

旅游景区碳足迹测算及其对环境的影响*

邹永广

(华侨大学 旅游学院, 福建 泉州 362021)

摘要 测算旅游景区碳足迹,探索其主要来源及对旅游景区环境的影响程度,为采取对策提供参考。采用层次分析法构建了旅游景区碳足迹对环境的影响评价指标体系,计算出影响程度的权重系数。结果显示,旅游景区餐饮碳足迹对环境的影响程度最大,其权重为0.532;其次是交通碳足迹,其权重为0.214;旅游活动和住宿碳足迹对环境的影响分别为0.194和0.160;景区居民日常生活比垃圾产生的碳足迹对环境的影响大。研究揭示旅游者产生的碳足迹是旅游景区环境的主要来源,为此,管理者需合理调整或改善经营方式,营造低碳景区,引导旅游者参与低碳旅游。

关键词 碳足迹 旅游景区环境 旅游者 经营者 层次分析法

中图分类号 F590.7

文献标识码 A

文章编号 1672-6693(2011)03-0074-05

一份在提交到印度国会的评估报告称,虽然一直以来当局不遗余力地保护泰姬陵这座名胜古迹,但这座著名的白色大理石建筑逐渐变黄,空气污染给泰姬陵造成了严重损害。对于山西云冈石窟的研究人员经过多年试验和研究观察认为,受当地大气污染危害,世界文化遗产云冈石窟10年的破坏速度加快,如果不迅速采取保护措施,若干年后云冈石窟将不复存在。大气污染给国内外旅游资源带来严重破坏,旅游资源的可持续性受到威胁。

与工业活动相比,旅游业虽然在资源消耗、污染排放及对自然生态系统的干扰都较少,但这并不表示旅游业是“零碳排放”产业。由于高度的关联性并伴随产业规模迅速扩张,旅游业整体碳排放,对气候变化和生态环境的影响也不容忽视。特别是随着“旅游流”的猛增,旅游景区内及周边商业氛围日益浓厚,二氧化碳排放量与日俱增,从长远来看对旅游景区资源和环境受到极大破坏,必须引起人们的重视。基于此,本研究通过测算旅游景区碳足迹,分析其主要来源及对旅游景区环境影响程度。

1 旅游景区碳足迹

1.1 旅游景区界定

根据《旅游区(点)质量等级的划分与评定》(GB/T 17775-2003)旅游景区指具有参观游览、休闲度假、康乐健身等功能,具备相应旅游服务设施并提供相应旅游服务的独立管理区。该管理区应有统一的经营管理机构 and 明确的地域范围。包括风景

区、文博场馆、寺庙观堂、旅游度假区、自然保护区、主题公园、森林公园、地质公园及工业、农业、经贸、科教、军事、体育、文化艺术等各类旅游区(点)^[1]。旅游景区是旅游者活动的载体,是重要的集散中心。本研究主要是针对自然和人文类的部分旅游景区,诸如文物古迹、遗址和自然保护区等提供食、宿、行、游、购、娱等旅游要素的旅游景区,因这些旅游景区排放的二氧化碳较多,且呈增长趋势,最易受到影响,一旦遭到破坏后永远无法恢复,须引起高度重视。

1.2 碳足迹的概念

碳足迹(Carbon footprint)是一种衡量人类活动对环境的影响,特别是对气候变化影响的测量标准。它与人类在日常生活中用于发电、供暖和运输等活动中使用的化石燃料燃烧所产生的温室气体的量有关。碳足迹用于测量人类活动中产生的全部温室气体,并以二氧化碳作为等价物,以t(或kg)为单位计算温室气体的量^[2]。

1.3 碳足迹的测算

世界各国的环保组织或个人为公众设计并提供了科学、直观的“碳足迹计算器”,方便人们时刻计算自己在这个世界上留下了多少“碳足迹”。此外,还有一些环保组织根据相应的标准,制定了一些简单、直观的“碳足迹”计算公式,用以方便公众计算自己的温室气体(二氧化碳等价物)排放量^[3]:家居用电的二氧化碳排放量=耗电度数×0.785;开车的二氧化碳排放量=油耗公升数×0.785;乘坐飞机的

