

# 小陇山生态站森林生态系统服务功能及其价值评估

李惠萍<sup>1,2</sup>, 刘小林<sup>1,2\*</sup>, 张宋智<sup>1,2</sup>, 蔺岩雄<sup>1,2</sup>, 杨海裕<sup>1,2</sup>, 袁一超<sup>1,2</sup>

(1. 甘肃省小陇山林业科学研究所, 甘肃 天水 741022; 2. 甘肃小陇山森林生态系统定位研究站, 甘肃 天水 741022)

**摘要:**根据森林生态系统结构与功能特征,探讨森林资源二类调查资料与定位观测资料相结合的森林生态系统服务功能评价方法。以小陇山生态站5种典型林分类型为研究对象,对小陇山生态站森林生态系统服务功能进行评估与分析。研究结果表明:1)森林生态系统服务功能总价值为9 564.53万元/a,单位面积价值量为 $4.61\text{万元}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$ ;2)6项森林生态系统服务功能价值量大小顺序为:生物多样性保护>固碳制氧>涵养水源>净化大气>保育土壤>林木营养积累,变化在4 150.40~12.72万元之间。生物多样性保护、固碳制氧、涵养水源这3项的价值量占总价值量的92.9%;3)不同林分森林生态系统服务功能价值量表现为:阔叶混交林>落叶松>栎类>油松>针叶混交林。阔叶混交林和落叶松林在单位面积服务功能价值量依然排在前2位。

**关键词:**小陇山生态站;生态系统;服务功能;价值评估

**中图分类号:**S718.5      **文献标志码:**A      **文章编号:**1001-7461(2012)05-0015-06

Assessment on Value of Forest Ecosystem Services in Xiaolongshan Ecological Research Station

LI Hui-ping<sup>1,2</sup>, LIU Xiao-lin<sup>1,2\*</sup>, ZHANG Song-zhi<sup>1,2</sup>, LIN Yan-xiong<sup>1,2</sup>,  
YANG Hai-yu<sup>1,2</sup>, YUAN Yi-chao<sup>1,2</sup>

(1. Research Institute of Xiaolong Mountain Forest Science and Technology, Tianshui, Gansu 741022, China;

2. Forest Ecosystem Locational Research Station in Xiaolongshan, Tianshui, Gansu 741022, China)

**Abstract:** According to the characteristics of structures and functions of ecosystem, evaluating methods of the ecosystem services based on the combination of the class II investigation to forest resource and long-term fixed observation data were discussed. Five typical forest stands in Xiaolongshan Ecological Research Station were studied. Economic values of forest ecosystem services were assessed and analyzed. The results were as follow: 1) The total value of forest ecosystem services was  $9\ 564.53 \times 10^4 \text{ yuan} \cdot \text{a}^{-1}$ , and about  $4.61 \times 10^4 \text{ yuan} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ ; 2) The value of the six service functions of forest ecosystem was in an order of biodiversity protection>carbon fixation and oxygen generation>water conservation>air purification>soil conservation>forest nutrition storage varied from  $4\ 150.40 \times 10^4 \text{ yuan} \cdot \text{a}^{-1}$  to  $12.72 \times 10^4 \text{ yuan} \cdot \text{a}^{-1}$ . The value of biodiversity protection, carbon fixation and oxygen generation and water conservation was 92.9% of the total. 3) The order of forest type was broadleaved forest >*Larix* spp. >*Quercus*>*P. tabuliformis*>coniferous forest. The per unit area value of broadleaved forest and *Larix* spp. was in the top two.

