

# 长江中游城市群城市创新差异的时空格局演变

肖刚<sup>1,2</sup>, 杜德斌<sup>1\*</sup>, 李恒<sup>1</sup>, 戴其文<sup>3</sup>

(1. 华东师范大学科技创新与发展战略研究中心, 上海 200062;

2. 南昌大学经济管理学位, 江西 南昌 330031; 3. 华东师范大学中国现代城市研究中心, 上海 200062)

**摘要:** 以专利申请总量为主要指标, 采用地理集中指数和马尔可夫链方法, 从时间、空间和地理临近性视角来分析 2000~2014 年长江中游城市群城市创新差异的时空格局演变。研究表明: (1) 城市群城市创新差异呈现由高度集中向渐进式分散, 由核心城市向外围城市缓慢扩散的演变趋势, 出现高水平 and 低水平趋同俱乐部强化锁定, 中低水平趋同俱乐部局部变动的趋势。(2) 城市群城市创新类型发生空间转移与城市创新发展水平紧密相关, 城市创新发展水平差距越小, 发生转移的概率越高; 反之, 发生转移的概率越低; (3) 邻域创新环境影响城市群城市创新差异的演变, 地理临近性在低水平、中低水平城市创新类型表现不明显, 而在中高水平城市创新类型显著增加。

**关键词:** 长江中游城市群; 空间马尔可夫链; 城市创新; 时空格局

中图分类号: K915

文献标识码: A

文章编号: 1004-8227(2016)02-0199-09

DOI:10.11870/cjlyzyyhj201602004

随着知识经济的兴起和创新资源全球化的发展, 科技创新成为城市主导功能, 并推动城市功能转型升级, 城市功能转型催生科技创新城市<sup>[1]</sup>。创新成为城市间竞争的关键性要素, 城市的竞争由个体向群体转变, 创新资源高度聚集的城市群不仅作为国家参与全球竞争与国际分工的全新地域单元<sup>[2]</sup>, 而且正日益成为提升国家或区域创新竞争力的主导地区。长江中游城市群聚集的创新资源成为驱动城市经济社会发展的重要引擎, 城市群的核心城市创新能力显著增强。同时, 核心城市创新资源极化效应导致城市群内部创新差异不断拉大, 进而影响长江中游城市群整体创新发展, 最终影响创新驱动发展战略、长江经济带建设战略和推进新型城镇化的实施。因此, 分析长江中游城市群城市创新差异的时空格局演变显得尤其重要。

长江中游城市群是国家重要经济增长区和创新发展区, 这引起学者们高度关注。大部分学者从城市空间结构演变与相互作用<sup>[3,4]</sup>、经济空间辐射与联系<sup>[5]</sup>、城市空间竞争与发展差异<sup>[6~8]</sup>、合作

机制<sup>[9]</sup>等方面研究长江中游城市群发展空间差异的演变。而城市是创新资源高度聚集的重要枢纽节点, 创新职能成为城市功能重要组成部分, 也有少部分学者从制度创新<sup>[10]</sup>、区域创新能力<sup>[11]</sup>等来研究长江中游城市群城市创新差异。通过检索城市或城市群创新差异文献后发现, 主要集中在从创新能力评价及影响因素<sup>[12,13]</sup>、创新溢出效应<sup>[14]</sup>、城市间创新网络结构<sup>[15]</sup>等方面来研究, 研究方法主要采用数据包络分析<sup>[16]</sup>、锡尔系数<sup>[17]</sup>、突变级数法<sup>[18]</sup>等。学者们针对城市或城市群创新差异的研究进行最好理论解释和归纳, 并提出最有价值政策建议, 但现有研究对城市群城市创新差异的考察往往只关注城市创新内部要素的相互影响, 视城市为独立的个体作为研究对象, 没有同时考虑时间、空间和地理因素对城市群城市创新差异演变过程的动态研究, 忽视邻域城市间的创新、知识的空间溢出效应<sup>[19]</sup>对区域创新的影响具有空间距离衰减规律<sup>[20]</sup>的特征, 因此, 本研究引入传统马尔可夫链和空间马尔可夫链的方法, 同时从时

收稿日期: 2015-05-13; 修回日期: 2015-06-26

基金项目: 国家自然科学基金“全球创新资源转移的空间过程、格局与机制研究”(41471108) [the National Natural Science Foundation of China (41471108)]; 上海市科技发展基金软科学研究项目“企业、大学及政府在‘具有全球影响力的科技创新中心’建设中的作用及互动关系研究”(15692180300) [The soft science research program of Shanghai science and technology development fund (15692180300)]

作者简介: 肖刚(1977~), 男, 博士研究生, 主要研究方向为城市与区域创新. E-mail: ncxg@163.com

\*通讯作者 E-mail: dbdu@re.ecnu.edu.cn

间演变、空间演变和地理邻近的视角来分析长江中游城市群城市创新差异的动态演变特征,从而为缩小长江中游城市群城市间的创新差异提供科学政策依据。

## 1 数据来源与研究方法

### 1.1 研究区域

长江中游城市群是以武汉城市圈、长株潭城市群、环鄱阳湖城市群为主体形成的特大型城市群,规划范围涉及湖北省的13个城市(武汉市、黄石市、鄂州市、黄冈市、孝感市、咸宁市、仙桃市、潜江市、天门市、襄阳市、宜昌市、荆州市、荆门市)、湖南省的8个城市(长沙市、株洲市、湘潭市、岳阳市、益阳市、常德市、衡阳市、娄底市)和江西省的10个城市(南昌市、九江市、景德镇市、鹰潭市、新余市、宜春市、萍乡市、上饶市及抚州市、吉安市的部分县市),涵盖3个省31个城市,国土面积约31.7万km<sup>2</sup>。

