

吉林省一级期刊
吉林省科技期刊30强
“中国知网”上网期刊
《中国学术期刊网络出版总库》收录期刊
《中文科技期刊数据库》收录期刊
《中国核心期刊(遴选)数据库》收录期刊
“万方数据—数字化期刊群”全文上网期刊
《CAJ—规范》执行优秀期刊

ISSN 1005-7129
CN 22-1106/S

吉林林业科技

JOURNAL OF
JILIN FORESTRY SCIENCE AND TECHNOLOGY

第54卷 总第298期
2025 **6**
JILIN LINYE KEJI

目次

张广才岭次生林冠下更新幼苗生长对坡位的响应	罗 也等(1)
山西省不同种源地葛萝槭种子发芽规律研究	魏爱萍等(7)
欧洲小叶椴“绿塔”对施用氮磷钾元素肥料的吸收效率	王艺璇等(11)
红石林业有限公司不同天然阔叶林分生长差异研究	张 骁等(15)
吉林四平山门中生代火山国家级自然保护区陆生野生动物资源现状与保护对策	姚明远等(20)
2022—2025 年吉林查干湖国家级自然保护区野生鸟类救助情况剖析	郭小萌等(26)
吉林向海国家级自然保护区自然巢与人工巢东方白鹳繁殖成功性分析	陈 杨(30)
植物扦插生根影响因素研究进展	赵吉胜等(34)
吉林省林下参产业现状及发展对策	王梓默等(39)
吉林省国家森林步道建设发展定位和空间格局	张 达等(42)
吉林甄峰岭国家级自然保护区森林资源现状、存在问题与建议	赵国辉等(46)
本刊声明	(48)

CONTENTS

Response of Regenerated Seedling Growth under Canopy to Slope Position in Secondary Forests of Zhangguangcai Mountains	LUO Ye et al. (1)
Study on Seed Germination Patterns of <i>Acer davidii</i> subsp. <i>grosseri</i> from Different Provenances in Shanxi Province	WEI Aiping et al. (7)
Absorption Efficiency of <i>Tilia cordata</i> ‘Green Spire’ to the Application of Nitrogen, Phosphorus and Potassium Fertilizers	WANG Yixuan et al. (11)
Study on the Growth Differences of Different Natural Broad-leaved Forest Stands in Hongshi Forestry Limited Company	ZHANG Xiao et al. (15)
Status and Conservation Measures of Terrestrial Wildlife Resources in Jilin Siping Shanmen Mesozoic Volcano National Nature Reserve	YAO Mingyuan et al. (20)
Analysis of the Rescue Situation of Wild Birds in Jilin Chagan Lake National Nature Reserve from 2022 to 2025	GUO Xiaomeng et al. (26)
Analysis of Reproductive Success of <i>Ciconia boyciana</i> in Natural Nests and Artificial Nests in Jilin Xianghai National Nature Reserve	CHEN Yang (30)
Research Progress on Influencing Factors of Plant Rooting in Propagation by Cutting	ZHAO Jisheng et al. (34)
Industry Status and Development Countermeasure of <i>Panax ginseng</i> in Forest in Jilin Province	WANG Zimo et al. (39)
Development Orientation and Spatial Pattern of National Forest Trail in Jilin Province	ZHANG Da et al. (42)
Status, Existing Problems and Suggestions of Forest Resources in Jilin Zhenfengling National Nature Reserve	ZHAO Guohui et al. (46)
Statement	(48)

DOI:10.16115/j.cnki.issn.1005-7129.2025.06.001
文章编号:1005-7129(2025)06-0001-06 中图分类号:S718.43 文献标识码:A

张广才岭次生林冠下更新幼苗生长对坡位的响应

罗也^{1,2}, 程福山^{1,2}, 孙越^{1,2}, 巩志清³, 朱佳恒^{1,2}, 何怀江^{1,2}

(1. 吉林省林业科学研究院, 吉林 长春 130033; 2. 吉林省退化森林生态系统恢复与重建跨区域合作科技创新中心, 吉林 长春 130033; 3. 抚顺矿业集团有限责任公司林业处, 辽宁 抚顺 113000)

摘要:本研究以张广才岭天然次生林为研究对象,在不同坡位(上坡、中坡、下坡)开展冠下人工幼苗(红松、水曲柳、胡桃楸、紫椴)更新,研究坡位对更新幼苗生长、生物量分配的影响。结果表明,在幼苗基径、苗高年生长量和成活率上,红松和胡桃楸为中坡>下坡>上坡,水曲柳为下坡>中坡>上坡,紫椴为中坡>上坡>下坡,紫椴幼苗成活率不到 60%,其余幼苗成活率均达 70%以上。红松、胡桃楸和紫椴幼苗的根、茎、叶生物量年增长量均为中坡>下坡>上坡,水曲柳幼苗则为下坡>中坡>上坡。随着坡位的降低,红松幼苗根质比、叶质比和根冠比先减小后增大,茎质比则先增大后减小;水曲柳幼苗根质比、叶质比和根冠比逐渐减小,茎质比逐渐增大;胡桃楸幼苗根质比和根冠比逐渐减小,茎质比和叶质比逐渐增大;紫椴幼苗根质比和根冠比先增大后减小,茎质比逐渐减小,叶质比先减小后增大。综上,该地区中坡位可选择红松和胡桃楸幼苗,下坡位主要选择水曲柳幼苗,上坡位可适当选择红松和胡桃楸幼苗混合进行更新造林。由于紫椴幼苗成活率低,生长状况不佳,该地区不适宜选择紫椴进行冠下更新。以上结论可为天然次生林冠下更新造林提供理论支撑。

关键词:次生林;冠下更新;生物量分配;坡位

Response of Regenerated Seedling Growth under Canopy to Slope Position in Secondary Forests of Zhangguangcai Mountains

LUO Ye^{1,2}, CHENG Fushan^{1,2}, SUN Yue^{1,2}, GONG Zhiqing³, ZHU Jiaheng^{1,2}, HE Huaijiang^{1,2}

(1. Jilin Provincial Academy of Forestry Sciences, Changchun 130033, China; 2. Jilin Province Cross-regional Cooperation Science and Technology Innovation Center of Degraded Forest Ecosystem Restoration and Reconstruction, Changchun 130033, China; 3. Forestry Department of Fushun Mining Group Limited Company, Fushun 113000, China)

Abstract: The natural secondary forest of Zhangguangcai Mountains was used as the research object. The artificial seedlings (*Pinus koraiensis*, *Fraxinus mandshurica*, *Juglans mandshurica* and *Tilia amurensis*) were regenerated under the canopy at different slope positions (upper slope, middle slope, and lower slope). The effects of the slope position on the growth and biomass allocation of regenerated seedlings were investigated. The annual increments of basal diameter and height and the survival rate of *Pinus koraiensis* and *Juglans mandshurica* seedlings were as follows: middle slope > lower slope > upper slope. Those indexes of *Fraxinus mandshurica* seedling were as follows: lower slope > middle slope > upper slope. Those indexes of *Tilia amurensis* seedling were as follows: middle slope > upper slope > lower slope. The survival rate of *Tilia amurensis* seedling was less than 60%, whereas the survival rate of other seedlings was more than 70%. The annual increments of root biomass, stem biomass, and leaf biomass of *Pinus koraiensis*, *Juglans mandshurica* and *Tilia*

收稿日期:2025-07-17
基金项目:吉林省自然科学基金项目(YDZJ202301ZYTS343)
第一作者:罗也(1991—),男,助理研究员,主要从事森林培育与经营,E-mail:1549348929@qq.com。
通信作者:何怀江(1988—),男,研究员,主要从事森林生态与经营,E-mail:442488087.2007@163.com。

amurensis seedlings were as follows; middle slope > lower slope > upper slope. Those indexes of *Fraxinus mandshurica* seedling were as follows; lower slope > middle slope > upper slope. With the decrease of slope position, the root biomass ratio, leaf biomass ratio, and root-shoot biomass ratio of *Pinus koraiensis* seedling decreased first and then increased, its stem biomass ratio increased first and then decreased. The root biomass ratio, leaf biomass ratio, and root-shoot biomass ratio of *Fraxinus mandshurica* seedling decreased gradually, its stem biomass ratio increased gradually. The root biomass ratio and root-shoot biomass ratio of *Juglans mandshurica* seedling decreased gradually, its stem biomass ratio and leaf biomass ratio increased gradually. The root biomass ratio and root-shoot biomass ratio of *Tilia amurensis* seedling increased first and then decreased, its stem biomass ratio decreased gradually, its leaf biomass ratio decreased first and then increased. In conclusion, *Pinus koraiensis* and *Juglans mandshurica* seedlings could be selected at middle slope, *Fraxinus mandshurica* seedling could be selected at lower slope, *Pinus koraiensis* and *Juglans mandshurica* seedlings could be selected at upper slope for regeneration afforestation in this region. Due to the low survival rate and poor growth performance of *Tilia amurensis* seedling, it was unsuitable for the regeneration under canopy in this region. The above conclusions could provide theoretical support for the regeneration under canopy in the natural secondary forest.

Keywords: secondary forest; regeneration under canopy; biomass allocation; slope position

立地因素对林木生长起决定性作用,立地条件的差异会直接引起光照、温度、水分和养分的不同,从而影响林木生长^[1]。坡位作为立地中最重要的因子之一,对林木生长及生物量积累和分配起主要作用^[2]。已有研究表明,胡桃楸(*Juglans mandshurica*)^[3]、芳樟(*Camphora officinarum*)^[2]、西南桦(*Betula alnoides*)^[4]等树种胸径、树高生长量均为下坡>中坡>上坡。

生物量是评价森林生态系统结构和功能的重要指标^[5],是生产力和碳汇潜力评估的重要基础^[6]。生物量在植物不同组织、器官或功能单位中的分配是对环境长期适应的结果,是植物生理过程的重要指标^[7-9]。生物量及其分配特征可以揭示植物结构与功能,可为森林生态系统的碳循环提供基础性资料^[10]。相关研究表明,植物幼苗阶段的生长对外界环境的变化最为敏感^[11],幼苗生长状况决定了林分物种组成、群落结构及林分稳定性,但不同地区、不同龄组树木会存在差异。

在生物量积累上,关于油松(*Pinus tabulaeformis*)^[12]、芳樟^[2]、水曲柳(*Fraxinus mandshurica*)^[13]等的研究表明,生物量为下坡>中坡>上坡,但也有部分研究表明中坡生物量积累最高^[14]。生物量分配在不同坡位上同样存在较大差异,多数研究表明生物量在根、干、枝、叶上的分配会因树种和坡位的不同而存在差异^[12, 15]。现有研究多从某一方面对已有林分内树木生长、生物量积累和分配进行研究,而有关坡位对冠下更新幼苗生长、生物量分配的影响,以及不同坡位下选择何种树种更有利于林

分健康生长和正向演替的相关研究鲜有报道。

张广才岭地区天然次生林为主要林分类型,其林分质量较差,天然幼苗更新能力较弱,无法保证次生林林分的正向演替,因此本研究以张广才岭天然次生林为研究对象,在不同坡位下栽植乡土树种幼苗,开展冠下人工幼苗更新,通过研究不同坡位下更新幼苗的生长、成活及生物量分配情况,探讨该地区不同坡位最适宜的更新树种,为促进次生林林分健康稳定的正向演替提供数据支撑。

1 试验地概况

研究区位于吉林省林业实验区国有林保护中心(地理位置 127°47' E、43°53' N),为长白山系张广才岭西南坡余脉,属温带大陆性季风气候区,冬冷夏热,年均气温 3.9℃,年降水量 700~800 mm。土壤为山地暗棕色森林土。植被属长白山植物区系,以天然次生林为主,主要乔木树种有红松(*Pinus koraiensis*)、水曲柳、胡桃楸、紫椴(*Tilia amurensis*)、蒙古栎(*Quercus mongolica*)、色木槭(*Acer pictum* subsp. *mono*)、白桦(*Betula platyphylla*)、山杨(*Populus davidiana*)、樟子松(*Pinus sylvestris* var. *mongholica*)、落叶松(*Larix gmelinii*)等,灌木植物主要包括暴马丁香(*Syringa reticulata* subsp. *amurensis*)、刺五加(*Eleutherococcus senticosus*)、鼠李(*Rhamnus davurica*)、卫矛(*Euonymus alatus*)、毛榛(*Corylus mandshurica*)等,草本植物主要包括东北羊角芹(*Aegopodium alpestre*)、白花碎米荠(*Cardamine leucantha*)、荨麻(*Urtica fissa*)等。

2 研究方法

2.1 样地设置

本研究以天然次生林为研究对象,样地海拔 429~507 m,林分郁闭度 0.5~0.6,坡度 8°~15°,坡向东坡。设置试验样地 9 块,上坡、中坡、下坡各 3 块,样地大小为 50 m×50 m,不同坡位样地间隔 100 m,同一坡位样地间隔 50 m。2023 年 5 月在各样地内进行冠下更新造林,造林树种选择珍贵乡土树种红松、水曲柳、胡桃楸和紫椴,红松为 4 年生苗,胡桃楸、水曲柳和紫椴为 1 年生苗,选择生长健康且干形良好的苗木,并保证同一树种其基径和苗高基本相同,每个样地采用随机混交方式分别补植 4 种幼苗各 40 株,记录基径和苗高基础数据。

2.2 幼苗测定及取样

2024 年 7 月,对所有样地内各树种更新幼苗进行测定,包括基径、苗高、冠幅,挂牌编号并计算其成活率。随后在每个样地内分别选取树干通直、长势良好、无病虫害及机械损伤的红松、水曲柳、胡桃楸和紫椴更新幼苗各 15 株,进行全株挖取,挖取过程中确保各幼苗根系保持完整,同时在不损伤根系的情况下清理根系上的土壤等残留物。全株取样后,填写标签并装入自封袋带回实验室。

2.3 生物量分配测定

取回的全株幼苗分解为根、茎、叶 3 部分,

清洗后置于烘箱中 75 ℃ 烘干至恒质量,测定幼苗各器官干质量。

各器官生物量分配的计算公式为:根质比 = 根生物量/总生物量,茎质比 = 茎生物量/总生物量,叶质比 = 叶生物量/总生物量,根冠比 = 根生物量/(茎生物量 + 叶生物量)。

2.4 数据处理与分析

采用 SPSS 19.0 统计软件对数据进行统计分析,采用 Sigmaplot 12.0 软件绘制图表。采用单因素方差分析法分析不同坡位之间各指标的差异显著性。

3 结果与分析

3.1 坡位对生长及存活的影响

由表 1 可看出,坡位对次生林冠下更新幼苗的基径、苗高年生长量及成活率有显著影响。红松和胡桃楸幼苗基径、苗高年生长量及成活率均为中坡>下坡>上坡,且中坡均显著大于上坡,成活率为 71.59%~89.31%,相对较好。水曲柳幼苗基径、苗高年生长量及成活率均为下坡>中坡>上坡,苗高年生长量下坡显著高于中坡和上坡,基径生长量和成活率下坡和中坡无显著差异,但显著高于上坡,其整体成活率达 77%以上。紫椴幼苗基径、苗高年生长量及成活率均为中坡>上坡>下坡,基径、苗高年生长量中坡显著高于下坡,其成活率各坡位下无显著差异且均不到 60%,存活情况较差。

表 1 坡位对基径、苗高年生长量及成活率的影响

Tab. 1 Effects of slope position on the annual increment of basal diameter and height and the survival rate

树种	基径年生长量/mm			苗高年生长量/cm			成活率/%		
	上坡	中坡	下坡	上坡	中坡	下坡	上坡	中坡	下坡
红松	0.98±0.05c	3.28±0.28a	1.96±0.19b	5.32±2.31c	9.86±3.12a	7.56±3.13b	78.22±5.25b	89.31±5.62a	80.66±4.58b
水曲柳	1.96±0.15c	2.65±0.31ab	3.24±0.21a	10.26±3.34c	13.21±5.25b	15.64±5.31a	77.96±5.28b	82.54±6.59a	85.97±5.16a
胡桃楸	2.75±0.13b	4.66±0.26a	4.01±0.25a	14.66±3.31c	25.44±4.27a	19.56±4.25b	71.59±6.14b	87.44±6.99a	82.11±5.66a
紫椴	3.24±0.18b	5.25±0.31a	1.61±0.18c	26.91±4.28ab	29.13±3.13a	23.77±5.28b	55.56±4.25a	59.26±5.98a	51.33±4.69a

注:表中不同小写字母表示相同树种不同坡位之间差异显著(P<0.05),下同。

3.2 坡位对生物量年增长量的影响

由图 1 可看出,坡位对次生林冠下更新幼苗各器官生物量年增长量具有显著影响。红松、胡桃楸和紫椴幼苗根、茎、叶生物量年增长量均为中坡>下坡>上坡,且红松幼苗生物量年

增长量各坡位之间差异均显著,胡桃楸和紫椴则中坡和下坡之间差异性不显著,但中坡均显著高于上坡。水曲柳幼苗根、茎、叶生物量年增长量均为下坡>中坡>上坡,且下坡生物量年增长量显著高于上坡。其中红松、水曲柳和胡桃

楸各器官生物量年增长量变化规律与其基径、苗高年生长量变化规律保持一致,紫楸幼苗则

存在一定差异。

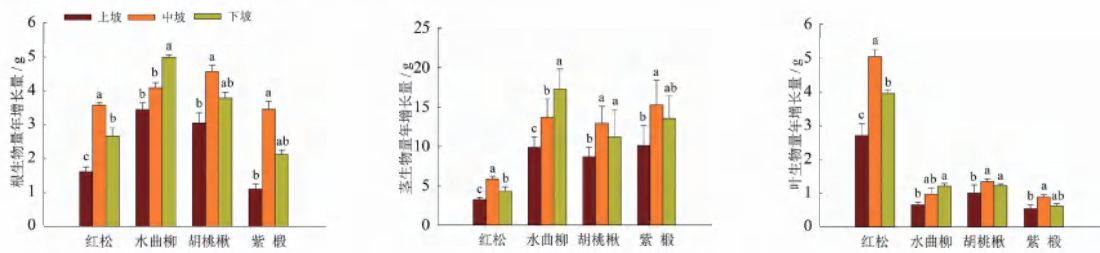


图1 坡位对幼苗各器官生物量年增长量影响

Fig. 1 Effects of slope position on annual biomass increment in different organs of seedlings

3.3 坡位对生物量分配的影响

坡位对次生林冠下更新幼苗生物量分配的影响见图2。随着坡位的降低,红松幼苗根质比、叶质比和根冠比均先减小后增大,上坡位最大,中坡位最小,中坡位比上坡位分别减少6.37 %、2.05 %和9.20 %。茎质比则表现出相反规律,随坡位降低先增大后减小,中坡位比上坡位增加8.23 %。水曲柳幼苗根质比、叶质比和根冠比均随坡位的降低逐渐减小,下坡位比上坡位分别减少4.85 %、10.14 %和6.65 %。茎质比同样表现出相反规律,随坡位降低呈现

逐渐增大趋势,下坡位比上坡位增加4.48 %。胡桃楸幼苗根质比和根冠比随坡位降低逐渐减小,下坡位比上坡位分别减少7.98 %和11.03 %。茎质比和叶质比则随坡位降低逐渐增大,下坡位比上坡位分别增加3.51 %和1.12 %。紫楸幼苗根质比和根冠比随坡位降低呈现先增大后减小的趋势,中坡位最大,下坡位最小,下坡位比中坡位分别减少1.08 %和1.52 %。茎质比随坡位降低呈现逐渐减小趋势,下坡位比上坡位减少1.46 %。叶质比随坡位降低先减小后增大,下坡位最大,中坡位最小,下坡位比中坡位增加7.43 %。

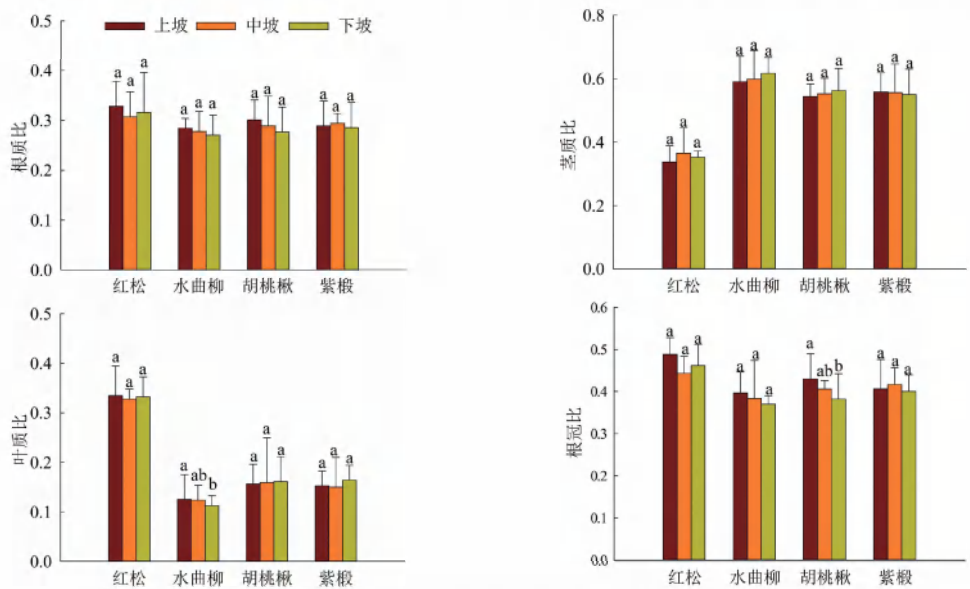


图2 坡位对生物量分配的影响

Fig. 2 Effects of slope position on biomass allocation

4 讨论

4.1 幼苗生长及成活率对坡位的响应

坡位作为关键的立地因子,通过对光照、温度、水分和土壤等环境因素的再分配,形成了独

特的微环境,影响植物生长和分布^[16, 17]。本研究发现坡位对次生林冠下更新幼苗的基径、苗高年生长量及成活率有显著影响。红松和胡桃楸幼苗基径、苗高年生长量和成活率均为中坡>下坡>上坡,且中坡均显著大于上坡,成活

率达 71 % 以上。这与丛日获等^[18]和唐丽丽等^[19]的研究结果一致,主要是由于红松和胡桃楸幼苗虽喜湿润但忌积水,且对光照要求严格,中度自然光照为宜,中坡位排水性良好,光照条件适宜,相较于下坡位排水性较差和上坡位光照条件不佳等因素,中坡位更有利于红松和胡桃楸的生长^[20, 21]。水曲柳幼苗基径、苗高年生长量及成活率均为下坡>中坡>上坡,且下坡均显著高于上坡,整体成活率达 77 % 以上。这与郑勤莹等^[22]的研究结果一致,主要是因为水曲柳是喜湿润的树种,下坡位由于地势较低,土壤中的水分含量更高,这满足了水曲柳对水分的需求,有利于水曲柳的生长和发育。紫椴幼苗基径、苗高年生长量及成活率均为中坡>上坡>下坡,基径、苗高年生长量中坡显著高于上坡。于舒洋等^[23]研究发现,下坡和中坡紫椴生长指标较好,与研究结果存在一定差异,主要是由于地理位置和其他影响因素存在不同。本研究紫椴成活率均不到 60 %,生长状况不佳,且各坡位间无显著差异,可能是由于紫椴造林后的从枝化严重所导致。

4.2 幼苗生物量年增长量对坡位的响应

本研究发现,坡位对次生林冠下更新幼苗各器官生物量年增长量具有显著影响。红松、胡桃楸和紫椴幼苗的根、茎、叶生物量年增长量均为中坡>下坡>上坡,且红松幼苗生物量年增长量各坡位之间差异显著,胡桃楸和紫椴则为中坡显著高于上坡。这与多数学者的研究结果一致,即中坡位林木生物量积累最高^[15, 24]。但也有部分研究结果存在差异,例如庞宏东等^[14]对泡桐的研究和廖德志等^[25]对樟杉混交林的研究表明,下坡位更有利于各器官生物量的积累,主要是因为相比于上坡位土层较薄、养分相对贫瘠的问题,下坡位土层厚度更大、养分积累较多,有利于泡桐和樟杉等林木的生长和生物量的积累。而本研究发现下坡位对于红松、胡桃楸和紫椴等树种水分积累相对过高,不利于其生长和生物量积累。本研究发现水曲柳幼苗根、茎、叶生物量年增长量为下坡>中坡>上坡,且下坡生物量年增长量显著高于上坡,与对泡桐^[14]和樟杉^[25]混交林等的研究一致。出现以上不同结果主要是因研究区域和树种自身特性的差异所导致,因此坡位的具体影响情况要根

