

文章编号:1001-7380(2019)06-0001-06

马鞍山市森林生态系统服务功能价值评估与分析

范 云

(马鞍山市自然资源和规划局花山分局, 安徽 马鞍山 243000)

摘要:采用基于RS/GIS技术的马鞍山市2017年林地落界成果数据库及森林资源统计更新数据,对马鞍山市森林生态系统服务功能物质质量和价值量进行评估。结果表明:马鞍山市2017年森林生态系统服务功能价值总量141.53亿元,其中生态服务价值129.15亿元,林果产品价值12.38亿元,生态服务价值是林果产品价值的10.4倍。8项生态服务价值排序:涵养水源(58.3亿元)、生物多样性(22.92亿元)、固碳释氧(22.16亿元)、净化大气环境(9.34亿元)、森林防护(7.42亿元)、营养积累(4.48亿元)、保育土壤(2.34亿元)和森林游憩(2.19亿元)。评估为更好地认识森林在生态环境建设中的作用、制定森林资源保护管理及森林生态补偿政策提供依据。

关键词:森林生态系统;功能;价值;评估;分析;马鞍山

中图分类号:S718.55⁺7

文献标志码:A

doi:10.3969/j.issn.1001-7380.2019.06.001

Assessment and analysis of forest ecosystem service value in Ma'anshan

Fan Yun

(Huashan Branch of Ma'anshan Natural Resources and Planning Bureau, Ma'anshan 243000, China)

Abstract:Based on land use data acquired by GIS and RS technologies and data of forest resources statistics update, we evaluated the mass and functional service value of forest ecosystem in Ma'anshan. The results showed that the total value of the forest ecosystem services in the city of Ma'anshan in 2017 was 14.153 billion yuan, among which the value of the ecological service was 12.915 billion yuan, the value of the forest products was 1.238 billion yuan. The value of the ecological service was 10.4 times of the value of the forest products. The value of eight ecological services was presented in sequence of storage and retention of water (5.83 billion yuan), biodiversity conservation (2.292 billion yuan), fixing carbon and releasing oxygen (2.216 billion yuan), air cleaning capacity (0.934 billion yuan), forest protective efficiency (0.742 billion yuan), nutrient accumulation (0.448 billion yuan), soil conservation (0.234 billion yuan) and forest recreation (0.219 billion yuan). The result of the assessment provides a basis for the better understanding of the role of forests in the construction of ecological environment, the development of forest resources protection and the policy of forest ecological compensation.

Key words: Forest ecosystem; Function; Value; Assessment; Analysis; Ma'anshan

生态系统服务功能是指生态系统与生态过程所形成及所维持人类赖以生存的自然环境条件与效用^[1]。森林生态系统是陆地生态系统的主体,开展森林生态系统服务功能评价,对促进森林可持续发展意义重大而深远。本文依据国家林业局颁布的《森林生态系统服务功能评估规范》(LY/T 1721—2008)^[2],分别不同森林类型,对马鞍山市森林生态系统服务功能的物质质量和价值量进行定量评价,旨在让人们们对森林生态系统服务功能价值有

更加明晰直观的认识,从而增强社会生态文明意识,并在注重社会经济发展的同时,更加积极地培育和保护森林资源;也为地方政府制定森林资源培育保护发展规划、森林生态效益补偿政策标准及指导森林资源保护管理、可持续经营等提供科学依据。

1 评估区域概况

1.1 自然地理概况

马鞍山市位于安徽最东部,长江下游。地处北

收稿日期:2019-09-28;修回日期:2019-10-17

作者简介:范云(1966-),男,安徽无为,高级工程师。主要从事森林资源保护和管理。

亚热带南缘,东经 117°53'44"—118°52'44"、北纬 31°17'26"—32°3'34",国土面积 4 049. 13 km²。年均气温 15. 8 ℃,年均日照时数 2 109. 9 h,年均降水量 1 268. 7 mm,无霜期 234 d。地带性森林植被为常绿、落叶阔叶混交林。

1.2 森林资源概况

基于 RS/GIS 技术的 2017 年林地落界成果数据库及森林资源统计更新数据显示,马鞍山市国土总面积 404 913. 07 hm²,其中林业用地面积 83 781. 98 hm²,占总面积的 20. 69%^[3]。

