

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 Zhiguo, Chen Tian, Yin Shoubing et al. Regional Tourism Eco-Efficiency Model and an Empirical Research of Hainan Province. Scientia Geographica Sinica, 2016, 36(3): 417-423.] doi: 10.13249/j.cnki.sgs.2016.03.013

区域旅游生态效率实证分析 ——以海南省为例

姚治国^{1,2}, 陈田², 尹寿兵³, 李新刚⁴

(1. 天津外国语学院国际商学院, 天津 300071; 2. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101; 3. 安徽师范大学
国土资源与旅游学院, 安徽 芜湖 241000; 4. 天津商业大学公共管理学院, 天津 300134)

摘要: 基于旅游碳足迹、生态效率、旅游经济效应等理论, 构建了旅游生态效率模型, 在定量计算海南省2012年旅游生态效率值的基础上, 对旅游生态效率区域差异进行了成因机制分析。主要结论有: ① 海南省2012年旅游交通生态效率为0.898元/kg, 旅游住宿生态效率为7.13元/kg, 旅游活动生态效率为16.32元/kg, 旅游综合生态效率为1.787元/kg, 旅游活动和旅游住宿的生态效率值大于旅游交通生态效率值。② 在出行距离既定的情况下, 优化旅游生态效率的措施在于: 提高人均消费水平、延长平均停留时间、增加平均参与活动频次, 即“短距离、长停留、高消费”的市场模式有利于优化旅游生态效率, 反之, “长距离、短停留、低消费”的市场模式则拉低了旅游生态效率值。③ 海南省旅游者外部交通平均距离较大、乘坐飞机旅游者比例较高、旅游收入统计值低于实际值等原因叠加起来使其旅游生态效率水平略次于部分旅游地。

关键词: 旅游生态效率; 旅游碳足迹; 海南省

中图分类号: K901 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0690(2016)03-0417-07

旅游过程需要消耗一定的自然资源与能源, 相应地也会产生温室气体排放的问题^[1]。据估计, 旅游业消耗的化石能源“贡献”了全球大约5%的CO₂排放^[2]。旅游经济增长的同时带来环境压力对于旅游管理是一个“两难困境”, 低碳旅游与旅游生态效率研究由此产生。自20世纪90年代以来, 学术界均认为旅游发展必须遵循可持续发展原则, 旅游业碳排放必须严格限定在门槛水平之下^[3]。旅游生态效率就是用单位碳排放的经济产出衡量可持续性的一个指标, 旅游CO₂排放代表环境影响, 旅游收入代表经济效益^[4]。国外学者采用实证研究的方法对旅游生态效率的影响机制、战略模式、旅游者偏好等方面进行了分析^[5-8]。本文在构建旅游生态效率模型的基础上, 实证分析了海南省2012年旅游生态效率及特征, 对促进区域旅游可持续发展具有一定的理

论和实践意义。

1 旅游生态效率模型设计

1.1 旅游生态效率的概念

旅游生态效率概念来源于生态效率, 生态效率的核心属性在于“最少投入, 最大产出”, 世界上许多组织与机构给出了不同的定义^[9]。Ayres认为生态效率是一个描述在产品和服务生产过程中既能降低能源和自然资源消耗, 又能提升产品和服务的价值, 并且可以减少污染物释放的概念^[10]。相应地, 旅游生态效率指为实现旅游经济效益最大化和环境影响最小化的“双重目标”, 用旅游收益与环境影响的比值核算的一个旅游学变量, 是一个定量化评价旅游可持续发展能力的指标体系。

1.2 旅游碳足迹模型

碳足迹指的是人们为了满足生活需要消耗能

收稿日期: 2015-01-28; **修订日期:** 2015-04-28

基金项目: 国家自然科学基金青年项目(41301159)、天津市哲学社会科学规划项目(TJGL13-010)、教育部人文社会科学研究青年基金项目(15YJC790047)资助。[Foundation: National Natural Science Foundation of China (41301159), Philosophy and Social Science Foundation of Tianjin (TJGL13-010), Ministry of Education in China Project of Humanities and Social Sciences (15YJC790047).]

