

基于生态足迹分析的南澳岛旅游业可持续发展评估

马华栋^{1,2}, 王平^{1,2}, 温玉波^{1,2}, 杨晨曦^{1,2}

(1.国家海洋局南海信息中心 广州 510310; 2.自然资源部海洋环境探测技术与应用重点实验室 广州 510310)

摘要:备受关注的广东省最长跨海大桥即南澳大桥正式通车后,南澳岛游客骤增,有力助推当地经济发展,也给当地生态环境安全和可持续发展带来巨大挑战。为促进南澳岛旅游业的可持续发展,文章采用国际上比较前沿的生态足迹分析方法,引入旅游生态足迹模型、本底生态足迹模型和生态承载力模型,评价2018年南澳岛旅游业的可持续发展状态。研究结果表明:2018年南澳岛旅游业处于可持续发展的状态,但生态盈余非常小,须在饮食结构、旅游交通、旅游住宿和游客数量等方面进行调整和控制,确保南澳岛旅游业的长期可持续发展。

关键词:南澳岛;生态足迹;生态承载力;可持续发展;海岛旅游

中图分类号:F590;X22;P74

文献标志码:A

文章编号:1005-9857(2021)08-0061-06

Evaluation of Sustainable Development of Nan'ao Island Tourism Based on Ecological Footprint Analysis

MA Huadong^{1,2}, WANG Ping^{1,2}, WEN Yubo^{1,2}, YANG Chenxi^{1,2}

(1.South China Sea Information Center, SOA, Guangzhou 510310, China;

2.Key Laboratory of Marine Environmental Detection Technology and Application, MNR, Guangzhou 510310, China)

Abstract: With the opening of Nan'ao Bridge, the longest sea crossing bridge in Guangdong Province, the number of tourists in Nan'ao Island had increased rapidly, which had greatly promoted the local economic development, but also brought great challenges to the local ecological environment security and sustainable development. In order to promote the sustainable development of tourism in Nan'ao Island, this paper used the international advanced ecological footprint analysis method, and introduced the tourism ecological footprint model, local ecological footprint model and ecological carrying capacity model to evaluate the sustainable development of tourism in Nan'ao Island in 2018. The results showed that the tourism of Nan'ao Island was in a sustainable development state in 2018, but the ecological surplus was very small. It was necessary to adjust and control the food structure, the tourism transportation, the tourism accommodation and the number of tourists to ensure the long-term sustainable development of tourism in Nan'ao Island.

收稿日期:2021-02-22;修订日期:2021-07-16

基金项目:广东省促进经济高质量发展专项资金海洋经济发展项目“广东省海岛保护信息服务体系建设”(GDOE[2019]A44)。

作者简介:马华栋,硕士,研究方向为海洋权益保护和海洋资源管理

Keywords: Nan'ao Island, Ecological footprint, Ecological carrying capacity, Sustainable development, Island tourism

0 引言

海岛是维护国家权益的战略前沿,也是人类生活的重要载体以及人类开发利用海洋的远涉基地和前进支点^[1-3]。海岛以其独特的自然景观、优越的地理位置和丰富的特色产品吸引大量游客,为当地经济发展作出巨大贡献。由于海岛地理位置具有特殊性,其生态环境比较脆弱,旅游业的迅猛发展会给海岛生态环境带来一系列的问题;当游客量过大和旅游开发过于迅速时,有可能破坏海岛生态平衡,不利于海岛旅游业的长期可持续发展^[4-5]。

在人-地关系研究中,生态足迹模型能够全面和准确地评价人类经济社会发展的资源消耗和环境影响^[6]。1992年加拿大生态经济学家 Rees^[7]提出生态足迹的概念,此后与其学生对这一概念进行完善^[8];Muniz等^[9]研究并计算西班牙巴塞罗那的生态足迹;Nicholson等^[10]以1998—1999年英国 Anglian Water Service 的运营情况为例,介绍生态足迹方法在企业评价中的应用。许多国内学者也对生态足迹方法进行理论创新和实践验证:张红等^[11]基于改进的生态足迹模型,对海岛型城市——舟山市的土地承载力进行评价,为海岛型城市土地资源的合理利用提供评价方法;郭慧等^[12]计算生态足迹模型中的关键参数即均衡因子和产量因子,并提出上述因子的测算方法;龚心语等^[13]基于旅游生态足迹模型,计算2017年神农架国家公园的旅游生态足迹,并对其可持续发展水平进行评估;贾秀红等^[14]基于统计年鉴数据,计算太子山国家森林公园的生态足迹,并对其可持续发展进行评估。

