

黄河三角洲高效生态经济区生态系统服务价值评估

李媛¹, 李甲亮², 程建光¹, 刘庆², 田家怡², 赵怀浩¹, 管银屏¹

(1. 山东科技大学 化学与环境工程学院, 山东 青岛 266510;

2. 滨州学院 山东省黄河三角洲生态环境重点实验室, 山东 滨州 256603)

摘要:采用谢高地分类系统和评价方法分析了黄河三角洲高效生态经济区生态系统服务功能及其价值,分析了生态系统服务价值的区域分布,并与 Costanza 分类系统和评估方法进行了对比。从生态类型来看,湿地、森林、农田和草地生态系统服务价值分别占总价值的 63.3%, 20.7%, 15.6%, 0.43%。从生态服务功能来看,废物处理、气候调节、水源涵养等方面的价值较大,分别占总价值的 23.37%, 21.88%, 20.08%。

关键词:黄河三角洲; 高效生态经济区; 生态系统服务; 价值评估; 生态系统

中图分类号: X171.1

文献标志码: A

文章编号: 1672-3767(2011)04-0045-06

Value Assessment of Ecosystem Services for High-efficiency Ecological Economic Zone in Yellow River Delta

LI Yuan¹, LI Jialiang², CHENG Jianguang¹, LIU Qing², TIAN Jiayi², ZHAO Huaihao¹, GUAN Yinping¹

(1. College of Chemical and Environmental Engineering, Shandong University of Science and Technology,

Qingdao, Shandong 266510, China; 2. Key Lab of Eco-Environment for Yellow River Delta, Shandong Province

Binzhou Institute, Binzhou, Shandong 256603, China)

Abstract: The functions of ecosystem services and their values for the high-efficiency ecological economic zone in Yellow River delta were analyzed by means of XIE Gaodi's classifying system and evaluation method, and the regional distributions of values of ecosystem services were also analyzed and compared with Costanza's classifying system and evaluation method. From the viewpoint of ecological types, the values of wetland, forest, farmland and grassland accounted for 63.33%, 20.69%, 15.55% and 0.43% of the total, respectively. From the perspective of ecological services, the values of waste treatment, climate regulation and water conservation were larger and accounted for 23.37%, 21.88%, 20.08% of the total.

Key words: Yellow River delta; high-efficiency ecological economic zone; ecosystem services; value assessment; ecosystem

2009年,国务院正式批复了《黄河三角洲高效生态经济区发展规划》,标志着中国三大江河三角洲之一的黄河三角洲发展上升为国家战略。随着黄河三角洲生态环境问题的日益突出,将生态系统服务价值纳入国民经济核算体系,利用经济杠杆协调发展与环境的关系,成为研究的重点。生态系统服务是指生态系统与生态过程所形成及所维持的人类赖以生存的自然环境条件与效用^[1-3]。20世纪90年代, Costanza等^[4]首次对全球生态系统服务的价值进行了估算; Pimentel等^[5]评估了全球和美国生物多样性的经济价值; Hamid等^[6]评估了爱尔兰北部森林的可持续利用价值。欧阳志云等^[7]首先对我国陆地生态系统服务及其经济价值进行了研究。谢高地、孙新章等^[8-9]估算了全国各类草原和农田生态系统的服务价值。韩美等^[10]估算了黄河三角洲湿地生态服务的价值。前人的研究从理论和方法上对生态系统服务价值评估进行了探索,但立足

收稿日期: 2011-05-11

基金项目: 山东省环境保护科技计划项目(2010HB02); 滨州学院重大课题(2010ZDL03)。

作者简介: 李媛(1986—),女,山东东营人,硕士研究生,主要从事环境监测与评价方面的研究。E-mail: ly091025@163.com.

