引用格式：解佳龙，王梦兰，张璐. 突破创新价值链锁定：国家自主创新示范区三重转化壁垒的效能解构与动态追踪[J]. 技术经济，2025，44(10)：18-33.

Xie Jialong，Wang Menglan，Zhang Lu. Breaking through the innovation value chain lock：The efficiency deconstruction and dynamic tracking of the triple transformation barriers in national independent innovation demonstration zones[J]. Journal of Technology Economics，2025，44(10)：18-33.

突破创新价值链锁定：国家自主创新示范区三重转化壁垒的效能解构与动态追踪

解佳龙[1,2]，王梦兰[1]，张 璐[3]

（1. 中南民族大学管理学院，武汉 430074；2. 湖北省产品创新管理研究中心，武汉 430070；
3. 武汉理工大学创业学院，武汉 430070）

摘 要：完善畅通的创新价值链是国家自主创新示范区引领高水平科技自立自强的基本保障，而塑造贯穿创新全程的效能优势则是驱动创新价值链高端攀升的重要抓手。基于中国 23 个国家自主创新示范区的创新面板数据，构建由创意产生、转化和扩散三个阶段及相应阶段创新活动组成的转换效能评价体系，根据锁定状态判别标准划分转换效能表现类型，并运用 ArcGIS 和空间 Markov 链分析锁定状态的时空变化与转移特征。结果表明：国家自主创新示范区整体阶段转换动力和效率较前沿水平仍有差距，其中产品与工艺创新动力、商品化到规模化的转换效率短板明显；沿海发达地区园区的锁定状态震荡多变且跨级跃迁频繁，内陆地区园区的锁定状态两极分化突出，并且创新价值链趋于锁定的概率大于解锁概率；园区创新价值链锁定状态的变迁具有空间依赖特征，邻域园区的锁定状态会对自创区锁定状态的转移概率产生差异化影响。

关键词：国家自主创新示范区；创新价值链；转换动力；转换效率；锁定状态

中图分类号：F279.2 **文献标志码**：A **文章编号**：1002-980X(2025)10-0018-16

DOI：10.12404/j.issn.1002-980X.J24100909

一、引言

国家自主创新示范区（以下简称“自创区”）作为中国特色自主创新道路的先行者，是中国创新驱动高质量发展的闪亮名片。自 2009 年 3 月创建首家自创区中关村以来，批复数量已达 23 个，覆盖 61 座城市的 66 个国家高新区，集聚着全国高新区 83.01%的高新技术企业，培育出一批具有国际影响力的领军企业和世界级创新产业集群①。然而，面对发达国家的科技打压和产业掣肘，我国自创区的多个关键领域“卡脖子”、高技术产业技术密集度低、创新横向溢出不足、产业链创新链对接不畅等问题频现，成为困扰园区全球创新价值链攀升的羁绊，致使创新效能与价值长期处于禁锢徘徊状态。在多重压力下自创区如何突破创新路径依赖，事关增强国际话语权、争取竞争主动权、塑造发展新优势的成败，而明确自身创新价值链的锁定状态与演变特征就成为寻找解困路径的关键。

创新价值链融合了技术创新理论与价值链理论，是包含知识性和价值性的新的理论边缘概念[1]，最早由 Hansen 和 Birkinshaw[2] 在研究管理者如何促进企业创意产生并付诸实践时率先提出，它为组织提供了一个从创意产生到商业化的全面视角，利于精准识别创新过程中各阶段的优势领域和薄弱环节。随后关于创新价值链的研究和应用逐步兴起，学者们尝试从产品、企业、产业、区域等不同层面切入[3-6]，将创新价值链

收稿日期：2024-10-09

基金项目：国家社会科学基金青年项目“国家自主创新示范区创新价值链锁定与突破路径研究”（21CGL051）

作者简介：解佳龙（1988—），博士，中南民族大学管理学院副教授，硕士研究生导师，研究方向：产业创新与区域发展；王梦兰（1999—），中南民族大学管理学院硕士研究生，研究方向：创新工程与管理；（通信作者）张璐（1993—），博士，武汉理工大学创业学院特设副教授，硕士研究生导师，研究方向：数字经济与区域创新。

① 数据来源于《中国火炬统计年鉴 2023》。

作为技术创新、绿色发展、文本挖掘等领域研究的理论框架和分析模型[7-9]，研究成果也于2020年左右出现多领域的爆发式增长，可见创新价值链理论具有广泛的适用性和极强的生命力。创新价值链的突出特点是将创新过程拆解为由基本单元和连接单元组成的链式结构，但目前对创新价值链构成单元的划分标准尚未统一[10]，主要形成了知识扩散和价值实现两类划分视角[11]：①知识扩散视角下的创新价值链涵盖创意产生到知识扩散再到商品化生产的循环往复过程，现有文献大多以此为基础进行拓展研究。例如，Roper等[12]、吕文晶等[13]认为创新价值链依靠知识的获取与转化来完成价值创造，包含知识创新、科研创新、产品创新三个阶段；余泳泽等[14]将创新价值链视为由基础研究（新知识萌生）、应用研究（新知识转化）和试验发展（新知识应用）组成的首尾相连的连续链状流。知识的弱边界属性使得创新价值链的研究范围从企业层面向区域层面延伸，特别在探讨后发国家产业技术追赶模式上极具理论延展性。②价值实现视角下的创新价值链强调从产品设计到产品生产过程进行单元解构，这在中国环境下的企业创新实践研究中应用广泛。Ganotakis和Love[15]、崔静静和程郁[16]、洪银兴[17]等学者按照探索、审查、开发的驱动逻辑将创新价值链分解为创意产生、创意选择与开发、创意实现三个阶段；还有部分学者认为创新价值链的提升依赖于4个协调配合的环节，Everett和Robinsone[18]将创新价值链分为技术开发、工艺开发、生产与销售4个部分，而Sheng等[19]则认为创新价值链包括基础研究、应用研究、实验开发和商业化4个阶段。进一步研究发现，这些组成单元在组织类型[20]、创新效率[21]、空间结构[22]和演变特征[23]等方面差异与关联并存，且在全球研发网络[24]和“互联网+”嵌入[25]影响下，创新价值链的动态升级过程和迭代溢出效应也不尽相同。

创新价值链锁定是一个动态性概念，强调一段时间里创新价值链内的创新主体由于创新效能低下而不足以推动链条高效运转，无法实现创新附加值递增的状态。区域创新系统的根植性和创新路径依赖的客观规律是创新价值链锁定的深层逻辑。一方面，区域创新发展受本地生产企业群、创新研究院所与政府机构等共同构成的区域创新系统的影响。当高新企业能与其他创新行为主体联结成网络并根植于区域社会人文环境时，则会推动区域的创新发展；当根植程度上升到某阶段后会出现创新活力衰退、创新效能降低和价值附加边际递减，就意味着创新价值链锁定的形成。另一方面，创新系统运行会依赖于初始路径和规则，表现为在反馈机制作用下即使出现更优路径，由于存在行动和理念上的惯性，系统仍会选择当下低效的行动路径，从而在路径依赖作用下使创新价值链锁定进一步加剧。然而，自创区提升创新效能并非易事，刘树峰等[26]指出“死亡谷”“达尔文海”等一系列问题横亘在技术创新过程中，创新阶段跨越困难引致技术创新锁定加剧；Zhao等[27]也指出锁定效应会禁锢组织实施技术创新。学者们透过多种视角探究锁定效应的成因，吕越等[28]从技术外溢的过度依赖、技术吸收能力和发达国家的“俘获效应”三个维度，剖析了企业嵌入价值链未产生预期技术升级效果的原因；赵芸潼和杜玉申[29]将技术锁定的诱发因素分为技术缠结和利益关联两方面；解佳龙等[30]立足技术演进的轨迹依赖与制度变迁的路径依赖，分析了自创区产业集群创新价值链锁定的原因。可见，解决技术锁定、低端锁定等被动锁定问题刻不容缓，张珍等[31]指出中国后发企业具备中国特色的后发优势，正通过突破性技术创新和颠覆式市场创新在解锁实践中实现追赶与超越。

目前关于创新价值链解构与锁定的研究成果积累了扎实理论基础，但从创新价值链视角探讨中国自创区建设的相关研究鲜有。因此，本文聚焦自创区这一特殊区域创新实体，立足创新价值链的阶段活动和自创区的实际表现，构建衡量自创区创新价值链锁定程度的评价体系与标准，为锁定状态判定提供合理有效的分析工具，并通过对中国所有自创区的面板数据分析，揭示创新价值链的锁定状态及其变换的地理特征与空间效应，为自创区解锁路径设计提供参考。

二、研究设计与数据来源

（一）创新价值链解构与阶段转换

创新价值链本质上是对多节点主体及要素共同参与的创新路径的描述，体现了一个由诸多基本单元和连接单元组成的价值创造过程，从而可将创新过程拆解为不同阶段，并且各阶段在知识流动与交换驱动下相互关联[11]。Hansen和Birkinshaw[2]强调创意产生、转化和扩散中任一阶段弱态都将影响整个创新价值链有效运行。纵然已有研究提出了各种创新价值链阶段划分观点，但究其根本都遵循了Hansen倡导的创新逻

辑主线，业内最权威的《奥斯陆手册》提出的研究与试验发展、产品与工艺创新、营销与组织创新三种创新活动[18]，同样驱动着知识创造、产品转化、商品输出和规模经营。可见，创新价值链是由知识化、产品化、商品化和规模化不同基本单元组成的价值创造过程，不同基本单元的高效运转和阶段间的顺畅衔接都需付诸创新努力。其中，知识化到产品化需跨越“魔川”，表现为创新主体通过对基础知识的实验性研究，实现纯粹理论知识到有小试产品的跨越。产品化到商品化要穿越“死亡谷”，表现为根据操作生产状态进一步改进生产工艺和技术，使产品从生产样机到小批量生产。商品化到规模化需渡过“达尔文海”，表现为企业通过营销创新与组织变革实现市场扩容，最终依托规模化生产达成商业价值的跃升。

