

基于 TOPSIS 方法的城市生态系统评价研究

——以山东省东营市为例

于洪良

(山东科技大学矿业与安全工程学院,山东 青岛 266590;山东财经大学,山东 济南 250014)

〔摘 要〕 城市生态系统是人类生态系统的主要组成部分之一。鉴于当前一些城市生态系统不断恶化的问题,城市生态系统健康成为各界关注的焦点和研究热点。以山东省的东营市 2007 - 2011 年间的生态数据为例,运用 TOPSIS 方法,构建相应的城市生态系统健康评价指标体系,并在对城市生态系统健康评价实证研究的基础上,分析东营市生态系统建设存在的问题,并提出相关的对策建议。

〔关键词〕 城市生态;TOPSIS;健康评价

〔DOI 编码〕 10.13962/j.cnki.37-1486/f.2014.06.022

〔中图分类号〕F290 〔文献标识码〕A 〔文章编号〕2095-3410(2014)06-0155-07

一、文献综述

城市是现代文明的主要载体,是一个具有高强度社会经济集聚效应和大尺度人口、资源、环境影响的地球表层微缩生态景观,也是一个以“环境为体、经济为用、生态为纲、文化为常”的复合生态系统。城市生态系统健康是指城市人居环境健康,即人类生产生活通过与周围环境、各群落之间进行的物质和能量交换所形成持续的良性循环,以及城市生态系统内人类种群的健康^[1]。城市生态系统健康评价是了解城市生态系统健康状况、找出薄弱环节、提出改进对策、提升健康水平的基础和保障。目前,城市生态系统健康评价已成为国内外学者关注和研究的热点,主要的研究有: Moussiopoulos 等人^[2]以经济迅速发展而环境压力较重的希腊古城塞萨洛尼基为例,建立了以自然、社会、经济子系统为核心的评价指标。Su 等人^[3]从全球、国家、区域和地方等多层次视角建立了城市生态系统健康评价的理论框架,并以中国广州市进行了实证研究。Kim 等人^[4]

针对亚洲温带地区的城市河流综合生态健康进行了评价,建立了基于主成分分析(PCA)和生物完整性指数(IBM)的评价方法。Mortberg 等人^[5]建立了代表城市形态、土地利用、交通、城市新陈代谢以及生态过程的模型,把 LEAM 模型应用到斯德哥尔摩地区生态系统健康评价。赵帅等人^[6]从城市生态系统的活力、组织结构、恢复力、生态系统服务功能及人群健康等 5 个方面建立了生态系统健康评价的指标体系,并基于最大流原理建立了基于神经网络的城市生态系统健康评价模型。郭锐利等人^[7]利用信息熵确定了城市生态系统健康评价指标权重,并基于灰色理论建立了 GM(1,1)灰色预测模型,对重庆市生态系统健康进行了实证分析。李双江等人^[8]选取活力、组织力、恢复力、生态系统服务功能和人群健康状况构建城市生态系统健康评价指标体系,并基于均方差法确定指标权重,运用模糊数学评价方法对石家庄市生态系统健康进行了评价。李恒等人^[9]运用能值分析方法,采用活力、组织结构、恢

〔作者简介〕于洪良(1970 -),男,山东冠县人,山东科技大学博士研究生,山东财经大学副教授。主要研究方向:资源经济与管理研究。

复力和服务功能维持4个要素,构建了评价城市生态系统健康的能值指标——城市健康能值改良指标,并用于合肥市生态系统的健康评价。马爽爽等人^[10]将自然指标的景观格局指数、水环境参数与社会经济指标结合起来,提出了较为完善的城市生态系统健康评价指标体系,在此基础上,利用自相似理论与分形理论分析了分形维数与城市生态系统健康之间的关系,从而定量评估城市化不同发展阶段的生态系统健康状况及趋势分析。Su等人(2010)^[11]全面总结了已有的城市生态系统健康评价指标体系和评价方法,认为国内外主要从以下几方面建立评价指标体系:(1)驱动力—压力—状态—暴露—效果—行动;(2)活力、功能和结构;(3)自然、经济和社会子系统;(4)生态、农业、生产和生活的土地利用子系统。目前,多数评价方法在确定指标权重时只考虑主观权重或客观权重,没有考虑综合权重,且没有基于TOPSIS的评价方法。

