

周晓迅,邓欣.湖南区域科技投入产出效率及政策优化路径[J].湖南科技大学学报(自然科学版),2019,34(2):108-116.
doi:10.13582/j.cnki.1672-9102.2019.02.015

Zhou X X, Deng X. Research on the Input and Output Efficiency and Policy Optimization Path of Hunan Regional Science and Technology[J]. Journal of Hunan University of Science and Technology (Natural Science Edition), 2019,34(2):108-116.doi:10.13582/j.cnki.1672-9102.2019.02.015

湖南区域科技投入产出效率及政策优化路径

周晓迅*,邓欣

(湖南农业大学 公共管理与法学学院,湖南 长沙 410128)

摘要:以2010~2016年湖南14个市(州)科技投入产出的面板数据为研究样本,运用三阶段DEA模型对湖南区域科技投入产出效率展开研究.研究表明:剔除环境因素和随机干扰项后,湖南整体科技投入产出效率较高,地区间效率差异较为明显,长沙科技投入产出效率始终走在省内最前列,张家界在提高科技投入产出效率方面显得最为乏力,科技管理水平是影响效率的主要因素,加大财政科技支出有利于提高科技投入产出效率.据此提出完善科技人才培养体系、制定差别化科技政策、优化资源配置结构等政策优化建议.

关键词:湖南省;科技投入产出效率;三阶段DEA模型;政策优化

中图分类号:G311 **文献标志码:**A **文章编号:**1672-9102(2019)02-0108-09

Research on the Input and Output Efficiency and Policy Optimization Path of Hunan Regional Science and Technology

Zhou Xiaoxun, Deng Xin

(College of Public Administration and Law, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China)

Abstract: The panel data of science and technology input and output of 14 cities (states) in Hunan Province, from 2010 to 2016, was taken as the research sample, the three-stage DEA model was used to study the regional science and technology input and output efficiency of Hunan Province. The research results show that after removing environmental factors and random disturbances, the overall science and technology input and output efficiency of Hunan Province is relatively high, and the difference in efficiency between regions is obvious. The efficiency of science and technology input and output in Changsha has always been at the forefront of the province, and Zhangjiajie City is improving, its efficiency appears to be the most weak. The level of science and technology management is the main factor that restricts efficiency improvement. Increasing fiscal and technological expenditure is conducive to improving the efficiency of science and technology input and output. Based on this, it is proposed to improve the scientific and technological personnel training system, formulate differentiated science and technology policies, and optimize resource allocation structure and other policy optimization recommendations.

Keywords: Hunan Province; science and technology input and output efficiency; three-stage DEA model; policy optimization

收稿日期:2018-09-28

基金项目:湖南省教育厅科研项目资助(13C400)

*通信作者,E-mail: 305967697@qq.com

从世界科技发展大势看,新一轮科技革命正在重构全球创新版图和全球经济结构,科技作为第一生产力已然成为区域综合竞争力的重要标志,深刻影响着地区前途命运与人民生活福祉.2010~2016年是湖南推进“科教兴湘、建设创新型湖南”的战略机遇期,科技政策发布数量呈指数增长.在此期间,湖南科技投入由2010年的160.96亿元增长到2016年的490.14亿元,增长达到了205%,科技研究人员也从2010年的9.4万人增加到2016年的19.1万人,2016年有效发明专利数量较2010年更是增长了206%,取得的科技成果令人瞩目.但由于地处我国中部,缺乏明显的区位优势和资源优势,湖南在全国科技创新格局中长期处于第二梯队.在这样的背景下,研究湖南区域科技投入产出效率,对实现在全国科技创新格局中的突破、打造创新型湖南具有十分重要的现实意义.

1 研究综述

梳理现有文献,发现目前对区域科技投入产出效率的度量方法主要有2种:一是以随机前沿分析(Stochastic Frontier Analysis, SFA)理论为代表的参数分析方法,二是以数据包络分析(Data Envelopment analysis, DEA)方法为代表的非参数方法.

1977年,Aigner等^[1]和Meeusen等^[2]提出运用SFA方法度量技术效率;王成东^[3]基于SFA方法对我国产业研发效率进行实证分析,揭示了产业融合等因素对产业研发效率的影响机理;康斯等^[4]借鉴SFA方法测算了我国民族八省区的R&D投入效率,并与国内科技创新综合能力进行了对比.

