

中国城市网络中心性的影响因素及形成机理 ——基于上市公司500强企业网络视角

盛科荣¹, 杨雨¹, 孙威^{2,3*}

(1. 山东理工大学经济学院, 山东 淄博 255012; 2. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101;

3. 中国科学院大学资源与环境学院, 北京 100049)

摘要:利用2016年中国上市公司500强企业网络数据和隶属联系模型构建中国城市网络,在解析城市网络中心性结构特征的基础上,定量识别与测度了中国城市网络中心性空间分异的影响因素,在“行为—结构—绩效”分析框架下探索性解析了城市网络中心性的形成机理。研究发现:城市出度中心性体系呈现“香港—北京”双核结构特征,中介度体系呈现以北京为首位城市的首位分布特征,入度中心性体系则呈现多核心结构特征;市场潜力、关键资源、区位条件和经营环境等城市属性特征对于城市网络中心性具有显著正向影响,不同维度中心性特征对于不同类型影响因素的敏感性存在差异;择优选择、偏好依附和网络邻近是中国城市网络中心性发育的动力机制,这将进一步强化具有传统优势城市的网络地位。在网络发展环境下,中国城市化政策和城市治理体系需要作出相应调整,中国政府必须积极应对网络环境下的城市间发展差距,并在更大空间尺度上推动城市之间的网络合作。

关键词:生产分割;城市网络;择优选择;偏好依附;中国

过去20多年来,中国成长出一大批本土大型企业。与此同时,这些企业的产品价值链分割已经成为越来越普遍的现象。大量的企业开始把价值链的不同环节、区段配置在不同城市,又通过交通通讯技术将这些环节、区段联系在一起。在这些大型企业分割生产的推动下,中国城市网络联系日益增强。中国城市的发展基础已经远远超过了传统场所空间的腹地范围,城市越来越多地作为生产网络的节点而存在(宁越敏等, 2011)。在这种背景下,中国城市网络空间结构及其发育规律的研究,不仅将成为世界城市网络理论研究的重要补充(Friedmann, 1986; Alderson et al, 2004; Taylor, 2004),也将为完善中国城市治理体系和城市化政策提供重要的科学参考(盛科荣等, 2018)。

城市网络中心性的解析是理解城市网络关联结构和演化规律的重要切入点(Burt, 1976; Alderson

et al, 2004; Wall et al, 2011)。国内相关研究主要集中在2个维度:一是区域层面的研究,如赵渺希等(2014)研究了京津冀城市群的网络格局,汤放华等(2013)、李仙德(2014)、朱查松等(2014)解析了长三角城市网络的空间组织特征;二是单一行业企业网络视角的研究,如武前波等(2012)基于电子信息企业生产网络视角对中国城市网络的空间特征进行了探索,王成等(2015)以汽车零部件交易链接网络为例研究了中国城市网络地位与网络权力格局及相互关系。但是前者未能揭示城市网络的空间嵌入性结构特征,而后者忽略了其他行业的企业所创造的城市间重要联系。另外,冷炳荣等(2011)、吴康(2013)、蒋小荣等(2017)基于多行业企业网络数据研究了中国城市网络的空间结构,但是未能进一步对城市网络发育机理进行深入探究。总体来看,中国城市网络研究正处在发展和完善阶段,与当前中国城市化

收稿日期:2018-08-09;修订日期:2018-12-20。

基金项目:国家自然科学基金项目(41771173, 41871117)。[Foundation: National Natural Science Foundation of China, No. 41771173 and 41871117.]

第一作者简介:盛科荣(1977—),男,山东日照人,博士,副教授,主要从事城市地理研究。E-mail: shengkerong@163.com

*通信作者简介:孙威(1975—),男,河南开封人,博士,岗位教授、副研,主要从事区域可持续发展研究。E-mail: sunw@igsrr.ac.cn

引用格式:盛科荣, 杨雨, 孙威. 2019. 中国城市网络中心性的影响因素及形成机理: 基于上市公司500强企业网络视角[J]. 地理科学进展, 38(2): 248-258. [Sheng K R, Yang Y, Sun W. 2019. Determinants and mechanisms of degree centrality in the urban network in China: A study based on corporate networks of the largest 500 listed companies. Progress in Geography, 38(2): 248-258.] DOI: 10.18306/dlkxjz.2019.02.008

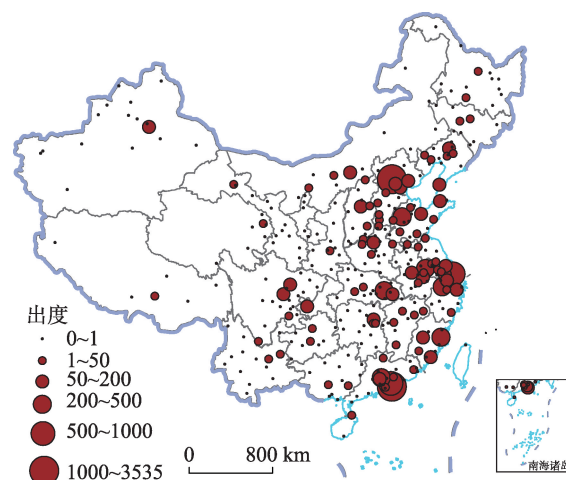
实践的理论需求还有一定差距,迫切需要加强多维度的综合研究,系统揭示城市网络的结构特征,解析城市网络的发育机理和一般演化规律。

在这种背景下,本文基于2016年中国上市公司500强企业网络视角界定城市网络,研究了中国城市网络中心性的影响因素及其形成机理。本文尝试在2个方面作创新性探索:基于多行业企业网络的视角,定量识别和测度中国城市网络中心性的影响因素,特别是以市场潜力、政治资源、知识资本、网络区位、历史基础等城市属性指标表征的传统城市优势对城市网络权力的影响;发展了城市网络“行为—结构—绩效”分析框架,并探索性地解析了中国城市网络中心性空间分异的形成机理,以期在城市网络理论的发展提供科学参考,并为完善新时期城市化政策和城市网络治理体系提供借鉴。

1 城市网络中心性的分布格局

本文基于2016年中国上市公司500强企业总部—分支机构关系数据,采用Alderson等(2004)的隶属联系模型来识别城市间链接关系。2016年中国上市公司500强企业名单来自财富中文网(<http://www.fortunechina.com/>),企业总部—分支机构关系数据主要有2个来源:398家在上海和深圳证券交易所上市的企业数据来自“启信宝”网站(<https://www.qixin.com/>);102家在香港证券交易所和境外证券交易所上市的企业数据来自企业年报^①。城市样本为中国大陆294个地级行政区,包括292个地级市、香港特别行政区和昌吉回族自治州^②。在城市层面将这500家企业形成的网络矩阵进行加总,最终得到中国城市网络矩阵——这是一个294×294的有向多值城市网络,共有13528条链接关系。在此基础上,采用出度(outdegree)、中介度(betweenness)和入度(indegree)来研究城市网络中心性的分布格局。

