

doi:10.3969/j.issn.1673-9833.2021.06.008

湖南省技术创新效率研究

——基于14个市(州)的面板数据

王艳兰, 何燕子

(湖南工业大学 商学院, 湖南 株洲 412007)

摘要: 采用DEA模型和Malmquist指数法,对2011—2018年湖南省14个市(州)的技术创新效率进行测算,并对湖南省区域的创新效率进行了聚类分析。研究表明:湖南省近几年的创新效率为增长趋势,但是增长幅度较小,究其原因发现技术进步水平偏低是制约湖南省技术创新效率提升的主要原因。从时间上看,创新效率的发展呈现“M”型;从区域来看,部分市州存在投入与产出冗余的情况,且影响技术创新效率的原因不一。最后根据实证结果,建议从加强各区域间协同合作;因地制宜,针对性地提出效率提升战略;注重技术进步,加强引进吸收等方面提高湖南省的创新效率。

关键词: 湖南省; 技术创新; 创新效率; DEA; Malmquist

中图分类号: F124

文献标志码: A

文章编号: 1673-9833(2021)06-0056-08

引文格式: 王艳兰,何燕子.湖南省技术创新效率研究:基于14个市(州)的面板数据[J].湖南工业大学学报,2021,35(6):56-63.

Research on Technological Innovation Efficiency in Hunan Province: A Case Study of the Panel Data from 14 Cities and States

WANG Yanlan, HE Yanzi

(Business School, Hunan University of Technology, Zhuzhou Hunan 412007, China)

Abstract: By adopting DEA model and Malmquist index method, a calculation has been made of the technological innovation efficiency of 14 cities and states in Hunan Province from 2011 to 2018, followed by a cluster analysis of the regional innovation efficiency of Hunan Province. The results show that in recent years, the innovation efficiency of Hunan Province shows a growing trend with an insignificant growth rate, due to the restraining effect by the technological progress on the innovation efficiency of Hunan Province. As viewed from the factor of time, the development of innovation efficiency shows an M-shaped tendency. From the perspective of regional development, there is an input and output redundancy for some cities and states, with different factors affecting the technological innovation efficiency. Finally, based on the empirical results, it is suggested that the coordination and cooperation among regions should be strengthened; efficiency improvement strategies should be put forward in light of local conditions; an emphasis should be laid on potential technological progress, further strengthening the introduction and

收稿日期: 2020-12-26

基金项目: 湖南省社会科学基金资助项目(17YBA141); 湖南省社会科学评审委员会基金资助重点项目(XSP20ZDI014)

作者简介: 王艳兰(1996-),女,湖南娄底人,湖南工业大学硕士生,主要研究方向为战略管理,

E-mail: 1921195763@qq.com

通信作者: 何燕子(1973-),女,湖南永顺人,湖南工业大学教授,博士,主要从事产业经济方面的教学与研究,

E-mail: 248126415@qq.com

absorption for an improvement of the innovation efficiency of the whole province.

Keywords: Hunan Province; technological innovation; innovation efficiency; DEA; Malmquist

党的十九大报告中提出“我国经济已经由高速增长阶段转向高质量发展阶段”。在未来的经济高质量发展过程中,技术创新发挥着举足轻重的作用,各省份近年普遍聚焦经济高质量发展。湖南作为中部大省之一,在促进经济高质量发展方面义不容辞。2019年,湖南省认真贯彻创新引领开放崛起战略,围绕“制造强省”目标,开展各项制造业创新能力提升战略,并积极开展全省技术创新工作。2019年,湖南省规模以上工业增加值同比增长8.3%,在中国区域创新能力排名第13。目前湖南省高度重视创新发展,但是在创新体系的建设和中也存在一些问题,主要表现为地区发展不平衡、创新竞争力较低等。因此,协调各地区创新发展,提高湖南省产业技术创新的全球竞争力对加快湖南省高质量发展有着重要的理论意义和实践意义。

1 研究综述

近年来有关技术创新的文献层出不穷。整理国内外文献发现,学者们主要从研究视角、实证方法以及影响因素这几个方面展开研究。

关于技术创新的研究视角主要包括不同行业、不同区域、不同国家,有关行业研究较多的为高技术产业、装备制造业、医疗制造业等。如刘永松等^[1]以我国高技术企业为研究对象,分析了2009—2016各省份的技术创新效率后认为,我国大部分省份的技术创新效率处于较高水平。而孙研等^[2]则用三阶段DEA(data envelopment analysis, DEA)模型实证检验了中国高技术产业2001—2017年的技术创新效率,得出了与刘永松相左的结论。常广庶^[3]、刘飒^[4]等则进一步细分了高技术制造业,分别从高技术制造业的性质与类型进行了实证分析。常广庶等探讨了国有及国有控股的高技术制造业创新效率,刘飒等则讨论了中小型高技术企业的创新效率。此外,学者的研究对象大多为装备制造业,且大部分有关装备制造业的对象为中国以及中国各省份。如李士梅^[5]、王江^[6]、晁坤^[7]等分别研究了我国不同时间段的高端装备制造业创新效率,得出的结论也各不相同。梅洪常^[8]、徐蕾^[9]、王艳^[10]等则分别研究了重庆、河北、新疆的装备制造业创新效率。针对不同区域的研究主要

