

DOI: 10.5846/stxb201305301241

魏强, 佟连军, 杨丽花, 吕宪国, 张慧敏. 三江平原湿地生态系统生物多样性保护价值. 生态学报, 2015, 35(4): 935-943.

Wei Q, Tong L J, Yang L H, Lü X G, Zhang H M. The biodiversity conservation value of wetland ecosystem in the Sanjiang Plain. Acta Ecologica Sinica, 2015, 35(4): 935-943.

三江平原湿地生态系统生物多样性保护价值

魏 强^{1,2}, 佟连军^{1,*}, 杨丽花³, 吕宪国¹, 张慧敏¹

1 中国科学院东北地理与农业生态研究所, 长春 130102

2 中国科学院研究生院, 北京 100049

3 石家庄经济学院商学院, 石家庄 050031

摘要: 生物多样性保护是三江平原湿地生态系统提供的一项重要的生态服务功能, 具有重要的经济价值。应用 M. Hoel 和 T. Sterner 提出的经济模型, 分析了贴现率和边际价格变化综合影响下的三江平原湿地生态系统生物多样性保护价值变化过程, 研究了收入边际效用弹性和替代弹性对贴现率和边际价格变化综合效应的影响, 并通过对比传统贴现方法揭示了三江平原湿地生态系统生物多样性保护所蕴含的巨大经济价值。研究结果表明, 在贴现率和边际价格变化的综合影响下, 三江平原湿地生态系统生物多样性保护价值曲线呈现出先增长再下降的变化趋势, 总经济价值为人均 19438.9 元; 收入边际效用弹性和替代弹性的取值对价值评估结果的影响较大, 不同参数条件下的价值评估结果将最终作用于湿地生态系统保护相关决策的制定; 价值评估结果同样证明了在保持经济较快速度发展的同时提高三江平原湿地生态系统生物多样性保护功能的恢复速率对于促进地区经济协调发展和提高社会福祉状况具有重要的现实意义。

关键词: 三江平原; 生物多样性保护; 贴现率; 边际价格变化

The biodiversity conservation value of wetland ecosystem in the Sanjiang Plain

WEI Qiang^{1,2}, TONG Lianjun^{1,*}, YANG Lihua³, LÜ Xianguo¹, ZHANG Huimin¹

1 Northeast Institute of Geography and Agroecology, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130102, China

2 Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China

3 Business school, Shijiazhuang University of Economics, Shijiazhuang 050031, China

Abstract: Biodiversity conservation is one of the most important service functions of wetland ecosystem in the Sanjiang Plain, moreover, it shines an important economic value in providing people with a variety of materials and services such as plant products and by products, climate regulation, soil formation, water supply and conservation, education and scientific research, recreation and so on. There are numerous factors influence the biodiversity conservation valuation results such as the rate of economic development, the changing rate of biodiversity conservation function, the discount rate, and the marginal price change of the service, etc., but few studies focused on them in the past. This article tries to discuss some problems underlying the ecosystem service valuation by employing the economic model put forward by M. Hoel and T. Sterner, to analyze the value changing process of the biodiversity conversation under the combined effect of the discount rate and the marginal price change, to study the impacts of the marginal elasticity of utility to income and the elasticity of substitution on the discount rate and the marginal price change, and to reveal the huge economic value of the biodiversity protection by comparing to the traditional Ramsey discounting method. The results showed that the value curve using Ramsey discounting method displayed gradually declining trend and the total value of the biodiversity conservation was only 1000.2

基金项目: 国家重点基础研究发展计划(2009CB421103)

收稿日期: 2013-05-30; 网络出版日期: 2014-04-11

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: tonglj@neigae.ac.cn

yuan(RMB) per person, while the value curve using the economic model displayed increasing at first and then gradually declining under the combined effect of the discount rate and the marginal price change, and it turned out that the total economic value of the biodiversity conservation was about 19438.9 yuan(RMB) per person. The study not only suggested that the wetland ecosystem biodiversity conservation contains the huge economic value but also proved that immediate wetland protection and recovery actions are needed so as to avoid the ever-increasing cost of the continuous wetland ecosystem damage. As the parameter values in the model may bring somewhat of uncertainty and imprecision we put forward the potential value range of the parameters to improve the accuracy and reliability of the results. The impact analysis showed the marginal elasticity of utility to income and the elasticity of substitution greatly influenced the valuation results and related decision-making on the wetland conservation. The lower the marginal elasticity of utility to income and the elasticity of substitution, the lower the combined effect of the discount rate and the marginal price change, and the higher the economic value it reveals. It can be believed that the relatively lower value of marginal elasticity of utility to income and the elasticity of substitution may realize the reasonable results. Our results also proved that it is essential to speed up the recovery of biodiversity conservation function with the rapid economic development for the coordination development of regional economy and the improvement of human society welfare.

