

香港米埔湿地生态功能价值估算

辛 琨¹, 谭凤仪², 黄玉山², 孙 娟³, 蓝崇钰³

(1. 海南师范学院生物系, 海口 571158; 2. 香港城市大学生物化学系 香港; 3. 中山大学生命科学院, 广州 510275)

摘要: 香港米埔湿地以红树植物为主要植物群落, 是热带、亚热带海岸典型的湿地类型, 它能够提供给人类包括物质和服务在内的各项生态服务。运用多种生态经济学方法, 包括市场价格法、重置成本法、旅游费用法和问卷调查法等, 评估香港米埔红树林湿地的生态功能价值; 总价值包括使用价值和非使用价值, 使用价值包括物质生产、调节大气组分、净化水体、旅游、文化教育等, 非使用价值主要指红树林湿地的存在价值。最终得到香港米埔红树林湿地 2003 年实现的生态功能价值为 HK\$ 208.79 × 10⁶, 探讨了现在估算过程中存在的不足, 并对今后的估算研究提出了合理性建议。

关键词: 红树林湿地; 生态功能价值; 香港米埔

文章编号: 1000-0933(2006)06-2020-07 中图分类号: F062.2, X171, Q14 文献标识码: A

Valuation of ecologic services of MaiPo marsh in Hong Kong

XIN Kun¹, Nora F. Y. Tam², Yuk-Shan WONG², SUN Juan³, LAN Chong-Yu³ (1. Biology Department of Hainan Normal University, Haikou 571158, China; 2. Biology & Chemistry Department of City University, Hong Kong, China; 3. School of Life Sciences, SUN Yat-Sen University, Guangzhou 510275, China). Acta Ecologica Sinica, 2006, 26(6): 2020~2026.

Abstract: Mangroves are salt-tolerant trees or shrubs found along low-energy, tidal shorelines in tropical and subtropical areas. Mangrove marsh, including mangrove communities and their habitats, support a variety of forage resources for commercially and recreationally important birds, fishes and invertebrates. They also provide a wide range of ecological services such as purification of polluted gulf waters, protection against floods and hurricanes, reduction of shoreline and riverbank erosion, control of air components, and maintenance of biodiversity. These services enable, promote, and sustain economic activities in coastal areas throughout the tropics and subtropics. However, the economic value of natural products and ecosystem services generated by mangrove forests is generally underestimated. As a consequence, the deforestation rate of mangrove forests is rising rapidly due to large-scale development activities such as agriculture, aquaculture, forestry, salt extraction and infrastructure. This makes the evaluation of the ecologic services value of mangroves extremely important.

MaiPo marsh is the largest remaining and most important wetland in Hong Kong. This paper applies a suite of ecological economic methods, including marketing price method, shadow price method, substitute method, fuzzy mathematics method, and questionnaire investigation method, to evaluate the ecologic services value of the MaiPo marsh. Since it is not possible to place a monetary value on all relevant services, this paper considers the most important services: material output, control of air components, sewage purification, tourism and education function, and maintenance of biodiversity. Evaluation of the results show that material output is valued at HK\$ 11.38 × 10⁶; control of air components is valued at HK\$ 14.54 × 10⁶; sewage purification is valued at HK\$ 141.9 × 10⁶; tourism and education is valued at HK\$ 23.37 × 10⁶; and maintenance of biodiversity is valued at HK\$ 8.05 × 10⁶. The total ecologic services value of the Mai Po marsh in 2003 is HK\$ 208.79 × 10⁶. The paper also discusses briefly the shortcomings of present economic valuation methods and suggests improving future studies by increasing

基金项目: 国家自然科学基金项目资助 (No: 30170178); 中山大学博士后基金资助项目

收稿日期: 2005-01-10; 修订日期: 2006-01-12

作者简介: 辛琨 (1974~), 女, 博士, 副教授, 主要从事生态经济学研究. E-mail: xin.kun@126.com

Foundation item: The project was supported by National Natural Science Foundation of China (No: 30170178); Postdoctoral Foundation of Zhongshan University

Received date: 2005-01-10; Accepted date: 2006-01-12

Biography: XIN Kun, Ph. D., Associate professor, mainly engaged in ecological economics. E-mail: xin.kun@126.com

ecological knowledge and advancing monetary valuation methods.

