

成渝地区双城经济圈要素流动 障碍水平测度及影响因素

张 扬^{1,2,3}, 陈雨露⁴, 王兴平¹, 龚 杰⁵, 姬萌荣², 赵晶晶⁶

(1. 东南大学建筑学院, 南京 210096; 2. 成都理工大学地理与规划学院, 成都 610059; 3. 自然资源部
国土空间智能规划技术重点实验室, 上海 200092; 4. 成都市经济发展研究院, 成都 610072;
5. 重庆工商大学公共管理学院, 重庆 400067; 6. 深圳大学建筑与城市规划学院, 深圳 518060)

摘要: 促进城市群要素自由有序流动, 提高资源配置效率是双循环背景下推动高质量发展的必然要求。以成渝地区双城经济圈为研究区, 集成百度人口迁徙、快递物流网络、百度指数等多源大数据建立要素流动强度实测方法, 利用修正引力模型模拟自然状态下要素流动强度, 构建要素流动障碍指数测度城市间要素流动障碍水平, 并借助QAP回归分析探讨要素流动障碍的影响因素。结果表明: (1) 在实测要素流和模拟要素流网络中, 重庆—成都关联区间要素流动强度最高, 两市与其他地级市组成的关联区间次之, 均高于其他地级市组成的关联区间。(2) 四川省内大多数城市之间的要素流动存在促进作用, 而重庆市与四川省内大多数城市之间的要素流动存在阻碍作用。(3) 成渝地区双城经济圈要素流动障碍水平受体制、社会、政策、设施、空间等多方面因素的共同影响, 行政分割、城乡结构差异易形成城市间要素流动壁垒; 道路设施互联互通、空间邻近有助于促进要素在城市间的高效流动, 而行政级别高的中心城市对要素流动具有较强的支配作用。据此, 针对破除成渝地区双城经济圈要素流动障碍, 提出若干对策建议。

关键词: 要素流动障碍; 流空间; 改进引力模型; QAP; 成渝地区双城经济圈

当前, 中国经济已由高速增长转向高质量发展阶段, 更加注重提高增长的质量和效益。自然资源、劳动力、资本、技术、数据、管理等要素作为区域经济增长的基础支撑, 其流动状态深刻影响区域资源有效配置与经济高质量增长^[1,2]。2020年3月中共中央、国务院印发《关于构建更加完善的要素市场化配置体制机制的意见》, 提出促进要素自主有序流动和提高要素配置效率。国家“十四五”规划纲要也将促进资源要素顺畅流动作为畅通国内大循环的关键任务之一。由此可见, 在“双循环”背景下, 以要素市场化配置改革为抓手, 促进各类要素在更大范围内合理流动和高效集聚, 成为实现高质量发展的重要动力源泉。

城市群是中国新型城镇化的空间主体, 也是区域发展的重要引擎和增长极, 发挥着对各类要素的集聚与扩散功能^[3,4]。然而中国自1978年改革开放以来形成的以行政区为基础的经济发展模式, 即“行政区经济”的长期存在对要素自由流动存在一定的限制作用, 不同行政区之间要素流动存在壁垒^[5,6]。城市群与行政区在空间上存在典型的交叉不重

收稿日期: 2023-07-24; 修订日期: 2024-01-11

基金项目: 国家自然科学基金项目(52078115); 四川省软科学研究计划项目(2023JDR0094)

作者简介: 张 扬(1992-), 男, 河南周口人, 博士, 助理研究员, 硕士生导师, 研究方向为地理大数据挖掘。

E-mail: zhangyang2021@seu.edu.cn

通讯作者: 王兴平(1970-), 男, 陕西宝鸡人, 博士, 教授, 博士生导师, 研究方向为新型城镇化与新型城乡空间。

E-mail: wxpsx@seu.edu.cn

叠关系^[7],中国布局的19个国家级城市群共涉及200多个地级及以上城市,地跨两个及以上省级行政区的城市群就多达11个,城市群要素流动问题尤其值得关注。迫切需要开展城市群要素流动障碍及其影响机制研究,为推进要素市场化配置改革和促进高质量发展提供理论与方法支撑。

随着全球化和城市化的发展以及交通、通讯设施的日益完善,城市间各类要素流动的强度、频次明显增加^[8]。Castells^[9]于1989年提出了“流空间”的概念,将其定义为以要素流动构成的空间形式,而后引发了学者们对要素流动的广泛关注^[10,11]。城市间要素流动的种类和形式多样,包括人流、物流、交通流、资金流、技术流、信息流、旅游流等,其中人流、物流、信息流是城市间最重要的三种要素流,同时也可作为其他要素流的载体,被认为能综合反映区域流空间特征^[10,12-15]。在要素流动强度测度方面,目前有模拟法和实测法两类测度方法。模拟法主要根据GDP、人口总量等社会经济指标,借助引力模型、断裂点模型等模拟各类要素流动强度,如Wang等^[16]利用改进引力模型模拟了中国华东地区城市间人口迁徙规模。实测法则是将人口迁徙数据、快递物流数据、互联网数据等对某类要素流动具有表征意义的大数据视为实际流动强度,如孟浩等^[17]基于城市间的百度搜索指数刻画了淮海经济区20个地级市之间的信息联系强度。Capello等^[18]定义了城市网络外部性的概念,即城市可以通过地域功能网络所产生的协同和互补效应而获益,而要素流动是形成城市网络外部性的关键之一^[19]。在要素流动影响因素方面,不少学者借助Tobit模型、地理探测器、QAP(Quadratic Assignment Procedure, QAP)模型等对各类要素流动强度的影响因素进行分析,认为城市属性、城际差异、空间距离、政策引导等均可能对要素流动强度产生影响,不同类型要素流动强度的影响因素也不相同^[20-22]。如幸丽君等^[23]建立了湖北省人流、物流、资金流、信息流网络结构影响因素的QAP回归模型,识别出企业发展和产业结构是多维网络产生共性的主要原因,交通可达、经济发展和社会服务因素是多维网络产生差异性的主要原因。也有一些研究关注了要素流动障碍问题^[24-26],认为要素流动障碍是要素区际自由流动和均衡配置受到的阻碍作用,并基于定性分析将要素流动障碍的根本原因归结为行政分割和地方保护主义^[27]。综合来看,目前仍缺少针对要素流动障碍水平的定量测度方法,且对要素流动障碍的影响因素及其作用机制也仅停留在定性分析层面。

