

引用格式:

黄和平, 王智鹏, 宋伊瑶. 乡村振兴背景下乡村旅游目的地碳足迹与生态效率研究——以江西婺源篁岭景区为例[J]. 农业现代化研究, 2019, 40(4): 683-691.

Huang H P, Wang Z P, Song Y Y. Carbon footprint and eco-efficiency of rural tourism destination under the background of rural revitalization: A case study of Huangling scenic spot in Wuyuan of Jiangxi Province[J]. Research of Agricultural Modernization, 2019, 40(4): 683-691.

DOI: 10.13872/j.1000-0275.2019.0045



乡村振兴背景下乡村旅游目的地碳足迹与生态效率研究 ——以江西婺源篁岭景区为例

黄和平^{1,2}, 王智鹏², 宋伊瑶³

(1. 江西财经大学应用统计研究中心, 江西 南昌 330013; 2. 江西财经大学生态经济研究院, 江西 南昌 330013;
3. 江西财经大学旅游与城市管理学院, 江西 南昌 330032)

摘要: 乡村旅游是产业振兴的重要载体, 是实施乡村振兴战略的重要抓手, 科学测度与评价乡村旅游目的地碳足迹与生态效率, 对于推动乡村旅游兴旺与可持续发展具有重要的意义。基于乡村振兴视角, 运用过程生命周期评价法和生态效率评价模型, 对2016年江西婺源篁岭景区碳足迹与生态效率进行核算与评价。结果表明, 2016年篁岭景区旅游碳足迹为9 732 t, 人均碳足迹为13.770 kg/人, 地均碳足迹为0.649 kg/m²; 在旅游各环节中, 旅游住宿碳足迹占58.69%, 旅游交通碳足迹占17.62%, 旅游餐饮碳足迹占16.83%, 旅游娱购碳足迹占6.86%。2016年篁岭景区旅游生态效率为7.85元/kg, 旅游各环节生态效率差异明显, 效率值大小依次为: 交通 > 娱购 > 餐饮 > 住宿。从效率类型来看, 2016年篁岭景区旅游娱购属于低碳高效型, 旅游交通属于高碳高效型, 旅游餐饮和旅游住宿则属于高碳低效型。根据分析结果, 提出了降低运营能耗, 加强运营低碳管理, 积极宣传低碳旅游理念等减少温室气体排放策略。

关键词: 乡村旅游; 碳足迹; 生态效率; 乡村振兴; 生命周期评价; 可持续发展

中图分类号: F327; F590 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0275(2019)04-0683-09

Carbon footprint and eco-efficiency of rural tourism destination under the background of rural revitalization: A case study of Huangling scenic spot in Wuyuan of Jiangxi Province

HUANG He-ping^{1,2}, WANG Zhi-peng², SONG Yi-yao³

(1. Research Center of Applied Statistics, Jiangxi University of Finance and Economics, Nanchang, Jiangxi 330013, China; 2. Institute of Ecological Economics, Jiangxi University of Finance and Economics, Nanchang, Jiangxi 330013, China; 3. School of Tourism and Urban Management, Jiangxi University of Finance and Economics, Nanchang, Jiangxi 330032, China)

Abstract: Rural tourism is an important carrier of industrial revitalization as well as a key task of implementing the strategy of rural revitalization. Scientifically measuring and evaluating the carbon footprint and ecological efficiency of rural tourism destination plays a significant role in promoting the prosperity and sustainable development of rural tourism. Based on the perspective of rural revitalization, this paper analyzed the carbon footprint and ecological efficiency of Huangling scenic spot in Wuyuan of Jiangxi Province in 2016 by the process life cycle assessment and ecological efficiency evaluation model. Results show that: 1) the carbon footprint of Huangling scenic spot was 9 732 tons, the per capita carbon footprint was 13.770 kg/person and the average land carbon footprint was 0.649 kg/m² in 2016; 2) in all aspects of tourism, the carbon footprints of tourism accommodation, tourism transportation, tourism entertainment and shopping accounted for 58.69%, 17.62%, 16.83% and 6.83%, respectively; 3) the ecological efficiency of tourism was 7.85 yuan/kg in Huangling scenic spot in 2016 and there was an obvious difference of ecological

基金项目: 国家自然科学基金项目(41661113); 江西省社会科学规划项目(18YJ13); 江西省高校人文社会科学重点研究基地招标项目(JD17042)。

作者简介: 黄和平(1969-), 男, 江西吉水人, 教授, 博士生导师, 主要从事区域经济与发展、乡村旅游经济与规划、生态系统评估与管理方面研究, E-mail: hphuang2004@163.com.

收稿日期: 2019-03-05, **接受日期:** 2019-05-16

Foundation item: National Natural Science Foundation of China(41661113); Jiangxi Social Science Planning Program(18YJ13); Bidding Project of the Key Research Base of Humanities and Social Sciences in Colleges and Universities in Jiangxi(JD17042).

Corresponding author: HUANG He-ping, E-mail: hphuang2004@163.com.

Received 5 March, 2019; **Accepted** 16 May, 2019

efficiency among different links of tourism, the efficiency rates in descending order were transportation, entertainment and shopping, catering and accommodation; and 4) from the perspective of efficiency type, in Huangling scenic spot, the tourism entertainment and shopping belonged to the low carbon and high efficiency type, the tourism transportation belonged to the high carbon and high efficiency type, and the tourism catering and tourism accommodation belonged to the high carbon and low efficiency type. Therefore, to reduce greenhouse gas emissions, this paper suggests: to reduce operation energy consumption, to strengthen low-carbon operation management, and to actively publicize the concept of low-carbon tourism.

