

DOI: 10.5846/stxb201403250554

魏圆云, 崔丽娟, 张曼胤, 康晓明, 马牧源, 赵欣胜. 基于生态系统服务价值的湿地恢复工程效益分析——以北京市延庆县蔡家河为例. 生态学报, 2015, 35(13): 4287-4294.

Wei Y Y, Cui L J, Zhang M Y, Kang X M, Ma M Y, Zhao X S. Benefit analysis of wetland restoration project based on ecosystem service value: a case study of Caijia River, Beijing. Acta Ecologica Sinica, 2015, 35(13): 4287-4294.

基于生态系统服务价值的湿地恢复工程效益分析 ——以北京市延庆县蔡家河为例

魏圆云, 崔丽娟*, 张曼胤, 康晓明, 马牧源, 赵欣胜

中国林业科学研究院湿地研究所, 北京 100091

摘要:根据实地测量数据,以中国陆地生态系统单位面积生态服务价值当量表为基础,应用经济学原理将静态的生态系统服务价值转化为动态的资金流量,核算了考虑货币时间价值的资金净现值,对北京市一处面积为 37 hm²的湿地恢复工程进行了效益分析研究。结果表明,研究区域的生态系统服务价值在湿地恢复工程实施后由 584478 元增加至 3579713 元。在所考察的 9 项生态系统服务功能中废物处理、气候调节和水源涵养对价值变化的贡献率较大,食物生产和原材料的贡献率为负值。以 3a 和 5a 为收益期计算所得的内部收益率分别为-26.81%和-4.67%,此时湿地恢复工程亏损;以 10a 为收益期计算所得的内部收益率为 11.43%,湿地恢复工程取得良好收益。在设定折现率为 4.2%,只计算可用直接市场法核算的生态系统服务情况下,湿地恢复工程的投资回收期为 14.96 年。为合理评估湿地恢复工程效益,应适当延长工程验收时间。在当前基准利率水平下,湿地恢复工程具有潜在盈利能力。

关键词:生态系统服务价值;湿地恢复工程;货币时间价值;内部收益率;投资回收期

Benefit analysis of wetland restoration project based on ecosystem service value: a case study of Caijia River, Beijing

WEI Yuanyun, CUI Lijuan*, ZHANG Manyin, KANG Xiaoming, MA Muyuan, ZHAO Xinsheng

Institute of Wetland Research, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China

Abstract: As one of the most important ecosystem types on the global land surface, wetlands provide the highest ecosystem service value per unit of all terrestrial ecosystems and play an increasingly important role in supporting livable environments for humans. However, human-induced wetland degradation and disappearance are leading to a significant reduction in wetlands' ecosystem service value. The major target of wetland restoration projects is to increase their ecosystem service value, and the traditional method of ecosystem service valuation has suggested that the economic benefits of wetland restoration can reasonably outweigh its cost. In the light of investment, the future value should be transformed to the net present value (NPV) by taking the currency time value into account. Unfortunately, the traditional method was obviously a static comparison, which can hardly be accepted by financial departments because it ignores the currency time value. Therefore, in order to offset the interval between the ecosystem service value and NPV, we evaluated and compared the ecosystem value before and after a wetland restoration project around Caijia River in Beijing by considering the currency time value. The wetland restoration project, implemented in the spring of 2013, reformed topography and planted native wetland plant species. The ecosystem service value of the research area was determined following a well-accepted method

基金项目:国家林业公益性行业科研专项(201204201)

