

尺度重构视角下中国城市多元网络结构研究

杨亮洁¹ 任娇杨¹ 杨永春^{2,3} 潘竟虎¹¹

(1. 西北师范大学 地理与环境科学学院, 中国甘肃 兰州 730070;

2. 兰州大学 资源环境学院, 中国甘肃 兰州 730000;

3. 兰州大学 西部环境教育部重点实验室, 中国甘肃 兰州 730000)

【摘要】: 采用 2019 年中国战略新兴产业 100 强企业网络数据和百度指数数据, 运用链锁—隶属网络模型、社会网络分析法, 采用“自上而下”的研究路径, 从全国—城市群间—城市群内三个相互嵌套的空间尺度, 解析尺度重构视角下的中国城市网络空间结构特征; 应用随机森林和逐步回归法分析城市网络中心性的影响机制。研究发现: (1) 信息流视角下, 中国城市网络联系紧密, 呈菱形空间结构; 企业流视角下, 网络联系较弱, 呈放射状分布; 二者均呈现“东密西疏”分散分布。(2) 不同尺度的城市网络内部均存在小团体现象, 核心城市的集聚力普遍大于其对外的辐射力; 中国城市网络层级结构特征显著, 择优链接效应明显; 城市群间联系小团体特征明显, 层级性显著; 信息流视角下城市群间网络联系远强于企业流视角下城市群网络联系, 京津冀城市群具有较强的控制力, 长三角城市群具有较强的吸引力; 城市群内部均存在小团体与互惠对特征, 网络结构呈现单核心和双核心两种类型。(3) 政治资源、知识资本、专业技术服务、人力资本是城市网络中心性的关键影响因素。

【关键词】: 城市网络 信息流 企业流 尺度重构 社会网络分析 京津冀城市群

【中图分类号】: F293 **【文献标志码】:** A **【文章编号】:** 1000-8462 (2021) 09-0048-11

城市是一个复杂的开放巨系统, 各子系统既相互竞争又协同合作构成更高一级的城市系统, 即城市系统中的城市 (city in city system)。这一系统中存在着复杂的物质、能量和信息互动, 形成各种“流空间”。在“流动空间”中, 人类的各种重要活动通过“行动者载体”以各种要素流的形式在“空间载体”中完成, 城市是各类社会经济活动最重要的“空间载体”。

当今世界经历着从工业主义到信息主义、工业制造到资讯服务和生产的转变, 推动了新的地理空间形态形成, 组织由核心—边缘模式转向超越地理距离的网络格局^[1], 世界城市网络逐渐成为学者关注的研究重点。Cohen、Friedmann、Castells、Pred、Taylor 等学者为世界城市网络理论的发展奠定了理论基础^[2,3,4,5,6]。城市网络是城市体系演进的新阶段, 是城市空间组织的一种新形式^[7,8], 网络化发展成为社会城市系统发展的主流趋势。

1990 年后, 城市体系核心特征的演变推动其研究范式由等级体系向城市网络转变, 研究数据由属性数据向关系数据转变^[7,8,9,10]。城市网络研究过程中形成两大流派: (1) 基于属性数据的静态网络研究; (2) 基于关系数据的动态网络研究。基于属性数

作者简介: 杨亮洁 (1977-), 女, 甘肃静宁人, 博士, 副教授, 研究方向为城市生态、城市网络。E-mail: yangljmxx@163.com; 任娇杨 (1996-), 女, 山西长治人, 硕士, 研究方向为城市网络。E-mail: rjyyjs@163.com
基金项目: 国家自然科学基金项目 (41501176、41961030)

据的城市网络研究主要应用城市属性统计数据,借助引力模型、城市流模型等数理模型构建城市间联系,进行城市网络结构分析。基于关系数据的城市网络研究主要集中在交通流^[11,12]、创新网络^[13,14]、信息流^[15,16,17]和企业网络^[18,19]四个方面。企业组织关系研究是城市网络体系研究的主流范式^[18],是人文地理学重要的发展方向和新的学科生长点^[19]。随着我国沿海地区的开放,国有企业迅速成长,逐步向创新型企业转型。企业逐渐将生产价值链的不同生产环节、不同产品布局在不同的城市,企业成为城市间连通的桥梁,基于企业网络视角的中国城市网络引起学者的广泛关注^[20,21,22]。伴随大数据时代的到来,通过互联网进行跨国家、跨地区交流已成为主流,城市一区域之间的联系大多通过信息流来完成^[22],这一过程打破了传统的空间格局,基于信息流的城市网络研究成为当代城市地理学的研究热点^[23,24]。随着学者们对城市网络研究的不断深入,城市网络结构的影响因素成为了关注热点^[10,16,19]。

全球化背景下城市与区域发展正进行多尺度的重构。尺度重构是当前城市研究的新的理论视角。空间尺度的调整对于国家顺应全球化、积累资本以及提升竞争力有重要意义^[25]。尺度重构通过对新尺度的建构与考察,深化了尺度所涉及的空间、权力、关系等要素的分析与认知^[26,27]。尺度重构是一个动态的、不断演变的过程,将尺度重构纳入区域与城市发展的建构中,有利于区域的研究与发展。国内学者开始关注尺度对城市网络结构的重构。赵新正、李迎成等从多尺度分别分析了长三角创新网络、中国城市网络的结构特征^[21,28]。然而现有的多尺度城市网络的研究多为针对一个特定的空间范围的实证研究,缺乏以尺度重构理论为主线的城市网络的研究。