**Key words:** Xiaolongshan Ecological Research Station; forest ecosystem; ecosystem service; value assessment

生态系统服务一般指自然生态系统及其所属物一种支持和维护人类生存的条件和过程<sup>[1-2]</sup>。但是由

收稿日期:2012-01-11 修回日期:2012-04-27

基金项目:甘肃省科技支撑计划项目(1104FKCE070)。

作者简介:李惠萍,女,硕士,助理工程师,研究方向:森林生态。E-mail:2495456267@qq.com

\* 通讯作者:刘小林,男,高级工程师,研究方向:森林生态。E-mail:LiuxL.99@163.com

于人类对森林资源的破坏和掠夺,导致森林质量严重下降,从而使森林生态系统服务功能严重退化甚至消失,危及人类健康及社会经济的发展<sup>[3]</sup>。因此,开展森林生态效益评价研究,为生态环境保护与建设提供决策依据,同时为将森林资源核算纳入国民经济核算体系做出贡献<sup>[4-5]</sup>。近年来国内外在生态系统价值评估方面做了大量的研究和理论探索<sup>[6-7]</sup>,尤其是Y. Daily<sup>[1]</sup>和R. Costanza<sup>[8]</sup>等为后来的生态系统服务功能评价的研究开启了先河。20世纪90年代,我国的生态学者基于森林资源二类调查资料,开始系统地进行生态系统服务功能及其价值评价的研究工作<sup>[9-10]</sup>。本研究对小陇山森林生态系统定位研究站(以下简称小陇山生态站)的森林生态系统功能进行分析与评价,以引起社会各界对森林生态环境的重视和投资力度,从而推进我国西北地区生态环境的改善。

## 1 研究区域概况

### 1.1 自然地理概况

小陇山生态站位于小陇山林业科学研究所沙坝实验基地,地处小陇山林区中心地带,位于天水市秦州区娘娘坝镇境内,东接观音林场,南接高桥林场,西邻麻沿林场,北连李子园林场,地理坐标105°54' E、34°07' N。海拔在1 550~2 100 m之间,平均坡度36°~40°,土壤以山地褐土和山地棕壤为主。属大陆性季风气候,为暖温带湿润区,年均气温7.2℃,最高气温30.3℃,最低气温-22.4℃;年均降水量757 mm;平均相对湿度78%;平均年日照时数1 553 h;平均年蒸发量1 012.2 mm;≥10℃有效积温2 480℃;初霜期10月16日,终霜期5月4日,无霜期154 d。水系属长江流域嘉陵江上游,集水汇入支流永宁河。总面积2 117.0 hm<sup>2</sup>。主要林分为以锐齿栎(*Quercus aliena var. acuteserrata*)为主的天然次生林,日本落叶松(*Larix kaempferi*)、华北落叶松(*Larix principis-rupprechtii*)人工林和油松(*P. tabuliformis*)人工林。基地内无农户及农田。

### 1.2 森林资源概况

沙坝实验基地土地总面积为2 117.0 hm<sup>2</sup>,均为国有经营面积。林业用地面积2 114.1 hm<sup>2</sup>,占经营面积的99.86%。在林业用地中,有林地面积2 083.1 hm<sup>2</sup>,蓄积224 698 m<sup>3</sup>。有林地面积蓄积按优势树种分布,以落叶松(*Larix spp.*)为优势的面积239.9 hm<sup>2</sup>(11.52%),蓄积17 286 m<sup>3</sup>(7.69%);以油松为优势的面积95.1 hm<sup>2</sup>(4.57%),蓄积

5 131 m<sup>3</sup>(2.28%);以云杉(*Picea meyeri*)为优势的面积1.4 hm<sup>2</sup>(0.07%),蓄积70 m<sup>3</sup>(0.03%);以水曲柳(*Fraxinus mandshurica*)为优势的面积1.1 hm<sup>2</sup>(0.05%),无蓄积;以栎类(*Quercus*)为优势的面积147.4 hm<sup>2</sup>(7.08%),蓄积18 417 m<sup>3</sup>(8.20%);以阔叶混为优势的面积1 525.3 hm<sup>2</sup>(73.22%),蓄积178 071 m<sup>3</sup>(79.25%);以其他硬阔为优势的面积4.0 hm<sup>2</sup>(0.19%),蓄积56 m<sup>3</sup>(0.02%);以针阔混为优势的面积67.5 hm<sup>2</sup>(3.24%),蓄积5 499 m<sup>3</sup>(2.45%);以针叶混为优势的面积1.4 hm<sup>2</sup>(0.07%),蓄积168 m<sup>3</sup>(0.07%)。

