

杉木木材表面润湿性的评价

李荣荣, 邓文正, 曹平祥, 郭晓磊, 丁建文

(南京林业大学木材工业学院, 江苏南京 210037)

摘要: 润湿性是木质材料的一个重要界面特性,直接影响其胶合性能。为了优化集成材胶合工艺,以小径级杉木为研究对象,通过测量脲醛胶与聚氨酯胶在杉木试样表面的接触角,对杉木径切面、弦切面、心边材及不同粗糙度表面的润湿性进行了测评。结果表明:杉木径切面的润湿性优于弦切面,边材润湿性优于心材,并且表面润湿性随粗糙度的增加而提高。建议杉木集成材胶合时,尽量选择径切面作为胶合面,并适当增加胶合面的表面粗糙度。

关键词: 杉木; 接触角; 表面润湿性; 集成材; 胶合

中图分类号: S781.61; TS653

文献标识码: A

文章编号: 1001-8654(2013)03-0018-03

Evaluation of Surface Wettability of Chinese Fir Samples

LI Rong-rong, DENG Wen-zheng, CAO Ping-xiang, GUO Xiao-lei, DING Jian-wen

(College of Wood Science and Technology, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, Jiangsu, China)

Abstract: To provide better understanding of the adhesion interface along the bonding line of Chinese fir glulam, the authors investigated the surface wettability of tangential section, radial section, heartwood, sapwood and different surface roughness. The results showed that the wettability of a radial section was better than that on a tangential section, the wettability of sapwood surface was better than that on heartwood surface, and the wettability of samples improved with increasing the surface roughness.

Key words: Chinese fir; contact angle; surface wettability; glulam; gluing

根据第七次全国森林资源清查结果,杉木蓄积量在乔木林中排名第3,其占全国森林蓄积总量的5.49%^[1]。杉木树干通直、材质轻软、纹理美观、不易翘曲和开裂,是制作门窗、家具、集成材等的优良原料,但采用毛边、整边、三角形与梯形等下锯法,小径级原木($d < 16$ cm)的出材率不到57%^[2]。

六棱柱体是自然界用材最少、面积最大、尺寸最稳定的结构,以杉木六棱柱体为基本单元,胶拼而成的大截面六棱柱体,可提高小径级杉木的出材率。杉木六棱柱体集成材作为一种新型结构的集成材,目前

正处于研究阶段,研究杉木表面湿润性及其对胶合工艺的影响,是杉木六棱柱体集成材加工技术的基础。

润湿性反映液体与木材接触时,在其表面润湿、铺展及黏附的难易程度和效果,是影响板材胶合性能的重要因素。已有学者研究了杨木动态润湿性及表面自由能,但鲜见木材自身特性对润湿性影响的研究^[3-7]。基于此,通过测定胶黏剂在杉木弦切面、径切面、心边材等表面的接触角,研究杉木的表面湿润性,为制定杉木六棱柱体集成材的胶合工艺提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1) 试材 杉木(*Cunninghamia lanceolata*),采

收稿日期: 2012-09-10; 修改日期: 2013-04-01

基金项目: “十二五”国家科技支撑计划“非常用与低等级木材高效加工技术集成与示范”(2012BAD24B01)。

作者简介: 李荣荣(1990—),男,南京林业大学硕士研究生。

通讯作者: 曹平祥,男,南京林业大学教授,博士生导师。

自江西信丰, 16 年生, 直径 20 cm。

为了减小试件之间的差异, 按照图 1 所示方法制取 2 种规格的试件: A 试件, 径切板, 规格 $40\text{ mm} \times 20\text{ mm} \times 5\text{ mm}$ (纵向 $\times$ 弦向 $\times$ 径向); B 试件, 弦切板, 规格 $40\text{ mm} \times 20\text{ mm} \times 5\text{ mm}$ (纵向 $\times$ 径向 $\times$ 弦向)。试件含水率控制在 12% 左右。

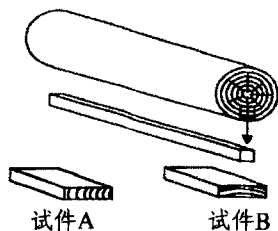


图 1 试件制备

Fig. 1 Samples for contact angle testing

2) 胶黏剂 常见人造板热压和冷压用胶各一种:

① 脲醛胶(UF), 自制, 固体含量 45%, 黏度 $16.5\text{ mPa} \cdot \text{s}$, pH 值 7.5; ② 聚氨酯胶(PU), 太尔化工有限公司产, 固体含量 80%, 黏度 $25.0\text{ mPa} \cdot \text{s}$, pH 值 8.0。

1.2 试验装置

恒温恒湿箱; 干燥箱; JC2000A 型静态接触角测量仪; Perthometer M2 型粗糙度测试仪等。

1.3 试验方法

为了避免温度对接触角检测结果的影响, 试验在 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的环境中进行。