集中在长江三角洲地区、京津冀地区。如丁显有等^[11]测算了长三角城市群18个重要城市的绿色发展效率,张玉兰^[12]、李健^[13]等则分别对京津冀的上市公司和高新技术企业创新效率进行了评价。对不同国家技术创新也各有研究。如R. Cowan等^[14]在对意大利高新技术产业的研究中发现,一个地区的创新能力和该地区高等学校的数量息息相关。H. S. Pannu等^[15]以印度制药产业为研究对象,测算了该行业的创新效率。

根据实证方法,有关创新效率的研究主要有以下2类:1)数据包络分析方法,其中DEA模型又可以细分为传统DEA模型、三阶段DEA模型、超效率DEA模型等,如王俊岭等^[16]运用数据包络分析方法测算了2009—2016年中国钢铁工业的生态效率,并分析了各年度的投入冗余状况。刘飒等^[4]运用三阶段DEA模型对高新技术企业进行测算,并对促进我国中小型企业的高新技术发展提出了几点建议。管永刚^[17]通过超效率DEA模型测算了我国高等教育资源的配置效率,认为高等教育存在地区差异。2)随机前沿法(stochastic frontier approach, SFA)。晁坤^[7]基于随机前沿法测算了中国装备制造业的创新效率。易明等^[18]采用同样的方法对中国高新技术企业的创新效率进行了评价。胡立和等^[19]运用该方法测算了长江经济带11个省(市)的技术创新效率值,发现这11个省(市)的平均创新效率仍处于较低水平。张满银等^[20]则利用该方法对京津冀区域的技术创新效率进行了测度。

最后在影响因素方面,不同学者得出的结论各有不同。如刘永松认为,对技术创新而言,内部研发并不是越多越好。而殷秀清等^[21]与刘永松的观点相左,他认为企业研发投入会促进技术创新效率,因此政府需要加大对企业研发资金的资助。张玉华等^[22]考察了财政科技投入对技术创新的影响,发现财政科技投入对技术创新的影响呈倒“U”型,且存在区域与分布差异性。常青青^[23]、秦修宏^[24]等考察了税收优惠对技术创新的影响,得出了税收优惠对企业不同类型创新效率存在差异化影响的结论。此外,还有部分学者验证金融发展^[25]、对外直接投资^[26]、R&D(research and development, 研究与开发)资金投入结构^[27]对创新效率的影响。

由以上论述可知,学者们非常青睐对技术创新的研究。但是梳理现有文献发现,在对具体省份的技术创新研究中,有关湖南省创新效率的研究较少,且主要是对湖南省某个行业进行研究,对近几年湖南的创新效率关注也较少。基于此,本文拟选取湖南省2011—2019年的投入产出数据,分析湖南省14个市(州)的技术创新效率及空间差异,以便更好地了解湖南省在近几年的技术创新发展情况,以期对湖南省技术创新效率改进提供一定的参考。

2 研究设计

2.1 模型设定

2.1.1 DEA模型

DEA又名数据包络分析方法,在1978年由A. Charnes、W. W. Cooper与E. Rhodes^[28]这3位学者共同提出,它是对同类型决策单元(decision making units, DMU)的相对效率进行分析的一种数据分析方法。不同于以往的研究,DEA的主要研究对象从以往的单投入和单产出转为了多投入、多产出的部门或者单元,它的基本逻辑在于将各项DMU投影到DEA的生产前沿面,通过判断投影是落在前沿面线上还是前沿面里面来分析DEA的相对效率。落在线上即为DEA有效,此时DEA测算的效率值等于1,若落在前沿面内,可以认为此时DEA无效。

DEA模型主要是通过DEAP软件来运行,目前将DEA用于分析技术创新的文献越来越多,相比于其他数据分析方法,它的优势主要表现在:1)不需要对指标赋予权重,不需要进行无量纲化处理,在一定程度上减少了主观性,使数据分析结果更加可靠;2)不仅能够根据各指标的数据给出调整的方法,还能知道各指标的调整数目。在获得各决策单元DEA值后,通过对DEA小于1的决策单元的松弛程度进行改进,并给出相应的建议,实现企业的决策优化。

