

人口老龄化对技术创新的时空异质性效应研究

孙倩倩¹

(南京大学 经济学院, 江苏 南京 210093)

【摘要】：基于时空异质性视角，依据省级面板数据，考量人口老龄化对技术创新的影响。结果显示：人口老龄化对技术创新的影响呈时空异质性，由于存在多重效应叠加，在全国层面统计上不显著。中西部地区表现为抑制作用，东部地区表现出促进作用，且在考虑了阶段差异和空间因素后依然显著；人口老龄化对技术创新的边际影响表现出阶段异质性，在创新水平较低时影响不显著，但随着创新水平的提升逐步增强；老龄化的技术创新效应强度在不同维度下差异显著，在经济维度下作用更为明显。

【关键词】：人口老龄化 技术创新 时空异质性效应

【中图分类号】：F273.1 **【文献标识码】**：A **【文章编号】**：1003-7217(2021)03-0118-06

一、引言

根据 OECD 数据显示，截至 2018 年，我国 65 岁以上人口占比达 11.194%，高于同期世界平均水平的 8.921%，老龄化特征相对突出。随着我国老龄化趋势愈演愈烈，由此引发的劳动力供给、财政可持续、企业创新、产业结构调整等一系列经济社会效应，也为未来经济走势的研判和经济政策的制定增加了诸多不确定因素。创新驱动可以通过提高生产力，扭转人口老龄化造成的劳动力供给相对短缺局面，为新常态下经济运行提供了新的动力源。党的十八大以来，我国坚持把创新作为引领发展的第一动力。《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》指出，要“把科技自主自强作为国家发展的战略支撑”，“完善国家创新体系，加快建设科技强国”。明确人口老龄化趋势对技术创新的影响及其演变趋势具有重要的现实意义。

关于人口老龄化与技术创新之间关系的研究尚未达成一致的结论。多数学者支持老龄化对创新具有负面影响的观点。Lee(2014)从资源配置视角出发，研究发现老龄化对生产率增长率的影响非常微弱，但老龄化和推迟退休可能会限制向年轻科学家的资源供给，产生了资源挤占效应，从而阻碍创新^[1]。其后，姚东旻等(2017)基于人力资本积累视角分析了人口老龄化对科技创新的影响，认为老龄化会通过阻碍人力资本积累，进而对科技创新产生负面冲击，并且这一影响在经济发展水平高的区域更为突出^[2]。不同于前述文献的单一视角，汪伟和姜振茂(2017)将老龄化对创新的影响进行了多个维度的分解，研究认为，人口老龄化对创新的影响存在正负两种效应，会通过抑制人力资本积累和加重养老负担对创新产生负面影响，也会通过提升劳动效率促进创新，整体而言，样本期内呈现出显著的负向影响^[3]。另外，人口老龄化带来的降低研发效率、削弱政府创新支持力度和抑制市场活力等效应亦会对创新造成负面影响^[4]。但 Acemoglu 和 Restrepo(2017)基于跨国数据的研究表明老龄化加速了机器换人进程，抵消了其带来的负面影响^[5]。

少数学者认为老龄化对创新没有明显影响或是具有促进作用。Prettner(2013)基于内生技术变革模型的分析得出了当前的人口老龄化与出生率变化不一定会阻碍技术进步的结论^[6]。而 Ang 和 Madsen(2018)从供给端出发，以创新和模仿为主要研究机

¹作者简介：孙倩倩(1994-),女,辽宁大连人,南京大学经济学院博士研究生,研究方向：产业演化与创新。

基金项目：国家自然科学基金面上项目(71873117)

制,研究发现受过教育的工人具有高度的创新能力,并且随着年龄的增长,创新倾向急剧增加^[7]。Baldanzi 等(2019)从需求端入手的研究认为寿命延长会导致更高的总储蓄,从而增加对创新的需求,这反过来又导致研发部门就业增加、技术进步加快^[8]。