### 1.2 数据来源

专利是一个城市科技资产的核心和最富经济价值的部分,它是衡量一个城市技术创新能力和综合实力的重要标志之一<sup>[21]</sup>。国内许多学者采用专利的数据来衡量城市创新能力<sup>[22-24]</sup>。因此,本研究采用2000~2014年长江中游城市群31个城市专利申请数量来分析长江中游城市群城市创新差异时空的格局演变,其数据来源于国家知识产权局专利信息服务平台<sup>②</sup>。

### 1.3 研究方法

#### 1.3.1 地理集中指数分析方法

地理集中指数主要用来反映地理现象在空间或时间分布上的集中程度,其计算方法为:

$$G = 100 \times \sqrt{\sum_{i=1}^n \left(\frac{x_i}{T}\right)^2} \quad (i = 1, 2, 3, \dots, n) \quad (1)$$

式中: $G$ 为地理集中指数; $x_i$ 表示第 $n$ 个城市的专利申请数量; $T$ 表示长江中游城市群城市专利申请总量; $n$ 表示取值为31个样本数。 $G$ 值越接近100,长江中游城市群城市专利申请数量区位分布越集中,地域集聚性越强,说明区位分布越不平衡;反之, $G$ 值越接近于 $100 \times \sqrt{\frac{1}{T}}$ ,则说明区位分

布越均衡。本研究采用地理集中指数方法来分析长江中游城市群城市创新差异区位分布总体时空演变过程。

#### 1.3.2 马尔可夫链分析方法

为了清晰探析长江中游城市群城市创新差异的空间演变过程,运用马尔可夫链分析法来构造马尔可夫转移概率矩阵,刻画各城市之间在不同时期的创新时空分异演变情况。首先将连续的都市年平均专利申请数量离散化为 $k$ 种类型,然后计算相应类型的概率分布及其年际变化,近似逼近长江中游城市群城市创新差异演变的整个过程。如果将 $t$ 年份城市年平均专利申请数量类型的概率分布表示为一个 $1 \times k$ 的状态概率向量 $F_t$ ,记为 $F_t = [F_{1t}, F_{2t}, \dots, F_{kt}]$ ,而不同年份城市年平均专利申请数量类型之间的转移可以用一个 $k \times k$ 的马尔可夫转移概率矩阵 $M$ 表示(表1)<sup>[25]</sup>。

表1 马尔可夫转移概率矩阵( $k=4$ )

Tab.1 Markov Transition Probability Matrix ( $k=4$ )

$t/t_{+1}$	1	2	3	4
1	$m_{11}$	$m_{12}$	$m_{13}$	$m_{14}$
2	$m_{21}$	$m_{22}$	$m_{23}$	$m_{24}$
3	$m_{31}$	$m_{32}$	$m_{33}$	$m_{34}$
4	$m_{41}$	$m_{42}$	$m_{43}$	$m_{44}$

表1中,元素 $m_{ij}$ 表示 $t$ 年份属于类型 $i$ 的城市在下一年份转移到 $j$ 类型的概率,采用下式计算:

$$m_{ij} = \frac{n_{ij}}{n_i} \quad (2)$$

式中: $n_{ij}$ 表示在整个研究期间内,由 $t$ 年份属于 $i$ 类型的城市在 $t+1$ 年份转移为 $j$ 类型的城市数量之和, $n_i$ 是所有年份中属于类型 $i$ 的城市数量之和。如果某个城市的年平均专利申请数量类型在初始年份为 $i$ ,在下一年份仍保持不变,则定义该城市创新类型转移为平稳;如果年平均专利申请数量类型有所提高,则定义该区域向上转移;否则,为向下转移。

#### 1.3.3 空间马尔可夫链分析方法

为了充分考虑创新活动的空间滞后和时间滞后效应,弥补时间加权马尔可夫链忽视地理邻近对城市创新之间的空间相互作用,从而引入空间

② 2015年4月,国务院发布《长江中游城市群发展规划》; ② 国家知识产权局专利信息服务平台网站: <http://search.cnipr.com/>

滞后效应到空间马尔可夫链。根据城市*i*在初始年里的空间滞后类型,可以把传统的 $k \times k$ 马尔可夫矩阵分解成 $k$ 个 $k \times k$ 条件转移率概率矩阵。这里第 $K$ 个条件矩阵中的元素 $m_{ij}(K)$ 表示“以区域在*t*年份的空间滞后类型 $K$ 为条件下,在下一年份从类型*i*变为类型*j*空间转移概率”<sup>[26]</sup>。本文引入空间马尔可夫链可以清晰地揭示出地理空间效应对长江中游城市群城市创新差异时空演变的影响。

