

编者按:应用高新技术提升速生林木材的利用价值,是我国木材加工行业亟待解决的工程技术问题。依托林业公益性行业科研专项“速生林木材高效重组制造关键技术与示范”等项目,中国林科院木材工业研究所与相关企业产学研联合攻关,成功开发了高性能重组木制造技术,产品性能可控、结构可设计、规格可调整,实现了小材大用、劣材优用,在建筑、园林景观、包装和家具等领域应用前景广泛。

自2016年第3期起,本刊开辟专栏系列报道此项研究的技术成果,旨为企业开发新产品及技术改造升级提供支撑。

心、边材及重组木密度对辐射松重组木性能的影响

魏金光¹, 韦亚南¹, 张亚慧¹, 李长贵², 于文吉¹

(1. 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;

2. 山东省林业科学研究院, 山东济南 250014)

摘要:采用重组木制造新技术,分别以新西兰辐射松的心、边材为原料,制备不同密度的重组木。结果表明,重组木的耐水性和力学性能均随密度增加呈上升趋势,且密度影响显著;心、边材对重组木性能的影响较小。制备的重组木满足GB/T 20241-2006《单板层积材》中不同等级结构用材的力学性能要求。

关键词:辐射松;重组木;心边材;密度;性能

中图分类号:TS653 文献标识码:B 文章编号:1001-8654(2017)06-0043-03

Effect of Heartwood and Sapwood of *Pinus radiata* as well as Scrimber Density on Scrimber Properties

WEI Jin-guang¹, WEI Ya-nan¹, ZHANG Ya-hui¹, LI Chang-gui², YU Wen-ji¹

(1. Research Institute of Wood Industry, Chinese Academy of Forestry;

Key Laboratory of Wood Science and Technology of State Forestry Administration, Beijing 100091, China;

2. Shandong Academy of Forestry, Jinan 250014, Shandong, China)

Abstract: Scrimber samples with different density were made of heartwood and sapwood of Radiata pine (*Pinus radiata*) separately and performances of the scrimber were tested. The results showed that water resistance and mechanical properties of the scrimber were improved with increased density whereas heartwood and sapwood had little influence on properties. The tests showed that the properties of the scrimber samples could meet the requirements of the Chinese Standard GB/T 20241-2006.

Key words: *Pinus radiata*; scrimber; heartwood and sapwood; density; properties

收稿日期:2017-06-23;修改日期:2017-09-14

基金项目:山东省泰山产业领军人才工程高效生态农业创新类项目“速生林木材高效定向重组关键技术与产业化”(LJNY201602)。

作者简介:魏金光(1989—),男,中国林科院木材工业研究所博士研究生。

责任作者:于文吉,男,中国林科院木材工业研究所研究员,博士生导师。

辐射松(*Pinus radiata*)具有生长迅速,木纹通直,结构均匀,稳定性强等特点,是我国进口的主要原木树种之一。但该木材存在节疤多,松脂含量高,心边材材质差异大等缺点,不利于切削、胶合、涂饰等加工处理,限制了其高附加值利用^[1-2]。

新型重组木是一种以速生人工林木材为原料, 疏解单板为基本单元, 与酚醛树脂增强体胶合而成的重组材料, 可有效改善人工林木材材质松软、密度小、心边材材质差异大等缺陷, 充分发挥木材的天然特性, 提高板材的物理力学性能^[3-4]。

在以往研究的基础上^[5-7], 笔者以新西兰辐射松心、边材为原料, 采用高性能重组木制造技术, 制备不同密度的重组木, 并探究产品物理力学性能的变化, 旨为辐射松的高效利用提供技术支持。

1 材料与方法

1.1 试验材料

辐射松(*Pinus radiata*), 产自新西兰, 胸径 30~60 cm, 心材率约 25.81%;

酚醛树脂胶(PF): 外购, 固体含量 47.49%, 黏度 37 Pa·s (25 ℃), pH 值为 10.22, 水溶倍数 11.02, 游离醛 0.19%, 游离酚<1%。

1.2 仪器设备

无卡轴单板旋切机, 自制疏解机, 热压机, 万能力学试验机等。

1.3 试验设计

1) 心边材: 辐射松心、边材材质差异大, 因此本研究分别采用心材和边材制备重组木, 考察心边材对重组木性能的影响;