## 2 研究方法

### 2.1 数据来源

运用国内外森林生态系统服务功能评估理论及方法,所用数据主要来源于:1)沙坝实验基地2008年森林资源二类调查资料;2)小陇山生态站长期观测与研究资料;3)国家权威机构发布的社会公共资源数据<sup>[11]</sup>等(表1)。

### 2.2 评估指标体系

本研究通过认真分析国内外各种评价指标体系,结合小陇山生态站森林生态环境特征,参考《森林生态系统服务功能评估规范》(LY/T 1721-2008)<sup>[11]</sup>。针对小陇山生态站5个典型林分类型(油松、日本落叶松、栎类、阔叶混交林、针叶混交林)进行生态系统服务功能评估,主要包括6个方面12个指标(表2)。由于小陇山生态站远离城市,周边地区农作物栽培较少,并且无旅游景区,所以降低噪音、森林防护及森林游憩等指标不列入研究范围。

### 2.3 评估方法

2.3.1 涵养水源 由于森林生态系统特有的水文生态效应,而使森林具有蓄水、调节径流、缓洪补枯和净化水质等功能,本研究采用区域水量平衡法<sup>[12-14]</sup>来计算小陇山生态站森林生态系统每年涵养水源的经济价值。

1)年调节水量价值:

$$U_{\text{调}} = 10C_{\text{库}} A(P-E) \quad (1)$$

式中: $U_{\text{调}}$ 为森林调节水量价值(元/a); $C_{\text{库}}$ 为水库库容造价(元/m<sup>3</sup>); $P$ 为降水量(mm/a); $E$ 为林分蒸散量(mm/a); $A$ 为林分面积(hm<sup>2</sup>)。

2)年净化水质价值:

$$U_{\text{水质}} = 10K_{\text{水}} A(P-E) \quad (2)$$

式中: $U_{\text{水质}}$ 为森林年净化水质价值(元/a); $K_{\text{水}}$ 为居民用水平均价格(元/t)。

表1 社会公共资源数据  
Table 1 Data of social public resources

名称	单价(含量)	来源及依据
水库建设单位库容投资	6.11 元·t <sup>-1</sup>	根据 1993—1999 年《中国水利年鉴》平均水库库容造价为 2.17 元·t <sup>-1</sup> ,2005 年价格指数为 2.816, 即得到单位库容造价为 6.11 元·t <sup>-1</sup>
水的净化费用	2.09 元·t <sup>-1</sup>	采用网格法得到 2007 年全国各大中城市的居民用水价格的平均值为 2.09 元·t <sup>-1</sup>
磷酸二铵含氮量	14.0%	
磷酸二铵含磷量	15.01%	化肥产品说明
氯化钾含钾量	50.0%	
磷酸二铵价格	2 400 元·t <sup>-1</sup>	采用农业部《中国农业信息网》( <a href="http://www.agri.gov.cn">http://www.agri.gov.cn</a> )2007 春季平均价格
氯化钾价格	2 200 元·t <sup>-1</sup>	
有机质价格	320 元·t <sup>-1</sup>	采用瑞典的碳税率 150 美元/t(折合人民币 1 200 元/t)
固碳价格	1 200 元·t <sup>-1</sup>	采用中华人民共和国卫生部网站 ( <a href="http://www.moh.gov.cn">http://www.moh.gov.cn</a> ) 中 2007 年春季氧气平均价格
氧气价格	1 000 元·t <sup>-1</sup>	
二氧化硫治理费用	1.20 元·kg <sup>-1</sup>	采用国家发展与改革委员会等四部委 2003 年第 31 号令《排污费征收标准及计算方法》中北京市收费标准。
氟化物治理费用	0.69 元·kg <sup>-1</sup>	
氮氧化物治理费用	0.63 元·kg <sup>-1</sup>	
降尘清理费用	0.15 元·kg <sup>-1</sup>	

表2 小陇山生态站森林生态系统服务功能评价指标体系

Table 2 Assessment index system of forest ecosystem services in Xiaolongshan Ecological Research Station

