

# 基于游客主动数字足迹的甘肃 河东旅游流空间结构研究

苗安娜, 杨波, 武嘉威

(西北师范大学旅游学院, 甘肃兰州 730070)

**摘要:** 为揭示欠发达型文化旅游区域的旅游流空间结构特征, 文章以甘肃河东地区为研究对象, 基于携程游记的主动数字足迹数据, 构建景点级旅游流网络, 并综合运用社会网络分析与 GIS 空间识别方法。结果显示, 研究区旅游流整体呈显著的“双核心—边缘梯度”结构, 兰州与天水在网络中心性与空间集聚两维度同时占据主核心地位, 而定西—平凉—庆阳等地处于弱连通、弱承接的边缘层级。网络密度与核心—边缘拟合检验表明, 该结构具有显著的稳定性; 核密度与热点探测进一步验证了交通廊道和景区等级对空间集聚的强化作用。交通可达性、景区品牌外溢效应与游客路径依赖共同驱动了“双核心”集聚格局的形成, 网络结构与空间集聚特征的交叉验证欠发达区域旅游流结构, 为区域旅游发展不均衡现象的结构性认知提供实证依据。

**关键词:** 主动数字足迹; 社会网络分析; 旅游流; 空间结构; 河东地区

**中图分类号:** F59 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-5841(2026)02-0059-12

## 引言

旅游流作为游客群体在地理空间中的有序移动过程, 是目的地运行机制与区域空间组织关系的重要外在表征<sup>[1-2]</sup>。其背后所映射的并不仅是简单的客流数量, 更是不同旅游节点之间的连接方式、流动强度与空间耦合关系, 对揭示旅游系统内部结构与运行效率具有关键意义<sup>[3]</sup>。近年来, 随着经验研究从“流量统计”逐步转向“结构识别”, 旅游流的空间结构已成为衡量区域旅游协同水平与竞争力的重要指标<sup>[4]</sup>。研究指出, 旅游流结构往往呈现显著的层级化特征, 其中“核心—边缘”关系揭示了空间资源分布、交通通

**收稿日期:** 2025-07-18

**作者简介:** 苗安娜 (2002—), 女, 山东青岛人, 2024 级硕士研究生, 研究方向为生态旅游; 杨波 (1987—), 男, 甘肃徽县人, 副教授, 博士, 硕士生导师, 研究方向为生态旅游、乡村旅游; 武嘉威 (2001—), 男, 陕西西安人, 2023 级硕士研究生, 研究方向为生态旅游。

达性与市场认知之间的深层联动,对理解区域旅游失衡及其形成机制具有较高解释力<sup>[5-6]</sup>。

在城市化梯度显著、生态敏感性较高的西部地区,旅游流的空间结构性问题尤为凸显<sup>[7]</sup>。一方面,核心节点往往依托交通枢纽与品牌景区形成高度集聚,而边缘地区则因区位、设施与市场曝光度的差异呈现出“弱连通—弱承载”的结构欠发达状态<sup>[8]</sup>;另一方面,这种集聚式格局若长期缺乏协同调控,可能导致“热点过度承压”与“潜力节点闲置”并存,进而削弱区域旅游系统的整体韧性与持续扩散能力<sup>[9]</sup>。甘肃河东地区作为西北文化走廊与黄河文明交会带,其内部旅游流是否呈现这一结构特征、结构分异的空间机制为何、核心区与边缘区之间是否存在显著的耦合断层,是评价其区域旅游网络效率与协同潜力的关键问题。

随着主动数字足迹数据为刻画游客真实行为路径提供了更高分辨率的分析基础,借助社会网络分析与GIS空间识别方法,可以实现旅游流“结构—空间—机制”的一体化,这也为探讨甘肃河东地区旅游流的内部结构特征提供了新的分析视角与证据基础。

## 一、研究综述

旅游流作为理解旅游系统运行规律的重要切入点,其研究始终围绕“人—地—网”关系展开,逐步从静态规模研究走向动态网络结构与空间关系识别。总体来看,旅游流研究经历了由宏观尺度向目的地内部微观尺度拓展,由流量描述转向结构刻画与机制解释深化的范式<sup>[10]</sup>。现有研究普遍认为,旅游流结构不仅反映游客集散格局,更是衡量区域空间组织效率与旅游系统协同能力的重要表征<sup>[11]</sup>。在该框架下,“核心—边缘”模型成为识别旅游系统层级性与空间失衡特征的重要分析工具,能够揭示不同节点之间的结构分化与连通程度,对理解区域旅游协作机制具有重要意义<sup>[12-13]</sup>。

