

长三角城市群旅游生态效率时空演化 特征及其影响因素研究

钱宏健^a 方叶兵^a 陆林^{a,b} 曹卫东^{a,b1}

(安徽师范大学 a. 地理与旅游学院;

b. 旅游发展与规划研究中心, 安徽 芜湖 241003)

【摘要】: 长三角一体化是我国当前重要的国家战略之一, 旅游业发展在助推长三角产业高质量一体化发展中扮演着重要角色。综合运用 SBM-undesirable 模型、核密度估计、空间分析等方法探索长三角城市群 26 个核心城市 2007—2017 年旅游生态效率时空演化特征, 并运用面板 Tobit 回归模型探讨其影响因素。结果表明: (1) 长三角城市群内旅游生态效率存在着显著不均衡性, 研究期内旅游生态高效率城市有所减少, 较高效率城市数量增加, 低旅游生态效率城市增多且呈现向城市群西部敛缩的态势。(2) 长三角城市群内旅游生态效率两级分化程度和地区之间的非均衡性在逐步减小。(3) 长三角城市群旅游生态效率东部大于西部, 北部大于南部, 东西方向上非均衡性比南北方向更加显著。(4) 长三角城市群旅游生态效率表现为以空间负相关为主的分布特征, 空间异质性大于空间集聚性。(5) 旅游经济规模、旅游产业结构、科技创新水平、城镇化发展、经济发展水平、建成区绿化覆盖率和对外开放水平对城市群整体和不同省市旅游生态效率影响的时空异质性较强。

【关键词】: 长三角一体化 旅游生态效率 时空演化 Tobit 回归模型 长三角城市群

【中图分类号】: F592.7 **【文献标志码】:** A **【文章编号】:** 1005-8141(2022)03-0350-10

随着我国长三角地区高质量一体化的持续推进, 长三角城市群内部旅游合作不断增多, 旅游产业规模不断扩张, 旅游业发展带来的生态环境效应逐步受到人们的重视。2017 年末, 长三角城市群旅游总收入高达 2.9555 万亿元, 旅游业在推进长三角城市群转变发展方式、优化经济结构、转换增长动力等方面发挥了积极效应, 已经成为城市群现代经济体系建设、生态文明建设、优秀传统文化传承创新的新兴发展要素和新兴发展动能^[1]。《长江三角洲区域一体化发展规划纲要》明确提出要将长三角地区建设成为全国发展强劲活跃增长极、全国高质量发展样板区。十九大报告指出, 贯彻落实区域协调发展战略, 以加快生态文明体制改革, 建设美丽中国为导向推进长三角高质量一体化发展。生态文明建设在推动长三角一体化发展中占有重要地位, 直接关系到人民群众生活幸福, 这为城市群旅游产业可持续、高质量发展指明了方向。即, 旅游业发展不仅要重视经济效益的提升, 也要重视与生态环境的协调。作为国民经济发展战略性支柱产业的旅游业, 具有建设美丽产业的天然优势与基础, 但旅游业对生态环境的影响也不容忽视。旅游生态效率作为表征旅游业经济价值与环境影响的指标, 是衡量区域人地系统协调程度和可持续发展水平的一个重要工具, 基于区域内部微观地级市尺度探索长三角城市群旅游生态效率的时空分异及其成因, 可以为长三角地区旅游高

作者简介: 钱宏健 (1996-), 男, 安徽省宣城人, 硕士, 主要研究方向为旅游地理与区域发展。方叶兵 (1978-), 男, 安徽省芜湖人, 副教授, 硕士生导师, 主要研究方向为资源经济学和能源地缘政治。

基金项目: 国家自然科学基金重点项目 (编号: 41930644); 安徽省哲学社会科学规划重大项目 (编号: AHSKZD2019D03)

质量一体化发展和美丽中国建设提供科学借鉴与参考。

旅游生态效率作为区域旅游可持续发展评估的战略工具，其概念由生态效率衍生而来，用旅游经济收益与环境影响的比值作为生态效率值，本质特征在于“最小的资源投入、环境破坏和最大的经济社会产出”，以实现旅游产业链增值和核心竞争力提升^[2]。国外旅游生态效率研究发端于对旅游生态效率概念的阐释，并将其描述为单位旅游经济价值所排放的CO₂量^[3,4]。近年来，研究内容主要集中在旅游生态效率测度模型构建^[5,6]、旅游生态效率提升策略^[7,8]、旅游生态效率影响机制探究^[9,10]、旅游生态效率游客感知^[11,12]等，其中旅游生态效率测算与评估^[13,14,15]成为研究的热点。21世纪以来，伴随我国旅游发展迈入“黄金期”，旅游发展对生态环境产生的影响受到广大学者的关注，国内旅游生态效率研究的成果不断增多。在理论研究层面，姚治国、陈田^[16]等指出旅游生态效率本质是在增加旅游经济产出的同时，降低旅游过程中碳排放和能耗强度；刘佳、陆菊^[17]从产业发展角度指出，旅游生态效率是整个区域在一定时间内旅游产业提供旅游产品所产生的价值与旅游产业消耗环境支出的比值。在研究方法上，早期主要采用生态足迹和碳足迹法针对单一城市、旅游景区和旅游产品等生态效率进行评价。如，张约翰、张平宇、张忠孝^[18]利用生态足迹方法对拉萨市旅游产业的可持续发展进行了评估，指出拉萨市人均旅游生态足迹占城市生态承载力的比重较少，旅游业仍处在稳步发展阶段。受制于旅游碳足迹方法研究尺度较小的不足，近年来借助数据包络分析方法研究省域、区域、国家等中宏观尺度旅游生态效率的时空格局研究不断增多。如，卢飞、宫红平^[19]对中国旅游生态效率测度的研究表明，我国旅游生态效率呈现出先缓慢增长后快速增长的波动态势，且在空间上有显著正相关关系；王兆峰、王胜鹏等^[20,21]分别研究了长江经济带和黄河流域旅游生态效率时空演变及与旅游经济互动响应关系。在指标体系方面，大多数学者基于土地、劳动力、资本、能源等角度^[22,23,24]构建了全国、省域、区域尺度的旅游生态效率投入指标，以旅游经济收入、旅游人次等作为产出指标。

