

引用格式:潘碧麟,王江浩,葛咏,等.基于微博签到数据的成渝城市群空间结构及其城际人口流动研究[J].地球信息科学学报,2019,21(1):68-76. [Pan B L, Wang J H, Ge Y, et al. Spatial structure and population flow analysis in Chengdu-Chongqing urban agglomeration based on Weibo check-in big data[J]. Journal of Geo-information Science, 2019,21(1):68-76. ] DOI:10.12082/dqxxkx.2019.180235

# 基于微博签到数据的成渝城市群空间结构及其城际人口流动研究

潘碧麟<sup>1,3</sup>, 王江浩<sup>2</sup>, 葛咏<sup>2</sup>, 马明国<sup>3\*</sup>

1. 南京大学地理与海洋科学学院, 南京 210023; 2. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101; 3. 西南大学遥感大数据应用重庆市工程研究中心, 重庆 400715

## Spatial Structure and Population Flow Analysis in Chengdu-Chongqing Urban Agglomeration based on Weibo Check-in Big Data

PAN Bilin<sup>1,3</sup>, WANG Jianghao<sup>2</sup>, GE Yong<sup>2</sup>, MA Mingguo<sup>3\*</sup>

1. School of Geographic and Oceanographic Sciences, Nanjing University, Nanjing 210023, China; 2. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China; 3. Chongqing Engineering Research Center for Remote Sensing Big Data Application, Southwest University, Chongqing 400715, China

**Abstract:** With the rapid development of regional integration, nowadays the regional inter-city migration gets the more attention of the scholars at home and abroad. Micro-blog, as one of the most popular application in China, has become a hotspot of research in areas such as sociology and computer. Check-in, as one of Micro-blog's functions, can reflect the flow of inter-city population in real time. We used the crawler program to collect the research samples in the Chengdu-Chongqing urban agglomeration in January 2014. The information includes the Micro-blog's unique ID number, the grid coordinates of Micro-blog sending place, and the city code of the registered place, etc. By running this program, a total of 804204 valid Micro-blog check-in data were obtained from the Chengdu-Chongqing urban agglomeration. Based on Micro-blog checking areas, this study analyzed the spatial structure of the Chengdu-Chongqing urban agglomeration. And we combined the micro-blog data with the traditional socioeconomic data, in order to analyze the impact factors of the regional migration. The results indicate that the spatial structure of micro-blog shows the characteristics of "many centers of dual-core" group in this area. There are only two cities whose micro-blog flows are more than 100,000. They are Chengdu and Chongqing, forming the "dual-core". The direction of Micro-blog flow is affected by administrative division, and the intensity of Micro-blog flow presents a certain grade difference. The network shows an obvious hierarchy, and it closely correlates with the actual social-economic area closely, such as GDP, population size and the strength of traffic connection. For Chengdu and Chongqing, its GDP ranked first and second, 1, 2 respectively, with the population size all of greater than 7.59 million and both as a regional transport hubs, it

收稿日期:2018-05-10;修回日期:2018-11-21.

基金项目:重庆市高等教育教学改革研究项目(183171);重庆市2017年高技术产业重大产业技术研发项目(2017-1231);中国科学院大学生创新实践训练计划项目。[ **Foundation items:** Higher Education Teaching Reform Project of Chongqing, No.183171; Chongqing R&D Project of the High Technology and Major Industries, No.2017-1231; Chinese Academy of Sciences Undergraduate Innovation Training Program. ]

作者简介:潘碧麟(1997-),女,硕士生,主要从事大数据与智慧城市研究。E-mail: Panbilin\_nju@163.com

\*通讯作者:马明国(1976-),男,博士,教授,主要从事生态与陆面过程遥感研究。E-mail: mmg@swu.edu.cn

makes their micro-blog Weibo flows are intensity in ranked 1st and, 2nd, places respectively. Lastly, there are still some differences between Micro-blog's space and the actual geographic space in of Chengdu-Chongqing urban agglomeration. In the background of the national Yangtze River Economic Belt and China's new urbanization, we put the network information into the geographical space. Actually In this paper we discovered the spatial network characteristics of Chengdu-Chongqing urban agglomeration, and then this paper pointed out the influence of socioeconomic factors on Micro-blog cyberspace flow. Of course, there may still be other factors behind Micro-blog's cyberspace, which need to be explored and analyzed in the future.

**Key words:** inter-city migration; spatial structure; impact factor; big data; check-in; Chengdu-Chongqing Urban Agglomeration

**\*Corresponding author:** MA Mingguo, E-mail: mmg@swu.edu.cn

**摘要:**随着区域一体化进程的加快,中国城市群快速的发展起来,城市群城际间的人口流动研究得到了国内外学者的关注。城市群空间结构的研究以地理实体空间分析为主,城际人口流动的研究多使用传统统计数据,而将大数据运用于城市群空间结构及城际人口流动尚处于起步阶段。本研究基于新型的新浪微博用户签到的地理位置数据,研究成渝城市群的空间结构特征,并结合传统的社会经济统计数据对该区域人口流动的影响因素进行分析。研究发现:① 微博签到数据进一步解释了成渝城市群呈现出“双核多中心”的组团特征,成都市和重庆主城区构成了“双核”;② 微博人口流动的方向会受到行政区划的影响,微博人口流动的强度呈现出一定的等级差异;③ 微博人口流动的强度与方向同社会经济发展水平呈现出相对一致性,即地区生产总值越高、人口规模越大或交通联系强度越强,则人口流动越强烈。

