

三垟湿地生态系统服务功能及其价值

王 伟, 陆健健*

(华东师范大学河口海岸国家重点实验室, 上海 200062)

摘要:温州三垟湿地是由古海涂演变成的城市近郊河网湿地, 随着城市化及温州的经济发展, 人类活动干扰越来越强烈, 水质恶化, 生物多样性低下, 生态系统严重退化。将湿地生态系统服务功能及价值进行了分类, 提出了理论服务价值与现实服务价值的概念, 并在此基础上筛选出三垟湿地可计算的核心服务功能。计算出水质净化的理论服务价值为 23800 元/($\text{hm}^2 \cdot \text{a}$), 现实服务价值为 -7038 元/($\text{hm}^2 \cdot \text{a}$); 大气调节的理论服务价值为 6608 元/($\text{hm}^2 \cdot \text{a}$), 现实服务价值为 398.2 元/($\text{hm}^2 \cdot \text{a}$), 现实服务价值都远远低于理论上可以达到的价值, 并由此得出提高初级生产和增强水质净化能力是三垟湿地生态恢复的首要目标, 而理论价值的估算值, 可作为区域生态恢复的指标。

关键词:湿地生态系统服务功能; 服务功能价值; 三垟湿地

Ecosystem services and their value of Sanyang Wetland

WANG Wei, LU Jian-Jian* (State Key Laboratory of Estuarine and Coastal Research, East China Normal University, Shanghai 20062, China). *Acta Ecologica Sinica*, 2005, 25(3): 404~407.

Abstract: As more and more wetland ecosystems degraded, studies on wetland ecosystem services and their value became a hot-spot issue in recent years. The aim of this study is to explore a new classification of ecosystem services, and discuss questions about modes and objectives of valuation of ecosystem services for Sanyang Wetland.

Basing on the former studies, wetland ecosystem services are classified into two catalogues in the paper: the value of natural resources and the value of humanities. The value of natural resources included matter value (including food, material, etc.), ecosystem processes value (including water filtering, gas regulation, etc.) and habitats value. The value of matter and ecosystem processes could be evaluated directly or indirectly, but up to now there are not recognized methods to evaluate the value of habitats and humanities. A hypothesis was set up in the paper to find the differences of ecosystem services: theoretical value and exist value. Assuming a ecosystem had perfect structure and processes, whose ecosystem services value is named theoretical value; accordingly, the ecosystem service value of an actual ecosystem is exist value.

Sanyang Wetland is a river-net-type wetland near Wenzhou city with lower biodiversity and contaminated water. Basing on the urban master plan of Wenzhou from 2003 to 2020, water filtering, gas regulation, habitats and humanities were recognized as the four top-drawer ecosystem services of Sanyang Wetland, and the value of the two former issues are calculable. The result showed that the theoretical value and exist value of water filtering are 23 800 RMB/($\text{hm}^2 \cdot \text{a}$) and -7038 RMB/($\text{hm}^2 \cdot \text{a}$) respectively; and the theoretical value and exist value of gas regulation are 6608 RMB/($\text{hm}^2 \cdot \text{a}$) and 398.2 RMB/($\text{hm}^2 \cdot \text{a}$) respectively. The exist value of top-drawer ecosystem service is lower than the theoretical value dramatically, which is relate to the destruction of the structure and functions of wetland ecosystem resulting from human activities. Boosting primary productivity and improving the function of water filtering are the chief goals of ecological restoration of Sanyang Wetland, and the theoretical value could be a criterion to check the effect of restoration.

It is suggested that if the essential purpose of study on ecosystem services is to serve decision-making, it is needless to

基金项目: 973 国家重点基础研究发展计划资助项目(2002CB412406); 上海市重点学科建设资助项目

收稿日期: 2004-05-13; **修订日期:** 2005-01-10

作者简介: 王伟(1977~), 女, 山东莱芜人, 博士生, 主要从事湿地生态学研究。

* 通讯作者 Author for correspondence. E-mail: jjlu@sklec.ecnu.edu.cn

Foundation item: Under the Auspices of the Project of 973 (No. 2002CB412406); Shanghai Priority Academic Discipline

Received date: 2004-05-13; **Accepted date:** 2005-01-10

Biography: WANG Wei, Ph. D. candidate, mainly engaged in wetland ecology. E-mail: naturegg@sina.com

evaluate all ecosystem services of a region accurately and roundly, and the valuation of several top-drawer ecosystem services is sufficient.

