

中国东部沿海五大城市群旅游流网络的结构特征及其韧性评估

——基于演化韧性的视角

方叶林¹ 苏雪晴¹ 黄震方² 郭贝贝¹¹

(1. 安徽大学商学院, 中国安徽 合肥 230601;

2. 南京师范大学地理科学学院, 中国江苏 南京 210023)

【摘要】: 基于大数据挖掘技术抓取中国东部沿海五大城市群旅游线路数据, 在此基础上构建旅游网络并进行结构韧性评估。研究发现: 珠三角城市群旅游流网络的吸收能力相对较大, 长三角城市群旅游流网络的辐射能力相对较大。从结构韧性视角看: 五大城市群基本上是竞合关系, 不存在占绝对主导的城市群, 山东半岛、长三角城市群旅游流网络具有一定的均质化态势; 整体网络具有异配性, 珠三角城市群旅游流网络扁平化最为明显; 整体网络的路径传输效率较高, 珠三角城市群旅游流网络可达性和扩散性相对最高; 整体网络存在小团体与部分孤立点, 网络集聚效应不显著, 京津冀城市群旅游流网络的集聚性相对较高。基于旅游流网络结构韧性视角, 提出中国东部沿海五大城市群旅游流网络优化的相关建议。

【关键词】: 旅游流 网络结构 韧性 五大城市群 大数据 京津冀 珠三角 长三角

【中图分类号】: F590 **【文献标志码】:** A **【文章编号】:** 1000-8462 (2022) 02-0203-09

韧性 (Resilience), 也称为弹性, 是近年来人文地理学新兴的研究主题, 最早起源于生态学领域^[1], 是指一个系统遭受外部冲击后维持其自身稳定和核心功能运转的能力^[2]。随着研究的深入, 韧性研究开始与城市和区域相结合, 拓展了城市研究的内容与视野^[3, 4], 国内外学者分别从概念内涵^[5, 6, 7]、韧性评估^[8, 9]、时空演化^[10, 11]、影响效应^[11, 12]等方面开展研究, 取得了显著的成绩。城市网络结构韧性是当前区域韧性研究中重要的分支^[13], 也是认知区域韧性的重要手段^[2], 彭翀、魏冶等人对城市网络结构韧性进行了较为系统的梳理^[14, 15], 为后续实证研究提供了理论基础与分析框架。总体而言, 韧性理论大致经历了工程韧性、生态韧性、演化韧性 (社会—生态韧性) 三个阶段^[16], 尤其是演化韧性为研究旅游流网络结构韧性提供了理论基础。

旅游流是旅游地理学研究的核心问题之一^[20]。旅游流数据获取的难易程度是制约旅游流研究的基本问题^[21], 长时段细粒度的旅游流数据不易获取, 直接导致了旅游流相关研究不够深入。伴随着大数据的兴起, 旅游研究被深深打上了大数据的“烙印”^[22], 大数据自身具有的规模性、多样性、高速性、价值性等特点, 能够揭示社会经济现象的复杂性^[23], 大数据挖掘技术逐渐

作者简介: 方叶林 (1986—), 男, 安徽巢湖人, 博士, 副教授, 硕士生导师, 研究方向为旅游地理与区域经济。E-mail: fangyelin2006@126.com

基金项目: 国家自然科学基金项目 (42171238、41601142); 安徽省自然科学基金面上项目 (2108085MD125); 安徽省社会科学规划项目 (AHSKQ2020D64)

成为研究旅游流网络的重要手段。大数据已经渗透到全球范围内社会经济的各个领域，为人文地理学研究带来新的机遇，被称为地理学的“第四范式”^[24]。大数据重塑了“流空间”，与大数据相关的数据挖掘技术，对传统旅游学科理论与方法研究带来了巨大的影响。如相关学者分别基于百度指数^[25]、互联网游记数据^[26]、微博签到数据^[27]、手机信令数据^[28]、地理图片数据^[29]等研究旅游流网络，拓展了旅游流网络结构研究的方法体系。

总结先前旅游流网络研究文献发现：①虽然涉及到大数据视角的旅游流网络结构研究，但不同城市群旅游流网络结构对比研究仍然相对不足，使得研究结果缺少同一时空维度的可比性。②现有文献大部分基于社会网络理论与方法分析城市旅游流网络结构，缺少复杂网络的系统分析，使得研究不够深入。③近年来旅游韧性研究处于起步阶段^[30]，相对缺少从韧性理论视角解构城市旅游流网络，旅游流网络的结构韧性评价尚需深入。韧性涉及到经济高质量发展^[31]，是新发展理念下研究城市旅游高质量发展的重要切入点。旅游流网络是推进区域一体化的重要力量^[32]，研究旅游流网络结构韧性，对于促进区域旅游高质量一体化发展具有十分重要的现实意义。本文基于 Python 软件抓取主流旅游网站上旅游线路等相关数据，在构建旅游流网络的基础上尝试进行结构韧性评估，进而为东部沿海五大城市群旅游网络化发展提供相关对策建议。

