

宁夏森林生态系统服务功能的价值研究

孙 颖¹, 王得祥¹, 张 浩², 李志刚³, 魏耀锋², 胡天华³

(1 西北农林科技大学 林学院, 陕西 杨凌 712100; 2 宁夏回族自治区林业局 科技处, 宁夏 银川 750000;

3 宁夏贺兰山自然保护区管理局, 宁夏 银川 750000)

【摘要】【目的】对宁夏回族自治区森林生态系统的多种生态功能及其价值进行研究和评估,为宁夏林业可持续发展与生态环境建设政策的制定,以及国家宏观决策提供科学依据。【方法】综合运用替代工程法、市场价值法、费用替代法和机会成本等方法,对宁夏森林生态系统的涵养水源、保育土壤、固碳制氧贮养、净化大气环境、保护生物多样性、森林景观游憩与生态文化等生态功能及其价值进行评估。【结果】宁夏回族自治区 2003 和 1998 年森林资源清查时,森林生态系统服务功能总价值分别为 425 611.069 1 和 459 976.917 9 万元/年。2 次森林资源清查期间,主要服务功能的实物量及其价值量排序依次为:生物多样性保护、涵养水源(1998 年涵养水源的价值略大于生物多样性保护)、固碳制氧贮养、保育土壤、净化大气环境、森林景观游憩与生态文化价值。2003 和 1998 年不同植被类型的平均单位面积生态服务功能价值排序差异不大,依次为桦木>栎类>油松>杨树>椴树类>云杉>华山松>落叶松>软阔类>硬阔类>经济林,惟一不同的是 2003 年林种结构中多了柏木,而柏木单位面积所产生的价值是所有林种中最大的;2003 年森林资源清查时平均单位面积林地的生态服务功能价值较 1998 年降低 7.54%。【结论】在 6 种服务功能中,保护生物多样性能提供最大的价值,柏木生态系统所能提供的平均单位面积生态服务功能价值大于其他植被类型。

【关键词】 森林生态系统;生态系统服务功能;涵养水源;保育土壤;净化大气环境;价值评估;宁夏

【中图分类号】 S718.55⁺7

【文献标识码】 A

【文章编号】 1671-9387(2009)12-0091-07

Forest ecosystem services and their valuation of Ningxia area

SUN Ying¹, WANG De-xiang¹, ZHANG Hao², LI Zhi-gang³,
WEI Yao-feng², HU Tian-hua³

(1 College of Forestry, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2 Science and Technology Office of Ningxia Autonomous Region Forestry Bureau, Yinchuan, Ningxia 750000, China;

3 Helan Mountains Nature Reserve Administration Bureau of Ningxia, Yinchuan, Ningxia 750000, China)

Abstract: 【Objective】 Various ecological functions and valuations of different forest ecosystems in Ningxia Hui Autonomous Region was researched in this article to provide basic data for the green GDP accounting and assessing the whole country's forest ecosystem services, and to supply a scientific basis of sustainable development of forestry and policy-making for ecological environment. 【Method】 Methods such as shallow engineering method, production cost method, substitute method and opportunity cost method were used to evaluate forest ecosystem services including water conservation, soil conservation, carbon fixation, oxygen released and nutrient accumulation, atmosphere purification, biodiversity protection, forest recreation and eco-tourism in Ningxia area. 【Result】 The results indicated that: (1) The annual integrated value of forest ecosystem services in 2003 and 1998 were respectively 425 611.069 1 million yuan and 459 976.917 9 million yuan; (2) The physical quantities and value of main service functions were sequenced

* [收稿日期] 2009-03-30

[基金项目] 国家林业局科技支撑项目林业公益性行业科研专项(200704005/wb06);国家“十一五”林业科技支撑项目(2006BAD03A0702)

[作者简介] 孙 颖(1983-),女,河南南阳人,在读硕士,主要从事森林生态系统服务功能研究。E-mail:hausunying@126.com

[通信作者] 王得祥(1966-),男,青海乐都人,教授,博士生导师,主要从事森林生态系统服务功能研究。

as biodiversity protection, water conservation, carbon fixation and oxygen making, soil conservation, environment purification, forest recreation and eco-tourism; (3) In 2003 and 1998, among different vegetation types, birch had the highest economic value of service function per unit area, followed by oak, Chinese pine, polar, linden, spruce, pinus armandi, larch, soft broad-leaved trees, hard broad-leaved trees, economic forest. The only difference between these two years was cypress, the largest service value among all forest types, which increased in 2003. 【Conclusion】 To sum up, the value of biodiversity protection is higher than any other five service functions, which proves the importance of biodiversity protection to ecosystem services. From the view of vegetation types in the whole area, cypress provides the largest service value of ecosystem of service function per unit area among all vegetation types, which can supply very important guidance for restructuring of forest types in next period.

