

关中周边山地森林生态环境综合价值评估

王亚娟¹, 马俊杰², 刘小鹏¹

(1. 宁夏大学资源环境学院, 宁夏 银川 750021; 2. 西北大学环境科学系, 陕西 西安 710069)

摘 要: 以关中周边山地为研究区域, 建立了山地森林生态环境的三级评价指标体系共 12 项指标, 运用定量评价方法对森林生态环境的经济价值、社会价值和生态价值进行了综合评估。研究结果表明, 关中周边山地森林生态环境综合价值中经济价值、生态价值、社会价值分别占到 4.83%、94.20%、0.82%, 即森林最重要的价值是生态价值而不是经济价值, 说明了关中周边山地森林生态环境在维系和促进关中平原经济、社会持续发展中的巨大作用。

关键词: 森林生态环境; 综合价值; 评估; 关中周边山地

中图分类号: S718-557

文献标识码: A

在传统的森林价值评价的理论研究体系中, 人们习惯于从产业的角度研究森林的价值, 并把森林的价值狭义地理解为木材和林副产品的价值对森林价值进行评估, 往往忽视了森林的生态和社会等公益价值^[1]。在实践中, 森林产业化的开发利用, 使森林的公益价值一直处于无偿状态, 从而造成林业经营方针的失误和森林资源的破坏, 并进一步引发生态平衡的失调和生态环境的日益恶化。

近些年, 国内外对山地森林生态环境价值开展了多方面的综合研究。为了体现山地森林生态环境的经济、社会和生态价值及其意义, 本文对关中周边山地森林生态系统的综合价值进行了初步的计量评价, 进一步阐明了关中周边山地森林生态系统在维护和促进关中平原经济、社会及生态环境持续发展中的巨大作用。

1 研究区概况

本研究区南部以秦岭北坡为限, 北部以北山为界。由于自然的、历史的和现代人类活动的原因, 该区域除秦岭深山区外, 秦岭浅山区、北部山地丘陵区等地区的森林生态环境均受到不同程度的破坏, 尤

以人口密度较大的北部低山和黄土丘陵区森林生态环境的破损最为严重。主要表现为(1)气候变化剧烈, 气象灾害增多。据分析^[2], 1990 年代以来, 关中大部分地区持续干旱, 无不与森林破坏有关。(2)水土流失加剧, 滑坡泥石流灾害增多。目前, 秦岭浅山区土壤侵蚀模数超过 $1000\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}^{-1}$, 已经属于中度水土流失区, 受人类影响该地带滑坡、泥石流灾害相当频繁。(3)森林涵养水源能力降低, 水资源利用率低。(4)栖息地遭到破坏, 野生动物明显减少。目前, 该区域有林地 $73.69 \times 10^4 \text{hm}^2$, 占到全省的 12.44%, 而现有森林中, 天然林 $37.6 \times 10^4 \text{hm}^2$, 占到现有林地的 51.02%, 其中, 秦岭北坡的天然林要远多于关中北部, 占到研究区天然林面积的 90.77%^[3]。因此, 保护森林资源, 实现森林生态环境可持续发展, 进一步促进区域人口、资源、环境和经济(PRED)系统协调发展, 开展森林生态环境综合价值评估, 挖掘和体现“公地”价值潜力, 具有重要的理论和现实意义。

2 森林生态环境价值评估指标及方法

2.1 评估指标体系的建立

收稿日期(Received date): 2004-03-30; 改回日期(Accepted): 2004-06-20。

基金项目(Foundation item): 国家社会科学基金资助项目(03BJY025), 陕西省教育厅专项科学基金资助项目(01JK109)。[Supported by the National Social Science Foundation of China(03BJY025) and Special Science Fund of Education Office in Shanxi province(01JK109).]

作者简介(Biography): 王亚娟(1978-), 女(汉), 陕西咸阳市人, 助教, 硕士。从事生态经济与环境评价的教学与研究工作。[Wang Yajuan(1978-), female(Han), Born in Xianyang, Shanxi province, master, assistant, mainly study on ecology economy and environmental value. E-mail: jxpliu@nxu.edu.cn.]

