

福建省洋口国有林场杉木育种团队 60 多年久久为功,研究、推广优质树种

选育的良种长成 2 万平方千米山林

洋口林场南方(福建)杉木良种繁育中心杉木组育苗生产区内,技术人员用镊子将半指长的杉木苗分离后,一株株植入装有培养基的组培瓶。“洋 061”“洋 020”“洋 6421”……隔着生产间的玻璃,89 岁的林场退休工人黄元锦看着这些贴着品种编号的嫩绿小苗说:“这些苗都是我们当时从野外采回的杉木优质树种的后代。”

杉木是我国南方特有的用材树种,在 10 多个省份广泛分布。杉木生长快、产量高,材性好、用途广,是优质的建筑用材。20 世纪 60 年代起,位于福建省南平市顺昌县的洋口林场与南京林业大学等单位组成的杉木育种科研团队,持续开展杉木育种科研与推广应用,建成了世界上第一个杉木第 4 代种子园,并在沙县官庄林场、将乐林场、光泽华侨林场等地推广营建第 4 代种子园。

60 多年来,洋口林场累计生产杉木良种 4.9 万千克,提供杉木优良建园穗条 105 万根,推广良种造林 2 万多平方千米,由良种增益产生的经济价值超 2000 亿元。

“搞林木育种科研就要用可靠的多地点、长期试验数据说话”

1956 年,为了绿化荒山、恢复生态,洋口林场在顺昌县成立。林场干部和工人以杉木为主要树种,绿化了 27.33 平方千米的宜林荒山。然而,树是栽起来了,质量却参差不齐。林场人开始意识到林木良种的重要性,找到速生丰产的良种成为他们迫切的期待。

同时,我国林木育种先驱、南京林学院(南京林业大学前身)林木遗传育种教授叶培忠正带着学生陈岳武进行杉木选种育种的实地调查研究。在顺昌县收集调查杉木资源时,他们被洋口林场的决心打动。1964 年,陈岳武组建了洋口林场杉木育种科研团队,率先开展杉木第 1 代品种改良攻关。

育良种,先要选优质树种。优质杉木往往在深山老林中,科研团队每天一走就是十几千米。杉木通常有二十三十米高,科研人员 and 工人身绑绳索,爬树采集杉木顶端的穗条和球果。擅长爬树的黄元锦就从那时开始跟着陈岳武满山跑。黄元锦回忆,陈岳武去野外科考时,常常穿一件后背写有“采种安全”4 个大字的粗布服,带着工具包、水壶和记录簿,“跟我们一样穿蓑衣、戴斗笠,一起走山路、爬树。”

将优树穗条和球果带回培育,还需要通过长期观测,筛选出适合建种子园的杉木品种;随后进行人工杂交制种,结合其优良遗传品质,再进行子代测定,根据对子代生长特性的分析,筛选出新的良种,进入下一代种质资源库。

林业育种周期十分漫长,一个步骤的失误都可能导致未来几十年的工作白费。洋口林场原场长、教授级高级工程师翁玉樑回忆 1983 年刚进林场工作时,就跟着陈岳武学习遗传育种。

“搞林木育种科研就要用可靠的多地点、长期试验数据说话。”陈岳武曾 said,以他



洋口林场万亩杉木林海 ■ 资料图

建立的一片杉木第 1 代子代测定林为例,连续 25 年观察和分析近万株杉木的数十万个数据,才选出了 25 个杉木第 1 代优良品种。

在茫茫大山中寻优树,于寂寂深林间育良种,1980 年,他们终于完成了杉木第 1 代的遗传改良,良种比一般杉木材积平均遗传增益 15%~20%,其中最优家系遗传增益在 60%~70%。

陈岳武在洋口林场主持的研究成果获 1987 年度国家科技进步奖一等奖。然而,遗憾的是,积劳成疾的陈岳武已于 1985 年离世。

“功成不必在我,功成必定有我”

洋口林场的科研档案室内,保存着林场 1964 年至今全部杉木育种科研资料的纸质版和电子版。“杉木育种的成功就在于我们有稳定的科研技术队伍,一任接着一任干。”洋口林场副场长、教授级高级工程师黄金华说。

