

黄河流域与长江经济带省际科技创新效率评价研究

郭馨馨 杨岩

(中国科学技术信息研究所, 北京 100038)

摘要: 基于黄河流域生态保护和高质量发展战略的内涵, 构建科技创新驱动的评价指标体系并进行实证分析。将长江经济带10省区作为参照组, 基于DEA-Malmquist模型对黄河流域省际科技创新能力进行评估, 研究科技创新对高质量发展的作用。研究发现, 黄河流域和长江经济带的科技创新效率总体处于上升阶段, 呈现出较好的发展势头, 其中技术进步起主要作用。长江经济带多数地区规模报酬递减, 而黄河流域多数地区则处于规模报酬递增阶段, 科研投入规模与结构不合理的问题仍然存在。未来应着力破解制约因素, 以创新为驱动, 依靠科技创新实现生态保护和高质量发展的双目标。

关键词: 创新能力评估; 数据包络分析; Malmquist指数; 高质量发展; 区域创新; 黄河流域; 长江经济带

中图分类号: F124.3; F061.5 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3772/j.issn.1674-1544.2021.06.012

Evaluation of the Efficiency of Inter-provincial Scientific and Technical Innovation of the Yellow River Basin and the Yangtze River Economic Belt

GUO Qingxin, YANG Yan

(Institute of Scientific and Technical Information of China, Beijing 100038)

Abstract: This study aims to establish the evaluation index system driven by scientific and technical innovation and carry out empirical analysis based on the connotation of ecological protection and high-quality development strategy of the Yellow River Basin. The research takes the Yangtze River Economic Belt as a reference group, and analyze the efficiency of scientific and technical innovation in each province from 2010 to 2019 based on DEA-Malmquist model. The results indicate that the efficiency of technical innovation of the Yellow River Basin and the Yangtze River Economic Belt is increasing these years, and the technical progress plays an important role. In addition, most areas of the Yangtze River Economic Belt are in the stage of decreasing returns to scale, while most areas of the Yellow River Basin are in the stage of increasing returns to scale, and the problem of unreasonable scale and structure of scientific research investment still exists. The study suggests that the government should take innovation as the driving force to break the constraints, and rely on scientific and technical innovation to achieve the dual goals of ecological protection and high-quality development.

Keywords: innovation rating, DEA, Malmquist index, high-quality development, regional innovation, Yellow

作者简介: 郭馨馨 (1997—), 女, 中国科学技术信息研究所硕士研究生, 研究方向为技术竞争情报方法研究; 杨岩 (1986—), 男, 中国科学技术信息研究所副研究员, 研究方向为区域科技创新与可持续发展模型 (通信作者)。

基金项目: 中国科学技术信息研究所2021年度所重点工作“面向决策剧场的专家决策支持系统研发”(ZD2021-09)。

收稿日期: 2021年5月13日。

River Basin, Yangtze River Economic Belt

0 引言

中国经济进入新发展阶段，经济社会发展的重心从“高速”增长转为“高质量”增长，为应对当前复杂的国际国内形势，党的十九届五中全会提出要把新发展理念贯彻到发展各领域和全过程之中，加快构建以国内循环为主体，国内国际双循环相互促进的新发展格局。

在早期的经济学理论中，经济增长主要依靠固定资本和劳动力的投入，但随着新一代技术革命的发展，创新逐渐成为经济发展的核心驱动力，创新驱动下的经济增长方式能够带动经济持续和高质量的发展^[1-2]。创新为经济、社会、生态发展提供新理论、新方法和新思路，是推动经济高质量发展的根本力量^[3-5]，关于区域创新的实证研究也提出要从公共领域特别是科技创新政策领域来分析推动经济增长的动力机制^[6-8]。上述观点已经得到大量实证研究的支持。

2016年9月，《长江经济带发展规划纲要》正式印发。2019年，习近平总书记提出了“黄河流域生态保护和高质量发展”战略。黄河流域和长江流域已成为我国重要的两大战略区域。长江经济带与黄河流域的相关省市要转换经济增长的动力，实现弯道超车，就需要从传统要素投入驱动转变为创新驱动，坚持创新在现代化建设全局中的核心地位，以推动技术创新和优化资源配置效率实现经济高质量发展。因此，构建合理的指标体系和模型，对黄河流域和长江经济带省际科技创新能力进行评估，研究黄河流域和长江经济带科技创新对高质量发展的作用就显得尤为必要。

1 文献回顾及研究思路

1.1 区域创新和创新效率的内涵研究

在区域创新力评价研究中，创新要素的选择是分析的基础。在创新要素的研究方面，朱选功等^[9]设定了包括专利及其市场化程度、进出口和外商直接投资（FDI）等反映省际创新能力的基