表 1 马鞍山市 2017 年森林资源各类土地面积

hm²

合计	有林地													灌木林地	四旁占地折合
	小计	乔木林										经济林	竹林		
		小计	杉类	松	栎类	硬阔	软阔	国外松	柏类	杨类	泡桐				
94 953.93	70 551.05	66 809.72	2 462.34	3 345.34	3 616.17	23 621.15	3 118.67	20 963.98	1 245.16	8 335.62	101.29	2 421.34	1 319.99	2 427.65	21 975.23

2.2 评估方法

依据相关文献^[2,8]中的方法,分别就森林类型,从涵养水源、保育土壤、固碳释氧、营养积累、净化大气环境、生物多样性、森林防护、森林游憩和提供林产品这 9 项功能 14 个指标,对马鞍山市 2017 年森林生态系统服务价值进行定量评估。

2.2.1 涵养水源功能 由于森林的截流、滞蓄作用而具有的蓄积雨水、调节径流和净化水质等功能,采用水量平衡法测算涵养水源能力,再用影子工程法估算。

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

式中, $U_{\text{调}}$ 是森林调节水量价值(元/a); $C_{\text{库}} = 8. 44$ 元/m³,是水库建设单位库容造价^[4];P 是林外降水量(mm/a),马鞍山市现地域于 2011 年 8 月行政区划调整确定,降水量采用马鞍山市 2012—2017 年区域年均降水量 1 268. 7 mm(数据来源:马鞍山气象局,2018);E 是林分蒸散量(mm/a),蒸散率杉类为 0. 773,松为 0. 660,硬阔为 0. 481,软阔为 0. 589,经济林、四旁等取硬阔和软阔平均值为 0. 535,竹林为 0. 650,灌木林 0. 659^[5];C 是地表径流量(mm/a),杉类为 16. 7,松为 42. 5,国外松为 13. 6,阔叶林为 7. 5^[6];A_i 是各森林类型面积(hm²)。

$$U_{\text{水质}} = 10C_{\text{水}} \sum A_i(P-E-C) \quad (2)$$

式中, $U_{\text{水质}}$ 是森林净化水质价值(元/a); $C_{\text{水}} = 3. 07$ 元/t,是水的净化费用^[4]。

2 森林生态系统服务功能价值评估

2.1 数据来源

森林资源数据来源为基于 RS/GIS 技术的马鞍山市 2017 年林地落界成果数据库及森林资源统计更新数据(见表 1);物质质量、价值量计算时参考了同类研究成果数据和权威机构公布的社会公共数据^[4-11];地域数据来源于《马鞍山市统计年鉴(2018)》^[12]。

2.2.2 保育土壤功能 森林植被能固土和减缓雨水对地表冲刷,减少土壤和土壤肥力流失,并能改善土壤的理化性质,提高土壤肥力。估算采用替代工程法和间接市场法。

$$U_{\text{固土}} = C_{\pm} \sum A_i(X_2-X_1)/\rho \quad (3)$$

式中, $U_{\text{固土}}$ 是固定土壤价值(元/a); $C_{\pm} = 17$ 元/m³,是挖取单位体积土方的费用; $X_2 = 38. 562$ t/(hm²·a),是无林地侵蚀模数; X_1 是有林地侵蚀模数,针叶林取 5. 462,阔叶林 3. 417,竹林 6. 094,灌木林 8. 505; $\rho = 1. 3$ t/m³,是林地土壤容重^[7]。

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

式中, $U_{\text{肥}}$ 是林分年保肥价值(元/a);N,P,K,M 分别是土壤氮、磷、钾和有机质含量(%), $N = 0. 131$, $P = 0. 018 7$, $K = 0. 114$, $M = 2. 17$ ^[7];R₁,R₂ 是磷酸氢二铵化肥含氮、磷量,R₃ 是氯化钾化肥含钾量(%), $R_1 = 14$, $R_2 = 15. 01$, $R_3 = 50$;C₁,C₂,C₃ 分别是磷酸氢二铵、氯化钾和有机肥价格(元/t), $C_1 = 3 300$, $C_2 = 2 800$, $C_3 = 800$ ^[4]。