Key words : rural tourism; carbon footprint; eco-efficiency; rural revitalization; life cycle assessment; sustainable development

十九大报告提出实施乡村振兴战略, 强调乡村振兴, 产业兴旺是重点, 乡村旅游已成为乡村产业振兴的一种重要模式^[1]。乡村旅游是旅游业重要的组成部分, 近年来已成为一种新型的产业形态和消费业态, 呈现出前所未有的蓬勃发展。截止到 2017 年, 中国乡村旅游投资超过 5 500 亿元, 建成 200 万家农家乐、10 万多个特色村寨、2 万多个乡村旅游景区, 乡村旅游从业人员 900 万人, 接待游客超过 28 亿人次, 总收入超过 7 400 亿元, 带动约 700 万户农民受益, 在解决“三农”问题、提高城乡居民生活质量以及促进贫困地区脱贫攻坚等方面发挥着越来越重要的作用。然而, 随着乡村旅游规模不断扩大, 旅游过程中资源能源消耗、生态环境破坏与旅游业协调可持续发展矛盾日益凸显, 特别是温室气体排放导致的全球气候变暖已威胁到人类生存与发展以及景区可持续发展。据统计, 旅游业对化石能源的消耗“贡献”了全球大约 5% 的温室气体排放, 给旅游经济与生态环境协调发展造成了“两难困境”^[2]。因此, 如何减少旅游业温室气体排放, 开展低碳旅游与旅游可持续发展等已成为社会各界关注的焦点^[3]。立足乡村振兴背景与旅游发展实际, 研究乡村旅游目的地低碳经济与节能减排, 已成为保障乡村振兴战略顺利实施与旅游可持续发展的迫切需求。

在全球气候变暖的时代背景下, 国外学者在旅游业对全球环境影响^[4]、旅游碳排放测度^[5]、旅游碳足迹^[6]、旅游业生态效率及影响因素^[7]和低碳旅游策略^[8]等方面开展了大量研究。近年来, 国内学者在旅游业温室气体排放方面取得了许多富有价值的研究成果, 旅游碳足迹成为旅游业温室气体排放领域一项最为重要的评估工具, 并在以下几个方面取得重要进展: 1) 研究方法方面, 分别运用综合评价指标体系法^[9]、清单因子法^[10]、投入产出分析法^[11]和基于生命周期评价理论的碳足迹模型^[12]等核算旅游温室气体排放; 2) 研究内容方面, 对旅游产业碳足迹^[13]、旅游交通碳足迹^[14]、旅游住宿业碳足迹^[15]、旅游地道路碳足迹^[16]等进行了研究;

3) 研究尺度方面, 分别从全国^[13]、省市^[17]、景区^[18]、群岛^[19]、地质公园^[20]、村落^[21]等进行了研究; 此外, 还有部分学者对旅游景区碳源、碳汇^[22]和旅游生态补偿标准^[23]等进行了研究。随着世界可持续发展工商理事会(WBCSD)提出生态效率概念以来, 旅游生态效率概念得到拓展与应用, 为旅游环境影响定量研究提供了新方向^[24], 已成为评价区域、产品或服务可持续发展能力的一种重要管理工具^[25]。如甄翌^[26]从生态足迹和碳足迹角度对旅游生态效率进行了比较分析, 姚治国和陈田^[27]对海南省旅游生态效率进行了测算与评价。

综上所述, 国内外学者对旅游温室气体排放、碳足迹及生态效率进行广泛的研究, 为本文奠定了坚实的理论基础, 但仍然存在一些可探索之处: 从研究内容看, 学者们更多的是从旅游业产业链或者旅游部门, 多采用“从上而下”的方式对旅游业温室气体排放进行核算, 而基于旅游活动生命周期采用“从下而上”方式对旅游业温室气体排放研究较少; 从研究尺度看, 已有的研究成果多为较大尺度的省份、城市或者区域层面, 缺乏对旅游目的地或者景区运营环节等微观层面的深入研究。基于此, 本文从乡村振兴视角切入, 以江西婺源篁岭景区为例, 基于生命周期评价与生态效率理论, 运用过程周期评价法结合碳排放系数法, “从下而上”构建适合中国乡村旅游目的地过程碳足迹模型, 对篁岭景区 2016 年旅游碳足迹特征及其旅游生态效率进行实证分析, 以期对乡村旅游目的地低碳管理与绿色可持续发展提供理论依据, 为中国乡村旅游目的地的发展升级提供示范与借鉴。

1 研究方法

1.1 研究区概况

篁岭, 地处“中国最美乡村”江西省婺源县江湾镇东南 7 km 的石耳山脉, 是一处古徽州文化式古村落, 建于明代中叶, 距今已有 500 余年的历史, 总面积 5 km², 因其地多竹, 修篁遍野, 故名篁岭。篁岭浓缩了婺源旅游精华, 被誉为“最美乡村最美

景致”；因“晒秋”闻名遐迩，独特的“晒秋”景观符号成功入选最美中国符号；村落“天街”似玉带将经典古建筑串接，徽式商铺林立，前店后坊；索道空中揽胜、村落天街访古、梯田花海寻芳以及乡风民俗拾趣，宛如一幅流动的缩写版“清明上河图”。婺源篁岭，是中国乡村旅游目的地中一个非常典型的研究案例点，通过产权收购、搬迁安置结合民居异地搬迁保护的模式进行村落保护性开发，以油菜花海著称于世，以其独一无二的“篁岭模式”倍受关注。近20年来，站在中国乡村旅游发展的前沿，引领着中国乡村旅游发展不断迈向新高度。

1.2 过程生命周期评价法

生命周期评价 (Life Cycle Assessment, LCA) 是一种对产品或服务从最初的原材料采集到加工制造、使用以及用后处理全过程进行定量分析与评价的方法，已成为当前经济社会领域最有效环境管理工具之一。根据评价对象系统边界及方法学原理的不同，又可分为过程生命周期评价 (Process-based

LCA, PLCA)、投入—产出生命周期评价 (Input-Output LCA, IO-LCA) 和混合生命周期评价 (Hybrid LCA, HLCA) [28]。碳足迹 (Carbon Footprint, CF) 表征产品或服务在其生命周期内温室气体排放对环境的影响，已被广泛用于温室气体排放的核算。英国 Carbon Trust 机构将两者结合提出了碳足迹过程生命周期分析法，该方法以服务或者产品的生产过程为出发点，根据生命周期清单，能够从生命周期的视角全面深入地分析温室气体排放的整个过程 [29]。