## 2 结果与分析

### 2.1 长江中游城市群城市创新差异的总体演变特征

为了更好地分析长江中游城市群城市创新差异空间分布的总体演变过程,采用地理集中指数来计算出2000~2014年长江中游城市群各城市专利申请总数量变化结果显示(如图1):总体呈现高度集中向渐进式分散的趋势。其空间演变过程主要表现二个阶段:第一个阶段是2000~2009年期间的年平均地理集中指数达到45,处于高度集中过程,其中2004年地理集中指数接近50%。第二个阶段是2010~2014年期间的年平均地理集中指数达39,处于高度集中向缓慢扩散过程。从以上的分析表明,长江中游城市群城市创新差异表现出显著的不均衡,并且创新扩散效应可能导致由中心城市向外围城市缓慢扩散的趋势。

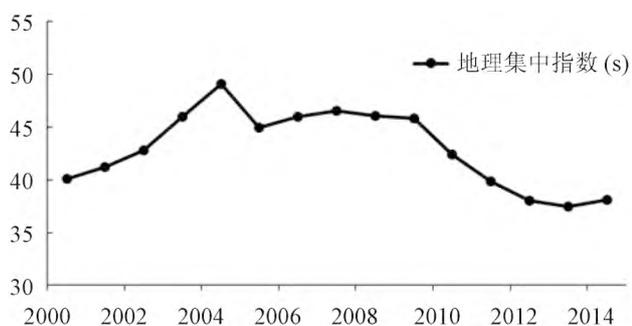


图1 2000~2014年长江中游城市群城市创新差异的地理集中指数

### 2.2 长江中游城市群城市创新差异的时间演变特征

利用马尔可夫链方法判断长江中游城市群城市创新差异是否发生俱乐部趋同,以及各趋同俱乐部的稳定性和各城市在不同趋同俱乐部之间的转移情况。首先,将长江中游城市群31个空间单元按照相应年份的城市群年平均专利申请数量均值划分为4个类型:年平均专利申请数量低于城市

群平均水平的50%,则为低水平城市;年平均专利申请数量介于城市群平均水平的50%~100%之间,则为中低水平城市;年平均专利申请数量介于城市群平均水平的100%~150%之间,则为中高水平城市;年平均专利申请数量大于城市群平均水平的150%,则为高水平城市。此外,还检验了其他划分标准所得出的结果,并作了比较,得出的结果大致相同。2009年国务院通过《促进中部地区崛起规划》,明确把武汉城市圈、长株潭城市群和环鄱阳湖城市群列为中部重点培育的6大城市群增长极,长江中游城市群城市创新迈入新的发展时期。故将整个研究期分为2000~2009年和2010~2014年两个阶段。分别计算整个研究期和两个阶段长江中游城市群各城市年平均专利申请数量类型的马尔可夫转移概率矩阵(表2)和空间马尔可夫转移概率矩阵(表3、表4)。

从表2可以看出长江中游城市群各城市专利申请数量类型转移在整个研究期间存在以下特征:

(1) 长江中游城市群城市创新类型存在低水平、高水平、中高水平和中低水平4个趋同俱乐部

所有对角线上的概率值均大于非对角线上的数值,表明这4个俱乐部趋同均具有较强的稳定性。对角线上的最大值为0.909,最小值为0.631,说明在任何一个时期,该城市群内部某个城市保持原有城市创新类型的可能性至少为63.1%。

(2) 长江中游城市群城市创新类型存在极强且稳定的低水平俱乐部和高水平俱乐部

由于低水平俱乐部和高水平俱乐部维持原有状态的可能性分别为90.9%和83%,而且初期为低水平城市向中低水平城市转移的概率最大仅为3.8%,向中高水平、高水平城市转移概率都为0,这说明长江中游城市群内高水平城市创新发展进入“路径依赖”和自增强的“锁定”状态<sup>[27]</sup>,低水平城市创新发展很可能陷入“贫困陷阱”。

(3) 长江中游城市群城市创新类型转移大多数发生相邻之间

由于非对角线上的值不全为0,并且分布在两侧,其中最大值为0.200,仅为对角线上最小值的31.6%,这表明城市创新类型相邻之间地区发生向上或向下转移占多数。另外,如果中低水平城市与中高水平城市相邻向上转移概率增加,对比2000~2009年和2010~2014年期间发生转移概率分别是0.158、0.273。这表明2009年政府实施中部崛起战略提升了长江中游城市群城市创新能力,增强中低水平城市创新能力。

表 2 2000~2014年长江中游城市群各城市年平均专利申请数量类型的马尔可夫链转移矩阵

Tab.2 Urban Agglomeration in the Middle Reaches of the Yangtze River of the Annual Average Number of Each City Patent Applications Type of Markov Chain Transition Matrix(2000-2014)

$t_i/t_{i+1}$	$n$	i(<50%)	ii(<100%)	iii(<150%)	iv(>150%)
2000~2014					
I	300	0.909	0.038	0.000	0.000
II	57	0.169	0.631	0.077	0.000
III	29	0.000	0.200	0.633	0.133
IV	48	0.000	0.000	0.075	0.830
2000~2009					
I	199	0.877	0.027	0.000	0.000
II	34	0.243	0.595	0.081	0.000
III	17	0.000	0.158	0.684	0.053
IV	29	0.000	0.000	0.029	0.824
2010~2014					
I	101	0.979	0.062	0.000	0.000
II	23	0.071	0.679	0.071	0.000
III	12	0.000	0.273	0.545	0.273
IV	19	0.000	0.000	0.158	0.842

