

## 武隆世界自然遗产地旅游交通碳排放研究\*

杨曦<sup>1</sup>, 李云云<sup>2</sup>, 林楚<sup>2</sup>

(1. 成都信息工程大学 银杏酒店管理学院, 成都 611743; 2. 四川大学 旅游学院, 成都 610065)

**摘要:**【目的】旅游交通是旅游业碳排放最大的来源。确定影响旅游交通碳排放增长的主要因素,可为中国旅游产业制定低碳发展路径提供科学依据基础。【方法】结合分解分析法以及突变分析方法,分析了导致重庆武隆世界遗产地旅游交通碳排放量增加的驱动因素。【结果】分解分析揭示了旅游产业规模效应和交通结构是导致遗产地碳排放量增长的主要因素,而距离因素和排放因子则是导致碳排放量减少的主要因素。对突变前发生事件的综合分析表明旅游目的地品牌的提升、产品结构的调整以及管理体制和机制的转变是影响旅游地交通碳排放变化的重要潜在因素。【结论】研究结果表明,结合分解方法的突变检验方法可用于揭示一些影响旅游产业碳排放潜在的关键因素。

**关键词:**旅游交通;碳排放;分解分析;突变检验;世界自然遗产

**中图分类号:**F590

**文献标志码:**A

**文章编号:**1672-6693(2017)01-0131-07

缓解全球气候变化的消极影响需要世界各国,尤其是主要排放国,迅速采取降低碳排放的强有力的行动<sup>[1]</sup>。当前中国是世界第二大经济体和世界二氧化碳排放量最多的国家之一<sup>[2]</sup>。为世界控制碳排放对中国来说是非常严肃的国际承诺。2014年,中国政府发布了到2030年最大碳排放的目标。为完成这一目标,迫切需要社会各部门降低碳排放。随着旅游业逐步成为中国重要的经济部门,中国旅游业在减少碳排放上面临着独特的挑战。自1978年后期中国旅游业以全球最快的速度增长<sup>[3]</sup>。中国现已成为全球排名第三的旅游目的地国家。到2014年,游客总量达39亿,其中国内旅游人数达358万<sup>[4]</sup>。2013年,国内和入境旅游收入8.5亿个GDP,并为中国创造了6400万就业岗位。根据世界旅游及旅行理事会对中国2014年关于旅游经济影响的预测,与世界平均水平的4.2%相比,综合考虑其创造就业的能力,预期中国旅游业的可持续需求2024年将创造7.4%的GDP<sup>[5]</sup>。

不少研究已表明旅游者消费中矿物燃料的消耗相对较高,将产生较高的碳排放量。联合国世界旅游组织报告评估了旅游业负责约5%的全球碳排放,在一些严重依赖旅游业并将旅游业作为国民生产总值一部分的国家,这一数值可能会达到14%<sup>[6]</sup>。此外,六大基本旅游部门(食、住、行、游、购、娱)的碳排放量存在较大的差异<sup>[7-9]</sup>。Loo和Li<sup>[10]</sup>采用基于燃料和基于距离的方法,指出1949—2009年,交通是中国碳排放的主要贡献者。由于迫切需要平衡经济、社会和可持续旅游的环境目标,有关旅游业需要削减化石能源使用、减少碳排放的挑战在中国尤为重要。为使旅游经济向低碳增长路径转型,中国旅游业有必要明确旅游交通中影响能源消耗的关键因素。指数分解分析(IDA)是现在最广泛使用的用以明确影响能源消耗和碳排放关键因素的方法<sup>[11-13]</sup>。研究表明,游客量目前是促使旅游相关碳排放增加的最主要因素,而能源强度是降低旅游碳排放的关键<sup>[14-15]</sup>。这就意味着,降低旅游交通的碳排放需要同时减少旅游人数和提高能源利用效率。然而正如前文所述,预计未来十年中国旅游业将继续快速发展。能源强度的降低与整个国家能源效率的改善紧密相关,而不仅仅是某单一部门的改善。另外,当前的研究表明,由于反弹效应能源效率的改善可能不足以降低能源消费<sup>[16]</sup>。因此,除非采取其他方法以明确影响旅游交通碳排放的潜在因素,才可能实现低碳旅游。本研究使用突变检验方法以明确产生的旅游相关的碳排放量是否存在变化,并检测发生突变的时间。再结合分解分析法以及突变分析方法揭示影响旅游业二氧化碳排放量的潜在关键因素。

