

人力资本、R&D效率与地区差异

钟优慧¹, 杜伟²

(1. 韶关学院 经济管理学院, 广东 韶关 512005; 2. 北京航空航天大学 经济管理学院, 北京 100191)

摘要:基于我国30个省域2002—2012年的面板数据,运用DEA-Tobit方法实证检验了全国整体及三大地区人力资本存量及其结构对R&D效率的影响。结果显示,全国整体和东部的人力资本存量、高中及以上层次人力资本对R&D效率有显著促进作用,而中部、西部人力资本存量及各层次人力资本对R&D效率都没有显著促进作用。加强中西部地区人力资本的积累,提高其R&D效率,更好发挥创新对经济增长的支撑作用,是缩小与东部发达地区差异的关键。

关键词:人力资本;R&D效率;DEA-Tobit

中图分类号:F241 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2016)01-0051-05

随着我国资源环境约束日益强化,要素的规模驱动力逐步减弱,传统的高投入、高消耗、粗放式发展模式难以为继,经济发展进入新常态,需要从要素驱动、投资驱动转向创新驱动。如何提高R&D效率,充分发挥R&D对经济增长的支撑作用,成为推进创新驱动发展的关键问题。R&D人员是地区开展R&D活动的主要载体,但地区整体的人力资本存量亦会影响到R&D过程的效率。从创新的个体特征上来看,具有创新精神的人通常拥有较高的智慧、抽象思维能力以及对事物的好奇心,而拥有较高教育水平的人往往更具有创新精神与专业技术能力,这使其能更好地产生解决创新问题的方案,从而提高R&D创新效率^[1]。另外,人力资本对R&D创新的作用不仅表现在新技术、新知识的创造上,而且表现在对创新采纳或技术扩散的影响上。对组织而言,受教育水平越高的员工越有可能对现有的技术标准、方法提出质疑,产生更新知识的需要,这样能使组织接触到更广泛的技术前沿、增强组织吸收和利用新知识的能力^[1-2]。特别是在当前我国自主创新能力还比较弱,技术创新主要依赖于对世界前沿技术的吸收和模仿的基础上进行再创新,往往只有接受了较高层次的人力资本部分才能达到模仿创新的“门槛水平”,对R&D效率的改善起到积极促进作用。

大量文献对我国人力资本与区域创新关系进行了实证研究,但是专门研究人力资本与区域R&D效

率关系的研究很少,更多文献是实证分析区域R&D效率时考虑了人力资本因素,代表性文献包括樊华^[4]、刘和东^[5]、岳书敬^[6]和朱承亮等^[7-8]。从这些文献来看,多数研究是将人力资本作为“均质”的整体来研究人力资本存量对R&D效率的影响,也没有考虑人力资本对R&D效率影响的地区差异。首先,由于人力资本的异质性,不同层次、不同类型的人力资本对R&D效率的影响机制和作用大小可能存在差异,人力资本结构也可能成为影响R&D效率的重要因素。另外,改革开放以来,我国地区间经济发展很不平衡,在教育投资、人力资本集聚及创新能力等方面差异明显,这有可能导致地区间人力资本及其结构对R&D效率的影响存在差别。本文利用2002—2012年我国30个省域的面板数据,运用DEA-Tobit方法实证分析了我国整体及三大地区人力资本存量及其结构对R&D效率的影响。本文后续部分结构安排如下:第一部分对变量指标及数据来源进行了说明;第二部分简述了研究方法;第三部分是估计结果及其讨论;最后是本文的研究结论和建议。

1 指标选择、数据来源

1.1 R&D效率评价指标

在测度R&D效率的研究文献中,R&D资源投入变量通常选择的是R&D经费支出和R&D人员投入。R&D人员投入选用R&D人员全时当量来衡量。R&D经费支出是一项流量指标,反映的是决策

收稿日期:2015-09-02

基金项目:教育部人文社会科学研究规划青年基金项目(14YJC630169);韶关市哲学社会科学规划项目(Z2015007、G2015007);韶关学院科研项目(SY2014SK11)。

