

技术扩散中人口规模和质量的作用： 来自 OECD 的实证

王金营, 杨一丹

(河北大学 经济学院, 河北 保定 071000)

摘要:中国面临老龄化程度不断加深与低生育水平下人口负增长的双重影响,以劳动要素和资本要素扩张为主要动力的经济发展方式已趋势微。要保持经济高质量发展,创新和技术进步便成为第一重要的驱动要素,而技术扩散是实现技术创新和实际应用的根本途径。为此,将人口规模和质量纳入技术扩散分析框架,研究发现:技术扩散受到人口规模与质量的双重影响。人口规模对技术扩散有正向作用,具有池效应,且在一定人口质量下才会显现出马太效应;人力资本具有储能效应,与技术扩散互为动因。由此可以得出启示,在人口负增长和老龄化下,只要人口规模足够大,伴随人口质量的提升,技术扩散可顺利实现并产生巨大效应,进而形成创新驱动推动我国实现经济高质量发展。

关键词:技术扩散;技术进步;人力资本;人口规模;经济增长

中图分类号:F124.3 **文献标志码:**A **文章编号:**1009-1505(2023)05-0140-13

DOI:10.14134/j.cnki.cn33-1337/c.2023.05.012

一、引言

新中国成立以来,尤其是改革开放以来,我国经济发展步入快车道,国内生产总值(GDP)由1978年的3678.7亿元增长到2022年的121.02万亿元,经济实力实现历史性跃升,经济总量居世界第二位;人均国内生产总值也由1978年的385元增长到2022年的85698元,人民生活水平得到大幅度提高。习近平总书记在党的二十大报告中指出:“到二〇三五年,我国发展的总体目标是:经济实力、科技实力、综合国力大幅跃升,人均国内生产总值迈上新的大台阶,达到中等发达国家水平;实现高水平科技自立自强,进入创新型国家前列。”在以中国式现代化推进中华民族伟大复兴的征程中,实现经济高质量发展和高水平科技自主引领是基础性、根本性和关键性问题。而在影响经济发展和高水平科技自主的众多因素中,人作为社会经济生活的主体,毋庸置疑是其中最为基础而重要的因素。人口与经济发展之间的关系研究由来已久,总的来说要实现一个国家经济高质量发展新突破,科技自立自强能力不断提

收稿日期:2023-04-15

基金项目:国家社会科学基金重点项目“中国实现经济发展的人口回旋空间及其作用研究”(19ARK002)

作者简介:王金营,男,河北大学经济学院教授,博士生导师,经济学博士,教育部“长江学者奖励计划”特聘教授,中国人口学会副会长,主要从事人口学、人口与经济发展、人口发展战略、人力资本等研究;杨一丹,女,河北大学经济学院博士研究生,主要从事人口与经济发展研究。

升,则离不开人以及这个国家的人口发展。根据国家统计局公布的最新数据,2022年末我国人口发展迎来历史性转折,人口总量较上年末减少85万人^[1],预示着我国人口开启了负增长发展的新形态。人口规模(或者说劳动力规模)减少的趋势使得以劳动要素和资本要素扩张为主要动力的经济发展方式已趋势微,要构建以国内大循环为主体、国内国际双循环相互促进的新发展格局,实现未来经济高质量发展,则必然需要提高全要素生产率,需要大力实施创新驱动战略。而相较于新技术研究、创新,更为重要的是在人口负增长和人口老龄化不断加深的背景下,作为关键环节的技术扩散能否顺利进行。

OECD(经济合作与发展组织)的大部分成员国为世界上较发达国家,其经济发展水平居世界前列。根据IMF(国际货币基金组织)数据,2022年在世界经济总量前十的国家中就有七个OECD成员国^[2]。无论是英、美、法等先发国家还是德、日、韩等后发国家在科技创新、技术转移、技术扩散中均表现出显著成效,必然有着成功的经验需要总结和启示。因而,可通过对OECD中部分国家人口发展、全球化市场与技术扩散关系的经验和规律探索、检验,以期得到有意义的启示。

二、基于文献的技术扩散理论分析

(一) 人口、技术进步与经济发展之间的相互作用

1. 技术进步已成为经济增长的主要动力。历史见证了科学技术对经济发展的作用举足轻重,随着人口和经济发展进入新的形态,经济增长的主要动力已逐步由要素扩张向人力资本和技术进步转变。古典经济增长理论和初期的新古典增长理论在探究经济增长源泉时,更多的是聚焦于劳动和资本要素,甚至形成资本决定论和人口增长的外生决定论。然而,在20世纪50年代,经济学家发现已有的经济理论无法解释“经济之谜”,以索洛—斯旺增长模型、索洛—米德模型等为代表的新古典增长理论和以阿罗“干中学”模型、罗默知识溢出模型、卢卡斯人力资本模型、巴罗模型等为代表的内生增长理论及库兹涅茨现代经济增长理论等众多理论研究表明技术进步对经济增长的贡献远大于要素投入增长的贡献。随着实证研究的兴起,涌现了一批包括索洛余值法、丹尼森因素分析法、乔根森测算法、潜在产出法、数据包络分析等测算方法展现了技术进步对经济增长的贡献。Denison 研究发现1909—1929年间教育和技术进步对美国实际国内生产总值的贡献为25%,而到了1929—1957年间该部分的贡献份额增长至47%^[3]。我国科技进步贡献率已由2002—2007年的46%增长至2015—2020年的60.2%^[4]。可见,技术进步对经济增长有明显的推动作用,并且是随一国经济发展水平的提升而增加的,表明技术进步已经成为经济增长的主要动力。在人口老龄化、低生育水平、人口负增长的复杂背景下,劳动要素投入减少及其带来资本要素收益递减,使得创新和技术进步更加凸显出在经济增长中第一动力的作用。

2. 人口促进技术进步及其存在的前提条件。人口增长与经济发展之间的研究林林总总。无论是古典经济学中马尔萨斯式的悲观派与亚当·斯密式的乐观派之间的争论,还是将经济增长源泉归因于资本积累与技术进步的新古典增长理论和内生增长理论均存在一定历史局限性,没有充分阐明人口在经济增长和经济发展中所具有的具体作用及其作用发挥的机制和途径。即使论及人口的作用,也仅仅将人口中劳动因素、人力资本因素纳入经济增长模型加以分析,存在一定的局限性。经济增长理论发展到技术内生理论、内生增长理论以及 Galor 和 Weil 的统一增长理论,这些理论将影响经济发展的研究扩展到了人口规模(人力资本)与技术进步的视角,解释了人口的规模效应^[5]。当一个国家或地区的人口规模足够大时,投入社会生产中的劳动力就足够多,有利于社会分工的细化,各个部门尤其是创新部门的研发活动中也就拥有更多的创新人才,从而为发明创造提供充足的动力。稳定增长的人口规模是保持创新的重要因素之一^[6],有利于技术进步的实现。Boserup 也认为人口增长可以通过促进技术进步来带动经济增长^[7]。这说明人口规模在技术进步和经济增长中具有非常重要的作用。但是,在现实中却存在一个悖论,即人口规模巨大的近代中国(改革开放之前)和印度并没有跻身科技大国,单

