

人力资本、技术差距与全要素生产率

陈向武

(北京大学 经济学院, 北京 100871)

摘要:在运用改进方法对我国省级人力资本存量 and 全要素生产率进行了再测算的基础上,引入地区技术差距变量,实证研究了1996—2016年间我国省级人力资本存量、地区技术差距对全要素生产率的影响。结果发现人力资本、地区技术差距对全要素生产率、技术效率改进、技术进步的作用,存在相互制约、互相促进的一个过程,这是对已有文献研究结论的一个补充。

关键词:人力资本;技术差距;全要素生产率

中图分类号:F124 **文献标志码:**A **文章编号:**1002—980X(2020)6—0099—10

全要素生产率衡量的是不能归因于劳动、资本等投入要素的经济增长部分,作为解释地区差距、人均收入的关键因素,全要素生产率受到越来越多的认可。许多研究从不同角度对全要素生产率进行分析,影响全要素生产率的因素通常包括人力资本、技术创新、组织和制度创新、社会观念变动、需求变化、要素份额变动、变量缺失、计量误差等^[1]。大量关于全要素生产率的研究都涉及人力资本,人力资本作为影响全要素生产率的关键变量,其对全要素生产率的正面作用也得到许多不同研究的支持。Nelson和Phelps^[2]引入技术扩散模型,发现了人力资本对缩小地区差距的追赶作用。Lucas^[3]、Romer^[4-5]和Mankiw等^[6]进一步揭示了人力资本在促进经济结构优化,推动经济增长方式转变的巨大作用。Benhabib和Spiegel^[7]扩展了技术模型,Miller和Upadhyay^[8]实证检验了人力资本对全要素提升的促进作用。尽管如此,仍有许多学者基于不同的理论研究、实证检验提出异议,Jorgenson和Griliches^[9]认为全要素生产率只是投入要素未准确度量的一种计算误差;Koman和Marin^[10]发现全要素生产率测算过程中是否引入人力资本,会对全要素生产率研究结果造成差异,人力资本代理变量的数据质量是影响人力资本与经济增长研究结果的重要因素^[11]。更进一步的一些研究则提出了相反的观点,认为人力资本对全要素生产率的作用并不显著甚至为负^[12-13]。一些研究对此进行了解释,例如Benhabib和Spiegel^[14]提出对于落后经济体,只有人力资本存量达到一定的门槛值,其技术进步增长率才会与世界前沿技术增长率趋同;另外一些研究则认为由于经济发展的水平及阶段不同,不同的人力资本构成对全要素生产率的作用就会不同,例如高素质人力资本对经济落后地区全要素生产率的作用可能不如中等素质人力资本,源于经济落后地区的全要素生产率改进主要通过中等素质人力资本模仿先进地区实现技术效率,而非通过高素质人力资本的自主创新^[15-18]。

国内学者关于人力资本对全要素生产率作用的研究也没有得出一致结论,一些研究认为人力资本对我国全要素生产率起到了促进作用^[19-20],另外一些研究却认为人力资本整体上对我国全要素生产率起到了抑制作用^[21-22],这在一定程度上造成人力资本与全要素生产率研究结论的差异性。这种差异性促使本研究思考和探讨更为合理的人力资本和全要素生产率测算及进一步实证模型的构造,以求对我国经济增长状况和动力给出更有说服力的解释。

一、文献评述

Nelson和Phelps^[2]认为一国全要素生产率变动水平取决于两大因素,其一是该国与世界技术前沿的差距,技术差距越大,全要素生产率的水平也会越大;另外一个因素是人力资本,人力资本通过追赶世界前沿而作用于全要素生产率,通过引入两个模型来刻画人力资本与全要素生产率相互作用。首先,假设 t 时刻存在一个理论上的由知识、技术等存量决定的外生世界技术前沿 $T(t)$,以不变指数增长率 λ 增长, t 为时间。

收稿日期:2019—11—08

基金项目:国家社会科学基金“新常态下我国产业园区资源整合‘二次成长’的市场化模式研究”(15AJL015)

作者简介:陈向武(1983—),男,福建宁德人,北京大学经济学院经济学博士研究生,研究方向:发展经济学。

$$T(t) = T_0 \times e^{\lambda t}, \lambda > 0 \quad (1)$$

模型一:现实世界的技术 $A(t)$ 与理论技术前沿存在时滞,滞后时间 $\omega(H)$ 是人力资本 H 的减函数。

$$A(t) = T(t - \omega(H)), \omega'(H) < 0 \quad (2)$$

与式(1)联立,可得:

$$A(t) = T_0 e^{\lambda[t - \omega(H)]} \quad (3)$$

对人力资本求偏导可得:

$$\frac{\partial A(t)}{\partial H} = -\lambda \omega'(H) A(t) > 0 \quad (4)$$

人力资本对现实世界技术的边际作用为正,且此边际作用与当前技术、技术进步率成正比。

模型二:假设现实技术变动与人力资本作用函数 $\Psi(H)$ 、现实技术与理想技术的距离成正比。 $\Psi(H)$ 反映了技术进步的速度。

$$\dot{A}(t) = \Psi(H)[T(t) - A(t)], \Psi'(H) > 0 \quad (5)$$

不妨先假定 H 不随时间变化,则微分方程解为

$$A(t) = \left[A(0) - \frac{\Psi(H)}{\Psi(H) + \lambda} T(0) \right] e^{-\Psi(H)t} + \frac{\Psi(H)}{\Psi(H) + \lambda} T(0) e^{\lambda t} \quad (6)$$

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \frac{A(t)}{T(t)} = \frac{\Psi(H)}{\Psi(H) + \lambda} \quad (7)$$

式(7)预测了现实经济体的技术进步率收敛于理论技术前沿。Benhabib 和 Spiegel^[7]在跨国分析比较中,进一步发展了 Nelson 和 Phelps^[2]技术扩散理论,但其将外生的理想技术 $T(t)$ 替换为处于生产前沿国家的技术水平,同时引入内生技术进步率。第 i 个国家的技术进步率表达式如下:

$$\frac{\dot{A}_i(t)}{A_i(t)} = g(H_i) + \Psi(H_i) \frac{\max_j A_j(t) - A_i(t)}{A_i(t)}, \Psi'(H) > 0, i = 1, \dots, n \quad (8)$$