作者简介:钟优慧(1981—),女,浙江舟山人,韶关学院经济管理学院,讲师,经济学硕士,研究方向:科学学与科技管理。

单元一定时期内的实际研发经费投入。然而,正如 Griliches^[9]、杨志江和罗掌华^[10]等指出的,R&D 产出不仅依赖于当期的 R&D 投入,还取决于以往的 R&D 资源投入积累,如果仅运用当期 R&D 资源投入来测度 R&D 资源投入将会产生较大的偏差。因此,测算 R&D 效率时应该使用 R&D 资本存量指标,而不是 R&D 经费投入流量指标。参照杨志江和罗掌华^[10]的具体做法,采用永续盘存法来测算各省域的 R&D 资本存量。

对于 R&D 产出的衡量,选取发明专利申请受理量来衡量。尽管以专利数作为 R&D 产出的衡量指标实际上确实存在一些问题,例如专利反映的创新成果不全面、专利量只代表数量等^[11],但由于数据容易获取,与创新关系密切,而且多年来专利标准客观、变化缓慢,所以将专利作为 R&D 产出的代理变量还是频繁出现在研究文献中。比如,Nasierowski and Arcelus^[12]、Wang^[13]等。另外,采用专利申请量而不是专利授权量,主要是考虑到专利授权量受专利机构工作效率、偏好等人为因素的影响较大,使得专利授权量数据容易出现异常变动。

1.2 R&D 效率影响因素指标

从理论上来说,区域创新系统内外任何与 R&D 活动相关的因素都可能对 R&D 效率造成影响,但不是所有因素都会产生显著影响。本文旨在考察人力资本及其结构对 R&D 效率的影响,因此,根据区域创新系统理论及已有的研究成果,在 R&D 效率影响因素中除考虑人力资本及其结构外,还考虑了外商直接投资、企业创新参与程度、基础设施水平以及地理区位特征。采用各省域居民平均受教育年限来衡量人力资本存量(H),分别用受教育程度为小学、初中、高中和大专及以上学历的就业人员占地区总就业人员的比重来衡量小学层次人力资本(PRI)、初中层次人力资本(JUN)、高中层次人力资本(SEN)和大专及以上学历人力资本(COL)。控制变量中,采用实际利用外商投资总额占该地区 GDP 的比重来衡量外商直接投资(FDI);对于区域创新系统中企业创新的参与强度(EN),用企业 R&D 经费内部支出占地区 R&D 经费内部支出的比重来衡量;用地区邮电业务总量占 GDP 的比重来表征地区的基础设施水平(BA);对于地理区位特征,引入地区虚拟变量(1 表示东部地区,0 表示中西部地区)来描绘 R&D 效率的区域差异特征(GE)。

1.3 样本数据

由于《中国劳动统计年鉴》中没有 2000 年和

2001 年分地区就业人员受教育程度构成的数据,因此本文实证分析的样本数据选择了 2002—2012 年的省域面板数据。在中国 31 个省市区中,由于西藏数据多有缺失,分析中将这两个省区略去。人力资本存量及各层次人力资本的计算数据均来源于《中国劳动统计年鉴》,R&D 人员全时当量、R&D 经费支出、发明专利申请量和企业 R&D 经费内部支出的数据来源于《中国科技统计年鉴》,邮电业务总量、实际利用外商投资总额、国内生产总值以及各物价指数的数据来源于《中国统计年鉴》。在地区划分中,东部包括北京、天津、辽宁、河北、山东、上海、广东、浙江、江苏、福建和海南;中部包括吉林、黑龙江、山西、内蒙古、安徽、江西、河南、湖北和湖南;西部包括四川、重庆、宁夏、新疆、甘肃、贵州、陕西、云南和广西。