作者简介: 姚治国(1978-), 男, 安徽太湖人, 博士后, 讲师, 主要从事酒店管理与旅游规划研究。E-mail: yzgzsz@163.com

源而产生的包含CO₂在内的温室气体数量^[11]。旅游碳足迹(Tourism Carbon Footprint)也即旅游者在旅游交通、旅游餐饮、旅游住宿、旅游娱乐活动等过程中直接和间接引起的CO₂排放总和。旅游碳足迹与旅游能源消耗是一个问题的两个方面,在工业化国家,能源消费碳排放占碳排放总量的90%以上^[12]。旅游碳足迹的产生本质上是因为旅游过程中化石能源的利用与消耗,两者可以相互转化^[5]。本文依据旅游生命周期评价(Life Cycle Assessment, LCA)的理论,采用“自下而上”的方法,将旅游活动产生碳足迹的过程分解为旅游交通碳足迹、旅游住宿碳足迹、旅游活动碳足迹。相应地,旅游碳足迹模型包括旅游交通碳足迹模型、旅游住宿碳足迹模型、旅游活动碳足迹模型,3个模型汇总即得旅游碳足迹综合模型。

1.2.1 旅游交通碳足迹模型

许多学者对交通部门的CO₂排放问题进行了研究^[13-18]。毫无疑问,交通是旅游活动开展的基础,旅游者到达旅游地、返回常住地、在目的地内部运行和移动都需要交通系统的支持。旅游交通因为其能源消耗问题获得日益多的关注,研究显示旅游交通能源消耗占据旅游系统能耗总量的大头,部分情况下甚至超过90%^[19-22]。相应地,旅游交通节能减排也处于旅游节能减排的中心位置^[23]。

整合前人的研究成果^[3,24],本文在分析旅游生态效率过程中,将旅游交通碳足迹模型定义为:

$$T_t = \sum_i (N_i \cdot L_i \cdot D_i \cdot \beta_i \cdot \varepsilon_i) \quad (1)$$

式中, T_t 为旅游交通碳足迹(kg); N_i 为旅游者总人数(人); L_i 为第*i*类交通模式利用率(%); D_i 表示采用第*i*类交通模式的运行距离(km); β_i 表示*i*类交通模式CO₂排放强度[kg/(人·km)]; ε_i 表示*i*类交通模式的等价因子,该变量在计算中能起到减小误差的作用。本文利用的排放因子引用已有研究成果^[3],结合案例地实际,将航空交通的等价因子定为1.07,其它交通方式的等价因子定为1.05(表1)。

1.2.2 旅游住宿碳足迹模型

住宿部门碳足迹是旅游碳足迹的重要组成部分。星级酒店、社会宾馆、公寓、度假村、私家旅馆等是目前海南省的主要旅游住宿类型。在国家政策支持下,海南旅游住宿接待业积极参与到旅游低碳化行动之中,执行“绿色宾馆”计划,鼓励旅游

表1 不同交通方式的相关变量系数

Table 1 Factors for different transport modes

交通模式	CO ₂ 排放因子[kg/(人·km)]	等价因子
航空(国内)	0.150	1.07
航空(海外)	0.150	1.07
火车	0.025	1.05
汽车	0.075	1.05
长途公共汽车	0.018	1.05
渡轮	0.070	1.05
游轮/游艇	0.070	1.05
自行车/脚踏车	0.010	1.05
其他	0.075	1.05

