

面向高质量发展的西部国家高新区 绿色创新能力提升路径

郑玉雯¹, 薛伟贤²

(1. 西安工程大学 管理学院, 西安 710048; 2. 西安理工大学 经济与管理学院, 西安 710048)

摘要:为破解西部国家高新区绿色创新增长不均衡、不充分突出的困境,基于考虑非期望产出的序列型网络RAM模型和引力模型,从绿色创新效率和绿色创新联系度两方面对39个西部国家高新区的绿色创新能力进行测评,结合新时期高质量发展导向下西部国家高新区的战略定位、功能和使命,研究提出促进西部国家高新区绿色创新能力提升的差异化路径。结果表明,成熟型国家高新区需着力打造成为全国绿色创新的先行先试示范区;成长型国家高新区以引领西部地区经济社会低碳转型为主要任务;发育型国家高新区应发挥自身独特优势、释放绿色创新潜能辐射带动邻近高新区;潜在型国家高新区则要敢于培育其独特的绿色创新文化,为成功对接绿色创新能力较强的国家高新区奠定基础。研究结论为西部国家高新区全面转向高质量绿色发展提供现实依据与政策参考。

关键词:西部国家高新区;绿色创新能力;高质量发展;提升路径

中图分类号: F124 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002—980X(2022)5—0001—11

一、引言

目前除西藏以外,我国西部地区包括重庆、四川、贵州、云南、广西、陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆及内蒙古等十一省、市和自治区的39个国家高新区已进入“三次创业”全面创新的新阶段,成为西部地区高质量发展的重要引擎(李金华,2019;刘会武等,2021a)。2020年7月《国务院关于促进国家高新技术产业开发区高质量发展的若干意见》中指出,要进一步将国家高新区建设成为创新驱动发展示范区和高质量发展先行区,营造高质量发展环境,标准和底线一定是绿色发展。高质量发展背景下,国家高新区被赋予以新的使命和新的定位,理应在绿色创新方面走在前列,绿色创新能力是国家高新区高质量发展的综合反映(吕岩威等,2020;袁晓玲等,2020;张路娜等,2021)。从全面提升高质量发展的要求来看,由于历史及体制等原因,西部国家高新区存在资源环境约束加大、绿色创新增长不均衡、不充分突出等问题,成为其全面转向高质量发展的桎梏(袁明和孙红军,2021;钱丽等,2021)。为此,探究差异化路径推进西部国家高新区绿色创新能力的整体提升,不仅有助于最大程度发挥绿色创新在西部国家高新区高质量发展中的引领作用,还助益于培育西部地区可持续高质量发展的增长极。

以高质量发展为导向的国家高新区绿色创新,不仅要以高质量发展的内涵为依据,还需立足于高新区的自身特点(刘会武等,2021b),目前主要形成三类观点:一是从单一角度出发,认为高新区高质量发展主要体现在全要素生产率的提高,技术创新是根本动力,绿色成为普遍形态(刘思明等,2019);二是从高质量发展的多维度出发,认为创新驱动与绿色发展耦合协调是高新区高质量发展的重要体现;三是基于“创新、协调、绿色、开放、共享”的新发展理念,高新区高质量发展体现为经济发展、生态环境和居民生活的协调发展,绿色创新是关键驱动力(任保平和李禹墨,2018)。总的来说,已有文献明确了绿色创新在高新区高质量发展中的驱动作用。本文的研究与以下两个方面文献密切相关:一是关于绿色创新能力的评价。已有文献多以绿色创新效率作为绿色创新能力的代理指标(余泳泽等,2021;齐昕和郭东杰,2021),这类文献主要从区域和产业层面展开,以非参数方法为主,多采用以处理多投入多产出变量见长的数据包络分析法及其各类扩展模型。如陆菊春和沈春怡(2019)基于创新价值链视角运用考虑非期望产出的网络RAM(range adjusted measure)模型

收稿日期: 2021-11-18

基金项目: 国家自然科学基金青年项目“双重价值链嵌入对我国纺织业企业污染减排的影响机制及减排路径研究”(72103160);国家社会科学基金“丝绸之路经济带生产网络与生态环境协同发展研究”(17BJL005)

作者简介: 郑玉雯,博士,西安工程大学管理学院讲师,研究方向:社会经济系统优化与管理,绿色创新管理;薛伟贤,博士,西安理工大学经济管理学院教授,博士研究生导师,研究方向:社会经济系统优化与管理,绿色发展战略。

分阶段测度了 11 个国家中心城市的绿色创新效率。辛龙等(2020)运用 Undesirable-slack-based model(SBM)模型测度了 2007—2017 年中国 30 省份的绿色创新效率,并探明绿色创新是绿色经济、高质量发展的“助推器”。邓玉萍等(2021)选用绿色发明专利申请数作为绿色创新能力的衡量指标,运用网络 SBM 模型对环境规制约束下的绿色创新能力进行测评,论证提出绿色创新能力是“创新补偿”效应的直接体现。此外,索罗余值核算(胡安军等,2018;肖仁桥等,2019)、指标评价(王彩明和李健,2019;肖黎明等,2020)、随机前沿生产函数(余泳泽和刘大勇,2014)等三类方法在文献中也较为多见。二是关于绿色创新能力的提升路径。已有文献多基于不同空间尺度运用探索性空间数据分析方法解析绿色创新效率的时空分异,采用变异系数、基尼系数、核密度估计等阐释其动态趋势以提出提升路径。如董会忠等(2021)采用探索性空间数据分析和空间杜宾模型探明粤港澳大湾区 2009—2019 年绿色创新效率的空间纹理及其演化路径。李健等(2021)运用 Super-SBM 模型测度了 2009—2018 年中国 30 省份高技术产业的绿色创新效率,借助 ArcGIS 软件对其分异特征及演进路径可视化呈现。

与以往研究相比,本文主要的边际贡献在于:第一,研究方法上,采用考虑非期望产出的序列型网络 RAM 模型测度国家高新区绿色创新效率,不仅有助于深入认识国家高新区绿色创新的过程本质,还助益于揭示绿色创新子阶段与整个过程的内部联系。第二,指标选取上,一方面,考虑到高质量发展导向下国家高新区绿色创新以实现科技价值、经济价值和社会价值的有机统一为目标,将反映国家高新区绿色创新社会价值的绿色发展和宜居包容度指标纳入期望产出中;另一方面,将工业碳排放量和“三废”污染物全部纳入测评指标,较为全面地测度西部国家高新区绿色创新效率,契合当前新发展阶段与我国碳达峰、碳中和目标背景。第三,提升路径分析上,从绿色创新效率和绿色创新联系度两方面对西部国家高新区绿色创新能力较为全面地评价并划分类别,据此提出差异化的提升路径,不仅克服了以往研究中忽略空间尺度对绿色创新影响的缺失,还有助于探明国家高新区绿色创新联系强度对其高质量发展的可持续带动力。

有鉴于此,基于创新价值链理论构建考虑非期望产出的序列型网络 RAM 模型测度西部国家高新区绿色创新效率,进而考虑绿色创新扩散联系强度的影响,从绿色创新效率和绿色创新联系度两方面全面评价西部国家高新区绿色创新综合能力并进行类型划分,最后结合新时期高质量发展导向下西部国家高新区的战略定位、功能和使命,提出适宜不同类型西部国家高新区绿色创新能力的提升路径。以期为破解西部国家高新区绿色创新增长不均衡、不充分突出的困境,全面转向高质量发展提供政策参考。

