

# 网络视角下北京市郊区小城镇创新发展的演化特征与机制研究\*——基于联合发明专利申请数据的实证分析

The Evolution of Innovation in Beijing's Suburban Towns from a Network Perspective: Using Joint Invention Patent Application Data

赵之枫 张雁南 唐爽 ZHAO Zhifeng, ZHANG Yannan, TANG Shuang

**摘要** 传统创新发展范式下,郊区小城镇被视为创新功能的“边缘”地区。网络范式的研究为郊区小城镇的创新发展提供了新的思路。从网络视角出发,选取北京市郊区小城镇为实证地区,基于联合发明专利申请数据构建创新网络,并据此划分尺度类型,系统考察北京市郊区小城镇创新发展的演化特征,剖析其演化机制,结果发现:(1)北京市郊区小城镇的创新网络参与度不断提升,且在这一过程中择优连接与均衡增长并存,促使整体网络结构向多廊道交织模式演化;(2)根据创新网络的多尺度空间特征将北京市郊区小城镇划分为7种类型,不同类型的小城镇呈现出多样的动态演变趋势与空间聚散格局,但跨界合作的不断增强体现出“边缘创新”的外源性特征;(3)郊区小城镇的创新演化既受市场规律与政策引导的双轨影响,也被“蜂鸣—管道”效应的双维牵引塑造,并最终形成差异化的类型演化路径。

**Abstract** Under the traditional paradigm of innovative development, suburban towns have been regarded as the "marginal" areas for innovative functions. The study of network paradigms offers new insights that can inform the innovative development of suburban towns. From the network perspective, this study takes the suburban towns in Beijing as the empirical region, constructs an innovation network based on joint invention patent application data, and classifies the scale types accordingly. Subsequently, we systematically examine the evolutionary characteristics of innovation development in suburban towns and analyzes the driving mechanisms. The results reveal that: (1) The participation of innovation networks in Beijing's suburban towns has been continuously increasing, and in this process, preferential attachment and balanced growth coexist, promoting the overall network towards a multiple corridor configuration. (2) According to the multi-scale characteristics of the innovation network, suburban towns in Beijing can be classified into seven categories, and these types exhibit diverse dynamic evolution trends and spatial aggregation-dispersion patterns. However, the enhancement of cross-border collaboration underscores the exogenous nature of innovation in the periphery. (3) The evolution of innovation types in suburban towns is influenced by the dual tracks of government and market roles, and is also shaped by the two dimensions of the "buzz-and-pipeline" effect, ultimately forming differentiated evolutionary pathways.

**关键词** 边缘创新;创新网络;郊区小城镇;蜂鸣—管道;专利数据;北京市

**Key words** innovation in the periphery; innovation network; suburban towns; buzz-and-pipeline; patent data; Beijing

文章编号 1673-8985 (2025) 06-0009-08 中图分类号 TU984 文献标志码 A

DOI 10.11982/j. supr. 20250602

## 作者简介

### 赵之枫

北京工业大学建筑与城市规划学院  
教授,博士生导师,博士

### 张雁南

北京工业大学建筑与城市规划学院  
硕士研究生

### 唐爽 (通信作者)

北京工业大学建筑与城市规划学院  
讲师,博士后, shuangtang@bjut.edu.cn

## 0 引言

随着经济发展方式、城市发展动力的转型,创新成为引领新时代中国城市高质量发展的核心动能。2025年7月召开的中央城市工作会议更是将“建设富有活力的创新城市”置于7大重点任务之列,同时也是现代化人民城市建设的首要目标。在城市锚定“创新”发

力、积极参与“创新锦标赛”竞争的实践背景下,学者们围绕区域创新发展、创新活动分布等话题展开了诸多讨论。有研究认为,创新活动具有显著的空间集聚特征,并因之形成极化的区域创新格局<sup>[1-2]</sup>;由于创新扩散的梯度效应和创新中心的虹吸效应<sup>[3]</sup>,区域创新之间的“山海难平”。另一些研究则认为,虽然创新发

\*基金项目:国家自然科学基金面上项目“响应超大城市区域要素流动的小城镇‘等级—网络’城乡关联性特征与机制研究——以北京为例”(编号52478036);中国博士后科学基金第76批面上项目“‘节点集聚—网络关联’互动视角下城市创新空间的演进路径与规划响应:基于北京市的实证”(编号2024M760173);教育部人文社会科学研究规划基金项目“要素流动视角下县城城乡融合发展评价与优化路径研究”(编号23YJAZH215)资助。

展视域下“强者恒强”的经济地理格局难以打破,但“弱势”地区仍存在接入创新体系的机会,并呼吁关注边缘地区创新发展的新地理现象<sup>[4-5]</sup>。

就小城镇而言,因处于“城尾村首”的特殊地位,一直是城乡聚落体系中重要的人居单元。1980年代以来,更是一度成为我国城镇化的重要载体,并提出“小城镇,大战略”要求<sup>[6]</sup>。然而,在当前“以县城为重要载体的城镇化”和乡村振兴战略的政策导向下,作为城乡“夹心层”的小城镇反而成为“被逾越的空间”<sup>[7]</sup>。但不可否认的是,时至今日,小城镇在我国城镇化进程中的地位仍不断加强<sup>[8]</sup>,对新型城镇化建设、城乡融合共富等目标的实现均具有重要意义。

创新驱动的时代语境,为“双挤压”困境下的小城镇提供了新的发展机遇。然而,受“中心—边缘”模型、梯度扩散理论等传统创新发展范式的影响,既有关关注区域创新发展的研究更加强调都市中心在促进创新中的积极作用<sup>[9]</sup>,仅将小城镇作为被动接受中心区创新扩散的“附属”。对于行政层级不高且区位边缘的郊区小城镇而言,更是“边缘的边缘”,在城市创新功能发展中基本处于被忽视的状态。然而近年来,有关边缘地区创新发展新现象与新趋势的研究挑战了传统模型。这些新兴研究指出,在城市空间结构由单中心向多中心演变的过程中,“边缘”也可以成为孕育创新的重要地域<sup>[10-11]</sup>。尤其在网络化的创新范式下,协同创新、合作创新等跨主体、跨区域的创新模式为边缘地区实现创新赶超提供了关键驱动力<sup>[12-13]</sup>。