\* 收稿日期:2016-05-14 修回日期:2016-10-08 网络出版时间:2016-11-11 13:18

资助项目:教育部人文社科项目(No. 15YJC790129);四川省教育厅科技项目(No. 15ZB0371);成都信息工程大学银杏酒店管理学院项目(No. YXK2015-03);四川省农村发展研究中心项目(No. CR1609);四川旅游发展研究中心项目(No. LYC16-12);西南减贫与发展研究中心项目(No. SCP1608);四川省民办教育研究中心项目(No. MBXH16YB21)

第一作者简介:杨曦,女,讲师,研究方向为可持续旅游,E-mail: 395883580@qq.com;通信作者:李云云,E-mail: arina\_scdxlyy@126.com

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/50.1165.n.20161111.1318.002.html>

## 1 研究区和数据来源

### 1.1 研究区概况

武隆世界自然遗产地位于三峡库区,是 17 个主要全球生物多样性保护区之一。同时也是中国典型的生态敏感和脆弱区之一。武隆世界自然遗产地也是国内游客甚至入境游客的热点区域。武隆世界自然遗产的天坑地缝、天生三桥和芙蓉洞是世界上最壮观的湿润的热带和亚热带喀斯特地貌的三大典型,面积为 380 km<sup>2</sup>。2007 年 6 月 27 日,联合国教育,科学及文化组织(UNESCO)将包含武隆世界自然遗产地的中国南方喀斯特世界遗产收录至“世界遗产名录”(图 1)。

根据武隆县旅游局及武隆县政府统计,2015 年武隆世界自然遗产地游客量达 2 160 万人次,增长 13.2%。同年,武隆县居民仅 41.43 万人。旅游业为当地带来 65 亿元的收入,占地区生产总值(GDP)比例近 50%。毫无疑问,旅游已成为武隆世界自然遗产地重要的收入来源。然而,大量的国内外游客产生了巨大的电力、石油、天然气等能源消耗。近年来,新兴的自驾游的快速增长刺激了更高的油耗。

### 1.2 数据来源

比例为 1:10 000 的数字城市数据集包括矢量多边形数据,如行政边界、河流、铁路和公路。

1995—2011 年 4 种交通(铁路、公路、水路等)的客运量数据来源于重庆统计年鉴<sup>[17]</sup>。而同时期的游客总量数据由武隆县旅游局提供。

## 2 方法

### 2.1 旅游交通的碳排放

根据 IPCC 介绍的方法,旅游交通中能源消耗产生的二氧化碳排放量为  $E_i = \sum_{i=1}^n p_i d_i \beta_i$ 。其中,  $E_i$  是旅游交通中能源消耗产生的二氧化碳排放量,单位为 kg;  $p_i$  是使用交通方式  $i$ (铁路、公路、水路等)的游客量;  $d_i$  为使用交通方式  $i$  的旅行距离,单位为 km;  $\beta_i$  为交通方式  $i$  的排放系数,单位为 kg·人<sup>-1</sup>·km<sup>-1</sup>。

尽管缺少游客旅行距离的具体统计数据,但旅游交通是客运周转量重要组成部分,因此基于客运周转量  $d_i = \frac{T_i}{p_i}$ ,其中,  $T_i$  为交通方式  $i$  的客运量;  $p_i$  为  $p_i = p \times \frac{T_i}{T}$ ,式中  $p$  是游客周转总量。旅游交通中能源消耗产生碳排放的最终公式为:

$$E_i = \sum_{i=1}^n p \times \frac{T_i^2}{T \times p_i} \beta_i \quad (1)$$

1995—2011 年期间武隆世界自然遗产地的游客旅行距离见表 1。

所有交通的碳排放系数数据来源于已有研究结论。根据联合国世界旅游组织(UNWTO)和联合国环境规划署(UNEP)介绍的标准值,铁路交通的 CO<sub>2</sub> 排放系数为 27 g·人<sup>-1</sup>·km<sup>-1</sup><sup>[18]</sup>。公路交通的 CO<sub>2</sub> 排放系数采用经济合作与发展组织(OECD)计算的最大值 133 g·人<sup>-1</sup>·km<sup>-1</sup>。航空 CO<sub>2</sub> 排放系数采用 Paul Peeters 和 Ghislain Dubois<sup>[19]</sup>介绍的 137 g·人<sup>-1</sup>·km<sup>-1</sup>。水路交通 CO<sub>2</sub> 排放系数采用 Kuo 和 Chen<sup>[20]</sup>计算的 106 g·人<sup>-1</sup>·km<sup>-1</sup>。