随着大数据和空间分析技术的发展,旅游流研究逐渐从传统统计数据 and 问卷调查<sup>[14-15]</sup>转向更具行为真实性和时空精细度的数字足迹数据<sup>[16]</sup>。数字足迹可按来源区分为被动型(如手机信令、GPS轨迹)和主动型(如UGC游记、POI评论)。相较于被动型数据的规模优势,主动型数字足迹更能呈现游客“到访—停留—迁移”的行为链条,对揭示目的地内部不同景点节点之间的联动关系具有更直接的解释力<sup>[17-18]</sup>。近年来,社会网络分析结合GIS空间热点识别的方法体系逐渐成熟,在城市或区域尺度旅游流研究中被广泛采用<sup>[19]</sup>,实现了从“点线关系识别”到“结构功能解释”的深化。

尽管已有研究在整体格局识别、结构特征与作用机制方面取得了丰富成果,但现有文献多集中于东部城市群、国家级城市或典型旅游城市<sup>[20-22]</sup>,对于生态脆弱区与空间梯度明显的西部区域关注相对较少。尤其在西北省域

内部, 不同节点间的交通可达性、景区等级与游客感知差异明显, 但相关研究多以城市为节点展开, 较少从“景点—路径”微观尺度揭示网络结构的层级化组织特征, 对核心—边缘结构与热点空间分布的叠加性验证也仍有补充空间。

因此, 在地形多样性与文化廊道交织的甘肃河东地区, 采用主动数字足迹刻画旅游流并结合社会网络分析与核密度/热点识别方法开展交叉验证, 有助于更准确识别其内部的核心—边缘结构与空间集聚机制, 为理解区域结构失衡及其背后的交通—吸引物—行为联合驱动逻辑提供更具行为真实性的依据。基于此, 本研究从景点级网络出发, 综合运用 SNA 与 GIS 空间分析, 对甘肃河东地区旅游流的结构特征与空间梯度进行刻画, 以期为区域旅游协同发展与空间优化提供实证支撑。

## 二、研究区域与数据来源

### (一) 研究区域概况

甘肃河东地区位于  $100.73^{\circ}\text{E} \sim 108.73^{\circ}\text{E}$ 、 $32.52^{\circ}\text{N} \sim 37.30^{\circ}\text{N}$  之间, 是黄河甘肃段以东以南地区, 是黄土高原向青藏高原的过渡地带, 属于黄土高原沟壑丘陵带<sup>[23]</sup>。河东地区包括兰州、天水、庆阳等 9 个地州市, 总面积约  $16.5 \text{万 km}^2$ 。该区域文化旅游资源丰富, 拥有 2 处世界级文化遗产、30 余处国家级文保单位和 90 余处国家 3A 级以上景区, 旅游发展以兰州、天水为核心, 其他地区资源正逐步开发。交通方面, 已形成以铁路、公路为主、航空为辅的综合交通网络, 显著提升了区域互联互通水平。

### (二) 数据来源与处理

#### 1. 数据来源

本研究以携程网中的游记板块为数据源。选择携程网主要基于以下几方面原因: 第一, 携程网作为中国最大的在线旅游服务平台之一, 拥有庞大的用户基础和极高的市场渗透率, 用户发表的游记数量庞大、覆盖面广, 发布的游记在很大程度上能反映国内主流游客群体的出行偏好和行为模式。第二, 携程游记板块内容丰富, 游记数量多、质量普遍较高, 通常包含明确的行程单 (D1, D2…)、游览路线、交通方式、人均花费等关键信息, 数据结构相对完整, 为提取精确的旅游流路径提供了数据保障。第三, 相较于整合多个平台 (可能存在数据格式、质量差异等问题), 聚焦于一个代表性强的主流平台, 更能确保数据处理标准的一致性和研究结果的内在逻辑性。在本研究中, “数字足迹”被定义为游客在携程网上主动分享的、包含明确地理节点和游览顺序的在线游记。每一篇游记被视为一个游客 (或一个旅游团体) 的一次完整旅游行为记录, 其内部的景点序列 (A→B→C) 构成了旅游流的基本单元。

