

2006—2018年中国区域创新结构演变

周麟¹, 古恒宇^{*2}, 何泓浩³

(1. 中国社会科学院 工业经济研究所, 中国 北京 100006; 2. 北京大学 政府管理学院, 中国 北京 100871;
3. 北京大学 软件与微电子学院, 中国 北京 100871)

摘要: 选取中国地级及以上城市作为基本分析单元, 基于国家知识产权局公布的2006—2018年国内发明专利数据, 通过甄别不断嬗变的区域创新格局, 梳理错综复杂的区域创新网络, 揭示“十一五”以来中国区域创新结构的演变历程。主要结论包含: ①中国区域创新结构整体上存在两个演变趋势: 一为南北分异的持续显现, 二为区域创新“菱形构架”的日益稳固。②重点城市群的协同创新模式迥异。南方城市群创新分布趋向均衡, 各城市群内部创新能级差异逐渐缩小, 合作与日俱增。北方城市群则出现极化趋势, 不仅城市群内部创新分异加剧, 合作减少, 城市群之间合作也相对乏力。③中国区域创新结构兼具集聚经济与跨区域协同的双重特征, 一小部分创新增长极不仅集聚着越来越多的创新活动, 在区域创新网络中也扮演着越发重要的中枢角色。随后, 文章从抑制南北创新分异、建立更加有效的城市群协同创新机制、充分发挥成都与成渝城市群在国家区域创新体系建设中的关键作用以及构建数字化区域协同创新平台等方面, 对中国区域创新发展提出一系列政策建议。

关键词: 区域创新结构; 创新“节点”; 创新“流”; 演变; 发明专利授权量; 城市群; 协同创新机制

中图分类号: F124.3 文献标志码: A 文章编号: 1000-8462(2021)05-0019-10

DOI: 10.15957/j.cnki.jjdl.2021.05.003

Evolution of China's Regional Innovation Structure in 2006–2018

ZHOU Lin¹, GU Hengyu², HE Honghao³

(1. Institute of Industrial Economics, Chinese Academy of Social Sciences, Beijing 100006, China; 2. School of Government, Peking University, Beijing 100871, China; 3. School of Software and Microelectronics, Peking University, Beijing 100871, China)

Abstract: Optimizing the structure of regional innovation is the core driving force of China's high-quality economic development in the new era. This paper sheds light on the evolution patterns as well as the networks of the regional innovation in China, aiming at revealing the characteristics of China's regional innovation structure from 2006 to 2018. The findings of the paper can be concluded as follows. Firstly, the results unveil two trends in the patterns of innovation: increased North-South differentiation, and a notable "diamond" structure. Secondly, primary urban agglomerations have presented distinct patterns in innovation, where southern cities show a balanced trend in their innovation, with narrowing in the gap and more frequent innovation cooperation. In contrast, northern cities exhibit a highly concentrated pattern not only represented by an increased difference in inner-agglomeration, but a decreased in innovation cooperation both in inner-agglomeration and inter-agglomeration. Thirdly, characteristics of the economic cluster and cross-regional collaboration are seen in playing a role in China's innovation pattern, where a few areas as the innovation pole have concentrated massive innovation activities and become more crucial in the regional innovation cooperation network. We further put forward some recommendations for regional innovation development on suppressing the difference in innovation between the North of China and the South, establishing a more effective collaborative innovation mechanism for urban agglomerations, enhancing the status of Chengdu and Chengdu-Chongqing urban agglomeration in the construction of national regional innovation system, and the distribution of Comprehensive National Science Centre, and building digital regional collaborative innovation platform.

Keywords: regional innovation structure; node with innovative characteristic; flow with innovative characteristic; evolution; number of invention patent grants; urban agglomeration; collaborative innovation mechanism

收稿时间: 2020-10-09; 修回时间: 2021-04-19

基金项目: 国家社会科学基金青年项目(20CJL004)

作者简介: 周麟(1988—), 男, 河北保定人, 博士, 助理研究员, 研究方向为产业经济与城乡土地利用、城市与区域结构演化。

E-mail: darkbluezl@163.com

通讯作者: 古恒宇(1994—), 男, 广东河源人, 博士研究生, 研究方向为空间人口学、区域分析与规划。E-mail: henry.gu@pku.edu.cn

创新,是经济增长的密钥,是国家发展的引擎。党的十八大以来,以习近平同志为核心的党中央一直将创新置于国家发展全局的心脏位置,并提出“创新是引领发展的第一动力”。党的十九届五中全会审议通过的《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》,明确提出应坚持创新在我国现代化建设全局中的核心地位,把科技自立自强作为国家发展的战略支撑。与此同时,随着新一轮科技革命与产业变革的深入发展,创新正在成为中国加快构建“双循环”新发展格局,完善国家创新体系、冲破中等收入陷阱迷雾,维护国家安全与提升国际竞争力的中坚动力。

区域创新结构作为创新的空间投影与区域协调发展的创新基底,其合理配置与优化对于提升区域创新效能,破解区域发展不平衡、不充分问题至关重要,其由两个核心要素构成,一为“节点”,即创新发生地,二为“流”,即“节点”间的创新合作与知识流动^[1-2]。它的研究发轫于1990年代,随着Freeman、Krugman、Audretsch等聚焦创新、知识溢出与区域经济增长之间的互利共生关系^[1,3-4],来自地理学、经济学等领域的学者开始将创新置于区域发展,议题包括创新与集聚经济^[3,5-6]、区域创新与知识溢出^[7-8]以及区域创新集群^[9-10]等。然而,既有文献多从“节点”与“流”之中选其一展开讨论,鲜有研究兼顾两者。区域创新结构是“节点”与“流”在地理、经济与社会空间不断沉淀、交织与嵌入的产物^[2,11]。同时,在中国,区域协同创新正在成为创新型国家建设的重要着力点,其不仅倚赖创新主体的创新能力,更倚赖主体间优势互补、分工得当的合作网络。显然,“节点”与“流”在这之中缺一不可。

在此基础上,本文选取中国地级及以上城市(未包含香港、澳门与台湾)作为基本分析单元,基于2006—2018年国内发明专利数据,通过描绘不断嬗变的区域创新格局,梳理错综复杂的区域创新网络,揭示“十一五”以来中国区域创新结构的演变历程。这不仅有助于从区域视角理解中国的创新发展,探索是否存在亟待解决的区域创新发展不平衡、不充分问题,还将为高质量发展视角下的区域创新体系构建提供决策依据。

