

基于财富中国500强企业的中国城市群 城市网络联系分析

李艳¹, 孙阳¹, 姚士谋²

(1. 西安建筑科技大学, 西安 710008; 2. 中国科学院南京地理与湖泊研究所, 南京 210008)

摘要: 现有城市网络研究多集中于城市联系及各城市群内部的空间关联, 多以企业总分机构关系型数据研究中国城市网络结构, 尚较少涉及中国城市群城市网络联系的整体认知。本文基于财富中国500强中的311家金融与专业性服务企业数据, 分析中国19个城市群及41个主要城市间城市网络联系, 借助企业在属地城市群层面的跨尺度空间表达, 依据关系地理将城市群视为互相联系的空间集合, 运用网络分析与互锁网络模型相结合的方法, 重点分析城市群金融与专业服务业城市网络联系。结论如下: 一方面, 中国城市群整体形成以京津冀、长三角、珠三角、成渝、山东半岛与长江中游城市群为核心的空间组织体系, 并与国家中心城市分布特征一致。关中平原、辽中南、滇中等13个城市群为非核心层级空间组织, 是中国城市群空间拓展的重要支撑。另一方面, 城市群城市网络联系依赖于金融及专业性服务要素高效优化配置, 城市群对外联系范围决定了该城市群对各类服务要素流的控制与配置能力, 进而影响其发展地位。其中, 京津冀城市群主导商业银行、多元金融投资、保险、会计和律师事务形成的城市网络联系, 长三角城市群以绝对优势主导证券企业城市网络联系, 长三角、成渝、珠三角城市群共同主导着广告代理、管理咨询企业间的城市网络联系。本文尝试以城市群关系邻近性认知企业行动与城市群间的跨尺度空间联系互馈机理, 认为城市群间水平联系对中国城市群城市网络具有重要作用, 为国家制定城市群相关政策提供参考。

关键词: 城市群; 城市网络; 企业联系; 关系地理; 跨尺度关联; 中国

DOI: 10.11821/dlyj020190269

1 引言

中国正处于引领全球城市群发展与研究的新时代^[1]。国家“十一五”至“十三五”连续三个五年规划均将城市群作为推进中国新型城镇化的主体形态, 党的十八大和十九大报告先后提出科学规划城市群规模和布局、以城市群为主体构建城镇协调发展格局, 表明政界与学术界均明确城市群在中国新型城镇化进程中的主体地位, 城市群协调发展已上升为国家战略。城市群是中国发展的战略增长极, 在国家城镇化和经济社会发展中具有举足轻重的作用, 学者姚士谋在国内最早提出城市群概念, 用以描述内部具有功能并在空间上紧密联系的城市群体, 具有形成和发展的动态性、区域城市的空间网络结构性、区域内外的连接性和开放性、城市间的吸引集聚和扩散辐射功能等特征^[2,3]。全球化和信息化背景下, 城市群已成为参加国际竞争的空间组合模式, 并以足够的产业集聚、

收稿日期: 2019-04-10; 修订日期: 2019-09-24

基金项目: 国家自然科学基金项目(41701640); 中国博士后基金项目(2017M621851)

作者简介: 李艳(1980-), 女, 山东青岛人, 博士, 助理教授, 研究方向为区域可持续治理与规划。

E-mail: liy@niglas.ac.cn

通讯作者: 孙阳(1988-), 男, 陕西咸阳人, 博士, 助理教授, 研究方向为城市发展与区域规划。

E-mail: yangsun.chn@hotmail.com

经济规模与金融中心影响着全球各城市地区^[4]。

中国城市群研究取得了一系列进展,涉及城市群的内涵与形成机制、网络空间结构、投入产出效率、资源环境承载力与生态环境效应、可持续发展等,契合国家城镇化战略需求,引领了中国城市群总体格局,但也存在着政府过度干预、城市群空间范围一扩再扩、争相纳入国家战略、不顾资源环境承载力提出高目标、缺失规范的城市群统计数据 and 识别标准、发展差距过大等问题^[5]。紧跟时代、注重多元化综合分析 with 多学科参与、服务社会大众是地理学发展的重要方向^[6],但当前区域地理研究在表达区域间的作用关系、区域整体结构的形成演化及区域综合特征等方面尚存在明显不足^[7]。空间联系体现了社会经济过程,而企业是这一过程中具有内在联系的行动者,故当前欧美主流经济地理学家多倾向于将企业作为城市区域或城市群经济的现实基础。伴随关系地理的发展,西方经济地理界将基于企业的分析纳入城市区域研究,试图通过微观视角下企业行动的地域反身性来理解中宏观城市区域演化进程,企业网络研究应运而生。网络理论倾向于将企业网络、特别是企业母子联系网络视为经济活动与分析的基本单元^[8,9]。因企业内部网络数据相对较易获取,基于企业总部-分支网络的研究成为目前国内外学界的主流^[10]。以下对国际与国内城市网络研究进行简要述评:

国际研究倾向于将城市作为地域概念而非独立的行动主体,分析城市内全球布局的生产性服务企业的微观行为成为世界城市网络研究的重要切入点^[11],主要通过大型跨国企业、高端生产性服务业、金融资本流通分析城市间的联系^[12-16]。世界500强企业区位研究暗含了总部-分支机构的区位关系^[10],将企业总部、分支机构地点的区位数据称为“联系”或“流”,反映城市功能联系的方向性,但若仅限于世界500强企业,城市群层面样本数量或将不足^[17]。伴随计算机网络与通信技术的快速发展,学术论文、合作发明专利等形式的主体创新联系较少受空间局限,能够在跨越地方与区域的空间内实现^[18,19]。地理邻近有利于主体间建立合作关系,但过度的地理邻近或致主体间技术知识高度重叠而妨碍创新^[20,21]。

国内城市网络研究多围绕中国城市联系的节点、密度与能级展开,涉及全球、国家及城市群尺度,城市群尺度研究多集中于长三角、京津冀、成渝等单一城市群尺度及沿海三大城市群。全球尺度城市网络研究中,依据跨国公司办公地点测算中国城市对外联系强度及其在全球城市网络中的联系能级^[22],并对城市节点、联系密度位序-规模进行分析^[23]。国家尺度城市网络研究中,基于银行等大型金融企业总-分机构地理布局定量分析中国城市网络与城市联系^[24,25]。在单一城市群尺度研究中,较多研究集中于长三角城市群,如基于高级生产性服务企业地理分布研究长三角城市网络的联系能级^[26]、以城市商业银行异地扩张分析长三角金融资源的流动程度与路径^[27]、从经济全球化视角采用关联网络和价值区段分析揭示长三角城市体系演化特征^[28]等,其他研究涉及成渝、京津冀、珠三角以及沿海三大城市群,如建立高级生产性服务企业量化矩阵分析成渝地区的城市网络体系结构及特征^[29]、基于总分机构企业关联网络考察京津冀地级市空间联系的拓扑结构^[30]、结合企业总分机构分析珠三角及沿海三大城市群区域多中心网络等^[31,32]。

综上,已有研究多基于企业总分机构关系型数据分析中国全域或城市群内部的城市联系与网络结构,多以城市群内部的城市联系为切入点分析中国城市空间关联^[33,34],多围绕城市的网络地位及单一城市群内部城市的网络组织特征展开,目前虽有城市经济区理论尝试将性质与层次各异的“流”视为城市间关联的实质性载体^[35],但对全国尺度的城市群间的城市网络联系尚较少涉及,尚未回答城市群间的网络联系特征这一科学问题,亟需将各城市群视为独立的空间单元并加强城市群间的网络功能联系分析^[36]。基于关系

地理的城市群城市网络的空间联系发展分析侧重于城市群之间空间联系的综合分析,是当前城市群研究的一个关键科学问题。据此,本文拟探讨中国城市群城市网络联系,借助财富中国500强企业总分机构在属地城市群层面的空间表达,依据关系地理将城市群视为互相联系的空间集合,运用网络分析与互锁网络模型相结合的方法,从企业视阈对中国19个城市群、41个主要城市间的城市网络联系进行经济地理学空间分析,为中国城市群协调发展的国家战略与国家政策提供参考与支持。

