

湖南省各地级市科技创新效率评价及影响因素分析

周筱扬, 左国存

(湖南理工学院 经济与管理学院, 湖南 岳阳 414000)

摘要:运用数据包络分析(DEA)方法对湖南省 2015—2019 年各地级市科技创新综合效率、纯技术效率、规模效率进行测度,并采用 Tobit 模型分析科技创新效率的主要影响因素。结果表明:2015—2019 年湖南省各地级市科技创新效率整体水平有所提高,但各城市之间存在较大差距,综合效率及纯技术效率较低;地区经济发展水平、科研人才、政府支持力度、产业结构对科技创新效率具有显著影响。在此基础上,提出合理配置经济资源、引育高水平科技人才、积极发展高技术为主的第三产业以促进湖南省科技创新效率的提高。

关键词:湖南省;科技创新效率;DEA-Tobit 模型;影响因素

中图分类号:F124.3 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2022)06-0038-05

当前,中国整体进入加快建设创新型国家的重要时期,经济已由高速增长阶段转向高质量发展阶段^[1]。科技创新是湖南省经济高质量发展的“关键变量”。在“十三五”时期,全省上下认真贯彻落实创新驱动发展战略,科技创新呈现量质齐升的良好局面,建设“创新型湖南”取得重大进展。创新发展已经成为湖南省经济发展的重大战略部署。

1 文献综述

关于科技创新效率的相关研究主要集中于以下两个方面:①通过参数或非参数方法对科技创新效率进行测度。杨凯^[2]运用随机前沿分析方法对中国主要城市的创新效率水平进行测评,探究城市创新产出的转化率水平;李广春等^[3]从科技投入和产出两方面构建科技创新效率的综合评价指标,对中部 6 省科技创新效率进行实证研究。更多研究采用非参数方法对科技创新效率进行测度,主要是数据包络分析(data envelopment analysis, DEA)。张鹏等^[4]采用 DEA-Malmquist 指数方法,对粤港澳大湾区 10 个城市 2014—2019 年的科技创新效率进行静态与动态分析;在传统 DEA 基础上,王礼刚^[5]运用三阶段 DEA 模型,对中部 6 省科技创新效率进行评价。②对科技创新效率影响因素的相关研究。目前普遍在对科技创新效率测度的基础上,运用 Tobit 回归模型探究科技创

新效率的影响因素。杨正军等^[6]认为政府扶持、对外开放与经济发展对科技创新效率促进作用;王雅丽等^[7]从政府扶持力度、经济规模、产业结构、教育水平和外商投资方面探寻长江经济带科技创新效率的影响因素。

对科技创新效率及影响因素的研究主要集中在中国省域^[8]、京津冀城市群^[9]、长江经济带^[10]、粤港澳大湾区^[4]等区域,但目前对湖南省各地级市科技创新效率测度及影响因素的研究较少。鉴于此,在已有研究的基础上,以湖南省 14 个地级市为例,使用 DEA 对其 2015—2019 年科技创新效率进行评价,并使用 Tobit 模型探究科技创新效率的影响因素,以期为湖南省科技创新效率的提升提出政策建议和参考。

2 湖南省各地级市科技创新效率评价

2.1 科技创新效率指标体系构建与数据来源

参考蓝海等^[11]、汪艳霞等^[12]的研究,在科技创新投入指标方面,选取研究与试验发展(R&D)经费内部支出衡量科技资金投入,R&D 人员全时当量衡量科技人力资本投入;在科技创新产出指标方面,通过有效发明专利量反映地区授权过后并且持续缴纳年费的专利数量,科技论文数反映地区科研成果以论文形式发表的状况,以专利申请量反映地区专利技术申请的状况。具体科技创新投入与产

收稿日期:2021-12-20

基金项目:湖南省社科基金项目(17YBA194);湖南省社科评审委员会项目(XSP19YBC041)。

作者简介:周筱扬(1997—),男,山东济宁人,湖南理工学院经济与管理学院,硕士研究生,研究方向为创新管理;通信作者左国存(1978—),男,湖南双峰人,湖南理工学院经济与管理学院,副教授,博士,研究方向为创新管理。

