

西溪国家湿地公园生态经济效益能值分析

任丽燕^{1,2}, 吴次芳^{1,*}, 岳文泽¹

(1. 浙江大学公共管理学院, 杭州 310029; 2. 宁波大学建筑工程与环境学院, 宁波 315211)

摘要:应用生态经济系统能值分析理论和方法,定量分析了西溪湿地公园建立前后生态经济系统的物流和能流,并通过建立新的能值指标从生态环境和经济角度评价了系统的可持续发展能力和产出效率,以期对湿地公园保护模式研究提供借鉴。研究表明,西溪湿地公园建立以后,每年能值总投入增加到原来的 1.6 倍,能值总产出是原来的 1.9 倍;能值总产出中经济收入减少,但环境产出大幅度增加,其中有机物质产出和生态系统服务能值产出分别是原来的 1.5 倍和 2.3 倍。能值指标分析结果表明,湿地公园建立以后系统净环境效益提高,可持续发展能力增强,经济产出率有所降低。研究结果证明,建立湿地公园增加经济投入,改善生态环境,并适当发展湿地旅游增加经济收入,保障系统反馈,能够提高系统可持续发展能力,是湿地资源保护与合理开发利用的有效模式。

关键词:湿地公园;能值分析;生态经济效益;西溪

文章编号:1000-0933(2009)03-1285-07 中图分类号:F205 文献标识码:A

Emergy analysis of ecological economic system of Xixi National Wetland Park

REN Li-Yan^{1,2}, WU Ci-Fang^{1,*}, YUE Wen-Ze¹

1 College of Public Administration, Zhejiang University, Hangzhou 310029, China

2 Faculty of Architectural Civil Engineering and Environment, Ningbo University, Ningbo 315211, China

Acta Ecologica Sinica, 2009, 29(3): 1285 ~ 1291.

Abstract: In the study, the material and energy flows of Xixi wetland with or without the establishing of Wetland Park were quantitatively analyzed using the theory of ecological economic system. With the aim of providing reference for wetland park protection pattern research, the sustainability and productive efficiency of the system were assessed from the view of environment and economy through forming new emergy indices. The results showed, the annual total emergy input and output was 1.6 times and 1.9 times greater than the previous system after the establishing of Wetland Park. Although the economic income was decreasing, the environmental outputs greatly increased, with the organic matter yield and service yield were 1.5 times and 2.3 times greater, respectively. Besides, the results of emergy indices analysis indicated the establishing of Wetland Park would result in the increased net environmental benefits and improved sustainability. Conclusion can be drawn that Wetland Park is an efficient approach to reasonably protect and utilize wetland resources, meanwhile it can improve sustainability by increasing feedback, improving ecological environment and traveling.

Key Words: Wetland Park; emergy analysis; ecological and economic profit; Xixi

湿地被称为“生物超市”、“地球之肾”,是全球三大生态系统之一,其生态服务功能和价值已得到广泛认同,湿地的保护与合理利用受到各国政府与学者的普遍重视。湿地公园(Wetland Park)是湿地保护与利用模式之一,也是《湿地公约》所提倡的发展方向。自我国第一个国家级湿地公园——西溪湿地公园建立以来,我

基金项目:国家自然科学基金资助项目(40701177);浙江省科技计划重点课题资助项目(2005C23059);宁波大学科研基金资助项目(XY0700022)

收稿日期:2008-06-19; **修订日期:**2008-12-04

致谢:感谢西溪国家湿地公园管理委员会在本文调查中给予的支持。

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: wucifang@zju.edu.cn

国已建立国家湿地公园 18 个,逐步探索这一新的湿地保护与开发利用模式。湿地公园的建立能否提高系统的可持续发展能力和产出效率是衡量这一模式成功与否的标准之一,目前国内外对湿地公园的研究较少^[1,2],相关研究仅限于定性评价^[3,4],基于生态、经济指标的定量分析尚无报道。

能值分析(emergy analysis)理论和方法是由美国著名生态学家、系统能量分析先驱 Odum 为首于 20 世纪 80 年代创立的。运用能值分析,可以把各种形式的能量以及经济指标转换为统一标准的能值加以比较和研究,这就可以把生态环境系统与人类社会经济系统有机联系起来,定量分析自然和人类经济活动的真实价值,有助于调整生态环境与经济发展的关系^[5]。西溪湿地是自然环境和人类活动共同作用形成的生态经济复合系统,本文将以西溪湿地为研究对象,从生态环境和经济两方面构建指标,评价湿地公园建立前后系统的可持续发展能力和产出效率的变化,以期为湿地公园保护模式研究提供借鉴。

