

人力资本与技术采用

王昕锐

云南师范大学数学学院, 云南 昆明

收稿日期: 2024年12月15日; 录用日期: 2025年1月7日; 发布日期: 2025年1月17日

摘要

在全球化、信息化日益加速的今天, 人力资本和科学技术越来越成为推动经济增长的重要因素。使用2000~2021年亚洲46个国家的相关数据建立动态面板模型, 从人力资本的“干中学”维度、教育维度及健康维度这三个方面综合考虑, 探讨人力资本与技术采用的联系。结果表明, 人力资本与技术之间的联系取决于人力资本的类型以及不同技术的性质。通过“干中学”机制形成的人力资本类型可能是技术采用的最重要因素, 其次是以高等教育入学率衡量的人力资本维度, 最后是以预期寿命衡量的人力资本的维度。后发国家在追赶技术领先国家的时候, 需要强化人力资本“干中学”经验累积。应对不同技术进行针对性分析并采取相对应的政策, 才能更好地促进技术的采用与传播。

关键词

人力资本, 技术采用, 干中学, 亚洲经验

Human Capital and Technology Adoption

Xinrui Wang

School of Mathematics, Yunnan Normal University, Kunming Yunnan

Received: Dec. 15th, 2024; accepted: Jan. 7th, 2025; published: Jan. 17th, 2025

Abstract

In today's world of accelerating globalization and informatization, human capital and science and technology are becoming more and more important factors for economic growth. A dynamic panel model using data from 46 countries in Asia from 2000 to 2021 explores the link between human capital and technology adoption by integrating three dimensions of human capital: the “learning-by-doing” dimension, the education dimension and the health dimension. The results show that the link between human capital and technology depends on the type of human capital and the nature of different technologies. The type of human capital formed through the mechanism of “learning by doing” is likely to be the most important factor in technology adoption, followed by the dimension

文章引用: 王昕锐. 人力资本与技术采用[J]. 统计学与应用, 2025, 14(1): 71-79.

DOI: 10.12677/sa.2025.141008

of human capital measured by tertiary education enrolment and, finally, the dimension of human capital measured by life expectancy. In catching up with the technological leaders, latecomers need to strengthen the accumulation of “learning by doing” experience in human capital. The adoption and diffusion of technology can be better facilitated through targeted analysis of different technologies and the adoption of corresponding policies.

Keywords

Human Capital, Technology Adoption, Learning-by-Doing, Asian Experience

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

人力资本与技术之间存在着密切联系。一方面，人力资本对技术进步有促进作用，因为技术进步往往需要高素质的人才来进行研发、应用和推广。另一方面，技术进步对人力资本有激励作用，因为技术进步往往需要一定的教育水平和学习能力来适应新技术的要求。因此，人力资本与技术之间形成了一个正向的循环，共同推动经济增长。然而，人力资本与技术之间的相互作用和影响并不是均衡和一致的。不同国家、地区和行业之间存在着人力资本与技术的差异和差距，这些差异和差距会影响经济增长的速度和方向。因此，探讨人力资本与技术之间的关系，分析其对经济增长的影响机制和路径，以及影响其协调发展的因素和政策措施，对于理解经济增长的内在逻辑和规律，促进经济社会的可持续发展具有重要意义[1]。

亚洲是一个人力资源丰富、技术发展迅速的地区。人力资本主要体现在其庞大的劳动力市场和高质量的劳动力，拥有世界上最大的劳动力市场，其中包括各种技能和教育水平的劳动者。此外，亚洲国家在教育 and 培训方面的投入也在不断增加，以提高劳动力的素质和技能，为亚洲的经济发展提供了强大的支撑。

目前对于人力资本的衡量方法主要有：成本法、收益法和基于教育成果或国民素质的教育指标法[2][3]，教育指标法是最常用到的方法，一般选取平均指标如平均受教育年数，还有一些文献以入学率等相对教育指标形式衡量人力资本，Fleisher 和 Zhao (2010)以大学及以上人员占人口比重[4]、何菊莲(2021)以接受过高等教育的高校毕业生、在校生的总数等[5]。另外，Barro(2013)认为健康是影响人力资本稳定输出的重要因素，常用预期寿命为衡量指标[6]。

