

长江经济带旅游业碳排放时空演变分析

黄和平 乔学忠 张瑾¹

(江西财经大学, 江西 南昌330013)

【摘要】:旅游业快速发展导致的环境问题,特别是旅游业碳排放的增长问题,已成为国内外相关领域的研究热点。选取长江经济带为研究对象,以旅游业碳排放为考察指标,运用泰尔(Theil)指数和探索性空间数据分析(ESDA)方法对长江经济带旅游业2006-2016年期间碳排放的时空格局与特征进行研究。结果表明:(1)长江经济带2006-2016年旅游业碳排放总量整体上呈现出持续增长的态势,单位GDP排放强度则以年均5.45%的变化率总体呈下降趋势,旅游业碳排放状况有所好转;(2)长江经济带的旅游业碳排放强度存在区域差异,上游地区明显高于中游地区和下游地区,且上、中、下游地区的差异变化较小;(3)长江经济带旅游业碳排放强度类型以中碳、较高碳排放类型为主,旅游业碳排放强度的区域差异呈持续增大态势;(4)长江经济带旅游业碳排放强度具有较为显著的空间正相关性,空间集聚程度呈现出减弱-增强-减弱的波动变化趋势,低碳排放强度类型主要集中分布在下游区域,高碳排放强度类型则主要位于上游区域。

【关键词】:长江经济带 旅游业 碳排放 泰尔指数 探索性空间数据分析(ESDA)

【中图分类号】:F592.99 **【文献标识码】:**A **【文章编号】:**1002-6924(2019)02-143-152

一、引言

长江经济带区域旅游业规模大、旅游经济发展好,据《2017中国旅游业发展报告》数据显示,截至2015年底,长江经济带11省(市)旅游总人数为49.29亿人次,占全国旅游总人数的46.50%;旅游总收入为50625.97亿元,占全国旅游总收入的44.21%。伴随着旅游业的迅猛发展,其所带来的资源与环境问题也日益凸显,成为长江经济带生态破坏、环境恶化的原因之一。近年来,我国高度重视长江经济带生态环境保护工作,强调要坚持生态优先和绿色发展,要进一步开展全方位、多措施的生态环境治理和保护工作。基于此,本文运用泰尔(Theil)指数和探索性空间数据分析(ESDA)方法对长江经济带旅游业碳排放的时空格局与特征进行研究,这对长江经济带实现旅游开发与资源、环境协调和可持续发展,具有一定的现实意义。

二、文献回顾

¹**基金项目:**国家自然科学基金项目“基于LCA和EDP的城市工业用地生态效率动态变化与提升策略研究”(41661113);国家社会科学基金青年项目“革命老区乡村旅游脱贫效应评估及返贫阻断机制研究”(18CJY047)。

作者简介:黄和平,博士,江西财经大学生态经济研究院教授,博士生导师,主要研究方向:循环经济与产业生态学、环境经济与可持续发展;乔学忠,江西财经大学博士研究生,主要研究方向:区域环境经济理论与政策;张瑾,博士,江西财经大学旅游与城市管理学院讲师,硕士生导师,主要研究方向:乡村旅游与旅游经济。

20世纪60年代,国内外一些专家学者开始关注旅游发展与环境问题。旅游的日益大众化与常态化,旅游业在持续繁荣发展的同时,也造成了资源无序开发、能源肆意消耗、环境超量承载等问题,而旅游业CO₂排放对全球气候产生的深刻影响已经成为最具代表性的环境问题之一。结合研究内容,本文从国内外旅游碳排放测算方法方面进行文献梳理和分析。

国外学者对旅游业碳排放的研究开始于20世纪90年代,特别是进入21世纪以来,在研究方法上取得突破性的进展,并获得许多有价值的研究成果。通过文献梳理可知,国内外学者常用的方法主要有以下几种:一是“自下而上”法,该方法以游客为基础,利用游客在旅游交通、住宿和旅游活动三个方面的相关统计数据,逐渐向上测算旅游碳排放量,具有代表性的如Gssling首次采用“自下而上”法,系统构建了旅游业碳排放核算体系,计算了2001年全球旅游业的碳排放,^[1]另外Peeters和Dubois,^[2]Howitt等^[3]也采用该方法对各自所选研究对象进行了旅游碳排放测算;国内石培华等首次采用“自下而上”法对2008年中国旅游业能源消耗和碳排放量进行了测算,^[4]王凯等^[5]也采用该方法测算了中国各区域及31个省、市(自治区)旅游业碳排放,另外赵先超等^[6]、程占红等^[7]分别从省级层面对湖南、山西的旅游业能源消耗和碳排放进行了测算。二是“自上而下”法,该方法将旅游业看作是国民经济体系的组成部分,基于国家或区域层面的统计数据,利用环境经济综合核算方法测算旅游业碳排放量,国外具有代表性如Becken等采用“自上而下”法测算了新西兰旅游业的能源消耗和碳排放量,^[8]另外Bernard等、^[9]Gssling^[10]在采用此方法的基础上,结合“自下而上”法分别测算了马尔代夫和加勒比海地区国家的旅游业碳排放;国内谢园方等首次采用该方法,并借鉴“旅游消费剥离系数”概念,构建了适合我国统计口径的旅游业碳排放测度方法,对长三角区域内的三个省(市)旅游业碳排放量进行了测度和对比分析,^[11]韩元军等采用同样的方法和手段研究京津冀地区旅游业的碳排放情况,^[12]另外钟永德等基于生命周期评价法和投入产出分析法,构建了“自上而下”旅游业碳排放计算方法体系,并测算了我国2002年旅游业碳排放量;^[13]三是生态足迹法,是一种静态分析方法,是基于土地面积的量化指标来定量测算区域内旅游活动对生态的影响,国外学者使用较多,具有代表性的如Roberto等;^[14]四是旅游碳足迹法,该方法多为国内学者所使用,姜东晖等、^[15]姚治国等^[16]利用该方法分别从省级层面测算了山东、海南省的旅游业碳排放量。除了以上方法外,国外学者Patterson等、Dwyer等、Camelia等、Munday等分别采用生命周期评价法、^[17]支出法、^[18]投入产出法、^[19]旅游卫星账户记事法^[20]测算了新西兰、澳大利亚、罗马尼亚和威尔士旅游业碳排放。