$g(H_i)$ 为内生的技术进步率, $\max_j A_j(t)$ 为 n 个国家中的技术领先国,由此可知,如上微分方程解为

$$A_i(t) = A_i(0) - \Omega A_{\max}(0) e^{[g(H_i) - \Psi(H_i)]t} + \Omega A_m(0) e^{g(H_{\max})t} \quad (9)$$

$$\Omega = \frac{\Psi(H_i)}{\Psi(H_i) + g(H_i) + g(H_{\max})} \quad (10)$$

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \frac{A_i(t)}{A_{\max}(t)} = \lim_{t \rightarrow \infty} \left\{ \frac{A_i(0) - \Omega A_{\max}(0)}{A_{\max}(0)} e^{[g(H_i) - \Psi(H_i) - g(H_{\max})]t} \right\} + \Omega = \Omega \quad (11)$$

式(7)和式(11)意味着不管是暂时处于落后或是技术前沿的经济体,长期均衡下都拥有一样的技术进步增长率,这显然与观察到的经验事实不太相符。一些学者提出了质疑, Krueger 和 Lindahl^[12]指出尽管大量的微观证据显示个人人力资本投资带来了收入的显著增加,但是就算考虑人力资本诸如降低犯罪率等的正外部性,教育的投资的社会边际收益是否超过个人边际收益仍然值得怀疑,其进一步实证检验发现,人力资本的正的外部性并不如预期; Pritchett^[13]通过跨国数据研究发现平均受教育年限对全要素生产率的作用显著为负,其给出的可能解释有一些国家制度环境缺失,大量的人力资本投资带来的技能提升并没有用来生产,产生了社会性的浪费,也有一些国家是因为学校教育的质量太低,没有带来劳动力技能提升。

为了解释这些质疑, Benhabib 和 Spiegel^[14]对技术扩散的速度进行约束,其经济学含义在于某个经济体如果与前沿技术水平差距过大,则会影响其技术接受、扩散的速度。

$$\frac{\dot{A}_i(t)}{A_i(t)} = g(H_i) + \Psi(H_i) \frac{A_i(t)}{A_{\max}(t)} \frac{A_{\max}(t) - A_i(t)}{A_i(t)} \quad (12)$$

以上微分方程解:

$$A_i(t) = \frac{A_i(0)e^{[g(H_i) + \Psi(H_i)]t}}{e^{-[g(H_i) - g(H_{\max}) + \Psi(H_i)]t} \left[\frac{A_{\max}(0)}{A_i(0)} - \frac{\Psi(H_i)}{g(H_i) - g(H_{\max}) + \Psi(H_i)} \right] + \frac{\Psi(H_i)}{g(H_i) - g(H_{\max}) + \Psi(H_i)}} \quad (13)$$

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \frac{A_i(t)}{A_{\max}(t)} = \begin{cases} \frac{g(H_i) - g(H_{\max}) + \Psi(H_i)}{\Psi(H_i)}, & g(H_i) - g(H_{\max}) + \Psi(H_i) > 0 \\ \frac{A_i(0)}{A_{\max}(0)}, & g(H_i) - g(H_{\max}) + \Psi(H_i) = 0 \\ 0, & g(H_i) - g(H_{\max}) + \Psi(H_i) < 0 \end{cases} \quad (14)$$

只有当 $g(H_i) - g(H_{\max}) + \Psi(H_i) > 0$, 即技术落后国人力资本水平足够高时, 才能够利用先进国家的技术, 并实现技术追赶; 如果技术落后国人力资本水平小于某一门槛值, 则落后国与先进国的技术差距会越来越大, 此时实证检验人力资本对全要素生产率的作用就不显著或者为负。

Vandenbussche 等^[15]则通过理论模型推导, 认为技术进步使得经济发展在不同的阶段需要不同人力资本水平的劳动力, 一个经济体离技术前沿的距离越近, 其技能熟练型人力资本存量增加带来的技术进步增长率就越大。通过建立如下包含人力资本与地区距离技术前沿差距交乘项面板实证模型研究 19 个经济合作与发展组织 (OECD) 国家, 实证支持了其理论模型推论。

设 df_{it} 为技术差距变量, 通过测算第 i 省在 t 时刻与生产前沿的距离得到, 反映了其与生产前沿的技术差距; Y_{it} 为全要素生产率; H_{it} 为人力资本:

$$Y_{it} = \beta_{0i} + \beta_1 \times H_{it} + \beta_2 \times df_{it} + \beta_3 \times H_{it} \times df_{it} + \varepsilon_{it} \quad (15)$$

其中: H_{it} 以高中以上学历人口比例为人力资本代理变量。

$$Y_{it} = \beta_{0i} + \beta_1 H'_{it} + \beta_2 H''_{it} + \beta_3 \times df_{it} + \beta_4 H'_{it} \times df_{it} + \beta_5 H''_{it} \times df_{it} + \varepsilon_{it} \quad (16)$$

其中: 教育 H'_{it} 、 H''_{it} 为熟练型与非熟练型人力资本, 分别用人群中高等教育人口平均受教育年限、初等教育人口平均受教育年限为代理变量。通过面板模型分析得出结论, 对于 OECD 国家, 熟练型人力资本 (高等教育人口平均受教育年限) 对技术进步增长率的作用强于整体人力资本水平 (平均受教育年限), 且人力资本与地区技术差距交乘项回归系数显著为正, 显示了人力资本主要通过作用于地区距离技术前沿差距影响全要素生产率。

