

中部六省城市旅游业碳排放时空演变分析

冯洁, 张勇*, 杨吉丽, 宋思敏

吉首大学数学与统计学院, 湖南 吉首

收稿日期: 2024年7月22日; 录用日期: 2024年8月13日; 发布日期: 2024年8月26日

摘要

随着旅游业的发展, 其产生的碳排放量越来越高, 对全球的气候生态造成了威胁。本文选取中国中部六省为研究对象, 采取“自上而下”的方法测算了该区域各市(州) 2014~2021年旅游业的碳排放量, 运用slope趋势分析、探索性空间数据分析方法分别分析了中部六省各市(州)旅游业碳排放增长趋势和空间格局特征。结果表明: 1) 中部六省2014~2019年大部分市(州)的旅游业碳排放呈现增长趋势, 由于疫情影响, 2019~2021年大部分市(州)的旅游业碳排放呈现下降趋势; 2) 中部六省旅游业碳排放类型以中碳、较高碳和高碳为主, 空间上变化由“南北高, 中间低”向“南高北低”发展; 3) 全局Moran's I在0.330~0.482之间波动, 表明中部六省旅游业碳排放强度具有显著的空间正相关性, 旅游业碳排放强度呈现集聚特征, 以高-高集聚和低-低集聚为主。对中部六省市域旅游业进行时空分析, 总结变化规律, 有利于因地制宜地制定旅游业碳减排政策。

关键词

中部六省, 旅游业碳排放, 趋势分析, 时空演变

Analysis of the Spatial and Temporal Evolution of Carbon Emissions from Urban Tourism Industry in Six Central Provinces

Jie Feng, Yong Zhang*, Jili Yang, Simin Song

School of Mathematics and Statistics, Jishou University, Jishou Hunan

Received: Jul. 22nd, 2024; accepted: Aug. 13th, 2024; published: Aug. 26th, 2024

Abstract

With the development of the tourism industry, its carbon emissions are increasing, posing a threat

*通讯作者。

文章引用: 冯洁, 张勇, 杨吉丽, 宋思敏. 中部六省城市旅游业碳排放时空演变分析[J]. 统计学与应用, 2024, 13(4): 1397-1406. DOI: 10.12677/sa.2024.134141

to the global climate ecology. This article selects six central provinces of China as the research object and adopts a “top-down” method to calculate the carbon emissions of the tourism industry in each city (state) of the region from 2014 to 2021. Slope trend analysis and exploratory spatial data analysis methods are used to analyze the growth trend and spatial pattern characteristics of carbon emissions in the tourism industry in each city (state) of the six central provinces. The results indicate that: 1) The tourism carbon emissions of most cities (states) in the six central provinces showed an increasing trend from 2014 to 2019. Due to the impact of the epidemic, the carbon emissions from the tourism industry in most cities (prefectures) showed a decreasing trend from 2019 to 2021; 2) The carbon emissions from the tourism industry in the six central provinces are mainly medium carbon, higher carbon, and high carbon, with spatial changes shifting from “high in the north and south, low in the middle” to “high in the south and low in the north”; 3) The global Moran’s I fluctuates between 0.330 and 0.482, indicating a significant spatial positive correlation between the carbon emission intensity of the tourism industry in the six central provinces. The carbon emission intensity of the tourism industry exhibits clustering characteristics, mainly consisting of high-high clustering and low-low clustering. Conducting a spatiotemporal analysis of the tourism industry in the six central provinces and cities and summarizing the patterns of change is beneficial for formulating carbon reduction policies for the tourism industry according to local conditions.

Keywords

Six Central Provinces, Carbon Emissions from the Tourism Industry, Trend Analysis, Spatial and Temporal Evolution

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着人类社会的发展，气候问题带来的灾害越来越多，已经变成了人们不能忽视的问题。2015年，国签署了《联合国气候变化框架公约》，提出中国未来将继续实施碳减排政策，力争在2005年的基础上，于2030年中国全行业实现碳减排60%~65% [1]。随着社会实践活动的探索，人类逐渐意识到旅游业并不是“无烟产业” [2]。2003年首届气候变化与国际旅游会议召开以来，人们越发意识到旅游业碳排放对于气候变化的影响力。《“十四五”文化和旅游发展规划》明确提出，要以推动旅游高质量发展为主题，增强生态文明意识，加快推动旅游业绿色低碳发展 [3]。在中共十三五上，国务院通过了《关于中部崛起的有关意见》，让中部六省意识到“中部崛起”的重要意义 [4]，要促进其可持续发展，提高其低碳发展的实力。中部六省连接了西部内陆和东部沿海，是我国交通运输和经济发展的重要枢纽，随着对中部崛起的重视，中部六省的经济正朝着较好的势头发展，但是发展的过程中存在着资源利用的浪费、环境破坏过大等问题，通过对中部六省旅游业碳排放的分析有利于现存问题的解决。