本要素，比较研究了2000年以来中国省际创新能力与经济增长的关系；洪银兴^[10]提出创新动力机制来自于市场机制以及创新收益权的垄断，创新型经济是依靠知识和人才，发展拥有自主知识产权的新技术和新产品的经济；周明生等^[11]发现创新离不开激励约束机制，要充分发挥政府的作用，运用创新考核指标体系对创新活动加以引领；霍强等^[12]认为区域经济是一个动态演化的过程，其动力机制、发展模式及演化路径十分重要，创新力、市场化、开放度对区域经济发展具有显著的正向影响，构成西部省份经济发展的动力机制。在探讨创新效率内涵方面，史丹等^[13]分析了异质性互联网式创新对服务业和制造业带来的深刻影响，研究中融合了创新模式、产业结构和经济增长的理论逻辑，分析了创新对各国的产业结构变迁和经济增长产生不同影响；Yuan^[14]从政策组合的角度，利用中国30个省份2000—2015年的产业面板数据，分析了基于效率的创新以及创新对生态全要素能源效率（ETFEE）的影响；Yang^[15]采用DEA-Malmquist指数法对长三角地区16个城市2008—2012年全要素能源生产率（TFEP）和效率进行了分析；邵汉华^[16]等利用SBM-DEA模型测算了2001—2015年中国30个省份的协同创新效率，并检验了研发要素流动在其中的作用；杨凯钧等^[17]运用环境RAM模型和MGML指数，对绿色全要素能源效率进行了实证分析。上述研究都为区域创新分析提供了良好的借鉴。

1.2 区域创新驱动及效应问题的研究

在新一轮创新驱动发展战略的指引下，创新的辐射效应加剧了经济区域化趋势。近年来，国内学者关于区域创新理论的研究不断增多，主要围绕影响机理^[18]、结构分布^[19]、协同机制^[20]等方面开展研究。王慧艳等^[7]从系统论角度分析了科技创新驱动经济高质量发展的过程，将这一复杂的过程解构为科技创新和经济高质量发展两个阶段，并构建了相关的创新绩效评价模型和指标体系。张治河等^[3]提出在提高效率的同时，打造经济高质量的新发展格局。肖仁桥等^[21]在实证分

析了中国内地各省经济高质量发展水平差异及空间相关性后,选取不同的空间计量模型分析了经济高质量发展的影响机制。郑明等^[22]构建了科技创新资源“三力”指数评价模型,对长三角区域41个城市的科技创新资源进行评价。熊婵等^[23]从微观视角利用基本DEA效率评价模型及竞争型DEA交叉效率模型对中国不同地区的高科技创业企业的运营效率进行了评价。杨振磊等^[24]利用复合系统协同度模型对京津冀科研院所协同创新程度进行了研究。

1.3 研究思路

从以上文献可以看出,当前学者针对国内创新与经济增长和发展已经进行了大量的研究,但涉及科技创新驱动经济高质量发展的研究还没有形成成熟的理论体系。学者们多在实证层面开展研究,其中区域创新评价领域得到广泛关注。从研究对象上看,多数是对不同地区同一年份效率的静态比较,而从省域视角进行跨年比较的文献数量仍还较少。此外,暂时还没有以黄河流域和长江流域作为共同研究对象的文献。从研究内容上看,以效率评价的实证研究为主,缺少对效率变动原因的探究,缺少科技创新对高质量发展的影响机制的研究。

“共抓大保护、不搞大开发”“生态保护”和“高质量发展”等战略为两大流域的发展指明了方向,而创新效率成为这两大区域新旧动力转换、经济持续发展的关键。本文在评价科技创新效率之前对评价范围进行以下的界定。

(1)以省域为决策单元开展创新效率评价。综合考虑区域产业布局、创新投入和周期特征,省域经济具有更加完备的产业链,在创新链上省域经济侧重于产业化,向上能够承接国家级创新项目,向下能够实施大规模的市场化推广应用,有利于强化国家、省与市的协同性。政府对创新的投入具有统筹性,强调中观层面的知识创新和专门技术(Know how),成果转化周期较短,具有更强的实用性。在发挥科技创新的驱动作用方面,省域经济可以集中优势资源和力量,实施效果会更加显著。

(2)选用相对指标进行创新力评级。考虑省际间人口数量、经济发展水平的差异,把宏观环境因素的影响纳入分析框架中,选用相对指标进行评级更有解释力。科技创新活动是复杂的系统工程,研发活动的重要性如果以所需经费投入的绝对数量来界定不具有普遍意义。因此,在选取投入、产出评价指标时,用相对指标比如“科技财政支出占公共财政支出的比例”“万人专利授权数”“人员全时当量”等来衡量,提高了横向可比性。

(3)同时考虑政府主导与市场主体的作用。创新经费主要来源于中央与地方财政投入、创新主体自有资金投入、金融与社会资本的投入等,因此选择科技创新投入指标时要统筹考虑财政投入的产业引导基金、构建基于竞争机制的资源配置、市场机制自发形成的资源流动等因素,协调政府与市场的关系。政府通过制定充分的竞争政策,构建良好的竞争环境,发挥市场竞争作为创新驱动的动力源功能,促使资源流向符合市场需要的行业企业。

