

经济研究

# 人口老龄化、技术创新对经济增长质量的影响 ——基于中日两国的比较分析

张季风<sup>1</sup>，邓美薇<sup>2</sup>

(1. 中国社会科学院 日本研究所，北京 100007；2. 中国社会科学院 研究生院，北京 102488)

**摘要：**通过测算中国 30 个省份与日本 47 个都道府县层面经济增长质量指标，构建系统 GMM 模型，创新性地比较分析了中日两国人口老龄化、技术创新对经济增长质量的影响。主要结论有：(1) 中国技术创新驱动经济增长质量提升的表现强于日本，人口老龄化对中日经济增长质量均具有负面影响；(2) 技术创新与人口老龄化的交互作用对经济增长质量具有正向效应，技术创新可以作为应对人口老龄化挑战的有力举措。但是，这种作用在日本实证样本中统计显著，而在中国实证样本中未通过显著性检验。鉴于此，中国应借鉴日本经验，大力推进产业技术革新，提高老年人健康水平，鼓励老年人二次就业等。

**关键词：**技术创新；人口老龄化；系统 GMM；区域经济

中图分类号：F1            文献标识码：A            文章编号：1004-2458(2019)01-0020-12

DOI: 10.14156/j.cnki.rbwtyj.2019.01.003

## 引 言

中国“未富先老”问题愈加凸显，2000 年，65 周岁及以上人口总数为 8 821 万人，老年抚养比为 9.9%，2016 年，65 周岁及以上人口总数增加至 15 003 万人，增幅高达 70% 以上，老年抚养比也增加至 15%。人口老龄化既是挑战又是机遇。党的十九大报告提出“应积极应对人口老龄化，构建养老、孝老、敬老政策体系和社会环境”，并强调创新是引领发展的第一动力，是建设现代化经济体系战略支撑<sup>[1]</sup>，目前中国处于经济转型升级的重要关口期，作为创新范畴下重要组成部分的技术创新是否可以有效应对人口老龄化给经济增长带来

的挑战，人口老龄化加速背景下技术创新对经济增长质量的驱动作用如何，则需要认真考量，因此，将中国与日本情况进行比较，探究人口老龄化、技术创新对经济增长质量的影响，具有一定的研究意义。之所以选择日本作为比较对象，主要基于以下考量：首先，日本最早进入老龄化社会，早在 1970 年老年人口比例就达到 7%<sup>[2]</sup>，目前老龄化程度最为突出，同时技术储备十分丰裕，技术贸易收支比居世界首位；其次，日本将技术创新作为缓解老龄化社会问题和提升经济增长质量的重要举措，不仅提出“社会 5.0”（超智能社会）概念，意欲依托技术创新打造新型社会形态<sup>[3]</sup>；而且重视强化人工智能、医疗器械、健康产业及情报通信领域的创新能力，充分利用老年人力资源；最后，现阶段

收稿日期：2018-11-13

基金项目：中国社会科学院 A 类创新工程项目“日本经济政策与经济战略研究——日本跨越‘中等收入陷阱’的经验与教训”（GJ082017 SCX2975）

作者简介：张季风（1959—），男，吉林伊通人，博士，研究员，博士生导师。主要从事日本经济、中日经济关系、区域经济等研究。

中国经济增长过程与日本过去历程类似,人口老龄化发展速度也与日本相近。根据日本国立保障·人口问题研究所的推断,人口老龄化率由7%增加至14%,中国约需23年(2002年至2025年),日本同样经过23年(1970年至1993年),而其他人口老龄化程度较大的国家相对花费时间较长。如,法国经过115年,瑞典经过85年,美国经过72年等。因此,通过梳理相关理论基础,基于中国省级及日本都道府县层面的动态面板数据<sup>①</sup>,构建实证模型比较分析两国人口老龄化、技术创新对经济增长质量的影响,进而探究技术创新是否可以有效缓冲人口老龄化挑战,以期提出相关政策建议。

## 一、理论基础

### (一) 人口老龄化、技术创新对经济增长质量的影响

目前,学术界尚未对经济增长质量进行明确的界定,通常将经济结构、经济增长有效性、可持续性、分享性等与经济增长密切相关的内容作为经济增长质量涵盖的范畴。人口老龄化对经济增长质量的影响机制表现在:第一,人口老龄化影响经济结构升级。(1)人口老龄化可以通过影响人口结构、各产业就业所占份额而影响经济结构升级(Silverstovs, 2011<sup>[4]</sup>)。(2)老龄化社会相关产业的发展有利于产业结构升级。第二,人口老龄化影响经济增长的有效性,即影响产业生产效率。(1)劳动人口日益老龄化不仅导致社会劳动人口绝对数量的减少,而且其工作所需的体力、耐力相应下降,影响劳动生产效率(Roger and Wasmer, 2011<sup>[5]</sup>)。(2)人口老龄化程度加深的同时,劳动人口平均受教育年限、人力资本也在提高<sup>[6]</sup>,有利于资本生产效率、全要素生产效率的提高。第三,人口老龄化影响经济增长持续性及分享性。(1)人口老龄化通过影响能源消费、废弃物排放等,间接作用于经济增长持续性。Menz and Kühling (2011)研究发现人口年龄结构与能源消费、二氧化硫排放具有统计上的显著关系<sup>[7]</sup>。(2)人口老龄化可能通过影响收

入分配、福利等作用于经济增长分享性(Miyazawa, 2006<sup>[8]</sup>)。此外,随着老龄化社会发展,家庭老龄化、空巢化趋势日益显现,对社会养老保障体系提出更高要求<sup>[9]</sup>,也间接影响经济增长质量。