二、研究设计

(一)研究思路

首先基于创新价值链理论对国家高新区绿色创新过程进行阶段划分,并对 39 个西部国家高新区绿色创新过程整体及各子阶段的效率进行分析。创新价值链(innovation value chain,IVC)理论从生产过程视角出发,不仅描述了创新从要素投入到产品产出的多阶段价值形成过程,还对创新的价值形成过程进行了科学分解,该理论有机地融合了技术创新与价值链理论(Freeman,1987;Hansen 和 Birkinshaw,2007)。这一理论的逻辑思路与“围绕产业链部署创新链、围绕创新链布局产业链”的创新驱动发展战略较好地匹配,有助于深入理解国家高新区创新链、产业链与价值链的协同演进与价值生成过程,有力地支撑了对国家高新区绿色创新过程及阶段划分的研究。研究基于创新价值链理论,将国家高新区绿色创新过程划分为绿色知识创新和绿色创新成果转化两个关联阶段。绿色知识创新阶段是园区企业利用投入的绿色创新资源实现中间产出的过程,而绿色创新成果转化阶段则是园区企业在绿色知识创新基础上的价值实现过程,如图 1 所示。通过对国家高新区绿色创新阶段的划分,可以有效区分国家高新区绿色创新资源利用效率不高是因为绿色知识创新能力不足还是绿色创新成果转化能力有限造成的。

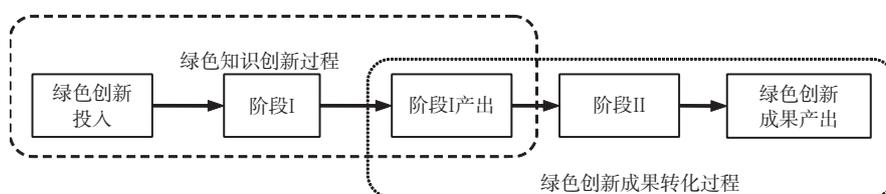


图 1 创新价值链视角下国家高新区两阶段绿色创新过程

接下来,基于波士顿矩阵思想构建西部国家高新区“绿色知识创新-绿色创新成果转化”效率矩阵(王海芸和刘杨,2020;余泳泽等,2021),解析西部国家高新区绿色创新效率的两阶段异质性与空间异质性特征,如图2所示。

针对以上效率组合,探明西部国家高新区绿色创新行为的四种模式:第一种模式在I象限,该模式下国家高新区绿色知识创新和绿色创新成果转化两阶段均有较好表现;第二种模式在II象限,较低的绿色知识创新效率易导致国家高新区在绿色创新产出阶段后劲不足;第三种模式在III象限,国家高新区绿色创新过程整体上处于“发育”阶段;第四种模式在IV象限,该模式下虽然国家高新区绿色创新成果转化阶段效率较低,但较高的绿色知识创新效率能够确保在其成果转化效率得到提高后,价值产出将得以显著提升。

值得指出的是,目前西部国家高新区整体上仍然存在绿色创新发展不均衡、不充分突出的困境,以高质量发展为导向推进西部国家高新区绿色创新,需着力探寻差异化的绿色创新能力提升路径,推动各国家高新区在发展中相互融合、相互渗透、相互带动,那么西部地区国家高新区绿色创新能力整体上便会提高很多。从理论上,增长并非同时出现在区域中的所有地方,而是以不同强度首先出现在一些增长点,然后通过不同的途径向外不断扩散(Perroux,1950)。基于增长极理论,单一国家高新区的绿色创新资源能否扩散并带动周边区域国家高新区绿色创新能力提升,是由绿色创新联系度决定的,绿色创新联系度是指绿色创新要素在不同区域之间流动的一种地理空间的联结关系,反映区域内主体之间的绿色创新联系与辐射程度两个方面,绿色创新联系强度越强,表明此国家高新区对其他国家高新区的绿色创新扩散效应越强(李琳和牛婷玉,2021;张治河等,2021)。为此,有必要将国家高新区绿色创新联系度考虑在内,从国家高新区绿色创新效率和绿色创新联系度两个方面全面考量西部国家高新区绿色创新综合能力并划分类型,针对性地提出适宜于不同类型国家高新区的绿色创新能力提升路径,如图3所示。

参考以往文献的做法,依据影响程度对绿色创新效率和绿色创新联系度分别赋予0.6和0.4的权重(Ding,2016;张治河等,2018),对西部国家高新区绿色创新综合效率和绿色创新联系度的得分经过标准化处理,各自乘以权重,求解加权平均值,获得西部国家高新区绿色创新能力的综合得分及其排名。借助ArcGIS10.2软件,运用自然断裂点分类法对西部国家高新区绿色创新综合能力得分由高至低进行四级分类,分别确定为成熟型、成长型、发育性和潜在型,据此提出适应不同类型国家高新区绿色创新能力的差异化提升路径。



图2 西部国家高新区“绿色知识创新-绿色创新成果转化”效率矩阵

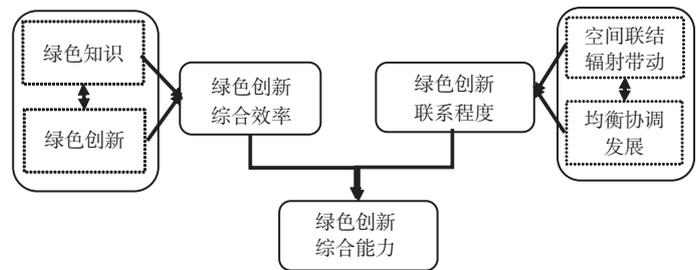


图3 国家高新区绿色创新综合能力提升机理

(二)研究方法

1. 序列型网络RAM模型

Aida et al(1999)研究提出网络RAM模型,该模型克服了传统DEA模型要求投入产出同比例变动的局限,基于投入产出相对于效率前沿投影的松弛程度表现效率,使效率的测算结果更加符合现实。基于两阶段生产过程的网络RAM模型又可以分为序列型和资源型两种(李焱等,2016;王兵和杜敏哲,2021)。其中,序列型两阶段模型的构建思路是将生产过程分解为前后相继的两个阶段,中间产品既是第一阶段的输出,也是第二阶段的输入,通过对受单个生产环节中间投入产出约束最小决策单元阶段子效率的测算,可以考察每个环节可能存在的对系统整体效率的影响,有利于深入认识国家高新区绿色创新过程的本质(Lewis,2004;黄

蕊和张肃,2019),模型具体表达为

$$\theta = 1 - \max_{k=1}^K \omega^k \left[\frac{1}{M_k + N_k + I_k} \left(\sum_{m=1}^{M_k} \frac{s_{mj}^{k-}}{R_m^{k-}} + \sum_{n=1}^{N_k} \frac{s_{nj}^{k+}}{R_n^{k+}} + \sum_{i=1}^{I_k} \frac{s_{ij}^{k-}}{R_i^{k-}} \right) \right],$$

$$\text{s.t.} \begin{cases} \sum_{k=1}^K \omega^k = 1, \omega^k \geq 0, \forall k \\ \sum_{j=1}^J x_{mj}^k \lambda_j^k + s_{mj}^{k-} = x_{mj}^k, s_{mj}^{k-} \geq 0, \forall m \\ \sum_{j=1}^J y_{nj}^k \lambda_j^k - s_{nj}^{k+} = y_{nj}^k, s_{nj}^{k+} \geq 0, \forall n \\ \sum_{j=1}^J b_{ij}^k \lambda_j^k + s_{ij}^{k-} = b_{ij}^k, s_{ij}^{k-} \geq 0, \forall i \\ z^{(k,h)} = \sum_{j=1}^J z_j^{(k,h)} \lambda_j^k, z^{(k,h)} = \sum_{j=1}^J z_j^{(k,h)} \lambda_j^k [\forall (k,h)] \\ \sum_{j=1}^J \lambda_j^k = 1 (\forall k), \lambda_j^k \geq 0 (\forall j, k) \\ R_m^{k-} = \max(x_{mj}) - \min(x_{mj}), R_n^{k+} = \max(y_{nj}) - \min(y_{nj}) \\ R_i^{k-} = \max(b_{ij}) - \min(b_{ij}) \end{cases} \quad (1)$$