出指标见表 1。

表 1 科技创新效率投入与产出指标

指标类型	评价指标
投入指标	R&D 经费内部支出/万元
	R&D 人员全时当量/人年
产出指标	有效发明专利量/件
	科技论文数量/篇
	专利申请量/件

研究对象为湖南省各地级市,原始数据来源于历年《湖南统计年鉴》,虽然科技创新投入与科技产出在短期之间存在着一年时间上的滞后,但从长期的角度看,科技创新投入与科技产出之间存在着均衡稳定的关系,因此选取 2015—2019 年的投入产出数据在时间上不存在滞后^[12]。

2.2 DEA 模型

DEA 是一种非参数估计方法,用于解决多投入、多产出的决策评价问题,在进行科技创新效率测度时选用 BCC 模型,即规模报酬可变的 DEA 模型,使得在计算技术效率的时候不会受到规模效率的影响^[13],本文选用产出导向的 BCC 模型。

2.3 科技创新效率分析

运用 DEAP 2.1 软件,对湖南省 14 个地级市 2015—2019 年的科技创新综合效率、纯技术效率以及规模效率进行测度。

2.3.1 科技创新综合效率分析

从表 2 可以看出,2015—2019 年湖南省的平均综合技术效率呈不断上升的趋势。2015—2019 年,张家界市和湘西州的综合效率一直为 1,处于 DEA 有效状态,张家界市和湘西州作为全省重要的旅游城市,积极响应国家、省政府的号召,紧紧围绕科技创新发展主题,持续加大科技创新投入,积极加强高新产业园区和可持续发展试验区建设,推进科技与旅游深度融合,加快科技成果转化。岳阳市作为湖南经济总量第二的城市,由于科技创新资源配置不均,科技成果产出水平低,造成综合技术效率均值最低,仅为 0.311。长株潭三市依托市内科技优势,积极联合打造科技创新高地,近年来科技创新综合效率显著提升。2019 年长沙市和株洲市皆处于 DEA 有效状态。

2.3.2 科技创新综合效率分析

由表 3 可以发现,2015—2019 年湖南省科技创新的纯技术效率均值为 0.753,处于较高水平,但各个地级市之间还存在显著差异。在 14 个地级市中,长沙市、株洲市、张家界市和湘西州这 4 个地级市的

纯技术效率均为 1,处于 DEA 有效的状态。长沙市、株洲市、衡阳市和湘潭市等地区,在大力推进科技创新的进程中,政府部门积极出台科技政策鼓励科技创新,引导科技资金合理有效利用,达到了较高的资源配置效率。而娄底市、怀化市和郴州市等地级市,科技创新基础能力较为薄弱,科技创新的纯技术效率值偏低,需要适当的引育科研人才,增加 R&D 经费投入,进一步支持高技术产业发展。

表 2 2015—2019 年湖南省 14 个地级市科技创新综合效率值

地级市	2015	2016	2017	2018	2019	均值
长沙市	0.419	0.585	0.719	0.798	1.000	0.704
株洲市	0.508	0.667	1.000	1.000	1.000	0.835
湘潭市	0.422	0.469	0.713	0.820	0.921	0.669
衡阳市	0.456	0.588	0.736	0.745	0.757	0.656
邵阳市	0.135	0.216	0.405	0.734	0.942	0.486
岳阳市	0.180	0.230	0.292	0.364	0.488	0.311
常德市	0.401	0.382	0.441	0.591	0.527	0.468
张家界市	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
益阳市	0.193	0.419	0.720	0.575	0.650	0.511
郴州市	0.225	0.242	0.344	0.353	0.510	0.335
永州市	0.321	0.447	0.575	0.477	0.511	0.466
怀化市	0.421	0.545	0.636	0.486	0.550	0.528
娄底市	0.243	0.487	0.901	0.810	0.505	0.589
湘西州	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
均值	0.423	0.520	0.677	0.697	0.740	0.611

表 3 2015—2019 年湖南省 14 个地级市科技创新纯技术效率值

地级市	2015	2016	2017	2018	2019	均值
长沙市	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
株洲市	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
湘潭市	0.939	0.835	0.912	0.993	0.922	0.920
衡阳市	1.000	1.000	1.000	0.931	0.761	0.938
邵阳市	0.321	0.378	0.487	0.789	0.980	0.591
岳阳市	0.473	0.397	0.310	0.394	0.495	0.414
常德市	0.777	0.563	0.482	0.639	0.531	0.598
张家界市	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
益阳市	0.553	0.845	0.935	0.703	0.722	0.752
郴州市	0.453	0.362	0.371	0.386	0.519	0.418
永州市	0.589	0.642	0.690	0.552	0.546	0.604
怀化市	0.542	0.737	0.686	0.552	0.561	0.616
娄底市	0.416	0.719	0.930	0.862	0.514	0.688
湘西州	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
均值	0.719	0.748	0.772	0.772	0.754	0.753

