

杭州湾南岸农业生态系统土壤保持功能及其生态经济价值评估

李加林^{1,2}, 童亿勤², 杨晓平², 许继琴³, 张殿发²

(1. 中国科学院地理科学与资源研究所全球变化信息研究中心, 北京 100101;
2. 宁波大学人居环境研究所, 浙江 宁波 315211; 3. 宁波大学商学院, 浙江 宁波 315211)

摘要: 文章运用土壤通用流失方程(USLE)研究了杭州湾南岸农业生态系统的土壤保持功能,并评价了其经济价值。研究表明,由林地、水田和旱地组成的杭州湾南岸农业生态系统的土壤保持量为 $5.67 \times 10^5 \text{ t/a}$,其经济价值为 $20.35 \times 10^5 \text{ 元/a}$,其中减少土壤废弃的经济价值为 $12.33 \times 10^5 \text{ 元/a}$,保持土壤养分价值为 $4.92 \times 10^5 \text{ 元/a}$,减少泥沙淤积价值为 $3.10 \times 10^5 \text{ 元/a}$ 。

关键词: 土壤侵蚀; 土壤保持; 通用土壤流失方程; 杭州湾南岸

中图分类号: S 157; S 181 文献标识码: A 文章编号: 1005-3409(2005) 04-0202-04

Soil Conservation of Agro-ecosystems and Its
Eco-economic Value in South Coast of Hangzhou Bay

LI Jia-lin^{1,2}, TONG Yi-qin², YANG Xiao-ping², XU Ji-qin³, ZHANG Dian-fa²

(1. Global Change Information and Research Center, Institute for Geography and Natural
Resources, CA S, Beijing 100101, China;
2. Institute of Human Inhabiting Environment, Ningbo University, Ningbo 315211, China;
3. College of Commercial Science, Ningbo University, Ningbo 315211, China)

Abstract: Based on the Universal Soil Loss Equation (USLE), the authors analyse the function for soil conservation of agro-ecosystems and its eco-economic value in south coast of Hangzhou bay. The results indicate that the quantity of soil conservation in research area is $5.67 \times 10^5 \text{ t/a}$. The total economic value of soil conservation was estimated to be $20.35 \times 10^5 \text{ yuan/a}$. The economic value of reduction of soil disuse, protection of soil fertility and decrease of soil deposit are $12.33 \times 10^5 \text{ yuan/a}$, $4.92 \times 10^5 \text{ yuan/a}$ and $3.10 \times 10^5 \text{ yuan/a}$, respectively.

Key words: soil erosion; soil conservation; USLE; south coast of Hangzhou bay

土壤侵蚀是世界上最主要的环境问题之一。据估计,在过去50 a间,土壤侵蚀已导致 $4.0 \times 10^8 \text{ hm}^2$ 的土地丧失生产力,并引起其它一系列相关环境问题,土壤侵蚀问题越来越受到世界各国政府及科技工作者的关注^[1]。20世纪60年代美国水土保持学家Wischmeier提出的通用土壤流失方程为定量研究土壤侵蚀问题提供了有效的方法^[2],20世纪80年代以来,我国学者对区域土壤侵蚀问题进行了大量研究,并取得了丰硕的成果^[3~5]。

近年来生态系统服务功能经济价值评估研究已成为生态学和生态经济学研究的热点,土壤侵蚀量化研究的深入使生态系统土壤保持功能及其经济价值评估研究成为可能。由于土壤保持功能直接关系到区域生态系统的可持续发展,因此,生态系统的土壤保持功能及其经济价值评估也便成为生态系统服务功能研究的重点方向之一^[6~8]。

农业是国民经济的基础,农业生态系统为人类生存发展

提供了基本保障,同时农业生态系统也是受人类活动影响非常明显的生态系统,人类对生态系统的导向性开发利用将极大地改变其服务功能的构成。农业开发活动可增加生态系统的物质产出,但也可能导致其他服务功能,如土壤保持功能的减弱或丧失。因此,加强农业生态系统土壤保持功能及经济价值评估研究对正确衡量农业开发活动的经济效益,建立区域环境——经济综合核算体系及可持续决策具有重要意义。

