

高质量发展背景下长江经济带协同创新能力研究

黄庆华 刘敏 时培豪

(西南大学 经济管理学院,重庆 400715)

摘 要:基于“投入-转化-产出”逻辑,在构建长江经济带协同创新理论框架基础上,从协同创新要素投入、协同创新部门合作和协同创新产出方面建立指标体系,利用 2009~2018 年长江经济带沿线省(市)级数据,采用熵权-TOPSIS 法实证分析了长江经济带各地区的协同创新能力。研究发现,长江经济带协同创新能力呈现长江下游最高,中游次之,上游较低的特点,上海、浙江和江苏具有引领长江经济带提升协同创新能力的潜能;长江经济带沿线各省份创新能力的提升主要受协同创新要素投入、协同创新部门合作、协同创新产出影响,长江经济带中西部地区在协同创新的要素投入和协同创新部门之间的协作仍需加强。从动态视角看,长江经济带各地区协同创新能力均呈现上升趋势。基于实证结果,建议加大协同创新要素供给、加强协同创新平台建设和促进成果转化,提升长江经济带协同创新能力。

关键词:协同创新;高质量发展;长江经济带;熵权-TOPSIS

分类号:F127.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1673-1395 (2020)04-0072-06

随着协同创新研究在学术界越来越受关注,许多学者对协同创新进行了更深入的分析研究,产生了比较丰富的研究成果。杨林等从梳理协同创新的内涵、理论基础、运行机制、存在的问题等方面入手,分析协同创新研究的相关进展^[1]。李美娟等提出利用基于灰靶理论的动态评价方法对区域协同创新能力进行动态评价与比较分析^[2]。李林等提出采用二元语义模型对区域科技协同创新绩效进行评价^[3]。付荣华等从主体创新能力、资源共享能力和环境支撑能力三个方面构建了战略性新兴产业集群协同创新能力评价指标体系^[4]。Changfeng Wang 等应用层次多元回归(MR)和适度多元回归(MMR)方法,研究协同创新活动和能力对创新绩效的影响^[5]。Fei Fan 等提出采用改进的数据包络分析模型、耦合协调度模型、空间 Durbin 模型分析区域协作创新对

区域创新效率的影响^[6]。Maomao Chi 等基于技术推动和需求拉动的视角以及作业能力层次观,提出了协同创新能力等高层运营能力的前因和结果模型,研究了协同创新能力的驱动因素及其对数字协作能力的影响^[7]。

目前,学术界对协同创新理论已进行深入的研究,对区域创新能力评价的研究内容也已经比较全面,但仍然有以下若干方面的不足。其一,现有研究多从整体上测度中国协同创新能力,基于区域差异性视角考察不同区域协同创新能力的文献较少。其二,已有研究在建立指标体系时,多从创新主体和创新要素视角出发,鲜有文献将创新主体、创新要素和创新产出纳入到一个框架中。

基于此,在所构建理论模型的基础上,从“投入-转化-产出”视角建立长江经济带协同创新能力评价

收稿日期:2020-04-02

基金项目:西南大学中央高校基本科研业务费重点(招标)项目“一带一路倡议下推动中国经济高质量发展的区域竞合机制研究”(SWU2009220);重庆市第四次全国经济普查一般课题“重庆在推进长江经济带绿色发展中发挥示范作用的路径研究”(sjpktyb25);重庆市发展和改革委员会 2020 年第一批重大决策咨询课题“重庆加快建设山清水秀美丽之地建设路径研究”(FGWXSX-2020-1-8)

第一作者简介:黄庆华(1971-),男,重庆人,教授,博士,博士生导师,主要从事可持续发展、产业结构和产业政策研究。

指标体系,利用长江经济带沿线 11 省(市)的数据,综合运用熵权-TOPSIS 法对长江经济带协同创新能力水平进行分析,为提升长江经济带创新驱动发展能力,促进长江经济带高质量发展提供理论依据^[8,9]。

