

·研究综述·

# 人口老龄化对技术进步的影响研究综述\*

汪 伟 姜振茂

**【摘 要】**文章梳理了人口老龄化对技术进步影响的研究进展,从个人、企业和国家及地区层面综述了国内外关于人口老龄化对技术进步影响的理论和实证研究。从现有的研究结论看,人口老龄化既可能通过减弱劳动者的身体脑力机能和工作动机、影响劳动者人力资本积累、威胁企业的创新活动、加大企业用工成本及增加国家养老支出等方式,阻碍技术进步;也可能促使人们重视人力资本投资、转变经济增长方式,从而促进技术进步。人口老龄化究竟对技术进步具有积极影响还是消极影响,目前学界尚未达成共识。文章认为,中国需要发挥老龄化对技术进步的积极作用,规避老龄化对技术进步的消极影响,让技术进步成为缓解老龄人口压力、促进经济长远发展的强劲动力。

**【关键词】**人口老龄化 技术进步 劳动生产率

**【作 者】**汪 伟 上海财经大学财经研究所,副教授;姜振茂 上海财经大学财经研究所,博士研究生。

技术进步对经济增长的重要性已经得到众多学者的认可,而人口老龄化既可能通过减弱劳动者的身体脑力机能和工作动机、影响劳动者人力资本积累、威胁企业的创新活动、加大企业用工成本和增加国家养老支出等方式,阻碍技术进步;也可能促使人们更加重视人力资本投资、转变经济增长方式,从而促进技术进步。因此,除了可以通过影响储蓄率、劳动力供给、产业结构等来影响经济增长,人口老龄化还可能通过影响技术进步进而影响经济增长。在实践层面,后金融危机时代,世界各国都积极寻求新的产业革命契机和新的经济增长点,谁能率先抢占科技创新的制高点,谁就能在新一轮的国际竞争中取胜。人口老龄化给科技的发展、创新的驱动带来了挑战,表现在人口年龄结构老化对技术进步和劳动生产率的影响上。直广雄川曾预言,人口年龄结构的老龄化将对日本的劳动生产率和技术进步产生不利影响,由此引起经济增长速度下降(李仲生,2006)。20世纪90年代以后,随着人口老龄化的加速发展,日本经济增长率的确出现了大幅下降,从5%降到1%,甚至出现了零增长现

\* 本文为2013年教育部新世纪优秀人才支持计划(编号:NCET-13-0891)的阶段性成果。

象。众多研究表明,人口老龄化是日本经济出现“逝去的二十年”的重要原因。人口老龄化是影响技术进步并进而影响经济增长的关键要素之一,厘清人口老龄化对技术进步的影响,有助于人们未雨绸缪,采取有力措施应对老龄化带来的挑战。

## 一、国外人口老龄化影响技术进步的相关研究

### (一) 人口老龄化对个人创新能力的影响

#### 1. 年龄、体力、脑力等客观条件变化对个人创新能力的影响

学者们大多认为伴随着人的衰老,身体机能和认知能力等客观条件会出现不同程度的下降,个人的创新能力也会趋于下降。一方面,随着年龄的增长,人的身体机能会发生一系列变化,表现为肌肉强度、有氧代谢能力、灵活性的不断下降(Mazzeo等,2001;DeZwart等,1995;Bosek等,2005)。另一方面,人在衰老的过程中,认知能力等脑力条件也在下降,进而对个人的创新能力造成不利影响(Czaja等,2007),认知能力的下降,直接影响了个人的劳动产出。

另外,有学者发现不同的认知能力下降的程度不同。Schwartzman等(1987)发现语言能力在年老时几乎保持不变,但推理能力和速度从成年时期就开始下降。Skirbekk(2004)指出,当工作需要更多解决问题能力、学习能力及速度时,高龄员工<sup>①</sup>的工作效率下降快,而如果需要更多经验、语言技能时,高龄员工的工作效率比较高。因此,在研究创新能力受年龄影响时,需要考虑个人的岗位特点和特定岗位需要的能力,不能一概而论。

#### 2. 年龄、主观动机的变化对个人创新能力的影响

一些研究认为,随着年龄的增长,个人的工作动机会有所减弱。在理论研究方面,Kanfer等(2000)构造了一个生命周期中的工作动机演变模型,显示年龄与工作动机之间存在“倒U”形关系,并认为结合工作环境的变化及激励机制等因素,年龄增长可能会降低工作的主动性。而Hamermesh(1994)认为,经济学家发表文章的数量变化是对经济回报、自身变化的体能、智能等因素理性考虑的结果,与人力资本的最优投资模型特别是职业匹配模型是一致的,以此来解释经济学家年老时在顶尖刊物上发表文章的数量迅速下降的现象。另外,也有学者在提出理论解释的基础上,利用数据验证了高龄员工创新能力的下降。如Levin等(1991)认为,高龄研究人员预期未来收益下降,从而减少产出,并利用拥有博士学位的物理学家们的产出数据进行验证。由于科研人员的劳动产出数据相对容易取得,目前对个人创新能力与年龄关系的研究多采用科研人员的发明创造数据,但科研人员的创新特点与其他劳动者并不十分相同,未来研究的数据样本或许应该纳入其他劳动者,以增强结论的稳健性。

