

黄河流域区域协同创新能力评价研究

赵娜, 王雨君, 李汇简, 檀壮

(青岛市科学技术信息研究院, 山东 青岛 266003)

摘要: 区域协同创新是推动黄河流域生态保护和高质量发展的重要途径。在协同论等理论基础上,利用功效系数法,创新性采用区域间协同数据,从创新资源、协同合作、创新成果3个维度构建指标体系,评价黄河流域9省区区域协同创新能力。结果显示,黄河流域区域协同创新能力差异明显,整体呈现“东强西弱”的格局,各省区之间未形成良好的协同创新联动。建议优化创新资源配置、深化打造黄河流域科创大走廊、建立和完善体制机制保障。

关键词: 黄河流域; 区域协同创新; 协同论

中图分类号: F124.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1671-1807(2024)11-0074-06

2019年9月,黄河流域生态保护和高质量发展上升为重大国家战略。2021年10月中共中央、国务院印发《黄河流域生态保护和高质量发展规划纲要》,明确提出“加强协同创新”。协同创新对推进黄河流域生态保护和高质量发展具有重要支撑作用。因此,以黄河流域9省区为研究对象,以推动黄河流域生态保护和高质量发展为目标,对黄河流域9省区区域协同创新能力进行评价,研究9省区协同创新现状、存在的问题,并提出推进黄河流域区域协同创新的建议,对于黄河流域生态保护和高质量发展具有十分重要的理论价值和实践意义。

1 文献综述

当前,关于区域协同创新方面的研究主要集中在两方面:一是关于国家重大战略区域的协同创新研究;二是关于区域协同创新形成机理、运行机制及绩效评价等方面的研究。

在国家重大战略区域的协同创新研究方面。鲁继通^[1]和孙丽文等^[2]基于复合系统协同度模型对京津冀区域协同创新能力进行测度和评价;尹喆和周密^[3]以区域协同创新发展的理论逻辑为指导,研究京津冀区域协同创新发展的主要问题,并提出京津冀协同创新发展的路径;黄向荣和谢如鹤^[4]采用“主成分-相关系数法”进行协同创新测度,分析长江经济带协同创新情况并提出相关建议;通过梳理区

域创新系统理论,叶林和宋星洲^[5]从制度协同创新、主体协同创新、要素协同创新以及网络协同创新等方面厘清大湾区发展中面临的困境,形成推进大湾区协同创新的理论与实践建议;刘乃全和杨晓章^[6]采用长三角地区之间论文和专利合作的数据,分析长三角地区间科技协同创新时空演变特征;殷俊等^[7]基于复合系统协同度模型测算2017—2021年长三角区域创新协同度,提出提升长三角区域协同创新能力的建议;鄢波等^[8]分析珠三角区域科技协同创新投入与产出现状,从区域科技资源共享、重大项目联合攻关、产业集群协同创新、增强科技中介合力等方面提出提升珠三角区域科技协同创新绩效的政策建议;郝宪印和王韧^[9]在生态约束视角下研究黄河流域城市群产业协同创新路径。

在区域协同创新形成机理、运行机制及绩效评价等研究方面,高丽娜等^[10]研究指出,区域协同创新的形成,首要的推动力是创新主体的流动,其次是创新成果市场交易与知识流动;齐邵平和张婧^[11]认为区域协同创新需要体制机制改革,打破创新主体、要素和创新资源之间的壁垒,建立具有正向聚变效应的动力机制;在灰靶理论基础上,李美娟等^[12]构建区域协同创新能力评价指标体系,对2009—2013年中国省域协同创新能力进行整体和分项评价与比较分析。

收稿日期: 2024-02-05

基金项目: 青岛市科技创新战略研究计划(23-2-7-zlyj-7-zhc)

作者简介: 赵娜(1990—),女,山东潍坊人,硕士,研究实习员,研究方向为区域产业发展与政策、科技战略;王雨君(1982—),男,山东滨州人,硕士,院长,研究方向为科技战略;李汇简(1978—),女,山东日照人,硕士,副研究员,研究方向为区域产业发展与政策、科技战略;檀壮(1981—),男,山东济宁人,硕士,助理研究员,研究方向为科技战略、专利信息分析。

