

梯度理论视角下的长江中游城市群技术创新合作网络研究

邹芳¹, 姜李丹², 黄颖^{3,4*}

(1. 湖南大学公共管理学院, 长沙 410082; 2. 北京邮电大学经济管理学院, 北京 100876;
3. 武汉大学信息管理学院, 武汉 430072; 4. 武汉大学科教管理与评价中心, 武汉 430072)

摘要: [目的 / 意义] 梯度理论揭示了网络发展不均衡现象产生的缘由和演变的趋势。长江中游城市群作为中国最具发展潜力的城市群之一, 是最具代表性的国家级中部城市群, 对于构建中部崛起战略起到关键支撑作用。因此, 研究长江中游城市群技术创新合作网络以加强城市之间的创新合作, 进而加快创新型城市的建设与区域协调发展, 已经成为管理领域研究人员和决策者日益关注的重要命题。[方法 / 过程] 本文基于梯度理论视角, 借助高梯度城市需满足的两大重要条件, 深入内部动力层面探究长江中游城市群技术创新合作网络的结构与演化, 从核心-边缘结构探析城市结构分层, 从中间人和结构洞探析城市角色定位。[结果 / 结论] 研究发现, 长江中游城市群技术梯度推移主要表现为极化效应, 城市间技术差距拉大。高梯度城市数量较少, 还未能形成带动性的规模效益, 区域整体技术创新表现不强。本文可以从技术创新合作的角度为长江中游城市群协同发展提供有益借鉴。

关键词: 长江中游城市群; 技术创新合作网络; 梯度理论; 核心-边缘结构; 结构洞

中图分类号: G353.1

文献标识码: A

文章编号: 1002-1248 (2021) 06-0054-12

引用本文: 邹芳, 姜李丹, 黄颖. 梯度理论视角下的长江中游城市群技术创新合作网络研究[J]. 农业图书情报学报, 2021, 33(6): 54-65.

收稿日期: 2020-04-23

基金项目: 国家自然科学基金青年科学基金项目“基于多源异构数据的新兴技术演化路径识别与预测研究”(72004169); 国家自然科学基金青年科学基金项目“转型时期我国人工智能技术追赶的机会识别及适应性治理研究”(71904096)

作者简介: 邹芳 (ORCID: 0000-0002-2941-6427), 女, 硕士研究生, 研究方向为科技计量与科技政策。姜李丹 (ORCID: 0000-0002-4254-9486), 女, 助理教授, 硕士生导师, 北京邮电大学经济管理学院, 研究方向为技术创新与新兴技术治理

*通信作者: 黄颖 (ORCID: 0000-0003-0115-4581), 男, 副教授, 博士生导师, 武汉大学信息管理学院, 研究方向为科技文献计量学和科技管理。Email: ying.huang@whu.edu.cn

Research on Technology Innovation Cooperation Network in the Middle Reaches of Yangtze River Urban Agglomeration from the Perspective of Gradient Theory

ZOU Fang¹, JIANG Lidan², HUANG Ying^{3,4*}

(1. School of public administration of Hunan University, Changsha 410082; 2. School of economics and management, Beijing University of Posts and Telecommunications, Beijing 100876; 3. School of information management, Wuhan University, Wuhan 430072; 4. Science and education management and evaluation center of Wuhan University, Wuhan 430072)

Abstract: [Purpose/Significance] Gradient theory reveals the causes and evolutionary trends of the uneven development of networks. As one of the most promising urban agglomerations in China, the middle reaches of Yangtze River urban agglomeration is the most representative national central urban agglomeration, which plays a key role in supporting the construction of central rising strategy. Therefore, it has become an important proposition of increasing concern for researchers and policy makers in the management field to study the technology innovation cooperation network in the middle reaches of Yangtze River urban agglomeration, in order to strengthen the innovation cooperation among cities and accelerate the construction of innovative cities and coordinated regional development. [Method/Process] Based on the perspective of gradient theory, this paper explores the structure and evolution of technology innovation cooperation networks in the middle reaches of Yangtze River urban agglomeration at the level of internal dynamics with the help of two important conditions that need to be met by high-gradient cities, evolving city structure stratification from core-edge structure and city role positioning from structural holes and intermediaries. [Results/Conclusions] It is found that the technology gradient in the middle reaches of Yangtze River urban agglomeration is mainly manifested by the polarization effect, and the technology gap between cities is widened. Due to the small number of high-gradient cities, they have not been able to form a driving scale benefit, and the overall regional technology innovation performance is not strong. This paper can provide useful references for the synergistic development of the middle reaches of Yangtze River urban agglomeration from the aspect of technology innovation cooperation.

