

DOI: 10.20103/j.stxb.202309051917

方琰, 张怡琳, 张旖旎, 唐承财. 旅游业发展对中国碳排放的影响——基于中国东、中、西部的比较分析. 生态学报, 2024, 44(10): 4105-4116.

Fang Y, Zhang Y L, Zhang Y N, Tang C C. The impact of tourism development on China's carbon emissions: the comparative analysis of East, Middle and West China. Acta Ecologica Sinica, 2024, 44(10): 4105-4116.

旅游业发展对中国碳排放的影响 ——基于中国东、中、西部的比较分析

方 琰^{1,2}, 张怡琳¹, 张旖旎¹, 唐承财^{3,*}

1 北京体育大学体育休闲与旅游学院, 北京 100084

2 北京市冬奥文化与冰雪运动发展研究基地, 北京 100084

3 北京第二外国语学院旅游科学学院, 北京 100024

摘要:在“双碳”战略目标下,深入研究中国旅游业对碳排放的影响,对科学制定减排政策,发展低碳旅游,以及应对气候变化有着重要的理论和现实意义。使用 2003—2019 年除港澳台和西藏之外的 30 个省市面板数据,从国内旅游和入境旅游的视角,结合面板单位根、协整、格兰杰因果检验,利用固定效应模型和随机效应模型探究东、中、西部旅游业发展与碳排放的关系。研究表明:(1)中国旅游业发展与碳排放之间均存在长期均衡关系。(2)入境旅游对碳排放不存在显著影响,国内旅游对碳排放存在显著正向影响。(3)东、中、西部地区的旅游业和碳排放关系存在差异,其中东部和中部地区国内旅游收入每提高 1% 将导致其碳排放总量分别增加 2.313% 和 7.531%,而西部地区国内旅游收入提高 1% 将导致其碳排放总量减少 1.306%。

关键词:旅游业;二氧化碳排放;区域差异;入境旅游;“双碳”目标

The impact of tourism development on China's carbon emissions: the comparative analysis of East, Middle and West China

FANG Yan^{1,2}, ZHANG Yilin¹, ZHANG Yini¹, TANG Chengcai^{3,*}

1 School of Recreational Sports and Tourism, Beijing Sport University, Beijing 100084, China

2 Beijing Winter Olympics Culture and Ice & Snow Sports Development Research Base, Beijing 100084, China

3 School of Tourism Sciences, Beijing International Studies University, Beijing 100024, China

Abstract: Examining China's tourism impact on carbon emissions under the “dual-carbon” strategy is crucial for theoretical and practical advancements, which plays a pivotal role in crafting precise emission reduction policies, promoting low-carbon tourism, and addressing climate change challenges adeptly. This study employs panel data encompassing 30 provinces and municipalities in China (excluding Hong Kong, Macao, Taiwan, and Tibet) from 2003 to 2019 to comprehensively examine the intricate correlation between tourism development and carbon emissions across the eastern, central, and western regions. Through a meticulous analysis involving domestic tourism and inbound tourism, the study employs panel unit root tests, cointegration analysis, Granger causality tests, as well as fixed-effects and random-effects models. Results indicate that 1) A long-term equilibrium relationship exists between the development of China's tourism industry and carbon emissions. 2) Inbound tourism shows no significant impact on carbon emissions, whereas domestic tourism demonstrates a significantly positive effect. 3) Variations in the tourism-carbon emissions relationship are observed across different regions: the Eastern

基金项目:国家自然科学基金项目(42001255, 42071199);中央高校基本科研业务费专项资金资助课题 & 北京冬奥文化与冰雪运动发展研究基地(2023DAWH003)

收稿日期:2023-09-05; **网络出版日期:**2024-02-28

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: tcc5808@163.com

#本研究尚缺中国港澳台和西藏统计数据。

and Central regions show that 1% increase in domestic tourism revenue leads to a respective increase of 2.313% and 7.531% in carbon emissions. Conversely, the Western region experiences 1.306% decrease in carbon emissions for every 1% increase in domestic tourism revenue.

Key Words: tourism; carbon emissions; regional differences; inbound tourism; “dual carbon” goals

随着全球气候变化的加剧,低碳化已经成为全球发展的一个重要诉求,也是中国新时代发展的重要背景。碳达峰与碳中和(以下简称“双碳”)战略是中国提出的两个阶段碳减排奋斗目标;我国力争于 2030 年达到碳排放峰值,并努力在 2060 年前实现碳中和^[1]。2021 年,随着双碳目标先后被写入《政府工作报告》和《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》,促进社会各行业节能减排成为促进区域生态文明建设和国家高质量发展的重要任务^[2]。根据国际能源署(IEA)发布的《全球能源回顾:2021 年二氧化碳排放》,2021 年全球能源领域 CO₂排放量达到 363 亿 t,同比上涨 6%,创下历史最高纪录。其中第三产业正逐渐成为碳排放增量的主要“贡献者”,2011—2018 年增长率高达 50.43%,增长幅度远远高于第一产业(14.41%)和第二产业(12.58%)。

旅游业作为第三产业的重要组成部分,成为碳排放的主要来源之一^[1,3-4]。2022 世界旅游业理事会全球峰会发布的《旅游业经济影响报告》^[5]显示,从 2009 年到 2013 年,全球旅游业碳足迹从 39 亿 t 增加到 45 亿 t,约占全球温室气体排放量的 8%。随着各国大力发展旅游业,该行业占碳排放的比例会越来越大。从中国来看,旅游业目前已成为中国国民经济重要支柱产业。根据《2019 年旅游市场基本情况》^[6],2019 年中国旅游经济继续保持高于 GDP 增速的较快增长;旅游业对 GDP 的综合贡献为 10.94 万亿元,占 GDP 总量的 11.05%。虽然疫情对近几年旅游业带来了严重冲击,但随着疫情基本结束,旅游市场逐步复苏。根据文化和旅游部发布的数据显示,2023 上半年国内旅游人数恢复至 2019 同期水平的 77.40%,国内旅游收入恢复至 82.73%^[7]。虽然入境旅游市场在中短期内难以达到 2019 年水平,但整体呈现“有序恢复,波动式回暖”态势。随着中国旅游产业快速发展,旅游业的碳排放问题亟需关注。2023 年,麦肯锡公司、雅高集团和携程集团共同发布的《中国旅游业可持续发展报告》^[8]指出,2019 年旅游业约占中国碳排放总量的 6%—8%,且 1990—2019 年期间中国旅游碳排放总量年均增长率高达 9.521%。可见,中国旅游产业全价值链的碳排放总量不容小觑,亟需探索绿色低碳发展转型之路^[1],对“双碳”目标的实现做出积极响应^[9]。