2.2.3 固碳释氧功能 森林通过光合作用将 CO₂ 和水转化为有机物,同时释放 O₂。该过程能有效减缓温室效应,维持大气中 CO₂ 和 O₂ 的动态平衡。估算采用碳税法和工业制氧影子价格法。

$$U_{\text{碳}} = C_{\text{碳}} \sum A_i(1. 63R_{\text{碳}} B_{\text{年}} + F_{\text{土壤碳}}) \quad (5)$$

式中, $U_{\text{碳}}$ 是固碳价值(元/a); $C_{\text{碳}} = 1 281$ 元/t,是固碳价格^[4];R_碳 是 CO₂ 中碳的含量(27. 27%);

$B_{\text{年}}$ 是森林净生产力 [$\text{t}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$]: 杉类 8.412, 松 7.125, 栎类 7.93, 阔叶林 10.43, 国外松 10.62, 柏类 3.367, 杨类 10.43, 泡桐 17.313, 经济林 9.2, 竹林 18.28, 灌木 10.95^[8-9]; $F_{\text{土壤碳}}$ 为单位面积林分土壤年固碳量 [$\text{t}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$], 杉类 0.656, 松树 0.777, 阔叶林、灌木 1.647, 经济林 0.4, 竹林 0.462^[5]。

$$U_{\text{氧}} = 1.19C_{\text{氧}} \sum A_i B_{\text{年}} \quad (6)$$

式中, $U_{\text{氧}}$ 是释氧价值 (元/a); $C_{\text{氧}} = 1\ 299.07$ 元/t, 为氧气价格^[4]。

2.2.4 营养积累功能 森林中林木从大气、土壤中吸收营养物质。采用间接市场法。

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

式中, $U_{\text{营养}}$ 是积累营养物质价值 (元/a); $N_{\text{营养}}$ 、 $P_{\text{营养}}$ 、 $K_{\text{营养}}$ 是林木含氮、磷、钾的量 (%), 分别为 1.66, 0.1, 0.86^[10]。

2.2.5 净化大气环境功能 森林净化大气环境功能是指森林生态系统提供负氧离子和对大气污染物的吸收、阻挡、过滤及降解等。采用替代工程法。

$$U_{\text{负离子}} = 5.256 \times 1\ 015 C_{\text{负离子}} \sum A_i H_i (Q_{\text{负离子}} - 600)/L \quad (8)$$

式中, $U_{\text{负离子}}$ 是提供负离子价值 (元/a); H_i 是各林分平均高度 (m), 杉类、松、阔叶林为 12, 经济林为 5, 竹林为 8, 灌木林为 3^[8]; $C_{\text{负离子}} = 9.46 \times 10^{-18}$ 元/个, 是负离子生产费用^[4]; $Q_{\text{负离子}}$ 是负离子浓度 (个/cm³), 针叶林取 1 507, 阔叶林 1 161, 竹林 1 135, 灌木林 614, 经济林 682; L 是负离子寿命 $L = 10\ \text{min}$ ^[7]。

$$U_{\text{吸污}} = \sum A_i (C_{\text{二氧化硫}} Q_{\text{二氧化硫}} + C_{\text{氟化物}} Q_{\text{氟化物}} + C_{\text{氮氧化物}} Q_{\text{氮氧化物}} + C_{\text{重金属}} Q_{\text{重金属}}) \quad (9)$$

式中, $U_{\text{吸污}}$ 是吸收污染物价值 (元/a); $C_{\text{二氧化硫}}$ 、 $C_{\text{氟化物}}$ 、 $C_{\text{氮氧化物}}$ 、 $C_{\text{重金属}}$ 分别是二氧化硫、氟化物、氮氧化物、重金属 (铅) 治理费用 (元/kg), $C_{\text{二氧化硫}} = 1.85$, $C_{\text{氟化物}} = 1.06$, $C_{\text{氮氧化物}} = 0.97$ ^[4], $C_{\text{重金属}} = 30$ ^[2]; $Q_{\text{二氧化硫}}$ 、 $Q_{\text{氟化物}}$ 、 $Q_{\text{氮氧化物}}$ 、 $Q_{\text{重金属}}$ 分别为单位面积吸收二氧化硫、氟化物、氮氧化物、重金属 (铅) 量 [$\text{kg}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$], $Q_{\text{二氧化硫}}$ 针叶林取 215.60, 阔叶林 88.65; $Q_{\text{氟化物}}$ 针叶林取 0.5, 阔叶林 4.65; $Q_{\text{氮氧化物}}$ 取 6.0; $Q_{\text{重金属}}$ 取 0.168^[7]。