收稿日期:2014-03-25; 修订日期:2015-03-10

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: lkyclj@126.com

that multiplied each land use/cover area in this region with its unit area value according to the ecosystem services unit area of Chinese terrestrial ecosystems, then calculated their sum. Accurate land use/cover of the research area was measured by aerial photographs before the project and by field measurement after the project. Then, we calculated the ecosystem service values for before and after the project. The results showed that the ecosystem service value of the research area after restoration increased from 584478 RMB to 3579713 RMB. We also compared the changes in ecosystem service value for 9 specific ecosystem service functions. Among these ecosystem service functions, waste treatment, climate regulation, and water conservation had relatively large contributions to the value change, while the contribution rates of food production and raw material were negative. Then, we selected two standard indices, the inner rate of return (IRR) and payback period, to analyze the financial benefit of the wetland restoration project. Ecosystem service values in the future were first transformed to NPV by dividing by the discount factor. The results suggested that the IRRs calculated by using return periods of 3, 5, 10, 15, 20, 25, and 30 years were -26.81%, -4.67%, 11.43%, 15.32%, 16.47%, 16.94%, and 17.14%, respectively. The payback period is the time in which the initial cash outflow of an investment is expected to be recovered from the cash inflows generated by the investment. The discount factor was an exponent of the discount rate by year, and the discount rate referred to the long-term treasury bill rate of 4.2%. In that situation, the payback period was 14.96 years, which means the wetland restoration project could obtain a profit within 15 years. The results indicated that wetland restoration should prolong project approval time for financial reasons rather than ecologic reasons. Furthermore, the wetland restoration project is potentially profitability under the current interest rate level.

Key Words: ecosystem service value; wetland restoration; currency time value; inner rate of return; payback period

生态系统服务是指生态系统形成和所维持的人类赖以生存和发展的环境条件与效用^[1],开展价值评价是将其纳入社会经济体系的必要条件^[2]。生态系统服务价值评价可根据生态系统类型和各类生态系统单位面积提供的服务价值来开展,土地利用/覆被直接决定了生态系统服务价值的总量^[3-4]。生态恢复工程将改变土地利用/覆被并提高生态系统服务价值^[5-6],计算生态系统服务价值的变化已成为评估生态恢复工程效益的主流方法^[7-9]。然而生态系统服务价值货币化评价结果的有效性和实际指导作用一直备受争议^[10],除对于重复性计算^[11]以及缺乏统一的评价指标体系和评价方法^[8]等方面的质疑外,在应用评价结果时未考虑货币时间价值而难以被经济部门接受也是其中的关键原因之一。货币的时间价值来自于流通中的货币本身一种价值增值的客观属性,具体表现为一定量的货币在不同时点上的价值量的差额^[12],在经济部门核算中具有重要意义。而不同土地利用/覆被下生态系统服务价值的空间对比属于对不同时间点上价值量的静态比较^[13],所以只实现了表面上的货币化,却不具备货币在市场经济体系中流通的基本属性。如何建立与经济部门协调一致的核算方法,是应用生态系统服务价值评价结果时仍有待解决的问题。

湿地是单位面积生态系统服务价值最高的陆地生态系统,对人类生产生活发挥着不可替代的重要作用^[14]。近年来,我国各地在湿地恢复工程上的投入巨大,然而对湿地恢复工程的效益分析研究相对落后,在评估工程实施效果和资金使用效率时往往含糊不清^[15]。基于生态系统服务价值的工程效益分析研究将提高对湿地恢复工程的评估水平,有助于此后湿地恢复工程的进一步开展。本研究以湿地恢复工程实施前后的生态系统服务价值为研究对象,根据价值变化计量湿地恢复工程的资金流量,阐释生态系统服务时间价值与效益的关系,探索建立符合市场经济规律、与其他工程具有可比性的效益分析方法,以期实现规范合理的湿地恢复工程效益分析。

1 研究区域概况

研究区域位于北京市延庆县城西北约 8 km 的张山营镇蔡家河流域(图 1),属温带大陆性季风气候,年平均气温为 8℃,年降水量为 274.0—747.1 mm。根据对泥炭层和植物孢粉的分析研究,研究区域所属的张山营

地区在 3000—5000 年前曾遍布芦苇沼泽^[16];20 世纪 50 年代科学考察时,可见发育良好的河滩阶地以及具有湖相沉积特征的紫红色细砂^[17];而在 20 世纪 70 至 80 年代该地区湿地被大规模开垦为农田,主要农作物为玉米、水稻和向日葵^[18]。

