

文章编号:1671-4229(2024)05-0085-10

# 基于多元流视角下的城市群网络特征研究

——以中国19个城市群为例

施雅婷, 许倩妮, 雷镇洋, 赵冠伟\*

(广州大学 地理科学与遥感学院, 广东 广州 510006)

**摘要:** 城市群协调发展是区域经济高质量发展的必然要求。从多元流视角探究中国城市群网络特征,对促进我国城市群协调发展具有重要意义。文章基于信息搜索指数、列车班次数据和百度迁徙指数,构建城市群信息、交通和人口网络,运用社会网络分析方法,分析中国19个城市群空间网络联系特征。研究发现:①从城市网络的规模特征来看,不同要素流下,19个城市群的网络规模排序差异不大,经济发展水平高的城市群网络规模越高。②城市群的要素联系具有层级性和差异性。信息网络以强联系为主,交通和人口以中等和弱强度的联系为主。空间格局上,信息网络呈现“钻石”型的空间格局,交通网络和人口网络的空间格局相似,呈现“两横三纵”格局。③从组团特征来看,城市群间信息联系最为紧密,交通联系和人口联系次之。地理邻近性对不同要素网络的影响程度不同,整体呈现人口网络>交通网络>信息网络的规律。④利用网络指标将识别出的城市群类型分为辐射型、虹吸型、平衡型和边缘型4种。在不同要素网络中,城市群的类型呈现出异质性特征。在信息网络中,东中西部城市群的网络特征明显,呈现出“东部城市群辐射型为主,西部城市虹吸型为主”的态势。

**关键词:** 多元流; 城市网络; 社会网络分析; 城市群

中图分类号: K901

文献标志码: A

## The network characteristics of urban agglomerations from the perspective of multiflow: A case study of 19 urban agglomerations in China

SHI Ya-ting, XU Qian-ni, LEI Zhen-yang, ZHAO Guan-wei\*

(School of Geography and Remote Sensing, Guangzhou University, Guangzhou 510006, China)

**Abstract:** The coordinated development of urban agglomerations is an essential requirement for achieving high-quality regional economic growth. Examining the network characteristics of Chinese urban agglomerations from a multi-dimensional perspective holds significant importance in advancing the coordinated development of these agglomerations. This article establishes urban agglomeration information, transportation, and population networks based on data from information search indices, train schedules, and Baidu migration indices. By employing social network analysis methods, the spatial network connectivity characteristics of 19 urban agglomerations in China are examined. The research findings are as follows: ① Scale Characteristics: The ranking of network sizes among the 19 urban agglomerations does not vary significantly across different factor flows. Higher levels of economic development correspond to larger network sizes of urban agglomerations. ② Element Connections: Urban

收稿日期: 2024-04-16; 修回日期: 2024-06-27

基金项目: 广东省哲学社会科学规划2024年度大湾区研究专项资助项目(GD24DWQGL04); 广东省大学生创新训练资助项目(S202311078030)

作者简介: 施雅婷(1996—),女,硕士研究生. E-mail:492753124@qq.com

\*通信作者. E-mail:zgw11124@163.com

引文格式: 施雅婷, 许倩妮, 雷镇洋, 等. 基于多元流视角下的城市群网络特征研究——以中国19个城市群为例[J]. 广州大学学报(自然科学版), 2024, 23(5): 85-94.

agglomerations exhibit hierarchical and differential characteristics in their information, transportation, and population networks. The information network is primarily characterized by strong connections, while the transportation and population networks are mainly characterized by moderate to weak connections. Spatially, the information network displays a “diamond” shaped pattern, while the transportation and population networks exhibit a “two horizontal and three vertical” pattern. ③Cluster Characteristics: Information connections between urban agglomerations are the closest, followed by transportation and population connections. The impact of geographical proximity on different element networks varies, with the overall pattern showing a higher impact on the population network followed by the transportation network and then the information network. ④Urban Agglomeration Types: Utilizing network indicators, the identified types of urban agglomerations are classified into four categories: radiative, siphon, balanced, and peripheral. These types demonstrate heterogeneous characteristics across different element networks. In the information network, the urban agglomerations in the eastern, central, and western regions exhibit distinct network characteristics, with a trend of “radiation type dominance by eastern urban agglomerations and siphon type dominance by western cities”.

**Key words:** multiflow; city network; social network analysis; Urban agglomeration

城市群是人口和各类生产要素的高度集中地,城市群内外联系以及城市群之间联系日益增强,形成各式各样的网络。我国“十四五”规划和 2035 年远景目标纲要提出以促进城市群发展为抓手,以京津冀、长三角、珠三角等 19 大城市群推动我国城镇化空间格局不断完善。随着我国经济从高速增长转向高质量发展阶段,城市群作为国家新型城镇化主体的战略引领地位进一步提升<sup>[1]</sup>。关于城市群的研究,多集中在以城市群为独立的集合体,针对区域协调问题,对城市群的经济水平<sup>[2-3]</sup>、一体化水平<sup>[4]</sup>、碳排放特征<sup>[5]</sup>、高质量发展影响<sup>[6-7]</sup>等方面开展分析。而城市群依托发达的城市综合交通网络已经转变为重要的“流空间”单元<sup>[8]</sup>。在此背景下,基于“流空间”理论与网络视角研究城市群网络有利于把握城市群的发展现状和客观规律。