Keywords: the middle reaches of Yangtze River urban agglomeration; technology innovation cooperation network; gradient theory; core-edge structure; structural holes

1 引言

“创新合作网络”的概念最早来自1991年FREEMAN在*Research Policy*中所提及的:企业为了提升经济效益,获得更多的发展空间,在合作创新关系式网络架构下为了追求更大化的适应性而连接形成的一种新型合作形式^[1]。之后通过不断的理论补充与实践验证,创新合作网络逐渐拓展到了不同领域、不同层次。而在

城市群区域范围内,包括政府、高校和研究机构、企业等在内的行为主体为了更好地实现创新效益,通过创新交流与合作构建连接各种关系,并由此稳定发展为城市之间的技术创新合作网络^[2]。基于中国知网收录的有关“城市群技术创新合作网络”主题的文献,截止至2021年3月23日,共获得论文文献2333篇。借助软件ITGInsight(<http://cn.itginsight.com/>)对文献数据进行分析,经过主题词提取、清洗及聚类分析得到

城市群技术创新合作网络相关文献的核心主题分析(图1)。图中不同颜色表示不同的研究主题,连线表示主题词之间的共现关系,线条粗细代表主题词共现的频率,节点大小则代表主题词出现的频次。

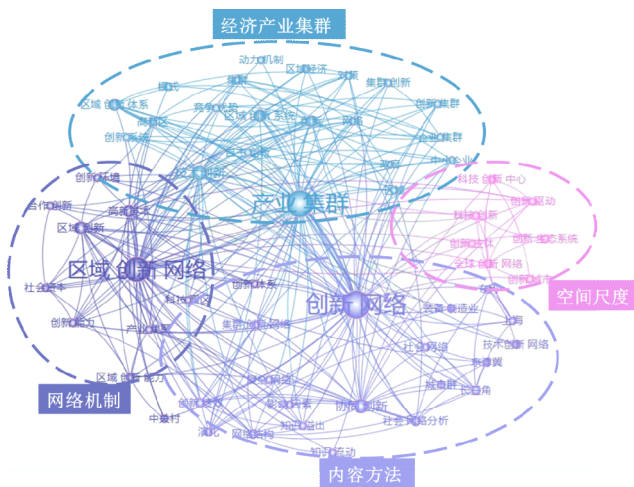


图1 城市群技术创新合作网络研究相关文献的核心主题分布
Fig. 1 The core topic distribution of the literature related to the technology innovation cooperation networks in urban agglomerations

可以发现,城市群技术创新合作网络相关研究主要围绕以下4个方向展开:①创新合作网络内容与方法,主要涉及到技术创新合作网络的研究内容(如网络结构、演化、影响因素)、研究方法(如社会网络分析、专利),以及研究区域(如长三角、京津冀、上海等)。②技术创新合作网络发展机制,这部分主题词出现频率较高且集中,与其他主题有较高适配性与重合性,但更加侧重对创新合作网络机制的研究(如社会资本、高新技术、创新能力、创新环境等)。③经济和产业发展,主要涉及技术创新合作网络经济结构(区域经济、高新区)、产业发展(如企业集聚、集群创新),以及如何发挥区域优势(竞争优势、对策、政府)。④不同尺度空间视角下的创新研究,考察了全球视角下的创新合作网络、科技创新中心、创新系统和创新城市。

基于上述分析,可以发现当前国内城市群技术创新合作网络研究工作已经初具规模,研究内容大多聚焦于网络结构、演化和影响因素;由于专利和论文中

所包含的丰富科技和知识养分,通常借助专利、论文数据构建创新合作网络,进而通过社会网络分析法进行深入探析;重点被关注对象包括长三角、京津冀等较大型国家级城市群,而其它中西部城市群很大程度上被忽视,在理论和实践的双向流动中缺少互动机制。

长江中游城市群属中国五大最具发展潜力城市群之一,且正处于快速发展期,在地域上连东西、穿南北,对于构建中部崛起战略起到关键支撑作用。本文围绕长江中游城市群技术创新合作网络结构特征演化这一关键研究问题,借助专利计量分析与社会网络分析,基于梯度理论和社会网络理论,通过2000年至2019年31个城市的联合专利授权数据构建长江中游城市群技术创新合作网络结构特征测度体系,并分析其演化状态。最后,梳理总结城市群技术创新合作网络发展特征与实践,以便更好地识别长江中游城市群未来可能的技术创新发展方向,为促进区域技术创新合作提供支持借鉴。

2 理论基础与指标测度

2.1 梯度理论

如同生物学领域的浓度扩散、物理学领域的热量传播,不均衡的“势差”可以促进技术创新交流合作。1826年,THUNEN在观察德国农业生产方式的区域配置原则时,发现农业集约化水平由中心城市向四周农牧区逐步下降,从整体来看呈现出围绕圆心向外扩散的不同梯度分布^[1]。20世纪60~70年代,基于不平衡发展理论和产品生命周期模型,KRUMME等创立了区域发展梯度推移理论^[2],并衍生出对区域均衡与非均衡发展的讨论。前者肯定资本、劳动力和技术造成了梯度态势,强调区域发展的协同一致性;后者更加注重区域不平衡发展所带来的经济与技术机会。基于社会经济要素(如资金、人才、技术、知识信息等)在不同发展水平地区间的动态转移,梯度理论表现为极化效应、扩散效应和回程效应^[3]。要素所有者为了获得更加丰富便利的资源并且借助责任共担降低风险几率,

会趋向于向交通更便利、经济设施条件更优异、劳动力素质更高的地区转移,形成经济发展的增长极,打造高梯度的发展水平,并由于集聚效应产生的吸引力表现出明显的强者愈强特征。当地区经济发展水平高度发达,区域资源将过于饱和,各领域竞争形势较为剧烈,此时会导致一些要素所有者选择向外部周边地区进行转移,寻求新的发展空间和创新环境,在这样的争先导向下,社会资源要素从集聚中心向外扩散,即高梯度地区向低梯度地区的扩散效应。增长极城市的高度经济发展水平及相应的生产生活条件,仍然对较低梯度城市具有极大的吸引力,人们在寻求更高投资收益和劳动报酬的过程中,自发向高梯度地区转移,并带动自身所拥有的资金、人才等资源的集中,形成要素的回流。因此,极化效应和回程效应将扩大梯度差距,扩散效应将缩小梯度势差;而地区间梯度推移将受到3种效应的同时作用,高梯度地区与低梯度地区都得以发展^[6]。

