

湖北省科技投入产出效率评价 与提升路径研究

易明 杨丽莎¹

(中国地质大学, 湖北 武汉 430074)

【摘要】: 科技是进一步优化经济发展模式、提高区域综合实力与国际竞争能力的重要引擎。以湖北省为研究对象, 利用 DEA-Malmquist 指数法对全国 30 个省市 2010-2015 年间的面板数据进行实证分析, 有效探讨湖北科技投入产出效率的变化趋势与区域比较情况。其研究表明: 湖北省科技投入产出效率(全要素生产率)为 1.025, 排在全国第四位, 其科技建设取得一定成效; 技术进步指数、纯技术效率以及规模效率对湖北省科技投入产出效率的影响不尽相同, 其中技术进步的影响最为显著; 湖北省科技投入产出全要素生产率变化指数变化波动较大, 其增长速率仍不稳定, 科技建设路径有待进一步优化。

【关键词】: 科技投入产出 湖北省 DEA-Malmquist 指数法

【中图分类号】: F832.46 **【文献标识码】:** A **【文章编号】:** 1003-8477 (2017) 12-0053-07

经济新常态下, 科技已成为全球经济发展的重要影响因素。推进科技创新发展、完善技术市场管理体系、提高科技投入产出水平, 是我国进一步实施“创新驱动”重要发展战略、争创“创新型国家”的关键环节, 是积极推进我国经济结构调整优化、全面满足新时期国家经济、科技、智力发展新需求的重要手段, 也是促进全国社会效益提升、增强国家综合发展实力与优势地位的有力保证。湖北作为中部地区乃至全国范围内重要的经济大省与科教大省, 肩负中部崛起战略支点重要发展使命, 高校、科研机构、科研人才等智力资源较为丰富, 技术市场发展潜力高、科技要素投入强度大, 创新优势显著, 是全国科技发展建设的重点地区。在此背景下, 科学构建科技投入产出效率评价指标体系, 合理探讨湖北科技投入产出效率的时空变化规律, 有利于实现全省科技资源的充分挖掘与有效配置, 营造良好的科技发展环境, 全面提升湖北科技创新发展水平, 有效加强湖北经济建设效益与国际竞争实力。

一、文献回顾

随着知识经济时代的到来, 科技已成为各国加快推进创新建设、进一步促进经济发展模式转轨升级、有效占领国际竞争高地的重要战略手段, 全球科技创新建设与科学技术水平实现重大突破。针对科技投入产出效率(绩效)的测算与评价, 国内外学者主要利用 DEA 模型、Malmquist 指数法等计量分析工具, 对高校、企业、产业、地区等不同主体的科技投入产出效率水平进行研究。

在科技投入产出效率(绩效)评价指标体系的构建方面, Agasisti 与 Bianco 等(2011)以意大利高校为研究对象, 利用科技人力、科技经费、高校基础设施等指标构建评价体系, 有效测算其科技投入产出效率。^{[1] (p267-289)} Irini 等(2012)创新性地加入内部科

¹**作者简介:** 易明(1981—), 男, 中国地质大学(武汉)副教授, 博士; 杨丽莎(1993—), 女, 中国地质大学(武汉)硕士研究生。

基金项目: 湖北省软科学研究计划项目“湖北实行以增加知识价值为导向的分配政策研究”(2017ADC005)。

投能力指标,对 139 家制造业中小企业的科技投入产出效率进行实证分析。^{[2] (p400-414)}方爱平、李虹(2013)围绕人力投入、财力投入、物力投入、直接产出、间接产出 5 个方面构建指标体系,科学评价中国西部地区科技投入产出效率。^{[3] (p52-56)}符银丹等(2013)以高校为落脚点,从创新基础能力、创新投入能力、环境支持能力、创新产出能力、成果转化能力等维度出发,构建中国高校科技投入产出效率评价指标体系并进行实证分析。^{[4] (p128-132)}吴雪(2014)主要选取科研经费、高端研发人员数量、创新技术研发经费、科技论文数量、高科技产品出口数量、发明专利数量等指标,对中国 25 省的科技投入产出效率进行分析。^{[5] (p109-112)}李金算、赵巧萍(2016)利用研发经费、研发人员数量、SCI 论文数量、美国核准专利、科学工业园区发展等指标,研究台湾科技投入产出情况。^{[6] (p89-98)}

