

# 基于信息流视角的甘肃省城市网络结构特征研究

许联鑫

兰州大学资源环境学院, 甘肃 兰州

收稿日期: 2024年1月12日; 录用日期: 2024年2月24日; 发布日期: 2024年2月29日

## 摘要

从不同视角剖析中国城市网络的结构特征对于深刻认识中国城市网络结构及模式具有重要意义。信息流得益于互联网的发展突破了传统时空距离的约束, 是表征区域联系的重要指标。基于百度指数对甘肃省城市网络结构特征进行研究, 结果发现: 1) 基于信息流视角的甘肃省城市网络结构表现出明显的核心-边缘特征, 兰州是省内唯一的核, 且核心地位仍在进一步加强, 省内缺乏明显的信息流强度第二位的城市。2) 甘肃省城市信息流的离散程度较高, 各城市信息流分布比较分散。3) 甘肃省河西地区城市间信息联系普遍下降, 黄河以东以南的地区城市对信息联系普遍增强; 除省会兰州之外的其他城市间信息联系整体较弱, 且这种弱势程度还在进一步加深。本研究可以为甘肃城市与区域协同发展以及更好发挥甘肃区位优势提供一些思路和参考。

## 关键词

城市网络, 百度指数, 甘肃省

# Research on the Characteristics of Urban Network Structure in Gansu Province from the Perspective of Information Flow

Lianxin Xu

College of Resources and Environment, Lanzhou University, Lanzhou Gansu

Received: Jan. 12<sup>th</sup>, 2024; accepted: Feb. 24<sup>th</sup>, 2024; published: Feb. 29<sup>th</sup>, 2024

## Abstract

Analysing the structural characteristics of China's urban networks from different perspectives is

significant for understanding the structure and pattern of China's urban networks. The development of the Internet has broken through traditional spatial and temporal constraints, allowing for the flow of information and characterising regional connections. Based on the Baidu index, this study examines the structural characteristics of the urban network in Gansu Province. The findings indicate that: 1) The urban network structure of Gansu Province, from the perspective of information flow, exhibits clear core-edge characteristics. Lanzhou is the only core city in the province, and its core status is further strengthened. However, there is a lack of clear second-tier cities in the province in terms of the strength of information flow. 2) The level of discrete information flow in Gansu Province is high, with a relatively dispersed distribution of information flow in each city. 3) The connectivity between cities located west of the river in Gansu Province has generally decreased, while the intercity connectivity in areas south and east of the Yellow River has strengthened. Overall, the connectivity between cities other than the provincial capital of Lanzhou is weaker and this weakness is further deepening. This study provides ideas and references for the synergistic development of cities and regions in Gansu, as well as better utilization of Gansu's location advantages.

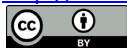
## Keywords

City Network, Baidu Index, Gansu Province

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

伴随着新技术的出现与应用,地域间的联系更多以“流”的形式出现,传统的“地方空间”逐渐被“流空间”替代。在 Castells [1]提出要素流可以反映城市联系网络的观点后,城市网络的内涵逐渐丰富,由最初的引力模型网络扩展为多种类型的实体流网络。城市联系状态从静态的城市节点属性的表达转向动态的城市间流数据的多维度表达[2],利用实体“流”来表征城市网络结构成为近年来国内外研究的新趋势[3]。

从研究视角上看,国内现有的城市网络研究主要从价值链视角[4]、企业联系视角[5]、高铁[6]、高速公路[7]、航运[8]等交通流视角、知识流视角、以及信息流[9]等视角展开。信息流得益于互联网的发展,出现爆发式增长,突破了传统时空距离的约束,是表征区域联系的重要指标。信息流在各城市间传递和输送形成了一张巨大的网络,为研究城市网络联系与网络结构提供了方便。信息流视角下的城市网络研究数据主要来源于新浪微博[10]、百度贴吧[11]、百度迁徙[12]、腾讯迁徙[13]、百度指数[14] [15] [16] [17] [18]等平台。

从研究区域的范围看,国内现有的城市网络研究可以主要分为三个尺度,大尺度的有从整个中国区域[5] [6] [10] [12]进行研究,中尺度的有从长三角城市群[14]、大湾区城市群[15]、京津冀城市群[16] [17]、长江中游城市群[11]、成渝都市圈[18]等城市群或都市圈等进行研究,小尺度的有从山东省[2]、云南省[19]等某个省级行政区进行研究。还有的从某一流域如黄河流域[13],某一自然大区如西北地区[20]等进行研究。

