

DOI: 10.11830/ISSN.1000-5013.202304007



# 中国旅游业碳排放时空特征 及影响因素分解

邹利林<sup>1</sup>, 刘佳玲<sup>1</sup>, 王建英<sup>2</sup>

(1. 华侨大学 政治与公共管理学院, 福建 泉州 362021;

2. 华侨大学 旅游学院, 福建 泉州 362021)

**摘要:** 综合运用碳排放系数估算法与旅游剥离系数法, 估算 2011—2021 年中国省级旅游交通、旅游住宿、旅游餐饮零售邮电业与旅游活动的碳排放量, 并运用对数平均迪式指数(LMDI)分解模型解析旅游碳排放影响因素。结果表明: 旅游业碳排放总体呈下降趋势, 空间分布上呈现东南多、西北少的特征; 旅游交通碳排放与旅游活动碳排放是旅游碳排放主要来源; 旅游消费水平与游客规模是旅游碳排放产生的主要因素; 旅游能源结构与旅游能源强度对旅游碳排放起抑制作用。

**关键词:** 碳排放; 旅游业; 时空分布; 因素分解; LMDI 模型; 碳排放系数估算法; 旅游剥离系数法

中图分类号: X 2; F 592

文献标志码: A

文章编号: 1000-5013(2024)01-0071-07

## Spatial-Temporal Characteristics and Decomposition of Influencing Factors of Carbon Emissions of China's Tourism Industry

ZOU Lilin<sup>1</sup>, LIU Jialing<sup>1</sup>, WANG Jianying<sup>2</sup>

(1. School of Political Science and Public Administration, Huaqiao University, Quanzhou 362021, China;

2. College of Tourism, Huaqiao University, Quanzhou 362021, China)

**Abstract:** The carbon emission coefficient estimation method and tourist stripping coefficient method are comprehensively used to estimate the carbon emissions of tourism transportation, tourism accommodation, tourism catering, retail, postal and telecommunications industries and tourism activities in China's provincial level during 2011 to 2021, and logarithmic mean dirichlet index (LMDI) decomposition model is used to analyze the influencing factors of tourism carbon emission. The results show that the carbon emissions of the tourism industry are decreasing overall, and it shows a characterist that there are more in the southeast and less in the north-west from the spatial distribution. Tourism transportation carbon emissions and tourism activities carbon emissions are the main sources of tourism carbon emissions. The level of tourism consumption and the scale of tourists are the main factors of tourism carbon emissions generated. The structure and intensity of tourism energy have an inhibitory effect on tourism carbon emissions.

**Keywords:** carbon emissions; tourism industry; temporal and spatial distribution; factor decomposition; logarithmic mean dirichlet index (LMDI) model; carbon emission coefficient estimation method; tourism stripping coefficient method

收稿日期: 2023-04-12

通信作者: 邹利林(1984-), 副教授, 博士, 主要从事城乡土地利用转型与国土空间治理的研究。E-mail: zll0303@hqu.edu.cn.

基金项目: 国家社会科学基金一般资助项目(22BGL182)

旅游产业作为低消耗、低污染和高效益的朝阳产业在促进地方经济发展中起着愈发重要的作用。然而,据预测,国际旅游业的碳排放可能占据全球温室气体排放的 8%<sup>[1]</sup>,这对全球气候变暖具有不可忽视的影响。绝大多数旅游碳排放间接体现在与旅游相关的交通、餐饮、住宿、商业和邮政通讯等行业<sup>[2]</sup>。近年来,中国旅游业高速发展,国内、国际旅游人数不断增长且行业发展势头良好,由此产生的碳排放对中国履行全球温室气体减排承诺形成较大压力<sup>[3]</sup>。目前,有关旅游碳排放计算方法主要有“自上而下”法<sup>[4]</sup>(建立标准化、系统化的碳排放测算监测体系)、“自下而上”法(计算旅游业涉及行业的碳排放)两大类。基于“自下而上”法,世界旅游组织预测全球旅游业碳排放约以 2.5%的年均增长速度向大气中排放二氧化碳<sup>[5]</sup>。

