

人口老龄化、技术进步与经济增长

刘建芳

重庆大学公共管理学院, 重庆

收稿日期: 2025年8月14日; 录用日期: 2025年9月9日; 发布日期: 2025年9月19日

摘要

人口老龄化导致我国经济增速变缓。人口老龄化对经济增长的抑制效应主要是通过改变劳动力供给、人力资本积累、技术进步和政府支出等途径产生的。本文基于生命周期理论和经济增长理论框架, 从技术进步视角出发, 系统考察了人口老龄化对宏观经济增长的影响, 并重点分析了技术进步在其中所起到的调节效应。文章收集了中国31个省份2011~2021年的面板数据, 并采用固定效应与调节效应模型进行实证检验。结果表明: (1) 人口老龄化会显著地抑制经济增长; (2) 此影响存在区域异质性: 仅在中西部地区显著; (3) 技术进步能有效调节老龄化的负面效应, 显著缓解其对经济增长的抑制。

关键词

人口老龄化, 技术进步, 调节效应

Population Ageing, Technological Progress and Economic Growth

Jianfang Liu

School of Public Policy and Administration, Chongqing University, Chongqing

Received: Aug. 14th, 2025; accepted: Sep. 9th, 2025; published: Sep. 19th, 2025

Abstract

Population ageing has led to slower economic growth in China. The inhibitory effect of population ageing on economic growth is mainly produced through changing labour supply, human capital accumulation, technological progress and government expenditure. Based on the framework of life cycle theory and economic growth theory, this article systematically examines the impact of population aging on macroeconomic growth from the perspective of technological progress, and focuses on the moderating effect of technological progress. The article collects panel data from 31 provinces in China from 2011 to 2021 and empirically tests them using fixed effects and moderating effects

models. The results show that: (1) population aging significantly inhibits economic growth; (2) there is regional heterogeneity in this effect: it is significant only in the central and western regions; (3) technological progress can effectively moderate the negative effects of aging and significantly alleviate its inhibition of economic growth.

Keywords

Population Aging, Technological Progress, Moderating Effect

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

我国人口结构正经历深刻转型，呈现出“少子化加速、老龄化加深”的典型特征。统计数据显示，2022年我国65岁及以上人口占比达14.9%，已跨入中度老龄化社会。与此同时，总和生育率降至1.16的超低水平。这一人口转变呈现出“规模大、速度快、区域差异显著”的特点，且具有明显的“未富先老”特征。从经济发展视角看，人口结构转型正在重塑经济增长动力机制。劳动年龄人口占比持续下降导致依靠“人口红利”的增长模式难以为继，促使经济转型成为必然。

人口老龄化主要从以下三个维度影响经济发展：劳动力要素供给缩减、社会保障负担加重以及消费需求转型。现有文献关于该问题的研究主要形成三种观点，消极论的支持者通过实证研究发现：基于新古典增长模型的分析表明，人口增长率下降与老龄化进程将共同制约经济增速[1]；预测研究显示，2020~2025年间中国快速老龄化可能通过劳动供给收缩和TFP增长放缓双重渠道，使年均GDP增速降低1.07个百分点[2]；微观层面证据表明，老龄化显著削弱人力资本积累效率，进而阻碍创新能力提升[3]；消费视角分析发现，老龄化降低居民消费，最终对经济增长产生不利影响[4]。此外，老龄化可能通过挤占政府研发支出和人力资本投资，降低劳动生产率增长潜力[5]。

积极论的支持者研究发现老龄化会促进经济增长。首先，老龄化未必减少劳动力供给，且老年劳动力经验丰富，其知识溢出效应可促进增长[6]。其次，低生育率虽引致老龄化，但少儿抚养比下降使个人有更多时间参与工作，从而提升劳动参与率[7]。最后，老龄化未必会降低消费，而是改变消费结构，比如会促进医疗保健消费[8]。

持中立立场的研究者指出，人口老龄化、技术进步与经济增长之间存在多维度的动态关联机制。首先，预期寿命的持续延长会对预期收益持乐观态度，从而刺激教育投入的增加[9]。研究发现老龄化能促进物质资本和人力资本积累，三者间存在显著正向效应[10]。人口老龄化能在一定程度上成为人工智能技术发展的重要推动因素，而智能化生产方式的普及对区域经济发展具有显著的促进作用[11]。此外，虽然部分研究证实了老龄化对经济增长的负面效应，但也发现其能够通过促进产业结构升级的“倒逼效应”，部分抵消其消极影响[12]。这些研究共同揭示了人口老龄化与经济发展之间复杂的非线性关系。