1 研究方法 with 数据来源

1.1 结构韧性评价体系

在前期城市地理学中，一般通过对网的结构进行某种度量，进而开展对网的韧性的评价^[2,14]。基于演化韧性视角，城市旅游流网络结构韧性可通过对旅游流网络结构进行定量测度，进而分析其韧性特征。借鉴彭翀^[14]、程晓红^[33]等的研究框架，从以下四个方面开展对城市旅游流网络的结构韧性测度。

1.1.1 层级性

度是复杂网络最基本的统计指标，节点度表示与该节点所有连接边的总数^[34]。对于有向网而言，度分为出度与入度，出度表示节点对网络资源的控制能力，入度表示节点对网络资源的吸引能力，借助 Gephi 软件可实现出度、入度、度的计算。度分布可理解为网络节点度的概率分布或者频率分布。借鉴位序—规模法则^[35]，可实现网络度分布的计算。将城市群各节点度值按照从小到大进行排序，并利用散点图绘制幂律曲线，则度分布满足：

$$K_h = P(K_h^*)^a \quad (1)$$

$$\ln K_h = \ln P + a \ln K_h^* \quad (2)$$

式中： K_h 表示节点 h 的度； K_h^* 表示节点 h 度值的排序； P 为常数； a 表示度分布曲线的斜率。一般而言， a 值越大，网络层级性越明显。

1.1.2 匹配性

Newman 根据网络节点间连接的相关性，提出同配性与异配性的概念，用来区分节点之间的偏好依附。同配性用来表示度值相近的节点是否倾向于相互连接，一般通过度关联指标来体现^[36]。计算公式如下：

$$\overline{K}_h = \sum_{i \in V} K_i / K_h \quad (3)$$

$$\overline{K}_h = D = bK_h \quad (4)$$

式中：节点 h 所有相连接的节点度的平均值记为 $\overline{K}_h$ ； v 表示节点 h 所有相邻点的结合； D 为常数； b 表示度关联系数。若 $b > 0$ ，表示该网络具有同配性；若 $b < 0$ ，表示该网络具有异配性。

1.1.3 传输性

一般用平均路径长度来表示网络的传输性，表示网络中任意两点之间节点距离的平均值，值越小表示事件从一个节点扩散到另一个节点所需的路径越长，网络传输效率越低；反之，则表明网络的传输和扩散作用较强。计算公式如下^[37]：

$$l = \frac{1}{1/2n(n+1)} \sum_{i>j} d_{ij} \quad (5)$$

式中： l 是网络的平均路径长度； n 是网络节点数； d_{ij} 表示节点 i 到 j 的距离。

1.1.4 集聚性

一般用局部聚类系数与平均聚类系数来表示网络集聚性。局部聚类系数是用来描述网络节点集聚程度的参数；平均聚类系数表示网络中所有节点局部聚类系数的平均值，表示整个网络节点的集聚程度。计算公式分别如下^[37]：

$$C_i = \frac{2M_i}{k_i(k_i - 1)} \quad (6)$$

$$C = 1/n \sum_i C_i \quad (7)$$

式中： C_i 、 C 分别代表局部聚类系数与平均聚类系数； k_i 是节点 i 的度； M_i 是节点 i 邻居间实际产生的边数。利用软件 Gephi 可实现以上指标的计算。

1.2 研究范围与数据来源

本文数据主要来源于两方面：①携程旅行网 (<https://www.ctrip.com>) 上的旅游线路挖掘数据。携程旅行网是主流旅游网站，网站上包含了大量的旅游线路及相关信息，聘请专业的大数据挖掘团队，对城市与“周边”的旅游线路数据进行挖掘、转换、整理、建网，建立出发地—目的地 (Origin-destination, O-D) 网络矩阵，抓取时间截至 2020 年 6 月 30 日，抓取范围为东部沿海五大城市群，一共抓取了 31425 条原始文本数据，主要包括线路涉及地点、时间、类型、主题、评分、人数等，进一步基于各节点之间的联系，建立城市群旅游流网络。②标准地图，主要来源于中国科学院资源环境科学与数据中心 (<http://www.resdc.cn>)，在标准地图的基础上进行了矢量数据处理。

中国东部沿海五大城市群是我国社会经济发展的战略核心区^[38]，旅游资源较为丰富，交通便捷，旅游基础设施较完善，旅游发展水平比较高，选取东部沿海五大城市群为案例地开展研究，具有一定的典型性与代表性。按照方创琳^[39]等人的标准，本文的城市群及主要城市节点如图 1 所示。

2 研究过程

2.1 样本的网络结构特征

基于城市之间旅游线路构建的旅游流网络如图 1 所示。根据 GIS 中自然断裂点 (Jenks) 分类标准, 不同阈值下五大城市群旅游流网络如图 1 所示。从图 1 可以看出: 旅游流网络结构在空间上表现出一定的组团特征, 流量的高值区主要分布在长三角, 各城市群形成相对独立的子群, 其中京津冀—山东半岛城市群、海峡西岸—珠三角城市群之间的联系较为密切, 地理位置的远近仍是影响各城市群之间旅游交流的主要因素。