现有城市网络研究主要集中于经济发达地区,经济欠发达地区的研究非常薄弱。欠发达地区城镇化发展程度普遍较低,城市发展网络化程度较低,但欠发达地区城市网络发展对整个国家的区域平衡具有

重要意义。没有欠发达地区的跨越式发展就没有全国的高质量发展。甘肃省人均 GDP 全国倒数第一，是我国欠发达地区的代表。同时甘肃作为丝绸之路的咽喉要道，具有“拱卫中原、护翼宁青、保疆援藏”的战略地位，是我国陆上能源通道必经之地。甘肃连接成渝城市群、黄河中游能源基地、我国北方重要生态安全屏障、农畜产品生产基地、我国向北开放重要桥头堡、天山北坡城市群和我国向西开放的桥头堡、战略资源储备基地、国家重大工程建设的重要地区，承担着这些区域间“中间人”的角色，为我国建设陆路经济通道发挥着重要作用。甘肃省内部也分为若干个区域，甘肃省的城市分布具有其特殊性，呈现出典型的走廊型特征，省内城市间的联系强与弱本身也影响着“中间人”角色发挥程度的好与坏，因此研究甘肃省内部各城市间的网络联系有一定必要性。基于此，本文利用百度指数，对甘肃省内 14 个地州市间网络联系特征展开研究，同时特别关注疫情前后对城市网络特征的影响，因此特别选取了疫情前的 2017 年与常态化防控为主的 2021 年为研究的时间节点，以期对甘肃城市与区域协同发展以及更好发挥甘肃区位优势提供一些思路和参考。

## 2. 研究对象与数据来源

### 2.1. 研究区概况

甘肃省位于中国西北地区，介于 32°11'~42°57'N，东经 92°13'~108°46'E 之间，下辖 12 个地级市、2 个自治州，总面积 42.59 万 km<sup>2</sup>。东邻陕西，西接新疆，南达四川、青海，北抵宁夏、内蒙古。

### 2.2. 数据来源

研究数据来源于百度指数(<https://index.baidu.com/>)。本文使用 2017 年和 2021 年甘肃 14 个地州市为关键词，构建起两两城市间 PC 端 + 移动端百度搜索指数数据的 14\*14 矩阵。搜索指数时时刻刻都在发生变化，为降低各种因素的季节性影响，因此选取一年当中的平均值作为最终数据，以此平滑各种因素的影响。

## 3. 研究方法

### 3.1. 节点 C 值和 D 值强度

通过 C 值和 D 值可以衡量城市网络中城市的节点强度[17]。公式如下：

$$T(i) = S_{i1} + S_{i2} + \dots + S_{i13} \quad (1)$$

$$R(i) = S_{1i} + S_{2i} + \dots + S_{13i} \quad (2)$$

$$C(i) = \ln \frac{T(i)}{R(i)} \quad (3)$$

$$D(i) = T(i) - R(i) \quad (4)$$

式中： $T(i)$ 表示  $i$  城市的信息出量，即从  $i$  城市搜索其他城市的量； $R(i)$ 表示  $i$  城市的信息入量，即从其他城市搜索  $i$  城市的量； $C_i$ 表示控制与被控制，其值若为负，则表示其被控制，其值若为正，则表示其拥有控制力，值越大，控制力越强； $D_i$ 表示主导与附属，其值若为负，则表示其附属，其值若为正，则表示其起主导，值越大，主导性越强。

### 3.2. 城市对信息流强度

城市对的信息流强度可以通过两城市百度指数的积来衡量[19]。公式如下：

$$N_{ij} = S_{ij} \times S_{ji} \tag{5}$$

$$P_{ij} = \frac{N(ij)}{N(\max)} \tag{6}$$

式中： $N_{ij}$ 表示*i-j*城市对的信息流强度， $S_{ij}$ 表示由*i*城市搜索*j*城市， $S_{ji}$ 表示由*j*城市搜索城市*i*。 $P_{ij}$ 表示*i-j*城市对信息流的相对强度， $N_{\max}$ 表示所有城市对信息流强度最大值。