本研究在参考国内外生态足迹模型研究成果的基础上,以广东省南澳岛为研究对象,搜集并整理2018年南澳岛的相关调查统计数据,根据南澳岛的特色提出具有创新性的生态足迹模型和生态承载力模型并进行相关计算,根据计算结果对南澳岛旅游业的可持续发展状况进行评估,提出有利于南澳岛旅游业长期健康发展的建议,以期以南澳岛旅游业的可持续发展提供帮助。

1 研究区域

南澳岛总面积为113.8 km²,其中主岛面积为111.44 km²,海岸线长为84.3 km,海域面积约为4 600 km²。南澳岛是广东省唯一的海岛县^[15],处于粤、闽、台三地交界海面,素有“粤东屏障,粤闽咽喉”之称,具有丰富的自然景观和独特的人文景观,是典型的旅游型海岛县。

2015年南澳大桥通车以前,去往南澳岛旅游的游客通常只能乘坐轮渡,由于交通不便,游客数量较少,2013年和2014年登岛游客分别约为88.3万人次和94.3万人次。2015年南澳大桥通车以后,南澳岛旅游业迎来迅猛发展,游客数量逐年猛增^[16],2017年和2018年登岛游客分别超过593万人次和670万人次。由于南澳岛旅游开发的不断深入和游客数量的激增,部分海岛资源正逐渐退化甚至枯竭,海岛生态系统安全面临严重威胁。因此,对南澳岛生态环境安全性的研究刻不容缓。

2 理论基础

人类的生活和生产须消耗地球的资源 and 能源以及产生大量废物,生态足迹即用于估算人类维持自身生存发展而消耗地球资源和能源的量,从而评估人类活动对地球生态环境的影响程度^[17]。生态足迹主要从需求层面计算人类维持自身生存发展对生态环境的需求量,而生态承载力主要从供给层面计算生态环境可供人类生存发展的消耗量。

本研究搜集、调查和整理2018年南澳岛生态足迹和生态承载力的相关数据,建立南澳岛生态足迹模型和生态承载力模型,从而评估南澳岛的生态安全和可持续发展状况。

2.1 生态足迹

生态足迹是指人类维持自身生存发展所需要的各种地类的面积,旅游型地区的生态足迹包括本底生态足迹和旅游生态足迹。

生态足迹的计算公式为^[18]:

$$EF = N \times ef = N \times \sum A_i = N \times \sum (C_i / P_i) \quad (1)$$

式中:EF 为生态足迹;N 为人口数量;ef 为人均生态足迹;A_i 为第 i 种商品折算的生物生产面积;C_i 为第 i 种商品的人均消费量;P_i 为第 i 种商品的全球平均产量。

2.2 生态承载力

生态承载力是指在特定条件下某种个体存在数量的最高极限。本研究统计南澳岛的耕地、草地、林地、水域、化石能源用地和建筑用地 6 类生态环境要素面积,利用均衡因子和产量因子对面积进行修正,减去预留生物多样性保护面积,得到最终的均衡面积,用以衡量南澳岛的生态承载力。

生态承载力的计算公式为^[19]:

$$EC = (1 - p) \times \sum (S_i \times e_x \times e_y) \quad (2)$$

式中:EC 为生态承载力;p 为预留面积占比;S_i 为第 i 种土地类型的面积;e_x 和 e_y 分别为土地的均衡因子和产量因子。

2.3 评估框架

基于生态足迹模型的南澳岛旅游业可持续发展评估框架如图 1 所示。

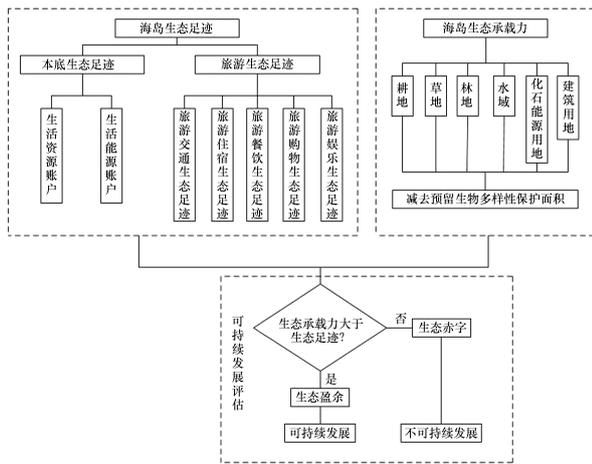


图 1 海岛旅游业可持续发展评估框架

2018 年南澳岛的旅游生态足迹包括旅游交通、住宿、餐饮、购物和娱乐 5 个方面,可反映南澳岛旅游业的生态占用情况。结合 2018 年南澳岛的本底生态足迹和生态承载力,计算南澳岛的生态盈余,计算公式为:

$$ED = EC - EF_0 - EF_1 \quad (3)$$

式中:ED 为生态盈余;EF₀和 EF₁分别为本底生态足迹和旅游生态足迹。

当 ED>0 时,表明南澳岛生态盈余,旅游业处于可持续发展状态;当 ED<0 时,表明南澳岛出现生态赤字,旅游业处于不可持续发展状态。

3 南澳岛生态足迹模型

3.1 数据来源

本研究采用的相关数据来自 2018 年《广东省农村统计年鉴》《汕头市统计年鉴》《中国统计年鉴》《中国能源统计年鉴》和《中国海岛志(广东卷)》以及南澳县政府、汕头市自然资源和规划局等,具有一定的权威性。此外,南澳岛旅游生态足迹模型和生态承载力模型中的土地均衡因子和产量因子以及单位化石燃料生产土地面积的平均发热量等参数来自国家生态足迹账户的基本计算方法和框架,也具有权威性。

3.2 生态足迹模型

3.2.1 旅游交通

旅游交通生态足迹模型为:

$$EF_{transport} = \sum (S_i \times R_i) + \sum (N_j \times D_j \times C_j / r) \quad (4)$$

式中:EF_{transport} 为旅游交通生态足迹;S_i 为第 i 种交通设施的占地面积;R_i 为第 i 种交通设施的旅游使用率;N_j 为第 j 种交通工具的游客使用量;D_j 为游客乘坐第 j 种交通工具的平均游玩距离;C_j 为第 j 种交通工具的人均单位距离能源消耗量;r 为单位化石燃料生产土地面积的平均发热量。

南澳岛的公路设施非常发达,游客主要考虑公路交通,因此 S_i 采用南澳岛的公路占地面积(约为 50.335 hm²)。南澳岛旅游交通工具主要包括公交车和自驾小客车。本研究以常规旅游路线(宋井—青澳湾—金银岛—总兵府(招兵树)—南山寺—黄花山森林公园)计算游客的平均游玩距离,根据百度地图导航结果,总距离约为 38.9 km。公交车、中巴车、出租车和小客车的能源消耗量为 0.91 MJ/人/km。

3.2.2 旅游住宿

旅游住宿生态足迹模型为:

$$EF_{accommodation} = \sum (S_i \times N_i) + \sum (365 \times N_i \times K_i \times C_i / r) \quad (5)$$

式中: $EF_{accommodation}$ 为旅游住宿生态足迹; S_i 为第 i 种住宿设施每个床位的占地面积; N_i 为第 i 种住宿设施的床位数量; K_i 为第 i 种住宿设施的年均入住率; C_i 为第 i 种住宿设施每个床位的能源消耗量。

每个床位的占地面积: 一星级和二星级酒店为 100 m^2 , 三星级和四星级酒店为 300 m^2 , 五星级酒店为 $2\,000 \text{ m}^2$, 普通旅馆为 100 m^2 , 私人旅馆为 50 m^2 ^[20]; 每个床位的能源消耗量: 一星级和二星级酒店为 40 MJ , 三星级和四星级酒店为 70 MJ , 五星级酒店为 110 MJ , 普通旅馆为 40 MJ , 私人旅馆为 30 MJ ^[20]。

根据“携程网”的数据统计, 2018年南澳岛有四星级酒店4家(床位约1756个)、三星级酒店15家(床位约2136个)、二星级和一星级酒店36家(床位约2438个)、普通旅馆300余家(床位约22826个)以及私人旅馆300余家(床位约20356个)。