## 2. 数据处理

以“兰州”“天水”“庆阳”“平凉”等河东地区地级市名称为关键词,使用 Octoparse 数据采集器从携程网游记版块采集数据,将每一次在有效游记中出现的景点 A 到景点 B 的连续记录,视为在旅游流网络中构建了一条“连接关系”。为确保数据的准确性与可靠性,数据清洗遵循以下原则:一是剔除旅游公司及地方旅游局发布的带有商业广告性质的游记,确保内容为游客真实经历的记录。判断依据包括作者身份(排除机构账号)、文本风格(排除宣传性措辞)、地理定位的准确性以及是否存在大量外部商业链接等特征。二是删除信息不完整的游记(如缺失景点信息、游览路径模糊不清或指代不明)。三是删除内容高度雷同的游记,合并指代同一实体但名称略有差异的景点(如“白塔山”与“白塔山公园”)。四是剔除包含非河东地区景点或指代不明的游记,确保数据与研究区域一致。五是为确保游记反映真实到访行为,仅保留包含明确行程描述、地理标记和时间信息的游记,并通过核查文本内容与图片的一致性剔除疑似虚构内容。最终筛选出 829 篇有效游记,内容包括游记标题、发表时间、作者信息、出游人数、花费和游览路线等,涵盖甘肃河东地区的主要景点。

## 三、研究方法

本文将游客打卡的旅游访问节点统称为“景点”,包括部分具备景区属性的区域。主要在携程网进行数据收集与清洗,综合运用社会网络分析和 GIS 空间分析方法,对旅游流动的时空特征进行深入探讨,将“景点”作为节点进行分析旨在揭示旅游流动的空间结构特征。通过分析携程网提供的旅游数据,构建旅游流动网络并进行结构识别,进一步揭示旅游流动中的核心—边缘结构、热点区域及其空间结构特征。研究框架如图 1 所示。

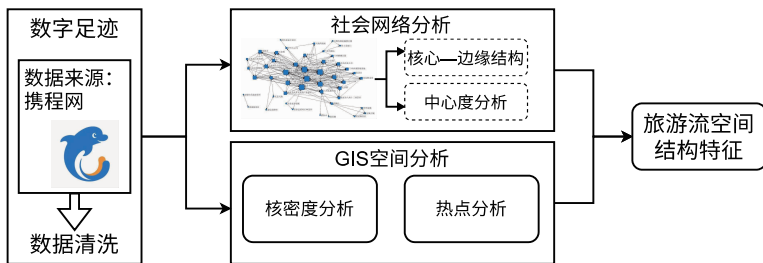


图 1 分析旅游流空间结构的研究框架

### (一) 社会网络分析

社会网络分析 (social network analysis, SNA) 作为研究旅游流网络结构的重要范式,通过构建网络节点关系模型,表征数据的属性特征与内部结构,多维度揭示旅游流中各景点之间的联系。<sup>[24]</sup>。本研究基于携程网在线游

记数据构建旅游流网络, 通过二值化处理生成邻接矩阵, 矩阵的横轴和纵轴首列、首行分别表示各旅游节点。运用社会网络分析软件 UCINET 计算甘肃省河东地区旅游流网络中心度, 具体计算方法如下:

1. 度数中心度公式:

$$C_{AD}(i) = \sum_{j=1}^n r_{ij} \quad (1)$$

式(1)中:  $C_{AD}(i)$  为节点  $i$  的点度中心度,  $r_{ij}$  为节点  $i$  与节点  $j$  之间的直接路径数量。

2. 接近中心度公式:

$$C_{AP}(i) = \frac{1}{\sum_{j=1}^n d_{ij}} \quad (2)$$

式(2)中:  $C_{AP}(i)$  为节点  $i$  的接近中心度,  $d_{ij}$  为节点  $i$  与节点  $j$  之间的最短路径距离。

3. 中介中心度公式:

$$C_{AB}(i) = \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n \frac{g_{jk}(i)}{g_{jk}}, j \neq k \neq i, j < k \quad (3)$$

式(3)中:  $C_{AB}(i)$  为节点  $i$  的中介中心度,  $g_{jk}(i)$  为从节点  $j$  到达节点  $k$  经过节点  $i$  的最短路径数量,  $g_{jk}$  为节点  $j$  与节点  $k$  之间的最短路径数量。