其中: J 为国家高新区; K 为每个国家高新区的绿色创新阶段(划分的阶段数); M_k 种投入 $x_j^k = (x_1, x_2, \dots, x_{M_k}) \in R_{M_k}^+$; 生产出 N_k 种期望产出 $y_j^k = (y_1, y_2, \dots, y_{N_k}) \in R_{N_k}^+$ 和 I_k 种非期望产出 $b_j^k = (b_1, b_2, \dots, b_{I_k}) \in R_{I_k}^+$; j 为高新区; k 为国家高新区绿色创新所处第 k 阶段; M 为投入要素种类数; N 为期望产出种类数; I 为非期望产出种类数; θ 为高新区 J 在整个绿色创新过程中的效率值; λ 为模型取得最优解时每个最小决策单元达到最大相对效率的横截面观察值的权重; $Z^{(k,h)}$ 是第 k 个阶段的中间产出并作为第 h 阶段的中间投入的中间产品; s_{mj}^{k-} 、 s_{nj}^{k+} 、 s_{ij}^{k-} 分别是投入、期望产出和非期望产出的松弛变量,代表投入和产出的实际值和最优值之间的差距,松弛变量介于 0 和极差之间; ω^k 是第 k 阶段的权重,代表第 k 个阶段的相对重要性; $R_m^{k-} = \max(x_{mj}) - \min(x_{mj})$ 、 $R_n^{k+} = \max(y_{nj}) - \min(y_{nj})$ 、 $R_i^{k-} = \max(b_{ij}) - \min(b_{ij})$ 分别代表指标的值域。

阶段 k 的效率值为

$$\theta_k = 1 - \max \frac{1}{M_k + N_k + I_k} \left(\sum_{m=1}^{M_k} \frac{s_{mj}^{k-}}{R_m^{k-}} + \sum_{n=1}^{N_k} \frac{s_{nj}^{k+}}{R_n^{k+}} + \sum_{i=1}^{I_k} \frac{s_{ij}^{k-}}{R_i^{k-}} \right), \quad k = 1, 2, \dots, K \quad (2)$$

由式(1)和式(2)可计算得到国家高新区绿色创新综合效率及子阶段的效率值。

2. 绿色创新联系强度

经济动力学理论认为区域经济联系也存在着相互吸引的规律性,可以引力模型表征经济或创新联系度(蒋天颖等,2014;孙红军等,2020;吕拉昌和赵彩云,2021)。基于此,运用引力模型计算西部国家高新区绿色创新联系强度,表示为

$$R_{ij} = \frac{KM_i M_j}{D_{ij}^2} \quad (3)$$

其中: R_{ij} 为两国家高新区之间的绿色创新联系强度; K 为引力常数,其值一般取 1; M_i 和 M_j 分别为 i 国家高新区和 j 国家高新区的绿色创新能力,以国家高新区绿色创新综合效率值表示; D_{ij} 表示 i 国家高新区和 j 国家高新区之间的距离,以时间距离测度。

在此基础上,可以测算出每个国家高新区的绿色创新能力联系总量:

$$R_i = \sum_{j=1}^n R_{ij} \quad (4)$$

其中: R_i 为 i 国家高新区绿色创新能力联系总量; n 为与该国家高新区绿色创新联系度的个数。

三、样本选择、指标选取与数据来源

考虑到国家高新区在2010年后进入三次创业“全面创新”的新阶段,选取2010年为研究基期,对39个西部国家高新区2010—2019年的绿色创新能力进行分析。这39个西部国家高新区包括:重庆4个(重庆高新区、璧山高新区、荣昌高新区、永川高新区)、四川8个(成都高新区、绵阳高新区、自贡高新区、内江高新区、乐山高新区、泸州高新区、攀枝花高新区、广汉高新区)、贵州2个(贵阳高新区、安顺高新区)、云南3个(昆明高新区、玉溪高新区、楚雄高新区)、广西4个(南宁高新区、桂林高新区、柳州高新区、北海高新区)、陕西7个(西安高新区、宝鸡高新区、杨凌农业高新技术产业示范区、渭南高新区、榆林高新区、咸阳高新区、安康高新区)、甘肃2个(兰州高新区、白银高新区)、青海1个(青海高新区)、新疆3个(乌鲁木齐高新区、昌吉高新区、新疆生产建设兵团石河子高新区)、内蒙古3个(包头高新区、呼和浩特金山高新区、鄂尔多斯高新区)、宁夏2个(银川高新区、石嘴山高新区)。

在对国家高新区绿色创新活动进行两阶段划分的基础上,按照有效性、对应性和数据可获得性原则选取投入产出指标,见表1。

表1 面向高质量发展的西部国家高新区两阶段绿色创新投入产出指标

阶段划分	投入指标	期望产出指标	非期望产出指标
阶段 I: 绿色知识创新阶段	R&D 全时人员当量	专利申请数	—
	R&D 经费支出	绿色发明专利数	
	能源消费总量	发明专利授权数	
	引进消化吸收费用存量		
阶段 II: 绿色创新成果转化阶段	专利申请数	绿色产品销售收入	工业“三废”产生量
	绿色发明专利数	园区总绿地率(GIR)	
	发明专利授权数	园区各级医院总数(NH)	
		园区内各级学校和医院总数	

注:—表示阶段 I 无非期望产出指标。

绿色知识创新阶段。投入指标包括劳动力、资本和资源这3个国家高新区绿色创新发展的基本要素和引进消化吸收费用。分别选取R&D全时人员当量、R&D经费支出、能源消费总量作为劳动力、资本和资源的投入要素指标。考虑到R&D经费支出对绿色创新产出的累积效应,利用永续盘存法进行存量计算,以2010年为基期,取折旧率 $\delta = 15\%$ 。在进行R&D经费存量计算之前,利用研发价格指数对R&D经费内部支出进行平减,将其转化为2010年的不变价格;能源消费总量作为国家高新区绿色创新发展的基本要素,用以表征国家高新区绿色创新发展质量。另外,考虑到当前西部地区的国家高新区中很多工业企业仍以引进消化吸收再创新为提升技术创新能力的重要途径,故将其纳入绿色创新投入指标中,对该指标数据的处理同对R&D经费支出指标的处理方法;产出指标方面,选取专利申请数、绿色发明专利数及发明专利授权数3项为期望产出指标。需要说明的是,专利作为衡量企业科技创新能力的重要指标,绿色发明专利可以反映出园区企业绿色研发活动的质性飞跃。

绿色创新成果转化阶段。该阶段投入指标为第一阶段绿色知识创新的产出指标。在产出方面,考虑到在高质量发展导向下,国家高新区绿色创新是以经济效益、环境效益和社会效益相统一为目标的。该阶段产出不仅有经济价值和与之伴随的环境效益,还有社会价值产出,故将反映国家高新区社会价值的产出指标纳入在高新绿色创新成果转化阶段的期望产出中。参考科技部2021年4月发布的《国家高新技术产业开发区综合评价指标体系》,以绿色发展和宜居包容性反映国家高新区的社会价值,具体选取园区总绿地率、园区各级医院和学校总数这两个指标,理由是,园区总绿地率不仅反映了园区优质的自然环境,同时还是中和二氧化碳的重要物质基础;园区内各级医院和学校数反映了园区优质基础教育及优质医疗服务资源和水平,是国家高新区社会价值的重要体现。经济价值产出主要为绿色产品销售收入。在非期望产出方面,将“三废”污染排放物和工业二氧化碳排放量统一纳入非期望产出指标。“三废”污染排放物包括工业废气、废水和固体废弃物、工业二氧化硫和工业烟粉尘这5项指标,其中,工业烟粉尘是雾霾的重要来源。