综上所述，国内外关于旅游生态效率的研究已取得一定成果，为本文的深化研究提供了坚实的理论支撑。旅游生态效率作为旅游与生态学研究的交叉领域，基于地理时空二维视角分析旅游生态效率时空演变及其影响因素的成果较少。另外，现有研究立足于微观市域尺度关注不足。在长三角高质量一体化发展背景下，聚焦于城市群内部不同地级市研究有助于进一步把握研究区内部旅游生态效率的时空差异，利于有针对性地提出促进区域旅游生态效率提升的政策建议。与此同时，作为战略支柱产业的旅游业，不同省域尺度下发展程度不同，厘清不同省市旅游生态效率的影响因素对引导地方转变旅游经济发展方式更具有实践意义。鉴于此，本文采用SBM-undesirable模型测算了长三角城市群26个中心城市2007—2017年旅游生态效率，运用核密度估计和重心模型刻画其时空演化特征，并借助Tobit回归方法分析其影响因素，希冀为长三角城市群旅游高质量一体化和区域经济社会可持续发展提供科学参考与实践指导。

1 研究区概况、研究方法数据来源

1.1 研究区概况

长三角城市群是我国经济最具活力、开放程度最高、文旅产业最发达的地区之一，在长三角推进高质量一体化和生态文明建设背景下，也成为我国美丽中国建设的样板区和先行区。根据《长江三角洲城市群发展规划》，长三角城市群范围包括江苏、浙江、上海、安徽等省市的26个中心城市，国土面积约21.17×104km²，已逐渐成为我国经济实力最雄厚和战略支撑作用最显著的区域（图1）。在经济高速发展的同时，长三角城市群内经济、社会、生态发展区域协调性问题比较突出，区域性、流域性环境污染和生态破坏问题较多，经济发展与环境保护之间的矛盾作为制约长三角地区高质量一体化的主要矛盾将长期存在。旅游产业作为长三角城市群战略支撑作用发挥的关键动能之一，2017年长三角城市群共接待游客23.47亿人次，实现旅游总收入3.16万亿元，如此庞大的产业规模和人群异地消费活动无疑会给当地带来生态破坏，增加城市群生态安全隐患。基于微观地级市视角，探讨城市群内部旅游生态效率演化规律对于促进城市群旅游可持续发展，推进长三角地区高质量一体化和生态文明建设具有重要意义。



图 1 长江三角洲城市群

1.2 研究方法

SBM-undesirable 模型：本文采用数据包络分析（Data Envelopment Analysis, DEA）测算了长三角城市群 26 个中心城市的旅游生态效率。基于传统 DEA 模型（如 BBC、CCR）存在的测算效率时无法同时兼顾投入与产出的松弛变量问题，Tone^[25]于 2003 年构建了包含非期望产出的 SBM 模型（SBM-undesirable）。该模型在考虑经济产出中环境负外部性的前提下，不但有效避免松弛变量的问题，而且避免了部分决策单元同效率的情况。鉴于此，本文采用 SBM-undesirable 模型测算长三角城市群旅游生态效率，同时将各地级市的旅游碳排放作为非期望产出纳入进来，该模型如下：

$$\left\{ \begin{array}{l} \rho^* = \min \frac{1 - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{D_i^-}{x_{i0}}}{1 + \frac{1}{a+b} \left(\sum_{r=1}^a \frac{D_r^e}{y_{r0}^e} + \sum_{k=1}^b \frac{D_k^a}{y_{k0}^a} \right)} \\ \text{s.t. } x_0 = X\lambda + D^-, y_0^e = Y^e\lambda - D^e, y_0^a = Y^a\lambda + D^a \\ D^- \geq 0, D^e \geq 0, D^a \geq 0, \lambda \geq 0 \end{array} \right. \quad (1)$$

式中，假设 n 个决策单元（DMU）由 m 类投入要素、a 类期望产出和 b 类非期望产出所构成；X、Y^e、Y^a 分别表示相应矩阵中的元素；ρ*表示旅游生态效率。

非参数 Kernel 核密度估计：非参数 Kernel 核密度估计是一种应对随机变量概率密度进行估计的非参数估计方法，可用来探究事物分布形态及数据演化轨迹^[26]。对于数据 X₁, X₂, ..., X_n，随机变量在点 X 的概率密度估计公式如下：

$$f(x) = \frac{1}{nh} \sum_{i=1}^n K\left[\frac{X_i - x}{h}\right] \quad (2)$$

式中, N 为样本量, 本文中指长三角城市群 26 个中心城市; h 为密度估计带宽; $K[\cdot]$ 为随机核函数, 本文采用高斯核函数。

重心模型: 重心是物理学的概念, 近年来被广泛应用到地理学中有关人类生产、生活、土地利用等各种领域^[27]。本文利用重心模型计算了长三角城市群 26 个中心城市旅游生态效率的重心点、迁移方向与迁移距离。重心迁移说明区域内旅游生态效率变化的不同步, 可以反映出长三角城市群内部旅游生态效率变化的区域差异。模型公式参考相关的文献^[27]。