经济区概念的黄河三角洲高效生态经济区生态系统服务价值研究尚未见报道。

1 研究区概况

黄河三角洲高效生态经济区(以下简称黄河三角洲)地处黄河入海口,东临渤海,西接华北平原,南部为鲁中山地,北部分别与华北平原和渤海相连,包括东营和滨州市全部,以及与其相毗邻、自然环境条件相似的潍坊市寒亭区、寿光市、昌邑市、乐陵市等 19 个县(市、区)。研究区地理坐标为东经 $116^{\circ}55' \sim 120^{\circ}19'$,北纬 $36^{\circ}25' \sim 38^{\circ}14'$;总面积 $2.63 \times 10^4 \text{ km}^2$,约占山东省总面积的 16.9%;总人口约 985 万人,约占全省总人口的 10.5%;GDP 4 755.8 亿元,约占全省 GDP 的 15.3%。选取较重要的农田、森林、草地、湿地四大主要生态类型进行研究。由于数据有限,农田生态系统只考虑了耕地和园地,草地生态系统只考虑牧草地。研究区主要生态系统面积与所占比例如表 1 所示。

表 1 黄河三角洲高效生态经济区各生态系统面积与所占比例表

Tab. 1 The area of each ecosystem and its proportion in high-efficiency ecological economic zone of the Yellow River delta

县、市、区	农田生态系统		森林生态系统		草地生态系统		湿地生态系统		
	面积/ km^2	比例/%	面积/ km^2	比例/%	面积/ km^2	比例/%	面积/ km^2	比例/%	
烟台市	莱州市	981.51	8.09	533.10	10.44	0.00	0.00	139.75	2.57
潍坊市	寒亭区	410.77	3.38	165.99	3.25	1.62	0.50	63.94	1.17
	寿光市	1 121.43	9.24	275.79	5.40	0.02	0.01	353.05	6.48
东营市	昌邑市	907.33	7.48	296.92	5.81	0.00	0.00	152.00	2.79
	东营区	274.57	2.26	176.52	3.46	0.24	0.08	46.20	0.85
	河口区	394.99	3.25	416.75	8.16	154.63	47.76	1 016.23	18.65
	垦利县	432.84	3.57	405.50	7.94	86.14	26.61	625.46	11.48
	利津县	549.67	4.53	297.87	5.83	19.17	5.92	358.20	6.58
滨州市	广饶县	637.16	5.25	276.65	5.42	0.32	0.10	114.99	2.11
	滨城区	583.28	4.81	198.04	3.88	1.76	0.55	42.67	0.78
	惠民县	951.90	7.84	321.66	6.30	0.00	0.00	27.85	0.51
	阳信县	532.54	4.39	118.55	2.32	0.00	0.00	44.00	0.81
	无棣县	740.05	6.10	338.84	6.63	53.99	16.68	804.80	14.77
	沾化县	639.85	5.27	249.51	4.88	5.43	1.68	1 520.00	27.90
	博兴县	554.59	4.57	196.21	3.84	0.00	0.00	33.93	0.62
淄博市	邹平县	792.32	6.53	238.54	4.67	0.39	0.12	21.36	0.39
	高青县	529.48	4.36	310.43	6.08	0.00	0.00	0.00	0.00
德州市	庆云县	311.57	2.57	133.37	2.61	0.01	0.00	28.13	0.52
	乐陵市	790.81	6.52	158.11	3.10	0.03	0.01	55.18	1.01
合 计		12 136.64	100.00	5 108.35	100.00	323.75	100.00	5 447.75	100.00

2 研究方法

根据谢高地等^[11]制定出的我国生态服务价值的当量因子表,按照一个生态服务价值当量因子的经济价值量等于当年全国水平平均粮食单产市场价值 1/7 的标准,得到我国陆地生态系统单位面积生态服务价值表。本研究采用谢高地、刘庆等^[12-13]对生态服务价值的区域修正系数(山东省取 1.38),得到研究区单位面积生态系统服务价值表。黄河三角洲生态系统服务价值计算公式为

$$U = \sum S_i \times P_i$$

其中: U 是研究区生态系统服务的总价值; S_i 是某类生态系统的面积; P_i 是某类生态系统单位面积服务价值,农田为 84.38 元/ km^2 ,森林为 266.81 元/ km^2 ,牧草地为 88.41 元/ km^2 ,湿地为 765.75 元/ km^2 。所得结果再与利用 Costanza 方法计算出的结果进行对比。