关于人口老龄化与经济增长关系的学术研究尚未形成统一结论，但不可否认的是，在老龄化社会背景下，劳动力供给的持续萎缩将不可避免地削弱潜在产出能力、改变消费与储蓄结构、增加社会福利负担，对经济增长构成挑战。值得注意的是，由于我国地域发展不均衡，各地区老龄化特征及其经济影响呈现出明显的空间异质性。本文首先从理论上分析老龄化对经济增长的影响；其次基于区域差异视角，深入考察不同地区老龄化对经济增长的差异化影响；最后重点探讨技术进步在缓解老龄化负面效应中的

调节机制。这一系统研究有助于深化对人口结构转型与经济发展内在关联机制的认识，为制定差异化对策提供重要依据。

2. 理论基础与研究假设

2.1. 理论基础

1) 生命周期理论

生命周期假说揭示了个人及家庭在生命周期中的消费储蓄决策机制。该理论认为，理性的经济个体会基于其预期寿命、收入波动以及所处年龄阶段，通过跨期消费平滑来实现终身效用最大化。具体而言，该模型将人的生命周期划分为三个主要阶段：少年期、壮年期和老年期，强调个体在不同阶段通过储蓄和负储蓄行为来维持相对恒定的消费水平。

由图 1 可知，在人生职业生涯早期，收入相对较低，消费超过收入，然后随着收入的增加，储蓄率不断上升，消费占收入的比例下降。到了壮年时期，随着收入达到峰值，储蓄也达到高峰。进入老年期退休后，收入逐渐减少甚至停止，个人主要依靠储蓄和养老金进行消费。退休后收入减少将导致个人可用于消费的资金减少；而且大多数老年人担心医疗保健等不确定性因素导致的支出，因此倾向于保持一定的储蓄以备不时之需，从而导致当前的消费减少。因此，老龄化社会的消费-储蓄模式转变确实会对经济增长产生显著的抑制作用。

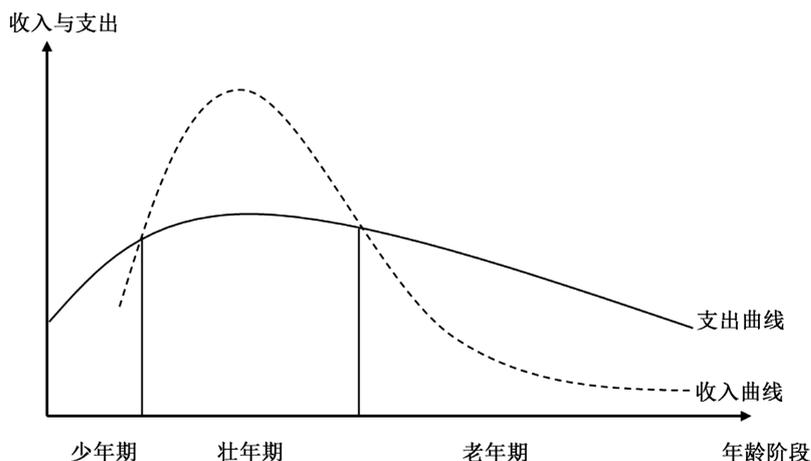


Figure 1. Consumption life cycle theory diagram

图 1. 消费生命周期理论图

2) 经济增长理论

在古典增长理论中，劳动是影响经济增长的关键因素，因为人口的增加会使得劳动力供给增加，从而促进生产规模的扩大和经济总量的增长。亚当·斯密在其经济学理论中指出，人口规模的扩张有助于拓展市场边界，推动专业化分工的深化，这种劳动分工的细化能够显著提升劳动生产率，进而为经济增长提供持续动力。马尔萨斯认为人口的快速增长会受到资源限制，尤其是食物供应的限制，从而导致“马尔萨斯陷阱”，即在有限的资源下，人均收入因人口增长而降低，直至引起战争或者饥荒导致人口下降，直至恢复平衡。在古典理论中，短期的人口增长可以促进经济增长，但在长期中，由于受到资源限制，人口增长的益处会被抵消。所以，资本积累和技术进步才是经济增长的根本动力。

在索罗模型中，技术进步增加了资本和劳动力的产出，提升了全要素生产率，从而促进经济增长。但如果没有技术进步，经济增长会达到一个稳态水平，此时的人均资本存量 and 人均产出不再增长，这说