第一,城市出度中心性呈现明显的双核心结构特征(图1和图2)。香港、北京2个城市成为中国城市网络权力的2个核心:香港依靠其庞大的资本市



注:本图基于国家测绘地理信息局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。下同。

图1 城市出度的空间格局

Fig.1 Spatial structure of outdegree centrality in the urban network in China

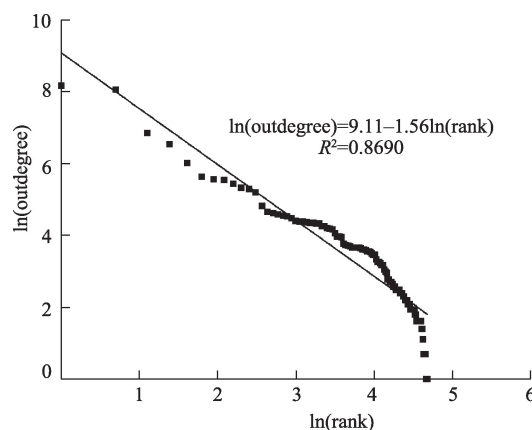


图2 城市出度的位序—规模分布图

Fig.2 Rank-size distribution of outdegree centrality in the urban network in China

场规模、完善的现代服务业基础、大量的专业人才储备、公正透明的法律制度以及与国际高度接轨的市场环境,成为86家中国企业“走出去”的首选地和出度值最大的城市,出度值高达3535(出度值占比为26.13%);北京是99家公司总部所在地,出度值位居第二位,达到3181(出度值占比为23.51%)。深圳

① 需要指出的是:本文中公司总部所在城市指的是办公地址而不是注册地址,分支机构指存在投资关系的公司,包括独资公司、控股公司以及普通法人持股公司;本文剔除了那些遍在性的分支机构,如中国石油化工股份有限公司在全国各地都有加油站,中国工商银行在全国都有营业所,这些遍在性的分支机构并不具有研究意义;启信宝网站的数据根据大数据挖掘而形成,部分数据存在失真的问题,本文根据公司年报对启信宝的数据进行了校准,确保了样本数据的可靠性。

② 截至2017年,中国大陆地级行政区共计334个,292个城市中不包括30个自治州、8个地区、3个盟以及三沙市;香港特别行政区是86家上市公司的总部基地,昌吉回族自治州是特变电工股份有限公司的总部所在地,所以香港和昌吉州进入分析样本。

(出度值占比为6.93%)、上海(5.14%)、广州(3.00%)、福州(2.08%)、济南(1.92%)、杭州(1.89%)、南京(1.69%)等城市也是公司总部的重要集聚地,在城市网络资源配置中发挥重要作用。从统计值分布来看,出度首位度、10城市指数、赫芬达尔-赫希曼指数、捷夫 q 指数4个指标^③分别为26.13%、73.82%、0.13和1.56。从空间分布来看,处于支配地位的城市主要集中在京津冀、长三角和珠三角地区,但是广大的中西部地区城市出度值普遍偏低——峰值主要集中在武汉(出度值占比为1.51%)、重庆(0.91%)、成都(0.64%)、乌鲁木齐(0.56%)等少数城市,具有明显的跳跃性和不连续;有190个城市的出度值为0,这些城市在网络权力格局中处于边缘位置。

第二,城市中介中心性呈现明显的首位分布特征(图3和图4)。首位城市北京的中介度统计值高达11899,网络占比为37.16%;上海(中介度占比14.75%)、深圳(8.94%)和广州(3.36%)承担了全国次级网络权力桥接枢纽的功能;重庆(2.15%)、福州(2.04%)、武汉(2.02%)、沈阳(1.78%)、济南(1.72%)、成都(1.63%)等33个城市构成了网络权力桥接的次级节点;但是仍然有194个城市的中介度值为0,这些城市构成了网络中的边缘节点。中介度和出度的空间分布密切相关(Spearman相关系数为0.71)——中介度较高的城市仍然主要集中在京津冀、长三角、珠三角、成渝等地区,中西部地区的峰值呈现非连续性的孤点状分布。但是与出度值相比:①中介

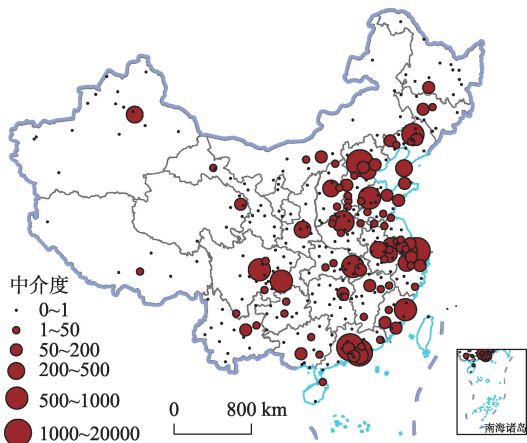


图3 城市中介度的空间格局

Fig.3 Spatial structure of betweenness centrality in the urban network in China

度统计值分布的集中度进一步增加,中介度首位度、10城市指数、赫芬达尔-赫希曼指数、捷夫 q 指数分别为37.16%、75.54%、0.17、1.98;②许多城市的地位发生了显著变化——重庆、沈阳、青岛、西安、成都、郑州等城市在中介度权力体系中的地位进一步提升,而杭州、鞍山、邢台、佛山、惠州、香港、宁波等城市的地位则明显下降。

第三,城市入度中心性呈现多核心结构特征(图5和图6)。上海、北京、深圳、广州成为了吸引分支机构最多的4个城市,入度值占比分别为7.22%、5.82%、4.30%和3.33%。尽管入度的峰值仍然主要集中在京津冀地区、长三角地区和珠三角地区,但是入度值高于30的城市遍布于中国的主要城市化地区,包括:辽中南地区(代表性城市为沈阳,入度值占比为1.37%;大连,1.01%)、山东半岛城市群(济南,0.99%;青岛,1.51%)、长江中游地区(武汉,1.87%;长沙,1.47%)、江淮地区(合肥,1.15%)、海峡西岸经济区(福州,0.96%;厦门,0.84%)、成渝地区(成都,2.00%;重庆,2.04%)、中原经济区(郑州,0.88%)、滇中地区(昆明,0.97%)、兰州-西宁地区(兰州,0.55%;西宁,0.23%)、天山北麓地区(乌鲁木齐,0.69%)等。从统计值分布来看,入度首位度、10城市指数、赫芬达尔-赫希曼指数、捷夫 q 指数分别下降为7.22%、33.32%、0.018、1.15。城市入度和出度、中介度也呈现明显的相关性(入度和出度的Spearman相关系数为0.48,入度和中介度的相关系数为0.76),即权力

