

基于生态足迹的海南省自然生态承载力研究

王诗雨¹, 崔鸿鹏², 王胜男¹

(1. 三亚学院 社会发展分院, 海南 三亚 572000; 2. 黑龙江省水利水电勘测设计研究院, 哈尔滨 150000)

摘 要:以海南省为例, 基于生态足迹模型, 计算海南省 2012 年生态足迹与生态承载力, 分析其生态足迹和生态承载力的关系, 力求为处理海南省的经济发展与生态环境保护的关系提供科学依据。分析表明: 海南省 2012 年人均生态足迹为 $1.574\ 7\ \text{hm}^2/\text{人}$, 人均生态承载力为 $1.153\ 6\ \text{hm}^2$, 生态足迹是其生态承载力的 1.37 倍左右。对区域生态供需平衡关系进行分析, 生态承载力供需平衡指数处于 1.1~1.5 区间, 存在赤字问题, 生态承载状况超载, 并提出了海南省可持续发展过程中应采取的对策措施。

关键词:生态足迹; 生态承载力; 供需平衡; 海南省

中图分类号:F026.2

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2014)06-0218-04

Study of the Ecological Carrying Capacity of the Hainan Province Based on Ecological Footprint Model

WANG Shi-yu¹, CUI Hong-peng², WANG Sheng-nan¹

(1. College of Social Development, Sanya University, Sanya, Hainan 572000, China; 2. Research Institute of Investigation and Design of Water Conservancy and Hydropower of Heilongjiang Province, Harbin 150000, China)

Abstract: In this study, we investigated the relationship between ecological footprint and ecological carrying capacity of Hainan province by using a ecological footprint model, calculating the ecological footprint and ecological carrying capacity of Hainan Province in the year 2012, which can provide meaningful reference for coordinating the interaction between economic development and eco-environment protection of Hainan province. Results indicated that the ecological footprint of the Hainan Province was $1.574\ 7\ \text{hm}^2$ per capita, the ecological capacity was $1.153\ 6\ \text{hm}^2$ per capita, ecological footprint was about 1.37 times of the ecological carrying capacity. Through analysis of supply and demand balance in the region, the index of supply and demand balance in terms of ecological carrying capacity is found to be within the range of 1.1~1.5, which means there is a deficit and the ecological carrying status is overloaded. Above all, we discussed the weaknesses and proposed the policies and measures in the process of sustainable development of Hainan province in the last section of this paper.

Key words: ecological footprint; ecological carrying capacity; supply and demand balance; Hainan Province

生态足迹也称为生态空间占用, 该理论最早是由加拿大生态经济学家 William Rees 在 1992 年提出的, 博士生 Wackernagel 进行完善的。生态足迹是根据人类对自然资源的依赖性来定量测度区域可持续发展状态的一种理论与方法, 它形象地反映了人类经济活动对环境影响的程度^[1-3]。由于生态足迹方法将可持续发展理念上升到定量测度的可操作层面, 并且该方法简明、合理, 很快成为生态安全和可持

续发展定量评价研究的热点^[4], 被广泛应用在国家、区域以及公司和个人等不同的尺度范围, 同时也被应用于旅游、能源、国际贸易、城市化等具体应用领域^[5]。

海南省位于中国最南端, 是仅次于台湾的全国第二大岛。作为中国最大的“热带宝地”, 加之光、热、水等条件优越, 使得海南农产品资源较丰富, 开发潜力较大。但是近年来, 由于人为及气候变化等因素的影响导致水土流失、崩塌、泥石流等自然灾害频发, 使海

南省生态系统本来就比较脆弱的的生态环境面临严峻的挑战。在目前正处由传统农业向现代化农业过渡和由粗放经营向集约经营发展的新阶段,经济社会发展面临着人口与粮食、资源与环境、科技与发展等新问题^[6]。因此,本文对海南省的生态足迹和自然生态承载力进行了研究,试图用生态足迹的理论评价海南省可持续发展的问题,以期对相关决策部门提供参考依据。