Key Words: the Sanjiang plain; biodiversity conservation; discount rate; marginal price change

湿地生态系统提供的生物多样性保护服务能够满足人类的各种物质和非物质需求,它既能为人类提供必要的植物产品、植物副产品、药材等直接物质,又能为人类提供教育、科研、旅游、土壤保持、涵养水源、污染物降解等多种直接或间接生态服务,具有十分重要的经济价值。在全球经济飞速发展的背景下,人类活动给湿地生态系统带来的干扰日益强烈,湿地生态系统不断遭到破坏的同时也带来了其提供生物多样性保护能力的不断下降,不但影响了人类的基本生活条件,而且严重威胁着人类社会的生存与发展,因此,综合权衡经济发展与生物多样性保护已经成为了当前社会可持续发展所面临的关键问题。湿地生态系统生物多样性保护价值评估的目的在于尽可能地量化生物多样性保护对于提高人类福祉的重要性,力图通过为决策者提供必要的相关信息来促进湿地生态系统保护与可持续利用等相关管理决策的制定。

生物多样性保护价值评估目前是国内外研究的热点之一,研究内容主要集中在静态分析和动态分析两种层面上,其中静态层面分析主要是通过价值评估来定量表达生物多样性保护产生的经济效益在全国或全球GDP产出中的所占比例,进而揭示其蕴含的巨大经济价值^[1-3];而动态层面分析主要是在静态分析的基础上,结合区域土地利用变化来评估生物多样性保护价值的相对变化情况并以此来衡量相应的利益得失,从而提高人类和社会的生态系统保护意识^[4-6]。综合看来,以往的生物多样性保护价值评估均没有考虑自然资源稀缺性的不断增大给生物多样性保护边际价格带来的影响,而且存在着对影响价值变化的因素考虑不周全、对价值动态变幅把握不及时等问题。为了提高三江平原湿地生态系统生物多样性保护价值评估结果的准确性与可靠性,本文应用 M. Hoel 和 T. Sterner 提出的经济模型,在综合考虑贴现率和生物多样性保护边际价格变化的同时,将影响价值变化的经济发展速率、生物多样性保护功能变化速率、收入边际效用弹性、替代弹性、人均支付意愿等多种因素纳入价值评估考量当中,全面评估多重因素共同影响下的生物多样性保护价值变化情况,并通过价值评估结果揭示当前三江平原地区加强湿地生态系统保护的紧迫性及必要性。

1 研究方法

M. Hoel 与 T. Sterner 的经济模型是在总结大量环境问题成本利益分析的基础上提出的,模型突破了以往跨时期生态系统服务价值评估只考虑贴现因素的束缚,首次将经济飞速发展背景下自然资源稀缺性不断增大所导致的生态系统服务边际价格变化引入了价值评估模型当中,同时分析了关键技术参数变化对模型的影响^[7]。模型的应用方便于决策者对比不同决策方案在维护和提高生态系统服务供给方面的有效性以及存在

的缺陷,因此一经提出便在全球气候变化成本利益分析和温室气体减排的决策分析中得到了广泛应用^[8-9],同时也有一些学者在生物多样性保护^[10]、不可再生资源的可持续生产方式^[11]以及交通运输环境效应分析^[12]等领域对此模型的应用进行了尝试。

在 M. Hoel 和 T. Sterner 提出的经济模型中,贴现率和服务的边际价格变化是影响价值评估结果的两个直接因素,本文从贴现率和服务边际价格变化的公式推导出发,分析影响价值变化的各相关要素,估算各因素综合影响下的生物多样性保护价值变化情况,并对各参数变化对价值评估结果可能产生的影响进行详细分析。

贴现是衡量未来生态系统服务成本利益当前价值的一种方法,价值评估时采用的贴现率值不但直接影响评估结果,而且还涉及福祉在代际间分配等问题,因此是许多跨时期的生态系统服务价值评估的核心所在。贴现方法的经济合理性主要包括两个方面:一是社会的时间偏好,即人们通常希望能够尽早地通过消费增长来提高当前的福祉状况;二是资金的机会成本,即人们倾向于将资金投入价值更高的选择当中^[13]。

