

基于社会网络分析的武汉城市圈城镇生活性关联特征^{*1}

聂晶鑫 黄亚平 刘合林 单卓然*

（华中科技大学建筑与城市规划学院，中国湖北武汉 430074）

【摘要】：城市群是我国未来城镇化发展的主体形态，其健康发展的重要表征之一即内部城镇间的紧密关联。文章采用社会网络分析方法，基于客运班次、快递网点、银行网点数据，识别了武汉城市圈内部城镇生活性关联网络特征，分析了网络的层级性、内部各节点中心性、对等性与内部组团模式。研究发现，武汉城市圈内部城镇生活性关联网络的极化特征明显、内部组团松散，网络空间与实体空间中的交通网络、地理区位匹配性较好；关联网络的主导方向、节点权力同现实认知的差异反映了要素流动空间虚实复合的特征。研究认为，现阶段武汉城市圈建设应弥补西向沿线地域开发不足、构建东西发展轴线，尤其应加强天门—仙桃—潜江组团集聚发展。

【关键词】：城市群；社会网络分析方法；武汉城市圈；城镇生活性关联；客运班次；快递网点；银行网点

【中图分类号】：F291 **【文献标志码】：**A **【文章编号】：**1000-8462（2017）03-0063-08

DOI: 10.15957/j.cnki.jjdl.2017.03.009

城市群是我国未来城镇化空间发展的主体形态，其内部城镇间功能空间发展的紧密关联是促进城市群整体健康发展的前提基础。测度及识别现阶段城市群内部城镇间的关联程度、理清其内部功能空间关联的特征及态势，对科学合理制定城市群发展策略具有重要意义。

采用何种方法测定区域内城镇间功能空间关联程度，一直是城镇及区域研究领域的焦点。早期，受限于关联数据的获取难度，基于引力模型的静态模拟方法曾长期主导城镇关联强度测度。如 William Reilly 根据万有引力理论提出“零售引力模型”，是较早的“研究空间相互作用的核心工具”^[1]。E L Ullman 借鉴供需关系理论，提出应从互补性、中介机会和可运输性三个维度衡量城市间相互作用强度^[2]。Haggett 借鉴物理学热传递的三种方式，指出城市间相互作用存在对流、传导和辐射三种基本模式^[3]。我国学者也曾采用引力模型测度了不同区域内部的城镇间经济联系^[4-6]。随着全球化发展和新型信息技术兴起，Manuel Castells 提出“流空间（flow space）”概念，认为当代城市间相互作用应改变传统静态分析方法，倡导采用各种要素流媒介来寻求测度与解释^[7]。在此基础上，城市流强度、社会网络分析、复杂网络等理论框架相继被引入区域研究中，其将区域视作一个网络系统，通过构建内部关联网络来考察个体间相互作用关系。由此，分析维度扩展至人流、物流、信息流、文化联系等方面。甄峰等运用多种理论方法，在测度信息流对城市的影响方面形成了一定成果^[8-9]；修春亮等全面研究了“流空间”对城市与

¹ 收稿时间：2016-08-04；修回时间：2017-01-16

基金项目：国家自然科学基金项目（51478199、51538004）

作者简介：聂晶鑫（1991—），男，湖北随州人，硕士研究生。主要研究方向为区域与城市发展。E-mail:njx1991@hust.edu.cn。

*通讯作者：单卓然（1987—），男，黑龙江哈尔滨人，博士，副研究员。主要研究方向为城市空间结构与空间组织。E-mail:szrl987@163.com。

区域的影响^[10]。朱英明通过对城市流强度的研究分析了沪杭甬城市密集地区的关联程度^[11],唐子来、赵渺希等运用企业关联数据分析京津冀、长三角、珠三角等区域的网络关联格局^[12-15]。

武汉城市圈内部城镇间相互作用关系总体正处于从弱联系向城市群雏形的过渡阶段^[16],既有文献多数采用引力模型、少数采用城市流强度模型及社会网络分析方法等,聚焦分析地(副)市级间的人口社会关联^[17]、经济产业联系强度^[18-22]。另有部分学者针对武汉城市圈内部城镇间相互作用关系,提出现阶段城市圈在发展轴带结构、重点发展区域、内部组团划分、次级中心体系等层面的政策建议^[18-21]。既有研究不足之处在于:①大多采用引力模型、侧重分析区域内部城镇间静态关联格局,对区域城镇间动态作用关系的分析尚显缺乏;②大多关注于区域内部城镇间经济生产性关联分析,较少从生活性关联角度探讨城镇间相互作用;③武汉城市圈实证分析尚显不足,传统空间分析尺度较大略粗,部分文献数据及结论缺乏时效性。

1 研究对象及数据来源

1.1 地域范围及分析单元

本研究以武汉城市圈为例,研究地域范围在“1+8”城市圈,即武汉及周边的黄石、鄂州、黄冈、孝感、咸宁、仙桃、潜江、天门九市基础上,补充纳入洪湖市、广水市、京山县3个观察员城市。数据统计及分析的基本单元为建成区在空间上连绵一体的城镇据点,整体地域范围内共包含41个分析单元(图1)。



