

城市群技术创新与经济增长效率的时空分异研究

——以成都城市群为例

杨力 刘敦虎 魏奇锋¹

【摘要】：城市群区域协同发展格局对城市群整体创新绩效有着较为深刻的影响。本文基于协同共生的视角，以两阶段网络 DEA 为分析方法，以成都城市群为例，对城市群技术创新与经济增长两阶段动态效率进行实证分析，发现城市群技术创新与经济增长两阶段效率值的时空分异特征明显。时间上：在虹吸效应与涓滴效应的交互作用下，中心城市与成员城市的效率差呈现先扩大后缩小的趋势；空间上：呈现南北高，东西低的态势，并符合地理邻近、技术邻近以及制度邻近的发展规律。研究发现，经济增长产出阶段是创新效率提升的瓶颈，鉴于此，未来城市群发展需着力于政策协同、资源协同、空间协同，提高创新一体化程度，从而形成区域创新的整体规模效应。

【关键词】：城市群 区域协同 网络 DEA 模型 两阶段效率 时空分异

【中图分类号】 F426.2;F127 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1006-012X(2020)-01-0043(10)

近年来，国家高度重视区域性创新中心的打造，其中以北上海广深等重点城市为核心，形成了“长三角”“珠三角”“京津冀”以及“粤港澳大湾区”等代表性区域创新城市群，以期突出重点城市的创新枢纽职能，驱动地方经济持续发展。^[1]一方面，研究表明，城市群创新侧重于创新活动的协同分工，其核心竞争力来源于基于多极地理创新源交互作用的区域创新网络，^[2]已有研究从数理分析的角度较好地诠释了技术效率、规模效率对经济增长的促进效率，但技术创新投入驱动的经济增长往往具有滞后效益，尤其在科技产出与经济产出上体现出显著的阶段性。^[3,4]鉴于城市群创新网络绩效受到投入要素、技术水平、网络发展状态、市场需求等多方面影响，探索城市群技术创新和经济增长效率的时空分异特征，剖析影响城市群区域创新网络的主要因素，进而设计紧密的区域创新网络治理机制和协作机制，对理解城市群不同层级城市科技创新与经济产出相互作用机制具有重要意义。^[5]另一方面，从现实情况看，对外与纽约、旧金山、东京等著名湾区城市群相比，我国的城市群创新仍存在着要素配置不合理、合作机制不完善、协同分工不明确等问题；对内我国各区域科技资源与技术创新能力不匹配的现象比较严重，比较突出的是东北老工业基地和西部三线地区，较为富集的科技资源没有转化成市场化的创新成果，许多创新要素成为“惰性资源”沉淀下来，尤其是西部地区作为我国经济社会发展相对滞后的区域，成为我国国家创新系统构建中的一个“短板”。以成渝城市群为例，近年来，国家十分重视，投入大量的创新资源，但效果并不理想，不仅发展上落后于长三角、珠三角地区、京津冀地区，在差距缩小的速度和程度上都不容乐观。^[6]因此，如何加强区域协同治理，以区域创新网络发展驱动区域经济加快转型升级，形成内陆开放型经济发展的“高地效应”，亟需进一步的拓展研究。

一、理论进展

城市群作为驱动区域创新发展的空间载体，其创新网络的关系形成、结构特征、演化发展与绩效等问题得到学者们广泛关注。在关系形成方面，以“城市群协同创新的虹吸效应和涓滴效应的形成机理、影响因素以及测量模型等”为主题，基于增长极理论

¹**作者简介**：杨力，博士研究生，西南交通大学经济与管理学院，四川成都 610031；刘敦虎，教授，博士，成都信息工程大学管理学院，四川成都 610225；魏奇锋，副教授，博士，成都理工大学商学院，四川成都 610057。

基金项目：国家自然科学基金面上项目“基于创新驱动发展的区域经济增长效率综合分析模型研究”（71673011）；国家自然科学基金青年项目“共生理论视角下的区域创新网络评价与治理研究——基于成渝城市群的经验证据”（71974020）；四川省科技厅软科学重点项目“创新驱动视角下四川省深化科技体制改革重大问题研究”（2019JDR0048）。

阐释了城市群协同创新活动的内在机理。^[7,8]在结构特征方面,以“城市群空间组织特征及其演变”为主题,以专利转让、论文合作等知识协同共享为媒介,^[9]基于邻近性影响机理阐释了复杂性创新网络的结构洞、中心性以及小世界性等要素特征,如 Bathelt et al. (2004) 基于跨区域视角构建的知识流动“Local Buzz-global Pipeline”模型;^[10]Kogler et al. (2013) 基于 GIS 地图信息分析了美国典型城市创新发展过程中产业差异性 & 空间演化特征。^[11]而国内众多学者借助 Ucinet、ArcGIS 等分析工具基于区域协同交叉的多维空间尺度,选取代表性产业的产学研联合发明专利数据(申请量变化,结构变化)或高水平论文数据对城市群创新网络的结构、各节点城市的地位以及创新能力进行测度研究。^[12~15]在演化发展与绩效方面,以“城市群创新网络演化的影响因素及共生特性”为主题,基于共生理论阐释了创新网络空间演化的动力机制与绩效评价,如在研究中构建城市群区域创新网络的竞争与合作共生演化模型,通过仿真分析证明了区域创新网络不同主体由于合作创新而产生的关联,且随着合作的延续与深入,信任关系不断加深,以城市群为载体的区域创新网络必然向共生网络演进。^[16~18]在绩效评价方面,DEA, SFA, Malmquist 指数以及由此延伸出的 DEA-Malmquist 指数法, GMDH 和 DEA 的组合, DEA-Tobit 两步法以及超效率 DEA 模型等为众多学者普遍采用。^[19]随着区域创新的网络化,管理实践对于打开效率评价“黑箱”,深入决策单元内部的诉求极为迫切,探索应用“链式网络 DEA 模型”将城市群创新网络的末端评价拆解为科技创新阶段与经济产出阶段,^[20]而评价结果也多验证了城市群整体技术创新绩效与创新投入空间格局的城市之间存在“倒 U 型”关系。^[21]

