

To explore the application of forestry engineering technology in afforestation and greening

Qingtao Wang

The People's Government of Mazhai Township, Yingzhou District Fuyang City Anhui Province Fuyang, Anhui, 236000, China

Abstract

In today's world, ecological and ecological problems are becoming more and more serious, afforestation is an effective way to improve ecological balance and cope with climate change, which has attracted extensive attention around the world. The forest ecological restoration technology based on forest engineering can effectively improve the effect and quality of forest ecological restoration through scientific planning, fine planting and effective management. From the greening of barren mountains to the greening of towns, from windbreak and sand fixation to water conservation, they are all important parts of modern forestry. In this environment, the innovation and application of forest engineering science and technology have been systematically studied, which is of great practical significance for the construction of ecological civilization in our country.

Keywords

afforestation and greening; forestry engineering technology; apply

探析造林绿化中林业工程技术的应用

王清涛

安徽省阜阳市颍州区马寨乡人民政府, 中国 · 安徽 阜阳 236000

摘 要

在当今世界生态与生态问题日趋严重的今天, 植树造林是改善生态平衡和应对气候变化的一种有效途径, 已引起世界范围内的广泛关注。以森林工程为基础的森林生态修复技术, 通过科学规划、精细种植、有效经营, 可有效提高森林生态修复的效果与品质。从荒山绿化到城镇绿化, 从防风固沙到涵养水源, 都是现代林学的重要组成部分。在此大环境下, 对森林工程科技的革新和运用进行了系统的研究, 对于我国生态文明建设的建设有着十分重大的现实意义。

关键词

造林绿化; 林业工程技术; 应用

1 引言

随着森林工程的不断发展, 森林工程在森林建设和建设中扮演着举足轻重的角色。到 2025 年, 我国人工林面积将达到 7954 万 hm^2 , 位居全球第一, 超过 70% 的人工林均为机械化栽培, 造林效率比常规方法提高 50%。在防治方面, 内蒙古“三北”生态屏障建设中, 采用了无人驾驶飞机、节水灌溉等措施, 实现了从 2010 年 12.4% 到 2023 年的 23.8% 的造林绿化目标。另外, 随着智慧森林建设的深入, 浙江省通过卫星遥感与地理信息系统, 对森林覆盖率进行了动态评价, 使得森林覆盖率在 95% 左右。从国际角度看, 由于林木工程的使用, 世界范围内的森林生态系统可实现温室气体减排 15 多亿吨, 突出了森林生态系统在应对气候变化方面的重大意义。

【作者简介】王清涛 (1972-), 男, 中国安徽阜阳人, 助理农艺师, 从事林业工程研究。

2 林业工程技术在造林绿化中的关键技术分析

2.1 机械化种植与精准造林技术

在现代营林项目中, 人工造林是提高营林效益的重要途径。据农业农村部到 2025 年的统计资料显示, 使用机械化的造林方式, 可以使人工造林的工作效率提高 8-10 倍, 单位生产费用减少 35%。以国内 4SX-1200 悬播器为实例, 它是一种集开沟、投苗、覆土和镇压于一体的机械装置, 一台日产 12,000 棵以上。精确绿化领域, 基于北斗卫星的人工造林系统利用 RTK 定位, 实现了人工栽植的精确定点精确到 2 厘米, 内蒙古鄂尔多斯市已成功实施了 300000 hm^2 的人工造林, 成活率提高到 92%。美国约翰迪雷公司开发的 Forestry-OPS, 采用了一套由激光定位技术与人工智能影像辨识技术相结合的方法, 可以在不影响植物生长的前提下, 自主地选取最佳的播种位置, 避免岩石等阻碍。中国林业科学研究院研制的“包衣种子”技术, 将保水剂和生根粉以 1:200 的比例包覆在种子上, 可在干旱地带增加 40% 的

发芽率。在具体实施过程中,需要对不同的机具参数进行适当的调节,如犁地的深度要控制在25~30厘米,覆盖层8~10厘米,压制强度50~60 kPa,要依据土壤湿度进行动态调节。