1 研究区概况与研究方法

1.1 研究区概况

海南省位于东经 108°37′—111°05′,北纬 3°30′—20°18′,行政区域包括海南岛、三沙群岛(西沙、中沙、南沙)的岛礁及其海域。设有 3 个地级市、6 县级市、4 个县、6 个民族自治县,一个经济开发区。全省陆地(主要包括海南岛和三沙群岛)总面积 3.54 万 km²,其中海南岛陆地面积 3.39 万 km²;海域面积约 200 万 km²,森林覆盖率达 60.2%。海南分热带与亚热带区域,以陵水县为界,陵水以南为热带、以北为亚热带,年平均气温 23~27℃。2012 年末全省总人口为 886 万人。是中国最美丽的岛屿,也是世界最美丽的岛屿之一。

1.2 数据来源与研究方法

1.2.1 数据来源 本文所涉及的数据来源为《海南省统计年鉴 2012》^[7]、《海南省统计年鉴 2013》的统计数据^[8];有关部门的调查;海南省及其他有关的研究成果。

1.2.2 生态足迹的计算方法 生态足迹是生产一定人口消费的资源及吸纳其产生的废弃物所需要的生物生产性土地面积^[9]。生态足迹的计算方法有 2 种:国家层次上的生态足迹计算,使用综合法,即自上而下利用国家级的数据归纳;而区域(省、市)、行业、公司、学校、个人生态足迹采用 Simmons 的成分法,自下而上的利用当地数据,但两种的计算公式相同。生态足迹的一般计算公式为^[10]。

$Ef = N \times ef = N \times \sum (Aa_i) = N \times \sum (c_i / p_i)$ (1)
式中: i ——消费商品和投入的类型; p_i —— i 种消费商品的平均生产能力; c_i —— i 种商品的人均消费量; Aa_i —— i 种交易商品折算的人均生物生产面积; N ——人口数; ef ——人均生态足迹; Ef ——总生态足迹。

1.2.3 生态承载力的计算方法 对于生态承载力的计算,由于各个国家或地区的资源占有量不同,不仅耕地、草地、林地、建筑用地、水域之间存在生态生产能力差异,而且不同地域同类型生物生产土地的生态

生产力也有差异。因此,不同国家或地区的同类生物生产土地的实际面积不能进行直接的对比,需要对不同类型的面积进行调整。Wackernagel 等^[2]引入了均衡因子和产量因子的概念来解决这个问题。同时,根据世界环境与发展委员会(WCED)的建议,扣除了 12%的生物多样性保护面积。计算生态承载力的公式为^[11]:

$EC = N \times ec = N \times \sum a_j \times r_j \times y_j$ ($j=1,2,3\cdots,6$) (2)
式中: EC ——区域总承载力; ec ——区域人均生态承载力; a_j ——某种人均生物生产性土地面积; r_j ——不同土地类型的均衡因素; y_j ——某种生产性土地的产量系数。

1.2.4 生态承载力供需平衡指数 生态承载力供需平衡指数计算公式如下:

$ECCI = \frac{ef}{ec}$ (3)

式中: $ECCI$ ——生态承载力供需平衡指数; ef ——人均生态足迹; ec ——区域人均生态承载力。

当 $ef < ec$ 时,人对生态系统的需求小于生态系统的供给,存在生态盈余;当 $ef > ec$ 时,人对生态系统的需求大于生态系统自身的供给,表现为生态赤字;当 $ef = ec$ 时,人对生态系统需求等于生态系统供给,表现为生态平衡^[12]。生态承载力供需平衡分类评价标准如表 1 所示。

表 1 生态承载力供需平衡分类评价标准		
类型	生态承载状况	ECCI
生态盈余	富富有余	$ECCI \leq 0.5$
	富裕	$0.5 < ECCI \leq 0.7$
	盈余	$0.7 < ECCI \leq 0.9$
生态平衡	平衡有余	$0.9 < ECCI \leq 1.0$
	临界超载	$1.0 < ECCI \leq 1.1$
	超载	$1.1 < ECCI \leq 1.5$
生态赤字	过载	$1.5 < ECCI \leq 2.5$
	严重超载	$ECCI > 2.5$