目前,以“流空间”理论为基础探究城市空间联系的研究方兴未艾。研究内容上,网络研究多围绕城市联系的节点特征、网络密度与组团结构展开,联系视角涉及人口、信息、交通、经济和旅游等流动要素。其中,人口流视角的研究早期多采用人口普查等数据进行不同尺度<sup>[9-11]</sup>人口流动的时空特征分析。当前,高德迁徙<sup>[12]</sup>、腾讯迁徙<sup>[13-14]</sup>、百度迁徙<sup>[15]</sup>和公交刷卡<sup>[16]</sup>等地理大数据成为研究人口流的热点和前沿。信息流视角多采用手机信令<sup>[17]</sup>和百度指数<sup>[18]</sup>等数据构建区域内部信息交流网络。交通流视角多使用列车班

次、货车起始和航空班次等数据研究高铁流<sup>[19-20]</sup>、货车流<sup>[21]</sup>和航空流<sup>[22]</sup>的空间格局和网络效应。旅游流视角多采用大数据进行分析,如网络游记数据<sup>[23]</sup>、新浪微博签到数据<sup>[24]</sup>等,内容多集中在公路或景区旁边的空间关联与耦合路径分析<sup>[25-26]</sup>。城市网络研究的多维度尺度涵盖了全球、国家、区域、城市群直至市县各个层面,尽管多数研究聚焦于城市尺度的详尽探讨,对于城市群尺度的网络分析则相对较少,且相关研究往往聚焦于经济发达城市群内部联系的分析,缺乏对更广泛城市群动态及相互作用的系统性探索。例如,岳汉秋等<sup>[27]</sup>对比分析了京津冀、长三角和珠三角城市群的人口迁徙网络差异,周小孟等<sup>[28]</sup>分析了上述 3 个城市群的经济联系网络差异。在城市群外部联系视角上,胡昊宇等<sup>[29]</sup>基于交通流视角探究京津冀、长三角、珠三角、长江中游、成渝等 5 个城市群的交通联系差异,涂建军等<sup>[30]</sup>探究长江经济带中的长三角、长江中游和成渝城市群的群外联系特征。当然,以单一要素流表征城市群之间的联系不够全面,忽视了信息流、人口流等多元要素对城市空间网络格局的共同作用。任娇杨<sup>[31]</sup>研究了全国 18 个城市群的信息和企业联系,丰富了城市群尺度的网络研究。在研究数据上,城市网络的研究由传统的统计数据转向关系数据,特别是融合多源数据受到学者们的青睐<sup>[31-33]</sup>。相比以往使用单一数据得出城市网络联系特征,使用多源数据能够将各种视角的信

息进行融合,刻画出的城市网络更全面、客观。针对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<sup>[34]</sup>。城市群的发育和发展具有历史阶段性和结构层次性,对城市群类型的识别与分类具有重要意义。已有学者根据城市群的发育程度<sup>[35]</sup>、网络指标<sup>[36]</sup>、地域分布特征<sup>[37]</sup>以及规模等级<sup>[38]</sup>等方面对我国城市群进行识别和分类。本文尝试从城市群的网络指标对城市群进行识别与分类,以期丰富城市群的研究。

通过现有文献的梳理发现,城市群网络发展的全局性分析较为薄弱。当前,学者们主要关注对部分城市群分析(长三角、珠三角、京津冀等),导致对中国19个主要城市群的整体网络发展现状的把握有所欠缺。基于此,本文从信息流、交通流和人口流等多元视角出发,对全国19个主要城市群网络的规模特征、联系强度、组团特征和城市

群类型等方面进行了深入分析,旨在判断城市群在网络中的地位及其特征,以提高对中国城市群网络联系的整体认知,助力中国城市群实现协调、高质量发展。

## 1 研究数据与方法

### 1.1 研究区域

选取我国“十四五”规划纲要中的京津冀、长三角、珠三角、山东半岛、粤闽浙沿海、哈长、辽中南、中原、长江中游、成渝、关中平原、北部湾、呼包鄂榆、黔中、滇中、兰州—西宁、宁夏沿黄、山西中部和天山北坡共计19个城市群为研究对象。依据各城市群的规划文本和方创琳<sup>[34]</sup>、李艳等<sup>[39]</sup>的研究,界定城市群范围(图1),共涵盖了235个城市(具体略)。

