

基于地理标记照片的长三角入境旅游流网络结构演化研究

宣国富¹, 赵静^{2*}

1. 东南大学人文学院, 江苏 南京 211189

2. 南京晓庄学院 环境科学学院, 江苏 南京 211171

DOI: 10.61369/ER.2025070025

摘要 : 入境旅游是中国旅游业的长期发展战略。长三角地区入境旅游在全国处于领先地位。本文基于长三角地区2010年1月–2025年10月 Flickr 地理标记照片元数据, 采用社会网络分析方法, 研究长三角入境旅游流网络结构的演化特征。结果表明: 长三角入境旅游流网络的不均衡性呈持续增加的态势, 网络密度较低, 旅游网络边缘区的城市数量呈扩大趋势。上海是入境旅游流的绝对核心, 浙江省部分城市的节点中心度呈现上升态势, 而江苏省、安徽省部分城市则呈现出下降态势, 浙江省部分城市的结构效能和核心度呈现显著的上升趋势。长三角地区入境旅游发展需进一步加强区域合作。

关键词 : 入境旅游流; 网络结构演化; 核心–边缘结构; 地理标记照片; 长三角

Research on the Evolution of the Network Structure of Inbound Tourism Flow in the Yangtze River Delta Based on Geotagged Photos

Xuan Guofu¹, Zhao Jing^{2*}

1. School of Humanities, Southeast University, Nanjing, Jiangsu 211189

2. School of Environmental Science, Nanjing Xiaozhuang University, Nanjing, Jiangsu 211171

Abstract : Inbound tourism is a long-term development strategy for China's tourism industry. The Yangtze River Delta region holds a leading position in inbound tourism nationwide. Based on the metadata of Flickr geotagged photos in the Yangtze River Delta region from January 2010 to October 2025, this paper uses social network analysis method to study the evolution characteristics of the network structure of inbound tourism flow in the Yangtze River Delta. The results show that the imbalance of the inbound tourism flow network in the Yangtze River Delta region is continuously increasing, the network density is relatively low, and the number of cities in the periphery of the tourism network is expanding. Shanghai serves as the absolute core of inbound tourism flows. Certain cities in Zhejiang Province show an upward trend in node centrality, while some cities in Jiangsu and Anhui provinces show a downward trend. The structural efficiency and core degree of some cities in Zhejiang Province showed a significant upward trend. Further regional cooperation is needed for inbound tourism in the Yangtze River Delta region.

Keywords : inbound tourism flow; network structure evolution; core-periphery structure; geotagged photos; Yangtze River Delta

引言

中国旅游业的发展是从入境旅游开始的, 入境旅游的发展水平对区域旅游经济和旅游发展质量具有重要影响。入境旅游也是展示国家和地区形象, 提升旅游服务标准的重要依托。入境旅游是中国旅游业发展的长期战略, 入境旅游流成为旅游研究的热点领域。

随着 Web2.0 的发展, 人们可通过社交媒体分享自己的旅游经历, 相关平台包括 Flickr、Instagram、Foursquare、Twitter、Facebook、微博等。地理标记照片是人们分享在这些平台上的带有地理坐标的照片, 它们的元数据中含有拍摄时间、经纬度、用户 ID、用户所属国家或地区、照片标签等丰富的信息。长时间序列的地理标记照片元数据为旅游流网络结构研究提供了很好的数据基础。Flickr 平台在中国大陆以外地区非常流行, 已有相关研究证明该平台的地理标记元数据是研究入境旅游流的有效数据源。

