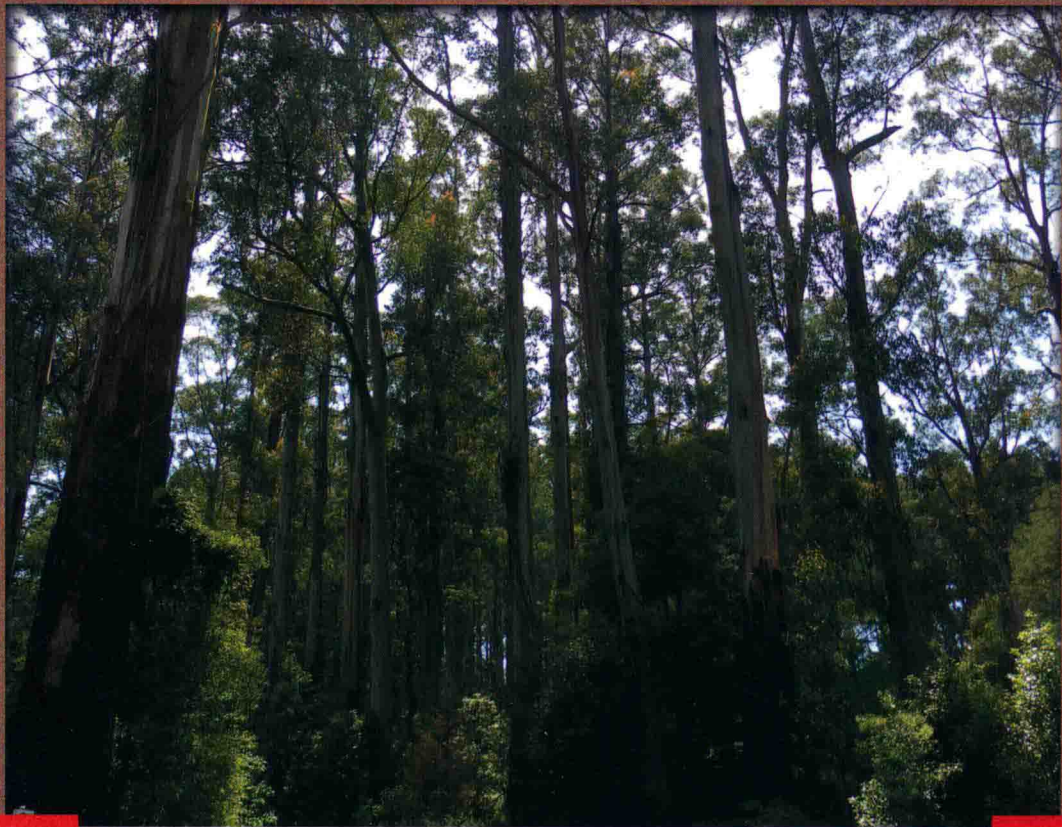




郭祥泉 / 著

邓恩桉栽培学

中国林业出版社

邓恩桉栽培学

郭祥泉 著

中国林业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

邓恩桉栽培学/郭祥泉著. —北京: 中国林业出版社, 2015. 7

ISBN 978-7-5038-8075-9

I. ①邓… II. ①郭… III. ①桉树属—栽培技术 IV. ①S792.39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 162558 号

出版 中国林业出版社 (100009 北京西城区刘海胡同 7 号)

网址 lycb.forestry.gov.cn

E-mail forestbook@163.com 电话 010-83222880

发行 中国林业出版社

印刷 北京北林印刷厂

版次 2015 年 7 月第 1 版

印次 2015 年 7 月第 1 次

开本 880mm × 1230mm 1/32

印张 11.25

字数 368 千字

印数 1 ~ 1000 册

定价 60.00 元

桉树(*Eucalyptus* spp.)被称为世界“三大奇迹”树种(桉树、杨树、松树)之一。具有速生、材质好、纤维长等优良特性,是联合国粮农组织重点推荐研究和发展的树种。现有 100 多个国家或地区引种栽植,目前得到广泛栽培的主要经济用材树种有 40 多种,在我国主要推广栽植的有 10 多种,表现出良好的速生丰产效果。经多年栽植,有效提高了栽植区的森林资源与覆盖率,缓解了我国木材供需矛盾,间接减少了森林采伐面积,对我国国土生态安全起了重要作用。