DEA最常见的模型有两个,即CCR模型和BCC模型。其中最基本的模型是CCR模型。

2.1.2 Malmquist指数

Malmquist指数(简称M指数)由Sten Malmquist提出,本文引入Malmquist指数主要是为了解决DEA模型无法进行纵向对比的问题。M指数之后被R. Fare等分解为技术进步指数(I_{tech})、技术效率指数(I_{effch}),其中技术效率指数可进一步分解为纯技术效率指数(I_{pech})和规模效率指数(I_{sech})。因此,在规模报酬可变的情况下,Malmquist指数可用以下公式表达:

$$M_0(x_{t+1}, y_{t+1}, x_t, y_t) = \left\{ \frac{D_0^t(x_{t+1}, y_{t+1})}{D_0^t(y_t, x_t)} \times \frac{D_0^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{D_0^{t+1}(y_t, x_t)} \right\}^{1/2} = I_{\text{effch}} \times I_{\text{tech}} = I_{\text{pech}} \times I_{\text{sech}} \times I_{\text{tech}} \circ$$

式中: M 为从 t 期到 $t+1$ 期的全要素生产率(total factor productivity, TFP)变化,记为 I_{tfpch} ; x_t 、 y_t 分别为第 t 期的投入量、产出量; D^t 为第 t 期距离函数。

由上式可知: M 指数等于技术效率指数(I_{effch})和技术进步指数(I_{tech})两者的乘积。而在规模报酬可变的情况下,可进一步转化为纯技术效率指数(I_{pech})、规模效率指数(I_{sech})以及技术进步指数(I_{tech})三者的乘积。

2.2 指标选取

从国内以往研究可知,有关技术创新效率的指标选取大都大同小异。因此本文主要借鉴以往论文的选取原则,从投入与产出两个方面选取相应的指标。由于创新效率的投入主要体现在人力与资金两方面,因此投入指标主要以R&D经费内部支出和R&D人员全时当量进行表示。专利是企业科研成果的体现,反映了一个地区知识创新能力的高低,且数据获得相对容易,可用于衡量创新知识产出。此外企业研发成果的价值体现一般用新产品销售收入表示,因此为了更好地反映技术创新产出,产出指标使用能有效代表科研成果的专利申请数以及能有效说明创新成果价值的新产品销售收入和总产值来衡量。其中新产品销售收入和总产值主要选择了高新技术产业的数据。本研究选取的技术创新效率评价指标如表1所示。

表1 技术创新效率评价指标

Table 1 Evaluation indicators of technological innovation efficiency

指标类型	指标内容	单位
投入指标	R&D经费内部支出	万元
	R&D人员全时当量	人/a
产出指标	专利申请数	件
	高新技术产品销售收入	万元
	高新技术产业总产值	万元

2.3 数据来源与处理

本研究选取的数据主要通过EPS(economy prediction system)数据库下载《湖南统计年鉴》(2012—2020)得到,由于统计年鉴存在滞后性,所以实际得到的为2011—2019年的数据。主要的研究对象为湖南省14个市(州),即长沙市、株洲市、湘潭市、衡阳市、邵阳市、岳阳市、常德市、张家界市、

益阳市、郴州市、永州市、怀化市、娄底市、湘西州。考虑到投入与产出之间的滞后性,本文将滞后时间设置为1 a,即选取2011—2018年的投入指标中的数据作为整个Malmquist模型操作中投入数据,选取2012—2019年产出指标的数据作为整个Malmquist模型操作中的产出数据。

3 实证分析

基于上述模型与选取的指标,以投入为导向选择规模报酬可变(variable return to scale, VRS)的DEA模型为本文的分析方法,主要通过Deap2.1中的Malmquist-DEA算法进行操作。

3.1 技术创新效率动态分析

表2列出了2011—2018年湖南省M指数及其分解结果。

表2 2011—2018年湖南省M指数及其分解结果
Table 2 M index details of Hunan Province, 2011—2018

年份	I_{effch}	I_{techch}	I_{pech}	I_{sech}	I_{tjpech}
2011—2012	0.908	1.108	0.985	0.921	1.006
2012—2013	0.818	1.329	0.967	0.846	1.088
2013—2014	1.264	0.778	1.051	1.203	0.983
2014—2015	1.133	0.980	1.034	1.095	1.109
2015—2016	1.035	1.010	1.068	0.969	1.046
2016—2017	0.973	1.087	0.983	0.990	1.058
2017—2018	1.096	0.760	0.952	1.152	0.833
均值	1.023	0.991	1.005	1.018	1.014

由表2可知,2011—2018年湖南省各市(州)总体的创新效率为增长趋势,但增长幅度较小(以每年0.014的比率增长)。通过分解M指数发现湖南省创新效率的增长得益于技术效率(I_{effch})的进步(以每年0.023的比率增长),而技术进步指数(I_{techch})为0.991(小于1)说明在一定程度上,技术进步水平(I_{techch})对湖南省技术创新效率起到了抑制效应。再具体细分技术效率指数(I_{effch})发现,规模效率和纯技术效率整体都在增加,规模效率对技术效率的推动作用更强。相比规模效率,纯技术效率的可提升空间更大。

