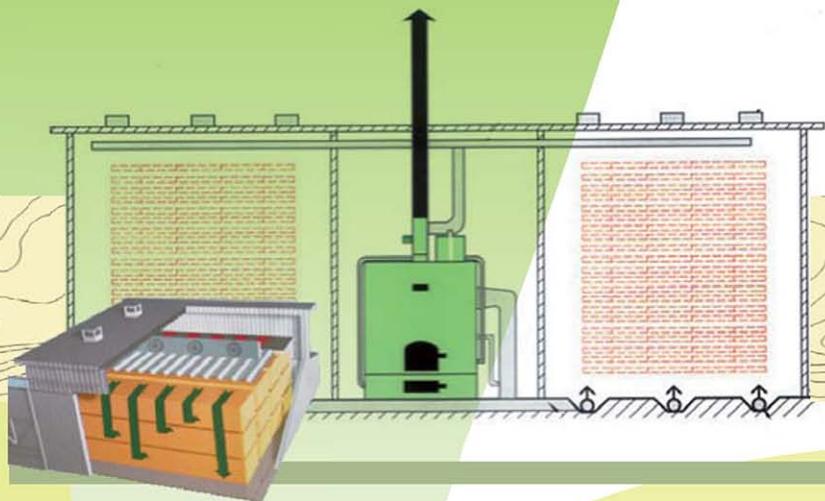


Wood Seasoning Technology
for Major Plantation Species in Guangxi

广西主要人工林 木材干燥技术

刁海林 罗建举 著



广西科学技术出版社



作者简介

刁海林，男，1958年生，河南郸城县人，副教授。1982年毕业于广西大学林学院（时为广西农学院林学分院）森林采伐运输机械化专业，获学士学位，同年留校任教。1983年广西大学硕士研究生主要课程进修班结业。历任教研室主任、实验中心主任等职。现为广西大学林学院木材科学与工程专业建设指导小组成员，主要课程责任教授，兼任广西力学学会理事、广西力学学会科普委员会主任、中国林业出版社木材科学及设计艺术学科教材编写指导委员会委员、广西林业科技特派员等社会职务。主要从事工程力学、人造板机械设备、机械制图、木工机械设计基础、木材加工工艺学、木制品生产工艺学等课程的教学和科研工作，科研方向为木材性能及加工利用。近年来先后主持或参与省部级科研项目20余项；出版学术专著2部；主编全国统编教材1部，参编1部；获国家专利3项；在国家级、省部级公开学术刊物发表学术论文40余篇，内容涉及木材科学、林业机械、刚体动力学、工程结构、实验力学、教育科学等领域，其中关于木材蠕变特性理论与方法的研究达到国内领先水平，创立了关于木材蠕变特性新的实验方法及评价指标。先后获得“广西大学教学质量优秀奖”和“广西力学学会优秀力学教师”“广西大学优秀教师”“广西大学‘三育人’先进个人”等荣誉称号。

广西主要人工林木材 干燥技术

刁海林 罗建举 著

广西科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

广西主要人工林木材干燥技术 / 刁海林, 罗建举著.
—南宁: 广西科学技术出版社, 2012. 12

ISBN 978 - 7 - 80763 - 880 - 3

I. ①广… II. ①刁… ②罗… III. ①人工林—木材
干燥—广西 IV. ①S781. 71

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第296481号

广西主要人工林木材干燥技术

刁海林 罗建举 著

出版发行 广西科学技术出版社
(社址/南宁市东葛路66号 邮政编码/530022)

网 址 <http://www.gxkjs.com>

经 销 广西新华书店

印 刷 广西民族语文印刷厂
(厂址/广西南宁市望州路251号 邮政编码/530001)

开 本 787 mm × 1092 mm 1/16

印 张 7

字 数 86千字

版 次 2012年12月第1版

印 次 2012年12月第1次印刷

书 号 ISBN 978 - 7 - 80763 - 880 - 3/S · 164

定 价 36.00元

本书如有倒装缺页,请与出版社调换

内容简介

本书以广西主要人工林红锥、米老排、马尾松和巨尾桉为研究对象，采用百度（100℃）试验法对各树种的木材干燥特性进行了实验研究。根据所得实验数据对各树种的木材干燥特性进行了系统的分析研究，并为各树种建立了相应的木材干燥基准。同时结合各树种木材干燥生产实际，对各自百度试验木材干燥基准进行了技术修订，得到与生产实际应用相接近的中试干燥基准，并采用生产中广泛使用的强制循环式干燥窑进行了中级规模的干燥试验，对木材干燥中试基准进行了实际验证。本书详细地介绍了中试过程的步骤及控制方法，还对中试过程中的干燥理论与技术问题进行了深入的分析研究，系统地总结了木材干燥中试过程中的成功经验和技术，同时对中试过程中发现的问题进行了技术研究，提出了实际应用中的应对措施。