空间自相关: 空间自相关是指一个变量的观测值之间因观测点在空间上邻近而形成的相关性。依据分析空间范围的大小, 空间自相关可分为全局空间自相关和局部空间自相关^[28]。其中, 全局空间自相关指整个区域中邻近地区间的经济现象或属性的空间关联程度, 通常采用 Moran' sI 指数来衡量; 局部空间自相关指研究范围内各空间位置与各自周围邻近位置的同一属性相关性。计算公式参考相关的文献^[28]。

面板 Tobit 回归模型: Tobit 回归模型由美国经济学家 Tobin 提出, 可以用来分析非期望产出 SBM 模型得出的受限因变量数据。如果采用普通最小二乘法分析, 结果会产生较大误差。本文中长三角城市群 26 个中心城市旅游生态效率均值均大于 0, 属于归并数据, 因此采用最大似然估计法 (ML) 估计 Tobit 模型中的参数^[29]。模型表达式为:

$$Y_i = \alpha + \beta X_i + \mu \dots\dots\dots (3)$$

式中, Y_i 为受限因变量, 本文用 SBM-undesirable 模型得出的长三角城市群旅游生态效率 i 表示; X_i 为解释变量, 在本文中指代影响旅游生态效率的各因素; α 为常数项; μ 为随机误差项。

1.3 指标体系构建

旅游生态效率测算指标: 旅游生态效率是生态效率概念在旅游业中的延伸, 其目的是为了实现旅游经济提升与旅游生态环境改善协调并进, 通过用旅游收益与环境影响的比值来进行核算, 其本质在于在增加旅游经济产出的同时, 降低旅游过程中的碳排放。文献分析显示, 选用可计算的替代性指标是对旅游生产过程进行效率评价的通常做法。参考已有研究^[14, 19, 30], 结合旅游生态效率的内涵基础上, 本文尝试构建了基于地级市尺度的旅游生态效率评价指标体系。

在投入指标体系上, 旅游资源投入主要涵盖了旅游服务与基础设施等方面。由于旅游业从业人员数统计的企业类型口径不一致和大部分地级市缺乏旅游从业人数的统计数据, 因此本文选取第三产业就业人数作为劳动力投入的替代指标。虽然这一指标的选取会扩大实际要素的投入状况, 但是也能充分反映城市旅游业的综合性。资本投入以第三产业固定资产投资额替代, 采用永续盘存法以 2007 年为基期折算成不变价。另外, 考虑到旅游业发展活动范围广且不受土地面积约束, 难以对旅游活动的土地利用面积进行界定和统计, 本文在参考已有研究的基础上, 舍弃土地要素作为旅游生态效率的投入指标。旅游业的能源消耗根据张广海、刘菁的研究^[31], 由各省份第三产业的能源消耗按旅游业发展系数剥离出来。估算公式为:

$$E_t = \sum_j E_{j,t} \times \beta_j \times R_t \dots\dots\dots (4)$$

式中, E_t 表示 t 年的旅游业能源消耗; $E_{ij,t}$ 表示 t 年第 i 个部门第 j 个能源终端消费量; β_j 表示能源 j 的折标准煤系数, 参考《综合能耗计算通则》(GB/T2589—2008); R_t 表示 t 年的旅游发展系数, 即旅游总收入占全省第三产业国内生产总值的比重。地级市旅游能耗采用各地级市旅游总收入占全省旅游总收入的比例来剥离。

期望产出指标采用各地级市历年的国内外旅游总人次和旅游总收入来表征, 旅游总收入通过国内旅游收入和旅游外汇收入

加总获得。其中，旅游外汇收入按照历年美元对人民币汇率换算成人民币（亿元）。本文研究时间跨度为 2007—2017 年，为消除通货膨胀的影响，以 2007 年为基期运用居民消费价格指数对旅游总收入进行平减，非期望产出指标采用旅游业 CO₂ 排放量来表示。本文根据数据的可获取性和可操作性，参考 IPCC 温室气体排放核算和张广海、刘菁的方法^[31]，计算各地级市旅游业碳排放，计算公式为：

$$TC_t = \sum_j E_{j,t} \times R_j \times V_j \times CEF_j \times COF_j \times \frac{44}{12} \quad (5)$$

式中，TC_t 表示 t 年二氧化碳排放量；V_j 表示能源 j 的平均低位发热量；CEF_j 表示能源 j 单位热值含碳量；COF_j 表示能源 j 的碳氧化率。其中，热力按照原煤的碳排放系数进行折算；电力碳排放因子采用中华人民共和国生态环境部（<https://www.mee.gov.cn>）官网公布的历年中国区域电网基准线排放因子。

1.4 数据来源

本文以 2016 年国务院批准的《长江三角洲城市群发展规划》中涵盖的长三角地区 26 个中心城市作为研究对象，时间跨度为 2007—2017 年。旅游生态效率测算中的投入和产出数据来源于《安徽省统计年鉴》《江苏省统计年鉴》《上海市统计年鉴》《浙江省统计年鉴》和各地级市统计公报；能源消费基础数据来源于《中国能源统计年鉴》。影响因素指标当中，城镇化率来源于各地级市统计年鉴、中国经济社会大数据研究平台（<https://data.cnki.net>），部分缺失数据通过空间插值获取；建成区绿化覆盖率来源于长江经济带大数据平台（<http://yreb.sozdata.com>）。

2 结果及分析

2.1 旅游生态效率时空演变及空间差异

旅游生态效率的静态时序变化：本文利用 MaxDea 软件对长三角城市群 26 个中心城市 2007—2017 年的旅游生态效率进行了测算。从旅游生态效率总体均值的变化情况来看，长三角城市群旅游生态效率由 2007 年的 0.867 下降到 2017 年的 0.794，总体呈现下降的态势。

