

钟业喜,冯兴华,文玉钊.长江经济带经济网络结构演变及其驱动机制研究[J].地理科学,2016,36(1):10-19.[Zhong Yexi, Feng Xinghua, Wen Yuzhao. The Evolution and Driving Mechanism of Economic Network Structure in the Changjiang River Economic Zone. Scientia Geographica Sinica, 2016,36(1):10-19.] doi: 10.13249/j.cnki.sgs.2016.01.002

长江经济带经济网络结构演变及其驱动机制研究

钟业喜¹,冯兴华¹,文玉钊²

(1. 江西师范大学地理与环境学院/鄱阳湖湿地与流域研究教育部重点实验室,江西 南昌 330022;

2. 南京师范大学地理科学学院,江苏 南京 210023)

摘要:在构建城市间经济联系网络基础上,从网络密度、中心性、核心-边缘结构、QAP分析等角度对1988~2012年长江经济带经济网络结构演变及其驱动机制进行深入分析。结果表明:长江经济带经济联系网络结构日趋成熟,三大经济地带内城市内聚性显著增强但地带间差异逐渐缩小,经济网络向均衡化发展;城市度中心性整体持续下降,经济网络出现多核心趋势,城市介中心性高值区的梯度推移特征明显;“核心-边缘”结构分析显示核心度高值区呈片状格局,高核心度城市由“质大量少”向“质小量多”转变,经济网络的“核心-边缘”结构呈组团式发展,组团内形成各自核心城市;QAP分析显示经济全球化、要素集聚与扩散、产业升级、交通技术创新与城市群建设等机制共同驱动着长江经济带经济联系网络的演变及优化重组。

关键词:修正引力模型;社会网络分析;经济网络结构;长江经济带

中图分类号:K902 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-0690(2016)01-0010-10

经济联系网络是以区域为载体、以经济活动为基础,通过要素流动网络和交通扩散通道联结不同等级、规模城市及其影响范围,形成的点、线、面紧密联系的有机系统,是空间联系网络的核心组成部分。经济联系网络通过其负载能力和扩展能力的强化,可以提升要素流通的广度和密度、加强与其他经济网络的联系,为区域经济协调发展提供动力。

国外对经济联系网络的研究呈现出理论与实证^[1,2]、定性与定量^[3,4]相结合的特征,研究了城市间的空间、功能互补关系^[2];商业银行间资金流动^[3];城市间创新及其传播网络关系^[4]。国内的研究对经济联系网络的研究相对较晚,但随着国外理论的引进以及技术方法的进步,立足区域现状的创新性研究大量出现。21世纪以来,国内的相关研究呈现出3个显著趋势:研究对象方面,由单个城市^[5]向多个城市^[6]、城市集群^[7,8]方面变化;研究视角方面,从集中在城市经济流^[9,10]、旅游流^[11]、人口流^[12]等开始向基于大数据支撑下的信息流^[13]、产业流^[14]等

转变;研究方法方面,在传统的引力模型^[9]、重力模型^[15]等数理统计方法的基础上引入图论^[9]、社会网络分析法^[10-13]等方法。总体来看,国内外对经济联系网络研究虽呈现视角多元化、方法多元化特征,但对传统的城市经济联系分析多停留在静态层面、相关研究未能突出经济联系网络的演化特征;同时,经济联系网络作为地理学重要研究内容,研究方法中缺乏相关地理空间分析方法的融入。

长江经济带是继中国沿海经济带之后,最具有竞争力和发展潜力的第二大经济带,在中国经济发展进入“稳增长、调结构”的重要时期,启动长江经济带的建设显得尤为重要^[16]。按照国家的顶层设计,长江经济带不仅要打造成具有全球影响力的内河经济带与国家经济增长新的支撑带,还要成为东中西部协调发展、沿海沿江沿边全面开放的示范带。虽然近年来沿江省份社会经济实现了较快发展,立体交通网络初步成型,但作为一个包含9省2市的巨型区域,内部不同区域之间的资

收稿日期:2014-12-12;修订日期:2015-03-07

基金项目:国家自然科学基金项目(41161021)、鄱阳湖湿地与流域研究教育部重点实验室(江西师范大学)开放基金资助项目(PK2013004)资助。[Foundation: National Nature Science Foundation of China (41161021), Key Laboratory of Poyang Lake Wetland and Watershed Research, Ministry of Education (Jiangxi Normal University) Open Fund Project (PK2013004).]

作者简介:钟业喜(1973-),男,江西赣州人,教授,主要从事经济地理与空间规划研究。E-mail: zhongyexi@126.com

源禀赋与经济发展状况差异极大,区域发展一体化格局远未形成,内部碎片化、非均衡化的发展痕迹仍十分明显。本文以长江经济带内地级以上城市为基本研究单元,利用修正引力模型、社会网络分析并结合 ArcGIS 空间分析方法,对长江经济带城市空间经济联系演化特征及其驱动机制进行深入分析,以期对长江经济带实现协同共生发展及区域一体化发展提供参考。

1 研究区域、数据来源及研究方法

1.1 研究区域

依据《国务院关于依托黄金水道推动长江经济带发展的指导意见》,长江经济带空间范围包括沪、苏、浙、皖、赣、鄂、湘、渝、川、贵、云等 11 省市。长江经济带是兼顾了自然地理环境、人文脉络、经济区的整体功能和行政区的完整性等诸多因素的一种经济区形式,它以流域为基础、以长江为纽带、以城市经济区为基本单元的宏观协作经济带^[17]。研究以长江经济带内 110 个地级以上城市为基本研究单元,对长江经济带城市空间经济联系演化及其机制进行深入分析和探讨。

1.2 数据来源

1.2.1 经济与社会发展统计数据

数据资料主要来自 1989 年、2002 年及 2013 年《中国城市统计年鉴》^[18-20],为保证区域研究基本单元的一致性,研究以 2001 年地级以上城市为标准。

