

# 成渝城市群关联网络特征及影响因素解析

## ——基于公路客运视角的研究

Analysis of the Characteristics and Influencing Factors of the Inter-locked Network of Chengdu-Chongqing Urban Agglomeration: A Perspective of Highway Passenger Transport

肖宏伟 王启轩 张捷 XIAO Hongwei, WANG Qixuan, ZHANG Jie

**摘要** 城际客运交流对城市群空间结构的塑造作用愈发明显,深入地讨论客运网络的属性影响要素,有助于揭示场所空间与流动空间的交互机制。基于成渝城市群公路客运班次,构建城市群关联网络并解读其结构特征,进而建立回归模型分析相关经济社会要素对网络中心度的影响机制,为未来的成渝区域发展提供启示。主要结论为:成渝公路客运城市网络以成都、重庆为双核,次级节点并不突出,区域整体呈现“西密东疏”的网络格局;城市公路客运网络中心度主要受城镇化、基础设施建设和居民收入水平等属性指标的影响;城市群网络结构的形成是一个连续的动态过程,区域各类要素的集聚、扩散,需要流动空间和场所空间的相互传导和双重作用。

**Abstract** The role of intercity passenger transport communication in shaping the spatial structure of urban agglomerations is becoming more and more obvious. Through an in-depth discussion of the attribute influencing factors of the passenger transport network, it is helpful to reveal the interaction mechanism of space of place and space of flow. Based on the highway passenger transportation shifts of Chengdu-Chongqing urban agglomeration, this paper constructs the inter-locked network of urban agglomeration, interprets its structural characteristics, and then establishes a regression model to analyze the influence mechanism of relevant economic and social factors on the network centrality, so as to provide enlightenment for the future development of Chengdu-Chongqing area. The main conclusions are as follows: (1) Chengdu-Chongqing highway passenger transport city network takes Chengdu and Chongqing as two cores. The secondary nodes are not prominent, and the whole region presents a network pattern of 'dense in the west and sparse in the east'. (2) The centrality of the urban highway passenger transport network is mainly affected by urbanization, infrastructure construction and residents' income level. (3) The formation of urban agglomeration network structure is a continuous and dynamic process. The cluster and diffusion of various elements in a region need the mutual conduction and double action of space of flow and space of place.

**关键词** 公路客运;关联网络;影响因素;政策启示;成渝城市群

**Key words** highway passenger transport; inter-locked network; influencing factors; policy implications; Chengdu-Chongqing urban agglomeration

文章编号 1673-8985 (2021) 02-0128-08 中图分类号 TU984 文献标志码 A

DOI 10.11982/j. supr. 20210219

### 作者简介

肖宏伟  
同济大学建筑与城市规划学院  
硕士研究生

王启轩(通信作者)  
同济大学建筑与城市规划学院  
博士研究生

张捷  
上海同济城市规划设计研究院有限公司  
高级工程师

### 0 引言

城市一区域发展既需要各类生产要素的集聚和根植,又依赖人员、货物、信息等流动介质的交互,从而促进城际功能联系。公路客运交通作为综合立体化交通的重要组成部分和城市群内城际联系的重要载体<sup>[1]</sup>,对城市群经济社会发展起到重要的推动作用。由于公路网密度高、覆盖广,受自然条件的制约较少,多年来我国公

路客运量在各类交通总客运量中的占比一直高达70%以上<sup>①</sup>,在各城市群内部联系中发挥着至关重要的作用。因此,城际公路客运关联网络是理解城市群功能和内在组织逻辑的一个重要视角。

本文首先对流动空间、城市网络理论和研究进行综述;然后以成渝城市群为对象,辨析其关联网络特征,并构建“属性”要素与“网络”中心度的计量模型,以分析经济社会要素指标体系与公路

注释: ① 据《中国统计年鉴》2001—2018年客运量统计可知,公路客运量在各类交通客运总量中占比长期处于70%以上。

客运网络的关系;最后解析公路客运城市关联网络的主要影响因素及其作用机制。研究的意义在于深化对成渝一体化和区域协调发展的认识。

## 1 研究框架

### 1.1 相关理论及研究

#### 1.1.1 流动空间理论与城市网络研究

全球化和信息化带来的“流动”突破了传统地理边界和静态场所,成为决定生产要素在区域中集聚扩散的重要因素。自卡斯特尔<sup>[2]</sup>提出“流动空间”的概念以后,借助于各类数据而构建区域关联网络并解析区域空间结构的研究不断兴起;与此同时,单纯的“场所空间”研究则显得式微。

我国学者在借鉴国外理论及经典案例<sup>[3-4]</sup>的基础上,已开展了城市网络范式下的流动空间研究的诸多探索。根据其所采用的“流动数据”属性可分为两大类:一类聚焦实体要素转移构建的城市网络,包括手机信令“人口流”<sup>[5]</sup>、客运班次“客运流”<sup>[6-7]</sup>、物流往来“物流流”<sup>[8]</sup>等;另一类关注各种关系数据 (relational data) 所表征的城市网络,如各类产业的企业关联网络<sup>[9,10]</sup>、城市民众的信息交互网络<sup>[11]</sup>等。

#### 1.1.2 基于公路客运的城市网络

区域一体化的背景下,多层次交通运输网络不断完善,成为促进区域高质量发展和城际高效率联系的重要基础。公路、铁路、水运、航空等多类型客运方式共同构建起区域人员流动和功能联系的基础网络。其中公路客运的优势运距在50—500 km<sup>[12-14]</sup>,相较于铁路、民航等运输方式,公路客运可全面覆盖市级乃至各县级行政单元,因此更适于探索城市群内部的城际客运交流。

我国现有基于公路客运视角的区域网络结构研究,按数据来源可分为两类:一是基于统计指标,构建“引力模型”模拟测度城市间的客运关联,研究区域客运网络的结构特征以及预测未来的客运潜力<sup>[15-17]</sup>;二是基于客运班次数据,从流动空间视角研究区域公路客运网络特征及城市体系<sup>[18,19,20]</sup>。

