

Spatial Structure and Evolution Analysis of Economic Linkage and Intellectual Capital Linkage in the Yangtze River Delta Urban Agglomeration

Ling Hua* Wang Xuan Wang Jingyong

Nanjing Audit University, Nanjing

Abstract: In recent years, compared with the rapid rise of urban agglomerations such as Guangdong, Hong Kong and Macao, the Yangtze River Delta urban agglomeration is slightly insufficient in terms of development speed and quality. Considering the important strategic position of the Yangtze River Delta urban agglomeration in the process of socialist modernization with Chinese characteristics, it is imperative to explore the problems in the coordinated development of regional economy. In this paper, the entropy weight method, combined with the gravity model and the social network analysis method, are used to simultaneously investigate the evolution of spatial patterns of economic linkages and intellectual capital linkages in the Yangtze River Delta urban agglomeration and the cities within the agglomeration from 2012 to 2017. The research results show that the evolution of intellectual capital linkages in the Yangtze River Delta urban agglomeration is less active than its economic linkages. From the perspective of urban performance, although Jiangsu Province is in a leading position in urban economic linkages and intellectual capital linkages, the progress is slightly lower than that in Zhejiang Province. In addition, the overall economic

linkages and intellectual capital linkages of Anhui Province are relatively weaker compared with other cities.

Key words: Yangtze river delta urban agglomeration; Economic linkage; Intellectual capital linkage; Spatial morphology; Differentiation evolution

Received: 2020-10-16; Accepted: 2020-10-26; Published: 2020-10-30

长三角城市群经济联系与知识资本联系的空间结构及演化分析

凌 华* 王 璇 王敬勇

南京审计大学, 南京

邮箱: linghua@nau.edu.cn

摘 要: 近年来, 相较于粤港澳等城市群的迅速崛起, 长三角城市群在发展速度与发展质量方面稍显不足。考虑到长三角城市群在中国特色社会主义现代化建设过程中的重要战略地位, 探究其区域经济协调发展中的问题刻不容缓。本文采用熵权法, 结合引力模型及社会网络分析法同步考察 2012—2017 年长三角城市群及群内城市的经济联系、知识资本联系空间形态的演进过程。研究结果表明, 相较于经济联系, 长三角城市群知识资本联系的演进活跃度较低。从城市表现看, 江苏省尽管在城市经济联系和知识资本联系方面处于领先地位, 但进步幅度略低于浙江省; 此外, 相对于其他城市, 安徽省的城市整体经济联系与知识资本联系均较弱。

关键词: 长三角城市群; 经济联系; 知识资本联系; 空间形态; 分异演化

收稿日期：2020-10-16；录用日期：2020-10-26；发表日期：2020-10-30

Copyright © 2020 by author (s) and SciScan Publishing Limited

This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



1 引言

随着中国步入经济新常态，中国的经济正积极向高质量阶段发展，行政区经济正向城市群区域经济转变 [1]，区域内各城市借助现代化的交通工具、高速的信息传输网络及综合运输能力，形成一个整体“网络”，促进了人口及生产要素等社会资源的流动，科学技术的更新以及产业结构的升级，使得城市个体之间产生空间联系并进行相互作用和影响 [2]。与此同时，伴随着知识经济时代的来临，经济的发展方式开始逐步从劳动密集型产业向知识密集型产业转变，大量的理论和实践都表明，知识资本正成为驱动城市发展，促进经济增长的关键要素 [3]。区域知识资本是区域内的组织或个人所拥有的，能够用于创造价值的知识与能力，主要由人力资本、创新资本、社会资本等要素构成 [4]，其在当前的知识经济时代可以从宏观、中观、微观等多个角度驱动区域城市群的协调发展。基于宏观视角，知识资本影响了城市的价值创造，促进了社会供求之间的良性互动，并推动了社会的消费需求及投资需求，使得经济持续、稳定的增长，减少经济波动的幅度 [5]；基于中观视角，知识资本在区域内的充分释放促进了新型智慧企业的出现，带动了社会结构的完善，影响了各城市产业重心的转移 [6]；基于微观视角，知识资本作为生产要素，通过产生溢出效应对区域内的企业发展产生显著影响 [7]。总体来说，知识资本对于提高

城市经济发展水平、促进区域经济一体化有着重要作用。另一方面，作为我国目前人口最为集中、经济总量最大的城市群，长三角城市群多年来一直是引领我国经济发展的主力军，也是国家区域经济协调发展的重点布局所在。习近平总书记在2018年11月召开的国际进口博览会上首次将支持长三角区域的一体化发展上升为国家战略，进一步强调了发展长三角城市群对于国家的重要性。然而近年来，相较于粤港澳城市群，长三角城市群在经济、文化、技术创新、交通布局及生态保护等方面的发展优势稍显不足。在此现实背景下，关注长三角城市群之间的经济联系与知识资本联系，探寻其未来发展的动力所在具有重要的战略意义。

2 文献回顾

城市之间的空间联系作为一个综合概念，其覆盖较为广泛，Dematteis从网络联系和地区联系两个维度对城市的空间联系进行了划分[8]，它涉及城市之间的经济、文化、政治、交通等方面。自20世纪40年代G. K. Zipf首次把引力模型引入到城市间相互作用的分析后，在各种与城市空间关系、互相作用的理论逐渐得到丰富的基础上，国内外对于城市群空间联系的研究正从静态的描述向动态解析过渡，即从空间理论的定性描述向运用各种数学模型进行应用的转变[9]。国外学者多从理论与实证、定性与定量相结合的方式对城市的空间联系进行研究，如城市群空间组织的构成、经济联系演进过程等[10][11][12][13][14][15][16][17]。