纯的人口增长和规模的不断扩大反而对资源消耗表现出很强的“加权效应”,加剧资源的稀缺性,使得经济一度处于相当落后的状态。

新中国成立后,特别是改革开放以来,中国经济实现了奇迹般的增长,科学技术领域也呈现突飞猛进的发展,人口规模巨大、劳动资源丰富在40多年经济快速发展和科学技术水平不断得到提升中起到了巨大的作用。彼时作为技术后发国家,人口红利带来的充足劳动力资源得到了较好的利用^[8],并通过集聚效应与规模效应使企业技术创新效果显著^[9]。车士义等用全要素生产函数分解发现1978—2008年间我国劳动力数量对经济增长的贡献达9%^[10]。人口规模的大小决定了劳动力规模的大小,成为推动技术进步的关键。这其中存在怎样的内在机理是一个需要深入探究的理论话题。人口增长和人口规模大小在正反两个方面对技术进步有着内在的影响。但是,人口规模增长促进技术进步需要一定的前提条件和发挥人口活跃因素的制度环境,否则会陷入马尔萨斯陷阱。

3. 经济反作用于人口与技术进步。社会经济发展程度会反作用于人口发展。当一个国家或地区的经济水平提高时,居民收入往往也会同步增长。根据 Becker 的孩子质量与数量互相替代理论,当家庭收入水平提高时,人们往往会减少生育孩子的数量,而注重提高孩子的质量^[11],使得生育率开始下降,人口增速放缓甚至负增长。与此同时,人口质量即人口受教育与健康(人力资本)水平得到不断上升。反之,则反。同样,社会经济发展程度也会反向影响技术进步。当一个国家或地区的经济水平较高时,源于资本的逐利性与生产要素的稀缺性,一些企业开始研发新产品、新技术以期迅速占领国内市场甚至国际市场获取超额经济利润,技术进步速度加快。相反,根据雁行理论^[12],在产业发展的第一阶段即当一个国家或地区的经济水平相对落后时,由于自身研发能力低下、资金缺乏、市场机制不够完善等因素,只能通过大量进口产品,进行简单技术转移与技术引进,技术进步速度缓慢,需要采用适宜的技术优先提升战略。

由此可见,人口、技术进步与经济发展之间相互影响、相互制约。只有在一定的前提条件下,一国才能通过人口的规模效应促进技术进步从而带动经济增长,否则会陷入马尔萨斯陷阱。同时,经济发展水平反向制约着人口规模、质量变动与技术进步,影响技术进步方式的选择。那么,在技术进步的过程中,人口因素——人口规模和质量到底发挥怎样的作用,作用机理和条件又是什么,都需要进一步展开研究,特别是在人口负增长条件下。

(二) 技术进步的途径:技术扩散

1. 技术扩散的再认识。技术进步有两个获取途径,即技术自主创新和技术转移引进(技术源头),而实现技术进步,还需要一个过程,即技术扩散。根据世界知识产权组织(WIPO)于1977年出版的《供发展中国家使用的许可证贸易手册》中给出的定义:“技术是制造一种产品的系统知识,所采用的一种工艺或提供的一项服务。”技术进步则是指技术各种形式的革新与改进,主要有生产率提高、产品质量改进与生产新产品三种表现形式,而技术创新、技术扩散与技术进步是一个连续的过程。创新不同于发明,Schumpeter 于1912年在《经济发展理论》一书中将“发明”与“创新”区别开来,他认为“发明”是一个技术概念,而“创新”是经济概念,先有“发明”后有“创新”,只有将“发明”的新产品运用到商业活动中才能称之为“创新”^[13]。技术扩散不仅是创新过程中的延续,也是一个完整且独立的技术与经济结合的过程^[14]。已有众多学者对技术扩散进行了概念界定,Schumpeter 将大规模的技术模仿称为“技术扩散”^[15]。陈国宏等认为技术扩散是创新技术的采用者从创新源处获得新技术能量补充,并且在吸收新技术的同时,还会再次形成技术创新^[16]。总的来说,技术扩散就是技术采用者为提高技术效率、缩短技术差距向技术创新源引进新技术,不断消化吸收并继续创新的过程。

从世界历史发展脉络来看,技术扩散在技术进步的过程中不可或缺。如果一项新技术出现后没有进行应用与普及,那么它将不会对我们的社会生活与经济发展产生任何影响。技术扩散作为技术进步的直接来源,作为实现技术价值的途径,需要进一步挖掘其理论机制。

2. 技术扩散的一般性机制。技术扩散理论自20世纪初期以来便是社会学、经济学、管理学研究的重要议题之一,国内外学者对技术扩散的影响因素主要从资源禀赋、产业集聚与外部政策环境的角度,诸如技术势能、基础设施、地理距离、市场需求、经济政策等进行了大量的理论与实证研究。在技术扩散过程中,技术势能、地理距离、市场需求被广泛认作影响扩散的关键因素。

技术势能是指某一区域所具有的技术能级状态,并且其形成需要一定的技术、物质资本与人力资本积累^[17],其贮存形式——人力资本在技术创新与扩散中具有关键作用^[18]。区域间技术势能的差值则为技术势差,新技术往往从技术势能高的地区(技术创新源)向技术势能低的地区(新技术采用者)扩散。技术创新源对于新技术采用者的技术扩散水平取决于采用者的吸收能力。换言之,技术扩散要求新技术的采用者具备相应的技术水平与学习能力,即人力资本储备。此外,技术势差的存在是技术扩散产生的前提,但要求新技术创新源与采用者的技术势差在一定范围内,技术扩散才能得以进行。新技术采用者的技术势能越高,即与技术创新源的技术势差越小,其拥有的技术与人力资本水平则越高,技术吸收能力也就越强,技术扩散速度也就越快,越容易获得并掌握新技术;相反,若技术创新源与采用者的技术势差越大,则说明技术采用者的吸收能力尚未跨过“门槛”,吸收、转化新技术的难度增大,但若采用者获得并掌握了该项新技术,则采用者将拥有更多的技术能量补充,技术进步程度则越大^[16]。

