

中国旅游业碳排放脱钩的空间异质性及其驱动因素

程 慧¹, 徐 琼¹, 郭尧琦²

(1. 湖南师范大学 旅游学院, 湖南 长沙 410081; 2. 中南大学 数学与统计学院, 湖南 长沙 410083)

摘 要:文章首先采用脱钩模型对2007-2017年中国旅游业碳排放脱钩效应进行测度,再基于空间分析法对其脱钩效应的时序演变、空间异质性与空间相关性等进行深入探讨,最后借助地理探测器探索其空间异质性的驱动因素。结果表明:研究期内,中国旅游业碳排放脱钩以扩张性连接为主,脱钩状态不佳,其省际差异不大,但时序演变剧烈,在2011年后趋于稳定;2007-2017年中国旅游业碳排放脱钩呈现显著正相关,虽整体相关性不强,但相关程度有所上升,其中,中西部省市主要位于“低—低”区,东部省市主要位于“高—高”区;影响中国旅游业碳排放脱钩空间异质性的显著性因素按影响力大小依次为:政府政策、经济发展水平、技术创新、城镇化水平、产业结构。

关键词:旅游业;碳排放;脱钩效应;空间分析;驱动因素

中图分类号:F590.3

文献标志码:A

文章编号:1007-5097(2020)03-0086-08

Spatial Heterogeneity of Carbon Emission Decoupling in China's Tourism Industry and Its Driving Factors

CHENG Hui¹, XU Qiong¹, GUO Yao-qi²

(1. College of Tourism, Hunan Normal University, Changsha 410081, China;

2. School of Mathematics and Statistics, Central South University, Changsha 410083, China)

Abstract: This paper first uses the decoupling model to measure the decoupling effect of China's tourism carbon emissions from 2007 to 2017, discusses the temporal evolution, spatial heterogeneity and spatial correlation of the decoupling effect based on spatial analysis method, and finally explores the driving factors of its spatial heterogeneity with the help of geo-detectors. The results show that during the study period, China's tourism carbon emissions decoupling is dominated by expansionary linkages, and the decoupling state is not good. The inter-provincial differences are not large, but the time series evolves sharply and tends to be stable after 2011; the decoupling of China's tourism carbon emissions from 2007 to 2017 is significantly positively correlated. Although the overall correlation is not strong, the degree of correlation has increased. Among them, the central and western provinces and cities are mainly located in the "Low-Low" zone, and the provinces and cities in the east are mainly located in the "High-High" zone; the significant factors affecting the spatial heterogeneity of China's tourism carbon emissions decoupling are government policy, economic development level, technological innovation, urbanization level, and industrial structure in turn.

Key words: tourism; carbon emissions; decoupling effect; spatial analysis; driving factors

一、引 言

全球气候变暖已成为困扰人类社会发展的世界性难题。作为目前成长最快的旅游业对全球气候变暖具有重要的影响。目前旅游业的碳排放量占全球总碳排放量的8.3%,已达到之前预估值值的四倍,预计到2025年,全球旅游业碳足迹将扩大40%以上,碳排放量将突破65亿吨^[1]。世界旅游组织预测,到2020年中国将成为世界第一大国际旅

游接待国,中国旅游业节能减排的紧迫性与重要性已引起了充分关注。原国家旅游局印发的《关于进一步推进旅游行业节能减排工作的指导意见》(旅办发[2010]80号)以及国务院相继出台的《关于促进旅游业改革发展的若干意见》(国发[2014]31号)、《关于促进全域旅游发展的指导意见》(国发[2018]15号)等文件中均强调坚持旅游业节能减排,走集约低碳道路的重要性,因此对中国旅游业

收稿日期:2019-10-07

基金项目:湖南省社会科学基金项目“资源枯竭型城市转型背景下矿业旅游资源的价值评价与开发对策研究”(16YBQ052)

作者简介:程 慧(1985),女,贵州都匀人,讲师,硕士生导师,管理学博士,研究方向:旅游资源经济;

徐 琼(1995),女,安徽马鞍山人,硕士研究生,通讯作者,研究方向:旅游资源经济;

郭尧琦(1982),男,河南焦作人,副教授,博士后,研究方向:资源经济管理。

碳排放脱钩效应的科学测度以及空间异质性的探讨,既是新时代旅游界关注的热点问题,也是目前亟待解决的现实问题,对于平衡中国旅游业经济增长与碳排放的脱钩关系,促进中国旅游业走低碳化集约道路具有重要意义。

