

西部地区科技资源配置效率的时空差异

——基于 DEA-Malmquist 指数模型的实证分析

李昊姮 段忠贤¹

(贵州大学 公共管理学院, 贵州 贵阳 550025)

【摘要】: 科技资源作为西部地区创新驱动发展的基础要素,其配置效率的高低不仅关系到新一轮西部大开发战略的成败,还影响到我国区域经济协调和高质量发展的进程。从投入—产出的视角,以西部地区 11 个省级行政区为研究对象,运用 DEA-Malmquist 指数模型,研究揭示西部地区科技资源配置效率的时空差异。结果表明:2009 年以来西部地区科技资源配置效率呈缓慢上升趋势,主要得益于技术进步。同时,区域间存在着明显的结构性差异,其中重庆的科技资源配置效率最高,而云南、新疆和广西等相对较低。

【关键词】: 西部地区 科技资源 配置效率 时空差异

随着经济全球化和知识经济的发展,科技创新水平逐渐成为衡量国家综合实力的重要标准,国家之间的竞争主要体现为科技创新能力的竞争。作为科技创新能力的重要基础,科技资源包括一切用于支撑科技创新活动的要素,主要包括科技人力资源、财力资源和信息资源等。科技资源具有明显的稀缺性,人们必须通过选择,按照一定的规则或机制分配^[1]。科技资源配置效率,直接关系到一个国家或地区的科技创新能力和水平。当前,我国区域间科技资源配置存在明显的结构性矛盾,科技资源投入的空间分布极不均衡。尤其是西部地区,科技资源投入明显不足,科技创新水平相对较低。要改变东西差距过大的局面,必须在加大科技资源投入的同时,优化配置结构,提高配置效率。因此,科学评价西部地区科技资源配置效率,了解其时空差异,对于促进科技资源合理配置,增强西部地区科技创新能力,以及培育西部地区新的经济增长具有重要意义。

1 文献回顾

Farrell 首次从投入角度提出“技术效率”,并指出技术效率是指在给定投入要素时获得最大产出的能力^[2]。此后,学者们纷纷开始研究科技资源配置效率,利用不同研究方法从不同角度评价科技资源配置效率,并展开分析其配置机制、影响因素及优化路径等。Eric Wang 基于超越对数生产函数,运用随机前沿模型研究 30 个国家的 R&D 效率^[3]。范斐等运用比较优势原理和 NRCA 模型测算后发现我国整体的科技资源配置效率均有提升,但空间分布上仍不平衡,并指出科技人力资源、财力资源和信息资源会影响科技资源配置效率^[4]。邓敏慧和杨传喜利用超效率 DEA 模型测算我国 31 个省市的农业科技资源配置效率,发现我国农业科技资源配置效率虽呈上升趋势,但配置效率仍较低^[5]。孟卫东等的研究发现,区域开放程度、高技术产业发展、科技机构人才投入和企业对科技创新的支持等与科技资源配置效率成正相关,而与经济发展水平成负相关^[6]。李健等认为通过建立政府与市场联合配置的科技配置机制和科技资源共享的管理模式能够解决科技资源配置不合理的问题^[7]。

蓝天立等^[8]、李莉和毛加强^[9]、方爱平和李虹^[10]等学者运用不同方法分别评价西部地区科技资源配置效率发现,西部地区科

¹作者简介: 李昊姮, 贵州大学公共管理学院硕士研究生, 研究方向: 创新政策;

段忠贤, 管理学博士, 贵州大学公共管理学院副教授, 研究方向: 创新政策、绩效管理与区域治理。

基金项目: 国家自然科学基金地区项目——“西部地区科技资源配置的结构特征、效率评价及市场机制研究”(项目编号:71563005;项目负责人:段忠贤)成果之一

技资源配置效率逐步提升,但与经济发达地区差异较大,存在科技人力资源和财力资源投入冗余问题。关于西部地区科技资源配置效率研究仍有不足之处:一是大多采用经典的 DEA 方法,未能对科技资源配置效率进行进一步分解,难以发现影响配置效率的主要因素。二是现有研究大多评价科技资源配置的静态效率,且研究时间短,忽略区域内部的空间差异。鉴于此,本文将采用 Malmquist 指数法,评价 2009—2018 年西部地区 11 个省市(西藏地区除外)的科技资源配置效率,并分析其空间差异。为提高西部地区科技资源配置效率和科技创新能力提供参考。