2 区域创新能力评估模型构建及评估方法

本文运用DEA-Malmquist模型分析黄河流域和长江经济带省域2015—2019年科技创新资源投入产出效率,并对二者进行对比。本文首先运用DEA模型对原始数据的效率进行静态测算,然后运用Malmquist指数法对技术效率变化、技术进步、纯技术效率变化、规模效率变化和全要素生产率进行相应的动态评价,最后通过对比研究找出黄河流域和长江经济带科技创新发展中存在的问题,并就其如何利用当前优势推动技术创新和优化资源配置效率从而实现经济高质量发展提出建议。

2.1 模型构建

(1) BCC—DEA模型

数据包络分析法(DEA)是典型的非参数方法,不需要设定具体的生产函数,只需要输入投入与产出的数据,利用线性规划计算生产前沿,就可以计算多投入多产出的效率问题。DEA分析

在测算综合效率的同时，还可以对非DEA有效的决策单元的投入冗余和产出不足问题进行分析，从而找出改进方向^[25]。

在现实中规模报酬不变的条件很难满足，DEA中的经典BCC模型则是在规模报酬可变的情况下，对DEA的CCR模型的改进和修正。BCC模型可分解为纯技术效率和规模效率，其基本模型为：

$$\begin{aligned} & \min[\theta - \varepsilon(\sum_{j=1}^m s_j^- + \sum_{r=1}^n s_r^+)] \\ & \text{s.t.} \begin{cases} \sum_{i=1}^I \lambda_i x_i + s_j^- = \theta x_{i0} (j=1, 2, \dots, m) \\ \sum_{i=1}^I \lambda_i y_i - s_r^+ = y_{i0} (r=1, 2, \dots, n) \\ \sum_{i=1}^I \lambda_i = 1 \\ \lambda_i \geq 0, s_r^+ \geq 0, s_j^- \geq 0 \end{cases} \quad (1) \end{aligned}$$

其中，综合效率=纯技术效率×规模效率。 s_r^+ 为产出 r 的松弛变量， s_j^- 为投入 j 的松弛变量。若 $\theta < 1$ ，则该决策单元为DEA无效；若 $\theta = 1$ ，且 $s_r^+ = s_j^- = 0$ ，则该决策单元为DEA有效；若 $\theta = 1$ ，但至少有一个松弛变量大于零，则此时的决策单元为弱DEA有效，说明存在投入冗余和产出不足。

(2) Malmquist 指数

DEA-Malmquist模型被用于测度不同时期决策单元效率值的变化，它反映了要素生产效率增长变化，其表达式为：

$$tfp = M = \left[\frac{D^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^t(x^t, y^t)} \times \frac{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

其中， (x^t, y^t) 和 (x^{t+1}, y^{t+1}) 分别表示第 t 期和第 $t+1$ 期的投入与产出， $D(x, y)$ 为产出距离函数。当Malmquist指数大于1时，表示全要素生产率提高；当Malmquist指数小于1时，表示全要素生产率降低^[26]。特别地，当规模报酬不变时，Malmquist指数可以分解为技术效率变化指数（*effch*）和技术进步指数（*tech*）。其中，*effch*表示从 t 期到 $t+1$ 期技术的追赶效应，*tech*表示从 t 期到 $t+1$ 期前沿面自身的移动效应，其表达

式为：

$$effch = \frac{D^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^t(x^t, y^t)} \quad (3)$$

$$tech = \left[\frac{D^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \times \frac{D^t(x^t, y^t)}{D^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (4)$$

同时，技术效率变化指数可以进一步分解为纯技术效率变化指数（*pech*）和规模效率变化指数（*sech*），则全要素生产率的计算公式为：

$$tfp = effch \times tech = pech \times sech \times tech \quad (5)$$

2.2 指标选取

区域创新系统是一个多投入和多产出的复杂系统，绝大多数学者选取了财政支出、R&D人员数、科技活动经费支出额、R&D经费占GDP比重等指标来度量科技投入，将R&D活动人员专利申请授权数、技术成果成交额、高新技术产业产值、规模以上工业总产值等作为产出指标^[27-30]。

作为创新价值链的核心组成部分，技术创新效率体现为从科技研发投入到实现成果转化，最终促进经济增长，因此本文选取与研发投入和成果产出相关的指标来衡量技术创新的效率。在综合相关学者研究成果的基础上，本文结合数据包络分析（DEA）的特点和科技创新的内涵，遵循数据可得性和可比性原则，构建评价科技创新水平的指标体系，如表1所示。

考虑到科技创新活动本身具有的特性，投入与产出之间存在一定的滞后性，因此将滞后期设为1期。本文的样本数据来源于2009—2020年的《中国统计年鉴》《中国火炬统计年鉴》《中国科技统计年鉴》和统计公报，由于青海省和宁夏回族自治区近几年的部分指标数据难以获取，为了保证各指标数据的统一性和连续性，最终选取黄河流域和长江经济带共17个省份（不含青海省和宁夏回族自治区）作为实证研究对象。

