

环境地质

黄河三角洲高效生态经济区生态环境承载力分析

彭玉明, 赵振华, 徐扬, 李念春

(山东省地矿工程勘察院, 山东 济南 250014)

摘要:以黄河三角洲 19 个地区 2010 年统计年鉴的数据为依据,应用生态足迹法,对该区 2010 年的生态足迹进行计算与分析。结果表明,黄河三角洲地区的生态足迹均为赤字,人均生态足迹为 68.396 hm²,人均实际可利用生态承载力为 14.057 hm²,人均生态赤字为 54.339 hm²。反映出评价区人类的生产、生活强度超过了生态系统的承载力,区域生态系统处于被人类过度开发利用状态。

关键词:生态足迹;生物生产面积;生态承载力;生态赤字;高效生态经济区;黄河三角洲

中图分类号:X21

文献标识码:B

0 引言

区域生态环境承载力是指“生态系统的自我维持、自我调节能力,资源与环境子系统的供容能力(资源持续供给能力、环境容纳废物能力)及其可维持养育的社会经济活动强度和具有一定生活水平的人口数量”^[1]。生态环境承载力是测定和评价地区开发强度与生态环境之间是否匹配的重要指标,是判定地区是否可持续发展的重要依据。

黄河三角洲是我国最年轻的三角洲之一,2009 年 12 月 1 日,国务院正式通过了《黄河三角洲高效生态经济区发展规划》(简称《规划》),黄河三角洲的开发建设正式上升为国家战略。该文应用生态足迹法对黄河三角洲地区 2010 年的生态环境承载力进行评价,并提出提高区域生态环境承载力的建议,以为黄河三角洲可持续发展战略的实施提供科学依据。

1 研究区概况

黄河三角洲以黄河历史冲积平原和鲁北沿海地区为基础,位于环渤海经济圈的南翼,地理位置优越,在我国区域经济带中具有重要的战略位置。包括东营市、滨州市,潍坊北部寿光、寒亭、昌邑,德

州市乐陵市、庆云县,淄博市高青县,以及烟台市莱州市等 19 个县市区(图 1)^[2]。根据 2009 年土地利用变更调查,土地总面积为 263.21 万 hm²,土地利用率为 79.94%。该区自然资源丰富,石油、天然气、黄金、菱镁石、卤水、大理石、花岗岩等矿产资源储量均居全省和全国前列,是国家重要的能源原材料基地^①。据统计,2009 年实现地区生产总值 5014.80 亿元,工业增加值 2580.42 亿元,约占全省的 1/6。

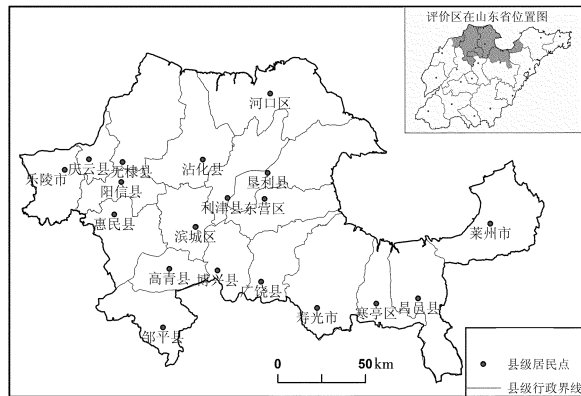


图 1 黄河三角洲高效生态经济区范围示意图

2 研究方法

生态足迹分析法(ecological footprint)是加拿

收稿日期:2013-09-08;修订日期:2013-10-10;编辑:王秀元

地调项目:中国地质调查局全国资源环境调查项目(1212011120080)

作者简介:彭玉明(1973—),男,山东临沂人,高级工程师,主要从事水工环方面的研究;E-mail:pengym1972@126.com。

①国家发改委,黄河三角洲高效生态经济区发展规划,2009年。

大生态经济学家里斯(William Rees)在 1992 年提出的一种测量可持续发展程度大小的生物物理学方法。该方法是在构建具体的生物物理指标基础上,来测量人类的发展是否超出生态系统的承载能力^[3]。生态足迹法计算生态环境承载力主要由 3 个部分组成:

(1) 生态足迹计算

$$EF = Nef = N \cdot r_i \sum (aa_i) = N \cdot r_i \sum \frac{c_i}{p_i} \quad (1)$$

$i = 1, 2, 3, \dots, n$

式中: EF 为区域总的生态足迹(hm^2); N 为人口数(人); ef 为人均生态足迹($\text{hm}^2/\text{人}$); aa_i 为人均 i 种消费商品折算的生物生产土地面积($\text{hm}^2/\text{人}$); i 为消费商品的类型; c_i 为 i 种商品的人均消费量($\text{GJ}/\text{人}$); p_i 为 i 种消费商品的全球平均生产能力(GJ/hm^2); r_i 为生产 i 种消费商品的土地类型的均衡因子(表 1)^[4-7]。

表 1 均衡因子取值

项目	耕地	草地	森林	建筑用地	化石能源用地	水体
折算系数	2.82	0.54	1.14	2.82	1.14	0.22

(2) 生态承载力计算

$$EC = N \cdot ec = N \cdot \sum (a_j \cdot r_j \cdot y_j) \quad (2)$$

$j = 1, 2, \dots, 6$

式中: EC 为区域总的生态承载力(hm^2); N 为人口数(人); ec 为人均生态承载力($\text{hm}^2/\text{人}$); a_j 为 j 类生态生产性土地的实际人均面积($\text{hm}^2/\text{人}$); j 为生态生产性土地的类型; r_j 为均衡因子; y_j 为 j 类生态生产性土地的产量因子^[4,5]。以谨慎的态度考虑,在计算生态承载力过程中要扣除 12% 的生物多样性保护面积^[8]。

(3) 生态环境承载力状态判定

生态环境承载力评价结果呈现 2 种状态:生态赤字和生态盈余,可以反映某一区域人类对自然资源的利用情况。当出现生态赤字时,说明研究区域的生态承载力处在超载状态,生态足迹超过其所能供给的生态承载力;当出现生态盈余时,说明研究区域的生态承载力较好,处于可承载状态,生态足迹小于其生态承载力^[9-12]。

生态赤字(盈余)计算公式为:

$$ES(ED) = EC - EF$$

式中: ES 为生态盈余; ED 为生态赤字。

3 黄河三角洲地区生态足迹应用

根据对全面反映黄河三角洲地区社会经济发展状况资料的分析,该地区生态足迹主要由 2 部分组成:生物资源消费和能源消费。这 2 种资源消耗支撑了评价区内人口生产生活消费的主要活动。

该次评价基础数据来源为各县区 2010 年度统计年鉴数据,将各种类型生态生产性面积与相应的均衡因子相乘,得到相对应的人均均衡面积,然后把各种类型生态生产性面积的人均均衡面积加权相加,从而得到黄河三角洲地区 2010 年度人均生态足迹(表 2)。

