

# 上海和北京城市创新空间结构的时空演化模式

段德忠<sup>1,2</sup>, 杜德斌<sup>1,2</sup>, 刘承良<sup>1,2</sup>

(1. 华东师范大学城市与区域科学学院, 上海 200241;

2. 华东师范大学科技创新与发展战略研究中心, 上海 200062)

**摘要:** 基于城市邮编区划空间数据库, 从创新产出的视角建构城市创新评价指标体系, 对1991-2014年上海市和北京市的创新空间结构的时空演化模式进行了探讨。研究发现: ① 邮政区划为研究城市创新空间结构的生长提供了全新的视角, 基于随机边缘点连线以及泰森多边形法构建的城市邮编空间数据库评价城市创新空间结构的结果较为理想, 因此具有推广价值; ② 25年间, 上海市和北京市的创新空间结构生长体现出了诸多的共性特征: 随着参与创新的城市空间单元逐年增加, 区域创新产出虽总体差距在缩小, 但空间集聚趋势在加剧; ③ 25年间, 上海市和北京市的创新空间结构生长也体现出了共性上的差异性, 其中上海市创新空间结构在创新资源郊区化转移的趋势下, 呈现出由单核驱动向多核共振演进, 以交通干道为空间扩散廊道的辐射效应凸显, 相应的, 其创新产出空间关联效应也显现出了市中心空心化现象; 而北京市创新空间结构始终为市中心单核主导型, 并在创新资源不断向中心集聚趋势下, 其创新产出空间关联效应呈现出“农村包围城市”的演化特征; ④ 上海市和北京市创新空间结构与其所在的区域创新空间结构(长三角城市群和京津冀城市群)具有内在的一致性, 表明城内尺度科技创新活动空间分布的均衡与非均衡规律与其所处的区域创新格局密切相关。

**关键词:** 创新产出; 邮政编码; 时空演化; 集聚扩散; 上海; 北京

DOI: 10.11821/dlxb201512005

## 1 引言

当今世界, 科技创新已成为提高综合国力的关键支撑, 成为社会生产方式和生活方式变革进步的强大引领。谁拥有世界级的科技创新城市, 谁就能最大程度吸引全球创新要素, 从而在国际竞争中获得战略主动权<sup>[1]</sup>。21世纪以来, 新一轮科技创新浪潮方兴未艾, 世界政治经济格局正在急剧调整 and 变化, 全球高端生产要素和创新要素正加速向亚太板块转移, 全球科技创新格局正呈现由西向东的演替趋势。亚太国家和地区, 特别是作为亚洲第一大国和世界第二经济大国的中国, 更具备孕育全球科技创新中心所需的资源丰度和市场深度<sup>[2-3]</sup>。事实上, 中国一些城市正在向世界级的科技创新中心加速成长。根据《Innovation Cities™ Index》(2009-2014), 上海市由2009年的枢纽型城市上升为2014年的支配型城市, 北京市也由2009年的节点型城市上升为2014年的枢纽型城市。城市科技创新实力的不断上升使得上海市、北京市等中国内地城市在全球城市创新网络中发挥着愈来愈重要的作用。

收稿日期: 2015-06-23; 修订日期: 2015-09-12

基金项目: 国家自然科学基金项目(41471108, 41501141) [Foundation: National Natural Science Foundation of China, No.41330747, No.41501141]

作者简介: 段德忠(1989-), 男, 博士, 主要从事创新地理与交通地理研究。E-mail: dezong\_tuan@163.com

通讯作者: 杜德斌(1963-), 男, 教授, 博士生导师, 中国地理学会世界地理专业委员会主任, 主要从事世界地理和科技创新问题研究。E-mail: dbdu@re.ecnu.edu.cn

1911-1925 页

自熊彼特首次从经济学角度引入创新理论之后,以创新为主题的学术探讨争鸣不断。随着人文社会科学空间化趋势的愈加明显以及基于地理信息技术平台的空间计量分析方法的日趋成熟,越来越多的学者开始关注创新的空间研究,主要是以下论题:①创新活动的空间分布规律研究。研究尺度涵盖县域、城域、省际以及国家层面,研究方法集中于Moran's  $I$ 指数、区位Gini系数以及以洛伦茨曲线、变异系数为主的统计方法,广泛揭示出创新活动高度集中下的空间非均衡性,表明了创新活动空间分布的无标度性<sup>[4-8]</sup>;②空间溢出对区域创新的影响研究。普遍发现区域创新存在显著的空间相关性<sup>[9-11]</sup>,但不同于创新活动空间分布规律的无尺度依赖性,知识溢出却存在一定程度上的空间局限性<sup>[12]</sup>;③创新空间差异的影响机制研究。普遍构建以创新产出或创新效率为因变量的回归模型揭示创新空间差异的影响因素,包括创新政策、外商直接投资、企业规模、产业集群以及创新环境等<sup>[13-16]</sup>;④创新实力及创新效率的空间评价研究。区域创新实力评价多基于系列评价指标体系建构综合评估分析模型探究城际、区际或省际创新实力的空间分异<sup>[17-19]</sup>。创新效率研究多从投入—产出的视角对不同空间尺度的创新活动效率进行对比研究<sup>[20-23]</sup>;⑤创新与区域发展的协同研究。创新的经济发展效应在20世纪90年代引起了大批学者的关注<sup>[24]</sup>,多在综合评估区域创新实力和经济发展水平的基础上,采用系列关系模型研究二者在空间上的响应及匹配程度<sup>[25-26]</sup>;⑥创新联系及创新网络研究。研究尺度较为宏观,多为全球尺度上的国家或城市层面、国家尺度上的省市或地市层面。研究方法和研究视角主要从3个方面开展:①从企业空间组织的视角,多以跨国公司研发机构的全球布局为例研究全球研发网络的空间区位与结构<sup>[27-28]</sup>;②以区域创新实力评价为基础,基于创新空间引力重构重力模型测度区域创新联系强度及格局<sup>[29]</sup>;③以区域创新合作为视角,基于社会网络分析模型从理论创新或技术创新方面研究区域创新网络的结构与空间复杂性<sup>[30-32]</sup>。

综观当前创新空间研究仍有3个方面有待仔细思考:①偏向于中观、宏观尺度的创新空间研究使得在总结创新空间演化模式时显得极为困难,从而使得的区域创新空间结构的优化对策往往因行政管辖的跨界而陷入难以落实的窘境;②在以行政边界为研究单元时,无法避免因行政区划变革而导致统计数据的难以归并问题,尤其是在进行时序演变特征研究时显得尤为棘手,而这个问题在空间单元缩小至一城时显得尤为突出;③区县、街道、乡镇有关创新统计数据的难以获取使得创新空间研究向城市内部拓展时面临着极大的阻碍,造成城内尺度的创新空间研究呈现以下特点:一是以企业、高校等创新主体为研究对象,对创新主体的创新能力、效率以及各主体间的关系网络进行研究<sup>[33]</sup>;二是以城市特定区块为样本,一般是以高新技术园区或创意产业园区为例,研究园区的创新溢出、创新效率、企业空间组织以及对区域经济发展的影响等<sup>[34-35]</sup>;三是从知识产出的视角对城市的创新职能和城市创新体系进行研究<sup>[36]</sup>;四是以城市内部行政区划(区县)为空间载体,研究创新对经济发展的影响<sup>[37-38]</sup>。然而,无论是从创新主体的视角还是以高新技术园区为例研究城市创新,都无法逃脱以点代面、以偏概全的困境;即使从区县的视角研究城市创新,仍然显得较为宏观从而无法解读城市创新空间结构的生长过程。

综述之,要想整体、系统的挖掘一座城市的创新空间结构演化模式就必须打破当前以行政区划为边界的观念束缚,从而不受统计数据的间断性影响;就必须突破以创新主体为研究对象或偏爱于高新技术园区的传统,从而能够全面了解城市创新空间的集聚与扩散过程。在这些前提下,邮政区划就为研究城市创新空间结构的生长提供了全新的视角:一是邮政区划自推行以来并未随着行政区划的变革而变革,因此基于邮政编码搜寻的创新空间数据具有很好的时序延展性;二是邮政区划以其更加微观的空间视角透视整