关于教育与技术扩散方面，Nelson 和 Phelps (1966)提出了一个基于人力资本理论的技术扩散模型，指出教育对技术扩散和经济增长有正向的影响，而且这种影响随着技术进步的速度而增强[7]。Benhabib 和 Spiegel (1994)对技术扩散模型进行了检验并有所拓展，他们发现，人力资本对经济增长有两种作用：一种是通过提高生产率来促进增长的直接作用，另一种是通过促进技术扩散来促进增长的间接作用。他们还发现，间接作用比直接作用更显著，而且这种作用随着技术差距的缩小而减弱[8]。魏下海(2010)和高远东(2010)借鉴了 Benhabib-Spiegel 模型进行研究[9][10]。上述都是把全要素生产率的变化作为技术变化看待，然而，生产率的变化不能正确地反映技术变化，而只能反映投资于技术变化的超额回报，即超过了该活动的完全机会成本的回报[11]，全要素生产率受到多种因素的影响，包括技术效率、规模效率、配置效率等。不同于将全要素生产率视为衡量技术的标准，Comin 和 Mestieri (2014)提出一种衡量技术采用与扩散的方式，着重强调技术采用的强度[12]。Asif 和 Lahiri (2021)研究了技术的使用强度，并探讨了人

力资本的量化指标与技术采用之间的关系[13]。

基于国内外研究成果的梳理,我们发现侧重于人力资本对具体技术的影响的研究少之又少,国内学者对于不同人力资本类型是否对技术采用发挥不同的作用以及人力资本“干中学”维度对技术采用影响方面的研究更少。因此,本文探讨不同维度的人力资本是否对技术的使用强度发挥不同作用,因为人力资本是技术采用的重要决定因素这一假设提供证据。

2. 研究设计

2.1. 数据来源与模型设计

本文采用 2000~2021 年的亚洲 46 个国家相关数据,数据均来源于世界银行数据库,缺失数据使用插值法等方法进行处理。

为了研究人力资本与技术采用的关系,本文在实证中需要运用面板数据模型,而由于人力资本与技术采用之间具有双向关系,这将导致普通的面板数据模型中存在内生性问题,本文将被解释变量的滞后期作为解释变量引入模型中,构建动态面板数据模型,即:

$$I_{ic,t} = \alpha_{ic} + \beta I_{ic,t-1} + \gamma_1 H_{ic,t} + \gamma_2 X_{ic,t} + \varepsilon_{ic,t}$$

其中, I 表示技术的使用强度, H 表示人力资本, X 是一组控制变量。 $\varepsilon_{ic,t}$ 是误差项。下标表示为特定的技术 i , 国家 c , 年份 t 。在这里, $I_{ic,t-1}$ 表示被解释变量, $I_{ic,t}$ 的滞后一期。

2.2. 变量设置和说明

关于技术使用强度的指标选取,本文参考 Comin 和 Hobijn (2009)中对技术的定义的阐述,通过完成特定任务所需要的资本货物数量、用户数量或次数指标来衡量[14]。本文选取的技术相关变量为:互联网用户(net)、每百万人安全服务器数(ser)、航空(air)、化肥消费量(fer)、每百人固定宽带数(fbs)、每十万成年人自动取款机数(atm)、农业机械(tra)。

关于人力资本相关指标的选取,鉴于人力资本存量的抽象性,需对人力资本进行量化,本文从人力资本的三个维度进行研究,第一个维度是基于教育指标法以高等教育入学率(er)作为人力资本的量化指标;另外,很多研究表明健康是人力资本的组成部分,故将健康层面作为衡量人力资本的第二个维度来进行研究,我们以预期寿命(le)表示。