Key words: wetland ecosystem services; valuation; Sangyang Wetland

文章编号:1000-0933(2005)03-0404-04 中图分类号:Q143 文献标识码:A

生态系统服务的功能分类和价值分类,是生态系统服务研究的一项重要内容,Costanza^[1],Daily^[2],Norberg^[3],欧阳志云^[4,5],孙刚^[6],童春富^[7],张明军^[8]等人也都曾对其分类提出了不同的观点,但目前还没有形成全面、系统的分类理论。总结目前国内有关某一湿地生态系统服务功能价值的研究报道^[9~14],也多是引用某些公式的重复计算。本文在前人研究基础上,提出关于湿地生态系统服务功能及价值的新的分类体系,并提出理论服务价值与现实服务价值的概念,在此基础上以温州三垟湿地为例,筛选其可计算的生态系统服务核心功能,分别对其理论价值与现实价值进行估算,以此指导区域湿地生态系统管理。

1 研究地区自然概况与研究方法

1.1 自然概况

温州三垟湿地位于瓯江入海口沿岸,地处温州市区东南角,紧邻大罗山,是由古海涂演变成的河网湿地,现由 161 座“岛屿”状的田块组成,面积约 11.41km²,其中水域面积 3.31km²,占整个湿地面积达 29.1%,陆地面积占 70.9%(彩图 1)。

三垟湿地作为一块典型的城市近郊湿地,开发历史悠久,现用地主要为建筑用地和农业生产用地,后者约占陆地总面积的 85%左右,瓯柑(*Citrus reticulata* var. *suavissima*)为绝对优势植物,占农业生产用地的 57%左右,其他植物主要为蔬菜和农田杂草;陡岸,基本无水生植物生长;水质整体为劣 V 类,富营养化程度严重,靠近山脚部分污染相对较轻,约占区域总面积 30%左右;底栖动物多样性单调,食物链简单;淡水鱼类种类较少,以人工养殖的经济鱼类为主,野生鱼类少见;鸟类栖息地功能基本丧失。

1.2 研究方法

1.2.1 定性分析 将湿地生态系统服务的功能及价值进行分类,提出理论服务价值与现实服务价值的概念,并筛选三垟湿地生态系统服务的核心功能。

1.2.2 定量分析 对三垟湿地生态系统服务的核心功能的理论价值与现实价值分别进行估算。根据植物净初级生产力计算公式:

$$M = P \times \sum Qd/q$$

式中, M 为单位面积初级生产力; P 为光能利用率; $\sum Qd$ 为太阳总辐射; q 为单位干物质含能量。则理论上区域单位面积初级生产力 M 为 $1.12 \times 10^4 \text{kg}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$ 。

以人工去处相同数量污染物的成本来计算水质净化价值,大气调节价值包括植物固碳价值和产氧量价值,分别应用造林成本法和工业制氧影子价格法进行计算^[9]。

2 结果与分析

2.1 湿地生态系统服务功能及其价值分类

可以将 Costanza 等人提出的 17 项生态系统服务功能归为两大部分:自然资产价值与人文价值,其中自然资产价值下面又分为物质价值(指生态系统为人类提供的产品,包括食品、原材料等的价值)、过程价值(指生态系统过程所产生的功能价值,包括水质净化、大气调节等价值)和适栖地价值(即生物多样性价值),人文价值包括科研、教育、旅游等(图 1)。

湿地生态系统提供物质产品的功能最早被人类认识和利用,其价值可以通过市场价值法直接计算;随着环境保护产业的兴起,过程价值也是可以间接计算的,如通过生物对 N、P 的吸收量计算湿地的水质净化功能(净水量),与建设污水处理厂的建设费、运行费等进行比较,可间接得到湿地水质净化的价值;生物多样性价值和人文价值虽然非常重要,但目前尚无为众人所统一接受的计算方法,在一定程度上,可通过物质价值和过程价值的计算结果对其加以推断。