技术扩散有空间“近邻效应”,并且地理距离主要在微观尺度上对技术扩散产生影响。由于技术扩散具有外部性,存在高技术企业空间聚集的现象^[19]。产业园区的存在缩短了高技术企业的地理距离,企业间依靠人力资本的流动,包括人员流动或信息流动的方式降低研发新产品的成本,以便在市场竞争中取胜^[20]。

市场需求的实现是一个信息传播与学习的过程^[21]。当潜在需求不断增长,使得潜在利润足够大时,上游技术创新源会开发、试验新产品,并对消费者进行诱导,使“潜在需求”变成“现实的需求”^[22]。下游技术采用者发现应用新技术有利可图,便向技术创新源获取适宜的新技术并继续创新。

此外,基础设施建设如交通改善也会通过劳动力要素流动、信息传播方式影响技术扩散^[23]。外部经济政策通过作用于新技术上下游企业,激励新技术创新与扩散。总而言之,技术扩散是促进产业升级、优化资源配置并不断促进经济增长的重要途径,动力与激励机制是构成技术扩散机制的重要组成部分^[24]。影响技术扩散的因素无论是从技术势能的高低、微观上企业聚集与否、市场需求的大小还是基础设施建设水平,均受到人口规模与质量的交叉影响。为挖掘我国巨大人口规模下所蕴含的经济发展潜能,阐释人口规模与质量对技术扩散的作用和影响,本文将人口规模和人口质量纳入技术扩散分析框架,探讨人口负增长和老龄化是否会阻碍技术扩散。

三、技术扩散机理的扩展分析:人口规模和人口质量的作用

(一) 人口规模对技术扩散的作用及机制途径

新技术的发明和创新、技术进步无疑是为了人们在生产、生活中节约体力和脑力,即省力动机驱动的行为和结果。在市场经济条件下,除了省力动机外,技术发明创新以及技术转移扩散的动力更多的是为了获取收益。这便需要新技术使用者向新技术拥有者购买、学习,从而有一个技术需求市场因素影响着技术的发明和创新。创新、技术研究和实验的一个最为明显特征是投入的人力物力较大、周期不确定、失败风险大而导致的成本较高,需要具有较大的潜在市场需求或者较长的周期摊销成本。

人口规模较大的国家拥有比人口规模较小国家所不具有的较大的回旋空间。一方面,人口是社会经济活动的主体,所有的新技术研究和实验离不开人口中具有高人力资本的科学技术人才,较大的人口规模可以在研发中投入更多的科学技术人员;另一方面,人口又是决定市场需求的主体,人口规模的大小在既定条件下决定了市场规模,也就决定了新技术应用的潜在市场规模,即能够为新技术研发

和实验企业带来更多的利润机会,也即人口的规模效应^[5]。因而,人口是掌握和运用新技术的核心介质。

进一步看,如果一个国家或地区的人口规模越大,那么该地区所形成的市场规模也就越大,即市场的消费需求也就越大。庞大的市场需求促使技术下游企业购买、学习新技术,以应用到新产品中,获得进入市场的入场券。并且较大的市场规模在促进市场分工更加细致的同时拉动了就业的增长,从而带动经济快速发展。经济的持续发展促使产业不断转型升级,企业对生产效率提高与新技术应用的需求逐步加大,在利益最大化驱动下,促使企业再次谋求新技术,进一步推动该地区技术扩散。

人口规模具有池效应。市场中新技术的出现就像落入水中的石头,水池的边界越大,水面涟漪扩散的范围也就越远。技术扩散在本地市场与国际市场两个市场中呈现的效应不同。根据产品生命周期理论,技术以商品内含的形式首先在研发国国内扩散,当本地市场饱和之后,便转向国际市场,开始国际间技术扩散的周期运动^[25]¹²。如果一个国家或地区的人口规模越大,那么新技术在该国扩散的可能性范围也就越大,新技术产品研发成本的摊销甚至获得丰厚利润的可能性也就越大。资本的逐利性促使新技术研发方投入一定人力、物力研发新技术并通过专利布局、技术转移、技术推广等方式主动扩散,直至整个技术生命周期结束。同时,人口规模越大则拥有的劳动力资源与潜在收益也就越多,有利于新技术产品研发成本的降低与研发速度的提升;市场规模越大带来的市场竞争往往也更加激烈,使得本土企业迅速成长与产业规模不断扩大,有利于新技术产品国际竞争力的提升。这就是人口大国的本地市场效应。相反,如果一个国家或地区的人口规模较小,那么新技术在该国扩散的范围则大大缩小,有限的市场规模与稀缺的劳动力资源增加了研发成本,当本地市场需求趋于饱和时,新技术研发方却存在成本尚未收回的可能,只能借助国际市场的技术扩散摊销前期投资成本,但由于国际竞争力与技术壁垒、贸易政策环境等因素的限制,扩散难度与复杂性无疑增加。

在一定条件下,新技术发明和创新具有一定的或然性,即存在一个发生概率。在新技术发明概率一定的前提下,人口规模大小决定了新技术发明创新的可能程度或者频率。由此可以得到以下推论:

推论1:在一定条件下,一个国家或地区的人口规模大小决定了本地的市场规模大小,继而决定了新技术的成本摊销和应用扩散的快慢、获利大小,人口规模对技术扩散起正向作用,具有池效应。

(二) 人口质量与技术扩散互为动因

在世界历史长河中,人类社会无论是从石器时代、青铜时代、农耕时代,还是从工业化时代、信息化时代到智能时代,劳动工具的演变直观地展现了不同时代的技术进步,而真正研发并运用新技术的是那些使用劳动工具的劳动者。劳动工具的演变历史就是技术不断创新—扩散—进步—再创新的周而复始的过程。人口质量是人力资本的外在表现,经济学家 Schultz 认为人力资本是表现在劳动的人身上的资本,它是通过投资形成的包含劳动者的知识技能水平的资本^[26]。人力资本具有储能效应,通过投资与学习获得的技术能量经过转换后是以人力资本的形式储存的^[17]。第二次世界大战后,人力资本水平越来越决定一国的经济发展实力,决定着人们对新技术吸收能力的高低,影响着技术扩散的实现。经济全球化与跨国公司的发展,使得资金、技术等要素在全球范围内流动。在世界技术进步历程中,OECD 成员国如英、美、法等国家由于注重教育与自身技能积累引领了第一、第二次工业革命,推动了技术进步,极大地促进了社会生产力的发展,拥有技术先发优势。当发达国家本地市场逐渐饱和时,技术便以商品内含的形式由发达国家向比较发达国家扩散,直至该国掌握了新技术且具有了独立生产能力,即实现了第一次国际技术扩散。随后比较发达国家同样开始向发展中国家扩散,即第二次国际技术扩散^[25]¹³。发展中国家在技术扩散过程中通过技术引进的方式获取新技术的过程大大节省了研发时间与成本,显露出技术后发优势。以中国为例,1978年开始实施“对内改革、对外开放”的政策,凭借本国丰富的自然资源与劳动力资源,将国外的资金、先进技术、人才与管理经验“引进来”,这对于当时经济发展程度与技术水平较为落后的中国,大大推动了社会经济发展与产业结构升级。在这一过程中无疑新技术的载体是创造和吸收新技术的劳动者,并且以拥有10亿以上人口规模的人口质量提

