

贵州思南乌江喀斯特国家地质公园 可持续发展评价研究

——基于生态足迹指数研究

柳婷¹, 刘超¹, 曾克峰¹, 易焱华²

(1. 中国地质大学(武汉)公共管理学院, 湖北 武汉 430074;

2. 中国地质大学(武汉)工程学院, 湖北 武汉 430074)

摘要:生态足迹是评估旅游景区是否处于可持续发展状态的重要方法,在分析生态足迹理论的基础上,对贵州思南乌江喀斯特国家地质公园的生态足迹与生态承载力的大小进行计算,构建生态足迹指数对其生态可持续发展进行测度和评价。研究结果表明:公园内的生态足迹指数为50.59%,处于强可持续发展状态。据此提出维持其可持续发展状态的建议。

关键词:生态足迹;地质公园;可持续发展;贵州思南

中图分类号:F590(273) **文献标识码:**A **文章编号:**1009-4210(2013)01-046-06

2000年以来,我国地质公园的建设快速发展,国土资源部分6个批次,共批准了218家国家地质公园。地质公园的建设对于保护地质遗迹、促进旅游业和推动地方经济的发展起到了重要的作用,更为地质工作者进行科研提供了良好的场所。对地质公园进行生态可持续评价,制定科学的保护措施,对于促进旅游地质资源的开发、利用和最大限度地保护地质遗迹,促进国家地质公园建设的可持续发展有着重要的作用。本文以贵州思南乌江喀斯特国家地质公园为例,利用旅游生态足迹分析的方法对公园的生态可持续发展进行测度和评价。

1 生态足迹的理论与方法

1.1 生态足迹简介

生态足迹分析方法^[1]是将一定区域内的能源和资源消耗转变成提供这种消耗所必须的相对应的生物生产土地的面积,然后和区域内能提供的生物生产型土地面积进行比较,最后判断这个区域是不是处于可持续的状态。

该理论被提出之后,受到了国际上极大的重视,很多不同国家的学者利用该模型来进行区域可持续发展状况的计算与分析研究。国外学者 Colin

收稿日期:2012-06-27;改回日期:2012-09-24

基金项目:贵州省思南县人民政府项目(KH106133)

作者简介:柳婷(1988—),女,硕士研究生,从事自然地理学研究。

通讯作者:曾克峰(1957—),男,教授,从事自然地理学、国土资源调查、评价与规划开发研究。E-mail:dxy2006@cug.edu.cn

Hunter 第一次提出了旅游生态足迹的相关概念^[2]; Stefan 等将生态足迹的理论应用在塞舌尔地区的旅游可持续发展中^[3]。也有学者利用时间序列方法来补充生态足迹理论只能评价静态的区域体系可持续发展状况的不足^[4-6]。

国内学者对于该模型开展了不同批次的研究^[7],并用该方法对区域可持续发展状况进行区域生态足迹的计算与分析评价。有学者利用生态足迹的方法提出旅游生态足迹的模型,将其分为 6 个子模型进行计算,并以黄山市为例进行了实证研究^[8],也有学者对旅游生态足迹的理念作了详细的阐述^[9],还有学者基于生态足迹理论对旅游地构建了生态环境监测的指标体系^[10]。在应用方面,许多学者把旅游生态足迹应用于不同的实证研究^[11-13]。

1.2 计算方法与处理

生态足迹模型的计算涉及到两个方面:一是人类在消费过程中所消耗的能源、资源产量;二是这些消费产量转换为提供这些消耗的生物生产性土地面积。生物生产性土地包括可耕地、化石能源地、林地、草地、建成地和水域等 6 大基本类型。本文根据全国性和地区性的统计年鉴查取区域内每个消费项目的总量数据,再结合人口总量得到人均的消费量值。在生态足迹模型的基础上,旅游生态足迹的计算模型可以表示为:

$$EF = N(e_f) = N \sum A_i = N \sum (c_i / p_i) \quad (1)$$

式中:EF 为总旅游生态足迹;N 为旅游的总人数; A_i 为人均第 i 种消费品所折算的生物生产性土地面积; e_f 为人均旅游生态足迹; c_i 为第 i 种消费品的人均消费量; p_i 为第 i 种消费品的平均生产能力。