2.2 生态系统服务功能的理论价值与现实价值

以一个区域理论上可以达到的生态系统的结构和功能为标准,其所能提供的生态系统服务的价值即称之为理论服务价值;对应的,现实情况下此生态系统所提供的服务价值称为现实服务价值。对理论服务价值与现实服务价值的比较,可在一定程度上作为湿地生态系统退化程度的一个诊断指标,同时,理论服务价值可作为生态恢复和重建的标准。

2.3 三垟湿地生态系统服务的核心功能及价值评估

依据本文提出的湿地生态系统服务功能及其价值的分类系统,三垟湿地生态系统服务功能包括物质价值(主要为物质生产和水源供给价值),过程价值(主要为水质净化、大气调节和水分调节价值),适栖地价值(生物多样性)和人文价值。

作为一块城市近郊湿地,三垟湿地在温州市 2003~2020 年的城市总体规划中定位为城市居民休闲康体中心,以改善城市生态环境为主要目标,因此,水质净化、大气调节、生物多样性和旅游休闲价值应该是三垟湿地生态系统服务的核心功能,而其

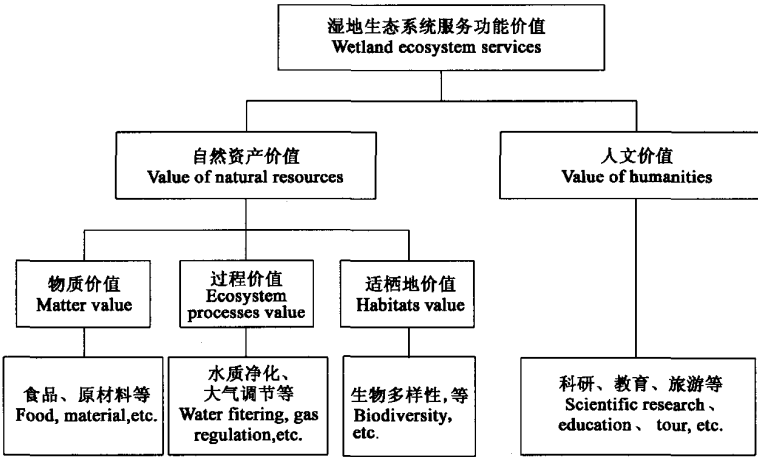


图 1 湿地生态系统服务功能及其价值分类
Fig. 1 Classification of wetland ecosystem services and their value

中水质净化和大气调节的价值是可以间接计算的。

2.3.1 理论服务价值 理论上水域水生植物覆盖率可达 30%，70%以藻类生长为主，鱼类以藻类为食，根据“十分之一定律”可计算其生产量，根据上文提到方法，由此计算得出三垱湿地水质净化功能的理论服务价值为 23 800 元/(hm²·a)，大气调节价值为 6608 元/(hm²·a)。

2.3.2 现实服务价值

(1)水质净化 而现实情况下，三垱湿地果品含氮量为 0.24%，含磷量为 0.05%，由于人工施肥的氮磷吸收率通常只有 30%，70%通过淋溶进入水体，则由于施肥而排入水体的氮磷量 N_1 为 1.37×10^4 kg/a， P_1 为 6.07×10^3 kg/a，由此造成的价值损失 $P_{(N_1, P_1)}$ 为 -5456 元/(hm²·a)；根据区域水质，渔业生产量约为理论的 30%，基本依靠人工投饵，由于渔业生产而进入水体的氮磷量 N_2 为 3.15×10^4 kg/a， P_2 为 1.76×10^3 kg/a，同样，由此造成的损失 $P_{(N_2, P_2)}$ 为 -1582 元/(hm²·a)。因此，三垱湿地水质净化功能的现实服务价值为 -7038 元/(hm²·a)，也就是说，三垱湿地生态系统服务的核心功能已完全不存在甚至表现为亏损。

(2)大气调节 根据造林成本法，实际固碳价值为 78.2 元/(hm²·a)，产氧价值为 320 元/(hm²·a)，则实际大气调节价值 398.2 元/(hm²·a)。

