

粤北生态特别保护区（韶关市范围）优势树种（组）生态系统服务功能价值评估^{*}

万雁华¹ 周 宏² 柳丽杰¹ 谢少平² 周嘉炜¹

(1. 韶关市万峰林业勘察设计有限公司, 广东 韶关 512026; 2. 韶关市林业局, 广东 韶关 512026)

摘要 文章采用国家标准森林生态系统服务功能评估规范对粤北特别保护区（韶关市范围）优势树种（组）的涵养水源、保育土壤、净化大气环境等 7 项评价指标进行评估。结果表明：粤北特别保护区（韶关市范围）森林生态系统服务功能总价值量为 151.00 亿元/年，7 项服务功能的价值大小为：涵养水源 > 生物多样性保护 > 净化大气环境 > 固碳释氧 > 林产品 > 保育土壤 > 积累营养物质，各森林类型提供的生态系统服务功能价值量主要以其他硬阔类和其他软阔类亚热带常绿阔叶林及杉木林 *Cunninghamia lanceolata* 为主，占总价值量的 77.09%。粤北生态特别保护区各森林类型生态系统服务功能价值非常高，其中涵养水源、生物多样性保护功能应作为特别保护区的主导生态功能。

关键词 粤北生态特别保护区；优势树种（组）；生态系统服务功能；价值评估

中图分类号：S719 **文献标志码**：A **文章编号**：2096-2053（2020）06-0096-07

Evaluation of Ecosystem Service Function of Dominant Tree Species (Groups) in Northern Guangdong Ecological Special Reserve (Shaoguan Area)

WAN Yanhua¹ ZHOU Hong² LIU Lijie¹
XIE Shaoping² ZHOU Jiawei¹

(1. Shaoguan Wanfeng Forestry Survey and Design Co., Ltd., Shaoguan, Guangdong 512026, China; 2. Shaoguan Forestry Bureau, Shaoguan, Guangdong 512026, China)

Abstract The national standard forest ecosystem service function assessment standard was used to evaluate the seven evaluation indexes of dominant tree species (groups) in northern Guangdong special reserve (Shaoguan city area). The results showed that: the value of forest ecosystem services in the northern Guangdong special reserve (Shaoguan city area) was 15.1 billion yuan / year, and the value of seven service functions was as follows: water conservation > biodiversity protection > air quality purification > carbon fixation and oxygen release > forest products > soil conservation > nutrient accumulation. The ecosystem service value of other hard broad-leaved, soft broad-leaved forest and *Cunninghamia lanceolata* forest accounted for 77.09% of the total value. The value of ecosystem services of various forest types in the north Guangdong ecological special reserve (Shaoguan city area) is very high, among which water conservation and biodiversity protection should be the leading ecological functions of the special reserve.

Key words northern Guangdong ecological special reserve; dominant tree species (groups); ecosystem service function; value evaluation

^{*} 第一作者：万雁华（1970—），男，工程师，主要从事林业规划调查、生态价值评等研究，E-mail：553924576@qq.com。

粤北生态特别保护区是由南岭—南水片、石门台—罗坑片以及联接二片的乳源大潭河生态廊道（生态保护带）组成的集中连片保护区。所谓生态特别保护区，是指在“生态保护第一、国家代表性、全民公益性”的建设理念指导下，以保护为核心兼顾地区发展，在具有相对完整的生态系统、自然资源优厚的区域建立的保护区域^[1]。粤北生态特别保护区是广东省践行人与自然和谐共生的可持续发展的案例^[2]。粤北生态特别保护区为广东南岭国家公园建设奠定了坚实基础，也是南岭国家公园规划建设的重要组成部分。粤北生态特别保护区生态系统服务功能特征对南岭国家公园的建设和管理具有重要参加价值。