资料来源:根据参考文献[3]修订。

者减少一次性生活日用品的使用、注意节约用电用水等,其中影响最大的措施是旅游住宿节能设施的投入、安装、使用,进而提高旅游住宿设施的能源利用效率,降低旅游住宿碳足迹。围绕旅游住宿碳足迹强度的概念,也即根据人均每个床位碳排放量,将旅游住宿碳足迹模型定义为:

$$T_h = \sum_j (H_j \cdot N_j \cdot K_j \cdot P_j) \quad (2)$$

式中, T_h 为旅游住宿碳足迹(kg); H_j 为*j*类旅游住宿方式人均每住一晚的碳排放量[kg/(人次·夜数)]; N_j 为旅游者总人数(人); K_j 为旅游者平均留宿天数(d); P_j 为*j*类旅游住宿设施利用率,即选择该类住宿类型旅游者数量与旅游者总数之比。

1.2.3 旅游活动碳足迹模型

现代人的旅游活动越来越丰富,旅游者更加重视旅游的参与度与体验性,依托各类旅游设施可以开展旅游休闲活动、运动和体验活动、鉴赏和参观活动、旅游度假活动等。海南国际旅游岛是中国重要的度假、会议、观光的旅游地,对于海岛型旅游活动碳排放的研究具有典型示范意义。参与不同旅游活动所产生碳足迹值不同,将旅游者每参加一项活动产生的碳排放量作为该活动的碳足迹强度系数,相应地,旅游活动碳足迹模型为:

$$T_a = \sum_i (A_i \cdot N_i \cdot F_i \cdot P_i) \quad (3)$$

式中, T_a 指旅游活动产生的碳足迹(kg); A_i 指第*i*类旅游活动碳足迹强度,表示每位旅游者参与一次该活动的碳排放量[kg/(人次·频次)]; N_i 指旅游者总人数(人); F_i 指第*i*类旅游活动旅游者平均参与

频次; P_i 指参与*i*类活动的旅游者比例,等于参与该项活动人数与旅游者总人数之比。

1.2.4 旅游碳足迹综合模型

依照旅游生命周期评价理论,旅游产品与服务的消费过程,起始于离开常住地,终止于回到常住地,其中旅游交通、旅游住宿、旅游活动所占碳排放和能源消耗的绝大部分,旅游综合碳足迹等于旅游交通碳足迹、旅游住宿碳足迹、旅游活动碳足迹之和。因此,构建旅游碳足迹综合模型如下:

$$T=T_i+T_h+T_a \quad (4)$$

式中, T 为旅游碳足迹总量, T_i 为旅游交通碳足迹, T_h 为旅游住宿碳足迹, T_a 为旅游活动碳足迹,单位均是kg。

1.3 旅游生态效率模型

生态效率是一个兼顾生态和经济两个方面效率的指标^[25]。目前普遍接受的生态效率公式是由WBCSD提出的计算模型^[26,27]:

$$\text{生态效率} = \frac{\text{产品或服务的价值}}{\text{环境影响}} = \frac{\text{产品或服务的增量}}{\text{环境影响增量}}$$

式中,产品或者服务的增量、环境影响增量根据行业性质赋予具体值。一般地,在旅游生态效率计算中,用旅游碳足迹或者旅游能源消耗代表环境影响,用旅游经济收益代表旅游产品或服务价值,为了避免计算的重复和简化运算过程,此处不包含间接经济效益。类似地,基于碳足迹的旅游生态效率模型为:

$$T_{EE} = T_R/T_{EI} \quad (5)$$

式中, T_{EE} 为旅游生态效率(元/kg); T_R 为旅游收入(元); T_{EI} 为旅游环境影响,具体指旅游碳足迹(kg)。模型中旅游生态效率值越高,旅游可持续性能力越强。

2 区域旅游生态效率实证分析

2.1 案例地介绍与资料来源

海南省作为中国最大的经济特区和唯一的热带岛屿省份,旅游业发展具有得天独厚的优势。2010年《国务院关于推进海南国际旅游岛建设发展的若干意见》中提出将在2020年将海南初步建成世界一流海岛休闲度假旅游胜地,使之成为开放之岛、绿色之岛、文明之岛、和谐之岛,岛屿型旅游地是旅游气候变化影响相关研究的重点,本文以海南省为案例地具有较强的适宜性。