目前,国内外旅游业碳排放的相关研究也日益丰富,研究内容主要集中在以下三方面:一是旅游业碳排放的测度。目前主流旅游业碳排放测算方法有“自上而下”和“自下而上”法^[2-3]。Gössling(2002)早在2001年对旅游业碳排放量进行测算,结果表明旅游业碳排放量占全球碳排放量的5.3%^[4]。韩元君等(2016)综合运用“自上而下”和“自下而上”法,引进“旅游消费剥离系数”,对京津冀地区的旅游业碳排放进行测算^[5]。还有学者对旅游业的交通、住宿等部分的碳排放进行测算^[6-8]。二是旅游业碳排放特征的实证研究。相关学者对旅游业碳排放的时空演变^[9]、空间关联^[10]、耦合特征^[11]等展开研究,基于面板数据对全国或省域层面的旅游业碳排放的时空差异进行分析。如王凯等(2019)对旅游业碳排放与旅游产业集聚二者进行空间关联分析^[12]。李彩云等(2016)以敦煌市为例,对旅游业碳排放与经济增长耦合关系展开分析^[13]。三是旅游业碳排放的拓展研究。学者们主要关注了旅游生态效率^[14-15]、旅游碳排放效率^[12-16]以及低碳旅游^[17-18]等方面。脱钩理论虽在研究产业经济增长与其环境压力关系之间应用广泛^[19-21],但少有学者对省域旅游业碳排放进行测算及对脱钩效应进行评估^[22-23]。

综上所述,旅游业碳排放问题虽得到了广泛的关注与重视,但研究内容主要侧重测度评价以及特征分析等静态层面,而针对其时空动态演化关注较少。当今旅游业规模不断扩张,旅游业碳排放脱钩效应呈现复杂的动态演化特征,空间分布不均衡,空间异质性强。若缺乏空间动态视角去宏观评价旅游业碳排放脱钩关系很难为我国及各省市旅游业低碳发展提供全面和针对性的参考。鉴于此,本研究基于脱钩模型对2007-2017年中国旅游业碳排放脱钩效应进行测度,进而采用空间分析方法对其脱钩效应的空间异质性与空间相关性展开深入探索,最后借助地理探测器,对影响其空间异质性的要素进行探测,揭示脱钩驱动机理。以期缩小省域脱钩差距,增强区域旅游业脱钩协作,为提高我国旅游业脱钩水平,实现低碳

绿色发展提供参考。

二、研究方法 with 数据来源

(一)基于“自下而上”法的旅游业碳排放量测度

由于目前国内还没有专门监测旅游业碳排放量的统计数据,且尚未建立独立的旅游卫星账户。本研究借鉴国内外已有研究^[24],采用“自下而上”法测算中国旅游业的碳排放量,其测算思路为:先逐次测算旅游业三大主要部分的碳排放量,然后进行汇总求和,得出旅游业碳排放总量,其公式如下:

$$C_j = C_j^T + C_j^H + C_j^A \quad (1)$$

其中, C_j 表示 j 地区旅游业碳排放量; C_j^T 、 C_j^H 、 C_j^A 分别表示 j 地区旅游交通、住宿、活动的碳排放量,其中各部门的碳排放量,借鉴已有研究^[3,7,12]获得。

(二)脱钩模型

脱钩模型现广泛用于评价经济增长与生态环境之间的关系,主要考察经济变化率与环境要素变化率之间的关系,来确定脱钩程度。本文引入脱钩模型来测算旅游业经济增长与碳排放的脱钩关系,模型如下^[20]:

$$D_j = \frac{\% \Delta C_j}{\% \Delta G_j} = \frac{\% (C_j^t - C_j^0)}{\% (E_j^t - E_j^0)} \quad (2)$$

其中, D_j 表示 j 地区的脱钩指数; C_j^t 、 C_j^0 分别表示 j 地区基期年与第 t 年的旅游业总碳排放量; G_j^t 、 G_j^0 分别表示 j 地区基期年与第 t 年的旅游业总收入。根据脱钩指数大小,本研究借鉴Tapio将脱钩状态划分为八大类^[25],见表1所列。

表1 中国旅游业经济增长与碳排放脱钩分类

脱钩类型	脱钩程度	脱钩状态
脱钩	强脱钩	$\Delta C_j > 0, \Delta G_j < 0, D_j < 0$
	弱脱钩	$\Delta C_j > 0, \Delta G_j > 0, 0 < D_j < 0.8$
连接	衰退性脱钩	$\Delta C_j < 0, \Delta G_j < 0, D_j > 1.2$
	衰退性连接	$\Delta C_j < 0, \Delta G_j < 0, 0.8 < D_j < 1.2$
	扩张性连接	$\Delta C_j > 0, \Delta G_j > 0, 0.8 < D_j < 1.2$
负脱钩	扩张性负脱钩	$\Delta C_j > 0, \Delta G_j > 0, D_j > 1.2$
	弱负脱钩	$\Delta C_j < 0, \Delta G_j < 0, 0 < D_j < 0.8$
	强负脱钩	$\Delta C_j > 0, \Delta G_j < 0, D_j < 0$

(三)空间分析方法

1. 基尼系数(G)、对数离差均值(L)以及泰尔指数(T)

在衡量省际差异的研究中,常用基尼系数、对数离差均值及泰尔指数三大指标来衡量,该三大指标分别对中低高水平差异比较敏感,在测量全国及省际不平衡性上具有互补性^[26],为了更加全面评价

中国旅游业碳排放脱钩的不平衡性,本文采用三大指标进行对比分析。

(1)基尼系数是经济学名词,主要衡量地区收入差距,现被广泛用于衡量地区间产业发展水平,本研究采用基尼系数衡量省际旅游业碳排放脱钩的不平衡性,模型如下^[26]:

$$G = \frac{1}{2n^2\bar{x}} \sum |D_i - D_j| \quad (3)$$

其中, G 表示基尼系数; D_i, D_j 表示第 i, j 省市的旅游业碳排放脱钩指数; n 表示研究对象的个数,本研究 n 为31,表示31个省份; $\bar{x}$ 为31省市的旅游业碳排放脱钩指数的均值。