**关键词:** 城际人口流动; 空间结构; 影响因素; 大数据; 微博签到; 成渝城市群

## 1 引言

城市群空间结构的研究起源于20世纪30年代,中心地理论首次对区域内的城市群体进行系统化的研究。随着全球化和科学技术的飞速发展,城市群的研究进一步向区域化、信息网络化等领域扩展<sup>[1-2]</sup>。国外学者大多通过构建模型对城市群的城市场间相互作用进行研究<sup>[3-5]</sup>。城市群在中国发育较晚,国内学者对城市群的研究较为传统,数据来源多为社会经济统计数据或抽样调查数据,研究内容多涉及城市群空间范围识别<sup>[6]</sup>、城市群紧凑程度测度<sup>[7]</sup>、城市群空间结构探究<sup>[8-9]</sup>和城市群产业发展形态<sup>[10-11]</sup>等方面。“一带一路”战略背景下,成渝城市群作为中国重点建设的五大城市群之一,发挥着承东启西、贯通南北的重要作用<sup>[12]</sup>。利用社会经济统计数据分析区域人口与经济的空间分布特征以及城镇结构与产业布局的特征,发现成渝城市群呈现出典型的双极核空间结构特征,并依托成渝两核对整个区域辐射扩散<sup>[13-14]</sup>;基于引力模型的成渝城市群吸引力格局研究表明区域内部发展不均衡<sup>[15]</sup>;通过夜晚灯光数据研究发现成渝城市群已进入快速发育阶段,区域差异持续扩大<sup>[16-17]</sup>。现阶段,城市群空间结构的研究以地理实体空间分析为主,多聚焦东部沿海成熟的城市群,对处于初级发展阶段的成渝

城市群关注较少且研究方法较传统<sup>[18]</sup>。

基于大数据视角的城市群人口流动研究主要侧重于描述城市群内部人口流动特征。国外学者多利用Twitter数据研究城镇体系,即利用含地理信息的Twitter数据分析一定区域范围内不同城市空间的人口流动特征,进而研究区域城镇体系<sup>[19-21]</sup>。国内学者利用微博的地理属性将大数据信息赋予空间意义<sup>[22-25]</sup>,通过采集微博位置信息模拟人流情况,构建区域流动空间模型研究城市空间流动特征<sup>[26-29]</sup>。带有地理位置信息的大数据具有覆盖面广、数据量大、属性多元化等特点,成渝城市群作为中国西部地区唯一的国家级城市群,有必要利用大数据对该区域进行相关研究。

本文利用新浪微博用户签到信息,尝试从城市规模、职能和空间形态等方面对成渝城市群的空间结构进行探究,以期合理确定各城市定位与发展方向,进一步优化成渝城市群空间格局。此外,将社交网络“大数据”与传统统计“小数据”相结合,从地区生产总值、人口规模和交通联系等方面,对成渝城市群人口流动的影响因子进行相关研究。

## 2 研究区概况、数据源与研究方法

### 2.1 研究区概况

成渝城市群是中国西部地区人口、产业最为集

中,城镇分布密度最高的区域,对该区域的空间结构和人口流动进行研究将具有重要的理论价值和实践意义。因此,本研究区域选定为成渝城市群。《成渝城市群发展规划》划定的成渝城市群范围包括四川省和重庆市的部分地区,具体包括四川省的成都、自贡、泸州等15个市,重庆市的渝中、万州、黔江等27个区(县)以及开县、云阳的部分地区,总面积为 $1.85 \times 10^5 \text{ km}^2$ 。

## 2.2 数据源

《新浪微博元年白皮书》的调查数据显示:新浪微博是国内影响力最大、用户使用率最高的主流微博产品<sup>[26]</sup>。因此,本文利用新浪微博上发布的位置信息作为数据源,对区域的人口流动空间进行研究。这一研究的基础是获取社交网络上的非本地位置数据,即利用已发布在社交网络上的地理位置异于用户常在地数据,用以模拟城市间的短时人口流动情况,构建区域流动空间矩阵模型。

### 2.2.1 数据获取

通过编制爬虫程序采集2014年1月成渝城市群范围内的研究样本,采集的信息包括微博唯一编号、微博发送地的经纬坐标、微博注册地的城市代码等。最终运行爬虫程序,攻击到804 204个有效微博签到数据,并对存在的噪声(如广告)进行了去除。

### 2.2.2 数据处理

(1)数据采集的空间选择。数据的采集要保证对成渝城市群范围内的全覆盖。需要说明的是:①在重庆市市域范围内,将渝中、江北、南岸、九龙坡、沙坪坝、大渡口、北碚、渝北和巴南9个区统称为重庆主城,是重庆市的核心地区,因此本研究将以上9个区归并为“重庆主城”;②四川省资阳市下辖的简阳市于2016年归成都市代管,在此之前简阳市属资阳市。本研究使用的微博数据时间段为2014年1月,故将简阳市归为资阳市;③本研究已剔除绵阳的北川县、平武县、达州的万源市、雅安的天全县、宝兴县。但重庆市的“开县、云阳的部分地区”没有明确指出范围边界,加之开县和云阳2个区县总体发展水平较低,对整个研究区的微博流空间影响较小,故保留开县和云阳2个区县的全域。

(2)数据采集的时间跨度。为满足研究需要,数据采集的时间为2014-01-01至2014-01-31。该时段不仅包括正常工作日与休息日的两周时间(即1~15日),也包括中国每年最大规模的人口迁移时

段——春运(即16~31日)。因此,数据涵盖了不同类型时间段的微博位置信息,能够较为全面地概括研究区内微博流的空间特征。

## 2.3 数据交叉验证

为了验证微博数据的空间代表性,本文选择了夜晚灯光数据对微博签到数据进行了交叉验证。夜晚灯光遥感影像和人类活动存在密切联系,具备可视性、连续性、综合性的特点。灯光遥感影像上的明暗对比是城市化水平、人口规模、经济发展水平等多种因子综合作用的结果。

