

滩涂湿地围垦前后服务功能的效益分析——以上虞市世纪丘滩涂为例

李占玲, 陈飞星, 李占杰, 唐汐

(北京师范大学 环境学院, 环境模拟与污染控制国家重点联合实验室, 北京 100875)

摘要: 在详细分析滩涂湿地服务功能的基础之上, 评估了上虞市世纪丘滩涂围垦前、后服务功能的效益及其变化。结果表明, 滩涂围垦前, 生态环境功能效益与社会经济功能效益分别占总效益的 95% 和 5%, 主要表现在提供生物栖息地与水文调节方面; 滩涂围垦后, 生态环境功能效益下降了 63%, 而社会经济功能效益则增加了 30 倍, 主要表现在提供大量的动植物产品方面; 此外, 围垦后, 其服务功能类型的多样性有所减少, 但服务功能的总效益有所增加。

关键词: 滩涂; 围垦; 服务功能; 效益分析

中图分类号: X171; F323 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3096(2004)08-0076-05

目前, 对于生态系统服务功能的研究, 从空间尺度看, 有从全球、全国、流域、区域等较大尺度到地区、省市等较小尺度上生态系统服务功能的研究^[1-4]; 从评价的生态系统类型看, 有从单一生态系统到复合生态系统, 从自然生态系统到人工生态系统服务功能的研究^[5-7]; 然而, 对于滩涂服务功能的效益分析较少见, 尤其对滩涂围垦前、后服务功能的效益变化分析更为少见。但随着近些年滩涂围垦面积的不断扩大, 围垦带来的环境问题越来越突出, 正确分析滩涂围垦前、后服务功能的效益显得更加重要和必要了。滩涂的服务功能指滩涂生态系统及其物种所提供的能够满足和维持人类生活需要的条件和过程。它包括生态环境服务功能和社会经济服务功能, 前者主要包括大气调节、水文调节、污染物净化以及提供生物栖息地功能, 后者主要包括提供旅游休闲、科研教育基地、动植物产品、矿产资源等功能。作者在全面分析滩涂服务功能的基础上, 探讨了上虞市世纪丘滩涂围垦前、后服务功能的效益变化, 为滩涂资源的合理开发提供科学依据。

1 滩涂的服务功能

1.1 生态环境服务功能

1.1.1 大气调节

滩涂尤其是植被覆盖率较高的滩涂对大气调节

具有重要意义, 主要表现在植被对大气组分的调节上。滩涂植被可以吸收 CO₂、释放 O₂, 这对于抑止 CO₂ 含量上升和全球变暖都具有重大意义。据文献记载, 湿地吸收 CO₂ 以削减温室效应的效益可达 265 美元/(ha·a)^[8]。

1.1.2 水文调节

滩涂的水文调节功能主要表现在涵养水源、调蓄洪水及风暴潮、保护海岸带等方面。宽阔的滩面在削减洪水波能方面非常有效^[9], 它可以作为洪水的天然缓冲器, 在一定程度上蓄积洪水、减缓流速、削减洪峰、延长水流时间。一般, 滩涂面积越大, 减缓水流速度与削减洪水波能的能力就越强。滩涂植被通过固结底质, 也能消耗波能、缓解洪水侵蚀。美国马赛诸塞州查尔斯和的大片湿地对缓冲、滞纳洪水作用每年可减少财产损失 1 700 万美元, 相当于每公顷投入防洪投资 13 500 美元; 滩涂调蓄洪水的效益, 在美国已有的实证研究中, 其价值分布在 1 265 ~ 567 265 美

收稿日期: 2004-04-26; 修回日期: 2004-05-30

基金项目: 2002 年度浙江省水利厅重点科技项目(IR0213)

作者简介: 李占玲(1980-), 女, 内蒙古赤峰人, 硕士研究生, 研究方向: 环境规划、评价与管理; 陈飞星, 通讯作者, 副教授, 电话: 010-62200491, E-mail: cfx2003@mail.china.com