由表 1 的比较可看出，三垱湿地水质净化和大气调节的现实服务价值都远远低于理论上可以达到的价值。

较低的大气调节和水质净化价值代表着较低的初级生产和恶劣的水质，由此导致较低的生物多样性，也无法吸引居民成为旅游休闲场所，可推断三垱湿地生物多样性和旅游休闲的现实价值也是很低的，这与三垱湿地的生态现状相符合。通过以上分析得出，提高初级生产和增强水质净化能力是三垱湿地生态恢复的主要目标。

3 讨论

生态系统服务功能及其价值估算是当前的一个研究热点，作者认为，生态系统服务功能研究的最终目的是为决策服务，对服务价值的评估，其意义不在于对每一项服务功能价值的精确估算，甚至不需要计算一个生态系统所有的服务功能价值，而应抓住一个或几个有计算依据的核心服务功能，以此为生态系统管理提供决策依据和指导目标，而其他服务功能价值可以应用大数定律、Tarlolr 级数定律或模糊数学等方法加以推断。

随着城市化进程的加速，城市的湿地资源正不可避免地遭到一定程度的开发与破坏，自然湿地面积大大减少，湿地结构与功能的破坏逐渐加剧，生态系统的正常服务功能受到严重损害，城市湿地的生态恢复工作迫在必行。而理论服务价值概念的提出，主要目的在于同现实服务价值的比较，可以量化某服务功能的退化程度，明确后续生态恢复和重建的主要目标，并可在一定程度上作为生态恢复的重要指标借鉴。以湿地生态系统服务功能指导生态恢复的研究工作，对湿地的生态恢复、可持续利用和

表 1 三垱湿地生态系统服务核心功能的现实价值与理论价值比较
Table 1 A comparison between exist value and theoretical value of top-drawer ecosystem services of Sanyang Wetland

生态服务功能 Ecosystem services	生态系统服务价值 The value of ecosystem services(元/(hm ² ·a))		实现率 Rate (%)
	理论价值 Theoretical value	实际价值 Exist value	
水质净化 Water filtering	23800	-7038	-29.6
大气调节 Gas regulation	6608	398.2	6.0

有效保护都具有十分重要的意义,有待于进一步深入研究。

References:

- [1] Costanza R, *et al.* The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 1997, **387**:253~260.
- [2] Daily G C, eds. *Nature's Service:Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Washington D C:Island Press, 1997.
- [3] Norberg J. Linking Nature's services to ecosystem;some general ecological concepts. *Ecol. Econom.*, 1999, **9**:183~202.
- [4] Ouyang Z Y, Wang R S, Zhao J Z. Ecosystem services and their economic valuation. *Chinese Journal of Applie Ecology*, 1999, **10**(5): 635~640.
- [5] Ouyang Z Y, Wang X K, Miao H. A primary study on Chinese terrestrial ecosystem services and their ecological-economic values. *Acta Ecologica Sinica*, 1999, **19**(5):607~613.
- [6] Sun G, Sheng L X, Feng J. Classification of the function and value of ecosystem services. *Environmental Science Trends*, 2000, (1):19~22.
- [7] Tong C F, Lu J J, He W S, *et al.* A study on wetland functions and assessment of their ecological economic value. *Ecological Economics*, 2002. 31~33.
- [8] Zhang M J, Zhou L H. Considering upon the value of ecosystem services. *Territory & Natural Resources Study*, 2004, (1):48~49.
- [9] Xin K, Xiao D N. Wetland ecosystem service valuation;a case researches on Panjin area. *Acta Ecologica Sinica*, 2002, **22**(8): 1345~1349.
- [10] Cui L J. Assessment on Zhalong Wetland value. *Journal of Natural Resources*, 2002, **17**(4):451~456.
- [11] Wu L L, Lu J J, Tong C F, *et al.* Valuation of wetland ecosystem services in the Yangtze River estuary. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2003, **12**(5):411~416.
- [12] Cui L J. Evaluation of function of Poyang Lake ecosystem. *Chinese Journal of Ecology*, 2004, **23**(4):47~51.
- [13] Hao Y, Zhao Y, Liu Y, *et al.* Estimating efficiency and functional value of ecosystem of Xianghai Wetlands Nature Reaerve. *Jilin Forestry Science and Technology*, 2004, **33**(4):25~34.
- [14] Zhuang D C. The evaluation of the ecosystem services value in Dongting Lake Wetland. *Economic Geography*, 2004, **24**(3):391~432.

