

DOI :10.3876/j.issn.1000-1980.2010.05.022

沿海滩涂开发的生态环境响应模式

魏有兴

(河海大学港口海岸与近海工程学院,江苏 南京 210098)

摘要:为了研究滩涂开发对生态环境的响应,分析了滩涂开发对生态环境响应的限制性因素和表现形式,构建了基于生态足迹方法的生态环境响应模式.以滩涂开发区域的生态足迹数据为参考,建立了滩涂开发对生态环境的响应机制.江苏沿海滩涂开发的算例表明,江苏沿海区域生态足迹以每年 35.5% 的速度增加,认为在江苏滩涂开发过程中必须抑制生态足迹过快的增速.

关键词:沿海滩涂 生态环境 响应模式 生态足迹

中图分类号:X171 文献标志码:A 文章编号:1000-1980(2010)05-0598-05

沿海滩涂的围垦打破了滩涂及近海生态环境的动态平衡.随着围垦活动的加剧,滩涂开发区域的生态环境问题日益突出.生态环境的恶化给滩涂资源的可持续利用和滩涂经济的可持续发展带来了直接影响,因而滩涂围垦对生态环境的响应越来越受到关注.当前,评价生态环境响应程度的方法很多,归纳起来有市场价值法、期望值法、专业判断法、调查评价法、影子工程法、机会成本法等^[1].这些方法均基于替代市场^[2]和假想市场^[3]的原理来评价.近期来,人们开始关注生态价值问题,通过计算生态价值的损害来评估因围垦造成的影响^[4-5].而以上分析方法大多侧重于滩涂围垦对生态环境的定性评价,只有少数涉及生态环境的定量评价,但这些评价也仅是对敏感生态问题进行单因子评价,不能对区域生态体系的生态完整性和稳定状况做出说明和评价.鉴于此,本文将生态足迹分析法与环境影响评价法结合在一起,通过分析确定滩涂围垦地区的生态负荷或环境容量,并预测和估计围垦活动对自然生态系统的结构和功能造成的影响,从而量化滩涂开发的生态环境响应,为构建沿海滩涂开发的生态环境响应模式提供参考.

1 沿海滩涂开发的生态环境响应

沿海滩涂生态环境由滩涂生态系统中的自然生态系统(自然保护区)和人工生态系统(垦区)组成(图 1).自然生态系统直接为生物生存和繁衍服务;人工生态系统是在改造自然生态系统的基础上为人类和其他生物服务的.

1.1 对生态环境响应的限制性因素

a. 围垦强度.围垦强度包括围垦的范围和速度.滩涂周围生态系统是脆弱的,其自我调节能力有限.围垦范围和速度超过垦区生态自我调节能力则势必破坏生态平衡.围垦后如果配套措施跟不上,大面积围垦滩涂不能充分利用,没有形成新的稳定生态系统,而原有生态系统遭到破坏,将降低滩涂生态系统的稳定性和生产力,依赖于滩涂生态系统生存的动植物种类和数量也将会减少.

b. 排污量.滩涂围垦后海洋潮差变小,水动力活动和海水自净能力减弱.围垦后土地多用于工农业用途,如果大量使用化肥农药,且工业废水不处理排放,将导致排污量不断变大,从而加剧垦区及周围水体水质

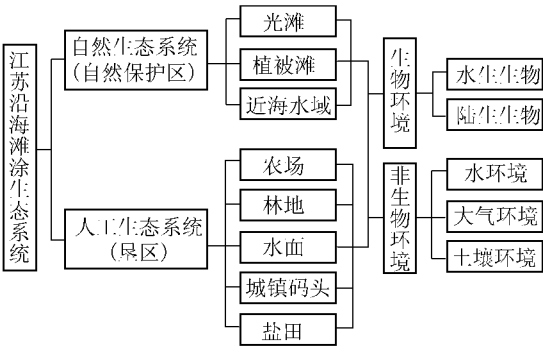


图 1 沿海滩涂生态系统结构

Fig. 1 Structure of ecosystem of a coastal tidal flat

的恶化.另外,随着养殖面积的快速增加,养殖废水已成为近海海域的重要污染源.

c. 地下水开采量.滩涂围垦在海水入侵地带有一定的正效应,但是地表水体污染和水质恶化是垦区水环境的突出问题.新围垦区域土壤脱盐、垦区工业用水和农业用水不断增加,将造成地下水位下降、地面沉降和海水入侵,导致土壤盐渍化.