基金项目: 教育部人文社会科学规划项目“基于地理标记照片的入境旅游流网络结构演变及多维度比较研究——以长江三角洲地区为例”(19YJA790099)。

作者简介: 宣国富(1977–), 男, 安徽铜陵人, 博士, 副教授。主要从事基于数字足迹的旅游流研究。

通讯作者: 赵静(1981–), 女, 安徽淮南人, 博士, 副教授。主要从事区域与城市空间结构研究。

长江三角洲地区是我国对外开放的前沿，入境旅游在全国一直处于领先地位，但区域内入境旅游发展不均衡。本文基于长三角2010年1月–2025年10月 Flickr 平台地理标记照片元数据，基于动态的视角研究长三角入境旅游流网络结构的演化特征，有利于推进入境旅游流研究的深入，同时可以为优化长三角地区入境旅游流网络结构、推进区域旅游合作提供依据。

一、研究数据与方法

（一）研究区域与数据

长三角地区包括上海、江苏、浙江、安徽3省1市，共计41个城市。长三角地区是中国经济发展水平最高的地区，与世界各地有着紧密的联系。上海是中国经济中心、中国口岸城市，对外经济联系和交流紧密，拥有丰富的历史文化资源和现代都市风光。江苏省、浙江经济发展水平高，历史文化悠久，拥有众多古城、古镇及名山秀水等旅游景区。安徽省位于长三角边缘地区，2019年正式全域纳入到长三角，拥有黄山等国际级旅游目的地。长三角地区是研究入境旅游网络结构的典型案例区。

本文通过 Flickr API 分别下载江苏省、上海市、浙江省、安徽省的经纬度坐标矩形范围内的带有地理标记信息的元数据，构建研究的数据库。元数据信息表包括：照片 ID、用户 ID、用户名、用户位置、照片标题描述、照片拍摄时间、照片上传时间、经度、纬度、精确度、标签等。共获取2010年1月1日–2025年10月31日的共计来自21027位用户、756661张带有地理标记信息的照片元数据。本研究的对象是入境旅游流，因而将元数据中用户所在地为空白、无意义地名、中国大陆的相关元数据删除。将数据经纬度坐标在 ARCGIS 中转为点位，删除位于行政区划图以外的点，剩下来自5333位用户的198926张地理标记照片的元数据。

（二）研究方法

1. 数据清洗与处理

在广泛借鉴已有数据清洗标准及结合入境旅游相关规定及特征的基础上，对数据进一步深入清洗：（1）删除照片拍摄时间晚于照片上传时间的“错误数据”；（2）对具有相同用户 Id、相同拍摄时间和相同坐标的记录被认为是“重复数据”，仅保留一条；（3）对于同一游客，具有相同拍摄时间但坐标不同的“错误记录”删除；（4）删除具有相同游客和坐标，但不同拍摄时间的数据（仅保留1条数据）；（5）对同一用户在连续一年内的拍摄的首尾照片时间差大于90天的用户判定为居民，删除其所有照片。由于本研究的数据时间跨度大，其他剩下的照片所有者判定为游客，如果有游客在不同年份都有照片拍摄记录，则将其判定为重游游客，在该用户 ID 后面依次添加1,2,3更改用户 Id 标记，便于后期相关分析。因本文的研究单元是城市，对于同一用户 ID 的照片仅保留1个数据点，其他全部删除。

根据中国社会经济发展的历程、不同阶段出现的大型活动、及其他影响入境旅游流的社会因素，将本研究的地理标记照片呈现的入境旅游流的发展阶段划分为2010–2015年、2016–2019年、2020–2022年、2023–2025年4个阶段。其中因新冠疫情的影响，2020–2022年期间的地理标记照片非常稀少，在此不作研究。进而，将研究时段划分为2010–2015年、2016–2019年、

2023–2025年三个阶段进行演化研究。

2. 社会网络分析

基于每位用户的地理标记照片时间先后，采用 AcrGis10.8 进行追踪分析，获取入境游客在长三角地区各城市之间的流动轨迹，在此基础上构建社会网络分析基础矩阵。采用整体网和个体网指标中的网络密度、中心势、节点中心度、结构洞、核心–边缘结构等指标进行入境旅游流网络结构特征测度及不同时期的比较研究。