旅游碳排放具有多空间尺度性,宏观尺度上,多数学者从旅游交通、旅游住宿及旅游活动方面估算全国旅游碳排放量<sup>[6-7]</sup>,或是从能源消耗角度估算中国旅游业碳排放量<sup>[8]</sup>;中观尺度上,将旅游业分为交通、住宿、游览、餐饮、购物、娱乐及其他 7 个方面,通过行业能源消耗量估算省级旅游碳排放<sup>[9]</sup>,或是从与旅游相关的交通、邮电、餐饮、游览、住宿、购物及其他方面估算旅游碳排放,并进行脱钩效应分析<sup>[10]</sup>,韩元军等<sup>[11]</sup>借鉴旅游消费剥离系数概念构建中国旅游业碳排放计算方法;微观尺度上,主要以代表性景区旅游碳排放特征为评价对象<sup>[12]</sup>,包战雄等<sup>[13]</sup>通过估算福州森林公园、武夷山、太姥山旅游交通碳排放,探讨国内不同旅游景点旅游交通碳排放的基本规律。当前,常用的分析方法有可拓展的随机性的环境影响评估模型(STIRPAT)<sup>[14]</sup>、环境压力控制模型(IPAT)<sup>[15]</sup>、探索性时空分析(ESTDA)<sup>[16]</sup>、探索性空间数据分析(ESDA)<sup>[17]</sup>和对数平均迪式指数(LMDI)分解<sup>[18]</sup>等。

全国尺度的旅游碳排放测算大多使用“三行业”法,即将旅游业碳排放分为旅游交通、旅游住宿及旅游活动 3 个测量单元,这不仅忽略了餐饮、购物、邮电通讯等行业中的碳排放,而且忽略综合测量旅游活动产生的碳排放,以及交通、运输等产生的碳排放,从而导致测算的旅游碳排放与实际碳排放存在一定偏差。此外,虽然现有研究分析了旅游碳排放与经济发展、市场环境等要素之间的因果联系,但较少系统解析旅游碳排放的影响因素。基于此,本文对中国旅游业碳排放时空特征及影响因素分解进行研究。

# 1 研究方法 with 数据来源

## 1.1 旅游碳排放量的测算方法

1.1.1 旅游交通碳排放 出行是旅游中不可缺少的环节,依据世界旅游组织与相关学者的研究,旅游交通碳排放( $m_T$ )为

$$m_T = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m k_{i,j} l_i \alpha_i \tag{1}$$

式(1)中: $i$  为第  $i$  种客运交通方式(铁路、公路、民航和水路 4 种); $k_{i,j}$  为  $j$  地区中第  $i$  类客运交通方式的旅客周转量; $l_i, \alpha_i$  分别表示第  $i$  类客运交通方式的碳排放因子和游客比例。

根据《2021 年中国旅客运输行业市场现状及发展趋势分析》对游客出行方式的统计,公路旅客运输量占 76.33%,铁路旅客运输量占 18.75%,民航旅客运输量占 3.40%,水路旅客运输量占 1.52%。

1.1.2 旅游住宿碳排放 旅游住宿与酒店客房出租情况相关,考虑到数据获取及数据齐全程度,旅游住宿床位数采用已公布的星级饭店床位数。住宿业碳排放( $m_H$ )计算式为

$$m_H = \sum_{j=1}^m d \beta N_j T_j \tag{2}$$

式(2)中: $N_j, T_j$  分别为  $j$  地区的床位数和客房出租率; $\beta$  为每张床每晚碳排放因子, $\beta=2.458$ ;  $d$  为常数, $d=365$ 。

1.1.3 旅游餐饮零售邮电业碳排放 由于从现有统计资料中难以获取旅游餐饮零售邮电业等相关数据,借鉴投入产出法,通过行业化石能源消耗估算旅游餐饮零售邮电业的碳排放。引入旅游消费剥离系数,旅游餐饮零售邮电业碳排放( $m_Q$ )计算式为

$$m_Q = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m E_{i,j} \varphi U_i, \quad E_{i,j} = E_{i,t} \times R_t, \quad R_t = O/G. \tag{3}$$

式(3)中: $i$  表示第  $i$  种能源(原煤、煤油、汽油、柴油及燃料油 5 种); $E_{i,j}$  为  $j$  地区中第  $i$  类旅游能源消耗