基于上述分析,目前研究针对区域创新网络的综合绩效以及城市群创新网络的空间格局已有较丰富的研究成果,可为本文的研究开展提供重要支撑。但在研究视角上,较少将协同与共生理论融合一体;在研究对象上,主要关注省域间创新绩效的对比亦或是已发展相对成熟的长三角、珠三角以及京津冀城市群的创新绩效的演变,缺少对国内其他综合城市群以及城市群内“中心-外围”城市间的协同创新绩效交互影响与空间分异特征的研究。综上所述,本文基于协同共生的视角,以网络 DEA 为分析方法,选取成都城市圈为研究对象,对成都“1+7”城市群,近 10 年来(2007~2017 年)的区域创新绩效与经济增长效率间的互动关系进行实证分析,探索其创新格局的空间分异特征,以及创新投入与经济增长两阶段的耦合关系,这是城市群“创新驱动”理论在协同共生视角下的丰富与延展,也有利于进一步优化成都城市圈创新资源的协同配置,提高区域创新共生绩效,并以此为基础探讨其共生治理。

二、城市群技术创新与经济增长效率评价模型

1. 基于“两阶段网络 DEA”的效率评价方法

在评价模型的具体测算方法上,本研究参考了张永安等(2018)的研究成果,即把包含决策单元的整个过程分解成若干个子过程或阶段,每一个阶段以其独自的投入和产出过程作为区分,并且所有的阶段通过中间要素进行关联。^[22]本文通过前沿面投影确定最优中间指标,将技术创新阶段的产出即作为第一阶段的输出同时又作为第二阶段经济增长的输入,进而在两阶段转化过程中引入“虚拟阶段”,实现两个阶段前沿面的互相映射,因此可将两阶段的效率分别描述为:

$$E_k^I = (w_1^* Z_{1k} + w_2^* Z_{2k} + w_3^* Z_{3k} + w_4^* Z_{4k} + w_5^* Z_{5k} + v_5^* X_{5k} + v_6^* X_{6k}) / \sum_{i=1}^6 v_i^* X_{ij} \quad (1)$$

$$E_k^II = (w_1^* Z_{1k} + w_2^* Z_{2k} + w_3^* Z_{3k} + w_4^* Z_{4k} + w_5^* Z_{5k} + v_5^* X_{5k} + v_6^* X_{6k}) / \sum_{i=1}^6 v_i^* X_{ij} \quad (2)$$

其中 $v_1^*, v_2^*, v_3^*, v_4^*, v_5^*, v_6^*, w_1^*, w_2^*, w_3^*, w_4^*, w_5^*, u_1^*, u_2^*, u_3^*$ 代表的是最优权重,进而,研究引入虚拟中间创新产出 \bar{Z}_j , $j=1, 2, 3, 4, 5$ 来测算最优的中间产物,为确保其形成有效决策,规定其约束条件为:

$$\sum_{j=1}^n \beta_j Z_{pj} \leq \bar{Z}_j, \quad p=1, 2 \dots 5 \quad (3)$$

$$\sum_{j=1}^n \beta_j Z_{pj} \leq \bar{Z}_j, \quad p=1, 2 \dots 5 \quad (4)$$

将 \bar{Z}_p , $j=1, 2, 3, 4, 5$ $Z \sim p_j$, $j=1, 2, 3, 4, 5$ 看作产出和投入后, 可进一步得到式⑤, 进而实现基于 DEA 模型的两阶段产出链:

$$\begin{aligned}
 \text{s. t. } & \sum_{j=1}^n \alpha_j X_{ij} \leq X_{ik} \quad i=1, 2 \cdots 4 \\
 & \sum_{j=1}^n \beta_j X_{ij} \leq X_{ik} \quad i=5, 6 \\
 & \sum_{j=1}^n \beta_j Y_{rj} \geq \theta_k Y_{rk} \quad r=1, 2, 3 \\
 & \sum_{j=1}^n \beta_j Z_{pj} \leq \bar{Z}_{pk} \quad p=1, 2 \cdots 5 \\
 & \sum_{j=1}^n \alpha_j Z_{pj} \geq \bar{Z}_{pk} \quad p=1, 2 \cdots 5 \\
 & \beta_j, \alpha_j \geq \varepsilon, \quad j=1, 2, \cdots n
 \end{aligned} \tag{5}$$