2) 密度: 根据前期研究^[8-9], 设计 3 个密度水平: 0.8、1.0、和 1.2 g/cm³, 考察密度对板材性能的影响。

1.4 制备工艺

1) 旋切、疏解: 旋切单板厚 6 mm, 进行疏解;
2) 浸胶、干燥: 疏解单板的含水率 8%左右; 调配胶黏剂的固体含量为 10%, 控制浸胶量为 13%; 浸胶单板二次干燥后的含水率为 8%~10%。

3) 铺装、组坯: 板材的幅面为 300 mm × 25 mm, 设计厚度为 12 mm; 单板沿长度方向手工平行铺装。

4) 热压成型: 将板坯送至 145 ℃的压机模具中, 加压至模具完全闭合, 采用厚度规控制板材厚度。

热压参数: 温度 145 ℃, 时间 1.0 min/mm, 保压时间 25 min; 通冷水降温至芯层温度低于 60 ℃时卸板。每个工艺条件压制 6 块试板。

1.4 性能检测

1) 耐水性能 参考 GB/T 30364-2013《重组竹

地板》, 参照文献 6, 测定吸水宽度膨胀率 (WSR)、吸水厚度膨胀率 (TSR) 和吸水率 (WAR)。

2) 力学性能 参照 GB/T 17657-2013《人造板及饰面人造板理化性能试验方法》, 测定静曲强度 (MOR) 和弹性模量 (MOE); 参照 GB/T 20241-2006《单板层积材》, 测定垂直加载水平剪切强度(HSS_⊥)。

以上每个项目取 6 个试件, 结果取平均值。

2 结果与讨论

2.1 重组木的耐水性能

用心、边材单板分别制备不同密度的重组木试样, 其耐水性测试结果见表 1; 方差分析结果见表 2。

表 1 重组木的耐水性能
Tab.1 Water resistance of scrimber samples

原料类别	密度/(g·cm ⁻³)	WSR/%	TSR/%	WAR/%
心材	0.80	5.18 (0.57)	30.64 (1.79)	75.41 (4.98)
	1.00	4.45 (0.19)	27.40 (2.22)	56.54 (7.64)
	1.20	4.50 (0.52)	25.11 (1.99)	31.08 (8.78)
边材	0.80	4.79 (0.37)	33.16 (3.35)	86.53 (5.21)
	1.00	4.70 (0.57)	30.49 (1.51)	59.95 (3.84)
	1.20	4.46 (0.74)	26.06 (1.78)	39.03 (4.29)

注: 括号中为标准差, 下同。

表 2 原料类别和密度对重组木耐水性能影响的方差分析
Tab.2 Variance of analysis of density, heartwood and sapwood on water resistance of scrimber samples

来源	因变量	平方和	自由度	均方	F 值	显著性
原料类别	WSR	0.035	1	0.035	0.127	0.724
	TSR	43.051	1	43.051	8.991	0.005
	WAR	504.875	1	504.875	13.733	0.001
密度	WSR	1.701	2	0.851	3.113	0.059
	TSR	239.732	2	119.866	25.035	0.000
	WAR	12 649.473	2	6 324.736	172.044	0.000

注: 显著性水平为 0.05, 下同。

由表 1、2 可知, 随着密度增加, 无论是心材还是边材制备的重组木, WSR、TSR 和 WAR 均呈下降趋势, 表明重组木的尺寸稳定性和耐水性能增强; 在 0.05 水平下, 密度对辐射松重组木的 TSR、WAR 影响显著。

在相同密度条件下, 心材制备重组木的 WSR、TSR 和 WAR 值均低于边材重组木, 说明心材重组木

的耐水性能优于边材重组木。这是因为辐射松心材的树脂含量相对较高^[10], 使其渗透性和吸水性低于边材。

在本试验范围内, 任意密度和心边材的条件下, 重组木的 TSR 均大于 WSR。

原因是重组木压制过程中, 单板厚度方向被压缩; 当重组木处于水热环境中时, 压缩变形恢复, 重组木吸水回弹, 宏观表现为板材吸水膨胀; 重组木厚度方向的吸水回弹大于宽度方向, 从而导致 TSR 远大于 WSR。