1) 径切面和弦切面 在边材部位的同一年轮内, 分别制取 A、B 试件各 10 个。用 240 目砂纸打磨, 至其表面粗糙度 (R_a) 为 $2.8\text{ }\mu\text{m}$, 然后干燥至含水率约 12%。测量胶黏剂在试样表面的接触角。

2) 不同粗糙度表面 在边材部位的相同年轮内, 制取 B 试件 30 个, 平均分为 3 组。根据杉木表面粗糙度的分析结果, 240 目砂纸打磨后的粗糙度处于过渡阶段^[8], 故选择 180、240、360 目砂纸。为避免木粉对接触角检测结果的影响, 均对打磨后的木材表面进行清灰处理。3 种砂纸打磨试件的 R_a 分别为 4.1 、 2.8 、 $2.5\text{ }\mu\text{m}$, 再干燥至含水率约 12%。测量胶黏剂在试样表面的接触角。

3) 心边材表面 在心材和边材部位, 各制取 B 试件 10 个。先用 240 目砂纸打磨至表面粗糙度为 $2.8\text{ }\mu\text{m}$ 时, 再干燥至含水率 12% 左右。分别测量 2 种胶黏剂在试样表面的接触角。

1.4 接触角检测

将 1 微滴 (约 $5\text{ }\mu\text{L}$) 胶黏剂滴在试样表面, 利用接触角测量仪中的连续捕图拍摄功能, 获取从初始到平衡时, 不同时间段液滴在试样表面的形态, 记录各时段的接触角。试验设定平衡时间为 50 s, 每 5 s 记录 1 次, 每种试验条件下重复 5 个试件, 每个试件设 3 个测点, 检测结果取平均值。

2 结果与分析

2.1 径切面和弦切面的润湿性

UF 胶和 PU 胶分别滴落于试样弦切面和径切面, 其接触角检测结果如图 2 所示。

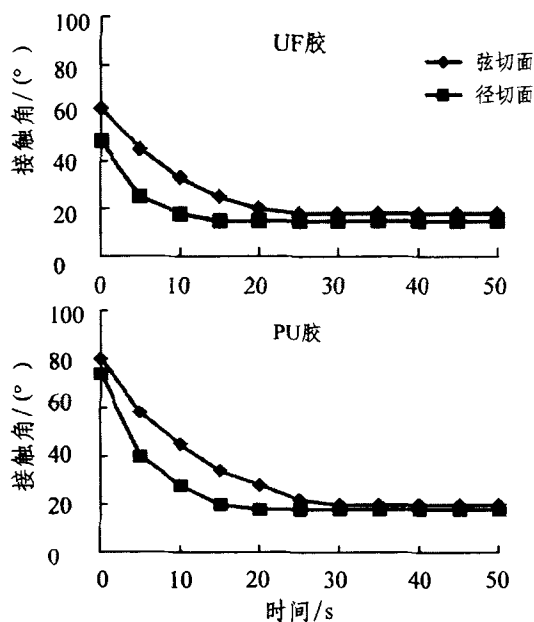


图 2 UF 胶和 PU 胶在杉木径切面和弦切面的接触角

Fig. 2 Urea formaldehyde (UF) and polyurethane (PU) adhesives contact angles of tangential section and radial section of samples

由图 2 可见, 在杉木径切面上, 2 种胶黏剂的接触角降低速率较快, 达到润湿稳定所需的时间, 略短于弦切面; 初始接触角和稳定状态时的接触角均小于弦切面, 说明杉木径切面的润湿性优于弦切面。