还有一些研究提出了不同的观点,不认为高龄员工的工作动机普遍较弱。Gibbons等

---

<sup>①</sup> 本文中高龄员工指50岁以上的全职员工。

(1992)观察发现,与年轻员工相比,高龄员工有着更强的自发动机,工作主动性较强。Solem (2008)针对挪威的研究指出,被调查的高龄员工认为自己虽然不能与年轻员工相比,但与处于同一年龄组的人相比,自身效率相差不大,显示高龄员工对自己的工作能力具有一定信心。Marquié 等(2002)指出,虽然高龄员工倾向于低估自己在计算机方面的能力,但却不会低估自己的总体能力。高龄员工工作动机的强弱具有较大的个体异质性,认为高龄员工工作动机较强的观点为延迟退休和老年人在退休后寻求第二职业提供了理论支撑。

### 3. 年龄、人力资本水平的变化对个人创新能力的影响

一些研究发现,高龄员工具有的人力资本特点使其创新能力不足。Rybash 等(1986)发现,劳动者的人力资本越来越与其从事的某项工作相联系,难以在工作间转换,这样随着劳动者年龄的增长,高龄员工难以适应新的工作,从而创新能力趋于下降。Myerson 等(1990)指出,当面临复杂的工作时,高龄员工人力资本的缺陷性更强,年龄增长引致的效率下降随着工作的复杂性而提高。

也有学者提出了不同的观点,认为在人力资本积累层面,个人创新能力并不会随年龄增长而下降。Jones(2010)通过研究 20 世纪诺贝尔奖获得者及著名发明家的产出,发现人们取得重大科研进展的年龄在变大,获得诺贝尔奖及重大科技创新的平均年龄上升了 6 岁左右,并且高龄员工在发明创造方面更有优势。该研究认为,由于科研工作者在进行发明创造之前需要累积前人的知识和经验,而前人创造的知识越多,后代的科研工作者的学习时间就越长,可以用于创造发明的时间就越少,从而影响了年轻时的科研产出。但是,该研究以诺贝尔奖获得者及著名发明家为样本,其结果可能受这一群体自身特点的影响较大。

## (二) 人口老龄化对企业技术进步的影响

### 1. 员工年龄结构老化、人力资本水平变化对企业技术进步的影响

许多研究发现,员工年龄结构老化,威胁到企业人力资本水平的提高,进而对企业技术进步产生不利影响。一些研究从员工接受培训的角度讨论了人口老龄化对企业技术进步的消极影响。Asplund(2005)指出,私人企业为高龄员工提供的正规培训比年轻员工要少很多,从而影响了高龄员工的工作效率。在此基础上,Behaghel 等(2010)利用双差分模型进行理论探讨,发现当公司采用先进的信息科技时,能力要求低的职位上的龄员工更不容易获得计算机应用和团队协作方面的培训,而能力要求高的职位上的高龄员工则可以获得计算机方面的培训进而提高效率。如今许多工作都是由计算机完成的,高龄员工不能获得计算机方面的培训,势必会对工作效率造成极大的影响。另外,当今许多工作离不开团队协作,Kuhn 等(2007)构建了一个两期世代交叠模型,从理论上探讨团队内高龄员工向年轻员工进行培训,从而传递经验的问题,认为人口老龄化对培训发生率的影响可以分解为人口效应和经济效应,两个效应都为负,因此认为人口老龄化对培训发生率有不利影响。员工接受培训能够提高自身工作技能,人口老龄化对员工培训的消极影响势必会威胁到企业的技术进步。

高能力员工和高龄员工流失常常影响企业的技术进步,一些文献从这一角度揭示了人口老龄化对企业技术进步的消极影响。Noda(2011)以研发部门的员工作为有能力的员工,建设行业的员工作为无能力的员工构造理论模型,结果发现,伴随着人口结构的变化,有能力的员工数量逐渐减少,企业研发部门的人力资本不足,进而影响创新比率。Ashworth(2006)以美国的电能行业为样本,指出老龄化时期,退休的高龄员工越来越多,会给企业带来短期乃至长期的知识流失。研发类员工和高龄员工具有的知识都是对企业技术进步十分重要的人力资本,这些员工的流失势必会对企业的技术进步产生消极作用。