2 研究方法与数据来源

2.1 研究方法

为全面揭示全国层面城市群之间的空间联系,本文基于财富中国500强企业总分机构在属地城市群层面的空间表达,集成中心度与网络密度、网络分派指数、社区发现以及互锁网络模型、Gephi等网络分析方法,对中国城市群空间联系网络进行可视化与经济地理学空间分析。其中,中心度与网络密度用于分析城市联系节点、层级与强度,网络分派指数用于分析城市群空间小团体特征,社区发现用于分析中国19个城市群金融与专业服务业空间联系,互锁网络模型用于表达通过企业分支机构矩阵建构的城市群联系网络,Pajek与Gephi用于分析城市群城市网络的空间联系的网络拓扑结构。中国城市群城市网络的空间联系反映中国19个城市群共有的同类企业联系,基于互锁网络模型定义与Pajek分区功能,分析城市群城市网络的空间联系格局。联系强度作为城市群空间联系网络中的指向性指标,用以衡量城市群同类企业总分机构联系程度,反映企业总部对分支机构的辐射力以及分支机构对企业总部辐射力的接受程度。

2.1.1 网络分析

(1) 中心度。中心度是网络节点中心性(Centrality)最直接的度量指标,中心度越大,网络节点的中心性强度越大^[37]。测度公式如下:

$$C'_D(N_i) = C_D(N_i)/g - 1 \quad (1)$$

式中: $C'_D(N_i)$ 为节点*i*的中心度; g 为节点数; $C_D(N_i)$ 为节点*i*在城市空间网络矩阵中行或列所在单元格值的加总。 $C'_D(N_i)$ 取值范围为[0, 1], 0代表与任何节点城市均无联系, 1代表与每个节点城市均存在直接联系, $C'_D(N_i)$ 越接近1, 则该节点城市在流空间中的参与程度越高。

(2) 网络密度。网络密度(Density)是网络联系的稠密程度,是网路实际联系数与网络理论存在最多联系数的比值:

$$D = 2L/n(n-1) \quad (2)$$

式中: D 为网络密度; n 为网络节点数; L 为网络中实际联系数。网络密度 D 的取值范围为[0, 1], D 值越高,城市网络联系越频繁,反之亦然。

(3) 网络分派指数。网络分派指数即E-I指数(External-Internal Index)用于分析整个网络中子群的凝聚程度或整体网络的分派程度^[38],作为网络结构分析的一种指标,用以衡量一个大网络中小团网络特征是否明显,其计算方法为:

$$E-I = \frac{EI - IL}{EI + IL} \quad (3)$$

式中: EI 为区域外联系网络密度; IL 为区域内联系网络密度且取值范围为[-1, 1], 值为0时表明区域内部与外部的城市网络联系密度相当;值接近-1时代表网络关系主要发生在区域内部,区域外部联系低于区域内部城市间网络密度,该区域在总体城市网络中具有

较强的独立程度;值接近1时代表网络关系主要发生在区域外部且区域外联系网络密度高于区域内部城市间网络密度。

(4) 社区发现。社区发现 (Community detection) 可反映网络中个体局部性特征及其相互间的联系,并分析与预测整个网络各元素间的交互关系。其中,Newman等提出模块度 (Modularity) 算法,指在某种社区划分下与随机网络的差异,用来衡量网络社区划分质量,值越接近1,表示划分出的社区结构强度越强、划分质量越好,公式如下^[39]:

$$Q = \frac{1}{2m} \sum_{ij} \left[A_{ij} - \frac{k_i k_j}{2m} \right] \delta(c_i, c_j) \quad (4)$$

式中: Q 为模块度函数,定量衡量社区划分结果; m 为网络总边数; A 为网络对应的邻接矩阵, $A_{ij}=1$ 时表示节点 i 和 j 间存在连边,否则不存在连边; K_i 是节点 i 度数; C_i 是节点 i 属于某个社区的标号;而 $\delta(C_i - C_j)=1$ 当且仅当 $C_i = C_j$ 。

2.1.2 互锁网络模型 借鉴 Taylor 在多中心巨型城市区域的生产性服务业网络研究方法,常用于城市间企业分支机构网络的测算分析,并在十余年来的实证研究中得到广泛应用^[40,41]。本研究依据企业总部与分支数据构建城市联系矩阵,有 m 个企业分布于 n 个城市中,所有企业 $n \times m$ 构成服务值矩阵 V ,基本关系表示为:

$$V_{abj} = V_{aj} \times V_{bj} \quad (5)$$

式中: V_{aj} 表示 j 公司在 a 城市的服务价值; V_{bj} 表示 j 公司在 b 城市的服务价值; V_{abj} 代表以公司 j 表示的城市 a 和 b 间的连接量。 a 、 b 间的城市关联度可表示为:

$$C_{ab} = \sum_{j=1}^m C_{abj} \quad (6)$$

由于每个城市与其它城市间至多存在 $n-1$ 个联系,故网络内每个城市的总关联为:

$$C_a = \sum_{i=1}^n C_{ai} (a \neq i) \quad (7)$$

式中: C_a 是城市 a 与区域网络中其它城市的总关联度, C_a 值越高代表其融入整个网络的程度越高; C_{ai} 为城市 a 与城市 i 的连接量。如扩展至分析次节点的企业,对城市加总可得企业在所有区域的服务值,则任一公司 j 的服务价值可表示为:

$$C_j = \sum_{a=1}^n C_{aj} \quad (8)$$

式中: C_j 为公司 j 在区域网络中的总关联度,即企业的区位服务值。

公式 (6) 反映了城市间的关联流量,体现了城市关联网络实质上是由公司地点和“流”所组成的混合体,公式 (7) 反映了各个城市作为节点在企业区位布局中的层级与地位,公式 (8) 反映了各企业作为亚节点面向整个区域的各城市进行区位选择的战略格局。

2.1.3 数据分析与可视化 在数据分析方面,从上述测算而得到的城市联系矩阵,采用 Pajek 软件^[42-46]进行城市群联系网络的分析。将城市联系矩阵转化为可识别的 net 文件,通过读取该文件生成城市群联系网络,借助 Partitions 分区将每个城市群中的全部城市顶点及其联系进行提取并生成各城市群内部的联系网络,再将同一城市群内部的全部城市顶点收缩生成一个新顶点,从而形成城市群联系网络。基于上述分析,运用复杂网络分析软件 Gephi 进行城市群空间网络拓扑结构分析,实现数据可视化表达。

2.2 研究区域

选取《中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》中的京津冀、长三角、珠三角、山东半岛、海峡西岸、哈长、辽中南、中原、长江中游、成渝、关中平原、北部湾、晋中、呼包鄂榆、黔中、滇中、兰州-西宁、宁夏沿黄、天山北坡共 19

个城市群,结合中国500强企业各城市群的实际分布,在上述城市群中选取直辖市、省会城市、经济特区城市、副省级城市以及GDP超过1600亿且市区人口200万以上的城市共41个:北京、上海、重庆、天津、石家庄、哈尔滨、长春、沈阳、大连、乌鲁木齐、呼和浩特、银川、兰州、西宁、西安、拉萨、贵阳、昆明、成都、武汉、长沙、南昌、济南、青岛、郑州、太原、南京、苏州、无锡、合肥、杭州、宁波、福州、厦门、广州、深圳、珠海、汕头、南宁、海口、三亚。

2.3 数据来源

本文数据来源为中国企业联合会、财富中文网《2016年中国500强企业》数据,它们是500家在全球证券市场上市的经营规模最大的中国公司,反映了中国当前的产业结构及经济发展的未来方向^[47]。选取财富中国500强中的金融与专业服务共8个行业作为研究对象,其中,城市金融行业包括商业银行、多元化金融投资、保险、证券行业,城市专业服务行业包括会计、律师、广告、管理咨询行业,通过查询企业官网,获取总部与分支机构所在城市与规模,收集企业地理数据。在41个城市中将设有2个及以上分支机构的企业纳入研究对象,选取银行22家、证券企业11家、多元化金融投资企业9家、保险企业8家共计50家大型金融企业及其若干分支机构。中国注册会计师协会发布的2016年会计师事务所100家,亚洲法律杂志(ALB)发布的2016年中国上榜的律师事务所30家,中国商务广告协会综合代理专业委员会(中国4A)发布的2016年综合性广告代理公司81家,中国企业联合会管理咨询委员会发布的2016年中国咨询管理公司50家,共计261家公司。据此,数据来源为上述两项加总,共计311家企业,通过地址经纬度解析软件XGeocoding和ArcGIS进行企业数据空间化处理,同时校对并修正有误的地址和空间信息点位,建立财富中国500强企业空间数据库。

3 中国城市群城市网络联系分析

从以下两方面对城市群城市网络的空间联系进行量化分析:一方面,选取互锁网络模型与Pajek软件构建并分析城市群空间联系矩阵,确定城市群内城市节点分类与联系,明确城市群内城市节点的大小与联系强弱。另一方面,基于对城市节点大小与联系强弱的研判,集成网络分析与Gephi进行综合分析,逐一构建城市联系层级,以企业关系型数据理解城市群关系邻近性。

