

基于生态足迹模型的海岛生态资源利用的评价研究

——以长岛县为例

李 蕾, 李京梅

(中国海洋大学经济学院 青岛 266071)

摘 要:近年来,随着经济的快速发展和人口膨胀,海岛所受到的来自各方面的压力也与日俱增。文章以山东省唯一的海岛县——长岛县为例,利用生态足迹模型对长岛县的生态足迹和承载力进行评估,得出长岛县目前存在生态盈余的结论,但是存在土地供需结构失衡和能源足迹过大等问题;最后针对出现的问题提出了开发风电和水电、发展循环经济等建议,以期相关部门的管理决策提供科学的依据,实现长岛县的可持续发展。

关 键 词:生态足迹模型;生态承载力;长岛县

海岛作为海洋生态系统的重要组成部分,其自身又是一个独立而完整的生态环境地域系统,蕴含丰富的自然资源,具有独立的生物群落。但是海岛具有地域结构简单、生态系统食物链层次低、复杂程度低、生物多样性指数较小、生物物种之间以及生物与非生物之间关系简单等特点,使得海岛生态系统相对脆弱,稳定性差,容易遭受损害。近年来,工业化的加快以及对海岛资源的过快、过猛开发,对海岛生态系统造成了严重的破坏。目前,学术界也越来越关注海岛的开发、利用和保护,大多数学者从定性的角度分析海岛开发利用的现状,定量分析的很少,因而现有的研究成果缺少严格的论证过程,不具备科学性。笔者以长岛县为例,用生态足迹模型定量分析海岛开发利用的现状,测算人类活动对海岛环境资源的影响程度,并通过与生态承载力的比较结果来测算人类对海岛生态资源是否过度利用,以期相关部门提供科学的依据。

1 有关生态足迹的文献综述

生态足迹模型是由加拿大经济学家 William E. Rees 于 1992 年提出^[1]并由 Mathis Wackernagel 于 1996 年完善^[2]的一种比较有代表性的评价生态可持续发展的定量方法。该方法采用生产土地的面积作为测量指标,使人们更容易

理解,且也使得不同区域的可持续发展水平具有可比性。再加上其资料易获取、计算方法简单的优点,近年来,这种方法被广泛地应用于国内外区域的生态承载力评价中。

国内外学者大都从方法的创新、应用和实证的角度对生态足迹模型进行研究,使生态足迹模型的有效性提高,应用范围不断拓宽。

1.1 国外相关研究

生态足迹模型是衡量区域可持续发展水平的一种方法,对于该方法的有效性,很多学者从不同的方面进行了探讨。其中 Helmut Haberl 等人^[3]于 2004 年比较了生态足迹法和净初级生产力核算方法在衡量区域可持续发展能力时的异同点,两种方法都是将人类消费转换成生态生产性的土地面积,不同点在于:前者评估的是特定区域内维持该区域人类的社会经济活动所需要的生态生产性的土地面积;而后者则是核算特定区域内人类利用土地的强度。通过比较,作者认为两种方法可以相互补充,并不矛盾。Mathis Wackernagel 等^[4-5]于 2004 年为了提高在核算国家和全球层面上的一个时间序列上的生态足迹时的有效性时,从理论和计算方法上对生态足迹法进行了改进,使得生态足迹可用来进行动态分析并检测数据的噪音点,且利用改进的生态足迹法和实际土地面积计算法

分别计算了澳大利亚、菲律宾和韩国 1961—1999 年的生态足迹, 最终证明两种方法的计算结果并无差异。Thomas Wiedmann 等人^[6]于 2006 年将生态足迹方法与投入产出法相融合, 提出了一种混合系统的方法, 利用这种方法, 可以将国家层面的生态足迹按照经济行业、最终需求账户、行政区划或者社会经济团体来分配, 极大地改善了生态足迹评估结果的有效性、一致性和可比性, 节省信息收集的成本。