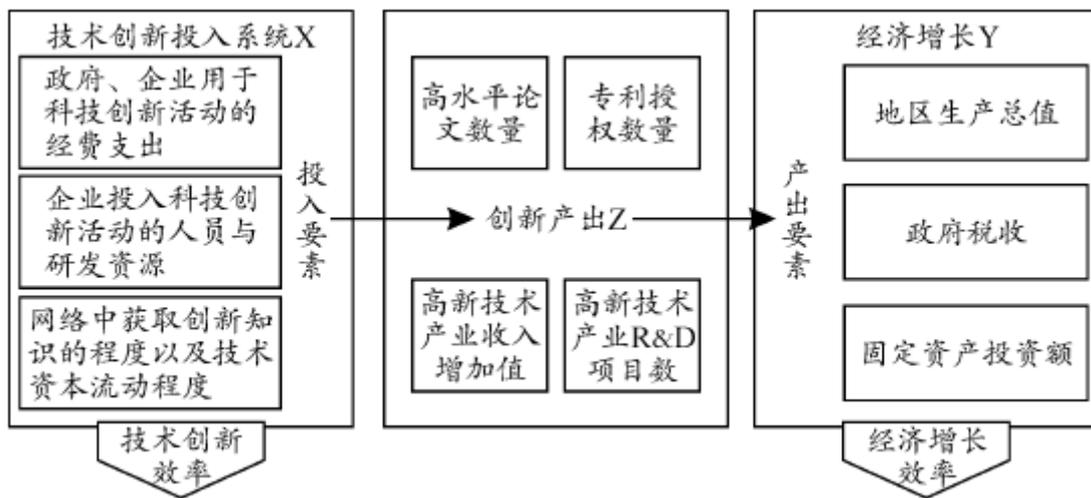


图 1 基于“两阶段网络 DEA”的效率评价模型

2. 基于“两阶段网络 DEA”的效率评价模型构建

研究基于“两阶段网络 DEA 模型”构建城市群技术创新与经济增长效率的评价模型(如图 1 所示)。首先, 将技术创新 X 作为第 1 阶段, 投入的关键指标主要涉及: (1) 对政府、企业用于科技创新活动的经费支出情况的统计分析; (2) 对企业投入科技创新活动的人员与研发资源的统计分析; (3) 对网络中获取创新知识的程度以及技术资本流动程度的统计分析。其次, 将其阶段性产出定义为创新产出 Z, 包括高水平论文数(科学产出), 专利授权的累计值(技术产出), 高新技术产业收入增加值以及高新技术产业 R&D 项目数等。再次, 以创新产出 Z 作为第二阶段经济增长的投入, 最终得到经济增长输出 Y, 包括地区生产总值, 政府税收以及固定资产投资额。进而形成了 X-Z-Y 两阶段投入产出链, 此外鉴于科技创新投入在经济增长效益的获取上具有滞后性, 本文在测算时间针对第 1 阶段采用 t 年, 而在第 2 阶段采用 t+1 年。

在此基础上, 研究结合相关文献的研究成果, 同时考量城市群的发展现状以及数据资料的可获得性, 进一步对技术创新投入要素 X 及经济增长产出要素 Y 进行细化, 构建系统的技术创新与经济增长效率评价指标(见表 1)。

表 1 技术创新与经济增长效率评价指标

技术创新投入系统 X	技术创新中间产出 Z	经济增长输出系统 Y
政府财政技术创新投入 X_1 (万元)	高水平论文数 Z_1 (篇)	地区生产总值 Y_1
企业 R&D 投入 X_2 (万元)	专利授权的数量 Z_2 (条)	政府税收 Y_2
企业新产品开发投入 X_3 (万元)	高新技术产业收入增加值 Z_3 (亿元)	固定资产投资额 Y_3
从事科研活动的人员数量 X_4 (人)	高新技术产业新产品销售收入增加值 Z_4 (亿元)	
R&D 人员折合全时当量 X_5	高新技术产业 R&D 项目数 Z_5 (个)	
合作共享的专利数量 X_6 (条)		

三、城市群技术创新与经济增长效率的实证分析

鉴于 DEA 模型规定决策单元的个数不得少于投入与产出效率评价指标总量的两倍,本研究技术创新投入与经济增长产出两阶段共设有评价指标 14 个,因此研究以成渝城市群为实证分析对象,包括以成都为中心的 15 个城市,以及以重庆为中心的 27 个区(县),在最终结果分析时,重点针对成都城市群的 1+7 个城市的效率值进行分析,聚焦于城市群内部,探究中心城市与外围成员城市间的协同创新的互动关系,以及效率的空间分异特性。

1. 数据来源

本文在测算时间针对第 1 阶段采用 t 年,即使用 2007~2017 年成渝城市群的相关数据,而在第 2 阶段采用 $t+1$ 年,即使用 2008~2018 年成渝城市群的相关数据。其中:(1)技术创新投入与产业发展数据的主要来源为成渝城市群各地级市的统计年鉴,中国科技统计年鉴,以及两次全国 R&D 资源清查资料与 Wind 数据库。(2)技术创新产出的数据,针对高水平论文数量指标的采集,研究以中国知网 CNKI 和 Web of Science (WoS) 为目标数据库分别采集中英文文献;针对专利授权数据的采集,研究使用 SooPAT 专利搜索引擎,获取各城市 2007~2018 年各类专利年授权数。

2. 成都城市群技术创新与经济增长效率的时空分异分析

(1) 技术创新投入的空间格局分析

在进行成都城市群创新效率测算之前,本文首先基于马歇尔城市基尼系数建立测度模型对 2007~2017 年成都城市群技术创新投入空间格局的资源聚集度 G 进行测算,进而再通过首位度指数 S ,分析中心城市在城市群创新网络中的空间格局:

$$G = \frac{(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n |X_i - X_j|)}{2(\sum_{i=1}^n X_i)(n-1)} \dots \dots S = \text{Max} \left(\frac{X_i}{\sum_{i=1}^n X_i} \right)$$

n : 城市群的城市数量

i:城市群内部的城市 i

j:城市群内部的城市 j

X:技术创新投入指标

G 的取值范围为:0-1, 越趋近于 1, 表明技术创新投入指标空间布局越集中

根据集聚度 G, 首位度指数 S 的统计意义, 建立矩阵可将城市群技术创新投入的空间格局细分为三类, 而针对成都的城市群的数据测算结果见表 2、如图 2 所示。

表 2 2007~2017 年成都城市群技术创新投入空间集聚度与首位度测算值

年份	集聚度 G	首位度 S	空间格局分类	年份	集聚度 G	首位度 S	空间格局分类
2007	0.823	0.624	单中心	2013	0.891	0.516	弱单中心
2008	0.847	0.583	单中心	2014	0.882	0.519	弱单中心
2009	0.852	0.589	单中心	2015	0.778	0.521	弱单中心
2010	0.867	0.597	单中心	2016	0.731	0.529	弱单中心
2011	0.841	0.591	单中心	2017	0.725	0.517	弱单中心
2012	0.914	0.589	单中心				