1 研究区概况和资料处理

杭州湾南岸(以宁波慈溪市域为主体)位于我国东部沿海中段的浙江省东北部及上海市东南、钱塘江口外,其地理位置介于北纬30°02'~30°24',东经121°02'~121°42'之间。土地总面积有1 154 km²,全区总人口100.84万人,人均土地面积0.114 hm²,不到全国平均水平的1/6。改革开放以来,杭州

* 收稿日期: 2004-09-24
基金项目: 宁波市社科规划课题(G2004A11); 宁波市科技局项目(2002C10026); 浙江省社科联年度课题(03N55)
作者简介: 李加林(1973-),男,浙江台州人,博士后,主要从事全球变化信息和海岸带开发研究。

湾南岸社会经济取得了巨大的成就, 现代农业蓬勃发展, 国民经济持续发展。2002 年, 慈溪市在全国县域经济基本竞争力排名中位居第 11 位, 是浙江省经济四强县之一, 综合实力在全国百强县(市)中列第 17 位。

丘陵、平原、滩涂、海洋构成的台阶式现代地貌格局呈南北向分布, 地貌类型相对齐全, 本区地带性植被属亚热带常绿阔叶林, 东南部翠屏山丘陵海拔 300~400 m, 原始植被在人类活动影响下已基本消失, 次生林和人工林广布。中部滨海沉积平原河湖密布, 平均海拔 3~5 m, 由于成陆时间短, 自然植被以草本为主, 人工栽培农作物以水稻、棉花、大豆、油菜、蔬菜等为主。北部淤泥质滩涂, 滩面宽阔, 植被以互花米草、芦苇和碱蓬群落为主。杭州湾南岸农业开发历史悠久, 早在公元前 4500 年就有先民活动, 河姆渡遗址表明当时的稻作文化已相当发达。

杭州湾南岸为北亚热带南缘季风性气候, 冬暖夏凉, 年日照时数、太阳辐射总量分别为 2 038.4 h 和 469 kJ/cm², 年平均降水量 1 272.8 mm。区内光热水时空分布配合较好, 气候温暖湿润, 光温效率高, 雨水充足, 作物生长期长。所有这些, 为多种生物和多样生态系统的形成和发育奠定了基础, 也为现代多种农业开发活动提供了资源保证。

本研究主要对杭州湾南岸林地、水田和旱地三类农业生态系统的土壤保持功能及其经济价值进行研究。研究涉及到的资料主要包括研究区 1:5 万土地利用分类图(2000 年)、慈溪市土壤志(1983 年)、研究区 1:5 万地形图(2000 年)、10 个测站多年月平均降水量数据(1967~1986 年)以及 2003 年典型土壤质量调查数据、野外植被考察数据等。所有资料用 Arc/Info 软件建立集成的空间数据库, 用于研究区农业生态系统土壤保持功能经济价值计算。

2 水土保持功能经济价值评估方法

农业生态系统通过截流、吸收、下渗等作用可大大降低雨水和地表径流对土壤表面的直接冲刷力, 从而有效地降低土壤侵蚀造成的土壤肥力丧失和生态系统破坏, 减轻泥沙对河流、湖泊和水库的淤积。因而, 农业生态系统在保护土地资源、减少土地废弃、防止泥沙滞留和淤积、保育土壤肥力、减少风沙灾害和减少土体崩塌泻流等方面具明显价值^[9]。本研究运用市场价值法、机会成本法和影子工程法从减少土地废弃、保持土壤肥力和减轻泥沙淤积灾害 3 个方面来评价杭州湾南岸农业生态系统的水土保持价值。