另外, 学者们纷纷对生态足迹模型进行改进, 不断地拓宽生态足迹模型的应用范围。Colin Hunter^[7]在理论上从可持续旅游业与旅游业的生态足迹的关系的角度初步探讨了旅游业的生态足迹以及其潜在的应用, 首次提出“旅游生态足迹”的概念, 认为旅游者的出发地、中转地以及目的地的生态足迹应该区别开来, 分别进行核算。并于 2007 年^[8]设计了一种计算国际旅游活动的生态足迹的方法, 并核算出发地、中转地以及目的地的生态足迹, 但此方法仅限于采用飞机作为交通工具的旅游活动。Erling Holden^[9]将生态足迹法应用于城市规划的分析中, 通过研究城市规划与家庭消费的关系, 提出城市生态足迹与城市规划密切相关的理论, 认为分散式集中是城市布局的最理想方式, 并以挪威为例验证了该结论。Daniel D. Moran 等^[10]利用产品的土地利用矩阵将生态足迹方法推广到国际贸易领域中, 核算一国通过国际贸易而产生的对其他国家的生态需求量, 结果表明: 中高等收入水平的国家对彼此的生态需求相对较高, 而对低收入水平国家则需求很低。

在实证分析方面, 国外学者也做了很多的研究。如, Daniel D. Moran^[11]于 2008 年利用人类发展指数 (HDI) 和生态足迹分别作为衡量人类经济社会发展水平和人类对生态系统需求的指标, 得出: 只有在 HDI 不少于 0.8 并且人均生态足迹低于全球人均生态承载力的情况下, 才能实现可持续发展的结论, 并于 2003 年对 93 个国家的可持续发展进行实证研究, 结果表明仅有巴拿马达到了这个标准, 并且发现在过去的 25 年内发达国家的 HDI 的提高伴随着生态足迹的升高, 偏离可持续发展的轨道, 然而一些低收入的国家却在维持可持续发展的背景下

实现了经济社会发展水平的改善。

1.2 国内相关研究

生态足迹的概念 1999 年被引入我国, 区域生态足迹研究的实践成果最早见于 2000 年。据 2008 年《中国生态足迹报告》^[12], 我国学术界研究总体上归为两类: 一是采用综合法生态足迹模型; 二是采用组分法生态足迹模型。

在我国学者对生态足迹的研究初期大都采用综合法, 在国家及省级空间尺度上衡量不同区域的自然资本需求, 最初大多集中在对我国西部的研究, 现在逐步扩展到了东部地区, 同时由省市级尺度扩展到了地区级尺度的研究^[13]。如, 徐中民^[14]于 2000 年率先采用此方法对甘肃省的生态足迹进行核算。另外, 我国学者不断探索生态足迹模型的应用领域, 并取得了一些成就。如, 孟海涛等^[15]于 2007 年将生态足迹方法应用于围填海评价中, 对厦门西海域 1984—2005 年的围填海工程造成的生态承载力的累积性变化做了量化分析, 结果表明, 厦门的生态足迹在逐渐变大, 生态承载力在逐渐变小, 生态赤字不断增长。随着研究的深入, 我国学者在运用生态足迹评价区域的可持续发展水平时, 融入时间序列分析方法, 分析区域的动态发展。如, 卢远等^[16]分析了广西 1990—2002 年的生态足迹; 杨梅焕等^[17]核算了西安市 1997—2005 年的生态足迹和生态承载力; 赵先贵等^[18]更是建立了生态足迹的预测模型, 并预测了未来陕西省的可持续发展趋势。

组分法生态足迹模型是生态足迹分析的另一种方法, 核算某一特定生产和消费行为从原材料获取到产品最终处置的所有环节的生态影响。目前, 我国的组分法生态足迹研究主要针对旅游、水资源、交通和教育等领域, 其中, 旅游生态足迹较为成熟。我国学者在国外学者初步探讨的基础之上, 将旅游生态足迹分为 6 个子项目分别进行核算, 即旅游交通、旅游住宿、旅游餐饮、旅游购物、旅游游览和旅游娱乐, 进而探讨区域旅游的生态需求和旅游的可持续发展, 我国学者章锦河^[19]和符国基等^[20]都利用这种方法做了实证研究。基于生态足迹模型仅评价了地表水域的渔业功能忽略地下水和地表水作为水资源的其他功能