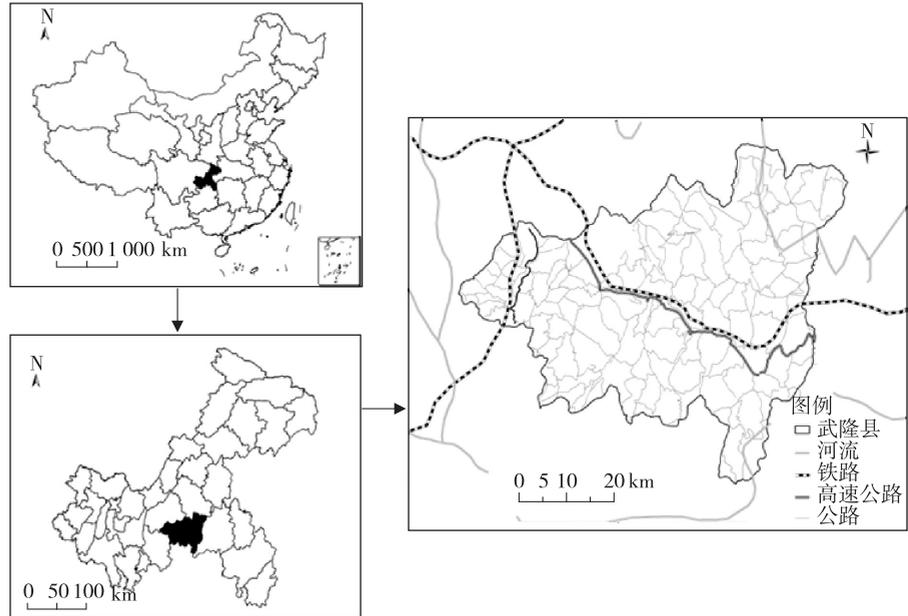


图 1 研究区及旅游交通的空间分布

Fig. 1 The spatial distribution of study area and tourism transportation

表 1 1995—2011 年武隆世界自然遗产地的游客旅行距离

Tab. 1 Tourist travel distance of Wulong World Natural Heritage Site during 1995—2011

游客旅行距离/km	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
铁路	271.15	264.93	263.22	262.24	246.95	252.80	246.70	241.97	256.54
公路	29.04	30.27	31.31	32.44	32.06	32.00	32.96	32.98	33.59
水路	138.91	147.49	129.43	121.69	119.90	139.02	125.33	131.97	91.74
航空	2 852.87	1 226.42	1 279.42	1 293.92	1 292.68	1 287.31	1 324.39	1 232.88	1 221.38
游客旅行距离/km	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	
铁路	251.49	326.80	317.00	336.28	364.08	357.29	356.71	395.46	
公路	37.15	37.47	36.44	35.74	27.27	27.33	28.74	29.97	
水路	84.36	79.25	77.41	87.84	57.03	81.54	78.31	83.21	
航空	1 197.92	1 294.64	1 333.34	1 317.13	1 323.21	1 228.52	1 258.85	1 288.96	

2.2 Kaya 系数和二氧化碳排放量的分解

为理解旅游交通碳排放的驱动因素, Kaya 系数的扩展形式为:

$$E = x_{\text{pop}} \times \frac{T}{x_{\text{pop}}} \times \frac{T_i}{T} \times \frac{E}{T_i} \quad (2)$$

令  $d = \frac{T}{x_{\text{pop}}}$ ,  $m = \frac{T_i}{T}$ ,  $g = \frac{E}{T_i}$ ,  $p = x_{\text{pop}}$ , 则(2)式可写成  $E_t = d \times m \times g \times p$ , 旅游业的二氧化碳排放量可表达为距离因素  $d$ , 交通结构  $m$ , 排放因子  $g$  和总旅游规模  $p$  的综合产物。

(3)式用来计算从 0 年到  $T$  年的二氧化碳排放量的变化量:

$$\Delta E_{\text{tot}} = E^T - E^0 \quad (3)$$

$\Delta E_{\text{tot}}$  是 0 到  $T$  年的总变化量;  $E^T$  是  $T$  年的排放量;  $E^0$  是 0 年的排放量。

根据累计对数平均 Divisia 指数法将总变化量  $\Delta E_{\text{tot}}$  分解为(4)式中的因素。

$$\Delta E_{\text{tot}} = E^T - E^0 = \Delta E_d + \Delta E_m + \Delta E_g + \Delta E_p \quad (4)$$

$\Delta E_d$  是距离因素效应;  $\Delta E_m$  是交通结构效应;  $\Delta E_g$  是排放因子效应;  $\Delta E_p$  是产业规模效应。