在20世纪90年代，学术界开始对旅游业碳排放进行研究。到21世

纪，特别是2003年和2007年两届国际气候变化与旅游大会召开以来，旅游业碳排放问题已经成为焦点。目前关于碳排放的测算，“自下而上”和“自上而下”是最常用的两种方法。“自下而上”是从消费角度对旅游过程中的旅游交通、旅游购物、旅游出行和旅游活动等产生的碳排放进行测算的方法。Gössling [5]首次构建了旅游业碳排放的测算方式，计算了全球的旅游业碳排放量。国内最早对旅游业碳排放进行研究的是吴普和石培华 [6]，他们对中国的旅游业碳排放运用“自下而上”的方式进行了测算。随

后,我国的学者利用“自下而上”法分别在国家[7]、省份[8]、经济带[9]等层面对旅游业碳排放进行了测算。

关于“自下而上”的测算方式,对于旅游过程中的某些活动没有办法测算,会导致计算出的碳排放量陷入过小的弊端,同时该测算方式运用了很多碳排放系数去衡量旅游业的碳排放量,但是系数的确定是否科学合理,是否能够对旅游业碳排放进行准确的测算,这也是学术界一直有争议的问题。由此,“自上而下”的测算方式兴起,并得到了广泛的应用。“自上而下”的测算方法是从宏观层面,以生产的角度去测算旅游相关行业燃料燃烧所产生的碳排放。朱海等[10]结合“自上而下”的测算方式对中国各省的旅游业碳排放进行了测算,运用 STIRPAT 模型进行了因素分析,并结合情景分析法作了预测;黄美忠和黄晓坤[11]结合“自下而上”和“自上而下”两种方法对长三角城市群旅游业的碳排放总量进行了测算,增加了测算方式的准确性;姚丹等[12]结合“自上而下”和剥离系数法对长三角市级城市旅游业碳排放强度进行了测算,探索了碳排放强度的空间关系及影响因素。

目前关于旅游业碳排放的考察指标比较单一,多为旅游业碳排放总量的测算,本文考察了碳排放总量和碳排放强度两个指标,能够更好地衡量区域旅游业碳排放的差异特征,此外已有研究关于旅游业的碳排放研究对象多为国家、经济带和省份,很少是去从市(州)层面去研究的。本文从市(州)层面测算了2014~2021年中部六省旅游业碳排放,探索了中国中部六省内部旅游业碳排放的增长特征和空间格局分布,发现中国中部六省内部的旅游业碳排放的增长特征出现阶段性特征,空间分布以高-高集聚和低-低集聚为主。

2. 数据来源与研究方法

2.1. 数据来源

考虑数据的可获得性,选取中部六省的80个地级市(州)为样本,研究了各市(州)2014~2021年的旅游业碳排放问题。本文研究的旅游业碳排放问题的最新数据为2021年,是由于《中国能源统计年鉴2023》还未公布,关于能源终端消耗的数据只更新到2021年。由于数据无法获得,未对湖北省的襄阳市、孝感市、宜昌市、随州市和神农架林区,山西省的朔州和忻州的数据进行研究。在对研究区域进行空间分析时,因为地理空间上的不相邻,未将山西省的大同市纳入研究。

本文用到的数据有两种:各行业能源消费数据,源于2015~2022年《中国能源统计年鉴》中的中部六省能源平衡表,选取了旅游业相关行业中所消耗的原煤、焦炭和原油等¹12种能源消费量;各市州旅游总收入、第三产业生产总值、交通运输仓储邮政的生产总值、住宿餐饮批发零售的生产总值等数据,数据源于各市(州)的统计年鉴和统计公报。本文使用 Geoda 与 ArcGIS 进行数据处理和结果展示。