2.1 土壤保持量的估算方法

生态系统的土壤保持量是潜在土壤侵蚀量与现实土壤侵蚀量之差。潜在土壤侵蚀量不考虑生态系统的地表覆盖因素和水土保持因素, 而现实土壤侵蚀量则考虑了地表覆盖因素和水土保持因素的影响。由通用土壤流失方程(USLE), 有

$$A_c = A_p - A_r = R \cdot K \cdot LS \cdot (1 - C \cdot P) \quad (1)$$

式中: A_c ——单位面积土壤保持量(t/hm²·a); A_p ——单位面积潜在土壤侵蚀量(t/hm²·a); A_r ——单位面积现实土壤侵蚀量(t/hm²·a); R ——降雨侵蚀力因子; K ——土壤可蚀性因子; LS ——坡长坡度因子; C ——地表植被覆盖因子; P ——土壤保持措施因子。

R 是衡量特定降雨侵蚀力的指标。我们采用周伏建等人根据南方实测数据提出的 R 值计算式(公式 2)^[10]。该式符合南方自然地理环境的特点, 考虑了月降雨量的影响。根据杭

州湾南岸 10 个站位的多年平均月降雨资料, 运用(2)式可计算出 R 值的空间分布。

$$R = \sum_{i=1}^{12} (-1.5527 + 0.1792P_i) \quad (2)$$

式中: R ——年降雨侵蚀力指标[MJ·(mm/(hm²·h·a))], P_i ——月降雨量(mm)。

K 由影响可蚀性的土壤性质决定, 根据杭州湾南岸第二次土壤普查资料可得到各类土壤质地及有机质含量等数据, 查阅相关学者提供的 K 值表^[2, 11], 可得到不同农业生态系统类型的 K 值。

利用 1:5 万数字高程模型(DEM)提取栅格坡度因子, 坡长则由栅格尺寸和坡度得到, 并根据黄炎和等人建立的公式(3)^[12], 获得研究区 LS 的空间分布。

$$LS = 0.05\lambda^{0.35}\alpha^{0.6} \quad (3)$$

式中: λ ——坡长(m); α ——百分比坡度。

地表覆盖因子 C 与土地利用、覆盖度密切相关, 是根据地表植被覆盖情况不同而反映植被对土壤侵蚀影响的因素。根据野外调研所获杭州湾南岸植被类型与平均盖度, 查阅 USLE 中的 C 值表可获得林地、水田和旱地生态系统的 C 值。

P 为土壤保持措施因子, 杭州湾南岸水田绝大部分分布在 329 国道线内侧海积平原上, 有一定的水土保持措施, 极少数分布在山前、山间谷地上, 水田的 P 值取 0.15, 林地和旱地基本没有水土保持措施, P 值取 1.00^[6]。

2.2 杭州湾南岸农业生态系统土壤保持价值评估

2.2.1 减少因土壤侵蚀而产生的土地废弃价值

根据杭州湾南岸各农业生态系统土壤保持量和土壤容重, 可计算出土壤保持体积, 再根据土壤耕作层的厚度, 可推算出因土壤侵蚀而造成的废弃土地面积, 并用机会成本法计算其价值。其计算公式为

$$E_1 = \sum_{i=1}^n A_c \cdot P_i (P_L \cdot \beta \cdot 10000) \quad (4)$$

式中: E_1 ——减少土地废弃的经济价值(元/a); i ——农业生态系统类型; A_c ——第 i 类生态系统土壤保持量(t); ρ_L ——第 i 类生态系统的土壤容重(t/m³); β ——土壤耕作层的平均厚度, 取 0.5 m; P_i ——第 i 类生态系统的单位面积经济价值或机会成本(元/hm²·a)。

2.2.2 保持土壤肥力的经济价值

土壤侵蚀带走了大量的氮、磷和钾等营养物质。不同土壤中的氮、磷和钾含量大不相同。生态系统因减少土壤侵蚀而造成土壤肥力损失的价值可以按下式计算

$$E_2 = \sum_{j=1}^n (A_c \cdot C_j \cdot M_j \cdot V_j) \quad (j = N, P, K) \quad (5)$$