已有文献关于旅游业与碳排放的研究内容主要包括:一是分析旅游业碳排放的影响因素,通过构建广义矩阵模型^[10]、地理加权回归模型^[11]等一般计量模型探究不同因素对旅游业碳排放强度的影响程度;二是探究旅游发展与碳排放之间的关系,基于时间序列模型分析旅游业和碳排放的相关关系^[12]或因果关系^[13];三是分析旅游业碳排放脱钩效应,构建脱钩模型比较旅游发展和碳减排情况,探讨旅游发展与碳排放脱钩关系的强弱^[14]。近年来国内外学者对旅游发展与碳排放之间关系的研究愈发关注,却未得出一致结论^[15-16]。从相关关系来看,欧盟国家旅游业与二氧化碳排放呈高度显著的正相关^[17],泰国旅游业发展与二氧化碳排放量减少显著相关^[18],而中国旅游业发展与二氧化碳排放存在倒 U 型的非线性关系^[19]。从因果关系来看,全球范围的研究表明从碳排放到旅游业存在单向因果关系,即碳排放显著降低了国际旅游收入^[20]。同时,针对 GDP 排名前十国家的研究发现了从旅游业到碳排放的单向因果关系,指出国际旅游业的发展导致二氧化碳排放量变化^[21]。

综上所述,旅游业与碳排放间的关系较为复杂。虽然已有部分学者在全国^[4]、区域^[22]和省市^[23-24]等不同尺度下对中国旅游业发展与碳排放之间的相关关系进行探讨^[25],但如何更加精准揭示两者的复杂联系仍是值得深入讨论的问题。例如,两者关系是否存在短期和长期一致性,以及是否存在时间序列上的因果关系;国内旅游与入境旅游对碳排放的影响是否不同,以及这种影响是否存在区域差异性等等。基于此,本文使用 2003—2019 年中国 30 个省市的面板数据,并将其划分为东、中、西三个区域,探究国内旅游收入与入境旅游

收入对碳排放的影响,以及其中存在的区域差异。

1 研究设计

1.1 变量与数据来源

1.1.1 被解释变量

CO₂总排放量(CO₂)。本文借鉴 Akadiri 等^[26]和 Mishra 等^[27]的研究,选择 CO₂总排放量(Mt)作为被解释变量,数据来自 CEADs 中国碳核算数据库(<https://www.ceads.net.cn/>)。由于无法获取港澳台和西藏的碳排放数据,因此本文的研究区域为除港澳台和西藏之外的 30 个省市。

1.1.2 解释变量

国内旅游收入(TD)和入境旅游收入(TF)。在测度旅游和碳排放关系的研究中,旅游总收入是衡量旅游业发展水平的主要指标^[4,28]。为了更好探究国内旅游和入境旅游发展对碳排放的影响是否存在差异性,本文选取国内旅游收入(100 万元)与入境旅游收入(100 万美元)两个解释变量。数据来自历年各省(市)统计年鉴。

1.1.3 控制变量

地区人均 GDP(GDP)、年末人口总数(POP)、单位地区生产总值能耗(ECGDP)、第二产业占 GDP 比重(IND)和第三产业占 GDP 比重(SER)。地区经济发展水平、人口数量、地区能耗、工业和服务业的产业结构是碳排放的重要影响因素^[29],因此本文结合相关文献选取以下控制变量:地区人均 GDP(元)^[30];年末人口总数(100 万人)^[29];单位地区生产总值能耗(t 标准煤/万元)^[29];第二产业占 GDP 比重(%)^[31];第三产业占 GDP 比重(%)^[32]。数据来自历年各省(市)统计年鉴。上述变量的缩写见表 1。

表 1 变量说明

Table 1 Description of variables

变量类型 Variable type	变量名称 Variable	单位 Unit	变量缩写 Variable abbreviation
被解释变量 Dependent variable	CO ₂ 总排放量	Mt	CO ₂
解释变量 Explanatory variable	国内旅游收入	100 万元	TD
	入境旅游收入	100 万美元	TF
控制变量 Control variable	地区人均 GDP	元	GDP
	年末人口数	100 万人	POP
	单位地区生产总值能耗	t 标准煤/万元	ECGDP
	第二产业占 GDP 比重	%	IND
	第三产业占 GDP 比重	%	SER

此外,参考已有研究^[33—36]及国家统计局《中国统计年鉴》对中国地区的划分,本研究将中国划分为东部、中部和西部三大地区,其中东部地区包括北京、天津、河北、辽宁、上海、江苏、浙江、福建、山东、广东、海南等 11 个省(市);中部地区包括山西、安徽、江西、河南、湖北、湖南、吉林、黑龙江等 8 个省;西部地区包括内蒙古、广西、重庆、四川、贵州、云南、陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆等 11 个省(市、自治区)。

1.2 研究思路和方法

1.2.1 模型设定

首先基于最小二乘法构建如下多元线性回归模型:

$$CO_{2it} = \alpha_0 + \alpha_1 TD_{it} + \alpha_2 TF_{it} + \alpha_3 GDP_{it} + \alpha_4 POP_{it} + \alpha_5 ECGDP_{it} + \alpha_6 IND_{it} + \alpha_7 SER_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

式中,CO_{2it}为省(市)*i*在第*t*年的 CO₂ 总排放量,TD_{it}为省(市)*i*在第*t*年的国内旅游总收入,TF_{it}为省(市)*i*在第*t*年的入境旅游总收入,GDP_{it}为省(市)*i*在第*t*年的地区人均生产总值,POP_{it}为省(市)*i*在第*t*年的年末人口总数,ECGDP_{it}为省(市)*i*在第*t*年的单位地区生产总值能耗,IND_{it}为省(市)*i*在第*t*年的第二产业占 GDP

比重, SER_{it} 为省(市) i 在 t 年的第三产业占 GDP 比重, ε_{it} 为随机扰动项。

面板数据模型分为混合回归模型、固定效应模型和随机效应模型。首先通过 F 检验, 确认建立混合回归模型还是固定效应模型。其次根据效应是否与解释变量相关, 可以将面板数据模型划分成固定效应模型和随机效应模型。这两种模型也是面板数据分析常用的研究方法, 本文将通过 Hausman 检验确定模型对固定效应模型和随机效应模型的适用性, 选取合适的模型探究不同区域旅游业与碳排放之间的关系。

1.2.2 研究思路

上述模型最大程度包含影响碳排放的各种因素, 但这种设定是否有必要, 须首先做必要的检验分析。

(1) 截面相关检验

一般情况下, 单位根检验会假定截面之间不存在相关性, 一旦序列存在截面相关, 单位根检验会无效。因此, 本文采用 Pesaran 的 CD (Cross-section Dependence) 检验对截面相关性进行检验^[29], 该方法是基于相关系数本身提出的一个具有良好小样本性质的检验统计量:

$$CD = \sqrt{\frac{2T}{N(N-1)}} \left(\sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \hat{\beta}_{ij} \right) \quad (2)$$

