引文格式：胡盛铭, 蔡中祥, 公茂玉, 等. 河南省春运人口流动格局及形成机制[J]. 地理空间信息, 2023, 21(8): 23-27. doi:10. 3969/j.issn. 1672-4623.2023.08.006

河南省春运人口流动格局及形成机制

胡盛铭[1]，蔡中祥[1*]，公茂玉[1]，王　岩[1]，黄哲琨[1]
（1. 信息工程大学 地理空间信息学院，河南 郑州 450001）

摘　要：以河南省18个省辖市为研究对象，基于百度迁徙大数据和河南省统计年鉴资料，并结合引力模型对河南省内春运人口迁徙格局进行分析，探究省内人口流动的形成机制。结果表明：河南省内春运人口迁徙在春节前后存在明显的差异性，主要表现为郑州与其他城市之间的“回乡潮”和“返工潮”；人口主要流动方向与省内以郑州为核心的“米”字形高铁网走向基本一致，但中小城市之间的人口流动不强；从引力模型结果看，城市间引力值与人口迁移强度具有高相关性，较清晰地显示出郑州“一核”，洛阳“一副”，其他城市“多点”分布的全省城市群空间格局；除经济、距离和社会文化等因素外，城市体系对人口迁徙方向有显著的影响。

关键词：大数据；春运；人口流动；引力模型
中图分类号：P208　　**文献标志码：**B　　**文章编号：**1672-4623（2023）08-0023-05

Pattern and Formation Mechanism of Population Flow During the Spring Festival Travel Rush in Henan Province

HU Shengming[1], CAI Zhongxiang[1], GONG Maoyu[1], WANG Yan[1], HUANG Zhekun[1]
(1. School of Geospatial Information, Information Engineering University, Zhengzhou 450001, China)

Abstract: Taking 18 cities under the jurisdiction of provincial city as the research object, based on Baidu migration big data and Henan provincial statistical yearbook, combiningwith gravity model, we analyzed the population migration pattern in Henan Province during the Spring Festival Travel Rush, and explored the formation mechanism of population flow. The results show that it's obvious to notice differences in the population migration during the Spring Festival Travel Rush inHenan before and after the Spring Festival, which is mainly reflected in the "return to hometown" and "rework tide" between Zhengzhou and other cities. Besides,the main direction of population flow is basically the same as the direction of high-speed rail network with Zhengzhou as the core in the province, but the population flow between small and medium cities is not strong. Based onthe results of gravitational model, the inter-city gravitational value has a high correlation with the intensity of population migration, which clearly shows the spatial pattern of provincial urban agglomeration with Zhengzhou as the "core", Luoyang as the "secondary", and other cities as the "multi-point" distribution. In addition to economic, distance, social and cultural factors, the urban system has a significant impact on the direction of Human migration.

Key words: big data, Spring Festival Travel Rush, population flow, gravity model

目前，我国人口迁移的相关研究取得了一定的成果。在研究内容上，主要集中在人口迁移影响因素[1]、分布特征[2]、人口流动与城镇化关系以及城市网络分析[2]等；在数据来源方面，传统的研究主要是依靠人口普查、1%人口抽样调查资料或历年的统计年鉴等静态数据[2-3]，而大数据时代的海量时空数据则为人口空间格局动态演化[2,4,5]以及区域城市网络[6]研究提供了可能；在研究空间尺度上，主要集中在省际层面以上的人口流动研究，而对省内的人口流动的相关研究尚不多见。相对于省际层面以上的人口流动研究，中微观层面的研究更能反映区域流动人口的空间集聚特征以及社会文化关系的差异性。本文以河南省为研究区域，通过剖析“春运”期间各市之间人口流动情况，分析省内人口流动的空间特征，探讨该空间格局形成的作用机制，为相关研究提供新的研究视角。

1　数据与方法

1.1　研究区概况

河南省位于我国中东部、黄河中下游，地势西高东

收稿日期：2022-03-30；修回日期：2023-03-22。
项目来源：军队“双重”建设项目（2021KY036）。
第一作者简介：胡盛铭（1995—），硕士研究生，主要研究方向为区域规划，E-mail：get20201007@163.com 。
通信作者：蔡中祥（1974—），博士，教授，研究方向为时空大数据、数据治理，E-mail：get20201007@163.com。