元/(ha·a)不等^[8]。

1.1.3 污染物净化

当农田、都市地区的径流携带过量的化肥、农药、重金属和其他污染物流经滩涂时,滩涂植被和底泥可以减缓水流速度,有利于附着毒物和营养物的悬浮颗粒物沉降和排除,营养物和有毒物沉降以后,通过植物的吸收,经化学和生物化学过程而存贮、固定和转化,阻止了污染物质的输移和扩散、减少了下游地表水和地下水的污染。乔治亚洲大学的 Odum 教授研究表明,1 km² 滩涂上的微生物可以吸收和降解含 2.17 t BOD 的废水;500 只滩涂生物每天可以净化 2 kg 人类废水,所有滩涂生物都直接或间接参与净化过程,滩涂上生物种类越丰富,滩涂的净化能力就越强,整个生态系统就越稳定^[10]。

1.1.4 生物栖息地

滩涂是许多生物的生息繁衍地,许多水鸟的越冬场所。我国最大海岸湿地保护区——盐城丹顶鹤自然保护区,地处江苏中部沿海滩涂,是国家一级保护动物丹顶鹤最重要的越冬地,每年来区越冬的丹顶鹤达到千余只,占世界野生种群 50% 以上。区内一类国家重点保护的野生动物还有白头鹤、白鹤、白鹳、中华秋沙鸭、遗鸥等 13 种,二类国家重点保护的野生动物有 66 种^[11]。此外,滩涂尤其是生物滩还是重要的物种基因库。

1.2 社会经济服务功能

1.2.1 旅游休闲及科研教育

滩涂生态景观具有很高的旅游价值。如盐城滩涂地势平坦,气候温和,雨量充沛,日照充足,中国于 1983 年和 1986 年分别在盐城市沿海建立了丹顶鹤和麋鹿两个自然保护区,旅游资源潜力很大^[12]。可以开发成为动植物学家、地理学家、艺术家及其他游人休闲的场所,可以进行钓鱼、划船、摄影、野餐、观鸟等活动。作为活生物实验室、文化遗产地,滩涂还具有重要的科研教育功能。

1.2.2 提供动植物产品

滩涂不仅为各种生物提供栖息地和产卵地,而且还可以向人类提供各种水产品。江苏盐城滩涂上,被称为“软体黄金”的鳗鱼苗产量居全国第一,年最高捕获量曾达 15.8 t,贝类蓄藏量达 10 万 t 左右,平均渔业资源生物量为 1.364 t/km²^[12]。有些滩涂生长着丰富的植被,为人类提供大量的植物产品。崇明东滩就

长有芦苇、芦竹、札柳、丝草等滩涂植物。素有“神奇的红地毯”之称的辽河三角洲环渤海地带的盘锦红滩涂生长着大面积碱蓬草。

1.2.3 提供矿产或其他资源

部分滩涂具有丰富的矿产资源,如海盐、石油、各种金属及非金属等。目前,开发利用较多的是盐业资源和油气资源。江苏省滩涂的盐业资源非常丰富,盐田面积及原盐产量在全国占有重要地位^[13]。1998 年,江苏盐城滩涂共生产海盐 128.5 万 t,占江苏省全年海盐产量的 46.8%^[12]。

2 案例分析

2.1 世纪丘滩涂概况

上虞市世纪丘滩涂^[14]位于浙江省上虞市北端盖北镇境内,钱塘江尖山河段南岸上虞岸段,曹娥江以东的钱塘江出海口,属亚热带季风气候,季风现象显著。该滩涂为钱塘江海积平原,地理位置属于钱塘江三北地区。受杭州湾潮汐的影响,该滩涂区域潮汐属非正规半日潮,多年平均最高潮位 4.91 m,多年平均最低潮位 0.58 m,平均潮差 5.38 m。

世纪丘滩涂坡度平缓,是淤泥粉沙滩涂,无植被覆盖。滩涂浮游动物、浮游植物、潮间带生物种类均不丰富。常见的水鸟有绿翅鸭、青头潜鸭等,很少见重点保护水鸟来此栖息。附近海域的浅海渔业资源不丰富,捕获的种类和数量很少,河鳗鱼、河蟹鱼、鲢鱼苗及梭鱼苗等鱼苗已不多见。

世纪丘围涂工程位于钱塘江尖山河段南岸的上虞岸段。工程西端与上虞市九六丘相连,东端与余姚市交界,南测为上虞市七四丘。围垦项目所在地标高 3.40~4.40 m,围垦面积约 36.54 km²,围垦区域划分为西块、中块和东块。各区域具体情况见表 1。