量; $\varphi$  为单位标准煤碳排放,  $\varphi=0.67$ (发改委能源研究所推荐数值); $U_i$  为第  $i$  类能源折标准煤系数; $E_{i,t}$  为  $t$  行业第  $i$  种能源消耗量; $R_i$  为  $t$  行业旅游剥离系数; $O$  表示行业旅游消费经济总量; $G$  为行业总产出经济总量。

1.1.4 旅游活动碳排放 旅游活动碳排放产生于旅游游览及娱乐活动中。石培华等<sup>[6]</sup>将旅游活动按照旅游目的及内容分为观光旅游、休闲度假、商务出差、探访亲友及其他。基于此,旅游活动碳排放( $m_A$ )计算式为

$$m_A = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \gamma_i \rho_{i,j} \quad (4)$$

式(4)中: $i$  为第  $i$  类旅游活动; $\gamma_i$  为  $i$  类活动碳排放系数; $\rho_{i,j}$  为  $j$  地区游客参加第  $i$  类旅游活动的人数。

多数学者采取旅游活动碳排放系数的统一指标如下:观光旅游为  $0.417 \text{ kg} \cdot \text{人}^{-1}$ ,休闲度假为  $1.670 \text{ kg} \cdot \text{人}^{-1}$ ,商务出差为  $0.786 \text{ kg} \cdot \text{人}^{-1}$ ,探访亲友为  $0.591 \text{ kg} \cdot \text{人}^{-1}$ ,其他为  $0.172 \text{ kg} \cdot \text{人}^{-1}$ <sup>[19]</sup>。旅游活动游客比例采取《中国国内旅游发展年度报告》中公布数据,观光旅游占比 26.13%,休闲度假占比 19.27%,商务出差占比 14.90%,探访亲友占比 33.25%,其他占比 6.45%。

### 1.2 LMDI 模型

Kaya<sup>[20]</sup>于 1989 年提出 Kaya 恒等式,将旅游碳排放及其影响因素的关系用连乘表示,以此分解影响旅游业碳排放因素。LMDI 法以目标变量的解为基础,是一种完全的、不产生残差的指数分解法。通过比较影响因素的大小,确定各因素对目标变量的影响程度。旅游业碳排放总量( $m_{\text{tot}}$ )计算式为

$$m_{\text{tot}} = m_T + m_H + m_A + m_Q = \frac{m_{\text{tot}}}{F} \times \frac{F}{E} \times \frac{E}{Y} \times \frac{Y}{P} \times P = \text{CE} \times \text{EM} \times \text{EI} \times \text{CI} \times \text{PS} \quad (5)$$

式(5)中: $F$  为旅游业能源消耗量; $E$  为旅游业总能源消耗; $Y$  为旅游总收入; $P$  为游客总人次; $\text{CE}, \text{EM}, \text{EI}, \text{CI}, \text{PS}$  分别为模型分解的碳排放系数、旅游能源结构、旅游能源强度、旅游消费水平和游客规模<sup>[21]</sup>。

根据 LMDI 模型,各分解因素贡献值( $\Delta X$ )计算式为

$$\Delta X = \left( \frac{m_n - m_0}{\ln m_n - \ln m_0} \times \frac{\ln X_n}{X_0} \right) \quad (6)$$

式(6)中: $m_0$  为基期旅游业碳排放总量; $m_n$  为  $n$  期旅游业碳排放总量。

旅游碳排放量效应分解为

$$\Delta m_{\text{tot}} = m_n - m_0 = \Delta X。$$

式中: $\Delta m_{\text{tot}} = \Delta \text{CE} + \Delta \text{EM} + \Delta \text{EI} + \Delta \text{CI} + \Delta \text{PS}$ ,  $\Delta \text{CE}, \Delta \text{EM}, \Delta \text{EI}, \Delta \text{CI}, \Delta \text{PS}$  分别表示模型分解的碳排放系数效应、旅游能源结构效应、旅游能源强度效应、旅游消费水平效应与游客规模效应。

碳排放系数效应反映碳排放与化石能源消耗之间的变化关系,体现化石燃料之间的替代关系;旅游能源结构效应反映化石能源消耗与旅游能源总消耗的关系,体现旅游业中化石能源消耗比重,说明能源消耗结构合理性;旅游能源强度效应反映能源消耗与旅游收入的关系,体现投入产出之间的关系;旅游消费水平效应反映旅游收入与旅游人次的关系,体现游客人均消费水平;游客规模效应体现旅游人次,反映游客规模与数量。