3.2.3 旅游餐饮

旅游餐饮生态足迹模型为:

$$EF_{\text{food}} = \sum S + \sum N \times D \times (C_i / P_i + E_j / r) \quad (6)$$

式中: EF_{food} 为旅游餐饮生态足迹; S 为餐饮设施的占地面积; N 为游客数量; D 为游客的平均旅游天数; C_i 为游客每天消耗第 i 种食物的量; P_i 为第 i 种食物的全球年平均生产力; E_j 为游客每天消耗第 j 种能源的量。

南澳岛的餐饮设施数量不多且占地面积不大(约为 5 hm^2)。游客的平均旅游天数为 2.99 天。游客每天消耗各种食物和能源的量根据 2018 年《汕头市统计年鉴》中的数据计算。

3.2.4 旅游购物

旅游购物生态足迹模型为:

$$EF_{\text{shopping}} = e_x \times e_y \times \sum S_i + \sum Q_i / A_i \quad (7)$$

式中: EF_{shopping} 为旅游购物生态足迹; S_i 为生产和销售第 i 种商品的占地面积; Q_i 为游客购买第 i 种商品的量; A_i 为第 i 种商品的全球年平均生产力。

南澳岛的特产很多, 较出名且销量较高的有南澳紫菜和南澳金薯。为方便计算, 假设游客的购物消费全部用于南澳紫菜和南澳金薯。2018年南澳紫菜的种植面积约为 306 hm^2 , 全球年平均生产力

为 643 kg/hm^2 ; 南澳金薯的种植面积约为 203 hm^2 , 全球年平均生产力为 $7\,916 \text{ kg/hm}^2$ 。

3.2.5 旅游娱乐

旅游娱乐生态足迹模型为:

$$EF_{\text{entertainment}} = e_x \times e_y \times \sum S_i \quad (8)$$

式中: $EF_{\text{entertainment}}$ 为旅游娱乐生态足迹; S_i 为第 i 种娱乐场所的占地面积。

南澳岛的娱乐场所主要包括海滨浴场和海鲜大排档, 其中海滨浴场的占地面积约为 200 hm^2 , 海鲜大排档的占地面积约为 0.5 hm^2 。

3.2.6 本底生态足迹

南澳岛的本底生态足迹主要包括本地居民消耗的资源 and 能源, 本底生态足迹模型为:

$$EF_b = N \times \sum (C_i / P_i) \quad (9)$$

式中: N 为常住人口数量; C_i 为第 i 种商品的本地居民人均消费量; P_i 为第 i 种商品的全球年平均生产力。

4 计算结果

通过对南澳岛旅游业各种相关数据的统计以及根据生态足迹模型和生态承载力模型的加工分类处理, 本研究得到用于计算旅游生态足迹、生态承载力和本底生态足迹的详细数据。有些参数无法获得精确数据, 在计算时采用等价替换或估算的方法。

2018年南澳岛的旅游生态足迹如表1所示。

表1 2018年南澳岛的旅游生态足迹

类型	旅游生态 足迹/ hm^2	人均旅游生态足迹/ ($\times 10^{-4}$) hm^2	占比/%
旅游餐饮	4 897.116	7.238	43
旅游交通	2 956.254	4.369	26
旅游住宿	2 459.476	3.635	21
旅游购物	1 003.211	1.483	9
旅游娱乐	142.324	0.210	1
合计	11 458.381	16.935	100

由表1可以看出: 2018年南澳岛的旅游生态足迹为 $11\,458.381 \text{ hm}^2$, 根据游客数量约为 676.6 万

人次计算人均旅游生态足迹;占比较高的是旅游餐饮、旅游交通和旅游住宿,三者占比达 90%。

南澳岛的本底生态足迹主要包括本地居民的生活资源消耗和生活能源消耗。2018 年南澳岛的常住人口约为 6.26 万人,本底生态足迹如表 2 所示。

表 2 2018 年南澳岛的本底生态足迹

类型	种类	人均 消费 量/kg	全球年平均 生产力/ (kg·hm ⁻²)	生态足迹/ hm ²
资源 消耗	谷物类	108.67	3 586	5 311.678
	豆类	6.05	2 118	500.682
	薯类	10.95	13 451	142.689
	蔬菜类	100.57	22 093	797.896
	瓜果类	39.45	13 501	512.169
	肉类	20.95	797	4 607.423
	禽类	28.14	496	1 775.770
	奶类	8.63	603	447.959
能源 消耗	煤炭	20.934	2 627	548.731
	液化天然气	3.650	1 414	177.750
合计	—	—	—	14 822.747

