郭仲军, 黄继红, 路兴慧, 等. 基于第七次森林资源清查的新疆天然林生态系统服务功能[J]. 生态科学, 2015, 34(4): 118−124.
GUO Zhongjun, HUANG Jihong, LU Xinghui, et al. Nature tree ecosystem services evaluation in Xinjiang based on the seventh national forest assessment data[J]. Ecological Science, 2015, 34(4): 118−124.

基于第七次森林资源清查的新疆天然林生态系统服务功能

郭仲军[1], 黄继红[2,*], 路兴慧[2], 王计平[3], 臧润国[2]

1. 新疆林业科学院森林生态所, 乌鲁木齐 830000
2. 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
3. 国家林业局盐碱地研究中心, 北京 100091

【摘要】 新疆地处我国西北部, 为典型的干旱区, 是我国实施天然林保护工程的重点区域之一。依据第七次全国森林资源清查结果, 参考《中国森林生态服务功能评估规范》, 评估了新疆天然乔木林在涵养水源、保育土壤、固碳释氧、积累营养物质、净化大气环境和生物多样性保护 6 个方面的生态系统服务功能。结果显示: 新疆天然乔木林生态效益总价值为 229.35 亿元·a^{-1}, 其中涵养水源功能价值量最大, 占新疆天然乔木林生态效益总价值的 39.20%, 其次为生物多样性保护价值量, 占总价值量的 21.11%。由此表明: 新疆天然乔木林更新能力低下, 天然林保护工程应加强林分更新能力的提升。此外, 由于新疆地处干旱区, 天然乔木林在涵养水源方面的作用最为突出, 在生物多样性保护方面贡献位居其次, 这充分说明在新疆开展天然林保护工程应更加重视起在这两方面的重要作用, 这为新疆天然林保护工程实施策略的调整提供重要的参考。

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

doi:10.14108/j.cnki.1008-8873.2015.04.019 **中图分类号:** S718.56 **文献标识码:** A **文章编号:** 1008-8873(2015)04-118-07

Nature tree ecosystem services evaluation in Xinjiang based on the seventh national forest assessment data

GUO Zhongjun[1], HUANG Jihong[2,*], LU Xinghui[2], WANG Jiping[3], ZANG Runguo[2]

1. *Institute of Forest Ecology*, *Xinjiang Forestry Academy*, *Urumqi* 830000, *China*
2. *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*
3. *Research Center of Saline and Alkali Land of State Forestry Administration*, *Beijing* 100091, *China*

Abstract: Xinjiang which locates in northwest of China is a typical arid region. It is one of the key regions implemented with natural forest protection project. Based on data from the seventh national forest inventory and assessment of forest ecological services in China, we analyzed the current status of nature forest and evaluated the value of ecological benefits for Xinjiang using six kinds of ecological services functions which included water conservation, soil conservation and fertility maintenance, CO_2 fixation and O_2 generation, nutriment accumulation, air purification, and biodiversity protection. The results show that main nature tree forest of Xinjiang are composed of spruce forest, larch forest, poplar forest and birch forest. These four forest types account for 96.60% of total area and for 97.50% of total volumes of nature tree forest in Xinjiang. Mature forest and over-mature forest are the majority of nature tree forest in Xinjiang. Total value of ecological benefits of nature tree forest in Xinjiang is 22.935 billion RMB

收稿日期: 2014-08-05; **修订日期:** 2015-03-06

基金项目: 天然林保护等林业工程生态效益评价研究(201304308)

作者简介: 郭仲军(1964—), 男, 新疆, 高级工程师, 研究方向为森林经营和森林生态学, E-mail: gzj19641101@sina.com

***通信作者:** 黄继红, 女, 助理研究员, 研究方向为生物多样性与植物地理学, E-mail: northalluvion@163.com

per year. Of all the six ecological services, water conservation is the largest, accounting for 39.20% of total value, followed by biodiversity conservation, accounting for 21.11% of total value. Renewal capacity of nature tree forest is low, thus natural forest protection project for Xinjiang to enhance the ability to update the stand should be strengthened. In addition, the most prominent roles of natural tree forests in Xinjiang are water conservation and biodiversity conservation. The study provides an important reference for the implementation and adjustment of policies in Xinjiang natural forest protection project.