综上所述,本文拟采用TOPSIS方法,选择东营市城市生态系统作为评价对象,对其健康状况进行科学评价。

二、东营市生态系统健康评价指标体系设计

东营市作为黄河三角洲的中心城市和黄河三角洲开发的主战场,黄河裹泥携沙,来到入海口,年复一年,填海造陆,孕育了共和国最年轻的土地,使东营成为中华大地上唯一生长土地的地方。东营市区位优势明显,东临渤海,与日本、韩国隔海相望,北靠京津唐经济区,南连山东半岛经济区,向西辐射广大内陆地区,是环渤海经济区的重要节点、山东半岛城市群的重要组成部分,处于连接中原经济区与东北经济区、京津唐经济区与胶东半岛经济区的枢纽位置。特别是2009年11月,国务院正式批复了《黄河三角洲高效生态经济区发展规划》,黄河三角洲开发上升为国家战略。石油城市东营作为实施国家战略、建设高效生态经济的核心区域和龙头城市,发挥基于叠加效应,东营市的经济社会发展迎来了大规模开发和建设的春天,进入了一个建设和发展的崭新时期。

生态是城市品质的根基。城市生态系统最大的特点是不仅要考虑生态系统结构是否合理、功能是否高效完整,而且更要强调生态系统是否能够满足

人类的服务功能,是否促进人类自身的健康及社会经济健康。城市生态系统通常为满足人们的某些需要,都经过了人为改造而突出发挥某些生态系统服务功能。同时,城市生态系统由于人为改造通常是一个不完整的、依赖性很强的生态系统,其生存和发展依赖于周围的生态系统,必须依靠外部生态系统进行必要的物质和能量输入,还必须把产生的废弃物输出到外部的生态系统中,依靠别的生态系统来消化和吸收这些废弃物。当然,这些通常会给周围的生态系统带来一定的负担和损害,但这是城市生态系统自身的特点决定的。经反复对比分析,本文采用5大要素,即活力、组织结构、恢复力、维持生态系统服务功能、对人类健康的影响,来构建城市生态系统健康的评价指标体系。在城市生态系统中,这5个要素的意义更加的丰富,体现了城市生态系统中自然、社会、经济三大子系统之间相辅相成的关系。

在初步确定了东营市城市生态系统健康评价指标之后,作者就“评价指标重要性调查表”向中国26位具有丰富实践经验和良好声誉的同行专家及教授进行调查咨询,确保原始数据的可信赖性。其中,采用深度访谈法对6名同行专家进行了深度访谈,采用网上问卷调查法向20名同行专家发放问卷调查表,收回15份,有效问卷13份。共计有效问卷19份,问卷有效率73%。

根据相关统计各指标数据,一是计算各指标均值,表示该指标的重要程度,均值越高,说明该指标重要性越大;二是用各指标的变异系数来表示样本数据协调度,变异系数越小,说明样本数据的离散程度越小,协调程度越高,一致性越好。根据已有研究,均值大于3.1,说明该指标较重要,低于此值说明该指标不太重要,在指标选择中可以不予考虑;指标的变异系数通常以0.3为界值,高于0.3,说明调查数据的离散程度较大,在指标选择中可以不予考虑。因此,将均值大于3.1和变异系数小于0.3的指标列入最终评价指标体系中,构建东营市城市生态系统健康评价指标体系,如表1。

三、基于混合指标值的TOPSIS方法的评价模型构建

TOPSIS(Technique for Order Preference by Simi-

larity to an Ideal Solution) 方法是由 Hwang 和 Yoon 于 1981 年首次提出的一种称为逼近于理想解的多属性排序法^[12-14]。它根据需要评价对象与虚拟理想目标的接近程度进行排序,对有限个评价对象给