森林生态系统是陆地最大的生态系统，自然资源丰富多样，对人类的生存与发展及地球环境的维持起着重要的作用。森林产生广泛的生态系统服务，支持人类福祉和社会经济发展^[3]，为人类福祉和国家经济做出了巨大贡献^[4]。森林生态系统服务有着至关重要的作用，无论是人类生存还是福利都有着独一无二的价值，无法被其他系统所替代，也是全世界所认同的一种自然资本^[2]。近30年来，随着生态环境的日益恶化，森林的生态服务功能进入人们的视野，越来越受关注^[5]。森林所有者和管理者需要有效地处理社会对森林生态系统服务需求的日益增长^[6]。2020年3月国家市场监督管理总局和国家标准化管理委员会发布了王兵等制定的国家标准《森林生态系统服务功能评估规范（GB/T38582-2020）》^[7]，为我国森林生态系统服务功能评估提供了标准化方法。

本文按照《森林生态系统服务功能评估规范（GB/T38582-2020）》^[7]国家标准的评估方法对粤北生态特别保护区（韶关市范围内）优势树种（组）的森林生态系统进行评估，旨在客观、科学地评价粤北生态特别保护区（韶关市范围）的不

同优势树种（组）森林生态系统服务功能的物质量和价值量，明确各优势树种生态服务功能特征极其差异，为南岭国家公园建设提供参考。

1 研究区域与方法

1.1 研究区域概况

广东省林业局《粤北生态特别保护区范围划定及建设实施方案》中划定粤北生态特别保护区总面积1987.14 hm²，其中涉及韶关市1014.20 hm²，由南岭—南水片、石门台—罗坑片以及联接二片的乳源大潭河生态廊道（生态保护带）组成，主要包括广东南岭国家级自然保护区、广东乳源南水湖国家湿地公园、广东石门台国家级自然保护区、广东罗坑鳄蜥国家级自然保护区、广东乳源大峡谷省级自然保护区以及广东乳源大潭河县级自然保护区为主体组成。

粤北生态特别保护区（韶关市范围）主要在韶关市地处南岭山脉南部，以中低山山地和丘陵为主，兼有盆地、阶地、谷地、喀斯特等多种地貌。区内总体地势为西北高、东南低。韶关属中亚热湿润型季风气候区，年平均气温为21℃，一月平均气温9.4℃，七月平均气温28.4℃。粤北生态特别保护区（韶关市范围）以阔叶林为主，其中其他硬阔面积最大为35855.12 hm²；其次是其他软阔林，为16246.54 hm²，杉木林 *Cunninghamia lanceolate* 和阔叶混交林面积也较大（图1）。

1.2 数据来源

本研究生态参数来源于广东南岭森林生态系统国家级定位观测研究站的森林生态连清数据集；森林资源数据来源于2018年韶关市森林资源二类调查数据；价格参数以我国权威机构所公布数据为基础制定（表1）。

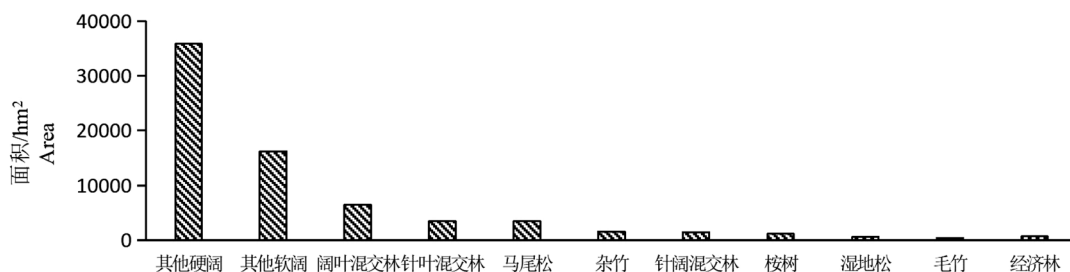


图1 优势树种（组）面积

Fig.1 Area of dominant tree species (groups)