本书翔实地介绍了木材干燥百度试验的理论与方法，同时也具体地介绍了木材干燥中试过程的技术与方法。本书可供林业高等院校中从事木材干燥学教学与研究工作的教师参考，也可作为林业高等院校木材科学与工程类专业本科生、研究生以及木材加工企业从事木材干燥生产的工程技术人员的参考书。



Introduction

In this book, plantation species in Guangxi, including *Castanopsis hystrix*, *Mytilaria laosensis*, *Pinus massoniana*, *Eucalyptus grandis* × *E urophylla* and so on, were taken as the research object and their drying characteristics experiments were conducted through 100°C test method. The drying characteristics of each species were systematically analyzed according to the experimental data and the corresponding drying schedules were worked out. At the same time, technical modifications for the drying schedules were made through actual production drying. Then the pilot drying schedules close to the practical application were obtained. In order to demonstrate the efficiency of the pilot drying schedules, production-scale drying tests were carried out with forced circulation drying kiln, the type widely used in production. The book presented the pilot drying steps and control methods in details, deeply analyzed and studied the drying theory and technology problems, fully summarized the successful experience and technology, and introduced some corresponding measures to solve the problems in the pilot drying process.

This book introduced the theory and method of wood drying with 100°C test method, and technology and method in the pilot drying process in details. It can be used as a reference book for those engaged in wood drying teaching and researching work, students of wood science and engineering in forestry colleges and universities, and technical personnel in the wood processing enterprises.



前言

素有“八山一水一分田”之称的广西，近年来由于实施了天然林保护政策和大力推进发展人工林战略，森林面积达到 2 亿亩（1 亩=666.7 平方米）以上，森林覆盖率达 58%，约为全国森林覆盖率的 3 倍，位居全国第四。广西作为中国南方重要林区，人工林面积全国第一，木材采伐量全国第一。从林业资源拥有量来说，广西已成为全国屈指可数的林业大省之一。

然而，就木材生产而言，尽管广西每年木材的生产量很大，但实际经济效益并不理想。因为直至今日，广西各林业企业的生产方式大都仍以向外销售木材原料为主，在木材的深加工及高值利用方面依然难有起色，这使得广西每年的林业总产值排在全国之末，显然与广西林业大省的称号极不相称。造成这种局面的原因是多方面的，其中主要原因之一，是我们对广西人工林木材各方面的性能了解得还不透彻。譬如对它们的物理力学性能、干燥特性、加工性能等，我们还知之不多，以致不能正确地认识和很好地利用它们，这无疑在很大程度上制约了对广西人工林木材的深加工利用和高值利用。

广西地处热带、亚热带湿润气候地区，常年光照充足，雨量充沛，十分适于林木生长，这就使得广西人工林树种普遍具有生产速度快、周期短的特点。这本是件好事情，它可以使我们在相对较短的时间内获得日益紧缺的天然木材，但它同时也带来了诸多关于材性方面的缺陷，如木材材质疏松密度低、初含水率高、生长应力大、易开裂变形等，这些天然缺陷无疑给广西人工林木材的深加工



利用带来了不利影响。面对广西人工林因固有的不良性质所带来的难以实现高值利用的老问题，如果我们仍然一味地保守回避，不积极面对，那么广西的人工林木材只能继续走低值利用的老路，只能作为人造板、造纸、坑木、包装箱等之类的低端用材。作为新时代的林业科技工作者，肩上承载着历史赋予我们的必须改变现状的神圣使命，我们有责任重新审视我们宝贵的本土木材资源，对它们加以重新认识，重新安排它们的“归宿”，最大限度地开发它们的潜在价值，为广西地方经济的建设和发展作出应有的贡献。