总而言之,“边缘创新”的兴起作为一种新的现象与趋势,值得在当前的理论研究与实践规划中予以关注;而网络范式的研究在为创新活动空间规律的探析开辟新视角的同时,也为解析以郊区小城镇为代表的边缘地区的创新发展提供了新思路。其中, Bathelt等<sup>[14]</sup>提出的“蜂鸣—管道”(buzz-and-pipeline)模型为区域创新网络的“类型学”研究提供了基础,学者们据此围绕创新网络的不同模式展开

了诸多探索。但既有研究多采用平行式分类,聚焦于两个尺度的单一分析<sup>[15-16]</sup>;仅少数学者根据网络联系尺度的组合特征划分了不同类型的创新区域<sup>[17-19]</sup>,且分类结果一定程度上取决于对“蜂鸣—管道”范围的界定。

有鉴于此,本文以北京市郊区小城镇为研究对象,基于2009—2023年的联合发明专利申请数据,借助社会网络分析与空间统计分析等方法,进一步从多尺度网络视角深入研究北京市郊区小城镇创新发展的演化特征与驱动机制,以期以为郊区小城镇为代表的边缘地区的创新发展及城市全域创新功能的构建提供理论依据和技术支撑。

## 1 研究区、数据来源与研究方法

### 1.1 研究区

北京市科教资源丰富、创新活动活跃,并在《北京城市总体规划(2016年—2035年)》中将科技创新中心确定为城市战略定位之一。北京市国际科技创新中心的建设离不开重点创新功能片区(典型如“三城一区”)的引领示范,同时也不能忽视城市创新功能“多点开花”的系统支撑。这其中如何实现郊区小城镇的创新发展,使其成为国际科技创新中心建设的依托至关重要。

本文研究的北京市郊区具体指中心城区(东城区、西城区、海淀区、朝阳区、丰台区和石景山区)外的10个市辖区,研究单元基于镇级行政区划设置。根据北京市民政局公布的《2024年北京市行政区划名称和行政区划代码》,北京市郊区共有204个镇级单元,其中包括54个街道、134个镇、12个乡和4个民族乡。由于本文关注郊区小城镇的创新发展,因此将街道进行合并<sup>①</sup>,将其余150个镇级行政区划独立设置为研究单元。此外,为全面评估郊区小城镇与中心城区的创新联系,本文将北京市中心城区纳入分析(见图1)。

### 1.2 数据来源与处理

本文采用当前创新网络研究领域广泛使用的联合发明专利申请数据作为基础数据。在

分析时段的选取中,为避免单一年份数据波动的影响,借鉴相关研究<sup>[20]</sup>,以连续5年为一个分析周期,最终确定2009—2013年、2014—2018年和2019—2023年3个时间段。上述3个时间段的选取,与北京市创新发展的阶段性进程大致吻合:2008年金融危机后,北京市借助政策支持、产业升级和全球化资源整合,逐步形成了新的创新生态<sup>[21]</sup>;2014年,科技创新中心作为北京市“四个中心”之一的城市战略定位被明确,“非首都功能疏解”政策同步被提出;2019—2023年则反映了北京市创新发展的最新成就。

综上,本文基于incoPat专利数据库,获取了申请日期在2009—2023年15年间,第一申请人地址位于北京市郊区的联合发明专利申请数据。其中,2009—2013年有1 601件,2014—2018年有6 304件,2019—2023年有23 124件。

### 1.3 研究方法

#### 1.3.1 基于联合发明专利申请数据的创新网络构建

本文基于联合发明专利申请数据得到创新合作关系数据集,并利用百度地图平台和ArcGIS软件将创新合作关系匹配到所在的研究单元,据此实现北京市郊区小城镇整体创新网络和具体小城镇创新网络的构建。



图1 研究单元分布图  
Fig.1 Distribution map of research units

资料来源:笔者自绘。

注释: ① 合并处理中,将行政边界相接的街道合并为1个研究单元,合并后共19个研究单元。

数据处理时,对3个及以上申请人的数据采用两两交叉方式计为多条创新合作关系<sup>[22-23]</sup>,并剔除包含个人申请人与合作双方均不位于北京市郊区小城镇的创新合作关系。

### 1.3.2 多尺度网络视角下区域创新发展的类型划分

创新网络具有多尺度空间特征,即区域内的创新主体不仅会与同区域其他创新主体存在创新合作,也可能与区域外甚至其他区域的创新主体产生创新合作。就北京市郊区小城镇而言,可以将创新合作分为小城镇内部、小城镇与同一区县其他研究单元、小城镇与市内其他区县和小城镇与北京市外4个尺度层级(见图2)。

参考既有研究<sup>[24]61</sup>,本文基于小城镇内创新主体在不同尺度上创新合作的规模关系,划分其网络尺度类型;并在将小城镇内部和小城镇与同一区县其他研究单元的创新合作整合为同一尺度后,以均值(1/3)作为类型划分的临界值<sup>②</sup>。最终,将北京市郊区小城镇的创新类型划分为7种(见表1)。

## 2 演化特征分析

### 2.1 总体结构特征

#### 2.1.1 创新网络的参与度不断提升,网络演化呈现圈层结构

随着时间的推移,北京市郊区小城镇创新网络的参与度不断提升(见图3)。具体而言,参与创新合作的小城镇数量从2009—2013年的52个经由2014—2018年的75个,进一步增长到2019—2023年的99个;创新合作关系数量则从2009—2013年的541条迅速增加到2014—2018年的3 109条,并于2019—2023年跃升至11 899条,是第一阶段的22倍。

从空间上看,创新网络演化呈现圈层结构特征,即网络空间生长以中心城区为核心,并逐渐向周边扩散。2009—2013年创新网络的中心依附性明显,网络参与度较高的小城镇主要分布于中心城区周边,包括昌平区北七家镇(218次)、通州区马驹桥镇(106次)等。2014—2018年创新网络开始突破中心城区周

边范围向外围延伸,除北七家镇(1 770次)、马驹桥镇(376次)外,中心城区周边新增顺义区仁和镇(185次)、通州区台湖镇(118次)、昌平区南邵镇(79次)等网络参与度较高的小城镇;此外,怀柔区北房镇(78次)及雁栖镇(56次)、顺义区牛栏山镇(25次)等外围小城镇的节点地位逐渐增强。2019—2023年,外围小城镇的网络参与度进一步提升,怀柔区怀柔镇(164次)、房山区窦店镇(135次)、大兴区庞各庄镇(116次)等逐渐跻身次级节点。

