

黄河三角洲高效生态经济区 生态环境脆弱性评价研究

李念春,袁辉

(山东省地矿工程勘察院,山东 济南 250014)

摘要:黄河三角洲地区靠近渤海湾,遍布滩涂湿地资源,生态环境比较复杂。该文通过建立“生态敏感性-生态压力度”概念模型,构建生态环境脆弱性评价指标体系,通过数据标准化将指标统一量纲,最后根据数学模型计算评价区生态环境脆弱性指数,并分为5个等级。经计算,西北部沿海地区生态环境脆弱性等级较高,主要指湿地及盐渍化比较集中的东营市北部地区,南部地区相对较低,尤其是远离海岸线的地区。并针对评价中存在的问题进行了讨论。

关键词:生态环境脆弱性;生态脆弱指数;AHP;黄河三角洲

中图分类号:P618.4 **文献标识码:**B

引文格式:李念春,袁辉.黄河三角洲高效生态经济区生态环境脆弱性评价研究[J].山东国土资源,2015,31(10):57-61.LI Nianchun, YUAN Hui. Evaluation and Study on Ecological Vulnerability of Efficient Ecological Economic Zone in the Yellow River Delta Area[J].Shandong Land and Resources, 2015,31(10):57-61.

20世纪90年代以来,国内外对生态环境退化而引起的脆弱生态环境展开了广泛而深入的研究,得出许多重要的结论,但作为一个新的研究领域,关于生态脆弱性概念的界定还没有相对统一的认识,其发生机制和影响因素研究还比较薄弱,生态脆弱性的评价体系及生态脆弱区的开发利用对策尚待加强,特别是关于生态环境脆弱度的定量评价,目前尚处于起步阶段^[1]。对于生态脆弱性的概念,部分学者参照国内近年的研究给出了相对科学的定义,生态脆弱性是指生态系统在特定时空尺度中相对于外界干扰所具有的敏感反应和恢复能力,是生态系统的固有属性在干扰作用下的表现,是自然属性和人类活动行为共同作用的结果^[2-4]。该文以黄河三角洲高效生态经济区为例,建立评价模型,研究地区生态环境脆弱性特征。

1 研究区概况

黄河三角洲高效生态经济区位于山东省北部地

区,是以黄河历史冲积平原和鲁北沿海地区为基础,向周边延伸扩展形成的经济区域。包括东营、滨州2市,以及潍坊北部寿光、寒亭、昌邑,德州市乐陵市、庆云县,淄博市高青县,烟台莱州市等19个县市区(图1)。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》,黄河三角洲的开发建设正式上升为国家战略^①。

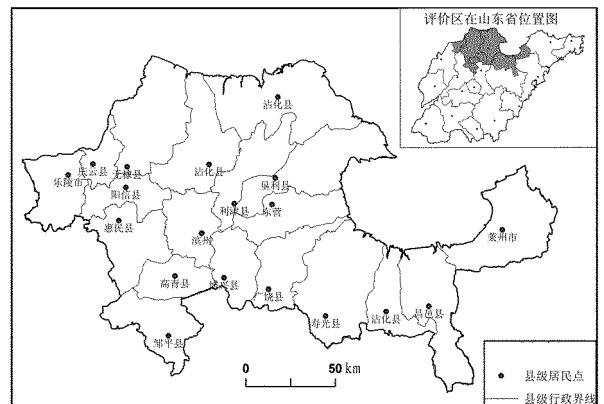


图1 黄河三角洲高效生态经济区范围示意图

收稿日期:2014-12-02;修订日期:2014-12-29;编辑:曹丽丽

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:李念春(1981—),男,山西汾阳人,工程师,主要从事水工环工作;E-mail:532201305@qq.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。

黄河三角洲地区分布有大面积的滩涂湿地资源,一方面对于改善地区生态环境质量起到了重要作用,另一方面由于其独特的地类特征使其受到破坏不利于短期恢复甚至无法恢复;黄河三角洲由于靠近渤海湾,海岸线受到海水不同程度侵蚀,同时北部地区土壤盐渍化现象比较普遍,生态环境相对较差。黄河三角洲高效生态经济区的建立,将对当地的人口、产业及建设布局产生重大的影响,势必进一步影响生态环境质量。