从研究现状来看,国内学者多是借鉴和参照国外学者的测算方法,并在此基础上借用计量经济学中的相关模型加以改进,且多数倾向于国家宏观层面和省域层面的研究,对于经济区域、经济带等中观尺度层面的研究较少。因此,本文在国内外已有研究的基础上,基于“自上而下”法,选取长江经济带作为研究对象,以11省(市)为研究单元,将旅游业碳排放强度作为衡量指标,利用Theil指数和ESDA等统计方法,探析2006-2016年长江经济带旅游业碳排放的时空演变特征,并为相关决策部门提供理论依据。

三、研究方法数据来源

(一)旅游业碳排放界定

旅游业是涉及多个产业部门的综合性产业,要全面测算一个地区的旅游业碳排放,就必须从“大旅游”的角度出发。然而,当前在我国国民经济和社会统计体系中尚未有对旅游业数据的独立统计,旅游业的相关数据资料严重缺失,从相关产业中将旅游业剥离出来的方法也存在较多争论,而且现有数据的可获性、科学性和真实性有待考证。依据国内外相关研究结果,旅游业碳排放主要来源于旅游相关行业能源消费产生的CO₂。基于此,本文将旅游业碳排放界定为旅游相关行业能源消费的CO₂排放,即第三产业各种能源终端消费量中与旅游业相关部分的CO₂排放。

(二)旅游业碳排放测算

要测算旅游业碳排放量,就必须确定旅游业的能源消费量,由于目前我国能源统计中没有针对旅游业的单独统计,因此首先要从能源统计系统中将旅游业能源消费量提取出来。目前我国第三产业内部划分与国民经济行业分类基本相符合,而且旅游收入构成基本分为长途交通、游览、住宿、餐饮、娱乐、购物、邮电通讯、市内交通及其他9个部分,这与第三产业的能源平衡统计中交通运输、仓储和邮政业,批发、零售业和住宿、餐饮业及其他基本相对应。在此,本文利用地区旅游发展系数,即旅游总收入占第三产

业生产总值的比重, 首先将旅游业能源消费量从第三产业各种能源终端消费量中提取出来。该方法得到的数据客观性较好, 具有一定的科学性。旅游业能源终端消费量计算见公式(1)。

$$E_{it} = E_{ij} \cdot R_t \tag{1}$$

其中：E_{it}为旅游业能源消费量, E_{ij}为第三产业各种能源终端消费量, R_t为各地区旅游发展系数, 为旅游总收入占第三产业生产总值的比重。

在旅游业能源消费量计算结果的基础上, 进一步计算旅游业碳排放量, 即：

$$C_i = \sum_{j=1}^n E_{ij} f_j k \tag{2}$$

$$C = \sum C_i \tag{3}$$

其中：C 为长江经济带旅游业碳排放总量；C_i为各省(市)旅游业碳排放量；E_{it}为旅游业能源消费量；f_j表示 j 类能源的标准煤转换系数(表 1)；k 表示单位标准煤的 CO₂排放量。本文参照现有的研究成果, 设定 k 值为 2. 45。^[21]另外, 计算旅游业碳排放强度指数 TCI (t/万元), 即单位旅游收入的碳排放量。

表 1 各种能源折标准煤参考系数

能源名称	折算系数	能源名称	折算系数
原煤	0. 7143kgce/kg	型煤	0. 5000-0. 7000kgce/kg
焦炭	0. 9714kgce/kg	液化石油气	1. 7143kgce/kg
原油	1. 4286kgce/kg	油田天然气	1. 3300kgce/m ³
燃料油	1. 4286kgce/kg	气田天然气	1. 2143kgce/m ³
汽油	1. 4714kgce/kg	高炉煤气	0. 1286kgce/m ³
煤油	1. 4714kgce/kg	热力（当量）	0. 03412kgce/MJ
柴油	1. 4571kgce/kg	电力（当量）	0. 1229kgce/ (kW•h)