在成本利益分析的经济模型中通常用目标函数 W 来衡量一定时期内人类从消费中获得的总福祉大小:

$$W = \int_0^T e^{-\rho t} U(C(t)) dt \quad (1)$$

式中, $C(t)$ 表示在 t 时刻的消费; U 为效用函数, $U(C)$ 表示人类从消费中获得的福祉; ρ 为时间偏好率,表示福祉在代际间分配的社会偏好程度,其值越接近于零表示福祉在代际间的分配的越平等,值越大表示赋予当代人的权重越高。如上文提到,由于人们倾向于较早地通过消费增长来提高福祉状况,因此进行生态系统服务成本利益分析时通常认为 $\rho > 0$,但由于较高的 ρ 值往往会造成生态系统服务价值的低估以及会影响有效环境保护措施的制定,因此本文出于对我国居民消费时间偏好性的考虑以及兼顾福祉在代际间平等分配的原则,将 ρ 的取值设定为 0.01^[14]。

效用函数 $U(C)$ 是一个凹函数,其一般形式为:

$$U(C) = \begin{cases} \frac{C^{1-\alpha}}{1-\alpha}, & \alpha > 0 \text{ 且 } \alpha \neq 1 \\ \ln C, & \alpha = 1 \end{cases} \quad (2)$$

式中, α 为收入边际效用弹性,也称为不公平厌恶系数,是效用函数的曲率。从 $U(C)$ 的表达式可知,随着消费的增长,单位收入的边际效用将逐渐减小,也就是说 α 值越大赋予当代人消费的权重越高,当代人从消费中获得的福祉越大^[15]。

通过将目标函数 W 两端对时间 t 进行微分并结合效用函数的表达式便可以推导出传统贴现率的表达式,即:

$$r(t) = \rho + \alpha \times g_c(t) \quad (3)$$

式中, $r(t)$ 又称为拉姆齐贴现率, g_c 为人均消费增长率。

通常情况人均消费水平的不断增长在经济增长的带动下产生的,对于未来的经济增长,学者们认为可能是由某些部门(一般消费产品部门)的经济增长带动的,而对于其它一些部门,尤其是那些依赖于有限自然资源进行经济生产的部门(生态系统服务部门),由于自然资源稀缺性的不断增大,其提供产品和服务的能力可能会出现增长相对缓慢、不增长甚至是倒退的现象,因此在进行跨时期的生态系统服务价值评估时,就必须对一般消费产品(C)和生态系统服务(E)进行区分^[16]。在 M. Hoel 和 T. Sterner 的经济模型中,人类福祉便是从一般消费产品和生态系统服务的消费中获得的。这样上述目标函数(1)和效用函数(2)的表达式相应变为:

$$W = \int_0^{\infty} e^{-\rho t} U(C, E) dt \quad (4)$$

和

$$U(C, E) = \frac{1}{1 - \alpha} \times [(1 - \gamma) C^{1 - \frac{1}{\sigma}} + \gamma E^{1 - \frac{1}{\sigma}}]^{\frac{\sigma(1 - \alpha)}{\sigma - 1}} \quad (5)$$

式中, σ 为替代弹性, 表示一般消费产品与生态系统服务之间的可替代程度, 其含义是: 如果生态系统服务的价格增加 1%, 那么用于生态系统服务的消费将减少 $\sigma\%$ ^[17]; γ 为当前 ($t=0$) 人类从生态系统服务中获得的福祉份额, 且有参数 γ^* , 并存在:

$$\gamma^* = \frac{\gamma E^{1 - \frac{1}{\sigma}}}{(1 - \gamma) C^{1 - \frac{1}{\sigma}} + \gamma E^{1 - \frac{1}{\sigma}}} \quad (6)$$

它表示随着 C 和 E 的不断变化人类在不同阶段从生态系统服务中获得的福祉份额。

通过 (4)、(5)、(6) 式便可推导出进行跨时期生态系统服务价值评估时的贴现率表达式, 即:

$$r = \rho + \left[\alpha(1 - \gamma^*) + \frac{1}{\sigma} \gamma^* \right] g_C + \left[\gamma^* \left(\alpha - \frac{1}{\sigma} \right) \right] g_E \quad (7)$$