传统梯度理论强调高梯度地区的主导作用,在社会经济相关要素的活动过程中拥有绝对先发优势;随着实践经验对理论基础的补充推动,反梯度理论关注到了低梯度地区的后发优势。梯度推移不仅遵循着符合经济技术的由高到低的正向次序,也可以由落后地区主导跳跃式发展,实现梯度跃层^[7]。单一的由高到低的推移次序不仅可能导致差距拉大的马太效应,更不符合现实社会经济技术的发展规律——事物的发展并非一成不变且能够被完全掌握。不同次序方向的梯度推移既是对实际情况的刻画描述,也可以从理论上提供相应指导借鉴。一方面,由于低梯度地区在经济活动中稍显落后,拥有时间差机制带来的经验与教训,既可以站在已有成功历史上继续向前发展,又能够凭借失败教训少走弯路,节省了大量试错成本,提升了地区发展成功的几率。另一方面,低梯度地区作为梯度效应的另一方参与者,应该发挥自身的主观能动性,根据自身发展情况和资源优势找准特征定位,化被动为主动。当不同梯度的城市之间都能够形成良性循环发展机制,以点带面,才能够在提升城市个体创新发展能力的同时促进城市间交流合作,真正实现区域间

协调发展^[8]。

20世纪80年代以来,梯度理论对中国经济发展战略曾起到主导作用^[9],并显著作用于西部大开发政策、中部崛起战略,以及各地方产业转移与承接等进程中。中国东中西部在自然资源、人文习俗、资金技术等方面存在明显差异,从现代社会经济发展模式来看,西部地区处于较为落后的状态;从2000年开始,中央逐步部署实施西部大开发的重点工作,这是关系地区协调发展和最终实现共同富裕的重要举措。在中国许多地区,围绕发达城市形成了“核心-边缘”二元空间结构分布,为了促进区域协同发展以及满足地区产业转型升级的需求,部分过剩产业从核心向边缘城市转移,诸如河北承接北京和天津的产业转移^[7]、赣州承接珠三角产业转移^[9]、厦门承接台湾的技术转移^[10]等。可以发现,从高梯度向低梯度转移是较为自然的发展结果,而从低梯度向高梯度转移则需要更多的外力支持以打破惯性依赖。

不同地区之间既存在数量规模的差异,也存在质量效益的差异,数量与质量差异共同形成了产业经济技术梯度^[7]。在长江中游城市群技术创新合作网络中,高梯度城市应该至少具备两个条件:首先,该城市应具备足够的技术创新能力,能够产出技术创新成果并实现规模转化效益;其次,该城市应具备足够的技术影响力,对其他城市以及城市之间的技术创新合作行为具有一定影响和控制。因此,长江中游城市群中各城市的技术创新能力和表现明显不同,具有较高创新活力的高梯度城市与创新活力稍显薄弱的低梯度城市由于在网络中所处不同地位、对其他城市的影响和控制能力不一样,导致不同城市间的技术梯度推移。而随着城市自身技术创新实力以及技术创新合作关系的演变,城市间梯度水平也会发生变化,并催生一系列演变。

2.2 指标选取与测度

社会网络分析的发展最早可追溯至20世纪30年代,古典社会学家TURGOT等基于心理学、人类学、社会学、统计学等学科形成的社会结构观点^[11]。社会

网络分析方法能够通过通过网络主体间的关系进行量化,从而研究其网络特征^[12]。为了更加明晰梯度理论视角下网络结构的特征演化,本文选取核心边缘结构、结构洞、中间人等指标进行测度分析。

2.2.1 核心边缘结构

网络中节点所处的位置并不单纯表示地理概念上的绝对分布,它需要综合节点对其他节点的控制能力以及被其他节点影响的程度进行综合评估。就网络整体而言,处于核心位置的点并不意味着已定居于网络图谱的中心位置,而是意味着核心点拥有能够控制影响其它节点发展的权力。自然而然,受其他节点影响较大的节点则处于边缘地位。

在长江中游城市群技术创新合作网络分析中,我们可以通过分层聚类来计算城市的核心度,以此划分不同梯度下各创新城市的分布。

2.2.2 结构洞

在社会网络中,一些节点与节点之间发生直接联系,一些节点之间无法产生直接联系,而必须借助前者才能发生间接联系,从网络整体来看就似出现了洞穴,我们称之为结构洞^[13]。如图2所示,A、B、C不存在直接联系,D与A、B、C的关系是非冗余的,因此D与A、B、C中任意两者之间的关系结构就是一个结构洞,D就是结构洞的中间人或占据者;而A'、B'、C'之间存在直接联系,与之相反构成了一个关系闭合的网络。

洞两边的城市基于结构洞的存在可以接收到更丰富的利益资源,包括“信息利益”和“控制利益”,同时,位于结构洞的城市对两边城市具有一定控制力,所有更具有竞争优势^[13]。在长江中游城市群技术创新合作网络中,越靠近结构洞的城市更容易产出创新成果;拥有更多结构洞的城市,更有可能是“集大成