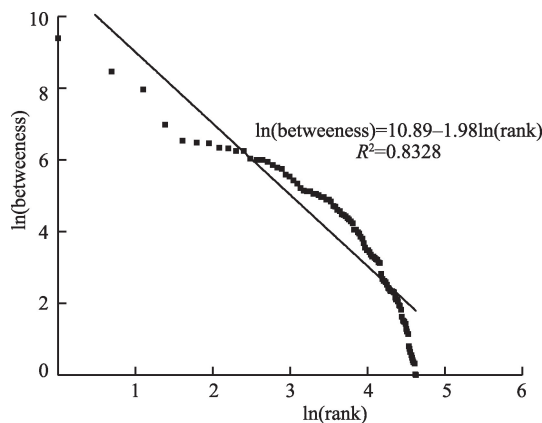


图4 城市中介度的位序-规模分布图

Fig.4 Rank-size distribution of betweenness centrality in the urban network in China

③ 4个统计指标定义如下:出度首位度定义为首位城市出度值占整个城市网络出度总和的比重;10城市指数描述了前10个出度最大城市出度值之和的比重;赫芬达尔-赫希曼指数定义为城市出度占比的平方之和,该指数位于1和1/294(约为0.0034)之间,数值越大表明城市出度分布的不均匀度越高;捷夫 q 指数的拟合方程为: $\ln(\text{outdegree}) = \ln(\text{count}) - q \ln(\text{rank}_i) + u_i$,其中 outdegree 和 rank_i 分别为城市的出度和位序, count 和 u_i 分别为常数项和残差项。在后面中介度和入度的空间统计分析中,4个统计指标按照同样的思路进行定义。

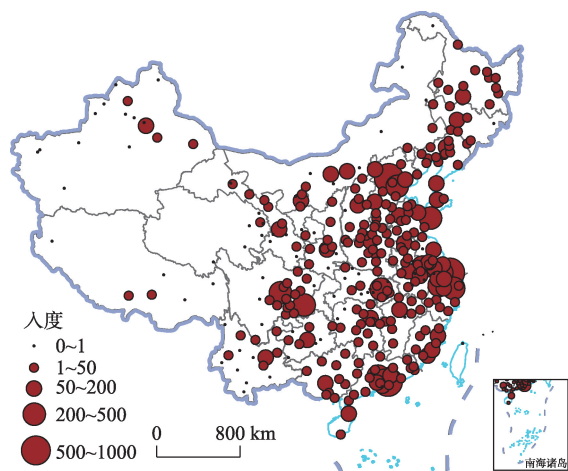


图5 城市入度的空间格局

Fig.5 Spatial structure of indegree centrality in the urban network in China

较高的城市也吸引其他城市与之建立链接关系。但是许多城市在入度中心性体系和出度中心性体系中的地位并不完全对等,例如香港为出度值最高的城市,但是入度值仅为9,排在197位;天津、重庆、成都的出度值较低,分别为77、124和87,但是入度值较高,分别为371、276和271。

2 变量设置与计量模型

2.1 理论基础

在基于企业网络构建的城市网络中,城市网络的中心性主要取决于城市对企业运营单元的吸引力——出度中心性主要取决于公司总部的规模,入度中心性主要取决于对于分支机构的影响力。也就是说,城市网络的权力和地位只不过是企业总部和分支区位选择行为在宏观的表现形式,影响企业产品价值链区位选择的因素也从根本上决定着城市网络中心性的生长发育。按照这个思路,Amiti等(2005)构建的新经济地理学模型为本文计量分析提供了理论基础^④。考虑一个由 S 个城市($j=1,2,\dots,l,\dots,S$)组成的区域,当企业 i 决定在城市 l 开展经营活动时,它的利润函数 π_l^i 为:

$$\pi_l^i = p_l x_i - w_l^\alpha r_l^\beta (P_i)^\gamma (c_i x_i) - F \quad (1)$$

式中: p_l 是企业 i 的产品在城市 l 的市场价格; x_i 为企业 i 的产量; w_l 和 r_l 分别为城市 l 的工资水平和影响企业运营的其他因素; P_i 为中间投入品价格指数; c_i 为可变成本; F 为固定成本; α 、 β 和 γ 为参数,满足

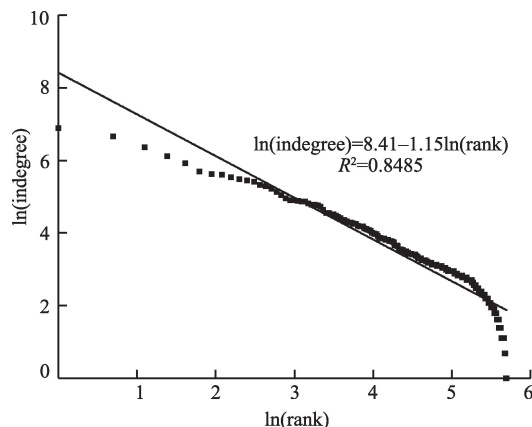


图6 城市入度的位序-规模分布图

Fig.6 Rank-size distribution of indegree centrality in the urban network in China

$0 < \alpha < 1$ 、 $0 < \beta < 1$ 和 $0 < \gamma < 1$ 。

根据 Amiti 等(2005)的研究, P_i 的公式为:

$$P_i = \left[\sum_{j=1}^S n_j^i (t_{jl} p_j)^{1-\delta^\mu} \right]^{\frac{1}{1-\delta^\mu}} \quad (2)$$

式中: n_j^i 为厂商 i 面临的中间投入品供应商的数量; t_{jl} 表示把所需要的中间投入品从城市 j 运送到城市 l 的运输成本, $t_{jl} > 1$; p_j 为城市 l 的中间产品市场价格; δ 为产品的边际替代弹性; μ 为厂商的一个上游产业。

在均衡时,厂商的利润为:

$$\ln \pi_l^i = \alpha(1-\delta) \ln w_l + \beta(1-\delta) \ln r_l + \gamma(1-\delta) \ln P_i + (1-\delta) \ln c_i - \delta \ln \left(\frac{\delta}{1-\delta} \right) + \ln \left[\sum_{j=1}^S (t_{jl})^{1-\delta} E_j (P_j)^{\delta-1} \frac{2\delta-1}{1-\delta} \right] + v_i \quad (3)$$