Key words: nature forest protection project; ecological benefit; forest ecosystem; service function of forest ecosystem; sustainable development

1 前言

森林是人类和多种生物赖以生存和发展的基础。天然林是森林最重要的组成部分, 不仅提供了大量的木质林产品和非木质林产品, 而且在历史、文化、美学、休闲等方面也具有重要价值。不仅如此, 天然林生态系统在保障农牧业生产条件、维持生物多样性、保护生态环境、减免自然灾害和调节全球碳平衡和生物地球化学循环等方面也发挥着不可替代的作用。在我国, 天然林主要分布在大江大河的源头和部分农业主产区周围, 对维持长江、黄河、黑龙江等流域的生态稳定性, 保障农业持续的稳产高产都起着至关重要的作用。此外, 我国的天然林结构复杂, 是多种动植物生存和繁衍的栖息地, 因此, 我国的天然林蕴藏着极为丰富的生物多样性, 这也造就了我国具有丰富的生物物种和基因资源库, 从而成为世界上物种多样性特丰富的国家之一[1–2]。

我国的天然林生态系统在涵养水源、保护土壤、固碳释氧、保育生物多样性和防风固沙等方面均发挥着极为重要的作用[3]。1998 年我国开始了天然林保护工程的试点工作, 并与 2000 年正式启动。该工程是我国六大林业工程之一, 其目的是从根本上遏制生态环境恶化, 保护生物多样性, 促进社会经济的可持续发展[4–5]。天保工程一期建设, 有效保护了天然林资源, 工程区生态环境状况有了明显改善[6]。目前, 有关天然林资源保护工程综合效益评估的研究层出不穷[7–10], 这些研究主要从生态、经济和社会三个层面为核心构建综合指标体系。由于时空、地域甚至政策等差异较大, 且涉及具体指标繁杂, 基于综合效益评价体系方面的研究至今没有形成统一的评估体系。也有不少研究仅侧重探讨生态效益的评估[11–13], 虽然这些评估也没有形成统一的评估体系, 但基本接近《森林生态系统服务功能评估规范》[14]的评估体系, 主要从涵养水源、保育土壤、固碳释氧、积累营养物质、净化大气、森林防护、维持生物多样性和森林游憩等方面进行评估。由于《森林生态系统服务功能评估规范》[14]综合运用了生态学、水土保持学和经济学等理论, 以遥感、地理信息系统、过程机理模型等为工具建立[15], 在当前涉及到森林生态系统服务功能的评估体系中相对有较强和完善的理论基础, 且在森林生态系统服务功能价值评估领域已经得到广泛的应用, 已有的研究涉及不同空间尺度[15–17]、森林类型[18]和林业生态工程[19]等方面。而且, 该套评估体系已经形成林业行业规范, 其评估结果具有同行业的可比性, 因此未来将具有更广泛的应用空间。

新疆森林面积约为全疆植被面积的 2%, 但新疆森林在经济、社会和生态效益等方面却发挥着重要的作用[20], 是新疆的生态支持系统和生态安全的保障[21]。虽然新疆森林资源总体呈上升趋势, 但仍存在着天然林稀少、森林覆盖率低、林分年龄结构失调、树种单一等问题[22]。虽然已有研究评估了新疆森林生态系统服务功能[15, 23], 但对于天然林生态系统服务功能的价值尚缺乏相应的数据评估。因此, 本文以主要全国第七次森林资源清楚数据[24]为基础, 重点参考《中国森林生态服务功能评估》[15]结果数据, 根据天然乔木林面积比例初步估算出新疆天然乔木林生态服务功能价值。由于《中国森林生态服务功能评估》[15]报告完全按照《森林生态系统服务功能评估规范》[14]采用分布式测算方法, 因此, 我们基于该套数据计算出新疆天然乔木林生态系统服务功能的结果可与相同评估体系的评估结果进行比较。该评估结果为新疆天然林保护工程实施的生态效益评估提供重要的参考数据。

2 研究区概况

2.1 新疆基本情况

新疆位于我国西北部, 地处欧亚大陆中心, 大体上处于东经 73°30’—96°30’, 北纬 34°25’—49°30’之间。东西最长处约 2000 km, 南北最宽处达 1650 km,

