

研究简报

玻璃纤维布强化杨木胶合板模板研究

贺微粒¹, 焦健¹, 彭立民², 周宇², 王金林²

(1. 湖南工业大学包装设计艺术学院, 湖南株洲 412000;

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: 采用浸胶玻璃纤维布强化方法制造杨木胶合板模板。以杨木胶合板模板的弹性模量为指标, 分析玻璃纤维布浸胶量、偶联剂用量、玻璃纤维布上下面板涂胶量等的影响。在试验确定的优化工艺条件下, 模板的纵、横向弹性模量和纵、横向静曲强度分别提高 23.6%、35.4%、24.5% 和 65.3%。

关键词: 杨木; 胶合板模板; 玻璃纤维布; 强化; 弹性模量

中图分类号: TS653.3 **文献标识码:** B **文章编号:** 1001-8654(2007)02-0013-03

A Study on Glass-fiber Cloth Reinforced Poplar Plywood for Concrete Forms

HE Wei-li¹, JIAO Jian¹, PENG Li-min², ZHUO Yu², WANG Jin-lin²

(1. College of Packaging Design & Art, Zhuzhou Institute of Technology, Zhuzhou 412000, Hunan, China;

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

Key Lab of Wood Science and Technology of State Forestry Administration, Beijing 100091, China)

Abstract: Poplar (*Populus deltoides*) veneers were used to make plywood for concrete forms. With the modulus of elasticity as an index, the effects of glass-fiber cloth, with the following conditions, were studied: various resin contents, addition of a silicone coupling agent, and resin spread at the interface between the veneer and the glass-fiber cloth. Under the optimum parameters obtained from the experimental results, the MOE_{//}, MOE_⊥, MOR_{//} and MOR_⊥ were improved by 23.6%, 35.4%, 24.5% and 65.3%, respectively.

Key words: Poplar; plywood for concrete form; glass-fiber cloth; reinforcement; MOE

随着我国天然林保护工程的实施, 可利用的天然林资源逐步减少, 开发和利用人工林木材已成必然。杨木是我国人工林主要造林和产材树种之一, 据不完全统计, 自 20 世纪 60 年代以来, 杨树营造面积已达 600 多万 hm²。目前, 我国建筑工程中每年需要的模板量大。在一些发达国家, 胶合板模板占模板总用量的 50% 以上, 无论国内还是国外, 胶合板一致被认为是一种优良的建筑模板材料。

我国杨木资源丰富, 且市场对胶合板模板的需要量大, 为进一步提高杨木的利用价值, 本试验以杨木为原材料, 采用玻璃纤维布强化的方法制造杨木胶合板模板, 旨在提高杨木胶合板模板的力学性能, 提升

其应用质量。

1 试验材料和方法

1.1 材料

- 1) 玻璃纤维布 厚度 0.06 mm, 外购;
- 2) 有机硅烷偶联剂 型号 KH-550, 名称 α -氨基丙基三甲氧基硅烷;
- 3) 杨木(*Populus deltoides*) 单板 产地湖南汉寿, 3 种厚度分别为: 0.716、1.002、1.782 mm;
- 4) 酚醛胶 试验室自制, 有浸渍玻璃纤维布用和涂刷单板用 2 种胶。① 浸渍用胶指标: 固体含量 50.79%, 黏度(涂 4 杯, 25℃) 40 s, pH 值 10, 游离酚 0.20%, 贮存期(20℃) 10 天; ② 涂刷用胶指标: 固体含量 46.81%, 黏度(涂 4 杯, 25℃) 120 s, pH 值 10, 游离酚 0.11%, 贮存期(20℃) 10 天。

收稿日期: 2006-04-12; 修改稿: 2007-03-12

作者简介: 贺微粒(1964—), 男, 湖南工业大学副研究员。

1.2 方法

1.2.1 工艺因子参数探索试验 主要考察玻璃纤维布浸胶量、偶联剂用量、玻璃纤维布上、下单板涂胶量等工艺因子的影响。根据相关理论^[1]以及杨木的 $E_{//} : E_{\perp} = 25 : 1$ ^[2]可知,胶合板模板弹性模量(MOE)主要决定于单板的纵向弹性模量,而纵、横交错的胶合板模板组坯方式,在纵、横断面上的应力分布非线性,所以试验采用 LVL 的组坯方式,即全部单板纵向平行排列,以杨木 LVL 的纵向弹性模量为考察指标,确定因子的优化参数^[1]。

由于多个因子试验的数据为平行比较分析,所以在这些试验中,均采用厚度 1.002 mm 的单板制造 LVL,板坯 7 层结构(含 2 层玻璃纤维布),幅面 300 mm×300 mm,目标厚度为 4 mm,由厚度规控制,压缩率 20%;组坯方法:浸过胶的玻璃纤维布,对称地置于第 1、2 层单板之间和第 4、5 层单板之间。参考相关文献确定其他工艺参数为:涂胶量 250 g/m²(双面),热压时间 1 min/mm,热压温度 170 ℃,热压曲线见图 1^[2]。