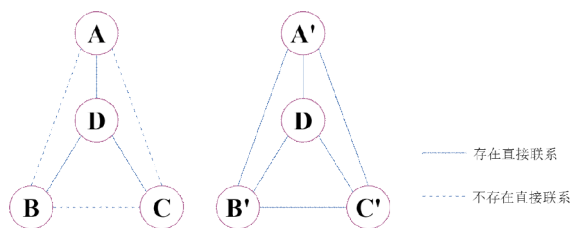


图2 有结构洞的网络 & 关系闭合的网络

Fig. 2 Networks with structural holes & relational closures

者”,是资源交汇碰撞的成果;也有可能是“思想源泉”,是该城市群的创新基础。

2.2.3 中间人

由于网络中一些节点之间无法产生直接联系,而必须借助第三者才能发生间接联系,第三者在此充当中间人这一角色。中间人分为5种类型:协调人、守门人、代理人、顾问和联络人^[14]。如图3所示,假定关系发生方向从a到b到c,根据a、b、c所属群体的差异,来命名b所扮演的具体中间人角色。

中间人因其自身优势承担着促进网络资源、信息流动的责任,通过场景变化,它们可以协调两个城市之间的技术创新合作,为城市合作守门把关,代理一个城市向另一个城市寻求合作,为城市合作交流提供顾问咨询,以及充当两个城市之间进行技术创新合作的联络人。

3 数据获取与特征分析

长江中游城市群是典型的中部地区代表,且被列入国家级城市群建设计划中,是最具发展潜力的城市群之一。本文选择长江中游城市群31个城市作为研究单元,涉及湖北武汉、黄石、荆门、鄂州、荆州、黄冈、襄阳、孝感、咸宁、宜昌、仙桃、潜江、天门,湖南长沙、株洲、湘潭、衡阳、岳阳、娄底、益阳、



图3 中间人类型^[14]

Fig. 3 Types of intermediaries

常德, 江西南昌、萍乡、九江、宜春、鹰潭、景德镇、新余、上饶及抚州、吉安的部分县(区)。

本文选择 2000—2019 年 31 个城市的授权专利作为构建城市间技术创新合作关系的联结基础, 主要是因为专利在研究分析中的优异表现。从地理布局看, 专利发明主要发生在城市中^[16,17], 它能够体现并代表城市区域范围内知识技术的产出水平。借助专利所包含的地理空间分布信息, 能够定位城市群的技术创新程度^[18]。其中, 授权专利表示一项发明创新已经获得专利审查部门认定, 具备新颖性、创造性和实用性。因此, 本文采用专利授权数量作为技术创新产出的指标来分析长江中游城市群技术创新合作网络的空间分布情况。

图 4 展示了 2000—2019 年间长江中游城市群所拥有的授权专利情况。湖北省会武汉以 59 157 件专利位居第一, 湖南省会长沙则以 31 703 件专利紧随其后, 而江西省会南昌则以 6 945 件专利排名第四。2 000 件专利以上的城市有 10 个, 其中, 有五个属于湖南省, 有 4 个属于湖北省, 有一个属于江西省。说明无论从授权专利数量来看, 还是前列城市来看, 湖南和湖北

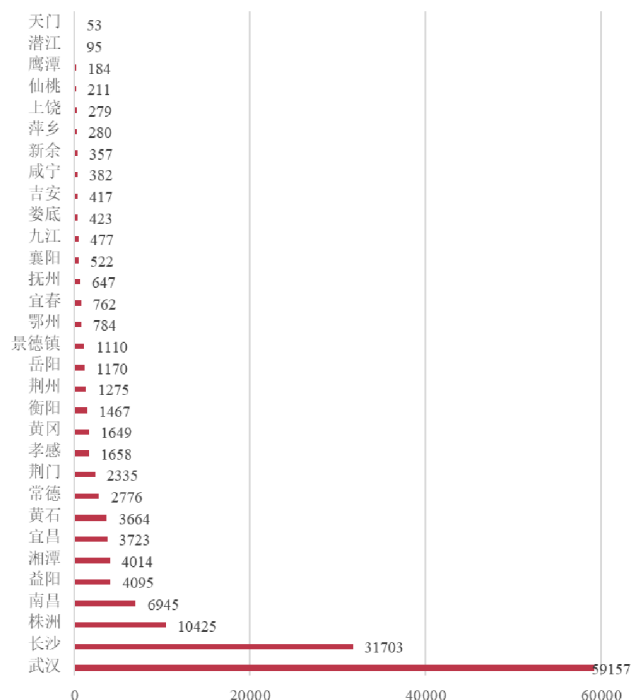


图 4 2000—2019 年长江中游城市群授权专利数量

Fig. 4 2000-2019 Granted patents number in the middle reaches of Yangtze River urban agglomeration

在技术创新方面优势明显, 高梯度城市较多。400 件专利以下的城市有 10 个, 其中, 有 5 个属于江西省, 有 4 个属于湖北省, 有一个属于湖南省。结合排名前 10 的城市来看, 江西省授权专利数量最少, 技术创新能力较弱; 湖北省两极分化较严重, 排名靠前和靠后的城市都存在多个, 城市间梯度势差较大; 湖南省技术创新能力较为均衡, 综合实力较强。从城市群整体来看, 区域内授权专利数量差距较大, 呈现明显的 L 型态势, 仅武汉一个城市就占据了区域内超过 1/3 的比例, 呈现出明显的“长尾效应”, 核心-边缘结构明显。