由表 2 可以看出:2018 年南澳岛本地居民生活资源消耗和生活能源消耗的生态足迹分别为 14 096.266 hm² 和 726.481 hm²,因此本底生态足迹为 14 822.747 hm²;消耗较多的生活资源是谷物类和肉类,消耗较多的生活能源是煤炭。

2018 年南澳岛的生态承载力如表 3 所示。

表 3 2018 年南澳岛的生态承载力

土地类型	面积/ hm ²	均衡 因子	产量 因子	生态 承载力/ hm ²	人均生态 承载力/ (×10 ⁻⁴)hm ²
耕地	670	2.80	1.70	3 189.200	4.714
草地	346	0.45	0.80	124.560	0.184
林地	7 013	1.10	1.20	9 257.160	13.682
水域	14 401	0.20	2.80	8 064.560	11.919
化石能源用地	143	1.10	1.25	196.625	0.291
建筑用地	2 093	2.80	1.70	9 962.680	14.725
合计	24 666	—	—	30 794.785	45.515

由表 3 可以看出,2018 年南澳岛的生态承载力为 30 794.785 hm²。根据联合国环境特别委员会的建议,须减去 12%的预留生物多样性保护面积^[21],因此最终的生态承载力为 27 099.411 hm²,人均生态承载力为 40.052×10⁻⁴ hm²。

综上所述,2018 年南澳岛的旅游生态足迹为 11 458.381 hm²,本底生态足迹为 14 822.747 hm²,生态承载力为 27 099.411 hm²。根据式(3),2018 年南澳岛的生态盈余为 818.283 hm²,仅占生态承载力的 3%,表明其旅游业的发展仍处于可持续状态,但生态盈余已非常少。

5 建议

本研究搜集并整理 2018 年南澳岛的相关统计数据,基于生态足迹思想对南澳岛旅游业的可持续发展进行评估。经计算,2018 年南澳岛的生态盈余为 818.283 hm²,仅占生态承载力的 3%,表明南澳岛的旅游开发暂时没有超出当地生态承载力的范围,旅游业仍处于可持续发展的状态;与此同时,南澳岛的生态盈余已非常小,如不加以控制将出现生态赤字,不利于旅游业的健康可持续发展。

根据研究结果,2018 年南澳岛旅游餐饮、旅游交通和旅游住宿的生态足迹占比达 90%,而旅游购物和旅游娱乐占比很小。因此,调整游客和本地居民的饮食结构、减少旅游交通消耗以及引导游客转变住宿方式是控制南澳岛生态足迹的关键。此外,随着 2015 年南澳大桥的通车,南澳岛的游客数量骤增,减少游客数量也是控制南澳岛生态足迹的重点。

5.1 调整饮食结构

2018 年南澳岛的旅游餐饮生态足迹为 4 897.116 hm²,占比为 43%。在本地居民生活资源消耗中,肉类和蔬菜类的生态足迹分别为 4 607.423 hm²和 797.896 hm²,肉类约为蔬菜类的 5.8 倍;而 2018 年肉类和蔬菜类的全球年平均生产力分别为 797 kg/hm²和 22 093 kg/hm²,肉类仅约为蔬菜类的 3.6%。因此,应尽量将游客和本地居民的肉类消费引导为蔬菜类消费,有助于控制南澳岛的生态足迹。例如:鼓励游客和本地居民培养绿色饮食习惯,提倡“经济点菜”和“绿色点菜”,制定生态蔬菜采购和供应制度。

5.2 调整旅游交通

2018年南澳岛的旅游交通生态足迹为2 956.254 hm²,占比为26%。应鼓励当地旅行社开发合理的旅游路线,避免路线重复,在旅游交通方面减少不必要的生态足迹。与自驾小客车相比,公交车的污染较少,且占用的公路和停车场资源较少,自行车和电瓶车占用的资源则更少。因此,应根据实际情况增加南澳岛的公交车数量,同时多投放共享单车或共享电瓶车,倡导游客采用绿色交通工具。