2.2. 旅游业碳排放的测算

由于旅游业是一个综合性的产业,其涉及的行业过多,导致对于旅游业碳排放的测算有一定的难度。目前我国的国民经济统计体系在旅游方面数据建立的不完全,数据比较缺乏,所以如何将旅游业的碳排放从相关行业中剥离出来,也成了旅游业碳排放测算的一个难点。旅游业碳排放量被定义为旅游业相关行业的碳排放量,即第三产业中的交通运输、仓储邮政、批发零售和住宿餐饮这三个行业的能源消耗所产生的二氧化碳。本文首先将计算了各市(州)的行业系数,即各市(州)相关行业总值占相对应省份行业总值的比例,将各市(州)的相关行业的能源消耗从各省的能源消耗中剥离出来,再计算了各行业的旅游发展系数,将旅游消耗的能源从相关行业中剥离出来,最终得到了各市(州)的能源消费量,详见公式(1):

$$E_i = R_i * \sum_{i=1}^3 (E_{ij} * P_{ii}), \quad (1)$$

¹能源为原煤、型煤、焦炭、液化石油气、原油、燃料油、天然气、汽油、煤油、热力、柴油和电力。

其中, E_i 为各市(州)的旅游能源消费量; R_i 为各市(州)的旅游发展系数, 即各市(州)旅游总收入占该市(州)第三产业生产总值的比重; E_{ij} 为该省旅游业相关三个行业的各种能源消费量; P_{ii} 为各地区相关行业系数, 即各地区相关行业的总值占该省相关行业总值的比例; i 表示行业部门, 即交通运输、仓储和邮政业、批发零售和住宿餐饮业这三个行业部门; 在计算旅游业的能源消耗后, 进一步计算旅游业的碳排放总量和碳排放强度, 见公式(2):

$$C_i = \sum_{j=1}^n (E_{ij} f_j k), C_p = C_i / M, \quad (2)$$

其中, C_i 为各市(州)的旅游碳排放总量; f_j 表示 j 类能源的标准煤转换系数; k 表示单位标准煤的二氧化碳排放量, 参照已有研究, 本文设 k 为定值 2.45。最后, 计算旅游业碳排放强度指数 C_p (万吨/万元), 即单位旅游收入的旅游业碳排放量, M 为各市(州)的旅游收入。

2.3. 研究方法

2.3.1. Slope 倾向值法

本文采用倾向值法(slope)测算 2014~2021 年碳排放变化趋势, 探索中部六省各市(州)的旅游碳排放时间上的序列变化, 同时利用最小二乘法估算线性倾向值。

$$\text{slope} = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i c_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n c_i}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2} \quad (3)$$

式中, n 为总年份数, x_i 为第 i 年; c_i 为第 i 年的碳排放量。

当 slope 小于 0 时, 旅游业的碳排放量随着时间的增长呈下降趋势; 反之, 呈上升趋势, slope 是旅游业碳排放上升或下降的速度, 本文使用标准差分级法对市(州)旅游业碳排放的增长趋势进行了分类, 分类标准如下表 1 所示。

Table 1. Slope trend analysis classification table

表 1. Slope 趋势分析分类表

类型	划分标准
下降趋势型	$[-\infty, 0)$
缓慢增长型	$[0, \bar{x} - 0.5s)$
中速增长型	$[\bar{x} - 0.5s, \bar{x} + 0.5s)$
较快增长型	$[\bar{x} + 0.5s, \bar{x} + 1.5s)$
迅速增长型	$[\bar{x} + 1.5s, +\infty)$

2.3.2. ESDA 空间格局分析法

1) 全局空间自相关。反映区域整体的相关性和空间特征, 本文用全局 Moran's I 来度量整个中部六省旅游业碳排放强度的空间相关性, 具体的推算方式如公式(4)所示:

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{s^2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij}}, \quad (4)$$

式中, $\bar{x} = 1/n \sum_{i=1}^n x_i$, $s^2 = 1/n \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$, x_i 和 x_j 为空间单元 n 和 j 的属性值; W_{ij} 为空间权重矩阵, 为本文构建的中部六省各市(州)间的邻接矩阵; n 为研究对象的区域个数, 在此为 79 (本文在研究碳排放强度时, 选取了中部六省中的 79 个城市)。

2) 局部空间自相关。利用 Getis-Ord G_i^* 指数反映区域的局部空间相关性, 研究区域是属于高-高集聚、低-低集聚、高低集聚和低高集聚, 具体的推算方式如公式(5)所示:

$$G_i^*(d) = \sum_{j=1}^n W_{ij} x_j / \sum_{j=1}^n x_j. \quad (5)$$

3. 研究结果分析

3.1. 旅游业碳排放区域特征

本文选取了 2014、2016、2019、2020、2021 年中部六省 80 个市(州)的旅游业碳排放总量进行分析, 按照王强等[13]的分类, 如图 1 所示, 中部六省各市(州)被分成了旅游业的高碳排放区、较高碳排放区、中碳排放区和低碳排放区, 按照当年各地区旅游业的均值的 1.5 倍、1 倍和 0.5 倍。