4 技术创新合作网络结构演化分析

城市群技术创新合作网络刻画了城市间进行技术创新合作的特征分布, 聚焦于分析技术创新合作网络的空间和拓扑结构特征及其时空动态演变过程。本文根据授权专利数据, 基于各城市参与协同创新的频次以及合作关系的紧密程度, 构建长江中游城市群技术创新合作网络, 对城市的创新合作状态进行演化分析。

4.1 城市结构分层

专利联合申请是提高创新产出、提升创新水平的重要手段。本文依据专利联合授权数据绘制了长江中游城市群在 2000—2019 年技术创新合作网络(图 5)。其中, 节点大小表示城市的合作度数中心度, 即与该城市存在合作的的城市数量; 连线的粗细程度表示城市之间的合作强度, 以合作专利数量来衡量; 相同颜色表示同属于一个省域子群。可以发现, 各城市之间大都建立起了合作关系, 但城市之间在合作范围和合作强度等各方面存在较大差异。以武汉、黄石、长沙、株洲等为主导的技术创新合作趋势明显, 网络中存在着明显的核心-边缘结构。

从动态视角而言, 在 2000—2004 年间仅主要城市之间存在明显的技术合作现象, 较明显的有武汉与黄石、长沙与株洲、南昌与抚州。随后, 技术合作现象开始逐渐增多, 但基本上还是保持在低速增长阶段, 合作数量也比较少。2010 年以后, 技术合作的范围进

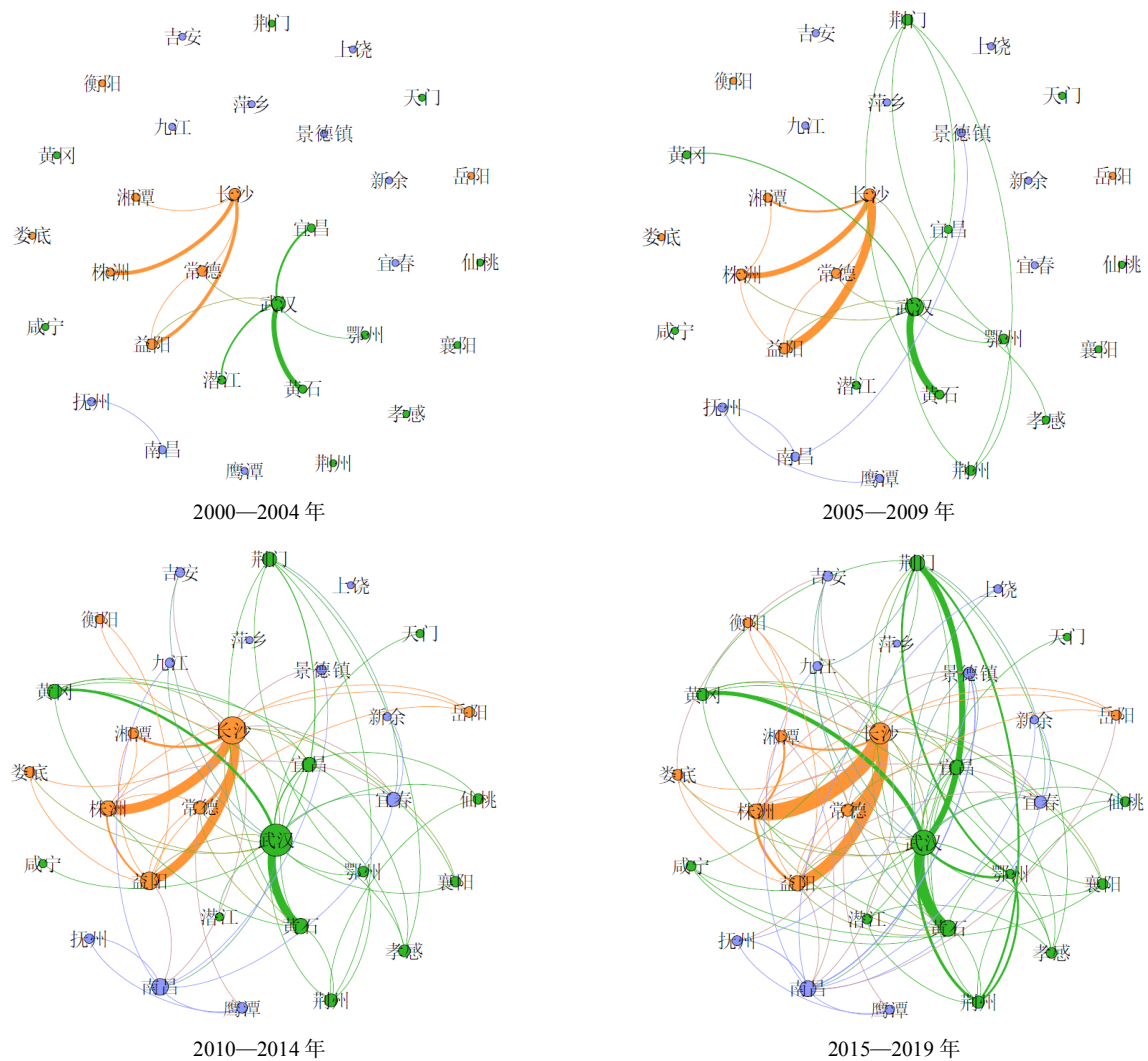


图5 2000—2019年长江中游城市群技术创新合作网络

Fig. 5 2000-2019 Technology innovation cooperation network in the middle reaches of Yangtze River urban agglomeration