式中: E_j 为城市 j 的市场需求; v_i 为残差项。可以看出,均衡时企业的利润主要取决于城市的工资水平、关键资源(例如人力资本、产业集群等)、市场潜力、贸易成本等因素。在市场经济环境下,企业总是选择在带来最大利润的城市开展经营活动,在微观上影响企业利润的因素转化为宏观上影响城市网络中心性的因素。因此,本文主要以式(3)作为依据,选择解释变量对城市网络中心性进行检验。本文假设城市的市场潜力、关键资源、区位条件、经营条件等属性因素影响着城市网络出度、中介度和入度的空间分异。

2.2 变量设置

城市的市场潜力采用如下公式构建: $MP_i = H_i + \sum_{j \neq i} (H_j / D_{ij})$ 。这里, H_i 为表征城市 i 规模的变量; D_{ij} 为城市 i 和 j 之间的欧氏距离,通过 ArcGIS 中 Eu-

④ 详细推导过程参见 Amiti 等(2005)。

clidean Distance 程序获取。本文选择2个指标作为 H 的代理变量:人口规模,以城市市辖区人口规模(万人)计量;经济规模,采用市辖区地区生产总值(亿元)计量。相应地,本文中的市场潜力指数包括以人口规模表征的市场潜力指数和以经济规模表征的市场潜力指数2个变量。市场潜力越大代表企业面临的市场规模越大,接近更大的市场意味着更高的企业利润(Henderson et al, 2004),预计市场潜力对城市网络中心性产生正向影响。

城市的关键资源采用4个指标作为代理变量:政治资源、全市科学研究和技术服务人员数(人)、政府教育支出(万元)、政府科学技术支出(万元)。其中,政治资源采用城市行政级别虚拟变量来刻画:首都北京赋值为5,香港赋值为4,上海、天津和重庆3个直辖市赋值为3,省会城市和计划单列市赋值为2,一般城市赋值为1。接近政治权力中心可以获得更多的政治资源和政策信息(Defever, 2006; 潘峰华等, 2013),更大的知识资本厚度意味着更高的劳动生产率(Lucas, 1988; Eaton et al, 1997),预计城市关键资源产生正向影响。

区位条件采用4个指标作为代理变量:东部地区虚拟变量、全市民用航空客运量(万人)、电信业务收入(亿元)、互联网宽带接入用户(万户)。其中,东部地区虚拟变量为二值变量:将东部地区的城市赋值为1,其他地区的城市赋值为0;这里的东部地区包括北京、天津、河北、辽宁、上海、江苏、浙江、福建、山东、广东和海南等11个省(市)。城市的区位可达性越高,经济活动的交易成本越低,预计区位条件对于城市网络中心性产生正向影响。

经营环境采用10个指标作为代理变量:2005年城市网络出度、2005年城市网络中介度、2005年城市网络入度、政商关系指数、综合经济竞争力、宜居竞争力指数、宜商竞争力指数、可持续竞争力指数、当年实际使用外资规模(万美元)、城市职工平均工资(万元),其中前3个指标为城市中心性滞后变量,用以反映城市在历史时期的产业发展基础。经营条件越优越的城市——良好的产业基础、宜居的生活设施、开放的城市环境、规范的政府行为等(Bathelt et al, 2004),对于企业区位选择的吸引力越大,因此预计经营条件对于城市网络中心性产生正向影响。

本文中城市竞争力数据来自《中国城市竞争力报告 No. 14》(倪鹏飞等, 2016),城市营商环境数据来自《中国城市政商关系排行榜(2017)》^⑤,其他城市属性数据均来自2016年《中国城市统计年鉴》。由于数据可获得性的限制,本文在计量分析部分剔除了宿州、珠海、昌吉州等28个(部分)属性数据缺失的城市(地级行政区),因此计量分析部分的城市样本缩减至266个。为了避免多重共线性的影响,对上述20个指标进行了降维处理,共抽取了5个主成分(Factor1 ~ Factor5)用于计量分析。其中Factor1主要俘获了以人口定义的市场潜力(方差最大法正交旋转后公共因子载荷为0.827)、以GDP定义的市场潜力(0.763)、互联网宽带接入用户数(0.877)、实际利用外资(0.847)、入度滞后项(0.638)、政府教育支出(0.735)、综合经济竞争力(0.680)等7个指标的信息,共解释了31.420%的变差。Factor2主要俘获了政治资源(0.573)、民用航空客运量(0.647)、电信业务收入(0.690)、出度滞后项(0.950)、中介度滞后项(0.948)、全市科学研究和技术服务人员数(0.846)、政府科学技术支出(0.689)等7个指标的信息,解释了29.203%的变差。Factor3主要俘获了政商关系指数(0.756)、宜居竞争力指数(0.852)、宜商竞争力指数(0.614)、可持续竞争力指数(0.779)等4个指标的信息,解释了16.496%的变差。Factor4代表东部地区虚拟变量(0.906),解释了5.234%的变差。Factor5代表职工平均工资(0.991),解释了5.067%的变差。这5个变量总共俘获了解释变量87.420%的变差。

2.3 计量方法

由于本文中的观测对象并不相互独立(事实上,这些城市节点同时处于一个网络当中,它们之间存在密切的资本流动和经济联系),这使得传统的计量回归模型不再有效(刘军, 2009)。因此,本文基于Stata软件的自助法(bootstrap)开展多元回归分析,用来估计解释变量的拟合系数和回归方程的确定系数(R^2)及其抽样分布和显著性。本文采用的计量方程为:

$$\text{Centrality} = a_0 + a_1 \text{Factor1} + a_2 \text{Factor2} + a_3 \text{Factor3} + a_4 \text{Factor4} + a_5 \text{Factor5} + \varepsilon \quad (4)$$

式中:Centrality为城市网络的中心性; a_1 、 a_2 、 a_3 、 a_4 、 a_5 为系数; a_0 为常数; ε 为误差。

回归分析步骤如下:第一步,对被解释变量向

^⑤ 数据引自 <http://www.niehuohua.com/a/chuban/487.html>。城市政商关系在时间序列上具有相对稳定性,因此用2017年的政商关系排行指标数据作为因变量不会产生较大的偏差。

量和多个解释变量向量的对应值进行标准 OLS 回归分析,得到实际观测值层面的解释变量拟合系数、回归方程确定系数;第二步,对原始样本进行有放回的再抽样(resample),然后重新进行回归分析,保存计算出来的回归系数和确定系数;第三步,重复第二步(本文中重复了 1000 次)得到回归系数和确定系数的抽样分布,以获取实际观测值拟合系数和确定系数估计值的标准差,并计算随机抽样中的拟合值大于(小于)实际观测值拟合系数的概率,用以对第一步计算出的解释变量拟合系数、回归方程确定系数进行显著性检验。由于这是以随机抽样为基础的假设检验,因此不需要常规的样本独立性假设和随机性假设,其检验结果也比较适合于网络数据。