升为最显著的成果体现。如此看来,伴随着新技术的出现必定需要能吸收运用新技术的人才,如果没有能掌握、吸收并转换新技术的人,那么“引进来”的新技术对于经济发展也不过是毫无用武之地,还会对发达国家产生技术依赖性。由于受到当时人力资本水平的限制,本土企业尚未具备自主创新的能力,主要以技术引进、模仿为主且技术层次不高,较低的人力资本水平限制了高层次技术的扩散。只能在引进新技术的同时,加强各级教育特别是高等教育的投入,大力培养专业技术人才,使人口质量不断上升,以积累技术势能,畅通技术扩散路径。只有较高的人力资本存量,才能消化、吸收新技术并开展高新技术的自主研发,以打破发达国家的技术垄断。而“走出去”的企业无论是去往发达国家还是发展中国家,均能在一定人力资本存量下,于该国经济体系中获得逆向技术溢出并促进人口质量的提升^[27]。

人口质量对技术扩散的影响机制有两个方面,即推力与拉力。其一,技术研发方(技术上游企业)拥有较高的人力资本存量,在潜在市场需求与投资回报的博弈下决定研发、试验新产品、新技术。为了快速占领市场,追求垄断利益,并回收前期研发成本,从而为下一步研发提供资金支持,通过主动扩散方式,如技术许可及转让等让拥有新技术的劳动者向技术接收方的学习者传递新技术知识,同时向市场推广新技术来获得利益,这是人口质量对技术扩散的推力作用。其二,新技术的接收方同样为了利益最大化原则,在发现应用新技术有利可图时,并且为了提高劳动生产率,缩短与技术领先企业的行业技术差距,主动加强人才培养,以提高人力资本水平向技术研发方学习新技术,即为人口质量对技术扩散的拉力作用。综上,如果一个地区具有较高的人力资本存量,那么这个地区对于新技术的强烈需求会加快其对新技术的引进、研发和扩散,同时人力资本存量会进一步提高,研发、消化吸收和转换的过程将大大缩短。由此,可得出以下推论:

推论2:一个国家或地区人口质量的提升是实现技术扩散的充分必要条件,在技术研发创新和技术扩散过程中人力资本具有储能效应,而且与技术扩散成为互因关系。

(三) 人口规模与质量的双重影响

前面阐述了人口规模与质量都会影响技术扩散,一国人力资本水平的高低影响着该国对新技术的吸收能力,人力资本水平的提高也会加快市场对新技术的需求从而促进技术扩散。而一国人口规模的大小影响着市场需求的大小,决定了新技术的成本摊销和应用扩散的快慢、获利大小。尽管人口规模较小的国家在本地市场之外依旧可以选择国际市场,但受制于国际竞争力、技术壁垒与经济政策,国际市场技术扩散难度大大高于本地市场。如此,是不是人口质量越高或者人口规模越大技术扩散的效果就一定越好呢?有学者研究了人口规模与人力资本对城市创新的交互作用,发现人口规模与人力资本互为依托,人力资本水平的提升会使人口规模增加带来的聚集效应更加明显^[28],高技能劳动力聚集的知识溢出效应随着人口规模的增加而增强,从而促进城市创新^[29]。考虑到创新与扩散的关系,我们将其延伸到扩散的视角。

根据 OECD 成员国统计数据,如表1所示。2020年美国、日本与墨西哥分别以33150万人、12779万人、12614万人位列 OECD 成员国人口总量排名的前三位。技术内生理论下人口规模巨大的美国技术扩散能力应当处于领先地位,人口规模相近的日本与墨西哥两国,技术扩散能力应该相当。然而以知识产权使用的支出、高技术服务出口、劳动生产率为表征量衡量技术扩散能力时,美国技术扩散能力与印象中表现一致,而日本与墨西哥两国间技术扩散能力差距较大。其中日本的知识产权使用的支出、高技术服务出口、劳动生产率分别为墨西哥的85.77倍、190.63倍、2.39倍,无论以何种权重计算日本的技术扩散能力都远高于墨西哥。而韩国人口规模比墨西哥要小得多,其技术扩散能力也远超人口规模较大的墨西哥,似乎与我们的推论1——人口规模对技术扩散起正向作用相悖,或许人口规模发挥作用需要一定的前提条件,这使我们不得不同时考虑人口质量的影响。若以15—64岁全部劳动年龄人口的平均受教育年限进行人口质量的简单测度,则美国、日本、墨西哥、韩国的平均受教育年限分别达13.32年、12.83年、10.18年、13.68年。也就是说尽管墨西哥有着人口规模优势,但有可能受到人口

质量水平限制,使得其技术扩散能力弱于人口规模相当的日本。而美国教育年限略低于韩国,但巨大的人口规模放大了人口质量的作用。

表1 2020年美国、日本、墨西哥和韩国人口质量、人口规模与技术扩散指标

国家	平均受教育年限(年)	年中人口(万人)	知识产权使用支出(亿美元)	高技术服务出口(亿美元)	劳动生产率(美元)
美国	13.32	33150	429.84	566.84	74.0
日本	12.83	12779	282.18	102.94	46.9
墨西哥	10.18	12614	3.29	0.54	19.6
韩国	13.68	5184	98.88	81.59	41.9

资料来源:OECD数据库、世界银行数据库、Fraser研究所。

因此,我们得出以下推论:

推论3:人口规模对技术扩散的作用存在一定的限制条件,即需要以一定的人口质量为前提。在一定人口质量前提下,人口规模对技术扩散才会显现马太效应。

四、技术扩散中人口规模和质量作用的实证检验

(一) 模型设定和数据表征

由于技术扩散是技术在一定范围内传播的动态过程,其扩散的范围既包括本地市场也包括国际市场,这使得一个国家或地区技术扩散能力的测度需要综合考虑两种市场下的扩散效果。因此,运用主成分分析法对代表技术扩散的多个指标赋权,综合测度技术扩散能力。本文对数据均作对数处理,采用线性与非线性两种模型探索技术扩散中人口规模与质量的作用,并进行共线性、单位根、DWH内生性、格兰杰因果与稳健性检验。