图1 地域范围及分析单元划分

Fig.1 The division of regional scope and analysis units

1.2 数据来源与分析方法

研究分别从人口流动、货物运输、资金流动方面分析武汉城市圈内部城镇间生活性关联程度。考虑到与城镇居民生活相关

性和数据易得性，人口流动维度采用客运交通班次数据，货物运输维度采用快递网点数据，资金流动维度采用银行网点数据。其中，客运班次中的铁路客运数据采自中国铁路客票服务中心网站 (<http://www.12306.cn/mormh-web/>)，公路客运数据采自车次网 (<http://www.checi.org/>)、汽车站网 (<http://www.qichezhan.net/>)，其中东西湖区、汉南区、江夏区、梁子湖区数据缺失；快递网点数据采自快递查询网站快递 100 (<http://www.kuaidi100.com/>)、爱查快递 (<http://www.ickd.cn/>)；银行网点数据采自各银行官方网站。通过网络技术对目标网站内相关数据进行针对性爬取，剔除无效数据后整理得到研究所需基础数据。

研究采用社会网络分析方法刻画武汉城市圈内部各分析单元间的生活性关联特征，分析在 UCI- NET、ArcGIS 平台上开展。前者用于分析网络整体的形态、特性和结构^[8]，后者用于空间分析和可视化表达。将上述采集并去噪得到的基础数据用于社会网络分析时需要构建关联网络。其中，客运网络一趟班次计为一个单位的联系度，将不同城市之间联系度分别统计，构建 41×41 的矩阵；快递网络首先构建关于研究单元与快递公司的 41×21 矩阵，再以某单元内的快递网点得分作为网络中的重要程度，一个快递网点在两个研究单元之间的关联强度为其得分值的乘积，两研究单元的关联强度为不同快递网点的关联度之和，由此构建快递网络；银行网络构建方法与快递网络类似。分别从三组关联网络的网络总体特征与关联层次、节点中心性、凝聚子群与核心—边缘结构五方面开展分析。

2 网络总体结构与关联层级特征

2.1 网络密度特征

网络密度是“实际关系数”除以“理论上的最大关系数”，值域为 0~1。网络的密度越大，对其中节点的行为影响越大，“联系紧密的整体网络不仅为其中的个体提供各种社会资源，同时也成为限制其发展的重要力量”^[23]。对三个网络进行密度分析，结果显示客运网络的总体网络密度为 0.4034、标准差为 0.4906，快递网络的总体网络密度为 0.5110、标准差为 0.499，银行网络的总体网络密度为 0.4988、标准差为 0.5000。三个网络的密度相差不大且密度值接近 0.5，说明武汉城市圈内部城镇间尚未形成紧密的关联网络，对节点的影响效应有限。

2.2 关联层级划分

运用自然断裂点法将城镇间关联度分为 5 级，甄别武汉城市圈不同关联网络现阶段的主导发展方向。客运网络中，第一层级包括武汉中心城区至黄石中心城区、黄州区、红安县，黄石中心城区至鄂城区，黄州区至浠水县，第二层级主要为武汉中心城区的对外联系。整个网络呈现单中心、多组团特征，网络重心偏于东部，尤其鄂东沿江地区城镇关联比较密切（图 2a）。快递网络中，第一层级包括武汉中心城区至黄石中心城区、江夏区、东西湖区，呈现出“Y”字型空间形态，第二、三层级均表现为武汉中心城区对外联系，其中第二层次联系的主要节点分布在城市圈西部，第三层次联系的主要节点分布在城市圈边缘；整个网络呈单中心放射状，围绕中心形成一个弱圈层，体现了武汉中心城区强大的枢纽作用（图 2b）。银行网络中，第一、二层级均由武汉中心城区对外联系产生，其中第一层级包括武汉中心城区至黄石中心城区、鄂城区、孝南区、天门市、潜江市、仙桃市，第三、四层级在空间上围绕武汉中心城区形成东西向拉伸态势；网络整体呈单中心放射状，并围绕核心衍生出一个较为密致的圈层（图 2c）。