注: i、ii、iii、iv大小写分别表示低水平城市、中低水平城市、中高水平城市、高水平城市, 下同。

表 3 2000~2014年长江中游城市群各城市年平均专利申请数量类型的空间马尔可夫链转移矩阵

Tab.3 Spatial Markov Chain Transition Matrix of the Annual Average Number of Patent Applications in Each City in Urban Agglomeration in the Middle Reaches of the Yangtze River (2000-2014)

空间滞后	$t_i/t_{i+1}$	$n$	i	ii	iii	iv
I	i	130	0.923	0.077	0.000	0.000
	ii	40	0.275	0.675	0.050	0.000
	iii	20	0.000	0.100	0.650	0.250
iv	110	0.000	0.000	0.064	0.936	
II	i	11	0.909	0.091	0.000	0.000
	ii	21	0.048	0.952	0.000	0.000
	iii	6	0.000	0.000	0.833	0.167
III	iv	18	0.000	0.000	0.000	1.000
	i	4	0.500	0.500	0.000	0.000
	ii	6	0.333	0.667	0.000	0.000
IV	iii	7	0.000	0.000	0.857	0.143
	iv	13	0.000	0.000	0.077	0.923
	i	33	0.000	0.970	0.030	0.000
	ii	9	0.000	0.111	0.889	0.000
IV	iii	2	0.000	0.000	0.000	1.000
	iv	4	0.250	0.000	0.000	0.750

表4 2000~2014年长江中游城市群各城市年平均专利申请数量类型的空间马尔可夫链转移矩阵

Tab.4 Spatial Markov Chain Transition Matrix of the Annual Average Number of Each City Patent Applications in Urban Agglomeration in the Middle Reaches of the Yangtze River (2000~2014)

空间滞后	$t_i/t_{i+1}$	2000~2009					2010~2014				
		<i>n</i>	i	ii	iii	iv	<i>n</i>	i	ii	iii	iv
I	i	86	0.965	0.035	0.000	0.000	44	0.841	0.159	0.000	0.000
	ii	26	0.269	0.731	0.000	0.000	14	0.286	0.571	0.143	0.000
	iii	13	0.000	0.154	0.538	0.308	7	0.000	0.000	0.857	0.143
	iv	75	0.000	0.000	0.080	0.920	35	0.000	0.000	0.029	0.971
II	i	11	0.909	0.091	0.000	0.000	0	0.000	0.000	0.000	0.000
	ii	10	0.100	0.900	0.000	0.000	11	0.000	1.000	0.000	0.000
	iii	2	0.000	0.000	0.500	0.500	4	0.000	0.000	1.000	0.000
	iv	10	0.000	0.000	0.000	1.000	8	0.000	0.000	0.000	1.000
III	i	3	0.667	0.333	0.000	0.000	1	0.000	1.000	0.000	0.000
	ii	1	0.000	1.000	0.000	0.000	5	0.400	0.600	0.000	0.000
	iii	4	0.000	0.000	1.000	0.000	3	0.000	0.000	0.667	0.333
	iv	10	0.000	0.000	0.100	0.900	3	0.000	0.000	0.000	1.000
IV	i	21	1.000	0.000	0.000	0.000	12	0.917	0.083	0.000	0.000
	ii	5	0.200	0.800	0.000	0.000	4	0.000	1.000	0.000	0.000
	iii	0	0.000	0.000	0.000	0.000	3	0.000	0.000	0.667	0.333
	iv	3	0.000	0.000	0.000	1.000	0	0.000	0.000	0.000	0.000

(4) 长江中游城市群城市创新类型转移特征呈现高水平城市创新强化“锁定”状态,低水平向中低水平城市创新转移显著活跃

根据表2和图2显示,从频次上看,2010~2014年比2000~2009年的低水平俱乐部趋同数量出现减小(由199减至101)。从空间分布看,高水平城市高度集聚于武汉城市圈、长株潭城市和环鄱阳湖城市群核心城市,中低水平城市创新类型分布三大城市群核心城市的周边并且数量出现增加趋势。其中2014年环鄱阳湖城市群核心城市南昌西部的中低水平城市创新类型的数量出现显著增加,新

加入城市分别是九江、宜春和吉安。由于2014年江西省政府实施《江西省知识产权入园强企“十百千万”工程实施方案》的政策措施,其全年专利申请和授权量增幅分别位列全国第二、中部第一<sup>①</sup>,这表明创新成为提升城市创新能力的重要引擎,促进城市创新类型转移。