### 2. 员工年龄结构老化、企业研发创新变化对企业技术进步的影响

企业的研发创新活动是企业技术进步的基础。部分学者从企业产品创新、生产过程创新及对新技术应用的角度入手,研究了伴随着企业员工年龄结构老化,企业创新活动的变化,研究结论显示人口老龄化对企业技术创新具有不利影响。

Schneider(2008)利用雇主—雇员数据,发现德国生产企业的劳动力的年龄结构与技术创新之间存在“倒U”形关系。Rouvinen(2002)研究了芬兰生产部门的产品创新和生产过程创新,结果表明,员工的平均年龄越高,生产过程创新的可能性就越小。Meyer(2009)发现拥有年轻员工多的公司容易采用新技术,而拥有高龄员工多的公司难以采用新技术;信息技术与工作环境的改善(如等级制度降低、员工更加有发言权、团队协作程度提高等)是互补的,在年轻员工较多的情况下,改善了工作环境的企业更不可能采用新技术,而对于拥有更多高龄员工的企业,改善工作环境有助于企业采用新技术。

总之,企业的研发创新活动受员工年龄结构老化影响较大,这可能是由于高龄员工较多时,企业相对缺乏活力。另外,人口老龄化对企业研发创新的影响还需要关注企业管理环境的改善。

### 3. 员工年龄结构老化、用工成本上升对企业技术进步的影响

部分学者考虑了人口老龄化对企业用工成本的影响。在理论层面的研究中,Noda(2011)以提高的产品质量来代表技术进步,指出在人口老龄化的背景下,企业付给有能力的员工(以研发类员工来表示)的费用增多,加大了企业的研发成本,从而削弱了企业的研发动机,影响企业引进有能力的员工,最终对企业的创新比率(以行业中创新发生的频率表示)产生消极影响。但该研究揭示的仅是研发类员工成本上升带来的影响,而老龄化背景下,工资向高龄员工倾斜使企业用工成本普遍上升,由此造成的对企业研发费用的挤出作用有待进一步研究。而Ilmakunnas等(2007)的实证研究发现,由于新雇佣的高龄员工的工作效率与他们的工资水平相当,公司雇佣高龄员工并不会带来额外的成本,所以不会对企业的利润造成影响。但是,该研究揭示的是新加入的高龄员工对企业成本造成的影响,企业成本对科研费用的挤出作用还需要在企业生产模型中,结合老龄化背景下,企业用工成本整体不断上升来进一步探索。



#### 4. 员工年龄结构老化、企业效率变化对企业技术进步的影响

众多文献从员工年龄结构老化对企业效率影响的角度进行了实证研究,学者们关于人口老龄化对企业效率影响的研究结论也不尽相同,需要区分行业与企业特征。

Prskawetz 等(2006)发现年龄与劳动生产率的关系为“驼型”,驼峰在 30~49 岁,拥有高龄员工越多,企业效率越低,同时年龄对生产率的影响有着行业间的不同,除了年龄与“其他行业”生产率之间的关系为“倒 U”形之外,年龄变化对“ICT 生产”行业没有影响,对“ICT 使用”行业的生产率仅有轻微影响。Malmberg 等(2008)发现,如果不考虑企业的异质性,企业劳动生产率与青壮年员工比重正相关,与高龄员工比重负相关;当考虑到企业的异质性时,高龄员工效率高,年轻员工效率低。可见,在评价人口老龄化对企业效率的影响时,不能一概而论,应当考虑企业自身和行业的特点。

Ilmakunnas 等(2004)以 TFP 指数作为企业效率,证实了企业效率受人口老龄化的消极影响,并利用面板数据估计了芬兰企业的生产率与年龄、资历及受教育程度之间的关系。结果显示,TFP 指数随着年龄上升直到 40 岁。31 岁之前随着年龄增长,TFP 指数提高很快,31 岁之后 TFP 指数提高速度变慢,而在 43 岁之后,随着年龄增长,TFP 指数下降。但该研究采用的方法在计算上较复杂,且由于方法独特,难以与其他学者的研究进行对比。

### (三) 人口老龄化对国家或地区技术进步的影响

#### 1. 人口年龄结构老化对国家或地区技术进步的影响

不同年龄的人对应用新技术等创新活动会做出不同的反应,通常老年人口的增多会使国家或地区的创新活动越来越难以进行,一些研究支持了这一论点。在理论研究上,Lancia 等(2009)构建了一个三期世代交叠模型,证明老龄化社会下预期寿命的延长使中青年员工更加倾向于投票赞成某项新技术的应用,而老年人一般会投票否决应用新技术。Canto 等(2002)也得出了类似的结论。但这两位学者的研究多假设新技术发挥成效需要时间,老年人由于自身寿命的限制,往往享受不到新技术带来的收益,因此倾向于抵制采用新技术。该结论的得出受模型本身假设影响较大,有待实际验证。