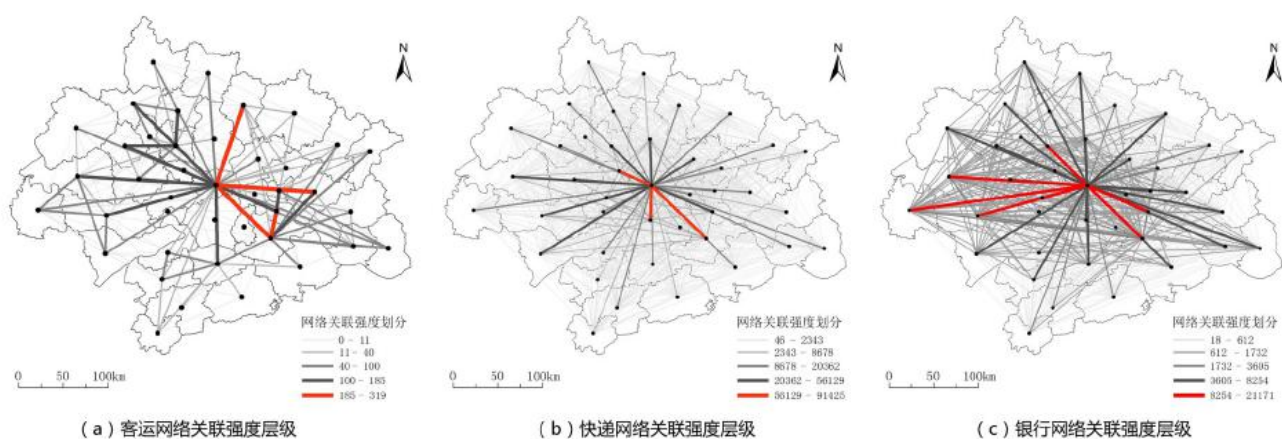


图2 三种关联网络内部关联强度层级划分

Fig.2 Associated intensity of hierarchy of three kinds of correlation network

上述分析显示：武汉中心城区具有强大的对外联系性。武汉城市圈内城镇关联网络的东向联系强度较大，表明鄂东沿江地区是现阶段武汉城市圈发展的主导方向。

3 节点中心性特征

节点中心性即节点在整个关联网络内的中心程度，能够反映出特定节点的“权力”地位。权力分为影响和支配两个维度。度中心性表示了节点接近中心地位的程度，值域为0~100；介中心性表述的是节点对资源控制的程度，值域为0~100。

3.1 客运网络节点等级

客运网络的中心势为62.750%，中介指数为27.93%，这表明网络中度中心性最高的节点——武汉中心城区的重要程度不但很大程度上影响整个网络，同时具备显著的桥梁作用。两类中心性最高的节点均为武汉中心城区，度中心值占比在5%以上的为武汉中心城区、黄石中心城区，介中心值占比在5%以上的有武汉中心城区、黄石中心城区、咸安区、孝南区。用反距离权重法对两个指数进行空间插值分析发现，度中心性地理分布上武汉中心城区与黄石中心城区形成两个“网络高地”。其中，武汉中心城区带动效应尤为突出，其通达性影响整个城市圈的客运流动；西部形成天门—仙桃—潜江的组团“高地”。度中心性指数在实体空间中呈现中间高、外围低的趋势，并显现出东西向的轴带特征（图3a）。介中心性指数分布上，武汉中心城区的枢纽作用更加凸显，其次是黄石中心城区的连接作用，其余研究单元连接作用并不明显。可见客运网络中的“权力”十分集中，影响型中心与连接型中心高度一致（图4a）。

表1 客运网络中心性指数测度

Tab.1 Measurement of centrality index of passenger network

分析单元	度中心性指数	介中心性指数	研究单元	度中心性指数	介中心性指数	分析单元	度中心性指数	介中心性指数
武汉中心城区	82.5	28.560	安陆市	22.5	0.659	应城市	15.0	0.249
黄石中心城区	60.0	11.468	京山县	22.5	0.353	通城县	15.0	0.311
孝南区	42.5	3.734	英山县	20.0	0.254	广水市	15.0	0.248
黄州区	35.0	1.706	武穴市	20.0	0.280	黄陂区	15.0	0.482
咸安区	35.0	3.598	黄梅县	20.0	0.229	华容区	15.0	0.151
浠水县	32.5	2.042	蕲春县	20.0	0.347	崇阳县	10.0	0.026
潜江市	32.5	1.502	洪湖市	20.0	0.232	通山县	10.0	0.026
红安县	30.0	1.505	麻城市	17.5	0.278	团风县	7.5	0
仙桃市	30.0	1.123	云梦县	17.5	0.276	蔡甸区	2.5	0
汉川市	27.5	0.734	大悟县	17.5	0.329	东西湖区	-	-
天门市	27.5	0.825	嘉鱼县	17.5	0.391	汉南区	-	-
鄂城区	25.0	0.851	新洲区	17.5	0.094	江夏区	-	-
赤壁市	25.0	1.079	阳新县	15.0	0.090	梁子湖区	-	-
罗田县	22.5	0.670	孝昌县	15.0	0.299			