一、体系构建

笔者从协同创新要素投入、协同创新部门合作以及协同创新产出三个方面,构建基于长江经济带实际的协同创新评价指标体系。具体分析如下。

(一)协同创新要素投入

创新资源投入是进行协同创新的基础,在既往研究中,影响区域创新的因素主要涉及机构、人才以及资本要素,笔者借鉴已有研究的成果^[2],考虑到不同协同创新主体之间的协作以资金、项目合作为主要形式,本部分从创新主体的机构数目、研发人员数等角度建立指标体系,具体包括 R&D 人员全时当量、万人大专以上学历人数、R&D 人员、企业数、高等学校数和研究与开发机构数。

(二)协同创新部门合作

区域协同创新部门可以分为两类:一类是直接主体之间协同,另一类是间接主体与直接主体之间

表 1 长江经济带协同创新能力评价指标体系

维度	指标	单位
协同创新要素投入	企业数	个
	高等学校数	个
	研究与开发机构数	个
	R&D 人员全时当量	人年
	万人大专以上学历人数	人/万人
	R&D 人员	人
协同创新部门合作	高校承担的政府科技项目	项
	企业委托高校的科技项目	项
	研发机构承担的政府科技项目	项
	企业委托研发机构的科技项目	项
	企业承担的政府科技项目	项
	企业与高校合作的 R&D 项目	项
	企业与研发机构合作的 R&D 项目	项
	高校与研发机构合作的 R&D 项目	项
	企业 R&D 来自政府资金	万元
	企业 R&D 来自高校资金	万元
	企业 R&D 来自研发机构资金	万元
	高校 R&D 来自政府资金	万元
	高校 R&D 来自企业资金	万元
	高校 R&D 来自研发机构资金	万元
	研发机构 R&D 来自政府资金	万元
	研发机构 R&D 来自企业资金	万元
	研发机构 R&D 来自高校资金	万元
协同创新产出	科技论文	篇
	新产品	万元
	工业总产值	万元
	资本生产率	万元/万元
	综合能耗产出率	元/千克标准煤
	环境质量指数	%
	环境污染治理指数	%
	地区生产总值	亿元
	劳动生产率	万元/人
	专利申请数	件
	有效专利数	件

的协同。不同主体之间的协同合作形式多样,种类繁多,但一个显著特点就是以资金流动为核心。同时,囿于数据可获得性,笔者从协同部门之间合作出发,以项目、资金的流动为依据进行测度,具体包括来自政府方面的项目、不同协同创新主体合作的 R&D 项目以及来自不同主体之间的资金来源。

(三)协同创新产出

协同创新主体之间的协作,能够将创新要素转化成创新成果,其主要产出形式包括科技论文、专利申请数、专利授权数,提高区域经济发展水平,促进环境治理水平的提升。笔者从科技论文数、生产总值、环境治理、生产率、专利数等方面建立协同创新产出指标体系。

二、实证设计

(一)数据来源

笔者以长江经济带 9 省 2 市为评价对象^①,利用 2009~2018 年长江经济带 11 省(市)一级的数据实证分析各地区协同创新能力水平。之所以从 2009 年开始测算,主要考虑到协同创新主体之间的资金合作相关变量在 2009 年之前严重缺失,为保证实证结果的可靠性,以 2009 年为研究起点。其中数据来源于中国统计年鉴、中国科技统计年鉴和中国区域统计年鉴。对于变量中的缺失值,笔者利用 R 软件,运用线性拟合的方式进行填充。

(二)研究方法

使用熵权和 TOPSIS 模型相结合的方法,探究长江经济带沿线 11 省(市)的协同创新能力。熵权法是一种客观赋权方法,其权重计算规则是按照各指标间数值的离散程度进行设置,有效地排除了主观人为因素的干扰,保证研究结果客观公正。TOPSIS 模型本质是一种排序方法,是在原始数据进行预处理的基础上,算出有限方案中的正理想解和负理想解,在此基础上再得出被评价对象分别到正理想解和负理想解之间的距离,依据与理想解的相对接近程度作为评价依据。两种方法结合使用确保评价结果的客观性和真实性。熵权-TOPSIS 模型的具体步骤如下。