### 2.3 长江中游城市群城市创新差异的空间演变格局

城市群城市创新溢出效应深受城市周边的技术资源、创新人才、创新资本、创新社会文化环境和创新资源禀赋等城市邻域创新环境的影响,

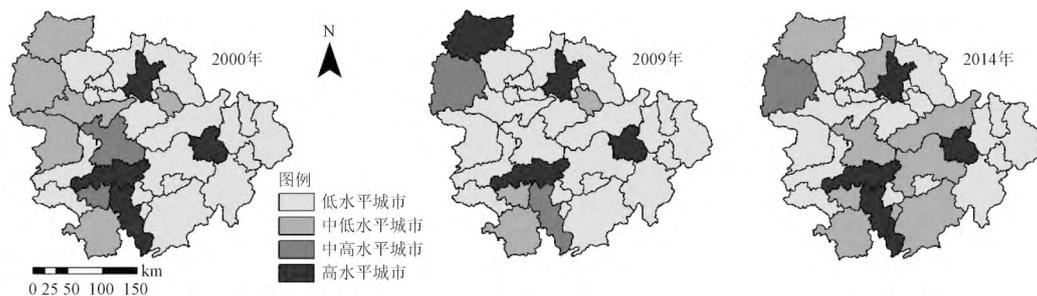


图2 长江中游城市群城市创新类型的空间分布格局

Fig.2 Spatial Distribution of City Innovation Type Patterns in Urban Agglomeration in the Middle Reaches of the Yangtze River

<sup>①</sup> 资料来源于国家知识产权局网站: <http://www.jxipo.gov.cn/1/1449.aspx>.

地理临近性对城市群城市创新溢出产生重要作用。因此,通过计算空间马尔可夫链转移概率矩阵来分析地理空间效应对长江中游城市群城市差异影响的创新动态演变过程(如表3所示)。

### 2.3.1 城市邻域创新环境对长江中游城市群各城市创新发展的时空演变过程产生重要影响

不同城市邻域创新环境下城市创新发展的转移概率表现不同,如果城市邻域背景属于低水平城市向上转移概率为0.038(表2)小于邻域处于低水平的城市向上转移概率为0.077(表4),如果城市邻域创新环境属于高水平城市向下转移的概率0.075(表2)明显大于与邻域处于低水平的城市向下转移概率为0.064(表4)。

### 2.3.2 城市邻域创新环境对长江中游城市群城市创新发展类型发生转移概率的影响程度不对称

如图3所示,在2000~2009年,长株潭城市群中湘潭、株洲被城市创新类型处于平稳期包围反而出现向下转移。而2010~2014年,环鄱阳湖城市群城市向上转移数量显著增加,城市创新发展势头更活跃,但城市群城市内部创新发展差异不均衡,如新余市被处于向上转移的城市包围却保持平稳。

### 2.3.3 不同城市邻域创新环境对长江中游城市群城市创新发展类型的影响不同

如果处于低水平城市创新类型,与低水平、中低水平、中高水平和高水平城市相邻,其向中低水平趋同俱乐部转移的概率分别为0.675、0.952、0.667、0.111,这表明地理临近效应对低水平城市创新类型的影响并不明显。如果处于中高水平城市创新类型,以低水平、中低水平、中高水平和高水平城市相邻,其向高水平趋同俱乐部

转移的概率分别为0.250、0.167、0.143、1.000,这说明中高水平城市创新类型的地理临近正向溢出更明显。这表明长江中游城市群城市创新发生转移与邻域城市创新环境密切相关,邻域的城市创新环境越近,向更近趋同俱乐部转移概率增加;反之,向更远的趋同俱乐部转移概率减弱。

### 2.3.4 不同城市创新发展类型与不同城市邻域创新环境的空间转移差异程度表现出不同步

对于处于低水平城市创新发展类型,与低水平城市相邻时,其仍然停滞于落后状况在2000~2009年期间概率是0.965(表4),大于相同期间不考虑城市创新邻域背景时概率的0.877(表2);同理,在2010~2014年期间的概率为0.841(表4),小于不考虑地理邻近效应的转移概率的0.979(表2)。这说明在城市创新发展不同阶段,不同城市邻域创新背景对城市创新发展产生相互影响呈现出不同差异。

通过图4来刻画出两个期间内,不同城市创新发展类型与不同邻域创新环境相互影响的空间转移演变特征如下:①城市创新发展类型转移与邻域创新环境同时平稳的城市主要分布在新余、鹰潭和景德镇。与邻域同时向上转移的城市分别有宜昌、九江。与邻域同时向下转移的城市主要分布在常德、岳阳和株洲。②城市创新发展类型与邻域创新环境相互影响呈现出空间转移的不均衡性。通过对比发现2010~2014年期间,城市创新发展类型向下转移,与邻域创新环境保持平稳的数量由6个减少至2个,表现出由长株潭、环鄱阳湖城市群向武汉城市圈西北部的城市扩散;城市创新发展类型向上转移,与邻域创新环境处于平稳

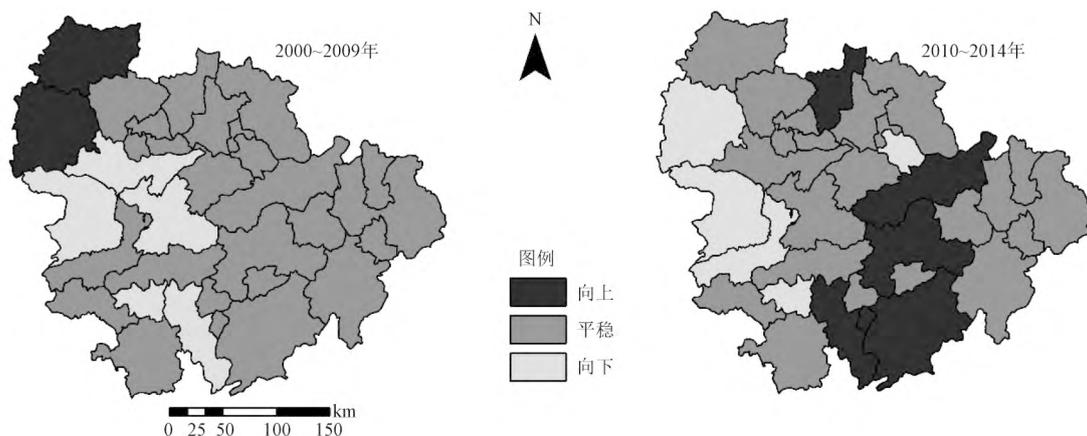


图3 长江中游城市群城市创新类型转移的空间分布格局

Fig.3 Spatial Distribution of City Innovation Type Shift Patterns in Urban Agglomeration in the Middle Reaches of the Yangtze River