表 1 东营市城市生态系统健康评价指标体系

要素	指标类别	具体指标	单位
活力	经济水平和效率	GDP 增长率	%
		人均 GDP	万元
		万元 GDP 能耗	吨标煤/万元
组织结构	自然结构	森林覆盖率	%
		城区绿地覆盖率	%
		人均耕地面积	亩
	经济结构	第三产业比重	%
		高新技术产业占工业产值的比例	%
		R&D 经费占 GDP 的比率	%
	社会结构	市区人口密度	人/平方公里
		老龄人口比重	%
恢复力	废物处理利用能力	万人专业技术人员数	人
		工业废水达标排放率	%
		城市生活污水处理率	%
	环保投入	工业固废综合利用率	%
		环保投入占 GDP 比重	%
维持生态系统服务功能	生活质量	城镇居民失业率	%
		每万人拥有病床数	张
		恩格尔系数	%
		人均住房面积	m ²
	环境质量	空气综合污染指数	
人群健康	人群健康与素质	人均期望寿命	岁
		万人在校大学生数	人

出相对优劣的评价方法。其中,虚拟正理想解是一个设想的最优解(记为 V^+),它的各个属性值是所有候选方案中的最好值,而虚拟负理想解是设想的一个最差解(记为 V^-),它的各个属性值是所有候选方案中的最坏值。在方案集(A_1, A_2, \dots, A_m)中对每个评价对象与 V^+ 和 V^- 作比较,与理想方案 V^+ 之间的距离越近,评价对象越优;与负理想方案 V^- 之间的距离越远,评价对象越优,由此计算相对接近度对各个方案进行排序。

(一)TOPSIS 方法的基本原理

设属性权重为: $W = (w_1, w_2, \dots, w_n)$, 原始矩阵规范化后的决策矩阵为 $R = (r_{ij})_{m \times n}$, 则 TOPSIS 方法的基本步骤如下。

1. 构造加权的规范化矩阵

$$V = (v_{ij})_{m \times n} = \begin{bmatrix} w_1 r_{11} & w_2 r_{12} & \cdots & w_n r_{1n} \\ w_1 r_{21} & w_2 r_{22} & \cdots & w_n r_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ w_1 r_{m1} & w_2 r_{m2} & \cdots & w_n r_{mn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

2. 计算评价方案的虚拟正理想解和虚拟负理想解

$$\begin{cases} V_j^+ = \max_i (v_{ij}) \\ V_j^- = \min_i (v_{ij}) \end{cases} \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

3. 计算各评价对象与虚拟正理想解和负理想解之间的距离

$$\begin{cases} d_i^+ = [\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2]^{1/2} \\ d_i^- = [\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2]^{1/2} \end{cases} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (3)$$

4. 确定各对象的相对接近度

$$C_i = \frac{d_i^+}{d_i^+ + d_i^-} \quad (i = 1, 2, \dots, m) \quad (4)$$

5. 评价对象排序,根据相对接近度的大小,对各评价对象的优劣进行排序。相对接近度 C_i 越小,方案 A_i 越优。

上述步骤表明,TOPSIS 方法应用的关键工作在于数据的规范化处理和指标权重的确定。

(二)评价数据的规范化处理

$$b_{ij} = x_{ij} / \sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2} \quad j \in I_1 \quad (5)$$

$$b_{ij} = 1/x_{ij} / \sqrt{\sum_{i=1}^m (1/x_{ij})^2} \quad j \in I_2 \quad (6)$$

I_1 为效益型指标, I_2 为成本型指标。

(三)指标权重确定的组合法

指标权重是多属性决策的一个非常重要的参数,能直接影响到方案排序结果,影响到决策准确性。为了能够科学地决策,我们既要考虑决策者的主观偏好,考虑决策者知识经验,力争减少指标权重的主观随意性,同时又充分考虑决策对象的客观数据,将主观权重和客观权重有机地组合起来形成组合权重,达到主客观统一具有重要的意义。