2014年夜晚灯光遥感影像图中(图1),颜色越深,表示该地夜晚灯光越强,社会经济越活跃;颜色越浅则表示夜晚灯光较弱,社会经济发展水平较低。成渝城市群的夜晚灯光遥感影像呈现出以成都、重庆为双核、各地级市为小区域中心的空间结构特征,即“双核多中心”的组团特征,这与微博空间结构特征(图2)相契合。因此,本文选取微博数据研究成渝城市群人口流动的影响因素具有一定的代表性。

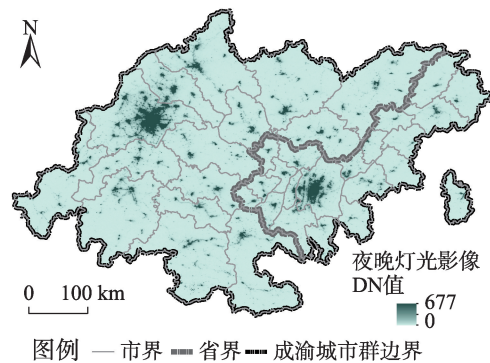


图1 夜晚灯光遥感

Fig. 1 Night lights from remote sensing

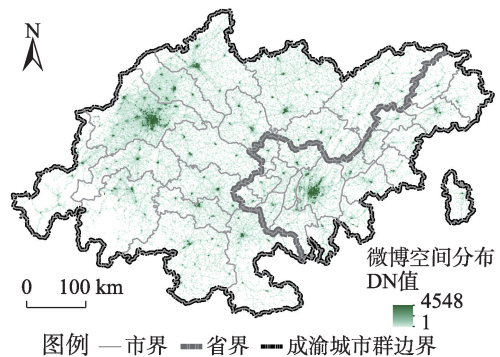


图2 微博空间分布

Fig. 2 The spatial distribution of micro-blog



## 2.4 研究方法

在新浪微博中,位置信息包括微博发送地、微博注册地两种类型。假设某一微博发送地为A市,该微博注册地为B市。如果A市与B市是同一城市(即 $A=B$ ),那么该条微博的发送者在该市市域范围内产生了空间上的移动;如果A市与B市不是同一城市(即 $A \neq B$ ),那么该条微博的发送者产生了跨市域范围的空间位移。本论文将人口流动的定义为:如果注册地为A市的社交网络用户在B市发布了一条位置信息,那么则认为观测到了该用户在AB之间的一次短时流动。若A市与B市之间的短时流动数量越大,则反映了两城市之间的联系越紧密。当微博发送地与注册地位于不同城市时,A市的人口流入量 $M_A$ 即注册地为非A市的微博用户在A市发送的微博信息总量;A市的人口流出量 $N_A$ 即注册地为A市的微博用户在非A市发送的微博信息总量;A市的跨市域人口流动量 $P_A$ 为A市的人口流入量与A市的人口流出量之和;A市的人口流动总量 $Q_A$ 为A市的跨市域人口流动量与A市市域范围内人口流量之和。

$$M_A = m_B + m_C + m_D + \dots + m_Z \quad (1)$$

式中: $M_A$ 为A市的人口流入量; $m_B, m_C, m_D, \dots, m_Z$ 分别代表注册地为B市、C市、D市...Z市(非A市)的微博用户在A市发送的微博信息量。

$$N_A = n_B + n_C + n_D + \dots + n_Z \quad (2)$$

式中: $N_A$ 为A市的人口流出量; $n_B, n_C, n_D, \dots, n_Z$ 分别代表注册地为A市的微博用户在B市、C市、D市、...、Z市(非A市)发送的微博信息量。

$$P_A = M_A + N_A \quad (3)$$

式中: $P_A$ 为微博发送地为A市的跨市域人口流动量,即微博发送地为A市且注册地为非A市的微博数量。

$$Q_A = P_A + R_A \quad (4)$$

式中: $Q_A$ 为微博发送地为A市的人口流动总量; $R_A$ 为微博发送地和注册地均为A市的人口流动量。

据此,若A市的人口流入量( $M_A$ )越大,则A市越具有吸引力;若A市的人口流出量( $N_A$ )越大,则反映了A市较其他城市吸引力越小;若A市的跨市域人口流动量( $P_A$ )越大,则反映了A市与其他城市的联系越密切,城际人口流动较频繁。

本文首先以成渝城市群各地级市为研究基点,依据一定的标准筛选提取基于地理位置信息服务(LBS)记录的新浪微博用户时空活动的大数据信

息。其次,依据提取的微博数据作为研究样本,分别采集研究样本的微博注册地与微博发送地,建立微博人口流动矩阵,并对数据进行标准化处理,构建成渝城市群各地级市之间的微博人口流动数据库。最后,借助ArcGIS软件将数据库的信息反映到成渝城市群空间上,进而分析微博人口流动的空间特征、表现形式及影响因素。

## 3 结果及分析

### 3.1 微博视角下的区域人口流动提取与特征分析

#### 3.1.1 区域人口流动提取

首先,根据微博发送地的地理坐标与行政区范围,获取微博发送地城市名和微博注册地城市名。其次,筛选出发源地为A市的所有微博,并统计出不同注册地在A市发送的微博数量。依此类推,分别统计出各个城市人口流动情况,最终构建人口流动矩阵(图3)。如图3所示,颜色越红表示人流量越大,颜色越蓝表示人流量越小。

