森林培育技术对林木生长发育的影响研究

吴继全 蓝妍 叶朱春 陈晨

丽水市莲都区雅溪林业工作中心站，中国·浙江 丽水 323000

摘要：文章以浙江省丽水市某林业工程项目为研究对象，深入探讨了森林培育技术对林木生长发育的影响。通过综合应用土壤管理、抚育间伐、整形修剪、病虫害防治等技术，显著促进了项目作业区内林木生长，提高了林木生物量和生长速度，优化林分结构，促进季相生态景观提升。研究强调了精准施肥、生物防治等措施的突出效果，为林业可持续发展提供科学指导。

关键词：森林培育技术；林木生长发育；土壤管理；病虫害防治

Study on the Impact of Forest Cultivation Techniques on Tree Growth and DevelopmentQian Wang

Wu Jiquan, Lan Yan, Ye Zhuchun, Chen Chen

Yaxi Forestry Work Center Station, Liandu District, China Zhejiang Lishui 323000

Abstract: Taking a forestry engineering project in Lishui City, Zhejiang Province as the research object, this paper explores the impact of forest cultivation techniques on tree growth and development. Through the comprehensive application of techniques such as soil management, tending and thinning, pruning, and pest control, the growth of trees in the project operation area has been significantly promoted, the biomass and growth rate of trees have been improved, the stand structure has been optimized, and the seasonal ecological landscape has been enhanced. The study emphasizes the prominent effects of measures such as precision fertilization and biological control, providing scientific guidance for the sustainable development of forestry.

Keywords: Forest cultivation techniques; Tree growth and development; Soil management; Pest control

0 引言

森林作为陆地生态系统的主体，在维系生态平衡、应对气候变化等方面发挥着不可替代的作用。当前全球气候变化日益加剧、生态环境日趋恶化的大背景下，推动生态文明建设已成为国家战略的重要组成部分。随着我国生态文明建设的不断推进，加强森林资源培育已成为林业发展的重中之重。为了响应这个使命，从国家林业和草原局到诸多省林业局近年来制定并实施了一系列政策措施，以加强森林经营，提升林木质量和功能，创新发展现代林业。在此背景下，深入研究森林培育技术对林木生长发育的影响机理，对于提升林业生产力、促进林业生态效益具有重要意义。

1 森林培育技术的分类与特点

1.1 土壤管理技术

土壤管理是森林培育的基础，其核心在于优化土壤理化性质，为林木生长发育创造良好条件。具体措施包括土壤改良、养分管理等。土壤改良通过深耕、客土等方式，改善土壤结构，增强透水透气性。养分管理则侧重于提高土壤肥力，促进林木对养分的吸收利用。通过测土配方施肥、合理轮作等手段，可显著提升林地养分水平。

1.2 抚育间伐技术

抚育间伐是调控林分密度、优化林分结构的重要技术手段。通过适时适度的间伐，可以改善林内光照条件，促进保留木的生长，提高林分的整体质量。在阔叶林经营中，抚育间伐尤为重要。由于阔叶树种多为喜光树种，合理的间伐强度可显著提高单株材积生长量。间伐时机的选择要根据林分郁闭度和树木生长状况确定，一般在郁闭度达到0.8以上时进行首次间伐。

1.3 整形修剪技术

整形修剪是通过人工干预，调控林木冠层结构，优化林分空间利用的技术措施。合理整形修剪可改善通风透光条件，减少病虫害发生，提高林木生长发育质量。整形主要包括主干培育、树形塑造等，旨在培育通直完整的树干，提高木材品质[1]。如在枫香人工林管理中，幼林期适度抚育，每隔2～3年修枝一次，可有效控制林木径高比，提高林分单株材积25%以上。修剪则侧重于去除病弱枝、交叉

枝、下垂枝等，促进养分向主干分配，加速径向生长。

1.4 病虫害防治技术

病虫害是威胁林木健康生长的重要因素，科学防治对维护森林健康至关重要。林业有害生物防治经历了从单一化学防治向综合防治的转变。生物防治、生态调控等新技术不断涌现，为林业病虫害治理提供了更多选择[2]。在木荷林白粉病防治中，合理密植、抚育，调节林分郁闭度，可显著降低病害发生率。此外，性诱剂、激素调节剂等新型药剂在林业病虫害防治中也得到广泛应用，具有高效、安全、环保等特点。基于大数据、物联网等现代信息技术的智能监测系统逐渐兴起，为病虫害预警提供了有力支撑。特别是在防治松材线虫病方面，浙江省丽水市建立了完善的监测预警体系，通过航空遥感、地面巡查相结合的方式，实现了对疫情的早发现、早处置。