从时间上看,2011—2018年的M指数呈现“M”型发展趋势。2011—2012年的M指数为1.006,且技术效率(I_{effch})和技术进步指数(I_{techch})分别为0.908(小于1),1.108(大于1),说明在这一年M指数发展主要依靠技术进步的带动作用。2012—2013年,M指数相比前年增加了0.082,且细分的技术进步指数(I_{techch})由2011年的1.108增加到1.329,创新效率的提高依旧依托技术进步的提升。这是由于“十二五”规划的实施促使政府集中力量加快技术

引进,在一定程度提升了技术进步指数(I_{techch})。而2013—2014年的M指数出现了下降趋势,相应的技术进步指数(I_{techch})也下降到0.778,可能是前几年政府过于粗放式发展所导致的负面结果。2014—2017年M指数都大于1,其中2014—2015年的增长速率是这几年间最快的,达到10.9%。说明在这几年湖南省一直致力于技术创新能力的提升。具体细分指标发现,2013—2016年技术效率指数都大于1,且对当年的创新提升起到了关键作用,说明湖南省开始注重能源、资源的可持续发展,资源利用率在逐年提升。而2017—2018年的M指数相对有所下滑,但政府的资源充分利用意识依旧强烈,技术效率不断增加,起主要制约作用的为技术进步水平。在一定程度上说明政府在协调技术效率与技术进步两者之间的平衡上存在问题,出现了“顾此失彼”的情况。表3是2011—2018年湖南14个市(州)的技术创新指数及分解结果。

表3 2011—2018年湖南省14个市(州)的技术创新指数及分解结果

Table 3 Technology innovation index details of 14 cities and states in Hunan Province, 2011—2018

城市	I_{effch}	I_{techch}	I_{pech}	I_{sech}	I_{tjpech}
长沙市	1.061	0.979	1	1.061	1.039
株洲市	1.035	1.016	1	1.035	1.052
湘潭市	1.075	0.992	1.010	1.065	1.066
衡阳市	0.979	0.973	0.957	1.023	0.953
邵阳市	1.004	0.945	1	1.004	0.949
岳阳市	1.021	1.035	1	1.021	1.057
常德市	1.111	1.044	1.099	1.011	1.160
张家界市	1	0.997	1	1	0.997
益阳市	0.963	1.012	0.963	1	0.975
郴州市	0.971	0.977	0.971	1	0.949
永州市	0.956	1.039	0.936	1.022	0.993
怀化市	0.958	0.876	0.961	0.997	0.840
娄底市	1.048	1.042	1.047	1.001	1.092
湘西州	1.165	0.955	1.145	1.017	1.113
均值	1.023	0.991	1.005	1.018	1.014

由表3可得,湖南省2011—2018年的全要素生产率(I_{tjpech})为1.014,且14个市(州)中有7个市(州)的 I_{tjpech} 值大于1。这主要是因为湖南省近年将创新摆在经济发展的重要地位,全面推动省内科技创新,促使创新水平不断提升。

从地区来看,湖南省各市(州)的创新效率存在差异。在2011—2018年技术创新水平有所增加的有7个市(州),分别为长沙市、株洲市、湘潭市、岳阳市、常德市、娄底市、湘西州;且增长速度最快的是常德市,以每年16%的速率增加;其次是湘西州和娄底市,分别以每年11.3%,9.2%的速率增加。主要原因可能在于,相比长株潭这几个主要城市,常德

市、娄底市、湘西州所投入的资源未达到饱和,因此当政府将资源向他们倾斜时,其技术创新效率能更快地得到提升。作为湖南省的重点城市,长株潭在这几年的发展中一直保持增长趋势。 I_{tpch} 值呈现负增长的城市有衡阳市、邵阳市、张家界市、益阳市、郴州市、永州市、怀化市。其中负增长幅度最大的是怀化市。其他城市的 I_{tpch} 值虽然为负增长但非常接近 1,说明这些城市近几年在积极发展创新,但创新效率仍存在提升空间。