以上指标数据来自《中国火炬统计年鉴》《国家高新区创新能力评价报告》《高新技术企业统计公报》《中国统计年鉴》《中国科技统计年鉴》《中国环境统计年鉴》及国家高新区统计年报、中国知识产权局专利数据库。通过查找上述年鉴和专利数据库等,收集获取2010—2019年39个西部国家高新区绿色创新投入产出指标数据。

四、测算结果与分析

(一)西部国家高新区绿色创新效率测算结果与分析

1. 西部国家高新区绿色创新效率测算结果

根据考虑非期望产出的序列型网络RAM模型及获取的指标数据,运用MATLAB软件得到测算结果,见表2。

表2 2010—2019年西部国家高新区绿色创新综合效率及分阶段效率测算结果

国家高新区	重庆	璧山	荣昌	永川	成都	绵阳	自贡	乐山	泸州	攀枝花	德阳	内江	贵阳	
2010年	阶段I	0.267	0.381	0.902	0.325	0.527	0.670	0.905	0.843	0.344	0.747	0.618	0.684	0.362
	阶段II	0.371	0.923	0.522	0.510	0.630	0.566	0.878	0.916	1.000	0.790	0.578	0.549	0.877
	综合效率	0.854	0.265	0.462	0.151	0.930	1.000	0.967	0.991	0.781	0.840	1.000	1.000	0.252
2011年	阶段I	0.850	0.323	0.680	0.720	0.677	0.697	0.959	0.823	0.367	0.683	0.897	0.688	0.307
	阶段II	0.890	1.000	0.683	0.757	0.550	0.547	0.880	0.856	1.000	0.547	0.731	0.706	0.950
	综合效率	0.904	0.774	0.746	0.824	0.973	1.000	0.844	0.878	0.789	0.972	1.000	0.794	0.735
2012年	阶段I	0.738	0.909	0.816	0.459	0.709	0.863	0.725	0.718	0.767	0.742	0.835	0.664	0.864
	阶段II	0.479	0.994	0.820	1.000	0.503	0.484	0.673	0.563	0.432	0.841	0.800	0.367	0.944
	综合效率	0.735	0.969	0.874	0.820	0.664	1.000	0.817	0.748	0.739	0.850	1.000	0.594	0.921
2013年	阶段I	0.694	0.742	0.946	0.889	0.659	0.502	0.714	0.653	0.705	0.595	0.877	0.898	0.705
	阶段II	0.564	0.479	0.847	0.815	0.601	0.563	0.718	0.797	0.664	0.618	0.661	0.986	0.455
	综合效率	0.743	0.747	0.857	0.764	0.641	1.000	0.919	0.968	0.707	0.671	1.000	0.913	0.710
2014年	阶段I	0.804	0.740	0.941	0.695	0.833	0.829	0.808	0.745	0.938	0.924	0.793	0.769	0.703
	阶段II	0.524	0.677	0.986	0.621	0.683	0.736	0.865	0.628	0.840	0.761	0.816	0.825	0.643
	综合效率	0.642	0.587	0.963	0.573	0.617	1.000	0.766	0.562	0.664	0.827	1.000	0.831	0.558
2015年	阶段I	1.000	1.000	0.864	0.183	0.734	0.850	0.780	0.774	0.845	0.877	0.773	0.944	0.950
	阶段II	0.732	0.762	0.748	0.701	0.718	0.809	0.703	0.825	0.780	0.734	0.734	0.914	0.724
	综合效率	0.775	0.843	0.779	0.757	0.709	1.000	0.659	0.816	0.786	0.579	1.000	0.951	0.801
2016年	阶段I	0.913	0.783	0.635	0.755	1.000	0.681	0.644	0.690	0.689	0.697	0.755	0.852	0.744
	阶段II	0.679	0.701	0.895	0.714	0.913	0.668	0.646	0.801	0.907	0.699	0.720	0.887	0.666
	综合效率	0.782	0.758	0.776	0.763	0.854	1.000	0.595	0.833	0.806	0.492	1.000	0.904	0.720
2017年	阶段I	0.871	0.682	0.500	0.755	0.867	0.717	0.762	0.639	0.894	0.678	0.577	0.861	0.648
	阶段II	0.790	0.709	0.861	0.703	0.842	0.613	0.792	0.656	0.960	0.651	0.436	0.726	0.674
	综合效率	0.753	0.713	0.863	0.726	0.748	1.000	0.804	1.000	0.957	0.632	1.000	0.755	0.677
2018年	阶段I	0.837	0.711	0.621	0.931	0.707	0.881	0.845	0.694	0.506	0.687	0.756	0.876	0.675
	阶段II	0.742	0.613	0.718	0.845	0.701	0.772	0.781	0.872	0.913	0.755	0.842	0.903	0.582
	综合效率	0.916	0.806	0.635	0.592	0.621	1.000	0.796	1.000	0.814	0.704	1.000	0.936	0.766
2019年	阶段I	0.445	0.524	0.661	0.500	0.704	0.706	0.755	0.903	0.695	0.500	0.638	0.762	0.498
	阶段II	0.486	0.522	0.647	0.642	0.790	0.677	0.720	0.901	0.705	0.755	0.631	0.717	0.496
	综合效率	0.495	0.592	0.596	0.631	1.000	1.000	0.750	1.000	0.804	0.685	1.000	0.703	0.562
国家高新区	安顺	昆明	玉溪	楚雄	南宁	桂林	柳州	北海	西安	宝鸡	杨凌	渭南	榆林	
2010年	阶段I	0.170	0.203	0.533	0.093	0.163	0.126	0.554	0.106	0.606	0.797	1.000	0.978	0.852
	阶段II	0.406	0.222	1.000	0.238	0.169	0.167	0.866	0.205	0.725	0.674	1.000	1.000	0.901
	综合效率	0.446	1.000	1.000	0.256	1.000	0.200	1.000	0.181	1.000	1.000	1.000	0.938	0.958
2011年	阶段I	0.065	0.091	0.072	0.021	0.057	0.048	0.652	0.003	0.779	0.829	1.000	0.955	0.779
	阶段II	0.174	0.310	0.150	0.054	0.257	0.098	0.722	0.132	0.633	0.651	1.000	0.993	0.624
	综合效率	0.293	0.713	0.257	0.198	1.000	0.215	1.000	0.354	1.000	0.894	0.987	0.994	1.000
2012年	阶段I	0.021	0.045	0.077	0.038	0.170	0.203	0.533	0.093	0.815	1.000	0.848	0.833	0.846
	阶段II	0.150	0.103	0.140	0.136	0.406	0.222	1.000	0.238	0.578	0.576	0.787	0.653	0.959
	综合效率	0.366	0.678	0.334	0.387	1.000	1.000	1.000	0.256	1.000	1.000	0.956	0.868	0.969
2013年	阶段I	0.062	0.174	0.216	0.122	0.211	0.156	0.163	0.140	0.758	0.597	0.835	0.757	0.678
	阶段II	0.091	0.295	0.249	0.266	0.704	0.322	0.479	0.267	0.691	0.670	0.840	0.925	0.705
	综合效率	0.149	0.414	0.415	0.435	1.000	0.511	1.000	0.337	1.000	0.764	1.000	0.938	0.765
2014年	阶段I	0.097	0.117	0.226	0.236	0.101	0.074	0.095	0.176	0.958	0.987	0.945	0.864	1.000
	阶段II	0.225	0.273	0.230	0.568	0.298	0.291	0.271	0.416	0.785	0.876	1.000	0.728	0.868
	综合效率	0.311	0.251	0.284	0.993	1.000	0.730	1.000	0.813	1.000	0.700	0.896	0.652	0.943
2015年	阶段I	0.748	0.828	0.711	0.286	0.575	1.000	0.659	0.404	0.844	1.000	0.913	0.898	1.000
	阶段II	0.520	1.000	0.388	0.570	0.196	0.816	0.708	0.598	0.826	0.963	0.823	0.957	0.837
	综合效率	0.887	0.953	0.656	0.422	0.472	0.935	1.000	0.460	1.000	0.975	0.771	1.000	0.660
2016年	阶段I	0.460	0.267	0.641	0.255	0.293	0.488	0.713	0.439	1.000	0.810	0.753	0.800	0.795
	阶段II	0.512	0.262	0.773	0.174	0.213	0.566	0.616	0.192	1.000	0.795	0.756	0.929	0.797
	综合效率	0.516	0.277	0.779	0.323	0.395	0.574	1.000	0.476	1.000	0.923	0.696	1.000	0.561