$$U_{\text{滞尘}} = C_{\text{滞尘}} \sum A_i Q_{\text{滞尘}} \quad (10)$$

式中, $U_{\text{滞尘}}$ 是滞尘价值 (元/a); $C_{\text{滞尘}} = 0.23$ 元/

kg, 为降尘清理费用^[4]; $Q_{\text{滞尘}}$ 是单位面积的滞尘量 [$\text{kg}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$], 杉类、松为 34 452.9, 阔叶林为 45 229.9, 竹林为 45 232.1, 经济林为 45 229.8, 灌木林为 24 197.7^[7]。

2.2.6 生物多样性保护功能 森林能为动植物提供栖息地和食物, 其独特的森林小气候为动植物提供了适宜的生存条件。采用机会成本法:

$$U_{\text{生物}} = \sum C_{\text{生}} A_i \quad (11)$$

式中, $U_{\text{生物}}$ 为年物种保育价值 (元/a); $C_{\text{生}}$ 为单位面积年物种损失的机会成本, 采用王兵等基于 Shannon-Wiener 指数的中国森林物种多样性保育价值评估方法, 安徽省的平均单价为 23 140.4 [元/(hm²·a)]^[11]。

2.2.7 森林防护价值 采用间接市场法, 用 2017 年农作物因森林的存在而增产后的实际产量倒推出森林防护价值。

$$U_{\text{防护}} = \sum Q_i C_i R_i / (1 + R_i) \quad (12)$$

式中, $U_{\text{防护}}$ 为森林防护价值 (元/a); Q_i 为某农作物年产量 (kg/a), 2017 年马鞍山市粮食产量 10.73×10^8 , 油料 0.87×10^8 , 棉花 0.89×10^8 , 蔬菜 7.4×10^8 ^[12]; C_i 为某农作物价格 (元/kg), 根据农业部《中国农业信息网》公布的价格行情, 粮食 3.15、油料 10.60、棉花 20.86、蔬菜 3.12; R_i 为四旁树保护下某农作物平均增产率 (%), 粮食为 10%, 油料为 6.5%, 棉花为 10%, 蔬菜为 10%^[8]。

2.2.8 森林游憩价值 森林游憩功能是森林提供休闲娱乐场所, 使人放松愉悦身心, 恢复脑力、体力, 从而增进健康。

$$U_{\text{游}} = F \cdot P \quad (13)$$

式中, $U_{\text{游}}$ 是森林游憩价值 (元/a); F 是森林公园和自然保护区的门票收入 (元/a); P 是游客支付的门票中愿意支付观赏森林方面的比例, 取 13%^[8]。2017 年, 马鞍山市自然保护区、森林公园门票收入 16.82 亿元^[3]。

2.2.9 林产品价值 森林提供林木和林果产品。估算采用市场价值法。

$$U_{\text{木}} = \sum C_i A_i B_{\text{年}} / \rho_i \quad (14)$$

式中, $U_{\text{木}}$ 是林木产品价值 (元/a); ρ_i 为某木材密度 (t/m^3), 杉类、杨类、泡桐取 0.4, 松、柏类取 0.5, 阔叶林取 0.65; C_i 为某林木价格, 乔木取 667 元/m³ (国家林业局, 2009); 竹材、灌木取 2017 年当地市场均价 600 元/t 和 200 元/t。

林果产品包括茶叶、园林水果及食用坚果板栗,2017 年产值为 1.81 亿元^[12]。

3 结果与分析

3.1 马鞍山市森林生态系统服务功能物质量

评估结果(见表 2)表明,马鞍山市森林涵养水源总量 5.07 亿 m³,平均单位面积涵养水源量 5 334.39 m³/hm²。马鞍山多年平均水资源总量为 17.40 亿 m³,涵养水源量相当于全市水资源总量的 29.14%。可见,森林生态系统对维护地区水资源平衡,发挥着极其重要的作用。