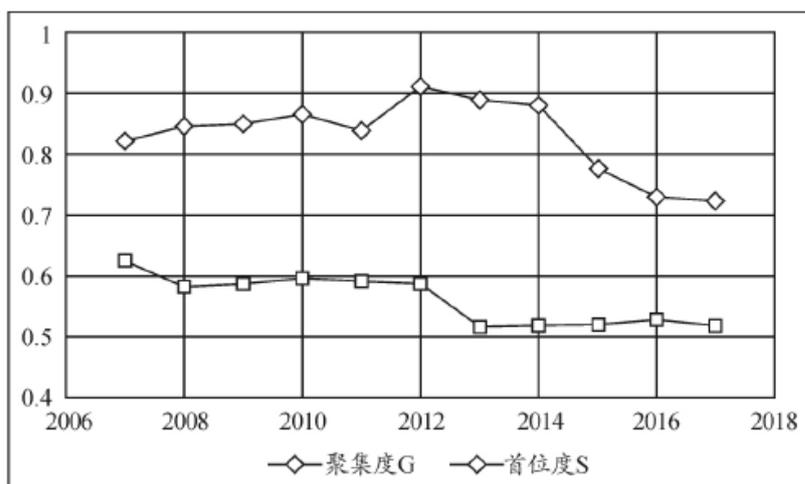
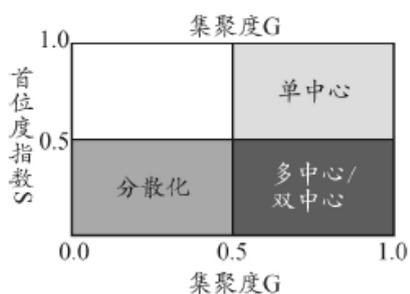


图 2 城市群空间格局分类及成都城市群技术创新投入空间集聚度与首位度变化趋势

如图 2 所示, 测算结果显示, 2007~2017 年成都城市群总体演化态势上: (1)G 值相对稳定(在 [0.7~0.9] 区域波动, 平均值:0.831), 说明成都城市群创新资源高度集聚, 技术创新依赖于持续性投入, 有明显的累计效应。(2)S 值同样无较大变化(在

[0.5~0.65]区域波动,平均值:0.561),总体上可见中心城市成都在城市群技术创新系统中地位凸显,从变化趋势上看,2013年,随着“成德绵”国家创新试验区的建设推进以及区域创新功能分工进程的加快,成都在城市群技术创新系统中的地位向“弱单中心”模式发展,同时创新资源集聚程度也有所降低。随着绵阳,德阳,眉山等地区技术创新投入的显著加强,创新要素在成都城市群的配置格局得以优化,呈现出“创新集团化”的发展趋向。

(2)效率的时序变化分析

基于上述分析,本文对2007~2017年成都城市群1+7城市的动态两阶段网络DEA绩效值进行了测算,技术创新阶段的综合产出效率C和纯技术效率V见表3,经济增长阶段的综合产出效率C和纯技术V见表4,两阶段平均效率值的对比分析见表5。

表3 成都城市群 2007~2017 年技术创新阶段效率

DMU 效率	成都		资阳		眉山		德阳		绵阳		乐山		遂宁		雅安	
	C	V	C	V	C	V	C	V	C	V	C	V	C	V	C	V
2007	0.753	1.000	0.894	0.951	1.000	1.000	1.000	1.000	0.707	1.000	1.000	1.000	0.991	1.000	0.583	0.616
2008	0.857	1.000	0.787	0.796	0.761	1.000	0.903	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.709	0.997	0.798	0.855
2009	0.941	1.000	0.971	0.789	0.754	1.000	0.781	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.904	0.991	0.524	0.730
2010	0.959	1.000	0.918	0.989	0.995	1.000	1.000	1.000	0.711	1.000	1.000	1.000	0.907	0.896	0.632	0.849
2011	1.000	1.000	0.902	0.891	0.997	1.000	1.000	1.000	0.721	1.000	0.997	0.998	0.915	0.978	0.777	0.986
2012	1.000	1.000	0.674	0.668	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.991	0.992	0.924	1.000	1.000	1.000
2013	1.000	1.000	0.661	0.749	1.000	1.000	1.000	1.000	0.643	1.000	0.889	0.989	0.930	0.854	1.000	1.000
2014	1.000	1.000	0.454	0.471	1.000	1.000	1.000	1.000	0.871	1.000	0.818	0.724	0.947	1.000	1.000	1.000
2015	0.873	1.000	0.237	0.291	0.991	1.000	1.000	1.000	0.634	1.000	0.754	0.541	0.971	0.861	0.767	0.772
2016	0.749	1.000	0.329	0.447	0.681	1.000	0.714	1.000	0.367	1.000	0.891	0.991	0.990	0.979	0.946	0.946
2017	0.716	1.000	0.421	0.401	0.589	1.000	0.709	1.000	0.412	1.000	0.817	0.849	1.000	0.952	0.952	0.951
均值 E _t	0.895	1.000	0.659	0.677	0.888	1.000	0.919	1.000	0.733	1.000	0.923	0.917	0.926	0.955	0.816	0.882

表4 成都城市群 2007~2017 年经济增长阶段效率

DMU 效率	成都		资阳		眉山		德阳		绵阳		乐山		遂宁		雅安	
	C	V	C	V	C	V	C	V	C	V	C	V	C	V	C	V
2007	0.198	1.000	0.535	1.000	0.771	1.000	1.000	1.000	0.918	0.972	0.768	0.940	0.651	0.621	0.583	0.621

2008	0.191	1.000	0.584	1.000	0.631	0.911	0.891	1.000	0.817	0.891	0.759	0.844	0.634	0.846	0.498	0.849
2009	0.161	1.000	0.254	1.000	0.574	0.890	0.762	0.901	0.814	0.872	0.772	0.936	0.751	0.723	0.524	0.721
2010	0.231	1.000	0.289	1.000	0.634	1.000	0.897	1.000	0.793	0.794	0.721	1.000	0.711	0.713	0.632	0.841
2011	0.236	1.000	0.239	1.000	0.317	0.671	1.000	1.000	0.791	0.842	0.768	1.000	0.604	0.709	0.777	0.899
2012	0.337	1.000	0.316	1.000	0.345	0.511	1.000	1.000	0.917	0.907	1.000	1.000	0.646	0.717	0.745	0.884
2013	0.371	1.000	0.433	1.000	0.701	1.000	0.934	1.000	0.854	0.841	1.000	1.000	0.687	0.760	0.761	0.915
2014	0.418	1.000	0.625	1.000	0.629	0.874	1.000	1.000	0.847	0.936	1.000	1.000	0.713	0.738	0.801	0.741
2015	0.424	1.000	0.771	0.874	0.884	1.000	0.942	1.000	0.824	0.881	0.923	0.981	0.772	0.928	0.767	0.772
2016	0.487	1.000	0.674	0.918	0.925	1.000	0.944	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.781	0.940	0.846	0.846
2017	0.511	1.000	0.714	0.898	0.897	0.973	0.951	1.000	0.992	0.996	0.993	0.990	0.731	0.842	0.825	0.865
均值 E ₂	0.324	1.000	0.494	0.972	0.664	0.894	0.938	0.991	0.870	0.903	0.882	0.972	0.698	0.776	0.705	0.814