总面积 166 万 km^2, 占我国国土面积的六分之一, 是我国面积最大的省级行政区。新疆远离海洋, 地貌轮廓呈“三山夹两盆”的特征, 山脉与盆地相间排列, 盆地被高山环抱。昆仑山、喀喇昆仑山和阿尔金山雄居于南部, 阿尔泰山屹立于北部, 天山自西向东横亘于中部, 把新疆分为南北两半(习惯上称为南疆、北疆), 天山以南是塔里木盆地, 盆地中央是塔克拉玛干大沙漠, 天山以北是准噶尔盆地, 盆地中央是古尔班通古特沙漠。新疆属大陆性温带干旱气候区, 为典型的内陆干旱区, 光热资源丰富, 降水稀少, 较同纬度地区偏低。年降水量北疆地区自下而上从 190—350 mm, 南疆从 5—70 mm。全疆查明大小河流共有 570 条, 年径流量为 7.94×10^{10} m^3, 河流多, 流程短, 水量少。在植物地理上新疆处于欧亚森林亚区、欧亚草原亚区、中亚荒漠亚区、亚洲中部荒漠亚区和中国喜马拉雅亚区的交汇地, 植被呈现出明显的水平和垂直地带性分布, 植被类型多样, 包括温带山地常绿针叶林、温带山地落叶针叶林、温带和暖温带的小叶林、温带和暖温带的落叶灌丛, 温带和暖温带的草原、温带和暖温带的荒漠、高寒荒漠、草甸、肉质盐生植物、高山垫状植物。

2.2 新疆天然林保护工程区森林资源概况

新疆天然林保护工程区总面积 9.77×10^6 hm^2, 林业用地面积 4.24×10^6 hm^2, 其中: 有林地 1.44×10^6 hm^2, 灌木林地 1.52×10^6 hm^2, 疏林地 1.70×10^5 hm^2, 未成林造林地 1.23×10^3 hm^2, 苗圃地 8.40×10^2 hm^2, 无林地 1.10×10^6 hm^2。非林业用地 5.54×10^6 hm^2。森林蓄积 2.62×10^8 m^3。新疆山地森林分布地域性极强, 北疆明显多于南疆, 天山北坡森林主要分布在海拔 1400—2800 m 的中山带。主要树种为云杉, 有少量落叶松、桦树、山杨等, 面积占全疆山区森林的 50%以上, 其数量和质量均为全疆之最。阿尔泰山森林分布在海拔 1200—2400 m 的中山带, 主要树种为落叶松和云杉, 还有少量冷杉、红松、桦树、山杨等, 面积占全疆山区森林的 40%以上。在干旱的天山南坡和昆仑山区, 森林分布升至海拔 2400—3600 m, 主要树种为云杉、柏树等, 面积不足全疆山区森林的 10%, 且质量低下。新疆山区森林多分布在阴坡和半阴坡, 呈条、块状分布。林地与牧草地交错, 因此森林覆盖率低, 在林区也仅为 15%—40%之间。由于林牧交错, 给林区管护和森林天然更新及人工更新造林带来巨大的矛盾和困难。新疆森林从林龄结构看, 中幼林比重明显偏小, 后备资源不足, 而成过熟林比重过大, 易受风灾和病虫害侵害。林内枯倒木较多, 林区活动人员多, 管护难度大。

3 评估方法和数据来源

本文采用 LY/T 1721—2008 森林生态系统服务功能评估规范[14], 对新疆天然乔木林生态系统服务价值进行评估, 具体包括涵养水源、保育土壤、固碳释氧、积累营养物质、净化大气环境和生物多样性保育 6 项功能。数据和参数来源包括 3 个方面, 一是第七次新疆天然林乔木林森林资源清查数据; 二是森林生态系统定位研究站长期定位观测研究数据(主要来源于公开发表学术期刊中同类研究成果及网络共享数据库); 三是 LY/T 1721—2008 森林生态系统服务功能评估规范[14]中提供的我国权威机构公布的社会公共数据。各指标评估公式见表 1, 具体参数及其来源见表 2。

