

研究与开发

混凝土模板用沙柳重组复合板的制备工艺

李奇¹, 赵雪松¹, 高峰², 高志悦¹

(1. 内蒙古农业大学, 内蒙古呼和浩特 010018; 2. 内蒙古农业大学职业技术学院, 内蒙古包头 014109)

摘要: 以三层结构的沙柳重组材为基材, 用单板-酚醛树脂浸渍纸或浸渍酚醛树脂的硬质纤维板为覆面材料, 制备沙柳重组复合混凝土模板。试验结果表明, 在施胶量12%、热压温度160℃、热压时间0.9 min/mm的条件下制备基材, 经过贴面处理, 2种结构的复合板的耐水性比基材显著增强, 纵向静曲强度和弹性模量降低, 横向静曲强度和弹性模量提高, 主要性能接近混凝土模板相关标准要求。

关键词: 沙柳; 重组; 饰面; 混凝土模板; 物理力学性能

中图分类号: TQ328.3; TS664.1

文献标识码: A

文章编号: 1001-8654(2011)03-0019-04

Manufacture Technique of Salix-Based Composites for Concrete Forms

LI Qi¹, ZHAO Xue-song¹, GAO Feng², GAO Zhi-yue¹

(1. Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot 010018, Inner Mongolia, China;

2. Vocational and Technical College, Inner Mongolia Agricultural University, Baotou 014109, Inner Mongolia, China)

Abstract: To explore new opportunities of utilizing salix (of the willow family) wood, the authors made salix-based composite panels, overlaid with PF impregnated paper faced veneer or PF impregnated fiberboard, for a concrete molding application. They investigated the effect of processing conditions on the composite's performance. The results showed that the optimal process conditions were: 12% adhesive and 160℃ press temperature for 0.9 min/mm panel thickness. The salix panels produced under these optimal conditions had performance similar to the specifications of comparable products.

Key words: Salix; recompose; overlay; concrete form; physical and mechanical properties

模板是混凝土结构工程施工的重要工具,特别是现浇混凝土结构的模板,一般占混凝土结构工程造价的20%~30%,占用工量的30%~40%,占工期的50%左右^[1]。木质模板是建筑领域中应用较多的模板种类之一,但受大径级木材短缺的制约。因此,研制开发其他新型混凝土模板,对节省森林资源、积极推进我国的基础设施建设,具有重要的意义。

沙柳是一种多年生灌木,广泛生长在我国西北地区和内蒙古西部地区,是三北防护林工程在沙漠地区的主要速生灌木。根据其生物学特性,需3~5年平茬复壮一次,平茬所得枝条称为沙柳材。据鄂尔多斯

市林业部门统计,截止2006年底,仅鄂尔多斯市每年平茬所得沙柳条可达118万t以上。近年来,沙柳等沙生灌木资源在刨花板、中纤板的生产中得到广泛应用,但仅鄂尔多斯市,人造板、造纸生产所用的沙生灌木资源不足总量的20%^[2]。

为了开辟沙柳材利用的新径,同时扩大混凝土模板用材来源,笔者进行了混凝土模板用沙柳重组复合板的制备工艺研究。复合板以三层结构的沙柳重组材为基材,由于基材的纵、横向力学性能存在差异,本研究分别采用单板-PF树脂浸渍纸(单板纤维方向与基材表层木束方向相反)和浸渍PF树脂的硬质纤维板(纵横方向性能均衡),对基材进行贴面处理,以期得到纵横向强度均衡、表面质量和防水性能较高,满足建筑模板使用要求的沙柳重组复合材料。

收稿日期: 2010-06-29; 修改日期: 2011-04-12

基金项目: 内蒙古自然科学基金资助项目(98077)。

作者简介: 李奇(1974—),女,内蒙古农业大学材料科学与艺术设计学院讲师。

1 材料与方法

1.1 材料

1) 基材原料 沙柳(*Salix psammophila*), 采自内蒙古鄂尔多斯市, 密度 0.496 g/cm^3 , 生材含水率 72.93%。

2) 饰面材料

① 椴木(*Tilia* spp.) 单板, 厚度 1.0 mm, 含水率 5.92%, 取自内蒙古厚威装饰材料有限责任公司;

② 酚醛树脂(PF)浸渍纸: 原纸定量 100 g/m^2 , 上胶量 50%, 挥发物含量 7%, 河北省利盛木业有限公司提供;

③ 硬质纤维板: 厚度为 3 mm, 采用脲醛树脂胶合, 密度为 0.93 g/cm^3 , 含水率 4.15%, 内蒙古厚威装饰材料有限责任公司提供。

3) 胶黏剂 水溶性酚醛树脂(PF)胶, 北京太尔化工有限公司产, 固体含量 43.4%, 黏度 $66 \text{ mPa}\cdot\text{s}$, pH 值 13.5。

