

四种桉树木材实木胶合性能研究

张玉萍, 傅峰

(中国林科院木材工业研究所, 北京 100091)

摘要: 从单位压力和涂胶量着手,初步研究了 4 种桉树的实木胶合性能。结果表明:柠檬桉和窿缘桉密度高,属难胶合材,在本试验中单位压力和涂胶量对其胶合性能影响不显著,剪切强度变异性大,木破率低;巨桉和尾巨桉的密度较低,胶合性能较好,单位压力和涂胶量对其胶合性能影响显著。

关键词: 桉树木材; 胶合; 胶合性能

中图分类号: TS6 文献标识码: A 文章编号: 1001-8654(2007)01-0024-03

Research on the Gluability of Four Plantation Grown *Eucalyptus* Species

ZHANG Yu-ping, FU Feng

(Research Institute of Wood Industry, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China)

Abstract: This paper analyzed and tested the gluability of glued laminated lumber by four plantation grown *Eucalyptus* species focusing on gluing pressure and adhesive consumption. The results showed that two high density species of *Eucalyptus* (*E. citriodora* and *E. exserta*) have poor bonding performance with lower wood failure. The other two *Eucalyptus* species (*E. grandis* and *E. urophylla* × *E. grandis*) with lower density showed better performance.

Key words: *Eucalyptus*; adhesive consumption; gluability

桉树是我国三大速生丰产树种之一,种植面积达 170 万 hm^2 ,主要分布于广东、广西、海南、云南等地。桉树木材结构致密、纹理美观、材色为红色或深粉红色,在澳大利亚、南非和巴西等地,一直是高档家具和建筑装修的首选木材^[1]。我国桉树木材以幼龄材为主,树节多,边材利用率低,且含有脆心材,强度低;多附物纹孔和抽提物,渗透性差,目前主要用作纸浆材、木片、纤维板生产等纤维用材,以及经防腐处理后用作电线杆、枕木、桥梁等,其应用领域较窄。

集成材是小径级材实木利用的主要方式,结合我国集成材市场需求,发展桉树集成材可扩大其应用范围,提高利用率。实木胶合性能是桉树集成材生产和质量的关键,而木材密度、解剖特征、化学特征以及加

工性能等是影响胶合性能的重要因子^[2],因此,笔者主要研究了不同密度范围的 4 种常见桉树木材的实木胶合性能,以为桉树集成材生产提供参考。

1 材料与方法

1.1 试材

窿缘桉 (*Eucalyptus exserta*)、柠檬桉 (*E. citriodora*)、巨桉 (*E. grandis*) 和尾巨桉 (*E. urophylla* × *E. grandis*) 采自广西南宁东门林场,树龄 20 年。试材的气干含水率依次是: 8.0%、8.0%、7.8%、7.8%,密度为 0.942、0.946、0.641、0.594 g/cm^3 。根据压机压板尺寸,将试件加工成长 × 宽 × 厚 = 250 mm × 60 mm × 15 mm 的木条。

1.2 胶黏剂

选用集成材常用的水性高分子异氰酸酯胶黏剂 (Aqueous Polymer Isocyanate, API),主剂黏度为 6 750 $\text{mPa} \cdot \text{s}$ (27 $^{\circ}\text{C}$)、固体含量 53%、pH 值 7.5;交联剂黏度为 220 $\text{mPa} \cdot \text{s}$ (25 $^{\circ}\text{C}$)。胶合前,将主剂与

收稿日期: 2006-01-16; 修改稿: 2006-12-26

基金项目: ITTO 项目“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”(PD 69/101)子项目之一。

作者简介: 张玉萍 (1980—), 女, 中国林科院木材工业研究所硕士研究生。

通讯作者: 傅峰, 男, 中国林科院木材工业研究所研究员, 博士生导师。

交联剂按 100 : 15 的质量比混合调制,单面涂胶。

1.3 胶合工艺

胶合时的涂胶量、单位压力、加压时间、压板温度等是影响木材胶合性能的主要因素^[2],因 API 为冷压胶合,固化时间在 35~50 min。因此,本试验只考察涂胶量和单位压力 2 个因子。其中,涂胶量设计取 3 个水平,即 150、200、300 g/m²。单位压力取 3 个水平:高密度的柠檬桉、窿缘桉为 2.0、2.5、3.0 MPa;巨桉和尾巨桉为 1.5、2.0 和 2.5 MPa。压机选用 G-12 型小型压板机,加压时间为 50 min,室温 25 ℃。

1.4 性能检测

参照日本建筑用集成材标准(JAS SE00-11)检测桉树的胶合剪切强度和木破率。检测设备为 AL-50KNB 型万能力学试验机,加载速度为 0.8 mm/min。

