

# 杭州西湖生态系统服务价值评估

徐洪<sup>1</sup>, 赵鹏大<sup>2</sup>, 武俊梅<sup>3</sup>, 李新宁<sup>1</sup>, 吴振斌<sup>3</sup>

(1. 中国地质大学经济管理学院, 湖北 武汉 430074; 2. 中国地质大学资源学院, 湖北 武汉 430074;  
3. 中国科学院水生生物研究所淡水生态与生物技术国家重点实验室, 湖北 武汉 430072)

**摘要:** 基于市场价格法、影子工程法、污染防治成本法、旅行费用法、成果参照法、等效益替代法和条件价值法等方法, 对杭州西湖物质生产、涵养水源、水质净化、休闲旅游、文化科研教育、蒸腾吸热、栖息地、存在价值、选择价值和遗产价值等进行货币化评估。计算得杭州西湖生态系统服务总价值为 7 357 624.7 万元/a, 是杭州市国民生产总值的 10.5%。其中休闲旅游价值量最大(7 315 760.2 万元/a), 占生态系统服务总价值的 99.431%, 其次是蒸腾吸热价值(13 864.2 万元/a), 占 0.188%。杭州西湖的生态系统服务功能主要是休闲旅游, 其经济价值的核算有利于城市生态经济账户的构建, 为城市的可持续发展提供科学参考。

**关键词:** 杭州; 西湖; 生态系统服务; 价值评估

**中图分类号:** Q148; X196      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1001-6791(2013)03-0436-06

湖泊是城市中的稀缺资源, 具有调节城市水资源、缓解城市热岛效应、休闲旅游等独一无二不可替代的生态系统服务功能。近年来, 生态系统服务内涵的探讨及其价值的评估逐渐成为生态经济学的热点和前沿课题<sup>[1-3]</sup>。因类型、地理位置和人类开发程度的差异, 不同生态系统的服务内涵存在较大差异, 少数研究对生态系统服务进行了严格分类<sup>[4]</sup>, 大部分学者简单罗列了多种服务<sup>[1]</sup>。国内外相继开展了不同尺度和不同类型生态系统服务价值评估研究, 如全球<sup>[1]</sup>、国家<sup>[5]</sup>、流域/地区<sup>[6]</sup>、城市<sup>[7]</sup>等, 如森林<sup>[8]</sup>、海洋<sup>[9]</sup>、湿地<sup>[10]</sup>、陆地<sup>[11]</sup>、草地<sup>[12]</sup>等, 但是针对城市湖泊的研究较少<sup>[13]</sup>。生态系统服务总价值包括由直接使用价值和间接使用价值组成的使用价值, 以及由存在价值、选择价值和遗产价值组成的非使用价值<sup>[6, 13-14]</sup>。核算生态系统服务价值有利于公众增强生态意识, 有利于政府制定合理的开发政策, 有利于实现城市的可持续发展。

杭州西湖是中国著名的城市湖泊和风景名胜区, 对杭州市旅游业、服务业的发展具有举足轻重的作用。林爱瑜<sup>[15]</sup>研究了西湖风景区的游憩价值, 陈波和卢山<sup>[12]</sup>研究了西湖风景区绿地生态系统固碳、释氧、吸收二氧化硫、滞尘降尘、储水保土、调节气候的价值, 王国新<sup>[16]</sup>评估了西湖风景区产品功能、调节功能、支持功能、文化功能的价值, 三者的研究对象均为西湖风景区, 且没有考虑生态系统服务的非使用价值。

本文拟对杭州西湖湖泊生态系统服务的直接、间接使用价值和非使用价值进行评估, 以期货币化城市湿地的价值构成, 增强政府和公众的保护意识, 为城市湿地的可持续发展提供决策依据。

## 1 研究区概况

西湖位于浙江省杭州市西部, 中心位置为 30°14'45"N, 120°08'30"E。其一面临城, 三面环山, 湖面被孤山、白堤、苏堤、杨公堤分隔为外西湖、西里湖、北里湖、小南湖、岳湖和湖西, 面积约 6.39 km<sup>2</sup>。南北长约 3.2 km, 东西宽约 2.8 km, 平均水深 2.27 m, 水体容量约为 1 429 万 km<sup>3</sup>。西湖地处亚热带季风气候