生物资源面积的计算中采用 1993 年联合国粮农组织公布的有关生物资源的世界平均产量。由于每个地区相同土地类型的单位面积生物生产能力差异很大,必须用当地的生物资源产量与世界均值的比值,也就是“产量因子”调整之后才能进行计算;为了使计算结果便于最后的加总,必须用“均衡因子”

进行转化计算。在此基础上,旅游生态足迹的计算模型可以表示为:

$$EF = N \sum (q_i \times c_i / p_i) \quad (2)$$

式中: q_i 为第 i 种类型土地面积的均衡因子。

等量化处理的均衡因子采用 William 等提出的:草地 0.54,耕地和建筑用地 2.82,森林和化石能源用地 1.14,水域 0.22。由于建筑用地所利用的都是最好的耕地,因此它的产量、均衡因子与耕地相同;考虑到公园内林地的面积比较大,本文以园区内建筑用地来源比例(草地 30%、林地 70%)为权重,计算出建筑用地的两个调节因子为 0.62、0.92。

2 研究区概况及数据来源

2.1 研究区概况

贵州思南乌江喀斯特国家地质公园于 2009 年 8 月 11 日通过国土资源部审批,成为第五批国家地质公园。公园总体面积 96.99 km²,主要包括石林园区和鸚鵡溪园区。该区域位于贵州高原向湘西丘陵过渡的大斜坡地带的北部边缘,武陵山脉与大娄山脉之间。园区地势总体呈东缘及西北高,中、南乌江峡谷地带低的特点。

公园属于中亚热带季风湿润气候区。热量充足,地处乌江中下游,河网密布。地貌受山脉走向、地势起伏、地壳断裂的影响及乌江水系强烈切割的控制,具有山峦起伏河网密布、切割强烈、地形破碎的地貌特征,是典型的喀斯特岩溶山地地貌,山高谷深,乌江峡谷、岩溶丘陵洼地和大小溶洞分布于公园内。

地质公园内地质遗迹资源丰富,以喀斯特地貌景观为主体,集地质构造形迹、乌江河谷、水体景观、历史遗迹、民族风情为一体,具有较高的科学价值、科普价值和美学观赏价值。

2.2 数据及资料来源

(1)基础数据。包括各类餐饮、住宿、交通、娱乐、游览、购物等设施的总量及构成,能源消耗总量及构成,游客总量及消费支出等,该数据主要来源于

思南县统计年鉴,思南乌江喀斯特国家地质公园总体规划等。

(2)调查数据。通过实地调研了解包括各类住宿餐饮、旅游交通、游览、娱乐、购物等旅游设施的面积、出行交通工具的选择、游客的构成、旅游天数等,调查对象主要是游客与思南的相关旅游机构、企事业单位。

3 生态足迹与生态承载力分析

3.1 生态足迹的计算

根据贵州思南喀斯特国家地质公园区域旅游生态消费的特点,旅游生态足迹计算主要由旅游交通、

旅游住宿、旅游餐饮及游览观光 4 部分组成。

3.1.1 旅游餐饮

旅游餐饮生态足迹包括思南当地为了提供餐饮消费所建成的设施面积,游客在餐饮中消耗的生物生产面积以及为了提供这些餐饮服务所消耗的化石能源面积。由于餐饮所占的建成地面积相对较小,可以忽略不计。

游客到了思南之后,在公园内的餐饮、能源消费量与当地的居民相同。思南居民的人均每日生活食物消费量、能源消费量可以从思南统计年鉴上获取。以思南县城镇居民日消耗食物量为标准,通过计算得出餐饮生态足迹(表 1)。