表 1 各围区面积分布以及生产品种

Tab.1 Distribution of areas and main production in every block

围垦区域	面积(km ²)	功能区块	主要产品
西块	18.00	蔬菜种植区	萝卜、胡瓜
中块	8.07	果树经济林种植区	葡萄、杨梅
东块	10.47	水产养殖区	河虾、湖蟹

2.2 世纪丘滩涂围垦前、后服务功能的效益分析

2.2.1 生态环境功能

2.2.1.1 大气调节

滩涂围垦前,无植被覆盖,因此不具有明显的大气调节功能。

滩涂围垦后,其中 8.07 km^2 的面积用于种植果树经济林^[14]。植被的固碳包括固定 CO_2 和释放 O_2 两部分。采用市场价值法中的碳税法来计算经济林固定 CO_2 的效益,采用生产成本法计算其释放 O_2 的效益。每公顷森林每年能固碳 11.35 t , 释放 O_2 12 t , O_2 的生产成本 500 元/t ^[15], 因此经济林固碳的总经济效益达 $1.13 \times 10^7 \text{ 元/a}$ (取瑞典碳税率 150 美元/t , 汇率取 8.2), 释放 O_2 的效益达 $4.84 \times 10^6 \text{ 元/a}$, 因此, 滩涂围垦后的大气调节功能的效益达 $1.61 \times 10^7 \text{ 元/a}$ 。

2.2.1.2 水文调节

滩涂围垦项目所在地自然标高 $3.40 \sim 4.40 \text{ m}$, 高差 $h = 1 \text{ m}$, 所在区域多年平均高潮位 $h_{\max} = 4.91 \text{ m}$ ^[14], 多年平均高潮位高于项目的最高自然标高。围垦面积为 S , 则滩涂削减洪峰量 $Q = (S \times h) / 2 = 18.27 \times 10^6 \text{ m}^3$ 。采用影子工程法, 即构建蓄水量达 $18.27 \times 10^6 \text{ m}^3$ 的水库所需的投资, 估算得到其调蓄洪水的效益为 $1.22 \times 10^7 \text{ 元/a}$ (单位容积水库的建设成本按 0.67 元/a 计)。

滩涂围垦后, 果树经济林的土壤层、枯枝落叶层和林冠层都具有涵养水源功能。但由于是经济林, 枯枝落叶层较薄, 土壤主要是粉沙质土壤, 所以二者对降雨的截留均较少, 忽略不计。林冠层涵养水源的功能可以通过降雨量 Q_r 、林冠面积 A 、林冠对降雨的截留率 r 等关系来计算。滩涂所在区域的多年平均降雨量 1395 mm ^[14], 经济林林冠对降雨的截留率达 21.6% ^[16], 则水源涵养量 $Q_w = A \times Q_r \times r = 2.43 \times 10^6 \text{ m}^3$ 。再通过影子工程法, 得到经济林涵养水源的效益 $1.63 \times 10^6 \text{ 元/a}$ 。蔬菜地、果树林和虾蟹田在一定程度上也能够起到削减洪峰、蓄水的作用^[17]。其蓄水高度分别按 0.1 、 0.1 和 1 m 计, 则 3 种用地类型削减洪峰的总量达 $1.308 \times 10^7 \text{ m}^3$, 利用影子工程法, 得到其调蓄洪水的效益达 $8.76 \times 10^6 \text{ 元/a}$ 。因此, 滩涂围垦后的水文调节功能效益达 $1.04 \times 10^7 \text{ 元/a}$ 。

2.2.1.3 污染物净化

肖笃宁等^[17]人采用置换成本法得到盘锦地区湿地净化功能的价值为 $1135 \text{ 元/(ha} \cdot \text{a)}$, 由于资料限

制, 引用此数据作为世纪丘滩涂净化污染物功能的价值, 则其总价值为 $4.15 \times 10^6 \text{ 元/a}$ 。

围垦后的滩涂不具有明显的净化污染物功能。

2.2.1.4 生物栖息地

世纪丘滩涂常见的水鸟有绿翅鸭、青头潜鸭等, 并没有其他珍稀物种。根据湿地国际提供的指标^[17]及面积比例, 运用权变估值法, 估算其生物栖息地功能的效益为 $3.65 \times 10^6 \text{ 美元}$, 合人民币约 $2.99 \times 10^7 \text{ 元/a}$ 。