综上所述,相关学者对于区域协同创新的研究无论是机理分析还是实证研究都取得了一定成果,为本研究提供了良好的借鉴和参考。但可以发现,当前大多还是基于理论机制的分析,实证研究也多是利用协同度或相关系数等方法测量协同情况,鲜有采用区域之间协同数据进行分析,且相较于长三角、京津冀等战略区域,对黄河流域区域协同创新的研究较少。基于此,本文基于协同论等理论基础,创新性采用区域间协同数据,构建指标体系研究黄河流域区域协同创新情况,针对存在的问题提出相应的对策建议,以提升黄河流域区域协同创新水平,支撑黄河流域生态保护和高质量发展。

2 理论基础

Cooke 等^[13]提出区域创新系统理论,认为区域创新系统主要是由在地理上相互分工和关联的企业、研究机构 and 高等院校等创新主体形成的区域性组织体系,该体系能促进知识扩散和创新的不断产生。Haken^[14]提出协同论,主要研究由很多子系统组成的复杂系统。该理论认为,各子系统虽然千差万别,但在整个复杂系统中,各子系统之间存在着相互影响、相互合作的关系,使复杂系统从无序发展转向有序发展,最终形成具有自组织性的稳定结构,从而产生“ $1+1>2$ ”的协同效应。协同效应不仅有利于各子系统自身效应的发挥,更加强了系统整体的总体效应,推动该系统向着更为有序的系统发展。

本文在区域创新系统理论和协同论的基础上,结合实际将黄河流域区域协同创新定义为:以黄河国家战略为导向,以提高区域协同创新水平为目标,通过创新资源交流共享和创新主体协同合作,实现区域创新系统向更有序形态发展,整体创新能力提升。黄河流域区域协同创新的作用机理如图1所示。黄河流域9省区在创新资源基础上,如人才、资本等,通过区域间创新资源的流动和共享及产、学、研等不同创新主体联合创新,产出科技成果,实现创新互利互惠、区域创新能力的整体提升。

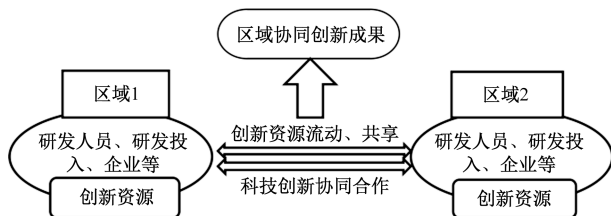


图1 区域协同创新作用机理

3 黄河流域区域协同创新指标体系构建与测度

3.1 指标构建与指标选取

依据黄河流域区域协同创新的定义及作用机理,黄河流域区域协同创新主要涉及3个方面:创新资源、协同合作和创新成果。因此,构建包括创新资源、协同合作、创新成果3个一级指标的指标体系(表1)。

创新资源指各区域自身拥有的包括人才、资金、企业等多方面的创新要素资源,是区域协同创新的基础。根据 Griliches-Jaffe 知识生产函数^[15],创新产出受人力资源、研发投入等资源投入的影响。Schumpeter^[16]的创新理论将创新定义为建立一种新的生产函数,主要依赖企业家对生产要素进行新的组合。基于上述经济理论,选取本科及以上学历人员数量、R&D经费投入强度、高新技术企业数量反映创新资源。

协同合作指不同区域之间创新资源的流动共享及创新主体之间创新合作,是区域协同创新的主要路径。上市高新技术企业作为市场上最活跃的创新主体,其异地活动有利于带动资本、人才、技术和知识等创新要素的交流共享以及科技合作。故选取上市高新技术企业异地投资企业数量和招投标数量反映协同合作。上市高新技术企业异地投资企业数量和招投标数量指黄河流域中某省区上市高新技术企业在黄河流域其他省区投资企业的数量和招投标的数量。除此之外,选取科技论文协同合作单位数量、发明专利协同合作单位数量反映协同合作。