表 2 黄河三角洲地区 2010 年人均生态足迹

地区	人均均衡面积(hm^2)						人均生态足迹
	耕地	草地	林地	建筑用地	水域	化石能源用地	
莱州市	0.252	0.471	0.026	0.007	0.157	0.598	1.510
昌邑市	0.279	0.352	0.020	0.007	0.081	3.093	3.833
寒亭区	0.279	0.352	0.020	0.009	0.081	1.684	2.426
寿光市	0.312	0.487	0.021	0.022	0.091	2.060	2.993
东营区	0.245	0.364	0.023	0.027	0.090	6.135	6.884
河口区	0.241	0.368	0.021	0.027	0.134	6.135	6.927
垦利县	0.278	0.357	0.022	0.100	0.098	6.083	6.937
利津县	0.224	0.337	0.021	0.005	0.098	3.606	4.290
广饶县	0.338	0.171	0.024	0.038	0.099	4.336	5.006
滨城区	0.186	0.315	0.021	0.012	0.080	0.832	1.446
惠民县	0.233	0.304	0.019	0.015	0.067	2.038	2.676
阳信县	0.354	0.279	0.019	0.015	0.074	2.001	2.742
无棣县	0.285	0.283	0.018	0.007	0.099	2.234	2.926
沾化县	0.277	0.276	0.018	0.015	0.078	3.750	4.414
博兴县	0.306	0.346	0.020	0.009	0.092	2.831	3.605
邹平县	0.257	0.314	0.022	0.000007	0.069	0.001	0.663
乐陵市	0.276	0.442	0.020	0.001	0.101	1.524	2.363
庆云县	0.255	0.242	0.015	0.009	0.055	1.527	2.102
高青县	1.644	1.366	0.032	0.078	0.401	1.132	4.653

根据黄河三角洲地区所供给的各类生物生产面积的人均占有量数据,将其与之对应的均衡因子和产量因子相乘,折算出具有世界平均生态空间的黄河三角洲地区 2010 年人均生态承载力(表 3)。

通过计算,并依据承载力分级标准(表 4),得到黄河三角洲地区生态承载力情况(表 5)。由表 5 可知,2010 年黄河三角洲地区总人均生态足迹为 68.396hm^2 ,实际总人均生态承载力大小为 14.057hm^2 ,总人均生态赤字为 54.339hm^2 。其中,东营区人均生态足迹为 6.884hm^2 ,人均生态承载力为 0.431hm^2 ,人均生态赤字为 6.453hm^2 ,是东营区版图大小的生物生产面积的 15.97 倍,是黄河三角洲地区人均生态承载力最低、人均生态赤字最高的地

表 3 黄河三角洲地区 2010 年人均生态承载力

地区	人均均衡面积(hm ²)					化石能源用地	人均生态承载力	人均生物多样性保护面积(hm ²)	人均可利用生态承载力
	耕地	草地	林地	建筑用地	水域				
莱州市	0.436	0	0.025	0.164	0.005	0	0.630	0.076	0.555
昌邑市	0.689	0	0.004	0.326	0.002	0	1.019	0.122	0.896
寒亭区	0.418	0	0.002	0.269	0.001	0	0.690	0.083	0.607
寿光市	0.459	0	0.002	0.266	0.001	0	0.729	0.087	0.640
东营区	0.195	0	0.002	0.292	0.0004	0	0.489	0.059	0.431
河口区	0.840	0	0.031	0.441	0.003	0	1.315	0.158	1.157
垦利县	0.890	0	0.067	0.496	0.007	0	1.464	0.176	1.288
利津县	0.0842	0	0.006	0.243	0.002	0	1.093	0.131	0.962
广饶县	0.58	0	0.001	0.178	0.001	0	0.760	0.091	0.669
滨城区	0.573	0	0.003	0.185	0.001	0	0.762	0.091	0.670
惠民县	0.635	0	0.009	0.131	0.001	0	0.776	0.093	0.683
阳信县	0.495	0	0.002	0.135	0.0001	0	0.632	0.076	0.557
无棣县	0.795	0	0.001	0.475	0.002	0	1.274	0.153	1.121
沾化县	0.740	0	0	0.292	0.002	0	1.034	0.124	0.910
博兴县	0.523	0	0.002	0.144	0.001	0	0.670	0.080	0.590
邹平县	0.461	0	0.009	0.132	0.0003	0	0.602	0.072	0.530
乐陵市	0.492	0	0.001	0.115	0.0002	0	0.608	0.073	0.535
庆云县	0.442	0	0.001	0.143	0.001	0	0.586	0.070	0.516
高青县	0.649	0	0.005	0.186	0.001	0	0.840	0.101	0.740