明技术进步是经济长期增长的源泉。

内生增长理论突破索罗模型的局限，通过将技术进步和人力资本积累等关键要素内生化处理，构建了新的经济增长分析框架。认为技术进步与研发投入、教育水平等因素密切相关，即研发投入的增加会带来科技创新和技术进步，而教育投资的增加会促进人力资本积累，从而提高劳动素质、缩短知识转化为生产力的时间、加速技术扩散步伐，促进生产率的提升。

2.2. 研究假设

人口老龄化通常会对经济发展产生制约作用。从生产要素角度来看，劳动力作为核心生产要素，其质量会随年龄增长而逐渐弱化，表现为老龄劳动者在体力、学习适应能力和创新效率等方面的衰退，这种人力资本贬值将直接影响企业的生产效能。同时，老龄化进程加速将导致适龄劳动人口规模持续缩减，形成对经济增长的供给端约束。在公共财政层面，人口结构老化会显著提升社会养老保障和医疗卫生等公共服务的需求强度，这种结构性变化将不可避免地加重政府财政支出负担，进而挤占其用于基础设施建设、教育和研发等促进长期增长的投资，从而对经济增长产生一定的压力。最后，老年化可能会抑制创新活动。相对而言，年轻人更有活力接受新知识，学习新技术，推动科技创新，而老龄化的加剧，会削弱创新水平，阻碍产业结构转型和新兴行业的发展，从而抑制经济增长。综上所述，本文提出第一个研究假设：

假设 1：人口老龄化会抑制经济增长。

本研究重点考察技术进步在缓解人口老龄化负面经济效应中的调节机制。从生产效率维度看，技术革新通过提升全要素生产率，特别是自动化和智能化技术的应用，不仅能够有效弥补劳动力数量短缺，还能显著提高单位劳动产出效率。从产业结构维度看，技术进步推动产业体系向高附加值、技术密集型方向转型，这种结构性调整不仅降低了对传统劳动力的依赖程度，还创造了更多适合老年群体的就业机会，从而实现了经济发展方式的优化升级。基于这一理论分析，本文提出第二个研究假设：

假设 2：技术进步能够有效调节人口老龄化对经济增长的抑制作用。

3. 研究设计与模型设定

3.1. 模型设定

1) 基准回归模型

本文将人口老龄化纳入到经济增长模型中来，并建立以下固定效应模型以考察人口老龄化对经济增长的影响。

$$\ln \text{avegdp}_{it} = \alpha_0 + \beta \text{aging}_{it} + \text{controls}_{it} + \lambda_i + \theta_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中， i 表示地区， t 表示年份， avegdp_{it} 表示经济增长， aging_{it} 表示老龄化水平， controls_{it} 表示控制变量， α_0 为常数项， λ_i 表示个体效应， θ_t 表示时间效应， ε_{it} 代表随机扰动项。

2) 调节模型

$$\ln \text{avegdp}_{it} = \beta_0 + \beta_1 \text{aging}_{it} + \beta_2 \text{tec}_{it} + \beta_3 \text{aging}_{it} \times \text{tec}_{it} + \text{controls}_{it} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

其中， i 表示地区， t 表示年份， tec_{it} 表示技术进步， $\text{aging}_{it} \times \text{tec}_{it}$ 表示技术进步对人口老龄化对经济增长的调节效应，系数 β_3 是重点关注对象，若其值大于零，说明技术进步可以缓解人口老龄化的负面抑制作用，反之，则加重。

3.2. 变量选择

1) 被解释变量

人均国内生产总值通过将一省份的总产出平均到每个个体身上，使得不同的省份之间的发展水平

具有可比性。因此,借鉴前人研究,将人均国内生产总值作为经济增长的衡量指标。本文选取全国 31 个省市(不包含港澳台)的人均国内生产总值(avegdp)作为被解释变量。

2) 核心解释变量

以往文献通常将 65 岁及以上的老龄人口或老龄人口比例作为老龄化的衡量指标,考虑到我国不同省份之间人口基数差别较大,即使相同的老龄人口也会对不同人口总数省份的经济增长的影响不同。而 65 岁及以上老龄人口比例这个指标可以避免这个问题,因此,本文采用 65 岁及以上的老龄人口占比(aging)作为本文的核心解释变量,以衡量各地区老龄化程度。