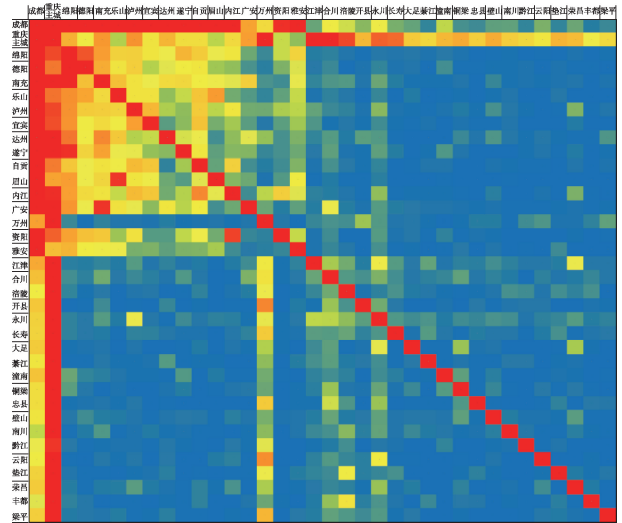


图3 人口流动矩阵

Fig. 3 The matrix of population flow

#### 3.1.2 区域人口流动特征分析

##### (1) 区域人口流动的等级差异明显

根据人口流动矩阵制作微博流量弦图(图4),不同颜色的曲线代表了不同城市的人口流动情况,圆弧上的刻度值代表人口流动总量 $Q_A$ (万人)。各城市代表的圆弧弧长越长, $Q_A$ 越大,人口流动越频繁;与A市颜色相同的曲线代表以A市为起始点,以曲线连接的其他城市为终点的A市的人口流出量 $N_A$ ;与A市颜色不同的曲线代表以其他城市为起



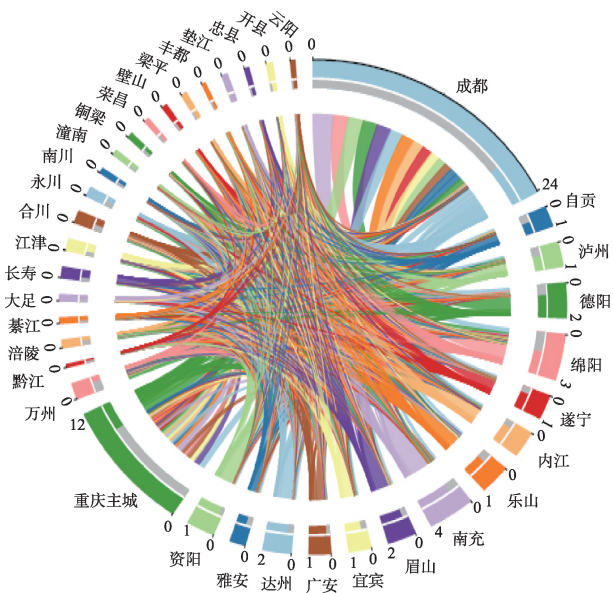


图4 微博流量

Fig. 4 The diagram of micro-blog flow

始点, A市为曲线连接终点的A市的人口流入量 $M_A$ 。

由图4可以看出,人口流动总量 $Q_A$ 与城市定位(表1)呈正相关关系,即城市等级越高,城市人口流动总量越大,城市人口流动总量随城市等级的降低而下降。人口流动总量大于10万的城市仅有成都市和重庆市,人口流动总量大于1万且小于10万的城市包括四川省的自贡、泸州、德阳、绵阳、遂宁、乐山、南充、眉山、宜宾、广安、达州和资阳,共12个地级市,人口流动总量小于1万的城市为除重庆主城以外的重庆市其他区县和四川省的内江和雅安2个市。

进一步分析发现,成都和重庆人口流动总量 $Q_A$ 均大于10万,但成都的人口流动总量约为重庆的人口流动总量的2倍。两城市的等级定位均为辐射带动城市,但是人口活跃程度存在较大差距。此外,城市定位为区域中心城市的黔江和万州,其人口流动总量小于1万,人口活跃程度较低;人口流动总量大于1万且小于10万的城市中,德阳、达州和遂宁定位为重要节点城市。虽然万州和黔江人口流动总量不及德阳、达州和遂宁,但它们分别是渝东北

和渝东南的区域中心,在小范围区域中起着至网络节点的作用,导致其成为区域中心城市。

(2)行政区划影响下的区域人口流动

根据人口流动矩阵绘制出的弦图显示,人口流动总量 $Q_A$ 超过1万人次的城市依次有成都、重庆主城、绵阳、德阳、南充、乐山、泸州、宜宾、达州9个地级市。值得注意的是,以上9个地级市的最大人口流动均在城市内部,即没有跨越地级市的行政边界,呈现出以行政区划为边界的特征,区域一体化程度不高。

由人口流动矩阵可知,成渝城市群内部的人口流量由大到小分别是:各地级市内部>省域内部>省际之间。以成都市为例,成都市内部人口流量 $R_A$ 已达162 175人次,由四川省省内流入成都市的人口流入量 $M_{A1}$ 为78 054人次,由重庆市全市流入成都市的人口流入量 $M_{A2}$ 仅为5700人次,其中重庆主城占2938人次。这表明一般地级市之间的人口流动主要以省域内部为主,省际间的人口流动则需要发挥区域中心城市的带动作用。行政区划影响下的人口流动在中小城市体现的尤为明显。

(3)“双核多中心”的组团模式

采用Kernel核密度分析法,搜索半径设定为默认值,对成渝城市群的微博活动空间进行分析(图5)。其中,颜色越深表示核密度越大,微博活动越集聚微博活跃程度越高,反之亦然。由核密度分析图可知,成渝城市群的微博活动空间呈现“双核多中心”的组团模式,以成都和重庆为双核,各地级市均有小组团。

具体来讲,成都市作为成渝城市群中四川省的“核”,辐射带动了德阳、绵阳、眉山、资阳等相邻地区;重庆主城作为成渝城市群中重庆市的“核”,主要辐射带动着渝西地区的发展,与渝东北渝东南的联系较少。此外,宜宾、泸州、雅安、万州、涪陵等市域范围内拥有一个组团,乐山、遂宁、云阳等市域范围内拥有2个组团,绵阳、德阳、内江等拥有3个及

