

基于边际机会成本的森林环境资源定价模型研究

戴小廷^{1,2}, 杨建州^{1*}, 冯祥锦²

(1. 福建农林大学 经济管理学院, 福建 福州 350002; 2. 福建工程学院 经济管理系, 福建 福州 350108)

摘要: 边际机会成本理论能从经济角度对资源利用的生产者的生产成本和因自然资源利用对他人、社会、环境造成的损失进行抽象和度量。反映了自然资源效用和稀缺程度变化对资源价格的影响, 考虑了代际公平性, 符合可持续发展的思想, 为森林环境资源定价研究提供了直接的理论与方法基础, 应用边际机会成本理论开展森林环境资源的定价对促进森林环境保护有深远的意义。在边际机会成本理论深入分析基础上, 结合森林环境资源的特点, 提出了基于该理论的具体边际生产者成本、边际使用成本、边际环境成本的定价模型, 为开展森林环境资源定价工作提供了新思路 and 价格的具体测度方法。

关键词: 森林环境资源; 边际机会成本; MPC; MUC; MEC

中图分类号: F062.2

文献标志码: A

文章编号: 1001-7461(2013)02-0253-06

Pricing Model of Forest Environmental Resources Based on Marginal Opportunity Cost

DAI Xiao-ting^{1,2}, YANG Jian-zhou^{1*}, FENG Xiang-jin²

(1. College of Economics and Management, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou, Fujian 350002, China;

2. Department of Economics and Management, Fujian University of Technology, Fuzhou, Fujian 350108, China)

Abstract: The theory of marginal opportunity cost (MOC) can abstract and measure the production cost and the losses caused to others, society and environment during the process of utilizing natural resources by the user. It reflects the impact of utility and scarcity of natural resources on resource prices. It takes into account the intergenerational equity. It is consistent with the idea of sustainable development. It provides direct theories and methods for the study of the prices of forest environmental resources. It has far-reaching significance to the promotion of environmental protection of forests when MOC is applied to price forest environmental resources. This paper proposed a specific pricing model for the marginal producer cost (MPC), marginal use cost (MUC) and marginal environmental cost (a substitution for marginal external cost, MEC) by analyzing the theory of marginal opportunity cost and combined with the characteristics of the resources of the forest environment. It provided a new idea for forest environmental resource pricing and the specific measures.

Key words: forest environmental resources; MOC; MPC; MUC; MEC

自然资源的价格作为市场经济的杠杆, 可以发挥其在促进自然资源优化配置、合理开发、利用方面的作用^[1]。森林环境资源是可再生的资源, 其中林木等实物资源一般是可以再生的, 但森林环境部分却是一旦破坏就难以甚至是不可能恢复到原貌。森

林环境资源的不合理开发与利用会直接或间接地破坏生态环境, 带来物种的丧失、生物多样性的变化, 最终影响人类可持续发展。建立反映环境成本和可持续发展的森林环境资源价格体系, 是建设资源节约和环境友好社会的必然要求。森林环境资源的价

收稿日期: 2012-05-28 修回日期: 2012-07-12

基金项目: 国家自然科学基金“基于边际机会成本定价的闽江流域森林环境资源价值评估研究”(71073022)。

作者简介: 戴小廷, 男, 副教授, 博士研究生, 研究方向: 林业生态经济。

* 通信作者: 杨建州, 男, 教授, 博士生导师, 主要研究方向: 资源与环境经济、林业经济。E-mail: yjz300@126.com

格如果能够反映森林环境资源开发与利用带来的包括环境成本在内的全部成本,将对森林环境资源的合理配置与利用效率的提高提供工具支持。边际机会成本理论正是符合这一要求的自然资源定价理论。该理论在煤炭、水资源的定价上应用较多^[2-7],但将其应用于森林环境资源定价的研究还不多见^[8],特别是未见系统化的研究。开展基于边际机会成本的森林环境资源定价模型的研究,可为开展具体森林环境资源定价实践提供关键理论支持。