部分学者关注到了老龄化对创新的非线性关系,并将其应用到研究中。邵汉华和汪元盛(2019)基于跨国面板数据,研究认为人口老龄化与技术创新之间存在以研发投入、人力资本状况等多个因素为门槛的异质性影响^[9]。基于静态内生生产模型开展分析,谢雪燕和朱晓阳(2020)发现人口老龄化对技术创新的影响存在阶段性差异,在老龄化初期,人口年龄结构转变对创新存在正向的推动作用,但随着老龄化的深入,老年人口占比增加与养老负担加重叠加,对技术创新产生负面影响^[10]。Park 和 Kim(2015)从企业层面出发,研究发现员工年龄对开发性创新绩效有正向影响,与探索性创新绩效呈倒 U 型关系^[11]。

现有文献关于人口老龄化与技术创新的研究多集中于线性关系的探讨,或是从老龄化单一方向考虑异质性影响。本文从中国现实出发,聚焦于人口老龄化对技术创新的非线性关系,重点探索其时空异质性效应,以获得更丰富、更具针对性的结论。

二、理论分析

人口老龄化对技术创新的负向影响主要通过以下几种路径实现。第一,劳动力供给渠道。人口老龄化趋势会使社会中劳动人口占比走低,劳动力供给减少。这不仅会影响创新的劳动力投入,还会通过影响经济增长,间接对创新环境造成冲击,对技术创新形成阻碍作用。第二,政府财政的创新投入挤出渠道。随着老龄化的深化,社会养老负担加重,会增加政府在养老方面的财政支出,削弱其对科技研发和教育的支持力度,损害创新发展。第三,企业成本的创新投入挤出渠道。人口老龄化会减少劳动力供给,进而拉高劳动工资,企业用工成本增加,导致其经营利润被摊薄,用于创新研发的资本投入也会相应降低。第四,创新活力削弱渠道。人口步入老年阶段,身体机能退化、精力减退等状况可能会降低创新意识和创新能力,导致整体创新活力不足。

但经济发展中也有多种机制会抚平老龄化对创新的负面冲击。第一,人口集聚和经济集聚效应。经济集聚和人口集聚会形成信息和技术溢出,企业会通过学习、匹配和共享机制实现知识的积累和技术扩散,有益于技术的创新^[12]。第二,人力资本提升效应。人力资本的提升会增进创新效率,效率的提升能在一定程度上对冲劳动力供给减少对创新的负面影响。第三,企业用工成本增加的倒逼效应。老龄化导致的劳动力供给减少会间接拉高企业的用工成本,企业经营利润被压缩,进而倒逼企业选择以创新能力提升替代劳动力投入。第四,需求转变的影响。老年人口数量的攀升必然会催生出诸多新的产品和服务需求,进而推动社会创新水平的同步提高,以满足需求的转变。

人口老龄化对技术创新的整体影响方向取决于正负两种效应的强弱对比,并在时间维度和空间维度体现出异质性特点。从时间维度上来看,一方面,老龄化的发展阶段会影响人口老龄化对技术创新的作用效果。在老龄化水平较低时,尽管劳动力供给有所减少,企业仍可通过增加创新研发投入,以技术创新缓解劳动力成本增加与劳动力短缺难题。但随着老龄化的深入,技术创新带来的正面效应难以抵消劳动力供应短缺与劳动力成本攀升并存、政府创新投入减少与企业创新意识降低等多重叠加的负向影响,表现出人口老龄化对技术创新的负向影响。另一方面,技术创新的不同发展阶段下,老龄化对技术创新的影响存在差异。由于创新的发展都经历着由复制性模仿到创新性模仿,再到技术创造的过程,各个阶段下所蕴含的创新难度以及需要的人力资本投入存在显著差别。在创新的初期,技术创新难度较低,因老龄化导致的劳动力供给冲击可以为资本投入增加所缓解,对创新的影响相对较弱。但随着创新阶段的推进,创新难度升级,所需要的人力资本投入增加,同时,资本投入对人力资本的替代作用降低。此时,老龄化的负面作用会逐步显现,并伴随着创新阶段的深入而增大。