座城市的创新结构生长,具有完美的空间覆盖性;三是邮政编码与创新数据具有较好的关联性,尤其是针对创新产出中的论文和专利,基于邮政编码搜寻的数据具有唯一确定性。因此本文基于城市邮政区划,从创新产出(核心论文发表与发明专利申请)的视角建构了城市创新产出评价指标体系,对上海和北京城市创新空间结构的演化模式进行了研究,以期探究城市创新空间结构生长机理提供新视角,同时为落实城市创新空间优化政策提供参考。

## 2 研究方法

### 2.1 邮政编码空间数据库

本文以中国邮政数据传媒中心的城市邮政编码数据为基底,以邮编库网站(www.youbianku.com)关于每个邮政编码所对应的使用单位地址为修正依据,建构了上海市、北京市邮政编码空间点数据(上海市拥有249个邮编点数据,北京市则为239个)<sup>①</sup>,并采用泰森多边形法建构了两市邮政编码空间面数据(图1),以期实现从城市内部对城市创新进行有效的、全面的和持续性地空间评价。

### 2.2 评价指标体系构建与城市概况

关于城市创新评价指标体系,学者们见解不一。从文献统计来看,大多数学者受限于创新统计数据的难以获取,选择从创新产出的视角利用专利数据(或申请量或授权量)来衡量城市或区域的创新能力<sup>[4-5, 7-8]</sup>;但也有少数学者通过实地调查、电话征询等手段获取详细的创新计数据试图从创新投入、创新环境、创新产出等方面构建全面的城市创新实力指标体系,具体测算指标更是多达上百个<sup>[17-18, 20-21]</sup>。相较于缺乏资金和数据支持

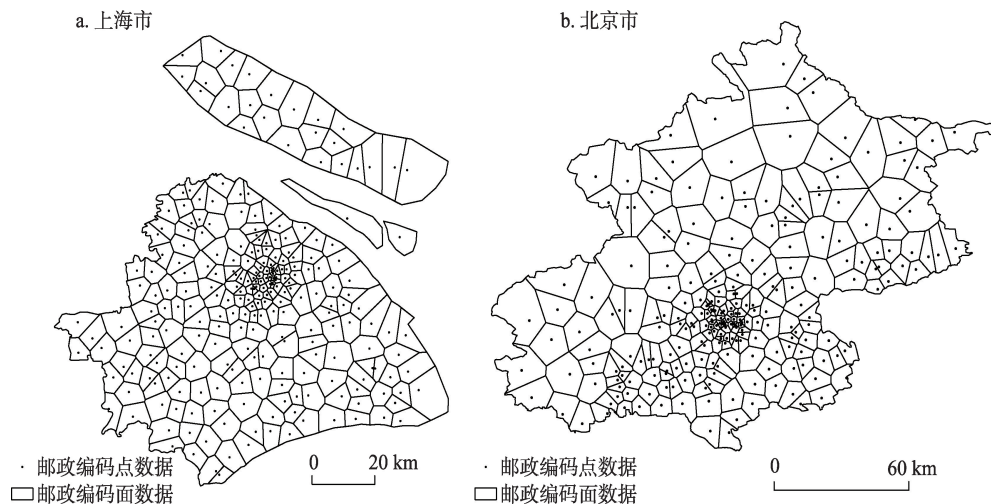


图1 上海市和北京市邮政编码空间数据库

Fig. 1 Zip code spatial database of Shanghai and Beijing

① 具体方法是采用边缘点连线来确定一个邮编区划。首先在邮编库关于每个邮政编码所对应的使用单位数据集中随机抽取10%,通过百度地图查询进行标点;其次通过连线初步确定这个邮编所代表的区域;第三从剩余使用单位中再随机抽取5%进行校正,若皆在此范围中,则此范围即确定为该邮编所代表的区域,如出现范围外的使用单位,则重新进行边缘点连线,并进行重复校正,直至校正点在范围之内;最后基于ArcGIS空间分析平台,抽取每个邮政编码区域范围的几何中心点作为该邮政编码实际分布点,从而建构城市邮政编码空间点数据库。



的从事创新研究的学者,那些有着雄厚财政支持的智库或咨询决策机构构建的城市创新实力评价体系则显得颇为庞大,如澳大利亚智库2thinknow构建的全球创新城市评估体系就由文化资产、人力资本、市场网络和专利授予4大方面162个指标构成<sup>[17]</sup>。

本文在构建城市创新评价体系过程中发现,在众多评价指标中仅创新产出中的论文和专利两个指标能够识别出邮政编码。虽然论文和专利仅是城市创新实力诸多评价指标中的一小部分,但已被众多学者用来评价城市或区域的创新实力,尤其是专利数据,仍然是到目前为止刻画知识创新最为合适与常用的指标<sup>[20]</sup>。在论文相关数据上,学者们颇为一致的使用“论文发表量”作为评价指标<sup>[33]</sup>。然而在专利相关数据上存在着“申请”和“授权”的分歧。考虑到专利授权受政府专利机构等人为因素的影响较大,易出现异常变动,且无论专利最终被批准与否,申请这个产权都包含了支持者重要的成本,并注重发明相关的新颖性和盈利能力特征,同时专利申请量又能反映一个区域的创新活跃程度。因此,本文基于城市邮编空间数据库,在考虑创新质量的前提下,从创新产出的视角建构了城市创新评价体系(包括核心论文发表与发明专利申请):其中核心论文发表包括以中文社会科学引文索引(Chinese Social Sciences Citation Index, CSSCI)和中国科学引文数据库(Chinese Science Citation Database, CSCD)为数据源的国内发表论文量以及以科学引文索引(Science Citation Index, SCI)和社会科学引文索引(Social Sciences Citation Index, SSCI)为数据源的国外论文发表数量;发明专利申请主要以万方数据知识服务平台和世界知识产权组织(World Intellectual Property Organization, WIPO)的专利合作协定(Patent Cooperation Treaty, PCT)申请量为来源,分别检索国内发明专利申请量和国际发明专利申请量。

1991-2014年,随着参与创新的城市空间单元的不断增多,上海市和北京市的创新产出也呈现不断增多的趋势。其中,上海市核心论文发表总量为1017772篇,年均增长率为43.87%。国外核心论文发表总量为110991篇,年均增长率达到341.40%。国内发明专利申请总量为235721件,国际发明专利申请为12986件,年均增长幅度更是达到了1965.48%。同期,北京市核心论文发表量为1625723篇,国外核心论文发表量也达到了270875篇,两者均在总量上远远超过上海市,但年均增长幅度却皆低于上海市,分别为41.54%和299.00%。另外,1990-2014年北京市国内发明专利申请量为292167件,国际发明专利申请量为16505件,皆高于上海市。虽国际发明专利申请量的年均增长率同论文发表量一样低于上海市,但国内发明专利申请量年均增长率却高于上海市(303.69%)近140个百分点。(表1)。

表1 上海市和北京市论文发表与发明专利申请概况(单位:个、篇、件)

Tab. 1 Overview of papers and patents for invention of Shanghai and Beijing

城市	指标	1991-1995年	1996-2000年	2001-2005年	2006-2010年	2011-2014年	总计
上海	参与创新的城市空间单元	170	228	246	249	248	-
	国内核心论文	26381	83892	243529	359804	304166	1017772
	国外核心论文	527	3628	16695	46434	43707	110991
	国内发明专利申请	1539	6874	28324	85273	113711	235721
	国际发明专利申请	14	232	2033	4089	6618	12986
北京	参与创新的城市空间单元	144	179	212	231	236	-
	国内核心论文	42238	118544	343556	658073	463312	1625723
	国外核心论文	2034	8758	30200	81888	147995	270875
	国内发明专利申请	5521	8496	33985	95389	148776	292167
	国际发明专利申请	65	397	1675	5852	8516	16505



