

大运河江苏段旅游生态效率评价

刘 欣^{1,2}, 蔡 琦¹

(1. 扬州大学 建筑科学与工程学院, 江苏 扬州 225127; 2. 东南大学 土木工程学院, 南京 211189)

摘要:随着中国旅游市场体量不断增大,诸多生态环境问题也愈发严重。江苏段城市作为大河流域的重要节点,如何实现旅游业高质量发展是可持续发展的重中之重。运用非期望产出超效率 SBM-DEA 模型、Malmquist 模型,结合 ArcGIS 技术,从静态和动态两个层面准确衡量和把握大运河江苏段的旅游生态效率变化并评价,提出旅游生态效率提升建议。结果表明,大运河江苏段 2010—2019 年 10 年间旅游生态效率值整体向上增长,但仍需在旅游生态管理的政策和方法上进一步优化。

关键词:大运河;旅游生态效率;时空演变;SBM-DEA 模型;Malmquist 模型

中图分类号:F590.1 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2022)08-0147-06

如何推动经济社会绿色发展是当今时代的核心议题,绿色产业政策成为各国推行绿色发展的重要政策选择^[1]。改革开放以来,旅游业对中国经济起到的作用不仅仅体现在推动经济增长,还在创汇、回笼货币、关联带动、促进就业和扶贫等诸多方面做出了巨大贡献^[2]。旅游业作为传统的绿色产业,对经济发展和生态环境的影响较大^[3]。而在旅游业发展的同时,如何实现高质量发展是旅游业可持续发展的重中之重。

Schaltegger 等^[4]提出生态效率的概念后,Gossling 等^[5]将生态效率这一概念引入到旅游领域中,国内外学者展开积极研究,并在诸多方面取得了巨大的进展。刘庆芳等^[6]研究生态环境质量对旅游效率的影响并对长江经济带实证分析;周颖等^[7]研究发现长江经济带旅游资源开发强度与生态能力存在耦合协调关系;魏振香等^[8]利用 SBM 模型对中国诸多省份旅游生态效率的时空特征进行分析;卢飞等^[9]借助 SBM-Undesirable 模型对中国旅游生态效率影响因素进行实证研究;狄乾斌等^[10]采用超效率 SBM 模型,评价了中国东部沿海主要旅游城市的旅游生态效率;Sun 等^[11]通过分析长三角城市群旅游生态效率的时空演化特征,发现各区块之间的协同效应和溢出效应显著,且存在以少数城市为中心的空间极化趋势。

鉴于此,以 2010—2019 年大运河江苏段 8 市的

旅游业为研究对象,运用非期望产出超效率 SBM-DEA 模型、Malmquist 模型,结合 ArcGIS 技术,从静态和动态两个层面准确衡量和把握大运河江苏段各市的旅游生态效率变化并进行评价,从而为旅游生态效率提升提出建议。

1 研究方法、指标选取及数据来源

1.1 研究方法

1.1.1 非期望产出的超效率 SBM-DEA 模型法

旅游生态效率的测度主要有 3 种方法^[12]。单一比值法是用旅游业经济价值与旅游业环境影响的比值来表示旅游生态效率^[13],但其指标选取过于单一;指标体系法可以构建多维生态效率评价指标体系,但赋权对结果影响较大,不够客观^[14];模型法是借助 DEA 数据包络分析法^[15]或改进的模型测度旅游生态效率。相较于前两种方法,模型法能够实现多个具有多投入、多产出特性的同类决策单元相对效率的测度^[8]。

运用非期望产出超效率 SBM-DEA 方法^[16]对数据进行分析处理,能够从侧面反映城市旅游发展的相对效率是否达到预期,计算公式为

$$\min \rho^* = \frac{1 + \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{s_i^-}{x_{i0}}}{1 - \frac{1}{q_1 + q_2} \left(\sum_{r=1}^{q_1} \frac{s_r^+}{y_{r0}} + \sum_{i=1}^{q_2} \frac{s_i^{b-}}{b_{i0}} \right)}$$