1.2.2 时间成本距离矩阵数据

以 1:400 万基础地理数据为基础,进行 Gauss Kruger 投影转换,提取交通网络、城市节点等数据。将 1988、2001、2012 年长江经济带 11 省市交通路网图进行配准、矢量化完善至基础地理数据的交通网络数据中,形成长江经济带道路交通网络图。在 ArcGIS 9.3 软件平台下利用空间分析模块进行可达性分析,提取两两城市间的时间成本距离,构成长江经济带城市间时间成本距离矩阵。

1.3 研究方法

1.3.1 修正引力模型

从城市经济联系量的角度来看,城市“质量”主要侧重于城市经济发展水平,经济总量是质量测度的首要指标,人、土地作为经济活动的主体及客观载体,与城市发展“质量”存在显著相关性,所以人口规模及土地面积是评价经济联系的重要指

标;区域空间存在非均衡性和复杂性特点,本研究在充分考虑现实交通因素影响下采用可达性测度城市间时间成本距离,构建城市时间成本矩阵;而城市间经济联系存在非对等性,为突出经济联系网络的有向性,研究以城市“质量”占两联系城市质量之和的比重来修正经验常数 K ;距离衰减系数依据 Taaffe 的实证研究确定为 2^[21]。综上,修正引力模型为:

$$F_{ij} = \frac{E_i}{E_i + E_j} \times \frac{\sqrt[3]{E_i} \times \sqrt[3]{E_j}}{T_{ij}^2}, E_i = S_i P_i G_i, E_j = S_j P_j G_j \quad (1)$$

式中, F_{ij} 是城市 i 对城市 j 的经济联系强度, E_i 、 E_j 分别为城市 i 、 j 的经济质量, T_{ij} 为城市 i 、 j 间的时间成本距离, S_i 为城市 i 的建成区面积, P_i 为城市 i 的平均人口, G_i 为城市 i 的国内生产总值。

利用修正引力模型计算得到 1988、2001 及 2012 年 3 个时间断面下两两城市间的经济引力并利用二值化计算表示各城市间是否具有经济联系关系,最终构建了 3 个时间断面下的长江经济带城市经济联系有向网络数据集。

1.3.2 社会网络分析法

社会网络分析是一种结构主义视角下的量化分析方法^[22],2000 年以来,开始被引入地理学研究中。本文在 UCINET6.0 软件支持下,应用社会网络分析方法对城市经济网络结构进行定量分析。

1) 网络密度。该指标反映网络中各城市间经济联系的紧密程度,经济网络密度越大,城市间经济联系越紧密。计算公式为:

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

式中, D 为网络密度, k 为城市节点数, $d(i,j)$ 为城市 i 与城市 j 间的经济联系量。

2) 网络中心性。中心性反映各城市节点在经济网络中所处的位置,有 3 种表现形式:度中心性、介中心性及亲近中心性。而亲近中心性分析对网络的完备性要求十分严格,且与度中心性呈现高度相关性,因此用途相对较少。

度中心性可以测量网络中城市自身的交往能力。度中心性越高,城市核心竞争力越强。计算公式为:

$$C_D(i) = \sum_{j=1}^n X_{ij} \quad (3)$$

式中, $C_D(i)$ 为 i 城市度中心性, X_{ij} 为城市 i 、 j 间的经济联系量, n 为与城市 i 有经济联系的城市个数。

介中心性表示两个非邻接城市间的经济联系依赖于其他城市的程度,反映一城市对其他城市间经济联系控制程度。计算公式如下:

$$C_B(i) = \sum_j \sum_k \frac{g_{jk}(i)}{g_{jk}} \quad (4)$$

式中, $C_B(i)$ 为城市介中心性, g_{jk} 为城市 j 和城市 k 间存在的捷径数目; $g_{jk}(i)/g_{jk}$ 表示城市 i 处于城市 j 和城市 k 间捷径上的概率。

3) 核心-边缘结构分析。核心-边缘结构是由城市相互联系构成的一种中心紧密相连、外围稀疏分散的特殊结构^[23], 可以用来反映某一城市在经济网络中的地位或重要程度, 判断网络中的核心成员。核心度及核心-边缘结构在城市间经济联系矩阵基础上通过 UCINET6.0 中的 NET-WORK/Core & Periphery 模块来进行计算。

1.3.3 QAP 相关分析

QAP 相关分析是以重抽样为基础通过两个 1-mode 的 $N \times N$ 矩阵中各个格值的相似性, 给出两个矩阵间的相关系数, 并对系数进行非参数检验; 而以矩阵数据的置换为基础, 可以对矩阵进行相关和回归分析^[12]。为消除不同网络数据的量纲, 先采用极差标准化法对经济联系网络的自变量差值网络矩阵数据进行处理, 再使用 QAP 相关分析对经济联系网络的驱动机制进行相关和回归分析。

2 长江经济带经济网络结构演变分析

2.1 网络密度演变分析

1988~2012 年, 长江经济带城市经济网络变化明显, 网络结构趋于复杂, 城市整体网络密度由 0.005 2 急剧增长至 0.427 4, 城市经济联系网络呈迅速扩张趋势, 但区域内经济联系网络结构松散。由三大经济地带内及地带间网络密度分析可知: 地带内网络密度差异较大但缩小趋势明显, 整体呈“东部>中部>西部”格局; 地带间联系很不均衡, 大量的经济联系出现在东部城市与中部城市之间, 但东西部、中西部间的相互联系也得到显著提升, 地带间经济联系网络密度总体呈“东中部>中东部>东西部>中西部>西中部>西东部”的分异格局。东部经济地带经历了集聚阶段、弱扩散阶段和强扩散阶段; 2001 年, 其对中部城市间的经济联系网络密度略高于中部地带内密度, 一方面表明东部经济地带辐射带动作用增强, 其对中西部地区的资金、技术支持及产业转移为东中部城市

间经济联系的加强起到显著的促进作用, 另一方面也说明长江中游城市群受行政隶属关系、区域发展政策等因素影响, 区域一体化发展进程缓慢; 2012 年, 东部经济地带进入强扩散阶段, 其对中部及西部经济地带的联系密度达到 0.812 1、0.199 1。中部经济地带由于“承东启西”的地理区位, 其对东部城市的经济联系显著提升, 而对西部城市的联系则有待进一步增强。西部经济地带自身经济实力虽得到显著提高, 但其对区域中东部城市的联系仍较少; 至 2012 年, 经济联系密度分别为 0.103 8、0.093 8, 仅占区间联系的 5.28% 和 4.8%, 经济联系状况需进一步改善。