创新价值链每个阶段的创新活动都是为价值链赋能的过程，在创新转换动力和转换效率共同作用下，初始投入经过价值转化形成差异化产出，推动创新价值链实现能级跃迁。不同阶段创新主体赋有充足动力是实现阶段顺畅转换的关键，即知识化到产品化、产品化到商品化、商品化到规模化等不同基本单元间的转换，分别需要创新主体具有创新动力推动研究与试验发展、产品与工艺创新、营销与组织创新等连接单元落地。转换动力是阶段转换的驱动载体，转换效率是阶段转换的外在表现，两者是创新价值链演进的内核与表征，同生共存、内在映射且互为牵制，分别揭示静态描述系统的“状态”和动态反映系统的“过程”，创新价值链阶段转换动力和效率的关系如图 1 所示。创新主体在创新价值链的不同阶段承担差异化功能，通过获取特定驱动力实现创新环节的递进式转换。这种转换的实质是创新要素的增值过程——初始投入经专业化创新活动转化为当期产出，该产出将作为下一阶段的基础性投入，与新增外部资源形成价值叠加。在消除各自创区创新环境干扰的前提下，阶段转换效率可量化为特定周期内创新产出与投入的比值，是衡量创新资源转化为有效成果的核心指标，完整呈现了创新价值链的传导机制。

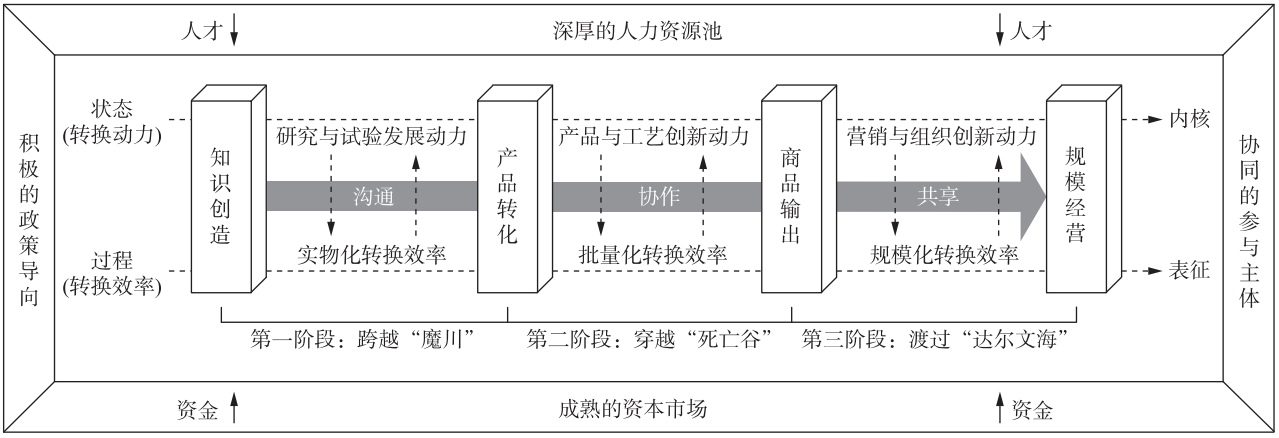


图 1　创新价值链阶段转换动力和效率的关系

（二）创新价值链锁定状态评价体系

1. 阶段转换动力

目前从创新价值链流程视角研究转换动力的成果主要为各类机构发布的研究报告和指导手册，其中《奥斯陆手册》[18]和《全球创新指数报告》[19]的认可度和影响力最大。结合权威资料的分析框架与测度指标，借鉴刘会武[32]、马宗国和范学爱[33]、解佳龙和王梦兰[34]等学者的相关研究成果，从图 1 所示的创新价值链阶段间的内核衔接关系出发，将转换动力细分为研究与试验发展、产品与工艺创新、营销与组织创新三项子动力，并对初筛的 39 项指标进行多轮实证甄选，最终确定 27 项指标用以衡量转换动力，如表 1 所示。

创新价值链阶段转换动力评价涉及多层级多因素，而灰靶理论作为处理模式序列的灰色关联分析理论，能有效解决不确定性、多因素决策问题，在技术创新能力[48]、协同创新能力[49]、项目执行风险[50]和系统成熟状态[51]等综合评价领域有较好应用。该方法是在无标准模式下设定一个灰靶，在灰靶中找到靶心及标准模式，再将待评估模型与标准模式比较，在全局熵值法确定各项指标权重的基础上，运用加权欧式距离法得到各样本靶心距，通过靶心距求得靶数作为转换动力得分。

表 1　自创区创新价值链阶段转换动力评价指标体系

目标	准则	执行指标	指标释义或公式	单位	要素指向	参考来源
自创区创新价值链阶段转换动力（A）	研究与试验发展动力（A_1）	a_1 教育经费支出占财政支出比重	教育经费支出/财政支出	%	资金、政策	[33,35-36]
		a_2 知识创造主体	高等院校数+科研院所数+重点实验室数	个	主体、人才	[37-39]
		a_3 科学论文发表数	创新活动中间产出的重要成果形式之一	篇	主体、人才	[40]
		a_4 R&D 经费投入强度	R&D 经费支出/营业收入	%	资金	[37,39,41]
		a_5 R&D人员全时当量	R&D 全时人员工作量+非全时人员按实际工作时间折算工作量	人年	人才	[34,41-42]
		a_6 科研课题数	运用科学理论解决现实问题的情况	项	政策	[40,42]
		a_7 万人专利授权数	专利授权量/年末从业人员×10000	项/万人	人才、主体	[39,43-44]
		a_8 知识产权保护意识	对保护创新成果的重视程度	等级	主体、政策	[40-41]
		a_9 文化开放度与包容性	各类主体对新鲜事物的接受能力	等级	主体、政策	[41,45]
		a_{10} 政府服务创新水平	政府为自创区创新活动提供的管理服务	等级	主体、政策	[40,44-45]
		a_{11} 科技活动人员数	直接从事科技活动人员+科技活动辅助服务人员	人	人才	[36-37,44]
	产品与工艺创新动力（A_2）	a_{12} 研发成果应用及科技服务经费投入强度	（科技活动经费支出-R&D 经费支出）/营业收入	%	资金	[33,45]
		a_{13} 技术合同成交额占 GDP 比重	技术合同成交额/GDP	%	资金、主体	[35,42,46]
		a_{14} 员工专业技能知识储备	大专以上从业人员/年末从业人员	%	人才	[42,44]
		a_{15} 形成国家或行业标准数量	反映产品生产流程、工艺的标准化	个	主体	[32,41,43]
		a_{16} 劳动生产率	GDP/年末从业人员，工艺创新会促进劳动效率改善	万元/人	主体、人才	[32-33,35]
		a_{17} 万元 GDP 能耗（等价值）降低率	工艺创新对资源环境成本消耗的降低程度	%	主体	[34,39]
		a_{18} 引进消化吸收再创新意识	自创区企业开放创新合作程度	等级	主体	[33,45]
		a_{19} 高标准出口合同的技术要求	高技术要求会倒逼工艺创新	等级	主体	[45-46]
		a_{20} 高新技术企业占比	高新技术企业数/入统企业数	%	主体	[32,36,41]
	营销与组织创新动力（A_3）	a_{21} 产品销售收入	销售全部产成品、自制半成品和提供劳务等所得的全部收入	亿元	资金、主体	[33,36,47]
		a_{22} 国际化背景员工占比	（留学归国人员+外籍常驻人员）/年末从业人员	%	人才	[32,41-42]
		a_{23} 出口创汇贡献比率	出口创汇额/母城出口总额	%	资金、主体	[34,44,46]
		a_{24} 人均邮电业务总量	（邮政业务总量+电信业务总量）/母城年平均人口	万元	主体、政策	[36,41,47]
		a_{25} 企业平均商标拥有量	反映企业自主品牌拥有情况和自主品牌经营能力	个	主体、政策	[39,42,44]
		a_{26} 企业资产负债率	年末总负债/年末总资产，最佳区间 40%~60%	%	资金	[42,45]
		a_{27} 企业信息获取能力	借助组织机构对信息分散获取、处理和利用的能力	等级	主体	[44-45]

第一，建立样本矩阵。决策方案集 $S=\{S_1,S_2,\cdots,S_m\}$ 涵盖 m 个自创区，n 个指标组成指标集 $A=\{A_1,A_2,\cdots,A_n\}$。方案 S_i 对指标 A_j 的效果样本值为 x_{ij}，则 S 的效果样本矩阵为

$$X=\begin{pmatrix}X_1\\X_2\\\vdots\\X_n\end{pmatrix}^{\mathrm{T}}=\begin{pmatrix}x_{11}&x_{12}&\cdots&x_{1n}\\x_{21}&x_{22}&\cdots&x_{2n}\\\vdots&\vdots&&\vdots\\x_{m1}&x_{m2}&\cdots&x_{mn}\end{pmatrix},\ i=1,2,\cdots,m;\ j=1,2,\cdots,n \tag{1}$$

遵循正向指标取最大值、区间指标取中值原则设定参考数列 $\{x_{01},x_{02},\cdots,x_{0n}\}$，则新的矩阵变化为

$$X=\begin{pmatrix}X'_1\\X'_2\\\vdots\\X'_n\end{pmatrix}^{\mathrm{T}}=\begin{pmatrix}x_{01}&x_{02}&\cdots&x_{0n}\\x_{11}&x_{12}&\cdots&x_{1n}\\\vdots&\vdots&&\vdots\\x_{m1}&x_{m2}&\cdots&x_{mn}\end{pmatrix} \tag{2}$$

第二，构建决策矩阵。为消除量纲差异引起的不可公度性，对指标值分正向和区间两类标准化并加微小量 0.01 进行调整，得到标准化后的决策矩阵 Q 如式(3)所示。

$$Q=\begin{pmatrix}x'_{01}&x'_{02}&\cdots&x'_{0n}\\x'_{11}&x'_{12}&\cdots&x'_{1n}\\\vdots&\vdots&&\vdots\\x'_{m1}&x'_{m2}&\cdots&x'_{mn}\end{pmatrix} \tag{3}$$