式中, $\hat{\beta}_{ij} = \sum_{t=1}^T e_{it} e_{jt} / \left(\sqrt{\sum_{t=1}^T e_{it}^2} \sqrt{\sum_{t=1}^T e_{jt}^2} \right)$, e_{it} 为变量的自回归残差。在截面不相关的原假设下, CD 统计量依分布收敛于标准正态分布^[30]。

(2) 面板单位根检验

在截面依赖性检验之后, 需对变量进行单位根检验。面板数据若存在单位根, 则有可能产生伪回归结果, 因此需要对每个变量都进行单位根检验, 通过明确数据的平稳性确保回归的有效性。Pesaran^[37]指出, 相较于传统的单位根检验方法(如 IPS 检验), CIPS 检验(面板单位根检验)考虑了截面相关的面板单位根。其原假设和备择假设分别如下:

$$H_0: \beta_i = 0, i = 1, \dots, N$$

$$H_1: \beta_i < 0, i = 1, \dots, N; \beta_i > 0, i = N_1, \dots, N$$

由于 CIPS 面板单位根检验方法的检验表达式, 实际为考虑到截面相关性的 ADF 检验式的扩展, 因而该检验表达式也被称为 CADF (Cross-sectionally Augmented DF)。具体模型的回归表达式为:

$$\begin{cases} \Delta y_{it} = \alpha_{mt} d_{mt} + \beta_i y_{i,t-1} + \gamma_i \bar{y}_{t-1} + d_t \Delta \bar{y}_t + u_{it} \\ u_{it} = \gamma_i f_t + \varepsilon_{it} \end{cases} \quad (3)$$

式中, $m = 1, 2, 3$, $\alpha_{1t} = \{0\}$, $\alpha_{2t} = \{1\}$, $\alpha_{3t} = \{0, 1\}$, 分别表示不含截距项、仅含截距项和仅含趋势项三种情形, $\bar{y}_t$ 表示全部截面的观测值在时刻 t 时的均值, 即 $\bar{y}_t = N^{-1} \sum_{j=1}^N y_{jt}$, 同理 $\bar{y}_{t-1}$ 则表示其一阶滞后项; u_{it} 表示其误差项, f_t 表示未观测到的共同因子, ε_{it} 则表示随机误差项。

(3) 面板协整检验

为考察本文模型中各变量之间是否具有协整关系, 本文基于 Pedroni^[38-39]提出的以 Engle 和 Granger 二步法为基础的面板数据的协整检验方法, 其具体的原假设和备择假设如下:

$$H_0: \beta_i = 1, H_1: \beta_i < 1 (\beta_i = \beta)$$

$$H_0: \beta_i = 1, H_1: \beta_i < 1 (\beta_i \neq \beta)$$

对于第一种情形, Pedroni 称为维度内 (Within-Dimension) 检验, 构造了四个统计量。第二种情形, Pedroni 称为维度间 (Between-Dimension) 检验, 构造了三个统计量。由于要求所有个体残差的回归系数都相等不尽合理, 因此本文使用维度间检验。维度间检验的三个统计量分别称为类似于 PP 检验中 ρ 统计量的组间 ρ 统计量 (Group rho)、类似于 PP 检验中 t 统计量的组间 PP 统计量 (Group PP), 以及类似于 ADF 检验中 t 统计量

的组间 ADF 统计量 ($Group ADF$)^[40]。

(4) 面板因果关系检验

虽然协整检验能确定变量之间是否存在长期的稳定关系,但不能确定孰是因孰是果。因此,本文通过格兰杰因果关系检验解决这个问题。Granger^[41]开创性地提出一种分析时间序列数据因果关系的方法,其基本思想在于,在控制 y 的滞后项的情况下,如果 x 的滞后项仍能解释 y 的当期值的变动,则认为 x 对 y 产生因果影响。格兰杰检验用于检测一个变量所提供的信息是否有助于预测另一个变量,尽管其揭示的只是统计上的而非哲学上的因果关系,但仍然有助于探索因果关系不明的变量之间的互动关系^[42]。

假设 x_t 和 y_t 是两个平稳的序列,以下模型用来检验 x 是不是导致 y 变动的原因:

$$y_t = \alpha + \sum_{k=1}^K \gamma_k y_{t-k} + \sum_{k=1}^K \beta_k x_{t-k} + \varepsilon_t, t = 1, \dots, T \quad (4)$$

1.3 技术路线

本文通过国内旅游收入和入境旅游收入分别衡量国内旅游和入境旅游发展情况,使用 CO_2 总排放量衡量碳排放情况。研究过程为:首先,使用相关性检验、单位根检验、协整检验、因果检验等分析国内旅游和入境旅游发展与碳排放之间的因果关系;其次,使用 F 检验和 Hausman 检验确认混合回归模型、固定效应模型和随机效应模型的选择,测度国内旅游和入境旅游对碳排放的影响,并从东、中、西部地区视角探究该影响的区域差异性;最后,根据研究结果从战略、供给侧和需求侧三个层面提出建议,促进中国旅游业绿色低碳转型。具体思路与技术路线如图 1。