收稿日期:2022-03-31

基金项目:扬州市软科学研究课题(202154);扬州大学人文社会科学基金(xjj2021-07);扬州大学中国大运河研究院开放课题。

作者简介:刘欣(1984—),女,黑龙江鹤岗人,扬州大学建筑科学与工程学院,讲师,博士,研究方向为建筑信息化、城市发展;蔡琦(1997—),男,江苏泰州人,扬州大学建筑科学与工程学院,硕士研究生,研究方向为城市发展。

$$\text{s. t.} \begin{cases} \sum_{j=1}^n x_j \lambda_j - s^- \leq x_0, i = 1, 2, \cdots, m \\ \sum_{j=1}^n y_j \lambda_j + s^+ \geq y_0, r = 1, 2, \cdots, q_1 \\ \sum_{j=1}^n b_j \lambda_j - s^{b-} \leq b_0, t = 1, 2, \cdots, q_2 \\ 1 - \frac{1}{q_1 + q_2} \left(\sum_{r=1}^{q_1} \frac{s_r^+}{y_{r0}} + \sum_{t=1}^{q_2} \frac{s_t^{b-}}{b_{t0}} \right) > 0 \\ s_i^-, s_r^+, s_t^{b-}, \lambda_j \geq 0 (j = 1, \cdots, n, j \neq j_0) \end{cases} \quad (1)$$

式中： ρ^* 为效率值； j 为各个决策单元； n 为决策单元个数； m 、 q_1 、 q_2 分别为投入、期望产出和非期望产出的指标数量； s_i^- 、 s_r^+ 、 s_t^{b-} 分别为投入、期望产出和非期望产出的松弛变量； λ_j 为强度变量； x_j 、 y_j 、 b_j 分别为第 j 个决策单元的 m 维投入变量。

1.1.2 Malmquist 模型法

Malmquist 指数法是 Färe 等^[17] 基于 Malmquist^[18] 提出的生态效率动态评价方法,通过该模型来衡量不同时期技术水平的变化,分析城市技术水平发展的进度是否满足预期^[19],计算公式为

$$MI_{t+1} = \left[\frac{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^{t+1}(x^t, y^t)} \times \frac{D^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^t(x^t, y^t)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

$$MI_{t+1} \begin{cases} < 1, \text{指数下降} \\ = 1, \text{指数无变化} \\ > 1, \text{指数提高} \end{cases}$$

式中:MI 表示生产率指数, $MI_{t+1} \in (0, +\infty)$; D^t 表示 t 期内基于规模报酬可变的距离函数; $D^t(x^{t+1}, y^{t+1})$ 表示 $t+1$ 期决策单元(DMU)与 t 期生产前沿面之间的距离。

1.1.3 反距离权重插值法

通过要素影响分析与距离相关的空间分析方法,可以直观地感受各要素与城市旅游发展的联系深度^[20],计算公式为

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{1}{(d_i)^m} S(x_i)}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{(d_i)^m}} \quad (3)$$

式中: S 表示插值点的属性值; $S(x_i)$ 表示第 i 个实测样本值; d_i 表示插值点到第 i 个站点的距离; n 表示样本数量; m 表示距离的幂,对内插的结果有显著的影响,通常取 $m=2$ 。

1.2 指标选取与数据来源

以大运河江苏段 8 市的旅游生态效率为研究对象。指标数据从 2010—2019 年《江苏统计年鉴》《中国城市统计年鉴》及各市《国民经济和社会发展统计公报》中获取。

选取旅行社数量、星级酒店数量、旅游从业人员数量以及新增固定资产投入作为投入变量。旅行社、星级酒店数量以及新增固定资产投入均可从统计年鉴中获取,旅游从业人员数量取旅游业相关从业人员数量。