1 文献述评

自Polanyi提出知识的默会特性以来^[12],知识学习、传播与溢出等涉及“关系”与“空间”的行为便

被视为创新的关键环节^[7,13-15],诸多学者以此为基础对区域创新结构展开讨论。

首先,上述行为隐含的距离衰减特性与区域创新格局之间的关系广受关注,且观点较为一致,即:受距离所限,创新在空间上趋向集聚分布,少数高能级创新“节点”承载了绝大多数的创新活动^[3,16]。Davis等通过构建空间均衡模型判定创新更易发生在大城市,且会随城市规模扩张而出现累积因果循环效应^[8]。Keller、Kogler等在对美国与欧盟的研究中发现创新活动的集聚程度较经济活动更高^[17-18]。Crescenzi等对中国、印度、美国与欧盟的区域创新结构进行对比,认为制度环境与国家创新发展战略的差异使得创新活动在中、印的集聚程度远高于美、欧^[19]。在中国,方创琳、周锐波等认为“沿海—内陆”创新鸿沟在近年来趋向扩大^[20-21]。刘汉初等进一步指出北京、上海、广东、浙江等少数相对发达省市汇聚了绝大多数的创新资源^[22]。

其次,随着网络科学与区域科学的交织,知识的空间流动受人瞩目,聚焦“流”的区域创新网络研究由此兴起。Freeman、Menzel等将创新网络视为推动区域创新的制度安排,其链接基础是创新主体间的创新合作需求^[1,23]。Powell、Liefner等认为尽管知识溢出存在距离衰减特性,但引发创新的关键溢出却多源于跨区域网络赋予的超本地效应^[24-25]。Bathelt、Terwal等分别聚焦美国与德国的生物医药创新合作网络,发现随着“远距离”合作的日益频繁,地理邻近对于知识流动与创新的影响逐渐减弱^[26-27]。Hennemann等则在对全球创新合作网络的刻画中发现创新合作对于行政边界与地理距离仍具有强依赖性^[28]。在中国,周灿等提出区域创新网络的择优连接特征,即:不同区域、发展水平城市均偏好与创新强市合作,并将其总结为区域创新的空间依赖性^[29]。段德忠、孙天阳等论证了京津冀、珠三角与长三角等三大城市群在中国区域创新网络中的中枢位置^[30-31]。

既有研究围绕区域创新结构的理论架构、存在特征与前因后果进行了详细讨论。然而,若从中国语境出发,仍有几个议题亟待探讨:①近年来,在东、中、西差异趋于收敛的同时,中国区域发展的不平衡性出现“南快北慢”“南升北降”的新特征^[32]。然而区域创新的南北分异研究仍较为匮乏,南北创新能力是否如区域经济发展般面临日益增长的结构失衡困境?这亟待探讨。②以城市群为主体推动新型城镇化是中国区域协调发展与协同创新的

重要路径。然而既有文献多围绕京津冀、长三角与珠三角等发育相对成熟的城市群展开讨论,其他城市群较少涉及。站在区域视角,不同城市群内部的创新结构是否迥异?城市群间的创新合作网络具备哪些特征?这亟待探讨。③邻近,特别是地理邻近对于创新的重要性已被学界所公认。然而信息化时代,一些侧重网络研究的学者认为跨区域、远距离创新合作的兴起使得距离变得不再那么重要。这一创新空间悖论在中国区域创新结构中是否存在?这亟待探讨。

2 研究数据与方法

2.1 研究数据

本文选取能够代表原创知识生产,反映高质量技术创新的发明专利授权量衡量区域创新能力^[6,22],并利用国家知识产权局(www.chinaip.com.cn)公布的2006—2018年国内发明专利授权数据来探讨中国“十一五”以来区域创新结构演变。每一宗授权数据包含授权时间、地址、机构及引用机构等属性,经过数据抓取、清理与坐标匹配,共获取193.63万宗授权数据,并逐年汇总至338个地级及以上城市。为了识别区域创新网络,进一步提取20.01万宗由两个或两个以上主体合作授权专利,并将创新主体间的关系按照专利归属地转换为各城市间的创新合作关系,基于专利第一授权机构与合作授权机构所在地区,逐年构建有向加权矩阵。为了归纳总结中国区域创新结构演变的阶段性特征,本文将2006—2018年按照五年计划划分为三个阶段,即:2006—2010年(“十一五”时期)、2011—2015年(“十二五”时期)与2016—2018年(“十三五”时期)。

2.2 研究方法

2.2.1 赫芬达尔指数(HHI)

作为度量产业市场集中度的重要指标,HHI用于揭示不同区域、城市群内部的创新空间分异,公式如下:

$$HHI = \sum_{i=1}^N (X_i/X)^2 \quad (1)$$

式中: X 为特定区域的专利授权总量; X_i 为城市 i 的专利授权数量; N 为特定区域包含城市数量。 $HHI \in [1/N, 1]$,当创新活动高度集聚在区域内某一城市时,HHI趋近于1;当创新活动趋向平均分布时,HHI趋近于 $1/N$ 。HHI对创新能力较强的城市赋予更大的权重,进而对其占比变化的反应较为敏

感,可客观反映区域创新能力分异,并在一定程度上反映某些城市的创新“垄断”。

2.2.2 空间自相关

作为识别社会经济要素集聚与离散特征的重要方法,空间自相关用于刻画创新活动的时空格局。首先,运用Global Moran's I 指数检验区域创新格局是否具备空间自相关特性,公式如下:

$$\begin{aligned} & \text{Global Moran's } I \\ & = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\left(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} \right) \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (i \neq j) \end{aligned} \quad (2)$$

式中: x_i, x_j 分别为城市 i 和 j 的授权专利数量; n 为城市数量; w_{ij} 为标准化后的空间权重矩阵,研究采用Queen矩阵,即:当城市 i 和 j 的边或顶点相邻时, $w_{ij}=1$,否则 $w_{ij}=0$; $i=1, 2, \dots, n$; $j=1, 2, \dots, m$; m 为与 i 相邻的城市数量; \bar{x} 为 x 的平均值。Global Moran's $I \in [-1, 1]$, $I > 0$ 表示空间正相关,即创新活动在地理空间上具备集聚特征, I 值越大,集聚程度越高; $I < 0$ 则表示空间负相关, I 值越接近-1,离散程度越高; $I=0$ 则表示没有空间相关关系,即创新活动随机分布于各个城市。

随后,运用Local Moran's I 度量每个城市专利授权量与相邻城市授权量的关联程度,并对创新活动的空间集聚与离散格局进行识别,公式如下:

$$\text{Local Moran's } I = \frac{n(x_i - \bar{x}) \sum_{j=1, j \neq i}^n w_{ij} (x_j - \bar{x})}{\sum_{j=1, j \neq i}^n (x_j - \bar{x})} \quad (3)$$

式中:各变量含义与式(2)相同,城市按照Local Moran's I 数值可分为四类:①高一高城市,即专利授权量高于区域平均值,邻接城市平均值亦如;②低—低城市,即专利授权量低于区域平均值,邻接城市平均值亦如;③高一低城市,即专利授权量高于区域平均值,邻接城市平均值低于区域平均值;④低—高城市,即专利授权量低于平均值,邻接城市平均值高于区域平均值。