利用 Gephi 软件计算中国东部沿海五大城市群各节点的出度、入度与度值, 结果如图 2 所示。从整体网络视角看, 点出度最大的是南京 (19), 点入度最大的是厦门 (20), 表明在整个网络中, 南京市对周边的辐射能力相对最大, 厦门市对周边的吸引能力相对最大。点出度最小的是聊城、张家口、承德、威海 (数值均为 3), 这些节点在整个网络中的辐射能力相对较弱; 点入度最小的是德州、东营、聊城、滨州 (数值均为 0), 这些节点为孤立点, 对周边地区的吸引能力为 0。节点度的计算结果为节点入度与出度的和, 从计算结果看, 南京数值最大 (36), 聊城数值最小 (3), 表明南京市在整个网络中位置相对最好, 而聊城在整个网络中位置相对不利。从点出度与点入度的排名来看, 日照、青岛、威海、烟台、承德这些城市点入度明显大于点出度, 表明这些节点的吸收能力明显大于辐射能力; 嘉兴、温州、德州、东营、台州、滨州这些城市点入度明显小于点出度, 表明这些节点的吸收能力明显小于辐射能力。

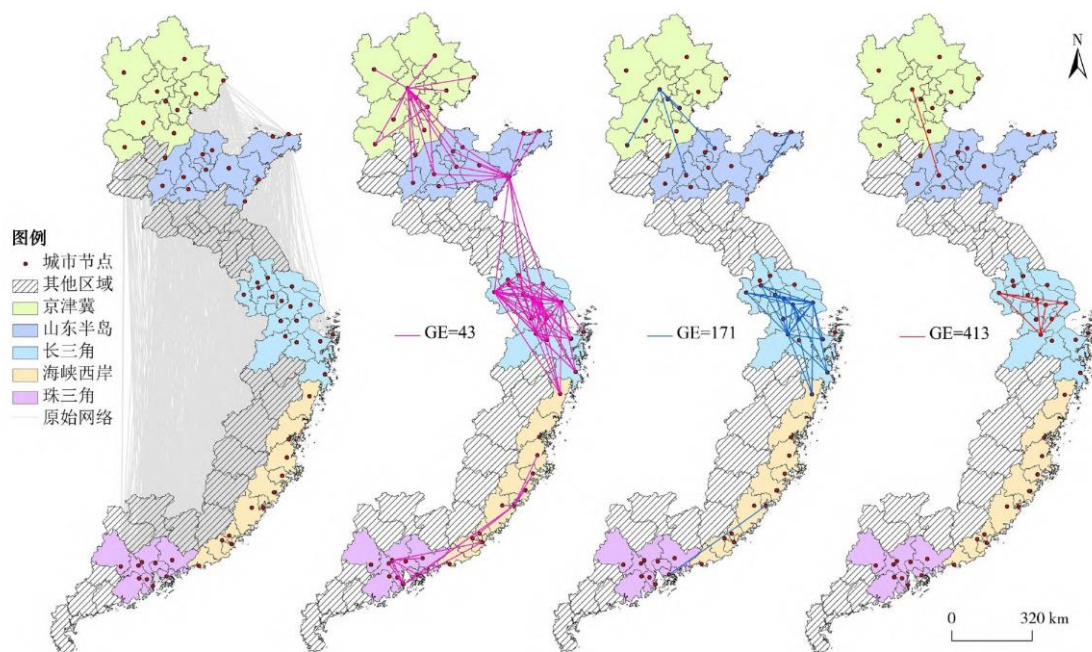


图 1 不同阈值下的城市群旅游流网络

具体到五大城市群, 即京津冀、山东半岛、长三角、海峡西岸、珠三角五大城市群, 点入度均值分别为 10.400、9.583、10.563、8.091、11.778。珠三角城市群点入度最大, 在整个网络中对周边的吸收能力相对最大; 海峡西岸城市群点入度最小, 在整个网络中对周边的吸收能力相对最小。点出度的均值分别为 8.300、8.583、13.438、9.818、8.222, 长三角城市群点出度最大, 在整个网络中对周边的辐射能力相对最大; 珠三角城市群点出度最小, 在整个网络中对周边的辐射能力相对最小。度值均值分别为 18.700、18.167、24.000、17.909、20.000, 长三角城市群度均值最大, 内部各城市与其他节点联系数目最多, 从侧面反映了长三角旅游一体化程度相对较高, 在网络中处于相对有利的地位; 海峡西岸城市群度均值最小, 在网络中处于相对不利的地位。