国内对于城市之间空间联系的研究，主要是从20世纪90年代开始，研究的重点聚焦于城市以及城市所在区域之间的联系，且偏向于空间运输联系的探索[18]。顾朝林，庞海峰采用重力模型法对我国城市之间的空间联系进行测算，并以此为基础刻画了我国城市体系的空间联系状态[19]；周一星，杨家文选择从区域之间的货流联系的变化趋势进行研究[20]。然而，前述研究较少涉及从整体空间形态的角度对于城市群之间经济联系或知识资本联系进行探究。一方面，随着社会网络方法的出现，学者们逐渐尝试从整体网络的角度，对区域之间不同的经济关联进行深入研究[21]。例如周慧、程路恒等基于引

力模型对江淮城市群的经济联系进行测度后发现,虽然江淮城市群的经济联系数值明显增强,但仍存在网络密度低,联系水平有待提高的问题[22];冯晓兵,郑元同,郭剑英从网络结构的角为四川省旅游经济空间网络结构优化提供了意见和建议[23];彭芳梅等则把关注点放在粤港澳大湾区,发现粤港澳内部城市在经济联系方面存在不均衡的现象[24]。另一方面,随着知识资本重要性的不断凸显,城市间知识资本联系的空间关联方面的研究也日益增加,但多从单一的知识资本要素的角度出发,如梁爽、张燕华通过使用莫兰指数、空间误差收敛模型等方法,发现我国城市的人力资本在空间上呈现正相关,京津、长三角区域呈现较高水平的集聚[25];徐梦周等运用社会网络分析法,对浙江省创新联系现状进行了探索,提出要提高浙江省经济的高质量发展,需要重视区域的创新联系及创新要素一体化的建设[26];胡艳和时浩楠选择社会网络分析法对长三角城市群的创新联系关联度进行分析,得出结论:该区域创新联系时普遍存在的,且不存在明显的行政边界[27]。王海江基于GIS网络分析法,对中国中心城市的公路客运网络结构、空间关系进行了探究[28]。

综上所述,现有文献对城市间的空间联系进行分析仍局限于从单一要素视角展开,考虑到不同要素对城市群发展的多维影响及多要素之间的关联性相互影响,本文旨在以长三角城市群的经济联系及知识资本联系作为分析对象,在对26个地级市的知识资本水平进行测度的基础上,试图对长三角城市群及群内城市之间经济和知识资本的关联度及演化过程进行深入探究,为加快我国沿江经济带建设和“一带一路”战略的发展提供一定参考。

3 研究设计与方法

3.1 研究范围

本文的研究范围为长三角城市群,以该区域的26个地级行政区域作为基本空间单元,考虑到各节点城市的经济发展和其他知识资本相关数据的真实性和计算的严密性,从江苏省、浙江省、安徽省以及上海的省级或地市级统计年鉴中选取了2012—2017年的相关数据,把中国行政区划图上查询的城市之间最短公路里程

作为引力模型中的城市距离。指标数据用于反映长三角城市群的经济发展情况以及计算各城市知识资本综合得分。其中,城市的知识资本综合得分通过熵权法计算取得,选取的26个指标涉及人力资本、创新资本以及社会资本,能够对城市的知识资本状况较为完整的表现。本文把2012、2017年作为关键时间节点,对长三角城市之间的经济联系、知识资本联系的空间进行测度,用于反映各个城市之间经济网络及知识资本网络的发育状况,并比较存在的内在差异。

3.2 基于熵权法的城市知识资本评价

熵权法是利用熵的概念对指标体系中的各个数据的指标赋予权重,它根据某一指标观测的客观差异程度来评价其重要程度的大小,并根据各个指标的熵值所包含的信息量的大小来进一步确定其权重的大小。某一观测值的差异性与与其指标的信息熵呈负相关。作为一种比较客观的赋权评价方法,熵权法对于指标信息的衡量更为合理。一方面,这可以帮助尽可能地避免主观因素带来的干扰,另一方面也可以有效保证原始信息可以在指标评价体系中被较好地展现出来。

在熵权法计算城市知识资本综合得分阶段,共有26个研究对象,即长三角城市群地所有城市。关于区域知识资本的具体构成,目前学术界尚未形成统一意见,综合其观点大致可以分为两因素论、三因素论、四因素论、五因素论等,虽然在逻辑上几种方法有一定的差别,但内容上却有一定的相似度。在结合长三角区域具体情况的基础上,本文将知识资本分为人力资本、创新资本、社会资本。其中,人力资本是知识资本中最为核心的部分,作为区域城市未来发展的人力资源基础[29],它对于地区的经济可持续发展起着重要作用,其衡量指标涉及人口数量、教育水平、医疗水平等方面[30];创新资本是区域在科研创新方面的能力或投资,它对于区域未来的发展竞争力起着决定性作用,一般可以用专利申请、科技人员、研发投入等指标去衡量[31];社会资本是以社会组织之间的信任、规范等为基础的,能够有效提高组织运行效率的资本[32],它可以分为信息流动、国家规范、人员流动、物流等方面。结合数据的可获取性,本文选取了共26个明细指标(见表1),并根据以上信息生成了决策矩阵,设参与评价的对象集合为 $M = (M_1, M_2, \dots, M_{26})$, 指标集合为指标 $D = (D_1,$

D_2, \dots, D_{26}), 评价对象 M_i 对指标 D_j 的值为 x_{ij} , 那么形成的评价区域知识资本的决策矩阵就为 $X = (x_{ij})_{m \times n}$ 。