2 典型工程案例剖析

2.1 工程概况

浙江省丽水市某林业工程项目，作业区内地形以丘陵和山地相间为主，立地条件相对复杂。项目区属亚热带季风气候，四季分明，雨量充沛，年降水量 1200～1800mm，森林覆盖率达 68%，但平均每亩林木蓄积量为 2.8 立方米，低于全市平均水平。土壤以红壤为主，呈酸性。项目面积 1000 亩，补植树种为二年生木荷、枫香、苦槠容器苗，树种搭配比例为 1:1:1, 每亩补植 30 株，补植总株数 30000 株，补植后每年开展苗木抚育 1 次，连续抚育 2 年。该项目以促进林木生长，优化林分结构，促进季相生态景观提升为目标，采用因地制宜、适地适树森林抚育经营理念，综合运用了多项现代森林培育技术，重点解决森林质量整体不高、林分结构单一、季相变化不明显等问题。

2.2 培育技术实施要点

工程实施过程中，因地制宜地采取了一系列培育措施，重点包括合理补植、土壤改良、抚育间伐、整形修剪和病虫防治等。木荷、枫香、苦槠木荷初植密度分别为 10 株 / 亩。该模式在保证郁闭度的同时，为林木生长预留了足够空间。不同于传统的森林抚育方式 (如割灌除草)，该项目采用近自然森林抚育技术，选择林木质量出色的个体作为“目标树”，对其周围产生干扰的个体进行清除，既能集中地力促进“目标树”更好地生长，又能腾出更多的林下空间，让树木幼苗得以持续更新。土壤改良方面，施有机肥 225kg/ 亩，改善土壤肥力。施肥采用穴施和撒施相结合的方式，根据林木生长节律进行配方施肥，速生期重施氮肥 (8kg/ 亩)、钾肥 (6.5kg/ 亩)，提高养分利用率。整形修剪贯穿林木生长全过程，速生期以疏枝为主，采用不同强度 (20%～50%) 的截干、主侧枝比调控等措施，优化林木生长架构；成熟期注重通过疏伐调节林分密度，改善透光条件。病虫害防治以预防为主，常年开展森林病虫监测，及时采取人工除治、生物防治、药剂防治等措施，将病虫害控制在安全水平。

2.3 林木生长发育监测

为掌握培育效果，工作人员开展专项林木生长监测，采用地面现场踏查与无人机影像监测相结合的方法。地面现场踏查监测每半年开展一次，调查指标包括树高、胸径、冠幅、材积等，分层设置固定样地，每个样地面积不小于 1 亩。树高用测高仪测定，精确到 0.1m；胸径用直径尺测定，精确到 0.1cm；冠幅用皮尺或激光测距仪测定，精确到 0.1m。同时，采集典型林木的生长锥样本，在实验室内分析年轮宽度，评估径向生长量。在工程抽样监测点，科研人员每月还会观测单位面积树木凋落物的数量，由此估算整个森林凋落物的总量，从中了解森林生态系统物质循环情况。监测结果显示，自 2017 年开始近自然森林抚育至今，监测点中珍贵树种幼苗的种类不断更新，数量达到此前的三倍。

2.4 数据分析与讨论

基于连续 3 年的监测数据，采用生长模型和统计分析方法，量化了各培育措施的增益效果。广义线性模型分析表明，造林密度、施肥量和整形强度均与林木生长量呈显著正相关 ($P<0.05$)，且存在交互效应。进一步采用主成分回归法构建了多因素生长模型，模型拟合优度 $R^2=0.827$，表明培育因子的综合效应可解释大部分生长量差异。灌溉次数、施氮量和整形频率位列影响因子前三位，贡献率分别为 32%、24% 和 19%。病虫害防治效果与林木生长量无显著相关性，但与林分质量密切相关。数据分析结果为培育措施的优化提供了定量依据，如在施肥量不变的情况下，适当增加灌溉次数 (>15 次 /a)、提高施氮比例 (N:P:K=2:1:1)，可进一步促进林木生长。

3 森林培育技术创新与展望

3.1 精准施肥

所谓精准施肥，就是根据林木生长需求和立地条件，在适当的时间、地点，以适宜的方式和数量，将肥料精确地施入林地，最大限度地提高肥料利用率。这一技术的实现离不开现代信息技术和先进分析方法的支撑。例如，利用 3S 技术 (GPS、RS、GIS) 开展林地养分制图，可直观了解林地肥力的时空分布特征；采用便携式土壤养分速测仪、