低，总面积16.7万km²，占全国总面积的1.73%。河南省下辖17个地级市，1个产城融合示范区（济源市），2019年末，全省总人口10 952万人，常住人口9 640万人，是全国重要的经济大省、综合交通枢纽、通信枢纽和能源基地。根据第七次全国人口普查数据显示，2020年河南省内跨市流动633万人，约占省内流动人口的32%。

1.2 数据来源及处理

研究数据源自百度迁徙和2020年河南省统计年鉴。其中，百度迁徙数据仅为河南省18市之间的人口迁徙数据，不包含省际人口迁徙数据，时间段是从2021年1月23日（农历腊月十一）至2021年2月21日（农历正月初十），是春运期间人口流动最为集中的30 d；统计年鉴数据包含省辖18市，并将直管县经济和社会发展指标纳入代管地市指标内。

百度迁徙网站展示了中国大陆省市两级每日人口迁徙情况，并提供迁徙规模指数和前100个迁入/迁出地的人口百分比。由于百度迁徙现仅提供迁徙规模指数，而不再提供具体迁徙人次信息，本文参考王聪[7]等研究成果，利用公式 $M_{it}=kH_{it}$，并结合迁入/迁出地人口百分比对公式进行验证，测算每日迁徙人次。其中 M_{it} 为任一区划 i 在日期 t 的任一方向迁徙规模指数，H_{it} 为当日在该方向上的实际迁徙人口，参数 $k=3.24\times10^{-5}$。

根据测算的每日迁徙人次（迁入/迁出人次），构建河南省18市之间的人口迁出矩阵 $\boldsymbol{R}=(\boldsymbol{R}_{ij})$，其中 $i,j\in[1,18]$，$\boldsymbol{R}_{ij}$ 表示从城市i迁出到城市 j 的人次，下标相同时表示同一城市。

$$\boldsymbol{R}=\begin{bmatrix} 0 & \boldsymbol{R}_{12} & \cdots & \boldsymbol{R}_{1(n-1)} & \boldsymbol{R}_{1n} \\ \boldsymbol{R}_{21} & 0 & \cdots & \boldsymbol{R}_{2(n-1)} & \boldsymbol{R}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \boldsymbol{R}_{(n-1)1} & \boldsymbol{R}_{(n-1)2} & \cdots & 0 & \boldsymbol{R}_{(n-1)n} \\ \boldsymbol{R}_{n1} & \boldsymbol{R}_{n2} & \cdots & \boldsymbol{R}_{n(n-1)} & 0 \end{bmatrix} \tag{1}$$

城市间迁徙强度用从城市 i 迁出到城市 j 的人次和从城市 j 迁出到城市 i 的人次之和衡量，净迁徙强度用差值来表示，分别用 U 和 V 表征，即：$U_{ij}=\boldsymbol{R}_{ij}+\boldsymbol{R}_{ji}$，$V_{ij}=\boldsymbol{R}_{ij}-\boldsymbol{R}_{ji}$。用人口迁徙规模反映城市的人流集散情况，以净迁入量来衡量城市的人流净迁入情况，用TM（total migration）和NM（net migration）表征，则城市 i 的人口迁徙规模和净迁入量可分别表示为：$\mathrm{TM}_i=\boldsymbol{R}_i^T+\boldsymbol{R}_i$，$\mathrm{NM}_i=\boldsymbol{R}_i^T-\boldsymbol{R}_i$ 其中：$\boldsymbol{R}_i$ 为矩阵 $\boldsymbol{R}$ 的第 i 行之和，$\boldsymbol{R}_i^T$ 为矩阵 $\boldsymbol{R}$ 转置后的第 i 行之和。

1.3 研究方法

引力模型源于物理学中的万有引力定律，英国人口统计学家雷文茨坦最早将其正式用于社会科学研究领域，现已广泛用于城市空间结构、经贸以及人口迁移等领域。人口迁徙研究，现已被广泛应用于“距离衰减效应”和“空间相互作用”的经验实证中[11]。城市引力的公式为：

$$T_{ij}=kQ_iQ_j/d_{ij}^{\lambda} \tag{2}$$

式中，T_{ij} 为城市 i 和城市 j 之间的引力值；d_{ij} 为城市 i 与城市 j 之间的距离值；Q 为反映城市综合实力的城市质量，依据顾朝林[7]等对 k 和 λ 选取的分析，省区尺度上系数 k 取1，λ 取2。由于空间引力被认为是影响人口流动的重要因素[8]，本文旨在通过验证城市间人口迁移流与城市引力模型的关系，分析人口流动格局，而非具体城市体系空间结构分析，因此没有进一步考虑城市间断裂点测度。