旅游业是以游客旅游活动为中心的社会经济产业，在其旅游活动过程的各环节中将消耗各种资源能源，产生大量温室气体。因此，本文根据生命周期理论，采用“自下而上”的方式对游客在景区“吃、住、行、游、购、娱”各环节中资源能源消耗产生的旅游碳足迹 (Tourism Carbon Footprint, TCF) 进行计算与评估。本文的研究系统边界为，从游客进入景区开始到离开景区结束，具体如图1所示。

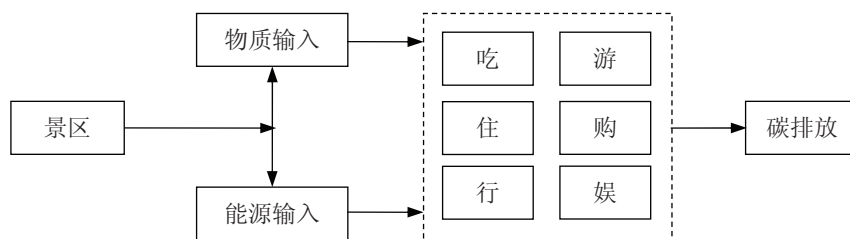


图1 景区旅游过程系统边界
Fig. 1 Boundary of tourist process system in scenic spot

1.3 旅游碳足迹分析方法

根据游客在景区“吃、住、行、游、购、娱”6个环节，可划分为旅游餐饮、旅游住宿、旅游交通、旅游游览、旅游购物和旅游娱乐 [30]。本文综合考虑篁岭景区旅游实际情况，借鉴周年兴等 [22] 的经验，将游览、购物和娱乐环节一起归类为旅游娱购环节，将旅游碳足迹分解为旅游交通碳足迹、旅游餐饮碳足迹、旅游住宿碳足迹和旅游娱购碳足迹4个环节，各环节产生的温室气体排放生命周期清单见表1。因此，借鉴章锦河 [18]、肖建红等 [19]、姚治国和陈田 [3]

对旅游碳足迹测算的经验和方法，基于生命周期理论，“从下而上”构建的篁岭景区旅游碳足迹模型为：

$$TCF = T_c + T_h + T_t + T_a$$

式中：TCF为旅游碳足迹总量， T_c 为旅游餐饮碳足迹， T_h 为旅游住宿碳足迹， T_t 为旅游交通碳足迹， T_a 为旅游娱购碳足迹。

1.3.1 旅游交通碳足迹 本文的研究范围为乡村旅游目的地，即篁岭景区范围内（游客从出发地到达景区所乘交通工具产生的温室气体排放不在计算范围内），因此旅游交通碳足迹仅考虑在景区内部各类

表1 旅游活动各环节温室气体排放生命周期清单
Table 1 Life cycle list of greenhouse gas emissions from tourism activities

项目	主要消耗的物质类型	主要消耗的能源类型
交通	游客在景区使用的大巴、观光车、电瓶车、缆车等交通工具产生的温室气体排放	二次能源（汽油、柴油、电能等）
餐饮	景区提供的食物在生产、加工、储藏、运输、消费过程和餐馆空调、照明等能源消耗所产生的温室气体排放	一次能源煤炭，二次能源（如石油制品、电能、液化气等）
住宿	景区酒店、宾馆、民宿等为游客提供加热、制冷、照明、洗涤等设施产生的温室气体排放	一次能源煤炭，二次能源（如石油制品、电能、液化气等）
娱购	景区提供的游乐设施，旅游商品（生产、加工和出售等）以及所有娱乐项目产生的温室气体排放	一次能源煤炭，二次能源（如石油制品、电能、液化气等）

交通工具运行消耗能源产生的温室气体排放。篁岭景区内售票处与景点相距较远,游客通常选择缆车作为主要交通方式,同时提供旅游观光车作为往返景点与酒店之间的交通工具,且在旅游旺季景区通常租赁巴士以缓解缆车的压力。通过调研发现,篁岭景区的旅游旺季一般持续两个月左右,分别为三月油菜花开的季节、五一节假日和十一国庆节假日。其次,景区设有私家车入口,限于道路宽度和私家车泊车车位数量的限制,暂未考虑自驾游车辆产生的温室气体排放。因此,构建的旅游交通碳足迹计算方法为:

$$T_t = \sum_{i=1}^n (E_i \times \delta_i)$$

式中: T_t 为旅游交通碳足迹; E_i 为第 t 种交通工具年运行消耗的能源总量; δ_i 为第 t 种能源的碳排放系数。

1.3.2 旅游餐饮碳足迹 旅游餐饮碳足迹是指游客在景区内用餐产生的温室气体排放,主要核算各类食材从采购、加工到烹饪再到游客消费的全生命周期过程中资源能源消耗产生的温室气体排放。通过将游客在旅游过程中食用的各类食物的消费量折算成能源消耗量,再乘以食物相应碳排放系数的方式进行核算^[19]。此外,将餐馆照明、空调等对电能消耗产生的温室气体排放也纳入其中。因此,构建的旅游餐饮碳足迹计算方法为:

$$T_c = \sum_{c=1}^n (365 \times N_c \times \delta_c) + \sum_{i=1}^n (E_i \times \delta_e) + \sum_{i=1}^n (G_i \times \delta_g)$$

式中: T_c 为旅游餐饮碳足迹; N_c 为第 c 类食物日均消耗量; δ_c 为第 c 类食物碳排放系数; E_i 为第 i 个餐馆全年提供食物消耗的电能; G_i 为第 i 个餐馆全年提供食物消耗的液化气。

1.3.3 旅游住宿碳足迹 旅游住宿碳足迹是指游客在住宿过程中直接和间接资源能源消耗产生的温室气体排放^[31],旅游住宿碳足迹主要包括能源消耗碳足迹、循环物品碳足迹和消耗品碳足迹 3 个部分。能源消耗碳足迹是指酒店住宿中照明、空调、取暖、热水供应、烹饪、电梯等对电能、天然气消耗产生的温室气体排放;循环物品碳足迹是指毛巾、床单、被罩等使用产生的温室气体排放;消耗品碳足迹是指酒店“六小件”及其他配置产品产生的温室气体排放。由于循环物品产生的温室气体排放主要体现在洗涤上,多为电能消耗,为便于计算,将循环物品碳足迹计入能源消耗碳足迹中。此外,通过梳理文献发现,暂时缺乏关于酒店消耗品碳足迹计算的