### 3.3. 城市信息流强度

累计与某城市有关的所有城市对信息流强度，这个值即为某城市信息流强度[19]。公式如下：

$$M_i = N_{i1} + N_{i2} + \dots + N_{in} \tag{7}$$

$$Q_i = \frac{M(i)}{M(\max)} \tag{8}$$

式中： $M_i$ 表示*i*城市的信息流强度， $N_{i1}$ 、 $N_{i2}$ 和 $N_{in}$ 为与*i*城市有关的城市对信息流强度。 $M_{sum}$ 为所有城市信息流强度总和， $Q_i$ 表示*i*城市的信息流强度占有所有城市信息流强度总和的比重。

### 3.4. 变异系数

某个变量的离散程度可以通过变异系数来衡量。若变异系数小于0.1，则是弱变异，若在0.1到1之间则是中等变异，若大于1则是强变异[19]，计算公式如下：

$$C_v = \frac{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (M_i - \bar{M})^2}}{\bar{M}} \tag{9}$$

(9)式中： $M_i$ 表示*i*城市信息流强度， $\bar{M}$ 表示信息流强度的平均值， $n$ 表示城市个数。

## 4. 甘肃省城市网络特征分析

### 4.1. 节点强度时空格局

根据2017年和2021年的*T(i)*、*R(i)*、*C<sub>i</sub>*和*D<sub>i</sub>*(见表1)。2017年，兰州、平凉和白银的*C<sub>i</sub>*和*D<sub>i</sub>*为正，其余为负，说明兰州、平凉和白银是控制型城市和主导型城市，且兰州控制性较强，甘南被强控制；2021年，庆阳、定西、天水3个城市的*C<sub>i</sub>*和*D<sub>i</sub>*值转为正，说明这3个城市由被控制转变成控制型城市。兰州*C*值和*D*值进一步增大，说明其控制性增强，甘南*C*值和*D*值明显增大，说明其被控制性迅速减弱，临夏*C*值和*D*值略微增大，说明其被控制性稍减弱，武威、酒泉、张掖、嘉峪关、金昌、陇南等6个城市*C*值和*D*值略微下降，说明被控制程度加深或者是控制性减弱。

**Table 1.** Inter-city transmission, reception, *C*-value, and *D*-value in Gansu Province, 2017 and 2021

**表 1.** 2017年、2021年甘肃省城市间发送量、接收量、*C*值以及*D*值

地区	2017年 <i>T(i)</i>	2017年 <i>R(i)</i>	2017年 <i>C<sub>i</sub></i>	2017年 <i>D<sub>i</sub></i>	2021年 <i>T(i)</i>	2021年 <i>R(i)</i>	2021年 <i>C<sub>i</sub></i>	2021年 <i>D<sub>i</sub></i>
兰州	3806	1718	0.7954	2088	3582	1436	0.9141	2146
庆阳	793	992	-0.2239	-199	909	794	0.1353	115
定西	870	882	-0.0137	-12	830	764	0.0829	66
武威	1130	1210	-0.0684	-80	919	1064	-0.1465	-145
酒泉	866	931	-0.0724	-65	774	853	-0.0972	-79

续表

张掖	1161	1191	-0.0255	-30	957	1065	-0.1069	-108
嘉峪关	622	1579	-0.9316	-957	347	1509	-1.4699	-1162
平凉	1212	944	0.2499	268	1024	917	0.1104	107
天水	1089	1251	-0.1387	-162	1115	1051	0.0591	64
白银	1333	628	0.7526	705	845	559	0.4132	286
金昌	532	691	-0.2615	-159	439	727	-0.5044	-288
陇南	789	920	-0.1536	-131	643	959	-0.3997	-316
临夏	446	965	-0.7718	-519	685	901	-0.2741	-216
甘南	89	836	-2.2400	-747	386	856	-0.7964	-470