#### 1.1.3 “属性”与“网络”方法的综合运用

当前场所要素与流动要素相互影响的态势愈发显著,城市—区域空间的组织逻辑从传统基于空间邻近的“场所空间”属性,转变为“场所空间”与

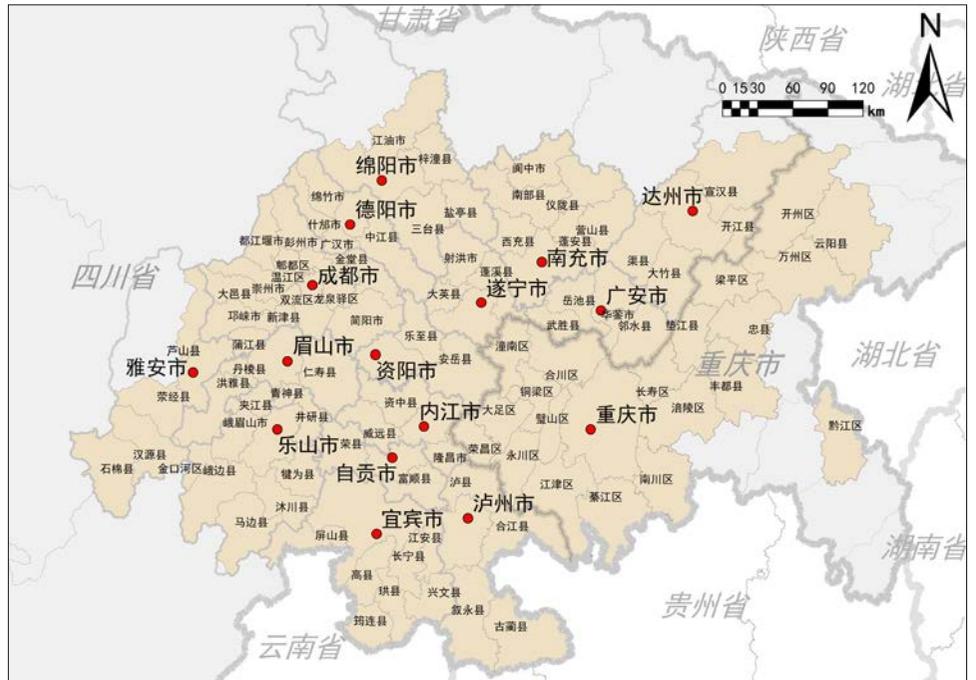


图1 成渝城市群区县范围示意图(图中各“市”指代中心城区)<sup>④</sup>

Fig.1 Schematic diagram of the scope of counties in Chengdeu-Chongqing urban agglomeration (the scope of each 'city' in the figure is its central urban area)

资料来源:笔者根据《成渝城市群规划(2016—2020)》绘制。

“流动空间”双重影响<sup>[21,26]</sup>。在此背景下,从“属性”和“网络”两方面研究城市—区域的方法逐渐被学界采用<sup>[22]</sup>。目前已有若干学者在区域研究中综合运用网络方法和属性方法<sup>[9,32, 21,26]</sup>,探讨空间流动性与场所性对城市 and 区域的影响。但迄今的研究还未能搭建起基于传统经济社会统计的“属性指标”与基于区域城市关联网络测度的“网络指标”的连接。

## 1.2 研究构思和方法

### 1.2.1 研究构思

成渝地区作为我国西部城镇化程度最高的地区之一,近年来的经济社会发展水平不断提高,交通设施建设也日臻完善。截至2018年底,成渝地区公路通车里程已达到37.08万km,其中高速公路8 874.33 km<sup>②</sup>,城际公路网络体系已经较为健全。这为从公路客运网络视角开展研究创造了条件。

当前已有较多从客运角度出发,基于成渝地区的城市网络特征研究,包括高铁等单一客运网络<sup>[23-24]</sup>,以及信息流、交通流等多元要素作用下的城市关联强度和层级特征<sup>[25-26]</sup>等。既有研究对于公路客运网络的探讨多停留在地级市层面,

尚缺乏区县层面的深入对比,同时未能对客运网络的影响要素和作用机制加以探讨。

本文选择《成渝城市群规划(2016—2020)》所包含的16市110个县(市、区)级单元(以下简称“区县”)<sup>③</sup>(见图1),从公路客运视角来建构城市群的关联网络并辨析其特征;同时对公路客运城市网络分析而得的“中心度”这一网络指标与相关属性指标进行回归分析,进而解析公路客运城市网络的影响因素及其作用机制。

### 1.2.2 分析方法

本文在网络方法认知“流动空间”视角的区域空间格局基础上,考察两类指标的关联性,以探讨城市社会经济指标对城市网络的影响程度,从而认知场所空间与流动空间的内在联系机制。

首先选取“携程网”各区县间的客运班次量作为基础。以成渝城市群16市各区县之间的汽车联系时刻表<sup>⑤</sup>为数据源,整理得到区县间的汽车时刻表信息2 727对,修正后总车次达4.42万条。在之前学者<sup>[18,19, 27]</sup>的研究方法基础上,根据区县客运班次联系定义网络联系变量:出发地在*i*城市,目的地在*j*城市的客运班次以 $T_{ij}$ 表示,

注释: ② 据成渝城市群各市统计年鉴数据整理而成。

③ 110个区县单元包括城市群16市各市辖区及县(市),各市中心城区统一为城市市区。

④ 参考2016版《成渝城市群发展规划》所含区县单元,并参照自然资源部标准地图服务网站审图号为GS(2019)3266号的标准地图,以及四川和重庆审图号为图川审(2017)096号和渝S(2019)045号的标准地图,按四川、重庆县级行政单元范围在GIS软件绘制;无国界标识等问题,仅是本文所展示城市群空间示意图;下文涉及空间图纸皆基于统一底图绘制,仅作为研究示意。

⑤ 爬取时间为2020年4月3日。

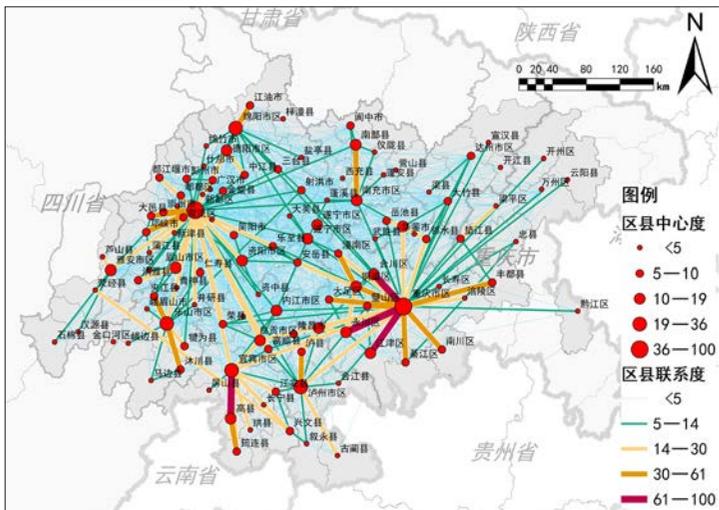


图2 成渝城市群110区县单元公路客运城市网络  
Fig.2 Urban network of highway passenger transport in 110 districts and counties of Chengdu-Chongqing urban agglomeration

资料来源:笔者自绘。

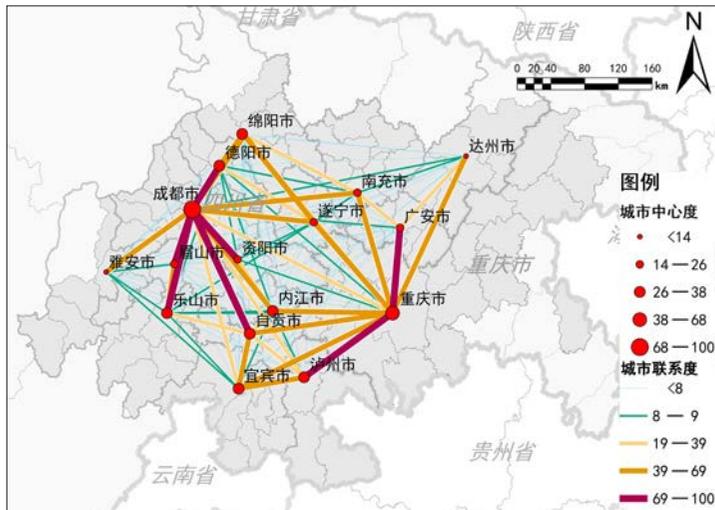


图3 成渝城市群16市公路客运城市网络  
Fig.3 Urban network of highway passenger transport in 16 cities of Chengdu-Chongqing urban agglomeration