3 数据分析与结果

3.1 静态评价

利用BBC模型分别对黄河流域和长江经济带2010—2019年每年的综合效率、纯技术效率

和规模效率进行测度,因受篇幅的限制,仅以17个省份2010年和2019年的效率值为例进行说明。从表2可以看出,无论是黄河流域还是长江经济带,大部分省份的创新投入和产出水平仍存在一定差距,多数省份尚未达到DEA有效,2010—2019年各年间DEA有效单元数分别为6、7、5、6、4、4、5、5、5、4,处于综合效率前沿面上的并非都是经济发达地区。2010年和2019年的综合效率均值分别为0.744与0.747,均未能达到效率前沿但总体呈稳步提升态势。此外,2010—2019年每年达到纯技术效率有效的单

元数均多于综合效率DEA有效单元数,说明技术因素居于主导地位,大多数省份的科技创新资源配置仍需优化。

从省际角度来看,在黄河流域的7个省份中,只有四川省和甘肃省在2010年达到DEA有效,2019年内蒙古自治区、陕西省和甘肃省达到DEA有效。内蒙古自治区的规模效率水平有了很大提升,陕西省的纯技术效率水平有了较大提升。山东省、河南省、山西省的综合效率属于同一层次,但导致其DEA无效的原因却不尽相同。山西省和河南省效率低主要是由于

表1 科技创新评价指标体系

类别	评价指标
创新投入	R&D人员全时当量(人年)
	R&D经费内部人均支出(万元/人)
	科技支出占财政支出的比例(%)
创新产出	万人技术成果成交额(万元/万人)
	万名R&D活动人员专利申请授权数(件/万人)

表2 17个省份2010年和2019年效率值

区域	省份	2010年				2019年			
		综合效率	纯技术效率	规模效率	规模报酬	综合效率	纯技术效率	规模效率	规模报酬
黄河流域	山西	0.379	0.843	0.45	irs	0.588	0.935	0.629	irs
	内蒙古	0.688	0.912	0.754	irs	1	1	1	—
	山东	0.518	0.607	0.854	irs	0.626	0.656	0.954	irs
	河南	0.521	0.807	0.646	irs	0.7	0.812	0.863	irs
	四川	1	1	1	—	0.816	0.843	0.968	irs
	陕西	0.664	0.716	0.928	irs	1	1	1	—
	甘肃	1	1	1	—	1	1	1	—
	均值	0.681	0.841	0.805	—	0.819	0.892	0.916	—
长江经济带	上海	1	1	1	—	0.484	1	0.484	drs
	江苏	0.919	1	0.919	irs	0.577	0.605	0.953	drs
	浙江	1	1	1	—	0.901	1	0.901	drs
	安徽	0.703	0.798	0.881	irs	0.586	0.685	0.855	irs
	江西	0.507	0.949	0.534	irs	0.772	0.826	0.934	drs
	湖北	0.532	0.753	0.706	irs	0.733	0.775	0.947	irs
	湖南	0.522	0.701	0.744	irs	0.499	0.764	0.653	irs
	重庆	1	1	1	—	0.664	0.803	0.827	drs
	贵州	1	1	1	—	1	1	1	—
	云南	0.768	1	0.768	irs	0.758	1	0.758	irs
均值	0.795	0.92	0.855	—	0.697	0.846	0.831	—	
总体均值	0.744	0.881	0.844	—	0.747	0.865	0.866	—	

注:“irs”表示规模报酬递增,“drs”表示规模报酬递减,“—”表示规模报酬不变。

其规模效率较低，这些地区多年处于规模报酬递增的状态，创新资源投入不足；而山东省效率偏低的可能原因主要是由纯技术效率偏低引起，说明其创新资源投入配置结构仍需要调整，需进一步优化配置资源提高效率。比较长江经济带 10 个省区的效率可以看出，上海市、浙江省、云南省的纯技术效率均为 1，说明未能达到综合有效的主要原因在于其规模无效率，应适当调整投入规模以达到最优；江苏省、安徽省、湖北省、湖南省的纯技术效率相对较低，说明创新资源投入配置结构不合理是制约这些省区效率提高的主要因素。

图 1 描述的是黄河流域和长江经济带 17 个省区 10 年间的效率比较。可以看出，2015 年之前，两大区域综合效率值波动剧烈，而近 5 年则逐渐趋于稳定。此外，综合效率的变化趋势与规模效率的变化趋势十分相似，这说明科研资源利用效率较低的问题一直存在，而黄河流域和长江经济带效率下降的主要原因是规模无效率。

结合表 2 进一步分析可以看出，黄河流域的多个省份规模报酬递增，如山西省、山东省、河南省、四川省，可能的原因是这些省份的创新资源禀赋较少，高校和科研机构数量较少，科技创新资源规模投入不足，如果能够加大对这些地区的扶持，扩大投入规模以达到最优规模，将会有