1 研究区概况

历史上的西溪湿地面积达 60km²,是杭州城市绿地生态系统的重要组成部分,在提供水源、调节杭州城市气候、维护生物多样性与滞洪、防灾等水文生态平衡中发挥着重要作用^[6]。随着社会经济的发展,西溪湿地受到人类活动的强烈干扰,农业围垦利用和房地产开发使湿地面积减少、景观破坏,工业和生活污水的排放造成水质污染^[7,8]。为保护湿地资源,2003 年 9 月,杭州市启动西溪湿地综合保护工程,建设国家湿地公园是其中一项重要内容。目前,湿地公园一、二期工程已建设完成并对外开放,成为我国首个国家级湿地公园。

西溪国家湿地公园位于杭州市西部,东起紫金港路西侧,西至绕城公路东侧,南起沿山河(天目山路),北至文二路延伸段,总面积约为 10.08 km²,以鱼塘为主,并由大面积的河港湖漾水网及狭窄的塘基和面积较大的洲渚相间构成次生湿地地貌景观(图 1)。全区属亚热带北缘季风气候,年平均降水量约 1400 mm,历史上洪涝灾害较为严重。土壤分布主要有红壤、岩性土和水稻土 3 个土类,其中以红壤和水稻土分布最为广泛,约占总面积的 90% 以上^[9]。由于降水丰富,利于沼泽湿地的形成和发育,加上流域内平原区地势低平,地表径流不畅,且广泛分布的粘性土层阻碍地表水下渗,因而形成大面积湿地^[7]。

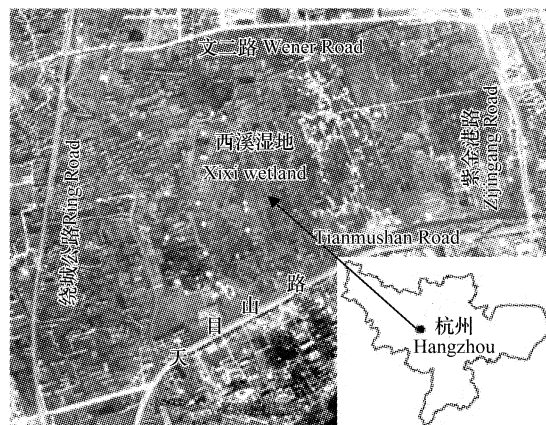


图 1 西溪湿地区位图

Fig. 1 Location of Xixi wetland

2 研究方法

2.1 能值分析原理与评价方法

相关研究认为,生态经济系统可持续发展的条件要求其具有足够的能值贮存、反馈和大的能值产出,将生态经济系统的能值产出分为经济收入和没有用于交换的能值产出(即在系统中循环,并增加系统的能值贮存),以基础能值改变和净经济效益可评判系统发展的可持续性^[10]。本文在此基础上进行了更深入地探讨,从生态环境和经济两方面构建了净经济效益(net economic profit,缩写为 NEcP)、净环境效益(net environmental profit,缩写为 NEnP)、环境产出率(environmental output ratio,缩写为 EnOR)和经济产出率(Economic output ratio,缩写为 EcOR)指标,评价系统的可持续发展能力和产出效率。

如图 2 所示,系统的能值投入包括来自环境的可更新资源投入和不可更新资源投入,以及来自经济系统的反馈。系统的能值产出一部分可以通过市场交换获得经济收入,增加经济产出,另一部分是生物生长过程中形成的有机物质,贮存在系统内形成环境基础能值。另外,生态系统的大气组分调节、水文调节、环境净化、生物多样性保护及科研教育等生态服务功能产出也是环境产出的重要部分。各评价指标表示为:

$$\text{净经济效益(NEcP)} = \text{经济收入}(I) - \text{经济反馈}(F)$$

$$\text{净环境效益(NEnP)} = \text{有机物质产出}(OMY) - \text{不可更新资源投入}(N)$$

经济产出率($EcOR$) = 经济收入/总投入 = 经济收入(I)/(可更新资源投入(R) + 不可更新资源投入(N) + 经济反馈(F))