技术创新对经济增长质量的影响机制表现在:第一,技术创新促进经济增长质量的提升。(1)技术创新通过促进企业生产效率改善,提高企业绩效,进而作用于经济增长质量(D Aboal, 2012<sup>[10]</sup>; D Singh, 2015<sup>[11]</sup>)。(2)技术创新有助于提升企业竞争力,优胜劣汰促进产业结构调整,影响经济增长质量(Montobbio, 2002<sup>[12]</sup>; Metcalfe, 2005<sup>[13]</sup>, Gai and Pissarides, 2007<sup>[14]</sup>)。(3)技术创新可以优化国际分工,并通过技术贸易“扩散效应”影响一国经济增长质量<sup>[15]</sup>。第二,技术创新也有可能阻碍经济发展。如企业倾向于风险高的研发项目,依赖于模仿创新,可能造成研发支出的重复与资金浪费。而且,制度或者区域因素也可能影响技术创新对经济增长的作用(Roper, 2002<sup>[16]</sup>)。

### (二) 人口老龄化与技术创新的交互作用对经济增长质量的影响

关于技术创新与人口老龄化的关系,先行研究主要围绕人口老龄化对技术创新的影响进行探究,如Schneider (2008)认为,劳动力年龄结构与其技术创新能力存在“倒U型”关系<sup>[17]</sup>。关于技术创新与人口老龄化交互作用对经济增长影响的研究文献较少。技术创新与人口老龄化交互作用对经济增长质量的影响机制为:(1)人口老龄化倒逼技术创新,有助于放大技术创新对经济增长质量的正向效应,弥补人口老龄化负向影响。(2)人口老龄化伴随的劳动力稀缺,会使全社会更加重视人力资本培养及技术创新投入,倒逼企业转变生产方式,由依靠廉价劳动力压低成本获取利润向谋求技术创新提高技术水准过渡。(3)老年人并非绝对缺乏高产出能力,高龄劳动人员累积的知识、经验、技能存量有可能助推企业产值增加(Frosch, 2009<sup>[18]</sup>)。(4)通过技术创新可以为老年人提供更便捷的通信服务、更舒适的工作生活环境,有助于充分利用老年人力资本,促进经济增长质量的提升。一方面,

<sup>①</sup> 中日两国行政区划不同,日本全国分东京都、北海道、大阪府、京都府和43县,共47个都道府县,都道府县是平行的一级行政区,直属中央政府,类似于中国直辖市、省、自治区的划分,因此选择中国省级与日本都道府县层面的数据进行比较分析。

随着年龄增长，人的身体机能将发生变化，体力、耐力逐渐下降，但是互联网、物联网及移动通信的技术革新不仅为老年人提供更优质的养老服务，而且一定程度避免老年人体力、耐力的过分消耗，有助于提升老年人社会参与能力，促进退休员工的二次就业。另一方面，医疗设备、护理行业、食品及营养相关行业的技术创新有助于提高老年人健康水平，一国居民的健康对经济增长质量具有重要的驱动作用<sup>[19]</sup>，老年人健康水平的提升不仅给自身带来效用，而且有助于延缓生命衰老过程，减少生命老化对其生产能力的负面影响<sup>[20]</sup>，对于独生子女家庭来说，更有助于减轻年轻子女赡养老人的负担，间接提升其工作效率。

## 二、指标测算与实证模型构建

人口老龄化与技术创新不仅直接影响经济增长质量，两者的交互作用也将间接影响经济增长质量。下面进一步通过构建实证模型进行验证。

### (一) 经济增长质量指标测算

鉴于数据可得性、完整性与中日两国情况对比维度的一致性，借鉴邓美薇、张季风 (2018)<sup>[21]</sup>的做法，最终选取 11 个基础指标，分别进行中日两国经济增长质量的测算。其中，中国西藏自治区数据缺失较多，故剔除。各基础指标描述见表 1。

表 1 中日两国经济增长质量测算所需的共同基础指标说明

综合指标	基础指标及属性	计算方法、数据来源	
经济增长综合指标 (Y)	结构性	产业结构高级化 ↑	第三产业产值/GDP; 中国统计局, 日本内阁府 根据公式计算; 数据来源同上
		产业结构合理化 ↓	
	有效性	劳动生产率 ↑	GDP/就业总数; 数据来源同上 GDP/固定资本存量; 数据来源同上 DEA-Malmquist 指数法测算; 数据来源同上 同上
		资本生产率 ↑	
		全要素生产率变动率 ↑	
		GDP ↑	
	持续性	单位产出能耗量 ↓	能源总消费/GDP; 中国统计年鉴, 日本经济产业省资源能源厅 固体废弃物排放总量/GDP; 中国统计年鉴; 日本环境省
		单位产出固体废弃物排放量 ↓	
	分享性	人均劳动报酬 ↑	同上
		人口死亡率 ↓	同上
		人均居住面积 ↑	中国经济与社会发展统计数据库, 日本统计局

注: ↑表示正向指标, ↓表示负向指标

由于部分指标计算方法较复杂, 需要进行简要说明。关于产业结构合理化测算公式为:

$$ir = \sqrt{\sum_{n=1}^3 (g_{mn} - g)^2 \times \frac{h_{mn}}{g}} \quad (1)$$

式 (1) 中,  $g_{mn}$  表示  $m$  地区  $n$  产业的年均增长速度;  $g$  为地区经济增长速度;  $h_{mn}$  表示地区产业  $n$  在地区经济中所占比重。 $ir$  数值越小, 产业结构越合理<sup>[22]</sup>。全要素生产率采用 Malmquist 指数法估算, 公式为:

$$M_i(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \sqrt{\frac{D^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_i^t(x^t, y^t)} \times \frac{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_i^{t+1}(x^t, y^t)}} \quad (2)$$

其中,  $(x^{t+1}, y^{t+1})$  与  $(x^t, y^t)$  分别表示

第  $t+1$  期与第  $t$  期的投入与产出向量,  $M_i(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t)$  为第  $t$  期至第  $t+1$  期的全要素生产率变动率,  $D^t$  和  $D^{t+1}$  分别表示以第  $t$  期与第  $t+1$  期技术为参照物的第  $t$  期、第  $t+1$  期的技术效率水平。