从原因方面分析, $I_{\text{tpch}} > 1$ 的城市中,长沙市、株洲市、湘潭市、岳阳市、常德市、娄底市、湘西州的技术效率指数都大于 1,说明这些城市的资源配置效率较高,且技术效率是推动这些城市技术创新发展的主要因素。其中,岳阳市的技术进步指数 (I_{techch}) 超过技术效率指数 (I_{effch}),说明对岳阳市而言,技术进步在技术创新中发挥的作用更大。在 $I_{\text{tpch}} < 1$ 的城市中,邵阳市、张家界市主要受技术进步制约。益阳市、永州市主要受技术效率“拖累”,而衡阳市、郴州市、怀化市的效率和技术进步指数 (I_{techch}) 均小于 1,说明技术效率和技术进步共同制约了城市发展。对技术效率进行分解,发现除永州市外,其他市(州)的规模效应都大于 1,说明大部分地区的规模与其创新效率发展基本达到了平衡,且对技术效率的发展起到了积极的促进作用。而纯技术效率中,湘潭市、衡阳市、益阳市、郴州市、永州市、长沙市、株洲市、湘潭市、邵阳市、岳阳市、张家界市的纯技术效率 (I_{pech}) 小于或等于 1,相比规模效应,纯技术效率在技术创新中所发挥的效应有待提高,说明这些城市应该进一步提高资源利用效率,完善资源配置。综上可知,不同地区的创新效率提升缘由不一,因此各城市需根据自身存在的问题,制定各自的效率提升战略。

3.2 聚类分析

应用 spss 软件,根据 2011—2018 年湖南省 14 个市(州)的技术创新指数及分解值,对其进行系统聚类,并分成 4 个类别,如图 1 所示。根据图 1 所示谱系图,得到了各市(州)的创新水平分类结果,如表 4 所示。

从表 4 的分类结果可以看出,第一类主要是湖南省三大重点城市及其周边城市,说明三大重点城市的发展在一定程度上带动了周边部分城市的发展。第二类主要是创新效率接近 1 的城市。说明这一类城市还需进一步提高创新产出。第三类是近几年创新效率增加最快的两个城市,虽然常德市和湘西州并不是湖南省的重点发展城市,但是近几年的创新产出却高于其

他地区。第四类城市是“双低”城市,即技术创新和技术进步指数都相对较低的城市,在这类城市的发展中,需要注意多方面的因素。综上可知,创新基础好的城市产出不一定最高,创新基础相对弱的城市也可能获得较高的创新效率,因此不管本身的基础如何,都要优化利用创新资源,提高创新产出效率。此外从各市(州)的发展差异中得知各市州要加强交流合作,实现优势互补,这样才能共同促进湖南省技术创新水平的提高。

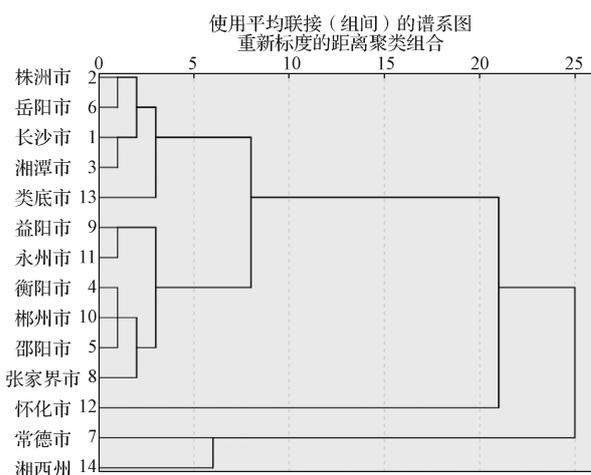


图 1 湖南省各市(州)技术创新水平谱系图

Fig. 1 A genealogy map of the technological innovation levels in various cities and states of Hunan Province

表 4 湖南省技术创新水平分类结果

Table 4 Classification of technological innovation levels in Hunan Province

类别	城市
第一类	长沙市、株洲市、湘潭市、岳阳市、娄底市
第二类	衡阳市、邵阳市、张家界市、益阳市、郴州市、永州市
第三类	常德市、湘西州
第四类	怀化市

4 结论与建议

本文通过 DEA-Malmquist 模型对 2011—2018 年湖南省 14 个市(州)的创新效率进行了研究,并结合创新效率结果进行了聚类分析,得出以下结论:

1) 从总体来看,2011—2018 年湖南省各市(州)的创新效率为增长趋势,但增长幅度较小。创新效率的增长主要得益于技术效率,而技术进步水平较低对湖南省技术创新效率起到了抑制效应。具体细分技术创新指数可以发现,规模效率对技术效率的推动作用更强。

2) 从时间上看,2011—2018 年的 M 指数呈现“M”型发展趋势,2011—2013 年受“十二五”规划的影响,创新效率不断提升,在 2013—2014 年有所回落,之

后又开始呈现增长趋势,说明湖南省开始注重能源、资源的可持续发展,资源利用率在逐年提升;从地区分析,湖南省各市(州)的创新效率存在差异。在2011—2018年技术创新水平有所增加的有7个市(州),且增长速度最快的是常德市与湘西州,其他城市的 I_{tech} 值虽然为负增长但非常接近1,说明这些城市近几年在积极发展创新,但创新效率还存在提升空间;从原因分析发现不同地区的创新效率提升缘由不一,因此各城市需要根据自身所存在的问题,因地制宜制定各自的效率提升战略。