表 1 旅游者餐饮消费生态足迹

项目	人均日消费量 / (kg/人)	全球平均产量 / kg · hm ⁻²	人均旅游生态用地 / (hm ² /人)	均衡因子	人均均衡化生态足迹 / (hm ² /人)	能源密度 / MJ · kg ⁻¹	人均化石能源地 / (hm ² /人)	类型
粮食	0.51	4 300	0.000 119	2.82	0.000 336	4	0.000 024	耕地
蔬菜	0.65	42 000	0.000 015	2.82	0.000 042	1	0.000 009	耕地
饮酒	1.72	7164	0.000 240	2.82	0.000 677	4	0.000 097	耕地
猪肉	0.12	101.9	0.001 177	0.54	0.000 636	65	0.000 135	草地
蛋	0.05	585	0.000 085	0.54	0.000 046	65	0.000 046	草地
奶	0.08	750	0.000 107	0.54	0.000 058	80	0.000 090	草地
牛肉	0.11	65	0.001 692	0.54	0.000 914	80	0.000 124	草地
羊肉	0.07	65	0.001 077	0.54	0.000 582	80	0.000 79	草地
鱼	0.08	53	0.001 509	0.22	0.000 332	100	0.000 113	水域
水果	1.42	46 000	0.000 031	1.14	0.000 035	1	0.000 020	林地
合计					0.003 658		0.000 737	

3.1.2 旅游住宿

旅游住宿生态足迹的测算包括为游客提供住宿的设施面积和为游客提供住宿服务的能源消耗。鉴于思南当地不同类型的住宿设施所能提供的建成地面积和能源消耗不同,旅游住宿设施可划分为星级酒店、宾馆、公共旅馆、私人旅馆等基本类型,每个不同类型所占有的提供旅游住宿设施的建成地面积和能源消耗量可通过对每个类型住宿设施的调查获取。

根据调查,思南县现有一星级宾馆 1 家、二星级宾馆 1 家、三星级宾馆 1 家,旅游涉外定点单位 5 家,农家乐 18 家,社会旅馆和招待所若干。全县旅馆、酒店床位数达 3 000 多个。近期游人规模约 37 万人/年,平均停留天数 1 天,年住宿人数占游人规模 30%,床位利用率为 40%,公共旅馆每床能源消耗为 40 MJ,将以上数据通过计算得出住宿生态足迹(表 2)。

表 2 旅游住宿生态足迹

床位/张	每床建成面积/m ²	客房出租率/%	单位能耗/MJ	住宿生态足迹/hm ²	人均生态足迹/(hm ² /人)
3 000	75	40	40	1 808.923 1	0.002 660

3.1.3 旅游交通

旅游交通生态足迹主要包括游客在旅游过程中所消耗的能源和提供这些交通设施所占用的建成地面积。思南的客源主要包括铜仁地区、遵义地区等邻近地区和周边县市游客,如毕节地区、六盘水地区、涪陵地区。旅游交通设施所占用的建成地面积的计算包括游客所需的火车站、机场、公路、汽车站、铁路、停车场、轮船码头等。在交通方式的选择上,通过调查发现,中近程的游客主要是以客车为主,约占人数的 87%;选择火车的游客约占总人数的 11%,剩下约有 2%的游客选择乘坐自驾车旅游。能源消耗量是游客、旅行距离以及人均单位距离能源消耗的乘积。交通生态足迹结果如表 3。

表 3 旅游交通生态足迹

交通工具	总交通生态足迹 /hm ²	人均生态足迹 /(hm ² /人)	比例/%
客车	794.687	0.001 169	87.01
小汽车	73.519	0.000 108	1.97
火车	493.236	0.000 725	11.02
合计	1 361.442	0.002 002	100

3.1.4 旅游娱乐

旅游娱乐生态足迹包括为游客提供旅游娱乐设施的建成地面积和在游览观光过程中所需的能源消耗。休闲场所的能源消耗相对较少,可以忽略不计。游览观光的生态足迹测算包括各类景点内的游览道路、公路、旅游景点空间的建成地的面积总和。

将以上 4 部分生态足迹相加得到思南乌江喀斯特国家地质公园的人均旅游总生态足迹大小为 0.009 283 hm²(表 4)。

表 4 思南乌江喀斯特国家地质公园总生态足迹

旅游生态足迹结构	人均生态足迹/(hm ² /人)	比例/%
旅游餐饮	0.004 395	47.34
旅游交通	0.002 002	21.57
旅游住宿	0.002 660	28.65
旅游观光	0.000 226	2.43
合计	0.009 283	100