从空间维度来看,企业会通过学习、匹配和共享机制促进知识的传播,造成技术创新的空间溢出,这种空间溢出特征由协同效应与挤占效应两种作用叠加而成^[13],不同空间相关性度量下这一效应表现出明显的差异。就地理区位层面而言,地理位置邻近的区域更有利于技术扩散和地区“隐性知识”的传播,导致正向的协同效应大于负向的挤占效应,从而造成正向的空间溢出特征,城市群的形成大多依托于这种空间特点。相对地,就人口与经济层面而言,人口规模或经济规模相近的区域,在禀赋优

势和市场条件上具有相似性，在资源争夺中存在竞争关系，导致挤占效应大于协同效应，表现出负向空间相关的特点，2017 年以来愈演愈烈的“抢人大战”就是资源争夺最有力的表现。

由于我国幅员辽阔，区域间市场条件、禀赋优势和发展路径不尽相同，加之户籍政策等制度的制约，导致区域经济发展随之呈现出持续分化的演变态势，人口老龄化与技术创新亦形成了“沿海—内陆”的空间格局^[14,15]。又由于这一区域藩篱中蕴含了诸多结构性矛盾，致使其影响深刻内化于经济运行的各个环节^[16]。因此，人口老龄化对技术创新的影响可能存在区际差异化特征，并随着人口结构变迁与技术创新深化的时空演变呈现出时变趋势。

三、实证分析

(一)变量选取及说明

本文利用中国 2002-2018 年 31 个省份(除港澳台)的面板数据进行分析，原始数据来源于各省统计年鉴，价值型变量均以 2002 年为基期进行平减处理。具体的指标选取及构建方法如表 1 所示。为减少异方差影响，对变量 gdp、rdex、open 进行对数化处理，记为 lngdp、lnrdex 和 lnopen。

表 1 变量选取及构建方法

变量类别	变量名称	符号	度量方法(单位)
被解释变量	技术创新	patent_au	专利授权数/城镇人口(件/万人)
核心解释变量	人口老龄化	old	65 岁以上人口/总人口×100%(%)
控制变量	R&D 人员全时当量	rdhc	(千人年)
	R&D 经费的内部支出	rdex	(万元)
	科技支出在财政支出中所占比重	techex	财政科技支出/财政一般预算支出
	经济发展状况	gdp	国内生产总值(亿元)
	经济开放度	open	进出口总额/GDP
	产业结构	industry	第三产业产值/第二产业产值
	人口集聚状况	pd	城市人口密度(千人/平方公里)
	每万人拥有医疗床位数	medical	医疗机构床位数/城镇人口(张/万人)
	每万人中高校在校生人数	college	高校在校生人数/城镇人口(人/万人)
	每万人拥有公交车辆	bus	年末公交车辆/城镇人口(标台/万人)
	人均实有道路面积	road	年末实有道路面积/城镇人口(平方米/万人)

(二)实证检验及结果分析

利用普通面板方法分析人口老龄化对技术创新影响的估计结果，与以每万人拥有专利申请数 (patent_ap) 作为技术创新的替换变量的稳健性检验估计结果如表 2 第 (1) 列和第 (2) 列所示。估计结果中，人口老龄化指标系数符号为负但并不显著，产生这一结果的可能原因有多个方面：一是人口老龄化对技术创新本身不具有显著影响；二是我国幅员辽阔，这一影响在不同区域中表现不同，因而整体作用不够显著；三是这一影响存在阶段性特点，不同阶段的效果差异在总体样本中相互抵消，表现为不显著；四是技术创新存在显著的溢出效应，在空间上存在相关性，这在上文的分析中并未考虑，也可能是造成整体平均效应不显著的原因之一。