参考文献:

- [4] 欧阳志云,王如松,赵景柱.生态系统服务及其生态经济价值评价.应用生态学报,1999,**10**(5): 635~640.
- [5] 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.生态学报,1999,**19**(5):607~613.
- [6] 孙刚,盛连喜,冯江.生态系统服务的功能分类与价值分类.环境科学动态,2000,(1):19~22.
- [7] 童春富,陆健健,何文珊,等.湿地功能及生态经济价值评估研究.生态经济,2002,31~33.
- [8] 张明军,周立华.对生态系统服务价值问题的思考.国土与自然资源研究,2004,(1):48~49.
- [9] 辛琨,肖笃宁.盘锦地区湿地生态系统服务功能价值估算.生态学报,2002,**22**(8): 1345~1349.
- [10] 崔丽娟.扎龙湿地价值货币化评价.自然资源学报,2002,**17**(4):451~456.
- [11] 吴玲玲,陆健健,童春富,等.长江口湿地生态系统服务功能价值的评估.长江流域资源与环境,2003,**12**(5):411~416.
- [12] 崔丽娟.鄱阳湖湿地生态系统服务功能价值评估研究.生态学杂志,2004,**23**(4):47~51.
- [13] 郝运,赵妍,刘颖,等.向海湿地自然保护区生态系统服务效益价值估算.吉林林业科技,2004,**33**(4):25~34.
- [14] 庄大昌.洞庭湖湿地生态系统服务功能价值评估.经济地理,2004,**24**(3):391~432.

王 伟，等：三垟湿地生态系统服务功能及其价值

WANG Wei, *et al*: Ecosystem services and their value of Sanyang Wetland

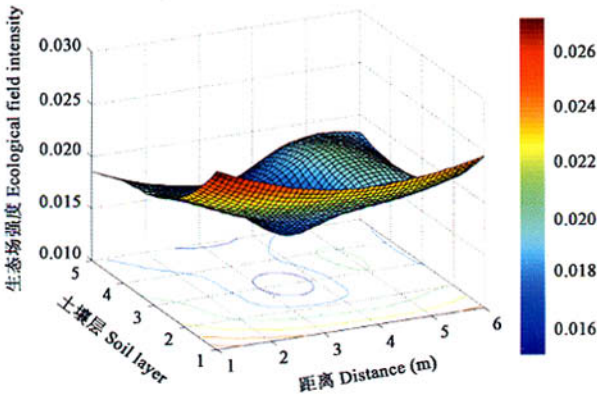


图版 I 三垟湿地区位图

Plate I Location of Sanyang Wetland in Wenzhou

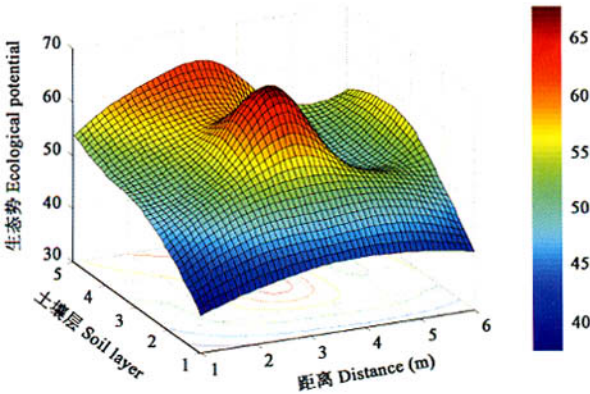
王亚秋，等：改进的植物生态场模型与实例分析

WANG Ya-Qiu, *et al*: The improved model of plant ecological field and the case analyzing



图版 I 家榆个体的生态场强度

Plate I Ecological field intensity of *U. pumila* individual



图版 II 家榆个体的生态势

Plate II Ecological potential of *U. pumila* individual