采用上述方法计算研究区 19 个县(市、区)的生态服务价值,并分析生态服务价值的分布特点。

3 结果与分析

3.1 研究区各生态系统服务价值估算

黄河三角洲各生态系统服务价值如表 2 所示,黄河三角洲生态系统服务总价值为 658.73 亿元。其中,湿地、森林、农田和草地生态系统提供的服务价值分别为 417.16 亿元,136.30 亿元,102.41 亿元和 2.86 亿元,各占总价值的 63.33%,20.69%,15.55% 和 0.43%。在各项功能中,起主导作用的是废物处理,其价值为 153.94 亿元,占总价值的 23.37%;其次是气候调节和涵养水源,提供的价值为 144.14 亿元和 132.28 亿元,分别占总价值的 21.88% 和 20.08%;土壤形成与保护、气体调节、娱乐文化、原材料、食物生产等功能提供的价值也不容忽视,共占总价值的 34.67%。

表 2 黄河三角洲高效生态经济区生态系统服务价值表

Tab. 2 The ecosystem services values of high-efficiency ecological economic zone in the Yellow River delta

服务类型	农田 / 亿元	森林 / 亿元	牧草地 / 亿元	湿地 / 亿元	总价值 / 亿元
气体调节	7.41	21.83	0.32	11.97	41.53
气候调节	13.19	16.84	0.36	113.75	144.14
水源涵养	8.89	19.96	0.32	103.11	132.28
土壤形成与保护	21.64	24.33	0.77	11.37	58.11
废物处理	24.31	8.17	0.52	120.94	153.94
生物多样性保护	10.52	20.33	0.43	16.63	47.91
食物生产	14.82	0.63	0.12	1.99	17.56
原材料	1.48	16.22	0.02	0.47	18.19
娱乐文化	0.15	7.98	0.02	36.92	45.07
总计	102.41	136.30	2.86	417.16	658.73
价值比例 / %	15.55	20.69	0.43	63.33	100.00

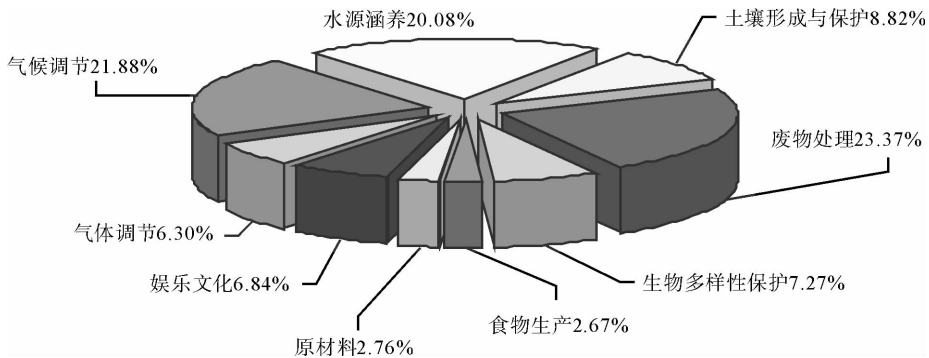


图 1 黄河三角洲高效生态经济区各服务价值所占比例图

Fig. 1 The proportion of each ecosystem services value in high-efficiency ecological economic zone of the Yellow River delta

3.2 生态系统服务价值的区域分布

黄河三角洲生态系统服务价值在各县区的分布如表 3 所示,生态服务价值较高的县(市、区)是沾化县、河口区、无棣县、垦利县,这是因为这些县区内有大量湿地资源,提供了较高的生态服务价值;昌邑市、惠民县、广饶县、邹平县等提供的生态服务价值相对较低,主要原因是其大面积的耕地损害了自然生态系统原有的功能,降低了生态服务价值;因为各生态系统面积较小,庆云县、高青县、东营区、阳信县、博兴县、寒亭区、滨城区提供的生态服务价值也较少。

农田生态系统服务价值在各县(市、区)分布较均匀。森林生态系统服务价值较高的是莱州市、河口区、垦利县,主要由于其境内的大基山自然保护区和黄河口森林公园提供。黄河三角洲的草地大面积分布在河口区

表3 黄河三角洲高效生态经济区各县市生态服务价值表

Tab. 3 The ecosystem services value of the counties in high-efficiency ecological economic zone of the Yellow River delta