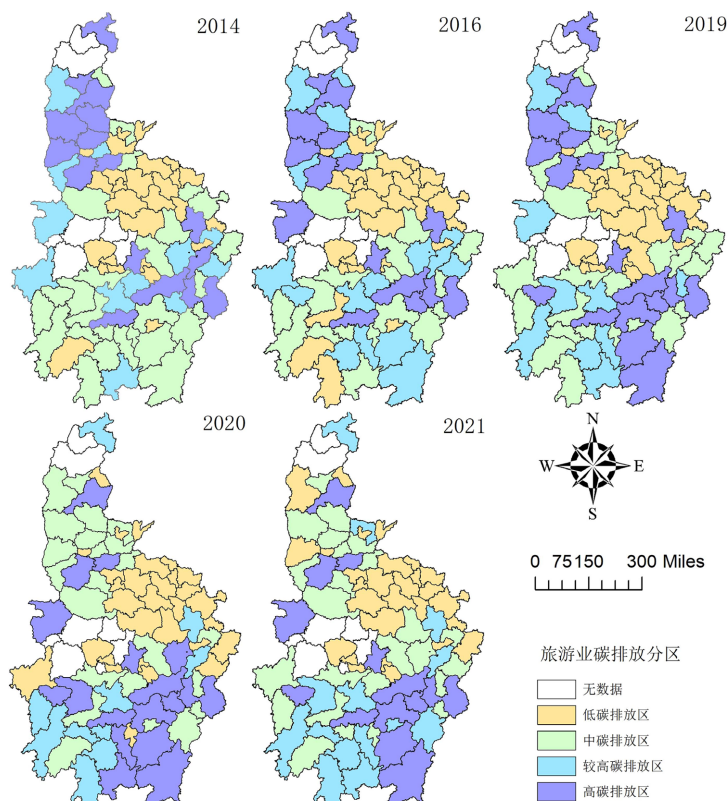


Figure 1. Zoning map of carbon emissions from tourism industry in six central provinces in China

图 1. 中国中部六省旅游业碳排放分区图

如图 1 所示, 中部六省市域碳排放量呈现出明显的地域分布差异规律, 早期有着“两端高, 中部低”的特点, 后期高碳中心向南部转移。2014 年, 中部六省旅游业碳排放以山西省中部、南部和江西省中部的“九江市 - 景德镇市 - 上饶市”为核心增加并向周围扩散。碳排放低值区主要集中在安徽省的大部、湖北省的中部、湖南省的西部和南部。2020~2021 年, 早年形成的山西省的高排放的核心已经转为了中等碳排放和低碳排放区域。中部六省南部的湖南省、江西省已经成了高碳排放和较高碳排放的核心, 安徽省和湖北省以低碳排放和中碳排放为主。整个中部六省的碳排放总量形成了“南高北低”的特点。

3.2. 旅游业碳排放时序变化特征

依据公式(3)分别计算了 2014~2019 年和 2019~2021 年中六省市级尺度的旅游业碳排放倾向值, 基于此对其进行了分类。如图所示, 2014~2019 年, 旅游业碳排放增长较快的区域主要集中在中部六省的南部和北部, 其中迅猛增长型包括山西省的晋中市, 湖北省的武汉市, 湖南省的长沙市, 江西省的南昌市、宜春市、九江市和上饶市。旅游业碳排放较快增长的区域主要在山西省的北部和西部, 包括大同市、吕梁市等, 江西省的南部, 包括吉安市和赣州市等区域。中速增长的区域主要分布于湖南省的大部、湖北省的北部、山西省的东部和河南省的南部等区域。有下降趋势的区域主要分布于安徽省的大部、湖南省的北部、湖北省的中部和河南省的中部南部。2019~2021 年, 增长类型有了明显的变化, 中部六省大部分的碳排放都呈现了下降趋势, 之前呈现下降趋势的区域转变成了中速增长型区域, 其中包括河南省的濮阳市和商丘市、湖北省的天门市。赣州市则是由较快增长型转变成了中速增长型。

从图 2 可以看出, 2014~2019 年中六省大部分市(州)都由增长型转变为了下降趋势型, 这是由于 2019 年新冠疫情的爆发, 人民度过了一段的隔离时间, 减少了旅游出行, 后续由于疫情影响了经济的发展, 造成了人民收入的减少, 进而减少了在旅游上面的消费, 旅游业的碳排放也呈现了下降趋势。

