

# 陕西省宁陕县天然林保护工程生态效益价值评估

黄继红<sup>1</sup>,郭仲军<sup>2\*</sup>,刘永红<sup>3</sup>,宋露露<sup>3</sup>,倪 崇<sup>3</sup>,秦鈞亚<sup>4</sup>,陈 瑶<sup>4</sup>,  
路兴慧<sup>1</sup>,国 政<sup>1</sup>,臧润国<sup>1</sup>

(1. 中国林业科学研究院 森林生态环境与保护研究所,国家林业局森林生态环境重点实验室,北京 100091;

2. 新疆林业科学院 森林生态所,新疆 乌鲁木齐 830000;3. 国家林业局天然林保护工程管理中心,北京 100714;

4. 陕西省宁陕县林业局,陕西 宁陕 725000)

**摘要:**基于森林资源二类调查与森林生态系统定位观测数据,综合运用生态学、水土保持学、经济学理论方法,采用分布式测算方法,依据森林生态系统服务功能评估规范,选取符合天然林生态系统的 6 项服务功能 9 个指标,对陕西省宁陕县天然林保护工程的生态效益进行了评估。结果表明:陕西省宁陕县天然林保护工程生态效益总价值为  $115.36 \text{ 亿元} \cdot \text{a}^{-1}$ 。不同生态系统服务功能项目中,生物多样性保护、固碳释氧和涵养水源 3 项功能价值量最大,分别占陕西省宁陕县天然林保护工程生态效益总价值的 44.10%、32.08% 和 19.62%。说明陕西省宁陕县森林在生物多样性保护、固碳释氧和涵养水源方面都发挥着重要的作用。

**关键词:**天保工程;生态效益;森林生态系统;生态系统服务;可持续发展;宁陕县;陕西

**中图分类号:**S718.551.1      **文献标志码:**A      **文章编号:**1001-7461(2016)01-0298-06

Assessment on Ecological Benefits of Natural Forest Protection Project  
in Ningshan County, Shaanxi

HUANG Ji-hong<sup>1</sup>, GUO Zhong-jun<sup>2\*</sup>, LIU Yong-hong<sup>3</sup>, SONG Lu-lu<sup>3</sup>, NI Yi<sup>3</sup>, QIN Dao-ya<sup>4</sup>, CHEN Yao<sup>4</sup>,  
LU Xing-hui<sup>1</sup>, GUO Zheng<sup>1</sup>, ZANG Run-guo<sup>1</sup>

(1. Key Laboratory of Forest Ecology and Environment of State Forestry Administration, Institute of Forest Ecology, Environmental and Protection, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China; 2. Institute of Forest Ecology, Xinjiang Forestry Academy, Urumqi, Xinjiang 830000, China; 3. Management Centre of Natural Forest Protection Project, the State Forestry Administration, Beijing 100714, China; 4. The Forestry Bureau of Ningshan County in Shaanxi Province, Ningshan, Shaanxi 725000, China)

**Abstract:**Based on the combination data of the class II investigation to forest resource and fixed observation to ecological factors, the integrated theory of ecology, water and soil conservation and economics, and the method of distributed modeling, we evaluated the values on ecological benefits of the Natural Forest Protection Project in Ningshan County within Shaanxi in terms of 6 kinds of ecological services functions (9 indices) according to specifications for assessment of forest ecosystem services in China. The results showed that the annual value on ecological benefits of the Natural Forest Protection Project in Ningshan County within Shaanxi was 11.536 billion Yuan RMB. For different ecosystem services, the values of biodiversity protection function, CO<sub>2</sub> fixation and O<sub>2</sub> generation function and water conservation function were the highest and accounted for 44.10%, 32.08% and 19.62% of the total, respectively. These suggested that biodiversity conservation, water conservation and the CO<sub>2</sub> fixation and O<sub>2</sub> generation played very important roles.