桉树的经济用材树种年生长量是乡土树种杉木、马尾松等速生丰产标准的数倍,具有很好的潜在生长价值,更大程度推广栽植,具有很好的资源与生态价值。但桉树中速生的经济用材树种多数适宜于南亚热带、热带区域栽植,少数种表现抗寒-速生特性,能向更高纬度的中亚热带北部引种栽植。

邓恩桉(*Eucalyptus dunnii*)是桉树属在我国引种栽植表现强生长适应性树种之一,有良好的抗寒-速生特性,能耐干旱瘠薄,同时也具有其他桉树种的一些优良特性,已被作为桉树北移推广重点研究和发展的物种。经世界多个区域引种试验,该树种表现较好的抗寒与速生性,在我国长江以南省份的许多区域表现出良好生长适应性,已成为我国南方的主要造林树种。若能采用合理的栽植模式与适宜的经营周期,将可获得很好的可持续经营价值与社会综合效益。

桉树在我国进行大面积的短周期连续经营也表现出人工林连

栽的共有特性。这一方面在于经营者的急功近利原因，想利用桉树的速生性获取更多的木材，并得到经营效益；另一方面在于经营者对该树种的生长特性了解不够。桉树有许多生长特性看似与乡土树种相类似，事实上有许多重要生长特性有别于乡土树种，所以按照乡土树种的经营模式，将可能导致不合理的经营。作者通过对邓恩桉的多年研究，将其不同生长期的生长特性、栽植措施、丰产经营、良种选育、种苗繁育技术、林分生长规律、生态经营模式等研究成果，按其生长发育顺序整理成书，同时附加一些研究实例，让人们更深入了解邓恩桉的生长特性，以便能更好利用该树种潜在价值。本书融汇作者多年实践经验与研究成果，有些技术与理论属于首创，相信读者能得到有益的学习收获。本书中引用一些例子及部分内容，有些标注不准确或未标注，敬请原作者给予谅解。

本书在写作过程中，得到洪伟导师、陈建秋博士、刘健教授、章志都博士、陈鹏飞和吴炜高级工程师的热心帮助与支持。在此，谨向各位深表谢意。限于水平，错误与欠妥之处在所难免，祈望读者不吝赐正。

著者

2014年5月

于三明市林业局

目 录

前 言

第一章 绪 论	(1)
第一节 我国桉树引种栽植概况	(1)
第二节 邓恩桉栽植现状	(2)
第三节 邓恩桉研究发展	(4)
第四节 邓恩桉栽培的应用前景	(7)
第二章 邓恩桉适应性生长与发育	(11)
第一节 邓恩桉生物学与生态学特性	(12)
第二节 邓恩桉物候	(13)
第三节 邓恩桉个体生长节律	(17)
第四节 林分生长规律	(22)
第五节 研究例证 1: 邓恩桉在闽北生长规律与适应性探讨 ...	(25)
第六节 研究例证 2: 邓恩桉在闽北生长节律与不同年龄林分 生长规律探讨	(33)
第三章 邓恩桉引种决策与栽植	(43)
第一节 引种驯化的意义与历史	(43)
第二节 引种的理论与方法	(48)
第三节 引种的主要因子分析	(63)
第四节 引种栽植决策方法	(73)
第五节 研究例证 1: 电导率与极值分布在闽中桉树引种决策 上的研究	(80)
第六节 研究例证 2: 邓恩桉优株在闽北适应性种植决策探讨	(85)
第四章 邓恩桉苗木培育	(94)
第一节 种子处理	(94)