的事实,黄林楠等^[21]设立了水资源生态足迹账户,建立了水资源生态足迹的计算模型,弥补了生态足迹模型的不足。

综上所述,生态足迹模型自提出后不断得到改进,并且其应用范围也得到了拓展,不再局限于区域可持续发展水平的测度,而是拓展到生态足迹在国际范围的流动、旅游生态足迹的核算、城市生态足迹以及城市规划等领域中。但模型仍然有一些固有的缺陷未被克服,如,模型假设现在产出水平永远保持不变,因而低估了支撑人类目前生活方式的生态生产性的土地面积;忽略了生态系统的一些服务功能,以及忽视了各种污染物质对生态生产性土地的需求等都会低估生态足迹的结果;综合法生态足迹模型存在固有的低估生态足迹的缺陷,虽然组分法生态足迹发展逐渐趋于成熟,但是尚未弥补前者的不足。笔者试图将综合生态足迹模型应用于县级尺度的可持续发展评估中,对长岛县的生态足迹进行核算,探讨其可持续发展的现状和问题,为决策者的社会经济决策提供建议。

2 生态足迹模型的理论介绍

2.1 生态足迹的概念

生态足迹模型包括生态足迹和生态承载力两部分。生态足迹是指:在一定技术条件下,为能够持续的生产某区域人口所消费的所有资源、能源及吸收这些人口所生产的废弃物,本身具有生态生产力的生态生产性土地^[22]。生态承载力是指:在不破坏生态系统结构和功能完整性的前提下,系统所允许的人类活动的最大强度,从提供生态服务功能的角度来讲,被定义为一个地区所能提供给人类的生态生产性土地的面积总和^[23]。前者从需求面计算生态占用的大小,通过将区域内所有人每一项最终消费的量折算转化成提供生产该消费的原始物质与能量的生态生产性土地面积;后者从供给面计算具有生态生产能力的土地面积,通过二者的比较,了解该区域的生态利用现状,判断该区域的发展是否处于生态承载力的范围之内,进而为生态系统保护和区域的可持续发展提供对策建议^[24]。

2.2 生态足迹模型的计算

2.2.1 生态足迹的计算

生态足迹的计算基于以下两个基本的假设:一是人类可以确定自身消费的绝大多数资源及其所产生废弃物的数量;二是这些资源和废弃物能转化成相应的生态生产性土地面积。生态足迹方法根据生态生产力的大小不同将生态生产性土地划分为6类:耕地、林地、草地、建筑用地、化石燃料用地和水域。即生态足迹方法将各种生物资源和能源的消费项目折算成这6种类型的生态生产性土地面积。

生态足迹(E_F)的计算公式为

$$E_F = N \times e_i = N \times \sum_{i=1}^n a_i r_j = N \sum_{i=1}^n (c_i / p_i) r_j \quad (1)$$

式中: e_i 为人均生态足迹; i 为第*i*种消费商品; j 为第*j*种土地类型; c_i 为第*i*种消费项目的人均消费量; N 为人口数; p_i 为相应的生态生产性土地生产第*i*项消费的年平均生产力; r_j 为均衡因子。

在不同的国家和地区,由于不同类型土地的生产力是有差异的,因此不同类型生态生产性土地的实际面积是无法直接进行对比的,这就需要对不同类型的面积进行调整,于是在生态足迹的计算中引入了参数 r_j 。

$$r_j = \frac{\text{全球该类型生态生产性土地的平均生产力}}{\text{全球所有类型生态生产性土地的平均生产力}}$$

目前采用的均衡因子分别为耕地和建筑用地为2.82,林地和化石能源用地为1.14,草地为0.54,水域为0.22^[25]。

2.2.2 生态承载力的计算

生态承载力是指一个地区所能提供给人类的生态生产性土地的面积总和^[17],从供给面提供了生态生产性土地的面积,使得生态承载力与生态足迹具有可比性。由于不同国家和地区的资源禀赋不同,单位面积同种类型的生态生产型土地的生态生产能力有很大差别,因此,不同国家和地区同种类型的生态生产性土地的实际面积是不能直接对比的,需要引入产量因子进行调整。

$$\text{产量因子} = \frac{\text{区域某类型土地的平均生产力}}{\text{世界同类型土地的平均生产力}}$$

生态承载力 (E_c) 的计算公式为:

$$E_c = N \times e_c = N \sum_{j=1}^6 a_j \times r_j \times y_j \quad (2)$$

式中: e_c 为人均生态承载力; N 为人口数; a_j 为人均生态生产性土地面积; r_j 为均衡因子; y_j 为产量因子。

3 实证分析

3.1 长岛县的基本情况介绍

长岛又称庙岛群岛, 是山东省唯一的海岛县, 位于胶东和辽东半岛之间, 黄渤海交汇处, 地处环渤海经济圈的连接带, 东临韩国、日本。全县由 32 个岛屿组成, 其中有居民岛 10 个, 岛屿陆地面积 56 km², 海域面积 8 700 km², 海岸线 146 km。年平均气温 11.9℃, 年平均降水量为 560 mm。长岛县海域辽阔, 条件优越, 进行海珍品养殖有得天独厚的优势, 适宜海参、鲍鱼、海胆、虾夷扇贝、海带的增养殖, 盛产 30 多种经济鱼类和 200 多种贝藻类水产品, 其水产品具有产量大、质量高的特点, 使得渔业成为长岛县的主要产业之一。长岛县旅游资源十分丰富, 岛屿山清水秀, 礁峻滩美, 文化底

蕴深厚, 是理想的旅游度假胜地。近年来, 长岛县经济发展迅速, 人均 GDP、人均储蓄和渔民人均收入等指标均位于全省县级前列。但是, 伴随着经济的增长和收入水平的提高, 环境污染、资源过度利用等问题不断显现。长岛作为一个海岛县, 其特殊的地理位置和独特的生态系统, 要求海岛经济的发展必须在海岛所能承受的人口数量和产业规模的限度内。笔者使用生态足迹法, 对长岛的生态足迹进行核算, 为长岛县的可持续发展提供决策依据。

3.2 长岛县生态足迹的计算

2008 年长岛县生态足迹的计算主要有两部分: 一是生物资源消费账户; 二是能源消费账户。这两类账户的人均消费量采用《长岛县统计年鉴 2008 年》的数据。生物资源消费账户主要分为农产品、动物产品和水果等几类。在生物资源生态生产性土地面积计算时, 采用联合国粮农组织有关生物资源的世界平均产量资料, 将各项消费资源或产品的消费折算为实际生态生产性土地的面积, 以及实际生态足迹的各项组分。长岛县生物资源消费账户见表 1。

表 1 长岛县生物资源消费账户

生物资源	全球平均产量/ (kg · hm ⁻²)	人均消费量/ (kg · per cap ⁻¹)	人均生态足迹/ (hm ² · per cap ⁻¹)	土地类型
粮食	2 744	66.1	0.067 930 758 017	耕地
蔬菜	18 000	52.0	0.008 146 666 667	耕地
水果	3 500	24.1	0.007 849 714 286	林地
油脂/油	1 856	8.8	0.002 560 344 828	草地
猪肉	74	10.1	0.073 702 702 703	草地
牛羊肉	33	4.5	0.073 636 363 636	草地
禽类	33	0.9	0.014 727 272 727	草地
蛋类	400	19.1	0.025 785 000 000	草地
水产品	29	20.6	0.156 275 862 070	水域
干果	18 000	1.9	0.000 120 333 333	林地
奶类	502	2.1	0.002 258 964 143	草地

数据来源: 人均消费量引自《长岛县统计年鉴 2008 年》; 全球平均产量引自联合国粮农组织的统计数据。

能源消费账户主要包括汽油、柴油、电力和煤炭等。能源消费量转化为化石燃料生产土地面积时, 采用世界上单位化石燃料生产土地

面积的平均发热量为标准, 将当地能源消费所消耗的热量转化为化石燃料土地面积。长岛县能源消费账户见表 2。

表 2 长岛县能源消费账户

化石能源类型	全球平均能源足迹/ (GJ · hm ⁻²)	折算系数/ (GJ · t ⁻¹)	人均消费量/ /t	人均生态足迹/ (hm ² · per cap ⁻¹)	土地类型
煤炭	55	20.934	0.630 885 56	0.273 744 23	化石燃料土地
汽油	93	43.124	0.032 472 05	0.017 165 27	化石燃料土地
柴油	93	42.705	0.563 622 03	0.295 045 22	化石燃料土地
电力	1 000	0.008 3*	1 693.185 50**	0.039 911 77	建筑用地

注: * 电力的折算系数是根据每千瓦时耗煤 397 g, 再根据每克煤发热量来计算, 其单位为 GJ/ (kw · h); ** 电力的单位为 kW · h.
数据来源: 全球平均能源足迹引自文献 [2]; 人均消费量引自《长岛县统计年鉴 2006 年》.