资料来源:笔者自绘。

反之则为 $T_{ji}$ ,规定 $T_{ij}$ 和 $T_{ji}$ 具有方向性,两城市间的总公路客运联系度以 $V_{ij}$ (或者 $V_{ji}$ )表示(称“联系度”);城市 $i$ 的总外向联系(即总出客量,称“出度”)  $O_i$ 和总内向联系(即总到客量,称“入度”)  $I_i$ 分别代表了城市 $i$ 在 $r$ 个城市的城市网络中向外输送旅客和吸收外来旅客的能力,而代表城市 $i$ 的客运总联系度(称“中心度”)的 $C_i$ 则表达了其在该城市网络中的地位。具体公式为:

$$V_{ij} = V_{ji} = T_{ij} + T_{ji} \quad (1)$$

$$O_i = \sum_{j=1}^{r-1} T_{ij}, (j=1,2,3,\dots,r-1) \quad (2)$$

$$I_i = \sum_{j=1}^{r-1} T_{ji}, (j=1,2,3,\dots,r-1) \quad (3)$$

$$C_i = I_i + O_i \quad (4)$$

然后利用GIS平台将汽车客运网络转化为成渝城市群16市各区县间的空间联系,构建基于公路客运的城市网络;进而通过社会网络分析(SNA)等方法探讨城市网络的结构特征。包括参考传统“场所空间”视角研究中衡量区域客运联系的相关指标,形成属性数据的指标体系,并构建其与网络中心度的回归模型,通过计量分析识别主要影响因素并总结其互动机制。

## 2 公路客运视角的成渝城市群关联网络特征辨析

### 2.1 城市群关联网络的整体格局

#### 2.1.1 以区县为单元的整体格局

在成渝的区县层面,基于公路客运联系构建的城市关联网络密度较大(见图2)。整体上看,成渝城市群已经形成了以成都、重庆、宜宾、泸州等区域中心城市(市区)为枢纽的客运关联网络,其中成都、重庆市的核心地位显著,区域整体表现出“西密东疏”的特点。将“联系度”和“中心度”按自然间断点划分为5个层级。从“联系度”来看,成渝城市群一、二级层的联系多存在于中心城区与外部区县之间,前三层级的联系直观反映出当前核心城市的都市圈范围,其余区县的联系多处于较低层次;从“中心度”来看,核心城市重庆(100)<sup>⑥</sup>高于成都(80),高等级节点呈倒三角状组团分布,城市群东北部缺乏二级以上的区县单元。

#### 2.1.2 以市域为单元的整体格局

若将网络归纳至16市层面,可发现成都、重庆仍表现出最强的联系属性,所有第一层级与绝大部分第二层级的联系都与成都、重庆相关(见图3);但不同于区县层面的分析结果,以市域为单元的中心度,成都(100)明显高于重庆(68),表明重庆市的公路客运联系更多地发生于市域内的县市单元间。

### 2.2 公路客运网络主要特征辨析

为进一步探究成渝城市群公路客运城市网

表1 成渝110区县单元公路客运网络“核心—边缘”密度矩阵

Tab.1 'Core-Edge' density matrix of Chengdu-Chongqing 110 district/county highway passenger transport network

区位	核心区区县	边缘区县
核心	核心区区县—核心区区县	核心区区县—边缘区县
区县	11.707	2.854
边缘	边缘区县—核心区区县	边缘区县—边缘区县
区县	2.542	0.621

资料来源:笔者自制。

络结构,从网络聚类、网络腹地、网络方向3方面辨析该区域城市网络的特征。

#### 2.2.1 网络聚类分析

对成渝公路客运网络的“核心—边缘”结构进行分析<sup>⑦</sup>,可发现网络“核心”主要分布于成都、重庆两市周边,“核心—边缘”密度矩阵反映出两类地域联系强度存在较大差异(见表1)。具体而言,客运网络中属于“核心”地域的区县主要由成都、重庆两市区县,绵阳、宜宾等重要城市主城区,以及成渝主轴中部的内江市、遂宁市区等组成,共计24个区县单元;其余区县皆为网络“边缘”节点。

再对公路客运联系值矩阵进行凝聚子群分区<sup>⑧</sup>,以反映各区县在城市网络中的聚类关系(见图4)。分析发现,各区县在客运网络中围绕成都、重庆、宜宾、乐山形成4大组团,进一步细分可看出绵阳、南充市区具有较多的关联地域;从川

注释: ⑥ 本文所有联系度、中心度皆采用标准值,计算公式为:城市联系度(中心度)/联系度(中心度)最大值×100。

⑦ 利用Ucinet软件中“核心—边缘”分析,将成渝地区城市根据网络中节点之间联系的紧密程度,分为核心部分城市和边缘部分城市两类。

⑧ 以联系度10为分界,将赋值的区县网络转化为二值的区县网络,运用Ucinet进行凝聚子群划分,最大切分深度为3,集中标准为1,最大迭代次数为25。

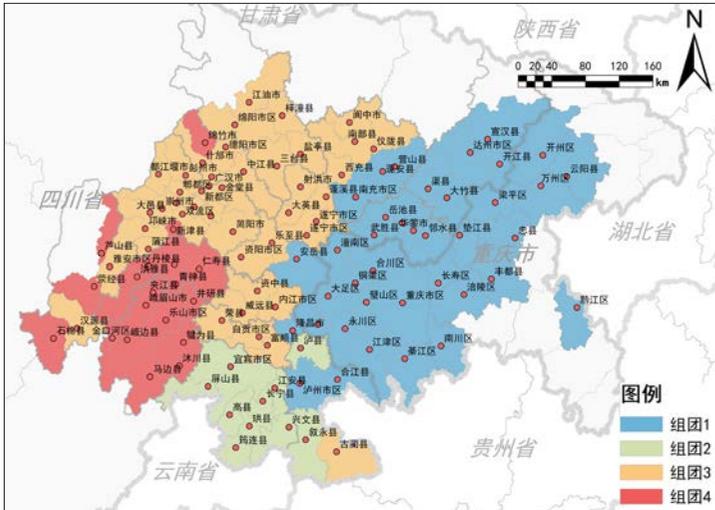


图4 基于公路客运网络的凝聚子群分区  
Fig.4 Agglomerative subgroup partition based on highway passenger transport network