此后, 一系列的实证检验都是基于 Vandenbussche 等^[15]的理论模型。Azomahou 等^[16]对 OECD 国家 1960—2000 年的实证研究发现, 高等教育入学率达到一定值后对劳动力生产率的作用由促进转为抑制, 而一个国家对 R&D 支出和大学教育投入 (基础研究) 的作用也存在差异, 当一个国家越趋近于技术前沿的时候, 对大学教育的投入更能促进生产率的提高。Danquah 等^[23]研究非洲 19 国 1960—2013 年全要素生产率、技术进步、技术效率改进对整体人力资本 (平均受教育年限为代理变量) 的影响, 发现初等、中等教育对全要素生产率及技术进步有着显著的负效应而对技术效率改进的作用显著为正, 而高等教育的影响恰恰相反, 教育与地区技术差距交乘项的回归系数显著为正。Islam^[17]验证了不同经济体人力资本组成对全要素生产率的不同作用, 具体的中、高收入国家高等教育的投入有利于其追赶世界技术前沿, 而低收入国家则需更多的中等教育投入才能促进其接近世界技术前沿。Ang 等^[18]认为生产效率的改进通常有两个途径, 即创新和模仿, 初等及中等教育对模仿的作用比较直接, 而高等教育通常能促进创新, 其结论支持了 Vandenbussche 等^[15]关于发达国家熟练型人力资本对技术进步增长率的正面作用, 但其认为人力资本对低收入国家的技术进步不产生正面作用, 其原因可能是教育质量低下。Hanushek^[24]进一步解释了发展中国家的一些问题, 认为发展中国家在入学率方面缩小了与发达国家的差距, 但是在认知技能上这种差距并没有缩小, 因此如果不能有效地提高教育质量, 发展中国家通过人力资本投资难以提高其经济增长水平。

内生经济增长理论预测的人力资本投资有正的外部性的结论与大多数发展中国家的经验事实相悖。实证检验我国人力资本与全要素生产率关系的研究得到的结论也不尽相同 (表 1)。国内一些学者试图建立理论模型来解释, 胡永远^[25]认为原因在于劳动力市场存在的“垄断位置”, 导致人力资本可能存在过度投资; 李尚骞等^[26]则证明了分散经济中垄断加价、R&D 对人力资本的“侵蚀效应”是导致资源无效配置, 人力资本扭曲的原因。人力资本投资对全要素生产率效应不显著甚至为负的可能原因在于, 教育需求领域传统的经济

表 1 国内一些研究人力资本与全要素生产率的文献

全要素生产率	作者	研究时间	人力资本代理变量	主要结论
DEA-Malmquist 指数方法	颜鹏飞和王兵 ^[21]	1978—2001 年	在校大学生人数与总人口比例	人力资本对全要素生产率贡献为负
	何元庆 ^[31]	1986—2003 年	中等及高等学校在校生占总人口比例	人力资本对全要素生产率有正向作用
	孙旭 ^[32]	1990—2008 年	平均受教育年限	人力资本是促进地区自主创新及技术扩散的积极因素
	刘建国等 ^[33]	1990—2009 年	6 岁以上人口平均受正规教育念书	人力资本对全要素生产率影响为正
	华萍 ^[34]	1993—2001 年	不同受教育水平人口比例	大学教育对技术效率的改进显著为正,而小学、中学教育对技术效率的改进显著为负
	金相郁 ^[35]	1996—2003 年	受初中以上教育水平占总人口比例	教育水平(受初中以上教育水平的比重)对全要素生产率影响为负,而专业技术人员对从业人员比对全要素生产率的影响显著为正
	魏梅 ^[36]	1986—2005 年	平均受教育年限	人力资本深化促进了全要素生产率增长
基于 Solow 模型增长核算法	许和连等 ^[19]	1981—2004 年	中等及以上学校在校生人数	人力资本对全要素生产率提高产生了积极影响
	彭国华 ^[22]	1982—2004 年	不同受教育水平总人口比例	受过高等教育的人力资本对全要素生产率有显著正效应,而初等教育、基础教育、平均受教育年限与全要素生产率显著负相关
	王小鲁等 ^[20]	1952—2007 年	劳动年龄人口总量扣除在校生乘以受教育年限	人力资本对全要素生产率有正向的溢出效应

学人假设不存在,教育投资非经济、非理性^[27],劳动力市场存在摩擦导致人力资本可能存在过度投资,个人和社会的稀缺资源在生产投资与人力资本投资之间没有合理配置,物质资本积累、基础设施的不足导致人力资本在我国中、西部对全要素生产率作用比较弱^[28]。诚然,基于理论模型的推导和现实情况的分析可以部分解释不同人力资本与全要素生产率研究结论差异的原因,但是不同的实证研究在人力资本存量的测算(即人力资本代理变量的选择)、全要素生产率的测算方法存在不一致,这也是导致不同的研究结论并不太一致的重要原因。尽管人力资本对经济增长的影响已经得到大家公认,但是对人力资本存量的度量以及人力资本回报率的研究却长期滞后,这是许多研究得出人力资本对中国经济增长影响差异的重要原因^[29];不同全要素生产率研究在方法、数据处理的不一导致结果不具可比性^[30]。基于以上分析,本文拟在如下 3 个方面对既有研究提出改进。

(1)教育代理变量通常难以比较不同教育水平的质量问题,且教育代理变量方法忽略了健康这一人力资本另一重要因素,可能会低估人力资本的实际效应^[37-38],本文遵循经典人力资本投资理论,界定人力资本投资包括医疗卫生、教育培训等提升人力资本方面的投资支出。将成本法测算人力资本存量的方法引入对我国省级人力资本存量的测算,结合我国现阶段处于二元经济结构转变过程和劳动力大规模流动的特征,将人口流动所导致的人力资本存量的空间分布变化加以考虑,更准确反映了我国省级人力资本存量分布。

