

## 山东省渤海沿岸湿地价值估算与保护对策\*

王岳林,张太平,韩树红

(山东省地质科学实验研究院,山东 济南 250013)

**摘要:**山东省渤海沿岸湿地价值估算的目的是提醒公众尤其是政府决策部门关注湿地的综合功能,而不是也不应该单纯向湿地索取,更不能破坏性地开发,需要科学保护和合理利用,以使湿地可持续利用。通过分析湿地动态影响因素,提出了湿地保护管理的对策措施。

**关键词:**湿地;功能;价值;保护对策;渤海沿岸;山东省  
中图分类号:X171.1 文献标识码:A

湿地与森林、海洋一起并称为全球三大生态系统,它的水文功能、生物地球化学功能和生态环境功能可为全球提供可观的社会效益、经济效益和环境效益,独特的生态环境和生态功能,被称为“生物超市”、“地球之肾”、CO<sub>2</sub>的“汇”和全球尺度上的气候“稳定器”,是极为重要的生态系统。

## 1 研究范围及环境特征

研究范围为山东省北部滨州、东营、潍坊3市的无棣、沾化、河口、垦利、东营、广饶、寿光、寒亭、昌邑等县(市、区)的沿海地区,面积约10 600 km<sup>2</sup>(图1)<sup>①</sup>。区内皆属堆积地形,地貌类型为低平原,在山东省地貌分区中为鲁西北堆积平原的东北部。地面高程一般在5 m以下,向渤海缓倾,地面坡降(0.1~0.2)×10<sup>-3</sup>。随着向海地势渐低,潜水水位埋深渐浅、矿化度渐高,表层土壤含盐量增大,土壤类型渐变为滨海盐化潮土、滨海潮盐土、滨海滩地盐土,由陆地生态系统逐渐向滨海湿地生态系统变化,植物群落也逐渐变为盐生植被为主。

## 2 湿地分布及动态概况

由于地貌、水源补给条件的差异,区内湿地类型多样,具有年轻性、演进性和自然性,湿地生态系统脆弱,生物群落多样。进入20世纪80年代后期以

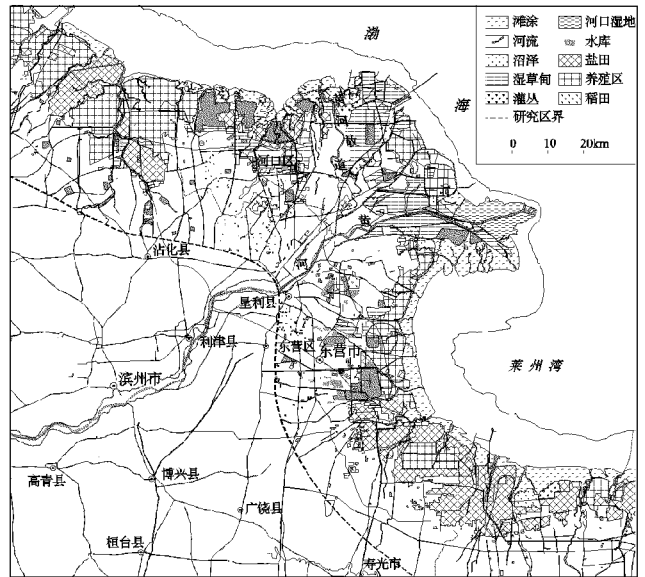


图1 山东省渤海沿岸湿地分布图

来,人类的工程活动,无论在方式还是在规模上,对湿地动态起着越来越重要的作用,对湿地的影响越来越强烈,干扰、破坏尺度越来越大,表现在湿地类型、面积、植被以及功能等的变化。根据调查资料,陆地湿地面积变化对比及各县区陆地湿地分布面积见表1、表2<sup>[1]</sup>。

据调查,研究区20世纪80年代初期湿地总面积6 121.94 km<sup>2</sup>,以滩涂和草甸沼泽为主,目前3市

\* 收稿日期:2010-11-09;修订日期:2010-12-24;编辑:陶卫卫

作者简介:王岳林(1963—),男,山东夏津人,高级工程师,主要从事水工环工作;E-mail:sddkywl@126.com。

①山东省地质科学实验研究院,王岳林等,山东省渤海沿岸湿地生态地质环境调查与保护报告,2009年。

沿海湿地总面积为 4 904.41 km<sup>2</sup>,较 80 年代初减少了 1 217.53 km<sup>2</sup>(表 2),从 80 年代初期以天然湿地为主,到目前以人工湿地为主,其水文、生态功能等都受到严重影响。