二、长三角入境旅游流网络结构演化特征

（一）整体网络演化特征

由表1可知，长三角入境旅游流网络的出中心势呈现持续上升趋势，从2010–2015年的0.064上升至2023–2025年的0.165，增幅明显，说明网络中节点向外发起连接的不均衡性在增强，网络中的核心节点对外的影响力在增大。入中心势同样呈上升趋势，从0.040升至0.085，表明节点接收外部连接的不均衡性也在提升，但增幅小于出中心势。总体而言，长三角入境旅游流网络的不均衡性在持续增加。

表1 长三角入境旅游流网络整体特征演化

时段	出中心势	入中心势	密度	标准差
2010–2015年	0.064	0.040	0.158	0.364
2016–2019年	0.078	0.061	0.091	0.288
2023–2025年	0.165	0.085	0.114	0.318

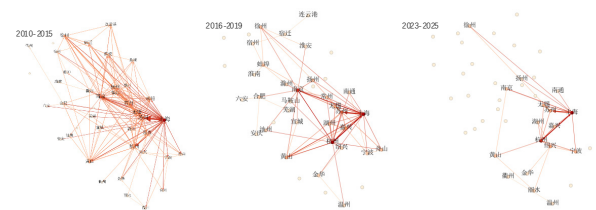


图1 长三角入境旅游流网络结构特征演化

网络密度反映的是实际连接数与最大可能连接数的比值。在分析时段范围内，网络密度始终在0.2以下，整体较为稀疏。从演化态势看，网络密度先降后升。2023–2025年连接数虽少，但密度回升，意味着该阶段网络节点数量可能大幅减少，导致网络密度的数值提高（图1）。标准差先降后升，但整体变化不大，在0.3左右波动，说明节点之间的差异保持在一定水平，没有出现进一步极端化。

（二）节点结构演化特征

1. 节点中心度演化

（1）出中心度

由不同时期各节点出度中心度排序变化（表2）可知，上海、

苏州、南京、杭州、无锡、嘉兴的出中心度排序始终位居前列。其中上海是绝对核心，始终位于首位，表明其辐射力相对稳定。湖州、宁波、金华、丽水、衢州等浙江省部分城市的出度中心度排名上升。例如宁波排名从第17升至第15再至第6，后期跃升为重要节点。徐州、扬州、淮安、宿迁、镇江、合肥、滁州等城市的出中心度下降明显。亳州、泰州、台州、芜湖等边缘节点城市在3个时期的出中心度均为0值，始终未进入主流网络。

表2 长三角入境旅游流网络度中心度演化

出度中心度			入度中心度			
排名	2010– 2015年	2016– 2019年	2023– 2025年	2010– 2015年	2016– 2019年	2023– 2025年
1	上海 (304)	上海 (66)	上海 (15)	苏州 (197)	上海 (53)	上海 (8)
2	苏州 (159)	杭州 (41)	杭州 (7)	上海 (178)	苏州 (35)	杭州 (9)
3	南京 (87)	苏州 (25)	苏州 (6)	南京 (87)	杭州 (32)	苏州 (6)
4	杭州 (52)	南京 (18)	南京 (2)	杭州 (83)	南京 (18)	无锡 (4)
5	无锡 (48)	黄山 (14)	无锡 (2)	无锡 (55)	嘉兴 (16)	绍兴 (4)
6	常州 (41)	嘉兴 (11)	宁波 (2)	常州 (50)	黄山 (12)	南京 (2)
7	黄山 (27)	无锡 (5)	湖州 (2)	嘉兴 (47)	无锡 (8)	黄山 (3)
8	嘉兴 (27)	徐州 (3)	嘉兴 (2)	黄山 (37)	常州 (6)	嘉兴 (2)
9	徐州 (18)	湖州 (3)	金华 (1)	徐州 (19)	绍兴 (5)	宁波 (2)
10	南通 (15)	金华 (3)	丽水 (1)	南通 (16)	湖州 (5)	徐州 (1)