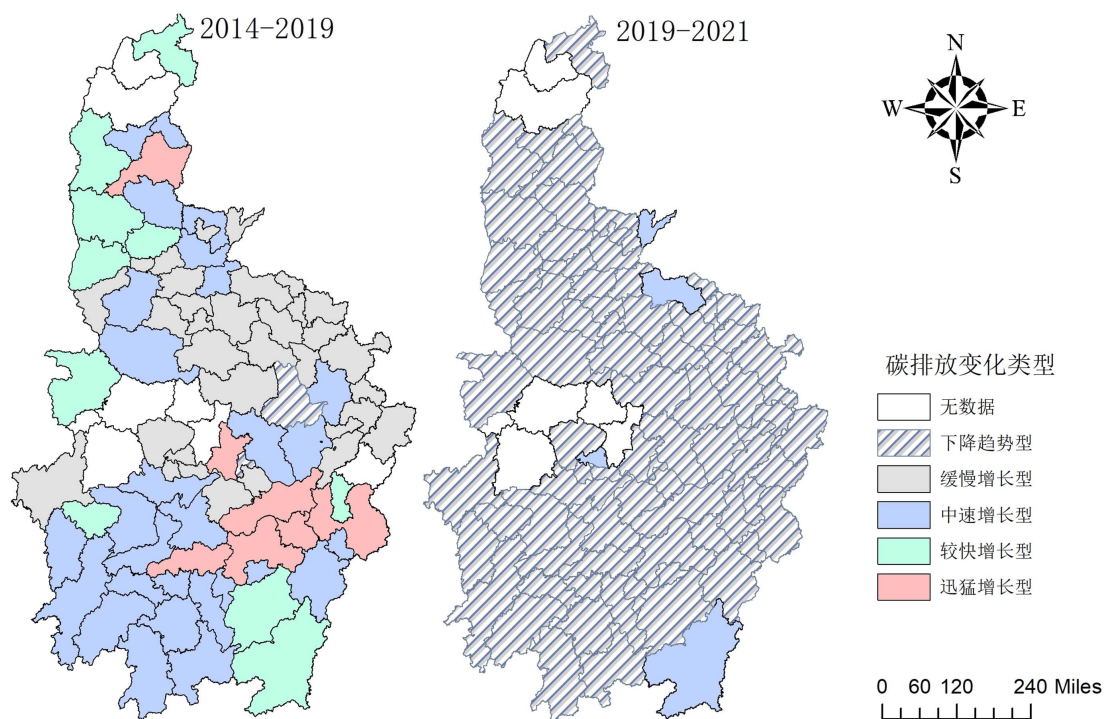


Figure 2. Change trend diagram of carbon emissions from tourism industry in six central provinces by stage
图 2. 中部六省市域旅游业碳排放分阶段变化趋势图

3.3. 全局空间格局演化

本文运用 Geoda 软件对中部六省城市旅游业碳排放强度全局 Moran's I 值进行计算和检验,并用 ArcGIS 软件进行结果展示。如图 3 所示,在研究期间内,中部六省城市旅游业碳排放强度全局 Moran's I 值都在 0.3 以上,在 1% 的显著水平下,是拒绝原假设的,说明中部六省城市旅游业碳排放强度具有显著的空间正相关性。从图 3 来看,碳排放强度的空间正相关性整体上出现增强趋势,但存在阶段性特征,2014~2019 年,空间相关性整体上增强,到 2019 年达到顶峰,2019~2021 年整体上出现下降趋势。