创新成果是区域协同创新成效的重要体现。知识和技术成果是协同创新成效最直接的体现,其中,论文作为学术研究成果的主要载体,是衡量科技创新的重要指标;专利数量是科技创新能力的重

表1 黄河流域区域协同创新评价指标体系

一级指标	二级指标	单位
创新资源	本科及以上学历人员数量	人
	研究与试验发展(R&D)经费投入强度	%
	高新技术企业数量	个
协同合作	上市高新技术企业异地投资企业数量	个
	上市高新技术企业异地招投标数量	个
	科技论文协同合作单位数量	个
	发明专利协同合作单位数量	个
	国家科学技术奖共同获奖数	项
创新成果	科技论文合作发表数量	篇
	合作发明专利授权数量	项

要标志,体现区域科技竞争力;国家科学技术奖是国家设立的最高科学技术奖项,是衡量科技创新水平和科技成果产出质量的重要指标之一。因此,选取合作发明专利授权数量、科技论文合作发表数量、国家科学技术奖共同获奖数量 3 个指标反映创新成果。

3.2 数据来源和测度方法

选取 2022 年黄河流域 9 省区的数据,鉴于数据的可得性,上市高企异地投资、异地招投标数据采用截至 2022 年 9 月的数据,国家科学技术奖共同获奖数采用 2020 年数据。其中,本科及以上学历人员数量、R&D 经费投入强度、高新技术企业数量来源于《中国统计年鉴》《中国科技统计年鉴》《中国火炬统计年鉴》以及国家及各省份统计公报,国家科学技术奖共同获奖数来源国家科学技术奖励工作办公室官网,其余指标数据来源万链数据。

采用功效系数法测度黄河流域区域协同创新能力。功效系数法根据多目标规划的原理,将多种参数指标一并考虑进行综合评价,每个评价指标设置上限值(满意值)和下限值(不允许值),再通过各指标权重加权,得出各项分数,最后通过加权平均的方式汇总各项分数,形成综合得分^[17]。按照功效系数法的一般原理,其模型为

$$d_{ij} = \frac{z_{ij} - z_s}{z_h - z_s} b + a, i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m \quad (1)$$

$$D_i = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m d_{ij} \quad (2)$$

式中: d_{ij} 为第 i 个地区的第 j 个指标的得分; z_{ij} 为第 i 个地区的第 j 个指标; z_s 为评价指标的不允许值; z_h 为评价指标的满意值; D_i 为第 i 个地区的综合得分; n 为省区的个数; m 为指标的个数;为使评价指标得分不出现零值或负值,设置 b 和 a 分别为调整分和基础分。借鉴陈婧和姚伟^[18]的测算方法,取评价指标中的最大值和最小值分别为满意值和不允许值,调整分和基础分分别取 40 和 60。

4 黄河流域区域协同创新指标评价分析

黄河流域 9 省区协同创新能力综合排名及创新资源、协同合作和创新成果 3 个一级指标排名见表 2。

4.1 总体评价:黄河流域区域协同创新能力差异明显,整体呈现“东强西弱”的格局

从总得分来看,山东、陕西和四川总得分分别为 95.317、87.397 和 85.177,位列黄河流域 9 省区

表 2 2022 年黄河流域 9 省区协同创新能力评价结果

省区	协同创新整体水平		创新资源		协同合作		创新成果	
	总得分	排名	得分	排名	得分	排名	得分	排名
山东	95.317	1	100.000	1	100.000	1	85.955	3
河南	83.860	4	82.955	4	82.854	2	85.774	4
陕西	87.397	2	85.397	3	76.793	4	100.000	1
山西	70.427	6	68.609	5	66.199	5	76.470	6
内蒙古	64.633	7	64.420	8	63.963	7	65.522	7
宁夏	63.650	8	66.273	7	60.237	9	64.444	8
甘肃	70.767	5	66.742	6	65.329	6	80.226	5
四川	85.177	3	90.300	2	78.691	3	86.538	2
青海	60.717	9	59.980	9	61.330	8	60.842	9