本文中城市距离 d 是以陆运距离为基础，通过公路、铁路和空间经纬距离（km）3个指标的几何平均数来衡量，其中没有直达路线的均选择最近绕行路线；参考部分学者研究成果[6, 9]，城市质量 Q 采用各市GDP（万元）、常住人口数（万人）和社会消费品零售总额（亿元）的几何平均数来衡量。

2 分析结果

2.1 河南省内春运人口总体特征

以省辖市为单元整理出2021年1月23日—2月21日期间的逐日人口净迁入量（NM）的时间序列变化主要特征是：①清晰地显示了春运期间河南省内人口迁徙的分布格局，即春节前人口由郑州向省内其他城市迁徙的大规模“回乡潮”和春节后人口由其他城市向郑州迁徙的大规模“返工潮”。其中，2月11日（除夕）和2月18日（正月初七）为重要折点，郑州在这2 d的人口净迁徙规模的差值高达40余万人次，而整个研究期间累计净迁徙规模接近于0。②除郑州外，洛阳的逐日省内人口净迁入量变化趋势也与其他16市明显不同，特别是在2月11日（除夕）之后出现小幅的人口流入趋势。究其原因可能是洛阳作为中原城市群副中心城市，也是河南省大力推进和打造的引领全省发展的“双引擎”之一[10]，生产总值达5 034.85亿（2019年底），仅次于郑州而远超省内其他城市，对周边中小城市具有较强的吸引力，城际之间人口流动频繁，是周边中小城市工

作和求学的重要目的地。③周口的逐日省内人口净迁入量的波动情况是除郑州外最显著的地市，但变化趋势正好相反。主要原因是周口作为人口和务工大市，总人口数和常住人口数差值达326万（2019年底），居全省第一，且根据百度迁徙数据显示，其每日迁徙人次的60%以上在省内流动。

由于人流集散情况可在一定程度上表征城市的区域地位，故整理计算研究期间各市总迁徙规模（每日MS_{it}之和∑TM）占全省迁徙规模（各市之和）的百分比（表1）。由表1可知，郑州的总迁徙规模达664万余人次，超过全省总迁徙规模的1/4，郑州及周边开封、洛阳、焦作、新乡和许昌五市的总迁徙规模占全省的54.77%，反映出郑州在省域内的核心地位，是全省人流集散的中心。总迁徙规模最前的郑州、周口、开封、新乡和洛阳五市占全省的53.12%，其中只有周口与郑州不相邻，而排名最后的鹤壁、濮阳、三门峡、信阳和济源五市仅为全省的9.36%。实际上，由于各市人口规模存在巨大差异，仅靠各市人口迁移规模情况无法客观反映各市的人口迁徙强度，如济源人口规模仅为73万（2019年底），远少于其他城市，其总迁徙规模不足全省的1%。

表1　各市总迁徙规模在全省的比重

城市	总迁徙规模/万	占全省百分比/%	城市	总迁徙规模/万	占全省百分比/%
郑州	664.59	26.15	许昌	147.20	5.79
开封	166.95	6.57	漯河	96.68	3.80
洛阳	148.60	5.85	三门峡	41.29	1.62
平顶山	129.17	5.08	南阳	101.87	4.01
安阳	112.98	4.45	商丘	122.99	4.84
鹤壁	49.65	1.95	信阳	70.08	2.76
新乡	165.44	6.51	周口	204.23	8.04
焦作	99.04	3.90	驻马店	143.43	5.64
濮阳	53.85	2.12	济源	23.06	0.91

鉴于上述情况，以各市总人口迁徙规模占各自常住人口的百分比来表示各市的相对迁徙强度，并按自然断裂法进行分级。

从分级情况来看，郑州的相对迁徙强度最高，郑州为中心的周边地区相对迁徙强度普遍高于其他外围城市，安阳、濮阳、三门峡、驻马店和商丘处在同一层级，迁徙强度较弱，而南阳、信阳相对迁徙强度最弱，总迁徙规模占常住人口的百分比均不足10%。总体来看，相对迁徙强度较大的城市集中在中北部地区，春运期间省内人口流动的多数来自该区域，而豫南地区相对迁徙强度最弱，但在实际上豫南地区城市是人口大市和外出务工大市，驻马店、信阳和南阳三市总户籍人口数达全省总户籍人口数的近1/3，常住人口数约为全省常住人口的28%（不足1/3），说明豫南地区流动人口比例高于全省平均水平，还有相当大的一部分比例人口在省外流动。