## (二) GIS 空间分析法

基于 ArcGIS 可视化分析, 通过核密度估计 (Kernel Density Estimation, KDE) 方法分析甘肃省河东地区旅游流密度。Getis - Ord  $G_i^*$  指数识别该地旅游流热点区域, 揭示甘肃省河东地区旅游流空间结构特征。核密度估计是一种基于非参数统计理论的空间概率密度函数估计方法, 它通过数学函数计算研究区域内各点的密度值, 能够量化呈现地理要素在空间上的聚集程度和分布差异<sup>[25]</sup>。Getis - Ord  $G_i^*$  统计量是一种基于局部空间自相关理论的热点探测方法, 通过构建空间权重矩阵 (如邻接关系) 计算各空间单元的标准化的  $Z$  得分, 进而识别具有统计显著性的高值集聚区 (热点) 或低值集聚区 (冷点)<sup>[26]</sup>。

## 四、结果分析

### (一) 旅游流的社会网络结构特征

#### 1. 整体网络密度

根据 UCINET 计算结果, 甘肃河东地区旅游流网络密度为 0.558, 表明各旅游节点之间存在中等偏高的连接紧密度, 游客流动具有较强的结构聚合特征。网络图 (见图 2) 显示, 部分节点形成高频互联的子集群, 而外围节点联系较为稀疏, 呈现出典型的“强中心—弱边缘”分化格局。这一结构

说明河东地区的旅游流动并非随机分布，而是表现出统计意义上的核心集聚特征。旅游活动更多集中在兰州、天水等城市形成的核心区域内。此类高密度区往往受益于交通枢纽优势（高铁、高速与国道交会）及综合吸引物集群（麦积山石窟、白塔山公园、甘肃省博物馆等）。相比之下，外围节点虽然数量较多，但连通度有限，形成低耦合的分散型网络。该现象从结构层面反映出区域旅游流呈现显著的空间层级性与流向不均衡。

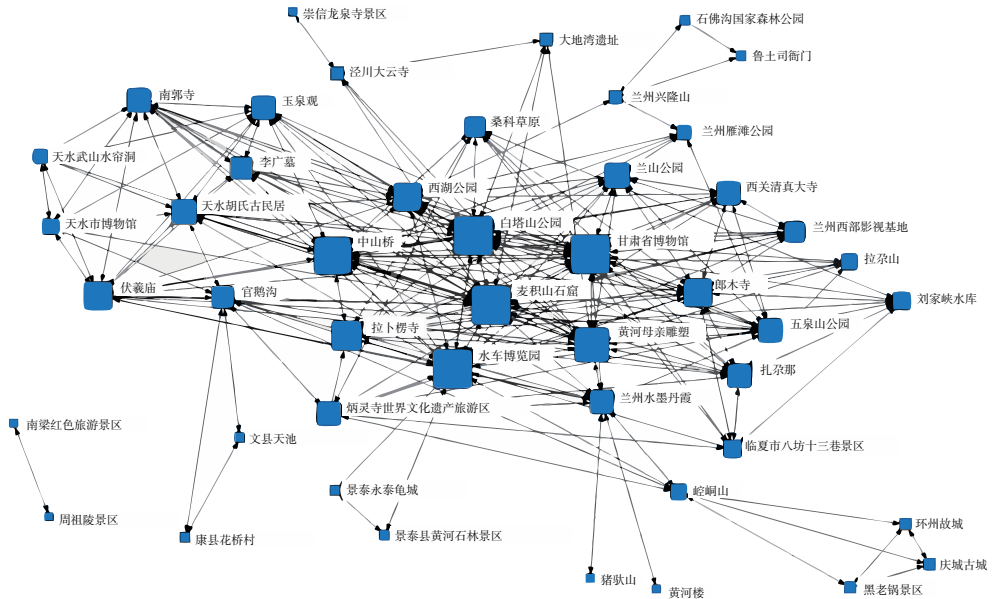


图2 甘肃省河东地区旅游流网络结构

2. 核心—边缘结构

核心—边缘模型分析结果（表1）显示，核心区网络密度为0.808，远高于边缘区的0.094。核心节点主要集中在兰州市与天水市的标志性景点，如中山桥、白塔山、甘肃省博物馆、麦积山石窟、伏羲庙与南郭寺等。这些节点在游客路径中兼具到发与中转功能，构成了网络的高流量枢纽。

表1 核心—边缘密度矩阵

	核心区	边缘区	成员
核心区	0.808	0.088	中山桥 甘肃省博物馆 白塔山公园 麦积山 黄河母亲雕塑 伏羲庙 水车博览园 五泉山公园 玉泉观 天水胡氏古民居 兰山公园 南郭寺等。
边缘区	0.094	0.039	景泰县黄河石林 崆峒山 扎尕那 兴隆山 拉卜楞寺 官鹅沟 桑科草原 定西市渭河源 环州故城 临夏市八坊十三巷 拉尕山 康县阳坝 陇南成县鸡峰山 岷县狼渡滩草原 文县天池 康县花桥村 成县金莲洞 崇信龙泉寺 庆城古城等。