(2) 入度中心度

分析不同时期各节点的入度中心度演化可知(表2)，上海、苏州、杭州、南京、无锡、嘉兴始终位居前列，长三角核心区城市构成稳定的核心目的地集群。其中南京的入度中心度呈现下降态势，常州、镇江、南通、扬州等城市的入度中心度排序也有明显下降，作为入境旅游目的地竞争力相对衰退。

绍兴、宁波等浙江部分城市表现出上升的态势，其中绍兴的入度中心度排序从2010-2015年的第22升至2023-2025年的第5，相对吸引力显著增强，成为新兴热门入境旅游目的地。安庆、马鞍山、泰州、台州、芜湖等城市节点长期为零或接近零，未能成为有影响力的入境旅游目的地。

2. 结构洞演化

结构洞效能的高低直接反映节点在入境旅游流网络中的资源控制能力和信息优势，核心节点的效能波动是网络演化的核心特征。

从主要节点的结构洞演化特征看(表3)，2010-2015 年上海在长三角入境旅游流网络中是绝对主导。上海以 22.20 的效能值遥遥领先，是网络中的“超级核心”，凭借其入境旅游门户城市、交通枢纽、国际大都市旅游目的地的优势，占据大量结构洞，对周边城市的入境旅游流具有极强的支配力。南京(13.89)、苏州(10.92)、杭州(9.93)紧随其后，效能值均高于9。多数皖北、皖南城市(如安庆、亳州、淮南)效能值仅为1，处于网络边缘，对入境旅游流的控制能力极弱。

2016-2019 年和 2023-2025 年，上海的效能值有所下降，南京、苏州、杭州的效能值也同步下降，长三角内部节点的效能“梯度差”减小，网络核心的集中度降低。部分安徽城市效能小幅提升(如蚌埠从2升至5)，边缘节点与核心节点的效能差距有所缩小。但总体而言，长三角入境旅游流网络中占据结构洞位置的

始终是上海、南京、苏州、杭州等核心城市。

从核心城市的结构效能排序看，杭州一直居于前位，且排序呈上升态势。苏州略有下降，南京下降明显。绍兴、宁波、丽水、湖州、温州等浙江节点城市的结构效能排序在2023-2025 年上升明显。此外，部分城市在个别时段表现突出，如蚌埠、合肥，一方面是区位优势带来的中介中心度较高，另一方面也可能受网络规模的影响。

表3 长三角入境旅游流结构洞效能演化

排序	2010-2015年	2016-2019年	2023-2025年
1	上海 (22.20)	杭州 (11.19)	上海 (7.88)
2	南京 (13.89)	上海 (10.62)	杭州 (6.59)
3	苏州 (10.92)	南京 (10.17)	绍兴 (4.30)
4	杭州 (9.93)	苏州 (5.86)	黄山 (3.00)
5	黄山 (8.11)	蚌埠 (5.00)	苏州 (2.10)
6	无锡 (7.72)	合肥 (4.00)	南京 (2.00)
7	常州 (7.16)	徐州 (3.70)	丽水 (2.00)
8	嘉兴 (6.76)	嘉兴 (3.00)	宁波 (1.63)
9	徐州 (6.08)	金华 (3.00)	湖州 (1.00)
10	扬州 (5.72)	南通 (1.83)	温州 (1.00)

(三) 核心-边缘结构演化特征

不同时间段的对比发现，按照核心度划分的旅游网络边缘区的城市数量呈扩大趋势，核心-边缘模式不断强化(图2)。连续核心-边缘模型评估的“绝对边缘节点”数量呈增加态势，2023-2025年绝对边缘节点数量增加到21个。绝大多数城市的核心度始终低于0.1，且许多城市在后期处于绝对边缘状态，表明它们长期处于网络边缘，连接性和影响力有限。