### 2.3 突变级数法:求综合指数

采用尖点突变系统模型进行城市创新综合指数求解:

$$f(x) = x^4 + ax^2 + bx \quad (1)$$

式中:  $f(x)$  为状态变量  $x$  的势函数;  $a$ 、 $b$  表示状态变量  $x$  的控制变量。

其归一化公式为:

$$x_a = \sqrt{a}, x_b = \sqrt[3]{b} \quad (2)$$

由于本研究所选指标间存在明显的互补性特征,因此采用取平均值法来确定各指标的评价值以及综合评价值。

### 2.4 ESDA:空间自相关分析

采用全局 Moran's  $I$  统计量测度城市各邮编区域及其邻域创新产出的空间关联及差异程度,该统计量可表达为:

$$\text{Moran's } I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j \neq i}^n W_{ij} Z_i Z_j}{\sigma^2 \sum_{i=1}^n \sum_{j \neq i}^n W_{ij}}, \left( Z_i = \frac{X_i - \bar{X}}{\sigma}, \bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i, \sigma = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \right) \quad (3)$$

式中:  $n$  为空间单元总数;  $W_{ij}$  为空间权重矩阵;  $Z_i$  是  $X_i$  (空间单元  $i$  的属性值) 的标准化变换; Moran's  $I$  取值范围为  $[-1, 1]$ , 值趋向于 1, 表明绝对的空间正相关; 趋向于 0, 表明空间随机分布; 趋向于 -1, 表明绝对的负相关。

局部空间自相关 (LISA) 认为每个空间单元彼此邻近, 可有助于识别创新投入和创新产出的“热点”, 统计量可表达为:

$$\text{Local Moran's } I = Z_i \sum_{j=1}^n w_{ij} Z_j \quad (4)$$

该系数正值表示同样类型属性值的要素相邻近, 负值表示不同类型属性值相邻近, 该指数值的绝对值越大邻近程度越大。本文通过叠加不同年份的“热点”得到一个时间稳定性“热点”图式, 以探索性视角阐明城市创新产出的集聚态势。

## 3 城市创新产出的空间演化格局

### 3.1 统计共性:创新产出整体增加下的空间集聚趋势加剧

为清晰刻画城市创新产出的统计分布特征, 本文在全局 Moran's  $I$  指数的基础上引入极差、标准差、变异系数以及基尼系数 (由于这几个指数较为常见, 其计算方法本文便不再赘述), 以探究城市创新产出的分布态势。

1991-2014年, 上海市和北京市创新产出的极差和标准差都成逐年扩大趋势, 其中极差分别由 1991 年的 2.035 和 2.492 上升至 2014 年的 4.223 和 5.049, 标准差分别由 1991 年的 0.536 和 0.665 上升至 2014 年的 0.644 和 0.936, 一定程度上反映随着城市创新实力的不断上升, 在参与城市创新的空间单元及创新主体不断增加情境下, 城市创新产出的统计特征呈现出剧烈的震荡趋势, 虽“劣者不再恒劣”, 但“优者愈优”的局面仍然存在。

1991-2014年, 上海市和北京市创新产出的变异系数、基尼系数皆呈现出逐年下降的趋势, 其中变异系数分别由 1991 年的 0.900 和 1.043 下降到 2014 年的 0.353 和 0.601, 基尼系数分别由 1991 年的 0.502 和 0.570 下降到 2014 年的 0.194 和 0.334, 表明上海市和北京市创新产出在不断增加的过程中呈现出由低水平集聚向优化均衡发展的趋势。

1991-2014年, 上海市和北京市创新产出的 Moran's  $I$  指数皆大于 0, 且整体呈上升的

趋势, 分别由1991年的0.383和0.519上升至2014年的0.565和0.727。两市创新产出存在显著的空间正相关, 空间上呈强集聚格局。需值得一提的是, 虽两市皆呈不断加剧的空间极化趋势, 但北京市的极化程度更为显著, 且5个时间段的各项指数值皆高于上海市。相较于北京市, 上海市创新产出空间格局的分散化集聚趋势已经初显, 其Moran's  $I$ 指数在2011-2014年间也表现出下降趋势(表2)。

表2 1991-2014年上海市和北京市创新产出统计特征  
Tab. 2 Statistical characteristics of innovation output of Shanghai and Beijing from 1991 to 2014

	1991-1995年		1996-2000年		2001-2005年		2006-2010年		2011-2014年	
	上海市	北京市	上海市	北京市	上海市	北京市	上海市	北京市	上海市	北京市
极差	2.035	2.492	2.695	3.019	3.873	3.699	3.507	4.457	4.223	5.049
标准差	0.536	0.665	0.561	0.727	0.616	0.836	0.658	0.945	0.644	0.936
变异系数	0.900	1.043	0.621	0.870	0.462	0.743	0.390	0.645	0.353	0.601
基尼系数	0.502	0.570	0.345	0.486	0.251	0.412	0.215	0.359	0.194	0.334
Moran's $I$ 指数	0.383	0.519	0.496	0.547	0.562	0.627	0.604	0.733	0.565	0.727

### 3.2 上海市:单核驱动向多核共振发展,廊道扩散机制凸显

尽管1991-2014年上海市创新产出空间集聚趋势不断加剧, 但受创新资源(尤其是大学、科研院所)郊区化转移的方向性差异而发生程度不一的分化和变形, 使得上海市创新格局整体表现出“东移南下”的发展趋势, 具体表现为由核心边缘结构下的单核驱动向多核多轴扩散下的空间共振演进, 同时在交通网络结构不断优化的情况下, 上海市创新产出的廊道扩散机制凸显(图2)。

(1) 1991-1995年, 上海市创新产出极值区基本囤聚在主城区, 尤其是以中山南路—中山西路—中山北路—邯郸路—翔殷路—军工路—黎平路—杨树浦路—名大路—中山东路为架构的浦西主城区, 如以复旦大学和同济大学为核心的五角场区域, 以上海师大、华东理工大、漕河泾开发区等为核心的漕河泾地区, 以虹桥开发区、东华大学、工程技术大学为核心的虹桥地区, 以上海交大、上海中医药大学、上海大学工学院、复旦大学医学院为核心的徐家汇地区, 以同仁医院、华山医院、华东医院为核心的静安寺地区等。同时, 在以主城区为核心的上海创新空间格局下, 在上海郊区(县)多个区域形成点状镶嵌状创新极值产出分布格局, 基本以郊区(县)城区范围为创新生长空间部署创新活动, 如宝山区宝山镇、外高桥保税区、松江工业区、南汇工业园区以及嘉定工业区等。

(2) 1996-2000年, 上海市创新产出的空间分布格局基本延续上一阶段的核心边缘结构, 创新产出极值区也依然聚居在中环以内。但相较于上一阶段, 参与创新的城市空间单元骤增, 由170个增长至228个, 城市创新廊道扩散机制初显, 具有明显的交通干道指向性特征, 如以沪闵公路和S103省道为依托的主城区—闵行—金山的扩散通道; 以沪闵公路、S103省道和南奉公路为依托的主城区—闵行—奉贤—南汇扩散廊道; 以沪杭高速为依托的主城区—松江—枫泾镇的扩散廊道; 以沪宁高速和沪青平公路为依托的主城区—青浦—金泽镇的扩散廊道; 以沪嘉高速和沪太路为依托的主城区—嘉定的扩散廊道; 以沪南公路为依托的主城区—张江—南汇的扩散廊道; 以浦东大道为依托的主城区—金桥—外高校港区的扩散廊道。

(3) 2001-2005年, 上海市创新产出的空间分布格局开始呈现出分化趋势, 尤其是聚居在中环以内的创新产出极值区由于出现断裂带(以苏州河为基底)而分化为两块核心区: 一是以五角场为核心的虹口—杨浦地区; 二是以徐家汇、漕河泾、虹桥为核心长宁