前 3 位,表明这 3 个省在协同创新方面表现突出,区域协同创新能力较强。青海、宁夏和内蒙古总得分较低,均低于 65 分,区域协同创新能力有待进一步提升。

4.2 创新资源:山东、四川和陕西为黄河流域创新资源集聚高地

表 2 显示,山东、四川和陕西创新资源得分位居黄河流域 9 省区前 3 名,3 省在创新资源方面具有较强的集聚能力,为区域协同创新提供了有力的支撑。具体而言,山东科技创新资源在黄河流域 9 省区中占绝对优势,R&D 投入强度、高新技术企业数、本科及以上学历人员数均位列 9 省区第 1 位,远高于其他省区,主要得益于近年来,山东加快实施创新驱动战略,优化营商环境,加快引育创新人才、培育创新型企业,促进了创新资源在山东的集聚发展。青海、宁夏等地区创新资源相对较少,主要是由于地理和社会环境等方面的因素,大量的创新资源流向东部地区。

4.3 协同合作:山东、河南、四川和陕西在协同创新中发挥着辐射引领作用

表 2 显示,山东、河南、四川和陕西协同合作得分均高于 75 分,位居黄河流域 9 省区前 4 位,协同创新活跃,形成了下游、中游、上游 3 个区域协同创新的核心区。

就黄河流域 9 省区上市高企异地投资和招投标而言,基于社会网络分析法,利用 Ucinet 软件和 Netdraw 工具绘制网络图(图 2)分析,方块的大小与一省区的上市高企异地投资企业数量和招投标数量成正比例,连线的粗细与两省区间上市高企异地投资企业数量和招投标数量成正比例。从图 2 可以看出,上市高企异地投资参与度较高的省区有山东、四川和河南,这 3 个省的高新技术企业比较多,从而异地投资较为活跃,且山东和四川之间相互进

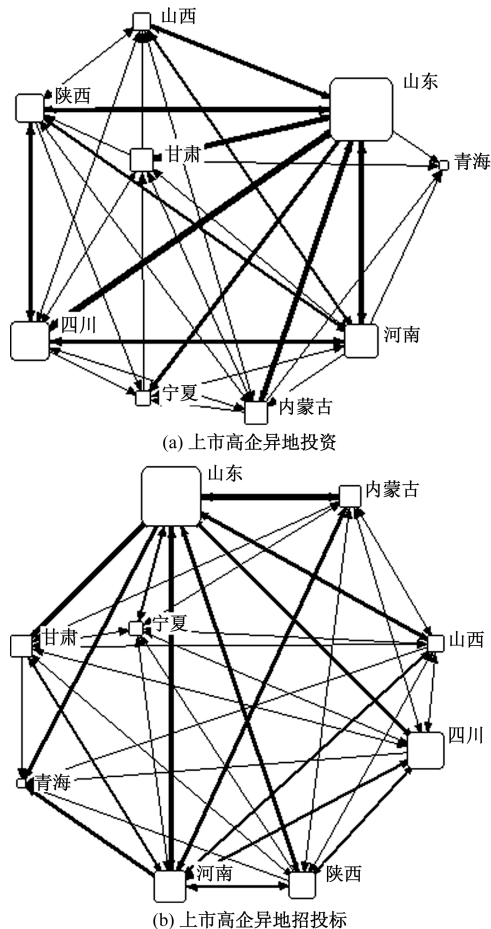


图2 截至2022年9月黄河流域9省区上市高企异地投资和招投标网络图

行投资较多,这说明山东和四川丰富的创新资源和优越的创新环境,为两地协同创新提供了良好的条件。上市高企异地招投标中,山东和河南是核心节点,且这两个省之间的合作最为密切,其次是山东与内蒙古、山东与甘肃。上市高企的异地活动有效带动了资本、人才和技术等创新要素的流动共享,推进协同创新。

就科技论文和发明专利协同合作单位数量来看,如图3、图4所示,山东、河南、四川和陕西参与合作的机构数量最多,合计参与合作的机构数量分别占黄河流域9省区参与合作机构数量总量的70%和77%,其中,仅山东参与协同合作的机构数量便均超总量的20%,为黄河流域协同创新提供了庞大的创新主体基础。相较而言,宁夏、青海和内蒙古等省区参与协同创新的微观主体较少。