(2)对数离差均值与泰尔指数被用来衡量旅游业碳排放脱钩的省际差异,对数离差均值与泰尔指数越大,表明各省域之间脱钩程度差异越大,公式如下^[26]:

$$L = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \ln \frac{\bar{x}}{D_j} \quad (4)$$

$$T = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \frac{D_j}{\bar{x}} \ln \frac{D_j}{\bar{x}} \quad (5)$$

其中, L, T 分别表示对数离差均值、泰尔指数; n 为31,表示省份个数; $\bar{x}, D_j$ 分别表示31省市旅游业碳排放脱钩指数的均值和第 j 省市旅游业碳排放脱钩指数。

2. 全局空间自相关

全局空间自相关是对中国旅游业碳排放脱钩指数在空间相关性与聚类趋势的衡量,可判断其离散程度。Moran's I 指数是对离散程度的量化,当Moran's I 指数为负值时,表明中国旅游业碳排放脱钩效应呈负相关,即相邻或相近省市之间脱钩效应差异较大,且Moran's I 指数越接近-1,表明其脱钩指数分布越不集中且差异越大。当Moran's I 指数为正值时,即中国旅游业碳排放脱钩效应呈现正相关关系,即相邻或邻近省域脱钩效应相关,且Moran's I 指数越接近于1,表明其脱钩指数分布聚集且空间关联性大。当Moran's I 指数为0时,表明中国旅游业碳排放脱钩不存在自相关关系,趋于随机分布,其计算公式为^[26]:

$$I = \frac{n}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij}} \quad (6)$$

其中, n 为研究对象个数,本研究 $n=31$; x_i, x_j 为第 i, j 省市的脱钩指数; $\bar{x}$ 为31省市的脱钩指数均值。

W_{ij} 表示空间权重矩阵,若 i, j 两省为邻省,则取1,否则取0,建立我国31省市的空间邻接矩阵。

3. 局部空间自相关

局部空间自相关用于检验各省市旅游业碳排放脱钩与其邻省市之间的空间相关性。中国31省市旅游业碳排放脱钩效应存在着复杂的空间关联关系,空间异质性与不稳定性使得全局空间自相关不能翔实反映,因此可借用局部空间自相关来反映中国局部脱钩水平的空间差异及集聚情况,LISA指数是对局部空间自相关的量化,其公式如下:

$$L_i = (x_i - \bar{x}) \frac{\sum_{j=1}^n W_{ij} (x_j - \bar{x})}{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (x_j - \bar{x})^2} \quad (7)$$

其中, n 表示省份个数; x_i, x_j 为第 i, j 省份的脱钩指数; $\bar{x}$ 为31省市的脱钩指数均值; W_{ij} 表示空间权重矩阵。

(四) 数据来源

本研究旅游业碳排放测算数据主要来源于2008-2018年《中国统计年鉴》《中国旅游统计年鉴(及副本)》《中国环境统计年鉴》《新中国六十年统计资料汇编》《中国旅游抽样调查资料》等,少数省市数据来源于各省市统计公报、统计年鉴或文化和旅游部官网公布资料,对于少数缺失数据由平均值或拟合值来代替。

三、实证分析

(一) 中国旅游业碳排放脱钩的时序演变分析

基于旅游业碳排放的测算,再结合脱钩模型,测得2007-2017年中国31省(市、区)旅游业碳排放的脱钩指数。并将我国31省市划分为东中西部三个地区,分别测得全国及三大区域的脱钩指数均值(图1)。由图1可知:①东部地区在2008-2010年以及2015-2017年位于弱脱钩阶段,表明其旅游业经济增长比重稍大于碳排放增长比重。对于发展中国家旅游业碳排放脱钩水平来说,处于较好的状态。这可能由于2008年奥运会以及2010年世博会等重大节事的举办,带动了旅游业经济迅猛发展。且东部地区全力进行环境治理,树立美丽中国形象,因此旅游业碳排放脱钩关系得到加强。而在2007年及2011-2014年位于扩张性连接阶段,表明东部地区旅游业经济增长速度与碳排放增长速度持平,脱钩状态欠佳。总体来说,东部地区脱钩状态呈现渐入佳境。②中部地区仅2010年为弱脱钩,可能受上海世博会的影响,其余年份均为扩张

性连接,脱钩状态欠佳。③西部地区在2007-2008年以及2010年为弱脱钩,这与上述2008年奥运会与2010年世博会的举办相关。而大多数年份为扩张性连接,与中部地区相似,这与中西部地区经济基础薄弱、旅游业起步晚、科技创新能力不强、生态环境脆弱有关。④从全国层面看,中国旅游业碳排放脱钩以扩张性连接为主,脱钩状态不佳,脱钩指数状态时序演变与西部地区脱钩指数趋同,脱钩状态波动不大。