收稿日期: 2012-12-11; 网络出版时间: 2013-03-27

网络出版地址: <http://www.cnki.net/KCMS/detail/32.1309.P.20130327.1513.003.html>

基金项目: 国家“十二五”水专项(2012ZX07101007-005); 湖北省自然科学基金资助项目(2011CDB342)

作者简介: 徐洪(1981-), 女, 辽宁沈阳人, 博士研究生, 主要从事资源经济学研究。E-mail: 17080088@qq.com

通信作者: 吴振斌, E-mail: wuzb@ihb.ac.cn

区,年相对平均湿度80%左右,年平均降水量1399mm,年平均气温16.2℃,最热月(7月)平均温度达28.6℃,最冷月(1月)平均温度在3.8℃以上。西湖以其秀丽清雅的湖光山色和璀璨丰蕴的人文景观成为目前中国列入世界遗产的唯一一处湖泊类文化遗产。

## 2 生态系统服务价值划分及其评估方法

### 2.1 生态系统服务价值划分

城市湿地生态系统地理位置特殊,自身结构复杂,既具有一般生态系统服务功能的共性,又具有受人类活动影响较大以及为人类提供特殊服务功能的个性<sup>[18]</sup>。遵循整体性、代表性、可定量和可操作等原则,结合城市湖泊的特殊性和实际调查情况,确定西湖的主要生态系统价值包括物质生产、涵养水源、水质净化、休闲旅游、文化科研教育等5类直接使用价值,蒸腾吸热、栖息地等2类间接使用价值,存在价值、选择价值、遗产价值等3类非使用价值(表1)。

表1 杭州西湖生态系统服务价值评估方法

Table 1 Evaluation method of ecosystem services value of West Lake in Hangzhou

价值	服务划分	评价方法及计算公式
直接使用价值	物质生产:城市湖泊可以生产多种商品市场上的物质产品。	市场价格法: $V_m = \sum Y_i P_i$ , $V_m$ 为物质生产价值, $Y_i$ 为第 $i$ 类物质的产量, $P_i$ 为第 $i$ 类物质的市场价格。
	涵养水源:城市湖泊可以蓄积大量的淡水资源,干旱季节供水,洪涝时期均化洪水,补充和调节地下水。	影子工程法: $V_w = VC_w$ , $V_w$ 为涵养水源价值, $V$ 为研究区域常水位时蓄水量, $C_w$ 为单位蓄水量库容成本,每建设 $1\text{ m}^3$ 库容需要年投入成本为 5.714 元。
	水质净化:城市湖泊为污染物提供良好的代谢环境,提高了城市的环境自净能力。	污染防治成本法: $V_p = \sum W_i C_i$ , $V_p$ 为水质净化价值, $W_i$ 为研究区域第 $i$ 类污染物去除量, $C_i$ 为第 $i$ 类污染物去除成本。
	休闲旅游:城市湖泊是难得的自然资源,为公众提供亲近大自然的优美环境和进行户外活动的场所。	旅行费用法: $V_l = V_{le} + V_{lv} + V_{cs}$ , $V_l$ 为休闲旅游价值, $V_{le}$ 为旅行费用支出, $V_{lv}$ 为旅游时间价值, $V_{cs}$ 为消费者剩余。
间接使用价值	文化科研教育:城市湖泊为科普教育提供重要的原材料,为科学研究提供重要的实验基地。	成果参照法: $V_c = AW_c$ , $V_c$ 为文化科研教育价值, $A$ 为研究区域面积, $W_c$ 为单位面积文化科研教育价值。
	蒸腾吸热:城市湖泊可通过水生植物和湖面的蒸腾吸热功能降低温度,缓解城市热岛效应。	等效益替代法: $V_a = \sum (CM_i \Delta T_i / 3.6 \times 10^6) P$ , $V_a$ 为蒸腾吸热价值, $C$ 为水比热容, $M_i$ 为城市湖泊当月蒸发水量, $\Delta T_i$ 为湖泊当月水温与 $100^\circ\text{C}$ 的差值,为当地居民用电市场价格。
非使用价值	栖息地:城市湖泊为各种水生生物提供良好的自然生境,是多种野生动物栖息、迁徙、繁衍和越冬的庇护所。	成果参照法: $V_{ha} = AW_{ha}$ , $V_{ha}$ 为栖息地价值, $A$ 为研究区域面积, $W_{ha}$ 为单位面积栖息地价值。
	存在价值:为了城市湖泊各项功能长期持续存在人们愿意支付的价值。	条件价值法: $V_e = V_{\overline{WTP}} NP_e$ , $V_e$ 为存在价值, $V_{\overline{WTP}}$ 为人均支付意愿值, $N$ 为实际愿意支付人口数, $P_e$ 为存在价值在非使用价值中的支付比例。
	选择价值:为了将来随时可能选择使用城市湖泊某些功能而愿意支付的价值。	条件价值法: $V_o = V_{\overline{WTP}} NP_o$ , $V_o$ 为存在价值, $V_{\overline{WTP}}$ 为人均支付意愿值, $N$ 为实际愿意支付人口数, $P_o$ 为选择价值在非使用价值中的支付比例。
	遗产价值:为了城市湖泊能保留给子孙后代继续享有人们愿意支付的价值。	条件价值法: $V_{he} = V_{\overline{WTP}} NP_{he}$ , $V_{he}$ 为遗产价值, $V_{\overline{WTP}}$ 为人均支付意愿值, $N$ 为实际愿意支付人口数, $P_{he}$ 为遗产价值在非使用价值中的支付比例。

