255	255	195	195
R-squared	0.919	0.955	0.926	0.944

注:以 2019 年市场化指数平均值作为划分标准

四、结论与建议

为探讨高校基础研究对区域技术创新的影响,本文基于 2006 至 2020 年间中国 30 个省(市)的面板数据进行实证分析,研究结果表明:(1) 高校基础研究投入对区域创新产出的质量与数量均产生显著的正向影响,促进了区域创新产出的“量质齐升”;(2) 高校基础研究对区域创新的溢出效应主要通过显性和隐性两条渠道实现。显性渠道主要通过科技服务等形式对区域创新数量产生显著正向影响;隐性渠道则包括“人才溢出”和“知识溢出”两种维度,其中人才溢出对创新数量具有正向影响,知识溢出则对创新质量和数量均产生显著正向作用;(3) 基础研究强度对高校基础研究投入与区域创新产出之间的关系具有正向调节作用,且该调节效应呈递增趋势。随着基础研究强度的增强,高校基础研究对区域创新发展的促进作用愈加显著;(4) 高校基础研究对技术创新的影响在不同地区间存在显著差异,对东部地区以及高市场化地区的技术创新影响较为显著。

基于以上研究结论,提出如下政策建议:

(1) 加强财政支持,促进基础研究与区域创新的联动发展。考虑到高校基础研究对区域创新质量与数量的显著影响,建议中央及地方政府加大对基础研究的财政投入,优化资金分配机制,提高资金使用效率,并鼓励企业与社会资本参与基础研究投资,构建多元化资金支持体系,确保基础研究的长期稳定支持,为区域创新提供坚实的财政基础。

(2) 优化人才培养体系,提升基础研究的创新外溢效应。为进一步激发基础研究的创新潜力,建议构建本硕博一体化的基础学科人才培养体系,注重跨学科能力的培养,推动人才创新素养的提升,同时完善科研人员的考核与退出机制,实现人才资源的优化配置,激活基础研究的显性与隐性溢出效应,推动区域创新。

(3) 因地制宜实施差异化政策,缩小区域创新的地理差异。考虑到高校基础研究在不同地区的异质性影响,建议政策制定时应依据区域特性,实施差异化支持策略。对经济发达的东部地区,应重点推动高校基础研究与市场需求对接,建设科技创新基础设施(如科技园区和孵化器),放大创新产出效应;中部地区应强化基础研究与应用研究的衔接,设立联合研究项目和技术创新平台,提升区域创新质量;西部地区则需增加财政支持,吸引人才,加强基础设施建设,提升市场化水平,从而增强高校基础研究对区域创新的推动作用。

(4) 强化产学研合作,推动基础研究成果的市场化转化与应用。鉴于高校基础研究在不同市场化地区的差异性激励效应,建议政府在高市场化地区加强产学研合作的政策支持,推动高校与企业深度合作,加速基础研究成果的市场化转化。具体措施包括建立校企联合研发平台,支持共同承担研发项目,强化技术转移与成果转化的政策保障,完善科技成果转化中的利益分配机制,保障高校科研人员的合法权益,激励其积极参与技术转化,提升基础研究对区域创新的综合贡献。

[参 考 文 献]