表 1 价值量评估价格参数
Tab.1 Price parameters of value evaluation

名称 Name	单位 Unit	价格参数 Price parameters
水库建设单位库容投资	元 · t ⁻¹	6.78
水的净化费用	元 · t ⁻¹	3.29
挖取单位面积土方费用	元 · m ⁻³	12.6
磷酸二铵含氮量	%	14.00
磷酸二铵含磷量	%	15.01
氯化钾含钾量	%	50.00
磷酸二铵化肥价格	元 · t ⁻¹	3 538.33
氯化钾化肥价格	元 · t ⁻¹	3 002.22
有机质价格	元 · t ⁻¹	857.78
固碳价格	元 · t ⁻¹	1 200.00
制造氧气价格	元 · t ⁻¹	1 392
负离子生产费用	元 · 10 ⁻¹⁸ 个 ⁻¹	6.56
二氧化硫治理费用	元 · kg ⁻¹	1.20
氟化物治理费用	元 · kg ⁻¹	0.69
氮氧化物治理费用	元 · kg ⁻¹	0.63
降尘清理费用	元 · kg ⁻¹	0.15
PM ₁₀ 所造成健康危害经济损失	元 · kg ⁻¹	30.34
PM _{2.5} 所造成健康危害经济损失	元 · kg ⁻¹	4 665.12
生物多样性保护价值	元 · hm ⁻² · a ⁻¹	Shannon-Wiener 指数 <1 时, S1 为 3 000 元 · hm ⁻² · a ⁻¹ ; 1 ≤ Shannon-Wiener 指数 < 2, S1 为 5 000 元 · hm ⁻² · a ⁻¹ ; 2 ≤ Shannon-Wiener 指数 < 3, S1 为 10 000 元 · hm ⁻² · a ⁻¹ ; 3 ≤ Shannon-Wiener 指数 < 4, S1 为 20 000 元 · hm ⁻² · a ⁻¹ ; 4 ≤ Shannon-Wiener 指数 < 5, S1 为 30 000 元 · hm ⁻² · a ⁻¹ ; 5 ≤ Shannon-Wiener 指数 < 6, S1 为 40 000 元 · hm ⁻² · a ⁻¹ ; 指数 ≥ 6 时, S1 为 50 000 元 · hm ⁻² · a ⁻¹ 。

注: S1 为基于 Shannon-Wiener 指数的生物多样性保护价值。Note: S1 is the value of biodiversity conservation based on Shannon Wiener index.

1.3 评估方法

本研究依据中华人民共和国国家标准《森林生态系统服务功能评估规范》(GB/T38582-2020)^[7], 采用分布式测算方法对森林生态系统从水源涵养、固碳释氧、保育土壤、积累营养物质、净化大气环境、生物多样性保护和林木产品供给 7 项功能指标进行定量分析和价值评估。各项服务功能评估公式见《森林生态系统服务功能评估规范》(GB/T38582-2020)^[7] 表 1 森林生态系统服务功能物质质量评估公式及参数设计和表 2 森林生态系统服务功能价值量评估公式及参数设计。

2 结果与分析

根据以上研究方法计算可得研究区内各种森林类型的生态服务功能评估。各森林类型生态系统物质质量排序总体表现为: 其他硬阔类 > 其他软

阔类 > 阔叶混交林 > 针叶混交林 > 马尾松 *Pinus massoniana* > 针阔混交林 > 竹林 > 国外松 > 桉树 > 经济林, 说明其他硬阔类和其他软阔类森林类型在森林生态系统服务功能发挥较大作用 (图 2)。

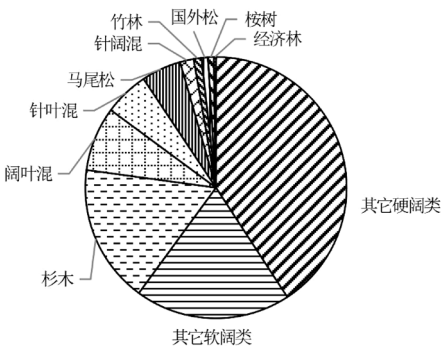


图 2 优势树种 (组) 价值量百分比
Fig.2 Value percentage of dominant tree species (groups)