组合权重算法最常用的是乘法合成法。该方法具有“倍增效应”,它会使大者变大,小者变少。它通常适用于属性数目较多,权重分配较均匀的情况。首先利用离差最大化方法^[12]确定各指标的客观权重 $\omega = (\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n)$, 且 $\sum_{j=1}^n \omega_j = 1, 0 \leq \omega_j \leq 1$; 然后利用模糊 AHP 方法^[15]确定各指标的主观权重 $\lambda = (\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n)$, 且 $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1, 0 \leq \lambda_j \leq 1$; 若记各指标的组合权重为 $W = (w_1, w_2, \dots, w_n)$, 则有 $W = \alpha \times \omega$

$$+ \beta \times \lambda, \alpha + \beta = 1, \alpha \geq 0, \beta \geq 0。$$

四、东营市生态系统健康评价的实证测算

(一)数据收集与规范化处理

本文收集了东营市 2007 – 2011 年 5 年期间环

保、工业、农业、进出口等相关数据,如表 2 所示。数据全部来源于中国城市统计年鉴(2008 – 2011)、东营统计年鉴(2008 – 2012)。

表 2 东营市生态系统健康评价数据						
具体指标	2007	2008	2009	2010	2011	标准值
GDP 增长率	16. 1000	13. 7000	12. 4000	13. 4000	12. 7000	15. 00
人均 GDP	8. 1794	10. 1520	10. 2370	11. 6448	13. 0811	15. 00
万元 GDP 能耗	0. 8900	0. 8200	0. 7800	0. 7400	0. 7600	0. 500
湿地覆盖率	61. 4800	61. 4800	61. 4800	61. 4800	61. 4800	45. 00
城区绿色覆盖率	37. 1000	37. 5000	38. 4000	40. 0000	43. 0000	45. 00
人均耕地面积	1. 8000	1. 7980	1. 7920	1. 7890	1. 7790	2. 00
第三产业比重	19. 8000	20. 1000	22. 2000	23. 7000	24. 7000	50. 00
高新技术产业占工业产值的比例	18. 7300	19. 2000	22. 2000	25. 3500	30. 7400	60. 00
R&D 经费占 GDP 的比率	2. 0900	2. 1200	2. 4200	1. 4000	1. 8200	4. 00
市区人口密度	251. 0000	252. 0000	253. 0000	255. 0000	259. 0000	200. 00
老龄人口比重	10. 2000	10. 3000	10. 4000	9. 9000	10. 0000	6. 00
万人专业技术人员数	176. 4500	204. 1700	140. 7300	122. 3000	129. 7700	200. 00
工业废水达标排放率	95. 6000	100. 0000	100. 0000	100. 0000	100. 0000	100. 00
城市生活污水处理率	70. 0000	70. 0000	75. 0000	82. 0000	85. 0000	95. 00
工业固废综合利用率	91. 6800	92. 0000	92. 1900	92. 5400	92. 6000	100. 00
环保投入占 GDP 比重	3. 6400	1. 1200	3. 2800	3. 2900	2. 4400	4. 00
城镇居民失业率	1. 8800	1. 8800	1. 8700	1. 8600	1. 8600	2. 00
每万人拥有病床数	74. 4300	69. 4100	73. 0800	73. 0800	77. 3000	80. 00
恩格尔系数	27. 3000	29. 0000	30. 0000	28. 4000	29. 1000	25. 00
人均住房面积	24. 8900	24. 7100	24. 7900	24. 9400	27. 5200	30. 00
空气综合污染指数	96. 0000	104. 0000	115. 0000	124. 0000	131. 0000	50. 00
人均期望寿命	73. 4000	73. 4000	73. 4000	73. 4000	73. 4000	78. 00
万人在校大学生数	530. 6100	556. 1100	573. 0800	595. 2400	560. 0700	500. 00