注：由于在中国能源统计年鉴的能源平衡表中只有天然气的消费量, 为了与能源折标准煤参考系数保持一致, 本文在此将其折标准煤系数取油田天然气和气田天然气的均值, 即为1. 2722 kgce/m³。另, 型煤的折标准煤系数在0. 5000-0. 7000 kgce/kg 之间, 本文按惯常处理方法取均值0. 6000 kgce/kg。数据来源：《综合能耗计算通则》(GB/T 2589-2008)。

1. 泰尔指数

运用泰尔指数对长江经济带旅游业碳排放的区域差异进行研究分析, 以此来探讨引起区域差异的原因所在, 泰尔指数测算及

分解见公式(4)、(5)、(6)。

$$T_{BR} = \sum_{i=1}^n \left(\frac{TC_i}{TC} \right) \ln \left(\frac{TC_i/TC}{Y_i/Y} \right) \quad (4)$$

$$T_{WR} = \sum_{i=1}^n \left(\frac{TC_i}{TC} \right) \sum_{j=1}^m \left(\frac{TC_{ij}}{TC_i} \right) \ln \left(\frac{TC_{ij}/TC_i}{Y_{ij}/Y_i} \right) \quad (5)$$

$$T = T_{BR} + T_{WR} \quad (6)$$

其中, i 和 j 分别表示区域个数($i=1, 2, 3$; 分别代表长江经济带上游、中游、下游3个区域)与区域内省(市)个数($j=1, 2, \dots, 11$; 分别代表长江经济带11个省、市、自治区), TC 表示长江经济带旅游业碳排放总量, TC_i 表示 i 区域旅游业碳排放总量, TC_{ij} 表示 i 区域内 j 省(市)的旅游业碳排放量, Y 表示长江经济带旅游总收入, Y_i 表示 i 区域旅游收入, Y_{ij} 表示 i 区域内 j 省(市)的旅游收入。 T 、 T_{BR} 、 T_{WR} 分别表示旅游业碳排放总体差异、旅游业碳排放区域间差异和旅游业碳排放区域内差异, 泰尔指数的值越大说明差异水平越大, 越小则差异水平越小。

2. 探索性空间数据分析

(1) 全局空间自相关。反映整个研究区域内的空间特征和空间相关性的整体趋势。一般采用全局Moran' s I 指数进行度量, 其推算方法见公式(7)。

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j \neq 1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x}) (x_j - \bar{x})}{S^2 \sum_{i=1}^n \sum_{j \neq 1}^n w_{ij}} \quad (7)$$

其中, $\bar{x} = 1/n \sum_{i=1}^n x_i$, $S^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$, w_{ij} 为空间权重矩阵, 通过邻近标准来确定空间权重; n 为研究对象的区域个数, 在此为11个省(市); 一般情况下, Moran' s I取值在 $[-1, 1]$ 之间: 若Moran' s I >0 , 表示正空间自相关, 值越大, 正空间相关性越明显; 若Moran' s I <0 , 表示负空间自相关, 值越小, 负空间相关性越强; 若Moran' s I $=0$, 表示不存在空间自相关。另外考虑到结论的有效性, 还要对全局Moran' s I指数值做计量检验。在数据服从正态分布条件下, 进行Z 值计量检验, 见公式(8)。

$$Z(I) = \frac{I - E(I)}{\sqrt{VAR(I)}} \quad (8)$$

其中, $Z(I)$ 为标准化统计量: 如 Z 值为正且显著 ($P < 0.05$), 则正空间自相关成立; 如 Z 值为负且显著, 则负空间自相关成立; 如 Z 值为 0, 则空间上呈随机分布。

(2) 局部空间自相关。采用 Local Moran's I (LISA) 统计量来衡量局部空间自相关性, 揭示空间单元是属于高值集聚还是低值集聚, 其计算方法见公式 (9)。

$$\begin{aligned}
 LIAS_i &= \frac{(x_i - \bar{x})}{S^2} \sum_{j=1, j \neq i}^n w_{ij} (x_j - \bar{x}) \\
 &= Z_i \sum_{j=1, j \neq i}^n w_{ij} Z_j
 \end{aligned} \tag{9}$$

其中, Z_i 和 Z_j 各自表示空间单元 i 和 j 上观测值的标准化, 同样采取 Z 值检验。

(三) 数据来源与说明

选取长江经济带 11 省(市)作为样本, 研究 2006–2016 年旅游业碳排放强度的空间特征, 并将其划分为上中下游三大区域(参照并对应我国东中西部地区划分)。其中, 下游区域包括上海、江苏、浙江; 中游区域包括安徽、江西、湖南、湖北; 上游区域包括四川、重庆、云南、贵州。本文中用到的数据分为两大类: ①能源消费的基础数据, 来源于 2007–2017 年《中国能源统计年鉴》中地区能源平衡表里 11 个省(市)部分, 按照 IPCC 的能源分类和我国的统计口径, 选取原煤、型煤、焦炭、原油、汽油、煤油、柴油、燃料油、液化石油气、天然气、热力和电力 12 种能源终端消费量对第三产业的碳排放量进行核算(由于《中国能源统计年鉴 2018》尚未发布, 目前关于能源消费的最新数据为 2016 年数据); ②第三产业生产总值、旅游总收入等经济数据, 来源于 2006–2017 年 11 个省(市)历年统计年鉴和统计公报, 其中江西、湖南、湖北、四川、重庆、云南和贵州等省份的旅游总收入可以直接获取, 其他省(市)的旅游总收入, 先把旅游外汇收入按照国家统计局发布的人民币对美元汇率(年平均价)换算成人民币(亿元), 再加上国内旅游收入得到旅游总收入; 同时, 以 2005 年为不变价对本文涉及到的 2006–2016 年的经济数据进行消除通货膨胀处理。通过 Geoda 与 Arcgis 进行数据处理分析和结果展示。