Key words: mangrove marsh; ecological services value; MaiPo in HongKong, China

红树林是生长在热带、亚热带低能海岸潮间带上部,受周期性潮水浸淹,以红树植物为主体的常绿灌木或乔木组成的潮滩湿地植物群落。红树林湿地是重要的热带、亚热带湿地类型,同时也是珍贵的海岸资源,直接或间接的为人类提供各种物质和功能。红树林湿地的生态功能价值可以分为使用价值和非使用价值,使用价值包括湿地提供的可供人类直接消费的实物或非实物产品,如食物、木材、生物量等,以及对环境的服务价值,如气体交换功能、净化功能等;非使用价值是指人们为确保湿地资源的存在而自愿付出的费用。国内外对生态功能价值评估的研究始于近年,1997年 Daily^[1]和 Costanza 等人^[2]对全球自然资本的服务功能价值估算研究得到了生态学领域的广泛关注。在我国,1996年薛达元等^[3]对长白山生物多样性的经济价值进行了估算,韩维栋^[4]等人2000年对中国红树林的经济价值进行了评估,同时还有一部分研究^[5,6]分别从理论和方法方面对不同自然生态系统的生态功能价值进行了深入的探讨和实践。

目前,生态功能价值的研究除了在理论和方法方面进行的探讨,更多工作集中在对使用价值的估算,常常忽略非使用价值的估算研究。另外,估算方法的选择也比较单一。本研究利用研究区域生态数据基础好的特点,灵活运用各种生态经济评价方法,对米埔红树林湿地的使用价值和非使用价值进行了比较全面的估算。

1 研究区域概况和研究方法

1.1 研究区域概况

米埔湿地位于香港西北角,与深圳福田红树林保护区接壤,是我国境内列入“拉姆萨尔”国际重要湿地名录的湿地之一。主要植物有木榄(*Bruguiera gymnorhiza*)、桐花树(*Aegiceras corniculatum*)、秋茄(*Kandelia candel*)等,常见的动物种类包括鱼类、甲壳类和软体类动物,同时每年数十万只来此越冬的水鸟,形成了该湿地独特的自然景观。近些年,由于人为和自然因素影响,米埔湿地的面积已经由1967年的4000hm²下降到1529.1hm²^[7]。

根据资料和实地调查,运用 Mapinfo 软件绘制出米埔红树林湿地的电子地图,并据此得到各种土地类型的面积(表1)。

表1 米埔湿地土地现状分布

Table 1 Land using in MaiPo marsh

种类 Land using types	淤泥滩涂 Mud shore	红树林 Mangrove	鱼塘 Fishpond	水道 Water channel	基围虾塘 Shrimp pond	芦苇 Reed	裸地 Bare ground	合计 Total
面积 Area (hm ²)	387.6	233.8	412.9	250.4	157.3	81.6	5.5	1529.1
百分比 Percent (%)	25.35	15.29	27.00	16.37	10.29	5.33	0.36	100

*表中数据取自基于原始资料 and 实际调查得到的电子地图

1.2 研究方法

在估算过程中,根据收集到的基础数据以及相关的野外调查研究,针对米埔红树林湿地所体现的不同功能价值,分别采用如下方法进行了估算:

- (1) 市场价值法 根据市场价格确定生态功能价值的方法,本研究中用来估算湿地物质产出功能价值^[8]。
- (2) 重置成本法^[9] 根据生态功能被破坏以后将其恢复原状所需支出费用来推算该功能价值大小的方法。本研究中用来对红树林湿地的环境功能价值进行评估。
- (3) 旅游费用法 根据游客在旅游活动中的花费,计算湿地旅游功能价值的方法^[10]。
- (4) 意愿调查法^[11] 通过问卷和询问等形式,了解支付意愿,从而对非使用价值进行定价的一种方法。本研究中,运用这种方法计算米埔红树林湿地的存在价值。