据实际条件进行分析。此外,研究发现红松、水曲柳和胡桃楸各器官生物量年增长量变化规律与其基径、苗高年生长量变化规律保持一致,而紫椴幼苗变化规律则表现不同趋势。

4.3 幼苗生物量分配对坡位的响应

本研究发现,随着坡位的降低,红松幼苗根质比、叶质比和根冠比均先减小后增大,上坡位最大,中坡位最小,茎质比则随坡位降低先增大后减小。主要是由于对于红松幼苗来说,中坡位水热条件相对较好,养分吸收和光合作用较好,此时主要以茎干生长为主,上坡位和下坡位相较于中坡位水热条件较差,此时主要通过加强根和叶的生物量积累来提高养分吸收和光合能力,以此来保证自身生长。水曲柳幼苗根质比、叶质比和根冠比均随坡位的降低逐渐减小,茎质比随坡位降低呈现逐渐增大趋势。由于下坡位条件更适宜水曲柳幼苗生长,因此其变化趋势的主要原因和红松一样。胡桃楸幼苗根质比和根冠比随坡位降低逐渐减小,茎质比和叶质比则随坡位降低逐渐增大。由于上坡位水热条件及养分条件相对较差,此位置生长的胡桃楸主要以根系生长为主,以此保证能够最大程度地获得养分和水分。而下坡位的水热条件相对较好,胡桃楸主要以茎和叶生物量积累为主,以高生长和光合为主。紫椴幼苗根质比和根冠比随坡位降低呈现先增大后减小的趋势,茎质比随坡位降低呈现逐渐减小趋势,叶质比随坡位降低先减小后增大,下坡位最大,说明紫椴在不同坡位生物量主要积累器官各不相同。主要是因为该研究区域内紫椴受自身生物学特性和研究区环境影响,其生物量积累差异性较大,无明显变化规律。本研究结果与郭子武等^[15]、庞宏东等^[14]的研究结果均存在差异。综上,各幼苗在不同坡位条件下均会选择有利于生长的器官进行生物量积累,不同地区不同树种之间生物量分配均存在不同,因此可根据生物量实际分配情况确定不同坡位适宜的更新树种。

5 结论

坡位对冠下更新幼苗生长和生物量积累均具有显著影响,在该地区冠下更新造林过程中,中坡位可选择红松和胡桃楸幼苗,下坡位主要选择水曲柳幼苗,上坡位由于立地与环境条件

相对较差,可适当选择红松和胡桃楸团块状混合进行更新造林。这样既可以保证针阔叶树种的混交造林,又能够对林分后期正向演替发展具有较好的促进作用,该结论可为天然次生林冠下更新造林提供理论支撑。

参考文献

- [1] 韩大校, 金光泽. 地形和竞争对典型阔叶红松林不同生长阶段树木胸径生长的影响[J]. 北京林业大学学报, 2017, 39(1): 9-19.
- [2] 赵蛟, 范慧慧, 张杰, 等. 坡位对芳樟矮林生物量空间分配和精油产量的影响[J]. 中南林业科技大学学报, 2020, 40(4): 9-13.
- [3] 梁淑娟, 潘攀, 孙志虎, 等. 坡位对水曲柳及胡桃楸生长的影响[J]. 东北林业大学学报, 2005, 33(3): 18-19.
- [4] 陈耀辉, 赵志刚, 李保彬, 等. 华南丘陵区坡向和坡位对西南桦和灰木莲生长的影响[J]. 中南林业科技大学学报, 2017, 37(1): 33-37.
- [5] 罗云建, 张小全, 王效科, 等. 森林生物量的估算方法及其研究进展[J]. 林业科学, 2009, 45(8): 129-134.
- [6] 郭菁, 赵厚本, 周光益, 等. 南亚热带4个树种人工林生物量及其分配格局[J]. 林业科学研究, 2022, 35(1): 182-189.
- [7] McCarthy M C, Enquist B J. Consistency between an allometric approach and optimal partitioning theory in global patterns of plant biomass allocation[J]. *Functional Ecology*, 2007, 21(4): 713-720.
- [8] Poorter H, Niklas K J, Reich P B, et al. Biomass allocation to leaves, stems and roots: meta-analyses of interspecific variation and environmental control[J]. *New Phytologist*, 2012, 193(1): 30-50.
- [9] Enquist B J, Niklas K J. Global allocation rules for patterns of biomass partitioning in seed plants[J]. *Science*, 2002, 295(5559): 1517-1520.
- [10] 李雪华, 李晓兰, 蒋德明, 等. 科尔沁沙地70种草本植物个体和构件生物量比较研究[J]. 干旱区研究, 2009, 26(2): 200-205.
- [11] 李俊清, 臧润国, 蒋有绪. 欧洲水青冈(*Fagus sylvatica* L.) 构型与形态多样性研究[J]. 生态学报, 2001, 21(1): 151-155.
- [12] 孙巧玉, 刘勇, 李国雷, 等. 坡位对油松人工林地上生物量分配格局的影响[J]. 中南林业科技大学学报, 2012, 32(9): 102-105, 129.

- [13] 王向荣, 孙海龙, 余鑫, 等. 坡向和坡位对水曲柳中龄林生长的影响[J]. 山西农业大学学报(自然科学版), 2011, 31(1): 30-34.
- [14] 庞宏东, 李玲, 崔鸿侠, 等. 不同立地因子对泡桐人工林生长量及土壤理化性质的影响[J]. 东北林业大学学报, 2021, 49(7): 28-32.
- [15] 郭子武, 杨丽婷, 林华, 等. 坡位对毛竹林下黄花远志生物量积累与分配及其异速生长关系的影响[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2020, 44(6): 79-84.
- [16] 申明爽, 朱清科, 王瑜, 等. 陕北黄土区不同微地形土壤水分变化趋势分析[J]. 北京林业大学学报, 2018, 40(3): 84-92.
- [17] Omary A A. Effects of aspect and slope position on growth and nutritional status of planted Aleppo pine (*Pinus halepensis* Mill.) in a degraded land semi-arid areas of Jordan [J]. *New Forests*, 2011, 42(3): 285-300.
- [18] 丛日获, 秦树林, 金光泽. 微地形对粗皮红松和细皮红松分布与生长的影响[J]. 林业科学, 2022, 58(12): 1-11.
- [19] 唐丽丽, 张梅, 赵香林, 等. 华北地区胡桃楸林分布规律及群落构建机制分析[J]. 植物生态学报, 2019, 43(9): 753-761.
- [20] 沈晗悦, 信忠保, 王志杰. 北京山区侧柏林坡面土壤水分时空动态及其影响因素[J]. 生态学报, 2021, 41(7): 2676-2686.
- [21] Dyderski M K, Pawlik Ł. Spatial distribution of tree species in mountain national parks depends on geomorphology and climate [J]. *Forest Ecology and Management*, 2020, 474: 118366.
- [22] 郑勤莹, 张国帅, 赵彬清, 等. 不同坡位水曲柳木质部解剖特征及其与气候关系[J]. 应用生态学报, 2021, 32(10): 3428-3436.
- [23] 于舒洋, 范春楠, 郭忠玲, 等. 坡位及疏伐抚育对紫椴人工林胸径生长的影响[J]. 北华大学学报(自然科学版), 2023, 24(2): 159-164.
- [24] 王采娥, 黄梅, 王文银, 等. 三江源区高寒坡地退化植物群落多样性和地上生物量沿海拔梯度的变化特征[J]. 生态学报, 2022, 42(9): 3640-3655.
- [25] 廖德志, 魏志恒, 程勇, 等. 坡位对15年生樟树纯林和樟杉混交林林分生长的影响[J]. 中南林业科技大学学报, 2018, 38(8): 14-18.

(本篇专家编审: 杨雨春)

DOI:10.16115/j.cnki.issn.1005-7129.2025.06.002
文章编号:1005-7129(2025)06-0007-04 中图分类号:S792.35 文献标识码:A

山西省不同种源地葛萝槭种子发芽规律研究

魏爱萍¹, 王东洪²

(1. 山西省森林草原防火技术服务中心, 山西 太原 030003; 2. 太原市林业科学研究所, 山西 太原 030003)

摘 要:为研究山西省 5 个种源地的葛萝槭种子发芽规律, 设置不同贮藏方法、贮藏时间, 观察种子发芽情况。结果表明, 不同贮藏方法种子的发芽率存在显著差异, 贮藏方法相同时种子发芽率随贮藏时间延长总体呈增高趋势, 贮藏方法、贮藏时间相同不同种源地的种子发芽率差异较大, 4 ℃低温湿沙贮藏 80 d 的种子发芽效果最好, 山西省古县种源地葛萝槭种子发芽率最高, 达 53.33 %。

关键词:葛萝槭; 不同种源; 贮藏方法; 贮藏时间; 发芽率

Study on Seed Germination Patterns of *Acer davidii* subsp. *grosseri* from Different Provenances in Shanxi Province

WEI Aiping¹, WANG Donghong²

(1. Forest and Grassland Fire Prevention Technology Service Center of Shanxi Province, Taiyuan 030003, China;
2. Taiyuan Institute of Forestry Sciences, Taiyuan 030003, China)

Abstract: In order to study the seed germination patterns of *Acer davidii* subsp. *grosseri* from five provenances in Shanxi Province, the germination of seeds under different storage methods and different storage time was observed. The results showed that there were significant differences in the germination rate of seeds with different storage methods. Under the same storage method, the seed germination rate showed the increase trend with the extension of storage time. With the same storage method and same storage time, the germination rate of seeds from different provenances was quite different. The germination effect of seeds stored for 80 d under the storage condition with the low temperature of 4 ℃ and moist sand was the best. The germination rate of seeds from the provenance of Gu County in Shanxi Province reached 53.33 % that was the maximum.

Keywords: *Acer davidii* subsp. *grosseri*; different provenances; storage methods; storage time; germination rate

葛萝槭(*Acer davidii* subsp. *grosseri*)为槭树科槭属落叶乔木, 喜阴, 树皮青绿色, 叶绿色(秋季黄色或红黄色), 果实为黄色或红色翅果, 主要分布于黄河中下游海拔 800~1600 m 疏林中^[1]。其以种子进行繁殖, 种子存在休眠特性, 自然萌发率低, 翅果表型变异较大^[2]。

吴静等^[3]通过研究 4 种槭属树种种子休眠原因发现, 种皮透水性不是造成其种子休眠的主要原因。张军保等^[4]认为, 色木槭(*A. pictum* subsp. *mono*)种子休眠的原因是种子内含

有发芽抑制物质。梁鸣等^[5]研究表明低温处理是解除槭树种胚休眠最有效的方法, 低温或冷处理能解除种子休眠, 一般为 60~90 d, 有的则需要更长时间。

目前国内外对葛萝槭的研究多集中在园林应用、表型变异、扦插繁育及育苗等方面^[6-8], 在种子萌发规律等方面的研究相对较少。本文研究山西省不同种源地葛萝槭种子的发芽规律, 对开发利用和保护其种质资源具有重要的参考意义。

收稿日期:2025-07-01
第一作者:魏爱萍(1980—),女,工程师,主要从事生态保护方面的研究。
通信作者:王东洪(1983—),男,高级工程师,主要从事森林培育研究,E-mail:564832039@qq.com。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验用葛萝槭种子来自山西省 5 个种源地,种源地概况见表 1。10—11 月采集各种源地的葛萝槭黄褐色翅果,之后将其置于通风干燥室内阴干。

表 1 种源地概况

Tab. 1 Overview of provenances			
编号	种源地	生境	地理位置
1	山西省古交市	地质公园	111°46'54" E,37°50'12" N
2	山西省古县	自然保护区	111°93'59" E,36°45'28" N
3	山西省平陆县	国有林场	111°48'77" E,34°98'34" N
4	山西省绛县	自然保护区	111°81'43" E,35°50'83" N
5	山西省乡宁县	风景区	111°00'59" E,35°76'05" N

1.2 试验方法

为探讨贮藏方法对种子发芽情况的影响,设置常温室干燥、4℃低温干燥和 4℃低温湿沙 3 个条件,贮藏时间 80 d。为探讨贮藏时间对种子发芽情况的影响,设置贮藏时间为 40 d、60 d 和 80 d,贮藏方法采用 4℃低温湿沙。在 12 cm×15 cm 的营养杯中进行播种,每个营养杯 3 粒种子,每种条件 60 粒种子,3 次

表 2 贮藏方法对不同种源地葛萝槭种子发芽的影响

Tab. 2 Effects of storage methods on seed germination of <i>A. davidii</i> subsp. <i>grosseri</i> from different provenances								
种源地	贮藏方法	发芽数量/个			发芽率/%			
		1	2	3	1	2	3	平均值
山西省古交市	常温室干燥贮藏	3	0	0	5.00	0.00	0.00	1.67
	4℃低温干燥贮藏	8	10	6	13.33	16.67	10.00	13.33
	4℃低温湿沙贮藏	24	20	28	40.00	33.33	46.67	40.00
山西省古县	常温室干燥贮藏	5	2	4	8.33	3.33	6.67	6.11
	4℃低温干燥贮藏	6	8	0	10.00	13.33	0.00	7.78
	4℃低温湿沙贮藏	32	36	28	53.33	60.00	46.67	53.33
山西省平陆县	常温室干燥贮藏	4	0	1	6.67	0.00	1.67	2.78
	4℃低温干燥贮藏	10	6	9	16.67	10.00	15.00	13.89
	4℃低温湿沙贮藏	18	14	16	30.00	23.33	26.67	26.67
山西省绛县	常温室干燥贮藏	1	2	2	1.67	3.33	3.33	2.78
	4℃低温干燥贮藏	6	6	5	10.00	10.00	8.33	9.44
	4℃低温湿沙贮藏	16	22	8	26.67	36.67	13.33	25.56
山西省乡宁县	常温室干燥贮藏	0	1	1	0.00	1.67	1.67	1.11
	4℃低温干燥贮藏	8	12	4	13.33	20.00	6.67	13.33
	4℃低温湿沙贮藏	16	24	22	26.67	40.00	36.67	34.45

重复,育苗基质为草炭土+细沙(体积比为 3:1),定期水肥管理,统计种子发芽数量。

1.3 数据分析

用 Excel 和 SPSS 25.0 对数据进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 贮藏方法对不同种源地葛萝槭种子发芽的影响

由表 2 可知,种子在贮藏 80 d 条件下,4℃低温湿沙贮藏的种子发芽率最高,其次为 4℃低温干燥贮藏,常温室干燥贮藏发芽率最低。常温室干燥贮藏不同种源地的种子平均发芽率为 2.89%,最高为古县(6.11%),其次为平陆县和绛县(均为 2.78%),最低为乡宁县(1.11%)。4℃低温干燥贮藏不同种源地的种子平均发芽率为 11.55%,最高为平陆县(13.89%),其次为古交市和乡宁县(均为 13.33%),最低为古县(7.78%)。4℃低温湿沙贮藏不同种源地的种子平均发芽率为 36.00%,最高为古县(53.33%),其次为古交市(40.00%),最低为绛县(25.56%)。相同贮藏方法不同种源地的种子发芽率差异较大。由表 3 可知,绛县种源地的种子不同贮藏方法发芽率存在显著差异,其余 4 个种源地的种子不同贮藏方法发芽率差异极显著。

表 3 贮藏方法对不同种源地葛萝槭种子发芽的影响方差分析

Tab. 3 ANOVA of effects of storage methods on seed germination of *A. davidii* subsp. *grosseri* from different provenances

种源地	平方和		均方		F 值	显著性	平均值标准误差	标准偏差
	群体间	群体内	群体间	群体内				
山西省古交市	2 316.667	127.889	1 158.330	21.315	54.344	0.000	5.827	17.481
山西省古县	4 308.231	198.074	2 154.115	33.012	65.252	0.000	7.911	23.734
山西省平陆县	857.248	70.430	428.624	11.738	36.515	0.000	3.589	10.768
山西省绛县	823.012	277.933	411.506	46.322	8.884	0.016	3.910	11.731
山西省乡宁县	1 706.212	186.963	853.106	31.160	27.378	0.001	5.128	15.383

2.2 贮藏时间对不同种源地葛萝槭种子发芽的影响

由表 4 可知,种子在 4 ℃ 低温湿沙贮藏条件下,随贮藏时间延长种子发芽率总体呈增高趋势。不同种源地的种子贮藏 40 d 平均发芽率为 17.55 %,最高为古县(28.33 %),其次为乡宁县(17.22 %),最低为绛县(10.00 %)。不同种源地的种子贮藏 60 d 平均发芽率为 33.11 %,最高为古县(46.66 %),其次为古交市(37.78 %),最低为绛县(17.78 %)。不同

种源地的种子贮藏 80 d 平均发芽率为 36.00 %,最高为古县(53.33 %),其次为古交市(40.00 %),最低为绛县(25.56 %)。相同贮藏时间不同种源地的种子发芽率差异较大。由表 5 可知,绛县种源地和乡宁县种源地的种子不同贮藏时间发芽率差异不显著,古县种源地和平陆县种源地的种子不同贮藏时间发芽率存在显著差异,古交市种源地的种子不同贮藏时间发芽率差异极显著。

表 4 贮藏时间对不同种源地葛萝槭种子发芽的影响

Tab. 4 Effects of storage time on seed germination of *A. davidii* subsp. *grosseri* from different provenances

种源地	贮藏时间/d	发芽数量/个			发芽率/%			
		1	2	3	1	2	3	平均值
山西省古交市	40	12	8	8	20.00	13.33	13.33	15.55
	60	22	22	24	36.67	36.67	40.00	37.78
	80	24	20	28	40.00	33.33	46.67	40.00
山西省古县	40	11	16	24	18.33	26.67	40.00	28.33
	60	26	32	26	43.33	53.33	43.33	46.66
	80	32	36	28	53.33	60.00	46.67	53.33
山西省平陆县	40	11	9	10	18.33	15.00	16.67	16.67
	60	14	16	20	23.33	26.67	33.33	27.78
	80	18	14	16	30.00	23.33	26.67	26.67
山西省绛县	40	8	6	4	13.33	10.00	6.67	10.00
	60	10	8	14	16.67	13.33	23.33	17.78
	80	16	22	8	26.67	36.67	13.33	25.56
山西省乡宁县	40	4	10	17	6.67	16.67	28.33	17.22
	60	18	22	24	30.00	36.67	40.00	35.56
	80	16	24	22	26.67	40.00	36.67	34.45

表 5 贮藏时间对不同种源地葛萝槭种子发芽的影响方差分析

Tab. 5 ANOVA of effects of storage time on seed germination of *A. davidii* subsp. *grosseri* from different provenances

种源地	平方和		均方		F 值	显著性	平均值标准误差	标准偏差
	群体间	群体内	群体间	群体内				
山西省古交市	1 096. 593	126. 030	548. 296	26. 103	26. 103	0. 001	4. 121	12. 362
山西省古县	1 005. 478	394. 456	502. 739	65. 743	7. 647	0. 022	4. 409	13. 228
山西省平陆县	224. 664	79. 626	112. 332	13. 271	8. 464	0. 018	2. 056	6. 167
山西省绛县	363. 015	348. 252	181. 507	58. 042	3. 127	0. 117	3. 143	9. 429
山西省乡宁县	633. 986	383. 156	316. 993	63. 859	4. 964	0. 053	3. 759	11. 276

3 结论与讨论

山西省不同种源地的葛萝槭种子不同贮藏方法发芽率存在显著差异,4 ℃低温湿沙贮藏的种子发芽率最高,说明 4 ℃低温湿沙贮藏可有效打破葛萝槭种子的休眠。石柏林等^[9]研究了 6 种槭属树种在不同贮藏条件下种子萌发规律,发现低温湿沙贮藏比常温贮藏更有利于种子的萌发。彭火辉等^[10]通过研究得出低温湿沙贮藏可以解除槭树种子休眠习性,提高发芽率。孟庆法等^[11]通过研究不同野生槭树种子在干藏和低温沙藏条件下的萌发特性,发现室外低温沙藏可以有效解除种子休眠,提高发芽率。这与本文的研究结论相符。

低温是生产上常用的打破种子休眠的方法,对生理休眠的种子效果尤佳。血皮槭(*A. griseum*)低温处理 2 年后种子开始萌发^[12],加拿大糖槭(*A. saccharum*)种子冬季预先处理 60 d 左右可极大程度地打破种子休眠,提高萌发率^[13]。在 4 ℃低温湿沙贮藏条件下,随贮藏时间延长山西省不同种源地的种子发芽率总体呈增高趋势,说明打破葛萝槭种子的休眠需要一定的低温积累,低温积累时间 80 d 效果较好。山西省古县种源地葛萝槭种子发芽率最高,达 53. 33 %。不同种源地葛萝槭种子由于受气候条件的影响,发芽率表现出的低温层积效果具有差异性,为选取优质种质资源提供了重要的参考价值。

参考文献

[1] 孟超. 葛萝槭天然种群遗传多样性研究[D]. 临

汾: 山西师范大学, 2014.

- [2] 王东洪, 马晶, 王振龙, 等. 葛萝槭种子休眠温度特性研究[J]. 安徽农业科学, 2022, 50(12): 124–125, 167.
- [3] 吴静, 侯静, 马秋月, 等. 4 种槭树属树种种子休眠原因及解除方法[J]. 西南林业大学学报, 2013, 33(2): 48–51.
- [4] 张军保, 张振全, 沈海龙, 等. 色木槭种皮透水性 与种子浸提液生物效应的研究[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(20): 8571–8574.
- [5] 梁鸣, 张悦, 杨轶华, 等. 槭属植物种子解剖生物学 的研究[J]. 林业科技, 2007, 32(3): 9–12.
- [6] 方岩. 葛萝槭在太原园林绿化中的应用分析[J]. 太原学院学报(自然科学版), 2019, 37(3): 84–86.
- [7] 王东洪. 5 种源地葛萝槭表型性状变异研究[J]. 山东林业科技, 2021, 51(5): 49–52, 67.
- [8] 贾娟, 史敏华, 邢金香, 等. 不同生根剂对葛萝槭 扦插繁殖的影响[J]. 山西农业大学学报(自然科学 版), 2010, 30(3): 235–238.
- [9] 石柏林, 吴家森, 钟泰林. 6 种槭树属植物种子特 性及其发芽试验[J]. 浙江林业科技, 2006, 26(3): 38–40.
- [10] 彭火辉, 管帮富, 陈华玲, 等. 4 种槭树种子特征 及播种技术研究[J]. 江西农业学报, 2014, 26(4): 19–22.
- [11] 孟庆法, 高红莉, 赵凤兰, 等. 河南省野生槭树 种子育苗试验研究[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(27): 13309–13311, 13373.
- [12] 张川红, 郑勇奇, 吴见, 等. 血皮槭种子休眠机 制研究[J]. 植物研究, 2012, 32(5): 573–577.
- [13] 任明莹. 加拿大糖槭的引种繁育技术研究[D]. 合肥: 安徽农业大学, 2015.

(本篇专家编审:陈建军)

DOI:10.16115/j.cnki.issn.1005-7129.2025.06.003

文章编号:1005-7129(2025)06-0011-04

中图分类号:S688.9;S723.1;S792.36

文献标识码:A

欧洲小叶槭“绿塔”对施用氮磷钾元素肥料的吸收效率

王艺璇¹, 陈兴玲¹, 王艺蒙¹, 杜闯², 王媛媛¹, 代新竹¹

(1. 长春市林业科学研究院, 吉林 长春 130062; 2. 梨树县公园广场服务中心, 吉林 四平 136500)

摘要:以欧洲小叶槭“绿塔”嫁接苗木为试验材料,采用不同施肥方式进行土壤追肥,测定施肥后苗木生长情况以及土壤中的全氮、全磷、全钾含量和土壤含水率,以期筛选出适宜的施肥方式。结果表明,施加氮肥对促进地径生长效果最好,除施磷和氮钾外,其他施肥方式均显著促进株高生长。施加磷钾肥,全氮的吸收效率显著上升。施加氮钾肥,全磷的吸收效率显著升高。施加氮磷钾肥,全钾吸收效率虽有所上升但并不显著。施加氮磷钾肥,土壤含水率显著上升。综合来看,东北地区在对欧洲小叶槭“绿塔”幼苗施肥时,应施用氮磷钾肥,不仅能够促进苗木生长并改善苗木养分,还能提升土壤含水率,这为提升其苗木质量提供了依据。

关键词:欧洲小叶槭“绿塔”;施肥;吸收效率

Absorption Efficiency of *Tilia cordata* ‘Green Spire’ to the Application of Nitrogen, Phosphorus and Potassium Fertilizers

WANG Yixuan¹, CHEN Xingling¹, WANG Yimeng¹, DU Chuang², WANG Yuanyuan¹, Dai Xinzhu¹

(1. Forestry Science Academy of Changchun City, Changchun 130062, China; 2. Service Center of Park and Square of Lishu County, Siping 130700, China)

Abstract: Taking grafted seedlings of *Tilia cordata* ‘Green Spire’ as experimental materials, different fertilization methods were used for soil top-dressing. The growth of seedlings and the contents of total nitrogen, total phosphorus, total potassium, and moisture in the soil were measured after fertilization to screen out the suitable fertilization method. The results showed that the application of N fertilizer had the good effect on promoting the diameter growth. Except for P and NK, other fertilization methods significantly promoted height growth. The absorption efficiency of total nitrogen increased significantly by applying PK fertilizer. The absorption efficiency of total phosphorus increased significantly by applying NK fertilizer. The absorption efficiency of total potassium increased but not significantly by applying NPK fertilizer. The soil moisture content increased significantly by applying NPK fertilizer. On the whole, NPK fertilizer should be applied to *Tilia cordata* ‘Green Spire’ seedlings in Northeast China. That could not only promote the growth of seedlings and improve the nutrient of seedlings, but also increase the soil moisture content. That would provide the basis for improving the quality of seedlings.