湿地恢复工程实施面积为 37 hm²,工程实施前南侧约 12 hm²种植春玉米,北侧约 25 hm²种植水稻,并分布有多处泉眼和零散水面(图 2)。湿地恢复工程于 2013 年 4 月启动,当年 8 月完成施工,工程投资总额为 1732.5 万元,主要实施了地形改造与水文联通及植被恢复等工程项目。湿地恢复工程实施后形成了生态系统功能完备、景观效果优美的草本沼泽类型湿地,湿地植物群落主要由黄花鸢尾(*Iris wilsonii*)、千屈菜(*Lythrum salicaria*)、红蓼(*Polygonum orientale*)、菖蒲(*Acorus calamus*)、香蒲(*Typha orientalis*)和竹叶眼子菜(*Potamogeton malaianus*)等组成,观察到有小鸕鹚(*Tachybaptus ruficollis*)、白鹭(*Egretta garzetta*)等水鸟栖息(图 3)。

2 研究方法

2.1 生态系统服务价值的静态比较

Costanza 等于 1997 年对全球 16 种类型的生态系统服务价值进行了定量分析^[19],成为此后国内外诸多研究引用的典范,但其研究结果与我国的实际情况存在一定偏差。谢高地等参考其可靠的部分,在对我国 200 位生态学者进行问卷调查的基础上,制定出了中国不同陆地生态系统单位面积生态服务价值当量因子表(表 1),其中 1 个生态服务价值当量因子的经济价值量相当于全国平均粮食单产市场价值的 1/7^[20]。谢高地等研究发表至今已有 10 余年,原估算 884.9 元/hm²的生态系统服务价值当量因子已经不能完全适用。考虑通货膨胀因素影响,参考 2003—2012 年我国农产品的亩产值^[21]和粮食居民消费价格^[22]的变化,将粮食产值调整为 720 元/666.7m²,由此重新计算得出生态服务价值当量因子的价值量为 1542.8 元/hm²,转换系数为 1.744。

此外在谢高地等的评价体系中,未明确说明所评价的湿地类型,也未区分水田、旱田及菜地等农田类型,而将所有类型的农田作为一类生态系统进行评价。由于耕作方法、作物生理、土壤性质等方面的不同,水田与旱田实际的生态服务功能存在较大的差异^[23]。王洪禄等^[24]、肖玉等^[25]和白雪等^[26]分别对我国北方水田生态系统和沼泽生态系统的部分生态系统服务功能进行了机理性评价,本研究对上述研究结果分项汇总,其中未涉及的生态系统服务功能沿用谢高地等^[20]的研究结果,统一乘以 1.744 的转换系数,得到研究区域内所涉及



图 1 研究区域位置图

Fig.1 Location of research area



图 2 湿地恢复工程前研究区域航拍图

Fig.2 Aerial photograph of research area before wetland restoration

注:图片由延庆县园林绿化局提供

的不同生态系统单位面积生态服务价值表(表 2)。



图 3 湿地恢复工程实施前后的研究区域变化
Fig.3 Photographs of research area before and after wetland restoration project

表 1 中国陆地生态系统单位面积生态服务价值当量表^[11]

Table 1 Ecosystem services unit area of Chinese terrestrial ecosystem ^[11]						
生态系统服务功能 Ecosystem service functions	森林 Forest	草地 Grassland	农田 Farmland	湿地 Wetland	水体 Water	荒漠 Desert
气体调节 Gas regulation	3.5	0.8	0.5	1.8	0	0
气候调节 Climate regulation	2.7	0.9	0.89	17.1	0.46	0
水源涵养 Water conservation	3.2	0.8	0.6	15.5	20.38	0.03
土壤形成与保护 Soil formation and protection	3.9	1.95	1.46	1.71	0.01	0.02
废物处理 Waste treatment	1.31	1.31	1.64	18.18	18.18	0.01
生物多样性保护 Biodiversity conservation	3.26	1.09	0.71	2.5	2.49	0.34
食物生产 Food production	0.1	0.3	1	0.3	0.1	0.01
原材料 Raw material	2.6	0.05	0.1	0.07	0.01	0
娱乐文化 Entertainment culture	1.28	0.04	0.01	5.55	4.34	0.01