### 2.2 生态系统服务价值评估方法

根据研究区域实际情况,结合技术上可行性和数据可获得性,采用市场价格法、影子工程法、污染防治成本法、旅行费用法、成果参照法、等效益替代法、条件价值法等对研究区域各项生态系统服务价值进行评估(表1)。

### 3 结果与分析

#### 3.1 西湖的直接使用价值评估

(1) 物质生产价值 根据《西湖风景名胜区生物多样性生态功能研究及示范区建设》报告,西湖每年进行一次巨网捕鱼,年产量约为 25 万 kg,主要以鲢鱼、草鱼等为主,根据市场价格约为 10 元/kg。杭州西湖的物质生产价值为 250 万元/a,单位面积物质生产价值为 0.4 万元/( $\text{hm}^2 \cdot \text{a}$ )。

(2) 涵养水源价值 平均水位时西湖的水容量为 1 429 万  $\text{m}^3$ ,根据表 1 中的公式估算得到杭州西湖的涵养水源价值为 8 165.3 万元/a,单位面积涵养水源价值为 12.8 万元/( $\text{hm}^2 \cdot \text{a}$ )。

(3) 水质净化价值 单位面积湿地平均氮去除量为 3.98  $\text{t}/\text{hm}^2$ ,平均磷去除量为 1.86  $\text{t}/\text{hm}^2$ ,根据生活污水单位质量污染物的处理成本,总氮 1.5 元/kg 和总磷 2.5 元/kg<sup>[16]</sup>,计算得到单位面积湖泊的水质净化价值为 1.1 万元/( $\text{hm}^2 \cdot \text{a}$ ),则西湖的水质净化价值为 678.6 万元/a。

(4) 休闲旅游价值 表 1 的公式中旅行费用支出主要包括旅游从出发地至景点的直接往返交通费用、旅途中食宿费用、景点门票及各种服务费用,旅游时间价值由游客在景点停留的总时间乘以单位时间机会工资成本得到,消费者剩余一般约为其他各项费用支出的 10%。机会成本一般为工资成本的 1/3,从杭州保障网上查阅的数据得到杭州每人每小时平均工资为 17.9 元。旅行费用支出和游客在景点停留的时间由调查问卷(2012 年 5 月进行,共发放 246 份调查问卷)得到相关数据分别为 964.8 元/人和 7.7 h。杭州西湖年接待游客数量为 6 580 万人(2010 年)。计算得到杭州西湖的休闲旅游价值为 7 315 760.2 万元/a,单位面积休闲旅游价值为 11 448.8 万元/( $\text{hm}^2 \cdot \text{a}$ )。