为更直观地度量旅游业经营效益,选取旅游总收入作为期望产出指标;由于旅游业是废弃物产生的重要来源,选择污水排放量以及生活垃圾处理量作为非期望产出指标。旅游总收入来源于各市《国民经济和社会发展统计公报》,污水排放量以及生活垃圾处理量来自《中国城市统计年鉴》中江苏部分数据。旅游生态效率测算指标体系见表 1。

表 1 旅游生态效率测算指标体系

指标	变量	变量说明
投入指标	资本投入	旅行社/家
		星级酒店/家
		新增固定资产投入/亿元
	劳动力投入	旅游从业人员/万人
期望产出指标	经济产出	旅游总收入/亿元
非期望产出指标	环境影响	污水排放量/ m^3
		生活垃圾处理量/万 t

2 大运河江苏段旅游生态效率评估

2.1 基于非期望产出的超效率 SBM-DEA 模型结果分析

2.1.1 大运河江苏段旅游生态效率时序特征分析

运用非期望产出超效率 SBM-DEA 方法,通过 MATLAB 软件测算出 2010—2019 年 10 年间大运河江苏段各市的旅游生态效率值,见表 2。

表 2 2010—2019 年大运河江苏段各市旅游生态效率值

年份	淮安	常州	无锡	苏州	徐州	宿迁	扬州	镇江
2010	0.211 6	0.590 3	1.131 6	1.007 2	0.312 9	0.119 5	1.014 2	1.089 8
2011	0.219 2	0.669 2	1.164 6	0.698 2	0.292 4	0.132 3	1.018 5	1.093 6
2012	0.198 0	0.549 4	1.415 1	0.551 4	0.252 9	0.148 1	0.645 6	1.078 5
2013	0.235 5	0.734 5	1.172 4	0.656 7	0.265 0	0.238 3	1.005 9	1.069 1
2014	0.223 4	0.691 8	1.138 4	0.637 6	0.266 2	0.306 6	0.749 5	1.051 2
2015	0.214 1	1.024 7	1.134 5	0.642 9	0.268 9	0.361 0	0.638 4	1.038 5
2016	0.204 5	0.706 3	1.168 6	1.000 2	0.269 6	0.378 8	0.674 7	1.037 9
2017	0.230 5	0.698 1	1.145 4	0.627 2	0.288 2	0.371 8	0.699 8	1.054 5
2018	0.255 9	0.581 3	1.144 0	0.587 8	0.284 1	0.299 2	0.588 6	1.218 8
2019	0.268 6	0.564 7	1.132 3	0.555 4	0.302 4	0.332 8	0.568 6	1.145 9

通过 2010—2019 年的旅游生态效率值的折线图(图 1),得出各市旅游生态效率值的变化情况。10 年间,无锡和镇江的旅游生态效率值在该模型下运行期望良好,其效率值都保持在 1 以上,两市的旅游生态效率值基本处于平稳状态,其中无锡在 2011—2012 年,迅猛上升且超过了 1.4,且又在一年间迅速落回至 1.2 以下,而镇江 2010—2017 年无明显变化,甚至处于缓慢下滑状态,但在 2017 年迅速上升并在 2018 年超过无锡,此后一年间又迅速下滑至 1.145 9。徐州、宿迁、淮安等城市近 10 年的旅游生态效率值都

处于较稳定状态,虽有波动起伏,但旅游生态效率值仍都处在 0.4 以下,可见旅游生态发展效果欠佳。扬州、苏州、常州等城市 10 年间旅游生态效率值波动幅度较大,其中扬州 2010 和 2011 年的旅游生态效率值在 1 以上,在 2012 年迅速下降至 0.645 6,随后上升回 1.005 9,后续年份虽略有波动,但整体下滑严重,苏州于 2010 和 2016 年旅游生态效率值达到过 1 以上,而常州市仅在 2015 年达到过 1 以上。总体而言,大运河江苏段 2010—2019 年 10 年间旅游生态效率值波动起伏但处于稳定发展状态。