边缘节点多分布于定西、平凉、庆阳及临夏等地，如环州故城、八坊十三巷等，其内部连通性弱、外部依附性强，游客流动多以点对点短程访问为

主。整体网络的核心—边缘划分结果在 0.01 显著性水平下通过拟合检验, 说明结构特征稳定且显著。该双层结构反映出核心区通过高等级交通网络与知名景区集群实现高效耦合, 而边缘区受制于交通可达性不足与景区品牌影响力较低, 尚未形成有效的流量协同。核心节点在空间上形成集聚极核, 辐射作用有限, 未能带动外围节点的同步增长。

### 3. 中心度分析

中心度分析结果 (表 2) 显示, 度数中心度较高的节点包括水车博览园、白塔山公园、甘肃省博物馆、麦积山石窟及中山桥等, 表明这些景点在游客出行路径中处于频繁访问与高流通的位置, 是网络中的“强连接”枢纽。中介中心度结果表明, 水车博览园与崆峒山的数值显著高于其他节点, 显示其在旅游流网络中承担重要的中转与桥梁功能。特别是水车博览园处于兰州黄河风情线核心地带, 交通通达度高, 连接东西部景区的路径数量最多, 是典型的“流量控制型节点”。接近中心度方面, 麦积山石窟、白塔山及甘肃省博物馆等节点值较低, 说明这些景点平均到达其他节点的路径最短, 游客可通过它们快速到达多个目的地。由此可见, 核心节点兼具高连接性 (度数中心度)、高控制性 (中介中心度) 和高可达性 (接近中心度), 形成“多功能复合型核心”。

表 2 甘肃河东地区中心度指标

序号	景点	度数中心度	中介中心度	接近中心度
1	水车博览园	24	197.672	195
2	崆峒山	7	126.000	221
3	官鹅沟	11	107.603	212
4	兰州水墨丹霞	12	107.453	210
5	麦积山	24	107.001	197
6	兴隆山	4	86.000	247
7	白塔山公园	24	71.604	201
8	甘肃省博物馆	24	63.008	200
9	黄河母亲雕塑	20	50.661	203
10	中山桥	23	46.880	201
11	泾川大云寺	5	44.000	232
12	炳灵寺世界文化遗产旅游区	12	38.155	215
13	伏羲庙	16	24.558	206
14	扎尕那	13	17.369	217
15	兰州雁滩公园	6	17.086	232
16	天水胡氏古民居	14	15.352	210
17	拉卜楞寺	17	13.916	212
18	郎木寺	16	12.179	213
19	五泉山公园	12	9.643	212
20	兰山公园	14	8.033	212

表2 (续)

序号	景点	度数中心度	中介中心度	接近中心度
21	玉泉观	13	6.742	213
22	南郭寺	13	6.742	213
23	天水市博物馆	7	2.403	227
24	西关清真大寺	12	2.217	214
25	桑科草原	10	1.815	223
26	拉尕山	7	0.100	230
27	临夏市八坊十三巷	2	0.000	238
28	景泰黄河石林	2	0.000	238
29	环州故城	3	0.000	263

注：表格中只选取度数中心度不为0的节点。

相反，边缘节点如环州故城、八坊十三巷等在三项指标中均表现较弱，网络控制力和路径整合能力有限。这种结构上的差异体现出区域旅游流的等级性组织，交通枢纽与高吸引物共同塑造核心节点，而边缘地区因缺乏高通达性与品牌效应而被动嵌入网络体系。

## (二) 旅游流的地理空间结构特征

### 1. 核密度分析

基于 KDE 的空间分布结果显示（图3），河东地区旅游流呈现出明显的“双核心+梯度衰减”空间结构。高密度区域集中于兰州市及天水市，核密度峰值分别为周边平均值的3.6倍与2.9倍，在统计上均达0.01显著性水平。兰州形成沿黄河带状集聚的主核心，其密度分布高度契合城市交通主干道与文化景观轴线（中山桥—白塔山—省博物馆—水车博览园）。天水则以麦积山石窟与伏羲庙为中心构成次级高值区，反映了世界文化遗产资源对游客流的显著吸引力。