现有关于城市网络的影响因素的研究,多是基于特定的属性数据(社会经济统计数据)构建指标体系,再应用多元统计回归方法分析节点城市中心性的影响因素^[19]。在影响因素的选取中存在主观性,缺乏针对诸多指标的更客观的机器学习方法(如随机森林方法)剖析城市网络中心性的主要影响因素研究。

鉴于此,本文基于尺度重构理论,在梳理城市网络研究理论基础和研究路径的基础上,构建尺度重构视角下城市网络研究的概念模型;选取2019年中国战略新兴产业100强企业分支机构所在城市为基础数据,应用杨亮洁等人构建的有向链锁一隶属网络模型^[29],构建基于企业网络的城市网络联系矩阵,应用百度指数构建信息流视角下城市网络联系矩阵;采用社会网络分析方法,应用Ucinet和ArcGIS软件,从全国一城市群间一城市群内部三个相互嵌套的空间尺度剖析尺度重构视角下中国城市网络空间结构的整体特征和网络节点的中心性特征;应用R语言和SPSS软件分析城市网络的影响因素,以期为推动我国区域协同发展提供科学依据。

1 研究设计

1.1 研究对象界定

本文以2019年战略新兴产业100强企业的分支机构(总公司、子公司、孙公司、重孙公司、玄孙公司)来确定研究城市,最终确定了312个地域单元¹(包括2个盟,4个直辖市,6个地区,23个自治州,277个地级市)。以方创琳提出的中国城市群建设的“5+9+6”的新格局中的20个城市群为研究对象^[30]。依据国家新型城镇化规划和方创琳、姚士谋等的研究^[30,31,32],结合战略新兴产业100强企业确定城市单元,界定各城市群范围。

1.2 数据来源与处理

本文所用研究数据包括企业数据、百度信息数据和属性数据。

(1)企业数据。通过“财经网”官方网站(<http://www.caijing.com.cn>)获取2019年中国战略新兴产业100强企业名单(该100强企业由中国企业联合会和中国企业家协会主办的企业高峰论坛公布),在“天眼查”网站(<https://www.tianyancha.com>)对这100家公司的总公司、子公司、孙公司、重孙公司、玄孙公司进行筛查,选取创新型企业,剔除掉已注销、吊销的公司以及没有子企业的母企业、上下级企业属于同一所在地的企业,获取各级企业信息及所在地。企业性质依据组织关系分为总公司、子

公司、孙公司、重孙公司、玄孙公司 5 个等级，依次赋值为 5、4、3、2、1。

(2) 百度指数。数据从百度指数官网 (<http://index.baidu.com>) 收集 312 个地域单元两两之间，在 2019 年 1 月 1 日—2019 年 12 月 31 日的搜索指数（包括 PC 搜索指数和移动搜索指数）平均值构建 2019 年城市信息网络。

(3) 城市属性数据。城市属性数据来自 2019 年《中国城市统计年鉴》^[33]，个别市部分数据缺失，采用普通克里金插值法补全。三沙市、日喀则市、昌都市、林芝市、那曲市 5 市数据缺失较多，将其剔除。

1.3 研究框架建构

尺度重构呈现出不同空间尺度的结构转化过程，流空间理论揭示城市网络形成的内在动力联系、要素逻辑关系（要素流），要素流动是城市网络最为根本的动力^[34]。

本文基于尺度重构视角进行城市多元网络的多尺度研究。以 Smith 的尺度重构理论为研究脉络、Castells 的流空间理论为理论基石、Taylor 和 Alderson 的世界城市网络理论模型为基本理论模型，提出尺度重构视角下的城市网络分析框架，力图为城市网络的系统性研究提供有力工具（图 1）。

1.4 研究方法

1.4.1 城市联系网络模型—链锁—隶属网络模型

世界城市网络研究中，两个最经典的模型是 Taylor 的链锁网络模型^[35]和 Alderson 的隶属联系模型^[36]。但二者都有不足之处，本文采用将二者结合的链锁—隶属城市网络模型^[29]，计算基于企业组织链的城市之间的网络联系。具体计算模型如下：

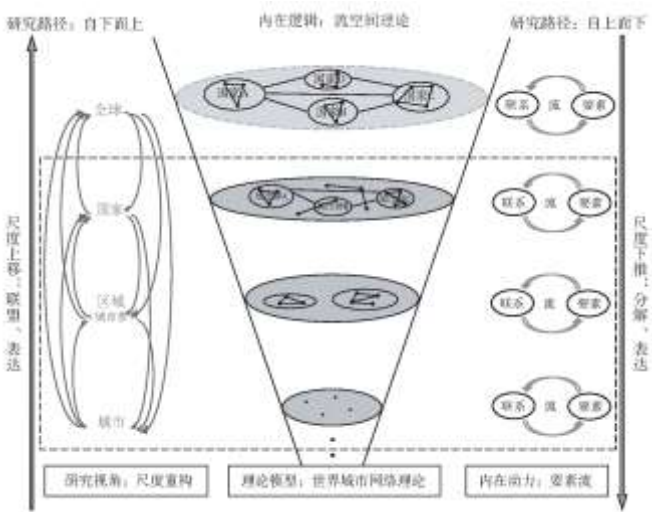


图 1 尺度重构视角的城市网络研究框架

$$\bar{C}_{ab,i} = \sum_{R=1}^R \sum_{r=1}^r V_{ai(R)} \times V_{bi(r)} \quad (1)$$

$$R \neq r; R > r; R, r \in [1, 5]$$

$$\bar{C}_{ab} = \sum_{i=1}^N C_{ab,i} \quad (2)$$

$$C_{ab} = \bar{C}_{ab} + \bar{C}_{ba} \quad (3)$$

式中： $\bar{C}_{ab,i}$ 表示基于企业 i 的从城市 a 到城市 b 的联系； $V_{ai(R)}$ 和 $V_{bi(r)}$ 分别表示企业 i 在城市 a 、 b 中的企业服务值； R 和 r 表示企业等级； $\bar{C}_{ab}$ 为从城市 a 发出到城市 b 所有企业的联系强度； N 为企业数量； C_{ab} 为城市 a 、 b 之间的总联系强度。