### 1.3 数据来源

旅游业碳排放涉及旅游交通、旅游住宿、旅游餐饮零售邮电业与旅游活动能源消耗量,其中,客运周转量、零售额、邮政电信营业额、旅游收入及人数等数据来源于各省的统计年鉴及《中国文化和旅游年鉴》;能源消耗量来源于《中国能源统计年鉴》;旅游住宿床位数及出租率来源于《全国星级饭店统计报告》《中国统计年鉴》及《中国第三产业统计年鉴》。

## 2 碳排放结果与分析

### 2.1 中国旅游业碳排放时间分异特点

旅游碳排放总量与旅游业的发展状况息息相关,2011—2021 年,旅游碳排放总量总体呈现波动式下降的趋势。旅游碳排放总量由 2011 年的 18 126.02 万 t 下降至 2021 年的 4 755.49 万 t,降幅达到 73.76%。2009 年 11 月,节能减排指标纳入“十二五”国民经济发展规划中,我国逐步转向碳排放总量

和强度双控制度,在《加快旅游业发展的意见》中明确提出大力推进旅游节能减排。在全国节能减排宏观背景下,旅游业总体呈现向好态势下,节能减排、绿色低碳效果显著,绿色发展理念成为主要思潮。

2011—2021 年旅游碳排放总量,如图 1 所示。由图 1 可知:2012 年较 2011 年,旅游碳排放总量同比增长 10.84%,但 2013—2019 年旅游业碳排放总量基本持平;2020 年,旅游碳排放总量急剧下降,主要是受到新冠肺炎疫情管控影响,出行受限,人员流动减少,旅游总人数锐减,旅游业受到了较大的冲击,旅游收入折损 46.74%,而且在“双碳”背景下,旅游业积极响应节能减排,助力碳达峰、碳中和目标的达成。

2011—2021 年中国旅游业相关指标同比增长率,如图 2 所示。图 2 中: $\eta$  为同比增长率。由图 2 可知:旅游交通碳排放总体呈现波动下降趋势,同比增长率自 2015 年起均为负值,保持逐年 4% 的下降比率;2019 年较 2011 年的同比增长率下降 44.40%。虽然交通网络不断健全完善,出行人数不断增加,旅游交通碳排放仍旧呈现下降趋势,这与交通工具的改进、交通业能源使用类型(新能源及清洁能源的运用使燃烧产生的二氧化碳排放量减少)的转变密切相关;除了 2020,2021 年,其他年份旅游活动碳排放同比增长率均为正值,也就是总体呈现逐年上升趋势,大致保持 10% 的同比增长率,2019 年较 2011 年的同比增长率上升 165.66%,这与现代旅游业不断发展、国内外旅游出行人数增长有关;旅游住宿碳排放与旅游餐饮零售邮电业碳排放变动率较大,这两个行业主要为线下服务业,是旅游业发展状况的晴雨表。总体上,自 2018 年以来,旅游住宿碳排放与旅游餐饮零售邮电业碳排放保持下降趋势,主要是因为近年来随着短旅途、就近游等旅游新趋势的出现,“宅酒店”式度假游受到更多欢迎,民宿成为越来越多游客的新选择,目前尚未统计普通旅馆及民宿的相关数据;另一方面,当前部分旅游场地购物消费由线下转为线上,而目前亦未统计线上购物销售额,从而导致旅游住宿碳排放与旅游餐饮零售邮电业的碳排放因统计范围没有更新而呈现下降趋势。