干中学即在实践中学习,过去与当前的技术使用强度之间具有一定关系,关于人力资本“干中学”维度的类似解释也适用于此,具体来说,如果过去的使用滞后水平很小,则技术采用的速度较小,那么“干中学”的出现程度就会更大[15] [16]。后文将用变量的滞后一阶来更具体地研究“干中学”的维度。

考虑到其他因素也对技术扩散产生某种程度的影响,模型还设置以下控制变量:外国直接投资(fdi),在后续稳健性检验中我们还继续增加人均 GDP (gdp)作为控制变量。

3. 实证分析

3.1. 变量的描述性统计分析

在展开实证分析前,本文先对样本中各变量进行了统计与检验,为了避免数值差距过大影响结果,先进行数据处理,外国直接投资的单位为十亿美元,人均 GDP 单位为十万美元。数据处理后的描述性统计结果保留两位小数,如表 1 所示。

3.2. 实证结果分析

本文利用 STATA17 软件,借鉴 Arellano 和 Bond (1991),采用动态面板数据模型的广义矩估计法[17],

回归结果如表 2 所示。

Table 1. Results of descriptive statistics for variables
表 1. 变量描述性统计结果

变量	均值	标准差	最小值	最大值
高等教育入学率(er)	32.78	22.51	0.196	117.10
预期寿命(le)	71.82	5.79	55.30	84.56
航空(air)	1607.00	3675.00	0.00	25,395.00
每十万人成年人自动取款机数(atm)	43.29	47.42	0.00	288.60
化肥(fer)	364.90	1401.00	0.00	19,172.00
互联网用户占比(net)	33.44	31.08	0.00	100.00
每百人固定宽带数(fbs)	6.77	9.20	0.00	44.27
每百人固定电话数(tel)	13.97	12.98	0.02	60.64
每百万人安全服务器数(ser)	1459.00	9342.00	0.00	128,378.00
农业机械(tra)	324.30	742.30	0.12	4532.00
外国直接投资(fdi)	0.63	2.606	-0.76	34.41
人均 GDP(gdp)	6.54	34.78	0.00	759.50

Table 2. Test results of GMM generalized moments estimation method based on dynamic panel models
表 2. 基于动态面板模型的 GMM 广义矩估计法检验结果

variables	net	atm	ser	air
Lagged variables	0.848*** (0.0624)	0.532*** (0.114)	0.966*** (0.0409)	1.186*** (0.0934)
er	0.245* (0.140)	0.740*** (0.185)	352.1*** (90.28)	-9.093 (6.027)
le	1.888*** (0.672)	0.868* (0.515)	-1,326*** (483.8)	-13.31 (12.61)
fdi	-0.243** (0.0966)	-0.0623 (0.180)	65.90 (86.79)	-83.16** (35.15)
Constant	-135.8*** (47.56)	-66.34* (38.56)	83,770** (34,207)	1,118 (968.4)
Hansen test	0.345	0.434	0.082	0.519
variables	tel	fer	fbs	tra
Lagged variables	0.515*** (0.129)	0.963*** (0.0170)	0.962*** (0.0857)	0.839*** (0.197)
er	-0.115 (0.0958)	0.0223 (0.308)	0.0126 (0.0198)	5.496 (3.567)
le	0.590 (0.536)	-2.321 (1.946)	0.316 (0.219)	-6.949 (4.419)

续表

fdi	0.0959 (0.106)	1.950 (2.116)	0.0654 (0.0501)	-21.75* (12.05)
Constant	-31.77 (35.16)	175.9 (139.3)	-22.46 (15.84)	381.9 (264.1)
Hansen test	0.352	0.313	0.788	0.634