对表 2 中的数据进行规范化处理后,得到规范化矩阵。

R =

1. 000

0. 625

0. 831

1. 000

0. 863

1. 000

0. 802

0. 609

0. 864

1. 000

0. 971

0. 864

0. 851

0. 776

0. 902

1. 000

0. 872

0. 999

0. 814

0. 625

0. 876

0. 996

0. 961

1. 000

0. 770

0. 783

0. 949

1. 000

0. 893

0. 996

0. 899

0. 722

1. 000

0. 992

0. 952

0. 689

0. 832

0. 890

1. 000

1. 000

0. 930

0. 994

0. 960

0. 825

0. 579

0. 984

1. 000

0. 599

0. 789

1. 000

0. 974

1. 000

1. 000

0. 988

1. 000

1. 000

0. 752

0. 969

0. 990

0. 636

0. 956

0. 824

0. 990

1. 000

1. 000

0. 963

1. 000

0. 904

1. 000

1. 000

0. 891

1. 000

0. 824

0. 994

0. 208

1. 000

0. 898

0. 941

0. 898

0. 923

1. 000

0. 934

1. 000

0. 882

0. 996

0. 901

0. 995

0. 945

0. 910

0. 901

0. 835

1. 000

0. 963

1. 000

0. 965

0. 999

0. 904

0. 989

0. 945

0. 961

0. 906

0. 774

1. 000

1. 000

1. 000

1. 000

1. 000

0. 670

0. 989

1. 000

0. 938

1. 000

0. 733

1. 000

0. 941

(二)指标权重的测算

利用模糊 AHP 法计算各指标的主观权重为:

$$\lambda = ($$

0. 0489

0. 0489

0. 0683

0. 0451

0. 0231

0. 0451

0. 0451

0. 0323

0. 0323

0. 0451

0. 0231

0. 0323

0. 0404

0. 0289

0. 0404

0. 0564

0. 0394

0. 0282

0. 055

0. 0394

0. 055

0. 0636

0. 0636

$$)$$

利用离差最大化法求各指标的客观权重,得到客观权重为:

$$\omega = ($$

0. 054

0. 089

0. 042

0. 000

0. 034

0. 003

0. 056

0. 101

0. 100

0. 008

0. 013

0. 106

0. 009

0. 051

0. 003

0. 167

0. 003

0. 023

0. 021

0. 022

0. 070

0. 000

0. 025

$$)$$

利用 $w = \alpha \times \lambda + (1 - \alpha) \times \omega$ 求组合权重, α 取

0.6,得到:

W = (0.051	0.065	0.058	0.027	0.028
0.028	0.049	0.060	0.059	0.030	0.019
0.062	0.028	0.038	0.025	0.025	0.101
0.025	0.026	0.041	0.032	0.061	0.038

V =	[0.0509	0.0406	0.0481	0.0271	0.0238	0.0282	0.0396	0.0365	0.0512	0.0301	0.0185	0.0535
		0.0433	0.0504	0.0522	0.0271	0.0241	0.0282	0.0402	0.0374	0.0519	0.0300	0.0185	0.0619
		0.0392	0.0509	0.0548	0.0271	0.0247	0.0281	0.0444	0.0432	0.0593	0.0298	0.0181	0.0427
		0.0423	0.0578	0.0578	0.0271	0.0257	0.0280	0.0474	0.0494	0.0343	0.0296	0.0190	0.0371
		0.0401	0.0650	0.0563	0.0271	0.0276	0.0279	0.0494	0.0599	0.0446	0.0292	0.0189	0.0393
		0.0266	0.0311	0.0250	0.1006	0.0250	0.0251	0.0404	0.0292	0.0612	0.0382	0.0431	
		0.0279	0.0311	0.0251	0.0309	0.0250	0.0234	0.0389	0.0290	0.0565	0.0382	0.0451	
		0.0279	0.0333	0.0252	0.0906	0.0248	0.0246	0.0376	0.0291	0.0511	0.0382	0.0465	
		0.0279	0.0364	0.0253	0.0909	0.0247	0.0246	0.0398	0.0293	0.0474	0.0382	0.0483	
		0.0279	0.0378	0.0253	0.0674	0.0247	0.0261	0.0388	0.0323	0.0448	0.0382	0.0455	

然后计算虚拟正负理想解 V^+, V^- :