4 结果与分析

4.1 新疆天然乔木林资源现状

根据第七次全国森林资源清查结果[24]统计, 新疆天然乔木林共包括 11 类, 分别为云杉林、落叶松林、杨树林、桦木林、樟子松林、冷杉林、柳树林、

表 1 天然林生态效益评估公式

Tab. 1 Functions on values of ecological benefits of nature forest ecosystem

功能类别	指 标	评估公式
涵养水源	调节水量	$U_{调}=10C_{库}A(P-E-C)$
	净化水质	$U_{水质}=10KA(P-E-C)$
保育土壤	固土	$U_{固土}=AC_{土}(X_2-X_1)/\rho$
	保肥	$U_{肥}=A(X_2-X_1)(N_{土}C_1/R_1+P_{土}C_1/R_2+K_{土}C_2/R_3+MC_3)$
固碳释氧	固碳	$U_{碳}=AC_{碳}(1.63R_{碳}B_{年}+F_{土壤碳})$
	释氧	$U_{氧}=1.19C_{氧}AB_{年}$
营养物质积累	林木营养积累	$U_{营养}=AB_{年}(N_{营养}C_1/R_1+P_{营养}C_1/R_2+K_{营养}C_2/R_3)$
净化大气环境	提供空气负离子	$U_{负离子}=5.256\times10^{15}\times AHK_{负离子}(Q_{负离子}-600)/L$
生物多样性保护	生物多样性保护*	$U_{总}=\left(1+\sum_{m=1}^{x}E_m\times0.1+\sum_{n=1}^{y}B_n\times0.1\right)S_{生}A$
总价值		$U=\sum_{i=1}^{9}U_i$

注: *生物多样性保护评估公式参考王兵和宋庆丰[25], 其它评估公式均参考森林生态系统服务功能评估规范[14]

表 2　天然林生态效益评估的详细参数及其来源

Tab. 2　Parameters and data sources on values for ecological benefits of nature forest ecosystem

参数	参数说明	数据来源
A	林分面积	根据第七次全国森林资源清查数据[24]汇总各林分面积
P	林分年降水量	worldclim 数据源
E	林分年蒸散量	Atlas of the Biosphere 数据源
C	林分地表径流量	相关研究表明云杉林内形成的地表径流量仅占降水量的 1.10%
$C_{库}$	水库建设单位库容造价	6.11 元·m^{-3}[14]
K	水的净化费用	2.09 元·t^{-1}[14]
$C_{土}$	挖取和运输单位体积土方所需费用	12.60 元·m^{-3}[14]
X_1	林地土壤侵蚀模数	3.47 t·hm^{-2}·a^{-1}[27]
X_2	无林地土壤侵蚀模数	8.12 t·hm^{-2}·a^{-1}[27]
ρ	土壤容重	1.25 t·m^{-3}[28]
$N_{土}$	林分土壤含氮量	0.69%[28];
$P_{土}$	林分土壤含磷量	0.03% [28];
$K_{土}$	林分土壤含钾量	0.48%[28];
M	林分土壤有机质含量	1.39%[26]
R_1	磷酸二胺化肥含氮量	14.00%[14]
R_2	磷酸二胺化肥含磷量	15.01% [14]
R_3	氯化钾化肥含钾量	50.00%[14]
C_1	磷酸二胺化肥价格	2400.00 元·t^{-1}[14]
C_2	氯化钾化肥价格	2200.00 元·t^{-1}[14]
C_3	有机质价格	320.00 元·t^{-1}[14]
$C_{碳}$	固碳价格	1200.00 元·t^{-1}[14]
$R_{碳}$	CO_2 中碳的含量	27.27%[14]
$B_{年}$	林分净生产力	不同林分类型取值不同[29], 乔木和灌木的生物量和碳储量之间利用 0.50 的转换系数[30]
$F_{土壤碳}$	单位面积林分土壤年固碳量	按森林植被碳储量的 2.50 倍计算[16]
$C_{氧}$	氧气价格	1000.00 元·a^{-1}[14]
$N_{营养}$	林木含氮量	根据林分类型取值各异, 参考相关研究发表的数据整理[31], 单位: %
$P_{营养}$	林木含磷量	根据林分类型取值各异, 参考相关研究发表的数据整理[31], 单位: %
$K_{营养}$	林木含钾量	根据林分类型取值各异, 参考相关研究发表的数据整理[31], 单位: %
H	林分高度	根据二类资源数据求得各林分的高度, 单位: m
$K_{负离子}$	负离子生产费用	5.82 元·10^{-18}·个$^{-1}$[14]
$Q_{负离子}$	林分负离子浓度	根据相关研究成果整理[32], 不同林分类型取值不同, 单位: 个·cm^{-3}
L	负离子寿命	10.00 min
E_m	评估林分(或区域)内物种 m 的濒危等级	中国数字植物标本馆和中国特有植物名录[33]
B_n	评估林分(或区域)内物种 n 的特有种等级	中国野生濒危保护植物名录[34]
x	计算濒危指数物种数量	中国数字植物标本馆(http://www.cvh.org.cn/cms/)和中国野生濒危保护植物名录[34]
y	计算特有种指数物种数量	中国数字植物标本馆(http://www.cvh.org.cn/cms/)和中国特有植物名录[33]
$S_{生}$	单位面积物种多样性保育价值量	参考 LY/T 1721—2008《森林生态系统服务功能评估规范》[14]中的分级标准, $S_{生}$为 5000.00 元·hm^{-2}·a^{-1}