注:化石燃料土地是人们留出用于吸收 CO₂ 的土地,但实际上人类并未留出这类土地,故化石用地一项为 0。

表 4 生态环境承载力定级

承载力等级	弱区	较弱区	一般区	较强区	强区
生态足迹差额范围	<-3	-1~-3	-1~1	1~3	>3

表 5 黄河三角洲地区 2010 年生态足迹与生态承载力

地区	人均生态足迹 (hm ²)	人均生态承载力 (hm ²)	人均生态盈余(+)/赤字(-)(hm ²)	生态承载力等级
莱州市	1.51	0.555	-0.955	一般区
昌邑县	3.833	0.896	-2.937	较弱区
寒亭县	2.426	0.607	-1.819	较弱区
寿光县	2.993	0.64	-2.353	较弱区
东营区	6.884	0.431	-6.453	弱区
河口区	6.927	1.157	-5.77	弱区
垦利县	6.937	1.288	-5.649	弱区
利津县	4.29	0.962	-3.328	弱区
广饶县	5.006	0.669	-4.337	弱区
滨城区	1.446	0.67	-0.776	一般区
惠民县	2.676	0.683	-1.993	较弱区
阳信县	2.742	0.557	-2.185	较弱区
无棣县	2.926	1.121	-1.805	较弱区
沾化县	4.414	0.91	-3.504	弱区
博兴县	3.605	0.59	-3.015	弱区
邹平县	0.663	0.53	-0.133	一般区
乐陵县	2.363	0.535	-1.828	较弱区
庆云县	2.102	0.516	-1.586	较弱区
高青县	4.653	0.74	-3.913	弱区

区;而邹平县人均生态足迹为 0.663 hm²,人均生态承载力为 0.53 hm²,人均生态赤字为 0.13 hm²,是邹平县版图大小的生物生产面积的 1.25 倍,是黄河三角洲地区人均生态承载力最低,人均生态赤字最高的地区(图 2)。

人均生态面积 (hm²)

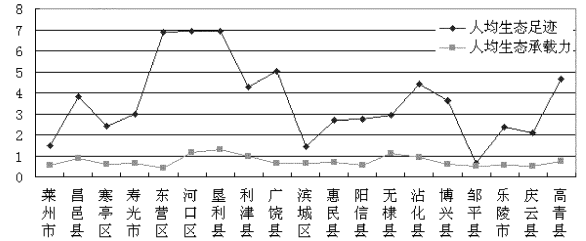


图 2 黄河三角洲地区 2010 年人均生态足迹与人均生态承载力

分析黄河三角洲 19 个地区的生态足迹的计算结果,可以得到黄三角洲地区各行政区 2010 年度可持续发展的状况。

(1)在黄河三角洲地区 19 县市中,人均生态足迹均高于其人均生态承载力,因此,在县市尺度上均处于不可持续发展状态。

(2)从 1997 年中国人均 0.8 hm² 生物生产面积的生态阈值的角度看,邹平地区的人均生态足迹为 0.663 hm²,低于全国人均生态阈值,在国家尺度上处于可持续状态;其余 18 个县市的人均生态足迹均超过了全国人均生态阈值,在国家尺度上均处于不可持续状况。

(3)从 2008 年全球人均 2.8 hm² 生物生产面积的生态阈值的角度看,莱州地区人均生态足迹为

1.51 hm²,寒亭地区人均生态足迹为 2.426 hm²,滨城地区人均生态足迹为 1.446 hm²,惠民地区人均生态足迹为 2.676 hm²,阳信地区人均生态足迹为 2.742hm²,乐陵地区人均生态足迹为 2.363 hm²,庆云地区人均生态足迹为 2.102 hm²,低于全球人均生态阈值,在全球尺度上处于可持续状态;其余 11 个县市的均超过全球人均生态阈值,在全球尺度上处于不可持续状况。