4.4 创新成果:陕西、四川和山东协同创新成效显著

表2创新成果的评价得分显示,陕西、四川和山东的协同创新成果尤为突出,为整个流域的创新和

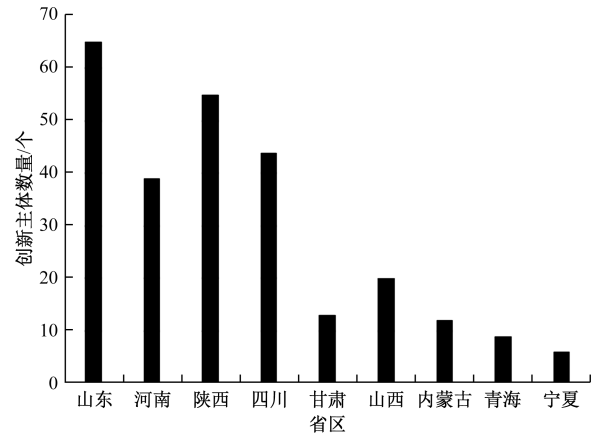


图3 2022年黄河流域9省区参与发明专利合作的创新主体数量

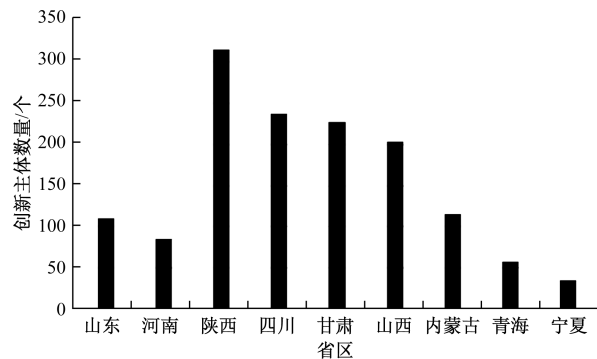


图4 2022年黄河流域9省区参与科技论文合作的创新主体数量

高质量发展作出了重要贡献。其中,陕西协同创新成果最为显著,无论是国家科学技术奖共同获奖,还是合作发表科技论文和合作发明专利数量均位居黄河流域之首。山东虽然创新成果评价得分位居第3,但是相较于其在创新资源和协同行为的优秀表现,协同成果略显逊色,相对存在投入多、产出少、协同创新效率不够高的问题。青海、宁夏和内蒙古协同创新成果得分位于黄河流域9省区后3位,与其创新资源和协同行为的得分相匹配,这说明协同创新成果是建立在一定的创新资源基础和协同行为保障之上的。

在合作科技论文和发明专利方面,同样基于社会网络分析法,绘制网络图(图5)分析,方块的大小与一省区的科技论文合作数量和发明专利合作数量成正比例,连线的粗细与两省区间科技论文合作数量和发明专利合作数量成正比例。图5显示,陕西、河南和四川是合作发表科技论文的主力军,陕西、山东和四川是合作发明专利的骨干力量。但就省区之间的合作关系而言,合作的科技