第一步,对数据进行标准化。参考黄庆华等^[10]的做法,对不同效用指标的处理如下:

$$\text{正向指标: } x_{ij} = \frac{X_{ij} - X_{j\min}}{X_{j\max} - X_{j\min}} + 1 \quad (1)$$

$$\text{负向指标: } x_{ij} = \frac{X_{j\max} - X_{ij}}{X_{j\max} - X_{j\min}} + 1 \quad (2)$$

第二步,计算不同指标数值的比值:

$$X_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m} \text{ 其中, } i = 1, 2, 3, \dots, n; \\ j = 1, 2, 3, \dots, m \quad (3)$$

第三步,计算信息冗余度。计算信息冗余度的基础是首先计算出信息熵,用 1 减后的余便是信息冗余度,计算方法为:

$$d_j = 1 - \left[\frac{1}{\ln m} \sum_{i=1}^m (X_{ij} \times \ln X_{ij}) \right] \quad (4)$$

第四步,计算各指标权重,其公式为:

$$W_i = \frac{d_j}{\sum_{i=1}^n d_j} \quad (5)$$

在利用熵值法计算出指标权重之后,便是利用 TOPSIS 方法计算。与熵权法相似,第一步是对原始数据进行预处理生成一个新的数据集 Y,处理方法的公式为:

$$y_{ii} = \frac{X_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n X_{ij}^2}} \quad (6)$$

经处理后的数据,定义 $Y = [y_{ij}]$ 。在此基础上,依据与熵值法计算出的权重矩阵相乘,得到加权权重矩阵 $Z = W_i Y$ 。在上述两步后,算出正负理想解,并分别计算不同指标到正负理想解间距离。具体计算公式如下:

$$S^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^m (z_{ij} - z_i^+)^2} \quad (7)$$

$$S^- = \sqrt{\sum_{j=1}^m (z_{ij} - z_i^-)^2} \quad (8)$$

式(6)和式(7)中, z_i^+ , z_i^- 分别表示不同指标的正负理想解。正向指标的正理想解为该类指标的最大值,负理想解为最小值,负向指标则相反。上述过程之后,便计算接近程度,公式为:

$$C_i = \frac{S_i^+}{S_i^- + S_i^+} \quad (9)$$

依据 C_i 的大小,便可以对长江经济带各省的协同创新能力进行排序。

① 9 省指的是江苏省、浙江省、安徽省、江西省、湖南省、湖北省、云南省、贵州省、四川省;2 市指的是上海市、重庆市。

三、实证分析

熵权-TOPSIS 分析方法的回归结果参见表 2。可以看出,上海的接近度为 0.1252,江苏的接近度为 0.1100,浙江的接近度为 0.1111,接近度值高于长江经济带沿线其他省(市),说明上海、江苏和浙江是长江经济带沿线地区中协同创新能力最强的区域。江苏和浙江的接近度值差距较小,几乎是并驾齐驱。安徽作为长江三角洲城市群地区之一,接近度为 0.0984,低于上海、浙江、江苏等区域的接近度,说明在区域协同创新能力上,安徽与长三角城市群有着一定的差距。在中部地区,湖北的接近度为 0.1010,湖南的接近度为 0.1090,江西的接近度为 0.0958,说明湖南在中部省份协同创新能力方面略有优势,而江西的接近度略低于湖北和湖南,在充分利用协同创新资源要素、激发创新主体主观能动性、提升协同创新产出等方面亟待提升。西部地区中,贵州的接近度为 0.0930,四川的接近度为 0.1087,云南的接近度为 0.1078,重庆的接近度为 0.1016,排位上除四川和云南分别在第 5、第 6 的位置外,其余二省均明显处于排位末端,说明尽管有相对丰富的自然资源、政策倾斜(如西部大开发战略,成渝地区双城经济圈)支持,长江经济带上游省份在协同创