1. 模型设定与估计方法。本文为长面板数据,考虑到可能存在固定效应,通过加入个体虚拟变量、时间趋势项 T 与控制变量,以尽量减弱模型可能存在的因遗漏变量导致的内生性问题;对人口质量与技术扩散可能存在的双向因果关系导致的内生性问题,采用25—34岁中完成高等教育的人口占同龄人组的百分比作为人口质量的工具变量,探索人口规模与质量对技术扩散的作用,对应的模型(1)如下:

$$\ln Tech_{it} = \beta_0 + \alpha_i + \beta_1 \ln P_{it} + \beta_2 \ln E_{it} + \varphi_i \ln Z_{it} + \lambda T + e_{it} \quad (1)$$

其中, $1 \leq i \leq 16, 1 \leq t \leq 21$; $\ln Tech_{it}$ 为被解释变量技术扩散, β_0 为常数项, α_i 为个体异质性的截距项, $\ln P_{it}$ 和 $\ln E_{it}$ 分别为核心变量人口规模与质量, $\ln Z_{it}$ 为控制变量, $\beta_1, \beta_2, \varphi_i$ 为对应的解释变量系数, λ 为随时间 T 变化 $\ln Tech_{it}$ 的变化, e_{it} 为残差。

在考虑到人口规模与技术扩散之间可能存在门限效应,将人口质量作为门限变量,同时为减弱内生性影响,将25—34岁中完成高等教育的人口比重替换人口质量变量,对应的面板固定效应门限模型(2)如下:

$$\ln Tech_{it} = \mu_i + \beta_1 \ln P_{it} I(\ln E_{it} \leq \gamma) + \beta_2 \ln P_{it} I(\ln E_{it} > \gamma) + \varphi_i \ln Z_{it} + e_{it} \quad (2)$$

其中, $1 \leq i \leq 16, 1 \leq t \leq 21$; $\ln Tech_{it}$ 为被解释变量技术扩散, μ_i 为不随时间变化的个体固定效应, $\ln P_{it}$ 为核心变量人口规模, $\ln E_{it}$ 为门限变量人口质量,门限值 γ 将观测值分为了低人口质量 ($\ln E_{it} \leq \gamma$) 和高人口质量 ($\ln E_{it} > \gamma$) 两部分,且分别对应斜率 β_1 和 β_2 ; I 为示性函数, Z_{it} 为控制变量,对应系数为 φ_i, e_{it} 为残差。

2. 数据来源与整理。本文数据来源为 OECD 数据库、世界银行数据库、Barro-Lee 教育程度数据集与 Fraser 研究所,由于涉及国家较多,时间跨度较长,考虑到数据的可得性和指标的连续性,选取了 OECD 16 个成员国 2000—2020 年面板数据进行研究。被解释变量为技术扩散能力;解释变量为人口规

模、人口质量;控制变量为人口聚集度、市场经济体制、健全的货币、贸易自由、法律制度。相关变量描述如表2所示。^①

表2 变量描述

变量名称	衡量指标	均值	标准差
技术扩散 $\ln Tech$	知识产权使用国际支出,支出越多,本国获得的技术越多	3.7842	1.3716
	信息与通信技术服务出口收入,收入越高,本国扩散的技术越多	3.7345	1.4402
	扩散能力越强,劳动生产率越高	3.8028	0.3600
人口规模 $\ln P$	年中人口数,人口规模越大,潜在市场需求越大	8.2497	1.0173
人口质量 $\ln E$	15—64岁全部劳动年龄人口平均受教育年限	2.4487	0.1196
人口聚集度 $\ln G$	最大城市人口占城市人口的比重	2.7711	0.5861
市场经济体制 $\ln M$	市场化指数(Economic Freedom of the World Index)	2.0438	0.0578
健全的货币 $\ln C$	稳健的货币,长期内不会突然升值或贬值	2.2326	0.0578
贸易自由 $\ln T$	自由竞争,减少对进出口市场的限制	2.1009	0.0739
法律制度 $\ln L$	以立法形式保护财产所有权	1.9743	0.1464

资料来源:作者自制。

(二) 实证检验结果分析

1. 技术扩散能力变动。本文采用主成分分析法对知识产权使用的支出、高技术服务出口与劳动生产率赋权综合测度 OECD 16个成员国2000—2020年间技术扩散能力。如图1所示,在2000—2020年间除墨西哥外的15国技术扩散能力均呈波动增长态势。其中,增幅最大的五国依次为美国、荷兰、德国、英国和法国。尽管各国技术扩散能力均有明显增长,但与美国仍有明显差距且差距不断加大。

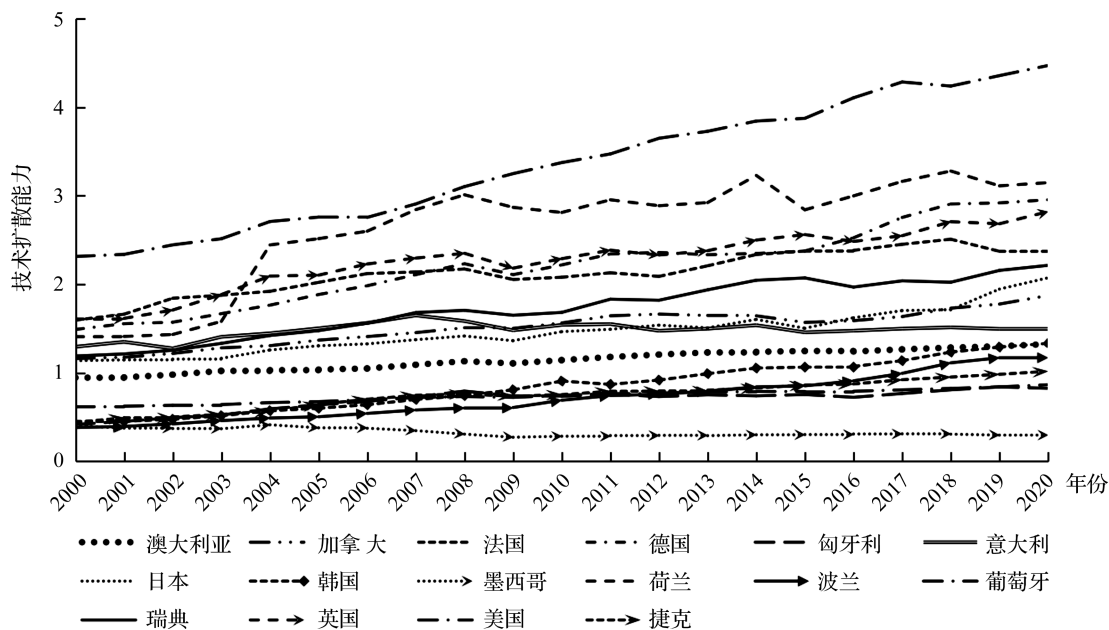


图1 2000—2020年 OECD 16国技术扩散能力

资料来源:作者自制。

^①技术扩散为2015年不变价格;人口质量数据来自 Barro-Lee 教育程度数据集,该数据以5年为间隔期,中间年份经线性内插得到,其中2016—2020年为预测数据;市场化指数、健全的货币、贸易自由、法律制度数据来自 Fraser 研究所,得分取值为1—10分。