式中, g_E 为生态系统服务变化率。

以往的生态系统服务价值评估几乎都忽略了未来自然资源稀缺性的逐渐增大所带来的服务边际价格变化对价值的影响, 从而导致了评估结果的不准确, 因此在进行跨时期的生态系统服务价值评估时, 不仅要考虑服务的未来价值进行贴现计算, 而且还要考虑服务的边际价格变化, 即要按照服务未来的真实价格进行计算。

通常生态系统服务的真实价格通过下式来进行估算, 即:

$$V_t = V_0 (1 + p)^t \quad (8)$$

式中, V_0 为服务的当前价格, p 为价格变化速率, p 的计算方法为:

$$p = \frac{\frac{d}{dt} \left(\frac{U_E}{U_C} \right)}{\frac{U_E}{U_C}} = \frac{1}{\sigma} (g_C - g_E) \quad (9)$$

式中, U_E 、 U_C 分别表示效用函数对 E 和 C 的偏导数。

通过 (7) 和 (9) 两式就可得到贴现率和边际价格变化的综合效应表达式, 即:

$$R = r - p = \rho + \left[(1 - \gamma^*) \left(\alpha - \frac{1}{\sigma} \right) \right] g_C + \left[\gamma^* \alpha + (1 - \gamma^*) \frac{1}{\sigma} \right] g_E \quad (10)$$

最后便可得到跨时期生态系统服务价值评估的最终表达式:

$$V = V_0 (1 + R)^{-t} \quad (11)$$

2 研究区域概况

三江平原位于黑龙江省东北隅, 是我国最大的淡水沼泽湿地分布区, 生物多样性保护是三江平原湿地生态系统提供的一项重要生态系统服务功能, 在维持地区经济发展、提高人类生活质量等许多方面发挥着不可替代的作用。然而在长期的大规模农业开发、水利工程建设等人类活动的影响下, 三江平原湿地生态系统遭受了严重退化, 湿地面积不断减少的同时也带来了湿地景观的破碎化, 许多生物物种的生境遭到改变和破坏, 湿地生态系统的生物多样性保护能力不断下降。

2.1 三江平原湿地生态系统生物多样性保护发展状况

生物多样性包括遗传多样性、物种多样性、生态系统多样性和景观多样性四个层次^[18]。在这 4 个层次中, 景观多样性是景观水平上生物多样性的表达, 是决定遗传多样性、物种多样性和生态系统多样性的基础, 它不但构成了其它层次生物多样性的背景, 而且制约着它们的时空格局和演变过程, 因此对一个地区的生物多样性变化起着决定性作用^[19]。本文利用三江平原湿地生态系统景观多样性的变化特征来反应生物多样性保护功能的综合变化。相关研究表明, 三江平原不同地区的湿地景观多样性呈现出不同的波动变化规律, 但

总体上整个地区的景观多样性指数自 1965 年便以大约平均每年 -0.92% 的速率不断下降^[20-23]。

“十一五”以来,黑龙江省为扭转湿地面积减少和功能退化的局面,不断加大湿地生态系统保护力度并相继实施了多个湿地保护恢复项目及湿地自然保护区建设项目,预计未来三江平原湿地生态系统生物多样性保护功能会随着湿地面积的不断恢复而得到逐渐提高。在本次研究初始计算时,首先将 g_E 的取值设定为 -0.92% ,而在最后的敏感性分析中分别假设了 g_E 值保持不变和以 0.5% 的速率变化两种情况,以此来分析生物多样性保护功能在不断下降、保持不变和不断增长发展趋势下的价值变化情况。

2.2 三江平原地区人均消费水平发展状况

随着三江平原地区经济的不断发展,该地区的人均消费水平一直处于持续增长当中。根据《黑龙江统计年鉴》和《佳木斯经济统计年鉴》等统计资料显示,三江平原地区的人均消费水平大约以平均每年 11.2% 的速率增长,这一数字基本与黑龙江省多年来的 GDP 平均增长率持平,然而考虑到近期国家经济发展目标的调整,再加之未来三江平原地区经济发展协调性需求及 CPI 涨幅情况,在下面的研究中我们将未来该地区的人均消费增长率 g_c 值设定为 8% 。