第二节	邓恩桉大田裸根苗培育	(97)
第三节	邓恩桉实生容器苗培育	(101)
第四节	邓恩桉组培苗培育	(104)
第五节	邓恩桉扦插苗培育	(108)
第六节	研究例证: 邓恩桉扦插生根剂研究	(116)
第五章	邓恩桉人工林培育	(123)
第一节	立地条件选择	(123)
第二节	邓恩桉人工速生丰产栽植技术	(125)
第三节	邓恩桉混交林培育	(135)
第四节	林分的生长发育	(144)
第五节	低产林分的经营管理与改造	(149)
第六节	邓恩桉近自然生态丰产栽植	(152)
第七节	研究例证: 近自然林业生态丰产机理与生产应用模式 探讨	(156)
第六章	邓恩桉抗寒性研究	(169)
第一节	抗寒性研究概况	(169)
第二节	抗寒性定性研究方法	(170)
第三节	抗寒性定量研究方法	(176)
第四节	适应性定量研究方法	(183)
第五节	研究例证 1: 极端低温分布模型在邓恩桉抗寒性标准 定量化应用研究	(185)
第六节	研究例证 2: 应用电导率探讨所筛选邓恩桉不同优株 抗寒性	(189)
第七节	研究例证 3: 应用膜透性与 SOD 和膜脂肪酸成分探讨 邓恩桉优株抗寒性	(194)
第七章	邓恩桉良种选育	(203)
第一节	选择育种的概念与意义	(203)
第二节	优树选择的基本原理与方法	(207)
第三节	“t”检验选择法应用与邓恩桉优株筛选	(212)
第四节	采穗圃建设与母树培育	(217)
第五节	遗传测定	(224)
第六节	邓恩桉种子园建设	(234)

第七节	杂交育种	(247)
第八节	多倍体培育技术	(252)
第九节	研究例证：“ <i>t</i> ”检验法则在闽北抗寒 - 速生邓恩桉优株筛选的应用	(263)
第八章	基因工程介绍	(270)
第一节	分子生物学与基因工程研究概况	(270)
第二节	基因组与基因组 DNA 的提取	(271)
第三节	基因结构和转录	(279)
第四节	PCR 技术	(286)
第五节	cDNA 文库构建技术	(290)
第六节	遗传基因转化技术与新基因构建	(296)
第七节	分子标记技术	(298)
第八节	分子生物学技术对邓恩桉抗逆性良种改良前景应用	(311)
第九章	邓恩桉木材特性与利用	(317)
第一节	邓恩桉木材材性	(317)
第二节	邓恩桉木材干燥性能	(320)
第三节	木材加工与利用	(324)
第四节	邓恩桉精油提取与应用	(327)
第五节	邓恩桉的生态应用	(328)
第六节	研究例证：澳大利亚桉树培育经验对我国桉树可持续经营的启示	(330)
附 图		(343)

第一章

绪 论

桉树(*Eucalyptus* spp.)为桃金娘科桉树属总称,是世界“三大奇迹”树种(桉树、松树、杨树)之一。树干通直,材质好,纤维长,应用广泛,是世界粮农组织重点推荐研究和发展树种。世界生长最高树种王桉,最大高度达130多m。目前桉树属共有970余种(包括人工杂交培育的新种),除尾叶桉和剥桉原分布于印度尼西亚“华莱士线”以东,其他非人工培育种的起源都在澳大利亚^[1]。从澳大利亚的南纬7°到南纬43°39′都有分布,但大部分树种分布于南回归线以南地区。桉树主要经济用材树种有100多种,目前得到广泛栽培的有40多种。其中柳桉在澳大利亚以外的地方推广面积最大,如巴西、安哥拉、阿根廷等国都栽培较多的柳桉,美国夏威夷的柳桉平均年生长量达42m³/hm²,最高达72m³/hm²;西班牙和摩洛哥以赤桉栽植较多。现有100多个国家或地区引种栽植,绝大多数引种国家或地区都有一些适宜种表现出良好的速生性,许多引种区的年生长量达30m³/hm²以上,有的高达50m³/hm²。巴西桉树定向培育优质高产无性系工业人工林的年平均生长量为45m³/hm²,最高产试验林年平均生长量可达75m³/hm²以上,巴西投入大量资金从事桉树科研,桉树人工林经营水平在当代取得最好效果。世界各地引种推广面积较大的树种有窿缘桉、柠檬桉、赤桉、大叶桉、细叶桉、弹丸桉、巨桉、柳桉、邓恩桉、斑皮桉、异色桉、小帽桉、蓝桉、直干蓝桉、树脂桉、多枝桉以及新培育的杂交新种等^[1~4]。