3) 控制变量

本文选取产业结构、政府干预和城镇化作为控制变量。近年来,我国产业结构不断优化升级,出现第三产业比重不断增长的现象,所以本文将第三产业增长值与 GDP 的比值来衡量产业结构水平(industry)。政府通过财政政策、货币政策等方式对经济市场进行干预,会影响经济运行轨迹和经济增长速度,因此,本文采用地方政府财政一般预算作为政府干预的衡量指标,将政府干预(gov)纳入控制变量中。我国城镇化水平近年来不断加快,对经济增长产生了一定的影响,因此将城镇化水平(urban)也纳入控制变量之中。

4) 调节变量

本文采用技术进步(Intec)作为调节变量,以国内专利申请受理量作为衡量标准,其余指标与基准回归一样。选取 2011~2021 年全国 31 个省市(港澳台除外)的相关数据进行分析处理,考察技术进步对人口老龄化的负面作用的调节效应。

3.3. 数据来源与描述性统计

本文选取 2011~2021 年中国 31 个省市(港澳台除外)作为研究对象,数据来源于《中国统计年鉴》。为减少异方差和统计性偏误,对绝对量进行对数化处理。

如表 1 可知,人均 GDP 的均值为 55626.59,表明 31 省市的平均经济水平较高。然而,标准差为 28666.71,显示出各省市人均 GDP 水平具有显著差异。其最低值为 16,024,而最高值达到 183,980,进一步证明了人均 GDP 在全国各省市中的广泛分布。这种较大的变异性反映了不同省份之间经济发展存在不均衡的现状。

Table 1. Descriptive statistics

表 1. 描述性统计

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
avegdp	341	55626.590	28666.710	16024.000	183980.000
aging	341	0.107	0.028	0.048	0.188
urban	341	0.586	0.131	0.227	0.896
industry	340	49.424	9.093	32.600	83.900
gov	341	5120.057	2977.876	705.910	18247.010
Intec	341	10.638	1.578	5.136	13.796

4. 实证结果分析

4.1. 基准回归分析

本文采用固定效应模型对数据进行回归分析。

表 2 基准回归分析显示, 人口老龄化水平与经济增长呈现显著的负相关关系。具体而言, 老龄化水平每提升 1 个百分点, 会导致经济增速下降 0.115 个百分点, 这一实证结果验证了人口老龄化对经济发展的制约作用。

Table 2. Benchmark regression results
表 2. 基准回归结果

VARIABLES	lnavegdp
lnaging	-0.115*** (0.038)
控制变量	yes
Constant	10.993*** (0.370)
Observations	340
R-squared	0.978
Number of id	31
yearfix	yes
idfix	yes

Standard errors in parentheses, ***p < 0.01, **p < 0.05, *p < 0.1.

4.2. 内生性处理

基于经济变量间存在的内生性关联, 人口老龄化与经济增长可能形成双向因果联系, 即经济增长水平亦会对老龄化程度产生反馈效应, 这种内生性关系可能导致计量模型估计出现偏误。为解决这一问题, 本研究借鉴周肖燕等学者研究方法[13], 选取老年人口抚养比作为核心解释变量的工具变量, 并采用两阶段最小二乘法(2SLS)进行参数估计, 具体回归结果详见表 3 所示。

工具变量回归结果见表 3 所示, 回归结果表明, 模型中可能存在内生性问题。第一阶段回归结果显示, 老龄人口抚养比与人口老龄化化是呈显著的正相关关系, 因此本文选取的工具变量满足相关性要求。同时, Kleibergen-Paap 系列检验统计量的大小均明显大于临界值, 说明不存在弱工具变量问题。第二阶段回归结果显示, 人口老龄化对经济增长的系数显著为负, 表明本文的基准回归结果是稳健的。

4.2. 稳健性检验

本文将解释变量滞后一期进行回归以解决变量同期相关性问题, 避免因遗漏变量导致人口老龄化与误差项同期相关导致的估计误差, 如表 4 所示, 滞后项的回归系数依然保持统计显著性且与基准回归方向一致, 初步验证了模型的稳健性。为进一步确保估计结果的可靠性, 本文对关键变量实施了 1% 和 99% 分位数的缩尾处理, 以消除极端值的干扰。处理后的回归分析显示, 核心解释变量的系数符号显著为负。双重检验结果表明, 本研究的主要结论具有较好的稳健性。

Table 3. Tool variables
表 3. 工具变量

VARIABLES	(1)	(2)
	第一阶段	第二阶段
iv	0.8365*** (73.8017)	
lnaging		-0.1045** (-2.4938)
控制变量	yes	yes
Observations	340	340
R-squared	0.993	0.493
Firm FE	yes	yes
Year FE	yes	yes
Kleibergen-Paap rk Wald F	4599.576 [16.38]	
Kleibergen-Paap rk LM	97.044***	

Standard errors in parentheses, *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$.