Key words: forest ecosystem; ecosystem service; water conservation; soil conservation; atmosphere purification; value evaluation; Ningxia Hui Autonomous Region

生态系统服务功能是指人类直接或间接从生态系统功能中获取的利益^[1]。森林生态系统服务功能是森林生态系统与生态过程所形成的维持人类赖以生存的自然环境条件与效用,其主要体现为涵养水源、保育土壤、固碳制氧贮养、净化大气环境、保护生物多样性、森林景观游憩与生态文化以及提供人类生存所需要的林产品等^[2]。就宁夏而言,贺兰山林区起到了阻挡西伯利亚寒流侵袭与腾格里大沙漠东移的作用,被誉为引黄灌区的天然屏障;六盘山为宁夏另一个较大的林区,其哺育了清水河、葫芦河、茹河、红河和泾河,使陕西省和甘肃省部分地区受益。总之,宁夏的贺兰山、六盘山、罗山等林区面积虽然不大,但在维护宁夏山川的生态平衡中均具有相当显著的作用。但干旱气候及特殊的地理环境也从客观上决定了宁夏是一个生态比较脆弱的地方^[3]。因此,对宁夏森林生态系统的主要功能及其价值进行分析和量化,就显得十分必要。本研究综合运用替代工程法、市场价值法、费用替代法和机会成本等方法,对宁夏森林生态系统的涵养水源、保育土壤、固碳制氧贮养、净化大气环境、保护生物多样性、森林景观游憩与生态文化等 6 种生态功能及其价值进行量化评估,以期为宁夏林业可持续发展与生态环境建设政策的制定,以及国家宏观决策提供科学依据。

1 研究区概况

1.1 自然地理概况

宁夏回族自治区,地处我国西北高原的黄河中游地区,地理坐标为 E104°17′~107°38′50″,N35°14′30″~39°23′。东西宽 45~250 km,南北长 456 km,总面积 6.64 万 km²。全区地势南高北低,呈梯状下降,大地构造比较复杂,再加上流水侵蚀和风沙等外

力的作用,地貌类型多样,自北而南可分为贺兰山地、宁夏平原、宁中间山盆地及缓坡丘陵、宁南黄土丘陵和六盘山地等五大地貌单元,海拔高度均在 1 000 m 以上。该区地处内陆,属典型的大陆性气候,南北气候相差悬殊,固原以南属暖温带半湿润区,固原以北至盐池、同心属温带半干旱区,北部宁夏平原属温带干旱区。年平均气温 5.3~8.5 ℃,全年平均降水量 200~800 mm,其中 60% 集中在夏季。总的气候特点是冬寒长、夏热短、春暖快、秋凉早,干旱少雨,蒸发强烈,日照充足,昼夜温差大,气象灾害较多^[3]。

宁夏土壤受地形、母质、生物、气候等条件和人为活动的影响,具有明显的地带性和非地带性特点。就地带性土壤而言,南部为黑垆土,北部为灰钙土;就非地带性土壤而言,又分为山地草甸土、山地棕壤(六盘山)、山地灰褐土、山地灰钙土(罗山、贺兰山),以及受地下水影响而形成的草甸土、盐碱土及白疆土等,在引黄灌区还有经长期灌水落淤形成的灌淤土。

宁夏植物种类数目较贫乏,有 1 600 多种,分属于 139 科 591 属,其中种子植物 119 科 573 属 1 576 种,为中国植物种平均数的 16.2%。植被类型主要有针叶林、阔叶林、灌丛、草甸、草甸草原、干旱草原、荒漠草原等。目前,宁夏回族自治区已建贺兰山苏峪口国家森林公园(国家级自然保护区)、六盘山国家森林公园(国家级自然保护区)和罗山省级自然保护区,使天然林生物资源得到了有效保护。

1.2 森林资源概况

根据 1998 年森林资源清查数据,宁夏回族自治区有林地面积 146 400 hm²,其中云杉林面积 8 800 hm²、落叶松面积 5 600 hm²、油松面积 6 000 hm²、华山松面积 400 hm²、栎类面积 6 800 hm²、桦木面