保育土壤中,年固土量 326.41 万 t,单位面积固土 34.38 t/hm²;减少有机质损失量(7.1 万 t)>氮(0.43 万 t)>钾(0.37 万 t)>磷(0.06 万 t)。以土层厚度 40 cm 计,每年可减少土地荒漠化面积 627.7 hm²。森林年固土量是马鞍山年平均土壤侵蚀量 104.01 万 t 的 3.1 倍^[13]。可见,森林防止土壤和土壤肥力流失作用极为显著也极其重要。

固碳释氧中,年固碳量 55.93 万 t,单位面积固

碳 5.89 t/hm²;年释氧量 115.41 万 t,单位面积释氧 1.22 t/hm²。马鞍山 2017 年能源消费总量是 1 968.58 万 t 标准煤^[12],用碳排放转换系数换算,碳排放量为 1 409.27 万 t^[14],现有森林固碳量只有年碳排放量的 4%,可见作为重工业城市的马鞍山,有必要加大森林生态环境保护和建设力度。

营养物质积累,N(1.62 万 t)>K(0.84 万 t)>P(0.1 万 t)。

净化大气环境,生产负氧离子数为 3.79×10²³ 个/a,单位面积 3.99×10¹⁸ 个/a。负氧离子在医学上素有“空气维他命”之美称,对环境及人类健康维系有良好作用;吸收污染物中,二氧化硫量最大,达 1 214.22 万 kg,氢氧化物 56.98 万 kg,氟化物 31.99 万 kg,重金属 1.6 万 kg;滞尘 39.42 亿 kg,单位面积滞尘 4.15 万 kg。森林这一功能对重工业城市马鞍山尤显重要,可有效降低污染治理费用,提高环境质量。如马鞍山 2017 年二氧化硫排放量 1.87 万 t^[12],现有森林吸收量占排放量的 6.5%。

表 2 马鞍山市森林生态系统生态服务功能物质量

森林类型	涵养水源		保育土壤					固碳释氧		营养积累			净化大气环境				
	调节水量/万 m ³	固土/万 t	减少氮损失/t	减少磷损失/t	减少钾损失/t	减少有机质损失/t	固碳/万 t	释氧/万 t	氮/t	磷/t	钾/t	负离子/(×10 ²¹ 个)	二氧化 硫/万 kg	氟化物/ 万 kg	氢氧化物/万 kg	重金属/t	滞尘/万 kg
杉类	668.02	8.15	106.77	15.24	92.91	1 768.62	1.08	2.46	343.84	20.71	178.13	14.09	53.09	0.12	1.48	0.41	8 483.48
松	1 300.86	11.07	145.06	20.71	126.23	2 402.86	1.32	2.84	395.67	23.84	204.99	19.14	72.13	0.17	2.01	0.56	11 525.67
栎类	2 353.97	12.71	166.49	23.77	144.88	2 757.86	1.87	3.41	476.03	28.68	246.62	12.80	32.06	1.68	2.17	0.61	16 355.90
硬阔	15 376.32	83.02	1 087.52	155.24	946.39	18 014.59	14.84	29.32	4 089.72	246.37	2 118.77	83.58	209.40	10.98	14.17	3.97	106 838.23
软阔	1 602.80	10.96	143.58	20.50	124.95	2 378.44	1.96	3.87	539.96	32.53	279.74	11.03	27.65	1.45	1.87	0.52	14 105.71
国外松	8 757.87	69.39	909.02	129.76	791.05	15 057.80	11.53	26.49	3 695.78	222.64	1 914.68	119.93	451.98	1.05	12.58	3.52	72 226.99
柏类	484.19	4.12	53.99	7.71	46.98	894.36	0.39	0.50	69.59	4.19	36.06	7.12	26.85	0.06	0.75	0.21	4 289.94
杨类	4 283.97	29.30	383.77	54.78	333.97	6 357.13	5.24	10.35	1 443.21	86.94	747.69	29.49	73.90	3.88	5.00	1.40	37 701.93
泡桐	52.06	0.36	4.66	0.67	4.06	77.25	0.09	0.21	29.11	1.75	15.08	0.36	0.90	0.05	0.06	0.02	458.13
经济林	1 410.30	8.51	111.48	15.91	97.01	1 846.63	1.09	2.65	369.79	22.28	191.58	0.52	21.47	1.13	1.45	0.41	10 951.70
竹林	530.04	4.29	56.14	8.01	48.86	930.01	1.13	2.87	400.55	24.13	207.51	2.97	28.46	0.07	0.79	0.22	5 970.59
四旁树折合	12 799.66	77.23	1 011.74	144.42	880.44	16 759.33	13.81	27.28	3 804.83	229.21	1 971.18	77.76	194.81	10.22	13.19	3.69	99 395.96
灌木	1 032.06	7.30	95.59	13.64	83.18	1 583.40	1.58	3.16	441.27	26.58	228.61	0.05	21.52	1.13	1.46	0.41	5 874.35
合计	50 652.12	326.41	4 275.81	610.36	3 720.91	70 828.28	55.93	115.41	16 234.43	977.98	8 410.62	378.84	1 214.22	31.99	56.98	15.95	394 178.58
平均每公顷 物质质量	5 334.39 m ³	34.38 t	45.03 kg	6.43 kg	39.19 kg	745.52 kg	5.89 t	1.22 t	170.97 kg	10.3 kg	88.58 kg	0.003 99	127.87 kg	3.37 kg	6 kg	0.17 kg	4.15 kg