第三,计算靶数。考虑临界值的重要性,以参考序列 $(x'_{01},x'_{02},\cdots,x'_{0n})$ 为最优效果向量作为靶心,记作

$$T_0=(x'_{0j}),\quad j=1,2,\cdots,n \tag{4}$$

第四,计算靶心距。逐个求取标准化矩阵中的指标序列 Q_i 与参考序列 T_0 差值的平方和,效果向量的靶心距 d_i 为

$$d_i=|Q_i-T_0|=\sqrt{[w_1(x'_{i1}-x'_{01})^2+w_2(x'_{i2}-x'_{02})^2+\cdots+w_n(x'_{in}-x'_{0n})^2]} \tag{5}$$

其中:$w=(w_1,w_2,\cdots,w_n)$ 为全局熵值法确定的指标权重,该方法满足指标、地区、时间三维立体数据类型,提高了灰靶决策的客观性。

第五,确定靶数。当靶心距 d_i 越小时,靶数 η_i 越大,转换动力越强;反之,转换动力越弱。假设预测矩阵的靶心距矩阵为 D,第 i 个评价结果的靶数为

$$\eta_i=\frac{\max(D)-d_i}{\max(D)-\min(D)} \tag{6}$$

2. 阶段转换效率

延续转换动力指标体系的阶段划分方式,转换效率同样划分为与之相对应的三个阶段,在将创新指标进行投入产出分类的同时提取环境因素,构建如表 2 所示的评价指标体系。DEA(data envelopment analysis)和 SFA(stochastic frontier analysis)在效率测度中使用频率最高,SFA 的准确性依赖函数形式与分布假设,这在生产要素作用效果不一的自创区创新体系中难度较大,而 DEA 在科创企业[52]、高技术产业[53]、创新型国家[54]等领域涉及多项投入和多项产出的创新效率评估中应用广泛,其利用输入数据构建生产前沿面,通过输出值判断投入产出效率,符合创新源到产业化过程中科技开发价值增长的线性特征。为了更真实客观地反映决策单元的效率,考虑自创区建设时间、政策措施、产业选择等有一定差异,故采用剔除环境噪音和随机干扰的三阶段 DEA 测算转换效率。

首先,将每个自创区作为一个决策单元(*DMU*),得到各 *DMU* 的综合效率、纯技术效率和规模效率,并将实际值与目标值做差获得投入要素的投入冗余

$$\min\left[\theta-\varepsilon\left(\sum_{i=1}^{m}S_i^-+\sum_{r=1}^{s}S_r^+\right)\right]$$

$$\text{s.t.}\begin{cases}\sum_{n}\lambda_j x_{ij}+S_i^-=\theta x_0, & i=1,2,\cdots,m\\ \sum_{n}\lambda_j y_{rj}-S_i^+=y_0, & r=1,2,\cdots,s\\ \lambda_j\geqslant 0; & j=1,2,\cdots,n;\ S_i^-\geqslant 0;\ S_r^+\geqslant 0\end{cases} \tag{7}$$

其中:θ 为标量,即转换效率评价值;ε 为非阿基米德无穷小量;S_i^-、S_r^+ 为松弛变量;m、s 分别为投入指标和产出指标的个数;x_{ij}、x_{rj} 分别为第 j 个决策单元的第 i 个投入和第 r 个产出;λ_j 为第 j 个 *DMU* 的权重。

表 2　自创区阶段转换效率评价指标体系

创新阶段	投入	产出	环境因素
第一阶段 知识化到产品化	知识创造主体	科学论文发表数	知识产权保护意识
	教育经费支出占财政支出比重	科研课题数	文化开放度与包容性
	R&D 经费投入强度	万人专利授权数	政府服务创新水平
	R&D 人员全时当量		
第二阶段 产品化到商品化	科技活动人员数	形成国家或行业标准数量	引进消化吸收再创新意识
	研发成果应用及科技服务经费投入强度	万元 GDP 能耗(等价值)降低率	
	高标准出口合同的技术要求	劳动生产率	
	员工专业技能知识储备	技术合同成交额占 GDP 比重	
第三阶段 商品化到规模化	高新技术企业占比	产品销售收入	人均邮电业务总量
	国际化背景员工占比	企业平均商标拥有量	
	企业信息获取能力	出口创汇贡献比率	
		企业资产负债率	

其次，将投入冗余作为因变量，以环境变量作为自变量，构建随机前沿模型

$$S_{ij}=f^{j}(z_i,\beta^{j})+V_{ij}+u_{ij},\quad i=1,2,\cdots,N;\ j=1,2,\cdots,P \tag{8}$$

其中：S_{ij} 为第 i 个 *DMU* 的第 j 种投入冗余；f^{j} 为由环境变量向量 z_i 和参数向量 β^{j} 组成的函数；$V_{ij}+u_{ij}$ 为复合残差项，V_{ij}、u_{ij} 分别为随机干扰、管理无效率，分别服从正态、半正态分布，两者相互独立。

根据回归结果对其他投入量进行调整，以效率最高的决策单元投入量为调整基准，表达式如式（9）所示。

$$x_{ij}^{A}=x_{ij}+[\max(z_i\hat{\beta}^{j})-z_i\hat{\beta}^{j}]+[\max(\hat{v}_{ij})-\hat{v}_{ij}],\quad i=1,2,\cdots,N;\ j=1,2,\cdots,P \tag{9}$$

其中：x_{ij}^{A} 为松弛变量调整后的投入；x_{ij} 为受松弛变量影响调整前的投入；$\max(z_i\hat{\beta}^{j})-z_i\hat{\beta}^{j}$ 为对环境因素的调整，把每个 *DMU* 所处的外部环境变量调整至相同；$\max(\hat{v}_{ij})-\hat{v}_{ij}$ 把每个 *DMU* 所受的随机冲击调整至一致，从而排除掉这两类因素对效率的影响。

最后，将原始产出和调整后的投入再次带入模型进行效率估计，得到排除环境变量和随机因素影响后的转换效率。

3. 基于转换动力-效率的锁定状态判定

用 A_i 和 E_i 分别表示 i 阶段自创区的转换动力和效率，$\Delta An_{t,t+1}$，$\Delta En_{t,t+1}(n=1,2,3)$ 分别表示创新价值链第一、二、三阶段转换动力和效率的变化量，$\Delta A_{t,t+1}$ 和 $\Delta E_{t,t+1}$ 分别表示转换动力和效率的综合变化量，如表 3 所示。

表 3　自创区创新价值链的阶段转换动力和效率变化量

变化量	转换动力	转换效率
第一阶段	$\Delta A1_{t,t+1}=A1_{t+1}-A1_t$	$\Delta E1_{t,t+1}=E1_{t+1}-E1_t$
第二阶段	$\Delta A2_{t,t+1}=A2_{t+1}-A2_t$	$\Delta E2_{t,t+1}=E2_{t+1}-E2_t$
第三阶段	$\Delta A3_{t,t+1}=A3_{t+1}-A3_t$	$\Delta E3_{t,t+1}=E3_{t+1}-E3_t$
综合	$\Delta A_{t,t+1}=\Delta A1_{t,t+1}+\Delta A2_{t,t+1}+\Delta A3_{t,t+1}$	$\Delta E_{t,t+1}=\Delta E1_{t,t+1}+\Delta E2_{t,t+1}+\Delta E3_{t,t+1}$

借鉴王志华等[55]的碳锁定效应判别方法，根据转换动力和效率的综合变化量确定自创区创新价值链的锁定状态。每个综合变量均有小于零、大于零、等于零的可能，考虑出现可能性大小将等于零情况排除，最终保留四种组合的锁定状态，如表 4 所示。转换动力和效率都提升利于创新价值链攀升，表明自创区处于理想的持续性解锁；转换动力和效率都下降将导致价值链困于低端创新水平，表明自创区处于持续性锁定；当转换动力降低、转换效率提升时，自创区创新提效的基础薄弱、后劲乏力，表明自创区处于相对性解锁；当转换动力提升、转换效率降低时，创新资源整合欠优，表明自创区处于相对性锁定。

表 4　自创区创新价值链的锁定状态类型

序号	状态	转换动力	转换效率
1	持续性解锁	$\Delta A_{t,t+1}>0$	$\Delta E_{t,t+1}>0$
2	相对性解锁	$\Delta A_{t,t+1}<0$	$\Delta E_{t,t+1}>0$
3	相对性锁定	$\Delta A_{t,t+1}>0$	$\Delta E_{t,t+1}<0$
4	持续性锁定	$\Delta A_{t,t+1}<0$	$\Delta E_{t,t+1}<0$

（三）数据来源

鉴于部分指标的数据披露时间滞后且统计口径变动，本文在兼顾中国目前批复建设的全部自创区基础上，仅选取 2017—2021 年作为实证分析的时间范围，相关评价指标数据如表 5 所示（限于篇幅未列出单个自创区的原始数据）。其中，定量指标根据历年《中国火炬统计年鉴》《国家高新区创新发展报告》《中国高技术产业统计年鉴》《中国城市统计年鉴》等资料和各国家高新区政务网站、地区统计信息网发布的信息整理得到，考虑苏南、珠三角、长株潭等 13 个自创区依托多家高新区共同创建，其指标值取所辖园区数据之和；定性指标根据二元相对比较法[56]获得，即由来自中国科学院科技战略咨询研究院中国高新区研究中心、中国技术经济学会产品创新管理专委会等专业研究机构的 5 名专家，结合《国家自主创新示范区面向 2035 发展战略研究报告》《中国城市竞争力报告 No. 19》披露的相关数据和个人经验积累，在二元相对比较指标方形表上两两比较打分求和所得。此外，统计口径变动导致 2020 年的知识创造主体、形成国家或行业标准数量两项数据缺失，采用移动平均法补齐缺失数据。