成渝地区双城经济圈是中国西部第一个国家级城市群,承担着建设西部高质量发展增长极的历史使命。但由于资源禀赋、历史条件等方面的因素,成渝地区双城经济圈在一体化发展水平上与长三角、珠三角、京津冀三大城市群存在较大差距,要素流动受到诸多限制,在一定程度上制约着高质量发展动能的释放^[28,29]。本文以成渝地区双城经济圈为研究区,集成统计数据与百度人口迁徙、中国智能物流骨干网快递物流、百度指数等多源大数据,分析比较城市间实测要素流强度、模拟要素流强度差异,构建要素流动障碍指数进行要素流动障碍水平测度,利用QAP回归分析定量识别要素流动障碍的影响因子并分析其作用机制,以期为构建成渝地区双城经济圈要素自由有序流动与一体化发展新格局提供决策依据。

1 研究方法与数据来源

1.1 研究区概况

根据《成渝地区双城经济圈建设规划纲要》,成渝地区双城经济圈规划范围包括重

庆市的中心城区及部分其他区(县),四川省的成都、自贡、泸州、德阳、遂宁、内江、乐山、南充、眉山、宜宾、广安、资阳等13市的市域范围以及雅安市、绵阳市、达州市的部分区县,总面积为18.5万 km^2 (图1)。2019年常住人口与地区生产总值分别占全国的6.9%与6.3%,是中国西部人口最密集、产业基础最雄厚的区域。考虑到市域是开展地区横向经济合作与进行资源配置的主要层级^[30],本文参考相关研究^[31],以成渝地区双城经济圈涉及的16个市为研究区,并不区分各城市是否完全纳入成渝地区双城经济圈规划范围。

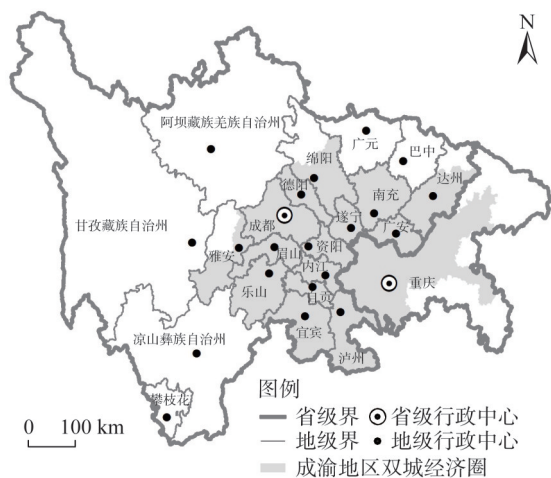


图1 研究区示意图

Fig. 1 Study area (Chengdu-Chongqing Economic Circle)

1.2 数据来源

研究使用的多源大数据主要包括百度人口迁徙、中国智能物流骨干网快递物流、百度指数等三种类型的联系数据。其中,百度人口迁徙数据基于定位服务技术记录不同时间段各城市人口流动方向与数量,是人口流动、城市网络研究的常用大数据来源^[32],本文利用该数据反映研究区城市间的人口迁入迁出规模。中国智能物流骨干网是国内最大的社会化物流平台,该平台在城市之间建立多条动态快递物流运输线路,成为物流“关系数据”新来源^[33],通过对各城市逐一检索获取了研究区各城市间有向物流线路数目。百度指数数据为通过百度搜索引擎(移动+电脑端)对相关城市进行搜索的搜索量,可反映搜索发生城市与搜索城市之间的信息联系^[34],具体采集方法为以每个城市为关键词,检索其他城市对该城市的日搜索量。为了避免新型冠状病毒肺炎疫情(以下简称“疫情”)防控政策对人员流动带来的影响,百度人口迁徙数据选用时间段为疫情发生前两周(2020年1月1日至14日),充分考虑工作日、休息日和节假日的人口迁入迁出情况。有向物流线路数据和百度指数数据采集时间分别为2022年5月和2021年3月,对应时段研究区内各城市均未涉及疫情风险区,并分别排除了重大商业节庆活动和网络舆情事件干扰。此外,研究使用的经济和社会各方面的统计数据来自于《四川统计年鉴2022》《重庆统计年鉴2022》,其时间与本文使用的多源大数据获取时间最为接近。

1.3 研究方法

1.3.1 实测要素流

城市间单一要素的流入与流出具有方向上的差异,实测要素流强度应消除单一要素流的有向性。因此,城市间人流、物流、信息流强度 P_{ij} 、 M_{ij} 、 I_{ij} 可分别由以下公式计算得到:

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

$$M_{ij} = M_{ij} + M_{ji} \quad (2)$$

$$I_{ij} = I_{ij} + I_{ji} \quad (3)$$

式中: P_{ij} 和 P_{ji} 分别为由城市 i 流向城市 j 和由城市 j 流向城市 i 的百度人口迁徙规模指数;

M_{ij} 和 M_{ji} 分别为由城市*i*发往城市*j*和由城市*j*发往城市*i*的快递物流运输线路数量(条);
 I_{ij} 和 I_{ji} 分别为城市*i*对城市*j*和城市*j*对城市*i*的百度搜索指数。

人流、物流、信息流是城市间最主要的三种要素流动形式,也是其他要素的重要载体^[10,30]。因此,本文构建综合要素流强度 F_{ij} 反映城市间的实测要素流动强度。在统一化消除数据量纲影响后,采用主成分分析法计算三种单一要素流构成比例,将三者的加权平均值作为综合要素流强度 F_{ij} ,计算公式为:

$$F_{ij} = \alpha P_{ij} \times \beta M_{ij} \times \gamma I_{ij} \quad (4)$$

式中: F_{ij} 为城市*i*和城市*j*之间综合要素流强度; α 、 β 、 γ 分别为由主成分分析法计算得到的人流、物流、信息流的构成比例。

1.3.2 模拟要素流强度

引力模型是基于万有引力定律提出的以衡量区域间联系强度的理论模型,被广泛应用于距离衰减效应和空间相互作用的研究中^[35,36]。引力模型对城市间联系的量化建立在无障碍作用的假设之上^[37]。本文对经典引力模型进行修正,将城市的社会经济规模作为城市的“质量”。在修正引力模型中,城市间要素流动强度 F'_{ij} 仅与两个城市的社会经济规模以及城市间的距离有关,可视为自然状态下城市间的要素流动强度^[38]。由于该要素流动强度为通过修正引力模型模拟得到,称之为模拟要素流强度,计算公式为:

$$F'_{ij} = \frac{\sqrt{P_i \times E_i} \times \sqrt{P_j \times E_j}}{D_{ij}} \quad (5)$$

式中: F'_{ij} 为城市*i*和城市*j*之间模拟要素流强度; P_i 、 P_j 分别代表城市*i*、城市*j*的人口总数(万人); E_i 、 E_j 分别为城市*i*、城市*j*的GDP总量(亿元); D_{ij} 为两个城市间的地理距离(km),考虑到成渝地区城市间交通以公路为主, D_{ij} 取城市*i*和城市*j*之间的最短公路距离。