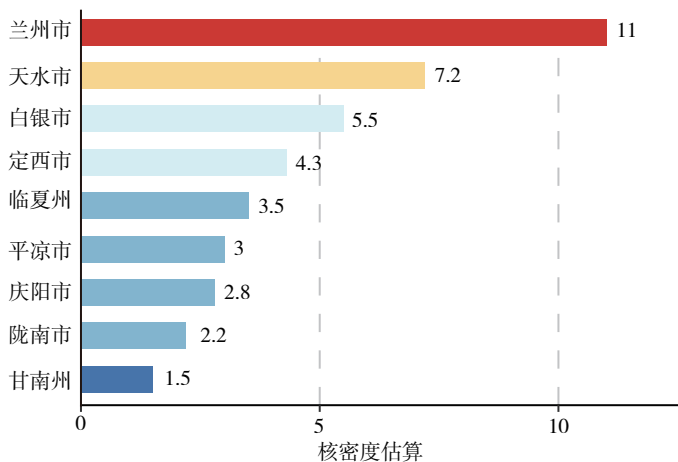


图3 甘肃省河东地区旅游流核密度分布

从空间梯度看, 密度值自兰州、天水向定西、平凉、庆阳递减, 形成典型的“核心集聚—外围衰减”模式。此结构受制于交通便捷度与景区等级双重影响: 高等级景区与高速干线耦合区域表现出高密度集聚, 而交通不畅或景区等级低的区域则形成低密度带。该结果与 SNA 分析的“核心—边缘”划分高度一致, 说明地理空间结构与网络结构具有显著的协同性。

## 2. 旅游流热点分析

Getis - Ord  $G_i^*$  分析进一步揭示了旅游流的局部空间差异 (图 4)。热点区集中分布于兰州市主城区与天水市东部,  $Z$  值均大于 2.58 ( $P < 0.01$ ), 显示显著的高值聚集特征。兰州热点沿黄河风情线呈线性扩展, 反映了交通走廊与景观轴线的耦合效应。天水热点则围绕世界文化遗产与宗教文化资源形成点、带复合型集聚。而冷点区主要分布于临夏、甘南及定西南部区域,  $Z$  值低于 -1.96, 表明游客流显著低于区域平均水平。尽管这些地区资源禀赋丰富、生态景观独特, 但受限于交通通达性、市场认知度与住宿接待条件, 尚未转化为有效的客流吸引力。

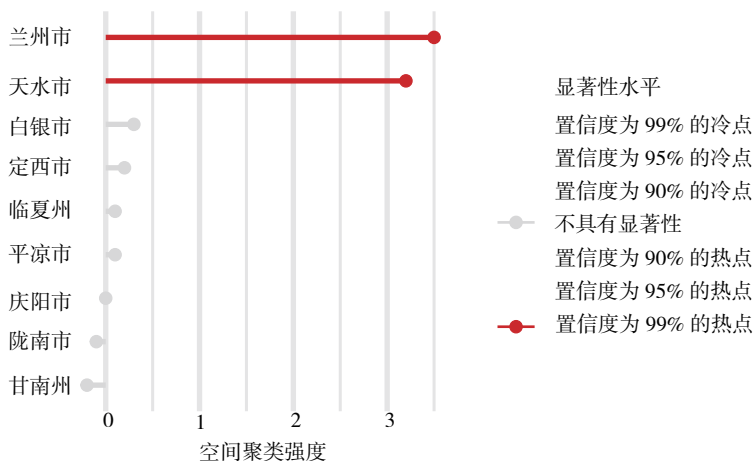


图 4 甘肃省河东地区旅游流热点分析

综合 SNA 与 Getis - Ord  $G_i^*$  结果可知, 甘肃河东地区的旅游流网络具有显著的结构分化。核心区旅游流高耦合且空间集聚, 边缘区低连通且空间稀疏。核心节点的辐射半径有限, 说明“核心—边缘”体系处于强中心、弱扩散的发展阶段。

### (三) 影响机制讨论

综合社会网络与空间分析结果, 甘肃河东地区旅游流的空间结构呈现出以兰州—天水为“双核心”支撑、以外围城市为弱连接的层级网络。这一格局的形成可从以下三个机制解释。

#### 1. 交通可达性主导

兰州、天水分处交通主干网络节点, 依托陇海铁路、宝兰高铁及 G30

高速等高等级通道,实现城市间及景区间的高频往返。交通枢纽的“路径便利性效应”显著提升了游客到访概率与中转频率,是核心集聚形成的基础条件。

## 2. 景区吸引物等级影响

高等级景区(如麦积山石窟、甘肃省博物馆)具备显著的品牌外溢效应,其知名度和文化价值带动周边次级节点形成“连锁吸引”。而边缘地区的资源虽具特色,但品牌传播弱、复游率低,难以形成稳定的流量循环。