1.4.2 网络结构与影响因素测度方法

借鉴刘军的社会网络分析，采用网络密度、凝聚子群来研究城市网络整体结构特征，点度中心度（centrality）、出度（outdegree）、中介度（betweenness）和入度（indegree）来研究城市网络中心性的分布格局^[37]。

应用随机森林（random forest）模型选取城市网络中心性的影响因素，进而用 SPSS 逐步回归法对影响因素进行回归分析，并归纳总结城市网络的影响机制^[38]。

2 结果分析

2.1 全国尺度城市网络空间格局

2.1.1 城市网络整体结构特征

企业组织视角和信息流视角下的中国城市网络空间格局均呈现“东密西疏”分散分布，网络层级性特征显著。基于企业网络的城市网络联系较为稀疏，网络密度为 0.277，呈以北京为核心的放射状分布；基于信息流的城市网络联系稠密，网络密度为 0.965，呈以北京、成都、广州、上海市为核心的菱形空间结构；两种网络的高等级联系多存在于省会、直辖市、经济特区之间（图 2）。

信息流视角下省内外网络密度值均很大，省内的集聚效应显著，省际合作频繁。企业视角的城市网络中，各城市与北京、上海、天津、重庆联系最强，跨大区域联系显著；各省内部联系强度次之，跨省域联系较弱。

信息流下各凝聚子群呈现明显的行政区界限和网络邻近效应特征，且各子群内联系稀疏；企业流下各凝聚子群中的城市跨区域交流明显，高等级城市对网络的控制作用显著，择优链接效应显著，网络邻近效应不明显。基于信息流的城市网络各凝聚子群中，第一子群内部联系最紧密，新疆作为单一子群出现，子群内部密度为 0.05，但与其他子群间的联系密度均不足 0.02，说明新疆与其他省份联系弱。基于企业流的中国城市网络凝聚子群中，直辖市、经济特区以及各省省会城市在第一子群，其余子群中包含各省份城市，跨省域特征明显。其中第一子群密度值最高（0.79），且其余 7 个子群与第一子群的群间密度值均高于 7 个子群内的密度值，说明直辖市、经济特区以及各省省会（首府）与网络中其他城市的联系更为密切，对网络的控制作用明显。

2.1.2 城市节点中心性分析

(1) 点度中心度。基于信息流的城市网络层级结构明显，城市中心度呈现明显的双核心结构特征（图 2a）。北京、上海中心

度名列前茅，中心度占比分别为 1.71%、1.48%，其次为深圳、成都、广州和杭州，再次为其余省会城市，其他地级市点度中心度较低，空间上呈现以北京、上海、杭州、广州、深圳和成都为核心的菱形多中心结构。

基于企业网络的城市网络首位特征显著，呈现显著的单中心结构，核心—边缘结构显著（图 2b）。北京的中心地位突出，中心度远高于第二位城市上海市，为首位核心城市；省会城市、经济特区的中心度位序均较高，表明省会城市和经济特区对资源的管控能力较强，为次核心城市；其余地级城市相对中心度较低，在城市网络的影响力较弱，城市竞争力弱，为边缘城市。

(2) 中间度。基于信息流的城市网络中，城市节点中间度差异很小，说明信息流网络下城市间直接交流更加频繁，城市桥梁作用弱。

基于企业联系的城市网络中北京的中间度位于首位，桥梁作用较强；其余省会城市和直辖市的中间度相对较高，其余地级市中间度较低，表明直辖市和省会城市对资源的控制能力强，起到连通其他地级市的作用。

(3) 点出度与点入度。基于信息流的城市网络出度、入度中心性均呈现多核心结构特征（图 2a）；基于企业流的城市网络城市出度、入度中心性呈现单核心结构特征（图 2b）。在信息流城市网络中，北京、上海、成都、武汉、深圳、广州点出度总占比为 9.54%，为权力核心城市，北京、上海、西安、南京、成都、广州、深圳在信息流城市网络的点入度总占比为 5.98%，为威望核心城市。基于企业流的城市网络中，有 24 家企业总部分布于北京，首位度突出（23.09%），在企业网络中辐射带动作用最强；成都、武汉、深圳、郑州等城市也是公司总部的重要集聚城市；北京、上海、广州、深圳入度值占比分别为 7.10%、5.04%、1.37%、1.92%，对企业分支机构集聚力强。

2.2 城市群间网络联系空间格局分析

2.2.1 城市群间网络联系整体结构特征

将 20 个城市群作为节点分析，结果显示：两种要素流下网络密度均较高（图 3），城市群之间联系较强。信息流视角下城市群间联系强于企业视角城市群间的联系，这与全国尺度上城市间联系的研究结果一致。信息流视角下城市群内部网络密度均高于城市群间网络密度，表明城市群内部联系更紧密，小团体特征显著；而在企业流视角下，哈长、中原、兰西、海西、江淮、晋中、黔中、辽中南、北部湾、宁夏沿黄和长江中游城市群内部网络密度要低于其对外密度，表明这 11 个城市群跨区域联系更显著，长三角、京津冀等其余 9 个城市群内部联系则更紧密。