3 影响因素计量分析结果

表 1 为城市网络中心性影响因素的回归分析结果。总体来看,回归方程取得了良好的拟合效果:Factor1 ~ Factor4 均具有显著正向影响^⑥,出度、中介

度和入度回归方程的确定系数 R^2 分别为 0.939、0.973 和 0.936。分析结果如下:

第一,市场潜力和关键资源是城市网络中心性层级分化的重要影响因素。在出度、中介度和入度的回归方程中,Factor1 和 Factor2 均为正值且在 1% 的水平上显著,表明城市的权力和声誉随着人口规模潜力、GDP 市场潜力、政治资源、科学研究和技术服务人员数量等的增加而提升。在出度和中介度方程中 Factor1 的系数低于 Factor2 的系数,而在入度方程中 Factor1 的系数高于 Factor2 的系数,表明城市网络权力更多受到政治资源、知识资本的影响,而城市声誉更多受到市场潜力的影响。表 2 给出了政治中心城市和非政治中心城市点度均值的差异及建立在随机重置实验基础上的 t 检验结果。表 2 直观地揭示:在出度体系中,非政治中心城市(组 1)的均值(7.704)小于政治中心城市(组 2)的均值(317.261),且“组 2 > 组 1”的原假设在 1% 的水平上通过随机置换实验的检验;中介度和入度体系中,非政治中心城市的均值也明显小于政治中心城市的均值。基于人口规模潜力、GDP 市场潜力、科学研究和技术

表 1 中国城市中心性影响因素的回归结果
Tab.1 Factors influencing the network centrality of cities in China

指标	出度	中介度	入度
Factor1	40.246(3.17)***	194.225(7.21)***	68.469(10.87)***
Factor2	202.349(4.81)***	784.757(6.15)***	61.801(3.01)***
Factor3	25.118(5.65)***	64.474(5.09)***	34.450(14.86)***
Factor4	15.612(3.41)***	48.387(3.60)***	6.003(2.94)***
Factor5	7.581(1.35)	31.902(1.85) [*]	4.249(1.07)
R^2	0.939	0.973	0.936

注:系数估计值后面括号中的数据为 z 统计值,***和*分别代表在 1%和 10%的水平上显著。

表 2 政治中心城市和非政治中心城市点度均值 t 检验结果
Tab.2 Test for difference in mean degree centrality of capital cities and non-capital cities

项目	出度		中介度		入度	
	组 1	组 2	组 1	组 2	组 1	组 2
组内均值	7.704	317.261	12.65	778.835	24.911	198.572
标准差	18.554	754.021	42.199	2040.988	26.987	205.112
观测值个数	231	35	231	35	231	35
组间差值	-309.557		-766.185		-173.661	
Test: 组 1 > 组 2	1.000		1.000		1.000	
Test: 组 2 > 组 1	0.000		0.000		0.000	

注:组 2 为政治中心城市(直辖市、省会城市和计划单列市),组 1 为非政治中心城市(其他一般城市)。

⑥ Factor5 没有通过显著性检验,这可能是由于 2 个原因造成的:一是职工工资既反映劳动者生产效率,又反映企业的经营成本,这 2 个效应可能相互抵消了;二是中国城市经济正在转型过程中,职工工资受到政治因素和地区特殊资源条件等的深刻影响。关于这个问题,有待于进一步探讨。

服务人员数量等其他变量的 t 检验结果也呈现出类似的特征。分析结果揭示了城市网络权力和声誉层级分化的基本原因:在多区位企业产业链的分割过程中,接近市场潜力、政治权力、知识创新源,无论对于公司总部还是对于分支机构都具有重要影响,这使得传统城市体系中城市市场潜力、政治资源、知识资本的差异转化为了网络体系中城市权力和声誉的差异。分析结果提供了城市网络中心性的发育呈现择优选择动力过程的经验证据。

第二,网络邻近和地理区位深刻影响着城市网络中心性的空间分异格局。Factor1和Factor2具有显著正向影响,意味着城市网络中心性随着互联网宽带接入用户数、民用航空客运量、电信业务收入等的提高而趋于增加;Factor4在出度、中介度和入度的回归方程中均为正值且通过显著性检验,这意味着相对于中西部地区的城市而言,东部地区的城市拥有更高的权力和声誉。表3进一步给出了以网络基础设施变量——全市民用航空客运量(万人)、电信业务收入(亿元)、互联网宽带接入用户(万户)的乘积——对城市进行分组之后的点度统计量及 t 检验结果。在表3中,组1为基础设施统计值小于均值

的城市,组2为基础设施统计值大于均值的城市。表3直观揭示,无论是出度、中介度还是入度,组1的均值都显著小于组2的均值。在出度中心性体系中,组1和组2的平均值分别25.745和343.021,“组1>组2”的原假设被拒绝,而“组2>组1”的原假设在1%的水平上通过检验;在中介度体系中,组1和组2平均值的差距为-1285.803,在1%的水平上接受“组2>组1”的原假设;在入度中心性体系中,组1的平均值为26.854,也显著小于组2的平均值。分析结果提供了网络邻近和地理区位影响城市网络权力和声誉空间分异的经验证据。

第三,营商环境和产业基础影响城市网络中心性的层级分化格局。代表入度滞后项、实际利用外资变量、综合经济竞争力的Factor1,代表出度滞后项、中介度滞后项的Factor2,代表政商关系指数和不同维度城市竞争力的Factor3,均具有显著正向影响。这不仅表明城市营商环境的改善将提升城市的网络中心性,而且表明城市网络权力格局受到历史上形成的城市中心性格局的深刻影响——Factor1和Factor2系数的相对大小也揭示出度和入度更多受到自身滞后项的影响。图7直观揭示了:那些在

表3 基于网络基础设施分组的城市点度均值 t 检验结果
Tab.3 Test for difference in mean degree centrality of city groups based on network infrastructure

	出度		中介度		入度	
	组1	组2	组1	组2	组1	组2
组内均值	25.745	343.021	26.744	1312.547	26.854	311.465
标准差	231.812	628.236	79.656	2547.203	37.031	243.185
观测值个数	247	19	247	19	247	19
组间差值	-317.276		-1285.803		-284.611	
Test: 组1 > 组2	0.995		1.000		1.000	
Test: 组2 > 组1	0.005		0.000		0.000	