由于区域分化特征已深刻内化于经济运行的方方面面，与老龄化对技术创新的影响在时间维度和空间维度上的演化是同步进行的。忽视区域异质性特征与这一影响的时空演变趋势，获得一个整体上的平均效应，是不够合理且不具有现实意义的。基于此，后续实证部分的基本思路如下：整体上，采用渐进渗透的分析逻辑。具体而言，首先，基于我国区域经济发展不平衡的现实，确定这一关系的区域异质性特点，进一步地，将区域异质特征融入到老龄化影响技术创新的阶段异质性和空间异质性特征分析中。一方面，通过控制区域因素，能避免区域差异自身的变化干扰老龄化对技术创新的影响，获得更纯粹、更可靠的阶段异质性和空间异质性估计结果。另一方面，这一分析结果可以对区域差异特征在时间和空间维度下的演化趋势进行完整的刻画，能获得更具现实意义的研究结论。

1. 区域异质性检验及结果分析。

构建东部 (east) 虚拟变量，将其与人口老龄化指标的交互项一并纳入回归模型中，以明确人口老龄化对技术创新的区域异质性特点。估计结果如表 2 第 (3) 列所示。由结果可以看到，中西部地区人口老龄化对创新发展具有显著的阻碍作用。相较于中西部而言，东部地区对创新的正向作用更强，表现为老龄化推动了技术进步。这可能是由于东部地区用工成本更高，倒逼企业以技术代替人力资本投入，间接实现了技术水平的提升。不仅如此，东部地区第三产业相对发达，对劳动力的吸纳能力更强，人口集聚和经济集聚现象更突出，有助于创新的发展和技术的扩散。为保证结果的可靠性，以每万人拥有专利申请数作为技术创新的替换变量进行进一步分析，估计结果如表 2 的第 (4) 列所示。估计结果与前述结果大致相同，表明结果是稳健的。综合来看，人口老龄化对技术创新的影响具有区域异质性特点，而这一特点是造成整体样本不显著的可能原因。

控制变量方面，重点关注 R&D 人员全时当量 (rdhc)、R&D 经费的内部支出 (rdex) 以及产业结构 (industry) 三个指标。随着 R&D 人力资本投入的增加，创新水平随之上升，但经费投入的增加却并未得到相同的效果，可能原因在于：创新研发过程中可能存在资本配置扭曲等问题，致使资本投入的增加并未达到促进技术水平提升的目的。产业结构向第三产业转移会显著推动技术创新水平的增强，这与近年来服务业融合创新发展路径相一致，也与表 3 第 (3) 列中东部与人口老龄化交互项系数显著为正相印证，相较于中西部而言，东部省份第三产业更发达，经济和人口密度更高，技术扩散与知识溢出效应更易于发挥，抵消了老龄化对技术创新的负面作用，从而东部地区整体上表现为老龄化促进了创新水平提升。

表 2 普通面板及区域异质性分析估计结果

Variables	(1) patent_au	(2) patent_ap	(3) patent_au	(4) patent_ap
old	-0.262	-0.116	-1.013***	-1.389**
	(0.240)	(0.402)	(0.329)	(0.549)
old_east			1.291***	2.588***
			(0.392)	(0.653)
rdhc	0.087***	0.143***	0.081***	0.131***

	(0.005)	(0.008)	(0.005)	(0.008)
lnrdex	-3.206***	-7.588***	-3.530***	-8.238***
	(1.229)	(2.059)	(1.221)	(2.035)
industry	7.932***	11.71***	8.243***	12.33***
	(0.938)	(1.571)	(0.933)	(1.556)
Constant	-28.38***	-47.17***	-32.78***	-56.00***
	(6.662)	(11.16)	(6.730)	(11.22)
其他控制变量	控制	控制	控制	控制
固定效应	是	是	是	是
Observations	527	527	527	527
R ²	0.755	0.783	0.760	0.790

2. 阶段异质性检验及结果分析。

人口老龄化影响技术创新的阶段性差异可以从不同老龄化程度下影响的差异化特点与创新的的不同阶段下老龄化产生的异质性影响 2 个维度出发进行讨论。本文首先构建面板门限模型，以人口老龄化为门槛变量，探索人口老龄化对技术创新的阶段性影响。但在利用 bootstrap 抽样 500 次并进行检验后发现，两者间并不存在显著的门槛效应，即人口老龄化的阶段性差异是造成整体影响不显著的原因这一假说不成立。