* 收稿日期 2011-01-20 修回日期 2011-03-22 网络出版时间 2011-05-16 10:13:00

作者简介 邹永广,男,硕士研究生,研究方向为旅游企业管理。

二氧化碳排放量分为 短途旅行(200 km 以内) = 公里数 $\times 0.275$, 中途旅行(200 ~ 1 000 km) = $55 + 0.105 \times (\text{公里数} - 200)$, 长途旅行(1 000 km 以上) = 公里数 $\times 0.139$ 。按照 30 年冷杉吸收 111 kg 二氧化碳来计算需要种植几棵树来补偿。

1.4 旅游景区碳足迹

旅游景区碳足迹是指旅游景区内及周边经营者产生的二氧化碳量和旅游景区游客旅游活动产生的二氧化碳量。本文为研究需要和目前景区碳足迹测算数据收集的可行性以及参照现有的研究成果,主要包括:景区交通碳足迹,景区住宿碳足迹,景区餐饮碳足迹,旅游购物、娱乐、观光游览等活动的碳足迹,景区居民日常生活碳足迹和景区垃圾碳足迹。

2 旅游景区碳足迹测算

2.1 景区交通碳足迹

景区交通碳足迹指景区内的交通设施所排放的二氧化碳量。景区内的交通设施主要是来景区的游客车辆和旅游车辆等。碳足迹的计算公式为

$$C_1 = \text{油耗公升数} \times 0.785$$

式中 C_1 为交通二氧化碳的排放总量, 0.785 为油耗产生的二氧化碳排放系数。由于游客的流动性以及获取特定交通工具能耗总量的不同,景区交通二氧化碳的排放可用以下公式计算^[8]

$$C_1 = \sum_m \beta_m \times P_m \times D_m \quad (1)$$

(1) 式中 m 为交通工具的类型 β_m 为 m 类型交通工具的二氧化碳排放系数 P_m 为乘坐 m 类交通工具的人数 D_m 为 m 类型交通工具的行驶距离。

不同的交通工具/km 的二氧化碳排放系数,长途客车为 0.018 kg,轿车为 0.075 kg,轮船与渡船为 0.07 kg,机动脚踏两用车为 0.01 kg,其中人数与距离可以通过市场调查获取^[4]。

2.2 景区住宿碳足迹

景区不同类型的住宿设施能源使用量不同,因此,所产生的环境影响也不同,具体见表 1^[5]。

表 1 不同类型住宿设施的二氧化碳排放情况

住宿设施类型	每床位每晚的排放量/kg
饭店	20.6
露营地	7.9
自助旅馆	19.0
度假村	14.3
度假别墅	15.9

其计算公式为

$$C_2 = \sum_m \gamma_m \times N_m \times R_m \quad (2)$$

(2) 式中 C_2 为旅游住宿二氧化碳排放总量 m 为住宿类型 γ_m 为 m 类型住宿的二氧化碳排放系数 N_m 为 m 类型住宿的床位数 R_m 为 m 类型住宿出租率。床位数和住宿出租率可以通过市场调查获取数据。

2.3 景区餐饮碳足迹

测算旅游过程中,景区餐饮的碳足迹,是通过测算景区餐饮企业燃料产生的二氧化碳排放量和餐饮企业的用电产生的二氧化碳,其计算公式为

$$C_3 = \sum (n_i \times \text{燃料的热能转换系数} \times 103 \times \text{燃料的二氧化碳排放系数} / 109 + \text{耗电度数} \times 0.785) \quad (3)$$

(3) 式中 C_3 为餐饮碳足迹, 103、109 分别为单位换算系数 n_i 为各种燃料的使用量,各种燃料的热能转换系数来源于《中国能源统计年鉴》的“各种能源的平均低位发热量”,各种燃料的二氧化碳排放系数采用 IPCC 推荐的缺省值^[6]。其中各种燃料的使用量可以通过市场调查获取数据。下表仅列举目前餐饮企业常用的燃料(表 2)。

表 2 各种燃料的系数

燃料名称	平均低位发热量/ (kJ · kg ⁻¹)	缺省值/(kg · TJ ⁻¹)
原油	41 816	73 300
液化天然气	38 931	64 200
汽油	43 070	69 300
柴油	42 652	74 100
液化石油气	50 179	63 100
煤气	16 726	57 600