根据 Ang<sup>[11]</sup>, (4) 式中各解释因素。距离因素效应  $\Delta E_d = \frac{E^t - E^0}{\ln E^t - \ln E^0} \cdot \ln \frac{d^t}{d^0}$ ; 交通结构效应  $\Delta E_m = \frac{E^t - E^0}{\ln E^t - \ln E^0} \cdot \ln \frac{m_i^t}{m_i^0}$ ; 排放因子效应  $\Delta E_g = \frac{E^t - E^0}{\ln E^t - \ln E^0} \cdot \ln \frac{g^t}{g^0}$ ; 产业规模效应  $\Delta E_p = \frac{E^t - E^0}{\ln E^t - \ln E^0} \cdot \ln \frac{p^t}{p^0}$ 。

2.3 突变检验

突变是当量变达到开始引起质变的转折点。例如, 气候的突变指的是天气由一个状况向另一状况快速转变(跳跃)。在社会和经济范畴中, 突变通常意味着社会和经济活动变化过程中不连续的现象。突变的时间发生在断点处。

武隆世界自然遗产地旅游交通的碳排放的断点年使用 Pettitt 法确定。Pettitt 法最先是 Pettitt 检测断点的非参数检验的方法。对于样本序列  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , 其相应的秩为  $r_1, r_2, \dots, r_n$ 。进一步构建统计如下:

$$S_k = 2 \sum_{i=1}^k r_i - k(n+1), k = 1, \dots, n; r_i = \begin{cases} +1, & x_i > x_j \\ 0, & x_i = x_j \\ -1, & x_i < x_j \end{cases}, j = 1, 2, \dots, i. \quad (5)$$

秩  $S_k$  代表当第  $i$  次比  $j$  次的值大或小时的累积值。  $S_k$  是检测的结果。假设  $E$  为断点年, 则

$$S_E = \max_{1 \leq k \leq n} |S_k| \quad (6)$$

2.4 引起二氧化碳排放量变化的潜在因素的分析

综合收集关于研究区断点年发展的信息对于区分影响旅游发展的重要感应事件是必要的先决条件。可采取的方法是, 首先研究关于旅游发展的感应事件的影响, 其次检测感应事件与旅游交通相关的碳排放的突变的因果关系。

### 3 结果

#### 3.1 旅游交通碳排放总量变化特征

1995—2011 年期间, 旅游交通碳排放总量增加了 80 倍。从 1995 年的 851 t 增加到 2011 年的 68 528 t(表 2)。时间序列分析表明旅游者旅行中二氧化碳碳排放量总体呈显著上升趋势。根据拟合曲线, 武隆旅游相关的交通碳排放呈显著的指数增长趋势( $p < 0.01$ ), 且通过拟合优度检验、回归方程和回归系数的显著性检验。对于旅游交通总体碳排放量的拟合,  $R^2 = 0.918$ ,  $F = 167.167$ ,  $p < 0.01$ ,  $T = 12.929$ ,  $p < 0.01$ ; 铁路旅游交通碳排放量,  $R^2 = 0.876$ ,  $F = 105.523$ ,  $p < 0.01$ ,  $T = 10.272$ ,  $p < 0.01$ ; 公路旅游交通碳排放量,  $R^2 = 0.938$ ,  $F = 225.285$ ,

表 2 1995—2011 年武隆旅游交通中 CO<sub>2</sub> 排放量的变化

Tab. 2 Changes of the CO<sub>2</sub> emissions from tourism transportation in Wulong 1995—2011

年份	铁路旅游交通 碳排放/t	公路旅游交通 碳排放/t	水路旅游交通 碳排放/t	航空旅游交通 碳排放/t	旅游交通碳 排放总量/t
1995	57.85	534.67	198.76	59.81	851.08
1996	31.47	384.18	155.53	37.72	608.90
1997	97.95	1 287.02	405.69	110.59	1 901.25
1998	58.68	855.82	164.67	107.35	1 186.51
1999	75.15	1 090.90	181.18	115.27	1 462.51
2000	95.62	1 481.35	216.08	135.08	1 928.13
2001	109.56	1 856.39	207.61	169.55	2 343.11
2002	101.19	1 850.04	206.27	177.73	2 335.24
2003	114.63	2 111.74	117.00	186.12	2 529.49
2004	213.25	4 023.84	156.09	421.82	4 815.02
2005	187.39	5 238.50	202.32	689.36	6 317.58
2006	253.25	6 010.56	248.56	934.54	7 446.90
2007	418.78	7 403.77	270.26	1 280.78	9 373.59
2008	498.74	7 643.18	195.80	1 715.20	10 052.92
2009	1 028.96	16 404.75	434.37	4 266.64	22 134.72
2010	2 059.22	37 477.76	850.98	10 228.66	50 616.62
2011	2 947.81	51 072.81	1 097.43	13 410.09	68 528.14