1.2 设备

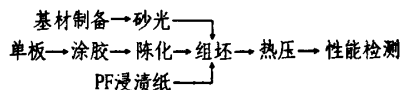
摩擦压力机、试验压机、微机控制电子万能试验机、干燥箱、双砂架宽带砂光机、台式电锯、自制浸胶槽等。

1.3 方法

1.3.1 制板工艺

根据饰面材料的不同, 制备 2 种复合板: 单板-PF 树脂浸渍纸饰面沙柳重组复合板、浸渍 PF 树脂硬质纤维板饰面沙柳重组复合板。在深入企业调研及试验室大量前期研究的基础上, 确定 2 种复合板的工艺。

1) 单板-PF 树脂浸渍纸饰面沙柳重组复合板工艺流程:



关键工序:

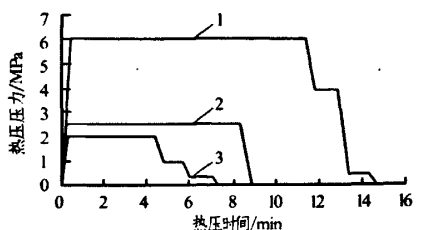
① 基材制备: 用摩擦压力机配以手工锤, 将沙柳材锯成木束, 去皮; 在温度 65°C 、压力 2.5 MPa 下, 对木束实施热压干燥 20 min; 将木束浸入酚醛树脂胶中, 用称质量法控制施胶量; 对浸胶木束进行干燥, 将终含水率控制在 11%~13%; 手工铺装三层结构板坯, 表、芯层按木束纤维方向相互垂直铺装; 对板坯进行热压。

② 基材砂光: 将基材放入砂光机进行定厚砂光, 砂光后基材厚度为 10 mm。

③ 单板涂胶及陈化: 单板涂刷 PF 树脂胶, 双面涂胶量为 300 g/m^2 , 室温陈放 40 min。

④ 组坯及热压: 在基材上下表面铺放涂胶单板, 单板纤维方向与基材表层木束垂直。在单板上铺放 PF 浸渍纸, 然后将其置于涂有二甲硅油的镜面光垫板上, 热压机压板与垫板之间放置衬垫, 热压工艺参数为: 压力 2.5 MPa , 温度 140°C , 时间 8 min。

基材及复合板的热压曲线见图 1。

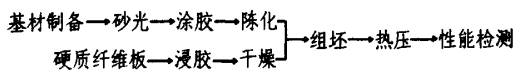


1—沙柳重组基材; 2—单板-PF树脂浸渍纸饰面沙柳重组复合板; 3—PF树脂浸渍硬质纤维板饰面沙柳重组复合板。

图 1 沙柳基材及复合板热压曲线

Fig. 1 Pressure during hot pressing *Salix* base and composite boards

2) 浸渍 PF 树脂硬质纤维板饰面沙柳重组复合板工艺流程:



关键工序:

① 基材制备及砂光: 同单板-PF 树脂浸渍纸饰面复合板。

② 基材涂胶与陈化: 在基材表面涂刷 PF 树脂胶, 双面涂胶量为 320 g/cm^2 , 室温陈放 40 min。

③ 硬质纤维板浸胶及干燥: 将硬质纤维板浸入固体含量为 10.85% 的 PF 树脂中, 浸渍 30 min, 采用称质量法, 控制浸胶量为 3.5%~4.0%; 然后在 60°C 下干燥约 1~2 h, 至其含水率为 6%~8%。

④ 组坯及热压: 将浸胶硬质纤维板分别铺放在基材上下表面, 并一同放到涂有二甲硅油的镜面光垫板上, 热压工艺参数为: 压力 2 MPa , 温度 140°C , 时间 6 min, 热压曲线见图 1。

1.3.2 试验设计

考察基材施胶量、热压温度、热压时间等工艺因素, 对沙柳重组复合板性能的影响。在前期研究的基础上^[3], 确定其他工艺条件为: 木束表、芯层质量配比为 2.25 : 5.5 : 2.25, 板材设计密度为 0.9 g/cm^3 、尺寸为 $400 \text{ mm} \times 400 \text{ mm} \times 12 \text{ mm}$, 热压压力为 6 MPa 。按照 $L_9(3^4)$ 安排正交试验, 因子水平见表 1。