表1 成渝城市群的城市定位

Tab. 1 City orientation of Chengdu-Chongqing urban agglomeration

城市定位	城市目录
辐射带动城市	重庆、成都
区域中心城市	万州、黔江、绵阳、南充、乐山、泸州、宜宾
重要节点城市	涪陵、长寿、江津、合川、永川、南川、綦江、大足、璧山、铜梁、潼南、荣昌、梁平、丰都、垫江、忠县、开县、云阳、达州、内江、自贡、德阳、眉山、遂宁、资阳、广安、雅安

注:来自2016年4月《成渝城市群发展规划》。

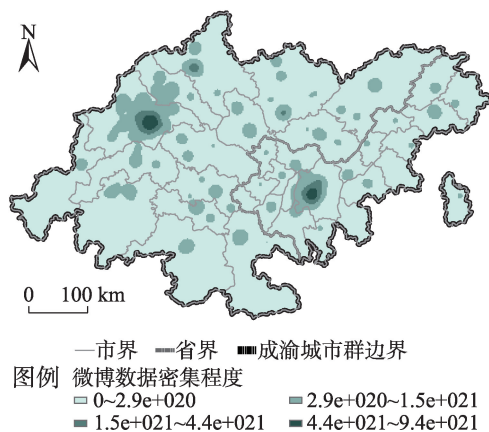


图5 微博活动空间密集度

Fig. 5 The density of Micro-blog activity

以上的组团。就组团数量而言,四川省各地级市明显多于重庆市各区县;就组团规模而言,四川省各地市明显大于重庆市各区县。这说明成渝城市群范围内,四川的微博人口活跃程度高于重庆市的微博人口活跃程度。

### 3.2 区域人口流动的影响因素研究

#### 3.2.1 地区生产总值

采用各地级市2014年GDP总量来反映社会经济发展水平,并将其由大到小进行排序,分析微博人口流动强度与社会经济发展水平的关系。如图6所示,横坐标为2014年各地级市微博人口流动强度的水平位序,越靠后表示该地级市的微博人口流动强度越低;主纵坐标表示2014年各地级市的微博人口流动总量(千人次)QA;次纵坐标表示各城市2014年经济总量(百亿元)。整体而言,微博人口流动强度与地区生产总值呈正相关关系,即随着地区生产总

值的增加,微博人口流动强度呈现出增强的趋势。

自然断点法(Natural Breaks)是基于数据固有的自然分组,将数据集中且不连续的裂点作为分级依据,对相似值进行恰当分组并在数值差异较大处设置边界,使得同一级别的数值具有一定的相似性,不同级别之间的差异最大化<sup>[30]</sup>。本文基于自然断点法将2014年地区生产总值分成三级:1.35百亿元~5.54百亿元为第三层级,5.54百亿元~15.79百亿元为第二层级,15.79百亿元~100.56百亿元为第一层级(图6)。成都和重庆主城属于第一层级;绵阳、德阳、乐山、眉山、南充、遂宁、资阳、内江、自贡、宜宾、泸州、广安、达州、涪陵、万州属于第二层级;其余城市为第三层级(图7)。由于成都和重庆主城分别是四川省和重庆市的经济中心,资本、技术、劳动力等要素在此大量汇集,集聚作用显著,辐射带动能力强,因此成都和重庆主城的经济总量和微博人口流动总量均远远高于其他城市。地区生产总值位于第二层级的城市中,绵阳、德阳、乐山、眉山、南充、遂宁、资阳、内江、自贡、宜宾、泸州、广安和达州的微博人口流动量位序为3~15,仅有涪陵和万州的微博人口流动总量位序靠后,分别为17和22。涪陵是连接渝西和渝东地区的枢纽,经济较发达;万州作为渝东北的区域核心城市得到了较为充足的发展,但由于网络通讯等基础设施建设较为滞后,其微博活跃程度较低。综上,微博人口流动强度与地区生产总值存在着相对一致性,说明经济发展是人口流动的重要动力,一切可能导致经济发展水平提升的因素均可间接导致人口流动的加剧。

#### 3.2.2 人口规模

人口规模是衡量城市等级的重要标准之一。通

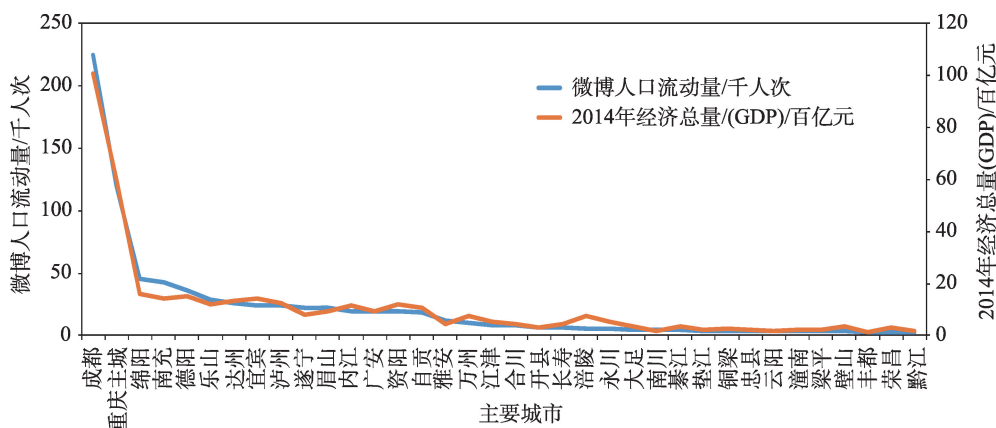


图6 微博流动强度与社会经济发展水平

Fig. 6 Comparisons of the intensity of micro-blog flow with the social-economic development level