$p < 0.01$ ,  $T = 15.010$ ,  $p < 0.01$ ; 水路旅游交通碳排放量,  $R^2 = 0.345$ ,  $F = 7.898$ ,  $p < 0.05$ ,  $T = 2.810$ ,  $p < 0.05$ ; 航空旅游交通碳排放量,  $R^2 = 0.924$ ,  $F = 182.458$ ,  $p < 0.01$ ,  $T = 13.530$ ,  $p < 0.01$ 。突变分析(图 2)的结果表明, 总体旅游交通, 铁路旅游交通, 航空和公路旅游交通二氧化碳排放量的突然增加发生在 2002 年, 而水路旅游交通碳排放在 2005 年开始显著增加。

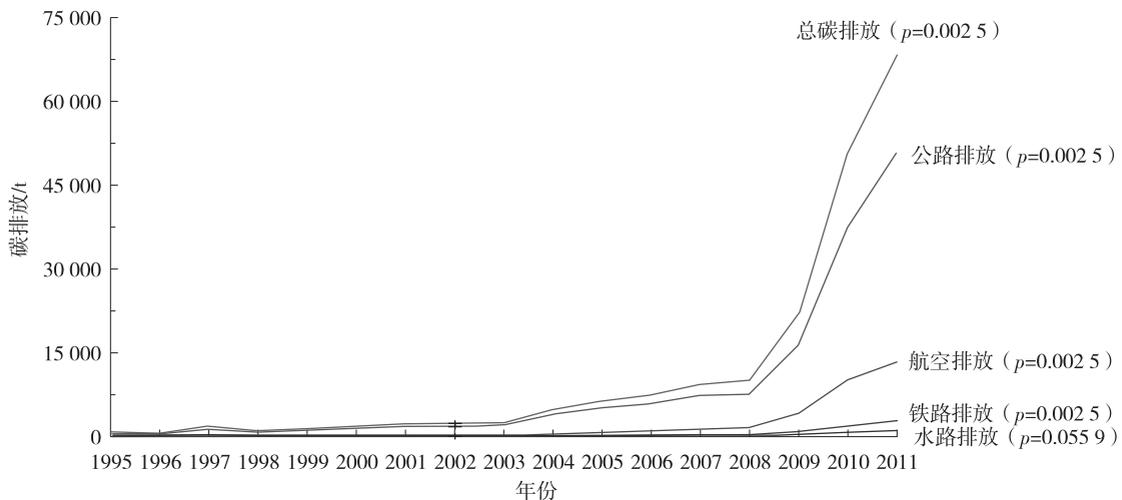


图 2 1995—2011 年武隆旅游交通中 CO<sub>2</sub> 排放量的突变时间

Fig. 2 The abrupt change time of CO<sub>2</sub> emission of tourism transportation in Wulong 1995—2011

#### 3.2 旅游交通碳排放结构

关于旅游交通 CO<sub>2</sub> 排放量的结构, 公路旅游交通是最大的贡献者。公路旅游交通碳排放占总碳排放量的比重超过 60%。2002—2006 年的比重甚至超过 80%。此外, 关于 CO<sub>2</sub> 排放量的结构变化, 航空旅游交通的比重呈增加趋势, 而水路旅游交通呈下降趋势。公路和铁路旅游交通的比重相对保持不变(图 3)。1995 年, 由航空

引起的旅游交通碳排放占总碳排放的 7%，而 2011 年增长到 19%。水路旅游交通碳排放从 1996 年的最大比重 25% 下降到 2011 年的最小比重 1.6%，可见水路旅游的重要性逐年下降。铁路旅游碳排放的比重相对较低，但 17 年后却增加了 100 倍。铁路旅游交通的碳排放总量从 1996 年的最低值 31 t 增加到 2011 年的最大值近 3 000 t。

### 3.3 影响碳排放的主要因素

分解分析的结果表明产业规模效应和交通结构对 CO<sub>2</sub> 排放量的增长具有正向作用，而距离因素和排放因子具有负向作用(图 4)。产业规模效应是碳排放增加最重要的驱动因素，影响程度的百分比达 100.8%。距离因素效应和排放因子效应是碳排放下降的两大主要影响因素，占总下降量的一 7.5%。能源分配和消费结构的贡献总体较小。