第一节 我国桉树引种栽植概况

我国自1890年开始由意大利引进多种桉树到广州、香港、澳门等

地,至今已有100多年历史。全国共计有15个省(自治区、直辖市)600多个县(市、区),共引进了300多种桉树,进行过育苗造林的达211种。20世纪80年代初期,在广东的雷州半岛和广西的东门林场等,开始进行较大规模的引种栽植,引种区栽植效果良好,随后种植面积不断扩大,现今已成为我国南方许多省份的主要造林选择树种。目前栽植面积达154万 hm^2 (另有18亿株四旁绿化树),仅次于巴西和印度,居世界第三位,占全世界桉树栽培面积的15%左右^[5,6]。

经过多年的桉树引种试验和生产实践,桉树不同种在我国不同区域的生长表现差异较大,许多速生的桉树种都仅能在我国的亚热带以南区域栽植,在中亚热带较高纬度引种栽植,每遇异常年份的极端低温,抗寒性差的树种将遭受冻害,有的是毁灭性的。这极大地限制了许多速生桉树良种的推广栽植区域。

我国引种的桉树种,在许多引种栽植区都有良好的适应性,在闽中、闽南区域栽植尾巨桉、柳桉等,年生长量达 $30\text{m}^3/\text{hm}^2$ 以上,有的地区高达 $50\text{m}^3/\text{hm}^2$,年生长量都较乡土树种高 $20\text{m}^3/\text{hm}^2$ 以上。在闽北引种的邓恩桉,个别优良单株3年生胸径达15.6m,树高近16m,5年生林分平均年生长量达 $28\text{m}^3/\text{hm}^2$ 。尾巨桉与马尾松混交,按1:1混交的3年生林分,尾巨桉生长量达 $74.6\text{m}^3/\text{hm}^2$ 。尾巨桉与马尾松混交10年生林分,经调查林分平均胸径达30cm,平均树高达24m,材积为 $393\text{m}^3/\text{hm}^2$,年生长量较杉木丰产标准高 $22\text{m}^3/\text{hm}^2$ 以上。目前桉树种通过人工选育,培育出许多新种,如尾巨桉、柳隆桉、尾细桉等,都具有良好的速生性状,在中、亚热带区域正被大量地推广栽植,并获得成功。但桉树不同种,在我国不同区域的生长适应性差异较大,特别是抗寒适应性,限制了许多桉树种的推广区域^[7,8]。

第二节 邓恩桉栽植现状

一、邓恩桉在我国引种栽植

邓恩桉(*Eucalyptus dunnii*)属高大乔木,高生长可达50m,是一种良

好的抗寒-速生树种,根据近年来我国引种栽植情况,在湖南南部、江西中南部、福建北部等中亚热带较高纬度区域已有引种栽植,至目前有较好适应性。该树种相对于其他桉树种,需要较长的营养期生长,在我国该树种引种栽植结果,营养期生长长达十年以上。从相关报道获知,在20世纪80年代,广西南宁引种栽植的邓恩桉,已有单株开花结实报道。近年来,在福建省永安市也有邓恩桉开花植株,但结实情况并不理想,未有报道引种地自给该树种种子。现今所用种子都由原产地澳大利亚进口,而澳大利亚仅限于昆士兰州东南与新威尔士州东北角的小区域分布该树种,产种母树仅剩80000多株,种子市场供应紧张,价格昂贵,纯度较高的种子,平均售价高达7万元/kg,而每千克仅能培育苗木30万~40万株,苗木的种子费用成本高达0.15~0.20元/株,目前每年要花巨资从澳大利亚购买该树种种子,增加了该树种的造林投资成本。该树种为异花授粉,在原产地为天然分布,种源相对较为混乱。在闽北引种栽植,其后代表现为较大的个体分化,不同个体生长与抗寒等性状差异都较显著^[9]。

