

文章编号: 1004- 4574(2011) 03- 0120- 05

乐清湾湿地生态服务功能及价值测算

宋国利¹, 臧淑英², 梁 熠¹, 王 奇¹

(1. 温州大学 生命与环境科学学院 浙江. 温州 325035; 2. 哈尔滨师范大学 地理信息系统实验室, 黑龙江 哈尔滨 150080)

摘 要: 湿地是具有多功能的独特的生态系统, 对其生态服务功能进行评价, 可为管理和保护湿地提供科学的依据。以乐清湾湿地为研究对象, 采用市场价值法、替代费用法、碳税法与工业制氧影子法、机会成本法、权变估算法及专家评估法对该湿地生态服务功能进行了价值测算。经计算, 乐清湾湿地生态服务功能总价值为 67. 63 亿元/年。其中直接使用价值为 47. 75 亿元/年, 间接使用价值为 19. 06 亿元/年, 非使用价值为 0. 83 亿元/年。该项研究可为湿地资源的开发规划提供参考。

关键词: 湿地; 生态服务功能; 价值测算; 乐清湾

中图分类号: X171

文献标志码: A

Ecological service function and value estimation of the Yueqing Bay Wetland

SONG Guo-li¹, ZHANG Shu-ying², LIANG Yi¹, WANG Qi¹

(1. The School of Life and Environmental Science, Wenzhou University, Wenzhou 325035, China

2. Laboratory of Geographic Information System, Harbin Normal University, Harbin 150080, China)

Abstract The wetland has its unique ecosystem with multi-functional and the evaluation of its ecological service function may provide a scientific basis for its management and protection. This paper taking Yueqing Bay wetland as a case and by adopting the market value method, market surrogate method, carbon tax and industrial manufacturing oxygen shadow method, opportunity cost method, tact evaluation method and expert valuation method, estimates the value of the wetland ecosystem and its service function. The estimated total value of the wetland ecosystem service function is RMB 6. 763 billion yuan/a, in which the direct usable value is RMB 4. 775 billion yuan/a, the indirect usable value is RMB 1. 906 billion yuan/a and the unusable value is RMB 0. 83 billion yuan/a. This study provides a reference to development and planning of the wetland resource.

Key words wetland; ecological service function; value estimation; Yueqing Bay

湿地是指地表为浅水覆盖或者其水位在地表附近变化, 地表过湿或常年积水, 生长着湿地植物的地区, 它也是世界面积最大、分布面积最广泛、生产力最高的景观类型之一。湿地生态系统是开放水域与陆地之间过渡性的生态系统, 它兼有水域和陆地生态系统的特点, 具有其独特的功能和结构。湿地是自然界最富生物多样性的生态景观和人类最重要的生存环境之一, 在蓄洪抗旱、调节气候、控制土壤侵蚀、促淤造泥、降解环境污染等方面起着极其重要的作用。湿地还是一个丰富的遗传基因库, 每年提供的服务功能价值相当于 4. 9

收稿日期: 2010- 03- 21 修回日期: 2010- 12- 25

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (40871082)

作者简介: 宋国利 (1953-), 男, 教授, 主要从事环境风险评价与环境信息系统研究

通讯作者: 王奇, 副教授. E-mail: victor527@ 126. com

万亿美元, 占全部生态系统的 14%, 占全球自然资源总价值的 45%^[1-2]。健康的湿地生态系统, 是国家生态安全体系的重要组成部分和经济社会可持续发展的重要基础。

1 研究区域概况

乐清湾是浙江省四大海湾之一, 位于浙江南部沿海, 温州市瓯江口北侧。其西部隶属于温州市乐清市, 北部和东部分属于台州市的温岭市和玉环县。地理坐标在 27°59'09" N - 28°24'26" N、120°57'55" E - 121°17'09" E 之间, 是一个呈葫芦状的半封闭性海湾。该地区土地资源共有 83 939 56hm², 包括乐清沿岸的乐清市 45 718hm² 和温岭市 11 111. 87hm², 玉环海岛县现已与楚门半岛陆连构成乐清湾东 27 109 69hm²。

乐清湾岸线以下总面积 463. 6km², 流域总面积约 1 470km²。流域多年平均径流量约 10 310 4亿 m³。有 30 余条山溪性河流注入乐清湾, 并在各主要河溪口门地段形成大小不等的小平原。本海湾没有大的陆地径流注入, 属于纯海洋性海湾。但溪流较多, 盐度受径流影响也颇明显

2 研究方法

本研究所采用的是 2008 年 4 月 Landsat5 TM 遥感影像为基础资料, 并结合实地调查数据、行政区划图和其它相关资料进行分析研究。首先在 ERDAS MAG NE9 0 软件下进行遥感影像的预处理; 然后利用研究区的 1: 50 000 数字地形图, 在 GIS 软件的环境下对影像进行几何校正; 确定好研究范围、分类系统和遥感解译标志; 在 GIS 软件平台中对各种湿地类型进行人工目视解译。并结合实地调查数据和统计年鉴、经济发展规划等相关资料进行分析研究。