其它硬阔类、红松林、其它软阔类和榆树林。各林分类型面积和蓄积量的百分比见图 1。云杉和落叶松为主的针叶林是新疆天然乔木林的主要林分类型, 该两类林分的面积占新疆天然乔木林总面积的 77.31%, 其蓄积量占新疆天然乔木林总蓄积量的 92.31%。其次为杨树和桦木林为主的阔叶林, 该两种林分类型的面积占新疆天然乔木林总面积的 19.30%, 其蓄积量不足新疆天然乔木林总蓄积量的

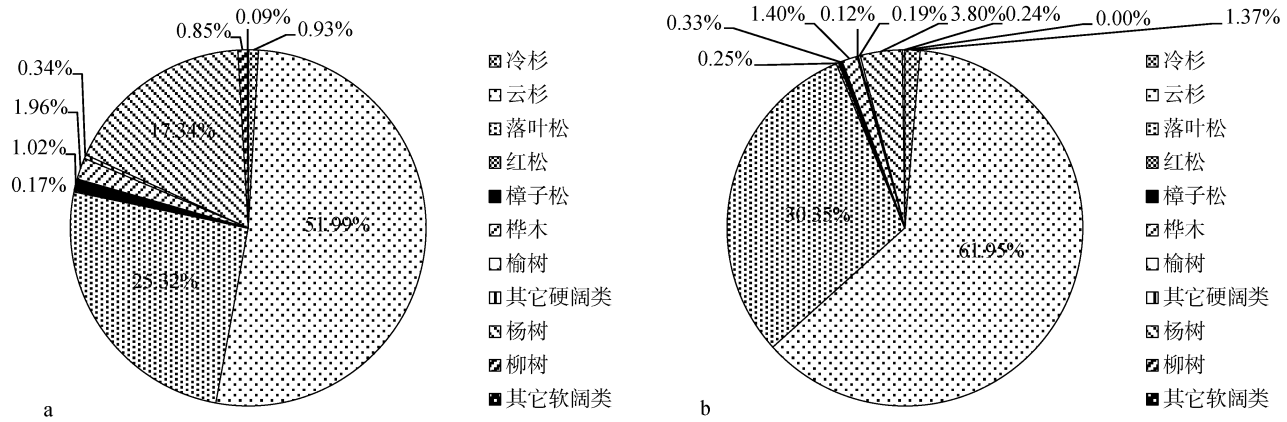

图 1 新疆天然乔木林各林分类型面积(a)和蓄积量(b)的百分比

Fig. 1 Percentage of areas and volumes for different stand types of natural tree forest in Xinjiang