表 1 长三角城市群知识资本评价体系

Table 1 Intellectual capital evaluation system of Yangtze River delta city group

总体指标	一级指标	二级指标	三级指标
区域城市 知识资本	人力资本	人口数量与结构	年末常住人口数(万人)
		教育	普通高等学校专任教师数(人)
			中等职业技术学校专任教师数(人)
			普通高等学校数(个)
			中等职业技术学校数(个)
			普通高等学校在校学生数(人)
			中等职业技术学校在校学生数(人)
		医疗	卫生机构(个)
			卫生机构床位数(个)
		社会保障	基本保险参保人数(人)
	医疗保险参保人数(人)		
	创新资本	创新经费	科学教育支出(亿元)
		创新人员	科研就业人员(万人)
		知识产出	专利申请受理数(个)
	社会资本	国家规范	公共管理和社会组织从业人员数(万人)
		物流	公路货运量(万吨)
			交通仓储邮电业从业人员数(万人)
			邮政业务量(万件)
		信息流动	电信业务总量(万元)
			信息传输、计算机服务和软件业从业人员数(万人)
人员流动		公路客运量(万人)	
环境保障		公路里程数(公里)	
		互联网用户数(万)	
		移动电话年末用户数(万)	
	民用汽车数量(万辆)		
	年末邮局数(个)		

具体的熵权法计算为以下几个步骤：首先，通过把知识资本的各项指标进行标准化处理来避免指标量纲差异以及指标值为负值对评价过程的不利影响，在具体的处理过程中，本文根据指标性质区分出越大越优型以及越小越优型指标，经过标准化后的决策矩阵为数值介于 0 和 1 之间，并且能够等于 0 和 1；其次，通过 matlab 计算各评价指标的特征比重以及指标的权重，最后根据权重计

算长三角城市群各个城市的知识资本综合得分。最终我们得到了2012、2017年长三角城市群26个城市的知识资本综合得分（如表2）。

表2 长三角城市群2012、2017年知识资本综合得分

Table 2 Comprehensive scores of intellectual capital in the Yangtze River delta city group in 2012 and 2017

城市	2012	2017	城市	2012	2017	城市	2012	2017
上海市	0.8903	0.8505	杭州市	0.5055	0.5397	宣城市	0.0523	0.0463
南京市	0.3758	0.3735	嘉兴市	0.1204	0.1289	滁州市	0.077	0.0745
无锡市	0.1863	0.1796	湖州市	0.0673	0.0782	池州市	0.0221	0.0149
常州市	0.1192	0.1151	舟山市	0.0239	0.0237	合肥市	0.301	0.3266
苏州市	0.3554	0.3333	金华市	0.1805	0.1819	铜陵市	0.0141	0.0189
南通市	0.1574	0.1611	绍兴市	0.1333	0.1447	马鞍山市	0.0475	0.0407
盐城市	0.1208	0.1212	台州市	0.158	0.1596	芜湖市	0.0986	0.1009
扬州市	0.0992	0.0878	宁波市	0.2892	0.2845	安庆市	0.1138	0.0870
镇江市	0.0722	0.0581						
泰州市	0.0747	0.0763						

3.3 引力模型修正

作为测算空间关系的经典模型，引力模型被广泛应用于区域、城市之间联系的研究，是用于社会网络分析的前提和基础。经过对相关文献的查阅，长三角城市群的城市经济联系和知识资本联系的引力模型分别如下：

$$\begin{aligned}
 ER_{ij} &= K_{ij} (\sqrt{P_i \times G_i} \sqrt{P_j \times G_j}) / D_{ij}^2 \\
 IR_{ij} &= K_{ij} (\sqrt{L_i \times P_i} \sqrt{L_j \times P_j}) / D_{ij}^2 \\
 K_{ij} &= G_i / (G_i + G_j) \quad (1)
 \end{aligned}$$

公式(1)中的 ER_{ij} 用于表示两城市—— i, j 之间的经济联系， P 为两城市的人口规模，其测度指标为个城市的年末常住人口数。 G 代表城市的经济规模，以长三角城市的GDP作为指标进行测度。 IR_{ij} 表示 i, j 城市之间的知识资本联系， L 表示个城市的知识资本规模，以熵权法计算评价的各城市的知识资本水平为测度指标。考虑到各城市之间的引力具有单向性，差异性，需要引入 K ， K_{ij} 代表城市 i 对 ER_{ij} 的贡献率， K_{ij} 表示 i 对 IR_{ij} 的贡献率。 D_{ij} 表示城市 i, j 之间的距时间离，本研究将城市之间最短公路里程数作为时间距离。

3.4 关联网络的指标测度

在对城市之间的经济联系、知识资本联系进行计算后,文章采用 Ucinet 整体网络分析法对 26 个城市的关联网络进行分析和描述,完成了对整体网络密度、相对中心度、中心势力以及凝聚子群等指标的分析。

3.4.1 整体网络密度

就关联网络而言,网络中城市在经济和知识资本维度上的关联程度与网络密度 Dendity 的大小正相关,整体网络密度的测度公式为:

$$D = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k d(n_i, n_j) / k(k-1) \quad (2)$$

其中, $d(n_i, n_j)$ 用于衡量 i, j 两城市之间实际存在有效联系总数, k 为城市节点数。

3.4.2 网络中心度

某个城市在整体网络中的中心位置程度可以用中心度来衡量,本文选择用相对中心度对城市的空间联系能力进行测算。网络中心度的测算公式如下:

$$C_{D_m} = \sum_{i=1}^k X_{ij} \quad (3)$$

其中, C_{D_m} 指节点 n_i 的点度中心度, X_{ij} 为节点 i, j 间的联系强度。

3.4.3 中心势

中心势适用于表现网络中节点的集中趋势,能够看出整个网络的中心趋势,其计算公式如下:

$$C = \frac{\sum_{j=1}^N (C_{\max} - C_j)}{\max \left[\sum_{j=1}^N (C_{\max} - C_j) \right]} \quad (4)$$