3.1 城市节点与联系强度

城市并非孤立存在,而是与邻近区域和许多城市紧密联系,形成“一个流的空间”^[48],各城市间的人流、物流、资金流、信息流等实时频繁流动,尤其是人口50万~100万的大中城市或人口超过100万的特大城市,共同构成一个由节点与流互相关联的区域生产空间,并呈现出城镇密集区的网络体系特征^[3]。本文运用ArcGIS Jenks将城市节点分为5级,并按节点联系强度降序排列依次为:1级高联系节点城市,即节点联系强度高于9194的北京、上海、深圳、广州4市;2级较高联系节点城市,包括沈阳、成都、杭州、重庆、长沙、武汉、合肥、西安、福州、济南、南京11市;3级中联系节点城市,即节点联系强度介于3833~6043之间的10个城市;4级较低联系节点城市,即联系强度在1014~3833间的10个城市;5级低联系节点城市,即联系强度低于1014的6个城市(见表1)。

上述节点覆盖了全国31个省会城市,占全国省会行政单元总量的100%。一方面,省会城市自身成为本地城市企业网络中最具集聚优势的地点;另一方面,各城市群省会

表1 城市群主要城市节点及联系强度

Tab. 1 Main urban nodes and linkage strength of urban agglomerations

节点等级	联系强度	节点城市类型	节点城市
1级	≥ 9194	高联系节点城市	北京、上海、深圳、广州
2级	6043~9194	较高联系节点城市	沈阳、成都、杭州、重庆、长沙、武汉、合肥、西安、福州、济南、南京
3级	3833~6043	中联系节点城市	南昌、长春、厦门、郑州、宁波、乌鲁木齐、太原、天津、青岛、哈尔滨
4级	1014~3833	较低联系节点城市	苏州、南宁、大连、珠海、贵阳、石家庄、无锡、兰州、呼和浩特、银川
5级	≤ 1014	低联系节点城市	海口、拉萨、昆明、西宁、三亚、汕头

城市的企业网络已不再局限于本地的地域服务,而出现了向区域外扩散的趋势,城市群间的水平联系得以显现。其中,金融、专业性服务企业总部多集中于北京、上海、广州与深圳、成都与重庆等1级、2级节点城市,分支机构多集中于城市群内的地级以上城市,网点覆盖率呈自东向西递减趋势,与中国人口分布及经济发展水平基本一致。

运用社会网络分析软件Ucinet加载的Net Draw工具分析中心度,发现各节点城市在城市网络中的地位非均衡特征明显,各城市网络中心度的平均值与标准差相差2.67倍。分析表明,城市联系与强度具有明显的行政中心指向、经济中心与沿海区域指向:北京在城市网络中的相对中心度为64,高于其他所有城市,表明北京凭借全国政治中心占据网络中心度的绝对优势地位。从中心度排名前25位的节点城市来看,北京、上海、深圳、广州及中东部其他经济发达城市(沈阳、成都、杭州等)均名列其中,占据了61%的比例。

在此基础上,进一步分析金融行业与专业服务行业的主要城市联系特征。一方面,以商业银行、多元金融投资、保险企业总部为代表的金融企业中,50%以上的企业总部均集中于1级节点城市。其中,北京在所有节点城市中的点出度最高,对所有节点城市均具吸引作用,形成的金融企业网络覆盖了全国的城市群。上海作为直辖市,点出度虽低于北京,但集聚了全国证券类企业的总部,引领了全国城市群证券企业网络。广州作为省会城市,金融企业拓展目的地主要为广东省内各市,深圳则更倾向于向城市群外部大中城市扩张。另一方面,以会计、律师、广告、管理咨询为代表的专业服务企业中,形成以北京、成都、广州、上海四个城市为顶点的专业性服务的城市联系核心结构。成都作为西南地区重要的节点城市,与上述1级节点城市均建立起联系,有助于其自身节点地位的提升。从创造价值的角度来看,专业性服务业属于知识、创意型工作,需要在相对安静闲适、多元开放、随和随性的氛围中完成工作内容,成都之所以有专业服务企业的集聚及与其他城市的紧密关联,与城市自身的底蕴文化密不可分。此外,福州、厦门二市也具有很高的城市联系,并与1级节点城市广州、深圳联系紧密,带动区域经济联动发展。

3.2 城市网络联系层级特征

基于金融企业与专业性服务企业聚合形成的城市联系呈现少数中心城市占主导地位的网络结构,高节点等级的城市具有沿中东部区域、沿西部中心区域指向特点(见图1,图2见第1555页)。京津冀城市群主导商业银行、多元金融投资、保险、会计师事务所、律师事务形成的城市联系。长三角城市群在主导证券企业形成的城市联系中占据绝对优势。长三角、成渝、珠三角城市群共同主导广告代理公司、管理咨询企业形成的城市联

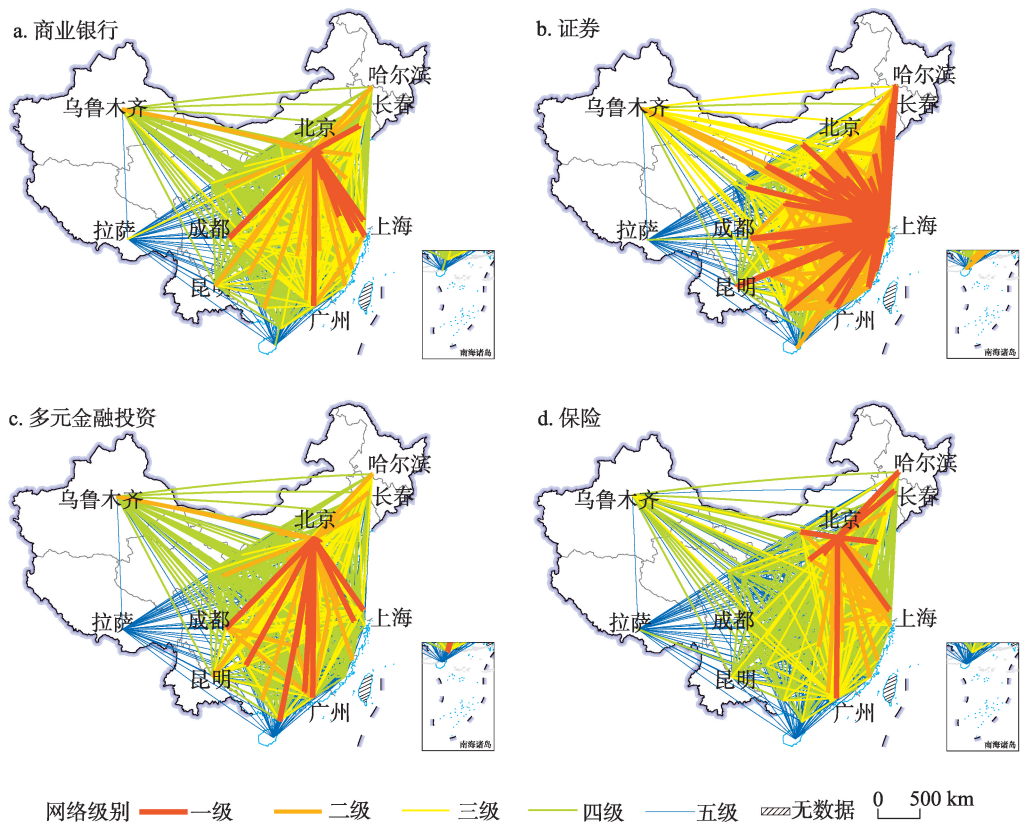


图1 基于金融企业的城市网络联系拓展结构

Fig. 1 Urban network linkage expansion structure based on finance companies

注：基于国家测绘地理信息局标准地图（审图号：GS（2019）1823号）绘制，底图无修改。

系。

运用 ArcGIS Jenks 将 8 个行业城市联系分为 5 级：商业银行、多元金融投资、保险、会计师事务所、律师事务所的城市联系结构均呈现以北京为核心向成都、重庆、上海、广州、深圳等城市辐射的联系拓展结构；基于证券业的城市联系则明显呈现以上海为中心向华北、华中、华南、西北、西南区域全域覆盖的联系拓展结构；而基于广告代理公司、管理咨询企业的城市联系呈现由北京、上海、广州、成都组成放射状联系结构。以保险与证券为代表的金融类企业，如中国人寿保险、太平洋保险、国泰君安证券、海通证券等纷纷在北京、上海拓展业务和提升服务层级，上海的证券业不仅在长三角占据绝对优势，也成为全国重要的资产与商品交易中心。以广告代理公司与管理咨询为代表的专业性服务类企业，如盛世长城、奥美、麦肯光明、智威汤逊等诸多全球顶级 4A 公司将总部设在上海，促进上海专业性服务的高速发展。在金融与专业性服务类企业中，随着企业在空间集聚的增多使相应城市间联系密切，虽联系数值有差异，但西南、华南、华北三个区域内的城市间联系并未因所在区域的不同而受到明显约束，形成跨区域城市交错联系的空间结构。虽然乌鲁木齐、拉萨、昆明等城市同东部城市间存在较强的联系，但由于地理距离形成信息孤岛，反映出中国东、中、西部的城市联系结构仍呈现显著的不平衡特征。

