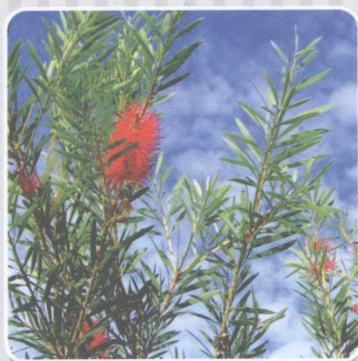




姜笑梅 叶克林 吕建雄 等 著
赵有科 殷亚方

中国桉树和相思人工林 木材性质与加工利用

Wood Properties and Processing
of Eucalyptus and Acacia Plantation in China



中国桉树和相思人工林 木材性质与加工利用

Wood Properties and Processing
of Eucalyptus and Acacia Plantation in China

姜笑梅 叶克林 吕建雄 等 著
赵有科 殷亚方

科学出版社
北京

内 容 简 介

本书是国际热带木材组织(International Tropical Timber Organization)资助项目的最新研究成果。在科学试验的基础上,首次较系统、全面地揭示了我国主要桉树和相思人工林木材的基本特性(包括木材解剖、物理力学和化学性质),并针对桉树生长应力高的特点,探讨了其形成机制、测试方法及其对木材加工利用的影响,对木材机械加工特性(包括刨切、砂光、钻孔、榫眼、成型)与表面涂饰性能进行评估,并且针对桉树木材高生长应力特性,开发了适合桉树和相思人工林木材实木利用的锯解、干燥、胶合指接的工艺与技术。还对这两种人工林木材的市场前景进行了市场调查与经济分析。本书是首次专门论述桉树和相思人工林木材性质与加工利用和市场前景的书籍。

本书对从事木材贸易、加工和利用、林木培育和森工生产、科研的作者及高等院校相关专业师生以及政府管理、市场营销等有关人员具有重要的参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

中国桉树和相思人工林木材性质与加工利用/姜笑梅等著. —北京:科学出版社, 2007

ISBN 978-7-03-019502-9

I. 中… II. 姜… III. ①桉树属-木材性质②相思树属-人工林-木材性质
③桉树属-木材加工④相思树属-人工林-木材加工 IV. S781 TS65

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 116342 号

责任编辑:李秀伟 彭克里 席慧 盖宇 李锋

责任校对:刘小梅/责任印制:钱玉芬/封面设计:福瑞来书装

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂印刷

科学出版社编务公司排版制作

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2007 年 9 月第 一 版 开本: 880×1230 1/16

2007 年 9 月第一次印刷 印张: 19 1/2 插页: 8

印数: 1—1 000 字数: 611 000

定价: 88.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换〈科印〉)

著者名单

主要著者: 姜笑梅 叶克林 吕建雄 赵有科 殷亚方

著者:

第一章 叶克林 傅峰 吕建雄 殷亚方 高瑞清

第二章 杨民胜 彭彦

第三章 姜笑梅 赵有科 殷亚方 吕建雄

第四章 刘晓丽 殷亚方 姜笑梅

第五章 侯新毅 姜笑梅 殷亚方

第六章 周永东 高瑞清 李晓玲

第七章 高瑞清 李晓玲 周永东

第八章 傅峰 彭立民 付跃进 林兰英 张玉萍

第九章 张宜生 高瑞清 赵有科 周永东 殷亚方

顾问: 管宁 朱焕明 滕通濂

前言

中国已成林人工林面积 5300 万 hm^2 ，居世界第一位，人工林蓄积量约 15.05 亿 m^3 ，占森林蓄积量的 12%；并且已经启动的“重点地区速生丰产林基地建设工程”计划将在 15 年内营造 1333 万 hm^2 的速生丰产林，预期至 2015 年可以向国内提供 1.4 亿~1.5 亿 m^3 木材，届时人工林木材可维持在提供木材总供给的 50% 左右，实现以利用天然林木材为主转向以利用人工林木材为主的木材资源结构根本性转变。根据对中国不同地区人工林经营主要功能和目标的分析结果表明，中国南方地区的人工林将在取代天然林以满足对实体木材和纸浆纤维产品需求的日益增长方面发挥越来越重要的作用。从 20 世纪 60 年代以来，中国南方林区的热带人工林得到了迅速发展，目前中国南方热带人工林资源主要以桉树和相思为主，桉树人工林的栽培面积已超过 155 万 hm^2 ，相思人工林的栽培面积亦达 20 万 hm^2 。因此，作为中国南方地区速生丰产林的重要组成部分，开展对热带人工林木材生产和有效利用的研究，将对解决困扰我国生存和发展的资源、能源、环境等重大科技问题，促进我国建设节约型社会和环境友好型社会，实现林业又好又快发展以及可持续社会发展发挥重要作用。