围垦后, 原滩涂自然生态系统将形成新的人工生态布局。天然种群的生存空间弃失, 人工种群优势明显, 原有的滩涂生态环境改变较大, 在一定程度上该滩涂为生物提供栖息地的功能也在减退。尤其是经济林和蔬菜地, 不能继续作为滩涂生物的栖息地, 但水产养殖区的部分水产品还可作为水鸟的食物来源, 因此围垦后生物栖息地效益按围垦前等面积效益的 $1/3$ 计, 即 $3.49 \times 10^5 \text{ 美元}$, 合计人民币约 $2.86 \times 10^6 \text{ 元/a}$ 。

2.2.2 社会经济功能

2.2.2.1 旅游休闲与科研教育

当地政府没有对世纪丘滩涂进行保护、建设或科研投资, 但不能否认其潜在的旅游休闲和科研教育功能。辛琨等^[3]人采用费用支出法, 估算盘锦湿地的旅游效益为 $7.9 \times 10^2 \text{ 元/(km}^2 \cdot \text{a)}$, 引用此数据作为世纪丘滩涂旅游休闲功能的效益, 则其总效益为 $2.89 \times 10^4 \text{ 元/a}$ 。根据陈仲新等^[11]人估算的我国生态系统科研文化价值为 $382 \text{ 元/(ha} \cdot \text{a)}$, 该滩涂科研功能的效益达 $1.40 \times 10^6 \text{ 元/a}$ 。

围垦后其效益均为 0。

2.2.2.2 动植物产品

该滩涂提供的水产品较少, 忽略不计。滩涂水鸟价值以数量居多的绿翅鸭和青头潜鸭的价值来计算。各种水鸟没有统一市场定价, 作者依据全国鸟类剥制标本的价格给其定价^[18], 如表 2 所示。浅滩水鸟的总效益为 $7.5 \times 10^5 \text{ 元/a}$ 。围垦前提供植物产品的效益为 0。因此围垦前滩涂提供动植物产品的效益为 $7.5 \times 10^5 \text{ 元/a}$ 。

滩涂围垦后, 水产养殖净收益按 $3.0 \times 10^5 \text{ 元/(km}^2 \cdot \text{a)}$, 蔬菜种植业收益 $1 \times 10^6 \text{ 元/(km}^2 \cdot \text{a)}$, 果树经济林收益 $2.00 \times 10^6 \text{ 元/(km}^2 \cdot \text{a)}$ 计^[19], 则围垦后提供动植物产品的净收益达 $6.55 \times 10^7 \text{ 元/a}$ 。

表 2 世纪丘滩涂水鸟资源的数量及其价值

Tab.2 Numbers of waterfowls in Shijiqiu tidal flat and their values

种类	数量(只)	单价(元)	总价值(元)	合计(元)
绿翅鸭	5 000	40	2.0×10^5	7.5×10^5
青头潜鸭	5 000	110	5.5×10^5	

图 1, 2 显示了世纪丘滩涂围垦前、后各功能效益占总效益的百分比。图 3 比较了滩涂围垦前、后的生态环境效益、社会经济效益以及总效益。

2.3 结果与讨论

由图 1, 2, 3 可知, 滩涂围垦前, 生态环境功能效益达 4.63×10^7 元/a, 社会经济功能效益达 2.18×10^6 元/a, 分别占总效益的 95% 和 5%, 主要表现在生物