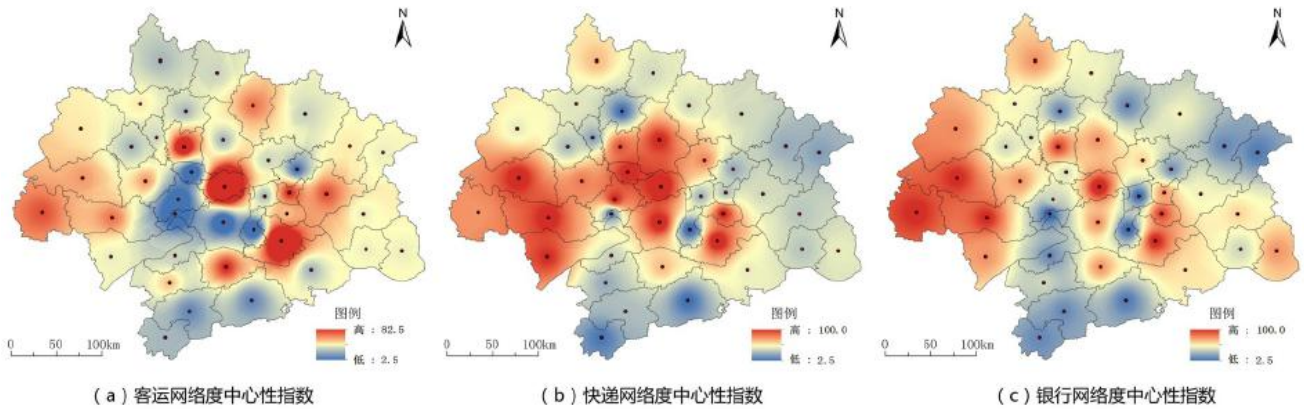


图3 三种关联网络度中心性指数分布

Fig.3 Degree centrality index distribution of three kinds of correlation network

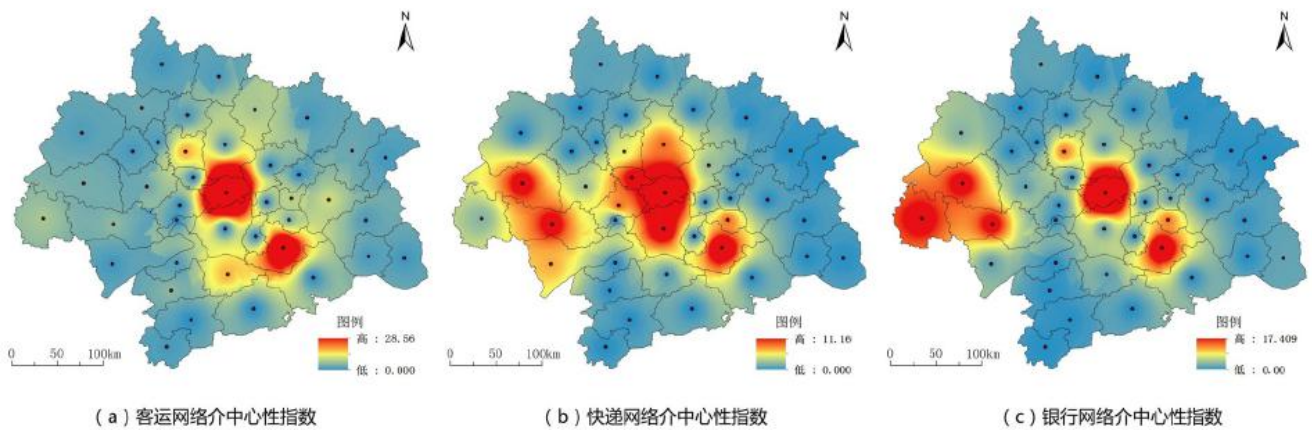


图4 三种关联网络介中心性指数分布

Fig.4 Betweenness index distribution of three kinds of correlation network

3.2 快递网络节点等级

快递网络的中心势为 50.125%，中介指数达 10.15%，这表明网络中度中心性最高的节点——武汉中心城区在某种程度上可以支配整个网络，但桥梁作用并不显著。两类中心性最高的节点均为武汉中心城区，度中心值占比超过 4% 的有 11 个节点，介中心值占比超过 5% 的有 10 个节点，说明快递网络中的支配与中介功能较为分散，位序靠前的节点都具有一定的影响力。其中度中心性空间差异较小，没有形成绝对的中转“高地”，而是三个组团：天门—仙桃—洪湖组团、武汉中心城区—江夏—东西湖—蔡甸—黄陂组团、黄石中心城区—鄂城组团，各节点的带动效应都没能超出行政范围；汉南、梁子湖、咸宁南部（幕埠山北麓）、黄冈东北部（大别山南麓）等“洼地”反映出快递网络对于社会发展水平与交通区位的双重依赖（图 3b）。介中心性表现的差异较大，三个组团愈发极化收拢，团体成员减少，与边缘节点的差距拉大。武汉中心城区的桥梁作用显著，担当着区域互联互通枢纽的重任，外围节点的弱化显示出大洪山、幕埠山、大别山等山脉对快递网络的限制作用（图 4b）。

表 2 快递网络中心性指数测度
Tab.2 Measurement of centrality index of express delivery network