$V^+ = ($ 0.0509 0.0650 0.0578 0.0271

0.0276 0.0282 0.0494 0.0599 0.0593

0.0301 0.0190 0.0619 0.0279 0.0378

0.0253 0.1006 0.0250 0.0261 0.0414

0.0323 0.0612 0.0382 0.0483)

$V^- = ($ 0.0392 0.0406 0.0481 0.0271

0.0238 0.0279 0.0396 0.0365 0.0343

0.0292 0.0181 0.0371 0.0266 0.0311

0.0250 0.0309 0.0247 0.0234 0.0376

0.0290 0.0448 0.0382 0.0431)

2. 相对接近度的计算与排序

首先计算各年度与正负理想之间的距离如下:

$d^+ = ($ 0.1056 0.1640 0.1088 0.1117

0.1062)

$d^- = ($ 0.1385 0.0801 0.1353 0.1324

0.1379)

然后计算各年度的相对接近度为:

$C = (C_i = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^+}) = ($ 0.5675 0.3282 0.5543

0.5423 0.5651)

根据相对接近度大小对东营市近五年来城市生态健康状况综合评价的排序结果为:2007 > 2001 > 2009 > 2010 > 2008。结果显示,自 2007 年至 2011 年期间,东营城市生态系统健康状况最好的年份为

0.048)

(三)基于 TOPSIS 方法的东营城市生态系统健康状况测算排序

1. 正、负理想解的求解

首先计算加权规范化矩阵: $V = R * W^T$;

2007 年。

五、实证结果分析与对策建议

(一)结果分析

上述实证结果表明,近 5 年来东营市的生态环境健康状况不容乐观。在城市生态系统健康评价指标中,万元 GDP 能耗、工业固废综合利用率、环保投入占 GDP 比重、空气综合污染指数等与环境相关的指标一直较低,特别是空气综合污染指数上升较快,空气状况持续恶化,环保投入力度较小,直接影响环境改善。究其原因,可以得出以下两点:

1. 东营市生态环境污染严重,总体质量状况不均衡。据相关检测数据显示,东营市存在着较重的污染,这些污染主要源于辖区内的石油污染、化肥农药污染、汽车尾气、生活垃圾污染等。胜利油田的开采地域与黄河三角洲生态区存在着较大交叉,石油的勘探、开发与输送将会破坏地表自然生态。另外,黄河三角洲地区也有大量农田,农田耕种等使用的化肥和农药势必会造成大面积的土壤污染。同时,生活垃圾、汽车尾气等也会给生态区造成了污染。另外,东营市地表空气污染严重,PM2.5 (空气污染指数)达到轻度污染。扬尘、尾气较多,个别区域环境质量较差,如大王镇、史口镇、胜坨镇等工业集中区异味污染较重^[16]。

2. 生态环境保护资金投入不足。东营市经济发展主要依赖胜利油田以及油田带动的相关产业,而

近几年来胜利油田开采的黄金期已过,待开发的新增储量品位低、块小且分散,采储量逐渐减少,开采难度强度越来越大,开发成本越来越高。因此,依靠胜利油田发展经济越来越难,东营市这种以石油工业和农业为主的二元经济结构在短期内很难形成替代产业。如果剔除胜利油田贡献的 GDP 后,东营人均 GDP 处于全省较低水平,而周边乡镇主要以农业经济为主。生态系统建设的投入资金之前主要来源于胜利油田的支持,然而由于油田的开发难度和效益,目前东营市生态系统建设资金投入还没有更好的渠道和来源。既要快速发展替代经济,又要保护生态环境,实现经济与环境的“双赢”需要资金扶持。目前,生态环境保护的资金投入严重不足,影响了东营市生态系统的整治与保护^[17]。

(二)对策建议

根据上述评价结果所反映出的问题,东营市生态系统健康治理应在以下三个方面采取有针对性的措施。

1. 加大治沙治碱力度,逐步改善相对脆弱的生态环境。针对东营土地沙化,要从源头进行治理。应着重从以下两方面进行治理,一是疏浚导流,减淤抑沙;二是加大植被的覆盖面积,实现保土抑沙。主要采取以下措施:一是在黄河入海口地区上挖沙、降河、造地;二是引水冲沙;三是做好水土保持工作,在沿海、沿河、沿路等地段设立防护林带。同时,要注重土壤改良与利用并重,逐步改善土壤环境,提高其土壤肥力,加速环境改良的进程^[18]。