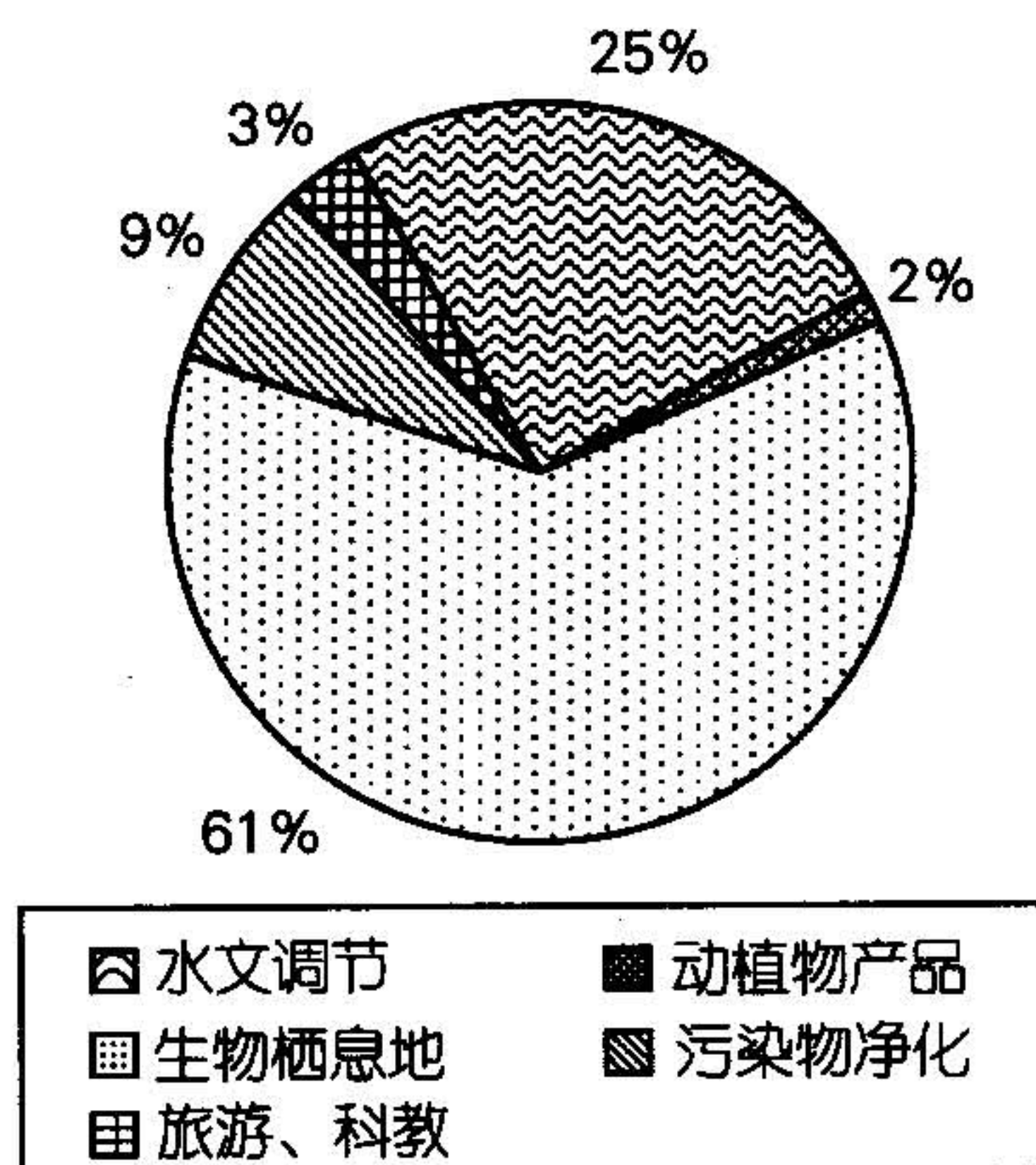


图 1 世纪丘滩涂围垦前各效益所占比例

Fig. 1 Percent of benefits of the flat before reclamation

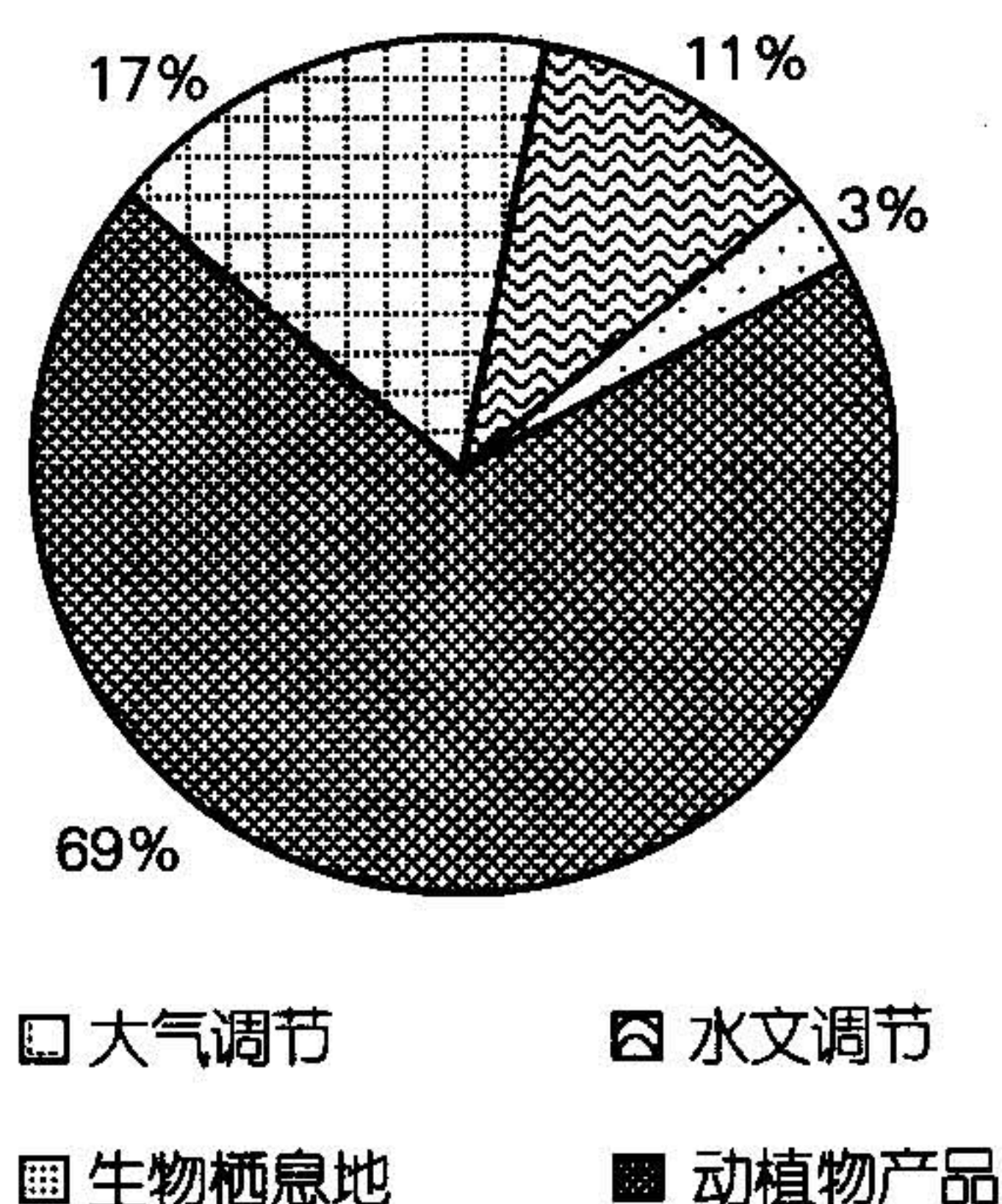


图 2 世纪丘滩涂围垦后各效益所占比例

Fig. 2 Percent of benefits of the flat after reclamation

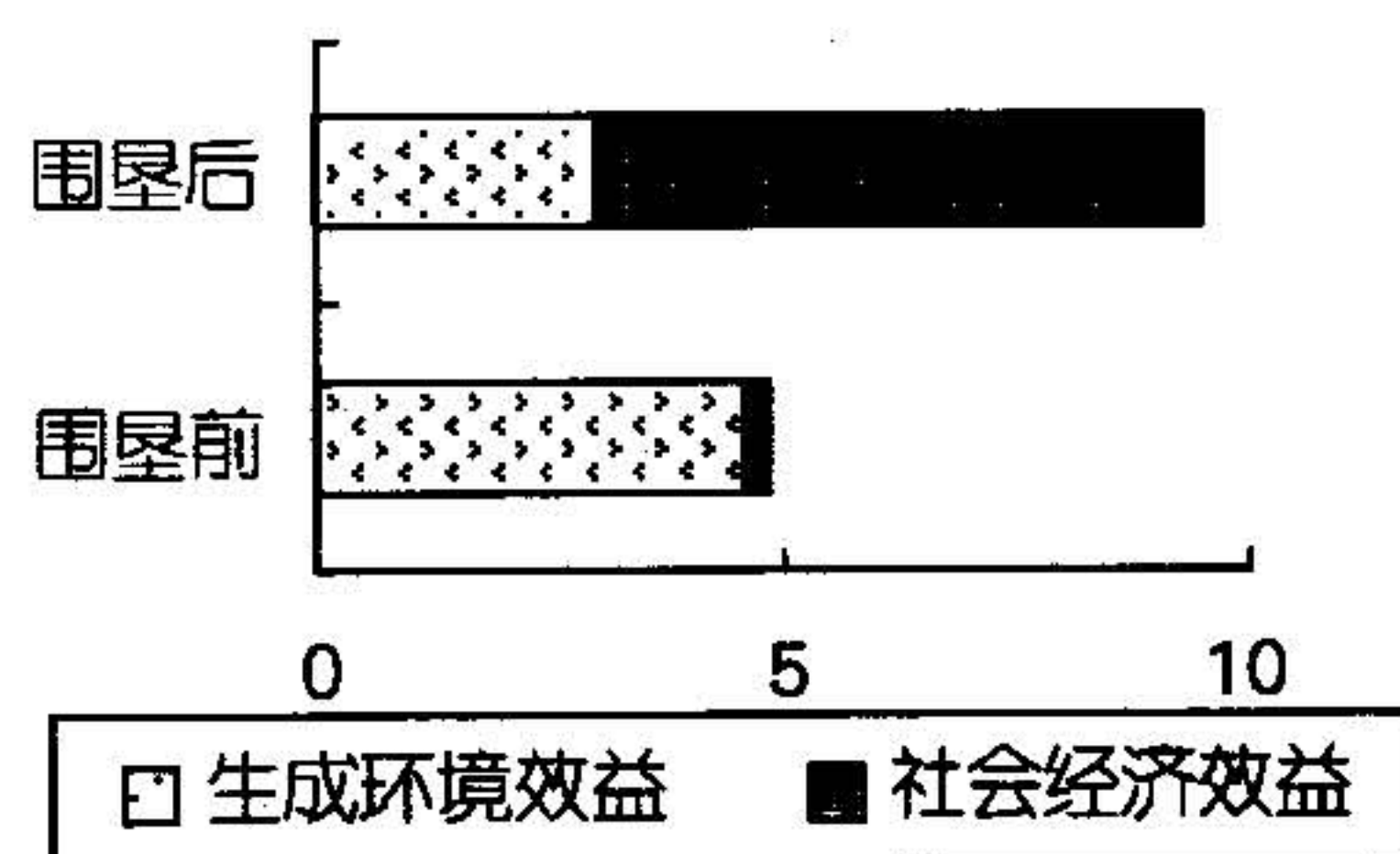


图 3 世纪丘滩涂围垦前后生态环境与社会经济效益的比较

Fig. 3 Comparison of benefits of the tidal flat before and after the reclamation