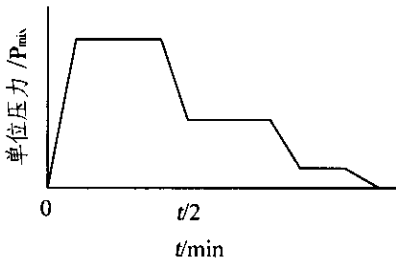


图1 热压曲线
Fig. 1 Hot pressing curve

1) 玻璃纤维布的浸胶量 浸渍用 PF 胶液稀释到质量分数为 20%,将玻璃纤维布裁成 5 cm×5 cm 的大小,准确称取其质量(m_0),每 4 块一组浸入胶中,浸渍时间为:10、20、30、60、90 min。取出后在(100±2) ℃下烘干数小时,使胶完全固化,再称其质量(m_1)。通过浸胶前后的质量差与 m_0 的比值计算浸胶量。

2) 分析偶联剂的用量 偶联剂用量(偶联剂溶液质量与胶的固体含量之比)分别为:0、0.5%、1%、1.5%、2%、3%。每一种条件下重复 2 次试验,按 GB/T 17656-1999《混凝土模板用胶合板》要求,检测试板的 MOE 与 MOR 值,结果取平均值。

3) 玻璃纤维布上下面单板的涂胶量 选择涂胶量(单面)为 80、120、160、200、240 g/m² 进行研究。每一种条件下重复 3 次试验,测试结果取平均值。

1.2.2 优化参数验证制板试验 根据上述试验得到的较优工艺参数压制模板。模板目标厚度 12 mm,采用厚度 1.782 和 0.716 mm 的 2 种单板(其中厚度 0.716 mm 的单板作为中心层,以使板坯压缩率为 20%);以纵横交错的方式组坯,具体见表 1,同时进行比较有无玻璃纤维布对胶合板模板性能的影响;其他工艺参数的设置同前工艺因子参数试验^[2]。按 GB/T 17656-1999 检测板材性能,测试指标:纵、横向弹性模量,纵、横向静曲强度,中层、表层和底层单板的剪切强度,含水率等。

表1 组坯方式
Tab. 1 Lay-up of veneer

组坯方式	I (有玻璃布)		II (无玻璃布)	
	层数	单板厚度/mm	层数	单板厚度/mm
单板//	1	1.782	1	1.782
玻璃布	2		无	
单板⊥	3	1.782	2	1.782
单板//	4	1.782	3	1.782
单板⊥	5	1.782	4	1.782
单板//	6	0.716	5	0.716
单板⊥	7	1.782	6	1.782
单板//	8	1.782	7	1.782
单板⊥	9	1.782	8	1.782
玻璃布	10		无	
单板//	11	1.782	9	1.782

2 试验结果与讨论

2.1 工艺因子参数探索试验

2.1.1 玻璃纤维布浸胶量 玻璃纤维布浸胶量随浸胶时间的变化如表 2 所示。从表 2 中可以看出,20 min 之后玻璃纤维布浸胶量上升比较缓慢,所以取玻璃纤维布浸胶量 20.7%。

表2 浸胶量与浸胶时间的关系
Tab. 2 Relationship between resin content and immersion time

浸胶时间/min	10	20	30	60	90
浸胶量/%	15.3	20.7	24.3	26.1	31.5

2.1.2 偶联剂用量 根据表 3 中的 MOE_{//} 的值作图 2,从图中可以看出,偶联剂用量小于 1%时,试板的 MOE_{//} 值上升较快;在偶联剂用量大于 1%后,MOE_{//} 值上升缓慢,所以取最佳的偶联剂用量为 1%。

2.1.3 玻璃纤维布上下面单板涂胶量 不同涂胶量下压制的 LVL 的 MOR、MOE 性能检测结果见表 4。根据表 4 中的 MOE_{//} 值作图 3,从图中可以看出:在涂胶量低于 160 g/m² 时,MOE_{//} 值变化较大;在涂胶量高于 160 g/m² 后,MOE_{//} 值变化趋缓,所以取最佳涂胶量为 160 g/m²。

表 3 偶联剂用量对试板性能的影响

Tab. 3 Influence of silicone coupling agent content on board properties

试验 序号	偶联剂 用量/%	MOE/MPa		MOR/MPa	
		//	⊥	//	⊥
1	0(无玻璃布)	8 631.3	509.5	124.3	6.6
2	0(有玻璃布)	9 584.7	1 111.0	120.5	22.3
3	0.5	10 009.3	1 083.0	125.6	23.4
4	1	10 101.3	1 240.7	136.4	26.1
5	1.5	10 107.6	1 191.8	130.1	27.5
6	2	10 115.0	1 233.4	122.3	25.9
7	3	10 241.6	1 253.7	124.8	24.5