**Key words:** Nature Forest Protection Project; ecological benefit; forest ecosystem; ecological service function; sustainable development; Ningshan County; Shaanxi

森林生态效益是指森林发挥生态功能而产生的效益。生态系统服务是指生态系统与生态过程所形成及维持的人类赖以生存的自然环境条件与效用<sup>[1-2]</sup>,是人类生存和发展的物质基础和基本条件<sup>[3]</sup>,其不仅为人类提供各种商品,也在维持生命支持系统和环境动态平衡方面起着不可替代的作用<sup>[4]</sup>。天然林生态系统不仅蕴藏着丰富的珍稀野生动植物基因资源,而且在涵养水源、保护土壤、固碳释氧和防风固沙等方面均发挥着重要的作用<sup>[5]</sup>。

宁陕县是我国黄河上中游地区天然林保护工程二期实施的重要区域,同时,该县也是长江流域汉江水系的上游地区,因此,对该县的天然林开展保护工作对黄河上中游地区和长江上游地区都具有重要作用<sup>[6]</sup>。此外,该县位于陕西省南部,地处秦岭中段南麓,为北亚热带山地湿润气候,植被类型多样<sup>[6]</sup>,这为动植物提供了优质的生存环境,也为许多珍稀濒危物种创造了避难所,例如是秦岭大熊猫的自然栖息分布地<sup>[7]</sup>。因此,该县开展天然林保护工程作用突出。此外,火地塘国家级森林生态系统定位研究站位于宁陕县,这为该县的天然林生态效益评估提供重要的生态环境数据支撑<sup>[8]</sup>。

虽然相关报道表明陕西省天然林保护工程建设成效显著,生态效益明显提高<sup>[9]</sup>,但具体到县级水平,天然林保护工程的生态效益如何,尚未见报道。本研究对宁陕县天然林保护工程的生态效益展开了评估,旨在明确天然林保护工程的生态效益价值。由于天然林保护工程是一项综合的民生工程,具体包括生态效益、经济效益和社会效益3个方面。本文重点关注该县天然林保护工程实施后的生态效益。从目前可供量化计算的成熟评估方法角度出发,以该县发挥生态效益的主体——森林生态系统为对象,综合运用生态学、水土保持学和经济学等理论,过程机理模型和地理信息系统等工具建立的评估方法,评估该县的天然林保护工程生态效益。具体评估计算过程参考森林生态系统服务功能林业评估规范<sup>[10]</sup>,该规范在森林生态系统服务功能价值评估中已经得到较为广泛的应用,已有的研究涉及不同空间尺度<sup>[11-13]</sup>、森林类型<sup>[14]</sup>和林业生态工程<sup>[15]</sup>等方面。但在天然林生态效益评价方面的研究还非常有限。

因此,以陕西省宁陕县2003年二类森林资源调查数据为基础,依据森林生态系统服务功能评估规范<sup>[10]</sup>,采用文献查证和实证研究相结合的方法,对

宁陕县的天然林保护工程的生态效益进行评估,以期为该地区天然林保护工程实施效果提供精确的科学评估数据。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究区概况

宁陕县位于陕西省南部,处秦岭中段南麓,地理坐标为 $108^{\circ}2'15''-108^{\circ}56'44''E$ 、 $33^{\circ}7'9''-33^{\circ}50'32''N$ 。东依商州市镇安县、柞水县,南连汉滨区、汉阴县、石泉县,西接汉中市佛坪县,北邻西安市周至县、户县、长安区。南北长136.6 km,东西宽27 km,土地总面积为 $3\,678.53\text{ km}^2$ 。气候属北亚热带山地湿润气候,年平均气温 $12.2^{\circ}\text{C}$ ,年平均降水量921.2 mm,年平均无霜期216 d。土壤以黄棕壤、棕壤为主。植被类型多样,主体为暖温带落叶阔叶林、针阔混交林和北亚热带常绿落叶阔叶混交林,南为北亚热带常绿、落叶阔叶混交林为主,北为温带的落叶阔叶林,随海拔升高,植被类型依次为亚热带常绿落叶阔叶混交林、栓皮栎林、针阔混交林、桦木林和针叶林。植物物种丰富,含高等植物136科、591属、1 178种,以温带植物为主,部分为亚热带和寒带植物。有较多国家一、二级保护树种,如水杉(*Metasequoia glyptostroboides*)、连香树(*Cercidiphyllum japonicum*)、红豆杉(*Taxus wallichiana* var. *chinensis*)、秦岭冷杉(*Abies chensiensis*)、厚朴(*Houpoëa officinalis*)、水曲柳(*Fraxinus mandschurica*)、紫椴(*Tilia amurensis*)、榉树(*Zelkova serrata*)等。全县总面积367 853 hm<sup>2</sup>,其中:省属国有林区(宁东林业局、宁西林业局、牛背梁自然保护区和西北农林科技大学实验林场)152 091.4 hm<sup>2</sup>,县属国有林和集体林215 761.6 hm<sup>2</sup>。本研究只包括县属国有林和集体林区域。该区域林业用地204 107.0 hm<sup>2</sup>,其中:有林地面积184 715.0 hm<sup>2</sup>,占林业用地的90.5%;森林覆盖率为85.6%。