积 4 800 hm²、杨树面积 47 200 hm²、软阔类面积 14 400 hm²、硬阔类面积 7 200 hm²、椴树类面积 400 hm² 以及经济林面积 44 800 hm², 森林覆盖率为 8.4%。

根据 2003 年森林资源清查数据,宁夏回族自治区有林地面积 146 500 hm²,其中云杉林面积 8 000 hm²、柏木面积 400 hm²、落叶松面积 8 500 hm²、油松面积 6 800 hm²、华山松面积 800 hm²、栎类面积 9 600 hm²、桦木面积 5 200 hm²、杨树面积 27 200 hm²、软阔类面积 12 000 hm²、硬阔类面积 12 800 hm²、椴树类面积 800 hm² 以及经济林面积 54 400 hm², 森林覆盖率为 8.5%。

根据 2000 年宁夏回族自治区森林连续清查第 2 次复查成果资料,宁夏回族自治区土地总面积 5 178 900 hm²,其中林业用地面积 1 153 400 hm²,占全区土地总面积的 22.27%。在林业用地中,占比重较大的是有林地和灌木林地,分别占林业用地的 12.7% 和 24.2%。剩余的林分面积、经济林面积、疏林地面积、苗圃面积和未成林造林地与之相比小很多。由此可以看出,灌木林地在宁夏的整个林业中占有举足轻重的地位。

2 数据来源

数据主要来源于《宁夏森林》^[3]、《宁夏农业地理》^[4] 和《六盘山自然保护区科学考察》^[5],中国科学院水土保持研究所长期的试验研究资料,中国林业科学院及其课题组在六盘山的相应研究资料,以及 1998 年和 2003 年宁夏回族自治区的森林资源清查数据。

3 森林生态系统服务功能的计算方法

3.1 森林涵养水源的价值

森林涵养水源功能的计算采用水量平衡法^[6],可分为调节水量和净化水质 2 个方面。

(1)调节水量的价值。森林生态系统调节水量的价值根据水库蓄水成本(替代工程法)^[7] 来确定。采用的公式如下:

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

式中: $U_{\text{调}}$ 为森林调节水量的价值, $C_{\text{库}}$ 为水库工程费用, A 为林分面积, P 为林外降水量, E 为林分蒸散量, C 为地表径流。

(2)净化水质的价值。森林生态系统净化水质的价值采用全国城市居民用水平均价格(网格法)计算,公式如下:

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

式中: $U_{\text{水质}}$ 为森林净化水质的价值, $K_{\text{水}}$ 为居民用水价格(依据中华人民共和国林业行业标准 LY/T 1721-2008), A 为林分面积, P 为林外降水量, E 为林分蒸散量, C 为地表径流。

已知平均水库造价为 2.17 元/t^[8],折算为目前的库容造价为 6.110 7 元/t;采用网格法计算得出 2007 年全国各大中城市的居民用水价格均值为 2.09 元/t。

根据宁夏回族自治区林业科学院的研究以及相关文献^[9-10],得到各林种的蒸散率分别为:云杉林 55%,落叶松 80%,油松 71%,华山松 74%,栎类 69%,桦木 71%,杨树 75%,软阔林 74%,硬阔林 77%,椴树类 70%,经济林 98%。

3.2 森林保育土壤的价值

森林保育土壤的功能包括森林的固土功能和保肥功能 2 个方面。

(1)森林固土功能的价值。本研究根据蓄水成本来计算森林固土功能的经济效益。按照我国主要流域的泥沙运动规律,全国土壤侵蚀的泥沙有 24% 淤积于水库、江河和湖泊^[11],森林每年固土功能的经济价值按下式计算:

$$U_{\text{淤}} = 0.002 4AC_{\text{库}}(X_2 - X_1)/\rho.$$

式中: $U_{\text{淤}}$ 为森林固土功能的总价值, A 为林分面积, $C_{\text{库}}$ 为水库工程费用, X_2 为无林地土壤侵蚀模数, X_1 为林地土壤侵蚀模数, ρ 为泥沙的平均容重。单位挖土方的费用按 30 元/(人·d)计算。根据文献^[12-13],宁夏回族自治区无林地水土流失土壤年侵蚀模数平均取值为 30 t/(hm²·年)。