2.1 涵养水源功能

研究区内各森林类型调节水量合计48600万 m^3 /年, 累计价值可达46.7亿元/年。其中其他硬阔类森林类型在涵养水源中发挥作用最大, 高达21700万 m^3 /年, 创造的价值为20.7亿, 占各森林类型涵养水源价值的44.33%, 国外松、桉树、竹林的涵养水源能力相对较低, 最低的是经济林, 仅为153万 m^3 /年。涵养水源功能巨大, 调节地表径流, 补枯削洪的作用对保持研究区内中心河流水量均匀、稳定起着重要作用, 有效延长了丰水期, 减少崩坍、滑坡、山洪等自然灾害的发生。各森林类型的涵养水源能力大小为(图3): 其他硬阔类>其他软阔类>杉木>阔叶混交林>马尾松>针叶混交林>针阔混交林>竹林>国外松>桉树>经济林。不同森林类型涵养水源差异可能是由于不同树种生理结构、枯落物蓄水能力、林冠层截留能力不同造成。

2.2 保育土壤功能

森林保育土壤功能由固土和保肥两部分组成, 各森林类型总的固土量为275万吨/年, 固定有机质的总量为13.7万吨/年, 固定氮、磷、钾的总量分别为0.83万吨/年、0.1万吨/年、0.06万吨/年, 森林的保育土壤总价值量为4.86亿元/年。其他硬阔类和其他软阔类保育土壤价值占比

为72.22%, 其余各类森林类型保育土壤价值仅占27.78%。由图4可知各森林类型保育土壤的价值量存在差异, 其他硬阔类保育土壤价值最大为2.43亿元/年, 其他软阔类保育土壤价值次之为1.08亿元/年, 国经济林的保育土壤价值最低为0.0165亿元/年。保育土壤功能在减少水土流失, 保持土壤肥力方面有至关重要的作用。由图4得出各森林类型的保育土壤价值排序为: 其他硬阔类>其他软阔类>阔叶混>杉木>马尾松>针叶混>针阔混>竹林>桉树>经济林>国外松。各森林类型的保育土壤能力不同, 影响固土能力的因素主要包括土壤表层植被多样性, 林冠截留、树根、树种生长特性、地面枯落物等方面; 保肥能力主要与土壤养分含量以及森林植被减蚀模数有关。

2.3 固碳释氧功能

各森林类型生态系统的固碳总量为35.30万吨/年, 释氧总量为89.10万吨/年。从价值量来看, 各森林类型固碳释氧总价值为16.6亿元/年。其中, 其他硬阔类森林固碳释氧价值最大可达7.24亿元/年, 占比43.61%, 其他软阔类森林固碳释氧价值次之为3.76亿元/年, 最小的是经济林, 固碳释氧价值仅为0.04亿元/年。森林生态系统的固碳释氧功能有效减缓温室效应。总体上森林

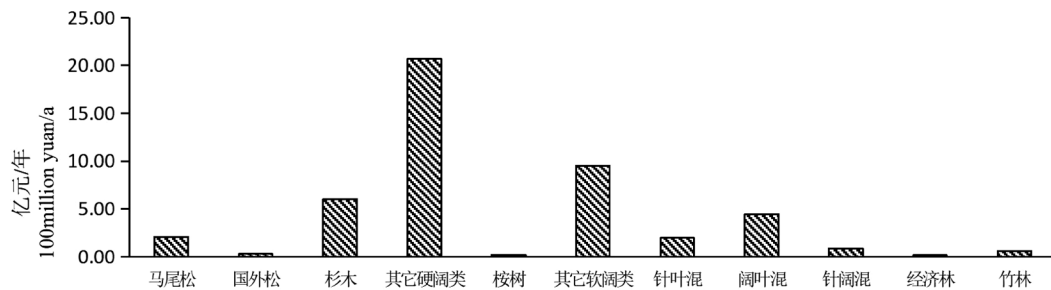


图3 优势树种（组）涵养水源功能价值量

Fig.3 Water conservation function value of dominant tree species (groups)