在实证设计上,许多研究从人口年龄结构变化的角度入手,利用能够代表技术进步的数据指标进行实证研究,力图从现有的数据中找到老龄化对国家或地区技术进步影响的证据。Feyrer(2007)发现年龄与全要素生产率之间存在“倒 U”形关系,TFP 增长率在 40~49 岁达到顶峰。Werding(2008)进行了相似的研究,同样发现 TFP 水平与年龄结构之间存在“倒 U”形关系。Kurokawa 等(2004)研究了日本 1980~1998 年高学历的老年劳动力比重、低学历的老年劳动力比重及信息科技(ICT)资本存量、净利润与成本总额的比重等指标对 TFP 的影响,认为日本 20 世纪 90 年代经济状况的惨淡不能归结为人口老龄化,而是由于科技本身的特点发生了变化。但这一结论可能受日本自身经济特点影响较大。上述学者利用生产函数计算全要素生产率(TFP),把不属于投入的产出增加均归结为技术进步,但在该方法

下,生产函数的选择、资本份额被不合理的低估及内生问题都是难点(Ilmakunnas 等,2004)。

有学者利用专利数量来进行实证研究。如 Frosch 等(2009)以商业专利的数量来衡量创造力,研究了劳动力的年龄结构对创造力的直接影响,并把人力资本与年龄结构结合,研究不同年龄的人力资本对创造力的影响。结果发现,年轻员工和高龄员工的比重均对专利数目有正向影响,并认为这是由于年轻员工掌握的新知识较多,而高龄员工拥有相对丰富的工作经验,二者可以实现互补;在以工作经验来衡量人力资本时,年轻员工比重越大,专利数量越多,而 50 岁以上的高龄员工比重越多,专利却没有明显增加。

## 2. 人口老龄化、养老负担加重对国家或地区技术进步的影响

在理论层面,一些文献分析指出人口老龄化会加重政府的养老负担,进而威胁到国家或地区的技术进步。Gonzales-Eiras 等(2012)构造了世代交叠模型,发现人口老龄化对经济增长的影响可以分解为直接效应和间接效应,直接效应是通过储蓄率、劳动力供给和资本深化,而间接效应是通过税率、政府预算支出和退休年龄的调整。该研究构造的模型显示社会保障支出对政府公共投资的挤出作用要区分不同的情形:当政府仅调整税率和政府支出,但不延长退休年龄时,伴随着人口老龄化而上涨的社会保障费用会挤出政府公共投资;当政府同时调整退休年龄时,社会保障支出和政府公共投资占 GDP 的比重都在上升,社会保障支出对政府公共投资的挤出效应并不存在。但由于近年来许多国家都在推行延长退休年龄、更改退休条件等举措,因此他们认为同时调整退休年龄的情形更加具有说服力。

虽然不少学者承认养老负担加重对技术进步的阻碍作用,但究竟未来伴随着人口的演变、生产的发展及养老负担的加重,技术进步会不会出现下降态势,还有赖于依靠技术手段进行预测,学者们的研究结果均显示老龄化不会对未来的技术进步产生重大消极影响。Izmirlioglu(2008)构建考虑了人口要素的多部门经济增长模型,推导出技术进步指标(表示为中间产品的多样性),并利用美国数据对模型变量进行标准化,进而利用美国 1950~2000 年的数据对 2001~2050 年的技术进步指标进行了预测。结果显示,尽管出现了人口年龄结构老化,但技术进步可以持续,并且研发人员比例稳步上升。考虑了社会保障和教育支出之后,将会使模型及研究结果更加复杂。Martins 等(2005)考虑了 3 种“年龄一个体生产率”方案:第一种方案假设年龄一个体生产率曲线为“倒 U”形;第二种方案假设个体生产率随着年龄提高而上升,在 40 岁时到达顶峰,之后直到退休保持不变;第三种方案个人生产率变动幅度介于前两种方案之间。在此基础上对 2000~2060 年 OECD 国家的总和生产率进行了估计,除了第二种方案显示总和生产率在 2000~2020 年上升外,第一种和第三种方案都显示总和生产率下降。值得注意的是,这 3 种方案估计的总和生产率的变动幅度很小( $\pm 2.5\%$ ),并且都会在某一个时间点之后稳定,因此该研究认为,老龄化不会对总和生产率产生重大影响,同时尽管增长的健康消费对公共支出造成压力,但并未观察到总和生产率受到大的影响。