—徐汇地区。1999年上海市委市政府“聚焦张江”战略的实施以及2003年上海国际医学园区的成立使得张江高科技园区成为上海市创新产出新的增长极，与金桥镇（金桥出口加工区）一同成为浦东新区创新产出的极值区。同时，随着地铁5号线与1号线的接轨，以交通干道为依托的扩散效应在此阶段得到充分体现，地铁5号线沿线区域创新产出增长明显，尤其是处在“十字路口”的闵行北桥镇，成为上海市创新产出的另一个极值区。另外，在绕城高速的带动下，上海市创新产出的扩散圈层效应初显，形成一环跳跃性的环城创新产出高值带。

(4) 2006-2010年，上海市创新产出的空间分布格局分化趋势加剧，上一阶段的断裂带俨然已扩展成中环内创新产出的“洼地”，同时在苏州河以北的虹口—杨浦极值区不断极化的背景下，苏州河以南的长宁—徐汇地区的极值区内部再次分化，由连续片状分化为组团散布状（漕河泾、徐家汇、虹桥）。随着上海交通大学闵行校区、华东师范大学闵行校区以及上海紫竹科学园区的相继运行，闵行区创新产出极值区由北桥镇扩展至黄浦江沿岸的塘湾镇和吴泾镇。这一时期，张江高科技园区得到进一步的发展，吸引了大量国内外知名企业，尤其是跨国公司研发机构的入驻。在“立足全球视角配置创新资源”的发展战略下，通用电气、罗氏研发、诺华、霍尼韦尔等近20家跨国公司在张江设立了研发机构，其中不少外资研发中心已升级成为全球研发中心。其不断扩大的创新产出优势使其辐射效应剧增，与金桥地区形成一片，成为上海市创新产出的主导空间单元。另外，松江大学城已由初创期步入快速发展期，在入驻高校的合力下创新

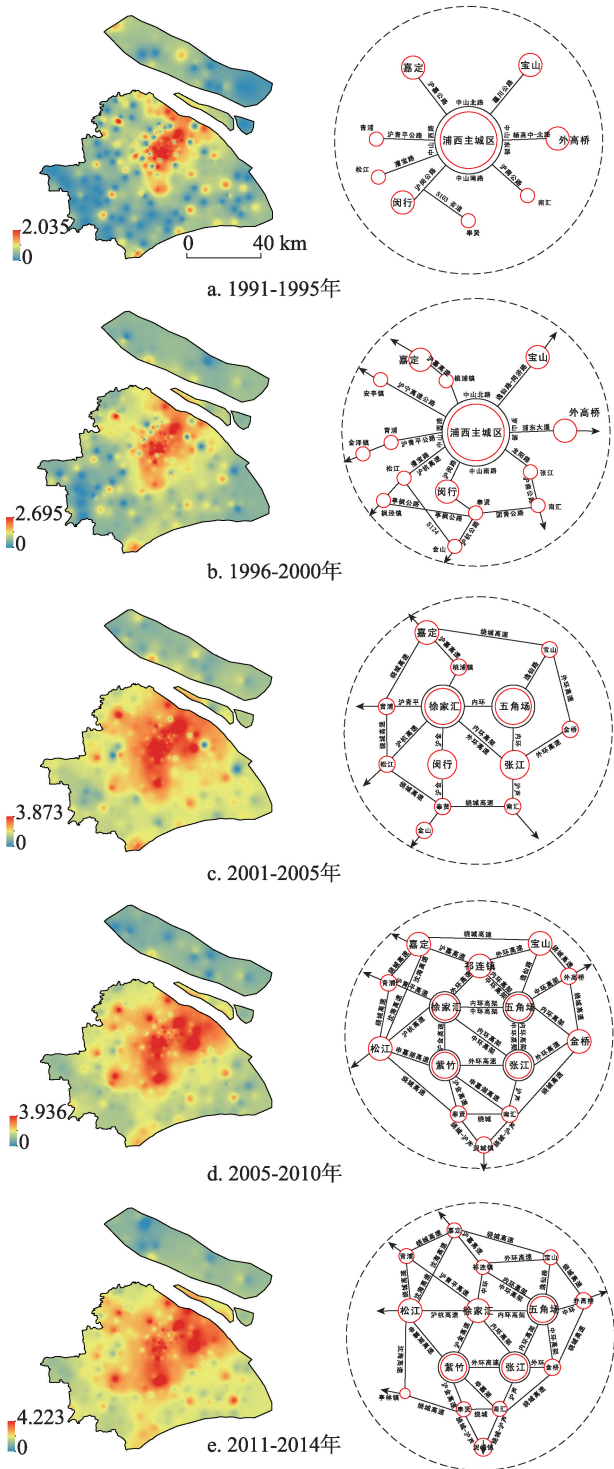


图2 1991-2014年上海市创新产出的空间分异和抽象演化图示

Fig. 2 Spatial differentiation and abstract evolution of innovation output of Shanghai from 1991 to 2014



产出逐年增加,也成为上海市创新产出的一个极值分布区。整体上,在这一阶段,上海市陆地区块上的创新产出“无人区”(图中蓝色光点)基本不复存在(崇明岛成为这些“无人区”的新聚居地),上海市多核共振的城市创新空间结构雏形也基本显现。

(5) 2011-2014年,上海市创新产出的空间分布格局在上一阶段多核共振的雏形结构基础上深化,创新活动已基本从中环以内转移至中环以外,以主城区市中心为创新产出极值区的空间结构彻底瓦解,多核联动共生斜“W”型的城市创新空间结构正式形成。在这一空间结构的生长过程中,上海市交通结构的优化起到至关重要的作用。松江大学城、闵行紫竹科学园区、徐家汇+漕河泾+虹桥、张江高新区、五角场是上海市多核共振斜“W”型创新空间结构的5个拐点,而连接这些拐点的正是一些快速交通干道,且这些交通干道沿线区域也成为整个上海市的创新产出高值区,如连接松江大学城与紫竹科学园区的申嘉湖高速、连接紫竹科学园与徐家汇地区的沪金高速、连接徐家汇与张江的外环高速、连接张江与五角场的中环高架。同时由绕城高速串联的点状创新产出高值区在自身实力不断壮大下也呈现沿交通干道扩散连结的趋势,上海市绕城高速创新产出高值带(嘉定工业区—青浦工业区—松江工业区—奉贤工业区—南汇工业区—外高桥港区—宝山—嘉定工业区)基本形成,并有向极值带演化的趋势。

### 3.3 北京市:核心边缘结构自始至终,创新空间边界清晰可见

受地形所限,在不断强化的空间极化趋势下,1991-2014年北京市基本锁定于由市中心单核主导的核心边缘结构,科技创新活动不断占据市中心空间,城市创新空间范围在向市中心集聚的过程中,其边界也逐渐清晰化(图3)。

(1) 1991-1995年,在239个空间单元中仅有144个参与城市创新活动,北京市创新产出极值区基本集聚在主城区范围内,由南五环向北六环对角线延伸展布,尤其是二环西北、北部区域(朝阳亚运村区块)成为整个北京市创新产出的极核所在,其中拥有高密度的大学(北京大学、清华大学、中国人民大学、北京交通大学、北京师范大学、北京邮电大学、北京科技大学、北京理工大学、北京航空航天大学等)、科研机构(中国科学院、中国农业科学院等)以及高新技术企业(中关村)的海淀区无疑是科技创新活动的天堂所在。同时在中关村科技园区昌平园的带动下,作为北京西北大门的昌平区也成为北京市创新产出的极值区,而连接北京市主城区与昌平县的G110国道沿线的工业重镇也顺势成为北京市创新产出的高值区。另外,作为北京市西南大门的房山区(G107)、东大门的通县(G102)、东北大门的密云县城区和顺义县城区(G101)皆因处在交通要道位置成为北京市创新产出的高值区。