续表2

2017年	阶段 I	0.154	0.625	0.448	0.375	0.570	0.748	0.828	0.712	0.997	0.853	0.892	0.741	0.773
	阶段 II	0.091	0.717	0.472	0.632	0.591	0.520	0.747	0.388	0.968	0.729	0.927	0.761	0.742
	综合效率	0.160	0.817	0.488	0.728	0.633	0.900	1.000	0.690	1.000	0.839	0.941	1.000	0.720
2018年	阶段 I	0.348	0.398	0.795	0.237	0.474	0.267	0.568	0.537	0.813	1.000	0.989	0.805	0.783
	阶段 II	0.188	1.000	1.000	0.245	1.000	0.309	0.779	0.692	0.806	0.919	0.914	1.000	0.861
	综合效率	0.348	0.446	0.781	0.305	0.641	0.303	1.000	0.566	1.000	0.953	0.931	1.000	0.803
2019年	阶段 I	0.461	0.248	0.325	0.383	0.286	0.409	0.783	0.215	0.810	0.840	0.883	1.000	0.570
	阶段 II	0.166	0.210	0.276	0.309	0.181	0.378	0.714	0.343	0.909	0.806	0.842	1.000	0.861
	综合效率	0.376	0.590	0.430	0.416	0.252	0.500	1.000	0.210	1.000	0.782	0.878	1.000	0.781
国家高新区		咸阳	安康	兰州	白银	青海	乌鲁木齐	昌吉	石河子	包头	呼和浩特	鄂尔多斯	银川	石嘴山
2010年	阶段 I	0.113	0.594	0.118	0.062	0.088	0.950	0.050	0.101	0.121	0.062	0.126	0.066	0.094
	阶段 II	0.248	0.711	0.115	0.157	0.649	0.874	0.061	0.195	0.267	0.091	0.122	0.168	0.696
	综合效率	0.480	1.000	0.181	0.209	0.932	0.868	0.153	0.172	0.516	0.149	0.193	0.224	1.000
2011年	阶段 I	0.044	0.763	0.068	0.092	0.046	0.698	0.048	0.003	0.047	0.056	0.072	0.098	0.049
	阶段 II	0.103	0.620	0.086	0.210	0.138	0.560	0.113	0.125	0.111	0.138	0.092	0.225	0.148
	综合效率	0.144	0.980	0.138	0.330	0.228	0.751	0.120	0.336	0.155	0.120	0.147	0.353	0.245
2012年	阶段 I	0.152	0.799	0.051	0.104	0.113	0.776	0.496	0.088	0.163	0.228	0.054	0.111	0.121
	阶段 II	0.157	0.566	0.062	0.195	0.271	0.703	0.930	0.226	0.169	0.261	0.066	0.209	0.291
	综合效率	0.214	0.749	0.154	0.169	0.481	0.781	0.930	0.243	0.230	0.200	0.164	0.181	0.516
2013年	阶段 I	0.045	0.743	0.106	0.097	0.007	0.592	0.152	0.133	0.048	0.115	0.113	0.104	0.007
	阶段 II	0.113	0.677	0.175	0.194	0.248	0.522	0.445	0.254	0.122	0.382	0.186	0.207	0.266
	综合效率	0.340	0.722	0.348	0.270	0.763	0.495	0.930	0.320	0.366	0.439	0.371	0.289	0.819
2014年	阶段 I	0.073	0.939	0.173	0.351	0.531	0.909	0.088	0.167	0.079	0.615	0.184	0.375	0.570
	阶段 II	0.285	0.769	0.939	0.588	0.551	0.771	0.252	0.395	0.306	1.000	1.000	0.629	0.591
	综合效率	0.777	0.696	0.186	0.681	0.594	0.746	0.930	0.772	0.836	0.817	0.198	0.728	0.637
2015年	阶段 I	0.298	0.827	0.500	0.222	0.524	0.864	0.613	0.384	0.320	0.322	0.533	0.237	0.562
	阶段 II	0.172	0.809	0.604	0.212	0.932	0.686	0.658	0.568	0.185	0.374	0.643	0.227	1.000
	综合效率	0.299	0.799	0.513	0.279	0.673	0.687	0.697	0.437	0.321	0.328	0.546	0.298	0.722
2016年	阶段 I	0.125	0.980	0.233	0.299	0.254	0.863	0.198	0.417	0.134	0.218	0.248	0.320	0.272
	阶段 II	0.109	0.980	0.197	0.181	0.158	0.893	0.201	0.182	0.117	0.082	0.210	0.194	0.170
	综合效率	0.142	0.962	0.554	0.338	0.308	0.992	0.233	0.452	0.153	0.211	0.590	0.362	0.330
2017年	阶段 I	0.437	0.977	0.632	0.634	0.543	0.690	0.770	0.676	0.470	0.583	0.673	0.678	0.583
	阶段 II	0.531	0.949	0.766	0.665	0.740	0.637	0.695	0.369	0.571	0.223	0.816	0.711	0.794
	综合效率	0.701	0.843	0.878	0.741	0.640	0.914	0.886	0.656	0.754	0.520	0.935	0.792	0.687
2018年	阶段 I	0.559	0.797	0.295	0.411	0.205	0.522	0.249	0.510	0.601	0.817	0.314	0.440	0.220
	阶段 II	0.497	0.790	0.468	0.370	0.199	0.397	0.166	0.657	0.534	1.000	0.498	0.396	0.214
	综合效率	0.729	0.700	0.396	0.524	0.213	0.466	0.318	0.538	0.784	0.937	0.422	0.560	0.229
2019年	阶段 I	0.127	0.794	0.299	0.294	0.614	0.804	0.263	0.204	0.137	0.295	0.318	0.314	0.659
	阶段 II	0.292	0.891	0.485	0.614	0.661	0.760	0.385	0.326	0.314	0.414	0.516	0.657	0.7087
	综合效率	0.142	0.869	0.305	0.325	0.698	0.799	0.246	0.200	0.153	0.286	0.325	0.348	0.749

注:由于篇幅所限,表2中对39个西部国家高新区名称按其所在地区进行简写。

2. 西部国家高新区绿色创新综合效率的异质性分析

从绿色创新综合效率来看,2010—2019年间,西安高新区、绵阳高新区和柳州高新区的绿色创新综合效率始终为1,为投入产出有效国家高新区;渭南高新区和乐山高新区分别在2015年和2017年由无效转化为有效;南宁高新区在2015年由有效转化为无效;内江高新区、成都高新区、昆明高新区、玉溪高新区、宝鸡高新区、杨凌示范区、榆林高新区、桂林高新区、安康高新区和石嘴山高新区等10个国家高新区在研究期内仅个别年份投入产出有效;重庆高新区、璧山高新区、荣昌高新区、永川高新区、自贡高新区、泸州高新区、攀枝花高新区、贵阳高新区、安顺高新区、楚雄高新区、北海高新区、咸阳高新区、兰州高新区、白银高新区、青海高新区、乌鲁木齐高新区、昌吉高新区、石河子高新区、包头高新区、呼和浩特高新区、鄂尔多斯高新区和银川高新区等22个国家高新区始终处于非有效水平。在非有效国家高新区中,绿色创新综合效率均值略低于0.5,可见西部国家高新区绿色创新效率仍处于较低水平。