在城市联系层级中，一方面，在总体节点强度上，北京、上海、广州、深圳为全国

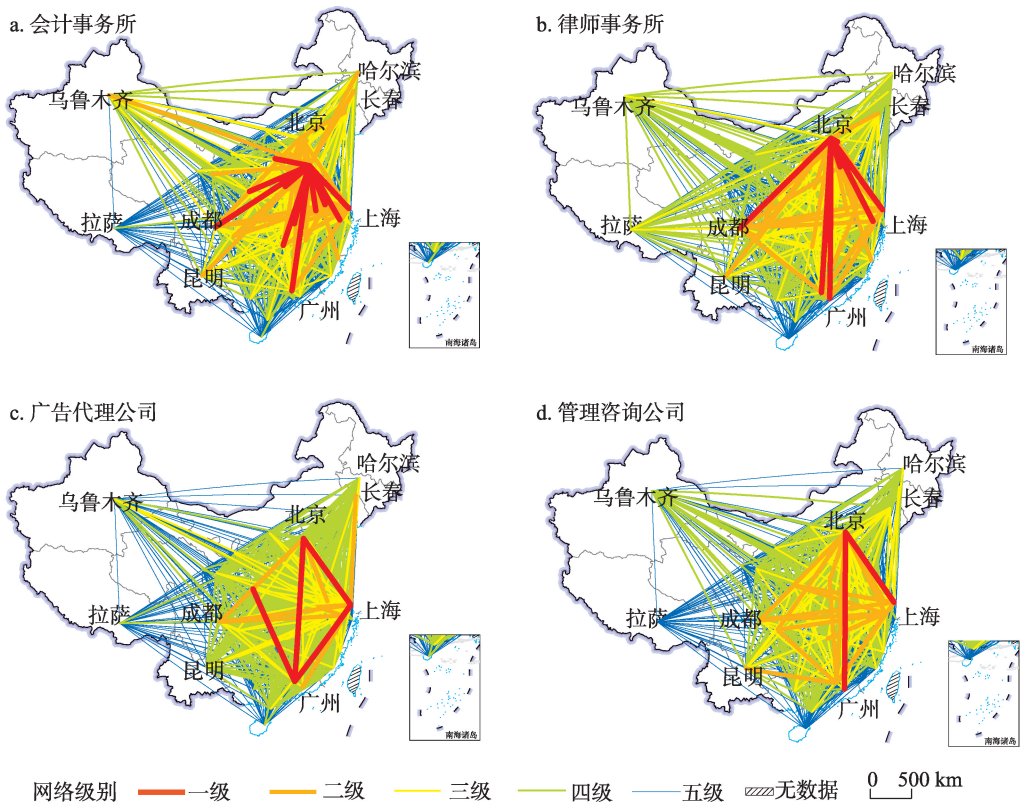


图2 基于专业性服务企业的城市网络联系拓展结构

Fig. 2 Urban network linkage expansion structure based on producer service enterprises

注：基于国家测绘地理信息局标准地图（审图号：GS（2019）1823号）绘制，底图无修改。

范围内的最强节点，共同构成中国最高级别的城市联系，与前文3.1章节中北、上、广、深四市位居中国一级节点城市的分析结果相一致。其中，内蒙古、山西、河北等华北地区受北京与天津引领，云南、贵州、四川等西南地区主要由北京和重庆主导，华南地区表现为由北、上、广、深四市共同主导，东北地区则以辽中半岛为核心形成网络并主要跟随北京的指导。北京作为中国首都与政治中心，信息密集，有助于总部快速获取新行情、进行动态布局调整。另一方面，在总体城市联系上，以北京、上海、广州、深圳、成都等城市的对外联系流最明显，其联系范围主要分布在京津、沪杭、广深及成渝区域，上述区域中金融与专业性服务业总部较为集中，金融流与信息流联系紧密。位于中部地区的郑州、武汉、长沙等城市虽在城市群内部集聚程度较低、城市网络不显著，但与其它节点城市联系较为密切。在城市群自身城市网络建设方面，中原、长江中游城市群信息化起步相对较晚且基础设施建设程度不高，未能在城市群内部形成一个完善的城市网络联系，导致地区内部中小城市间联系不强，远远落后于成熟的东部沿海城市群，未能突出地区范围应有的中心节点强度。在对外城市联系方面，郑州、武汉、长沙均是各地政治经济中心，承担着各属地城市群的中心职能，武汉、长沙作为长江中下游地区的中心城市，在连接西部与长江中下游区内外专业性服务企业要素流动与交换中，承担着与华中地区城市联系的重要功能补充，吸引更多城市与之建立联系并达成目标一致，促进以郑州、武汉、长沙等为代表的中部城市与其他城市建立业务联系，增强中部节点

城市的全国影响力。

3.3 中国城市群城市网络联系

为反映城市群城市网络联系，运用ArcGIS Jenks分析城市群联系层级，结果表明，京津冀、长三角、珠三角三大沿海城市群对外联系强度最高，成渝、山东半岛、辽中南城市群对外联系强度较高，关中平原、长江中游、海峡西岸城市群对外联系强度中等。省会及副省级城市间联系是城市群城市网络发育的基础，整体呈现由不同联系强度的各城市群形成的复杂网络结构，并在较高的对外联系强度上形成以京津冀、长三角、珠三角、成渝、山东半岛及长江中游城市群为主要层级的城市群城市网络联系格局，由长三角（上海）、珠三角（广深）、成渝（成都重庆）、京津冀（北京）城市群构成全国城市群菱形空间结构，基本与国家中心城市东密西疏布局特征一致，如北京、上海、广州依托各自所在的城市群带动了周边乃至全国各级城市协调发展，积极发挥国家中心城市与属地城市群的辐射与带动作用，引领了中国城市群城市网络联系（图3）。

通过城市与所属城市群之间的联系，选取2.3章节中的城市金融与专业服务行业，依据行业类型进行主要城市联系与配对，将城市间的企业联系转化为城市群间的企业联系，分析城市群城市网络的空间联系格局（见表2）。第一至三层级联系主要发生在中西部地区的城市群之间，第四至五层级联系主要是东部地区与西部成渝地区的城市群之间。以太原-西安-宁夏-乌鲁木齐为主的中西部城市网络联系稀疏，除西安、太原外其他城市之间联系较少，中西部城市对城市群联系贡献处于中低水平；以北京、上海、成都、广州为顶点的城市群城市网络联系密集，东部城市及成都对城市群联系贡献处于中高水平。京津冀城市群城市网络联系加强、集聚强度高；珠三角城市群，尤其是广州、深圳与香港的城市集聚，与海峡西岸经济区的联系，均逐步呈现并有待加强；长三角城市群呈现出相对高水平均衡的网络化状态。根据《长江三角洲城市群发展规划》，上海与南京作为超大与特大城市，与杭州、合肥、苏州等大城市共同构成长三角城市群多中心城市网络。成渝城市群企业集聚强度处于390~1400之间，对其金融与专业性服务品质提升发挥了积极作用。中原、辽中南、关中城市群作为新生城市群的代表，其社会经济水平与人口密度对金融与专业性服务企业空间布局联系紧密，从侧面反映出上述城市群的城市联系有所增强。

中国城市群城市网络的空间联系特征对中国金融及专业性服务要素快速高效优化配置具有重要作用。各层级城市群空间外联范围的差异决定了城市群对各类服务要素流的控制与配置能力，进而影响城市群空间联系的地位与作用。一些资源规模大、产业基础雄厚、政策环境宽松的城市（上海、深圳等）对中国城市群要素具有强吸引力，这些要

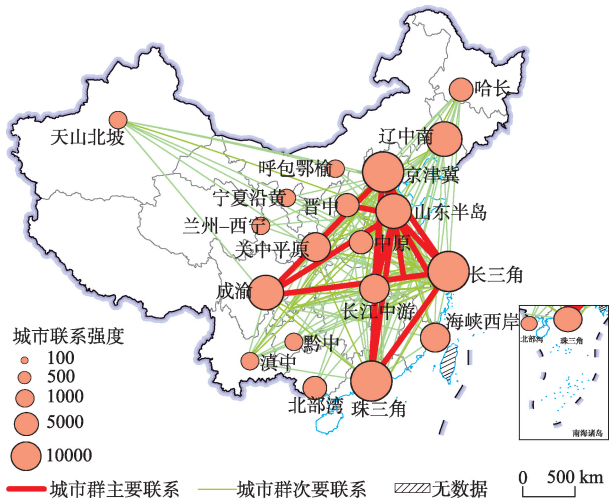


图3 中国城市群城市网络联系与主要层级结构

Fig. 3 Urban network linkage and main hierarchical structure of urban agglomerations in China