目前，我国已形成一个以桉树木片加工和出口的行业，年生产量 300 万绝干吨。主要出口日本、韩国等国家。仅广东、广西和海南三省区桉树木片出口量每年达 100 万绝干吨(约合 8000 万美元)。其他少量用途包括包装箱板、小工艺品、生产中密度和矿柱材等。但在生产锯材、家具材、地板材等高价值实体木材产品方面几乎还没有应用。因此，我国在南方热带人工林木材利用方面主要还是以木片生产和出口为主，仍属于原材料消耗型的低价值利用的范畴。造成这种局面的直接原因可能来自两个方面：对现有热带人工林木材缺乏切实有效的实木加工利用技术；对有发展前景的桉树和相思人工林实木用材树种缺乏木材性质及其应用于高价值实体木材产品适应性的科学数据。

由于桉树原木生长应力高，特别是小径(幼龄树)原木，导致采伐时原木端裂严重，锯切时会发生明显变形，从而大大降低了锯材的出材率和质量，这是桉树木材加工企业常常遇到的第一大难关。因此，必须开发和引进一套适合于桉树原木和板材加工的特殊锯解方案与技术以尽量减小端裂及锯切过程中的变形所带来的损失。此外，桉树木材与其他木材相比，干缩率高，扩散性低，是一种典型难干材，容易产生表面开裂与皱缩，特别是幼龄树木材。因此，必须采用合理、专门的干燥工艺以尽量减小干燥过程中发生的翘曲变形、表面开裂与皱缩等缺陷。虽然澳大利亚、南非、巴西等主要桉树种植国已经针对幼龄桉树人工林木材的制材、干燥等加工技术进行了大量研究与开发并且成功取得了一系列加工利用适用技术，但我国尚没有系统开展过此方面的研究与开发，造成对桉树人工林木材的加工利用技术远落后于其他国家。与此同时，我国近几年引种栽培了一些适合于实木加工利用的实木用材树种如粗皮桉、大花序桉、赤桉、托里桉及大叶相思等新树种。这些桉树新品种生长快，木材密度高，木质细腻、纹理美丽、木材呈红色或深粉红色，是家具和装饰的理想原材料。大叶相思的生长速度快，干形通直，材质坚硬，密度较高，纹理美观，也是家具和装饰材料的较好原材料。可是，由于缺乏对这些有发展前景的新树种开展木材性质及其应用于高价值实体木材产品适应性评价的研究，社会公众及一些政策制定者不能充分认识到这些热带人工林可以用来生产实体木材产品的潜力。

综上所述，通过对现有的木材加工技术进行适当改进与借鉴其他先进国家对桉树木材的先进加工技术，为我国主要热带人工林木材应用于高价值实体木材产品方面提供一系列制材、干燥等加工技术，是提高我国主要热带人工林木材利用水平的关键。同时，对有发展前景的实木用材树种的木材性质进行一系列研究，评估其作为实木利用的适应性，是提高我国主要热带人工林木材增值利用水平不可缺少的一个重要方面。有鉴于此，项目组向国际热带木材组织(ITTO)申请了“改进与多种利用中国南方热带人工林木材，以减少天然林供应不足的压力”项目并获得了资助[ITTO PD69/01 Rev.2 (I)]，旨在

通过热带人工林木材利用水平的提高为我国南方热带人工林的可持续发展及木材工业做出贡献。本项目集中从两方面入手。一方面,对现有已成材的热带人工林树种而言,通过研究、开发、借鉴和改进形成一系列生产锯材、家具材、地板材、指接集成材等高价值实体木材产品的实用技术。另一方面,对几种具有发展前景的主要热带人工林木材应用于高价值实体木材产品的适应性进行评估。作为该项目的重要成果之一,本书首次系统、全面地揭示了我国主要桉树和相思人工林木材的性质(包括木材解剖、物理力学和化学性质);并针对桉树生长应力高的特点,探讨了其形成机制、测试方法及其对木材加工利用的影响规律;对桉树和相思木材的机械加工特性(包括刨切、砂光、钻孔、榫眼、成型)与表面涂饰性能进行评估;同时对高生长应力引起的木材加工过程中的瓶颈问题,开展试验室和工厂性试验,开发出适合桉树和相思人工林木材作为实木利用的锯解、干燥、胶合指接的最新工艺与技术;最后对桉树和相思人工林木材的市场前景进行了市场调查与经济分析。本书是首次专门论述桉树和相思人工林木材性质和加工利用与市场前景的专著,是项目组五年研究开发工作的总结。

全书共分为9章:第一章由叶克林、傅峰、吕建雄、殷亚方、高瑞清撰写;第二章由杨民胜、彭彦撰写;第三章由姜笑梅、赵有科、殷亚方、吕建雄撰写;第四章由刘晓丽、殷亚方、姜笑梅撰写;第五章由侯新毅、姜笑梅、殷亚方撰写;第六章由周永东、高瑞清、李晓玲撰写;第七章由高瑞清、李晓玲、周永东撰写;第八章由傅峰、彭立民、付跃进、林兰英、张玉萍撰写;第九章由张宜生、高瑞清、赵有科、周永东、殷亚方撰写。本书由姜笑梅研究员、叶克林研究员、吕建雄研究员、赵有科副研究员、殷亚方副研究员统稿。此外,本书的出版得到了项目组顾问管宁、朱焕明、滕通濂研究员的大力协助,特别是管宁研究员在全书的统稿和校对中做出了重要的贡献,在此表示衷心的感谢!