(2)森林保肥功能的价值。按下式计算:

$$U_{\text{肥}} = A(X_2 - X_1)(NC_1/R_1 + PC_1/R_2 + KC_2/R_3 + MC_3)/100.$$

式中: $U_{\text{肥}}$ 为森林保肥功能的价值, X_1 为林地土壤侵蚀模数, X_2 为无林地土壤侵蚀模数, A 为林分面积, N 为土壤平均含氮量, P 为土壤平均含磷量, K 为土壤平均含钾量, M 为土壤有机质平均含量, R_1 为磷酸二铵含氮量, R_2 为磷酸二铵含磷量, R_3 为氯化钾含钾量, C_1 为磷酸二铵平均价格, C_2 为氯化钾平均价格, C_3 为有机质平均价格,其中 C_1 、 C_2 、 C_3 根据农业部《中国农业信息网》公布的磷酸二铵、氯化钾和有机质的价格计算。

3.3 森林固碳制氧贮养的价值

根据宁夏历年相关研究数据和林业统计年鉴等文献资料,确定不同森林类型的生产力及林木的 N、

P、K 含量,计算得出宁夏森林固碳(包括土壤碳库)、制氧及林木营养积累功能的价值。其中经济林年生产力按林木平均生产力的 1/2 计算,具体的计算过程如下。

(1)采用碳税率法计算森林的年固碳量。具体公式如下:

$$U_{\text{碳}} = AC_{\text{碳}}(0.4448B + G_{\text{土壤碳}})$$

式中: $U_{\text{碳}}$ 为森林年固碳的总价值, A 为林分面积, $C_{\text{碳}}$ 为固碳的价格, B 为林分的净生产力,瑞典碳税成本为 150 元/t^[4], $G_{\text{土壤碳}}$ 为森林土壤碳每年的固碳速率。根据光合作用的化学方程式,森林植被每年积累 1 g 干物质,可以固定的二氧化碳为 1.63 g,释放的氧气量为 1.19 g。二氧化碳中碳的比例为 27.29%,所以得到系数 0.4448。

(2)森林释放氧气的价值。按下式计算:

$$U_{\text{氧}} = 1.19C_{\text{氧}}AB$$

式中: $U_{\text{氧}}$ 为森林释放氧气的总价值, $C_{\text{氧}}$ 为制造氧气的价格, A 为林分面积, B 为林分的净生产力。

(3)林木积累营养的价值。按下式计算:

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

式中: $U_{\text{营养}}$ 为林分每年积累 N、P、K 增加的经济价值, A 为林分面积, B 为林分的净生产力, $N_{\text{营养}}$ 为林木氮元素含量, C_1 为磷酸二铵平均价格, R_1 为磷酸二铵含氮量, $P_{\text{营养}}$ 为林木磷元素含量, R_2 为磷酸二铵含磷量, $K_{\text{营养}}$ 为林木钾元素含量, C_2 为氯化钾平均价格, R_3 为氯化钾含钾量。

3.4 森林净化大气环境的价值

森林净化大气环境的功能包括吸收二氧化硫、氟化物、氮氧化物和滞尘能力 4 个指标。

(1)吸收二氧化硫的价值。森林吸收二氧化硫的价值按下式计算:

$$U_{\text{二氧化硫}} = K_{\text{二氧化硫}}Q_{\text{二氧化硫}}A$$

式中: $U_{\text{二氧化硫}}$ 为森林吸收二氧化硫的总价值, $K_{\text{二氧化硫}}$ 为二氧化硫的治理费用, $Q_{\text{二氧化硫}}$ 为森林吸收二氧化硫的量, A 为林分面积。

(2)吸收氟化物和氮氧化物的价值。计算公式同(1)。

(3)滞尘的价值。森林植被滞尘价值的计算公式如下:

$$U_{\text{滞尘}} = K_{\text{滞尘}}Q_{\text{滞尘}}A$$

式中: $U_{\text{滞尘}}$ 为森林滞尘能力的总价值, $K_{\text{滞尘}}$ 为降尘清理费用, $Q_{\text{滞尘}}$ 为森林滞尘能力, A 为林分面积。

依据上述公式,结合森林生态站的测定数据及其他相关资料^[11,14],计算得出云杉、柏木、落叶松、

油松、华山松、栎类、桦木、杨树、软阔类、硬阔类、椴树类、经济林等林分吸收 SO₂、HF、氮氧化物的价值和滞尘价值。

SO₂、HF、氮氧化物以及粉尘的治理费用,采用国家发展和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》中北京市高硫煤二氧化硫排污费收费标准。