县、市、区	农田 / 亿	元森林 / 亿	元草地 / 亿元	湿地 / 亿元	总价值 / 亿元	所占比例 / %
烟台市 莱州市	8.28	14.22	0.000 0	10.70	33.20	5.04
潍坊市 寒亭区	3.47	4.43	0.010 0	4.89	12.80	1.94
寿光市	9.46	7.36	0.000 2	27.04	43.86	6.66
昌邑市	7.65	7.92	0.000 0	11.64	27.21	4.13
东营市 东营区	2.31	4.71	0.000 0	23.54	10.56	1.60
河口区	3.33	11.12	1.370 0	77.82	93.64	14.20
垦利县	3.65	10.81	0.760 0	47.89	63.11	9.58
利津县	4.64	7.94	0.170 0	27.43	40.17	6.10
广饶县	5.37	7.38	0.000 0	38.81	21.56	3.27
滨州市 滨城区	4.92	5.28	0.020 0	3.27	13.49	2.05
惠民县	8.03	8.58	0.000 0	2.13	18.74	2.85
阳信县	4.49	3.16	0.000 0	3.37	11.02	1.67
无棣县	6.24	9.04	0.480 0	61.63	77.39	11.70
沾化县	5.40	6.65	0.050 0	116.39	128.48	19.50
博兴县	4.68	5.23	0.000 0	2.59	12.49	1.90
邹平县	6.69	6.36	0.003 0	1.64	14.68	2.23
淄博市 高青县	4.47	8.28	0.000 0	0.00	12.75	1.32
德州市 庆云县	2.63	3.56	0.000 0	2.15	8.33	1.28
乐陵市	6.67	4.21	0.000 2	4.23	15.11	2.91
合计	102.41	136.30	2.860 0	417.16	658.73	100.00

和垦利县,提供了 2.13 亿元的价值,占总草地生态服务价值的 74.48%。

3.3 生态系统服务价值分析

1) 研究区生态服务价值在全国的地位

根据《2010 中国统计年鉴》,我国耕地、园地、森林、牧草地和湿地的面积分别为 1.34×10^6 , 0.12×10^6 , 1.95×10^6 , 2.62×10^6 和 0.38×10^6 km²,按照本文计算方法,计算出我国主要生态系统提供的服务总价值为 83 765.31 亿元。可知,黄河三角洲面积占全国面积的 0.43%,但却提供了 0.79% 的生态服务价值,单位面积价值和生态重要性均较高。

对不同服务功能进行对比,结果如表 4 所示。可以看出,黄河三角洲所占比例最高的功能是废物处理,占其总价值的 23.37%,而从全国情况来看,废物处理价值占总价值的 15.94%,反映了黄河三角洲是发挥废物处理功能非常重要的区域,也与其境内大面积的湿地现状相一致。其次,气候调节、水源涵养、娱乐文化等服务价值在其总价值的比例也高于全国平均水平,凸显出黄河三角洲经济区高效、生态的特点。由于黄河三角洲成陆时间短、土壤盐碱化程度高和植被覆盖率低,其生物多样性保护、土壤形成与保护、气体调节、食物生产、原材料等服务价值所占比例较低,是该区域发展需要迫切解决的问题。

2) 两种生态服务功能价值评估方法的比较

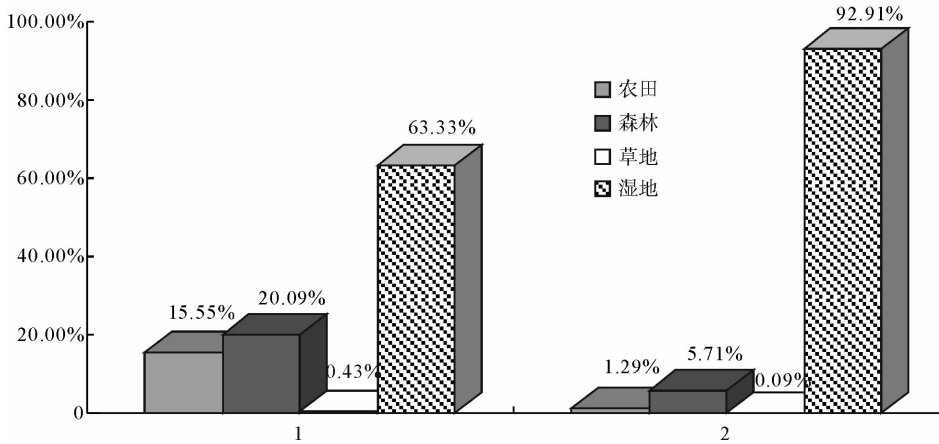
同时,按照 Costanza 等^[4]的分类系统和评估方法,采用湿地、农田、森林、草地等生态单元每年提供的生态价值为 14 785,92,969 和 232 美元 /hm²^[4,14],对黄河三角洲生态系统服务价值进行了评估,计算得出总价值为 563.49 亿元。其中,湿地提供的价值最大,占总价值的 92.91%,其次是森林,占 5.71%,农田与草地仅占 1.31%。按 Costanza 等^[4]的分类系统和评估方法得出的结果是本文计算结果的 0.86,且湿地占绝对优势,森林、农田、草地所占比例均较小。此方法对湿地服务价值的估计过高,对森林、农田的服务价值估计过低。相较之下,按照谢高地的分类系统和评估方法得出的结果较接近黄河三角洲实际情况。