表 2 研究区域不同生态系统单位面积生态服务价值表

生态系统服务功能 Ecosystem service functions	生态服务价值 Ecosystem service value/(元/hm ²)		
	旱田	水田	沼泽
	Dry farmland	Paddy field	Freshwater marsh
气体调节 Gas regulation	771.4	2163.3	2777.0
气候调节 Climate regulation	1373.1	4166.6	26381.9
水源涵养 Water conservation	925.7	3297.9	23913.4
土壤形成与保护 Soil formation and protection	2252.5	1641.1	2638.2
废物处理 Waste treatment	2530.2	1576.6	28048.1
生物多样性保护 Biodiversity conservation	1095.4	2932.0	3857.0
食物生产 Food production	1542.8	2314.7	462.8
原材料 Raw material	154.3	154.3	108.0
娱乐文化 Entertainment culture	15.4	15.4	8562.5
总计 Total	10660.7	18261.9	96749.0

利用表 2 中的数据,对研究区的生态系统服务价值进行估算。生态系统服务价值计算公式如下:

$$V = \sum_{i=1}^n P_i \times A_i$$

式中, V (元)为研究区生态系统服务总价值, P_i (元/hm²)为*i*类型生态系统的单位面积服务价值, A_i (hm²)为研究区内*i*类型生态系统的分布面积。

基于生态系统服务价值静态比较的湿地恢复工程效益为:

$$B = V_a - V_b$$

式中, B (元)为湿地恢复工程的效益, V_a (元)为研究区实施湿地恢复工程后的生态系统服务总价值, V_b (元)为研究区实施湿地恢复工程前的生态系统服务总价值。

各项生态系统服务功能对湿地恢复工程效益贡献率为:

$$CR = 100 \times (CV_a - CV_b) / B$$

式中, $CR(\%)$ 为各项生态系统服务功能对湿地恢复工程效益贡献率, CV_a (元)为研究区实施湿地恢复工程后的生态系统各项服务的价值, CV_b (元)为研究区实施湿地恢复工程前的生态系统各项服务的价值。

2.2 内部收益率

内部收益率(IRR)是资金流入现值总额与资金流出现值总额相等、净现值(NPV)等于零时的折现率,计算公式为:

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} \times (i_2 - i_1)$$

式中,IRR(%)为内部收益率, i_1 、 i_2 为折现率, NPV_1 为折现率为 i_1 时的净现值, NPV_2 为折现率为 i_2 时的净现值。

$$NPV = \sum_{i=0}^t (C_t - C_o) (1+i)^{-t}$$

式中,NPV(元)为 t 年累计净现值, C_t 为现金流入, C_o 为现金流出, i 为折现率。

2.3 投资回收期

投资回收期是指从项目的投建之日起,用项目所得的净收益偿还原始投资所需要的年限,计算公式为:

$$P_t = n - 1 + |NPV_{n-1}| / NPV_n$$

式中, P_t 为投资回收期, n 为累计净现金流量开始出现正值的年份数, $|NPV_{n-1}|$ 为上一年累计净现金流量的绝对值, NPV_n 为出现正值年份的净现金流量。计算时折现率参照我国长期国债的中标利率,取4.2%。

考虑投资回收期主要面向项目投资分析,在计算净现金流量时只选取可由直接市场法评估的生态系统服务功能,则每年的负现金流量为由于减少农作物种植而损失的收入,每年的正现金流量来自于水源涵养和碳汇销售。北京地区水稻和春玉米的产量和灌溉用水量引用宋振伟等^[27]的研究结果,稻谷和玉米的价格参考近年期货市场平均价格,水价采用2013年北京市居民用水价格为4元/ m^3 。农作物和湿地植物在有机质生产能力上大致相当,但农产品中的有机碳在利用后终将以 CO_2 的形式返还大气,而湿地植物的残体因不完全分解逐渐积累形成土壤有机碳,故通过生物量推算固碳能力并不适宜。此处沼泽类型湿地的潜在固碳能力引用段晓男等^[28]通过沉积速率计算的结果,为 $32.48 \text{ gC m}^{-2} \text{ a}^{-1}$,根据前期在延庆县邻近区域实施的湿地恢复工程效果^[29],确定于工程实施后第3年起计算碳汇能力,碳汇价格采用2014年北京环境交易所碳排放交易的成交均价,每吨 CO_2 为50.2元。