运用主成分分析方法测算经济增长质量指标, 为更好反映分析对象的动态特征, 采用时间轴上的全局主成分分析 (GPCA) 方法<sup>[23][24]</sup>, 由于各基础指标属性不一致, 因此对负向指标进行倒数处理, 并运用均值化方法进行无量纲化处理。之后, 检验所选取的数据及指标能否进行主成分分析, 中国经济增长质量测算模型的 KMO 检验值为 0.767, 日本为 0.769, 检验值均大于 0.7, Bart-

球形检验显著性均为 0.000, 表明所选择指标及数据合理。对两个测算模型分别提取三个及两个主成分进行分析, 累计贡献率分别为 85.748% 与 89.049%, 均大于 85%, 最后, 根据主成分分析结果计算各基础指标权重, 分别合成得到中日两国的经济增长质量指数。

(二) 实证模型的构建

选取 2002 年至 2014 年中国 30 个省份与日本 47 个都道府县的面板数据进行实证模型构建。首先, 关于变量的选择, 为保障中日两国对比维度的一致性, 被解释变量经济增长质量用上文测算结果表示, 由于《中国经济增长质量报告》<sup>①</sup> 发布的中国各省经济增长质量指数具有较高的可信度与权威性, 也将补充利用该指标进行实证检验。模型解释变量为技术创新、人口老龄化以及两者交互项, 交互项实证结果表征技术创新与人口老龄化的综合作用对经济增长质量的影响。选取授权的专利发明存

量作为技术创新的替代变量, 采用永续盘存法进行计算, 公式为:

$$INV_{it} = (1 - \phi_i) INV_{it-1} + L_{it} \quad (3)$$

$$INV_{i0} = \frac{L_{i1}}{g_i + \phi_i} \quad (4)$$

其中,  $INV_{it}$  为地区第  $t$  年的专利发明存量,  $L_{it}$  为地区  $i$  第  $t$  年的专利发明数量,  $\phi_i$  为专利发明的折旧率,<sup>②</sup> 基期存量  $INV_{i0}$  根据 Hall et al. (2010)<sup>[25]</sup> 的方法计算而得,  $g_i$  为专利发明的年平均增长率。选取老年人口抚养比作为人口老龄化的替代变量。关于控制变量, 由于投资、消费及对外贸易是拉动经济增长的“三驾马车”, 政府行为、人力资本也影响一国技术创新与经济增长质量水平, 因此引入企业固定资产投资额、民间消费支出、对外贸易额、政府财政预算支出与 GDP 比值、与大学毕业生数作为控制变量。除经济增长质量指标外, 对其他变量进行对数处理, 各变量说明见表 2。

表 2 实证变量描述及数据来源

变量	定义	Groups	数据来源与说明
CY	经济增长质量	30	1. 主成分分析方法测度结果; 2. 《中国经济增长质量报告》 主成分分析方法测度结果
JY		47	
LnCAGE	人口老龄化	30	老年人口抚养比, 老年人口数 (65 岁以上) / 劳动年龄人口数 (15~64 岁)
LnJAGE		47	
LnCINV	技术创新	30	专利发明存量
LnJINV		47	
LnCINV · LnCAGE	人口老龄化与技术创新交互项	30	同上
LnJINV · LnJAGE		47	
LnCGOV	政府行为	30	政府财政支出/GDP
LnJGOV		47	
LnCI	投资	30	企业固定资产投资总额
LnJI		47	
LnCC	消费	30	民间消费支出
LnJC		47	
LnCH	人力资本	30	大学毕业生人数
LnJH		47	
LnCTRAD	对外贸易	30	对外贸易总额
LnJTRAD		47	

① 所用数据来源于 2012 年至 2015 年出版的《中国经济增长质量报告》。

② 为了简便计算, 沿用以往文献做法, 认为折旧率为 15%, 年平均增长率为 5%。

其次,为了直观了解中日两国人口老龄化、技术创新对经济增长质量的影响,梳理了中国各省、日本各都道府县的相关排名情况进行描述性分析。由表3可知,对于中国来说,人口老龄化程度较低、技术创新能力较强的省份经济增长质量较高,如,北京、广东、上海、浙江等;尽管部分省份人口老龄化较严峻,但是技术创新能力较强,经济增长质量也排在前列,如,山东、四川、湖北、湖南等;青海、宁夏、新疆等省份尽管人口老龄化程度

较低,但是技术创新能力差,经济增长质量排名靠后。对于日本来说,经济增长质量较高的地区通常是人口老龄化程度低、技术创新能力强的地区,如,东京、大阪、爱知、神奈川等;部分地区尽管人口老龄化程度较高,技术创新能力一般,但是经济增长质量较高,如,秋田、山形、岩手等。整体来看,对于两国来说,人口老龄化程度较高、技术创新能力较差的地区,经济增长质量较低,反之亦然。

表3 人口老龄化、技术创新与经济增长质量的地区排名

中国				日本					
地区	人口老龄化、技术创新、经济增长排名	地区	人口老龄化、技术创新、经济增长排名	地区	人口老龄化、技术创新、经济增长排名	地区	人口老龄化、技术创新、经济增长排名	地区	人口老龄化、技术创新、经济增长排名
北京	25、2、1	广西	11、22、26	北海道	24、24、8	长野	12、11、20	高知	2、41、44
天津	7、13、4	海南	26、28、12	青森	19、46、37	岐阜	26、19、23	福冈	38、10、9
河北	15、18、23	重庆	1、17、16	岩手	11、37、27	静冈	32、7、10	佐贺	28、39、45
山西	23、20、29	四川	2、7、14	宫城	41、21、15	爱知	44、3、3	长崎	15、40、30
内蒙古	18、26、18	贵州	12、24、27	秋田	1、44、18	三重	30、18、12	熊本	20、38、28
辽宁	5、9、17	云南	20、21、9	山形	7、34、26	滋贺	43、25、22	大分	9、43、47
吉林	14、19、15	陕西	9、10、24	福岛	25、33、21	京都	34、5、13	宫崎	16、36、41
黑龙江	22、16、10	甘肃	21、25、25	茨城	36、13、14	大阪	37、2、2	鹿儿岛	17、42、34
上海	19、4、2	青海	28、30、28	栃木	40、28、11	兵库	35、6、7	冲绳	47、45、43
江苏	3、3、6	宁夏	30、29、30	群马	33、15、19	奈良	23、32、39		
浙江	17、5、8	新疆	29、27、22	埼玉	42、8、5	和歌山	5、30、29		
安徽	8、12、21			千葉	39、12、6	鸟取	14、47、46		
福建	27、15、5			东京	46、1、1	岛根	3、35、42		
江西	13、23、19			神奈川	45、4、4	冈山	21、17、24		
山东	4、6、13			新潟	18、20、17	广岛	29、9、16		
河南	16、14、20			富山	10、22、33	山口	4、16、31		
湖北	10、8、7			石川	31、23、25	德岛	6、31、35		
湖南	6、11、11			福井	22、27、38	香川	13、29、36		
广东	24、1、3			山梨	27、26、32	爱媛	8、14、40		