### 1.2 评估方法和数据来源

本研究综合运用生态学、水土保持学、经济学等理论方法,利用过程机理模型和地理信息系统等工具,在文献查证和实证研究方式获取基础数据的基础上,采用分布式计算方法由点剖析至面上分析,参照LY/T 1721-2008森林生态系统服务功能评估规范<sup>[10]</sup>,对陕西省宁陕县森林生态效益进行评估。依据规范选取6项功能,9个指标进行生态效益的计算。数据和参数来源包括3个方面:陕西省宁陕县

2003 年二类森林资源调查数据、中国森林生态系统定位研究站长期观测数据(主要来源于公开发表的学术研究论文及网络共享数据)、LY/T 1721—2008

森林生态系统服务功能评估规范<sup>[10]</sup> 中提供的我国权威机构公布的社会公共数据。具体计算公式及参数来源见表 1。

表 1 天然林生态效益评估公式、参数及数据来源

Table 1 Functions, parameters and data sources on ecological benefit evaluation of nature forest ecosystem

功能项	指标	计算公式、参数及数据源
涵养水源	调节水量	$U_{\text{调}} = 10C_{\text{库}} A(P - E - C)$ $U_{\text{调}}:$ 林分调节水量价值, 元·a <sup>-1</sup> ; $C_{\text{库}}:$ 水库建设单位库容投资, 6.11 元·m <sup>-3</sup> <sup>[10]</sup> ; $A:$ 林分面积, hm <sup>2</sup> ; $P:$ 降水量, mm·a <sup>-1</sup> ; $E:$ 林分蒸散量, mm·a <sup>-1</sup> <sup>[16]</sup> ; $C:$ 地表径流量, mm·a <sup>-1</sup> 。 $P, E, C$ 取值取决于林分类型, 该文主要参考秦岭火地塘林区的监测结果 <sup>[8]</sup> 。
	净化水质	$U_{\text{水质}} = 10KA(P - E - C)$ $U_{\text{水质}}:$ 林分年净化水质价值, 元·a <sup>-1</sup> ; $K:$ 水的净化费用, 元·t <sup>-1</sup> <sup>[10]</sup> 。
保育土壤	固土	$U_{\text{固土}} = AC_{\pm}(X_2 - X_1) / \rho$ $U_{\text{固土}}:$ 林分年固土价值, 元·a <sup>-1</sup> ; $C_{\pm}:$ 挖取和运输单位体积土方所需费用, 元·m <sup>-3</sup> <sup>[10]</sup> ; $X_2:$ 无林地土壤侵蚀模数, t·hm <sup>-2</sup> ·a <sup>-1</sup> <sup>[17]</sup> ; $X_1:$ 林地土壤侵蚀模数, t·hm <sup>-2</sup> ·a <sup>-1</sup> <sup>[18]</sup> ; $\rho:$ 土壤容重, t·m <sup>-3</sup> <sup>[19]</sup> 。
	保肥	$U_{\text{肥}} = A(X_2 - X_1)(NC_1/R_1 + PC_1/R_2 + KC_2/R_3 + MC_3)$ $U_{\text{肥}}:$ 林分年保肥价值, 元·a <sup>-1</sup> ; $N, P, K$ 分别为林分土壤氮、磷、钾含量, % <sup>[20]</sup> ; $R_1, R_2$ 和 $R_3$ 分别为磷酸二胺化肥含氮量、磷酸二胺化肥含磷量和氯化钾化肥含钾量, % <sup>[10]</sup> ; $C_1, C_2$ 和 $C_3$ 分别为磷酸二胺化肥价格、氯化钾化肥价格和有机质价格, 元·t <sup>-1</sup> <sup>[10]</sup> ; $M$ 为林分土壤有机质含量, % <sup>[20-21]</sup> 。