方法,本文暂时不纳入计算范围。基于此,将住宿所有的能源消耗折合成床位数来计算,根据人均每个床位温室气体排放量,构建的旅游住宿碳足迹计算方法为:

$$T_h = \sum_{h=1}^n (365 \times N_h \times R_h \times \delta_h)$$

式中: T_h 为旅游住宿碳足迹; N_h 为第 h 类住宿拥有的总床位数; R_h 为第 h 类住宿年平均入住率; δ_h 为第 h 类住宿每个床位每晚的人均温室气体排放量。

1.3.4 旅游娱购碳足迹 旅游娱购碳足迹是指游客在篁岭景区观光游览、欣赏风景之外,参与景区各种游乐设施活动、娱乐活动和商铺购物活动等对能源消耗产生的温室气体排放。篁岭景区以“最美乡村”享誉全国,通过对游客访谈和问卷调查发现,大多数游客都是对景区自然景观慕名而来。游客在游览自然景观之后,将近 90% 的游客会继续景区人文景观的游览。篁岭景区观光游览总长大约 4.2 km,而娱乐活动和购物活动主要集中分布在景区天街一带。因此,构建的旅游娱购碳足迹计算方法为:

$$T_a = \sum_{a=1}^n (E_a \times \delta_a)$$

式中: T_a 为旅游娱购碳足迹; E_a 为开展第 a 类旅游活动设施年消耗的能源总量; δ_a 为第 a 种能源的碳排放系数。

1.4 旅游生态效率分析方法

1990 年 Schaltegger 和 Sturm 首次提出生态效率概念,即价值增量与环境影响增量的比值^[32]。1992 年世界可持续发展工商理事会(WBCSD)对生态效率概念进行了完整的阐释,即“影响最小化,效益最大化”,被国内外学者广泛接受^[33]。旅游生态效率概念来源于生态效率,旅游生态效率的核心思想是实现旅游经济效益最大化与环境影响最小化的“双重目标”,是评价旅游可持续发展能力的重要度量和管理工具^[2]。WBCSD 对生态效率定义的具体表达为,生态效率 = 产品或服务的价值 / 环境影响 = 产品或服务的增量 / 环境影响增量。具体到旅游生态效率计算中,用旅游碳足迹总量表征环境影响,用旅游经济收益表征旅游产品服务价值,为避免重复计算和简化运算过程,旅游生态效率不包含间接的经济效益。结合姚治国和陈田^[27]、刘军和马勇^[34]的研究成果,则基于碳足迹的旅游生态效率模型为:

$$TEE = \frac{TR}{TCF}$$

式中: TEE 为旅游生态效率(元/kg); TR 为旅游

收入(元);TCF为旅游环境影响,即旅游碳足迹(kg)。其中,当模型中旅游生态效率值越高,则表示该地旅游可持续发展能力越强。

1.5 数据来源

1.5.1 调查数据 本文相关数据主要是通过2017年4月和8月对篁岭景区进行2次实地调查获得,采用深入访谈和发放问卷等方式收集数据。具体数据涉及游客在旅游交通、餐饮、住宿、娱购环节的物质和能量消耗量、景区收入等,主要包括景区餐馆食材采购种类与数量、餐馆用餐人数与收入,景区酒店量、房间数、床位数量、游客接待量与酒店入住率,景区交通方式、数量、运行时间、距离以及游玩娱乐设施能源消耗量等。调研对象包括景区高级管理人员、景区售票人员、景区餐饮管理人员、景区住房预定中心管理人员以及相关旅游从业者、游客等。据统计,2016年篁岭景区游客购票人数为70.7万人,接待人次94.7万,旅游收入7636.1万元;每逢三月油菜花开的季节,游客可达22万多人次。

1.5.2 温室气体排放系数 篁岭景区旅游过程中消耗的相关资源、能源温室气体排放系数,主要来源于2006年政府间气候变化专门委员会(IPCC)国家温室气体清单指南和相关文献(表2)。

表2 温室气体排放系数

Table 2 Greenhouse gas emission coefficients

参数名称	参数值	数据来源
粮食(kg CO ₂ /kg)	4.549	周年兴等 ^[22]
蔬菜(kg CO ₂ /kg)	0.602	周年兴等 ^[22]
植物油(kg CO ₂ /kg)	2.500	周年兴等 ^[22]
猪肉(kg CO ₂ /kg)	4.250	周年兴等 ^[22]
牛羊肉(kg CO ₂ /kg)	18.50	周年兴等 ^[22]
鸡蛋(kg CO ₂ /kg)	0.610	周年兴等 ^[22]
家禽(kg CO ₂ /kg)	4.000	周年兴等 ^[22]
水产类(kg CO ₂ /kg)	0.500	周年兴等 ^[22]
饮料(kg CO ₂ /kg)	0.940	周年兴等 ^[22]
水果(kg CO ₂ /kg)	0.540	周年兴等 ^[22]
酒(kg CO ₂ /kg)	0.810	周年兴等 ^[22]
电能(kg CO ₂ /kg)	0.997	IPCC ^[35]
煤炭(kg CO ₂ /kg)	2.012	IPCC ^[35]
汽油(kg CO ₂ /kg)	2.970	IPCC ^[35]
液化气(kg CO ₂ /kg)	2.117	IPCC ^[35]
星级酒店(kg CO ₂ /床)	20.600	章锦河 ^[18]
乡村旅馆(kg CO ₂ /床)	15.900	章锦河 ^[18]
度假村(kg CO ₂ /床)	14.300	章锦河 ^[18]
宾馆(kg CO ₂ /床)	7.900	章锦河 ^[18] 、周年兴等 ^[22]

2 结果与分析

2.1 篁岭景区旅游生命周期过程碳足迹分析

篁岭景区2016年生命周期过程旅游碳足迹总

量为9732t,人均碳足迹为13.770kg/人,地均碳足迹为0.649kg/m²(表3)。在篁岭景区旅游生命周期各环节中,旅游碳足迹大小与各环节能源消耗密切相关,各环节碳足迹呈现差异化结构特征,其中旅游住宿碳足迹最大,其次为旅游交通碳足迹。在旅游生命周期过程中,旅游住宿碳足迹占比最大,所占比例大小依次为旅游住宿>旅游交通>旅游餐饮>旅游娱购。