Keywords: *Tilia cordata* ‘Green Spire’; fertilization; absorption efficiency

槭属植物遍布全球,以北温带地区为主要分布区,我国有 13 属 85 种^[1]。其树冠整齐、树姿优美茂密,花香袭人、苞片别致,具有优良的

观赏性,且具有一定的抗旱性和抗寒性,是园林景观绿化的常用树种。其材质轻软、有光泽、纹理致密,是重要的工业用材,还是优良的蜜源植

收稿日期:2025-07-17

基金项目:吉林省科技发展计划项目(20230202094NC)

第一作者:王艺璇(1998—),女,工程师,硕士研究生,主要从事风景园林植物生态与应用研究,E-mail:723347255@qq.com。

通信作者:代新竹(1976—),女,正高级工程师,主要从事林木遗传育种及引种栽培工作,E-mail:598919607@qq.com。

物,具有重要的经济价值^[2,3]。

欧洲小叶椴“绿塔”(*Tilia cordata* ‘Green Spire’) 由欧洲小叶椴(*Tilia cordata*) 选育而来,以其紧凑的塔状树形和出色的适应性成为城市绿化热门树种。其可塑性高,树冠紧凑、自然成锥形,树冠遮阴效果显著(遮光率 70 % 以上),几乎不需修剪,维护成本低,适合街道、广场、小区列植^[4]。其可抵御-35 ℃ 低温,适应东北、西北严寒地区;对城市尾气、烟尘抗性强,工业区绿化表现优异;对土壤条件要求不高,耐瘠薄,在 pH 5.5~8.0 的沙壤至黏土均能生长,略耐短期积水。

施肥可促进植物生长发育,氮磷钾肥是农业生产中最核心的化学肥料,对应植物需求量最大的三种营养元素,其功能互补且不可替代。氮(N)可以合成蛋白质、叶绿素,促进茎叶生长;磷(P)可以形成 ATP、核酸,促进根系与花果发育;钾(K)可以调节渗透压,激活酶,增强抗病抗寒性。植物对营养元素的吸收效率是衡量其将土壤或肥料中的养分转化为生物量的能力,受植物基因型、土壤环境、管理措施三重因素调控^[5]。

欧洲小叶椴“绿塔”多采用嫁接方式繁育^[6],由于引种地与原产地的气候条件与环境存在差异导致其树势不佳^[1]。本文以其嫁接苗为材料,通过不同施肥方法,分析其幼苗的生长发育情况以及营养元素的吸收效率,筛选出适宜的施肥方式,为其在东北地区的推广应用提供支撑。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验材料选用长春市林业科学研究院苗圃的欧洲小叶椴“绿塔”嫁接苗木。长春市林业科学研究院(地理位置 124°18′~127°05′ E、43°05′~45°15′ N)属北温带大陆性季风气候区,海拔 250~350 m,年平均气温 4.8 ℃,最高气温 39.5 ℃,最低气温-39.8 ℃,年均日照时数 2 688 h,年降水量 522~615 mm,夏季降水量占全年降水量的 60 % 以上。

1.2 试验方法

2024 年 8 月,测定嫁接后 2 年生盆栽幼苗株高、地径和土壤中的全氮(TN)、全磷(TP)、全钾(TK)含量。设 8 个施肥处理,分别为对照(CK)、氮(N)、磷(P)、钾(K)、氮磷(NP)、氮钾(NK)、磷钾(PK)、氮磷钾(NPK),施肥方式采用土壤追肥的方法。每个处理重复 3 次,其他管理措施相同。其中,氮肥为尿素(1.66 g·盆⁻¹),

磷肥为磷酸钙(0.83 g·盆⁻¹),钾肥为硫酸钾(0.44 g·盆⁻¹)。

分别于第 1 天、第 15 天、第 30 天进行施肥,第 45 天测定幼苗株高、地径及土壤的 TN、TP、TK 含量和土壤含水率^[5]。

TN、TP、TK 含量测定依据林业行业标准《森林土壤氮的测定》(LY/T 1228—2015)、《森林土壤磷的测定》(LY/T 1232—2015)和《森林土壤钾的测定》(LY/T 1234—2015)。

TN、TP、TK 吸收效率的计算忽略因水分流失造成的含量变化,TN 吸收效率=(施肥前土壤中 TN 含量+施加的 TN 含量-第 45 天土壤中 TN 含量)/(施肥前土壤中 TN 含量+施加的 TN 含量),TP、TK 吸收效率的计算方法与 TN 相同。

1.3 数据分析

采用 Microsoft Excel 2020 进行数据分析,通过 SPSS 25.0 进行单因素方差分析和差异显著性检验。

2 结果与分析

2.1 幼苗生长情况

各处理组幼苗的地径与株高平均增长量如表 1 所示。施加 NP 肥幼苗地径平均增长量与对照组差异不显著,其他处理组均显著高于对照组,施加 N 肥最高,施加 P 肥次之。施加 P 肥和 NK 肥的处理组株高平均增长量与对照组差异不显著,其他处理组显著高于对照组。

表 1 幼苗地径与株高平均增长量

Tab. 1 Average increments of seedling diameter and height

处理	幼苗地径平均 增长量/mm	幼苗株高平均 增长量/cm
CK	0.02 ± 0.01 e	48.22 ± 3.87 b
N	0.55 ± 0.01 a	56.44 ± 5.84 a
P	0.38 ± 0.02 b	49.67 ± 1.10 b
K	0.22 ± 0.02 c	60.06 ± 5.05 a
NP	0.02 ± 0.00 e	65.84 ± 2.29 a
NK	0.20 ± 0.02 c	54.50 ± 6.08 b
PK	0.08 ± 0.02 d	66.45 ± 11.56 a
NPK	0.21 ± 0.01 c	65.61 ± 4.94 a

注:同列不同字母表示各处理组间差异显著($P < 0.05$)。下同。

2.2 TN 吸收效率

各处理组土壤中 TN 含量及 TN 吸收效率如表 2 所示。施加 PK 肥 TN 含量显著低于对照组

(低 12.31 %),施加 K 肥高于对照组但差异不显著,其他处理组均显著高于对照组。施加 PK 肥与 NPK 肥的处理组 TN 吸收效率显著高于对照组,施加 PK 肥最高,较对照组高 40.55 %,施加 N 肥和 NK 肥的处理组高于对照组但差异不显著,施加 K 肥低于对照组但差异不显著,施加 P 肥和 NP 肥的处理组显著低于对照组。

表 2 土壤中 TN 含量与 TN 吸收效率
Tab. 2 TN content in the soil and TN absorption efficiency

处理	土壤 TN 含量/(g · kg ⁻¹)	TN 吸收效率/%
CK	1.30 ± 0.00 d	53.73 ± 0.22 c
N	1.50 ± 0.01 b	59.08 ± 0.54 bc
P	1.46 ± 0.04 b	36.76 ± 3.78 d
K	1.35 ± 0.04 cd	48.01 ± 4.16 cd
NP	1.71 ± 0.02 a	39.90 ± 1.86 d
NK	1.49 ± 0.05 b	60.95 ± 5.71 bc
PK	1.14 ± 0.05 e	75.52 ± 8.12 a
NPK	1.43 ± 0.02 bc	67.50 ± 2.05 ab

2.3 TP 吸收效率

各处理组土壤中的 TP 含量及 TP 吸收效率如表 3 所示。施加 K 肥和 NK 肥的处理组 TP 含量显著低于对照组,施加 NK 肥最低,较对照组低 25.40 %,施加 N 肥低于对照组但差异不显著,其他处理组显著高于对照组。施加 N 肥、K 肥和 NK 肥的处理组 TP 吸收效率显著高于对照组,施加 NK 肥最高,较对照组高 71.13 %,其他处理组显著低于对照组,施加 NP 肥最低,较对照组低 85.94 %。

表 3 土壤中 TP 含量与 TP 吸收效率
Tab. 3 TP content in the soil and TP absorption efficiency

处理	土壤 TP 含量/(g · kg ⁻¹)	TP 吸收效率/%
CK	0.63 ± 0.03 c	90.92 ± 7.36 c
N	0.54 ± 0.01 cd	123.14 ± 2.24 b
P	0.85 ± 0.02 b	63.18 ± 3.06 d
K	0.49 ± 0.01 d	143.35 ± 4.15 a
NP	1.24 ± 0.07 a	12.78 ± 6.28 e
NK	0.47 ± 0.01 d	155.59 ± 3.62 a
PK	0.92 ± 0.03 b	51.77 ± 4.34 d
NPK	0.87 ± 0.04 b	59.77 ± 7.25 d

2.4 TK 吸收效率

各处理组土壤中的 TK 含量及 TK 吸收效率

如表 4 所示。施加 NPK 肥 TK 含量低于对照组但差异不显著,施加 K 肥显著高于对照组(高 9.42 %),其他处理组高于对照组但差异不显著。施加 NPK 肥 TK 吸收效率高于对照组但差异不显著,施加 K 肥显著低于对照组(低 49.12 %),其他处理组低于对照组但差异不显著。

表 4 土壤中 TK 含量与 TK 吸收效率
Tab. 4 TK content in the soil and TK absorption efficiency

处理	土壤 TK 含量/(g · kg ⁻¹)	TK 吸收效率/%
CK	19.22 ± 0.43 b	19.79 ± 2.71 a
N	19.52 ± 0.11 b	17.82 ± 0.67 ab
P	20.10 ± 0.38 ab	14.52 ± 2.18 ab
K	21.03 ± 0.64 a	10.07 ± 3.29 b
NP	20.07 ± 0.45 ab	14.73 ± 2.51 ab
NK	20.33 ± 0.50 ab	13.84 ± 2.86 ab
PK	20.04 ± 0.42 ab	15.43 ± 2.37 ab
NPK	19.06 ± 0.37 b	21.36 ± 2.32 a

2.5 根际土壤含水率

各处理组土壤含水率如表 5 所示。施加 NPK 肥土壤含水率显著高于对照组(高 39.55 %),施加 N 肥、NP 肥与 PK 肥的处理组高于对照组但差异不显著,其他处理组显著低于对照组,施加 NK 肥最低,较对照组低 40.62 %。

表 5 土壤中含水率
Tab. 5 Soil moisture content

处理	土壤含水率/%
CK	17.70 ± 0.67 b
N	17.82 ± 0.67 b
P	12.52 ± 0.19 cd
K	13.40 ± 1.14 c
NP	18.06 ± 1.06 b
NK	10.51 ± 0.68 d
PK	17.53 ± 0.31 b
NPK	24.70 ± 1.10 a

3 结论与讨论

土壤 TN 含量主要取决于生物积累和分解作用、气候、植被、耕作制度等因素^[7]。本试验中,施加 PK 肥与 NPK 肥的处理组 TN 吸收效率显著高于对照组,施加 PK 肥最高,这是因为磷可以促进根系生长,提升氮和钾的吸收,三者

形成互作关系。大量资料分析结果表明,土壤 TN 含量与土壤有机质含量之间呈极显著正相关^[8]。因此,在春季幼苗生长发育阶段应适量施加 NPK 肥,使土壤中 TN 和有机质含量能够确保幼苗的生长发育。土壤中氮素绝大部分为有机的结合形态,无机形态的氮一般占 TN 的 1%~5%,TN 含量高并不等于有效性氮含量高,另外东北土壤矿化率低,而春季的低温(<10℃)抑制矿化,作物苗期易缺氮,需追施速效氮肥。

在本试验中,施加 P 肥、NP 肥处理组的土壤 TN 吸收效率显著低于对照组,可能是由于施加的磷元素被固定,增加了土壤黏度,使得氮元素中的铵态氮(NH_4^+)被黏土固定,无法被植物吸收利用。土壤中有效养分含量变化的原因是比较复杂的,如温度降低、土壤有机酸积累等,有机酸能与铁、钙、铝等离子络合,降低这些阳离子的活性,提高磷的活性,同时也有一部分非交换态钾转变为交换态钾^[9]。在酸性土中磷元素固定受 Fe/Al 氧化物影响,而在碱性土中受 CaCO_3 影响^[10]。施加 N 肥、K 肥和 NK 肥的处理组 TP 吸收效率显著高于对照组,是由于钾激活了硝酸还原酶,提升了氮同化效率,氮维持叶片光合,保障钾运输所导致。朱先海等^[11]研究了氮磷钾配施对棉花养分吸收、产量及肥料利用率的影响,发现在棉花蕾期氮、磷肥与植株干物质量呈显著相关,NPK 施肥处理下的根、生殖器官和整株的氮素养分积累量随着棉花生育期的递进呈递增趋势。

大量研究表明,影响吸收效率的关键因素包括植物根系的构型与功能。深根系植物(根系深度>1 m)可以吸收深层硝态氮,减少淋失;高效基因型油菜根毛密度较高,使磷吸收效率增加 50%;菌根真菌将磷吸收面积扩大 10 倍^[12]。同时,养分互作效应也会影响植物的吸收效率。本试验中施加 NPK 肥土壤含水率显著高于对照组,施加 PK 肥也高于对照组但差异不显著,这除却施肥导致渗透压增加的原因,还可能是由于施肥改善了土壤结构,有助于形成水稳性团聚体,这种团粒结构孔隙度适中,既能保持毛管水,又能通畅排出非毛管水,从而提高土壤的持水能力。

综上,东北地区在对欧洲小叶椴“绿塔”幼

苗施肥时,施加 PK 肥对促进其株高生长效果最好,施加 N 肥对促进其地径生长效果最佳。施加 PK 肥时其对 TN 吸收效率最高(显著高于对照组),施加 NK 肥时其对 TP 吸收效率最高(显著高于对照组),施加 NPK 肥时其对 TK 吸收效率最高(与对照组差异不显著)。施加 NPK 肥土壤含水率最高,显著高于对照组。本研究为实现欧洲小叶椴“绿塔”幼苗在东北地区的进一步栽培推广,分析了其幼苗时期不同肥料处理下的 TN、TP 和 TK 吸收效率和生长情况,为其在东北地区的生长栽培及养护管理提供了支撑。

参考文献

- [1] 陈美渝. 四种北美椴抗寒性及其水肥调控机制研究[D]. 北京:北京林业大学,2017.
- [2] 纪莹莹,黄宝宇,李鑫,等. 紫椴栽培技术及应用[J]. 现代农村科技,2013(20):49.
- [3] 易红仔. 椴树属(*Tilia* L.)一些植物的形态解剖与园林应用探讨[D]. 福州:福建农林大学,2011.
- [4] 李增强,朱晓兵,邢广萍,等. 欧洲小叶椴“绿塔”嫁接繁殖技术研究[J]. 山东林业科技,2022,52(6):59-62.
- [5] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 3 版. 北京:中国农业出版社,2000.
- [6] 罗菊英. 心叶椴扦插试验小结[J]. 新疆林业,1989(6):29-30.
- [7] 彭徐剑,陈鹏飞,王柏杰,等. 森林草原交错区沟塘草甸土壤微量元素分析[J]. 林业资源管理,2021(1):140-146.
- [8] 刘媛媛,涂国良,于和平,等. 陇东黑垆土区冬小麦肥料利用率研究[J]. 甘肃农业科技,2022,53(5):41-46.
- [9] 赵启明. 不同施肥处理对设施番茄土壤磷素的影响及磷的风险评估[D]. 沈阳:沈阳农业大学,2020.
- [10] 杨莲. 受控实验下沿着水分梯度正相互作用和负相互作用间平衡的变化[D]. 兰州:兰州大学,2007.
- [11] 朱先海,王泽,张聪,等. 氮磷钾配施对棉花养分吸收、产量及肥料利用率的影响[J]. 土壤通报,2024,55(1):121-129.
- [12] 王睿照,毛沂新,张慧东,等. 模拟氮沉降对辽东山区长白落叶松人工林树木生长的影响[J]. 辽宁林业科技,2020(3):14-17,78.

(本篇专家编审:杨雨春)

DOI:10.16115/j.cnki.issn.1005-7129.2025.06.004
文章编号:1005-7129(2025)06-0015-05 中图分类号:S758 文献标识码:A

红石林业有限公司不同天然阔叶林分生长差异研究

张 晓¹, 崔玉涛², 高铭蔚¹, 杨楠¹

(1. 吉林省林业勘察设计研究院, 吉林 长春 130022; 2. 吉林省林业调查规划院, 吉林 长春 130022)

摘 要:利用红石林业有限公司 2016 年森林资源规划调查数据库,对 4 种天然阔叶类型的林分生长模型参数差异和林分生长过程进行了分析。结果表明,模型(M2)为最优简化模型,该模型在不同阔叶类型间参数 a 和参数 b 存在显著差异,参数 c 差异不显著。各林分类型中,仅速阔型与慢阔 I 型和慢阔 II 型的林分生长模型参数 a 差异不显著,慢阔 II 型与中阔型的林分生长模型参数 b 差异不显著,其余阔叶类型间模型参数差异均达到显著水平。
关键词:林分生长模型;模型同质性检验;阔叶类型

Study on the Growth Differences of Different Natural Broad-leaved
Forest Stands in Hongshi Forestry Limited Company

ZHANG Xiao¹, Cui Yutao², Gao Mingwei¹, Yang Nan¹

(1. Forest Survey and Design Institute of Jilin Province, Changchun 130022, China; 2. Forestry Investigation and Planning Institution of Jilin Province, Changchun 130022, China)

Abstract: The differences of stand growth model parameters and stand growth process of four natural broad-leaved forest stands were analyzed by using the forest resources continuous inventory database of Hongshi Forestry Limited Company in 2016. The results showed that the model (M2) was the optimized simple model, and there were significant differences in parameters a and b among different broad-leaved forest stands, while the differences in parameter c were not significant. Among the broad-leaved forest stands, the difference of the growth model parameter a between fast-growing forest stand and slow-growing forest stand I was not significant, the difference of the growth model parameter a between fast-growing forest stand and slow-growing forest stand II was not significant, the difference of the growth model parameter b between slow growing forest stand II and medium-growing forest stand was not significant, and the difference of the model parameter among other broad-leaved forest stands reached the significant level.
Keywords: stand growth model; model homogeneity test; broad-leaved forest types

林分生长模型是研究森林生长变化规律及
预估林分生长量、收获量的基础手段^[1],目前
基础模型的研究已日渐成熟,而通过加入哑变
量,或基于分位数和神经网络等方式构建混合
效应模型,以此提高模型的拟合精度已成为研

究的热点。冉佳璇等^[2]将树种作为哑变量引
入模型后,各模型拟合精度均高于全林木基础
模型,地理加权回归模型(GWR)和地理加权回
归克里格模型(GWRK)是最适合黔中马尾松
木荷混交林的生长模型。孙拥康等^[3]基于分

位数回归构建了马尾松青冈栎混交林模型,结果表明除个别分位点外,分位数回归模型整体拟合结果和预测能力优于哑变量模型和基础模型。沈剑波等^[4]研究结果表明利用贝叶斯正则化 BP 神经网络可以准确地预测长白落叶松人工林的平均高,立地因子及林木竞争因子能够较好地提升林木生长预测的精度,且林木竞争因子对树高的影响明显大于立地因子。

目前林分蓄积量生长模型的研究多针对单一类型的林分,通过对多个基础模型的拟合和检验,进行最优模型的选择。杨奇等^[5]通过对 6 个林分生长模型进行拟合检验,选择 Logistic 模型为红石林业有限公司阔叶红松林的最佳林分生长模型。贺翔宇等^[6]对 8 个常见的林分生长模型进行拟合,其中 Logistic 模型的各项预估精度检验结果均较好,选择该模型为三岔子林业局针阔叶混交林的林分生长模型。但上述研究很难解释不同类型的林分生长过程的差异,不同林分类型由于树种结构、优势树种等因素的不同,往往表现出不同的生长过程,主要表现在生长模型参数随林分类型变化而变化。

阔叶混交林是北温带物种最丰富的地带性群落之一,其林分树种组成复杂,不同树种林木生长规律存在差异,林分生长模型的研究更加复杂^[7]。本文利用 2016 年红石林业有限公司森林资源规划设计调查数据库,按照优势树种对天然阔叶林的树种类型进行了划分,并进一步分析不同阔叶类型林分生长模型参数差异和林分生长过程,旨在为红石林业有限公司天然阔叶林林分蓄积量预估以及林分生长规律的研究提供参考。

1 研究地概况

研究地位于吉林省东部长白山区,桦甸市和靖宇县境内,为吉林长白山森工集团红石林业有限公司施业区。气候属典型的季风性温带大陆性山地气候,四季分明,年平均气温 3.7℃,无霜期 100~110 d,平均日照时数 2 466 h,有效积温 2 100~2 500℃,年降水量 720~810 mm。森林植被属长白山区典型森林

植被类型,多为天然次生林,存在大面积的落叶阔叶林和针阔叶混交林,是长白山区最有代表性的森林类型。针叶树种有红松(*Pinus koraiensis*)、鱼鳞云杉(*Picea jezoensis*)、长白落叶松(*Larix olgensis*)等,阔叶树种有紫椴(*Tilia amurensis*)、胡桃楸(*Juglans mandshurica*)、黄檗(*Phellodendron amurense*)、糠椴(*Tilia mandshurica*)、蒙古栎(*Quercus mongolica*)、水曲柳(*Fraxinus mandshurica*)、白桦(*Betula platyphylla*)、色木槭(*Acer pictum* subsp. *mono*)、花曲柳(*Fraxinus chinensis* subsp. *rhynchophylla*)、春榆(*Ulmus davidiana* var. *japonica*)、杨树(*Populus* spp.)、柳树(*Salix* spp.)等。

2 研究方法

2.1 数据来源

数据来源于红石林业有限公司 2016 年度森林资源规划设计调查数据库。筛选的小班主要是天然林,林分类型是阔叶混交林或阔叶纯林,优势树种为阔叶树种。数据库所筛选字段为小班平均年龄、小班公顷蓄积量、起源、林分类型、树种组成和优势树种。

根据 2016 年吉林省林业调查规划院编制的《吉林省重点国有林区调查细则》,考虑各优势树种的生长特性,本文将优势树种为白桦、杨树、柳树的林分整合为速阔型(小班 1 668 个),优势树种为蒙古栎、紫椴和糠椴的林分整合为慢阔 I 型(小班 6 206 个),优势树种为水曲柳、胡桃楸和黄檗的林分整合为慢阔 II 型(小班 9 496 个),优势树种为色木槭、春榆、花曲柳等其他阔叶树种的林分整合为中阔型(小班 5 535 个)。

2.2 林分生长模型

如果对模型(A)的一些参数施加一定的限制,使其取特定值成为已知参数时,模型(A)可变化为模型(B)。一般称模型(A)为完备模型,而称模型(B)为简约模型。本文选择 Logistic 模型为红石林业有限公司天然阔叶林的基础林分生长模型,其完备模型与简约模型详见表 1。

表 1 完备模型与简约模型

Tab. 1 Complete model and simplified models

模型编号	模型样式	模型类型	备注
(M1)	$y = \frac{a + \alpha_i}{1 + (b + \beta_i)e^{-(c + \gamma_i)x}}$	3 异质参数完备模型	参数 a 、 b 、 c 均不相同
(M2)	$y = \frac{a + \alpha_i}{1 + (b + \beta_i)e^{-cx}}$	2 异质参数简约模型	参数 a 、 b 均不相同
(M3)	$y = \frac{a + \alpha_i}{1 + be^{-(c + \gamma_i)x}}$	2 异质参数简约模型	参数 a 、 c 均不相同
(M4)	$y = \frac{a}{1 + (b + \beta_i)e^{-(c + \gamma_i)x}}$	2 异质参数简约模型	参数 b 、 c 均不相同
(M5)	$y = \frac{a + \alpha_i}{1 + be^{-cx}}$	1 异质参数简约模型	参数 a 不相同
(M6)	$y = \frac{a}{1 + (b + \beta_i)e^{-cx}}$	1 异质参数简约模型	参数 b 不相同
(M7)	$y = \frac{a}{1 + be^{-(c + \gamma_i)x}}$	1 异质参数简约模型	参数 c 不相同
(M8)	$y = \frac{a}{1 + be^{-cx}}$	0 异质参数简约模型	参数 a 、 b 、 c 均相同

注： y 为各天然阔叶类型的林分公顷蓄积量， x 为各天然阔叶类型的林分年龄； a 、 b 和 c 代表了作为参考基准的林分类型生长模型参数， α_i 为第 i 个阔叶类型的参数 a 与参考基准相比的增量， β_i 为第 i 个阔叶类型的参数 b 与参考基准相比的增量， γ_i 为第 i 个阔叶类型的参数 c 与参考基准相比的增量。

当限定模型 (M1) 中的 γ_i 取 0 值时，模型 (M1) 则变化为模型 (M2)，此模型代表了各林分类型的生长过程仅权重值参数完全一致。当限定模型 (M1) 中的 β_i 和 γ_i 均取 0 值时，模型 (M1) 则变化为模型 (M5)。其他模型以此类推，当限定模型 (M1) 中的 α_i 、 β_i 和 γ_i 均取 0 值时，模型 (M1) 则变化为模型 (M8)，此模型表明了各类型天然阔叶林的生长过程完全一致。

2.3 模型简化

利用生长模型的参数同质性检验 (F 检验)、极大似然比检验 (LRT 检验)、赤池信息准则检验 (AIC 检验) 与贝叶斯信息准则检验 (BIC 检验) 对完备模型和简约模型进行检验，确定简化后的最优模型。

2.4 统计分析

利用 Excel 和 SAS 软件对数据进行整理和统计分析，利用 nlin 过程和 nlmixed 过程对模

型参数进行拟合和检验，利用 LSD 法对模型参数进行多重比较。

3 结果与分析

3.1 林分生长模型简化

利用参数 F 检验和 LRT 检验对林分生长模型 3 异质参数完备模型 (M1) 进行检验 (见表 2)，可以看出除了 2 异质参数模型 (M2) 与 3 异质参数完备模型 (M1) F 检验和 LRT 检验不显著外，其余模型检验结果均达到极显著水平。3 异质参数完备模型 (M1) 经过简化后获得的 2 异质参数模型 (M2) 更适合于描述阔叶林林分生长，其余模型类型不适合于 3 异质参数完备模型 (M1) 的进一步简化。说明不同阔叶类型对林分生长模型参数 a 和参数 b 的影响较大，对模型参数 c 的影响较小，导致不同阔叶类型林分生长极值和过程发生了显著变化。

表 2 完备模型(M1) 同质性检验和 LRT 检验

Tab. 2 Homogeneity test and LRT test of models to model (M1)