凝聚子群分析显示，城市群间联系网络小团体特征明显，层级性显著。信息要素视角下城市群网络分为 8 个子群：第一、二、五子群形成三个小团体（如辽中南、哈长、江淮与中原城市群形成小团体）；第四、七、八子群中，城市群两两分属于一个子群，形成互惠关系对（如珠三角与长三角城市群形成互惠对）；长江中游城市群、北部湾城市群单独为一个子群。在 8 个子群内部中，第四子群内部密度最高（0.434），珠三角与长三角城市群作为我国发展实力较强的两个城市群，两者间联系更密切；子群间密度显示，第三子群与第四子群密度最高（0.644），珠三角、长三角和长江中游 3 个城市群地理位置邻近，有利于合作与交流。企业联系视角下城市群网络分为 7 个子群，其中第一、三子群内部组成小团体（如滇中、江淮、长三角、长江中游和海峡西岸城市群形成小团体），第二、四、六子群形成三个互惠对（如宁夏沿黄与兰西城市群形成互惠对）；第一子群内部密度最高（0.060），组团内部之间经济联系较其外部更为紧密，其与第六子群间联系最密切（密度值为 0.388）；京津冀城市群单独为一个子群，但与其他子群联系都较为密切，而呼包鄂榆城市群单独成群且与其他子群联系微弱，其经济联系比较单一，对外发展存在一定局限性。

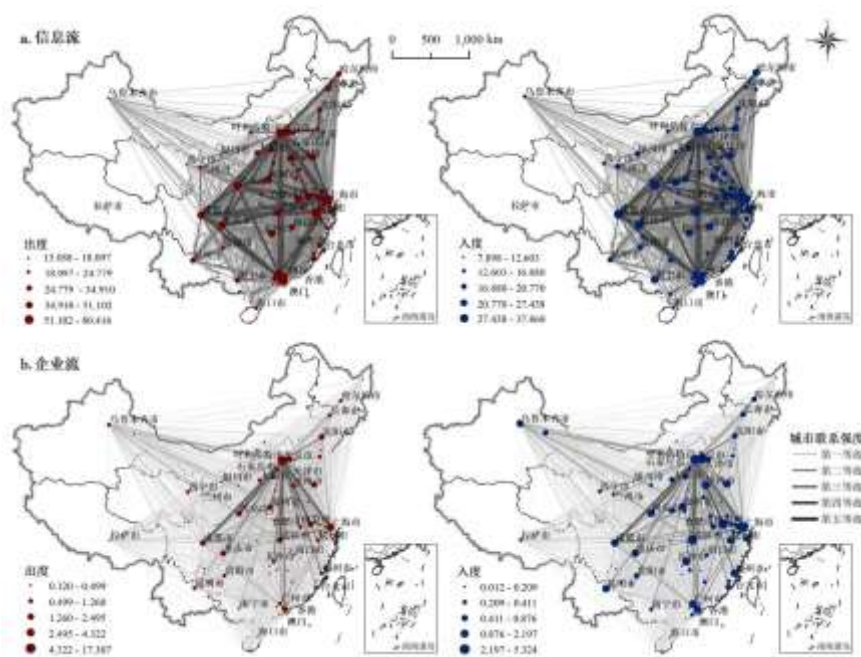


图2 中国城市多元网络空间格局

注：本图基于自然资源部标准地图服务网站下载的审图号为GS(2016)2892号的标准地图制作，底图无修改。图3同。

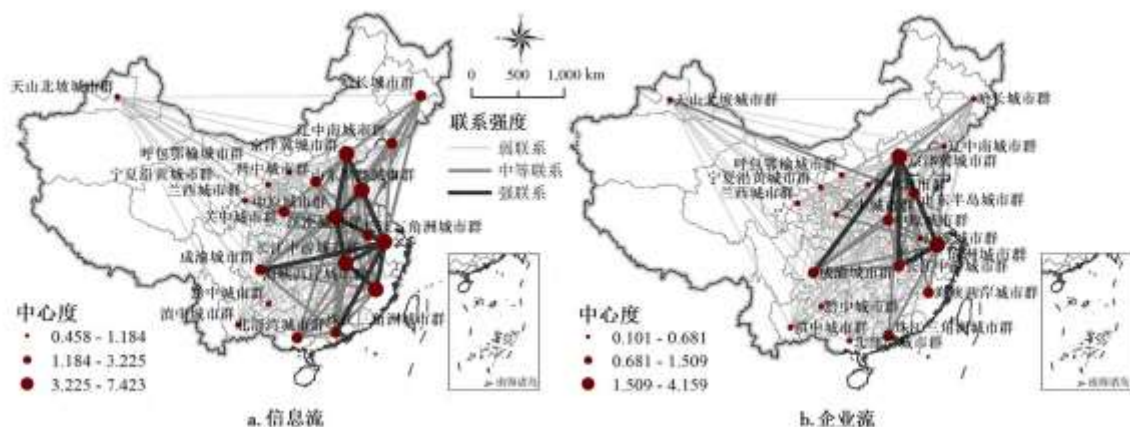


图3 城市群间网络联系空间格局

2.2.2 城市群节点中心性分析

信息流视角下城市群网络联系远强于企业流视角下城市群网络联系（图3）。信息流视角下，以长三角、京津冀、中原、成渝、珠三角、海西、长江中游城市群为核心，形成多中心菱形空间结构（图3a）；企业流视角下，以京津冀与长三角为核心，形成双核心空间结构（图3b）。信息流视角下，长三角城市群对外扩散辐射能力强，而宁夏沿黄城市群和天山北坡城市群自身经济实力较弱，对资源的把控和吸引能力有待提升。企业联系视角下，京津冀城市群、长三角城市群与长江中游城市群间的强联系构成闭合三角形。