2 实证研究方法

在实证分析中,根据生产可能性边界确定方法的差异,测度 R&D 效率的方法主要分为数据包络分析方法(DEA)和随机前沿分析方法(SFA)。DEA 方法是采用线性规划技术,无需设定函数形式,可以避免主观设定函数的影响,且在处理多投入多产出的效率度量上具有优势。因此,本文首先通过 DEA 模型测度出各决策单元的效率值,然后以测度的效率值为因变量,对各影响因素进行计量回归,并根据自变量的系数来判断因素对效率值的影响方向与影响强度。DEA 模型的基本形式主要有 CCR、BCC、FG 和 ST 等。本文选取应用最为广泛的 CCR 模型来对区域 R&D 效率进行评价。DEA 方法有投入导向与产出导向两种模式,考虑到区域创新的产出具有较大的不确定性,即创新投入比创新产出更容易实现控制,我们选择投入导向的 DEA 模式。

在分析 R&D 效率的影响因素时,由于 DEA 模型确定的效率值(自变量)被限制在 0 和 1 之间,此时若用普通最小二乘法对模型直接回归,参数估计值会产生偏向于 0 的情形。为解决这一类问题,Tobin 于 1958 年提出了截取回归模型(Censored Regression Model),又称为“Tobit 模型”。根据式 DEA 的理论模型及文中设置的 R&D 效率影响因素,可建立如下的 Tobit 模型:

$$TE_{it}^* = \beta_0 + \beta_1 H_{it} + \beta_2 PRI + \beta_3 JUN + \beta_4 SEN + \beta_5 COL + \beta_6 FDI_{it} + \beta_7 EN_{it} + \beta_8 BA_{it} + \beta_9 GE_{it} + \epsilon_{it}$$

$$TE_{it} = TE_{it}^* \quad (if \quad 1 \geqslant ITE_{it}^* > 0)$$

$$TE_{it} = 0 \quad (if \quad ITE_{it}^* \leqslant 0)$$

$$TE_{it} = 1 \quad (if\ ITE_{it}^* > 1) \quad (1)$$

式(1)中, TE 是应用 DEA 模型计算得出的各省域 R&D 效率值, TE^* 为潜在值; H 表示本文关注的人力资本存量, PRI 、 JUN 、 SEN 和 COL 分别代表小学层次人力资本、初中层次人力资本、高中层次人力资本和大专及以上学历层次人力资本; FDI 、 EN 、 BA 、 GE 分别为控制变量外商直接投资、企业创新参与程度、基础设施水平和地理区位特征; ϵ_{it} 表示随机误差项。

3 实证分析

3.1 估计结果

基于 2002—2012 年全国以及三大地区各省域面

板数据, 运用 CCR 模型计算出各省域 R&D 效率值, 然后按照式(1)进行计量回归, 估计结果如表 1。表 1 显示, 全国整体和东部地区得到的估计结果相似, 人力资本存量以及高中层次人力资本、大专及以上学历层次人力资本对 R&D 效率都有显著正影响, 初中层次人力资本对 R&D 效率没有显著正影响, 小学层次人力资本对 R&D 效率没有显著正影响, 小学层次人力资本对 R&D 效率有显著负影响; 中部和西部地区人力资本存量对 R&D 效率都没有显著正影响, 而在人力资本结构中各层次人力资本对 R&D 效率也都没有显著正影响。

表 1 估计结果

解释变量	全国整体	东部	中部	西部
C	-0.486 5* (0.000)	-0.745 1* (0.002)	-0.125 0*** (0.061)	0.120 1** (0.038)
H	0.053 6* (0.000)	0.080 4* (0.000)	0.018 2(0.443)	-0.025 2(0.125)
PRI	-0.005 9* (0.000)	-0.014 1* (0.000)	-0.003 3(0.256)	0.006 8* (0.210)
JUN	0.000 4(0.767)	0.001 3(0.685)	0.004 3(0.105)	-0.004 4** (0.016)
SEN	0.011 2* (0.000)	0.015 5*** (0.000)	0.003 0(0.482)	-0.014 6* (0.000)
COL	0.008 0* (0.000)	0.008 1*** (0.002)	-0.002 6 (0.651)	-0.002 2(0.580)
FDI	0.013 0** (0.011)	0.015 5** (0.037)	0.007 7** (0.043)	-0.002 9(0.868)
EN	-0.063 3(0.228)	-0.081(0.436)	0.032 2* (0.678)	0.182 4** (0.014)
BA	0.051 2* (0.000)	0.061 3* (0.000)	0.036 5* (0.001)	0.040 1* (0.000)
GE	0.064 0** (0.019)			
Log Likelihood	141.30	33.77	82.30	64.97