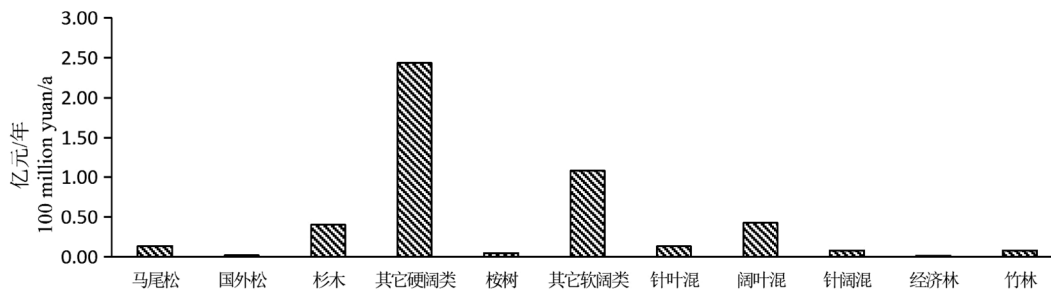


图4 优势树种（组）保育土壤功能价值量

Fig.4 Soil conservation function value of dominant tree species (groups)

类型的固碳释氧能力排序为：其他硬阔>其他软阔>杉木>阔叶混>马尾松>针叶混>针阔混>竹林>桉树>国外松>经济林（图5），不同森林类型的固碳释氧差异可能与森林树种的生长特性和森林经营措施有关。

2.4 积累营养物质功能

各森林类型生态系统积累N元素总量为0.48万吨/年、P元素总量为0.06万吨/年、K元素总量为0.27万吨/年，累计价值量可达1.05亿元/年，在保持土壤肥力方面意义重大。其他硬阔类、其他软阔类、阔叶混交林、杉木在N、P、K元素积累上占较大优势。如图6所示，各森林类型积累营养物质价值排序为：其他硬阔>其他软阔>阔叶混>杉木>针叶混>针阔混>马尾松>竹林>桉树>国外松>经济林。导致各森林类型积累营养物质含量差异的原因可能是在植物生长过程中需要不断从周围环境中吸收氮、磷、钾营养元素，固定在植物中，但由于不同植物的生长特性对氮、磷、钾元素的固定能力存在较大差异，使得各森林类型积累营养物质的能力也不同，除此之外还与各森林类型面积占比有关。

2.5 净化大气环境功能

本研究选取了森林树种吸收污染物、滞留灰

尘、提供负氧离子等指标进行研究，以评估森林生态系统对大气环境的净化功能。各森林类型吸收二氧化硫的总量为0.11万吨/年、吸附氟化物和氮氧化物的总量分别是0.09万吨/年、0.09万吨/年，滞尘量高达3.2万吨/年，提供负氧离子的总量为 70.3×10^{21} 个/年。各森林类型净化大气环境功能总价值为29亿元/年，极大地提高了环境质量。其中其他硬阔类、其他软阔类和杉木占比69.07%，经济林净化大气环境的价值占比仅为0.21%。各森林类型净化大气环境价值的排序如图7所示为：杉木>其他硬阔>其他软阔>针叶混>马尾松>针阔混>阔叶混>国外松>竹林>桉树>经济林。各森林类型净化大气环境的能力不同可能与各类型树种的叶表面结构、树冠大小、郁闭度等因素有关。

2.6 生物多样性保护功能

各森林类型生物多样性保护的总价值量为45.2亿元/年，对目前南岭生物多样性退化和加强生态系统稳定方面有积极促进作用，也进一步证明将南岭作为自然保护区的重大意义。其中其他硬阔类和其他软阔类占比68.46%，其次为杉木和阔叶混交林，价值量分别是5.68亿元/年、3.76亿元/年，价值量最小的是经济林，仅占0.11%。在生