- [1] Akcigit U, Hanley D, Serrano-Velarde N. Back to basics: Basic research spillovers, innovation policy, and growth[J]. The Review of Economic Studies, 2021(01):1-43.
- [2] 柳卸林, 杨培培, 常馨之. 问题导向的基础研究与产业突破性创新[J]. 科学学研究, 2023(11):2062-2072.
- [3] 徐晓丹, 柳卸林. 大企业为什么要重视基础研究? [J]. 科学学与科学技术管理, 2020(09):3-19.
- [4] 孙早, 许薛璐. 前沿技术差距与科学研究的创新效应: 基础研究与应用研究谁扮演了更重要的角色[J]. 中国工业经济, 2017(03):5-23.
- [5] Coccia M, Rolfo S. Strategic change of public research units in their scientific activity[J]. Technovation, 2008(08):485-494.
- [6] 张龙鹏, 邓昕. 基础研究发展与企业技术创新: 基于国家重点实验室建设的视角[J]. 南方经济, 2021(03):73-88.
- [7] Martinez-Senra A I, Quintas M A, Sartal A, et al. How Can Firms' Basic Research Turn Into Product Innovation? The Role of Absorptive Capacity and Industry Appropriability[J]. IEEE Transactions on Engineering Management, 2015(02):205-216.
- [8] 张杰. 科技创新支撑中国经济中高速增长的路径、问题与对策[J]. 江苏行政学院学报, 2023(04):54-62.
- [9] Aghion P, Howitt P. Research and development in the growth process[J]. Journal of Economic Growth, 1996:49-73.
- [10] 卫平, 杨宏呈, 蔡宇飞. 基础研究与企业技术绩效: 来自我国大中型工业企业的经验证据[J]. 中国软科学, 2013(02):123-133.
- [11] 李平, 李蕾蕾. 基于中国地区差异及门槛回归的基础研究与技术进步实证分析[J]. 管理学报, 2013(12):1810-1817.
- [12] 蔡勇峰, 李显君, 孟东晖. 基础研究对技术创新的作用机理: 来自动力电池的实证[J]. 科研管理, 2019(06):65-76.
- [13] 严成樑. 基础研究, 应用研究与最优 R&D 配置[J]. 系统科学与数学, 2013(08):879-891.
- [14] 王文, 孙早. 基础研究还是应用研究: 谁更能促进 TFP 增长: 基于所有制和要素市场扭曲的调节效应分析[J]. 当代经济科学, 2016(06):23-33+123.
- [15] 王晓红, 李娜. 企业创新需求、高校技术转移与区域创新能力: 高校科研能力的调节作用[J]. 软科学, 2021(12):1-6.

- [16] 王海燕,苏博谦. 高校科技创新与区域创新能力耦合协调的时空演化研究[J]. 中国科技论坛,2023(09):144-154+162.
- [17] 李文辉,丘芷君,利雪莹,等. 国家中心城市高校技术创新溢出格局比较研究[J]. 世界地理研究,2020(04):781-791.
- [18] 孟东方. 新时代中国人才强国战略论纲[J]. 改革,2018(09):81-90.
- [19] 叶菁菁,周骁遥,陈实. 基础研究投入的创新转化:基于国家自然科学基金资助的证据[J]. 经济学(季刊),2021(06):1883-1902.
- [20] 范剑勇,张丰,唐为. 高校学科质量与区域科技创新[J]. 世界经济,2024(04):65-98.
- [21] 毛笛,宣勇. 高校科技成果转化赋能共同富裕:区域创业与创新的链式中介作用[J]. 国家教育行政学院学报,2024(02):81-95.
- [22] Gersbach,Hans,Sorger,et al. Hierarchical growth:Basic and applied research[J]. Journal of Economic Dynamics and Control,2018:434-459.
- [23] 田浩然,李立国. 高等教育集聚布局及其对区域创新的影响:基于中美数据的实证研究[J]. 教育研究,2024(07):92-107.
- [24] Henard D H, McFadyen M A. The complementary roles of applied and basic research: a knowledge-based perspective [J]. Journal of Product Innovation Management, 2005(06):503-514.
- [25] Cao Q, Li Y, Peng H. From university basic research to firm innovation: diffusion mechanism and boundary conditions under a U-shaped relationship[J]. Technovation, 2023:102718.
- [26] Feldman M P. The new economics of innovation, spillovers and agglomeration: A review of empirical studies[J]. Economics of innovation and new technology, 1999(1-2):5-25.
- [27] Cardamone P, Pupo V, Ricotta F. University technology transfer and manufacturing innovation:The Case of Italy[J]. Review of Policy Research, 2015(03):297-322.
- [28] 易巍,龙小宁. 高校知识溢出对异质性企业创新的影响[J]. 经济管理,2021(07):120-135.
- [29] 李蕾蕾,黎艳,齐丹丹. 基础研究是否有助于促进技术进步? 基于技术差距与技能结构的视角[J]. 科学学研究,2018(01):37-48.
- [30] Hu A G Z, Zhang P, Zhao L. China as number one? Evidence from China's most recent patenting surge[J]. Journal of Development Economics, 2017:107-119.
- [31] Cai X, Zhu B, Zhang H,et al. Can direct environmental regulation promote green technology innovation in heavily polluting industries? Evidence from Chinese listed companies[J]. Science of The Total Environment, 2020:140810.
- [32] 张杰,陈志远,吴书凤,等. 对外技术引进与中国本土企业自主创新[J]. 经济研究,2020(07):92-105.
- [33] 董景荣,陈懿盟. 研发补贴、知识产权保护对企业自主创新投入的影响研究[J]. 重庆师范大学学报(社会科学版),2024(03):72-83.
- [34] 李文辉,陈依楠,江涌芝,等. 中国经济发达地区高校技术创新溢出研究[J]. 科研管理,2021(03):120-130.
- [35] 余泳泽,唐孝妍. 高校基础研究与创新知识溢出:来自高校设立技术转移机构的证据[J]. 中国软科学,2024(03):162-173.
- [36] 余长林,左佳. 高校人才流动与基础研究创新产出[J]. 中国软科学,2024(08):60-70.
- [37] 陈宇科,刘蓝天. 环境规制强度、企业规模对技术创新质量的影响[J]. 科技进步与对策,2019(16):84-90.
- [38] 余泳泽,唐孝妍. 高校基础研究与创新知识溢出:来自高校设立技术转移机构的证据[J]. 中国软科学,2024(03):162-173.
- [39] 彭华涛,彭琦辉. 高校基础研究、应用研究与创新绩效[J]. 中国科技论坛,2023(11):46-55.
- [40] 张杰,白铠瑞. 中国高校基础研究与企业创新[J]. 经济研究,2022(12):124-142.
- [41] 宗晓华,王立成. 高教资源能否转化为城市创新优势? 基于长三角地区41个城市的经验证据[J]. 教育与经济,