2. 加强清淤工程和黄河流路的治理,防止风暴潮的侵蚀引发生态环境恶化。一是要最大限度地减少进黄河入河口的来沙量,搞好清淤工程。通过有效的“疏”、“导”措施,加大输往三角洲滨海范围以外的沙量。二是要尽可能扩大三角洲堆沙范围,有计划有步骤地实施改道工程。三是加高加固三角洲沿岸堤防,建立包括保护黄河三角洲生态环境系统在内的较为完善的风暴潮防护体系。可以考虑将防潮大堤与沿海公路建设相结合,不仅可以减少土地占用、节省建设投资,而且也能提高防潮大堤的防护抗灾强度,达到在预防风暴潮的同时畅通黄河流路,遏制黄河口及其沿岸生态环境的恶化,为东营市的可持续发展创造一个良好的生态环境^[18]。

3. 建立健全环境保护补偿机制。针对东营市黄河三角洲生态区内的矿业开发、湿地保护、林业建设、水资源利用、绿化建设等不同补偿领域,制定相应的补偿办法。对生态环境产生严重影响的污染企业,要收取环境污染补偿基金,如对胜利油田等企业,可根据原油产量提取生态环境补偿基金,该补偿资金专用于油区植被重建、染污土地复垦等生态系统建设项目上。对湿地生态系统服务功能做出科学评估,确定其经济价值,按照“受益补偿对等”原则,建立起黄河三角洲生态区生态环境补偿标准与运行管理机制。对林业建设、水资源利用、绿化建设等制定公益补偿机制。另外,要积极开展调查研究,针对黄河三角洲生态区特点,建立生态资金的筹措与监管机制,定期对生态系统保护和建设投入的实际效果展开科学评估,为在不同范围内建立和落实生态补偿政策和制度提供理论依据^[16]。

参考文献:

- [1] 周文华,王如松. 基于熵权的北京城市生态系统健康模糊综合评价[J]. 生态学报, 2005, 12(25): 3244 - 3251.
- [2] Moussiopoulos N, Achillas C, Vlachokostas C, et al. Environmental, social and economic information management for the evaluation of sustainability in urban areas: A system of indicators for Thessaloniki, Greece[J]. Cities, 2010, 27(05): 377 - 384.
- [3] Su MR., Yang ZF., Chen B., et al. Urban Ecosystem Health Assessment and Its Application in Management: A Multi-Scale Perspective[J]. Entropy, 2013, 15(01): 1 - 9.
- [4] Kim JH, Oh HM, Kim IS, et al. Ecological Health Assessments of an Urban Lotic Ecosystem Using a Multimetric Model along with Physical Habitat and Chemical Water Quality Assessments [J]. International Journal of Environmental Research, 2013, 7(03): 759 - 768.
- [5] Morthberg U., Haas J., Zetterberg A, et al. Urban ecosystems and sustainable urban development - analysing and assessing interacting systems in the Stockholm region[J]. Urban Ecosystems, 2013, 16(04): 763 - 782.
- [6] 赵帅,柴立和,李鹏飞,程宏鑫. 城市生态系统健康评价新模型及应用——以天津市为例[J]. 环境科学学报, 2013, 33(04): 1173 - 1179.

(下转封三)

(上接第 154 页)

在违反合作条款后应当承担的责任、对违反合作规则所造成的经济或其他方面损失应做的经济赔偿等规定;最后,建立粤港基础设施合作的协调机构,负责矛盾和冲突的协调和裁定。

(五)加强粤港联合宣传,推进服务业合作

粤港两地要进一步加强联合宣传,推广现代服务业的力度,联合举行招商和贸易推广活动,为粤港现代服务业企业提供优势互补的平台。同时通过合作互动、牵线搭桥的方式,促进粤港政府和相关服务机构多形式、多渠道、大范围地宣传推广现代服务业合作理念,使两地现代服务企业能够更方便地获取所需信息,促进合作互动进程。

参考文献:

[1] Engberg H. Industrial Symbiosis in Denmark [M]. New York: New York Univ Stern School of Business Press, 1993: 25 - 26.