栖息地、水文调节方面; 围垦后, 生态环境功能效益达 2.94×10^7 元/a, 下降至原效益的 63%, 社会经济功能效益达 6.55×10^7 元/a, 上升至原效益的 30 倍, 二者分别占总效益的 31% 和 69%, 主要表现在提供大量的动植物产品方面。围垦后较围垦前总效益增加了 1.96 倍。

可见, 世纪丘滩涂围垦后, 其服务功能类型的多样性有所减少, 生态环境服务功能效益下降幅度很大, 但社会经济服务功能效益显著提高, 主要表现在滩涂围垦后提供大量的动植物产品方面, 总效益则有所增加, 这也是滩涂围垦的原因之一。因此, 准确、客观地评价滩涂围垦前、后服务功能效益的变化可以为滩涂资源合理开发提供科学依据。

参考文献:

- [1] 陈仲新, 张新时. 中国生态系统效益的价值 [J]. 科学通报, 2000, 45(1): 17-22.
- [2] 肖玉, 谢高地, 安凯. 莽措湖流域生态系统服务功能经济价值变化研究 [J]. 应用生态学报, 2003, 14(5): 676-680.
- [3] 辛琨, 肖笃宁. 盘锦地区湿地生态系统服务功能价值估算 [J]. 生态学报, 2002, 22(8): 1339-1343.
- [4] 崔保山, 杨志峰. 吉林省典型湿地资源效益评价研究 [J]. 资源科学, 2001, 23(3): 55-61.
- [5] 谢高地, 鲁春霞, 肖玉, 等. 青藏高原寒草地生态系统服务价值评估 [J]. 山地学报, 2003, 21(1): 50-55.
- [6] 高清竹, 何立环, 黄晓霞, 等. 海河上游农牧交错地区生态系统服务价值的变化 [J]. 自然资源学报, 2002, 17(6): 707-713.
- [7] 徐俏, 何孟常, 杨志峰, 等. 广州市生态系统服务功能价值评估 [J]. 北京师范大学学报(自然科学版), 2003, 39(2): 268-272.
- [8] 许健民. 黄河三角洲(东营市)湿地评价与可持续利用研究 [D]. 中国农业科学院, 2001.
- [9] French P W. Coastal and estuarine management [M]