2 结果与分析

2.1 物质产出功能价值

米埔红树林湿地的物质产出主要包括人工鱼塘、基围虾塘每年的水产品产出 OP_1 , 以及为栖息的鸟类提供食物 OP_2 两部分。总的物质产出价值为二者之和, 即: $OP = OP_1 + OP_2$ 。

研究表明米埔湿地范围内, 水产品产量基本稳定在 $400\text{kg}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$ ^[12], 根据香港城市物价统计资料, 水产品物质产出价值 OP_1 为:

$$OP_1 = \sum_{i=1}^n S_i \times P_i \times 400 = \text{HK}\$ 9.55 \times 10^6$$

式中, S_i 为各类水产的养殖面积, P_i 为各类水产品 2003 年的市场价格。

根据香港观鸟协会记录数据统计, 2003 年米埔湿地栖息的鸟类种类和数量见表 2。

表 2 不同月份各种鸟类数量分布情况

Table 2 The sum of birds in different month

月份 Mnth	种类 Types						合计 Total
	鸕鹚 Cormorants	鹭科 Ardeids etc	鸭、鸕鹚、鸕鹚 Ducks/grebes/pelicans	秧鸡科 Rails/coot etc	鹬科 Tringa	鸥/燕鸥 Gulls/terns	
1	6230	2660	7102	110	9845	133302	39249
2	4202	1951	6241	57	3477	7825	23753
3	164	1539	3735	125	6635	185	12383
4	0	965	58	65	7152	79	8319
5	0	1082	27	17	5869	5	7000
6	0	864	32	17	54	0	968
7	0	759	22	7	429	0	1217
8	0	1117	21	8	1317	0	2463
9	0	1265	1213	33	1662	0	4380
10	417	1412	2404	57	2006	0	6296
11	3602	2367	8134	68	7535	4059	25765
12	5021	2563	6152	130	3423	9291	26580

了解不同鸟类每天所需食物量 F_i (见表 3), 并根据表 2 所示的鸟类在一年之中的数量和停留时间之积 T_i , 计算鸟类需要食物的总量; 根据市场调查得到水禽饲料价格为 $\text{HK}\$ 1.86/\text{kg}$, 那么红树林湿地为鸟类提供食物资源的价值 OP_2 为:

$$OP_2 = \text{HK}\$ 1.86 \times T_i \cdot F_i = \text{HK}\$ 11.38 \times 10^6$$

那么, 米埔湿地物质产出的总价值 OP 为上述 OP_1 和 OP_2 之和, 即为 $\text{HK}\$ 20.93 \times 10^6$ 。

2.2 气体调节功能价值

绿色植物通过光合作用吸收二氧化碳释放氧气, 对大气组分起到调节作用。米埔湿地绿色植物主要包括芦苇和红树林, 研究资料表明^[16], 芦苇总的初级生产量 GPr 为 $1.0 \times 10^3 \text{gC}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$, 红树林植物的平均初级生产量 GPg 为 $1.1 \times 10^3 \text{gC}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$, 根据芦苇面积 Sr 和红树林面积 Sg 得出, 总的固碳量 C :

$$C = GPr \cdot Sr + GPg \cdot Sg = 3.39 \times 10^6 (\text{kg/a})$$

根据光合作用反应方程式:



数据取自香港 2003 年物价年鉴

由香港米埔观鸟协会提供 2003 年统计数据

数据取自香港 2003 年物价年鉴

植物每生产 1g 干物质需要 1.63gCO₂,得到米埔湿地吸收二氧化碳总量为 12.4 ×10⁶kgCO₂/a。

国际上为了削减温室气体排放制定了不同的碳税率。瑞典的碳税率是在国际上被普遍接受和认可的,因此这里采用这一税率,即 0.15 美元/kg(C)^[17]。那么米埔湿地绿色植物对气体成分组分的调节功能价值 AC 为 HK\$ 14.54 ×10⁶。