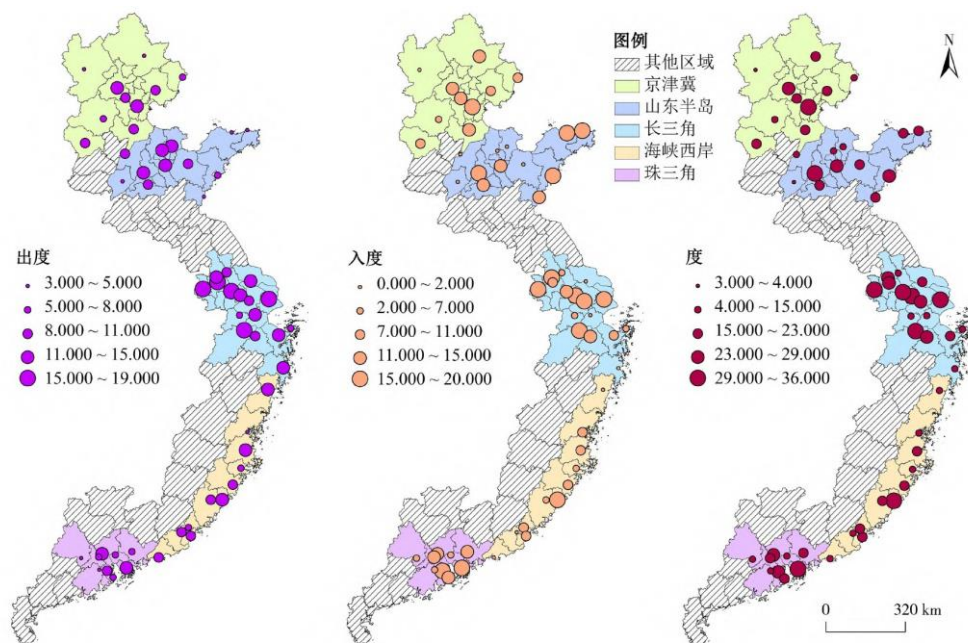


图 2 旅游流网络度值分布特征

2.2 城市群网络结构韧性的比较分析

2.2.1 网络层级性

以上利用复杂网络度值对整体网、城市群、重要节点进行了结构分析，为旅游流网络结构韧性的进一步分析提供基础。基于彭翀等学者^[14]构建的城市网络结构韧性评价指标体系，本文分别从层级性、匹配性、传输性、集聚性四个维度构建五大城市群旅游流网络结构评价指标体系。利用四大指标分别计算五大城市群旅游流的结构韧性。前文已进行了各节点度值计算，度值达到 20 以上可视为核心簇群，可以看出：长三角城市群度值最大，是整个中国东部沿海城市群的核心簇群。利用公式（1）～（2）对度分布进行计算，曲线拟合结果如图 3。从度分布数值看，五大城市群度分布分别为-0.705、-0.646、-0.285、-0.388、-0.543。其中，京津冀、山东半岛、珠三角城市群度分布绝对值大于 0.5，表明这三大城市群旅游流网络层级性较为明显，具备能力较强的核心节点；而长三角、海峡西岸城市群度分布的绝对值小于 0.4，说明这两大城市群旅游流网络具有一定的均质化态势，网络结构相对扁平。

2.2.2 网络匹配性

利用公式（3）～（4）计算五大城市群网络匹配性，拟合结果如图 4。京津冀、山东半岛、长三角、海峡西岸、珠三角五大城市群度关联分别为-0.008、-0.053、-0.124、-0.136、-0.307，数值均为负值，但 R^2 相对较小，表明度值较大的节点，不一定倾向于连接度值较大的周边节点。对于单个节点而言，与周边节点更多呈现出负相关关系，联系网络路径倾向于异质化和多元化。数值最小的是珠三角城市群，网络扁平化最为明显，当外界干扰发生时，网络结构能够及时做出结构性调整。与层级性计算结果相比，匹配性数据显著性相对较低，表明当前阶段层级性仍较为明显，但部分城市群出现扁平化的微弱趋势。

2.2.3 网络传输型

从网络传输的速度看，京津冀、山东半岛、长三角、海峡西岸、珠三角五大城市群平均路径长度分别为 1.322、1.275、1.367、

1.387、1.208，平均路径长度数值都低于1.4，中国东部沿海五大城市群旅游流网络传输效率相对较高。其中，珠三角城市群旅游流网络平均最短路径最小，表明网络的区域可达性和扩散性较好；海峡西岸城市群旅游流网络平均最短路径相对较大，因此城市节点之间的互补和互动交流的传输效率低于其他四大城市群，旅游流扩散成本相对较高。