3.5 森林生物多样性保护的价值

森林生态系统对生物物种资源的保护价值按下式计算:

$$U_{\text{生物}} = S_{\text{生}}A$$

式中: $U_{\text{生物}}$ 为森林生态系统保护生物物种资源的价值, $S_{\text{生}}$ 为每 hm² 森林的生物物种资源保护价值, A 为林分面积。

根据中国科学院等在六盘山、贺兰山的研究结论,参照类似地区的文献,得到宁夏分布区青海云杉、柏木、落叶松、油松、华山松、栎类、桦木、杨树、软阔类、硬阔类、椴树类、经济林等林分的 Shannon-Wiener 指数分别为 1.752, 1.855, 1.263, 1.911, 1.949, 1.539, 2.099, 1.472 8, 1.743 2, 1.539 6, 1.62 和 0.61^[11]。根据 Shannon-Wiener 指数计算生物物种资源保护价值,共划分为 6 级:当指数小于 1 时, $S_{\text{生}}$ 为 5 000 元/hm²; 1~2 时, $S_{\text{生}}$ 为 10 000 元/hm²; 2~3 时, $S_{\text{生}}$ 为 20 000 元/hm²; 3~4 时, $S_{\text{生}}$ 为 30 000 元/hm²; 4~5 时, $S_{\text{生}}$ 为 40 000 元/hm²; 5 以上时, $S_{\text{生}}$ 为 50 000 元/hm²(依据中华人民共和国林业行业标准 LY/T 1721-2008)。

3.6 森林景观游憩与生态文化的价值

森林景观游憩是指森林生态系统为人类提供休闲娱乐的场所,使人消除疲劳、缓解压力、身心愉悦、有益健康的功能。生态文化是反映人与自然、社会与自然、人与社会之间和睦相处、和谐发展的一种社会文化。和谐的生态文化是生产力发达、社会进步的产物,是生活文明、社会繁荣的标志^[15-17],所以计算森林的景观游憩和生态文化功能价值,也是计算整个宁夏森林生态系统服务功能很重要的一部分。根据宁夏回族自治区旅游局、林业部门 2003 和 1998 年公布的旅游收入情况报告,统计分析林业系统管辖的自然保护区、森林公园等的全年直接收益。

4 结果与分析

4.1 宁夏回族自治区森林生态系统服务功能价值

经计算得到宁夏回族自治区 2003 年和 1998 年森林资源清查时森林生态系统服务功能的价值,见

表 1 和表 2。

表 1 宁夏回族自治区 2003 年森林生态系统服务功能价值统计结果

Table 1 Ningxia Hui Autonomous Region forest ecosystem services and its valuation in 2003

万元/年

树种 Tree species	涵养水源 Water conservation	保育土壤 Soil conservation	固碳制氧贮养 Carbon fixation, oxygen released	净化大气环境 Atmosphere environmental purification	生物多样性 性保护 Biodiversity conservation	景观游憩与 生态文化 Forest recreation	合计 Total
云杉 <i>Picea asperata</i> Mast.	9 932.931 2	4 006.263 7	2 754.775 3	4 658.592 0	8 000	945	30 297.562 2
柏木 <i>Cupressus funbris</i> Endl.	576.871 7	673.517 9	161.714 1	395.454 4	400	163.400 0	2 370.958 1
落叶松 <i>Larix gmelinii</i> Kuzeneva	8 968.356 8	2 779.665 3	5 691.629 1	4 693.530 0	8 500	120.000 0	30 753.181 2
油松 <i>Pinus tabulaeformis</i> Carr.	11 382.914 4	2 383.099 7	2 720.326 2	6 226.923 2	6 800		29 513.263 6
华山松 <i>Pinus armandii</i> Franch.	1 096.930 2	262.230 0	2 618.878 8	536.259 2	800		2 957.307 3
栎类 <i>Quercus</i> sp.	16 699.311 4	3 238.790 0	7 438.139 3	7 111.032 1	9 600		44 087.273 6
桦木 <i>Betulaceae</i> sp.	8 006.591 8	2 032.387 1	1 498.249 7	3 833.426 5	10 400		25 770.655 1
杨树 <i>Populus</i> sp.	39 757.946 2	13 253.248 2	31 353.220 0	4 729.187 8	27 200		116 293.602 3
软阔类 Soft broadleaf	8 053.728 0	4 533.786 5	10 618.333 4	2 136.856 8	12 000		37 342.704 7
硬阔类 Hard broadleaf	6 812.579 8	4 048.487 5	8 338.873 9	2 279.313 9	12 800		34 279.255 2
椴树类 <i>Tiliaceae</i> sp.	1 266.121 0	269.899 2	721.229 5	142.453 9	800		3 199.703 5
经济林 Economic forest	2 037.780 5	14 740.368 6	16 106.059 3	8 661.393 9	27 200		68 745.602 4
合计 Total	114 592.063 0	52 221.743 7	87 664.437 7	45 404.424 6	124 500	1 228.400 0	425 611.069 1
占总价值的比例/% Percentage	26.92	12.27	20.60	10.67	29.25	0.29	100