表 3 不同鸟类所需食物量^[13~15]

Table 3 The food demands of different birds^[13~15]

种类 Types	所需食物量 (g/d) Food Demand (g/d)	种类 Types	所需食物量 (g/d) Food Demand (g/d)
鸕鹚 <i>Phalacrocorax carbo</i>	660	泽鹱 <i>Tringa stagnatilis</i>	18.9
苍鹭 <i>Ardea cinerea</i>	672.3	白腰草鹱 <i>Tringa ochropus</i>	48.45
大白鹭 <i>Egretta alba</i>	672.9	林鹱 <i>Tringa glareola</i>	16.5
小白鹭 <i>Egretta garzetta</i>	492.3	红颈滨鹱 <i>Stint Calidris ruficollis</i>	6.9
牛背鹭 <i>Bubulcus ibis</i>	433.2	黑翅长脚鹱 <i>Himantopus himantopus</i>	51.3
池鹭 <i>Ardeola bacchus</i>	383.4	环颈鹱 <i>Charadrius alexandrinus</i>	11.4
白胸苦恶鸟 <i>Waterhen Amaurornis phoenicurus</i>	54	绿翅鸭 <i>Anas crecca</i>	161.7
黑水鸡 <i>Gallinula chloropus</i>	56.4	针尾鸭 <i>Anas acuta</i>	216.3
白骨顶 <i>Fulica atra</i>	70.2	琵嘴鸭 <i>Anas clypeata</i>	166.2
反嘴鹱 <i>Recurvirostra avosetta</i>	77.4	小鸕鹚 <i>Tachybaptus ruficollis</i>	20.4
鹤鹱 <i>Tringa erythropus</i>	42.3	红嘴鸥 <i>Larus ridibundus</i>	136.5
白腰杓鹱 <i>Numenius arquata</i>	219.3	休氏银鸥 <i>Larus heuglini</i>	188.7
红脚鹱 <i>Tringa totanus</i>	36	鸥嘴噪鸥 <i>Gelochelidon nilotica</i>	131.4
赤颈鸭 <i>Anas penelope</i>	75		

2.3 净化水体功能价值

海水周期性地从滩涂穿过红树林进入池塘和虾塘,在此过程中水质发生变化。在湿地内不同地点(3个滩涂样点和2个基围塘样点)取水样测其水质变化情况,再根据香港城市用水的水质、水价、污水净化成本和净化率,估算湿地对进入其中的海水净化功能价值大小。

表 4 中各个水质要素在水质评价中所占比重不同,根据水质评价体系^[18],上述水质评价要素 BOD₅, TSS, NH₃-N, TKN-N, Ortho-P 的权重系数 H 为:

$$H = (0.25, 0.25, 0.062, 0.063, 0.125)$$

将上述各水质要素按照国家 1~5 类水质标准,从[0,1]之间取值,得到矩阵 R:

$$R = \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & r_{14} & r_{15} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & r_{24} & r_{25} \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} & r_{34} & r_{35} \\ r_{41} & r_{42} & r_{43} & r_{44} & r_{45} \\ r_{51} & r_{52} & r_{53} & r_{54} & r_{55} \end{pmatrix}$$

分别以 R_M、R_G、R_{Su}、R_{Se}代表滩涂、基围塘、城市供水、城市污水的水质矩阵(略),将矩阵与水质权重系数

供水水质和污水处理厂水质数据由香港水务署提供



表 4 水质情况

Table 4 Water quality of different water

项目 Item	BOD ₅ (mgO ₂ /L)	TSS (mg/L)	NH ₃ -N (mg/L)	TKN-N (mg/L)	Total-P (mg/L)
M	6.55	135.89	5.02	5.05	0.54
G	12.02	94.78	1.65	2.47	0.52
Su	0.161	1.612	0.044	0.043	0.161
Se	143.1	212.1	20.1	25.3	4.4