1978年,运筹学家A.Charnes, W.W.Cooper及E.Rhodes^[5]首先提出DEA方法,用于评价相同部门间的相对有效性.2002年,Fried等^[6]指出传统DEA模型没有考虑环境因素和随机干扰项对决策单元效率评价的影响,于是应用随机前沿分析理论,剔除传统DEA模型中环境因素和随机干扰项对评价对象的影响,构建了三阶段DEA模型.目前,DEA分析方法已由最初的CCR模型演化到现在的几十种扩展模型.张永安等^[7]运用两阶段DEA模型将各地科技创新行为分为“投入-中间产出”“中间产出-成果转化”2个阶段,运用两阶段DEA模型测算出全国31个省市的科技创新投入产出效率;贾帅帅等^[8]以工业企业作为研究对象,运用三阶段DEA方法测算全国工业企业科技创新效率;赵利民等^[9]运用三阶段DEA方法评估了中部地区高新技术产业产出效率,并对中部六省间的省际差异进行横向比较;易明等^[10]运用DEA-Malmquist指数法对全国30个省市的科技投入产出效率进行计算,将湖北作为研究对象与全国各省市进行比较分析,研究表明湖北科技投入产出效率较高,但增长速度不稳定,有待进一步提升;刘晖等^[11]采用DEA模型,测度出我国28个省和直辖市的战略性新兴产业科技创新效率,并从综合效率、纯技术效率和规模效率3方面进行剖析,研究发现我国战略性新兴产业的技术创新效率区域差异大,还有很大的上升空间.

无论是区域科技投入产出效率研究,还是技术方法的研究,都为本文的研究提供了有益借鉴,但仍有值得思考的地方:(1)研究范围上,很多学者对不同地域科技投入产出效率展开了研究,但鲜有与湖南相关的研究.(2)研究方法上,大多数文章以单阶DEA或SFA方法为主,但DEA模型的有效应用,严格基于决策单元处于相同运作环境的前提条件下.在不同地区处于差异化环境的背景下,直接运用DEA模型测度效率显然违背了科学、客观的初衷^[6].SFA方法尽管能筛选出外部影响因素,但操作过程所要求的严格的假设条件在实际中难以满足^[12].(3)研究的时间跨度上,大多文章仅对单一年份的区域科技投入产出效率进行了测度,忽视了R&D人员、R&D经费等的投入产出可能存在1~3年的滞后期,当期投入的效果无法准确体现在当期的产出当中^[13].

基于以上,本文将科技投入产出间的滞后期设为1,即科技投入的时间跨度为2010~2015年,科技产出的时间跨度为2011~2016年,利用三阶段DEA中的投入导向BCC模型对湖南14个市(州)的科技投入产出原始数据进行效率测算,将综合效率分解为纯技术效率与规模效率,采用似SFA回归剔除环境因素和随机干扰项,并在此基础上调整投入,更为准确地测算湖南区域科技投入产出效率.

2 数据来源与指标选取

2.1 数据来源

根据科技成果产出规律可知:科技投入的见效期不会在当年显现,科技投入与科技产出之间存在一定

时间的滞后性.因此,本文为了保证统计口径一致,将2010~2016年所有投入产出数据选自《湖南科技统计年鉴》和《湖南统计年鉴》.

2.2 指标选取

科技投入是开展科技活动必不可少的前提条件,针对区域科技活动的特点和科技部对科技投入的分类统计,科技投入可以从人、财、物3方面进行分析.科技人力投入指标为R&D活动人员,财力投入选取R&D经费支出(内部经费与外部经费支出总额)为指标,关于物力投入的度量,选取R&D活动单位数作为指标^[14-15].

科技产出是科技活动产生的各种形式的成果,成果的质量与数量映射出区域科技实力,包括直接产出与间接产出.直接产出主要表现为知识性成果,主要包括项目(课题)数、有效发明专利数和发表科技论文数;间接产出主要为科技活动产生的经济效益与社会效益,主要体现在新产品开发项目数、高新技术产业销售收入,前者代表了科技成果转化的产物,后者反映了科技活动所带来的区域科技经济一体化效应^[16-17].

为了更为准确地测算科技投入产出效率,本文在第二阶段似SFA回归分析中,主要从财政经费投入、经济发展水平和科研氛围3个方面设置环境影响变量:(1)财政经费投入.政府对科技活动的重视与支持程度,影响着科技活动环境.由于本文从区域角度考察科技投入产出效率,因此选择各市(州)财政科学技术支出作为反映政府对科技活动重视程度的指标.(2)经济发展水平.一个地区的科技投入产出效率与其经济发展水平有着一定的关系,一般而言,经济越发达科技资源越多,科技管理水平越高科技投入产出效率越高.本文选取人均GDP作为衡量区域经济发展水平的指标.(3)科研氛围.本文采用区域科研机构数量作为衡量科研氛围的指标^[12,18],具体指标如表1.

表1 2010~2016年湖南省区域科技投入产出效率指标体系

一级指标	二级指标	三级指标
科技投入	人	R&D人员/人
	财	R&D经费支出/万元
	物	R&D活动的单位/个
科技产出	直接产出	项目(课题)数量/项
		有效发明专利数/件
		发表科技论文数/篇
	间接产出	新产品开发项目数/项 高新技术产业销售收入/万元
环境因素	财政经费投入	财政科学技术支出/万元
	经济发展水平	人均GDP
	科研氛围	科研机构数/个

为了确保指标选取的合理性,本文对投入、产出变量进行Pearson检验,投入产出变量的Pearson相关系数矩阵如表2所示.由表2可知:所有投入与产出变量间的相关性在1%水平上非常显著,并且都呈强正相关性,说明指标选取的科学、合理,保证了投入产出效率测度的可信度.