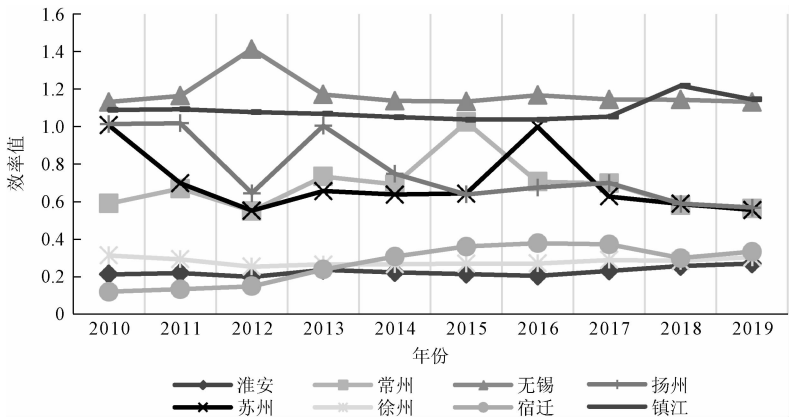


图 1 2010—2019 年大运河江苏段各市旅游生态效率值变化情况

2.1.2 大运河江苏段旅游生态效率空间格局分析

为进一步探究大运河江苏段旅游生态效率空间格局,将 2010、2013、2016、2019 年作为主要年份,绘制出空间四分位图以凸显旅游生态效率的空间特征,如图 2 所示,按旅游生态效率从高到低依次划分为旅游生态效率最优区、次优区、弱优区和非优区 4 类,并用不同颜色深度标识,颜色越深旅游生态效率值越高。

处于旅游生态效率最优区的城市波动不大,2000 年为镇江和无锡,2013 年为镇江、无锡和扬州 3 市,2016 年为镇江、无锡和扬州,到 2019 年时,镇江和无锡仍是最优区城市。最优区城市分布始终集中在苏中及苏南地区,且镇江、无锡两市在这 4 个主要年份中一直处于旅游生态效率最优区。究其原因,苏中、苏南城市发展速度快、旅游资源丰富、设施完善、政策力度大,足够的投入致使旅游生态效率水平较高。处于次优和弱优区的城市波动较小,且显示出明显的空间聚集性要。具体而言,其分布由 2010 年的扬州、苏州以及常州 3 市,到 2019 年仍然是该 3 市处于次优和弱优区,期间略有变动,其中苏州市在 2016 年处于最优区。旅游业发展起步早,但发展失调可能是这

些城市旅游生态效率未能提升至最优的原因。处于非优区的城市没有变化,从 2010 年至 2019 年,仍是徐州、宿迁以及淮安 3 市。该 3 市始终位于非优区,其中徐州市虽然经济基础较强,但由于是重工业大市,环境质量受到严重影响,加上环境保护力度薄弱,导致其旅游生态效率较低;宿迁和淮安的发展相对滞后,基础设施较差,产业结构不合理,旅游业发展迟缓,与苏中苏南地区城市的差距越来越大。

2.2 Malmquist 模型结果分析

2.2.1 大运河江苏段旅游生态效率时空演变及效率分解分析

衡量不同时期技术水平的演变,选用全局参比 Malmquist 指数以观察旅游生态效率的动态变化。全要素生产率指数由技术效率指数和技术进步指数组成,其中技术效率表示旅游生态管理方法以及结构优劣等,技术进步表示城市旅游生态发展技术的创新性等。当全要素生产率指数大于 1 时,全要素生产率提升;当指数小于 1 时,全要素生产率降低。取各年份的几何平均数来反映 2010—2019 年大运河江苏段各市全要素生产率的平均变化情况,见表 3。