指标类型	指标因子
涵养水源功能	调节水量 净化水质
保育土壤功能	固土 保肥
固碳释氧功能	固碳 制氧
林木营养积累功能	林木营养积累 吸收二氧化硫
净化大气环境功能	吸收氟化物 吸收氮氧化物 滞尘
生物多样性保护功能	生物多样性保育

2.3.2 保育土壤 森林中地被层和凋落物层的存在,消弱了降水对表土的冲击和侵蚀<sup>[13]</sup>。森林保育土壤的功能包括森林固土和森林保肥 2 个指标。

### 1) 年固土价值:

$$U_{\text{固土}} = AC_{\text{固土}}(X_2 - X_1)/\rho \quad (3)$$

式中:  $U_{\text{固土}}$  为林分年固土价值(元/a);  $X_1$  为林地土壤侵蚀模数 t/(hm<sup>2</sup>·a);  $X_2$  为无林地土壤侵蚀模数 t/(hm<sup>2</sup>·a);  $C_{\text{固土}}$  为水库工程费用(元/m<sup>3</sup>);  $A$  为林分面积(hm<sup>2</sup>);  $\rho$  为林地土壤容重(t/m<sup>3</sup>);

依据《小陇山林业志》<sup>[15]</sup>中的划分,无林地土壤侵蚀模数为 5 t/(hm<sup>2</sup>·a),有林地土壤侵蚀模数小于 0.02 t/(hm<sup>2</sup>·a),可忽略不计。

### 2) 年保肥价值:

$$U_{\text{肥}} = A(X_2 - X_1)(NC_1/R_1 + PC_1/R_2 + KC_2/R_3 + MC_3) \quad (4)$$

式中:  $U_{\text{肥}}$  为森林年保肥价值(元/a);  $N$  为土壤平均含 N 量(%);  $P$  为土壤平均含 P 量(%);  $K$  为土壤平均含 K 量(%);  $M$  为土壤有机质平均含量(%);  $R_1$  为磷酸二铵含 N 量(%);  $R_2$  为磷酸二铵含 P 量(%);  $R_3$  为氯化钾含 K 量(%);  $C_1$  为磷酸二铵平均价格(元/t);  $C_2$  为氯化钾平均价格(元/t);  $C_3$  为有机质平均价格(元/t)。

2.3.3 固碳释氧 森林对维持大气中的 CO<sub>2</sub> 和 O<sub>2</sub> 动态平衡、减少温室效应以及对人类提供生存的基础都有巨大和不可替代的作用<sup>[13-14]</sup>。本研究包括了固碳、制氧 2 个指标。

### 1) 年固碳价值:

$$U_{\text{固碳}} = C_{\text{碳}} 1.63 R_{\text{碳}} AB_{\text{年}} \quad (5)$$

式中:  $U_{\text{固碳}}$  为林分年固碳价值(元/a);  $C_{\text{碳}}$  为固碳价格(元/t); 1.63 为计算系数;  $R_{\text{碳}}$  为 CO<sub>2</sub> 中碳的含量,为 27.27%;  $B_{\text{年}}$  为林分净生产力 t/(hm<sup>2</sup>·a)。

### 2) 年释氧价值:

$$U_{\text{释氧}} = 1.19 C_{\text{氧}} AB_{\text{年}} \quad (6)$$

式中:  $U_{\text{释氧}}$  为林分年释氧价值(元/a); 1.19 为计算系数;  $C_{\text{氧}}$  为氧气价格(元/t)。

2.3.4 积累营养物质 森林植被在生长过程中通过生化反应,不断地从周围环境中吸收 N、P 和 K 等营养元素,并储存在植物体的各器官内。文中将林木营养物质 N、P 和 K 折合成磷酸二铵和氯化钾计算得到林木营养年积累价值,公式如下:

$$U_{\text{营养}} = AB_{\text{年}} (N_{\text{营养}} C_1/R_1 + P_{\text{营养}} C_1/R_2 + K_{\text{营养}} C_2/R_3) \quad (7)$$

式中:  $U_{\text{营养}}$  为林分年营养物质积累价值(元/a);  $N_{\text{营养}}$  为林分氮元素含量(%);  $P_{\text{营养}}$  为林分磷元素含