分析单元	度中心性指数	介中心性指数	研究单元	度中心性指数	介中心性指数	分析单元	度中心性指数	介中心性指数
武汉中心城区	100.0	11.160	咸安区	60.0	0.280	应城市	32.5	0
黄石中心城区	97.5	6.160	广水市	60.0	0.294	崇阳县	32.5	0
江夏区	95.0	4.974	阳新县	45.0	0.008	华容区	30.0	0
东西湖区	92.5	4.094	黄梅县	45.0	0.008	罗田县	27.5	0
天门市	92.5	4.357	京山县	45.0	0.016	团风县	27.5	0
仙桃市	92.5	4.357	安陆市	42.5	0	赤壁市	27.5	0
蔡甸区	90.0	3.036	红安县	40.0	0	英山县	25.0	0
黄陂区	90.0	3.036	麻城市	40.0	0	云梦县	25.0	0
鄂城区	90.0	3.036	浠水县	40.0	0	汉南区	17.5	0
洪湖市	87.5	2.505	大悟县	40.0	0	通城县	12.5	0
孝南区	80.0	1.613	嘉鱼县	37.5	0	孝昌县	10.0	0
汉川市	72.5	0.941	武穴市	35.0	0	通山县	10.0	0
新洲区	70.0	0.859	蕲春县	35.0	0	梁子湖区	2.5	0
潜江市	67.5	0.679	黄州区	32.5	0			

3.3 银行网络节点等级

银行网络的中心势为 51.375%，中介指数达 16.53%，表明网络中度中心性最高的节点——武汉的重要程度在一定程度上支配整个网络，但桥梁作用并不显著。两类中心性最高的节点均为武汉中心城区，度中心值占比超过 4% 的有 7 个节点，介中心值占比超过 5% 的有 7 个节点；但与度中心性相比，银行网络中介功能更加集中。度中心性分布上，天门—潜江—仙桃形成组团，整体影响力在城市圈西部相当显著；武汉中心城区则形成“孤岛”，度中心性指数虽高，但周边地区相对较弱，带动效应不强；黄石中心城区—鄂城区形成组团，对东部沿江地区影响力较大；外围山区基本为“洼地”（图 3c）。介中心性空间分布上差异较大，资金的连接中转功能集中于武汉、黄石中心城区、天门、仙桃、潜江等节点；武汉中心城区的支配作用显著，形成绝对“高地”，是整个资金流动体系的中枢；黄石中心城区作为次级中心对连接东部沿江地区发挥着重要作用；天门—仙桃—潜江作为组团出现，对西部地区的影响力较大（图 4c）。

表3 银行网络中心性指数测度
Tab.3 Measurement of centrality index of express banking network

分析单元	度中心性指数	介中心性指数	研究单元	度中心性指数	介中心性指数	分析单元	度中心性指数	介中心性指数
武汉中心城区	100	17.409	广水市	70	0.476	赤壁市	40	0
黄石中心城区	95	7.537	洪湖市	70	0.476	团风县	20	0
天门市	92.5	5.230	新洲区	57.5	0.086	红安县	17.5	0
仙桃市	92.5	5.230	蕲春县	57.5	0.086	罗田县	17.5	0
潜江市	92.5	5.230	阳新县	55	0.040	孝昌县	17.5	0
鄂城区	87.5	3.614	麻城市	47.5	0	崇阳县	17.5	0
孝南区	87.5	3.614	浠水县	47.5	0	通城县	17.5	0
京山县	72.5	0.812	安陆市	47.5	0	嘉鱼县	17.5	0
江夏区	70	0.476	大悟县	47.5	0	英山县	12.5	0
黄陂区	70	0.476	东西湖区	42.5	0	通山县	12.5	0
黄州区	70	0.476	云梦县	42.5	0	华容区	5	0
黄梅县	70	0.476	蔡甸区	40	0	汉南区	2.5	0
汉川市	70	0.476	武穴市	40	0	梁子湖区	2.5	0
咸安区	70	0.476	应城市	40	0			

整体结果显示：武汉、黄石中心城区的地位突出，是武汉城市圈主次核心，重要节点基本上沿东西向排布。中心性指数方面，天门、仙桃、潜江在快递网络与银行网络中的地位比较突出；介中心性指数方面，客运网络的中介节点更为集中，而另两个网络中的高等级节点更多，天门、仙桃、潜江的中介地位更为凸显。产生这一现象的原因是武汉、黄石中心城区的整体实力要强于其他节点，而天门、仙桃、潜江在物流、资金流中的地位较高，但是交通设施仍然不足，班次数量较少。

4 凝聚子群特征

采用 K-plex 算法分析网络内部的组团情况，寻找具有同质性的节点。用 E-I 秩数来衡量一个大的网络中小团体现象是否十分严重，取值范围为 $[-1, +1]$ 。该值越靠近 1，意味着派系林立的程度越大；越接近 -1，意味着派系林立的程度越小；越接近 0，表明关系越趋向于随机分布。

4.1 客运网络聚类分析

当 Minimum size 和 K 值分别为 3 和 2，得到客运班次的城市网络聚类（图 5）。客运网络的网络结构破碎度低，但关联度水平不高，网络中高连接性的节点子群少，在网络连接性 ≥ 20.00 的强度上黄州区与红安县形成组团；武汉中心城区—黄石中心城区—鄂州市区—孝南区—潜江市—咸安区—仙桃市七节点体系在网络连接性 ≥ 20.690 的强度上形成组团。通过凝聚子群分析结果，计算得出客运网络的 E-I 秩数为 0.989，期望值为 0.998。表明内部派系较多，形成了多个小的团体，突显了客运交通市域内班次密集，城市之间则依赖主要的交通枢纽的特征。