#### 2.1.2 新城创新联系集聚趋势显著,但网络均衡性同步增强

北京市郊区小城镇的创新连接呈现出

网络层级分明和空间分布不均的特征。一个明显的表现即为,创新网络中较高等级节点的数量占比持续下降,但合作数量占比始终逾60%(见表2)。与之相对的是,虽然低及较低等级网络构成的空间关联占总体空间关联的96.4%,其所包含的合作数量却仅占24.1%。进一步从空间上看(见图3),相较于其他地区,新城范围内小城镇的创新网络参与度更高:不仅拥有更高频的创新合作,且通常与更多地区存在创新合作关系(度中心性高)。

但同时,北京市郊区小城镇创新网络的均衡性也在同步增强。从图3可以看到,随着

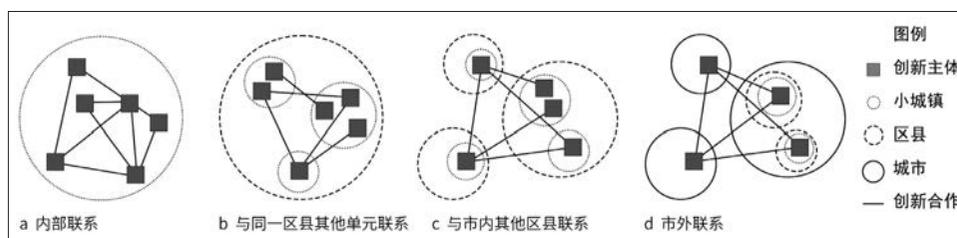


图2 小城镇创新网络的多尺度特征

Fig.2 The multi-scalarity of innovation network in small towns

资料来源:根据参考文献[24]61改绘。

表1 多尺度网络视角下的小城镇创新类型

Tab.1 Types of small towns from the perspective of multi-scale network

类型	特征	判断标准
本地驱动型	与同一区县其他创新主体的合作强度较高	仅区县内部创新合作规模占比超过1/3
外围协同型	与市内其他区县创新主体的合作强度较高	仅与市内其他区县创新合作规模占比超过1/3
跨界拓展型	与市外创新主体的合作强度较高	仅市外创新合作规模占比超过1/3
本地外围型	与同一区县及市内其他区县创新主体的合作强度均较高	区县内部、与市内其他区县两个尺度层级的创新合作规模占比均超过1/3
本地跨界型	与同一区县及市外创新主体的合作强度均较高	区县内部、市外两个尺度层级的创新合作规模占比均超过1/3
外围跨界型	与市内其他区县及市外创新主体的合作强度均较高	与市内其他区县、市外两个尺度层级的创新合作规模占比均超过1/3
均衡型	与3个尺度层级内创新主体的合作强度均较高	3个尺度层级内的创新合作规模占比均接近1/3 <sup>③</sup>

资料来源:笔者自制。

表2 北京市郊区小城镇创新网络分级情况统计

Tab.2 The classification statistics of small town innovation networks in suburban Beijing

网络等级	节点数量占比/%			合作数量占比/%		
	2009—2013年	2014—2018年	2019—2023年	2009—2013年	2014—2018年	2019—2023年
高	4.35	0.62	0.23	53.37	47.64	44.08
较高	2.90	1.24	1.35	13.89	14.41	23.88
中	5.80	1.86	2.03	8.73	11.56	7.96
较低	15.94	6.83	8.13	11.11	11.67	10.88
低	71.01	89.44	88.26	12.90	14.72	13.19

资料来源:笔者自制。

注释: ② 假设创新合作数量在本区县、市内其他区县和市外均分布,则在每个尺度的占比应为1/3。

③ 实际计算中,将3个尺度层级内的创新合作规模占比均超过30%的小城镇划分为均衡型。

时间的推移,密云区南部、平谷区西部、大兴区南部等外围区县的小城镇不断被纳入网络中,创新网络规模呈现扩张的态势。

### 2.1.3 网络结构向多廊道交织演化,核心骨架实现层级跃升

研究期内,北京市郊区小城镇创新网络的空间结构日趋复杂,并逐渐由“据点放射”向多廊道交织的模式演化。具体来看,研究初期创新网络呈现少数廊道主导的特征,以北七家镇等小城镇为中心的创新合作在网络中占据重要地位,形成“据点放射”状的空间结构。此后,随着网络密度的提升,创新廊道开始呈现交织态势;至2019—2023年,二、三级廊道数量明显增加,包括北七家镇、太湖镇等在内的一些小城镇通过多向联系与网络中的其他节点形成紧密互动,塑造出多廊道交织的网络形态。

值得注意的是,在网络演化过程中,“北七家镇—西城区”的创新联系始终作为网络的核心骨架。数据统计显示,研究期内其主导的创新合作由103次(约1/5)迅速增至3 979次(逾2/5),实现了网络能级的飞速跃升。

总体上,在网络结构的演化中,择优连接与均衡增长并存。表3的数据统计结果进一步验证了这一结论:网络规模、密度的持续提升说明越来越多的小城镇参与到创新合作,并不

断成长为新兴的网络节点;但与此同时,基尼系数一直维持在高位区间,说明创新网络参与度高的小城镇持续吸引到更多的创新合作,固化“强者愈强”的不均衡空间分布<sup>④</sup>。

## 2.2 个体类型特征

### 2.2.1 网络类型呈现尺度扩张态势

北京市郊区小城镇的创新合作模式处于动态变化中,但总体上呈现出外向型创新合作为主且不断强化的趋势。研究期内,外围协同型、跨界拓展型和外围跨界型3种具有明确外向型创新合作特征的小城镇占比始终逾70%;其中,跨界拓展型小城镇(数量、占比)持续上升并最终成为主导类型,是演进过程中最为鲜明的特征<sup>⑤</sup>(见图4)。

以西红门镇为例,研究初期该地区的创新合作数量较少,至2019—2023年创新合作数量剧增。数据统计发现,该阶段西红门镇的创新网络主要围绕国家电投集团氢能科技发展有限公司(2017年成立)构建,仅其一家在市外创新合作即占西红门镇创新合作数量的近1/3。此外,一些内向型小城镇在研究期内也实现了外向型创新模式的转变,典型如永定镇。2009—2013年,永定镇创新合作主要表现为本地关联企业间的合作,以及本地企业与京内高校院所构建起的产学研合作,两者共同奠定了其本地外围型的创新发展