核心区的城市构成相对稳定。上海的核心度始终遥遥领先，稳居长三角入境旅游流网络绝对核心地位。苏州、杭州、南京的核心度也始终位于前列，是长三角入境旅游流网络核心的重要组成部分。苏州的核心度稳居第二且数值较高，是与上海联系最紧密、最具协同效应的核心城市。杭州的核心度在2016-2019年经历了明显增长，超越南京，与苏州共同成为顶级次级核心。值得关注的是，南京的核心地位有下降的态势。南京在2010-2015年和2016-2019年是稳定的次级核心，但2023-2025年，其核心度相对下降，领先优势呈缩小的态势。

过渡区的城市构成呈波动特征，但嘉兴、宁波、金华、湖州等浙江省部分城市表现出明显的上升趋势，有逐渐融入核心圈层的趋势。

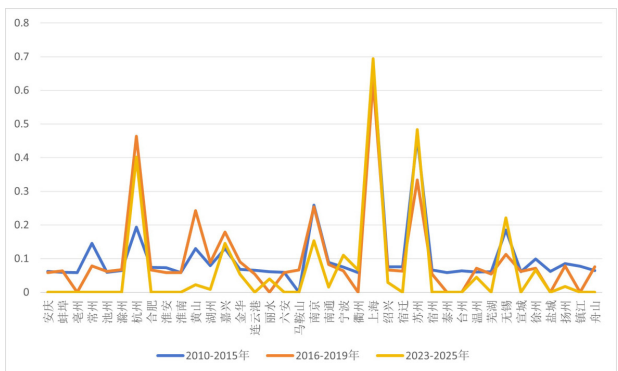


图2 长三角地区旅游网络节点城市核心度演化

三、研究结论及建议

（一）研究结论

（1）整体网络演化分析表明，长三角入境旅游流网络的不均衡性呈持续增加的态势，网络密度较低。

（2）在节点出中心度方面，上海、苏州、南京、杭州等核心城市的出中心度始终位居前列，辐射力相对稳定。上海位于首位，是入境旅游流的绝对核心扩散城市。浙江省的湖州、宁波、金华、丽水、衢州等城市的出中心度呈现出上升态势。徐州、扬州、淮安、宿迁、镇江、合肥、滁州等江苏省、安徽省城市的出中心度下降明显。上海、苏州、杭州、南京、无锡、嘉兴的入度中心度始终位居前列，长三角核心区城市构成了稳定的入境旅游核心目的地集群。其中南京的入度中心度呈现下降态势，常州、镇江、南通、扬州等城市的入度中心度排序也有明显下降，作为入境旅游目的地竞争力相对衰退。绍兴、宁波等浙江部分城市表现出上升的态势。

（3）在结构洞方面，占据结构洞位置的始终是上海、南京、苏州、杭州等核心城市，其中上海对周边城市的入境旅游流具有极强的支配力。在时间演化上，杭州的结构效能呈上升态势，苏

州略有下降，南京下降明显。绍兴、宁波、丽水、湖州、温州等浙江城市的结构效能呈在2023–2025年上升明显。

（4）在核心–边缘结构方面，旅游网络边缘区的城市数量呈扩大趋势，核心–边缘模式不断强化。核心区的城市构成相对稳定。上海的核心度遥遥领先，稳居入境旅游流网络绝对核心地位，苏州、杭州、南京的核心度也始终位于前列。但南京的核心地位有下降的态势。过渡区的城市构成呈波动特征，嘉兴、宁波、金华、湖州等浙江省部分城市有明显的上升趋势。

（二）建议

长三角地区需要进一步加强旅游一体化建设。上海是长三角区域入境旅游的绝对核心，要充分发挥其超强核心辐射作用，通过旅游市场共享带动长三角全域入境旅游整体水平的提升，促进入境旅游流网络均衡化发展。长三角地区的其他城市一方面要加强提升自身的国际化水平，增强对外交流合作与宣传，与此同时更需要加强与上海、苏州、杭州、南京等核心城市的对接与合作，主动吸纳核心城市入境旅游流。江苏、安徽的一些入境旅游流网络指标呈现出下降趋势的城市，要充分认识到差距的存在，积极到浙江杭州、湖州、宁波等城市学习相关经验。