根据国内外森林环境资源价值评估的通用划分方法,结合关中周边森林的特点和数据收集的特征,按照系统分析的思想以及选取指标的可比性、可靠性、可计量性、科学性等原则,将森林的综合价值划

分为直接经济价值、生态价值、和社会价值三个方面,并将这三个方面分解为若干具体分项,形成一个具有三个层次的综合价值评估指标体系^[4](图1)。

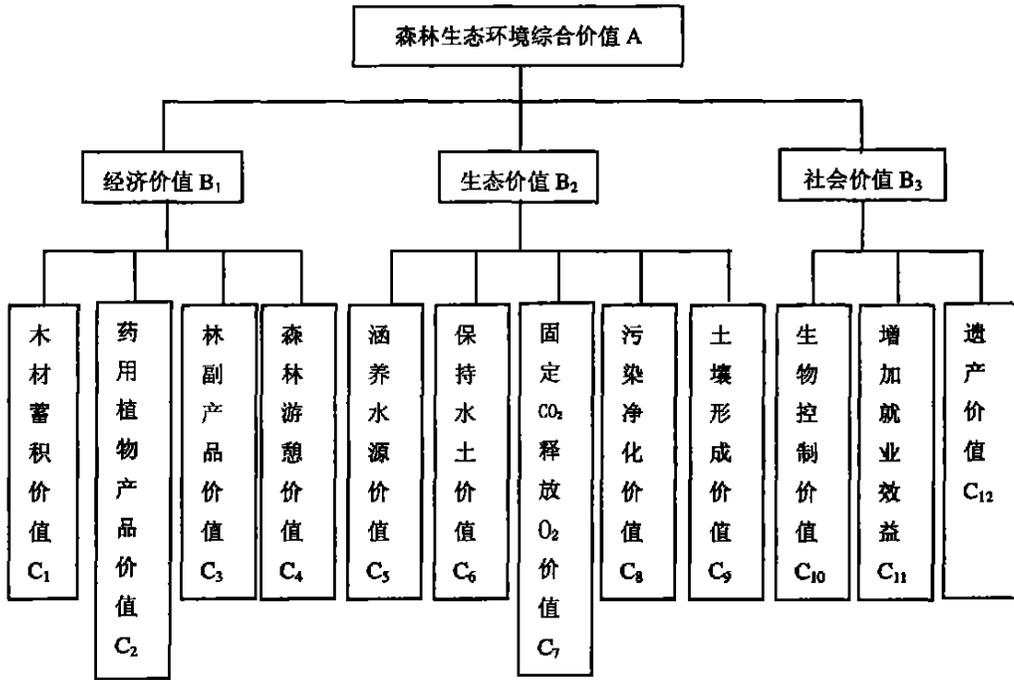


图 1 关 中 周 边 山 地 森 林 生 态 环 境 综 合 价 值 评 估 指 标 体 系

Fig. 1 The index system of comprehensive valuation in periphery mountainous land of Guanzhong region

2 2 评估方法

根据国内外研究进展和本研究的需要,主要采用了市场价值法、费用支出法、影子工程法、替代成本法、直接成本法和防护与恢复费用法等进行关中周边山地森林生态环境价值评估^[3]。

3 关中周边山地森林生态环境综合价值评估

3 1 直接经济价值评估

3. 1. 1 木材蓄积年经济价值(C₁)

对于关中周边山地森林生态系统活立木年生产量采用市场价值法评估其价值,即

$$C_1 = \sum A_i B_i C_i$$

式中 A_i —第 i 类林分类型的分布面积; B_i —第 i 类林分单位面积的净生长量或产量; C_i —第 i 类林分的木材价值。根据资料^[4,9],天然林的每公顷蓄