分析原因, 主要是杉木具有极细的木射线, 其径切面上的孔隙数量大于弦切面, 孔隙率愈高, 其真实表面积愈大, 自由基亦愈多。

2.2 不同粗糙度表面的润湿性

粗糙度是影响木材表面润湿性的一个重要因素。

UF 胶和 PU 胶在不同粗糙度杉木表面的接触角变化趋势见图 3。

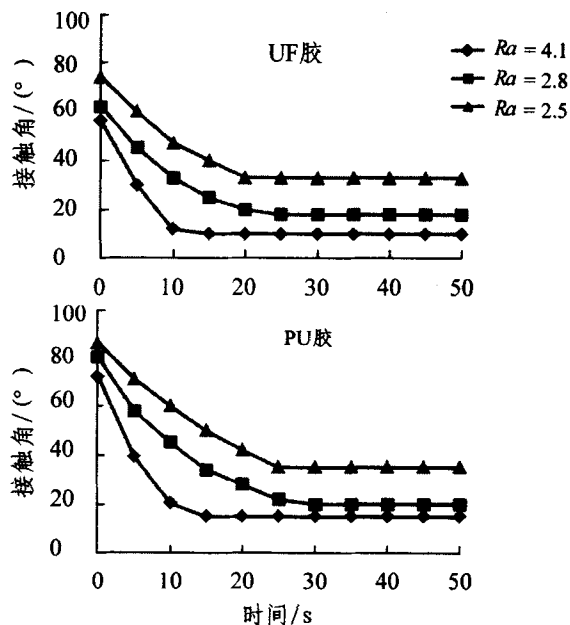


图 3 UF 胶和 PU 胶在不同粗糙度杉木表面的接触角

Fig. 3 UF and PU adhesives contact angles of samples under different roughness

图 3 显示,在 R_a 为 $4.1 \mu\text{m}$ 的杉木表面,2 种胶的接触角变化速度最快,并且稳定状态时的接触角最小;在 R_a 为 $2.5 \mu\text{m}$ 的杉木表面的接触角最大。说明随着杉木表面粗糙度的增加,其润湿性改善,胶黏剂达到润湿稳定状态所需时间亦缩短。

原因在于打磨后的杉木表面粗糙度愈高,其真实表面积愈大,同时杉木表面的高分子聚合物分子链断裂,产生的新官能团愈多,官能团具有较大的极性,使表面自由能增加。

2.3 心边材表面的润湿性

UF 胶与 PU 胶分别在杉木心材和边材表面的接触角,如图 4 所示。

2 种胶在心材表面的接触角变化速率低于边材,并且在心材表面稳定状态时的接触角大于边材。说明杉木边材部位的润湿性优于心材,可能是心材部位的内含物高于边材等原因所致^[9]。

3 结论

1) 杉木径切面的润湿性优于弦切面;在一定范围内,杉木表面润湿性随着粗糙度的增加而提高,边材部位的润湿性优于心材。

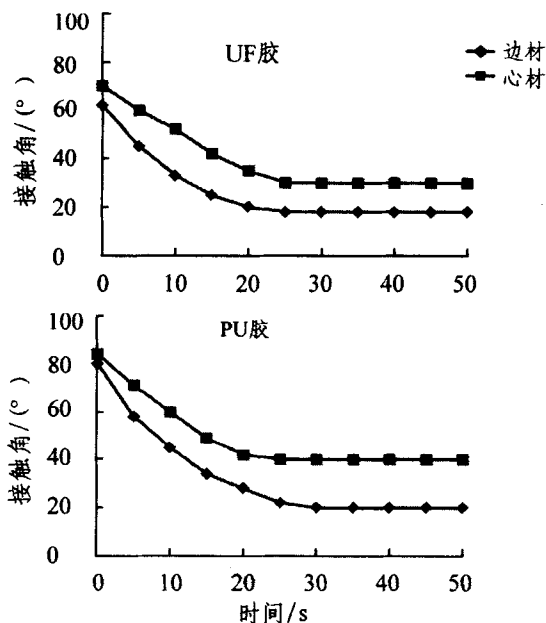


图 4 UF 和 PU 胶黏剂在杉木心边材表面的接触角

Fig. 4 UF and PU adhesives contact angles on heartwood surface and sapwood surface of samples

2) 在杉木集成材胶合时,尽量选择径切面作为胶合面,并且适当增加胶合面的表面粗糙度,避免以心材作为胶合面。

3) 杉木表面微观形态对其润湿性的影响机理,有待进一步研究。

参考文献:

- [1] 国家林业局森林资源管理司. 第七次全国森林资源清查及森林资源状况[J]. 林业资源管理, 2010(1): 1-8.
- [2] 万晓华, 黄志群, 何宗明, 等. 阔叶和杉木人工林对土壤碳氮库的影响比较[J]. 应用生态学报, 2013, 24(2): 345-349.
- [3] 韩书广, 黄润州, 周兆兵, 等. 预压缩速生杨木的动态润湿性[J]. 东北林业大学学报, 2009, 37(9): 112-114.
- [4] 王戈, 揭二龙, 郭起荣, 等. 不同胶粘剂在毛竹和杉木表面的润湿性[J]. 中南林业学院学报, 2006, 26(6): 155-159.
- [5] 周兆兵, 张洋, 袁少飞, 等. 速生杨木材的动态润湿性能[J]. 东北林业大学学报, 2008, 36(4): 20-21.
- [6] 张洋, 周兆兵, 袁少飞, 等. 速生杨树木材表面的动态润湿性能和自由能研究[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2008, 32(1): 49-52.
- [7] 张洋, 江华, 周兆兵, 等. 酶处理对麦秸表面胶合性能的影响[J]. 木材工业, 2008, 22(1): 15-18.
- [8] 张燕霞. 毛竹与杉木复合材料的研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2006: 29-45.
- [9] 唐荣强, 鲍滨福, 李延军. 热处理条件对杉木颜色变化的影响[J]. 浙江农林大学学报, 2011, 28(3): 455-459.

(责任编辑 张一萍、姜 征)