注：基于国家测绘地理信息局标准地

（审图号：GS（2019）1823号）绘制，底图无修改。

表2 中国19个城市群不同行业的主要城市联系配对

Tab. 2 Pairing of major cities of the 19 urban agglomerations in different sectors in China

城市金融行业			城市专业性服务行业		
城市群	城市	与排序前4的城市配对	城市群	城市	与排序前4的城市配对
京津冀	北京	上海 深圳 天津 南京	京津冀	北京	上海 广州 成都 济南
长三角	上海	北京 南京 深圳 天津	长三角	上海	北京 广州 成都 南京
珠三角	深圳	北京 上海 广州 南京	成渝	成都	北京 上海 广州 济南
长三角	南京	北京 上海 深圳 杭州	珠三角	广州	北京 上海 成都 杭州
京津冀	天津	北京 上海 深圳 沈阳	山东半岛	济南	北京 上海 成都 杭州
珠三角	广州	北京 深圳 上海 南京	长三角	杭州	北京 上海 广州 成都
海峡西岸	福州	北京 上海 南京 广州	京津冀	天津	北京 济南 成都 广州
辽中南	沈阳	北京 上海 深圳 天津	长三角	南京	北京 上海 济南 广州
长三角	杭州	北京 深圳 上海 南京	辽中南	沈阳	北京 上海 成都 深圳
山东半岛	济南	北京 上海 深圳 天津	长江中游	长沙	北京 上海 济南 广州
长江中游	武汉	北京 深圳 上海 杭州	长三角	合肥	北京 上海 南京 济南
长三角	合肥	北京 上海 南京 广州	关中平原	西安	北京 上海 广州 成都
成渝	成都	北京 上海 天津 南京	山西中部	太原	北京 上海 济南 成都
京津冀	石家庄	北京 上海 南京 福州	成渝	重庆	北京 上海 广州 成都
中原	郑州	北京 上海 南京 广州	中原	郑州	北京 上海 广州 成都
成渝	重庆	北京 上海 沈阳 南京	滇中	昆明	北京 上海 成都 广州
关中平原	西安	北京 上海 南京 天津	海峡西岸	福州	北京 上海 成都 南京
哈长	哈尔滨	北京 上海 天津 沈阳	长江中游	武汉	北京 上海 济南 杭州
长江中游	长沙	北京 上海 广州 南京	珠三角	深圳	北京 上海 沈阳 广州
山西中部	太原	北京 上海 天津 深圳	长江中游	南昌	北京 沈阳 济南 上海
辽中南	大连	北京 上海 深圳 天津	哈长	哈尔滨	北京 天津 济南 上海
北部湾	南宁	北京 上海 南京 广州	山东半岛	青岛	成都 上海 杭州 广州
海峡西岸	厦门	北京 上海 福州 广州	哈长	长春	北京 上海 广州 成都
长江中游	南昌	北京 上海 南京 广州	天山北坡	乌鲁木齐	北京 天津 成都 济南
黔中	贵阳	北京 上海 广州 成都	京津冀	石家庄	北京 天津 济南 上海
呼包鄂榆	呼和浩特	北京 上海 福州 天津	海峡西岸	厦门	成都 长沙 沈阳 北京
哈长	长春	北京 上海 广州 南京	北部湾	南宁	北京 广州 上海 天津
山东半岛	青岛	北京 上海 深圳 福州	黔中	贵阳	北京 广州 上海 成都
天山北坡	乌鲁木齐	北京 上海 福州 天津	呼包鄂榆	呼和浩特	北京 上海 广州 重庆
滇中	昆明	北京 上海 福州 天津	北部湾	海口	北京 上海 广州 成都
长三角	宁波	北京 上海 深圳 南京	兰州-西宁	兰州	北京 广州 济南 成都
兰州-西宁	兰州	北京 上海 南京 广州	宁夏沿黄	银川	北京 济南 西安 上海
北部湾	海口	北京 武汉 长春 上海	长三角	苏州	成都 沈阳 北京 上海
宁夏沿黄	银川	北京 深圳 上海 南京	长三角	宁波	北京 成都 上海 杭州
长三角	苏州	北京 上海 南京 杭州	辽中南	大连	北京 沈阳 上海 成都
长三角	无锡	北京 上海 深圳 南京	兰州-西宁	西宁	北京 济南 太原 石家庄
兰州-西宁	西宁	北京 深圳 南京 上海	珠三角	珠海	沈阳 成都 长春 厦门
珠三角	珠海	北京 深圳 上海 广州	长三角	无锡	成都 北京 沈阳 上海
海峡西岸	汕头	北京 上海 广州 深圳	—	拉萨	成都 北京 重庆 昆明
—	拉萨	深圳 北京 天津 青岛	海峡西岸	汕头	北京 沈阳 成都 长春
—	三亚	深圳 北京 南京 上海	—	三亚	北京 成都 上海 广州

素流不断汇聚，通过循环累积因果机制使这一集聚趋势持续强化，新的金融与服务业态也在集聚基础上不断交叉融合、扩展衍生。最终，使这些城市成长为中国城市群城市网络的关键节点与控制中心。而资源规模小、产业基础薄弱、制度环境僵化的城市（银川、南宁等）则缺乏吸引力，金融与服务要素集聚程度低，为数不多的中高端资源常被高等级城市吸引，导致这些城市在城市群整体网络中只能充当层次较低的节点。各种资源服务要素在不同等级城市群间的流动与黏结，使其结构保持动态平衡，进而对城市金融与专业性服务业发展与城市群空间联系格局产生显著影响。

少数城市群具有多元产业先发优势，成为金融与专业性服务企业集聚发展的主要区域。不同等级城市群呈现由传统金融与服务行业向互联网金融、高级生产性服务渐次转型升级趋势，从而出现城市群层级差异，并在整体上表现出较为明显的分层趋势。其中，核心层级空间组织由京津冀、长三角、珠三角、成渝、山东半岛、长江中游6个城市群组成，处于城市联系空间组织体系顶端，集聚了巨量的经济、政治、金融、文化等资源并引领要素流动，通过吸引外来投资、参与国际事务等提高城市功能，又在城镇体系中发挥决策与指挥等功能，进一步集聚与整合城市群网络模块，成为中国城市群的战略节点。非核心层级空间组织由关中平原、辽中南、滇中、哈长、天山北坡、海峡西岸等13个城市群组成，作为区域层面的重要节点，为城市群城市网络拓展带来重要支撑。

在上述分析基础上，采用Gephi^[49]对城市群空间拓扑结构进行可视化表达，通过邻接矩阵确定城市群联系的起止点，并以数字标识表示为联系始点，字母标识表示为联系终点。京津冀、长三角、珠三角3个城市群占据主要节点地位，长江中游、山东半岛、成渝3个城市群形成次节点，滇中、宁夏沿黄、天山北坡城市群则排名靠后，城市群网络分化差异明显（见图4），联系强度最高值为32591，最低值则为77，城市群节点总和为127104，平均值为6689，标准差为9116（见表3）。城市群的网络地位存在明显差异，中心度排名前10位的城市群以沿海三大城市群、成渝、长江中游、山东半岛城市群为主，其中心度平均值远高于其他城市群，且城市群之间分化差异大。其原因与中心城市对属