2009年广西壮族自治区林业厅启动了“广西主要速生人工林树种材性改良与深加工利用”（桂林科字〔2009〕第7号）的广西林业重大科研招标项目，旨在对广西主要人工林树种红锥、米老排、马尾松、桉树等进行系统的基础材性研究，包括木材的物理性能、力学性能、干燥性能、加工性能等，并在充分掌握其材性的基础上进行木材性能改良和深加工利用研究，以推进广西人工林木材的高端利用和高值利用，进一步提高广西人工林木材的经济价值，更好地为广西地方经济建设服务。作者有幸成为该重大招标研究项目的主要成员，并主持了该项目的子课题——广西主要人工林锯材干燥性能与技术研究。本书中所收录的内容，就是该子课题所完成的部分研究成果。全书主要包括两大部分内容：一是木材干燥的基础性研究，即通过百度（100℃）试验，对红锥、米老排、马尾松、桉树等广西主要人工林木材的干燥特性研究；二是木材干燥应用技术研究，即对红锥、米老排、马尾松、桉树等广西主要人工林木材的生产性干燥应用技术研究（干燥中试）。书中详细地介绍了木材干燥性能试验研究的技术与方法，并对研究结果进行了科学分析，最终在获得百度干燥基准及联系实际、总结经验的基础上建立了可应用于木材干燥生产实际的应用性干燥基准。这些研究成果将对红锥、米老排、马尾松、桉树等广西主要人工林木材的干燥生产具有

现实的重要的指导意义。

本书的完成，离不开各方面的支持和帮助。在本子课题的研究过程中，得到了中国林业科学研究院热带林业实验中心、广西林业科学研究院等有关单位的大力支持，同时得到了广西大学林学院徐峰教授、符韵林教授、甘卫星研究员、李宁副教授等的鼎力协助。中国林业科学研究院热带林业实验中心蔡道雄研究员、白灵海副研究员、贾宏炎高级工程师、卢立华高级工程师、唐继新工程师以及广西大学林学院唐贤明讲师、高伟讲师等参与了本课题的研究。此外，广西大学林学院木材科学与工程专业的姜金英、莫玉婵、余天华、朱定强、郑华庭、莫理、赖玉海等同学也参与了本课题的实验研究。在此一并致谢！

由于作者水平有限，本书错误和遗漏在所难免，热忱地希望读者给予批评指正，不吝赐教。

作者

2012年10月于南宁



目 录



第一章 红锥木材的干燥特性	1
引言	1
第一节 试验材料与试验方法	2
第二节 红锥木材的干燥特性与干燥缺陷	4
第三节 红锥木材的干燥基准及其他干燥特性	6
第四节 结论	10
第二章 米老排木材的干燥特性	12
引言	12
第一节 试验材料与试验方法	13
第二节 米老排木材的干燥特性	14
第三节 米老排木材的干燥基准及干燥时间	16
第四节 米老排木材的干燥特性分析	20
第五节 结论	22
第六节 问题的讨论	23
第三章 马尾松木材的干燥特性	26
引言	26
第一节 试验材料与试验方法	27
第二节 马尾松木材的干燥特性	28
第三节 马尾松木材的干燥基准与干燥时间	30



第四节	马尾松木材干燥特性分析	33
第五节	结论	36
第六节	问题的讨论	36
第四章	巨尾桉木材的干燥特性	40
引言	40
第一节	试验材料与试验方法	41
第二节	巨尾桉木材的干燥缺陷与干燥特性	42
第三节	巨尾桉木材的干燥基准与干燥时间	45
第四节	巨尾桉木材干燥特性分析	47
第五节	结论	50
第六节	问题的讨论	51
第五章	红锥锯材干燥中试	54
引言	54
第一节	试验材料与试验方法	55
第二节	干燥基准与干燥过程控制	57
第三节	干燥质量检测与干燥总图	59
第四节	结果分析	61
第五节	结论	64
第六章	米老排锯材干燥中试	66
引言	66
第一节	试验材料与试验方法	67
第二节	干燥基准与干燥过程控制	69
第三节	结果分析	71
第四节	结论	75

第五节 问题的讨论	76
第七章 马尾松锯材干燥中试	79
引言	79
第一节 试验材料与试验方法	80
第二节 干燥基准与干燥过程控制	82
第三节 结果分析	84
第四节 结论与讨论	87
第八章 总结	90