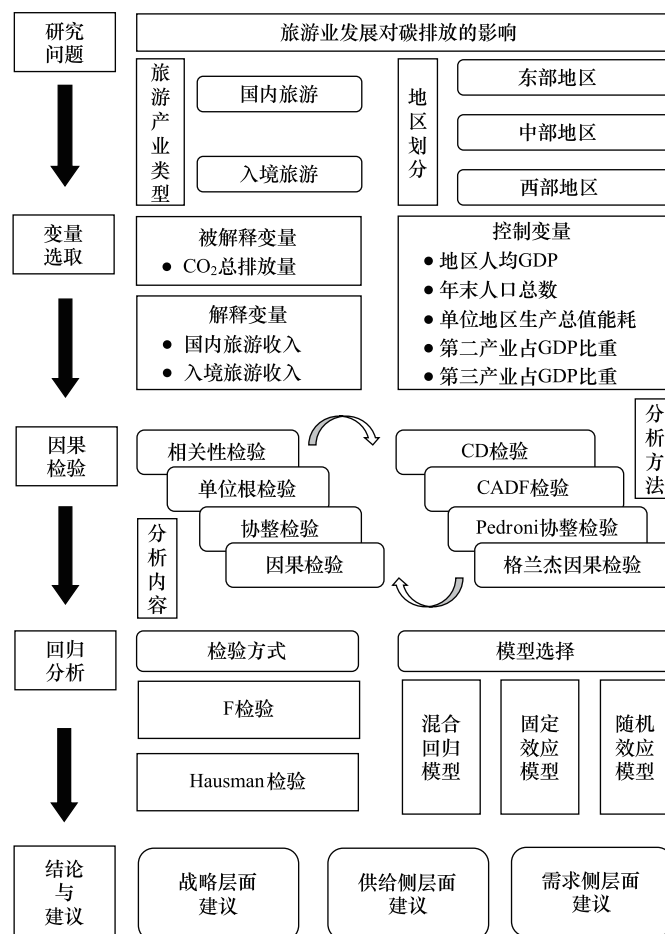


图 1 技术路线图

Fig.1 Technical route

CD: 横截面依赖性; CADF: 截面增广迪基—富勒检验

1.4 描述性统计分析

根据表 2 的统计数据,2003—2019 年期间解释变量中国国内旅游收入(TD)、入境旅游收入(TF)和被解释变量二氧化碳总排放量(CO_2)的平均值分别为 229296.00100 万元、1780.36100 万美元和 302.49Mt。在国内旅游收入和入境旅游收入方面,中国东部地区旅游收入都为最高(分别为 323322.00100 万元和 3770.39100 万美元),其中东部地区国内旅游收入均值高出全国平均水平 38%,入境旅游收入均值为全国平均水平的 2 倍;西部地区国内旅游收入为最低(158013.00100 万元),远低于全国平均水平,入境旅游收入位于中间水平(721.22100 万美元);而中部地区的国内旅游收入位于中间水平(224652.10100 万元),入境旅游收入为最低(707.14100 万美元)。原因为中国东部地区经济相对发达,城市化程度高,基础设施完善,且东部地区商业环境较好,拥有更多的高等级旅游景区以及更好的配套设施,故东部地区旅游收入较高。相比之下,中国中部和西部地区经济相对欠发达,基础设施相对薄弱,旅游设施有限,难以提供与东部地区相媲美的旅游环境,因此旅游收入低于东部。

表 2 变量描述性统计

Table 2 Descriptive statistics for variables

总样本 Total sample					东部地区 Eastern China				
变量 Variable	均值 Mean	最大值 Max	最小值 Min	标准差 Standard deviation	变量 Variable	均值 Mean	最大值 Max	最小值 Min	标准差 Standard deviation
$TD/100$ 万元	229296.00	1390222.00	1021.00	267113.40	$TD/100$ 万元	323322.00	1390222.00	8694.00	301905.20
$TF/100$ 万美元	1780.36	22155.16	1.10	2916.60	$TF/100$ 万美元	3770.39	22155.16	84.59	4086.78
CO_2/Mt	302.49	1700.04	7.56	260.11	CO_2/Mt	345.08	1244.71	7.56	268.07
GDP/元	37499.08	161776.00	3708.00	27889.56	GDP/元	56088.71	161776.00	8849.00	34684.74
POP/100 万人	43.37	115.21	5.34	27.42	POP/100 万人	49.12	115.21	7.90	32.16
ECGDP/ (t 标准煤/万元)	1.16	4.39	0.23	0.75	ECGDP/ (t 标准煤/万元)	0.81	2.29	0.23	0.43
IND/%	43.66	64.60	15.40	9.36	IND/%	42.72	60.10	16.00	11.48
SER/%	46.23	83.70	27.60	9.80	SER/%	49.86	83.70	31.80	12.36
中部地区 Central China					西部地区 Western China				
变量 Variable	均值 Mean	最大值 Maximum	最小值 Minimum	标准差 Standard deviation	变量 Variable	均值 Mean	最大值 Maximum	最小值 Minimum	标准差 Standard deviation
$TD/100$ 万元	224652.10	959667.00	9385.00	232525.80	$TD/100$ 万元	158013.00	1229603.00	1021.00	230647.00
$TF/100$ 万美元	707.14	3387.69	36.27	649.59	$TF/100$ 万美元	721.22	5147.00	1.10	919.88
CO_2/Mt	348.69	1700.04	67.83	314.15	CO_2/Mt	226.30	972.79	18.24	180.12
GDP/元	28087.85	77387.00	6636.00	15355.30	GDP/元	27081.68	75828.00	3708.00	16418.45
POP/100 万人	53.68	97.17	26.02	20.84	POP/100 万人	33.78	83.75	5.34	20.61
ECGDP/ (t 标准煤/万元)	1.10	3.64	0.37	0.62	ECGDP/ (t 标准煤/万元)	1.56	4.39	0.38	0.88
IND/%	47.64	63.60	26.20	8.45	IND/%	42.68	64.60	15.40	6.16
SER/%	42.08	68.10	29.70	8.55	SER/%	44.95	74.70	27.60	5.74

从 CO_2 总排放量来看,中国中部地区 CO_2 总排放量最高(348.69Mt),而东部地区次之(345.08Mt);相比之下,西部地区 CO_2 排放量远低于中部和东部地区,仅为 226.30Mt。这是因为相比中国东部地区,中国中部地区的能源结构更偏向传统能源,如煤炭和石油,而传统能源燃烧过程中所产生的 CO_2 排放量往往较高。而西部地区相对于中国中部和东部地区,在经济结构上更偏农业和轻工业,故能源消耗和 CO_2 排放量较低。另外,从表中可知控制变量地区人均 GDP 和年末人口数(POP)的标准差都大于 10,说明数据波动很大。东部地区

GDP 均值为 56088.71 元,远高于全国平均水平(37499.08 元)与中部、西部的均值(28087.85 元和 27081.68 元)。东部 POP 变量为 49.12100 万人,略高于全国平均水平(43.37100 万人),而西部则是远低于全国的平均值,为 33.78100 万人。控制变量单位地区生产总值能耗(ECGDP)、第二产业占 GDP 比重(IND)、第三产业占 GDP 比重(SER)在中国的均值分别为 1.16t 标准煤/万元、43.66%和 46.23%,这些变量的标准差大多小于 10,仅有东部地区的第二产业占 GDP 比重(IND)和第三产业占 GDP 比重(SER)的标准差稍大于 10(分别为 11.48和12.36),说明数据整体波动性较低。

2 结果分析

2.1 截面相关检验

表 3 为所有变量的 CD 统计量及对应的 P 值。CD 检验表明所有变量均在 1%的显著水平下,拒绝横截面相互独立的原假设,表明其存在显著截面相关。因此,在后续实证分析中需考虑截面相关。