2 评价方法

2.1 评价指标体系的建立

根据生态脆弱性定义,建立“生态敏感性-生态压力度”概念模型,基于此构建评价指标体系(图2)。一级指标为生态敏感性和生态压力度。生态敏感性因子包括气候因子、地表因子和灾害因子,其中气候因子包括多年平均气温和多年平均降水量,地表因子用植被覆盖、水网密度和生物丰度来表示,灾害因子用土壤盐渍化比重和土壤侵蚀模数来表示;生态压力度主要是指生态系统受到外界扰动的压力,一般为人口活动压力和经济活动压力,这里用人均GDP、农民收入、人口密度、人均耕地面积和人均粮食产量来表示^{①[5-6]}。

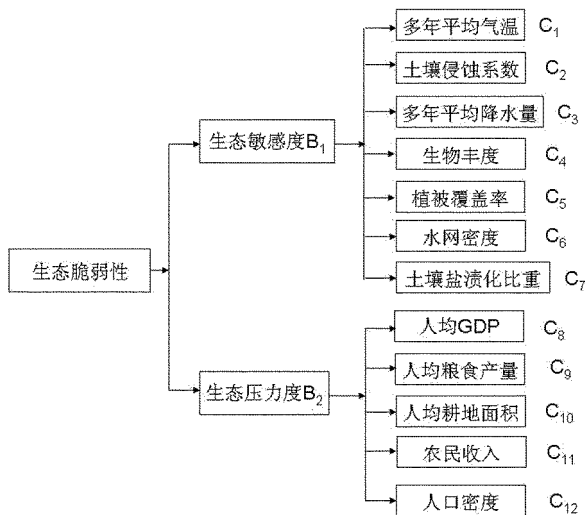


图2 黄河三角洲地区生态环境脆弱性评价指标体系

2.2 数据标准化

为统一各指标量纲,缩小指标之间的数量级差异,采用极差标准化方法,对原始数据进行标准化处理各指标^[7],一类是正效指标,即指标值越大,越加

重生态环境脆弱度;另一类是负效指标,它的作用与正效指标正好相反。对于这两类指标,分别采用以下公式进行标准化。

$$\text{正效指标 } I_i = \frac{X_i - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} \quad (1)$$

$$\text{负效指标 } I_i = \frac{X_{\max} - X_i}{X_{\max} - X_{\min}} \quad (2)$$

2.3 指标权重的确立

生态脆弱性评价各指标权重采用层次分析法来确定。首先,参考国内相关方面的研究,根据黄河三角洲地区的实际特点,在专家打分的基础上,对所选取指标制定7级标度法确定其相对重要程度,对同一等级(层次)的要素进行两两比较,建立判断矩阵。

其次,计算层次单排序。对矩阵C的每一列向量进行归一化处理,并按行计算和,归一化即可求得特征向量的近似值。 $\lambda = \frac{1}{n} \sum \frac{(C_x)_i}{x_i}$ 是 λ_{\max} 的近似值, $(C_x)_i$ 是(Cx)的第i个分量。

最后,进行一致性检验, $I = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$,当C处于完全一致性时, $\lambda_{\max} = n$,即 $I = 0$ 。由于主观判断矩阵会产生不一致,为了检验矩阵是否具备满意的一致性,需要将I与平均随机一致性指标R进行相互比较, $C = I/R$,当 $C < 0.1$ 时,认为判断矩阵具备满意的一致性,否则需要对判断矩阵进行适当调整^[8]。

2.4 脆弱度的计算

在评价黄河三角洲地区生态脆弱性时,考虑到许多指标的绝对值研究当前还不成熟,同时为了确保所有评价标准的统一性,因此采取进行相对评价的研究方法,将影响生态环境脆弱性的评价结果相互之间进行比较,最后对综合评价结果排出强弱次序,并将其定义为生态脆弱性指数EVI(Eco-environmental Vulnerability Index)^[9]。

$$EVI = \sum_{i=1}^n W_i \times X_i$$

式中:EVI为被评价对象计算的生态脆弱性指数评价价值; W_i 为第i个评价指标的权重值; X_i 为第i个评价指标进行标准化处理后的值。EVI值越大,说明脆弱程度越重。最后根据EVI的得分高低,从低到