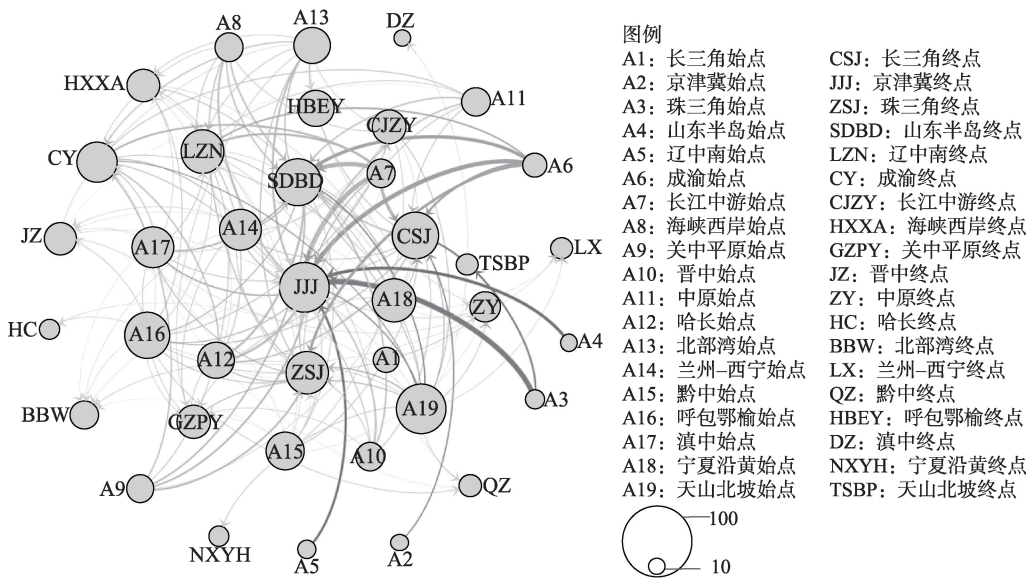


图4 基于Gephi的中国城市群城市网络联系拓扑结构

Fig. 4 Topology of urban network linkages of urban agglomerations in China based on Gephi

表3 中国城市群城市网络的空间联系中心度与E-I指数

Tab. 3 Spatial connection center degree and E-I index of urban networks of urban agglomerations in China

城市群	绝对中心度	相对中心度	E-I指数	城市群	绝对中心度	相对中心度	E-I指数
京津冀	32591	25.64	-1.00**	中原	2452	1.93	-0.97**
长三角	23689	18.64	-0.98**	哈长	1961	1.54	-0.94**
珠三角	20194	15.89	-0.97**	北部湾	1299	1.02	—
山东半岛	10343	8.14	-0.94**	兰州-西宁	952	0.75	—
辽中南	8053	6.34	-0.96*	黔中	773	0.61	-0.97**
成渝	8049	6.33	-0.91**	呼包鄂榆	423	0.33	—
长江中游	5470	4.30	-0.88*	滇中	350	0.28	-0.95**
海峡西岸	4073	3.20	-0.93*	宁夏沿黄	312	0.25	—
关中平原	3479	2.74	-0.99**	天山北坡	77	0.06	—
晋中	2564	2.02	-0.98**				

注:—表示数据过少,没有统计意义;*与**分别表示0.01与0.05置信水平。

地城市群的拉动及城市群自身发育程度有关。城市群发展往往是高等级城市高等级城市群组合,但也存在诸如类似天山北坡这样的城市群,整体城市群发育较低,中心城市乌鲁木齐却与其他城市群联系紧密的情形,即高等级城市低等级城市群的组合。

此外,中国城市群城市网络联系中,东部沿海城市群呈现小团体网络现象,中西部城市群小团体网络特征不明显。其中,京津冀城市群小团体网络现象最为显著(E-I指数绝对值为1.00),城市群内城市间网络密度高于外部联系,独立于城市群空间整体网络的程度强,表明城市群的经济联系主要来源于城市群自身,原因在于城市群内部集聚的各种专业化城市与多样化城市为城市间分工与联系提供了更多选择机会,即城市群经济现象^[50]。珠三角、长三角城市群网络分派指数E-I指数绝对值的平均数分别为0.970、0.980,表明其经济联系主要来源于与其他城市群之间的联系,原因在于长三角城市群区域金融与专业性服务企业一体化趋势明显,经济区域政策发展水平形成的邻近关系促进了城市间联系,珠三角城市群主要通过香港、深圳、广州与邻近城市形成的经济组织模式促进了城市间的资源互动。

中西部城市群小团体网络特征不明显,虽然中西部主要城市群与海峡西岸、长江中游、成渝城市群的E-I指数绝对值均较低(0.88~0.93),但原因各有侧重:在中西部区域,以黔中、宁夏沿黄为代表的城市群E-I指数绝对值偏低是因为城市群缺少具有强大辐射与带动作用的城市,不能在其内部形成多元化劳动分工与协作模式,金融与专业性服务企业总部较少,难以对其他城市形成控制与主导权,结果造成自身仅有资源被吸引,附属于其他高等级城市群。海峡西岸、长江中游、成渝均为跨省区城市群,现有行政壁垒产生了明显的边界效应,表现在金融与专业性服务领域不同城市群城市间的金融要素、服务技术、信息交换、产业竞争等方面,缺乏有效掌控城市群的金融与专业性服务合作常设机构。

4 结论与讨论

目前基于财富中国500强企业的城市网络分析研究主要从以下3种尺度展开:第一,全球尺度,涉及全球金融业与制造业空间分布关联、中国企业竞争力的国际比较等;第

二, 全国尺度, 涉及中国研发型城市网络、中国金融业城市网络、企业布局与产业转移等研究主题; 第三, 区域尺度, 以长三角城市群内部网络分析居多。但是, 上述研究均较少地将城市群视为互相联系的空间集合, 亦未明确跨区域尺度的城市群之间的关联。虽然雄安新区、长三角一体化与粤港澳大湾区等国家战略已将中国东部沿海区域的京津冀、长三角与珠三角三大城市群进行了战略升级, 本研究认为, 实现以城市群为主体构建大中小城市和小城镇协调发展的城镇格局这一国家战略的关键在于全国城市群的整体发展, 而目前学术界尚停留在战略分析层面, 较少对此进行深入研究。

本文的主要创新在于, 依据关系地理将中国19个城市群视为互相联系的空间集合, 在既有研究基础之上扩展了跨区域尺度的城市群关联与综合性分析, 从金融与专业服务业企业行动关联认知中国城市群城市网络的空间联系与关系邻近性, 有助于把握中国城市群发展的整体格局及企业基础, 对现有的中国城市群研究进行了拓展与补充, 在分析中国城市群金融与专业服务业宏观格局的基础上, 认知中国城市群城市网络的空间联系, 为后续研究提供铺垫。

主要结论如下: ①基于财富中国500强视阈下的中国城市群城市网络联系呈显著空间异质性及行业分化现象。京津冀城市群主导商业银行、多元金融投资、保险、会计师事务所、律师事务所形成的中国城市群城市网络联系, 长三角城市群主导证券企业形成的中国城市群城市网络联系并在其中占绝对优势, 长三角、成渝、珠三角城市群共同主导广告代理公司、管理咨询企业形成的中国城市群城市网络联系。其中, 基于商业银行、多元金融投资、保险、会计师事务所、律师事务所的中国城市群城市网络联系均呈现以北京为核心向成都、重庆、上海、广州、深圳等城市辐射的结构, 基于证券业的中国城市群城市网络联系以上海为中心向全域覆盖, 基于广告代理公司、管理咨询企业的城市联系以北京、上海、广州、西安组成放射状联系结构。②中国城市群城市网络联系呈现由长三角、珠三角、成渝、京津冀城市群构成的菱形格局, 与国家中心城市东密西疏空间分布特征一致。东部沿海城市与西部城市成都对城市群联系贡献处于中高水平; 以太原-西安-宁夏-乌鲁木齐为主的中西部城市联系稀疏, 对城市群联系贡献处于中低水平。③京津冀、长三角、珠三角、成渝、山东半岛、长江中游6个城市群位于中国城市群城市网络联系体系的顶端, 共同组成中国城市群城市网络联系的核心层级, 关中平原等13个城市群组成非核心层级空间组织, 为城市群城市网络联系与拓展带来重要区域支撑。

目前中国各城市群之间尚处于要素流空间发展的初级阶段, 东部沿海城市群呈现小团体网络现象, 而中西部城市群小团体网络特征不明显, 基于空间联系的城市群整体发展将是一个持续的过程。本文作为对中国城市群城市网络联系的探索性研究, 还存在以下问题需后续深入研究: 一方面, 本文仅基于一个时间点的数据分析金融企业、高级生产性服务业对于中国城市与城市群联系网络的影响, 尚需从演化视角进行考证。全球化进程中金融企业及高级生产性服务业或将重构国家及区域城市体系与城市网络化联系, 有待于进一步探讨其作用机制。另一方面, 为了实现全国范围内不同节点城市的联系, 可将研究范围进一步拓展至全国不同等级的城市, 着重关注新纳入的城市对城市群整体空间结构的影响及部分中小城市如何在城市群整体空间中提升节点价值。本文强调城市群之间的水平联系对国家城市群空间治理的重要性, 有助于实现中国城市群的整体发展, 而非仅是个别城市群的繁荣。

参考文献(References)