式中: E_2 ——森林保肥经济效益; A_c ——第 i 类生态系统单位面积土壤保持量; i ——农业生态系统类型, C_j ——土壤中碱解氮、速效磷、速效钾含量; M_j ——土壤中的碱解氮、速效磷、速效钾折算为硫酸铵、过磷酸钙和氯化钾的系数; V_j ——硫酸铵、过磷酸钙和氯化钾等化肥的价格(元/t)。

2.2.3 减少泥沙对江河湖泊淤积的间接经济价值

按照我国主要流域的泥沙运动规律, 全国一般土壤侵蚀流失的泥沙有 24% 淤积于水库、江河、湖泊^[6], 这部分泥沙直接造成了水库、江河、湖泊蓄水量的下降, 在一定程度上增加了干旱、洪涝灾害发生的几率。可用下式计算生态系统减轻

泥沙淤积灾害的经济价值^[6]

$$E_3 = A_c / \rho \cdot 24\% \cdot F \quad (6)$$
式中: E_3 ——减轻泥沙淤积经济价值(元/ a); A_c ——土壤保持总量(t/a); ρ ——土壤容重(t/m^3); F ——水库工程费用(元/ m^3)。

3 评估结果分析

3.1 杭州湾南岸农业生态系统土壤保持总量

由公式(1)–(3)以及K、C、P,可以分别计算出杭州湾南岸各种农业生态系统单位面积的现实土壤侵蚀量和潜在土壤侵蚀量,由此可计算得到单位面积土壤保持量。由于同一类型的生态系统分布的地貌部位可能存在差异,因而单位面积的现实土壤侵蚀量也不尽相同,因此,我们用单位面积现实土壤侵蚀量的平均值来计算单位面积土壤保持量。由此得到林地、水田和旱地生态系统土壤侵蚀与保持量(表1)。由表1可知,杭州湾南岸三种农业生态系统单位面积的土壤保持量排序为林地>旱地>水田,林地和旱地在保持土壤方面具有重要意义。

表 1 不同生态系统土壤侵蚀与保持量							
生态系 统类型	面积 /hm ²	土 壤 侵 蚀 总 量 /		平 均 侵 蚀 量 /		平 均 土 壤 保 持 量 /(t · hm ⁻² · a ⁻¹)	土 壤 保 持 总 量 /t
		(t · a ⁻¹)		(t · hm ⁻² · a ⁻¹)			
		现实	潜在	现实	潜在		
林地	13152	25845	287634	1.97	21.87	19.90	261789
水田	11975	420	43948	0.03	3.67	3.63	43528
旱地	49381	13914	275546	0.28	5.58	5.30	261632
合计	74508	40179	607128	-	-	7.61	566949

3.2 杭州湾南岸农业生态系统土壤保持的经济价值

3.2.1 减少土地废弃的价值

土壤侵蚀导致表土耕作层的流失,最终将导致土地废弃,生态系统的土壤保持功能对这种土地损失有抵御作用。根据公式(4),可得到杭州湾南岸不同农业生态系统减少土地废弃的经济价值(表2)。由表2可知,林地、水田和旱地减少土地废弃的经济价值分别为 5.24×10^5 元、 1.25×10^5 元和 5.84×10^5 元,三类农业生态系统减少土地废弃的总价值 12.33×10^5 元(表3)。

表 2 不同生态系统减少土地废弃的经济价值					
生态系 统类型	土壤容重 /($t \cdot m^{-3}$)	机会成本 /(元· $hm^{-2} \cdot a^{-1}$)	土层厚 度/m	土壤保 持量/t	经济价值 /10 ⁵ 元
林地	1.25	12513	0.50	261789	5.24
水田	1.20	17271	0.50	43528	1.25
旱地	1.20	13425	0.50	261632	5.84

3.2.2 保持土壤肥力经济价值

土壤侵蚀导致土壤中N、P、K等营养元素的损失,农业生产必须施加各种化肥才能取得农业收益。根据公式(5),杭州湾南岸各农业生态系统保持土壤肥力的经济价值可由化肥价格、土壤保持量和各种类型土壤的养分含量得到。杭州湾南岸林地、水田和旱地农业生态系统中碱解氮、速效磷、速效钾的平均含量由慈溪市第二次土壤普查资料及2003年典型样点实测获得。