新方面,仍然有巨大的提升潜力。

表 2 长江经济带各省份协同创新能力接近度及排名

省份	接近度	排序	地区
安徽	0.0984	9	1
贵州	0.0930	11	3
湖北	0.1010	8	2
湖南	0.1091	4	2
江苏	0.1100	3	1
江西	0.0958	10	2
上海	0.1252	1	1
四川	0.1087	5	3
云南	0.1078	6	3
浙江	0.1111	2	1
重庆	0.1016	7	3

注:地区一栏中,1 表示东部地区,2 表示中部地区,3 表示西部地区。其中,安徽在地理划分上虽然属于中部省份,但考虑到其融入长三角城市群发展的实际,笔者在分析时将其将划分到东部长三角城市群对比之中。

在对长江经济带沿线 11 省(市)协同创新能力整体上进行评价的基础上,进一步从协同创新要素投入、协同创新部门合作和协同创新产出方面具体剖析影响长江经济带沿线省(市)协同创新产出的情况,分析结果参见表 3。

表 3 长江经济带各省份分维度协同创新能力接近度及排名

省份	协同创新要素投入接近度	排序	协同创新部门合作接近度	排序	协同创新产出接近度	排序
安徽	0.2352	5	0.1819	8	0.1611	9
贵州	0.1768	11	0.1585	10	0.1521	10
湖北	0.2248	6	0.1562	11	0.1650	8
湖南	0.1913	9	0.1980	5	0.1684	6
江苏	0.2861	1	0.2771	1	0.1794	3
江西	0.2170	7	0.1905	7	0.1507	11
上海	0.2617	2	0.1991	4	0.2035	1
四川	0.2431	3	0.2004	3	0.1777	4
云南	0.2147	8	0.1948	6	0.1766	5
浙江	0.2360	4	0.2080	2	0.1807	2
重庆	0.1835	10	0.1599	9	0.1656	7

协同创新要素投入方面,江苏的接近度为 0.2861,上海的接近度为 0.2617,浙江的接近度为 0.2360,安徽的接近度为 0.2352,说明在长江经济带 11 省(市)的排位中,长三角城市群的省市处于靠前位置。可能的原因在于,长三角城市群是长江经济带以及沿海地区的一个经济增长极,极化效应的存在,使得长三角城市群吸聚周围地区的创新资源,提高了创新资源要素的供给,最终提升了区域协同

创新能力。中部地区湖北的接近度为 0.2248,湖南的接近度为 0.1913,江西的接近度为 0.2170,其排名与所处的地理位置相似,处于中等位置。值得注意的是,相较于区域协同创新能力,湖南在协同创新要素投入方面,排名下降,可能是由于湖南是中国人口流出大省,制约了创新资源的集聚,降低了湖南的创新要素投入接近度。西部地区中,四川接近度为 0.2431,排位靠前,而云南、重庆和贵州的接近度分

别为 0.2147、0.1835 和 0.1768,排位比较靠后。

协同创新部门合作方面,东部长三角城(市)群各省份除安徽外,接近度高于长江经济带的中部地区和西部地区省(市)。笔者认为,可以用来解释的原因如下:第一,长三角城市群是我国经济版图中最发达的地区之一,创新主体之间研发资源丰富,对于重大攻关的研究项目,迫切 need 加强区域协同创新主体间的合作,提升长三角区域协同创新部门之间的合作;第二,长三角城市群以双一流建设高校为代表的高等院校众多,知识密集度远高于其他地区,协同创新主体合作成本低,产生知识集聚的溢出效应,提升了区域协同合作绩效;第三,长三角城市群区域间经济联系紧密,市场化程度高,在一定程度上缓解了协同创新信息沟通不畅的问题,这为区域协同创新合作提供了有利的信息传递机制。