注:限于篇幅,排名中依次汇报2014年中日各地区人口老龄化、技术创新及经济增长质量的排名情况

最后, 根据理论基础与前文分析, 设定动态面板数据计量模型如下:

$$Y_{it} = \alpha + \beta_1 Y_{it-1} + \beta_2 \ln INV_{it} + \beta_3 \ln AGE_{it} + \beta_4 \ln GOV_{it} + \beta_5 \ln I_{it} + \beta_6 \ln C_{it} + \beta_7 \ln H_{it} + \beta_8 \ln TRAD_{it} + \mu_i + \epsilon_{it} \quad (5)$$

$$Y_{it} = \alpha + \eta_1 Y_{it-1} + \eta_2 \ln INV_{it} + \eta_3 \ln AGE_{it} + \eta_4 \ln INV \cdot AGE_{it} + \eta_5 \ln GOV_{it} + \eta_6 \ln I_{it} + \eta_7 \ln C_{it} + \eta_8 \ln H_{it} + \eta_9 \ln TRAD_{it} + \mu_i + \epsilon_{it} \quad (6)$$

其中,  $i$  表示地区,  $t$  表示观测年份,  $Y_{it-1}$  为经济增长质量指标  $Y_{it}$  的滞后一阶项,  $\ln INV_{it}$ 、 $\ln AGE_{it}$  及  $\ln INV \cdot AGE_{it}$  为主要解释变量,  $\ln GOV_{it}$ 、 $\ln I_{it}$ 、 $\ln C_{it}$ 、 $\ln H_{it}$  及  $\ln TRAD_{it}$  为控制变量,  $\mu_i$  表示地区异质性,  $\epsilon_{it}$  为随机误差项。这里需要注意, 由于加入交互项使得原变量的参数解释具有困难, 因此在实证具体操作中需要将模型重新参数化<sup>①</sup>。为更加明晰人口老龄化背景下技术创新对经济增长质量的影响, 方程 (5) 中不含有交互项, 方程 (6) 中包含交互项。选用广义矩估计 (GMM) 方法进行估计, GMM 估计包括水平 GMM 估计、差分 GMM 估计与系统 GMM 估计三种方法。方程 (5)、(6) 均为水平 GMM 估计方程, 将其分别进行差分运算得到:

$$\Delta Y_{it} = \Delta \beta_1 Y_{it-1} + \Delta \beta_2 \ln INV_{it} + \Delta \beta_3 \ln AGE_{it} + \Delta \beta_4 \ln GOV_{it} + \Delta \beta_5 \ln I_{it} + \Delta \beta_6 \ln C_{it} + \Delta \beta_7 \ln H_{it} + \Delta \beta_8 \ln TRAD_{it} + \Delta \epsilon_{it} \quad (7)$$

$$\Delta Y_{it} = \Delta \eta_1 Y_{it-1} + \Delta \eta_2 \ln INV_{it} + \Delta \eta_3 \ln AGE_{it} + \Delta \eta_4 \ln INV \cdot AGE_{it} + \Delta \eta_5 \ln GOV_{it} + \Delta \eta_6 \ln I_{it} + \Delta \eta_7 \ln C_{it} + \Delta \eta_8 \ln H_{it} + \Delta \eta_9 \ln TRAD_{it} + \Delta \epsilon_{it} \quad (8)$$

方程 (7)、(8) 为差分 GMM 估计方程,  $\Delta$  为一阶差分运算符, 其他变量涵义与方程 (5)、(6) 相同。系统 GMM (SYS-GMM) 即是将差分 GMM 方程与水平 GMM 方程结合作为一个方程系统进行 GMM 估计。相较于差分 GMM 与一步法系统 GMM 估计, 采用纠偏后的稳健型标准差的两步法系统 GMM 估计更有效率<sup>[26]</sup>。采用系统 GMM 两步法依据方程 (5) 至 (8) 进行估计, 实证结果见表 4、5。

### (三) 实证结果讨论

表 4、表 5 分别为探究中国与日本的人口老龄化、技术创新对经济增长质量影响的实证模型结果。其中 AR 检验结果均无法拒绝不存在二阶自相关的假设, Hansen 检验结果拒绝原假设, 表明选择的工具变量合理<sup>②</sup>。表 4 中, 模型 1、6 分别为不含交互项及含有交互项的实证结果。模型 2 至 6 逐步添加控制变量, 主要解释变量系数的方向及显著性不变, 表明控制变量选择合理, 模型具有稳定性。为保障实证结论的可靠性, 模型 7、8 中被解释变量用《中国经济增长质量报告》发布的指数进行替换, 主要解释变量的系数方向及显著性未发生明显变化。实证结果表明, 按照测算的经济增长质量指标来看, 对于中国来说, 在其他变量保持不变的情况下, 人口老龄化每增加 1%, 经济增长质量降低 0.157 0%, 技术创新每增加 1%, 经济增长质量提升 0.069 9%, 两者交互项系数为正, 即技术创新有可能削弱人口老龄化对经济增长质量的负面效应, 但是交互项系数未能通过显著性检验, 即这种作用并不显著。人力资本、消费与投资均对经济增长质量产生负面作用, 但政府财政支出与对外贸易有助于提升经济增长质量。表 5 中, 模型 9、14 分别为不含交互项及含有交互项的实证结果。模型 10 至 14 为逐步加入控制变量的实证结果。由实证结果可知, 对于日本来说, 在其他变量保持不变的情况下, 人口老龄化每增加 1%, 日本经济增长质量降低 0.634 6%, 技术创新每增加 1%, 日本经济增长质量提升 0.011 4%; 而两者交互项每增加 1%, 日本经济增长质量提升 0.116 6%。不同于中国的情况, 日本的技术创新与人口老龄化交互项系数在 5% 统计水平下显著, 在一定程度上说明日本的技术创新可以削弱人口老龄化对经济增长质量的负面冲击, 可以有效应对人口老龄化挑战。另外, 日本民间消费支出有助于提升经济增长质量, 但是政府财政支出、投资、人力资本与对外贸易对经济增长质量的影响并不显著。