3. 西部国家高新区绿色创新两阶段性效率的异质性分析

阶段性效率值反映的是西部各个国家高新区在绿色知识创新(阶段I)和绿色创新成果转化(阶段II)的

效率水平。从两阶段效率看,2010—2019年间,西部国家高新区在绿色知识创新阶段效率均值较高,而在绿色创新成果转化阶段的效率均值偏低,这表明绿色创新成果转化阶段的低效是制约西部国家高新区绿色创新效率提升的主要因素。进一步地,根据西部各国家高新区在两阶段效率的表现,以两阶段效率平均值作为分析界限,将其归为以下四种效率模式,如图4所示。可以为西部地区不同效率类型的国家高新区补短板、强优势,进而促进西部国家高新区绿色创新效率的整体提升提供现实参考。

<p>II 低绿色知识创新&高绿色创新成果转化模式</p> <p>璧山高新区、荣昌高新区、永川高新区、自贡高新区、内江高新区、安顺高新区、玉溪高新区、楚雄高新区、成都高新区、昆明高新区、杨凌示范区、乌鲁木齐高新区</p>	<p>高绿色知识创新&高绿色创新成果转化模式 I</p> <p>乐山高新区、攀枝花高新区、泸州高新区、德阳高新区、西安高新区、宝鸡高新区</p>
<p>III 低绿色知识创新&低绿色创新成果转化模式</p> <p>白银高新区、青海高新区、昌吉高新区、石河子高新区、金山高新区、鄂尔多斯高新区、银川高新区、石嘴山高新区、贵阳高新区、包头高新区</p>	<p>柳州高新区、北海高新区、渭南高新区、榆林高新区、咸阳高新区、安康高新区、重庆高新区、绵阳高新区、南宁高新区、贵州高新区、兰州高新区</p> <p>高绿色知识创新&绿色创新成果转化模式 IV</p>

图4 西部国家高新区两阶段绿色创新模式分类矩阵

I类国家高新区为高绿色知识创新-高绿色创新成果转化模式。乐山高新区、攀枝花高新区、泸州高新区、德阳高新区、西安高新区、宝鸡高新区6个国家高新区在绿色知识创新和绿色创新成果转化的过程中均具有较高效率,它们凭借较高的绿色科技创新水平和相对良好的区位优势,实现了高效绿色技术创新,总体上可达成绿色创新发展目标。

II类国家高新区为低绿色知识创新-高绿色创新成果转化模式。璧山高新区、荣昌高新区、永川高新区、自贡高新区、内江高新区、安顺高新区、玉溪高新区、楚雄高新区、成都高新区、昆明高新区、杨凌示范区、乌鲁木齐高新区12个国家高新区未能充分利用现有的绿色研发资源投入,但是较为重视绿色创新成果的市场化推广和应用及实现价值转化。

III类国家高新区为低绿色知识创新-低绿色创新成果转化模式。白银高新区、青海高新区、昌吉高新区、石河子高新区、金山高新区、鄂尔多斯高新区、银川高新区、石嘴山高新区、贵阳高新区、包头高新区10个国家高新区在绿色知识创新和成果转化阶段均无效。它们在绿色知识创新阶段和成果转化阶段大量投入绿色创新资源,但绿色知识创新和绿色创新成果转化阶段相脱节。

IV类国家高新区为高绿色知识创新-低绿色创新成果转化模式。柳州高新区、北海高新区、渭南高新区、榆林高新区、咸阳高新区、安康高新区、重庆高新区、绵阳高新区、南宁高新区、贵州高新区、兰州高新区11个国家高新区所在区域多属于科教资源丰富的地区,但缺乏吸引人才的资源与环境,导致人才流失较为严重,同时粗放型的增长方式也不利于绿色创新效率的提高,绿色创新主体间流动性不足,忽视了产业链绿色发展中的关联性,产学研未能充分发挥协同效应,导致绿色创新投入冗余,绿色创新价值产出不足。

4. 西部国家高新区子阶段效率对综合效率的影响分析

为分析子阶段效率与综合效率的相互影响和制约关系,建立基于两个子阶段效率与绿色创新综合效率的二维有序坐标散点图,如图5所示。散点图中的散点越接近对角线,说明子阶段对综合效率的影响和制约作用越强。如图5所示,横坐标为2010—2019年西部国家高新区绿色创新综合效率的平均值,纵坐标对应绿色知识创新阶段和绿色创新成果转化阶段的平均效率值。

由图5可以看出,绿色知识创新阶段的散点相比绿色创新成果转化阶段更接近对角线。

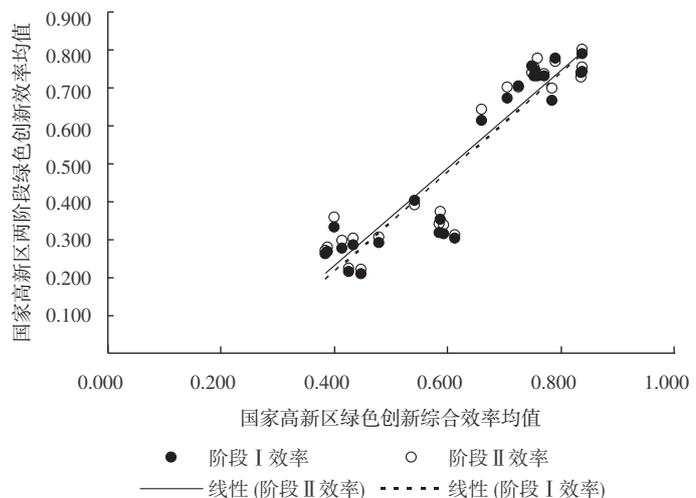


图5 子阶段效率对绿色创新综合效率的影响

这表明2010—2019年间,39个西部国家高新区的绿色创新效率受绿色知识创新阶段的影响和制约作用较强。为了验证这种经验判断所得结论的稳健性与可靠性,进一步运用SPSS软件的偏相关分析功能,分别对两阶段效率与绿色创新综合效率之间的相关强度进行测量,结果表明,绿色创新综合效率与两阶段效率之间均具有显著的正相关关系,绿色创新综合效率与绿色知识创新效率阶段的相关程度最高,为0.985,绿色创新成果转化阶段效率与绿色创新综合效率的相关程度次之,为0.873。

(二)西部国家高新区绿色创新综合能力测评及分类

1. 西部国家高新区绿色创新联系度得分

测算得到2010—2019年39个西部国家高新区的绿色创新联系度,见表3。

表3 2010—2019年西部国家高新区绿色创新联系度

国家高新区	得分	国家高新区	得分	国家高新区	得分
重庆高新区	23020.21	安顺高新区	1325.69	咸阳高新区	11129.20
璧山高新区	1062.63	昆明高新区	1867.45	安康高新区	1568.49
荣昌高新区	1178.57	玉溪高新区	1039.45	兰州高新区	32120.54
永川高新区	1522.94	楚雄高新区	986.31	白银高新区	339.85
成都高新区	3298.42	南宁高新区	8736.74	青海高新区	401.23
绵阳高新区	9136.43	桂林高新区	1317.85	乌鲁木齐高新区	167.94
自贡高新区	1511.84	柳州高新区	2965.41	昌吉高新区	198.64
乐山高新区	1130.24	北海高新区	1496.72	石河子高新区	109.23
泸州高新区	1862.12	西安高新区	43665.32	包头高新区	413.02
攀枝花高新区	1698.43	宝鸡高新区	2100.16	呼和浩特高新区	5051.42
德阳高新区	3291.74	杨凌示范区	2635.41	鄂尔多斯高新区	3663.49
内江高新区	1956.34	渭南高新区	1541.32	银川高新区	4182.13
贵阳高新区	13221.31	榆林高新区	1002.95	石嘴山高新区	437.73