表 3 CD 检验结果

Table 3 The results of CD test

变量 Variable	总样本 Total sample		东部地区 Eastern China		中部地区 Central China		西部地区 Western China	
	CD 检验 CD test	P	CD 检验 CD test	P	CD 检验 CD test	P	CD 检验 CD test	P
TD	83.48	0.000	29.53	0.000	21.54	0.000	30.05	0.000
TF	57.57	0.000	20.62	0.000	14.17	0.000	22.35	0.000
CO_2	70.82	0.000	22.97	0.000	18.43	0.000	26.73	0.000
GDP	84.41	0.000	29.61	0.000	21.45	0.000	30.38	0.000
POP	45.07	0.000	25.89	0.000	1.35	0.001	19.24	0.000
ECGDP	82.46	0.000	29.64	0.000	21.30	0.000	28.60	0.000
IND	47.62	0.000	21.35	0.000	13.09	0.000	14.00	0.000
SER	61.55	0.000	27.25	0.000	15.58	0.000	17.63	0.000

CD:截面相关性 Cross-section dependence

2.2 面板单位根检验

鉴于所有变量都具有截面相关性,因此对所有变量及其差分后的变量使用 CIPS 单位根检验。在单位根检验中,根据各变量具体情况,总样本和中部地区的数据选取 3 作为最大滞后期数,东部地区的数据选取 2 作为最大滞后期数,西部地区的数据选取 1 作为最大滞后期数,检验具体结果见表 4。结果表明变量 ECGDP 为平稳序列,总样本和中部地区的变量 IND 为平稳序列,其余变量皆为非平稳序列;东部地区的变量 POP 为二阶单整序列;上述提及以外的变量的一阶差分均为平稳序列。面板单位根检验结果表明 CO_2 、 TD 、 TF 变量均属于一阶单整的序列,进行协整检验的前提是所有变量必须是同阶单整的,因此这些变量符合协整检验的要求。

2.3 面板协整检验

表 5 列出了 Pedroni 协整检验的结果,结果显示全国、东部、中部、西部地区 ADF 检验的 P 值均小于 0.01,可以拒绝原假设。表明全国、东部、中部、西部地区的旅游业与碳排放之间均存在长期均衡关系。

2.4 面板格兰杰因果检验

根据表 6 的分析结果可知,在 1%显著水平上拒绝了总样本、东、中、西部地区 TD 不是 CO_2 的格兰杰原因的假设,以及西部地区 TF 不是 CO_2 的格兰杰原因的假设。表明中国国内旅游收入是碳排放的格兰杰原因,而入境旅游收入不是碳排放的格兰杰原因,即中国国内旅游与碳排放存在因果关系,而入境旅游与碳排放不存在因果关系。从东、中、西部地区来看,东部和中部地区仅有国内旅游收入是碳排放的格兰杰原因,而西部地

区国内旅游收入和入境旅游收入均是碳排放的格兰杰原因。

表 4 CIPS 单位根检验结果

Table 4 The results of CIPS unit root test

变量 Variable	总样本	东部地区	中部地区	西部地区
	Total sample	Eastern China	Central China	Western China
	检验值 Test value	检验值 Test value	检验值 Test value	检验值 Test value
CO ₂	-2.403	-2.140	-1.673	-1.852
△CO ₂	-3.862 ***	-3.888 ***	-3.867 ***	-4.034 ***
TD	-0.717	-0.469	-2.384	-0.593
△TD	-2.662 *	-3.551 **	-3.806 ***	-2.662 *
TF	-1.208	-2.138	-1.987	-2.690
△TF	-3.448 ***	-3.864 ***	-3.082 **	-3.134 ***
GDP	-1.462	-0.594	-0.751	-1.673
△GDP	-3.486 ***	-3.070 ***	-3.966 ***	-3.323 ***
POP	-1.902	-1.360	-1.244	-2.020
△POP	-3.201 ***	-2.278	-2.928 *	-3.877 ***
△2POP	—	-4.144 ***	—	—
ECGDP	-3.129 ***	-3.663 ***	-3.395 **	-2.868 **
IND	-2.797 **	-2.664	-3.513 ***	-2.302
△IND	—	-3.467 ***	—	-3.489 ***
SER	-2.502	-2.560	-2.681 *	-2.125
△SER	-3.572 ***	-3.512 ***	-3.419 ***	-3.362 ***

△表示一阶差分, △2 表示二阶差分; *** 表示 1% 显著水平, ** 表示 5% 显著水平, * 表示 10% 显著水平

表 5 Pedroni 协整检验结果

Table 5 The results of Pedroni cointegration test

统计量 Statistic	总样本		东部地区		中部地区		西部地区	
	Total sample		Eastern China		Central China		Western China	
	统计值 Statistical value	<i>P</i>	统计值 Statistical value	<i>P</i>	统计值 Statistical value	<i>P</i>	统计值 Statistical value	<i>P</i>
组间 ρ Group rho	3.033	0.001	1.486	0.069	1.768	0.039	1.709	0.044
组间 PP Group PP	-3.111	0.000	-2.639	0.004	-2.134	0.016	-2.000	0.023
组间 ADF Group ADF	-3.889	0.000	-3.067	0.001	-2.787	0.003	-2.987	0.001

PP: 菲利普斯—佩荣 Phillips-Perron; ADF: 增广迪基—富勒 Augmented Dickey-Fuller

表 6 格兰杰因果检验结果

Table 6 The results of Granger test

格兰杰因果检验 Granger test	总样本	东部地区	中部地区	西部地区
	Total sample	Eastern China	Central China	Western China
	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>
假设 1 Hypothesis 1	0.000 ***	0.000 ***	0.000 ***	0.000 ***
假设 2 Hypothesis 2	0.493	0.128	0.125	0.007 ***

假设 1 为“TD 不是 CO₂ 的格兰杰原因”; 假设 2 为“TF 不是 CO₂ 的格兰杰原因”; *** 表示 1% 显著水平, ** 表示 5% 显著水平, * 表示 10% 显著水平

2.5 固定效应与随机效应模型分析

使用 F 检验确认使用混合回归模型还是固定效应模型。首先建立混合回归模型, 经 F 检验发现全国、东部、中部、西部样本的 *P* 值均为 0.000 (小于 0.05), 说明个体效应不可忽略, 这意味着个体间存在异质性, 可以拒绝混合效应模型。然后使用 Hausman 检验确定模型在固定效应模型和随机效应模型中的适用性, 结果显

示全国、东部和中部地区 P 值均为 0.000 (小于 0.05), 而西部地区 P 值为 0.928, 因此全国、东部和中部地区的样本适用于固定效应模型, 西部地区的样本适用于随机效应模型。

表 7 列出了固定效应模型和随机效应模型的分析结果。第一, 就全国而言, 国内旅游收入对碳排放有显著正向影响, 而入境旅游收入对碳排放没有显著影响, 表明国内旅游会导致碳排放的增加, 而入境旅游不会导致碳排放的增加。其中国内旅游收入每增长 1%, 碳排放总量会增长 1.476%。第二, 东部和中部地区符合全国趋势, 即国内旅游收入对碳排放产生显著正向影响, 入境旅游收入没有显著影响。具体而言, 东部和中部地区国内旅游收入每增长 1%, 碳排放总量分别增长 2.313%, 7.531%。第三, 从西部地区来看, 虽然入境旅游收入对碳排放也没有显著影响, 但国内旅游收入对碳排放产生显著负向影响, 其中国内旅游收入每增长 1%, 碳排放总量减少 1.306%。