2 海南省生态足迹及生态承载力分析

2.1 生态足迹计算

海南省的生态足迹计算主要包括 2 部分:生物资源的消费量;化石能源的消费量。本文生物资源消费量分为农产品、动物产品、水产品、水果和木材 5 大类,各大类下设有的一些小类;能源消费主要包括煤炭、石油、天然气、电力。生物生产土地类型分为耕地、草地、林地、水域、建筑用地 5 大类。通过生态足迹计算公式可得出海南省生物资源消费量的生态足迹和能源消费量的生态足迹(见表 2,表 3)。

表 2 2012 年海南省生物资源生态足迹帐户

生物资源 类型	全球平均产量/ (kg·hm ⁻²)	人口/ 万人	总消费量/ 万 t	总生态足迹/ 万 hm ²	人均生态足迹/ (hm ² /人)	生态生产性 土地类型
粮食	2744	886	76.99	28.06	0.0317	耕地
食用植物油	431	886	0.19	14.35	0.0162	耕地
鲜菜	18000	886	123.98	6.89	0.0078	耕地
猪肉	74	886	14.51	196.12	0.2214	耕地
牛羊肉	33	886	0.45	74.28	0.0838	草地
鲜蛋	400	886	0.86	19.64	0.0222	耕地
肉禽类	764	886	27.47	35.96	0.0406	草地
水产品	29	886	28.31	976.28	1.1019	水域
食糖	4997	886	1.84	0.27	0.0003	耕地
鲜瓜果	18000	886	26.64	1.48	0.0017	耕地
鲜奶	502	886	6.26	12.46	0.0141	草地
木材	99(m ³ /hm ²)	886	14.73(m ³)	7.40	0.0084	林地

表 3 2012 年海南省能源消费的生态足迹帐户

能源类型	全球平均 能源足迹/hm ²	总消费量/ 万 t	折算 系数	人口/ 万人	人均 消费量/t	人均生态足迹/ (hm ² /人)	生物生产性 土地类型
煤炭	55	616.22	20.93	886	0.6955	0.0126	化石燃料用地
石油	93	593.37	41.87	886	0.6697	0.0072	化石燃料用地
天然气	93	383.92	38.98	886	0.4333	0.0047	化石燃料用地
水、风电	1000	83.34	11.84	886	0.0941	0.0001	建筑用地

2.2 生态承载力计算

计算海南省各类土地产量因子的方法为：耕地产量因子是谷物单产与全球耕地平均单产的比值；草地产量因子是牛肉、羊肉和奶类的生产量之和除以海南省草地总面积得到海南省草地平均单产，再除以牛肉的单位面积全球均衡产出；林地产量因子为海南林地平均单位面积产量与世界林地的单位面积全球均衡产出之比；水域产量因子为单位产量与其对应的单位

面积全球均衡产出之比；国际生态足迹计算的一般方法为，建设用地的产量因子等同于耕地，因为建设用地被认为是占用了最好的土地资源^[13]。能源用地供给没有进行生态承载力的计算，主要是按照目前国际惯例，都没有证据证明有哪个国家拿出专门土地用于吸收化石燃料燃烧排放的 CO₂ 和气体^[14]。海南省各类土地的均衡因子采用 WWF2004 年计算的数据^[15]，计算结果见表 4。

表 4 海南省 2012 年自然生态承载力计算结果

土地类型	总面积/ 万 hm ²	人均面积/ (hm ² /人)	均衡因子	产量 因子	人均生态承载 力/(hm ² /人)	总生态 承载力/hm ²	比例/ %
耕地	72.27	0.08	2.19	1.63	0.29	257.98	25.25
草地	1.90	0.00	0.48	4.02	0.00	3.67	0.36
林地	151.60	0.17	1.38	2.51	0.59	525.11	51.38
水域	13.70	0.15	0.36	2.47	0.14	12.18	11.91
建筑用地	31.80	0.04	2.19	1.63	0.13	113.52	0.11
合计	—	—	—	—	1.15	912.46	100.00