邓恩桉属于难生根树种,无性繁育难度较大,经众多研究者多年努力,在组织培养与扦插育苗方面得到较大的突破,已在生产实践中得到部分推广应用,但无性系苗还是该树种生产上的一大难题,阻碍邓恩桉抗寒-速生良种推广栽植,使该树种的北移推广与高产潜力的开发受到约束。

二、生长适应性

邓恩桉已被引种至中亚热带较高纬度的闽北邵武、建阳、松溪等县(市),在闽北、闽中区域栽植,生长与抗寒性状都有良好的适应性,重庆、贵州、湖南等省也有引种该树种的相关报道。该树种在中亚热带较高纬度的生长与抗寒适应性,整体的林分生长状况等已见报道,在闽北引种区域调查结果,个别优良单株三年生胸径达15.6m,树高近16m,年平均生长量是乡土树种的数倍之高,8年生林分平均胸径为13.9cm,林分平均胸径年生长量约1.2cm,个体最大胸径可达27.1cm;8年生林分平均树高为15.1m,林分高年平均生长量仅1.0m左右,最大个体高可达27.6m,8年生优势木个体树高年平均生长量可达3.4m,

与乡土树种比较有良好的高生长速生性。邓恩桉实生苗栽植, 经对 1 ~ 8 年生林分进行调查结果表明, 该树种个体生长存在大的分化, 胸径、树高、材积生长, 优良单株生长量比较平均木, 在胸径、树高方面差异可达 100% 以上; 材积生长量则相差更远, 所选优树的材积是平均树的 200% 以上, 最好的优株个体是平均树的 400% 以上。在抗寒适应性上, 不同年龄个体受低温胁迫后, 表现不同状况。根据对 1 ~ 8 年生抗寒性调查, 多年生木质化程度高个体的抗寒性强于木质化程度低的 1 ~ 2 年生个体, 3 年生以上, 抗寒性与年龄关系不显著, 主要表现为个体抗寒性差异, 由个体的遗传所决定。已有学者采用多种方法对该树种的抗寒性做定量研究, 提出该树种抗寒 - 速生优株选育, 并对不同抗寒个体的适应性进行引种事前评价与栽植决策。目前, 众多学者正关注该树种, 它将是桉树向更高纬度北移推广栽植的重要选择树种之一^[8-11]。

第三节 邓恩桉研究发展

一、邓恩桉引种栽植研究

邓恩桉天然分布在新南威尔士东北和昆士兰东南的有限区域内, 属于不连续分布, 是两个完全独立分布群体。主要分布在雨林的边缘, 能适应各种坡向, 偏好肥沃的玄武岩土壤或冲积土。该树种引种推广时间较短, 相关引种研究报导较少。Tom Jovanovic、Roger Arnold、Trevor booth 等对邓恩桉在非洲、美洲、亚洲与澳洲等地进行了栽植适应性研究, 南非在寒冷及干旱引种试验结果发现, 邓恩桉的耐霜冻和耐旱能力均优于巨桉。Darrow 报道, 在南非 3 个海拔高于 1400m 的干冷试验点的不同桉树种试验中, 邓恩桉生长表现良好。津巴布韦一些试验点结果表明, 邓恩桉很适宜该区域生长, 如 John Meikle 林业研究站 5 年生邓恩桉的平均树高 21m、平均胸径达 18cm。巴西 Ferreira 和 Cowo 的报道, 巴西 4 个试验点 3 年半生数据表明, 邓恩桉的高生长位居 6 个桉树树种前 3 名。在南非及澳大利亚等地试验点表明, 它的早期年高生长都能超过 4m, 目前的最高生长量报道来自阿根廷, 在那里的试验林中, 邓恩

桉的平均年高生长达 4.2m, 平均年胸径生长为 3.6cm, 材积年生长量达到 $34\text{m}^3/\text{hm}^2$ 。在阿根廷的一个种源试验林中, 9 年生平均树高和胸径分别达到: 23.9m 和 19.7cm。邓恩桉速生且具有较好的耐霜冻的能力, 在巴西、阿根廷和南非的高海拔地区很受欢迎, 已成为一个新兴的造林树种^[12,13]。