表3 2016年篁岭景区旅游碳足迹核算结果

Table 3 Results of tourism carbon footprint measurements of Huangling scenic spot in 2016

类别	碳足迹量(t)	人均碳足迹(kg/人)	地均碳足迹(kg/m ²)	比例(%)
交通碳足迹	1715	2.427	0.114	17.62
餐饮碳足迹	1638	2.317	0.109	16.83
住宿碳足迹	5712	8.082	0.381	58.69
娱购碳足迹	667	0.944	0.044	6.86
合计	9732	13.770	0.649	100.00

1) 旅游交通碳足迹。通过调查发现,缆车运行主要为电能消耗,汇总每月耗电量得到缆车年耗电量为11.9万kw·h;景区共有28辆旅游观光车,以充电的方式提供动能,在景区行驶路径固定,总路程为4km,平均每天14辆车行驶1次,每辆车每天充电1次;同时在旺季时节,景区会承租大巴50辆和中巴士10辆,景区共计5站停靠巴士,站与站之间的距离约为1.6km,且巴士每15分钟启动一次。篁岭景区2016年旅游交通碳足迹为1715t,人均交通碳足迹2.427kg/人,地均交通碳足迹0.114kg/m²,占整体旅游碳足迹的比例为17.62%(表3)。篁岭景区生态环境较为脆弱,为更好实现低碳可持续发展,景区内应尽量选择更加低碳的电能驱动型(如缆车、观光车等)或使用清洁能源型的交通工具,有效控制或禁止私家车进入。

2) 旅游餐饮碳足迹。景区内主要由天街食府与几家小型餐饮店为游客提供用餐,年用餐人数约为45.89万人次。篁岭景区2016年旅游餐饮碳足迹为1638t,人均餐饮碳足迹2.317kg/人,地均餐饮碳足迹0.109kg/m²,占整体旅游碳足迹的比例为16.83%(表3)。通过调查发现,景区餐厅承接了多家旅游公司的团队用餐,每日食材消耗量较大,受食物口味、用餐时间较短等因素影响,游客在景区用餐过程中极易产生严重的食物浪费行为,这也是景区餐饮过程中产生大量碳足迹的原因之一。

3) 旅游住宿碳足迹。根据调查发现,篁岭景区内仅有一家三星级的精品度假酒店和若干民宿,酒店共有62间房间,其中大床房17间,标准间45间,

床位数共计 107 张, 可供留宿人数 128 人, 年平均入住率约为 71.4%。篁岭景区 2016 年旅游住宿碳足迹为 5 712 t, 人均住宿碳足迹 8.082 kg/人, 地均住宿碳足迹 0.381 kg/m², 占整体旅游碳足迹的比例为 58.69% (表 3)。此外, 一次性物品“六小件”产生的温室气体排放虽暂未计算, 但也不容忽视。随着篁岭景区乡村旅游的兴起, 景区酒店和附近民宿的增加, 游客在住宿方面对资源能源消耗产生的温室气体排放必将呈现不断增长的趋势, 将会进一步加重旅游住宿低碳减排压力。

4) 旅游娱购碳足迹。篁岭景区属于典型的自然景观与人文景观相结合的乡村旅游景点, 游客在景区游览过程中, 除了观光游览、欣赏风景以外, 还会参加开展一系列趣味、娱乐和购物活动, 主要集中在天街一带的酒吧、洗脚城和 15 家商铺, 其资源能源消耗主要为电能。篁岭景区 2016 年旅游娱购碳足迹为 667 t, 人均娱购碳足迹 0.994 kg/人, 地均娱购碳足迹 0.044 kg/m², 占整体旅游碳足迹的比例为 6.86% (表 3)。在旺季时节, 篁岭景区超量接待游客现象普遍, 给这类年代久远的乡村旅游景点保护与可持续发展带来巨大挑战, 因此如何进一步对旅游目的地游客容量以及生态承载力进行科学评估提出了诉求。

2.2 篁岭景区旅游生态效率分析

2016 年篁岭景区旅游生态效率为 7.85 元/kg, 即每千克的碳足迹能为篁岭景区带来 7.85 元的旅游经济收益 (表 4)。旅游生态效率是多方面因素共同作用的结果, 在旅游生命周期各环节呈现差异化的结构特征, 旅游交通和旅游娱购的生态效率在整个旅游生命周期各环节中排名前二, 约为旅游餐饮与旅游住宿的 5.6 倍和 17.7 倍。若将旅游碳足迹和生态效率与各环节均值相比较划分为高、低类型, 那么旅游娱购属于低碳高效型, 旅游交通属于高碳高效型, 旅游餐饮和旅游住宿则属于高碳低效型。

表 4 篁岭景区旅游生态效率测算结果

Table 4 Calculating results of tourism eco-efficiency in Huangling scenic spot

类别	收益 (×10 ⁶ 元)	生态效率 (元/kg)	划分类型
旅游交通	43.62	25.43	高碳高效
旅游餐饮	7.35	4.49	高碳低效
旅游住宿	8.44	1.48	高碳低效
旅游娱购	16.96	25.41	低碳高效
合计	76.36	7.85	-

1) 旅游交通。在篁岭景区旅游活动的生命周期过程中, 旅游交通生态效率最高为 25.43 元/kg,

即每千克的交通碳足迹能为景区交通环节带来 25.43 元的旅游交通经济收益。一方面, 景区交通运行能源消耗巨大, 产生大量温室气体排放; 另一方面, 景区交通工具特别是缆车已成为游客游览的首选, 同时也是景区旅游企业获取盈利的重要设施。因此, 在不断提升景区旅游交通经济收益的情况下, 降低景区交通碳足迹, 将是不断提升景区旅游交通生态效率的关键路径。