四、实证研究结果与分析

(一) 长江经济带旅游业碳排放时间特征分析

借助 2006–2016 年长江经济带 11 省(市)的第三产业生产总值和旅游业总收入数, 根据公式 (1) 计算出地区旅游业能源终端消费量, 在此基础上利用公式 (2) 和 (3) 测算 11 个省(市)旅游业碳排放量及长江经济带旅游业碳排放总量。据测算结果显示, 2006–2016 年长江经济带旅游业碳排放量变化与旅游总收入变化趋于一致, 且成正相关变化, 两者在整体上都呈现出增长趋势(如表 2)。旅游业总收入从 2006 年的 9802.88 亿元增长到 2016 年的 61792.98 亿元, 年均增长率为 20.45%; 同时, 旅游业碳排放量也从 2006 年的 6786.99 万吨增长到 2016 年的 26133.93 万吨, 年均增长率为 14.78%, 由此可以得知旅游业的发展对燃料能源的依赖程度并没有降低。根据计算的增长率变化情况, 可以将长江经济带旅游业碳排放的年际变化分为两个阶段: 第一个阶段是波动增长期(2006–2012 年), 该阶段旅游业碳排放增长率波动显著, 旅游业碳排放从 2006 年开始下降, 到 2007 年下降了 2.77%, 这与国家在同一年开始推行“节能减排”有关, 而 2008 年的四川汶川 5·12 大地震灾难事件也对长江经济带旅游业产生了一定的影响, 使得 2008 年的增长率仅为 4.72%, 低于年均增长率 10 个百分点, 但从 2009 年旅游业碳排放又开始恢复增长, 到 2011 年旅游业

碳排放达到年均增长率水平,其中2010年和2012年旅游业碳排放年增长率达20%以上;第二个阶段是平稳增长期(2013-2016年),该阶段旅游业碳排放呈稳定且缓慢增长趋势,年均增长率为13.54%,在一定程度上说明了节能减排工作取得了较好的成效。

表2 2006-2016年长江经济带旅游业总收入、碳排放量与碳排放强度年际变化情况

年份	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
长江经济带旅游业总收入年际变化率(%)	21.78	21.55	11.38	21.19	28.13	26.12	23.97	14.36	16.67	17.58	22.25
长江经济带旅游业碳排放量年际变化率(%)	17.20	14.43	4.72	15.65	21.65	14.72	20.05	10.70	11.19	12.83	19.43
长江经济带旅游业碳排放强度年际变化率(%)	-3.76	-5.86	-5.98	-4.57	-5.06	-9.04	-3.16	-3.20	-4.70	-4.04	-2.31

考虑到使用旅游业碳排放强度指数TCI(t/万元)可以更好地反映旅游业发展过程中的能源利用效率,同时可以更好地反映出与碳排放量的变动关系,本文在此计算出了2006-2016年长江经济带及11省(市)旅游业碳排放强度值及年际变化率(如表2)。根据结果分析如下:2006-2016年长江经济带旅游业碳排放强度总体呈下降趋势,由2006年的0.6923吨/万元降到2016年的0.4229吨/万元,且总体以年均4.70%的变化率持续下降,表明旅游经济增长对碳排放的依赖程度在不断降低,同时也在一定程度上表明了低碳旅游的进一步发展。另外,旅游业碳排放强度的年际增长率变动趋势与其碳排放量的年际增长率变动趋势基本一致,但旅游业碳排放量的增长率远高于其碳排放强度的增长率,在一定程度上说明了能源利用效率仍需提高,且节能减排形式仍不乐观。鉴于旅游业碳排放强度这一指标的丰富内涵和可以更好地体现旅游经济、技术和环境三者的协调度,本文将利用该指标对长江经济带旅游业碳排放的空间特征、区域差异和空间集聚等情况做进一步的研究分析。

(二)长江经济带旅游业碳排放空间特征分析

在对长江经济带旅游业碳排放强度的空间特征分析之前,参照王强等人的划分标准,^[22]按照当年旅游业碳排放强度均值的0.5、1、1.5倍将各省(市)旅游业碳排放强度分别归入低碳排放区、中碳排放区、较高碳排放区和高碳排放区四类,选取2006、2011、2016这3个年份的旅游业碳排放强度值和2006-2016年均值,利用Arcgis10.2绘制成图,并通过表格形式展现出来(表3)。长江经济带旅游业碳排放强度分布不均衡,总体上来讲下游地区要低于中游地区和上游地区,中游地区又低于上游地区。2006年低碳排放区有江苏、重庆2个;中碳排放区共有4个,是主要的分布类型;较高碳排放区有上海、湖北、贵州3个;高碳排放区有四川、云南2个。2011年低碳排放区有江苏、湖南、重庆3个;中碳排放区的数量减少为3个,且其碳排放强度均呈现下降趋势;较高碳排放区减少为云南和上海2个,其中云南由高碳排放区转变为较高碳排放区,且其碳排放强度比2006年下降了近50%;高碳排放区增加为3个,其中湖北、贵州由较高碳排放区转变为高碳排放区。2016年低碳排放区有江苏、重庆2个;中碳排放区增加到5个,其中上海由较高碳排放区转变为中碳排放区、湖南由低碳排放区转变为中碳排放区,其他3个均保持了持续下降的趋势;低碳排放区中江苏和重庆一直保持不变,中碳排放区中浙江、安徽和江西一直保持不变,高碳排放区中四川一直保持不变,但其碳排放强度一直在持续下降。