2 结果与讨论

4 种桉树木材在不同胶合条件下的性能检测结果见表 1。

表 1 4 种桉树木材的胶合剪切强度和木破率值
Tab.1 Shear strength and wood failure of four *Eucalyptus* species

树 种	涂胶量/ (g · m ⁻²)	单位压 力/MPa	剪切强 度* /MPa	木破 率* /%
柠 檬 桉	150	2.0	18.76/2.96	11/5
		2.5	17.24/2.17	6/6
		3.0	17.12/2.51	8/6
	200	2.0	16.61/2.42	8/4
		2.5	17.32/2.84	6/6
		3.0	17.79/2.40	8/7
	300	2.0	18.16/3.05	8/6
		2.5	15.49/2.28	11/8
		3.0	17.08/1.99	5/3
窿 缘 桉	150	2.0	19.20/2.23	10/7
		2.5	18.20/0.81	10/5
		3.0	17.82/2.00	10/9
	200	2.0	18.39/2.59	5/3
		2.5	14.90/2.19	4/3
		3.0	18.96/3.03	9/6
	300	2.0	18.89/1.19	7/6
		2.5	18.96/2.05	7/7
		3.0	16.17/1.70	5/3
巨 桉	150	1.5	14.78/1.37	89/14
		2.0	17.03/1.94	94/8
		2.5	14.01/1.36	95/7
	200	1.5	15.40/1.44	82/12
		2.0	15.12/2.54	92/7
		2.5	15.93/1.45	99/3
	300	1.5	17.61/1.68	94/7
		2.0	18.27/2.51	96/9
		2.5	17.20/2.82	96/5

续表				
树 种	涂胶量/ (g · m ⁻²)	单位压 力/MPa	剪切强 度* /MPa	木破 率* /%
尾 巨 桉	150	1.5	16.23/1.42	88/13
		2.0	18.03/2.13	94/7
		2.5	15.63/1.54	90/10
	200	1.5	17.03/2.08	100/1
		2.0	14.15/1.25	97/12
		2.5	17.34/1.49	99/3
	300	1.5	18.77/2.30	95/9
		2.0	18.43/2.04	96/6
		2.5	17.48/2.38	91/10

注 1: * 每组数据按“平均值/标准差”排列;
注 2: 表中数据检测样本数为 12。

2.1 四种桉树木材胶合性能差异分析

试验分析采用 Mat/ab 系统聚类方法,为避免量纲对分析结果的影响,采用马氏距离计算样本间距离,并用最短距离法对相同胶合条件(单位压力为 2.0 和 2.5 MPa)下的 4 种木材胶合性能进行了聚类分析,结果见表 2。Cophnetic 相关系数可判断原始数据与聚类分类结构的拟合程度。从表 2 可知,密度较高的柠檬桉和窿缘桉聚为一类,密度较低的巨桉和尾巨桉聚为一类。4 种桉树聚类的相关系数为 0.99,接近于 1,表明数据与分类结构的拟合程度高,此分类方法合理、有效。

表 2 4 种桉树木材胶合性能的马氏距离
Tab.2 The Mahalanobis distance between the four *Eucalyptus* species

树 种	柠檬桉	窿缘桉	巨 桉	尾巨桉
柠檬桉	0.00	5.98	7.66	7.26
窿缘桉	5.98	0.00	7.65	7.56
巨 桉	7.66	7.65	0.00	5.00
尾巨桉	7.26	7.56	5.00	0.00

结合表 1 可知,柠檬桉和窿缘桉胶合性能差,表现为木破率低、胶合强度变异性大,分析原因为:1) 2 种木材密度高达 0.94 g/cm³ 以上,而高密度木材胶合困难^[3];2) 2 种木材均含较多抽提物和附物纹孔,影响胶黏剂的固化和渗透,胶合破坏多为内聚破坏,木破率低^[2,4];3) 2 种木材硬度高、脆性大、纹理扭曲,难加工成光滑胶合面,且胶合面木材细胞损失严重,形成了弱界面层(Mechanical weak boundary layer,MWBL)^[5],使胶合强度降低;4) 桉树木材变异性大,心、边材差异大,造成相同胶合条件下同种木材的胶合剪切强度、木破率等性能变异大。而巨桉与尾巨桉木材密度都在 0.60 g/cm³ 左右,属中等密度木材,胶合较容易,胶合性能相近,另聚为一类。

2.2 桉树木材的胶合特征

2.2.1 高密度桉树木材 对柠檬桉和窿缘桉的剪切强度和木破率值进行方差分析(表 3),发现单位压力和涂胶量 2 因子对其胶合性能影响不显著。从表 3 可知,这 2 种桉树木材的剪切强度在 16~19 MPa 之间,木破率均<10%,且试验表明,调整单位压力和涂胶量并不能有效地改善其胶合性能。