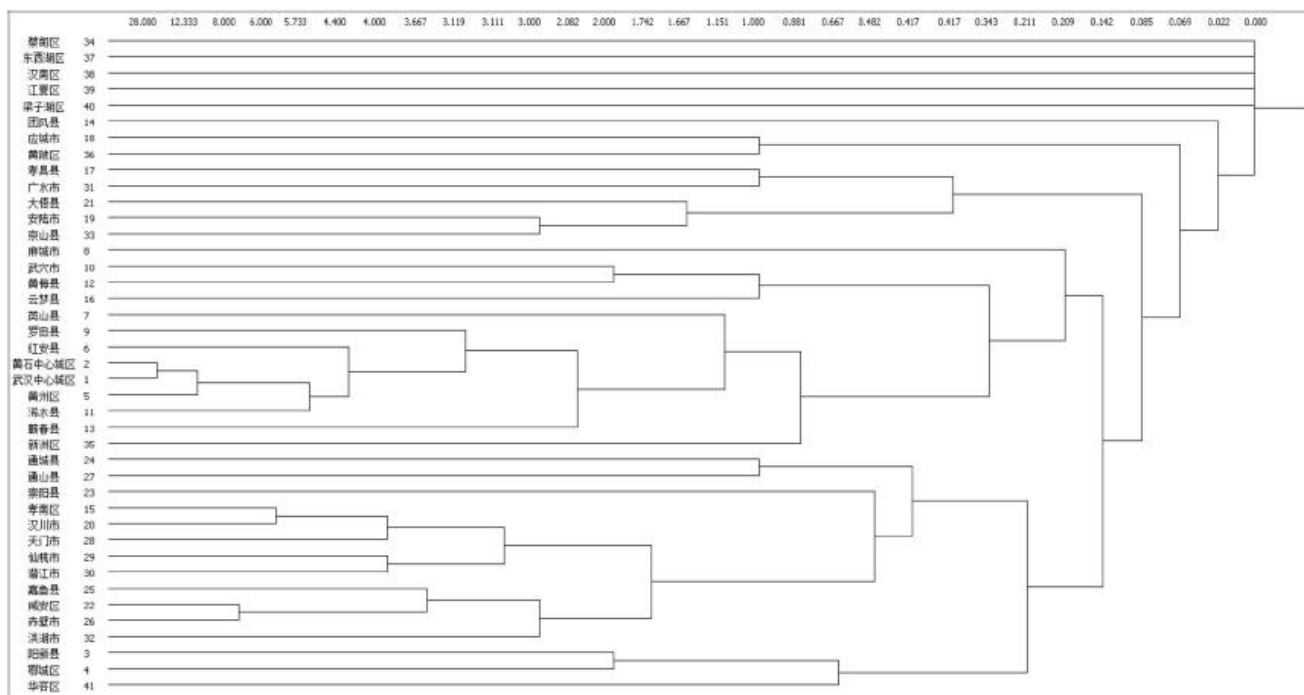


Fig.5 Cluster analysis of passenger network

4.2 快递网络聚类分析

当 Minimum size 和 K 值分别为 3 和 2, 快递网络结构破碎度较低, 但关联度水平较高, 网络中高连接性的子群较少。在网络连接性 ≥ 21.00 的强度上有武汉中心城区—黄石中心城区—江夏区—东西湖区形成一个组团, 天门—仙桃形成一个组团; 鄂城区—黄陂区—蔡甸区在网络连接性 ≥ 20.00 的强度上形成组团; 连接性小于 20.00 时, 未成产生新的内部组团。表明快递网络更加集中于少数内部组团, 外围的县市之间的联系相对偏弱。通过对凝聚子群的密度进行分析, E-I 秩数值为 0.227, 期望值为 -0.005, 皮尔森系数 0.037 小于 0.05, 说明数据具有可靠性。而 E-I 秩数值接近 0, 说明快递网络关系趋向于随机分布, 无派系林立的情况。

4.3 银行网络聚类分析

当 Minimum size 和 K 值分别为 3 和 1 时, 基于银行网点的节点聚类网络结构破碎度低, 但关联度水平不高, 网络中高连接性的节点子群少, 在网络连接性 ≥ 17.00 的强度上鄂城区与孝南区形成组团; 武汉中心城区—黄石中心城区—天门市—仙桃市—潜江市五节点体系在信息连接性 ≥ 19.00 的强度上形成组团; 网络连接性小于 10.00 时, 没有新的组团出现。对凝聚子群的密度进行分析, 得出 E-I 秩数值为 0.252, 期望值为 -0.005, 皮尔森系数为 0.038, 小于 0.05, 说明结果是可靠的。E-I 秩数值接近于 0, 表明银行网络关系趋向于随机分布, 派系林立的情况不明显。

以上分析结果显示：客运网络中派系较多，快递和银行网络中派系并不显著。形成组团更多的是（副）地级市城区节点，反映出（副）地级市节点发展的优先性使其对外的交流联系更多、强度更大。同时也注意到形成组团的网络连接性不高，未来需要加强局部联系，形成更为合理的内部组团结构。