模型编号	自由度	方差和	均方	F 值	LRT
(M2)	484	145233	300.1	3.11	6.3
(M3)	484	157317	325	16.71 * *	48.9 * *
(M4)	484	157255	324.9	16.64 * *	48.7 * *
(M5)	487	168567	346.1	14.69 * *	82.9 * *
(M6)	487	168559	346.1	14.68 * *	82.9 * *
(M7)	487	196634	403.8	30.48 * *	158.8 * *
(M8)	490	209788	428.1	25.25 * *	190.8 * *

注:表中的 F 检验均以模型(M1)的 MSE 为分母项,LRT 检验以完备模型(M1)的极大似然估计值为基准;* * 代表简约模型与完备模型的差异极显著($P < 0.01$),下同。

3 异质参数完备模型(M1)经过简化后获得 2 异质参数模型,由于只有模型(M2)与模型(M1) F 检验和 LRT 检验不显著,因此需要对模型(M2)进行简化,其余 2 异质参数模型不进行下一步简化。模型(M2)中参数 c 在不同阔叶类型的林分生长模型中不存在显著差异,仅

需要对参数 a 和参数 b 进行检验,即模型(M5)、(M6)和(M8)。可以看出经过进一步简化后的 1 异质参数模型(M5)、(M6)和 0 异质参数模型(M8)与模型(M2)的 F 检验和 LRT 检验结果均达到极显著水平(见表 3),说明模型(M2)不适合进一步简化。

表 3 模型(M2) 参数同质性检验和 LRT 检验

Tab. 3 Homogeneity test and LRT test of models to model (M2)

模型编号	自由度	方差和	均方	F 值	LRT
(M5)	487	168567	346.1	25.92 * *	76.6 * *
(M6)	487	168559	346.1	25.91 * *	76.6 * *
(M8)	490	209788	428.1	35.85 * *	190.8 * *

注:表中的 F 检验均以模型(M2)的 MSE 为分母项,LRT 检验以模型(M2)的极大似然估计值为基准。

模型 F 检验和 LRT 检验仅对完备模型和简约模型间进行对比检验,而模型(M2)、(M3)、(M4)间以及模型(M5)、(M6)、(M7)间为有嵌套关系的模型,并非完备模型和简约模型的关系。为了对所有模型进行对比检验,进一步对完备模型和简约模型进行 AIC 检验与 BIC 检验(见表 4)。可以看出模型(M2)的 AIC 值除了比模型(M1)大以外,均小于其他模型,其 BIC 值在所有模型中最小。由于模型(M2)为模型(M1)的简约模型,且二者模型 F 检验差异不显著,而参数少的简约模型能更简洁地解释应变量的变化机制,因此 2 异质参数模型(M2)为简化后的最优模型。

表 4 完备模型与简约模型的 AIC 检验和 BIC 检验

Tab. 4 AIC test and BIC test of complete model and simplified models

模型编号	-2lnL	AIC	BIC
(M1)	4 192.6	4 218.6	4 273.2
(M2)	4 198.9	4 222.1	4 264.1
(M3)	4 241.5	4 261.5	4 303.5
(M4)	4 241.3	4 261.3	4 303.3
(M5)	4 275.5	4 289.5	4 318.9
(M6)	4 275.5	4 289.5	4 318.9
(M7)	4 351.4	4 365.4	4 394.9
(M8)	4 383.4	4 391.4	4 408.2

注: L 为最小二乘检验参数。

3.2 林分生长模型参数差异

进一步对不同阔叶类型的林分生长模型(M2)的参数 a 、 b 和 c 进行多重比较(见表5)。可以看出,速阔型与慢阔Ⅰ型和慢阔Ⅱ型的林分生长模型参数 a 差异不显著,慢阔Ⅰ型、慢阔Ⅱ型和中阔型的林分生长模型参数 a 差异显著;慢阔Ⅱ型与中阔型的林分生长模型参数 b 差异不显著,他们与慢阔Ⅰ型和速阔型的林分生长模型参数 b 差异显著;模型参数 c 在不同阔叶类型间差异均不显著。中阔型的模型参数 a 最小,仅为166.7,说明该类型的林分蓄积量生长极值较小;速阔型的模型参数 b 最小,仅为9.349 7,说明该类型林分最早进入数量成熟龄。模型参数的差异主要是由于不同阔叶类型的林分生长过程差异较大,与各阔叶类型内的优势树种生长规律相关。

表5 模型参数 a 和 b 阔叶类型间多重比较

Tab. 5 Multiple comparisons of model parameters a and b between broad-leaved forest types

林分类型	a	b	c
慢阔Ⅰ型	192.8 a	23.108 9 a	0.067 6 a
慢阔Ⅱ型	182.7 b	14.306 0 b	0.067 6 a
中阔型	166.7 c	16.734 7 b	0.067 6 a
速阔型	187.6 ab	9.349 7 c	0.067 6 a

注:表中不同字母代表林分类型间模型参数差异显著($P < 0.05$)。

4 小结

林分生长模型可以精确地预测森林资源动态,实现森林的可持续经营^[8,9]。为了探讨红石林业有限公司不同林分类型的林分生长过程差异,本文将生长过程的参数表示为林分类型的定性因子函数,并通过统计检验方法判定参数间的异质性。通过对选择的完备模型(M1)进行简化,选择简约模型(M2)为最优简化模型,该模型在不同阔叶类型间参数 a 和参数 b 存在显著差异,但参数 c 差异不显著。表明4个阔叶类型中林分蓄积量生长的最大值和林分生长率差异达到显著水平,但环境影响值差异不显著,这与本文研究数据来源于同一区域,环

境差异较小有关。慢阔Ⅰ型的模型参数 a 最大,可达192.8,说明该类型的林分蓄积量生长极值较大;而中阔型的模型参数 a 最小,仅为166.7,说明该类型的林分蓄积量生长极值较小。速阔型的模型参数 b 最小,仅为9.349 7,说明该类型林分最早进入数量成熟龄。本文对红石林业有限公司不同天然阔叶林分生长模型差异进行了研究,分析了不同天然阔叶林分生长模型参数的差异,进一步解释了不同天然阔叶林分生长过程的差异,旨在为林分生长预估提供参考,引入其他变量的广义模型和样地随机变量的混合效应模型的建立有待于进一步研究。

参考文献

[1]王震,鲁乐乐,张雄清,等.基于贝叶斯模型平均法构建杉木林分蓄积量生长模型[J].林业科学研究,2021,34(3):64-71.

[2]冉佳璇,戚玉娇.黔中马尾松木荷混交林树高-胸径模型[J].浙江农林大学学报,2024,41(2):343-352.

[3]孙拥康,汤景明,王怡.基于分位数回归的马尾松青冈栎混交林树高-胸径模型[J].中南林业科技大学学报,2021,41(12):18-25.

[4]沈剑波,雷相东,李玉堂,等.基于BP神经网络的长白落叶松人工林林分平均高预测[J].南京林业大学学报(自然科学版),2018,42(2):147-154.

[5]杨奇,高铭蔚,张骁,等.红石林业有限公司阔叶红松林林分生长模型的构建[J].吉林林业科技,2023,52(3):29-32.

[6]贺翔宇,历胤男,苑飞,等.三岔子林业局针阔混交林林分生长模型的构建[J].防护林科技,2022(6):34-36.

[7]温佩颖,金光泽.地形对阔叶红松林物种多样性的影响[J].生态学报,2019,39(3):945-956.

[8]高若楠,谢阳生,雷相东,等.基于随机森林模型天然林立地生产力预测研究[J].中南林业科技大学学报,2019,39(4):39-46.

[9]Zapata-Cuartas M, Bullock B P, Montes C R, et al. A Dynamic stand growth model system for loblolly pine responding to mid-rotation treatments[J]. Forests, 2021, 12(5): 556.

(本篇专家编审:何怀江)

DOI:10.16115/j.cnki.issn.1005-7129.2025.06.005
文章编号:1005-7129(2025)06-0020-06 中图分类号:S862 文献标识码:A

吉林四平山门中生代火山国家级自然保护区
陆生野生动物资源现状与保护对策

姚明远^{1,2}, 王冠群¹, 毕靖吉³, 燕红^{1,2}, 张超凡^{1,2}, 马琼芳^{1,2}
(1. 吉林省林业科学研究院, 吉林 长春 130033; 2. 吉林莫莫格湿地生态系统定位观测研究站, 吉林 长春 130033; 3. 舒兰市国有林总场, 吉林 吉林 132600)

摘 要:2023 年 8 月—2024 年 7 月,对吉林四平山门中生代火山国家级自然保护区的陆生野生动物资源进行了调查。保护区共有陆生野生动物 24 目 56 科 118 种,其中两栖类有 1 目 3 科 5 种,爬行类有 1 目 4 科 8 种,鸟类有 16 目 36 科 79 种,哺乳类有 6 目 13 科 26 种。保护区有国家一级重点保护野生动物 1 种和国家二级重点保护野生动物 14 种。针对其陆生野生动物资源现状及存在的问题,提出了相应的保护管理对策。
关键词:吉林四平山门中生代火山国家级自然保护区;陆生野生动物资源;保护对策

Status and Conservation Measures of Terrestrial Wildlife Resources
in Jilin Siping Shanmen Mesozoic Volcano National Nature Reserve

YAO Mingyuan^{1,2}, WANG Guanqun¹, BI Jingji³, YAN Hong^{1,2}, ZHANG Chaofan^{1,2}, MA Qiongfang^{1,2}
(1. Jilin Provincial Academy of Forestry Sciences, Changchun 130033, China; 2. Observation and Research Station of Jilin Momoge Wetland Ecosystem, Changchun 130033, China; 3. State-owned Forest Farm of Shulan City, Jilin 132600, China)

Abstract: The terrestrial wildlife resources in Jilin Siping Shanmen Mesozoic Volcano National Nature Reserve were investigated from August 2023 to July 2024. There were 118 terrestrial wildlife species belonging to 56 families of 24 orders, including 5 amphibian species belonging to 3 families of 1 order, 8 reptile species belonging to 4 families of 1 orders, 79 bird species belonging to 36 families of 16 orders, and 26 mammal species belonging to 13 families of 6 orders. There were 1 species of national first-level key protected wild animals and 14 species of national second-level key protected wild animals. In view of the current situation and existing problems, corresponding conservation and management measures were proposed.
Keywords: Jilin Siping Shanmen Mesozoic Volcano National Nature Reserve; terrestrial wildlife resources; conservation measures

收稿日期:2025-08-11
基金项目:四平山门中生代火山自然保护区生物多样性监测(HX-2024-01)
第一作者:姚明远(1991—),男,助理研究员,硕士研究生,主要从事野生动物生态学研究。
通信作者:毕靖吉(1977—),男,高级工程师,主要从事森林保护工作,E-mail:71508008@qq.com。

吉林四平山门中生代火山国家级自然保护区(以下简称保护区)位于吉林省四平市铁东区山门镇,地理位置 124°24'20"~124°27'51" E、43°02' 19" ~ 43° 04' 56" N,距四平市主城区 7 km,距长春市 119 km,距辽宁省沈阳市 207 km^[1],区内自然资源丰富,为陆生野生动物提供了优良的栖息环境。野生动物是自然生态系统的重要组成部分,对于维护自然界的生态平衡以及保证人类的生存发展均具有非常重要的意义^[2]。在保护区全域开展陆生野生动物资源本底调查,并在此基础上做出科学的评价,可为保护区野生动物资源保护提供科学参考,为提高生物多样性保护水平奠定坚实基础。目前,针对该保护区的陆生野生动物资源报道较少,仅吉林大学地球科学学院 2011 年综合科学考察报告少量提及,近十年未进行过系统的本底调查。因此,为全面掌握保护区陆生野生动物资源本底,进一步摸清其数量及分布,2023 年 8 月—2024 年 7 月对保护区内陆生野生动物资源进行了全面调查。

1 保护区自然概况

保护区由二郎山、砬子底下北山、砬子底下东山、岳家岗子—杏花山四个独立区块组成。保护区属温带半湿润大陆性季风气候,四季分明,春季干燥风大,夏季温热多雨,秋季晴暖凉爽,冬季寒冷少雪。年极端最高气温 36.6℃,年极端最低气温-34.6℃,年平均气温 6℃^[1]。保护区生境复杂多样,孕育了丰富的陆生野生动物资源,在吉林省的动植物区系中占有重要地位。

2 调查及数据收集

鸟类调查采取随机布设样线法^[3]和样点

法^[4]调查,共布设样线 5 条,样点 15 个。两栖类、爬行类调查结合鸟类调查,在鸟类调查样线、样点区域适宜两栖类、爬行类动物的栖息地随机布设样方,共布设两栖类样方 32 个,爬行类样方 22 个。兽类调查共设置调查样线 7 条,辅以红外自动数码照相机对较难见到其踪迹或活动痕迹的哺乳动物进行调查,根据相机记录的信息确定动物的种类、数量、分布等,并记录相机安放位置的生境状况^[5]。

物种鉴定参照《中国兽类野外手册》^[6]和《中国鸟类野外手册》^[7],物种分类参考《中国脊椎动物红色名录》^[8]和《中国鸟类分类和分布名录》(第四版)^[9],国家重点保护野生动物等级参照《国家重点保护野生动物名录》^[10]及《有重要生态、科学、社会价值的陆生野生动物名录》^[11]。

3 陆生野生动物资源现状

本次调查共记录到陆生野生动物 118 种,分别隶属于 4 纲 24 目 56 科,其中两栖纲、爬行纲、鸟纲和哺乳纲分别有 5 种、8 种、79 种和 26 种,占吉林省陆生野生动物种类总数的 23.55 %。

3.1 鸟类

保护区鸟类 16 目 36 科 79 种(见表 1),占吉林省鸟类种类总数的 20.52 %。其中雀形目 38 种,占保护区鸟类种类总数的 48.10 %;雁形目 8 种,占 10.13 %;鸽形目 7 种,占 8.86 %;鹈形目 5 种,占 6.33 %;其余 12 目合计 21 种,共占 26.58 %。本次调查在保护区内首次记录到杂色山雀(*Sittiparus varius*),该鸟是一种典型的狭域分布留鸟,中国大陆种群主要繁殖于辽宁东部山区和毗邻的吉林西南部山区^[12],此次发现为其分布区增添了新记录。

表 1 保护区鸟类组成

Tab. 1 Composition of the bird in the reserve

目、科、种	分布 型	区系 特征	居留 型	保护 等级	目、科、种	分布 型	区系 特征	居留 型	保护 等级
鸡形目 GALLIFORMES					雁形目 ANSERIFORMES				
雉科 Phasianidae					鸭科 Anatidae				
环颈雉 <i>Phasianus colchicus</i>	O	古北种	r	SY	鸿雁 <i>Anser cygnoid</i>	M	古北种	s	II

表 1(续)

目、科、种	分布 型	区系 特征	居留 型	保护 等级	目、科、种	分布 型	区系 特征	居留 型	保护 等级
豆雁 <i>Anser fabalis</i>	U	古北种	p	SY	灰翅浮鸥 <i>Chlidonias hybrida</i>	U	广布种	s	SY
赤麻鸭 <i>Tadorna ferruginea</i>	U	古北种	p	SY	鸛形目 CICONIIFORMES				
绿翅鸭 <i>Anas crecca</i>	C	古北种	p	SY	鸛科 Ciconiidae				
绿头鸭 <i>Anas platyrhynchos</i>	C	古北种	s	SY	东方白鸛 <i>Ciconia boyciana</i>	U	古北种	s	I
斑嘴鸭 <i>Anas poecilorhyncha</i>	W	广布种	s	SY	鰵鸟目 SULIFORMES				
琵嘴鸭 <i>Anas clypeata</i>	C	古北种	s	SY	鸬鹚科 Phalacrocoracidae				
红头潜鸭 <i>Aythya ferina</i>	C	古北种	s	SY	普通鸬鹚 <i>Phalacrocorax carbo</i>	O	广布种	s	SY
鸕鷀目 PODICIPEDIFORMES					鸕鷀形目 PELECANIFORMES				
鸕鷀科 Podicipedidae					鹭科 Ardeidae				
小鸕鷀 <i>Tachybaptus ruficollis</i>	W	广布种	s	SY	苍鹭 <i>Ardea cinerea</i>	U	广布种	s	SY
凤头鸕鷀 <i>Podiceps cristatus</i>	U	古北种	s	SY	大白鹭 <i>Ardea alba</i>	O	古北种	s	SY
鸕形目 COLUMBIFORMES					池鹭 <i>Ardeola bacchus</i>	W	东洋种	s	SY
鸠鸽科 Columbidae					绿鹭 <i>Butorides striata</i>	O	广布种	s	SY
山斑鸠 <i>Streptopelia orientalis</i>	E	广布种	s	SY	夜鹭 <i>Nycticorax nycticorax</i>	O	广布种	s	SY
鸕形目 CUCULIFORMES					鹰形目 ACCIPITRIFORMES				
杜鹃科 Cuculidae					鸢科 Pandionidae				
四声杜鹃 <i>Cuculus micropterus</i>	W	东洋种	s	SY	鸢 <i>Pandion haliaetus</i>	C	古北种	s	II
大杜鹃 <i>Cuculus canorus</i>	O	广布种	s	SY	鹰科 Accipitridae				
鸕形目 GRUIFORMES					雀鹰 <i>Accipiter nisus</i>	U	古北种	s	II
秧鸡科 Rallidae					普通鵟 <i>Buteo japonicus</i>	U	广布种	w	II
白骨顶 <i>Fulica atra</i>	O	古北种	s	SY	鸕形目 STRIGIFORMES				
鸕形目 CHARADRIIFORMES					鸕鸕科 Strigidae				
反嘴鸕科 Recurvirostridae					纵纹腹小鸕 <i>Athene noctua</i>	U	古北种	r	II
黑翅长脚鸕 <i>Himantopus himantopus</i>	O	古北种	s	SY	长耳鸕 <i>Asio otus</i>	C	古北种	r	II
鸕科 Charadriidae					犀鸟目 BUCEROTIFORMES				
灰头麦鸡 <i>Vanellus cinereus</i>	M	古北种	s	SY	戴胜科 Upupidae				
金眶鸕 <i>Charadrius dubius</i>	O	广布种	s	SY	戴胜 <i>Upupa epops</i>	O	广布种	s	SY
鸕科 Scolopacidae					啄木鸟目 PICIFORMES				
丘鸕 <i>Scolopax rusticola</i>	U	古北种	p	SY	啄木鸟科 Picidae				
鸕科 Laridae					星头啄木鸟 <i>Dendrocopos canicapillus</i>	M	古北种	r	SY
红嘴鸕 <i>Chroicocephalus ridibundus</i>	U	古北种	p	SY	小星头啄木鸟 <i>Dendrocopos kizuki</i>	M	古北种	r	SY
燕鸕科 Sternidae					大斑啄木鸟 <i>Dendrocopos major</i>	U	古北种	r	SY
普通燕鸕 <i>Sterna hirundo</i>	C	古北种	s	SY	灰头绿啄木鸟 <i>Picus canus</i>	U	古北种	r	SY

表 1(续)

目、科、种	分布型	区系特征	居留型	保护等级	目、科、种	分布型	区系特征	居留型	保护等级
隼形目 FALCONIFORMES					树莺科 Cettiidae				
隼科 Falconidae					鳞头树莺 <i>Urosphena squameiceps</i>	K	古北种	s	SY
红隼 <i>Falco tinnunculus</i>	O	广布种	r	II	长尾山雀科 Aegithalidae				
红脚隼 <i>Falco amurensis</i>	U	古北种	s	II	北长尾山雀 <i>Aegithalos caudatus</i>	U	古北种	r	SY
雀形目 PASSERIFORMES					绣眼鸟科 Zosteropidae				
伯劳科 Laniidae					红胁绣眼鸟 <i>Zosterops erythropleurus</i>	M	广布种	s	II
红尾伯劳 <i>Lanius cristatus</i>	X	古北种	s	SY	暗绿绣眼鸟 <i>Zosterops japonicus</i>	S	古北种	p	SY
灰伯劳 <i>Lanius excubitor</i>	C	古北种	w	SY	鹀科 Sittidae				
楔尾伯劳 <i>Lanius sphenocercus</i>	M	古北种	r	SY	普通鹀 <i>Sitta europaea</i>	U	古北种	r	SY
鸦科 Corvidae					鹟科 Muscicapidae				
松鸦 <i>Garrulus glandarius</i>	U	古北种	r	SY	红尾歌鹟 <i>Larvivora sibilans</i>	M	古北种	s	SY
灰喜鹊 <i>Cyanopica cyanus</i>	U	古北种	r	SY	红喉歌鹟 <i>Calliope calliope</i>	U	古北种	s	II
喜鹊 <i>Pica pica</i>	C	古北种	r	SY	蓝喉歌鹟 <i>Luscinia svecica</i>	U	古北种	p	II
达乌里寒鸦 <i>Corvus dauuricus</i>	U	古北种	r	SY	红胁蓝尾鸲 <i>Tarsiger cyanurus</i>	M	古北种	s	SY
山雀科 Paridae					黑喉石鸫 <i>Saxicola maurus</i>	O	古北种	s	SY
杂色山雀 <i>Sittiparus varius</i>	M	古北种	r	SY	太平鸟科 Bombycillidae				
沼泽山雀 <i>Poecile palustris</i>	U	古北种	r	SY	太平鸟 <i>Bombycilla garrulus</i>	C	古北种	w	SY
大山雀 <i>Parus cinereus</i>	O	广布种	r	SY	小太平鸟 <i>Bombycilla japonica</i>	M	古北种	w	SY
苇莺科 Acrocephalidae					雀科 Passeridae				
东方大苇莺 <i>Acrocephalus orientalis</i>	O	广布种	s	SY	麻雀 <i>Passer montanus</i>	U	广布种	r	SY
燕科 Hirundinidae					鹁鸪科 Motacillidae				
家燕 <i>Hirundo rustica</i>	C	古北种	s	SY	白鹁鸪 <i>Motacilla alba</i>	U	古北种	p	SY
金腰燕 <i>Cecropis daurica</i>	U	广布种	s	SY	燕雀科 Fringillidae				
柳莺科 Phylloscopidae					燕雀 <i>Fringilla montifringilla</i>	U	古北种	p	SY
褐柳莺 <i>Phylloscopus fuscatus</i>	M	古北种	s	SY	白腰朱顶雀 <i>Acanthis flammea</i>	C	古北种	w	SY
黄腰柳莺 <i>Phylloscopus proregulus</i>	U	古北种	s	SY	金翅雀 <i>Chloris sinica</i>	M	古北种	r	SY
黄眉柳莺 <i>Phylloscopus inornatus</i>	U	古北种	s	SY	鹀科 Emberizidae				
双斑绿柳莺 <i>Phylloscopus plumbeitarsus</i>	U	古北种	p	SY	黄眉鹀 <i>Emberiza chrysophrys</i>	M	古北种	p	SY
					田鹀 <i>Emberiza rustica</i>	U	古北种	s	SY
					黄喉鹀 <i>Emberiza elegans</i>	M	古北种	s	SY
					灰头鹀 <i>Emberiza spodocephala</i>	M	古北种	w	SY

注:物种分布型中 C 为全北型, D 为中亚型(中亚温带干草原分布), E 为季风区型, K 为东北型(东部为主), M 为东北型(我国东北地区或再包括附近地区), O 为不易归类的分布型, S 为南中国型, U 为古北型, W 为东洋型, X 为东北—华北型;居留型中 s 为夏候鸟, w 为冬候鸟, p 为旅鸟, r 为留鸟;保护等级中 I 为国家一级重点保护野生动物, II 为国家二级重点保护野生动物, SY 为有重要生态、科学、社会价值的陆生野生动物。下同。

从保护级别来看,保护区内共调查到国家一级重点保护野生动物 1 种,为东方白鹳(*Ciconia boyciana*);国家二级重点保护动物 11 种,为鸿雁(*Anser cygnoid*)、鸮(*Pandion haliaetus*)、雀鹰(*Accipiter nisus*)、普通鵟(*Buteo japonicus*)、纵纹腹小鸮(*Athene noctua*)、长耳鸮(*Asio otus*)、红隼(*Falco tinnunculus*)、红脚隼(*Falco amurensis*)、红胁绣眼鸟(*Zosterops erythropleurs*)、红喉歌鸲(*Calliope calliope*)、蓝喉歌鸲(*Luscinia svecica*)。

从居留型来看,保护区以候鸟为主,有 48 种(夏候鸟 42 种、冬候鸟 6 种),留鸟有 20 种,旅鸟有 11 种。从动物地理区系组成角度分析,保护区地处我国动物地理区划的古北界东北区松辽平原亚区,气候类型属于季风型干旱半干旱型,分布的鸟类以古北种为主,在记录的 79 种鸟中,古北种有 59 种,广布种有 18 种,东洋种仅 2 种。

表 2 保护区两栖类组成

Tab. 2 Composition of the amphibian in the reserve

目、科、种	分布 区系 保护 型 特征 等级	目、科、种	分布 区系 保护 型 特征 等级
无尾目 ANURA		铃蟾科 Bombinidae	
蟾蜍科 Bufonidae		东方铃蟾 <i>Bombina orientalis</i>	M 古北种 SY
中华蟾蜍 <i>Bufo gargarizans</i>	E 广布种 SY	蛙科 Ranidae	
花背蟾蜍 <i>Strauchbufo raddei</i>	X 广布种 SY	黑斑侧褶蛙 <i>Pelophylax nigromaculatus</i>	E 广布种
		东北粗皮蛙 <i>Rugosa emeljanovi</i>	K 古北种