2 模型选择与数据来源

2.1 Malmquist 指数模型

Malmquist 指数模型能够解释不同时期不同地区科技资源配置效率的动态变化,它反映的是在 t 期的技术条件下,从 t 到 $t+1$ 期的全要素生产率的变化。假定 (x^t, y^t) 在 t 期的距离函数为 $D^t(x^t, y^t)$, 在 $t+1$ 期的距离函数为 $D^{t+1}(x^t, y^t)$ 。 (x^{t+1}, y^{t+1}) 在 t 期的距离函数为 $D^t(x^{t+1}, y^{t+1})$, 在 $t+1$ 期的距离函数为 $D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$ 。

$$M^t = \frac{D^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^t(x^t, y^t)}$$

在 t 期的技术水平下, Malmquist 指数为:

$$M^{t+1} = \frac{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^{t+1}(x^t, y^t)}$$

在 $t+1$ 期的技术水平下, Malmquist 指数为:

根据 Fare 的定义,采用上述两个时期的 Malmquist 指数的几何平均值反映被评价单元在规模报酬不变条件下的生产率变化。即:

$$M(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \sqrt{\frac{D^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^t(x^t, y^t)} \times \frac{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^{t+1}(x^t, y^t)}} \quad (1)$$

$$M(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \frac{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^t(x^t, y^t)} \times \sqrt{\frac{D^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \times \frac{D^t(x^t, y^t)}{D^{t+1}(x^t, y^t)}} \quad (2)$$

在式(2)中, Malmquist 指数分解为技术效率变化指数和技术进步变化指数的乘积。在固定规模报酬条件下,技术效率变化指数(Effch),表示从 t 期到 $t+1$ 期决策单元相对技术效率的变化。当 Effch>1 时,表明决策单元在与由最优决策单元组成的生产前沿面的距离在缩短,组织管理水平有所提高。Effch=1 时,表明技术效率未发生变化。Effch<1,则表示技术效率在衰退。技术进步变化指数(Techch),表示从 t 期到 $t+1$ 期决策单元生产技术的变化。Techch>1 时,表明生产前沿面向外移动。当 Techch=1 时,生产前沿面未发生移动。Techch<1 时,生产前沿面向后移动,技术衰退。

在可变规模报酬的条件下,可将技术效率变化指数分解为纯技术效率变化指数 (Pech) 和规模效率变化指数 (Sech)。Malmquist 指数可进一步分解为:

$$M(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \frac{D_v^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_v^t(x^t, y^t)} \times \frac{D_e^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}) / D_v^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_e^t(x^t, y^t) / D_v^t(x^t, y^t)} \times \sqrt{\frac{D_e^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_e^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \times \frac{D_e^t(x^t, y^t)}{D_e^{t+1}(x^t, y^t)}} \quad (3)$$

Malmquist 指数可以分解为纯技术效率变化指数、规模效率变化指数和技术进步变化指数的乘积。当 Tfpch>1 时,表示科技资源配置效率从 t 期到 t+1 期有所提高。当 Tfpch=1 时,表明没有变化。当 Tfpch<1 时,科技资源配置效率有所下降。

2.2 评价指标与数据来源

本文主要选取反映 R&D 情况的指标评价西部地区科技资源配置效率(见表 1)。

表 1 西部地区科技资源配置效率评价指标体系

一级指标	二级指标	三级指标
投入指标	科技人力资源投入	R&D 人员全时当量(人年)
		研究与开发机构 R&D 人员(人)
	科技财力资源投入	R&D 经费内部支出(万元)
		地方财政科学技术支出(亿元)
产出指标	科技成果产出	国内三种专利申请授权数(件)
		研究与开发机构发表科技论文数(篇)
	科技成果转化	技术市场成交额(万元)
		高技术产业新产品销售收入(万元)

投入指标。资本和人力是科技资源的核心要素。考虑到数据的可获得性和前后统计口径的一致性,本文选取 R&D 人员全时当量和研究与开发机构 R&D 人员两项指标,用于反映西部地区科技人力资源投入情况。选用 R&D 经费内部支出和地方财政科学技术支出,用于衡量科技财力投入。

产出指标。科技产出是指通过科技活动产生的各种形式的成果,主要包括直接产出和间接产出。本文选取国内三种专利申请授权数和研究与开发机构发表科技论文数衡量西部地区各省域直接产出。选取技术市场成交额和高技术产业新产品销售收入衡

量西部地区间接产出。

研究数据来源于《中国科技统计年鉴》及国家统计局官网。科技投入带来的成效往往不会在当期显现,综合现有研究,本文将滞后期确定为1期。

3 实证分析与结果

3.1 西部地区科技资源配置效率动态变化分析

结果显示,西部地区科技资源配置效率呈波动上升的趋势,科技资源平均配置效率值为1.048,平均增长率为4.8%。科技资源配置效率提升的动力主要来源于技术进步,技术效率变化指数对科技资源配置效率的影响较小(见表2)。