- London: Routledge, 1997. 47 - 48.
- [10] Heungdong L. Wetland[DB/OL]. <http://www.incheon.go.kr/wetland/eng/about/general>, 2003 - 10 - 08.
- [11] 郭福平. 盐城自然保护区 [EB/ OL] . <http://www.sedu.org.cn/base/banutare/1025771172.shtml>, 2003 - 10 - 08.
- [12] 王资生, 阮成江, 郑怀平. 盐城滩涂资源特征及可持续利用对策 [J]. 海洋通报, 2001, 20(4): 64 - 69.
- [13] 于水. 江苏省滩涂资源可持续利用研究 [J]. 华东经济管理, 2003, 17(1): 19 - 21.
- [14] 浙江省环境保护科学研究院. 上虞世纪丘治江围涂工程环境影响报告书 [R]. 杭州: 浙江省环境保护科学研究院, 2003.
- [15] 杨琼, 陈章和, 沈鸿标. 白云山森林生态系统间接经济价值评估 [J]. 生态科学, 2002. 21(1): 72 - 75.
- [16] 邓坤枚, 石培礼, 谢高地. 长江上游森林生态系统水源涵养量与价值的研究 [J]. 资源科学, 2002, 24(6): 68 - 73.
- [17] 肖笃宁, 胡远满, 李秀珍. 环渤海三角洲湿地的景观生态学研究 [M]. 北京: 科学出版社, 2001. 368 - 389.
- [18] 鸟类剥制标本(全国参考价) <http://www.specimens>.
- [19] 浙江省围垦局勘测设计所. 浙江省滩涂围垦总体规划报告[R]. 杭州: 浙江省围垦局勘测设计所, 1999.

Benefits analysis of tidal flat functions before and after reclamation—a case of Shijiqu tidal flat

LI Zhan - ling, CHEN Fei - xing, LI Zhan - jie, TANG Xi

(School of Environment, Beijing Normal University, State Key Joint Laboratory of Environmental Simulation and Pollution Control, Beijing 100875, China)

Received: Apr., 26, 2004

Key words: tidal flats; function; reclamation; benefit analysis

Abstract: Large-scale tidal flat reclamation will cause detrimental environmental changes and related problems. It decreases the environmental quality by neutralizing benefits associated with tidal flats-coastal protection, waste neutralization, and wildlife habitats which are related directly to the amount of tidal flat loss. Tidal flats are of great functions and high benefits. It is necessary to have an all-sided evaluation before and after the flat changed from natural ecosystem to man-made one. The purpose of this study was analyzing various functions of tidal flat and calculating the benefits of these functions using substitute expense method, travel cost approach and direct-market price method and so on, with the example of Shijiqu Tidal flat. Tidal flat had both eco-environmental and social-economic functions. The former included microclimatic stabilization, hydrologic regulating, waste purification and habitat offering, and the latter included recreation, research and education providing, animal and plant products supply and mine resources supply. Before the reclamation, the benefits of eco-environmental and social-economic functions of Shijiqu Tidal flat accounted for 95% and 5% of the total one, respectively, and the functions of habitat offering and hydrologic regulating were very remarkable; After the reclamation, the benefit of eco-environmental functions dropped 63%, but social-economic functions' benefit increased drastically to 30 times, mainly in offering large quantity of animal and plant products supply, and the total one enhanced as a result. The proportion of the benefits accounted for 31% and 69%, respectively. Therefore, evaluation of functions of Shijiqu tidal flats could be regarded as environmentally friendly practices in planning and design and was very helpful for local government to make a proper plan.

(本文编辑:刘珊珊)