Table 4. Robustness test
表 4. 稳健性检验

VARIABLES	解释变量滞后一期	样本缩尾处理
	lnavegdp	lnavegdp
lagged_lnaging	-0.251** (0.099)	-0.191** (0.086)
控制变量	yes	yes
Constant	9.813*** (1.360)	9.333*** (1.120)
Observations	80	88
Number of id	8	8
R-squared	0.981	0.987
yearfix	yes	yes
idfix	yes	yes

Standard errors in parentheses, *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$.

4.3. 异质性分析

我国各省份在经济发展水平和人口老龄化进程方面呈现出明显的区域差异性特征。基于区域异质性，

本研究对东、中、西部三大经济地带分别进行回归分析。实证结果如表 5 显示,人口老龄化对经济增长的抑制作用呈现明显的区域差异:在中部和西部地区,该负面影响在 5% 的显著性水平上得到验证,其中中部地区的回归系数为-0.191,西部地区为-0.161,表明老龄化对西部经济的制约作用相对更强。相比之下,东部地区并未表现出显著的负向关联,这主要是由于其较高的经济发展水平和产业集聚优势,创造了充足的就业机会,持续吸引中西部劳动力流入,这种人口迁移效应有效缓解了当地老龄化带来的经济压力。

Table 5. Heterogeneity analysis

表 5. 异质性分析

VARIABLES	East	Middle	West
	lnavegdp	lnavegdp	lnavegdp
lnaging	-0.080 (0.049)	-0.191** (0.086)	-0.161** (0.072)
控制变量	yes	yes	yes
Constant	11.938*** (0.831)	9.333*** (1.120)	12.225*** (0.863)
Observations	120	88	132
Number of id	11	8	12
R-squared	0.981	0.987	0.983
yearfix	yes	yes	yes
idfix	yes	yes	yes

Standard errors in parentheses, *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$.

4.4. 机制分析

本文采用调节效应模型分析技术进步对人口老龄化的调节效应。在生育率不断降低和人口出现负增长的背景下,很难从劳动力供给角度解决人口老龄化对经济增长的负面影响。因此,只有从技术进步角度出发,提高科技发展水平,提升机械化自动化生产率,降低对劳动力的需求,才能缓解老龄化对经济增长的抑制作用。在模型设定方面,本文以平均受教育年限作为人力资本(human)的代理变量纳入调节模型,以控制人力资本积累对经济增长的影响。

表 6 的回归分析结果显示,人口老龄化显著抑制经济增长,而技术进步则对经济发展产生积极推动作用。值得注意的是,当引入两者的交互项后,其系数达到 0.168 且统计显著,这证实了技术进步确实能够调节老龄化带来的负面经济效应。根据新古典增长理论,技术进步作为长期经济增长的内生动力,通过提升劳动生产率、促进资本深化来促进经济增长。在当前人口结构转型的关键时期,随着人口红利逐渐消退和劳动力供给持续收缩,技术进步的重要性愈发凸显。实证研究表明,技术创新不仅能够维持经济持续增长,还能有效抵消人口老龄化对经济发展的制约作用,这一发现为理解中国经济增长动力转换提供了重要启示。

Table 6. Mechanism analysis
表 6. 机制分析

VARIABLES	(1)	(2)
	无交互项	有交互项
	lnavegdp	lnavegdp
lnaging	-0.105* (0.055)	-0.168*** (0.046)
Intec	0.047*** (0.018)	0.087*** (0.015)
inter1		0.250*** (0.021)
控制变量	yes	yes
Constant	7.231*** (0.453)	7.445*** (0.379)
Observations	340	340
R-squared	0.831	0.882
yearfix	yes	yes
idfix	yes	yes

Standard errors in parentheses, *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$.