参照近年关于各个范围尺度生态足迹的研究成果,制定地区生态环境承载力定级表(表 5)。

从生态足迹角度来看,各土地类型人均生态足迹之间存在较大差异。各土地类型生态足迹由大到小的顺序依次为化石能源用地(75.44%)、草地(10.86%)、耕地(9.53%)、水域(2.99%)、建筑用地(0.6%)、林地(0.59%)。可见黄河三角洲地区目前的发展模式主要是通过消耗自然资源存量来弥补生态承载力的不足,其中,能源的消费主要以石油、煤、电力为主,生物资源的消费主要以农产品为主。对自然资源的过度依赖,是黄河三角洲地区出现生态赤字的主要原因之一。

莱州、滨城区、邹平地区是人均生态赤字较低的地区,由于当地工业经济发展水平相对较低,能源的消耗量较少,耕地等生物生产性土地仍存在较大的生产潜力,所以,在黄河三角洲 19 个地区中其生态承载力处于相对较好地区,属于生态承载力一般区。然而,东营区、河口区、垦利、利津、广饶地区是出现人均生态赤字最高的地区,属于生态承载力弱区,从计算结果看,东营区除建筑用地外,均为赤字;河口区、垦利、利津地区草地、水域、化石用地为赤字,其他用地类型为盈余;广饶地区草地、林地、水域、化石用地为赤字,耕地、建筑用地为盈余。由于东营地区石油资源丰富,石油化工工业发达,原油的消费量远远大于其他能源的消费总和,化石能源用地成为该地区生态赤字的最大贡献者。

由此可知,在目前的人口规模下,黄河三角洲地区的人地关系十分紧张,绝大部分生态环境处于不安全状态,生态供给空间严重不足,其中耕地(除东营、利津、高青外)、建筑用地供给大于需求,而草地、林地(除昌邑、寒亭、河口、垦利外)、化石用地、水域供需矛盾突出,需求大于供给。其中,林地的需求是其供给的 2.32 倍,供给不足;化石能源用地供给严重不平衡的原因是由于目前没有吸收在能源消费过

程中排放 CO₂ 的专门用地;草地供给不平衡的原因是由于经济的高速发展,人们对动物产品的消费、需求在不断增加,与此同时,研究区内对草地的供给用地面积为 0;水域出现供给不足的原因是水产品产量虽大,但是实际利用率较低。然而,在生态承载力中耕地、建筑用地所占比例则比较高,分别为 68%,30%,可见生态足迹供需结构呈严重不对称性,这种不对称性是黄河三角洲地区呈现生态赤字的另一原因。与此同时,经济社会的发展对自然生态系统的影响已超过其生态承载力的阈值,生态系统的超负荷运行是以对资源的过度消耗为代价的,城市发展处于不可持续的状态。

4 结论与讨论

该文应用生态足迹法,对评价区生态环境承载情况进行评价,结果显示所有地区生态环境均出现超载,多数地区生态环境承载力处于较弱和弱区,尤其是东营市各地区及滨州部分地区生态赤字最为严重,地区生态赤字的直接原因在于化石能源的大量消耗,以及人类活动所需求的水域、草地、林地和建筑用地的增加等。化石能源的过度消耗,最终将导致资源的衰退和枯竭,直接影响黄河三角洲地区可持续性发展。

提高黄河三角洲地区资源环境承载能力,减少生态赤字量,实现可持续发展,重点从以下几个方面改进:

(1)转变发展方式,建立循环经济体系。以黄河三角洲地区为试点,摒弃以往依赖资源消耗为主的发展方式,构建依靠生态循环发展的经济模式,提高区域的竞争能力。认真遵循《规划》要求,建立生态循环型农业,循环经济型工业和循环性服务业,建立企业、园区和城市 3 个层次的循环经济体系。

(2)调整农业结构,树立典型的高效生态农业。以《规划》为指导,因地制宜,建立高效生态农业示范园,建立高效生态农业示范园区,大力发展寿光蔬菜种植、沾化冬枣、沿海滩涂特色养殖等优质农业资源,实行集约化、规模化、机械化、标准化培育和管理,形成一批具有地方特色的优质农产品品牌,建成一批集生态、观光、安全于一体的综合性园区。