1 森林环境资源的边际机会成本定价模型

根据边际机会成本理论,使用者为消耗的单位森林环境资源支付的价格应该等于其边际机会成本(Marginal Opportunity Cost,简称 MOC),由边际生产成本(Marginal Production Cost,简称 MPC)、边际使用者成本(Marginal User Cost,简称 MUC)、边际外部成本(Marginal External Cost,简称 MEC)组成^[9]。本文拟选取“边际环境成本”来替代“边际外部成本”去分析研究森林环境资源经营、利用过程中生态环境破坏的经济损失问题,认为环境成本的概念能更准确、更好地体现森林环境资源采伐利用过程中所产生的外部经济后果,即森林环境资源利用后水土流失、居住环境变化、景观破坏等对周边社区居民生命财产及社会经济发展等方面的负面影响。

理论上森林环境资源的价格(P)应该等于其边际机会成本,用公式表示为:

$$P=MOC=MPC+MUC+MEC \tag{1}$$

1.1 边际生产者成本(MPC)

森林环境资源的边际机会成本中的边际生产成本是最容易被人们认知的一部分,因为收获自然资源必须支付生产成本,如基础设施、设备、工资等各类投入,即便是未收获的自然资源,同样存在勘探成本、管理成本、监测成本等生产成本。森林环境资源的边际生产成本是指收获一单位自然资源所带来的总生产成本的变动。

对于自然资源的边际生产者成本,可以用平均增量成本(Average Increment Cost,AIC)作为边际生产成本的广义替代概念^[10]。

在前人研究基础上,结合森林环境资源特点,提出将森林环境资源历年的生产成本平均分摊到每年所增加的森林蓄积上,计算公式如下:

$$MPC=AIC=\sum_{i=1}^n \frac{C_t-C_{t-1}}{(1+r)^t} / \sum_{i=1}^n \frac{Q_t}{(1+r)^t} \tag{2}$$

式中: C_t 为第 t 年投入的生产成本,包括森林环境资源

的直接生产成本、间接生产成本、资本费等; Q_t 为第 t 年增加的森林蓄积量; r 为贴现率; n 为定价的森林环境资源的林分年龄。

1.2 边际使用者成本(MUC)

森林环境资源的边际使用者成本是指某一单位森林环境资源被利用后,自身或后代不能够再利用所产生的成本,也即是所放弃的以其他方式利用该森林环境资源可能获得的最大纯收益,包括现在使用资源而不是留给后代使用所产生的成本。它反映了森林环境资源稀缺性对其价格的影响。

对森林环境资源边际使用者成本的测度,因其在经济时间尺度范围内有一个自然增长率,一般来说,当森林的采伐数量小于或等于其生长量,边际使用者成本就等于零,如果采伐数量大于等于其生长量,将面临与不可再生资源类似的资源耗竭和代际公平问题,而同样具有稀缺性,这时森林环境资源的边际机会成本包括边际使用者成本^[11]。

从理论上,可以将边际使用者成本的具体计算方法分为逆算法、动态法和替代法 3 类^[12]。逆算法是依据在完全竞争条件下市场价格和影子价格不仅反映了自然资源的生产成本,而且也反映了其稀缺程度,因此自然资源的价格就等于边际生产成本与边际使用者成本之和,将价格扣除边际生产成本,就可以倒推出自然资源的边际使用者成本^[13]。动态法是将自然资源与其他资本同等看待,经济当事人依据预期利润率与贴现率的比较,在追求自身利益最大化的目标驱动下,决定是提早收获还是推迟收获自然资源的原理来推算边际使用者成本。也即预期利润率高低决定着经济当事人的决策,因此边际使用者成本按与利率相同的比率递增。如果已知基年的边际使用者成本,则容易预测后面的边际使用者成本。替代法是考虑替代品或替代技术能够缓解或消除自然资源的稀缺,因此可用替代品或替代技术的成本来衡量边际使用者成本的大小。

以上 3 种方法各有其特点,逆算法需要统计数据的支持计算 MPC_t ,受自然资源市场价格波动的影响,且只能计算过去的边际使用者成本,无法用在预测未来的边际使用者成本上。动态法能够用在未来的边际使用者成本的预测上,反映其走势,但 MUC_t 需要通过其他方法预先得到。替代法能够反映经济当事人对边际使用者成本的实际估价,但其替代品或替代技术的选取上存在主观色彩,且有的自然资源存在这方面选取的困难。