表2 2009—2018年西部地区科技资源平均配置效率结果

年份	技术效率 Effch	技术进步 Techch	纯技术效率 Pech	规模效率 Sech	全要素生产率 Tfpch
2009—2010	0.999	1.157	0.993	1.006	1.156
2010—2011	0.975	1.081	0.986	0.988	1.053
2011—2012	1.105	0.999	1.093	1.011	1.104
2012—2013	0.929	0.977	0.939	0.990	0.908
2013—2014	1.011	0.990	1.001	1.009	1.000
2014—2015	1.013	1.146	1.015	0.997	1.160
2015—2016	0.979	1.055	1.010	0.969	1.032
2016—2017	1.016	0.943	0.990	1.026	0.958
2017—2018	1.015	1.071	1.016	0.999	1.087
平均值	1.004	1.044	1.004	0.999	1.048

对前文构建的指标体系评价后发现,受技术进步影响,西部地区科技资源配置效率呈上升趋势,平均增长率为4.8%。其间:①2009—2010年,西部地区的科技资源配置效率值为1.156。②2010—2011年、2011—2012年科技资源配置效率均有所提升,年平均增长率分别为5.3%、10.4%。③2012—2013年,受到技术效率变化指数和技术进步指数下降的双重影响,西部地区科技资源配置效率大幅下降,平均下降了9.2%。④2013—2016年,科技资源配置效率均有所提升。2013—2014年,技术效率变化指数上升是配置效率提高的主要动力。2014—2015年、2015—2016年受规模效率变化指数下降影响,导致技术效率对提升科技资源配置效率的影响降低。⑤2016—2017年,由于技术进步变化指数降低,科技资源平均配置效率下降了4.2%。⑥2017—2018年,技术进步推动配置效率增长了8.7%。

绘制 Malmquist 指数及其分解指数的变化曲线图,能更直观地反映科技资源配置效率的动态变化。由图1可知,西部地区科技资源配置效率变化与技术进步变化指数几乎保持一致,表明技术进步对提升科技资源配置效率有着重要影响。这也反映出,西部大开发战略实施以来,推行技术引进、科技人才引进的实施效果以及国家对西部地区科技创新发展的支持。此外,对 Malmquist

指数分解后发现,规模效率变化指数下降导致技术效率变化指数降低。这表明,当前西部地区科技资源投入并没有带来最优效益,科技资源未得到充分利用,存在结构不合理,重复投入等问题。

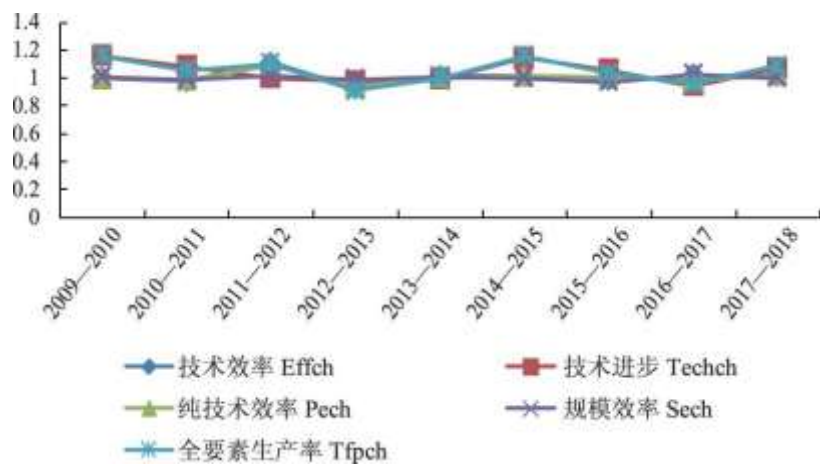


图 1 2009—2018 年西部地区科技资源配置效率的 Malmquist 指数及其分解

3.2 西部地区科技资源配置效率的空间差异分析

本文对西部地区各省域 2009—2018 年期间的科技资源平均配置效率进行分解,并分析科技资源配置效率的空间差异(见表 3、表 4)。

表 3 2009—2018 年西部地区各省域科技资源平均配置效率

年份	技术效率 Effch	技术进步 Techch	纯技术效率 Pech	规模效率 Sech	全要素生产率 Tfpch
甘肃	1.000	1.017	1.000	1.000	1.017
广西	1.000	0.974	1.000	1.000	0.974
贵州	1.004	1.021	1.003	1.001	1.025
内蒙古	1.049	1.055	1.062	0.988	1.106
宁夏	1.000	1.060	1.000	1.000	1.060
青海	1.000	1.125	1.000	1.000	1.125
陕西	1.000	1.126	1.000	1.000	1.126
四川	1.000	1.040	1.000	1.000	1.040
新疆	1.000	0.965	1.000	1.000	0.965
云南	0.989	0.989	0.984	1.005	0.978
重庆	1.000	1.130	1.000	1.000	1.130