3)从聚类分析结果看,主要将湖南省各市(州)的创新水平分为4类。第一类是重点发展城市及其周边,第二类是创新效率接近1的城市,第三类是近几年创新效率增长较快的城市,第四类是“双低”城市。根据分类情况可知创新基础好的城市产出不一定最高,创新基础相对弱的城市也可能获得更高的创新效率,因此不管本身的基础如何,都要优化利用创新资源,提高创新产出效率。此外从各市(州)的发展差异中得知各市(州)要加强交流合作,实现优势互补,这样才能共同促进湖南省技术创新水平的提高。

基于此,提出以下建议:

1)加强各区域间协同合作。湖南省技术创新水平增长缓慢的一个重要原因,在于各地域之间发展存在差异,协同作用未充分发挥。因此,政府应将重点放在区域之间的协调发展,在强者与弱者之间实现推动与激发的效果。即效率高的城市推动效率低的城市发展,效率低的城市为效率高的城市解决资源要素需求。城市与城市之间协同合作,做到重点城市发展充分辐射周边。此外各城市应加强同地方企业、高等院校、科研院所的交流合作,做到资源效应最大化。

2)因地制宜,针对性提出效率提升战略。由于各地区创新效率的影响因素不一,因此效率值低的城市可以从自身影响因素的差异性出发,寻求单一突破口,优化资源配置效率。如怀化市从规模效率入手,优化自身投入产出结构。其他市可根据自身的产出情况,合理分配并充分利用投入资源,避免不必要的资源浪费。效率值高的城市可以精益求精,促进地区均衡发展。如长株潭等可以加强产学研合作,加强同其他城市的交流。

3)注重技术进步,加强引进吸收。在湖南省技术创新发展中,技术进步水平是其发展的主要障碍。在企业创新发展中,要加大人财物的投入力度,集中力量攻克核心技术难关。此外,正确对待引进与消化两者的关系,提高技术引进消化吸收再创新能力,在引进关键技术之后,要尽快掌握核心技术并加强新

产品的研发,形成良性循环。湖南省政府应采取相应的财政补贴或税收优惠,鼓励企业进行新技术的引进与吸收,打造一批具有国际竞争力的龙头企业。

本文在对湖南省各市(州)创新效率^[29-30]进行研究时存在一定的局限性。仅仅只是考虑各市(州)的创新效率情况,并未通过实证来具体分析影响各市(州)发展的因素。其次,在数据搜集方面受数据全面性约束存在选取时间跨度不够长的问题。后续可以通过tobit回归,针对影响技术创新的因素对湖南省各市(州)进行具体回归分析,以判断各市(州)发展的约束因素,为湖南省的发展提供更加科学的理论依据。

参考文献:

- [1] 刘永松,王婉楠,于东平.高新技术企业技术创新效率评价及影响因素研究[J].云南财经大学学报,2020,36(11):100-112.
LIU Yongsong, WANG Wannan, YU Dongping. Research on the Evaluation and the Influencing Factors of Technological Innovation Efficiency of China's High-Tech Enterprises[J]. Journal of Yunnan University of Finance and Economics, 2020, 36(11): 100-112.
- [2] 孙研,李涛.我国高新技术产业创新效率测算[J].统计与决策,2020,36(16):115-118.
SUN Yan, LI Tao. China's High-Tech Industry Innovation Efficiency Measurement[J]. Statistics & Decision, 2020, 36(16): 115-118.
- [3] 常广庶,朱利利.国有及国有控股高技术制造业技术创新效率评价[J].财会月刊,2020(20):70-77.
CHANG Guangshu, ZHU Lili. Evaluation of Technological Innovation Efficiency in State-Owned and State-Controlled High-Tech Manufacturing Industries[J]. Finance and Accounting Monthly, 2020(20): 70-77.
- [4] 刘飒,万寿义,黄诗华,等.中国中小型高新技术企业创新投入效率实证研究:基于三阶段DEA模型[J].宏观经济研究,2020(3):120-131.
LIU Sa, WAN Shouyi, HUANG Shihua, et al. An Empirical Study on the Efficiency of Innovation Input of Chinese Small and Medium-Sized High-Tech Enterprises: Based on the Three-Stage DEA Model[J]. Macroeconomics, 2020(3): 120-131.
- [5] 李士梅,李安.中国高端装备制造业创新效率的测度分析[J].社会科学战线,2018(6):246-250.
LI Shimei, LI An. Measurement Analysis of the Innovation Efficiency of China's High-End Equipment Manufacturing Industry[J]. Social Science Front, 2018(6): 246-250.
- [6] 王江,陶磊.中国装备制造业技术创新效率及影