积量为 79.18 m^3 ,人工林为 28.28 m^3 ,年净生长率按 1.5% 计,活立木价格按市场价 $400 \text{ 元}/\text{m}^3$ 计。由此计算得出,研究区活立木蓄积量为 $5\,055.42 \times 10^4 \text{ m}^3$,活立木年生产量的经济价值为 $30\,332.52$ 万元。

3. 1. 2 药用植物产品经济价值(C₂)

采用市场价值法,分别用研究区各类药材的年产量与相应的市场价格相乘再加和即可得到总的药用植物产品经济价值,即

$$C_2 = \sum D_i \cdot E_i$$

式中 D_i —第 i 类药材的年产量; E_i —第 i 类药材的市场价格。

研究区气候特殊,地形复杂,为各种植物药材生长、繁育提供了优越的条件。中药材品种繁多,主要有黄芩、柴胡、甘草、远志、麻黄、杜仲、天麻、当归、黄连、猪苓等。根据往年中药材年产量和相应市场价格统计资料^[2,3],计算出研究区药用植物产品经济价值为每年 $1\,419.242$ 万元。

3.1.3 林副产品经济价值(C_3)

研究区内经济林品种繁多, 如苹果、梨、桃、杏、红枣等, 深山地带的生漆、板栗等林副产品也有较大产量。由于天然林保护工程的实施, 现在很少有农户砍制新的香菇、木耳架, 只点种以前残存的架, 在未来的几年里香菇、木耳的产量会大幅度下降, 因此, 本文没有将香菇、木耳的价值计算在内。与药用植物产品经济价值评估类似, 通过统计资料^[2,3] 计算得出研究区林副产品经济价值总计为每年 34 505.56 万元。

3.1.4 森林游憩经济价值(C_4)

文化与旅游价值由于未进行游客抽样调查, 无法使用 TCM 估算, 这里利用旅游部门关于森林旅游的收入来估算。

关中周边山地的森林旅游资源有楼观台国家森林公园、终南山国家森林公园、朱雀森林公园、骊山森林公园以及黑河森林公园、唐玉华宫森林公园等。计算得出旅游部门每年森林旅游收入约为 20 500 万元^[3]。

3.2 生态价值评估

3.2.1 森林涵养水源价值(C_5)

森林涵养水源量可用水量平衡法来计算^[9]

$$W = (F - G) \cdot H$$

式中 W 为涵养水源量 ($\text{m}^3 \cdot \text{a}^{-1}$); F 为平均降雨量 ($\text{mm} \cdot \text{a}^{-1}$); G 为平均蒸散量 ($\text{mm} \cdot \text{a}^{-1}$); H 为研究区域森林面积。

森林涵养水源的价值为年涵养水源量乘以水价, 森林涵养水源的定价标准, 采用等效益相关替代法, 按水库工程的蓄水成本, 作为定价标准^[6,7]。以目前的单位库容造价 5.714 元/ m^3 来代替, 计算得到研究区森林涵养水源价值为 1 364 048.42 万元/a。

3.2.2 森林保持水土价值(C_6)

森林保持水土价值包括减少表土损失的价值和保持土壤肥力价值两部分。

森林减少表土损失的价值(α_1)为

$$\alpha_1 = I \cdot J \cdot K \cdot (L - M) / N$$

式中 I —单位换算系数 6.67×10^{-8} ; J —拦蓄 1 m^3 泥沙工程投资费用 (元/ m^3); K —林地面积 (hm^2); L —荒地侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}^{-1}$); M —有林地侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}^{-1}$); N —土壤容量 (t/m^3); α_1 —森林减少表土流失的经济价值 (万元/a)。