参考文献

- [1]K á d á r B á t y á s. Tourism flows in large-scale destination systems[J]. Annals of Tourism Research, 2021, 87: 103–113.
- [2]HPKEN W, MARCEL M, FUCHS M, et al. Flickr Data for Analyzing Tourists’ Spatial Behavior and Movement Patterns[J]. Journal of Hospitality and Tourism Technology, 2020, 11(1):69–82.
- [3]Jin C, Cheng J, Xu J. Using User-generated Content to Explore the Temporal Heterogeneity in Tourist Mobility[J]. Journal of Travel Research, 2018, 57(6):779–791.
- [4]Mou N X, Yuan R Z, Yang T F, et al. Exploring spatiotemporal changes of city inbound tourism flow: The case of Shanghai, China[J]. Tourism Management, 2020, 76:103955.
- [5]Shao Y H, Huang S, Wang Y Y, et al. Evolution of international tourist flows from 1995 to 2018: A network analysis perspective[J]. Tourism Management Perspectives, 2020(36): 1–14.
- [6]Xu D, Zhang J, Huang Z, et al. Tourism community detection: A space of flows perspective[J]. Tourism Management, 2022, 93: 104577.
- [7]LI L, TAO Z, LU L, et al. The impact of COVID-19 on the regional tourism flow network: an empirical study in Hubei Province[J]. Current Issues in Tourism, 2022, 25(2): 287–302.
- [8]周李, 吴殿廷, 虞虎, 王永明, 马腾. 基于网络游记的城市旅游流网络结构演化研究——以北京市为例 [J]. 地理科学, 2020, 40 (2) : 298–307.
- [9]刘军. 整体网分析: UCINET软件使用指南 [M]. 上海: 上海人民出版社. 2014
- [10]王朝辉, 乔浩浩, 张姗姗, 等. 入境旅游流空间格局演化及大都市旅游高质量发展: 以上海市为例 [J]. 自然资源学报, 2022, 37(12): 3167–3182.
- [11]邓宁, 刘耀芳, 牛宇, 等. 不同来源地旅游者对北京目的地形象感知差异——基于深度学习的 Flickr 图片分析 [J]. 资源科学, 2019, 41(3) : 416–429
- [12]郑允豪, 张毅, 牟乃夏, 蒋琪, 刘瑜. 网络科学理论与方法在旅游领域中的应用: 研究进展与展望 [J]. 地球信息科学学报, 2024, 26 (2) : 259–273.
- [13]朱海珠, 曹芳东. 基于地理标记照片的游客流动网络结构特征及其流动模式: 以扬子江城市群为例 [J]. 长江流域资源与环境, 2020, 29(11): 2374–2383.
- [14]卢淑莹, 陶卓民, 李涛, 等. 泛长三角区域入境游客空间格局与意象研究 [J]. 地理研究, 2021, 40(1): 263–278.
- [15]杨勇, 陆霞芸, 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.
- [16]秦静, 李郎平, 唐鸣镝, 等. 基于地理标记照片的北京市入境旅游流空间特征 [J]. 地理学报, 2018, 73(8): 1556–1570.
- [17]蒋依依, 刘焱序, 王宁, 等. 2004—2019年全球旅游流网络中心度时空演变 [J]. 地理研究, 2022, 41(3): 698–712.
- [18]林志慧, 陈瑛, 刘宪锋, 等. 中国入境旅游城市合作网络时空格局及驱动因素 [J]. 地理学报, 2022, 77(8): 2034–2049.
- [19]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 [J]. 自然资源学报, 2022, 37(8): 2169–2180
- [20]刘大均, 陈君子, 贾焱焱. 高铁影响下成渝城市群旅游流网络的变化特征 [J]. 世界地理研究, 2020, 29(3): 549–556.