

应用技术

胶合工艺对桉/杨I类胶合板胶合强度的影响

姚利宏^{1,3}, 王喜明¹, 费本华^{2,3}, 赵荣军²

(1. 内蒙古农业大学材料科学与艺术设计学院, 内蒙古呼和浩特 010018;

2. 中国林业科学研究院木材工业研究所, 北京 100091; 3. 国家林业局北京林业机械研究所, 北京 100029)

摘要: 桉树和杨树是种植广泛的人工林树种之一, 利用其制造结构胶合板意义重大。通过测定不同热压温度、时间、压力和涂胶量条件下, 桉杨混合组坯结构胶合板的胶合强度, 发现4个因子对胶合板的胶合强度均影响显著。本试验范围内, 较优胶合工艺参数为: 热压温度 145℃、时间 1.5 min/mm、压力 0.8 MPa、涂胶量 320 g/m²。

关键词: 桉树; 杨树; 结构胶合板; 胶合工艺; 胶合强度

中图分类号: S792; TS653.3

文献标识码: B

文章编号: 1001-8654(2008)06-0034-Q3

Performance of Plywood Made from Eucalyptus/Poplar

YAO Li-hong^{1,3}, WANG Xi-ming¹, FEI Ben-hua^{2,3}, ZHAO Rong-jun²

(1. College of Material Science and Art Design, Inner Mongolia Agriculture University, Huhhot 010018, Inner Mongolia, China;

2. Research Institute of Wood Industry, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China;

3. Beijing Forestry Machinery Research Institute of State Forestry Administration, Beijing 100029, China)

Abstract: Eucalyptus and poplar plantations, over 4.8×10^6 hm², play a very import role in the raw material supply chain in China's wood panel industry. A literature search found that research on utilizing these fast growing trees to manufacture structural plywood was limited. In this study, the authors investigated the effect of selected processing factors (pressing temperature, pressing time, pressing pressure, and adhesive usage) on the bonding strength of structural plywood panels made from mixed Eucalyptus/poplar veneer. The results showed that all the selected parameters affected significantly on the bonding strength. The optimal processing parameters for producing eucalyptus/poplar plywood panels in this study were: hot pressing temperature = 135℃, pressing time = 1.5 min/mm, pressing pressure = 0.8 MPa, and adhesive usage = 320 g/m².

Key words: eucalyptus; poplar; structural plywood; bond technology; bonding strength

自建设部和国家质量监督检验检疫总局联合发布 GB 50206-2002《木结构工程施工质量验收规范》和 GB 50005-2003《木结构设计规范》以来, 用于轻型木结构房屋楼面、屋顶板和墙面板的结构胶合板需求量明显增加, 在工字形或箱形胶合梁的腹板等受力构件的制造中, 结构胶合板的用量也呈增长趋势。开发与利用人工林木材制造结构胶合板, 是我国木结构

建筑发展的重要资源保证。

在我国森林资源总量中, 杨树人工用材林面积为 309.35 万 hm², 蓄积量达到 19 331 万 m³[1]。5~6 年速生杨的直径可达 30 cm 以上, 可用来旋切制成单板, 是良好的胶合板用材[2]。桉树种植面积达 170 万 hm²[3], 其根部径级较大, 也适合生产单板。但这些木材均存在材质松软、密度低、工艺性能差等弱点, 杨木表现得更加突出[4]。

为了充分利用我国的人工林桉木和杨木资源, 笔者尝试用桉杨单板混合组坯, 制造建筑用 I 类胶合板, 并对其胶合强度进行测定, 旨在考察胶合工艺条件对其胶合强度的影响, 为进一步的试验提供基础数