表 2 宁夏回族自治区 1998 年森林生态系统服务功能价值统计结果

Table 2 Ningxia Hui Autonomous Region forest ecosystem services and its valuation in 1998

万元/年

树种 Tree species	涵养水源 Water conservation	保育土壤 Soil conservation	固碳制氧贮养 Carbon fixation, oxygen released	净化大气环境 Atmosphere environmental purification	生物多样性 性保护 Biodiversity conservation	景观游憩与 生态文化 Forest recreation	合计 Total
云杉 <i>Picea asperata</i> Mast.	10 926.224 3	4 406.890 1	3 030.252 8	5 124.451 2	8 800	661.500 0	32 949.318 4
落叶松 <i>Larix gmelinii</i> Kuzeneva	5 908.564 5	1 831.308 9	3 749.779 2	3 092.208 0	5 600	114.380 0	20 296.240 6
油松 <i>Pinus tabulaeformis</i> Carr.	10 043.748 0	2 102.735 1	2 400.287 8	5 494.344 0	6 000	84.000 0	26 125.114 9
华山松 <i>Pinus armandii</i> Franch.	548.465 1	131.115 0	130.943 9	268.129 6	400		1 478.653 7
栎类 <i>Quercus</i> sp.	11 828.678 9	2 294.142 9	5 268.682 0	5 036.981 7	6 800		31 228.485 4
桦木 <i>Betulaceae</i> sp.	7 390.700 1	1 876.049 6	1 382.999 7	3 538.547 5	9 600		23 788.297 0
杨树 <i>Populus</i> sp.	68 991.730 2	22 998.283 6	54 407.058 2	8 206.531 8	47 200		201 803.603 9
软阔类 Soft broadleaf	9 664.473 6	5 440.543 8	12 742.000 1	2 564.228 2	14 400		44 811.245 7
硬阔类 Hard broadleaf	3 832.076 2	2 277.274 2	4 690.616 60	1 282.114 1	7 200		19 282.081 0
椴树类 <i>Tiliaceae</i> sp.	633.060 5	134.949 6	360.614 7	71.227 0	400		1 599.851 80
经济林 Economic forest	1 678.172 2	12 139.127 1	13 263.813 6	7 132.912 6	22 400		56 614.025 5
合计 Total	131 445.893 6	55 632.419 9	101 427.048 7	41 811.675 7	128 800	859.880 0	459 976.917 9
占总价值的比例/% Percentage	28.58	12.09	22.05	9.09	28.00	0.19	100

由表 1 和表 2 可知,2003 和 1998 年,宁夏回族自治区森林生态系统服务功能的总价值分别为 425 611.069 1 和 459 976.917 9 万元/年;2 次森林资源清查期间,6 种生态服务功能价值的排序 2003 年为:生物多样性保护>涵养水源>固碳制氧贮养>保育土壤>净化大气环境>景观游憩与生态文化价值;1998 年为:涵养水源>生物多样性保护>

固碳制氧贮养>保育土壤>净化大气环境>景观游憩与生态文化价值

4.2 宁夏回族自治区不同树种单位面积的生态服务功能价值

由表 3 可以看出,宁夏回族自治区不同树种单位面积的生态服务功能价值 2003 年和 1998 年 2 年的排序没有大的差异,惟一不同的是 2003 年多了柏

木,而柏木单位面积的生态服务功能价值是所有林种中最大的。这对下一时期林种结构的调整具有重

表 3 宁夏回族自治区 2003 和 1998 年不同树种单位面积的生态服务功能价值

Table 3 Economic value of service function per unit area of Ningxia Hui Autonomous Region in 2003 and 1998