1.2 对生态环境响应的表现

1.2.1 积极响应

a. 保留水面.利用围垦区域扩大特色水产养殖,积极建设特色水产品出口加工区,构建优势产业和优势产业带,不但增加了对社会的供给,为区域经济发展提供了巨大的推动力,同时也保留了水面,对保护环境、调节气候有一定的积极作用.

b. 强化自然保护区功能.作为林地以及生态保护的围垦土地,主要是用于扩大自然保护区、天然湿地,建设沿海防风林以及种植护岸林草,这对维护海岸生态平衡、保护区域环境、促进旅游业的发展有一定的积极作用.经济价值低的滩涂湿地转变成兼具经济和生态效益的人工湿地与林地等,符合人与自然协调发展的要求,满足人类对经济和环境的双重需求.

c. 阻止荒漠化.围垦后发展种植业,在很大程度上给沿海人民带来了效益.但如后续围垦时间过晚,滞后于滩涂的淤长速度,以致 2 次围筑的海堤之间的土地远高于内陆的海拔高度,将造成内涝不易外排,不利于引灌淡水到垦区进行灌溉,导致土地的荒漠化,对环境造成不良影响.因此对不断淤长的岸段应及时围垦.

1.2.2 消极响应

a. 湿地减少、生物多样性下降.围垦会造成天然沼泽湿地面积减少,原来在潮间带和辐射沙洲生存的生物失去了栖息场所,种类和数量下降.人工种植和养殖使得单位面积的生物密度增大,但培育的物种单一,会造成滩涂生物多样性下降.

b. 海岸水质恶化.沿海滩涂的开发利用将促进工业、农业、水产养殖业的发展,但如果污染源控制不同步,将对海洋尤其是海岸带来一定的影响,如氮、磷、有机质等污染物的排放会导致水体的营养物含量升高,致使海岸水质变差.

c. 自然保护区面积压缩.沿海滩涂特有的自然环境便于成立自然保护区.这些保护区面积广阔,资源丰富,对区域内生物资源的保护有着非常重要的意义.但围垦施工和围垦后的开发利用可能会造成濒危、稀有生物栖息地面积有所压缩,活动范围减小.

d. 减少和恶化底栖生物的栖息地.围垦活动对生物的影响主要是对生态环境的破坏和干扰.沿海地区分布有多个水产种植资源保护区,围垦活动会造成生物生存空间的累积性丧失和破碎化,直接减少底栖生物的栖息地.围垦活动增加的污染物如果处理不当,会使周围底栖生物的栖息环境受到影响.

2 基于生态足迹的响应模式构建

2.1 生态足迹

生态足迹的概念是由加拿大的生态经济学家 Rees 等^[6]提出的,之后在其学生 Wackernagel 等的帮助下完善了生态足迹模型.其被形象比喻为“一只负载着人类与人类所创造的城市、工厂……的巨脚踏在地球上留下的脚印”^[7].生态足迹是指生产任何已知人口(某个个人、1 个区域或 1 个国家)所消费的所有资源和吸纳这些人口产生的所有废弃物需要的生物生产面积^[8].

生态足迹是涉及系统性、公平性和发展的综合指标,具有可比性.利用生态足迹概念计算的结果形象,容易理解,因而受到国内外学者的青睐.受中国环境与发展国际合作委员会和世界自然基金会的联合委托,全球足迹网络和中国科学院地理科学与资源研究所合作完成了《中国生态足迹报告》^[9-10],成为全面统筹做好中国环境保护工作的前提和重要指南.

2.2 生态足迹分析法

生态足迹分析法是基于 2 个简单的事实:一是可以保留大部分消费的资源及其产生的废弃物;二是这些资源以及废弃物大部分都可以转换成可提供这些功能的生物生产性土地.生态足迹分析法认为:人类所消费的资源 and 排放的废物是能够被追踪,并能找到相应的生产区域和消纳区域.大多数被消费的资源 and 排放的污染可以被转化为提供或消纳它们的具有生态生产力的陆地或水域面积^[11].可以通过运用现行技术计算 1 个