2.3 三江平原湿地生态系统生物多样性保护功能人均支付意愿

湿地生态系统的生物多样性保护功能具有重要的经济价值,它在调节气候、保护土壤、涵养水源以及维持生态系统稳定等多方面发挥着重要作用,但由于生物多样性保护并没有像一般消费产品所拥有的成熟的市场环境,因此其价值往往是通过人们的支付意愿来加以揭示的^[24]。本文将刘晓辉等人于 2007 年进行的三江平原湿地生态系统生物多样性保护功能支付意愿调查结果作为研究基础来进行跨时期的生物多样性保护价值评估。当年的支付意愿调查是按照县级市、地级市和副省级市的向上扩大关系进行的,调查地点选择在洪河农场(地属同江市,佳木斯市下辖)、佳木斯市和哈尔滨市三个地区。调查结果表明,三江平原湿地生态系统生物多样性保护功能的平均支付意愿率为 77.48% ,并最终将累计频度为 50% 的中位值 $82.6 \text{ 元} \cdot \text{人}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$ 定为该地区湿地生态系统生物多样性保护功能的人均支付意愿值^[25]。以此价格为基础,分析未来 100a 此价格在贴现率和边际价格变化综合影响下的价值变化情况,并通过对比传统贴现方法来揭示生物多样性保护所蕴含的巨大经济价值以及湿地生态系统治理与保护相关决策制定的紧迫性。

3 结果与分析

3.1 影响生物多样性保护价值的各参数变化过程

为了研究 C 和 E 在不同发展速率下所带来的贴现率和边际价格变化情况,模拟了人均消费水平以 8% 速率增长,生物多样性保护功能以 -0.92% 速率发展下的各参数变化过程,且在模拟时将收入边际效用弹性 α 值设定为 1,替代弹性 σ 值设定为 0.5,生物多样性保护服务所支持的人类福祉份额的初始 γ 值设定为 5% 。各参数变化过程的模拟结果见图 1。

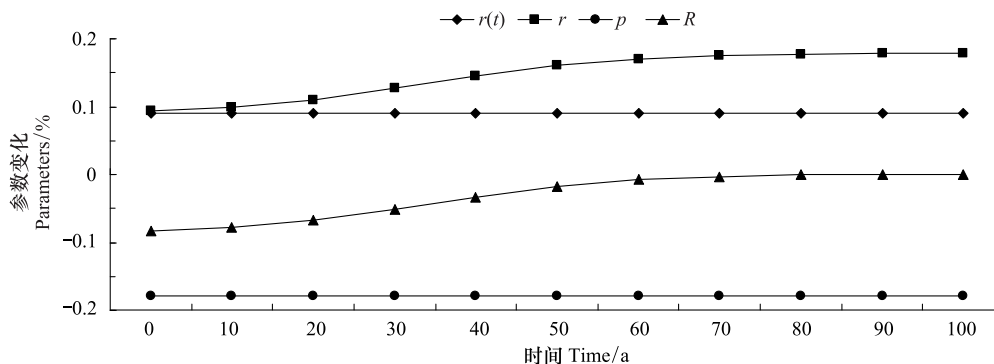


图 1 各影响参数变化过程

Fig.1 Changing processes of influencing parameters

如图 1 所示,传统的拉姆齐贴现率在给定的边际效用弹性和替代弹性条件下为一常数 0.09,而通过模型计算得到的贴现率值则从 0.0938 逐渐增加到 0.1639,虽然此变化范围要大于拉姆齐贴现率,但其效应直接被 15% 的生物多样性保护边际价格变化所抵消,并由此产生了从初始 -0.0563 逐渐增加到 0.0139 的综合效应值。由此可见,当将服务的边际价格变化纳入跨时期的价值评估时,其与贴现率产生的综合效应值要远低于传统计算所使用的拉姆齐贴现率值。