平均值	1.004	1.044	1.004	0.999	1.048
-----	-------	-------	-------	-------	-------

表 3 显示,西部地区各省域之间的科技资源配置效率存在一定差异。其中,8 个省域的科技资源配置效率值均大于 1,剩余 3 个省份的科技资源配置效率则出现负增长。配置效率最高的是重庆,效率值为 1.130,最低为新疆,效率值为 0.965。重庆和陕西是科技资源配置效率增长最快的地区,两地均是西部地区的科研重地,拥有众多科研院所和重点高校,为科技创新发展提供了支持。内蒙古科技资源配置效率增长较为迅速,主要受技术效率变化指数和技术进步变化指数提升的双重影响。宁夏、四川、贵州、甘肃等地区科技资源配置效率得以提高主要得益于技术进步。云南、广西、新疆增速较慢,分别下降了 2.2%、2.6%、3.5%。云南省科技资源配置低效归因于技术进步变化指数和技术效率变化指数下降。

表 4 显示,区域内部科技资源配置效率的差异较大,但低效率地区通过学习高效率地区的先进经验、加大人才和技术引进力度、加大政策倾斜等举措提升科技资源配置效率,差异逐渐缩小。2010 年,科技资源配置效率较高的地区主要是内蒙古、宁夏和重庆,而科技资源配置效率较低的地区主要是新疆、四川和云南。随着时间推移,配置效率的空间分布也发生了变化。2013 年,陕西、宁夏等地成为效率最高的地区。新疆和四川也逐渐从低效率地区上升至高效率地区,但内蒙古、甘肃、广西和重庆等地的效率却有所下降。2016 年,西部地区科技资源配置效率的空间分布进一步发生变化,青海、内蒙古和广西等地科技资源配置效率显著提升,甘肃、宁夏、陕西、四川、重庆、贵州和云南等地科技资源配置效率有所下降。2018 年,四川、甘肃、云南、贵州和广西等地科技资源配置效率显著提升,而陕西、青海、重庆等地区成为科技资源配置低效率地区。

表 4 2009—2018 年西部地区各省域科技资源配置效率的变异系数

省份	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
甘肃	1.23	1.05	1.03	0.76	0.94	1.02	0.93	1.14	1.12
广西	1.16	0.86	0.93	0.81	0.96	0.94	1.05	0.99	1.12
贵州	1.11	0.98	1.10	1.00	1.06	1.08	0.81	1.00	1.11
内蒙古	1.55	0.84	2.93	0.60	0.75	1.21	1.17	0.92	1.12
宁夏	1.42	0.80	1.02	1.28	0.97	1.00	1.13	0.91	1.14
青海	1.04	1.24	1.05	1.05	0.96	1.42	1.40	1.12	0.96
陕西	1.29	1.44	1.26	1.17	1.06	1.05	1.08	0.89	0.99
四川	0.90	1.15	0.99	0.97	1.01	1.24	0.96	0.96	1.24
新疆	0.92	0.96	1.00	0.99	0.80	1.02	1.15	0.82	1.09
云南	0.80	1.11	1.05	0.74	1.22	1.05	0.90	0.90	1.16
重庆	1.62	1.37	0.69	0.84	1.44	2.06	0.91	0.94	0.93
平均值	1.16	1.05	1.10	0.91	1.00	1.16	1.03	0.96	1.09
变异系数	0.23	0.20	0.54	0.22	0.19	0.28	0.16	0.10	0.08

西部地区各省域的科技资源配置效率分布并不均衡,高效率地区较少。贵州、青海、宁夏、广西等经济发展较为滞后的省份,其科技资源配置效率逐渐提升。虽然这些地区的经济基础相对薄弱,但科技资源配置效率却在不断提高,反映出科技资源配置效率的提升并不完全受限于经济发展水平。西部地区各省域可以结合自身发展情况提升科技资源配置效率。

4 结论与建议

4.1 研究结论

对西部地区 2009—2018 年间科技资源配置效率的动态变化进行评价,并分析其空间分布差异后可知:2009—2018 年间,西部地区科技资源配置效率总体呈现为上升趋势,年平均增长率为 4.8%,主要受到技术进步和技术效率提高的双重影响,但技术进步的影响更大。虽然效率有所提升,但受规模效率下降影响,提升速度缓慢。反映出西部地区科技投入与产出比例不合理,资源利用效率低下等问题。