3.2 马鞍山市森林生态系统服务功能价值量

评估结果(见表 3)表明,2017 年马鞍山市森林生态系统服务功能总价值 141.53 亿元,是当年生产总值 1 710.09 亿元^[12] 的 8.28%。其中,生态服务

价值为 129.15 亿元,单位面积价值 13.6 万元,林果产品价值为 12.38 亿元,单位面积价值 1.3 万元,生态服务价值是林果产品价值的 10.43 倍。可见森林生态系统为区域经济与社会发展所提供的生态服

务价值更大,在国民经济中占有一定的比例,发挥着不可替代的作用。

森林涵养水源价值最大,58.3 亿元,占总价值的 41.19%。调节水量和净化水质分别占比 73.33%和 26.67%。这得益于马鞍山市位处长江下游,受北亚热带季风气候影响,雨量充沛;而马鞍山地带性植被为常绿落叶阔叶林,蒸散率小,具有更强的涵养水源功能。

生物多样性保护价值 22.92 亿元,占总价值的 16.19%。马鞍山地形地貌多样,古树中有国家Ⅰ级保护植物银杏和国家Ⅱ级保护植物大叶榉,并有水杉、厚朴、鹅掌楸及扬子鳄、东方白鹳、朱鹮、丹顶鹤等国家重点保护动植物。森林生态系统在维护生物多样性方面意义重大。

固碳释氧价值 22.16 亿元,占总价值的 15.66%。固碳价值和释氧价值分别占比 32.34%和 67.66%。充分认识森林的碳汇功能和效益,有利于

促进碳循环良性发展,有效减缓温室效应。

净化大气环境、森林防护、营养积累、保育土壤、森林游憩及林产品价值分别占总价值的 6.6%,5.24%,3.17%,1.65%,1.55%,8.75%。

三大效益分析,马鞍山森林生态效益(涵养水源、保育土壤、固碳释氧、营养积累、净化大气环境、生物多样性、森林防护)126.96 亿元,经济效益(林产品)12.38 亿元,社会效益(森林游憩)2.19 亿元,占比分别为 89.71%,8.74%和 1.55%。可见,森林为人类提供林产品的直接经济价值只占总价值的较小部分,其生态价值要远大于实物价值。人们在森林经营上寻求经济收益的同时,要更加注重其为生态环境所带来的效益,逐步实现从以采伐利用为主的经营模式向多效益经营模式和生态系统经营模式转变。随着气候变化问题的日益凸显和社会的持续发展,人们对森林生态服务需求与日俱增,森林经营目标也要更加突出生态价值和综合价值。