2. 模型检验结果与分析。本文对人口质量与技术扩散可能存在的双向因果关系进行了格兰杰因果检验,同时进行了共线性、单位根与内生性检验,在此基础上采用了线性与非线性两种模型探索人口规模与质量对技术扩散的潜在作用。

表3格兰杰因果检验显示人口质量与技术扩散之间存在双向因果关系,即人口质量与技术扩散间互有“预测能力”,验证了推论2。表4检验结果显示各变量均通过了共线性检验与 LLC 单位根检验,且豪斯曼内生性检验与 DWH 检验结果显示人口质量为内生变量。

表3 格兰杰因果检验结果

原假设	W-bar	Z-bar	Z-bar tilde	结论
人口质量不是技术扩散的格兰杰原因	2.2747	3.60555***	2.5677**	拒绝原假设
技术扩散不是人口质量的格兰杰原因	2.7799	5.0342***	3.7040***	拒绝原假设

资料来源:作者自制。

表4 共线性、单位根、内生性检验结果

变量	共线性检验		LLC 单位根检验		内生性检验	
	VIF	1/VIF	t 统计量	P 值	IV	OLS
lnE	2.07	0.4835	-3.2235	0.0006	5.9685	1.3603
lnM	5.79	0.1727	-4.5926	0.0000	-9.0812	-3.4459
lnG	1.67	0.6295	-2.6612	0.0039	0.0981	-0.2936
lnC	2.91	0.3442	-8.9850	0.0000	0.3162	3.1256
lnT	2.59	0.3864	-6.1525	0.0000	6.6336	2.1306
lnL	3.91	0.2556	-3.0682	0.0011	3.5498	3.4388
lnTech			-4.7990	0.0000		
	Mean VIF2.93				P = 0.0000	
					Durbin = 92.8459 (P = 0.0000)	
					Wu-huassman F = 124.862 (P = 0.0000)	

资料来源:作者自制。

根据表4的检验结果,为排除人口质量的内生性影响,采用固定效应模型工具变量法对模型(1)进行回归检验,得到如表5所示结果。这一结果解释了人口规模和人口质量变动与技术扩散的线性关系。进一步分析可见,个体固定效应模型(FE)与时间固定效应模型(TE)均能减弱一定方向的遗漏变量的影响,结果显示人口质量对技术扩散有正向作用,而在不同的固定效应中人口规模对技术扩散呈现的效应不同,在个体固定效应模型中为负而在时间固定效应模型中为正。个体固定效应模型控制了 OECD 各国中个体之间差异的影响因素,展现的结果是随时间变动人口规模对技术扩散的影响。结果显示 OECD 各国人口规模增减与技术扩散呈现反向关系。这反映了 OECD 各国随着时间推移人口增长由快变慢甚至出现负增长而技术扩散却是不断得到实现的反向趋势的事实,也表明各国之间人口规模大小以及人口规模缩减与否不能够改变技术扩散随时间推移不断得到实现的趋势。时间固定效应模型控制了 OECD 各国中时间差异的影响因素,体现各国人口规模大小不同对技术扩散的作用,即技术扩散在不同人口规模的国家存在显著性差异,人口规模大国更容易促进和实现技术扩散,时间固定效应模型真正反映了各国人口规模与技术扩散的关系。当然,人口规模对技术扩散的作用或许存在其他限制条件,需要进一步进行检验。从两个固定效应模型比较看,个体固定效应模型中随时间变动带来的作用更强,而双向固定效应模型(TWFE)的检验结果便反映了这个现象,人口规模对技术扩散表现出很强的时间变动与个体差异之间的“加权效应”,固定效应模型显示出技术扩散主要是由时间推移而实现,在一定程度上掩盖了国与国之间规模差异的影响。为此,本文采用面板固定效应门限模型,探究在不同人口质量下人口规模差异对技术扩散的作用。

表5 模型(1)固定效应模型工具变量法实证结果

变量名称	(FE)	(TE)	(TWFE)
$\ln E$	9.6400 *** (1.0039)	3.6423 *** (0.5193)	6.5297 * (3.4433)
$\ln P$	-2.4450 *** (0.6663)	0.4951 *** (0.0311)	-2.5317 *** (0.5296)
$\ln G$	2.0184 *** (0.6984)	-0.0529 (0.0646)	1.9026 *** (0.5889)
$\ln M$	0.4683 (1.5512)	-7.0695 *** (1.0000)	0.0171 (1.2918)
$\ln C$	0.5197 (0.7619)	0.6290 (0.8020)	0.6268 (0.6354)
$\ln T$	-0.5691 (0.6329)	5.1891 *** (0.6436)	-0.6052 (0.5244)
$\ln L$	1.5970 ** (0.8000)	3.9350 *** (0.3075)	1.5563 ** (0.6589)
常数项	-10.5017 (6.0027)	-14.8621 *** (1.2571)	-0.9160 (7.7047)
T		0.0306 *** (0.0042)	0.0182 (0.0178)
样本数	336	336	336
不可识别检验	0.0000	0.0000	0.0015
弱工具变量检验 Cragg-Donald Wald F	162.951	98.266	10.134
内生性检验	0.0000	0.0000	0.0008