1.3.3 要素流动障碍指数

图论是数学的一个分支,它以由若干给定的点及连接两点的线所构成的图研究对象,其中点代表事物,连接两点的线表示相应两个事物间具有的关系^[39]。基于图论理论,以成渝地区双城经济圈16个城市为节点,以城市间要素流动为边建立成渝地区双城经济圈要素流动网络,边的权重为实测或模拟要素流动强度。由于实测要素流强度与模拟要素流强度分别表示实际情况下与自然状态下的要素流动强度,在相应的要素流动网络中,两者边的权重占比往往存在差异^[40]。这种差异可表示城市间实际要素流动强度相对自然状态下要素流动强度的偏差,反映了实际要素流动受到的阻碍或促进程度。据此进一步构建要素流动障碍指数 O_{ij} ,其计算公式为:

$$O_{ij} = \frac{F'_{ij}}{\sum_{i=1, j=1}^{16} F'_{ij}} \div \frac{F_{ij}}{\sum_{i=1, j=1}^{16} F_{ij}} - 1 \quad (6)$$

式中: O_{ij} 表示城市*i*与*j*之间的要素流动障碍指数。若 $O_{ij} > 0$,表示城市*i*和城市*j*之间要素流动存在障碍, O_{ij} 的值越大,要素流动受到的阻碍作用越大;若 $O_{ij} < 0$,表示城市*i*和城市*j*之间要素流动存在促进作用, O_{ij} 的值越小,要素流动受到的促进作用越大;若 $O_{ij} = 0$,表示城市*i*和城市*j*之间要素流动等同于自然状态。

1.3.4 QAP回归分析

二次指派程序（QAP）以对矩阵数据的置换为基础，通过比较各个方阵对应的格值来测量“关系”之间的关系，是一种随机化检验方法^[41]。以重新抽样为基础，QAP分析可以避免关系数据回归带来的共线性问题，被广泛应用于经济学、社会学、旅游学等研究领域^[42-44]。其中，QAP回归分析研究多个矩阵和一个矩阵之间的回归关系，并检验 R^2 与回归系数是否具有显著性意义。

总结已有文献关于各类要素流动强度、障碍影响机制研究成果，同时结合成渝地区双城经济圈发展的阶段特征，从体制、经济、社会、文化、政策、设施6个方面选择8个自变量。其中，行政区划关系、行政级别差异、文化邻近性、是否属同一都市圈为二值矩阵，其他变量为差值矩阵。建立因变量（ O_{ij} ）及8个自变量的16×16关系矩阵，借助Ucinet 6.0软件进行QAP回归分析，探究要素流动障碍的影响因素并分析其作用机制。各变量定义与测度方法如表1所示。

2 结果分析

2.1 实测要素流动强度

2.1.1 单一要素流强度

由式（1）~式（3）计算得到成渝地区双城经济圈城市间的人流、物流、信息流强度，并利用自然断裂点分级方法分为5个等级（图2）。在人流网络中，成都—德阳、成

表1 QAP回归模型自变量定义与测度方法
Table 1 Definition and measurement of variables in the QAP regression model

变量类型	变量	缩写	定义与测度	变量典型性描述
体制	行政区划关系	ADR	若两市属于同一省级行政区，则ADR=0，否则为1	行政分割对要素自由流动的阻碍作用 ^[6]
	行政级别差异	ALD	若两市行政级别相等，则ALD=0，否则为1	不同行政等级城市的要素支配能力存在差异 ^[1]
经济	人均GDP之差	D_GDP	两市人均GDP的差值的绝对值	人均GDP水平差异是促进城市间要素流动的动力之一 ^[16]
	产业结构相似度	ISS	两市产业同构系数，计算方法详见文献 [45]	产业结构差异越大，劳动力、资源等要素的城际流动就越频繁 ^[23]
社会	城镇化率之差	D_UA	两市城镇化率的差值的绝对值	中国城乡二元结构对要素流动影响深远 ^[46]
文化	文化邻近性	CD	若两市属于同一文化区，则CD=0，否则为1	文化邻近对要素流动尤其是人口流动具有促进作用 ^[47]
政策	是否属同一都市圈/经济区	MA	若两市属于同一都市圈或经济区，则MA=0，否则为1	一体化政策对要素流动与高效集聚的推动作用 ^[48]
设施	平均车速	AV	两市间平均汽车行驶速度，通过电子地图平台查询	交通成本对要素流动产生阻力 ^[21]

注：1. 成渝地区双城经济圈文化地理分区包括巴文化区（主要包括重庆市、南充市、广安市、达州市）和蜀文化区（主要包括成都市、自贡市、泸州市、德阳市、绵阳市、遂宁市、内江市、乐山市、眉山市、宜宾市、雅安市、资阳市）^[49]；2. 目前已印发的《成都都市圈发展规划》（2021年11月）范围包括成都市、德阳市、眉山市、资阳市，《重庆都市圈发展规划》（2022年8月）范围涉及重庆市和广安市；此外，四川省五大经济区划分参考四川省委、省政府印发的《关于实施“一干多支”发展战略推动全省区域协同发展的指导意见》（2018年11月）。

都—眉山、重庆—成都等3个关联区间的人流强度位于最高层级，显著高于其他关联区间，城市之间人口流动规模最大；在人流强度最高的10个关联区间中，除重庆—广安关联区间以外，均涉及成都市。在物流网络中，重庆—成都关联区间的物流强度远高于其他关联区间；其他物流强度较高的主要为重庆市、成都市与其他地级市的关联区间，且重庆市与14个地级市之间的物流强度相对更高。在信息流网络中，重庆—成都关联区间的信息流强度较大幅度强于其他关联区间；其他信息流强度较高的主要为成都市与其他地级市的关联区间。14个地级市两两之间的人流、物流、信息流强度均为中等或以下水平。比较来看，人流强度位于最低等级的关联区间占到了绝大多数，而不同等级物流和信息流强度的关联区间数量相对更为均衡。成都市对人流、信息流的集聚和辐射能力最强，而重庆市在物流网络中支配地位突出。

2.1.2 综合要素流强度

由式（4）计算得到成渝地区双城经济圈综合要素流强度，并利用自然断裂点分级方法分为5个等级（图3）。涉及重庆市、成都市的关联区间综合要素流强度均为最高和较高层级，其综合要素流强度之和达到成渝地区双城经济圈综合要素流总强度的32.56%，且重庆市、成都市分别是3个、13个城市的最大综合流联系指向城市。此外，由部分相邻城市组成的关联区间（德阳—绵阳、自贡—宜宾、自贡—内江、泸州—宜宾）综合要素流强度也为较高层级；而中等及以下层级综合要素流强度主要为14个地级市两两组成的关联区间。由此可见，在综合要素流网络中，成都市、重庆市呈现明显的双核结构，且成都市的核心地位更为突出。