(2)DEA-Malmquist 指数方法测算全要素生产率有其特殊意义,DEA 方法只需要经济系统的要素投入、产出数据,而不需要对生产函数及其参数有任何假设,就可以通过线性规划求解而得到全要素生产率。但是既有的 DEA-Malmquist 测算全要素生产率的研究大多基于 Fare 等^[39]定义、分解的 Adjacent Malmquist 生产率指数,而这一方法存在许多问题,如线性规划求解可能不可行、结果不具有乘法完备性、基期选取不同可能造成结果不一致等,从而使得测算的全要素生产率异常,导致不同研究的结论出现差异。本文引入 Pastor 和 Lovell^[40]定义的 Global Malmquist 指数,对我国各省的全要素生产率进行再测算,使得全要素生产率的测算结果更准确与稳健。

(3)基于 Danquah 和 Ouattara^[23]的研究,在实证模型中引入了技术差距变量,使得实证结论能更动态的反应人力资本与全要素生产率的相互作用。

二、模型设定与变量说明

本文借鉴 Vandenbussche 等^[15]的实证模型设定,加入控制变量,建立面板计量模型。

$$Y_{it} = \beta_{0i} + \beta_1 \times \ln h_{it} + \beta_2 \times df_{it} + \beta_3 \times d\ln h_{it} + \zeta \times Z_{it} + \alpha_t + \varepsilon_{it} \quad (17)$$

其中: Y_{it} 为被解释变量(全要素生产率、技术效率改进、技术进步); $\ln h_{it}$ 为人力资本,其值通过对数化人力资本存量得到; df_{it} 为第 i 省在 t 时刻技术差距变量,值越大表示该时刻越远离生产前沿,生产越缺乏效率; $d\ln h_{it}$ 为人力资本与生产前沿距离的交乘项; Z 为控制变量; α_t 为时间效应; ε_{it} 为误差项。

(一)人力资本变量

既有运用成本法测算我国省级人力资本存量的研究没有考虑劳动力跨省流动对省级人力资本存量空间分布变化的影响^[41-42],但是,快速的城市化和大规模的人口流动是我国经济高速增长过程中不可忽视的现象^[43],劳动力从发达地区向不发达地区的流动扩大了地区间的人力资本差异^[44],本文结合我国现阶段处于二元经济结构转变过程和劳动力大规模流动的特征,将人口流动导致的人力资本存量的空间分布变化纳入测度模型,纠正了忽略人口流动造成的省级人力资本存量测算结果的误差。

永续盘存法被广泛地运用于实物资本存量的测算,将其引入人力资本的测算有利于人力资本与实物资本存量的可比与一致性,同时解决不同教育指标难以加总的问题^[45]。永续盘存法测算人力资本存量的方法基本思想为

$$H_{i,t} = H_{i,t-1}(1 - \delta_{i,t}) + \frac{I_{i,t}}{P_{i,t}} \quad (18)$$

其中: $H_{i,t}$ 为第*i*省在第*t*年末的人力资本存量; $\delta_{i,t}$ 为第*i*省在第*t*年的人力资本折旧率; $I_{i,t}$ 、 $P_{i,t}$ 分别为第*i*省在第*t*年的人力资本投资流量及对应价格指数。人力资本存量的测算转化为对人力资本投资流量、价格指数、折旧率及期初资本存量的确定。考虑人力资本的流动会导致人力资本存量在空间布局的变动,引入省际人力资本净流入 $net_{i,t}$, $net_{i,t}$ 反映的是第*i*省在第*t*年的人力资本净流入量,则省级人力资本存量需要在当年投资流量确定的基础上,对人力资本的流动进行校正。

$$H_{i,t} = H_{i,t-1}(1 - \delta_{i,t}) + \frac{I_{i,t}}{P_{i,t}} + net_{i,t} \quad (19)$$

其中: $net_{i,t}$ 为人力资本流动对省级人力资本存量的贡献,对于人力资本净流出省份其值为负,对人力资本净流入省份其值为正。具体的测算过程利用了《中国统计年鉴》中相应年份省级地区生产总值、地区人均可支配收入,地区居民消费价格指数,地区固定资产投资价格指数,地区人口年龄结构组成,地区公共财政预算关于教育、医疗的支出,地区城镇、农村居民教育、医疗平均消费支出,各地区在校学生数、地区居民平均寿命等数据;《中国人口和就业统计年鉴》中地区人口年末数,地区人口自然增长率,地区城镇人口比率,各地区农业人口比例等数据;《中国教育经费统计年鉴》地区教育经费总支出、学杂费等数据;《中国卫生和计划生育统计年鉴》地区卫生总费用、全国卫生总费用等数据。

(二)全要素生产率与技术差距变量

通过构造 Global Malmquist 指数,定义生产集:

$$p^t(x, y) = \{(x, y) | t \text{ 期, } x \text{ 可以生产 } y\} \quad (20)$$

$$d^t(x, y) = \min_{\theta} \{\theta : (\theta x, y) \in p^t(x, y), \theta > 0\} \quad (21)$$

$$P^G(x, y) = \{P^1(x, y), P^2(x, y) \cdots P^T(x, y)\} \quad (22)$$

$$d^G(x, y) = \min_{\theta} \{\theta : (\theta x, y) \in P^G(x, y), \theta > 0\} \quad (23)$$

$$tfp = M^G(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \frac{d^G(x^{t+1}, y^{t+1})}{d^G(x^t, y^t)} = \frac{d^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{d^t(x^t, y^t)} \times \left\{ \frac{d^G(x^{t+1}, y^{t+1})}{d^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \times \frac{d^t(x^t, y^t)}{d^G(x^t, y^t)} \right\} = \frac{d^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{d^t(x^t, y^t)} \times \left\{ \frac{d^G(x^{t+1} \times d^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}), y^{t+1})}{d^G(x^t \times d^t(x^t, y^t), y^t)} \right\} = eff \times tec \quad (24)$$