表 5 成都城市群 2007~2017 年两阶段平均效率

阶段	技术创新阶段						经济增长阶段					
	城市圈平均效率		中心城市效率		成员城市平均效率		城市圈平均效率		中心城市效率		成员城市平均效率	
效率	C	V	C	V	C	V	C	V	C	V	C	V
2007	0.866	0.946	0.753	1.000	0.882	0.938	0.678	0.894	0.198	1.000	0.747	0.879
2008	0.852	0.956	0.857	1.000	0.851	0.950	0.626	0.918	0.191	1.000	0.688	0.906
2009	0.859	0.939	0.941	1.000	0.848	0.930	0.577	0.880	0.161	1.000	0.636	0.863
2010	0.890	0.967	0.959	1.000	0.880	0.962	0.614	0.919	0.231	1.000	0.668	0.907
2011	0.914	0.982	1.000	1.000	0.901	0.979	0.592	0.890	0.236	1.000	0.642	0.874
2012	0.949	0.958	1.000	1.000	0.941	0.951	0.663	0.877	0.337	1.000	0.710	0.860
2013	0.890	0.949	1.000	1.000	0.875	0.942	0.718	0.940	0.371	1.000	0.767	0.931
2014	0.886	0.899	1.000	1.000	0.870	0.885	0.754	0.911	0.418	1.000	0.802	0.898
2015	0.778	0.808	0.873	1.000	0.765	0.781	0.788	0.930	0.424	1.000	0.840	0.919
2016	0.708	0.920	0.749	1.000	0.703	0.909	0.832	0.963	0.487	1.000	0.881	0.958
2017	0.702	0.894	0.716	1.000	0.700	0.879	0.827	0.946	0.511	1.000	0.872	0.938