① 参照伍德里奇做法, 将包含两个解释变量及一个交互项的模型:  $y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_1 x_2 + \mu$ , 将模型重新参数化为:  $y = \alpha_0 + \alpha_2 x_2 + \alpha_3 (x_1 - \mu_1) (x_2 - \mu_2) + \mu$  其中,  $\mu_1$ 、 $\mu_2$  分别为  $x_1$ 、 $x_2$  的总体均值, 参考伍德里奇:《计量经济学导论 (第四版)》第 186 页。

② 模型 10、11、12 中, Hansen 检验 p 值大于 0.05, 按照先行研究惯例, 同样可以认为工具变量选择有效。

表 4 中国人口老龄化、技术创新对经济增长质量影响的实证结果

解释变量	SYS-GMM							
	模型 1	模型 2	模型 3	模型 4	模型 5	模型 6	模型 7	模型 8
LnCY	0.7686*** (0.7840)	0.8534*** (0.0731)	0.8168*** (0.0744)	0.7683*** (0.0852)	0.7390*** (0.0768)	0.7352*** (0.0757)	0.1067* (0.0606)	0.0952 (0.0598)
LnCAGE	-0.1186** (0.0568)	-0.0784* (0.0416)	-0.0846* (0.0495)	-0.1047** (0.0460)	-0.1465*** (0.0521)	-0.1570*** (0.0557)	-0.4778 (1.4522)	-1.5045** (0.6176)
LnCINV	0.0649** (0.0290)	0.0904*** (0.0305)	0.0878** (0.0272)	0.0907*** (0.0330)	0.0931*** (0.0280)	0.0699** (0.0276)	0.8276* (0.4479)	0.8783*** (0.3337)
LnCINV · LnCAGE		0.0166 (0.0320)	0.0117 (0.0293)	0.0203 (0.0288)	0.0566 (0.0386)	0.0555 (0.0412)		0.1996 (1.2292)
LnCH—	0.1241** (0.0544)	-0.0509** (0.0251)	-0.0692*** (0.0266)	-0.1500*** (0.0556)	-0.1526*** (0.0441)	-0.1222*** (0.0474)	0.5774 (0.5671)	0.2806 (0.4718)
LnCGOV	0.1401** (0.0584)		0.0400* (0.0222)	0.1087*** (0.0408)	0.1962*** (0.0621)	0.1725*** (0.0556)	-0.4893 (0.8908)	-1.3301* (0.7935)
LnCC	-0.1073 (0.0810)			-0.1448*** (0.0549)	-0.2261*** (0.0695)	-0.1398* (0.0729)	1.0574 (1.0734)	2.0087* (1.1409)
LnCI	-0.0619** (0.0287)				-0.0935*** (0.0367)	-0.5082 (0.0298)	0.2766 (0.8178)	
LnCTRAD	0.0355** (0.0180)					0.0408** (0.0180)	0.1290 (0.2641)	0.1641 (0.2406)
Cons	0.7208*** (0.2017)	0.3381** (0.1698)	0.3371* (0.1812)	0.6291** (0.2732)	0.6591*** (0.2373)	0.7232*** (0.2202)	-1.6773 (5.8071)	1.0342 (5.2563)
AR(1)	-2.42 (0.016)	-2.40 (0.016)	-2.41 (0.016)	-2.42 (0.016)	-2.39 (0.017)	-2.38 (0.017)	-2.19 (0.029)	-2.35 (0.019)
AR(2)	0.06 (0.954)	-0.27 (0.786)	-0.28 (0.779)	-0.19 (0.846)	0.06 (0.949)	0.18 (0.857)	-0.62 (0.532)	-0.44 (0.659)
Hansen 统计量	26.42 (0.745)	28.74 (0.632)	27.85 (0.677)	27.82 (0.678)	25.38 (0.790)	24.31 (0.833)	25.87 (0.769)	26.29 (0.750)
Wald 检验	2961.03 (0.000)	10957.19 (0.000)	7145.29 (0.000)	4447.36 (0.000)	4147.62 (0.000)	4531.53 (0.000)	33.59 (0.000)	60.82 (0.000)
Obs	360	360	360	360	360	360	360	360
Groups	30	30	30	30	30	30	30	30

注：①\*\*\*, \*\*, \* 分别表示 1%、5%、10% 的显著性水平，() 内为稳健型标准误；② AR(1)、AR(2) 及 Hansen 检验中 () 内为 P 值