- 响因素研究: 基于研发与成果转化两个阶段的分析[J]. 商业研究, 2017(12): 175-180, 192.
- WANG Jiang, TAO Lei. Research on Technological Innovation Efficiency and Influence Factors in China's Equipment Manufacturing Industry: an Analysis Based on R & D and Achievement Transformation[J]. Commercial Research, 2017(12): 175-180, 192.
- [7] 晁坤. 基于SFA的装备制造业技术创新效率实证检验[J]. 统计与决策, 2020, 36(20): 72-75.
- CHAO Kun. An Empirical Test of the Efficiency of Technological Innovation in Equipment Manufacturing Based on SFA[J]. Statistics & Decision, 2020, 36(20): 72-75.
- [8] 梅洪常, 马华骏. 重庆市高端装备制造业技术创新效率评价研究[J]. 科技管理研究, 2019, 39(10): 23-28.
- MEI Hongchang, MA Huajun. Research on Technology Innovation Efficiency Evaluation of High-End Equipment Manufacturing Industry in Chongqing[J]. Science and Technology Management Research, 2019, 39(10): 23-28.
- [9] 徐蕾, 宋之杰. 创新价值链视角下制造业的创新效率: 以河北省为例[J]. 中国流通经济, 2017, 31(9): 71-81.
- XU Lei, SONG Zhijie. The Research on Innovation Efficiency of Manufacturing Industries from the Perspective of Innovation Value Chain: A Case Study on Hebei Province[J]. China Business and Market, 2017, 31(9): 71-81.
- [10] 王艳, 龚新蜀, 李津津. 基于SFA模型的新疆装备制造业技术创新效率及影响因素分析[J]. 科技管理研究, 2017, 37(12): 146-151.
- WANG Yan, GONG Xinshu, LI Jinjin. Analysis of Xinjiang Equipment Manufacturing Industries Technological Innovation Efficiency and Influencing Factors Based on SFA Model[J]. Science and Technology Management Research, 2017, 37(12): 146-151.
- [11] 丁显有, 肖雯, 田泽. 长三角城市群工业绿色创新发展效率及其协同效应研究[J]. 工业技术经济, 2019, 38(7): 67-75.
- DING Xianyou, XIAO Wen, TIAN Ze. Study on the Synergistic Effect of Industry's Green and Innovation Development in Yangtze River Delta Urban Agglomeration[J]. Journal of Industrial Technological Economics, 2019, 38(7): 67-75.
- [12] 张玉兰, 景思婷, 牛爽, 等. 京津冀制造业上市公司投资效率评价研究: 基于技术创新视角[J]. 会计之友, 2020(18): 14-19.
- ZHANG Yulan, JING Siting, NIU Shuang, et al. Investment Efficiency Evaluation of Beijing-Tianjin-Hebei Manufacturing Listed Companies: Based on the Perspective of Technological Innovation[J]. Friends of Accounting, 2020(18): 14-19.
- [13] 李健, 张杰, 许翘楚. 京津冀高新技术企业创新效率评价及效率提升路径[J]. 科技管理研究, 2020, 40(12): 64-69.
- LI Jian, ZHANG Jie, XU Qiaochu. Evaluation and Improvement Path on Innovation Efficiency of High-Tech Enterprises in Beijing-Tianjin-Hebei Region[J]. Science and Technology Management Research, 2020, 40(12): 64-69.
- [14] COWAN R, ZINOVYEVA N. University Effects on Regional Innovation[J]. Research Policy, 2013, 42(3): 788-800.
- [15] PANNU H S, KUMAR U D, FAROOQUIE J A. Efficiency and Productivity Analysis of Indian Pharmaceutical Industry Using Data Envelopment Analysis[J]. International Journal of Operational Research, 2011, 10(1): 121-136.
- [16] 王俊岭, 徐丹宁, 刘辰玥. 基于DEA方法的中国钢铁工业生态效率分析[J]. 生态经济, 2020, 36(1): 63-68.
- WANG Junling, XU Danning, LIU Chenyue. Analysis of Eco-Efficiency of China's Iron and Steel Industry Based on DEA Method[J]. Ecological Economy, 2020, 36(1): 63-68.
- [17] 管永刚. 基于超效率DEA模型的高等教育资源配置效率分析[J]. 黑龙江高教研究, 2019, 37(2): 84-88.
- GUAN Yonggang. Analysis of Resource Allocation Efficiency of Higher Education Based on Super Efficiency DEA Model[J]. Heilongjiang Researches on Higher Education, 2019, 37(2): 84-88.
- [18] 易明, 彭甲超, 吴超. 基于SFA方法的中国高新技术产业创新效率研究[J]. 科研管理, 2019, 40(11): 22-31.
- YI Ming, PENG Jiachao, WU Chao. Innovation Efficiency of High-Tech Industries Based on Stochastic Frontier Method in China[J]. Science Research Management, 2019, 40(11): 22-31.
- [19] 胡立和, 商勇, 王欢芳. 长江经济带技术创新效率评价及影响因素分析[J]. 湖南社会科学, 2020(3): 87-93.
- HU Lihe, SHANG Yong, WANG Huanfang. Technological Innovation Efficiency and Analysis of Its Influencing Factors in the Yangtze River Economic Belt[J]. Social Sciences in Hunan, 2020(3): 87-93.
- [20] 张满银, 张丹. 京津冀地级市区规模以上工业企业创新效率分析[J]. 经济经纬, 2019, 36(1): 26-33.
- ZHANG Manyin, ZHANG Dan. Analysis of Innovation Efficiency of Above-Scale Industrial Enterprises in Districts of Prefecture-Level in Beijing-Tianjin-Hebei Region[J]. Economic Survey, 2019, 36(1): 26-33.
- [21] 殷秀清, 任仕佳, 张峰. 政府研发资助、企业研发