表 1 山东省渤海沿岸湿地面积变化对比(km<sup>2</sup>)

湿地类型	滩涂	草甸、沼泽、灌丛	河流	盐田、养殖区	水库	合计
80 年代初	2313.91	3374.19	230.88	110.56	92.4	6121.94
2009 年	1048.53	912.57		2206.51	443.44	4904.41
变化量	-1265.38	-2461.62	0	2095.95	351.04	-1217.53

注:2009 年合计数中包括 62.48 km<sup>2</sup> 的稻田湿地;滩涂湿地中包括河口湿地 132.9 km<sup>2</sup>。

表 2 各县区湿地面积(km<sup>2</sup>)

各县(市、区)湿地		研究区湿地类型分布		
县(市、区)	面积	天然湿地类型	面积	占总湿地%
无棣县	600.92	滩涂	915.63	18.67
沾化县	429.06	河口湿地	132.90	2.71
滨州市	1029.98	草沼	127.09	2.59
河口区	1221.25	湿草甸	756.43	15.42
垦利县	954.67	灌丛	29.05	0.59
东营区	355.88	河流	230.88	4.71
广饶县	149.24	天然湿地合计	2191.98	44.69
		人工湿地类型	面积	占总湿地%
东营市	2681.04	盐田	1222.14	24.92
寿光市	424.58	养殖池塘	984.37	20.07
寒亭区	347.65	水库	443.44	9.04
昌邑市	421.16	稻田	62.48	1.27
潍坊市	1193.39	人工湿地合计	2712.43	55.31
全区	4904.41			
总计			4904.41	99.99

### 3 湿地功能价值估算

湿地的主要功能包括成陆功能、物质生产功能、气候调节功能、调蓄洪水功能、提供水源功能、降解污染物功能、保护土壤功能、生物栖息地功能、教育科研功能和旅游休闲功能。根据湿地不同功能、资料丰富程度选取适宜的估算方法。价值估算以 2009 年不变价格为标准,涉及其他币种的按现行兑换率换算为人民币。

#### 3.1 造陆功能

区内具有淤积造陆功能的河流是黄河,其造陆速率与黄河年径流量和输沙量密切相关。当黄河入海流路淤进速率大于故道黄河口蚀退速率时,陆地面积就增长,反之就减少。根据近几年的遥感资料监测,北部黄河故道蚀退速率减缓,处于动平衡状态,现流路河口由于黄河输沙量的减少(图 2),淤进

趋缓,总体造陆速率在 2 km<sup>2</sup> 左右。

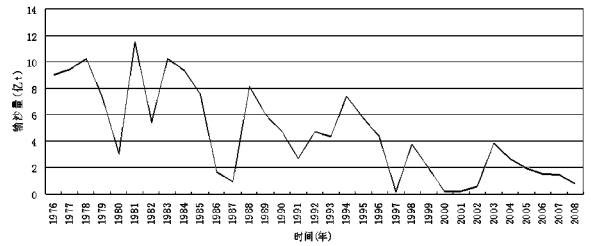


图 2 黄河历年来输沙量变化曲线

根据《东营市国有土地使用权出让和转让暂行办法》,按工业、仓储用地标准 0.5 元/a·m<sup>2</sup>,则黄河每年成陆造地价值估算为 0.01 亿元。

#### 3.2 物质生产功能

物质生产是指生态系统生产的可以进入市场的物质产品,包括全部的动植物产品、矿产资源。此次仅估算水产品、牧草、芦苇及盐田,总价值为 117.43 亿元。

水产品价值:据统计,区内沿海地区水产养殖产量 90.35 万 t,产值约 50 亿元。

牧草及芦苇价值:山东省渤海沿岸牧草地主要分布在河口区、垦利县、东营区近海地区,2009 年主要牧草种植和天然草场可利用面积 2.0 万 hm<sup>2</sup>,干草产量 10 万 t,按当前市场价格 1 200 元/t 计算,总产值 1.2 亿元。芦苇面积 3.0 万 hm<sup>2</sup>(包括河道芦苇湿地),干芦苇单产平均 8 t/hm<sup>2</sup>,总产量 24 万 t,目前市场价格 650 元/t,年产值则为 1.56 亿元。