国家或 1 个区域为满足人们消费资源和净化废物所需的生物生产和相互联系的土地面积数量,也就是计算这些国家或区域的“生态足迹”。同时,这些国家和地区所能提供的各种类型土地面积也是可知的,将这两者的数量相比较,就可以得出区域环境状况的量化值。生态足迹分析法的计算分为生态足迹和生态承载力两部分,以二者之差(大于 0 为生态赤字,小于 0 为生态盈余)来表征人类活动对环境所造成的影响。

a. 各类型消费项目人均生物生产土地面积

$$A_j = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{E_i} = \sum_{i=1}^n \frac{P_i + I_i - R_i}{E_i}$$

(1)

式中: A_j ——人均 i 种交易商品折算的生物生产面积, hm^2 ; C_i —— i 种商品的人均年消费量, kg ; E_i ——单位生态生产力, kg/hm^2 ; j ——生产性土地类型 ($j=0, 1, 2, 3, 4, 5$, 分别代表化石能源地、可耕地、牧草地、森林、水域、建筑地); P_i ——资源生产量, kg ; R_i ——资源出口量, kg ; I_i ——资源进口量, kg 。

b. 人均生态足迹

$$f = \sum_{j=0}^5 r_j A_j$$

(2)

式中: f ——人均生态足迹, hm^2 ; r_j ——土地均衡因子。

c. 人均生态承载力

$$e = r_j y_j \sum_{j=0}^5 a_j$$

(3)

式中: e ——人均生态承载力, hm^2 ; y_j ——产量因子; a_j ——人均占有第 j 类生物生产性土地面积, $\text{hm}^2/\text{人}$ 。

3 模型构建框图

滩涂开发和生态环境的保护是海岸带开发非常关注的矛盾统一体,实施海岸带开发不能以牺牲生态环境为代价。在可持续发展的目标下,要随时监控滩涂开发对生态环境的响应程度,关注生态环境响应机制的限制性因素,重点研究滩涂围垦对生态环境的消极响应,借助生态足迹的量化手段,掌握生态环境的变化趋势,为滩涂开发规划提供参考。滩涂开发对生态环境响应模式见图 2。

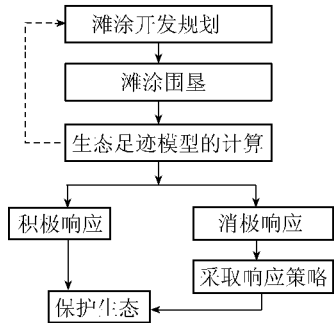


图2 沿海滩涂开发对生态环境的响应模式

4 实例分析

滩涂资源是江苏沿海的宝贵资源,江苏沿海大开发对土地资源的需求将由围垦后的滩涂提供。江苏省沿海 3 市(连云港、盐城、南通)滩涂总面积 50 万 hm^2 ,约占全国滩涂总面积的 1/4。1951—2008 年,江苏省累计围垦滩涂面积 27.5 万 hm^2 。江苏沿海开发上升至国家战略之后,江苏沿海近期(2020 年前)将围垦滩涂约 18 万 hm^2 [12]。如何协调滩涂开发与生态环境保护是江苏沿海开发中必须长期关注的重点。

江苏沿海 3 市生态足迹的计算包括农产品、肉品和林产品为主的生物资源消费和煤炭、焦炭、原油、燃料油、汽油、煤油、柴油、液化石油气、电力为主的能源消费,并根据 Wackernagel 等的计算结果[13],将这些消费统一转化为提供这类消费所需的土地生产面积,并根据滩涂开发区域的特点,对均衡因子 r_j 进行修正。耕地和建筑用地取 2.8,林地和化石燃料用地为 1.1,草地(滩)取 0.5,水域取 0.2。根据 2000—2008 年沿海 3 市统计年鉴,计算出该区域人均生态足迹,见图 3。

生态承载力计算时,产量因子中耕地产量因子由沿海 3 市粮食单产与世界粮食单产的比值求得,牧草产量因子由沿海 3 市单位产肉量与世界牧草地产肉量比值求得,其他因子采用 Wackernagel 等对我国生态足迹的计算结果[14],耕地为 1.788,牧草地为 1.94,建筑用地为 1.66,林地 0.91,水域为 1.00。计算结果见图 4。由图 4 可见,江苏沿海 3 市人均生态承载力基本保持不变。