固碳释氧	固碳	$U_{\text{碳}} = AC_{\text{碳}}(1.63R_{\text{碳}}B_{\text{年}} + F_{\text{土壤碳}})$ $U_{\text{碳}}:$ 植被年固碳价值, 元·a <sup>-1</sup> ; $C_{\text{碳}}:$ 固碳价格, 元·t <sup>-1</sup> <sup>[10]</sup> ; $R_{\text{碳}}:$ CO <sub>2</sub> 中碳的含量, % <sup>[10]</sup> ; $B_{\text{年}}:$ 林分净生产力, t·hm <sup>-2</sup> ·a <sup>-1</sup> <sup>[22]</sup> ; $F_{\text{土壤碳}}:$ 单位面积林分土壤年固碳量, t·hm <sup>-2</sup> ·a <sup>-1</sup> <sup>[23]</sup> 。
	释氧	$U_{\text{氧}} = 1.19C_{\text{氧}}AB_{\text{年}}$ $U_{\text{氧}}:$ 林分年释氧价值, 元·a <sup>-1</sup> ; $C_{\text{氧}}:$ 氧气价格, 元·t <sup>-1</sup> <sup>[10]</sup> 。
营养物质积累	林木营养积累	$U_{\text{营养}} = AB_{\text{年}}(N_{\text{营养}}C_1/R_1 + P_{\text{营养}}C_1/R_2 + K_{\text{营养}}C_2/R_3)$ $U_{\text{营养}}:$ 林分年营养物质积累价值, 元·a <sup>-1</sup> ; $N_{\text{营养}}, P_{\text{营养}}, K_{\text{营养}}$ 分别为林木氮、磷、钾含量, % <sup>[18]</sup> 。
净化大气环境	提供空气负离子	$U_{\text{负离子}} = 5.256 \times 10^{15} \times AHK_{\text{负离子}}(Q_{\text{负离子}} - 600)/L$ $U_{\text{负离子}}:$ 林分年提供负离子价值, 元·a <sup>-1</sup> ; $H:$ 林分高度, m; $K_{\text{负离子}}:$ 负离子生产费用, 元·个 <sup>-1</sup> ; $Q_{\text{负离子}}:$ 林分负离子浓度, 个·cm <sup>-3</sup> <sup>[24]</sup> ; $L:$ 负离子寿命, min <sup>[11]</sup> 。
生物多样性保护	生物多样性保护	$U = (1 + \sum_{m=1}^x E_m \times 0.1 + \sum_{n=1}^y B_n \times 0.1)S_{\text{生}}A$ $U_{\text{总}}:$ 林分年物种保育价值, 元·a <sup>-1</sup> ; $E_m:$ 评估林分(或区域)内物种 m 的濒危等级; $B_n:$ 评估林分(或区域)内物种 n 的特有种类; $x:$ 计算濒危指数物种数量 <sup>[25]</sup> ; $y:$ 计算特有种类指数物种数量 <sup>[26]</sup> ; $S_{\text{生}}:$ 单位面积物种多样性保育价值量, 根据 Shannon-Wiener 指数计算, 宁陕县 $S_{\text{生}}$ 取值为 20 000 元·hm <sup>-2</sup> ·a <sup>-1</sup> <sup>[27]</sup> ; $A:$ 宁陕县天然林总面积, hm <sup>2</sup> 。
总价值		$U = \sum_{i=1}^9 U_i$ $U:$ 总价值, 元·a <sup>-1</sup> ; $U_i:$ 各生态系统服务功能各指标年价值, 元·a <sup>-1</sup> 。

## 2 结果与分析

### 2.1 宁陕县森林生态系统的主要构成

陕西省宁陕县森林生态系统主要包括 13 种林分类型(表 2), 森林总蓄积量为 11 798 700.50 m<sup>3</sup>, 森林面积合计 181 709.70 hm<sup>2</sup>。各林分类型面积、蓄积及其百分比详见表 2。栎类占绝对优势, 面积为 159 743.50 hm<sup>2</sup>, 占总面积的 87.91%; 蓄积为 10 145 212.90 m<sup>3</sup>, 占总蓄积量的 85.99%。其次为油松林, 面积和蓄积分别为 9 763.80 hm<sup>2</sup> 和 932 319.50 m<sup>3</sup>, 分别占总面积和总蓄积量的 5.37% 和 7.90%。