进一步加大，网络规模因网络节点的增长而不断变大，网络规模因不断有新的节点的出现而呈现出不断蔓延的状态。2015—2019年间，城市之间的技术合作关系明显加强，技术合作网络更多地表现在已有节点之间合作现象的频发，网络规模更多的因新连接的出现而不断扩大。以武汉和长沙为首的主要城市表现突出，在合作规模和合作强度上起到了重要的辐射作用。

从城市的合作强度来看，长沙与本省内的株洲合作关系最强。此外，长沙与本省内的益阳和常德也有着很强的合作关系。其次，武汉与本省内的黄石合作关系最强，而且与本省内的荆门和黄冈也有着很强的合作关系；而武汉授权专利数量位居31个城市首位，

很大程度上也得益于其注重城市之间的交流合作。与江西省会南昌合作最为密切的有景德镇、抚州和鹰潭等城市，注重加强省内城市之间的合作来推动技术创新的发展。而萍乡则成为没有任何合作产生的城市。长江中游城市群技术创新合作网络整体呈现出省内合作关系强、省际合作较弱的特点，省内城市之间合作相对紧密对区域技术创新合作发展规模带来了较大贡献。

本文借助UCINET进行核心-边缘结构分析，计算出长江中游城市群技术创新合作网络中各个城市的结构分层，并进行可视化呈现，2000年到2019年各城市结构分层演化情况如图6所示。从核心城市来看，武汉处于绝对的核心位置，从第一阶段开始一直保持

了流通过程,使得网络中各城市之间进行技术创新交流合作越自由;同理,效率越大,城市在网络中的技术创新行动越高效;限制度越大,表示城市在网络中展开行动将受到更多的限制;等级度越大,说明城市在网络中的地位越高,更倾向于网络的中心。

如表1所示,2010—2019年长江中游城市群中武汉、长沙和南昌的有效规模和效率值较高,有效规模在10以上,效率在0.9以上,是合作网络中最自由的点,行动更加高效。限制度较大的城市为新余、上饶、鹰潭,达到了1.5以上,说明在合作网络中是最不自由

表1 2000—2019年长江中游城市群技术创新合作网络结构洞和中间人指数

Table 1 2000-2019 structural hole and intermediary index of technology innovation cooperation network in the middle reaches of

Yangtze River urban agglomeration

城市	结构洞				中间人					
	有效规模	效率	限制度	等级度	协调	守门	代理	顾问	联络	总中间人
武汉	23.084	0.962	0.272	0.570	0	0	0	2	0	2
南昌	11.716	0.976	0.367	0.645	2	4	4	0	0	10
长沙	18.018	0.948	0.440	0.679	0	0	0	0	4	4
宜春	5.778	0.825	0.703	0.380	0	2	2	0	0	4
荆门	5.056	0.460	0.833	0.589	0	1	1	0	2	4
襄阳	3.014	0.603	0.873	0.376	0	0	0	0	0	0
荆州	4.208	0.601	0.917	0.421	0	0	0	0	0	0
天门	1.000	1.000	1.000	1.000	0	0	0	0	0	0
咸宁	3.025	0.756	1.035	0.344	0	0	0	0	0	0
宜昌	5.781	0.578	1.040	0.653	0	0	0	0	0	0
株洲	4.245	0.425	1.051	0.754	2	2	2	0	0	6
鄂州	1.467	0.489	1.066	0.045	0	0	0	0	0	0
黄石	5.631	0.469	1.073	0.850	2	2	2	0	0	6
景德镇	4.952	0.825	1.132	0.754	0	0	0	0	0	0
孝感	2.250	0.450	1.150	0.470	0	0	0	0	0	0
益阳	4.965	0.451	1.206	0.733	0	1	1	0	0	2
抚州	1.143	0.286	1.251	0.595	0	0	0	0	0	0
常德	3.973	0.568	1.266	0.637	0	0	0	0	0	0
黄冈	1.191	0.170	1.272	0.663	0	0	0	0	0	0
九江	1.756	0.585	1.294	0.174	0	0	0	0	0	0
娄底	2.622	0.524	1.311	0.418	0	1	1	0	0	2
潜江	1.613	0.403	1.331	0.339	0	0	0	0	0	0
衡阳	2.367	0.592	1.333	0.348	0	0	0	0	0	0
湘潭	2.730	0.455	1.354	0.532	0	0	0	0	0	0
吉安	2.252	0.563	1.393	0.357	0	0	0	0	2	2
仙桃	3.075	0.769	1.408	0.407	0	0	0	0	0	0
岳阳	1.386	0.346	1.432	0.369	0	1	1	0	0	2
鹰潭	1.124	0.375	1.575	0.383	0	0	0	0	0	0
上饶	1.000	0.500	1.890	0.000	0	0	0	0	0	0
新余	1.000	0.500	1.934	0.000	0	0	0	0	0	0
萍乡	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0