表 7 固定效应和随机效应面板模型分析
Table 7 Testing fixed/random-effects models

变量 Variable	固定效应模型 Fixed effect model			随机效应模型 Random effect model
	总样本 Total sample	东部地区 Eastern China	中部地区 Central China	西部地区 Western China
TD	1.476 ***	2.313 ***	7.531 ***	-1.306 ***
TF	-0.044	-0.391	4.176	-0.726
POP	0.038 ***	0.088 ***	0.273 **	0.016
GDP	-0.291	-1.372 ***	-2.105 ***	7.406 ***
IND	-2.323	1.113 ***	-5.816 *	-6.211 **
SER	-1.877	5.353 *	-7.837 **	-4.755
ECGDP	-1.366 ***	-2.100 ***	-5.961 ***	0.076

*** 表示 1% 显著水平, ** 表示 5% 显著水平, * 表示 10% 显著水平

以上结果表明国内旅游业发展与 CO_2 排放量增加密切相关, 旅游活动所涉及的吃、住、行、游、购、娱等各个环节以及旅游业的关联产业均需要使用能源, 其所产生的直接或间接 CO_2 排放量都使得碳排放总量增加。同时, 中国入境旅游与碳排放之间未发现显著相关性的原因在于: (1) 中国入境旅游规模较小, 远低于国内旅游。根据国家文化和旅游部发布的《2019 年旅游市场基本情况》, 2019 年入境旅游人数为 1.45 亿人次 (其中外国人 0.31 亿人次, 港澳台同胞 1.14 亿人次), 而国内旅游人数高达 60.06 亿人次。因此, 与庞大的国内旅游市场相比, 中国入境旅游产生的碳排放较少。(2) 地理位置临近弱化了入境旅游交通运输对碳排放的影响。交通运输是旅游业碳排放的主要来源之一 (占 70%—94%)^[5], 尤其是长距离的航空飞行。在中国, 旅游交通也占旅游业总碳排放量 80% 以上^[43]。而根据前述我国入境旅游数据, 我国入境游客约 80% 为港澳台同胞, 相对较近的地理距离使得入境游客在旅游出行中由交通运输尤其是航空运输产生的碳排放量较少。因此, 客源结构使得中国入境旅游产生的碳排放相对较少。(3) 入境游客的客流集中度高。根据中国统计年鉴, 接待入境过夜游客最多的省份为广东, 其中 2019 年广东接待过夜入境游客人次高达 3731.39 万, 远高于位列第二的云南 (过夜入境游客人次为 739.02 万) 和第三的上海 (过夜入境游客人次为 734.69 万)。入境旅游的目的地集中使得能够通过集中资源安排提高利用效率, 从而产生较少的碳排放。

从东、中、西部地区来看, 东部与中部地区的整体影响方向与全国一致, 但影响程度存在差异。中部地区国内旅游收入对碳排放的正向影响最大, 而东部地区国内旅游收入对碳排放的正向影响小于中部地区, 主要原因在于中部地区的大部分省 (市) 旅游产业结构高级化和合理化水平有待提升, 以及旅游业碳排放效率均较低^[44]。因此, 尽管中部地区的国内旅游收入低于东部地区, 但其对碳排放的影响比东部地区更大, 这表明中部地区旅游业发展的低碳性有待提升^[43]。中国东部地区相对发达, 而发达地区通常在基础设施建设、能源使用等方面投入更多资金和技术以提高能源利用效率, 因此同样的旅游活动, 东部地区比西部地区产生更少的碳排放。西部地区国内旅游收入与碳排放呈现显著负相关关系, 因为西部地区主要以生态旅游为主, 旅游产品大多为欣赏自然风光、户外探险和生态文化体验等, 这些旅游活动过程中交通运输、住宿设施、餐饮供

应等各方面涉及能源消耗较少,碳排放也较少。同时,在能源结构上西部地区以可再生能源和清洁能源为主,如水电、风电和太阳能等,这些能源的碳排放低于传统能源,因此西部地区在发展旅游业的同时也带来了较少的碳排放。另外,西部地区在推动旅游业节能减排、优化交通基础设施建设及旅游资源开发等方面的成效良好^[45]。

3 结论与建议

本文通过东、中、西部地区的比较视角,基于固定效应模型和随机效应模型,分别探究其国内与入境旅游收入对碳排放总量的影响。研究结果表明:(1)中国旅游业发展与碳排放之间均存在长期均衡关系。(2)入境旅游对碳排放不存在显著影响,国内旅游对碳排放存在显著正向影响。具体表现为国内旅游收入变动1%,碳排放总量将同方向变动1.476%。(3)东部和中部地区旅游发展和碳排放关系与全国一致,入境旅游对碳排放不存在显著影响,国内旅游对碳排放存在显著正向影响。若国内旅游收入变动1%,东部和中部碳排放总量将分别同方向变动2.313%和7.531%。(4)西部地区入境旅游对碳排放不存在显著影响,但国内旅游收入对碳排放存在显著负向影响。若国内旅游收入变动1%,碳排放总量将负方向变动1.306%。

本文研究结论与已有研究结果基本一致,即旅游业与碳排放之间存在一定关联性^[4,19]。一般而言,旅游业发展将导致碳排放增加,如航空客运量、旅游者人数、旅游者人均消费支出分别增加1%将导致旅游业碳排放量各增加0.33%、0.27%和0.15%^[45]。此外,虽然国外相关研究指出入境旅游对碳排放增加具有显著影响,但本文基于中国的研究发现入境旅游对碳排放不存在显著影响,这主要与中国入境旅游市场规模、客源结构和游客行为相关。中国入境旅游规模较小且大多为港澳台同胞,临近的地理距离导致交通运输(旅游业碳排放的主要来源)产生的碳排放量较小。同时入境游客的旅游目的地较为集中,且大多拥有较为完善的交通网络和基础设施,能通过集中资源安排减少碳排放。与已有研究相比,本文有如下两个创新。一方面,在研究方法上,本文采用了多种经济计量模型和检验方法来测度旅游收入对碳排放的影响。具体而言,通过利用单位根检验和协整检验,考察旅游收入和碳排放之间是否存在长期关系,并使用格兰杰因果检验来确定两者之间的因果关系。此外,为了控制其他可能的影响因素,本文还引入了固定效应和随机效应模型,以进行更加准确和可靠的分析。这些方法的综合运用使得本研究能够更全面地评估旅游收入对碳排放的影响。另一方面,在研究视角上,本文聚焦国内和入境旅游、以及东中西区域两个视角的对比。通过对比中国东部、中部和西部三个区域国内旅游收入和入境旅游收入对碳排放的影响,并深入探究区域差异特征和形成原因。虽然中部地区国内旅游市场收入低于东部地区,但由于其旅游产业结构高级化和合理化水平有待提升,以及旅游业碳排放效率较低,因此中部地区旅游业对碳排放的正向影响最大。同时,西部地区由于使用可再生能源和清洁能源、发展生态旅游、推动旅游业节能减排等,使得旅游业发展对碳排放存在显著负向作用。