从横向对比来看，长三角城市群内部旅游生态效率差异较大。其中，旅游生态效率均值高于 1 的城市仅有江苏省盐城市（1.048）、扬州市（1.010）、镇江市（1.048），浙江省湖州市（1.090）、舟山市（1.097），安徽省池州市（1.176）。旅游生态效率最低的城市为安徽省滁州市，均值 0.421，最高的城市池州市的旅游生态效率值是滁州市的 3 倍左右，体现出长三角城市群内部旅游生态效率存在着显著不均衡性。

为展现长三角城市群旅游生态效率时空差异，本文根据各地级市旅游生态效率的高低，将城市群内旅游生态效率划分为高效率地区（值≥0.862）、较高效率地区（0.862>值≥0.713）、中等效率地区（0.713>值≥0.551）、低效率地区（值<0.551），具体如图 2 所示。

具体差异体现在：(1)2007—2017 年，旅游生态高效率城市有所减少，主要分布在长三角城市群东北部的江苏省境内。2007 年，旅游生态高效率城市包括安徽省的合肥市、芜湖市、铜陵市、宣城市、马鞍山市，浙江省金华市、台州市、舟山市、湖州市和嘉兴市，江苏省盐城市、扬州市、镇江市、苏州市，共 14 个城市。截至研究期末，长三角城市群共有 8 个城市为旅游生态高效率城市，安徽省仅保留池州市为旅游生态高效率城市，浙江省保留湖州市与舟山市为高效率城市，上海市进入旅游生态高效率城市行列，江苏省苏州市退出旅游生态高效率行列，无锡市加入。这表明研究期内江苏省和上海市的旅游生态效率始终处于最佳

前沿生产面。一方面,该地区经济发达,旅游产业结构不断向高级化方向发展;另一方面,其旅游生态理念不断深化,旅游生态保护投入不断增多,使得该区域旅游生态效率保持较高水平。(2)研究期内旅游生态较高效率城市的数量由 6 个增加到 7 个。2007 年长三角旅游生态较高效率城市为南京市、上海市、泰州市、绍兴市、无锡市、杭州市;2017 年,无锡市、上海市跃升为高效率城市,杭州市、南京市始终保持旅游生态较高效率水平;合肥市、芜湖市、苏州市、金华市由旅游生态高效率城市降至较高效率城市。这反映出作为我国经济发展最活跃的城市群,其东部城市区位优势更加明显,旅游产业规模不断扩展,旅游发展模式不断呈现出集约化和低碳化的趋势。(3)中等旅游生态效率城市分布最少,研究期内中等效率城市数量由 2007 年 4 个增加至 2017 年 5 个。2007 年中等效率城市为常州市、南通市、池州市和宁波市,2017 年中等效率城市为泰州市、南通市、嘉兴市、绍兴市、台州市。从分布范围来看,主要分布于江苏省的东部和浙江省的中部。从中等效率地区演化来看,其空间范围呈现由中部向东部扩展的态势。(4)低旅游生态效率的城市增多,由 2007 年的 2 个增加到 2017 年的 6 个。2007 年低效率城市为滁州市、安庆市,2017 年低效率城市为滁州市、马鞍山市、安庆市、宁波市、铜陵市、宣城市。从分布范围来看,主要集中分布在安徽省境内,表现为向城市群西部敛缩效应,而整个长三角城市群东中部地区旅游发展与生态环境协调程度都较高,体现城市群内部的旅游发展的区域差异性。(5)从长三角城市群省域尺度上来看,江浙沪 3 省市的旅游生态效率都较高,生态效率均值分别为:江苏省 0.863、浙江省 0.868、上海市 1.077,而位于城市群西部的安徽省旅游生态效率均值为 0.707。说明在城市群内部,安徽省的旅游生态效率提升潜力较大,今后需要进一步完善旅游基础设施,优化升级旅游产业结构,不断提升区域旅游经济发展水平,促进旅游生态协调发展。