表2 投入产出变量的Pearson相关系数

投入		产出				
		项目(课题)数量/项	有效发明专利数/件	发表科技论文/篇	新产品开发项目数/项	高新技术产业销售/万元
R&D人员/人	Pearson相关性	0.985**	0.958**	0.962**	0.858**	0.574**
	显著性(双侧)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
R&D活动的单位/个	Pearson相关性	0.822**	0.873**	0.793**	0.788**	0.515**
	显著性(双侧)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
R&D经费支出/万元	Pearson相关性	0.945**	0.952**	0.927**	0.866**	0.574**
	显著性(双侧)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

注:**表示在0.01水平(双侧)上显著相关

3 实证分析

3.1 第一阶段传统 DEA 分析

在第一阶段,使用原始投入产出数据进行一般 DEA 初始效率评价.为了解决决策单元的有效性问题,本文采用投入导向的规模报酬可变的 BCC 模型作为初始模型,利用 DEAP2.1 对 2010~2016 年湖南各市(州)的科技投入产出效率进行测算,计算结果如表 3.

表 3 第一阶段湖南区域科技投入产出效率值(2010~2016 年)

年份	效率值	长沙	株洲	湘潭	衡阳	邵阳	岳阳	常德	张家界	益阳	郴州	永州	怀化	娄底	湘西
2010 年	Crste1	1.000	0.505	0.744	0.642	0.541	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.748	0.538	1.000	1.000
	Vrste1	1.000	0.507	0.803	0.685	0.566	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.75	0.539	1.000	1.000
	Scale1	1.000	0.996	0.926	0.937	0.957	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.997	0.998	1.000	1.000
	Rts1	-	irs	drs	drs	irs	-	-	-	-	-	drs	irs	-	-
2011 年	Crste1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.892	0.877	1.000	1.000	0.938	1.000	1.000	1.000	1.000
	Vrste1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.937	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	Scale1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.892	0.936	1.000	1.000	0.938	1.000	1.000	1.000	1.000
	Rts1	-	-	-	-	-	drs	drs	-	-	drs	-	-	-	-
2012 年	Crste1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.788	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	Vrste1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.828	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	Scale1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.951	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	Rts1	-	-	-	-	-	-	drs	-	-	-	-	-	-	-
2013 年	Crste1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.878	0.738	0.964	0.888	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	Vrste1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.745	1.000	0.937	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	Scale1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.878	0.991	0.964	0.948	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	Rts1	-	-	-	-	-	drs	irs	irs	drs	-	-	-	-	-
2014 年	Crste1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.448	0.499	1.000	0.725	0.912	1.000	0.926	0.522	1.000
	Vrste1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.478	0.526	1.000	0.725	0.912	1.000	1.000	0.529	1.000
	Scale1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.938	0.948	1.000	0.999	1.000	1.000	0.926	0.987	1.000
	Rts1	-	-	-	-	-	drs	drs	-	-	-	-	Irs	drs	-
2015 年	Crste1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.888	0.873	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.944	1.000
	Vrste1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.874	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	Scale1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.888	0.999	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.944	1.000
	Rts1	-	-	-	-	-	drs	irs	-	-	-	-	-	irs	-
2016 年	Crste1	1.000	1.000	1.000	1.000	0.847	0.948	0.931	1.000	1.000	1.000	1.000	0.956	1.000	1.000
	Vrste1	1.000	1.000	1.000	1.000	0.860	1.000	0.990	1.000	1.000	1.000	1.000	0.988	1.000	1.000
	Scale1	1.000	1.000	1.000	1.000	0.985	0.948	0.940	1.000	1.000	1.000	1.000	0.967	1.000	1.000
	Rts1	-	-	-	-	irs	drs	drs	-	-	-	-	irs	-	-

注:Crste,Vrste,Scale,Rts 分别为综合效率、纯技术效率、规模效率和规模报酬;irs 为规模报酬递增;drs 为规模报酬递减;-为规模报酬不变

从表 3 可知:从整体来看,在不考虑环境因素和随机干扰项时,可计算得出 2010~2016 年湖南各市(州)科技投入产出综合效率的平均值为 0.956,只要稍加调整即可达到效率最佳状态,说明湖南整体科技投入产出效率较高.同时,规模效率值大于纯技术效率值,说明纯技术效率低是制约湖南各市(州)科技投入产出效率提升的主要因素.从区域角度来看,长沙、湘西在 2010~2016 年均处于前沿,其余市(州)在 2010~2016 年均处于前沿的阶段,其中常德、岳阳科技投入产出效率较低.在 2010 年和 2014 年 2 个时间点,湖南 14 个市(州)中有多个城市处于科技投入产出效率较低的状态.