2) 旅游娱购。其生态效率值排名第二为 25.41 元/kg, 即每千克的娱购碳足迹能为景区娱购环节带来 25.41 元的旅游娱乐与购物经济收益, 且与景区旅游交通生态效率值几乎相等。景区内游览、娱乐和购物等设施能源消耗相对较小, 产生的碳足迹较小, 与景区住宿、餐饮相比, 旅游娱购对促进游客消费、拉动景区旅游经济发展的作用更大。在游客前来景区游玩的前提下, 游客在景区游玩的时间越长、参与活动的频次越高、人均消费水平越高, 从而篁岭景区旅游娱购生态效率越大, 景区旅游可持续发展能力就越强。

3) 旅游餐饮。其生态效率值排名第三为 4.49 元/kg。在各类食物生产、加工、运输和制作环节消耗大量能源, 产生相对较高的温室气体排放, 从而导致旅游餐饮生态效率不高, 同时也是影响篁岭景区整体旅游生态效率提升的次要阻碍因素。因此, 加强景区食物供给与消费环节的低碳管理, 减少食物浪费现象, 将对旅游餐饮节能减排和提升旅游生态效率至关重要。

4) 旅游住宿。其生态效率值最小且仅为 1.48 元/kg, 说明旅游住宿环节是阻碍篁岭景区整体旅游生态效率进一步提升的关键因素。住宿环节产生了 58.69% 的温室气体排放, 是篁岭景区温室气体减排的关键环节。因此, 在不断提升篁岭景区旅游竞争力的前提下, 应进一步增加游客停留的时间, 提升人均住宿天数, 达到提高旅游住宿环节经济收益的效果。同时更应该着重加强篁岭景区住宿环节的低碳管理, 增强酒店低碳绿色循环管理理念, 加强景区民宿的发展与低碳管理, 从住宿的各个方面减少温室气体排放, 从而提升旅游住宿生态效率, 乃至篁岭景区整体旅游生态效率。

3 讨论

通过对江西婺源篁岭景区旅游碳足迹计算结果显示, 2016 年篁岭景区旅游碳足迹总量为 9 732 t, 人均碳足迹为 13.770 kg/人, 其中旅游住宿碳足迹占比最高为 58.69%。2013 年福建漳州滨海火山国

家地质公园旅游碳足迹总量(10 300 t)与本文计算结果相似,但其人均旅游碳足迹值(78.94 kg/人)则远高于篁岭景区;其旅游餐饮碳足迹占比最高达到了91.99%,与篁岭景区各环节旅游碳足迹特征差异明显^[20]。2015年皖南查济古村落旅游碳足迹各环节中,住宿能源消耗是最大的碳足迹来源^[21],与本文研究结果相一致。姚治国与陈田^[3]对海南省旅游碳足迹的研究结果显示,旅游交通碳足迹所占比例最高,其次为旅游住宿,与本文研究结果旅游住宿碳足迹占比最高不同,原因是其将旅游客源地与目的地之间的交通碳足迹纳入了整体碳足迹计算范围,而本文只是核算景区内内部的交通碳足迹。与其他旅游风景名胜区相比较,篁岭景区以“中国最美乡村”享誉全国,是乡村旅游目的地的典型代表,景区整体经营规模较小且以自然游览观光为主,各景点游览观光时间约为2~4个小时,游客停留时间普遍较短且多为一日游,人均住宿仅为0.36天。鉴于此,篁岭景区的旅游碳足迹总量和人均旅游碳足迹特征,较为客观地反映了乡村旅游目的地的温室气体排放情况。

通过生态效率模型测算结果显示,2016年篁岭景区旅游生态效率为7.85元/kg,与国内外学者对各地旅游生态效率评价结果有所异同。Gössling^[36]通过对美国落基山国家山地公园和塞舌尔的旅游生态效率进行测算,其旅游生态效率分别为3.283元/kg和1.049元/kg;章锦河^[18]对黄山旅游风景区和九寨沟旅游区进行了研究,得出其旅游生态效率分别为4.953元/kg和3.269元/kg;肖建红等^[19]对舟山群岛地区、姚治国和陈田^[3]对海南省的旅游生态效率也分别进行了测算,得出其旅游生态效率分别为27.10元/kg和1.787元/kg。通过综合对比分析发现,江西婺源篁岭景区2016年的旅游生态效率值(7.85元/kg)仅低于舟山群岛地区,要高于其它5个区域。因此,本文的研究结果在一定程度上反映了乡村旅游目的地篁岭景区旅游生态效率水平较高,景区旅游可持续发展能力较强的基本情况。

本文可为篁岭景区绿色低碳管理与旅游可持续发展提供一定的理论依据,具有一定现实指导意义,仍然存在一些有待完善之处:首先,仅仅测度了篁岭景区2016年的旅游碳足迹及其生态效率,研究结果具有瞬时性,只是反映了2016年篁岭景区旅游可持续发展的现状,对于2016年以前的情况以及未来发展趋势的判断与预测有待进一步的跟踪研究。其次,受数据限制暂未考虑旅游废弃物产生的碳足迹以及采用“从下而上”分析方法使得篁岭景

区旅游碳足迹结果偏小,这是本文的重难点也是今后旅游碳足迹测算有待完善的地方。随着今后乡村旅游规模的不断扩大,乡村旅游目的地游客容量、生态承载力、旅游生态补偿标准和景区生态预警机制,将未来研究的重点方向。

4 结论与政策启示

4.1 结论

综合对比国内外旅游景区,乡村旅游目的地婺源篁岭景区2016年旅游碳足迹总量与人均碳足迹均较小,旅游生态效率较高,景区低碳可持续发展能力处于相对较高水平。2016年篁岭景区的旅游各环节中旅游住宿碳足迹最大,其次为旅游交通碳足迹;旅游各环节碳足迹结构差异显著,旅游住宿占比最大,所占比例大小依次旅游住宿、旅游交通、旅游餐饮和旅游娱购,其中旅游住宿和旅游交通碳足迹所占比例超过70%。2016年篁岭景区的旅游各环节生态效率差异较为明显,其中旅游交通生态效率最高,旅游住宿生态效率最低,效率值大小依次为旅游交通、旅游娱购、旅游餐饮和旅游住宿。从效率划分类型来看,旅游娱购属于低碳高效型,旅游交通属于高碳高效型,旅游餐饮和旅游住宿则属于高碳低效型。因此,应加强景区内绿色节能交通设施的建设与低碳管理,重点加强对景区餐饮、住宿环节的节能减排管理。