3 计算结果与分析

3.1 生态足迹

3.1.1 生物资源帐户 海南省的人均生态足迹生物资源部分结果如表 2 所示，表中包括了耕地、草地、林地等土地利用方式，比较了 12 种生物资源类型的人均生态足迹。总生态足迹为 1 373.19 hm²，林地、草地、耕地、水域的人均生态足迹分别为 0.008 4,0.138 5,0.301 3,1.101 9 hm²/人，总量为 1.550 1 hm²，各部分比例达到 1：16.5：35.9：131.2。

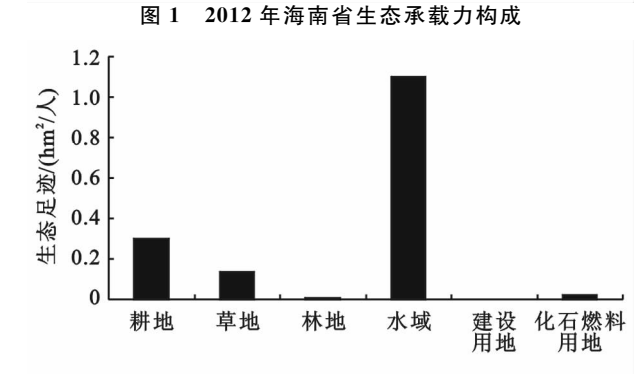
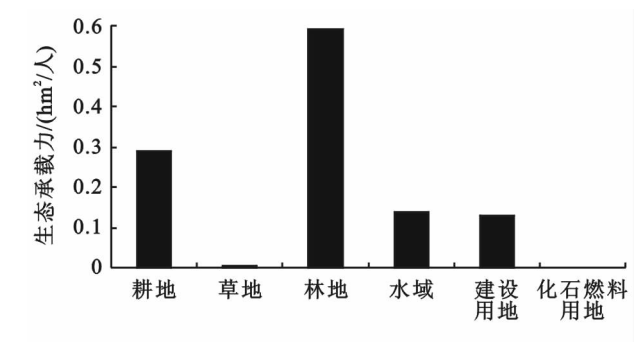
3.1.2 能源资源帐户 海南省能源资源帐户主要计

算了煤炭、石油、天然气、电力 4 种能源的生态足迹，分别为 0.012 6,0.007 2,0.004 7,0.000 1(表 3)。4 种能源的人均生态足迹之和为 0.024 6 hm²，4 者之间的比例为 1：47：72：126。

3.2 生态承载力与生态足迹供求分析

2012 年海南省人均生态承载力总和为 1.153 6 hm²，总生态承载力为 912.459 0 hm²，从人均生态承载力构成看，林地、耕地和淡水水域分别位于第一、第二和第三位，其人均生态承载力分别为 0.592 7,0.291 3和 0.137 4 hm²/人，分别占总量的 51.38%，25.25%和 11.91%，它们之和达到总量的 88.54%；

建筑用地、草地的人均生态承载力分别为 0.128 1, 0.004 1 $\text{hm}^2/\text{人}$, 分别占 11.10%, 0.36% (表 3)。耕地的生态足迹与生态承载力基本平衡, 而草地、水域都存在生态赤字问题; 林地和建筑用地的人类活动对自然的影响未超出其生态承载能力的范围, 存在盈余 (如图 1 和图 2 所示)。



通过上述对海南省生物资源消费和能源消费的生态足迹的计算结果可得出 2012 年海南省人均生态足迹总量为 1.574 7 $\text{hm}^2/\text{人}$, 而当地的生态承载力总量为 1.153 6 $\text{hm}^2/\text{人}$, 生态足迹是其生态承载力的 1.37 倍左右。对区域生态供需平衡关系进行分析, 生态承载力供需平衡指数处于 $1.1 < \text{ECCI} \leq 1.5$, 存在赤字现象, 生态承载状况超载, 海南省人均占用资源量超过了生态承载力。这种现状说明近些年来海南省人口对自然资源的利用情况逐年增加, 目前已经超出了生态系统的自然生态承载能力, 生态足迹与生态承载力之间出现的矛盾问题加剧, 生态系统退化, 人地关系紧张。