注:萍乡因缺少数据无法显示结果

的, 在较大程度上受到其他城市的限制。高梯度城市应该具备一定的影响和控制能力。武汉、长沙和南昌更容易处于结构洞位置, 由于信息资源优势, 这些城市比结构洞两边的城市更具有技术竞争力, 并能够控制其进行技术创新合作行为。对于结构洞指数较低的低梯度城市而言, 如果具备一定的实力基础, 并辅以必要的外力支持, 诸如基础设施和政策引导等, 将有可能实现逆向梯度跃层。宜春、荆门、宜昌和株洲是具备相应能力的较低梯度城市, 需要把握越级时机向上发展。

中间人因其自身优势承担着促进网络资源、信息流动的责任, 通过场景变化, 可以承担不同的角色定位。如表 1 所示, 在长江中游城市群技术创新合作网络中, 因为区域范围以及自身技术创新能力和发展水平的局限性, 仅有少部分城市能够承担中间人的职责, 包括南昌、黄石、株洲、荆门、长沙、宜春、武汉、益阳、娄底、岳阳、吉安。其中, 南昌、黄石、株洲是充当中间人次数最多的, 从地理位置上来看, 这 3 个城市处于 3 个子城市群的临界处, 很好地解释了对区域内外的连接作用。从中间人类型来看, 守门人和代理人的出现次数最多, 充当中间人的城市通常与其中一个城市处于同一子城市群, 而与另一城市分属不同城市群。

总的来说, 长江中游城市群区域内中间人比较缺失, 使得子群间的合作稀疏, 不利于跨领域知识与技术的交流, 也没能够充分利用好城市群内部创新资源。另外, 由于中间人的存在能够达成较便利的连接路径, 当中间人较少时, 城市间进行技术创新合作的间接路径距离拉长, 阻碍了知识信息资金等传播的效能, 耗费了更多创新成本, 在一定程度上降低了合作意愿。因此, 高梯度城市没有发挥足够的规模效益, 未能够充分带动低梯度城市参与到城市间技术创新合作中来。

5 研究总结与启示

本文选取 2000—2019 年长江中游城市群合作专利授权数据, 采用社会网络分析法与专利计量法构建了

城市群技术创新合作网络, 并基于梯度理论描绘并剖析了技术创新合作网络结构及演化特征。梯度理论是区域经济学领域的重要应用, 形象解释了各生产要素在不同发展水平地区间的流动与结果。本文将其引入到技术创新合作网络结构的研究中, 根据高梯度城市应该具备的两个重要条件, 深入内部动力层面刻画其结构特征及演变。可以发现: ①从核心-边缘结构来看城市结构分层, 武汉、黄石、长沙成为稳定的核心城市, 益阳和荆门进入核心圈层, 这些城市都被列为高梯度行列。网络整体核心城市较少, 没有发挥增长极城市对于促进区域技术创新合作的大规模效应。②从中间人和结构洞来看城市角色定位, 长江中游城市群中武汉、长沙和南昌是技术创新合作网络中最自由的点, 行动更加高效, 属于对其他城市具有较大限制力的高梯度城市。而限制度较大的城市在合作网络中较不自由, 属于更容易被影响的低梯度城市。中间人角色较为缺失, 不利于网络间信息技术资源的流动, 对于不同梯度水平城市之间进行交流合作产生了渠道不畅的影响。综合来看, 长江中游城市群技术梯度推移主要表现为极化效应, 高梯度城市具备优异的资源吸引力, 因此城市间技术差距拉大。高梯度城市对其他城市的技术创新行为以及城市间技术创新合作产生较大影响和控制, 同时因为高梯度城市数量较少, 还未能形成带动性的规模效益, 区域整体技术创新表现不强。

长江中游城市群涉及鄂、湘、赣 3 省, 3 个省座城市武汉、长沙、南昌以不足 1/10 的面积, 占据长江中游城市群超过 1/3 的经济总量、近 1/5 的人口, 在整个城市群中, 占据着举足轻重的地位^[9]。通过分析可以发现, 武汉是连东西、穿南北的重要交通枢纽。倚仗便利可达的交通路径, 武汉在整个城市群中的经济、政治地位都占据较大优势, 属于绝对的高梯度城市和增长极。同样自身技术创新能力较强且技术创新合作表现优秀的高梯度城市还包括长沙、株洲、益阳、黄石等。基于社会经济要素转移表现出的极化效应、扩散效应和回程效应, 一方面, 需要注意到武汉作为增长极带来的强势吸引力, 能够聚集越来越多优质的资

金、人才和技术等资源,内部竞争加剧;一方面,由于资源过度集中,周边城市可能面临资源扩散带来的发展机遇,同时也要注意自身能力建设,拥有承接转移资源的实力;另一方面,优势资源向高梯度城市的再次聚集为城市转型升级提供了丰厚基础,高梯度城市也需要不断提升自身的容纳与吸收能力,早日产出技术创新成果并实现规模转化效益。

本文的研究工作还存在一定的局限性,有待未来进一步深入研究:①本文研究对象为长江中游城市群,一个经济和科技发展水平处于中间层次的中部地区。由于有限的创新合作联系,在这个局部区域进行理论验证,得出结论还需要在具有不同区域特征的地区进行更广泛的对比和论证;②广义上技术创新包括新技术/产品/工艺的产生、研究开发、生产应用以及扩散的完整链条,还涉及到科技、经济等相关环境,是一个复杂的概念集合。而本文在文献梳理的基础上,综合考虑长江中游城市群的实际情况借助专利来构建技术创新合作网络。虽然使用专利合作网络来代理技术创新合作网络在逻辑上自洽且便于测度,但未来在可能情况下应当引入更多维、更丰富的角度来全面揭示技术创新的合作网络特征。