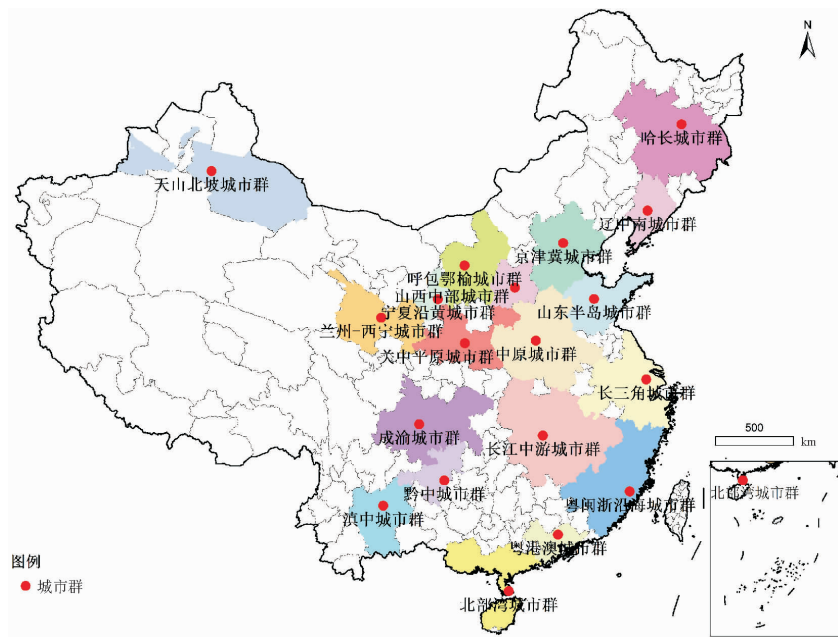


图1 研究区位图

Fig. 1 The study area

注:本图基于自然资源部标准地图服务系统审图号为CS(2020)4619的标准地图制作,底图无修改。

### 1.2 研究数据

#### 1.2.1 百度搜索指数

百度搜索引擎凭借其高用户渗透率,能够有效映射城市间综合信息的关注与联系<sup>[18,20]</sup>,因此,百度搜索指数成为直观展现城市间相互关联度的重要数据<sup>[40]</sup>。本文采用百度搜索指数表征信息流,并且参照王少剑等<sup>[41]</sup>的网络构建方法,在百度指数平台(<http://index.baidu.com>)上,以各城市

地名为关键词得到235个城市之间的百度用户日均搜索量,以此为城市群网络联系值。本文爬取了2023年1月1日—2023年6月25日共176天的搜索量数据,选取日均值为基础数据构建 $19 \times 19$ 的信息联系矩阵。

#### 1.2.2 列车班次数据

列车班次数据具有覆盖范围广、可获取性较强等优点<sup>[20]</sup>。如郭建科等<sup>[20]</sup>采取了一日的列车

班次数据,从高铁流视角刻画了环渤海地区城市跨界网络演化特征。由于列车站点的建设需要较长时间,且列车班次具有较强的计划性,铁路运行班次因此相对固定<sup>[20,30]</sup>。考虑到部分城市未开通列车站点,本文通过 12306 网站(<https://www.12306.cn>)仅爬取了 2023 年 8 月 7 日—2023 年 8 月 15 日共 7 天的列车班次数据,并选取这些数据的日均值构建  $19 \times 19$  的交通联系矩阵。

### 1.2.3 百度迁徙指数

百度迁徙指数是基于百度地图和百度搜索的相关数据,具有覆盖范围广、实时性较强等优点<sup>[27]</sup>。目前,百度迁徙是国内城市间人口流动最全面可靠的数据来源<sup>[42]</sup>。因此,本文用百度迁徙指数作为城市群人口网络的联系值。在百度迁徙平台(<https://qianxi.baidu.com>)上爬取了 2023 年 1 月 1 日—2023 年 6 月 25 日共 176 天的迁徙指数。选取日均值为基础数据构建  $19 \times 19$  的人口联系矩阵。

## 1.3 社会网络分析方法

### 1.3.1 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<sup>[18,43]</sup>。中心度还包括点入度、点出度、中介中心度、接近中心度和特征中心度。点出度和点入度可以分别表征节点的对外辐射、集聚状态<sup>[44]</sup>。中心度计算公式如下:

$$C_D(i) = \sum_j^n X_{ij}, c'_D = \frac{c_D(i)}{n-1}, \quad (1)$$

式中, $c'_D$ 为城市  $i$  的中心度; $g$  为城市个数; $C_D$  为城市  $i$  在城市空间网络矩阵中行或列所在单元格值的加总。 $c'_D$ 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, $c'_D$ 越接近 1,则该节点城市群在网络空间中的参与程度越高。

### 1.3.2 网络密度

网络密度(density)是网络联系的稠密程度,是网络实际联系数与网络理论存在最多联系数的比值<sup>[43]</sup>。具体公式如下:

$$D = \frac{L}{n(n-1)}, \quad (2)$$

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。

### 1.3.3 CONCOR 方法

CONCOR (Convergent Correlations) 是一种迭代相关收敛法,是用于探查结构对等性的,本质上是矩阵聚类法而得出的程序<sup>[45]</sup>。该方法以节点之间的相关系数作为结构对等的一项指标,常用来探究网络中组团结构,具体算法与公式在此不做详细描述。

本文使用 UCINET64 软件计算各类城市群网络指标。

## 2 结果及分析

### 2.1 城市群多元流网络的规模特征

中心度衡量城市群在网络中的地位,反映出城市群的网络规模。为对比分析 19 个城市群在信息、交通和人口流动的网络规模,本文基于公式(1),运用 UCINET64 软件,对中国 19 个城市群的多元网络的中心度进行排序,见图 2。

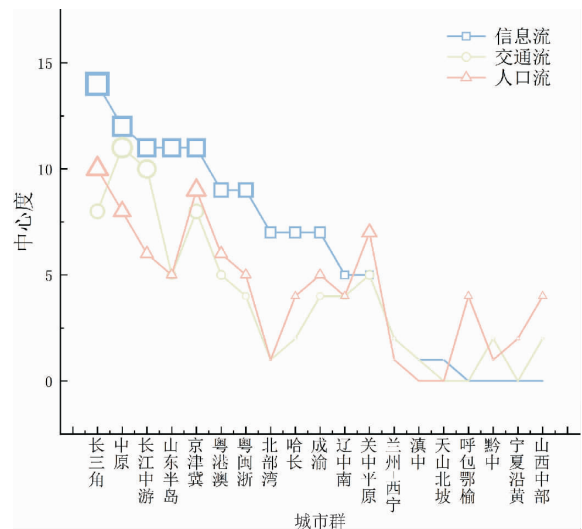


图 2 多元流视角下城市群的位序规模分布

Fig. 2 The distribution of urban agglomerations from the perspective of multiple flows