树种 Tree species	2003 年 2003 year		1998 年 1998 year	
	生态服务功能价值/ (万元·hm ⁻² ·年 ⁻¹) Ecosystem service value in unit area	排序 Rank	生态服务功能价值/ (万元·hm ⁻² ·年 ⁻¹) Ecosystem service value in unit area	排序 Rank
云杉 <i>Picea asperata</i> Mast.	3.787 1	7	3.744 2	6
柏木 <i>Cupressus funebris</i> Endl.	5.927 3	1		
落叶松 <i>Larix gmelinii</i> Kuzeneva	3.618 0	9	3.624 3	8
油松 <i>Pinus tabulaeformis</i> Carr.	4.340 1	4	4.354 1	3
华山松 <i>Pinus armandii</i> Franch.	3.696 6	8	3.696 6	7
栎类 <i>Quercus</i> sp.	4.592 4	3	4.592 4	2
桦木 <i>Betulaceae</i> sp.	4.955 8	2	4.955 8	1
杨树 <i>Populus</i> sp.	4.275 5	5	4.275 5	4
软阔类 Soft broadleaf	3.111 8	10	3.111 8	9
硬阔类 Hard broadleaf	2.678 0	11	2.678 0	10
椴树类 <i>Tiliaceae</i> sp.	3.999 6	6	3.999 6	5
经济林 Economic forest	1.263 7	12	1.263 7	11

按单位面积计算,1998 年森林资源清查时林地的生态服务功能价值为 31 419.19 元/(hm²·年),而 2003 年森林资源清查时,林地的生态服务功能价值为 29 051.95 元/(hm²·年),较 1998 年降低 7.54%,这主要是由于杨树面积的大幅度减少所致,另外,林种结构也发生了变化。

5 讨论和建议

在本次评估中,2003 年宁夏回族自治区森林生态系统 6 种生态服务功能价值的排序依次为:生物多样性保护>涵养水源>固碳制氧贮养>保育土壤>净化大气环境>森林景观游憩与生态文化价值;1998 年 6 种生态服务功能价值的排序依次为:涵养水源>生物多样性保护>固碳制氧贮养>保育土壤>净化大气环境>森林景观游憩与生态文化价值。而由国家林业局张永利等^[18]计算的青海省森林生态系统服务功能价值的排序依次为:生物多样性保护>固碳制氧>涵养水源>净化环境>保育土壤>营养积累>森林游憩。两者评估结果有一定差异,这主要是由于地域差异和 2 个地区的林种结构不同造成的。

值得注意的是,灌木林在宁夏森林中占有相当大的比重,但本次计算评估只涉及了乔木林,削弱了森林生态系统的服务功能。

对森林生物多样性保护价值的评价,至今在世界范围内仍是一个难题。目前用过的方法有全民支付意愿法、直接市场价值法和机会成本法等,但比较常用的是按生物多样性指数分级方法,也就是本研

究采用的计算方法。但是该方法存在很强的主观性,这对评估的客观性有很大的影响,所以关于森林生态系统服务功能的价值评价及计算方法仍需要进一步探讨。

由于受到当前科技发展水平、计算方法和调查手段的制约,很难对宁夏回族自治区森林生态系统服务功能的价值进行准确计算。但本评估仍有助于提高人们对森林生态系统价值的认识,进而提高人们保护森林保护环境的意识,同时也为相关部门制定政策提供参考。

究采用的计算方法。但是该方法存在很强的主观性,这对评估的客观性有很大的影响,所以关于森林生态系统服务功能的价值评价及计算方法仍需要进一步探讨。

由于受到当前科技发展水平、计算方法和调查手段的制约,很难对宁夏回族自治区森林生态系统服务功能的价值进行准确计算。但本评估仍有助于提高人们对森林生态系统价值的认识,进而提高人们保护森林保护环境的意识,同时也为相关部门制定政策提供参考。

究采用的计算方法。但是该方法存在很强的主观性,这对评估的客观性有很大的影响,所以关于森林生态系统服务功能的价值评价及计算方法仍需要进一步探讨。

由于受到当前科技发展水平、计算方法和调查手段的制约,很难对宁夏回族自治区森林生态系统服务功能的价值进行准确计算。但本评估仍有助于提高人们对森林生态系统价值的认识,进而提高人们保护森林保护环境的意识,同时也为相关部门制定政策提供参考。

[参考文献]

- [1] Dalily G C. Natures service; Societal dependence on natural ecosystems [M]. Washington: Island Press, 1997.
- [2] Harold A M, Paul R E. Ecosystem services: A fragmentary history [M]//Daily G. Natures services; Societal Dependence on Natural Ecosystems. Washington: Island Press, 1997: 11-28.
- [3] 宁夏森林编辑委员会. 宁夏森林 [M]. 北京: 中国林业出版社, 1990.
- [4] 宁夏农业地理编写组. 宁夏农业地理 [M]. 北京: 科学出版社, 1978.
- [5] 六盘山自然保护区科学考察编辑委员会. 六盘山自然保护区科学考察 [M]. 银川: 宁夏人民出版社, 1988.