2. 西部国家高新区绿色创新综合能力分类

西部地区各国家高新区绿色创新综合能力得分差异较大,排名第一的西安高新区与排名最后一位的昌吉高新区的差异显著。选取ArcGIS10.2自带的自然断裂点分类法进行四级分类,将西部国家高新区绿色创新综合能力分为4类,见表4。

表4 西部国家高新区绿色创新综合能力分类

类型	数量(个)	所包括的国家高新区
第一类型(成熟型)	7	西安高新区、重庆高新区、兰州高新区、贵阳高新区、咸阳高新区、绵阳高新区、南宁高新区
第二类型(成长型)	12	呼和浩特高新区、银川高新区、鄂尔多斯高新区、成都高新区、德阳高新区、柳州高新区、杨凌示范区、宝鸡高新区、内江高新区、昆明高新区、泸州高新区、攀枝花高新区
第三类型(发育型)	12	安康高新区、渭南高新区、永川高新区、自贡高新区、北海高新区、安顺高新区、桂林高新区、荣昌高新区、乐山高新区、璧山高新区、玉溪高新区、榆林高新区
第四类型(潜在型)	8	楚雄高新区、石嘴山高新区、包头高新区、青海高新区、白银高新区、昌吉高新区、乌鲁木齐高新区、石河子高新区

对不同类型的国家高新区给予不同定位,提出具有针对性的绿色创新能力提升路径。第一类确定为成熟型,以世界级绿色创新示范区为发展目标,将其打造为引领全国高质量绿色发展的先行示范区和增长极;第二类确定为成长型,将其打造为西部地区绿色创新的试点园区,辐射引领西部地区绿色高质量发展;第三类确定为发育型,将其打造为辐射带动临近国家高新区的领先型国家高新区;第四类国家高新区尚不具备辐射引领的优势条件,但由于部分国家高新区在西部重点经济战略中的重要地位及国家未来发展的战略导向趋势,使其具有成长潜力,努力增强自身绿色创新能力,为进一步起到辐射带动作用做充足准备。概言之,各类型国家高新区各自发挥其特有的优势,协调发展,相互辐射带动,最终实现西部国家高新区绿色创新能力的整体提升。

五、结论

运用考虑非期望产出的序列型网络RAM模型、引力模型及自然断裂点分类法,从绿色创新效率和绿色创新联系度两方面对面向高质量发展的西部国家高新区绿色创新能力进行综合评价及分类,将西部各国家高新区作为单一绿色创新主体,对不同类型国家高新区赋予不同的绿色创新功能和使命,探究如何通过差异化路径推进西部国家高新区绿色创新能力的整体提升。得出以下主要结论及政策建议:

(1)依据绿色创新综合能力进行类型划分,面向高质量发展的西部国家高新区可分为成熟型、成长型、发育型和潜在型四类。其中,西安高新区、重庆高新区、兰州高新区、贵阳高新区、咸阳高新区、绵阳高新区、南宁高新区7个成熟型国家高新区为西部地区国家高新区第一梯队;呼和浩特高新区、银川高新区、鄂尔多斯

高新区、成都高新区、德阳高新区、柳州高新区、杨凌示范区、宝鸡高新区、内江高新区、昆明高新区、泸州高新区、攀枝花高新区12个成长型国家高新区为第二梯队；安康高新区、渭南高新区、永川高新区、自贡高新区、北海高新区、安顺高新区、桂林高新区、荣昌高新区、乐山高新区、璧山高新区、玉溪高新区、榆林高新区12个国家高新区为发育型；楚雄高新区、石嘴山高新区、包头高新区、青海高新区、白银高新区、昌吉高新区、乌鲁木齐高新区、石河子高新区8个国家高新区为潜在型。

(2)针对四种类型绿色创新能力的西部国家高新区提出差异化提升路径。①成熟型国家高新区是西部国家高新区绿色创新发展的第一梯度,已具备自主提升绿色创新的能力和要求,其主要任务是以高质量发展为导向增强其绿色创新的辐射带动作用,培育形成具有全国乃至全球影响力的绿色创新发展示范园区和一批绿色科技创新领先企业。一方面,要增强使命感和责任感,打造自身成为西部地区乃至全国绿色创新的先行先试示范区,打造绿色技术创新的策源中心等,为西部地区国家高新区全面转向高质量发展提供先进成熟经验;另一方面,要增强绿色发展的机遇意识,尤其是在我国高质量发展背景下,担负起推动西部地区绿色低碳转型,优先实现碳达峰、碳中和这一重要使命。②成长型国家高新区是西部国家高新区绿色创新发展的第二梯队,不仅要强化技术创新和绿色发展观,还需充分认识自身在西部地区经济社会低碳转型中的重要任务。针对园区绿色发展体制机制改革创新不够的现状,科学制定绿色创新行动方案,将绿色创新发展理念贯穿在园区项目的建设与投资、绿色创新研发、产业布局、园区体制与机制改革中,贯穿于整个绿色创新过程始终。其中,银川高新区、成都高新区、昆明高新区应向西安高新区和兰州高新区学习,充分利用其绿色创新资源集聚的优势,攻克关键核心绿色技术,同时还要不断扩大开放程度,优化绿色投资环境,全面提升绿色创新联系度以促进绿色创新辐射带动能力的提升。③发育型国家高新区应根据自身独特的发展现状,强化绿色创新优势并补齐短板,通过政策优势对接绿色创新能力较强的国家高新区并承接其绿色技术的转移转化,加强绿色基础设施建设,在产业绿色化、资源高效利用不断探索。如安康高新区、安顺高新区、桂林高新区、乐山高新区及北海高新区等,其自身所在地区均具有较好的绿色创新资源,应将其所独具的优势充分发挥,释放绿色创新潜能,进而辐射带动邻近国家高新区绿色创新能力的提高。④潜在型国家高新区中,青海高新区、白银高新区、昌吉高新区、乌鲁木齐高新区、石河子高新区等绿色创新综合能力最低的最主要原因是其区位劣势。要解决这一问题,一方面,可以通过积极构建交通物流枢纽,增强这类型国家高新区之间的交流合作,通过协同实现补短板、强优势,通过交通基础设施的互联互通为其增强绿色创新联系提供基本条件;另一方面,通过数字化智慧合作交流平台的构建,推动这些区位优势的国家高新区在绿色创新方面有效对接。

综上,促使西部国家高新区整体最大程度上发挥其高质量发展的辐射带动作用,不仅仅需针对不同绿色创新类型的国家高新区提出差异化路径,还要立足各国家高新区自身的功能定位,具体探明差异化提升路径如何与国家重大发展战略规划相结合,如何与西部地区经济社会发展有机融合,将西部各国家高新区绿色创新发展的作用从“量变”转化为“质变”,实现西部国家高新区整体的高质量发展,使其成为西部地区高质量可持续发展的增长极。