(2) 1996-2000年,在参与创新的城市空间单元迅速增加后,城市创新产出也急剧增加。虽然北京市由市中心单核主导的创新空间结构并未改变(且得到强化),但其外围地区创新“热情”明显增加。同时在快速交通干道相继建成通车的促进下,北京市创新活动由主城区向外围地区的空间扩散效应初显,形成若干条空间辐射通道,如连接主城区—丰台区—房山区的京石高速+G107通道;连接主城区—五环亦庄镇—六环马驹桥镇的京沪高速通道;连接主城区—顺义区—密云县的G101通道;连接主城区—通州区—永乐店镇的G103通道。在这些空间辐射通道附近皆生长出北京市创新产出带状高值区。

(3) 2001年后,北京市创新产出空间结构基本锁定于由市中心单核主导的核心边缘结构,以中关村为核心创新产出极值区在经历扩散(2001-2005年为以中关村为核心的三叉戟联动发展)和再次集聚(2006-2010年为以中关村为核心的一体两翼发展格局;2011-2014年为中关村—亚运村集群发展格局)的过程中,其极核地位得到更加的凸显。同时在北京经济技术开发区,尤其是中关村亦庄科技园的推动下,南五环亦庄镇地区逐

渐生长为北京市创新产出的极值“飞地”，而通州区也因大量高校和科研机构入驻成为北京市创新产出的一个“热点”。另外，随着创新资源不断高度集聚于中关村和亚运村等区域，北京市的新产出的廊道扩散效应逐渐削弱。相对的，以五环为基础的创新圈层锁定效应愈加明显，即科技创新活动不断通过占据主城区空间，逐渐形成以五环为边界的市中心集聚格局，但其中也不乏出现创新产出的“低谷”地区，如中南海区域。

### 4 城市创新产出的空间关联与集聚演化

#### 4.1 两城共性: 空间关联显著, 4种基本类型呈抱团分布

知识溢出的空间尺度依赖性 & 产业经济的规模效应决定了科技创新活动的空间分布必然遵循距离衰减定律，呈现出围绕创新产出极值区的集聚分布。1991-2014年，上海市和北京市城市创新产出分布呈现出显著的集聚效应，4种类型基本呈“抱团”分布：其中高一高集聚区始终呈团状分布，在时序上具有延续性和空间上具有分布惰性，基本屯聚在市中心区域；低—低集聚区则由分散块状向连片团状演化，基本“驻扎”在城市外围地区；低—高集聚区主要依附于高一高集聚区附近，呈零星状分布，但其“领地”被侵蚀严重，有消亡之势；高一低集聚区则散布在低—低集聚区周边，呈链状分布，受创新资源转移影响，也处在灭绝的边际（图4）。

#### 4.2 上海市: 创新资源郊区化下的城市空心化

1991-2014年，上海市创新产出的空间关联效应显著，4种类型的空

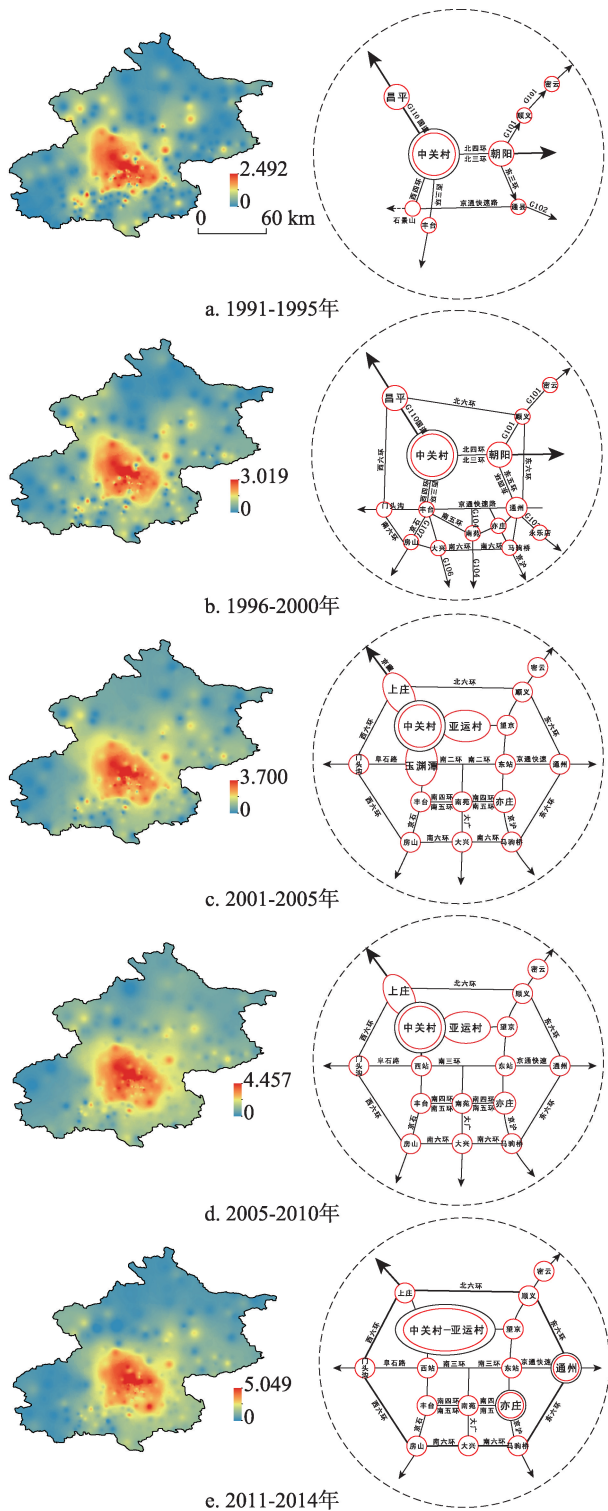


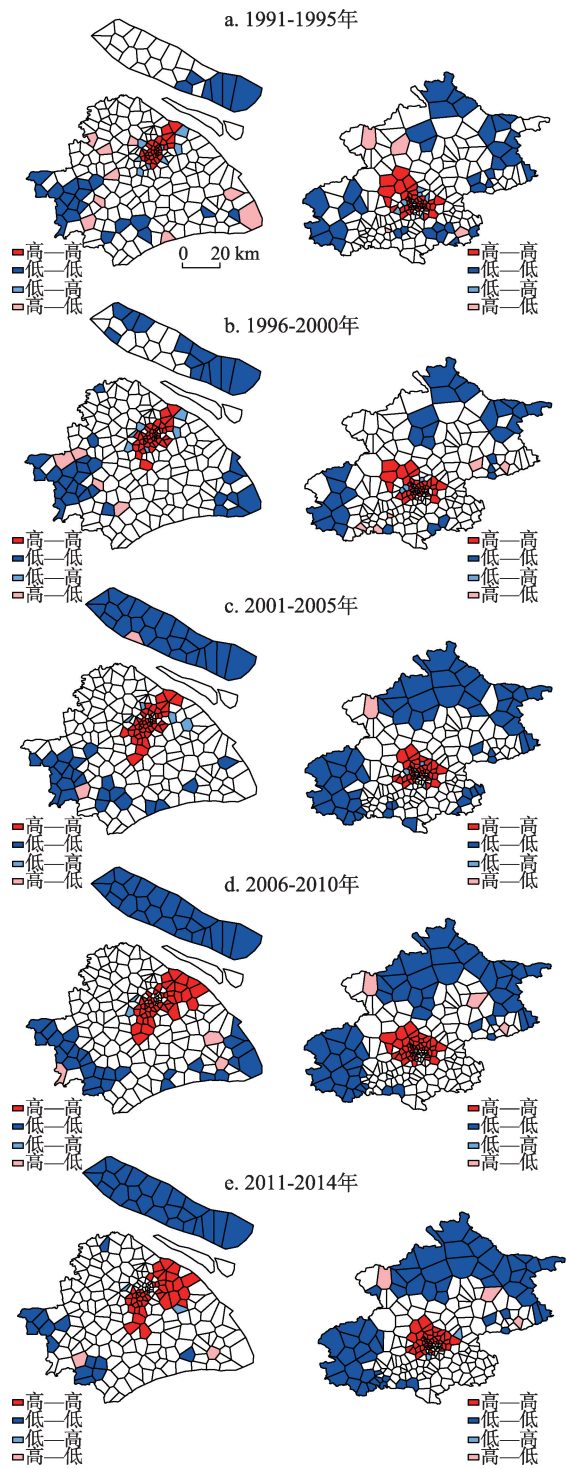
图3 1991-2014年北京市创新产出的空间分异和抽象演化图示

Fig. 3 Spatial differentiation and abstract evolution of innovation output of Beijing from 1991 to 2014