注：***、**、*分别表示在 1%、5%、10%的水平显著，圆括号内为标准差。

表 2 结果显示以高等教育入学率(er)衡量的人力资本的量化维度中,与互联网(net)、自动取款机(atm)、安全服务器(ser)这些技术指标显著且正相关,对应回归系数值分别为 0.245、0.74 和 352.1,说明相对而言,高等教育入学率对安全服务器技术的影响最大,对互联网技术的影响最小。预期寿命(le)与各项技术的回归系数显示,仅有与互联网(net)和自动取款机(atm)这两个技术指标的系数显著且为正,说明与以高等教育入学率来衡量的人力资本的量化维度相比,在人力资本的健康维度下的结果相对较弱。所有滞后因变量(Lagged variables)的系数都在 1%的显著水平并且都是正的,对应回归系数最大值为 1.186、最小值为 0.515,这意味着前一时期的技术使用强度和当期技术使用强度之间存在正相关,这可能解释了人力资本在技术扩散过程中某些难以度量的维度,如“干中学”维度,与前两个维度相比,技术采用更重要的驱动因素是人力资本难以衡量的“干中学”维度,其次是以入学率衡量的维度,最弱的是健康维度。

Table 3. Tests for inclusion of variables

表 3. 加入变量的检验

variables	net	atm	ser	air
Lagged variables	0.818*** (0.0768)	0.505** (0.234)	0.965*** (0.0457)	1.186*** (0.0943)
er	0.0483 (0.208)	1.384** (0.635)	362.8*** (95.98)	-7.932 (6.125)
le	2.662*** (0.852)	-1.708 (2.091)	-1094** (454.1)	-16.04 (13.67)
fdi	-0.156 (0.153)	-0.150 (0.366)	44.51 (81.36)	-83.86** (36.25)
gdp	0.243 (0.294)	-0.101 (0.144)	-48.33*** (14.88)	-4.227 (8.748)
Constant	-185.8*** (59.48)	98.41 (143.2)	66,831** (32,463)	1306 (1034)
Hansen test	0.467	0.706	0.087	0.590
variables	tel	fer	fbs	tra
Lagged variables	0.817*** (0.0778)	0.963*** (0.0157)	0.640*** (0.0834)	0.949*** (0.120)
er	0.0844*** (0.0294)	-0.00161 (0.393)	0.337** (0.126)	2.099 (2.006)

续表

le	-0.0302 (0.0564)	-2.245 (1.902)	0.0959 (0.469)	-3.017 (2.132)
fdi	-0.0597 (0.0359)	2.908 (4.919)	0.00124 (0.105)	1.827 (7.233)
gdp	-0.104 (0.0932)	-0.0736 (0.199)	-0.155 (0.222)	-0.447 (0.548)
Constant	2.806 (4.053)	170.9 (135.9)	-14.59 (31.90)	174.0 (126.8)
Hansen test	0.525	0.142	0.850	0.308

注：***、**、*分别表示在 1%、5%、10%的水平显著，圆括号内为标准误差。

接着在模型中加入人均 GDP 作为控制变量，结果如表 3 所述。可以看到变量的显著性差别不大，以高等教育入学率衡量的人力资本维度中，显著且正相关的技术指标回归系数值最大的是 362.8 为安全服务器技术，系数最小的是 0.0844 为固定电话。表 3 结果同样表明技术采用最重要的驱动因素是人力资本难以衡量的“干中学”维度，其次是以高等教育入学率量化的维度，最后是人力资本的健康维度，前述关于人力资本与技术之间联系的结论在稳健性检验中仍然成立，说明本研究的模型设定与估计结果具有一定稳健性。

4. 分组回归分析

按照世界银行数据库中的标准将国家划分成高收入国家、中高等收入国家、中低等收入国家、低收入国家。为了便于分析，我们将所研究的亚洲 46 个国家分成高收入及中高等收入国家、中低等收入及低收入国家这两组，如表 4 所示。