公式(4)中 C 表示中心势, C_{\max} 表示网络中最大中心度的值, C_j 表示各节点城市的中心度。

3.4.4 凝聚子群

通常情况,子群是指在既定的目标、规范的约束下,互相之间进行互动,协同活动的某些城市。根据这一定义,群内的所有的城市之间具有紧密、强烈,或是积极的关系。凝聚子群分析法包括:派系法、CONCOR 法以及 K- 从法等,

本文选取了 CONCOR 法对数据进行分析。

4 实证研究

4.1 网络密度分析

整体网络分析软件——Ucinet 对于多值的计算相对复杂，学术界尚未就数据的标准形式达成统一意见。因此，本文在进行网络密度分析时，将城市之间的经济联系值、知识资本联系值进行了二值化处理，即利用 Ucinet 中的 Dichotomize 功能，对数据进行转换，并将分界值分别设定为 1、5、10 三档，得到了相应的结果（见表 3）。从表 3 中我们可以看到整体网络密度的大小。就经济联系而言，整体网络密度随着时间的推移呈现逐步增大趋势，这表明长三角城市之间经济活动的交往趋于紧密；虽然对比各年各个城市的具体知识资本指标都有明显提高，但从网络密度的视角看，整体知识资本活动的交流有待加强，距离区域协调一体化发展的目标仍有一定差距。作为我国最为重要的城市群之一，长三角城市群对于资金、人才、技术等有着强烈需求，然而目前城市之间知识资本联系网络密度过去几年间几乎处于停滞状态，对该区域的高质量发展形成一定阻碍。

表 3 经济联系、知识资本联系整体网络密度

Table 3 The overall network density of economic connections and intellectual capital connections

年份	1		5		10	
	2012	2017	2012	2017	2012	2017
经济联系	0.8846	0.9231	0.78	0.84	0.4138	0.4769
知识资本联系	0.7692	0.7662	0.6062	0.6062	0.2492	0.2508

在将由修正后的引力模型计算出的联系值以矩阵的形式导入 Ucinet 后，通过软件自带的可视化绘图功能生成了 2017 年长三角城市区域的经济联系、知识资本联系网络结构图，如图 1，图 2 所示。图中的每个节点代表相应的城市，节点之间的连线代表着城市之间的联系。就经济联系网络结构图来看，多数城市

与其他城市保持着较密切的联系,其中密集程度最高的分别是上海、南京、苏州、无锡、杭州、宁波等城市,且处于网络结构图中的核心位置,而对比来看铜陵、池州、安庆、舟山等城市与大多数城市的联系度并不多,连线较为稀疏;与经济联系网络结构图分布相似,在2017年的长三角城市群的知识资本网络结构的中心城市及联系较少的城市基本保持不变,这也在某种程度上反映出城市之间的经济联系与知识资本联系相关度较高。

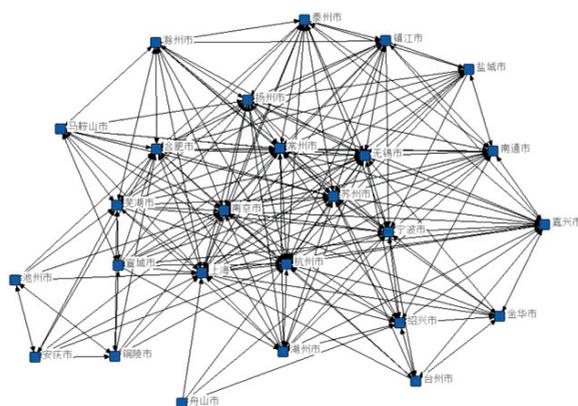


图 1 2017 年经济联系网络结构图

Figure 1 Network structure map of economic connection in 2017

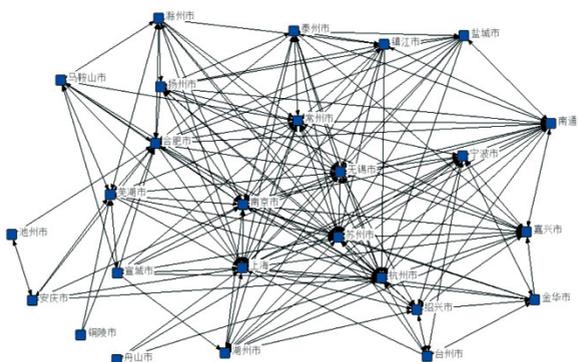


图 2 2017 年知识资本联系网络结构图

Figure 2 Network structure map of intellectual capital connection in 2017

4.2 中心度分析

点度中心度可以反映一个节点在网络中所处的核心地位程度。本文用点度中心度的大小表明某一城市但对于长三角城市群的其他城市的经济、知识资本联系的影响程度，体现该城市在区域的网络中的地位性。点度中心度由绝对中心度和相对中心度构成，鉴于2012、2017年两个时间节点上，长三角城市群的网络规模并未发生变化，为了使结果更好理解，本文选取相对中心度这一指标。

4.2.1 经济联系中心性分析

从城市经济相对中心度值来看，2012年总体的相对中心度值平均值为52，排名前六的城市分别是上海、苏州、南京、无锡、常州以及杭州，这些城市的相对中心度数值远远高于平均值，皆在70以上，尤其上海更是达到了92，表明这些城市在总体的经济联系网络中扮演了更为重要的角色，通过GDP的分布也可以看出，一方面这些城市GDP产值较高，其中上海、苏州更是达到了20128亿元和12011亿元，且以上海、苏州、南京为中心的周边城市GDP表现不俗，实现了较快增长，如马鞍山、滁州、嘉兴、南通等城市实现了超过10%的增长速度。从城市的构成来说，除作为直辖市的上海外，排名靠前的城市几乎都来自江苏，且从省级总体来看，江苏省的城市中心度平均值更是远远高于浙江省和安徽省；虽然在2012年，浙江省、安徽省的个别核心城市表现较好，如杭州、宁波、合肥、芜湖，相对中心度皆在60以上，然而，这两个省的城市相对中心度分布上差异比较大，舟山、池州、铜陵三座城市的表现较差，其数值皆不足30，排名上处于最后3名，且这一状况进入2017年并未得到很好的改善；到了2017年，经济联系性相对中心度平均值为59，各个城市普遍有着较大的增长幅度。上海市达到了100，2017年其GDP总量超过了30000亿元，其周围环绕的城市无锡，苏州、嘉兴，常州等城市当年GDP增速更是超过了14%；2017年城市相对中心度排名有了一定的变化，其中最为明显的是南京、杭州、宁波等城市，南京作为江苏省省会充分发挥了其经济上的带动能力，在排名上仅次于上海，当年GDP超过12000亿元。而从变化幅度上看，杭州市增长幅度最大，排名与南京市并列，2017年GDP增速超过8%。安徽省的城市相对而言，表现不佳，