本文认为针对森林环境资源的边际使用者成本,采用逆算法结果容易发生偏差,动态法不能提供 MUC_t 的计算,替代法对森林环境资源来说存在替

代的物品选取困难,替代品发展趋势、价格以及贴现率等因素难以确定^[14]。基于此,参考中国环境与发展国际合作委员会的研究成果,结合租金或预期收益资本化法从另一角度开展森林环境资源的边际使用者成本计算。

计算的基本思路是:将每单位蓄积的森林环境资源采伐利用的预期收益损失采取租金或预期收益资本化法求得其收益现值,即未来的收益损失 U ; 然后考虑稀缺性进行供求关系的调整就可得到 MUC 。具体计算模型推导如下:

首先,将森林环境资源不采伐利用在未来一定时间内为经济当事人带来物质性产品的价值增值部分,根据适当的社会贴现率,折现为现值 U_1 。其计量公式为:

$$U_1 = \sum_{t=1}^n M \times L \times P \times (1+r)^{-t} \tag{3}$$

式中: M 为森林蓄积年增长率, L 为单位蓄积出材率, P 为木材市场单价(这里假定为基年价格,每年保持不变,价格变化带来的损失在第三部分有体现), r 为社会贴现率,一般采用银行 1 年期存款利率,假定其各年相等, n 为森林的寿命。

其次,将森林环境资源不采伐利用在未来一定时间内通过提供环境服务为经济当事人带来价值增值部分,根据适当的社会贴现率,折现为现值 U_2 。其计量公式为:

$$U_2 = \sum_{t=1}^n M \times MEC \times (1+r)^{-t} \tag{4}$$

式中: M 、 r 、 n 解释同(3)式, MEC 为森林单位蓄积的环境收益(这里假定为基年收益,每年保持不变,变化部分失在第三部分有体现)。

最后,根据供求关系调整,成本是价格的基本构成部分,供给量一定时,价格与需求量大成正比关系,体现这种关系需考虑需求弹性系数。同理,需求量一定时,价格与供给量成反比关系,体现这种关系需考虑供给弹性系数。因此得到如下 MUC 公式:

$$\begin{aligned} MUC &= (U_1 + U_2) \times \frac{Q_d E_d}{Q_s E_s} \\ &= \sum_{t=1}^n \times (L \times P + MEC) \times (1+r)^{-1} \times \frac{Q_d E_d}{Q_s E_s} \\ &= \sum_{t=1}^n M \times (L \times P + MEC) \times (1+r)^{-t} \\ &\quad \times \frac{Q_d \times \frac{\Delta Q_d / Q_d}{\Delta P_1 / P_1}}{Q_s \times \frac{\Delta Q_s / Q_s}{\Delta P_1 / P_1}} \\ &= \sum_{t=1}^n M \times (L \times P + MEC) \times (1+r)^{-t} \times \frac{\Delta Q_d}{\Delta Q_s} \end{aligned} \tag{5}$$

式中: M 、 r 、 n 、 MEC 解释同(3)、(4)式, Q_d 为需求量, Q_s 为供给量, E_d 为需求弹性系数, E_s 为供给弹性系数。 ΔQ_d 表示前后 2 a 的需求变化,可以用连续前后 2 a 的森林环境资源消耗量之差表示,即 $\Delta Q_d =$ 第 t 年消耗量 - 第 $t-1$ 年消耗量。 ΔQ_s 表示前后 2 a 的供给变化,可以用连续前后两年的森林环境资源蓄积的变化表示,即 $\Delta Q_s =$ 第 t 年森林蓄积 - 第 $t-1$ 年森林蓄积。

考虑到 MUC 的计算需要用到 MEC 的值,所以建议在实际测算中先计算 MEC ,然后再求 MUC 。

1.3 边际环境成本 (MEC)