2.2 网络中心性演变分析

1988、2001 和 2012 年, 城市度中心性值域区间分别为 (0.001 846, 3.849 59)、(0.001 009, 3.133 59)、(0.000 738, 2.232 29); 值域区间持续缩小表明城市度中心性整体差异逐渐缩小, 城市经济联系趋于协调, 经济联系网络呈现出多核心趋势。3 个时间断面下, 上海市、南京市、杭州市、苏州市、无锡市等 5 个长三角中心城市始终稳居前六, 这类城市区位优势优越, 经济集聚及扩散能力强, 对整个经济网络具有较强的辐射力; 而中心度位于前 20 位城市主要为沿海重要节点城市及各省省会城市。对城市度中心性进行反距离权重差值分析, 结果显示: 1988~2012 年, 度中心性地理分布格局均由三大“高地”、一个“高地连绵区”和一个“低谷连绵区”组成; 武汉城市圈高地、长株潭高地及成都高地范围逐渐缩小, 而重庆逐步发展成一个高地; 以沪宁杭为核心的“高地连绵区”产生的遮蔽效应基本覆盖长三角地区, 但随着区域内其他城市实力的增强, 其覆盖范围呈缩小趋势; “低谷连绵区”主要位于区域西南地区, 该地受地处边缘地带、经济基础薄弱、城市辐射不强等因素影响显著。城市度中心性格局演变表明城市间经济联系随着城市综合实力的提升及交通方式的改善而不断加强, 导致了城市度中心性的整体下降。

3 个时间断面下, 城市介中心性值域分别为 (0, 0.575 368)、(0.000 003, 31.382 9) 和 (0.000 006, 7.328 35), 其变化表明区域城市介中心性大致经历了均衡、非均衡和相对均衡 3 个阶段, 网络由简单逐步向复杂演变。对城市介中心值进行反距离权重插值分析, 结果显示: 1988 年, 介中心性高值区主要位于长三角地区, 而中西部城市介中心性

极弱;2001年,高值区在长三角地区范围急剧缩小,而形成了皖江城市带、长江中游城市群、成渝经济走廊及滇中城市群等多个高值区,尤其是处于区域核心地位的武汉市及重庆市,所产生的“遮蔽效应”十分明显;2012年,区域内形成了以长江、沪昆铁路为串线的串珠状高值区,其中成都、重庆、贵阳、昆明、南昌的中介效应明显增强,其“遮蔽范围”持续扩大,而长三角高值区范围进一步收缩。3个时间面下,中介效应高值区格局大致呈由东向西的迁移格局,这与中国经济发展的梯度推移规律呈正相关性。

2.3 核心-边缘结构演变分析

基于城市经济联系的核心-边缘结构能判断出经济网络的核心节点和边缘节点,并能通过个体核心度量化核心节点对边缘节点的带动效应,这种效应与前两类中心性相比,对城市的地理分布依赖性更低^[9]。1988~2012年,城市核心度的标准差由0.089下降至0.045,非均衡指数由0.056下

降至0.003;说明长江经济带内城市核心度的绝对差异及相对差异均呈缩小趋势,城市经济联系空间分布趋于均衡。城市个体核心度显示3个时间断面下,基于核心度的城市位序发生显著变化;前6位城市空间分布由集聚向分散转变,并呈现出西迁趋势。1988年,核心度居于前6位的城市均处长三角地区,分别是上海、无锡、苏州、镇江、常州及南京;2001年,核心度居于前6位的城市分别为南京、合肥、苏州、常州、扬州及无锡;2012年,前6位城市则为南京、合肥、武汉、南昌、长沙及杭州。核心度空间分布图(图1)显示:1988~2012年城市核心度值域范围持续缩小;区域核心高值区由“单个连片集聚区”向“多个连片集聚区”发生转变,高核心度城市由“质大量少”向“质小量多”转变,逐步形成了2012年星云状多核心分布格局。