从两种方法的结果可以看出,黄河三角洲生态服务价值均主要由湿地来提供。农田生态系统虽然在面积上占有相当大的比例,但是只提供了相对较少的服务价值,特别是过度的农田开发、围海种田,更造成了农田

表 4 黄河三角洲各类型生态系统服务价值与全国的比较表

Tab. 4 The comparisons between all types of ecosystem services values in the Yellow River delta and the whole nation

服务类型	生态系统服务价值				黄河三角洲占全国总价值的比例 / %
	黄河三角洲 / 亿元	比例 / %	全国 / 亿元	比例 / %	
气体调节	41.53	6.30	9 091.89	10.85	0.46
气候调节	144.14	21.88	13 550.31	16.18	1.06
水源涵养	132.28	20.08	13 299.31	15.88	0.99
土壤形成与保护	58.11	8.82	13 556.19	16.18	0.43
废物处理	153.94	23.37	13 355.06	15.94	1.15
生物多样性保护	47.91	7.27	9 834.38	11.74	0.49
食物生产	17.56	2.67	2 154.84	2.57	0.81
原材料	18.19	2.76	4 744.09	5.66	0.38
娱乐文化	45.07	6.84	4 179.25	4.99	1.08



注:1 为本文所采用的评估方法;2 为 Costanza 等^[4] 采用的评估方法。

图 2 两种研究方法所得结果对比图

Fig. 2 The comparison of results from two methods

生态服务价值的减少,由此引起的区域人口福利减少的问题应引起关注。森林与湿地的面积大小相当,生态服务价值却相差较大,说明乱砍滥伐现象严重,森林质量不高,森林生态系统的平衡已被破坏。

3.4 问题与对策

1) 存在的生态环境问题

① 自然因素造成的环境问题。黄河三角洲土壤盐碱化程度高,生产力低,服务价值较低;森林覆盖率低、稳定性较差;受外来有害物种入侵;湿地提供了巨大的生态服务功能,但面临天然湿地退化,自净能力和处理废物的功能降低的风险,是需要保护的重点领域。

② 人为因素造成的环境问题。乱捕滥挖、石油开发、工业和建设用地占用等人为原因,引起植物资源减少、鸟类栖息和觅食场所的破坏,生物多样性指数明显降低;围滩造田、围滩养殖、污水灌溉、化肥和农药污染等原因使湿地结构改变,涵养水源的能力降低。

2) 解决对策

① 合理开发利用土地,降低盐渍化程度,提高生产力,提高直接利用价值。平整土地,合理规划灌排水渠道;引洪放淤;淡水洗盐;暗管排碱等。

② 合理配置农、林、牧结构比例。因地制宜,做到农林牧结构合理;增加林地、草地面积,调整林种、草种结构,以获得稳定的生态服务价值。

③ 提高对外来入侵物种的监管能力。建立外来物种入侵风险评估体系、外来入侵物种预警监测体系,必要时及时采取措施进行控制。

④ 减少人为干扰,防治湿地环境污染和自然湿地破坏。加强对湿地环境的监测和监控,建立湿地生态补偿机制等。

⑤ 降低石油、盐田开发等活动对生态环境的影响。减少油田占地面积,限制盐田、海水养殖规模等。

⑥ 增加在文化娱乐方面的投入,以提高生态系统服务价值。

4 结论

1) 研究区每年生态服务价值为 658.73 亿元,占全国的 0.79%。其中,湿地贡献的价值最大,占 63.33%,应重点保护;其次是森林和农田生态系统,分别占 20.69% 和 15.55%。在总生态服务价值中,废物处理价值最高,占 23.37%;其次是气候调节,占 21.88%;水源涵养,占 20.08%。土壤形成与保护、气体调节、娱乐文化、原材料、食物生产等价值占 34.67%。