- [1] 方创琳, 王振波, 马海涛. 中国城市群形成发育规律的理论认知与地理学贡献. 地理学报, 2018, 73(4): 651-665. [Fang Chuanglin, Wang Zhenbo, Ma Haitao. The theoretical cognition of the development law of China's urban agglomeration and academic contribution. *Acta Geographica Sinica*, 2018, 73(4): 651-665.]
- [2] 姚士谋, 周春山, 王德文, 等. 中国城市群新论. 北京: 科学出版社, 2016: 2-3. [Yao Shimou, Zhou Chunshan, Wang Dewen, et al. *New Perspectives on Urban Agglomerations in China*. Beijing: Science Press, 2016: 2-3.]
- [3] 姚士谋, 陈振光, 朱英明, 等. 中国城市群. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 2006. [Yao Shimou, Chen Zhenguang, Zhu Yingming, et al. *China's Urban Agglomeration*. Hefei: Press of University of Science and Technology of China, 2006.]
- [4] 方创琳, 宋吉涛, 蔺雪芹. 中国城市群可持续发展理论与实践. 北京: 科学出版社, 2010. [Fang Chuanglin, Song Jitao, Lin Xueqin. *Sustainable Development Theory and Practice of Urban Agglomerations in China*. Beijing: Science Press, 2010.]
- [5] 方创琳. 中国城市群研究取得的重要进展与未来发展方向. 地理学报, 2014, 69(8): 1130-1144. [Fang Chuanglin. Progress and the future direction of research into urban agglomeration in China. *Acta Geographica Sinica*, 2014, 69(8): 1130-1144.]
- [6] 傅伯杰, 冷疏影, 宋长青. 新时期地理学的特征与任务. 地理科学, 2015, 35(8): 939-945. [Fu Bojie, Leng Shuying, Song Changqing. The characteristics and tasks of geography in the new era. *Scientia Geographica Sinica*, 2015, 35(8): 939-945.]
- [7] 宋长青, 程昌秀, 史培军. 新时代地理复杂性的内涵. 地理学报, 2018, 73(7): 1204-1213. [Song Changqing, Cheng Changxiu, Shi Peijun. Geography complexity: New connotations of geography in the new era. *Acta Geographica Sinica*, 2018, 73(7): 1204-1213.]
- [8] Murdoch J. Actor-network and the evolution of economic forms: Combining description and explanation in theories of regulation, flexible specialization, and networks. *Environment and Planning A*, 1995, 27(5): 731-757.
- [9] Yeung H-W. Critical reviews of geographical perspectives on business organizations and the organization of production: Towards a network approach. *Progress in Human Geography*, 1994, 18(4): 460-490.
- [10] Derudder B. On conceptual confusion in empirical analyses of a transnational urban network. *Urban Studies*, 2006, 43(11): 2027-2046.
- [11] Taylor P, Derudder B, Saey P, et al. (eds) *Cities in Globalization: Practices, Policies and Theories*. London: Routledge, 2006.
- [12] Friedmann J. *Where We Stand: A Decade of World City Research*. UK: Cambridge University Press, 1995.
- [13] Sassen S. *The Global City: New York, London, Tokyo*. Princeton: Princeton University Press, 1991.
- [14] Taylor P, Catalano G, Walker D. Measurement of the world city network. *Urban Studies*, 2002, 39(13): 2367-2376.
- [15] Alderson A, Beckfield J. Power and position in the world city system. *American Journal of Sociology*, 2004, 109(4): 811-851.
- [16] Scott A. Locational patterns and dynamics of industrial activity in the modern metropolis. *Urban Studies*, 1982, 19(2): 111-141.
- [17] 赵渺希, 黎智枫, 钟焯, 等. 中国城市群多中心网络的拓扑结构. 地理科学进展, 2016, 35(3): 376-388. [Zhao Miaoxi, Li Zhifeng, Zhong Ye, et al. Polycentric network topology of urban agglomerations in China. *Progress In Geography*, 2016, 35(3): 376-388.]
- [18] Ponds R, Oort F, Frenken K. The geographical and institutional proximity of research collaboration. *Papers in Regional Science*, 2007, 86(3): 423-443.
- [19] Breschi S, Lissoni F. Knowledge spillovers and local innovation systems: A critical survey. *Industrial and Corporate Change*, 2001, 10(4): 975-1005.
- [20] Cramton C. The mutual knowledge problem and its consequences for dispersed collaboration. *Organization Science*, 2001, 12(3): 346-371.
- [21] Darr E, Kurtzberg T. An investigation of partner similarity dimensions on knowledge transfer. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 2000, 82(1): 28-44.
- [22] 倪鹏飞, 刘凯, 彼得·泰勒. 中国城市联系度: 基于联锁网络模型的测度. 经济社会体制比较, 2011, (6): 96-103. [Ni Pengfei, Liu Kai, Peter Taylor. China's urban linkage: Measurement based on interlocking network model. *Comparative Economic and Social Systems*, 2011, (6): 96-103.]
- [23] 金钟范. 基于企业母子联系的中国跨国城市网络结构: 以中韩城市之间联系为例. 地理研究, 2010, 29(9): 1670-

1682. [Jin Zhongfan. On structural properties of transnational urban network based on multinational enterprises network in China: As the case of link with South Korea. *Geographical Research*, 2010, 29(9): 1670-1682.]
- [24] 马学广, 李鲁奇. 中国城市网络化空间联系结构: 基于银行网点数据的研究. *地理科学进展*, 2017, 36(4): 393-403. [Ma Xueguang, Li Luqi. Network spatial connection structure of Chinese cities based on bank branches data. *Progress In Geography*, 2017, 36(4): 393-403.]
- [25] 尹俊, 甄峰, 王春慧. 基于金融企业布局的中国城市网络格局研究. *经济地理*, 2011, 31(5): 754-759. [Yin Jun, Zhen Feng, Wang Chunhui. China's city network pattern: An empirical analysis based on financial enterprises layout. *Economic Geography*, 2011, 31(5): 754-759.]
- [26] 王聪, 曹有挥, 陈国伟. 基于生产性服务业的长江三角洲城市网络. *地理研究*, 2014, 33(2): 323-335. [Wang Cong, Cao Youhui, Chen Guowei. Study on urban network of Yangtze River Delta region based on producer services. *Geographical Research*, 2014, 33(2): 323-335.]
- [27] 张虎, 周迪. 城市群金融等别视角下的长三角金融资源流动研究: 以城市商业银行异地扩张为例. *地理研究*, 2016, 35(9): 1740-1752. [Zhang Hu, Zhou Di. Financial resource flows in Yangtze River Delta from the perspective of financial gradation city in urban agglomerations: A case study of city commercial bank's expansion. *Geographical Research*, 2016, 35(9): 1740-1752.]
- [28] 唐子来, 赵渺希. 经济全球化视角下长三角区域的城市体系演化: 关联网络和价值区段的分析方法. *城市规划学刊*, 2010, (1): 29-34. [Tang Zilai, Zhao Miaoxi. Economic globalization and transformation of urban system in the River Delta region: Interlocking network and value-added hierarchy. *Urban Planning Forum*, 2010, (1): 29-34.]
- [29] 谭一滔, 杨永春, 冷炳荣, 等. 基于高级生产者服务业视角的成渝地区城市网络体系. *地理科学进展*, 2011, 30(6): 724-732. [Tan Yimiao, Yang Yongchun, Leng Bingrong, et al. Urban network system in Chengdu-Chongqing region in the perspective of advanced producer service. *Progress in Geography*, 2011, 30(6): 724-732.]
- [30] 郭腾云, 董冠鹏. 京津冀都市区经济分布演化及作用机制模拟研究. *地理科学*, 2012, 32(5): 550-556. [Guo Tengyun, Dong Guanpeng. Simulation of economic distribution evolution and its driving forces in Beijing-Tianjin-Hebei metropolitan region. *Scientia Geographica Sinica*, 2012, 32(5): 550-556.]
- [31] 冯长春, 谢旦杏, 马学广, 等. 基于城际轨道交通流的珠三角城市区域功能多中心研究. *地理科学*, 2014, 34(6): 648-655. [Feng Changchun, Xie Danxing, Ma Xueguang, et al. Functional polycentricity of the urban region in the Zhujiang River Delta based on intercity rail traffic flow. *Scientia Geographica Sinica*, 2014, 34(6): 648-655.]
- [32] 赵渺希, 钟桦, 徐高峰. 中国三大城市群多中心网络的时空演化. *经济地理*, 2015, 35(3): 52-59. [Zhao Miaoxi, Zhong Ye, Xu Gaofeng. Polycentric progress of the three major city regions in China. *Economic Geography*, 2015, 35(3): 52-59.]
- [33] 吴威, 曹有挥, 张璐璐, 等. 基于供给侧的区域交通发展水平综合评价: 以中国三大城市群为例. *地理科学*, 2018, 38(4): 495-503. [Wu Wei, Cao Youhui, Zhang Lulu, et al. Comprehensive evaluation of regional integrated transportation development level based on supply-front perspective: Taking three major urban agglomerations in China as examples. *Scientia Geographica Sinica*, 2018, 38(4): 495-503.]
- [34] 孙阳, 姚士谋, 张落成. 中国沿海三大城市群城市空间网络拓展分析: 以综合交通信息网络为例. *地理科学*, 2018, 38(6): 827-837. [Sun Yang, Yao Shimou, Zhang Luocheng. Spatial expansion of urban network for the three coastal agglomerations of China: A study based on integrated traffic information network. *Scientia Geographica Sinica*, 2018, 38(6): 827-837.]
- [35] 冷炳荣, 杨永春, 谭一滔. 城市网络研究: 由等级到网络. *国际城市规划*, 2014, 29(1): 1-6. [Leng Bingrong, Yang Yongchun, Tan Yimiao. Urban network research: From grade to network. *International Urban Planning*, 2014, 29(1): 1-6.]
- [36] 赵新正, 李秋平, 芮旸, 等. 基于财富500强中国企业网络的城市网络空间联系特征. *地理学报*, 2019, 74(4): 694-709. [Zhao Xinzheng, Li Qiuping, Rui Yang, et al. The characteristics of urban network of China: A study based on the Chinese companies in the Fortune Global 500 list. *Acta Geographica Sinica*, 2019, 74(4): 694-709.]
- [37] 路紫, 张秋雯, 邢晨宇. 基于图论的SNS社区中人际节点空间关系的中心性研究: 以新浪微博为例. *经济地理*, 2013, 33(12): 77-83. [Lu Zi, Zhang Qiuluan, Xing Chenyu. A centrality study of the interpersonal node space relationship in SNS community based on the graph theory-taken sina micro-blog as an Example. *Economic Geography*, 2013, 33(12): 77-83.]
- [38] 赵新正, 冯长安, 李同昇, 等. 中国城市网络的空间组织特征研究: 基于开发区联系的视角. *地理研究*, 2019, 38(4): 898-910. [Zhao Xinzheng, Feng Chang'an, Li Tongsheng, et al. Spatial organization characteristics of urban network in China: An analysis based on linkages between China's national-level development zones. *Geographical Research*, 2019, 38(4): 898-910.]