环境产出率($EnOR$) = 环境产出/总投入 = (有机物质产出(OMY) + 生态系统服务(SY))/(可更新资源投入(R) + 不可更新资源投入(N) + 经济反馈(F))

净经济效益和净环境效益是衡量系统可持续发展的指标。净经济效益为正值说明经济产出大于投入,系统能够再次接受反馈,维持其持续发展,其值为负则不能保证系统持续接受足够的反馈。净环境效益为正值说明系统贮存的基础能值得到不断积累,能维持环境的可持续利用,其值为负则环境基础能值将不断降低,最终导致系统资源耗竭。

经济产出率和环境产出率是衡量系统的经济和环境产出效率的指标。经济产出率是系统经济收入与来自环境和经济的总投入的比值,反映了一定的投入水平之下系统在经济方面的产出水平。环境产出率是环境能值产出与系统能值总投入之比,反映了一定的能值投入水平下系统在环境方面的产出水平。

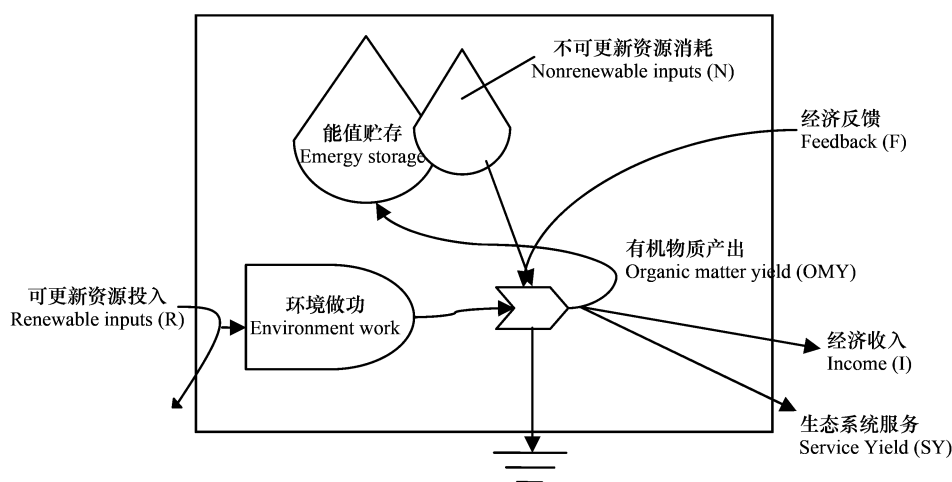


图2 生态经济系统能流简图

Fig.2 Emergy flow of ecological economic system

2.2 技术路线

本文能值分析主要步骤包括:①收集资料:收集和整理西溪湿地公园建立前后的自然环境和社会经济资料。②绘制能量系统图:确定研究系统的边界和内容,绘制能量和能值系统图,形成包括系统主要组分及相互关系的系统图解。③编制能值分析表:计算系统的主要能量流、物质流和经济流,包括原始数据、能值转换率、太阳能值、能值-货币价值等内容。④建立能值指标体系:建立和计算出一系列反映生态与经济效率的能值指标体系,主要有净经济效益、净环境效益、经济产出率、环境产出率。⑤分析与评价湿地公园建立前后的系统发展状况^[5,11]。

3 结果与讨论

3.1 西溪湿地生态经济系统能流状况

如图3所示,西溪湿地生态经济系统的输入能值一部分是来自环境系统的太阳能、雨势能、雨化学能、风能及底泥和水体能,另一部分是来自于经济系统的反馈能值。在湿地公园建立之前,湿地内原有居民的生产活动以农业和渔业养殖为主,反馈能值的投入形式是芦苇、水稻、淡水鱼、竹林和柿树等农业、渔业养殖的投入。湿地公园建设启动以后,原有居民搬迁,竹林、柿树、芦苇等植物及鱼塘等设施仍然保留,但已不从事生产活动,经济反馈主要是公园一、二期建设及管理的投入。

在湿地公园建立之前,系统输出能值的形式包括农业和渔业养殖的经济收入,芦苇、水稻、柿树等农业栽培作物贮存在系统中未被收获的有机物质积累,以及大气组分调节(固定 CO_2 、释放 O_2)、环境净化、水文调