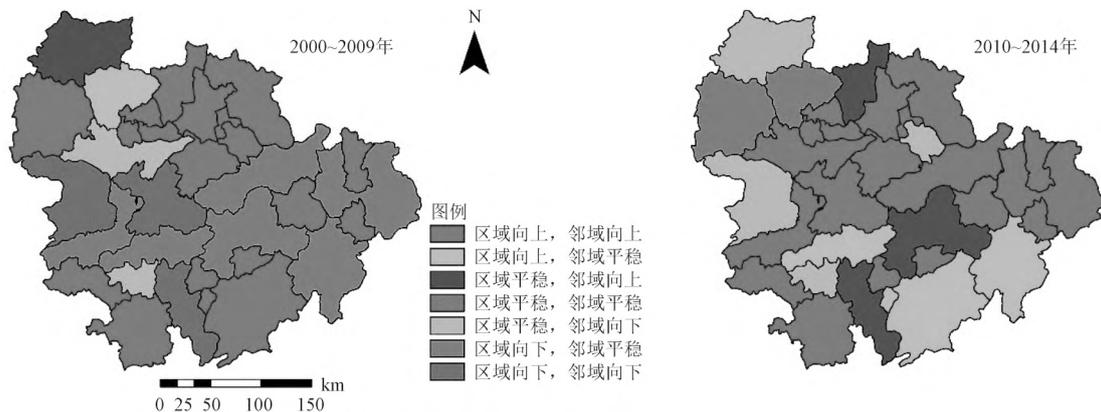


图4 长江中游城市群城市创新类型转移与邻域转移的空间分布格局

Fig.4 Spatial Distribution of City Innovation Types and Neighborhood Shift Patterns in Urban Agglomeration in the Middle Reaches of the Yangtze River

的数量由1个增至3个,呈现由武汉城市圈向长株潭、环鄱阳湖城市群扩散;处于平稳的城市数量均为15个城市,但空间转移呈现出由三大城市群零星散落状向武汉城市圈并向西南扩散与长株潭城市群西北部连成块状分布特征。

### 3 结论与讨论

本研究采用地理集中指数、传统与空间的马尔可夫链的分析方法,从时间、空间、地理临近性的视角来分析2000~2014年长江中游城市群城市创新差异时空格局演变的过程和特征。

(1)长江中游城市群城市创新差异表现出由高度集中向渐进式分散,由核心城市向外围城市缓慢扩散的演变趋势。

(2)长江中游城市群城市创新类型存在低水平、高水平、中高水平和中低水平4个的趋同俱乐部。其中低水平、高水平趋同俱乐部稳定性更强,由于核心城市的创新发展“吸管效应”吸引周围创新资源,导致创新能力薄弱的城市创新发展很可能陷入“创新陷阱”,城市群内部创新差异出现“马太效应”。

(3)长江中游城市群城市创新差异呈现高水平趋同俱乐部强化锁定,低水平趋同俱乐部局部变动的趋势。高水平趋同俱乐部主要分布城市群的核心城市武汉、长沙、南昌;低水平趋同俱乐部主要分布呈现环鄱阳湖城市群数量减少向武汉城市圈数量增加的转移扩散趋势。中低水平城市趋同俱乐部主要分布在环鄱阳湖城市群与长株潭城市群交汇的城市。

(4)长江中游城市群城市创新发展类型的两个期间空间转移都以平稳期居多,后期向上转移有

所增加,但主要呈块状分布于环鄱阳湖城市群西部城市。

(5)邻域的创新环境会影响长江中游城市群城市创新差异的演变,但这种影响程度不同。如果低水平城市与高水平城市创新类型相邻,向上转移概率非常小,如果中高水平城市与高水平城市创新类型相邻,同步向上转移概率明显增大。

(6)长江中游城市群城市创新类型发生转移的特征是城市创新发展水平差距越小,发生转移的概率越高;反之,发生转移的概率越小。地理临近性在低水平、中低水平城市创新类型表现不明显,而在中高水平城市创新类型显著增加。

需要指出是,对城市群城市创新差异研究仅用单一专利申请数量来衡量存在一定局限性,只关注创新差异动态演变过程的解释,没有对创新差异的形成机制进行分析。因此研究中存在的不足也是未来需要深入思考和研究的方向。