从上述突变检验结果看，2002 年，2005 年是遗产地旅游引起的碳排放量突然增加的年份。通过对 2002 年、2005 年前与武隆遗产地旅游发展相关的重大事件的资料分析，提出如下几个主要影响因素：首先，是景区品牌的影响。品牌升级对旅游的产业规模产生相当大的影响，增加了碳排放。2007 年前，AAAA 级是国家旅游局认证体系下最高级别的旅游景区，是否是 AAAA 级景区成为游客旅游决策的最重要的参考标准之一。2001 年武隆遗产地范围内形成了芙蓉洞、天坑三桥、仙女山等 3 个国家 AAAA 级景区，武隆旅游区成为国内重要的旅游地，由此导致游客数量的大幅增加，游客数量的增长，相应地引起旅游交通需求的增加，从而可能使得 2002 年成为旅游交通碳排放变化突变的年。其次，旅游产品结构也对旅游碳排放产生了影响。2002 年国务院批准重庆武隆芙蓉江景区为国家重点风景名胜区，景区是一个江峡型小尺度大容量喀斯特地貌和原始水上森林型风景区。2004 年“重庆市芙蓉江国家重点风景名胜区总体规划(2003—2020)”编制完成，规划中提出了依托芙蓉江峡谷自然景观、黑叶猴动物观赏为主要吸引物的芙蓉江游船观光产品。峡谷游船观光产品吸引了大量游客乘坐以化石燃料为动力的游船观光，导致 2005 年武隆旅游区水运旅游交通量的增加，以及相应的碳排放量显著增多。第三是所有制和运行机制的影响。武隆县政府 2001 年将仙女山国家森林公园 50 年的经营权转让给重庆长松国际产业集团。将天生三桥景区 50 年的经营权转让给重庆汇邦旅业公司。2002 年将芙蓉江风景名胜区的开发经营权整体转让给重庆汇邦旅业公司。通过改制，景区的经营管理体制也得到了创新，旅游企业活力和投资信心得到增强，旅游区获得了大量的资金投入，保障了旅游基础设施、旅游市场开发等活动的开展，为武隆旅游 2002 年旅游人次大幅增长奠定了基础，旅游碳排放量的显著增加就是旅游人次的增加的重要表现形式。

## 4 结论

1995—2011 年期间，武隆遗产地旅游交通碳排放量呈显著增加的趋势。公路旅游交通是最大的“贡献者”。

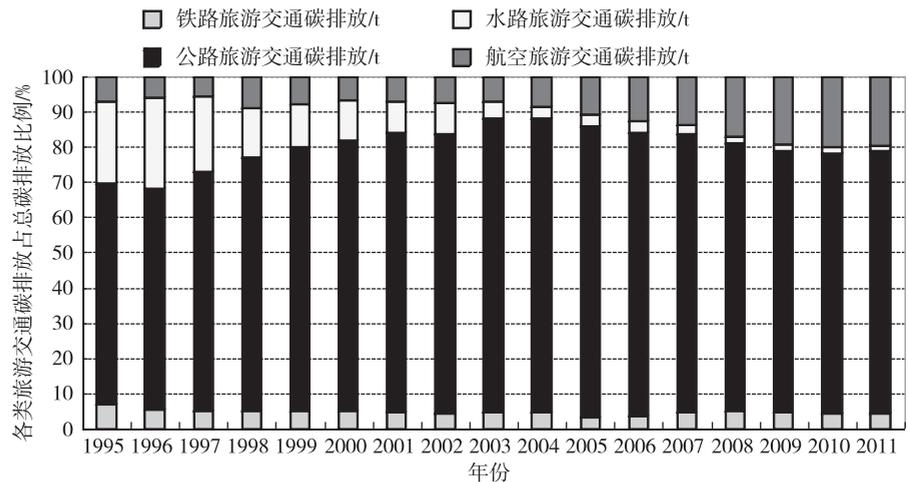


图 3 1995—2011 年武隆旅游交通 CO<sub>2</sub> 排放量的结构

Fig. 3 The structure of CO<sub>2</sub> emission of tourism transportation in Wulong 1995—2011

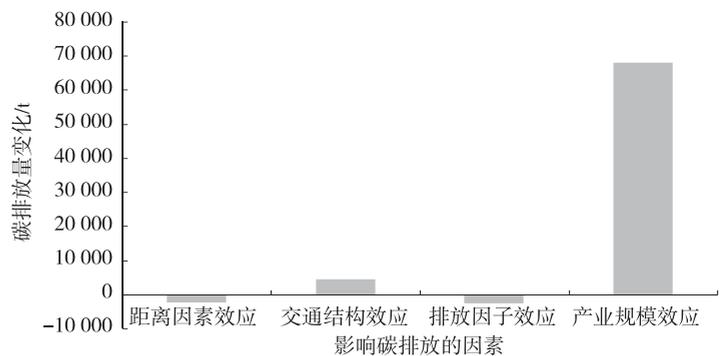


图 4 距离因素效应、交通结构效应、排放因子效应和总游客量规模效应对旅游交通 CO<sub>2</sub> 排放量变化的贡献

Fig. 4 Contribution of distance factor effect, transportation structure effect, emission factor effect, and total arrivals scale effect to CO<sub>2</sub> change by tourism transportation