表 3 保护区爬行类组成

Tab. 3 Composition of the reptile in the reserve

目、科、种	分布 区系 保护 型 特征 等级	目、科、种	分布 区系 保护 型 特征 等级
有鳞目 SQUAMATA		红纹滞卵蛇 <i>Oocatochus rufodorsatus</i>	E 东洋种 SY
蜥蜴科 Lacertidae		赤链蛇 <i>Lycodon rufozonatus</i>	E 古北种 SY
白条草蜥 <i>Takydromus wolteri</i>	E 广布种 SY	水游蛇科 Natricidae	
黑龙江草蜥 <i>Takydromus amurensis</i>	K 古北种 SY	虎斑颈槽蛇 <i>Rhabdophis tigrinus</i>	E 古北种 SY
游蛇科 Colubrinae		蝰科 Viperidae	
白条锦蛇 <i>Elaphe dione</i>	U 古北种 SY	乌苏里蝮 <i>Gloydius ussuriensis</i>	M 古北种 SY
棕黑锦蛇 <i>Elaphe schrenckii</i>	E 古北种 SY		

3.3 哺乳类

保护区以林区为最重要的生境类型,所分布的哺乳类动物种类较多,共 6 目 13 科 26 种(见表 4),占吉林省哺乳类种类总数的 30.58 %。其中国家二级重点保护野生动物 3 种,为赤狐

从物种分布型上看,该保护区鸟类种类组成以古北型和东北型等北方型种类组成为主,共有 59 种,不易归类的物种 14 种,东洋型物种有 4 种,同时还有季风区型和南中国型种各 1 种。

3.2 两栖类和爬行类

保护区两栖类 1 目 3 科 5 种(见表 2),占吉林省两栖类种类总数的 35.71 %。保护区爬行类 1 目 4 科 8 种(见表 3),占吉林省爬行类种类总数的 47.05 %。

保护区 13 种两栖类和爬行类中,古北种和广布种分别为 8 种和 4 种,东洋种 1 种,说明该保护区在两栖类和爬行类动物分布上具有典型的古北界区系特征。从物种分布型看,季风区型物种有 7 种,占种类总数的 53.85 %,东北型(东部为主)2 种,东北型(我国东北地区或再包括附近地区)2 种,古北型和东北—华北型各 1 种。

(*Vulpes vulpes*)、貉(*Nyctereutes procyonoides*)和豹猫(*Prionailurus bengalensis*)。

从动物区系分析,该区域哺乳动物区系组成以广布种和古北种为主,分别有 12 种和 13 种,分别占种类总数的 46.15 %和 50.00 %,东

洋种仅 1 种,仅占种类总数的 3.85 %。从物种分布型来看,该区 26 种哺乳类有 17 种是古北型等北方型物种,占种类总数的 65.38 %,季风

区型 3 种,中亚型 3 种,不易归类的分布型 2 种,东洋型 1 种。

表 4 保护区哺乳类组成

Tab. 4 Composition of the mammal in the reserve

目、科、种	分布型	区系特征	保护等级	目、科、种	分布型	区系特征	保护等级
劳亚食虫目 EULIPOTYPHLA				蒙古田鼠 <i>Alexandromys mongolicus</i>	U	古北种	
猬科 Erinaceidae				东方田鼠 <i>Alexandromys fortis</i>	E	广布种	
东北刺猬 <i>Erinaceus amurensis</i>	O	广布种	SY	布氏田鼠 <i>Lasiopodomys brandtii</i>	D	古北种	
鼯鼠科 Soricidae				莫氏田鼠 <i>Alexandromys maximowiczii</i>	X	古北种	
远东鼯鼠 <i>Sorex isodon</i>	U	古北种		鼠科 Muridae			
翼手目 CHIROPTERA				黑线姬鼠 <i>Apodemus agrarius</i>	U	广布种	
蝙蝠科 Vespertilionidae				褐家鼠 <i>Rattus norvegicus</i>	U	广布种	
普通蝙蝠 <i>Vespertilio murinus</i>	U	古北种		小家鼠 <i>Mus musculus</i>	U	广布种	
东方蝙蝠 <i>Vespertilio sinensis</i>	E	广布种		食肉目 CARNIVORA			
兔形目 LAGOMORPHA				犬科 Canidae			
鼠兔科 Ochotonidae				赤狐 <i>Vulpes vulpes</i>	C	广布种	II
达乌尔鼠兔 <i>Ochotona dauurica</i>	D	古北种		貉 <i>Nyctereutes procyonoides</i>	E	广布种	II
兔科 Leporidae				鼬科 Mustelidae			
蒙古兔 <i>Lepus tolai</i>	O	广布种	SY	黄鼬 <i>Mustela sibirica</i>	U	广布种	SY
东北兔 <i>Lepus mandshuricus</i>	M	古北种	SY	亚洲狗獾 <i>Meles leucurus</i>	U	广布种	SY
啮齿目 RODENTIA				猫科 Felidae			
松鼠科 Sciuridae				豹猫 <i>Prionailurus bengalensis</i>	W	东洋种	II
花鼠 <i>Tamias sibiricus</i>	U	古北种	SY	鲸偶蹄目 CETARTIODACTYLA			
北松鼠 <i>Sciurus vulgaris</i>	U	古北种	SY	猪科 Suidae			
达乌尔黄鼠 <i>Spermophilus dauricus</i>	D	古北种		野猪 <i>Sus scrofa</i>	U	广布种	
仓鼠科 Circetidae				鹿科 Cervidae			
黑线仓鼠 <i>Cricetulus barabensis</i>	X	古北种		狍 <i>Capreolus pygargus</i>	U	古北种	SY
大仓鼠 <i>Tscherskia triton</i>	X	古北种					

4 陆生野生动物保护存在的问题及对策建议

4.1 主要问题

保护区内石材开采不仅破坏了地质遗迹的原始风貌,而且改变了区域地形与水系,引发了植被退化、动物栖息地破碎化等连锁生态效应。生境的改变使陆生野生动物的生存空间被压缩,生存与繁衍面临严峻挑战。

尽管保护区做了大量的巡护管护工作,但杂乱繁多的牲畜足迹证明放牧活动依然存在。

牲畜与陆生野生动物在食物、水源等方面存在直接竞争,导致野生动物食物来源缩减,种群数量减少,且牲畜选择性采食,改变了植物群落的物种组成,导致适口性差的物种占优势,降低了植被多样性和群落高度,使许多地面营巢的鸟类和小型兽类失去隐蔽场所。

科研力量和专业人员缺乏,无连续常态化陆生野生动物资源的监测数据,无法对其动态变化进行分析,保护区的管理工作缺乏科学依据,难以制定有效的管控方案。(下转第 45 页)

DOI:10.16115/j.cnki.issn.1005-7129.2025.06.006
文章编号:1005-7129(2025)06-0026-04 中图分类号:S863 文献标识码:A

2022—2025 年吉林查干湖国家级自然保护区野生 鸟类救助情况剖析

郭小萌, 杨敬爽, 马锋敏, 张 萌, 程 爽, 邵成茁
(吉林查干湖国家级自然保护区管理局, 吉林 松原 131100)

摘 要:本文分析了 2022—2025 年吉林查干湖国家级自然保护区野生鸟类救助情况,指出了存在的问题,提出了发展策略,以期为其他自然保护区开展野生鸟类救助活动提供参考。
关键词:吉林查干湖国家级自然保护区;野生鸟类;救助

Analysis of the Rescue Situation of Wild Birds in Jilin Chagan Lake National Nature Reserve from 2022 to 2025

GUO Xiaomeng, YANG Jingshuang, MA Fengmin, ZHANG Meng, CHENG Shuang, SHAO Chengzhao
(Jilin Chagan Lake National Nature Reserve Administration, Songyuan 131100, China)

Abstract: The rescue situation of wild birds in Jilin Chagan Lake National Nature Reserve from 2022 to 2025 was analyzed in this paper. The existing problems were pointed out, and the development strategies were put forward. That would provide reference for other nature reserves to carry out rescue activities for wild bird.
Keywords: Jilin Chagan Lake National Nature Reserve; wild birds; rescue

吉林查干湖国家级自然保护区(以下简称查干湖保护区)位于吉林省西北部,主体位于松原市前郭尔罗斯蒙古族自治县境内,部分区域延伸至白城的大安市和松原的乾安县,地理位置 124°03'~24°34' E、45°05'~45°30' N,是野生鸟类重要的繁殖地和迁徙停歇地^[1, 2]。野生鸟类是生态系统的重要组成部分,在食物链中占据关键位置,对控制昆虫数量、传播植物种子等具有重要作用,野生鸟类的多样性可用于衡量该地区生态环境质量水平和自然保护价值^[3]。查干湖保护区内鸟类资源丰富,有 20 目 60 科 276 种。其中,国家一级重点保护鸟类 17 种,国家二级重点保护鸟类 52 种;被 IUCN 列入极危的鸟类有 3 种、濒危 5 种、易危 13 种、近危 13 种;被列入 CITES 附录 I、II 的物种分别为 8 种、30 种^[4]。

随着人类活动范围的扩大,受伤、饥饿、患病、中毒的鸟类逐渐增多,其生存环境受到严重威胁^[5]。救助受伤鸟类,使其重返自然,能够保证鸟类种群的稳定,维持生态系统的正常功能,特别是对国家重点保护鸟类等珍稀物种的救助,能够有效减少其种群数量的损失,保护鸟类多样性。多年来查干湖保护区持续开展野生鸟类救助活动,本文剖析了其 2022—2025 年的救助情况,总结了取得的成效,指出了存在的问题,提出了发展策略,以期对相关保护区野生鸟类救助活动提供参考。

1 野生鸟类救助情况分析

1.1 救助情况

2022—2025 年,查干湖保护区救助野生鸟类 13 只(见表 1、图 1 和图 2),2022 年 4 只,

2023 年、2024 年、2025 年各 3 只,既有国家二级重点保护鸟类长耳鸮(*Asio otus*)、云雀(*Alauda arvensis*)、白琵鹭(*Platalea leucorodia*)、白腹鸮(*Circus spilonotus*)、毛脚鵟(*Buteo lagopus*),也有常见鸟类红嘴鸥(*Chroicocephalus ridibundus*)、褐柳莺(*Phylloscopus fuscatus*)、普通鵪鹑(*Phalacrocorax carbo*)、白骨顶(*Fulica atra*)、反嘴鹬(*Recurvirostra avosetta*)、苍鹭(*Ardea cinerea*),其中国家二级保护鸟类 7 只,占比达 53.8 %以上,反映出救助工作对珍稀物种的“关键守护”作用,凸显出救护工作的必要性。

表 1 2022—2025 年查干湖保护区野生鸟类救助情况

Tab. 1 Rescue situation of wild birds in Chagan Lake Reserve from 2022 to 2025

年份	学名	数量	救助地点	伤势情况	救助措施	处理结果
2022	红嘴鸥	1	地房子管理所	翅膀处有撕裂伤痕,有撞击电线杆、岩石可能	送往查干湖野生动物救助繁育中心处理伤口,给药包扎,留置观察	精心照顾至恢复健康后放归自然
	长耳鸮	1	宏宇富辰小区附近	翅膀出现明显裂口,存在撞击致伤可能,无法正常飞行	送往查干湖野生动物救助繁育中心处理伤口,给药包扎,留置观察	精心照顾至恢复健康后放归自然
	云雀	1	天字井	被关在鸟笼中,外表无明显伤痕,精神亢奋	待精神稳定、整体呈健康状态后,送往云字井	放归自然
	褐柳莺	1	天字井	被关在鸟笼中,外表无明显伤痕,精神状态稳定,整体呈健康状态	送往云字井	放归自然
2023	普通鵪鹑	1	新甸泡白琵鹭繁殖中心	精神萎靡,腹泻严重,粪便呈稀水样	送往查干湖野生动物救助繁育中心喂药救治,针对性调节饮食,留置观察	恢复健康后放归自然
	白腹鸮	1	十三家户	左腿小腿胫骨、腓骨不完全断裂,断端皮肤破损,精神萎靡	送往松原市野生动物救助站,2 h 内接受左腿小腿截肢手术,留置观察	精心护理,康复且具备生存能力后放归自然
2024	白琵鹭	1	长山屯火车站	腿部受伤,有撕裂状伤口	送往查干湖野生动物救助繁育中心进行给药救治,留置观察	恢复健康后放归自然
	白琵鹭	1	八郎镇青山村三家子屯南	翅膀撕裂伤,行动不便	送往查干湖野生动物救助繁育中心进行给药救治,留置观察	恢复健康后放归自然
	白琵鹭	1	八郎镇六家子屯	精神状态良好,进食能力正常,发现时右侧翅膀处有轻伤,疑似被人类所伤	送往查干湖野生动物救助繁育中心进行给药救治,留置观察;取名为“查查”,建立单独档案跟踪观察,每周 1 至 2 次回访	11 月末发现,因错过迁徙季节且冬季冰封、食物匮乏,于 2025 年 7 月放归自然
2025	白骨顶	1	查干湖景区	股骨不完全性骨折	送往查干湖野生动物救助繁育中心,固定其骨折部位并包扎,留置观察	骨折处恢复良好,痊愈后放归自然
	毛脚鵟	1	八郎镇青山村	右侧翅膀至股骨处损伤严重,有脱臼和血肉外翻现象	送往松原市野生动物救助站给药包扎、固定,留置查看	精心护理,康复后放归自然
	反嘴鹬	1	长山镇	右侧翅膀轻微外伤,破损、出血,有下垂现象	送往查干湖野生动物救助繁育中心处理伤口并固定,留置查看	恢复健康后放归自然
	苍鹭	1	新立采油厂	右腿股骨完全性骨折,断骨端外露,伤口肌肉外翻	送往查干湖野生动物救助繁育中心,进行截肢手术,留置查看	完全康复且具备生存能力后放归自然



图 1 救助的白琵鹭

Fig. 1 Rescued *Platalea leucorodia*



图 2 救助的毛脚鵟

Fig. 2 Rescued *Buteo lagopus*

1.2 伤势类型

伤势类型主要分为外伤性损伤、病理性损伤及精神性损伤三大类(见表 1)。外伤性损伤在救助案例中最为常见,涉及 10 只鸟类,占比达 76.9%。其中,肢体损伤最为突出,包括翅膀撕裂伤、腿部撕裂伤、骨折、脱臼等。部分野生鸟类伤势较为严重,如苍鹭出现断骨端外露、伤口肌肉外翻的情况,白腹鸕和苍鹭因伤势过重需进行截肢手术。病理性损伤仅 1 只(普通鸕),表现为精神萎靡、腹泻严重且粪便呈稀水样,此类伤势虽占比不高,仅 7.7%,但对鸟类的生命健康同样构成严重威胁。精神性损伤 2 只,占比 15.4%,外表无明显伤痕,但精神状态受到一定干扰。

1.3 伤势成因

外伤性损伤多与人类活动及环境因素相关(见表 1)。翅膀撕裂伤可能与鸟类撞击电线杆、岩石等物体有关,如红嘴鸥、长耳鸕的伤势就存在这种可能性。而白琵鹭第三只个体的右侧翅膀轻伤疑似被人类所伤,应重视人类活动直接导致鸟类受伤的情况。骨折类伤势的发生地点多为存在明显建筑物或施工设备与装置的人类活动较为频繁的区域,受伤可能与野生鸟类在这些区域活动时受到意外撞击或触碰有关。病理性损伤的成因虽未明确,但可能与鸟类自身的健康状况、饮食环境、天气变化等因素相关。精神性损伤均由人为禁锢引起,反映出部分群众对野生鸟类保护的法律意识和生态意识较为薄弱,存在非法捕捉行为。

1.4 救助方式

对症下药是应对任何野生动物疾病的关键^[6],受伤野生鸟类的伤势情况差距较大,需采取不同的救助方式。对外伤性损伤鸟类,多送往查干湖或松原市野生动物救助机构,常规流程为处理伤口、固定骨折、留置观察等,情况严重会启用手术治疗,康复后放归;对病理性损伤鸟类,针对性采取喂药、调整饮食的方式进行治疗;对人为禁锢的鸟类,在确定其整体健康后送往合适地点放生(见表 1)。

1.5 取得的成效

制定野生鸟类救护流程可以使保护区内野生珍稀濒危鸟类得到更及时有效的保护^[7]。查干湖保护区建立了较为顺畅的救助流程,各环节衔接紧密,接到群众发现受伤鸟类的报告后,工作人员及时赶赴现场,根据伤势情况现场救助或送往相应的救助机构进行治疗,助力鸟类得以康复并重返自然。查干湖保护区多年来始终重视宣传野生动物保护和候鸟守护方面的知识,至今已有多位志愿者和热心群众遇到需救助的鸟类时,主动与查干湖保护区取得联系。群众积极参与救助提升了野生鸟类救助的效率,使受伤鸟类得到及时治疗。

2 野生鸟类救助存在问题

2.1 救助基础设施薄弱,人员专业能力不足

当前查干湖保护区在野生鸟类救助方面的基础设施建设水平不足,现有的医疗设备难以满足不同习性和伤势的鸟类救助需求。查干湖保护区的救助人员缺乏定期的专业培训和专家指导,救助水平提升缓慢,面对复杂伤势(如骨折、脱臼、复合伤)的诊断、治疗和护理时,所掌握的专业技能和知识难以满足精准治疗、科学

恢复的需要。

2.2 保护力度不够,公众保护意识不强

查干湖保护区内偶尔出现警示横幅或标识牌模糊、掉色甚至损毁现象,除长期暴露在自然环境中造成的损耗外,还存在人为破坏的可能。另外,在天字井、地字井、云字井等地发现非法捕鸟网具、废弃渔具,对野生鸟类的生存造成威胁。查干湖保护区内部分公众对野生鸟类保护的认知存在欠缺,对鸟类救助知识和生物多样性保护理念知晓度不高,直接影响野生鸟类保护工作的社会参与度。

2.3 后续跟踪工作受限

因缺少符合国家标准的鸟类环志站建设场地,缺少鸟类环志标记设备和鸟类跟踪器,导致查干湖保护区难以在短时间内建立鸟类环志站,对保护区系统化展开符合规范的传统环志与卫星追踪工作造成一定困难,严重影响了对放归的野生鸟类的生存率、迁徙规律等关键数据的收集,无法科学评估救助工作的长期成效,同时制约了查干湖野生鸟类救助与保护策略的优化与提升。

3 野生鸟类救助发展策略

3.1 强化硬件建设,提高人员技能

建立救助站、环志站、疫源疫病监测站三站一体的野生动物保护和救助平台,内部配备可满足不同鸟类习性和伤势需求的专业医疗设备和药品。定期组织救助人员参加专业培训,邀请鸟类保护专家、兽医开展鸟类伤势诊断、治疗技术、康复护理等方面的讲座和实操训练,提升技术人员的专业技能,提升救助专业性和针对性,提高应对不同类型的伤势时的救助成功率。

3.2 加大保护力度,提高公众保护意识

加大监测和保护力度,加强鸟类活动频繁区域、鸟类受伤高频区域、人员活动较频繁区域的管理,减少人类干扰伤害。增加警示横幅或标识牌数量,并定时检查和更新。及时排查、清理可能对鸟类造成伤害的因素,从源头减少受伤事件。可将野生鸟类救助过程编辑整理后发

布在吉林省林业和草原局官网或吉林查干湖国家级自然保护区公众号上,帮助公众更直观地了解保护区内野生鸟类的生存现状及所面临的威胁。另外,积极开展“爱鸟周”“生物多样性日”等主题活动,发放野生动物保护、生物多样性保护相关知识的宣传单,开展鸟类保护科普讲座,展示救助案例,普及鸟类救助知识,提高公众保护意识,构建全社会共同救助的野生鸟类保护格局。

3.3 完善后续跟踪体系

建立完善的后续跟踪体系,对康复的野生鸟类个体佩戴国际通用的鸟类环志,并选择大型水禽(如天鹅、大雁)及珍稀物种安装小型卫星跟踪器,精确记录野生鸟类的迁徙路线、活动范围及生存率,为评估救助成效、研究种群生态及制定针对性保护策略提供关键数据支撑,最终实现从个体救助到种群保护的有效衔接。

参考文献

- [1]李然然,章光新,张蕾.查干湖湿地浮游植物与环境因子关系的多元分析[J].生态学报,2014,34(10):2663-2673.
- [2]王琦,魏来,韩煜,等.查干湖汇水区面源污染风险识别及管控[J].环境科学研究,2020,33(9):2074-2083.
- [3]曲媛媛,高武,郭铁英,等.北京野鸭湖湿地自然保护区迁徙水鸟调查[J].湿地科学,2010,8(2):144-150.
- [4]杨敬爽,马锋敏,王贺,等.吉林查干湖国家级自然保护区鸟类资源调查与多样性分析[J].吉林林业科技,2024,53(6):21-26,32.
- [5]况绍祥,刘鹏,舒惠理,等.近年江西鸟类救护情况分析[J].野生动物学报,2018,39(4):869-876.
- [6]王思博.野生动物常见病及其治疗方法[J].农民致富之友,2014(1):83.
- [7]凌小惠,吕建荣.化龙山国家级自然保护区鸟类资源现状及保护对策[J].绿色科技,2019,21(20):44-45.

(本篇专家编审:韩晓东)

DOI:10.16115/j.cnki.issn.1005-7129.2025.06.007

文章编号:1005-7129(2025)06-0030-04

中图分类号:S863

文献标识码:A

吉林向海国家级自然保护区自然巢与人工巢 东方白鹳繁殖成功性分析

陈 杨

(吉林向海国家级自然保护区管理局,吉林 白城 137215)

摘 要:本研究以吉林向海国家级自然保护区 2024 年监测到的东方白鹳自然巢和人工巢为研究对象,通过对比分析,系统研究两类巢穴的巢址选择、巢材构成、结构稳定性及东方白鹳的繁殖成效。结果表明,人工巢通过科学的框架设计与巢材配置,显著提高了东方白鹳繁殖成功率。研究证实,营建人工招引巢是提升东方白鹳繁殖成效的有效手段,可为濒危鸟类保护提供技术支撑与实践参考。

关键词:东方白鹳;人工招引巢;自然巢;吉林向海国家级自然保护区

Analysis of Reproductive Success of *Ciconia boyciana* in Natural Nests and Artificial Nests in Jilin Xianghai National Nature Reserve

CHEN Yang

(Jilin Xianghai National Nature Reserve Administration, Baicheng 137215, China)

Abstract: Natural nests and artificial nests of *Ciconia boyciana* monitored in Jilin Xianghai National Nature Reserve in 2024 were taken as research objects. Through comparative analysis, the nest site selection, nest material composition, structural stability and the effect of *Ciconia boyciana* reproduction were systematically studied. The results showed that the artificial nest significantly improved the success rate of *Ciconia boyciana* reproduction through scientific framework design and nest material configuration. The study confirmed that the construction of artificial attraction nest was the effective mean to improve the reproductive efficiency of *Ciconia boyciana*. That could provide technical support and practical reference for the protection of endangered birds.