需要说明的是, 模型中未进行贸易调整, 一方面是因为直接采用长岛县生物资源的人均消费量, 而不是生产量数据, 因此不需要进行进出口贸易的调整; 另一方面因为缺乏长岛县国内贸易量的详细数据, 在计算能源消费量时暂不考虑贸易商品中所含的能源贸易量。

在计算生态承载力时, 需要用产出因子对生态生产性土地面积进行调整, 使得地区间可比, 在长岛县生态承载力的计算中, 根据长岛县粮食的平均产量与世界粮食的平均产量的比值得出耕地的产出因子为 1.712, 由于建筑用地

大多占用的是高产量的耕地, 所以采用同耕地相同的产出因子, 即 1.712, 其他林地、草地、水域的产出因子受数据资料的限制不能根据产出因子的公式一一得出, 在这里取中国生态足迹报告中的相应数据, 分别是 0.91、0.19 和 1。

在长岛县生态承载力的计算中, 人均建筑用地的面积取同年山东省的人均建筑用地面积。由于长岛县没有大面积的草地分布, 所以不予考虑。至于化石原料用地, 目前我国国家并没有划出专门的吸收二氧化碳的土地, 所以也不予考虑。具体计算结果见表 3。

表 3 长岛县生态足迹账户

土地类型	人均生态足迹/ (hm ² · per cap ⁻¹)	土地类型	人均土地面积/ (hm ² · per cap ⁻¹)	均衡因子	人均生态承载力/ (hm ² · per cap ⁻¹)
耕地	0.076 077 42	耕地	0.006 842 33	2.82	0.027 396 63
林地	0.007 970 05	林地	0.001 484 44	1.14	0.001 539 95
建筑用地	0.039 911 77	建筑用地	0.003 2	2.82	0.012 812 78
水域	0.156 275 86	水域	20.179	0.22	4.439 4
化石燃料用地	0.585 954 72	化石燃料用地	0	1.14	0
草地	0.192 670 65	草地	0	0.19	0
总需求足迹	1.058 860 47	总供给面积			4.481 129 37
		生物多样性保护			0.537 735 52
		总生态承载力			3.943 393 84
		生态盈余			2.884 533 37

3.3 计算结果

从表 3 可以看出, 长岛县的总人均生态足迹为 1.058 9 hm², 总供给面积为 4.481 1 hm², 扣除 12% 的生物多样性的土地面积, 剩余即为总生态承载力 3.943 4 hm², 从而得出生态盈余 2.884 5 hm², 说明长岛县的土地需求维持在土地供给的范围之内。但从表 3 可看出: 除水域

外, 其他类型的土地均出现生态赤字, 说明耕地、林地、建筑用地、化石燃料用地以及草地的土地供给已不足以支撑土地的需求。其中, 由于长岛县没有草地的供给, 所以其草地的生态需求都需要从外地输入, 水域供给占总供给面积的 98.9%, 其他类型的土地供给仅占 1.1%; 而人类平均的水域足迹的需求仅占总需

求的 14.8%，对其他类型足迹的需求占 85.2%，因而，长岛县土地的供需结构严重失衡。

从长岛县生态足迹结构图（图 1）可以看出，2008 年能源足迹所占比例最大，为 55%。其次为草地、水域、耕地、建筑用地和林地，分别占总需求足迹的 18%、15%、7%、4% 和 1%。这与地方经济发展水平相关，地方经济发展水平越高，能源足迹越大。同时，与长岛县化石燃料用地极为有限相矛盾，其能源需求基本依赖外部输入，经济发展对外部的依赖性很大，如何解决能源供给不足、发展清洁能源成为长岛县实现可持续发展亟须解决的问题。