量(%)； $K_{\text{营养}}$ 为林分钾元素含量(%)。

2.3.5 净化大气环境 森林通过吸收、过滤、分解、吸附、阻滞等形式将大气中的有害物质(如二氧化硫、氟化物、氮氧化物、粉尘等)降解和净化,成为污染物归宿的浩大汇库<sup>[16-18]</sup>。研究从吸收二氧化硫、氟化物、氮氧化物和滞尘4个指标反应此功能。

1) 年吸收二氧化硫价值:

$$U_{\text{SO}_2} = K_{\text{SO}_2} Q_{\text{SO}_2} A \quad (8)$$

式中: $U_{\text{SO}_2}$ 为林分年吸收二氧化硫价值(元/a); $K_{\text{SO}_2}$ 为二氧化硫治理费用(元/kg); $Q_{\text{SO}_2}$ 为单位面积林分年吸收 $\text{SO}_2$ 量kg/(hm<sup>2</sup>·a)。

2) 年吸收氟化物价值:

$$U_{\text{氟}} = K_{\text{氟化物}} Q_{\text{氟化物}} A \quad (9)$$

式中: $U_{\text{氟}}$ 为林分年吸收氟化物价值(元/a); $K_{\text{氟化物}}$ 为氟化物治理费用(元/kg); $Q_{\text{氟化物}}$ 为单位面积林分年吸收氟化物量kg/(hm<sup>2</sup>·a)。

3) 年吸收氮氧化物价值:

$$U_{\text{氮氧化物}} = K_{\text{氮氧化物}} Q_{\text{氮氧化物}} A \quad (10)$$

式中: $U_{\text{氮氧化物}}$ 为林分年吸收氮氧化物价值(元/a); $K_{\text{氮氧化物}}$ 为氮氧化物治理费用(元/kg); $Q_{\text{氮氧化物}}$ 为单位面积林分年吸收氮氧化物量kg/(hm<sup>2</sup>·a)。

4) 年阻滞降尘价值:

$$U_{\text{滞尘}} = K_{\text{滞尘}} Q_{\text{滞尘}} A \quad (11)$$

式中: $U_{\text{滞尘}}$ 为林分年滞尘价值(元/a); $K_{\text{滞尘}}$ 为滞尘治理费用(元/kg); $Q_{\text{滞尘}}$ 为单位面积林分年滞尘量kg/(hm<sup>2</sup>·a)。

表3 小陇山生态站森林生态系统服务功能实物量

Table 3 Quantity of forest ecosystem services of Xiaolongshan Ecological Research Station

功能		油松	落叶松	栎类	阔叶混	针叶混
涵养水源	调节水量/(m <sup>3</sup> ·a <sup>-1</sup> )	85 019.40	214 470.60	131 775.60	1 363 618.20	60 345.00
	固土/(t·a <sup>-1</sup> )	475.50	1 199.50	737.00	7 626.50	337.50
保育土壤	保肥/(t·a <sup>-1</sup> )	12.27	30.95	19.01	196.76	8.71
	固碳/(t·a <sup>-1</sup> )	137.47	728.11	284.29	7 071.51	208.23
固碳释氧	制氧/(t·a <sup>-1</sup> )	368.03	1 949.26	761.09	18 931.57	557.45
	林木营养积累	6.03	32.66	17.51	359.85	9.23
净化大气环境	吸收二氧化硫/(t·a <sup>-1</sup> )	20.50	51.72	13.07	135.22	14.55
	吸收氟化物/(t·a <sup>-1</sup> )	0.05	0.12	0.69	7.09	0.03
	吸收氮氧化物/(t·a <sup>-1</sup> )	0.57	1.44	0.88	9.15	0.41
	滞尘/(t·a <sup>-1</sup> )	3 157.32	7 964.68	1 490.21	15 420.78	2 241.00

### 3.2 森林生态系统各项服务功能价值量比较

小陇山生态站6项森林生态系统服务功能的总价值平均每年为9 564.53万元,单位面积森林提供的服务功能价值为4.61万元/(hm<sup>2</sup>·a)(表4)。6项森林生态系统服务功能价值量,从大到小的顺序依次为:生物多样性保护>固碳制氧>涵养水源>净化大气>保育土壤>林木营养积累。