2.2 中国旅游业碳排放的时空分异特征

为分析省级单元旅游碳排放的时空差异,将旅游碳排放按照自然断裂划分为 5 级。旅游交通碳排放总体呈现东南多、西北少的分布布局,碳排放逐渐向东南地区聚集,高值聚集区由北向南移动。珠三角城市群是旅游交通碳排放高值地区,黄淮地区随着时间的推移,旅游交通碳排放由均匀分布逐渐向聚集方向发展,其中,安徽省成为黄淮平原的碳排放中心地区。华东、华南及华中地区是旅游交通碳排放较多的地区。西南地区是旅游交通碳排放热点地区且分布较为均匀。主要原因如下:首先,在空间分布上,旅游交通碳排放空间分布与人口分布耦合程度较高,说明人口集聚是旅游碳排放的重要因素;其次,旅游交通碳排放分布状况与交通网络密集程度、旅游资源丰富程度呈一定正向关系,交通枢纽点客运周转量高,所以交通线路密集省份相应的旅游交通碳排放更高,同时,旅游资源丰厚的省份能吸引更多游客观览,交通碳排放也越高;最后,短途旅行成为游玩新浪潮,疫情影响下出行受限,对旅游交通碳排放也有一定影响,长途旅行人数减少,就近游玩次数的增加使西北地区交通碳排放相对东南地区减少。

从区域尺度来看,沿海地区旅游住宿碳排放较高,华中地区旅游住宿碳排放分布较为均匀,重心由南向北转移。沿海地区旅游住宿碳排放高与住宿床位数多、出租率较高有关,客房出租率可达 50% 以上,领先于多数地区。值得注意的是,长江中游城市群旅游住宿碳排放增量明显,珠三角城市群是旅游

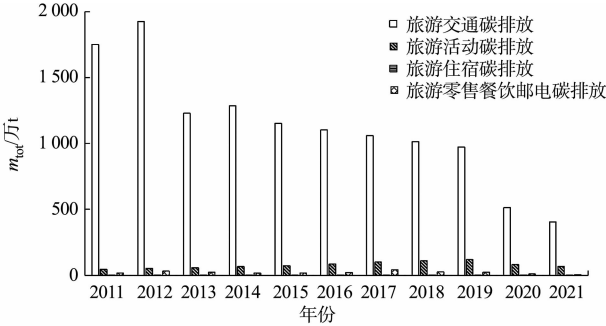


图 1 2011—2021 年旅游碳排放总量

Fig. 1 Total tourism carbon emissions from 2011 to 2021

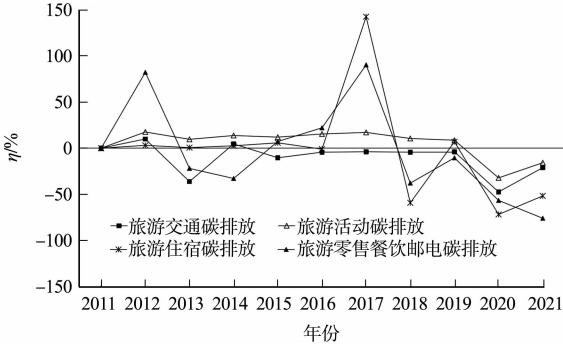


图 2 2011—2021 年中国旅游业相关指标同比增长率

Fig. 2 Year-on-year growth rate of related indicators in China's tourism industry from 2011 to 2021

住宿碳排放高值地区,“丝绸之路经济带”的提出掀起了沿线地区丝路游的热潮,旅游住宿碳排放增幅明显。除此以外,新疆也有较高的旅游住宿碳排放量。这是因为新疆拥有丰富的旅游景点,5A 级景区数量位居全国第 3,另外,自驾游的兴起使旅游人数急剧增加,留宿人数相对较多。

从旅游活动碳排放来看,东南沿海地区的旅游活动碳排放较高,旅游活动碳排放高值聚类中心由黄海沿岸向成渝城市群及长江中游城市群转移,珠三角城市群旅游活动碳排放下降较为明显。总体而言,旅游活动碳排放能体现游客出行目的地及旅游热门城市,时间的演变能反映旅游热门城市的变化。东南沿海地区不论是在旅游资源开发或是旅游服务方面都比西北地区更为完善与丰富,是大多数人首选的旅游目的地,另一方面,东南沿海地区人口相对聚集且人均收入水平较高,短途旅行成为当前热门的出行方式,使东南地区旅游活动碳排放分布聚集程度减弱,分布相对均匀。西北、西南地区旅游活动碳排放相对提高,这是因为随着西北、西南等地区旅游资源不断地开发,独具特色的自然风光及异域风情成为了越来越多游客新选择的出行游玩的目的地。