收稿日期: 2008-03-30; 修改日期: 2008-10-16

基金项目: 林业科学技术推广项目“结构用竹木层积复合材料应用技术推广”(2006-103)。

作者简介: 姚利宏(1982—), 男, 内蒙古农业大学博士研究生。

通讯作者: 费本华, 男, 国家林业局北京林业机械研究所研究员, 博士生导师。

据,为提高人工林木材资源的利用率和产品附加值开辟新径。

1 材料和方法

1.1 材料及设备

1) 材料

毛白杨(*Populus tomentosa*),产于内蒙古,树龄 20 年,单板厚度分为 1.8 mm 和 3.0 mm 2 种规格。

尾叶桉(*Eucalyptus urophylla*),产于广东湛江,树龄 10 年,单板厚度为 1.5 mm。

2 种单板的含水率为 6%~9%,幅面为 500 mm × 500 mm,均由中集广东新会集装箱地板厂提供。

酚醛(PF)树脂胶,力达胶黏剂有限公司提供,固体含量 48%~51%,黏度 200~220 mPa · s, pH = 12.3~12.4。

2) 设备 TA-65-1WH16W 型热压机、万能力学试验机等。

1.2 方法及检测

参照胶合板生产常规工艺参数^[5-6],本试验选择 4 项因素及水平列于表 1。按照 $L_9(3^4)$ 正交试验,压制 7 层结构的桉杨混合结构胶合板。

板坯结构:表背层(1、7 层)为杨木单板(1.8 mm),次表背层(2、6 层)为桉木单板(1.5 mm),芯层(3、4、5 层)为杨木单板(3.0 mm)。

表 1 试验因素与水平

Tab. 1 Selected processing parameters and their levels

因素	水平		
A 热压温度/℃	125	135	145
B 热压时间/(min · mm ⁻¹)	1.0	1.5	2.0
C 压力/MPa	0.8	1.2	1.6
D 单板涂胶量/(g · m ⁻²)	260	320	380

我国目前尚无木结构胶合板的测试标准,因此,本试验参照 GB/T 9846-2004《胶合板》和 GB/T 17657-1999《人造板及饰面人造板理化性能试验方法》中,I 类胶合板的测试要求,检测试板胶合强度。

2 结果与分析

按表 1 设置的的工艺参数进行胶合试验,试板热压成型后放置 24 h 取样。每组条件 6 个试件,胶合强度检测结果取组平均值,测试结果列于表 2,并建立方差分析模型,用 SAS 软件对胶合强度进行方差分析, R^2 为 0.87,胶合强度均值 1.74 MPa。分析结果如表 3 所示。

表 2 板材的胶合强度及木破率检测结果

Tab. 2 Bonding strength and percentage of wood failure

试验组号	胶合强度 均值 / MPa	木破 率 / %	试验组号	胶合强度 均值 / MPa	木破 率 / %
1	1.41	88	6	1.94	90
2	1.49	55	7	2.23	67
3	1.18	68	8	2.19	100
4	1.57	57	9	1.72	100
5	2.05	64	国标规定值	>0.7	

注:第 3、6 组部分试件槽口折断;第 7 组部分试件表板撕裂、槽口折断。

表 3 板材胶合强度的方差分析结果

Tab. 3 Analysis of variance on the processing parameters

来源	自由度	方差 平方和	均方值	F 值	显著 水平
模型	8	3.32	0.41	15.12	<0.000 1
A	2	2.14	1.07	38.96	<0.000 1
B	2	0.38	0.19	6.93	0.005 9
C	2	0.43	0.22	7.86	0.003 5
D	2	0.37	0.18	6.73	0.006 6
误差	18	0.49	0.03		
校正 总变异	26	3.81			

注:概率低于 0.05 为显著(以下同)。

从表 3 可看出,所建立的方差分析模型显著水平达 0.000 1;其中,热压温度显著水平 0.000 1;热压时间、热压压力和单板涂胶量的显著水平达 0.01。说明所选择的 4 个因子对胶合板胶合强度的影响极显著。

2.1 热压温度的影响

从表 4 可见,热压温度对胶合强度影响为极其显著,在 145 ℃ 时胶合强度达到最高。主要因为,此时的温度适宜 PF 胶的固化,反之,易导致胶黏剂固化不完全^[7]。因此,本试验确定,热压温度参数为 145 ℃。

表 4 热压温度对胶合板胶合强度的影响

Tab. 4 Analysis of variance of hot pressing temperature

热压温度 / ℃	多重区 组检验	胶合强度 均值 / MPa	标准差
145	A	2.04	0.29
135	B	1.81	0.27
125	C	1.36	0.23

2.2 热压时间的影响

从表 5 可见,热压时间对胶合强度的影响为显著,以 1.5 min/mm 时胶合效果最好。时间过长不仅增加木材压缩率,提高生产成本,浪费原料,同时易导致胶黏剂固化过度,反而降低胶合强度。

表 5 热压时间对胶合板胶合强度的影响
Tab. 5 Analysis of variance of pressing time

热压时间/ (min·mm ⁻¹)	多重区 组检验	胶合强度 均值/MPa	标准差
1.0	B	1.70	0.41
1.5	A	1.90	0.33
2.0	B	1.62	0.40