2.2　省内春运人口流动格局

根据研究期间各市之间累计总人口迁出情况，来反映全省人口流动的空间格局，并通过Gephi处理展示省内城市之间人口流动情况（图1）。图1中各市标记点大小代表人口迁出规模大小，从标记点顺时针流出的同颜色线条代表该市人口迁出方向，粗细程度代表人口流出数量多少。

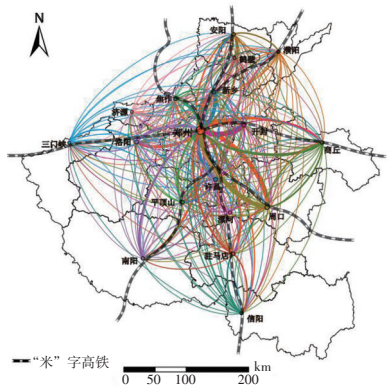


图1　区域城市之间人口流动图

从总体来看，人口流动呈现以郑州为中心的发散状格局，人口在城市间的主要流动方向与省内“米”字形高铁网走向相吻合，各市普遍与郑州之间人口流动规模较大，但中小城市之间的人员流动规模小。具体来看，郑州及其周边地区人流网最为密集，而豫南、豫西地区的线条较稀疏，人口流动规模较小，特别是以郑州为中心分别做纵横轴线分割的豫东和豫西、豫南和豫北间人口流动规模极小。同时，中小城市之间的人员交互较弱，仅与个别邻近城市之间有较强的人员流动，如豫北的安阳、鹤壁和濮阳3市，豫南的信阳、驻马店2市，但三门峡、南阳、信阳一线的部分相邻城市之间的人口迁徙强度也较弱，不仅城区距离较远，而且缺少便捷的铁路交通网。

郑州作为省会城市和重要交通枢纽，在春运期间是全省人口流动的最大集散地。以郑州为例，从郑州流出的橙色线条代表郑州人口流出方向，而流入郑州的不同颜色线条代表郑州的人口来源方向，这些流入/流出线条中粗细程度较明显有开封、周口、新乡、洛阳、许昌等城市，除周口外都是相邻城市。从所有城市的流出线看，大多数城市指向郑州方向的线条粗细程度要明显强于其他方向，特别是开封、洛阳、新

乡、许昌、焦作、周口等城市更加明显，而从郑州流出的主要线条也是指向这些城市，反映出郑州已成为这些城市在省内人口流动的首要目的地，是人员交流最为密切的地区，其范围也与中原城市群核心区域吻合。

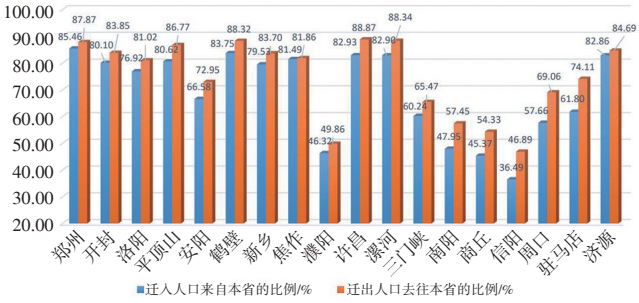


图2　各市的省内迁徙规模占其总迁徙规模百分比

根据图2显示的迁徙比例上看，多数城市的人口迁入来源地和迁出目的地都在省内，这一比例在空间上表现出中北部地区普遍高于南部地区，郑州周边区域明显高于边缘地区的显著特征。在全省城市中，郑州比例最高，而信阳最低，平均比例超过50%的省辖市有16个，不足50%的只有信阳和濮阳。以郑州、信阳和濮阳为例，分析其人口迁入/迁出的省内外结构分布情况。在平均比例上，郑州的迁入/迁出人口中省内占比超过80%，表明郑州对省外人口的吸引力比较有限，而信阳和濮阳的这一数值在40%左右。就每日具体数据而言，在郑州每日迁入的人口中，来自省内的比例最高达94.9%，每日迁出人口中，流向省内其他城市的比例最高达95.8%，且省内主要迁入/迁出地为中北部地区城市；而信阳和濮阳两市每日的迁入/迁出人口中省内占比不超过60%，其中每日迁入人口中，来自省内的比例最低分别为21.2%和38.3%，每日迁出人口中，流向省内其他城市的比例最低分别为23.1%和37.7%，省内主要迁徙城市均为郑州和邻接城市，表明周边省份的邻近城市和较大城市吸引了相当一部分比例的人口。