在UCINET软件支持下,以城市核心度为基础生成3个时间断面下的“核心-边缘”结构图(图2)。从结构形态来看:1988~2012年,长江经济带

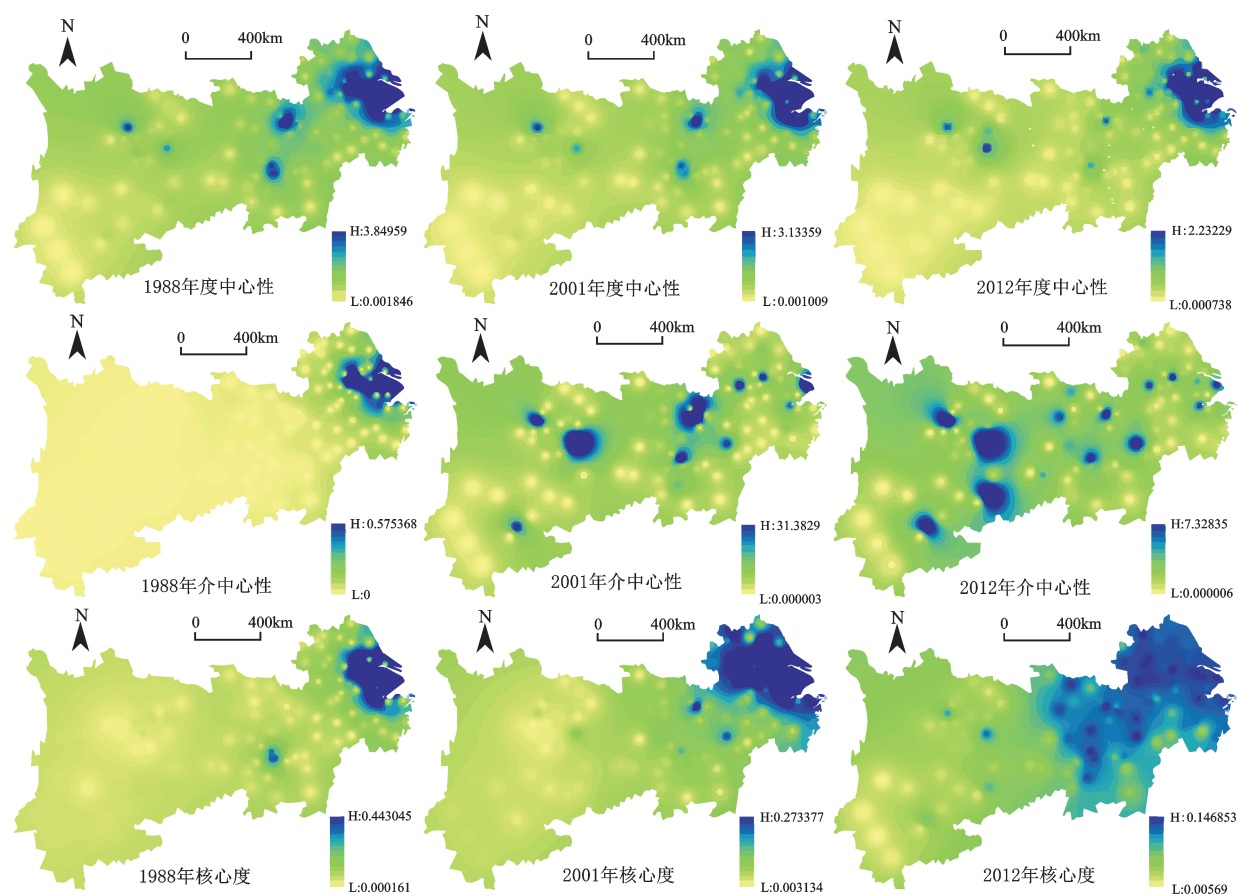
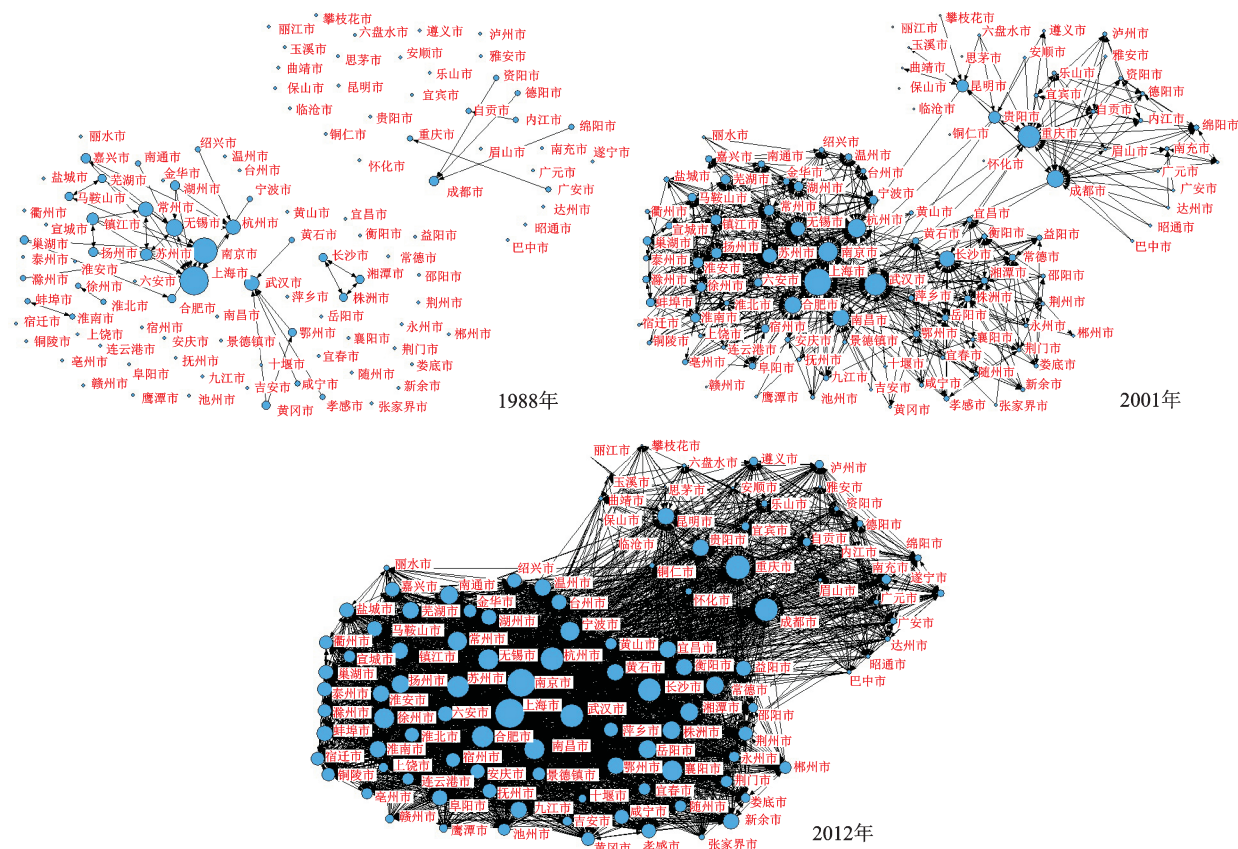


图1 长江经济带城市中心性及核心度空间分布格局

Fig.1 The spatial pattern of cities' centrality and coreness in the Changjiang River Economic Zone



图中点为核心度,点越大核心度越大

图2 长江经济带经济网络“核心-边缘”结构演变

Fig.2 The evolution of economic network “core-edge” structure in the Changjiang River Economic Zone