两种网络中京津冀城市群点出度高于点入度，其对外的辐射能力大于其吸引力，在城市群中具有较大控制力。长三角城市群则相反，吸引力大于对外辐射能力，长三角城市群有较强的资源集聚能力。天山北坡、宁夏沿黄、呼包鄂榆城市群中心性最弱，对外经济联系与区域竞争力远低于其他城市群。

2.3 城市群内城市网络结构特征分析

2.3.1 各城市群网络整体结构特征

基于信息流的各城市群网络内部联系远大于企业流的城市网络联系强度。信息流视角下，各个城市群网络密度值均较高，城市群内城市联系紧密；企业流视角下，珠三角城市群网络密度为 0.764，表明该城市群内城市间合作交流等方面较强；辽中南、北部湾、兰西城市群网络密度较低，其经济发展实力有待加强。

信息流视角下，哈长、兰西、成渝、辽中南、长江中游、山东半岛、长三角和珠三角群 8 个城市群均为双核心空间结构，其余 12 个城市群呈单核心网络结构（图 4）。企业流视角下，海西、呼包鄂榆、哈长、兰西、成渝、辽中南、长三角、珠三角、山东半岛和长江中游 10 个城市群为双核心空间结构，其余 10 个城市群为单核心空间结构，核心城市作用更为突出（图 5）。

凝聚子群分析显示，各城市群内部都存在小团体与互惠对特征。信息流视角下，城市群内部网络受空间要素的制约较小，城市网络地理邻近性不明显；归属同一凝聚子群的城市多归属于同一省份，跨省际联系较弱。企业联系视角下，则表现为跨地区联系，突破省界行政边界的束缚，空间跨度较大，形成跨地区“小团体”的现象。

2.3.2 各城市群网络节点中心性分析

(1) 点度中心度。企业流视角下城市群内核心城市的主导作用较信息流更加显著。宁夏沿黄、北部湾、京津冀、中原、关中等为单核心城市群，哈长、成渝、长三角、珠三角城市群等为双核心城市群，呼包鄂榆、海峡西岸城市群在信息流视角下为单核心结构，而在企业流视角下呈现双核心结构。各城市群中单核心城市群的核心城市大多为直辖市、省会城市；双核心城市群，除了直辖市、省会城市外，经济发达的城市以及港口城市也成为核心城市，双核驱动促使城市群发展更为均衡与协调。

(2) 点出度与点入度。两种网络中，节点出度、入度呈现出明显的核心城市为主导的特征。基于企业网络的城市网络中中心城市的出度、入度占比较高，且多数中心城市出度值大于入度值，核心城市对于城市群内部其他城市的辐射能力强于集聚吸引力，辐射效应凸显。信息要素视角下的中心城市出、入度均低于基于企业网络的中心城市出、入度，核心城市集聚与吸引能力相当，对于城市群内部的其他城市来说，更有利于自身的发展。

2.4 中国城市网络中心性的影响机制

将 104 个变量进行共线性分析，再用随机森林法筛选出城市网络中心性的主要影响因素并进行回归分析，通过 SPSS 逐步回归模型中复相关系数、决定系数、校正决定系数以及随机误差的估计值筛选城市网络中心性的主要影响因素，并进行影响程度分析。分析结果显示：

