

# 控制与决策

Control and Decision

## 基于DEA模型的区域旅游资源配置效率研究

李思迪, 李姝萱, 钟永德, 任腾, 肖和录, 贾彬彬

引用本文:

李思迪, 李姝萱, 钟永德, 任腾, 肖和录, 贾彬彬. 基于DEA模型的区域旅游资源配置效率研究[J]. *控制与决策*, 2022, 37(8): 1945–1954.

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2021.0575>

---

## 您可能感兴趣的其他文章

### Articles you may be interested in

#### 舰载机多雷达传感器任务分配与采样间隔融合优化算法

Optimization algorithm of task allocation and sampling interval fusion for multi radar sensors of carrier based aircraft  
*控制与决策*. 2022, 37(3): 565–573 <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2020.1282>

#### 技能组合可选择的赛汝生产系统多能工配置问题

Skill configuration of Seru production systems considering selectable skill set  
*控制与决策*. 2022, 37(3): 737–745 <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2020.1553>

#### 基于鲁棒优化的云医疗资源配置问题

Robust optimization based medical resource allocation problem in cloud healthcare system  
*控制与决策*. 2021, 36(2): 469–474 <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2019.0455>

#### 铁路集装箱中心站资源分配与作业调度联合优化

Integrating optimization of resource allocation and handling scheduling in railway container terminal  
*控制与决策*. 2021, 36(12): 3063–3073 <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2020.0597>

#### 乡村旅游开发适宜性等级评价TOPSIS方法

TOPSIS method of suitability grade assessment for rural tourism development  
*控制与决策*. 2020, 35(11): 2619–2625 <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2018.1565>

# 基于 DEA 模型的区域旅游资源配置效率研究

李思迪<sup>1</sup>, 李姝萱<sup>2</sup>, 钟永德<sup>1</sup>, 任 腾<sup>2†</sup>, 肖和录<sup>3</sup>, 贾彬彬<sup>2</sup>

(1. 中南林业科技大学 旅游学院, 长沙 410004; 2. 中南林业科技大学  
物流与交通学院, 长沙 410004; 3. 湖南师范大学 商学院, 长沙 410081)

**摘要:** 探讨中国旅游业资源配置效率对优化旅游业资源配置、推进旅游业可持续发展进程具有重要意义. 通过构建考虑碳排放的投入产出指标体系, 运用两阶段数据包络分析 (DEA) 模型对我国 30 个省市区旅游业资源配置效率进行评价分析, 进而采用 Tobit 模型探究全国及东中西部地区旅游业资源配置效率的影响因素. 结果表明, 我国省市区旅游业普遍存在资源配置效率失效的问题, 总体效率呈现出“西部最高、东部次之、中部最低”的态势. 其中, 旅游业经济-社会效率偏低是导致旅游业资源配置效率水平不高的主要原因, 众多影响因素中环境规制对旅游业资源配置效率的影响最大.

**关键词:** 旅游业; 资源优化配置; 效率评估; 数据包络分析

中图分类号: X24 文献标志码: A

DOI: 10.13195/j.kzyjc.2021.0575

引用格式: 李思迪, 李姝萱, 钟永德, 等. 基于 DEA 模型的区域旅游资源配置效率研究 [J]. 控制与决策, 2022, 37(8): 1945-1954.

## Research on efficiency of regional tourism resources allocation based on DEA model

LI Si-di<sup>1</sup>, LI Shu-xuan<sup>2</sup>, ZHONG Yong-de<sup>1</sup>, REN Teng<sup>2†</sup>, XIAO He-lu<sup>3</sup>, JIA Bin-bin<sup>2</sup>

(1. School of Tourism, Central South University of Forestry and Technology, Changsha 410004, China; 2. School of Logistics and Transportation, Central South University of Forestry and Technology, Changsha 410004, China; 3. School of Business, Hunan Normal University, Changsha 410081, China)

**Abstract:** It is of great significance to explore the efficiency of China's tourism resource allocation for optimizing the allocation of tourism resources and promoting the sustainable development of tourism. By constructing the input-output index system considering carbon emissions, this paper uses the two-stage data envelopment analysis (DEA) model to evaluate and analyze the efficiency of tourism resource allocation in 30 provinces and cities in China, and then uses the Tobit model to explore the influencing factors of tourism resource allocation efficiency in the whole country, east, central and western regions. The results show that the efficiency of resource allocation is generally invalid in the tourism industry of provinces and cities in China, and the overall efficiency is “the highest in the west, the second in the east, and the lowest in the middle”. Among them, the low economic and social efficiency of tourism industry is the main reason for the low efficiency of tourism resource allocation. Among many factors, environmental regulation has the greatest impact on the efficiency of tourism resource allocation.

**Keywords:** tourism; optimal allocation of resources; efficiency evaluation; data envelopment analysis

## 0 引 言

随着我国经济持续快速发展和居民收入水平较快提高, 我国旅游人数和旅游收入持续快速增长, 旅游产业已经成为国民经济的重要产业, 是增长最快的居民消费领域之一. 但旅游资源往往存在脆弱性和稀缺性, 旅游业的开放容易对周边环境造成破坏. 只

有人与自然的和谐共生, 才能使得旅游业可持续发展. 实现区域旅游业可持续发展是促进发展方式转变、推动低碳经济发展的巨大助力, 同时实现旅游经济效益、环境效益和社会效益的统一. 目前, 旅游业资源配置效率作为一种管理工具已经被证实能够提升区域的旅游业可持续发展能力, 因而旅游业资源配置

收稿日期: 2021-04-06; 录用日期: 2021-07-05.

基金项目: 国家自然科学基金项目 (71801091); 湖南省社会科学成果评审委员会项目 (XSP20YBC127); 中南林业科技大学青年科学基金项目 (2018QY003).

责任编辑: 王凌.

†通讯作者. E-mail: chinarenteng@163.com.

效率的研究将为旅游业未来的发展提供决策支持及目标制定的依据。

旅游业可持续发展源于可持续发展理念,这一理念自1987年联合国世界环境与发展委员会正式提出以来受到许多学者的关注,这是一种强调生态、经济与社会协调发展的发展模式<sup>[1-3]</sup>。在旅游业可持续发展过程中,对生态环境产生最重要的因素之一为碳排放,旅游业的碳排放核算在旅游业资源配置效率评价中尤为重要<sup>[4-6]</sup>。旅游业资源配置本身也是一类资源分配和调度问题,可以采用传统的调度理论与优化算法进行求解<sup>[7-8]</sup>,以提升不同评价指标下旅游业资源配置效率。

近年来,许多学者采用 Charnes 等提出的数据包络分析模型(Data Envelopment Analysis, DEA)评价旅游业资源配置效率,该方法基于多投入多产出的理念,能够全面且详细地评价旅游业资源配置效率的真实水平<sup>[9-10]</sup>。Liu 等<sup>[11]</sup>将能源消耗和碳排放引入旅游业绿色生产力的分析框架,然后使用超效率 DEA 模型对长江地区旅游绿色生产力进行测量。Avelino 等<sup>[12]</sup>为了整合环境、社会经济和治理支柱的需求以提高旅游业海洋保护区的可持续发展能力,基于 DEA 框架建立指数可持续性评估(SEMPAI)方法对海洋保护区进行评价,有助于改善旅游地沿海居民点的管理和长期可持续性。Chaabouni<sup>[13]</sup>为了探究中国省际旅游业发展的时空差异特征,利用 Bootstrap-DEA 模型对中国30个省市的旅游业发展水平进行评估,得出了东部地区平均旅游效率高于中西部地区的论断。但针对从可持续发展视角出发的旅游业资源效率的绩效评估与资源配置问题,目前尚缺乏量化研究。鉴于此,本文利用两阶段 DEA 模型,从旅游业生态发展、经济发展及社会发展3个维度完整刻画旅游业可持续发展过程,并构建考虑旅游业碳排放的评价指标体系,测算各省市旅游业资源配置的投入产出效率,为各地区旅游业可持续发展提供改进方向,为中国旅游业可持续发展以及生态文明建设提供可资借鉴的理论依据。