间位置与空间集聚范围虽随时间的不断推移呈不同程度的变化趋势，但在地理空间上的连续性则逐渐增强。20多年间，创新资源向郊区扩散表现出的以上海市中心为源头的创新格局“东移南下”的迁移趋势，使得上海市创新产出空间关联效应也出现市中心空心化现象。内生于创新产出分布的时空差异，上海市创新产出高一高集聚区呈现出由市中心单极主导格局分化为两区联动共生格局（明显形成两大高值集聚板块：虹桥—徐家汇—莘庄—紫竹科学园；张江—金桥—五角场—高桥—外高桥），市中心内环地区逐渐由1991年的高一高集聚区退化为2014年的特征不显著区域；低—低集聚区的生长体现出良好的空间依赖性，分布在城市外围地区（崇明岛、青浦、金山以及南汇地区），其中崇明岛在2005年就基本全部“沦陷”为低—低集聚区，且这种格局在本研究期末也未发生改变。青浦和金山地区的低—低集聚区的数量虽呈逐年衰减趋势，但其空间分布却发生着分化—集聚—分化—集聚—分化的交替演变趋势；南汇区的低—低集聚区的生长则体现出时序上的跳跃性。在本研究的第1、3、5阶段为零星块状散布，数量极少，而在第2、4阶段则出现数量暴增的情况，空间上也成连续片状分布；低—高集聚区与高一低集聚区的空间分布及其数量变化受创新资源郊区化趋势影响显著，其中低—高集聚区的链状包围圈逐渐被高一高集聚区“突围”，至2014年已基本不复存在。高一低集聚区的空间位置则不断的由中间圈层向外围“撤退”，其“领地”在撤退过程中也不断的丢失，至本研究期末也处在灭绝的边缘（图4）。

### 4.3 北京市:创新资源中心化下的“农村包围城市”

相较于上海市创新资源郊区化趋势，北京市创新资源转移则体现出方向性的差异，即创新资源中心化趋势显著。1991-2014年，城市科技创新活动不断通



注：左为上海市，右为北京市；图中白色区块为特征不显著区域

图4 1991-2014年上海市和北京市创新产出的空间自相关四分位图

Fig. 4 Bivariate LISA cluster map for innovation output of Shanghai and Beijing from 1991 to 2014



过榨取市中心空间来巩固其“领地”,使得北京市创新产出空间集聚演化呈现“农村包围城市”的景观格局(图4)。高一高集聚区在20多年间不断向内城收缩,为了攻克市中心少有的几块低一高集聚区“领地”,不惜牺牲其外围占地,将原参杂在其中的低一高集聚区全部占领或清理出其领地范围,整体的空间分布也由第1阶段的较为分散发展至第5阶段的团块状,表现出极强的空间凝聚力和内部高效的创新溢出机制。与高一高集聚区相对应就是低一低集聚区,虽发源于城市外围(主要集聚在北京市西部的西山地区、北部的军都山地区、东北部的雾灵山地区),且在2000年仍还是“群雄割据”的局面,但在2000年后则体显出了“联盟”的强大阵势,随着创新资源的不断由外围向中心流失,低一低集聚区的空间生长呈现出显著的向内城延伸的趋向,并形成包围之势;相较于高一高集聚区和低一低集聚区空间演化的“声势浩大”,低一高集聚区和高一低集聚区则显得相对“低调”,尤其是作为城市创新空间争夺的前沿战场,低一高集聚区不仅数量逐年减少,其空间位置也被排挤出市中心区域,继而选择依附于高一高集聚区外围边界存在。高一低集聚区空间分布基本位于缓冲地带,邻接于低一低集聚区,因低一低集聚区创新“爆发力”较小,所以遭受的待遇则显得较为“温和”,其空间演化也呈现出一定的时空惯性。

## 5 结论与讨论

### 5.1 结论

邮政区划不因行政区划的调整而变动为从城市内部尺度研究城市创新空间结构的生长提供了新的研究视角,基于邮政编码搜寻的创新产出数据也体现出时间上的连续性特点,同时也避免了以行政区划为空间单元出现的种种数据统计口径及归并问题,因此更具客观性。本文通过随机边缘点连线以及随机点验证法构建了上海市和北京市的邮政编码空间点数据,并通过泰森多边形法划分了两市的邮政区划,从而对两市创新空间结构的演化模式进行分析。从本文评价结果来看,与两城创新活动空间分布现状较为一致,因此具有推广价值。

1991-2014年,上海市和北京市的创新空间结构生长体现出了诸多的共性特征:在变异系数和基尼系数刻画下的城市创新产出统计分布特征,上海市和北京市皆体现出在由低水平集聚向优化均衡发展的趋势;在极差和标准差刻画的城市创新产出震荡幅度上,两城皆显示出剧烈的震荡趋势;在全局Moran's  $I$ 指数刻画的城市创新产出空间分布特征上,两城创新产出皆呈现出显著的空间正相关,且集聚趋势不断加剧;在以局部Moran's  $I$ 指数下的LISA四分位图刻画的城市创新产出关联效应上,两城四种类型基本呈“抱团”分布。

1991-2014年,上海市和北京市的创新空间结构生长也体现出了共性上的差异性。其中上海市创新空间结构受创新资源郊区化转移的方向性差异而发生程度不一的分化和变形,整体表现出“东移南下”的扩散趋势,具体表现为核心边缘结构下的单核驱动→多核多轴扩散下的空间共振的演进过程。相应的,其创新产出空间关联效应也显现出了市中心“空心化”现象;而北京市受地形拖累,创新活动集中分布在主城区范围,且空间极化趋势仍在强化,城市创新空间的边界也日渐清晰。20多年间,北京市创新空间结构始终为市中心单核主导型,其创新产出空间关联效应呈现出“农村包围城市”的演化特征。

城市内部尺度科技创新活动空间分布的均衡与非均衡规律与其所处的区域创新格局密切相关。长江三角洲城市群科技创新活动以及科技创新资源的均衡化发展趋势与上海市科技创新活动郊区化转移具有内生的协同性,京津冀城市群科技创新资源的空间极化发展趋势在北京城内显得更为清晰,表明了区域创新空间结构与城市创新空间结构具有内在的一致性。相较于京津冀城市群的“众星拱月”,长江三角洲的城市创新协同发展使其在全球科技格局中更具竞争力。在澳大利亚智库 2thinknow 发布的 2014 年《Innovation Cities™ Index》中,上海市是中国内地唯一跻身于控制型的全球创新城市,排在全球 35 位,远超北京市(50 位)。另外,江苏南京市、苏州市和浙江杭州市也在榜上有名,分别位于全球 127 位、182 位和 208 位,其中南京市更是与北京市同处在枢纽级别行列,而京津冀城市群另一个核心城市——天津市则显得稍微窘迫,位于全球 234 位,说明全球科技创新城市的生长具有腹地共生效应。