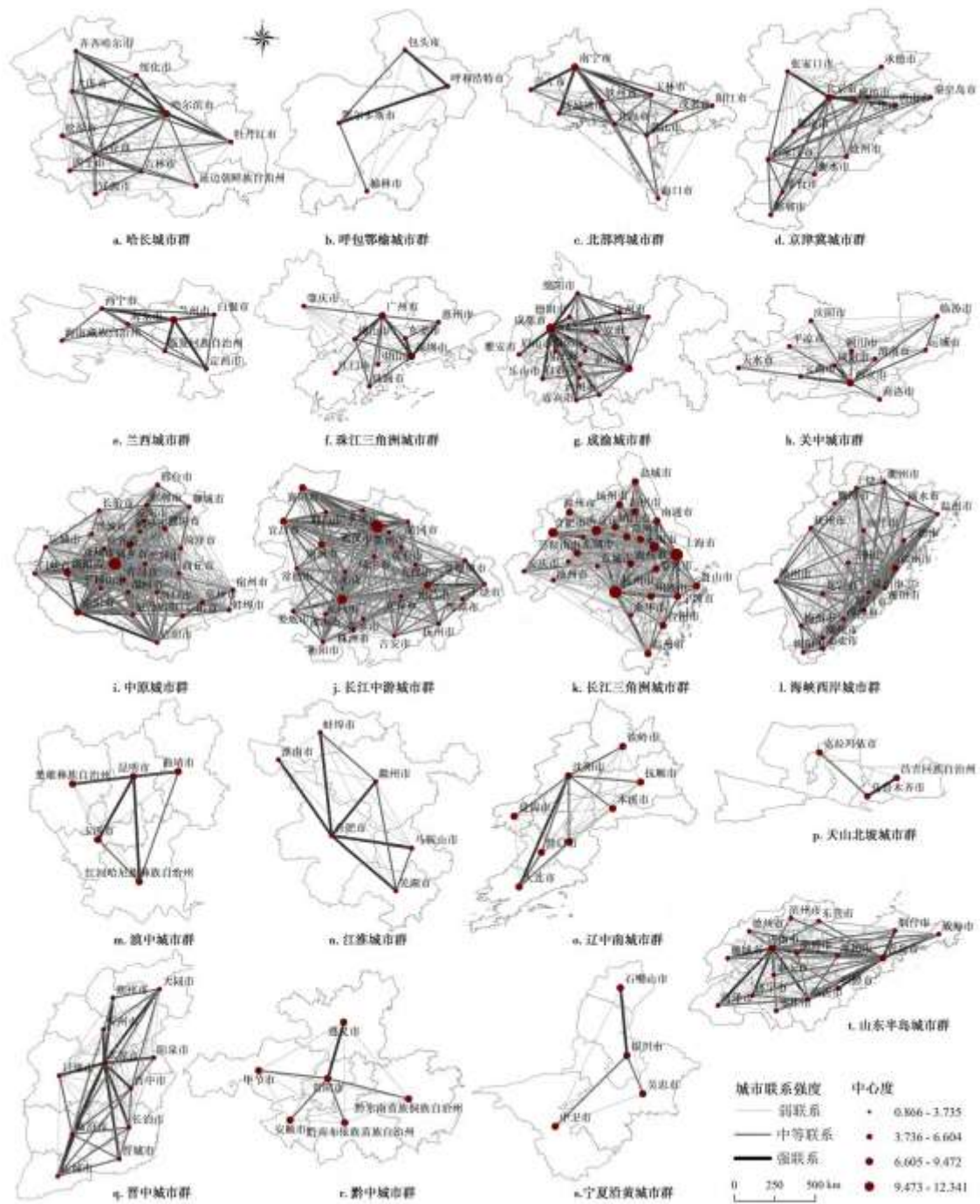


图4 基于信息流的城市群网络空间格局

(1)不同要素流的网络中，行政级别（按照首都、直辖市、副省级城市、省会或首府、其他地级市依次赋值为5、4、3、2、1）、知识资本厚度^[19]（科学研究、技术服务和地质勘查业从业人员与全市人均地方财政科学技术支出的乘积）、信息传输、计算机服务和软件业就业人员均对其产生显著的正向影响。政治资源接近性好、知识资本丰厚、专利发明数多、人力资本丰富的城市，吸引力强，有利于提升自我竞争力和吸引力。反之，容易在城市网络的发展中被边缘化。