从图 3 可以看出,因化石燃料产生的人均生态足迹最大,表明 6 种生产性用地中,煤、电、油的消费对环境的影响最显著,对生态足迹的贡献度最大。从图 4 看出,进入 21 世纪以来,江苏沿海 3 市人均生态足迹从 2000 年的 1.122 hm^2 按年均 35.5% 的速度增加,至 2008 年为 2.106 hm^2 ,说明该区域人均生态足迹变化迅速。

Fig. 2 Response mode of exploitation of a tidal flat to ecological environment

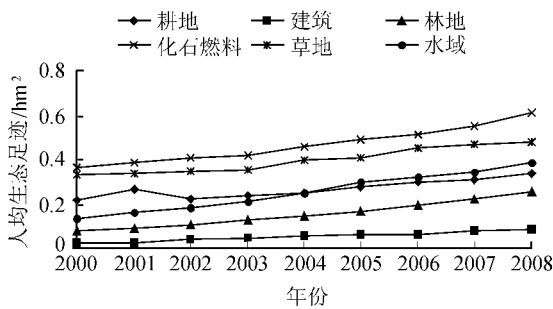


图 3 2000—2008 年江苏沿海 3 市人均生态足迹

Fig. 3 Per capita ecological footprint of three coastal cities in Jiangsu Province from 2000 to 2008

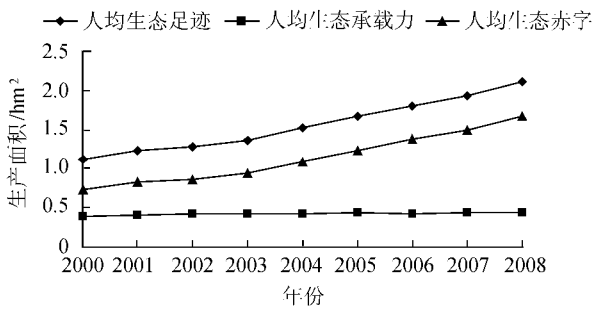


图 4 江苏沿海 3 市人均生态足迹与人均生态承载力

Fig. 4 Per capita ecological footprint and ecological carrying capacity in three coastal cities in Jiangsu Province

但是生态承载力变化不大,人均生态赤字逐渐增加,这与该区域大面积滩涂开发之后生态补偿不及时有关.与《中国生态足迹报告》中的数据相比较^[9],江苏沿海 3 市人均生态足迹 2006 年之前低于全国的 1.6 hm^2 ,之后超过全国水平.至 2008 年,该区域人均生态足迹略低于全球的 2.2 hm^2 ,但按照目前这种趋势发展,将很快超过全球水平.从当前江苏沿海 3 市的生态足迹和生态承载力来看,滩涂开发过程中,必须保持滩涂生态的动态平衡,以抑制生态足迹增加的速度.

5 结 语

生态足迹反映了滩涂开发过程中对生物资本的依赖程度,可以用来衡量沿海滩涂开发对生态环境的响应程度.借助生态足迹的计算,反映生态系统的盈亏,进而构建反映滩涂开发对生态环境的响应模型.通过这种可量化和有可比性的生态足迹的计算,衡量出滩涂开发对生态环境的响应程度,为在资源日益紧张的情况下做好滩涂开发战略规划提供依据.

从 2000—2008 年的生态足迹计算结果看出,江苏沿海 3 市人均生态足迹按年均 35.5% 的速度增加,人均生态承载力变幅很小.2008 年该区域人均生态足迹略低于全球的 2.2 hm^2 ,但按现有变化趋势,人均生态足迹将很快超过这个数字.因此,在未来的滩涂开发过程中还须降低对生态环境的影响程度,以保证该区域社会与经济的可持续发展.

参考文献:

[1] 于格,张军岩,鲁春霞,等.围海造地的生态环境影响分析[J].资源科学,2009,31(2):265-270. (YU Ge,ZHANG Jun-yan, LU Chun-xia,et al. Study on the impacts of marine reclamation on eco-environment[J]. Resources Science,31(2) 265-270. (in Chinese))

[2] 迈里克 弗里曼 A. 环境与资源价值评估 理论与方法[M]. 曾贤刚,译. 北京 中国人民大学出版社,2002.