### 3. 人口老龄化、经济增长方式转变对国家或地区技术进步的影响

人口老龄化带来的劳动力稀缺等问题可能使全社会更加重视人力资本投资和技术进步。Fougère 等(1999)利用考虑了内生增长的世代交叠模型,从理论角度说明老龄化会促使年轻一代增加人力资本投资。Lee 等(2010)指出,在劳动力供给下降,社会转向提高人力资本投资的情况下,大量缺乏技能的劳动力被少量高技能的劳动力取代,有可能对最终的经济增长产生积极影响。在此基础上,一些学者提出了增加人力资本投资、提高劳动生产率,转变经济增长方式的政策建议。Börsch-Supan(2003)认为,劳动年龄人口的减少对经济增长具有负效应,而这一负效应不能通过加大资本投资予以抵消,而是应该利用教育、培训等手段提高人力资本水平,提高劳动生产率。Bloom 等(2010)认为,面对人口老龄化带来的劳动力短缺,应当加大设备投资,以提高劳动生产率。可以看出,老龄化社会经济增长方式的转变已经引起了众多学者的思考。老龄化现象迫使人们转变经济增长方式,重视技术进步,从而引发社会资源重新配置,催生出新的科技成果,促进技术进步。

## 二、国内人口老龄化影响技术进步的相关研究前沿

### (一) 中国人口老龄化对个人人力资本与创新能力的影

国内学者对人口老龄化影响个人创新能力的研究主要集中在人力资本层面。闫钟(2000)指出,由于高龄员工知识结构陈旧、创新能力不足,因而人口老龄化不利于科技进步。向志强(2003)指出人力资本有生命周期,人力资本的生命周期表现为人力资本存量生命周期和人力资本质量生命周期。高龄员工一方面原先累积的人力资本存量几乎消耗殆尽,另一方面又不能有效地吸收新知识来提升自己的人力资本质量,从而难以跟上技术进步的速度。

与国外学者的研究相比,国内学者对个体创新能力受人口老龄化影响的关注较少,尚未有国内学者从劳动者的身体脑力条件变化、个体动机等角度展开研究。

### (二) 中国人口老龄化对企业技术进步的影响

关于人口老龄化对企业技术进步的影响,国内学者的研究主要集中在加大企业成本、影响企业团队氛围等方面。

国内学者注意到,在可用资源有限的条件下,企业用工成本增大,在一定程度上会挤出企业的研发资金,进而威胁到企业的技术创新。胡伟略(1991)在理论层面指出,老龄化对企业成本的影响,一是通过工资制度,二是通过影响企业的社会保险费用支出:当今企业的工资制度普遍向高龄员工倾斜,随着企业中高龄员工比例的增大,企业将负担更多的工资成本;退休职工的增加也会加大企业的社会保险费用支出。企业员工年龄结构老化带来的用工成本上升势必会加重企业研发和生产的负担。

国内一些研究指出,人口老龄化可能通过影响企业的创新氛围,进而影响企业的技术

进步。袁传攀、湛文倩(2011)指出,由于企业中新老员工在生活方式、成长环境上存在差异,因此在价值观、行为方式上多有不同,新老员工在沟通交流上的不便影响了团队协作及企业创新。此外,人口老龄化也可能促使企业积极创新,来适应老龄化社会。年龄结构的老化对于企业是一种压力,也是一种动力,促使企业转变创造产值的方式,由靠利用廉价劳动力压低成本创造利润向谋求技术创新转变,用“倒逼”的方式促进企业提升自己的技术水平。

### (三) 中国人口老龄化对宏观技术进步的影响

与个人、企业层面的研究相比,从宏观层面研究人口老龄化对技术进步影响的国内研究相对较多。在依靠实证手段验证人口年龄结构老化对中国技术进步影响的研究中,部分学者以专利授权数量来代表技术进步。李三希、姚东旻(2013)构造知识生产函数,并运用随机效应模型估计了中国30个省份的专利申请授权数受老龄化的影响,结果显示老龄化对中国的创新没有显著影响,其原因在于中国与发达国家在科研状况上的差异。杨杰、罗云(2015)同样以专利数量来代表技术创新,利用1999~2013年中国省级面板数据,同样发现人口老龄化并没有影响中国的技术创新进程。由于并非所有的创新活动都可以申请专利,使用专利数量会造成研究范围较窄(Griliches, 1990)。另外,不同的专利对生产的指导作用不同,仅用数量指标也难以涵盖专利的贡献。

康建英(2010)将TFP作为技术进步的代理指标,借鉴Werding(2008)的方法,以中国1982~2007年28个省份的面板数据为研究对象,结果发现,低年龄组(15~24岁)与高年龄组(55~64岁)的劳动力对于TFP的贡献为负值,并在此基础上分别考察人力资本存量对产出的直接作用及人力资本存量的扩散作用,认为老年劳动力对技术的追赶效应不足。但TFP方法广受诟病,国内早有学者(徐瑛等,2006)指出,把要素投入之外的产出增长都归结为技术进步太过宽泛。可见,采用不同的数据指标来开展实证设计,得到的研究结论也不尽相同,未来究竟采用何种数据指标代表中国的技术进步水平,值得进一步探索。另外,影响技术进步的因素很多,许多研究没有论证所纳入的控制变量的合理性,也没有解释未采用其他控制变量的原因,贺京同、李峰(2007)曾利用经典估计贝叶斯平均(BACE)方法指出本地区试验发展支出、人均GDP、贸易依存度、邻接地区试验发展支出等因素都会影响创新产出,今后的研究或许应该纳入这些因素。