资料来源:笔者自绘。

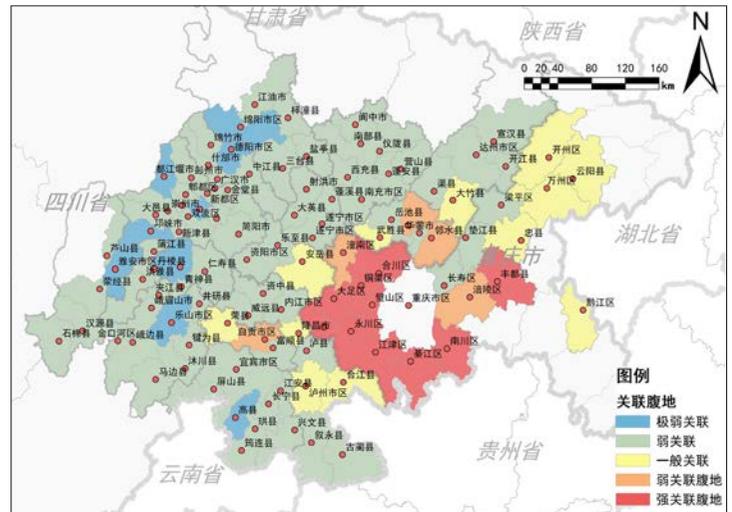
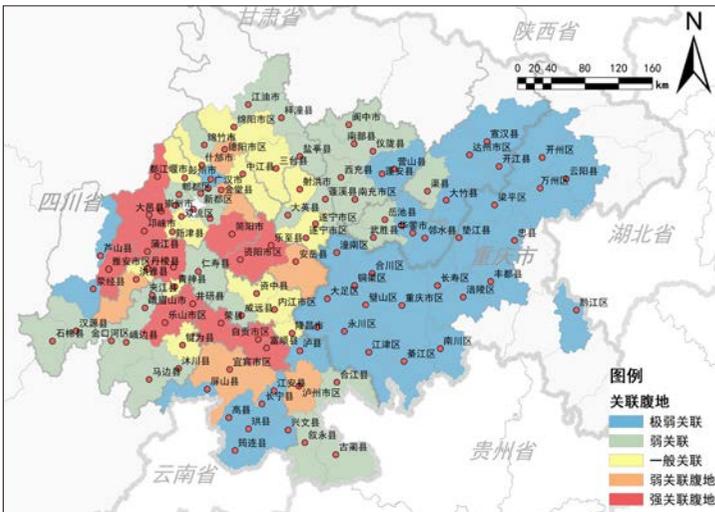


图5 成都(左)、重庆(右)网络腹地识别  
Fig.5 Network hinterland identification of Chengdu (left) and Chongqing (right)

资料来源:笔者自绘。

渝省级层面看,仅重庆的影响突破了省域边界,辐射到安岳、宣汉等区县,甚至包括区域次中心城市泸州市区。

2.2.2 网络腹地分析

在整体网络聚类分析基础上,参考之前学者的研究<sup>[29]</sup>,采用“相对关联度法”定义网络腹地<sup>⑨</sup>,对比成都、重庆两大中心城市对区域各区县的影响。

观察网络腹地识别结果(见图5),可发现:成都市区有21个关联腹地,其中强关联腹地15个,市域外关联腹地14个,重庆有15个关联腹地,市域外腹地3个,远少于成都;整体上看,成

都市区对于城市群其他区县的影响力较大。空间分布方面,成都与重庆的主要腹地都围绕在市区周边,成都的主要腹地向西、南部拓展,呈廊道式腹地布局;重庆市区的腹地则主要集中在西南侧,呈圈层式腹地布局。

2.2.3 网络方向分析

通过判断城市客运的联系方向,测度不同城市的“出发地”和“目的地”特征,可以更准确地把握城市在网络关联中的功能类型。参考之前学者的定义<sup>[29]</sup>,用 $(\sum\text{出度}-\sum\text{入度})/(\sum\text{出度}+\sum\text{入度})$ 表征公路客运网络关联方向的指数。该指标越大,

说明城市在区域网络中作为“出发地”的属性越强;反之,则表明城市主要作为“目的地”;当指标趋近0时,表明城市的两种属性相对平衡。

整体来看,重庆、成都、乐山、宜宾市区等中心度较大的区县单元,方向指数接近0,一定程度反映了交通联系量较大的区县在区域中的交通枢纽地位和较高的影响力(见图6);自贡、德阳市区等区县的方向指数大于0,表明其在区域内更多体现出客运“出发地”的属性;而泸州、南充等市区虽然中心度较大,但方向指数小于0,在区域客运网络中主要作为相邻高等级区县(如

注释: ⑨ 定义标准残差“<-0.5、-0.5-0、0-0.5、0.5-1、>1”的关联单元分别为“极弱关联单元、弱关联单元、一般关联单元、弱关联腹地、强关联腹地”。

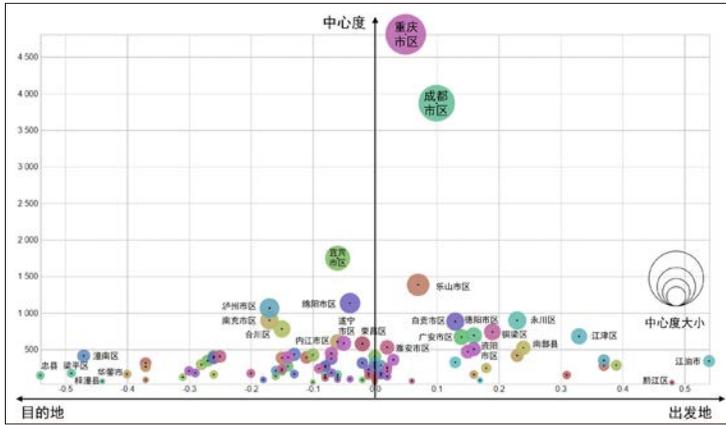


图6 各区县客运“出发地”和“目的地”特征

Fig.6 Characteristics of 'departure place' and 'destination' of passenger transport in different districts and counties

资料来源:笔者自绘。

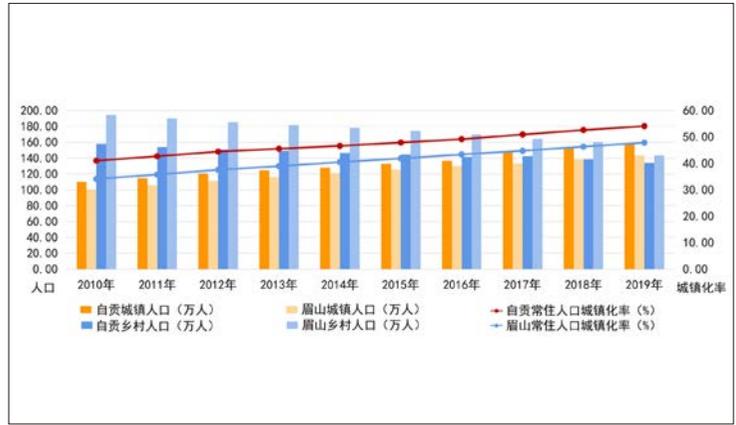


图7 2010—2019年自贡/眉山常住人口数及城镇化率变化趋势

Fig.7 Change trend of permanent population and urbanization rate in Zigong/Meishan (2010-2019)