本书的出版,旨在向读者展示我国开展热带人工林木材利用研究的最新研究进展和成果,为提高我国热带人工林木材利用水平提供理论基础。全书以科学实验数据为载体,语言朴实,结构严谨,对从事木材贸易、加工和利用、林木培育和森工生产、科研的工作者及高等院校师生以及政府管理、市场营销等有关人员具有重要的参考价值。

由于作者水平有限,错漏之处在所难免,敬请读者批评指正。

著 者

2006年12月

目 录

前言

第一章 国内外桉树和相思木材资源及利用现状	1
第一节 澳大利亚桉树木材资源及其实木加工利用	1
一、森林资源与林产工业状况	1
二、桉树人工林的经营管理	2
三、桉树人工林的木材加工	5
第二节 巴西桉树木材资源及其实木加工利用	10
一、森林资源状况与林业政策	10
二、桉树人工林的经营管理	12
三、桉树人工林木材的加工	13
四、桉树人工林的实木制品及其市场	17
第三节 马来西亚桉树和相思木材资源及其加工利用现状	19
一、资源及利用现状	19
二、结论和建议	25
第四节 中国桉树和相思木材资源及其加工利用	26
一、引种概况	26
二、资源状况	28
三、经营规划	31
四、木材利用状况	33
五、建议	34
主要参考文献	34
第二章 桉树培育与实木用材树种筛选	36
第一节 桉树培育概述	36
一、育种	36
二、种苗繁殖	37
三、营林措施	38
四、主要病虫害	40
第二节 桉树实木用材树种筛选	40
一、概况	40
二、具有实木用材潜力的主要桉树品种	41
第三节 桉树实木用材林的培育	43
一、立地选择	44
二、初植密度	44
三、间伐	44
四、修枝	45
主要参考文献	45
第三章 桉树和相思人工林木材性质	46
第一节 木材解剖性质	46
一、试材的基本情况	46
二、木材解剖性质	47
三、桉树木材解剖分子参数及其变异	59

第二节 木材干缩性、密度和含水率	62
一、南北方向和总体的干缩率、干缩系数和密度	63
二、不同树干高度的干缩率、干缩系数和密度	72
三、不同径向位置的干缩率、干缩系数和密度	81
四、生材含水率	91
第三节 木材力学和化学性质	97
一、力学性质	97
二、化学性质	98
主要参考文献	102
第四章 桉树生长应力及其与木材性质的关系	104
第一节 树木生长应力	104
一、树木生长应力研究概况	104
二、桉树生长应力的变异性	111
第二节 生长应力与木材性质的关系	114
一、表面轴向生长应力与木材物理力学性质的关系	114
二、内部轴向残余应变与木材基本性质的关系	122
主要参考文献	133
第五章 木材机械加工和涂饰性能	137
第一节 概述	137
一、木材机械加工性能研究现状	137
二、试验材料	138
第二节 刨切性能	138
一、试验设备	138
二、试验条件	139
三、试验结果	139
第三节 砂光性能	151
一、试验设备	151
二、试验条件	152
三、试验结果	152
第四节 钻孔性能	159
一、试验设备	159
二、试验条件	159
三、试验结果	159
第五节 榫眼加工性能	164
一、试验设备	164
二、试验条件	164
三、试验结果	164
第六节 成型铣削性能	168
一、试验设备	169
二、试验条件	169
三、试验结果	169
第七节 车削性能	173
一、试验设备	173
二、试验条件	174
三、试验结果	174
第八节 木材机械加工性能综合评定	177
一、木材机械加工性能综合评定	177

二、木材的机械加工性能与木材的基本性质	178
三、木材机械加工性能的研究方向和发展趋势	181
第九节 木材涂饰性质	181
一、试验材料和方法	182
二、色度学和光泽度参数的测定	183
三、试验结果	185
四、光泽度参数	191
主要参考文献	194
第六章 桉树木材锯解	195
第一节 原木锯解的国内外进展	195
一、制材技术的国内外概况	195
二、国内制材技术与国外的差距	196
三、制材资源的变化	196
第二节 锯解设备及工艺	197
一、锯解设备	197
二、锯解工艺	203
第三节 原木残余应力缓解措施	207
一、减小树木生长应力影响的采伐方法	208
二、减小高生长应力原木端裂的造材方法	208
三、原木运输及存储中减小残余生长应力的方法	208
第四节 原木锯解特性	209
一、试验材料和方法	209
二、结果与讨论	211
三、结论与建议	215
主要参考文献	216
第七章 桉树人工林木材干燥	217
第一节 木材干燥基本原理	217
一、木材中的水分	217
二、木材中的水分移动	218
三、木材的干缩和湿胀	219
四、干燥应力和变形	220
五、常见干燥缺陷及防止	220
第二节 木材干燥的国内外概况	221
一、国内简介	221
二、国外简介	222
第三节 木材干燥常用方法	223
一、天然干燥	223
二、人工干燥	224
第四节 桉树和相思木材干燥特性和工艺	228
一、干燥特性研究方法	228
二、干燥特性研究结果	229
三、干燥工艺试验结果	230
四、干燥操作规程	234
主要参考文献	240
附录	241
第八章 桉树木材胶合	245
第一节 木材胶合的基本理论概述	245