在科技投入产出效率(绩效)评价方法的运用方面,Agasisti 和 Johnes(2011)利用数据包络法,进一步探讨意大利高校科技投入产出效率及其分解值的变动情况。^{[7] (p1365-1375)}Paul(2011)运用 CCR 与 BCC 结合模型,对高校以及科研院所的科技投入产出效率进行研究。^{[8] (p26)}彭诚、郑长德(2013)从企业的角度出发,将其科技投入产出划分为技术生产以及技术改造应用两个阶段,有效探讨中国 29 个制造业在第一、二以及综合阶段的效率水平,并通过欧式距离对上述制造业进行合理分类,从而提出相应建议。^{[9] (p50-55)}徐巧玲(2014)主要利用 DEA-BCC 模型以及 SE-CCR 模型对中国 30 个省市的科技投入产出相对效率进行评价,其结果显示中国大部分地区均处于规模报酬递减状态,应进一步加强科技管理水平、优化资源配置与科技投入结构。^{[10] (p66-70)}姜宝等(2015)以海洋科技投入产出效率为研究对象,利用基于超效率 DEA 视窗的 Malmquist 指数法以及聚类分析法,对中国沿海 11 个省市进行实证分析,有效探讨其效率水平与区域差异比较情况。^{[11] (p49-53)}李思瑶等(2016)在运用数据包络法测算中国高校科技投入产出效率的基础上,利用基尼系数和泰尔指数对其区域差异进行比较分析。^{[12] (p13-16)}巩莹莹(2016)主要利用灰色关联分析法和 Pearson 相关系数检验,对中国高校科技投入产出效率及其影响因素进行探讨。^{[13] (p89-94)}

因此,本文从湖北省的视角出发,围绕科技投入与科技产出两个维度构建评价指标体系,利用 DEA-malmquist 指数法对全国 30 个省市 2010 至 2015 年的面板数据进行实证分析,有效探讨湖北科技投入产出效率的变动规律与区域比较情况。

二、研究模型设计

1. 研究方法与模型的选择。

本文主要以 DEA-Malmquist 指数法为研究工具,对湖北省科技金融结合效率进行评价与探讨。Malmquist 指数最早由瑞典经济学家 Sten 提出,经过多年的发展与完善,其应用范围不断扩大,目前基于 DEA 模型的 Malmquist 指数法已成为各领域绩效评价的常用研究方法 with 计量分析模型。相比于传统的 DEA-CCR 模型以及 DEA-BCC 模型,DEA-Malmquist 指数法能有效探讨同一决策单元在不同时期的相对效率与动态变化规律,其研究范围更广,模型局限更小。利用 DEA-Malmquist 指数法,全要素生产率变化指数(TFPC)能有效分解为技术进步变化指数(TC)与技术效率变化指数(EC),技术效率变化指数可进一步分解为纯技术效率变化指数(PTEC)与规模效率变化指数(SEC)。其模型表达式为:

$$TFPC=EC*TC=TPEC*SEC*TC$$

其中,全要素生产率变化指数反映决策单元综合效率(绩效)在 t 至 t+i 时刻的变动情况,技术进步变化指数反映决策单元在 t 至 t+i 时刻技术革新进步的程度,技术效率变化指数反映决策单元在 t 至 t+i 时刻要素资源配置与利用的变动情况,纯技术效率变化指数反映纯技术效率在影响决策单元有效中所占的比例,而规模效率变化指数则反映决策单元规模在 t 至 t+i 时刻是否达到最优。各指数计算公式为:

$$\begin{aligned} \text{技术进步变化指数} &= \left[\frac{D_e^t(X^{t+i}, Y^{t+i})}{D_e^{t+i}(X^{t+i}, Y^{t+i})} * \frac{D_e^t(X^t, Y^t)}{D_v^{t+i}(X^t, Y^t)} \right]^{\frac{1}{2}} \\ \text{技术效率变化指数} &= \frac{D_e^{t+i}(X^{t+i}, Y^{t+i})}{D_e^t(X^t, Y^t)} \\ \text{纯技术进步变化指数} &= \frac{D_v^{t+i}(X^{t+i}, Y^{t+i})}{D_v^t(X^t, Y^t)} \\ \text{规模效率变化指数} &= \frac{D_v^t(X^t, Y^t)}{D_e^t(X^t, Y^t)} * \frac{D_e^{t+i}(X^{t+i}, Y^{t+i})}{D_v^{t+i}(X^{t+i}, Y^{t+i})} \end{aligned}$$