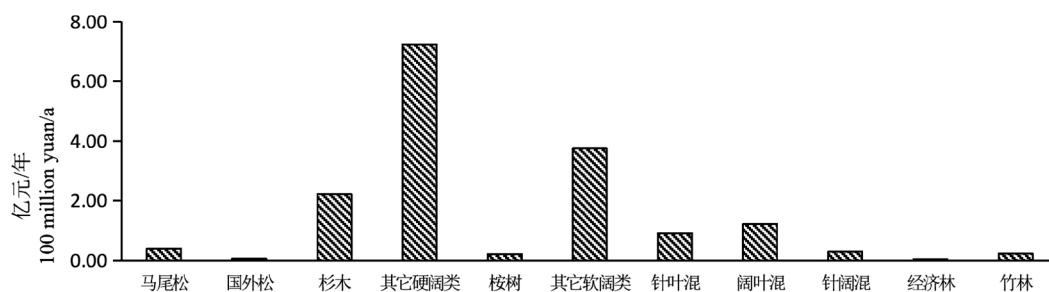


图5 优势树种(组)固碳释氧功能价值量

Fig.5 Carbon fixation and oxygen release function value of dominant tree species (groups)

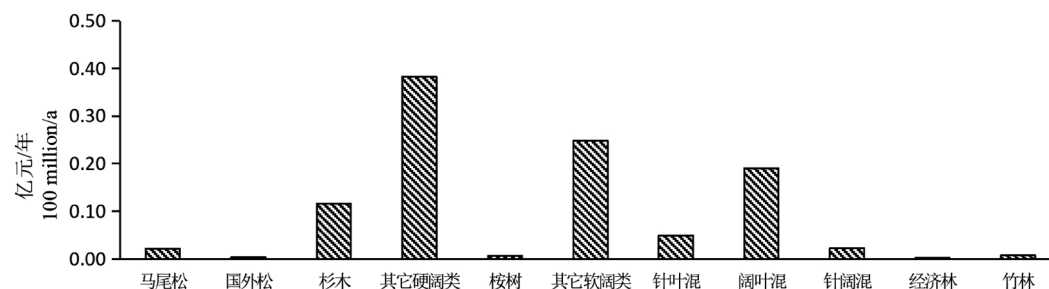


图6 优势树种(组)林木积累营养物质功能价值量

Fig.6 Accumulated nutrients functional value of dominant tree species (groups)

物多样性保护方面各森林类型的价值量排序（图8）表现为：其他硬阔>其他软阔>杉木>阔叶混>针叶混>马尾松>针阔混>国外松>竹林>桉树>经济林。说明其他硬阔类和其他软阔类对森林生态系统的生物多样性保护功能贡献较大，导致不同森林类型生物多样性保护价值量差异可能与研究区内跟森林类型面积占比和林木蓄积量有较大的关系。

2.7 林木产品供给

本研究区内各森林类型创造的主要林产品价值总量为 7.32 亿元/年，其中其他硬阔类、其他软阔类和杉木主要林产品价值量分别是 2.74 亿元/年、1.28 亿元/年、1.62 亿元/年，总占比为 77.05%，竹林的主要林产品价值量最小，仅占 0.68%。各森林类型的主要林产品功能价值量排序（图9）为：其他硬阔类>杉木>其他软阔类>阔叶混交林>针叶混交林>桉树>马尾松>针阔混交林>经济林>国外松>竹林。

3 结论与讨论

粤北生态特别保护区（韶关市范围）森林质量高、范围广，其森林生态系统服务功能具有重大价值，总价值量达到 151.00 亿元/年。由于粤北生态特别保护区实现了集中连片的大范围保护，

因此其森林生态系统服务功能价值远高于一般自然保护区，约为广西猫儿山国家级自然保护区的生态系统服务功能价值^[8]的 9 倍，浙江乌岩岭国家级自然保护区森林生态系统服务价值 15 倍^[9]。