2.2.3 社会网络分析

使用强度中心性方法测度区域创新网络结构。考虑到本文构建的专利合作网络为有向网络,节点的入度、出度和出入度公式如下:

$$d_{in}(i) = \sum_j a_{ji} \quad (4)$$

$$d_{out}(i) = \sum_j a_{ij} \quad (5)$$

$$d_{total}(i) = d_{in}(i) + d_{out}(i) \quad (6)$$

式中: $d_{in}(i)$ 为节点*i*的入度; $d_{out}(i)$ 为节点*i*的出度; $d_{total}(i)$ 为节点*i*的出入度; a_{ij} 、 a_{ji} 分别为网络邻接*W*中(*i*,*j*)和(*j*,*i*)元素,表征边的邻近性。

社区发现(模块度)旨在划分网络集群,其核心思想是将连接得较为紧密的节点划分为一个集群,这样模块度值就会增大,因此划分集群的过程就是最大化模块度值的求解过程^[29,33]。本文运用模块度识别区域创新网络蕴含的“板块”,公式如下:

$$Q = \frac{1}{2m} \sum_{i,j} \left[A_{ij} - \frac{k_i k_j}{2m} \right] \delta(c_i, c_j) \quad (7)$$

式中: A_{ij} 为城市*i*与*j*之间的专利合作授权数量; $k_i = \sum_j A_{ij}$ 为城市*i*的专利合作授权总量; c_i 为城市*i*所属社区; $\delta(c_i, c_j)$ 用来判定城市*i*与*j*是否属于同一社区; $m = \frac{1}{2} \sum_{i,j} A_{ij}$ 为网络中的专利合作授权总量。 $Q \in [-1, 1]$,越趋近1,社团划分质量越高,稳定性越强^[34]。

3 区域创新格局演变

3.1 区域间创新分异

“十一五”以来,中国创新步履飞快,发明专利授权量由2006年的22 295宗增至2018年的337 648宗,特别是在2014年之后,随着创新驱动发展战略的深入实施,各地创新能力跃迁尤为显著(图1)。

以秦岭—淮热线与青藏高原边缘线作为分界线,将中国划分为南、北方进行分析^①(图略)。由图1可知,南北创新分异在2006—2018年持续加剧,其发明专利授权比由2006年的53.115:46.885逐步拉大至2018年的64.468:35.532。考虑到首位城市对于区域创新的重要性,本文尝试甄别剔除首位城市后的创新分异(南方为上海、深圳交替领先,北方则为北京一枝独秀),结果表明:北方在剔除北京后的创新劣势越发明显,其授权比在2006年便陡降至41.502%,且在后续年份持续下滑。2018年,剔除首位城市后的南、北方授权比已达72.907:27.093(图2)。

将目光聚焦于城市群与城市。首先,基于“十三五”规划对各城市群发展阶段的界定与国家发改委实际批复城市群情况,选取10个重点城市群(京津冀、长三角、珠三角、山东半岛、海峡西岸、哈长、关中、中原、成渝与长江中游城市群)进行分析。由表1可知,重点城市群对于区域创新发展至关重要

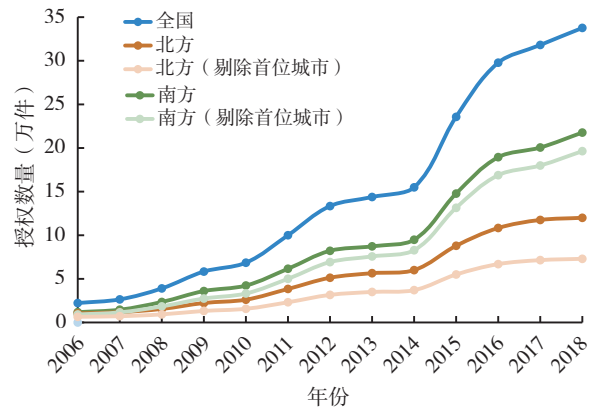


图1 2006—2018年全国及南、北方发明专利授权数量
Fig.1 Number of invention patents granted nationwide and in the South and North from 2006 to 2018

要,其在不同时期均以约20%的国土面积承载着约90%的创新活动。其次,本文发现城市维度的区域创新格局存在长尾特征。在不同时期,约90%的发明专利诞生于发明专利授权量排名前20%(67个)的城市,至少有超过50%的发明专利诞生于发明专利授权量排名前5%(16个)的城市。北京、上海与深圳作为稳居前1%的3个城市,在“十一五”时期甚至拥有全国近40%的发明专利(表1)。

表1 不同时期重点城市群与部分城市发明专利授权量占总量比(%)

Tab.1 The proportion of the total number of invention patents granted in key city clusters and some cities in different periods (%)

	2006—2010	2011—2015	2016—2018
重点城市群	89.586	89.463	90.039
前1%城市	38.523	30.570	26.800
前5%城市	68.694	61.788	55.995
前20%城市	90.962	88.877	88.789

3.2 区域内创新分异

通过*HHI*探讨区域内创新分异(表2)。就南、北方而言,前者区域创新格局的均衡性不断提升,*HHI*由“十一五”时期的0.090降至“十三五”时期的0.040。后者的创新分异则相对明显且稳定,*HHI*在三个时期分别为0.187、0.173与0.179。

南、北方重点城市群内部的创新分异与演变趋势同样大相径庭(表2)。从“十一五”到“十三五”,南方各城市群的*HHI*均在下降。特别是长三角与珠三角,作为中国经济与创新发展的引领城市群,两者*HHI*分别从“十一五”时期的0.200、0.540降至“十三五”时期的0.098、0.263,在整体创新能力不断

①按照秦岭—淮热线与青藏高原边缘线进行划分,南、北方均包含169个城市。

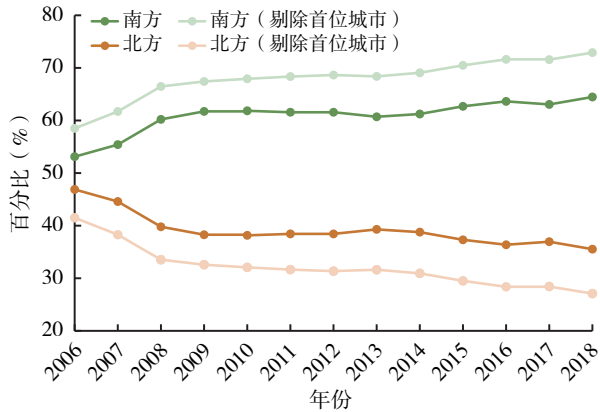


图2 2006—2018年南、北方发明专利授权数量比
Fig.2 The ratio of the number of invention patents granted in the South and North in 2006—2018