以上 Global Malmquist 指数具有乘法完备性、不会因为基期设置不同而造成测算结果差异、且不会产生线性规划不可解等问题^[40,46]。

投入变量界定为实物资本、人力资本、劳动力,产出界定为地区生产总值。

实物资本采用永续盘存法测算:

$$K_{i,t} = K_{i,t-1}(1 - \delta_{i,t}) + \frac{I_{i,t}}{P_{i,t}} \quad (25)$$

其中: $K_{i,t}$ 为第*i*省在第*t*年末的人力资本存量; $\delta_{i,t}$ 为第*i*省在第*t*年的折旧率; $I_{i,t}$ 、 $P_{i,t}$ 分别为第*i*省在第*t*年的固定资产投资流量及对应价格指数。由《中国统计年鉴》取得历年地区固定资产投资、固定资产投资价格

指数数据;各省、市折旧率采用贾润崧和张四灿^[47]测算结果;通过假设期初两期物质资本与产出比不变来确定期初资本存量,由此得到各地区历年物质资本存量。劳动力由各地劳动年龄人口扣除高中以上在校生人数得到。地区生产总值为支出法地区生产总值用 GDP 平减指数扣除价格影响。

通过代入产出与投入变量,利用 DEA 方法,可求解得出全要素生产率(tfp)、技术效率改进(eff)、技术进步(tec)与效率系数(θ)。人力资本变量($\ln h_{it}$)以测算的省级人力资本人均值取对数得到,技术差距变量(df_{it})借鉴 Danquah 和 Ouattara^[23]的方法取 $df_{it} = 1/\theta_{it}$, θ_{it} 为第 i 省在 t 时刻的效率系数。

(三)控制变量

控制变量包括基础设施、政府行为、贸易开放度、产业结构、城市化程度、人口增长率、制度变迁、人口流动。基础设施 $\ln GDP$ 以人均 GDP 对数值为代理变量;政府行为 gov 以政府支出占 GDP 比为代理变量;贸易开放度 $open$ 选用进出口额占 GDP 比为代理变量;产业结构 ind 则以第三产业总产值占 GDP 比重为代理变量;城市化程度 cit 以非农业人口占总人口比为代理变量;人口增长率 $rate$ 以地区人口自然增长率为代理变量;制度变迁 ins 以私营、个体就业人数占总体劳动年龄人口(15~65 岁人口)比例为代理变量, $D.ins$ 为滞后一期项,反映上期制度对当期影响;人口流动 mig 以人口净流动占地区年末人口比例为代理变量。由于在解释变量中加入人均人力资本及其与技术差距(距离生产前沿距离)的交乘项,本文发现相关解释变量与控制变量产生了多重共线性问题,以下的分析将基础设施从控制变量中剔除。

三、模型估计结果

分别对 tfp 、 eff 、 tec 进行固定效应、随机效应模型估计,依据估算结果我们分别对 3 个模型采用 Hausman 检验,检验固定效应与随机效应,结果显示拒绝了随机效应假设(表 2),因此采用固定效应模型估计。

表 2 固定效应与随机效应 Hausman 检验结果

被解释变量	tfp	eff	tec
统计量(χ^2)	31.17	58.38	39.26
P	0.00	0.00	0.00

将被解释变量为 tfp ,解释变量为人力资本($\ln h$)、人力资本技术差距交乘项($df \ln h$)、技术差距(df)的参数分别记为 $\beta_{\ln h}^{tfp}$ 、 $\beta_{df \ln h}^{tfp}$ 、 β_{df}^{tfp} ,同时为方便下一步分析,将 $\beta_{\ln h}^{tfp}$ 定义为边际人力资本对全要素生产率的直接贡献, $\beta_{df \ln h}^{tfp}$ 为边际人力资本通过技术差距作用于全要素生产率的间接贡献,则边际人力资本对全要素生产率的总的贡献记为 $\partial tfp / \partial \ln h$,即边际人力资本对全要素生产率的直接贡献与边际人力资本通过技术差距作用于全要素生产率的间接贡献之和。同理,采用相似方法定义边际人力资本对技术效率、对技术进步的总贡献。为便于比较,在对被解释变量进行回归分析时,同时作不含人力资本技术差距交乘项为解释变量的回归(表 3)。相较于未引入人力资本技术差距交乘项回归模型,引入人力资本技术差距的实证模型能更好地反映人力资本与技术差距相互作用,进而影响全要素生产率的变化过程。

回到本文设定的回归模型,由参数估计结果, $\beta_{\ln h}^{tfp}$ 、 $\beta_{\ln h}^{eff}$ 、 $\beta_{\ln h}^{tec}$ 显著为负,可以发现边际人力资本对全要素生产率、技术效率改进、技术进步的直接贡献都为负,此结果支持了国内外相关研究关于人力资本可能对全要素生产率起负面作用的结论。人力资本对全要素生产率、技术效率、技术进步作用不显著甚至为负的一种理论解释是低收入经济体通常通过模仿学习技术前沿来实现全要素生产率的改进,模仿需要中等教育水平的人力资本,而发达经济体主要通过创新来实现全要素生产率的提升,因此其更需要高等教育的人力资本,如果低收入经济体过多的投资高等教育型人力资本,社会有限的资源没有得到更好的利用,其人力资本投资对全要素生产率、技术效率改进、技术进步的直接贡献就可能为负。对于我国人力资本对全要素生产率、技术效率改进、技术进步的直接贡献都为负可能的解释还包括,教育需求领域传统的经济学人假设不存在,教育投资非经济、非理性,而学校教育的质量太低,在学生认知技能方面没有带来劳动力最终技能提升,劳动力技能提升并没有用来生产,产生了社会性的浪费,劳动力市场存在摩擦导致,人力资本存在过度投资,个人和社会的稀缺资源在生产投资与人力资本投资之间没有合理配置^[48],高等教育的回报率降低^[49],同时物质资本积累、基础设施建设不足。

$\beta_{df \ln h}^{tfp}$ 、 $\beta_{df \ln h}^{eff}$ 、 $\beta_{df \ln h}^{tec}$ 参数估计显著为正,此结果与技术扩散模型预测的人力资本通过作用于地区技术差距提升地区全要素生产率的观点相符。本文的估计结果与既有许多研究的差异在于,边际人力资本对全要素