7 项服务功能的价值贡献大小为：涵养水源>生物多样性保护>净化大气环境>固碳释氧>林产品>保育土壤>积累营养物质。与张济^[10]对宣城森林生态服务功能研究中得出的结论基本一致，与魏长源^[11]在南平茫荡山国家自然保护区森林生态系统服务功能价值评估和缪建群等^[12]对江西高天岩保护区生态服务功能研究得出结论不同，可能是因为研究的森林类型不同、林分结构以及地理区位差异的不同造成的。南岭是我国重点生态功能区，生物多样性保护优先区和广东省的重要水源地。涵养水源、生物多样性保护、净化大气环境是地处南岭山区的粤北生态特别保护区（韶关市范围）森林生态系统的主导生态功能，应充分发挥其优势。

各森林类型在 7 项生态系统服务功能中其他硬阔类、其他软阔类、杉木总体上在价值量评估中排在前三位，占比 77.09%，经济林基本排在最后一位。其他硬阔类和其他软阔类树种的生态服务价值高体现了地带性亚热带常绿阔叶林的重要生态作用，经济林、国外松等价值相对较低。经

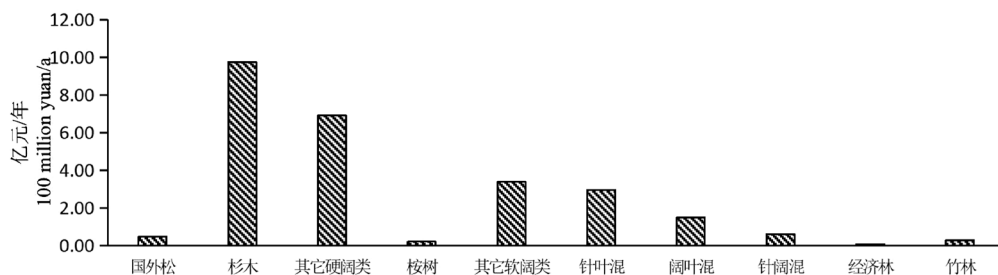


图 7 优势树种（组）净化大气环境功能价值量

Fig.7 Air quality purifying functional value of dominant tree species (groups)

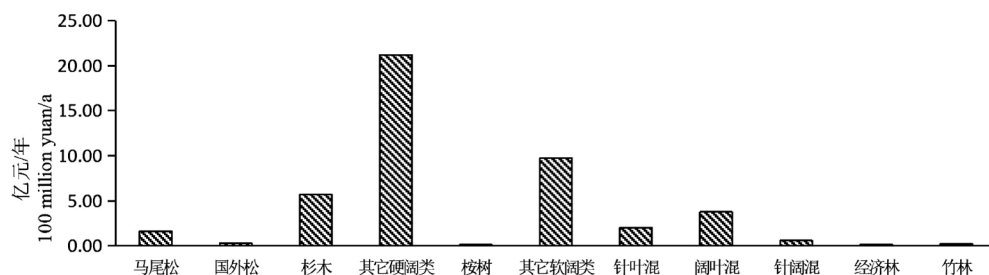


图 8 优势树种（组）生物多样性保护功能价值量

Fig.8 Biodiversity protection function value of dominant tree species (groups)

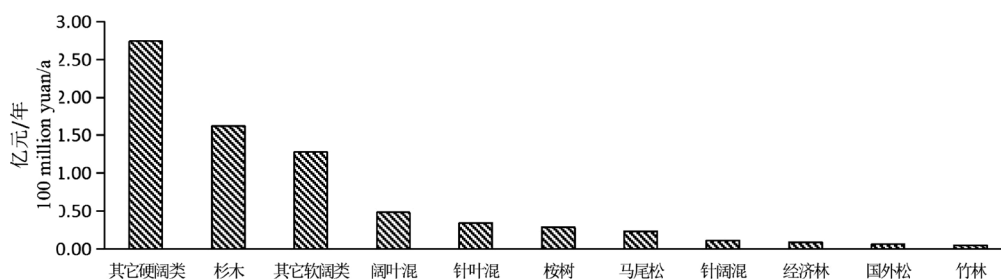


图9 优势树种(组)林木产品供给功能价值量

Fig.9 Forest products functional value of dominant tree species (groups)