盐田价值:据统计资料,区内 2009 年生产原盐约 2 081.23 万 t,溴素、氯化镁等 29 万 t,销售收入 64.67 亿元。

#### 3.3 气候调节功能

绿色植物进行光合作用,吸收 CO<sub>2</sub>,释放 O<sub>2</sub>,调整大气成分的组成,降低地面蒸发强度,是湿地生态系统的重要功能之一。固定 CO<sub>2</sub> 功能的价值估算采用碳税法,按国际上通用的瑞典碳税率 150 \$/t(C),折合人民币 1 242 元/t。将每年释放 O<sub>2</sub> 的总量与目前工业氧的成本 0.6 元/kg 相乘得到区内湿地释放 O<sub>2</sub> 的价值。二者的和减去温室气体释放造成的气候调节损失,即为湿地气候调节功能的总价值。

区内具有气候调节功能的湿地主要是芦苇湿地、灌丛湿地、碱蓬滩涂湿地和林地。

(1) 芦苇湿地:据冯忠江调查研究<sup>[1]</sup>,由于环境因子的影响,单位面积芦苇湿地生物量为 56.04 ~

1 668.45g/m<sup>2</sup>,该文取1 000 g/m<sup>2</sup>,则区内芦苇湿地年平均生物量为30万t。

(2)灌丛、湿草甸湿地:主要包括昌邑市海洋生态特别保护区内的柽柳灌丛湿地、黄河三角洲柽柳灌丛湿地,总面积29.05 km<sup>2</sup>。湿草甸(包括绵柳、茅草、蒿、野大豆等)湿地面积756.43 km<sup>2</sup>。根据韩美研究<sup>[2]</sup>,灌丛、湿草甸的年生物量为9.16t/a·hm<sup>2</sup>。经计算,区内灌丛、湿草甸湿地的年生物量为71.9万t。

(3)碱蓬湿地:区内滩涂湿地总面积1 048.53 km<sup>2</sup>,碱蓬湿地面积约占其总面积的30%,即349.51 km<sup>2</sup>,合3 4951 hm<sup>2</sup>。根据王海梅(2006)对黄河三角洲植被的研究<sup>[2]</sup>,碱蓬湿地生产力为6.22 t/a·hm<sup>2</sup>,则区内碱蓬湿地总生物量为21.74万t。

(4)林地:主要是黄河三角洲自然保护区内的100 hm<sup>2</sup>天然柳林和13 266.7 hm<sup>2</sup>的刺槐林。根据张希彪等(2005)的研究<sup>[2]</sup>,刺槐林和柳林的生物量为5.7t/a·hm<sup>2</sup>。则区内林地生物总量为76190.19t。

上述植被生物量总和为1 313 085.41 t。根据光合作用方程式,每生产1 g干物质,需1.62 g CO<sub>2</sub>,即固定纯C量0.44 g,释放1.2 g O<sub>2</sub>。所以区内湿地每年固定CO<sub>2</sub>和释放O<sub>2</sub>的价值为:固定CO<sub>2</sub>的总价值=总生物量×0.44×碳税率=1313085.41×0.44×1242元/t=7.18亿元。释放O<sub>2</sub>的价值=总生物量×1.2×单位O<sub>2</sub>的价值=1313085.41×1.2×0.6元/kg×103=9.45亿元。

据肖笃宁等(2001)的研究<sup>[2]</sup>,芦苇湿地CH<sub>4</sub>排放的平均通量为0.52 mg/m<sup>2</sup>·h,区内芦苇湿地面积30 000 hm<sup>2</sup>,按年排放8个月计算,CH<sub>4</sub>排放总量为67.39万kgC(即89.86万kgCH<sub>4</sub>)。估算损失价值采用OECD中Pearce等人在对气候变化的经济学分析中提出的估算指标,采用0.11 \$/kg,即0.74元人民币/kg,得到CH<sub>4</sub>排放造成的经济损失为66.49万元。固定CO<sub>2</sub>和释放O<sub>2</sub>的价值,减去温室气体排放损失价值,即为区内湿地气候调节功能总价值,即16.62亿元。