资料来源:中国能源统计年鉴 2006 年 IPCC 指南

2.4 景区活动碳足迹

在旅游过程中,除了观光游览、欣赏风景以外,旅游者通常要开展一些活动,如参与景区举办的民俗活动在景区购物等。Gossling 等^[5]通过对大多数的旅游目的地抽样调查统计,研究得出平均每位游客在旅游中排放的二氧化碳为 40 kg,游客呼吸排放的二氧化碳,可根据每人每天排放量约 0.9 kg 计算,故景区旅游者活动的碳足迹计算公式为

$$C_4 = \sum (p_m \times 40 + p_m \times 0.9) \quad (4)$$

(4) 式中 C_4 为旅游活动碳足迹 p_m 为游客人天数,游客人数可以通过市场调查获取景区接待游客的人天数。

2.5 景区居民日常生活的碳足迹

考虑到大多数景区的现实情况,景区居民由于受到环境条件的限制,日常生活较一般的市民生活简单,因此,本文在测算其碳足迹时仅计算用电、用能排放的二氧化碳量和居民呼吸排放的二氧化碳。各种能源的二氧化碳排放系数可见表 2,其计算公式为

$$C_5 = \sum (n_i \times \text{燃料的热能转换系数} \times 103 \times \text{燃料的二氧化碳排放系数} / 109 + \text{耗电度数} \times 0.785 + p_m \times 0.9) \quad (5)$$

(5)式中, C_5 为居民日常生活碳足迹,103、109 分别为单位换算系数, n_i 为各种燃料的使用量,各种燃料的热能转换系数来源于《中国能源统计年鉴》的“各种能源的平均低位发热量”,各种燃料的二氧化碳排放系数采用 IPCC 推荐的缺省值。 p_m 为居民人天数,0.9 kg 为居民每人每天的二氧化碳排放量。用电量、用能量和居民人天数均可通过市场调查直接获取数据。

2.6 景区垃圾的碳足迹

目前,绝大部分旅游景区为了防止污染和生态破坏,对垃圾的处理是通过集中回收,再用车统一运送离景区有一定距离的垃圾处理场,或焚烧或填埋或分类、循环利用等方式进行处理的,处理垃圾产生的不直接排放的二氧化碳,其余留在景区内的只是些生物质能垃圾。这些垃圾的碳足迹计算公式为

$$C_6 = \sum n_i \times \text{燃料的热能转换系数} \times 103 \times \text{燃料的二氧化碳排放系数} / 109 \quad (6)$$

(6)式中, C_6 为景区垃圾碳足迹,103、109 分别为单位换算系数, n_i 为各种燃料的使用量,各种燃料的热能转换系数来源于《中国能源统计年鉴》的“各种能源的平均低位发热量”,各种燃料的二氧化碳排放系数采用 IPCC 推荐的缺省值。其中生物质能系数见表 3。

表 3 生物质能系数值

生物质能	平均低位发热量/(kJ·g ⁻¹)	缺省值/(kg·TJ ⁻¹)
人粪	18 817	100 000
牛粪	13 799	100 000
羊、驴、马粪	15 472	100 000
杂草	13 799	100 000
树叶	14 635	100 000
薪柴	16 726	100 000
沼气	20 908	54 600

资料来源:中国能源统计年鉴,2006年 IPCC 指南

3 旅游景区碳足迹对环境的影响

3.1 研究方法

层次分析法(Analytic hierarchy process,简记 AHP)^[7]是一种定性定量相结合的层次化分析方法,通过建立评价指标体系,由专家和决策者对所列指标通过两两比较重要程度来逐层进行判断评分,通过计算判断矩阵的特征值和它的正交化特征向量,来得出该层指标对上一层指标的贡献程度,从而得到基层指标对总体目标或综合评价指标的重要性排列结果。该方法主要用于解决经济、环境、能源等各种方案的评估问题,大体上可按下面 3 个步骤进行:1)确定问题:提出总的问题和总的目标;2)建立层次结构:把问题分解成若干层次经过充分的讨论和分析,最后画出相应的分层结构图;3)求同一层次上的权系数(从高层到低层)。

3.2 指标体系的构建

在分析和测算了旅游景区碳足迹后,为了进一步评价旅游景区的各种碳足迹对环境的影响程度,结合景区的实际情况并通过专家讨论,构建了景区各种碳足迹对环境影响的指标体系。如图 1 所示。