济林受人为因素较大,因此在前6项森林生态评估中发挥的作用并不显著,而在主要林产品功能中,桉树和经济林的价值量均比其他6项服务功能的排序靠前。因此,研究区在今后的林业工作中应注重植被更新和林相改造工作,在经营维护好主要的森林类型之外,还应重视桉树、经济林的改造和培育管理。

本研究中所使用的评估体系主要是针对相对公认、成熟的易于量化和价值化的森林生态系统服务功能指标,还有一些生态服务功能评估指标没有考虑在内,因此对研究区内森林生态系统服务功能的评估不够全面,一定程度上低估了生态系统的服务功能和价值。另一方面本文仅对一个时间段的森林生态系统服务功能进行了研究,缺乏长时间动态评估。在未来研究中可深入开展更多森林生态系统服务功能的长期动态评估,以全面掌握区域内森林生态系统服务功能价值及其动态,为科学管理森林提升森林生态系统服务功能提供支撑。

参考文献

- [1] 林焱, 赵丽. 粤北生态特别保护区建设的调查与思考: 南岭国家森林公园的启示[J]. 环境保护与循环经济, 2018, 38(8): 56-59.
- [2] 石燕香, 叶钦良, 张蒙. 自然保护区森林生态系统服务功能评估方法与指标研究综述[J]. 林业与环境科学, 2019, 35(4): 123-127.
- [3] CAO SX, SUO XH, XIA CQ, et al. Net value of forest ecosystem services in China[J]. Ecological Engineering, 2020, 142(6): 1-7.
- [4] ALEJANDRA MO, AITOR A, MIQUEL DC, et al. Future trade-offs and synergies among ecosystem services in Mediterranean forests under global change scenarios[J]. Ecosystem Services, 2020, 45(12): 1-13.
- [4] 谢林武, 林焱, 李婉娴, 等. 粤北生态特别保护区生态补偿研究: 以罗坑鳄蜥国家级自然保护区为例[J]. 环境保护与循环经济, 2020, 40(2): 83-86.
- [5] 王兵, 任晓旭, 胡文, 等. 森林生态系统服务功能评估区域差异性[J]. 东北林业大学学报, 2010, 38(11): 49-53.
- [6] ALEXANDRA M, ROLAND O, CHRISTIAN U, et al. The valuation of forest ecosystem services as a tool for management planning a choice experiment[J]. Journal of Environmental Management, 2020, 271(10): 1-13.
- [7] 国家标准化管理委员会. GB/T38582-2020森林生态系统服务功能评估规范[S]. 北京: 中国标准出版社, 2020.
- [8] 王海伦, 王金叶, 闫文德, 等. 广西猫儿山国家级自然保护区森林生态系统生态服务价值评估[J]. 桂林理工大学学报, 2018, 38(1): 117-123.
- [9] 李左玉, 董红先, 刘雷雷, 等. 浙江乌岩岭国家级自然保护区森林生态系统服务价值评估[J]. 浙江农林大学学报, 2020, 37(5): 891-897.
- [10] 张济. 宣城市森林生态系统生态服务价值研究[J]. 安徽农业科技, 2019, 47(12): 142-145.
- [11] 魏长源. 南平茫荡山国家级自然保护区森林生态系统服务功能价值评估[J]. 林业调查规划, 2019, 44(5): 101-104; 137.
- [12] 缪建群, 孙松, 王志强, 等. 江西高天岩自然保护区生态系统服务功能价值评估[J]. 生态学报, 2017, 37(19): 6222-6430.