① 国家环境保护总局,生态环境状况评价技术规范,2006年。

高排序,将评价区生态系统脆弱性等级分为 5 个等级(表 1)。

表 1 EVI 分值与湿地生态脆弱性评价等级

综合评价等级	潜在脆弱一级	轻度脆弱二级	中度脆弱三级	重度脆弱四级	极端脆弱五级
EVI 值	0~0.35	0.35~0.40	0.40~0.45	0.45~0.50	大于 0.50

3 评价结果分析

3.1 评价指标的权重

通过对黄河三角洲地区生态环境脆弱性各指标进行重要性专家打分,构建指标重要性判断矩阵(表 2、表 3)。生态压力度和生态敏感度属于生态脆弱性的两个方面,对生态脆弱性的影响效力相同,故 B_1 和 B_2 权值分别为 0.5。为检验判断矩阵赋值的可靠性,利用 C 指数进行了检验,指标层中 2 类指标(B_1 和 B_2) C 值分别为 0.024 和 0.015,均 <0.1 ,说明表中对 C 层指标的重要性赋值较为合理,计算所得各指标的权重数据具有相当的可靠性和合理性。评价指标体系中 C 层各指标的权重见表 4,从表中可以看出,在生态环境脆弱性个指标中人口密度和土壤盐渍化比重对生态脆弱性的影响最大,多年平均气温影响相对较小。

表 2 生态敏感度指标层判断矩阵

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	
B_1	C_1	1	1/2	1/3	1/4	1/5	1/6	1/7
	C_2	2	1	1/2	1/3	1/4	1/5	1/6
	C_3	3	2	1	1/2	1/3	1/4	1/5
	C_4	4	3	2	1	1/2	1/3	1/4
	C_5	5	4	3	2	1	1/2	1/3
	C_6	6	5	4	3	2	1	1/2
	C_7	7	6	5	4	3	2	1

表 3 生态压力度指标层判断矩阵

	C_8	C_9	C_{10}	C_{11}	C_{12}	
B_2	C_8	1	1/2	1/3	1/4	1/5
	C_9	2	1	1/2	1/3	1/4
	C_{10}	3	2	1	1/2	1/3
	C_{11}	4	3	2	1	1/2
	C_{12}	5	4	3	2	1

3.2 脆弱度结果分析

对数字标准化处理统一量纲后,乘以各指标的总权重系数,将各因子进行加和计算,得出评价区各县市生态环境脆弱指数(表 5、图 3)。从全区生态环境脆弱性分布图来看,西北部沿海地区生态环境脆弱性等级较高,主要指湿地及盐渍化比较集中的

东营市北部地区,南部地区相对较低,尤其是远离海岸线的地区。

表 4 评价指标权重

目标层	准则层	指标层	权重	组合权重
生态脆弱性	$B_1(0.5)$	C_1	0.031	0.015
		C_2	0.045	0.022
		C_3	0.068	0.034
		C_4	0.104	0.052
		C_5	0.160	0.080
		C_6	0.241	0.121
		C_7	0.352	0.176
	$B_2(0.5)$	C_8	0.062	0.031
		C_9	0.097	0.049
		C_{10}	0.160	0.080
		C_{11}	0.263	0.132
		C_{12}	0.417	0.209

表 5 黄河三角洲地区各县区生态环境脆弱指数

地区	EVI	地区	EVI
寒亭区	0.36	利津县	0.37
寿光市	0.41	广饶县	0.34
昌邑市	0.34	滨城区	0.42
莱州市	0.41	惠民县	0.40
高青县	0.34	阳信县	0.38
庆云县	0.48	无棣县	0.47
乐陵市	0.42	沾化县	0.42
东营区	0.51	博兴县	0.40
河口区	0.61	邹平县	0.36
垦利县	0.57		