旅游餐饮零售邮电业碳排放主要分布在成渝城市群、长江中游城市群、长三角城市群,以及京津冀城市群,总体上分布较为均匀,大致呈现东部多、西部少的分布布局。旅游餐饮零售邮电业碳排放高值聚类区位于西南地区,西北地区旅游餐饮零售邮电业碳排放量较少。原因如下:首先,旅游餐饮零售邮电业与人口分布与密度成正向关系,人口集中分布地区旅游活动更为频繁,从而生产更多的碳排放;其次,在空间演变趋势上,随着独具地域特色的旅游资源开发及旅游配套产业设施的不断完善,东南地区保持高额的旅游餐饮零售邮电业碳排放,西南、西北地区相应也有增加。

2.3 旅游碳排放影响因素分解

根据式(5),(6),可以得到 2011—2021 年中国旅游业 LMDI 分解结果,如表 1 所示。

表 1 2011—2021 年中国旅游业 LMDI 分解结果  
Tab. 1 LMDI decomposition results in China's tourism industry during 2011 to 2021

年份	$\Delta CE$	$\Delta EM$	$\Delta EI$	$\Delta CI$	$\Delta PS$	$\Delta m_{tot}$
2011	0	0	0	0	0	0
2012	1.24	-0.04	-0.34	0.15	0.42	1.43
2013	-0.53	-0.35	-0.17	0.09	0.26	-0.70
2014	-0.86	-0.04	-0.17	-0.01	0.26	-0.82
2015	0.04	-0.02	-0.23	0.14	0.19	0.12
2016	0.35	-0.04	-0.30	0.09	0.29	0.39
2017	1.92	-0.11	-0.45	0.13	0.48	1.97
2018	-1.45	-0.23	-0.45	0.25	0.32	-1.56
2019	-0.28	-0.03	-0.33	0.17	0.20	-0.27
2020	-1.10	-0.12	0.90	-0.38	-0.60	-1.30
2021	0.33	-1.08	-0.07	0.08	0.03	-0.71

由表 1 可知以下 3 点结论。

1) 2011—2021 年碳排放效应、旅游能源结构效应及旅游能源强度效应总和为负值,旅游消费水平效应与游客规模效应总和为正值。因此,旅游消费水平及游客规模是产生碳排放的主要因素,旅游能源结构及旅游能源强度(化石燃料消耗强度)是抑制旅游业碳排放减少的主要因素。

2) 按照各因素对碳排放累计贡献值排序,其中,碳排放系数效应贡献率为-8.54%、旅游能源结构效应贡献率为-50.80%、旅游能源强度效应贡献率为-40.66%、旅游消费水平效应贡献率为27.46%、游客规模效应贡献率为72.36%。因此,旅游能源结构效应与游客规模效应贡献率较高,说明旅游过程中碳排放的产生主要来自于旅游能源结构及游客人次。

3) 剔除 2020 年特殊影响年份,2011—2021 年旅游业碳排放效应之和为负,意味着外部环境稳定状态下旅游业碳排放总体呈下降趋势,并且 5 个因素中正效应贡献率小于负效应,意味着未来旅游碳排放会不断减少。

由表 1 中旅游碳排放效应之和,总体上我国旅游碳排放分为 3 个阶段。

1) 2011-2014 年,旅游碳排放效应呈下降趋势,该阶段对碳排放贡献较大的是碳排放系数效应,旅游消费水平效应与游客规模效应虽然对碳排放呈正向影响,但是贡献较小。

2) 2015—2017 年,旅游碳排放效应呈上升趋势,该阶段对碳排放贡献较大的是游客规模效应,出行人数的增加使旅游碳排放增加。

3) 2018—2021 年,旅游碳排放效应呈下降趋势,该阶段碳排放系数效应与旅游能源强度效应贡献值较大,旅游消费水平效应对碳排放影响较小。

因此,除 2020 年受到新冠肺炎疫情影响以外,各因素对旅游碳排放贡献均有较大的波动,其中,旅游消费水平、能源消耗强度及游客规模对碳排放有较大的影响,而 2020 年旅游碳排放下降的主要原因则是旅游消费水平与游客规模,当旅游消费与旅游人数对碳排放起负向作用时,旅游能源强度成为旅游碳排放产生的主要因素。往年数据中,旅游能源结构与旅游能源强度是抑制旅游碳排放生产的主要因素,这说明随着社会经济的不断发展与环保意识的增强,调整旅游能源结构、降低旅游能源强度在一定程度上减少了相关行业旅游碳排放的产生。