- 投入与技术创新效率: 来自中国装备制造业的实证研究[J]. 哈尔滨商业大学学报(社会科学版), 2020(3): 74-84.
- YIN Xiuqing, REN Shijia, ZHANG Feng. Government R&D Funding, Enterprise R&D Investment and Technological Innovation Efficiency: An Empirical Study of China's Equipment Manufacturing Industry[J]. Journal of Harbin University of Commerce (Social Science Edition), 2020(3): 74-84.
- [22] 张玉华, 陈雷. 政府科技投入对技术创新影响的区域性差异分析[J]. 统计与决策, 2019, 35(23): 100-104.
- ZHANG Yuhua, CHEN Lei. Regional Difference Analysis of the Impact of Government Investment in Science and Technology on Technological Innovation[J]. Statistics & Decision, 2019, 35(23): 100-104.
- [23] 常青青. 税收优惠对高新技术企业创新效率的差异化影响[J]. 财经科学, 2020(8): 83-92.
- CHANG Qingqing. The Impact of Tax Preference Ratio on the Differentiation of Innovation Efficiency of High-Tech Enterprises[J]. Finance & Economics, 2020(8): 83-92.
- [24] 秦修宏, 黄国良. 税收优惠政策能提升高新技术企业发明型创新效率吗[J]. 财会月刊, 2020(21): 113-119.
- QIN Xiuhong, HUANG Guoliang. Can Tax Incentives Improve the Efficiency of Invention-Based Innovation in High-Tech Enterprises[J]. Finance and Accounting Monthly, 2020(21): 113-119.
- [25] 赵景峰, 张静. 金融发展对中国农业技术创新的影响研究[J]. 理论学刊, 2020(6): 55-63.
- ZHAO Jingfeng, ZHANG Jing. The Impact of Financial Development on Agricultural Technology Innovation in China[J]. Theory Journal, 2020(6): 55-63.
- [26] 范德成, 刘凯然. 创新价值链视角下中国对外直接投资对产业技术创新效率影响研究[J]. 经济问题探索, 2020(5): 109-121.
- FAN Decheng, LIU Kairan. Research on the Impact of Chinese Outward Foreign Direct Investment on Industrial Technological Innovation Efficiency from the Perspective of Innovation Value Chain[J]. Inquiry into Economic Issues, 2020(5): 109-121.
- [27] 陶爱萍, 马金龙, 蒯鹏. R&D资金投入结构对技术创新效率的影响研究: 基于中国工业行业的实证分析[J]. 华东经济管理, 2019, 33(5): 83-90.
- TAO Aiping, MA Jinlong, KUAI Peng. Research on the Influence of R&D Capital Input Structure on Technological Innovation Efficiency: Based on the Empirical Analysis of China's Industrial Industry[J]. East China Economic Management, 2019, 33(5): 83-90.
- [28] CHARNES A, COOPER W W, RHODES E. Measuring the Efficiency of Decision Making Units[J]. European Journal of Operational Research, 1978, 2(6): 429-444.
- [29] 何燕子, 王婉玉, 王艳兰. 基于DEA模型的湖南省装备制造业R&D效率评价[J]. 湖南工业大学学报, 2021, 35(4): 22-29.
- HE Yanzi, WANG Wanyu, WANG Yanlan. DEA-Based R&D Efficiency Evaluation of Equipment Manufacturing Industry in Hunan Province[J]. Journal of Hunan University of Technology, 2021, 35(4): 22-29.
- [30] 何燕子, 王艳兰. 湖南省高端装备制造业技术创新效率评价研究: 基于DEA和Malmquist指数模型[J]. 湖南工业大学学报, 2020, 34(5): 72-79.
- HE Yanzi, WANG Yanlan. Research on Evaluation of Technological Innovation Efficiency of High-End Equipment Manufacturing Industry in Hunan Province: An Index Model Based on DEA and Malmquist[J]. Journal of Hunan University of Technology, 2020, 34(5): 72-79.

(责任编辑: 申剑)