效提高其投入产出效率。与此相对的长江经济带，多数省区处于规模报酬递减的状态，如上海市、江苏省、浙江省等经济较为发达，科研投入高，具有较强的科技成果转化意识，但部分省区存在科研投入规模与结构不合理的问题，因此不能只关注科研投入的数量，而忽视资源更为高效的配置。

分别计算黄河流域和长江经济带 2010—2019 年每年的综合效率 (TE)、纯技术效率 (PTE) 和规模效率 (SE)，如图 2 所示。从图 2 可以看到，黄河流域和长江经济带的纯技术效率整体都比较高，各年差距不大。长江经济带的综合效率总体呈上下波动的态势。具体来看，长江经济带大部分省份处于规模报酬递减状态是近 5 年综合效率下降的主要原因。长江经济带的经济发展水平和开放程度都远高于黄河流域，作为我国创新发展高地，具有较高的创新投入水平。但从结果来看，长江流域大部分省份的人力和财力的投入量都存在一定的冗余，部分省份政府财政支出的增加不能有效提高科技成果转化水平，导致综合效率的均值呈现小幅下滑趋势。黄河流域的综合效率虽然低于长江经济带，但近 5 年呈现逐年增长的态势。结合表 2 可以看出，大部分省份仍处于规模报酬递增，黄河流域的科技创新系统在未来应该在继续扩大投入规模的同时调整资源配置结构。

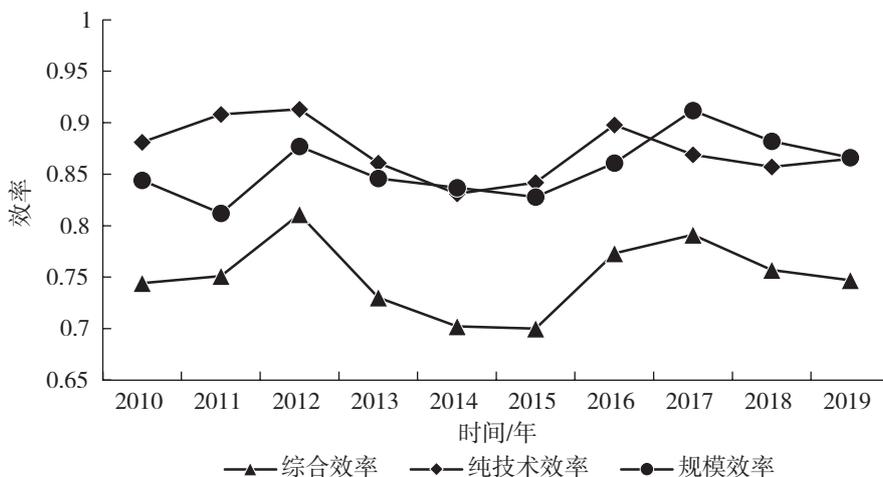


图 1 2010—2019 年 17 个省区科技创新综合效率、纯技术效率和规模效率总体变化

3.2 Malmquist 指数动态分析

考虑到DEA有效性分析是对17个省份科技创新效率的横向比较，没有考虑到技术变化对效率的影响。因此，本文立足于黄河流域和长江经济带17省区2010—2019年的面板数据，构建Malmquist指数模型对效率进行动态分析，计算结果如表3所示。

从整体效率来看，黄河流域和长江经济带17省区在2010—2019年Malmquist指数的均值为1.045，该值大于1，表明总体效率平均上升了4.5%，呈现上升的趋势。对指数进一步分解的结果显示，全要素生产率的改善有0.2%来源于效率变化，而技术进步同样起到了正向作用，贡献率为4.3%，这表明技术创新效率增长的主要动力是技术进步。在9个观测期内，2010—2011年、2011—2012年、2014—2015年、2017—2018年

4个环比区间的Malmquist指数均大于1。说明在这4个观测区间内实现了较好的资源配置效率，而其余几个环比区间的Malmquist指数均小于1。具体来看，在前4个观测期内，制约技术创新效率增长的主要因素是技术效率，而在后4个观测期内，技术效率水平有所提高，但技术进步水平下降了。说明近年来全要素生产率主要受到技术进步的制约，因此依靠技术进步能有效提高科技创新效率。进一步分析不难发现，技术效率指数和技术进步指数在近5年呈反向变化的趋势，同时技术进步的变化幅度大于技术效率的变化幅度，说明技术进步带来的效率提升空间更大，也可以看出黄河流域和长江经济带的技术进步是一个不平衡、不稳定的发展过程。