由于该结果包含了环境因素和随机干扰项的影响,并不能客观反映 2010~2016 年湖南区域科技投入产出效率,因此还需展开进一步调整与测算.

3.2 第二阶段似 SFA 回归分析

在第二阶段,主要关注由环境因素、管理无效率和随机干扰项构成的松弛变量.因此,为了剔除环境因素等对湖南各市(州)科技投入产出效率的干扰,需要构建似 SFA 模型,把松弛变量分解成含有环境因素、

管理因素和随机因素 3 个自变量的函数,其类似 SFA 回归函数如下:

$$S_{ni} = f(Z_i; \beta_n) + \nu_{ni} + \mu_{ni}, i = 1, 2, \dots, I, n = 1, 2, \dots, N.$$

式中: S_{ni} 为第 i 个决策单元第 n 项投入的松弛值; $f(Z_i; \beta_n)$ 为环境因素; Z_i 为环境变量; β_n 为环境变量的系数; $\nu_{ni} + \mu_{ni}$ 称为混合误差项 ε ; ν_{ni} 为随机干扰 ($\nu \sim N(0, \sigma_v^2)$) 为随机误差项, 表示随机干扰因素对科技投入松弛变量的影响; μ_{ni} 为管理无效率 (μ 为管理无效率, 表示管理因素对科技投入松弛变量的影响, 假设其服从在零点截断的正态分布, 即 $\mu \sim N^+(0, \sigma_\mu^2)$).

已知 $\sigma^2 = \sigma v^2 + \sigma \mu^2$, 通过最大似然估计可计算出 β_n, σ^2 和投入变量 γ 等参数的估计值, $\gamma = \frac{\sigma \mu^2}{\sigma \mu^2 + \sigma v^2}$. 为了计算 ν_{ni} 和 μ_{ni} , 需要分离、计算管理无效率 μ_{ni} .

参照陈巍巍^[19]、罗登跃^[20]推导出的分离公式如下:

$$E(\mu | \varepsilon) = \sigma_* \left[\frac{\varphi(\lambda \frac{\varepsilon}{\sigma})}{\phi(\frac{\lambda \varepsilon}{\sigma})} + \frac{\lambda \varepsilon}{\sigma} \right].$$

式中: $\sigma_* = \frac{\sigma_\mu \sigma_\nu}{\sigma}$; $\sigma = \sqrt{\sigma_\mu^2 + \sigma_\nu^2}$; $\lambda = \sigma_\mu / \sigma_\nu$; φ 与 ϕ 分别是标准正态分布的密度函数和分布函数.

计算公式如下:

$$E[\nu_{ni} | \nu_{ni} + \mu_{ni}] = S_{ni} - f(Z_i; \beta_n) - E[\mu_{ni} | \nu_{ni} + \mu_{ni}].$$

最终通过如下调整公式, 计算得出相同的外部环境的新的投入值:

$$X_{ni}^A = X_{ni} + [\max(f(Z_i; \hat{\beta}_n)) - f(Z_i; \hat{\beta}_n)] + [\max(\nu_{ni}) - \nu_{ni}], i = 1, 2, \dots, I, n = 1, 2, \dots, N.$$

式中: X_{ni}^A 为调整后的投入; X_{ni} 为调整前的投入; $[\max(f(Z_i; \hat{\beta}_n)) - f(Z_i; \hat{\beta}_n)]$ 为对外部环境因素进行调整; $[\max(\nu_{ni}) - \nu_{ni}]$ 为将所有决策单元置于相同运气水平下.

由于 2010 年和 2014 年 SFA 模型的似然比检验拒绝存在无效率项的原假设, 因此, 2010 年与 2014 年不进行似 SFA 回归, 其余年份均通过似然比检验, 需进行 SFA 回归分析. 最终运用 Frontier4.1 软件进行回归得到结果如表 4.

表 4 第二阶段似 SFA 估计结果

年份	科技投入	变量						LR 检验
		常数项	财政科学技术支出	人均 GDP	科研机构数	σ^2	γ	
2011 年	R&D 人员	-257.69	0.00	0.01	-0.12	469 64	1	9.60
	R&D 活动的单位	-64.51	0.00	0.00	-0.02	2 943	1	9.61
	R&D 经费支出	-18 521.11	-0.08	0.52	-9.27	242 612 360	1	9.54
2012 年	R&D 人员	-812.24	-0.01	0.02	0.16	423 881	1	9.70
	R&D 活动的单位	-41.81	0.00	0.00	0.04	1 124	1	9.25
	R&D 经费支出	-36 397.46	-0.24	0.92	7.16	851 180 060	1	9.97
2013 年	R&D 人员	-1 015.75	0.00	0.02	-0.33	598 939	1	7.81
	R&D 活动的单位	-46.85	0.00	0.00	0.05	1 473	1	8.36
	R&D 经费支出	-47 363.85	-0.25	1.10	-15.39	1 258 444 700	1	7.84
2015 年	R&D 人员	-501.52	0.00	0.01	0.29	133 164	1	8.24
	R&D 活动的单位	-59.28	0.00	0.00	0.04	1 861	1	8.41
	R&D 经费支出	-52 520.52	-0.34	0.98	30.11	1 460 414 600	1	8.60
2016 年	R&D 人员	99.97	0.00	-0.01	0.54	94 458	1	11.71
	R&D 活动的单位	-21.85	0.00	0.00	0.03	82 575	1	11.18
	R&D 经费支出	-39 626.48	-0.12	0.63	2.17	1 744 087 400	1	9.44