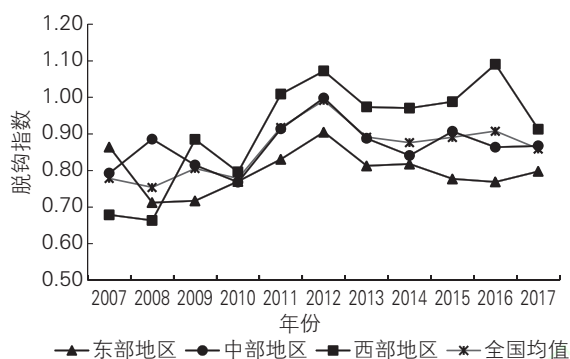


图1 2007-2017年全国及三大区域旅游业碳排放脱钩指数

(二)中国旅游业碳排放脱钩的空间异质性分析

在基于公式(3)(4)(5),分别测算出中国旅游业碳排放脱钩的基尼系数、对数离差均值以及泰尔指数,综合考量中国旅游业碳排放脱钩的空间异质性。根据图2:①从基尼系数看,2007-2017年中国旅游业碳排放脱钩指数的基尼系数均值为0.31,基尼系数上下起伏波动发展。从总体来看,中国旅游业脱钩水平省际差异不大,仅2008年、2011年、2014年及2016年基尼系数超过均值,表明该四年脱钩水平省际分布不均衡,各省之间存在一定的差异,其中2014年基尼系数最大,为0.41,而2012年基尼系数最小,为0.23,这与2012年中国东中西部地区脱钩状态均为扩张性连接,省际差异较小,脱钩程度分布较均衡有关。②2007-2017年对数离差均值波动剧烈,尤其是2007-2011年间,而2011年后波动趋势稍有缓和,且对数离差均值有所上升。表明2007-2011年中国旅游业碳排放脱钩的省际差异波动剧烈,且在2007年坠入低谷为0.08,而在2008年却达到最高峰,这是变化最为剧烈的一年。这可能由于一方面,2008年奥运会的到来,北京、天津等东部发达省市重点治理旅游生态环境,颁布环境新规,全面整治管控,而对内陆省市影响较小有关;另一方面,旅游业是典型的敏感性和

脆弱性产业,2008年的金融危机也使旅游业经济发展不稳定。2011年后我国平衡旅游环境治理的投入与支出,并且各省市也日益关注旅游碳排放问题,所以省际差距也不断缩小。③从泰尔指数来看,其变化较平稳,研究期内均值为0.14。其中2008年达到峰值为0.20,而在2011年跌入谷底为0.08,同样在2011年后省际差异有所缩小,变化趋势与对数离差均值相似。综合来看,中国旅游业碳排放脱钩的空间差异不大,各年差异变化剧烈,起伏发展,在2011年后时序演变偏向于稳定,差异有所缩小,这与我国大多数省份在研究期内处于扩张性连接的脱钩阶段有关,后期随着全国对环境问题的重视,各省域都相继出台政策加强旅游环境治理。

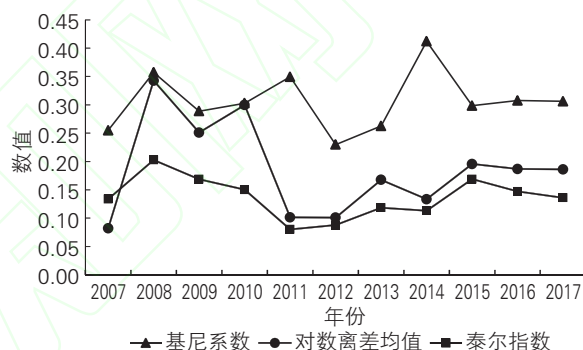


图2 2007-2017年中国旅游业碳排放脱钩的省际差异

(三)中国旅游业碳排放脱钩的空间相关性分析

1.全局空间自相关

空间差异反映了中国31省市旅游业碳排放脱钩的空间分布,但却忽略了空间邻接因素可能对脱钩空间差异有所影响。因此,本研究首先确立空间权重矩阵,采用空间相关法从全局与局部出发,全面分析中国31省(市、区)脱钩的空间相关性。

借助GeoDa软件,分别测得2007-2017年中国31省(市、区)的全局Moran's I指数(表2)。由表2可见:2007-2017年中国旅游业碳排放脱钩的Moran's I指数均为正值,且均通过了不同程度上的显著性检验。表明中国旅游业碳排放脱钩呈现显著的正相关,即相邻或相近省市之间脱钩水平存在相关关系,脱钩程度较低的省份可能被脱钩程度欠佳的省份包围,而脱钩状态较好的省市可能与脱钩状态较好的省市相邻。研究期内,中国旅游业碳排放脱钩的Moran's I指数均值为0.24,空间相关程度较弱。表明中国旅游业碳排放脱钩效应的空间分布聚集度较弱,省域脱钩水平既受邻近省份的影响,也跟自身的旅游业发展水平、旅游资源禀赋等有