3.2 生态承载力的计算

生态承载力是指区域内能提供的旅游活动的生物生产性土地面积的最大容量。它与生态足迹相对应,区域生态承载力计算公式为:

$$EC = \sum (A_i \times Y_i \times E_i) \quad (3)$$

式中:EC 为生态承载力;A_i 为第 i 种生物生产性土地的面积;Y_i 为区域内第 i 种土地的产出因子;E_i 为第 i 种土地的均衡因子。均衡因子和产出因子与生态足迹模型中的数值相同。

通过野外实地调查和在室内进行遥感图片解译,利用 RS 和 GIS 技术,在 ERDAS 9.0 软件平台上解译遥感图片,可以计算出各类地物的面积(表 5)。然后根据公式(3)计算出研究区均衡后的人均生态承载力为 0.018 789 hm²,其值比研究区内的人均生态足迹大(表 5)。

表 5 各地类面积及生态承载力

土地类型	供给面积/hm ²	产量因子	均衡因子	均衡后	
				生态承载力/hm ²	人均生态承载力/(hm ² /人)
化石能源地	0	0	1.14	0	0
建筑用地	1 426.4	0.62	0.92	813.62	0.001 197
耕地	1 668	1.66	2.82	7 808.24	0.011 483
林地	5 437	0.91	1.14	5 640.34	0.008 295
草地	0	0.19	0.54	0	0
水域	1 167.6	1	0.22	256.87	0.000 378
总供给生态承载力				14 519.07	0.021 351
减掉 12%的生物多样性保护面积				1 742.29	0.002 562
可利用生态承载力				12 776.78	0.018 789

4 可持续发展评价结果

为了更加精确地判断旅游地生态环境受旅游活动的影响程度,本文利用旅游地生态足迹指数对园区可持续发展程度进行评价。生态足迹指数是指一定区域内生物承载力与生态足迹的差值与生物承载力的百分比,可以表示该区域生态可持续发展的潜力。计算公式如下:

$$EFI = [(BC - EF)/BC] \times 100\% \quad (4)$$

由式(4)可以看出,当 $EFI = 100\%$ 时,表示人类生态足迹很小、相对于生态承载力可以忽略不计,生态足迹等于 0;当 $0 < EFI < 100\%$ 时,表示有生态容量的盈余,旅游活动的消耗没有对生态可持续发展构成影响;当 $EFI = 0$ 时,表示区域的生态承载力与生态足迹刚好相等,区域处于可持续发展的边缘;当 $EFI < 0$ 时,表示区域内的生物承载力不足,不足以支撑当地的生态消费,区域处于不可持续发展状态,必须调整或停止区域内的旅游和开发活动。

根据《2006 地球生命力报告》中将生态足迹指数的大小按照 50% 和 -100% 为划分界限,可将区域生态可持续发展状态划分为强可持续、弱可持续、不可持续和严重不可持续这 4 个等级(表 6)。

表 6 生态可持续发展状态分级

旅游适宜度	生态足迹指数	可持续状态
适宜	$50\% < EFI \leq 100\%$	强可持续
较适宜	$0 < EFI \leq 50\%$	弱可持续
不适宜	$-100\% < EFI \leq 0$	不可持续
特别不适宜	$EFI \leq -100\%$	严重不可持续

根据生态足迹指数计算公式对思南乌江喀斯特国家地质公园的可持续发展程度进行分析,可知:

$$EFI = \frac{0.018\ 789 - 0.009\ 283}{0.018\ 789} \times 100\% = 50.59\%$$

由此可知, EFI 的范围 $50\% < EFI \leq 100\%$, 公园处于强可持续的状态,说明旅游活动和开发对园

区生态环境影响不大。

5 结论与建议

通过计算生态足迹和生态承载力的大小,运用生态足迹指数对思南乌江喀斯特国家地质公园生态环境进行可持续程度的评价,结果表明公园处于强可持续发展状态,人类的旅游活动对园区环境的影响较小。但是为了提高公园内生态系统的稳定性、完整性、安全性和生态承载能力,降低园区的生态环境问题,使园区能够更加和谐、健康、安全和可持续发展,还应采取如下措施:

(1)加强环保宣传意识。在旅游活动中,应尽量使旅游者认识到其自身活动会对旅游地生态环境产生积极的或消极的影响,从而使其在旅游活动过程中,接受环境教育,形成自觉的环境保护意识,从而能自觉地减少个人旅游生态足迹。

(2)做好废弃物的收集。由于游客服务点、食宿区及工作人员居住区人员相对集中,会产生一定量的废水和固体废弃物,在做好固体废弃物收集工作的同时,还要做好废水的收集和处理,减少固体废弃物和生活污水对园区的污染。

(3)强化和规范园区管理。提高园区管理与导游人员的科学文化素养,合理安排园区和周边居民的生产生活,促进社区参与,引导本地居民与地质遗迹景观、自然生态的和谐发展。

参考文献:

- [1] Wackernagel M, Rees W E. Perceptual and structural barriers to investing in natural capital: Economics from an ecological footprint perspective [J]. Ecological Economics, 1997, 20(1): 3-24.
- [2] Hunter Colin. Sustainable tourism and the touristic ecological footprint[J]. Environment, Development and Sustainability, 2002, (4): 7-20.
- [3] Stefan Gossling, Carina Borgstrom Hansson. Ecological footprint analysis as a tool to assess tourism sustainability[J]. Ecological Economics, 2002, 43(3):

- 199—211.
- [4] Wackernagel M, Modnfreda C, Niels B S. Calculating national and global ecological footprint time series: resolving conceptual challenges[J]. Land Use Policy, 2004,21(1):271—278.
- [5] Lenzen M,Shauna A M. A modified ecological footprint method and its application to Australia[J]. Ecological Economics,2001,37(5):229—255.
- [6] Garry W, Mcdonald, Murray M, et al. Ecological footprints and interdependencies of New Zealand regions[J]. Ecological Economics, 2004, 50 (2): 49 — 67.
- [7] 吴隆杰,杨林,苏昕,等. 近年来生态足迹研究进展[J]. 中国农业大学学报,2006,11(3):1—8.
- [8] 章锦河,张捷. 旅游生态足迹模型及黄山市实证分析[J]. 地理学报,2004,59(5):763—771.
- [9] 杨桂华,李鹏. 旅游生态足迹:测度旅游可持续发展的新方法[J]. 生态学报,2005,25(6):1 475—1 480.
- [10]程春旺,沙润,周年兴. 基于生态足迹理论的旅游地生态环境监测指标的构建[J]. 安徽农业科学,2006,34(6): 1 200—1 202.
- [11]张志强,徐中民,程国栋. 中国西部 12 省(区市)的生态足迹[J]. 地理学报,2001,56(5):599—610.
- [12]徐中民,张志强,程国栋. 甘肃省 1998 年生态足迹计算与分析[J]. 地理学报,2000,55(5):607—616.
- [13]徐中民,程国栋,张志强. 生态足迹方法:可持续性定量研究的新方法——以张掖地区 1995 年的生态足迹计算为例[J]. 生态学报,2001,21(9):1 484—1 493.

Assessment of Sustainable Development of Wujiang Karst National Geo-park in Sinan, Guizhou Province Based on Ecological Footprint Index

LIU Ting¹, LIU Chao¹, ZENG Ke-feng¹, YI Yan-hua²

(1. School of Public Management, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China;

2. Faculty of Engineering, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China)

Abstract: Ecological footprint is an important method to assess the development of a tourist scenic spot. Based on an analysis of ecological footprint theory, this paper calculates the ecological footprint and ecological carrying capacity of Wujiang Karst National Geopark in Sinan County, Guizhou Province, and constructs the ecological footprint index(EFI) to measure and assess the sustainable development of ecology. The result of the study shows that the EFI of the geopark is 50.59%, in a state of strong sustainable development. The paper ends with a proposal for maintaining the sustainable development of the geopark.

Key words: ecological footprint; geological park; sustainable development; Sinan, Guizhou Province