其中 (X_t, Y_t) 表示决策单元在 t 时刻的投入产出向量, (X_{t+i}, Y_{t+i}) 表示决策单元在 $t+i$ 时刻的投入产出向量, D_{ct} 、 D_{ct+i} (D_{vt} 、 D_{vt+i}) 则分别表示规模报酬不变 (规模报酬可变) 条件下, 决策单元在 t 、 $t+i$ 时刻的距离函数。此外, 由于全要素生产率变化指数、技术进步变化指数、技术效率变化指数、纯技术效率变化指数、规模效率变化指数均表示其效率值在 t 至 $t+i$ 时刻的变动情况, 因此若该指数值大于 1, 则代表其效率在 t 至 $t+i$ 时刻实现增长, 反之, 若该指数值小于 1, 则代表其效率在 t 至 $t+i$ 时刻实现下降。

2. 指标体系构建。

本文以投入产出理论的有关思想为核心, 归纳总结现有相关文献资料, 按照数据可得性、操作可行性、指标体系系统性等基本原则, 围绕科技投入与科技产出两个维度合理构建科技投入产出效率评价指标体系。在科技投入指标方面, 本文从人力、财力两个方面着手, 选取 R&D 经费投入强度、R&D 人员全时当量以及高技术产业 R&D 项目经费三项指标进行测算与分析, 有效衡量各区域科技创新发展建设的要素资源投入情况。在科技产出指标方面, 本文以现有文献资料为依据, 结合研究内容的实际情况进行修正, 最终选择专利授权数、技术市场成交额以及高技术产业新产品销售收入三项指标作为评价科技产出情况的量化标准, 从直接与间接两个角度衡量科技创新建设取得的成果与效益。综上所述, 区域科技投入产出效率评价指标体系如表 1 所示。

表 1 科技投入产出效率评价指标体系

维度	主要指标	单位
科技投入	R&D 经费投入强度	%
	R&D 人员全时当量	人年
	高技术产业 R&D 项目经费	万元
	专利授权数	项
科技产出	技术市场成交额	亿元
	高技术产业新产品销售收入	万元

3. 数据来源。

根据《中国统计年鉴》《中国科技统计年鉴》等相关统计资料, 收集并整理相应指标数据, 对中国各省市 2010 至 2015 年的科技投入产出效率进行合理评价与研究。其中, 由于西藏自治区经济发展较为落后, 科技创新建设水平较差, 相关指标数据缺失难以统计, 故予以剔除, 仅以剩余 30 个省市的样本数据进行评价, 有效探讨湖北科技金融结合效率的变动趋势及其在全国范围内的区域差异比较情况。

三、实证研究

1. 模型计算结果。

对样本数据进行标准化处理,进一步减少模型计算误差、保障实证研究结果的可靠性与有效性。利用 DEAP2.1 软件对模型各指标数据进行计算分析,得到全国 30 个省市在 2010 至 2015 年间的科技投入产出效率动态变化情况,即全要素生产率变化指数。其评价结果如表 2 所示。