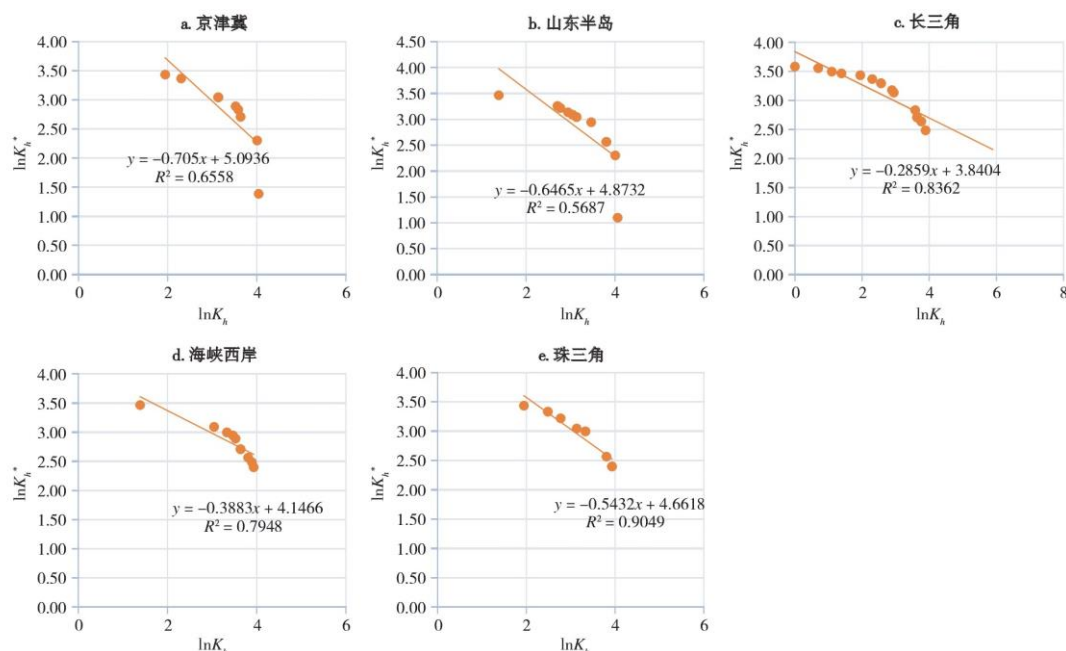


图3 五大城市群度分布拟合结果

2.2.4 网络集聚性

京津冀、山东半岛、长三角、海峡西岸、珠三角五大城市群平均聚类系数分别为0.604、0.524、0.540、0.546、0.579，京津冀城市群旅游流网络集聚效果最大，山东半岛城市群旅游流网络集聚效应相对最弱。集聚系数均低于0.8，网络中存在小团体现象但不突出，存在较多的孤立点，网络集聚效应不显著。度值居首的南京、上海、济南等地局部聚类系数在0.316~0.480之间浮动，表明与这三个城市发生联系的其他城市紧密程度不高，大部分是非核心城市与核心城市之间的单向联系，非核心城市之间缺乏互动。核心城市的相关邻居城市联系稀疏，有利于外界信息的渗入，从而使网络具有应对干扰的“鲁棒性”。

2.3 结构韧性综合特征

通过五大城市群旅游流网络结构各项指标的测度发现：①网络层级性：度均值为20.103，标准差为7.858。度分布绝对值小于0.5，整体网络的层级性不高，五大城市群基本上是竞合关系，不存在绝对主导的城市群。②网络匹配性：根据网络匹配性计算公式，度关联系数 b 值为-0.028 ($R^2=0.005$)， $b<0$ ，表明整体网络具有异配性，但总体上不显著，网络联系具有微弱的扁平化趋势，对于单个节点而言，与邻居节点更多呈现出一定的负相关关系，网络联系具有异质与多元化趋势。③网络传输性：整体网的平均路径长度 $l=1.312$ ，表明整体网络的路径传输效率普遍较高，旅游流的传递性在节点城市中转为1.312个节点左右。④网络集聚性：聚类系数均值为0.558，表明网络中有部分城市节点与相邻的城市节点存在联系并形成小团体，存在部分孤立点，网络集聚效应不显著。