表5 日本人口老龄化、技术创新对经济增长质量影响的实证结果

解释变量	SYS-GMM					
	模型 9	模型 10	模型 11	模型 12	模型 13	模型 14
LJY	0.907 0*** (0.037 3)	0.819 4*** (0.088 9)	0.832 0*** (0.081 7)	0.808 5*** (0.085 4)	0.808 4*** (0.086 1)	0.823 4*** (0.081 4)
LnJAGE—	0.500 2** (0.216 2)	-0.477 3* (0.245 6)	-0.477 3* (0.252 7)	-0.612 8** (0.266 0)	-0.691 9** (0.275 1)	-0.634 6** (0.266 7)
LnJINV	0.010 0** (0.004 8)	0.011 4 (0.007 7)	0.013 2* (0.007 6)	0.014 0* (0.007 9)	0.015 0** (0.007 5)	0.011 4* (0.006 5)
LnJINV · LnJAGE		0.126 0** (0.054 1)	0.111 6** (0.048 1)	0.126 3** (0.051 7)	0.129 4** (0.052 2)	0.116 6** (0.048 7)
LnJC (0.054 7)	0.111 4** (0.071 4)	0.159 8** (0.074 5)	0.160 2** (0.081 1)	0.169 3** (0.090 4)	0.208 1** (0.097 4)	0.172 4* (0.097 4)
LnJGOV	0.0593 (0.036 0)		0.021 4 (0.022 3)	0.049 4 (0.034 8)	0.042 0 (0.035 7)	0.038 5 (0.033 6)
LnJI	0.035 5 (0.0216)			0.040 3 (0.030 1)	0.035 5 (0.028 7)	0.033 7 (0.026 2)
LnJH	-0.008 2 (0.008 9)				-0.016 2 (0.012 9)	-0.015 5 (0.011 0)
LnJTRAD	0.036 0* (0.019 1)					0.021 3 (0.025 0)
Cons (0.306 2)	-0.864 2*** (0.313 3)	-0.712 8** (0.350 0)	-0.795 2** (0.396 1)	-1.056 8*** (0.388 6)	-1.161 8*** (0.375 0)	-0.994 7*** (0.375 0)
AR(1)	-3.08 (0.002)	-2.95 (0.003)	-2.98 (0.003)	-2.97 (0.003)	-2.97 (0.003)	-2.99 (0.003)
AR(2)	1.26 (0.207)	1.37 (0.171)	1.34 (0.179)	1.31 (0.190)	1.36 (0.173)	1.34 (0.180)
Hansen 统计量	42.51 (0.101)	43.31 (0.088)	42.78 (0.097)	43.23 (0.089)	41.45 (1.121)	41.45 (0.122)
Wald 检验	8130.74 (0.000)	2428.39 (0.000)	3052.26 (0.000)	3049.77 (0.000)	3896.46 (0.000)	3896.46 (0.000)
Obs	564	564	564	564	564	564
Groups	47	47	47	47	47	47

注:同表4

(四) 稳健性检验

进一步讨论模型内生性及稳健性问题,首先,采取系统 GMM 估计方法,选用稳健型标准误进行估计与经济意义解释,具有可信性;其次,由表 4、5 可知,逐步添加控制变量过程中,核心解释变量显著性

及方向保持不变,验证模型具有稳定性;最后,使用替换解释变量方法及改变估计方法进行重新估计,结果见表 6 及表 7<sup>①</sup>。所得实证结论与表 4、5 基本保持一致。综上所述,实证模型结果具有稳健性。

表 6 稳健性检验:替换变量

中国				日本			
解释变量	模型 15	模型 16	模型 17	解释变量	模型 18	模型 19	模型 20
L.CY	0.113 6*	0.100 0*	0.104 9*	L.JY	0.823 4***	0.912 6***	0.916 8***
	(0.062 1)	(0.059 4)	(0.057 2)		(0.081 4)	(0.170 3)	(0.035 1)
LnCAGE	-1.894 5	-1.349 0	-1.241 8	LnJAGE	-0.175 5**	-0.391 7**	-0.105 5**
	(2.463 3)	(1.926 9)	(2.1432)		(0.0738)	(0.170 3)	(0.046 1)
LnCINV	0.759 6*	1.515 8**	1.524 5**	LnJINV	0.011 4*	-0.127 0*	0.013 6*
	(0.435 5)	(0.656 3)	(0.661 4)		(0.006 5)	(0.068 9)	(0.0105)
LnCINV · LnCA	-0.168 1	-1.175 0	-0.608 4	LnJINV · LnJA	0.032 3**	-0.003 3**	0.030 6*
	(1.029 8)	(1.054 7)	(0.950 0)		(0.013 5)	(0.170 3)	(0.016 4)
其他变量	控制	控制	控制	其他变量	控制	控制	控制
AR(1)	-2.22	-2.24	-2.25	AR(1)	-3.04	-3.06	-3.06
	(0.027)	(0.025)	(0.024)		(0.002)	(0.002)	(0.002)
AR(2)	-0.51	-0.57	-0.61	AR(2)	1.18	1.27	1.27
	(0.609)	(0.566)	(0.540)		(0.240)	(0.204)	(0.203)
Hansen 统计量	24.61	25.23	25.44	Hansen 统计量	40.83	42.46	42.33
	(0.822)	(0.797)	(0.788)		(0.136)	(0.102)	(0.105)
Wald 检验	54.87	29.20	29.58	Wald 检验	10 877.69	8 235.58	8 641.98
	(0.000)	(0.000)	(0.000)		(0.000)	(0.000)	(0.000)
Obs	360	360	360	Obs	564	564	564
Groups	30	30	30	Groups	47	47	47

注:同表 4

① 模型 15、18 中用 65 岁及以上老年人口比重作为人口老龄化替代变量,模型 16、19 中用研发支出存量作为技术创新的替代变量,模型 17、20 则同时替换人口老龄化与技术创新的变量指标。另外,模型 15 至 17 中,被解释变量也用《中国经济增长质量报告》发布的指数进行替换。日本方面的实证结果中,核心解释变量方向及显著性无明显变化,但是中国方面的实证结果与表 4 有部分不吻合,故补充通过改变估计方法进行稳健性检验,见表 7。