从表4可以看出，黄河流域各省份的全要素生产率均大于1，说明黄河流域的科技创新效率

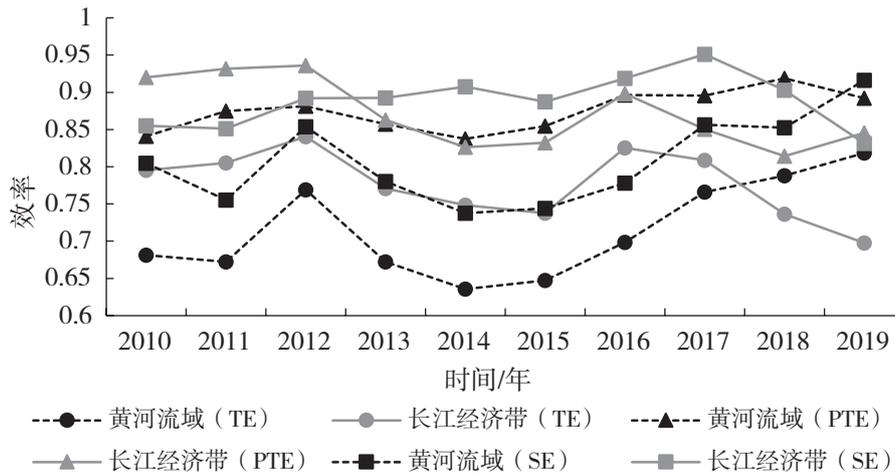


图2 2010—2019年两区域科技创新效率对比

表3 2010—2019年各地区Malmquist指数及其分解

时间/年	技术效率	技术进步	纯技术效率	规模效率	全要素生产率
2010—2011	0.99	1.034	0.982	1.008	1.023
2011—2012	1.102	1.099	1.071	1.029	1.211
2012—2013	0.895	1.071	0.927	0.966	0.959
2013—2014	0.944	0.989	0.992	0.952	0.934
2014—2015	1.003	1.24	1.018	0.985	1.244
2015—2016	1.12	0.819	1.095	1.023	0.917
2016—2017	1.044	0.951	1.041	1.002	0.993
2017—2018	0.942	1.49	0.978	0.963	1.403
2018—2019	1.003	0.841	1.031	0.973	0.844
均值	1.002	1.043	1.014	0.988	1.045

表 4 各地区 Malmquist 指数及其分解

区域	省份	技术效率	技术进步	纯技术效率	规模效率	全要素生产率
黄河流域	山西	1.05	1.025	1.033	1.016	1.076
	内蒙古	1.042	1.118	1.042	1.001	1.165
	山东	1.021	1.025	1.038	0.984	1.047
	河南	1.033	1.009	1.031	1.003	1.043
	四川	0.978	1.024	0.991	0.987	1.001
	陕西	1.047	1.129	1.032	1.014	1.181
	甘肃	1	1.137	1	1	1.137
	均值	1.024	1.067	1.024	1.001	1.093
长江经济带	上海	0.923	1.058	1	0.923	0.976
	江苏	0.95	1.002	0.988	0.961	0.951
	浙江	0.989	0.973	1	0.989	0.962
	安徽	0.98	1.026	1.018	0.963	1.006
	江西	1.048	1.024	1.037	1.011	1.073
	湖北	1.036	1.052	1.045	0.992	1.09
	湖南	0.995	1.031	1.015	0.98	1.026
	重庆	0.955	1.022	0.973	0.982	0.976
	贵州	1	1.051	1	1	1.051
	云南	0.999	1.034	1	0.999	1.033
	均值	0.988	1.027	1.008	0.980	1.014
总体均值		1.002	1.043	1.014	0.988	1.045

总体处于上升阶段，呈现出较好的发展势头。具体来看，除甘肃省和四川省外，其余 5 个省份技术效率和技术进步指数均大于 1，表明两者共同促进了科技创新效率的提升，同时技术进步带来的效率提升更多；甘肃省和四川省的技术进步指数分别提升了 13.7% 和 2.4%，而两省的技术效率指数均小于等于 1，表明这些省份科技创新效率的提高得益于技术进步。

同样地，根据 Malmquist 指数的分解情况可以将长江经济带的 10 个省份分为以下几类：安徽省、江西省、湖北省、湖南省、贵州省、云南省的全要素生产率均大于 1，但促进其效率提高的原因却各不相同。具体来看，贵州省的技术效率指数等于 1，而技术进步指数提升了 5.1%，表明技术进步是促进其科技创新效率提高的主要因素；江西省和湖北省的技术效率和技术进步指数均大于 1，表明两者协同推动了科技创新效率的提升；安徽省、云南省、湖南省

的技术进步指数大于 1，而技术效率小于 1，表明是技术进步促进了生产率的提高；上海市、江苏省、重庆市的情况则恰恰相反，它们的技术效率的抑制作用大于技术进步带来的促进作用，从而导致生产率的下降；浙江省的技术效率和技术进步指数均小于 1，这表明两者共同抑制了生产率的提高。