## 5.2 讨论

城市邮政区划虽能实现从精细化尺度研究城市创新空间结构的时空生长模式,但受统计数据的口径及编码所限,能够被邮政编码识别的创新数据仅有论文和专利数据,而这两个数据皆类属于创新产出,这也使得本文是从创新产出的视角研究城市创新空间结构的生长模式。城市创新系统是一个复杂的巨系统,从创新产出视角虽能够在一定程度上阐释城市创新空间的演变过程,但仍显不足。如何两全其美的满足城市创新空间结构研究的尺度精细化和指标全面化要求是值得进一步研究的课题。

以论文和专利作为评价指标研究城市内部创新实力的空间分异,很大程度上默认了大学和科研机构在塑造城市创新空间结构的主体作用,虽发明专利能在一定程度上反映企业参与创新的效力,但远远不够。“科学研究是把钱变成知识,创新就是将知识变成钱的过程。”,这是美国华裔物理学家、斯坦福大学教授张首晟在中美创业新贵硅谷峰会暨 2014 创业邦年会上提出的观点,那么创新应该是面向市场,企业应该成为创新的主导行为主体。那么如何基于城市邮政区划,建构包含企业创新能力的空间数据库,从而对城市创新空间结构进行优化研究是值得深入思考的问题。

## 参考文献(References)

- [1] Du Debin. Global S&E Innovation Center: Motivation and Model. Shanghai: Shanghai People's Publishing House, 2015. [杜德斌. 全球科技创新中心: 动力与模式. 上海: 上海人民出版社, 2015.]
- [2] Du Debin. The eve of a major reshuffle: Asia, the destination of the fifth transnational shifting of global innovation resources. Shanghai: Oriental Morning Post, 2014-10-14. [杜德斌. “大洗牌”前夜: 第 5 次创新资源跨国大转移看亚洲. 东方早报, 2014-10-14.]
- [3] Du Debin, Duan Dezhong. Spatial distribution, development type and evolution trend of global S&E innovation center. Shanghai Urban Planning Review, 2015(1): 76-81. [杜德斌, 段德忠. 全球科技创新中心的空间分布、发展类型及演化趋势. 上海城市规划, 2015(1): 76-81.]
- [4] Zhang Yuming, Li Kai. Research on the spatial distribution and dependence of Chinese innovative output: Spatial econometrics analysis based on province-level patent data. China Soft Science, 2007(11): 97-103. [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. 中国软科学, 2007(11): 97-103.]
- [5] Liu Hedong. Research on spatial agglomeration of original innovation output of China's region. Journal of Industrial Technological Economics, 2010(11): 122-128. [刘和东. 中国区域原始创新产出的空间集聚研究. 工业技术经济, 2010(11): 122-128.]
- [6] Lim U. The spatial distribution of innovative activity in U. S. metropolitan areas: Evidence from patent data. Journal of Regional Analysis and Policy, 2003, 33(2): 84-126.
- [7] Wang Chunyang, Zhao Chao. Spatial-temporal pattern of prefecture-level innovation outputs in China: An investigation

- using the ESDA. *Scientia Geographica Sinica*, 2014, 34(12): 1438-1444. [王春杨, 张超. 中国地级区域创新产出的时空模式研究: 基于ESDA的实证. *地理科学*, 2014, 34(12): 1438-1444.]
- [8] Jiang Tianying. Spatial differentiation and its influencing factors of regional innovation output in Zhejiang province. *Geographical Research*, 2014, 33(10): 1825-1836. [蒋天颖. 浙江省区域创新产出空间分异特征及成因. *地理研究*, 2014, 33(10): 1825-1836.]
- [9] Moreno R A, Paci R B, Usai S B. Spatial spillovers and innovation activity in European regions. *Environment and Planning A*, 2005, 37(10): 1793-1812.
- [10] Su Fanglin. Analysis on the spatial pattern of China's provincial R&D spillovers. *Studies in Science of Science*, 2006(5): 696-701. [苏方林. 中国省域R&D溢出的空间模式研究. *科学学研究*, 2006(5): 696-701.]
- [11] Zhang Zhanren. Regional linkage and spatial spillover effects on regional innovation development in China: A case study from the perspective of economic innovation transformation in china. *Studies in Science of Science*, 2013(9): 1391-1398. [张战仁. 中国创新发展的区域关联及空间溢出效应研究: 基于中国经济创新转型视角的实证分析. *科学学研究*, 2013(9): 1391-1398.]
- [12] Lei Liang, Xu Jiqin, Ying Miaohong. Spatial differentiation and temporal evolution of regional innovation: Taking the counties in Zhejiang province as an example. *Science-Technology and Management*, 2015, 17(1): 24-29. [雷亮, 许继琴, 应妙红. 区域创新产出时空格局演变研究: 以浙江省县域为例. *科技与管理*, 2015, 17(1): 24-29.]
- [13] Geroski P A. Procurement policy as a tool of industrial policy. *International Review of Applied Economics*, 1990(2): 182-198.
- [14] Fan Bonai, Duan Zhongxian, Jiang Lei. The effect and spatial-temporal differences of Chinese independent innovation policy: Evidences from provincial panel data. *Economic Geography*, 2013, 33(8): 31-36. [范柏乃, 段忠贤, 江蕾. 中国自主创新政策的效应及其时空差异: 基于省际面板数据的实证检验. *经济地理*, 2013, 33(8): 31-36.]
- [15] Li Jin, Deng Feng. Research on the influence mechanism of government investment in R&D subsidies on technology innovation output capacity: Empirical analysis based on panel data of 5 high-tech industries. *Science & Technology Progress and Policy*, 2013, 30(13): 67-71. [李晋, 邓峰. 政府R&D补贴投入对技术创新产出能力影响机制研究. *科技进步与对策*, 2013, 30(13): 67-71.]
- [16] Yu Junbo, Shu Zhibiao. An empirical study on the relationship between enterprise scale and innovation output. *Studies in Science of Science*, 2007, 25(2): 373-380. [于君博, 舒志彪. 企业规模与创新产出关系的实证研究. *科学学研究*, 2007, 25(2): 373-380.]
- [17] Fang Chuanglin, Ma Haitao, Wang Zhenbo, et al. Comprehensive assessment and spatial heterogeneity of the construction of innovative cities in China. *Acta Geographica Sinica*, 2014, 69(4): 459-473. [方创琳, 马海涛, 王振波, 等. 中国创新型城市建设的综合评估与空间格局分异. *地理学报*, 2014, 69(4): 459-473.]
- [18] Tao Xuefei. Evaluation index system of a city's comprehensive ability of S&T innovation. *Economic Geography*, 2013, 33(10): 16-19. [陶雪飞. 城市科技创新综合能力评价指标体系及实证研究. *经济地理*, 2013, 33(10): 16-19.]
- [19] Makkonen T, Inkinen T. Innovation quality in knowledge cities: Empirical evidence of innovation award competitions in Finland. *Expert Systems with Applications*, 2014, (41): 5597-5604.
- [20] Cheng Yeqing, Wang Zheyue, Ma Jing. Analyzing the space-time dynamics of innovation in China. *Acta Geographica Sinica*, 2014, 69(12): 1779-1789. [程叶青, 王哲野, 马靖. 中国区域创新的时空动态分析. *地理学报*, 2014, 69(12): 1779-1789.]
- [21] Fan Fei, Du Debin, Li Heng, et al. Spatial-temporal characteristics of scientific and technological resources allocation efficiency in prefecture-level cities of China. *Acta Geographica Sinica*, 2013, 68(10): 1331-1343. [范斐, 杜德斌, 李恒, 等. 中国地级以上城市科技资源配置效率的时空格局. *地理学报*, 2013, 68(10): 1331-1343.]
- [22] Wang Bei, Liu Weidong, Lu Dadao. Allocation efficiency of science and technology resources in Jing-Jin-Ji, Yangtze River Delta and Pearl River Delta Regions. *Progress in Geography*, 2011, 30(10): 1233-1239. [王蓓, 刘卫东, 陆大道. 中国大都市区科技资源配置效率研究: 以京津冀、长三角和珠三角地区为例. *地理科学进展*, 2011, 30(10): 1233-1239.]
- [23] Chen Xiuying, Chen Ying. The regional differences of science and technology resources and the allocation efficiency evaluation in Zhejiang province. *Scientia Geographica Sinica*, 2012, 32(4): 418-425. [陈修颖, 陈颖. 浙江省科技资源的区域差异及其空间配置效率研究. *地理科学*, 2012, 32(4): 418-425.]
- [24] Wang Jici. Knowledge innovation and regional innovation environment. *Economic Geography*, 1999, 19(1): 11-15. [王缉慈. 知识创新和区域创新环境. *经济地理*, 1999, 19(1): 11-15.]