2.3.3 科技创新综合效率分析

由表 4 可知,2015 年,湖南省各地级市科技创新综合效率均值仅为 0.564,2019 年大幅上升到 0.980,且 2015—2019 年湖南省科技创新的规模效率均值为 0.802,明显高于综合效率及纯技术效率。在研究期内,张家界市和湘西州科技创新规模效率

处于到 DEA 有效状态。湘潭市、衡阳市和益阳市等市由于规模效率偏低导致综合创新效率处于较低水平,长沙市作为湖南省的省会,是长江中游城市群和“长江经济带”重要的节点城市,“长株潭城市群”的关键核心城市,受到国家的重视要高于其他地级市,规模创新效率仅为 0.704,低于平均值;同样作为“长株潭城市群”之一的湘潭市,并且是湖南区域性中心城市,其规模创新效率为 0.723,也低于均值。这两个重要城市 R&D 经费充足、科研人才数量较多、高技术产业发达,但由于管理体制的弊端导致科研资源的堆积,造成了科研资源的浪费,最终拉低了资源的配置效率。

表 4 2015—2019 年湖南省 14 个地级市科技创新规模效率值

地级市	2015	2016	2017	2018	2019	均值
长沙市	0.419	0.585	0.719	0.798	1.000	0.704
株洲市	0.508	0.667	1.000	1.000	1.000	0.835
湘潭市	0.449	0.561	0.782	0.826	0.999	0.723
衡阳市	0.456	0.588	0.736	0.800	0.994	0.715
邵阳市	0.420	0.570	0.831	0.930	0.961	0.742
岳阳市	0.381	0.580	0.944	0.924	0.985	0.763
常德市	0.516	0.679	0.914	0.924	0.993	0.805
张家界市	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
益阳市	0.348	0.496	0.770	0.818	0.901	0.667
郴州市	0.496	0.668	0.927	0.913	0.981	0.797
永州市	0.545	0.695	0.834	0.864	0.937	0.775
怀化市	0.777	0.739	0.928	0.932	0.981	0.871
娄底市	0.585	0.678	0.969	0.939	0.984	0.831
湘西州	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
均值	0.564	0.679	0.882	0.905	0.980	0.802

3 湖南省各地级市科技创新效率影响因素分析

3.1 Tobit 回归模型构建

在参考相关研究和科技发展报告的基础上,从经济发展水平、政府支持力度、人力资本、产业结构方面分析对科技创新效率的影响。

1)以“地区人均生产总值”来衡量地区经济发展水平。地区经济发展水平反映一个地区的总体发展情况,通常来说,经济发展水平较高的地区经济资源、科技资源较为丰富,集聚效应与规模效应强,对于城市的科技创新效率具有积极的促进作用。

2)以“每 10 万人中在校大学生数”来衡量地区科技创新的科研人才。人力资本是科技创新开展的重要因素,高水平的人力资本代表较高的劳动者素质。通常来说,地区科研人才越多,科技创新效率越高。

3)采用“规模以上工业企业研发使用来自政府

部门的科技活动资金”以衡量政府的支持力度。政府作为“看得见的手”,具有调节科技资源合理配置的作用。通常来说,对科技创新的支持力度越大,科技创新效率越高。

4)采用“第三产业产值占 GDP 的比重”作为产业结构的衡量指标。科技行业作为重要的第三产业,产业结构的优化会对科技创新效率具有明显的影响,第三产业的发达程度直接影响地区的科技创新效率。

Tobit 模型是因变量满足某种约束条件的取值模型,又称为样本选择模型或受限因变量模型。由于使用 BCC-DEA 模型得出湖南各地级科技创新综合效率值处于 0~1 之间,因此使用 Tobit 回归模型分析各因素对湖南省各地级市科技创新效率的影响,构建 Tobit 回归模型:

$$Y_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 X_1 + \alpha_2 X_2 + \alpha_3 X_3 + \alpha_4 X_4 + \mu_{it} \quad (1)$$