排序结果表明:

(1)从整体来看,各城市群在信息、交通和人口中的规模排序较为一致。长三角、中原、长江中游、京津冀和粤港澳等城市群在各类网络中均排名前五,表明了经济水平高的城市群拥有较大的要素规模和较前的位序。城市群具有突出的表现特征,在网络中表现出了强信息、强交通或强人口联系的差异特征。

(2)从信息网络规模来看,排名前五的城市群为:长三角(14.00) > 中原(12.00) > 京津冀(11.00) = 山东半岛(11.00) = 长江中游(11.00)。这些城市群存在经济发展快、人口密集、科技创新、交通便利、政府支持和人才优势等多方面优势。

(3)从交通网络规模来看,排名前五的城市群为中原(11.00) > 长江中游(10.00) > 京津冀(8.00) = 长三角(8.00) > 粤港澳(5.00)。这些城市群地理位置优越、经济发达、政府大力支持和交通基础设施完善。例如,中原城市群拥有完善的交通网络,其内部城市郑州市既是全国中心城市,又是全国综合交通枢纽城市,具有向全国发散的综合交通枢纽网络。又如长江中游城市群,该城市群以长江为廊道,承东启西、连接南北,是推动长江经济带发展的主要力量。而宁夏沿黄、天山北坡和呼包鄂榆城市群规模排序靠后,城市群

距离东部发达地区较远,交通基础设施不完善。

(4)从人口网络规模来看,排名前五的城市群为:长三角(10.00) > 京津冀(9.00) > 中原(8.00) > 关中平原(7.00) > 长江中游(6.00) = 粤港澳(6.00)。这些城市群内部城市数量多,且人口规模大。经济发展、优质的教育、医疗和文化资源吸引了大量人口流动和定居。滇中城市群和天山北坡城市群的规模排序靠后,主要原因为城市群自身发展仍处在培育发展阶段,内部城市数量和人口较少。

由此可见,19个城市群规模差异显著,城市群不同要素流的发展不平衡、不协调现象突出。

### 2.2 城市群之间的联系强度

为了更好地表现城市群信息、交通和人口网络的空间联系特征,通过自然断点法将城市群的中心度和要素联系强度分为强联系、中等联系和弱联系3个等级(图3)。

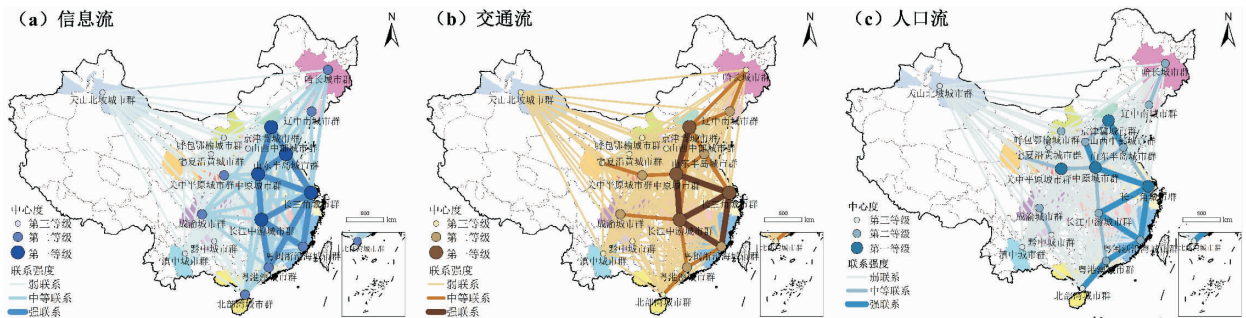


图3 多元流视角下城市群网络联系层级结构

Fig. 3 The hierarchical structure of urban agglomeration network connections from the perspective of multiple flows

注:本图基于自然资源部标准地图服务系统审图号为CS(2020)4619的标准地图制作,底图无修改。

由图3可见:

(1)从整体上看,城市群之间的要素联系具有层级性和差异性。强联系发生在东部地区城市群之间。信息网络以强联系为主,交通和人口以中等强度和弱强度的联系为主。在空间格局上,信息网络呈现“钻石”型的空间格局,交通网络和人口网络的空间格局相似。具体来看,基于信息流视角下的城市群网络中,信息联系较强的主要发生在东部。网络空间整体呈现出“钻石”型空间网络形态。

(2)从城市群信息网络来看,强联系主要发生在京津冀、中原、长三角、长江中游、山东半岛和闽浙沿海城市群之间。长三角与中原城市群是联系强度最大的一组,长三角城市群是我国发育最成熟的城市群,对外联系紧密。中原城市群地处我

国中部,拥有郑州这座综合型枢纽城市,对外联系强。长三角与京津冀之间的铁路客运联系紧密,主要是因为两地拥有我国最繁忙的京沪线和京沪高铁线。中等联系主要发生在成渝城市群、北部湾城市群、关中平原、辽中南和哈长城市群,这些城市群两两之间产生联系,主要发生在东部。弱联系主要发生在西部城市群为主,包含宁夏沿黄城市群和天山北坡城市群,这些城市群发展实力较弱,城市群之间的信息联系也较弱。

(3)从城市群交通网络来看,强联系主要发生在京津冀、中原、长三角、长江中游和粤闽浙沿海城市群之间。中原和京津冀城市群的联系强度最大,这两个城市群位于京广线与兰新一陇海线的交汇处,交通联系频繁。中等联系以京津冀—长三角、京津冀—长江中游、兰州—西宁城市群—关