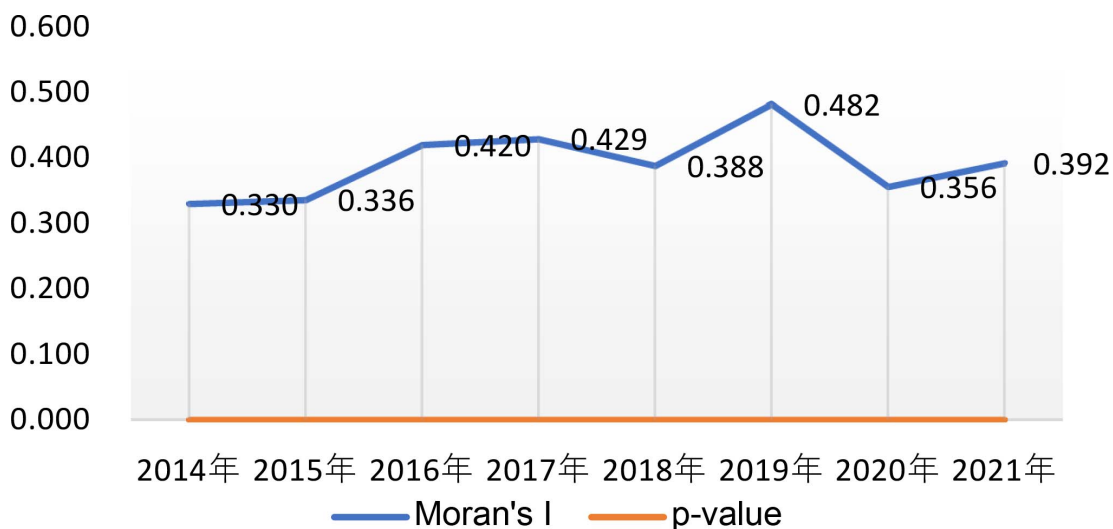


Figure 3. Change trend diagram of global Moran's I and p-value of carbon emission intensity in six central provinces from 2014 to 2021

图 3. 2014~2021 年中六省碳排放强度全局 Moran's I 与 p 值变化趋势图

3.4. 局部空间格局演化

1) 由图 4 可见,2014 年中六省各城市旅游业碳排放强度大部分呈现出高-高集聚和低-低集聚。高-高集聚的市州(7 个)在集聚显著的市州(18 个)占比为 38.89%,这些区域主要集中分布在山西省的中部和南部,分别是太原市、吕梁市、晋中市、阳泉市、临汾市、运城市 and 晋城市。低-低集聚的区域所占比例为 33.34%,主要集中在河南省的北部和中部,具体的区域为濮阳市、郑州市、开封市、许昌市、平顶山市和驻马店市。高低集聚的市(州)有 4 个,在显著单元的占比为 22.22%,分布的区域主要在低-低集聚区域周边的区域,分别是鹤壁市、漯河市、阜阳市和抚州市。只有武汉这一个地级市为低高集聚,没有区域表现为低高集聚特征的市(州)。

2) 2017 年,旅游业碳排放空间集聚特征的显著性得到了明显的提高,空间均质性减弱,表现为显著特征的市(州)达到了 21 个。2016 年,高-高集聚的地级市(州)增加为 9 个,低-低集聚的地级市(州)增加为 9 个。长治市和黄石市由原来的不显著转变为高-高集聚区域,武汉市由低高集聚区域转变为高-高集聚区域,高-高集聚的区域主要分布在山西省南部和湖北省中部。阜阳市由高低集聚区域转变为低-低集聚区域,商丘市和周口市由不显著区域转变为低-低集聚区域,新增的低-低集聚区域主要分布在之前低-低集聚区域的周围,都分布在河南省的中部和北部。

3) 2018 年,旅游业碳排放空间集聚特征的显著性增强,空间异质性也得到了增强。2018 年,低集聚的地级市(州)增加了 12 个,低-低集聚的区域进一步扩大,主要形成了两个大的低-低集聚区域,一个是原来集聚于河南省的低-低集聚区域进一步扩大,靠近于原来分布于河南省低-低集聚区域的淮北市由