### 3.4 提供水源功能

山东省渤海沿岸地区水资源主要是客水资源,即黄河水和沿海诸河水系。区内淡水水库年供水约10亿m<sup>3</sup>,供水价格按平均2.0元/m<sup>3</sup>计算,则区内湿地供水价值为20亿元。

### 3.5 调蓄洪水功能

湿地是一个巨大的蓄水库,特别是沼泽、河流和水库湿地,在汛期储存过量的降水,均化洪水径流,消减和滞后洪峰,减少洪水灾害,具有巨大的蓄水调洪功能。采用影子工程法进行估算,即存储相同体积的洪水所需要的工程造价来估算该功能的价值。由于研究程度和资料所限,仅估算草沼湿地、稻田湿地和水库的蓄水调洪功能价值。

根据孟宪民(1999)的研究,每公顷草沼可蓄水8 100 m<sup>3</sup>(稻田湿地也采用该值)。区内有草沼127.09km<sup>2</sup>、稻田湿地62.48 km<sup>2</sup>,合18 957 hm<sup>2</sup>,总蓄水量可达1.54亿m<sup>3</sup>。单位蓄水量库容成本约为10元/m<sup>3</sup>,则蓄水调洪功能价值为15.4亿元。区内有水库443.44 km<sup>2</sup>(包括海水水库),库容约4.43亿m<sup>3</sup>,根据影子工程法,水库湿地蓄水价值=蓄水总量×单位蓄水库容成本=4.43×10=44.3亿元。湿地蓄水调洪功能总价值为59.7亿元。

### 3.6 降解污染物功能

降解污染物功能价值的估算采用替代法,即根据污水处理厂净化主要污染物的总投入和湿地对主要污染物的去除率来估算湿地降解污染物的价值。由于区内主要污染物的排放量难以统计,因此该文估算区内降解污染物功能价值采用谢高地等人的研究成果,中国陆地湿地生态系统废物处理功能的单位面积价值为16 086.6元/hm<sup>2</sup>·a。区内有天然湿地总面积2 191.98 km<sup>2</sup>,则湿地降解污染物功能的价值为35.26亿元/a。

### 3.7 保护土壤功能

湿地保护土壤的功能是指湿地因其特殊的植被而带来的水土流失程度的降低,以及由此减少的营养物质(如氮、磷、钾)的流失。根据中国土壤侵蚀的最新研究成果和《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190—2007),无植被覆盖的黄河下游土壤侵蚀的侵蚀模数为2 500~5 000 t/a·km<sup>2</sup>,多为中度侵蚀,而有植被覆盖多为轻度—微度侵蚀,侵蚀模数在<200~2 500 t/a·km<sup>2</sup>。区内湿地一般植被覆盖度均大于65%,芦苇沼泽湿地覆盖度在80%。因此,侵蚀模数选定为500 t/a·km<sup>2</sup>,与无植被覆盖的土壤侵蚀模数差最小为2 000 t/a·km<sup>2</sup>。

区内具有植被覆盖的湿地(灌丛、草沼、湿草甸)面积912.57 km<sup>2</sup>,则年减少土壤侵蚀量=湿地

与非湿地土壤侵蚀模数差 $\times$ 有效天然湿地面积 $=2000 \times 912.57 = 182.514$ 万t,约合 $135.20$ 万 $m^3$ (土的干密度按 $1350\text{ kg}/m^3$ ),土壤市场价格按 $100$ 元/ $m^3$ ,则湿地保护土壤的功能价值 $=135.20 \times 100 = 1.35$ 亿元。

据土壤普查资料,区内土壤全氮含量为 $0.05\%$ 、全磷含量 $0.055\%$ 、全钾含量 $2.65\%$ 、氮磷钾总量 $2.755\%$ 。据此估算,年减少氮磷钾流失量约在 $5.03$ 万t。目前氮、磷、钾肥的平均价格在 $2000$ 元/t。则每年减少氮磷钾肥流失价值 $=$ 减少氮磷钾流失量 $\times$ 氮磷钾肥均价 $=5.03$ 万t $\times 2000$ 元/t $=1.01$ 亿元。则减少土壤流失与减少氮磷钾流失价值总和 $=1.35 + 1.01 = 2.36$ 亿元。