2.2 模拟要素流动强度

采用式（5）计算2020年成渝地区双城经济圈16个城市之间模拟要素流强度，利用自然断裂点分级方法将其分为5个等级（图4）。可以看出，受社会经济规模及地理距离的影响，不同城市对的模拟要素流强度差异显著。仅重庆—成都模拟要素流强度位于最高层级，显著高于其他城市之间模拟要素流强度；其次为重庆—广安、重庆—泸州、重庆—达州、重庆—南充、成都—德阳、成都—眉山等由重庆市、成都市与个别邻近地级

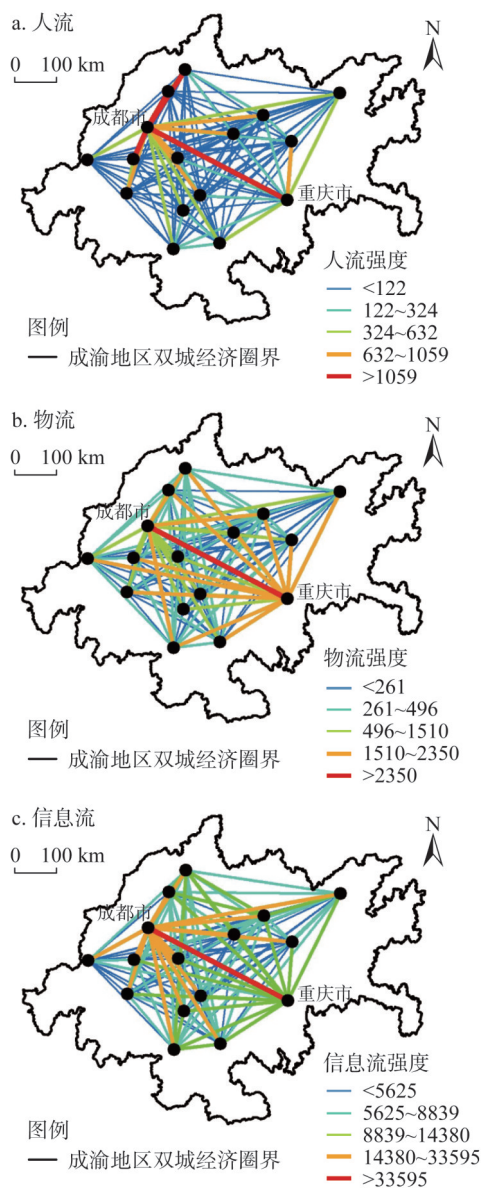


图2 单一要素流强度

Fig. 2 Network connection topology diagram from the perspective of single-flow

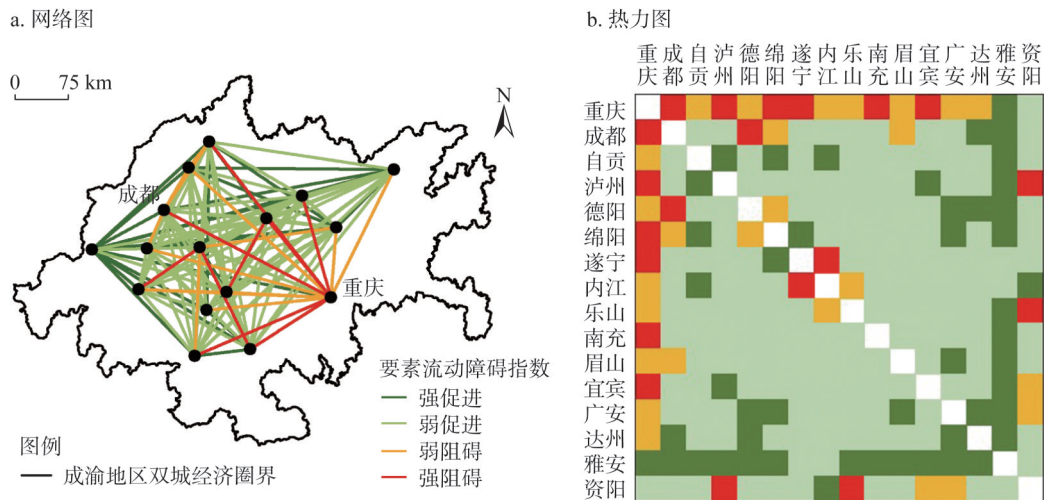


图5 要素流动障碍指数

Fig. 5 Factor flow barrier index of the Chengdu-Chongqing Economic Circle

用。其中，位于成渝地区双城经济圈西南边缘的雅安市与其他城市之间要素流动均表现为促进作用且多为强促进，这可能与作为川西咽喉和西藏门户的独特区位条件有关。在22个 O_{ij} 为正的关联区间中，涉及重庆市的关联区间有13个，表明重庆市与四川省内大多数城市之间要素流动存在障碍作用；涉及成都市和资阳市的关联区间均为4个，而这两个城市分别是成渝地区双城经济圈内城镇化率最高和最低的城市；其余为德阳—绵阳、遂宁—内江、内江—乐山等3个关联区间。

2.4 要素流动障碍影响因素

2.4.1 QAP回归结果

以2000作为随机置换次数，基于QAP回归分析得到成渝地区双城经济圈要素流动障碍影响因素回归分析结果（表2）。QAP回归模型结果中 R -square和Adj R -Square分别为0.42502和0.40511，模型效果良好。

在体制方面，行政区划关系变量的标准化系数为0.67201，在1%水平上显著，表明不同省级行政区的城市间要素流动容易受到较大的阻碍作用。行政区长期作为中国行政管理和经济发展的基本组织方式，自1978年改革开放以来有力地带动了各地社会发展水平的提高，但与此同时也形成了地区之间利益藩篱和政策壁垒，不同省级行政区之间实施的管理体制、制度和提供的公共服务存在差异，无形中阻碍了不同省级行政区城市间的要素流动^[6,50]。行政级别差异变量的标准化系数为-0.41397且在5%水平上显著，表明政治权力对要素流动的作用不容忽视，重庆市、成都市作为成渝地区双城经济圈直辖市、省会城市，对区域要素的集聚与配置能力突出^[51]。

经济方面的人均GDP之差、产业结构相似度变量均未通过显著性检验，这一结果表明经济发展水平与结构、城乡结构并非影响成渝地区双城经济圈城市间要素流动障碍水平的关键因素。这主要是由于成渝地区双城经济圈内多数城市资源禀赋相似而存在普遍的产业同构现象^[45]，经济发展所处的阶段也较为接近，未形成促进城市间要素流动的重要驱动力。