3 结果与分析

研究区域在湿地恢复工程实施前生态系统服务价值为584478元,在湿地恢复工程实施后生态系统服务价值为3579713元,变化率达512.5%。气候调节、水源涵养和废物处理3项生态服务功能对生态系统服务价值变化的贡献较大,贡献率都大于25%,娱乐文化的贡献率也达到10%,其余5项生态服务功能贡献率的绝对值都小于5%,其中食物生产和原材料的贡献率为负值(图4)。

湿地恢复工程实施当年的资金流量等于工程投资

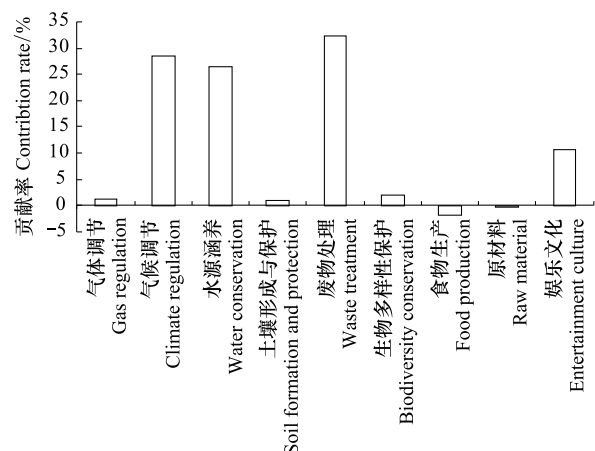


图4 生态服务功能对生态系统服务价值变化的贡献率

Fig.4 Contribution of ecosystem service functions to ecosystem service value change

总额,为 17325000 元,此后每年的资金流量都为生态系统服务价值的变化值,为 2995235 元,考虑货币时间价值对其进行折现,每年的净现值逐年减少但始终大于 0。湿地恢复工程的内部收益率随项目收益期延长而增大,当项目收益期为 3a 和 5a 时内部收益率为负值,当项目收益期为 10a 时内部收益率已达 11.43%(表 3)。

在只计算由直接市场法所得生态系统服务价值,折现基础利率为 4.2%的条件下,湿地恢复工程在实施 15a 后出现正净现值,为 44880 元(表 4),项目的投资回收期为 14.96a。

4 讨论与结论

4.1 静态效益分析

目前大多数湿地恢复工程在项目效益分析中仍采用按生态效益、经济效益和社会效益分类进行定性描述的方法^[30-31],缺乏量化分析,可信度不高。王福田利用层次分析法对我国 20 个湿地恢复工程进行了评价,认为所有湿地恢复工程的效益都达到了资金投入的预期^[32],但其结论仍基于项目得分,难以避免主观性。基于生态系统服务价值评价进行定量研究,是湿地恢复工程效益分析可行的发展方向^[33]。由于我国湿地面积减少质量下降的总体趋势尚未得到有效遏制,目前对一定时期内生态系统服务价值变化的研究多用于评估湿地退化所造成的损失^[34-35],而评估湿地恢复工程正向作用的研究还较为少见。任丽燕等对杭州西溪湿地公园的研究发现,湿地公园建成后的生态系统服务价值是湿地公园建成前的 2.3 倍^[36]。在其他形式的生态恢复工程中,营造人工林前后的生态系统服务价值变化可达 3—6 倍^[37-38],退耕还草工程与此大致相当^[39]。本研究中生态系统服务价值的变化幅度高于西溪湿地公园,与其他形式的生态恢复工程相比也处于较高水平,并且更集中于特定几项生态服务功能上,反映出湿地恢复工程的特点,也与研究区域较小,工程实施前全部为农田有关。近期研究多认为,基于德尔菲法或供求关系分析开展的生态系统服务价值评价将低估农田的生态服务价值,农田与湿地的生态系统服务价值差异大小有待于根据生态过程的机理性研究进一步评估^[23,35]。另一方面,利用农田开展湿地恢复直接导致了生态系统食物生产功能的负向变化,因此在湿地恢复工程配置植物时,可适度种植茭白、莲藕等食用湿地植物,而非单纯考虑湿地植物的景观效果,以弥补减少农作物耕作的损失。