## 1 概念辨析

由于全球气候变暖问题日益严峻,旅游业的“低碳经济”相关研究已经引起了国内外学者的热切关注<sup>[14-16]</sup>。对于旅游业的资源配置效率评估,一个重要的方法就是从生态效率入手进行研究,该效率权衡了旅游业经济增长与环境影响,既考虑了旅游业的经济价值也考虑了旅游业对环境的污染。如图1所示,目前该测度体系的构成主要分为两个部分:第1部分为

估算旅游业的环境影响,该类指标主要有旅游业碳排放与旅游业生态足迹两类;第2部分为测算旅游业的经济价值,该类指标主要有旅游业收入与旅游业增加值两类<sup>[17]</sup>。

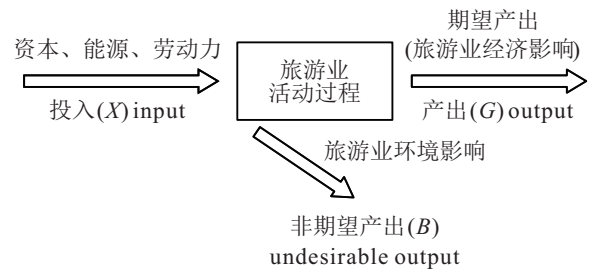


图1 旅游业活动过程

由于以生态效率作为评估区域旅游业资源配置的指标较为单一,该方法基于生态学视角仅研究旅游业生态与经济的关系,并未考虑到旅游业对社会产生的影响,导致所得资源配置效率评价较不全面。鉴于此,本文针对旅游业活动过程对经济、社会产生的影响等特点,从环境友好的可持续发展视角出发,基于 DEA 方法构建考虑碳排放的区域旅游业资源配置效率评价指标体系,并打开区域旅游业可持续发展系统中投入与产出过程的“黑箱”,运用两阶段网络CCR-DEA 模型对其进行效率测算和评价。

旅游业资源配置效率的核心思想在于“在最少的资源投入和最小的环境破坏代价下获得最大的经济、社会产出”,因此在借鉴 Gossling<sup>[18]</sup>提出的旅游业可持续发展概念的基础上,可将区域旅游业资源配置效率分解为两个阶段实现,具体如图2所示。第1阶段为旅游业活动过程中需要的能源、资本和劳动力等投入转化为相关期望产出和非期望产出的效率,称为旅游业生态效率。其中,投入指标分别为旅游业能源消耗、旅游固定资产净值和旅游业从业人数;产出指标为碳排放、旅游业固废排放、废气排放和废水排放等非期望产出,以及第三产业增加值/GDP和旅游人口密度等期望产出。该期望产出既作为第1阶段的产出,同时也作为第2阶段的投入。第2阶段将第1阶段的期望产出转化为旅游业活动对区域产生的经济、社会产出,称为旅游业经济-社会效率。其中,第2阶段外部投入指标为旅游业财政支出占GDP的比例;最终产出为人均GDP、旅游总收入占GDP的比重和人均绿地面积。因此在构建旅游业可持续发展系统网络结构时,基于全要素碳排放效率和投入产出理论,在不增加要素投入(资本、能源和劳动力投入等)的条件下,将旅游业活动过程(第1阶段)产生的碳排放视为一种“非期望产出”纳入到投入产出体系,并在考虑投入和产出两方面的前提下,引入两阶段网络

CCR-DEA 效率评价模型,以计算旅游业可持续发展系统中由第1阶段的投入、非期望产出、期望产出(中间指标)以及第2阶段的外部投入和最终产出构成的生产可能集的综合效率来表示旅游业资源配置效

率.因此,提高区域旅游业资源配置效率需要在源头上削减资源利用,最大化地提升资源转换效率,提高经济、社会产出,降低环境污染物产生,同时在末端环境治理上加强对污染物的处理,降低其环境的影响.

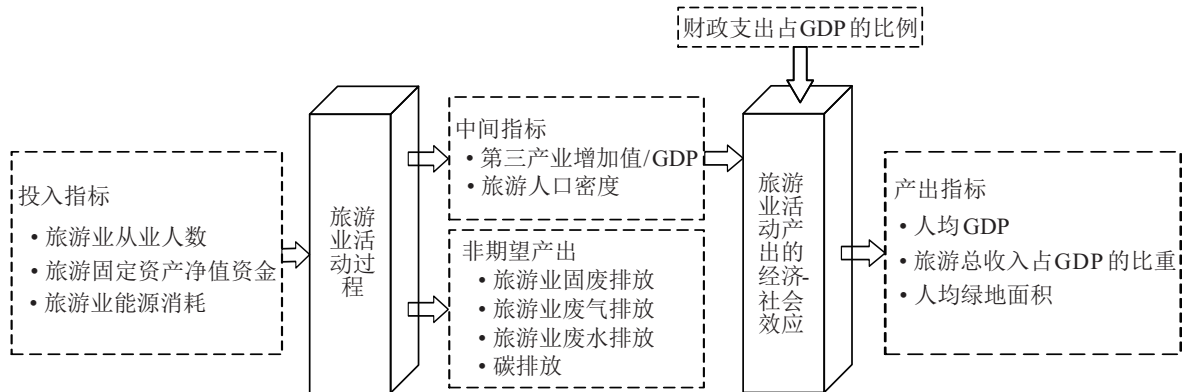


图2 旅游业可持续发展系统网络结构

## 2 模型构建

### 2.1 旅游业碳排放核算模型

目前,旅游业碳排放的核算方法主要有自上而下法和自下而上法.自上而下法主要利用旅游卫星账户以及区域的投入产出表计算旅游业的能源消耗量,从而估计其碳排放量;自下而上法将旅游业划分为若干旅游部门,通过对不同旅游部门碳排放的估算进而测算出旅游业总的碳排放量.由于中国还未有旅游行业的能源消耗与碳排放量的相关统计,旅游业数据较难获得,因此采用Becken等<sup>[19]</sup>将旅游业划分为旅游交通、旅游住宿以及旅游活动3大部分的方法,采用先分解后加总的“自下而上”法对旅游业的能源消耗和碳排放量进行核算.具体计算方法为

$$E^t = \sum_{j=1}^3 E_j^t = E_1^t + E_2^t + E_3^t. \quad (1)$$

其中: $E^t$ 为 $t$ 年旅游业能源消费/ $\text{CO}_2$ 排放总量; $E_j^t$ 为 $t$ 年旅游业 $j$ 部分能源消费/ $\text{CO}_2$ 排放量; $E_1^t$ 为 $t$ 年旅游交通能源消费/ $\text{CO}_2$ 排放量; $E_2^t$ 为 $t$ 年旅游住宿能源消费/ $\text{CO}_2$ 排放量; $E_3^t$ 为 $t$ 年旅游活动能源消费/ $\text{CO}_2$ 排放量<sup>[9,20]</sup>.

$E_1^t$ 为

$$E_1^t = \sum_{i=1}^{30} E_{i1}^t = \sum_{i=1}^{30} \sum_{x=1}^4 Q_{ix}^t \cdot f_x \cdot \lambda_x. \quad (2)$$

其中: $E_{i1}^t$ 为 $t$ 年 $i$ 地区旅游交通能源消费/ $\text{CO}_2$ 排放量; $Q_{ix}^t$ 为 $t$ 年 $i$ 地区 $x$ 类交通方式(公路、铁路、民航、水运)的客运周转量; $f_x$ 为 $x$ 类交通方式客流量中旅游者的比例,公路、铁路、民航和水运的 $f$ 值分别为13.8%、31.6%、64.7%和10.6%<sup>[21]</sup>; $\lambda_x$ 为 $i$ 类交通方式的能耗/ $\text{CO}_2$ 排放因子,公路、铁路、民航、水运

的能耗因子分别为1.8 MJ/pkm、1 MJ/pkm、2 MJ/pkm和0.9 MJ/pkm, $\text{CO}_2$ 排放因子分别为133 g  $\text{CO}_2$ /pkm、27 g  $\text{CO}_2$ /pkm、137 g  $\text{CO}_2$ /pkm和106 g  $\text{CO}_2$ /pkm<sup>[21]</sup>.