陈岳武去世后,他的学生兼科研助手、南京林业大学原副校长施季森接过了带领杉木育种团队的重任。从杉木第 2 代的生长性状与材性联合改良,到第 3 代的生长、材性、种子产量、耐瘠薄土地优良性状的聚合改良,再到以增强杉木抗性为主的第 4

代适应性改良……杉木育种攻关的这条路上,施季森及其杉木育种团队从未停歇。

“老师 60 多岁时还会亲自参加外业调查,现在 70 多岁还坚持每天跟踪遗传育种前沿科学文献。”福建省林业科学研究院副院长郑仁华说,他师从施季森,从 2003 年起与施季森一起带领由福建省林科院、南京林业大学、洋口林场、沙县官庄林场等单位组成的团队开展杉木育种攻关。

截至目前,施季森和郑仁华带领科研团队在福建省内外建起近 5 平方千米的杉木第 3 代种子园,可年产杉木良种 8000 多千克,培育良种壮苗 8000 多万株。目前,洋口林场杉木良种已陆续推广至 15 个省份。

此外,郑仁华带领团队耗时 3 年多,将福建省当前保存的 4000 多份杉木种质资源谱系归纳至同一个编码系统。“了解这些种质资源从何而来,在杂交制种时就能规避近缘繁殖,让研究少走弯路。”这项工作费时费力,但在郑仁华看来,“我们都是站在前人的肩膀上工作,功成不必在我,功成必定有我。”

2 月杂交套袋,3 月和 11 月采穗条嫁接,5 月和 6 月除草管理,10 月到次年 4 月调查杉木生长情况……一年到头忙个不停,科研组工人薛强却干得起劲。“你看这穗条嫁接,要把嫁接部位削平,不能削歪也

不能削太薄,嫁接完再用带子绑紧,全程必须在两分钟内完成,不然接口脱水就会导致嫁接失败。”薛强说。

2009 年,洋口林场被确定为我国唯一的国家杉木种质资源库。2019 年,其杉木优良无性系“洋 020”“洋 060”被认定为“国家林木良种”。

“我们的根已经深深扎在了林场的土壤里”

杉木第 3 代杂交子代测定林里,2016 年种下的杉木已高达十几米。“这棵一年半时间就长了两米多,这就是良种的效益。”走在杉木林里,洋口林场科技科科长、正高级工程师叶代全言语中透着自豪。

这些杉木中,就有一部分通过层层考验,被选为第 4 代种质资源库的材料。2015 年,洋口林场启动杉木第 4 代遗传改良。“我们已经选出 608 份优良杂交组合和优良单株,建成杉木第 4 代种质资源库,用作杉木第 4 代育种。”叶代全说。

不过,进入杉木第 4 代种质资源库,并不意味着成为第 4 代种子园的母树。“这又是一次严格的长期筛选过程,生长速度、产量、抗病性、结实量、种子发芽率、遗传稳定性,甚至开花期都是考核指标。”叶代全说,“就拿 342 号杉木无性系来说,虽然它长势很好,但是开花期比其他杉木晚了近一个月,因花期差异较大无法与其他植株完成同步授粉,只能淘汰。”

经过 9 轮严格筛选,林场又精选出 48 份经测定表现优异的第 4 代育种材料,作为杉木第 4 代种子园的建园无性系,并于 2022 年建成世界第一个杉木第 4 代种子园,我国在针叶树遗传改良领域进入世界林木育种先进国家的行列。

当前,杉木第 4 代遗传改良仍在进行中,从种质资源收集,到育种材料筛选,再到子代性状测定,育种人一直在路上。

为丰富扩大育种群体,叶代全同其他科研人员仍坚持像前辈们那样,哪里有大杉木,就住哪里钻,前往湖北、四川、贵州等地持续收集杉木种质资源,开展野生和优异杉木种质资源调查选优,已收集保存新一轮种质资源 400 多份。此外,为了让种子园多采种、易采种,他们还通过综合技术手段,尽可能提高种子产量;通过技术处理,控制母树生长高度,减少采种爬树作业,提升种子净采率。