5. 结论

5.1. 研究结论

本研究基于 2011~2021 年中国省级面板数据，系统考察了人口老龄化对经济增长的影响及其作用机制，主要结论如下：

第一，人口老龄化显著抑制经济增长，这一效应在控制内生性后依然稳健。第二，区域异质性分析表明，老龄化对中西部地区的负面影响显著，而东部地区不显著。这种差异源于产业结构与技术禀赋的分化：中西部依赖劳动密集型产业，技术替代弹性低，劳动力短缺直接冲击生产；东部以高技术产业为主，且通过劳动力流入和技术创新缓冲了老龄化压力。第三，技术进步可以通过要素替代和效率补偿双重路径缓解老龄化冲击，为经济转型提供了关键动力。

5.2. 政策启示

基于研究结论，针对人口老龄化对经济增长的抑制效应、区域异质性特征及技术进步的调节作用，提出以下政策建议：

(1) 构建“技术创新 - 老龄化应对”协同政策体系。加大对自动化设备、智能服务技术的研发补贴与税收优惠，重点支持替代低技能劳动力和提升老年人劳动参与率的技术应用。建立跨区域技术交易平台，

推动东部技术向中西部转移，降低技术获取成本。

(2) 实施差异化区域发展策略。东部地区要发展“银发经济”，通过职业技能培训提升低龄老年人数字素养，促进灵活就业，布局老年健康科技与适老化产品研发。中西部地区要加快制造业自动化改造，降低劳动力依赖；加强基础教育与职业教育投入，以人力资本质量弥补数量下降。

(3) 优化公共服务配套政策。加大对中西部医疗、养老基础设施的转移支付，推动公共服务均等化，降低人口流动成本，引导劳动力区域平衡，缓解老龄化压力。

5.3. 研究展望

本文聚焦宏观经济增长，未区分不同产业对老龄化与技术进步互动关系的差异化响应；以专利申请量衡量技术进步，未深入分析技术的偏向性特征；未充分考虑人口迁移对区域老龄化率的干扰，且静态面板模型难以揭示老龄化与技术进步的长期动态反馈机制。未来研究可结合企业等微观数据，区分行业技术特征，检验老龄化对不同产业技术进步偏向性的影响；可以采用空间面板模型控制区域技术外溢效应，捕捉老龄化、技术进步与经济增长的跨期传导机制。

参考文献

- [1] 胡鞍钢, 刘生龙, 马振国. 人口老龄化、人口增长与经济增长——来自中国省际面板数据的实证证据[J]. 人口研究, 2012, 36(3): 14-26.
- [2] 都阳, 封永刚. 人口快速老龄化对经济增长的冲击[J]. 经济研究, 2021, 56(2): 71-88.
- [3] 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.
- [4] 游士兵, 蔡远飞. 人口老龄化对经济增长影响的动态分析——基于面板 VAR 模型的实证分析[J]. 经济与管理, 2017, 31(1): 22-29.
- [5] Harper, S., Hamblin, K., Hoffman, J., Howse, K. and Leeson, G. (2014) International Handbook on Ageing and Public Policy. Edward Elgar Publishing, 445-451. <https://doi.org/10.4337/9780857933911>
- [6] Mason, A. and Lee, R. (2006) Reform and Support Systems for the Elderly in Developing Countries: Capturing the Second Demographic Dividend. *Genus*, **62**, 11-35.
- [7] Bailey, M.J. (2006) More Power to the Pill: The Impact of Contraceptive Freedom on Women's Life Cycle Labor Supply. *Quarterly Journal of Economics*, **121**, 289-320. <https://doi.org/10.1162/qjec.2006.121.1.289>
- [8] 汪伟, 刘玉飞. 人口老龄化与居民家庭消费结构升级——基于 CFPS2012 数据的实证研究[J]. 山东大学学报(哲学社会科学版), 2017(5): 84-92.
- [9] Gradstein, M. and Kaganovich, M. (2004) Aging Population and Education Finance. *Journal of Public Economics*, **88**, 2469-2485. [https://doi.org/10.1016/s0047-2727\(03\)00065-3](https://doi.org/10.1016/s0047-2727(03)00065-3)
- [10] Hsu, M., Liao, P. and Zhao, M. (2018) Demographic Change and Long-Term Growth in China: Past Developments and the Future Challenge of Aging. *Review of Development Economics*, **22**, 928-952. <https://doi.org/10.1111/rode.12405>
- [11] 陈秋霖, 许多, 周羿. 人口老龄化背景下人工智能的劳动力替代效应——基于跨国面板数据和中国省级面板数据的分析[J]. 中国人口科学, 2018(6): 30-42+126-127.
- [12] 何冬梅, 刘鹏. 人口老龄化、制造业转型升级与经济高质量发展——基于中介效应模型[J]. 经济与管理研究, 2020, 41(1): 3-20.
- [13] 肖周燕, 马昌群. 人口老龄化如何塑造技术进步的技能偏向[J]. 经济管理, 2025, 47(7): 44-64.