

“双碳”背景下林业工程中的苗木培育及造林技术

王琦

新泰市国有土门林场 山东泰安 271200

摘要: 在“双碳”目标全面推进的背景下,林业工程作为生态固碳的核心载体,其碳汇能力的提升成为实现碳达峰、碳中和目标的关键路径之一。苗木培育与造林技术作为林业工程的基础环节,直接决定了森林生态系统的构建质量与长期固碳潜力。本文立足“双碳”目标导向,系统剖析苗木培育与造林技术对林业碳汇的影响机制,深入探讨优质碳汇苗木培育的技术体系构建路径,详细阐述高效固碳造林的关键技术要点,旨在为提升林业工程碳汇效能、推动林业绿色低碳发展提供技术参考与理论支撑。

关键词: “双碳”目标;林业工程;苗木培育;造林技术;林业碳汇

引言

全球气候变化加剧背景下,碳达峰、碳中和已成为全球绿色发展的核心共识。林业作为陆地生态系统最大碳库,通过光合作用实现碳固定,是“双碳”目标实现的重要支撑。苗木培育与造林技术是林业工程的核心环节,其技术水平直接决定森林生态系统构建质量与碳汇潜力。当前我国林业发展正从数量扩张转向质量提升,传统技术难以适配低碳发展需求,因此优化相关技术、挖掘林业碳汇潜力,对助力“双碳”目标落地具有重要现实意义。

一、苗木培育与造林技术对林业碳汇的影响机制

(一) 苗木质量与碳汇能力的关联

苗木是森林生态系统中最小的组成,决定着造林成活率,苗木生长速度和以后抗逆力,影响着林业碳汇的积累和稳定性。苗木根群发达,地上部分和地下部分生长平衡,苗木本身比较健壮,能迅速适应造林立地,缓苗期较短,生长较快。同时,苗木的生长也能提高光合作用,增加有机物积累,从而促进碳的吸收和固定。

同时,作为质量指标的抗逆性,与碳汇能力的持续性密切相关,抗旱、抗冷、抗病虫害的能力强的苗木,在极端环境条件下生存能力强,不会因生存条件不足而死亡,确保碳汇的持续性,而质量较差的苗木,造林成活率低,成活率低,苗木弱,吸碳能力低,甚至苗木长势差,增加碳排放,制约着林业碳汇能力的发挥,因此苗木质量决定着林业碳汇的初始能力和林业碳汇的持续性。

(二) 造林模式、配置方式对森林生态系统碳汇效率的调控作用

造林类型与种植方式主要通过影响森林群落在整个群落

结构中的物质流、能量流来影响碳汇,森林群落结构越复杂、物种越丰富、层次越多样则群落总的光合作用量和碳累积量越大,不同的造林类型和种植方式,形成的群落结构不一样,碳汇量也不一样。

合理造林及配植树种可以发挥立地立业的优势,提升群落利用光能及竞争资源能力,如混交林配置配植多种树种,群落内不同类型植被能够利用光能、水能、营养等资源扩大群落光合面积,提升群落内总碳量,混交树种群落相对稳定,避免病虫害危害,减少由群落破坏引起的群落碳汇,保证群落碳汇稳定;单一纯林群落结构局限了群落资源利用程度,群落稳定性较差,碳汇效率低。此外,树种配比、密度等也会影响群落的种群、生长空间等,影响群落碳汇效率,合理配比保证了群落碳汇能力。

二、“双碳”导向下的优质碳汇苗木培育技术体系

(一) 碳汇导向的苗木品种选育技术

碳汇导向的苗木品种选育是优质碳汇苗木培育的前提,其核心思路是筛选与培育固碳能力强、生长特性优良且适配不同区域立地条件的树种。选育过程需以碳汇潜力为核心指标,结合树种的生长周期、环境适应性、抗逆性等综合特性,构建科学的选育标准。

在筛选指标设定方面,固碳速率是核心评价指标,需优先选择光合作用效率高、有机物质积累快的树种;生长周期指标需兼顾速生特性与长寿性,速生树种可快速形成碳汇能力,长寿树种则能实现碳的长期固定;环境适应性指标需结合不同区域的气候、土壤等立地条件,筛选能够适应当地环境的树种,避免因环境不适导致生长不良。在选育方法上,可采用常规选育与现代育种技术相结合的方式,常规选育通

通过对天然林分中的优良单株进行选择、驯化与繁育，筛选出固碳潜力突出的品种；现代育种技术则通过分子育种、杂交育种等手段，定向改良树种的固碳特性与抗逆性，培育出更符合碳汇需求的优质品种。同时，需针对不同区域的立地条件差异，开展区域性品种适配研究，推荐适宜当地种植的优质碳汇苗木品种，提升品种选育的针对性与实用性。