如今,洋口林场杉木育种科研团队陆续建成 1 至 4 代杉木种质资源库累计 80.67 公顷,收集、保存各类优良种质资源 4132 份。

“杉木育种事业没有终点,我们将联合科研单位在分子育种与杉木优良性状聚合育种等方面进行攻关,坚持出材料、出技术、出人才、出经验、出成果,实现生态效益与社会效益的统一。”洋口林场党委书记刘福辉说。

在林场工作近 30 年,叶代全说:“我们就是林场的一棵杉木,我们的根已经深深扎在了林场的土壤里。” 施钰

全国首单淤地坝碳汇交易落地陕西榆林

“泥库”成“金库” 碳票变钞票

全国首单淤地坝碳汇交易——米脂县高西沟淤地坝碳汇交易日前顺利在陕西省榆林市完成,交易淤地坝碳汇量 2 万吨、总金额 150 万元。陕西省榆林市米脂县国有资产运营有限责任公司代表米脂县高西沟村村委会作为出让方,将高西沟村淤地坝碳汇量 2 万吨卖给陕西金泰氯碱化工有限公司。

水利部黄河水利委员会水土保持局局长朱小勇说,本次交易是黄土高原淤地坝碳汇交易第一单,也是目前全国水土保持碳汇交易单价最高的一单,不仅促进高西沟村村民增收致富和水土保持提质增效,也为黄河流域淤地坝碳汇交易起到示范引领作用。

“绿水青山就是金山银山。如今村里 40 座山梁,21 道沟岔实现了‘水不下山、泥不出沟’,‘绿色家产’得到‘超额’回报。”高西沟村党支部书记姜良彪说。

打造黄土高原生态治理样板

一道道沟梁,一道道梁。占地仅 4 平方公里的高西沟村,有 40 座山梁、21 道沟岔,坡陡沟深,属于典型的黄土丘陵沟壑区。民谣里唱的“遇雨泥浆横流,遇旱满地冒烟”,便是高西沟村昔日的真实写照。

为了改变这一面貌,高西沟人提出“宜林则林、宜草则草、宜粮则粮”的“三三制”发展模式,全面治理坡、沟、岔,使当地生态

环境得到有效保护。为了将生态资源转变成生态红利,高西沟人后来又创新“三份林地、二份草地、一份田地”的“三二一”发展模式,走出一条生态与经济协调发展、人与自然和谐共生的良性循环路子。

盛夏时节,笔者曾到过高西沟村。还记得那时,站在村旁的山坡上放眼望去,山顶上层层梯田,松、柏、槐、榆、柠条等遍布山野,一幅生态秀美的山川景象跃入眼帘。“通过改造小平原和宽幅梯田,高西沟村节节拦截、层层分解洪水流量,每处都有蓄水坝的台坝堰窝地……”姜良彪讲述了当地生态治理的过程。现如今,在该村的 40 座山和 21 条沟中,有大小 126 座淤地坝,治理程度达 78%,林草覆盖率达 70%。

“滚滚黄河里没有咱高西沟的泥!”姜良彪说,2015 年以来,高西沟村先后被水利部命名为国家水土保持科技示范园区、国家水利风景区,被誉为“黄土高原生态治理的一个样板”。