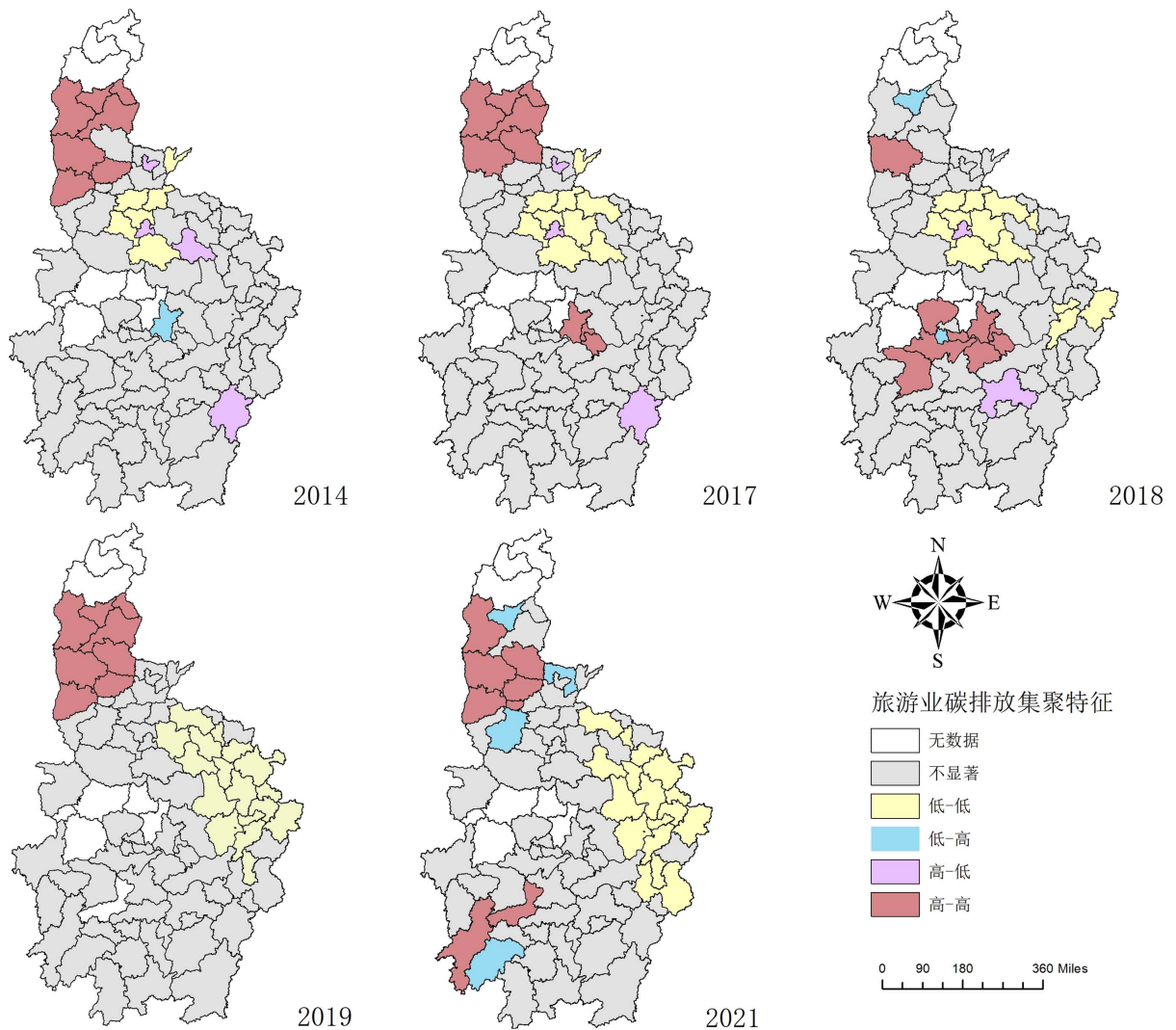


Figure 4. Lisa aggregation diagram of carbon emissions from tourism industry in six provinces in Central China
图 4. 中国中部六省旅游业碳排放 Lisa 集聚图

不显著区域转变为低-低集聚区域。另外，形成了一个新的低-低集聚区域，主要分布于安徽省的南部，具体有宣城市、池州市和铜陵市。高-高集聚的区域发生了转移，由2017年的山西省南部转移到湖南省的北部、湖北省的中部和南部，新增的区域有荆门市、荆州市、仙桃市、咸宁市和常德市。太原市由高-高集聚转变为低高集聚，仙桃市由不显著区域转变为低高集聚区域，宜春市由不显著区域转变为高低集聚。

4) 2019年，旅游业碳排放空间集聚特征的显著性增强，显著的地级市(州)增加为25个，空间异质性得到进一步的增强，低-低集聚的地级市(州)增加为17个，高-高集聚的地级市(州)增加为8个，没有高低集聚和低高集聚的区域。高-高集聚和低-低集聚的区域的分布都更为集中，高-高集聚的区域主要集中在山西省的南部。低-低集聚的区域主要分布在河南省的南部、安徽省的大部和江西省的北部。

5) 2021年，旅游业碳排放的空间集聚特征的显著性达到研究年份的最强，显著的地级市(州)增加为28个，空间异质性和均质性都得到了削弱，形成了两个高-高集聚的区域，一个是山西省的中部和南部，另外在湖南的中部形成了一个高-高集聚的区域，具体为湖南省的怀化市和益阳市。低高集聚的区域主

要分布在高 - 高集聚的周围, 具体为太原市、安阳市、濮阳市、洛阳市和邵阳市。低 - 低集聚的区域还是分布于安徽省的大部和江西省的北部, 上饶市由不显著区域转变为低 - 低集聚区域。