表7 稳健性检验:改变估计方法

解释变量	静态模型估计				动态模型估计	
	模型 21 OLS	模型 22 FE	模型 23 RE	模型 24 2SLS	模型 25 DIF-GMM (一步法)	模型 26 DIF-GMM (两步法)
L.CY					0.4057*** (0.1084)	0.4376*** (0.1195)
LnCAGE	-0.4714*** (0.1171)	-0.4975*** (0.1059)	-0.4714*** (0.1171)	-0.2770*** (0.0694)	-0.1520*** (0.0684)	-0.1733*** (0.0818)
LnCINV	0.2664*** (0.0471)	0.2366*** (0.0394)	0.2664*** (0.0471)	0.2753*** (0.0272)	0.1412*** (0.0527)	0.1221* (0.0626)
LnCINV · LnCAGE	0.0801 (0.0737)	0.1027 (0.0684)	0.0801 (0.0737)	0.0786 (0.0498)	0.0028 (0.0507)	0.0017 (0.0564)
其他变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制
R <sup>2</sup>	0.8793	0.8979	0.8793	0.8393		
AR(1)					-3.02 (0.003)	-2.30 (0.021)
AR(2)					0.81 (0.415)	0.76 (0.449)
Hansen 统计量					26.85 (0.140)	26.85 (0.140)
Obs	390	390	390	360	330	330
Groups	30	30	30	30	30	30

注:同表4

### 三、主要结论与启示

基于中国30个省份与日本47个都道府县层面的动态面板数据,通过构建系统GMM模型,对比分析了人口老龄化、技术创新对经济增长质量的影响。主要结论如下:首先,技术创新确实可以有效驱动经济增长质量的提升,而人口老龄化对其具有负面作用;其次,两者交互作用对经济增长质量具有正向影响,即技术创新有助于缓冲人口老龄化的挑战,但是这种作用在日本统计样本中通过显著性检验,而在中国统计样本中未通过显著性检验。进一步分析,这是因为,首先,人口老龄化问题倒逼技术创新,日本积极利用技术创新应对经济难题,特别是人口老龄化带来的社会问题,日本的目标是率先证明通过创新,即使人口减少,也可以促进产值增加<sup>[27]</sup>,同时得益于长期应对少子老龄化的技术储备,日本在

医疗护理、生活服务领域拥有强大的人工智能技术,未来有可能成为日本重要的经济增长点<sup>[28]</sup>。中国也尤为重视技术创新对经济增长的驱动作用,研发投入位居世界前列,科研思维逐步转变,未来技术创新在驱动中日两国经济增长质量提升方面将发挥更大作用。其次,相对于中国而言,日本技术创新在提升老年人口的社会参与度,提高其健康水平,增加其二次就业几率等方面的作用凸显,间接缓冲了人口老龄化的挑战。在《促进福祉用具的研究开发及普及的相关法律》(1993年第38号法律)基础上,日本大力推进医疗、健康、护理等产业技术研发进程,强化情报通信产业技术创新,为老年人口参与社会活动及二次就业提供便捷服务。日本是世界上最早迎来超老龄化社会的国家<sup>[29]</sup>,在技术创新成果有效应用的背景下,日本老龄人口健康状态持续上行,根据日本厚生劳动省及体育厅的相关资料显示,日本老年人的健康寿命及平均寿命逐年增加,而且体力、运动

能力得分呈上行趋势。随着健康状况的改善,日本退休老年人再就业情况也持续改善。从老年人口占劳动力人口比重来看,2016年65岁及以上劳动人口占比攀升至11.8%,增幅高达61.6%。从就业情况来看,65岁及以上老年人口就业占全产业总就业的比重持续上行,2016年达到11.9%。另外,根据日本内阁府的调查,日本老年人社会参与度也趋于提高<sup>[30]</sup>,老年人再就业及参与社会活动不仅有助于减轻日本的社会负担,而且增加老年人经济收入与自我认同感<sup>[31]</sup>。但是,对于中国来说,在食品安全、医疗及老年人护理方面,较之于日本,技术水平存在较大差距,65岁及以上老年人健康水平、再就业情况也并不乐观。根据《中国卫生和计划生育统计年鉴》数据,1998年,65岁及以上老年人慢性病患比重为517.9‰,2008年及2013年即高达645.4‰与539.9‰,而且不仅老年人,由于生活节奏加快、负担加大,许多中青年存在亚健康问题,进而影响工作效率。根据第6次全国人口普查数据,2010年相较于2000年,65岁及以上农村老年人在业率有所提高,这一定程度是因为农村老年人经济收入较为单一、社会保障问题突出,但是城市老年人在业率却趋于下滑,由于城市老年人相对于农村老年人教育背景良好、专业技能经验较强,城市老年人在业率下降不利于充分利用老年资本。尽管相对于发达国家,中国人口老龄化率尚不算高,但是“未富先老”使中国经济面对更大挑战。从实证结果来看,技术创新对中国经济增长质量的驱动作用强于日本。中国应把握发展机遇,借鉴日本相关经验,一方面大力推进技术创新进程,特别是医疗、健康、护理及情报通信等行业技术创新,强化技术创新应对人口老龄化社会挑战的能力;另一方面应未雨绸缪,重视老龄化社会带来的机遇与挑战,提高老年人健康水平,鼓励老年人积极参与社会活动及二次就业。