$E_2^t$ 为

$$E_2^t = \sum_{i=1}^{30} E_{i2}^t = \sum_{i=1}^{30} N_i^t \cdot l_i^t \cdot \delta. \quad (3)$$

其中: $E_{i2}^t$ 为 $t$ 年 $i$ 地区旅游住宿能源消费/ $\text{CO}_2$ 排放量; $N_i^t$ 为 $t$ 年 $i$ 地区旅游饭店客房床位数; $l_i^t$ 为 $t$ 年 $i$ 地区平均客房出租率; $\delta$ 为每张床位每晚的能源消费/ $\text{CO}_2$ 排放量,取值分别为155 MJ/p visitor-night和2.458 g  $\text{CO}_2$ /p visitor-night<sup>[21]</sup>.

$E_3^t$ 为

$$E_3^t = \sum_{i=1}^{30} E_{i3}^t = \sum_{i=1}^{30} \sum_{s=1}^5 P_{is}^t \cdot \varphi_s. \quad (4)$$

其中: $E_{i3}^t$ 为 $t$ 年 $i$ 地区旅游活动能源消费/ $\text{CO}_2$ 排放量; $P_{is}^t$ 为 $t$ 年 $i$ 地区参加旅游活动 $s$ 的旅游人数; $\varphi_s$ 为旅游活动 $s$ 的能耗/ $\text{CO}_2$ 排放系数;观光旅游、休闲度假、商务出差、探亲访友和其他旅游活动的能耗系数分别为8.5 MJ/p visitor、26.5 MJ/p visitor、16 MJ/p visitor、12 MJ/p visitor和3.5 MJ/p visitor, $\text{CO}_2$ 排放系数分别为417 g  $\text{CO}_2$ /p visitor、1 670 g  $\text{CO}_2$ /p visitor、786 g  $\text{CO}_2$ /p visitor、591 g  $\text{CO}_2$ /p visitor和172 g  $\text{CO}_2$ /p visitor<sup>[21]</sup>.

### 2.2 两阶段DEA模型

由于旅游业资源配置效率评价需要综合考虑经济、社会和生态3方面的表现,该系统的投入-产出过程往往呈现多投入、多产出的特征.数据包络分析作为一种基于多投入、多产出数据的非参数评价方法,被认为是解决技术效率评价问题的有效工具,其拥有

深刻的理论基础和可观的应用前景. 考虑到中国旅游业可持续发展系统具有阶段性特点, 即存在中间产出和中间投入, 因此在运用DEA模型进行效率评价时, 传统DEA模型显现出一定局限性, 故本文基于规模报酬不变假设下, 以投入为导向的CCR模型为基础, 构建考虑碳排放的两阶段网络CCR-DEA模型, 对中国区域旅游业可持续发展系统进行效率评价, 具体模型如下.

第1阶段, 有

$$\theta_1 = \max \frac{\sum_{r=1}^R u_r y_{r0} - \sum_{m=1}^M w_m b_{m0}}{\sum_{i=1}^I v_i x_{i0}}.$$

$$\text{s.t. } \frac{\sum_{r=1}^R u_r y_{rj} - \sum_{m=1}^M w_m b_{mj}}{\sum_{i=1}^I v_i x_{ij}} \leq 1, j = 1, 2, \dots, n;$$

$$u_r, v_i, w_m \geq 0, \forall r, \forall i, \forall m. \quad (5)$$

第2阶段, 有

$$\theta_2 = \max \frac{\sum_{d=1}^D z_d g_{d0}}{\sum_{k=1}^K \pi_k f_{k0} + \sum_{r=1}^R u_r y_{r0}}.$$

$$\text{s.t. } \frac{\sum_{d=1}^D z_d g_{dj}}{\sum_{k=1}^K \pi_k f_{kj} + \sum_{r=1}^R u_r y_{rj}} \leq 1, \forall j;$$

$$z_d, \pi_k, u_r \geq 0, \forall d, \forall k, \forall r. \quad (6)$$

第1阶段的模型(5)中,  $x$  为输入,  $b$  为非期望产出,  $y$  为中间指标, 其作为期望产出同时也是第2阶段的投入.  $v_i, w_m, u_r$  分别为第1阶段投入、产出的权重. 第2阶段的模型(6)中,  $f$  为外部投入、 $g$  为最终产出.  $\pi_k$  和  $z_d$  分别为第2阶段投入、产出指标的权重. 其中, 中间指标的权重将由第1阶段决定. 值得一提的是, 投入导向下CCR模型所得效率值与产出导向下所得效率值是一致的, 现以第1阶段模型为例进行说明. 基于规模报酬不变假设下, 以产出为导向的第1阶段DEA模型为

$$\rho_1 = \min \frac{\sum_{i=1}^I v_i x_{i0}}{\sum_{r=1}^R u_r y_{r0} - \sum_{m=1}^M w_m b_{m0}}.$$

$$\text{s.t. } \frac{\sum_{i=1}^I v_i x_{ij}}{\sum_{r=1}^R u_r y_{rj} - \sum_{m=1}^M w_m b_{mj}} \geq 1, \forall j;$$

$$u_r, v_i, w_m \geq 0, \forall r, \forall i, \forall m. \quad (7)$$

可以看出,  $\theta_1$  与  $\rho_1$  互为倒数关系. 若  $\theta_1^*$  和  $1/\rho_1^*$  分别为第1阶段在投入和产出导向下的最优效率值, 则有  $\theta_1^* = 1/\rho_1^*$ .

由于多个子系统应相互合作, 根据DEA文献中关于子系统权重的释义, 该权重表示子系统对整体系统综合效率的相对重要程度或贡献率, 或者是决策者的主观判断<sup>[22]</sup>. 本文采用第1种释义, 借鉴陈磊等<sup>[23]</sup>在两阶段模型中对子系统重要程度的设定方法, 设定各子系统重要程度相当, 采用两阶段的权重各为0.5, 由此得到如下基于规模报酬不变假设下, 以投入为导向的两阶段网络CCR-DEA模型:

$$\theta = \max \frac{1}{2} \left( \frac{\sum_{r=1}^R u_r y_{r0} - \sum_{m=1}^M w_m b_{m0}}{\sum_{i=1}^I v_i x_{i0}} + \frac{\sum_{d=1}^D z_d g_{d0}}{\sum_{k=1}^K \pi_k f_{k0} + \sum_{r=1}^R u_r y_{r0}} \right).$$

$$\text{s.t. } \frac{\sum_{r=1}^R u_r y_{rj} - \sum_{m=1}^M w_m b_{mj}}{\sum_{i=1}^I v_i x_{ij}} \leq 1, \forall j;$$

$$\frac{\sum_{d=1}^D z_d g_{dj}}{\sum_{k=1}^K \pi_k f_{kj} + \sum_{r=1}^R u_r y_{rj}} \leq 1, \forall j;$$

$$u_r, v_i, w_m, z_d, \pi_k \geq 0, \forall r, \forall i, \forall m, \forall d, \forall k. \quad (8)$$

上述分式方程(8)难以求解, 因此通过C-C变换, 转化为如下等价的、可求解的线性规划方程:

$$\theta = \max \frac{1}{2} \left( \sum_{r=1}^R u'_r y_{r0} - \sum_{m=1}^M w'_m b_{m0} + \sum_{d=1}^D z'_d g_{d0} \right).$$

$$\text{s.t. } \sum_{i=1}^I x'_i x_{i0} = 1;$$

$$\sum_{k=1}^K \pi'_k f_{k0} + \delta \sum_{r=1}^R u'_r y_{r0} = 1;$$

$$\sum_{r=1}^R u'_r y_{rj} - \sum_{m=1}^M w'_m b_{mj} - \sum_{i=1}^I v'_i x_{ij} \leq 0, \forall j;$$

$$\sum_{d=1}^D z'_d g_{dj} - \sum_{k=1}^K \pi'_k f_{kj} - \delta \sum_{r=1}^R u'_r y_{rj} \leq 0, \forall j;$$

$$u'_r, v'_i, w'_m, z'_d, \pi'_k \geq 0, \forall r, \forall i, \forall m, \forall d, \forall k. \quad (9)$$