根据式(7)、式(8)分别计算出 2017 年和 2021 年甘肃省 14 个地区城市的年信息强度和年信息流占比情况(见图 1 和表 2), 城市年信息流总量 2021 年相较 2017 年减少了 357,092, 减少幅度为 22.23%, 各城市信息流强度都有不同程度的下降, 只有临夏州和甘南州信息流实现了增长。兰州的信息流强度约为 31%, 明显高于其他城市, 其他城市信息流强度都较为接近, 都处在 5% 附近, 呈现出典型的长尾特征。说明甘肃省基于信息流联系的城市网络呈现明显的核心-边缘结构特征, 兰州是省内唯一的核, 缺乏明显的信息流强度第二位的城市。

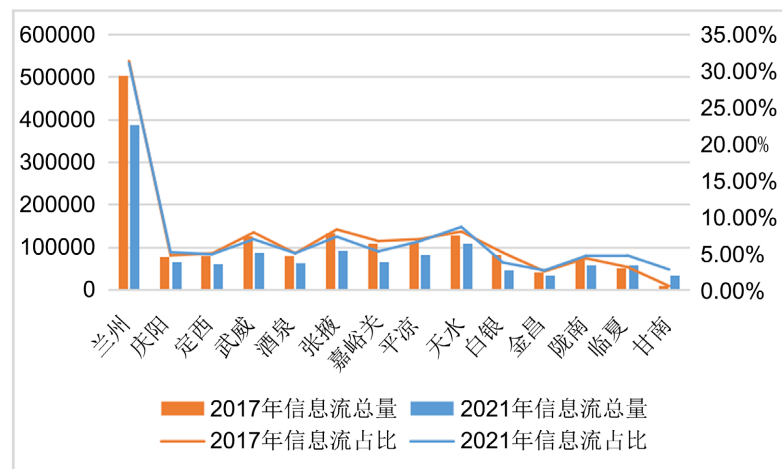


Figure 1. Intensity and share of urban information flow in Gansu Province, 2017 and 2021

图 1. 2017 年、2021 年甘肃省各城市信息流强度及比重

Table 2. Intensity and share of urban information flow in Gansu Province, 2017 and 2021

表 2. 2017 年、2021 年甘肃省各城市信息流强度及其比重

地区	2017 年信息流强度	2017 年信息流强度比重	2021 年信息流强度	2021 年信息流强度比重
兰州	503,395	31.34%	387,901	31.06%
庆阳	76,741	4.78%	64,864	5.19%
定西	80,686	5.02%	61,341	4.91%
武威	126,927	7.90%	87,138	6.98%
酒泉	81,249	5.06%	63,108	5.05%

续表

张掖	133,503	8.31%	91,571	7.33%
嘉峪关	108,122	6.73%	66,226	5.30%
平凉	112,282	6.99%	83,867	6.71%
天水	128,929	8.03%	108,090	8.65%
白银	82,515	5.14%	47,379	3.79%
金昌	41,493	2.58%	33,919	2.72%
陇南	70,340	4.38%	58,787	4.71%
临夏	50,821	3.16%	59,373	4.75%
甘南	9125	0.57%	35,472	2.84%

### 4.2. 城市网络谱系分析

将 2017 年、2021 年各城市的  $M$  值导入 SPSS 软件, 以  $M$  为变量, 以  $n$  为个案, 生成对应的谱系图(见图 2)。2017 年所有的样本被分为 3 类: 第 1 类为兰州, 占比 31.34%; 第 2 类包括临夏州和甘南州, 占比 3.73%; 第 3 类为甘肃省内其他 11 个城市, 占比 64.93%; 2021 年所有的样本被分为 2 类: 第 1 类为兰州, 占比 31.06%; 第 2 类为甘肃省内其他 13 个城市, 占比 68.94%。