表 2 中国科技投入产出的全要素生产率变化指数

地区	2010/ 2011	2011/ 2012	2012/ 2013	2013/ 2014	2014/ 2015
北京市	0.909	1.088	1.011	1.012	1.002
天津市	0.918	1.070	1.017	1.003	0.996
河北省	0.934	1.094	0.992	0.993	1.095
山西省	0.838	1.132	1.000	1.012	1.035
内蒙古自治区	0.848	1.297	0.860	0.940	0.991
辽宁省	0.945	1.099	0.984	1.016	1.066
吉林省	0.928	1.123	1.019	0.982	1.015
黑龙江省	1.046	1.098	0.991	1.012	1.029
上海市	0.932	1.056	0.988	1.006	1.014
江苏省	0.948	1.072	0.993	0.989	1.011
浙江省	0.924	1.082	0.996	0.988	1.010
安徽省	0.951	1.088	0.996	0.992	1.008
福建省	0.948	1.038	0.999	0.957	1.057
江西省	0.978	1.070	1.003	1.014	1.021
山东省	0.953	1.069	0.993	0.997	1.019
河南省	0.923	1.098	1.056	1.001	1.011
湖北省	0.932	1.099	1.041	1.029	1.035
湖南省	0.919	1.099	1.015	1.010	1.010
广东省	0.963	1.034	1.012	1.001	1.021
广西壮族 自治区	0.888	1.153	1.027	1.007	1.025
海南省	0.944	0.980	1.063	0.967	1.043
重庆市	0.929	1.066	0.997	1.018	1.025
四川省	0.942	1.075	1.001	1.008	1.025

贵州省	0.959	1.063	1.050	1.003	1.037
云南省	0.902	1.115	0.995	1.023	1.007
陕西省	1.021	1.119	1.035	1.022	1.025
甘肃省	0.949	1.138	1.001	1.003	1.043
青海省	0.954	1.144	0.971	1.129	1.092
宁夏回族自治区	0.879	1.092	0.986	1.001	1.058
新疆维吾尔自治区	0.870	1.163	1.023	0.996	1.005
均值	0.932	1.096	1.003	1.004	1.027

进一步分解全要素生产率,对省市的技术效率以及技术进步指数进行探讨,其中技术效率还可分解为纯技术效率以及规模效率,而技术效率变化指数、技术进步变化指数、纯技术效率变化指数以及规模效率变化指数则代表上述指标由 t 至 $t+1$ 时刻的动态变化值。根据软件运行结果,中国各省市科技投入产出的全要素生产率均值及其分解值均值如表 3 所示,湖北省科技投入产出各分解效率变化指数如表 4 所示。

表 3 中国科技投入产出的全要素生产率均值及其分解值均值

地区	技术效率	技术进步	纯技术效率	规模效率	全要素生产率
北京市	1.000	1.003	1.000	1.000	1.003
天津市	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
河北省	1.000	1.020	1.000	1.000	1.020
山西省	0.994	1.005	0.998	0.996	0.999
内蒙古自治区	0.979	0.996	0.983	0.996	0.975
辽宁省	0.999	1.022	1.000	0.999	1.021
吉林省	0.995	1.017	0.994	1.000	1.011
黑龙江省	1.014	1.020	1.016	0.999	1.035
上海市	0.995	1.004	0.995	1.000	0.998
江苏省	0.999	1.003	1.000	0.999	1.002
浙江省	1.000	0.999	1.000	1.000	0.999
安徽省	1.005	1.001	1.005	1.000	1.006
福建省	0.996	1.003	1.000	0.996	0.999
江西省	1.002	1.015	1.002	1.000	1.017
山东省	1.012	0.994	0.995	1.017	1.006

河南省	0.999	1.017	1.000	0.999	1.016
湖北省	1.011	1.015	1.008	1.003	1.025
湖南省	1.000	1.009	0.999	1.001	1.009
广东省	1.000	1.006	1.000	1.000	1.006
广西壮族 自治区	1.001	1.016	1.005	0.995	1.017
海南省	1.000	0.998	1.000	1.000	0.998
重庆市	1.000	1.006	1.000	1.000	1.006
四川省	1.003	1.007	1.001	1.002	1.009
贵州省	1.000	1.022	1.000	1.000	1.022
云南省	0.994	1.012	1.000	0.994	1.006
陕西省	1.016	1.028	1.016	1.000	1.044
甘肃省	1.004	1.021	1.000	1.004	1.025
青海省	1.023	1.030	1.000	1.023	1.055
宁夏回族 自治区	0.992	1.008	1.000	0.992	1.000
新疆维吾尔 自治区	1.000	1.007	1.000	1.000	1.007
均值	1.001	1.010	1.001	1.001	1.011