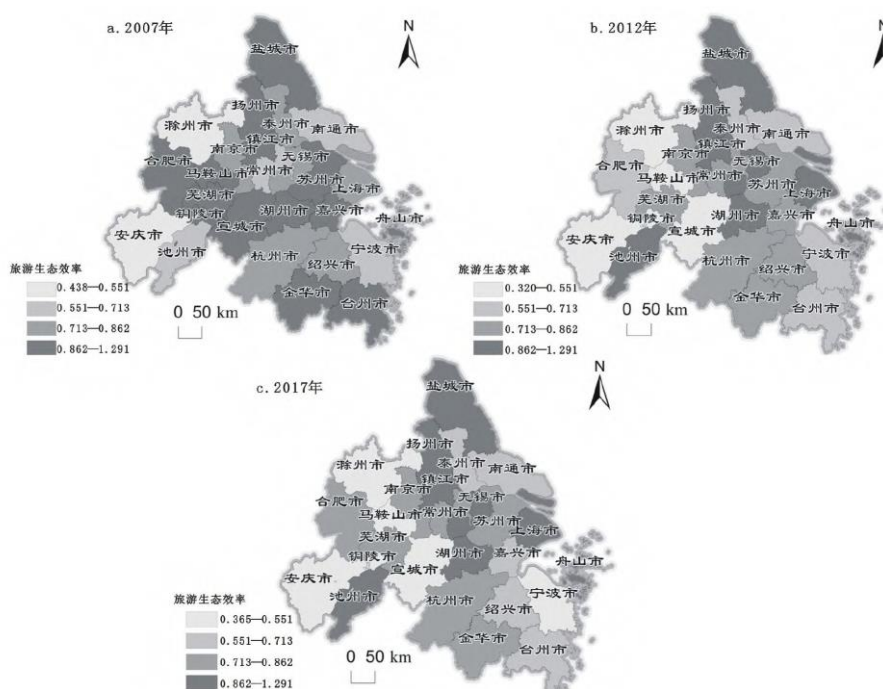


图 2 2007—2017 年长三角城市群旅游生态效率

长三角城市群旅游生态效率的动态演进:上述分析是基于长三角城市群旅游生态效率的算术平均值和静态时序变化,不易洞悉城市群内部旅游生态效率的动态分布情况。为了更加直观地表达长三角城市群旅游生态效率的动态演进过程,本文采用 Kernel 密度估计法对其进行进一步的考察,具体如图 3 所示,结果发现:2007—2017 年,长三角城市群旅游生态效率逐渐由“双峰”演变为“单峰”趋势,说明伴随城市群一体化深入推进,城市群内部旅游生态效率两级分化格局在逐渐减弱,地区之间的非均衡性不断减小。但从波峰的密度值来看,2007—2017 年前期主要在较高效率值上集聚,后期则在较低效率值上集聚,进而形成“低低集聚”式的“俱乐部收敛”型“单峰”格局。

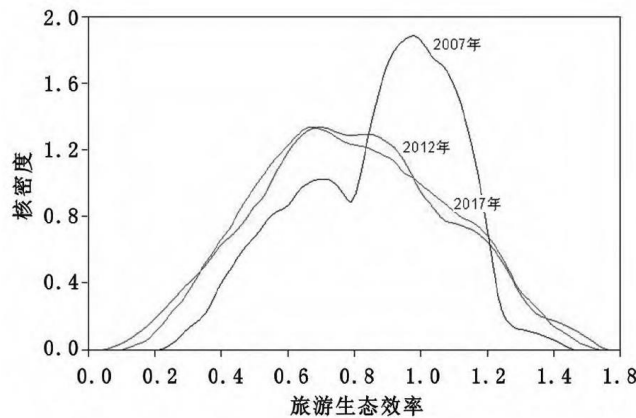


图 3 长三角城市群旅游生态效率核密度分析

本文运用重心模型计算得到 2007—2017 年长三角城市群旅游生态效率的重心坐标、迁移方向与距离。2007 年以来，长三角城市群旅游生态效率的重心除 2008 年以外一直位于城市群几何中心（119.58° E、31.11° N）的东部，体现出长三角城市群旅游生态效率在空间上的非均衡性。从时空变化来看，2007—2008 年长三角城市群旅游生态效率的重心坐标表现为由东向西大范围迁移的变化轨迹，这可能是受金融危机影响，东部的旅游产业受到冲击，旅游生态效率重心向西部欠发达地区迁移。从城市群旅游生态效率重心变化总体来看呈现出由西向东、由南向北迁移的变化轨迹，且由南向北的偏移速率（0.71km/a）大于由西向东的偏移速率（0.40km/a）。重心迁移轨迹、方向和速率表明，长三角城市群旅游生态效率东部大于西部，北部大于南部，东西方向上的非均衡性比南北方向更为显著。

长三角城市群旅游生态效率的空间差异分析：本文依托 GeoDa 软件计算了长三角城市群 2007—2017 年旅游生态效率的全局 Moran' sI 值，除 2008 年以外，其他年份的 Moran' sI 指数均为负值，说明长三角城市群内旅游生态效率呈现出负的空间相关性，空间异质性大于空间集聚性。从演变趋势来看，Moran' sI 指数在-0.2531—0.0065 之间的小范围内波动，但总体上由 2007 年的-0.1641 波动上升至 2017 年的-0.1264。长三角城市群旅游生态效率空间集聚程度有所提升，城市群内部旅游生态效率强市与其邻近的旅游生态效率弱市的差距在缩小，折射出长三角城市群内部旅游生态效率的空间差异在研究期内得到了有效平衡，这也与旅游生态效率的动态演进趋势是相吻合的。

2.2 旅游生态效率时空演变影响因素

影响因素选取：长三角城市群旅游生态效率的时空演变特征表明城市群内旅游生态效率可能受多种因素综合影响，考虑到不同地级市的旅游业碳排放测算利用省旅游业碳排放剥离的方法，有必要从不同省域尺度深入探讨旅游生态效率的驱动因素。经济增长往往通过规模效应、结构效应和技术效应等路径影响地区的生态环境质量。考虑到基于地级市尺度相关统计数据的可获取性，在参考已有研究[15, 17, 19, 24, 32]的基础上，选取以下驱动因素：(1)旅游经济规模（STE）。用旅游总收入表示，表征旅游规模效应对旅游生态效率影响。(2)旅游产业结构（TIS）。用旅游收入占第三产业产值的比重来表示，表征旅游产业结构对城市群旅游生态效率的影响。(3)科技创新水平（TIL）。用地级市发明专利申请数量表征科技进步对城市群旅游生态效率的影响。(4)城镇化率（UR）。城镇化的发展能为地方旅游生态环境的改善提供资金与技术保障，因此可能影响旅游生态效率，采用城镇户籍人口占总人口比重来表示。(5)经济发展水平（EDL）。用人均 GDP 表示，表征地区经济发展对旅游生态效率的影响。(6)建成区绿化覆盖率（GCA）。GVA 可以表征城市旅游绿色发展自然环境，旅游发展的自然环境越好，生态效率越高。(7)对外开放水平（DOE）。城市对外开放不仅带来了境外的资本，也带来了先进的生产理念和先进技术的转移，对外开放水平高的城市旅游吸引力更强。采用实际利用外资金额表征对外开放水平。数据截取于 2007—2017 年的时间序列数据，为保证回归结果的稳健性，避免出现伪回归问题，在进行面板 Tobit 回归之前，对所有面板数据的变量采取对数处理，避免量纲对数据拟合造成干扰。