2.4 典型省份旅游业碳排放影响因素解析

2011—2021 年典型省份旅游 LMDI 分解结果,如表 2 所示。

表 2 2011—2021 年典型省份旅游业 LMDI 分解结果

Tab.2 LMDI decomposition results in typical provinces tourism industry during 2011 to 2021

直辖市(或省)	$\Delta CE$	$\Delta EM$	$\Delta EI$	$\Delta CI$	$\Delta PS$
北京市	0.01	-0.28	-0.19	0.11	0.14
上海市	-0.53	-0.02	-0.20	0.58	-0.46
江苏省	0.46	1.69	0.02	0.36	0.17
浙江省	-0.26	-0.57	-0.38	0.25	0.43
湖北省	0.09	-0.86	-0.79	0.40	0.51
湖南省	-0.39	0.71	-1.71	0.23	0.83
广东省	-0.82	-0.53	-0.18	0.44	0.19
四川省	1.59	-1.45	-0.87	1.00	0.20
云南省	-0.59	-0.21	-1.16	0.43	1.15
陕西省	0.33	-0.87	-1.44	0.25	1.34

由表 2 可知:除北京、江苏省、湖北省、四川省、陕西省的碳排放系数效应为正值以外,其余省份均为负值;在旅游能源结构效应中,除江苏省、湖南省旅游能源结构效应为正值(旅游碳排放产生的原因)外,其余省份均为负值(对旅游碳排放抑制作用),由此间接反映出江苏省、湖南省两地需要在旅游能源结构的优化上投入更多精力;江苏省的旅游能源强度效应为正值,其余省份均为负值,也就是江苏省旅游能源强度是旅游业碳排放产生的原因之一;由旅游能源结构效应与旅游能源强度效应可知,对于大多数省份而言,旅游消耗能源结构的调整及旅游能源强度的减弱是旅游碳排放减少的主要原因,其中,旅游能源强度的减弱是 2 者中的主要因素;所有省份旅游消费水平效应均为正值,并且是旅游碳排放的主要正效应,说明游客消费水平的提升不仅带动了旅游地餐饮零售业的发展,消费过程也生产了较多的碳足迹。除上海市外,其余各省游客规模效应均为正值,且是旅游碳排放增长的主要正效应,因此,对于大多数省份,游客规模是产生旅游碳排放的主要因素。

3 结论

1) 2011—2021 年,旅游碳排放总量总体呈现下降趋势,未来旅游碳排放依旧会不断增加。2020 年,受到新冠肺炎疫情的影响,旅游碳排放大幅下降。总体上看,旅游交通与旅游住宿的碳排放呈现下降趋势,旅游活动与旅游餐饮零售邮电业碳排放呈现上升趋势,其中,旅游交通是碳排放主要来源,其次是旅游活动。

2) 全国旅游碳排放总量总体分布不均匀,其中,东南沿海地区、西南地区、华中地区的旅游碳排放总量较多。总体趋势上看,东南地区一直是旅游碳排放总量的重心,西北地区旅游碳排放总量随着旅游的不断发 展逐渐增加,表明旅游的发展与人口分布、经济发展水平及旅游资源开发利用程度密切相关。近郊游、短途游逐渐成为首选旅游方案,使旅游碳排放总量高值聚集区在东南地区,随着交通网络的完善及旅游资源的开发,西北、西南地区将会迎来旅游业发展新阶段。