### 2.2 不同林分类型生态效益价值量

宁陕县各林分类型涵养水源、固土保肥、固碳释

氧、积累营养物质和提供负离子 5 项生态功能价值量详见表 3。不同林分类型涵养水源总价值量为 2 262 910 028.70 元·a<sup>-1</sup>, 其中栎类价值量最大 2 073 743 487.87 元·a<sup>-1</sup>, 占 91.64%; 固土保肥总价值量为 290 759 215.44 元·a<sup>-1</sup>, 栎类是价值量主体, 占 87.90%; 固碳释氧总价值量为 3 700 509 825.58 元·a<sup>-1</sup>, 栎类占 87.91%; 积累营养物种总价值量为 189 549 368.21 元·a<sup>-1</sup>, 栎类占 87.91%; 提供负离子总价值量为 4 534 900.18 元·a<sup>-1</sup>, 栎类占 87.91%。

### 2.3 宁陕县天然林保护工程综合生态效益价值量

宁陕县天然林保护工程森林生态系统服务功能总价值为 11 536 134 938.10 元·a<sup>-1</sup>。生物多样性保护价值最大(5 087 871 600.00 元·a<sup>-1</sup>), 占总价

值量的 44.10%;固碳释氧价值次之(3 700 509 825.58 元· $a^{-1}$ ),占总价值的 32.08%;涵养水源价值量处于第 3 位(2 262 910 028.70 元· $a^{-1}$ ),占总价值的 19.62%;固土保肥价值位于第 4 位(290 759 215.44

元· $a^{-1}$ ),占总价值的 2.52%;积累营养物质价值列第 5 位(189 549 368.21 元· $a^{-1}$ ),占总价值的 1.64%;净化大气环境价值量最小(4 534 900.18 元· $a^{-1}$ ),仅占总价值的 0.04%(表 4)。

表 2 宁陕县主要林分类型面积蓄积及其比例

Table 2 Areas, volumes and their proportions of different stands in Ningshan County, Shaanxi

林分类型	蓄积/ $m^3$	面积/ $hm^2$	单位蓄积/ $(m^3 \cdot hm^{-2})$	蓄积比例/%	面积比例/%
冷杉( <i>A. fargesii</i> )	1 513.80	34.30	44.13	0.01	0.02
铁杉( <i>Tsuga chinensis</i> )	9 836.40	71.40	137.76	0.08	0.04
落叶松( <i>Larix principis-rupprechtii</i> )	511.10	14.30	35.74	0.00	0.01
油松( <i>Pinus tauliformis</i> )	932 319.50	9 763.80	95.49	7.90	5.37
华山松( <i>P. armandi</i> )	17 373.20	196.60	88.37	0.15	0.11
马尾松( <i>P. massoniana</i> )	806.90	12.50	64.55	0.01	0.01
杉木( <i>Cunninghamia lanceolata</i> )	1 857.50	23.80	78.05	0.02	0.01
栎( <i>Quercus</i> )	10 145 212.90	159 743.50	63.51	85.99	87.91
桦( <i>Betula</i> )	114 932.50	1 559.60	73.69	0.97	0.86
硬阔	352 199.60	6 122.80	57.52	2.99	3.37
刺槐( <i>Robinia pseudoacacia</i> )	7 073.60	173.00	40.89	0.06	0.10
杨( <i>Populus</i> )	7 437.30	115.60	64.34	0.06	0.06
软阔	207 626.20	3 878.50	53.53	1.76	2.13
合计	11 798 700.50	181 709.70	—	100.00	100.00

表 3 宁陕县不同林分类型各生态系统服务功能价值量

Table 3 Values of the different services of forest ecosystem with different stands in Ningshan County, Shaanxi