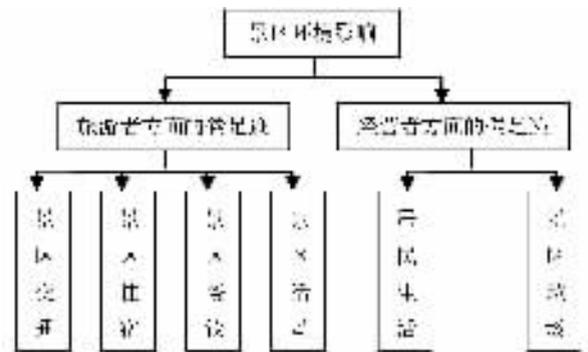


图 1 基于碳足迹的旅游景区环境影响指标体系图

3.3 构造判断矩阵

根据旅游景区环境影响评价的指标体系图,可将旅游景区环境影响指标分成 A、B、C 3 层。A:环境影响;B1:旅游者产生的碳足迹;B2:经营者产生的碳足迹;C1:交通碳足迹;C2:住宿碳足迹;C3:餐饮碳足迹;C4:旅游活动碳足迹;C5:居民生活碳足迹;C6:垃圾碳足迹。然后采用 1~9 标度方法进行每两元素间的相对比较,构造判断矩阵 $A = a_{ij}$,并进行计算。表 4 列出了标度及其含义。

3.4 计算指标权重

依据以上的指标体系,笔者邀请了由旅游景区管理者组成的专家组,视实际情况给予打分得出判断矩阵,然后计算指标权重。旅游景区碳足迹对环

境影响评价的指标权重,数据见表 5~7。而权重在本文中特指各种碳足迹对环境的影响程度。

表 4 标度的含义

标度	含义
1	表示两个元素相比,具有同样重要性
3	表示两个元素相比,前者比后者稍重要
5	表示两个元素相比,前者比后者明显重要
7	表示两个元素相比,前者比后者强烈重要
9	表示两个元素相比,前者比后者极端重要
2, 4, 6, 8	表示上述相邻判断的中间值
倒数	若元素 i 与 j 的重要性之比为 a_{ij} , 那么元素 j 与元素 i 重要性之比为 $a_{ji} = 1/a_{ij}$

表 5 B 层对目标层 A 的判断矩阵及其权重

A	B1	B2	W_i
B1	1	7	0.875
B2	1/7	1	0.125

表 6 C 层对 B1 层的判断矩阵及其权重

B1	C1	C2	C3	C4	W_i
C1	1	4	1/4	3	0.214
C2	1/4	1	1/6	1/2	0.160
C3	4	6	1	5	0.532
C4	1/3	2	1/5	1	0.194

表 7 C 层对 B2 层的判断矩阵及其权重

B2	C5	C6	W_i
C5	1	3	0.75
C6	1/3	1	0.25

3.5 一致性检验

3.5.1 一致性检验的步骤 对判断矩阵进行计算后,必须进行一致性检验。一致性指标 CI 和一致性比例 CR 的计算公式为

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n(n-1)} \quad CR = CI/RI$$

其中 RI 为平均随机一致性指标(表 8) λ_{\max} 为矩阵的最大特征值。当一致性比例 $CR \leq 0.10$ 时,表明矩阵通过了一次性检验,否则需要重新构造成对比较矩阵。

表 8 平均随机一致性指标 RI

矩阵阶数	1	2	3	4	5	6	7	8
RI	0	0	0.52	0.89	1.12	1.26	1.36	1.41

3.5.2 景区环境影响评价的指标一致性检验 B 层对 A 层 $\lambda_{\max} = 2, CI = 0, RI = 0, CR = 0 < 0.10$

C 层对 B1 层 $\lambda_{\max} = 4.1367, CI = 0.046, RI =$

$0.89, CR = 0.0511 < 0.10$

C 层对 B2 层 $\lambda_{\max} = 2, CI = 0, RI = 0, CR = 0 < 0.10$

经检验可知,计算结果均达到一致性要求,景区环境影响评价的判断矩阵可以接受。

3.5.3 景区碳足迹的环境影响权重 经过采用层次分析法,得出了旅游景区碳足迹对环境影响的评价指标权重,其中旅游者产生的碳足迹 $B1$ 为 0.875,交通碳足迹 $C1$ 为 0.214,住宿碳足迹 $C2$ 为 0.160,餐饮碳足迹 $C3$ 为 0.532,活动碳足迹 $C4$ 为 0.194;经营者的碳足迹 $B2$ 为 0.125,居民生活碳足迹 $C5$ 为 0.75,垃圾碳足迹 $C6$ 为 0.25。