Contents

Chapter 1	Drying Characteristics of <i>Castanopsis hystrix</i>	1
Introduction		1
Section 1	Test materials and methods	2
Section 2	Drying characteristics and drying defects of <i>Castanopsis hystrix</i>	4
Section 3	Drying schedule and other drying characteristics of <i>Castanopsis hystrix</i>	6
Section 4	Conclusion	10
Chapter 2	Drying Characteristics of <i>Mytilaria laosensis</i>	12
Introduction		12
Section 1	Test materials and methods	13
Section 2	Drying characteristics of <i>Mytilaria laosensis</i>	14
Section 3	Drying schedule and drying time of <i>Mytilaria laosensis</i>	16
Section 4	Analysis of drying characteristics of <i>Mytilaria laosensis</i>	20
Section 5	Conclusion	22
Section 6	Problems discussion	23
Chapter 3	Drying Characteristics of <i>Pinus massoniana</i>	26
Introduction		26

Section 1	Test materials and methods	27
Section 2	Drying characteristics of <i>Pinus massoniana</i>	28
Section 3	Drying schedule and drying time of <i>Pinus massoniana</i>	30
Section 4	Analysis of drying characteristics of <i>Pinus massoniana</i>	33
Section 5	Conclusion	36
Section 6	Problems discussion	36

Chapter 4 Drying Characteristics of *Eucalyptus grandis* × *E. urophylla*

		40
Introduction		40
Section 1	Test materials and methods	41
Section 2	Drying defects and drying characteristics of <i>Eucalyptus grandis</i> × <i>E. urophylla</i>	42
Section 3	Drying schedule and drying time of <i>Eucalyptus grandis</i> × <i>E. urophylla</i>	45
Section 4	Analysis of drying characteristics of <i>Eucalyptus grandis</i> × <i>E. urophylla</i>	47
Section 5	Conclusion	50
Section 6	Problems discussion	51

Chapter 5 Pilot Drying Process of Sawn Timber of *Castanopsis hystrix*

		54
Introduction		54
Section 1	Test materials and methods	55
Section 2	Drying schedule and the drying process control	57

Section 3	Drying quality test and drying layout	59
Section 4	Drying results analysis	61
Section 5	Conclusion	64

Chapter 6 Pilot Drying Process of Sawn Timber of *Mytilaria laosensis*

		66
	Introduction	66
Section 1	Test materials and methods	67
Section 2	Drying schedule and the drying process control	69
Section 3	Drying results analysis	71
Section 4	Conclusion	75
Section 5	Problems discussion	76

Chapter 7 Pilot Drying Process of Sawn Timber of *Pinus massoniana*

		79
	Introduction	79
Section 1	Test materials and methods	80
Section 2	Drying schedule and the drying process control	82
Section 3	Drying results analysis	84
Section 4	Conclusion and discussion	87

Chapter 8 Conclusion 90



第一章 红锥木材的干燥特性

本章摘要 研究红锥木材的干燥特性并制定干燥基准，为实际生产中制定合理的干燥工艺提供理论依据。采用百度试验法，在 $100 \pm 2^\circ\text{C}$ 的恒温干燥箱内对红锥木材进行干燥试验，以试件的初期开裂、截面变形、内部开裂等干燥缺陷制定出红锥木材的干燥基准。试验结果表明：红锥弦切板试件的初期开裂等级为3级，内裂等级为1级，截面变形等级为1级，扭曲等级为1级，干燥速度等级为3级，综合特性等级为3级。红锥的干燥初期温度为 60°C ，干燥初期干湿球温差为 $3\sim 4^\circ\text{C}$ ，干燥末期温度为 90°C 。厚度为25 mm的红锥板材在强制循环干燥窑内干燥至10.00%所需的时间为10.25 d。该试验为红锥木材所制定的干燥基准，在实际干燥中可用作参考。

引言

红锥 (*Castanopsis hystrix*) 为常绿乔木，树干通直，主要分布于广东、广西、福建、台湾等地的南部，喜温暖湿润的气候，是亚热带季风常绿阔叶林中的优势树种。红锥材质优良，心材比例大，褐红色，坚硬，极耐腐，为高级家具、造船、工艺雕刻、建筑装饰等的优质用材。但因红锥生长应力大，其原木在贮存、制材、干燥及加工过程中极易发生变形及开裂，在一定程度上使其高端用途受到限制，也