表 4 湿地恢复工程资金净现值表

Table 4 Net present value (NPV) table of wetland restoration project							
时间/a Time	资金流量/元 Currency	折现系数 Discount factor	累计净现值/元 Net present value	时间/a Time	资金流量/元 Currency	折现系数 Discount factor	累计净现值/元 Net present value
0	-17325000	1	-17325000	8	1963606	1.389766	-8373119
1	-248372	1.042	-17563361	9	1963606	1.448136	-7017166
2	-248372	1.085764	-17792114	10	1963606	1.508958	-5715867
3	1963606	1.131366	-16056508	11	1963606	1.572334	-4467019
4	1963606	1.178883	-14390859	12	1963606	1.638372	-3268510
5	1963606	1.228397	-12792348	13	1963606	1.707184	-2118308
6	1963606	1.279989	-11258268	14	1963606	1.778886	-1014468
7	1963606	1.333749	-9786023	15	1963606	1.853599	44880

4.2 动态效益分析

货币时间价值是会计准则的基础概念,在资产、负债的初始和后续计量中起到关键作用^[40]。不同土地利

用/覆被情景下的生态系统服务价值处于不同的时点,基于生态系统服务价值变化的静态比较显然不符合现行会计准则的要求,造成评估结果与经济生活脱节。只有将货币时间价值与生态系统服务价值相结合,湿地恢复工程的效益分析才具有经济上的有效性,从而进一步应用于国民经济核算、企业投资决策及工程财务管理等方面。

目前我国湿地恢复工程的验收时间大多数只有 1—2a,少数较长的也只有 5a。在此时间尺度上,虽然湿地恢复的生态效果可以显现^[41],但本研究结果表明内部收益率一直为负值,即湿地恢复工程在经济上是亏损的,并且工程验收期越短亏损越大。此时如果湿地恢复工程依靠商业贷款执行,贷款方不但不能获得贷款利息反而要倒贴资金,所以根本不可能获得商业资金支持。而当湿地恢复工程的验收时间延长到 10a,其内部收益率可达到 11.43%,远高于 10 年期的国债利率,甚至高于房地产行业平均 8%的内部收益率水平^[42],工程收益能力可观。当工程验收时间继续延长后,内部收益率也随之提高,但增长幅度放缓,此时湿地恢复工程在经济上仍是盈利的,但投资期过长资金的风险加大。

随着我国碳汇交易逐渐进入实质性实施阶段^[43],对湿地潜在固碳能力的销售将带来直接的资金收入,使得湿地恢复工程从市场上获得收益成为可能。本研究结果表明,在基准利率水平下,15a 后湿地累计碳汇收益将大于湿地恢复工程的投资和减少粮食生产的损失,此后将持续带来净收益。因此,由农村合作社或专业公司出资运作湿地恢复工程来替代政府投资是可行的。但也需注意到,湿地恢复工程的资金流量主要来自于气体调节和食物生产两项生态服务功能,而二者对整体生态系统服务价值变化的贡献较小,大部分生态服务功能因缺少市场实际需求无法计算在内。在湿地恢复工程实施过程中,应避免单纯追求利润而造成对部分生态系统服务功能有所偏废。

综上所述,湿地恢复工程实施前后的生态系统服务价值变化明显。基于生态系统服务价值变化计算湿地恢复工程资金流量及净现值,可开展满足市场要求和会计准则的工程效益分析。内部收益率和投资回收期两项关键经济指标可作为工程验收的经济核算依据,也验证了由商业资金替代政府主导的可行性。

参考文献 (References):