旅游生态效率计算需要两种变量值,一是旅

游碳足迹,二是旅游收益。旅游碳足迹计算所需数据中旅游碳排放强度系数、旅游交通碳足迹等因子等直接引用已有研究成果;所需客源地空间结构、旅游交通方式利用率、旅游消费结构、旅游者平均停留天数、旅游住宿设施利用率、旅游活动平均参与频次、旅游活动参与者比例等数据来自2012年10月进行的市场调研,该调研共发放问卷1864份,收回1842份,剔除无效问卷104份,实际有效问卷为1738份,问卷有效回收率为94.35%,有效问卷数量和比率能够满足研究需要。海南省国际和国内旅游者人数、海南省旅游总体收入、海南省国际旅游者分国别人数等数据,均来自海南省旅游发展委员会的年度统计资料(2002~2012)。另外,旅游者旅行距离利用公共交通信息和GIS软件获取。

2.2 旅游收益结构分析

旅游经济收益统计是一个复杂的过程,也是一个难以精确计算的结果。通过分析旅游者消费结构,确定旅游地在旅游各个部门的收入,作为旅游经济收益值,计算旅游生态效率。旅游市场接待人均收入反映了旅游经济发展水平的高低。据统计,2012年海南省旅游者总数为3320.36万人次,国内和国际旅游者数量分别为3238.80万人次和81.56万人次;2012年海南省旅游总收入为379.12亿元,人均旅游收入为1141.80元/人,国内市场人均收入为1101.61元/人,按照同期汇率换算,海外旅游市场人均收入为2737.86元/人。市场调查统计显示,海南省2012年国内旅游者在旅游消费中支出比例为:交通(45.2%)、住宿(30.9%)、娱乐活动(7.9%)、餐饮(3.2%)、购物(11.8%)、其他(1%)。海外旅游者消费结构中交通、住宿、娱乐活动、餐饮、购物、其他的比例分别为33.1%、26.8%、11.0%、13.4%、10.8%、4.9%。将旅游者消费支出比例应用于海南省旅游收入计算,结果显示,2012年海南省旅游交通、旅游住宿、旅游活动的收入分别为168.66亿元、116.22亿元、30.65亿元。

2.3 研究结果与分析

2.3.1 旅游交通生态效率

旅游交通是旅游过程最大的碳足迹来源,因此基于碳足迹的旅游交通生态效率值对旅游环境影响的评价意义最大。海南省2012年交通部门的碳足迹总量为 $18791.24 \times 10^6 \text{kg}$,旅游交通人均碳

足迹为 565.94 kg/人次,旅游交通总收入为 168.66 亿元,基于碳足迹的旅游交通生态效率值为 0.898 元/kg,也即旅游交通部门每产生 1 kg CO₂排放量创造的经济收入为 0.898 元(表 2)。

表2 基于碳足迹的2012年海南省旅游交通生态效率

Table 2 The tourism eco-efficiency of transport based on carbon footprint of Hainan Province in 2012

交通类型	旅游交通碳足迹 CO _{2e} (×10 ⁶ kg)
飞机	17330.63
火车	1261.44
城市公交	65.89
步行/自行车	0
出租车	103.69
自驾车	25.26
其他	4.33
合计	18791.24

2.3.2 旅游住宿生态效率

旅游住宿部门在创造一定经济收益的同时,也成为旅游碳足迹和旅游能耗的重要来源,研究表明,海南省 2012 年旅游者因为住宿产生的碳足迹总和为 2 330.56×10⁶kg,旅游住宿经济收入为 116.22 亿元,旅游住宿人均碳足迹为 70.19 kg/人次,海南省 2012 年基于碳足迹的旅游住宿生态效率值为 7.13 元/kg,也即旅游住宿部门每产生 1 kg CO₂排放量创造的经济收入为 7.13 元(表 3)。