在中国多处引种试验结果表明, 邓恩桉幼林有很强的耐旱能力。广西和湖南的试验林在定植后约 1 个月遭遇大旱, 高温和干旱持续 40 天至 2 个月, 各试验林均保持了很高的成活率(90% 以上), 并且生长旺盛。广西的几个邓恩桉试验都显示, 这个树种很适合在中国中南部某些冬季寒冷且经常有霜冻地区营造丰产林。柳州沙塘和桂林 5 年生的生长数据表明: 邓恩桉适应夏季降雨为主、冬季降霜频繁的地区。通过不同区域引种试验, 和其他国家记录也能表明邓恩桉的生长和巨桉差不多, 甚至优于巨桉^[12,13]。

邓恩桉的遗传变异研究还较少, 在澳大利亚还没有开始全面进行种源或家系调查。然而, 物种遗传和变异的详细资料对育种、遗传改良、造林的质量、遗传保存都是必要的。张建明、蓝贺胜、李柏海与 Roger Arnold 等对邓恩桉不同种源和家系在广西、福建、湖南等进行研究, R. L. 阿诺尔德对邓恩桉种源变异和遗传做了探讨, 认为邓恩桉的种源间的生长差异较小, 虽然这个树种的天然分布有限, 其中还是存在重要的遗传变异, 但更重要的变异来源是同一种源内不同家系间的差异。相对来说, 这个树种种源间显著的生长差异显得不很重要, 这个树种内现存的变异, 是对它的适应性和生长选择和遗传改良的潜力所在。

作者与洪伟教授等对邓恩桉在福建闽北引种栽植适应性等做了大量研究, 首次提出“极端环境反应法”进行引种事前评价, 对不同树种在不同栽植区通过试验措施进行决策, 减少引种推广投资风险与试验失败。通过对 1~8 年生该树种实生苗栽植林分进行调查, 认为该树种生长适应性与其他试验点结果基本一致, 但实生苗栽植的林分, 个体在生长量与抗寒性均存在性状分化, 林分中优势木的生长量与平均个体比较, 相差极大。在研究中, 首次提出“t”检验选择法筛选优良单株, 并对不同年龄林分管理提出相关抚育措施。在混交林栽植试验方面, 作者也做了一定的研究与探讨^[9]。

二、邓恩桉抗寒性研究

世界引种推广的许多桉树种中,速生但不耐寒而被限制栽植区域,邓恩桉经不同区域引种试验,表现良好的速生与抗寒性。在我国不同引种试验点表现结果,在南京观测发现:邓恩桉幼苗在遭受极端低温为 -7°C 的寒潮侵袭后(降温幅度 $10\sim 11^{\circ}\text{C}$,低温持续2天),仅出现叶片边缘及少量嫩芽受冻的轻度寒害,受害率为60%;广西桂林的子代测定林定植后5个月,当地出现降雪,最低温度低至 -4°C ,冰冻持续5天,试验林安然无恙,而同时种植的尾叶桉地上部分全部冻死;湖南的邓恩桉试验林半年生林分,遭受了 $-11.7^{\circ}\text{C}\sim -5.9^{\circ}\text{C}$ 的罕见低温,冰冻持续5天,所有幼林的地上部分当时全部被冻死,但第二年春90%以上重新萌芽;其后,有的试验林在3~4年生又经历了 -6.5°C 低温,严寒持续4~10天,邓恩桉只是出现轻微冻伤或无冻伤;福建南平的邓恩桉试验林在1999年12月遭受罕见的特大寒潮袭击,出现 -7.6°C 的极端低温,寒流袭击第一天的降温幅度在 15°C 以上, $-7\sim -5^{\circ}\text{C}$ 的低温持续了4天, 0°C 以下的低温则持续了7天,当时树龄为1.5年的邓恩桉严重受害,部分植株被完全冻死,约2/3受不同程度冻害的植株仍保存了下来;但同在这次寒流中,福建永安市的邓恩桉(树龄不详)却未受冻害。根据郭祥泉、洪伟教授等对邓恩桉在福建闽北引种栽植适应性等研究认为,不同个体抗寒性存在差异,应用电导率、SOD酶活性与膜脂肪酸等方法对邓恩桉抗寒进行探讨,试验结果与上述该树种耐寒性基本一致。通过试验,首次提出“抗寒性极端低温分布法”与“SOD酶低温临界确定法”对邓恩桉抗寒性进行定量研究,在闽北对该树种抗寒-速生优株进行筛选与繁育试验。邓恩桉抗寒性在转基因方面,虽然已有一些学者在研究,还未见有成功报导^[9, 12, 13]。