据文献资料<sup>[19]</sup>,针叶树平均吸收 $\text{SO}_2$ 、HF、氮氧化物和滞尘能力分别为:215.60、0.5、6.0、33 200 kg/hm<sup>2</sup>,阔叶树平均吸收 $\text{SO}_2$ 、HF、氮氧化物和滞尘能力分别为:88.65、4.65、6.0、10 110 kg/hm<sup>2</sup>。

2.3.6 生物多样性保护 森林是生物多样性最丰富的区域,是生物多样性生存和发展的最佳场所,在生物多样性保护方面有着不可替代的作用<sup>[13,20]</sup>。

$$U_{\text{生物}} = S_{\text{生}} A \quad (12)$$

式中: $U_{\text{生物}}$ 为林分年物种保育价值(元/a); $S_{\text{生}}$ 为单位面积年物种损失的机会成本元/(hm<sup>2</sup>·a)。

根据森林生态系统的生物多样性指数(S)(Shannon-Wiener)来确定其单位面积年物种损失的机会成本,共划分为以下7级:

- 当  $S < 1$  时, $S_{\text{生}}$  为 3 000 元/(hm<sup>2</sup>·a);
- 当  $1 \leq S < 2$  时, $S_{\text{生}}$  为 5 000 元/(hm<sup>2</sup>·a);
- 当  $2 \leq S < 3$  时, $S_{\text{生}}$  为 10 000 元/(hm<sup>2</sup>·a);
- 当  $3 \leq S < 4$  时, $S_{\text{生}}$  为 20 000 元/(hm<sup>2</sup>·a);
- 当  $4 \leq S < 5$  时, $S_{\text{生}}$  为 30 000 元/(hm<sup>2</sup>·a);
- 当  $5 \leq S < 6$  时, $S_{\text{生}}$  为 40 000 元/(hm<sup>2</sup>·a);
- 当  $6 \leq S$  时, $S_{\text{生}}$  为 50 000 元/(hm<sup>2</sup>·a)。

## 3 结果与分析

### 3.1 森林生态系统服务功能实物量

依照以上评估方法,得出小陇山生态站5种典型林分5个方面10个指标的森林生态系统服务功能实物量(表3)。

6项森林生态服务功能平均每年价值量和所占比率分别为:生物多样性保护:4 150.40万元,43.4%;固碳制氧:3 212.55万元,33.6%;涵养水源:1 521.29万元,15.9%;净化大气:466.85万元,4.9%;保育土壤:200.73万元,2.1%;林木营养积累:12.72万元,0.1%(图1)。

表4 小陇山生态站森林生态系统服务功能总价值

Table 4 Value of forest ecosystem services of Xiaolongshan Ecological Research Station

 $10^3 \text{ 元} \cdot \text{a}^{-1}$ 

功能	油松	落叶松	栎类	阔叶混	针叶混	合计
涵养水源	调节水量	519.47	1 310.41	805.15	8 331.71	368.71
	净化水质	177.69	448.24	275.41	2 849.96	126.12
保育土壤	固土	2.77	5.09	3.51	32.59	1.45
	保肥	89.91	226.80	139.35	1 442.03	63.81
固碳释氧	固碳	164.96	873.73	341.15	8 485.81	249.87
	制氧	368.03	1 949.26	761.09	18 931.57	557.45
林木营养积累	林木营养积累	79.70	467.61	210.86	4 425.29	127.18
	吸收二氧化硫	24.60	62.07	15.68	162.26	17.46
净化大气环境	吸收氟化物	0.03	0.08	0.47	4.89	0.02
	吸收氮氧化物	0.36	0.91	0.56	5.77	0.26
生物多样性保护	滞尘	473.60	1 194.70	223.53	2 313.12	336.15
	生物多样性保育	1 902.00	4 798.00	2 948.00	30 506.00	1 350.00
	单位面积价值量	39.15	45.31	37.41	47.79	39.13
	合计	3 723.42	10 869.29	5 513.90	72 897.68	2 641.03
						95 645.32