综合以上三个年份的变化情况,可知上海的旅游业碳排放强度从较高碳排放区转化为中碳排放区,说明其旅游与经济、环境等的协调发展得到了改善,而贵州省则是相反的变化趋势,从较高碳排放区转变为高碳排放区;湖北省旅游业碳排放强度表现为较高-高-较高的变化特征,云南省旅游业碳排放强度表现为高-较高-高的变化特征,其他地区旅游业碳排放强度类型没有发生变化。另外,从2006-2016年长江经济带11省(市)旅游业碳排放强度均值来看,低碳排放区有江苏、重庆2个,且在11年间其一直属于低碳排放区,旅游业碳排放强度均值分别为0.2651吨/万元、0.2295吨/万元;中碳排放区共有4个,主要集中分布在中游区域;较高碳排放区有3个,上、中、下游分别各有一个;高碳排放区有四川和贵州2个,其中四川在11年间一直属于高碳排放区,旅游业碳排放强度均值为1.2578吨/万元。

表 3 长江经济带旅游业碳排放强度时空格局演变

年份	2006	2011	2016	2006-2016
低碳排放区	江苏、重庆	江苏、湖南、重庆	江苏、重庆	江苏、重庆
中碳排放区	浙江、安徽、江西、湖南	浙江、安徽、江西	上海、浙江、安徽、江西、湖南	浙江、安徽、江西、湖南
较高碳排放区	上海、湖北、贵州	上海、云南	湖北	上海、湖北、云南
高碳排放区	云南、四川、	湖北、四川、贵州	四川、贵州、云南	四川、贵州

(三) 长江经济带旅游业碳排放区域差异分析 为了进一步揭示长江经济带三大区域的差异大小和引起差异的原因, 本文在此运用泰尔指数进一步分析长江经济带旅游业碳排放强度区域差异。

1. 总体差异分析。计算长江经济带旅游业碳排放强度的泰尔指数并进行分解, 结果如下表 4 所示。据表 4 数据可知, 长江经济带旅游业碳排放强度在 2006-2016 年间的总泰尔指数 T 整体上呈增长趋势, 整体上的差异由 2006 年的 0.1970 增大到 2015 年的 0.3479, 2016 年又略有下降。长江经济带在 2006-2016 年间的旅游业碳排放强度总泰尔指数 T 持续增长, 期间只在 2011、2012 和 2016 年出现小幅下降。区域内泰尔指数 T_{R} 可较为明显的分为两个时期: 在 2006-2010 年期间, 表现为持续增长趋势, 说明区域内的差距在逐渐扩大; 在 2011-2016 年期间, 其中 2011-2013 年表现为下降趋势, 从 2014 年开始变为增长, 到 2015 年上升为 10 年间的最大值, 2016 年又开始变为下降, 说明 2011-2016 年期间的区域内差异经历了先缩小后扩大再缩小的发展趋势。区域间泰尔指数 T_{BR} 除了 2009、2011、2012 和 2016 年的数值下降以外, 整体上表现为增长趋势, 说明区域间的差异在逐渐扩大。另外, 通过分析区域间和区域内的贡献率, 发现长江经济带旅游业碳排放强度的区域差异主要根源于区域内差异, 其平均贡献率为 83.95%, 区域间泰尔指数的平均贡献率仅为 16.05%。此外, 区域内泰尔指数贡献率整体呈下降趋势, 而区域间泰尔指数贡献率整体呈增长趋势, 说明旅游业碳排放强度的区域差异对区域内差异的依赖程度下降, 在 2016 年为最低值 78.55%。

表 4 2006-2016 年长江经济带旅游业碳排放强度泰尔指数

年份	T	T_{BR}	T_{R}	区域间贡献率 (%)	区域内贡献率 (%)
2006	0.1970	0.0208	0.1762	10.56	89.44
2007	0.2147	0.0294	0.1853	13.69	86.31
2008	0.2858	0.0430	0.2428	15.05	84.95
2009	0.2915	0.0421	0.2494	14.44	85.56
2010	0.2967	0.0436	0.2531	14.69	85.31
2011	0.2885	0.0373	0.2512	12.93	87.07
2012	0.2651	0.0367	0.2284	13.84	86.16
2013	0.2695	0.0568	0.2127	21.08	78.92
2014	0.2938	0.0609	0.2329	20.73	79.27
2015	0.3479	0.0643	0.2836	18.48	81.52
2016	0.2751	0.0590	0.2161	21.45	78.55