Tobit 模型估计结果：本文将长三角城市群 26 个地级市的旅游生态效率设为因变量，将各影响因素设为自变量。

从旅游经济规模来看，旅游经济规模对长三角城市群整体旅游生态效率影响呈现显著正相关，估计系数（0.12）较小，说明城市群整体旅游规模的扩大一定程度上带来较高的经济—生态收益，大多数地级市旅游规模的扩大促进了地区旅游经济发展。从省域来看，上海、江苏与安徽的旅游经济规模对旅游生态效率产生正向影响。其中，上海估计系数为 4.13，且在 10%水平上显著相关；江苏为 0.29，在 1%水平上显著相关；安徽为 0.12，在 5%水平上显著，而浙江旅游经济规模与旅游生态效率呈现显著负相关，且在 5%水平上显著，体现出不同省区在推进旅游供给侧结构性改革上存在的差距，浙江省要加强对区域旅游承载力的评估，合理控制旅游规模，加大地区旅游基础设施建设，引导旅游规模扩张与生态环境协调提高。

从旅游产业结构看，上海（-2.45）表现出 5%水平上显著负相关；江苏（-0.08）表现不显著负相关；浙江（0.39）与安徽（0.17）呈显著正相关，而长三角城市群（0.03）表现不显著正相关。上海市经济发达、开发基础较好、产业结构优化升级较早，旅游产业结构不能有效影响地区旅游生态效率，而浙江省、安徽省旅游产业结构正处在优化转型和升级的过程中，因此表现为显著正向影响。从整个城市群分析，伴随长三角高质量一体化的逐步推进，不同省市之间的旅游合作交流将不断增多，城市群旅游产业结构将得到优化提升。产业结构与当前城市群生态环境之间得到有效互动，因此表现为正向影响。

从科技创新看，技术进步对长三角城市群整体旅游生态效率影响呈显著的负相关，估计系数（-0.12）较小。其中，安徽（-0.14）在 1%水平上显著负相关，上海（-1.11）在 10%水平上显著负相关，江苏（-0.07）在 5%水平上显著负相关，说明城市群科技进步并未有效改善旅游地的生态环境，甚至加重了地区的生态环境压力。诚然，技术进步能够加速旅游产品与业态的更新换代，但地方政府有限的科研经费并未广泛运用于旅游环保和旅游绿色创新等方面，因此科技发展能力对城市群旅游生态效率的影响并不显著。长三角高质量旅游一体化推进过程中应逐步加强地区间绿色创新合作能力，协调好地区间科技与生态环境间关系。

从城镇化发展水平看，长三角城市群（0.47）与安徽（1.06）的城镇化水平与旅游生态效率表现出显著的正向影响，而上海（-0.54）、江苏（-0.52）和浙江（-0.23）表现为负向影响。目前长三角城市群已形成世界级城市群规模和布局，形成了层次分明的城镇体系，城市群在深化一体化发展中不断推进生态文明理念和可持续发展方式，深化环境保护一体化探索和跨区域的生态补偿机制，将生态文明的理念落实到城市群新型城镇化建设之中。而对于城镇化发展水平较高的东部省份，新型城镇化水平也较高，在推进过程中较早实现对旅游生态效率提升阶段，相对于经济较为落后的安徽，在推进新型城镇化的过程当中有效影响了地区的旅游生态效率。

从经济发展水平看，长三角城市群（-0.02）、浙江（-0.07）、安徽（-0.07）、江苏（-0.04）均呈不显著负相关，反映出随着城市群经济发展和人们生活水平提高，一方面旅游经济规模扩大，另一方面旅游产业带来的环境污染不断加重。经济发展水平的提升更多依赖于资源开发的拉动、工业化的持续推进，而在推动旅游绿色基础设施建设和绿色创新的供给不足。经济发展水平不是地区旅游生态效率的决定因素，应加强区域内绿色经济发展，不断提升经济发展质量，只有高质量的经济发展，才能有效协调好与社会、文化、生态直接的关系。上海（-3.74）经济发展与旅游生态效率呈显著负相关，这可能是由于其经济发展水平很高，旅游产业发展不再显著依赖于地方经济，更多依赖于科技创新能力，因此经济发展并未对区域旅游生态效率产生正向影响。

从城市建成区绿化覆盖率看，不显著正向影响长三角城市群旅游生态效率（0.21）。城市绿色发展环境问题是关系到民生福祉的重大社会问题。十八大以来我国生态文明建设进入快车道，生态文明体制机制不断完善，长三角城市群在美丽中国战略背景下，加大了地区的生态环境保护力度，优化了城市绿色空间布局，提升了城市绿色发展水平。城市绿化环境建设是反映生态环境领域地区治理体系和治理能力现代化的重要体现，有利于改善当地旅游发展自然环境，吸引更多的游客，提升地区旅游生态效率。

从对外开放水平来看，江苏（-0.16）通过显著性检验，其对外开放水平显著负向影响地区内的旅游生态效率，反映出对于

这样一个东部沿海省份，其对外开放水平较高，吸引大量外资和先进生产力的同时，也带来了大量的污染企业。尽管对外开放能力是促进地区旅游产业发展的重要内容，但盲目地开放吸引外资和企业往往会造成不合理的经济发展。在生态文明建设背景下，地区旅游产品、企业的引进需要审慎考虑其与生态环境的关系，加强引进先进绿色的企业，优化旅游产业投资结构，取缔高消耗低产出的旅游企业，打造高质量的对外开放能力。长三角城市群整体对外开放水平的提升正向影响旅游生态效率（0.01），反映出对外开放能够吸引更多的旅游者，带来更高的旅游发展效益。