注:组1为基础设施统计值小于均值的城市,组2为基础设施统计值大于均值的城市。

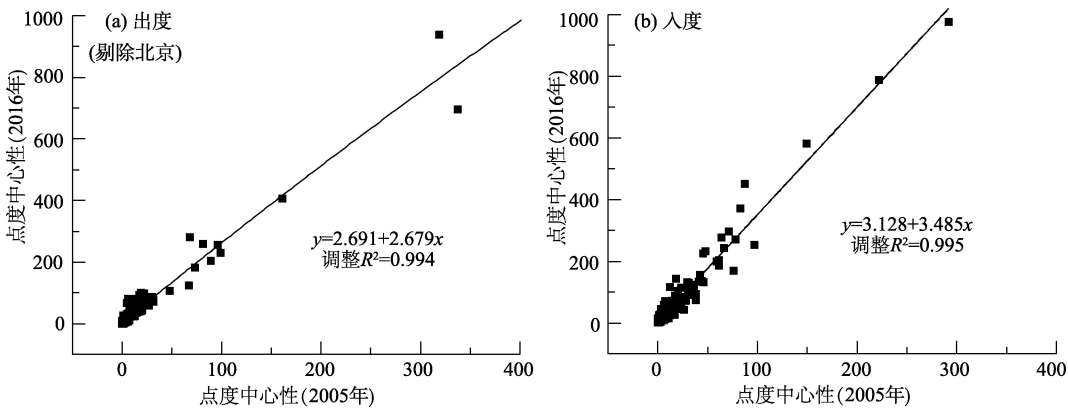


图7 2005和2016年点度中心性散点图
Fig.7 Scatter plot of degree centrality of cities in 2016 against in 2005

历史上具有较高点度中心性的城市倾向于发出或接收更多的链接关系,而那些历史上不存在或者仅存在较少链接关系的城市倾向于继续维持着较低的点度中心性。事实上,2005年出度值最大的前10个城市,2005—2016年间发出链接关系总量增长了4064条,占到整个城市网络新增出度值的41.73%;2005年入度值最大的前10个城市,2005—2016年间接收链接关系总量增长了3180条,占到整个城市网络新增出度值的33.48%。这意味着,在城市网络的发育过程中,营商环境、规模经济、学习效应以及适应性预期等因素发挥着积极作用,导致城市中心性沿着既定的方向不断自我强化。分析结果提供了择优选择和偏好依附作为城市度中心性生长发育动力机制的经验证据。

4 城市网络中心性的机理讨论

本文从企业网络生长发育的视角,结合计量分析结果并综合利用资源依赖理论(Pfeffer et al, 1978; Jackson et al, 1996)和交易成本理论(Williamson, 1981; Bearman, 1997)的研究成果,试探性地提出城市网络“行为—结构—绩效”分析框架(图8),用以解释中国城市网络权力和地位空间分异格局的形成机理。这个解析框架由3条主线构成:①生产分割环境下企业网络区位选择行为是理解城市网络空间结构的逻辑起点,微观层面上的区位选择行为在宏观层面上表现为各种各样的城市连接过程,这个过程导致形成了日益复杂的城市网络空间结构;②城市网络的发展又通过要素匹配、技术外溢、研发共享、市场扩大等途径提高了市场运行效率(Camagni et al, 2016; Burger et al, 2016; Meijers et al, 2016),将进一步推动企业网络的发展,从而形成了企业网络与城市网络的互动过程;③城市网络的

发展也将放大城市之间的经济发展差距,这对网络化环境下的城市治理体系和政策设计提出了新的要求(Dicken, 2003; 甄峰等, 2007)。本文也期待该框架能够为未来系统开展城市网络发育机理的讨论提供参考。

根据这个分析框架,可以对城市网络中心性的空间分异进行探索性解释。结合前面计量分析结果,中国城市网络中心性空间分异取决于3种动力机制。

一是择优选择机制。企业经营所需要的关键资源(市场潜力、政治资源、知识资本、营商环境等)在空间上的分布是不均匀的,这意味着企业必须将产业链中不同环节、区段布局在不同城市,以便实现经济活动和当地资源、市场空间更好的匹配。企业对关键资源的获取以及对更大市场空间、更低的运营成本的追求构成中国城市网络生长发育的第一推动力,它决定了城市网络中心性呈现择优选择的演化特征。与此同时,产品价值链中不同区段、环节对不同资源的敏感性不同,政治权力影响着公司总部的区位选择,而市场潜力影响着分支机构的区位选择,这决定了出度、中介度和入度中心性空间结构的差异性。

二是偏好依附机制。产品价值链某个区段一旦选择布局在特定城市,集聚经济的微观机制就开始发挥作用。这些机制包括隐性知识和创新的外溢、专业的劳动力市场、中间投入品的共享、更低的生产者价格指数、更好的公共基础设施等,这种外部规模经济的存在将会吸引更多相同类型的经济活动在这个特定城市集聚。这种机制在宏观层面上的表现是,历史上形成的城市网络中心性深刻影响着网络中心性未来的发展路径,形成“强者越强、弱者越弱”的循环累积的因果关系。因此,集聚经济构成了中国城市网络中心性空间分异的第

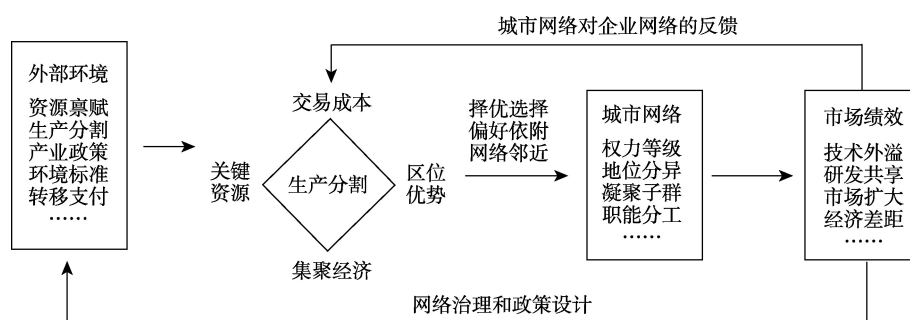


图8 城市网络“行为—结构—绩效”分析框架

Fig.8 Action-structure-performance conceptual framework for urban network analysis

二推动力,在集聚经济的作用下城市网络中心性发育呈现出偏好依附的动力机制。

三是网络邻近效应。由于产品价值链生产分割受到交易成本的强烈约束,因此城市网络化进程还有一个基本要求,即能够降低交易成本、克服时空障碍的交通和通讯技术(例如航空网络、电信设施等)的发展。这2种技术都不能被视为城市网络发育的起因,但是如果没有它们,今天复杂的中国城市网络体系就不可能存在。在生产要素流动性日益增强的环境下,时间距离临近性的效应在增强,那些具有更好网络可达性的城市将呈现更高的竞争力。