表 4 的第二阶段似 SFA 估计结果显示: 所有通过 LR 检验的投入变量 γ 值都等于 1, 说明产出的偏差主要是由管理无效率 μ_{ni} 造成的, 似 SFA 模型构建有效. 当环境变量对于各投入松弛变量回归系数为负时,

表示环境变量的增加有利于投入松弛变量的减少.当环境变量对于各投入松弛变量回归系数为正时,表示环境变量的减少有利于投入松弛变量的增加.当环境变量对于各投入松弛变量回归系数为0时,说明无需调整环境变量.

由此可见:

1) 财政科学技术支出.在2011~2016年间,财政科学技术支出对于R&D经费支出的松弛变量为负,说明适当增加财政科学技术的支出能够减少R&D经费支出的浪费.在2012年,财政科学技术支出对于R&D人员回归系数为负,同样说明了适当增加财政科学技术的支出能够减少R&D人员的投入浪费.

2) 人均GDP.在2016年人均GDP的增加会减少R&D人员投入的浪费,但在2011~2013年和2015年人均GDP的增加反而会加强R&D人员投入的浪费.这可能是由于湖南人均GDP较高地区的科技设施和服务较为完善,一定程度上减少了所需要的R&D人员.同时,GDP的增加促进了科技发展各类要素的投入,在科技生产技能不完备的情况下,不当的投入会导致各类投入要素松弛变量的增加,从而对科技投入产出效率产生负面效应.

3) 科研机构数.2011年,科研机构对R&D人员、R&D活动单位及R&D经费支出的回归系数均为负数,说明在2011年科研机构不足,科研机构的增加对科技投入产出效率具有积极作用.在2013年,科研机构的增加有利于减少R&D人员及经费支出投入的浪费,但会进一步增加R&D活动单位投入的浪费.在2012年、2015年和2016年,科研机构对各投入松弛变量的系数均为正数,说明科研机构的增加会加重R&D人员、R&D活动单位和R&D经费支出的浪费,这可能是由于科研机构数量的增加导致了劳动力及资本的重复配置,不利于科技投入产出效率的提高.

3.3 第三阶段投入调整后DEA分析

在第三阶段,将剔除了环境因素和随机干扰项的投入值和原始产出值代入传统DEA模型,利用投入导向下对偶形式BCC模型对效率值进行重新测算.计算结果如表5(2010年与2014年未进行第二阶段,效率值为第一阶段测算数据).

表5 第三阶段湖南区域科技投入产出效率值(2010~2016年)

年份	效率值	长沙	株洲	湘潭	衡阳	邵阳	岳阳	常德	张家界	益阳	郴州	永州	怀化	娄底	湘西
2010年	Crste3	1.000	0.505	0.744	0.642	0.541	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.748	0.538	1.000	1.000
	Vrste3	1.000	0.507	0.803	0.685	0.566	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.75	0.539	1.000	1.000
	Scale3	1.000	0.996	0.926	0.937	0.957	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.997	0.998	1.000	1.000
	Rts3	-	irs	drs	drs	irs	-	-	-	-	-	drs	irs	-	-
2011年	Crste3	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.939	0.956	0.447	0.991	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	Vrste3	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.956	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	Scale3	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.939	1.000	0.447	0.991	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	Rts3	-	-	-	-	-	drs	-	irs	irs	-	-	-	-	-
2012年	Crste3	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.868	0.269	1.000	1.000	0.823	1.000	1.000	1.000
	Vrste3	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.888	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	Scale3	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.977	0.269	1.000	1.000	0.823	1.000	1.000	1.000
	Rts3	-	-	-	-	-	-	irs	irs	-	-	irs	-	-	-
2013年	Crste3	1.000	1.000	1.000	1.000	0.872	0.943	0.773	0.181	0.869	1.000	1.000	0.969	1.000	0.938
	Vrste3	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.827	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	Scale3	1.000	1.000	1.000	1.000	0.872	0.943	0.935	0.181	0.869	1.000	1.000	0.969	1.000	0.938
	Rts3	-	-	-	-	irs	drs	irs	irs	irs	-	-	irs	-	irs
2014年	Crste3	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.448	0.499	1.000	0.725	0.912	1.000	0.926	0.522	1.000
	Vrste3	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.478	0.526	1.000	0.725	0.912	1.000	1.000	0.529	1.000
	Scale3	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.938	0.948	1.000	0.999	1.000	1.000	0.926	0.987	1.000
	Rts3	-	-	-	-	-	drs	drs	-	-	-	-	irs	drs	-
2015年	crste	1.000	1.000	1.000	1.000	0.940	0.907	0.889	0.967	0.976	1.000	0.851	0.892	0.863	1.000
	vrste	1.000	1.000	1.000	1.000	0.990	1.000	0.914	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	scale	1.000	1.000	1.000	1.000	0.950	0.907	0.972	0.967	0.976	1.000	0.851	0.892	0.863	1.000
	rts	-	-	-	-	irs	drs	irs	irs	irs	-	irs	irs	irs	-