一、木材胶黏剂的发展	245
二、胶合理论	245
三、木材常用胶黏剂	246
四、改进木材胶合性能的方法	246
第二节 桉树木材指接	247
一、木材指接的基本知识	247
二、试验材料与方法	249
三、铣齿	251
四、4种桉树木材端压和涂胶量范围确定	252
五、指接工艺	258
第三节 桉树木材胶拼	272
一、试验材料和方法	272
二、试验结果分析	273
第四节 桉树木材层积	274
一、试验材料	275
二、试验方法	275
三、试验结果	275
主要参考文献	276
第九章 市场分析	277
第一节 背景	277
一、研究方法	277
二、基础规划	278
第二节 中国木材市场供需状况	279
一、概况	279
二、木材产量与进出口	280
三、木材消费预测	287
第三节 阔叶树实体木材利用	287
一、家具	287
二、装修材料	290
三、桉木与相思木的市场开发	293
第四节 经济评价	296
一、生产成本	296
二、产品成本与价格	296
三、销售成本	297
四、初步种植效益比较	297
第五节 机会与策略	299
一、驱动因素	299
二、支撑条件	300
三、市场回馈	300
四、主要障碍	301
五、建议	301
主要参考文献	302

图版

第一章 国内外桉树和相思木材资源及利用现状

第一节 澳大利亚桉树木材资源及其实木加工利用

桉树是澳大利亚的乡土树种，天然林、次生林资源十分丰富，其木材花纹漂亮，材质优良，广泛用于家具、门窗、地板、单板、胶合板、层积材、木片与纸浆造纸等。现在许多国家引种，大面积种植，已成为世界人工林三大造林树种之一。桉树是大自然赠予澳大利亚的礼物，也是澳大利亚献给世界的礼物。澳大利亚的土地在地球上是属于比较贫瘠的，低碳、高铁的土壤呈深红色；澳大利亚的气候又十分干旱，但桉树却能够在这种艰苦的自然环境中茁壮成长。根据研究，澳大利亚的桉树有 500 多个品种，高的可以长到 100 多米，矮的只有一两米，呈灌木状。澳大利亚的植物有 12 000 种以上，其中 3/4 是特有种。澳大利亚桉树就是其中特有的古而有之的植物之一，它生存适应性强，有良好的吸水能力，在荒漠和沼泽里均可生长；桉树生长迅速，木质坚硬，叶子可制桉油，经济价值较高。在澳大利亚，桉树由于其美丽的外观和良好的机械加工性能，已经广泛应用于家具制造业以及其他的高附加值产业。

一、森林资源与林产工业状况

澳大利亚森林面积约 1.57 亿 hm^2 ，其中 1.16 亿 hm^2 为人工林林地和小桉树人工林。大多数森林是以桉树和其他相关树种为主。金合欢(或相思)(Acacia)林是干燥地区重要的森林，美丽柏(Callitris)林是澳大利亚最大的针叶树林。雨林仅占森林总面积的 2%。此外，白千层(Melaleuca)、木麻黄(Casuarina)、红树(Rhizophora, Mangroves)等树种约占整个森林的 10%。表 1-1-1 列举了澳大利亚森林类型和面积。

表 1-1-1 澳大利亚森林类型和面积一览表

Tab.1-1-1 Area statement – forest by type

森林类型 Forest type	面积/百万 hm^2 Area/million hm^2	所占比例 Proportion represented/%
雨林 Rainforest	3.6	2.3
红树林 Mangroves	1.0	0.7
全部稀疏桉树林 Tall open Eucalypt forest	5.5	3.5
中等稀疏桉树林 Medium open Eucalypt forest	22.7	14.4
轻度稀疏桉树林 Low open Eucalypt forest	0.4	0.2
桉树用材林 Eucalypt woodlands	84.2	53.7
桉树软土林 Eucalypt mallee forest	11.8	7.5
美丽柏 Callitris	0.9	0.6
金合欢 Acacia	12.3	7.8
白千层 Melaleuca	4.1	2.6
木麻黄 Casuarina	1.1	0.7
其他 Other	8.4	5.4
针叶树材人工林 Softwood plantation	0.9	0.6
阔叶树材人工林 Hardwood plantation	0.2	0.1
森林总面积 Total area of forest	156.9	100.0

澳大利亚林产业每年的营业额超过 110 亿澳元, 约占国民生产总值的 2.5%, 是澳大利亚第二大产业, 每年为国家创收 10 亿澳元。林产业就业人数为 82 500 人, 其中 62 900 人从事木材加工与造纸行业工作。