令  $\beta_1 = 1 / \left( \sum_{i=1}^I v_i x_{i0} \right), \beta_1 v_i = v'_i, \beta_1 u_r = u'_r, \beta_1 w_m = w'_m,$   
 $\beta_2 = 1 / \left( \sum_{k=1}^K \pi_k f_{k0} + \sum_{r=1}^R u_r y_{r0} \right), \beta_2 \pi_k = \pi'_k,$   
 $\beta_2 z_d = z'_d, \beta_2 u_r = u'_r, \delta = \beta_2 / \beta_1,$  有  $u''_r / \beta_2 = u'_r / \beta_1,$   
 最后得到  $u''_r = \delta u'_r.$

通过对模型(9)的求解,可得出在各阶段权重相等的情况下,旅游业资源配置综合效率值 $\theta$ 、旅游业生态效率值 $\theta_1$ (第1阶段)和旅游业经济-社会效率值 $\theta_2$ (第2阶段).且整个两阶段系统DMU<sub>0</sub>的综合效率为 $\theta = 1/2 * (\theta_1 + \theta_2).$

### 3 指标体系与数据来源

旅游业资源配置效率的本质内涵是以较少的生态投入(自然消耗)和污染产出获得较高的经济、社会效益,这也符合DEA方法对投入产出指标的要求.本文基于前人的研究<sup>[24-26]</sup>,在科学性、系统性、可比性和可操作性等原则下,从多方面考量,建立评价旅游业可持续发展能力的综合评价指标体系如表1所示.

表1 旅游业可持续发展系统指标体系

| 准则层  | 指标          | 单位               | 资料来源                                    |
|------|-------------|------------------|---|
| 第1阶段 | 投入          | 旅游业从业人数          | 万人<br>《中国旅游统计年鉴》                        |
|      |             | 旅游固定资产净值资金       | 万元<br>《中国旅游统计年鉴》                        |
|      |             | 旅游业能源消耗          | 万吨标准煤<br>《中国交通统计年鉴》《中国旅游统计年鉴》《旅游抽样调查资料》 |
|      | 产出          | 碳排放              | 万吨<br>《中国旅游统计年鉴》《中国统计年鉴》                |
|      |             | 旅游业废水排放          | 万吨<br>《中国交通统计年鉴》                        |
|      |             | 旅游业废气排放          | 亿标立方米<br>《中国交通统计年鉴》                     |
| 中间过程 | 第三产业增加值/GDP | %<br>《中国统计年鉴》    |   |
|      | 旅游人口密度      | 万人<br>《中国旅游统计年鉴》 |   |
| 第2阶段 | 投入          | 财政支出占GDP的比例      | %<br>《中国旅游统计年鉴》                         |
|      |             | 人均GDP            | 亿元/万人<br>《中国统计年鉴》                       |
|      | 产出          | 人均绿地面积           | 平方米/人<br>《中国统计年鉴》                       |
|      |             | 旅游总收入占GDP的比重     | %<br>《中国统计年鉴》《中国旅游统计年鉴》                 |

1) 第1阶段指标:分别选取旅游业从业人数、旅游业能源消耗和旅游业固定资产净值资金作为投入指标.由于旅游业发展过程中,不可避免产生一定的碳排放和污染物排放,考虑到数据的可获得性,将旅游业产生的碳排放、废水、废气和固体废物排放量作为非期望产出纳入指标体系,其中旅游业的能源消耗和碳排放具体计算参考第2.1.2节,但数据统计口径并未将旅游业的三废数据进行统计,因此采用的计算方法为<sup>[20]</sup>

$$\text{旅游业三废排放量} = \frac{\text{各地旅游收入}}{\text{各地GDP}} \times \text{总体的三废排放量.}$$

中间变量指标为对经济-社会子系统产生影响的产出指标,用第三产业增加值占GDP的比重和旅游人口密度指标来表征.

2) 第2阶段指标:将各地财政支出占GDP的比重作为外部投入指标,最终的产出指标主要根据旅游业可持续发展的最终目标确定,即在生态优先视角下使旅游业获得较高的经济、社会发展水平,分别由人均

GDP、人均绿地面积和旅游总收入占GDP的比重表征.

考虑到数据的可获得性,选取2008年~2017年中国30个省、市、自治区进行实证研究(未包括西藏、香港、台湾和澳门).所有数据来源于隔年的《中国统计年鉴》《中国城市统计年鉴》《中国旅游统计年鉴》和《中国环境统计年鉴》.其中涉及碳排放量和旅游业能源消耗估算的数据来自《中国交通统计年鉴》《中国旅游统计年鉴(正本和副本)》《旅游抽样调查资料》以及各年民航统计公报.

## 4 实证研究与分析

### 4.1 旅游业资源配置效率分析

首先采用考虑碳排放的以投入为导向的两阶段网络CCR-DEA模型和计算能源消耗以及碳排放的“自下而上”法,借助Matlab 2016b软件测算2008年~2017年中国省际区域旅游业可持续发展系统整体及两阶段的投入产出数据,从而得到各地区旅游业资源配置综合效率、第1阶段的旅游业生态效率和第2阶段的旅游业经济-社会效率值,结果见表2和表3.