航空旅游交通的比重呈增加趋势,而水路旅游交通呈下降趋势。公路和铁路旅游交通的比重相对保持不变。2002 年和 2005 年是武陵遗产地旅游交通产生的碳排放量增长的“转折点”。

利用扩展的 Kaya 恒等式和 LMDI 方法分解法,发现旅游产业规模效应和交通结构是导致遗产地碳排放量增长的主要因素,而距离因素和排放因子则是导致碳排放量减少的主要因素。

全面分析旅游目的地碳排放发生突变的年份前发生的与旅游密切相关的重大事件,可以识别一些潜在的影响旅游目的地碳排放变化的主要因素。旅游目的地品牌的提升、产品结构的调整以及管理体制和机制的转变是影响旅游地交通碳排放变化的重要因素。

## 5 讨论

确定影响碳排放增长的主要因素是制定产业低碳发展路径的重要基础。各类分解分析法是能源消耗与碳排放研究采用最广的方法。但采用分解分析法所识别的影响碳排放变化的主要因素时有一定的局限:本文及国内外的很多研究中,都发现导致旅游业碳排放的增长的最主要的因素是旅游产业规模的不断扩大,即旅游人次的不断增长。这意味着,实现旅游业低碳发展首先要减少游客的规模,但这与当前各国、各区域希望通过不断扩大旅游产业规模,带动经济增长的愿望和目标是不一致的,很少有旅游目的地会采用降低产业规模的低碳发展路径。除了产业规模,能源强度也是分解分析法识别的重要的减排因素。能源强度不断降低,需要能源利用效率的提高。一般来说,能源利用效率与国家或区域的整体技术水平特别是能源开发、利用的技术水平有关。各具体的产业部门,例如旅游业,在这个过程中能采取的行动不多,因此降低能源利用强度的减排路径对各具体的产业部门而言其实施的可行性并不高。有鉴于此,找到具有较高可行性的低碳发展途径,需要在分解分析的基础上,发展能识别导致旅游业碳排放显著增长的其他潜在因素的方法。

确定突变年份,并全面分析突变年份旅游区可能导致旅游规模显著扩展的因素(包括政策、产品结构调整、管理机制改变等),可以明确这些因素与旅游业碳排放之间的内在关系。这种方法,是对当前以结构分解模型判别影响碳排放变化的主要因素的研究方法的有益补充。本研究发现,分解分析表明改善能源强度是关键缓解路径,旅游产品结构变化对碳排放影响较小。但是,本研究发现旅游产品结构的变化对旅游水运交通碳排放影响显著。旅游目的地可以考虑在现有使用能源观光船的基础上,出于低碳旅游的考虑,恢复传统的竹排、木船等非化石能源消耗设施的使用,来替代以化石能源驱动的游船,这些传统的游览方式是当前游客更偏爱的原生态游行方式,可提高游客对生态旅游的认识、对降低旅游交通碳排放也有一定的作用。此外,还可以将景区内部的游览观光车更换为更清洁的交通工具。

旅游目的地实现旅游交通的低碳化,在能源强度短期内难以降低和旅游产业规模还将持续增长的双重压力下,还应当加快推动旅游业从规模增长型模式向质量效益型发展模式转变。目前许多旅游目的地希望通过旅游规模增长带动地方经济增长,而产业规模效应恰是旅游交通碳排放量增加的首要驱动力。改变目的地过分依赖于规模增长的思维,减少过度走规模化发展道路的情况,目的地应将规模增长转变为质量提升和效率提升。除了开发观光型产品外,更加注重具有附加值的衍生产品的开发,优化产品结构,从而增加单位游客的消费,提高旅游业收入,降低旅游业单位收入碳排放强度。此外,公路交通对武陵旅游交通中碳排放贡献最大,旅游管理部门应该更加关注公路交通碳排放的减排策略。科学优化旅游交通工具运营,提高交通运输效率;完善目的地公共交通系统,倡导公共出行,适度减少自驾游车辆的出行。

## 参考文献:

- [1] EDENHOFER O, PICHSMADRUGA R, SOKONA Y. Climate change 2014: mitigation of climate change—summary for policymakers[R]. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, [S. l. : s. n.], 2014.
- [2] STREETS D G, JIANG K J, HU X L, et al. Recent reductions in China's greenhouse gas emissions [J]. Science, 2001, 294(5548): 1835-1837.
- [3] World Tourism Organization. Tourism highlights[R]. Madrid: World Tourism Organization, 2002.
- [4] China Tourism Academy. Blue book of China's tourism economy (No. 2) China's tourism performance: review & forecast (2009—2010)[R], 2009.
- [5] World Travel & Tourism Council. Travel and tourism economic impact 2014, China[R]. [S. l. : s. n. ], 2013.
- [6] SIMPSON M C, GÖSSLING S, SCOTT D, et al. Climate