增强的同时,两区域内部的创新活动分布也在趋向均衡。相比而言,除中原城市群外,北方各城市群的 HHI 均在上升,区域创新分异越发明显,京津冀与关中城市群的 HHI 在“十三五”时期甚至达到0.671、0.834,北京、西安作为两区域的首位城市,发明专利授权量占总量比已超80%。

3.3 区域创新格局的集聚与分散特征

总体来看,中国区域创新格局在不同时期均存在正向空间自相关,Global Moran's I 指数由“十一五”时期的0.047增至“十三五”时期的0.118,创新活动越发趋向集聚分布。同时,如图3所示,中国区域创新格局在2006—2018年还具备三个全时性特征:一为南北分异,二为创新能力由沿海向内陆逐级递减,三为沿海城市群与内陆中心城市引领。

值得注意的是,作为以世界级城市群为目标的京津冀、长三角与珠三角,其区域创新格局演变出现路径分岔(图3)。在京津冀,北京、天津与河北各市的创新能级差距趋向固化,三者发明专利授权量在各个时期的比值稳定在8:1:1,甚至,张家口、承德、唐山、保定等环京津城市长期位于低—高城市梯队,称得上是“毗邻高山的沟壑”。相比而言,珠三角具备“步步为营”式的演变特征,不仅广州、深圳的创新活动越发活跃,佛山、东莞、珠海等地的发明专利授权量也在快速增长,整个城市群的高—高城市由“十一五”时期的1个增至“十三五”时期的6个。长三角作为中国经济体量最大的城市群,区域协同创新态势良好,这突出地体现在高一高城市的逐步增多与高一低城市的日益减少上,高一高城市数量在“十三五”时期已达15个,远超全国其他区域,而一条以上海、合肥为始终点,串联苏州、无锡、

表2 不同区域、城市群发明专利授权量 HHI 指数
Tab.2 HHI of invention patent grants in different regions and city clusters

区域	2006—2010	2011—2015	2016—2018	变化趋势	
南方	-	0.090	0.054	0.040	下降—下降
北方	-	0.187	0.173	0.179	下降—上升
京津冀城市群	北方	0.621	0.658	0.671	上升—上升
山东半岛城市群	北方	0.147	0.148	0.182	上升—上升
哈长城市群	北方	0.367	0.407	0.412	上升—上升
中原城市群	北方	0.277	0.251	0.234	下降—下降
关中城市群	北方	0.688	0.772	0.834	上升—上升
长三角城市群	南方	0.200	0.122	0.098	下降—下降
珠三角城市群	南方	0.540	0.389	0.263	下降—下降
长江中游城市群	南方	0.290	0.257	0.247	下降—下降
成渝城市群	南方	0.393	0.370	0.366	下降—下降
海峡西岸城市群	南方	0.175	0.164	0.161	下降—下降

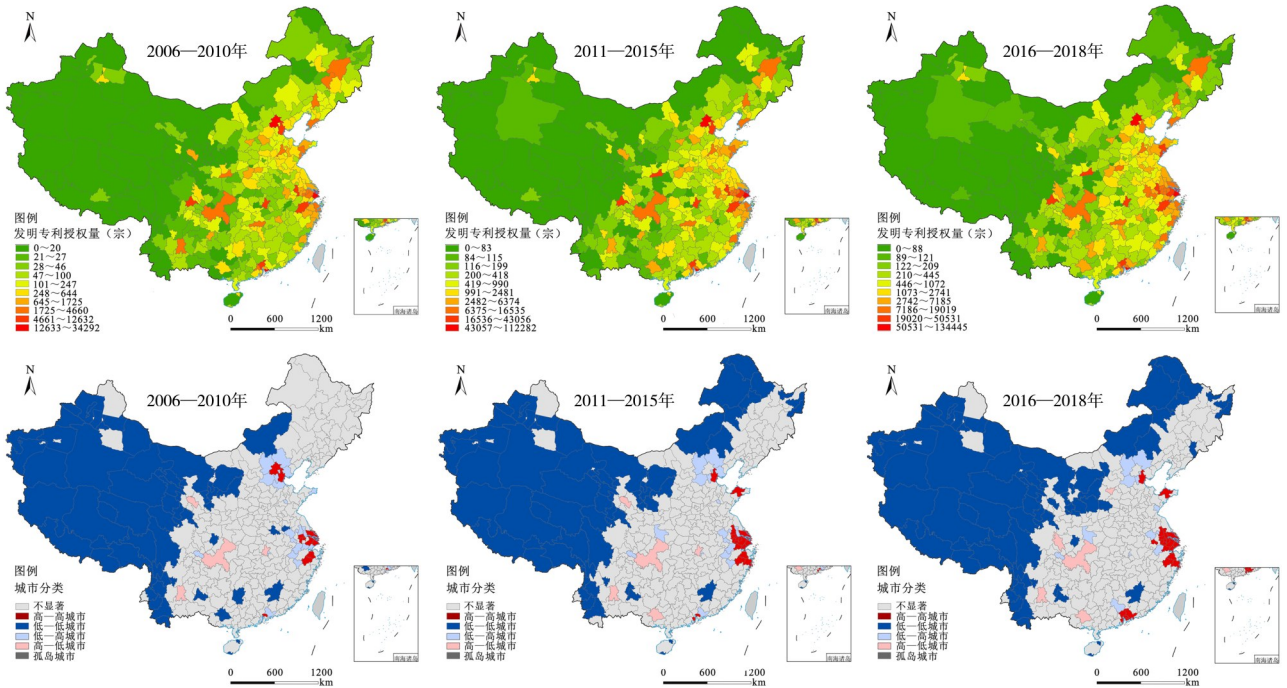
南京等多个“节点”的高能级创新走廊也已显现。此外,西南地区的创新发展持续向好(图3),成都、重庆势头强劲,已成为中国重要的创新增长极,南宁、昆明、贵阳等省会城市展现了稳中有升的创新实力,绵阳、柳州等区域性中心城市的创新能级也出现跃迁。

4 区域创新网络演变

4.1 网络层级结构

通过城市间发明专利合作授权关系揭示区域创新网络的层级结构。从“十一五”到“十三五”,中国的创新“流”越发致密,越来越多的城市参与到区域创新合作中。同时,部分承载大量创新活动的高创新能级城市在区域创新网络中同样扮演着关键角色,且合作范围持续扩张(图4,表3),区域创新网络中心(出入度位居全国前十的城市)的出入度总量由“十一五”时期的1 001跃增至“十三五”时期的2 365。值得注意的是,一个稳定、明晰的“菱形构架”在区域创新网络中涌现(图4),北京、深圳、成都、上海作为“菱形”顶点,出入度优势日趋明显,且一直扮演衔接“菱形”内外的枢纽角色。“菱形构架”内的网络致密程度则远高于构架外,并形成了由武汉、南京、广州、苏州、重庆及天津等重点城市群引领城市为支点的若干次级网络。