甚至个别城市相对来说在总体的位置出现了下滑，如马鞍山、安庆两市。

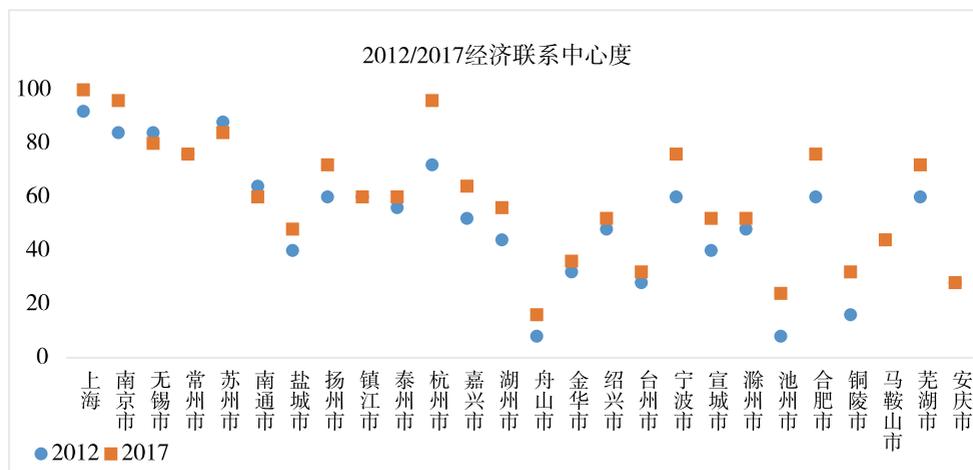


图3 2012/2017年经济联系中心度

Figure 3 Center degree of economic connection in 2012/2017

4.2.2 知识资本联系中心性分析

从知识资本联系的2012、2017年中心性分析结果来看，两年的相对中心度平均值分别为49.2、48，在单年的数值分布上，很多城市并未实现有效的提升，部分城市出现了一定程度的退步，如盐城、扬州等。虽说就个体城市的变化趋势而言，相对于经济联系更为复杂，但变化幅度相对于经济联系更小。2012年相对中心值排名最高的依旧分别是上海、南京、苏州、无锡、杭州等城市，数值在70以上，在这一点上基本与经济联系相似。江苏省的城市相对于浙江省、安徽省而言，起着相对更为重要的作用，步入2017年，增长幅度较大的城市主要有杭州市、合肥市，作为两个省的省会，较好地发挥了核心城市的带头作用。此外，结合两年的城市知识资本联系计算结果，虽然不论是在相对中心度还是联系总量方面，江苏省的城市都处于优势地位，但其部分城市出现了负增长的显现，对比看来浙江省保持了更好的增长势头，这一点在经济联系上也得到了体现。

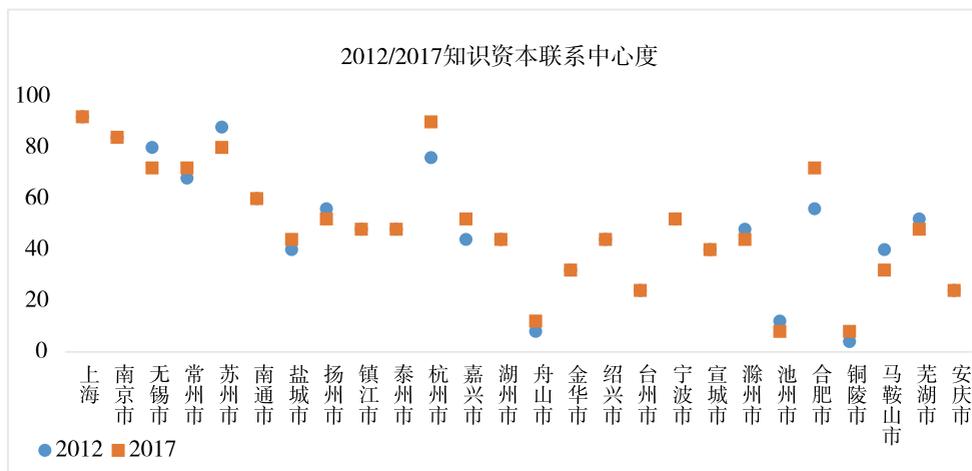


图 4 2012/2017 知识资本联系中心度

Figure 4 Center degree of intellectual capital connection in 2012/2017

总的来说，在整体的中心度分布以及变化上，经济联系在两个时间节点上变化的幅度更大，个别城市的经济联系、知识资本相对中心值出现了退步的现象。具体来看，中心城市的影响力基本处于加强的趋势，2017 年知识资本联系中心度出现下降的无锡、苏州、南通，且当年城市的经济联系中心度表现同样不佳，这在某种程度上反映出区域的经济发展中对于知识资本联系的利用率可能存在着不足。然而事实上，区域的知识资本与经济联系市存在着循环作用的关系，一方面区域知识资本联系可以为区域的经济提供必要的人力支援、技术储备、社会保障、创新资源，它可以帮助加强区域之间的交流与沟通，推动经济发展，同时，当经济得到了快速提高，又能为区域范围内引起技术的变革、人员的流动、基础设施的更新等，同时经济的发展也会引起相关政府部门的关注，并将其视为着力点用以撬动经济的增长，加大对相应的投资资本的软、硬件支持，在一定程度上有利于知识资本的增加 [33] [34]。以舟山、池州、铜陵三市为例，无论是在经济还是知识资本存量上都存在较程度的不足，其 2017 年的经济联系总量和知识资本联系总量分别为 29.9，48，97 及 0.075，0.134，0.155，远远低于平均水平，而正由于这样的情况的出现，两者之间无法形成相互作用的良性循环。