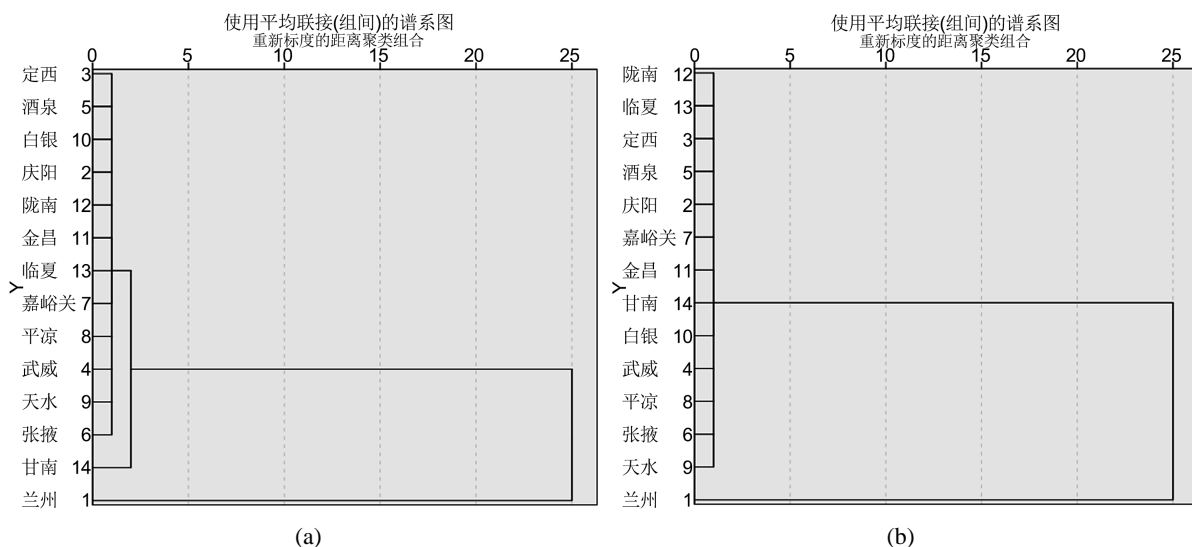


Figure 2. (a) Average linkage spectrum between groups in 2017; (b) Average linkage spectrum between groups in 2021  
图 2. (a) 2017 年组间平均联接谱系图; (b) 2021 年组间平均联接谱系图

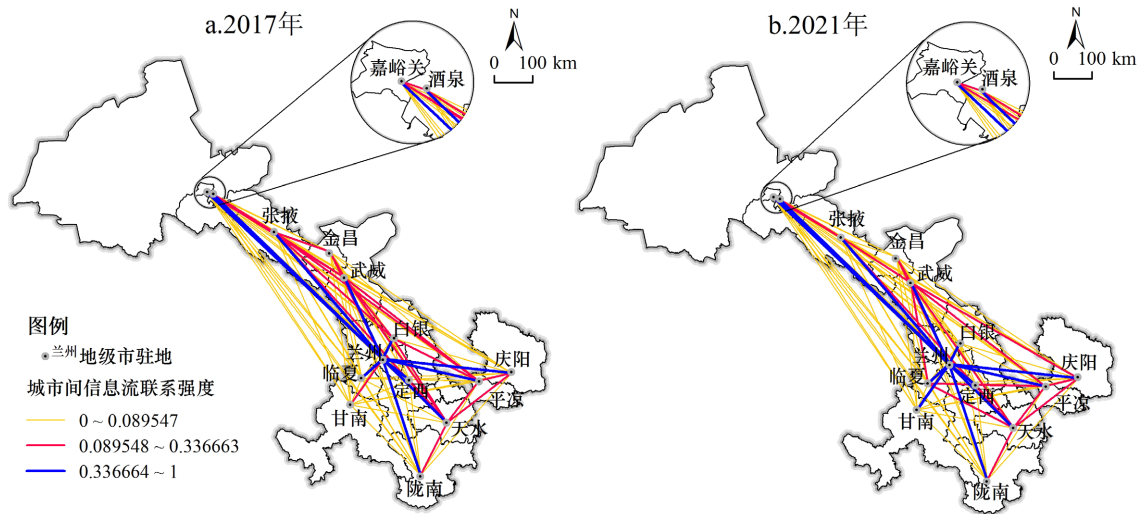
据图 2, 较 2017 年, 2021 年甘肃省城市网络谱系由 3 类变为 2 类, 第 1 类基本稳定, 第 2 类占比有所增加, 次序没有发生变化。根据公式(9), 计算出 2017 年和 2021 年甘肃省城市网络变异系数, 2017 年、2021 年变异系数分别为 0.99、0.96, 都属于中等变异[19], 2021 年变异系数较 2017 年略有下降, 但是数据仍靠近数值 1, 说明甘肃省城市信息流的离散程度较高, 各城市信息流分布比较分散。