表5　评价指标值的描述性统计

指标	2017年		2018年		2019年		2020年		2021年		五年平均
	$\overline{X}$	CV	$\overline{X}$	CV	$\overline{X}$	CV	$\overline{X}$	CV	$\overline{X}$	CV	
a_1	16.22	0.1423	15.99	0.1493	15.98	0.1494	16.35	0.1668	15.99	0.1493	16.11
a_2	237.39	0.3586	228.17	0.3642	226.83	0.3738	230.80	0.3615	231.75	0.3666	230.99
a_3	56558.91	0.5276	60901.00	0.5377	63244.65	0.5407	65775.43	0.5502	68922.30	0.5797	63080.46
a_4	2.23	0.4927	2.38	0.5708	2.22	0.5213	2.25	0.5487	2.13	0.5357	2.24
a_5	60310.30	1.0006	67024.61	1.0330	68500.78	1.0830	76842.22	1.0656	68662.00	0.9990	68267.98
a_6	43721.65	0.5445	48518.96	0.5373	53244.30	0.5239	57545.17	0.5129	63273.48	0.5227	53260.71
a_7	1829.89	1.1225	2197.85	0.9812	2107.27	0.9461	2662.36	0.8687	3126.88	0.7809	2384.85
a_8	3.99	0.1113	3.97	0.1019	3.99	0.1060	4.00	0.1048	4.00	0.1047	3.99
a_9	4.07	0.1167	4.11	0.1030	4.12	0.1087	4.13	0.1063	4.12	0.1062	4.11
a_{10}	3.99	0.1154	4.02	0.1139	4.06	0.1121	4.03	0.1145	4.02	0.1140	4.02
a_{11}	142739.17	1.1642	159693.91	1.1642	176767.39	1.1926	196872.00	1.1751	215865.17	1.1667	178387.53
a_{12}	1.13	0.5500	1.29	0.5123	1.62	0.6739	1.64	0.5183	1.92	0.5154	1.52
a_{13}	1.98	1.6082	2.33	1.3787	2.76	1.1789	3.31	1.0675	3.59	1.0149	2.79
a_{14}	60.42	0.2114	62.16	0.1964	62.70	0.2135	63.25	0.2062	66.51	0.2003	63.01
a_{15}	175.70	1.7622	185.09	1.8115	155.83	2.0903	172.20	1.8740	93.83	1.2767	156.53
a_{16}	78.36	0.5527	100.45	0.9929	78.51	0.4886	74.71	0.4552	80.17	0.4218	82.44
a_{17}	4.47	0.3792	3.83	0.3377	3.08	0.5498	1.14	2.9896	2.02	2.5973	2.91
a_{18}	4.20	0.1114	4.20	0.1010	4.17	0.0999	4.16	0.1021	4.22	0.1104	4.19
a_{19}	4.23	0.1009	4.24	0.1023	4.27	0.0948	4.26	0.0923	4.24	0.1016	4.25
a_{20}	46.06	0.3355	52.23	0.2608	56.60	0.2500	62.28	0.2178	66.48	0.2057	56.73
a_{21}	69773.00	0.8033	77349.44	0.9167	85996.47	0.9545	94465.94	0.9790	107070.69	0.9520	86931.11
a_{22}	1.11	0.5897	1.18	0.6883	1.12	0.6280	1.11	0.6697	1.16	0.6635	1.14
a_{23}	29.15	0.8434	25.84	0.8006	25.42	0.7086	24.50	0.7482	21.53	0.7267	25.29
a_{24}	0.30	0.5099	0.60	0.3776	0.93	0.3274	1.18	0.3094	0.26	0.6956	0.65
a_{25}	291.57	1.2002	314.31	1.0419	332.27	0.9963	335.30	0.9013	292.88	0.8604	313.27
a_{26}	57.61	0.1066	57.31	0.0938	57.15	0.0941	58.03	0.0988	58.84	0.0902	57.79
a_{27}	4.17	0.1203	4.15	0.1168	4.16	0.1144	4.17	0.1165	4.18	0.1201	4.17

注：各项评价指标均值的计量单位参照表1列示执行；均值 $\overline{X}$ 保留小数点后两位有效数字，标准差系数 CV 保留小数点后四位有效数字。

三、结果分析

（一）创新价值链的锁定状态

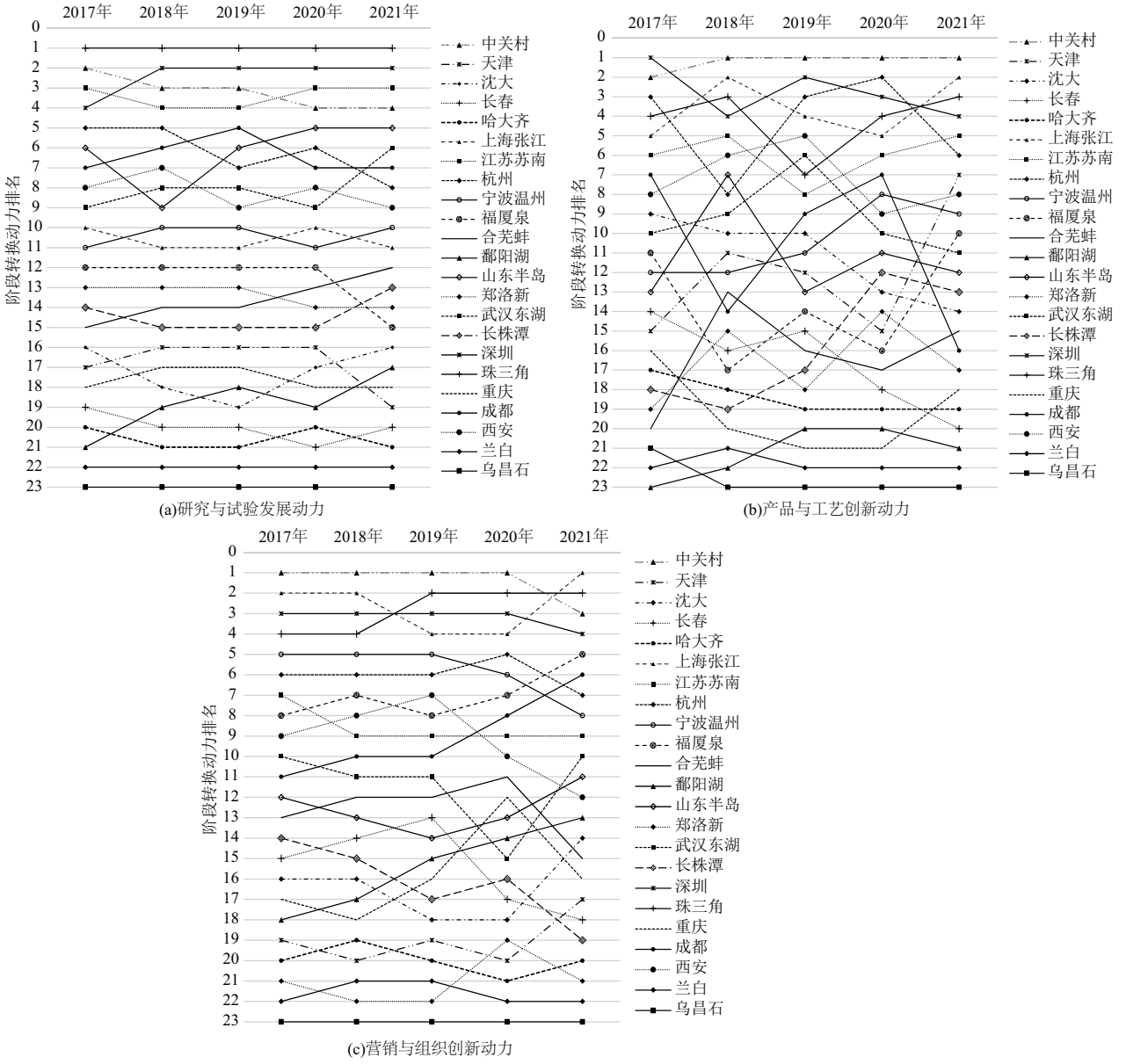
1. 转换动力测算结果

如表6所示转换动力测算结果，中关村（0.900）、深圳（0.834）、珠三角（0.827）等园区凭借优越的创新政策和资源禀赋，积累了扎实的转换动力，但自创区整体的转换动力（0.440）仍有较大提升空间，尤其哈大齐（0.184）、兰白（0.106）、乌昌石（0.005）等后晋自创区的转换动力均低位徘徊，亟须多措并举全面激发园区内生动能和创新活力。根据不同阶段转换动力的测算均值可知，自创区整体的两端转换动力 A_1、A_3 稍强于中段 A_2 且表现平稳，营销与组织创新动力（$\overline{A}_3=0.521$）表现最佳，说明自创区在市场开拓和管理建设方面成效显著，但中关村（0.972）、上海张江（0.955）、珠三角（0.946）等领跑园区较比郑洛新（0.210）、兰白（0.154）、乌昌石（0.000）等末位园区两极分化严重；前端的研究与试验发展动力（$\overline{A}_1=0.460$）表现次之，自创区理论知识转化为技术产出的能力亟须提升，应以教育经费投入和科研人员培养为抓手助力高校院所实现知识驱动技术创新，并扩大社会文化开放度和优化政府服务，增强大众的知识产权保护意识和创新包容性；衔接前后的产品与工艺创新动力（$\overline{A}_2=0.338$）明显乏力，即使位列前三名的深圳与上海张江得分也仅为0.673和0.593，说明自创区将新技术用于产品试开发的能力普遍较弱，在优化技术引进结构的同时，还需提升技术再创新能力以实现自主创新，增强运用新工艺获得新产品的能力。

根据图2所示各阶段转换动力排名变化可见，深圳、珠三角、杭州、中关村等自创区一直处于动力前沿，而乌昌石、兰白、哈大齐等自创区排名囿于末位，说明这两种转换动力在长期积累下形成的固定格局较难打