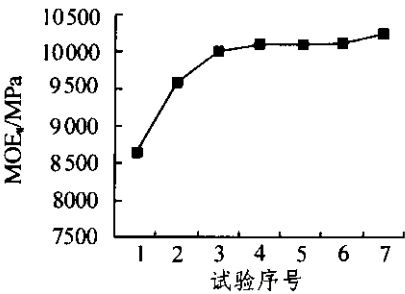


图 2 偶联剂用量对试板 MOE_{//} 值的影响

Fig. 2 Influence of different additive content on MOE_{//}

表 4 玻璃纤维布上下单板涂胶量对试板性能的影响

Tab. 4 Influence of resin spread at the interface between the veneer and the glass-fiber cloth on board properties

试验 序号	涂胶量/ (g · m ⁻²)	MOE/MPa		MOR/MPa	
		//	⊥	//	⊥
1	80	9 041.0	607.5	94.3	6.9
2	120	9 152.9	1 100.2	115.5	24.5
3	160	10 147.5	1 093.6	121.3	25.4
4	200	10 101.3	1 140.7	127.6	26.9
5	240	10 247.6	1 207.3	125.6	25.8

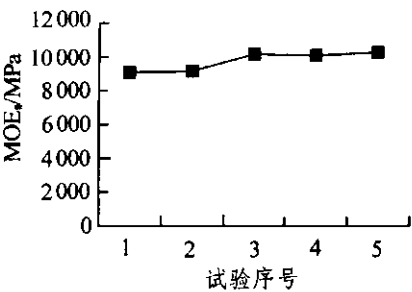


图 3 玻璃纤维布上下单板不同涂胶量对试板 MOE_{//} 的影响

Fig. 3 Influence of different resin consumption on board MOE_{//}

2.2 优化参数验证制板试验

采用前述试验的优化工艺参数:玻璃纤维布浸胶量 20.7%、偶联剂用量 1%、玻璃纤维布上下面板万方数据

涂胶量 160 g/m²,压制 12 mm 厚杨木胶合板模板,从表 5 胶合板模板的性能测试结果可以看出,组坯方式 I 下制得胶合板模板的 MOE、MOR 高于方式 II 下制得的胶合板模板;虽然前者胶合强度略低于后者,但仍达到了国家标准要求。

表 5 胶合板模板性能测试结果

Tab. 5 Testing results on plywood properties

组坯 方式	MOE/MPa		MOR/MPa		单板剪切强度/MPa			含水 率/%
	//	⊥	//	⊥	中层	表层	底层	
I	8 560.1	4 901.7	80.44	69.05	0.819	1.217	1.385	6.8
II	6 926.0	3 620.8	64.62	41.78	1.300	1.452	1.700	6.5
标准值	5 500	3 500	26	20	0.7	0.7	0.7	6~14

3 结论

1) 以厚度 1.782 mm 的杨木单板制造胶合板模板,采用玻璃纤维布强化的方法,较优工艺参数为:压缩率 20%,玻璃纤维布浸胶量 20.7%,偶联剂用量 1%,玻璃纤维布上、下面单板涂胶量 160 g/m²,其他位置单板涂胶量 250 g/m² (双面),热压时间 1 min/mm,热压温度 170 ℃。

2) 采用上述较优工艺参数制造杨木胶合板模板,其纵、横向 MOE 和纵、横向 MOR 分别未增强杨木胶合板模板提高 23.6%、35.4%、24.5%和 65.3%。

参考文献:

[1] Bodig J, Jayne B A. Mechanics of wood and wood composites [M]. NY: Van Nostrand Reinhold Co Inc, 1984.
[2] 贺微粒. 混凝土板模用强化杨木胶合板制造工艺及力学性能研究[D]. 北京: 中国林业科学研究院, 2001.

(责任编辑 向 琴)

第六届全国人造板工业
科技发展研讨会 9 月召开

由中国林科院木材工业研究所、中国林业机械协会、中国林产工业协会和中国绿色时报社 4 家联合主办的“全国人造板工业科技发展研讨会”,将在 2007 年迎来第 6 届会议。

“全国人造板工业科技发展研讨会”由主办单位联手打造,已先后在江苏邳州、四川成都、浙江嘉善、河北廊坊成功举办了五届,已成为我国人造板业专家云集、群英荟萃、内容丰富、规模空前的行业盛会。

第六届会议初定于 2007 年 9 月召开,会议地点和议题将另行通知。热忱欢迎广大业内人士给予关注与支持!

本刊讯