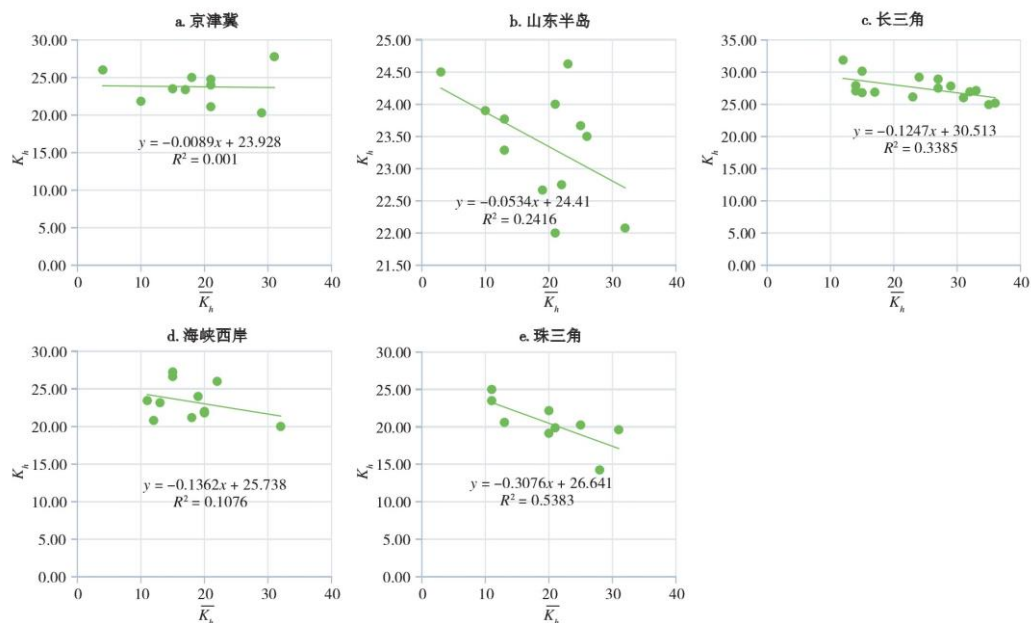


图 4 五大城市群度关联拟合结果

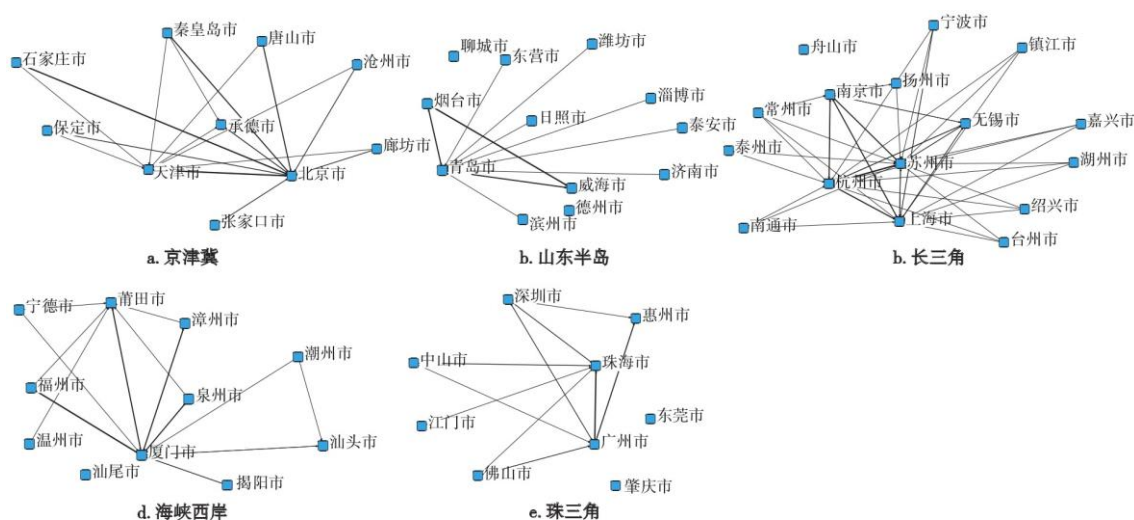


图 5 五大城市群网络拓扑结构

五大城市群网络拓扑结构如图 5 所示，京津冀、山东半岛、长三角、海峡西岸、珠三角五大城市群的核心节点分别为北京、天津，青岛、烟台，上海、苏州、杭州、南京，厦门，广州、珠海。东部沿海城市群旅游流网络结构总体模式可概括为 3 类：“核心省会+外围散点”模式、“核心城市+外围散点”模式、“多中心”模式。京津冀、珠三角城市群旅游流网络为典型的“核心省会+外围散点”模式，珠三角地区的珠海、惠州等节点，有可能成为未来旅游流二级中心。山东半岛、海峡西岸城市群旅游流网络为典型的“核心城市+外围散点”模式，济南、福州等省会城市在网络中并不处于核心地位，而是次级中心，这样的网络布局模式有利于城市错位发展，提升网络韧性。长三角城市群旅游流网络为典型的“多中心模式”，网络均值化较大，核心节点之间度值相差不大，同时也反映了网络的均值化程度相对较高。