Keywords: *Ciconia boyciana*; artificial attraction nest; natural nest; Jilin Xianghai National Nature Reserve

东方白鹳(*Ciconia boyciana*)作为典型的湿地旗舰物种,其种群数量与分布格局是湿地生态系统健康状况的重要指示因子^[1]。该物种对繁殖巢要求严苛,筑巢的主要因子有巢位置、

巢距地面高、筑巢树直径、树种等^[2]。近年来,自然繁殖巢的现状堪忧,在黄河三角洲、珍宝岛湿地等典型繁殖区,乔木减少与湿地碎片化导致适宜搭建自然巢的地点锐减,迫使东方白鹳

收稿日期:2025-08-27

作者简介:陈杨(1989—),女,工程师,硕士研究生,主要从事科研监测与资源保护工作,E-mail:383302024@qq.com。

转向高压线杆塔、水泥电柱等人工设施筑巢。研究显示,珍宝岛湿地的天然巢平均繁殖成功率仅为 45.45 %^[3],在乌裕尔河下游湿地自然状态下东方白鹳繁殖成功率不高,存在人为干扰与破坏以及自然灾害的风险^[4]。高压设施上的巢体不仅存在大风损毁隐患,更因威胁供电安全面临强制拆除风险^[5]。吉林向海国家级自然保护区(以下简称向海保护区)东方白鹳繁殖种群也面临同样问题,人工招引巢成为破解繁殖困境的关键抓手。通过模拟自然习性并强化结构设计,人工招引巢的营建逐渐成为辅助东方白鹳繁殖的重要措施。本研究通过对比分析向海保护区自然巢与人工巢的特性,旨在明确 2 类巢穴的优势与不足,为东方白鹳的保护与繁殖辅助措施优化提供科学依据。

1 保护区概况

向海保护区是国际重要湿地之一,成立于 1981 年,是内陆湿地与水域生态系统类型的自然保护区,位于吉林省通榆县西北部,总面积 105 467 hm²。向海保护区有鸟类 316 种,列入国家重点保护野生动物名录的珍稀鸟类有丹顶鹤(*Grus japonensis*)、白鹳(*Grus leucogeranus*)、白头鹳(*Grus monacha*)、东方白鹳、黑鹳(*Ciconia nigra*)、大鸨(*Otis tarda*)、金雕(*Aquila chrysaetos*)、虎头海雕(*Haliaeetus pelagicus*)、白尾海雕(*Haliaeetus albicilla*)、白肩雕(*Aquila heliaca*)等^[6,7]。根据 2016—2023 年监测数据,东方白鹳在向海保护区的繁殖期为 3—7 月,主要繁殖区域集中在西河湿地北、东方白鹳核心区、向海水库、长龙垞等 12 个区域。

2 野外监测

2024 年 3 月上旬至 7 月下旬(东方白鹳繁殖期),采用 10 倍双筒望远镜、20~60 倍变焦望远镜、佳能单反相机及小型无人机进行定点监测,每月开展 2 次,每次监测时长不少于 4 h。保护区全境共监测 31 个自然巢(Z1-Z31)和 15 个人工招引巢(R1-R15)。因后期易受干扰,需确保雏鸟具备独立生存能力,自然巢和人工

招引巢以“雏鸟可熟练飞行(离巢后能持续飞行 ≥ 100 m)”为繁殖成功标准。

3 结果与分析

3.1 自然巢

3.1.1 基础特征

根据 2024 年监测数据,向海保护区 31 个自然巢巢址选择以枯死树木为主,少数位于高压线杆塔。自然巢的巢材以枯枝为主,巢直径约 1.5 m,巢距地面高 3~10 m,巢址生境多为沙丘榆林、水库边柳树林、沼泽草甸、湖泊等,与东方白鹳的觅食需求(依赖湖泊、沼泽水域)高度契合。

3.1.2 导致繁殖失败的因素

自然巢巢材随机性强,支撑能力不足。自然巢底层以拇指粗枯枝(直径 3~5 cm)为支撑,占比约 40 %,但多为自然脱落的枯木,韧性差、易断裂;中层细枝与草本枯茎占比约 50 %,间隙大无法固定巢体;顶层柔软草本细叶仅占 10 %,缓冲作用微弱。部分巢穴还混入铁丝、塑料线等人工废弃物(占比 < 5 %),虽未直接导致亲鸟弃巢,但可能影响卵的孵化环境。

自然巢结构稳定性差,抗干扰能力弱。自然巢无固定框架,仅靠树枝相互堆叠形成,抗风能力弱。2024 年 4 月 6 日,Z28 因遭遇大风导致巢体吹落,繁殖失败。Z3 出现巢材掉落现象,直接影响孵化过程。

自然巢受天敌捕食、人类活动等外界干扰影响显著。2024 年 5 月 15 日,Z10 中 5 只雏鸟全部消失,推测被猛禽捕食。Z24 巢下出现破损卵壳,疑被鹰隼攻击导致亲鸟弃巢。

2024 年自然巢繁殖成功率为 64.52 % (20/31),成功繁殖的巢穴共孵化雏鸟 54 只,平均每巢繁殖数量 2.70 只。失败的 11 个巢穴中,3 个因结构坍塌、4 个因天敌捕食、2 个因电力部门拆除、2 个因弃巢(原因不明),结构缺陷与外界干扰是导致繁殖失败的主要原因。

3.1.3 特殊类型(高压线巢)

高压线巢是自然巢中较为特殊的类型,2024 年监测的 3 个巢(Z7、Z9、Z13)为高压线杆

塔上筑巢,巢距地面高约 10 m,巢材与其他自然巢一致,但因涉及电力安全,成为繁殖失败率最高的巢型。

东方白鹳选择高压线杆塔筑巢,主要因其高度适中(约 10 m)、视野开阔,可减少地面天敌的威胁,且周边多为沼泽湿地或农田,可满足觅食需求,符合东方白鹳对“高巢址+近水域”的筑巢偏好。

高压线巢存在双重安全隐患。一方面,巢穴可能因大风被吹落。另一方面,东方白鹳筑巢可能引发线路短路,影响电力供应,或导致东方白鹳触电死亡,因此电力部门会对部分影响供电的巢采取拆除措施。2024 年 4 月 1 日,监测发现 Z9 被电力部门拆除,尽管后续东方白鹳尝试重新筑巢,但最终仍未繁殖成功。5 月 21 日,Z13 同样因安全隐患被拆除,直接导致繁殖终止。

3.2 人工巢

3.2.1 设计与构建

向海保护区共搭建人工巢 15 个,搭建时间集中于 2003 年(5 巢)与 2019 年(10 巢),以“模拟自然习性、强化结构稳定”为核心设计原则。

巢址生境以沙丘榆林为主(14 个),只有 1 个巢穴位于沼泽湿地,周边均有湖泊、水库、沼泽等觅食区域,与东方白鹳的生态需求高度匹配。

人工巢均搭建于水泥杆上,巢距地面高分别为 6 m(5 个)与 10 m(10 个),巢筐高 0.7 m,巢直径 1.7 m,略大于自然巢(1.5 m),可提供更充足的孵化空间。人工巢采用铁条焊接成倒圆锥体框架,显著提升抗风能力。与自然巢“无固定结构”相比,人工巢的框架可有效抵抗 8 级以上大风。2019 年 4 月 17 日向海保护区遭遇 8 级大风时,一处高压线巢因支撑树枝断裂坍塌,而人工巢均未出现结构损坏。

人工巢的巢材分为“基础层”与“亲鸟补充层”。基础层以直径 2.23~5.55 cm、长度 50.54~110.22 cm 的家榆、杨树树枝为主,占比约 60%,树枝韧性强、不易腐烂,通过铁丝固定

在框架上,确保长期支撑力。预留 40%的空间由东方白鹳自行添加细枝、软草等垫材,既保留其自然筑巢行为,又使巢体更贴合亲鸟的孵化需求。R3、R5 等均监测到东方白鹳自行叼取细枯枝补充巢材,提升孵化舒适度。另外,2019 年设立了无巢材招引巢 R11、R13 进行对比。R11 一直未被使用,而 R13 于 2024 年第一年使用,时间晚于其他有巢材的人工巢,对比可以看出,东方白鹳优先选择有巢材的人工巢,对人工招引巢中人为提供的基本巢材是适应的。

3.2.2 繁殖成效

人工巢共 15 巢,2024 年被繁殖使用 13 巢,仅 1 巢(R12)繁殖失败,原因不明。2024 年人工巢的繁殖成功率为 92.31%(12/13),显著高于自然巢的整体成功率(64.52%)。12 个人工巢共孵化雏鸟 38 只,平均每巢繁殖数量 3.17 只,高于自然巢的 2.70 只。R1、R14 繁殖数量达 4 只,为 2024 年人工巢最高繁殖数量。R11、R15 一直未被繁殖使用,可能与无巢材(对照试验)和位置选择有关。

3.2.3 优势

人工巢结构稳定性强,其铁制框架可有效抵抗大风、暴雨等极端天气,2024 年监测期间未出现人工巢因结构坍塌导致的繁殖失败。另外,其可减少天敌的干扰,进一步提升孵化成功率。

人工巢长期使用率高,2019—2024 年 12 个巢持续被使用,其中 R1、R2、R7 等连续 6 年繁殖成功,形成“固定繁殖点”。而自然巢因结构易损坏,多数巢穴使用年限较短,如 Z3 于 2023 年搭建后,2024 年即因巢材掉落未繁殖成功。

4 结论与讨论

4.1 结论

东方白鹳自然巢与人工巢的繁殖成效差异显著,人工巢(92.31%)繁殖成功率高于自然巢(64.52%),核心源于巢穴结构与外界干扰的差异。2019 年搭建的人工巢多连续繁殖成功,既通过框架设计弥补了自然巢稳定性的不

足,又保留了亲鸟自主添材的自然习性,平衡了“人工辅助”与“自然行为”。此外,自然巢中沙丘榆林、沼泽草甸生境的巢穴繁殖数量差异较小,说明巢址生境并非核心影响因素,而巢穴结构稳定性与安全隐患(如高压线巢)才是决定繁殖成败的关键。

4.2 讨论

随着向海保护区生态环境质量的提高,区内繁殖的东方白鹳数量越来越多。自然巢受结构缺陷与人类活动干扰的双重限制,巢材随机性强,以枯木为巢材,无固定框架,结构稳定性差,抗风能力弱,受外界干扰显著。人工巢通过铁制框架设计与科学巢材配置,显著提升了结构稳定性与抗干扰能力,且长期使用率高,平均繁殖数量高于自然巢,是辅助东方白鹳繁殖的有效措施。

高压线巢是自然巢中的特殊类型,2024 年有 3 巢东方白鹳选择高压线杆塔筑巢,存在“鸟害事故”风险(如鸟类身体接触高压线导致短路),电力部门按照相关技术规程进行拆除,直接影响东方白鹳繁殖,保障供电安全与加强物种保护冲突。

针对高压线巢的问题,应在春季进行专项监测与信息共享。2月下旬至4月上旬保护区应组建专项监测组,采用无人机巡查与地面定点观测结合的方式,排查辖区内所有高压线杆塔,记录东方白鹳巢的位置、亲鸟活动状态及卵/雏鸟数量,建立“高压线巢信息台账”,将台账同步至电力部门,双方共同确定“重点关注巢体”(如已产卵的活性巢),避免因信息不对称导致误拆。同时,电力部门应对“重点关注巢体”开展安全评估,分为两类处理。安全类(不影响变压器运行)由保护区管理局在巢体周边 50 m 内设置警示标牌(如“东方白鹳繁殖巢,禁止靠近”),电力部门推迟拆除至繁殖期结束(7月下旬,幼鸟学会飞行),期间定期开展安全巡查,避免意外。风险类(存在短路风险)由保护区管理局与电力部门共同制定“巢体转

移方案”,确保转移过程中卵/雏鸟安全。

对于人工招引巢,应科学划定适宜搭建区域。一方面,应以自然巢选址参数为基准,确保人工巢的空间布局与东方白鹳繁殖习性高度匹配。另一方面,需结合保护区内现有繁殖种群密度、巢址资源缺口及生境承载力评估结果,避免因巢址过度集中导致种内竞争加剧,或因分布零散降低招引成功率。通过精准化的人工巢营建,为东方白鹳繁殖种群提供数量充足、质量达标的可利用巢基,有效弥补自然巢址不足的瓶颈,助力种群繁殖成效稳步提升。

未来东方白鹳保护工作中,应进一步优化人工巢的空间布局(重点在高压线周边、自然巢失败率高的区域),同时建立高压线巢的专项监测与迁移机制,平衡东方白鹳的繁殖需求与电力安全,推动东方白鹳种群数量稳定增长。

参考文献

- [1] 张铁成,刘蕾,王莹.我国东方白鹳生物学研究进展[J].吉林林业科技,2017,46(5):36-39.
- [2] 李彦杰,李晓民,黄贤志.黑龙江洪河自然保护区东方白鹳巢址生境选择初探[J].国土与自然资源研究,2010(1):92-93.
- [3] 万名骏,许永珊,秦明东,等.珍宝岛湿地自然保护区东方白鹳人工巢繁殖成功率与巢址选择[J].野生动物学报,2025,46(6):615-625.
- [4] 许杰,费殿金,徐建民,等.东方白鹳在乌裕尔河下游湿地的繁殖动态及保护措施的研究[J].野生动物,1993,14(1):22-26,19.
- [5] 薛委委,周立志,朱玉玉,等.迁徙停歇地东方白鹳繁殖生态研究[J].应用与环境生物学报,2010,16(6):828-832.
- [6] 李波,李连山,刘蕾.灰鹤在向海自然保护区觅食生境的选择研究[J].吉林林业科技,2019,48(4):31-34,36.
- [7] 刘蕾.向海湿地鹤类栖息地环境质量与生境选择特性研究[J].黑龙江环境通报,2020,33(4):2-3,7.

(本篇专家编审:韩晓东)

DOI:10.16115/j.cnki.issn.1005-7129.2025.06.008
文章编号:1005-7129(2025)06-0034-05 中图分类号:Q945 文献标识码:A

植物扦插生根影响因素研究进展

赵吉胜¹, 杨晶², 孙书瑶², 孙吉锋³, 夏富才⁴, 赵晓璐¹

(1. 吉林省重点国有林技术服务中心, 吉林 长春 130022; 2. 吉林长白山森工集团敦化林业有限公司, 吉林 敦化 133714; 3. 通榆县林业和草原局, 吉林 白城 137200; 4. 北华大学, 吉林 吉林 132013)

摘要:扦插繁殖是植物优良品种无性繁殖育苗的最佳途径。本文综述了影响植物扦插生根内在因素和外在因素的研究进展,以期对植物扦插技术的创新提供参考。
关键词:扦插繁殖;生根;影响因素

Research Progress on Influencing Factors of Plant Rooting in Propagation by Cutting

ZHAO Jisheng¹, YANG Jing², SUN Shuyao², SUN Jifeng³, XIA Fucui⁴, ZHAO Xiaolu¹

(1. Key State-owned Forest Technology Service Center of Jilin Province, Changchun 130022, China; 2. Dunhua Forestry Limited Company of Jilin Changbai Mountain Forest Industry Group Limited Company, Dunhua 133700, China; 3. Forestry and Grassland Bureau of Tongyu County, Baicheng 137200, China; 4. Beihua University, Jilin 132013, China)

Abstract: Propagation by cutting was the best way for asexual propagation of excellent plant varieties. The research progress on the internal and external factors influencing plant rooting in propagation by cutting was reviewed in this paper, in order to provide the reference for the innovation of propagation by cutting.
Keywords: propagation by cutting; rooting; influencing factors

林业苗木的无性繁殖方式包括嫁接、扦插、组培、压条等。扦插是比较理想的培育方式,具有操作简便、成本低、繁殖速度快、易于规模化生产等优点,在生产中被广泛应用,其能够保持母树的优良性状,比较适合种子成熟度低、结实少的树种^[1]。随着无性系林业的发展,扦插繁殖逐渐受到世界各国学者的关注。本文综述了影响扦插生根内在因素和外在因素的研究进展,以期对植物扦插技术的创新提供参考。

1 影响扦插生根的内在因素

1.1 遗传

树种不同,插穗的生根效果具有一定的差异,有些树种比较容易生根,有些树种生根比较困难。柳树(*Salix* spp.)、月季(*Rosa chinensis*)等生根比较容易,云杉(*Picea* spp.)^[2]、杜松(*Juniperus rigida*)^[3]、桧柏(*Juniperus chinensis*)^[4]等生根困难。李明等^[5]发现,同一树种不同无性系生根难易程度也有所不同,尾叶桧

收稿日期:2025—08—18
基金项目:吉林省科技发展计划项目(20210202124NC)
第一作者:赵吉胜(1971—),男,正高级工程师,硕士研究生,主要从事森林培育研究与管理,E-mail: zjs13596568677@sina.com。
通信作者:夏富才(1973—),男,教授,主要从事植物学和森林经理学方面的研究,E-mail: xfc0707@163.com。

(*Eucalyptus urophylla*) 无性系 MLA 生根较难, 无性系 U₀ 则生根比较容易。

1.2 插穗部位和年龄

选择插穗的部位不同, 其生根效果也有所不同。乌饭树 (*Vaccinium bracteatum*)^[6]、珠兰 (*Chloranthus spicatus*)^[7]、红叶石楠 (*Photinia × fraseri*)^[8] 扦插选择枝条上部的插穗, 生根较为容易; 楸树 (*Catalpa bungei*)^[9]、福建山樱花 (*Prunus campanulata*)^[10]、薰衣草 (*Lavandula angustifolia*)^[11] 扦插选择中部的插穗生根率优于顶部和基部, 生根效果较佳; 杜鹃红山茶 (*Camellia azalea*)^[12]、菊花茉莉 (*Jasminum sambac*)^[13]、大马士革玫瑰 (*Rosa × damascena*)^[14] 枝条基部位置的插穗生根率最高, 最有利于扦插苗生长。

插穗的年龄不同, 其生根能力也有所不同。章建红等^[15] 研究薄壳山核桃 (*Carya illinoensis*) 硬枝扦插的数据分析显示, 1 年生比 2 年生插穗生根率显著提高。李晓玲等^[16] 扦插野葛 (*Pueraria montana* var. *lobata*) 发现, 0.5 年生比 2.5 年生插穗生根率提高 18.31%, 比 1.5 年生插穗提高 8.69%。邢菊香等^[17] 进行沙棘 (*Hippophae rhamnoides*) 硬枝扦插试验发现, 3 年生插穗的生根率、根长、生根数量明显高于 2 年生、1 年生插穗。

1.3 插穗的长度和粗度

插穗的长度对扦插效果也有较大影响。嫩枝扦插垂花悬铃花 (*Malvaviscus penduliflorus*) 插穗长度为 6.0~7.0 cm 扦插效果最佳, 生根率、生根数量、根长分别为 100%、8.83 条、4.43 cm^[18]。嫩枝扦插榆属植物 (*Ulmus* spp.) 研究发现, 插穗长度为 5 cm 不定根的萌生效果较好, 生根率远远高于 10 cm、15 cm、20 cm 的插穗^[19]。葶草 (*Arthraxon hispidus*) 匍匐嫩茎长度为 6 cm 的插穗生根率、株叶总数量、单株总叶面积、生物量显著高于 4 cm 与 10 cm 的插穗^[20]。

插穗的粗度不同, 生根能力也不同。梅叶冬青 (*Ilex asprella*) 直径 1.3~1.6 cm 的插穗生根效果优于 0.5~0.8 cm、0.9~1.2 cm 的插穗^[21]。长叶胡颓子 (*Elaeagnus bockii*) 5~6 mm 粗度的插穗生根率、生根数量、根长均优于粗度 3 mm、4 mm、7 mm 的插穗^[22]。醉香含笑 (*Michelia macclurei*) 0.15~0.25 cm 粗的插穗生

根率最高^[23]。紫叶矮樱 (*Prunus × cistenena*) 0.8~1.0 cm 粗的插穗生根率优于 0.3~0.5 cm、0.5~0.8 cm 粗的插穗^[24]。

1.4 插穗叶片规格和切口剪制方式

郭有燕等^[25] 研究表明, 大叶黄杨 (*Buxus megistophylla*) 扦插留叶数量对生根率没有显著影响, 但对生根数量有显著影响。史锋厚等^[26] 嫩枝扦插南京椴 (*Tilia miqueliana*) 发现, 相对于保留 2 片 1/2 叶、全叶+1/2 叶, 保留 1 个完整叶片的扦插效果最好, 生根率最高, 根系质量较佳。张绒君等^[27] 研究沙棘发现, 插穗有顶梢还是无顶梢, 生根率最好的都是留叶数量多的插穗。

刘培芳和李洪国^[28] 研究天竺桂 (*Cinnamomum japonicum*) 扦插发现, 斜切下切口生根率大大高于平切下切口、双面下切, 生根率达 85%。杜美娥等^[29] 扦插大叶黄杨时发现, 斜切生根效果优于平切、双面切、劈切, 根系数量最多, 根的长度最大。李金平等^[30] 通过研究不同切口对火龙果 (*Selenicereus undatus*) 扦插苗的生长影响发现, 插穗平切后外露木质部生根率最高, 根系发育较好。李晓丽等^[31] 扦插黄瓜 (*Cucumis sativus*) 时认为, 平切的成活率明显低于斜切。

2 影响扦插生根的外在因素

2.1 基质

基质是插条周围的介质, 要求其透气排水性能良好, 还具有保温的效果。Kreen S 等^[32] 和 Erwin J E 等^[33] 发现铁线莲属 (*Clematis* spp.) 在珍珠岩上扦插效果最好。高燕等^[34] 提出木槿 (*Hibiscus syriacus*) 品种树莓冰沙 (*H. Raspberry Smoothie*) 在珍珠岩上扦插效果最佳。生产和科研试验中, 除了使用单一基质, 混合基质的生根效果也很好。刘敏等^[35] 对比分析得出, 赤玉土 + 鹿沼土 + 腐叶土 (体积比为 5:2:3) 基质对茶树 (*Camellia sinensis*) 扦插苗根系的须根数量、地径生长等起到极大促进作用。朱晓宇等^[36] 扦插冬青 ‘长叶阿尔塔’ (*Ilex × aliacerensis* ‘Belgica Aurea’) 发现, 草炭 + 蛭石 + 珍珠岩 (体积比为 3:3:4 或 4:3:3) 基质中的插穗各项生根指标较佳。傅小霞等^[37] 以河沙、木屑、泥炭 + 珍珠岩 (体积比为 1:1) 为基质扦插三角梅 (*Bougainvillea* spp.)

时,提出3种基质对生根率没有显著影响,但木屑中插穗的生根数量显著高于其他2种基质。刘肖利等^[38]采用原土+细沙+草炭土+蛭石+珍珠岩(体积比为1:1:2:1:1)基质扦插银毛野牡丹(*Tibouchina aspera* var. *asperrima*)效果最好,生根率、苗木及根系长势均为最佳。

2.2 扦插时间

扦插时间不同,插穗的生根效果也有很大差异。曾维军等^[39]提出3月和8月扦插威宁短柱油茶(*Camellia weiningensis*)效果最佳。卜晓婷等^[40]研究得出纳塔栎(*Quercus nuttallii*)8月插穗生根率最高,优于9月和11月。季节不同,对生根的影响也存在一定差异。姜顺邦等^[41]认为岩生红豆(*Ormosia saxatilis*)最佳扦插季节为夏季,生根率达到38.5%。夏季扦插亚美马褂木(*Liriodendron × sinoamericanum*)生根率显著高于秋季、春季,高达57.3%^[42]。

2.3 光照

光照能够促进插穗上的叶片进行光合作用,促进营养物质的积累,促进激素的合成,从而诱导不定根的形成^[43]。但是过于强烈的光照也会蒸发掉基质中的大量水分,导致插穗失水,甚至会灼伤叶片^[44]。陈菊艳等^[45]扦插两种金花茶发现,贵州金花茶(*Camellia huana*)遮光30%~60%、离蕊金花茶(*Camellia liberofilamenta*)遮光60%~90%扦插苗生长较好。梅桂芝等^[46]提出,扦插月季在半遮阴条件下成活率较好。郝曜山等^[47]进行沙棘嫩枝扦插研究结果表明,5 000 lx光照生根率优于2 500 lx、7 500 lx。赵晓芝等^[48]研究说明,光照强度对‘金羽’桧(*Juniperus chinensis* ‘Plumosa Aurea’)穗条生长影响很大,遮阴有助于植株生长,促进新梢积累营养。

2.4 温度

温度条件适宜,有利于插穗不定根的形成与发育。25~30℃是扦插猪笼草(*Nepenthes* spp.)的最适温度^[49]。22.5℃条件下扦插斑公柳(*Salix bangongensis*)生根率最好,插穗各项生根指标较佳^[50]。茶树白天25~28℃、晚上20℃插穗生根较好^[51]。因此,在生产实际中,要根据不同树种、不同地域的温度条件,确定扦插适宜的温度。

2.5 湿度

基质湿度和空气湿度是影响扦插生根的两

个重要因素^[52]。比较合适的湿度有利于维持插穗体内的含水量,保持适宜的空气湿度,有利于促进生根。嫩枝扦插空气相对湿度控制在90%左右为宜,硬枝扦插可适当降低空气相对湿度^[53]。全光喷雾条件下,胶东卫矛(*Euonymus fortunei*)扦插初期的1~20 d,苗床需要保持在一个高湿的环境下^[54]。扦插香荚蒾(*Viburnum farreri*)基质湿度控制在30%~50%,空气湿度控制在80%~95%为宜^[55]。桃树嫩枝扦插空气湿度控制在90%~97%为宜,硬枝扦插控制在80%~90%为宜^[56]。扦插生根前,需要保持较高的基质湿度和空气湿度,愈伤组织产生、不定根形成后,应控制水分,防止根腐烂,有利于根的发育^[57]。

2.6 外源激素

外源激素对植物不定根的形成、发育有着极大的影响,外源激素的种类、浓度对不同树种的影响有极大的差异。嫩枝扦插美国白蜡(*Fraxinus americana*)采用150 mg·L⁻¹ NAA处理6 h生根效果最佳^[58]。2 000 mg·L⁻¹ IBA处理嫩枝扦插毛柞(*Cornus walteri*)生根率最高达67.33%^[59]。500 mg·L⁻¹ ABT1处理针叶樱桃(*Malpighia glabra*)插穗1 h,扦插效果最佳^[60]。除了采用单一的激素处理,采用不同种类的激素进行一定的配比使用效果也比较理想。IBA+NAA(质量比为1:1)150 mg·L⁻¹处理三峡消落带落羽杉(*Taxodium distichum*)4 h,扦插效果最好^[61]。ABT+IBA+NAA(体积比为1:1:1)700 mg·L⁻¹处理石生茶藨子(*Ribes saxatile*)30 s,生根效果最佳,成活率达69%^[62]。吴窃窃等^[63]研究发现,0.5 g·L⁻¹混合80% IBA+20% NAA处理浙江红山茶(*Camellia chekiangoleosa*)生根效果最佳,激素混合使用生根效果优于单一IBA、NAA激素的使用。激素浓度过高或处理时间过长,都会对插穗基部产生伤害,降低生根率。

3 结论

学者们对于扦插生根的内在和外在影响因素进行了诸多研究,但植物插穗不定根的形成与生长是一个十分复杂的过程,尤其是难生根植物生根率低的限制因素方面还有许多问题需要去探索挖掘,这仍是学者们未来工作的重心。总结前人的研究成果,有助于我们对难生根植

物插穗生根影响因素的研究取得进一步的突破,为提升难生根植物扦插生根率提供理论与技术支撑。

参考文献

- [1] 苏金乐. 园林苗圃学[M]. 2版. 北京: 中国农业出版社, 2010.
- [2] 胡劭鸿, 欧阳芳群, 贾子瑞, 等. 我国云杉扦插繁殖技术研究进展[J]. 温带林业研究, 2018, 1(1): 20-29.
- [3] 郑均宝, 刘玉军, 裴保华. 几种柏科树种嫩枝扦插的研究[J]. 林业科学, 1991, 27(1): 73-78.
- [4] 赵一字, 吕文. 难生根树种生根机理的探讨[J]. 宁夏农学院学报, 1992, 13(1): 10-15.
- [5] 李明, 黄卓烈, 谭绍满, 等. 难易生根桉树多酚氧化酶、吡哆乙酸氧化酶活性及其同工酶的比较研究[J]. 林业科学研究, 2000, 13(5): 493-500.
- [6] 陈庆生, 周鹏, 张敏, 等. 激素和插穗处理对乌桕树扦插生根的影响[J]. 东北林业大学学报, 2016, 44(4): 41-43, 47.
- [7] 赵昌恒, 孙玲. 不同插穗部位与长度对珠兰花扦插成活的影响[J]. 吉林农业科技学院学报, 2020, 29(3): 1-4.
- [8] 涂振伟. 红叶石楠不同取穗部位对扦插生根的影响[J]. 绿色科技, 2018, 20(13): 45-47.
- [9] 王改萍, 王良桂, 王晓聪, 等. 楸树嫩枝扦插生根发育及根系特征分析[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2020, 44(6): 94-102.
- [10] 王生华. 不同取穗枝条部位和搁置时间对福建山樱花扦插育苗的影响[J]. 东南园艺, 2013, 1(5): 1-4.
- [11] 周锦业, 关世凯, 陶大燕, 等. 不同因素对薰衣草扦插成活的影响[J]. 热带作物学报, 2019, 40(1): 24-31.
- [12] 李先民, 李春牛, 卜朝阳, 等. 基质、促根剂及插穗对杜鹃红山茶扦插生根的影响[J]. 西南农业学报, 2017, 30(2): 426-431.
- [13] 李先民, 李春牛, 黄莉萍, 等. 基质及插穗类型对菊花茉莉扦插繁殖的影响[J]. 中国野生植物资源, 2019, 38(6): 105-111.
- [14] 杨芷秋, 曹受金, 黄树兵. 不同激素及基质对大马士革玫瑰扦插生根的影响[J]. 经济林研究, 2018, 36(1): 167-170.
- [15] 章建红, 施娟娟, 夏国华, 等. 薄壳山核桃硬枝扦插及生根机理研究[J]. 安徽农业大学学报, 2014, 41(2): 203-208.
- [16] 李晓玲, 吕寻, 胡劭鸿, 等. 野葛扦插生根的影响因素研究[J]. 西南林业大学学报(自然科学),

2020, 40(4): 169-174.