表 4 湖北省科技投入产出各分解效率变化指数

指数	2010/ 2011	2011/ 2012	2012/ 2013	2013/ 2014	2014/ 2015
技术效率变 化指数	1.003	1.023	1.027	1.000	1.000
技术进步变 化指数	0.929	1.074	1.013	1.029	1.035
纯技术效率 变化指数	0.994	1.018	1.027	1.000	1.000
规模效率变 化指数	1.009	1.005	1.000	1.000	1.000

2. 湖北省科技投入产出效率评价。

从湖北省科技投入产出效率的均值大小情况来看,如表 3 所示,湖北省科技投入产出的全要素生产率均值为 1.025,高于 1.011 的全国平均水平,仅落后于青海、陕西、黑龙江三省,在全国范围内排名第四,科技投入产出效率水平较高。从湖北省科技投入产出效率的发展趋势来看,如表 2 及图 1 所示,2010/2011 至 2014/2015,湖北省科技投入产出全要素生产率变化指数分别为 0.932、1.099、1.041、1.029 以及 1.035。其中,除 2010/2011 的 0.932 小于 1 代表效率下降外,其余年份的全要素生产率变化指数均大于 1,表明其投入产出效率基本保持持续上升趋势。与全国科技投入产出效率的均值水平相比,二者的全要素生产率变化指数发展趋势较为接近,变化走势较为相似,但湖北省全要素生产率变化指数数值相对更高,超过全国平均水平,其科技创新建设实现快速发展,科技投入产出效率进一步提升。此外,湖北省科技投入产出全要素生产率变化指数总体上表现出“W”型的变动规律,表明其科技投入产出效率的增长速率一直处于“上下波动”状态,湖北省科技投入产出效率尚未形成稳定的增长态势,全省科技创新资源与发展潜力有待进一步挖掘与利用,湖北科技创新建设仍处于探索、成长阶段。

3. 湖北省科技投入产出效率的分解情况。

从湖北省科技投入产出全要素生产率各分解效率的均值情况来看,如表 3 所示,湖北省技术进步指数均值为 1.015,表明技术进步与革新对科技投入产出效率的贡献达 1.5%,纯技术效率为 1.008,表明技术效率的提升以及要素资源配置的改善对科技投入产出效率的贡献达 0.8%,规模效率为 1.003,表明规模效应的优化对科技投入产出效率的贡献达 0.8%。一方面,湖北科技投入产出的技术进步指数、纯技术效率以及规模效率分别排在全国第 11 位、第 3 位和第 4 位,排名情况相对较高,湖北科技创新建设走在全国前列,科技投入产出效率处于全国领先水平;另一方面,湖北省技术进步指数、纯技术效率以及规模效率的效率值大小表现出一定差异,表明技术进步与服务创新、管理水平与资源利用效率的提高以及市场规模优化等因素对湖北省科技投入产出效率的影响程度与作用机制不尽相同。其中,技术进步指数均值最大,对湖北省科技投入产出效率的促进作用最为显著。