在人口老龄化加重政府养老负担方面,闫钟(2000)从理论层面指出,伴随着老年人口比重的不断提高和数量的逐年增加,政府在养老保障方面的支出越来越多,这在一定程度上会对科研资源的投入形成挤出效应,从而不利于科技进步。而目前在此方面进行数据验证的文献较为缺乏。此外,国内学者也注意到人口老龄化背景下转变经济增长方式的重要性。蔡昉(2004)认为,在知识经济不断发展的今天,物质资本的投资回报率不断下降,而人力资本的投资回报率却能维持在高水平。人口老龄化将诱发由重视物质资本投资向重视人力资本投资的转变,从而潜在地促进生产率提高。



总之,已有国内学者从实证设计方面研究了老龄化对中国技术进步的影响,也注意到老龄化社会养老保障支出对科研经费的挤出作用及转变经济增长方式的必要性,但与国外学者的研究相比,国内学者的研究方法还较为单一。未来国内的相关研究应在借鉴国外学者研究经验的基础上,结合中国人口老龄化的自身特点展开。

### 三、未来研究展望

关于未来的研究方向,本文认为主要有以下几点。

第一,个人层面的研究需要进一步考虑样本选取问题。Prskawetz 等(2006)指出,在研究老龄化对个人创新能力的影响时,高龄员工的个体产出都是以正的概率被选取的,没有纳入离开岗位的高龄员工,从这个意义上讲,也许并非高龄员工仍保持着高产出,而是低产出的高龄员工已经离开了工作岗位,因此没有被选进样本,使高龄员工的产出被高估;另外,职业路径变换也是导致个体层面存在样本选取问题的原因之一,已有学者注意到这一问题(Hoisl, 2007),高龄员工也许并非缺乏保持高产出的能力,而是由于岗位从研发类转变成管理类或销售类,职责要求的变化使高龄员工不再从事科学研究,从而科研产出被低估。另外,在构造实证模型验证年龄对个体产出的影响时,个人的产出会影响到资历、职称等模型中的控制变量,使内生问题普遍存在,个人产出问题上的工具变量更不容易选择,这些都构成今后研究的难点。个人产出随年龄上升的变化虽然具有较强的个体异质性,但在一些国家(如中国)正推行延迟退休政策的背景下,弄清产出开始降低的年龄临界点有重要的政策意义。

第二,企业层面的研究应该更多关注用工成本上升对研发资金的挤出效应。从目前国内外的研究来看,人口老龄化对企业人力资本、研发创新及企业效率的影响已得到众多学者的重视,而关于人口老龄化使企业用工成本上升、造成对研发资金的挤出效应,进而影响企业技术进步的研究还大多停留在思想层面,缺少较为详尽的理论模型及数据验证。另外,选取不同的企业和行业来作为研究样本可能导致得出不同的研究结论,企业层面的研究也需要考虑样本选取问题,以提高研究结论的稳健性。

第三,国家或地区层面的研究应该考虑验证养老保障支出增多对研发资金的挤出作用,随着老龄化程度的加深,养老保障支出增多,势必会影响到国家或地区对科技研发的资金支持力度。目前该方面的理论文献较少,实证文献更是缺乏。在人口老龄化的背景下,如何实现国家养老保障支出及科研经费的平衡,值得国内外学者进一步探索。此外,在国家或地区层面,人口老龄化对技术进步的影响机制更为复杂,老龄化对国家或地区技术进步的影响不仅是个人、企业层面年龄效应的简单加总,需要综合多种影响因素展开。例如,全球化背景下,国际人口迁移、资本流动、产业转移等因素都会影响国家或地区的技术进步,而这些因素又会与人口老龄化产生交互作用,使人口老龄化对技术进步的影响更加复杂。

当前,中国经济步入新常态,经济增长速度由高速转变为中高速,经济增长动力由要素

驱动向创新驱动转变,提高技术水平、建设创新型国家是适应新常态,保持经济平稳发展的重要条件。而自 2000 年进入老龄化社会以来,中国人口老龄化的进程在不断加速,截至 2015 年年底,60 岁以上老年人口已达 2.22 亿,占总人口的 16.1%,根据联合国的预测,中国在 2030 年前后将迎来老龄化的高峰,2050 年中国 60 岁以上的老年人口占总人口的比重将达到 35%~40%。人口老龄化已成为中国经济新常态的重要特征之一,中国经济在老龄化背景下已到了一个关键节点,人口年龄结构老化的压力给创新驱动战略带来了挑战。