### 3.3 森林生态系统不同林分类型价值量比较

计算得出,小陇山生态站5种典型林分服务功能总价值大小顺序为:阔叶混交林>落叶松>栎类>油松>针叶混交林,单位面积服务功能价值大小顺序为:阔叶混交林>落叶松>油松>针叶混交林

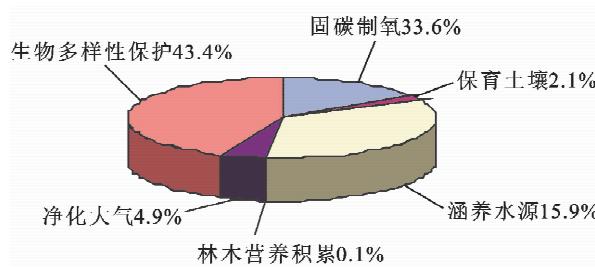


图1 小陇山生态站森林生态系统服务功能总价值比较

Fig. 1 Value comparison of forest ecosystem services of Xiaolongshan Ecological Research Station

## 4 结论与讨论

小陇山生态站森林生态系统提供水源涵养、固碳制氧、保育土壤、净化大气、保护生物多样性、林木营养积累6项服务功能的总价值为9 564.53万元· $\text{a}^{-1}$ ,单位面积森林提供的服务功能价值量为4.61万元· $\text{a}^{-1}$ 。这6项指标的价值变化在4 150.40~12.72万元之间。6项服务功能中生物多样性保护、固碳制氧、涵养水源提供的价值和占总价值的92.9%,说明这3项功能在小陇山生态站森林生态系统服务功能总价值中占有重要的位置,是生态站森林生态系统的主要服务功能。

由于阔叶混交林和落叶松林的面积较大,其服务功能总价值在此次评估中排在第1位和第2位,分别为7 289.77万元和1 086.93万元,两者的价值和占总价值的87.5%。阔叶混交林和落叶松林的

>栎类。5种林分提供的服务功能总价值和所占比率分别为:阔叶混交林:7 289.77万元,76.1%;落叶松:1 086.93万元,11.4%;栎类:551.39万元,5.8%;油松:372.34万元,3.9%;针叶混交林:264.10万元,2.8%(图2)。

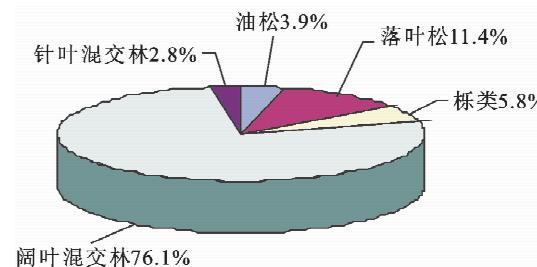


图2 小陇山生态站不同林分森林生态系统服务功能价值比较

Fig. 2 Value comparison of forest ecosystem services of different forests in Xiaolongshan Ecological Research Station

单位面积服务功能价值量依然排在第1位和第2位。所以应重视这两种林分的地位与其生态服务功能发挥的经济作用,同时应采取有效措施并加大管理与经营。

一些森林服务功能只有在特定的环境中才能发挥作用,如防风固沙、降噪、旅游憩息等。考虑到小陇山生态站地理位置的限制,所以本研究结合实际只考虑了森林生态系统服务功能中的6项指标。本次森林生态系统服务功能评估工作并未考虑林龄、林分用途等因素,所以评估指标体系和方法完善仍是今后森林生态系统服务功能评价的研究重点。