进一步地，利用分位数回归方法检验不同创新阶段下这一影响的差异化特点。由于分位数回归对两端的估计易受极端值影响，本文选取 20%、30%、50%、70%和 80%五个分位点进行分析，估计结果如表 3 所示。人口老龄化及其与东部虚拟变量交互项的估计系数在不同创新水平上存在明显差异，具体表现为：在创新水平较低的情况下，老龄化的影响不够显著，东部与中西部之间的这一影响也不存在显著的差异；但随着科技创新水平的提升，中西部老龄化对创新的负向影响开始显现，并且创新水平越高，这一阻碍作用越明显，东部地区则截然相反，随着创新水平的提高，人口老龄化对创新的倒逼作用不断增强。产生这一状况的可能原因在于，创新的起步阶段大多从复制性模仿开始，难度系数相对较低，对人力资本投入的依赖可为资本投入增加所缓解，因而老龄化对技术创新影响不大。但随着技术创新的深入发展，研发难度不断升级，支撑其发展的人力资本投入需求也不断增加，此时资本对人力资本的替代作用较低，因此人口老龄化对技术创新具有显著的负向冲击。对东部地区而言，由于产业结构以二三产业为主，人口老龄化带来的成本增加效应更为突出，加速倒逼企业实行“机器换人”策略，以对冲老龄化的负面作用。同时，产业调整带来的结构红利也为创新活动的开展提供了良好的运行环境。不仅如此，东部地区良好的发展前景会吸引劳动力的集聚，亦会缓冲其因老龄化带来的负面影响，也更易于开展进一步的创新活动。老龄化情境下，东部与中西部之间技术创新水平呈现背离趋势，发展差距逐渐拉大。以专利申请量替代专利授权量的稳健性检验结果如表 4 所示，估计结果十分类似，故不再赘述。

表 3 阶段异质性检验估计结果

Variables	20%patent_au	30%patent_au	50%patent_au	70%patent_au	80%patent_au
-----------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

old	-0.614	-0.703*	-0.971**	-1.302**	-1.514**
	(0.466)	(0.420)	(0.378)	(0.531)	(0.690)
old_east	0.413	0.610	1.199**	1.927**	2.392**
	(0.677)	(0.612)	(0.557)	(0.778)	(1.005)
rdhc	0.085***	0.084***	0.081***	0.078***	0.076***
	(0.011)	(0.010)	(0.001)	(0.013)	(0.017)
lnrdex	-2.435	-2.681*	-3.416***	-4.324**	-4.904**
	(1.618)	(1.457)	(1.306)	(1.838)	(2.390)
industry	6.051***	6.543***	8.015***	9.832***	10.99***
	(1.963)	(1.771)	(1.603)	(2.246)	(2.909)
其他控制变量	控制	控制	控制	控制	控制
Observations	527	527	527	527	527

表 4 阶段异质性稳健性检验估计结果

Variables	20%patent_ap	30%patent_ap	50%patent_ap	70%patent_ap	80%patent_ap
old	-0.962	-1.068*	-1.378**	-1.715**	-1.906*
	(0.695)	(0.615)	(0.554)	(0.791)	(0.994)
old_east	1.204	1.547*	2.552**	3.647***	4.266***
	(1.006)	(0.892)	(0.823)	(1.154)	(1.442)
rdhc	0.138***	0.136***	0.131***	0.125***	0.122***
	(0.017)	(0.015)	(0.013)	(0.019)	(0.024)
lnrdex	-6.728***	-7.102***	-8.199***	-9.394***	-10.07***
	(2.393)	(2.117)	(1.911)	(2.725)	(3.425)
industry	8.281***	9.284***	12.23***	15.44***	17.25***
	(2.825)	(2.505)	(2.317)	(3.244)	(4.050)
其他控制变量	控制	控制	控制	控制	控制
Observations	527	527	527	527	527