4.2.3 经济联系与知识资本联系的比对

在对城市的相对中心度进行比较之后虽然可以帮助判断某个城市的重要程度，但通过中心势分析可以从整体层面了解网络整体上中心趋势水平如何，实现对城市间的经济、知识资本联系的对称、不均衡的程度的判断。首先，在经济联系方面，2012年的点出中心度为4.553%，点入度为7.969%，2017年点出度和点入度中心势为6.499%，14.86%。在知识资本联系方面，2012年，点出度、点入度中心势分别为4.437%，10.379%，到了2017年分别为6.528%，12.27%。因此在中心势方面，长三角城市群经济联系和知识资本联系点出度点入度都有集中的趋势，中心城市的影响力和被影响力都在增强。

4.3 凝聚子群分析

本文选择使用迭代相关收敛法（CONCOR）对城市数据进行非重叠性的聚类分析，以对城市之间相对“凝聚”团体的分布、联系情况有充分的了解。分析的过程中，将最大分割深度设定为2，可将长三角城市群的26个城市按照结构对等性的原则进行凝聚分类。

4.3.1 经济联系的凝聚子群

2012年和2017年长三角区域各城市的经济联系都有4个子群（如表4第1、2列）从子群的内部看，2012年关联最为紧密的是上海、苏州、无锡、常州南通、盐城及嘉兴子群，其次是镇江、扬州、南京、合肥子群。到了2017年，子群的数量未变，1、3子群仍依次为内部联系最为密切的子群，但具体的组成有了一定的变化，泰州进入了第三子群。不难看出，在两个时间节点上，上海、苏州、无锡、南通、常州等城市仍是经济联系最密切的城市集群，一方面，上海作为中国的最大的金融中心，经济实力雄厚，同时苏州、无锡2012年GDP更是达到了12000亿、7568亿，具有强大的经济辐射能力；另一方面，从知识资本积累的角度来看，这几个城市之间有着相对更加快捷便利的交通网络、丰富的教育资源、创新人员以及城市保障体系，与其他城市保持紧密的知识资本联系，为其经济发展奠定了良好的基础，这也进一步验证了知识资本联系对于城市之间经济联系的加强作用。

表 4 经济联系 / 知识资本联系凝聚子群

Table 4 Cohesion subgroup of economic connection/intellectual capital connection

年份	经济联系		知识资本联系	
	2012	2017	2012	2017
子群 1	上海、苏州、无锡、常州、南通、盐城、嘉兴、泰州	上海、苏州、无锡、常州、南通、盐城、嘉兴	上海、苏州、无锡、常州、南通、盐城、嘉兴、泰州	上海、苏州、无锡、常州、南通、盐城
子群 2	金华、舟山、杭州、宁波、湖州、台州、绍兴	金华、舟山、绍兴、杭州、宁波、湖州、台州	金华、舟山、杭州、宁波、湖州、台州、绍兴	金华、舟山、嘉兴、绍兴、杭州、宁波、湖州、台州
子群 3	镇江、扬州、南京、合肥	镇江、泰州、扬州、南京	镇江、扬州、南京、芜湖、滁州、马鞍山、合肥	镇江、泰州、扬州、南京、滁州、
子群 4	滁州、池州、宣城、马鞍山、芜湖、安庆	宣城、滁州、池州、合肥、铜陵、马鞍山、芜湖、安庆	铜陵、池州、宣城、安庆	宣城、池州、合肥、铜陵、马鞍山、芜湖、安庆

表 5 2012/2017 年经济联系凝聚子群密度

Table 5 Cohesion subgroup density of economic connection in 2012/2017

年份	经济联系子群 1		经济联系子群 2		经济联系子群 3		经济联系子群 4	
	2012	2017	2012	2017	2012	2017	2012	2017
经济联系子群 1	172.41	199.63	19.08	35.44	31.04	35.79	1.98	4.63
经济联系子群 2	35.06	47.50	36.14	66.79	6.99	9.00	1.25	2.62
经济联系子群 3	42.56	55.08	6.78	11.19	120.42	147.04	8.43	14.15
经济联系子群 4	10.157	13.37	3.43	6.75	36.96	46.66	13.464	23.50

进一步地，就子群之间的关联来看，两个时间节点上，以上海、苏州、无锡等城市为核心的子群一直与以南京、镇江、扬州等为核心的城市子群联系最为密切，联系密度分别达到了 172.412 和 199.63，远远高于子群密度的平均值。而对比来看，第 4 子群，无论是 2012 年还是 2017 年，都全部由安徽省的城市构成，虽然其从 2012—2017 年，在与其他子群的经济联系方面处于增长阶段，但无论是子群内部还是与其他子群之间的联系密度都远远低于平均水平。就子群的构成而言，浙江省、安徽省，除了嘉兴、合肥等城市外，存在着相对明显的行政