对于森林环境资源利用的边际环境成本的测度就是确定森林环境资源开发过程中对生态环境质量价值的变动。这种变动可以通过森林环境资源开发利用产生的损失/效益和预防/补偿环境恶化的费用 2 个角度开展度量,一般称之为损失法和费用法。具体的评估方法较多,可以大体分成 3 大类:直接市场法、替代市场法与意愿调查评估法^[15]。在他人研究成果基础上,结合森林环境资源利用的外部性特点,考虑适用、简单易操作等原则,参照国家林业局制定的林业行业标准《森林生态系统服务功能评估规范》(LY/T 1721-2008)^[16],对边际环境资源的边际环境成本的各分量设定如下定价模型。

1.3.1 调节水量减少的损失 单位蓄积森林环境资源采伐利用带来的森林环境资源调节水量减少的损失,可根据水库工程的蓄水成本(替代工程法)来确定^[17],具体计算公式为:

$$E_1 = 10C_k A (P - E - C) / E \tag{6}$$

式中: E_1 为单位蓄积森林年调节水量价值(元 · a⁻¹); C_k 为当地水库库容造价(含占地拆迁补偿、工程造价、维护费用等)(元 · m⁻³); A 为林分面积, (hm²); P 为降水量、 E 为林分蒸散量、 C 为地表径流量(单位均为 mm · a⁻¹); M 为林分蓄积量(m³)。

1.3.2 水质变化的损失 单位蓄积森林环境资源采伐利用带来的水质变化损失,可通过计算净化相应涵养的水量的费用得到。

$$E_2 = 10KA (P - E - C) / M \tag{7}$$

式中: E_2 为单位蓄积森林年净化水质价值(元 · a⁻¹); K 为水的净化费用(元 · t⁻¹); A 为林分面积 (hm²); P 、 E 、 C 、 M 含义同式(6)。

1.3.3 土壤流失的损失 由于森林环境资源的采伐利用带来的土壤侵蚀流失的损失,可通过计算泥沙淤积于水库中造成的损失得到。

$$E_3 = AC_{\pm} (X_2 - X_1) / \rho M \tag{8}$$

式中: A 为林分面积(hm²); C_{\pm} 为挖取和运输单位体积土方所需费用(元 / m³); X_2 为无林地土壤侵蚀

模数($t \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$); X_1 为有林地土壤侵蚀模数($t \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$); ρ 为林地土壤容重(t/m^3); M 为林分蓄积量(m^3)。

1.3.4 养分流失的损失 单位蓄积森林环境资源采伐利用造成的养分流失的损失可通过计算流失土壤中的 N、P、K 的数量换算为化肥的价值得到^[18]。

$$E_4 = A(X_2 - X_1)(NC_1/R_1 + PC_1/R_2 + KC_2/R_3 + FC_3)/M \tag{9}$$

式中: A 为林分面积(hm^2); X_2 为无林地土壤侵蚀模数($t \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$); X_1 为有林地土壤侵蚀模数($t \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$); N 为林地土壤平均含氮量(%); P 为林地土壤平均含磷量(%); K 为林地土壤平均含钾量(%); F 为林地土壤有机质含量(%); R_1 为磷酸二铵化肥含氮量(%); R_2 为磷酸二铵化肥含磷量(%); R_3 为氯化钾化肥含钾量(%); C_1 为磷酸二铵化肥价格(元/t); C_2 为氯化钾化肥价格(元/t); C_3 为有机质价格(元/t); M 为林分蓄积量, (m^3)。

1.3.5 碳损失 对单位蓄积森林环境资源采伐利用带来的碳损失,可以通过碳税法来计算^[19]。碳税是指按碳含量的比例对煤炭和汽油、天然气等石油下游化石燃料产品征收的税赋。碳税法就是依据光合作用方程式,通过干物质中吸收 CO_2 和释放 O_2 的量,再根据国际和我国对 CO_2 排放收费的标准,得到其固碳价值。单位蓄积森林环境资源采伐利用造成的碳损失可用下式计算:

$$E_5 = AC_T(1.63 \times 27.27\% \times B_n + F_t)/M \tag{10}$$

式中: A 为林分面积(hm^2); C_T 为碳税(元/t); B_n 为林分净生产力($t \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$); F_t 为单位面积森林土壤年固碳量($t \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$); M 为林分蓄积量(m^3)。