本文虽然系统梳理了技术进步与人口年龄结构关系的文献,总结了人口老龄化影响技术进步的机制,对中国妥善应对人口老龄化带来的挑战、认识并适用经济新常态提供了有益的借鉴,但如何发挥老龄化对技术进步的积极作用,规避老龄化对技术进步的消极影响,让技术进步成为缓解老龄人口压力、促进经济长远发展的强劲动力仍然有待进一步探索。

#### 参考文献:

1. 蔡昉(2004):《人口转变、人口红利与经济增长可持续性——兼论充分就业如何促进经济增长》,《人口研究》,第 2 期。
2. 胡伟略(1991):《关于人口老龄化与技术进步的关系问题》,《数量经济技术经济研究》,第 11 期。
3. 贺京同、李峰(2007):《影响自主创新的因素——基于 BACE 方法对中国省际数据的分析》,《南开经济研究》,第 3 期。
4. 康建英(2010):《我国人口年龄结构变化对综合要素生产率和技术进步的影响》,《科技管理研究》,第 3 期。
5. 李三希、姚东旻(2013):《人口老龄化会影响创新吗》,载于马光远主编:《中国创造力报告(2012~2013)——创新驱动中国梦》,社会科学文献出版社。
6. 李仲生(2006):《人口经济学》,清华大学出版社。
7. 徐瑛等(2006):《中国技术进步贡献率的度量与分解》,《经济研究》,第 8 期。
8. 向志强(2003):《人力资本生命周期与教育需求》,《经济评论》,第 2 期。
9. 闫钟(2000):《人口老龄化与科技进步》,《山西科技》,第 4 期。
10. 杨杰、罗云(2015):《中国人口老龄化、技术创新与经济增长的动态影响分析》,《科技与经济》,第 3 期。
11. 袁传攀、湛文倩(2011):《人口老龄化对企业发展的影响》,《经营与管理》,第 6 期。
12. Ashworth M.J. (2006), Preserving Knowledge Legacies: Workforce Aging, Turnover and Human Resource Issues in the US Electric Power Industry. *The International Journal of Human Resource Management*. 17(9): 1659-1688.
13. Asplund R. (2005), The Provision and Effects of Company Training: A Brief Review of the Literature. *The Nordic Journal of Political Economy*. 31(2): 47-73.
14. Behaghel L. and Greenan N. (2010), Training and Age-Biased Technical Change. *Annals of Economics and Statistics*. 99/100: 317-342.
15. Börsch-Supan A. (2003), Labor Market Effects of Population Aging. *Labour*. 17(S1): 5-44.
16. Bloom D.E., Canning D. and Fink G. (2010), Implications of Population Ageing for Economic Growth. *Oxford Review of Economic Policy*. 26(4): 583-612.

17. Bosek M., Grzegorzewski B., Kowalczyk A. and Lubinski I. (2005), Degradation of Postural Control System as a Consequence of Parkinson's Disease and Ageing. *Neuroscience Letters*. 376(3):215-220.
18. Canto E.J.E., DeGroot H.L. and Nahuis R. (2002), Vested Interests, Population Ageing and Technology Adoption. *European Journal of Political Economy*. 18(4):631-652.
19. Czaja S.J. and Lee C.C. (2007), The Impact of Aging on Access to Technology. *Universal Access in the Information Society*. 5(4):341-349.
20. DeZwart B., Frings-Dresen M. and VanDijk F. (1995), Physical Workload and the Ageing Worker: A Review of the Literature. *International Archives of Occupational and Environmental Health*. 68(1):1-12.
21. Frosch K. and Tivig T. (2009), Age, Human Capital and the Geography of Innovation. In Kuhn M. and Ochs C. (eds) *Labour Markets and Demographic Change*. VS Verlag für Sozialwissenschaften, 137-146.
22. Feyrer J. (2007), Demographics and Productivity. *The Review of Economics and Statistics*. 89(1):100-109.
23. Fougère M. and Mérette M. (1999), Population Ageing and Economic Growth in Seven OECD Countries. *Economic Modeling*. 16(3):411-427.
24. Gonzales-Eiras M. and Niepelt D. (2012), Aging, Government Budgets, Retirement, and Growth. *European Economic Review*. 56(1):97-115.
25. Gibbons R. and Murphy K.J. (1992), Optimal Incentive Contracts in the Presence of Career Concerns: Theory and Evidence. *The Journal of political Economy*. 100(3):468-505.
26. Hoisl K. (2007), A Closer Look at Inventive Output: The Role of Age and Career Paths. Munich School of Management Discussion Paper.
27. Hamermesh D.S. (1994), Aging and Productivity, Rationality and Matching: Evidence from Economists. NBER Working Papers. No. 4906.
28. Izmirlioglu Y. (2008), The Impact of Population Ageing on Technological Progress and TFP Growth, with Application to United States: 1950-2050. MPRA Paper. No. 24687.
29. Ilmakunnas P. and Maliranta M. (2007), Aging, Labor Turnover and Firm Performance. ETLA Discussion Papers. No. 1092.
30. Ilmakunnas P., Maliranta M. and Vainiomaki J. (2004), The Roles of Employer and Employee Characteristics for Plant Productivity. *Journal of Productivity Analysis*. 21(3):249-276.
31. Jones B.F. (2010), Age and Great Invention. *The Review of Economics and Statistics*. 92(1):1-14.
32. Kurokawa F., Minetaki K., Nishimura K.G. and Shirai M. (2004), Effects of Information Technology and Aging Work Force on Labor Demand and Technological Progress in Japanese Industries: 1980-1998. in Onofri P. (eds) *The Economics of Aging Population: Macroeconomic Issues (ESRI Studies Series on Aging)*. Edward Elgar Publishing Limited, 75-156.
33. Kanfer R. and Ackerman P. (2000), Individual Differences in Work Motivation: Further Exploration of a Trait Framework. *Applied Psychology*. 49(3):470-482.
34. Kuhn M. and Hetze P. (2007), Team Composition and Knowledge Transfer within an Ageing Workforce. Rosstock Center Discussion Paper.
35. Lee R. and Mason A. (2010), Fertility, Human Capital, and Economic Growth over the Demographic Transition.