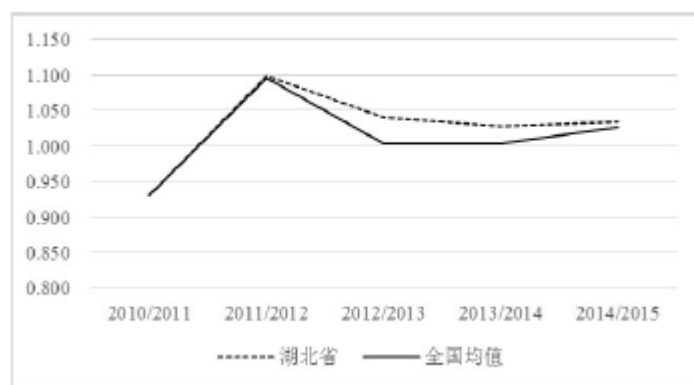


图 1 湖北省科技投入产出全要素生产率变动趋势

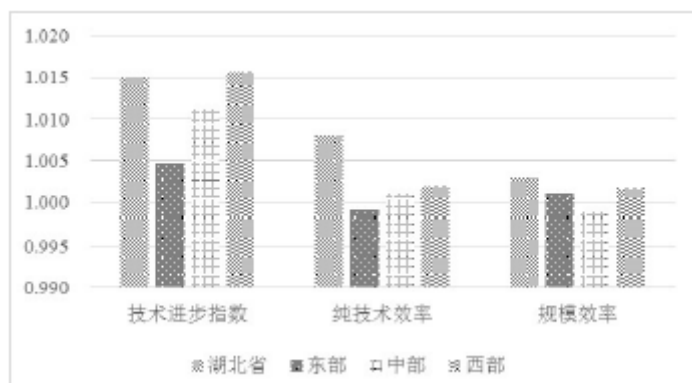


图 2 科技投入产出效率分解值的区域比较情况

此外,将湖北省科技投入产出的技术进步指数、纯技术效率以及规模效率的均值与东中西部进行比较分析,如图 2 所示,在技术进步方面,西部>湖北>中部>东部,在纯技术效率方面,湖北>西部>中部>东部,而在规模效率方面,则是湖北>西部>东部>中部,湖北科技创新发展整体情况较好,在全国范围内处于领先水平,尤其是技术进步指数与技术效率两项指标与东中部均值相比存在较大优势,但其科技投入产出规模仍有待进一步优化。

从湖北省科技投入产出全要素生产率的各分解效率的发展趋势来看,如表 4 及图 3 所示,湖北省技术进步变化指数呈现出“w”型的变动趋势,与全要素生产率的变化规律较为相似,且变化指数值相对较高;此外,除 2010/2011 年的技术进步变化指数为 0.929 小于 1 外,其余年份其变化指数均大于 1,湖北省技术进步指数保持持续上升趋势,全省科技不断进步改善,对提升湖北科技投入产出效率的影响亦最为显著,该结论与分解值均值的研究结果相一致。纯技术效率变化指数以及规模效率变化指数的数值相对较小,其波动幅度较为平稳,且呈现出一定的下降趋势,对湖北科技投入产出效率的贡献相对较小;此外,2013/2014 以及 2014/2015 时,纯技术效率变化指数以及规模效率变化指数均为 1.000,表明该期间技术效率一直保持不变状态,未对湖北省科技投入产出效率的变动产生影响。该结果表明:随着技术的进步与更新,湖北省科技投入产出效率逐步提升,但其技术效率相对较差,未对科技投入产出效率的增长形成有力的促进作用,资源配置不合理,科技投入产出结构有待优化,科技创新资源未得到有效利用,“事倍功半”、“资源浪费”现象有待解决,科技投入产出规模尚未达到有效状态,现有技术水平未能充分发挥,科技管理水平有待增强。



图 3 湖北省科技投入产出各分解效率的变动情况

四、主要结论与提升路径

1. 主要结论。

第一,湖北科技投入产出全要素生产率均值为 1.025,在全国 30 个省市中排名第四位,其科技创新建设处在全国领先地位,科技投入产出效率水平较高。

第二,除 2010/2011 年湖北省科技投入产出的全要素生产率变化指数为 0.932 外,其余变化指数均大于 1,科技投入产出效率保持上升趋势,湖北科技创新建设取得一定成效。但其变化指数一直处于“上下波动”状态,科技投入产出效率的增长趋势与增长速率仍不稳定,湖北省科技创新建设仍处于探索、成长阶段,科技创新发展体制机制及相关政策体系有待进一步优化。

第三,从全要素生产率的分解情况来看,湖北省科技金融结合技术进步指数均值为 1.015,纯技术效率均值为 1.008,规模效率均值为 1.003,三者对科技投入产出效率的影响作用存在一定差异。其中,技术进步指数数值最大,其变化趋势与全要素生产率最

为相似,对科技投入产出效率的提升具有显著促进作用;此外,除 2010/2011 年外,技术进步变化指数均大于 1,技术进步指数持续增长。纯技术效率与规模效率的均值较小,且其变化趋势较为平稳,对湖北省科技投入产出效率的贡献相对较小。湖北科技资源利用效率有待增强,要素不够合理,科技投入产出规模有待优化。