为了识别区域创新网络中的“中心—腹地”结构,本文提取各城市创新合作最为紧密的首位、前三位城市进行网络分析(简称Top1、Top3网络)。表3展现了北京日益稳固的国家创新心脏地位,其在Top1、Top3网络中的腹地城市数量快速增加,“十三五”时期分别达到189、257个。在另外两个全国科



注:该图基于国家测绘地理信息局标准地图服务系统的标准底图(审图号:GS(2016)1569号)制作,底图无修改。图4~图5同。

图3 不同时期区域创新及其 Local Moran's I 的空间分布特征

Fig.3 The spatial distribution characteristics of regional innovation and its Local Moran's I in different periods

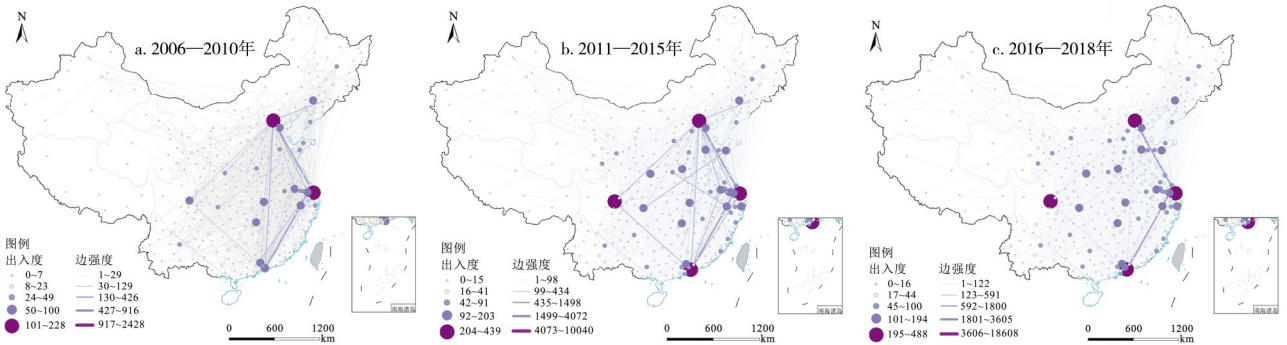


图4 不同时期区域创新网络的空间分布特征

Fig.4 The spatial distribution characteristics of regional innovation networks in different periods

表3 不同时期网络中心(出入度)与 Top1、Top3 中心(腹地数量)

Tab.3 Network centers (degree of access) and Top1, Top3 centers (number of hinterlands) in different periods

2006—2010			2011—2015			2016—2018		
网络中心 (出入度)	Top1 中心 (腹地数量)	Top3 中心 (腹地数量)	网络中心 (出入度)	Top1 中心 (腹地数量)	Top3 中心 (腹地数量)	网络中心 (出入度)	Top1 中心 (腹地数量)	Top3 中心 (腹地数量)
北京(228)	北京(99)	北京(145)	北京(440)	北京(131)	北京(236)	北京(488)	北京(189)	北京(257)
上海(153)	上海(31)	上海(77)	上海(261)	深圳(30)	深圳(84)	深圳(296)	深圳(26)	深圳(106)
深圳(100)	深圳(15)	深圳(43)	深圳(255)	上海(23)	上海(82)	成都(277)	成都(14)	成都(60)
南京(89)	天津(11)	杭州(31)	成都(224)	成都(20)	成都(48)	上海(250)	佛山(10)	上海(54)
成都(87)	长沙(11)	南京(27)	南京(203)	广州(20)	南京(40)	武汉(194)	昆明(8)	武汉(37)
天津(79)	杭州(11)	天津(24)	武汉(177)	武汉(14)	武汉(35)	南京(185)	南京(8)	南京(36)
杭州(78)	广州(10)	成都(23)	广州(173)	昆明(13)	广州(34)	广州(182)	武汉(8)	广州(27)
广州(70)	成都(9)	广州(19)	天津(157)	南京(11)	杭州(30)	天津(170)	上海(7)	杭州(26)
武汉(60)	昆明(8)	沈阳(15)	杭州(148)	杭州(10)	济南(27)	苏州(163)	广州(7)	西安(23)
苏州/长沙(57)	苏州(8)	长沙/青岛(13)	苏州(146)	青岛(9)	天津(26)	西安(160)	长沙(6)	苏州(21)

技创新中心的角逐中,深圳的中枢作用逐步赶超上海,不仅全国第二的位置逐渐稳固,“势力范围”也

在快速扩张。成都、南京、杭州、广州等高能级创新城市也是诸多城市创新合作的首选地,特别是成

都,作为“菱形”顶点,其腹地城市数量增幅明显,在“十三五”时期已成为仅次于北京、深圳的Top1、Top3网络第三中心。同时,本文发现若剔除首位城市,“中心—腹地”结构的南北分异程度进一步加剧(表3),位列Top1、Top3网络中心的北方城市由“十一五”时期的1、3个降至“十三五”时期的0、1个,腹地城市数量则由“十一五”时期的11、52个降至“十三五”时期的0、23个。显然,这在一定程度上反映了除北京外,北方城市在区域创新合作中的集体失势。

4.2 创新社团识别

通过社团发现识别区域创新网络蕴含的“板块”(图5)。从“十一五”到“十三五”,社团划分结果变化较大,且社团数量逐渐减少。两个分别以南、北方为根基的、兼具集聚连片与孤岛链接特征的、跨越自然地理与行政边界的大社团(社团1、社团2)正在主导中国的区域创新网络。得益于北京“一枝独秀”的网络辐射力,以北方为根基的社团1规模在“十三五”时期向南、西大幅扩张,而以南方为根基的社团2则呈现“过山车”式震荡进程,其在“十二五”时期快速扩张,但在“十三五”时期却出现大幅萎缩,诸多原有包含城市被划入社团1。

同时,部分重点城市群的城市存在“同群不同团”特征,特别是在南方。如长三角南、北两岸的城市一直处于不同社团;成都、重庆作为成渝城市群的双核,一直处于不同社团等。北方城市群则相对整齐划一,特别是在“十三五”时期,其基本从属于社团1。这是否意味着南、北方重点城市群之间及其内部的协同创新关系也存在一些差异?