资料来源:笔者根据年鉴数据整理自绘。

重庆市区)的客运“目的地”。

### 3 成渝公路客运城市关联网络发育的影响因素

#### 3.1 网络中心度与属性指标回归分析

城市群网络结构是城际要素流动与空间相互作用的一种表象,蕴涵着内在动力及影响机制<sup>[30]</sup>。交通网络是支撑区域一体化发展的重要基础,受区域各地经济社会发展水平、基础设施完善程度乃至政策、文化等多种因素的影响。通过构建各地属性指标体系,辨析对公路客运网络“中心度”这一反映城市群发育状况的指标的影响因素,将有助于深刻理解区域中场所空间与流动空间的互动机制。

既有研究多利用引力模型,通过属性指标架构城市综合实力<sup>[31]</sup>来揭示公路客运的区域网络结构<sup>[32]</sup>等。本文亦参考相关研究建构制度、经济、社会、市场和基础设施5大方面形成的指标体系,涵盖经济、社会、市场和基础设施等10项候选因素(见表2);同时借鉴相关研究建立起计量回归模型<sup>[33]</sup>,以分析属性指标与各城市网络中心度的关系。回归方程如下:

$$\log Y = \beta_{11} \log X_{11} + \beta_{12} \log X_{12} + \beta_{21} \log X_{21} + \beta_{22} \log X_{22} + \beta_{31} \log X_{31} + \beta_{32} \log X_{32} + \beta_{41} \log X_{41} + \beta_{42} \log X_{42} + \beta_{51} \log X_{51} + \beta_{52} \log X_{52} + \varepsilon \quad (5)$$

式中,  $Y$ 表示公路客运网络中心度,  $X_{ij}$  ( $i, j=1,2,3,4,5$ ) 分别对应以上解释变量,  $\beta_{ij}$  ( $i,$

$j=1,2,3,4,5$ ) 表示相应要素的贡献度(以标准化系数值衡量);在统计学上若要素贡献度的显著度(sig.)小于0.05,则认为该要素具有显著贡献的解释意义。

对2018年成渝城市群16市的候选因素数据进行逐步线性回归,可筛选出常住人口城镇化率、公路网密度、人均可支配收入3个指标所得回归方程拟合度较好(显著度皆小于0.05,  $R^2=0.941$ ),结果为:  $\log Y = 2.085 \times \log X_{11} + 1.089 \times \log X_{32} + 0.431 \times \log X_{52} - 12.443$ 。同时,从成渝层面看此3项属性指标对网络中心度指标的贡献度较高,属于主要影响因素,其余指标则处于相对不显著状态(见表3)。

#### 3.2 主要影响因素的作用阐释

##### 3.2.1 城镇化水平

在上述计量模型分析中,常住人口城镇化水平对公路客运网络中心度的贡献度最大,表明城镇人口相比农村人口有更明显的城际出行倾向。既有研究证明,便捷的城镇交通设施和高品质的城市生活有助于引导跨市域人口的快速交流<sup>[34]</sup>。以常住人口规模相近的自贡、眉山两市为例,2018年自贡比眉山的城镇化率高出约6.3个百分点,两市客运网络中心度分别为37.5、21.7,自贡高于眉山;从近10年的演变趋势也可直观看出,虽然眉山市常住人口规模始终保持领先,但自贡市城镇化率更高,2019年自贡常住

城镇人口比眉山多14.8万人(见图7)。这表明,较高城镇化水平的城市更容易吸引外来人口,从而进一步加快本地城镇化进程<sup>[35]</sup>。

##### 3.2.2 公路网密度

交通基础设施是区域流动空间得以实现的基本条件之一。公路客运离不开公路网、客运站等区域交通设施的支持,分析发现公路网密度大小也是影响城市公路网络中心度的重要因素。将城市群16市的基础设施水平和客运网络中心度归一化后可发现,客运周转量、公路总里程等规模指标均存在重庆这一“突变”值,仅有公路网密度指标较好地拟合了中心度特征(见图8)。以中心度处在前5位的重庆和绵阳为例,2018年重庆的客运周转量为绵阳的12倍以上,但公路网密度仅为绵阳的2倍,而重庆公路客运中心度为68.0,绵阳为30.6。作为我国西部直辖市和重要交通枢纽,重庆市人口和用地规模均远大于四川各地级市,且大量远距离中转旅客发送会提升客运周转量指标;同时重庆大部分“城际”客运联系存在于市域内部,与四川各市的直接公路交通联系相对较少,因此重庆在公路客运网络中的地位不如其经济规模及客运总量突出。

##### 3.2.3 人均可支配收入

人均可支配收入对客运网络中心度的影响较大,表明能提供较高薪资水平的城市,可对跨城人口流动产生强烈吸引<sup>[36]</sup>。已有研究指出,非必须的跨市域客运交通在相当程度上取决于群众的消费

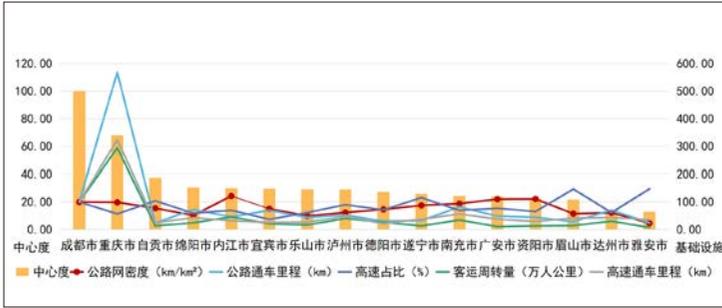


图8 成渝各市中心度与各类交通基础设施指标间的关系  
Fig.8 Relationship between centrality and various traffic infrastructure indicators in Chengdu and Chongqing

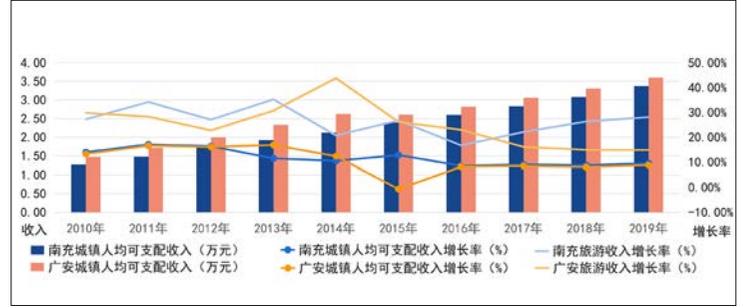


图9 2010—2019年南充/广安城镇居民人均可支配收入及旅游收入变化趋势  
Fig.9 Trends of urban per capita disposable income and tourism income in Nanchong/Guang'an (2010-2019)

资料来源:笔者根据年鉴数据整理自绘。

资料来源:笔者根据年鉴数据整理自绘。

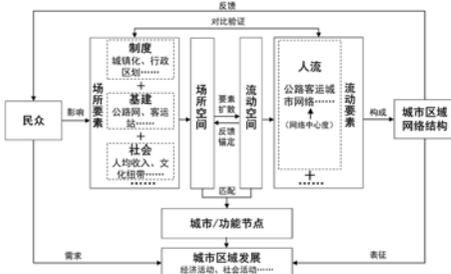


图10 成渝城市群公路客运网络主要影响因素互动机制示意  
Fig.10 Interactive mechanism of main influencing factors of highway passenger transport network in Chengdu-Chongqing urban agglomeration