参考文献:

- [1] FREEMAN C. Networks of innovators: a synthesis of research issues[J]. Research policy, 1991, 20(5): 499-514.
- [2] 孙劭方. 高新区创新网络的运行机制研究[J]. 高科技与产业化, 2003(4): 50-52.
SUN S F. Research on the operation mechanism of innovation network in high-tech new district[J]. High-technology & commercialization, 2003(4): 50-52.
- [3] (德)杜能, 吴衡康(译). 孤立国同农业和国民经济的关系[M]. 北京: 商务印书馆, 1997.
(Germany)THUNEN, WU H K (Translate). The relationship of the isolated state with agriculture and the national economy[M]. Beijing: The commercial press, 1997.
- [4] 李具恒. 广义梯度理论: 区域经济协调发展的新视角[J]. 社会科学研究, 2004(6): 21-25.
- LI J H. The generalized-grader-step theory for coordinative development of regional economy[J]. Social science research, 2004(6): 21-25.
- [5] (瑞典)缪尔达尔, 谭力文, 张卫东(译). 亚洲的戏剧——对一些国家贫困问题的研究[M]. 北京: 北京经济学院出版社, 1992.
(Sweden) MYRDAL, TAN L W, ZHANG W D (Translate). Asian drama: An inquiry into the poverty of nations[M]. Beijing: Beijing academy of economics press, 1992.
- [6] 李具恒. 区域经济广义梯度理论内在的广义梯度推移机理研究[J]. 西北人口, 2006(6): 53-56.
LI J H. Probing into the mechanism of Generalized-Gradient process in the Generalized-Gradient theory[J]. Northwest population journal, 2006(6): 53-56.
- [7] 徐永利. 逆梯度理论下京津冀产业协作研究[J]. 河北大学学报(哲学社会科学版), 2013, 38(5): 73-78.
XU Y L. Industry cooperation in the capital economic circle under the inverse gradient theory[J]. Journal of Hebei university (philosophy and social science), 2013, 38(5): 73-78.
- [8] 彭秀丽. 论落后地区的工业化道路与后发优势的发挥[J]. 吉首大学学报(社会科学版), 2006(4): 108-111.
PENG X L. On the path of industrialization and the utilization of potential advantages in the less-develop areas[J]. Journal of Jishou university (social sciences edition), 2006(4): 108-111.
- [9] 杨春季, 肖玉琴. 基于反梯度理论的赣州承接珠三角产业转移分析[J]. 企业经济, 2009(6): 118-121.
YANG C J, XIAO Y Q. Analysis of Ganzhou's taking over the industrial transfer from the pearl river delta based on the inverse gradient theory[J]. Enterprise economy, 2009(6): 118-121.
- [10] 彭顺昌. 从梯度理论浅析加速技术转移的路径——以厦门为例[J]. 科技管理研究, 2014, 34(7): 85-88.
PENG S C. Study on paths to accelerate the technology transfer from the perspective of grads theory - Taking Xiamen as an example[J]. Science and technology management research, 2014, 34(7): 85-88.
- [11] 林聚任. 社会网络分析: 理论、方法与应用[M]. 北京: 北京师范大学出版社, 2009.
LIN J R. Social network analysis: Theory, methods and applications[M]. Beijing: Beijing normal university publishing house, 2009.

- [12] 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, 36(7): 795-805.
ZHOU C, ZENG G, MI Z F, et al. The study of regional innovation network patterns: Evidence from the Yangtze river delta urban agglomeration[J]. Progress in geography, 2017, 36(7): 795-805.
- [13] BURT R. The social structure of competition[M]. 1993: 65-103.
- [14] GOULD R V, FERNANDEZ R M. Structures of mediation: a formal approach to brokerage in transaction networks[J]. Sociological methodology, 1989, 19: 89-126.
- [15] 戴勇, 王诗卉. 创新网络守门人区域比较研究: 以电信领域为例[J]. 科研管理, 2019, 40(7): 106-118.
DAI Y, WANG S H. A comparative study of the area of innovation network gatekeeper: Taking the field of telecommunications as an example[J]. Science research management, 2019, 40(7): 106-118.
- [16] CARLINO, A G. Knowledge spillovers: Cities' role in the new economy[J]. Business review (federal reserve bank of Philadelphia), 2001: 17-26.
- [17] 程开明. 城市化促进技术创新的机制及证据[J]. 科研管理, 2010, 31(2): 26-34.
CHENG K M. Theoretical mechanism and evidence of the technology innovation facilitated by the urbanization[J]. Science research management, 2010, 31(2): 26-34.
- [18] 张玉明, 李凯. 中国创新产出的空间分布及空间相关性研究——基于 1996-2005 年省际专利统计数据的空间计量分析[J]. 中国软科学, 2007(11): 97-103.
ZHANG Y M, LI K. Research on the spatial distribution and dependence of Chinese innovative output: Spatial econometrics analysis based on province-level patent data[J]. China soft science, 2007 (11): 97-103.
- [19] 李韵石. 谁是中游城市群“C”位[J]. 法人, 2021(2): 30-33.
LI Y S. Who is the "c" position in the middle reaches urban agglomeration[J]. Faren magazine, 2021(2): 30-33.