M, 滩涂平均水质(实地监测); G, 基围池塘平均水质(实地监测); Su, 香港城市供水水质; Se, 城市污水水质

H 相乘,得到单行的水质要素评价关系矩阵。因为所评价的不同水质有着相同的城市、经济和人口特征,因此水质是决定水价的唯一变量。通过矩阵的运算,对比城市供水和城市污水之间的水质差异以及海水进入红树林湿地前后的水质差异,就可以得到人工净化和红树林净化功能之间的价格比例,即:

$$= [R_G \times H - R_M \times H] / [R_{Su} \times H - R_{Se} \times H] = 20.12\%$$

根据总的污水处理量 $892 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{a}$ 和处理成本(包括排污费 HK\$ 1437.6 $\times 10^6/\text{a}$ 和政府补贴 HK\$ 33.6 $\times 10^6/\text{a}$),单位污水处理成本为 HK\$ 1.65/ m^3 ,即污水价格为(-) HK\$ 1.65/ m^3 ;城市供水费用为 HK\$ 2595 $\times 10^6/\text{a}$,单位供水成本为 HK\$ 2.91/ m^3 ,即每立方米城市用水价格为 HK\$ 2.91;二者的价格差为 HK\$ 4.56/ m^3 。

根据上面得到的结果和上式比值,海水进入米埔湿地前后的价值差额为 HK\$ 0.92/ m^3 。进入湿地的水量可以根据高潮和低潮时期的水位差求得,各月潮差情况见表 5。

表 5 2003 年不同月份潮差
Table 5 The tide gap of months in 2003

项目 Item	月份 Month												平均 Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
低潮 Low tide (m)	0.40	0.37	0.36	0.37	0.33	0.35	0.37	0.46	0.50	0.46	0.44	0.41	0.40
高潮 High tide (m)	2.51	2.34	2.34	2.28	2.36	2.40	2.41	2.44	2.44	2.53	2.52	2.38	2.41

涨潮周期为 15 d,在米埔湿地起到净化作用的主要是红树林和芦苇,根据平均潮差以及湿地蓄水面积,得到净化水量 Q :

$$Q = (S_m + S_r) \times 2.01\text{m} \times 365/15 = 154.24 \times 10^6 \text{ m}^3$$

式中, S_m 表示红树林带面积, S_r 表示芦苇面积。那么湿地对进入其中的海水净化功能价值 PW 为:

$$PW = Q \times \text{HK\$ } 0.92/\text{m}^3 = \text{HK\$ } 141.9 \times 10^6$$

2.4 旅游、教育科研功能价值

根据米埔保护区的统计,2003 年来到米埔湿地参观的游客总数为 40466 人,为了了解游客的基本情况,在保护区入口处共发放调查问卷 350 份,全部回收,其中有效问卷 337 份,有效率达到 96%。问卷设置了 11 个问题,对旅游参观者的个人信息进行了统计,包括出发地、年龄、收入、教育水平、旅游中购物花费等等,旅游价值的估算就是基于本次问卷调查进行的^[19]。

根据旅游花费法,湿地的旅游功能价值 T 为:

$$T = T_f + T_c + T_t + T_o$$

式中, T_f 为旅游门票花费(在整个旅游过程中,游客只需支付门票费 HK\$ 70); T_c 为旅途花费(根据问卷得出不同出发地的游客所占比例,计算不同出发地的交通费用); T_t 为旅游时间花费(运用机会工资成本代替,一般为实际工作工资的 40%。根据问卷调查的结果,将游客划分为不同收入水平,计算单位时间的工资和机会工资成本); T_o 为其他花费(包括在旅游过程中的购物、食宿和摄影等花费)。

根据抽样数据以及游客总数,得到:

$$T = T_f + T_c + T_t + T_o = \text{HK\$ } 18.77 \times 10^6$$

香港政府和 WWF(国际野生动物基金会)为了支持米埔湿地的教育和科研,每年分别投入 HK\$ 1.409 $\times 10^6$ 和 HK\$ 3.209 $\times 10^6$ 的研究和教育基金,用于资助各种对红树林的研究工作和面对公众,尤其是青少年的生态教育。因此米埔湿地的旅游、教育科研功能价值 TER 为上述 3 项之和,即为 HK\$ 23.37 $\times 10^6$ 。