2022(04):21-29.

[42] 陈宇科,王猛利. 环境规制、R&D 资本存量与绿色技术创新[J]. 重庆师范大学学报(社会科学版),2023(02):29-44.

[43] 樊纲,王小鲁,马光荣. 中国市场化进程对经济增长的贡献[J]. 经济研究,2011(09):4-16.

Research on the Effect and Mechanism of “Improving Quality and Increment” of University Basic Research on Regional Technological Innovation

Chen Yuke Xu Lei

(College of Economics and Management, Chongqing Normal University, Chongqing 401331, China)

Abstract: Higher education institutions, as the main carriers of basic research in China, play a crucial role in transforming research investments into regional innovation dynamics, a key condition for promoting economic growth. Using provincial-level data from 2006 to 2020, this study examines the impact of university basic research on regional technological innovation. The results show that the basic research of universities as a whole can significantly promote regional technological innovation and achieve the dual effect of “quality improvement and increment”. University basic research influences regional innovation mainly through “explicit channels” and “implicit channels”. The mechanisms of impact of these two channels are significantly different. “Explicit channels” only promote regional innovation quantitatively, while “implicit channels” have a more comprehensive impact on regional innovation, effectively enhancing both the quality and quantity of innovation. Further analysis indicates that the intensity of basic research positively moderates its role in promoting regional innovation development, and this moderating effect shows an increasing trend. The study also reveals significant regional heterogeneity, indicating a decreasing pattern of the impact of university basic research on innovation output in the eastern, central, and western regions of China. Notably, in areas with a higher degree of marketization, university basic research has a more significant role in promoting technological innovation. The findings of this study not only reveal the significant importance of university basic research in enhancing regional innovation performance but also provide policy implications for the formulation and adjustment of science and technology policies under the goal of high-quality development.

Keywords: university basic research; explicit channels; implicit channels; innovation quality; innovation quantity

[责任编辑:邹柳馨]