

我国人工林杉木密实化的研究进展

章卫钢¹, 鲍滨福¹, 刘君良², 傅峰²

(1. 浙江林学院, 浙江临安 311300; 2. 中国林科院木材工业研究所; 国家林业局木材科学与技术重点实验室, 北京 100091)

摘要: 总结我国人工林杉木密实化技术的研究现状, 分析密实化技术在变形回复固定、浸渍工艺、改善耐久性方面存在的技术难点, 并根据市场需求, 提出密实化木材研究的发展重点。

关键词: 木材; 杉木; 密实化; 浸渍

中图分类号: S791.27; TS652

文献标识码: A

文章编号: 1001-8654(2009)02-0034-03

Research Progress on Densification of Plantation Grown Chinese Fir

ZHANG Wei-gang¹, BAO Bin-fu¹, LIU Jun-liang², FU Feng²

(1. Zhejiang Forest University, Lin'an 311300, Zhejiang, China; 2. Institute of Wood Industry, Chinese Academy of Forestry, Key Lab of Wood Science and Technology of State Forestry Administration, Beijing 100091, China)

Abstract: Wood densification is an important way to improve properties of plantation grown Chinese Fir. This paper reviewed the current research of wood compression techniques, developed in China, for Chinese fir. It also analyzed some existing problems in compression recovery, chemical impregnation, and durability improvement. Finally, it provides suggestions and recommendations for future research and development in this area.

Key words: wood; Chinese fir; densification; impregnation

杉木树干通直、高大, 木材纹理直、材质轻软、结构细致、不易开裂, 是我国南方资源最丰富的木材树种之一。2006年我国杉木林 600 多万 hm^2 , 总蓄积量 2.4 亿 m^3 , 其中人工纯林 120 万 hm^2 , 总蓄积量 7 000 万 m^3 , 成熟林蓄积量 105 m^3/hm^2 ^[1]。人工林杉木由于存在一些材质缺陷, 如密度小、强度低、加工性能差等, 使其工业化应用受到限制, 因此, 人工林杉木的功能性改良, 是提高其利用价值的重要手段。

近年来的研究成果已证实, 密实化是一种有效的人工林木材改性方法。通过密实化处理, 人工林木材的密度、硬度、抗弯强度及耐磨性等性能均可提高, 尤其是尺寸稳定性显著增强。本文总结了我国在杉木密实化改性方面的研究成果, 在此基础上, 根据市场需求, 提出了人工林杉木密实化研究的发展方向, 旨在为人工林木材密实化改性研究提供参考。

收稿日期: 2008-06-10; 修改日期: 2009-02-02
基金项目: 浙江省重大科技专项重点项目(2006C12047)。
作者简介: 章卫钢(1983—), 男, 浙江林学院硕士研究生。

1 杉木密实化研究的现状

目前, 国内学者从密实化木材的处理方法、压缩变形的固定措施、浸渍剂的作用等多方面着手, 对木材密实化技术进行了深入研究。根据改性处理机理的不同, 杉木密实化研究可分成 3 类。

1.1 压缩密实及变形固定研究

研究内容包括: 水热处理技术、密闭加热处理工艺、微波加热处理工艺、表层浸水压缩密实工艺等。

赵广杰等^[2]探讨了杉木表层密化及变形固定处理技术, 分析了杉木表层染料水溶液的渗透规律, 并对不同含水率杉木表层径向的压缩特性进行了评价。钱俊等^[3]采用涂布氨水和热压的方法, 对速生杉木气干材进行了表层改性试验。结果表明: 改性杉木静曲强度(MOR)和弹性模量(MOE)均有提高, 吸水率(WA)下降, 但吸水厚度膨胀率(TS)增加; 热压压力对改性材的 MOR 和 MOE 有较大影响, 氨水涂布量对改性材的 WA 和 TS 有较大影响。王洁瑛等^[4]研究了热处理过程中, 杉木压缩木的材色变化规律, 并通过红

外光谱分析了杉木压缩木的材色和木材主要化学成分之间的关系。

陈瑞英等^[6]对杉木间伐材进行了高温压缩密化处理,分析了压缩后木材的变形回复固定过程,提出:在蒸煮工序加入软化剂,可大大降低处理材的回复率。钱俊等^[6]通过试验研究了杉木压缩的定形工艺,发现蒸汽压力、定形时间,对杉木定形后的体积压缩恢复率有显著影响。陈瑞英等^[7]分析了含水率对杉木间伐材压缩木物理力学性能的影响。结果显示,杉木压缩前的含水率,对其压缩后的尺寸稳定性,以及硬度、抗弯强度等力学性能均有显著影响。

1.2 浸渍密实研究

研究内容包括:低分子量酚醛(PF)树脂以及其他类树脂的改性、改性剂的渗透性等。

吴玉章等^[8]研究了低分子量 PF 树脂对杉木的浸注性,分析了树脂在木材内的分布状态,进行了木材抽提处理和未抽提处理的对比浸渍试验,并对苯醇抽提处理法、常压浸渍和真空浸注的效果作了评价。陈泽君等^[9]用硫酸铝和水玻璃溶液浸渍处理人工林杉木,得到杉木无机复合木材。复合材的尺寸稳定性显著提高,除抗冲击韧性略有下降外,其他抗弯强度、硬度等力学性能指标均明显提高。