6.00%。其余林分类型面积近占新疆天然乔木林总面积的 3.40%, 其蓄积量仅占新疆天然乔木林总蓄积量的 2.50%。

不同林龄组面积及蓄积量百分比见图 2。在不同林龄组中, 成熟林所占的比例最高, 其次是过熟林, 然后依次是近熟林、中林龄和幼龄林。成、过熟林都是新疆天然乔木林的主体, 其中, 成、过熟林面积占新疆天然乔木林面积的 56.23%, 蓄积量占 65.89%。新疆天然乔木林主要林分类型中, 云杉林以成熟林的面积和蓄积量最大, 分别占其总量的38.19%和42.52%; 落叶松林以过熟林的面积和蓄积量最大, 分别占其总量的 42.61%和 50.87%; 杨树林也以过熟林的面积和蓄积量最大, 分别占其总量的 33.81%和 46.93%; 桦木林以近熟林面积最大, 占 30.43%, 但蓄积量以过熟林为主体, 占 44.36%。其他非主要林分中, 冷杉林和樟子松林以中林龄为主; 其它软阔类以幼龄林为主; 红松林全为成熟林和过熟林占据; 其它硬阔类林中中林龄和成熟林各占 50.00%; 柳树林以幼龄林和近熟林为主。由此可见, 不同林分类型林龄组结构不同, 但总体表现为以成熟林和过熟林为主的林分类型居多, 仅有冷杉林、樟子松林、其它硬阔类、柳树林和其它软阔类这些非主要林分类型以中林龄和幼龄林为主体。

4.2 新疆天然乔木林生态效益

结合第七次全国森林资源清查统计数据[24]和《中国森林生态服务功能评估》[15]结果进行分析, 新疆天然乔木林各功能项价值量评估结果及其所占的百分比见表 3, 总价值量 229.35 亿元。其中涵养水源功能价值量最大, 占总价值量的 39.20%; 其次为生物多样性保护价值量, 占总价值量的 21.11%; 固碳释氧价值量位于第三位, 占总价值量的 19.20%; 净化大气环境价值量列第四位, 占总价值量的 14.00%; 积累营养物质价值量位列第五位, 占总价值量的 3.81%; 保育土壤价值量最小, 仅占总价值量 2.68%。

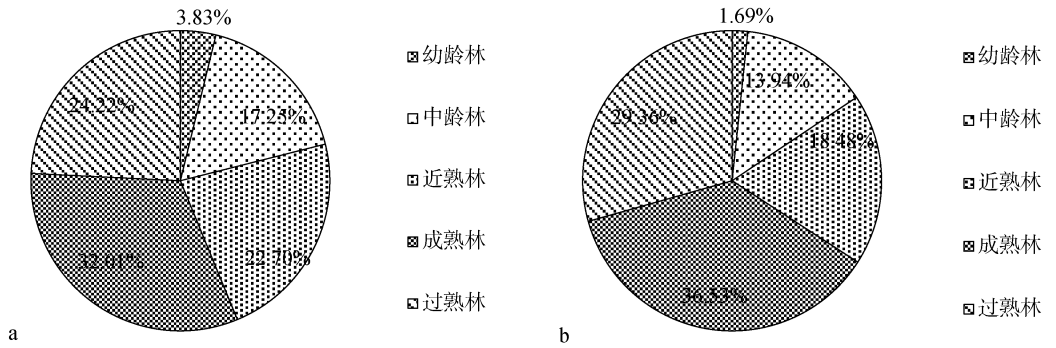

图 2 新疆天然乔木林不同林龄组面积(a)和蓄积量(b)的百分比

Fig. 2 Percentage of areas and volumes for different age groups of natural tree forest in Xinjiang

表 3　新疆天然乔木林生态效益各功能项价值量及其百分比
Tab. 3　Value and percentage of the different nature forest ecosystem services in Xinjiang

功能项	价值量/(亿元·a^{-1})	百分比/%
涵养水源	89.90	39.20
保育土壤	6.14	2.68
固碳释氧	44.03	19.20
积累营养物质	8.74	3.81
净化大气环境	32.11	14.00
生物多样性保护	48.42	21.11
合计	229.35	100.00

5　结论与讨论

新疆天然乔木林面积为 1.41×10^6 hm^2, 占全国天然乔木林总面积的 1.22%; 总蓄积量为 2.60×10^8 m^3。占全国天然乔木林总蓄积量的 2.28%, 该百分比与新疆森林面积和蓄积量占全国森林面积和蓄积量的百分比相当, 面积为 1.00%, 蓄积量为 2.40%[35]; 新疆天然乔木林中以云杉林、落叶松林、杨树林和桦木林为主, 该 4 种林分类型占新疆天然乔木林总面积的 96.60%, 占总蓄积量的 97.50%, 这 4 种林分类型也是构成新疆森林植被的主体[36]。