澳大利亚国内有 1126 个阔叶树材锯材厂和 256 个针叶树材锯材厂, 前者一般是小型、分散的, 后者大部分是大型与综合加工厂。此外, 还有 22 个纸浆及造纸厂, 18 个人造板厂。目前所生产产品的 83% 为锯材, 其中 34% 来自天然林, 66% 来自针叶树人工林。

二、桉树人工林的经营管理

(一) 企业管理

1. Eville Smith 木材工业(NSTI)

NSTI 是维多利亚式阔叶树木材工业最大的投资商和雇主, 也是王桉(维多利亚桉木)最大的供应商。它采用先进技术生产高附加值高质量的产品以满足国内以及国际市场的需求。该公司位于维多利亚, 在塔斯马尼亚州和新南威尔士南部也有生产基地。建于 1924 年, 现在由该家族第三代接班人掌管。

NSTI 属于股份合作制, 主要与其他企业建立伙伴关系, 并促进阔叶树木材工业的可持续发展。该公司生产两种木材, 一种是维多利亚白蜡木, 包括王桉(*Eucalyptus regnans*, 山白蜡木 Mountain Ash)和大桉(*Eucalyptus delegatensis*, 阿尔卑斯山白蜡木 Alpine Ash); 另一种是塔斯马尼亚桉木, 即王桉、大桉和斜叶桉(*Eucalyptus obliqua*, messmate)。按照规定, 这些树木的锯材原木均采自政府林业管理规划, 轮伐期为 80 年(图 1-1-1)。

NSTI 采用的传统木材增值路线为: 木材资源→锯解制材(图 1-1-2)→加工和增值(横截、干燥、窑干、裁边)→二次加工(再次增值, 如层积)→销售(出口: 直接或通过代理商向 16 个国家出口; 国内: 家具建筑等)。



图 1-1-1 NSTI 原木采伐地

Fig. 1-1-1 Log harvesting site by NSTI



图 1-1-2 制材厂中的 1/4 原木

Fig. 1-1-2 Quarter-sawed logs at the green mill

2. Timbercorp Limited

Timbercorp 是澳大利亚农业综合企业的主要投资商。它经营 74 000 hm^2 蓝桉(blue gum)人工林, 占澳大利亚总面积的 12.5%, 主要是为全球造纸工业提供木片。木片、橄榄和杏仁是该公司主要产品。与买方在林木种植前签订最终产品的合同, 投资来源于社会。为了满足全球的需求, Timbercorp 的农业项目在世界范围内已经有了很大的发展。随着综合水平的提高, Timbercorp 正在从得到日益增多投

投资者的回报的轨道上，积极运行整个农业项目。该方案包括通过采伐、加工和销售整个过程中项目的制定、资金和市场(图 1-1-3 和图 1-1-4)。

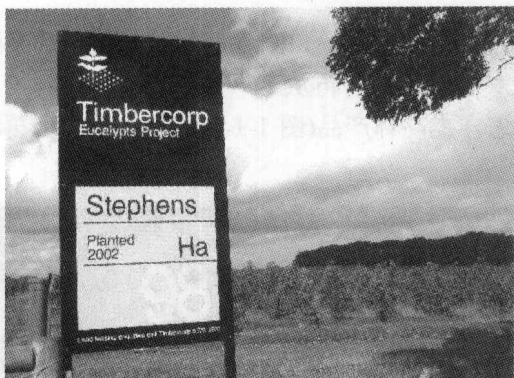


图 1-1-3 Timbercorp 公司的 1 年生桉树人工林
Fig. 1-1-3 Timbercorp's 1-year eucalyptus plantation



图 1-1-4 Timbercorp 公司的 10 年生桉树人工林
Fig. 1-1-4 Timbercorp's 10-years eucalyptus plantation

Timbercorp 通过改良桉树遗传构造来生产上等木材，并不断地引进先进科技以提高桉树人工林培育和加工技术。例如，利用采伐和削片系统来提高效率和增加生长物。

(二) 研究部门管理

1.CRC 木材技术创新所(组)

CRC 木材技术创新所(组)是一个合作研究中心，它的中心管理办公室设在墨尔本。该单位是澳大利亚联邦政府联合研究中心投资成立的，并得到木材和家具工业的大力资助。CRC 由 10 个成员委员会组成，并由他们共同监督运作。

目前 CRC 在桉树加工和利用方面进行两项合作。一项是木材微波加工(图 1-1-5)，目的是开发微波技术在木材加工中的应用，并提高人们对微波技术的认识以及该技术的商业化；另一项为木制品的高附加值利用研究，它是为了进一步发展高质量和高性能附加值木制品的设计与制造的创新技术和方法，以确保它们在国际市场中的竞争力。