表 4 中长江经济带和黄河流域 2010—2019 年全要素生产率的均值分别为 1.014 和 1.093，黄河流域的技术效率、技术进步、纯技术效率和规模效率均大于 1。两大区域的纯技术效率相当，规模效率低是造成长江经济带全要素生产率均值低于黄河流域的主要原因。结合前面的分析可以知道，长江经济带经济发展水平高，科技创新资源丰富，但当投入达到最优规模后再继续追加，效率就会降低。黄河流域经济发展水平相对较低，科技创新资源不足，但是近年来对资源的合理配置促进了科技创新效率的提升。

4 研究结论与启示

4.1 主要结论

(1) 实证研究结果表明: 尽管各省科技创新效率波动的标准差较大, 驱动效应也存在一定差异, 但总的来说, 黄河流域绝大多数地区处于规模报酬递增阶段, 而长江经济带的多数地区则处于规模报酬递减阶段, 大部分省份尚未达到DEA有效。Malmquist指数模型分解结果显示, 黄河流域的科技创新效率在2015—2019年逐年提高, 但还有较大的提升空间, 全要素生产率主要受到技术进步的制约, 资源配置结构不合理阻碍了效率的提升。

(2) 2016年《长江经济带发展规划》的实施为长江流域各省区提供了发展的契机, 通过对计量结果的经济意义进行分析发现: 长江流域多数省份效率值尚未达到DEA有效, 说明前期的投入与产出之间存在失衡, 效率的提升应当以流域发展规划为统领, 进一步协调产业分工和创新创业园区的合作, 不断优化资源配置, 打造长江流域科技创新新高地。黄河流域各省区效率的提高主要依靠要素的增加, 基础研究尚且存在短板。因此, 需要合理增加科技创新资源投入, 如加强科技基础设施建设、引进高水平人才、优化科研经费分配制度等, 以此来优化创新资源配置, 促进科技成果产出。

(3) 驱动经济增长的力量从传统的“三驾马车”到新的“三驾马车”, 再到实现经济高质量发展的新旧动能转换, 科技创新的作用越来越突出。受到不同地区经济发展水平的制约, 资源禀赋特别是科技创新资源的差异起着基础性作用。长江经济带是引领中国经济社会生态发展的战略支撑带, 按照习近平总书记强调的“长江经济带发展必须坚持生态优先、绿色发展”的战略定位, 要立足于自身发展规划科学布局, 用科技创新做好长江大保护, 还要发挥引领作用, 加强不同流域的合作交流。从空间分布来看, 黄河流域的效率值略高于长江经济带, 呈现出较好的发展势头, 但多数省份科研投入规模与结构不合理的

问题仍然存在。未来应着力破解制约因素, 以创新为驱动, 依靠科技创新实现生态保护和高质量发展的双目标。

4.2 对实现国家战略目标的启示

(1) 国家战略的横向比较。本文选取黄河流域和长江经济带主要省份为对象构建科技创新能力评价体系, 研究对比了黄河流域和长江经济带各省份的发展情况, 加深了在高质量发展驱动力研究领域对国家两大区域发展战略的理解。研究定位在省级层面, 是考虑了省域经济的特殊地位, 无论从区域产业布局、创新投入还是发展的周期特征, 选择“省域经济”作为决策单元承上启下, 有利于强化国家战略意图的实施。从完备的产业链到宽阔的创新链视野, 省级政府对创新的投入具有统筹性, 实施效果更加显著。

(2) 推动政府治理能力现代化。本文在选择创新能力评价指标的过程中, 发现政府的作用不可或缺。各级政府通过制定充分的竞争政策、构建良好的竞争环境为创新驱动提供动力源, 政府在弥补市场失灵、促使资源优化配置方面的功能不能忽视。在本文研究的基础上, 还可以增加政府政策的影响因素, 进一步对长江经济带和黄河流域生态保护和高质量发展的驱动力问题进行探索性研究。

参考文献

- [1] 洪银兴. 论创新驱动经济发展战略[J]. 经济学家, 2013(1): 5-11.
- [2] 国家发展改革委经济研究所课题组. 推动经济高质量发展研究[J]. 宏观经济研究, 2019(2): 5-17, 91.
- [3] 张治河, 郭星, 易兰. 经济高质量发展的创新驱动机制[J]. 西安交通大学学报(社会科学版), 2019, 39(6): 39-46.
- [4] 赵剑波, 史丹, 邓洲. 高质量发展的内涵研究[J]. 经济与管理研究, 2019, 40(11): 15-31.
- [5] 任保平, 郭晗. 经济发展方式转变的创新驱动机制[J]. 学术研究, 2013(2): 69-75, 159.
- [6] 华坚, 胡金昕. 中国区域科技创新与经济高质量发展耦合关系评价[J]. 科技进步与对策, 2019, 36(8): 19-27.
- [7] 王慧艳, 李新运, 徐银良. 科技创新驱动我国经济高