(5) 文化科研教育价值 参照陈仲新和张新时<sup>[5]</sup>及 Costanza 等<sup>[1]</sup>的研究成果,中国和全球湿地生态系统单位面积的文化科研教育价值分别为每年 382 元/ $\text{hm}^2$ 和 881 美元/ $\text{hm}^2$ (折合人民币为 5 483 元,按照 2012 年 11 月 27 日 15:40 的汇率,1 美元兑换为 6.223 2 元),取平均值单位面积湖泊的文化科研教育价值为 0.3 万元/( $\text{hm}^2 \cdot \text{a}$ ),则西湖的文化科研教育价值为 187.4 万元/a。

#### 3.2 西湖的间接使用价值评估

(1) 蒸腾吸热价值 湖泊 7~9 月份 3 个月的水体蒸发量分别为 159.1 mm、169.5 mm、152.4 mm<sup>[18]</sup>,杭州西湖 7~9 月份 3 个月的平均气温分别为 30℃、31℃、23℃,杭州市居民用电价格采用 0.538 元/kWh,估算得到单位面积湖泊蒸腾吸热价值为 21.7 万元/( $\text{hm}^2 \cdot \text{a}$ ),则西湖的蒸腾吸热价值为 13 864.2 万元/a。

(2) 栖息地价值 中国和全球单位面积湿地栖息地的价值分别为每年 2 212.2 元/ $\text{hm}^2$ <sup>[19]</sup>和 304 美元/ $\text{hm}^2$ <sup>[1]</sup>(折合人民币为 1 891.8 元,按照 2012 年 11 月 27 日 15:40 的汇率,1 美元兑换为 6.223 2 元),取平均值单位面积湖泊的文化科研教育价值为 0.2 万元/( $\text{hm}^2 \cdot \text{a}$ ),则西湖的文化科研教育价值为 131.1 万元/a。

#### 3.3 西湖的非使用价值评估

对调查问卷数据进行统计分析表明,受访者对杭州西湖非使用价值的支付意愿占调查样本总体的 66.7%,支付意愿值的算术平均值为 235.9 元/a。采用累计频度中位数代替算术平均值计算支付意愿值,支付意愿值主要分布在 50 元/(户·a)、100 元/(户·a)、500 元/(户·a),分别占总有效调查问卷的 15.2%、29.3% 和 12.2%,其余均未超过 10%。与中位累计频度 50% 最接近的是 29.9% 和 59.1%,其对应的支付意愿值为 80 元/(户·a)和 100 元/(户·a),通过线性插值法计算得到中位值 50% 对应的支付意愿值为 93.8 元/(户·a)。杭州市人口家庭为 297.1 万户,求得杭州西湖非使用价值总支付意愿值为 18 587.9 万元,单位面积非使用价值为 29.1 万元/( $\text{hm}^2 \cdot \text{a}$ )。

愿意支付的受访者对存在价值、选择价值和遗产价值的支付比例分别为 42.7%、38.2% 和 19.1% (表 2),将非使用价值总支付意愿值按比例进行分解,得到杭州西湖的存在价值、选择价值和遗产价值分别为 7 937.0 万元/a、7 100.6 万元/a 和 3 550.3 万元/a,则单位面积西湖的存在价值、选择价值和遗产价值分别

为 12.4 万元/(hm<sup>2</sup>·a)、11.1 万元/(hm<sup>2</sup>·a) 和 5.6 万元/(hm<sup>2</sup>·a)。

### 3.4 西湖的生态系统服务价值构成分析

如表 3 所示, 杭州西湖的直接使用价值合计为 7 325 041.5 万元/a, 其中物质生产价值、涵养水源价值、水质净化价值、休闲旅游价值和文化科研教育价值分别为 250.0 万元/a、8 165.3 万元/a、678.6 万元/a、7 315 760.2 万元/a 和 187.4 万元/a, 分别占总直接使用价值的 0.003%、0.111%、