5 核心—边缘结构特征

分别采用核心—边缘全关联模型、核心—边缘关联模型、核心—边缘缺失模型，运用 UCINET 软件分析网络中核心、边缘的节点。

5.1 客运网络圈层结构

计算不同模型中客运网络实际矩阵与理想矩阵的相关系数，得到核心—边缘缺失模型的相关系数最高，为 0.485。其结果显示武汉城市圈核心节点共有 18 个，分别为武汉中心城区、黄石中心城区、阳新县、鄂城区、黄冈区等县市区（图 6a）。核心节点间网络密度最高为 0.477，核心与边缘节点之间的密度为 0.205，边缘间网络密度最小，为 0.063。核心成员在地理分布上并不完全邻接，总体以武汉为中心东西向分布，与实体空间位置匹配度不高。

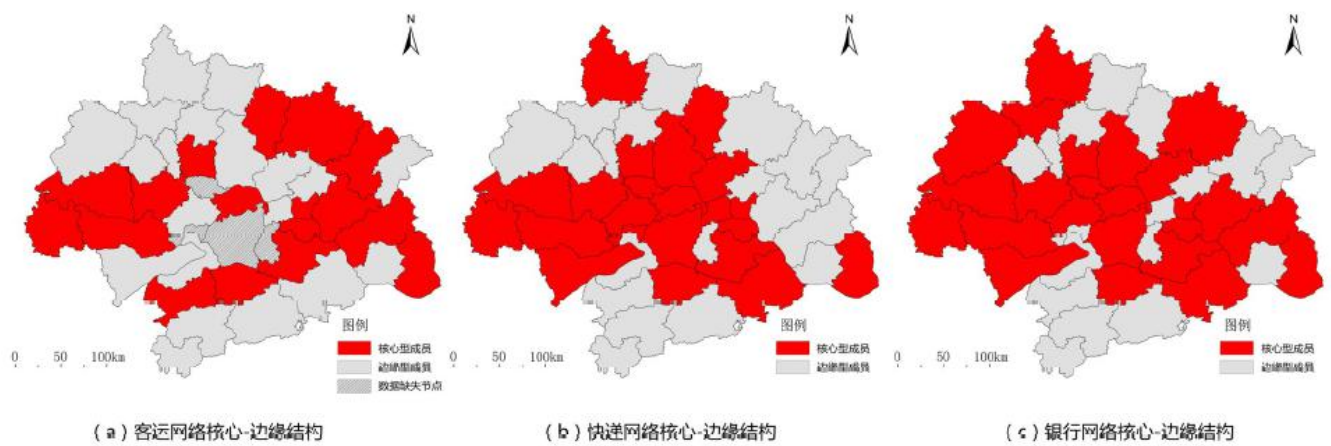


图6 三种网络核心—边缘结构分布
Fig.6 Core-edge structure distribution of three kinds of correlation network

5.2 快递网络圈层结构

采用核心—边缘缺失模型，得到相关系数最高为 0.855。其结果显示武汉城市圈核心节点共有 22 个，分别为武汉中心城区、汉南区、蔡甸区、江夏区、黄陂区等县市区（图 6b）。核心节点间网络密度最高为 0.870，核心与边缘节点之间的密度为 0.519，边缘间网络密度最小，为 0.006。地理分布上基本沿江连绵成片，快递网络与实体空间结构具有一定的匹配性。

5.3 银行网络圈层结构

采用核心—边缘缺失模型，得到相关系数最高为 0.923，拟合结果较好。结果显示武汉城市圈核心节点共有 24 个，分别是武汉中心城区、蔡甸区、江夏区、黄陂区、东西湖区等县市区（图 6c）。核心节点间网络密度最高为 0.946，核心与边缘节点之间的密度为 0.363，边缘间网络密度最小，为 0.000。地理分布上，核心节点基本上覆盖城市圈大部分地区，可说明内部核心—边缘分界并不明显；核心成员空间上的邻接性较好，说明银行网络与实体空间有一定的匹配性。

上述结果显示：武汉城市圈圈层结构较为松散，暗示武汉城市圈建设尚未成熟，圈层结构有待进一步演进优化。地理空间分布上，核心成员表现出一定的邻接脱离迹象，说明网络空间与实体空间具有相当程度的匹配性，但已在一定程度上摆脱地理位置的束缚。

6 结论与讨论

本研究以武汉城市圈为例，采用社会网络分析方法，选取客运班次、快递网点、银行网点数据，对其内部城镇间生活性关联特征进行分析，得到以下结论：

第一，关联网络的核心集聚能力强大，但内部组团结构尚未成型。武汉中心城区与黄石中心城区在城市圈的主次中心地位得到确认，在区域中具有绝对的影响与支配能力。网络体系中武汉中心城区极化效应明显，关联层级上缺乏过渡梯度。内部组团较少，核心—边缘结构比较模糊，有明显组团倾向的是：黄（石）—鄂（城）、天（门）—仙（桃）—潜（江）。