- [39] 王林,戴冠中,赵焕成. 一种新的评价社区结构的模块度研究. 计算机工程, 2010, 36(14): 227-229. [Wang Lin, Dai Guanzhong, Zhao Huancheng. Research on modularity for evaluating community structure. Computer Engineering, 2010, 36(14): 227-229.]
- [40] Taylor P, Evans D, Pain K. Application of the interlocking network model to mega-city-regions: Measuring polycentricity within and beyond city-regions. *Regional Studies*, 2008, 42(8): 1079-1093.
- [41] 赵渺希,刘铮. 基于生产性服务业的中国城市网络研究. 规划研究, 2012, 36(9): 23-38. [Zhao Miaoxi, Liu Zheng. Research on China's city network based on production service industry. *Planning Studies*, 2012, 36(9): 23-38.]
- [42] 赵金丽,盛彦文,张璐璐,等. 基于细分行业的中国城市群金融网络演化. 地理学报, 2019, 74(4): 723-736. [Zhao Jinli, Sheng Yanwen, Zhang Lulu, et al. Evolution of urban agglomeration financial network in China based on subdivision industry. *Acta Geographica Sinica*, 2019, 74(4): 723-736.]
- [43] 刘承良,桂钦昌,段德忠,等. 全球科研论文合作网络的结构异质性及其邻近性机理. 地理学报, 2017, 72(4): 737-752. [Liu Chengliang, Gui Qinchang, Duan Dezhong, et al. Structural heterogeneity and proximity mechanism of global scientific collaboration network based on co-authored papers. *Acta Geographica Sinica*, 2017, 72(4): 737-752.]
- [44] 颜子明,杜德斌,刘承良,等. 西方创新地理研究的知识图谱可视化分析. 地理学报, 2018, 73(2): 362-379. [Yan Ziming, Du Debin, Liu Chengliang, et al. Visualization analysis of mapping knowledge domain on western geography of innovation. *Acta Geographica Sinica*, 2018, 73(2): 362-379.]
- [45] 段德忠,杜德斌,桂钦昌,等. 中国企业家成长路径的地理学研究. 人文地理, 2018, 33(4): 102-112. [Duan Dezhong, Du Debin, Gui Qinchang, et al. The geography of chinese entrepreneurial development. *Human Geography*, 2018, 33(4): 102-112.]
- [46] 杨文龙,杜德斌,游小珺,等. 世界跨国投资网络结构演化及复杂性研究. 地理科学, 2017, 37(9): 1300-1309. [Yang Wenlong, Du Debin, You Xiaojun, et al. Network structure evolution and spatial complexity of global transnational investment. *Scientia Geographica Sinica*, 2017, 37(9): 1300-1309.]
- [47] 钟业喜,陈琳,黄洁. 中国500强的行业结构及其区域差异. 地理科学, 2017, 37(2): 190-199. [Zhong Yexi, Chen Lin, Huang Jie. Chinese industrial structure and its regional disparity based on the data of chinese top 500 enterprises. *Scientia Geographica Sinica*, 2017, 37(2): 190-199.]
- [48] 崔功豪. 当前城市与区域规划问题的几点思考. 城市规划, 2002, 26(2): 40-42. [Cui Gonghao. Some contemporary considerations in urban and regional planning. *City Planning Review*, 2002, 26(2): 40-42.]
- [49] Barberán A, Bates S T, Casamayor E O, et al. Using network analysis to explore co-occurrence patterns in soil microbial communities. *The ISME Journal*, 2012, 6(2): 343-351.
- [50] 李学鑫,苗长虹. 城市群经济的性质与来源. 城市问题, 2010, (10): 16-22. [Li Xuexin, Miao Changhong. The nature and sources of city group economy. *Urban Problems*, 2010, (10): 16-22.]

Urban network linkages of Chinese urban agglomerations based on an analysis of the Fortune China Top 500 Enterprises

LI Yan¹, SUN Yang¹, YAO Shimou²

(1. Xi'an University of Architecture and Technology, Xi'an 710008, China;

2. Nanjing Institute of Geography and Limnology, CAS, Nanjing 210008, China)

Abstract: Existing urban network research mostly focuses on urban linkages or spatial linkages within an urban agglomeration, with most of the research on urban network structure of China based on the relational data of the general and branches of enterprises, while it remains lack of an overall cognition of network linkages between the Chinese urban agglomerations. Based on the data of the 311 financial and professional service enterprises in the list of the Fortune China Top 500 Enterprises, this paper takes the enterprises as cross-scale spatial expressions of urban agglomerations where their headquarters and branches are located, and regards urban agglomerations as interconnected space according to relational geography. Using analytical methods of network analysis, interlocking network model, Pajek and Gephi, this article analyzes spatial relationship between the 19 urban agglomerations and their 41 major cities, with a focus on the finance and professional service sectors, towards an exploration of coordinated spatial development of Chinese urban agglomerations. The conclusions are as follows: on the one hand, Chinese urban agglomerations form a spatial organizational system centered on the 6 urban agglomerations of Beijing-Tianjin-Hebei region, Yangtze River Delta, Pearl River Delta, Chengdu-Chongqing, Shandong Peninsula and Middle Reaches of the Yangtze River, which is consistent with the distributional characteristics of the national central cities, while the other 13 urban agglomerations are non-core spatial organizations served as important support for the expansion of urban agglomerations in China. On the other hand, the spatial coordination of urban agglomerations relies on efficient and optimal allocation of financial and professional service elements. The external contact scope of an urban agglomeration determines its ability to control and configure various service element flows, which in turn affects its coordinated development status. Among them, the Beijing-Tianjin-Hebei urban agglomeration dominates the urban linkages formed by commercial banks, diversified financial investment, insurance, accounting and law firms, the Yangtze River Delta urban agglomeration dominates the securities enterprises' urban linkages with absolute advantages, and the Yangtze River Delta, the Chengdu-Chongqing and the Pearl River Delta urban agglomerations lead the urban linkages between advertising agencies as well as management consulting companies. This paper attempts to cognize the relational proximity among the urban agglomerations to recognize the cross-scale collaborative mechanism between corporate actions and the urban agglomerations, by which it emphasizes the important role of the horizontal linkages between the urban agglomerations and thus contributes to provide reference for coordinated development of the urban agglomerations in China.

Keywords: urban agglomeration; urban network; corporate linkage; relational geography; cross-scale correlation; China