科学测算淤地坝储碳价值

在黄土高原地区,广泛流传着“沟里筑道墙,拦泥又收粮”的说法。

“淤地坝,顾名思义就是在各级沟道中,以拦泥淤地为目的而修建的坝工建筑物,能够滞洪、拦泥、淤地,减少入黄泥沙,是黄土高原地区特有的水土保持工程。”水



榆林市米脂县高西沟村水土流失综合治理现场 ■ 喻权刚摄

利部黄河水利委员会黄河上中游管理局总工程师喻权刚说,当前榆林已建成淤地坝 2.3 万余座,约占全国的三分之一,是全国淤地坝存量第一大市。

“淤地坝拦截侵蚀泥沙,进而深埋和封存大量土壤有机碳,减少了有机碳在侵蚀搬运过程中的矿化分解,起到减排作用。”榆林市水利局党组成员屈振军介绍。

通过科学的测算方法,淤地坝储碳保碳的价值得到量化。“泥库”成了“金库”。

“我们在无人机遥感解译的基础上,划分碳层,使用机械钻机,按 60 厘米为间隔分层取样至 24 米,测试样品碳含量。同时,分层测算实际淤积量,最终核算出高西沟 5

座淤地坝保碳量为 20459.38 吨二氧化碳当量,碳减排量 7160.78 吨二氧化碳当量,合计保碳减排 27620.16 吨二氧化碳当量。”西北农林科技大学水土保持学院教授王健介绍。

2024 年 10 月,榆林市水利局与西北农林科技大学合作开展高西沟村淤地坝保碳增汇量的科学监测,并由陕西省水土保持生态环境监测中心出具核证报告。

“这笔交易将推动更多水土保持生态产品价值实现项目落地,反哺水土流失重点治理。”陕西省水利厅厅长郑维国说,此次交易是陕西省开展水土保持生态产品价值转换的新模式,为全国淤地坝碳汇交易提供了重要参考。 王禹涵

近日,笔者走进广西壮族自治区钦州市孔雀湾,蓝天白云下,蜿蜒的海岸线上分布着绿意盎然的红树林湿地,几只白鹭飞过水面,一幅水净、滩美、岛绿的美丽生态画卷跃然眼前。

很难想象,曾经的孔雀湾自然岸线受损,红树林生境破碎,海水污染严重。如今,经过系统性生态修复的孔雀湾,新种红树林和原生红树林在金鼓江两岸连片成带,种类繁多的底栖生物物种在此安家落户,海湾生态系统得到重塑。孔雀湾海洋生态保护修复案例也由此入选 2024 年海洋生态保护修复典型案例。

治理海洋受损生态

孔雀湾位于广西钦州市钦州港的金鼓江畔。“以前金鼓江两边是一个个荒凉的山头,除了在海边做渔业养殖的人家外,没有其他人会来。”在钦州市钦南区大番坡镇六村村民陆春娟的印象中,曾经的金鼓江,水面上只有成片的生活垃圾和荒废的船只。

从 20 世纪 80 年代中期起,由于不合理地开发和利用,孔雀湾一度失去了自然生态的底色。“孔雀湾所在的湾区为半封闭式海湾,海流较弱,海水交换速度滞缓,污染物容易在此沉积,加上无序养殖、挖砂采石以及近年来湾区工业快速发展等多种因素,导致孔雀湾自然岸线受损、附近滩涂被占用、垃圾堆积、海水污染,海域和红树林生境破坏严重。”钦州市海洋局海洋预警监测科科长韦重霄说。

孔雀湾的变化始于 2020 年 7 月。当年,钦州市申报的 2020 年钦州市“蓝色海湾”整治行动项目获得国家海洋生态保护修复资金支持,致力于推动受损海洋生态的治理修复,改善亲海环境景观。

多年来,当地以“蓝色海湾”整治行动为依托,实施退养还林,修复受损岸线 5.3 千米,恢复红树林 90.12 公顷。坚持源头治理,系统修复,创新红树林育苗技术,恢复湿地,改善红树林生境,红树林种植存活率达到 90%以上。打造研学旅一体化机制,挖掘红树林生态效益,实现广西首宗红树林蓝碳交易,促进区域土地价值和海洋经济提升,成功引导产业集聚,将生态优势转化为具体经济优势,实现绿色可持续发展。

如今的孔雀湾,红树林连片分布,翠绿连绵、高低错落的草海桐、桐花、秋茄与白骨壤等海洋植物在江畔扎根,成群的白鹭在此翩翩起舞……一片生机盎然的生态景象。

突破育苗技术瓶颈

“孔雀湾红树林修复与岸线生态化项目是 2020 年钦州市‘蓝色海湾’整治行动项目的重要组成部分,其建设内容包括岸滩整治、红树林自然恢复与次生林改造、红树林宜林地生态重塑、岸线生态化、鸟类栖息地保护、海湾水质净化等指标。”负责项目建设的中交城市投资广西中马钦州产业园区有限公司副总经理张振京介绍。