表2 QAP回归模型结果及稳健性

Table 2 Results and obustness test of QAP regression analysis

变量类型	变量	缩写	回归系数	回归系数（稳健性检验）
体制	行政区划关系	<i>ADR</i>	0.67201**	0.67405**
	行政级别差异	<i>ALD</i>	-0.41397*	-0.41937*
经济	人均GDP之差	<i>D_GDP</i>	-0.16540	-0.17191
	产业结构相似度	<i>ISS</i>	-0.09975	-0.08642
社会	城镇化率之差	<i>D_UA</i>	0.43077*	0.47136*
文化	是否属于同一文化区	<i>CD</i>	-0.06752	-0.07401
政策	是否属于同一都市圈/经济区	<i>MA</i>	0.10335	0.06402
设施	平均车速	<i>AV</i>	-0.23579**	-0.34524**
空间（稳健性检验）	空间邻接关系	<i>SNR</i>	—	0.23408**
<i>R</i> -Square			0.42502	0.46367
<i>Adj R</i> -Square			0.40511	0.44269

注：*、**分别表示在5%、1%水平上显著。

社会方面的城镇化率之差变量的标准化系数为0.43077，在5%水平上显著，表明城乡结构差异越大的城市间要素流动往往存在阻碍作用。受长期以来城乡二元体制的影响，城乡要素价格扭曲、市场分割现象仍然存在，城乡要素流动，尤其是农村要素流入受到诸多限制。在资源要素有限的条件下，城镇化率偏低的城市（如资阳市）与其他城市间的实际要素流动强度也相对偏小。

文化方面的是否属于同一文化区变量未通过显著性检验。千百年来巴、蜀文化逐渐相似相融，成渝地区双城经济圈内各城市间文化认同度较高^[49]，文化差异并不是影响城市间要素流动障碍的主要因素。

政策方面的是否属于同一都市圈/经济区变量未通过显著性检验，说明目前都市圈、经济区等一体化政策的实施对城市间要素流动促进作用尚不明显。随着《重庆都市圈发展规划》《成都都市圈发展规划》得到国家发展改革委批复，重庆都市圈、成都都市圈在加快一体化、同城化发展的同时，其内部城市间有望逐步形成要素高效流动格局。

设施方面的平均车速变量的标准化系数为-0.23579，在1%水平上显著，表明城市间道路通达水平和建设状况对要素流动具有较大的影响。成渝地区双城经济圈城市间要素流动受到单位距离时间成本的制约，完善城市间道路设施有助于降低要素流动的相对成本，在一定程度上能促进要素在城市间的流动。

2.4.2 稳健性检验

为进一步检验QAP回归分析结果的可靠性，参考田锐等^[52]的做法，选择补充变量的方法进行稳健性检验，以避免指标选取过程中存在的主观性和研究偏好。保持因变量和其他自变量不变，新增空间邻接关系（若两市毗邻，则*SNR*=0；否则*SNR*=1）作为空间方面的指标进行QAP回归分析（表2）。结果显示，新增变量标准化系数为0.23408，在1%水平上显著，表明空间毗邻的城市间要素流动受到的阻碍水平相对更小；其余回归变量的符号均未发生改变，且回归系数、显著性未发生大幅度的变化，表明本文的QAP回归分析结果较为稳健，结论可靠性高。

3 结论与讨论

3.1 结论

本文集成统计数据与百度人口迁徙、中国智能物流骨干网快递物流、百度指数等多源大数据,对成渝地区双城经济圈要素流动强度进行实测与模拟,构建要素流动障碍指数测度要素流动障碍水平,并利用QAP分析进一步识别要素流动障碍的影响因素与作用机制,得到具体结论如下:

(1)在实测单一要素流及综合要素流网络中,重庆—成都要素流动强度均为最高层级,两市与其他地级市之间的要素流动强度也高于其他地级市之间的要素流动强度。除物流网络外,成都市在网络中的层级地位均略高于重庆市。

(2)在模拟要素流网络中,各关联区间要素流动强度差异较大,重庆市、成都市双核心地位更为突出,涉及重庆市、成都市的关联区间模拟要素流强度普遍高于其他城市之间的模拟要素流强度,涉及雅安市的关联区间模拟要素流强度均相对较低。

(3)成渝地区双城经济圈内大多数城市之间要素流动存在促进作用,雅安市与其他城市之间要素流动均表现为促进作用且多为强促进;重庆市与四川省内大多数城市之间要素流动存在障碍,涉及成都市、资阳市的关联区间中也有多个城市对要素流动受到一定阻碍。

(4)成渝地区双城经济圈要素流动障碍水平受到体制、社会、政策、设施、空间等方面因素的影响。在行政区经济体制下形成的行政分割壁垒,无形中阻碍了不同省级行政区城市间的要素流动,而高行政级别城市拥有的行政权利对要素流动的支配作用不容忽视;受长期以来城乡二元体制的影响,城乡要素流动受到一定的限制,城市间城镇化率差异与要素流动障碍水平呈较为显著的正相关关系;都市圈、经济区等一体化政策的实施对要素流动的促进作用尚未凸显;而城市间道路设施的联通和完善有助于降低要素流动的相对成本,进而促进要素在城市间的流动;空间毗邻的城市间要素流动倾向于被促进。

3.2 讨论

本文基于流空间理论和多源大数据,通过构建要素流动障碍指数定量刻画城市群尺度要素流动障碍水平,并利用QAP回归分析定量识别要素流动障碍的影响因素及其作用机制。这不仅丰富了要素流动的研究视角和实证手段,也对“双循环”背景下推进要素市场化配置改革和促进高质量发展具有一定的启示。为促进成渝地区双城经济圈要素自由有序流动,结合本文所得结论,建议:(1)应探索经济区与行政区适度分离机制,从政策互通、成本共担与收益共享、基础设施共建、公共服务共享等方面破除阻碍要素流动的体制机制障碍;(2)强化重庆、成都核心地位的同时培育次级经济中心,并提升中心城市对各类要素的集聚和配置能力,优化要素流动网络结构;(3)推进城乡融合发展,逐步破除妨碍城乡要素自由流动和平等交换的体制机制壁垒,促进各类要素更多向乡村流动并形成良性循环;(4)发挥都市圈、经济区对区域协同和一体化发展的带动作用,深入推动都市圈和经济区内部城市之间的联动发展,以同城化优先促进毗邻城市间各类要素的自由有序流动;(5)优化铁路、公路、水运、民航、邮政快递等基础设施网络,进一步畅通要素流动通道,降低要素流动成本,提高要素流动效率。

在城市网络化时代,城市网络外部性成为研究热点,本文构建的要素流动障碍指数也可在一定程度上反映城市间受空间集聚规模效应影响以外的资源要素支配能力,可为理解城市网络外部性提供新的视角。本研究也存在一定的局限性:一是目前仅聚焦综合要素流障碍指数及其影响因素,尚未对各个单一要素流动障碍水平的定量测度和影响因素开展更为细化与深入的探讨;二是对于不同发展阶段、空间布局的跨省域城市群,其城市之间要素流动障碍水平及其影响因素可能有所差异,针对多个跨省域城市群要素流动障碍的比较研究工作有待开展。以上不足也是今后进一步研究的方向。