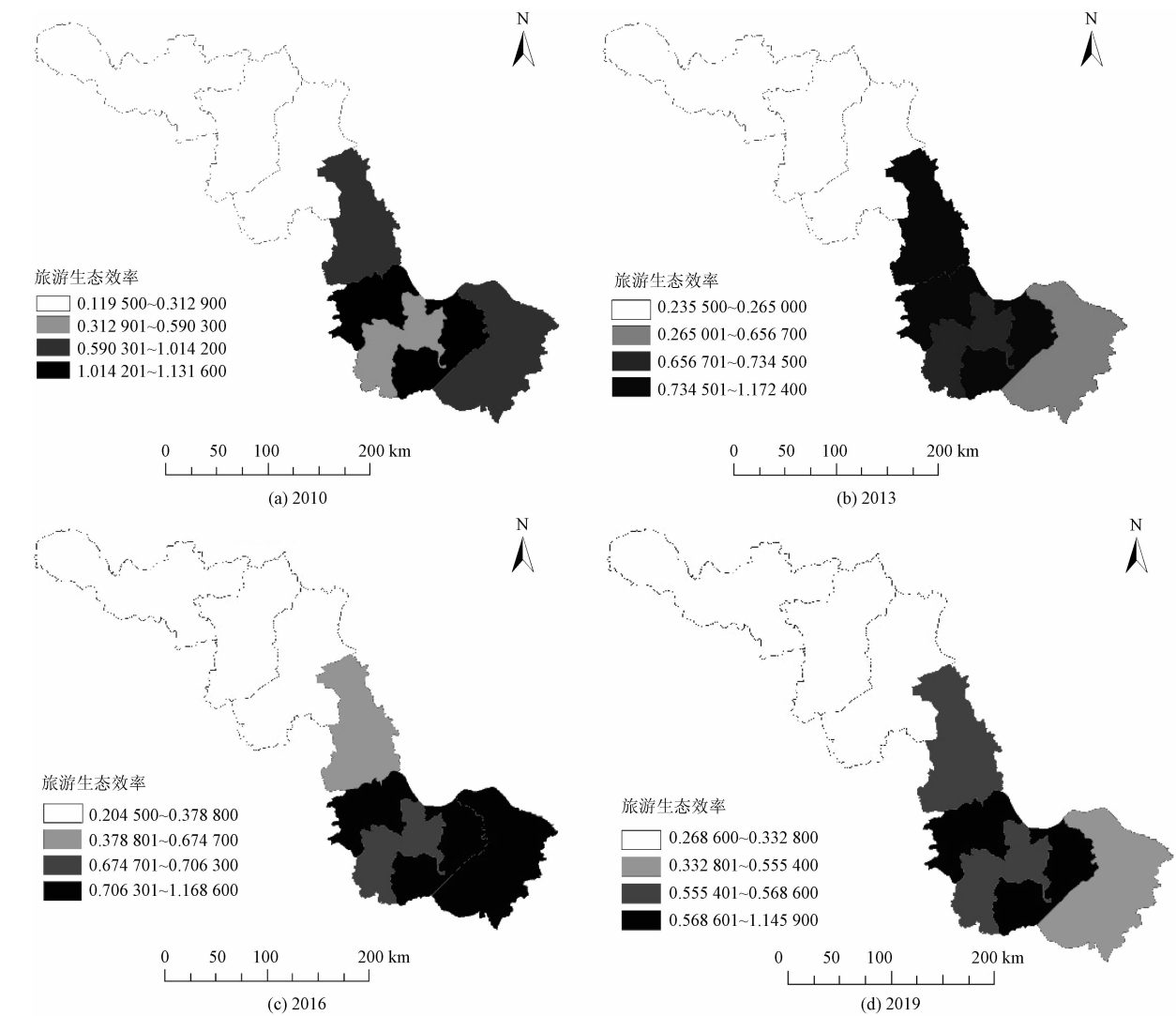


图 2 2010、2013、2016、2019 年大运河江苏段旅游生态效率空间格局

年份	全要素生产率 指数	技术效率 指数	技术进步 指数
2010—2011	0.997 547	1.057 130	0.943 637
2011—2012	1.043 281	1.074 217	0.971 201
2012—2013	1.144 733	1.217 089	0.940 550
2013—2014	0.922 892	0.731 058	1.262 405
2014—2015	0.946 447	0.951 477	0.994 713
2015—2016	0.911 505	0.935 182	0.974 682
2016—2017	1.545 552	1.542 602	1.001 912
2017—2018	1.002 263	1.040 962	0.962 823
2018—2019	0.822 782	0.700 840	1.173 994
几何平均数	1.037 445	1.027 840	1.025 102