本文分析了中国东、中、西部三个地区国内旅游收入、入境旅游收入和碳排放的面板数据,得出中国东部、中部地区的国内旅游会导致碳排放的增加,而中部地区的国内旅游会减少碳排放这一结论。根据研究结论,本文提出以下建议:(1)大力推进旅游业向低碳转型。2021年11月第26届联合国气候变化大会在同期举行的边会上,正式通过旅游业气候行动格拉斯哥宣言,强调切实采取有力措施,助力实现2030年全球碳排放减半和2050年前净零排放的承诺。在双碳目标下,中国推进旅游业向低碳转型需要政府部门、旅游企业、游客等多方合作,从战略层面上进行思考和规划,通过政策引领、产业升级和科技创新等路径推进低碳旅游^[1,46],例如加强对旅游业碳排放测度,并通过行政部门合作,制定明确的低碳发展的阶段目标和路径;促进旅游业与环保的融合,开发更多具有亲近环境或环保特征的旅游产品或服务;通过低碳科技实现旅游交通能源技术、旅游住宿及餐饮低碳材料和旅游景区固碳技术突破,控制旅游业碳排放。(2)积极谋划东中西部旅游业协同推进减碳。从“东中部减排、西部增汇”两条线路整体布局推进旅游业碳中和,一方面加大挖掘东、中部地区旅游业的减排力度,采用法律、行政、技术、市场等多种手段,形成“政府—企业—旅游者”等多主体协同推进旅游业碳中和的格局;另一方面,西部地区应坚持新发展理念,牢牢守住生态底线,增强生态文明意识,合理利用

自然资源,通过森林、草原、湖泊、湿地等生态环境,持续增强其旅游业固碳增汇功能,持续推动旅游业的绿色化和低碳化发展。(3)优化旅游供应链以减少非必要的碳排放。旅游供应链包括交通运输、餐饮、住宿等环节,各个环节都需要大量能源支持,低效的旅游供应链会在各个环节产生不必要的能源消耗和资源浪费,使得在旅游活动相同的情况下将产生更多的碳排放量。因此,中国旅游业尤其是中部地区旅游业应优化旅游供应链管理,以减少不必要的能源消耗和资源消耗,同时鼓励旅游从业者采用节能环保设施和低碳技术以提高能源利用效率,减少能源浪费,从而达到减少碳排放的目的。(4)大力倡导低碳旅游方式。未来应通过广泛的教育和宣传,深化公众对低碳旅游的认知,引导游客在旅途中积极采取低碳环保行动。例如,鼓励游客选择低碳交通工具,减少驾驶私人汽车、飞机等高碳排放的交通工具;合理使用水、电、燃气等资源,选择环保设施和服务(如低能耗酒店等);合理规划旅游行程,尽量延长旅游天数而减少频繁的出行次数。

本研究也存在一些不足之处,首先是未考虑到疫情对研究结果的可能影响。由于目前无法获取疫情期间碳排放的相关数据,我们在研究设计中未纳入疫情这一影响因素。未来研究可以考虑将疫情因素纳入模型中,更系统地解析旅游业与碳排放的关系。其次,本研究将中国划分为东部、中部和西部三大区域,能在一定程度上明晰中国地区间旅游业发展对碳排放影响差异,然而同一地区各省(市、自治区)间旅游发展水平不可避免存在差异,如东部地区中辽宁与北京、天津、上海等地的旅游业发展水平存在较大差距,未来研究可以对中国地区进行进一步划分,更全面揭示旅游业对碳排放的影响。再次,旅游业碳排放是由交通碳排放、餐饮碳排放、住宿碳排放、游览碳排放等多项要素构成,而目前本文关注整体旅游业发展,未考虑旅游产业不同部门对碳排放的影响。未来研究可测算旅游产业不同部门对碳排放影响的区域差异性,以制定更为精准有效的旅游业碳减排方案。最后,旅游产业对碳排放的影响机制是科学服务政策制定的重要内容,未来研究可以通过分析旅游产业发展是否通过影响当地经济结构、能源消耗模式和环保意识等因素进而影响碳排放,以揭示旅游产业发展对碳排放的影响机制。

参考文献(References):

- [1] 任洁. “双碳”目标下的旅游业高质量发展. 旅游学刊, 2022, 37(5): 12-13.
- [2] 郭强, 王秋娜. “双碳”目标与旅游价值共创. 旅游学刊, 2022, 37(5): 3-5.
- [3] Alam M S, Paramati S R. The dynamic role of tourism investment on tourism development and CO₂ emissions. *Annals of Tourism Research*, 2017, 66: 213-215.
- [4] 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. 旅游学刊, 2014, 29(6): 24-33.
- [5] 新浪科技. 世界旅游理事会: 2021 年旅游业对经济的影响报告. (2022-05-08) [2023-12-13]. <http://finance.sina.com.cn/tech/2022-05-08/doc-imcwipii8629605.shtml>.
- [6] 文化和旅游部. 2019 年旅游市场基本情况. (2020-03-10) [2023-12-13]. https://www.mct.gov.cn/whzx/whyw/202003/t20200310_851786.htm.
- [7] 东方财富网. 国民新旅游市场持续扩容 同程旅行精修内功优化供给. (2023-08-24) [2023-12-13]. <https://finance.eastmoney.com/a/202308242823423062.html>.
- [8] 麦肯锡. 重磅发布: 麦肯锡联合雅高、携程探寻中国可持续旅行的未来. (2023-03-15) [2023-12-13]. <https://www.mckinsey.com.cn/%E6%8E%A2%E5%AF%BB%E4%B8%AD%E5%9B%BD%E7%8E%AF%E4%BF%9D%E6%97%85%E8%A1%8C%E4%B9%8B%E9%81%93/>.
- [9] 唐承财, 查建平, 章杰宽, 陶玉国, 王立国, 王露, 韩莹. 高质量发展下中国旅游业“双碳”目标: 评估预测、主要挑战与实现路径. *中国生态旅游*, 2021, 11(4): 471-497.
- [10] 王景波, 安伯超, 马国超, 吕学强. 省域旅游业碳排放强度测算及影响因素研究. *统计与决策*, 2019, 35(18): 99-102.
- [11] 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. *生态学报*, 2015, 35(21): 7150-7160.
- [12] Tong Y, Zhang R, He B A. The carbon emission reduction effect of tourism economy and its formation mechanism: an empirical study of China's 92 tourism-dependent cities. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2022, 19(3): 1824.
- [13] Raihan A. Economic growth and carbon emission nexus: the function of tourism in Brazil. *Journal of Economic Statistics*, 2023, 1(2): 68-80.
- [14] 李振环, 冯学钢, 王亚玲. 中国旅游业碳排放脱钩效应测度与时空格局演变. *统计与决策*, 2021, 37(22): 46-51.
- [15] Jermisittiparsert K, Chankoson T. Behavior of tourism industry under the situation of environmental threats and carbon emission: time series analysis