Table 4. 46 countries in Asia grouped by income level

表 4. 亚洲 46 个国家按收入水平分组

高收入及中高等收入国家	中低等收入及低收入国家
阿拉伯联合酋长国、巴林、文莱达鲁萨兰国、以色列、日本、大韩民国、科威特、阿曼、卡塔尔、沙特阿拉伯、新加坡、亚美尼亚、阿塞拜疆、中国、格鲁吉亚、印度尼西亚、伊拉克、哈萨克斯坦、马尔代夫、马来西亚、泰国、土库曼斯坦、土耳其	孟加拉国、不丹、印度、伊朗伊斯兰共和国、约旦、柬埔寨、老挝、黎巴嫩、斯里兰卡、缅甸、蒙古、尼泊尔、巴基斯坦、菲律宾、塔吉克斯坦、东帝汶、乌兹别克斯坦、越南、阿富汗、朝鲜民主主义人民共和国、阿拉伯叙利亚共和国、也门共和国

Table 5. Subgroup regression comparisons

表 5. 分组回归比较

variables	高收入及中高等收入国家面板 net	中低等收入及低收入国家面板 net
Lagged variables	0.971*** (0.00811)	1.052*** (0.0161)
er	-0.0122 (0.00919)	-0.00102 (0.0225)

续表

	0.0519	0.144
le	(0.0663)	(0.0948)
	-0.141*	0.0622
fdi	(0.0707)	(0.146)
	2.318	-8.409
Constant	(4.937)	(6.839)
Hansen test	0.147	0.495
variables	ser	ser
Lagged variables	0.975***	1.110***
	(0.0812)	(0.0350)
	67.63	9.483***
er	(115.1)	(2.996)
	483.6	-6.840
le	(556.4)	(21.31)
	2193***	14.00
fdi	(652.7)	(28.78)
	-39,749	262.4
Constant	(45,291)	(1517)
Hansen test	0.427	0.138
variables	tel	tel
Lagged variables	0.966***	0.990***
	(0.00997)	(0.0215)
	0.0152**	-0.0224*
er	(0.00487)	(0.0126)
	-0.000417	-0.0514
le	(0.0160)	(0.0380)
	-0.0800	0.00612
fdi	(0.0572)	(0.0178)
	0.149	4.494
Constant	(1.132)	(2.716)
Hansen test	0.947	0.834

注：***、**、*分别表示在 1%、5%、10%的水平显著，圆括号内为标准误差。

除此之外，表 5 中互联网的结果显示高收入及中高等收入国家面板中滞后因变量的系数为 0.971，中低等收入及低收入国家面板中滞后因变量的系数为 1.052；安全服务器的结果显示高收入及中高等收入国家面板中滞后因变量的系数为 0.975，中低等收入及低收入国家面板中滞后因变量的系数为 1.110；固定电话的结果显示高收入及中高等收入国家面板中滞后因变量的系数为 0.966，中低等收入及低收入国家面

板中滞后因变量的系数为 0.990。发现中低等收入及低收入国家面板的滞后因变量的系数都大于高收入及中高等收入国家面板中滞后因变量的系数,这说明相比而言,在中低等收入及低收入国家中,“干中学”维度更为重要。一般来说,这些中低等收入及低收入国家大多是技术创新的追随者,比起那些技术领先国家,他们在实践中学习的效果会更加明显,干中学的难度对他们来说更为重要。

5. 结论与建议

人力资本影响技术的采用,在研究的人力资本三个维度中,对技术采用影响最大的是人力资本“干中学”维度,其次是以高等教育入学率衡量的维度,最后是健康维度。技术采用最重要的影响因素是该国已经采用技术的代差,其代差越大,进步空间越大,后发国家在追赶技术领先国家的时候,需要强化人力资本“干中学”经验累积,提高高等教育入学率。针对“干中学”维度,建议政府加大对职业教育和技能培训的投入,鼓励企业与职业院校合作,建立实习和实训基地,为学生提供实践机会,增强其就业竞争力;针对教育维度,建议提高高等教育的质量和普及率,推动优质教育资源的均衡分配;对于健康维度,建议政府加大对公共卫生和健康教育的投入,加强健康知识的普及,提升公众对健康生活方式的认识。