2.2 重组木的力学性能

辐射松重组木的力学性能测试结果, 如表 3 所示; 方差分析结果见表 4。

表 3 重组木的力学性能

Tab.3 Mechanical properties of scrimber samples

原料类别	密度/ (g·cm ⁻³)	MOR/ MPa	MOE/ GPa	HSS _⊥ / MPa
心材	0.80	102.60 (13.63)	13.65 (0.33)	12.21 (0.78)
	1.00	137.98 (10.27)	15.35 (0.60)	16.86 (0.78)
	1.20	173.56 (16.75)	17.76 (1.41)	20.70 (1.54)
边材	0.80	81.70 (11.17)	12.44 (0.47)	12.28 (1.63)
	1.00	134.38 (15.55)	16.74 (1.02)	15.73 (3.06)
	1.20	153.63 (23.16)	17.27 (0.65)	20.69 (1.85)
GB/T 20241-2006	180E	67.5		
	120E		12.0	
	65V-55H			6.5

表 4 原料类别和密度对重组木力学性能影响的方差分析

Tab.4 Variance of analysis of density, heartwood and sapwood on mechanical properties of scrimber samples

来源	因变量	平方和	自由度	均方	F 值	显著性
原料类别	MOR	1 973.284	1	1 973.284	8.704	0.006
	MOE	0.090	1	0.090	0.148	0.703
	HSS _⊥	1.126	1	1.126	0.368	0.548
密度	MOR	31 179.431	2	15 589.715	68.767	0.000
	MOE	124.472	2	62.236	102.054	0.000
	HSS _⊥	429.779	2	214.889	70.294	0.000

表 3、4 显示, 心、边材重组木的 MOR、MOE 和 HSS_⊥均随密度的增大而升高, 表明重组木力学性能增强; 密度对 3 个力学性能指标影响均显著。

在相同密度条件下, 心材重组木的 MOR、MOE 和 HSS 略高于边材; 而心、边材的材质仅对重组木的 MOR 影响显著, 缘于心、边材本身材质的差异。心材细胞紧密、实质密度大^[9], 故心材重组木的力学强度略高。

在本试验范围内, 心材和边材重组木的 MOR 和 HSS_⊥分别达到 GB/T 20241-2006 中结构用单板层积材最高级 180E 和 65V-55H 的要求, MOE 也能达到 120E 级的要求。说明采用新型重组木制造技术, 可以生产力学性能优异的辐射松重组木。

3 结论

1) 采用重组木制造新技术, 制备辐射松重组木的工艺可行, 重组木的力学性能满足 GB/T 20241-2006《单板层积材》不同等级结构用材的要求。

2) 本试验范围内, 随着密度增加, 分别用心、边材制备重组木的耐水性能明显改善, 力学性能显著提高; 而相同密度条件下, 心材重组木的物理力学性能优于边材重组木。

3) 实际生产中, 可先考虑板材成本和应用场合选择合适的重组木密度, 再考虑心边材材质的影响。

参考文献:

[1] 涂登云, 江宁, 李春, 等. 辐射松板材加速干燥工艺对材性的影响[J]. 林产工业, 2004, 31(2): 35-37.

[2] 王启华, 李凯夫, 李鹏. 辐射松单板脱脂工艺研究[J]. 木材加工机械, 2008, 19(3): 11-13.

[3] 张亚梅, 余养伦, 李长贵, 等. 速生轻质木材制备高性能重组木的适应性研究[J]. 木材工业, 2016, 30(3): 41-44.

[4] 张亚梅, 李长贵, 余养伦, 等. 中等密度木材制备高性能重组木的适应性[J]. 木材工业, 2016, 30(4): 36-38.

[5] 张亚慧, 张亚梅, 任丁华, 等. 高性能重组木制造工艺对其性能的影响[J]. 木材工业, 2016, 30(5): 31-34.

[6] 梁艳君, 张亚慧, 马红霞, 等. 户外用杨木重组木的制备工艺与性能评价[J]. 木材工业, 2017, 31(2): 49-52.

[7] 张亚慧, 韦亚南, 于文吉. 疏解单板厚度对杨木重组木性能的影响[J]. 木材工业, 2017, 31(1): 46-49.

[8] 张亚梅, 张亚慧, 于文吉. 密度对轻软木材制备重组木性能影响的研究[J]. 中国人造板, 2016, 23(4): 10-13.

[9] 余养伦, 周月, 于文吉. 密度对桉树纤维化单板重组木性能的影响[J]. 木材工业, 2013, 27(6): 5-8.

[10] 刘一星, 赵广杰. 木质资源材料学[M]. 北京: 中国林业出版社, 2004.

(责任编辑 孟凡丹、向 琴)