表 6　自创区阶段转换动力测算均值与排名

园区	动力								园区	动力							
	A		*A*1		*A*2		*A*3			*A*		*A*1		*A*2		*A*3	
	均值	排名	均值	排名	均值	排名	均值	排名		均值	排名	均值	排名	均值	排名	均值	排名
中关村	0. 900	1	0. 757	4	0. 970	1	0. 972	1	合芜蚌	0. 359	13	0. 419	13	0. 213	17	0. 444	12
深圳	0. 834	2	0. 888	2	0. 673	2	0. 942	4	长株潭	0. 328	14	0. 404	15	0. 231	15	0. 349	17
珠三角	0. 827	3	1. 000	1	0. 535	5	0. 946	3	沈大	0. 300	15	0. 267	17	0. 312	12	0. 321	18
上海张江	0. 681	4	0. 496	11	0. 593	3	0. 955	2	郑洛新	0. 280	16	0. 409	14	0. 220	16	0. 210	21
杭州	0. 650	5	0. 627	5	0. 537	4	0. 787	6	天津	0. 275	17	0. 278	16	0. 306	13	0. 241	19
苏南	0. 634	6	0. 789	3	0. 464	6	0. 648	8	长春	0. 252	18	0. 183	20	0. 206	18	0. 367	14
宁波温州	0. 552	7	0. 510	10	0. 334	10	0. 811	5	重庆	0. 249	19	0. 248	18	0. 149	20	0. 349	16
西安	0. 525	8	0. 561	9	0. 396	7	0. 617	9	鄱阳湖	0. 225	20	0. 240	19	0. 074	21	0. 360	15
成都	0. 518	9	0. 606	7	0. 337	9	0. 610	10	哈大齐	0. 184	21	0. 160	21	0. 173	19	0. 220	20
福厦泉	0. 492	10	0. 452	12	0. 287	14	0. 736	7	兰白	0. 106	22	0. 104	22	0. 060	22	0. 154	22
武汉东湖	0. 480	11	0. 571	8	0. 361	8	0. 506	11	乌昌石	0. 005	23	0. 000	23	0. 014	23	0. 000	23
山东半岛	0. 459	12	0. 614	6	0. 323	11	0. 440	13	均值	0. 440	—	0. 460	—	0. 338	—	0. 521	—



(a)研究与试验发展动力

(b)产品与工艺创新动力

(c)营销与组织创新动力

图 2　国家自创区创新价值链阶段转换动力排名变化

破。然而,一贯领跑的中关村却在研究与试验发展动力上比较优势弱化,在教育和初期研发经费的投入占比上较于首位的珠三角有所欠缺。就样本期两端排名变化而言,A_1 的自创区排名有轻微浮动,排名不变的自创区约占 1/3,珠三角、兰白、乌昌石等排名直线拉平,其余自创区排名波幅最多为 4,可见研发与试验发展动力难在短期实现突破性改变,知识的累积和创新需要长期持续的时间投入。A_3 首尾两端的排名变化较稳定,排名保持不变的自创区有 5 个,上海张江、珠三角、中关村和深圳一直位居前四,哈大齐、郑洛新、兰白、乌昌石始终徘徊在后五位。相比之下,A_2 排名除了中关村、兰白、乌昌石 3 个自创区表现稳定外,其余自创区排名波动明显,在 12 个排名进步的园区中天津自创区历经波折实现最大攀升,而排名退步的 9 个园区中变动幅度最大的长春和成都各下降了六名和九名,这些自创区除了在单位能耗降低率、国家/行业标准新增量上与其他园区同步下滑外,多数指标值保持稳定上升态势,但因园区间增速差异导致部分要素的比较优势反转,长春、成都在技术合同成交规模和劳动生产率上的缓进则退,恰给天津自创区创造了排名大幅提升的空间。

2. 转换效率测算结果

根据表 7 转换效率测算结果可知,哈大齐(0.991)、兰白(0.976)、宁波温州(0.958)创新投入产出转换效率较高,末位自创区的转换效率较综合均值(0.828)存在较大差距,尤其鄱阳湖(0.662)、合芜蚌(0.659)、长株潭(0.632)等园区需加强产出导向下的多区域创新要素融合,以驱动自创区阶段转换效率的改进。根据三个阶段转换效率测算均值可知,自创区整体的中段($\bar{A}_2 = 0.914$)效率略优于两端($\bar{A}_1 = 0.822$,$\bar{A}_3 = 0.748$)。产品化到商品化的转换效率表现最佳,宁波温州、中关村、天津等前八位园区该阶段的效率都高于 0.950,发挥了强劲带头作用,其中经济基础较薄弱的乌昌石创新投入规模偏少,在投入产出相对值下转换效率优势明显;知识化到产品化的转换效率表现次之,教育资源匮乏和水平欠佳会反映在论文发表数量、科研课题数量及专利授权量多个方面;商品化到规模化的转换效率短板突出,当科研成果无法满足市场需求则难以实现产品规模化,通过加强市场前瞻性研究,为科技成果转化提供指导和管理建议。

通过表 8 所示三个阶段对应的历年转换效率值可见,产品化到商品化阶段中表现为效率前沿面的自创区数量最多,而在商品化到规模化阶段数量最少,这与转换效率测算均值反映的整体特征吻合。中关村、哈大齐、乌昌石等部分自创区在三阶段都保持高位转换效率,但中关村依托扎实的地域科创资源基础,在技术产品化阶段的转换效率优势更突出,而哈大齐和乌昌石利用“小快灵”“精准实”的机动性实现小体量创造大增量,其转换效率优势更多体现在产品商品化和商品产业化阶段。然而,并非所有自创区的三阶段转换效率表现都一致,天津、沈大和重庆等园区前两阶段效率表现优异,而第三阶段转换效率有所欠缺。

表 7　自创区三阶段 DEA 阶段转换效率测算均值与排名

园区	效率								园区	效率							
	综合效率		第一阶段		第二阶段		第三阶段			综合效率		第一阶段		第二阶段		第三阶段	
	均值	排名	均值	排名	均值	排名	均值	排名		均值	排名	均值	排名	均值	排名	均值	排名
哈大齐	0.991	1	0.992	7	0.982	8	0.999	4	天津	0.830	13	0.998	2	0.997	4	0.494	21
兰白	0.976	2	0.980	9	0.949	12	1.000	1	成都	0.823	14	0.908	12	0.990	7	0.572	16
宁波温州	0.958	3	0.995	6	0.998	2	0.882	7	沈大	0.791	15	0.985	8	0.932	14	0.456	23
中关村	0.953	4	0.997	5	0.995	5	0.866	9	深圳	0.765	16	0.686	18	0.949	12	0.661	14
乌昌石	0.936	5	0.810	14	1.000	1	1.000	1	福厦泉	0.765	17	0.869	13	0.885	18	0.541	19
西安	0.908	6	0.757	15	0.982	8	0.985	5	郑洛新	0.758	18	0.630	19	0.993	6	0.653	15
重庆	0.908	7	0.998	4	0.998	2	0.727	13	武汉东湖	0.697	19	0.704	16	0.895	17	0.492	22
长春	0.895	8	0.938	10	0.959	11	0.788	11	上海张江	0.695	20	0.998	2	0.574	23	0.514	20
苏南	0.886	9	1.000	1	0.789	21	0.868	8	鄱阳湖	0.662	21	0.308	23	0.828	19	0.850	10
杭州	0.874	10	0.920	11	0.915	15	0.787	12	合芜蚌	0.659	22	0.513	22	0.901	16	0.563	18
山东半岛	0.847	11	0.630	19	0.973	10	0.938	6	长株潭	0.632	23	0.608	21	0.717	22	0.572	16
珠三角	0.841	12	0.696	17	0.826	20	1.000	1	均值	0.828	—	0.822	—	0.914	—	0.748	—

表 8　2017—2021 年自创区三阶段转换效率值

园区	效率														
	第一阶段					第二阶段					第三阶段				
	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年	2021 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年	2021 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年	2021 年
中关村	0.987	1.000	1.000	1.000	1.000	0.998	0.981	0.998	1.000	1.000	0.815	0.688	0.827	1.000	1.000
武汉东湖	0.747	0.668	0.601	0.801	0.974	1.000	0.704	0.877	0.899	0.994	0.475	0.417	0.447	0.472	0.650
上海张江	0.992	1.000	1.000	1.000	1.000	0.527	0.591	0.686	0.577	0.489	0.572	0.452	0.460	0.566	0.521
深圳	0.885	0.612	0.560	0.685	1.000	0.944	1.000	0.904	0.897	1.000	0.626	0.732	0.325	0.621	1.000
苏南	0.998	1.000	1.000	1.000	1.000	0.691	1.000	0.810	0.703	0.741	1.000	1.000	0.958	0.717	0.666
长株潭	0.553	0.572	0.584	0.723	0.963	0.542	0.548	0.691	0.810	0.993	0.668	0.625	0.401	0.438	0.729
天津	0.992	1.000	1.000	1.000	0.778	0.986	1.000	1.000	1.000	1.000	0.745	0.763	0.471	0.303	0.188
成都	0.992	0.941	0.698	1.000	1.000	0.990	1.000	1.000	1.000	0.960	0.394	0.482	0.456	0.636	0.893
西安	0.802	0.675	0.690	0.859	0.959	1.000	0.921	1.000	0.988	1.000	0.947	0.992	1.000	1.000	0.987
杭州	0.941	0.892	0.890	0.958	0.990	0.951	0.767	0.970	1.000	0.887	1.000	1.000	0.891	0.701	0.345
珠三角	0.701	0.696	0.674	0.713	1.000	0.772	0.904	0.700	0.754	1.000	0.999	1.000	1.000	1.000	1.000
郑洛新	0.626	0.612	0.521	0.759	1.000	0.979	0.987	1.000	1.000	1.000	0.614	1.000	1.000	0.434	0.215
山东半岛	0.501	0.649	0.653	0.715	1.000	1.000	1.000	1.000	0.876	0.989	0.999	0.903	1.000	1.000	0.786
沈大	0.941	1.000	1.000	1.000	0.984	0.905	0.930	1.000	1.000	0.823	0.488	0.254	0.332	0.441	0.767
福厦泉	0.927	0.932	0.724	0.891	0.891	0.878	1.000	0.960	0.861	0.727	0.459	0.347	0.412	0.590	0.898
合芜蚌	0.494	0.506	0.467	0.584	0.983	0.885	0.734	0.885	1.000	1.000	0.411	0.589	0.619	0.645	0.553
重庆	0.991	1.000	1.000	1.000	1.000	0.991	1.000	1.000	1.000	1.000	0.533	0.665	1.000	0.932	0.504
宁波温州	0.989	0.991	1.000	1.000	1.000	0.991	1.000	1.000	1.000	1.000	0.999	1.000	0.872	1.000	0.538
兰白	0.921	1.000	1.000	1.000	0.633	0.981	1.000	0.764	1.000	1.000	0.999	1.000	1.000	1.000	1.000
乌昌石	1.000	0.696	0.743	0.800	1.000	0.999	1.000	1.000	1.000	1.000	0.999	1.000	1.000	1.000	1.000
鄱阳湖	0.271	0.300	0.332	0.328	0.780	0.661	1.000	0.710	0.770	1.000	1.000	0.796	0.869	0.749	0.834
长春	0.913	0.931	0.906	1.000	1.000	0.981	1.000	0.991	1.000	0.821	1.000	1.000	0.592	0.365	0.981
哈大齐	0.982	0.987	0.998	1.000	1.000	0.929	1.000	0.980	1.000	1.000	0.999	1.000	1.000	1.000	0.994