表2 2008年~2017年中国区域旅游业资源配置综合效率值

| 区域   | 省份   | 年份    |       |       |       |       |       |       |       |       |       | mean  |
|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|      |      | 2008  | 2009  | 2010  | 2011  | 2012  | 2013  | 2014  | 2015  | 2016  | 2017  |       |
| 东部   | 北京   | 0.840 | 0.807 | 0.851 | 0.876 | 0.885 | 0.891 | 0.904 | 0.921 | 0.917 | 0.917 | 0.881 |
|      | 天津   | 0.917 | 0.934 | 0.984 | 0.976 | 0.962 | 0.977 | 0.982 | 0.981 | 0.986 | 0.999 | 0.970 |
|      | 河北   | 0.564 | 0.546 | 0.676 | 0.598 | 0.607 | 0.595 | 0.653 | 0.687 | 0.615 | 0.735 | 0.627 |
|      | 上海   | 0.558 | 0.547 | 0.648 | 0.567 | 0.569 | 0.609 | 0.609 | 0.577 | 0.651 | 0.637 | 0.597 |
|      | 江苏   | 0.439 | 0.429 | 0.538 | 0.390 | 0.395 | 0.406 | 0.361 | 0.627 | 0.639 | 0.639 | 0.486 |
|      | 浙江   | 0.645 | 0.439 | 0.546 | 0.419 | 0.406 | 0.424 | 0.389 | 0.387 | 0.415 | 0.547 | 0.462 |
|      | 福建   | 0.551 | 0.532 | 0.568 | 0.551 | 0.548 | 0.530 | 0.507 | 0.525 | 0.560 | 0.648 | 0.552 |
|      | 山东   | 0.533 | 0.510 | 0.553 | 0.469 | 0.477 | 0.472 | 0.439 | 0.485 | 0.499 | 0.641 | 0.508 |
|      | 广东   | 0.360 | 0.351 | 0.525 | 0.613 | 0.733 | 0.651 | 0.320 | 0.332 | 0.361 | 0.678 | 0.492 |
|      | 海南   | 0.930 | 0.883 | 0.979 | 0.955 | 0.949 | 0.958 | 0.960 | 0.892 | 0.963 | 0.833 | 0.930 |
|      | 辽宁   | 0.512 | 0.504 | 0.535 | 0.548 | 0.549 | 0.549 | 0.537 | 0.606 | 0.570 | 0.618 | 0.553 |
| mean |      | 0.622 | 0.589 | 0.673 | 0.633 | 0.644 | 0.642 | 0.605 | 0.638 | 0.652 | 0.717 | 0.642 |
| 中部   | 山西   | 0.610 | 0.562 | 0.621 | 0.621 | 0.627 | 0.637 | 0.718 | 0.719 | 0.830 | 0.697 | 0.664 |
|      | 吉林   | 0.642 | 0.688 | 0.689 | 0.803 | 0.827 | 0.809 | 0.866 | 0.895 | 0.904 | 0.945 | 0.807 |
|      | 黑龙江  | 0.638 | 0.630 | 0.681 | 0.752 | 0.726 | 0.717 | 0.783 | 0.739 | 0.833 | 0.828 | 0.733 |
|      | 安徽   | 0.563 | 0.563 | 0.577 | 0.520 | 0.517 | 0.530 | 0.536 | 0.544 | 0.563 | 0.671 | 0.558 |
|      | 江西   | 0.612 | 0.586 | 0.651 | 0.640 | 0.654 | 0.640 | 0.702 | 0.666 | 0.706 | 0.733 | 0.659 |
|      | 河南   | 0.545 | 0.518 | 0.503 | 0.527 | 0.544 | 0.567 | 0.623 | 0.609 | 0.646 | 0.815 | 0.590 |
|      | 湖北   | 0.551 | 0.496 | 0.528 | 0.512 | 0.508 | 0.513 | 0.478 | 0.485 | 0.540 | 0.633 | 0.524 |
|      | 湖南   | 0.533 | 0.491 | 0.538 | 0.501 | 0.498 | 0.512 | 0.525 | 0.518 | 0.540 | 0.566 | 0.522 |
|      | mean |       | 0.587 | 0.567 | 0.599 | 0.610 | 0.613 | 0.616 | 0.654 | 0.647 | 0.695 | 0.736 |
| 西部   | 广西   | 0.557 | 0.558 | 0.594 | 0.602 | 0.602 | 0.592 | 0.623 | 0.613 | 0.647 | 0.655 | 0.604 |
|      | 内蒙古  | 0.965 | 0.942 | 0.887 | 0.945 | 0.954 | 0.944 | 0.912 | 0.938 | 0.935 | 0.893 | 0.931 |
|      | 重庆   | 0.599 | 0.560 | 0.645 | 0.653 | 0.675 | 0.637 | 0.598 | 0.644 | 0.671 | 0.697 | 0.638 |
|      | 四川   | 0.493 | 0.401 | 0.557 | 0.389 | 0.460 | 0.479 | 0.492 | 0.504 | 0.550 | 0.564 | 0.489 |
|      | 贵州   | 0.888 | 0.666 | 0.673 | 0.700 | 0.691 | 0.687 | 0.776 | 0.767 | 0.727 | 0.734 | 0.731 |
|      | 云南   | 0.463 | 0.473 | 0.533 | 0.539 | 0.564 | 0.536 | 0.561 | 0.518 | 0.571 | 0.623 | 0.538 |
|      | 陕西   | 0.589 | 0.548 | 0.576 | 0.558 | 0.613 | 0.608 | 0.605 | 0.594 | 0.606 | 0.617 | 0.591 |
|      | 甘肃   | 0.769 | 0.670 | 0.657 | 0.722 | 0.694 | 0.773 | 0.834 | 0.754 | 0.811 | 0.807 | 0.749 |
|      | 青海   | 0.997 | 0.874 | 1.000 | 0.929 | 0.996 | 0.971 | 0.996 | 0.989 | 0.924 | 0.891 | 0.957 |
|      | 宁夏   | 0.997 | 0.996 | 1.000 | 0.995 | 0.994 | 0.995 | 0.994 | 0.995 | 0.995 | 1.000 | 0.996 |
|      | 新疆   | 0.764 | 0.764 | 0.734 | 0.813 | 0.829 | 0.830 | 0.862 | 0.807 | 0.826 | 1.000 | 0.823 |
| mean |      | 0.735 | 0.677 | 0.714 | 0.713 | 0.734 | 0.732 | 0.750 | 0.738 | 0.751 | 0.771 | 0.732 |
| 全国   | mean | 0.654 | 0.615 | 0.668 | 0.656 | 0.668 | 0.668 | 0.671 | 0.677 | 0.700 | 0.742 | 0.672 |

由表2可见,在2008年~2017年期间,中国30个省级地区整体的旅游业资源配置综合效率水平不高,平均综合效率值仅为0.672,小于1,总体上未能实现DEA有效,但在研究期间呈现出逐年改善的利好趋势.从以下几方面进行具体分析:

1) 从省际差异看,旅游业资源配置综合效率排名前10位的省份依次为宁夏、天津、青海、内蒙古、海南、北京、新疆、吉林、甘肃和黑龙江,除北京、天津和海南外,其余省份均以中西部地区为主.其中,宁夏的综合效率最高,平均值为0.996,排名第1,2010年和2017年的综合效率达到1,实现DEA有效.综合效率排名最低的10个省份依次为浙江、江苏、四川、广东、山东、湖南、湖北、云南、福建和辽宁,除四川和云南外,其余省份均以中东部地区为主.辽宁作为我国重工业基地,旅游业发展滞后,污染排放较大,不利于旅游业资源配置综合效率水平的提高.浙江省虽是中国旅游资源大省,但其“粗放型”的发展模式导致旅游资源的无序开发与利用,不利于其旅游业可持续发

展,因此旅游业资源配置综合效率排名倒数第1.

2) 从区域差异看,东、中、西3大区域综合效率分别为0.642、0.632和0.732,其中西部地区综合效率值高于全国平均水平(0.672),东部和中部地区则低于全国平均水平,区域旅游业资源配置综合效率呈现“西-东-中”的梯度递减格局.西部地区虽然旅游业经济发展比不上东部地区,但由于其投入少产出高的特性,再加上“西部大开发”等战略的实施,推动了西部地区的经济发展、资源利用效率提升,因此最终达到旅游业资源配置效率位居第1的局面.东部地区虽然经济发展起点高,但资源利用效率低下、环境污染排放剧烈等阻碍了其旅游业资源配置综合效率的提高.中部地区由于历史和区位的原因,经济落后,旅游业资源禀赋优越但生态脆弱,虽然有“中部崛起”等战略的推进,但同样付出了较大的旅游业资源环境代价,客观上增大了提高旅游业资源配置综合效率的难度.