据表 3 可知,2010—2019 年大运河江苏段全要素生产率有所增长,其中技术进步指数增长了 8.15%,而技术效率指数下降了 2.93%。技术效率指数不升反降,说明大运河江苏段城市需要在旅游生态管理的政策和方法上进一步优化,技术进步指

数增长较大说明技术创新成效十足。指数增长的年份有 2011—2012、2012—2013、2016—2017、2017—2018 年,共 4 个年段的全要素生产率得到提升,占比为 44.44%。2013—2016 年,连续 3 个年段的全要素生产率低于 1,呈现下降趋势。

由图 3 可以发现,全要素生产率和技术进步演变在同一水平上。本文所选取的城市的年均全要素生产率均大于 1,表明整体上旅游生态效率是逐步增长的。就各市而言,2010—2019 年,年均全要素生产率指数和技术进步指数占据榜首的均是镇江,而年均技术效率指数是扬州第一。

2.2.2 Malmquist 生产率均值反距离权重插值分析

为研究 2010—2019 年大运河江苏段全要素生产率均值水平在各城市区间内的分布格局及互动程度,通过反距离权重插值法对大运河江苏段 8 市

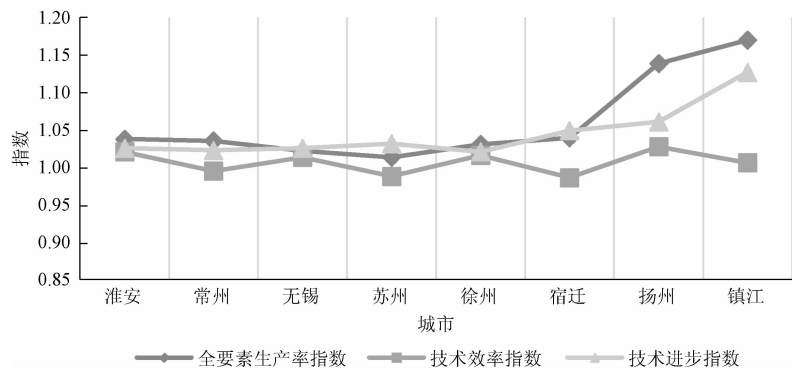


图 3 大运河江苏段各市年均全要素生产率分解

全要素生产率进行排序,利用相等间隔法分为 5 个层次区域,包括低值、次低、中值、次高和高值,如图 4所示。2010—2019 年镇江市生产要素增长率水平最高,扬州市次之,而徐州市、无锡市和苏州市相关水平较低。其中,苏州市全要素生产率相对较低的原因主要在于技术效率低,技术进步指数已达到 1 以上,状态稳定,这是因为苏州市作为江苏早期对外开放的重要节点,经济结构单一,基础设施完善,旅游业的投入产出、管理水平及相关配套政策等方面已达到相对稳定状态,生产率提升空间较少。