1.3.6 居住质量下降的损失 对单位蓄积森林环境资源采伐利用带来的氧气减少、负离子减少、吸收污染物减少、噪音增大、滞尘能力降低等带来的这些负面影响,对他人影响带来的损失可以通过归结为居住质量下降,对其损失的计量采用意愿调查法得到^[20-23],其值计为 E_6 。

1.3.7 农业产量降低的损失 对农田防护林、防风固沙林等对农作物有防护效应,能促进农作物增产增收,对这类单位蓄积森林环境资源采伐利用时要考虑其对农作物的影响,计算其利用带来的损失。计算可通过如下公式进行:

$$E_7 = AQ_F C_F / M \tag{11}$$

式中: A 为林分面积(hm^2); Q_F 为单位面积农作物因森林的存在而增加的年产量($\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$); C_F 为农作物价格(元/kg); M 为林分蓄积量(m^3)。

1.3.8 生物多样性损失 目前对森林保护生物多

样性价值的计算依然是国际性的难题^[24]。本研究采用实际市场收益法来分别计算单位蓄积的森林保护动物和植物多样性的价值,通过专家估计法估计它们占全部生物多样性的价值的比例 S ,得到单位蓄积的森林环境资源利用带来的生物多样性损失。

$$E_8 = \frac{E_A + E_P}{S} \tag{12}$$

式中: E_A 为单位蓄积的森林环境资源保护动物多样性的价值; E_P 为单位蓄积的森林环境资源保护植物多样性的价值。其中 E_A 的计算按以下步骤进行:首先统计研究对象范围内的野生动物的种类、数量;然后选取代表性的种类假定将其交易,或通过专家估计得到其价格,算出总价值 E_{A1} ;最后根据专家估计 E_{A1} 占 E_A 的百分比 P_A ,得到 $E_A = E_{A1}/(P_A \cdot M)$ (M 为林分蓄积量,单位 m^3)。

同理可以得到 $E_P = E_{P1}/(P_P \cdot M)$ 。式中 E_{P1} 为研究对象范围内森林环境资源保护植物多样性的价值, P_P 为 E_{P1} 占 E_P 的百分比。

1.3.9 旅游损失 单位蓄积的森林环境资源利用带来的旅游损失可以根据旅行费用法计算研究对象提供的游憩价值 E_L ,然后用其除以林分蓄积量得到。

$$E_8 = \frac{E_L}{M} \tag{13}$$

将以上几项单位蓄积森林环境资源采伐利用带来的损失进行求和,即得到边际环境成本 MEC 。用公式表示为:

$$MEC = \sum_{i=1}^9 E_i \tag{14}$$

最后依据边际机会成本理论,即可得到理论上森林环境资源的价格 $P = MOC = MPC + MUC + MEC$ 。

2 森林环境资源边际机会成本定价的步骤

森林环境资源的边际机会成本定价,包括以下几个主要步骤:

第1步,选定特定的区域,进行边际机会成本的基础数据收集。

第2步,根据具体评估对象,对外部成本进行筛选,筛选可以量化和货币化的外部成本进行评估。选取时具体考虑以下几个标准:

标准1:该具体的森林环境资源利用是否存在这一外部成本项,或者该外部成本是否已内部化,如对天然林,如果在管护的过程并未施以化肥、农药,则不存在第一项外部成本。即使是经济林,施以化

肥、农药过程中对农民身体健康带来的损害已经补偿在人工工资、医疗保险中,则这部分成本已经“内部化”,在 MPC 中已体现,不需要再评估。

标准 2:选取重要、影响大的外部成本项,忽略很小、不重要的项。针对具体的森林环境资源的利用,在不同的地域环境中影响效果各不相同,对人迹罕至的地区森林资源的小面积使用,其造成的旅游损失就几乎不存在。而对森林公园中的森林环境资源的采伐利用则影响较大,需要加以计算。