表3 固定效应回归结果

变量	<i>tfp</i>		<i>eff</i>		<i>tec</i>	
<i>df</i>	-0.736*** -3.859	-0.516*** -3.625	-0.542*** -3.021	-0.394 -0.988	-0.236** -2.433	-0.612 -1.013
<i>dflnh</i>	0.069*** 3.926	—	0.051* 1.738	—	0.027* 1.862	—
<i>lnh</i>	-0.077*** -3.674	-0.026 -1.114	-0.053** -2.524	-0.033** -2.336	-0.028* -1.983	-0.022 -1.212
<i>mig</i>	-0.185 -1.116	-0.346 -1.438	-0.125 -0.325	-0.194 -0.352	-0.132 -0.986	-0.147 -1.102
<i>D.ins</i>	-0.163 -1.105	-0.213 -1.125	-0.086 -1.214	-0.077 -1.125	-0.041 -0.684	-0.029 -0.589
<i>open</i>	0.008 1.127	0.014 1.428	-0.013 -0.965	-0.019 -1.114	0.033*** 4.574	0.039*** 3.258
<i>gov</i>	-0.143*** -2.689	-0.136*** -3.045	0.084 1.117	0.068 1.025	-0.314*** -3.859	-0.259*** -3.587
<i>cit</i>	-0.007 -0.398	-0.009 -0.538	0.041 1.014	0.027 0.985	-0.052 -1.658	-0.039 -1.324
<i>rate</i>	-0.003 -1.468	-0.002 -1.225	-0.001 -0.354	0.000 0.000	-0.004** -2.105	-0.003 -1.058
<i>ind</i>	0.031 1.104	0.026 1.324	-0.014 -0.658	-0.018 -0.073	0.042** 1.998	0.039 1.104
<i>Constant</i>	1.659*** 7.339	1.933*** 8.247	1.736*** 7.689	1.954*** 8.135	1.368*** 7.984	1.459*** 8.036
<i>R</i> ²	0.076	0.091	0.128	0.232	0.147	0.159

注：每行上面为回归系数值，下面为*t*统计量；***、**和*分别表示在1%、5%和10%的显著性水平上显著。

生产率、技术效率改进、技术进步总的贡献将取决于地区技术差距，为了具体分析边际人力资本分别对全要素生产率、技术效率改进、技术进步总的效应，进一步的对回归方法求偏微分：

$$\frac{\partial tfp}{\partial lnh} = df \times \beta_{dflnh}^{tfp} + \beta_{lnh}^{tfp} = df \times 0.069 - 0.077 \quad (18)$$

$$\frac{\partial eff}{\partial lnh} = df \times \beta_{dflnh}^{eff} + \beta_{lnh}^{eff} = df \times 0.051 - 0.053 \quad (19)$$

$$\frac{\partial tec}{\partial lnh} = df \times \beta_{dflnh}^{tec} + \beta_{lnh}^{tec} = df \times 0.027 - 0.028 \quad (20)$$

式(18)、式(19)、式(20)显示，边际人力资本分别对全要素生产率、技术效率改进、技术进步总贡献的大小、甚至符号都取决于*df*，只有*df*足够大，边际人力资本对全要素生产率提升、技术效率的改进、以及技术进步的总贡献才为正。对以上结果，可以做如下解释：当某个省份距离生产前沿足够远时，对人力资本微小的投资能带来劳动力模仿、学习能力的快速提升，而起到快速提升生产效率的作用；而当技术距离生产前沿足够近时，对人力资本的投资带来的技术模仿、生产效率提升的效果可能会大打折扣，反而短期内，由于新增人力资本投资会挤出对别的相对更有效率资本的投资^[50]，造成技术效率、全要素生产率的下滑。

进一步分析，地区技术差距分别对全要素生产率、技术效率、技术进步的总贡献，仍然通过求偏导可得：

$$\frac{\partial tfp}{\partial df} = lnh \times \beta_{dflnh}^{tfp} + \beta_{df}^{tfp} = lnh \times 0.069 - 0.736 \quad (21)$$

$$\frac{\partial eff}{\partial df} = lnh \times \beta_{dflnh}^{eff} + \beta_{df}^{eff} = lnh \times 0.051 - 0.542 \quad (22)$$

$$\frac{\partial tec}{\partial df} = lnh \times \beta_{dflnh}^{tec} + \beta_{df}^{tec} = lnh \times 0.027 - 0.236 \quad (23)$$

式(21)、式(22)、式(23)显示，只有当人力资本的存量足够高时，技术差距越大的省份，其全要素生产率、技术效率、技术进步的变动才会越快，即呈现出收敛效应；而如果人力资本水平未达到临界值，则离生产前沿较远的省份反而会面临着全要素生产率、技术效率、技术进步的恶化。这可以解释我国省级全要素生产率并没有在全国层面、中部地区、西部地区层面呈现出地区间收敛，其主要原因还在于经济欠发达省份的人力资本水平太低，不足以形成缩小地区差异的驱动力，而我国东部地区由于经济发展水平较高，人力资本水平的