模式。此后,随着中铁六局集团有限公司交通工程分公司(2016年)、中铁北京工程局集团有限公司(2020年)等企业的迁入,至2019—2023年,永定镇依托这些中铁集团分支企业与诸多市外创新主体建立起合作关系;同时,一些地方企业也倾向于将总部或者研发、销售等环节设置在北京,进而形成企业内部合作(见表4)。在上述两种模式下,永定镇的创新网络实现了向外围跨界型的类型跃迁。

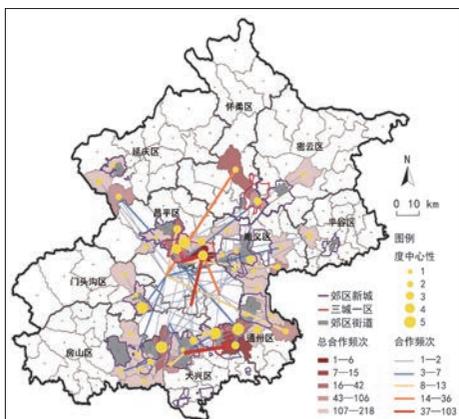
### 2.2.2 空间分布呈现聚散并存格局

进一步将研究期内不同类型的小城镇在数字地图中显示(见图5),考察其空间分布特征。可以看到,随着创新网络参与度的不断提升,7种类型的小城镇在空间上整体呈现扩散态势。但值得注意的是,在演化过程中,一些类型的小城镇又倾向于在特定区域“扎堆”。

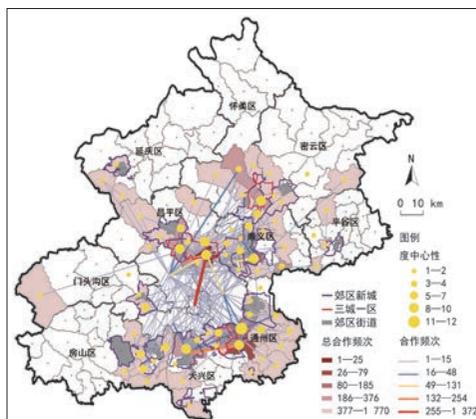
表3 北京市郊区小城镇创新网络的结构性指标  
Tab.3 Indicators of small town innovation networks in suburban Beijing

指标名称	2009—2013年	2014—2018年	2019—2023年
网络规模	69	161	443
网络密度	0.005	0.012	0.033
基尼系数(合作频次)	0.894	0.939	0.910
基尼系数(度中心性)	0.806	0.756	0.455

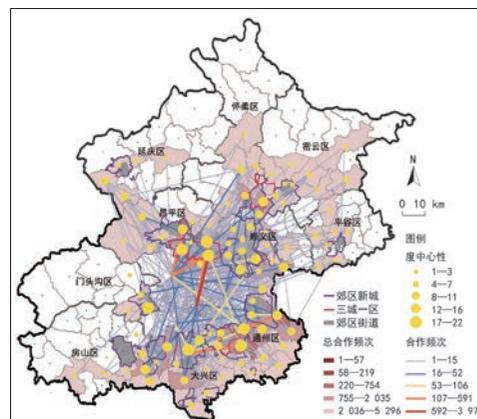
资料来源:笔者自制。



a 2009—2013年



b 2014—2018年



c 2019—2023年

图3 北京市郊区小城镇创新网络的空间结构  
Fig.3 The spatial structure of small town innovation networks in suburban Beijing

资料来源:笔者自绘。

注释: ④ 基尼系数(度中心性)不断下降,说明从合作范围来看,小城镇间的差距在缩小;在这一过程中,基尼系数(合作频次)维持在高位区间,则说明少数小城镇(间)的创新合作规模一直占据优势地位,这一数据同样支撑了择优连接与均衡增长并存的判断。

⑤ 值得注意的是,前两个阶段未建立创新联系的小城镇,在第三阶段出现时也多为外向型;且这些“新增”的小城镇近半数(12个)为跨界拓展型,同样显示出“边缘创新”的外源性特征。

研究初期,房山区与大兴区交界处的5个外围跨界型城镇(长阳镇、阎村镇、窦店镇、琉璃河镇、黄村镇)、通州区东南部的3个跨界拓展型城镇(张家湾镇、漷县镇、永乐店镇)、顺义区与通州区交界处的4个外围协同型城镇(南法信镇、天竺镇、李桥镇、宋庄镇)初步形成了空间聚集;研究中期,跨界拓展型城镇在昌平区中部(马池口镇、十三陵镇、南口镇)及与顺义区交界处(百善镇、小汤山镇、赵全营镇、高丽营镇)新增聚集,外围协同型城镇也在大兴区与通州区交界处(亦庄镇、瀛海镇、台湖镇、马驹桥镇、于家务回族乡、采育镇)和房山区东部(窦店镇、阎村镇、石楼镇)呈现聚集特征;研究后期,外围跨界型、外围协同型和跨界拓展型城镇均出现了较为明显的聚集现象,其中跨界拓展型城镇的聚集规模及范围显著扩大。可以看到,呈现出空间聚集现象的小城镇多为外向型,且倾向于在中心城区周边、邻近“三城一区”或新城等创新发展基础较好的区域聚集。

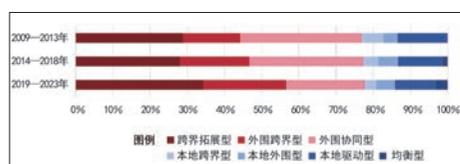
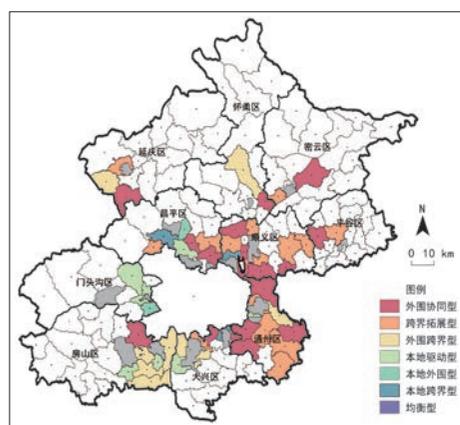


图4 北京市郊区小城镇创新类型统计  
Fig.4 Classification and statistics on small towns in suburban Beijing