三、邓恩桉良种培育研究

桉树通过杂交育种措施,已培育许多新种,许多新培育种被推广应用。邓恩桉营养生长期长,我国引种至今,较少发现开花结果,目前主要种子来源依靠澳大利亚进口,该树种在我国还未见有建立种子园报

导,邓恩桉树是一种杂合体,要进行基因的筛选与定位比纯合体困难,给转基因育种带来障碍,杂合体后代分化明显,但我国建立邓恩桉种子园与实施杂交育种是该树种的重要研究方向,通过杂交育种可获得速生抗寒优良杂种优势,发挥该树种的速生潜能。

第四节 邓恩桉栽培的应用前景

一、邓恩桉对我国林业可持续发展的意义

我国是一个人口大国,对资源消耗总量大。由于经济发展等原因,占有较大人口比例的乡镇居民,人们日常生活对林木资源消耗量大,特别在建筑与燃料方面,相对其他国家每年需要更多的林木资源消耗量,社会发展需要林地输出更多的木材与木质纤维。许多桉树具有年生长量大,耐干旱、瘠薄特性,但许多桉树种不耐寒,难于在较高纬度栽植,多数种仅能在南亚热带及其以南区域栽植,较少种能推广到在中亚热带北部区域。如果能解决桉树耐寒问题,更大面积推广栽植速生-抗寒桉树种,可大幅提高我国森林蓄积总量。我国南部国土横跨 20 个经度,东西水平距离约达 2000km,速生-抗寒桉树种每向北推广栽植 1 个纬度,(1 个纬度相当于水平距离 111km),适宜栽植面积扩大约 2000 万 hm^2 ,以 10% 的面积用于推广栽植速生-抗寒桉树种,则适宜栽植面积可增加 200 万 hm^2 以上。根据桉树与乡土树种的杉木、马尾松速生丰产标准年生产量比较,栽植速生-抗寒桉树种,可增加年生产量达 $22\text{m}^3/\text{hm}^2$,依据上述栽植面积计算,桉树每向北推进 1 纬度栽植,在我国年可增加木材生长蓄积量约达 4400 万 m^3 ,相当于我国年林木限额采伐总量的 60% 以上,对我国林业的可持续发展与环境保护起重要作用^[2]。邓恩桉是目前北移推广主要选择桉树种,具有良好的抗寒-速生性状,在适宜区发展栽植该树种,可缩短轮伐期,提高单位生产量,能有效缓解我国资源不足局面^[8,9]。

二、邓恩桉在防护林建设的作用

(1)沿海防护林建设的作用。桉树种具有抗强风、耐盐碱、耐贫瘠的特性,在我国沿海栽植表现出较强的抗风和耐盐碱性,且生长迅速。20世纪50年代海南开始大力发展橡胶,由于经验不足,没有营造橡胶园防护林,新种植橡胶经不起台风为害,生长不良。通过在橡胶园四周营造以桉树为主要树种防护林,配置其他较耐阴树种,形成良好生态防护林带,有效保护橡胶树生长和产胶^[3]。我国海岸线长,且每年要经受台风影响,沿海防护林建设对保护沿海地带的环境、减少灾害损失具有很重要作用。邓恩桉同样具有抗强风、耐盐碱、耐贫瘠的特性,可作为较高纬度沿海防护林造林树种,与木麻黄等进行带状混交,可形成复层防护林带,能有效提高防护林林分高度,增强防风效果。邓恩桉有较好的速生性与强的萌芽能力,作为沿海防护林带能进行良好的周期性更新,同时提供大量的商品材,为沿海防护林带可持续发展提供更新资金,也弥补了木麻黄二代更新困难问题。在较高纬度的浙江、江苏与上海等地,共计数千千米的海岸线,沿海防护林每年都担负着重要的防风固沙与削减台风危害。利用该树种与其他适宜栽植种混交建设沿海防护林带,可提高防护林的林带高度,调整林带结构,加强防护功能,减少自然灾害损失^[8]。