表3 2008年~2017年中国区域旅游业资源配置分阶段效率值

| 区域 | 省份   | 2008年      |            | 2011年      |            | 2013年      |            | 2015年      |            | 2017年      |            | 2008年~2017年 |            |
|----|------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|------------|
|    |      | $\theta_1$ | $\theta_2$ | $\theta_1$ | $\theta_2$ | $\theta_1$ | $\theta_2$ | $\theta_1$ | $\theta_2$ | $\theta_1$ | $\theta_2$ | $\theta_1$  | $\theta_2$ |
| 东部 | 北京   | 0.679      | 1.000      | 0.752      | 1.000      | 0.781      | 1.000      | 0.842      | 1.000      | 0.835      | 1.000      | 0.762       | 1.000      |
|    | 天津   | 0.833      | 1.000      | 0.951      | 1.000      | 0.955      | 1.000      | 0.962      | 1.000      | 0.998      | 1.000      | 0.939       | 1.000      |
|    | 河北   | 0.757      | 0.371      | 0.854      | 0.342      | 0.833      | 0.357      | 0.373      | 1.000      | 0.574      | 0.897      | 0.673       | 0.582      |
|    | 上海   | 0.704      | 0.411      | 0.720      | 0.414      | 0.725      | 0.493      | 0.714      | 0.440      | 0.966      | 0.308      | 0.758       | 0.436      |
|    | 江苏   | 0.699      | 0.179      | 0.650      | 0.130      | 0.663      | 0.150      | 0.463      | 0.791      | 0.372      | 0.906      | 0.610       | 0.363      |
|    | 浙江   | 0.787      | 0.502      | 0.654      | 0.183      | 0.693      | 0.156      | 0.600      | 0.173      | 0.951      | 0.142      | 0.728       | 0.195      |
|    | 福建   | 0.865      | 0.236      | 0.783      | 0.319      | 0.797      | 0.262      | 0.708      | 0.343      | 0.691      | 0.605      | 0.768       | 0.336      |
|    | 山东   | 0.566      | 0.500      | 0.766      | 0.172      | 0.471      | 0.473      | 0.226      | 0.744      | 0.813      | 0.468      | 0.586       | 0.429      |
|    | 广东   | 0.495      | 0.224      | 0.227      | 1.000      | 0.303      | 1.000      | 0.193      | 0.471      | 0.356      | 1.000      | 0.392       | 0.593      |
|    | 海南   | 0.860      | 1.000      | 0.909      | 1.000      | 0.916      | 1.000      | 0.904      | 0.880      | 0.803      | 0.863      | 0.886       | 0.974      |
|    | 辽宁   | 0.793      | 0.231      | 0.903      | 0.193      | 0.838      | 0.260      | 0.407      | 0.805      | 0.798      | 0.438      | 0.766       | 0.339      |
|    | mean | 0.731      | 0.514      | 0.743      | 0.523      | 0.725      | 0.559      | 0.581      | 0.695      | 0.742      | 0.693      | 0.715       | 0.568      |
| 中部 | 山西   | 0.799      | 0.422      | 0.782      | 0.461      | 0.779      | 0.495      | 0.844      | 0.594      | 0.635      | 0.760      | 0.761       | 0.568      |
|    | 吉林   | 0.845      | 0.439      | 0.919      | 0.688      | 0.959      | 0.659      | 0.884      | 0.907      | 0.945      | 0.944      | 0.886       | 0.728      |
|    | 黑龙江  | 0.750      | 0.526      | 0.809      | 0.696      | 0.805      | 0.629      | 0.845      | 0.633      | 0.702      | 0.953      | 0.781       | 0.684      |
|    | 安徽   | 0.850      | 0.276      | 0.761      | 0.279      | 0.803      | 0.257      | 0.742      | 0.346      | 0.676      | 0.666      | 0.774       | 0.343      |
|    | 江西   | 0.807      | 0.417      | 0.742      | 0.537      | 0.770      | 0.510      | 0.698      | 0.635      | 0.605      | 0.861      | 0.720       | 0.598      |
|    | 河南   | 0.913      | 0.177      | 0.905      | 0.149      | 0.878      | 0.257      | 0.878      | 0.340      | 0.630      | 1.000      | 0.846       | 0.333      |
|    | 湖北   | 0.811      | 0.291      | 0.802      | 0.223      | 0.828      | 0.197      | 0.750      | 0.219      | 0.627      | 0.638      | 0.725       | 0.324      |
|    | 湖南   | 0.809      | 0.257      | 0.792      | 0.209      | 0.811      | 0.214      | 0.822      | 0.215      | 0.908      | 0.225      | 0.801       | 0.244      |
|    |      | mean       | 0.823      | 0.351      | 0.814      | 0.405      | 0.829      | 0.402      | 0.808      | 0.486      | 0.716      | 0.756       | 0.787      |
| 西部 | 广西   | 0.793      | 0.320      | 0.801      | 0.403      | 0.757      | 0.427      | 0.776      | 0.450      | 0.793      | 0.517      | 0.773       | 0.435      |
|    | 内蒙古  | 0.930      | 1.000      | 0.890      | 1.000      | 0.888      | 1.000      | 0.875      | 1.000      | 0.786      | 1.000      | 0.863       | 1.000      |
|    | 重庆   | 0.778      | 0.421      | 0.585      | 0.720      | 0.784      | 0.491      | 0.758      | 0.530      | 0.777      | 0.618      | 0.749       | 0.527      |
|    | 四川   | 0.668      | 0.319      | 0.637      | 0.140      | 0.802      | 0.157      | 0.773      | 0.235      | 0.877      | 0.251      | 0.773       | 0.204      |
|    | 贵州   | 0.776      | 1.000      | 0.931      | 0.469      | 0.721      | 0.654      | 0.791      | 0.742      | 0.724      | 0.743      | 0.769       | 0.693      |
|    | 云南   | 0.695      | 0.231      | 0.762      | 0.316      | 0.794      | 0.277      | 0.790      | 0.246      | 0.846      | 0.400      | 0.773       | 0.303      |
|    | 陕西   | 0.681      | 0.497      | 0.775      | 0.341      | 0.784      | 0.433      | 0.849      | 0.339      | 0.842      | 0.393      | 0.746       | 0.437      |
|    | 甘肃   | 0.825      | 0.712      | 0.805      | 0.639      | 0.681      | 0.865      | 0.834      | 0.674      | 0.866      | 0.748      | 0.761       | 0.737      |
|    | 青海   | 0.994      | 1.000      | 0.990      | 0.868      | 0.992      | 0.949      | 0.989      | 0.989      | 1.000      | 0.781      | 0.993       | 0.920      |
|    | 宁夏   | 0.993      | 1.000      | 0.990      | 1.000      | 0.990      | 1.000      | 0.989      | 1.000      | 1.000      | 1.000      | 0.992       | 1.000      |
|    | 新疆   | 0.547      | 0.981      | 0.626      | 1.000      | 0.661      | 1.000      | 0.723      | 0.891      | 1.000      | 1.000      | 0.665       | 0.980      |
|    | mean | 0.789      | 0.680      | 0.799      | 0.627      | 0.805      | 0.659      | 0.832      | 0.645      | 0.865      | 0.677      | 0.805       | 0.658      |
| 全国 | mean | 0.777      | 0.531      | 0.782      | 0.530      | 0.782      | 0.554      | 0.733      | 0.621      | 0.780      | 0.704      | 0.767       | 0.577      |

4.2 旅游业资源配置分阶段效率分析

为了更好地分析中国旅游业区域资源配置效率, 本节根据分阶段的效率值结果进行分析. 分别从第1阶段旅游业活动计算的旅游业生态效率( $\theta_1$ )、第2阶段旅游业活动对经济、社会产生效应的旅游业经济-社会效率( $\theta_2$ )两个阶段进行分析, 具体效率结果如表3所示(限于篇幅, 只展示2008年~2017年中5年的效率值和10年的效率均值).

1) 从效率的空间分布结果看, 第2阶段的旅游业经济-社会效率明显低于第1阶段的旅游业生态效率, 表明旅游业经济-社会效率偏低是导致旅游业区域资源配置综合效率水平不高的主要原因. 但仍有北京、天津、广东、海南、内蒙古、宁夏和新疆的第2阶段旅游业经济-社会效率高于第1阶段旅游业生态效率, 其中东部地区的北京、天津、广东和海南是由于经济发展起点高, 并且具有较为健全的旅游业产业体系和管理理念, 这都对旅游业可持续发展和转型升级起到

了积极作用, 而西部地区的内蒙古、宁夏和新疆则是由于资源禀赋优越、资源利用效率较高, 最终达到较高的旅游业经济-社会效率水平. 在2008年~2017年间, 仅有宁夏在2010年、2017年和新疆在2017年满足两阶段同时实现DEA有效, 表明研究期间大多数省份未能较好地实现旅游业可持续发展系统中的生态、经济和社会三者之间的协调发展. 在第2阶段的旅游业经济-社会发展, 除宁夏外, 北京、天津和内蒙古均实现了DEA有效, 表明这4个地区较好地实现了旅游业经济增长与社会福利提升的协调发展.

2) 从效率的时间变化趋势看, 2008年~2017年间, 第1阶段的旅游业生态效率总体呈现上下波动趋势, 整体效率值有轻微上升, 但总体趋于稳定. 其中, 东部地区效率值呈现波动上升趋势, 中部地区效率值则呈现逐年下降趋势, 西部地区呈现稳定上升趋势, 总体呈现效率值结果为西部最优、东部次之、中部最末. 由此可见, 中部地区旅游业生态效率偏低是导

致中国区域旅游业生态效率发展水平不高的重要原因. 第2阶段旅游业经济-社会效率总体呈现稳定且明显的上升趋势. 其中, 东部地区效率值呈现显著上升趋势, 中部地区由于经济-社会发展起点较低, 效率值同样呈现大幅上升趋势, 而西部地区效率值则呈现上下波动趋势, 在研究期间效率值并未有所提升, 旅游业经济-社会效率发展水平停滞不前, 研究期间总体呈现效率值结果为西部最优、东部次之、中部最末.