关。在研究期内,2017年 Moran's I 指数最大,达到0.363,表明2017年中国旅游业碳排放脱钩效应空间集聚最强,而2007年 Moran's I 指数最低,仅为0.102,表明2007年中国旅游业碳排放脱钩效应空间分布趋向于随机。总的来看,中国旅游业碳排放脱钩效应的整体空间相关性虽不强,但呈现出波动增强的趋势,尤其是近几年来, Moran's I 指数上升明显,这与我国旅游业不断加强供给侧改革,严格落实环境规制有关。

表2 2007-2017年中国旅游业碳排放脱钩的 Moran's I 指数

年份	Moran's I	p 值	z 得分
2007	0.102 [*]	0.057	0.444
2008	0.154 [*]	0.079	0.267
2009	0.267 [*]	0.067	0.431
2010	0.353 ^{**}	0.012	0.536
2011	0.208 ^{**}	0.049	0.683
2012	0.334 ^{**}	0.018	0.355
2013	0.222 ^{**}	0.023	0.195
2014	0.171 [*]	0.064	0.853
2015	0.200 ^{**}	0.038	0.677
2016	0.262 [*]	0.071	0.374
2017	0.363 ^{**}	0.049	0.412

注:**、*分别表示通过了5%、10%的显著性检验。

2. 局部空间自相关

为进一步分析中国旅游业碳排放脱钩的局部空间自相关概况,根据我国习惯将5年作为一个规划考察阶段,因此,本研究间隔选择2007年、2012年、2017年为代表年份,借助 ArcGIS10.2 软件绘制各年份的局部空间自相关图,以更直观反映中国旅游业碳排放脱钩的局部空间相关特征及空间演变规律(图3)。

由图3-a可知,31个省(市、区)中,2007年有22个省份 LISA 指数显著,其中西藏、海南、黑龙江等9省(市、区)位于“低—低”区,占比29%。表明

这些省份自身旅游业碳排放脱钩水平较低,且周围省份脱钩水平也较低,这与其地理位置闭塞、信息科技薄弱、交通通达性不高等有关。河北、安徽、内蒙古3省(市、区)位于“低—高”区,他们为中部地区,与东部发达地区毗邻。自身脱钩水平低,但周围省份脱钩水平较高,这些地区可以发挥自身地理邻接优势,吸收邻省脱钩的溢出效应,提高自身的脱钩水平。位于“高一高”区的为福建、浙江、上海等7省(市、区),占比22.58%。这些省份自身脱钩水平较高,且邻近地区也呈现较高的脱钩水平。他们大多为东部发达省份,是重要的物资信息集散地,也在全国空间结构上处于中心地位。广东、山东、海南3省(市、区)位于“高一低”区,均为东部省份,虽然自身脱钩水平很高,但与中部欠发达省份毗邻,空间溢出较多。因此需要加强中东部地区间协作,增强旅游业碳排放脱钩的技术、资源、政策等要素的流动,平衡地区间脱钩水平,形成“高一高”集聚效应。

由图3-b可知,2012年有23个省份实现 LISA 指数显著,其中四川、辽宁、广西等9省(市、区)位于“低—低”区,需不断提高自身的脱钩水平外,还要加强与外省联系,走出“低—低”陷阱。湖北、河南、黑龙江、河北4省(市、区)位于“低—高”区,他们为中部省份,这些省份虽因自身经济发展水平等原因,脱钩水平较低,但由于这些地区距离京津冀地区与珠三角、长三角地区较近,使得周围地区脱钩水平较高。北京、天津、江苏等7省(市、区)位于“高一高”区,这与其地理位置、经济发展水平、旅游业水平紧密联系。宁夏、海南、重庆3个省(市、区)位于“高一低”区,这些地区是近年来旅游热点地区,凭借其自身旅游资源禀赋,取得了良好的旅游经济效益和环境效益,明显高于周边地区的脱钩水平。