3.2 生物多样性保护价值评估

对比分析了传统贴现方法和考虑贴现率与服务边际价格变化综合效应影响下的生物多样性保护价值变化过程,结果如图 2 所示。

传统贴现方法得到的生物多样性保护价值曲线 V_r 呈现不断下降趋势,近百年间的价值总量为 1000.2 元;在考虑生物多样性保护边际价格变化和贴现率综合影响下得到的价值曲线 V 呈现出先上升再下降的变化趋势,造成曲线波动的主要原因是在初始阶段服务相对价格变化的效应较强,导致价值曲线在初期呈现上升趋势,而后随着贴现率的不断增大同时边际价格变化效应的相对减弱,曲线便呈现出了逐渐下降的趋势。此价值曲线评估得到的生物多样性保护价值从初始的 82.6 元 $\text{人}^{-1} \text{a}^{-1}$ 逐渐增大到 29a 后的最大值 407.6 元 $\text{人}^{-1} \text{a}^{-1}$,而后又逐渐下降到 78.6 元 $\text{人}^{-1} \text{a}^{-1}$,生物多样性保护价值总量为 19438.9 元。结果表明,模型评估的生物多样性保护价值总量是传统方法下得到的价值总量的近 20 倍,模型不但揭示出了生物多样性保护所蕴含的巨大经济价值,而且由供需原理可知^[26],在生物多样性保护服务供给不断递减的背景下,对于该服务需求的递增将导致其价格的大幅度上升,这也进一步说明生物多样性保护服务稀缺性的提高将不断增大人们对于该服务的支付压力。此外,曲线的变化趋势也能够有效反应出湿地生态系统治理的成本支出变化状况,变化趋势说明三江平原湿地生态系统的治理与恢复应尽早进行,以避免不断增加的治理成本,而如果在峰值出现后进行治理,那么对于湿地生态系统本身则可能已经超过了其生态阈值,从而将导致未来的湿地环境改善现值无法弥补湿地破坏成本支出的结果。

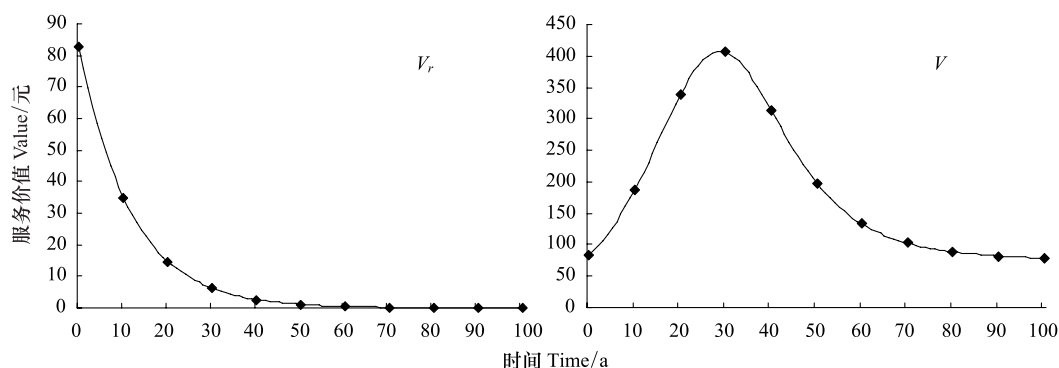


图 2 两种贴现方法下的生物多样性保护服务价值曲线

Fig.2 value curves of the biodiversity conservation with two discounting methods

3.3 收入边际效用弹性及替代弹性的影响分析

收入边际效用弹性及替代弹性的取值对贴现率和边际价格变化有显著影响,进而影响生物多样性保护价值评估结果,因此本文分析了不同收入边际效用弹性和替代弹性条件下的贴现率与边际价格变化情况,并通过计算结果分析各参数变化可能对价值评估结果产生的影响。

收入边际效用弹性 α 的取值在学术界存在一定的争议,这是因为 α 值不但影响价值评估结果而且还涉及到处理环境问题的时间性问题,为此本文在初始计算的基础上,又分别分析了 $\alpha = 1.5$ 和 $\alpha = 2$ 两种情况下贴现率和边际价格的相应变化情况;对于替代弹性 σ ,有学者认为生态系统服务与一般消费产品之间存在较强的不可替代性,但同时也有学者认为,生态系统服务的替代弹性对于高收入人群可能较大,而对低收入人群这种替代性往往较小^[27],因此鉴于替代弹性取值存在较大的不确定性,本文探讨了 0.1—0.9 范围内的替

代弹性变化对贴现率和边际价格变化的影响(表 1)。

表 1 不同收入边际效用弹性和替代弹性条件下的各参数变化结果

Table 1 Changing results of parameters under different marginal utility elasticity and substitution elasticity conditions

收入边际效用弹性 Marginal Utility Elasticity to Income α	拉姆齐贴现率 Ramsey Discount Rate $r(t)$	替代弹性 Elasticity of Substitution σ	贴现率 Discount Rate r	边际价格变化 Marginal Price Change p	综合效应 Combined Effect R
1	0.09	0.1	0.130	0.892	-0.762
1	0.09	0.3	0.100	0.297	-0.197
1	0.09	0.5	0.094	0.178	-0.084
1	0.09	0.7	0.091	0.127	-0.036
1	0.09	0.9	0.090	0.099	-0.009
1.5	0.13	0.1	0.167	0.892	-0.724
1.5	0.13	0.3	0.138	0.297	-0.158
1.5	0.13	0.5	0.132	0.178	-0.046
1.5	0.13	0.7	0.130	0.127	0.002
1.5	0.13	0.9	0.128	0.099	0.029
2	0.17	0.1	0.206	0.892	-0.686
2	0.17	0.3	0.176	0.297	-0.121
2	0.17	0.5	0.170	0.178	-0.008
2	0.17	0.7	0.167	0.127	0.040
2	0.17	0.9	0.166	0.099	0.067