注：考虑自创区在不同年份的三阶段转换效率存在变动，表中自创区按照批复建设的时间顺序排列。

3. 锁定状态的演变特征

样本期 4 个时间段内四种锁定状态的比例分别为 8∶6∶2∶7、3∶8∶4∶8、7∶7∶4∶5、6∶9∶2∶6 且锁定状态不断变换，说明自创区在努力寻求创新价值链锁定的破解之法，但阶段转换效能的改进任务依旧艰巨。以最新一期的锁定状态为例，持续性解锁自创区有 6 个，其中武汉东湖的转换动力和鄱阳湖的转换效率提升最显著，长株潭、深圳等在加速资源集聚的同时积极探寻创新协作新模式，实现了向解锁状态的转变；相对性解锁和相对性锁定自创区仍居多数，转换动力和转换效率异向变动，需要有侧重点地提升转换动力或效率以实现两者协同发展；持续性锁定自创区有 6 个，其中杭州的转换动力衰退最明显，而初期持续性解锁的天津、兰白自创区猛然效能下滑，均转为锁定状态，可见处于理想状态的自创区仍要警惕锁定效应加剧的可能。

以各时间段内的锁定状态比前一时间段的变化为观察对象，利用 ArcGIS 将锁定状态的转移情况可视化以进一步剖析其演变趋势，锁定状态的变化情况整体呈现以下空间特征：第一，自创区创新价值链的锁定状态震荡多变且沿海发达地区尤为突出。锁定状态强弱反复的自创区占总体的 3/5，即便中关村、上海张江和苏南等老牌园区也难保长期维持解锁，这是创新主体在夯实产业基础中经常面对的效能平衡问题，反映了自创区转换动力与效率在转化积累下的实虚映射，要求快速演变的自创区在夯基垒台中将基础优势变为产业优势。第二，内陆地区自创区的创新价值链锁定状态两极分化明显。武汉东湖、西安、长株潭等较早获批自创区的锁定状态总体呈弱化态势，这得益于先行自创区三次创业中创新经济体的建设成效，而哈大齐、合芜蚌、兰白等建设期较短的内陆自创区普遍面临锁定效应增强压力。

表 9　2017—2021 年自创区创新价值链锁定状态

年份	测算指标	园区											
		中关村	武汉东湖	上海张江	深圳	苏南	长株潭	天津	成都	西安	杭州	珠三角	郑洛新
2017—2018	$\Delta A_{t,t+1}$	-0.102	-0.011	0.054	-0.310	-0.228	-0.105	0.107	-0.081	0.094	-0.309	0.177	-0.093
	$\Delta E_{t,t+1}$	-0.127	-0.433	-0.056	-0.111	0.309	-0.018	0.018	0.039	-0.161	-0.233	0.127	0.372
	锁定状态	持续性锁定	持续性锁定	相对性锁定	持续性锁定	相对性解锁	持续性锁定	持续性解锁	相对性解锁	相对性锁定	持续性锁定	持续性解锁	相对性解锁
2018—2019	$\Delta A_{t,t+1}$	0.015	-0.071	-0.170	-0.137	-0.061	-0.049	-0.076	0.025	-0.013	0.066	-0.232	-0.188
	$\Delta E_{t,t+1}$	0.139	0.136	0.103	-0.555	-0.232	-0.069	-0.292	-0.269	0.102	0.092	-0.226	-0.091
	锁定状态	持续性解锁	相对性锁定	相对性解锁	持续性锁定	持续性锁定	持续性锁定	持续性锁定	相对性锁定	相对性解锁	持续性解锁	持续性锁定	持续性锁定
2019—2020	$\Delta A_{t,t+1}$	-0.026	-0.237	-0.040	0.079	0.013	0.061	-0.130	0.041	-0.219	0.054	0.082	0.190
	$\Delta E_{t,t+1}$	0.173	0.247	-0.003	0.414	-0.348	0.295	-0.168	0.482	0.157	-0.092	0.093	-0.328
	锁定状态	相对性解锁	相对性解锁	持续性锁定	持续性解锁	相对性锁定	持续性解锁	持续性锁定	持续性解锁	相对性解锁	相对性锁定	持续性解锁	相对性锁定
2020—2021	$\Delta A_{t,t+1}$	-0.191	0.135	0.378	-0.200	-0.075	-0.131	0.124	-0.146	-0.183	-0.509	0.121	-0.091
	$\Delta E_{t,t+1}$	0.001	0.446	-0.133	0.797	-0.013	0.714	-0.337	0.217	0.099	-0.437	0.533	0.022
	锁定状态	相对性解锁	持续性解锁	相对性锁定	相对性解锁	持续性锁定	相对性解锁	相对性锁定	相对性解锁	相对性解锁	持续性锁定	持续性解锁	相对性解锁

年份	测算指标	园区									
		山东半岛	沈大	福厦泉	合芜蚌	重庆	宁波温州	兰白	乌昌石	鄱阳湖	长春	哈大齐
2017—2018	$\Delta A_{t,t+1}$	0.016	-0.084	-0.088	0.053	0.027	-0.043	0.268	-0.010	0.178	-0.037	0.012
	$\Delta E_{t,t+1}$	0.051	-0.150	0.015	0.039	0.132	0.001	0.079	-0.304	0.164	0.018	0.001
	锁定状态	持续性解锁	持续性锁定	相对性解锁	持续性解锁	持续性解锁	相对性解锁	持续性解锁	持续性锁定	持续性解锁	相对性解锁	持续性解锁
2018—2019	$\Delta A_{t,t+1}$	-0.075	-0.134	-0.115	-0.020	-0.114	0.010	-0.217	0.014	0.062	0.067	-0.156
	$\Delta E_{t,t+1}$	0.101	0.148	-0.183	0.142	0.335	-0.128	-0.236	0.047	-0.185	-0.433	0.001
	锁定状态	相对性解锁	相对性锁定	持续性锁定	相对性解锁	相对性解锁	相对性锁定	持续性锁定	持续性解锁	相对性锁定	相对性锁定	相对性解锁
2019—2020	$\Delta A_{t,t+1}$	-0.006	-0.081	0.093	-0.037	0.035	0.012	0.024	-0.014	0.000	-0.321	-0.054
	$\Delta E_{t,t+1}$	-0.062	0.109	0.246	0.258	-0.068	0.128	0.236	0.057	-0.064	-0.133	0.001
	锁定状态	持续性锁定	相对性解锁	持续性解锁	相对性解锁	相对性锁定	持续性解锁	持续性解锁	相对性解锁	持续性锁定	持续性锁定	相对性解锁
2020—2021	$\Delta A_{t,t+1}$	0.076	0.090	-0.068	-0.072	-0.025	-0.376	-0.068	0.000	0.005	-0.164	-0.048
	$\Delta E_{t,t+1}$	0.184	0.133	0.174	0.307	-0.428	-0.462	-0.367	0.200	0.767	0.437	-0.006
	锁定状态	持续性解锁	持续性解锁	相对性解锁	相对性解锁	持续性锁定	持续性锁定	持续性锁定	持续性解锁	持续性解锁	相对性解锁	持续性锁定

注：表中自创区按照批复建设的时间顺序排列。

（二）锁定状态的内部转移特征

在明确锁定状态划分标准基础上，构建 Markov 链可有效反映锁定状态内部转移的流动性[57]。考虑锁定状态包括四种类型，得到 4×4 的 Markov 转移矩阵，则自创区 t 年份属于 i 类锁定状态而下一年份变为 j 类的一步转移概率 $M_{ij}=N_{ij}/N_i$，其中 N_{ij} 为 t 年份处于 i 类型而下一年变为 j 类型的园区数量总和，N_i 为 t 年份所有属于 i 类型的园区数量总和。

根据表 10 锁定状态的 Markov 转移概率矩阵可见，主对角线上所示锁定状态不变的最大概率为相对性

表 10　自创区创新价值链锁定状态的 Markov 转移概率矩阵

$t \rightarrow t+1$	观测值	持续性解锁	相对性解锁	相对性锁定	持续性锁定
持续性解锁	18	0.055	0.556	0.111	0.278
相对性解锁	21	0.143	0.381	0.190	0.286
相对性锁定	10	0.200	0.300	0.000	0.500
持续性锁定	20	0.500	0.150	0.200	0.150

解锁时的0.381，其余锁定状态维持不变的概率普遍偏小，这也印证了前文所得锁定状态震荡多变的结论，并且对角线上方的转移概率数值（1.921）整体略大于对角线下方数值（1.493），说明目前创新价值链趋于锁定的概率大于解锁概率。同时，自创区锁定状态并非都是逐级变化，存在越级变化的可能，持续性解锁、相对性解锁和相对性锁定三种状态的自创区出现越级转移的概率基本维持在0.3左右，而持续性锁定向持续性解锁转移的概率（0.500）远超向其余状态转移的概率②。中关村、深圳、长株潭等10个自创区在测算期内就发生过这种变化，因此当自创区获得充足创新活力促使转换动力和效率共同提升时，可使不理想的锁定状态向好跨级跃迁。

（三）锁定状态的空间关联特征

空间Markov链将空间滞后概念引入状态转移概率矩阵，以此分析地理背景下自创区及其周围区域锁定状态的演变特征。在考虑不同空间滞后条件下，将4×4矩阵分解为4个4×4条件转移概率矩阵，$M_{ij}(k)$表示自创区在t年空间滞后为k的条件下，t年属于i类型而$t+1$年时转变为j类型的空间转移概率，空间滞后值$Lag_i=\sum^{n}Y_jW_{ij}$是某自创区邻近地理单元观测值的空间加权平均，其中Y_j为某自创区锁定状态的观测值，n为自创区总数，W_{ij}为自创区i、j的空间邻近关系，园区相邻时$W_{ij}=1$，否则$W_{ij}=0$。