### 4.3. 城市网络时空格局

根据公式(5)和公式(6), 分别计算 2017 年、2021 年甘肃省城市对的信息流相对强度, 将结果在 ArcGIS 软件中根据自然断点法进行分级, 将城市联系网络分为 3 级, 分别绘制出 2017 年和 2021 年甘肃省城市



网络层级结构图(见图 3), 统计甘肃省城市间网络层级分布、各层级占比及占比变化情况(见表 3)。



**Figure 3.** Hierarchical structure of inter-city network in Gansu Province  
**图 3.** 甘肃省城市间网络层级结构图

**Table 3.** Distribution of inter-city network tiers in Gansu Province, proportion of each tier  
**表 3.** 甘肃省城市间网络层级分布、各层级占比

	2017 年数量	占比	2021 年数量	占比	占比变化
第一层级	11	12.09%	12	13.19%	1.10%
第二层级	23	25.27%	19	20.88%	-4.40%
第三层级	57	62.64%	60	65.93%	3.30%

第一层级主要为省会兰州与其他非省会城市间的信息联系, 形成了甘肃省内城市间信息流的骨架。2017 年, 除金昌和甘南之外, 其余城市与省会兰州的网络联系均在第一层级; 2021 年, 兰州 - 甘南城市对从第二层级升格到第一层级, 省会兰州与其他城市的信息联系里只剩兰州 - 金昌城市对还停留在第二层级。2017 年甘肃省内城市网络第二层级包含 23 对城市对, 第三层级 57 对; 2021 年甘肃省内城市网络第二、三层级则分别演变为 19 对和 60 对。其中武威 - 嘉峪关、武威 - 白银、张掖 - 金昌、天水 - 白银、平凉 - 白银、张掖 - 白银、张掖 - 平凉、武威 - 酒泉共 8 对城市对由第二层级滑落到第三层级; 庆阳 - 武威、定西 - 平凉、武威 - 临夏、天水 - 临夏、平凉 - 临夏共 5 对城市对由第三层级升格为第二层级。

由此, 在甘肃城市间信息联系里, 第一层级基本稳定, 省会兰州作为城市对信息联系网络的核心城市, 依旧处于全省城市间联系的绝对主导地位, 且这种主导地位仍在加强。第二层级数量减少, 且由第二层级滑落到第三层级的 8 对城市对, 主要为河西地区内部城市对或河西地区城市和陇东南地区城市对, 说明河西地区内部城市间或河西地区与陇东南地区城市间的信息联系普遍下降; 由第三层级升格到第二层级的 5 对城市对, 主要为黄河以东以南的地区城市对, 说明黄河以东以南的地区城市对信息联系普遍增强。第三层级数量增加, 且第三层级数量所占比重都较高, 2021 年比重进一步升高至 65.93%, 说明甘肃省内除省会兰州之外的其他城市间信息联系整体较弱, 且这种弱势程度还在进一步加深。

## 5. 结论

本文基于百度指数对甘肃省城市网络结构特征进行研究, 结果发现:

(1) 基于信息流视角的甘肃省城市网络结构表现出明显的核心-边缘特征,兰州是省内唯一的核  
心,且核心地位仍在进一步加强,省内缺乏明显的信息流强度第二位的城市。

(2) 甘肃省城市信息流的离散程度较高,各城市信息流分布比较分散。

(3) 甘肃省内兰州的地位进一步加强;河西地区城市间信息联系普遍下降,黄河以东以南的地区城市对信息联系普遍增强;除省会兰州之外的其他城市间信息联系整体较弱,且这种弱势程度还在进一步加深。

## 6. 讨论

以上结论表明,甘肃省城市网络核心突出,但是低层级城市间联系较弱,这无疑会阻碍甘肃作为区域间联系“中间人”角色的发挥,本文从城市联系网络层面提出以下建议:

① 增强联系:通过进一步完善各种交通方式、加强信息协作等方式快速提升城市间联系,尤其是省内除兰州外的城市间的联系;

② 完善层级:通过利用城市间距离、铁路沿线等优势,促进酒嘉同城化发展,深化西安、川渝、青海、河西等铁路干线方向上相邻城市间发展联系,进一步扩大第二层级,缩小第三层级比重。