（二）低碳高效苗木培育技术优化

低碳高效苗木培育技术优化的核心是在提升苗木质量的同时，降低培育过程中的碳足迹，实现培育过程的绿色低碳化。围绕这一核心，需从育苗基质、培育模式、水肥管理及碳足迹管控等多个环节开展技术优化。

在容器育苗技术优化方面，重点推进低碳基质研发与容器选型升级。传统育苗基质多采用泥炭等不可再生资源，且容器多为不可降解材料，不仅资源消耗大，还会产生环境压力。低碳基质研发需以农林废弃物等可再生资源为原料，通过腐熟、发酵等技术处理，制备出透气性、保水性及养分供给能力优良的环保基质；容器选型需优先选用可降解材料，同时优化容器结构设计，提升苗木根系生长环境，且便于后续回收利用，减少环境污染物排放。在工厂化育苗技术优化方面，重点加强环境调控与水肥精准管理。通过搭建智能环境调控系统，精准控制育苗环境的温度、湿度、光照等条件，模拟最优生长环境，提升苗木生长速率与质量；采用精准水肥管理技术，根据苗木不同生长阶段的养分需求，科学配比水肥，采用滴灌、微灌等节水灌溉方式，提升水肥利用效率，减少资源浪费。

此外，需强化苗木抗逆性培育技术应用，通过苗期驯化、抗性诱导等方式，提升苗木的抗旱、抗寒、抗病虫能力，降低造林后的死亡率；同时，加强培育过程中的碳足迹管控，优化育苗流程，减少能源消耗，对育苗废弃物进行资源化利用，降低培育过程中的碳排放量。

（三）优质碳汇苗木培育质量评价体系

优质碳汇苗木培育质量评价体系的构建，是保障苗木质量、提升碳汇潜力的重要支撑。该体系需以碳汇潜力为核心，结合生长特性、生理特性等指标，构建全面、科学的评价指标体系，明确评价标准与检测方法，实现对苗木质量的精准评估。

在指标上，应包括生长指标、生理指标、碳汇潜力指标。生长指标包括苗高、地径、根系鲜重、根系干重等，代表苗

木生长是否健壮，生理指标包括叶绿素含量、光合作用速率、抗旱指标、抗病指标等，代表苗木的生理活性、抗逆性等，碳汇潜力指标包括：单位生物量碳含量、碳蓄积速率等代表苗木的碳汇潜力。在评价标准上，不同树种有不同的评价标准，不同时期的苗木有不同的评价标准，不同指标的达标标准、优级标准应明确，在检测方法上应采用方便的、合适的检测方法，不同指标采用不同的检测方法，生长指标采用常规方法检测，生理指标、碳汇潜力指标采用专用仪器检测、实验室检测。通过建立质量评价体系，对苗木进行质量检验，及时发现苗木培育中存在的各种弊端，改进苗木培育技术，保证苗木的碳汇潜能和对环境的适应能力。

三、“双碳”背景下高效固碳造林技术

（一）精准整地技术

精准整地是高效固碳造林的基础，其基本原理是既为苗木生长创造立地条件，提供生长空间，又减少扰动量，减少土体碳排放量。传统的整地方式是全面整地，不仅整地量大、耗能大、破坏土壤结构，碳排放量大，不利于固碳。精准整地是改变整地方式和控制整地范围深度，整地与减少碳排放并重。

在选择整地方式时，要视立地条件、树种类型等情况，选择适合的整地方式。在地势比较复杂的地段，如山地、丘陵，可以穴状、带状整地，避免全面整地时产生破坏；针对瘠薄的土壤地区，可以局部整地的方式，改善土壤的结构，提高肥力。在整地深度与整地范围方面，要明确整地深度与整地范围，在确定苗木根系生长的深度与土壤条件以后，适当确定穴坑的大小和深度，使苗木根系舒展，避免过度整地引起土壤有机碳的露放。

（二）节水节肥造林技术

节水节肥造林技术是提升造林效率、降低碳足迹的关键技术，其核心是通过科学的灌溉与施肥方式，提升水资源与肥料的利用效率，减少资源浪费与环境污染，同时保障苗木生长需求，提升碳汇积累速率。

在节水灌溉技术应用方面，需根据造林地的气候条件、土壤水分状况及苗木需水特性，采用精准灌溉方式。滴灌、微灌等节水灌溉技术可将水分直接输送至苗木根系区域，减少水分蒸发与渗漏损失，提升水资源利用效率；对于干旱缺水区域，可结合集雨设施建设，收集雨水用于灌溉，进一步提升水资源保障能力。在节肥技术应用方面，需坚持“精准