经济网络的板块化格局逐渐形成,各板块随着经济发展格局的演变其密度得到显著提高。1988年的区域“核心-边缘”结构基本代表了改革开放初期长江经济带的经济网络格局,网络结构处于板块化前期,仅在长三角地区初步形成以上海、南京和杭州为核心的“核心-边缘”板块,区域城市经济联系基本处于孤立状态。2001年,网络结构处于板块化发展期,经济带内板块结构明显、边界清晰,区域“核心-边缘”结构显著,该时期区域内形成典型的“双板块”格局,即:长江中下游网络板块和长江上游板块;同时,上游板块内经济网络再次分裂为成渝及云贵两大次板块区。2012年,网络结构基本处于板块化后期,板块内及板块间经济联系显著增强,长江上游板块内联系逐渐增强,板块边界逐渐模糊,但长江经济带“双板块”格局仍然较为明显。从城市个体属性来看:长江经济带内城市出现核心型城市、边缘型城市及孤立型城市;1988~2012年,长江经济带经济网络的“核心-

边缘”结构逐步形成,孤立型城市随城市经济发展及城市间经济联系的增强逐渐融入结构。1988年,网络核心城市数量较少,主要有:由上海、南京及杭州组成的核心城市圈、武汉及成都;区域内多为孤立型城市。2001年,网络核心城市数量增多,在两大板块内基本形成各自的“核心-边缘”格局:以上海、南京、杭州、武汉等为核心城市形成中下游城市组团,以重庆、成都为核心形成上游城市组团发展;这一时期出现郴州、赣州、昭通等边缘型城市及思茅、临沧、丽江等孤立型城市;分析这两类城市出现的原因主要有:城市的极化效应弱、聚集能力不足,城市经济实力不强;城市周边缺乏大中城市的扩散,与外界经济联系较弱;地理区位处于边缘地带,交通条件欠佳。2012年,随着经济发展步入转型时期,网络结构中核心城市显著增多,孤立型城市被完全纳入到整个经济网络中,板块间联系持续加强。总体来看,长江经济带经济网络“核心-边缘”结构逐渐形成组团发展态势;核心

城市数量持续增加,孤立型城市迅速减少;各组团间经济联系仍有待进一步加强,经济网络特征与长江经济带经济发展格局的现实情况大致吻合。

3 长江经济带经济网络驱动机制分析

3.1 驱动因子指标选取

经济网络结构的形成和演化是城市间经济相互作用在区域空间内的客观反映,各种动力机制在相互作用后形成的辐合力驱动着这一过程的实现,并通过驱动力度的改变促进网络结构的优化重组。首先,交通技术作为实现城市之间各类“流体”交往的空间载体,是区域经济网络形成与发展的基础;交通技术创新带来的“时空压缩效应”可以缩短城市间距离、降低生产要素流动成本,而在技术创新支撑下的新型交通通道进一步完善区域交通网络并引导着城市空间的拓展方向,促使经济网络进行优化扩展。其次,城市间经济联系的主要内容为资金流、信息流、技术流等“流体资源”,它们在各类通道支撑下实现向合理地域内集聚和扩散,提升城市发展质量,使得城市间联系更加紧密,因此要素的集聚和扩散作用是促使经济网络演变的重要作用机制。城市经济以产业联系为纽带,产业结构的完善与升级对经济联系的加强起到促进作用,使得城市间形成有效组团^[24]。同时,随着城市群建设逐步成为区域经济发展的中坚力量和战略支撑点,群内城市因这一政策机制推动而加强产业协作、资源共享,增强城市经济联系;因此,城市群建设对经济联系网络的完善与扩展具有重要作用。最后,在“时空距离”急剧压缩的今天,全球经济联系逐步趋于网络化,这也促使经济要素实现跨区域流动并实现其优化配置,从而推动城市经济实力的增长,实现经济网络的优化升级。

基于上述分析,本文从交通技术创新、资源集聚与扩散、产业结构、城市群建设、经济全球化等维度考察长江经济带经济联系网络的驱动机制。其中,交通技术创新主要通过高铁、动车列车班次和时间成本矩阵反映,列车班次数据利用极品列车时刻表(2012年3月28日版本)搜集110个城市间的DG车列车班次矩阵,时间成本则利用百度地图查询功能得到;城市群建设对经济联系网络的作用较难量化,本文在方创琳^[25]等人根据城市群空间范围识别标准识别后的空间范围基础上引入虚拟变量1和0,其中1代表两城市同属一个城市

群,否则为0;产业结构用二三产业比重、二三产业从业比例表示,其完善与升级表现为第三产业比重和第三产业从业比例的增加;资源集聚与扩散分别用全社会固定资产投资总额和社会消费品零售总额表示,因为固定资产投入反映了城市资本的集聚能力,而消费品零售总额反映了城市市场发育状况,市场发育状况越好表明城市商品的购买和销售能力越强,则资源的流通扩散作用往往越强;经济全球化则通过实际利用外资金额表示。综合考虑经济网络演变、城市差异对经济联系强度的影响,本文计算出以上要素的差值矩阵,为消除量纲影响对其进行极差标准化,最终构建了以极差标准化后的要素差值矩阵为自变量、经济联系网络为因变量的分析模型,并通过QAP相关分析检验现有因素对长江经济带经济网络演变的解释力。

3.2 驱动机制结果分析

模型中的自变量取自城市联系的差值,因此表中相关系数为正表明城市间联系越大,对经济联系网络的完善与扩展促进作用越大;相关系数为负表明差值越大,城市经济联系越小,对经济联系网络的扩展升级起制约作用。由QAP相关分析(表1)可知:要素集聚与扩散、产业结构升级、经济全球化水平、交通技术创新及城市群建设对经济联系网络都产生了显著影响,其中要素集聚与扩散、产业结构升级、经济全球化水平、城市群建设为正相关,说明这些驱动机制对经济联系产生积极影响,较强的经济联系往往出现在要素集聚与扩散能力强、产业结构相似或相对完备、全球化水平高的城市间;城市群建设随着经济联系网络的完善影响力逐渐缩小;而在交通技术创新中,新型交通工具的利用对城市间经济联系为正相关,表明高铁、动车产生的“时空压缩效应”对沿线城市经济联系的加强作用明显,而时间差值矩阵与经济联系差值矩阵呈负相关,说明城市间时间成本越大,经济联系越小,这与引力模型的解释基本一致。

选取所有自变量与经济联系网络进行回归分析,模型对自变量的变异的解释为63.2%。由于模型中有多个变量未能通过显著性检验,因此,通过逐步回归剔除无显著意义的变量,模型解释力稍有上升,为63.4%。结果表明社会消费品零售额对经济联系网络的增强具有显著影响,符合经济联系往往出现在集聚作用较强的城市这一假设;城