4. 结论与建议

本文基于 2014~2021 年中国中部六省 80 个市(州)的相关数据, 按照“自上而下”的方法对中部六省地级市旅游业碳排放进行了测算, 将中部六省按照旅游业碳排放划分成了低碳、中碳、较高碳和高碳四个区域; 运用 slope 趋势分析法分析了中部六省的旅游业碳排放量增长速度, 运用莫兰指数和空间格局分析法分析了中部六省城市旅游业碳排放强度整体发展态势和局部空间差异, 得到以下结论: 第一, 碳排放增长出现阶段特征, 2014~2019 年中六省旅游业碳排放总量大部分市(州)呈现出持续增长的状态, 由于新冠疫情的影响, 2019~2021 年中六省大部分城市的旅游业碳排放总量出现了持续下降的态势, 只有小部分城市出现中速增长的情况, 旅游业碳排放状况有所好转。第二, 从空间整体特征来看, 中部六省城市的旅游业碳排在研究早期呈现出“南北高, 中间低”的特点, 研究期间后期南部和北部的碳排放状况发生了变化, 整体呈现出“南高北低”的特点。第三, 从空间差异特征来看, 空间集聚程度呈现出先增强后减弱又增强的趋势; 空间均质性呈现削弱趋势, 空间异质性呈现出先增强后削弱的变化趋势。

虽然现有旅游业碳排放的测量方法可以估计旅游行业的碳排放, 但其研究视角尚需突破“自上而下”、“自下而上”等思维局限, 因此, 如何在旅游领域开展科学、有效地利用大数据进行碳排放研究, 是一个新时代需要解决的问题。双碳背景下, 在测评旅游业碳排放量的基础上, 根据中部六省各城市旅游业碳排放时序和空间上的变化, 可以因地制宜地制定碳减排政策, 推动旅游业绿色转型和持续化发展。

基金项目

国家自然科学基金(72061014); 湖南省自然科学基金(2021JJ30558); 吉首大学研究生科研项目“双碳”目标下湖南省旅游业碳排放影响因素分析(Jdy23019)。

参考文献

- [1] 李远玲, 王金龙, 杨伶. 基于县域尺度的湖南省农业碳排放时空特征分析[J]. 中国农业资源与区划, 2022, 43(4): 75-84.
- [2] Tang, Z., Shang, J., Shi, C.B., et al. (2014) Decoupling Indicators of CO₂ Emissions from the Tourism Industry in China: 1990-2012. *Ecological Indicators*, **46**, 390-397. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.06.041>
- [3] 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[J]. 生态学报, 2015, 35(21): 7150-7160.
- [4] Patterson, M. and McDonald, G. (2004) How Clean and Green Is New Zealand Tourism? Lifecycle and Future Environmental Impacts. Landcare Research Science Series No. 24, Manaaki Whenua Press.
- [5] Gössling, S. (2002) Global Environmental Consequences of Tourism. *Global Environmental Change*, **12**, 283-302. [https://doi.org/10.1016/S0959-3780\(02\)00044-4](https://doi.org/10.1016/S0959-3780(02)00044-4)
- [6] 吴普, 石培华. 中国旅游业能源消耗与二氧化碳排放量估算(英文)[J]. 地理学报, 2011, 21(4): 733-745.
- [7] 徐琼, 程慧, 钟美瑞. 中国旅游业碳排放效率趋同演变及其趋势预测[J]. 生态学报, 2023, 43(9): 3417-3429.
- [8] 高源遥, 沈西林, 梁文灏, 等. 基于 STIRPAT 模型的四川省旅游业碳排放量影响因素分析[J]. 环境污染与防治, 2023, 45(12): 1737-1742.
- [9] 时朋飞, 王梦君, 陶春艳, 等. 长江经济带旅游业碳排放影响因素与峰值预测[J]. 统计与决策, 2023, 39(12): 90-95.
- [10] 朱海, 王立国, 贺焱, 等. 多情景下中国省域旅游业碳达峰的时空特征研究[J]. 干旱区资源与环境, 2023, 37(1): 169-176.
- [11] 黄美忠, 黄晓坤. 长三角城市群旅游业碳排放脱钩效应测度与空间分异[J]. 中南林业科技大学学报, 2022, 42(5):

170-180.

- [12] 姚丹, 任丽燕, 马仁锋, 等. 长三角旅游业碳排放强度空间格局及影响因素分析[J]. 生态科学, 2021, 40(2): 89-98.
- [13] 王强, 伍世代, 李婷婷. 中国工业经济转型过程中能源消费与碳排放时空特征研究[J]. 地理科学, 2011, 31(1): 36-41.