“孔雀湾红树林所在的金鼓江片区,是未来钦州港水网、绿网及交通网的核心,也是红树林保护的难点地区。”张振京介绍,项目注重生态修复工作的系统性、整体性和科学性,采用岸线生态化、河流与海域同步整治的系统治理方法。

从清退红树林恢复区内养殖塘,到采取依山修复海岛;从微地形改造提升鸟类栖息地面积和质量,到采用海绵城市修复方法开展流域水质净化,在源头杜绝污水入海,该项目多管齐下,实现综合治理。

再造红树林并非易事。“红树林通过根系进行呼吸,每天必须经历涨落潮。如果一直在海水里‘泡澡’,它活不了;如果没有海水,也活不了。”韦重霄说。最初,项目团队对红树林进行了人工定植修复,但面对潮汐冲刷、滩涂淤积、高温暴雨、虫害病害及复杂海域环境等,再加上种植修复技术知识的匮乏,试验种植的红树林存活率只有不到 30%。

为突破育苗技术瓶颈,项目团队实地考察种植案例,聘请专家开展技术培训,在滩涂高程、生境改造育苗和后续管护上狠下功夫,建立了 2 个育苗基地,通过保育结合、育栽一体技术和保根壮苗技术等使红树林种植成活率提高至 90%左右。如今的金鼓江畔,大片人工种植的红树林在潮起潮落间茁壮生长,犹如“绿毯”沿着海岸线绵延向前。水鸟、招潮蟹等生物在红树林下不断穿梭。

截至目前,孔雀湾项目累计完成红树林自然恢复与改造面积 41.25 公顷,红树林宜林地生态重塑面积 53.24 公顷。

推动区域绿色发展

绿影婆娑,海风阵阵。在孔雀湾红树林修复与岸线生态化项目的支持下,如今的孔雀湾已成为多种生物的家园。目前,孔雀湾区域的底栖生物物种由原来的 28 种增加到 34 种,还吸引了北红尾鸂、远东山雀、树鹦等鸟类在修复区域内停歇觅食。

随着生态恢复,孔雀湾不仅成为生物的天堂,也逐渐成为人们亲近自然、了解自然的窗口。

每到休息日,位于孔雀湾的金鼓江海洋生态环境科普馆都会迎来众多学生和家,他们将在这里开启生态研学之旅。

“我感觉很好玩,很新奇。来这里可以学习到很多有关海洋和环保的知识。我了解到红树林是‘海洋卫士’,在改善环境、抵御风浪、净化空气、保护地球等方面有着重要作用。”钦州师范学校附属小学学生柯彦冰说。

“展馆生动展示了红树林的生态修复过程,在促进社会各界对红树林保护方面发挥了积极作用。”中交城市投资广西中马钦州产业园区有限公司综合管理部副经理张婷介绍,截至目前,该展馆入选第二批“广西海洋科普和意识教育基地”,获批“广西壮族自治区生态环境科普基地”“广西生态环境宣传教育实践基地”,累计接待观众 2 万多人。

保护生态就是发展生产力。孔雀湾的生态效益正在转化为经济优势,赋能当地绿色发展。

据测算,项目建设种植红树林所带来的碳汇交易指标换算成碳汇交易价值每年约为 345.11 万元;先后培育红树林苗约 400 万株,产生直接经济价值千万元以上。2023 年,孔雀湾区域内的红树林蓝碳项目实现了广西首宗红树林蓝碳交易。

“孔雀湾只是金鼓江岸线的一部分,下一步我们还将对金鼓江西边半岛片区进行整体修复提升,推行绿色城市建设,在完善区域基础设施设施的同时,重点打造三江六岸景观,提升区域价值。”张振京说。 刘昊 张婷

广西壮族自治区钦州市：守护『蓝色海湾』再造『海上森林』