资料来源:笔者自绘。



a 2009—2013年  
图5 北京市郊区小城镇类型分布  
Fig.5 Map of type distribution for small towns in suburban Beijing

### 3 演化机制解读

#### 3.1 区域创新演化的双重机制

网络视角下的区域创新演化是创新发展基础、创新发展需求和创新发展机遇共同作用下的结果,受到内生动力和外生动力的叠加影响(见图6)。一方面,为响应区域的创新发展需求,政府和市场会基于区域的创新发展基础进行要素投入,从“外部”为区域的创新发展创造机遇;另一方面,在区域创新发展基础的牵引下,创新网络也会依托网络效应从“内部”创造出创新发展机遇,进而实现对区域创新发展需求的响应。

#### 3.2 “政府—市场”作用的双轨影响

中国语境下,资源的流动往往是政府与市场双向努力的“混合”结果<sup>[25]</sup>。就北京市郊

区小城镇而言,其创新发展不仅依赖于市场的“以足投票”,更是政府空间引导的成绩。从“市场轨”来看,创新要素的空间流动存在一定的市场规律,创新主体间合作联系的构建也更多缘自市场机制。典型如“分布式创新”的形成,及因之构建出的不同区域间的网络化联系<sup>[26]</sup>。

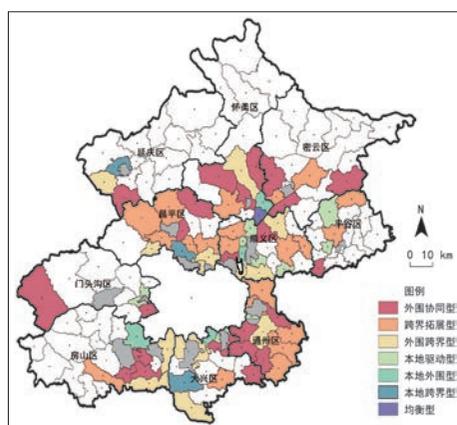
从“政府轨”来看,地方政府通过主动的空间“政策分区”(如设立高新区),以地价折扣、税收优惠、载体建设等方式创造政策红利,能够为特定区域的创新发展提供基础性支撑。具体而言,2014年提出的非首都功能疏解政策,通过引导部分高校院所、科技企业和生产性服务业外迁,促进了创新资源在郊区小城镇的初步聚集;与此同时,确立“三城一区”为科技创新主平台,进一步拉升了特定区域的创新吸引力,并由此带来了创新合作联系的提升。

表4 2019—2023年永定镇市外创新合作的构成情况(部分)

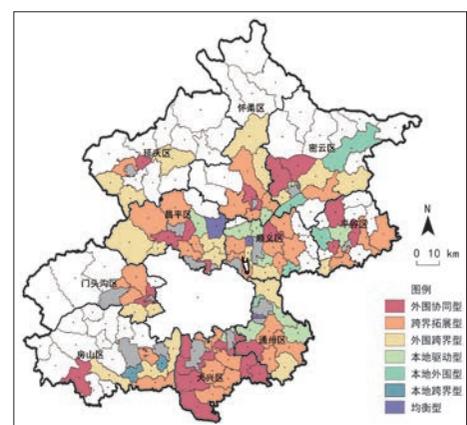
Tab.4 The composition of innovation cooperation between local and non-local enterprises in Yongding from 2019 to 2023 (partial data)

合作类型	合作主体	合作频次/次
关联企业合作	中铁北京工程局集团有限公司—湖北国际物流机场有限公司	2
	中铁北京工程局集团有限公司—中铁北京工程局集团第六工程有限公司	2
	中铁北京工程局集团有限公司—中国铁路设计集团有限公司	1
	中铁六局集团有限公司交通工程分公司—中铁城市发展投资集团有限公司	1
	中铁六局集团有限公司交通工程分公司—成都轨道交通集团有限公司	1
企业内部合作	北京诚田恒业煤矿设备有限公司—河北诚田恒业煤矿设备有限公司	19
	北京君德医疗设备有限公司—河北君德医疗设备有限公司	5
	北京仁生泽发生物技术有限公司—苏州仁生泽发生物科技有限公司	4
	易森未来(北京)机器人技术有限公司—易森智能装备(北京)有限公司	3
	兰德伟业科技集团有限公司—新疆兰德伟业油田服务有限公司	2

资料来源:笔者自制。



b 2014—2018年



c 2019—2023年

资料来源:笔者自绘。

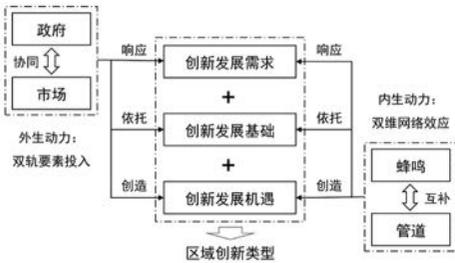


图6 区域创新演化的内外双重动力  
Fig.6 The intrinsic and extrinsic impetus of the evolution of regional innovation

资料来源：笔者自绘。

针对具体小城镇创新发展历程的考察，也能发现这一市场与政府的驱动合力。以南邵镇为例，依托中关村科技园区昌平园（东区）的建设和邻近沙河高教园区的区位优势，持续吸引了北京品驰医疗设备有限公司、北京智芯半导体科技有限公司、北京芯可鉴科技有限公司等创新企业的入驻；这些企业或基于典型技术需求与高校院所形成产学研合作关系，或基于分布式创新形成企业内部的创新合作，或基于业务关联形成关联企业间的创新合作（见表5）。在不断提升南邵镇创新合作联系的同时，推动其创新网络类型的演化。

此外，随着未来科学城建设的不断推进，其内的北七家镇在与中心城区构建起密切创新走廊的同时<sup>⑥</sup>，国字号机构的植入也带动了一定规模跨（市）域链接网络的形成，典型如全球能源互联网研究院有限公司与国网浙江省电力有限公司、国网信息通信产业集团有限公司与南京南瑞集团公司的创新合作，使其逐渐演化为外围跨界型小城镇。

### 3.3 “蜂鸣—管道”效应的双维牵引

既有研究普遍认为，“蜂鸣”和“管道”在促进区域创新发展中具有同等重要的作用，且存在互补效应<sup>[27]</sup>。一方面，“蜂鸣”联系密切地区通过丰富的本地合作建立起良好的创新氛围，这有利于增强创新影响力、打开创新知名度，进而促进外部合作的建立。通常而言，中小企业为主的区域更倾向于形成“蜂鸣”式集群，亦庄镇即是其中的典型代表。研究初期，以北京东方百泰生物科技有限公司、北京凯泰