边界效应，即几乎都由本省城市组成子群。

4.3.2 知识资本联系的凝聚子群

与经济联系相一致，2012年和2017年长三角城市群的知识资本联系同样包含在4个子群（如表4第3、4列）。从子群的内部来看，与经济联系相似，无论是2012年还是2017年，联系最为紧密的子群都包含了上海、苏州、无锡等城市，内部联系密度分别为55.3和76.07，从子群之间的关系来看，2012、2017年由上海、苏州、无锡、常州等城市组成的子群与镇江、扬州、南京等城市的子群联系最为紧密。2012年，以上海为代表的子群1与铜陵、池州、宣城、安庆城市子群的关联度最低，仅仅达到了0.48，而2017年，金华、杭州、舟山等城市子群与宣城、池州、合肥、铜陵等城市的子群关联度最低，仅达到0.99，且其关联度从2012年到2017年的涨幅最低；从子群构成角度来看，两个时间节点的城市子群构成上海、江苏、以及安徽的城市之间存在交集，即子群内部存在几个区域的城市，知识资本联系较为密切，而对比来看，子群2在两个时间节点上皆由浙江省的城市构成，这与浙江省城市与其他城市在区域距离上较远有关。

表6 2012/2017年知识资本联系凝聚子群密度

Table 6 Cohesion subgroup density of intellectual capital connection in 2012/2017

年份	知识资本联系子群1		知识资本联系子群2		知识资本联系子群3		知识资本联系子群4	
	2012	2017	2012	2017	2012	2017	2012	2017
知识资本联系子群1	55.3	76.07	8.22	11.13	7.03	10.55	0.43	1.79
知识资本联系子群2	14.73	20.59	17.52	22.07	2.32	2.60	0.48	0.99
知识资本联系子群3	11.37	16.83	2.78	3.60	29.18	36.03	2.11	5.14
知识资本联系子群4	3.16	4.47	1.64	2.25	6.39	10.03	5.09	8.20

总体来看，就子群构成来看，城市经济联系凝聚子群与知识资本联系凝聚子群的城市构成有一定的相似度，但后者的构成更为丰富；就子群关联程度而言，无论是经济联系还是知识资本联系在子群内部及子群之间均呈现很大程度的进步，且两者之间的增长趋势、幅度较为一致。然而从凝聚子群的结果来看，仍以省内城市凝聚为主，跨省城市形成凝聚子群的比例不高，这也是长三角城

市群的各城市之间经济、知识资本差异加大的原因之一。

5 结论与启示

在运用 Uncinet 软件对长三角城市群经济联系和知识资本联系的空间形态及分异演化格局进行分析后得出了如下结论。首先,整体层面来看,相较于经济联系,长三角城市群知识资本联系的空间形态演进活跃度较低。2012—2017年间,除个别中心城市之外,各个城市在知识联系网络中的位置变化并不大,知识资本联系与经济联系在空间上趋向于分异演化格局;其次,从具体的表现来看,以上海、无锡、苏州等为核心的城市群不断聚集各类经济要素、知识资本要素,并且随着时间的推移,几大核心城市的辐射能力在不断加强,在这一点上,与以往学者的研究结论基本一致,但基于对得到的各城市知识资本联系的进一步分析发现,江苏省的城市在经济联系、知识资本联系网络中一直处于较重要的地位,而杭州、绍兴等在整个城市群的知识资本联系中发挥的作用明显增强的,结合算得的经济联系,从2012—2017年,浙江省的多数城市知识资本相对于中心度值相较于其他城市增长幅度更大的同时,经济中心值有明显的增加,两者发展趋势具有一致性,这表明浙江省的整体的整体经济呈现高质量发展,知识资本在浙江省的经济发展中具有推动作用;相较之下,安徽省的各个城市无论是在经济联系还是知识资本联系,在整体都扮演着相对较弱的角色,并且这一状况随着时间的发展并未得到很好的改善。另外,舟山、池州、铜陵三个城市较为特殊,对比其他城市而言无论是从中心度表现还是城市自身的经济联系、知识资本联系都相对较落,形成了比较孤立的状态,且通过搜集的数据发现,这些城市在具体的知识资本方面表现较差,尤其是其人力资本要素方面,远远低于平均水平。在很大程度上反映了三个城市在发展战略不够明确。最后,从形成的子群的角度来看,江苏省各市及上海形成的群与其他子群保持了较好的联系,且江苏省的城市分布于两个子群。而浙江省及安徽省则局限于本省范围,且安徽城市形成的子群与其他子群的联系相对较弱。

总的来说,虽然长三角城市群作为“一带一路”与长江经济带的重要交会地带,有着完备的产业体系,丰富的教育、科技、劳动力、交通的资源,并在

国家现代化建设大局和全方位的开放格局中处于举足轻重的战略地位,但通过数据分析可以看到,整体存在大城市经济、知识资本发展迅猛,与部分中小城市之际的差距有不断拉大的现象,同时从2012年到2017年,整体网络的知识资本联系的没有得到明显的加强。为了在知识经济时代获取领先优势,长三角城市群应加强城市的知识资本提升,以此推动其经济的高质量发展。具体而言,一方面要保证上海、苏州、南京、无锡、杭州、合肥等各省核心城市的优势发展劲头,充分发挥大城市的辐射能力,聚焦人力资本、创新资本以及社会资本要素的综合进步,为区域经济发展贡献力量。另一方面,江苏省作为长三角城市群中的主力军,虽然在两个指标方面处于领先地位,但部分城市在知识资本和经济联系方面出现了下降的情况,应加强对知识资本联系的重视,引领经济更好更快发展;此外,根据计算的知识资本联系值以及中心度数值发现,目前中心城市数值较高且上升趋势明显,而部分城市的数值过低,与中心城市的差距在不断增大,因此应重视在整体网络中经济联系及知识资本联系较弱的城市的知识资本的提升,如交通建设,教育改革、卫生事业建设、高新技术产业发展等,加强与核心城市的知识资本联系,避免在未来的区域战略发展过程中这些城市出现更为明显的脱节。