表 1 试验因子与水平

Tab. 1 Experimental factors and levels

水平	施胶量/%	热压温度/℃	热压时间/(min·mm ⁻¹)
1	8	150	0.8
2	10	160	0.9
3	12	170	1.0

1.3.3 板材性能检测

参照 LY/T 1574-2000《混凝土模板用竹材胶合板》和 GB/T17657-1999《人造板及饰面人造板理化

性能试验方法》，检测基材和复合板的纵、横向静曲强度(MOR)和弹性模量(MOE)、24h 吸水厚度膨胀率(24hTS)、含水率(MC)和密度(D)；参照 GB/T 17656-2008《混凝土模板用胶合板》，检测复合板的浸渍剥离性能。

2 结果与分析

2.1 基材性能

正交试验结果(略)的直观图分析,如图 2 所示。

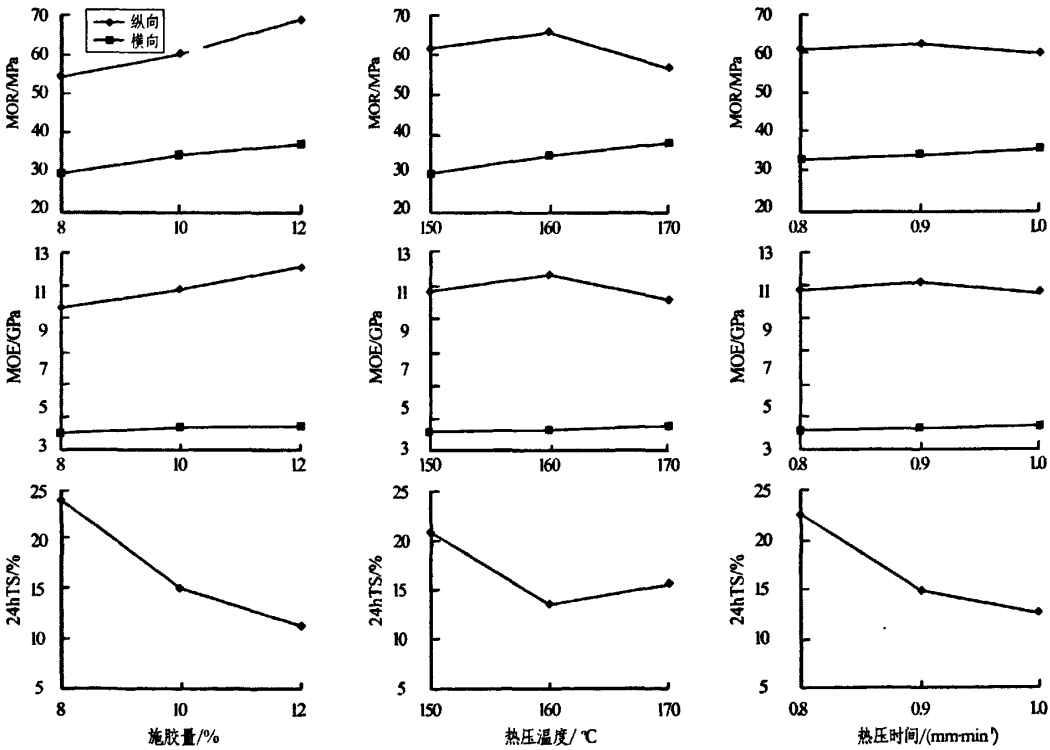


图 2 试验因子对基材性能的影响

Fig. 2 Effects of processing parameters on base board properties

1) 施胶量

由图 2 可以看出,随着施胶量的增加,基材的 MOR 等力学性能提高,TS 降低。这是由于增加施胶量,木束表面含胶量和胶液覆盖率增加,木束内部纤维之间空隙减小,结构致密,形成的胶接力增大,故板材的性能增强。

2) 热压温度

图 2 显示,随着热压温度升高,板材纵向 MOR 和 MOE 呈现先升、后降的趋势,而横向 MOR 和 MOE 一直呈现上升趋势。分析其原因是:热压温度

在一定范围内升高,有利于提高胶黏剂的流展性,使木束表面胶液分布均匀,覆盖面积扩大,从而提高了木束间胶合强度;但热压温度过高时,会引起表层胶黏剂过度固化,导致板材纵向的 MOR 和 MOE 下降。然而,较高的热压温度反会促进芯层酚醛树脂胶的流展,促进胶层固化完全,木束结合得更加牢固,故随着热压温度的升高,板材的横向 MOR、MOE 一直呈上升趋势。

随着热压温度升高,基材 TS 呈现先降、后升的趋势。这是因为热压温度升高,有利于胶黏剂均匀流

展,阻塞水分传输通道,从而使板材 TS 降低。但温度过高,一方面致使表面很快形成预固化层,影响压力传递至芯层,导致芯层密度变小,水分容易进入;另一方面使木束塑性增大,木束间结合紧密,板材压缩越大,吸水反弹越严重,故 TS 又呈现上升趋势。