成熟林和过熟林是新疆天然乔木林构成的主体。以云杉、落叶松、杨树和桦木为主的 4 种主要林分类型都是成熟林和过熟林的比例最大, 尽管其它林分类型有以幼龄林和中龄林占主体的情况发生, 但这些林分类型总体构成不足新疆天然林组成的 5.00%。这说明新疆天然林当前的林分更新状况并不理想。这主要是由于五、六十年代由于历史的局限和林区开发建设初期指导思想的偏差, 人们在追求森林经济效益的同时, 忽视了森林的生态效益和社会效益功能, 使用材林资源消耗过快, 部分林区集中过伐, 营林投入的严重不足, 加之樵采、偷盗等社会消耗因素, 以及林区牧业活动日益频繁, 草原退化日趋严重, 极大地影响和制约了森林的天然更新和人工更新效果, 导致森林的林分结构严重失调, 森林的自身的演替功能减弱, 林分质量下降。从上世纪末开始, 现代林业虽然已经调整了单纯追求蓄积量的经营模式, 并在全国范围里启动了天然林保护工程, 但天然林的自然恢复过程是缓慢的。而且有些林分类型的天然更新能力及其低下, 天然云杉的天然更新能力就非常低, 野外调查发现, 采取人工抚育方式有助于天山云杉林的幼苗更新和存活。目前新疆已经开展了天然林的抚育工作, 而且已经取得明显的效果。但现在人工抚育手段的干预想实现的效果还需要经历林木自身生长的时间周期, 才能显示出可见的成效。新疆当前开展的天然林保护工程基本实现了现有天然林资源的保护, 但仅仅依靠天然林的自然更新和恢复还很难有效提升天然林保护工程的生态效益。当前应当采用或引进先进的森林抚育技术和经营管理方式, 充分发挥天然林的生态功能, 有效遏制新疆森林生态环境的退化。

本文采用国家林业局发布的 LY/T 1721—2008 评估规范, 依据森林生态系统服务功能评估体系, 参考《中国森林生态服务功能评估》发布的新疆森林生态系统服务功能数据[15], 依据森林面积分布比例, 对新疆天然乔木林生态效益进行了估算。结果表明: 新疆天然乔木林产生的生态效益总量为 229.35 亿元·a^{-1}。其中涵养水源功能价值量最大, 其次为生物多样性保护价值量。这说明新疆整个地处我国干旱半干旱区, 因此, 新疆的天然林对于水源调节、水资源的合理利用以及干旱气候调节发挥着重要的作用。此外, 新疆地处欧亚大陆腹地, 其植物区系为欧亚森林植物亚区和亚洲荒漠植物亚区[37], 在植物区系起源上与中国东部、西南和青藏高原地区植物区系存在很大的差异, 因此, 其物种组成也具有明显的区域特色, 穿越新疆的中亚天山地区被列为全球 34 个生物多样性热点地区之一, 在中国还被列为全球生物多样性热点地区的还有中国西南山地、华南与印缅交界地区以及喜马拉雅地区[38]。从特有植物分布的情况来看, 新疆区域特有植物的比例也很突出[33]。这充分说明新疆植物区系的特殊性, 对于生物多样性保护具有特殊的作用。因此, 今后在对新疆天然林进行管理的过程中, 应加强对于生物多样性保护的重视, 充分发挥新疆特有的地缘优势。

参考文献

[1] WCMC. Global Biodiversity: Status of the Earth's living resources[R]. London: Chapman and Hall. 1992:192–233.
[2] MCNEELY J A, MILLER K R, REID W V, et al. Conserving the world's biological diversity[R]. Washington: IUCN, WRI, WWF, World Bank, 1990: 193.
[3] 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: 1–16.
[4] 周生贤. 中国林业的历史性转变[M]. 北京: 中国林业出版社, 2002: 174.