中平原城市群、关中平原城市群—中原城市群、成渝—长江中游城市群、长江中游—粤港澳、粤港澳—粤闽浙、粤港澳—北部湾城市群为主。西部城市群之间及东西部城市群之间的联系以弱联系为主。

(4)从城市群交通网络来看,强联系主要以京津冀—山东半岛、山西中部—中原、中原—长三角、长江中游—长三角、长江中游—粤闽浙、粤闽浙—长三角以及粤港澳—粤闽浙沿海城市群的联系为主。城市群之间联系显示出较强的距离衰减效应。中等联系主要发生在北方地区的城市群之间,西部地区成渝和黔中城市群的联系紧密。西部城市群之间的联系以弱联系为主。受地理距离的影响,距离较远的城市群之间的联系表现为弱联系。

由此可见,不同要素流视角下城市群网络空间格局具有显著异质性特征,且地理邻近性对不同要素网络的影响程度不同。城市群的交通网络与人口网络的空间格局相似,表明人口流动主要发生在交通网络发达或经济发展水平较高的地区。

2.3 城市群多元流网络的组团特征

本节将从宏观角度和中观角度揭露城市群网络组团特征。宏观上,网络密度可以探究城市群整体的网络紧密性特征;中观上,凝聚子群可以研究城市群网络内部的组团结构。根据公式(2)和CONCOR方法分别探究城市群网络的宏观和中观特征,结果表明:

从宏观来看,城市群网络的紧密程度表现为:信息流(0.259 3) > 交通流(0.207 6) > 人口流(0.198 8)。互联网的快速崛起对时空关系具有重塑作用,具体表现为信息传播突破了地理上的时空限制。随着高铁的高速发展,交通联系逐渐

增强。而人口移动容易受到时空和个人主观意愿等诸多因素影响。

从中观来看,城市群网络内部的组团特征显著,其凝聚子群的成员地理邻近性显著(图4),不同要素流网络的子群成员数量为信息网络5个、交通网络6个、人口网络7个。城市群信息网络的子群成员之间的地理距离跨度大,一定程度上突破了地理空间限制,出现了远距离的“飞地”联系特征。第一和第二子群覆盖的城市群数量最多,均包含6个城市群。第四子群只有兰州—西宁城市群,可能是因为兰西城市群经济水平不高,本身城市群数量少,与其他城市群的联系较弱。中原、长江中游、京津冀、山东半岛、粤港澳和长三角6个城市群组成的子群网络密度最大(1.00),城市群之间联系紧密,其形成原因是长三角、长江中游、京津冀和粤港澳城市群是我国较发达的4个城市群,所涵盖的省会及副省级城市数量多,这些核心城市之间的联系是城市群网络发育的基础,促使城市群网络出现了高网络密度的子群。城市群交通网络的子群成员之间的地理距离跨度变小。其中,第一子群内部网络密度最高(1.00),包含中原、长江中游和长三角城市群3个城市群,这3个城市群所涵盖的大城市数量多,铁路干线密集,具有众多的铁路交通枢纽,交通联系频繁。第二子群成员数量最多,包含了滇中、粤港澳、成渝、关中平原和粤闽浙沿海城市群。城市群人口网络的子群数量最多,子群成员的跨度较小,地理邻近性更显著且存在明显的省际边界特征。以长江中游、北部湾、成渝、粤闽浙和粤港澳城市群组成的子群密度最大(0.550),表明这些城市群之间依托地理临近优势其内部具有稳定且紧密的联系。但其他子群的联系较弱,受地理空间限制显著。

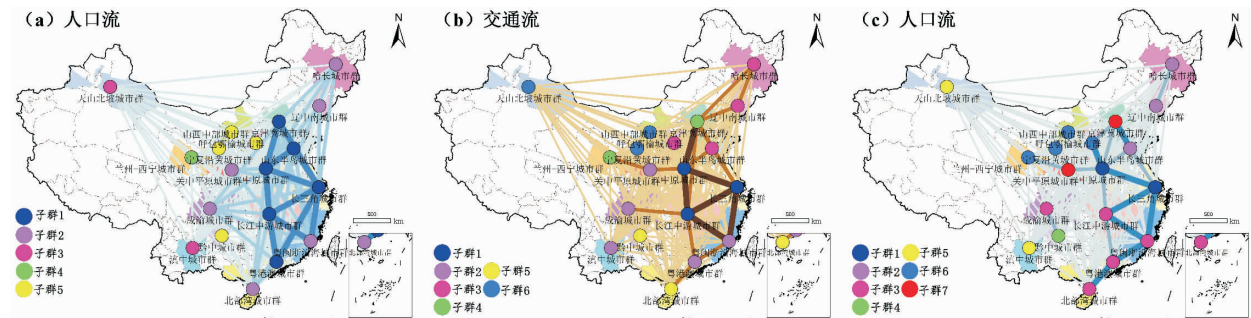


图4 多元流视角下城市群网络的组团特征

Fig. 4 Cluster characteristics of urban agglomeration network from the perspective of multiflow

注:本图基于自然资源部标准地图服务系统审图号为CS(2020)4619的标准地图制作,底图无修改。

无论是从宏观角度还是从中观角度看,城市群多元流网络联系紧密程度存在差异,组团特征显著。

## 2.4 城市群的分类

根据网络节点出度与入度所表征的功能,初步对19个城市群进行分类,以丰富城市群类型方

面的研究,更好识别和发挥城市群的功能属性。分类原则:点出度>点入度为辐射型城市群;点出度<点入度为虹吸型城市群;点出度=点入度为平衡型城市群,点出度与点入度均为0的为边缘型城市。多元流视角下城市群分类结果如表1所示。