- change adaptation and mitigation in the tourism sector: frameworks, tools and practices[J]. Unep Division of Technology Industry & Economics, 2008.
- [7] SCOTT D, JONES B, KONOPEK J. Implications of climate and environmental change for nature-based tourism in the Canadian Rocky Mountains: a case study of Waterton Lakes National Park [J]. *Tourism Management*, 2007, 28 (2): 570-579.
- [8] GÖSSLING S, GARROD B, AALL C, et al. Food management in tourism: Reducing tourism's carbon 'foodprint' [J]. *Tourism Management*, 2011, 32(3): 534-543.
- [9] LIN T P. Carbon dioxide emissions from transport in Taiwan's national parks [J]. *Tourism Management*, 2010, 31(2): 285-290.
- [10] LOO B P Y, LI L. Carbon dioxide emissions from passenger transport in China since 1949: Implications for developing sustainable transport [J]. *Energy Policy*, 2012, 50 (6): 464-476.
- [11] ANG B W. Decomposition analysis for policymaking in energy: which is the preferred method? [J]. *Energy Policy*, 2004, 32(9): 1131-1139.
- [12] KWON T H. Decomposition of factors determining the trend of CO<sub>2</sub> emissions from car travel in Great Britain (1970—2000) [J]. *Ecological Economics*, 2005, 53 (2): 261-275.
- [13] HUISINGH D, ZHANG Z, MOORE J C, et al. Recent advances in carbon emissions reduction: policies, technologies, monitoring, assessment and modeling [J]. *Journal of Cleaner Production*, 2015, 103: 1-12.
- [14] LIU J, FENG T, YANG X. The energy requirements and carbon dioxide emissions of tourism industry of Western China: a case of Chengdu city [J]. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 2011, 15(6): 2887-2894.
- [15] ROBAINA-ALVES M, MOUTINHO V, RUI C. Change in energy-related CO<sub>2</sub> emissions in Portuguese tourism: a decomposition analysis from 2000 to 2008 [J]. *Journal of Cleaner Production*, 2016, 111: 520-528.
- [16] FRONDEL M, COLIN V. "Re-Identifying the Rebound: What about Asymmetry?" [J]. *The Energy Journal*, 2013, 34 (4): 43-54.
- [17] 重庆市统计局. 重庆统计年鉴 [M]. 北京: 中国统计出版社, 1995—2011.
- Bureau of Statistics. *Chongqing Statistical yearbook* [M]. Beijing: China Statistical Press, 1995—2001.
- [18] UNWTO, UNEP, WMO. *Climate change and tourism: responding to global challenges* [M]. Madrid: UNWTO, 2008.
- [19] PEETERS P, DUBOIS G. Tourism travel under climate change mitigation constraints [J]. *Journal of Transport Geography*, 2010, 18(3): 447-457.
- [20] KUO N W, CHEN P H. Quantifying energy use, carbon dioxide emission, and other environmental loads from island tourism based on a life cycle assessment approach [J]. *Environmental Progress & Sustainable Energy*, 2009, 17(15): 1324-1330.

## Carbon Dioxide Emissions from Tourism-related Transport in Wulong World Natural Heritage Site

YANG Xi<sup>1</sup>, LI Yunyun<sup>2</sup>, LIN Chu<sup>2</sup>

(1. Ginkgo Hotel Management School, Chengdu University of Information Technology, Chengdu 611743;

2. Tourism School, Sichuan University, Chengdu 610065, China)

**Abstract:** [Purposes] Tourism-related transportation is the biggest contributor to the total carbon emission of tourism sector. Determining the main factors affecting the growth of carbon emissions is an important basis for the development of low-carbon industrial development path. [Methods] A combination of analytical methods is used to identify the driving forces causing increase of carbon emissions from tourism transportation. [Findings] A decomposition analysis reveals that tourism industry size effect and transportation structure are the principal drivers of emission increase in the world heritage site, whereas distance factor and emission factor are the principal drivers of emission decrease in tourism-related transport emissions. A comprehensive analysis on the events occurred before the sudden change times shows that brand upgrade in tourism destination, changes in the tourism product structure and conversions of management system and mechanism might be the potential factors impact on carbon emissions from tourism-related transportation. [Conclusions] This study demonstrates that abrupt detect method associated with decomposition approach can be used to unveil the potential key factors affecting the carbon emissions of the tourism industry.

**Keywords:** tourism transportation; carbon dioxide emissions; decomposition analysis; abrupt detection; world natural heritage

(责任编辑 黄颖)