表3 基于碳足迹的2012年海南省旅游住宿生态效率

Table 3 The tourism eco-efficiency of accommodation based on carbon footprint of Hainan Province in 2012

住宿类型	游客过夜夜数 (×10 ⁴)	碳足迹 CO _{2e} (×10 ⁶ kg)
星级酒店	9821.64	2023.26
社会宾馆	876.58	122.72
度假村	903.18	129.14
家庭旅馆	348.64	55.43
住宿过夜数与碳足迹合计	11949.97	2330.56

2.3.3 旅游活动生态效率

旅游活动产生的碳足迹所占比例不大,但是游憩活动作为旅游者体验内容其研究意义较大。本文旅游活动类型借鉴已有研究成果和海南省实际情况进行确定。2012 年海南省旅游活动产生的碳足迹为 187.8×10⁶ kg,旅游活动人均碳足迹为

5.66 kg/人次,旅游活动总收益为 30.65 亿元,基于碳足迹的旅游生态效率值为 16.32 元/kg,说明旅游娱乐活动部门每产生 1 kg CO₂的排放量创造的经济收入为 16.32 元(表 4)。

表4 基于碳足迹的2012年海南省旅游活动生态效率

Table 4 The tourism eco-efficiency of activity based on carbon footprint of Hainan Province in 2012

旅游活动类型	旅游者数量 (万人次)	碳足迹 CO _{2e} (×10 ⁶ kg)
植物园	597.66	3.74
主题公园	1195.33	6.98
自然观光	2158.23	11.70
文化景观	498.05	1.80
观看演出	531.26	1.28
节庆会展	298.83	0.62
垂钓	265.63	14.64
潜水/游泳	1228.53	38.53
冲浪/沙滩	962.90	25.88
温泉/休闲度假	431.65	13.54
高尔夫	132.81	50.80
游轮/游艇	66.41	18.29
旅游活动参与人数与碳足迹合计	12331.80	187.80

2.3.4 旅游总体生态效率

旅游总体生态效率是对旅游交通、旅游住宿、旅游活动生态效率值进行整合分析的结果。研究显示,海南省 2012 年旅游交通、旅游住宿、旅游活动产生的碳足迹的总和为 21 209.6×10⁶ kg,人均旅游碳足迹为 638.77 kg/人次,旅游总收入为 379.12 亿元,基于碳足迹的旅游生态效率值为 1.787 元/kg,也即旅游消费每产生 1 kg CO₂排放量创造的旅游经济收益为 1.787 元。

2.3.5 旅游生态效率分布差异分析

生态效率模型的引入在旅游业环境影响分析中的作用得到了一致肯定^[28-30]。在旅游生态效率模型中,提升生态效率水平的途径主要有:① 经济收益不变,降低碳足迹;② 碳足迹不变,提高经济收益;③ 碳足迹下降的同时经济收益增大。由于影响旅游生态效率高低的因子存在部门和区域差异,旅游生态效率也显示出差异化分布的特征。

1) 旅游生态效率部门差异分析

由定量分析可知,旅游交通部门的碳足迹和能源消耗比例最大,就海南省而言,长距离旅行旅游者占很大比例,旅游者出入境主要采用能耗较

高的飞机出行,因此旅游交通对环境影响最大。旅游生态效率不仅与旅游碳排放和能耗有关,也与各旅游部门的消费支出和收益紧密相关。

2012年海南省旅游生态效率中,旅游活动生态效率为16.32元/kg,旅游住宿生态效率为7.13元/kg,旅游交通生态效率为0.898元/kg,显然旅游活动的生态效率大于旅游住宿和旅游交通,这一方面说明了旅游娱乐活动、旅游住宿对目的地经济的拉动作用更大,另一方面也说明了在旅游外部交通距离既定的情况下,旅游者停留时间越长、人均消费越高、旅游活动参与频次越高,旅游生态效率值越大,旅游发展的可持续能力越强。另外,旅游三部门的生态效率差距绝对值小于人均碳足迹差距的绝对值。