0.009%、99.873% 和 0.003%。可以看出杭州西湖的休闲旅游价值远高于其他各种直接使用价值, 然后依次为涵养水源价值、水质净化价值、物质生产价值和文化科研价值。因为西湖是国内外著名的旅游景点, 年接待游客高达 6 580 万人, 且大部分游客来自世界和全国各地, 旅行费用支出高达 964.8 元/人。杭州西湖的间接使用价值为 13 995.3 万元/a, 其中蒸腾吸热价值和栖息地价值分别为 13 864.2 万元/a 和 131.1 万元/a, 分别占总间接使用价值的 99.063% 和 0.937%。不同类型城市湖泊的年单位面积蒸腾吸热价值相差不大, 为 19 万~21 万元/hm<sup>2</sup>[13], 西湖单位面积的蒸腾吸热价值为 21.7 万元/(hm<sup>2</sup>·a), 与该结论基本一致。从表 1 中的公式可以看出, 城市湖泊的蒸腾吸热价值主要与湖泊水面面积有关, 因此应加强对城市湖泊现有水面的保护。杭州西湖的非使用价值总计为 18 587.9 万元/a, 其中存在价值、选择价值和遗产价值分别为 7 937.0 万元/a、7 100.6 万元/a 和 3 550.3 万元/a, 分别占总非使用价值的 42.700%、38.200% 和 19.100%。可以看出, 相对于湖泊保留给子孙后代使用其生态系统服务而言, 人们更愿意为湖泊的各项功能长期持续存在及其可能选择使用而支付费用。

表 2 杭州西湖受访者支付意愿分布及总支付意愿值分解

Table 2 Distribution of willingness to pay (WTP) and the decomposition of WTP value of West Lake in Hangzhou

非使用价值	支付意愿比例/%	支付意愿值分解/(万元·a <sup>-1</sup> )
存在价值	42.7	7 937.0
选择价值	38.2	7 100.6
遗产价值	19.1	3 550.3

表 3 杭州西湖生态系统服务价值

Table 3 Ecosystem service values of West Lake in Hangzhou

生态系统服务价值	总价值/(万元·a <sup>-1</sup> )	单位面积价值/(万元·hm <sup>-2</sup> ·a <sup>-1</sup> )	单项百分比/%	总百分比/%
物质生产价值	250.0	0.4	0.003	0.003
涵养水源价值	8 165.3	12.8	0.111	0.111
水质净化价值	678.6	1.1	0.009	0.009
休闲旅游价值	7 315 760.2	11 448.8	99.873	99.431
文化科研教育价值	187.4	0.3	0.003	0.003
直接使用价值总计	7 325 041.5	11 463.4	100.000	99.557
蒸腾吸热价值	13 864.2	21.7	99.063	0.188
栖息地价值	131.1	0.2	0.937	0.002
间接使用价值总计	13 995.3	21.9	100.000	0.190
使用价值总计	7 339 036.8	11 485.3	-	99.747
存在价值	7 937.0	12.4	42.700	0.108
选择价值	7 100.6	11.1	38.200	0.097
遗产价值	3 550.3	5.6	19.100	0.048
非使用价值总计	18 587.9	29.1	100.000	0.253
生态系统价值总计	7 357 624.7	11 514.4	-	100.000

杭州西湖的生态系统服务总价值为 7 357 624.7 万元/a, 相当于所在城市杭州市国民生产总值(7 011.8 亿元, 2011 年)的 10.5%, 同时与杭州市旅游业收入基本相当(1 191 亿元, 2011 年)。该结果远高于王国新<sup>[16]</sup>的研究结果(1 778 676.5 万元/a), 可能是因为文献中文化旅游价值(266 623.5 万元/a)远低于本研究的结果。各单项生态系统服务价值中, 休闲旅游价值最高, 占总价值的 99.431%, 说明杭州西湖的主要生态系统服务是休闲旅游, 作为一个城市湖泊, 其物质生产、涵养水源、水质净化、蒸腾吸热和栖息地价值在总生态系统服务价值中的比例较小。在适度、合理、有序开发旅游资源时, 应正确处理和协调好其与自然资源保护的关系。首先, 没有良好的旅游环境, 旅游景区的发展是不可持续的, 特别是随着居民生活水平的提高, 人们对休闲场所的环境质量要求不断提高; 其次, 环境的改善, 有利于城市湖泊生态系统服务各项价值

的强化。城市湖泊水质的改善,既能提高水质净化价值,又能提高休闲旅游价值。因此,实现杭州西湖的生态系统服务价值最大化和可持续性应该着眼于自然资源的保护和各项生态系统服务价值协同强化。