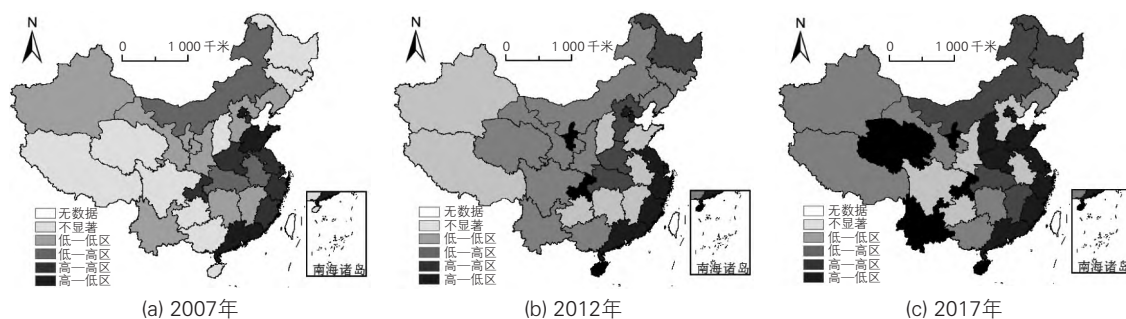


图3 2007-2017年中国旅游业碳排放脱钩的空间集聚

注:本图基于国家测绘地理信息局标准地图服务网站下载的审图号为GS(2016)1549号的标准地图制作,底图无修改。

由图3-c可知,2017年有26个省份LISA指数显著。新疆、西藏、广西等7省(市、区)位于“低—低”区,占比12.9%。这些省市地处偏僻,接收外界脱钩关系较少,且旅游业碳排放失衡,能源消耗增大,使自身的脱钩水平降低。内蒙古、湖北、江西、黑龙江4个中部省(市、区)位于“低—高”区,他们是沟通东西部的必经之地,是接受东西部空间溢出的流转地,但深居内陆,旅游业发展水平不高以及生态环境脆弱,使得脱钩水平提高不显著。福建、浙江、天津等10省(市、区)位于“高—高”区,省份比往年有所增加,仍然是东部发达省份居多。宁夏、青海等5省(市、区)位于“高—低”区,占比16.13%,比重有所上升,表明中西部省份开始跳出“低—低”区陷阱,实现自身脱钩水平跨越发展。

四、稳健性检验

目前尚未研究对中国旅游业碳排放脱钩效应的测度方法与脱钩结果进行科学性与一致性的稳健性检验,本文试图对中国省域旅游业碳排放脱钩效应测算路径进行自我检验。参照马勇等^[27]检验思路,从变量出发,采用相同的测算方法,用不同的变量进行替换。比较两组变量测度的旅游业碳排放脱钩指数大小及所属类型,同时考虑单个年份的两种指标测算结果对比,可能会受到单年旅游收入与旅游人次异常值的影响,因此,分别计算两组变量下2007–2017年省域脱钩指数的均值,进行横向比较。

变量组一:采用旅游业总碳排放量的变化率与旅游业总收入变化率的比值表征旅游业碳排放脱钩指数。

变量组二:采用人均旅游业碳排放量的变化率与人均旅游收入变化率的比值表征旅游业碳排放脱钩指数。

按照稳健性检验思路,在两组变量条件下分别计算中国省域旅游业碳排放脱钩指数,如图4所示,两组变量下脱钩指数显示出较高的拟合度,脱钩指数均以位于扩张性连接为主,其次为弱脱钩阶段。两组脱钩指数的Pearson相关性通过了1%的显著性检验,且相关系数达到0.724,表明其相关性较强。仅少数省份如西藏、四川、山东两组脱钩指数相差较明显,这可能与他们各年旅游人次的不稳定性有关。总体来说,通过两组变量测度对比来看,旅游业碳排放脱钩结果较一致,因此可总体判断前文运用变量组一测度得到的中国旅游业碳排

放脱钩指数的结果具有较好的稳定性,进而保障本文实证部分旅游业碳排放脱钩效应空间异质性及驱动因素分析结论的可靠性。

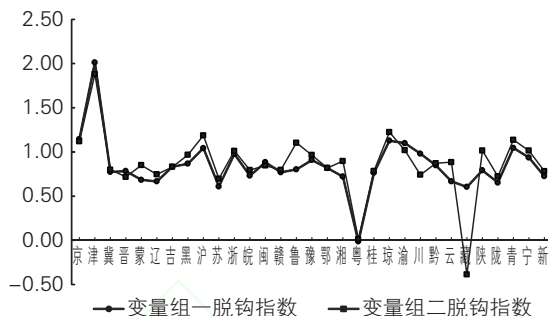


图4 旅游业碳排放脱钩指数的稳健性检验结果

五、驱动因素分析

(一)因素选取与模型构建

研究期内,中国旅游业碳排放脱钩呈现出复杂的空间分布,各省市时序演变波动较大,为了深入追踪影响中国旅游业碳排放脱钩的空间异质性因素。本文引入地理探测器方法,其与传统回归统计方法相比,具有较强的稳健性,由于其没有过多的假设与限制条件,各因素的显著性与影响力也不会受其他因素干扰,因此在空间异质性驱动因素检测方面具有很强的普适性。参考前人研究成果^[17,23],选取产业结构(第三产业所占比重)、城镇化水平(城镇人口比重)、经济发展水平(人均GDP)、技术创新(专利申请受理数)、政府政策(政府节能环保财政支出)、能源消耗(旅游业能源消耗量)6个因素,将各驱动因素与各年脱钩水平的空间分布做出空间适配,探测研究期内各驱动因素的决定力,现将各驱动因素与中国旅游业碳排放脱钩的地理探测模型构建如下^[28]:

$$P_{D,V} = 1 - \frac{1}{n\sigma^2} \sum_{i=1}^m n_i \sigma_i^2 \quad (8)$$

其中, $P_{D,V}$ 表示各驱动因素的影响力; n 为省份数量($n=31$); m 为驱动因素的数量($m=6$); n 、 σ^2 分别为整个区域的样本单元数与其旅游业碳排放脱钩指数方差; n_i 、 σ_i^2 分别为次一级区域样本单元数量和其旅游业碳排放脱钩指数方差。

(二)因素分析

基于地理探测器,测得2007–2017年各驱动因素对中国旅游业碳排放脱钩的影响力大小见表3所列。①产业结构对脱钩指数空间异质性影响仅在2007–2009年、2011年以及2014–2015年六年中显著,且2007年影响力最大,而2009年影响力最