[2] 黄小勇. 区域经济共生发展的界定与解构[J]. 华东

经济管理, 2014, (01): 153 - 159.

[3] 占豪剑. 粤港现代服务业合作机制研究[D]. 广州: 华南理工大学, 2011.

[4] 黄小勇. 区域经济共生发展的界定与解构[J]. 华东经济管理, 2014, (01): 153 - 159

[5] 黎秀莉. CEPA 框架下粤港服务业和服务贸易的发展研究[D]. 广州: 暨南大学, 2011.

[6] 张紧跟. 从区域行政到区域治理: 当代中国区域经济一体化的发展路向 [J]. 学术研究, 2009, (09): 42 - 49.

[7] 罗增庆. 地区经济一体化与粤港澳税收合作研究 [D]. 吉林: 吉林大学, 2013.

[8] 关红玲. 区域经济一体化中粤港服务业合作的现状与障碍[J]. 当代港澳研究, 2010, (07): 102 - 111.

[9] 黄颖, 何萍, 李支东. 基于 Logistic 模型的产品生命周期研究[J]. 江苏科技大学学报, 2009, (12): 52 - 54.

[10] 王济川, 郭志刚. logistic 回归模型——方法与应用 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2001.

(责任编辑: 周 杰)

(上接第 160 页)

[7] 郭锐利, 郑钦玉, 刘娟, 李美荣. 基于熵值法和 GM (1,1) 模型的重庆城市生态系统健康评价[J]. 中国环境科学 2012, 32(06): 1148 - 1152.

[8] 李双江, 罗晓, 胡亚妮. 快速城市化进程中石家庄市生态系统健康评价[J]. 水土保持研究, 2012, (03).

[9] 李恒, 黄民生, 姚玲, 陈诗吉. 基于能值分析的合肥市生态系统健康动态评价[J]. 生态学杂志, 2011, 30 (01): 183 - 188.

[10] 马爽爽, 陈奕, 许有鹏. 基于分形理论的湖州市城市生态系统健康评价[J]. 生态学杂志, 2012, 31(07): 1817 - 1822.

[11] Su M., Fath B. D., Yang Z. Urban ecosystem health assessment: A review[J]. Science of the Total Environment, 2010, 408 (12): 2425 - 2434.

[12] Hwang, C. L. Yoon, K. L. Multiple Attribute Decision Making - Methods and Applications [M]. Springer - verlag, New York, 1981.

[13] Liu PD. Multi - Attribute Decision - Making Method Research Based on Interval Vague Set and TOPSIS Method[J].

Technological and economic development of economy, 2009, 15 (3): 453 - 463.

[14] Liu PD, Zhang X. The Study on Multi - Attribute Decision - Making with Risk Based on Linguistic Variable[J]. International Journal of Computational Intelligence Systems, 2010, 3(05): 601 - 609.

[15] 李滨勇, 陈海滨, 唐海萍. 基于 ahp 和模糊综合评判法的北疆各地州生态脆弱性评价[J]. 北京师范大学学报 (自然科学版), 2010 (02): 197 - 201.

[16] 薄宏波, 胡健, 刘新兵, 曹洪博. 黄河三角洲生态环境面临的主要问题与治理措施建议[J]. 水利科技与经济, 2013, 19(02): 33 - 34.

[17] 耿俊杰. 浅谈黄河三角洲城区土地开发与生态环境保护现状及改善对策[J]. 科技信息, 2011, (05): 371 - 272.

[18] 黄秉杰, 杨磊, 刘慧, 黄英. 黄河三角洲中心城市生态环境建设新探[J]. 经济研究导刊, 2012, (28): 161 - 163.

(责任编辑: 韩 斌)