式中: $i=1,2,\cdots,14;t=2015,2016,\cdots,2019$; Y_{it} 为湖南省 14 个地级市科技创新综合技术效率值; X_1 为地区人均生产总值; X_2 为每 10 万人中在校大学生数; X_3 为规模以上工业企业研发使用来自政府部门的科技活动资金; X_4 为第三产业产值占 GDP 的比重; μ_{it} 为随机扰动项。

3.2 回归结果分析

根据上述 Tobit 模型,利用 Stata15 软件进行 Tobit 模型回归,回归结果见表 5。

表 5 Tobit 模型回归分析结果

变量	回归系数	标准误	$P> t $
X_1	-8.06×10^{-6}	2.41×10^{-6}	0.001
X_2	0.000 098 2	0.000 028 9	0.001
X_3	5.28×10^{-6}	1.88×10^{-6}	0.007
X_4	2.916 77	0.371 449 5	0.000
常数	-0.614 459	0.186 652 4	0.002

根据 Tobit 回归结果可以得出,地区人均生产总值 X_1 与科技创新综合效率呈现负相关,且在 1% 的水平下显著,这表明地区经济的发展反而阻碍了科技创新综合效率的提高。究其原因,湖南省西部地区多山川,地茂复杂,交通不便,西部地区怀化、张家界等市基础设施落后,耕作方式原始,近年来的经济发展成果主要向完善基础设施、提高居民基本生活水平等方面倾斜,未能重视科技创新水平及效率的提升,从而导致湖南省科技创新效率总体低下;而岳阳市、常德市、郴州市等地区科研行业在国民经济中占比较低,科技资源较为薄弱。因此,就目前来看,经济发展水平与科技创新综合效率具有

负相关性。

每 10 万人中在校大学生数 X_2 与科技创新综合效率呈现正相关性,但相关性较弱,且在 1% 的水平下显著。技术研发是一项知识高度密集的活动,对劳动者素质要求较高,需要具有专业的知识技能,掌握丰富的专业知识,科研人才能够有效地利用科技资源,从而提高科技创新效率。劳动者素质越高,技术研发效率就越高,劳动者素质的提升促进了科技研发效率的提升。

规模以上工业企业研发使用来自政府部门的科技活动资金 X_3 与科技创新综合效率存在正相关性,但相关性较弱,且在 1% 的水平下显著。这说明政府支持对科技创新效率具有积极意义,地区政府支持力度越大,科技创新效率越高。政府对科技创新活动重视程度越大,就会投入更多的科技活动资金、完善相应的科技配套支持政策,从而促使科研部门完善科研基础设施,购买先进的实验器材、设备等,创造更为完备的科研环境,从而提升科技创新效率。

第三产业产值占 GDP 的比重 X_4 与科技创新综合效率具有很强的正相关性,并且在 1% 的水平下显著。第三产业在国民经济中所占比重越大,经济结构优化程度越高,科技行业在国民经济中地位越为重要,会大幅度带动科技创新效率的提升。产业结构优化会促使经济、人才、物力等资源的配置更有效率,避免各类资源的冗余和浪费,促进地区科技创新效率的提高。

4 结论与建议

4.1 研究结论

通过对湖南省 14 个地级市科技创新效率的测算及影响因素的分析,得出以下结论:①通过 DEA 模型对湖南省 14 个地级市科技创新效率进行测度,发现各地级市在综合效率、纯技术效率及规模效率方面皆存在较大差距,规模效率有显著上升趋势。②通过 Tobit 模型对科技创新效率的影响因素进行回归,发现地区人均生产总值与科技创新效率呈现较弱的负相关,而每 10 万人中在校大学生数、规模以上工业企业研发使用来自政府部门的科技活动资金、第三产业产值占 GDP 的比重与科技创新效率呈现正相关,且第三产业产值占 GDP 的比重与科技创新效率的相关性较强。

4.2 对策建议

4.2.1 合理配置经济资源

在调动一切积极因素大力发展经济的过程中,

要注意对既得经济资源进行优化配置。经济发展成果既要进行教育、医疗等公共基础设施的建设,提升居民生活质量,满足居民多层次的生活需要,又要兼顾科技领域,引导社会资本、风险投资基金向科技行业注入,并增加基础设施建设资金,完善交通运输网络,优化网络通信系统,营造良好的科技创新硬件环境,以完备的基础设施助力科技创新效率的提升。