2) 研究区的生态系统服务价值多为间接利用价值,直接利用价值较少,即生态系统的实际产出较少。因为自然因素和人为因素的双重影响,生态环境已经受到严重破坏,需要开展相关保护。

3) 本研究在评估过程中选取的参数较保守,某些生态系统的服务没有清楚的认识或数据有限,计算结果偏低。

参考文献:

- [1] DAILY G C. Nature's services; Societal dependence on natural ecosystems[M]. Washington D C: Island Press, 1997.
- [2] 欧阳志云, 王如松, 赵景柱. 生态系统服务功能及其生态经济价值评价[J]. 应用生态学报, 1999, 10(5): 635-640.
OUYANG Zhiyun, WANG Rusong, ZHAO Jingzhu. Ecosystem services and their economic valuation[J]. China Journal of Applied Ecology, 1999, 10(5): 635-640.
- [3] 阎水玉, 杨培峰, 王祥荣. 长江三角洲生态系统服务价值的测度与分析[J]. 中国人口·资源与环境, 2005, 15(1): 93-94.
YAN Shuiyu, YANG Peifeng, WANG Xiangrong. Value of ecosystem services in Yangtze River delta[J]. China Population, Resources and Environment, 2005, 15(1): 93-94.
- [4] COSTANZA R, d' ARGE R, de GROOT R, et al. The value of the world's ecosystem services and nature capital[J]. Nature, 1997, 387: 253-260.
- [5] PIMENTEL D W, WILSON C, MCCOLLUM C, et al. Economic and environmental benefits of biodiversity[J]. Bioscience, 1997, 47: 747-757.
- [6] HAMID A, SADEGH K, MOHAMMAD H, et al. Estimating the existence value of north forests of Iran by using a contingent valuation method[J]. Ecological Economics, 2006, 58(4): 665-675.
- [7] 欧阳志云, 王效科, 苗鸿. 中国陆地生态系统服务功能及其生态经济价值的初步研究[J]. 生态学报, 1999, 19(5): 607-613.
OUYANG Zhiyun, WANG Xiaoke, MIAO Hong. A primary study on Chinese terrestrial ecosystem services and their ecological-economic values[J]. Acta Ecologica Sinica, 1999, 19(5): 607-613.
- [8] 谢高地, 张纪铨, 鲁春霞, 等. 中国自然草地生态系统服务价值[J]. 自然资源学报, 2001, 16(1): 47-53.
XIE Gaodi, ZHANG Yili, LU Chunxia, et al. Study on valuation of rangeland ecosystem services of China[J]. Journal of Natural Resources, 2001, 16(1): 47-53.
- [9] 孙新章, 周海林, 谢高地. 中国农田生态系统的服务功能及其经济价值[J]. 中国人口·资源与环境, 2007, 17(4): 55-60.
SUN Xinzhang, ZHOU Hailin, XIE Gaodi. Ecological services and their values of Chinese agroecosystem[J]. China Population, Resources and Environment, 2007, 17(4): 55-60.
- [10] 韩美, 张晓慧. 黄河三角洲湿地主导生态服务功能价值估算[J]. 中国人口·资源与环境, 2009, 19(6): 37-43.
HAN Mei, ZHANG Xiaohui. Value estimates of the dominant ecosystem services in Yellow River delta wetland[J]. China Population, Resources and Environment, 2009, 19(6): 37-43.
- [11] 谢高地, 鲁春霞, 冷允法, 等. 青藏高原生态资产的价值评估[J]. 自然资源学报, 2003, 18(2): 190-191.
XIE Gaodi, LU Chunxia, LENG Yunfa, et al. Ecological assets valuation of the Tibetan plateau[J]. Journal of Natural Resources, 2003, 18(2): 189-195.