- from Thailand. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 2019, 9(6): 366-372.
- [16] 张燕, 章杰宽. 旅游、经济、能源和二氧化碳排放: 基于东盟的实证分析. *旅游学刊*, 2021, 36(12): 26-39.
- [17] Lee J W, Brahmaire T. Investigating the influence of tourism on economic growth and carbon emissions: evidence from panel analysis of the European Union. *Tourism Management*, 2013, 38: 69-76.
- [18] Yue X G, Liao Y Y, Zheng S Y, Shao X F, Gao J. The role of green innovation and tourism towards carbon neutrality in Thailand: evidence from bootstrap ADRL approach. *Journal of Environmental Management*, 2021, 292: 112778.
- [19] 范跃民, 余一明, 孙博文. 旅游业收入增长对旅游业碳排放存在非线性影响吗? ——基于环境库兹涅茨曲线(EKC)的拓展分析. *华南师范大学学报: 社会科学版*, 2019(3): 132-138.
- [20] Anser M K, Yousaf Z, Awan U, Nassani A, Abro M M Q, Zaman K. Identifying the carbon emissions damage to international tourism: turn a blind eye. *Sustainability*, 2020, 12(5): 1937.
- [21] Razzaq A, Fatima T, Murshed M. Asymmetric effects of tourism development and green innovation on economic growth and carbon emissions in top 10 GDP countries. *Journal of Environmental Planning and Management*, 2023, 66(3): 471-500.
- [22] 邓爱民, 孙琳. 旅游经济空间溢出与碳排放的脱钩效应分析. *统计与决策*, 2019, 35(14): 100-104.
- [23] 田红, 丁长安. 区域旅游业碳排放的时空差异——以山东省为例. *北京理工大学学报: 社会科学版*, 2018, 20(6): 45-54.
- [24] 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. *生态经济*, 2019, 35(8): 141-145.
- [25] 王凯, 张淑文, 甘畅, 杨亚萍, 刘浩龙. 我国旅游业碳排放的空间关联性及其影响因素. *环境科学研究*, 2019, 32(6): 938-947.
- [26] Saint Akadiri S, Lasisi T T, Uzuner G, Akadiri A C. Examining the causal impacts of tourism, globalization, economic growth and carbon emissions in tourism island territories: bootstrap panel Granger causality analysis. *Current Issues in Tourism*, 2020, 23(4): 470-484.
- [27] Mishra S, Sinha A, Sharif A, Suki N M. Dynamic linkages between tourism, transportation, growth and carbon emission in the USA: evidence from partial and multiple wavelet coherence. *Current Issues in Tourism*, 2020, 23(21): 2733-2755.
- [28] 郑伯铭, 张宣, 明庆忠. “一带一路”沿线省份旅游经济与碳排放脱钩态势及影响因素研究. *生态经济*, 2021, 37(11): 136-143.
- [29] Paramati S R, Alam M S, Chen C F. The effects of tourism on economic growth and CO₂ Emissions: a comparison between developed and developing economies. *Journal of Travel Research*, 2017, 56(6): 712-724.
- [30] 王兆峰, 汪倩. 长江经济带新型城镇化对旅游业碳排放的门槛效应研究. *长江流域资源与环境*, 2022, 31(1): 13-24.
- [31] 李强谊, 钟水映, 徐飞. 中国旅游业二氧化碳排放的地区差异与收敛性研究. *经济问题探索*, 2017(8): 28-38.
- [32] 王峥, 程锦红, 程占红. 中国旅游业碳均衡区域差异及其影响因素. *生态学报*, 2021, 41(20): 8063-8075.
- [33] 封亦代, 刘耀彬, 程风雨. 中国城市绿色全要素能源效率的区域差异及空间收敛. *地理研究*, 2023, 42(9): 2343-2368.
- [34] 刘智勇, 李海峥, 胡永远, 李陈华. 人力资本结构高级化与经济增长——兼论东中西部地区差距的形成和缩小. *经济研究*, 2018, 53(3): 50-63.
- [35] 徐成龙, 庄贵阳. 供给侧改革驱动中国工业绿色发展的动力结构及时空效应. *地理科学*, 2018, 38(6): 849-858.
- [36] 唐健雄, 蔡超岳, 刘雨婧. 旅游发展对城市生态文明建设的影响及空间溢出效应——基于我国 284 个地级及以上城市的实证研究. *生态学报*, 2023, 43(7): 2800-2817.
- [37] Pesaran M H. A simple panel unit root test in the presence of cross-section dependence. *Journal of Applied Econometrics*, 2007, 22(2): 265-312.
- [38] Pedroni P. Fully modified OLS for heterogeneous cointegrated panels. *Advances in Econometrics*. Bingley: Emerald (MCB UP), 2004: 93-130.
- [39] Pedroni P. Critical values for cointegration tests in heterogeneous panels with multiple regressors. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 1999, 61(s1): 653-670.
- [40] 曾五一, 李想. 中国房地产市场价格泡沫的检验与成因机理研究. *数量经济技术经济研究*, 2011, 28(1): 140-151.
- [41] Granger C W J. Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods. *Econometrica*, 1969, 37(3): 424.
- [42] 姬宸宇, 张含宇. 旅游业、民航业和经济增长之间的动态关系——基于中国主要旅游城市的面板数据分析. *旅游学刊*, 2021, 36(12): 40-53.
- [43] Tang Z, Shang J, Shi C B, Liu Z, Bi K X. Decoupling indicators of CO₂ emissions from the tourism industry in China: 1990-2012. *Ecological Indicators*, 2014, 46: 390-397.
- [44] 王凯, 何静, 甘畅, 席建超. 中国旅游产业结构变迁对旅游业碳排放效率的空间溢出效应研究. *中国软科学*, 2022(12): 50-60.
- [45] 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. *中国人口·资源与环境*, 2021, 31(7): 37-48.
- [46] 马勇, 江函哲. 碳中和下低碳旅游发展模式与提升策略. *旅游学刊*, 2022, 37(5): 1-3.