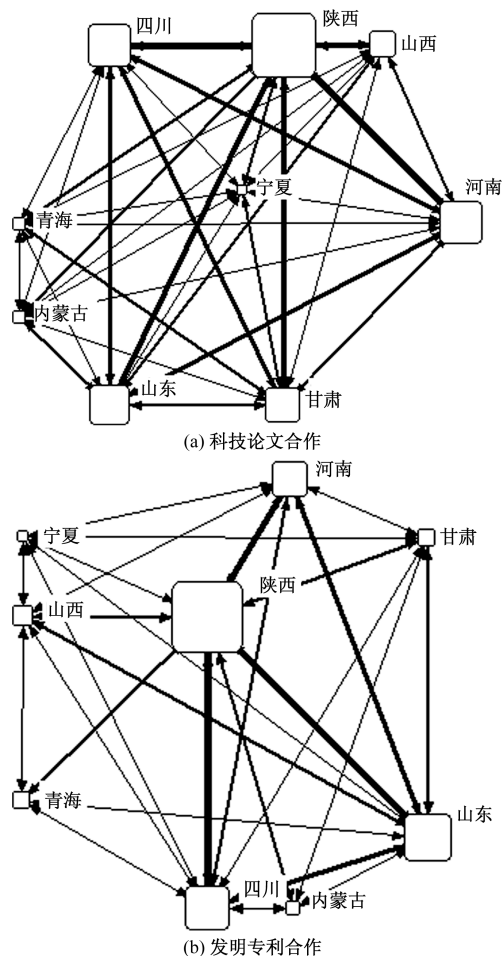


图5 2022年黄河流域9省区科技论文和发明专利合作网络图

论文和发明专利主要发生在山东、陕西、四川和河南等省区之间,与其他省区之间的合作成果较少,这说明山东、陕西、四川和河南等省区,未能充分发挥其协同创新资源丰富、协同创新活跃的优势,对黄河流域整体的协同创新未充分发挥出强大的辐射带动作用。

5 黄河流域区域协同创新存在的问题及对策建议

在黄河重大国家战略指引下,黄河流域区域协同创新取得一定成效。但研究分析显示,区域协同创新仍存在问题。一是区域协同创新能力差距较大,整体呈现“东强西弱”的格局。山东、陕西、四川和河南的区域协同创新整体得分显著高于青海、宁夏和内蒙古等省区,省区之间协同创新能力差距过大。二是各省区之间协同创新联动有待进一步加强。当前,9省区更多的是“强强联动”,山东、河南、四川、陕西之间协同创新互动较多,而与其他省区创新协同较少,未对周边省区发挥出辐射带动作用

用。三是协同创新贡献度与创新资源、协同创新行为不匹配。以协同创新成果占本省区所有创新成果的比重衡量协同创新贡献度,尽管山东、河南、陕西和四川创新资源集聚、协同创新活跃、协同创新成果丰富,但其区域协同创新贡献度低于青海、宁夏等省区。为更好推进黄河流域区域协同创新,提出以下建议。

5.1 优化创新资源配置,做大做强协同创新基础

一是依托山东半岛城市群、中原城市群、关中平原城市群、黄河“几”字湾都市圈和兰州-西宁城市群,沿黄河流域布局建设一批重点实验室、技术创新中心等高端创新平台和大科学装置等重大科技基础设施。二是探讨建设科技创新资源共享平台,将优质创新资源,如专家学者、大型仪器设备等上报录入资源共享平台系统,通过该平台实现人才、大型仪器设备等创新资源的共享。三是青海、宁夏等加强创新资源的集聚能力,聚焦优势领域,出台相关政策措施,强化人才、资金等投入力度,吸引优质创新资源集聚,改善与中下游省区“资源极差”现状,提升协同创新支撑能力。山东、河南等保持创新资源持续增长情况下出台相应政策鼓励和引导人才、资金、项目等流向创新资源稀缺的省区。

5.2 强化区域之间的创新联动,深化打造黄河流域科创大走廊

一是针对黄河流域农牧业、能源化工和生态保护等重点领域,支持沿黄9省高校、科研院所和企业打造相关科创联盟,协同开展课题研究、技术攻关。充分发挥黄河流域科创联盟的纽带作用,引导沿黄9省区联合高能级协同创新平台,定期举办高端学术论坛,交流相关领域最新研究成果和人才培养、产业培育等方面经验。二是提高甘肃兰白经济区、宁夏银川-石嘴山、晋陕豫黄河金三角承接产业转移的能力,探索建设园区“飞地”、异地孵化等,引导山东、四川和陕西等省企业进行投资和产业项目落地,促进产业创新联动。三是积极引导山东、陕西、河南和四川的各类创新主体与青海、宁夏、甘肃等省区加强合作,充分发挥辐射带动作用,提高区域协同创新贡献度。

5.3 建立和完善制度体系和组织机构,为黄河流域区域协同创新提供强有力的体制机制保障

一是设立统筹协调的组织机构,可探索建立黄河流域协同创新领导小组,加强黄河流域区域协同创新的统筹布局规划,解决协同创新过程中的各种问题,降低跨区域协同创新带来的各种成本。二是