(3)以黄河三角洲高效生态经济区的批复为契机,推进城镇化建设,集约节约利用资源。以地区城镇规划为依据,引导农村人口向城市范围集中,提高

人们的消费和生态观念。积极倡导可持续消费模式,增强节约意识,推广使用节能产品、节能环保材料、建设节能节地建筑,加强节约观念。使人们意识到环境污染、资源浪费、对社会经济发展的负面影响,促使可持续发展的意识转变为人们的具体行为。

(4)强化水土资源的保护措施,实行严格的管理制度。受海水入侵等因素影响,黄河三角洲地区淡水资源贫乏,必须从各级部门加强淡水的保护,建设引黄蓄水、海水淡化等供水工程,加大污水净化及重点流域综合治理力度,建设节水农业,提高工业用水循环利用率,实现水资源的可持续利用。在不破坏生态环境的前提下,有序进行未利用地开发,扩充耕地资源,同时严格禁止土地乱占乱用,强化耕地保护,对于滩涂湿地要严格保护,维持区域生态系统平衡。

参考文献:

- [1] 毛文永. 生态环境影响评价概论[M]. 北京:中国环境科学出版社,1998.
- [2] 顾朝林,杨焕彩. 黄河三角洲发展规划研究[M]. 南京:东南大

学出版社,2011.

- [3] Wackernagel M, Onisto L, Bello P. Ecological footprints of nations[J]. Toronto: International Council for Local Environmental Initiatives, 1997: 10-25.
- [4] 任晓明,刘宁,李文青,等. 南京市生态足迹变化和城市可持续发展的影响研究[J]. 生态经济,2008,(9):26-30.
- [5] 胡世辉,章力建. 基于生态足迹的西藏自然保护区生态承载力分析——以工布自然保护区为例[J]. 资源科学,2010,32(1):171-176.
- [6] 杜新波,秦静. 基于生态足迹的区域生态环境承载力评价——以青海省海西州为例[J]. 资源与产业,2010,(12):56-60.
- [7] 王亚娟,米文宝. 宁夏沿黄河城市带生态环境承载力研究[J]. 干旱区资源与环境,2010,(24):23-27.
- [8] 王丽. 生态足迹法评价生态环境承载力的应用案例[J]. 环境与可持续发展,2009,(1):58-61.
- [9] 张志强,徐中民. 中国西部12省(区)市的生态足迹[J]. 地理学报,2001,56(5):599-610.
- [10] 董泽琴,孙铁珩. 生态足迹研究——辽宁省生态足迹计算与分析[J]. 生态学报,2004,24(12):2735-2739.
- [11] 邵珊珊,胡远满. 从生产角度对大连市能值生态足迹分析[J]. 辽宁农业科学,2009,(5):8-12.
- [13] 韩学山,陈爱斌,刘建良,等. 山东省文登市生态足迹评价[J]. 山东国土资源,2010,26(12):59-61.

Analysis on Ecological Environment Bearing Capacity in High - efficiency Economic Zone in Yellow River Delta

PENG Yuming, ZHAO Zhenhua, XU Yang, LI Nianchun

(Shandong Geo - engineering Exploitation Institute, Shandong Jinan 250014, China)

Abstract: According to the data of the statistical yearbooks of 19 regions in the Yellow River delta in 2010, by using footprint method, ecological footprints in these areas in 2010 have been calculated. It is showed that per capita ecological footprint of the Yellow River delta area in 2010 was 68.396hm^2 , and available per capita ecological capacity was 14.057hm^2 , and per capita ecological deficit was 54.339hm^2 . It shows that the human load has already stayed beyond the regional bio - capacity, and the regional natural eco - system has been in a state of over - exploitation by human activities.

Key words: Ecological footprints; ecological productive area; ecological capacity; ecological deficit; High - efficiency Ecological Economic Zone; the Yellow River delta area