我们以杭州湾南岸林地土壤中分布面积最广的黄泥砂土(占地土壤的54.13%)和黄砾泥(占24.39%)的平均土壤肥力状况来代替全区林地的土壤特征。典型黄泥砂土(表层的碱解氮、速效磷、速效钾含量分别为124 mg/kg、13 mg/kg、203 mg/kg;黄砾泥(表层的碱解氮、速效磷、速效钾

含量分别为242 mg/kg、13 mg/kg、293 mg/kg。本研究以黄泥砂土和黄砾泥的分布面积比来代替全区林地土壤的面积比,分别计算其碱解氮、速效磷、速效钾含量,得到林地土壤保持碱解氮、速效磷、速效钾的含量分别为42.1 t、3.4 t、60.6 t。碱解氮、速效磷、速效钾换算为硫酸铵、过磷酸钙和氯化钾的系数分别为4.762、3.373和1.667^[13],由此得到杭州湾南岸林地生态系统保持土壤中的养分以硫酸铵、过磷酸钙和氯化钾形式计分别为200 t、12 t和101 t。据农业部土肥处资料,2000年硫酸铵、过磷酸钙和氯化钾的市场价格分别为750元/t、398元/t和1054元/t,得到林地保持碱解氮、速效磷、速效钾的经济效益分别为 1.50×10^5 元、 0.05×10^5 元、 1.07×10^5 元,总计 2.62×10^5 元(表3)。

根据1982年土壤普查资料和2003年典型土壤样品实测数据,取杭州湾南岸水田和旱地表层土的碱解氮、速效磷、速效钾平均含量分别为252 mg/kg、10 mg/kg、58 mg/kg,120 mg/kg、14 mg/kg、151 mg/kg。杭州湾南岸水田生态系统保持土壤中的养分以硫酸铵、过磷酸钙和氯化钾形式计分别为52 t、1 t和4 t,保肥经济效益分别为 0.39×10^5 元、 0.01×10^5 元、 0.04×10^5 元,总计 0.44×10^5 元(表3)。旱地生态系统保持土壤中的养分以硫酸铵、过磷酸钙和氯化钾形式计分别为150 t、12 t和66 t,保肥经济效益分别为 1.12×10^5 元、 0.05×10^5 元、 0.69×10^5 元,总计 1.86×10^5 元(表3)。

3.2.3 减少泥沙淤积的经济价值

土壤侵蚀输出的泥沙在湖泊、水库和河流的淤积将导致这些水体库容的减小,因此以蓄水成本,即水库工程费用作为机会成本评价生态系统在减少泥沙淤积方面的经济价值。

杭州湾南岸林地、水田和旱地生态系统的土壤保持总量分别为261789 t、43528 t、261632 t,土壤容重分别为 $1.25 t/m^3$ 、 $1.20 t/m^3$ 、 $1.20 t/m^3$,同时取我国 $1 m^3$ 的水库工程费用为0.67元,得到各生态系统减少泥沙淤积的经济价值分别为 1.40×10^5 元、 0.24×10^5 元、 1.46×10^5 元,总价值为 3.10×10^5 元(表3)。

表 3 生态系统保持土壤的生态经济价值 10 ⁵ 元/a							
生态系 统类型	面积 /hm ²	减少土 地废弃	减少养 分损失	减轻泥 沙淤积	合计	单价 /(元· $hm^{-2} \cdot a^{-1}$)	
林地	13152	5.24	2.62	1.40	9.26	70	
水田	11975	1.25	0.44	0.24	1.93	16	
旱地	49381	5.84	1.86	1.46	9.16	19	
合计	74508	12.33	4.92	3.10	20.35	27	