表 1 西溪湿地生态经济系统能值分析表

Table 1 Emergy analysis of Xixi wetland

项目 Item	原始资料 Raw units	能值转换率 Transformity	太阳能值 Solar emergy	能值-货币价值 Emdollar value
可更新资源投入 Renewable resources				
1 太阳能 Sunlight	2.96×10^{16} J	1 sej/J	2.96×10^{16} sej	3.20×10^3 US \$
2 雨化学能 Rain, chemical	6.97×10^{13} J	15444 sej/J	1.08×10^{18} sej	1.17×10^5 US \$
3 雨势能 Rain, geopotential	4.84×10^{13} J	8888 sej/J	4.30×10^{17} sej	4.64×10^4 US \$
4 风能 Wind, kinetic	3.12×10^{12} J	623 sej/J	1.94×10^{15} sej	2.10×10^2 US \$
合计 Total			1.08×10^{18} sej	1.17×10^5 US \$
不可更新资源投入 Nonrenewable resources				
5 底泥 Mud and sediments	3.32×10^{14} J	3509 sej/J	1.16×10^{18} sej	1.25×10^5 US \$
6 水体 Water	2.47×10^{13} J	48000 sej/J	1.19×10^{18} sej	1.29×10^5 US \$
合计 Total			2.35×10^{18} sej	2.54×10^5 US \$
经济反馈 Feedback				
湿地公园建立前 Before the establishing of Wetland Park				
7 农业、渔业投入 Agriculture and fishery input	1.48×10^6 US \$	9.26×10^{12} sej/ US \$	1.37×10^{19} sej	1.48×10^6 US \$
湿地公园建立后 After the establishing of Wetland Park				
8 湿地公园投入 Wetland Park input	2.62×10^6 US \$	9.26×10^{12} sej/ US \$	2.43×10^{19} sej	2.62×10^6 US \$
能值产出 Yield 湿地公园建立前 Before the establishing of Wetland Park				
9 经济收入 Income	3.08×10^6 US \$	9.26×10^{12} sej/ US \$	2.85×10^{19} sej	3.08×10^6 US \$
有机物质产出 Organic matter yield				
10 芦苇 Reed	5.99×10^{12} J	4700 sej/J	2.82×10^{16} sej	3.05×10^3 US \$
11 水稻 Rice	3.67×10^{13} J	5.18×10^4 sej/J	1.90×10^{18} sej	2.05×10^5 US \$
12 柿树 Persimmon	1.16×10^{12} J	4.40×10^4 sej/J	5.10×10^{16} sej	5.51×10^3 US \$
生态系统服务 Service yield				
13 固定 CO ₂ CO ₂ absorbing	1.18×10^{10} g	3.78×10^7 sej/g	4.44×10^{17} sej	4.79×10^4 US \$
14 释放 O ₂ O ₂ releasing	8.66×10^9 g	5.11×10^7 sej/g	4.42×10^{17} sej	4.77×10^4 US \$
15 环境净化 Environment purification	4.21×10^6 US \$	9.26×10^{12} sej/ US \$	3.90×10^{19} sej	4.21×10^6 US \$
16 水文调节 Water regulation	1.22×10^{13} g	6.66×10^5 sej/g	8.1×10^{18} sej	8.75×10^5 US \$
17 生物多样性保护 Bio- diversity protection	376 种	9.40×10^{16} sej/种	3.53×10^{19} sej	3.81×10^6 US \$
湿地公园建立后 After the establishing of Wetland Park				
18 经济收入 Income	2.90×10^6 US \$	9.26×10^{12} sej/ US \$	2.69×10^{19} sej	2.90×10^6 US \$
有机物质产出 Organic matter yield				
19 芦苇 Reed	1.24×10^{13} J	4700 sej/J	5.83×10^{16} sej	6.30×10^3 US \$
20 竹林 Bamboo	9.20×10^{13} J	3.20×10^4 sej/J	2.94×10^{18} sej	3.17×10^5 US \$
21 柿树 Persimmon	1.16×10^{12} J	4.40×10^4 sej/J	5.10×10^{16} sej	5.51×10^3 US \$
生态系统服务 Service yield				
22 固定 CO ₂ CO ₂ absorbing	1.18×10^{10} g	3.78×10^7 sej/g	4.44×10^{17} sej	4.79×10^4 US \$
23 释放 O ₂ O ₂ releasing	8.66×10^9 g	5.11×10^7 sej/g	4.42×10^{17} sej	4.77×10^4 US \$
24 环境净化 Environment purification	4.21×10^6 US \$	9.26×10^{12} sej/ US \$	3.90×10^{19} sej	4.21×10^6 US \$
25 水文调节 Water regulation	1.22×10^{13} g	6.66×10^5 sej/g	8.1×10^{18} sej	8.75×10^5 US \$
26 生物多样性保护 Bio- diversity protection	504 种	9.40×10^{16} sej/种	4.74×10^{19} sej	5.12×10^6 US \$
科研教育 Research and education				
27 科研项目 Research	7.74×10^4 US \$	9.26×10^{12} sej/ US \$	7.17×10^{17} sej	7.74×10^4 US \$
28 科研人员、专家科研考察 Investigation	633 人	1.08×10^{16} sej/人	6.82×10^{18} sej	7.37×10^5 US \$
29 中小學生、青少年科普教育 Education	3.35×10^5 人	2.58×10^{14} sej/人	8.63×10^{19} sej	9.32×10^6 US \$