2.2 节水灌溉与土壤改良技术

在干旱、半干旱区,采用微喷灌技术,可以提高水源的利用率,达到85%。以色列Netafim公司生产的气压补偿型喷灌装置,在新疆塔克拉玛干荒漠绿化工程中发挥了重要作用,其精确流量2.2 L/h,结合土壤水分传感器,可将胡杨的存活率由30%提高到78%。中国科学院西北生态研究所研制的“生物质炭+保水剂”复配剂,在3吨/公顷的条件下,可以将砂土的保水性能提升3倍以上。通过对宁夏毛乌素沙地进行40 cm深松和秸秆还田试验,3年时间,可将黑土中的有机物由0.6%提高到1.8%。在实际施工中,应按照“干管承压0.4 MPa,支管承压0.25 MPa,毛管承压0.1 MPa”的水压差,并根据不同品种的不同,将喷头之间的距离设置在30~50厘米之间^[1]。

2.3 无人机监测与智慧林业管理

新疆植保无人机MG-1P在森林遥感领域具有良好的应用前景,其搭载的多波段遥感影像能够在2厘米分辨率上实现林木的健康状况检测。广东省林业局在2023年对全国5百万公顷的松墨天牛进行了全面的调查,其工作效率比手工作业提高了20多倍。利用Sentinel-2型10 m分辨率图像,结合NDVI指标,可以对林木生长进行一周一次的动态观测。其中,浙江省“林业大脑”集成78种不同类型的传感器信息,利用机器学习的方法,对林区的火灾风险进行了14天的预报,预报精度达到91%。野外作业中,为保证成像品质,要求在地面上设定航线交叠度70%,侧交叠度60%,飞行高度100~150 m。北京农林大学自主研发的移动LiDAR(LiDAR)可实现林木3D重构和林木生长量的准确估算,具有较高的单台测量精度。美国卫星实验室(Planet Labs)的天梭(SkySat)卫星,一天3个0.5 m的卫星图像,为森林动态监测提供了高频率的卫星遥感数据支持。

2.4 生物工程技术在树种选育中的应用

中国林业科学院利用CRISPR-Cas9基因编辑系统成功构建了“中林46号”,其木素减少15%,纤维素增加20%,大大提高了纸张的使用效率。南京林学院利用基因枪技术,将HVA1基因转入杉木,经-15℃的低温处理后,其成活率可达60%以上。北京农林大学通过对油茶含量较高的油茶种质资源进行了SSR分子标记的选育,将常规选育时间从15年提高到5年。在生产实践中,对不同的培养基进行了一定的调控,如以MS+6-BA0.5 mg/L+NAA0.1 mg/L为对照,对桉树进行继代,其增殖因子达到8.2。美国ArborGen公司研制出了一株转基因松苗,它能调节GA20-oxidase基因,从而将收获周期减少30%,目前已经在佛罗里达州大量栽培^[2]。

3 林业工程技术的有效应用与实践

3.1 防沙治沙工程中的技术集成应用

“三北”防护林是世界上最大规模的生态恢复工程,在防治荒漠化方面已建立起一套较为完整的综合防治技术体系。在实际应用中,将秸秆或芦苇按照1米*1米的栅格布置,结合30 cm的深度,可以减少地面风速60%左右,是一种有效的固沙措施。根据国家林业部门的监测资料,这项新的方法已经将内蒙古的库布奇沙漠中的移动沙丘削减了47%。在生物固沙上,采取“灌+草”混交模式,即深根梭梭和沙柳(沙柳)与香蒿(蒿)、沙打旺(Sala)等草本植物(如:3:7),实现从5%以下到35%的植被覆盖。经试验验证,宁夏中卫沙坡头试验小区5年间可使土壤有机质增加2.3倍以上。