4 结论与讨论

海南省的人均生态足迹总量为 1.574 7 $\text{hm}^2/\text{人}$, 高于中国平均生态足迹水平, 但低于全球生态足迹水平。海南省当地的自然生态系统随着经济与人口增长逐渐比较脆弱, 自身的生物资源和能源资源消费量对外部环境的需求量很高, 依赖性很大, 自身的自然资源消耗量也在不断增加。

有研究证明, 发达国家中的居民生态足迹面积普

遍较高, 这种情况的产生与其生活方式和消费习惯有很大的关系, 高消费的生活方式直接导致了人均生态足迹的扩大。与此同时到 2020 年海南省欲打造世界一流海岛休闲度假旅游胜地, 众多游客的到来在一定程度上都增加了生态足迹占有量, 对生产承载力造成很大压力。在这种情况下如何保护资源的同时发展经济成为亟待解决的问题。因此, 在生态承载力供给不断减少的趋势下, 及时引导人们合理消费, 改变人们的生产和生活消费方式, 减少不必要的消费需求是降低生态足迹和保持可持续发展的有效措施。

考虑到近些年资源开发利用过程中的问题, 如城市化占用耕地、污染、交通问题、土地退化等问题都会对减小生态承载力。因此, 本文研究结果中对生态承载力的计算是较为保守、乐观的估算, 在一定程度上低估了生态环境赤字问题, 这不可避免的缺陷也是生态足迹方法不断完善和本文有待提高的地方。

参考文献:

- [1] 罗后平, 韩选利. 生态占用: 衡量可持续发展的新指标[J]. 统计与预测, 2003(6): 34-36.
- [2] Wackernagel M, Rees W. Our ecological footprint: reducing human impact on the earth[M]. New Society Publishers, 1998.
- [3] 冯伟, 周泽龙, 陈维, 等. 生态足迹研究方法综述[J]. 河北农业科学, 2008, 12(6): 3-4.
- [4] 蒋依依, 王仰麟, 卜心国, 等. 国内外生态足迹模型应用的回顾与展望[J]. 地理科学进展, 2005, 24(2): 13-23.
- [5] 张坤民, 温宗国, 杜斌. 生态城市评估与指标体系[M]. 北京: 化学工业出版社, 2003.
- [6] 杨忠勋. 对庆阳地区农业可持续发展问题的初探[J]. 甘肃农业科技, 2001, 38(3): 6.
- [7] 海南省统计局. 海南统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2012.
- [8] 海南省统计局. 海南统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2013.
- [9] Rees W E. Eco-footprint analysis: merits and brickbats[J]. Ecological Economics, 2000, 32(3): 371-374.
- [10] 赵先贵, 肖玲, 马彩虹, 等. 基于生态足迹的可持续评价指标体系的构建[J]. 中国农业科学, 2006, 39(6): 1202-1207.
- [11] 岳东霞, 李自珍, 惠苍. 甘肃省生态足迹和生态承载力发展趋势研究[J]. 西北植物学报, 2004, 24(3): 454-463.
- [12] 刘东, 封志明, 杨艳昭. 基于生态足迹的中国生态承载力供需平衡分析[J]. 自然资源学报, 2012, 27(4): 614-624.
- [13] 陈立群, 尚金城. 海南省生态足迹及生态系统承载力研究[J]. 东北师大学报: 自然科学版, 2007, 39(2): 133-135.
- [14] 符国基, 徐恒力, 陈文婷. 海南省自然生态承载力研究[J]. 自然资源学报, 2008, 23(3): 412-421.
- [15] 曹新元, 陈丽萍, 张丽君, 等. 中国国土资源可持续发展研究报告[M]. 北京: 地质出版社, 2005.