(2)河岸与道路护坡固堤功能。邓恩桉不仅能耐干旱、瘠薄,在地下水位较高的河边等也能良好生长,散生或单行栽植有更好的年生长量,当年栽植就能成林。目前我国中亚热带以南能适宜桉树生长的区域,分布着许多河流、大小不同的水库,有很长的河流、水库堤岸、铁路、各种不同等级的公路护坡以及开发区护坡等,每年因台风、季节性暴雨,引发水库堤岸、护坡滑坡与河堤冲毁,造成交通中断等不同经济损失,这些小区域急需绿化以加强防灾功能。这些小区域立地条件特殊,地下水位高、土壤贫瘠,许多绿化树种在这类立地生长不良或比较缓慢,需要很长时间才能达到防护功能,有的因生长不良而被淘汰,以致在该类区域未能形成较好防护林带体系,特别是现今的高速公路与高铁的护坡,急需建设良好的护坡防护林带体系。在这些适宜区选择该树种与乡土绿化树种进行株间混交,可在短期内形成较好防护林体系,且

有良好的立体效果,既有利于景观建设,也是现今社会发展的需要^[8]。

三、邓恩桉对林业生态丰产经营的影响

邓恩桉在我国主要进行纯林栽植,林分郁闭后,空间竞争激烈,自然整枝强,许多个体形成顶端小树冠。林分5年生后胸径、树高生长量开始下降,树冠变稀疏,给芦苇与竹类提供良好生境,有些林分林下芦苇与竹类生长旺盛,影响林分生长,造成后期生长不良。邓恩桉与其他桉树种具有相似生长特性,能与乡土的多种树种混交,乡土树种处于林分下层,对林下起到遮盖效果,抑制芦苇与竹类等生长,减少林地养分竞争,有促进混交林单位林地生产量。有试验表明,如尾巨桉与马尾松混交,3年生有良好生长效果^[8]。10年生林分中桉树平均胸径可达30cm、树高约24m,平均单株材积为 0.6552m^3 ,保留600株/ hm^2 ,林分蓄积为 $393.2\text{m}^3/\text{hm}^2$,马尾松平均胸径达8.0cm以上、树高约8m,保留1200株/ hm^2 ,林分中桉树个体最大胸径达40cm以上。邓恩桉与杉木、相思树混交也有良好的生长量。

邓恩桉实生苗栽植个体分化大,在今后推广栽植,注意应用抗寒—速生良种培育,根据桉树混交栽植经验,重点培育混交林,提高林分单位生产力,克服纯林的不足,丰富林分物种多样性,把目前纯林经营转向复层林经营,实现林业生态丰产高效^[8,14]。

目前,我国有一个群体对桉树“妖魔化”,把它当作一个恶魔,在社会上产生了一股强烈的抑制桉树栽植潮流。事实上,该树本身没有过错,而是具有很好的潜在价值,是人们对它不了解,采用了错误的栽植与经营模式而产生一些不良的生态效果。通过更多的研究与了解,它的优良特性为我们所利用,对我国森林资源发展与生态环境改良是一种福音。

发展邓恩桉,无论从社会的供求关系,还是生态环境与经济发展都有深远意义。在缓解社会对木材与木材纤维制品供需矛盾同时,可有效降低采伐面积,对减少旱涝灾害,调节水源的分配,有效改善生态环境与林业的可持续发展起着重要作用。