积累也高于全国平均水平,因此,东部地区观察到了全要素生产率的条件收敛。

四、结论与政策建议

基于固定效应模型,在控制政府行为、贸易开放度、产业结构、城市化程度、人口增长率、制度变迁、人口流动等变量基础上分别研究了人力资本、技术差距(以距离生产前沿面的距离函数为度量)对全要素生产率、技术效率改进、技术进步的作用。结果显示边际人力资本对全要素生产率、技术效率改进、技术进步的直接贡献为负,反映了人力资本投资短期对全要素生产率、技术效率改进、技术进步的抑制作用,可能的原因有:不同省份人力资本投资战略趋同,没有差异化的针对各自的优势产业进行人力资本投资,如欠发达省份过多的投资于高等教育型人力资本,发达省份过多投入中等教育型人力资本,导致人力资本对全要素生产率、技术效率改进、技术进步的提升作用不能得到更好的发挥;另外,由于我国教育需求领域传统的经济学人假设不存在,教育投资非经济、非理性,导致人力资本投资的过度积累;教育的质量没有起到真正提升劳动力技能的作用,且劳动力市场存在摩擦、配套的公共基础设施不健全等。边际人力资本主要通过作用于地区技术差距对全要素生产率、技术效率、技术进步起促进作用,技术差距越大,人力资本的贡献越大。当某个省份技术差距足够大时,对人力资本的有效投资能带来劳动力模仿、学习能力的快速提升,起到加快提升生产效率、缩小地区技术差距的作用,随着技术差距缩小,对人力资本的投资带来的技术模仿、生产效率提升的效果可能会大打折扣,而此时由于人力资本的存量还不足以推动自主创新,且由于有限的资源没有得到更好的配置,人力资本投资反而会阻碍全要素生产率的提高。人力资本通过作用于地区技术差距提升地区全要素生产率的效应显著。由技术差距对全要素生产率、技术效率、技术进步的进一步实证研究发现,当人力资本的存量足够高时,技术差距越大,其全要素生产率、技术效率、技术进步的变动才会越快。

综上,本文发现人力资本、地区技术差距在对全要素生产率、技术效率改进、技术进步的作用,存在相互制约、互相促进的一个过程,这是对已有文献研究结论的一个有力补充,具体的作用机制如下:首先,人力资本投资对全要素生产率、技术效率改进、技术进步的边际效应取决于该省与生产前沿的技术差距,如果该技术差距过小,人力资本投资对全要素生产率、技术效率改进、技术进步总贡献可能为负;同时,技术差距的变动又取决于人力资本存量,如果人力资本存量过低,则会使得技术差距继续拉大,意味着过低的人力资本存量阻碍了技术从发达地区流向落后地区。直观的理解是,考虑一个初始生产极端落后(技术差距足够大)、人力资本水平极低的省份,对人力资本的有效投资无疑能同时带来全要素生产率、技术效率改进、技术进步的同时提升,但是由于人力资本存量仍极低,学习、创新能力仍然有限,可能观察到仍然是技术差距逐渐拉大,离生产前沿面越来越远。持续的人力资本投资带来全要素生产率、技术效率改进、技术进步及人力资本存量长期提升,当人力资本存量达到一定门槛值后,学习先进生产技术能力提高,此时带来地区技术差距开始缩小,离生产前沿面越来越近,当技术差距缩小至一定门槛值时,由于自主创新所需的人力资本存量仍不足,而通过模仿、学习得以实现效率改进的空间又越来越小,人力资本投资带来的全要素生产率、技术效率改进、技术进步边际效应逐渐趋小,甚至短期内趋于负值。

本文的研究结论可以为人力资本投资提供如下政策建议:首先,尽管短期来看,人力资本投资不能马上带来全要素生产率的提升,但是长期来看,鼓励加强人力资本投资是落后地区实现全要素生产率提升的重要动力,也是经济发达地区实现自主创新的源动力;其次,人力资本投资的结构对提升全要素生产率至关重要,落后地区应该将人力资本投资更集中于基础教育,努力提升初级人力资本水平,经济发达地区的人力资本投资应该更集中于高等教育,努力提升高级人力资本水平;最后,消除劳动力市场摩擦,构建完善的要素市场,对于提升全要素生产率具有积极意义。

参考文献

- [1] HULTEN C R. Total factor productivity: A short biography[J]. Social Science Electronic Publishing, 2000, 51(3): 3-16.
- [2] NELSON R, PHELPS E. Investment in humans, technological diffusion, and economic growth[J]. American Economic Review, 1966, 56(2): 69-75
- [3] LUCAS R E. On the mechanics of economic development[J]. Journal of Monetary Economics, 1988, 22(1): 3-42.
- [4] ROMER P M. Increasing returns and long-run growth[J]. Journal of Political Economy, 1986, 94(5): 1002-1037.