河口区和垦利县属于全区生态环境最为脆弱的地区,造成该区域生态脆弱的原因主要有:该区域是黄河三角洲湿地集中分布区域,河口区滩涂湿地面积达到 63 515.61 hm^2 ,占河口区总面积的 30%,垦利县滩涂湿地面积也比较多,为 57 092.43 hm^2 ,占到垦利县总面积的 26%,同时区域作为生物重要载体的林地、牧草地和未利用地面积比重较大,生物较为丰富,河口区和垦利县也是黄河三角洲地区盐渍化影响比较严重的地区,根据遥感解译的数据显示,几乎整个行政区都受到盐渍化的影响,除了自然条件的影响外,人为因素对其影响也较大,耕地面积的大小可以从侧面反映一个地区对自然环境的人为改造程度,河口区和垦利县人均耕地面积分别为 2.26 亩/人和 2.87 亩/人,但是受土壤盐渍化影响,人均粮食产量却很低,分别为 65 kg/人和 360 kg/人,这将会刺激该地区积极垦殖,对地区生态环境产生潜在威胁^[10]。

昌邑市、广饶县和高青县属于全区生态环境潜在脆弱区,这 3 个县土壤盐渍化程度较低,只有部分

区域轻度盐渍化,地区水系和湖泊较少,昌邑市和广饶县有部分湿地分布,高青县没有湿地,土壤侵蚀模数较小,大部分处于 $500 \sim 1\,000 \text{ t/km}^2$ 的侵蚀水平,该区农民收入和粮食产量处于全区中等水平,农民农业活动的扩张动力较小,有利于保持生态系统的

稳定,同时昌邑市和高青县属于经济相对欠发达地区,人均 GDP 分别只有 3.46 万元和 2.79 万元,在黄河三角洲地区处于低等水平,说明该区开发程度较低,对生态环境的影响相对较小。