3) 热压时间

由图 2 还可看出,热压时间适当延长,有利于芯层酚醛树脂的充分固化,使板材的 TS 下降,各项力学性能上升。但热压时间过长,板材表层也同样会产生胶黏剂过度固化现象,从而对其纵向 MOR 和 MOE 产生负面影响。

综合分析,筛选出制备沙柳重组基材较佳的工艺条件为:施胶量 12%,热压温度 160 ℃,热压时间 0.9 min/mm。在此条件下压制沙柳重组基材的性能:纵、横向 MOR 分别为 66.03、35.03 MPa,纵、横向 MOE 分别为 12.476、2.264 GPa,24 hTS 10.54%。其中,纵向 MOR、MOE 高于 LY/T 1574-2000 和 GB/T 17656-2008 的要求,而横向 MOR、MOE 以及 24 h TS 与标准要求还有一定差距。

2.2 复合板性能

采用本试验确定的优化工艺制备 2 种重组复合板,复合板与基材的性能检测结果列于表 2。

表 2 沙柳重组复合板的性能
Tab. 2 Performance of salix composite panels

试板类别	MC/ %	MOR/MPa		MOE/GPa		24hTS /%	浸渍剥离性能
		纵向	横向	纵向	横向		
基材(三层结构)	7.79	66.03	35.03	12.476	2.264	10.54	
复合板(基材+单板-浸渍纸饰面)	5.80	50.79	42.48	7.770	5.455	4.41	每一边累积剥离长度≤11 mm
复合板(基材+硬质纤维板饰面)	6.46	47.64	42.02	5.651	4.157	6.49	每一边累积剥离长度≤17 mm
GB/T 17656-2008	6~14	≥50	≥30	≥6.0	≥4.5		浸渍胶膜纸贴面与胶合板表层上的 每一边累积剥离长度≤25 mm
LY/T 1574-2000 B类 50 型	5~14	≥50	≥25	≥5.0	≥2.5	≤8	
LY/T 1574-2000 B类 60 型	5~14	≥70	≥40	≥6.0	≥3.5	≤8	无完全脱离
LY/T 1574-2000 B类 70 型	5~14	≥90	≥50	≥7.0	≥4.0	≤8	

注:复合板的纵、横取向与基材相同,均以基材表层木束方向为纵向,芯层木束方向为横向。

通过对板材表面质量的观察发现,复合板克服了基材木束间凸凹不平的现象,表面平整。另由表 2 可见,2 种覆面重组复合板与基材相比,纵向 MOR、MOE 及 TS 下降,横向 MOR 和 MOE 提高,复合板材的横、纵向强度差异减小。

板材性能产生变化的原因在于:

1) 复合板的纵向强度主要靠基材作用,而横向强度主要受饰面板及硬质纤维板的影响,其两个方向的强度由单板(或硬质纤维板)与基材相互弥补,并由强度较高者决定,因此趋于均衡;

2) 固化后的 PF 浸渍纸及浸渍 PF 树脂的硬质纤维板,在基材表面形成了固化树脂层,阻碍了水分的进入,故饰面后板材的 TS 显著下降。

3 结论

1) 在本试验条件下,采用三层结构,表、芯层沙柳木束纤维方向垂直,并且其质量比为 2.25 : 5.5 : 2.25,沙柳束浸胶量 12%,热压温度 160 ℃,热压时间 0.9 min/mm 时,所制得沙柳重组基材的纵向 MOR、MOE,高于 LY/T 1574-2000《混凝土模板用

竹材胶合板》和 GB/T 17656-2008《混凝土模板用胶合板》的要求,而横向 MOR、MOE 及 24 hTS 与两标准的要求还有一定差距。

2) 对沙柳重组基材进行单板-酚醛树脂浸渍纸饰面和浸渍酚醛树脂硬质纤维板饰面,制得的重组复合板均克服了基材表面质量差、横向强度低、吸水厚度膨胀率高的不足,各项性能均接近于混凝土模板相关标准的要求。

今后可对沙柳基材制备及饰面工艺做进一步研究,以提高板材性能,实现用作混凝土模板的目的。

参考文献:

[1] 侯君伟.我国新型模板技术的发展[J].建筑技术,2002,8(33):568-570.
[2] 王喜明.沙生灌木人造板生产技术产业化现状与发展[C].呼和浩特:第二届全国生物质材料科学与技术学术研讨会论文集,2008:1-7.
[3] 李奇,高峰,于秋霞,等.板坯结构、施胶方式对沙柳重组复合板性能的影响[J].内蒙古农业大学学报(自然科学版),2009,30(4):204-207.

(责任编辑 向 琴)