## 5 区域旅游业资源配置效率的影响因素

参考已有研究发现, 影响区域旅游业资源配置效率的主要因素有规模效应、结构效应、环境政策与管制因素、技术效应、资本效应等<sup>[25]</sup>. 使用Tobit截取回归模型, 验证旅游发展水平、产业结构、环境规制、技术水平和对外开放水平5个因素对全国、东部、中部及西部区域旅游业资源配置综合效率的影响, 模型自变量选取人均旅游收入(ATR)、第三产业增加值占GDP的比例(TIS)、区域旅游业环境治理费用占GDP的比例(ENR)、万元旅游收入能耗(RE)、入境旅游者人数(ITN)<sup>[27]</sup>, 因变量为不同区域的区域旅游业资源

配置综合效率, 数据截取2008年~2017年的时间序列数据. 为避免数据量纲不同对参数估计造成的非平稳性问题, 对部分影响因素进行标准化处理(取自然对数), 最大程度保留时间序列数据的特征. 根据上述控制变量, 具体回归方程如下:

$$Y_{it} = \alpha + \beta_1 \ln ATR_{it} + \beta_2 TIS_{it} + \beta_3 ENR_{it} + \beta_4 \ln RE_{it} + \beta_5 \ln ITN_{it} + \epsilon_{it} \quad (10)$$

其中:  $Y_{it}$  为第  $i$  个地区第  $t$  年旅游业资源配置综合效率值,  $\ln(ATR)$ 、 $\ln(RE)$ 、 $\ln(ITN)$  分别为 ATR、RE 和 ITN 的自然对数,  $\alpha$  为方程中的常数项,  $\beta_1$ 、 $\beta_2$ 、 $\beta_3$ 、 $\beta_4$ 、 $\beta_5$  为待估计参数,  $\epsilon_{it}$  为随机干扰项.

在使用数据进行 Tobit 回归分析前, 为避免变量的伪回归问题, 应进行多重共线性检验和单位根检验. 结果显示, 各变量间相关系数小于 2, 通过多重共线性检验, 各变量均存在单位根. 本文借助 stata.15 软件, 采用面板 Tobit 模型对全国、东部、中部及西部旅游业资源配置综合效率影响因素进行实证分析, 各变量具体影响效应如表 4 所示. 表 4 中: \*\*、\*、\* 分别表示在 1%、5%、10% 水平下显著, 括号内为  $t$  值.

表 4 全国及区域旅游业综合效率的影响因素回归结果

| 因素变量 | 影响系数                  |                       |                       |                      |
|------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|
|      | 全国                    | 东部                    | 中部                    | 西部                   |
| ATR  | 0.004 40(0.24)        | -0.033 16(-1.18)      | 0.012 23(0.45)        | 0.033 19(0.97)       |
| TIS  | 0.210 03*** (3.00)    | 0.577 38*** (3.02)    | 0.880 44*** (6.15)    | -0.043 27(-0.47)     |
| ENR  | 2.992 72*** (3.14)    | 4.176 97*** (3.15)    | -27.751 65*** (-5.93) | -3.664 99* (-1.82)   |
| RE   | -0.087 39*** (-5.70)  | -0.035 64*** (-1.11)  | -0.161 68*** (-6.21)  | -0.062 42*** (-2.82) |
| ITN  | -0.065 37*** (-11.68) | -0.097 91*** (-10.04) | -0.047 83*** (-4.80)  | -0.085 08*** (-8.05) |
| 常数项  | 1.780 60*** (20.35)   | 1.963 31*** (8.62)    | 1.686 66*** (11.05)   | 1.999 74*** (15.53)  |

Tobit 回归结果显示:

1) 旅游发展水平对全国及各区域的影响效应不显著, 且对各区域的影响效应各不相同. 导致这一结果的原因如下: 人均旅游收入高的地区说明人均旅游消费也高, 但人均旅游消费高并不能给旅游业资源配置综合效率带来直接效应. 虽然旅游发展水平的提升能够带来规模效应, 但规模效应同时也会带来经济效应和环境效应, 因此最后对旅游业可持续发展能力的提升并不显著.

2) 产业结构对全国、东部和中部地区旅游业资源配置综合效率的影响系数显著为正, 分别为 0.210、0.577 和 0.880, 对西部地区的影响不显著, 这与西部地区第三产业落后、相关旅游业国有企业数量偏少密切相关. 总体而言, 产业结构的升级将会逐渐对未来中国旅游业可持续发展的协调能力产生积极的影响作用. 对于中部地区而言, 适当的产业结构升级将

会发挥更大的结构效应, 从而提高地区旅游业资源配置综合效率.

3) 环境规制对全国及各地区的旅游业资源配置综合效率影响最大, 对全国和东部地区的影响系数显著为正, 分别为 2.992 和 4.177. 相反地, 对中部、西部地区而言, 环境规制的影响系数为 -27.752 和 -3.665, 显著为负. 对全国和东部而言, 环境规制的力度加大对整体旅游业资源配置综合效率是有正向影响的, 同时也表明投入的治理费用超出了预期环境收益. 而对中西部而言, 环境污染治理投资越多, 反映环境破坏越严重, 并且由于我国环境治理机制不够完善, 环境污染治理需要花费较高成本, 这一成本已经超过它带来的环境收益.

4) 以万元旅游收入能耗指标表征的技术水平是负向指标, 能耗越大, 技术水平越低, 因此该指标对全国及各区域的旅游业资源配置综合效率的影响系数

显著为负,分别为-0.087、-0.036、-0.162和-0.062,符合预期。技术水平的提高,伴随着单位能耗的减少,有利于提高旅游业资源配置综合效率。因此,各地区未来应加大节能减排技术的应用,鉴定实行绿色景区战略。

5) 以入境旅游人数表征的对外开放水平是负向指标,旅游游客密度越大旅游业资源配置综合效率越低,因此该指标对全国及各区域的旅游业资源配置综合效率的影响系数显著为负,分别为-0.065、-0.098、-0.048和-0.085,符合预期。可见,对外开放水平的提高同时带来入境旅游游客密度的提高,将会使得各旅游地区承载与消化游客数量的压力增加,旅游业规模的扩大同时会带来一系列环境资源消耗问题,对环境的负面影响就越大。因此,未来应提高配置能力和利用效率,政府应适度控制游客数量,加强景区的承载能力。

## 6 结论

本文运用考虑碳排放的两阶段网络CCR-DEA模型测算了2008年~2017年中国省际旅游业资源配置效率,相比于传统考虑非期望产出的CCR模型,构建的考虑碳排放的两阶段网络CCR-DEA模型能够更加完整地刻画其决策单元的投入-产出过程,更加贴切地反映该决策单元的生产行为和生产效率,因此,测算结果的精确度也相对更高,为决策者提供的效率改进标杆及改进策略也相对更加精准可靠。研究结果表明:

1) 从效率结果看,在2008年~2017年期间,中国30个省级地区整体的旅游业资源配置综合效率水平不高,总体上未能实现DEA有效,但在研究期间呈现出逐年改善的利好趋势。在分阶段效率结果中,第2阶段的旅游业经济-社会效率明显低于第1阶段的旅游业生态效率,表明旅游业经济-社会效率偏低是导致旅游业区域资源配置综合效率水平不高的主要原因。因此,应逐步完善中国旅游业环境规制体系、有效推进各地区及周边地区的低碳旅游业协同发展。各地区应缩小其旅游业资源配置综合效率的地区差异,在生态优先视角下,以“共享、共赢、共惠”的理念推进各地区及周边地区的旅游战略合作。通过区域旅游资源互补,优化资源配置,最终达到各地区旅游业资源配置水平共同提高,齐头并进。

2) 从区域对比结果看,旅游业资源配置综合效率呈现出“西部最高、东部次之、中部最低”的态势。各地区因旅游资源禀赋和经济发展水平的差异,导致能源消耗、碳排放和环境污染排放存在不同程度的冗

余,成为旅游业区域资源配置综合效率不高的主要原因。因此,应加大旅游产业生态环境的治理力度和提升技术进步水平。根据不同地区效率值结果应有不同的对策,如东部地区应利用高新技术,发挥地方财政优势,加大对旅游业的环境治理投入,同时提高环境治理投入利用率,减少投入冗余。西部、中部地区应发掘自身旅游资源禀赋,大力发展绿色生态旅游等旅游经济,提高旅游业经济-社会效率发展水平。