在沙地绿化中,微灌是一项非常有意义的新方法,它是一种把管道埋入40 cm厚的沙土中,通过智能化的调控来达到精确的灌水目的。在新疆塔克拉玛干荒漠地区进行了应用,结果显示,采用这种方法,可节约人工用水65%左右,而胡杨树的存活率可达85%。在土壤改善方面,由中国林业科学院开发的“生物结皮”,人工接种蓝藻和地衣等微生物,3年后可在沙地表层生成2厘米厚的生物结皮,防风耐风沙性能提高8倍。在实践中,将菌苗以1:50的比例进行喷雾,并用纱帘进行湿润处理,60 d后能使植株的表皮变得稳固。采用10 m高精度Sentinel-2卫星遥感反演NDVI指标,并通过无人机航测检验,对每一季的防沙治沙成效进行评价。甘肃省沙漠防治研究院利用LIDAR技术对沙地进行了三维地貌分析,得到了高达90%的地表地貌信息。在内蒙古阿拉善盟,通过“草垛+灌丛+太阳能电池”的立体防沙治沙新技术,太阳能电池在太阳能电池板遮挡下,地面蒸发降低了40%,而木板下的肉苁蓉每年可增加3000多元,达到生态与经济共赢的目的^[3]。

3.2 城市绿化与生态修复的工程技术实践

目前,我国的园林绿地已由单纯的园林造景转向了具有一定的生态功能。北京通州副中心以“渗、蓄、用、放”六位一体的“排水系统”为研究对象,以15 cm厚的瓷砖铺设方式,将地面上的雨水瞬间渗透率提升至85%,结合地面储水组件,将雨水回收利用效率提升至40%。根据深圳市光明区“海绵城”试点工程的研究成果,采用“沉陷型”植物阻聚塘,可有效降低地面径流63%,对水体中的悬浮物进行有效的清除,达到80%以上。采用具有较好根系的香根草和芦苇等植物组成的生物过滤系统,对COD的平均去除率可达到65%~75%。在实际的工程中,首先要铺上10 cm的级配砂砾垫,然后是5 cm的粗砂找平层,然后是渗透水层,在接缝处填入1~3 mm的石英砂,以确保渗水性能。

在安徽铜陵铜矿尾矿坝的治理方面,率先提出了“基质改造—植被恢复—生态恢复”的工艺路线。首先,将20吨/公顷的飞灰与15吨/公顷的污泥进行掺入,对该基质

进行改造,将 pH 从 3.5 提高到 6.2;其次是对土壤中的重金属耐性较强的海州石芥,其砷的累积因子为 8.3,而对土壤中的砷含量则为 5.7;在此基础上,引进灌丛以加速植被的演替。经过 5 年的卫星遥感监测,森林覆盖率由原来的 7% 提高到了 82%。针对高陡岩体边坡,湖南郴州采取了厚层基质喷播法,即将水泥、腐殖土和保水剂按 1:8:0.3 的配比进行喷播,并在 10 cm 以内形成立体网格,保证了当年植被盖度达到 90%。

3.3 碳汇造林与气候变化应对的技术路径

以 IPCC《国家温室气体清单指南》为基础,以“碳储备变动方法”为基础,构建了较为完善的森林碳汇核算系统。中国“绿色碳汇”研究表明,利用 Lidar 和野外样方调查相结合的手段,可以实现对林地碳储量的高分辨率遥感反演,其准确性超过 90%。在此基础上,以 1 km² 为单元,以直径 25.82 米为圆心,对胸径大于 5 cm 的树木进行测定。通过异速率增长公式,将观测资料转化成生物量,然后与含碳量因子 0.5 相乘,就可以获得土壤碳库。基于云南普洱“碳汇”计划,采用无人机多波段遥感反演 LAI,并与 MODIS 资料相融合,可减少近 60% 的碳汇观测费用。国际认可的碳排放基准(VCS)规定以保守原理核算碳汇,而附加性论证需在无碳效益的前提下进行。北京农林大学自主开发的“森林碳汇智能化监控系统”,通过将物联网技术与网络技术相结合,实现了对森林生态环境的动态监控,并将其上传到广东韶关,实现了对森林生态环境保护。