2.4 网络优化建议

城市群旅游流网络的结构韧性分析,为城市旅游发展提供了网络视角的启示。分别基于整体城市群、不同城市群之间、城市节点尺度,提出城市群旅游发展优化对策:①制定差异化的韧性优化政策,城市群旅游流网络可朝着“内部扁平化,外部层级化”的总体方向发展。城市群旅游流网络内部的扁平化有利于平衡各城市旅游发展,促进网络节点之间的信息传递效率,以及提高抵御风险的能力,提升网络整体韧性。城市群旅游流网络外部层级化符合城市群发展的一般规律^[40],明确不同城市群在整体网络中的地位,长三角、珠三角城市群可培育成为未来东部城市群旅游流网络的核心。②尊重旅游流网络结构韧性规律,合理布局旅游生产要素。大部分城市群内部层级性较为明显,扁平化趋势不显著。京津冀、山东半岛、珠三角城市群需要进一步加快边缘城市旅游发展,降低网络层级性;珠三角城市群网络扁平化与传输效率最高,可作为未来东部城市群的核心点。海峡西岸城市群旅游流网络在网络中的地位相对不高,一方面需要强化与其他城市群的关系,另一方面城市群内部也需要加强交流,重点培育泉州、莆田、福州、汕头等次级中心。③加强不同层次的旅游合作,促进网络结构韧性的总体优化。一是城市群内部核心—边缘的旅游交流,如京津冀城市群内部张家口,山东半岛城市群内部聊城、德州,长三角城市群内部舟山,海峡西岸城市群内部汕尾,珠三角城市群内部东莞、肇庆与这些城市群内部核心节点的旅游交流;二是城市群组团之间的相互交流,尤其是海峡西岸城市群与珠三角及长三角城市群之间的交流;此外,还需要加强跨城市群城市节点的旅游交流,如南京、厦门与其他城市群中孤立点之间的旅游交流。

3 研究结论

通过大数据挖掘技术获取携程旅行网上旅游线路数据,构建中国东部沿海五大城市群旅游流网络,基于演化韧性理论分析网络的结构韧性。研究主要结论有:

①东部沿海五大城市群旅游流网络度值具有显著的差异。珠三角城市群点入度最大,海峡西岸点入度最小;长三角城市群点出度最大,珠三角城市群点出度最小。总体而言,长三角城市群度均值最大,在网络中处于相对有利的位置;海峡西岸度均值最小,在网络中处于相对不利的地位。

②利用韧性理论对五大城市群旅游流网络的结构韧性进行评价,研究得出:整体网络层级性不高,不存在绝对主导的城市群;整体网络具有异配性,但总体上不显著,网络联系具有微弱的扁平化趋势;整体网络路径传输效率普遍较高;整体网存在部分孤立点,网络集聚效应不显著。具体到各个城市群,京津冀、山东半岛网络层级性较高,珠三角城市群网络扁平化及传输效率最高;京津冀城市群网络集聚性最大,山东半岛网络集聚性相对最小。

③根据网络拓扑结构对东部五大城市群旅游流网络结构进行分类,认为存在三种模式,分别为:“核心省会+外围散点”模式、“核心城市+外围散点”模式、“多中心”模式。京津冀、珠三角城市群旅游流网络为典型的“核心省会+外围散点”模式;山东半岛、海峡西岸城市群旅游流网络为典型的“核心城市+外围散点”模式;长三角城市群旅游流网络为典型的“多中心模式”。

④结构韧性测度不仅仅是单一指标的结果,需要结合层级性、匹配性、传输性、集聚性进行综合评价。根据韧性评价结果,分别从整体城市群、不同城市群之间、城市节点尺度三个维度,提出网络优化相关建议。虽然研究的样本量较大,但仅仅抓取携程旅行网上旅游线路及相关数据,其他主流旅游网站是否如此,仍需进一步加强对对比研究。当前旅游流网络的结构韧性研究尚处于起步阶段,由于没有涉及到时间断面的数据,结构韧性的时空演化及其影响机制,仍需深入研究。

参考文献:

[1]Holling C S.Resilience and stability of ecological systems[J].Annual Review of Ecology & Systematics,

1973, 4(4):1-23.

[2]谢永顺,王成金,韩增林,等.哈大城市带网络结构韧性演化研究[J].地理科学进展,2020,39(10):1619-1631.

[3]Christopherson S, Michie J, Tyler P. Regional resilience: theoretical and empirical perspectives[J]. Cambridge Journal of Regions Economy and Society, 2010, 3(1):3-10.

[4]彭翀,陈思宇,王宝强.中断模拟下城市群网络结构韧性研究——以长江中游城市群客运网络为例[J].经济地理,2019,39(8):68-76.

[5]Sara M, Joshua P N, Melissa S. Defining urban resilience: A review[J]. Landscape and Urban Planning, 2016, 147(3):38-49.

[6]赵瑞东,方创琳,刘海猛.城市韧性研究进展与展望[J].地理科学进展,2020,39(10):1717-1731.

[7]孙久文,孙翔宇.区域经济韧性研究进展和在中国应用的探索[J].经济地理,2017,37(10):1-9.

[8]Folke C. Resilience: The emergence of a perspective for socialecological systems analyses[J]. Global Environmental Change, 2006, 16(3):253-267.

[9]Holland J. Studying complex adaptive systems[J]. Journal of Systems Science and Complexity, 2006, 19(1):1-8.

[10]陈作任,李郇.经济韧性视角下城镇产业演化的路径依赖与路径创造——基于东莞市樟木头、常平镇的对比分析[J].人文地理,2018,33(4):113-120.

[11]俞国军,贺灿飞,朱晟君.产业集群韧性:技术创新、关系治理与市场多元化[J].地理研究,2020,39(6):1343-1356.