4.3 城市群协同创新关系

通过构建城市群创新合作有向矩阵(纵轴为合作主导城市群,横轴为合作参与城市群)来探索重点城市群之间及其内部的协同创新关系(表4~表

6)。京津冀、长三角与珠三角作为创新能级最强的城市群,亦是城市群协同创新的中流砥柱,特别是京津冀,在“十三五”时期,其已成为除珠三角外各城市群的首要创新合作伙伴,与山东半岛、哈长与海西城市群的合作占比甚至超过三者主导合作专利总量的40%。相比而言,长三角、珠三角的中枢作用虽较其他城市群优势明显,但在“十三五”时期呈现不同程度的下降趋势,且与京津冀的差距在拉大。值得注意的是,从“十一五”到“十三五”,成渝城市群在区域创新网络中的中枢作用不断增强。

同时,本文发现北方城市群主导的创新合作均非常倚赖京津冀,另外4个城市群协同乏力,特别是在“十三五”时期,其两两之间的合作占比均低于各地主导合作专利总量的5%。相比而言,南方各城市群的创新合作日趋频繁,以城市群为主体的协同创新态势向好。矩阵的对角线展示了各城市群内部的创新合作(表4~表6)。南北分异依旧明显,南方城市群虽出现一定的“同群不同团”特征,但各城市群内部的合作关系在整体上均较北方城市群更为密切。

5 中国区域创新结构的演变特征

5.1 南北分异与菱形构架 区域创新结构的演变趋势

从“十一五”到“十三五”,中国区域创新结构持续嬗变,并出现两个演变趋势。一是无论整体创新活力、高能级创新中心分布还是区域创新网络的“中心—腹地”结构,区域创新的天平持续向南方倾斜。二是一个以北京、上海、深圳、成都为顶点,以京津冀、长三角、珠三角与成渝城市群为核心区域的区域创新菱形构架日益稳固。

自2017年两会期间李克强总理首次提出需要重视“南北差距”问题以来,一些学者开始关注这一

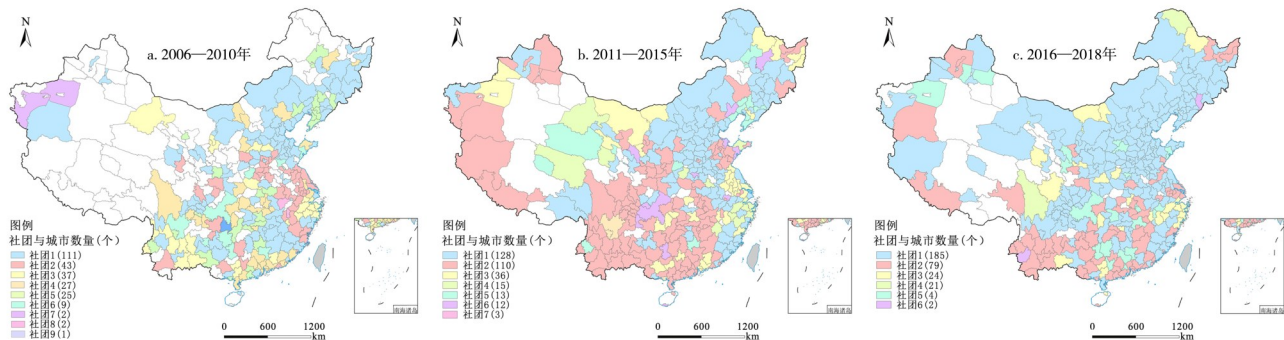


图5 不同时期区域创新网络中的社团与城市数量
Fig.5 The number of associations and cities in the regional innovation network in different periods

表4 2006—2010年重点城市群之间及其内部协同创新关系(%)

Tab.4 Collaborative innovation relationships among and within key urban agglomerations from 2006 to 2010 (%)

城市群	京津冀	山东半岛	哈长	中原	关中	长三角	珠三角	长江中游	成渝	海峡西岸
京津冀	15.131	4.091	2.651	1.897	1.554	33.326	12.160	3.154	7.110	0.980
山东半岛	26.560	12.166	1.039	5.638	1.335	17.359	10.831	2.226	19.436	0.593
哈长	55.769	3.365	8.654	0.962	0.000	8.654	5.769	1.442	1.923	1.442
中原	34.016	15.574	0.820	6.557	0.000	17.213	11.066	2.049	2.459	1.230
关中	32.075	4.245	0.000	0.000	5.660	31.604	7.075	3.302	5.189	0.472
长三角	26.533	2.129	0.328	0.764	1.219	33.048	24.422	2.293	3.494	0.983
珠三角	14.037	1.926	0.317	0.712	0.396	35.409	38.628	2.480	3.562	0.528
长江中游	26.136	2.841	0.568	0.947	1.326	23.864	17.803	12.500	4.356	0.758
成渝	33.513	14.116	0.431	0.647	1.185	20.690	14.547	2.478	5.603	0.970
海西	22.396	2.083	1.563	1.563	0.521	28.125	10.417	2.083	4.688	17.708

注:数值越大,合作占比越高。表5~表6同。

表5 2011—2015年重点城市群之间及其内部协同创新关系(%)

Tab.5 Collaborative innovation relationships among and within key urban agglomerations from 2011 to 2015 (%)

城市群	京津冀	山东半岛	哈长	中原	关中	长三角	珠三角	长江中游	成渝	海峡西岸
京津冀	17.954	4.176	4.470	2.284	1.149	30.850	11.200	3.712	7.609	2.284
山东半岛	25.045	14.873	1.198	5.222	0.769	18.219	9.607	1.741	17.450	0.565
哈长	57.967	2.590	5.474	1.124	0.635	10.850	5.327	0.684	3.763	1.369
中原	22.722	8.661	0.862	3.525	0.412	37.720	3.862	4.387	4.612	0.412
关中	26.203	2.921	1.117	0.945	6.014	24.141	9.794	4.467	6.959	0.773
长三角	25.315	2.493	0.687	3.111	0.869	28.506	26.378	1.920	3.532	1.058
珠三角	15.343	2.194	0.563	0.532	0.589	44.035	18.874	3.676	6.334	1.265
长江中游	27.676	2.164	0.393	3.287	1.461	17.449	20.006	11.801	5.676	0.927
成渝	29.840	11.410	1.138	1.818	1.197	16.879	18.135	2.986	7.213	0.709
海西	33.097	1.365	1.529	0.601	0.492	18.678	13.381	1.802	2.622	21.518

表6 2016—2018年重点城市群之间及其内部协同创新关系(%)

Tab.6 Collaborative innovation relationships among and within key urban agglomerations from 2016 to 2018 (%)