正是这种择优链接、偏好依附、网络邻近机制作用的结果造就了前面所观察到的城市网络中心性的景观格局:一方面,少数城市发出和接收大量的关系,从而成为城市网络的核心,而大量节点往往只有很少的链接关系,位于网络的边缘位置;另一方面,城市出度、中介度和入度既表现出较高的空间相关性,又表现出不同程度的空间分异。总体来看,城市网络的择优选择机制、偏好依附机制和网络邻近效应,使得以城市属性表征的传统意义上的城市优势(市场潜力、政治资源、知识资本、网络区位等)转化为了城市网络环境下的权力优势。

本文分析结果也将有助于城市网络中权力格局与传统城市体系中权力格局关系的讨论。在世界城市网络的研究中,这方面的经验证据是相互冲突的——Friedmann(1986)、Taylor(2004)认为经济全球化动摇了传统城市体系中的核心-外围结构,而Alderson等(2004)则认为城市网络中的权力格局是传统城市体系等级结构的再现和强化。本文的研究支持Alderson等(2004)等学者的观点。本文研究认为:在流动性日益增强的空间里,传统城市权力优势将进一步放大——那些具有更多政治权力、更多知识资本、更好基础设施的城市将集聚更多的产业链区块(公司总部、研发环节等),这使得相对于其他类型的城市而言,这些城市将持续保持较高的网络中心性;而那些政治资源稀缺、经济规模较小的城市,在网络中的权力、地位将进一步边缘化——要么处于依附者位置,只能接受核心城市发出的关系;要么无法融入网络,仍然处于孤立状态。

5 结论及建议

本文基于2016年中国上市公司500强企业网

络数据构建城市网络,系统揭示了中国城市网络中心性的空间结构、影响因素和形成机理。研究发现:

(1) 中国城市网络中心性具有明显的层级结构特征。出度中心性体系呈现双核心结构特征——香港和北京构成中国城市网络的双核心,中介度体系呈现首位者分布特征——北京是首位城市,入度中心性体系呈现多核心结构特征——上海、北京、深圳、广州等构成了事实上的多个核心;城市网络权力峰值高度集中在京津冀、长三角和珠三角地区的少数城市,中西部地区大部分城市位于权力的边缘。

(2) 市场潜力、关键资源、区位条件、经营环境是中国城市网络中心性的关键影响因素。城市出度和中介度的发育更多受到政治资源、知识资本的影响,而入度的空间分异更多受到以人口规模和GDP表征的市场潜力的牵引;网络可达性的提升将显著提高城市网络权力和地位,地理区位也影响着城市网络中心性的空间格局;营商环境对城市网络中心性具有显著正向影响,历史上形成城市中心性格局深刻影响着城市网络权力和声誉的生长发育。

(3) 择优选择、偏好依附和网络邻近是中国城市网络空间扩张的动力机制。生产分割环境下产品价值链和城市关键资源的空间匹配是中国城市网络发育的基本推动力,择优选择机制是从根本上决定了城市网络中心性的空间分异;集聚经济将进一步强化具有传统优势城市的网络地位,城市网络中心性发育呈现偏好依附的动力过程;网络基础设施将提升城市对网络资源的竞争力,导致城市网络中心性呈现网络邻近效应。

根据研究结果,对未来中国城市化政策和城市治理体系提出以下2点建议:①积极应对网络环境下的城市间发展差距。中国城市网络的发展将倾向于放大而不是缩小城市之间的经济差距,这意味着那些经济规模较小、基础设施薄弱、政治地位较低的城市将进一步被边缘化。放任自由的市场经济往往只能使得少数城市受益而不能惠及整个城市体系,为了使得市场利益最大程度为公众享用,必须通过收入分配、公共服务、基础设施、环境标准、劳动力流动等城市化政策的重新设计,在实现经济效率的同时确保社会公平。②在更大空间尺度上推动城市之间的网络合作。城市网络的发展使城市之间的联系远远突破了传统场所空间中以地理邻近性界定的腹地范围,未来要支持首位者位置的城市在更大范围内配置资源,支持孤立状态的城市尽快融入网络,通过获取更多网络资源提升经济发展水

平。并且要进一步完善网络基础设施建设,降低城市间的交易成本,实现企业网络和城市网络的良性互动。

参考文献(References)