3. 空间异质性检验及结果分析。

技术创新可能借由邻近区域的技术扩散、资源竞争以及人口迁移等渠道在空间上产生协同和挤占效应，表现出空间相关的特点。因此，本部分将基于空间视角对人口老龄化影响创新的异质性加以剖析。参考周建军等(2020)^[17]的研究，本文从地理、经济、人口 3 个维度出发构建空间权重矩阵。

经 LM 检验验证，选择 SAR 模型进行分析。估计结果如表 5 前三列所示。空间相关程度方面，地理距离矩阵下空间相关性最强，为 0.326，人口距离矩阵下次之，经济距离矩阵下的相关程度最低。这一状况的产生与地区“隐性知识”的区域内传播、经济发展质量、人力资本状况等多重因素相关，导致经济规模或人口规模不能有效反映出区域间的经济关联情况。空间相关方向方面，三种权重下的结果存在明显差异，地理距离矩阵下创新的空间相关性显著为正，表明创新水平在地理维度上存在正向溢出效应，但经济距离矩阵和人口距离矩阵下空间相关系数为负，表明在经济和人口维度上，技术创新的挤占效应大于协同效应。这与经济理论相一致：地理位置邻近的省份间经济往来更为密切，技术扩散更易于实现，因而会产生正向的创新溢出效应。相对而言，经济发展相近或人口规模相近的区域在资源争夺中存在竞争，导致整体上挤占效应大于知识扩散的正向影响，造成负向的空间溢出作用。表 1 的全样本检验中老龄化系数不显著，也可能是多种维度共同作用使得样本的效应被掩盖造成的。

关注核心解释变量人口老龄化的情况。考虑了空间因素后，中西部地区人口老龄化对技术创新依旧表现出负面影响，东部省份相较于中西部地区表现出促进作用，表明在空间层面人口老龄化影响创新的区域异质性特点依然存在。具体而言，人口老龄化与东部虚拟变量交互项的系数显著为正，且绝对值大于 old 前系数的绝对值，表明在考虑了创新的溢出特点后，东部人口老龄化仍能表现出促进技术创新的特征，相较于地理和人口维度，经济维度下老龄化对创新的促进作用更大。以专利申请量作为专利授权量的替换变量并进行稳健性检验，估计结果如表 5 后三列所示。值得一提的是，专利申请量的空间相关性较授权量更强，但符号与专利授权量前系数一致，为技术创新空间溢出效应的存在性提供了另一佐证。

表 5 空间异质性检验估计结果

Variables	地理距离矩阵 patent_au	经济距离矩阵 patent_au	人口距离矩阵 patent_au	地理距离矩阵 patent_ap	经济距离矩阵 patent_ap	人口距离矩阵 patent_ap
old	-0.931*** (0.333)	-0.972*** (0.334)	-0.890*** (0.333)	-1.466*** (0.540)	-1.548*** (0.537)	-1.350** (0.540)
old_east	1.211*** (0.357)	1.359*** (0.357)	1.262*** (0.355)	2.517*** (0.581)	2.948*** (0.576)	2.647*** (0.574)
rho	0.326*** (0.113)	-0.119 (0.0744)	-0.230*** (0.0823)	0.346*** (0.111)	-0.211*** (0.0706)	-0.277*** (0.0808)
sigma2_e	15.93*** (0.987)	16.05*** (0.989)	15.81*** (0.975)	41.74*** (2.599)	41.52*** (2.582)	41.34*** (2.583)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制
固定效应	是	是	是	是	是	是
Observations	527	527	527	527	527	527

R^2	0.606	0.583	0.590	0.594	0.565	0.571
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

四、结论与启示

基于我国 31 个省份 2002–2018 年的数据，分析人口老龄化对技术创新的时空异质性效应，得出基本结论如下：(1) 从全国层面来看，人口老龄化对技术创新的影响在统计上不显著，但并非人口老龄化不会影响创新，而是多重效应叠加后影响相互抵消，导致整体上平均效应不明显；(2) 人口老龄化对技术创新的影响存在区域异质性特点，在中西部地区表现为抑制作用，但在东部地区表现出促进作用，并且这一影响在考虑了阶段差异和空间因素后依然显著；(3) 在不同创新水平下，人口老龄化对技术创新的边际影响存在差异，即表现出阶段异质性，在创新水平较低时影响不显著，但随着创新水平的提升呈增强趋势；(4) 老龄化的技术创新强度在不同维度下表现不同，在经济维度下最大；(5) 技术创新在空间上存在溢出效应，但在不同维度下的表现存在差别，在地理维度上表现为正向空间溢出，在经济和人口维度表现出更强的挤占效应。