碳汇建设需要按照《碳汇造林项目方法学》中提出的基准方案应包含近 10 年来的用地演变规律,因此需要对其进行严谨的研究。在实践上,广西利用 CDM 的 AR-AMS0001 方法,通过 20 年的长期定位,预期减排 CO₂ 约 120 t。碳库是生态系统固碳核算的核心指标,其核心要素是地上生物量、地下生物量、枯落物、枯落物及土壤有机碳。浙江安吉毛竹林碳汇研究计划(BEF)已获得了约 85.3 t C/ha,远远超过了世界范围内的平均水平。在碳减排方面,2023 年中国碳交易中心发布的 CCER 平均价格为 65 元/吨,而在实践中,其研发费用包含了监控费用(8-12 元/年)、核证费用(15 万-20 万/年),且其经济可行性分析需要考虑 20 年以上的投资周期。

3.4 林业信息化与智能化管理的推广策略

森林信息化正在由传统的“数字森林”转向“智慧森林”,而“森林感知网”的布设是森林生态系统的重要支撑。从 2023 年起,中国林草局将开展“智慧林业”示范项目,即在重要森林地区,以 50 平方公里为单位,整合空气温度、湿度、土壤湿度、二氧化碳浓度等 12 种类型的多用途观测站点,并以 LoRa 为核心,以 LoRa 为核心,15 分钟

内将其传输到云上。华为在福建三明市使用了一套森林物联网系统,将森林害虫的早期警报反应速度由 72 个小时减少到 4 个小时。在数据分析方面,基于 Hadoop 框架的阿里云自主研发的森林大数据平台可以对超过十万个移动终端生成的 TB 级别的海量数据进行实时分析,利用机器学习方法对数据进行高精度的预测,达到 93% 以上。在实际应用中,应遵循避免强电磁干扰源、避免动物活动频繁区、避免信号遮挡较大等“三避原则”,保证观测的连续进行。

目前,把人工智能技术运用到森林经营工作中,已经步入实际操作阶段。由百度飞桨公司研发的“森林火灾智能化监控系统”,利用 50000 幅已有标记的影像数据,构建了 ResNet50 模式,实现了 0.04km² 内初始火灾的自动辨识,误判率小于 0.3%。基于 3D 点云数据的树木高、胸径等 14 个测量数据自动获取,其测量效率比手工测量提高 40 多倍。使用英伟达的 Jetson AGX Orin 模块,通过 32 TOPS 运算能力,实现 4 通道清晰视频数据的实时处理。目前,区块链技术正在逐步应用于木质产品的追溯,中国木质商品交易系统基于 Hyperledger Fabric 架构,构建了从砍伐到生产过程的全程信息存储体系,并在 2024 年前,将对 200 万立方米木质产品进行追溯。多源信息的融合是实现智能化辅助决策的前提。利用高分七号(0.65 米)、无人机航拍及地基遥感等多源遥感资料,采用空间—时间—空间匹配方法,实现多源遥感影像的空间定位精度在 1 像素以内。由国家电网公司研发的“电力通道树障预警”技术,通过与激光雷达探测及增长预报模式相融合,实现了对输电线路周围有害林木的 6 个月预报,预报精度在 85% 以上。

4 结语

综上所述,林业工程的推广,不但极大提高了造林工作的效率,而且在生态修复、固碳增储、生物多样性保育中有举足轻重的地位。随着人工智能和物联网等新兴技术的不断深入,森林建设将朝着智能化和精准化方向发展,为世界范围内的生态环境保护和管理工作的奠定坚实的科学技术基础。不断推进森林科技创新,既是我国“双碳”目标实施的一项重大战略任务,也是我国建立人与环境协调发展的重大战略措施,其长期效应也将逐渐体现出来。

参考文献

- [1] 申若冰,李国良.关于造林绿化中林业工程技术的应用[J].绿色中国,2025,(02):82-84.
- [2] 奚淑.林业工程技术在造林绿化中的应用[J].园艺与种苗,2024,44(10):56-58.
- [3] 张怀友.造林绿化中的林业工程技术应用[J].农村科学实验,2024,(12):145-147.