表1 长江经济带经济联系网络演变驱动机制分析

Table 1 The mechanism of economic network in the Changjiang River Economic Zone

自变量	自变量解释	因变量(长江经济带经济联系网络)		
		QAP 相关分析	QAP 回归1	QAP 回归2
城市群建设	0-1 网络	0.168***	-0.032***	-0.035***
要素集聚与扩散	全社会固定资产投资额差值网	0.737***	0.431***	0.432***
	社会消费品零售额差值网	0.674***	-0.355***	-0.365***
产业结构升级	二三产业比重差值网	0.448***	0.349***	0.303***
	二三产业从业比重差值网	0.391***	-0.045	
交通技术创新	DG 车列车班次差值网	0.390***	-0.012	
	时间矩阵差值	-0.091***	0.131***	0.132***
经济全球化	实际利用外资额差值网	0.710***	0.620***	0.625***
R^2			0.635	0.635
调整后 R^2			0.632	0.634

注:1.两次回归常数项均为0;2.***表示在0.01显著性水平下通过检验。

市群建设对局域经济联系的增强作用明显,但随着全局经济联系网络的完善其影响作用相对降低;而二三产业从业比例、DG 车列车班次对经济联系网络的意义不再显著,分析其原因可能是二三产业从业比例高的地区,其二三产业比重较高,因此经济联系网络主要受产业比重的驱动相对明显;同理,DG 车列车班次作为交通工具的革新,是影响时间成本的重要方面,因此时间成本能较好的体现交通创新的驱动作用。

3.2.1 经济全球化驱动机制

1988~2012年,长江经济带内城市平均实际利用外资由3 226.6万美元增长至83 196.5万美元,增长近26倍;城市间平均联系量急剧增长,但标准差系数呈缩小趋势。随着长江经济带逐渐融入全球经济网络中,城市间经济联系显著增强,区域经济联系网络范围持续扩大;同时,在全球经济要素的合理流动下,区域经济网络发展差异逐渐缩小,经济网络结构将得到进一步优化。

3.2.2 要素集聚与扩散机制

长江经济带地域辽阔、资源丰富,这为要素资源的流通创造了基础性条件。1988~2012年,长江经济带内城市平均固定资产投资额由63 235万元增长至7 495 619万元,社会消费品零售额由116 777万元迅速增长至5 118 955万元。这一时期,城市间的资金流、信息流等资源流动愈加频繁,城市间经济联系日益密切。而上海市、南京市、武汉市三大核心城市占据区域固定资产投资总额比例由35%迅速下降至20.7%,占据社会消费品零售额比例由30.8%下降至27.1%,区域内城市要素集聚和扩散功能逐步增强,城市经济发展相对均衡、

城市经济网络逐步完善、资源流通过程多元化,核心城市对全域经济联系网络的控制力逐渐减小。同时,核心城市对局域经济联系网络影响较明显,其通过集聚机制吸收周边资源而在地方区域内逐步形成要素集聚区(如:上海市-长三角地区、武汉市-长江中游城市群、重庆市-成渝城市群),这些集聚区拥有较强的经济能量,这些经济能量最终将通过区域的扩散机制释放出来,从而带动区域经济发展。

3.2.3 产业升级驱动机制

1988~2012年,区域产业升级与经济网络格局呈显著的正相关,长江经济带产业升级呈现出显著的梯度推移特征:东部经济地带地理区位、信息、资金等优势明显,地带内产业由加工业、重化工业等逐渐转向高新技术产业、服务业等为主;中部经济地带因其资源较为丰富,承东启西的地理区位有助于承接东部地区的产业转移,依据自身特色,逐步完成产业体系的升级,形成以机械制造业、化工业及旅游业为主的产业体系;西部经济地带自然资源丰富,产业升级主要依托东中部的产业转移形成自身特色产业体系(如:资源密集型产业、旅游业等)。三大经济地带在产业升级的基础上,逐步形成了以上海、南京、武汉及重庆为核心的四大特色产业圈,而继续推动区域产业升级、增强区域产业联系将有利于促进以市场为核心,以互补为基础,以共赢为根本,以开放为动力,形成东西互补、海陆联动、双向开放、开边出海的区域产业新格局的发展^[24]。

3.2.4 交通技术创新驱动机制

1988~2012年,长江经济带内城市间时间成本平均值由1 046.2 min下降至431.3 min,速度提升

近1.5倍,这得益于交通路网的完善及交通技术的革新。随着长江经济带步入立体交通网络时期,高速铁路、高速公路建设进入新一轮热潮,依托交通轴线逐步形成的廊道经济,缩短了城市间时间成本距离,提升了城市经济联系强度。其中,高速公路的修建提升了地区交通通道密度,对地带内经济网络密度的改善作用显著;而以沪汉蓉高铁、沪昆高铁为代表的高铁网络格局在经济带内逐步形成,城市间“时空距离”进一步压缩,促使城市间要素资源的充分流动,对地带间经济联系的增强及网络差异的缩小起到重要作用。

3.2.5 城市群建设驱动

1988~2012年,长江经济带形成了长三角城市群、武汉城市圈、成渝城市群及滇中城市群等多个城市群,其中:皖江城市带向东逐步融入长三角地区;武汉城市圈、环鄱阳湖城市群及长株潭城市群进一步加强联系,形成“中三角”;而成渝城市群、滇中城市群及黔中城市群由于地理区位欠佳、交通通达性较差等原因,经济联系较为弱小,形成了成渝和云贵两大城市群体,“西三角”发展进程相对缓慢。城市群的形成对经济网络的“核心-边缘”结构影响显著,随着长江经济带战略定位的明确,城市群将在实现长江经济带经济网络的一体化、协调化中扮演重要角色。

4 结论与讨论

经济网络结构是区域空间结构研究的重要方面。本文采用基于关系视角的网络方法从整体层面上研究了长江经济带城市经济联系网络结构,实现了从个体联系形成整体结构、整体结构透析个体特征,对区域经济研究、城市相互作用研究是一个有益拓展和补充。研究在修正引力模型基础上构建了经济联系网络,并用各项网络指标用于结构分析,并对其网络结构演变的驱动因子进行了探索,得到如下结论。