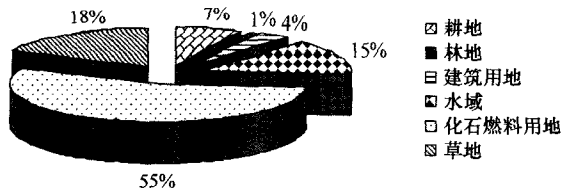


图 1 长岛县生态足迹结构

万元 GDP 生态足迹指每万元 GDP 所占用的生态空间，其值越小，表明生态生产性土地面积的产出率越高，资源利用效率高；反之则利用效率低。长岛县 2008 年总的生态足迹为 45 651.710 3 hm^2 ，GDP 为 349 575 万元，可得出其万元 GDP 生态足迹为 0.130 6 hm^2 ，小于全国万元 GDP 生态足迹 1.87 hm^2 ，一方面说明土地产出率高于全国平均水平，且资源利用效率也很高，这是因为长岛县海域辽阔，具有优越的养殖经济型鱼类的条件；另一方面是由于长岛县的旅游业发达，旅游收入占 GDP 的比重为 28%，但是由于数据资料的限制，在计算中并没有将旅游收入核算在内，使得结果低估。

3.4 实现长岛县可持续发展的建议

长岛县目前出现生态盈余，但其土地供需结构却不平衡，要减缓这个矛盾，进一步降低生态需求，控制人口增长是一条途径。从资源利用的角度讲，还可以考虑以下几条途径。

3.4.1 开发风电和水电能源

据以上分析，长岛县的能源资源非常匮乏，经济发展对外部依赖性很大，为改变这种外部依赖性，必须开发新能源，节约传统能源的消

费。长岛县是著名三大风场之一，且四面环海，具有丰富的水资源，因此，解决长岛县能源不足的最好途径是就地取材，利用其丰富的风力资源和水资源来发电。这样不仅可减少二氧化碳的排放量，直接减少能源消费带来的生态赤字，而且还能提高生态环境的质量，一举两得。

3.4.2 发展循环经济

对于长岛县来说，如果除去水域，其他类型的土地足迹已经出现生态赤字，我们需要做的一方面是减少生态足迹；另一方面增加生态供给，即提高生态承载力。循环经济以“减量化、再利用、资源化”为原则，实现资源的高效、循环利用，可以有效地提高资源的利用效率，进而减少资源存量的消耗；另外还可以降低污染物的排放，通过减少用来处理废弃物和污染气体的土地面积达到降低生态需求的目的。

3.4.3 合理利用耕地

长岛县的岛屿陆地面积仅有 56 km^2 ，居民的大部分活动都发生在这部分陆域面积上，随着人口的不断增加，岛屿生存空间的需求压力也不断增大，尤其是对耕地的需求。为了减缓耕地的需求压力，除了控制人口增长之外，还应该加大耕地的保护力度，严格土地使用的审批程序，提高土地使用的门槛，以减少建筑用地和公路等交通用地对耕地的占用，防止人均耕地面积的减少。另外，还可以通过提高耕地的生态承载力来降低生态赤字，具体的措施为：加大科技投入，提高耕地的单位面积产量。

4 结论

笔者在总结前人对生态足迹模型研究的基础之上，利用综合生态足迹模型评估了长岛县的生态足迹，其人均生态足迹为 1.058 9 hm^2 ，扣除 12% 的生物多样性土地面积后的总生态承载力 3.943 4 hm^2 ，生态盈余 2.884 5 hm^2 。虽然存在生态盈余，但是长岛县存在土地供需结构失衡、能源足迹赤字严重和经济发展对外部依赖性大等问题。针对这些问题，笔者认为可以通过控制人口增长、开发水电和风电、发展循环经济和合理利用耕地等途径来解决这些问题，实现长岛县的可持续发展。

本研究尽可能地提高所用数据的精确度，

减少计算误差,但是一方面仍然无法规避生态足迹模型固有的缺陷;另一方面,由于数据资料的限制,无法将旅游生态足迹核算在内,导致生态足迹的结果低估。因此,也希望有关部门能够考虑到这一点,避免决策失误。