③ 优化网络:织密道路交通网络,加强信息网络设施互通互融,打通阻挠城市网络发展的淤节堵点,不断促进要素自由流通,信息开放共享[21]。

本文所用数据为2017年和2021年数据,而2021年恰逢新冠肺炎疫情期间,信息流总量出现下降很可能与此有关,本文在分析中未能排除这一重要因素。数据采集过程中虽采用了年平均值来避免搜索指数的季节变化,但仍不可避免受到一些特殊事件和新闻的影响,尤其是2021年10月~11月兰州出现疫情,可能阻碍了信息流在兰州与其他城市间的流动。并且百度只是作为一种数据来源,现如今抖音头条、微信各种互联网的国民应用的普及,百度逐渐从第一阵营掉队,利用单一的百度指数并不能完全准确估计城市间信息流的情况。

## 参考文献

- [1] Castells, M. (2007) Centrality in the Space of Slows. *Built Environment*, **33**, 482-485.  
<https://doi.org/10.2148/benv.33.4.482>
- [2] 张克伟, 来逢波, 黄玉娟. 基于百度迁徙数据的山东省城市网络结构特征研究[J]. 时空信息学报, 2023, 30(3): 416-424.
- [3] 王姣娥, 焦敬娟, 黄洁, 等. 交通发展区位测度的理论与方法[J]. 地理学报, 2018, 73(4): 666-676.
- [4] 张浩然, 焦利民. 中国城市网络结构: 基于价值链视角和企业联系视角的比较分析[J]. 地理科学, 2023, 43(11): 1879-1889.
- [5] 周晓艳, 侯美玲, 李霄雯. 独角兽企业内部联系视角下中国城市创新网络空间结构研究[J]. 地理科学进展, 2020, 39(10): 1667-1676.
- [6] 陈俐锦, 欧国立, 范梦余, 等. 高铁流视角下的中国县域网络结构特征与演化研究[J]. 地理科学进展, 2021, 40(10): 1639-1649.
- [7] 李苑君, 吴旗韬, 张玉玲, 等. “流空间”视角下高速公路交通流网络结构特征及其形成机制——以广东省为例[J]. 地理研究, 2021, 40(8): 2204-2219.
- [8] 潘坤友, 曹有挥, 刘可文, 等. 长江三角洲集装箱班轮网络空间格局及其演化[J]. 地理科学, 2017, 37(5): 682-690.
- [9] 李春平. 信息流视角的山东省城市网络特征研究[J]. 干旱区资源与环境, 2015, 29(12): 51-56.
- [10] 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.
- [11] 邓楚雄, 宋雄伟, 谢炳庚, 等. 基于百度贴吧数据的长江中游城市群城市网络联系分析[J]. 地理研究, 2018,



- 37(6): 1181-1192.
- [12] 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): 1798-1808.
- [13] 刘海洋. 基于腾讯人口迁徙大数据的黄河流域城市网络结构特征及其分异因素[D]: [硕士学位论文]. 兰州: 西北师范大学, 2022.
- [14] 熊丽芳, 甄峰, 王波, 等. 基于百度指数的长三角核心区城市网络特征研究[J]. 经济地理, 2013, 33(7): 67-73.
- [15] 杨辉宇, 曾达, 李苗苗, 等. 多元流空间视角下粤港澳大湾区城市生态位研究[J]. 地理学报, 2023, 78(8): 1983-2000.
- [16] 郝修宇, 徐培玮. 基于百度指数和引力模型的城市网络对比——以京津冀城市群为例[J]. 北京师范大学学报(自然科学版), 2017, 53(4): 479-485.
- [17] 张令涛, 吴风华. 基于百度指数的京津冀地区城市网络特征研究[J]. 华北理工大学学报(自然科学版), 2020, 42(3): 23-32.
- [18] 宗会明, 郝灵莎, 戴技才. 基于百度指数的成渝地区双城经济圈城市网络结构研究[J]. 西南大学学报(自然科学版), 2022, 44(1): 36-45.
- [19] 李云霜, 苏振宇. 基于百度指数的云南省城市网络结构特征研究[J]. 城市建筑, 2021, 18(36): 63-66.
- [20] 栗向阳. 西北地区城市空间网络结构研究[D]: [硕士学位论文]. 兰州: 兰州大学, 2020.
- [21] 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[J]. 经济地理, 2017, 37(8): 53-59.