续表 5

年份	效率值	长沙	株洲	湘潭	衡阳	邵阳	岳阳	常德	张家界	益阳	郴州	永州	怀化	娄底	湘西州
2016年	crste	1.000	1.000	1.000	1.000	0.852	1.000	0.957	1.000	1.000	1.000	1.000	0.943	1.000	1.000
	vrste	1.000	1.000	1.000	1.000	0.910	1.000	0.993	1.000	1.000	1.000	1.000	0.991	1.000	1.000
	scale	1.000	1.000	1.000	1.000	0.937	1.000	0.964	1.000	1.000	1.000	1.000	0.951	1.000	1.000
	rts	-	-	-	-	irs	-	drs	-	-	-	-	irs	-	-

注:Crste, Vrste, Scale, Rts 分别为综合效率、纯技术效率、规模效率和规模报酬;irs 为规模报酬递增;drs 为规模报酬递减;-为规模报酬不变

由表 5 可知:从整体而言,湖南各市(州)科技投入产出效率较高,长沙走在省内最前列,张家界科技投入产出效率情况最不容乐观.对比表 3 的第一阶段结果和表 5 的第三阶段结果可以看出:加入环境因素和随机干扰项调整投入数据后,2010~2016 年湖南各市(州)整体科技投入产出效率有所下降,综合效率均值由 0.956 下降到 0.915,纯技术效率均值由 0.964 下降到 0.954,规模效率均值由 0.972 下降到 0.960.从区域角度而言,在调整原始投入数据后,只有长沙在 2010~2016 年均处于前沿面,株洲、湘潭、衡阳、郴州、湘西也有多年处于前沿面中,说明这些市(州)科技投入产出效率的确较好.剔除环境因素和随机干扰项后,常德、岳阳的综合效率、纯技术效率和规模效率相较第一阶段均有提高,说明常德、岳阳科技环境较差.而调整后的张家界、怀化的效率值较第一阶段有所下降,这表明之前的高效率并不来源于高水平技术管理,而是良好的科技环境与外部机遇造成的效率虚高假象.

1)从综合效率变化趋势来看(见图 1).湖南科技投入产出综合效率均值变化波动较大的有张家界、岳阳、常德和邵阳,其中张家界波动幅度最为明显.2010~2013 年张家界综合效率逐年下降,2013 年的综合效率低至 0.181,与其他市(州)效率值相差甚大,这主要是由于张家界在 2010~2013 年面临着各要素配置趋紧的资源环境约束,而省域间的资源、信息交流渠道不完善进一步加剧了科技发展的困难.2013~2014 年张家界综合效率又急剧上升至 1,主要得益于“提质张家界,打造升级版”战略的部署与落实,使资源配置得到优化.2013~2014 年,岳阳、常德、邵阳综合效率也出现了骤减,综合效率均处于 0.5 左右,到了 2014~2015 年又急剧上升至 0.8 左右.长沙、株洲、湘西在 2010~2016 年期间综合效率显示出平稳状态.