注: 括号内为显著性概率, *, **, *** 分别表示 1%, 5%, 10% 显著性水平。

3.2 结果分析

3.2.1 全国整体估计结果分析

样本期间, 人力资本存量对 R&D 效率具有显著促进作用。我们的研究结论与樊华和周德群^[4]、刘和东^[5]、岳书敬^[6]等大多数实证研究的结论是一致的, 劳动者素质的提高将有利于劳动者学习和掌握更先进的知识和技术, 有利于增强劳动者的思维 and 创新能力, 因此也有利于 R&D 效率的提升。朱承亮的研究结果显示人力资本对 R&D 效率并不具有显著促进作用或者作用非常小^[7-8]。分析其研究发现, 人力资本存量的衡量是采用教育总年限指标, 即用居民平均教育年限和劳动力数量的乘积来表示。然而在研究结果表明人力资本对 R&D 效率有显著影响的文献中, 人力资本的衡量都是采用相对数, 例如平均教育年限或每百万人中在校大学生数。在 R&D 效率(相对数)的影响因素研究中, 采用教育总年限指标可能并不合适。用教育总年限衡量的人力资本存量的增加可能并不是源于人口质量(教育水平)的提高, 而是

源于人口数量的提高, 这样人口数量的提高带来的人力资本存量增加就难以对 R&D 效率产生积极影响。从朱承亮^[7-8]选取的样本数据来看, 我国人均受教育年限从 1998 年的 7.09 年上升到 2008 年的 8.27 年, 而劳动力就业数量也从 6.2 亿上升到 7.7 亿, 劳动力就业数量上升幅度要比人均受教育年限上升幅度还大。

在人力资本结构中, 高中层次人力资本、大专及以上学历层次人力资本能对 R&D 效率的改善起到显著促进作用, 小学层次人力资本、初中层次人力资本对 R&D 效率的改善没有积极作用, 反而有一定的抑制作用。本文的实证结果印证了 Papageorgiou^[14]的研究结论“R&D 活动有赖于中等及中等后教育”。本文的研究结论进一步说明中国的“R&D 活动是有赖于高中及高中后教育”, 尤其是对于创新难度较大的发明专利产出, 往往也只有受教育程度在高中及以上的人力资本才能对 R&D 创新产生积极作用。根据全国就业人员受教育程度构成的数据显示, 至 2012

年底中国总就业人口中,受教育程度为小学、初中、高中和大专及以上学历的就业人员所占比重分别为26.9%、41.1%、16.1%和10.6%。可见,现阶段我国就业人口中,主要以初中文化程度为主,高中、大专及以上学历的人力资本比重偏低。因此,要加大教育资源的投入,提高人力资本的受教育水平。