表11是基于空间Markov链的自创区创新价值链锁定状态的转移概率矩阵分析结果，从中可得以下演变特征：第一，自创区创新价值链锁定状态变迁具有典型的空间依赖特征。由于创新价值链不同阶段的创新投入的专用性差异，导致不同空间滞后状态下锁定状态转移矩阵差别明显，如空间滞后为持续性解锁和持续性锁定状态的园区较少，观测值分别仅有7个和6个，且观察期内的状态较相对性的两种状态更稳定。第二，邻域园区的锁定状态会对自创区创新价值链锁定状态的转移概率产生差异化影响。当空间滞后类型为解锁条件时，自创区创新价值链锁定状态向好转移的概率普遍会增加，如在相对性解锁空间滞后条件下，相对性锁定向相对性解锁转移的概率就由无滞后条件的0.300增加到0.667，而向持续性锁定转移的概率由0.500降至0.333；当空间滞后类型为锁定条件时，解锁状态的自创区趋向恶化的概率通常会增加，如在相对性锁定空间滞后条件下，持续性解锁转向锁定的概率由无滞后条件的0.389增加为0.750。

表11　自创区创新价值链锁定状态的空间Markov转移概率矩阵

空间滞后	$t\rightarrow t+1$	观测值	持续性解锁	相对性解锁	相对性锁定	持续性锁定
持续性解锁	持续性解锁	0	0.000	0.000	0.000	0.000
	相对性解锁	1	1.000	0.000	0.000	0.000
	相对性锁定	1	0.000	0.000	0.000	1.000
	持续性锁定	5	0.600	0.200	0.000	0.200
相对性解锁	持续性解锁	11	0.091	0.636	0.000	0.273
	相对性解锁	10	0.100	0.200	0.300	0.400
	相对性锁定	3	0.000	0.667	0.000	0.333
	持续性锁定	10	0.200	0.200	0.400	0.200
相对性锁定	持续性解锁	4	0.000	0.250	0.500	0.250
	相对性解锁	9	0.111	0.556	0.111	0.222
	相对性锁定	6	0.333	0.167	0.000	0.500
	持续性锁定	3	1.000	0.000	0.000	0.000
持续性锁定	持续性解锁	3	0.000	0.667	0.000	0.333
	相对性解锁	1	0.000	1.000	0.000	0.000
	相对性锁定	0	0.000	0.000	0.000	0.000
	持续性锁定	2	1.000	0.000	0.000	0.000

② 其中，1.921是表10中转移概率矩阵四种锁定状态（剔除观测值列）的对角线上方的转移概率之和，即0.556+0.111+0.278+0.190+0.286+0.500=1.921；1.493是表10中转移概率矩阵四种锁定状态（剔除观测值列）的对角线下方的转移概率之和，即0.143+0.200+0.300+0.500+0.150+0.200=1.493；0.500为持续性锁定向持续性解锁转移的概率。

四、结论与展望

(一)结论与启示

创新价值链各阶段的创新活动都是为价值链赋能的过程,驱动着创新投入转变为不同的创新产出后在价值链上得到攀升。在遵循Hansen和《奥斯陆手册》的创新逻辑主线基础上,从知识创造、产品转化、商品输出和规模经营等不同创新价值链环出发,构建了由创意产生、创意转化和创意扩散三个阶段及相应创新活动组成的转换效能评价指标体系,分别运用全局熵值法-灰靶决策模型、三阶段DEA实证测算了中国23个自创区创新价值链的阶段转换动力和效率,根据锁定状态判别标准划分转换效能的表现类型,并运用空间Markov链分析了不同锁定状态的内部转移与空间转移特征。结果表明:第一,自创区整体的转换动力仍有较大提升空间,其中产品与工艺创新动力短板突出且园区间的比较优势变化明显,而阶段转换效率总体处于中上游水平,较比实现效率前沿还有一定距离且各阶段转换效率稳定性欠佳,其中低效的商品化到规模化阶段转换表现同强劲的营销与组织创新动力相悖,一定程度反映部分创新产品不符合市场需求或研发方向不能反映行业趋势,产品创新与市场需求的错位致使技术创新活动难以实现经济效益。第二,多数自创区的锁定状态震荡多变甚至存在跨级变动,沿海发达地区的自创区尤为突出,并且持续性解锁园区数量偏少且趋于锁定概率更大,相对性解锁在维持同种锁定状态中最稳定,锁定程度频繁变动给后发自创区通过创新驱动发展实现弯道超车提供了可能,而趋向锁定的态势督促自创区开展创新效能持续性优化以保证创新价值链的长期畅通。第三,自创区创新价值链锁定状态变迁呈现典型的空间依赖特征,并且邻域园区的锁定状态会对自创区创新价值链锁定状态的转移概率产生差异化影响,这就要求自创区建设的关注焦点要突破自身创新体系优化的空间范畴,聚焦国家区域重大战略,通过区域一体化发展调动发挥优势邻域自创区的辐射带动作用,推动高水平协同创新和产业协作,努力建设跨区域的协同创新共同体。

研究结果揭示了自创区创新价值链的锁定状态与演变特征,为自创区寻找创新价值链进阶的解锁策略指明方向:

第一,建立场景驱动的科技成果转化机制,推动知识创新体系与技术创新体系加速融合。自创区应强化驻园企业的科技创新主体地位,充分发挥其在应用场景设计、建设与评价中的多重作用,围绕技术对接、人才培训、工艺创新、市场拓展和知识产权服务等关键环节,构建上下游协同的场景创新联合体。通过“应用场景-产品需求-技术攻关-产品迭代-性能提升-场景应用”的闭环循环,推动技术突破、产品成熟与规模化商用,实现从技术产品化到商品化再到产业化的完整转化路径。同时,自创区管理机构应不断强化场景创新驱动成果转化的政策引导和制度供给,鼓励相关部门和龙头企业向科创企业开放场景资源,以场景创新催生新技术、新产品和新产业。

第二,差异化推进动态能力建构与联动拓存创增,持续提升自创区创新价值链整体效能。转换动力偏弱的自创区可向哈大齐、乌昌石等效率领先园区对标,在技术变革环境下发挥体量小但转身灵活的潜在特性,聚焦优势产业、新兴产业等特色赛道不断塑造园区动态能力,把培育更多专精特新“小巨人”、制造业单项冠军、隐形冠军企业作为加快园区转型升级和增强发展后劲的突破口,依托专业化创新发展持续增强园区的特定环节影响力,并将环节优势通过延链补链融入全产业链条,在创新要素加速聚集中提升创新价值链的稳健性和竞争力。中关村、上海张江等转换动力强劲的自创区必须统筹好做优增量和盘活存量的关系,促使转换动力真正转化为支撑阶段跃迁的效率优势。借助伙伴园区、异地孵化、飞地经济等多种利益共享模式,在强强联合中加强企业对接联动、项目载体共建、区域联合招商等深层互动,协力开展关键核心技术、产业共性技术、颠覆性技术攻关及其重要产品商业化;在强弱互补中园区间应由承接产业转移向产业链合作转变,围绕重点产业链不同构成单元推进供需精准对接,逐渐形成紧密高效的错位式协同发展关系。

第三,加强自创区科技创新与产业创新跨区域协同,形成邻近园区“雁阵齐飞”的发展格局。自创区创新发展要突破单个城市的地方化思维,在《国家自主创新示范区2021—2035年发展规划》制定契机下推动全国自创区一盘棋,强化统一大市场构建背景下的共同体意识。领跑自创区要在极化发展中强化辐射带动作用,与外围园区构建“大产业、细分工”的协同格局,实现自创区整体创新效能提升。在大区域战略中强化

创新政策衔接联动，试点探索领导统筹、利益分配、激励考核等现实机制问题，打破创新要素跨园区自由流动和市场化高效配置的障碍，对跨区域、跨领域的科创和产业协同重大问题共商共研共议。尤其是城市群型自创区更要兼顾纵向联动与横向协同，推动技术市场、中试平台、创新基地等优势资源在更大范围流动共享。

（二）研究展望

自创区创新价值链锁定是一个复杂多变的动态形成过程，本文尝试从系统效能视角揭示自创区的锁定状态及其演变特征，为创新价值链锁定效应研究提供了一种思路和工具。在未来研究中，将探究不同类型自创区的创新价值链锁定状态差异，重点分析组群式自创区在核心园区转换效能参差不齐下的锁定表现和未来走向；围绕自创区创新价值链锁定的产业类型、动力来源、表现形式和作用性质，透过典型案例比较其差异性和引致原因；考虑自创区创新价值链的锁定状态反复不定，待后续统计数据更新后将实施动态跟踪，及时掌握自创区锁定状态以便采取针对性策略。

参考文献

[1] 曲冠楠，陈凯华，陈劲. 面向新发展格局的意义导向“创新链”管理[J]. 科学学研究，2023(1)：134-142.

[2] HANSEN M T，BIRKINSHAW J. The innovation value chain[J]. Harvard Business Review，2007(6)：121-142.

[3] 赖俊明，何玲辉，王文青. 数字经济对中间产品创新价值链的影响研究[J]. 科研管理，2024，45(8)：32-40，94.

[4] GANOTAKIS P，LOVE J H. Export propensity，export intensity and firm performance：The role of the entrepreneurial founding team[J]. Journal of International Business Studies，2012，43(8)：693-718.

[5] 于树江，王云胜，曾建丽，等. 创新价值链下京津冀高技术产业技术创新效率及驱动要素研究[J]. 科学决策，2021(7)：77-90.

[6] 余珮，程阳. 我国国家级高新技术园区创新效率的测度与区域比较研究——基于创新价值链视角[J]. 当代财经，2016(12)：3-15.

[7] 朱慧明，张中青扬，吴昊，等. 创新价值链视角下制造业技术创新效率测度及影响因素研究[J]. 湖南大学学报(社会科学版)，2021，35(6)：37-45.

[8] 程时雄，陈利鹏，刘树家. 创新价值链视角下长江经济带绿色创新绩效分解、演化及影响因素研究[J]. 长江流域资源与环境，2024，33(6)：1123-1139.