4.2 政策启示

实施乡村振兴战略,推动农村农业现代化,产业兴旺是重点,发挥好乡村旅游产业的主体带动作用是关键。因此,如何减少乡村旅游目的地旅游碳足迹与提升旅游生态效率,进一步增强景区可持续发展能力显得尤为重要。根据本文研究结果,得出以下几点启示:

一是降低景区运营能源消耗。科学减少旅游各环节能源的浪费,降低能源产生的温室气体排放。在交通环节,优先引进节能环保型汽车,注重观光车辆的升级换代,根据景区淡旺季游客人数和车辆需求,适当调整观光车数量;在餐饮环节,优先采购绿色有机食品以及当地当季食品,减少食物在运输过程中的温室气体排放,合理安排食物份量,减少游客及旅游团对食物的浪费和一次性餐具的使用;在住宿环节,积极推广节能灯具的使用,减少一次性洗漱用品的供给;在活动环节,努力开发低碳吸引物上,提供低碳、绿色的旅游产品。

二是加强景区运营低碳管理。将低碳理念贯穿于景区运营的各个环节,积极推广景区低碳、节能

技术的应用与低碳经营管理；通过景区智能管理合理控制景区游客人数，高效调度运营车辆，禁止私家车进入景区；探寻有效的低碳旅游管理模式，发挥低碳管理在旅游生态效率提升过程中的作用。

三是积极宣传低碳旅游理念。积极宣传低碳理念，加强低碳旅游知识的宣传和普及，培养游客绿色、低碳出行意识；引导和鼓励游客在景区徒步或者选择观光车等低碳游览的方式，选择民宿、乡村旅馆等绿色酒店入住，减少高碳排放的消费行为。

参考文献：

- [1] 曾福生, 卓乐. 实施乡村振兴战略的路径选择 [J]. 农业现代化研究, 2018, 39(5): 709-716.
Zeng F S, Zhuo L. The path selection of implementing the rural revitalization strategy[J]. Research of Agricultural Modernization, 2018, 39(5): 709-716.
- [2] 姚治国, 陈田, 尹寿兵, 等. 区域旅游生态效率实证分析——以海南省为例 [J]. 地理科学, 2016, 36(3): 417-423.
Yao Z G, Chen T, Yin S B, et al. Regional tourism eco-efficiency model and an empirical research of Hainan Province[J]. Scientia Geographica Sinica, 2016, 36(3): 417-423.
- [3] 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.
Yao Z G, Chen T. The empirical research on tourism carbon emission based on the carbon footprint model: A case study of Hainan Province[J]. Business Management Journal, 2016, 38(2): 151-159.
- [4] Ercan T, Onat N C, Tatari O. Investigating carbon footprint reduction potential of public transportation in United States: A system dynamics approach[J]. Journal of Cleaner Production, 2016, 133: 1260-1276.
- [5] Dwyer R L, Forsyth P, Spurr R, et al. Estimating the carbon footprint of Australian tourism[J]. Journal of Sustainable Tourism, 2010, 18(3): 355-376.
- [6] Lenzen M, Sun Y, Faturay F, et al. The carbon footprint of global tourism[J]. Nature Climate Change, 2018, 8(6): 522-528.
- [7] Peng H, Zhang J, 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.
- [8] Juvan E, Dolnicar S. Can tourists easily choose a low carbon footprint vacation?[J]. Journal of Sustainable Tourism, 2014, 22(2): 175-194.
- [9] 马勇, 颜琪, 陈小连. 低碳旅游目的地综合评价指标体系构建研究 [J]. 经济地理, 2011, 31(4): 686-689.
Ma Y, Yan Q, Chen X L. A research on the appraisal index system of low-carbon tourism destination[J]. Economic Geography, 2011, 31(4): 686-689.
- [10] 胡林林, 贾俊松, 周秀. 我国旅游住宿碳排放时空特征及其主要影响因素 [J]. 中南林业科技大学学报, 2015, 35(3): 123-128.
Hu L L, Jia J S, Zhou X. The temporal-spatial characteristics and main influencing factors of carbon emissions from tourism accommodation in China[J]. Journal of Central South University of Forestry & Technology, 2015, 35(3): 123-128.
- [11] 张琦峰, 方恺, 徐明, 等. 基于投入产出分析的碳足迹研究进展 [J]. 自然资源学报, 2018, 33(4): 696-708.
Zhang Q F, Fang K, Xu M, et al. Review of carbon footprint research based on input-output analysis[J]. Journal of Natural Resources, 2018, 33(4): 696-708.
- [12] 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.
Zhang R Y, Xi J C, Ge Q Z. Life cycle of tourist carbon footprint (TCF-LCA): A “low carbon tourism” measurement method[J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2015, 29(6): 169-175.
- [13] 刘佳, 陈兴鹏, 张子龙. 中国旅游业碳排放特征及其因素分解 [J]. 资源与产业, 2017, 19(3): 67-75.
Liu J, Chen X P, Zhang Z L. Features and factors decomposition of carbon dioxide emission of China's tourism industry[J]. Resources & Industries, 2017, 19(3): 67-75.
- [14] 罗芬, 王怀探, 钟永德. 旅游者交通碳足迹空间分布研究 [J]. 中国人口·资源与环境, 2014, 24(2): 38-46.
Luo F, Wang H C, Zhong Y D. Tourists' transportation carbon footprint spatial distribution[J]. China Population, Resources and Environment, 2014, 24(2): 38-46.
- [15] 张红霞, 苏勤, 陶玉国. 住宿业节能减碳研究进展及启示 [J]. 地理科学进展, 2017, 36(6): 774-783.
Zhang H X, Su Q, Tao Y G. Research progress in energy saving and carbon emission reduction research of the tourist accommodation industry[J]. Progress in Geography, 2017, 36(6): 774-783.
- [16] 唐承财, 穆松林. 目的地旅游道路间接能耗与碳排放分析 [J]. 生态经济, 2016, 32(5): 79-83.
Tang C C, Mu S L. Analysis of indirect energy consumption and carbon emission of travel roads in Heritage site[J]. Ecological Economy, 2016, 32(5): 79-83.
- [17] 韩元军, 吴普, 林坦. 基于碳排放的代表性省份旅游产业效率测算与比较分析 [J]. 地理研究, 2015, 34(10): 1957-1970.
Han Y J, Wu P, Lin T. Regional tourism industry' efficiency measurement and comparative analysis based on carbon emissions[J]. Geographical Research, 2015, 34(10): 1957-1970.
- [18] 章锦河. 旅游废弃物生态影响评价——以九寨沟、黄山风景区为例 [J]. 生态学报, 2008, 28(6): 2764-2773.
Zhang J H. Measuring the ecological impact of tourist wastes: Methodology and case study of Jiuzhaigou and Huangshan National Park[J]. Acta Ecologica Sinica, 2008, 28(6): 2764-2773.
- [19] 肖建红, 于爱芬, 王敏. 旅游过程碳足迹评估——以舟山群岛为例 [J]. 旅游科学, 2011, 25(4): 58-66.
Xiao J H, Yu A F, Wang M. Carbon footprint evaluation in tours: A case study of Zhoushan Islands[J]. Tourism Science, 2011, 25(4): 58-66.
- [20] 唐黎. 福建漳州滨海火山国家地质公园旅游者碳足迹研究 [J]. 中南林业科技大学学报, 2016, 36(3): 134-140.
Tang L. Research on tourist carbon footprint in coastal volcanoes national geological park in Fujian Zhangzhou[J]. Journal of Central South University of Forestry & Technology, 2016, 36(3): 134-140.