4 结论与讨论

(1)杭州湾南岸农业生态系统的年土壤保持总量为566949 t,林地和旱地的土壤保持量分别达261789 t和261632 t,水田仅为43528 t。林地、旱地和水田的平均土壤保持量分别为19.90 t/($hm^2 \cdot a$)、5.30 t/($hm^2 \cdot a$)和3.63 t/($hm^2 \cdot a$)。

(2)杭州湾南岸农业生态系统年土壤保持总经济价值为 2.035×10^6 元/a。林地和旱地土壤保持的经济价值分别达 9.26×10^5 元/a和 9.16×10^5 元/a,水田为 1.93×10^5 元/a。3种生态系统单位面积保持土壤的经济价值以林地最大,其次为旱地,水田最小。土壤保持功能的经济价值排序为减少土地废弃经济价值>减少养分流失经济价值>减轻泥沙淤积经济价值。

(3)土壤保持功能仅是生态系统全部服务功能中的其中

一小部分,而生态系统的总服务价值是相当巨大的,它提供着人类的巨额福利,因而是不可替代的。随着人类认识的加深,生态系统服务功能将发挥更大的作用,其经济价值也将不断提高。因此,在农业开发过程中,必须保护生态系统的各种服务功能,并修复受损生态系统。

(4) 生态系统服务价值评估可以使人们更直观地认识生态系统的服务功能,认识生态环境保持的重要性。生态系统参考文献:

[1] 南秋菊, 华珞. 国内外土壤侵蚀研究进展[J]. 首都师范大学学报(自然科学版), 2003, 24(2): 86– 95.

[2] Wischmeier W H, Smith D D. Predicting rainfall erosion losses: A guide to conservation planning[S]. Agriculture Handbook, USDA, 1978. 537.

[3] 孙立达, 孙保平, 陈禹, 等. 西吉县黄土丘陵沟壑区小流域土壤流失量预报方程[J]. 自然资源学报, 1988, 3(2): 141– 153.

[4] 黄炎和, 林敬兰, 蔡志发, 等. 影响福建省水土流失主导因子的研究[J]. 水土保持学报, 2000, 14(2): 36– 54.

[5] 杨子生. 滇东北山区坡耕地降雨侵蚀力研究[J]. 地理科学, 1999, 19(3): 265– 270.

[6] 肖寒, 欧阳志云, 等. 海南岛生态系统土壤保持空间分布特征及生态经济价值评估[J]. 生态学报, 2000, 20(4): 552– 558.

[7] 李蕾, 刘黎明, 谢花林. 退耕还林还草工程的土壤保持效益及其生态经济价值评估[J]. 水土保持学报, 2004, 18(1): 161– 167.

[8] 肖玉, 谢高地, 安凯. 青藏高原生态系统土壤保持功能及其价值[J]. 生态学报, 2003, 23(11): 2 367– 2 378.

[9] 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, 1999, 19(5): 607– 613.

[10] 周伏建, 黄炎和. 福建省降雨侵蚀力指标 R 值[J]. 水土保持学报, 1995, 9(1): 13– 18.

[11] 王万忠, 焦菊英. 中国的土壤侵蚀因子定量评价研究[J]. 水土保持通报, 1996, 16(5): 1– 20.

[12] 黄炎和, 卢程隆. 通用土壤流失方程在我国的应用研究进展[J]. 福建农学院学报, 1993, 22(1): 73– 77.

[13] 杨子生, 谢应齐. 云南省土壤侵蚀损失直接经济价值计算方法和区域特征[J]. 云南大学学报, 1994, 16(Supp. 1): 99– 106.