林分类型	价值/(元· $a^{-1}$ )				
	涵养水源	固土保肥	固碳释氧	积累营养物质	提供负离子
冷杉	438 521.77	55 053.64	698 517.95	35 779.84	856.02
铁杉	912 841.24	114 601.46	1 454 057.77	74 480.48	1 781.92
落叶松	185 872.97	22 952.39	291 218.85	14 916.96	356.88
油松	124 829 121.67	15 671 509.58	198 839 345.59	10 185 048.58	243 673.61
华山松	1 892 790.45	315 555.29	4 003 750.11	205 082.09	4 906.52
马尾松	120 345.27	20 063.28	254 561.93	13 039.30	311.96
杉木	304 280.41	38 200.49	484 685.92	24 826.83	593.97
栎	2 073 743 487.87	255 563 979.76	3 253 169 155.65	166 635 460.30	3 986 693.21
桦	12 738 652.47	2 495 109.87	31 761 183.49	1 626 887.25	38 922.69
硬阔	13 707 670.15	9 795 498.00	124 690 545.19	6 386 961.57	152 805.75
刺槐	1 413 046.22	276 772.25	3 523 137.18	180 463.90	4 317.53
杨	944 208.92	184 941.46	2 354 188.77	120 587.44	2 885.01
软阔	31 679 189.29	6 204 977.95	78 985 477.16	4 045 833.68	96 795.11
合计	2 262 910 028.70	290 759 215.44	3 700 509 825.58	189 549 368.21	4 534 900.18

表 4 宁陕县天然林生态效益

Table 4 Value on ecological benefits of the different nature forest ecosystem in Ningshan County, Shaanxi

功能类型	功能项		指标项	
	价值量/(元· $a^{-1}$ )		指标类型	价值量/(元· $a^{-1}$ )
涵养水源	2 262 910 028.70		年调节水	1 686 193 167.94
			年净化水	576 716 860.75
保育土壤	290 759 215.44		固土	36 433 276.51
			保肥	254 325 938.92
固碳释氧	3 700 509 825.58		固碳	1 705 573 178.77
			释氧	1 994 936 646.81
积累营养物质	189 549 368.21		积累营养物质	189 549 368.20
净化大气环境	4 534 900.18		提供负离子价值	4 534 900.18
生物多样性保护	5 087 871 600.00		植物物种保育价值	5 087 871 600.00

### 3 结论与讨论

基于森林资源调查数据,采用 LY/T 1721—2008,计算出陕西省宁陕县天然林生态系统服务功能价值为 11 536 134 938.10 元·a<sup>-1</sup>。其中生物多样性保护价值量最高,这说明陕西省宁陕县的森林植被在生物多样性保育功能上发挥了重要作用。固碳释氧功能仅次于生物多样性保护功能,说明宁陕县也是一个重要的森林碳库。此外,宁陕县在涵养水源方面的价值位于固碳释氧功能之后,宁陕县地处秦岭中段南坡长江流域汉江水系的上游地区,是长江流域地区破坏较少的县之一。因此,对宁陕县实施天然林保护工程对长江水系的调节和补给将产生直接的影响。已有的研究表明,秦岭地区是我国生物多样性分布的关键地区,素有“南北植物荟萃、南北生物物种库”的美誉。这里不仅有丰富的珍稀濒危动物类群,如:川金丝猴(*Rhinopithecus roxellana*)、大熊猫(*Ailuropoda melanoleuca*)、羚牛(*Naemorhedus goral*)、朱鹮(*Nipponia nippon*)和黑鹳(*Ciconia nigra*)等,而且其木本植物类群也异常丰富,达 1 000 多种,是我国特有木本种子植物的多样性热点地区之一<sup>[28]</sup>。此外,它还是全国有名的“天然药库”,据统计,中草药种类共计 1 119 种,其中有 286 种已明确列入国家“中草药资源调查表”。由此可见,宁陕县在全国乃至世界生物多样性保护中的重要地位。

陕西省宁陕县天然林保护工程区的森林生态系统不但在服务功能价值间存在巨大差异,而且不同树种间服务功能差异很大,总体来看,阔叶树种的服务功能要远高于针叶树种,尤其是栎类,在所有林分类型中占绝对优势。物种多样性是维持生态系统稳定的重要组成,尽管其他林分类型的比例较小,但在维持整个森林生态系统稳定中的作用可能是至关重要的。因此,在开展天然林保护工程的同时,还有必要深入开展当地生物多样性物种组成的本底调查工作,进一步认识该地森林生态系统的物种组成、群落结构变化规律及多样性维持机理,从而在遵循森林生态系统自身演替规律的基础上,在适宜的地区开展森林经营措施,以适当增加林区的生物多样性,促进森林植被的演替过程,提高森林的抗干扰和恢复能力,综合提升生态系统服务功能。