[3] 彭本荣,洪华生,陈伟琪. 海岸带环境资源价值评估 理论方法与案例研究[J]. 厦门大学学报:自然科学版,2004,43(增刊):184-189. (PENG Ben-rong,HONG Hua-sheng,CHEN Wei-qi. Evaluation of coastal environmental resources Xiamen case study [J]. Journal of Xiamen University Natural Science,2004,43(Sup) 184-189. (in Chinese))

[4] TURNER L R K. Valuing ocean and coastal resources a revive of practical examples and issues for further actions[J]. Ocean & Coastal Management,2002,45 583-616.

[5] HOWATTH R,FARBER S. Accounting for the value of ecosystem services[J]. Ecological Economics,2002,41(3) 421-429.

[6] REES W E. Ecological footprints and appropriated carrying capacity what urban economic leaves out[J]. Environment and Urbanization, 1992,4(2) 121-130.

[7] REES W E. Revisiting carrying capacity area-based indicators of sustainability[J]. Population & Environment,1996(3) 195-215.

[8] ANDREW R,FERGUSON B. The logical foundations of ecological footprint[J]. Environment,Development and Sustainability,1999(2): 149-156.

[9] 中国环境与发展国际合作委员会,世界自然基金会. 中国生态足迹报告:上[J]. 世界环境,2008(5) 52-57. (CCICED,WWF. China ecological footprint report Part A[J]. World Environment,2008(5) 52-57. (in Chinese))

[10] 中国环境与发展国际合作委员会,世界自然基金会. 中国生态足迹报告:下[J]. 世界环境,2008(6) 63-69. (CCICED, WWF. China ecological footprint report Part B [J]. World Environment, 2008(6) 63-69. (in Chinese))

[11] 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. (XU Zhong-min,ZHANG

Zhi-qiang, CHENG Guo-dong. The calculation and analysis of ecological footprints of Gansu Province[J]. Acta Geographica Sinica, 2000, 55(5): 607-616. (in Chinese))

[12] 钱正英. 江苏沿海地区综合开发战略研究 综合卷[M]. 南京: 江苏人民出版社, 2008: 17.

[13] WACKERNAGEL M, REES W E. Our ecological footprint: reducing human impact on the earth [M]. Gabriola Island: New Society Publishers, 1996.

[14] WACKERNAGEL M, ONISTO L, BELLO P, et al. National natural capital accounting with the ecological footprint concept[J]. Ecological Economics, 1999, 29(3): 375-390.

Response mode of exploitation of tidal flats to ecological environment

WEI You-xing

(College of Harbor, Coastal and Offshore Engineering, Hohai University, Nanjing 210098, China)

Abstract : In order to study the response of the exploitation of tidal flats to the ecological environment, the limiting factors and expression patterns of the response were analyzed. A mode of ecological response was established by use of the ecological footprint method. Based on the ecological footprint data in exploitation region of tidal flats, a response mechanism for the exploitation of tidal flats to the ecological environment was proposed. A case study of the exploitation of coastal tidal flats in Jiangsu Province, China shows that the ecological footprints in the coastal region of Jiangsu Province increases by 35.5% per year. The too rapid growth of the ecological footprint in the exploitation of coastal tidal flats should be controlled.

Key words : coastal tidal flat ; ecological environment ; response mode ; ecological footprint

《水资源保护》征订启事

全国中文核心期刊 中国科技核心期刊

《水资源保护》是河海大学和环境水利研究会主办的科学技术期刊,创刊于 1985 年,双月刊,96 页,国内外公开发行,国内统一连续出版物号:CN32-1356/TV. 现为全国中文核心期刊、中国科技核心期刊和江苏省一级期刊.

《水资源保护》主要刊登与水资源保护有关的基础研究,应用技术,工程措施,综合述评,专题讲座,国外动态,书刊评介,科技简讯,水资源管理、评价、监测、优化配置,节水技术,水环境污染控制等方面的文章. 近年来,重点关注与水有关的生态环境领域中的研究方向,新增设相关的基础研究、防治技术、城市水环境治理等内容.

主要读者对象:全国从事与水资源保护工作有关的工程技术人员、科研人员、管理干部以及大专院校的师生.

《水资源保护》邮发代号:28-298,双月刊,8 元/期,全年 48 元,每逢单月 30 日出版. 可在全国各地邮局订阅,也可直接与编辑部联系订阅.

编辑部地址:南京市西康路 1 号 河海大学《水资源保护》编辑部

邮政编码:210098

电话/传真:(025)83786642

E-mail:zh@hhu.edu.cn

网址: http://kkb.hhu.edu.cn/bh/index_bh.htm