近年来, 许多学者对生态系统功能的价值进行了研究^[1-4], 对湿地生态系统服务功能进行价值评估, 使其在市场经济的大环境下, 受市场规律调节是非常重要的。由于其空间异质性和评价过程的复杂性, 成为了研究的难点与热点^[5-8]。本文根据乐清湾湿地生态系统服务功能种类的不同, 选择不同的评价方法, 见表 1。

表 1 乐清湾湿地生态服务功能价值评价方法
Table 1 Value-evaluation method of ecosystem service function for Yueqing Bay wetland

服务功能	评价方法	服务功能	评价方法
物质生产	市场价值法	水质净化	替代费用法
生物多样性	机会成分法	调节大气组分	碳税法 and 工业制氧法
旅游休闲	市场价值法	削浪护岸和抵御风暴	专家评估法
科研文化	权变估算法		

3 乐清湾湿地生态服务功能及其价值估算

采用 2008 年 4 月 Landsat5 TM 遥感影像为基础数据源, 经人机交互解译得到乐清湾湿地类型与水域面积, 有浅海水域、河口水域、滩涂等天然湿地, 也有养殖水域、池塘、沟渠、水田等人工湿地。乐清湾(乐清段)湿地类型及面积见表 2。

3.1 物质生产价值估算

该功能采用市场价值法评估。乐清湾湿地物质产品主要包括鱼类、贝类、甲壳类(虾蟹)和稻米。

计算公式为

$$L = L_1 + L_2 + L_3 + L_4.$$

其中, L 代表物质产品生产价值(元), L₁ 代表鱼类的价值(元), L₂ 代表贝类的价值(元), L₃ 代表甲壳类(虾蟹)的价值(元), L₄ 代表稻米的价值(元)。L₁, L₂, L₃, L₄ 的计算公式分别是

$$L_{1, 2, 3, 4} = A \times T.$$

其中: A 代表单位价格(元), T 代表产量(t)。

表 2 乐清湾湿地生态系统类型
Table 2 Classification of Yueqing Bay wetland ecosystem

湿地生态系统类型	面积 /hm ²	湿地生态系统类型	面积 /hm ²
浅海水域	6 469. 2	河口水域	1 907. 9
河流	3 793. 3	滩涂	13 768. 2
养殖区	1 584. 1	水田	20 990
池塘	116. 9	沟渠	40. 4
互花米草	159. 9	红树林	10

鱼类价值: 2008年乐清湾淡海水养殖业鱼类产量达 3 383t 按当年市场价格, 鱼类平均为 9元 /kg 则乐清湾鱼类价值为 0 34亿元。

贝类价值: 2008年乐清湾养殖贝类产量为 60 424t 按市场价格, 贝类平均价格为 10元 /kg 则乐清湾贝类价值为 6 04亿元。

甲壳类(虾蟹)价值: 2008年乐清湾养殖甲壳类(虾蟹)产量 4 562t 按当年市场价格, 甲壳类(虾蟹)平均价格为 28元 /kg 则乐清湾甲壳类(虾蟹)价值为 1 28亿元。

稻米价值: 2008年乐清湾水稻产量为 146 806t 按当年稻米市场价格 1 65元 /kg 则乐清湾稻米价值为 2 42亿元。

乐清湾湿地的物质生产总价值为鱼类、贝类、甲壳类(虾蟹)和稻米总价值之和, 总计 10 18亿元。

3.2 水质净化价值估算

湿地水质的功能主要在于净化水质, 其功能价值可采用替代费用法来评估。相应的计算公式如下:

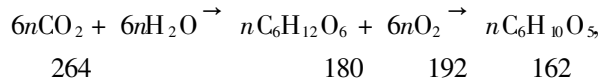
$$L = C_i \times V_i$$

其中, L 表示净化水质的价值; C_i 为单位污水处理成本; V_i 为湿地每年接纳周边地区的

污水量。乐清市每年的污水排放量为 6 082 2t 其中工业污水 322 5万 t 生活污水为 5 759 7万 t。目前国家污水处理厂采用二级处理投资成本为: 1 600~ 3 300元 /10⁴t(包括吨水投资成本、吨水运行成本、吨水污泥处理投资成本、吨水污泥运行费用等), 取其平均值 2 450元 /10⁴t。从而得到每年乐清湾湿地净化水质而产生的价值为 0 15亿元 /a。

3.3 调节大气组分功能价值估算

湿地调节大气组分功能主要表现为固定 CO₂和释放 O₂功能。此功能使用碳税法和工业制氧影子价格法评估。根据光合作用方程式, 即:



推算出每形成 1g干物质, 需要 1 63g CO₂, 释放 1 19g O₂。计算公式为:

$$L_i = C \times P_c + O \times P_o.$$

式中: L_i 代表固定 CO₂和释放 O₂价格; C 代表固碳量; P_c 为国际通用碳税率和我国造林成本的平均值; O 为释放氧气的量; P_o 为工业制氧的价格。

乐清湾湿地主要植物总量为 249 569t/a 按照湿地植物干湿比 1: 20 计算出每年湿地植物吸收 CO₂20 340t 折合纯碳为 5547t 释放 O₂14 849t 前者利用国际通用碳税率 150美元 /t和我国造林成本人民币 250元 /t的平均值人民币 725元 /t(人民币汇率按 1: 6 85美元算), 计算出乐清湾湿地固定 CO₂的价值为 0 034亿元 /a。后者按工业制氧价格 400元 /t计算出释放 O₂价值为 0 051亿元 /a。从而得出乐清湾湿地调节大气组分功能价值为 0 085亿元 /年。

3.4 削浪护岸和抵御风暴功能价值估算

乐清湾湿地的岸滩及红树林有削浪护岸和抵御风暴功能^[9]。乐清湾湿地的削浪护岸和抵御风暴功能价值使用专家评估法来评估。根据 Ledoux L研究成果^[4], 岸滩防御风暴潮的价值为 9 140~ 30 760美元 /hm², 取其平均值 19 950美元 /hm², 本文认为具有此功能的湿地类型为滩涂, 乐清湾湿地滩涂面积为 13 768 2hm²; 从而得出岸滩防御风暴潮的功能价值为 18 81亿元 /a (人民币汇率按 1: 6 85美元算)

红树林湿地的削浪护岸和抵御风暴功能价值采用 Costanza等^[11]的研究成果 1 839美元 /hm², 乐清湾的红树林湿地主要集中在西门岛, 根据资料统计岛上红树林面积为 10hm²。从而得出红树林湿地的削浪护岸和抵御风暴功能价值为 0 001亿元 /a。(人民币与美元汇率按 1: 6 85算)乐清湾湿地总的削浪护岸和抵御风暴功能价值为 18 81亿元 /a。

3.5 旅游休闲功能价值估算

旅游休闲功能使用市场价值法评估。据统计, 2008年乐清市湿地旅游游客 400万余人次, 湿地旅游总产值为 36 7亿元。

3.6 生物多样性功能价值估算

生物多样性功能使用机会成本法评估。其计算公式如下:

$$L = A \times S.$$

式中: L 代表生物多样性价值 (元), A 代表单位面积湿地的生物多样性价值 (元 / hm^2), S 代表湿地面积 (hm^2)。

按 Robert Costanza 等^[1]对全球湿地生物多样性的价值估计为 439 美元 / hm^2 , 本文认为乐清湾湿地提供此功能的面积为 27 692.6 hm^2 (不包括水田、池塘和沟渠)。从而得出乐清湾湿地生物多样性功能的价值为 0.83 亿元 / a (人民币与美元汇率按 1:6.85 算)

3.7 科研文化功能价值估算

对科研文化功能的价值往往利用科研投资或科研者的实际花费来估算, 然而要准确估算科研文化价值是非常困难的, 因为科学研究的经济效益不明显, 而且短期内难以见效, 尤其是基础研究, 研究结果对人类的作用本身就难以估算, 同时投资力度往往受各方面人为因素的限制, 例如本地区的经济发展形式、研究基础、研究队伍等等。由于国内在乐清湾湿地开展科研工作起步较晚, 还没有形成较为理想的科研规模, 因此本文综合全球和全国科研价值评估标准进行权变估值。计算公式如下:

$$L = I_i \times S.$$

式中: L 为科研文化价值量 (元 / a), I_i 为单位湿地科研文化效益 (元 / hm^2), S 为乐清湾湿地面积 (hm^2)。

根据国内外生态系统效益的价值的估算研究, 我国湿地生态系统的科研文化价值为 382 元 / hm^2 , 全球湿地生态系统的科研文化价值为 861 美元 / hm^2 , 取二者的平均值 3 139 元 / hm^2 (人民币汇率按 1:6.85 美元算), 作为乐清湾湿地的科研价值。乐清湾湿地提供此功能的面积为 27 692.6 hm^2 (不包括水田、池塘和沟渠), 从而得出乐清湾湿地科研文化价值为 0.87 亿元 / a。乐清湾湿地生态系统服务功能见表 3。