- 蒋小荣, 杨永春, 汪胜兰, 等. 2017. 基于上市公司数据的中国城市网络空间结构 [J]. 城市规划, 41(6): 18-26. [Jiang X R, Yang Y C, Wang S L, et al. 2017. Spatial structure of Chinese intercity network based on the data of listed companies. *City Planning Review*, 41(6): 18-26.]
- 冷炳荣, 杨永春, 李英杰, 等. 2011. 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, 66(2): 199-211. [Leng B R, Yang Y C, Li Y J, et al. 2011. Spatial characteristics and complex analysis: A perspective from basic activities of urban networks in China. *Acta Geographica Sinica*, 66(2): 199-211.]
- 李仙德. 2014. 基于上市公司网络的长三角城市网络空间结构研究 [J]. 地理科学进展, 33(12): 1587-1600. [Li X D. 2014. Spatial structure of the Yangtze River Delta urban network based on the pattern of listed companies network. *Progress in Geography*, 33(12): 1587-1600.]
- 刘军. 2009. 整体网分析讲义: UCINET 软件实用指南 [M]. 上海: 格致出版社. [Liu J. 2009. *Lecture on whole network approach: A practical guide to UCINET*. Shanghai, China: Truth & Wisdom Press.]
- 倪鹏飞, 侯庆虎, 李超, 等. 2016. 中国城市竞争力报告 No. 14——新引擎: 多中心城市群网络化城市体系 [M]. 北京: 中国社会科学出版社. [Ni P F, Hou Q H, Li C. 2009. *Annual report on China's urban competitiveness (No. 14)-new engine: Networked urban system of multi-center urban agglomeration*. Beijing, China: China Social Science Press.]
- 宁越敏, 武前波. 2011. 企业空间组织与城市-区域发展 [M]. 北京: 科学出版社. [Ning Y M, Wu Q B. 2011. *Spatial organization of enterprise and development of city-region*. Beijing, China: Science Press.]
- 潘峰华, 夏亚博, 刘作丽. 2013. 区域视角下中国上市企业总部的迁址研究 [J]. 地理学报, 68(4): 449-463. [Pan F H, Xia Y B, Liu Z L. 2013. The relocation of headquarters of public listed firms in China: A regional perspective study. *Acta Geographica Sinica*, 68(4): 449-463.]
- 盛科荣, 张红霞, 侣丹丹. 2018. 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, 33(2): 11-17. [Sheng K R, Zhang H X, Si D D. 2018. Progress and prospect of urban networks research through the lens of corporate networks. *Human Geography*, 33(2): 11-17.]
- 汤放华, 汤慧, 孙倩, 等. 2013. 长江中游城市群经济网络结构分析 [J]. 地理学报, 68(10): 1357-1366. [Tang F H, Tang H, Sun Q, et al. 2013. Analysis of the economic network structure of urban agglomerations in the middle Yangtze River. *Acta Geographica Sinica*, 68(10): 1357-1366.]
- 王成, 王茂军, 柴箐. 2015. 城市网络地位与网络权力的关系: 以中国汽车零部件交易链接网络为例 [J]. 地理学报, 70(12): 1953-1972. [Wang C, Wang M J, Chai Q. 2015. The relationship between centrality and power in the city network. *Acta Geographica Sinica*, 70(12): 1953-1972.]
- 吴康. 2013. 城市网络的空间结构及其演化研究 [D]. 北京: 中国科学院大学. [Wu K. 2013. *Urban network in China: Spatial structure and evolution mechanism*. Beijing, China: University of Chinese Academy of Sciences.]
- 武前波, 宁越敏. 2012. 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, 31(2): 207-219. [Wu Q B, Ning Y M. 2012. China's urban network based on spatial organization of electronic information enterprises. *Geographical Research*, 31(2): 207-219.]
- 赵渺希, 魏冀明, 吴康. 2014. 京津冀城市群的功能联系及其复杂网络演化 [J]. 城市规划学刊, (1): 46-52. [Zhao M X, Wei J M, Wu K. 2014. Functional linkages in the Beijing-Tianjin-Hebei conurbation region and the evolution of the complex networks. *Urban Planning Forum*, (1): 46-52.]
- 甄峰, 刘晓霞, 刘慧. 2007. 信息技术影响下的区域城市网络: 城市研究的新方向 [J]. 人文地理, 94(2): 76-81. [Zhen F, Liu X X, Liu H. 2007. Regional urban network influenced by information technology: New directions of urban studies. *Human Geography*, 94(2): 76-81.]
- 朱查松, 王德, 罗震东. 2014. 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, (4): 24-30. [Zhu C S, Wang D, Luo Z D. 2014. Centrality and power: A method of analyzing city network spatial structure. *Urban Planning Forum*, (4): 24-30.]
- Amiti M, Javorcik B S. 2005. Trade costs and location of foreign firms in China [J]. *Journal of Development Economics*, 85(1): 129-149.
- Alderson A S, Beckfield J. 2004. Power and position in the world city system [J]. *American Journal of Sociology*, 109(4): 811-851.
- Bathelt H, Malmberg A, Maskell P. 2004. Clusters and knowledge: Local buzz, global pipelines and the process of knowledge creation [J]. *Progress in Human Geography*, 28(1): 31-56.
- Bearman P. 1997. Generalized exchange [J]. *American Journal of Sociology*, 102(5): 1383-1415.
- Burger M J, Meijers E J. 2016. Agglomerations and the rise of urban network externalities [J]. *Papers in Regional Science*, 95(1): 5-15.
- Burt R S. 1976. Positions in networks [J]. *Social Forces*, 55

- (1): 93-122.
- Camagni R, Capello R, Caragliu A. 2016. Static vs. dynamic agglomeration economies: Spatial context and structural evolution behind urban growth [J]. *Papers in Regional Science*, 95(1): 133-158.
- Defever F. 2006. Functional fragmentation and the location of multinational firms in the Enlarged Europe [J]. *Regional Science & Urban Economics*, 36(5): 658-677.
- Dicken P. 2003. *Global shift: Reshaping the global economic map in the 21st century* [M]. London: SAGE Publications Ltd.
- Eaton J, Eckstein Z. 1997. Cities and growth: Theory and evidence from France and Japan [J]. *Regional Science and Urban Economics*, 27(4): 443-474.
- Friedmann J. 1986. The world city hypothesis [J]. *Development and Change*, 17(1): 69-84.
- Henderson J V, Ono Y. 2004. Where do manufacturing firms locate their headquarters? [J]. *Journal of Urban Economics*, 63(2): 431-450.
- Jackson M O, Wolinsky A. 1996. A strategic model of social and economic networks [J]. *Journal of Economic Theory*, 71(1): 44-74.
- Lucas R E. 1988. On the mechanics of economic development [J]. *Journal of Monetary Economics*, 22(1): 3-42.
- Meijers E J, Burger M J, Hoogerbrugge M M. 2016. Borrowing size in networks of cities: City size, network connectivity and metropolitan functions in Europe [J]. *Papers in Regional Science*, 95(1): 181-198.
- Pfeffer J, Salancik G R. 1978. *The external control of organizations: A resource dependence perspective* [M]. New York: Harper & Row.
- Taylor P J. 2004. *World city network: A global urban analysis* [M]. London, UK: Routledge.
- Wall R S, van der Knaap G A. 2011. Sectoral differentiation and network structure within contemporary worldwide corporate networks [J]. *Economic Geography*, 87(3): 267-308.
- Williamson O E. 1981. The economics of organization: The transaction cost approach [J]. *American Journal of Sociology*, 87(3): 548-577.

Determinants and mechanisms of degree centrality in the urban network in China:

A study based on corporate networks of the largest 500 listed companies

SHENG Kerong¹, YANG Yu¹, SUN Wei^{2,3*}

(1. Economic School, Shandong University of Technology, Zibo 255012, Shandong, China;

2. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China;

3. College of Resources and Environment, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: This article aims to analyze the determinants and mechanisms of network power and position of cities for developing urban network theory and improving urbanization policy in China. Data on headquarter and branch locations of the largest 500 listed companies in China in 2016 were subjected to ownership linkage model to approximate the urban network, resulting in a 294×294 valued urban network. Three conclusions are drawn: 1) Outdegree centrality presents a dual core spatial structure, betweenness has a primate distribution, and indegree centrality is a multi-core system. These three measurements of centrality have a strong spatial correlation, and the cities with high centrality values are densely concentrated in the traditional urban agglomerations. 2) City attributes such as market potential, key resources, location condition, and business environment have a significant positive impact on the centrality of urban network, and the sensitivity of different centrality characteristics to various types of influencing factors is different. 3) Selecting superior actors, preferential attachment, and geographical proximity are the dynamic mechanisms in the expansion of urban network space in China, which will further strengthen the power of cities with traditional advantages. The Chinese government must actively respond to the possibly increasing gap between cities under the network environment and promote the cooperation between cities on a larger spatial scale.

Keywords: production fragmentation; urban network; selecting superior actors; preferential attachment; China