- [21] 丁雨莲, 刘德旺, 张凤琴, 等. 皖南查济古村落旅游净碳排放估算与减碳增汇研究[J]. 资源开发与市场, 2018, 34(7): 935-940.
Ding Y L, Liu D W, Zhang F Q, et al. Research on path from evaluation of net carbon emission, carbon emission reduction to carbon sink increase for rural tourism destinations: Exemplified by Zhaji old village in southern Anhui[J]. Resource Development & Market, 2018, 34(7): 935-940.
- [22] 周年兴, 黄震方, 梁艳艳. 庐山风景区碳源、碳汇的测度及均衡[J]. 生态学报, 2013, 33(13): 4134-4145.
Zhou N X, Huang Z F, Liang Y Y. Carbon sources and storage sinks in scenic tourist areas: A Mount Lushan case study[J]. Acta Ecologica Sinica, 2013, 33(13): 4134-4145.
- [23] 徐秀美, 郑言. 基于旅游生态足迹的拉萨乡村旅游地生态补偿标准——以次角林村为例[J]. 经济地理, 2017, 37(4): 218-224.
Xu X M, Zheng Y. Evaluation on tourism ecological footprint and compensation standard in rural tourism destination in Lhasa: A case study of Cijiaolin[J]. Economic Geography, 2017, 37(4): 218-224.
- [24] 姚治国, 陈田. 国外旅游生态效率研究综述[J]. 自然资源学报, 2015, 30(7): 1222-1231.
Yao Z G, Chen T. Review on overseas tourism eco-efficiency studies[J]. Journal of Natural Resources, 2015, 30(7): 1222-1231.
- [25] 黄和平, 伍世安, 智颖飙, 等. 基于生态效率的资源环境绩效动态评估——以江西省为例[J]. 资源科学, 2010, 32(5): 924-931.
Huang H P, Wu S A, Zhi Y B, et al. Dynamic evaluations of resources and environmental performance based on eco-efficiency: A case study of Jiangxi Province[J]. Resources Science, 2010, 32(5): 924-931.
- [26] 甄翌. 旅游生态效率评估——基于生态足迹和碳足迹的比较研究[J]. 林业经济问题, 2014, 34(5): 474-480.
Zeng Y. Tourism ecological efficiency evaluation: Based on the comparative study of the ecological footprint and carbon footprint[J]. Issues of Forestry Economics, 2014, 34(5): 474-480.
- [27] 姚治国, 陈田. 旅游生态效率模型及其实证研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2015, 25(11): 113-120.
Yao Z G, Chen T. Tourism eco-efficiency model and an empirical research[J]. China Population, Resources and Environment, 2015, 25(11): 113-120.
- [28] 黄和平. 生命周期管理研究述评[J]. 生态学报, 2017, 37(13): 1-12.
Huang H P. Critical review of life cycle management[J]. Acta Ecologica Sinica, 2017, 37(13): 1-12.
- [29] 胡世霞, 向荣彪, 董俊, 等. 基于碳足迹视角的湖北省蔬菜生产可持续发展探讨[J]. 农业现代化研究, 2016, 37(3): 460-467.
Hu S X, Xiang R B, Dong J, et al. The sustainable development of vegetable production system from the carbon footprint perspective in Hubei Province[J]. Research of Agricultural Modernization, 2016, 37(3): 460-467.
- [30] 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(5): 450-453.
Jiang D H, Jin X. Tourism carbon footprint on final consumption in Shandong Province[J]. China Population, Resources and Environment, 2015, 25(5): 450-453.
- [31] Wang J C, Huang K T. Energy consumption characteristics of hotel's marketing preference for guests from regions perspective[J]. Energy, 2013, 52: 173-184.
- [32] Schaltegger S, Sturm A. Ökologische Rationalität: Ansatzpunkte zur Ausgestaltung von ökologieorientierten Management instrumenten[J]. Die Unternehmung, 1990, 44(4): 273-290.
- [33] WBCSD. Eco-efficiency: Creating More Value with Less Impact[R]. Geneva: WBCSD, 2000.
- [34] 刘军, 马勇. 旅游可持续发展的视角: 旅游生态效率的一个综述[J]. 旅游学刊, 2017, 32(9): 47-56.
Liu J, Ma Y. The perspective of tourism sustainable development: A review of eco-efficiency of tourism[J]. Tourism Tribune, 2017, 32(9): 47-56.
- [35] IPCC. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories[Z]. Institute for Global Environmental Strategies: Kanagawa, Japan: 2006.
- [36] Gössling S, Peeters P, Ceron J P, et al. The eco-efficiency of tourism[J]. Ecological Economics, 2005, 54: 417-434.

(责任编辑: 童成立)