3 结论与讨论

3.1 结论

长三角城市群旅游高质量一体化发展立足于全面深化生态文明体制改革，建设美丽中国的时代背景之下，对城市群旅游经济发展和生态环境进行综合评价的基础上探讨旅游生态效率的区域差异是推动城市群旅游产业可持续协调发展的必要条件，并为推进长三角城市群旅游绿色高质量发展提供借鉴意义。本文采用 SBM-undesirable 模型、核密度估计、重心模型、空间自相关方法对长三角城市群 26 个中心城市的旅游生态效率及其演化特征进行了测度，并在此基础上运用 Tobit 回归模型考察了影响旅游生态效率的因素。结论如下：(1) 2007—2017 年，长三角城市群 26 个中心城市的旅游生态效率总体表现为小幅度下降趋势，城市群内部旅游生态效率存在着显著不均衡性。(2) 2007—2017 年，长三角城市群旅游生态高效率城市有所减少，主要分布在城市群东北部江苏省境内；旅游生态较高效率城市的数量由 6 个增加到 7 个；中等旅游生态效率城市分布最少，演化呈现由中部向东部扩展；低旅游生态效率城市增多，表现为向城市群西部敛缩效应。(3) 在旅游生态效率动态演进方面，2007—2017 年整体呈现由“双峰”演变为“单峰”的趋势，研究期末形成“低低集聚”型“单峰”格局，表明城市群内部旅游生态效率两级分化格局在逐渐减弱，地区之间非均衡性不断减小。(4) 城市群旅游生态效率的重心除 2008 年以外一直处于城市群几何中心的东部，2007—2008 年旅游生态效率重心坐标表现为由东向西大范围迁移的变化轨迹。2008 年以后，旅游生态效率重心不断向经济发展水平较高的东部移动，重心变化总体呈现由西向东，由南向北迁移的变化轨迹，表明城市群旅游生态效率东部大于西部，北部大于南部，东西方向上非均衡性比南北方向更为显著。(5) 空间自相关结果显示长三角城市群旅游生态效率呈现以空间负相关关系为主的特征，Moran' sI 指数总体由 2007 年的-0.1641 上升至 2017 年的-0.1264，表明长三角城市群旅游生态效率空间集聚程度有所提升，城市群内部旅游生态效率空间差异得到有效平衡。(6) 回归结果显示，旅游经济规模、城镇化水平对城市群旅游生态效率产生显著正向影响；科技创新水平对城市群旅游生态效率产生显著负向影响而经济发展水平负向影响不显著；旅游产业结构、建成区绿化覆盖率和对外开放水平对旅游生态效率正向影响不显著。从不同的省市来看，各影响因素对地区旅游生态效率的影响有显著差异。

3.2 讨论

长三角城市群作为我国经济最具活力、开放程度最高的区域之一，是“一带一路”与“长江经济带”的重要交汇地带，是美丽中国建设示范区。推动长三角地区更高质量一体化发展是新时代我国确立的重大发展战略，标志着该地区进入到以高质量为核心的发展加速期。长三角城市群内部旅游发展不平衡不充分，结构性、布局性问题依然突出，旅游与生态环境的不协调的区域差异问题长期存在，并成为制约城市群旅游高质量一体化发展的重大制约和短板。今后很长一段时间在持续推进旅游一体化进程中，需要提高旅游生态文明建设力度，探索城市群内区域间旅游生态补偿机制，着力推进全域旅游绿色一体化进程；要始终坚持保护为先，不搞旅游大开发，牢固树立“山水林田湖草是生命共同体”和“保护生态环境就是保护生产力”理念，推进旅游发展经济效益、社会效益、生态效益相互促进、共同提升；坚决取缔高污染高能耗的旅游企业，提高旅游产业绿色创新能力，培育新兴低污染旅游产业链；通过新媒体平台和地方政策宣传引导游客低碳旅游，通过完善城市群旅游生态安全保护条例和法令，推进城市群一体化背景下旅游生态文明建设步伐，推动旅游业高质量发展，助力构建以国内大循环为主体，国内国际双循环相互促进的新发展格局。

长三角城市群旅游产业高质量一体化发展对我国经济发展具有重要意义，如何在旅游经济发展与生态环境保护之间取得区

域间协调共进，是城市群高质量发展面临的重大挑战。基于地理学视角对长三角城市群 26 个中心城市旅游生态效率演化及其影响因素进行了分析，一定程度上弥补了基于微观市域尺度研究的不足，为未来长三角城市群旅游业高质量发展指明了方向。但本文也存在不足：(1)在一体化背景下，考虑到数据可获取性并没有选取全部地级市，而仅选取了 26 个中心城市，城市数量较少，未来应基于更大层面去分析。(2)研究尺度聚焦于市域尺度，但旅游业碳排放测算采用剥离方法受地区三产产值影响较大，所得数据结果可能有偏差。(3)受制于篇幅，本文未对旅游生态效率与旅游经济互动进行分析，这些问题有待进一步探讨。

参考文献:

- [1]陆林,任以胜,徐雨晨.旅游建构城市群“乡土-生态”空间的理论框架及研究展望[J].地理学报,2019,74(6):1267-1278.
- [2]姚治国,陈田.旅游生态效率研究进展[J].旅游科学,2016,30(6):74-91.
- [3]Stefan G S,Paul P,Jean-Paul C,et al.The Eco-efficiency of Tourism[J].Ecological Economics,2004,54(4):417-434.
- [4]Peter D,Rolf W.Eco-efficiency and Dematerialization:Scenarios for New Industrial Logics in Recycling Industries,Automobile and Household Appliances[J].Business Strategy and the Environment,1999,8(1):31-45.
- [5]Lilibeth F M,Ignacio G G,Sandra M M.Measuring Efficiency of Sun&Beach Tourism Destinations[J].Annals of Tourism Research,2012,39(2):1248-1251.
- [6]Hongsong P,Jinhe Z,Lin L,et al.Eco-efficiency and its Determinants at a Tourism Destination:A Case Study of Huangshan National Park,China[J].Tourism Management,2017,60(6):201-211.
- [7]Susanne K,Ariane W,Mattia W.How Can Tourism Use Land more Efficiently?A Model-based Approach to Land-use Efficiency for Tourist Destinations[J].Tourism Management,2010,32(3):629-640.
- [8]Larry D,Peter F,Ray S,et al.Estimating the Carbon Footprint of Australian Tourism[J].Journal of Sustainable Tourism,2010,18(3):355-376.
- [9]Haibo C,Ke D,Fangfang W,et al.The Spatial Effect of Tourism Economic Development on Regional Ecological Efficiency[J].Environmental Science and Pollution Research International,2020,27(7):38241-38258.
- [10]Kelly J,Haider W,Williams P W,et al.Stated Preferences of Tourists for Eco-efficient Destination Planning Options[J].Tourism Management,2007,28(2):377-390.
- [11]R H R,M S Z.The Use of Choice Experiments in the Analysis of Tourist Preferences for Ecotourism Development in Costa Rica[J].Journal of Environmental Management,2002,65(2):153-163.
- [12]Lindberg K,Andersson T D,Dellaert B G C.Tourism Development:Assessing Social Gains and Losses[J].Annals of Tourism Research,2001,28(4):1010-1030.

-
- [13] HAN J. Carrying Capacity of Low Carbon Tourism Environment in Coastal Areas from the Perspective of Ecological Efficiency[J]. Journal of Coastal Research, 2018, 83 : 199-203.
- [14] Sun Y, Hou G, Huang Z, et al. Spatial-temporal Differences and Influencing Factors of Tourism Eco-Efficiency in China's Three Major Urban Agglomerations Based on the Super-EBM Model[J]. Sustainability, 2020, 12(10) : 4156-4177.
- [15] LIU, ZHANG J, FU Z. Tourism Eco-efficiency of Chinese Coastal Cities——Analysis Based on the DEA-Tobit Model[J]. Ocean & Coastal Management, 2017, 148(11) : 164-170.
- [16] 姚治国, 陈田. 旅游生态效率模型及其实证研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2015, 25(11) : 113-120.
- [17] 刘佳, 陆菊. 中国旅游产业生态效率时空分异格局及形成机理研究[J]. 中国海洋大学学报(社会科学版), 2016, (1) : 50-59.
- [18] 张约翰, 张平宇, 张忠孝. 拉萨市旅游生态足迹与可持续发展研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2010, 20(7) : 154-159.
- [19] 卢飞, 宫红平. 中国旅游生态效率测度、时空特征与影响因素研究[J]. 统计与决策, 2020, 36(16) : 96-100.
- [20] 王兆峰, 刘庆芳. 长江经济带旅游生态效率时空演变及其与旅游经济互动响应[J]. 自然资源学报, 2019, 34(9) : 1945-1961.
- [21] 王胜鹏, 乔花芳, 冯娟, 等. 黄河流域旅游生态效率时空演化及其与旅游经济互动响应[J]. 经济地理, 2020, 40(5) : 81-89.
- [22] 王坤, 黄震方, 曹芳东. 中国旅游业碳排放效率的空间格局及其影响因素[J]. 生态学报, 2015, 35(21) : 7150-7160.
- [23] 林文凯, 林璧属. 区域旅游产业生态效率评价及其空间差异研究——以江西省为例[J]. 华东经济管理, 2018, 32(6) : 19-25.
- [24] 王兆峰, 刘庆芳. 长江经济带旅游生态效率时空演变及其影响因素[J]. 长江流域资源与环境, 2019, 28(10) : 2289-2298.
- [25] TONE K. A Slacks-based Measure of Super-efficiency in Data Envelopment Analysis[J]. European Journal of Operational Research, 2002, 143(1) : 498-509.
- [26] 侯孟阳, 姚顺波. 1978-2016 年中国农业生态效率时空演变及趋势预测[J]. 地理学报, 2018, 73(11) : 2168-2183.
- [27] 薛建春, 郑海潮, 王雅荣. 基于 Super-SBM 和重心模型的中国城市群土地利用效率时空差异分析[J]. 湖北社会科学, 2019, (12) : 70-77.
- [28] 张仁杰, 董会忠. 基于省级尺度的中国工业生态效率的时空演变及影响因素[J]. 经济地理, 2020, 40(7) : 124-132.
- [29] 彭红松, 章锦河, 韩娅, 等. 旅游地生态效率测度的 SBM-DEA 模型及实证分析[J]. 生态学报, 2017, 37(2) : 628-638.

[30]黄钰婷. 基于 DEA 模型的中国旅游生态效率评价及影响因素研究[J]. 北京印刷学院学报, 2020, 28 (7) : 32-34.

[31]张广海, 刘菁. 中国省域旅游碳排放强度时空演变分析[J]. 统计与决策, 2016, (15) : 94-98.

[32]程慧, 徐琼, 赵梦亚. 中国旅游生态效率的空间关联网络结构及其影响因素研究[J]. 生态科学, 2020, 39 (5) : 169-178.