- [5] ROMER P M. Human capital and growth: Theory and evidence[J]. Carnegie Rochester Conference, 1990, 32(1): 251-286.
- [6] MANKIW N G, ROMER D, WEIL D N. A contribution to the empirics of economic growth[J]. Nber Working Papers, 1992, 107(2): 407-437.
- [7] BENHABIB J, SPIEGEL M M. The role of human capital in economic development evidence from aggregate cross-country data[J]. Journal of Monetary Economics, 1994, 34(2): 143-173.
- [8] MILLER S M, UPADHYAY M P. The effects of openness, trade orientation, and human capital on total factor productivity [J]. Journal of Development Economics, 2000, 63(2): 399-423.
- [9] JORGENSEN D W, GRILICHES Z. The explanation of productivity change[J]. Review of Economic Studies, 1967, 34(3): 249-283.
- [10] KOMAN R, MARIN D. Human capital and macroeconomic growth: Austria and Germany 1960-1997-an update[J/OL]. Economics, 1999, DOI: <http://pub.ub.uni-muenchen.de/19481/>.
- [11] DOMÉNECH R. Human capital in growth regressions: How much difference does data quality make? [J]. Journal of the European Economic Association, 2006, 4(1): 1-36.
- [12] KRUEGER A B, LINDAHL M. Education for growth: Why and for whom? [J]. Journal of Economic Literature, 2001, 39(4): 1101-1136.
- [13] PRITCHETT L. Where has all the education Gone[J]. World Bank Economic Review, 2001, 15: 367-391.
- [14] BENHABIB J, SPIEGEL M M. Human capital and technology diffusion [J]. Handbook of Economic Growth, 2005, 1: 935-966.
- [15] VANDENBUSSCHE J, AGHION P, MEGHIR C. Growth, distance to frontier and composition of human capital [J]. Journal of Economic Growth, 2006, 11(2): 97-127.
- [16] AZOMAHOU T T, DIENE B, DIENE M. Technology frontier, labor productivity and economic growth: Evidence from OECD countries[R]. Annual International Conference on Development Economics, 2009.
- [17] ISLAM R. Human capital composition, proximity to technology frontier and productivity growth[J]. Department of Economics Discussion Paper, 2010, 23(10): 1-41.
- [18] ANG J B, MADSEN J B, ISLAM M R. The effects of human capital composition on technological convergence[J]. Journal of Macroeconomics, 2011, 33(3): 465-476.
- [19] 许和连, 元朋, 祝树金. 贸易开放度、人力资本与全要素生产率: 基于中国省际面板数据的经验分析[J]. 世界经济, 2006(12): 3-10.
- [20] 王小鲁, 樊纲, 刘鹏. 中国经济增长方式转换和增长可持续性[J]. 经济研究, 2009(1): 44-47.
- [21] 颜鹏飞, 王兵. 技术效率、技术进步与生产率增长: 基于DEA的实证分析[J]. 经济研究, 2004(12): 55-65.
- [22] 彭国华. 我国地区全要素生产率与人力资本构成[J]. 中国工业经济, 2007(2): 54-61.
- [23] DANQUAH M, OUATTARA B. Productivity growth, human capital and distance to frontier in Sub-Saharan Africa [J]. Journal of Economic Development, 2014, 39(4): 27.
- [24] HANUSHEK E A. Economic growth in developing countries: The role of human capital[J]. Economics of Education Review, 2013, 37(37): 204-212.
- [25] 胡永远. 创造性替代、个人人力资本投资与经济增长[J]. 经济科学, 2000(5): 70-74.
- [26] 李尚骞, 陈继勇, 李卓. 干中学、过度投资和R&D对人力资本积累的“侵蚀效应”[J]. 经济研究, 2011(6): 57-67.
- [27] 刘海英, 赵英才, 张纯洪. 人力资本“均化”与中国经济增长质量关系研究[J]. 管理世界, 2004(11): 15-21.
- [28] 魏下海, 张建功. 人力资本对全要素生产率增长的门槛效应研究[J]. 中国人口科学, 2010(5): 48-57.
- [29] 张吉鹏, 吴桂英. 中国地区差距: 度量与成因[J]. 世界经济文汇, 2004(4): 60-81.
- [30] 郑玉歆. 全要素生产率的测度及经济增长方式的“阶段性”规律: 由东亚经济增长方式的争[J]. 经济研究, 1999(5): 55-60.
- [31] 何元庆. 对外开放与TFP增长: 基于中国省际面板数据的经验研究[J]. 经济学(季刊), 2007, 6(4): 1127-1142.
- [32] 孙旭. 嵌套技术扩散模型估计与落后地区的技术追赶[J]. 数学的实践与认识, 2011, 41(19): 125-133.
- [33] 刘建国, 李国平, 张军涛, 等. 中国经济效率和全要素生产率的空间分异及其影响[J]. 地理学报, 2012, 67(8): 1069-1084.
- [34] 华萍. 不同教育水平对全要素生产率增长的影响——来自中国省份的实证研究[J]. 经济学(季刊), 2005, 5(4): 151-170.
- [35] 金相郁. 中国区域全要素生产率与决定因素: 1996—2003[J]. 经济评论, 2007(5): 107-112.
- [36] 魏梅. 区域全要素生产率影响因素及效率收敛分析[J]. 统计与决策, 2008(12): 77-79.
- [37] 杨建芳, 龚六堂, 张庆华. 人力资本形成及其对经济增长的影响——一个包含教育和健康投入的内生增长模型及其检验[J]. 管理世界, 2006(5): 10-18.

- [38] 姚先国, 张海峰. 教育、人力资本与地区经济差异[J]. 经济研究, 2008(5): 47-57.
- [39] FARE R, GROSSKOPF S, NORRIS M, et al. Productivity growth technical progress and efficiency change in industrialized countries[J]. American Economic Review, 1994, 84(1): 66-83.
- [40] PASTOR J T, LOVELL C A K. A global malmquist productivity index[J]. Economics Letters, 2005, 88(2): 266-271.
- [41] 钱雪亚, 王秋实, 刘辉. 中国人力资本水平再估算: 1995-2005[J]. 统计研究, 2008, 25(12): 3-10.
- [42] 孟望生, 王询. 中国省级人力资本水平测度——基于成本法下的永续盘存技术[J]. 劳动经济研究, 2014(4): 141-160.
- [43] 刘强. 中国经济增长的收敛性分析[J]. 经济研究, 2001(6): 70-77.
- [44] 侯力. 劳动力流动对人力资本形成与配置的影响[J]. 人口学刊, 2003(6): 34-39.
- [45] 钱雪亚, 王秋实, 刘辉. 中国人力资本水平再估算: 1995—2005[J]. 统计研究, 2008, 25(12): 3-10.
- [46] 夏一丹, 胡宗义, 戴钰. 文化传媒上市公司全要素生产率的 Globe Malmquist 研究[J]. 财经理论与实践, 2014(4): 48-52.
- [47] 贾润崧, 张四灿. 中国省际资本存量与资本回报率[J]. 统计研究, 2014, 31(11): 35-42.
- [48] 林毅夫. 发展战略、自生能力和经济收敛[J]. 经济学(季刊), 2002(1): 269-300.
- [49] 陆明涛. 结构变迁过程中的人力资本与高等教育投资回报[J]. 金融评论, 2017(5): 28-43.
- [50] FROMM G, DENISON E F. The sources of economic growth in the United States and the alternatives before us[J]. Journal of the American Statistical Association, 1963, 58(304): 1168.

Human Capital, Technology Gap and Total Factor Productivity

Chen Xiangwu

(1. School of Economics, Peking University, Beijing 100871, China)

Abstract: Based on the improved method to recalculate the provincial human capital stock and total factor productivity, the regional technology gap variable is introduced to empirically study the impact on total factor productivity caused by provincial human capital stock and regional technology gap in China during 1996—2016. The results, which are supplement to the conclusions of existing literature research, show that human capital and regional technology gaps play a mutual restraint and promotion role in total factor productivity change, technological efficiency improvement and technological progress.

Keywords: human capital; technology gap; total factor productivity