### 3.8 生物栖息地功能

目前生物栖息价值的量化仍是一个难题,该次评估采用替代法,即用湿地(主要是自然保护区)保护费用作为生物栖息地功能的价值,因为没有湿地的保护就不会有这些生物的存在。根据滨州市国家级贝壳堤岛湿地自然保护区、黄河三角洲自然保护区、昌邑市海洋生态特别保护区近几年的平均保护管理费用(分别为 $200$ 万元、 $300$ 万元和 $400$ 万元),将近几年的平均保护管理费用做为湿地生物栖息地功能的价值,因此,湿地的生物栖息地功能价值为 $900$ 万元/a,即 $0.09$ 亿元/a。

### 3.9 科研教育功能

区内湿地均具有新生性、脆弱性、自然性和典型性的特点,其复杂的湿地生态系统、丰富的动植物群落组合、珍贵的濒危物种等,在自然科学教育和研究中均具有十分重要的作用,是科研教育的重要对象、活实体材料和试验基地,同时,对于研究和探索各种生态系统的结构、功能及在自然和人为工程活动干扰下的动态演化,也具有重要作用。

湿地沉积环境和沉积模式是沉积学中的核心内容之一,它对于研究油气、煤田等矿产资源储层非均质性、建立储层地质模型、改善油层开发效果等诸多方面有重要参考价值。

由于具体统计数据有限,区内湿地的教育科研价值很难量化。陈仲新(2000年)等人研究<sup>[2]</sup>,我国湿地生态系统的教育科研价值为 $382$ 元/ $hm^2$ ,考虑10年来的物质上涨因素和实际物价,此次取 $3500$ 元/ $hm^2$ 。区内天然湿地面积 $2191.98\text{ km}^2$ ,合

$219198\text{ hm}^2$ ,因此湿地教育科研功能价值为 $7.67$ 亿元。

### 3.10 旅游休闲功能

湿地独特的地形地貌和生态特征,造就了以“新”、“奇”、“特”、“野”为主要美学特征的自然景观,形成了丰富且独具特色的旅游景观,吸引了大量的国内外游客。对于湿地旅游价值,采用较直接能反映旅游功能价值的费用支出法,即用区内旅游者费用支出的综合做为湿地旅游休闲服务功能的价值。

3区内湿地具有较完善旅游功能的主要是黄河三角洲国家级自然保护区(国家级地质公园),2009年,东营市接待游客约 $200$ 万人次,其中 $50\%$ 去黄河三角洲自然保护区旅游;滨州市国家级贝壳堤岛湿地自然保护区和昌邑市海洋生态特别保护区年接待旅游人数约 $10$ 万人。粗算湿地年接待旅游人数为 $110$ 万人次,每人综合消费按保守估计为 $500$ 元,则湿地旅游休闲功能所创造的价值为 $5.5$ 亿元/a。

由估算结果(表4)可以看出,湿地功能价值是很大的,其中物质生产功能、蓄水调洪功能和降解污染物的功能价值相对较高,3项功能价值占估算湿地功能总价值的 $80.26\%$ ,这与山东省渤海沿岸湿地的实际情况相符。需要说明的是,湿地价值与湿地生态环境一样,也是动态的,即随着湿地生态系统的不断演化(自然的、人为的)、市场价格的浮动,其功能和价值也随之发生变化。

表4 山东省渤海沿岸湿地功能价值统计

湿地功能	估算方法	价值(亿元)	占全部价值(%)
造陆功能	市场价值法	0.01	0.0038
物质生产功能	市场价值法	117.43	44.37
气候调节功能	碳税法	16.62	6.28
水源功能	市场价值法	20.00	7.56
蓄水调洪功能	影子工程法	59.70	22.56
降解污染物功能	成果参数法	35.26	13.32
保护土壤功能	替代法	2.36	0.89
生物栖息地功能	替代法	0.09	0.034
教育科研功能	专家调查法	7.67	2.90
旅游休闲功能	费用支出法	5.5	2.08
合计		264.64	100