2.3 热压压力的影响

表 6 显示,热压压力对胶合强度的影响为显著。杨木材质松软,压力过大时,木材的细胞形态易被破坏,木材的利用率降低,生产成本增加。本试验范围内,当热压压力为 0.8 MPa 时,胶合板的强度已远高于标准的规定值,故确定热压压力为 0.8 MPa。

表 6 热压压力对胶合板胶合强度的影响
Tab. 6 Analysis of variance of pressing pressure

热压压力/ MPa	多重区 组检验	胶合强度 均值/MPa	标准差
0.8	A	1.83	0.35
1.2	C	1.56	0.17
1.6	B	1.82	0.52

2.4 单板涂胶量的影响

从表 7 中可见,单板涂胶量对胶合强度影响为显著,主要是单板的表面质量(如粗糙度、裂隙度)影响耗胶量。涂胶量为 320 g/m² 时,板材的胶合强度达到最高。继续加大涂胶量,对提高胶合强度的作用并不明显,且增加生产成本和板材的甲醛释放量。故本试验确定,单板涂胶量为 320 g/m²。

表 7 涂胶量对胶合板胶合强度的影响
Tab. 7 Analysis of variance of adhesive consumption

涂胶量/ (g·m ⁻²)	多重区 组检验	胶合强度 均/MPa	标准差
260	B	1.72	0.33
320	A	1.89	0.30
380	C	1.60	0.48

2.5 验证试验

依照前述试验中胶合板胶合强度达到最高时,所对应的热压工艺参数,按照相同的组坯方式,平行压制 3 张桉杨混合结构的胶合板。在每张板材中,随机抽取 3 个试样,参照 GB/T 17657-1999 中 I 类胶合板的要求进行测定。结果显示:胶合板的胶合强度平均值为 1.63 MPa,远远超过国标规定的 0.7 MPa。

3 结论

- 1) 热压温度,热压时间、热压压力和单板涂胶量 4 个因子,均对桉杨混合结构胶合板的胶合强度影响显著。
- 2) 按本试验确定的热压工艺参数:温度 145 ℃,时间 1.5 min/mm,压力 0.8 MPa,单板涂胶量 320 g/m²,压制的桉杨混合结构胶合板,其胶合强度满足国标中 I 类胶合板的要求。

参考文献:

[1] 吴盛富. 我国杨木资源与胶合板工业展望[J]. 中国人造板, 2008,15(3):24-28.

[2] 姚利宏,王喜明,费本华,等. 结构胶合板在木结构中的应用和发展[C]. 中国林学会木材科学分会第十一次学术研讨会论文集,昆明,2006:655-659.

[3] 张玉萍,傅峰. 四种桉树木材实木胶合性能研究[J]. 木材工业, 2007,21(1):24-26.

[4] 刘君良,江泽慧,孙家杰. 酚醛树脂处理杨树木材物理力学性能测试[J]. 林业科学,2002,38(4):76-80.

[5] 赵荣军,费本华,王喜明,等. 混凝土模板用桉木胶合板制造工艺及性能指标[J]. 林产工业,2003,30(5):42-44.

[6] 李凯夫,李晓增,彭万喜,等. 尾巨桉材 I 类胶合板制造技术的研究[J]. 木材加工机械,2005(6):15-20.

(责任编辑 姜征)

(上接第 33 页)

参考文献:

[1] 刘忠传,张彬渊,吴智慧. 弯曲胶合技术在家具生产中的应用[J]. 林产工业,1989(3):25-28.

[2] 吴智慧. 高频加热应用于木材弯曲胶合工艺的研究[J]. 南京林业大学学报,1990,14(1):80-84.

[3] 吴智慧. 木材高频胶合的工艺技术和设备[J]. 建筑人造板, 1989(1):27-30.

[4] 吴智慧. 高频加热弯曲胶合新工艺[J]. 林业科技开发,1989 (3):21-24.

[5] Furuno T, Wu Z H. Analyses of thickness uniformity of curved laminated veneer lumber for use in furniture [C]. Proceedings of international inference on effective utilization of plantation timber, Taiwan,1999:15-21.

[6] Wu Z H, Furuno T. Analyses of shape stability and deformation behavior of curved laminated veneer lumber for use in furniture [C]. Proceedings of international conference on effective utilization of plantation timber, Taiwan,1999:26-33.

(责任编辑 姜征)