经计算可得研究森林减少表土损失价值总计为 838.34 万元/a。

森林保持土壤肥力的价值(α_2)利用替代市场法, 即以市场出售的硫酸铵、过磷酸钙和氯化钾的成本价格反映, 即

$$\alpha_2 = I \cdot O \cdot K \cdot P \cdot Q \cdot (L - M) \cdot R$$

式中 I —单位换算系数 6.67×10^{-14} ; O —硫酸铵、过磷酸钙和氯化钾三种化肥的成本价 (元/t); K —森林面积 (hm^2); P —三种化肥的有效投放系数; Q —碱解氮、速效磷、速效钾折算成化肥的系数; L —荒地侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}^{-1}$); M —有林地侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}^{-1}$); R —土壤中碱解氮、速效磷、速效钾含量 ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$); α_2 —森林保持土壤肥力价值 (万元/a)。

根据市场调研, 分别取硫酸铵、过磷酸钙和氯化钾三种化肥的成本价 648 元/t、252.5 元/t、603.5 元/t; 三种化肥的有效投放系数都取 3.33; 碱解氮、速效磷、速效钾折算成化肥的系数分别为 4.81、5.33、1.82; 土壤中碱解氮、速效磷、速效钾含量分别为 $35 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、 $5.2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、 $106 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。代入公式计算得出森林保持土壤肥力价值为 1 453.23 万元/a。

3.2.3 固定 CO_2 和释放 O_2 价值(C_7)

采用瑞典碳税法 and 造林成本法计算固 C 价值, 然后取其平均值。 CO_2 折合成纯碳 $\text{C}/\text{CO}_2 = 0.2729$, 使用瑞典碳税 150 美元/t (按 1 美元 = 8.3 人民币计, 下同) 和造林成本法 250 元/t 分别计算。木材比重按 $0.48 \text{ t}/\text{m}^3$ 折算。同时植物释放 O_2 价值按近期平均工业制氧成本 2 670 元/t 估算。

经计算固定 CO_2 和释放 O_2 价值为 127 753.6 万元/a。

3.2.4 污染净化价值(C_8)

森林污染净化的功能就主要表现为对 SO_2 的吸收和对粉尘阻滞两方面, 分别用替代成本法估算其价值^[8,9]。计算公式为

$$C_8 = S \cdot K \cdot T$$

式中 S —为森林吸收 SO_2 或滞尘能力 (t/hm^2); K —森林面积 (hm^2); T —工业吸收 SO_2 或削减粉尘成本。

研究区主要有辽东栎林、山杨林、白桦林、油松林、侧柏林等林种, 对 SO_2 吸收能力取各类树种的平均值 $190.2 \text{ kg}/\text{hm}^2 \cdot \text{a}$ 。对于滞尘能力取各类林分的平均值 $35.36 \text{ t}/\text{hm}^2 \cdot \text{a}$, 而人工削减 100 t SO_2 的投资额为 5 万元, 运行费用每年 1 万元。人工削减粉尘成本为 170 元/t。据此推算, 关中周边山地森林生态系统污染净化价值为每年 136 294.23 万

元。

3.2.5 土壤形成价值(C₉)

根据有关研究^[10],林地土壤形成的价值平均为0.01万元/hm²·a⁻¹。由于土壤形成是长期作用的过程,对研究区森林只估算其用材林、防护林和经济林的土壤形成的价值。评估结果为7369.9万元/a。

3.3 社会价值评估

3.3.1 生物控制价值(C₁₀)

对关中周边森林生物控制功能价值的估算参照Costanza等13位科学家(1997)对全球生态系统的价值估算,其中对于森林中温带/北方林带的生物控制价值为4美元/hm²·a⁻¹(1美元=8.3人民币)。用生物控制价值与区域森林面积相乘即可得到研究区生物控制价值,研究区生物控制价值为2966.55万元/a。

3.3.2 增加就业价值(C₁₁)

根据从事林业以及和林业相关的职工人数及其年均收入即可计算出。即

$$C_{11} = U \cdot V$$

式中 U—从事林业以及和林业相关的职工人数;
V—职工平均每年工资。

研究区内现有国有林业企业和国有林场职工1440人,从事造林、抚育、采伐、运材等林业生产,以每个职工每月工资650元计算。根据公式计算出每年增加就业价值为1123.2万元。

3.3.3 遗产价值(C₁₂)