施肥、有机肥为主”的原则，根据苗木生长需求与土壤养分状况，科学配比肥料，避免过量施肥导致的土壤污染与养分流失。可采用缓释肥、有机肥等环保肥料，提升肥料养分释放效率，延长肥效期；同时，采用穴施、沟施等精准施肥方式，将肥料直接施用于苗木根系附近，提升肥料利用效率。通过节水节肥技术的应用，可在保障苗木生长的基础上，降低造林过程中的资源消耗与碳排放，提升造林的低碳性与可持续性。

（三）机械化与智能化造林技术

机械化与智能化造林技术是提升造林效率、降低人工成本与碳排放的重要支撑，其核心是通过机械化设备与智能技术的应用，实现造林过程的标准化、精准化与低碳化。传统造林方式多依赖人工操作，不仅效率低、劳动强度大，还存在造林质量不均、碳排放较高等问题。机械化与智能化造林技术的应用，可有效解决上述问题。

在机械化造林技术方面，可根据造林地条件与造林需求，选用适宜的机械化设备。对于地形平缓区域，可采用机械化挖坑机、植树机等设备，提升整地与栽植效率；对于地形复杂区域，可采用小型化、便携式机械化设备，降低作业难度。机械化设备的应用不仅能够提升造林效率，还能保证造林质量的一致性，减少人工操作带来的误差。在智能化造林技术方面，可结合无人机、物联网等技术，实现造林全过程的精准管控。无人机可用于造林地勘察、种子播种、苗木栽植等环节，提升作业效率与覆盖面；物联网技术可通过在造林地布设传感器，实时监测土壤水分、温度、苗木生长状况等信息，为灌溉、施肥等管理措施的制定提供数据支撑，实现精准管理。通过机械化与智能化技术的融合应用，可大幅提升造林效率与质量，降低造林过程中的碳足迹，推动造林技术向绿色低碳方向升级。

（四）造林后初期养护技术

造林后初期养护技术是提升苗木成活率、保障碳汇积累连续性的关键环节，其核心是通过科学的养护管理措施，为苗木生长创造良好环境，降低外界环境胁迫对苗木生长的影响。造林后初期是苗木适应新环境的关键阶段，此时苗木根系尚未完全扎根，抗逆能力较弱，易受干旱、病虫害等因素影响，做好初期养护工作至关重要。

在水分管理方面，需根据土壤水分状况与苗木需水需求，及时开展灌溉工作，确保土壤水分充足，避免苗木因干旱死

亡；同时，可采用覆盖保墒技术，在苗木根部覆盖秸秆、地膜等材料，减少土壤水分蒸发，提升土壤保墒能力。在病虫害防治方面，需坚持“预防为主、综合治理”的原则，通过营造健康的森林生态环境、选用抗病虫害苗木等措施，降低病虫害发生风险；若发生病虫害，需采用生物防治、物理防治等绿色防治方式，避免化学农药的大量使用，减少环境污染与碳足迹。此外，还需及时开展除草、松土等工作，减少杂草与苗木争夺资源，改善土壤透气性，促进苗木根系生长。通过科学的初期养护技术应用，可有效提升苗木成活率，加快苗木生长速率，保障森林碳汇能力的持续提升。

总结

“双碳”目标下，林业碳汇的生态价值与战略意义愈发凸显，苗木培育与造林技术的优化升级是提升林业碳汇效能的核心路径。优质苗木培育奠定碳汇基础，高效造林技术保障碳汇效率，二者协同推进可充分释放林业固碳潜力。未来林业发展需坚持绿色低碳导向，强化技术创新与区域适配性研究，推动林业生态功能与碳汇价值深度融合，为生态保护与“双碳”目标实现提供坚实支撑，助力绿色发展格局构建。

参考文献

- [1]王新颖,陈庆.“双碳”背景下林业工程中的苗木培育及造林技术[J].林业勘查设计,2025,54(06):12-14+41.
- [2]韩永灵,刘月琴,高保平.“双碳”背景下林业工程中的苗木培育及移植造林技术探讨[J].农家参谋,2024,(25):55-57.
- [3]王明晓,刘明芹,郑桂姿.“双碳”目标下林业工程苗木培育及移植造林技术[J].基层农技推广,2024,12(01):120-124.DOI:10.20257/j.cnki.jcnj.2024.01.033.
- [4]邓林.现代林业中苗木培育与移植造林新技术的综合梳理及论述[J].种子世界,2025,(07):195-197.
- [5]常邦国.“双碳”目标下林业工程苗木培育及移植造林技术[C]//冶金工业教育资源开发中心.2024精益数字化创新大会平行专场会议——冶金工业专场会议论文集(下册).兴安 县 林 业 局;2024:267-269.DOI:10.26914/c.cnkihy.2024.037362.