## 参考文献:

- [1] DAILY. Nature's services: societal dependence on natural ecosystems[M]. Washington: Island Press, 1997.
- [2] 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.
- OUYANG Z Y, WANG R S, ZHAO J Z. Ecosystem services and their economic valuation[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 1999, 10 (5): 635-640. (in Chiense)
- [3] 肖寒, 欧阳志云, 赵景柱, 等. 森林生态系统服务功能及其生态经济价值评估初探[J]. 应用生态学报, 2000, 11 (4): 481-484.
- XIAO H, OUYANG Z Y, ZHAO J Z, et al. Forest ecosystem services and their ecological valuation[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2000, 11 (4): 481-484. (in Chiense)
- [4] 米锋, 李吉跃, 杨家伟. 森林生态效益评价的研究进展[J]. 北京林业大学学报, 2003(6): 77-83.
- MI F, LI J Y, YANG J W. Review on research of evaluation on forest ecological benefits [J]. Journal of Beijing Forestry University, 2003(6): 77-83. (in Chiense)
- [5] 候元兆, 张佩昌, 王琦, 等. 中国森林资源核算研究[M]. 北京: 中国林业出版社, 1995: 112-139.
- [6] 靳芳, 鲁绍伟, 余新晓, 等. 森林生态系统服务功能价值评估问题[J]. 西北林学院学报, 2005, 20(3): 18-22.
- JIN F, LU S W, YU X X, et al. On forest ecosystem services and its evaluation in China[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2005, 20(3): 18-22. (in Chiense)
- [7] 郭朝霞, 邓玉林, 王玉宽, 等. 森林生态系统生态服务功能研究进展[J]. 西北林学院学报, 2007, 22(1): 173-177.
- GUO Z X, DENG Y L, WANG Y K, et al. Progress on ecological service function of forest ecosystems[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2007, 22(1): 173-177.
- [8] COSTANZA R, D'ARGE R, DE GROOT R, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital[J]. Nature, 1997, 387(15): 253-260.
- [9] 欧阳志云, 赵同谦, 赵景柱, 等. 海南岛生态系统生态调节功能及其生态经济价值研究[J]. 应用生态学报, 2004, 15(8): 1395-1402.
- OUYANG Z Y, ZHAO T Q, ZHAO J Z, et al. Ecological regulation services of Hainan Island ecosystem and their valuation [J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2004, 15 (8): 1395-1402.
- [10] 乔丽芳, 齐安国, 张毅川. 河南省森林公园生态系统服务功能价值评估[J]. 西北林学院学报, 2008, 23(4): 189-195.
- QIAO L F, QI A G, ZHANG Y C. Evaluation of forest park ecosystem services in Henan Province[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2008, 23(4): 189-195. (in Chiense)
- [11] 王兵, 杨锋伟, 郭浩, 等. 森林生态系统服务功能评估规范 (LY/T 1721-2008)[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
- [12] 鲁绍伟. 中国森林生态服务功能动态分析与仿真预测[D]. 北京: 北京林业大学, 2006: 51-60.
- LU S W. Dynamics analysis and simulation forecasting of forest ecosystem service function in China[D]. Beijing: Beijing Forestry University, 2006: 51-60.
- [13] 靳芳. 中国森林生态系统价值评估研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2005: 43-48.
- JIN F. Value assessment of forest ecosystem in China[D]. Beijing: Beijing Forestry University, 2005: 43-48.
- [14] 赵同谦. 中国陆地生态系统服务功能及其价值评估研究[D]. 北京: 中国科学院研究生院, 2004.
- ZHAO T Q. Service function value assessment of terrestrial ecosystem in China[D]. Beijing: Graduate University of the Chinese Academy of Sciences, 2004.
- [15] 小陇山林业实验局. 小陇山林业志[M]. 兰州: 民族出版社, 2002: 141-187.
- [16] 周冰冰, 李忠魁, 候元兆. 北京市森林资源价值[M]. 北京: 中国林业出版社, 2000.
- [17] 李文华, 欧阳志云, 赵景柱. 生态系统服务功能研究[M]. 北京: 气象出版社, 2002: 157-191.
- [18] 靳芳, 鲁绍伟, 余新晓, 等. 中国森林生态系统服务功能及其价值评价[J]. 应用生态学报, 2005, 16(8): 1531-1536.
- JIN F, LU S W, YU X X, et al. Forest ecosystem service and its evaluation in China[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2005, 16(8): 1531-1536. (in Chiense)
- [19] 中国生物多样性国情研究报告编写组. 中国生物多样性国情研究报告[C]. 北京: 中国环境科学出版社, 1998.
- [20] 薛达元. 生物多样性的经济价值评估—长白山自然保护区案例研究[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1997.