参考文献(References):

- [1] 郭庆宾,张中华.长江中游城市群要素集聚能力的时空演变.地理学报,2017,72(10): 1746-1761. [GUO Q B, ZHANG Z H. Spatial-temporal evolution of factors aggregating ability in urban agglomeration in the middle reaches of the Yangtze River. *Acta Geographica Sinica*, 2017, 72(10): 1746-1761.]
- [2] 王兵,徐霞,吴福象.研发要素流动的时空特征及对中国经济高质量发展的影响.经济地理,2021,41(11): 9-18. [WANG B, XU X, WU F X. Spatio-temporal characteristics of the r&d element flow and its impact on the high-quality development of China's economy. *Economic Geography*, 2021, 41(11): 9-18.]
- [3] 方创琳.改革开放40年来中国城镇化与城市群取得的重要进展与展望.经济地理,2018,38(9): 1-9. [FANG C L. Important progress and prospects of China's urbanization and urban agglomeration in the past 40 years of Reform and Opening-Up. *Economic Geography*, 2018, 38(9): 1-9.]
- [4] 朱继任,王智勇.区域要素流动与国土空间规划响应:战略引领与治理路径.规划师,2022,38(6): 5-11. [ZHU J R, WANG Z Y. Territory spatial planning response to the flow of regional elements: Strategic guidance and governing path. *Planners*, 2022, 38(6): 5-11.]
- [5] 刘君德.中国转型期凸现的“行政区经济”现象分析.理论前沿,2004,(10): 20-22. [LIU J D. An analysis of the phenomenon of "administrative region economy" in China's transition period. *Theory Front*, 2004, (10): 20-22.]
- [6] 孙久文,张翱.论区域协调发展视角下“行政区经济”的演变.区域经济评论,2020,(6): 25-29. [SUN J W, ZHANG A. On the evolution of "administrative region economy" from the perspective of regional coordinated development. *Regional Economic Review*, 2020, (6): 25-29.]
- [7] 夏添,孙久文,林文贵.中国行政区经济与区域经济的发展述评:兼论我国区域经济学的发展方向.经济学家,2018,(8): 94-104. [XIA T, SUN J W, LIN W G. A review of the development of administrative region economy and regional economy in China: On the development direction of regional economics in China. *Economist*, 2018, (8): 94-104.]
- [8] 冷炳荣,杨永春,谭一泓.城市网络研究:由等级到网络.国际城市规划,2014,29(1): 1-7. [LENG B R, YANG Y C, TAN Y M. City network studies: The transformation of research perspective from hierarchy to network. *Urban Planning International*, 2014, 29(1): 1-7.]
- [9] CASTELLS M. *The Informational City: Information Technology, Economic Restructuring and the Urban-Regional Progress*. New York, USA: Blackwell, 1989.
- [10] 杨延杰,尹丹,刘紫玟,等.基于大数据的流空间研究进展.地理科学进展,2020,39(8): 1397-1411. [YANG Y J, YIN D, LIU Z W, et al. Research progress on the space of flow using big data. *Progress in Geography*, 2020, 39(8): 1397-1411.]
- [11] 秦萧,甄峰.基于要素流动的城镇建设用地配置方法框架探讨.自然资源学报,2022,37(11): 2774-2788. [QIN X, ZHEN F. Discussion on urban construction land allocation based on element flow. *Journal of Natural Resources*, 2022, 37(11): 2774-2788.]
- [12] 王录仓,刘海洋,刘清.基于腾讯迁徙大数据的中国城市网络研究.地理学报,2021,76(4): 853-869. [WANG L C, LIU H Y, LIU Q. China's city network based on Tencent's migration big data. *Acta Geographica Sinica*, 2021, 76(4): 853-869.]

- [13] 李苑君, 吴旗韬, 吴康敏, 等. “流空间”视角的电子商务快递物流网络结构研究: 以珠三角城市群为例. 地域研究与开发, 2021, 40(2): 20-26. [LI Y J, WU Q T, WU K M, et al. Structure of e-commerce express logistics network from the perspective of flow space: Take the Pearl River Delta Urban Agglomeration as example. Areal Research and Development, 2021, 40(2): 20-26.]
- [14] 蒋大亮, 孙烨, 任航, 等. 基于百度指数的长江中游城市群城市网络特征研究. 长江流域资源与环境, 2015, 24(10): 1654-1664. [JIANG D L, SUN Y, REN H, et al. Analyses on the city network characteristics of Middle Yangtze Urban Agglomeration based on Baidu Index. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2015, 24(10): 1654-1664.]
- [15] 叶强, 张俪璇, 彭鹏, 等. 基于百度迁徙数据的长江中游城市群网络特征研究. 经济地理, 2017, 37(8): 53-59. [YE Q, ZHANG L X, PENG P, et al. The network characteristics of urban agglomerations in the middle reaches of the Yangtze River based on Baidu Migration Data. Economic Geography, 2017, 37(8): 53-59.]
- [16] WANG Y, LI X, YAO X, et al. Intercity population migration conditioned by city industry structures. Annals of the American Association of Geographers, 2021, 112(5): 1441-1460.
- [17] 孟浩, 黄贤金, 杨俊, 等. 淮海经济区城市网络结构及优化发展构想. 经济地理, 2019, 39(12): 1-10. [MENG H, HUANG X J, YANG J, et al. Network structure and development concept in Huaihai Economic Zone. Economic Geography, 2019, 39(12): 1-10.]
- [18] CAPELLO, ROBERTA. The city network paradigm: Measuring urban network externalities. Urban Studies, 2000, 37(11): 1925-1945.
- [19] 张洪鸣, 孙铁山. 中国城市群城市经济增长的网络外部性及其作用机制. 经济与管理研究, 2022, 43(2): 48-64. [ZHANG H M, SUN T S. Network externalities of urban economic growth in Chinese urban agglomerations and the mechanism. Research on Economics and Management, 2022, 43(2): 48-64.]
- [20] 蒋小荣, 汪胜兰. 中国地级以上城市人口流动网络研究: 基于百度迁徙大数据的分析. 中国人口科学, 2017, (2): 35-46, 127. [JIANG X R, WANG S L. Research on China's urban population mobility network: Based on Baidu migration big data. Chinese Journal of Population Science, 2017, (2): 35-46, 127.]
- [21] 王逸舟, 王海军, 张彬, 等. 基于多维要素流视角的城市群网络结构及影响因素分析: 以武汉城市圈为例. 经济地理, 2021, 41(6): 68-76. [WANG Y Z, WANG H J, ZHANG B, et al. Analysis on the network structure of urban agglomeration and its influencing factors based on the perspective of multi-dimensional feature flow: Taking Wuhan Urban Agglomeration as an example. Economic Geography, 2021, 41(6): 68-76.]
- [22] 王姣娥, 杜方叶, 景悦, 等. 东北地区城际专利转移的空间: 行业路径与影响因素. 资源科学, 2022, 44(2): 365-374. [WANG J E, DU F Y, JING Y, et al. Spatial-industry paths of technology transfer: An empirical study of Northeast China. Resources Science, 2022, 44(2): 365-374.]
- [23] 幸丽君, 杜赛南, 孙桂英, 等. 多维流视角下湖北省网络结构特征及其影响机制. 长江流域资源与环境, 2022, 31(10): 2134-2145. [XING L J, DU S N, SUN G Y, et al. Analysis on network structure characteristics and its influencing factors in Hubei province based on the perspective of multi-dimensional feature flow. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2022, 31(10): 2134-2145.]
- [24] 陈浩, 罗力菲. 区域协同发展政策对要素流动与配置的影响: 京津冀例证. 改革, 2023, (5): 105-123. [CHEN H, LUO L F. Impact of regional coordinated development policy on factor flow and configuration: Taking Beijing-Tianjin-Hebei region as an example. Reform, 2023, (5): 105-123.]
- [25] 陆善勇, 李国英. 生产要素流动、区域外贸增长与转型升级: 基于PVAR的实证分析. 经济管理, 2015, 37(12): 31-38. [LU S Y, LI G Y. Flow of production factors, region foreign trade growth and transformation and upgrading. Business and Management Journal, 2015, 37(12): 31-38.]
- [26] 秦静. 要素流动视角下都市圈内合作区治理框架和模式研究. 规划师, 2022, 38(6): 12-19, 26. [QIN J. A study on the governance framework and model of cooperation zone types metropolitan areas from the perspective of factor flow. Planners, 2022, 38(6): 12-19, 26.]