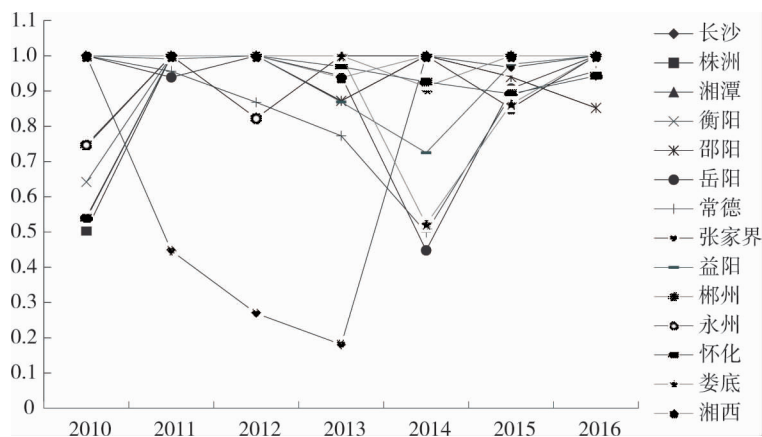


图 1 2010~2016 年湖南区域综合效率趋势

2)从纯技术效率变化趋势来看(见图 2).纯技术效率变化有 3 个关键时间段:2010~2011 年、2013~2014 年及 2014~2015 年.2010~2011 年,株洲、怀化、邵阳的纯技术效率呈急剧上升趋势,说明这几个市的科技管理主体的管理水平有了明显提升.2013~2014 年,岳阳、常德、娄底纯技术效率急剧下降.到了 2014~2015 年,岳阳、常德、娄底的纯技术效率又从 0.5 左右上升至 0.93 左右,说明这几个市在经历纯技术效率跌至低谷后提升了科技管理水平.

3)从规模效率变化趋势来看(见图 3).在 2010~2013 年期间,张家界规模效率从 1 逐渐急剧下降到 0.181,2013 和 2014 年又骤增至规模效率为 1.张家界的规模效率波动周期最长,波动幅度最大,这主要是由于张家界资源环境与经济发展不平衡.永州 2012 年规模效率跌至 0.823,2013 年又恢复至 1.其余市(州)规模效率较高,波动变化较小,说明这些市(州)科技规模结构较好.

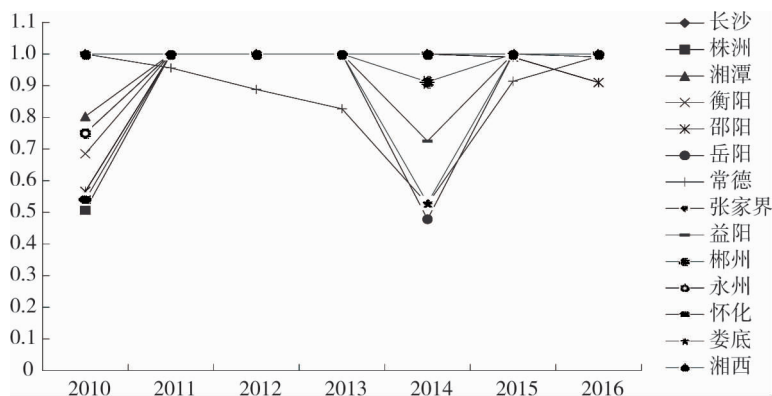


图 2 2010~2016 年湖南区域纯技术效率趋势

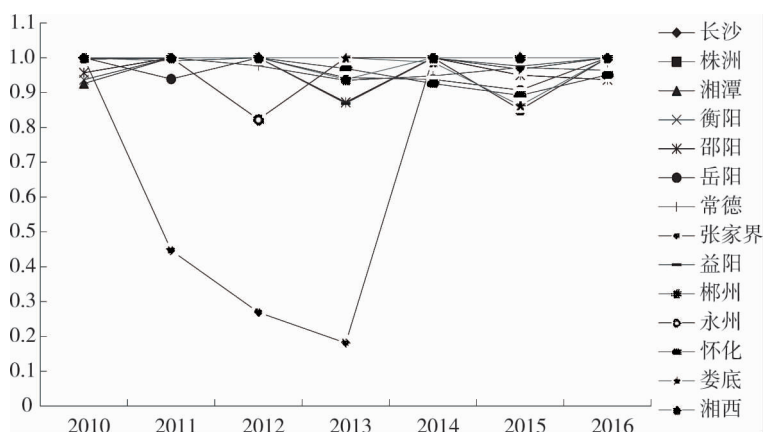


图 3 2010~2016 年湖南区域规模效率趋势

对比图 1~图 3 可知:张家界纯规模效率波动幅度远大于纯技术效率,导致其综合效率波动幅度大,说明影响张家界综合效率变动的主要因素在于规模结构的变化。除张家界以外,湖南其他各市(州)纯技术效率波动幅度远大于规模效率波动幅度,从而限制了综合效率的提高,说明其他各市(州)规模结构较好,但科技管理水平仍有待提高。因此,为了提高科技投入产出效率,湖南更应稳步提升科技管理水平。

4 结论与政策建议

1)完善科技人才培养体系,改善科技创新环境。2010~2016 年湖南科技投入产出的综合效率均值为 0.915,纯技术效率均值为 0.954,规模效率均值为 0.960,整体科技投入产出效率较高,这得益于近几年湖南加强创新体系建设、加强前瞻部署、营造科技创新良好氛围的努力。但综合效率值与未剔除外部环境因素和随机干扰项前相比,仍有所下降,科技管理水平落后制约着综合效率的提升。究其原因,主要是由于湖南科技产业基础相对薄弱、缺乏明显区位优势 and 资源优势,无法吸引高精尖科技人才投入科研工作。因此,湖南应当制定科学的人才引进政策,吸引国内外高端人才前来攻坚克难、创新创业;充分利用高校资源,深化校企科研合作,促进科技成果产业化、商业化转化。