#### [参 考 文 献]

- [1] 习近平. 决胜全面建成小康社会 夺取新时代中国特色社会主义伟大胜利——在中国共产党第十九次全国代表大会上的报告[EB/OL]. [2018-01-11]. www.xinhuanet.com/2017-10/27/c\_1121867529.htm.
- [2] 陈东, 王萌迪. 老龄化加剧了中国城镇居民的消费不平等吗?——基于年龄效应调整模型的分析[J]. 河北大学学报(哲学社会科学版), 2018(5): 71-84.
- [3] 日本内阁府. 未来投资战略 2017——Society 5.0 の実現に向けた改革[R]. [2017-06-09]. [https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/miraitousi2017\\_1.pdf](https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/miraitousi2017_1.pdf).
- [4] SILIVERSTOV B, KHOLODILIN K A, THIESSEN U. Does aging influence structural change? Evidence from panel data[J]. *Economic Systems*, 2011, 35(2): 244-260.
- [5] ROGER M, WASMER M. Heterogeneity Matters: Labour Productivity Differentiated by Age and Skills[R]. Documents de Travail de la DESE-r Working Papers of the DESE, 2011.
- [6] 蔡昉, 王美艳. 中国人力资本现状管窥——人口红利消失后如何开发增长新源泉[J]. 人民论坛·学术前沿, 2012(4): 56-65.
- [7] MENZ T, KÜHLING J. Population aging and environmental quality in OECD countries: evidence from sulfur dioxide emissions data[J]. *Population & Environment*, 2011, 33(1): 55-79.
- [8] MIYAZAWA K. Growth and inequality: a demographic explanation[J]. *Journal of Population Economics*, 2006, 19(3): 559-578.
- [9] 胡湛, 彭希哲. 中国当代家庭户变动的趋势分析——基于人口普查数据的考察[J]. 社会学研究, 2014(3): 145-166.
- [10] ABOAL D, Garda P. Technological and Nontechnological Innovation and Productivity in Services vis a vis Manufacturing in Uruguay[J]. Idb Publications, 2012.
- [11] DAVINDER SINGH, JAIMAL SINGH KHAMBA, TARUN NANDA. Role of Technological Innovation in Improving Manufacturing Performance: A Review[J]. *International Scholarly and Scientific Research & Innovation*, 2015, 9(1): 398-402.
- [12] MONTOBBIO F. An evolutionary model of industrial growth and structural change[J]. *Structural Change & Economic Dynamics*, 2002, 13(4): 387-414.
- [13] METCALFE J S, RAMLOGAN R. Competition and the regulation of economic development[J]. *Quarterly Review of Economics & Finance*, 2005, 45(2-3): 215-235.
- [14] GAI L R, PISSARIDES C A. Structural Change in a Multisector Model of Growth[J]. *American Economic Review*, 2007, 97(1): 429-443.
- [15] 王竹君. 中国技术创新对经济增长质量的影响分析[J]. 生产力研究, 2014, (6): 1-6.
- [16] ROPER S, LOVE J H. Innovation and export performance: evidence from the UK and German manufacturing plants[J]. *Research Policy*, 2002, 31(7): 1087-1102.

- [17] SCHNEIDER L. Alterung und technologisches Innovationspotential[J]. Zeitschrift Für Bevölkerungswissenschaft, 2008, 33(1): 37—54.
- [18] FROSCHE K, TIVIG T. Labour Markets and Demographic Change[M]. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, 2009: 137—146.
- [19] HICKS N L. Growth vs Basic Needs: Is There a Trade-off? [J]. World Development, 2006, 7(11): 985—994.
- [20] 王弟海, 崔小勇, 龚六堂. 健康在经济增长和经济发展中的作用——基于文献研究的视角[J]. 经济学动态, 2015(8): 107—127.
- [21] 邓美薇, 张季风. 技术创新对提升日本经济增长质量的驱动作用研究——基于日本都道府县动态面板数据的分析[J]. 现代日本经济, 2018(5): 69—80.
- [22] 刘涛. 经济增长与产业结构变动的关系及其效应研究[M]. 北京: 科学出版社, 2013: 144.
- [23] 王晓鹏. 基于多元统计的可持续发展动态评价模型研究与应用[J]. 数理统计与管理, 2011, 30(1): 98—106.
- [24] VIDAL R, MA Y, SASTRY S. Generalized principal component analysis (GPCA)[J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis & Machine Intelligence, 2005, 27(12): 1945—1959.
- [25] BRONWYN H. Hall, Jacques Mairesse, Pierre Mohnen. Measuring the Returns to R&D[J]. UNU-MERIT Working Papers, ISSN 1871—9872: 1—46.
- [26] WINDMEIJER, FRANK. A finite sample correction for the variance of linear efficient two-step GMM estimators[J]. Journal of Econometrics, 2005, 126(1): 25—51.
- [27] ARJUN KHARPAL. Japan has no fear of AI—it could boost growth despite population decline, Abe says [EB/OL]. [2017—03—19]. <https://www.cnbc.com/2017/03/19/japan-rhas-no-fear-of-ai-it-could-boost-growth-despite-population-decline-abe-says.html>.
- [28] 曾婧. 日本少子老龄化对策探微[J]. 河北大学学报(哲学社会科学版), 2018(5): 143—152.
- [29] 胡澎. 日本“长寿社区营造”及其实践[J]. 日本问题研究, 2017, 31(4): 50—60.
- [30] 日本内阁府. 平成 29 年版高龄社会白書 [EB/OL]. (2017—6—23) [2018—7—20]. [http://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2017/zenbun/29pdf\\_index.html](http://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2017/zenbun/29pdf_index.html).
- [31] 丁英顺. 日本老年贫困现状及应对措施[J]. 日本问题研究, 2017, 31(4): 69—80.

[责任编辑 李颖]

## The Effects of Population Aging and Technology Innovation on the Quality of Economic Growth

——Based on System GMM Estimation for Dynamic Panel Data

ZHANG Ji-feng<sup>1</sup>, DENG Mei-wei<sup>2</sup>

(1. Institute of Japanese Studies, Chinese Academy of Social Sciences, Beijing, 100007, China;

2. Graduate School, Chinese Academy of Social Sciences, Beijing, 102488, China)

**Abstract:** By measuring the economic growth quality indicators of 31 provinces in China and 47 counties in Japan, this paper explores the influences of technological innovation and aging on the quality of economic growth through sys-gmm model. The main conclusions are as follows: firstly, for both China and Japan, technological innovation can effectively promote the quality of economic growth, and the aging of population has a negative impact on it; secondly, the interaction between technological innovation and population aging has positive influence on the quality of economic growth, and technological innovation can be used as a powerful measure to deal with the challenge of population aging. However, this impact is significant in the Japanese empirical sample, but not in the Chinese empirical sample. In view of these, China should learn from Japan, promote the health level of aged people, and encourage aged people to participate in social activities and return to work.

**Key words:** technological innovation; population aging; sys-gmm; regional economy