- House,1988. (in Chinese)
- [6] Costanza R, Arge R D, Groot R D, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital [J]. *Nature*, 1997, 387: 253-260.
- [7] 鲁春霞, 谢高地, 肖 玉, 等. 青藏高原生态系统服务功能的价值评估 [J]. *生态学报*, 2004, 24(12): 2749-2755.
Lu C X, Xie G D, Xiao Y, et al. Ecosystem diversity and economic valuation of Qinghai-Tibet Plateau [J]. *Ecological Sonica*, 2004, 24(12): 2749-2755. (in Chinese)
- [8] 中国水利年鉴编辑委员会. 中国水利年鉴 [M]. 北京: 中国水利电力出版社, 1992.
Water Yearbook Editorial Board of China. *Water yearbook of China* [M]. Beijing: China Hydraulic and Electric Engineering Publishing House, 1992. (in Chinese)
- [9] 时忠杰, 王彦辉, 于澎涛, 等. 宁夏六盘山林区几种主要森林植被生态水文功能研究 [J]. *水土保持学报*, 2005, 19(3): 134-138.
Shi Z J, Wang Y H, Yu P T, et al. Study on different forestry vegetation's eco-hydrological function in Liupan Mountain of Ningxia China [J]. *Journal of Soil and Water Conservation*, 2005, 19(3): 134-138. (in Chinese)
- [10] 李世荣, 周心澄, 李福源, 等. 青海云杉和华北落叶松混交林地蒸散和水量平衡研究 [J]. *水土保持学报*, 2006, 20(2): 118-121.
Li S R, Zhou X D, Li F Y, et al. Forestland evapotranspiration and water balance of *Picea asperata* and *Larix principis-rupprechtii* mixed stand [J]. *Journal of Soil and Water Conservation*, 2006, 20(2): 118-121. (in Chinese)
- [11] 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 [M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1997.
Editing Group of Chinese Situation of Biodiversity. Report about Chinese situation of biodiversity [M]. Beijing: Chinese Environment Science Press, 1997. (in Chinese)
- [12] 奚同行, 张华明, 王昭艳. 浅议江西水土保持方略 [J]. *水土保持应用技术*, 2006(2): 34-36.
Xi T X, Zhang H M, Wang Z Y. Discussion on soil and water conservation strategy of Jiangxi [J]. *Soil and Water Conservation Application Technology*, 2006(2): 34-36. (in Chinese)
- [13] 罗时安, 王世发, 张东萍. 江西土壤侵蚀特征及保持对策 [J]. *江西农业经济*, 2000(5): 47-48.
Luo S A, Wang S F, Zhang D P. Soil erosion characteristics and prevention strategy in Jiangxi [J]. *Jiangxi Agricultural Economy*, 2000(5): 47-48. (in Chinese)
- [14] 马新辉. 西安市植被净化大气物质量的测定及其价值评价 [J]. *干旱区资源与环境*, 2002, 16(4): 83-86.
Ma X H. The values of vegetation purified air and its measure in Xi'an city [J]. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2002, 16(4): 83-86. (in Chinese)
- [15] 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.
Lu S W. Dynamic analysis and simulated forecast of forest ecosystem services in China [D]. Beijing: Beijing Forestry University, 2006. (in Chinese)
- [16] 鲁绍伟, 靳 芳, 余新晓, 等. 中国森林生态系统保护土壤的价值评价 [J]. *中国水土保持科学*, 2005, 3(3): 16-21.
Lu S W, Jin F, Yu X X, et al. The evaluation of soil conservation of forest ecosystem in China [J]. *Science of Soil and Water Conservation*, 2005, 3(3): 16-21. (in Chinese)
- [17] 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. (in Chinese)
- [18] 张永利, 杨峰伟, 鲁绍伟. 青海省森林生态系统服务功能价值评估 [J]. *东北林业大学学报*, 2007, 35(11): 74-76.
Zhang Y L, Yang F W, Lu S W. Estimation on the economic values of the forest ecosystem service function in Qinghai Province [J]. *Journal of Northeast Forestry University*, 2007, 35(11): 74-76. (in Chinese)