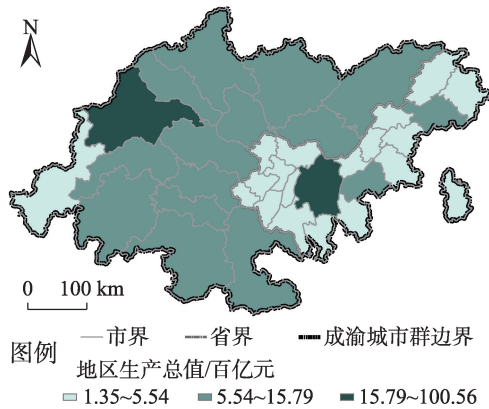


图7 各地级市地区生产总值

Fig. 7 The GDP of each district cities

过《重庆统计年鉴(2015)》和《四川统计年鉴(2015)》统计2014年成渝城市群中各地级市的年末户籍人口规模,采用自然断点法分析微博人口流动与人口规模的关系(图8)。将人口规模分为三级:户籍人口数量大于759万人为第一级,户籍人口数量大于175万人且小于759万人为第二级,户籍人口数量小于175万人为第三级。其中,成都为第一级城市;第二级城市包括四川省除雅安市以外的所有地级市和重庆主城;其余地级市划分到第三级城市。

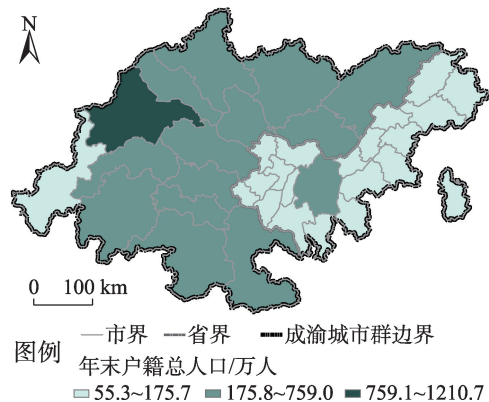


图8 各市户籍人口规模

Fig. 8 The size of city household register

成都市是成渝城市群范围内唯一一个户籍人口大于759万人的城市,其微博人口流动量位居第一且远远超过第二名。这说明成都市经济发展水平较高,基础配套设施完善,产业发展条件良好,能够吸引大量的人口汇集。微博人口流动量从大到小排序,重庆主城、绵阳、南充、德阳、乐山、达州、宜宾、泸州、遂宁、眉山、内江、广安、资阳、自贡分别位居2-14位,这些城市恰好为人口规模第二级的城市。因此,微博人口流动量与人口规模关系最为密

切。换言之,人口规模的大小在一定程度上就决定了微博人口流动量的大小。

### 3.2.3 交通联系

将微博矢量数据栅格化,可以发现大量的微博位置信息大致勾勒出成渝城市群的交通网络,成都、重庆主城、遂宁、泸州等交通节点城市凸显(图9),微博流动空间与交通联系网络存在一定关联。以上研究表明成都和重庆主城具备较强的辐射带动能力,对周边地区的社会经济发展影响较大。因此,抓取百度地图中两城市与其他城市之间的城际交通耗时时长(高速优先),从而分析交通联系与微博人口流动的关系(图10)。将耗时时长划分为60 min以内、61~90 min、91~120 min、121~150 min及150 min以上5个等级;将耗时时长小于90 min的城市定义为联系较强的城市,时长大于90 min的城市定义为联系较弱的城市。

成都市与眉山市的交通联系最紧密,与德阳、

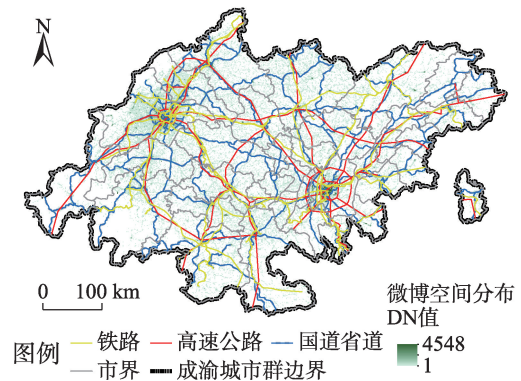


图9 交通网络与微博空间关系

Fig. 9 The relationship between traffic network and Micro-blog space

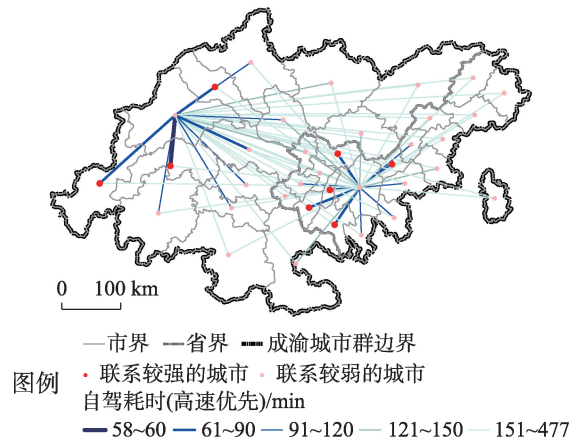


图10 成都和重庆主城的交通联系

Fig. 10 The strength of the transport links



雅安、资阳的联系次之;重庆主城与合川、长寿、璧山、永川、江津的交通联系最紧密。与微博流量弦图比对可知,成都市的微博信息与南充、绵阳、资阳、德阳和眉山的地理关联性较强;重庆主城的微博信息与重庆市其他各区县的地理关联性较强,其中与永川、长寿、江津、合川、荣昌和垫江的关联性较明显。可以发现:交通联系越紧密,两城市的人口流动越频繁,微博流动空间的地理关联性越强。交通作为人口流动的重要载体,对微博人口流动的活跃程度会产生重要影响。