- [27] 张治栋, 吴迪, 周姝豆. 生产要素流动、区域协调一体化与经济增长. 工业技术经济, 2018, 37(11): 58-66. [ZHANG Z D, WU D, ZHOU S D. Production factor mobility, regional coordination an integration and economic growth. Journal of Industrial Technological Economics, 2018, 37(11): 58-66.]
- [28] 史育龙, 潘昭宇. 成渝地区双城经济圈空间结构特征与空间格局优化. 宏观经济管理, 2021, (7): 21-27. [SHI Y L, PAN Z Y. Spatial structure characteristics and spatial pattern optimization of the Chengdu-Chongqing Economic Circle. Macroeconomic Management, 2021, (7): 21-27.]
- [29] 涂建军, 况人瑞, 毛凯, 等. 成渝城市群高质量发展水平评价. 经济地理, 2021, 41(7): 50-60. [TU J J, KUANG R R, MAO K, et al. Evaluation on high-quality development of Chengdu-Chongqing Urban Agglomeration. Economic Geography, 2021, 41(7): 50-60.]
- [30] 汪宇明. 中国市管县(市)体制的区域结构关系及发展趋势. 经济地理, 2000, 20(3): 18-21. [WANG Y M. Studying on regional structure and development for the county (or municipality) under municipality in China. Economic Geography, 2000, 20(3): 18-21.]
- [31] 郑小强, 蒲浹竹. 成渝双城经济圈产业结构升级与环境效率: 基于非动态面板门槛模型. 软科学, 2021, 35(11): 58-64. [ZHENG X Q, PU Y Z. Upgrading of industrial structure and environmental efficiency in the Chengdu-Chongqing Economic Circle. Soft Science, 2021, 35(11): 58-64.]
- [32] 张小东, 韩吴英, 唐拥军, 等. 基于百度迁徙数据的中国城市网络结构特征研究. 地球信息科学学报, 2021, 23(10): 1798-1808. [ZHANG X D, HAN H Y, TANG Y J, et al. Research on the characteristics of urban network structure in China based on Baidu migration data. Journal of Geo-information Science, 2021, 23(10): 1798-1808.]
- [33] 李苑君, 吴旗韬, 张玉玲, 等. 中国三大城市群电子商务快递物流网络空间结构及其形成机制研究. 地理科学, 2021, 41(8): 1398-1408. [LI Y J, WU Q T, ZHANG Y L, et al. Spatial structure and formation mechanism of e-commerce express logistics network in the three major urban agglomerations of China. Scientia Geographica Sinica, 2021, 41(8): 1398-1408.]
- [34] 虞洋, 宋周莺, 史坤博. 基于百度指数的中国省域间信息联系网络格局及其动力机制. 经济地理, 2019, 39(9): 147-155. [YU Y, SONG Z Y, SHI K B. Network pattern of inter-provincial information connection and its dynamic mechanism in China: Based on baidu index. Economic Geography, 2019, 39(9): 147-155.]
- [35] SALEH S, LU Q, SOKVIBOL K. Determinants of exports in China's meat industry: A gravity model analysis. Emerging Markets Finance and Trade, 2019, 55(11): 2544-2565.
- [36] 韩艳红, 陆玉麒. 南京都市圈可达性与经济联系格局演化研究. 长江流域资源与环境, 2014, 23(12): 1641-1648. [HAN Y H, LU Y Q. Analysis of accessibility and economic linkage spatial pattern evolution of Nanjing Metropolitan Area. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2014, 23(12): 1641-1648.]
- [37] 王欣, 吴殿廷, 王红强. 城市间经济联系的定量计算. 城市发展研究, 2006, 13(3): 55-59. [WANG X, WU D T, WANG H Q. An attempt to calculate economic links between cities. Urban Development Studies, 2006, 13(3): 55-59.]
- [38] 劳昕, 沈体雁, 杨洋, 等. 长江中游城市群经济联系测度研究: 基于引力模型的社会网络分析. 城市发展研究, 2016, 23(7): 91-98. [LAO X, SHEN T Y, YANG Y, et al. A study on the economic network of the urban agglomeration in the middle reaches of the Yangtze River based on social network analysis method with gravity model. Urban Development Studies, 2016, 23(7): 91-98.]
- [39] 李金华. 网络研究三部曲: 图论、社会网络分析与复杂网络理论. 华南师范大学学报: 社会科学版, 2009, (2): 136-138. [LI J H. Network research trilogy: Graph theory, social network analysis, and complex network theory. Journal of South China Normal University: Social Science Edition, 2009, (2): 136-138.]
- [40] 张艺帅, 赵民, 程遥. 面向新时代的城市体系发展研究及其规划启示: 基于“网络关联”与“地域邻近”的视角. 城市规划, 2021, 45(5): 9-20. [ZHANG Y S, ZHAO M, CHENG Y. Research findings and planning enlightenments of China's urban system in New Era: From the perspective of network connectivity and territorial contiguity. City Planning Re-