资料来源:笔者自绘。

表2 成渝地区公路客运网络中心度影响因素  
Tab.2 Influencing factors of highway passenger transport network centrality in Chengdu-Chongqing region

要素类别	候选因素	单位	变量
制度要素	常住人口城镇化率	%	$X_{11}$
	城镇个体私营单位就业人数	万人	$X_{12}$
经济要素	GDP	亿元	$X_{21}$
	第三产业产值	亿元	$X_{22}$
社会要素	常住人口规模	万人	$X_{31}$
	人均可支配收入	万元	$X_{32}$
市场要素	社会消费品零售总额	亿元	$X_{41}$
	固定资产投资	亿元	$X_{42}$
基础设施要素	客运周转量	万人km	$X_{51}$
	公路网密度	km/km <sup>2</sup>	$X_{52}$

资料来源:笔者自制。

能力,居民预期收入越高意味着更强的跨区旅游消费等意愿<sup>[37]</sup>。以南充和广安为例,2018年南充常住人口约为广安的2倍,而两市人均可支配收入近10年来一直相当,城镇人均可支配收入和旅游收入的增长趋势基本相同(见图9),两市客运网络中心度也相近(分别为24.4、24.0),一定程度上体现出收

表3 成渝地区公路客运网络中心度影响因素贡献值  
Tab.3 Contribution value of influencing factors of highway passenger transport network centrality in Chengdu-Chongqing region

显著因素	贡献度	不显著因素
常住人口城镇化率	0.591	城镇个体私营单位就业人数GDP
公路网密度	0.361	第三产业产值 常住人口规模
人均可支配收入	0.277	社会消费品零售总额 固定资产投资 客运周转量

资料来源:笔者自制。

入水平对于民众城际旅游出行的促进作用。

### 3.3 主要影响因素的互动机制探讨

总的来看,涵盖各影响因素的属性指标与包含中心度的网络指标可分别代表区域内场所空间和流动空间的特征,且有着内在的互动机制。在场所空间方面,诸多场所性因素集聚固着于实体空间中;城镇化水平、公路网密度、可支配收入等因素的背后是社会管理制度、公共财政政策、经济发展水平等属性指标,这些因素决定了城市群公路客运网络建设水平,并对民众的城际出行选择有着重大影响。在流动空间方面,城市群内部民众的跨城出行形成的城际交通流作为重要的流动要素,支撑起公路客运城市网络。在各类要素通过场所空间“转化”至流动空间的过程中,流动空间亦通过“锚固”作用,将城际相互联系需求反馈至场所空间建设;同时,在民众的出行决策基础上,各城市基于场所空间形成不同层级的流动功能节点,进而共同作用于城市和区域的协调发展(见图10)。

## 4 结论和启示

### 4.1 主要结论

本文从公路客运视角出发,利用互联网平台的客运车次数据分析成渝城市群的网络结构特征,并解析影响城市群公路客运网络中心度的属性指标因素,为探究场所与流动空间的相关性提供了有益补充。主要结论如下:

成渝城市群公路客运城市网络以成都、重庆为双核,次级节点并不突出,区域整体呈现“西密东疏”的网络格局。公路客运网络的特征辨析表明,区域城市网络集中在成渝主轴,由成都、重庆以都市圈为核心范围进行区域空间组织,其中成都的辐射范围覆盖四川大部分区县,而重庆中心城区的辐射则影响到川东部分区县,包括区域次中心城市南充、宜宾等;核心城市都市圈以外片区则缺乏高等级枢纽节点,川、渝跨省界联系仍有待提升。

城市公路客运网络中心度主要受城镇化、基础设施建设和居民收入水平等属性指标影响。城镇化率作为城乡经济和社会发展的重要指标,与公路客运的需求和网络发展有着很强的关联性;公路网建设是城乡基础设施建设的重要组成部分,其建设水平与公共财政及投资能力有关,公共财力是区域客运关联网络得以发育和完善的基础。此外,公路客运更多地是社会个体的主动行为,居民的可支配收入则是民众跨城出行的经济保障。

城市群及其中的各个城市一区域,作为静态要素和动态要素共同作用的“复杂巨系统”<sup>[38]</sup>,其网络结构的形成是一个连续的动态过程。区域各类要素的集聚、扩散需要流动空间和场所空间的相互传导和双重作用。本文在流动空间

的视角下,通过切片化地截取某时刻成渝城市群公路客运网络,并与社会、经济等属性要素进行相关性分析,在一定程度上揭示了公路客运网络的影响机制;未来还可从多时段、多类型角度分析成渝地区的发展特征,并深化对其内在发展机理的理解,从而为城市群规划提供更为系统的思路。

## 4.2 政策启示

2020年1月,中央财经委员会第六次会议明确提出要推动成渝地区双城经济圈建设,在西部形成高质量发展的重要增长极;同年5月,中共中央、国务院发布《关于新时代推进西部大开发形成新格局的指导意见》,提出要将重庆、四川等省市打造成“内陆开放高地和开发开放枢纽”。2020年10月,中共中央政治局召开会议,审议了《成渝地区双城经济圈建设规划纲要》。可见,成渝双城经济圈将承担起带动西部大开发、构建发展新格局的重要使命。成渝地区应以此为契机,加快推进重大交通设施建设,促进区域网络化和协调发展。本文的政策启示如下:

一是要以成都、重庆双核为两极,优化城市群的整体格局。首先是优化区域产业体系,在强调核心城市产业转移的同时,依托承接地区的特色资源禀赋实现创新、组团式发展,如宜宾、泸州、自贡、内江等联系密切的城市应提升产业配套协作水平,形成产业集聚发展优势<sup>[32]71</sup>;其次是加大基础设施投资,增强欠发达市县与核心城市之间的交通基础设施联系,尤其要注意建设成渝地区东北部的客运枢纽,以提升区域整体联系能力。

二是促进成渝各类型客运功能的提升和各类型交通网络的叠加。强化成渝的网络中心地位,提升其向外竞争能力和向内网络传导连接能力;成都东进,重庆向西,在合力发展的过程中重视公路、铁路等客运网络的基础性作用,带动沿线城市的人员交互。次区域尺度逐步培养内江、自贡等有发展潜力的次级节点城市,增强其对客运人员等要素的集聚和扩散能力,丰富区域客运网络体系层级,改善中部塌陷格局。此外,统筹考虑客运流动与通勤、商务、游憩等实际功能需求的关系,确定城市在不同类型客运网络中的地位,促进城市网络格局的完善与稳固。

三是基于空间的双重属性,充分考虑场所与流动空间的相互影响,共同推动区域协调发展。一方面重视场所空间作为流动空间的实体基础作用,加强机场、铁路站点等重大交通设施建设及其与公路客运站的衔接,优化区域交通廊道和铁路网、公路网布局,保障流动要素通过完善的基础设施实现稳健运行;另一方面,重视区域网络格局与作用要素的动态演变,根据公路客运网络中心度等指标,判断当前城市群空间结构和联系强度的合理性,并反馈于民众、政府等决策主体,保障双城经济圈建设和区域一体化发展的顺利推进。