## 4 湿地保护对策

湿地保护应遵循生物多样性原则、生态完整性原则、适度利用原则、可持续发展原则等<sup>[3]</sup>。针对山东省渤海沿岸湿地保护存在的问题,提出如下保护对策。

#### 4.1 行政磋商机制

工作区整体属于渤海沿岸湿地的一部分,而行政区划跨滨州、东营、潍坊3市,各地市应加强湿地保护与管理的相互沟通、协调,尤其在政策、法规方面保持一致,避免为局部利益破坏整体利益,进而破坏湿地的完整性、可持续性。

#### 4.2 加强湿地动态监测研究和保护的立法

湿地监测研究是湿地保护和管理活动的起点,是管理决策与管理措施正确与否的基础。只有对湿地动态进行监测,才能发现问题,有针对性地采取保护对策。各地市应建立对威胁湿地生态系统活动的限制性政策和有利于湿地资源保护活动的鼓励性政策,严格审批与湿地有关的各种项目,协调湿地保护与区域经济发展,并通过建立和完善法制体系,依法对湿地资源进行保护和可持续开发利用,发挥湿地的综合效益。对工程占地应采取“影子”政策,即占用保护区一块湿地,则要求在异地建设同样面积的人工湿地或恢复以往同样面积的工程占地为湿地或者林地。

#### 4.3 控制水土污染

区内污染源较多,尤其是石油类污染。目前,沿海湿地范围内有油气井约10 000多口,加压站、注水站等相关设施也很多,对湿地的分割破坏比较严重,水土石油类污染普遍。因此,应进一步加强油气开采过程中对环境的污染控制,及时清除落地油及油泥沙等,限定占地范围,做好隔离带,采用生物修复等措施治理水土污染。

#### 4.4 湿地恢复和重建

所谓湿地恢复,一方面指受损湿地生态系统通过保护和管理使之自然恢复的过程,另一方面也包

括通过人为生态技术或生态工程措施对退化湿地或消失的湿地进行修复或重建,再现干扰前的结构和功能,以及相关的物理、化学和生物学过程,发挥湿地应有的生态作用。湿地的恢复和重建包括湿地恢复、湿地改进、湿地建造、湿地改建、人工湿地。根据区内不同的退化湿地,应(可)采取不同的恢复和重建方式。

## 5 结语

经估算,山东省渤海沿岸湿地服务功能的价值达到264.64亿元,由于统计资料不足、计算方法也有待于改进,估算的价值无疑有些偏差,但湿地的价值巨大是毋庸置疑的。而湿地分布是跨行政区域、跨流域的自然生态系统,因此湿地需要统一的科学保护与合理开发利用,如果不遵循湿地演化的自然规律盲目地、不合理地开发利用,势必造成湿地功能退化,进而引发沿海地区生态环境恶化、入海污染物增加、近海赤潮频发,最终是处于食物链和生态顶端的人类自食其果。尤其是国家已经批复了“黄河三角洲高效生态经济区规划”,目前许多项目已经开始实施,这势必对沿岸湿地造成巨大的改造,对整个渤海沿岸湿地生态系统的影响需要特别关注和开展必要的监测、研究。

## 参考文献:

- [1] 冯忠江,赵欣胜.黄河三角洲芦苇生物量空间变化环境解释[J].水土保持,2008,15(3):170-174.
- [2] 韩美.黄河三角洲湿地生态研究[M].济南:山东人民出版社,2009:50-60.
- [3] 吕宪国.湿地生态系统保护与管理[M].北京:化学工业出版社,2004.

## Value Estimate and Protection Countermeasures of Coastal Wetlands in Bohai Coastal Area in Shandong Province

WANG Yuelin, ZHANG Taiping, HAN Shuhong

(Shandong Institute and Laboratory of Geological Sciences, Shandong Jinan 250013, China)

**Abstract:** Value estimate of wetlands in Bohai coastal area is to remind the public, especially government departments pay more attention on the integrated function of wetlands, rather than simply obtained from wetlands only. It should not be developed destructively. Wetlands should be protected scientifically and used reasonably and sustainably. By analyzing the dynamic effects of the wetland, relative countermeasures for wetland management are put forward as well.

**Key words:** Wetlands; function; value; protection measures; Bohai coastal area; Shandong province