表1 多元流视角下城市群分类结果

Table 1 Classification results of urban agglomerations from the perspective of multiple flows

类型	信息流	交通流	人口流
辐射型	长三角、中原、京津冀、山东半岛、粤港澳、粤闽浙沿海城市群	辽中南城市群、黔中和滇中城市群	关中平原、长江中游、粤闽浙、辽中南、哈长、呼包鄂榆城市群
虹吸型	哈长、北部湾、关中平原、滇中、兰州—西宁和天山北坡城市群	长江中游和山东半岛城市群	长三角、京津冀、粤港澳、成渝、山东半岛城市群
平衡型	长江中游、成渝和辽中南城市群	中原、京津冀、长三角、粤港澳、关中平原、成渝、粤闽浙、山西中部、哈长、兰州—西宁和北部湾城市群	中原、山西中部、宁夏沿黄、北部湾、兰西和黔中城市群
边缘型	呼包鄂榆、黔中、宁夏沿黄和山西中部城市群	天山北坡、宁夏沿黄和呼包鄂榆城市群	滇中和天山北坡城市群

由表1可见:

(1)在城市群信息网络中,长三角、中原、京津冀、山东半岛、粤港澳和粤闽浙沿海城市群属于辐射型城市群。这类城市群多位于沿海地区,经济发展水平高,通信基础设施完善,虹吸能力强。哈长、北部湾、关中平原、滇中、兰州—西宁和天山北坡城市群属于虹吸型城市群,这类城市群具有资源禀赋优势,能够吸引周边城市群的资源要素以壮大自身发展。得益于“东数西算”工程战略的实施,东西部城市群的信息往来越来越频繁。长江中游、成渝和辽中南城市群属于平衡型城市群。呼包鄂榆、黔中、宁夏沿黄和山西中部城市群是网络中的边缘型城市群,这些城市群发展水平较低,高新技术企业、科研院所数量较少。

(2)在城市群交通网络中,辽中南、黔中和滇中城市群属于辐射型城市群,例如,辽中南城市群拥有铁路、公路、航空、城市轨道交通和港口交通等多种交通方式,对外联系能力强。长江中游和山东半岛城市群属于虹吸型,这些城市群地理位置优越,处于重要的经济区域和交通要冲,交通基础设施水平高。中原、京津冀、长三角、粤港澳、关中平原、成渝、粤闽浙、山西中部、哈长、兰州—西宁和北部湾城市群均属于平衡型城市群,这些城

市群交通基础设施完善,铁路干线密集。天山北坡、宁夏沿黄、呼包鄂榆城市群属于边缘型城市群,这类城市群受自然环境和经济发展水平限制,交通基础设施较落后。

(3)在城市群人口网络中,关中平原、长江中游、粤闽浙、辽中南、哈长、呼包鄂榆城市群为辐射型城市群,人口流向其他城市群。长三角、京津冀、粤港澳、成渝、山东半岛城市群为虹吸型城市群,表现为人口对较高经济水平、较多就业岗位的倾向。中原、山西中部、宁夏沿黄、北部湾、兰西和黔中城市群为平衡型城市群。滇中和天山北坡属于边缘型城市群,经济水平落后,人口数量较少。

## 3 结论与讨论

### 3.1 结论

本文从多元流视角出发,以中国19个主要城市群为研究对象,采用社会网络分析方法和GIS制图可视化技术,分析城市群间多元网络的规模、联系和组团特征差异以及城市群类型。相关结论如下:

(1)从城市群网络规模来看,各城市群在信息、交通和人口中的规模排序较为一致。长三角、

长江中游、京津冀、粤港澳和中原等城市群在各类网络中均排名前五,表明了经济水平高的城市群拥有较大的要素规模和较前的位序。城市群具有独特的定位,在网络中表现出了强信息、强交通或强人口联系的差别。例如,关中平原、呼包鄂榆和宁夏炎黄和山西中部等城市群的人口规模大于信息和交通规模;又如中原、长江中游、和黔中等城市群的交通规模大于人口规模。

(2)从城市群网络联系强度来看,城市群要素联系具有层级性和差异性。城市群之间的强联系主要发生在东部沿海地区。信息网络以强联系为主,交通和人口以中等强度和弱强度的联系为主。空间格局上,信息网络呈现“钻石”型的空间格局;交通网络和人口网络的空间格局相似,与我国“两横三纵”的规划格局相符。

(3)从城市群网络的组团特征来看,宏观上城市群信息联系最为紧密,交通联系和人口联系次之。城市群多元网络的组团特征显著且存在差异,其凝聚子群的成员地理邻近性显著。例如,信息流子群成员的距离跨度大,能够突破地理空间限制,出现远距离的“飞地”联系。由于受地理空间限制,交通流子群成员的地理距离跨度变小,子群数量较信息网络多。人口流子群数量最多,子群内部成员的距离跨度较小,存在明显的省际边界特征。

(4)从城市群类型来看,城市群在不同的网络中所隶属的城市群类型存在差异。如长三角在信息、交通和人口网络上分别属于辐射型、平衡型和虹吸型城市群。城市群的在空间分布上表现出一定规律特征。例如,在信息网络中东西部城市群的类型差异明显,呈现出“东部城市群辐射型为主,西部城市虹吸型为主”的特征。值得注意的是,城市群信息网络中识别出的边缘型城市群数量最多,表明信息联系对经济发展水平等要求更高。天山北坡、宁夏沿海和呼包鄂榆在各类网络中多属于边缘型城市群,其作用更多地体现在作为城市群网络拓展方面。