本研究对于生物多样性保护价值的计算进行了调整。以往对于生物多样性保护价值是针对不同林分类型分别进行计算,这与森林植被在连续空间上才对物种的保护发挥作用的事实不符,因此,在计算生物多样性保护价值时,参考了该县整体的林分面

积,没有以林分类型划分来分别计算每种林分的生物多样性保护价值。对于生物多样性的保护应该关注更大尺度的作用,将每种林分类型割裂开来,不符合动植物自然生境中的自然分布和行为活动。

本研究以宁陕县 2003 年二类森林资源调查数据为基础,评价了陕西省宁陕县县属天然林保护工程的生态效益价值。但由于该地区尚未开展有关森林生态环境监测的相关工作,因此,在针对森林生态系统服务功能评估规范进行评估的过程中,参考的生态环境参数主要来源于已发表的关于该县或相邻地区的相关报道。由于不同学者在研究空间和时间上的不同,这些引用的数据只能反映相关参数的基本状况,并不能精确反映某一时期的对应数据。尤其是一些参数在该地或相邻地区都未见报道,而采用类似区域或相近林分类型值直接替代。因此,从目前的数据分析来看,本研究的计算结果由于精确野外实测数据的缺乏,可能存在偏差,只能作为初步的参考结果。针对该县天然林保护工程生态效益价值的精确评估还有待于基于全面细致野外生态参数实测的基础上,结合当前市场价格系统,进一步修正和完善。

### 参考文献:

- [1] DAILY G. Natures services: societal dependence on natural ecosystems [M]. Washington: Island Press, 1997.
- [2] COSTANZA R, CUMBERLAND J H, DALY H, et al. An introduction to ecological economics [M]. Florida: CRC Press, 1997.
- [3] 王宗明, 张柏, 张树清. 吉林省生态系统服务价值变化研究 [J]. 自然资源学报, 2004, 19(1): 55-61.  
WANG Z M, ZHANG B, ZHANG S Q. Study on the effects of land use change on ecosystem service values of Jilin Province [J]. Journal of Natural Resources, 2004, 19(1): 55-61. (in Chinese)
- [4] 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.
- [5] 臧润国, 成克武, 李俊清, 等. 天然林生物多样性保育与恢复 [M]. 北京: 中国科学技术出版社, 2005.
- [6] 李卫忠, 黄春萍, 吉文丽. 秦岭林区实施天然林保护工程若干问题的思考 [J]. 西北林学院学报, 2000, 15(1): 80-84.  
LI W Z, HUANG C P, JI W L. A study on the problems of implementing natural forests conservation programme in Qinling forest area [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2000, 15(1): 80-84. (in Chinese)
- [7] 田联会, 樊金拴, 王秋玲, 等. 秦岭大熊猫栖息地保护现状、问题与对策 [J]. 西北林学院学报, 2009, 24(5): 114-117.  
TIAN L H, FAN J S, WANG Q L, et al. Current situation of Panda and their habitat conservation in Qinling Mountains [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2009, 24(5): 114-117. (in Chinese)