目前有研究指出,对高密度木材的胶合面可采用涂刷丙酮、苯醇和 1%浓度 NaOH 等溶液,或胶合前砂光或轻微刨光胶合面等方法,降低或去除木材抽提物对胶合性能的影响^[4];也有用等离子体(plasma treatment)、电晕技术(corona treatment)和火焰离子化技术(flame ionization)等处理胶合面,改善木材表面的润湿性能^[3];用激光烧蚀技术(laser ablation)处理胶合面,可改善加工时受损的表层细胞,提高胶合强度^[5]。

表 3 胶合因子对高密度桉树木材胶合性能的影响

Tab. 3 Relationship between gluing factors and gluability of high density *Eucalyptus*

胶合因子		柠檬桉		窿缘桉	
		剪切强度/MPa	木破率/%	剪切强度/MPa	木破率/%
单位压力/MPa	2.0	17.84A	9A	18.83A	7A
	2.5	16.68A	8A	17.35B	7A
	3.0	17.33A	7A	17.65B	8A
涂胶量/(g·m ⁻²)	150	17.70A	9A	18.00A	9A
	200	17.24A	7A	18.40A	6B
	300	16.90A	8A	17.42A	6B

注:表中相同字母表示在 $\alpha=0.05$ 水平下,统计聚类上无差别,不同字母表示统计聚类上有差别。表 4 同。

2.2.2 低密度桉树木材 方差分析发现,单位压力和涂胶量可显著影响巨桉和尾巨桉的胶合性能。从表 4 可知,2 种木材胶合剪切强度较高,木破率在 85%~100%;单位压力的 3 个水平间,巨桉的剪切强度差异不显著,尾巨桉在 2.5 MPa 时的剪切强度较其他 2 个水平要低;涂胶量的 3 水平间有显著差异,其中巨桉胶合时 300 g/m² 的剪切强度高于另外 2 水平,尾巨桉胶合时,200、300 g/m² 间的剪切强度差异不显著,300 g/m² 明显比 150 g/m² 时的要高。由此可知,优化单位压力和涂胶量,可改善 2 种木材的胶合性能。

表 4 胶合因子对低密度桉树木材胶合性能的影响

Tab. 4 Relationship between gluing factors and gluability of low density *Eucalyptus*

因子		巨桉		尾巨桉	
		剪切强度/MPa	木破率/%	剪切强度/MPa	木破率/%
单位压力/MPa	1.5	17.34A	94A	15.93AB	88B
	2.0	16.87A	96A	16.81A	94A
	2.5	16.81A	93A	15.71B	97A
涂胶量/(g·m ⁻²)	150	16.63B	90B	15.27B	93A
	200	16.17B	98A	15.48AB	91A
	300	18.23A	94B	17.69A	95A

3 结论与建议

高密度的柠檬桉和窿缘桉木材胶合较困难,木破率低,胶合剪切强度和木破率变异性较大,单位压力和涂胶量对其胶合性能影响不显著。密度略低的尾巨桉和巨桉胶合性能较好,剪切强度和木破率较高,单位压力和涂胶量对其胶合性能影响显著。

建议高密度桉树木材胶合时,应对胶合面进行处理,如砂光或轻微刨光,或化学处理等方法来降低抽提物的影响;优化刀具参数,或采用激光烧蚀技术等方法,来降低弱界面层。对于胶合密度较低的桉树木材,应优化胶合工艺,既保证胶合性能又降低成本,实现桉树木材的增值利用。

致谢:本文得到了中国林科院副研究员彭立民、国家人造板质量监督检验中心付跃进副主任、日本森林综合研究所家中井孝、日本东京大学池田敦的帮助和指导,在此一并致谢。

参考文献:

[1] 殷亚方,姜笑梅,吕建雄,等.我国桉树人工林资源和木材利用现状[J].木材工业,2001,15(5):3-5.

[2] Sellers T J,Mcswen J R,Neam W T. Gluing of eastern hardwood: a review[R]. General Technical Report SO-71, Southern Forest Experiment Station, Forest Service, U S Department of Agriculture,1988:30.

[3] 张玉萍,傅峰.人工林难胶合木材研究进展[J].木材工业,2005,19(6):4-7.

[4] Hse C Y,Kuo M L. Influence of extractives on wood gluing and finishing: A review[J]. Forest Products Journal,1988,38(1):52-56.

[5] Stehr M, Johansson I. Weak boundary layers on wood surfaces [J]. Journal of Adhesion Science and Technology,2000,14(10): 1211-1224.

(责任编辑 姜征)