如表 1 所示,贴现率随收入边际效用弹性的增大而增大,随替代弹性的增大而减小,而边际价格变化则只受替代弹性的影响,且随着替代弹性的增大显著减小,相应地,贴现率与边际价格变化的综合效应也随着各参数的增大而增大,各参数取值的逐渐增大将导致生物多样性保护价值评估结果逐渐降低。参数的变化结果对相关决策的制定具有一定的指导性,首先,由于人均消费水平是不断提高的,因而在价值评估时设定的收入边际效用弹性越大则赋予当代人的权重越高,相应赋予未来的权重就越低,因此价值评估结果也就越不支持湿地生态系统恢复与治理相关决策的制定;其次,较高的替代弹性条件下得到的价值评估结果同样不支持当前湿地生态系统保护决策的制定,这是因为生物多样性保护功能如果能够被轻易代替,那么生物多样性保护功能的丧失就可以从其他消费产品的消费中弥补,这种情况下就不会对湿地生态系统进行积极的恢复和治理。

3.4 敏感性分析

鉴于三江平原湿地生态系统未来发展状况的复杂性及不确定性,在这一部分分析中,分别模拟了生物多样性保护功能以保持不变和缓慢恢复速率发展条件下的价值变化过程(图 3)。

不同生物多样性保护功能发展速率下的价值曲线呈现出不同的波动变化,表现出随着生物多样性保护功能发展速率的逐渐提高,价值曲线的波动幅度被逐渐降低。这说明尽快扭转三江平原湿地生态系统不断被破坏的局面将有效降低人们对于该服务功能的支付压力,从而在保持三江平原地区的经济快速发展的兼顾湿地生态系统的可持续利用,进而不断提高社会的协调发展能力和整体福祉状况。

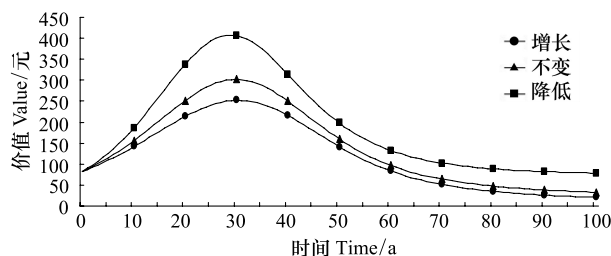


图 3 不同生物多样性保护服务发展速率下的价值变化对比
Fig.3 Value comparisons under different biodiversity conservation service development rates

4 讨论

本文应用 M. Hoel 和 T. Sterner 提出的经济模型对三江平原湿地生态系统生物多样性保护价值进行了评估,由于模型中贴现率和边际价格变化是影响价值评估结果的两个最主要因素,因此影响这两个因素变化的各参数值设定就成为了模型应用的技术关键。本研究中的各参数设定是在以往三江平原地区相关研究基础上进行计算设定的,同时也假设了经济增长速率和生物多样性保护功能支撑的人类福祉份额等参数的取值,由于各参数取值难以做到精准,因此文章针对不同参数取值对价值评估结果的影响进行了分析,结果在肯定了模型在进行价值评估时的准确性和可操作性的同时也证明了模型在应用于不同地区或领域的生态系统服务价值评估时所具有的普遍适应性。

模型预测分析了未来三江平原湿地生态系统可能发生的多种变化轨迹,揭示了不同发展路径下的生物多样性保护价值动态过程,评估结果方便于决策者对比衡量不同决策方案实施后的相应利弊得失从而以此来突出强调当前的发展侧重点,对决策的制定具有一定的现实指导意义。本文以研究区景观多样性的变化来侧面反应生物多样性保护功能的变化情况可能存在一定的不合理性,然而由于其反应的是一种潜在的变化趋势,因此对于模型应用的实现是可行的。不同生态系统服务功能演变的评估方法和指标的选取不尽相同,两者的恰当选择将有助于进一步提高价值评估结果的准确性。