4 结果与讨论

根据乐清湾湿地生态系统服务功能价值评价的结果, 乐清湾湿地生态系统服务功能总价值为 67.63 亿元, 其中直接使用价值为 47.75 亿元, 占总价值量的 70.59%, 由此可以看出乐清湾湿地的直接使用价值巨大; 间接使用价值为 19.05 亿元, 占总价值量的 28.18%, 在乐清湾湿地中占相当大的比重; 非使用价值为 0.83 亿元, 占总价值量的 1.23%, 也具有一定的价值。在所有价值类型中, 旅游休闲、

削浪护岸抵御风暴、物质生产等显的尤为突出, 体现了乐清湾湿地的经济及旅游价值。

在直接使用价值中, 旅游休闲价值为 36.7 亿元, 占直接使用价值的 76.86%, 随着人民生活水平的逐渐提高, 人们越来越注重审美情趣。目前乐清市滨海旅游已经起步, 并发展到了一定规模, 但滨海旅游总体发展潜力有待于进一步的发挥和挖掘。加强提升滨海旅游品牌, 加大滨海景区建设规模, 发展体现滨海特色、生态休闲、渔家风情的滨海旅游产业体系; 乐清湾湿地的物质生产价值为 10.81 亿元, 占直接使用价值的 22.64%, 表明了乐清湾湿地生产力价值很高, 由于土地利用和洪涝灾害等因素的影响, 目前, 乐清湾湿地生产潜力还不能充分发挥, 通过植树造林、水利设施建设等措施的实施, 对退化的土地进行改良, 其湿地的

生产能力将进一步提高, 为身会提供更多的物质产品; 科研文化价值为 0.87 亿元, 占直接使用价值的 1.82%, 乐清湾已建成西门岛海洋特别保护区, 该保护区内有大量珍稀水鸟。然而科研工作起步较晚, 没有形成理想的科研规模。应积极筹建海洋特别保护区, 加强生物资源和生态环境的保护, 维持乐清湾海洋生物资源的可持续利用。占间接使用价值的 0.79%, 目前, 乐清湾湿地水质良好, 在间接使用价值中, 水质净化功能价值为 0.15 亿元, 净化水质功能较强。随着区域经济的逐渐发展, 整体污染正在加剧, 水体富营养化趋势越来越明显。因此, 应该对入湾污染物实施严格的总量控制, 加快工业废水和城市生活污水处理能力, 加强污染治理力度, 维护湿地的水质净化功能; 调节大气组分功能价值为 0.09 亿元, 占间接使用价值的 0

表 3 乐清湾湿地生态系统服务功能价值评估价值表

Table 3 Evaluation of service function value of Yueqing Bay wetland ecosystem 亿元

价值类型	生态功能	价值
直接使用价值	物质生产	10.18
	旅游休闲	36.7
	科研文化	0.87
	水质净化	0.15
间接使用价值	调节大气组分	0.09
削浪护岸和抵御风暴		18.81
非使用价值	生物多样性	0.83
总经济价值		67.63

47%, 对区域的空气质量的改善起着重要的作用, 乐清湾湿地尚有大面积的宜林地尚未利用, 应该加强本区域的植树造林力度, 加大吸收 CO_2 和释放 O_2 的数量, 进一步改善乐清湾湿地区域的空气质量和增加其调节气候的价值; 削浪护岸和防御风暴价值为 18.81 亿元, 占间接使用价值的 98.74%, 对削减风浪, 保护岸堤, 保障沿岸居民生命安全起到积极作用。

参考文献:

- [1] Robert C, Ralph D, Rudol G D, et al The value of the world's ecosystem services and natural capital [J]. *Nature*, 1997, 387: 253–260.
- [2] Hein L, van Koppen K, de Groot R S, et al Spatial scales, stakeholders and the valuation of ecosystem services [J]. *Ecological Economics*, 2006, 57 (2): 209–228.
- [3] Woodward R T, Wu Y S. The economic value of wetland services: a meta-analysis [J]. *Ecological Economics*, 2001, 37 (2): 257–270.
- [4] Ledoux I, Turner R K. Valuing ocean and coastal resources: a review of practical examples and issues for further action [J]. *Ocean & Coastal Management*, 2002, 45: 583–616.
- [5] 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): 189–196.
- [6] 刘晓辉, 吕宪国, 姜明, 等. 湿地生态系统服务功能的价值评估 [J]. *生态学报*, . 2008, 28(11): 189–196.
- [7] 石晓丽, 王卫. 生态系统功能价值综合评估方法与应用——以河北省康保县为例 [J]. *生态学报*, . 2008, 28(8): 1399–4006.
- [8] 姚卫浩, 苏纯华, 陈彬. 湿地生态系统服务功能价值评估研究进展 [J]. *水土保持研究*, 2009, 16(3): 245–249.
- [9] 宋国利, 臧淑英, 钟婷婷. 温州市乐清湾土地利用的生态风险——基于 RS 和 GIS 的分析 [J]. *自然灾害学报*, 2010, 19(6): 75–84.