在研究人力资本与技术采用之间的联系时最好针对多种人力资本类型并对不同技术分别分析。要想更好地促进技术的采用与传播,应对不同技术进行针对性分析,从而采取相对应的政策。如果只基于单一技术或者使用如全要素生产率之类的概括性技术指标来研究人力资本与技术采用之间的联系,结果会具有一定误差,甚至会导致“一刀切”的政策建议。

参考文献

- [1] 谷军健, 赵玉林. 中国如何走出科技创新困境?——基于科技创新与人力资本协同发展的新视角[J]. 科学学研究, 2021, 39(1): 129-138.
- [2] 姚洋, 崔静远. 中国人力资本的测算研究[J]. 中国人口科学, 2015(1): 70-78.
- [3] 张旒, 胡艳. 教育人力资本积累对经济增长的影响——基于长三角地区的实证[J]. 统计与决策, 2023, 39(22): 73-77.
- [4] Fleisher, B., Li, H. and Zhao, M.Q. (2010) Human Capital, Economic Growth, and Regional Inequality in China. *Journal of Development Economics*, **92**, 215-231. <https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2009.01.010>
- [5] 何菊莲, 陈郡, 梅焯. 基于经济高质量发展理念的我国高等教育人力资本水平测评[J]. 教育与经济, 2021, 37(6): 44-53.
- [6] Barro, R.J. (2013) Health and Economic Growth. *Annals of Economics and Finance*, **14**, 329-366.
- [7] Nelson, R. and Phelps, S. (1966) Investment in Humans, Technological Diffusion, and Economic Growth. *The American Economic Review*, **56**, 69-75.
- [8] Benhabib, J. and Spiegel, M.M. (1994) The Role of Human Capital in Economic Development Evidence from Aggregate Cross-Country Data. *Journal of Monetary Economics*, **34**, 143-173. [https://doi.org/10.1016/0304-3932\(94\)90047-7](https://doi.org/10.1016/0304-3932(94)90047-7)
- [9] 魏下海. 人力资本、空间溢出与省际全要素生产率增长——基于三种空间权重测度的实证检验[J]. 财经研究, 2010, 36(12): 94-104.
- [10] 高远东, 陈迅. 人力资本对经济增长作用的空间计量研究[J]. 经济科学, 2010(1): 42-51.
- [11] Lipsey, R.G. and Carlaw, K.I. (2004) Total Factor Productivity and the Measurement of Technological Change. *Canadian Journal of Economics*, **37**, 1118-1150. <https://doi.org/10.1111/j.0008-4085.2004.00263.x>
- [12] Comin, D. and Mestieri, M. (2014) Technology Diffusion: Measurement, Causes, and Consequences. In: *Handbook of Economic Growth*, Elsevier, 565-622. <https://doi.org/10.1016/b978-0-444-53540-5.00002-1>
- [13] Asif, Z. and Lahiri, R. (2019) Dimensions of Human Capital and Technological Diffusion. *Empirical Economics*, **60**, 941-967. <https://doi.org/10.1007/s00181-019-01777-3>
- [14] Comin, D. and Hobijn, B. (2009) Lobbies and Technology Diffusion. *Review of Economics and Statistics*, **91**, 229-244. <https://doi.org/10.1162/rest.91.2.229>

-
- [15] 熊瑞祥, 李辉文. 干中学的追赶——来自中国制造业企业数据的证据[J]. 世界经济文汇, 2015(2): 20-40.
- [16] Conley, T.G. and Udry, C.R. (2010) Learning about a New Technology: Pineapple in Ghana. *American Economic Review*, **100**, 35-69. <https://doi.org/10.1257/aer.100.1.35>
- [17] Arellano, M. and Bond, S. (1991) Some Tests of Specification for Panel Data: Monte Carlo Evidence and an Application to Employment Equations. *The Review of Economic Studies*, **58**, 277-297. <https://doi.org/10.2307/2297968>