标准 3:选取确定性的可以量化的外部成本项进行评估,对科学上尚未有确定把握的可不做评估。

按照这几个标准筛选后,就可以进入下一步具体量化工作。

第 3 步,选取特定的计量手段,开展成本的量化工作。

第 4 步,利用前面提到的一系列环境经济学评估方法,将已量化的成本项转化为货币形式。

第 5 步,套用前面所述模型,得到 MPC、MEC、MUC,相加得到 MOC,即森林环境资源价格 P。

在模型应用过程中应注意边际生产成本的值受贴现率 r 的影响。参数 r 应根据资金的社会机会成本或对森林环境资源需求的社会实践偏好来确定。还要注意到 MUC 的计算需要用到 MEC 的值,所以在实际测算工作中要先计算 MEC,然后再求 MUC。

3 结论与讨论

边际机会成本理论为森林环境资源的定价提供了一个比较好的方法。结合森林环境资源的特点,在边际机会成本理论上提出了森林环境资源的边际生产成本、边际使用者、边际环境成本的具体定价模型,能体现森林环境资源开发利用时企业或者个人、社会所付出的全部成本,为森林环境资源的投资提供成本参考,促进森林环境资源的合理配置与可持续发展,促进人与自然、资源与环境的协调发展模式的建立。

相比已有的资金或预期收益资本化法、总经济价值法、李金昌模型、效用费用评价法等,本文所提出的定价模型站在完全成本的角度,更能完整合理反映森林环境资源利用的生产成本、使用者成本、环境成本,符合可持续发展的思想。该模型已在武夷山自然保护区的森林环境资源定价中经过初步验证,具有较好的操作性。

值得注意的是,森林环境资源的构成是一个复杂的综合体,其提供的服务产品多样,定价过程中对价格指标的选取不可能包括所有因子,只能选取一些实用可行、可操作性强的有代表性的指标进行测

定,这样的指标要求量化数据易于获取和更新,并考虑指标能够在空间尺度上适应不同区域的要求。本文选取或提出的一些具体损失计量模型还有待完善,精确度上还有待提高。这些方法是现阶段较好或基本可行的方法,但并不是唯一的方法,对其进行不断的深入研究并不断完善是森林环境资源定价研究中的重点之一。

参考文献:

[1] PEARCE D, TURNER D. The economics of environment and Natural Resources[J]. London: Earthscan, 1990.

[2] 武亚军. 可持续发展型的水资源定价: 边际机会成本方法与一个动态定价模型[J]. 经济科学, 1999(1): 75-79.

[3] 陈祖海. 基于边际机会成本理论的水资源定价实证分析[J]. 中南民族大学学报: 自然科学版, 2003, 22(3): 75-81. CHEN Z H. Positive analysis of water resource pricing based on Marginal Opportunity Cost[J]. Journal of South-Central University for Nationalities: Nat. Sci. Edi., 2003, 22(3): 75-81. (in Chinese)

[4] 于渤, 黎永亮, 崔志. 基于可持续发展理论的能源资源价值分析模型[J]. 中国管理科学, 2005, 10(13): 499-500. YU B, LI Y L, CUI Z. An evaluation model based on sustainability theory for energy resources value[J]. Chinese Journal of Management Science, 2005, 10(13): 499-500. (in Chinese)

[5] 傅平. 可应用稀缺水资源边际机会成本模型[J]. 中国给水排水, 2004, 20(2): 28-30.

[6] 边学芳, 吴群. 基于边际机会成本理论的农地价格矫正研究-以江都市为例[J]. 中国人口资源与环境, 2006, 16(6): 118-123. BIAN X F, WU Q. Reserch on farmland price correction on the basis of MOC theory in Jiangdu City[J]. China Population, Resources and Environment, 2006, 16(6): 118-123. (in Chinese)

[7] 杨秋媛. 边际机会成本理论视阈中的煤炭完全成本研究[J]. 昆明理工大学学报: 理工版, 2009, 34(5): 89-92. YANG Q Y. Research on full cost of coal from perspective of marginal opportunity cost[J]. Journal of Kunming University of Science and Technology: Sci. and Tech., 2009, 34(5): 89-92. (in Chinese)

[8] 郑冬婷. 一种森林资源定价建模方法的研究[J]. 知识经济, 2010(7): 9-10.