城市群	京津冀	山东半岛	哈长	中原	关中	长三角	珠三角	长江中游	成渝	海峡西岸
京津冀	19.451	6.673	2.307	3.352	1.327	30.089	8.585	4.618	6.191	4.422
山东半岛	44.565	11.025	0.642	3.434	0.558	11.405	6.261	2.032	14.827	0.535
哈长	49.259	2.051	9.039	0.987	1.101	14.850	5.849	1.481	5.013	1.595
中原	37.014	5.678	0.511	2.279	0.668	21.041	7.328	4.460	6.601	0.255
关中	37.964	2.392	1.476	1.730	3.766	14.606	8.499	5.242	7.583	1.374
长三角	37.394	2.122	0.864	2.368	0.635	24.642	17.698	3.086	4.178	1.585
珠三角	17.706	1.933	0.565	1.368	0.613	29.369	19.951	5.888	12.826	2.198
长江中游	33.471	2.205	0.503	2.927	1.328	17.999	20.694	7.839	5.273	0.954
成渝	27.092	9.716	1.028	2.616	1.160	14.714	27.217	3.184	5.014	1.292
海西	44.947	0.814	0.759	0.235	0.488	12.963	10.830	1.338	3.001	21.407

新的区域发展不平衡现象,并从资本积累、体制机制改革路径、营商环境、经济内生动力与市场活力等方面展开原因梳理^[32-33],区域创新南北分异同样受制于此。同时,本文认为南、北方截然不同的产业发展路径也是区域创新分异持续扩大的主要原因。在南方,以珠三角、长三角领衔的沿海开放区域在先进制造业与知识密集型服务业发展上一直较北方保持优势,成都、重庆、武汉等诸多内陆城市也在“十一五”以来借力西部大开发与中部崛起等重大区域战略,加速推动新兴产业发展,实现逆势路径突破。相比而言,北方产业结构整体偏重,更加倚赖资源型经济,部分省份不仅经济增速下滑明

显,产业转型也举步维艰,即便是经济体量最大的山东,R&D人员全时当量在2018年也仅为江苏、浙江与广东的55.035%、67.317%与40.426%,这显然会抑制创新活力的提升。

就“菱形构架”而言,吴康、赖建波、樊杰等在对中国城市体系、经济结构与人口流动的研究中均识别了类似结构^[35-37],樊杰等则将其称为中国区域发展稳定性菱形结构,并指出这是中国人才、技术与资本的核心集聚地,并发挥着引领中国经济发展,参与全球竞争与合作的重要作用^[37]。显然,这在区域创新结构中同样适用,北上深无需赘述,作为“一带一路”、长江经济带与西部陆海新通道的交汇点,

也是西部大开发的引领城市,重要的地理区位与国家重大区域战略的叠加使得成都的创新集核与区域枢纽作用同步与日俱增,近年来已经成长为中国区域创新第四极。

5.2 均衡与极化 重点城市群的差异化协同创新模式

南、北方城市群的协同创新模式截然不同。前者趋向均衡,各城市群内部的创新能级差异日益缩小、创新合作日益频繁;后者则趋向极化,各城市群内部的创新分异持续加剧,创新合作日益减少。

迥异的协同创新模式是南北分异的产物,也是南、北方城市群差异化发展模式的延伸。具体来说:南方城市群的多中心特征较为明显,以长三角、珠三角为例,通过测算2006—2018年中国城市GDP平均排名可知,两区域分别有6个与3个城市进入前20名。成渝、长江中游、海西城市群同样拥有除省会(直辖市)以外的创新增长极,如:在成渝,绵阳作为重要的国防军工和科研生产基地,拥有中国唯一的科技城,集聚了超20万的专业技术人才与18家国家级科研院所。海西城市群的厦门、泉州、温州等地也具备较强的产业经济与创新能力。相比而言,北方城市群多为“一家独大”型,如北京之于京津冀,哈尔滨、长春之于哈长,西安之于关中等,“第二极”“第三极”的缺失使得上述引领城市极易出现虹吸效应,削弱城市群的协同创新合力。

5.3 集聚经济与跨区域协同 创新增长极的兼听则明特征

通过对“节点”与“流”的分析结果叠加可知,中国的区域创新结构兼具集聚经济与跨区域协同的双重特征。从“十一五”到“十三五”,中国区域创新格局的集聚趋势日益显著,创新活动正在向北京、上海、深圳、成都等国家中心城市与京津冀、长三角、珠三角等城市群快速汇聚。同时,这些创新增长极也在区域创新网络中扮演越发重要的中坚角色,部分城市的中枢作用尤为明显,以北京为中心的创新社团在“十三五”时期甚至涵盖近200个城市。

对于知识生产而言,上文已经提到,部分学者就信息化时代地理邻近对于创新的重要性提出质疑,并提出创新“超本地效应”大于“本地效应”的论断,但在中国,两者并非相悖,而是越发趋向在少数创新增长极互动、叠合,这与周灿等提出的择优链接^[29]和Bathelt等提出的“本地蜂鸣—全球管道(Local buzz—Global pipeline)”模式更为接近^[26]。首先,

地理邻近带来的集聚经济与规模报酬递增效应并未削弱。北京、上海、深圳、成都等创新增长极拥有具备显著比较优势的技术、资本与人才池,这可为知识生产者提供更为便捷、优质的知识学习与溢出通道,而默会知识溢出的距离衰减性与人才有限的机动性也使得知识生产者偏好“抱团取暖”^[24],以期构建更为紧密的知识、社会与制度网络。同时,在步入工业化后期的中国,知识分工细化使得部分知识生产出现复杂化、多主体化趋势,合作创新与知识产权分享越发重要,创新增长极作为知识的集产地,较其他区域拥有更多的知识生产部门与创新资源,进而会在区域创新网络中扮演中枢角色。

6 结论与建议

本文基于2006—2018年国内发明专利授权数据,兼顾创新“节点”与创新“流”,从区域创新格局与区域创新网络入手,探讨“十一五”以来中国区域创新结构演变。主要结论包含:①中国区域创新结构总体上呈现两个演变趋势:一为不断加剧的南北分异,特别是在剔除首位城市之后。二为日益稳固的“菱形构架”,其以北京、上海、深圳、成都为顶点,以京津冀、长三角、珠三角与成渝城市群为核心腹地。②重点城市群的协同创新模式迥异,南方城市群的创新活动分布趋向均衡,各城市群内部的创新能级差异逐渐缩小、合作日益频繁。北方城市群则出现极化趋势,不仅城市群内部的分异加剧,合作减少,城市群之间合作也相对乏力。③中国的区域创新结构兼具集聚经济与跨区域协同的双重特征,一小部分创新增长极不仅集聚了越来越多的创新活动,在区域创新网络中也扮演着越发重要的中枢角色。

在此基础上,本文对下一阶段中国区域创新发展与结构调控提出如下政策建议:①抑制南北创新分异迫在眉睫。建议北方以城市群为主体,整体制定区域创新发展规划,加大力度培育城市群的创新“第二极”“第三极”。同时,以天津、青岛、哈尔滨等中心城市为主体,构建协同创新型都市圈,以增长极带动的模式助力区域创新能效提升。②建立更加有效的城市群协同创新机制,推动创新要素自由流动与高效配置。建议各城市群合理利用政府、市场等各方优势,通过建立产业链供应链创新链联系,成立协同创新发展基金,推行科技人才跨区域交流等协同创新路径,织密区域创新合作网络,以规模经济效应带动区域协同创新。③充分发挥成