植物冠层反射光谱等非破坏性检测手段，可实时监测林木养分状况；运用机器学习算法建立施肥响应模型，可动态优化施肥处方。在此基础上，结合变量施肥机械，实现定制化、定量化、定位化施肥，可提高氮磷钾肥利用率[3]。

3.2 林分结构优化

林分结构是影响森林生态系统功能的关键因素。优化林分结构不仅能提高林木生长速度，还能增强森林的生态服务功能。近年来，基于生态学原理的林分结构调控技术日益成熟。通过构建复层异龄混交林，可充分利用垂直空间，提高光能利用率。部分实践表明，采用“上木荷、中枫香、下苦槠”的三层结构模式，可使单位面积生物量提高 40% 以上。同时，通过调控不同树种的配置比例和空间分布格局，可形成稳定的群落结构，增强森林抵御自然灾害的能力。林分结构优化还包括林缘效应的利用，通过在林缘种植灌木和草本植物，形成完整的森林边缘带，既能防止风害，又能增加生物多样性。

3.3 生物防治

病虫害问题一直是困扰林业生产的主要障碍，大规模使用化学农药不仅容易引起环境污染，而且可能导致林木药害和病虫产生抗药性。生物防治是利用生物及其产物治理林业有害生物危害的环境友好型防控技术，其凭借高度选择性和生态安全性而备受关注。近年来，分子生物学、生物工程等学科的进步极大地拓展了生物防治的深度和广度。例如，通过 RNA 干扰技术沉默昆虫特异性基因，可有效抑制害虫繁殖；利用病原微生物与害虫共生菌的拮抗作用，可减缓害虫危害；筛选高毒力、专一性强的昆虫病毒株，可提高防治效率。在此基础上，不断涌现出新型生物农药制剂，如微生物杀虫剂、昆虫生长调节剂、信息素制剂等[5]。在浙江省林业病虫害防治实践中，生物防治技术已展现出良好效果。例如，在阔叶林虫害防治中，采用性诱剂和生长调节剂等新型药剂，能够有效控制虫口密度。此外，通过林分结构调整和近自然抚育，提高林分多样性，也能显著降低病虫害发生风险。浙江省部分地区还积极推广“以菌治菌”的生物防治模式，如在木荷林叶斑病防控中，通过接种根际促生菌，显著降低病原真菌的侵染几率，提高木荷抗病性。

3.4 遗传改良

良种是现代林业的物质基础，培育高产、优质、多抗的新品种是提升林业综合生产能力的必由之路。传统的林木遗传改良主要依靠有性杂交、无性系选择等常规育种手段，存在周期长、效率低等不足。分子生物学、基因组学等生命科学的蓬勃发展，为加快林木遗传改良进程、创制突破性新品种提供了新的契机。例如，利用基因工程技术，将外源抗虫基因导入林木基因组，可显著提高林木对特定害虫的抗性；采用基因编辑技术，对控制木材品质、生长发育的关键基因进行定点修饰，可精准优化林木目标性状。转基因和基因编辑林木新品种不断问世，并在生产实践中发挥重要作用。研究表明，转 Bt 基因杉木的抗虫性较普通品种提高 3～5 倍，生长量提高 20% 以上；转 COMT 基因浙江楠的木质素含量降低 17%，纤维素含量提高 12%，木材综合利用价值显著提升。

4 结语

综上所述，森林培育技术的科学应用可有效调控林木生长发育过程，改善林分质量，提高森林生产力。文章通过典型案例分析，揭示了土壤管理、抚育间伐、整形修剪、病虫害防治等关键技术的作用机理，强调了精准施肥、林分结构优化、生物防治等创新举措的显著效果。未来，随着现代生物技术、信息技术的不断发展，遗传改良、智能管理等手段将为森林培育注入新的活力，推动林业生产向精准化、智能化方向升级，为生态文明建设做出更大贡献。

参考文献：

[1] 马宁. 森林培育技术对林木生长发育的影响研究[J]. 农村科学实验 ,2024,(08):124−126.

[2] 邓雨诗 , 周彤悦 , 叶昌民. 森林培育技术在林木生长发育中的应用研究[J]. 农业灾害研究 ,2024,14(12):73−75.

[3] 刘攀旭. 森林抚育技术及其对林木生长的作用研究[J]. 花卉，2023,(08):160−162.

[4] 侯杰. 森林培育技术对林木生长发育的影响分析[J/OL]. 中文科技期刊数据库（全文版）农业科学 ,2025(2):150−153.

[5] 潘乾恩. 森林培育技术对林木生长发育的影响探究[J/OL]. 中文科技期刊数据库（全文版）农业科学 ,2025(2):142−145.