2.5 存在价值

米埔湿地拥有丰富的生物多样性,人们对生物多样性价值的认可通常是指它们的存在价值,与人们是否

使用无关,反映了人类对其他物种的同情和关注^[19]。

在本研究中通过问卷调查询问人们对保护和维持现有生物多样性的支付意愿^[20],在问题中设置不同的支付范围,分析支付意愿和各种因素的关系,包括年龄、职业、学历、收入,结果如表 6 所示。

分析结果表明,支付意愿受年龄的影响最大,根据参观人数的年龄比例和香港地区人口年龄结构分布,得到总的支付意愿,即存在价值 EV 为:

$$EV = \text{HK\$ } 8.05 \times 10^6$$

3 讨论

(1) 生态功能价值 米埔湿地生态功能价值 $V = OP + AC + PW + TER + EV = \text{HK\$ } 208.79 \times 10^6$

(2) 在总价值中,各项所占比例如图 1 所示。

从上图可以看出,在各项价值中,功能性价值所占比例最大,依次为污水净化、旅游和大气调节,是物质产出价值的 8.6 倍,是存在价值的 22.3 倍。因此,注重对红树林湿地保护的同时,要注重湿地生态过程的保护,以实现其生态功能价值。

(3) 存在价值占总价值比例为 3.9%,一方面说明人们对生物多样性的认识程度还比较低;另一方面也受估算过程的客观影响,问卷调查是在 8 月份的暑期进行的,因此有一部分参观者是没有任何收入的学生,这对支付意愿有一定影响;此外根据所收集的问卷范围,确定的人群总体为香港市民,没有考虑香港以外的人们对存在价值的支付意愿,因此导致结果偏低。

(4) 米埔红树林湿地单位面积的生态功能价值为 $\text{HK\$ } 13.7 \text{ 万}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$ ($\text{US\$ } 17479.55/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$)。这一数值高于世界红树林湿地的平均值 $\text{US\$ } 9990/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$ ^[21];这主要是由于米埔保护区位于香港城市边缘,因此无论功能的实现和人们对其认可程度,都体现了相对较高的价值。

(5) 生态功能价值估算无论在理论和方法方面都存在许多不足之处,除了在估算方法方面需要进一步的探索和提高,在生态过程方面还需更多了解,要全面准确的反应生态系统的各种服务功能的过程,以便对其进行合理的货币化。在区域的研究中,要根据地方的数据和特色确定估算方法,不能千篇一律照搬国外的研究方法和基础数据,这对正确认识生态系统的服务功能价值,合理制定保护和开发策略具有重要意义。

References:

- [1] Daily Gretch C. Societal Dependence on Natural Ecosystems. Nature service. Washington D C. Island Press, 1997.
- [2] Costanz Robot, et al. The value of Ecosystem Service and Nature Capital in the World. Nature, 1997, 387(15):235~260.
- [3] Xue D Y. Economic Valuation of biodiversity — A Case Study on Changbaishan Mountain Biosphere Reserve in Northeast China. Beijing: China Environmental Science Press, 1998. 105~132.
- [4] Han W D, Gao X M, Lu C T, et al. The Ecological Values of Mangrove Ecosystems in China. Ecologic Science, 2000(3):40~46.
- [5] Freeman. The Measurement of Environmental and Resources Value: Theory and Methods. Resources for the Future. Washington, D C Island Press, 1993.
- [6] Li J C. Resource Valuation and Sustainable development. Beijing: China Environmental Science Press, 1991.
- [7] Wang B S, Liao B W, Wang Y J, et al. Mangrove forest ecosystem and its sustainable development in Shenzhen Bay. Beijing: Scientific Publishing Company Press, 2001.
- [8] Pieter J H. Economic valuation of the Leuser National Park on Sumatra, Indonesia. Ecological Economics, 2003, 44:43~62.
- [9] Xiao H, Ouyang Z Y, Zhao J Z, et al. Forest ecosystem services and their ecological valuation — A case study of tropical forest in Jianfengling of Hainan Island. Chinese Journal of Applied Ecology, 2000, 8(15):481~485.
- [10] Zhao T Q, Ouyang Z Y, Zheng H, et al. Ecological regulation services of Hainan Island ecosystem and their valuation. Chinese Journal of Applied