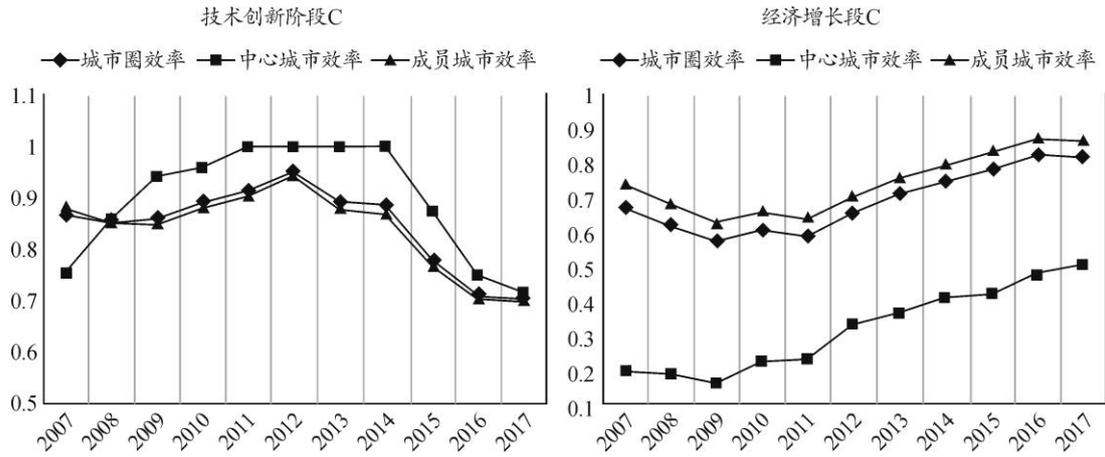


图3 两阶段综合效率C变化趋势

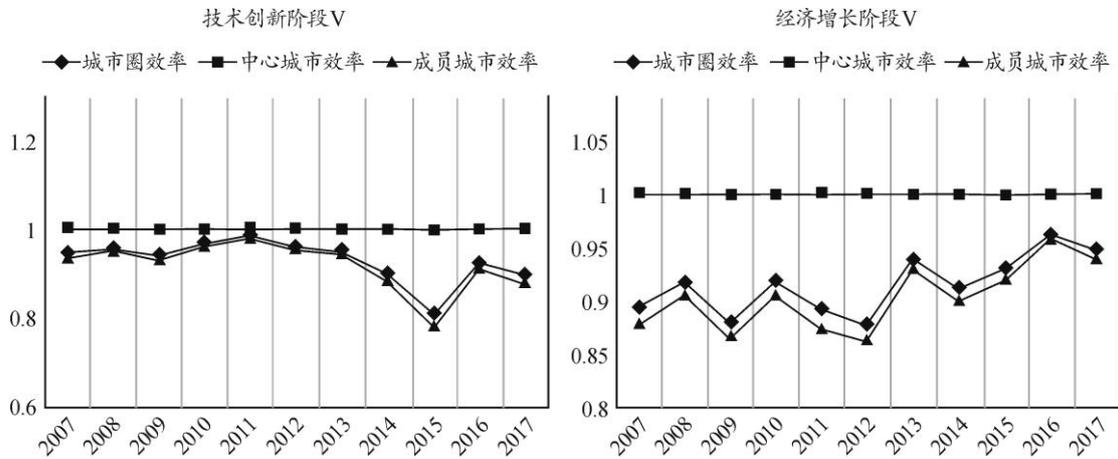


图4 两阶段纯技术效率V变化趋势

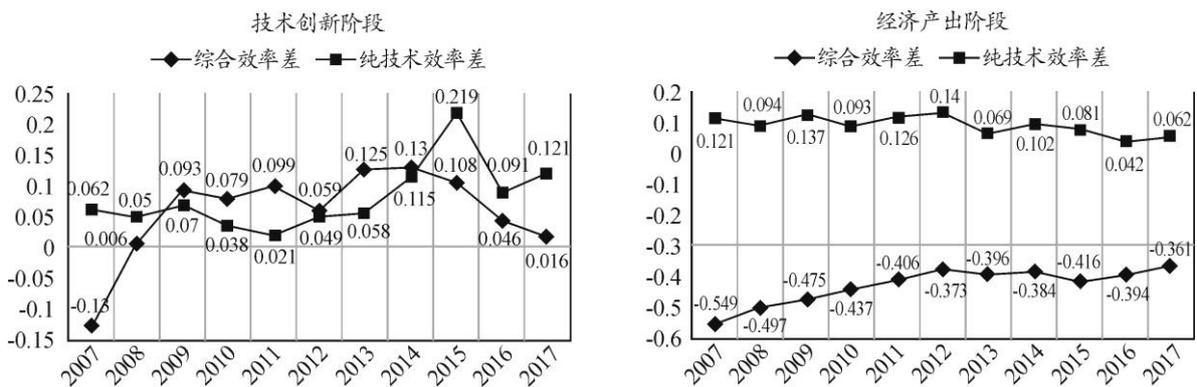


图5 两阶段效率差变化趋势

基于以上数据表的分析,在技术创新阶段,呈现出以下时序变化特征:

①在技术创新阶段,成都城市群综合效率值,中心城市综合效率以及成员城市效率值均呈现出先平缓增长,后较快下降的变化趋势,城市群的综合效率值从2007年的0.866持续增长至2012年的0.949,然后快速下降至2017年的0.702;中心城市成都的综合效率值明显高于成员城市,2007~2011年持续攀升,并在2012~2014年到达最大值1,后迅速下降至2017年的0.716,成员城市综合效率值的变化势与中心城市趋同(如图3所示)。

②在技术创新阶段,成都城市群纯技术效率呈现出:“平稳-缓慢下降-缓慢回升”的态势,波动不明显,成员城市纯技术效率变动基本与之一致,而中心城市成都的纯技术效率一直维持在最大值1(如图4所示)。

③在经济增长阶段,成都城市群、成员城市以及中心城市的综合效率均呈现出“缓慢下降-持续上升”的态势,城市群的综合绩效从2011年的0.592持续上升至2016年的0.832,而中心城市成都的综合效率值虽持续上升,但一直处于较低水平(平均值:0.324)(如图3所示)。反观,其纯技术效率则一直处于最大值1,而城市群与成员城市的纯技术效率则出梯次波动缓步上升的趋势(如图4所示)。

(3)城市群中心城市与成员城市的效率差分析

①在技术创新与经济增长阶段,中心城市与成员城市的效率差有较明显的波动。在技术创新阶段,综合效率差值呈现“缓步上升-小幅波动”的态势,随时间变化,中心城市的综合效率持续高于成员城市,2014年达到最大差值为0.13,2015年后两者差距逐步缩小,直至2017年的0.016(如图5所示)。两者间的纯技术效率差,主要体现为成员城市对中心城市的追赶,两者间差距波动不大。

②在经济增长阶段,成员城市显著高于中心城市,两者间的差值在区间[0.35, 0.55],波动不大相对平稳。而两者间的纯技术效率同样表现为成员城市相较中心城市略有差异。

(4)两阶段综合效率的空间变化分析

以8个城市2007~2017年的两阶段综合效率的平均值为基准,进一步计算出最终的综合效率值E见表6:

表6 成都城市群两阶段综合效率值

市	E_1	E_2	E
成都	0.895	0.324	0.367
资阳	0.659	0.494	0.478
眉山	0.888	0.664	0.654
德阳	0.919	0.938	0.901
绵阳	0.733	0.870	0.714
乐山	0.923	0.882	0.779
遂宁	0.926	0.698	0.671
雅安	0.816	0.705	0.682

如图 6 所示,成都城市群以成都为中心,协同周边绵阳、德阳、乐山、遂宁等 7 个城市,形成了东西,南北两条经济发展轴,共同构成了一个近似长方形的经济圈。从效率值的空间变化趋势看,在技术创新阶段,成员城市综合效率平均值为:0.837,总体呈现南北高,东西低的态势,位于南北经济发展轴的德阳,绵阳,乐山的技术创新综合效率明显高于位于经济发展环线的雅安、资阳、遂宁等城市。成员城市的纯技术效率相差不大,位于较高的水平,反映了中心城市创新资源集聚对周边城市的辐射效应。在经济增长阶段,成员城市综合效率平均值为:0.751,位于经济环线的城市综合效率相对较低,总体上仍是南北经济发展轴上的城市处于相对领先的位置,其中德阳、乐山、绵阳综合效率值明显高于其他城市。从总体空间分布上看,成都中心城市的单核心地位显著,长时间处于“一家独大”的创新空间格局,但 2015 年,随着成员城市创新投入的增加,适度改变了创新要素在成都城市群的配置格局,尤其绵阳、德阳、乐山等“后发地区”通过“干中学”等方式积极向成都中心靠拢,形成了更加有力的区域协作,加速创新资源在地区之间有效联动和协同整合。