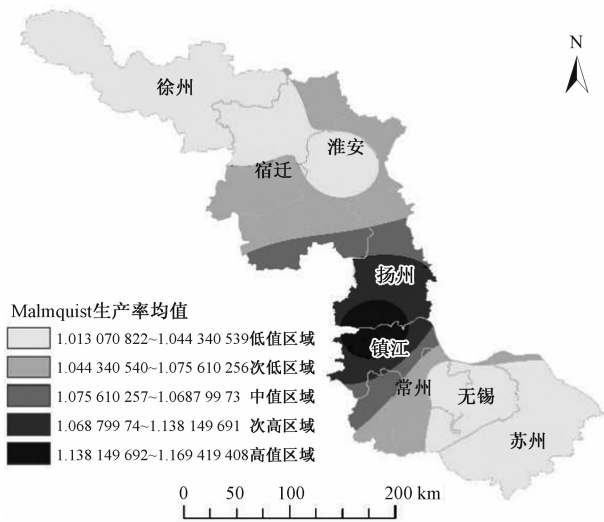


图 4 2010—2019 年大运河江苏段旅游业反距离权重

苏中城市的旅游业全要素生产率高于苏南和苏北城市,其原因在于苏中城市经济发展综合性强,产业链完善程度高,已形成较为成熟的旅游业发展模式,而苏南城市旅游开发早,技术迭代期短,生产率上限的增幅不够显著。因此,苏北城市可提高行业服务水平、重视区位优势、扩大旅游经济辐射范围,加强产业结构升级,以适应经济发展水平的提升。

3 结论与建议

旅游生态效率评价是揭示中国旅游业发展质量与态势的重要基础。研究结果表明:大运河江苏段 2010—2019 年 10 年间旅游生态效率值波动起伏但处于稳定发展状态,整体上是向上增长的;技术效率指数不升反降,说明大运河江苏段城市需要在旅游生态管理的政策和方法上进一步优化,技术进步指数增长较大说明技术创新成效十足;大运河江苏段各市中苏中城市生产要素增长率处于较高水平,发展较为全面。

根据结果分析,为促进大运河江苏段旅游资源整合发展以及旅游生态效率的提升,提出以下建议:

1)构建大运河江苏段流域协同发展机制。利用自身旅游发展资源优势,跨区域合作互助,推动大运河江苏段旅游一体化建设。苏中地区的旅游业生产率高于苏北和苏南地区,可以进行产业发展模式输出。苏南地区为江苏省经济发达区域,可以作为旅游专业技术输出示范区域。扬州、镇江等苏中城市可以学习苏南成熟的旅游技术以及高效的发展模式。依托旅游业主体优势,区域内产业联动发展,促进大运河江苏段流域全要素的快速流动和高效整合,从不可移动的旅游产业发展,在空间上进行交流发展,突破地域局限,带动流域内城市旅游业生产效率的同步提高。对于目前江苏段运河文化发展的瓶颈问题,推动旅游业多方面拓展的创新协同发展,形成高质量、可持续发展的大运河江苏段绿色旅游产业的总体布局。

2)加强旅游专业人员的培养,促进旅游产业开发。扬州等城市旅游全要素生产率较高,应该增加旅游科技的投入,比如运用 VR 等数字化技术使旅游产业生动化。同时依据国家和地区的相关旅游政策,抓住时代发展机会,运用先进技术,引进专业人才,多运用绿色发展模式,打造可持续化发展的

旅游产业。针对已经形成的旅游产业进行优化,由传统的粗放型发展转变成科技高效的集约型发展。对历史遗留的旅游资源进行深度挖掘,穿孔立面,拓宽旅游产业链。

3)以绿色发展为导向大力治理流域生态。运河作为产业主体,不能先发展再治理。对运河流域周边生态环境进行排查,保护生态资源,为运河文化发展构建可持续的发展模式。江苏城市具有丰富的文化历史,是国内一张有名的旅游名片,可增进发展“旅游+文化”的旅游产业模式。借鉴国内外成功的旅游业,激发大运河江苏流域发展潜力,结合自身优势,引进先进旅游业技术,提升旅游业相关人才的专业能力,打造国家知名的发展旅游区域。