基金项目

教育部人文社科基金青年项目(18YJC630091);江苏高校优势学科建设工程资助项目(PAPD)。

参考文献

- [1] 顾朝林. 城市群研究进展与展望[J]. 地理研究, 2011, 30(5): 771-784.
- [2] 张祖敏, 刘士彪. 基于经济联系强度的城市群发展研究——以赣州市为例[J]. 江西测绘, 2019(1): 58-61.
- [3] Viedma J M. CICBS: A Methodology and a Framework for Measuring and Managing Intellectual Capital of Cities [J]. Journal of Knowledge Management

- and Practice, 2004, 2 (1) : 13–23.
- [4] 董必荣, 孙国岩, 史晓明. 论区域知识资本与江苏经济大战 [J]. 金融纵横, 2011 (2) : 17–19.
- [5] 王晓鸿. 区域知识资本对区域经济发展的影响研究 [D]. 兰州大学, 2012.
- [6] 岳玉利. 知识资本对区域经济发展的思考 [J]. 决策与信息 (财经观察), 2008 (8) : 33.
- [7] 苏方国. 城市知识资本的理论述评 [J]. 现代管理科学, 2011 (1) : 106–107+110.
- [8] Dematteis G. Globalisation and regional integration: The case of the Italian urban system [J]. *GeoJournal*, 1997, 43: 331–338.
- [9] 刘晓丽, 方创琳, 王发曾. 中原城市群的空间组合特征与整合模式 [J]. 地理研究, 2008, 27 (2) : 409–411.
- [10] 李俊峰, 焦华富. 江淮城市群空间联系及整合模式 [J]. 地理研究, 2010, 29 (3) : 535–544.
- [11] Friedmann J. The spatial organization of power in the development of urban systems [J]. *Comparative Urban Research*, 1972 (1) : 5–42.
- [12] Griffith D A. Urban dominance, spatial conjectures and empirical implications [J]. *Economic Geography*, 1979, 55: 96–100.
- [13] Garza G. Global economy, metropolitan dynamics and urban policies in Mexico [J]. *Cities*, 1999, 16 (3) : 149–170.
- [14] Kobayashi K, Okumura M. The growth of city systems with high-speed railway systems [J]. *Annals of Regional Science*, 1997, 31: 39–56.
- [15] Morton E O, Kelly. A geographer's analysis of hub-and-spoke networks [J]. *Journal of Transport Geography*, 1998, 6 (3) : 171–186.
- [16] Hodge D C. Accessibility-related issues [J]. *Journal of Transport Geography*, 1997, 5 (1) : 33–34.

- [17] Li Siming, Shum Yi-man. Impacts of the national trunk highway system on accessibility in China [J] . Journal of Transport Geography, 2001 (9) : 39-48.
- [18] 李红锦, 李胜会. 基于引力模型的城市群经济空间联系研究——珠三角城市群的实证研究 [J] . 华南理工大学学报(社会科学版), 2011, 13(1) : 19-24.
- [19] 顾朝林, 庞海峰. 基于重力模型的中国城市体系空间联系与层域划分 [J] . 地理研究, 2008 (1) : 1-12.
- [20] 周一星, 杨家文. 九十年代我国区际货流联系的变动趋势 [J] . 中国软科学, 2001 (6) : 85-89.
- [21] 张荣天, 焦华富. 镇江市土地利用格局演变与情景模拟 [J] . 经济地理, 2015, 35 (10) : 156-162.
- [22] 周慧, 程路恒. 江淮城市群经济联系及其空间网络特征分析 [J/Ol] . 金融理论与教学: 1-10. [2019-09-15] .
<https://doi.org/10.13298/j.cnki.ftat.20190418.001>.
- [23] 冯晓兵, 郑元同, 郭剑英. 四川省旅游经济空间网络结构优化研究 [J] . 西华大学学报(哲学社会科学版), 2017, 36 (3) : 71-78.
- [24] 彭芳梅. 粤港澳大湾区及周边城市经济空间联系与空间结构——基于改进引力模型与社会网络分析的实证分析 [J] . 经济地理, 2017, 37 (12) : 57-64.
- [25] 梁爽, 张燕华. 我国城市人力资本空间分布特征与收敛性研究 [J] . 科技与经济, 2019, 32 (4) : 71-75.
- [26] 徐梦周, 潘家栋. 浙江省域经济联系与创新联系的空间形态及分异演化格局 [J] . 浙江社会科学, 2019 (4) : 36-44+68+156.
- [27] 胡艳, 时浩楠. 长三角城市群城市创新的空间关联分析——基于社会网络分析方法 [J] . 上海经济研究, 2017 (4) : 87-97.
- [28] 王海江, 苗长虹, 牛海鹏, 等. 中国中心城市公路客运联系及其空间格

- 局 [J]. 地理研究, 2016, 35 (4): 745-756.
- [29] 董必荣, 凌华, 陈效林. 江苏区域知识资本的测算与比较分析 [J]. 产业与科技论坛, 2010, 9 (10): 51-55.
- [30] Pelinescu E. The Impact of Human Capital on Economic Growth [J]. *Procedia Economics and Finance*, 2015 (22): 184-190.
- [31] 潘忻. 城市知识资本的衡量: 以南京为例 [J]. 江苏统计, 2003 (1): 25-27.
- [32] Putnam R. *Marking Democracy Work Civic Tradition in Mordern Italy* [M]. Princeton University Press, 1993.
- [33] 刘杜娟, 任晓斌. 区域知识资本与区域经济发展 [J]. 智能城市, 2016, 2 (10): 31.
- [34] 何卫红, 易莹莹. 区域知识资本对经济发展的影响研究 [J]. 商业时代, 2012 (34): 137-139.