2. 区域内差异分析。通过上文分析可以看出, 区域内差异是导致长江经济带旅游业碳排放强度差异的主要原因, 所以本文在此计算各区域内部差异的泰尔指数(见表 5), 并对计算结果进行研究分析。

表 5 2006-2016 年长江经济带各区域旅游业碳排放强度泰尔指数

年份	上游地区	中游地区	下游地区
2006	0.0236	0.0083	0.0281
2007	0.0271	0.0094	0.0261
2008	0.0262	0.0149	0.0423
2009	0.0263	0.0171	0.0415
2010	0.0303	0.0164	0.0399
2011	0.0272	0.0231	0.0333
2012	0.0274	0.0196	0.0294
2013	0.0253	0.0079	0.0370
2014	0.0247	0.0072	0.0413
2015	0.0243	0.0054	0.0417
2016	0.0353	0.0071	0.0512

据上表数据分析可知, 在 2006-2016 年期间下游地区的泰尔指数除了 2007 年略低于上游地区外, 其余年份始终高于上游地区和中游地区, 说明下游地区各省(市)间的差异要大于上游和中游地区各省(市)间的差异; 上游地区的泰尔指数则始终大于中游地区, 说明上游地区各省(市)间的差异要大于中游地区各省(市)间的差异, 也说明中游地区各省(市)间的差异最小。另外, 在 2006-2016 年期间, 下游地区内碳排放强度差异整体上表现为先增长后下降再增长的波动变化趋势, 以低碳排放、中碳排放和较高碳排放三种类型为主; 上游和中游地区内碳排放强度差异整体上都表现为先增长后下降的变动趋势, 其中上游地区以较高碳和高碳排放类型为主, 中游地区以中碳和较高碳排放类型为主。

基于以上分析, 究其原因, 归结为以下几点: 其一, 从旅游资源方面看, 下游地区的上海、江苏和浙江在旅游资源禀赋上有很大不同, 其中上海是现代的都市风情、江苏是浓厚的历史文化、浙江是秀美的自然山水, 不同的旅游资源产生不同的旅游活动, 不同的旅游活动势必造成旅游业碳排放强度的差异; 同样, 上游地区的云南、贵州同属云贵高原, 而重庆、四川本属一体, 各自相同的地理区位, 旅游资源禀赋大体相同, 但滇黔与川渝却是不同的资源情况, 也因此存在旅游业碳排放强度的差异, 但差异程度低于下游地区; 中游地区的安徽、江西、湖南、湖北则同属“吴楚之地”, 自然山水相近, 历史文化同脉, 在旅游资源禀赋上并无太大差异, 也就造成了中游地区内部旅游业碳排放强度差异最小的情况。其二, 从能源使用情况看, 下游地区除了各类油品以外, 多使用天然气和电力能源, 且受经济、技术等方面的影响, 能源利用效率高, 因此以低碳和中碳排放强度类型为主; 中、上游地区除了各类油品以外, 多以煤炭作为能源, 如上游地区的贵州省和中游地区的湖北省, 同时各省(市)又有所差异, 因此中游多以中碳和较高碳排放强度类型为主, 而上游则以较高碳、高碳排放强度类型为主。其三, 中、上游地区地域范围广, 社会经济发展速度较慢, 同时受到区位、交通、资源等条件的限制, 导致各省(市)间旅游发展水平和能源使用类型的差距很难在短时间内得以消除。

(四) 长江经济带旅游业碳排放空间自相关分析

1. 全局空间自相关结果分析。利用 Geoda 软件计算 Moran' s I 指数并做显著性检验, 从表 6 中可以看出, 2006-2016 年长江经济带旅游业碳排放强度的 Moran' s I 指数在 0.1441~0.2343 之间, 且除了 2008 和 2010 年没有通过 5% 的显著性水平检验以外, 其余年份都通过了显著性水平检验。据此可以说明, 长江经济带旅游业碳排放强度是有较为显著的空间正相关性, 表明在空间上

旅游业碳排放强度为非随机分布的, 各省域旅游业碳排放强度受到相邻省域的影响, 且强度水平相似地区在地理空间分布上呈现集聚特征。

表 6 2006-2016 年长江经济带旅游业碳排放强度的 Moran' s I 指数统计值

年份	Moran' s I	P	Z
2006	0.2037	0.037	1.998
2007	0.1874	0.035	2.022
2008	0.1458	0.068	1.446
2009	0.1617	0.044	1.535
2010	0.1441	0.085	1.294
2011	0.2343	0.045	1.639
2012	0.2218	0.045	1.628
2013	0.1602	0.044	1.504
2014	0.1444	0.034	1.603
2015	0.1729	0.032	1.678
2016	0.1935	0.036	1.921

2006-2016年间Moran' s I指数值的变动情况呈“下降-上升-下降-上升”的变化趋势, 其中2006-2010年Moran' s I指数值整体呈下降趋势, 表明旅游业碳排放强度的空间集聚程度减弱, 并在2010年达到最小值, 这可能与国家层面加强对气候变化的关注及旅游相关部门出台的五个文件有关, 加强了对旅游业能源利用及碳排放的管理力度所致;2011-2016年Moran' s I指数值在2011年达到最大值后开始持续下降, 并于2015年开始再次上升, 整体的空间集聚程度呈减弱趋势。