- view, 2021, 45(5): 9-20.]
- [41] 刘军. QAP: 测量“关系”之间关系的一种方法. 社会, 2007, 27(4): 164-174, 209. [LIU J. QAP: A unique method of measuring "relationships" in relational data. Chinese Journal of Sociology, 2007, 27(4): 164-174, 209.]
- [42] 王小华, 杨玉琪, 罗新雨, 等. 中国经济高质量发展的空间关联网络及其作用机制. 地理学报, 2022, 77(8): 1920-1936. [WANG X H, YANG Y Q, LUO X Y, et al. The spatial correlation network and formation mechanism of China's high-quality economic development. Acta Geographica Sinica, 2022, 77(8): 1920-1936.]
- [43] 石建中, 范齐. 亚太经合组织旅游流网络结构演化及影响因素. 自然资源学报, 2022, 37(8): 2169-2180. [SHI J Z, FAN Q. The evolution and influencing factors of APEC tourism flow network structure. Journal of Natural Resources, 2022, 37(8): 2169-2180.]
- [44] CRANMER S J, P LEIFELD, S D MCCLURG, et al. Navigating the range of statistical tools for inferential network analysis. American Journal of Political Science, 2016, 61(1): 237-251.
- [45] 罗若愚, 赵洁. 成渝地区产业结构趋同探析与政策选择. 地域研究与开发, 2013, 32(5): 41-45. [LUO R Y, ZHAO J. Analysis on the convergence of industrial structure in Chengdu-Chongqing economic zone and its policy options. Areal Research and Development, 2013, 32(5): 41-45.]
- [46] 贺艳华, 李民, 宾津佑, 等. 近10年来中国城乡一体化空间组织研究进展与展望. 地理科学进展, 2017, 36(2): 219-230. [HE Y H, LI M, BIN J Y, et al. Progress and prospect on spatial organization of urban-rural integration in China since 2006. Progress in Geography, 2017, 36(2): 219-230.]
- [47] 刘晔, 王晓歌, 管靖, 等. 1990—2015年亚洲内部人口迁移格局及影响因素. 地理学报, 2022, 77(10): 2409-2425. [LIU Y, WANG X G, GUAN J, et al. Spatial pattern and determinants of international migration flows in Asia, 1990-2015. Acta Geographica Sinica, 2022, 77(10): 2409-2425.]
- [48] 李洪涛, 王丽丽. 城市群发展规划对要素流动与高效集聚的影响研究. 经济学家, 2020, (12): 52-61. [LI H T, WANG L L. Research on the influence of urban agglomeration development planning on the flow and efficient agglomeration of elements. Economist, 2020, (12): 52-61.]
- [49] 黎小龙. “巴蜀文化”“巴渝文化”概念及其基本内涵的形成与嬗变. 西南大学学报: 社会科学版, 2017, 43(5): 171-182. [LI X L. The formation and evolution of the concept of "Bashu culture" and "Bayu culture" and its basic connotation. Journal of Southwest University: Social Sciences Edition, 2017, 43(5): 171-182.]
- [50] 王垚, 朱美琳, 孟晓东, 等. 苏锡常都市圈人口要素流动特征与空间治理策略. 规划师, 2022, 38(6): 27-33. [WANG Y, ZHU M L, MENG X D, et al. The Characteristic of population flow and spatial governance strategy of Suzhou-Wuxi-Changzhou Metropolitan Area. Planners, 2022, 38(6): 27-33.]
- [51] 高鹏, 何丹, 宁越敏, 等. 长三角地区城市投资联系水平的时空动态及影响因素. 地理研究, 2021, 40(10): 2760-2779. [GAO P, HE D, NING Y M, et al. Spatio-temporal dynamics and factors of urban investment linkage level in the Yangtze River Delta. Geographical Research, 2021, 40(10): 2760-2779.]
- [52] 田锐, 郭彬. 煤炭资源城市协同创新网络演化特征及影响因素研究: 以山西省为例. 煤炭经济研究, 2023, 43(3): 78-84. [TIAN R, GUO B. Evolution characteristics and influencing factors of collaborative innovation network in coal resource cities: A case study of Shanxi province. Coal Economic Research, 2023, 43(3): 78-84.]

Level measurement and influencing factors of the obstacle to factor flow in the Chengdu-Chongqing Economic Circle

ZHANG Yang^{1,2,3}, CHEN Yu-lu⁴, WANG Xing-ping¹, GONG Jie⁵,
JI Meng-rong², ZHAO Jing-jing⁶

(1. School of Architecture, Southeast University, Nanjing 210096, China; 2. College of Geography and Planning, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China; 3. Key Laboratory of Spatial Intelligent Planning Technology, Ministry of Natural Resources, Shanghai 200092, China; 4. Chengdu Economic Development Academy, Chengdu 610072, China; 5. School of Public Administration, Chongqing Technology and Business University, Chongqing 400067, China; 6. School of Architecture and Urban Planning, Shenzhen University, Shenzhen 518060, Guangdong, China)

Abstract: Promoting the free and orderly flow of factors in urban agglomerations and improving the efficiency of resource allocation is a necessary requirement for promoting high-quality development under the dual circulation context. Using the Chengdu-Chongqing Economic Circle as the research area, this study integrated multiple sources of big data such as Baidu Migration, express logistics networks, and Baidu Index to establish a method for measuring the intensity of factor flow, and used an improved gravity model to simulate the intensity of factor flow under natural conditions. The study constructed a factor flow obstacle index to measure the level of factor flow obstacles between cities, and used QAP regression model to explore the factors influencing these obstacles. The results show that: (1) Regardless of actual or simulated factor flow, the intensity of factor flow between Chengdu and Chongqing is the highest, and the intensity of factor flow between these two cities and other prefecture-level cities is higher than that between other prefecture-level cities. (2) The factor flow between cities in Sichuan province mostly shows a promoting effect, while the factor flow between Chongqing and other cities in Sichuan is generally hindered. (3) The level of obstacles to factor flows in the Chengdu-Chongqing Economic Circle is jointly influenced by various factors such as the system, society, policies, and facilities. Administrative divisions and differences in urban-rural structure tend to form barriers to factor flows between cities. Spatial proximity and the interconnection of road facilities can promote efficient factor flows between cities. Central cities with high administrative levels have a certain dominant role in factor flows. Based on this, several strategies and suggestions are proposed to overcome the obstacles to factor flows in the Chengdu-Chongqing Economic Circle.

Keywords: factor flow barriers; space of flow; improved gravitational model; quadratic assignment procedure; Chengdu-Chongqing Economic Circle