小,影响力呈现缩小的趋势,这可能与后期各省市不断调整产业结构,积极响应产业结构优化升级的政策有关。②城镇化水平对脱钩指数影响在2007-2008年、2010-2013年以及2015年通过了10%的显著性检验,2011年影响力最大,城镇化水平影响力在2011年后也有所削弱,这与我国加快城乡建设一体化、新型城镇化步伐不断加快、实施乡村振兴战略有关。③经济发展水平仅2007年与2016年未显著,其他年份均显著,表明经济发展水平与脱钩指数空间分布关联性强,且影响力大体呈现出稳步增强的发展趋势,这也与我国发展现状相符,经济发展水平较好的东部省份脱钩水平较高,而经济较落后的中西部省份脱钩水平欠佳。④技术创新从2009年后一直显著,表明技术创新对脱钩指数空间分布关系日益密切,且影响力呈现先增强后衰弱的态势。⑤政府政策是最为显著的因素,在研究期内均保持显著,且显著性也不断增强,表明我国脱钩水平的空间分布受政府政策影响力大,且影响力有不断增强的态势。⑥能源消耗与脱钩指数的空间分布的关联性最小,仅2008年显著,且影响力仅为0.036,影响力也较小。综合来看,影响中国旅游业碳排放脱钩的显著驱动因素按影响力从大到小为:政府政策、经济发展水平、技术创新、城镇化水平、产业结构,其中政府政策与经济发展水平的影响力有不断增强的趋势,而产业结构与城镇化水平影响力到后期有所削弱,技术创新影响力呈现出先增强后减弱的态势。

表3 2007-2017年中国旅游业碳排放脱钩的驱动因素

年份	产业结构	城镇化水平	经济发展水平	技术创新	政府政策	能源消耗
2007	0.255***	0.160**	0.030	0.048	0.029*	0.038
2008	0.205***	0.187***	0.069*	0.030	0.059*	0.036*
2009	0.043*	0.016	0.064*	0.057*	0.260***	0.010
2010	0.017	0.054*	0.167**	0.099*	0.164**	0.037
2011	0.079*	0.207***	0.158**	0.128*	0.111*	0.022
2012	0.019	0.080*	0.141**	0.081*	0.206**	0.018
2013	0.003	0.098*	0.206**	0.134**	0.094**	0.018
2014	0.081*	0.136	0.152**	0.082**	0.152***	0.004
2015	0.087*	0.093*	0.038*	0.054**	0.144***	0.018
2016	0.025	0.015	0.006	0.056**	0.167***	0.012
2017	0.037	0.045	0.057*	0.055*	0.172**	0.034

注:***、**、*分别表示通过了1%、5%、10%的显著性检验。

六、结论与讨论

本研究从旅游地理学、生态地理学出发,首先

基于“自下而上”法测得2007-2017年中国旅游业碳排放量。再结合脱钩模型,测度2007-2017年中国31省(市、区)的旅游业碳排放脱钩指数,并根据Tapio脱钩状态划分评价各年的脱钩状态。其次,综合运用评价三大指标(基尼系数、对数离差均值、泰尔指数)对其脱钩指数的空间异质性进行评价,再采用空间自相关法,分析脱钩指数的全局空间相关性与局部空间相关性特征,最后借助地理探测器模型,探测影响中国旅游业碳排放脱钩的空间异质性因素。基于上述实证分析,主要得到以下结论:

(1)2007-2017年中国旅游业碳排放脱钩以扩张性连接为主,脱钩状态不佳,其省际差异不大,但脱钩指数时序演变剧烈,在2011年后趋于稳定,省际差异也有所缩小。

(2)2007-2017年中国旅游业碳排放脱钩的全局空间相关性呈现正相关,虽整体相关性较弱,但相关程度呈现稳步增强的态势,尤其是后期,空间集聚程度有所加深。中国省域旅游业碳排放脱钩主要位于“低—低”区和“高—高”区,其中,多数中西部省市主要位于“低—低”区,东部发达省市主要位于“高—高”区,后来,少数西部省市随着旅游热点的上升,开始从“低—低”区向“低—高”区转移。

(3)采用替换变量的方法对中国省域旅游业碳排放脱钩效应进行稳健性检验,研究表明,两组变量测算结果较一致,两条折线呈现高度的拟合性和相似的发展趋势。可见本文脱钩指数测度结果稳健性较好,具有较高的可信度和可靠性。

(4)影响中国旅游业碳排放脱钩空间异质性的显著性因素,按影响力从大到小分别为政府政策、经济发展水平、技术创新、城镇化水平、产业结构。

基于上述结论,我们认识到中国旅游业碳排放脱钩还存在一些问题,如整体脱钩水平不高;时间演变剧烈,发展不稳定;东中西部省市脱钩水平还存在一定的差距,空间分布不均衡等。因此我们可以从影响其空间分布的显著因素入手,针对性的解决现状问题,提出以下对策建议:

第一,各省市应根据自身的特点,实施针对性的政策,为当地旅游业节能减排树立风向标,起到一个统一领导、扛大旗的作用。

第二,缩小地区经济发展水平差距,加强区域旅游协作,无论是经济合作还是技术支持,促进脱钩要素如资金、技术、资源等在空间流转,东部地区加强对中西部地区溢出,中西部地区也要抓住机