遗产价值是指森林维护、恢复、更新的费用,包括苗圃、封山育林、飞播造林、人工造林、天然林保护、自然保护区建设等工程的费用。这些投资绝大部分通过促进森林的发育和完善,最后都转入森林系统自身价值之中,并以遗产的形式被后代继承。因此,根据陕西省最新出台的天然林保护工程计划,将每年对研究区投资10166.5万元作为关中周边山地森林生态环境遗产价值,即研究区的遗产价值为10166.5万元/a。

4 结论与讨论

通过以上三个层次12项指标的计算,关中周边山地森林生态环境的综合价值为1797197.15万元,平均每公顷森林的综合价值为20113.2元。关中周边山地森林的综合价值中,经济价值、生态价值和社会价值分别占到综合价值的4.98%、94.20%和0.82%,即经济价值、生态价值与社会价值三者

的比值为6.09:14.95:1。由此得到关中周边山地森林生态环境的生态价值为直接经济价值的18.88倍。说明,关中周边山地森林生态环境最重要的价值是生态价值,而不是经济价值(表1)。

表1 关中周边山地森林生态环境价值

Table 1 the value of forest ecology environment in periphery mountainous land of Guanzhong region

内 容	直接经济价值	生态价值	社会价值	合 计
绝对值(万元)	86 757.32	1 638 757.72	14 256.25	1 739 771.29
比例(%)	4.98	94.20	0.82	100

应当说明的是,本文受目前科学技术水平、计量方法和研究手段的限制,目前很难对森林生态环境价值进行十分准确的计量评价,其价值体现依然是不完全的。因此,对关中周边山地森林生态环境综合价值的评估也是初步的。但是,本研究结果依然清楚表明关中周边山地森林生态环境在维系和促进关中平原社会经济持续发展中的巨大作用,同时,通过探讨关中周边山地森林生态环境价值,旨在为将森林资源和生态因素纳入国民经济核算体系,建立生态经济补偿机制,为进一步实现绿色GDP和区域可持续发展提供理论依据。

参考文献(References):

[1] He Qingtang. Forest Environmental Science[M]. Beijing: Higher Education Press, 1999. [贺庆堂, 森林环境学[M]. 北京: 高等教育出版社, 1999.]

[2] Land Bureau of Shanxi Province. Land Resource of Shanxi Province. People Press of Shanxi, 2000. [陕西省土地管理局. 陕西土地资源. 陕西: 陕西人民出版社, 2000.]

[3] Statistical Bureau of Shanxi Province. Shanxi Statistical Yearbook. Beijing, China Statistics Press, 2002. [陕西省统计局. 陕西统计年鉴. 北京: 中国统计出版社, 2002.]

[4] Shan Shengdao, Huang Zuhui, Shan Shiyi, et al. Appraisal on Comprehensive Effect of Woodland of Changli Forestry Centre[J]. Journal of Mountain Science, 2000, 18(4): 377~381. [单胜道, 黄祖辉, 单时义, 等. 长乐林场林地综合效益评估[J]. 山地学报, 2000, 18(4): 377~381.]

[5] Ouyang Zhiyun, Wang Yusong, Zhao Jingzhu. Ecosystem services and their economic valuation[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 1999, 10(5): 635~640. [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.]

[6] Xue Dayuan, Bao Haosheng, Li Wenhua. A Valuation study on the indirect values of ecosystem in Changbaishan Mountain Biosphere Reserve of China[J]. China Environment Science, 1999, 19(3): 247~252. [薛达元, 包浩生, 李文华. 长白山自然保护区森林生