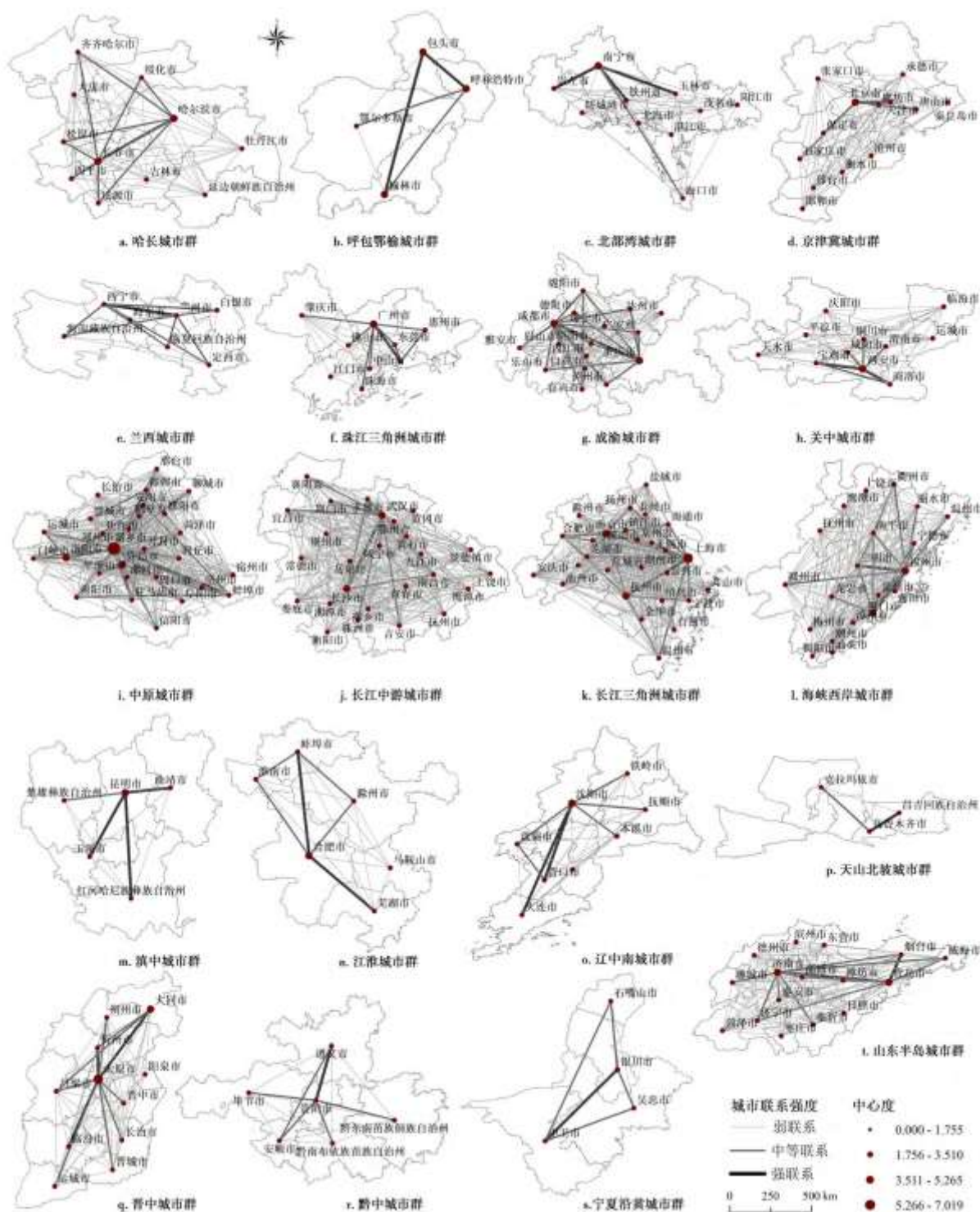


图 5 基于企业流的城市群网络空间格局

(2)信息流视角下，R&D 人员、第三产业占 GDP 比重、普通高等学校数、卫生和社会工作就业人员对于城市中心性具有显著的正向影响，表明研发能力强、市场规模大、高等素质教育全面、社会福利水平高的城市，有助于人才的引进、自身关注度的提升，从而使自身得到更好的发展。

(3)企业视角下,电信业务收入、专利授权发明数、人均GDP与交通运输、仓储和邮政业就业人员对城市中心性呈显著正相关,表明市场需求大、创新能力强、市场规模大、通行可达性高的城市,对创新企业的吸引力更强,具有吸引企业总部和分支机构选择的区位优势,更有助于带动当地经济发展。

3 结论与讨论

本文利用2019年中国战略新兴产业100强企业数据和百度指数数据,构建信息流和企业流视角下的中国城市网络。基于尺度重构视角,采用“自上而下”的研究路径,从全国—城市群—城市群内三个相互嵌套的空间尺度,剖析中国城市网络空间拓扑结构和中心性空间结构特征,并运用随机森林和逐步回归分析法,分析城市网络的影响机制。主要结论如下:

(1)不同要素流下中国城市网络联系差异显著。基于信息流的城市网络联系紧密,呈以北京、成都、广州、上海为核心的菱形空间结构,存在明显的跨行政区界和网络邻近效应特征;企业要素下城市网络联系稀疏,跨区域联系特征显著,呈放射状分布,择优选择效应更显著,二者均呈现“东密西疏”分散分布。

(2)中国城市网络中心性具有明显的层级结构特征。基于信息流的城市网络点度中心性体系呈现双核心结构特征,中介度体系呈现均衡分布,出入度中心性体系呈现多核心结构特征;基于企业网络的城市网络首位特征显著,呈现显著的单核心结构特征。

(3)城市群间联系小团体特征明显,层级性显著,网络权力高峰值集中在成渝、中原、京津冀、长三角、珠三角、长江中游地区的少数城市,中西部地区大部分城市位于权力的边缘;信息流视角下,呈现多中心菱形空间结构;企业流视角下,以京津冀和长三角城市群为核心,形成双核心空间结构。

(4)基于信息流的各城市群网络内部联系远大于基于企业流的城市网络联系,信息流和企业流视角下,各城市群内部都存在小团体与互惠对特征,网络结构呈现单核心和双核心两种模式。信息流视角下,城市群内部网络受空间要素的制约较小,属于同一凝聚子群的城市并不存在明显的地理邻近性;而企业流视角下,则表现为跨地区联系,突破省级行政边界的束缚,空间跨度较大,形成跨地区“小团体”的现象。

(5)不同尺度的城市网络均存在一定的小团体现象,核心城市中心性明显强于其他城市,择优链接效应显著。全国网络中的核心城市,在其各自的城市群中仍处于核心地位,核心城市的集聚力普遍大于其对外的辐射力;在城市群中处于核心控制地位的西部城市,在全国网络中并不突出。

(6)政治资源、知识资本、专业技术服务、人力资本是城市网络中心性的关键影响因素。政治资源接近性好、知识资本丰厚、专利发明数多、人力资本丰富的城市有明显优势,有利于吸引企业选址投资、吸引各城市关注,从而提升自我竞争力和吸引力。

行政隶属关系在一定程度上阻碍了城市群内部的发展。要实现城市群一体化,应着力推进城市群内部基础设施建设,跨区域合作与发展,加强内部城市节点之间的联系,跨越小团体融合进入更大的空间。通过设施建设、资源利用,依托各城市基础与优势,结合时下政策,吸引人才、开发创新等方式增强网络经济联系,实现区域协同发展。

本文基于信息流和企业流,结合尺度重构视角对中国城市网络空间分布特征进行分析,但对不同空间尺度的城市网络演变过程与规律、多重网络的耦合机理和演化机理等方面未深入探讨,未来研究将补充多种关系数据对城市多重网络的时空演化及其耦合和演化机理进行深入研究。

参考文献:

-
- [1]孙中伟, 路紫, 贺军亮. 世界互联网信息流的空间格局及其组织机理[J]. 人文地理, 2009, 24(4):43-49.
- [2]Cohen R. B. The new international division of labor,multinational corporations and urban hierarchy[C]//Dear M,Scott A J.Urbanization and Urban Planning in Capitalist Society. London:Methuen,1981:287-315.
- [3]Friedmann J. The world city hypothesis[J]. Development and Change,1986,17(1):69-83.
- [4]Castells M. The Rise of the Network Society[M]. Oxford:Blackwell,1996.
- [5]Pred Allan. On the Spatial Structure of Organizations and the Com-plexity of Metropolitan Interdependence [C]//L S Bourne,J WSimmons. Systems of Cities. New York:Oxford University Press,1978:292-309.
- [6]Taylor P. J et al. Global urban analysis:A survey of cities in globalization[M]. London:Earth Scan,2011.
- [7]冷炳荣, 杨永春, 谭一泓. 城市网络研究: 由等级到网络[J]. 国际城市规划, 2014, 29(1):1-7.
- [8]杨永春, 冷炳荣, 谭一泓, 等. 世界城市网络研究理论与方法及其对城市体系研究的启示[J]. 地理研究, 2011, 30(6):1009-1020.
- [9]张凡, 杨传开, 宁越敏, 等. 基于航空客流的中国城市对外联系网络结构与演化[J]. 世界地理研究, 2016, 25(3):1-11.
- [10]宋琼, 赵新正, 李同昇, 等. 多重城市网络空间结构及影响因素——基于有向多值关系视角[J]. 地理科学进展, 2018, 37(9):1257-1267.
- [11]Liu X,Dai L,Derudder B. Spatial inequality in the Southeast Asian intercity transport network[J]. Geographical Review,2017,107(2):317-335.
- [12]王姣娥, 景悦. 中国城市网络等级结构特征及组织模式——基于铁路和航空流的比较[J]. 地理学报, 2017, 72(8):1508-1519.
- [13]段德忠, 杜德斌, 谌颖, 等. 中国城市创新网络的时空复杂性及生长机制研究[J]. 地理科学, 2018, 38(11):1759-1768.
- [14]吕拉昌, 孟国力, 黄茹, 等. 城市群创新网络的空间演化与组织——以京津冀城市群为例[J]. 地域研究与开发, 2019, 38(1):50-55.
- [15]汪明峰, 宁越敏. 城市的网络优势——中国互联网骨干网络结构与节点可达性分析[J]. 地理研究, 2006(2):193-203.
- [16]王波, 甄峰. 城市实体特征对城市网络空间影响力的作用机制——基于互联网新闻媒体的分析[J]. 地理科学, 2017, 37(8):1127-1134.
- [17]张宏乔. 基于信息流的中原城市群城市网络空间特征及演化分析[J]. 地域研究与开发, 2019, 38(1):60-64, 70.
- [18]Liu X.,Derudder B. Analyzing urban networks through the lens of corporate networks:A critical review[J].

Cities, 2013, 31 (2) :430-437.

[19]盛科荣, 张红霞, 侣丹丹. 基于企业网络视角的城市网络研究进展与展望[J]. 人文地理, 2018, 33 (2) :11-17.

[20]盛科荣, 王云靓, 樊杰. 中国城市网络空间结构的演化特征及机理研究——基于上市公司 500 强企业网络视角[J]. 经济地理, 2019, 39(11):84-93.

[21]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[J]. 地理学报, 2019, 74(4) :694-709.

[22]朱查松, 王德, 罗震东. 中心性与控制力: 长三角城市网络结构的组织特征及演化——企业联系的视角[J]. 城市规划学刊, 2014(4) :24-30.

[23]李哲睿, 甄峰, 王文文, 等. 基于互联网数据的淮海经济区网络格局研究[J]. 现代城市研究, 2019(10) :119-125.

[24]甄峰, 王波, 陈映雪. 基于网络社会空间的中国城市网络特征——以新浪微博为例[J]. 地理学报, 2012, 67 (8) :1031-1043.

[25]魏成, 沈静, 范建红. 尺度重组——全球化时代的国家角色转化与区域空间生产策略[J]. 城市规划, 2011, 35 (6) :28-35.

[26]晁恒, 李贵才. 国家级新区的治理尺度建构及其经济效应评价[J]. 地理研究, 2020, 39(3) :495-507.

[27]王丰龙, 刘云刚. 尺度政治理论框架[J]. 地理科学进展, 2017, 36 (12) :1500-1509.

[28]李迎成. 大都市圈城市创新网络及其发展特征初探[J]. 城市规划, 2019, 43 (6) :27-33, 39.

[29]杨亮洁, 杨永春, 潘竞虎. 中国西部城市参与全球和全国竞争的时空格局及网络结构演化[J]. 经济地理, 2019, 39 (10) :43-53.

[30]方创琳, 毛其智, 倪鹏飞. 中国城市群科学选择与分级发展的争鸣及探索[J]. 地理学报, 2015, 70 (4) :515-527.

[31]中共中央, 国务院. 2014—2020 年国家新型城镇化规划[M]. 北京: 人民出版社, 2014.

[32]姚士谋, 等. 中国城市群新论[M]. 北京: 科学出版社, 2016.

[33]中华人民共和国国家统计局. 中国城市统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2019.

[34]李仙德. 基于企业网络的城市网络研究[D]. 上海: 华东师范大学, 2012.

[35]Taylor P J. World City Network:A Global Urban Analysis[M]. London and New York:Routledge, 2004.

[36]Alderson A S, Beckfield J. Power and position in the world city system[J]. American Journal of Sociology, 2004, 109 (4) :811-851.

[37]刘军. 社会网络分析导论[M]. 北京: 社会科学文献出版社, 2004.

[38]董师师, 黄哲学. 随机森林理论浅析[J]. 集成技术, 2013, 2(1):1-7.

注释:

1 盟、地区与自治州均以其首府所在地为研究单元, 香港、澳门行政区以及台湾省无数据。