## 4 结 论

(1) 参照国内外各种生态系统服务价值评价方法,在统计文献资料数据和调查问卷数据的基础上,逐项评估了杭州西湖各种生态系统的各项服务价值,得出杭州西湖的生态系统服务为 7 357 624.7 万元/a,相当于所在城市杭州市国民生产总值的 10.5%,同时与杭州市旅游业收入基本相当。

(2) 在杭州西湖每年提供的各项生态系统服务中,休闲旅游价值远高于其他各项生态系统服务价值,占 99.431%,其主要影响因素是城市湖泊年接待游客人数和城市消费水平;其次为蒸腾吸热价值,占 0.188%,其主要影响因素是湖泊水面面积。

(3) 杭州西湖的非使用价值共为 18 587.9 万元/a,占生态系统服务总价值的 0.253%。存在价值、选择价值和遗产价值分别占非使用价值的 42.700%、38.200%和 19.100%。相对于城市湖泊保留给子孙后代使用其生态系统服务而言,人们更愿意为湖泊的各项功能长期持续存在及其可能选择使用而支付费用。

**致谢:** 贺锋、徐栋、胡胜华和孔令为等在数据收集和问卷调查中给予了帮助,在此表示感谢!

### 参考文献:

- [1] COSTANZA R, ARGE R D, de GROOT R, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital [J]. *Nature*, 1997, 387(6630): 253-260.
- [2] 欧阳志云,王如松,赵景柱. 生态系统服务功能及其生态经济价值评价[J]. *应用生态学报*, 1999, 10(5): 635-640. (OUYANG Zhiyun, WANG Rusong, ZHAO Jingzhu. Ecosystem services and their economic valuation [J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 1999, 10(5): 635-640. (in Chinese))
- [3] 张诚,严登华,郝彩莲,等. 水的生态服务功能研究进展及关键支撑技术[J]. *水科学进展*, 2011, 22(1): 126-134. (ZHANG Cheng, YAN Denghua, HAO Cailian, et al. Advances in water ecosystem service study and its key supporting technologies [J]. *Advances in Water Science*, 2011, 22(1): 126-134. (in Chinese))
- [4] de GROOT R S, WILSON M A, BOUMANS R M J. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services [J]. *Ecological Economics*, 2002, 41(3): 393-408.
- [5] 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): 17-23. (CHEN Zhongxin, ZHANG Xinshi. The value of ecosystem benefits in China [J]. *Chinese Science Bulletin*, 2000, 45(1): 17-23. (in Chinese))
- [6] TORRAS M. The total economic value of Amazonian deforestation, 1978—1993 [J]. *Ecological Economics*, 2000, 33(2): 283-297.
- [7] BOLUND P, HUNHAMMAR S. Ecosystem services in urban areas [J]. *Ecological Economics*, 1999, 29(2): 293-301.
- [8] 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[J]. *自然资源学报*, 2004, 19(4): 480-491. (ZHAO Tongqian, OUYANG Zhiyun, ZHENG Hua, et al. Forest ecosystem services and their valuation in China [J]. *Journal of Natural Resources*, 2004, 19(4): 480-491. (in Chinese))
- [9] LANGE G M, JIDDAWI N. Economic value of marine ecosystem services in Zanzibar: Implications for marine conservation and sustainable development [J]. *Ocean and Coastal Management*, 2009, 52(10): 521-532.
- [10] TONG C F, FEAGIN R A, LU J J. Ecosystem service values and restoration in the urban Sanyang wetland of Wenzhou, China [J]. *Ecological Engineering*, 2007, 29(3): 249-258.
- [11] 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[J]. *生态学报*, 1999b, 19(5): 607-613. (OUYANG Zhiyun, WANG Xiaoke, MIAO Hong. A primary study on Chinese terrestrial ecosystem services and their ecological-economic values [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 1999b, 19(5): 607-613. (in Chinese))
- [12] 陈波,卢山. 杭州西湖风景区绿地生态服务功能价值评估[J]. *浙江大学学报:农业与生命科学版*, 2009, 35(6): 686-690. (CHEN Bo, LU Shan. Valuing ecological services of green space of West Lake scenic area in Hangzhou [J]. *Journal of Zhejiang*