[12]童昀,马勇,刘海猛.COVID-19 疫情对中国城市人口迁徙的短期影响及城市恢复力评价[J].地理学报,2020,75(11):2505-2520.

[13]Boschma R. Towards an evolutionary perspective on regional resilience[J]. Regional Studies, 2015, 49(5):733-751.

[14]彭翀,林樱子,顾朝林.长江中游城市网络结构韧性评估及其优化策略[J].地理研究,2018,37(6):1193-1207.

[15]魏冶,修春亮.城市网络韧性的概念与分析框架探析[J].地理科学进展,2020,39(3):488-502.

[16]李连刚,张平宇,谭俊涛,等.韧性概念演变与区域经济韧性研究进展[J].人文地理,2019,34(2):1-7.

[17]张振.东北地区区域经济韧性研究[D].长春:吉林大学,2020.

[18]Folke C. Resilience: The emergence of a perspective for socialecological systems analyses[J]. Global Environmental Change, 2006, 16(3):253-267.

-
- [19]陈丹羽. 基于压力—状态—响应模型的城市韧性评估[D]. 武汉: 华中科技大学, 2019.
- [20]马耀峰, 林志慧, 刘宪锋, 等. 中国主要城市入境旅游网络结构演变分析[J]. 地理科学, 2014, 34(1):25-31.
- [21]Ahas R, Aasa A, Roose A, et al. Evaluating passive mobile positioning data for tourism surveys: An Estonian case study[J]. Tourism Management, 2008, 29(3):469-486.
- [22]Pavlovich P. The evolution and transformation of a tourism destination network: the Waitomo Caves, New Zealand[J]. Tourism Management, 2003, 24(2):203-216.
- [23]杨振山, 龙瀛, Nicolas DOUAY. 大数据对人文—经济地理学研究的促进与局限[J]. 地理科学进展, 2015, 34(4):410-417.
- [24]程昌秀, 史培军, 宋长青, 等. 地理大数据为地理复杂性研究提供新机遇[J]. 地理学报, 2018, 73(8):1397-1406.
- [25]林志慧, 马耀峰, 刘宪锋, 等. 旅游景区网络关注度时空分布特征分析[J]. 资源科学, 2012, 34(12):2427-2433.
- [26]罗秋菊, 梁思贤. 基于数字足迹的自驾车旅游客流时空特征研究——以云南省为例[J]. 旅游学刊, 2016, 31(12):41-50.
- [27]徐敏, 黄震方, 曹芳东, 等. 基于大数据分析的城市旅游地网络结构特征及其演化模式——以新浪微博签到数据为例[J]. 地理研究, 2019, 38(4):937-949.
- [28]顾秋实, 张海平, 陈旻, 等. 基于手机信令数据的南京市旅游客源地网络层级结构及区域分异研究[J]. 地理科学, 2019, 39(11):1739-1748.
- [29]秦静, 李郎平, 唐鸣镝, 等. 基于地理标记照片的北京市入境旅游流空间特征[J]. 地理学报, 2018, 73(8):1556-1570.
- [30]杨秀平, 贾云婷, 翁钢民, 等. 城市旅游环境系统韧性的系统动力学研究——以兰州市为例[J]. 旅游科学, 2020, 34(2):23-40.
- [31]王永贵, 高佳. 新冠疫情冲击、经济韧性与中国高质量发展[J]. 经济管理, 2020, 42(5):5-17.
- [32]彭红松, 陆林, 路幸福, 等. 基于社会网络方法的跨界旅游客流网络结构研究——以泸沽湖为例[J]. 地理科学, 2014, 34(9):1041-1050.
- [33]陈晓红, 娄金男, 王颖. 哈长城市群城市韧性的时空格局演变及动态模拟研究[J]. 地理科学, 2020, 40(12):2000-2009.
- [34]盛科荣, 张红霞, 侣丹丹. 中国城市网络中心性的空间格局及影响因素[J]. 地理科学, 2018, 38(8):1256-1265.
- [35]刘文字, 赵媛. 中国省际煤炭资源流动的集中程度与位序—规模变化[J]. 资源科学, 2013, 35(12):2474-2480.
- [36]Newman M E J. Mixing patterns in networks[J]. Physical Review E Statistical Nonlinear & Soft Matter Physics, 2003, 67(2):241-251.

[37] 卜湛, 曹杰, 李慧嘉. 复杂网络与大数据分析[M]. 北京: 清华大学出版社, 2019.

[38] 盛彦文, 骆华松, 宋金平, 等. 中国东部沿海五大城市群创新效率、影响因素及空间溢出效应[J]. 地理研究, 2020, 39(2): 257-271.

[39] 方创琳, 鲍超, 马海涛. 2016 中国城市群发展报告[M]. 北京: 科学出版社, 2016.

[40] 刘耀彬, 王英, 谢非. 环鄱阳湖城市群城市规模结构演变特征[J]. 经济地理, 2013, 33(4): 70-76.