## 4 结论与讨论

本文研究结果表明新型的新浪微博签到的地理位置数据被成功应用于成渝城市群的空间结构特征分析,结合传统的社会经济统计数据进一步获取了区域人口流动的影响因素。就空间结构而言,成渝城市群的人口流动呈现出显著的等级差异特征,具体表现为人口流动强度与城市等级的相对一致性,以及人口流动方向与行政区域划分的关联性。一般来说,城市等级越高,人口流动强度最大,并且有极大可能成为人口流入的主要地区。进一步研究发现,成渝城市群的微博空间结构模式为“双核多中心”,这与《成渝城市群发展规划》提出的“双核三区、一轴两带”空间发展格局大致契合。值得注意的是,本文发现重庆主城、黔江、万州等城市的微博空间与实体城市等级并不完全一致。因此,在成渝城市群的初级发展阶段,应充分考虑城市实际发展水平和发展定位之间的关系,以推动区域协调发展。

就人口流动的影响因素而言,成渝城市群微博人口流动的强度与方向同社会经济发展水平呈现出相对一致性,地区生产总值、人口规模和交通联系是影响人口流动的3个重要因子。总体而言,四川省各市的发展水平优于重庆市各区县,四川各市的微博活跃程度高于重庆各区县。此外,一地区承担着次区域中心功能或交通枢纽功能时,其微博人流空间形态与社会经济发展水平的关联性不尽相同。为进一步增强区域人口活跃度,促进成渝城市群一体化发展,应重点考虑以上3个因子。

已有研究表明,区域网络空间不是地理实体空间的简单投影<sup>[31]</sup>,微博网络所呈现出的特征是社会经济因子综合作用的结果,社会经济因素、原有城市等级在城市群网络空间的塑造中仍然发挥作用。此外,本文关注城际之间的人口流动,暂未涉

及城市内部的人口流动问题,在未来的研究中均有待深入挖掘和分析。

### 参考文献(References):

- [1] Graham M. Neogeography and the palimpsests of place: Web2.0 and the construction of a virtual earth[J]. Tijdschrift Voor Economische en Sociale Geografie, 2010,101(4):422-436.
- [2] Haklay M, Singleton A, Parker C. Web mapping 2.0: The neogeography of the geoweb[J]. Geography Compass, 2008,2(6):2011-2039.
- [3] Pinto N, António P A, Roca J. Applicability and calibration of an irregular cellular automata model for land use change[J]. Computers, Environment and Urban Systems, 2017,65:93-102.
- [4] Arribasbel D, Sanz Gracia F. The validity of the monocentric city model in a polycentric age: US metropolitan areas in 1990, 2000 and 2010[J]. Urban Geography, 2014,35(7):980-997.
- [5] Melo P C, Graham D J, Graham. Transport-induced agglomeration effects: Evidence for US metropolitan areas [J]. Regional Science Policy and Practice, 2018,10(1):37-47.
- [6] 方创琳.城市群空间范围识别标准的研究进展与基本判断[J].城市规划学刊,2009,4(3):1-5. [ Fang C L. Research progress and general definition about identification standards of urban agglomeration space[J]. Urban Planning Forum, 2009,4(3):1-5. ]
- [7] 宋吉涛,方创琳,宋敦江.中国城市群空间结构的稳定性分析[J].地理学报,2006,61(12):1311-1325. [ Song J T, Fang C L, Song D J. Spatial structure stability of urban agglomerations in China[J]. Acta Geographica Sinica, 2006,61(12):1311-1325. ]
- [8] 姚士谋,陈爽.长江三角洲地区城市空间演化趋势[J].地理学报,1998,53(S):1-10. [ Yao S M, Chen S. The trend of urban spatial evolution in the Yangtze river delta[J]. Acta Geographica Sinica, 1998,53(S):1-10. ]
- [9] 王志宪,虞孝感,徐科峰.长江三角洲地区可持续发展的态势与对策[J].地理学报,2005,60(3):381-391. [ Wang Z X, Yu X G, Xu K F. Situation and suggestions of sustainable development in the Yangtze river delta[J]. Acta Geographica Sinica, 2005,60(3):381-391. ]
- [10] 蔺雪芹,方创琳.城市群工业发展的生态环境效应分析——以武汉城市群为例[J].地理研究,2010,29(12):2233-2243. [ Lin X Q, Fang C L. Research on the eco-environment effect of industrial development in city group: A case of Wuhan city group[J]. Geographical Research, 2010,29(12):2233-2243. ]
- [11] 陈浩,陆林,郑嬿婷.基于旅游流的城市群旅游地旅游空间网络结构分析:以珠江三角洲城市群为例[J].地理学报,2011,66(2):257-266. [ Chen H, Lu L, Zheng S T. Spatial network structure of the tourism destinations in urban agglomerations based on tourist flow: A case study of the