表 3 马鞍山市森林生态系统服务功能价值量 万元/a

森林类型	涵养水源		保育土壤		固碳释氧		营养积累	净化大气环境			生物多样性	森林防护	森林游憩	林产品	合计	单位面积
	调节水量	净化水质	固土	保肥	固碳	释氧		负离子	吸污	滞尘						
杉类	5 638.09	2 050.82	106.58	478.70	1 383.48	3 195.71	955.76	13.33	99.83	1 951.20	5944.19			3 453.93	25 271.62	10.26
松	10 979.26	3 993.64	144.76	650.38	1 690.92	3 689.36	1 099.85	18.11	135.63	2 650.90	8 075.78			3 179.66	36 308.25	10.85
栎类	19 867.51	7 226.69	166.21	746.46	2 395.47	4 429.83	1 323.23	12.11	63.25	3 761.86	8729.58			3 284.01	52 006.21	14.38
硬阔	12 9776.14	47 205.30	1 085.65	4 875.89	19 010.04	38 088.73	11 368.21	79.07	413.17	24 572.79	57 022.40			25 281.21	358 778.60	15.19
软阔	13 527.63	4 920.60	143.32	643.76	2 510.76	5 027.40	1 500.93	10.43	54.55	3244.31	7 528.59			3 337.85	42 450.13	13.61
国外松	73 916.42	26 886.66	907.41	4 075.58	14 769.93	34 412.36	10 273.18	113.45	849.82	16 612.21	50 607.89			29 699.84	263 124.75	12.55
柏类	4 086.56	1 486.46	53.88	242.07	499.59	649.54	193.43	6.74	50.48	986.69	3 005.87			559.27	11 820.58	9.49
杨类	36 156.71	13 151.79	383.15	1 720.63	6 712.44	13 445.37	4 011.70	27.90	145.82	8 671.44	20 122.52			8 921.43	113 470.90	13.61
泡桐	439.39	159.83	4.71	20.90	115.29	272.80	80.91	0.34	1.78	105.37	244.52			233.93	1 679.77	16.58
经济林	11 902.93	4 329.62	111.28	499.81	1 396.29	3 442.54	1 027.91	0.49	42.37	2 518.89	5 845.21			20 385.89	51 503.23	21.27
竹林	4 473.54	1 627.22	56.10	251.70	1 447.53	3 728.33	1 113.41	2.81	53.51	1 373.24	3 186.51			1 447.77	18 761.67	14.21
四旁树林	108 029.13	39 294.96	1 009.93	4 536.13	17 690.61	35 438.63	10 576.32	73.56	384.39	22 861.07	53 049.08	74 222.00		23 519.62	390 685.43	17.78
灌木	8 710.59	3 168.43	95.46	428.56	2 023.98	4 105.06	1 226.60	0.05	42.47	1351.10	5 860.44			531.66	27 544.40	11.35
小计	427 503.90	155 502.02	4 268.44	19 170.57	71 646.33	149 925.66	44 751.44	358.39	2 337.07	90 661.07	229 222.58	74 222.00		123 836.07	1 393 405.54	14.67
合计	583 005.92		23 439.01		221 571.99		44 751.44		93 356.53		229 222.58	74 222.00	21 900	123 836.07	1 415 305.54	14.91
平均每公顷价值量	6.14		0.25		2.33		0.47		0.98		2.41	3.38	0.23	1.30	14.91	

注:森林游憩栏只有各森林类型服务功能价值的合计数据。

3.3 马鞍山市不同森林类型生态系统服务功能价值

提供森林服务价值最大的是乔木林,为 90.49 亿元;经济林、竹林和灌木林分别为 5.15 亿,1.88 亿,2.75 亿元;四旁树为 39.07 亿元。乔木林中阔叶林和针叶林服务价值分别为 56.84 亿元和 33.65

亿元。乔木林各树种(组)服务功能价值量由大到小的顺序为硬阔、国外松、杨类、栎类、软阔、松、杉、柏类和泡桐。这主要与森林面积、树种特性直接相关外,还受到森林生态系统结构、活力等因素的影响。

各树种(组)单位面积价值量(万元)排序为泡桐(16.58)、硬阔(15.19)、栎类(14.38)、软阔、杨类

(13.61)、国外松(12.55)、松(10.85)、杉(10.26)和柏类(9.49)。可见,阔叶林具有更强的服务功能和更大的服务价值。在今后的营林生产上可有意地增加阔叶林比重,以营建阔叶混交林,阔叶纯林和针阔混交林为主。对 20 世纪 70—90 年代营造的针叶纯林,特别是长期受松材线虫病严重危害的黑松、马尾松林进行林相改造,增加阔叶成分,如当地乡土树种大叶榉、枫香、黄山栾树、无患子、香樟、女贞等,形成异龄、复层、混交的健康森林,使森林美化、彩化的同时,可有效提高森林生态系统的服务功能价值。