[9] PEARCE D W, TURNER R K. Economics of natural resources and the environment[M]. Harvester Whesatshea, 1990: 321-342.

[10] 刘岩, 于渤, 洪富艳. 可再生能源价值构成与定价模型研究[J]. 预测, 2011(1): 61-65. LIU Y, YU B, HONG F Y. Study on the value composition and pricing model for renewable energy source[J]. Forecasting, 2011(1): 61-65. (in Chinese)

[11] 章铮. 边际机会成本定价[J]. 自然资源学报, 1996, 11(2): 107-112. ZHANG Z. Marginal opportunity cost pring[J]. Journal of Natural Resources, 1996, 11(2): 107-112. (in Chinese)

[12] 中国环境和发展国际合作委员会. 中国自然资源定价研究[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1997.

- [13] 胡明形,邱俊齐,杨文生,等. 正算法与倒算法林价差额的森林环境价值分析[J]. 北京林业大学学报:社会科学版,2003,2(4):18-21.
HU M X, QIU J Q, YANG W S, *et al.* Analysis of the balance of cost-based and market-based forest values[J]. Journal of Beijing Forestry University: Soc. Sci., 2003, 2(4): 18-21. (in Chinese)
- [14] 戴广翠. 森林环境服务业发展的理论与实践研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2009: 10-20.
- [15] (美)A·迈里克·弗里曼. 环境与资源价值评估-理论与方法[M]. 曾贤刚, 译. 北京: 中国人民大学出版社, 2002: 3-7.
- [16] 《中国森林生态服务功能评估》项目组. 中国森林生态服务功能评估[M]. 中国林业出版社, 2010.
- [17] 侯元兆,张颖. 森林资源核算(上卷)[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 2005: 4-5.
- [18] 孟祥江,侯元兆. 森林生态系统服务价值核算理论与评估方法研究进展[J]. 世界林业研究, 2010, 23(6): 8-12.
MENG X J, HOU Y Z. Research advance in valuation theory and assessment method of forest ecosystem services [J]. World Forestry Research, 2010, 23(6): 8-12. (in Chinese)
- [19] 严立冬,张亦工,邓远建. 农业生态资本价值评估与定价模型[J]. 中国人口资源与环境, 2009, 19(4): 77-81.
YAN L D, ZHANG Y G, DENG Y J. Ecological capital and its valuation of green agriculture [J]. China Population, Resources and Environment, 2009, 19(4): 77-81. (in Chinese)
- [20] 侯亚红,冯永忠,任广鑫,等. 拉萨市生态服务功能价值评估[J]. 西北林学院学报, 2011(2): 220-224.
HOU Y H, FENG Y Z, REN G X, *et al.* Evaluation of ecosystem services in Lhasa of Tibet[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2011(2): 220-224. (in Chinese)
- [21] 侯元兆,吴水荣. 生态系统价值评估理论方法的最新进展及对我国流行概念的辩证[J]. 世界林业研究, 2008, 21(5): 7-16.
OU Y Z, WU S R. Recent progress on theory & Method of ecosystem valuation an rectification on the related concepts popular in China[J]. World Forestry Research, 2008, 21(5): 7-16. (in Chinese)
- [22] 韩丽晶,曹玉昆. 从国际林联第 23 届世界大会看未来林业发展的必然趋势[J]. 林业经济, 2010(12): 121-123.
HAN L J, CAO Y K. Studying the forestry future development trend and research directions from the XXIII IUFRO World Cngress[J]. Forestry Economics, 2010(12): 121-123. (in Chinese)
- [23] 黄丽君,赵翠薇. 基于支付意愿和受偿意愿比较分析的贵阳市森林资源非市场价值评价[J]. 生态学杂志, 2011, 30(2): 327-334.
HUANG L J, ZHAO C W. Non market valuation of forest resources in Guiyang City of Guizhou Province based on comparative analysis of WTP and WTA[J]. Chinese Journal of Ecology, 2011, 30(2): 327-334. (in Chinese)
- [24] 孙发平,曾贤刚,苏海红,等. 中国三江源生态价值及补偿机制研究[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2008.