吕文华等^[10]用预先合成的水溶性 PF 树脂作为中间介质,通过加压浸渍处理,制备了杉木蒙脱土纳米复合材料(WMNC),采用 X 射线衍射仪(XRD)、扫描电子显微镜(SEM)等多种分析手段,对 WMNC 的结构特性进行了表征,结果表明:WMNC 中杉木木材的结晶度降低;蒙脱土部分附着在木材细胞腔内壁,部分进入了细胞壁;热分解过程的改变,体现了蒙脱土纳米片层的纳米复合效应。

1.3 浸渍压缩密实研究

研究内容包括:新型木材改性剂的研制、浸渍压缩密实工艺等。

刘君良等^[11]采用自制 PF 树脂浸渍处理人工林杨木、杉木,通过热压定型工艺,制得表面密实化木材,分析了树脂浓度对密实化木材尺寸稳定性的影响。王传耀等^[12]将季铵铜(ACQ)与 UF 树脂调制成相容的复合改性剂,并将其应用于杉木改性,探讨了复合改性的机理与综合效果,提出了一次性浸渍的优化工艺参数。钱俊等^[13]对速生杉木气干材进行了 UF 树脂浸渍改性,发现改性后杉木的 MOR 和 MOE 提高,并且,受热压压力的影响较大;改性材的 WA 降低,TS 基本无变化,主要受树脂浸渍时间的影响。

2 杉木密实化研究的存在问题

2.1 变形回复的控制

变形回复的控制技术是密实材的一项关键技术。由于在潮湿的条件下,密实材会因吸水,而产生大量的回弹,木材压密后的一些特性亦随之丧失。压缩率为 50% 的人工林杉木密实材,如果未经固定处理,在 90 ℃ 时压缩方向的吸水膨胀率达 40%^[14]。因此,必须对密实化木材进行变形回复固定处理,以保证其尺寸稳定性。

目前固定木材变形的方有热处理和软化剂处理等。热处理后压缩木材的吸水性下降,细胞壁结构变化不大^[15],在气干状态下压缩变形可以得到固定;但是,在水热条件下,其体积膨胀率仍会高达 30%。经软化剂处理的密实材,其厚度的吸湿回复率仅为 2.68%^[5],虽然变形控制的效果较理想,但会产生化学污染。尚待开发环保、高效的变形回复固定方法。

2.2 浸渍剂渗透性和抗流失性的提高

提高浸渍剂的渗透性和抗流失性,是木材浸渍密实工艺技术的关键。木材的浸渍过程是非稳态渗透过程,木材渗透性的变异极大,试验室研究的一般是小尺寸试件,距实际生产有一定的局限性。笔者曾进行了低分子三聚氰胺改性酚醛树脂(MPF, 固体含量 32.5%)浸渍木材的试验,发现其不同尺寸试件中的浸渍性差异显著:对 50 mm×50 mm×20 mm 试件,浸渍后的增重率为 130%;而 300 mm×120 mm×20 mm 试件,浸渍后的增重率却只有 100%。

通过预处理提高浸渍剂的渗透性,是杉木改性研究的主要内容。目前较多采用的是真空和微波处理等方法。真空处理技术较成熟,但要与浸渍相结合,工艺相对复杂;微波处理可提高木材渗透性,但受木材含水率的影响。

改性剂流失是目前人工林木材功能性改良遇到的主要问题之一。现有方法下改性剂与木材的结合多是物理结合。随外界环境因素的变化,密实材常逐渐失去改性后的功能。

2.3 耐久性的改进

耐久性是指改性木材能长时间地保持其功能,不会因外界条件的作用,在短期内失去改良功能。目前,密实化杉木在一些特殊环境下的耐久性效差,表现在:1) 在长期的湿热环境中产生弹性回复;2) 受光、热、水等外界条件长时间作用后发生降解,材色改变,同时逐渐失去其应有性能。目前鲜有对密实材的颜色、回复率、力学性能进行长时间研究的报道。

2.4 环保性能的增强

改性木材的环保性,即对环境和人体的安全性,是不容忽视的问题。木材本身是一种绿色环保材料,其污染主要由改性剂引起,如使用甲醛类胶固定密实木材,很可能引起甲醛污染的问题。改性剂的安全环保性,在其研制的过程中比较受重视,但是在实际应用中,却往往未达到预期环保要求。很多改性木材在装修应用后,有些环保指标远远达不到标准要求,原因之一是与其他材料共存相互作用,导致挥发性有机化合物超标。目前相关研究薄弱,因此,应以环境保护为前提,在木材的密实改性过程中,建立严格的质量控制体系,以保证产品质量和环保性。

3 杉木密实化技术研究的发展重点

3.1 完善现有技术

目前速生材的密实化技术,由于成本问题未能大量推广。现有的杉木密实化技术,如压缩密实、浸渍密实、压缩浸渍密实,还需不断完善,结合市场需求,向深化、简化、工业化方向发展。