注:表中 ***表示 $p < 0.01$, **表示 $p < 0.05$, *表示 $p < 0.1$,括号中系数为标准误差。下同。

资料来源:作者自制。

表6门限模型(2)解释了人口规模和人口质量变动与技术扩散的非线性关系。检验结果显示:技术扩散受到人口规模与质量的双重影响,人口质量的提升是实现技术扩散的充分必要条件,且存在人口质量门限效应,门限值为3.4698,门限估计值真实性检验如图2所示。 γ 将人口质量划分为高人口质量($\ln E > 3.4698$)与低人口质量($\ln E \leq 3.4698$)两个部分。当人口质量越过门限值时,人口规模对技术扩散的作用有所增强,显现马太效应。这是因为当人口质量提升时,技术采用者消化吸收新技术的能力提升,技术扩散的速度加快,即当拥有一定人力资本的人口规模增加时,较强的吸收能力与较大的市场需求将进一步加速技术扩散,人口规模效应显现,验证了推论1和3。表明人口规模对技术扩散的作用存在一定限制条件,不同人口质量下人口规模差异对技术扩散的影响不同,人口质量高的国家或地区人口规模越大则越容易实现技术扩散。而无论人口规模的大小,人口质量对技术扩散均起正向作用,验证了推论2。

控制变量的回归结果显示:人口聚集度、稳健的货币与技术扩散显著正相关。这是因为人口聚集通常会出现人力资本流动与信息交换,促进新技术的诞生与扩散。技术往往以商品的形式扩散,稳健的货币能保持币值稳定。贸易自由显著为负,这可能是因为贸易自由化与知识产权保护的不平衡现象不利于技术主动扩散。

本文稳健性检验采用替换自变量与添加控制变量两种方式。一是从消费侧看,由于在一定收入水平下市场消费额的大小间接反映人口规模大小,因此采用一国总消费额替换人口规模进行稳健性检验(1);考虑到现实经验,采用劳动生产率的年增量替换劳动生产率年度值作为技术扩散的三个子指标之一进行稳健性检验(2)。二是从供给侧看,新技术的载体是参与劳动的人,劳动参与率代表一国或

地区人口参与经济活动的状况,因此添加劳动参与率($\ln LP$)为控制变量,^①进行稳健性检验(3)。三个检验结果显示门限效应依然显著,在一定人口质量下,较大人口规模的技术扩散能力更强,说明回归结果是稳健的。劳动参与率控制变量的结果显示劳动参与率的增加对技术扩散有显著正向影响。

表6 门限模型(2)实证结果及稳健性检验

变量名称	模型(2)	稳健(1)	稳健(2)	稳健(3)
$\hat{\gamma}$	3.4698 ***	3.4239 **	3.4012 **	3.4698 ***
$\ln P$	$\ln E \leq \hat{\gamma}$ 1.1578 *** (0.3476)	$\ln E \leq \hat{\gamma}$ 1.4409 *** (0.1241)	$\ln E \leq \hat{\gamma}$ 1.4617 ** (0.5909)	$\ln E \leq \hat{\gamma}$ 1.0116 *** (0.3396)
	$\ln E \leq \hat{\gamma}$ 1.2352 *** (0.3463)	$\ln E \leq \hat{\gamma}$ 1.4886 *** (0.1223)	$\ln E \leq \hat{\gamma}$ 1.5783 *** (0.5908)	$\ln E \leq \hat{\gamma}$ 1.0873 *** (0.3384)
$\ln G$	1.0298 ** (0.4854)	0.6733 (0.4171)	3.6181 *** (0.8425)	0.2326 (0.5059)
$\ln M$	3.1086 (1.0488)	0.4177 (0.9500)	3.4807 * (1.8651)	2.5470 ** (1.0277)
$\ln C$	1.8832 *** (0.5380)	0.81353 * (0.4747)	2.6183 *** (0.9284)	1.7064 *** (0.5246)
$\ln T$	-2.5424 *** (0.4099)	-1.9071 *** (0.3594)	-4.2955 *** (0.7139)	-2.3291 *** (0.4015)
$\ln L$	-0.6364 (0.5537)	0.1988 (0.4762)	1.5658 (0.9553)	-0.2619 (0.5451)
$\ln LP$				2.3079 *** (0.5277)
常数项	-18.8249 *** (2.8450)	-10.1166 *** (1.7806)	-25.8557 *** (6.2357)	-18.4765 *** (3.7981)
样本数	336	336	336	336

资料来源:作者自制。

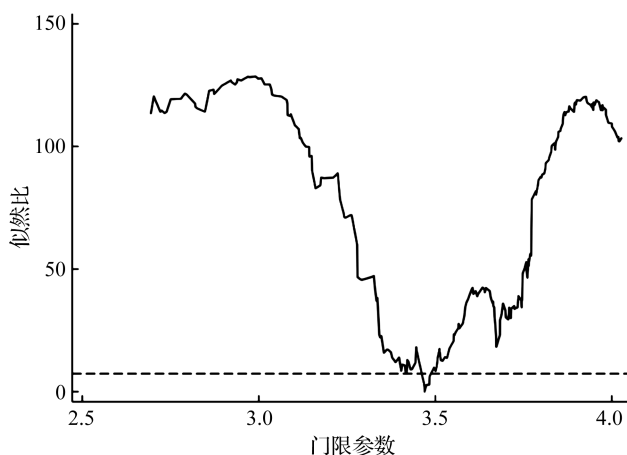


图2 门限估计值真实性检验

资料来源:作者自制。

^①本文劳动力参与率是指15岁及以上人口中从事经济活动的比例。

五、研究结论与启示

本文将人口规模和质量纳入技术扩散分析框架,并利用 OECD 的16个成员国2000—2020年面板数据,理论和实证上阐释、检验人口规模和质量对技术扩散的作用。理论总结和实证研究发现:

技术扩散受到人口规模和质量的双重影响。人力资本在技术研发创新和技术扩散过程中具有储能效应,其作用的发挥需要以一定的人口规模为媒介,作为人力资本所表现的人口质量与技术扩散互为动因;在一定条件下,一个国家或地区的人口规模大小决定了本地市场规模的大小,具有池效应;人口规模对技术扩散起正向作用,但存在一定的限制条件,即需要以一定的人口质量为前提。在相同的人口质量水平下,人口大国的技术扩散能力更强,巨大的人口规模放大了人口质量的积极作用。由此可以证明,在人口负增长和老龄化的双重影响下,只要一国或地区的人口规模足够大,伴随人力资本存量的增大和水平提升,技术扩散便可以顺利实现并产生巨大的技术进步效应,进而形成创新驱动推动经济高质量发展。