2. 局部空间自相关结果分析。选取 2006 年、2011 年、2016 年 3 个时间截面点, 利用 Geoda 软件获得长江经济带 11 个省(市)旅游业碳排放强度的 Lisa 图, 并通过表格形式展现出来(表 7)。以此进一步分析各省域旅游业碳排放强度与相邻省域在空间上的关联程度。

表7 长江经济带11省(市)局部Lisa图年际变化象

象限	2006 年	2011 年	2016 年
I-高-高型	云南、贵州		
II-低-高型	重庆、四川	重庆	湖南、重庆、四川
III-低-低型	江苏、安徽	江苏、安徽	江苏、浙江、安徽
IV-高-低型	上海	贵州	贵州
不显著	浙江、江西、湖北、湖南	上海、浙江、江西、湖北、湖南、四川、云南	上海、江西、湖北、云南

从表7可以看出:①2006年处于空间正相关的省(市)有云南、贵州、安徽和江苏等4个, 占总数的36.4%;处于空间负相关的省

(市)有上海、重庆和四川等3个,占总数的27.3%,另外湖北、湖南、江西和浙江等在局部空间上的集聚特征不显著,占总数的36.3%。2011年处于空间正相关的省(市)有安徽和江苏2个,占总数的18.2%;处于空间负相关的省(市)有重庆和贵州2个,占总数的18.2%,其余省(市)在局部空间上的集聚特征不显著。2016年处于空间正相关的省(市)有安徽、江苏和浙江3个,占总数的27.3%;处于空间负相关的省(市)有重庆、四川、贵州和湖南4个,占总数的36.4%,上海、湖北、江西和云南等在局部空间上的集聚特征不显著。②从空间正负相关的数量变化来看,空间正相关类型从2006年的36.4%,下降到2011年的18.2%,到2016年又上升到27.3%,整体上呈下降趋势,表明长江经济带旅游业碳排放强度的空间集聚性呈变弱趋势;从空间正负相关占比情况来看,空间正相关从2006年的36.4%降到2016年的27.3%,而空间负相关从2006年的27.3%上升到2016年的36.4%,同样表现为空间集聚性的变弱趋势,说明区域内整体差异呈扩大的态势。

根据Lisa 聚集图的分析结果,旅游业碳排放强度的“高-高”类型主要分布在上游地区,以贵州、云南为代表;“低-低”类型主要分布在下游地区,以江苏、安徽等为代表;重庆市一直属于“低-高”类型,表现为明显的空间异质性,说明在其周围有碳排放强度较高的地区。总之,从整体上来看长江经济带旅游业碳排放强度空间集聚的显著性在波动中逐渐变弱,表明长江经济带各省(市)间的局部空间关联性较弱,旅游业碳排放强度低的省(市)对其邻近省(市)的辐射带动作用不强,而旅游业碳排放强度高的省(市)也没有顺应绿色、低碳发展形势,在旅游业发展的同时,没有兼顾与资源、环境的协调发展。

五、结论

本文基于2006-2016年长江经济带11个省(市)的指标数据,运用Theil指数和ESDA等统计方法,研究分析了长江经济带旅游业碳排放强度水平和空间差异特征,得到以下结论:

第一,从时间特征来看,2006-2016年长江经济带旅游业碳排放总量整体上呈现出持续增长的态势,但旅游业碳排放强度则总体呈下降趋势,且总体以年均5.45%的变化率持续下降,旅游业碳排放状况有所好转。

第二,从空间特征来看,长江经济带旅游业碳排放强度类型以中碳、较高碳排放类型为主;上中下游地区旅游业碳排放强度存在区域差异,上游地区高于中、下游地区,且上中下游地区的差异变化较小,在本文研究期限内该格局没有出现明显变化。

第三,从空间差异特征来看,长江经济带旅游业碳排放强度是有较为显著的空间正相关性,空间集聚程度呈现出减弱-增强-减弱的波动变化趋势;2006-2016年长江经济带旅游业碳排放强度空间集聚的显著性在波动中逐渐变弱,区域内整体差异呈扩大的态势。

根据本文的研究结果,提出以下政策建议:

第一,在国家高度重视长江经济带生态环境保护的形势下,鼓励长江经济带各省(市)政府牵头成立长江经济带旅游业发展联盟,进一步推进省(市)间的旅游战略合作,同时建议由国家文化和旅游部、生态环境部牵头,长江经济带11省(市)旅游和环保部门共同参与编制《长江经济带低碳旅游发展规划》;鼓励11省(市)政府共同出资建立长江经济带低碳旅游发展专项基金,并综合运用财税政策、经济杠杆和行政管理等手段,积极培育低碳、绿色旅游新业态,激励企业发展低碳旅游;要求各省(市)政府及旅游行业部门加强对旅游企业和旅游者对低碳旅游重要性和必要性的宣传、教育,鼓励旅游企业引入节能减排技术,推行低碳旅游方式与开发低碳旅游线路,并借助长江经济带旅游媒体联盟这一平台,积极向旅游者介绍和推广低碳旅游知识和实用方法,努力提高旅游者在食、住、行、游、购、娱等环节的降碳、节能减排的意识和能力,努力在全社会营造良好低碳环保氛围。