- [17] 邢菊香, 蓝登明, 李燕南, 等. 沙棘硬枝扦插生根情况研究[J]. 安徽农业科学, 2015, 43(2): 153-155.
- [18] 李春牛, 蒋月喜, 李先民, 等. 垂花悬铃花扦插生根的影响因素[J]. 南方农业学报, 2017, 48(4): 675-679.
- [19] 李晓欣, 常金宝, 柴楠, 等. 不同处理对4种榆属植物嫩枝扦插生根的影响[J]. 中南林业科技大学学报, 2018, 38(5): 65-69.
- [20] 兰芳, 游明鸿, 刘金平, 等. 插穗长度对苎草成活率及幼苗构件性状的影响[J]. 草学, 2021(4): 19-24.
- [21] 公绪云, 周丽霞, 傅声雷, 等. 不同处理对梅叶冬青插穗生根的影响[J]. 经济林研究, 2017, 35(3): 85-92.
- [22] 杨燕红. 长叶胡颓子扦插繁殖研究[J]. 中国农学通报, 2011, 27(8): 27-31.
- [23] 王诗萌, 张捷, 仲崇禄, 等. 不同基质和插穗粗度对醉香含笑扦插生根的影响[J]. 安徽农业科学, 2016, 44(18): 152-154, 170.
- [24] 王美珍, 王志波, 张凤鹤, 等. 插穗粗度和浸泡时间对紫叶矮樱扦插生根率的影响[J]. 内蒙古林业科技, 2015, 41(4): 1-4.
- [25] 郭有燕, 余宏远, 吕彪, 等. 扦插生根影响因素重要性排序的研究[J]. 西北林学院学报, 2013, 28(4): 103-105, 126.
- [26] 史锋厚, 郑晨, 罗帅, 等. 南京楸嫩枝扦插技术研究[J]. 中南林业科技大学学报, 2017, 37(8): 6-10.
- [27] 张绒君, 常玉忠, 杨军, 等. 插穗对沙棘嫩枝扦插育苗的影响[J]. 沙棘, 2001(4): 9-11.
- [28] 刘培芳, 李洪国. 天竺桂插穗不同下切口对生根存活率的影响[J]. 四川林业科技, 2018, 39(2): 40-42.
- [29] 杜美娥, 张伟, 刘洁. 不同浓度 IBA 对大叶黄杨扦插生根效果的影响[J]. 湖北农业科学, 2015, 54(24): 6268-6271.
- [30] 李金平, 杨庆军, 朱元梯, 等. 不同切口处理及扦插基质对火龙果扦插苗质量的影响[J]. 中国果树, 2013(2): 33-35.
- [31] 李晓丽, 冯志红, 闫立英. 黄瓜扦插繁殖技术的初步研究[J]. 江苏农业科学, 2009, 37(3): 202-203.
- [32] Kreen S, Svensson M, Rumpunen K. Rooting of *Clematis* microshoots and stem cuttings in different substrates [J]. *Scientia Horticulturae*, 2002, 96: 351-357.
- [33] Erwin J E, Schwarze D, Donahue R. Factors affect-

- ing propagation of *Clematis* by stem cuttings [J]. *HortTechnology*, 1997, 7(4): 408-410.
- [34] 高燕, 蒋昌华, 张春英. 基质对 6 个木槿品种硬枝扦插生根效果综合评价[J]. 浙江农业科学, 2022, 63(6): 1298-1301.
- [35] 刘敏, 朱双凤, 代雨婧, 等. 基质配比对茶树扦插育苗的影响[J]. 中国农学通报, 2022, 38(16): 51-55.
- [36] 朱晓宇, 童婉婉, 赵楚, 等. 冬青‘长叶阿尔塔’扦插生根及解剖学研究[J]. 浙江农林大学学报, 2022, 39(2): 347-355.
- [37] 傅小霞, 余铭杰, 伍成厚, 等. 三角梅嫩枝扦插繁殖试验[J]. 经济林研究, 2020, 38(4): 216-221.
- [38] 刘肖利, 唐文莉, 卞景景, 等. 不同基质配比对银毛野牡丹扦插的影响[J]. 吉林化工学院学报, 2021, 38(3): 82-86.
- [39] 曾维军, 秦维, 安常蓉, 等. 威宁短柱油茶扦插育苗技术研究[J]. 贵州师范大学学报(自然科学版), 2022, 40(3): 27-32.
- [40] 卜晓婷, 乔孝禄, 徐晓华, 等. 母树年龄、采穗时期和抑制物质对纳塔栎生根的影响[J]. 东北林业大学学报, 2022, 50(2): 11-16, 28.
- [41] 姜顺邦, 陈通旋, 彭坤华, 等. 贵州珍稀濒危植物岩生红豆扦插繁殖技术[J]. 广西林业科学, 2021, 50(6): 696-700.
- [42] 管兰华, 蒋祥娥, 蔡桁, 等. 亚美马褂木扦插繁殖技术研究[J]. 四川林业科技, 2022, 43(1): 97-101.
- [43] 赵翔. 灰木莲扦插和嫁接繁殖技术的研究[D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2017.
- [44] Wilkerson E G, Gates R S, Zolnier S, et al. Transpiration capacity in poinsettia cuttings at different rooting stages and the development of a cutting coefficient for scheduling mist[J]. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 2005, 130(3): 295-301.
- [45] 陈菊艳, 邓伦秀, 李鹤, 等. 遮光对贵州原产两种金花茶生长发育和生理特性的影响[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2022, 46(3): 83-90.
- [46] 梅桂芝, 白相辉. 光照与插穗对不同品种月季扦插成活率影响的研究[J]. 菏泽学院学报, 2021, 43(5): 78-81, 93.
- [47] 郝曜山, 王亦学, 张欢欢, 等. 沙棘嫩芽扦插快繁技术[J]. 经济林研究, 2021, 39(2): 222-229.
- [48] 赵晓芝, 高丽, 贾桂霞. 光照处理对‘金羽’桧穗条质量影响的研究[J]. 北京林业大学学报, 2020, 42(8): 132-140.
- [49] 汪艳平, 杨庆华. 猪笼草扦插繁殖的适宜栽培因子研究[J]. 中国野生植物资源, 2020, 39(3): 44-47, 71.
- [50] 辛福梅, 王玉婷, 宁梦阳, 等. 温度对阿里地区斑公柳扦插生根的影响[J]. 种子, 2019, 38(12): 99-101, 104.
- [51] 王雪萍, 高士伟, 郑鹏程, 等. 温度和光周期对茶树扦插繁殖的影响[J]. 湖北农业科学, 2019, 58(22): 120-122.
- [52] 贾志远, 葛晓敏, 唐罗忠. 木本植物扦插繁殖及其影响因素[J]. 世界林业研究, 2015, 28(2): 36-41.
- [53] 赵晓敏, 霍常富, 沈海龙. 影响林木插条生根的内部及环境因子研究综述[J]. 世界林业研究, 2007, 20(5): 12-16.
- [54] 邵春艳, 连永刚, 岳成亮, 等. 胶东卫矛全光喷雾嫩枝扦插成活影响因子的研究[J]. 吉林林业科技, 2020, 49(3): 8-10.
- [55] 王华玺, 李敏, 郭志文, 等. 香荚蒾扦插育苗技术[J]. 甘肃林业科技, 2017, 42(1): 12-14.
- [56] 张帆, 王鸿. 桃硬枝扦插生根机理研究进展[J]. 植物生理学报, 2019, 55(11): 1595-1606.
- [57] 吴雅琼, 汪贵斌, 曹福亮, 等. 基质、插穗及促根剂对喜树扦插生根的影响[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2016, 40(3): 1-8.
- [58] 薛满满, 常雪薇, 李春明, 等. 美国白蜡嫩枝扦插生根特性[J]. 中南林业科技大学学报, 2022, 42(4): 40-48.
- [59] 张亚男, 刘勇, 贺国鑫, 等. 植物生长调节剂对毛桃嫩枝扦插生根及内源激素含量的影响[J]. 西北林学院学报, 2021, 36(6): 92-99.
- [60] 熊利权, 杨德军, 邱琼, 等. 不同基质和激素处理对针叶樱桃嫩枝扦插生根的影响[J]. 经济林研究, 2021, 39(3): 142-149.
- [61] 陈春桦, 陈雪梅, 杨治华, 等. 外源激素处理对三峡消落带落羽杉扦插生根的影响[J]. 生态学报, 2021, 41(21): 8635-8642.
- [62] 高林, 由佳辉, 杨小平, 等. 不同激素处理对石生茶藨子绿枝扦插的影响[J]. 分子植物育种, 2021, 19(15): 5129-5136.
- [63] 吴窃窃, 谢云, 金锡勤, 等. 生长激素对浙江红山茶扦插生根的影响[J]. 西北农业学报, 2012, 21(10): 123-127.

(本篇专家编审: 陈建军)

DOI:10.16115/j.cnki.issn.1005-7129.2025.06.009
文章编号:1005-7129(2025)06-0039-03 中图分类号:S567.51 文献标识码:A

吉林省林下参产业现状及发展对策

王梓默¹, 刘彦佟², 林士杰¹, 王芳¹, 任军¹, 梁爽³
(1. 吉林省林业科学研究院, 吉林 长春 130033; 2. 吉林省林业调查规划院, 吉林 长春 130022; 3. 四平市铁西区林业工作总站, 吉林 四平 136000)

摘 要:本文采用野外调查与会议座谈相结合的方式对吉林省林下参产业现状进行调查,分析了吉林省林下参产业发展面临的挑战,并在此基础上提出对策建议。
关键词:林下参;产业现状;发展对策;吉林省

Industry Status and Development Countermeasure of *Panax ginseng* in Forest in Jilin Province

WANG Zimo¹, LIU Yantong², LIN Shijie¹, WANG Fang¹, REN Jun¹, Liang Shuang³
(1. Jilin Provincial Academy of Forestry Sciences, Changchun 130033, China; 2. Forestry Investigation and Planning Institution of Jilin Province, Changchun 130022, China; 3. Forestry Work Station of Tiexi District in Siping City, Siping 136000, China)

Abstract: The industry status of *Panax ginseng* in forest in Jilin Province was investigated by field investigation and conference discussion in this paper. The challenges in the development were analyzed. The countermeasures and suggestions were put forward.
Keywords: *Panax ginseng* in forest; industry status; development countermeasure; Jilin Province

随着国家禁止农田非粮化、非农化等政策的出台及实施^[1],基本农田保护红线不能突破,人参(*Panax ginseng*)种植面积下降,传统园参种植方式生产的人参无论是产量还是品质都无法满足市场需求,因而科学利用林地资源发展林下参种植已经成为当前人参产业可持续发展的重要途径。吉林省是我国林下参的核心产区,具有气候及土壤条件适宜、森林资源丰富等天然优势。近年来,吉林省林下参产业快速发展,2023 年全省林下参种植总面积 77 666.67 hm²,产

量达 781 t^[2],参龄 15 年以上的林下参种植面积占 30 %以上^[3]。

1 林下参产业现状调查

1.1 调查方法
通过野外调查与会议座谈相结合的方式,在吉林省延边朝鲜族自治州、白山市、通化市和吉林市等林下参主要种植区开展调查,调查内容主要包括种植品种、种植模式、林地选择、种植主体的情况。

1.2 调查结果

1.2.1 种植品种

吉林省林下参种植以大马牙、二马牙等长白山道人参品种为主,相关科研单位与企业选育出的吉参1号、中大1号、云岭1号等适宜林下种植的新品种近年来也逐渐推广种植。

1.2.2 种植模式

林下参种植模式主要有仿生栽培与生态种植2种。仿生栽培模式人为干扰相对较少,是更接近自然生长状态的人参栽培模式。生态种植是结合更多生态培育措施开展的林下种植模式,在产量上更具优势。

1.2.3 林地选择

林下参在阔叶混交林、针阔混交林和针叶林中均有种植。针叶林以落叶松(*Larix gmelinii*)人工林为主,部分红松(*Pinus koraiensis*)林下也有种植。以蒙古栎(*Quercus mongolica*)、核桃楸(*Juglans mandshurica*)、色木槭(*Acer pictum* subsp. *mono*)等树种为主的天然林林下参种植效果也相对较好。杨树(*Populus* spp.)下种植人参保苗率相对较低,可能与其根系分泌物有关。由于人参具有怕涝、喜阴的特性,适宜在排水良好、无阳光直射的林地种植。坡向为东坡、东北坡及北坡,坡位为中坡位,林分郁闭度为0.5~0.8的林地种植的林下参生长良好。林地选择时需结合坡向、坡位与林分郁闭度等因素综合考虑。

1.2.4 种植主体

吉林省林下参种植主体以林农和林业职工为主,部分经营者联合成立林下参种植专业合作社,形成成本共担、收益共享的合作模式。此外,国有森工企业和国有林场通过林地有偿使用等方式与民营企业合作发展林下参产业,民营企业得到快速发展,涌现出一些龙头企业,在规模化种植、标准化生产等方面发挥了重要引导作用。

2 林下参产业发展面临的挑战

2.1 经济效益稳定性不足

林下参生长周期长,管理难度大,且种植投

入成本相对较高,产品价格容易受到市场供需关系的影响,经济效益稳定性不足。

2.2 缺乏统一规划与标准

当前林下参种植及生长期管理技术多来源于农户经验积累,存在种植标准不统一、种苗来源复杂、种植模式差异大、管理粗放等问题,难以形成标准化、规范化的种植体系,林下参品质难以保证,部分地区还存在盲目跨地区引种,导致药材逐渐失去道地性,对林下参产业可持续发展产生一定影响。

2.3 精深加工能力有待提高

林下参精深加工程度相对较低,精深加工特色产品种类较少,初级产品占比较高,林下参品质优势未能充分发挥,产品附加值低,核心竞争力不足,国际市场占有率仍有待提高。

2.4 生态环境保护问题

目前吉林省已经明确禁止利用采伐迹地种植人参^[4],人参生产由过去的伐林栽参向林下种植转变,“人参回归山林”的过程中可能出现不规范操作对森林资源造成破坏的问题,如林地水土流失、林分生物多样性降低、土壤污染等,不利于林下参质量和产量的提升,还可能对整个生态环境系统造成不可逆的影响,如何在保护生态环境的同时发展林下参产业已经成为当前亟待解决的问题之一。

3 林下参产业发展对策

3.1 强化科技支撑

加大科研投入力度,建立跨系统、跨学科的协作机制,加强林学、中药学、农学等不同领域的科研人员交流合作,科学研判不同林下参种植模式对生态环境的影响,集中力量针对林下参种植、管理、加工、鉴定全过程关键技术问题展开研究,支持种植技术、质量检测、新产品研发等相关研究成果的推广。以龙头企业为主体,依托高校及科研院所,带动中小企业加快林下参精深加工技术研究,提高林下参综合开发利用水平,着力开发药品、保健品、生物制品、化妆品等多元化、高附加值的产品,实现产学研有效结合。

3.2 推动规范化生产

完善技术标准体系,加快林下参生态种植等相关标准的制定工作,加强对现有相关标准的宣贯工作,针对不同群体提供精准的标准化种植技术服务,使经营主体能够及时掌握林下参生产标准与技术规范,使基层行业主管部门的监督管理有据可依,形成合力共同推进林下参规范化生产。此外,建立林下参质量追溯平台,完善质量管理,让林下参来源可查、去向可追,实现从种植到销售各环节数字化信息闭环,推进全过程统一规范化监督管理,进一步确保林下参产品质量安全。

3.3 加强品牌建设

依托“长白山人参”区域品牌^[5],深入挖掘吉林人参的文化历史,运用电视、广播等传统媒体与微博、短视频等新媒体平台及通过参加国际展会、健康论坛等形式进行宣传推广,突出吉林林下参绿色中药材质量优势,提升品牌影响力。加强与电商平台合作,依托抚松、通化、延吉、集安四大林下参交易市场开展线上、线下同步销售,通过互联网直播、跨境电商等方式拓宽销售渠道,丰富交易形式,加强品牌营销,提升吉林林下参知名度。

3.4 增强数字赋能

深化大数据在林下参产业领域的应用,建立产业网络平台,集成产品供求信息、价格分析、政策性保险^[6]、鉴定检测、科技服务等多个模块,为主管部门、经营主体及消费者把握市场动态、优化资源配置、稳定商品价格提供渠道,形成高效的产销互动,推动林下参产业数字化、信息化建设。

3.5 优化产业结构

依托长白山景区与林下参产业园区,重点打造“放山”文化体验、林下参采挖、参片制作、人参药膳等特色项目,整合温泉疗养、冰雪游憩等吉林特色旅游资源,构建集生产、研学、休闲、康养、旅游等功能为一体的产业化模式^[7],建立一产标准化、二产高端化、三产多元化的新发展格局,通过“景区带动+资源驱动+融合拉动”^[8]形成全链条升级的吉林特色林下参产业链。

4 结语与展望

林下培育人参是一种高效复合生态经济系统模式^[9],利用林地资源培育出具有野山参特点的高价值商品人参是吉林省人参产业未来发展的潜力与优势。通过强化科技支撑、推动规范化生产、加强品牌建设、提升服务效能、优化产业结构,促进吉林省林下参产业从“粗放种植”向“生态化、标准化、品牌化”转型。以数字技术打破产业边界,以文化体验激活消费场景,以供应链创新提升效率,推动林下参产业从“卖原料”向“卖健康、卖文化、卖服务”转型升级,形成以生态为基底、科技为支撑、文化为灵魂的现代林下参产业体系。

参考文献

- [1] 张恺新,王可欣,张瑞,等.吉林省人参种业发展现状 & 对策研究[J/OL]. 特产研究. <http://link.cnki.net/doi/10.16720/j.cnki.tcyj.2024.117>.
- [2] 李星池,陈翠红,陈翠楠,等.吉林省林下参产业发展现状 & 对策[J]. 现代园艺, 2025, 48(4): 39-41.
- [3] 吉林省人民政府办公厅. 吉林省人民政府办公厅关于印发吉林省长白山人参产业发展“十四五”规划的通知[J]. 吉林省人民政府公报, 2022(9): 10-25.
- [4] 张瑞,赵仁杰,陈晓林,等.我国人参生产方式沿革、存在问题 & 发展对策[J/OL]. 特产研究. <http://link.cnki.net/doi/10.16720/j.cnki.tcyj.2024.254>.
- [5] 任碧荣,于洪深,白玉如.基于消费者视角的“长白山人参”区域品牌建设对策[J]. 企业改革与管理, 2018(22): 115-116.
- [6] 胡庭坤. 贵阳市林下中药材产业发展现状 & 对策建议[J]. 南方农业, 2023, 17(15): 209-212.
- [7] 顾健,婁亚权,陈幸良,等.林下经济发展与森林生态产品价值实现:理论逻辑 & 实践路径[J]. 世界林业研究, 2024, 37(2): 8-14.
- [8] 李微,王晓珂,朱洪革,等.森林生态产品价值实现供需逻辑、路径模式、现实困境 & 对策建议[J]. 生态学报, 2025, 45(11): 5497-5509.
- [9] 刘家塘. 林下人参种植业可持续发展对策研究——以黑龙江沾河林区为例[D]. 北京:中国林业科学研究院, 2020.

(本篇专家编审:陈建军)

DOI:10.16115/j.cnki.issn.1005-7129.2025.06.010

文章编号:1005-7129(2025)06-0042-04

中图分类号:S759.9; X36

文献标识码:A

吉林省国家森林步道建设发展定位和空间格局

张 达¹, 李伟东²

(1. 梨树县林业工作总站, 吉林 四平 136500; 2. 吉林省林业科学研究院, 吉林 长春 130033)

摘 要:国家森林步道是传承生态文化、提供自然休憩的重要线性空间,科学的发展定位与空间格局至关重要。本文阐述了吉林省国家森林步道的发展定位和空间格局,旨在为其建设提供理论依据和战略导向。
关键词:吉林省;长白山;国家森林步道;发展定位;空间格局

Development Orientation and Spatial Pattern of National Forest Trail in Jilin Province

ZHANG Da¹, LI Weidong²

(1. Forestry Work Station of Lishu County, Siping 136500, China; 2. Jilin Provincial Academy of Forestry Sciences, Changchun 130033, China)

Abstract: National forest trails were vital linear spaces for inheriting ecological culture and providing nature-based recreation. Scientific development orientation and spatial pattern were very important. The development orientation and spatial pattern of national forest trails in Jilin Province were expounded in this paper, aiming to provide theoretical basis and strategic guidance for the construction.
Keywords: Jilin Province; Changbai Mountain; national forest trail; development orientation; spatial pattern

国家森林步道是“国家步道”的基础线路和重要组成部分,是指以森林资源为主要依托,以徒步旅行行为主,也可利用其他非机动车通行的带状休闲空间^[1]。国家森林步道是自然精华聚集地,穿越众多名山大川和典型森林,形成了最具中国特色的森林美景集群,并在自然教育、旅游休憩、文化传承、改善民生等方面发挥着积极作用。为系统构建这一绿色基础设施网络,自 2017 年起国家林业和草原局已分三批公布了包括秦岭、太行山、武夷山等在内的 12 条国家森林步道,标志着我国国家森林步道体系建设进入了全面发展的新阶段^[2]。

纵观已建成的国家森林步道,其建设理念与发展经验为吉林省提供了重要借鉴。例如,

秦岭国家森林步道强调其作为“中华脊梁”的生态与文化双重功能,空间上呈现“一条主线、多条支线串联多个片区”的格局^[3];太行山国家森林步道作为我国首批公布的国家森林步道之一,其建设充分体现了依托山脉线性骨架、串联多元景观节点的典型特征,文化上依托于“太行山红色文化走廊”的育人模式,空间上依托山脉走向,形成线性延伸、多点支撑的结构^[4]。这些案例表明,成功的步道规划必然根植于对区域独特自然地理与人文禀赋的深刻理解,并需提出具有前瞻性与辨识度的发展定位与空间模式。

吉林省东南部的长白山区是吉林省国家森林步道的核心载体,拥有世界少有的温带森林

收稿日期:2025-08-26
第一作者:张达(1971—),男,高级工程师,主要从事营林工作,E-mail:546469412@qq.com。
通信作者:李伟东(1968—),男,高级工程师,主要从事林业科学研究工作,E-mail:464175530@qq.com。

生态系统,其地貌、水文、植被与气候条件共同构成了步道建设的本底环境,其独特的自然条件决定了步道的资源价值与规划导向。相较于国内其他先进省份,吉林省在国家森林步道建设领域尚属起步。本文阐述了吉林省国家森林步道的发展定位和空间格局,为吉林省国家森林步道建设提供理论框架与规划实践,并为东北地区的线性生态游憩空间规划提供参考。

1 区域概况

1.1 地理位置与地貌

吉林省国家森林步道建设区涉及吉林省延边、白山、通化、吉林及长春五个地区,涵盖26个县(市、区)。其核心载体长白山脉是欧亚大陆东缘的最高山系,主峰白云峰海拔达2 691 m。属于典型的火山地貌,主体由多次火山喷发形成的玄武岩台地、玄武岩高原和火山锥体构成,是一座复合式盾状休眠火山。同时,区域受流水侵蚀与冰川作用影响,广泛分布着深切河谷、喀斯特地貌与冰缘地貌,共同塑造了雄伟壮丽且复杂多样的地形骨架。

1.2 水文水系

长白山是东北地区最重要的水塔,是松花江、鸭绿江、图们江三大水系的共同发源地。区内水系呈放射状分布,河网密布,水源补给主要依赖于丰沛的大气降水与高山冰雪融水。此外,区域内矿泉、温泉资源丰富,瀑布与湖泊星罗棋布,并与大面积的沼泽湿地生态系统相结合,共同构成了一个完整而独特的水文网络。