(感谢同济大学建筑与城市规划学院赵民教授对本文的指导和帮助。)

## 参考文献 References

- [1] 郭卫东,钟业喜,冯兴华,等.长江中游城市群县域公路交通网络中心性及其影响因素[J].经济地理,2019,39(4):34-42.  
GUO Weidong, ZHONG Yexi, FENG Xinghua, et al. County highway traffic network centrality and its influencing factors in urban agglomeration in the middle reaches of the Yangtze River[J]. Economic Geography, 2019, 39(4): 34-42.
- [2] CASTELLS M. Rise of the network society: the information age, economy, society and culture[M]. Hoboken: Wiley-Blackwell, 1996.
- [3] TAYLOR P J, CATALANO G, WALKER D R F. Measurement of the world city network[J]. Urban Studies, 2002, 39(13): 2367-2376.
- [4] HALL P, PAIN K. The polycentric metropolis[M]. Herndon: Stylus Publishing, 2006.
- [5] 钮心毅,王焱,丁亮.利用手机信令数据测度城镇体系的等级结构[J].规划师,2017,33(1):50-56.  
NIU Xinyi, WANG Yao, DING Liang. Using mobile phone signaling data to measure the hierarchical structure of urban system[J]. Planners, 2017, 33(1): 50-56
- [6] 冯长春,谢旦杏,马学广,等.基于城际轨道交通流的珠三角城市区域功能多中心研究[J].地理科学,2014,34(6):648-655.  
FENG Changchun, XIE Danxing, MA Xueguang, et al. Multi-center study on urban regional function of Pearl River Delta based on intercity rail transit flow[J]. Geoscience, 2014, 34(6): 648-655.
- [7] 杨贤房,万智巍,陈永林,等.不同尺度下江西省鄱阳湖生态城市群网络结构特征分析——基于客运班次和列车班次数据[J].现代城市研究,2019(12):90-95.  
YANG Xianfang, WAN Zhiwei, CHEN Yonglin, et al. Analysis of structural characteristics of Poyang

Lake ecological urban agglomeration in Jiangxi Province under different scales: a study based on data of passenger and train movements[J]. Modern Urban Research, 2019(12): 90-95.

- [8] 刘正兵,戴特奇,廖聪,等.中国城际公路货运空间网络特征——基于“第一物流”网站数据[J].经济地理,2017,37(6):28-35.  
LIU Zhengbing, DAI Teqi, LIAO Cong, et al. Spatial network characteristics of China's intercity highway freight transport: based on the data of 'first logistics' website[J]. Economic Geography, 2017, 37(6): 28-35.
- [9] 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.  
TANG Zilai, ZHAO Miaoxi. The evolution of urban system in the Yangtze River Delta region from the perspective of economic globalization: an analysis method of association network and value section[J]. Urban Planning Forum, 2010(1): 29-34.
- [10] 关溪媛.长江三角洲城市体系网络化演进研究——基于企业关联方法[J].现代城市研究,2017(10):95-100.  
GUAN Xiuyan. Research for network development of Yangtze River Delta urban system: a study based on companies relation[J]. Modern Urban Research, 2017(10): 95-100.
- [11] 陆江潇,李全,汤坤.基于百度指数的长江沿岸中心城市网络联系特征[J].现代城市研究,2020(1):45-51.  
LU Jiangxiao, LI Quan, TANG Kun. Network connection characteristics of central cities along the Yangtze River based on Baidu Index[J]. Modern Urban Research, 2020(1): 45-51.
- [12] 王博文,张健,王远.公路客运与高速铁路客运竞争中经济运距的探讨[J].交通科技与经济,2011(1):82-85,89.  
WANG Bowen, ZHANG Jian, WANG Yuan. Discuss about economic competition in the distance during the competition between the high-speed passenger and railway passenger[J]. Technology & Economy in Areas of Communications, 2011(1): 82-85, 89.
- [13] 戴晓峰,陈肖雨,吴寄石.综合运输通道中公路客运的优势运距测度——以云南省为例[J].经济地理,2019(3):93-99.  
JI Xiaofeng, CHEN Xiaoyu, WU Jishi. Measuring dominate transport distance of highway passenger transportation in comprehensive transportation channel: a case study of Yunnan Province[J]. Economic Geography, 2019(3): 93-99.
- [14] 周国华,陈德捷,周芳汀,等.高速铁路与公路客运竞争的市场分担率模型研究[J].铁道学报,2020(1):1-8.  
ZHOU Guohua, CHEN Dejie, ZHOU Fangting, et al. Study on market share model of high speed railway and highway passenger transport competition[J]. Acta Railway Sinica, 2020(1): 1-8.
- [15] 徐双应,马建,白小丽,等.基于引力模型的县域