[5] 张志达. 天保工程的实施背景、进展及对策[J]. 林业经济, 2002, (1): 6–39.
[6] 屈红军, 朱颖, 张忠林, 等. 我国天然林保护工程一期实施效果概述[J]. 林业科技开发, 2012, 26(6): 5–8.
[7] 周少舟. 天然林资源保护工程效益评价[D]. 北京: 中国林业科学研究院, 2008: 8–19.
[8] 孙克明. 内蒙古大兴安岭林区实施天保工程效果评价[J]. 内蒙古林业调查设计, 2010, 33(6): 1–2.
[9] 国政, 聂华, 臧润国, 等. 西南地区天然林保护工程生态效益评价[J]. 内蒙古农业大学学报: 自然科学版, 2011, 32(2): 65–72.
[10] 段绍光, 吴明作, 王慈民, 等. 河南省天然林保护工程效益评价分析[J]. 北京林业大学学报: 社会科学版, 2002, 1(4): 38–41.
[11] 倪家广, 王艳萍, 杨忠伟. 云南省“天保”工程区森林效益估算[J]. 林业调查规划, 2002, 27(5): 34–37.
[12] 王进, 石志林, 黄鑫. 贵州天保工程区森林生态效益初步评价[J]. 贵州林业科技, 2008, 36(4): 7–13.
[13] 国政, 聂华, 臧润国. 西南地区天保工程综合效益评价[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(24): 15035–15038.
[14] 国家林业局. 森林生态系统服务功能评估规范[S]. 北京: 国家林业局, 2008: 1–14.
[15] 《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: 1–53.
[16] 李福强, 王兴华, 陈士刚, 等. 吉林市森林固碳释氧生态效益评价[J]. 吉林林业科技, 2011, 40(2): 10–12.
[17] 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.
[18] 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.
[19] 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.
[20] 石雷. 近 25 年来新疆森林的动态变化[J]. 干旱区研究, 2011, 28(1): 17–24.
[21] 任兰增. 新疆森林的生态安全保障作用与建设[J]. 新疆林业, 2003, (6): 8.
[22] 李虎, 吕巡贤, 陈蜀疆, 等. 新疆森林资源动态分析—基于 RS 与 GIS 的森林资源动态研究[J]. 地理学报, 2003, 58(1): 133–138.
[23] 熊黑钢 秦珊. 新疆森林生态系统服务功能经济价值估算[J]. 干旱区资源与环境, 2006, 20(6): 146–151.
[24] 国家林业局森林资源管理司. 全国森林资源统计—第七次全国森林资源清查[R]. 北京: 国家林业局森林资源管理司. 2010:109–204.
[25] 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.
[26] 全国土壤普查办公室编. 中国土壤[M]. 北京: 中国农业出版社, 1998: 196.
[27] 陈亚宁, 刘兴文. GIS 技术在土壤侵蚀量模拟计算中的应用——以新疆头屯河山区流域为例[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报, 1995, (1): 73–78.
[28] 赵玲, 冯建军, 王永平, 等. 新疆国家级公益林综合效益评估[J]. 林业实用技术, 2013, (4): 10–13.
[29] 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.
[30] 刘国华, 傅伯杰, 方精云. 中国森林碳动态及其对全球碳平衡的贡献[J]. 生态学报, 2000, 20(5): 733–740.
[31] 乌吉斯古楞. 太岳山森林生态系统服务功能价值评价研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2012: 25–47.
[32] 李翔, 张毓涛. 天山雪岭云杉(*Picea schrenkiana*)林空气负离子资源初析[J]. 安徽农学通报, 2012, 18(19): 116–118.
[33] 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.
[34] 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: 75–146.
[35] 中国科学院新疆综合考察队中国科学院植物研究所. 新疆植被及其利用[M]. 北京: 科学出版社, 1978: 286.
[36] 《新疆森林》编辑委员会. 新疆森林[M]. 乌鲁木齐/北京: 新疆人民出版社/中国林业出版社. 1989: 93–254.
[37] 吴征镒, 王荷生. 中国自然地理, 植物地理(上册)[M]. 北京: 科学出版社, 1983: 104–125.
[38] MITTERMEIER R A, GIL P R, HOFFMAN M, PILGRIM J, et al. Hotspots Revisited[R]. Chicago: The University of Chicago Press, 2005: 1–54.