4.2.2 引育高水平科技人才

高学历科技人才对于提高科技创新效率、提高科技成果产出率具有明显的促进作用。科学技术是第一生产力,而人才是生产力中最具有决定性的因素,高学历人才是科技创新的宝贵财富,科研机构、高等院校等主体积极实施人才引进政策,通过学历培训、在职培训等多种方式引育高水平科技人才。强化内部激励约束机制,加强对人才的专业技能知识的培养,提升科技人才自身的素养和能力。

4.2.3 积极发展以高技术为主的第三产业

知识密集型的第三产业是科技创新的中坚力量,各地政府需要加大对科技型企业的政策优惠力度,对符合政策要求的企业,用尽、用活各种可以促进科技产业发展的利好政策,扶持科技导向型企业的发展。科技创新往往不是单一企业的活动,更多需要产学研深度合作。同时,鼓励高校教师积极参与地区纵向课题的研究,积极引导高校人才赴企业参观、实习,更好地把握市场方向和前沿技术,也鼓励企业在高校设置校企合作培养基地,拓展学校到企业的去路,构建良好的产学研科技合作环境。

参考文献

[1] 习近平. 决胜全面建成小康社会 夺取新时代中国特色社会主义伟大胜利:在中国共产党十九次全国代表大会上的报告[M]. 北京:人民出版社,2017.

[2] 杨凯. 基于随机前沿分析的创新效率评价及影响因素研究[D]. 合肥:中国科学技术大学,2017.

[3] 李广春,党春慧. 基于灰色关联分析的区域科技创新效率评价研究:以我国中部六省为例[J]. 特区经济,2018(3): 46-48.

[4] 张鹏,李林欣,曾永泉. 基于 DEA-Malmquist 指数的粤港澳大湾区科技创新效率评价研究[J]. 工业技术经济, 2021,40(2):12-17.

[5] 王礼刚. 中部地区科技创新效率评价与提升路径:基于三阶段 DEA 模型的实证分析[J]. 长江大学学报(社会科学版),2021,44(3):95-100.

[6] 杨正军,段进军. 江苏省创新效率评价与影响因素研究[J]. 南京邮电大学学报(社会科学版),2016,18(3): 48-55.

[7] 王雅丽,黄永春.长江经济带科技创新效率测度及影响因素分析[J].统计与决策,2021,37(15):104-108.

[8] 陈银娥,李鑫,李汶.中国省域科技创新效率的影响因素及时空异质性分析[J].中国软科学,2021(4):137-149.

[9] 彭晓静.京津冀城市群创新效率及影响因素研究[J].技术经济与管理研究,2021(2):118-122.

[10] 王圣云,林玉娟,罗玉婷.长江经济带科技创新效率变化的指数分解及聚类分析[J].华东经济管理,2018,32(9):66-72.

[11] 兰海,吴悦,王丹.基于 DEA 和 Malmquist 指数的青海省科技创新效率研究[J].科技管理研究,2021,41(17):40-46.

[12] 汪艳霞,陆新文,王苗苗.安徽省各地级市科技创新效率及影响因素研究[J].广西科技大学学报,2019,30(2):121-128.

[13] 魏权龄.评价相对有效性的数据包络分析模型:DEA 和网络 DEA[M].北京:中国人民大学出版社,2012.

Analysis on the Efficiency Evaluation and Influencing Factors of Scientific and Technological Innovation in Hunan Province

ZHOU Xiaoyang, ZUO Guocun

(School of Economics and Management, Hunan Institute of Science and Technology, Yueyang Hunan 414000, China)

Abstract: The data envelopment analysis (DEA) is used to measure the comprehensive efficiency, pure technical efficiency and scale efficiency of scientific and technological innovation of prefecture-level cities in Hunan Province from 2015 to 2019. Tobit model is established to analyze the main influencing factors of scientific and technological innovation efficiency. The results of research shows that the overall level of scientific and technological innovation efficiency of prefecture-level cities in Hunan province increased from 2015 to 2019, but there is a big gap among cities, and the comprehensive efficiency and pure technical efficiency are lower. Regional economic development level, scientific research personnel, government support and industrial structure have a significant impact on scientific and technological innovation efficiency. On the basis of this, in order to improve the efficiency of scientific and technological innovation of Hunan province, reasonable allocation of economic resources, introduction and cultivation of high-level scientific and technological talents and active development of high-tech tertiary industry are put forward.

Keywords: Hunan Province; efficiency of scientific and technological innovation; DEA-Tobit model; influencing factor