3.2.2 分地区估计结果分析

与全国整体相一致,东部人力资本存量 and 高中及以上学历人力资本都能对R&D效率具有显著促进作用,而中部和西部人力资本存量以及各层次人力资本对R&D效率都没有显著促进作用。全国整体的估计结果表明,只有高中及高中以上层次的人力资本对R&D效率具有显著促进作用,而分析三大地区的人力资本结构,不难发现东部受教育程度在高中及高中以上的人口占总人口的比率明显高于中部和西部。样本期间东部、中部和西部地区受教育程度在高中及高中以上的人口占总人口的比率平均分别为29.84%、20.21%和16.92%,东部要比中部高差不多10个百分点,而比西部高13个百分点,而且中部、西部与东部的差距在逐步增大。从具体省市来看,东部的北京、上海该指标已超过50%,最低为河北的18.01%,而中西部地区最高值为新疆的25.46%,最低值安徽仅为12.91%。受教育程度为高中及高中以上的就业人员主要分布在东部地区,加上高素质人才大量流向东部地区,这就不难理解中西部地区人力资本难以对R&D效率产生显著促进作用。随着东西部差距的拉大,人才资源流失的速度亦在加快,而具有高学历、高职称、技术型的人才流失更严重,这些都将加速中西部地区创新人才短缺问题,导致区域创新发展的不平衡。

4 研究结论与建议

在控制相关变量的情况下,考察了全国整体以及三大地区人力资本存量及其结构对R&D效率的影响。我们发现,样本期间全国整体、东部的人力资本存量对R&D效率具有显著促进作用,高中层次人力资本、大专及以上学历人力资本对R&D效率也具有显著促进作用,而小学层次人力资本、初中层次人力资本对R&D效率没有促进作用。这说明对于创新难度较大的发明专利创新,往往只有受教育程度较高的人力资本才能产生积极作用。中部和西部地区的人力资本存量对R&D效率没有显著促进作用,各个层次的人力资本对R&D效率也没有产生显著促进作用。中西部地区受教育程度在高中及以下的就业人员占总就业人口的比率明显要低于东部,以及中西

部优秀人才大量流入东部,造成自身创新人才严重不足,这可能是造成人力资本对R&D效率的影响存在地区差异的重要原因。

因此,为提高人力资本水平,中西部地区地方政府在继续加大教育经费投入,同时中央政府也应实行地区差异化投资政策,加大对中西部地区的财政转移支付力度,增强对中西部地区教育发展的扶持力度。而且很多研究表明,中西部地区各级教育投资的社会内部收益率并不低于东部地区,加大对中西部欠发达地区教育发展的扶持力度,不仅不会导致教育投资效率的损失,相反这是加快人力资本积累,提高创新效率和吸收效率,进而促进生产率的增长与经济的快速发展,缩小其与东部发达地区差异的关键。

参考文献

- [1] KOELLINGER P. Why are some entrepreneurs more innovative than others? [C]. Erasmus Research Institute of Management, Report Series, ERS-2007-024-ORG, 2007.
- [2] DEWAR R, DUTTON J. The adoption of radical and incremental innovations: an empirical analysis[J]. Management Science, 1986, 32(11): 1422—1433.
- [3] HILL C, ROTHARMEL F. The performance of incumbent firms in the face of radical technological innovation[J]. Academy of Management Review, 2003, 28(2): 257—274.
- [4] 樊华, 周德群. 中国省域科技创新效率演化及其影响因素研究[J]. 科研管理, 2012, 33(1): 10—19.
- [5] 刘和东. 中国区域研发效率及其影响因素研究——基于随机前沿函数的实证分析[J]. 科学学研究, 2011, 29(4): 548—556.
- [6] 岳书敬. 中国区域研发效率差异及其影响因素——基于省级区域面板数据的经验研究[J]. 科研管理, 2008, 29(5): 173—179.
- [7] 朱承亮, 师萍, 安立仁. 人力资本及其结构与研发创新效率[J]. 管理工程学报, 2012, 26(4): 58—64.
- [8] 朱承亮, 师萍, 岳宏志. FDI、人力资本及其结构与研发创新效率[J]. 科学学与科学技术管理, 2011, 32(9): 37—142.
- [9] GRILICHES Z. Patents and R&D at the firm level: a first report[J]. Economics Letters, 1980, 5(4): 377—381.
- [10] 杨志江, 罗掌华. 自主研发、技术引进与专利产出——基于2001—2008年省际面板数据分析[J]. 情报杂志, 2011(9): 29—33.
- [11] PAKES A, SCHANKERMAN M. Rates of obsolescence of knowledge, research gestation lags, and the private rate of return to research resources[M]//Z GRILICHES (ed), R&D, patents and productivity. Chicago: University of Chicago Press, 1984.
- [12] NASIEROWSKI W, ARCELUS F J. On the efficiency of national innovation systems[J]. Socio-Economic Planning Sciences, 2003(37): 215—234.