2.3　省内人口迁徙格局的形成机制分析

2.3.1　经济律和距离律的显著影响

人口迁移是一种人口在空间中的移动现象，离不开距离因素的影响。本文测算的城市引力值是一个重点涵盖经济、距离等因素的综合指标，整理最大引力线和按自然间断法分级的引力线（图3），其结果较直观地反映出郑州“一核”，洛阳“一副”，其他城市“多点”分布的全省城市群空间格局，除邻近城市外的中小城市间引力普遍较小，人口流动格局与城市引力格局较为相似。

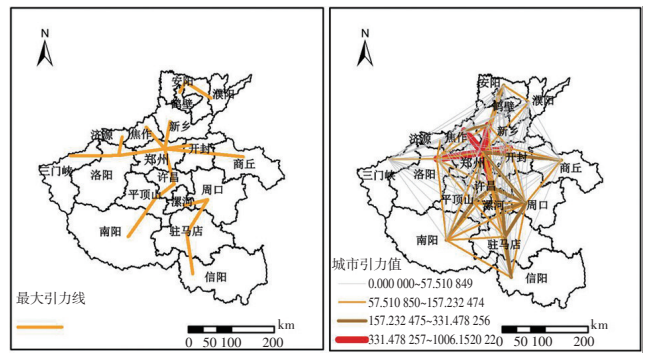


图3　区域城市之间引力线

利用“百度迁徙”大数据探究城市间的人口流量与引力的关系，考虑到距离是影响城市间引力值的显著因素，但从省际以下角度考虑，距离因素对人口迁移的影响受到明显削弱，除GDP外的城市产业结构、公共预算开支等也会影响人口迁移。为此，构建出18市之间的153个城市对（如郑州–开封），将引力值、距离平方、人均公共预算差值、第三产业占比差值分别与城市间的人口迁徙强度进行Pearson相关性分析和线性回归（表2）。从结果来看，得到的Pearson系数除距离因素成负相关外，其他几项均大于0.65，表现出较强的正相关。其中引力值相关系数高达0.861，R^2为0.764，表现出较强的线性正相关，经济律和距离律的综合影响效果显著，而相比于经济因素，距离的相关性相对较弱，说明经济律的作用机制更为强烈。

表2　相关性和线性回归分析

变量1	变量2	Pearson相关性	显著性（双侧）	线性回归（R^2）	个案数
各市之间的总迁徙强度	引力值	0.861**	0.000	0.764	153
	两地之间距离平方	–0.400**	0.000	0.160	153
	人均公共预算差	0.657**	0.000	0.432	153
	第三产业比重差	0.653**	0.000	0.426	153

注：**表示在0.01级别（双尾），相关性显著。

2.3.2　多样性的区域风俗文化

在周边地区经济条件相近的情况下，人口流向往往是倾向于风俗文化相近地区。河南省不少地区与多省接壤，加上多样的自然环境，各地区在风俗文化上表现出一定的地区差异性。这种差异性主要以方言特点、风俗习惯、建筑风格和耕作方式表现出来。从方

言特点和风俗习惯看，信阳、南阳具有荆楚文化特点，安阳、濮阳具有燕赵文化特点，三门峡和焦作的太行山区具有秦晋文化特点，与安徽相邻的商丘和周口则具有明显的淮上文化特点等[16]。以信阳和南阳为例，两市均处三省交界，除郑州外，周边还有如西安、武汉、合肥等省会城市，部分区县与中原文化存在较大差异，两市的总户籍人口约为全省22%（2019年），常住人口占比约为19%（2019年底），但在研究期间，两市的相对迁徙强度最弱，而且两市在省内的迁移规模之和不足全省的7%，在省内流动的人次不足其总迁徙规模的50%，说明两市实际有相当大的一部分人口在省外流动。