- [25] Cheng Hua, Liao Zhongju, Dai Juanlan. The research on the coordination between China regional environment innovation ability and economy development. *Economic Geography*, 2011, 31(6): 985-991. [程华, 廖中举, 戴娟兰. 中国区域环境创新能力与经济发展的协调性研究. *经济地理*, 2011, 31(6): 985-991.]
- [26] Niu Fangqu, Liu Weidong. Relationships between scientific & technological resources and regional economic development in China. *Progress in Geography*, 2012, 31(2): 149-155. [牛方曲, 刘卫东. 中国区域科技创新资源分布及其与经济发展水平协同测度. *地理科学进展*, 2012, 31(2): 149-155.]
- [27] Zhu Ying, Du Debin. The spatial organization of R&D globalization by multinational corporations. *Economic Geography*, 2005, 25(5): 620-623. [祝影, 杜德斌. 跨国公司研发全球化的空间组织研究. *经济地理*, 2005, 25(5): 620-623.]
- [28] Zhang H Y. How does agglomeration promote the product innovation of Chinese firms? *China Economic Review*, 2015, (35): 105-120.
- [29] Lyu Lachang, Liang Zhengji, Huang Ru. The innovation linkage among Chinese major cities. *Scientia Geographica Sinica*, 2015, 35(1): 30-37. [吕拉昌, 梁政骥, 黄茹. 中国主要城市间的创新联系研究. *地理科学*, 2015, 35(1): 30-37.]
- [30] Li Dandan, Wang Tao, Wei Yehua, et al. Spatial and temporal complexity of scientific knowledge network and technological knowledge network on China's urban scale. *Geographical Research*, 2015, 34(3): 525-540. [李丹丹, 汪涛, 魏也华, 等. 中国城市尺度科学知识网络与技术知识网络结构的时空复杂性. *地理研究*, 2015, 34(3): 525-540.]
- [31] Lyu Guoqing, Zeng Gang, Guo Jinlong. Innovation network system of industry-university-research institute of equipment manufacturing industry in the Changjiang River Delta. *Scientia Geographica Sinica*, 2014, 34(9): 1051-1059. [吕国庆, 曾刚, 郭金龙. 长三角装备制造业产学研创新网络体系的演化分析. *地理科学*, 2014, 34(9): 1051-1059.]
- [32] Li D D, Wei D Y H, Wang T. Spatial and temporal evolution of urban innovation network in China. *Habitat International*, 2015, (49): 484-496.
- [33] Hu Shuhong, Du Debin, You Xiaojun, et al. Spatial-temporal evolution analysis on knowledge innovation performance of universities in China's "Growth Triangle Regions". *Economic Geography*, 2014, 34(10): 15-22. [胡曙虹, 杜德斌, 游小珺, 等. 中国“成长三角”区域高校知识创新绩效的时空演化分析. *经济地理*, 2014, 34(10): 15-22.]
- [34] Zhu Huasheng, Wu Junyi, Wei Jiali, et al. Creative networking in developing countries: A case study of design industry in Shanghai, China. *Acta Geographica Sinica*, 2010, 65(10): 1241-1252. [朱华晟, 吴骏毅, 魏佳丽, 等. 发达地区创意产业网络的驱动机理与创新影响: 以上海创意设计业为例. *地理学报*, 2010, 65(10): 1241-1252.]
- [35] Zhou Shangyi, Lyu Guowei, Dai Juncheng. An analysis of the relation between the enterprise network characteristics and their innovation capabilities in the space of DRC on Beijing. *Economic Geography*, 2011, 31(11): 1845-1850. [周尚意, 吕国玮, 戴俊骋. 北京 DRC 空间约束下的企业网络特征与创新能力的关系分析. *经济地理*, 2011, 31(11): 1845-1850.]
- [36] Lyu Lachang, He Ai, Huang Ru. Beijing's urban innovational function based on knowledge output. *Geographical Research*, 2014, 33(10): 1817-1824. [吕拉昌, 何爱, 黄茹. 基于知识产出的北京城市创新职能. *地理研究*, 2014, 33(10): 1817-1824.]
- [37] Yang Bixia. Research on the joint development of scientific and technological innovation and regional economy in Shanghai [D]. Shanghai: Tongji University, 2007. [杨碧霞. 上海科技创新与区县经济互动发展研究[D]. 上海: 同济大学, 2007.]
- [38] Liu Liying. Research on industry development from perspective of innovation in the districts and counties of Tianjin [D]. Tianjin: Tianjin University, 2010. [刘立颖. 天津区县创新视角下的产业发展研究[D]. 天津: 天津大学, 2010.]

## **Spatial-temporal evolution mode of urban innovation spatial structure: A case study of Shanghai and Beijing**

DUAN Dezhong<sup>1,2</sup>, DU Debin<sup>1,2</sup>, LIU Chengliang<sup>1,2</sup>

(1. School of Urban and Regional Science, East China Normal University, Shanghai 200241, China;

2. Institute for Innovation and Strategic Studies, East China Normal University, Shanghai 20062, China)

**Abstract:** In today's world, the innovation of science and technology has become the key support for improving comprehensive national strength, also the strong lead for changing the mode of social production and lifestyle. Which country has world-class scientific and technological innovation cities maximizes the attraction to global innovation factors. Which country maximizes the attraction to global innovation factors wins strategic initiative in international competition. Based on urban ZIP code spatial database, the evaluation system of urban innovation was established in the perspective of innovation output, and the spatial evolutionary mode, which is concerning the structure of innovation space of Shanghai and Beijing from 1991 to 2014, was discussed. The results of the research indicated that ZIP districts provided a fresh perspective to study the growth of spatial structure of urban innovation. And the result, which is of the evaluation of spacial structure of urban innovation using urban ZIP code spatial database established by connecting random edge points and Voronoi, was relatively ideal. So the promotional value exists. During the 25 years, the growth of spatial structure of innovation of Shanghai and Beijing demonstrated a lot of common features: with the increase of urban space units participated in innovation year by year, although the overall gap of regional innovation output has narrowed, the trend of spatial agglomeration has strengthened. The growth of spatial structure of innovation of Shanghai and Beijing demonstrated the differences among common features during the 25 years as well: in the trend of the suburbanization of innovation resources, the spatial structure of innovation of Shanghai indicated that the driver has evolved from the single-core driver to the multi-core resonance evolution. Radiation effect using traffic arteries as spatial diffusion corridors was prominent. Accordingly, the spatial correlation effect of its innovation output also indicated the city center hollowness; the spatial structure of innovation of Beijing was single-core (the city center) oriented structure all the way. In the trend that innovation resources were agglomerated in the center, the spatial correlation effect of innovation output indicated the characteristics of the evolutionary feature where "rural area encircles cities". The spatial structure of innovation of Shanghai and Beijing has intrinsic consistency with the spatial structure of their respective regions (Yangtze River Delta urban agglomeration and Beijing-Tianjin-Hebei urban agglomeration), which suggested that the principle of proportional and disproportional distribution of city-scale pattern of technological and innovational activities is closely related to its regional innovation pattern.

**Keywords:** innovation output; ZIP code; spatial-temporal evolution; agglomeration and dispersion; Shanghai; Beijing