- University: Agriculture and Life Sciences, 2009, 35(6): 686-690. (in Chinese))
- [13] 王凤珍. 城市湖泊湿地生态服务功能价值评估:以武汉市城市湖泊为例[D]. 武汉:华中农业大学,2010: 1-60. (WANG Fengzhen. Evaluation on the ecosystem services values of urban lake wetlands: A case study of urban lake in Wuhan city [D]. Wuhan: Huazhong Agricultural University, 2010: 1-60. (in Chinese))
- [14] CHEE Y E. An ecological perspective on the valuation of ecosystem services [J]. *Biological Conservation*, 2004, 120(4): 549-565.
- [15] 林爱瑜. 杭州城市湿地游憩价值评价研究:以西湖和西溪湿地为例[D]. 杭州:浙江工商大学,2008: 24-46. (LIN Aiyu. Research on recreational value evaluation of urban wetland in Hangzhou: Cases study of West Lake and Xixi Wetland [D]. Hangzhou: Zhengjing Gongshang University, 2008: 24-46. (in Chinese))
- [16] 王国新. 杭州城市湿地变迁及其服务功能评价:以西湖和西溪为例[D]. 长沙:中南林业科技大学,2010: 144-169. (WANG Guoxin. Changes of urban wetlands in Hangzhou and assessment of their ecosystem service values: A case study of West Lake and Xixi [D]. Changsha: Central South University of Forestry and Technology, 2008: 144-169. (in Chinese))
- [17] 王建华,吕宪国. 城市湿地概念和功能及中国城市湿地保护[J]. *生态学杂志*, 2007, 26(4): 555-560. (WANG Jianhua, LÜ Xianguo. Urban wetland: Its concept, ecological services and protection [J]. *Chinese Journal of Ecology*, 2007, 26(4): 555-560. (in Chinese))
- [18] 闵騫,刘影. 鄱阳湖水面蒸发量的计算与变化趋势分析(1955—2004年)[J]. *湖泊科学*, 2006, 18(5): 452-457. (MIN Qian, LIU Ying. Calculation of lake evaporation and trend analysis of Lake Poyang: 1955—2004 [J]. *Journal of Lake Sciences*, 2006, 18(5): 452-457. (in Chinese))
- [19] 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. (XIE Gaodi, LU Chunxia, LENG Yunfa, et al. Ecological assets valuation of the Tibetan plateau [J]. *Journal of Natural Resources*, 2003, 18(2): 189-196. (in Chinese))

## Evaluation on ecosystem service value of West Lake in Hangzhou \*

XU Hong<sup>1</sup>, ZHAO Pengda<sup>2</sup>, WU Junmei<sup>3</sup>, LI Xinning<sup>1</sup>, WU Zhenbin<sup>3</sup>

(1. School of Economics and Management of China University of Geosciences, Wuhan 430074, China;

2. Faculty of Earth Resource of China University of Geosciences, Wuhan 430074, China; 3. State Key Laboratory of Freshwater Ecology and Biotechnology, Institute of Hydrobiology, Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430072, China)

**Abstract:** Value of material production, water conservation, water quality purification, leisure tourism, culture/research/education, energy absorbed by transpiration, and habitat, as well as existing value, option value, and heritage value of West Lake in Hangzhou were evaluated by monetization. This analysis was based on market price method, shadow engineering method, cost of pollution prevention and control method, travel cost method, results reference method, benefits substitution method, contingent valuation method, The results shown that the total ecosystem services value of West Lake in Hangzhou was 73 576. 247 million yuan/a, which was equal to 10. 5% of gross national product in Hangzhou. The value of leisure tourism (73 157. 602 million yuan/a) was the largest of the 10 evaluation indicators, accounting for 99. 431% of the total ecosystem services value, followed by the value of absorbed by transpiration (138. 642 million yuan/a), accounting for 0. 188%. Ecosystem services function of West Lake in Hangzhou is mostly leisure tourism. The accounting of its economic value is beneficial to construct economic account of urban ecological, and can provide scientific reference for the sustainable development of the city.

**Key words:** Hangzhou; West Lake; ecosystem services; value evaluation

\* The study is financially supported by the National Water Pollution Control and Management S&T Specific Projects of China (No. 2012ZX07101007-005) and the Natural Science Foundation of Hubei Province (No. 2011CDB342).