(上接第 123 页)

1965 ~ 1969 年, 中苏关系恶化, “反修防修” 的口号下, 地下铁道准备选择合适的城墙位置修建, 这一符合“军事需要, 又不妨碍城市正常交通, 方便施工, 降低造价” 的做法导致的直接后果就是拆除旧城楼。伴随着古城墙消失, 转河西段及太平湖因修建地铁车辆场而湮灭。

1977 年 2 月至 1978 年 6 月间, 北护城河上段进行了治理, 转河至北护城河段的暗沟, 由高粱桥向东穿过西直门车站, 经西直门北大街、东小村路、太平湖地铁车辆段居住区接入北护城河, 全长约 1 621 m, 转河的一半都被封盖在地下。

1983 年 9 月 23 日在北京西直门外白石桥路北京图书馆新馆举行了隆重的奠基典礼, 现已落成。建筑设计呈典型的中国式风格, 外型对称严谨, 房屋高低错落, 既有现代化图书馆的气魄, 又有浓郁的书院气息, 是 80 年代的十大建筑之一。新馆刚好在紫竹院公园的旁边, 原来是大片的农田, 明清以来, 在今北京图书馆新址范围内, 皆为农田, 惟在东南角近白石桥处有左右并列高大银杏树二株, 老干挺拔, 树叶茂密。文博专家史树青先生早年访古西郊, 时见其下尚存瓦砾, 询之故老, 稽之文献, 知其地为元大护国仁王寺旧址^[9]。

上个世纪 90 年代, 市场经济的大潮席卷了整个中国, 这参考文献:

[1] 侯仁之. 北京历代城市建设中的河湖水系及其利用[A]. 侯仁之文集[M]. 北京: 北京大学出版社, 1998.

[2] 蔡蕃. 北京古运河与城市供水研究[M]. 北京: 北京出版社, 1987.

[3] 孙承泽. 天府广记[M]. 北京: 古籍出版社, 1984.

[4] 刘祚臣. 明清北京小西山风景区开发建设研究[D]. 北京: 北京大学, 1996.

[5] 伍旭升. 北京城及近效庙宇分布的历史变迁与庙宇对文化的塑造和影响(辽—清) [D]. 北京: 北京大学, 1988. 49.

[6] 丁国文. 近现代海淀地区历史地理研究[D]. 北京: 北京大学, 1997.

[7] 于敏中. 日下旧文考[M]. 北京: 古籍出版社, 1983. 1283.

[8] 姜纬堂. 乐善园始末考—兼产评“乐善园建筑遗存”[J]. 北京文物与考古, 1994, 第 4 辑.

[9] 史树青. 北京图书馆旧址考略[A]. 京华古通寻踪[M]. 北京: 燕山出版社, 1996.

服务功能货币化, 有利于将自然资本纳入国民经济核算体系, 估算农业的生态成本与经济效益, 并建立绿色 GDP。

(5) 由于生态系统服务功能评估方法仍有很多不足之处, 并且缺乏统一的测算方法和计量参数, 本研究对杭州湾南岸农业生态系统土壤保持功能经济价值的评估是较初浅的。更深入的研究需进一步探索更合理的价值转换方法, 形成合理可行的价值估算体系。

一地区, 兴建多座高层建筑。

进入 21 世纪, 人们逐渐理性的思考如何拥有一个更美好的家园。可持续成为这个时代的共识, 追求文化内涵, 追求人居环境的美。1998 年 4 月, 市委、市政府作出决定, 加大对北京河湖治理的投资和力度, 还北京古都风貌。北京城市水系治理工程由此正式启动。长河又于 1999 年 7 月完成治理, 实现了昆明湖至玉渊潭、昆明湖至北展后湖的通航。“水清、岸绿、流畅、通航” 的河道实用性和通航性大大提高, 万寿寺和广源闸在这次改造中, 被完整自然的保留并修缮。这一切带动了沿岸旅游业的发展。如今, 北京城水系长河旅游经营公司在长河沿线经营水上观光、娱乐、休闲项目。沿线的“长河湾” 大型水系住宅小区, 是京城北环水系中一处借河生辉的水景住宅。广源闸到西直门段作为城市滨水区, 正在成为北京古城的点睛之笔。

综上所述, 北京长河广源闸到西直门段湿地的功能演变如下: 漕运, 生态廊道, 旅游·游憩功能。作为城市的“历史地段” 它保留了城市记忆, 集中反映城市自然景观演变、历史文化发展、社会人文精神和历史文化精华。如何更好的保护和利用该城市湿地, 需要我们进一步研究。