5.3 调整旅游住宿

2018年南澳岛的旅游住宿生态足迹为2 459.476 hm²,占比为21%。随着南澳岛旅游业的不断发展,高星级酒店的建设在所难免,然而高星级酒店对生态环境资源的消耗也更高。南澳岛土地面积小,资源紧缺,应大力发展生态旅游,鼓励游客选择“渔家乐”等更加贴近本地居民生活状态的住宿形式,不仅可以更加深入地领略岛上的人文习俗和自然风光,而且可以减少旅游住宿的生态消耗。

5.4 控制游客数量

游客数量的迅猛增长是南澳岛生态足迹增长的主要原因之一,将对南澳岛的生态环境保护和可持续发展带来巨大的负面影响。因此,应在制定旅游业发展规划和策略时坚持生态环境保护原则,合理控制游客数量,在开发利用当地资源的同时最大限度地加以保护。

参考文献

- [1] 齐连明,张祥国,李晓.国内外海岛保护与利用政策比较研究[M].北京:海洋出版社,2013.
- [2] JUPITER S, MANGUBHAI S, KINGSFORD R T. Conservation of biodiversity in the pacific islands of oceania: challenges and opportunities pacific[J]. Pacific Conservation Biology, 2014, 20(2): 206-220.
- [3] 池源,石洪华,郭振,等.海岛生态脆弱性的内涵、特征及成因探析[J].海洋学报,2015,37(12):93-105.
- [4] 汪运波,肖建红.基于生态足迹成分法的海岛型旅游目的地的生态补偿标准研究[J].中国人口资源与环境,2014,24(8):149-155.
- [5] 陈东景,郑伟,郭惠丽,等.基于物质流分析方法的生态海岛建设研究:以长海县为例[J].生态学报,2014,34(1):154-162.
- [6] 马赫,张天海,罗宏森,等.沿海快速城市化地区能值生态足迹变化分析[J].生态学报,2018,38(18):6465-6472.
- [7] REES W. Ecological footprints and appropriated carrying capacity: what urban economics leaves out[J]. Environment Urban, 1992(4):121-130.
- [8] WACKERNAGEL M, REES W. Our ecological footprints: reducing human impact on the earth[M]. Gabriola Island: New Society Publishers, 1996.
- [9] MUNIZ I, GALINDO A. Urban form and the ecological footprint of commuting: the case of barcelona [J]. Ecological Economics, 2005, 55: 499-505.
- [10] NICHOLSON I, CHAMBERS N, GREEN P. Ecological footprint analysis as a project assessment tool proceedings of the institution of civil engineers engineering sustainability[J]. Engineering Sustainability, 2003, 156(9): 139-145.
- [11] 张红,陈嘉伟,周鹏.基于改进生态足迹模型的海岛城市土地承载力评价:以舟山市为例[J].经济地理,2016,36(6):155-160.
- [12] 郭慧,董士伟,吴迪,等.基于生态系统服务价值的生态足迹模型均衡因子及产量因子测算[J].生态学报,2020,40(4):1405-1412.
- [13] 龚心语,黄宝荣,张丛林,等.基于旅游生态足迹的神农架国家公园可持续性管理研究[J].环境工程技术学报,2020,10(5):806-813.
- [14] 贾秀红,汪文涛,胡云,等.基于生态足迹成分法的太子山国家森林公园旅游承载力研究[J].华中农业大学学报,2020,39(4):57-62.
- [15] 赖学文,陈伟洲.南澳岛海水生态养殖的进展和研究[J].水产科技,2006(2):33-34.
- [16] 李平,杜军,张志卫,等.粤东南澳岛青澳海滩侵蚀退化风险评价及其安全调控[J].海洋科学进展,2020,38(1):171-181.
- [17] 杨瑛娟,许佳岐.基于生态足迹分析的商洛旅游业可持续发展评价[J].辽宁农业科学,2020(2):23-28.
- [18] REES W, WACKERNAGEL M. Monetary analysis: turning a blinding eye on sustainability[J]. Ecological Economic, 1998, 29: 47-52.
- [19] HANDI P, BARG S, HODGER T. Measuring sustainable development: review of current practice[J]. Occasional Paper, 1997(17): 49-51.
- [20] STEFAN G. Ecological footprint analysis as a tool to assess tourism sustainability [J]. Ecological Economics, 2002, 43: 199-211.
- [21] 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[J].生态学报,2001,21(9):1484-1493.