都与成渝城市群在国家区域创新体系建设中的关键作用。作为“菱形构架”的西部顶点,成都与成渝城市群汇聚了大量创新资源,在轨道交通、信息技术、生命医学等先进技术领域具备领先水平,应充分利用地缘政治与创新优势,引领国家区域创新体系构建。如:以成都或成渝地区双城经济圈为主体,建设对接“一带一路”的全球科技创新中心,在合适时机设立中国第五个、也是西部第一个综合性国家科学中心等。

参考文献:

- [1] Freeman C. Networks of innovators: A synthesis of research issues[J]. *Research Policy*, 1991, 20(5): 499 - 514.
- [2] Batty M. The new science of cities [M]. Massachusetts: MIT Press, 2013.
- [3] Krugman P. Increasing returns and economic geography [J]. *Journal of Political Economy*, 1991, 99(3): 483 - 499.
- [4] Audretsch D B, Feldman M P. R&D spillovers and the geography of innovation and production [J]. *The American Economic Review*, 1996, 86(3): 630 - 640.
- [5] Strange W, Hejazi W, Tang J. The uncertain city: Competitive instability, skills, innovation and the strategy of agglomeration [J]. *Journal of Urban Economics*, 2006, 59(3): 331 - 351.
- [6] 刘曙光, 韩静. 2005—2015年我国区域创新空间格局演化问题研究[J]. *科技管理研究*, 2018(20): 103 - 111.
- [7] 赵勇, 白永秀. 知识溢出: 一个文献综述[J]. *经济研究*, 2009(1): 144 - 156.
- [8] Davis D, Dingel J. A spatial knowledge economy [J]. *American Economic Review*, 2019(1): 153 - 170.
- [9] 王秋玉, 曾刚, 吕国庆. 中国装备制造业产学研合作创新网络初探[J]. *地理学报*, 2016, 71(2): 251 - 264.
- [10] 曾刚, 王秋玉, 曹贤忠. 创新经济地理研究述评与展望[J]. *经济地理*, 2018, 38(4): 19 - 25.
- [11] Taylor P J. World cities network: a global urban analysis [M]. London: Routledge, 2004.
- [12] Polanyi M. Personal knowledge: towards a post-critical philosophy [M]. Chicago: University of Chicago Press, 1958.
- [13] Glaeser E L. Learning in cities [J]. *Journal of Urban Economics*, 1998, 46(2): 254 - 277.
- [14] 马海涛. 知识流动空间的城市关系建构与创新网络模拟 [J]. *地理学报*, 2020, 75(4): 708 - 721.
- [15] Schmidt S. Balancing the spatial localisation "tilt": Knowledge spillovers in processes of knowledge-intensive services [J]. *Geoforum*, 2015, 65: 374 - 386.
- [16] Berliant M, Fujita M. Dynamics of knowledge creation and transfer: the two person case [J]. *International Journal of Economic Theory*, 2009, 5(2): 155 - 179.
- [17] Keller W. Geographic localization of international technology diffusion [J]. *American Economic Review*, 2002, 92(1): 120 - 142.
- [18] Kogler D F, Jurgen E, Rigby D L. The evolution of specialization in the EU15 knowledge space [J]. *Journal of Economic Geography*, 2016, 17(2): lbw024.
- [19] Crescenzi R, Rodriguez-POSE A. The geography of Innovation in China and India [J]. *International Journal of Urban & Regional Research*, 2017, 41(6): 1010 - 1027.
- [20] 方创琳. 中国城市群研究取得的重要进展与未来发展方向 [J]. *地理学报*, 2014, 69(8): 1130 - 1144.
- [21] 周锐波, 刘叶子, 杨卓文. 中国城市创新能力的时空演化及溢出效应 [J]. *经济地理*, 2019, 39(4): 85 - 92.
- [22] 刘汉初, 樊杰, 周侃. 中国科技创新发展格局与类型划分——基于投入规模和创新效率的分析 [J]. *地理研究*, 2018, 37(5): 910 - 924.
- [23] Menzel M P, Feldman M P, Brokel T. Institutional change and network evolution: Explorative and exploitative tie formations of co-inventors during the dot-com bubble in the Research Triangle region [J]. *Regional Studies*, 2017, 51(8): 1179 - 1191.
- [24] Powell O S W. Knowledge networks as channels and conduits: The effects of spillovers in the Boston biotechnology community [J]. *Organization Science*, 2004, 15(1): 5 - 21.
- [25] Liefner I, Hennemann S. Structural holes and new dimensions of distance: The spatial configuration of the scientific knowledge network of China's optical technology sector [J]. *Environment & Planning A*, 2011, 43(3): 810 - 829.
- [26] 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(1): 31 - 56.
- [27] Terwal A L J. The dynamics of the inventor network in German biotechnology: Geographic proximity versus triadic closure [J]. *Journal of Economic Geography*, 2014, 14(3): 589 - 620.
- [28] Hennemann S, Rybski D, Liefner I. The myth of global science collaboration: Collaboration patterns in epistemic communities [J]. *Journal of Informetrics*, 2012, 6(2): 217 - 225.
- [29] 周灿, 曾刚, 曹贤忠. 中国城市创新网络结构与创新能力研究 [J]. *地理研究*, 2017(7): 1297 - 1308.
- [30] 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.
- [31] 孙天阳, 成丽红. 中国协同创新网络的结构特征及格局演化研究 [J]. *科学学研究*, 2019(8): 1498 - 1505.
- [32] 盛来运, 郑鑫, 周平, 等. 我国经济发展南北差距扩大的原因分析 [J]. *管理世界*, 2018(9): 16 - 24.
- [33] 董雪兵, 池若楠. 中国区域经济差异与收敛的时空演进特征 [J]. *经济地理*, 2020, 40(10): 11 - 21.
- [34] Girvan M, Newman M E J. Community structure in social and biological networks [J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2002, 99(12): 7821 - 7826.
- [35] 吴康, 方创琳, 赵渺希. 中国城市网络的空间组织及其复杂性结构特征 [J]. *地理研究*, 2015(4): 711 - 728.
- [36] 赖建波, 潘竞虎. 基于腾讯迁徙数据的中国“春运”城市间人口流动空间格局 [J]. *人文地理*, 2019(3): 108 - 117.
- [37] 樊杰, 王亚飞, 梁博. 中国区域发展格局演变过程与调控 [J]. *地理学报*, 2019(12): 2437 - 2454.