人口老龄化趋势已成定局，二孩政策的效果还需要一个较长的周期才能显现出来。上述研究的结论为应对老龄化，稳步推进创新驱动发展提供了一定的参考：一是技术创新的发展应避免“一刀切”，注重扬长避短，因地制宜选择发展模式；二是创新投入应适量适度，避免过度投入造成的边际作用递减；三是应完善要素流动机制，打破区域藩篱，推动劳动力、资本的合理流动，促进资源的合理配置；四是应以实体经济作为经济稳定运行的重要基石，结合地方禀赋优势，稳步推进产业结构向服务业迈进，但也应量力而行，避免过度服务化倾向；五是要利用好创新的溢出效应，合理发挥城市群、经济带内的辐射效应，加强区域间的创新联动。

参考文献：

- [1] Lee R D. Macroeconomic consequences of population aging in the United States: Overview of a national academy report[J]. American Economic Review, 2014, 104(5): 234–239.
- [2] 姚东旻, 宁静, 韦诗言. 老龄化如何影响科技创新[J]. 世界经济, 2017, 40(4): 105–128.
- [3] 汪伟, 姜振茂. 人口老龄化对技术创新的影响机制分析——基于 DFA 方法的创新评价和动态面板模型[J]. 上海财经大学学报, 2017, 19(6): 4–17.
- [4] 豆建春. 老龄化对创新的影响——效应、机制及其对中国的启示[J]. 人口与经济, 2019(5): 78–93.
- [5] Acemoglu D, Restrepo P. Secular stagnation? The effect of aging on economic growth in the age of automation[J]. American Economic Review, 2017, 107(5): 174–179.
- [6] Prettnner K. Population aging and endogenous economic growth[J]. Journal of Population Economics, 2013, 26(2): 811–834.
- [7] Ang J B, Madsen J B. Imitation versus innovation in an aging society: International evidence since 1870[J]. Journal of Population Economics, 2018(28): 299–327.
- [8] Baldanzi A, Prettnner K, Tscheuschner P. Longevity-induced vertical innovation and the tradeoff between life and growth[J]. Journal of Population Economics, 2019, 32(4): 1293–1313.

-
- [9]邵汉华,汪元盛.人口结构与技术创新[J].科学学研究,2019,37(4):739-749.
- [10]谢雪燕,朱晓阳.人口老龄化、技术创新与经济增长[J].中国软科学,2020(6):42-53,76.
- [11]Park J,Kim S.The differentiating effects of workforce aging on exploitative and exploratory innovation:The moderating role of workforce diversity[J].Asia Pacific Journal of Management,2015,32(2):481-503.
- [12]Chatterji A,Glaeser E L,Kerr W.Clusters of entrepreneurship and innovation[J].Innovation Policy and the Economy,2014,14(1):129-166.
- [13]余泳泽.中国区域创新活动的“协同效应”与“挤占效应”——基于创新价值链视角的研究[J].中国工业经济,2015(10):37-52.
- [14]王录仓,武荣伟,李巍.中国城市群人口老龄化时空格局[J].地理学报,2017,72(6):1001-1016.
- [15]程叶青,王哲野,马靖.中国区域创新的时空动态分析[J].地理学报,2014,69(12):1779-1789.
- [16]鞠方,王姣,朱兴宇.房地产投资对行业全要素生产率的影响——基于信贷中介效应的视角[J].湖南大学学报(社会科学版),2020,34(5):62-70.
- [17]周建军,孙倩倩,鞠方.产业结构变迁对房价的时空动态效应研究——基于人口老龄化背景的实证分析[J].管理科学学报,2020,23(3):41-64.