参考文献

- [1] REES W. Ecological footprints and appropriated carrying capacity: what urban economics leaves out[J]. *Environmental Urban*, 1992(4): 121—130.
- [2] WACKERNAGEL M, REES W E. Our ecological footprint: reducing human impact on the earth [M]. Gabriola Island; New Society Publishers, 1996: 61—83.
- [3] HABERL H, WACKERNAGEL M, KRAUSMANN F. Ecological footprints and human appropriation of net primary production: a comparison [J]. *Land Use Policy*, 2004(21): 279—288.
- [4] WACKERNAGEL M, MONFREDA C, HEINZ ERB K. Ecological footprint time series of Australia, the philippines, and South Korea for 1961—1999: comparing the conventional approach to an ‘actual land area’ approach [J]. *Land Use Policy*, 2004(21): 261—269.
- [5] WACKERNAGEL M, MONFREDA C, SCHULZ N B. Calculating national and global ecological footprint time series: resolving conceptual challenges[J]. *Land Use Policy*, 2004(21): 271—278.
- [6] WIEDMANN T, MINX J, BARRETT J, et al. Allocating ecological footprints to final consumption categories with input—output analysis [J]. *Ecological Economics*, 2006(56): 28—48.
- [7] HUNTER C. Sustainable tourism and the touristic ecological footprint [J]. *Environment, Development and Sustainability*, 2002(4): 7—20.
- [8] HUNTER C, SHAW J. The ecological footprint as a key indicator of sustainable tourism[J]. *Tourism Management*, 2007(28): 46—57.
- [9] HOLDEN E. Ecological footprints and sustainable urban form [J]. *Journal of Housing and the Built Environment*, 2004(19): 91—109.
- [10] MORAN D D, WACKERNAGEL M C, KITZES J A, et al. Trading spaces: Calculating embodied ecological footprints in international trade using a product land use matrix [J]. *Ecological Economics*, 2009(68): 1938—1951.
- [11] MORAN D D, WACKERNAGEL M, KITZES J A, et al. Measuring sustainable development—nation by nation [J]. *Ecological Economics*, 2008(64): 470—474.
- [12] 成升魁,谢高地,曹淑艳. 中国生态足迹报告[R]. 中国环境与发展国际合作委员会,世界自然基金会,1998.
- [13] 丁敬祥. 城步县生态足迹及应用研究[D]. 长沙:湖南农业大学,2005.
- [14] 徐中民,张志强,成国栋. 甘肃省 1998 年生态足迹计算与分析[J]. *地理学报*, 2000,55(5): 607—616.
- [15] 孟海涛,陈伟琪,赵晟,等. 生态足迹方法在围填海评价中的应用探讨[J]. *厦门大学学报*, 2007,46(1): 203—208.
- [16] 卢远,华瑾. 广西 1990—2002 年生态足迹动态分析[J]. *中国人口·资源与环境*, 2004,14(3): 49—53.
- [17] 杨梅焕,曹明明. 西安市生态足迹和生态承载力动态测度分析[J]. *西北大学学报:自然科学版*, 2008,38(6): 1023—1028.
- [18] 赵先贵,肖玲,兰叶霞,等. 陕西省生态足迹和生态承载力动态研究[J]. *中国农业科学*, 2005,38(4): 746—753.
- [19] 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.
- [20] 符国基. 海南省外来旅游者生态足迹测评[J]. *资源科学*, 2006,28(5): 145—151.
- [21] 黄林楠,张伟新,姜翠玲,等. 水资源生态足迹计算方法[J]. *生态学报*, 2008,28(3): 1279—1286.
- [22] 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): 606—616.
- [23] 卢妍,何葵,周嘉,等. 齐齐哈尔市 2002 年的生态足迹分析[J]. *哈尔滨师范大学自然科学学报*. 2004,20(3): 103—106.
- [24] 刘庄. 祁连山自然保护区生态承载力研究[M]. 北京:中国环境科学出版社,2006: 43—61.
- [25] 郭林. 哈尔滨市生态足迹初探[D]. 哈尔滨:东北林业大学,2005.

引用本文格式：[李蕾](#). [李京梅](#) [基于生态足迹模型的海岛生态资源利用的评价研究——以长岛县为例](#) [期刊论文] - [海洋开发与管理](#)
2011 (9)