### 3.2 讨论

随着互联网和科学技术的发展,各种流数据

可获得性不断提高,基于“流空间”理论的城市网络研究越来越多。若不考虑多种要素流表征城市网络,单一要素流在刻画的城市网络特征与实际发展情况会存在明显的误差,不利于对城市群联系水平的认识。因此,本文选取信息、交通和人口3种典型的要素,从多元流视角审视中国城市群网络发展现状,探究城市群潜在规模特征和发展规律。文章在城市群尺度上较好揭示了3类城市群网络联系特征的差异。目前,中国各城市群之间的要素流动仍然处在不平衡发展的阶段,网络形态、联系强度等差异显著<sup>[20]</sup>,与当前的信息网络<sup>[18,20]</sup>、交通网络<sup>[22,25,46]</sup>和人口网络<sup>[11,14,42]</sup>等城市群网络的研究相互补充,一定程度上丰富了国家层面的城市群关联综合性分析。同时,本文识别出了城市群网络发展的一些薄弱点。例如,东西部城市群发展差异显著,东部的要素节点和联系呈现出更加均质化的分布特征<sup>[46]</sup>,这与我国城市主要分布在东部地区的实际情况相符。城市群组团特征明显且与行政区划边界出现了明显空间错位<sup>[29]</sup>,出现了跨越行政边界远距离的联系,时空压缩减弱了地方保护主义制度约束或行政壁垒<sup>[47-48]</sup>。随着互联网通信技术和交通基础设施的完善,地理距离不再是城市群发生相互作用的主要限制因素,城市群的要素联系范围更为广泛。

探究城市群之间的水平联系对国家城市群空间治理具有显著意义,有利于城市群的整体发展。鉴于我国部分城市群仍处在初级发展阶段<sup>[37]</sup>,城市群整体发展不平衡已是客观事实。因此,要促进19个城市群协调发展,而非仅是个别城市群的繁荣<sup>[39]</sup>。本文仅从静态视角研究城市群之间整体的网络特征,对其演化规律和驱动因素缺乏讨论,未来可以通过获取长时序数据从国家战略、区位优势等方面探究城市群网络演化规律和驱动因素。此外,城市群的发展与其历史基础和时代背景密切相关。本文对城市群的分类具有一定的主观性,未来可依据城市群的历史发展和时代背景,结合城市群的战略定位和生命周期理论等思想,辨析城市群的生长规律,以期更加科学精准地归类城市群的类型。

### 参考文献:

- [1] 方创琳. 新发展格局下的中国城市群与都市圈建设[J]. 经济地理, 2021, 41(4): 1-7.