### 参考文献:

- [1] 杜德斌. 全球科技创新中心: 动力与模式[M]. 上海: 上海人民出版社, 2015.
- [2] 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.  
【FANG C L. Progress and the future direction of research into urban agglomeration in China[J]. Acta Geographica Sinica, 2014, 69(8): 1130-1144.】
- [3] 何胜, 唐承丽, 周国华. 长江中游城市群空间相互作用研究[J]. 经济地理, 2014, 34(4): 46-53.  
【HE S, TANG C L, ZHOU G H. Research on spatial interaction of the urban agglomeration in the middle reaches of the Yangtze River[J]. Economic Geography, 2014, 34(4): 46-53.】
- [4] 钟小根, 吕桦, 江景和, 等. 长江中游城市群的发展主轴空间演变探究[J]. 湖北社会科学, 2013(10): 57-60.  
【ZHONG X G, LU H, JIANG J H, et al. Research on spatial

- evolution of mineshaft development in the urban agglomeration in the middle reaches of the Yangtze River [J]. Hubei Social Sciences, 2013(10):57-69. ]
- [5] 王磊, 吴也. 基于城市流的长江中游城市群经济联系研究[J]. 江淮论坛, 2014(3): 62-69.  
【WANG L, WU. Research on economic linkage of the middle reaches of the Yangtze River urban agglomeration based on urban flow [J]. Jianghuai Tribune, 2014, (3):62-69. 】
- [6] 王涛, 刘承良, 段德忠, 等. 长江中游城市群城市竞争力的空间演化[J]. 世界地理研究, 2014, 23(3): 92-101.  
【WANG T, LIU C L, DUAN D Z, et al. The spatial evolution of urban agglomeration competitiveness in the middle reaches of the Yangtze River[J]. World Regional Studies, 2014, 23(3): 92-101. 】
- [7] 周克昊, 刘艳芳, 谭荣辉. 长江中游城市群综合发展水平时空分异研究[J]. 长江流域资源与环境, 2014, 23(11): 1510-1518.  
【ZHOU K H, LIU Y F, TAN R H. Spatio-temporal differentiation of comprehensive development level of middle reaches of Yangtze River[J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2014, 23(11): 1510-1518. 】
- [8] 李雪松, 孙博文. 长江中游城市群区域一体化的测度与比较[J]. 长江流域资源与环境, 2014, 22(8): 996-1003.  
【LI X S, SUN B W. Regional integration of the Yangtze river middle reaches urban agglomerations: measuring and comparison[J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2014, 22(8): 996-1003. 】
- [9] 龚胜生, 张涛, 丁明磊, 等. 长江中游城市群合作机制研究[J]. 中国软科学, 2014(1): 96-104.  
【GONG S S, ZHANG T, DING M L, et al. A study on the cooperation mechanism in urban agglomeration in the middle reaches of the Yangtze River[J]. China Soft Science, 2014(1): 96-104. 】
- [10] 伍新木, 廖丹, 严瑾. 制度创新: 依托武汉建设长江中游城市群[J]. 长江流域资源与环境, 2004, 13(1): 1-6.  
【WU X M, LIAO D, YAN J. Institutional innovation for the establishment of urban agglomeration in the middle reaches of the Yangtze River surrounding Wuhan City[J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2004, 13(1): 1-6. 】
- [11] 刘钊, 易晓波, 李光. 基于区域创新能力的长江中游城市群科技合作研究[J]. 湖北社会科学, 2013(2): 47-51.  
【LU F, YI X B, LI G. Research on scientific collaboration in the middle reaches of the Yangtze River based on regional innovative abilities[J]. Hubei Social Sciences, 2013(2):47-51. 】
- [12] 谢科范, 张诗雨, 刘骅. 重点城市创新能力比较分析[J]. 管理世界, 2009(1): 176-177.  
【XIE K F, ZHANG S Y, LIU H. A comparative study on the ability of innovation in key cities[J]. Management World, 2009(1): 176-177. 】
- [13] 曹勇, 曹轩祯, 罗楚珺, 等. 我国四大直辖市创新能力及其影响因素的比较研究[J]. 中国软科学, 2013(6): 162-170.  
【CAO Y, CAO X Z, LUO C J, et al. Comparative study on Chinese four municipalities' innovation capability and its influencing factors based on panel data[J]. China Soft Science, 2013(6): 162-170. 】
- [14] 孙颖. 城市创新能力的溢出效应与空间分布——对江苏省13地市的实证分析[J]. 西部论坛, 2012, 22(2): 88-94.  
【SUN Y. The Spillover effect and spatial distribution of the urban innovation capacity——empirical analysis of 13 cities of Jiangsu Province[J]. Journal of Chongqing Technology and Business University (West Forum), 2012, 22(2): 88-94. 】
- [15] 牛欣, 陈向东. 城市间创新联系及创新网络空间结构研究[J]. 管理学报, 2013, 10(4): 575-582.  
【NIU X, CHEN X D. Innovation connection between cities and spatial structure of innovation network[J]. Chinese Journal of Management, 2013, 10(4): 575-582. 】
- [16] 杜娟, 霍佳震. 基于数据包络分析的中国城市创新能力评价[J]. 中国管理科学, 2014, 22(6): 85-93.  
【DU J, HUO J Z. DEA-based evaluation on city innovation in China[J]. Chinese Journal of Management Science, 2014, 22(6): 85-93. 】
- [17] 梁政骥, 吕拉昌. 基于锡尔系数的广东省城市创新能力差异研究[J]. 地域研究与开发, 2012, 31(3): 73-77, 87.  
【LIANG Z J, LV L C. Research on the differences of urban innovation capacity in Guangdong province based on the Theil Index[J]. Areal Research and Development, 2012, 31(3): 73-77, 87. 】
- [18] 解佳龙, 胡树华, 雷殷. 基于突变级数法的中心城市创新能力空间分异研究[J]. 经济体制改革, 2012(6): 48-52.  
【XIE J L, HU S H, LEI Research on the spatial discrepancy of innovative abilities between core cities based on Catastrophe Progression Method[J]. Reform of Economic System, 2012(6): 48-52. 】
- [19] MAURSETH P B, VERSPAGEN B. Knowledge spillovers in Europe: a patent citations analysis[J]. The Scandinavian Journal of Economics, 2002, 104(4): 531-545.
- [20] 赵勇, 白永秀. 知识溢出: 一个文献综述[J]. 经济研究, 2009(1): 114-156.  
【ZHAO Y, BAI Y X. Knowledge spillovers: a survey of the literature[J]. Economic Research Journal, 2009(1): 114-156. 】
- [21] 刘凤朝, 潘雄峰, 王元地, 等. 15个副省级城市专利发展状况评价与分析[J]. 情报科学, 2004, 22(8): 955-959.  
【LIU F C, PAN X F, WANG Y D, et al. Evaluation and analysis of 15 vice-province cities' patent development[J]. Information Science, 2004, 22(8): 955-959. 】
- [22] 牛欣, 陈向东. 城市创新跨界合作与辐射距离探析——基于城市间合作申请专利数据的研究[J]. 地理科学, 2013, 33(6): 659-667.  
【NIU X, CHEN X D. The cooperation innovation across city boundary and radiation distance——based on the cross-city cooperation-patent application data[J]. Scientia Geographica Sinica, 2013, 33(6): 659-667. 】
- [23] 王崇锋, 徐恒博, 张古鹏. 城市区域创新能力差异研究——基于专利质量的视角[J]. 山东大学学报(哲学社会科学版), 2014(1): 74-80.  
【WANG C F, XU H B, ZHANG G P. Research of the gap of city's innovation capability——an empirical study based on patent quality[J]. Journal of Shandong University (Philosophy and Social Sciences), 2014(1): 74-80. 】
- [24] 吕拉昌, 何爱, 黄茹. 基于知识产出的北京城市创新职能[J]. 地理研究, 2014, 33(10): 1817-1824.  
LV L C, HE A, HUANG R. Beijing's urban innovational function based on knowledge output[J]. Geographical Research, 2014, 33(10): 1817-1824.
- [25] 戴其文, 魏也华, 宁越敏. 欠发达省域经济差异的时空演变分析[J]. 经济地理, 2015, 35(2): 14-21, 29.  
【DAI Q W, WEI Y H, NING Y M. Spatial-temporal analysis of intra-