第二,长江经济带各省(市)可以从自身实际出发,一是中下游地区各省(市)要进一步加大旅游发展资金投入,重点是依托各地区节能减排专项资金,积极研发和引进旅游领域的低碳、环保型新技术,加快对旅游景区的低碳、绿色升级,以及旅游设施的生态化建设和改造;二是中下游地区各省(市)要加快产业结构优化调整,加快淘汰高能耗、高排放产业,努力提高旅游业在地区产业

结构中地位,进一步发挥旅游业的关联带动作用;三是中上游地区各省(市)在继续加大旅游业各项投入的前提下,还要加快能源结构优化调整,特别是以煤炭为主要能源的云南、贵州、四川等省,要大力提倡清洁能源的使用,加强节能减排、低碳环保等技术的推广,提高能源利用效率;四是长江经济带各省(市)应从政府和企业两个层面,设立旅游业(低碳)绿色考评机制,将能源消耗和环境污染纳入考核体系,并实行严格的考核和监督机制,切实加强旅游业生态环境的治理力度。

第三,长江经济带各省(市)应在《长江经济带生态环境保护规划》(以下简称《规划》)的指导下,以《规划》中水体、大气、三废等生态环境保护的各项指标数据以及在用水、森林、湿地等生态保护和修复方面的要求为依据,明确各自在《规划》中的任务,争取在《规划》要求的期限内顺利完成;各省(市)应积极将本地区旅游业发展总体规划与该《规划》相对接,以此《规划》为依据和参考,编制各省(市)《旅游业发展环境保护专项规划》,并按规划内容和要求尽快落地实施,积极开展旅游业生态治理和环境保护工作;各省(市)应在坚持生态优先、绿色发展这一基本原则的前提下,以低碳旅游理论为指导,在各自省(市)域内的旅游产品开发、旅游线路设计、旅游基础设施和服务设施建设等方面充分考虑绿色、低碳和环保的要求,加大新材料、新能源和新技术在旅游各部门及企业的推广使用,积极采取各种有效手段和措施,从旅游业的方方面面开展节能减排工作,为长江经济带生态环境保护和改善尽应有之责。

参考文献:

- [1]Gssling S. Global environmental consequences oftourism[J]. Global Environmental Change,2002, (12): 283-302.
- [2]Peeters P,Dubois G. Tourism travel under climatechange mitigation constraints [J].Journal of Trans-port Geography,2010,18(3): 447-457.
- [3]Howitt O J A,Revol V G N,Smith I J,et al. Carbon emissionsfrom international cruise ship passengers' travel to andfrom New Zea- land [J]. Energy Policy,2010,38(5): 2552-2560.
- [4]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.
- [5]王凯,肖燕,李志苗,等. 中国旅游业CO₂排放区域差异的空间分析[J]. 中国人口·资源与环境,2016,26(5):83-90.
- [6]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.
- [7]程占红,韩玉姣. 2000—2012年山西省旅游业碳排放的时空差异[J]. 陕西师范大学学报(自然科学版),2015,43(6): 77-82.
- [8]Becken S,Patterson M. Measuring national carbon dioxideemissions from tourism as a key step to-wards achievingsustainable tourism [J]. Journal of Sustainable Tourism,2006,14 (4): 323-338.
- [9]Bernard F,Khelil T B,et. al. The Maldives' 2009 CarbonAudit. Paris: Be Citizen, 2010.
- [10]Gssling S. National emissions from tourism: An overlookedpolicy challenge? [J]. Energy Policy,2013 (59):433-442.
- [11]谢园方,赵媛. 长三角地区旅游业能源消耗的CO₂排放测度研究[J]. 地理研究,2012,31(3): 429-437.

-
- [12]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.
- [13]钟永德,石晟屹,李世宏,等. 中国旅游业碳排放计量框架构建与实证研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2014, 24(1): 78-86.
- [14]Roberto R M C, Pedro P R S. Ecological footprint analysis of road transport related to tourism activity: The case for Lanzarote island [J]. Tourism Management, 2010, 31(1): 98-103.
- [15]姜东晖,靳雪. 基于终端消费的山东省旅游碳足迹研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2015, 25(S1): 450-453.
- [16]姚治国,陈田. 基于碳足迹模型旅游碳排放实证研究——以海南省为案例[J]. 经济管理, 2016, 38(2): 151-159.
- [17]Patterson M, McDonald G. How clean and green is New Zealand tourism? Lifecycle and future environmental impacts [M]. Lincoln, New Zealand: Manaaki Whenua Press, 2004.
- [18]Dwyer L, Forsyth P, Spurr R, et al. Estimating the carbon footprint of Australian tourism[J]. Journal of Sustainable Tourism, 2010, 18(3): 355-376.
- [19]Camelia S, Razvan S M, Breda Z, et al. An input-output approach of CO2 emissions in tourism sector in post-communist Romania [J]. Procedia Economics and Finance, 2012, 3(10): 987-992.
- [20]Munday M, Turner K, Jones C. Accounting for the carbon associated with regional tourism consumption [J]. Tourism Management, 2013, 36(3): 35-44.
- [21]陈飞, 诸大建. 低碳城市研究的理论方法与上海实证分析[J]. 城市发展研究, 2009, 16(10): 71-79.
- [22]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(01): 36-41.