## 3. 路径依赖与行为惯性

主流游客在数字平台上形成的“推荐路径”和UGC热度进一步强化了核心集聚。游客在规划行程时倾向复用高频路线,导致核心节点流量持续增长、边缘节点流量难以突破。

因此,甘肃河东地区的旅游流空间格局既是交通与吸引物双重驱动的结果,也是游客行为惯性与网络传播效应共同作用的产物。其结构特征表明:核心区已形成相对稳定的高耦合集群,但辐射带动与边缘承接机制仍待强化。区域旅游发展需通过交通节点优化、主题线路拓展与跨区域品牌联动来促进结构平衡化。

## 五、结论

本研究基于主动数字足迹数据,采用社会网络分析与GIS空间识别方法,从景点尺度揭示了甘肃河东地区旅游流的空间结构特征。结果表明,该区域旅游流呈现显著的“双核心+边缘梯度衰减”格局,兰州与天水在网络中心性与空间集聚两维度同时表现出稳定的核心地位,而定西—平凉—庆阳等地则处于弱连通、弱承接的边缘层级,反映了区域旅游发展结构存在显著不均衡。进一步的分析显示,核心节点通过交通可达性与景区品牌效应形成多重结构优势,边缘节点则受限于路径依赖与可及性不足而参与度偏弱;社会网络结构与核密度/热点分析结果在显著性上高度一致,表明旅游流的空间分异具有稳健的结构性基础。

在学术方面,本文从“景点—路径—网络—空间”一体化视角刻画了欠发达地区旅游系统的层级组织模式,为解释旅游流的结构性集聚与不均衡提供了新证据;在方法层面,主动数字足迹结合SNA与GIS的交叉验证,为目的内部微观流动结构研究提供了可推广的技术路径。此外,考虑到数据来源仍主要依赖网络UGC,对特定时段和群体存在表现偏好,未来研究可引入多源异质数据与时序特征分析,以进一步识别结构演化过程及其外部干扰机制。

[参考文献]

- [1] 许艳, 张清源, 陆林. 潮汐性旅游流研究: 概念框架与研究思路 [J]. 地理科学进展, 2022, 41 (3): 521 - 530.
- [2] 普拉提·莫合塔尔, 程学婷, 麦迪妮古丽·阿不力米提. 停留时间加权的新疆旅游流网络结构研究 [J]. 干旱区资源与环境, 2024, 38 (3): 161 - 171.
- [3] BOWDEN J. A cross - national analysis of international tourist flows in China [J]. *Tourism Geographies*, 2003, 5 (3): 257 - 279.
- [4] 王永明, 王美霞, 吴殿廷, 等. 基于 ZINB 模型的中国省域间入境旅游流影响因素 [J]. 经济地理, 2018, 38 (11): 234 - 240.
- [5] 吴江, 魏玲玲, 周年兴, 等. 基于网络游记的甘肃省旅游流空间分布格局研究 [J]. 西北师范大学学报 (自然科学版), 2018, 54 (6): 75 - 81.
- [6] GAN C, VODA M, WANG K, et al. Spatial network structure of the tourism economy in urban agglomeration: a social network analysis [J]. *Journal of Hospitality and Tourism Management*, 2021, 47: 124 - 133.
- [7] 商宁, 曹开军. 新疆景区交通可达性与旅游流空间耦合研究 [J]. 世界地理研究, 2024, 33 (12): 176 - 188.
- [8] 李晶, 葛玉辉. 基于数字足迹的城市旅游流网络结构演化研究: 以杭州市为例 [J]. 资源开发与市场, 2021, 37 (5): 620 - 628.
- [9] 朱鹤, 龙江智, 刘家明, 等. 大数据应用视角下旅游流国际研究的进展与展望 [J]. 旅游导刊, 2023, 7 (3): 78 - 97.
- [10] ANTHONY V WILLIAMS W Z. On some patterns in international tourist flows [J]. *Economic Geography*, 1970, 46 (4): 549 - 567.
- [11] 赵多平, 曹兰州. 宁夏入境旅游时空演化特征及驱动因素研究 [J]. 西北师范大学学报 (自然科学版), 2019, 55 (2): 127 - 134.
- [12] MOU N, YUAN R, YANG T, et al. Exploring spatio - temporal changes of city inbound tourism flow: the case of Shanghai, China [J]. *Tourism Management*, 2020, 76: 103955.
- [13] 李康康, 戢晓峰. 云南省团队游空间结构及其聚散效应研究 [J]. 旅游研究, 2020, 12 (3): 41 - 51.
- [14] YANG X Z, WANG Q. Exploratory space - time analysis of inbound tourism flows to China Cities [J]. *International Journal of Tourism Research*, 2014, 16 (3): 303 - 312.
- [15] LIU Y, SHI J, JIAN M. Understanding visitors' responses to intelligent transportation system in a tourist city with a mixed ranked logit model [J]. *Journal of Advanced Transportation*, 2017, 2017: 8652053.
- [16] ÖNDER I, KOERBITZ W, HUBMANN - HAIDVOGEL A. Tracing tourists by their digital footprints: the case of Austria [J]. *Journal of Travel Research*, 2016, 55 (5): 566 - 573.
- [17] 朱兴林, 黄巧燕, 姚亮, 等. 基于数字足迹的自驾旅游流时空分布及空间网络特征分析 [J]. 西北师范大学学报 (自然科学版), 2024, 60 (2): 123 - 134.
- [18] 查晓莉, 陆林. 基于旅游数字足迹的访沪国内旅游者时空行为研究 [J]. 旅游研究, 2017, 9 (4): 63 - 73.
- [19] 董培海, 李庆雷, 李伟. 中国旅游流研究的现状、问题及展望 [J]. 世界地理研究, 2015, 24 (4): 152 - 162.