1) 区域经济网络结构是以城市经济联系为基础的网络结构在空间上的投影,是一个由简单走向复杂,由均衡、失衡组成的不断优化上升的动态过程。本文在1988、2001及2012年3个时间断面的经济联系网络基础上,探讨了区域地级以上城市间经济联系网络的空间特征和演变驱动机制,力图能从宏观上把握长江经济带空间经济结构,促进区域经济均衡协调发展,在一定程度上丰

富了区域经济、城市相互作用研究的视角和方法。

2) 在构建经济联系网络基础上对其进行密度分析、中心性、核心-边缘结构分析,结果表明:从整体网络来看,区域城市经济联系网络日趋成熟但仍处于较弱连接的状态,网络范围持续扩大并呈均衡化发展;从城市个体来看,核心城市对整体网络的控制力逐步减小,高核心度城市由“质大量少”向“质小量多”转变,逐步形成星云状的多核心分布格局;分地带来看,三大经济地带内城市内聚性显著增强,地带间经济联系差异虽有所缩小但仍需进一步加强;从网络空间结构来看,长江经济带经济网络呈组团式发展,逐步形成“两大板块”:中下游板块、上游板块,板块内及板块间联系显著增强。

3) 经济联系网络演变不仅受到城市自身规模的增强,还受到产业结构、交通发展、要素集聚与扩散、全球化水平等因素制约,而城市群建设也是经济联系差异的重要影响因素。本文采用QAP分析方法以经济联系网络差值为因变量,以上述各类要素网络差值为自变量进行相关和回归分析,以其找出经济联系网络演变的驱动机制。结果表明:城市的全球化水平、产业结构升级、要素集聚与扩散能力及交通发展水平是影响经济联系网络扩展优化的重要因素;城市群建设对局域经济网络的影响力较大,对整体经济网络仍具有重要影响。

4) 通过对经济网络结构的演变研究,探讨了网络结构演变的主要驱动机制,对长江经济带区域及城市发展战略的制定提供了一定的理论依据。但是,城市经济联系不仅与经济、人口、时间距离等因素相关,还与城市经济结构、产业分工等因素相关,因此有必要引入多变量对城市经济联系强度进行综合计算;同时,对城市经济联系网络二值化中的阈值确定存在一定的局限性,这些都是今后需作进一步研究的方向。

参考文献(References):

- [1] Friedman J. The spatial organization of power in the development of urban systems[J]. Comparative Urban Research, 1972, (1): 5-12.
- [2] Van Oort F, Burger M, Raspe O. On the Economic Foundation of the Urban Network Paradigm: Spatial Integration, Functional Integration and Economic Complementarities within the Dutch Randstad[J]. Urban Studies, 2010, 47(4): 725-748.
- [3] Iori G, De Masi, Precup O V et al. A network analysis of the Italian overnight money market[J]. Journal of Economic Dynamics and Control, 2008, 32(1): 259-278.