4 结论与讨论

马鞍山市处长江下游平原丘陵区,森林资源总量偏少,森林生态系统服务功效更显重要。2017 年马鞍山市森林生态系统服务总价值 141.53 亿元,单位面积价值 14.9 万元。各项服务价值(亿元)排序为涵养水源(58.3)、生物多样性(22.92)、固碳释氧(22.16)、林产品(12.38)、净化大气环境(9.34)、森林防护(7.42)、营养积累(4.48)、保育土壤(2.34)和森林游憩(2.19)。涵养水源、生物多样性和固碳释氧功能价值合计 103.38 亿元,占总服务价值的 73.04%,是马鞍山市森林生态系统的主要服务功能。

此次评估按国家林业局颁布《森林生态系统服务功能评估规范》的标准、指标和方法进行,总体上评估方法规范,结果可信,具较强的参考性。评估所用部分参数采用了同类研究成果,可能会由于地域原因带来误差;评估未考虑林分起源、林龄结构、林分密度、立地条件等因素;生态服务功能评价也不全面,如净化大气环境功能评价时未包含森林降噪功能和杀菌功能,固碳释氧功能评价只考虑了森林调节气体功能而忽略了森林调节气候功能。因此只是粗略估算,评估结果或小于其实际价值。

马鞍山市花山区于 21 世纪初建立了森林生态补偿制度。但资金来源单一,为区级财政资金,补助金额也不高,为有效改善重工业城市马鞍山的生

态环境,有必要建立全市林业的生态补偿机制。按照“谁受益,谁补偿”的思路,通过地方财政补偿、污染企业补偿、社会公众补偿及社会募集资金,共同组成足额稳定的补偿资金来源,进而设立生态补偿基金,建立补偿的长效机制。从而调动森林经营单位和林农造林、营林、护林的积极性,加大森林资源的优化培育,实现增绿、提质、增效目标。这样形成良性循环,不断提升森林生态系统服务功能价值水平。

参考文献:

- [1] 欧阳志云,王如松.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.
- [2] 国家林业局.中华人民共和国林业行业标准(LY/T 1721—2008):森林生态系统服务功能评估规范[S].北京:中国标准出版社,2008.
- [3] 马鞍山市农业委员会.关于 2017 年度森林资源统计分析报告[R].
- [4] 刘胜涛,高 鹏,刘潘伟,等.泰山森林生态系统服务功能及其价值评估[J].生态学报,2017,37(10):3202-3310.
- [5] 马燕娥,黄衍庆,肖爱华.泉州森林生态系统服务功能价值评估与对比分析[J].森林工程,2015,31(4):42-49.
- [6] 张佩霞,侯长谋,胡成志,等.广东省鹤山市森林生态系统服务功能价值评估[J].热带地理,2010,30(6):628-632,662.
- [7] 邱世平,刘建敏,苏 全.崇左市森林生态系统服务功能价值评估[J].广西师范学院学报,2016,33(4):93-103.
- [8] 张乐勤,方宇媛,许 杨,等.池州森林生态系统服务价值评估与分析[J].广西植物,2011,31(4):463-468.
- [9] 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.
- [10] 靳 芳,余新晓,鲁绍伟,等.中国森林生态系统生态服务功能及其评价[M].北京:中国林业出版社,2007.
- [11] 王 兵,郑秋红,郭 洁.基于 Shannon-Wiener 指数的中国森林物种多样性保育价值评估方法[J].林业科学研究,2008,21(2):268-274.
- [12] 马鞍山市统计局.马鞍山统计年鉴,2018.
- [13] 赵明松,李德成,张甘霖,等.基于 RUSLE 模型的安徽省土壤侵蚀及其养分流失评估[J].土壤学报,2016,53(1):28-38.
- [14] 徐国泉,刘则渊,姜照华.中国碳排放的因素分解模型及实证分析:1995—2004[J].中国人口·资源与环境,2006,16(6):158-161.