2) 旅游生态效率区域差异分析

旅游生态效率的研究方兴未艾,国内外部分学者通过实证研究了不同区域的旅游生态效率值。对比前人研究过的美国落基山国家山地公园^[1]、塞舌尔^[2]、舟山群岛地区^[31]、黄山旅游风景区和九寨沟旅游区^[32]的旅游生态效率值发现,落基山国家山地公园、塞舌尔的旅游生态效率值分别为3.283元/kg、1.049元/kg^①,舟山群岛地区旅游生态效率值为27.10元/kg,黄山旅游风景区和九寨沟旅游区旅游生态效率值分别为4.953元/kg和3.269元/kg。

比较而言,海南省2012年的旅游生态效率值(1.787元/kg)高于塞舌尔,而低于其它4个地区,旅游生态效率水平相对较差。海南省旅游生态效率偏低的原因主要是海南省旅游市场中大于2000km的长距离旅游者比例较高,而且外部交通的主要交通方式为乘坐飞机,旅游统计中人均旅游收入的数值比实际旅游者消费略低,因此,按照旅游生态效率的影响机制看,海南省旅游节能减排的空间较大。

3 结论与讨论

本文基于旅游生态效率模型,以海南省为例,计算了旅游交通、旅游住宿、旅游活动的生态效率值及其特征,结果如下:

1) 从旅游部门比较看,海南省旅游活动和旅游住宿生态效率大于旅游交通生态效率,因此,在旅游出行距离既定的情况下,优化旅游地旅游生态效率的措施在于:提高人均消费水平、延长平均

停留时间、增加平均参与活动频次。也即,“短距离、长停留、高消费”的旅游模式有利于提升旅游生态效率,反之,“长距离、短停留、低消费”的旅游模式则拉低了旅游生态效率值。

2) 与部分旅游地相比较,海南省2012年总体旅游生态效率水平相对较差,这与海南省国内外旅游者外部交通平均距离较大、乘坐飞机旅游者比例较高、旅游收入统计值略低于实际消费等因素有关。

3) 由于旅游生态效率受到平均旅游消费、平均出行距离、平均停留时间、旅游交通方式等诸多因素的影响,而且是一个相对比值,因此单纯利用生态效率评价区域旅游可持续发展能力,也存在一定的不足。

旅游生态效率是一个复合变量系统,以水资源消耗、能源利用、其它温室气体排放等作为环境变量,则能更为完善地构建旅游生态效率指标体系,这也是有待深入的研究方向。另外,加强不同时期旅游生态效率纵向变化研究,有利于探索旅游生态效率运行的内在机制和规律。

参考文献(References):

- [1] Becken S. Tourists' perception of international air travel's impact on the global climate and potential climate change policies [J]. *Journal of Sustainable Tourism*, 2007, 15(4): 351-368.
- [2] 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]. *Journal of Cleaner Production*, 2009, (17): 1324-1330.
- [3] Gössling S, Peeters P, Ceron J P et al. The Eco-efficiency of Tourism [J]. *Ecological Economics*, 2005, (54): 417-434.
- [4] Dober P, Wolff R. Eco-efficiency and dematerialization: scenarios for new industrial logics in recycling industries, automobile and household appliances [J]. *Business Strategy and the Environment*, 1999, (8): 31-45.
- [5] Gössling S. Global Environmental Consequences of Tourism [J]. *Global Environmental Change*, 2002, (12): 283-302.
- [6] Kytzia S, Walz A, Wegmann M. How can tourism use land more efficiently? A model-based approach to land-use efficiency for tourist destinations [J]. *Tourism Management*, 2011, (32): 629-640.
- [7] Kelly J, Haider W, Peter W et al. preferences of tourists for eco-efficient destination planning options [J]. *Tourism Management*, 2007, (28): 377-390.
- [8] Becken S. Developing indicators for managing tourism in the