[13] WANG E C. R&D efficiency and economic performance: a cross-country analysis using the stochastic frontier approach [J]. Journal of Policy Modeling, 2007, 29(2): 345—360.

[14] PAPAGEORGIOU CHRIS. Human capital as a facilitator of innovation and imitation in economic growth: further evidence from cross country regressions[R]. Louisiana State University Working Paper, 1999.

Human Capital, R&D Efficiency and Regional Inequality

ZHONG You-hui¹, DU Wei²

(1. School of Economic and Management, Shaoguan University, Shaoguan Guangdong 512005, China;
2. School of Economics and Management, Beijing University of Aeronautics and Astronautics, Beijing 100191, China)

Abstract: By using DEA-Tobit , we empirically analyze the influence of the stock and the structure of the human capital on regional R&D efficiency in the whole country and the three regions. It shows that the human capital stock and the senior level human capital have significant effect on the efficiency of R&D in the whole country and the eastern region, but this is not true in the middle-western region. Therefore, it is important to strengthen the accumulation of human capital in order to improve the R&D efficiency in the central and western regions.

Key words: human capital; R&D efficiency; DEA-Tobit

(上接第 47 页)

[8] 吴艳菊. 地表水源热泵适宜性综合评价及规划研究[D]. 重庆:重庆大学, 2009.

[9] 彭亚美. 地下水源热泵系统的模拟分析与运行优化研究[D]. 合肥:合肥工业大学, 2013.

[10] 和彩凤. 水源热泵与冰蓄冷空调联合运行系统的优化设计与经济性分析[D]. 合肥:合肥工业大学, 2010.

[11] ZHIFANG XUE, LIN SHI. Modeling and experimental investigation of a variable speed drive water source heat pump [J]. Tsinghua Science and Technology, 2010(4): 434—440.

Application of Water Source Heat Pump Technology in the Construction Near Huangpu River

SHI Ye-ru

(College of Transportation and Communicate, Shanghai Maritime University, Shanghai 201306, China)

Abstract: Water quality of Huangpu River is the carrier of water source heat pump technology, and the water quality of Huangpu River is evaluated comprehensively. This paper also analyses the applicability of the technology in Shanghai. In this paper, Water source heat pump system and ice storage technology are combined. This technology compared with the traditional cooling tower way can save more energy and is more environmentally friendly. Engineering uses a comprehensive energy efficiency evaluation method and calculates refrigeration system cop and heating system cop. Calculation makes the conclusion more convincing.

Key words: water source heat pump; ice storage; energy saving

(上接第 50 页)

[4] 何以文. 基于全寿命周期的房地产项目成本控制理论与方法应用研究[D]. 合肥:合肥工业大学, 2008.

[5] 汪亚宁. 全寿命周期造价管理在节能建筑项目的应用研究 [D]. 北京:北京交通大学, 2011.

Research on the Life Cycle Cost Control of Urban Complex

LI Jin-hua, ZHANG Hong-yue

(Tianjin Chenjian University, Tianjin 300384, China)

Abstract: Applying the idea of sustainable development in each stage, consider the cost of comprehensive. In the decision-making phase, considering the social and economic benefits, demonstrate the feasibility of the project. At the design stage to fully make use of the new technology and renewable resources. In the implementation stage, control costs and reduce the pollution to the environment. In the operational phase, cycle and economical use of resources. Research on sustainable development on the city complex can not only play a positive role for building materials saving, energy saving, resources and the environment protection, but also can have a great impact on the economic benefits of the urban complex and can greatly reduce the operation cost of the late.

Key words: urban complex; sustainable development; life cycle; cost control