- [1] 傅伯杰,周国逸,白永飞,宋长春,刘纪远,张惠远,吕一河,郑华,谢高地. 中国主要陆地生态系统服务功能与生态安全. 地球科学进展, 2009, 24(6): 571-576.
- [2] 陈仲新,张新时. 中国生态系统效益的价值. 科学通报, 2000, 45(1): 17-22.
- [3] Metzger M J, Rounsevell M D A, Acosta-Michlik L, Leemans R, Schrtere D. The vulnerability of ecosystem services to land use change. Agriculture Ecosystems and Environment, 2006, 114(1): 69-85.
- [4] Nelson E, Mendoza G, Regetz J, Polasky S, Tallis H, Cameron D, Chan K M, Daily G, Goldstein J, Kareiva P M, Lonsdorf E, Naidoo R, Ricketts T H, Shaw M. Modeling multiple ecosystem services, biodiversity conservation, commodity production, and tradeoffs at landscape scales. Frontiers in Ecology and the Environment, 2009, 7(1): 4-11.
- [5] Benayas J M R, Newton A C, Diaz A, Bullock J M. Enhancement of biodiversity and ecosystem services by ecological restoration: a meta-analysis. Science, 2009, 325(5944): 1121-1124.
- [6] Palmer M A, Filoso S. Restoration of ecosystem services for environmental markets. Science, 2009, 325(5940): 575-576.
- [7] Daily G C, Polasky S, Goldstein J, Kareiva P M, Mooney H A, Pejchar L, Ricketts T H, Salzman J, Shallenberger R. Ecosystem services in decision making: time to deliver. Frontiers in Ecology and the Environment, 2009, 7(1): 21-28.
- [8] 杨光梅,李文华,闵庆文. 生态系统服务价值评估研究进展. 生态学报, 2006, 26(1): 206-212.
- [9] 马凤娇,刘金铜, Egrinya Eneji A. 生态系统服务研究文献现状及不同研究方向评述. 生态学报, 2013, 33(19): 5963-5972.
- [10] 李文华,张彪,谢高地. 中国生态系统服务研究的回顾与展望. 自然资源学报, 2009, 24(1): 1-10.
- [11] Fu B J, Su C H, Wei Y P, Willett I R, Lü Y H, Liu G H. Double counting in ecosystem services valuation: causes and countermeasures. Ecological Research, 2011, 26(1): 1-14.
- [12] 张昌生. 货币时间价值新探. 会计之友, 2010, (27): 51-53.
- [13] 李鹏,姜鲁光,封志明,于秀波. 生态系统服务竞争与协同研究进展. 生态学报, 2012, 32(16): 5219-5229.
- [14] 崔丽娟,张曼胤,王义飞. 湿地功能研究进展. 世界林业研究, 2006, 19(3): 18-21.
- [15] 崔丽娟,张曼胤,张岩,赵欣胜,王义飞,李伟,李胜男. 湿地恢复研究现状及前瞻. 世界林业研究, 2011, 24(2): 5-9.