表 6 支付意愿相关性分析

Table 6 Analysis of willing to pay

因素 Factors	χ^2	显著性 (P)	相关性 Correlation
年龄 Age	16.9	0.05	相关 correlation
职业 Profession	25.4	0.20	不相关 Un-correlation
学历 Education	19.4	0.30	不相关 Un-correlation
收入 Income	25.6	0.50	不相关 Un-correlation

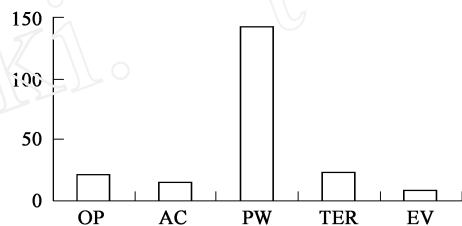


图 1 功能价值分布图

Fig. 1 Distribution of economic value

- Ecology, 2004, 15(8): 1395 ~ 1402.
- [11] Gordon Irene M. The value of nature recourses. Nature function. New York. Spinger-verlag, 1992.
- [12] Qin P Y S, Wong b, Tam N F Y. Energy evaluation of MaiPo mangrove marshes. Ecological Engineering, 2000, 16: 271 ~ 280.
- [13] Brian K McNab. The energetics of New Zealand's ducks. Comparative Biochemistry and Physiology, 2003, 135: 229 ~ 247.
- [14] Chang J C. A comparison of the sternum and the pectoral girdle in four species of cranes. Ornithology. Forestry Univ Press, 1997.
- [15] David R Wells. The birds of the Thai-Malay Peninsula. Thailand: Academic press, 1999.
- [16] Nelson J. G. Conservation and use of the MaiPo marshes. Hong Kong. Nat Areas J., 1993, 13(3), 215 ~ 219.
- [17] Ouyang Z Y, Wang X K. A primary study on Chinese terrestrial ecosystem services and their ecological economic values. Acta Ecologica Sinica, 1999(5): 607 ~ 613.
- [18] Xin K, Xiao D N. Wetland ecosystem service valuation — A case study of Panjin area. Acta Ecologica Sinica, 2002, 22(8): 1345 ~ 1349.
- [19] Pearce D W. Assessing the returns of economy and society from investments in forestry. Forestry commission. Scotland: Edinburgh Press, 1990.
- [20] Chen K L. Economic Valuation of Wetlands. Beijing: Chinese Forestry Press, 1999.

参考文献:

- [3] 薛达元. 生物多样性经济价值评估——长白山自然保护区案例研究. 北京: 中国环境科学出版社, 1997.
- [6] 李金昌. 资源定价和可持续发展研究. 北京: 中国环境科学出版社, 1991.
- [7] 王伯荪, 廖宝文, 王永军, 等. 深圳湾红树林生态系统及其持续发展. 北京: 科学出版社, 2001.
- [9] 肖寒, 欧阳志云, 赵景柱, 等. 森林生态系统服务功能及其生态经济价值评估初探——以海南岛尖峰岭热带森林为例. 应用生态学报, 2000, 8(15): 481 ~ 485.
- [10] 赵同谦, 欧阳志云, 郑华, 等. 中国森林生态系统服务功能及其价值评价. 自然资源学报, 2004, 19(4): 480 ~ 491.
- [17] 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(5): 607 ~ 613.
- [18] 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.
- [20] 陈可林. 湿地经济评价. 北京: 中国林业出版社, 1999.