参考文献

- [1] 李晓萍,张亿军,江飞涛. 绿色产业政策:理论演进与中国实践[J]. 财经研究,2019,45(8):4-27.
- [2] 刘园香. 浅谈旅游业对我国经济的影响[J]. 中国证券期货,2013(6):166.
- [3] 郭丽佳,李畅,彭红松,等. 节能减排约束下中国省域旅游生态效率评估及空间格局研究[J]. 地理科学进展,2021,40(8):1284-1297.
- [4] SCHALTEGGER S, STURM A. Kologische rationalitt [J]. Die Unternehmung,1990,4(4):273-290.
- [5] GOSSLING S, PEETERS P, CERON J P, et al. The Eco-efficiency of tourism[J]. Ecological Economics,2005,54:417-434.
- [6] 刘庆芳,王兆峰. 生态环境质量对旅游效率的影响:基于长江经济带的实证分析[J]. 福建农林大学学报(哲学社会科学版),2021,24(3):68-76.
- [7] 周颖,王兆峰. 长江经济带旅游资源开发强度与生态能力耦合协调关系研究[J]. 长江流域资源与环境,2021,30(1):11-22.
- [8] 魏振香,郭琬婷. 旅游生态效率时空特征及影响因素研究

- [J]. 生态经济,2021,37(2):111-119.
- [9] 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.
- [10] 狄乾斌,赵晓曼,王敏. 基于非期望产出的中国滨海旅游生态效率评价:以我国沿海城市为例[J]. 海洋通报,2020,39(2):160-168.
- [11] SUN Y Y, HOU G L. Analysis on the spatial-temporal evolution characteristics and spatial network structure of tourism eco-efficiency in the Yangtze River Delta urban agglomeration[J]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2021, 18(5): 2577-2577.
- [12] 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.
- [13] STIGSON B. Eco-efficiency: creating more value with less impact[R]. WBCSD,2000:5-36.
- [14] 郭丽佳,李畅,彭红松,等. 节能减排约束下中国省域旅游生态效率评估及空间格局研究[J]. 地理科学进展,2021,40(8):1284-1297.
- [15] 肖红,郝世绵. 基于 DEA 数据包络分析的安徽省装备制造业技术创新效率评价[J]. 价值工程,2019,38(9):26-28.
- [16] TONE K. A slacks-based measure of superefficiency in data envelopment analysis[J]. European Journal of Operational Research,2002(1):32-41.
- [17] FÄRE R, GROSSKOPF S, LINDGREN B, et al. Productivity changes in Swedish pharmacies 1980-1989: a non-parametric Malmquist approach[J]. Journal of Productivity Analysis,1992,3(1/2):85-101.
- [18] MALMQUIST S. Index numbers and indifference surfaces[J]. Trabajos de Estadística,1953,4(2):209-242.
- [19] 戚湧,张明,李太生. 基于 Malmquist 指数的江苏创新资源整合共享效率评价[J]. 中国软科学,2013(10):101-110.
- [20] 黄萍,李德龙,许小华,等. 基于反距离权重插值的城市超标洪水淹没风险分析研究[J]. 水利规划与设计,2021(11):110-113.

Evaluation of Tourism Eco-efficiency in Jiangsu Section of the Grand Canal

LIU Xin^{1,2}, CAI Qi¹

(1. College of Civil Science and Engineering, Yangzhou University, Yangzhou Jiangsu 225127, China;

2. School of Civil Engineering, Southeast University, Nanjing 211189, China)

Abstract: With the increasing volume of China's tourism market, many ecological and environmental problems are becoming more and more serious. As an important node in the Grand Canal basin, how to realize the high-quality development of tourism is the top priority of sustainable development. Using the unexpected production super efficiency SBM-DEA model and Malmquist model, combined with ArcGIS technology, are accurately measured and grasped the changes and evaluation of tourism eco-efficiency in Jiangsu section of the Grand Canal from static and dynamic levels, and some suggestions for improving tourism eco-efficiency are put forward. The results show that the tourism eco-efficiency value of the Jiangsu section of the Grand Canal has increased as a whole in the 10 years from 2010 to 2019, but it still needs to be further optimized in the policies and methods of tourism ecological management.

Keywords: The Grand Canal; tourism eco-efficiency; spatiotemporal evolution; SBM-DEA model; Malmquist model