- [8] 王斌,张硕新,杨校生.秦岭火地塘林区不同林分类型生态系统服务功能评价与分析[J].西北林学院学报,2010,25(4):54-61.
- WANG B,ZHANG S X,YANG X S. Assessment on the ecosystem service of different forest types at Huoditang forest region on the Qinling Mountains [J]. Journal of Northwest Forestry University,2010,25(4):54-61. (in Chinese)
- [9] 张雅丽.陕西省天然林保护工程10 a回顾与对策研究[J].西北林学院学报,2009,24(6):201-203.
- ZHANG Y L. Review and prospect on natural forest protection program for 10-years in Shaanxi [J]. Journal of Northwest Forestry University,2009,24(6):201-203. (in Chinese)
- [10] LY/T 1721—2008.森林生态系统服务功能评估规范[S].北京:国家林业局,2008.
- [11] 《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[R].北京:中国林业出版社,2009.
- [12] 李福强,王兴华,陈士刚,等.吉林省森林固碳释氧生态效益评价[J].吉林林业科技,2011,40(2):10-12.
- LI F Q,WANG X H,CHEN S G,*et al*. Estimation of ecological benefit of forest on carbon sequestration and oxygen release in Jilin City [J]. Journal of Jilin Forestry Science and Technology,2011,40(2):10-12. (in Chinese)
- [13] 张乐勤,许信旺,荣慧芳,等.安徽省石台县森林生态系统服务价值研究[J].农业技术经济,2010(11):122-127.
- ZHANG L Q,XU X W,RONG H F,*et al*. Study on forest ecosystem services value of Shitai County in Anhui Province [J]. Agriculture Technology Econoic,2010(11):122-127. (in Chinese)
- [14] 王兵,鲁绍伟.中国经济林生态系统服务价值评估[J].应用生态学报,2009,20(2):417-425.
- WANG B,LU S W. Evaluation of economic forest ecosystem services in China [J]. Chinese Journal of Applied Ecology,2009,20(2):417-425. (in Chinese)
- [15] 刘勇,王玉杰,王云琦,等.重庆缙云山森林生态系统服务功能价值评估[J].北京林业大学学报,2013,35(3):46-55.
- LIU Y,WANG Y J,WANG Y Q,*et al*. Value assessment on service function of forest ecosystem in Jinyun Mountain, Chongqing City of southwestern China [J]. Journal of Beijing Forestry University,2013,35(3):46-55. (in Chinese)
- [16] 曹恭祥,王绪芳,熊伟,等.宁夏六盘山人工林和天然林生长季的蒸散特征[J].应用生态学报,2013,24(8):2089-2096.
- CAO G X,WANG X F,XIONG W,*et al*. Evapotranspiration characteristics of artificial and natural forests in Liupan Mountains of Ningxia,China,during growth season [J]. Chinese Journal of Applied Ecology,2013,24(8):2089-2096. (in Chinese)
- [17] 郑巍伟.三峡库区森林和土壤侵蚀关系研究[J].防护林科技,2006(6):45-47.
- [18] 肖玲.江西大岗山主要森林生态效益价值量的评价研究[D].北京:北京林业大学,2009.
- [19] 全国土壤普查办公室.中国土壤[M].北京:中国农业出版社,1998.
- [20] 常超,谢宗强,熊高明,等.三峡库区不同植被类型土壤养分特征[J].生态学报,2009,29(11):5978-5985.
- CHANG C,XIE Z Q,XIONG G M,*et al*. Characteristics of soil nutrients of different vegetation types in the Three Gorges reservoir area [J]. Acta Ecological Sinica,2009,29(11):5978-5985. (in Chinese)
- [21] 陈引珍.三峡库区森林植被水源涵养及其保土功能研究[D].北京:北京林业大学,2007.
- [22] 方精云,刘国华,徐嵩龄.我国森林植被的生物量和净生产量[J].生态学报,1996,16(5):497-508.
- FANG J Y,LIU G H,XU S L. Biomass and net production of forest vegetation in China [J]. Acta Ecologica Sinica,1996,16(5):497-508. (in Chinese)
- [23] 韩素芸.湖南省主要森林类型生态服务功能及价值评价[D].长沙:中南林业科技大学,2010.
- [24] 孟祥江,侯元兆,李玉敏,等.贵州黔南州森林空气负离子分布特征及质量评价[J].贵州农业科学,2012,40(8):179-182.
- MENG X J,HOU Y Z,LI Y M,*et al*. Study on aeroion distribution characteristics and air quality evaluation of forest in Qiannan Prefecture [J]. Guizhou Agricultural Sciences,2012,40(8):179-182. (in Chinese)
- [25] 张殷波.国家重点保护野生植物的保护生物地理学研究[D].北京:中国科学院植物研究所,2008.
- [26] HUANG J H,CHEN J H,YING J S,*et al*. Features and distribution patterns of Chinese endemic seed plant species [J]. Journal of Systematics and Evolution,2011,49(2):81-94.
- [27] 王兵,宋庆丰.森林生态系统物种多样性保育价值评估方法[J].北京林业大学学报,2012,34(2):155-160.
- WANG B,SONG Q F. Value assessing methods of species diversity conservation in forest ecosystem [J]. Journal of Beijing Forestry University,2012,34(2):155-160. (in Chinese)
- [28] HUANG J H,CHEN B,LIU C R,*et al*. Identifying hotspots of endemic woody seed plant diversity in China [J]. Diversity and Distributions,2012,18(7):673-688.