生物多样性保护功能所支撑的人类福祉份额难以量化,此参数的初始值假设是模型存在的不完善处之一,未来将对该参数的量化方法进行深入研究。此外,文章没有对不同经济增长速率的情景进行探讨,这是因为虽然经济发展速率同样存在着不确定性,但是我们认为经济发展是持续增长的,而且至少在未来一段时间内不会出现经济不发展或是经济倒退的现象。

参考文献 (References):

- [1] 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.
- [2] 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.
- [3] 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, 19(5): 607-613.
- [4] Kreuter U P, Harris H G, Matlock M D, Lacey R E. Change in ecosystem service values in the San Antonio area, Texas. *Ecological Economics*, 2001, 39(3): 333-346.
- [5] 王宗明, 张树清, 张柏. 土地利用变化对三江平原生态系统服务价值的影响. *中国环境科学*, 2004, 24(1): 125-128.
- [6] Setlhogile T, Arntzen J, Mabiza C, Mano R. Economic valuation of selected direct and indirect use values of the Makgadikgadi wetland system, Botswana. *Physics and Chemistry of the Earth*, 2011, 36(14-15): 1071-1077.
- [7] Hoel M, Sterner T. Discounting and relative prices. *Climatic Change*, 2007, 84(3-4): 265-280.
- [8] Dasgupta P. Discounting climate change. *Journal of Risk and Uncertainty*, 2008, 37(2/3): 141-169.
- [9] Stern N. The economics of climate change. *The American Economic Review*, 2008, 98(2): 1-37.
- [10] Atkinson G, Bateman I, Mourato S. Recent advances in the valuation of ecosystem services and biodiversity. *Oxford Review of Economic Policy*, 2012, 28(1): 22-47.
- [11] Schilling M, Chiang L. The effect of natural resources on a sustainable development policy: The approach of non-sustainable externalities. *Energy Policy*, 2011, 39(2): 990-998.
- [12] Beekman R. Incorporating Long-Term Transport Effects in Cost-Benefit Analysis [D]. Delft: Delft University of Technology, 2011.
- [13] Letson D, Milon J W. Florida Coastal Environmental Resources-A Guide to Economic Valuation and Impact Analysis. Florida: Sea Grant, 2002: 11-12.
- [14] 贺菊煌. 消费函数研究. *数量经济技术经济研究*, 1998, (12): 18-26.
- [15] Sterner T, Persson U M. An even stermer review; introducing relative prices into the discounting debate. *Review of Environmental Economics and Policy*, 2008, 2(1): 61-76.
- [16] Bateman I J, Mace G M, Fezzi C, Atkinson G, Turner K. Economic analysis for ecosystem service assessments. *Environmental and Resource Economics*, 2011, 48(2): 177-218.

- [17] Gerlagh R, van der Zwaan B B C. Long-term substitutability between environmental and man-made goods. *Journal of Environmental Economics and Management*, 2002, 44(2): 329-345.
- [18] 傅伯杰, 陈利顶. 景观多样性的类型及其生态意义. *地理学报*, 1996, 51(5): 454-462.
- [19] 李晓文, 胡远满, 肖笃宁. 景观生态学与生物多样性保护. *生态学报*, 1999, 19(3): 399-407.
- [20] 刘红玉, 吕宪国, 张世奎. 三江平原流域湿地景观多样性及其 50 年变化研究. *生态学报*, 2004, 24(7): 1472-1479.
- [21] 刘殿伟. 过去 50 年三江平原土地利用/覆被变化的时空特征与环境效应 [D]. 长春: 吉林大学, 2006.
- [22] 刘红玉, 李兆富. 挠力河流域湿地景观演变的累积效应. *地理研究*, 2006, 25(4): 606-616.
- [23] 刘红玉, 李兆富. 流域土地利用/覆被变化对洪河保护区湿地景观的影响. *地理学报*, 2007, 62(11): 1215-1222.
- [24] Carson R T, Flores N E, Martin K M, Wright J L. Contingent valuation and revealed preference methodologies: comparing the estimates for quasi-public goods. *Land Economics*, 1996, 72(1): 80-99.
- [25] 吕宪国. 三江平原湿地生物多样性变化及可持续利用. 北京: 科学出版社, 2009: 112-114.
- [26] 沈满洪. 生态经济学. 北京: 中国环境科学出版社, 2008: 32-33.
- [27] Gowdy J. Toward a new welfare economics for sustainability. *Ecological Economics*, 2005, 53(2): 211-222.