1.3 植被与生态系统

受垂直气候带影响,长白山区形成了中国境内保存最完好、最典型的温带山地森林垂直带谱。从下至上依次为红松-阔叶混交林带、针叶林带、岳桦林带和高山苔原带。这种完整的生态序列使其成为温带生物多样性的宝库,孕育了东北虎(*Panthera tigris altaica*)、东北豹(*Panthera pardus orientalis*)、中华秋沙鸭(*Mergus squamatus*)等众多珍稀濒危物种,生态系统原真性、完整性极高。

1.4 气候特征

长白山区属温带大陆性季风气候,冬季漫长寒冷干燥,夏季短暂温凉且降水集中,春秋两季昼夜温差大。气候垂直分异明显,从山麓的温凉气候到高山部的寒冷湿润气候,为徒步活

动提供了多样化的季节体验环境。

2 吉林省国家森林步道建设的发展定位

根据国家层面对森林步道的总体定位和战略构想,吉林省国家森林步道的建设需统筹考量其独特的生态区位与极高的旅游价值。长白山作为世界少有的“生态博物馆”与“物种基因库”,是吉林省着力打造“大美长白山”及“世界级生态旅游目的地”品牌的核心资源。吉林省国家森林步道的建设,将与这一发展战略形成深度契合与有力叠加,为其向纵深推进提供关键支撑。

随着经济社会的发展和人民生活水平的提升,追求健康、亲近自然已成为新的生活需求。首先,森林步道应为公众提供践行健康生活的理想场所,提升全民健康素质。其次,森林步道应有机串联丰富的自然与人文景观,成为徒步者领略自然之美、实现自我挑战与成长的重要载体。最后,步道系统的道路、保障、服务、景观及教育等配套设施建设应有效依托周边乡村地区,通过打造多样化延伸产品、完善相关产业链,带动偏远社区经济发展,从而为长白山区的乡村振兴提供持续动力。总体上,自然景观优美独特、历史人文景观积淀深厚的吉林省国家森林步道是提升全民健康水平与国民精神的新平台,是沉浸式体验“大美长白山”独特魅力的一部分,而且还将成为推动区域乡村振兴与林草产业共赢发展的关键助推器。鉴于上述分析与展望,将“大美长白山——健康之行、体验之旅、振兴之路”作为吉林省国家森林步道建设的发展定位。

3 吉林省国家森林步道建设的空间格局

吉林省国家森林步道建设从地理空间、线路走向和景观分布等多角度出发,同时考虑各地区林业产业和森林旅游等的发展水平,确立“一脉三江、一主八支、五区多点”作为其建设的空间格局。

从地理空间及大尺度景观特色上,表现为“一脉三江”。“一脉”指长白山脉,“三江”指发源于长白山的松花江、鸭绿江和图们江三大水系。长白山脉位邻中国与朝鲜、俄罗斯边界,是欧亚大陆东缘的最高山系。长白山区水系发达,松花江、鸭绿江和图们江三大水系发源于

此。长白山区有典型完整的山地森林生态系统、神奇壮观的火山地貌景观、北国独特奇异的冰雪风光,星罗棋布的火山矿泉、瀑布、河湖和沼泽湿地生态系统以及丰富的生物资源。

从线路走向和节点上,表现为“一主八支”。“一主”指吉林省国家森林步道主线,集安市财源镇甲乙村—通化县石湖镇七道沟村—抚松县露水河镇清水河村—敦化市额穆镇老白山雪村,大体呈西南—东北走向,途经通化地区(集安市、通化县)、白山地区(浑江区、抚松县、临江市)、延边地区(安图县、敦化市、和龙市、龙井市、图门市、汪清县)的11个县(市、区)。“八支”指吉林省国家森林步道八条支线:通石通西支线,通化县石湖镇高丽成子村—通化县西江镇江口村;临花蛟庆支线,临江市花山镇珍珠门村—蛟河市庆岭镇和平村;临兴抚泉支线,临江市兴隆区兴发小区—抚松县泉阳镇大碱场村;临六长长支线,临江市六道沟镇东小山村—长白县长白镇绿江村;安两蛟黄支线,安图县两江镇永红村—蛟河市黄松甸镇大荒顶子村;安二龙智支线,安图县二道白河镇安北村—龙井市智新镇鹤洞上村;龙石琿敬支线,龙井市石岬镇兴进村—珲春市敬信镇防川村;敦额长玉支线,敦化市额穆镇老白山雪村—长春市玉潭镇新立城村。

从行政区域、自然保护地与知名景区景点分布上,表现为“五区多点”。“五区”指吉林省国家森步道系统包括延边、白山、通化、吉林和长春共五大行政区域;“多点”代表森林步道穿越或邻近国家公园、自然保护区、森林公园、湿地公园和风景名胜区等众多自然保护地。

4 讨论

吉林省国家森林步道的发展定位与空间格局将生态保护、产业振兴与文化遗产三大目标有机整合,形成了区别于国内早期步道的鲜明特色。

在生态层面,与早期步道主要将生态保护视为限制条件、采取被动避让策略不同,吉林省国家森林步道“一脉三江”的格局将长白山完整的火山地貌、垂直植被带与三大水系发源地的宏观生态确立为步道空间组织的主导逻辑和展示核心。这一理念在“一主八支”的线网布局中得到精准落实,在有效规避生态敏感核心区的同时,巧妙通过“多点”连接保障公众亲近自然的权利。步道由单纯的通行功能转型为使

用者感知“山水林田湖草”生命共同体的沉浸式体验媒介,既体现了国家公园“全民公益性”与“最严格保护”的融合理念,也与国际通行的“廊道保护”与“可持续游憩”并重趋势深度契合^[5-7]。其在理念上实现了从“规避生态”到“融合生态”的升级,在保护目标上与既有规划一脉相承,共同服务于生态文明建设。

在推动区域发展方面,区别于传统模式森林步道经济价值主要体现为过境旅游的“通道经济”模式^[8-12],吉林省国家森林步道定位为“振兴之路”,通过服务系统与外围系统的协同布局将步道从单一的旅游通道升级为区域发展的共生平台,系统引导徒步者的消费需求流向沿线乡村,有效培育林下经济、特色民宿和自然教育等绿色产业,打破传统模式森林步道与社区产业关联度较弱的普遍困境。这一创新模式不仅为“绿水青山就是金山银山”理念提供了可行的转化路径^[13, 14],更在全面禁伐背景下,探索出一条以生态服务价值替代传统资源消耗的可持续发展新路径。

在文化遗产领域,相较于将文化遗产作为孤立“景点”进行标签化展示的常规做法,吉林省国家森林步道“五区多点”的空间重构使步道成功转型为文化资源的“链接者”与“活化剂”^[15, 16],将原本分散的文化资源整合为有机的、可体验的文化网络,不仅激活了沿线沉睡的文化资源,更通过连续的徒步体验深化了公众对长白山区域文化的整体认知,推动了文化保护从静态保存向活态传承的根本性转变。这一实践与“线性文化遗产”^[11-18]及“文化线路”等强调整体性保护的先进理论形成了深刻共鸣。在文化资源的利用方式上,从静态、孤立的“点状保护”走向了动态、联系的“线性叙事”,这是对传统保护理念的继承,更是对其展示与传承方法的创新。

吉林省国家森林步道“健康之行、体验之旅、振兴之路”的发展定位与“一脉三江、一主八支、五区多点”的空间格局,突破了传统步道作为单一游憩廊道的功能局限,创新性地将线性生态空间重塑为引领区域绿色发展的综合性平台,实现了生态保护、文化遗产与民生改善的系统性协同。

参考文献

- [1] 国家林业局. 国家森林步道建设规范: LY/T 2790—2017[S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.

- [2]李奎,陈鑫峰,张燕,等.典型国家步道体制对我国国家森林步道建设的启示[J].世界林业研究,2022,35(4):82-87.
- [3]滕玲.5条国家森林步道带你穿越万里中华美景[J].地球,2018(1):20-24.
- [4]陈胜.太行山国家森林步道建设的基本思路研究[J].经济论坛,2021(9):19-23.
- [5]韩怡璇,赵建峰,周禹彤,等.新西兰国家公园步道建设及启示[J].世界林业研究,2024,37(2):124-130.
- [6]李方珂,何疏悦,王祝根,等.美国国家野外游径的可持续性规划及管理评述[J].风景园林,2020,27(3):69-74.
- [7]何疏悦,赵新宇,程敏.美国风景游径系统建设研究及其对中国自然保护地体系发展的启示[J].园林,2022,39(2):69-76.
- [8]杨玉城.山岳型国家森林步道建设的探索与实践——以武夷山国家森林步道光泽段为例[J].萍乡学院学报,2025,42(3):34-38,44.
- [9]曹佳.文旅融合背景下太行森林步道(济源段)分析与发展建议[J].中原文化与旅游,2025(3):76-78.
- [10]陈怡.武夷山国家森林步道泰宁段总体布局研究[J].林业勘察设计,2024,44(2):34-37.
- [11]程紫欣,陈飞平,刘昊,等.国内外森林步道研究进展分析[J].农业与技术,2024,44(20):171-174.
- [12]聂紫涵,马秋菊,鲍春裕,等.太行山国家森林步道济源段文旅融合发展的的问题及对策[J].中南农业科技,2024,45(4):172-176.
- [13]唐黎,徐森威.基于旅游引导的乡村振兴水平测度评价及影响因素[J].中南林业科技大学学报,2024,44(12):197-207.
- [14]赵晓琳.乡村振兴背景下民族地区特色产业高质量发展探微[J].农业经济,2025(7):24-26.
- [15]韩子勇,任慧.国家文化公园步道建设的意义、原则与策略——以长城国家文化公园为例[J].西北师大学报(社会科学版),2022,59(5):23-30.
- [16]严国泰,林轶南.对构建历史边界线路遗产保护体系的思考[J].中国园林,2012,28(3):94-98.
- [17]刘世梁,侯笑云,尹艺洁,等.景观生态网络研究进展[J].生态学报,2017,37(12):3947-3956.
- [18]夏慧雯.生态网络协同视角下的乡村旅游区游步道系统优化研究[D].长沙:湖南大学,2022.

(本篇专家编审:杨雨春)

(上接第26页)

4.2 对策建议

加强保护区内人为活动管理,通过设立警示标牌等形式尽量减少人为活动对陆生野生动物的干扰。

建立野生动物资源动态监测体系,培训保护区现有人员掌握数据采集与分析技能,系统布设监测点,利用无人机、红外相机等技术手段进行常态化监测,建立包含哺乳类、鸟类、两栖类、爬行类的基础数据库,为科学保护管理提供基础资料。

加强野生动物保护的宣传和科普,广泛宣传野生动物保护的各种法律法规,增强当地群众的野生动物保护意识,通过开展保护区与社区共建共管,帮助社区发展经济,吸引社区成员共同参与保护区的保护与管理。

参考文献

- [1]吴际.四平山门中生代火山自然保护区地质遗迹保护对策研究[D].长春:吉林大学,2011.
- [2]王伯君,肖欣,汤佳,等.2017—2021年北京市野生动物救护趋势分析[J].野生动物学报,2023,44(2):418-427.
- [3]许龙,张正旺,丁长青.样线法在鸟类数量调查中的运用[J].生态学杂志,2003,22(5):127-130.
- [4]吴飞,杨晓君.样点法在森林鸟类调查中的运用[J].生态学杂志,2008,27(12):2240-2244.
- [5]姚志诚,王俊亮,潘奕颖,等.淄博市陆生野生动物资源调查及保护对策[J].现代农业科技,2024(18):156-158.
- [6]Smith A T, 解焱.中国兽类野外手册[M].长沙:湖南教育出版社,2009.
- [7]约翰·马敬能,卡伦·菲利普斯,何芬奇.中国鸟类野外手册[M].长沙:湖南教育出版社,2000.
- [8]蒋志刚,江建平,王跃招,等.中国脊椎动物红色名录[J].生物多样性,2016,24(5):500-551.
- [9]郑光美.中国鸟类分类与分布名录[M].4版.北京:科学出版社,2023.
- [10]国家林业和草原局.农业农村部公告(2021年第3号)(国家重点保护野生动物名录)[EB/OL].(2021-02-05)[2025-07-15].<https://www.forestry.gov.cn/search/43000>.
- [11]国家林业和草原局公告(2023年第17号)(有重要生态、科学、社会价值的陆生野生动物名录)[EB/OL].(2023-06-30)[2025-07-15].<https://www.forestry.gov.cn/search/509750>.
- [12]万冬梅,丁锋,王爽,等.杂色山雀的研究现状[J].四川动物,2008,27(1):157-160.

(本篇专家编审:吴景才)

DOI:10.16115/j.cnki.issn.1005-7129.2025.06.011

文章编号:1005-7129(2025)06-0046-03

中图分类号:S759.9

文献标识码:A

吉林甄峰岭国家级自然保护区森林资源现状、 存在问题与建议

赵国辉, 马 帅, 周宸宇, 张 雪, 范慧珠

(吉林省林业调查规划院, 吉林 长春 130022)

摘 要:本文分析了吉林甄峰岭国家级自然保护区森林资源现状,指出存在的问题,并提出对策建议。

关键词:吉林甄峰岭国家级自然保护区;森林资源;现状;问题;建议

Status, Existing Problems and Suggestions of Forest Resources in Jilin Zhenfengling National Nature Reserve

ZHAO Guohui, MA Shuai, ZHOU Chenyu, ZHANG Xue, FAN Huizhu

(Forestry Investigation and Planning Institution of Jilin Province, Changchun 130022, China)

Abstract: The status of forest resource in Jilin Zhenfengling National Nature Reserve was analyzed. The existing problems were pointed out and the suggestions were put forward.

Keywords: Jilin Zhenfengling National Nature Reserve; forest resources; status; problems; suggestions

自然保护区是推进生态文明、建设美丽中国的重要载体,对保护自然生态系统与文化景观具有重要意义^[1]。吉林甄峰岭国家级自然保护区(以下简称甄峰岭保护区)位于甄峰岭西麓,区内森林群落垂直分布,生态系统完整,被划入吉林省东北虎及其栖息地保护恢复工程建设区域,对长白山林区东北虎保护具有重要的区位价值。本文基于样地调查数据和 2021 年和龙市林业局森林资源管理“一张图”数据,综合分析并评价了保护区内森林资源现状,为重新编制总体规划,科学管理,探索切实可行的生态发展策略,促进森林可持续性发展提供参考依据^[2]。

1 保护区概况

甄峰岭保护区位于吉林省延边朝鲜族自治州和龙市与安图县境内,吉林长白山森工集团和龙林业有限公司许家洞林场、花砬子林场、荒沟林场辖区内,距和龙市城区 60 km,地理位置 128°33'6"~128°46'58" E、42°19'26"~42°28'26" N^[3]。属中温带大陆性季风气候,温度、降雨量、光照等季节性变化显著。山地多以暗棕壤为主,平原地带多为白浆土,沟谷地带以草甸土居多。主要河流为红旗河、荒沟河与星火沟河。其为森林生态系统类型自然保护区,总面积 17 386 hm²。其中,核心区面积 6 652 hm²(占比 38.26%),

收稿日期:2025—07—31

第一作者:赵国辉(1987—),男,工程师,硕士研究生,主要从事林业资源调查与监测,E-mail:384326494@qq.com。

位于保护区中部;缓冲区面积 4 998 hm²(占比 28. 75%); 实验区面积 5 736 hm²(占比 32. 99%),位于和龙市至松江镇的公路两侧。2013 年 11 月甌峰岭保护区被确立为省级保护区,2018 年 5 月确定为国家级自然保护区。

保护区内土壤肥沃、雨量充足、气候适宜,拥有丰富的森林资源和良好的生态环境,森林覆盖率为 99. 09%。共有植物 1 126 种,包括国家一级重点保护野生植物东北红豆杉(*Taxus cuspidata*)、国家二级重点保护野生植物红松(*Pinus koraiensis*)、紫椴(*Tilia amurensis*)、水曲柳(*Fraxinus mandshurica*)、野大豆(*Glycine soja*)等。共有野生脊椎动物 266 种,国家一级重点保护野生动物有紫貂(*Martes zibellina*)、原麝(*Moschus moschiferus*)、金雕(*Aquila chrysaetos*) 3 种,国家二级重点保护野生动物 30 种,其中兽类 6 种、鸟类 24 种^[4]。

2 森林资源现状分析

根据和龙市林业局 2021 年森林资源管理“一张图”数据与甌峰岭保护区界线,应用 Arc-GIS 软件提取保护区范围内“一张图”数据^[5],对区内地类、森林类别、起源、龄组、林分类型及面积与蓄积量等数据进行汇总并分析其森林资源现状。

2.1 林地资源及森林类别

保护区林地面积 17 311. 69 hm²(见表 1),占总面积的 99. 57%,非林地面积 74. 31 hm²,占总面积的 0. 43 %。林地以国家二级公益林为主,面积 17 181. 62 hm²,占林地面积的 99. 25 %;一般商品林面积 130. 07 hm²,占林地面积的 0. 75 %。

表 1 保护区林地各地类面积与占比

Tab. 1 Area and proportion of each forest land in the reserve

林地	面积/hm ²	占比/%
乔木林地	17 223. 54	99. 49
一般灌木林地	4. 08	0. 02
未成林地	0. 62	0. 01
林业直服设施用地	83. 45	0. 48
合计	17 311. 69	100. 00

2.2 乔木林地起源、龄组结构及林分类型

乔木林地以天然针阔混交林、阔叶混交林为主,其中天然林面积为 16 111. 37 hm²,人工林面积 1 112. 17 hm²,分别占保护区乔木林面积的 93. 54 %和 6. 46 %。

乔木林地按龄组结构划分为 5 种类型^[6],以中龄林、近熟林和成熟林为主,其面积与蓄积量所占比重较大,而幼龄林面积与蓄积量所占比重较小,后备资源略显不足(见表 2)。

表 2 保护区乔木林地各龄组面积、蓄积量及占比

Tab. 2 Area, accumulation and proportion of the forest in different age groups in the reserve

龄组	面积/hm ²	占比/%	蓄积量/m ³	占比/%
幼龄林	1 054. 08	6. 12	111 188	3. 43
中龄林	5 756. 11	33. 42	1 031 492	31. 82
近熟林	5 432. 30	31. 54	1 104 429	34. 07
成熟林	4 807. 09	27. 91	941 374	29. 04
过熟林	173. 96	1. 01	53 164	1. 64
合计	17 223. 54	100. 00	3 241 647	100. 00

乔木林地按其优势树种(组)可划分为 4 个林分类型^[7],以针阔混交林、阔叶混交林为主(见表 3),寒温带针阔混交林与落叶阔叶混交林呈垂直分布。

表 3 保护区乔木林地各林分类型面积、蓄积量及占比

Tab. 3 Area, accumulation and proportion of different types of the forest in the reserve

林分类型	面积/hm ²	占比/%	蓄积量/m ³	占比/%
纯林	735. 07	4. 27	95 629	2. 95
针叶混交林	900. 56	5. 23	176 022	5. 43
针阔混交林	8 723. 29	50. 64	1 687 601	52. 06
阔叶混交林	6 864. 62	39. 86	1 282 395	39. 56
合计	17 223. 54	100. 00	3 241 647	100. 00

3 存在问题

3.1 林龄结构不均衡,后备林木资源略显不足

甌峰岭保护区森林资源龄组结构不均衡,其中保护区内近熟林和成熟林面积与蓄积量占比较高,可利用资源较多,但幼龄林面积与蓄积量相对比较少,后备林木资源略显不足,森林资源可持续性发展较差,不利于维持森林生态系统的相对稳定。

3.2 珍贵树种面临威胁,保护措施不到位

甌峰岭保护区拥有丰富的森林资源,其中国家一级重点保护野生植物东北红豆杉是保护区内的代表植物。其面临栖息地破坏及气候变化的威胁,缺乏相应的保护措施。其药用价值极高,不法分子受利益驱动对其进行非法破坏,保护工作面临严峻压力与挑战。

3.3 森林病虫害防控压力大,缺乏相关专业人才

甌峰岭保护区拥有丰富的森林资源,森林病虫害防控形势日益严峻。保护区当前存在专业技术人员短缺,监测覆盖不足,资金投入有限的问题,严重制约了病虫害防控能力的提升,整体防控体系有待加强。

4 对策建议

4.1 加强森林资源培育,提高森林资源质量

针对保护区幼龄林比重小,后备资源不足的情况,可以通过相关经营措施逐步优化龄组结构,调整树种组成和林分密度,改善林木生长环境,提高现有森林质量,促进林分健康成长,增强森林生态功能稳定性与可持续性。可针对其灌木林地进行人工造林,对适宜的幼、中龄林进行割灌除草,对适宜的近熟林进行人工促进更新或冠下造林,使其森林资源世代更替,持续健康发展。

4.2 做好森林资源本底调查,加强珍贵树种保护

应开展资源普查及动态监测,掌握森林资源本底情况,尤其是珍贵树种的数量及分布等相关数据。东北红豆杉具有极高的保护价值,保护区可通过实施生境修复、促根复壮等一系列措施,改善其生长状况。建立健全多层次、多

手段、多学科的保护体系,依托巡护看管、科学养护等措施,对珍稀野生动植物实施有效保护,尤其要加强古树名木的重点管护。

4.3 提高基层人员素质,加强林业病虫害防控力度

应加大资金投入,加强病虫害防控力度,引进现代化科技手段,完善相关设施,提高防治的有效性和准确性。建立健全病虫害监测长效机制,遵循技术规范,逐林班、逐地块完成林业有害生物的监测工作,持续跟踪危害程度。引进专业技术人才,加强培训,切实提高基层人员专业素质,提升病虫害防控水平。

参考文献

- [1] 孙一博, 贺梦莹, 王桂鑫. 吉林江源国家森林公园自然属性与生态价值评估[J]. 林业科技情报, 2022, 54(3): 179-181.
- [2] 汪爽, 郑靓, 郎国良, 等. 吉林哈泥国家级自然保护区森林资源现状和评价[J]. 吉林林业科技, 2021, 50(5): 22-24, 27.
- [3] 赵新强, 王万峰. 对吉林甌峰岭国家级自然保护区基本评价及存在问题与建议[J]. 林业勘查设计, 2021, 50(5): 62-64, 74.
- [4] 裴程. 甌峰岭千年红豆杉富氧长廊[J]. 森林与人类, 2017(12): 78-81.
- [5] 孙井钟, 赵晶博, 刘春光. 吉林拉法山国家级森林公园森林资源现状调查分析[J]. 林业勘查设计, 2022, 51(3): 8-12.
- [6] 赵国辉, 孙桦, 陈旭. 大兴沟林业局乔木林地各龄组树种结构分析[J]. 吉林林业科技, 2020, 49(1): 7-11.
- [7] 赵国辉. 大石头林业局国有森林资源现状分析与经营评价[J]. 吉林林业科技, 2020, 49(4): 22-24.

(本篇专家编审:陈建军)

著作权声明

本刊已许可中国学术期刊(光盘版)电子杂志社在中国知网及其系列数据库产品中以数字化方式复制、汇编、发行、信息网络传播本刊全文。该社著作权使用费与本刊稿酬一并支付。作者向本刊提交文章发表的行为即视为同意上述声明。

《吉林林业科技》编辑部

《吉林林业科技》编辑委员会

主任委员 高海珠

副主任委员 李东友

执行委员 张建秋

委 (按姓氏笔画为序)

山昌林	王志明	王福维	邓 祥	尹子康
尹春梅	叶雅玲	史建伟	刘玉波	刘学芝
刘彦龙	刘晓龙	安丰云	孙广仁	孙长彬
孙文生	杜凤国	杨义波	杨世海	吴景才
宋丽文	张启昌	张忠辉	陆志民	陈万毅
陈建光	陈建军	单延龙	孟庆繁	赵 云
赵珊珊	姜贵全	郭忠玲	高金贵	高峻崇
陶 晶	黄祥童	曹长清	梁万君	董 然
程广有	焦为屹	温宇光	鞠志新	

《吉林林业科技》编辑部

主 编 张建秋

责任编辑 魏松艳

英文编译 陈 玲

吉林林业科技
双月刊, 1972年创刊
第54卷 第6期 (总第298期)

Journal of Jilin Forestry Science and Technology
Bimonthly, Started in 1972
Volume 54 Number 6 (No.298)

主管单位: 吉林省林业和草原局
主办单位: 吉林省林业科学研究院
(吉林省林业生物防治中心站)
编辑出版: 《吉林林业科技》编辑部
地 址: 吉林省长春市经开区临河街3528号
邮政编码: 130033
电 话: 0431-85850400
传 真: 0431-85850400
电子信箱: jllykj2004@sina.com
出版日期: 2025年11月15日
印 刷: 吉林省信诚印刷有限公司
发 行: 《吉林林业科技》编辑部

Administered by Forestry and Grassland Bureau of Jilin Province
Sponsored by Jilin Provincial Academy of Forestry Science (Forestry Biological Control Central Station of Jilin Province)
Published by Editorial Department of Journal of Jilin Forestry Science and Technology
Address No. 3528, Linhe Street, Jingkai District, Changchun 130033, Jilin, P. R. China
Telephone 0431-85850400 **Fax** 0431-85850400
E-mail jllykj2004@sina.com
Publication date Nov.15th, 2025
Printed by Xincheng Printing Co., Ltd. of Jilin Province
Issued by Editorial Department of Journal of Jilin Forestry Science and Technology

公开发行

定价: 10.00元

ISSN 1005-7129