OECD 成员国间有着差异化的人口规模、较高的人口质量,并且具有较为宽松的贸易政策,同时借助全球化带来的国际市场空间,充分实现了技术扩散和经济发展。而我国既是最大的发展中国家,又是技术后发国家,具有人口规模巨大、分布广泛、城市群众多且区域关联度高的特点。由此启示我们可以借鉴 OECD 国家人口发展与全球化市场相关历史经验,在利用好本地和国际两个市场的同时,立足国内,畅通国内大循环,以发挥人口规模巨大所形成的市场优势、人力资本存量优势、人口回旋空间优势。未来,要充分利用人口规模的巨大能量促进技术扩散,就更加需要大力提升人口质量,加大人力资本投入,推动各类高质量人才队伍建设,提高技术势能;进一步释放内需,提振消费,扩大市场容量和层级,以需求带动发展;提高新型城镇化水平与产业园区建设,通过高质量城市群促进人口聚集、产业集聚;完善如知识产权保护、技术转移公共服务平台等相关体制与激励机制,畅通技术扩散路径,使技术创新、技术扩散得以实现最大效应,以实现经济高质量发展和高水平科技自主引领。

参考文献:

- [1] 国家统计局. 2022 年国民经济顶住压力再上新台阶[EB/OL]. (2023-01-17)[2023-06-25]. http://www.stats.gov.cn/xxgk/sjfb/zxfb2020/202301/t20230117_1892123.html.
- [2] 国际货币基金组织. 世界经济展望[EB/OL]. (2023-04)[2023-06-25]. <https://www.imf.org/en/Publications/WEO/weo-database/2023/April>.
- [3] DENISON E. Why Growth Rate Differ: Postwar Experience in Nine Western Countries[M]. Washington, DC: Brookings Institution, 1967: 45-120.
- [4] 国家统计局社会科技和文化产业统计司, 科学技术部战略规划司. 中国科技统计年鉴—2021[M]. 北京: 中国统计出版社, 2021: 14.
- [5] 王金营, 刘艳华. 经济发展中的人口回旋空间: 存在性和理论架构——基于人口负增长背景下对经济增长理论的反思和借鉴[J]. 人口研究, 2020(1): 3-18.
- [6] 左学金, 王红霞. 大都市创新与人口发展的国际比较——以纽约、东京、伦敦、上海为案例的研究[J]. 社会科学, 2009(2): 44-52.
- [7] BOSERUP E. Population and Technological Change: A Study of Long-Term Trends[M]. Chicago: University of Chicago Press, 1981: 3-7.
- [8] 马骏, 沈坤荣. 中国人口老龄化对经济发展的影响机制及对策研究[J]. 浙江工商大学学报, 2021(4): 72-83.
- [9] 王之禹, 李富强. 城市规模对创新活动的影响——基于区域知识吸收能力视角的分析[J]. 中国软科学, 2021(8): 140-151.
- [10] 车士义, 陈卫, 郭琳. 中国经济增长中的人口红利[J]. 人口与经济, 2011(3): 16-23.
- [11] BECKER G S. An Economic Analysis of Fertility, Demographic and Economic Change in Developed Countries[M]. New

- York: Columbia University Press, 1960: 209-240.
- [12] KOJIMA K. The “Flying Geese” Model of Asian Economic Development: Origin, Theoretical Extensions, and Regional Policy Implications[J]. *Journal of Asian Economics*, 2000, 11(4): 375-401.
- [13] 熊彼特. 经济发展理论[M]. 何畏, 易家详, 张军扩, 等, 译. 北京: 商务印书馆, 1990: 101.
- [14] 武春友, 戴大双, 苏敬勤. 技术创新扩散[M]. 北京: 化学工业出版社, 1997: 1-3.
- [15] SCHUMPETER J A. The Instability of Capitalism[J]. *Economic Journal*, 1928, 38(3): 361-386.
- [16] 陈国宏, 王吓忠. 技术创新、技术扩散与技术进步关系新论[J]. *科学学研究*, 1995(4): 68-73.
- [17] 王金营. 人力资本在技术创新、技术扩散中的作用研究[J]. *科技管理研究*, 2000(1): 12-14.
- [18] NELSON R, PHELPS S. Investment in Humans, Technological Diffusion, and Economic Growth[J]. *The American Economic Review*, 1966, 56(1): 69-75.
- [19] BENGTSOON M, KOCK S. “Coopetition” in Business Networks-to Cooperate and Compete Simultaneously[J]. *Industrial Marketing Management*, 2000, 29(5): 411-426.
- [20] 魏心镇. 关于高技术产业及其园区发展的研究[J]. *经济地理*, 1991(1): 6-11.
- [21] 刘大椿, 何立松, 刘永谋. 现代科技导论[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2009: 380-381.
- [22] 徐蕾, 李明贝, 李靖华. 基于技术多元化的企业创新绩效研究: 技术重构与开放度视角的剖析[J]. *商业经济与管理*, 2022(10): 51-61.
- [23] 刘冲, 诸宇灵. 高铁开通带来技术扩散了吗? ——来自中国专利的证据[J]. *公共财政研究*, 2020(3): 36-53.
- [24] 曹兴, 柴张琦. 技术扩散的过程与模型: 一个文献综述[J]. *中南大学学报(社会科学版)*, 2013(4): 14-22.
- [25] 李平. 技术扩散理论及实证研究[M]. 太原: 山西经济出版社, 1999.
- [26] SCHULTZ T. Investment in Human Capital[J]. *The American Economic Review*, 1961, 51(1): 1-17.
- [27] 汪丽娟, 吴福象, 蒋欣娟. 国际技术势差、对外直接投资逆向技术溢出与本土企业技术进步[J]. *科技进步与对策*, 2022(20): 41-51.
- [28] 高翔. 城市规模、人力资本与中国城市创新能力[J]. *社会科学*, 2015(3): 49-58.
- [29] 翟婧彤, 张军涛. 城市规模、创新能力与空间溢出效应——以长江三角洲城市群为例[J]. *当代经济管理*, 2020(12): 30-37.

Role of Population Size and Quality in Technology Diffusion: Evidence from the OECD

WANG Jinying, YANG Yidan

(School of Economics, Hebei University, Baoding 071000, China)

Abstract: China is facing the dual impact of deepening aging and negative population growth under low fertility levels, and the economic development mode driven mainly by the expansion of labor and capital factors has shown a slight trend. To maintain high-quality economic development, innovation and technological progress have become the primary important driving factors, and technological diffusion is the fundamental way to achieve technological innovation and practical application. To this end, population size and quality are included in the analysis framework of technology diffusion, and it is found that technology diffusion is influenced by both population size and quality. Population size has a positive effect on technology diffusion, which has a pool effect, and the Matthew effect only appears under a certain population mass. Human capital has energy storage effect, which is mutually motivated by technology diffusion. From this, we can draw inspiration that, under the negative population growth and aging, as long as the population size is large enough, with the improvement of population quality, technology diffusion can be smoothly achieved and have a huge effect, thereby forming an innovative driving force to promote China's high-quality economic development.

Key words: technological diffusion; technological progress; human capital; population size; economic growth



(责任编辑 张伟 洪小秋)