3) 在影响旅游碳排放因素分解中,旅游能源结构与旅游能源强度对旅游业碳排放起抑制作用,旅

游消费水平与游客规模是旅游碳排放的主要来源。减少旅游碳排放需要不断优化能源结构(扩大对新能源的使用)、提高住宿服务品质与质量(提高客房出租率)。

## 参考文献:

- [1] LENZEN M, SUN Y Y, FATURAY F, *et al.* The carbon footprint of global tourism[J]. *Nature Climate Change*, 2018(8):522-528.
- [2] SCOTT D, AMELUNG B, BECKEN S. Climate change and tourism-responding to global challenges[M]. Madrid: World Tourism Organization, 2008.
- [3] 王凯, 杨亚萍, 张淑文, 等. 中国旅游产业集聚与碳排放空间关联性[J]. *资源科学*, 2019, 41(2):362-371.
- [4] GOSSLING S. Global environmental consequences of tourism[J]. *Global Environmental Change*, 2002, 12(4):283-302.
- [5] CHIESA T, GAUTAM A. Towards a low carbon travel & tourism sector[C]// World Economic Forum. Geneva: [s. n.]. 2009:3-4.
- [6] 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.
- [7] 程慧, 徐琼, 郭尧琦. 中国旅游业碳排放脱钩的空间异质性及其驱动因素[J]. *华东经济管理*, 2020, 34(3):86-93. DOI:10.19629/j.cnki.34-1014/f.191007006.
- [8] 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.
- [9] 陶玉国, 黄震方, 吴丽敏, 等. 江苏省区域旅游业碳排放测度及其因素分解[J]. *地理学报*, 2014, 69(10):1438-1448.
- [10] 赵先超, 朱翔. 湖南省旅游业碳排放的初步估算及脱钩效应分析[J]. *世界地理研究*, 2013, 22(1):166-175, 129.
- [11] 韩元军, 吴普. 京津冀地区旅游业的碳排放测算与比较研究[J]. *人文地理*, 2016, 31(4):127-134. DOI:10.13959/j.issn.1003-2398.2016.04.017.
- [12] 丁雨莲, 刘德旺, 张凤琴, 等. 皖南查济古村落旅游净碳排放估算与减碳增汇研究[J]. *资源开发与市场*, 2018, 34(7):935-940.
- [13] 包战雄, 袁书琪, 陈光水. 不同游客吸引半径景区内旅游交通碳排放特征比较[J]. *地理科学*, 2012, 32(10):1168-1175. DOI:10.13249/j.cnki.sgs.2012.10.002.
- [14] 汤姿, 李晓红. 基于 STIRPAT 模型的黑龙江省旅游业二氧化碳排放影响因素分析[J]. *生态经济*, 2019, 35(8):141-145.
- [15] 刘军, 岳梦婷. 区域旅游业碳排放及其影响因素:基于旅游流动性视角[J]. *中国人口·资源与环境*, 2021, 31(7):37-48.
- [16] 岳立, 雷燕燕, 王杰. 中国省域旅游业碳排放效率时空特征及影响因素分析[J]. *统计与决策*, 2020, 36(16):69-73. DOI:10.13546/j.cnki.tjyjc.2020.16.015.
- [17] 翁钢民, 李聪慧, 潘越, 等. 中国旅游业碳排放脱钩效应及影响因素研究[J]. *地理与地理信息科学*, 2021, 37(2):114-120.
- [18] 王凯, 肖燕, 李志苗, 等. 中国旅游业 CO<sub>2</sub> 排放因素分解:基于 LMDI 分解技术[J]. *旅游科学*, 2016, 30(3):13-27. DOI:10.16323/j.cnki.lykx.2016.03.002.
- [19] TANG Zi, SHANG Jie, SHI Changbo, *et al.* Decoupling indicators of CO<sub>2</sub> emissions from the tourism industry in China: 1990-2012[J]. *Ecological Indicators*, 2014, 46(6):390-397.
- [20] KAYA Y. Impact of carbon dioxide emission on GNP growth: Interpretation of proposed scenarios[C]// Presentation to the Energy and Industry Subgroup. Paris: IPCC, 1990:350-416.
- [21] 孙燕燕. 上海市旅游碳排放估算及其效应分解[J]. *地域研究与开发*, 2020, 39(1):122-126.
- [22] 赵先超, 滕洁. 基于 LMDI 的湖南省旅游业碳排放影响因素分解[J]. *环境科学与技术*, 2018, 41(9):192-199. DOI:10.19672/j.cnki.1003-6504.2018.09.030.
- [23] 钟章奇, 吴静, 许爱文, 等. 中国各省区旅游业碳排放量初步估算及区域差异[J]. *世界地理研究*, 2016, 25(1):83-94.
- [24] 肖潇, 张捷, 卢俊宇, 等. 旅游交通碳排放的空间结构与情景分析[J]. *生态学报*, 2012, 32(23):7540-7548.
- [25] 韩元军, 吴普, 林坦. 基于碳排放的代表性省份旅游产业效率测算与比较分析[J]. *地理研究*, 2015, 34(10):1957-1970.