协同创新产出方面,上海的接近度为 0.2035,浙江的接近度为 0.1807,江苏的接近度为 0.1794,在排序上分别占据前三位。可以看出,在苏浙沪中,

上海的接近度高于其它两省。同时,关于综合协同创新要素投入和协同创新部门合作的接近度,我们做出如下预判,上海作为长江经济带的经济中心,有能力成为引领长江经济带协同创新能力提升的增长极。长江经济带中西部省份中,除四川和云南外排位靠前,接近度分别为 0.1777 和 0.1766 外,其余省份接近度普遍较低,说明这些地区亟待通过多种途径改善区域协同创新产出水平,提升协同创新产出效率。

上述对长江经济带沿线各省(市)整体区域协同创新能力进行了分析,同时依据构建的模型,从协同创新要素投入、协同创新部门合作和协同创新产出方面具体剖析影响长江经济带沿线省(市)协同创新能力的因素,本部分从动态的角度研究长江经济带沿线各省(市)协同创新能力的时空演化,分析结果参见表 4。依据此结果,笔者认为长江经济带沿线各省(市)的协同创新能力都是呈现上升的趋势,其原因如下。

表 4 长江经济带各省份协同创新能力动态特征

	安徽	贵州	湖北	湖南	江苏	江西	上海	四川	云南	浙江	重庆
2009 年	0.162	0.1655	0.1556	0.1657	0.1585	0.1772	0.1601	0.1576	0.1666	0.1579	0.1627
排序	6	4	11	3	8	1	7	10	2	9	5
2010 年	0.167	0.1643	0.153	0.1634	0.157	0.1543	0.1589	0.1523	0.1629	0.1628	0.1434
排序	2	3	9	4	7	8	6	10	5	1	11
2011 年	0.1566	0.1586	0.1551	0.165	0.1585	0.1585	0.1582	0.1574	0.1685	0.1585	0.1581
排序	10	3	11	2	5	6	7	9	1	4	8
2012 年	0.1557	0.1572	0.1548	0.1743	0.1587	0.158	0.1601	0.1579	0.1631	0.159	0.1552
排序	9	8	11	1	5	6	3	7	2	4	10
2013 年	0.1562	0.1578	0.1565	0.1779	0.1581	0.1803	0.1604	0.1577	0.167	0.1592	0.1558
排序	10	7	9	2	6	1	4	8	3	5	11
2014 年	0.1565	0.1584	0.1561	0.1845	0.1578	0.158	0.162	0.1578	0.1653	0.1582	0.1553
排序	9	4	10	1	7	6	3	8	2	5	11
2015 年	0.1573	0.158	0.1569	0.1999	0.1579	0.1589	0.161	0.1584	0.1688	0.1583	0.1567
排序	9	7	10	1	8	4	3	5	2	6	11
2016 年	0.1571	0.1563	0.1563	0.174	0.1581	0.1607	0.1614	0.1587	0.1703	0.1587	0.1572
排序	9	11	10	1	7	4	3	6	2	5	8
2017 年	0.1573	0.1572	0.1565	0.1749	0.1577	0.1599	0.1613	0.1587	0.1683	0.1591	0.1567
排序	8	9	11	1	7	4	3	6	2	5	10
2018 年	0.1578	0.1598	0.1563	0.1673	0.1586	0.1587	0.1604	0.1593	0.1708	0.1607	0.1576
排序	9	5	11	2	8	7	4	6	1	3	10

第一,在创新要素集聚上,长江经济带各地区加大了协同创新要素投入,促使其创新要素种类多元化,创新要素总量有显著提升。第二,受政策供给的影响,长江经济带沿线各地区在加强协同创新、提升经济发展效率、提升环境保护水平等方面的合作势

必进一步加强。第三,随着城市化的不断推移,城市空间结构发生巨大变化,以长三角城市群、长江中游城市群和成渝双城经济圈为代表的城市群发挥的扩散效应显著,带动了长江经济带沿线各地区整体协同创新能力的提升。