第二，关联网络的東西向发展态势显著。武汉城市圈内部组团呈现东西向排布，东西向的要素流动占据主导地位。节点能力上，天门、仙桃、潜江的地位突出，三市在城市圈西部的带动作用应该得到充分重视。此外，三者关系较为均衡，尚未出现绝对的领先者。

第三，不同测量维度与方法给出的武汉城市圈关联网络结构存异。其中，人流联系内部向心性作用不强，组团较多；物流联系向心性程度极高，突出了大城市的物资集散功能；资金流联系向心性程度较高，但节点影响力更为分散。

将本次研究结论与2007年版《武汉城市圈总体规划》中“一核、一脊、两轴、两环、两带、四组团”的区域空间结构比较发现：传统认识上武汉城市圈建设向外强调沿东西、南北两条轴线发展，内部突出以武汉为中心的“一心+四组团”结构。但从本文结论来看，南北向轴线上的城镇生活性关联并不显著，规划设想的四个相对均衡的组团式发展格局没有完全形成，“天门、仙桃、潜江”作用可能被低估。建议武汉城市圈未来发展应着重加强西向联系，突出沿江（长江—汉江）发展思路，强化功能空间在东西向上的带状发展形态，尤其应加强引导“天门、仙桃、潜江”三市集聚，形成对接鄂西南的重要节点组团。

参考文献：

- [1] 朱道才，吴信国，郑杰. 经济研究中引力模型的应用综述 [J]. 云南财经大学学报, 2008(5): 19-24.
- [2] Ullman E L. American Commodity Flow [M]. Seattle: University of Washington Press, 1957: 60-73.
- [3] Haggett P. Locational analysis in human geography [M]. London: Edward Arnold Ltd, 1965: 33-40.
- [4] 孟德友，陆玉麒. 基于引力模型的江苏区域经济联系强度与方向 [J]. 地理科学进展, 2009, 28(5): 697-704.
- [5] 颜姜慧，高丽娜. 基于引力模型的长江中游城市群经济联系强度分析 [J]. 九江学院学报：社会科学版, 2013, 32(2): 121-126.
- [6] 申怀飞，侯刚，田金磊. 基于引力模型的中原城市群经济联系强度分析 [J]. 湖北农业科学, 2014, 53(4): 989-992.
- [7] Castells M. The rise of the network society [M]. Cambridge, MA: Blackwell, 1996.
- [8] 王波，甄峰，席广亮，等. 基于微博用户关系的网络信息地理研究——以新浪微博为例 [J]. 地理研究, 2013, 32(2): 380-391.
- [9] 陈映雪，甄峰，王波，等. 基于社会网络分析的中国城市网络信息空间结构 [J]. 经济地理, 2013, 33(4): 56-63.
- [10] 修春亮. 流空间视角的城市与区域结构 [M]. 北京：科学出版社, 2015.

-
- [11] 朱英明, 于念文. 沪宁杭城市密集区城市流研究 [J]. 城市规划汇刊, 2002(1): 31-33.
- [12] 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 [J]. 城市规划学刊, 2010(1): 29-34.
- [13] 唐子来, 李涛. 长三角地区和长江中游地区的城市体系比较研究: 基于企业关联网络的分析方法 [J]. 城市规划学刊, 2014(2): 24-31.
- [14] 唐子来, 李涛. 京津冀、长三角和珠三角地区的城市体系比较研究——基于企业关联网络的分析方法 [J]. 上海城市规划, 2014(6): 37-45.
- [15] 赵渺希, 钟烨, 徐高峰. 中国三大城市群多中心网络的时空演化 [J]. 经济地理, 2015, 35(3): 52-59.
- [16] 胡跃平. 城市群发展的阶段性及其空间策略的适应性——武汉城市圈的规划实践 [J]. 城市规划学刊, 2009(7): 7-11.
- [17] 梁辉, 岳彩娟. 流动人口空间体系及其与城镇体系的相关分析——以武汉城市圈为例 [J]. 南方人口, 2011, 26(2): 39-47.
- [18] 钱春蕾, 叶菁, 陆潮. 基于改进城市引力模型的武汉城市圈引力格局划分研究 [J]. 地理科学进展, 2015, 34(2): 237-245.
- [19] 颜俊, 韦云波. 武汉城市圈城市经济联系测度及空间发展方向研究 [J]. 国土资源科技管理, 2010, 27(1): 74-80.
- [20] 秦尊文. 武汉城市圈各城市间经济联系测度及其核心圈建设 [J]. 系统工程, 2005, 23(12): 91-94.
- [21] 王艳. 武汉城市圈的功能联系与结构优化 [J]. 中南财经政法大学研究生学报, 2007(4): 50-54, 14.
- [22] 王博, 吴清, 罗静. 武汉城市圈旅游经济网络结构及其演化 [J]. 经济地理, 2015, 35(5): 192-197.
- [23] 刘军. 整体网分析讲义: UCINET 软件实用指南 [M]. 上海: 格致出版社, 2009.