- 态系统间接经济价值评估[J]. 中国环境科学, 1999, 19(3): 247 ~ 252.]
- [7] Luo Renmo, Chen Yuqi, Zhang Weiming. The Environmental Assets Evaluation of Forest Resources in Liziyuan Forest Farm[J]. *Journal of GanSu Agricultural University*, 1998, (3): 260 ~ 265. [罗人模, 陈玉琦. 李子园林场森林环境资源资产评估[J]. 甘肃农业大学学报, 1998, (3): 260 ~ 265.]
- [8] Xiao Han, Ouyang Zhiyun, Zhao Jingzhu, et al. Forest Ecosystem Services and Their Ecological Valuation—A case Study of Tropical Forest in Jianfengling of Hainan Island[J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2002, 11(4): 481 ~ 484. [肖寒, 欧阳志云, 等. 森林生态系统服务功能及其生态经济价值评估初探—以海南岛尖峰岭热带森林为例[J]. 应用生态学报, 2002, 11(4): 481 ~ 484.]
- [9] Yu Xinxiao, Qin Yongsheng, Chen Lihua, et al. The Forest Ecosystem Services and Their Valuation of Beijing Mountain Areas[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2002, (5): 783 ~ 786. [余新晓, 秦永胜, 陈丽华, 等. 北京山地森林生态系统服务功能及其价值初步研究[J]. 生态学报, 2002, (5): 783 ~ 786.]
- [10] Zong Yueguang, Chen Chunhong, Guo Ruihua, et al. The Systematic analysis on value of regional ecosystem services—a case study of lingwu City[J]. *Geographical Research*, 2000, 19(2): 148 ~ 155. [宗跃光, 陈春红, 郭瑞华, 等. 地域生态系统服务功能的价值结构分析—以宁夏灵武市为例[J]. 地理研究, 2000, 19(2): 148 ~ 155.]

Evaluation on Forest Ecology Environment Comprehensive Value of Periphery Mountainous Land in Guanzhong Region

WANG Yajuan¹, MA Junjie², LIU Xiaopeng¹

(1. College of Resources and Environment, Ningxia University, Yinchuan 750021;

2. Department of Environmental Science, Northwest University, Xi'an 710069)

Abstract: In traditional theory, the public value of ecology and society of forest ecosystem is often neglected. In practice, the free of public value of forest leads to unwise policy of managing forestry and destroying of forest resource. It is serious that the ecology system has being lost balance. In order to show the value of economy, ecology and society of forest ecosystem in periphery mountainous land and the potential value of “public land”, it is very important in theory and practice to evaluate the comprehensive value of forest ecology environment.

The value of economy, ecology and society of forest ecosystem of periphery mountainous land in Guanzhong region was evaluated based on the three grade indexes system according to twelve indexes of mountain ecosystem environment. Based on inter-external progress and need of research, the paper mainly used the approaches of market price, cost output, shadow engineering, replacement cost and direct cost to evaluate the value of mountain ecosystem environment in Guanzhong.

After comprehensive evaluated, total direct economy value is 86.76 million yuan (Chinese RMB) per year, of which, about 30.33 million yuan is of timber, about 1.42 million yuan of medicine plant, about 34.51 million yuan of the output of standing trees and other forest plants product, about 20.50 million yuan of forest tourism. The ecological value of forest ecosystem is 1638.76 million yuan per year, of which, about 1364.05 million yuan is of water holding, about 1.45 million yuan of soil and water conservation, about 127.75 million yuan of fixed CO₂ and released O₂, about 136.29 million yuan of purification, about 7.37 million yuan of soil formation. Finally, the total social value is 14.26 million yuan per year, of which, about 2.97 million yuan is of biology controlled, about 1.12 million yuan of employment, about 10.17 million yuan of legacy.

The final results showed that ratio of economical, ecological and social benefit of periphery mountainous land of Guanzhong was 4.83%, 94.20% and 0.82%. The most important value of forest was the value of ecology instead of the value of economy. Furthermore, the research also showed that the forest ecology environment in periphery mountainous land of Guanzhong had the great function to support and promote the sustainable development of Guanzhong plain.

It is important theoretical and practical guiding significance to realize sustainable development to discuss the value of forest ecosystem of Periphery Mountainous Land.

Key words: forest ecology environment; comprehensive valuation; evaluation; periphery mountainous land of Guanzhong