表5 2019—2023年南邵镇创新网络的构成情况（创新合作频次前10）

Tab.5 The composition of the innovation network in Nanshao from 2019 to 2023 (top 10)

合作类型	合作主体	合作区域	合作频次/次
产学研合作	北京品驰医疗设备有限公司—清华大学	其他区县	37
	北京雅丹石油技术开发有限公司—中国石油大学(北京)	同一区县其他单元	14
	北京芯可鉴科技有限公司—北京航空航天大学	其他区县	11
企业内部合作	北京芯可鉴科技有限公司—北京智芯微电子科技有限公司		114
	北京智芯半导体科技有限公司—北京智芯微电子科技有限公司	其他区县	82
	北京康比特体育科技股份有限公司—固安康比特体育科技股份有限公司	市外	31
	北京芯可鉴科技有限公司—国网信息通信产业集团有限公司		29
关联企业合作	北京智芯半导体科技有限公司—国网信息通信产业集团有限公司	同一区县其他单元	23
	北京浦然轨道交通科技股份有限公司—山东菏泽德通新材料科技有限公司	市外	20
	北京智芯半导体科技有限公司—国家电网有限公司	其他区县	15

资料来源：笔者自制。

表6 2019—2023年亦庄镇生物医药产业创新网络的构成情况（部分）

Tab.6 The composition of the biomedical industry innovation network in Yizhuang from 2019 to 2023 (partial data)

合作区域	合作主体	合作频次/次
市外	智维精准(北京)医疗科技有限公司—智维精准(沈阳)医疗科技有限公司	10
	北京科途医学科技有限公司—浙江科途医学科技有限公司	5
	北京昭衍新药研究中心股份有限公司—昭衍(苏州)新药研究中心有限公司	1
其他区县	辰风生物科技(北京)有限公司—辰风农业科技(北京)有限公司	2
	辰风生物科技(北京)有限公司—北京中医药大学	1
	辰风天然本草(北京)科技有限公司—北京中医药大学	1
同一区县其他单元	辰风天然本草(北京)科技有限公司—辰风农业科技(北京)有限公司	1
	诺赛联合(北京)生物医学科技有限公司—北京达熙生物科技有限公司	2
小城镇内部	北京东方百泰生物科技股份有限公司—北京精益泰翔技术发展有限公司	21
	辰风生物科技(北京)有限公司—辰风天然本草(北京)科技有限公司	1

资料来源：笔者自制。

新世纪生物技术有限公司为代表，形成了生物医药产业主导的本地化创新合作，奠定了区域的创新基础。此后，随着创新环境的持续优化与能级提升，北京科途医学科技有限公司（2016年）、智维精准（北京）医疗科技有限公司（2022年）等企业相继在区域内成立，并在维持前期形成的“蜂鸣”联系的基础上，逐步拓展并强化了与外部区域的“管道”联系（见表6）。

另一方面，高校院所、大型企业入驻区域的合作通常具有更明显的“管道”特征。同时，这些创新实力强、辐射广的锚机构能够吸引关联企业在周边富集，并逐步衍生出“蜂鸣”网络。也正是因此，政府在创新集群的打造中才会致力于吸引此类创新领导者。漷县镇是其中的典型代表：在医药健康产业集聚区的

打造中，通过引入福元药业、凯德石英等10余家上市公司、规上企业，陆续吸引了50余家医药健康企业落地。

此外，黄村镇依托北京印刷学院在研究前期与市内其他区县和市外的印刷、包装类企业构建起了较为紧密的合作关系，但进入第三阶段后，包括北京华清兴源科技有限公司（2020年成立）、北京山川物语科技有限公司（2020年成立）、北京汉德图像设备有限公司（2019年迁入）等在内的一批相关企业逐渐向本地集聚，并开始与北京印刷学院建立起更为密切的创新合作。

## 4 结论与讨论

### 4.1 主要结论

本文基于联合发明专利申请数据构建北

注释：⑥ 同样是基于分布式创新组织模式，典型如中粮营养健康研究院有限公司—中粮集团有限公司、中国电信股份有限公司技术创新中心—中国电信股份有限公司的创新合作。

京市郊区小城镇创新网络,并围绕总体结构和个体类型两方面对其演化特征展开系统考察,进而剖析演化机制。主要结论如下:

(1) 北京市郊区小城镇的创新网络参与度不断提升,并呈现出以中心城区为核心、逐渐向周边扩散的圈层结构特征。在网络演化过程中,择优连接与均衡增长并存。其中,“北七家镇—西城区”创新联系的能级跃升和新城范围内创新联系的不断集聚体现择优连接,而网络均衡性的增强和整体网络结构向多廊道交织模式的演化则体现均衡增长。

(2) 北京市郊区小城镇可以划分为本地驱动型、外围协同型、跨界拓展型、本地外围型、本地跨界型、外围跨界型和均衡型7种,不同类型的小城镇呈现出多样的动态演变趋势。但跨界合作的不断增强,体现出“边缘创新”的外源性特征。空间分布上,在整体扩散的同时,外向型小城镇在中心城区周边、邻近“三城一区”或新城等创新发展基础较好的区域也出现了较为明显的聚集现象。

(3) 北京市郊区小城镇的创新演化是内外双重动力共同驱动的结果。从外生动力看,其受到政府与市场的双轨影响。政府积极的政策引导能有效拉升特定区域的创新吸引力,为创新合作联系的提升奠定基础,在此基础上,依托产学研合作、企业内部合作、关联企业合作等市场机制,创新网络得以构建。从内生动力看,“蜂鸣”和“管道”在区域创新发展中存在互补效应,北京市郊区小城镇的创新演化也被“蜂鸣—管道”效应的双维牵引塑造。

#### 4.2 政策讨论

随着流空间理论的崛起,“中心—边缘”等传统区位理论不断得到修正,以郊区小城镇为代表的边缘地区的创新竞争优势也正发生根本性转变。在这种背景下,以郊区小城镇为主体的网络视角的研究显得极为必要。尤其北京作为全国首个减量发展的超大城市,其郊区小城镇不应仅局限于承接非首都功能的疏解,