- 际公路客运需求分析方法[J]. 中国公路学报, 2011, 24 (4): 101-107.
- XU Shuangying, MA Jian, BAI Xiaoli, et al. Analysis method of passenger transportation demand for county level's interzonal highway based on gravity model[J]. China Journal of Highway and Transport, 2011, 24(4): 101-107.
- [16] 葛浩然, 朱占峰, 钟昌标, 等. 基于引力和客运联系的浙江省城镇网络特征[J]. 长江流域资源与环境, 2018, 27 (6): 1186-1197.
- GE Haoran, ZHU Zhanfeng, ZHONG Changbiao, et al. Urban network characteristics of Zhejiang Province based on gravity and passenger transport links[J]. Yangtze River Basin Resources and Environment, 2018, 27(6): 1186-1197.
- [17] 宋程, 张科, 霍佳萌. 基于城市引力的区域客运交通模型构建及应用[J]. 城市交通, 2019, 17 (5): 99-104.
- SONG Cheng, ZHANG Ke, HUO Jiameng. Construction and application of regional passenger transport model based on urban gravity[J]. Urban Transportation, 2019, 17(5): 99-104.
- [18] 陈伟劲, 马学广, 蔡莉丽, 等. 珠三角城市联系的空间格局特征研究——基于城际客运交通流的分析[J]. 经济地理, 2013, 33 (4): 48-55.
- CHEN Weijin, MA Xueguang, CAI Lili, et al. Study on spatial pattern characteristics of urban linkages in the Pearl River Delta: based on the analysis of intercity passenger traffic flow[J]. Economic Geography, 2013, 33(4): 48-55.
- [19] 赵映慧, 姜博, 郭蒙, 等. 基于公共客运的东北地区城市陆路网络联系与中心性分析[J]. 经济地理, 2016, 36 (2): 67-73.
- ZHAO Yinghui, JIANG Bo, GUO Hao, et al. Urban land network connection and centrality analysis in Northeast China based on public passenger transport[J]. Economic Geography, 2016, 36(2): 67-73.
- [20] 王海江, 苗长虹, 乔旭宁. 中国公路交通联系的空间结构解析——兼论与贫困地区空间关系[J]. 经济地理, 2018, 38 (5): 52-59.
- WANG Haijiang, MIAO Changhong, QIAO Xuning. Spatial structure analysis of highway traffic connection in China and spatial relationship with poor areas[J]. Economic Geography, 2018, 38(5): 52-59.
- [21] 张艺帅, 赵民, 王启轩, 等. “场所空间”与“流动空间”双重视角的“大湾区”发展研究——以粤港澳大湾区为例[J]. 城市规划学刊, 2018 (4): 24-33.
- ZHANG Yishuai, ZHAO Min, WANG Qixuan, et al. On the development of "Great Bay Area" from the perspective of "Space of Place" and "Space of Flow": case study of Guangdong, Hong Kong and Macao Bay Area[J]. Urban Planning Forum, 2018(4): 24-33.
- [22] 曹湛, 彭震伟. 全球城市与全球城市—区域“属性与网络”的关联性——以上海和长三角为例[J]. 经济地理, 2017, 37 (5): 1-11.
- CAO Zhan, PENG Zhenwei. The relevance between global cities and global cities and regional "attributes and networks": taking Shanghai and Yangtze River Delta as an example[J]. Economic Geography, 2017, 37(5): 1-11.
- [23] 宗会明, 黄言. 高速铁路对成渝城市群区域可达性和城市相互作用格局的影响[J]. 人文地理, 2019, 34 (3): 99-107, 127.
- ZONG Huiming, HUANG Yan. The impact of high-speed rail on regional accessibility and regional spatial interactions: a case study of Chengdu-Chongqing urban agglomeration[J]. Human Geography, 2019, 34(3): 99-107, 127.
- [24] 王亚凤, 黄勇, 石亚灵. 成渝城市群区域轨道交通网络结构的组织特征及时空演化[J]. 西部人居环境学刊, 2018, 33 (1): 59-67.
- WANG Yafeng, HUANG Yong, SHI Yaling. Organizational characteristics and spatial-temporal evolution of regional rail transit network structure in Chengdu Chongqing urban agglomeration[J]. Western Journal of Human Settlements, 2018, 33(1): 59-67.
- [25] 宗会明, 黄言, 胡伴伴. 基于多元城际客流的成渝城市群城市网络特征研究[J]. 地域研究与开发, 2018, 37 (5): 60-65, 82.
- ZONG Huiming, HUANG Yan, HU Yangyang. Urban network characteristics of Chengdu Chongqing urban agglomeration based on multiple intercity passenger flow[J]. Regional Research and Development, 2018, 37(5): 60-65, 82.
- [26] 李峥嵘, 徐邓耀, 文玉钊. 流空间视角下城市网络结构特征及组织模式分析——基于成渝城市群交通流和信息流的对比[J]. 经济论坛, 2018 (8): 143-149.
- LI Zhengrong, XU Dengyao, WEN Yuzhao. Analysis of urban network structure characteristics and organization mode from the perspective of flow space: based on the comparison of traffic flow and information flow of Chengdu Chongqing urban agglomeration[J]. Economic Forum, 2018(8): 143-149.
- [27] 王启轩, 程遥. 公路货运物流视角下的长三角一体化网络探究[J]. 城乡规划, 2019 (4): 76-86.
- WANG Qixuan, CHENG Yao. Exploration of the Yangtze River Delta integration network from the perspective of highway freight logistics[J]. Urban and Rural Planning, 2019(4): 76-86.
- [28] 李涛, 周锐. 长三角地区网络腹地划分的关联测度方法比较[J]. 地理学报, 2016, 71 (2): 236-250.
- LI Tao, ZHOU Rui. Comparison of correlation measurement methods for network hinterland division in Yangtze River Delta[J]. Acta Geographica Sinica, 2016, 71(2): 236-250.
- [29] 唐子来, 李涛, 李黎. 中国主要城市关联网络研究[J]. 城市规划, 2017, 41 (1): 28-39, 82.
- TANG Zilai, LI Tao, LI Can. Research on the association network of major cities in China[J]. City Planning Review, 2017, 41(1): 28-39, 82.
- [30] 刘正兵, 刘静玉, 何孝沛, 等. 中原经济区城市空间联系及其网络格局分析——基于城际客运流[J]. 经济地理, 2014, 34 (7): 58-66.
- LIU Zhengbing, LIU Jingyu, HE Xiaopei, et al. Urban spatial connection and network pattern analysis of Central Plains Economic Zone based on intercity passenger flow[J]. Economic Geography, 2014, 34(7): 58-66.
- [31] 何胜, 唐承丽, 周国华. 长江中游城市群空间相互作用研究[J]. 经济地理, 2014, 34 (4): 46-53.
- HE Sheng, TANG Chengli, ZHOU Guohua. Spatial interaction of urban agglomerations in the middle reaches of the Yangtze River[J]. Economic Geography, 2014, 34(4): 46-53.
- [32] 冯兴华, 修春亮, 白立敏, 等. 基于公路交通流视角的吉林省城镇中心性及影响因素[J]. 经济地理, 2019, 39 (1): 64-72.
- FENG Xinghua, XIU Chunliang, BAI Limin, et al. Urban centrality and influencing factors in Jilin Province from the perspective of highway traffic flow[J]. Economic Geography, 2019, 39(1): 64-72.
- [33] 耿佳, 赵民. 成渝的发展路径特征及新时代的转型和区域发展策略[J]. 西部人居环境学刊, 2018, 33 (4): 41-47.
- GENG Jia, ZHAO Min. The characteristics of Chengdu Chongqing development path and the transformation and regional development strategy in the new era[J]. Journal of Human Settlements in West China, 2018, 33(4): 41-47.
- [34] 张耀军, 岑俏. 中国人口空间流动格局与省际流动影响因素研究[J]. 人口研究, 2014, 38 (5): 54-71.
- ZHANG Yaojun, CEN Qiao. Spatial pattern of population mobility and influencing factors of inter provincial migration in China[J]. Population Research, 2014, 38(5): 54-71.
- [35] 李拓, 李斌. 中国跨地区人口流动的影响因素——基于286个城市面板数据的空间计量检验[J]. 中国人口科学, 2015 (2): 73-83, 127.
- LI Tuo, LI Bin. Influencing factors of cross regional population mobility in China: a spatial econometric test based on panel data of 286 cities[J]. China Population Science, 2015(2): 73-83, 127.
- [36] 孙桂平, 韩东, 贾梦琴. 京津冀城市群人口流动网络结构及影响因素研究[J]. 地域研究与开发, 2019, 38 (4): 166-169, 180.
- SUN Guiping, HAN Dong, JIA Mengqin. Study on the structure and influencing factors of population flow network in Beijing Tianjin Hebei urban agglomeration[J]. Regional Research and Development, 2019, 38(4): 166-169, 180.
- [37] 魏翔. 有钱而游, 还是因梦而游? ——预期收入对旅游消费决策的作用机制研究[J]. 旅游学刊, 2020, 35 (4): 12-25.
- WEI Xiang. Do you travel for money or dream? Research on the mechanism of expected income on tourism consumption decision-making[J]. Journal of Tourism, 2020, 35(4): 12-25.
- [38] 周千峙. 城市及其区域——一个典型的开放的复杂巨系统[J]. 城市规划, 2002, 26 (2): 7-8, 18.
- ZHOU Ganzhi. City and its region: a typical open complex giant system[J]. City Planning Review, 2002, 26(2): 7-8, 18.