- 质量发展绩效评价及影响因素研究[J]. 经济学家, 2019(11): 64-74.
- [8] 李光龙, 范贤贤. 财政支出、科技创新与经济高质量发展: 基于长江经济带108个城市的实证检验[J]. 上海经济研究, 2019(10): 46-60.
- [9] 朱选功, 郭为. 基于分省面板的地区创新力与省际经济增长研究[J]. 地域研究与开发, 2010, 29(1): 1-5, 16.
- [10] 洪银兴. 科技创新与创新经济[J]. 管理世界, 2011(7): 1-8.
- [11] 周明生, 王辉龙. 论以创新实现科学发展与加快增长的统一[J]. 南京社会科学, 2013(1): 7-14.
- [12] 霍强, 韩博. 区域经济发展的动力机制、模式识别及演化规律: 基于西部大开发以来12个西部省份数据的分析[J]. 云南社会科学, 2019(1): 102-106.
- [13] 史丹, 白骏骄. 产业结构早熟对经济增长的影响及其内生性解释: 基于互联网式创新力视角[J]. 中央财经大学学报, 2019(6): 105-118.
- [14] YUAN B L. Effectiveness-based innovation or efficiency-based innovation? trade-off and antecedents under the goal of ecological total-factor energy efficiency in China[J]. Environmental science and pollution research, 2019, 26(2):17333-17350.
- [15] YANG X W. Total factor energy productivity and efficiency in the Yangtze Delta Region: an application of DEA-Malmquist Index[J]. Applied mechanics & materials, 2014(700): 197-201.
- [16] 邵汉华, 钟琪. 研发要素空间流动与区域协同创新效率[J]. 软科学, 2018, 32(11): 120-123, 129.
- [17] 杨恺钧, 闵智崇. 高质量发展要求下工业绿色全要素能源效率: 基于中国“一带一路”沿线省份的实证[J]. 管理现代化, 2019, 39(4): 114-117.
- [18] 王进富, 张耀汀. 基于系统动力学的科技创新政策对区域创新能力影响机理研究[J]. 科技管理研究, 2018, 38(8): 52-57.
- [19] 杨岩, 姚长青, 刘志辉, 等. 我国主要城市群基础研究人才的时空分布研究[J]. 地理信息世界, 2019, 26(3): 50-54, 64.
- [20] 姜红, 高思芑, 吴玉浩. 区域科技服务协同创新生态系统研究: 以哈长城市群为例[J]. 中国科技资源导刊, 2020, 52(4): 1-9, 54.
- [21] 肖仁桥, 沈路, 钱丽. 新时代科技创新对中国经济高质量发展的影响[J]. 科技进步与对策, 2020, 37(4): 1-10.
- [22] 郑明, 谢文娴, 刘涪颖, 等. 基于科技创新资源配置系统理论的区域科技创新资源评价: 以长三角地区为实例[J]. 情报工程, 2021, 7(2): 33-45.
- [23] 熊婵, 买忆媛, 何晓斌, 等. 基于DEA方法的中国高科技创业企业运营效率研究[J]. 管理科学, 2014, 27(2): 26-37.
- [24] 杨振磊, 沈延斌, 杨士伟, 等. 京津冀科研院所协同创新测度研究[J]. 中国科技资源导刊, 2020, 52(2): 90-95.
- [25] BANKER R D, CHARNES A, COOPER W W. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in DEA[J]. Management science, 1984(32): 1613-1627.
- [26] FARE R, GROSSKOPF S, NORRIS M, et al. Productivity growth, technical progress, and efficiency change in industrialized countries[J]. The American economic review, 1994, 84(1): 66-83.
- [27] 潘雄锋, 张静, 闫窈博. 财政金融支持对我国科技创新影响的空间计量研究[J]. 运筹与管理, 2017, 26(7): 132-137.
- [28] 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.
- [29] 戴志敏, 郑万腾, 杨斌斌. 科技金融效率多尺度视角下的区域差异分析[J]. 科学学研究, 2017, 35(9): 1326-1333.
- [30] 王黎莹, 王佳敏, 虞微佳. 区域专利密集型产业创新效率评价及提升路径研究: 以浙江省为例[J]. 科研管理, 2017, 38(3): 29-37.

(上接第80页)

- [10] 王晖. 区域创新与区域经济发展的关系研究[D]. 杭州: 浙江工业大学, 2012.
- [11] 张越, 玄兆辉, 杨彩凤. 不确定性的科学普及与科技创新发展关联性分析[J]. 中国科技资源导刊, 2020, 52(1): 62-68, 76.
- [12] 储雪俭, 钱赛楠. 基于耦合协调度和灰色关联度的中国物流业与金融业协调发展研究[J]. 工业技术经济, 2019, 38(7): 93-100.
- [13] 张军, 冯晨. 中德高端制造业贸易影响因素的灰色关联分析[J]. 国际商务研究, 2019, 40(3): 16-24.
- [14] 中国科协发布第九次中国公民科学素质调查结果[J]. 科协论坛, 2015(10): 37-38.