能值转换率参考文献^[10,12~18],原始数据来自《杭州西溪国家湿地公园总体规划(2004~2010)》^{①②[7,19]}及实地调查 For transformity, see references^[10,12~18]; Raw units comes from《Master plan of Xixi National Wetland Park》(2004~2010)^{①②} and investigation

①李健娜. 杭州西溪湿地生态系统服务功能研究. 西南大学硕士学位论文, 2006.

②蔡建国. 杭州湿地植物生态习性及其景观设计研究. 北京林业大学博士学位论文, 2006.

生物栖息地得到保护,维管束植物、鱼类及水系动物、鸟类等种类增加,同时,湿地环境监测、国家湿地公园示范项目研究等科研活动、科普教育广泛开展,生态系统服务功能能值产出增加到 2.04×10^7 US\$, 是原来的 2.3 倍。

综上,西溪湿地公园建立之后与之前相比,系统能值总投入增加,总产出以更大的幅度增加。经济产出有所减小,环境产出增幅较大,其中有机物质积累使系统贮存能值增加,生态系统服务功能产出是能值产出的重要部分。

3.3 湿地公园建立前后能值指标分析与比较

西溪湿地公园建立前后的主要能值指标如表 2 所示。从表中可以看出,湿地公园建立前后的净经济效益均为正值,说明原有农业生产经营活动和湿地公园旅游经营模式均能使经济产出大于投入,维持系统在经济上的可持续性。从净环境效益来看,湿地公园建立之前净环境效益为负值,环境基础能值逐渐被消耗,表明以农业和渔业养殖为主的生产经营活动虽然能取得经济效益,但环境不可持续发展,最终也将导致经济利用的不可持续。湿地公园建立以后净环境效益变成正值,基础能值得到不断积累,说明以湿地公园模式发展生态旅游虽然净经济效益有所降低,但环境可持续性增强,保证了整个系统的可持续发展。

产出效率方面,建立湿地公园以后,系统经济产出率从 1.66 降低为 0.97,相同的投入水平之下经济产出能力为原来的 60% 左右。但是,湿地公园的建立使系统环境产出效率从 4.98 提高到 6.93,提高幅度达 40% 左右,效果显著。

湿地公园的建立增加了经济反馈,改善了生态环境,动植物资源得到有效保护,系统有机物质积累增加,产出提高。在生态环境允许的范围内发展旅游增加经济收入,保障经济反馈,使系统生态经济可持续发展。