- European Journal of Population*. 26(2):159–182.
36. Levin S.G. and Stephan P.E.(1991), Research Productivity Over the Life Cycle: Evidence for Academic Scientists. *The American Economic Review*. 81(1):114–132.
  37. Lancia F. and Prarolo G.(2009), Life Expectancy, Human Capital Accumulation, Technological Adoption and the Process of Economic Growth. in Kuhn M. and Ochs C. (eds) *Labour Markets and Demographic Change*. VS Verlag für Sozialwissenschaften. 169–189.
  38. Meyer J.(2009), Older Worker and the Adoption of New Technologies in ICT-intensive Services. in Kuhn M. and Ochs C. (eds) *Labour Markets and Demographic Change*. VS Verlag für Sozialwissenschaften, 85–119.
  39. Martins J.O., Gonand F., Antolin P., Maisonneuve C. and Yoo K.(2005), The Impact of Ageing on Demand, Factor Markets and Growth. OECD Economics Working Paper. No. 420.
  40. Malmberg B., Lindh T. and Halvarsson M.(2008), Productivity Consequences of Workforce Aging: Stagnation or Horndal Effect? *Population and Development Review*. 34:238–256.
  41. Mazzeo R.S., Tanaka H.(2001), Exercise Prescription for the Elderly: Current Recommendations. *Sports medicine*. 31(11):809–818.
  42. Marquié J.C., Jourdan-Boddaert L. and Huet N.(2002), Do Older Adults Underestimate Their Actual Computer Knowledge? *Behavior and Information Technology*. 21(4):273–280.
  43. Myerson J., Hale S., Wagstaff D., Ponn L.W. and Smith G.A.(1990), The Information Loss Model: A Mathematical Theory of Age-Related Cognitive Slowing. *Psychological Review*. 97(4):475–487.
  44. Noda H.(2011), Population Aging and Creative Destruction. *Journal of Economic Research*. 16:29–58.
  45. Prskawetz A., Malmberg B., Skirbekk V., Freund I. and Winkler-Dworak M.(2006), The Impact of Population Ageing on Innovation and Productivity Growth in Europe. Österreichische Akademie der Wissenschaften, Institut für Demographie, Research Report No.28.
  46. Rouvinen P.(2002), Characteristics of Product and Process Innovators: Some Evidence from the Finnish Innovation Survey. *Applied Economics Letters*. 9(9):575–580.
  47. Rybash J.M., Hoyer W. and Roodin P.A.(1986), *Adult Cognition and Ageing*. Pergamon Press.
  48. Skirbekk V.(2004), Age and Individual Productivity: A Literature Survey. *Vienna Yearbook of Population Research*. 2:133–153.
  49. Solem P.(2008), Age Changes in Subjective Work Ability. *International Journal of Ageing and Later Life*. 3(2):43–70.
  50. Schwartzman A.E., Gold D., Andres D., Arbuckle T.Y. and Chaikelson J.(1987), Stability of Intelligence: A 40 Year Follow-up. *Canadian Journal of Psychology*. 41(2):244–256.
  51. Schneider L.(2008), Alterung und Technologisches Innovationspotential: Eine Linked Employer-Employee Analyse. *Zeitschrift für Bevölkerungswissenschaft*. 33(1):37–54.
  52. Werding M.(2008), Aging and Productivity Growth: Are There Macro-Level Cohort Effects of Human Capital?. CESIFO Working Paper. No. 2207.

(责任编辑:朱 犁)