建立和完善相应的区域创新制度体系,如联合技术攻关的知识产权确权、联合成果转化利益分配等,建立共同参与、利益共享、风险共担的协同创新机制;探讨构建统一的科技创新政策体系,实现政策一致与相互衔接,避免冲突。

参考文献

- [1] 鲁继通. 京津冀区域协同创新能力测度与评价: 基于复合系统协同度模型[J]. 科技管理研究, 2015(24): 165-176.
- [2] 孙丽文, 张蝶, 李少帅. 京津冀协同创新能力测度及评价[J]. 经济与管理, 2018, 32(3): 12-16.
- [3] 尹喆, 周密. 京津冀区域协同创新发展的路径研究[J]. 现代管理科学, 2016(5): 70-72.
- [4] 黄向荣, 谢如鹤. 长江经济带科技资源集聚与区域协同创新研究[J]. 科学管理研究, 2016, 34(4): 53-56.
- [5] 叶林, 宋星洲. 粤港澳大湾区区域协同创新系统: 基于规划纲要的视角[J]. 行政论坛, 2019(3): 87-94.
- [6] 刘乃全, 杨晓章. 长三角区域科技协同创新发展研究: 基于区域间论文和专利合作[J]. 华中师范大学学报(自然科学版), 2021, 55(5): 767-779.
- [7] 殷俊, 毛健, 吴金芝. 长三角区域协同创新水平提升路径研究[J]. 中国科技产业, 2023(7): 50-52.
- [8] 鄢波, 杜军, 潘虹. 珠三角区域科技协同创新的现状、问题及对策[J]. 科技管理研究, 2019(1): 87-96.
- [9] 郝宪印, 王韧. 生态约束下黄河流域城市群产业协同创新的路径研究[J]. 理论学刊, 2023(1): 108-116.
- [10] 高丽娜, 蒋伏心, 熊季霞. 区域协同创新的形成机理及空间特性[J]. 工业技术经济, 2014(3): 25-32.
- [11] 齐邵平, 张婧. 区域协同创新动力机制研究[J]. 求索, 2013(2): 230-232.
- [12] 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, 38(8): 122-132.
- [13] COOKE P, HEIDENREICH M, BRAZYK H J. Regional innovation systems: the role of governance in a globalised world[M]. London: Routledge, 2004.
- [14] HAKEN H. Introduction to synergetics[M]. Berlin: Springer-Verlag, 1987.
- [15] GRILICHES Z. R&D and productivity: the econometric evidence[M]. Chicago: University of Chicago Press, 1998.
- [16] SCHUMPETER T A. The theory of economic development: an inquiry into profits, capital, credit, interest, and the business cycle[M]. Boston: Harvard University Press, 1912.
- [17] 张琳, 果春山, 王春阳, 等. 基于功效系数法的山东省国家高新区创新能力评价[J]. 科学与管理, 2022, 42(6): 85-92.
- [18] 陈婧, 姚伟. 南京市高新技术企业技术领域发展能力测算研究[J]. 江苏科技信息, 2015(23): 4-6.

Evaluation of Regional Collaborative Innovation Ability in the Yellow River Basin

ZHAO Na, WANG Yujun, LI Huijian, TAN Zhuang

(Qingdao Institute of Scientific and Technological Information, Qingdao 266003, Shandong, China)

Abstract: Regional collaborative innovation is an important way to promote ecological protection and high-quality development in the Yellow River Basin. Based on synergy theory and other theories, inter-regional collaboration data is innovatively adopted by the method of efficacy coefficient, an index system is constructed from three dimensions of innovation resources, collaborative cooperation and innovation achievements, and evaluates the regional collaborative innovation ability of nine provinces in the Yellow River Basin. The results show that there are obvious differences in regional collaborative innovation ability in the Yellow River Basin, and the overall pattern is “strong in the east and weak in the west”, and there is no good collaborative innovation linkage among provinces and regions. It is suggested to optimize the allocation of innovation resources, deepen the construction of the Yellow River Basin science and technology innovation corridor, and establish and improve institutional support.

Keywords: Yellow River Basin; regional collaborative innovation; synergetic theory