表 2 西溪湿地生态经济系统能值指标表

Table 2 Emergy indices of Xixi wetland

项目 Description	表达式 Expression	湿地公园建立前 Before the establishing of Wetland Park	湿地公园建立后 After the establishing of Wetland Park
1 可更新资源投入 Renewable resources (sej/a)	R	1.08×10^{18}	1.08×10^{18}
2 不可更新资源投入 Nonrenewable resources (sej/a)	N	2.35×10^{18}	2.35×10^{18}
3 经济反馈 Feedback (sej/a)	F	1.37×10^{19}	2.43×10^{19}
4 经济收入 Income (sej/a)	I	2.85×10^{19}	2.69×10^{19}
5 有机物质产出 Organic matter yield (sej/a)	OMY	1.98×10^{18}	3.05×10^{18}
6 生态系统服务 Service yield (sej/a)	SY	8.33×10^{19}	1.89×10^{20}
7 净经济效益 $NEcP$ (sej/a)	$I - F$	1.48×10^{19}	2.60×10^{18}
8 净环境效益 $NEnP$ (sej/a)	$OMY - N$	-3.70×10^{17}	7.00×10^{17}
9 经济产出率 $EcOR$	$I / (R + N + F)$	1.66	0.97
10 环境产出率 $EnOR$	$(OMY + SY) / (R + N + F)$	4.98	6.93

4 结论

(1) 本文从生态环境和经济两方面构建了净经济效益、净环境效益、经济产出率、环境产出率指标,该指标体系能够衡量系统的生态和经济产出效率,较全面的反映系统可持续发展能力。

(2) 从能值投入产出来看,西溪湿地公园建立之后,增加了系统经济反馈,同时水质等生态环境得到了改善、生物多样性增加、科研教育功能得以发挥,并注重了系统基础能值的积累,从而提高了环境产出。

(3) 湿地公园建立以后,基础能值的积累使系统净环境效益有负值变为正值,增强了可持续发展能力,系统经济产出有所降低,但仍能保障经济反馈。

(4) 实践证明,原有农业生产活动对系统的经济投入相对较低,对环境资源的依赖性强、消耗量大,基础能值积累不足,系统生态环境遭到了破坏,生物多样性逐渐减少。通过建立湿地公园,增加了经济反馈,生态环境已有明显改善,同时,在生态环境允许的范围内适度发展湿地旅游,能够增加经济收入,有利于保障系统

经济反馈。在湿地公园建立初期,经济投入较大,产出较低,在系统正常运行以后,维护费用将大大降低,系统将在较高发展水平上保持较高的产出效率,湿地公园的建立也将带动周边经济的发展。由此可见,湿地公园是湿地资源“在保护中开发,在开发中保护”,实现生态、经济协调发展的有效模式。

References:

- [1] Mitsch W J. Restoration of our lakes and rivers with wetlands-an important application of ecological engineering. *Water Sciencetechnology*, 1995, 31(8):178—186.
- [2] Hsieh H L, Chen C P, Lin Y Y. Strategic planning for a wetlands conservation greenway along the west coast of Taiwan. *Ocean & Coastal Management*, 2004, (47):257—272.
- [3] Luo L C, Dong G Z. The potential ecological and economical benefit analysis by the construction of Nanjing Qinhuai River Wetland Park. *Journal of Nanjing Forestry University (Natural Sciences Edition)*, 2006, 30(1):84—88.
- [4] Xue L, Xu Y X. A study on the design and evaluation of wetland park in city based on GIS — A case study in the Baliu Ecological Wetland Park in Xi'an. *Ecological Economy*, 2007, (12):127—129, 148.
- [5] Lan S F, Qin P. Emery analysis of ecosystem. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2001, 12(1):129—131.
- [6] Wang Z W, Pan C X. The protection of landscape character in the tourism development of urban wetlands — with Hangzhou Xixi Wetland as the Example. *Chinese Landscape Architecture*, 2007, 23(7):74—78.
- [7] Cheng Q, Wu X J. Landscape pattern change and its driving forces in Xixi National Wetland Park since 1993. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2006, 17(9):1677—1682.
- [8] Chen J H. Study on the fragility of eco-environment of wetland on the edge of the city — using the Xixi Wetland in Hangzhou as an example. *Bulletin of Science and Technology*, 2003, 19(5):395—398, 402.
- [9] Yu M J, Wu J J, Xu J M, *et al.* Studies on the changes of landscape patterns of Hangzhou Xixi Wetland in 15 years. *Bulletin of Science and Technology*, 2007, 23(3):320—325.
- [10] Wan S W, Qin P, Zhu H G, *et al.* Evaluation of two artificial wetlands in Yancheng Natural Reserve, China. *Acta Ecologica Sinica*. 2000, 20(5):759—765.
- [11] Shen S R, Lu H F, Zhao X F, *et al.* Some frontier points of emery study. *Journal of Tropical and Subtropical Botany*, 2004, 12(3):268—272.
- [12] Xie Y P, Wei M C, Zhou Y B, *et al.* Emery analysis of economic system in ecological agricultural tourism of Gongcheng, Guangxi. *Acta Ecologica Sinica*, 2007, 27(3):1056—1064.
- [13] Li H T, Xu X G, Xiao D N. Study on the value of ecological capital based on the emery theory: a case study on the forest ecosystem in the middle part of the north slope of the Tianshan Mountain. *Acta Ecologica Sinica*, 2005, 25(6):1383—1390.
- [14] Qin P, Huang Y S, Tan F Y. Emery analysis of ecological function of Mai Po Natural Reserve. *Chinese Nature Magazine*, 1999, 21(2):104—106, 107.
- [15] Zhao X S, Cui B S, Yang Z F. Energy analysis of ecological benefit in mangrove wetland-Case study of the Nineteenth Chong mangrove wetland in Nansha. *Chinese Journal of Ecology*, 2005, 24(7):841—844.
- [16] Cui L J, Zhao X S. Researches on the emery analysis of Poyanghu wetland. *Acta Ecologica Sinica*, 2004, 24(7):1480—1485.
- [17] Chen B, Chen Z M, Zhou Y, *et al.* Emery as embodied energy based assessment for local sustainability of a constructed wetland in Beijing. *Commun Nonlinear Sci Numer Simul* (2007), doi:10.1016/j.cnsns.2007.05.035
- [18] Zuo P, Wan S W, Qin P, *et al.* A comparison of the sustainability of original and constructed wetlands in Yancheng Biosphere Reserve, China: implications from emery evaluation. *Environmental Science & Policy*, 2004, 7(4):329—343.
- [19] Zhejiang Forestry Administration. Zhejiang forestry natural resources (volume of wetland). Beijing: China Agricultural Sciencetech Press, 2002. 5.