- Pearl river delta[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2011,66(2): 257-266. ]
- [12] 方创琳.中国西部地区城市群形成发育现状与建设重点[J]. *干旱区地理*, 2010,33(5):667-675. [ Fang C L. Development status and key points of construction of urban agglomerations in west regions of China[J]. *Arid Land Geography*, 2010,33(5):667-675. ]
- [13] 何丰.成渝城市群空间结构与发展趋势研究[D].成都:四川省社会科学院,2016. [ He F. Research on spatial structure and development trend of Chengdu-Chongqing urban agglomeration[D]. Chengdu: Sichuan Academy of Social Sciences, 2016. ]
- [14] 程前昌.成渝城市群的生长发育与空间演化[D].上海:华东师范大学,2015. [ Cheng Q C. Growth and spatial evolution of Chengdu-Chongqing urban agglomeration[D]. Shanghai: East China Normal University, 2015. ]
- [15] 蒋奕廷,蒲波.基于引力模型的成渝城市群吸引力格局研究[J]. *软科学*, 2017,31(2):98-102. [ Jiang Y T, Pu B. Analysis of attraction pattern in Chengdu-Chongqing urban agglomeration based on a gravity model[J]. *Soft Science*, 2017,31(2):98-102. ]
- [16] 王春杨,吴国誉,张超.基于DMSP/OLS夜间灯光数据的成渝城市群空间结构研究[J]. *城市发展研究*, 2015,22(11):20-24. [ Wang C Y, Wu G Y, Zhang C. Research on spatial structure of the Chengdu-Chongqing urban agglomeration based on the DMSP/OLS night-time light data[J]. *Urban Development Studies*, 2015,22(11):20-24. ]
- [17] 杨任飞,罗红霞,周盛,等.夜间灯光数据驱动的成渝城市群空间形成过程重建及分析[J]. *地球信息科学学报*, 2017,19(5):653-661. [ Yang R F, Luo H X, Zhou S, et al. Restoring and analyzing the space forming process of Chengdu-Chongqing urban agglomeration by using DMSP/OLS night-time light data[J]. *Journal of Geo-information Science*, 2017,19(5):653-661. ]
- [18] 方创琳.中国城市群研究取得的重要进展与未来发展方向[J]. *地理学报*, 2014,69(8):1130-1144. [ Fang C L. Progress and the future direction of research into urban agglomeration in China[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2014, 69(8):1130-1144. ]
- [19] Lin J, Cromley R G. Evaluating geo-located Twitter data as a control layer for areal interpolation of population[J]. *Applied Geography*, 2015,58(2):41-47.
- [20] Wong D W S, Huang Q Y. "Voting with their feet": Delineating the sphere of influence using social media data[J]. *International Journal of Geo-information*, 2017,6(11):325-341.
- [21] Graham M, Stephens M, Hale S. Featured graphic: Mapping the geoweb: A geography of Twitter[J]. *Environment And Planning A*, 2013,45(1):100-102.
- [22] 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. [ Wang B, Zhen F, Xi G L, et al. A study of cyber-geography based on Micro-blog users' relationship: With a case of Micro-blog[J]. *Geographical Research*, 2013,32(2):380-391. ]
- [23] 王录仓,严翠霞,李巍.基于新浪微博大数据的旅游流时空特征研究——以兰州市为例[J]. *旅游学刊*, 2017,32(5): 94-105. [ Wang L C, Yan C X, Li W. Research on spatial-temporal characteristics of tourist flow based on Sina Micro-blog LBS data: A case study of Lanzhou[J]. *Tourism Tribune*, 2017,32(5):94-105. ]
- [24] 宁鹏飞,万幼川,任福.面向新浪微博签到数据的时空热点事件检测方法[J]. *测绘与空间地理信息*, 2017,40(9): 33-37. [ Ning P F, Wan Y C, Ren F. Sina Micro-blog for the data of time and space hot event detection method[J]. *Geomatics and Spatial Information Technology*, 2017,40(9):33-37. ]
- [25] 韩华瑞,代侦勇.湖北省微博签到活动空间差异分析——以新浪微博为例[J]. *测绘与空间地理信息*, 2016,39(10): 159-162. [ Han H R, Dai Z Y. The analysis of space difference of check-in activities in Hubei province: An empirical analysis of Sina Micro-blog[J]. *Geomatics and Spatial Information Technology*, 2016,39(10):159-162. ]
- [26] 甄峰,王波,陈映雪.基于网络社会空间的中国城市网络特征——以新浪微博为例[J]. *地理学报*, 2012,67(8):1031-1043. [ Zhen F, Wang B, Chen Y X. China's city network characteristics based on social network space: An empirical analysis of Sina Micro-blog[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2012,67(8):1031-1043. ]
- [27] 王贤文,王虹茵,李清纯.基于地理位置大数据的京津冀城市群短期人口流动研究[J]. *大连理工大学学报(社会科学版)*, 2017,38(2):105-113. [ Wang X W, Wang H Y, Li Q C. Location based big data analysis of the short-term population flow of Beijing, Tianjin and Hebei urban agglomeration[J]. *Journal of Dalian University of Technology*, 2017,38(2):105-113. ]
- [28] 李长风.基于社交网络位置数据的区域流动空间特征研究——以长三角城市群为例[J]. *上海城市规划*, 2014(5): 44-50. [ Li C F. Study on the regional space of flows based on location data from social network: A case study of city group of Yangtze river delta[J]. *Shanghai Urban Planning Review*, 2014(5):44-50. ]
- [29] 甄峰,王波."大数据"热潮下人文地理学研究的再思考[J]. *地理研究*, 2015,34(5):803-811. [ Zhen F, Wang B. Re-thinking human geography in the age of big data[J]. *Geographical Research*, 2015,34(5):803-811. ]
- [30] 武增海,李涛.高新技术开发区综合绩效空间分布研究——基于自然断点法的分析[J]. *统计与信息论坛*, 2013, 28(3):82-88. [ Wu Z H, Li T. The comprehensive performance evaluation of the high-tech development zone: Analysis based on the natural breakpoint method[J]. *Statistics and Information Forum*, 2013,28(3):82-88. ]
- [31] 汪明峰,宁越敏.网络信息空间的城市地理学研究:综述与展望[J]. *地球科学进展*, 2002,17(6):854-863. [ Wang M F, Ning Y M. The urban geography of cyberspace: Review and prospect[J]. *Advances in Earth Science*, 2002,17(6): 854-863. ]