- [16] 张子斌. 北京地区全新世泥炭形成过程与形成因素的研究. 海洋地质与第四纪地质, 1984, 4(4): 79-85.
- [17] 张保昇. 察南妫水河谷与官厅附近地理考察简报. 科学通报, 1951, 2(5): 509-512.
- [18] 李炳芬, 田玉柱. 延庆县妫水河水土流失综合治理的生态经济效益. 防护林科技, 1993, 15(2): 6-9.
- [19] Costanza R, d'Arge R, de Groot R, Farber S, Grasso M, Hannon B, Limburg K, Naeem S, O'Neill R V, Paruelo J, Raskin R G, Sutton P, van den Belt M. The value of the world's ecosystem services and natural capital. Nature, 1997, 387(6630): 253-260.
- [20] 谢高地, 鲁春霞, 冷允法, 郑度, 李双成. 青藏高原生态资产的价值评估. 自然资源学报, 2003, 18(2): 189-196.
- [21] 马晓河. 中国农业收益与生产成本变动的结构分析. 中国农村经济, 2011, (5): 4-11.
- [22] 尹帅, 徐天祥. 粮食、食品价格和 CPI 的 VAR 实证研究. 粮食科技与经济, 2013, 38(5): 13-15.
- [23] 肖玉, 谢高地. 上海市郊稻田生态系统服务综合评价. 资源科学, 2009, 31(1): 38-47.
- [24] 王洪禄, 王秋兵. 芦苇沼泽湿地开发为稻田前后生态系统服务价值对比研究——以丹东鸭绿江口湿地国家级自然保护区为例. 中国农学通报, 2006, 22(2): 348-352.
- [25] 肖玉, 安凯, 谢高地, 鲁春霞. 中国 10 类典型稻田生态系统服务评价. 资源与生态学报, 2011, 2(4): 328-337.
- [26] 白雪, 马克明, 杨柳, 张洁瑜, 张小雷. 三江平原湿地保护区内外的生态功能差异. 生态学报, 2008, 28(2): 620-626.
- [27] 宋振伟, 张卫建, 陈阜. 北京市农业水资源供需状况及优化利用研究. 节水灌溉, 2010, (3): 30-34.
- [28] 段晓男, 王效科, 逯非, 欧阳志云. 中国湿地生态系统固碳现状和潜力. 生态学报, 2008, 28(2): 463-469.
- [29] 崔丽娟, 朱利, 李伟, 张曼胤, 赵欣胜, 王义飞. 北京西卓家营采砂迹地型湿地植被优势种种间关系. 湿地科学, 2012, 10(4): 417-422.
- [30] 陈智卿. 塞罕坝湿地保护建设工程及效益分析. 河北林业科技, 2010, (5): 53-55.
- [31] 邓东周, 周廷铃, 罗天发, 鄢武先, 熊壮. 邛海湿地恢复工程建设项目可行性分析. 四川林业科技, 2012, 33(4): 25-31.
- [32] 王福田. 湿地保护与恢复工程评估研究 [D]. 北京: 中国林业科学研究院, 2012.
- [33] 刘子刚. 湿地生态系统服务市场机制研究. 生态经济, 2007, (2): 120-123.
- [34] 李睿倩, 孟范平. 填海造地导致海湾生态系统服务损失的能值评估——以套子湾为例. 生态学报, 2012, 32(18): 5825-5835.
- [35] 薛振山, 姜明, 吕宪国, 刘晓辉, 赵登宇. 农业开发对生态系统服务价值的影响——以三江平原浓江-别拉洪河中下游区域为例. 湿地科学, 2012, 10(1): 40-45.
- [36] 任丽燕, 吴次芳, 岳文泽. 西溪国家湿地公园生态经济效益能值分析. 生态学报, 2009, 29(3): 1285-1291.
- [37] 杨柳春, 陆宏芳, 刘小玲, 彭少麟. 小良植被生态恢复的生态经济价值评估. 生态学报, 2003, 23(7): 1423-1429.
- [38] 赵凌美, 张时煌, 王辉民. 基于生态服务功能评价方法的小流域生态恢复效果研究. 生态经济, 2012, 249(2): 24-28.
- [39] 高新中, 姚继广, 董宽虎, 岳文斌, 许庆方, 赵祥. 山西省京津风沙源治理工程草地生态系统服务价值评估. 草原与草坪, 2010, 30(5): 30-35, 40-40.
- [40] 姚晖. 会计准则中的货币时间价值: 发展历程与展望. 财会通讯, 2009, 27(9): 63-66.
- [41] 李伟, 崔丽娟, 赵欣胜, 张曼胤, 王义飞, 商晓静. 北京翠湖湿地生境恢复及效果评估. 湿地科学与管理, 2013, 9(3): 17-21.
- [42] 柳德荣. 京沪深住房市场泡沫比较研究——基于长期投资的视角. 管理世界, 2010, (9): 169-170.
- [43] 陈方丽, 张建辉, 周胜芳, 王金旺, 王锦良. 我国碳汇交易研究进展. 安徽农业科学, 2013, 41(8): 3579-3581.