3) 从影响因素结果看,不同因素对全国及各地区的旅游业资源配置综合效率的影响方向和影响程度存在差异:①环境规制对全国及各地区旅游业资源配置综合效率的影响效应最为显著,对全国和东部的影响效应为正,而对中、西部显著为负;②产业结构对全国、东部与中部的影响效应显著为正,而对西部为负;③技术水平和对外开放水平对全国的影响系数显著为负;④以人均旅游收入为表征的旅游发展水平对旅游业资源配置综合效率的提升作用并不显著。为了提高我国旅游业可持续发展能力,缩小区域差异,总体上应采取升级旅游业产业结构、提升清洁能源消费比重、提高景区承载力、完善环境治理机制等。旅游业绿色发展政策措施需要细化到旅游产业的方方面面,并通过旅游业相关政策推动各型旅游企业、景区进行低碳改造与绿色升级,提高各地区的旅游业资源配置综合效率,各地区依据各项因素的具体影响效应采用相适用的对策。

## 参考文献(References)

- [1] Dogru T, Bulut U, Kocak E, et al. The nexus between tourism, economic growth, renewable energy consumption, and carbon dioxide emissions: Contemporary evidence from OECD countries[J]. *Environmental Science and Pollution Research International*, 2020, 27(32): 40930-40948.
- [2] Jia Z Y, Gao M Y, Xu S J, et al. Sociocultural vitality versus regulation policy and tourism development in preservation of traditional rural landscape: A case from Guizhou, China[J]. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 2021, 28(2): 179-192.
- [3] Ren T, Li S X, Zhou Z B, et al. Study on efficiency evaluation of regional sustainable development system based on BLP-DEA and satisfaction degree[J]. *Chinese Journal of Management Science*, DOI: 10.16381/j.cnki.issn1003-207x.2020.0080.
- [4] Paiano A, Crovella T, Lagioia G. Managing sustainable practices in cruise tourism: The assessment of carbon footprint and waste of water and beverage packaging[J]. *Tourism Management*, 2020, 77: 104016.
- [5] Ye X L. Study on the ecological efficiency and its temporal dynamic evolution of China's cruise tourism from the

- perspective of carbon footprint[J]. *Applied Ecology and Environmental Research*, 2019, 17(6): 13001-13013.
- [6] Luo F, Moyle B D, Moyle C L J, et al. Drivers of carbon emissions in China's tourism industry[J]. *Journal of Sustainable Tourism*, 2020, 28(5): 747-770.
- [7] Wang L, Wang J J, Wu C G. Advances in green shop scheduling and optimization[J]. *Control and Decision*, 2018, 33(3): 385-391.
- [8] 陶莎, 盛昭瀚, 徐峰. 项目调度与多尺度资源配置的集成优化[J]. *管理工程学报*, 2018, 32(1): 204-211.  
(Tao S, Sheng Z H, Xu F. Integrated optimization of project scheduling and multi-scale resource allocation problem[J]. *Journal of Industrial Engineering and Engineering Management*, 2018, 32(1): 204-211.)
- [9] Joun H J, Kim H. Productivity evaluation of tourism and culture for sustainable economic development: Analyzing south Korea's metropolitan regions[J]. *Sustainability*, 2020, 12(7): 2912.
- [10] Ren T, Li S X, Xu H B, et al. Research on the efficiency evaluation and improvement countermeasures of regional eco-economic system from the perspective of ecological priority[J]. *Journal of Central South University of Forestry & Technology: Social Sciences*, 2020, 14(3): 29-37.
- [11] Liu G, Shi P F, Hai F, et al. Study on measurement of green productivity of tourism in the Yangtze River economic zone, China[J]. *Sustainability*, 2018, 10(8): 2786.
- [12] Avelino J E, Sasaki J, Esteban M, et al. Sustainability evaluation of marine protected areas index (SEMPAI): A multi-criteria decision-making method to determine the effectiveness of the EL Nido-Taytay managed resource protected area[J]. *Ocean & Coastal Management*, 2019, 181: 104891.
- [13] Chaabouni S. China's regional tourism efficiency: A two-stage double bootstrap data envelopment analysis[J]. *Journal of Destination Marketing & Management*, 2019, 11: 183-191.
- [14] Luo F, Becken S, Zhong Y D. Changing travel patterns in China and 'carbon footprint' implications for a domestic tourist destination[J]. *Tourism Management*, 2018, 65: 1-13.
- [15] Luo F, Moyle B D, Moyle C L J, et al. Drivers of carbon emissions in China's tourism industry[J]. *Journal of Sustainable Tourism*, 2020, 28(5): 747-770.
- [16] Luo F, Moyle B D, Bao J G, et al. The role of institutions in the production of space for tourism: National forest parks in China[J]. *Forest Policy and Economics*, 2016, 70: 47-55.
- [17] Liu J, Ma Y. The perspective of tourism sustainable development: A review of eco-efficiency of tourism[J]. *Tourism Tribune*, 2017, 32(9): 47-56.
- [18] Gossling S. Tourism, biodiversity and information[J]. *Ecological Economics*, 2003, 46(1): 195-196.
- [19] Becken S, Simmons D G, Frampton C. Energy use associated with different travel choices[J]. *Tourism Management*, 2003, 24(3): 267-277.
- [20] 王凯, 李娟, 席建超. 中国旅游经济增长与碳排放的耦合关系研究[J]. *旅游学刊*, 2014, 29(6): 24-33.  
(Wang K, Li J, Xi J C. Linking between carbon dioxide emission and tourism economic growth in China[J]. *Tourism Tribune*, 2014, 29(6): 24-33.)
- [21] 石培华, 吴普. 中国旅游业能源消耗与CO<sub>2</sub>排放量的初步估算[J]. *地理学报*, 2011, 66(2): 235-243.  
(Shi P H, Wu P. A rough estimation of energy consumption and CO<sub>2</sub> emission in tourism sector of China[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2011, 66(2): 235-243.)
- [22] Chiu S H, Lin T Y, Yang H L. Measuring energy performance for regional sustainable development in China: A new framework based on a dynamic two-stage SBM approach[J]. *Sustainability*, 2020, 12(7): 2851.
- [23] 陈磊, 王应明, 王亮. 两阶段DEA分析框架下的环境效率测度与分解[J]. *系统工程理论与实践*, 2016, 36(3): 642-649.  
(Chen L, Wang Y M, Wang L. Eco-efficiency measurement and decomposition in the two-stage DEA analysis framework[J]. *Systems Engineering — Theory & Practice*, 2016, 36(3): 642-649.)
- [24] Ruan W Q, Li Y Q, Zhang S N, et al. Evaluation and drive mechanism of tourism ecological security based on the DPSIR-DEA model[J]. *Tourism Management*, 2019, 75: 609-625.
- [25] Li X M, Shi P F, Han Y Z, et al. Measurement and spatial variation of green total factor productivity of the tourism industry in China[J]. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2020, 17(4): 1159.
- [26] Zha J P, Tan T, Yuan W W, et al. Decomposition analysis of tourism CO<sub>2</sub> emissions for sustainable development: A case study of China[J]. *Sustainable Development*, 2020, 28(1): 169-186.
- [27] Peng H S, Zhang J H, Han Y, et al. Measurement and empirical analysis of eco-efficiency in tourism destinations based on a slack-based measure-data envelopment analysis model[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2017, 37(2): 628-638.

### 作者简介

李思迪(1990—), 女, 讲师, 博士生, 从事生态旅游管理的研究, E-mail: cscindy@126.com;

李姝萱(1996—), 女, 硕士生, 从事复杂系统建模与仿真的研究, E-mail: lsx\_522575@163.com;

钟永德(1965—), 男, 教授, 博士生导师, 从事生态旅游管理等研究, E-mail: ade@csuft.edu.cn;

任腾(1988—), 男, 副教授, 博士, 从事复杂系统建模与仿真等研究, E-mail: chinarenteng@163.com;

肖和录(1986—), 男, 副教授, 博士, 从事复杂系统建模与仿真等研究, E-mail: xiaohelu1986@163.com;

贾彬彬(1997—), 男, 硕士生, 从事复杂系统建模与仿真等研究, E-mail: jiabinbin1997@163.com.

(责任编辑: 郑晓蕾)