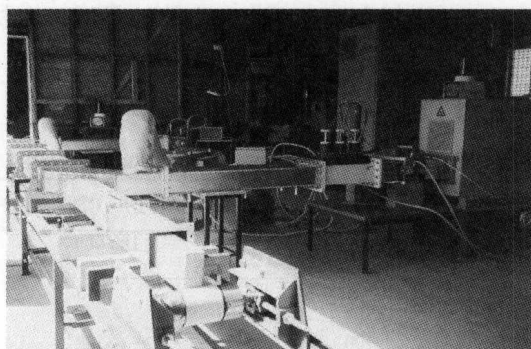


图 1-1-5 木材微波改性的生产性车间

Fig. 1-1-5 Pilot plant for the microwave modification of wood

2. CSIRO 和 FFP

CSIRO 林业和林产品研究所(FFP)是澳大利亚专门研究林业、木材和纸浆科学的最大组织，对林业和林产品深入研究都从对经济 and 环境影响的角度入手。该所研究的高度以及其影响力在国际上都有

较高的声誉，单位共有 230 名研究人员，分布在堪培拉、墨尔本、霍巴特、Mount Gambier 和珀斯 5 座城市。其中大约 60 名工作人员从事纸浆和造纸业、木质复合物和胶黏剂、木材评估和耐久性、木材细胞结构和性质等方面的研究。

需要提及的是，为了取得更多的经费和服务以密切与市场的联系，FFP 在两年前对组织和系统进行了改革。主要是将多个部门集中起来，也就是说，从林业到工厂，再从工厂到市场。林业到工厂指的是遗传学、培育和木材性质评估。工厂到市场指的是怎样提高林产品(图 1-1-6)的附加值和可再利用性。桉树是 FFP 研究的主要材种。

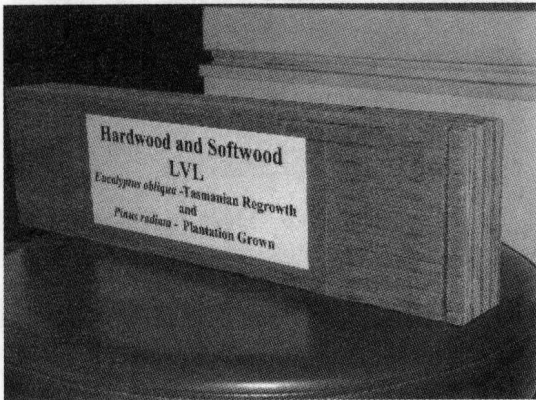


图 1-1-6 FFP 用斜叶桉和辐射松制造的单板层积材
Fig. 1-1-6 LVL from hardwood(*Eucalyptus oblique*) and Softwood(*Pinus radiata*) at FFP

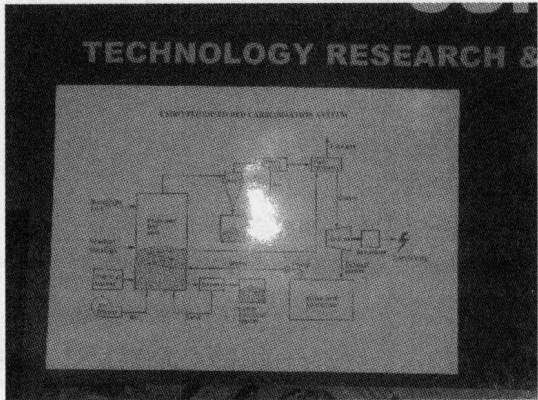


图 1-1-7 CSIRO 的能源产出和碳化系统流程图
Fig. 1-1-7 CSIRO fluidized bed and carbonization system

能源和可再利用部门正在实施一个重要的项目。在可持续发展的框架下，生物材料作为一种很好的能量来源，正在进行必要的研究和开发。生物材料主要来源于农作物和林产品原材料及其剩余物。该项目主要瞄准用可再生与效益好的木质能源和碳产品来代替不可再生资源和产品(图 1-1-7)。对林业资源的研究包括林木的种植，主要目的是为了改善土壤地力衰退，降低大气二氧化碳量和林产品加工剩余物，以及木制品的可再利用等方面。主要研究领域：一是通过木材的气化和微小涡轮得到少量能源；二是利用林产品加工剩余物等使木炭和能源能够连续生产(表 1-1-2)。生物油是木材热解产品之一。木材加热后，首先出现烟雾，然后冷却成液体分馏物，内含生物油。生物油中大约有一半为柴油，所以有很广泛的潜在用途。在巴西，在烧制木炭产品中，生物油是巨桉木材加工副产品，生物油可用作无硫磺燃料油。

表 1-1-2 生物量和能量生产规模和收益

Tab. 1-1-2 Biomass and energy production scales and results

规模 Scales	实验设备 Demonstration plant	商业型工厂 Commercial plant	地区性工厂(10 个) Region-10 plants
小径桉树全树生物量 Whole tree mallee input/(t/year)	20 000	100 000	1×10 ⁶
电力产出 MW Electricity MW	1	5	50
活性炭产出 Activated carbon /(t/year)	700	3500	35 000
桉树油产出 Eucalyptus oil /(t/year)	250	1000	10 000