遇,提高自身实力。

第三,立足自身旅游资源禀赋,提升旅游业碳排放脱钩水平,推动产业融合,为区域旅游业发展增强动力。如西部地区可牢牢握住“一带一路”建设契机,推动自身旅游形走出去,加强与沿线国家和地区的合作。

第四,加强旅游业供给侧改革,延长产业链,增加旅游业的附加值。减少旅游业的碳排放和能源消耗,转化科技创新力量,实现旅游业低碳可持续发展。

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(6): 522-529.
- [2] 钟永德. 旅游业碳排放计量与生态效率评价[J]. *旅游学刊*, 2016, 31(9): 11-12.
- [3] 石培华, 吴普. 中国旅游业能源消耗与 CO₂ 排放量的初步估算[J]. *地理学报*, 2011, 66(2): 235-243.
- [4] GOSSING S. Global Environmental Consequences of Tourism [J]. *Global Environmental Change*, 2002, 12 (4): 283-302.
- [5] 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.
- [6] ZHANG J, NITIN J, JANELLE H, et al. Eco-efficiency of Service Co-production: Connecting Eco-certifications and Resource Efficiency in U.S. Hotels [J]. *Cornell Hospitality Quarterly*, 2014, 55(3): 252-264.
- [7] 魏艳旭, 孙根年, 马丽君, 等. 中国旅游交通碳排放及地区差异的初步估算[J]. *陕西师范大学学报: 自然科学版*, 2012, 40(2): 76-84.
- [8] 张瑞英, 席建超, 葛全胜. 基于生命周期理论的旅游者碳足迹分析: 一种“低碳旅游”测度框架及其实证研究[J]. *干旱区资源与环境*, 2015, 29(6): 169-175.
- [9] 潘植强, 梁保尔. 旅游业碳排放强度分布及其驱动因子的时空异质研究——基于30个省(市、区)2005-2014年的面板数据分析[J]. *人文地理*, 2016(6): 152-158.
- [10] SUN R H, YE X L, GAO J, et al. Study on Carbon Footprint and Spatial Distribution Characteristics of Human Activities in Jiuzai Valley Scenic Area [J]. *Applied Ecology and Environment Research*, 2019, 17(4): 7477-7493.
- [11] QIU X P, FANG Y P, YANG X T, et al. Tourism Eco-efficiency Measurement, Characteristics, and Its Influence Factors in China [J]. *Sustainability*, 2017, 9(9): 1634-1643.
- [12] 王凯, 邵海琴, 周婷婷, 等. 中国旅游业碳排放效率及其空间关联特征[J]. *长江流域资源与环境*, 2018, 27(3): 473-482.
- [13] 李彩云, 陈兴鹏, 张子龙, 等. 敦煌市旅游业碳排放与经济增长的耦合关系分析[J]. *生态科学*, 2016(1): 109-116.
- [14] 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.
- [15] PENG H S, ZHANG J H, LU 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: 201-211.
- [16] 谭华云, 许春晓, 董雪旺. 旅游业碳排放效率地区差异分解与影响因素探究[J]. *统计与决策*, 2018, 34(16): 51-55.
- [17] 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): 3-17.
- [18] 殷杰, 郑向敏. 长江经济带旅游产业生态系统安全评估与安全格局研究[J]. *华东经济管理*, 2017, 31(4): 60-65.
- [19] 姚冠新, 赵子琪, 胡百灵. 中国农村物流碳排放与地区经济增长的脱钩趋势研究[J]. *华东经济管理*, 2017, 31(11): 51-56.
- [20] 杨毅, 郭尧琦, 朱文松, 等. 我国铝工业经济增长与碳排放脱钩的时空分异研究[J]. *矿冶工程*, 2018, 38(6): 168-172.
- [21] 赵桂梅, 陈丽珍, 孙华平, 等. 基于异质性收敛的中国碳排放强度脱钩效应研究[J]. *华东经济管理*, 2017, 31(4): 97-103.
- [22] 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.
- [23] 汤姿. 旅游业碳排放测算及其与经济增长的脱钩分析[J]. *统计与决策*, 2015(2): 117-120.
- [24] BECHEN S, SIMMONS D G, FRAMPTON C. Energy Use Associated with Different Travel choices [J]. *Tourism Management*, 2003, 24(3): 267-277.
- [25] TAPIO P. Towards a Theory of Decoupling: Degrees of Decoupling in the EU and the Ease of Road Traffic in Finland Between 1970 and 2001 [J]. *Journal of Transport Policy*, 2005(12): 137-151.
- [26] 熊彬, 刘泽宇. 制度质量视角下“一带一路”沿线国家金融开放度空间差异和收敛性研究[J]. *世界经济研究*, 2019(5): 3-13.
- [27] 马勇, 童昀, 任洁. 多源遥感数据支持下的县域尺度生态效率测算及稳健性检验——以长江中游城市群为例[J]. *自然资源学报*, 2019, 34(6): 1196-1208.
- [28] 王劲峰, 胡艺. 基于地理探测器的环境健康风险探测[J]. *环境建模与软件*, 2012, 33(7): 114-115.

[责任编辑:张 兵]