2. 提升路径及对策建议。

抢抓湖北自贸区建设、长江经济带创新发展等重要机遇,以东湖国家自主创新示范区、武汉城市圈等为辐射点,紧贴湖北科技发展实际,围绕政策体系建设、科技投入产出结构优化、加强人才培养等领域,合理构建湖北科技投入产出效率提升路径,科学规划湖北科技创新建设新路线。

一是要充分发挥政府引导作用,完善相关政策体系。根据湖北各市州科技发展实际,积极实行差异化、区别化、专属化政策引导,有效完善省市县各级政策体系,加强政策执行力度,改善政策落实效果。完善政府招商引资目录,进一步提升外商投资数量与质量,充分挖掘和引导社会资本投入科研工作。加大政府在重点领域与关键技术的财政科技投入,积极鼓励企业、高校、科研机构开展应用研究与技术创新,加强国际学术交流与科技合作,学习前沿核心技术与科技管理经验,实现技术进步与革新。进一步完善科技成果转化机制及相关政策制度,促进科学技术的产业化、商业化发展,提升实际经济效益。

二是要合理配置科技资源,有效优化科技投入产出结构。积极拓宽和创新科技经费融资渠道,设立政府专项科技引导扶持基金,鼓励银行等金融机构设计相应的科技信贷、科技保险产品,合理配置基础研究、应用研究、实验发展等领域的经费投入规模,建立相应的科技研发风险保障机制,提高全省科技资源利用效率,实现湖北科技投入产出资源配置最优与科技投入产出规模效应最优,有效提升其技术效率与规模效率水平。^{[14] (p110-114)}

三是要加强科技人才培养,改善科技创新发展环境。利用武汉大学、华中科技大学等高校资源,结合湖北产业结构布局,积极推进相关学科建设,培养科技后备人才;培养企业科研意识,加强国际交流协作,积极组织科研人员参与相关学术活动与技术联合攻关计划,输送优质人才前往海外进修培训;构建健全的人才培养制度,制定科学的人才引进优惠政策,积极吸纳国际高端科研人才,进一步扩大专业科研人才与中介服务人才的就业空间,提高相关人员福利待遇水平,营造良好的人才培养环境,打造高精尖科研人才队伍。

参考文献:

[1]Agasisti T.,Dal Bianco A.,Landoni P.,et al. Evaluating the efficiency of research in academic departments: an empirical analysis in an Italian Region[J]. Higher Education Quarterly,2011,65, (3).

[2]Irin V.,Spyros L.,Maria L,Yannis C.. Effectiveness of technology investment: Impact of internal technological capability, networking and investment's strategic importance[J]. Technovation,2012,32, (6).

[3]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).

[4]符银丹,陈士俊,陈卫东. 基于 DEA 的我国“985”高校科技投入产出效率分析[J]. 天津大学学报(社会科学版),2012,14, (2).

[5]吴雪. 地域科技投入产出的 DEA 模型构建与分析[J]. 统计与决策,2014, (3).

-
- [6]李金算,赵巧萍.台湾科技投入产出统计指标与数据分析解读[J].科技管理研究,2016,36,(7).
- [7]Agasisti T., Johnes G.. Heterogeneity and the evaluation of efficiency: the case of Italian universities [J]. Applied Economics, 2010, 42, (11).
- [8]Paul J. Davis. Seven biggest problems with performance appraisals: seven development approaches to rectify them[J], Development and Learning in Organizations, 2011, (1)
- [9]彭诚,郑长德.两系统链视角下科技投入产出效率链研究——基于我国 29 类产业的数据分析[J].科技管理研究,2013,33,(10).
- [10]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).
- [11]姜宝,周晓敏,李剑.我国海洋科技投入产出效率的区域差异研究——基于超效率DEA视窗-Malmquist指数[J].科技管理研究,2015,35,(10).
- [12]李思瑶,王积田,柳立超.我国高校科技投入产出效率区域差异研究[J].科学管理研究,2016,34,(4).
- [13]巩莹莹.新形势下我国高校科技资源投入产出的实证研究——以高校科技投入产出数据为例[J].科技管理研究,2016,36,(14).
- [14]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).