3. 新南威尔士州林业局

新南威尔士州林业是当地政府的贸易企业，主要负责管理 200 万 hm² 的公共天然林和日益扩大的阔叶树和针叶树人工林。目的是从经营林业中为当地现代和未来人们提供最广大的利益(图 1-1-8 和图 1-1-9)。

澳大利亚现有的森林资源,大部分由国家或州政府部门管理。公有森林是作为国家林业、国家公园、自然保护区、水源保护区、空闲王室地和国家娱乐场所等形式来管理。这些森林资源用于提供木料和其他用途。新南威尔士州国家林木能够确保其可持续发展并可以得到一定的收益和价值。由于这些大面积林木中有特殊的保存价值而受到保护,从而形成新南威尔士的资源保护系统中重要的一部分。



图 1-1-8 桉树原木锯截及剥皮

Fig. 1-1-8 Eucalyptus log cutting and debarking at harvesting site

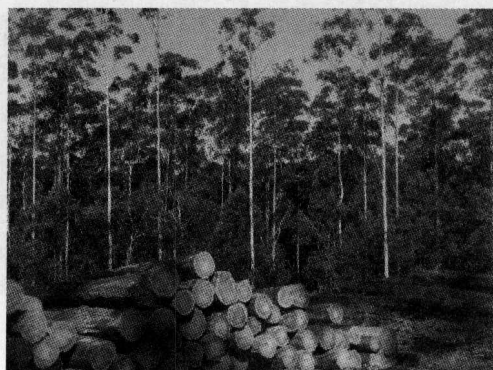


图 1-1-9 桉树原木堆垛

Fig. 1-1-9 Eucalyptus logs stacking at harvesting site

现在,新南威尔士州拥有 290 万 hm^2 的国有森林,包括雨林保护区、天然林、柏松林,引进松树人工林和桉树人工林。国家林木主要用在以下方面:房屋建筑,如框架、地板和露天板;家具、工具和玩具;枕木;桥梁;码头用木桩;电话和电线杆;栅栏;矿柱;纸张用纸浆以及建筑用板材等。

三、桉树人工林的木材加工

(一) 桉木采伐与储存技术

桉树原木端裂是引起低出材率和木材质量的重大问题。为了减少采伐和储存过程中出现的原木端裂,效果比较好的办法是尽量减小原木中由交错纹理、应力木、树干中生长应力的季节性和变异性引起的应力。

1. 原木采伐技术

端裂是在树木伐倒过程中产生的,可能是由手工采伐中用毛板下锯法和 undercut 下锯法间的弯曲应力导致。近年来,为了避免树干弯曲的瞬间以及它与地面的撞击造成的原木损坏,采伐技术不断地进行改进。一些方法技术可以减少树木弯曲瞬间造成的损害,倾斜采伐也可以减少横向应力(图 1-1-10 和图 1-1-11)。

适当的采伐技术可以降低生长应力的瞬间释放。这样可以避免一些缺陷的发生(如弦向开裂),并且能减少原木的端裂。机械采伐一般用于小径级树木。该方法可以通过限制“弦向裂纹”来降低生长应力带来的缺陷。不过,如果伐木机上的刀片太钝,会产生粗大碎片等附加的缺陷。以上采伐技术都不一定可以减小或消除生长应力,但它可以最大程度地减少采伐过程中生长应力对原木的影响。对这些采伐技术的研究可能有利于开发高效和便捷的方法。

2. 原木储存技术

在水喷条件下储存原木是防止原木端裂的常用方法(图 1-1-12)。水喷储存已经广泛应用于木材锯

解工艺，它同干燥一样，都是减少木材降等的方法。使用该技术的工厂技术员表示，该技术在减少木材纵向生长应力的影响方面很有帮助。有人发现，当原木在水喷条件下储存 300 天时，可减少平均残余生长应力 20%。该方法也可以使原木在冬天条件下保存很长的时间。