今后要完善变形回复固定技术,并重点发展微波加热软化技术,取代水热软化法、化学药剂软化法;浸渍密实仍是今后改性速生人工林木材的重要手段。提高木材的渗透性、控制浸渍剂的流失性,是要攻克的难关。可利用生物技术及生物工程等高科技领域的技术成果,用酶、微生物、细菌来改善木材的渗透性。浸渍压缩密实与单一压缩和浸渍处理相比,可使木材获得更高的强度,从而可使其用途扩展到工程材料领域,因此,应加强相关研究。

3.2 开发新型改性木材

木材与金属、无机非金属复合,是今后开发新材料的方向^[16]。应用纳米技术改性木材,也可赋予木材其他特性。日本京都大学木材研究所将 SiO₂ 等无机微粒浸渍沉积在木材细胞壁上,制成木材-无机纳米材料;韩国 NANUX 公司在开发具有防紫外线及防虫功能的新型水分散 PU 乳液浸渍剂,可制得具有高表面硬度和强耐磨性的新型木材^[17]。

还可基于人们对高品质和健康、环保家居用品的需求,在开发新型改性产品方面寻求突破。如市场中已出现具有香味的装饰材料,但是一般具有特殊香型的木材价格偏高,因此,可在速生材浸渍密实的基础上,探讨芳香型功能改性的方法;另外,将木材与保健性材料浸渍复合,开发保健型复合材料,迎合人们对健康生活的需求。

4 结语

人工林木材的密实化技术具有较强的应用性,如密实型杨木可作地板,成本为 80 元/m²,与相同质量的其他实木地板相比,价格低廉^[18];密实材也可用于制造实木窗及家具,其尺寸变形小,胶合牢固,且不会发生虫蛀、霉变,保持木材天然特性。随着密实化技术不断的进步和完善,密实化改性处理木材在装饰装修、家具、地板等方面的应用前景广阔。

参考文献:

- [1] 彭万喜,吴义强,张仲凤,等. 中国的杉木研究现状与发展途径[J]. 世界林业研究,2006,19(5):54-58.
- [2] 赵广杰,刘少华,曹金珍,等. 杉木表层密化及其变形固定处理技术[J]. 木材工业,1999,13(1):19-22.
- [3] 钱俊,叶良明,金永明,等. 速生杉木表层改性研究—氨水涂布热压法[J]. 建筑人造板,2002,2(2):31-32.
- [4] 王洁瑛,赵广杰. 热处理过程中杉木压缩木材的材色及红外光谱[J]. 北京林业大学学报,2001,23(1):59-64.
- [5] 陈瑞英,刘景宏,魏萍. 杉木间伐材压缩密化与回复变定的研究[J]. 福建林学院学报,2005,25(4):294-298.
- [6] 钱俊,沈哲红,金永明,等. 人工林杉木压缩整形过程中的定形工艺[J]. 木材工业,2005,19(4):25-27.
- [7] 陈瑞英,魏萍,刘景宏. 压前含水率对杉木间材压缩木性能的影响[J]. 林产工业,2006,33(1):10-13.
- [8] 吴玉章. 酚醛树脂对人工林杉木木材的浸注性及其改善的研究[J]. 林业科学,2003,39(6):136-140.
- [9] 陈泽君,范友华,胡伟. 杉木改性复合木材的制备及性能研究[J]. 湖南林业科技,2008,35(2):12-14.
- [10] 吕文华,赵广杰. 杉木木材/蒙脱土纳米复合材料的结构和表征[J]. 北京林业大学学报,2007,29(1):131-135.
- [11] 刘君良,王玉秋. 酚醛树脂处理杨木、杉木尺寸稳定性分析[J]. 木材工业,2004,18(6):5-8.
- [12] 王传耀,杨文斌,陈刚. 杉木间伐材 ACQ 防腐与综合强化复合改性研究[J]. 林业科学,2006,42(12):101-107.
- [13] 钱俊,叶良明,余肖红,等. 速生杉木改性的研究—UF 树脂浸渍后热压法改性[J]. 木材工业,2001,15(2):14-16.
- [14] 林铭,谢拥群,杨庆贤,等. 水温对杉木压缩木吸水厚度膨胀率的影响[J]. 福建林学院学报,2004,24(2):172-174.
- [15] Tang Xiaoshu, Zhao Guangjie, Nakao Tetsuya. Changes of chemical composition and crystalline of compressed Chinese fir wood in heating fixation[J]. Forestry Studies in China, 2004, 6(4):39-44.
- [16] 任海青,黄安民,刘君良,等. 杉木加工利用研究进展及建议[J]. 木材工业,2006,20(1):25-27.
- [17] 何洪城,刘小燕,胡伟,等. 国内外人工林深加工技术现状、问题及发展趋势[J]. 湖南林业科技,2004,31(6):56-62.
- [18] 柴宇博. 人工林木材密实化处理技术及性能评价[D]. 北京:中国林业科学研究院,2007.

(责任编辑 向琴)