- [20] LIU L, ZHANG Y, MA Z, et al. An analysis on the spatiotemporal behavior of inbound tourists in Jiaodong Peninsula based on Flickr geotagged photos [J]. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 2023, 120: 103349.
- [21] 杨勇, 眭霞芸, 刘震. 中国省际虚拟旅游流网络结构的时空演变特征研究 [J]. *地理科学进展*, 2022, 41 (8): 1349–1363.
- [22] 何春红, 周刚. 不同出游时长视角下旅游流网络结构特征研究: 以重庆市中心城区为例 [J]. *旅游研究*, 2025, 17 (3): 30–43.
- [23] 赵一飞, 张勃, 张多勇, 等. 甘肃河东地区地表湿润特征及其气候影响因子 [J]. *地理科学进展*, 2013, 32 (1): 95–104.
- [24] 李屹, 王凤霞. 三亚旅游流空间结构及旅游者游览特征研究 [J]. *热带地理*, 2024, 44 (2): 326–338.
- [25] 方叶林, 吴燕妮, 王秋月, 等. 基于 DPSIR 模型的城市旅游经济韧性评价与影响因素: 以长三角城市群为例 [J]. *南京师大学报 (自然科学版)*, 2024, 47 (2): 26–34.
- [26] 余凤龙, 黄震方, 曹芳东, 等. 中国城镇化进程对旅游经济发展的影响 [J]. *自然资源学报*, 2014, 29 (8): 1297–1309.

## An Analysis of the Spatial Structure of Tourism Flows in Hedong Areas of Gansu Province Based on Visitors' Active Digital Footprints

MIAO Anna, YANG Bo, WU Jiawei

(College of Tourism, Northwest Normal University, Lanzhou 730070, Gansu, China)

**Abstract:** To investigate the spatial characteristics of tourist flows in underdeveloped cultural tourism regions, this study focuses on the Hedong areas of Gansu Province. Using active digital footprint data derived from Ctrip travelogues, the study constructs an attraction-level tourist flow network and applies a combined approach integrating social network analysis and GIS-based spatial identification methods. Results indicate that tourism flows within the study area exhibit a distinct “dual-core — periphery gradient” structure. Lanzhou and Tianshui consistently occupy primary core positions in terms of both network centrality and spatial clustering, whereas Dingxi, Pingliang, Qingyang, and other locations remain in a peripheral position characterised by weak connectivity and limited integration. Network density and core-periphery fit tests demonstrate the significant stability of this structural configuration. Kernel density and hotspot detection analyses further validate the reinforcement effect of transport corridors and scenic area grades on spatial clustering. Transport accessibility, scenic area brand spillover effects, and visitor path dependency jointly drive the formation of this “dual-core” clustering pattern. The cross-validation of network structure and spatial clustering characteristics of tourism flows in underdeveloped regions offers empirical evidence for a structural interpretation of uneven regional tourism development.

**Keywords:** active digital footprints; social network analysis; tourism flows; spatial structure; Hedong areas