4 结论与建议

通过测算旅游景区 6 方面的碳足迹,采用层次分析法确定了旅游景区 6 方面碳足迹对环境影响的程度。由景区管理者组成的专家组,视实际情况给予打分得出判断矩阵之后计算权重得出:在旅游者产生的碳足迹方面,餐饮碳足迹也即景区餐饮产生的二氧化碳量对环境的影响程度最大,其权重为 0.532;其次是交通碳足迹,其权重为 0.214,再次是旅游活动和住宿碳足迹对环境的影响程度分别为 0.194 和 0.160。从旅游经营者方面看,居民日常生活产生的碳足迹比垃圾碳足迹明显要高,分别为 0.75、0.25。测算碳足迹和计算碳足迹对环境影响的程度,其根本目的在于使管理者和旅游者认识到各种碳足迹环境的不同影响程度,从而合理调整或改进景区的经营方式、引导旅游者参与低碳旅游活动,营造低碳景区。依据研究结果,为创建低碳景区,实现旅游景区的可持续发展,提出如下建议。

1) 从旅游景区方面来说,首先应根据各种碳足迹对环境影响的程度合理地调整旅游活动“六要素”的比例,严格限制景区内及周边地区二氧化碳高排放的企业进入。其次是要将低碳意识、环保观念宣传到位。如餐饮企业按照绿色餐厅、生态餐厅的标准尽可能地实行节能化、低碳化。景区内部交通需要引导游客在景区步行替代坐观光游览车。景区住宿设施尽可能地环保、节能,使用低碳产品。最后在一些文物古迹景点,要合理地引导人流量,特别是在旺季可通过提价或限制人流量等措施,防止游客量增多产生过量二氧化碳,造成对文物古迹的破坏。

2)从旅游者方面来说,一是改变以前的旅游方式,将低碳意识贯穿于整个旅游过程之中,在旺季不要往人流量密集的景区去;二是参与生态旅游,参与体验、休闲、度假旅游;三是在交通工具的选择上也要考虑低碳环保节能交通。

参考文献:

- [1] 邹统钎. 中国旅游景区管理模式研究[M]. 天津:南开大学出版社, 2006.
- [2] 王微,林剑芝,崔胜辉,等. 碳足迹分析方法研究综述[J]. 环境科学与技术, 2010, 33(7):71-77.

- [3] 罗运阔,周亮梅,朱美英. 碳足迹解析[J]. 江西农业大学学报(社会科学版), 2010, 9(2):123-127.
- [4] 章锦河. 基于生态足迹的区域旅游环境影响研究[M]. 合肥:安徽人民出版社, 2009.
- [5] 黎洁. 旅游环境管理研究[M]. 天津:南开大学出版社, 2006.
- [6] 蒋宏强,周颖,师华定,等. 温室气体排放统计核算技术方法[M]. 北京:中国环境科学出版社, 2009.
- [7] 闵婕. 基于GIS技术与AHP研究生态环境敏感度分区[J]. 重庆师范大学学报:自然科学版, 2006, 23(4):76-80.

A Study on Environmental Impact of Tourist Attractions Based on Carbon Footprint Calculation

ZOU Yong-guang

(College of Tourism Management , Huaqiao University , Quanzhou Fujian 362021 , China)

Abstract : Calculate the tourist scenic area carbon footprint on tourist attractions and explore its important source and the influence which has the important meaning to seek for the countermeasures. This article described the carbon footprint on tourist attractions proposed its calculation from the tourist and the tourism operator, based on this, its impact on the environmental assessment index system was constructed, and the analytic hierarchy process was used to determine effect weight. The results show that: tourist attractions catering carbon footprint has the greatest influence, and its weight is 0.532; followed by the transportation carbon footprint, and its is 0.214, tourism activity and the lodging carbon carbon footprint impact on the environment are 0.194 and 0.160 respectively; residents in their daily lives have great impact on the environment than the carbon footprint of waste. The article reveals that the tourist's carbon footprint is the main source in the tourist attraction, so the manager should adjust and improve their business way, create a low-carbon area, guide tourists taking part in low-carbon travel.

Key words : carbon footprint ; tourist attraction environment ; ourists ; tourism operator ; analytic hierarchy process

(责任编辑 欧红叶)