- provincial economic inequality in less developed provinces[J]. *Economic Geography*, 2015, 35(2): 14–21, 29. ]
- [26] REY S J, MONTOURI B D. US regional income convergence: a spatial econometric perspective[J]. *Regional Studies*, 1999, 33(2): 143–156.
- [27] 孙平军, 修春亮, 丁四保, 等. 东北地区发展的非均衡性与空间极化研究[J]. *地理科学进展*, 2011, 30(6): 715–723.
- 【 SUN P J, XIU C L, DING S B, et al. Regional spatial polarization in the three provinces of northeast China based on the ability of urban agglomeration[J]. *Progress in Geography*, 2011, 30(6): 715–723. 】

## THE TEMPORAL AND SPATIAL EVOLUTION OF CITY INNOVATION DIFFERENCES IN URBAN AGGLOMERATION IN THE MIDDLE REACHES OF THE YANGTZE RIVER

XIAO Gang<sup>1,2</sup>, DU De-bin<sup>1</sup>, Li Heng<sup>1</sup>, DAI Qi-wen<sup>3</sup>

(1. East China Normal University, Institute for Innovation and Strategic Studies, Shanghai 200062, China;

2. Economics Management School of Nanchang University, Nanchang 330031, China;

3. East China Normal University, The Center of Modern Chinese City Studies, Shanghai 200062, China)

**Abstract:** This research was conducted to analyze the evolution of the spatial and temporal pattern in Middle Yangtze River urban agglomeration from 2000 to 2014, using the amount of patent applications as Geographic Concentration Index and Markov chains method from the perspective of time, space and geographical proximity. The study finds out (1) Differences of city innovation in urban agglomeration indicate the tendency that innovation occurrence shifts from highly concentrated to the gradual dispersion, from the core cities to the peripheral city. They also indicate the tendency that there exists high- and low-level convergence reinforcement lock, accompanied with local variation in middle level cities city club convergence; (2) the shift of city innovation patterns in urban agglomeration is correlated with the development levels of city innovation. The narrower the gap between the development levels of city innovation is, the greater probability of shift is, and vice versa; (3) the neighbor Innovative environment has an influence on the temporal and spatial evolution of city innovation differences in urban agglomeration. The geographical proximity effect is not obvious at low and middle level of city innovation type, while it increases significantly at middle and high level.

**Key words:** urban agglomeration in the middle reaches of the Yangtze River; spatial Markov chain; city innovation development differences; temporal pattern