- [4] Maggioni MA, Nosvelli M, Uberti T E. Space versus networks in the geography of innovation: A European analysis[J]. *Papers in Regional Science*, 2007, 86(3): 471-493.
- [5] 杨兴柱, 顾朝林, 王群. 南京市旅游流网络构建[J]. *地理学报*, 2007, 62(6): 609-620. [Yang Xingzhu, Gu Chaolin, Wang Qun. Urban tourism flow network structure construction in Nanjing. *Acta Geographica Sinica*, 2007, 62(6): 609-620.]
- [6] 王聪, 曹有挥, 宋伟轩, 等. 生产性服务业视角下的城市网络构建研究进展[J]. *地理科学进展*, 2013, 32(7): 1051-1059. [Wang Cong, Cao Youhui, Song Weixuan et al. Research progress in urban network construction from the perspective of producer services industry. *Progress in Geography*, 2013, 32(7): 1051-1059.]
- [7] 汤放华, 汤慧, 孙倩, 等. 长江中游城市群经济网络结构分析[J]. *地理学报*, 2013, 68(10): 1357-1366. [Tang Fanghua, Tang Hui, Sun Qian et al. Analysis of the economic network structure of urban agglomerations in the middle Yangtze River. *Acta Geographica Sinica*, 2013, 68(10): 1357-1366.]
- [8] 吕康娟, 王娟. 长三角城市群网络化发展研究[J]. *中国软科学*, 2011, (8): 130-140. [LV Kangjuan, Wangjuan. Study on networked development of the Yangtze River Delta cities. *China Soft Science*, 2011, (8): 130-140.]
- [9] 冷炳荣, 杨永春, 李英杰, 等. 中国城市经济网络结构空间特征及其复杂性分析[J]. *地理学报*, 2011, 66(2): 199-211. [Leng Bingrong, Yang Yongchun, Li Yingjie et al. Spatial characteristics and complex analysis: A perspective from basic activities of urban networks in China. *Acta Geographica Sinica*, 2011, 66(2): 199-211.]
- [10] 虞虎, 陈田, 陆林, 等. 江淮城市群旅游经济网络空间结构与空间发展模式[J]. *地理科学进展*, 2014, 33(2): 169-180. [Yu Hu, Chen Tian, Lu Lin et al. Structure of tourist economy network and its spatial development pattern in Jianghuai Urban Agglomeration. *Progress in Geography*, 2014, 33(2): 169-180.]
- [11] 刘法建, 张捷, 陈冬冬. 中国入境旅游网络结构特征及动因研究[J]. *地理学报*, 2010, 65(8): 1013-1024. [Liu Fajian, Zhang Jie, Chen Dongdong. The characteristics and dynamical factors of Chinese inbound tourist flow network[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2010, 65(8): 1013-1024.]
- [12] 王钰, 陈雯, 袁丰. 基于社会网络分析的长三角地区人口迁移及演化[J]. *地理研究*, 2014, 33(2): 385-400. [Wang Yu, Chen Wen, Yuan Feng. Human mobility and evolution based on social network: An empirical analysis of Yangtze River Delta. *Geographical Research*, 2014, 33(2): 385-400.]
- [13] 熊丽芳, 甄峰, 王波, 等. 基于百度指数的长三角核心区城市网络特征研究[J]. *经济地理*, 2013, 33(7): 67-73. [Xiong Lifang, Zhen Feng, Wang Bo et al. The research of the Yangtze River Delta core area's city network characteristics based on Baidu index. *Economic Geography*, 2013, 33(7): 67-73.]
- [14] 武前波, 宁越敏. 中国城市空间网络分析——基于电子信息企业生产网络视角[J]. *地理研究*, 2012, 31(2): 207-219. [Wu Qianbo, Ning Yuemin. China's urban network based on spatial organization of electronic information enterprises. *Geographical Research*, 2012, 31(2): 207-219.]
- [15] 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, 27(1): 1-12. [Gu Chaolin, Pang Haifeng. Study on spatial relations of Chinese urban system: Gravity model approach. *Geographical Research*, 2008, 27(1): 1-12.]
- [16] 陆大道. 建设经济带是经济发展布局的最佳选择——长江经济带经济发展的巨大潜力[J]. *地理科学*, 2014, 34(7): 769-772. [Lu Dadao. Economic belt construction is the best choice of economic development layout: the enormous potential for the Changjiang River Economic Belt. *Scientia Geographica Sinica*, 2014, 34(7): 769-772.]
- [17] 陈修颖. 长江经济带空间结构演化及重组[J]. *地理学报*, 2007, 62(12): 1265-1276. [Chen Xiuying. The formation, evolvement and reorganization of spatial structure in Yangtze River Economic Zone. *Acta Geographica Sinica*, 2007, 62(12): 1265-1276.]
- [18] 国家统计局城市社会经济调查总队. 中国城市统计年鉴[M]. 北京: 中国城市经济社会出版社, 1989. [NBS survey office city social economy. *China city statistical yearbook*. Beijing: China's Urban Social And Economic Publishing House, 1989.]
- [19] 国家统计局城市社会经济调查总队. 中国城市统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2002. [NBS survey office city social economy. *China city statistical yearbook*. Beijing: China Statistics Press, 2002.]
- [20] 国家统计局城市社会经济调查司. 中国城市统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2013. [NBS, the city social and economic investigation department. *China city statistical yearbook*. Beijing: China Statistics Press, 2013.]
- [21] Taaffe E J. The urban hierarchy: An air passenger definition[J]. *Economic Geography*, 1962, 38(1): 1-14.
- [22] 刘军. 社会网络分析导论[M]. 北京: 社会科学文献出版社, 2004. [Liu Jun. An introduction to social network analysis. Beijing: Social Science Academic Press, 2004.]
- [23] 杨丽花, 佟连军. 基于社会网络分析法的生态工业园典型案例研究[J]. *生态学报*, 2012, 32(13): 4236-4246. [Yang Lihua, Tong Lianjun. Research of typical EIPs based on the social network analysis. *Acta Ecologica Sinica*, 2012, 32(13): 4236-4246.]
- [24] 徐长乐. 建设长江经济带的产业分工与合作[J]. *改革*, 2014, 244(6): 29-31. [Xu Changle. Construction of the Yangtze River Economic Belt of the industrial division and cooperation. *Reform*, 2014, 244(6): 29-31.]
- [25] 方创琳. 中国城市群形成发育的新格局及新趋向[J]. *地理科学*, 2011, 31(9): 1025-1033. [Fang Chuanglin. New structure and new trend of formation and development of urban agglomerations in China. *Scientia Geographica Sinica*, 2011, 31(9): 1025-1033.]

The Evolvment and Driving Mechanism of Economic Network Structure in the Changjiang River Economic Zone

Zhong Yexi¹, Feng Xinghua¹, Wen Yuzhao²

(1.School of Geography and Environment, Jiangxi Normal University/Key Laboratory of Poyang Lake Wetland and Watershed Research, Ministry of Education, Nanchang 330022, Jiangxi, China; 2.School of Geographical Science, Nanjing Normal University, Nanjing 210023, Jiangsu, China)

Abstract: The Changjiang River Economic Zone is the second largest economy belt, followed Chinese coastal economic regions, which has the most competitive and the great development potential. The development of Changjiang River Economic Zone plays the important exemplary role and is strategically significant for regional harmonious development, new urbanization construction and ecological civilization construction in China. The analysis on the economic network evolution of the Changjiang River Economic Zone can effectively grasp the stage of regional development and make up urban and regional developmental strategy. With the aid of UCINET and ArcGIS, this article analyzed the evolution of economic network and its driving mechanism from density, centralization, “core-edge” structure and QAP (Quadratic Assignment Procedure) analysis based on economic construction data of city during 1988-2012. The result shows that: economic contacts’ network structure tends to be mature, cities’ inner cohesion enhances in three sub-zones, difference continues to narrow between sub-zones, and economic network develops to be balanced gradually. Network degree continues to decline, shows the tendency of many cores and forms the spatial pattern which contains three "highland", one "highland interlocking region" and one "low interlocking region". The areas with high value of betweenness centrality have an obvious grade feature which experiences three phases: equilibrium, non-equilibrium and relative balance. The core-edge analysis shows that the difference of cities’ individual core-degree tends to decrease and the zone shapes plate pattern with high core-degree. The city with high core-degree has a change from “Big size but little” to “Small size but more”. The “core-edge” structure of economic network was divided into many blocks which include the middle-lower reaches and the upper reaches of the Changjiang River. There has many core-cities formed in each block and the number of isolated cities rapidly reduces in the economic network. Economic ties remain to be strengthened between the two blocks. The economic network characteristic is roughly consistent with the situation of economy development pattern in the Changjiang River Economic Zone. The QAP (Quadratic Assignment Procedure) analysis shows that many factors drove economic network to evolve and optimize which contains transportation way’s innovation, economic elements agglomeration and diffusion and construction of urban agglomeration, economic globalization, etc.

Key words: modified gravitation model; social network analysis (SNA); economic network structure; the Changjiang River Economic Zone