参考文献

- [1] 邓玉萍,王伦,周文杰,2021.环境规制促进了绿色创新能力吗?——来自中国的经验证据[J].统计研究,(11):1-11.
- [2] 董会忠,李旋,张仁杰,2021.粤港澳大湾区绿色创新效率时空特征及驱动因素分析[J].经济地理,41(5):134-144.
- [3] 胡安军,郭爱君,钟方雷,2018.高新技术产业集聚能够提高地区绿色经济效率吗?[J].中国人口·资源与环境,28(9):93-101.
- [4] 黄蕊,张肃,2019.梯度转移理论下我国区域创新极化效应与扩散效应的非对称性影响研究[J].商业经济与管理,(12):88-97.
- [5] 蒋天颖,谢敏,刘刚,2014.基于引力模型的区域创新产出空间联系研究——以浙江省为例[J].地理科学,34(11):1320-1326.
- [6] 李健,李宁宁,苑清敏,2021.高新技术产业绿色创新效率时空分异及影响因素研究[J].中国科技论坛,(4):92-101.
- [7] 李金华,2019.国家高新区发展的格局及新工业革命背景下的走向[J].南京社会科学,(4):7-17.
- [8] 李琳,牛婷玉,2021.基于SNA的区域创新产出空间关联网络结构演变[J].科研管理,(9):19-25.
- [9] 李烨,潘伟恒,龙梦琦,2016.资源型产业绿色转型升级的驱动因素[J].技术经济,35(4):65-69,119.
- [10] 刘会武,赵祚翔,马金秋,2021a.国家高新区高质量发展综合性评价测度与趋势收敛检验[J].科学学与科学技术管理,42(6):66-80.
- [11] 刘会武,赵祚翔,马金秋,2021b.区域高质量发展测度与创新驱动效应的耦合检验[J].技术经济,40(9):1-13.
- [12] 刘思明,张世瑾,朱惠东,2019.国家创新驱动测度及其经济高质量发展效应研究[J].数量经济技术经济研究,36(4):3-23.
- [13] 陆菊春,沈春怡,2019.国家中心城市绿色创新效率的异质性及演变特征[J].城市问题,(2):21-28.
- [14] 吕拉昌,赵彩云,2021.中国城市创新地理研究述评与展望[J].经济地理,(3):12-19.

- [15] 吕岩威, 谢雁翔, 楼贤骏, 2020. 中国区域绿色创新效率时空跃迁及收敛趋势研究[J]. 数量经济技术经济研究, 37(5): 78-97.
- [16] 齐昕, 郭东杰, 2021. 经济创新驱动水平测度及空间分布格局——基于浙江县域样本的研究[J]. 商业经济与管理, (3): 85-96.
- [17] 钱丽, 王文平, 肖仁桥, 2021. 技术异质下中国企业绿色创新效率及损失来源分析[J]. 科研管理, (10): 1-16.
- [18] 任保平, 李禹墨, 2018. 经济高质量发展中生产力质量的决定因素及其提高路径[J]. 经济纵横, (7): 27-34.
- [19] 孙红军, 张路娜, 王胜光, 2020. 国家高新区创新国际化水平及影响因素研究[J]. 科技进步与对策, 37(4): 42-51.
- [20] 王兵, 杜敏哲, 2021. 低碳技术下边际减排成本与工业经济的双赢[J]. 南方经济, (2): 17-36.
- [21] 王彩明, 李健, 2019. 中国区域绿色创新绩效评价及其时空差异分析——基于2005—2015年的省际工业企业面板数据[J]. 科研管理, (6): 29-42.
- [22] 王海芸, 刘杨, 2020. 基于波士顿矩阵的科技金融发展分类策略研究[J]. 科学学研究, (6): 1018-1027.
- [23] 肖黎明, 肖沁霖, 张润婕, 2020. 绿色创新效率与生态治理绩效协调的时空演化及收敛性分析——以长江经济带城市为例[J]. 地理与地理信息科学, 36(6): 64-70.
- [24] 肖仁桥, 宋莹, 钱丽, 2019. 企业绿色创新产出及其空间溢出效应研究——基于两阶段价值链视角[J]. 财贸研究, 30(4): 71-83.
- [25] 辛龙, 孙慧, 王慧, 2020. 基于地理探测器的绿色经济效率时空分异及驱动力研究[J]. 中国人口·资源与环境, 30(9): 128-138.
- [26] 余泳泽, 郭欣, 杜运苏, 2021. 区域创新价值链分工与产业价值链攀升: 来自城市层面的经验分析[J]. 产业经济评论, (4): 103-122.
- [27] 余泳泽, 刘大勇, 2014. 创新价值链视角下的我国区域创新效率提升路径研究[J]. 科研管理, (5): 27-37.
- [28] 袁明, 孙红军, 2021. 国家高新区技术创新效率增长空间不平衡及分布动态演进研究——基于双非参数估计方法[J]. 技术经济, 40(5): 1-9.
- [29] 袁晓玲, 王军, 张江洋, 2020. 高质量发展下城市效率评价——来自19个副省级及以上城市的经验研究[J]. 城市发展研究, 27(6): 62-70.
- [30] 张路娜, 孙红军, 胡贝贝, 2021. 中国国家高新区创新效率增长的空间差异及影响因素研究[J]. 技术经济, 40(6): 1-8.
- [31] 张治河, 焦贝贝, 李怡, 2018. 科技资源匮乏地区创新驱动发展路径研究[J]. 科研管理, (2): 46-59.
- [32] 张治河, 金云鹤, 郭晓红, 2021. 中国西部创新增长极选择与培育研究[J]. 科研管理, (7): 1-10.
- [33] AIDA K, COOPER W W, PASTOR J T, 1998. Evaluating water supply services in Japan with RAM: A range-adjusted measure of inefficiency[J]. Omega, 26(2): 207-232.
- [34] DING C, 2016. Low temperature CO oxidation over unsupported nonporous gold[J]. Journal of the American Chemical Society, 129(1): 42-43.
- [35] FREEMAN W J, 1987. Simulation of chaotic EEG patterns with a dynamic model of the olfactory system[J]. Biological Cybernetics, 56(23): 139-150.
- [36] HANSEN M T, BIRKINSHAW J, 2007. The innovation value chain[J]. Harvard Business Review, 85(6): 121-142.
- [37] LEWIS Y, 2004. Open mass spectrometry search algorithm[J]. Journal of Proteome Research, (59): 1-13.
- [38] PERROUX F, 1950. The domination effect and modern economic theory[J]. Social Research, 17(2): 188-206.

The Path to Improve the Green Innovation Ability of Western National High-tech Zones Facing High-quality Development

Zheng Yuwen¹, Xue Weixian²

(1. School of Management, Xi'an Polytechnic University, Xi'an 710048, China;

2. School of Economics and Management, Xi'an University of Technology, Xi'an 710048, China)

Abstract: In order to solve the dilemma of unbalanced and insufficient growth of green innovation in western national high-tech zones, based on the sequential network RAM model and gravity model considering unexpected output, the green innovation ability of 39 western national high-tech zones was evaluated from two aspects of green innovation efficiency and green innovation connection. Combined with the strategic positioning, function and mission of the western national high-tech zone under the guidance of high-quality development in the new era, this paper studies and puts forward the promotion path of the green innovation ability of the western national high-tech zone was studied and put forward. The results show that the mature national high-tech zone needs to strive to become a national pilot demonstration zone of green innovation. The main task of the growing national high-tech zone is to lead the low-carbon transformation of the economy and society in the western region. Developing national high-tech zones should give full play to their unique advantages, release the potential of green innovation and radiate to drive the adjacent high-tech zones. Potential national high-tech zones should dare to cultivate their unique green innovation culture, so as to lay the foundation for the successful docking of national high-tech zones with strong green innovation ability. The research conclusion provides practical basis and policy reference for the comprehensive transformation of western national high-tech zones to high-quality green development.

Keywords: national high-tech zone in western China; green innovation ability; high quality development; promotion path