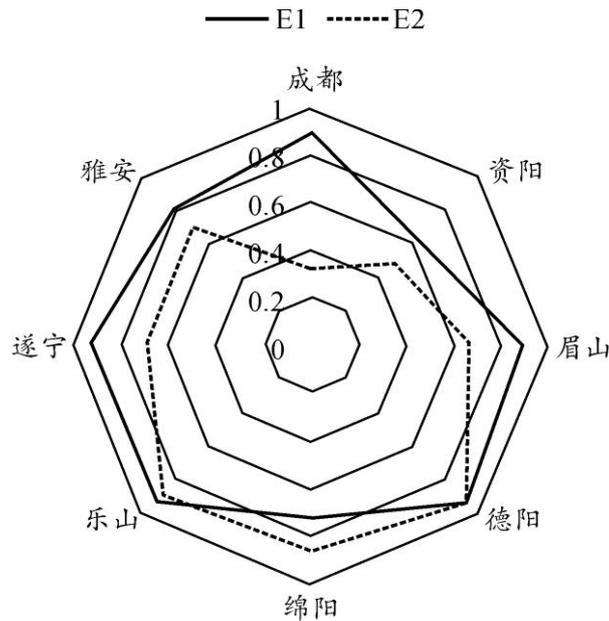


图 6 两阶段综合效率值空间变化

四、城市群效率时空分异特征的影响因素

基于实证分析结果,研究进一步以成都城市群为例对城市群技术创新与经济增长效率时空分异的影响因素进行分析。

1. 城市群内城市资源配置强度的差异

成都作为四川省省会城市,聚集了四川省内近一半的科研资源,近四成的工业经济实体,是四川省创新活动及高新技术产业的密集区。因此,在技术创新投入阶段,凭借丰厚的人力,智力,财力,其纯技术效率始终维持在最高值,处于绝对领先。总体而言,创新资源配置强度的差异使得成都城市群技术创新效率在 2007~2017 年间发生了三个阶段的演变。(1)2007~2011 年,在“涓滴效应”的作用下,创新资源集聚在成都中心城市初期所形成的规模效应,有效带动了周边城市的创新发展,提高城市群整体创新能力,该期间,中心城市与成员城市间的效率差距不大,城市群整体技术创新综合效率有明显的提升。(2)2012~2015 年,创新资源在中心城市过度集聚引发显著的“虹吸效应”,加剧了城市群创新不均衡,使得城市群内部耦合不紧密,导致中心城市与成员城市创新发展失衡,该期间中心城市的纯技术效率依旧保持高水平,但成员城市与中心城市的差距开始增大,城市群整体效率呈现下降趋势。(3)2015 年至今,随着成都城市群高铁、高速公路以及城轨的快速发展,2010 年开通成灌线,2014 年开通成绵乐线,2015 年开通成渝高铁以及 2019 年开通成雅高铁,贯穿环绕成都城市群的区域协同创新交通路网已基本形成,加速推动成都中心城市与

成员城市间创新资源的双向流动(中心城市资源集聚度 G 呈下降趋势),成员城市的纯技术效率有明显的提升,但受制于区域创新政策的协同性,连续性不足,以及区域创新基础和创新市场发展滞后,“虹吸效应”与“涓滴效应”相互抵消,导致成都城市群创新一体化程度较差,2015年后城市群技术创新效率呈持续下滑趋势。

2. 两阶段转化能力的差异

两阶段总绩效受到技术创新阶段与经济增长阶段效率的影响,从图 7 2007~2017 年效率均值三维图中可见,技术创新投入到创新产出阶段的效率值相对较高,而经济增长阶段的产出效率则明显不足,因此,从创新产出投入到第二阶段的经济增长产出是提升最终效率的关键。尤其值得注意的是:(1)第二阶段的效率总体呈现上升趋势,但增幅较小,依旧受制于技术创新产出到经济增长产出的转化,显然最终要实现地区经济增长,不仅仅是创新资源的投入,更关键的是创新成果的转化效率,即如何突破技术创新成果的市场化、产业化路径。(2)成都作为中心城市,其经济增长阶段的效率明显低于成员城市,从规模上看,2018 年成都经济总量超 1.5 万亿,同比增长 8%,远高于其他成员城市,但经济产出效率不高。究其原因,仍在于技术创新成果未得到转化,技术与市场供需关系不匹配,技术创新与经济增长两阶段发展不均衡,与此同时,鉴于成都城市群“虹吸效应”的作用力强于“涓滴效应”,在两者作用下,周边成员城市的纯技术效率不高但技术投入与经济产出的综合绩效相对较高。

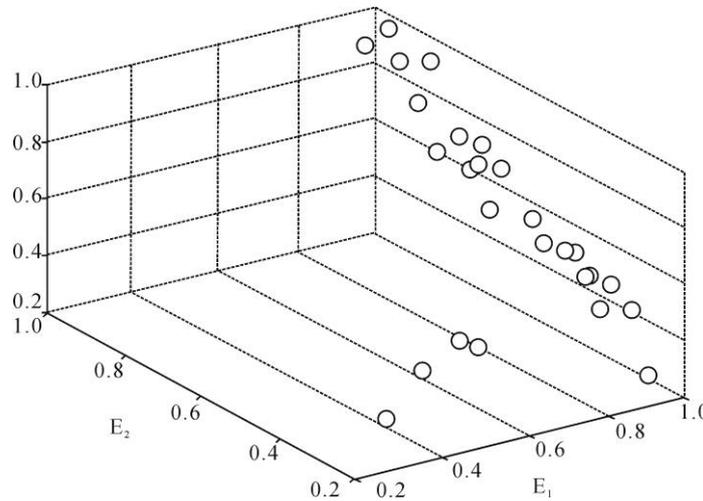


图 7 两阶段综合效率均值三维图

3. 城市群内产业空间布局的差异

从产业的空间布局角度看:一方面,成德绵依托产业特色优势,整合要素资源,已形成了高新技术产业协同配套机制。显然,与成德绵地理邻近,技术邻近以及制度邻近的眉山、乐山等成员城市的技术创新效率更高。另一方面,成都提出的“东进、南拓、西控、北改、中优”城市空间发展战略,也将推动成都跨越龙泉山脉建设面向“一带一路”的开放门户,在成渝城市群发展的产业格局下,资阳、遂宁等成员城市也将在智能制造、新材料、汽车制造等领域起到产业承接,技术转移的作用,从而促进城市群整体绩效的提升。

4. 城市群政策倾向性与持续性

政策的倾向性与持续性也会影响区域创新绩效。各城市对技术创新投入,中间的创新产出更加重视,再加上相关创新驱动政策的出台与落地,尤其是促进城市间的资源互动与平台搭建,在要素投入、市场培育、人才培养、资本引入等环节保持政策间的相继影响。

五、结论与建议

本文基于构建的“两阶段网络 DEA”效率评价模型,对 2007~2017 年成都城市群 1+7 城市的动态两阶段绩效值进行了测算,基于实证结果对其技术创新投入的空间格局以及时空分异特征进行了系统分析,得出以下研究结论:

第一,成都城市群技术创新与经济增长两阶段效率值的时空分异特征明显,具体可描述为:一是效率值在时间序列上呈现明显的变化特征,总体而言,各城市的创新产出有所增长,但综合效率有待提升;二是效率值在空间上,呈现南北高,东西低的态势,并符合地理邻近、技术邻近以及制度邻近的发展规律;三是在同一阶段城市群综合效率和纯技术效率变化特征明显,而中心城市和成员城市间的效率差值也有明显变化。

第二,城市群两阶段综合绩效取决于技术创新阶段与经济增长阶段的效率累积,实证结果显示,技术创新投入到创新产出阶段的效率值相对较高,而经济增长阶段的产出效率则明显不足,因此第二阶段的技术成果转化是制约经济增长效率的瓶颈所在。尤其是中心城市虽然资源集聚度高,纯技术效率高,但转化效率不足,如何有效解决中间产出转化不力,突破技术创新成果的市场化、产业化路径值得深入研究。

第三,从城市群协同创新整体效应来看,中心城市通过创新资源的集聚度和首位度起到了引领辐射作用,就成都城市群而言,在“虹吸效应”与“涓滴效应”此消彼长的综合作用下,导致城市群创新一体化程度较差。因此,城市群效率时空分异特征主要受到:城市群内城市资源配置强度的差异,两阶段转化能力的差异,城市群内产业布局的差异以及促进政策的持续性与系统性。

基于上述结论,笔者建议:第一,城市群中心城市针对创新产出与创新投入的空间集聚度间的长期不均衡关系,以及较低的经济产出效率,需探索通过体制机制改革,市场路径突破,供需平台搭建以及营商环境改善措施着力于技术创新资源的优化配置,尤其是技术成果的转化效率,需制定更有针对性的后续支持政策,积极引导技术创新成果向现实价值转化。第二,城市群成员城市需结合城市群总体发展布局和产业发展方向,充分发挥中心城市创新资源集聚带来的“涓滴效益”,加强自身产业承接和技术创新能力。同时,与周边城市形成高新技术产业组团发展,加大创新资源投入,抑制中心城市“虹吸效应”的影响,推动城市群协同创新体系的完善,提高创新一体化程度,从而形成区域创新的整体规模效应。第三,针对两阶段创新效率失衡问题,需进一步对中间产出进行分析,通过模型化分析探索最优中间产出,平衡创新投入与成果转化的关系。城市群整体需加强信息,资源的流通互动,以成都为技术创新中心,合理布局创新要素落户周边城市,构建创新生态体系,形成长期、高效、合作的创新网络。

参考文献:

- [1]徐宜青,曾刚,王秋玉.长三角城市群协同创新网络格局发展演变及优化策略[J].经济地理,2018,(11):135-142.
- [2]夏丽娟,谢富纪,付丙海.邻近性视角下的跨区域产学研协同创新网络及影响因素分析[J].管理学报,2017,(12):63-71.
- [3]Huggins R. Forms of Network Resource: Knowledge Access and the Role of Inter-Firm Networks [J]. International Journal of Management Reviews, 2010, 12 (03):335-352.
- [4]Awate S,Snehal R. On the Geography of Emerging Industry Technological Networks: The Breadth and Depth of Patented Innovations[J]. Journal of Economic Geography,2018,18 (02):391-419.
- [5]杨明海,张红霞,孙亚男.七大城市群创新能力的区域差距及其分布动态演进[J].数量经济技术经济研究,2017,(03):22-40.

-
- [6]黄勤,刘素青.成渝城市群经济网络结构及其优化研究[J].华东经济管理,2017,(08):70-76.
- [7]叶斌,陈丽玉.区域创新网络的共生演化仿真研究[J].中国软科学,2015,(04):86-94.
- [8]段德忠,杜德斌,湛颖,等.中国城市创新网络的时空复杂性及生长机制研究[J].地理科学,2018,(11):1759-1768.
- [9]余泳泽,刘大勇.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,2014,(05):27-37.
- [10]Bathelt H ,Malmberg A ,Maskell P . Clusters and Knowledge: Local Buzz,Global Pipelines and the Process of Knowledge Creation [J]. Progress in Human Geography,2004,28 (01):31-56.
- [11]Kogler D F ,Rigby D L ,Tucker I . Mapping Knowledge Space and Technological Relatedness in US Cities [J]. European Planning Studies,2013,21 (09):1374-1391.
- [12]吕国庆,曾刚,顾娜娜.基于地理邻近与社会邻近的创新网络动态演化分析——以我国装备制造业为例[J].中国软科学,2014,(05):97-106.
- [13]周灿,曾刚,宓泽锋,等.区域创新网络模式研究——以长三角城市群为例[J].地理科学进展,2017,(07):795-805.
- [14]夏丽娟,谢富纪,王海花.制度邻近、技术邻近与产学研协同创新绩效——基于产学研联合专利数据的研究[J].科学学研究,2017,(05):782-791.
- [15]苏屹,韩敏睿,雷家骥.基于社会网络分析的区域创新关联网络研究[J].科研管理,2018,(12):81-88.
- [16]Chaminade C,Plecher M. Do Regions Make a Difference? Regional Innovation Systems and Global Innovation Networks in the ICT Industry [J]. European Planning Studies,2015,23 (02):215-237.
- [17]连远强.国外创新网络研究述评与区域共生创新战略[J].人文地理,2016,(01):26-32.
- [18]叶斌,陈丽玉.基于网络 DEA 的区域创新网络共生效率评价[J].中国软科学,2016,(07):100-108.
- [19]史安娜,徐巧玲.我国科技资源配置效率的实证分析——基于 DEA 的超效率 CCR 模型与 Malmquist 指数模型[J].科技管理研究,2015,(01):54-59.
- [20][22]张永安,郝海拓,颜斌斌.基于两阶段 DEA 模型的区域创新投入产出评价及科技创新政策绩效提升路径研究——基于科技创新政策情报的分析[J].情报杂志,2018,(01):198-207.
- [21]危怀安,平霁.区域协同视角下城市群科技创新与经济产出效率时空分异研究——以武汉城市圈为例[J].科技进步与对策,2019,(06):1-5.