2)注重科技投入产出区域差异,促进省内科技水平协调发展。2010~2016 年长沙、株洲、湘潭科技投入产出效率表现优异,这主要因为长株潭城市群的创新核心极,能够大规模的集聚产业、集聚要素,从而形成各具特色、优势互补、协同发展的新格局。邵阳、常德和张家界的科技投入产出效率排在全省末端,主要是由于过去的区位优势限制了科技资源的流通。为有效提高科技投入产出效率,各地应重视资源分配不均、资源配置效率低下的问题,结合现实情况制定有针对性的差别化政策,完善地区间横向交流合作机制,将先进技术与管理扩散至周边地区,形成以长株潭城市群为代表的科技产业联动效应。

3)拓宽 R&D 资金来源渠道,优化资源配置结构。在外部环境中,财政科技支出对科技投入产出效率显现出积极作用,适当增加财政科技支出有助于减少 R&D 人员及 R&D 经费的浪费。因此,湖南应当加大财政科技投入,扩大融资渠道与资本规模,充分引导社会资本投入科研工作,从而减少资源浪费、提高科技投入产出效率。

参考文献:

- [1] Aigner D, Lovell C A K, Schmidt P. Formulation and estimation of stochastic frontier production function models [J]. *Journal of Econometrics*, 1977, 6(1): 21-37.
- [2] Meeusen W, Julien V D B. Efficiency estimation from Cobb-Douglas production functions with composed error [J]. *International Economic Journal*, 1977, 18(2): 435-444.
- [3] 王成东. 区域产业融合与产业研发效率提升——基于 SFA 和中国 30 省市的实证研究[J]. *中国软科学*, 2017(10): 94-103.
- [4] 康斯, 潘泽江. 民族八省区 R&D 投入效率的实证分析[J]. *统计与决策*, 2017(15): 149-152.
- [5] 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.
- [6] Fried H O, Lovell C A K, Schmidt S S, et al. Accounting for environmental effects and statistical noise in data envelopment analysis [J]. *Kluwer Academic Publishers*, 2002, 17(1): 157-174.
- [7] 张永安, 鄧海拓, 颜斌斌. 基于两阶段 DEA 模型的区域创新投入产出评价及科技创新政策绩效提升路径研究——基于科技创新政策情报的分析[J]. *情报杂志*, 2018, 37(1): 198-207.
- [8] 贾帅帅, 王孟欣. 基于三阶段 DEA 的工业企业科技创新效率研究[J]. *科技管理研究*, 2017, 37(16): 197-202.
- [9] 赵利民, 刘帅. 中部地区高新技术产业产出效率评估及省际差异研究——基于三阶段面板 DEA 的分析[J]. *科学管理研究*, 2017, 35(6): 70-73.
- [10] 易明, 杨丽莎. 湖北省科技投入产出效率评价与提升路径研究[J]. *湖北社会科学*, 2017(12): 53-59.
- [11] 刘晖, 刘铁芳, 乔晗, 等. 我国战略性新兴产业技术创新效率研究[J]. *系统工程理论与实践*, 2015, 35(9): 2296-2303.
- [12] 金怀玉, 营利荣. 考虑滞后效应的我国区域科技创新效率及影响因素分析[J]. *系统工程*, 2013, 31(9): 98-106.
- [13] 王刚. 基于超效率 DEA 模型和 Malmquist 生产率指数的湖北省科技投入产出效率分析及对策研究[J]. *科技进步与对策*, 2015, 32(16): 110-114.
- [14] 吕晨, 曾明彬. 基于 DEA 的中国区域科技投入产出相对效率研究[J]. *科学管理研究*, 2014, 32(2): 101-104.
- [15] 梅姝娥, 陈文军. 我国副省级城市科技资源配置效率及影响因素分析[J]. *科技管理研究*, 2015, 35(6): 64-68.
- [16] 徐巧玲. 科技投入产出的相对效率评价研究——基于 DEA 的 BCC 模型与 SE-CCR 模型的分析[J]. *科技管理研究*, 2014, 34(1): 66-70.
- [17] 方爱平, 李虹. 基于 DEA 模型的西部区域科技投入产出效率分析——以西部大开发 12 个省、市、自治区为例[J]. *科技进步与对策*, 2013, 30(15): 52-56.
- [18] 杜金岷, 梁岭, 吕寒. 中国区域科技金融效率研究——基于三阶段 DEA 模型分析[J]. *金融经济研究*, 2016, 31(6): 84-93.
- [19] 陈巍巍, 张雷, 马铁虎, 等. 关于三阶段 DEA 模型的几点研究[J]. *系统工程*, 2014(9): 144-149.
- [20] 罗登跃. 三阶段 DEA 模型管理无效率估计注记[J]. *统计研究*, 2012, 29(4): 104-107.