2.3.3　“一市独大”的城市体系结构

郑州作为中原城市群核心城市和国家中心城市，综合实力在省内一枝独秀，孙久[12]研究测算郑州是河南省经济和人口首位城市，其中经济首位度已经显著超过2，存在“一市独大”的特征。整体上看，省内其他城市普遍缺少竞争力和吸引力，中心城市和次级城市体系还不完善，仅靠郑州难以带动全省城市群发展，具体表现在省内人口迁徙方向以及全省户籍和常住人口变化上。从研究期间郑州人口迁徙情况，以及每日净迁徙规模，充分说明该时期郑州与其他城市之间的人口流动是典型的回乡和返工浪潮，也是省内人口迁徙的主要方向。2010年至2019年，河南省常住人口增加约153万，而郑州常住人口增长约286万，远超全省净增常住人口（153万），洛阳常住人口增长约50万，其他城市常住人口基本无增长，多数还在减少，表明郑州是推动河南省常住人口增长的最强引擎。同一时期，河南省总户籍人口净增约985万，与常住人口增加情况相比，说明有近832万人口向省外流出，其中南阳、商丘、信阳、周口和驻马店等市的户籍人口数均比常住人口数高出200万以上。

3　结　论

河南省内春运人口流动的分布格局主要是郑州与其他城市之间的“回乡潮”和“返工潮”，主要流动方向与省内“米”字形高铁网走向基本一致，且郑州及周边城市在省内的相对迁徙强度较高。在形成机制上看，经济律、距离律以及风俗文化等因素能较好地解释河南省内人口迁徙的空间格局，现阶段的城市体系主导了省内人口流动的方向。

河南省内人口流动是多方面因素造成的，也反映了区域平衡发展面临的现实问题：一是“米”字形高铁网实现了郑州市与省内其他城市的快速通达，但中小城市之间铁路网络尚不健全，相互间关联度较低；二是区域城市综合竞争能力不足，人口向省外输出的形势十分严峻，即使是省内实力最强的郑州市，其辐射影响范围也主要是中北部地区。因此，完善河南省中心城市和次级城市体系，特别是在南部地区培育中心城市，加强城市体系内部城镇联系，以中心城市的辐射带动作用来促进城市间形成网络结构，进而实现区域一体化发展。

参考文献

[1] 赖建波,潘竟虎. 基于腾讯迁徙数据的中国“春运”城市间人口流动空间格局[J]. 人文地理,2019,34(3):108-117

[2] 李雪,李少达,杨容浩,等. 四川县域人口空间分布特征分析[J]. 地理空间信息,2018,16(12):58-61

[3] 罗名海,谭波,秦思娴,等. 基于大数据的武汉市疫后人口恢复研究[J]. 地理空间信息,2022,20(1):5-9

[4] 张小东,韩昊英,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[J]. 地球信息科学学报,2021,23(10):1 798-1 808

[5] 王聪,严洁. 百度迁徙规模指数构造方法反演[J]. 电子科技大学学报,2021,50(4):616-626

[6] 刘望保,石恩名.“百度迁徙”下中国城市间的人口流动空间格局[J]. 华南师范大学学报(自然科学版),2016,48(5):67-73

[7] 顾朝林,庞海峰. 基于重力模型的中国城市体系空间联系与层域划分[J]. 地理研究,2008,27(1):1-12

[8] 郭永昌. 安徽省省内人口流动空间选择研究[J]. 资源开发与市场,2012,28(2):118-121

[9] 朱道才,陆林,晋秀龙,等. 基于引力模型的安徽城市空间格局研究[J]. 地理科学,2011,31(5):551-556

[10] 打造新引擎实现新突破:省委省政府加快洛阳副中心城市建设工作推进会精神解读_河南要闻_河南省人民政府门户网站[EB/OL]. (2020-03-30)[2022-05-09]. https://www.henan.gov.cn/2020/03-30/1310510.html

[11] 李楠. 文化因素对人口流动的长期影响:基于中国历史经验的实证分析[J]. 社会,2015,35(4):159-176

[12] 孙久文,苏玺鉴. 我国城市规模结构的空间特征分析:“一市独大”的空间特征、效率损失及化解思路[J]. 西安交通大学学报(社会科学版),2021,41(3):9-17