① 欧元与人民币汇率为7.9784。

- face of peak oil[J]. *Tourism Management*, 2008, (29): 695-705.
- [9] Raymond C, Booth A, Louis B. Eco-efficiency and SMEs in Nova Scotia, Canada[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2006, (14): 542-550.
- [10] Ayres R U. Towards a zero-emissions economy[J]. *Environmental Science and Technology*, 1998, 32(15): 366-367.
- [11] Weidema B P, Thrane M, Christensen P et al. Carbon footprint: a catalyst for life cycle assessment?[J]. *Journal of Industrial Ecology*, 2008, 12(1): 3-6.
- [12] 刘竹, 耿涌, 薛冰, 等. 中国低碳试点省份经济增长与碳排放关系研究[J]. *资源科学*, 2011, 33(4): 620-625. [Liu Zhu, Geng Yong, Xue Bing et al. Research on the relationship between economic growth and carbon emissions of low-carbon Experimental provinces in China. *Resource Science*, 2011, 33(4): 620-625.]
- [13] 汪玉林, 姜克隽. 中国城市交通节能政策研究[M]. 北京: 人民交通出版社, 2009. [Wang Yulin, Jiang Kejun. *Research on Urban Transport Energy Saving Policy in China*. Beijing: China Communications Press, 2009.]
- [14] 吴文化. 我国交通运输行业能源消费和排放与典型国家的比较[J]. *中国能源*, 2007, (10): 19-22. [Wu Wenhua. The Comparison of China's transportation sector energy consumption and carbon emissions to typical country. *Energy of China*, 2007, (10): 19-22.]
- [15] 国家发展和改革委员会能源研究所课题组. 中国2050年低碳发展之路: 能源需求暨碳排放情景分析[M]. 北京: 科学出版社, 2010: 141-142. [Energy Research Institute of China National Development and Reform Commission. *Low-carbon development path to 2050 in China: Scenario Analysis of Demand for energy and Carbon Emission*. Beijing: Science Press, 2010: 141-142.]
- [16] 张陶新, 周跃云, 赵先超. 中国城市低碳交通建设的现状与途径分析[J]. *城市发展研究*, 2011, (1): 68-73. [Zhang Taixin, Zhou Yueyun, Zhao Xianchao. *Analysis of Status and Development pathway of China urban low-carbon Communications construction*. *Urban Development Studies*, 2011, (1): 68-73.]
- [17] 牛文元. 中国新型城市化报告2010[M]. 北京: 科学出版社, 2010. [Niu Wenyuan. *The New Reports of Chinese Urbanization in 2010*. Beijing: Science Press, 2010.]
- [18] 张陶新. 中国城市化进程中的城市道路交通碳排放研究[J]. *中国人口·资源与环境*, 2012, 22(8): 3-9. [Zhang Taixin. *China Urban road transport emissions of carbon in the process of urbanization*. *China Population Resources and Environment*, 2012, 22(8): 3-9.]
- [19] Woodside A, King R. An updated model of travel and tourism purchase-consumption systems[J]. *Journal of Travel & Tourism Marketing*, 2001, 10(1): 3-26.
- [20] Kelly J, Williams P W. Modelling tourism destination energy consumption and greenhouse gas emissions: Whistler, British Columbia, Canada[J]. *Journal of Sustainable Tourism*, 2007, 15(1): 67-90.
- [21] Peeters P, Schouten F. Reducing the ecological footprint of inbound tourism and transport to Amsterdam[J]. *Journal of Sustainable Tourism*, 2007, 14(2): 157-171.
- [22] Reilly J, Williams P, Haider W. Moving towards more eco-efficient tourist transportation to a resort destination: The case of Whistler, British Columbia[J]. *Research in Transportation Economics*, 2010, (26): 66-67.
- [23] Becken S, David G S, Frampton C. Energy use with different travel choices[J]. *Tourism Management*, 2003, 24(3): 267-277.
- [24] Lin T P. Carbon dioxide emissions from transport in Taiwan's national park[J]. *Tourism Management*, 2010, (31): 285-290.
- [25] 张奔, 戴铁军. 协同学视角下的生态工业园结构研究[J]. *再生资源与循环经济*, 2011, 4(4): 11-15. [Zhang Ben, Dai Tiejun. *The study of Eco Industrial Park construction with the Synergetic Perspective*. *Recyclable Resources and Circular Economy*, 2011, 4(4): 11-15.]
- [26] Stigson B. A road to sustainable industry: how to promote resource efficiency in companies[M]. Düsseldorf: WBCSD, 2001.
- [27] World Business Council for Sustainable Development (WBCSD). *Measuring eco-efficiency: a guide to reporting company performance*[M]. Geneva: WBCSD, 2000.
- [28] Lee K F. Sustainable tourism destinations: the importance of cleaner production[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2001, (9): 313-323.
- [29] Hasselmann K, Latif M, Hooss G et al. The challenge of long-term climate change[J]. *Science*, 2003, (302): 1923-1925.
- [30] Grapl H, Kokott J, Kulesa M et al. *Climate protection strategies for the first century: Kyoto and beyond*[R]. Berlin: WBGU, 2003.
- [31] 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 Jianhong, Yu Aifen, Wang Min. *Assessment of Carbon Footprint in Travel Process: A case Study of Zhoushan Islands*. *Tourism Science*, 2011, 25(4): 58-66.]
- [32] 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 Jinhe. *The Ecological Impact Assessment of Tourism Wastes: Case Study of Jiuzhaigou and Huangshan*. *Acta Ecologica Sinica*, 2008, 28(6): 2764-2773.]