[9] 田博文，高潇潇，姜伊朦. 新能源汽车产业技术标准化如何发展——基于网络构建和创新价值链的标准文本分析[J]. 技术经济，2020，39(5)：18-28.

[10] FARHAN A，WANG A M，LI M Z，et al. Innovation in the Era of IoT and Industry 5.0：Absolute innovation management framework[J]. Information，2020(2)：124-125.

[11] 王伟光，张钟元，侯军利. 创新价值链及其结构：一个理论框架[J]. 科技进步与对策，2019，36(1)：36-43.

[12] ROPER S，DU J，LOVE J H. Modelling the innovation value chain[J]. Research Policy，2008(6/7)：961-977.

[13] 吕文晶，陈劲，刘进. 政策工具视角的中国人工智能产业政策量化分析[J]. 科学学研究，2019(10)：1765-1774.

[14] 余泳泽，郭欣，杜运苏. 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，2021(4)：103-122.

[15] GANOTAKIS P，LOVE J H. The innovation value chain in new technology-based firms：Evidence from the UK[J]. Journal of Product Innovation Management，2012，29(5)：839-860.

[16] 崔静静，程郁. 基于创新价值链视角的企业创新绩效评估[J]. 软科学，2015，29(11)：1-5，10.

[17] 洪银兴. 科技创新阶段及其创新价值链分析[J]. 经济学家，2017(4)：5-12.

[18] EVERETT S，ROBINSONE R. Value innovation：New entrants and chain restructuring in Australia's North Queensland export coal chains[J]. Journal of International Logistics and Trade，2012(10)：3-17.

[19] SHENG Y，LIU Y，ZHANG S M. Analysis of value creation process of platform-driven scientific and technological innovation value chain：The perspective of informationization[J]. E3S Web of Conferences，2021，257：14-20.

[20] 窦超，熊曦，陈光华，等. 创新价值链视角下中小企业创新效率多维度研究——基于加法分解的两阶段 DEA 模型[J]. 科技进步与对策，2019，36(2)：77-85.

[21] 于树江，王云胜，曾建丽，等. 创新价值链下京津冀高技术产业技术创新效率及驱动要素研究[J]. 科学决策，2021(7)：77-90.

[22] 张安伟，胡艳. 多中心空间结构与创新价值链效率：影响效应及作用机制[J]. 科技进步与对策，2024，41(11)：1-12.

[23] 周迪，钟绍军. 创新价值链视角下区域创新水平分布动态及链间影响[J]. 中国科技论坛，2018(6)：110-120.

[24] 范兆斌，苏晓艳. 全球研发网络、吸收能力与创新价值链动态升级[J]. 经济管理，2008(11)：12-17.

[25] 李勃昕，董雨，朱承亮. “互联网+”对创新价值链的动态迭代溢出效应研究[J]. 管理学报，2023，20(2)：231-239.

[26] 刘树峰，杜德斌，覃雄合，等. 基于创新价值链视角下中国创新效率时空格局与影响因素分析[J]. 地理科学，2019，39(2)：173-182.

[27] ZHAO L, SUN J X, ZHANG L, et al. Effects of technology lock-in on enterprise innovation performance[J]. European Journal of Innovation Management, 2020, 24(5): 1782-1805.
[28] 吕越, 陈帅, 盛斌. 嵌入全球价值链会导致中国制造的“低端锁定”吗?[J]. 管理世界, 2018, 34(8): 11-29.
[29] 赵芸潼, 杜玉申. 技术缠结及利益关联的技术锁定效应研究[J]. 科学学研究, 2020, 38(10): 1800-1810.
[30] 解佳龙, 马妍, 周文婷. 国家高新区重点产业集群创新价值链锁定与突破——以武汉东湖国家自主创新示范区为例[J]. 创新科技, 2022, 22(8): 48-57.
[31] 张珍, 喻金田, 何伟, 等. 路径依赖与锁定研究的发展脉络分析——基于科学知识图谱视角[J]. 科研管理, 2020, 41(8): 39-48.
[32] 刘会武, 赵祚翔, 马金秋. 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, 2021, 42(6): 66-80.
[33] 马宗国, 范学爱. “双循环”新发展格局下国家自主创新示范区创新驱动发展评价[J]. 经济体制改革, 2021(2): 21-27.
[34] 解佳龙, 王梦兰. 城市群型自创区创新共同体的建构基础与策略[J]. 中国软科学, 2024(1): 86-98.
[35] 张敏, 董建博, 段进军. 国家自主创新示范区建设能够促进共同富裕吗? ——来自准自然实验的经验证据[J]. 苏州大学学报(哲学社会科学版), 2022, 43(5): 135-149.
[36] 李婉红, 刘芳, 刘天森. 国家高新区提升了城市创新效率吗? ——基于空间集聚调节效应的实证检验[J]. 管理评论, 2022, 34(5): 93-108.
[37] 袁海, 秦思, 张丽姣, 等. 邻近性、网络依赖性与国家级高新区间协同创新网络演化——以我国东部国家级高新区为例[J]. 科学学与科学技术管理, 2024, 45(5): 77-91.
[38] 张杰, 毕钰, 金岳. 中国高新区“以升促建”政策对企业创新的激励效应[J]. 管理世界, 2021, 37(7): 76-91, 6.
[39] 李婧婧, 徐珂欣, 付轼辉, 等. 长江经济带国家高新区如何实现绿色低碳发展: 基于 TOE 框架的组态研究[J]. 中国软科学, 2024(2): 94-103.
[40] 程跃. 国家自创区创新生态系统评价研究[J]. 技术经济与管理研究, 2021(12): 27-32.
[41] 马宗国, 蒋依晓. 国家自主创新示范区产业转型升级的影响因素与路径选择——基于 fsQCA 方法的实证分析[J]. 科技进步与对策, 2023, 40(2): 50-59.
[42] 解佳龙, 熊晓雪. 国家高新区创新资源集聚分异与空间极化格局[J]. 管理现代化, 2022, 42(6): 14-21.
[43] 王晶晶, 周婕. 国家高新区设立、创新要素集聚与区域创新绩效[J]. 统计与决策, 2024, 40(1): 184-188.
[44] 解佳龙, 周文婷. 国家高新区创新脆弱性评价及障碍诊断[J]. 科技进步与对策, 2023, 40(12): 78-87.
[45] 解佳龙. 国家高新区转型发展基础评价体系设计与应用[J]. 经济体制改革, 2019(2): 46-53.
[46] 蔡宏波, 韩金镕. 数字技术应用与企业出口表现——以中关村国家自主创新示范区企业为例[J]. 管理世界, 2024, 40(5): 58-75.
[47] 姚潇颖, 卫平. 国家高新区创新能力对城市全要生产率的影响及中介效应[J]. 技术经济, 2022, 41(11): 1-11.
[48] 苏屹, 姜雪松. 基于灰靶理论的区域高技术企业技术创新能力的实证分析[J]. 贵州社会科学, 2015(2): 119-126.
[49] 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.
[50] 朱权洁, 张尔辉, 李青松, 等. 基于熵权法和灰靶理论的突出危险性评价方法及其应用[J]. 安全与环境学报, 2020, 20(4): 1205-1212.
[51] 张浩, 冯惠霞, 唐孟娇. 基于突变级数-灰靶的生鲜电商 O2O 成熟度模型[J]. 运筹与管理, 2021, 30(4): 206-211.
[52] 吴沛新, 欧阳昭连, 魏云捷. 基于 DEA 模型的科创板上市医疗器械公司创新效率动态评价研究[J]. 管理评论, 2024, 36(10): 122-133.
[53] 魏方庆, 储军飞, 杨锋. 基于双目标 DEA 模型的中国省级高技术产业的创新效率评价[J]. 运筹与管理, 2024, 33(4): 174-180.
[54] 易继承, 张璐. 基于三阶段 DEA 模型的创新型国家创新效率测度[J]. 统计与决策, 2021, 37(8): 81-85.
[55] 王志华, 缪玉林, 陈晓雪. 江苏制造业低碳化升级的锁定效应与路径选择[J]. 中国人口·资源与环境, 2012(1): 278-283.
[56] 杨绮. 二元相对比较法在风险节税决策中的应用[J]. 统计与决策, 2007(7): 34-35.
[57] 施雄天, 余正勇, 肖懿, 等. 我国高技术产业高质量发展水平省域差异、障碍因子诊断及时空演变分析[J]. 创新科技, 2024, 24(2): 56-70.

Breaking through the Innovation Value Chain Lock: The Efficiency Deconstruction and Dynamic Tracking of the Triple Transformation Barriers in National Independent Innovation Demonstration Zones

Xie Jialong[1,2], Wang Menglan[1], Zhang Lu[3]

(1. School of Management, South-Central Minzu University, Wuhan 430074, China; 2. Center for Product Innovation Management of Hubei, Wuhan 430070, China; 3. School of Entrepreneurship, Wuhan University of Technology, Wuhan 430070, China)

Abstract: A sound and unimpeded innovation value chain is the basic guarantee for National Independent Innovation Demonstration Zone (NIIDZ) to lead high-level scientific and technological self-reliance, and shaping the efficiency advantage throughout the entire innovation process is an important starting point to drive the high-end climb of the innovation value chain. Based on the innovation panel data of 23 NIIDZs in China, a transformation efficiency evaluation system composed of three stages of creative generation, transformation and diffusion as well as innovation activities in the corresponding stages was constructed, and the transformation efficiency performance types were divided according to the locked state discrimination criteria. ArcGIS and spatial Markov chain were used to analyze the temporal and spatial change and transition characteristics of the locked state. The results show that there is still a gap between the transformation power and efficiency of the whole stage of NIIDZs compared with the frontier level, and the transformation efficiency of product and process innovation power and commercialization to scale is prominent. The locked state of NIIDZs in the developed coastal areas is volatile and cross-level transition is frequent, while the locked state of NIIDZs in the inland areas is seriously polarized, and the probability of the innovation value chain tends to be locked is greater than the probability of unlocking. The transition of locked state of innovation value chain of NIIDZs is spatially dependent, and the locked state of the adjacent zone will have a differentiated effect on the transition probability of locked state.

Keywords: national independent innovation demonstration zone; innovation value chain; transformation power; transformation efficiency; locked state