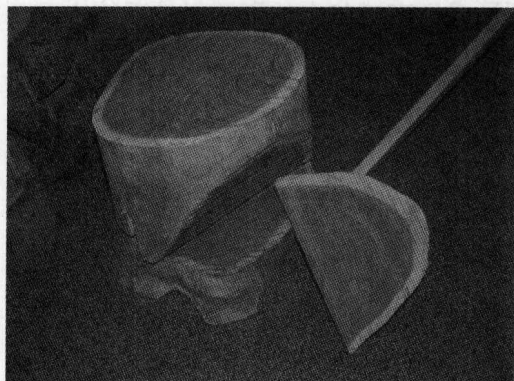


图 1-1-10 原木采伐示范

Fig. 1-1-10 Log cutting training course



图 1-1-11 原木采伐后的木墩

Fig. 1-1-11 Log bottom after cutting

树木伐倒并横截后应立即用金属或塑料盘密封原木端部以防端裂。原木锯解或处理后，将 S 形的吊钩钉入原木端部已得到广泛的使用(图 1-1-13)。



图 1-1-12 原木喷水储存

Fig. 1-1-12 Log storing under water spray



图 1-1-13 原木端面封钉

Fig. 1-1-13 Fasteners at log end surfaces

(二) 木材锯解

1. line-bar 带导板的带锯跑车

带导板的带锯跑车系统是澳大利亚自行设计的原木锯解系统，可成功地解决桉树小径材的变形问题。采用这种系统，不需要液压控制式机构。该系统长约 6m(原木全长)，将原木迅速地置于前端，并平行于截锯。当产品设定好尺寸后，前端将对导板施加压力，所以可以通过前端的锯片更好地控制锯毛板(毛方)或产品的尺寸。这样，如果前端的压力保持一定，圆锯片之间以及其与 line-bar 之间的距离能够确保精确，并且产品锯解的尺寸也能得到很好的控制(图 1-1-14 和图 1-1-15)。但存在的一个问题是，当连续锯解时，支架上结合处的变形将越来越大，所以最后需要进行变形矫正或原木的翻转。

当锯毛板的尺寸设定好后，只需要使用前后方的定位器就可以了，利用前面其他的定位器推动木材靠近 line-bar。但是进行无一定尺寸锯解时，需要使用所有的定位器。如果按照一定尺寸进行锯解，则支架前端用来推动原木或锯毛板靠近 line-bar，随着锯毛板的锯解，前端向前移动得越多。但是，

一旦它们和刀刃在一条线上时，一定要将压力释放。一定要确保木材是靠着 line-bar 的最前端，这样即使锯解参考处由于生长应力产生了很严重的变形，也可以锯解到精确的尺寸。该系统避免了在传统木料供给系统中锯解小径级桉木时产生的普遍问题，传统系统经常会产生板材端部尺寸偏小而中部又偏大的现象。但是，line-bar 系统随着锯解不断地增加，变形就会越来越严重，最终要进行变形矫正或原木/锯毛板适当的转动。

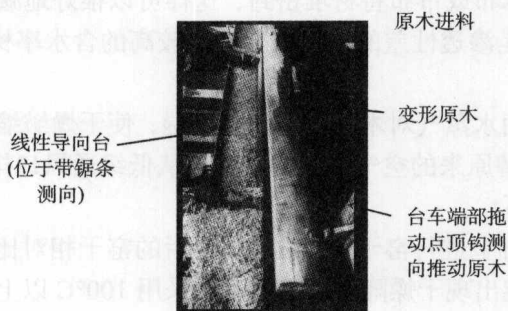


图 1-1-14 line-bar 系统的特征
Fig. 1-1-14 Features of the line-bar system

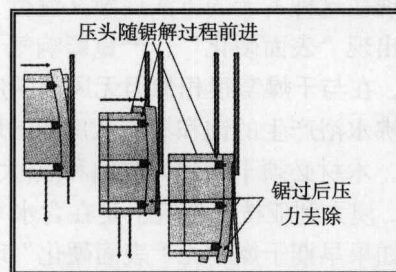


图 1-1-15 line-bar 装置锯解顺序示意图
Fig. 1-1-15 The sketch of sequence during sawing by line-bar

原木和锯毛板的翻转可以采用两种不同的方法：最近安装的设备附加了连在可伸缩导板上的开关。这样原木有很精确的调整，也可以用于锯毛板的翻转。在跑车前面装置的制动器可以旋转直径逐渐增大的基部原木，但效果不是很好，而这种方法可以很好地用于锯毛板的翻转。导板很容易实现锥形锯解，这样利用导板作为参照线后，随着导板的回缩进行从表面下锯。在澳大利亚，维多利亚州使用该装置处理小径级桉木是别的任何地方无法比拟的。因此，一些很有意义的操作和锯解方法已经发展适合锯解小径级原木，以得到弦面和径面的锯解产品。

2. 双锯系统

双锯系统包括两个并排的圆形或带状锯片，同时进行锯解。原木的进给装置通常是高空吊车，将木材的任一端固定，或在两锯之间安装一个锥形链条，通常空中带有稳固滚筒或另一个链条。图 1-1-16 显示了这样的锯解构成，用来锯解幼龄桉木。使用圆形锯片时需要一些附加设备，特别是锯解桉木时，需要在将圆锯片安装在独立的轴上。双圆锯系统消耗资金相对较少，并且在操作方面，与空中吊车系统的兼容性比较强。

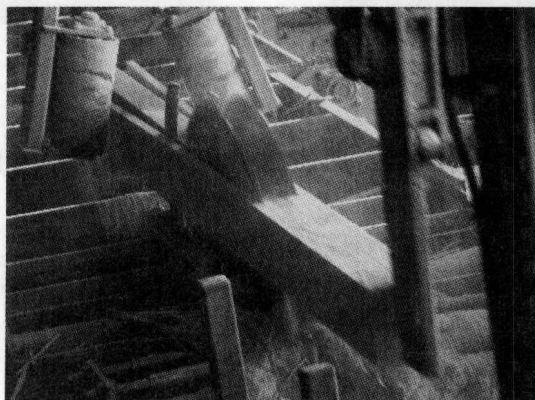


图 1-1-16 双锯工作示意图
Fig. 1-1-16 The sketch of double sawing