Regional Tourism Eco-Efficiency Model and an Empirical Research of Hainan Province

Yao Zhiguo^{1,2}, Chen Tian², Yin Shoubing³, Li Xingang⁴

(1. School of International Business of Tianjin Foreign Studies University, Tianjin 300071, China; 2. Institute of Geography Science and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China; 3. College of Territorial Resources and Tourism, Anhui Normal University, Wuhu 241000, Anhui, China; 4. School of Public Management of Tianjin Commerce University, Tianjin 300134, China)

Abstract: Based on the theory of the Tourism Carbon Footprint, Tourism Eco-efficiency and Tourism Economic Effects, this article proposed the concept and model of Tourism Eco-efficiency. This study took Hainan Province as a research object, calculated the tourism eco-efficiency value of Hainan Province in 2012 quantitatively, and made a mechanism analysis on regional differences of tourism eco-efficiency. According to the empirical research, this article drew some conclusions as follows: 1) In term of the tourism eco-efficiency of Hainan Province in 2012, the tourism eco-efficiency of tourism transport was 0.898 yuan/kg, the tourism eco-efficiency of tourism accommodation is 7.13 yuan/kg, the tourism eco-efficiency of tourism activity or amusement was 16.32 yuan/kg, the total tourism eco-efficiency was 1.787 yuan/kg, the tourism eco-efficiency value of tourism activity and tourism accommodation is greater than tourism transport. 2) In case of the same travel distance, there were some measures to enhance the tourism eco-efficiency as follows: to improve the level of per capita consumption, to extend the average residence time, to increase the average frequency of participation of tourism activities, it is also known as an theory that tourism market structure with "short-distance, long stay, high consumption" is conducive for optimizing tourism eco-efficiency, vice versa, tourism market structure with "long-distance, short stay, lower consumption" will drives down the value of tourism eco-efficiency. 3) The reasons that the tourism eco-efficiency of Hainan Province is lower than some compared destination could be summarized as: longer tourists average outside transport distance, higher proportion of tourists choosing aircraft as transport model, tourism revenues by statistics relatively lower to the actual consumption figure.

Key words: tourism eco-efficiency; tourism carbon footprint; Hainan Province