四、结论与建议

整体上,长江经济带协同创新能力呈现出长江下游最高,中游次之,上游较低的特点,长三角城市群中除安徽省以外,整体上协同创新能力较高,具有引领长江经济带提升协同创新能力的潜能。分维度看,长江经济带沿线各省份创新能力的提升主要受协同创新要素投入、协同创新部门合作、协同创新产出的影响,长江经济带中西部地区在协同创新的要素投入和协同创新部门之间的协作仍需加强。动态视角看,长江经济带各地区在提升协同创新能力上均呈现上升的趋势,其中中部的部分地区上升显著。

为进一步提升长江经济带协同创新能力,依据研究所得的结果,提出以下建议。

(一)加强长江经济带各区域创新要素投入,促使沿线各地区提升协同创新产出水平

首先,鼓励政府加大对长江经济带科技创新的资金投入,发挥其资助与引导功效,保障协同创新主体具有充足的资本要素。其次,加强政策供给,通过长江经济带、长三角城市群、长江中游城市群、成渝地区双城经济圈以及“一带一路”建设等途径,从整体和局部全方位、多方式协调配置长江经济带沿线各地区的创新要素,提升创新产出,为经济高质量发展保驾护航。

(二)强化长江经济带区域协同创新平台建设,优化区域协同创新的制度环境

首先,应搭建区域协同创新对接联动机制,可以通过市场化方式,促进协同要素在不同区域流动的通达性。例如,制定区域协同创新人才互认标准,实现对高层次人才、高端技能型人才的评定及荣誉互认,解决人才要素跨区域流动障碍,减少迁徙成本。其次,应完善金融中介体系对长江经济带各区域提升协同创新能力的支持力度,优化金融机构的协同创新资源配置功能,使科技信贷资金流向最具效率的企业和研发投资项目中,提升长江经济带区域协同创新能力。

(三)建立多维度科技创新评价的体制机制,提升协同创新成果向实际生产力转化

首先,应根据学科领域、行业特征等,依据分类、分层的原则,建立差异化的协同创新多元评价体系。其次,应推动沿线各区域构建优势互补的创新创业协作服务体系,形成以产学研一体化为基础的区域协同创新生态。例如,通过科技创新超市等途径,助力区域协同创新成果转移。最后,应构建长江经济带区域现代产业体系,促进科技创新成果转化。例如,构建以电子信息产业集群、先进制造业集群、医药生物集群等产业为主导的现代产业体系,注重科技创新与产业的耦合度,促进协同创新技术快速转化为企业现实生产力等。

参考文献:

- [1]杨林,柳洲.国内协同创新研究述评[J].科学学与科学技术管理,2015(4).
- [2]李美娟,魏寅坤,徐林明.基于灰靶理论的区域协同创新能力动态评价与分析[J].科学学与科学技术管理,2017(8).
- [3]李林,刘志华,王雨婧.区域科技协同创新绩效评价[J].系统管理学报,2015(4).
- [4]付荣华,赵文德.战略性新兴产业集群协同创新能力评价研究[J].经济研究导刊,2020(11).
- [5]Wang C, Hu Q. Knowledge sharing in supply chain networks: Effects of collaborative innovation activities and capability on innovation performance[J]. Technovation, 2017.
- [6]Fan F, Lian H, Wang S. Can regional collaborative innovation improve innovation efficiency? An empirical study of Chinese cities [J]. Growth and Change, 2019.
- [7]Chi M, Wang W, Lu X, et al. Antecedents and outcomes of collaborative innovation capabilities on the platform collaboration environment[J]. International Journal of Information Management, 2018.
- [8]吴传清,李姝凡.长江经济带工业同构性研究[J].长江大学学报(社会科学版),2019(6).
- [9]黄庆华,时培豪,胡江峰.产业集聚与经济高质量发展:长江经济带 107 个地级市例证[J].改革,2020(1).
- [10]黄庆华,时培豪,刘晗.区域经济高质量发展测度研究:重庆例证[J].重庆社会科学,2019(9).

责任编辑 吴爱军 E-mail:Wajun800@126.com