- [2] 曾鹏,程寅,魏旭.中国城市群数字经济效率的测度、异质性及动态演进分析[J].统计与决策,2024,40(8):99-103.
- [3] 董昕,张朝辉,刘晓霖.中国城市群的发展测度:基于19个主要城市群[J].区域经济评论,2024(2):100-110.
- [4] 邱思远,孙伟.中国城市群一体化水平测度与辐射能力分析[J].地理研究,2024,43(2):303-321.
- [5] 魏猛,蔡智,徐建刚,等.中国城市群碳排放特征与影响机制分析[J].环境科学学报,2024,44(6):414-424.
- [6] 张国俊,梁真源,吴宗书.中国城市群数字普惠金融演化特征及其对高质量发展的效应分析[J].地理研究,2024,43(3):621-639.
- [7] 王薇,胡力中.创新要素错配对中国城市群经济高质量发展的影响研究[J].管理学刊,2023,36(5):60-75.
- [8] 李涛,王姣娥,高兴川.中国居民工作日与节假日的城际出行网络异同性研究[J].地理学报,2020,75(4):833-848.
- [9] 邓羽,刘盛和,蔡建明,等.中国省际人口空间格局演化的分析方法与实证[J].地理学报,2014,69(10):1473-1486.
- [10] 戚伟,赵美凤,刘盛和.1982—2010年中国县市尺度流动人口核算及地域类型演化[J].地理学报,2017,72(12):2131-2146.
- [11] 周春山,何雄.珠三角城市群人口要素流动与治理对策[J].规划师,2022,38(6):20-26.
- [12] 孙久文,周孝伦.多维视角下的长三角城市群空间结构及其影响因素——基于NPP-VIIRS夜间灯光数据和高德人口迁徙数据[J].经济地理,2023,43(5):78-88.
- [13] 储君,仝德,曹志强,等.基于腾讯迁徙大数据的中国中心城市识别及网络腹地分析[J].地域研究与开发,2022,41(6):44-47,61.
- [14] 李仁杰,曹伟.基于腾讯迁徙数据的泛珠三角春运期间人口流动网络的结构不均衡性研究[J].现代城市研究,2022(11):43-50,62.
- [15] 王群勇,孙倩.中国城市劳动力流动的网络特征——基于百度迁徙大数据的研究[J].南方人口,2023,38(6):51-67.
- [16] 代位.基于刷卡数据和GPS数据的公交客流特征分析方法[J].交通与运输,2021,37(2):74-78.
- [17] 韩珍珍,王甜甜,王程,等.基于手机信令数据的数据清洗挖掘与常住人口分析[J].中国科技信息,2024(2):102-104.
- [18] 黄湘霓,黄音.流空间视角下江苏省空间网络特征演化分析——基于货运流与信息流的对比研究[J/OL].物流科技,1-8(2024-03-09)[2024-09-23].<http://kns.cnki.net/kcms/detail/10.1373.F.20240307.1304.002.html>.
- [19] Wang S J, Wang J Y, Liu X P. How do urban spatial structures evolution in the high-speed rail era? Case study of Yangtze River Delta, China[J]. Habitat International, 2019, 93:102051.
- [20] 郭建科,刘晓扬,韩增林,等.高铁流与信息流在推动环渤海地区城市跨界网络演化中的区别与联系[J].人文地理,2024,39(1):130-141.
- [21] 高鑫,段德忠,高阳,等.重庆市区县货流关联网络的时空格局及其影响因素——基于2012—2016年高速公路货车数据的分析[J].地理科学,2021,41(2):302-309.
- [22] 陈伟,修春亮,柯文前,等.多元交通流视角下的中国城市网络层级特征[J].地理研究,2015,34(11):2073-2083.
- [23] 周李,吴殿廷,虞虎,等.基于网络游记的城市旅游流网络结构演化研究——以北京市为例[J].地理科学,2020,40(2):298-307.
- [24] 闫闪闪,靳诚.洛阳城区旅游流空间网络结构特征[J].地理科学,2019,39(10):1602-1611.
- [25] 曹芳东,黄震方,黄睿,等.江苏省高速公路流与景区旅游流的空间关联及其耦合路径[J].经济地理,2021,41(1):232-240.
- [26] 丛丽,李淑瑜,洪静萱,等.全国红色旅游景区旅游流网络空间结构研究[J].干旱区资源与环境,2021,35(12):188-194.
- [27] 岳汉秋,齐建伟,陈延辉,等.基于百度迁徙数据的中国三大城市群网络结构中心性和对称性分析[J].测绘通报,2022(8):110-116.
- [28] 周小孟,刘琼慧.三大城市群经济增长空间关联网络分析[J].中国商论,2024(2):27-30.
- [29] 胡昊宇,黄莘妮,李沛霖,等.流空间视角下中国城市群网络结构特征比较——基于铁路客运班次的分析[J].地球信息科学学报,2022,24(8):1525-1540.
- [30] 涂建军,王静松,汪世豪.长江经济带三大城市群内外联系及其空间结构异质性——基于铁路客运大数据视角[J].世界地理研究,2024,33(3):89-102.
- [31] 任娇杨.多尺度下中国城市网络空间格局及影响机制研究[D].兰州:西北师范大学,2022.
- [32] 韩婷婷,霍佳梅,薛娇娇,等.基于多源数据的中原城市群城市网络结构对比研究[J].河南大学学报(自然科学版),

- 2020,50(4):379-390.
- [33] 孙颖琦,张子龙,陈兴鹏,等.多源数据视角下黄河流域城市体系的规模等级与网络结构分析[J].地理科学,2024,44(2):268-277.
- [34] 方创琳.新发展格局下的中国城市群与都市圈建设[J].经济地理,2021,41(4):1-7.
- [35] 方创琳,宋吉涛,张蕾,等.中国城市群结构体系的组成与空间分异格局[J].地理学报,2005(5):827-840.
- [36] 中国城市规划学会.面向高质量发展的空间治理——2020 中国城市规划年会论文集(14 区域规划与城市经济), 2021-09-03[C].北京:中国建筑工业出版社,2021.
- [37] 张艺帅,赵民,程遥.我国城市群的识别、分类及其内部组织特征解析——基于“网络联系”和“地域属性”的新视角[J].城市规划学刊,2020(4):18-27.
- [38] 郭锐,孙勇,樊杰.“十四五”时期中国城市群分类治理的政策[J].中国科学院院刊,2020,35(7):844-854.
- [39] 李艳,孙阳,姚士谋.基于财富中国 500 强企业的中国城市群城市网络联系分析[J].地理研究,2020,39(7):1548-1564.
- [40] 安嶝,胡映洁,万勇.中国城市网络关联与经济增长溢出效应——基于大数据与网络分析方法的研究[J].地理研究,2022,41(9):2465-2481.
- [41] 王少剑,高爽,王宇渠.基于流空间视角的城市群空间结构研究——以珠三角城市群为例[J].地理研究,2019,38(8):1849-1861.
- [42] 刘涛,靳永爱.人口流动视角下的中国新冠疫情扩散时空动态——传统数据和大数据的对比研究[J].人口研究,2020,44(5):44-59.
- [43] 刘军.整体网分析讲义:UCINET 软件实用指南[M].上海:上海人民出版社,2009.
- [44] 廖创场,李晓明,洪武扬,等.交通流空间视角下粤港澳大湾区网络结构多维测度[J].地理研究,2023,42(2):550-562.
- [45] 徐龙顺.社会网络结构对等性分析方法及其在集群创新研究中的应用[D].成都:电子科技大学,2009.
- [46] 游悠洋,杨浩然.高铁与民航网络对房地产投资影响的对比研究[J].地理科学,2023,43(11):1965-1972.
- [47] 周恒,杨永春.兰西城市群“双核分离”结构探讨:区域经济一体化背景下民营企业的投资网络[J].地理科学进展,2023,42(5):852-866.
- [48] 闫曼娇,陈利根,龙开胜,等.中国城市群土地利用互补性比较研究——以 14 个城市群为例[J].地理研究,2019,38(12):2899-2912.

【责任编辑:孙向荣】