参考文献:

- [3] 骆林川,董国政.南京秦淮河湿地公园潜在生态经济效益分析.南京林业大学学报(自然科学版),2006,30(1):84~88.
- [4] 薛亮,徐映雪.基于GIS的城市湿地公园规划与评价研究——以西安灞柳生态湿地公园为例.生态经济,2007,(12):127~129,148.
- [5] 蓝盛芳,钦佩.生态系统的能值分析.应用生态学报,2001,12(1):129~131.
- [6] 王紫雯,潘翠霞.城市湿地旅游开发中的景观特质保护——以杭州西溪湿地为例.中国园林,2007,23(7):74~78.
- [7] 程乾,吴秀菊.杭州西溪国家湿地公园1993年以来景观演变及其驱动力分析.应用生态学报,2006,17(9):1677~1682.
- [8] 陈久和.城市边缘湿地生态环境脆弱性研究——以杭州西溪湿地为例.科技通报,2003,19(5):395~398,402.
- [9] 余敏杰,吴建军,徐建明,等.近15年来杭州西溪湿地景观格局变化研究.科技通报,2007,23(3):320~325.
- [10] 万树文,钦佩,朱洪光,等.盐城自然保护区两种人工湿地模式评价.生态学报,2000,20(5):759~765.
- [11] 沈善瑞,陆宏芳,赵新锋,等.能值研究的几个前沿命题.热带亚热带植物学报,2004,12(3):268~272.
- [12] 谢雨萍,魏美才,周永博,等.广西恭城月柿生态农业旅游能值分析.生态学报,2007,27(3):1056~1064.
- [13] 李海涛,许学工,肖笃宁.基于能值理论的生态资本价值——以阜康市天山北坡中段森林区生态系统为例.生态学报,2005,25(6):1383~1390.
- [14] 钦佩,黄玉山,谭凤仪.从能值分析的方法来看米埔自然保护区的生态功能.自然杂志,1999,21(2):104~106,107.
- [15] 赵欣胜,崔保山,杨志峰.红树林湿地生态效益能值分析——以南沙地区十九涌红树林湿地为案例.生态学报,2005,24(7):841~844.
- [16] 崔丽娟,赵欣胜.鄱阳湖湿地生态能值分析研究.生态学报,2004,24(7):1480~1485.
- [19] 浙江省林业局编.浙江省林业自然资源(湿地卷).北京:中国农业科学技术出版社,2002.5.