通过对区域内部层面的分析,发现西部地区各省域之间科技资源配置效率存在较大差异,但差异正在逐渐缩小。大部分地区的科技资源配置效率为有效状态。

从时空分布来看,同一时期内不同省域的科技资源配置效率差异明显,且科技资源配置效率的空间分布并不均衡。随着时间推移,可以发现各省域的科技资源配置效率逐渐提升,但高效率地区仍然较少。

4.2 对策建议

在新一轮西部大开发中继续加大财政科技投入力度,提高地方财政科技支出比重。基础研究是提高原始创新能力的根本方法,加大基础研究投入,推动基础研究、应用研究和试验研究协调发展,优化财政科技投入结构,提高科技创新能力。此外,要加强科技投入资金监管。集中整合分散的科技投入资金,避免重复投入。搭建科技项目管理平台,加强对科技项目的资金监管,提高资金管理的精细化水平。在财政资金的预算、审核和使用上,加强动态跟踪监督,开展第三方绩效评估,了解资金使用动态,提高科技投入资金的利用率。

加大科技人才投入,完善技术人才管理体系。西部地区各高校应围绕自身的学科优势,培养特色学科专业人才。加强校企合作、与科研院所合作,实现科技人才培养途径的多元化,提高科技人才科研创新和实践能力。完善高层次科技人才引进政策和科技人才激励机制,优化技术人才管理机制。建立健全科技人才引进方案,给予专项资金支持,吸引海内外优秀人才。完善人才激励机制,除薪酬激励外,还可以采取技术成果转让、利润分成、股权激励等方式调动科技人才积极性。转变科技人才管理方式,针对不同领域不同类型的人才进行差异化考核,实现科技人才的科学化管理。

营造良好的科技创新环境。加快地方产业结构转型升级,大力发展第三产业、高新技术产业,提高地方经济发展水平。建立健全知识产权保护制度,建立技术创新风险保障机制等,为创新创业提供政策和制度保障。积极宣传创新文化,营造创新的文化氛围,培养创新意识,激发全社会的创新积极性。强化地区间的交流与合作,推进科技资源共享平台建设,实现科研仪器设备、科技服务共享。借助大数据、5G 等现代信息技术完善共享平台建设,构建各地区和各部门之间的科技资源共享网络,加快科技资源流动,充分利用科技资源。

发挥市场在科技资源配置中的主导作用。鼓励建设各类科技服务中介机构,健全科技市场服务体系,推动科技市场服务业发展。大力扶持科技服务企业,支持小微型科技服务企业的发展。将技术推广、技术信息咨询、科技培训、技术孵化、技术成果转化等业务交由科技服务企业,引入竞争机制,通过市场合理配置资源。除政府外,还要引入企业、科学协会、个人等社会主体的科技投入,建立科技投入的多元渠道。通过开展信贷服务、投贷联动、知识产权质押融资等方式完善金融服务,加强金融机构与科

技企业间的合作,加大科技资金投入。

参考文献:

- [1]段忠贤. 科技资源配置研究述评与展望[J]. 科技与经济, 2016, 29(3):6-10.
- [2]Farrell M J.The measurement of productive efficiency[J].Journal of the Royal Statistical Society,1957, 120(3):253-290.
- [3]Wang E C.R&D efficiency and economic performance:a crosscountry analysis using the stochastic frontier approach[J]. Journal of Policy Modeling, 2007, 9(2):345-360.
- [4]范斐, 杜德斌, 李恒. 区域科技资源配置效率及比较优势分析[J]. 科学学研究, 2012, 30(8):1198-1205.
- [5]邓敏慧, 杨传喜. 基于超效率 DEA 模型的中国农业科技资源配置效率动态演化研究[J]. 中国农业资源与区划, 2017, 38(11):61-66.
- [6]孟卫东, 王清. 区域创新体系科技资源配置效率影响因素实证分析[J]. 统计与决策, 2013(4):96-99.
- [7]李健, 杨丹丹, 高杨. 面向区域自主创新的科技资源配置模式研究[J]. 科学管理研究, 2013, 31(6):13-16.
- [8]蓝天立, 杨志江, 罗掌华. 西部地区科技资源配置效率的综合评价研究[J]. 中国科技论坛, 2007(1):73-77.
- [9]李莉, 毛加强. 基于 BCC 模型的中国西部地区科技创新绩效分析[J]. 统计与信息论坛, 2011, 26(5):97-101.
- [10]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.