更应发挥自身优势,主动作为,更好地承接创新功能的外溢,并借此实现自身的创新超越。本文研究结论可为北京市郊区小城镇创新发展提供以下建议。

(1) 虽然网络视角下北京市郊区小城镇的创新发展仍未脱离“中心化”规律,特定区域小城镇的创新合作依然占据较大比重,但网络演化的均衡化趋势也揭示出边缘地区创新发展的可能性。这提醒我们,在创新培育中,需要突破“中心—边缘”的二元认知框架<sup>[26]</sup>,通过网络效用促进郊区小城镇创新能力的发展。

(2) 从北京市郊区小城镇创新网络的演化可以看到,其离不开政府的积极治理。因此,政府应加大对郊区小城镇的创新投入,并根据创新类型实施差异化激励策略。如针对内向型城镇,以“蜂鸣”网络为基础,推动技术升级与跨界融合;积极探索“双向飞地”模式<sup>[29]</sup>,并以此带动中小企业融入区域创新链。

(3) 针对创新演化机制的分析表明,创新主体在其中始终发挥着关键性作用。因此,就空间供给侧的创新响应而言,需要充分认识不同类型创新主体的结网特征、关注创新主体的个性化需求;通过对创新主体需求的精准把握,积极引导空间干预策略与创新主体需求的“耦合”,以空间规划与治理的创新助力郊区小城镇的创新超越。

最后,本文也存在一些不足:一是选用第一申请人地址位于北京市郊区的联合发明专利申请数据,虽然更能体现郊区小城镇在创新网络中的主导作用,但不可避免地忽略了其参与的创新合作,未来可加强两者间的比较研究。二是本文在机制分析中仅提出一个兼顾内外双重动力的一般性解释框架,未来需加强对大都市边缘区小城镇创新发展特殊性的挖掘。如Glückler等<sup>[30]</sup>区分了“因处边缘而创新”(innovation because of the periphery)和“虽处边缘仍创新”(innovation despite the periphery)的概念,如何结合具体案例对两种不同的边缘创新叙事开展中国语境下的解读有待进一步探索。

#### 参考文献 References

[1] LEAMER E E, STORPER M. The economic geography of the internet age[J]. *Journal of International Business Studies*, 2001, 32(4): 641-665.

[2] 孙瑜康,李国平,袁薇薇,等. 创新活动空间集聚及其影响机制研究评述与展望[J]. *人文地理*, 2017, 32 (5): 17-24.  
SUN Yukang, LI Guoping, YUAN Weiwei, et al. The spatial concentration of innovation and its mechanisms: a literature review and prospect[J]. *Human Geography*, 2017, 32(5): 17-24.

[3] 任建辉,赖琳琳. 社会过滤理论:一个区域创新理论的述评[J]. *区域经济评论*, 2023 (3): 145-155.  
REN Jianhui, LAI Linlin. Social filter theory: the review of a regional innovation theory[J]. *Regional Economic Review*, 2023(3): 145-155.

[4] 张逸群,张京祥,杨洁莹. 网络结构视角下的边缘创新模式解读——以长三角地区为例[J]. *经济地理*, 2023, 43 (2): 60-69.  
ZHANG Yiqun, ZHANG Jingxiang, YANG Jieying. Understanding peripheral innovation through the lens of network structure: a case of the Yangtze River Delta (YRD), China[J]. *Economic Geography*, 2023, 43(2): 60-69.

[5] 涂曼娅,李迎成,李金刚. 中心城区边缘创新空间的演化特征及规划应对策略——以南京市为例[J]. *东南大学学报(自然科学版)*, 2025 (9): 1-10.  
TU Manyu, LI Yingcheng, LI Jin'gang. Evolutionary characteristics and planning response strategies of innovation space in urban peripheral areas: a case study of Nanjing[J]. *Journal of Southeast University (Natural Science Edition)*, 2025(9): 1-10.

[6] 彭真怀. 小城镇:从大问题到大战略[J]. *中国市场*, 2011 (46): 90-92.  
PENG Zhenhuai. Small towns: from major issues to grand strategies[J]. *China Market*, 2011(46): 90-92.

[7] 崔曙平,罗震东,李红波,等. 大变局中的小城镇:2021江苏省小城镇调查报告[M]. 南京:江苏人民出版社, 2021.  
CUI Shuping, LUO Zhendong, LI Hongbo, et al. Small towns in an era of great transformation: 2021 Jiangsu Province small town investigation report[M]. Nanjing: Jiangsu People's Publishing House, 2021.

[8] 赵之枫,高艳霞,张册. 北京小城镇功能分类及优化策略研究[J]. *小城镇建设*, 2023, 41 (8): 9-14.  
ZHAO Zhifeng, GAO Yanxia, ZHANG Ce. Research on the functional classification and optimization strategy of small towns in Beijing[J]. *Development of Small Cities & Towns*, 2023, 41(8): 9-14.

[9] 唐爽,张京祥. 城市创新空间及其规划实践的研究进展与展望[J]. *上海城市规划*, 2022 (3): 87-93.  
TANG Shuang, ZHANG Jingxiang. Review on progress and prospect of urban innovation space and its planning practice[J]. *Shanghai Urban Planning*