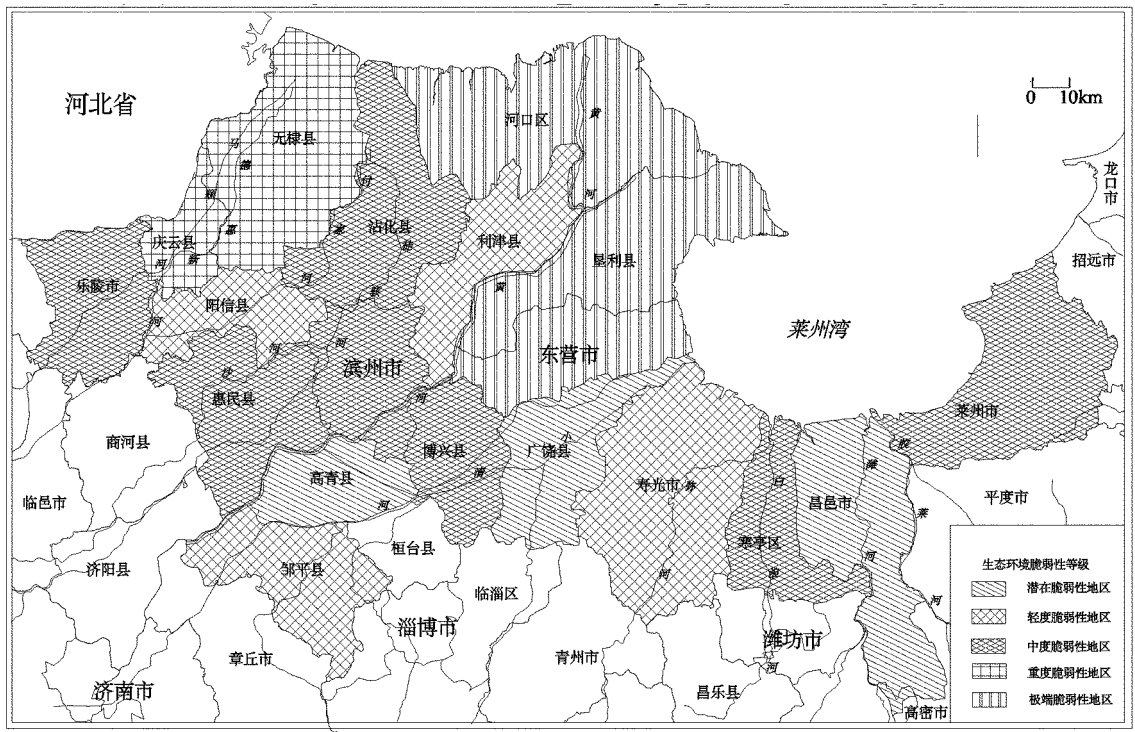


图 3 黄河三角洲地区生态环境脆弱性评价图

4 结语

该文在建立指标体系的基础上,运用数学模型开展生态环境脆弱性评价,并得出了评价区生态环境脆弱性特征,西北部沿海地区湿地资源广布且受土壤盐渍化比较严重,土地产出率较低,直接影响当地居民的收入水平,进而进一步刺激土地过度开发,除此之外,黄河三角洲未利用地开发规划的实施也会对地区生态环境产生一定的影响,生态环境脆弱性等级较高,南部地区相对较低,尤其是远离海岸线的地区。

在此次评价过程中有些问题还需要进一步讨论,以期在以后的评价中加以研究和完善:①评价指标体系的确定,是否能够完全覆盖影响生态环境脆弱性的因素,是否应该考虑生态环境自我修复能力,如何将生态环境自我修复能力量化;②如何建立生态脆弱性的评价标准以及各指标的标准,该文评价

标准主观性较强,如何制定科学的评价标准,并在定量化基础上进行定性分析;③该文只进行了空间维度上的分析,对生态环境脆弱性的时间尺度没有进行分析。

参考文献:

- [1] 樊哲文,刘木生,沈文清,等.江西省生态脆弱性现状 GIS 模型评价[J].地球信息科学学报,2009,11(2):201-208.
- [2] Wang RH, Fan ZL. Study on the evaluation of ecological fragility of Tarim River Basin[J]. Arid Environmental Monitoring, 1998, 12(4):39-44.
- [3] 张笑楠,王克林,张伟,等.桂西北喀斯特区域生态环境脆弱性[J].生态学报,2009,29(2):749-757.
- [4] 卢亚灵,颜磊,许学工.环渤海地区生态脆弱性评价及其空间自相关分析[J].资源科学,2010,32(2):303-308.
- [5] 赵跃龙,张玲娟.脆弱生态环境定量评价方法的研究[J].地理科学,1998,18(1):73-78.
- [6] 陈焕珍. GIS 支持下的山东大汶河流域生态脆弱性评价及对策[J].科技情报开发与经济,2005,15(5):208-210.

- [7] 张凤荣.土地持续利用评价指标体系与方法[M].北京:中国农业出版社,2003.
- [8] 王延平,刘霞,姚孝友,等.淮河流域沂蒙山区水土保持生态脆弱性的 AHP 分析[J].中国水土保持科学,2010,8(3):20-27.
- [9] 付博,姜琦刚,任春颖.扎龙湿地生态脆弱性评价与分析[J].干旱区资源与环境,2011,25(1):49-52.
- [10] 高美霞,王德水,王松涛,等.莱州湾南岸滨海湿地生物多样性及生态地质环境变化[J].山东国土资源,2009,25(6):17-19.

Evaluation and Study on Ecological Vulnerability of Efficient Ecological Economic Zone in the Yellow River Delta Area

LI Nianchun, YUAN Hui

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

Abstract: The Yellow river delta area is near Bohai gulf. It has abundant mudflat wetland resources. The ecological environment in this area is very complex. In this paper, by using conceptual model of "ecological sensitivity—ecological pressure degree", ecological environment vulnerability evaluation index system has been set up. Through data standardization, the index unified dimension has been made, then according to the mathematical model, ecological environment vulnerability index have been calculated and divided into five grades. It is showed that ecological environment vulnerability level is high in northwest coast, mainly distributed in northern dongying city which is concentrated wetland and salinization; the southern region is relatively low, especially the areas away from the coast. Finally the problems existing in the evaluation were discussed in this paper.

Key words: Ecological environment vulnerability; ecological fragile index; analytic hierarchy process; the Yellow River delta area