- Review, 2022(3): 87-93.
- [10] 任建辉, 裴彬杰, 覃成林. 核心到边缘: 区域创新研究的地理转向[J]. 区域经济评论, 2025 (3): 143-152.  
REN Jianhui, PEI Binjie, QIN Chenglin. From core to periphery: geographical shifts in regional innovation research[J]. Regional Economic Review, 2025(3): 143-152.
- [11] 栾心晨, 黄永源, 朱晨君, 等. 被低估的边缘: 边缘区域创新研究综述[J]. 经济地理, 2024, 44 (11): 1-12.  
LUAN Xincheng, HUANG Yongyuan, ZHU Shengjun, et al. The neglected periphery: a review on innovation in peripheral regions[J]. Economic Geography, 2024, 44(11): 1-12.
- [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 Can, ZENG Gang, MI Zefeng, 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] WANG Y, WANG G, CHEN G. Network externalities of the innovation network in China's five urban agglomerations: based on "buzz-and-pipeline" theory[J]. Humanities and Social Sciences Communications, 2025, 12(1): 1096-1096.
- [14] BATHELT H, MALMBERG A, MASKELL P. Clusters and knowledge: local buzz, global pipelines and the process of knowledge creation[J]. Progress in Human Geography, 2002, 28(1): 31-56.
- [15] 王启轩, 任婕, 曹湛. 上海大都市圈创新网络的演化特征及其对创新产出的影响——基于“蜂鸣—管道”视角[J]. 经济地理, 2024, 44 (1): 107-117.  
WANG Qixuan, REN Jie, CAO Zhan. Evolution of innovation networks in Shanghai Metropolitan Region and their impact on innovation output: from the perspective of "buzz-pipeline"[J]. Economic Geography, 2024, 44(1): 107-117.
- [16] 胡夏青, 马海涛. 中国城市内外创新合作对创新产出的影响[J]. 地理学报, 2025, 80 (2): 377-395.  
HU Xiaqing, MA Haitao. Influence of intra-and inter-city innovation cooperation on urban innovation output in China[J]. Acta Geographica Sinica, 2025, 80(2): 377-395.
- [17] LYU G, LIEFNER I. The spatial configuration of innovation networks in China[J]. GeoJournal, 2018(12): 1393-1410.
- [18] 赵之枫, 王京超, 唐爽. 首都都市圈创新网络演化的多尺度特征及其驱动机制[J]. 城市发展研究, 2025, 32 (5): 10-19.  
ZHAO Zhifeng, WANG Jingchao, TANG Shuang. Multi-scale characteristics and driving mechanism of innovation network evolution in Capital Metropolitan Area[J]. Urban Development Studies, 2025, 32(5): 10-19.
- [19] 曹湛, 戴靓, 杨宇, 等. 基于“蜂鸣—管道”模型的中国城市知识合作模式及其对知识产出的影响[J]. 地理学报, 2022, 77 (4): 960-975.  
CAO Zhan, DAI Liang, YANG Yu, et al. Knowledge collaboration patterns of Chinese cities and their impacts on knowledge output: an empirical study based the "buzz-and-pipelines" model[J]. Acta Geographica Sinica, 2022, 77(4): 960-975.
- [20] 王纪武, 孙滢, 林倪冰. 城市创新活动分布格局的时空演化特征及对策——以杭州市为例[J]. 城市发展研究, 2020, 27 (1): 12-18.  
WANG Jiwu, SUN Ying, LIN Nibing. Spatial-temporal evolution characteristics and countermeasures of urban innovation activities distribution pattern: a case study of Hangzhou[J]. Urban Development Studies, 2020, 27(1): 12-18.
- [21] 赵彦云, 甄峰, 吴翌琳, 等. 金融危机下的中国区域创新能力——中国31个省区市创新能力指数2008年实证和2009年展望[J]. 经济理论与经济管理, 2009 (8): 60-65.  
ZHAO Yanyun, ZHEN Feng, WU Yilin, et al. China's regional innovation capability under the financial crisis: China regional innovation capability index 2008 and 2009 estimation[J]. Economic Theory and Business Management, 2009(8): 60-65.
- [22] 成征宇, 徐承红. 中国城市协同创新网络时空演变特征分析[J]. 人文地理, 2024, 39 (6): 152-161.  
CHENG Zhengyu, XU Chenghong. Research on spatial and temporal evolution of collaborative innovation networks of Chinese cities[J]. Human Geography, 2024, 39(6): 152-161.
- [23] 唐爽, 李沐寒, 张京祥. “双重集聚”视角下城市创新空间的类型分布与跃迁路径[J]. 经济地理, 2025, 45 (4): 244-254.  
TANG Shuang, LI Muhan, ZHANG Jingxiang. Typological distribution and evolutionary path of urban innovation spaces from the perspectives of geographic and network agglomeration[J]. Economic Geography, 2025, 45(4): 244-254.
- [24] 唐爽, 张京祥, 李沐寒. 网络视角下城市创新空间类型的演化特征与差异机制——以南京市为例[J]. 人文地理, 2025, 40 (3): 59-67.  
TANG Shuang, ZHANG Jingxiang, LI Muhan. Evolutionary characteristics and difference mechanisms of urban innovation space types under network perspective: taking Nanjing as an example[J]. Human Geography, 2025, 40(3): 59-67.
- [25] 林靖杰, 张京祥. 北京城市空间增长—收缩并存的特征与机制[J]. 城市规划, 2023, 47 (11): 90-100.  
LIN Jingjie, ZHANG Jingxiang. Characteristics and mechanism of the coexistence of urban growth and shrinkage in Beijing[J]. City Planning Review, 2023, 47(11): 90-100.
- [26] 李迎成, 李金刚, 涂曼娅. 城市创新空间分布式结构特征及形成机制[J]. 东南大学学报(自然科学版), 2025, 55 (1): 275-283.  
LI Yingcheng, LI Jin'gang, TU Many. Distributed structural characteristic of urban innovation space and its formation mechanisms[J]. Journal of Southeast University (Natural Science Edition), 2025, 55(1): 275-283.
- [27] 周波, 吴子馨, 肖亮, 等. 基于“地方蜂鸣—区域管道”理论的城市网络外部性研究框架构建[J]. 规划师, 2024, 40 (9): 39-46.  
ZHOU Bo, WU Zixin, XIAO Liang, et al. Research on framework construction of urban network externalities: based on the "buzz-and-pipeline" theory[J]. Planners, 2024, 40(9): 39-46.
- [28] 唐爽, 张京祥, 何鹤鸣, 等. 创新驱动的大都市近郊功能转型与规划应对——基于南京紫金山科创带的实践探索[J]. 上海城市规划, 2023 (4): 85-91.  
TANG Shuang, ZHANG Jingxiang, HE Heming, et al. Innovation-driven metropolitan suburbs function transformation and planning responses: exploration of practice for Nanjing Purple Mountain Science and Innovation Corridor[J]. Shanghai Urban Planning Review, 2023(4): 85-91.
- [29] 何鹤鸣, 张京祥. 链接型空间在产业区创新网络建构中的作用——以无锡、衢州为例[J]. 城市规划学刊, 2022 (6): 28-35.  
HE Heming, ZHANG Jingxiang. The role of linkage spaces in the formation of innovation networks in an industrial district: the cases of Wuxi and Quzhou[J]. Urban Planning Forum, 2022(6): 28-35.
- [30] GLÜCKLER J, SHEARMUR R, MARTINUS K. Liability or opportunity? Reconceptualizing the periphery and its role in innovation[J]. Journal of Economic Geography, 2023, 23(1): 231-249.