

重组装饰材生产新技术的开发及应用

詹先旭¹, 许斌², 程明娟¹, 杨勇¹, 唐周梅¹, 卓艳¹, 李延军^{1,2}

(1. 德华兔宝宝装饰新材股份有限公司, 浙江德清 313200; 2. 南京林业大学, 江苏南京 210037)

摘要: 总结笔者团队在重组装饰材生产工艺技术和产品开发等方面的创新, 包括原木和木方封端技术、漂白池pH值自动调节系统、卧式染缸设备、非醛胶的应用及高频胶合工艺; 以及高耐光色牢度、阻燃、免漆等科技木新产品, 提出今后重组装饰材生产工艺和设备改进的重点。

关键词: 重组装饰材; 封端技术; 单板漂染系统; 高频胶合

中图分类号: TS67 文献标识码: B 文章编号: 1001-8654 (2018) 02-0023-05

Development and Application of New Manufacturing Technologies of Reconstituted Decorative Lumber

ZHAN Xian-xu¹, XU Bin², CHENG Ming-juan¹, YANG Yong¹, TANG Zhou-mei¹, ZHUO Yan², LI Yan-jun^{1,2}

(1. DeHua TB New Decoration Material Co., Ltd., Deqing 313200, Zhejiang, China;

2. College of Materials Science and Engineering, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, Jiangsu, China)

Abstract: The authors summarized the latest technologies developed by themselves for making reconstituted decorative lumber, including end sealing for logs and reconstituted decorative lumber, veneer bleaching and dyeing, automatic pH value adjusting system during veneer bleaching, horizontal dyeing sink, formaldehyde-free adhesives application and high-frequency bonding processes. Further development of high performance reconstituted decorative lumber/veneer like high color fastness, flame retardancy and painting-free products was also presented.

Key words: reconstituted decorative lumber; end sealing; bleaching and dyeing; high frequency bonding

重组装饰材, 俗称科技木, 是以人工林或普通树种木材的旋切或刨切单板为原材料, 经单板染色、层积胶合、模压成型等工艺制备出的新型木质装饰材料, 不仅保留了木材隔热、绝缘、调湿、调温等天然属性, 同时还赋予木材新的内涵。如计算机模

拟天然珍贵树种木材的质感、纹理、色调; 人为设计的各种艺术图案; 密度可控, 产品性能稳定, 被广泛应用于地板、防火板及各种工艺品、生活用品和文体用品等制造^[1]。

我国重组装饰材的商业化生产始于 20 世纪 90 年代, 近十余年取得快速发展。据不完全统计, 仅在浙江德清、山东临沂、江苏宿迁三地, 就有重组装饰材规模企业 15 余家, 年产能 5 万 m³ 左右, 年产值达 10 亿元。

为了满足不断提高的生产、市场及环保需求, 近年来, 重组装饰材的制造技术也不断完善。笔者所在的单位产学研结合, 对重组装饰材主要工序的

收稿日期: 2017-11-24; 修改日期: 2018-02-02

基金项目: 国家自然科学基金“木质材料细胞壁动态粘弹性机理及表征”(31570552); 浙江省重点研发计划项目“功能型智能化家居产品关键技术的研发与产业化”(2017C01117); 浙江省湖州市“南太湖精英计划”项目([2015]4号); 浙江省重点研发计划项目“生物质胶粘剂在重组装饰材中的应用研究与产业化示范”(2015C02029)。

作者简介: 詹先旭(1975—), 男, 高级工程师。

工艺技术进行了较系统地改进和创新, 旨在推进我国重组装饰材制造技术的进步。

1 重组装饰材制造工艺的改进与创新

1.1 原木/木方封端技术

1.1.1 旋切原木端封

制造重组装饰材的单板在加工和存储过程中, 端部极易发生破损, 降低了出材率, 增加了成本。一般企业多用单板端部粘贴纸胶带的方法施行保护, 但这种方法对后续染色、漂白等工序有一定影响。主要是纸胶带在后工序中易脱落, 不仅难以起到保护端头的作用, 反而产生大量纸屑污染染料和漂液, 单板表面粘附的纸屑亦难以清除。

针对此问题, 笔者团队开发出一种双组份(高固体含量)聚氨酯胶, 用于原木封端, 不仅施工方便, 粘结强度高, 不易剥脱, 且耐高温、耐酸碱, 单板防破损效果好。经过漂染工序后, 开胶率仅 5%~6%。

优化的原木封端技术参数为: 控制原木端头含水率为 25%~35%, 封端胶 A/B 组份配比(质量比)为 2:1, 涂布量 850 g/m², 陈放时间 9 h。刨切得到的科技木单板, 按 GB/T 28999-2012《重组装饰单板》中外观质量要求进行分等, 优等率达 88%, 远高于单板纸胶带封端的优等率。

1.1.2 重组装饰材木方的封端

重组装饰材木方的封端, 通常采用 PVC 薄膜, 经设备加热加压, 融化后覆贴到木方两端。一个工人每天只能处理 10~15 个木方, 工序繁琐, 效率低、成本高。

笔者团队在原木封端胶基础上, 开发了一种低固体含量的双组份聚氨酯胶。无需设备, 一个工人每天能处理 30~40 个木方; 且封端粘结强度高, 不易剥脱。刨切的重组装饰单板初始破损率不到 1%。

木方封端的工艺参数为: 木方端头含水率需控制在 20%~25%, A/B 组份质量比为 2:1, 涂胶量 750 g/m², 陈放时间 8 h。

1.2 单板漂染技术

1.2.1 单板漂白工艺及 pH 自动控制系统

原木在储存及旋切过程中, 木材内的某些组分易受真菌侵蚀、铁污染, 产生蓝变、霉变、黑变等现象, 影响产品表面装饰效果^[2]; 另外, 浅色品种的

重组装饰材, 对单板白度的要求较高。因此, 单板漂白是重要的工序之一。

1) 漂液配制及漂白工艺优化

通常使用的漂液有: 双氧水、亚氯酸钠和次氯酸钠。含氯漂液处理效果一般, 易泛黄, 且在生产过程中释放有害气体, 污染环境, 对设备腐蚀严重, 现已很少使用。双氧水漂液的分解产物之一是水, 无毒环保, 来源广泛, 价格低廉, 且处理效果好, 在目前生产中普遍使用。

双氧水漂液须加入一定量的稳定剂^[3], 以控制其均匀有效地分解, 避免损伤单板。重组装饰材漂白一般采用吸附型稳定剂, 主成分为硅酸盐。经实践探索出漂液的配制比例为: 35%质量分数的双氧水 40 g/L, 稳定剂 20 g/L。漂白工艺为: 漂液温度 70 °C, pH 值 10, 漂白时间依单板白度要求为 2~4 h, 漂液浴比 $V_{液}:V_{板}=10:1$ 。

2) pH 值自动调节系统

双氧水只有在碱性条件下才能产生活性的过氧化氢离子, 但碱性过强又会造成无效分解, 不仅损伤木材, 还易产生硅集聚, 反而使单板白度下降^[4-5]。生产中通常用试纸来粗放监测漂液的 pH 值变化, 并采用人工加碱的方式控制 pH 值, 不仅误差大、滞后; 单板漂白后的抗拉强度损失率大于 45%; 如果加碱补偿不及时, 将严重影响单板漂白效果。为此, 笔者团队研制了漂白池 pH 值自动调节的单板漂白系统, 其组成模块如图 1 所示。

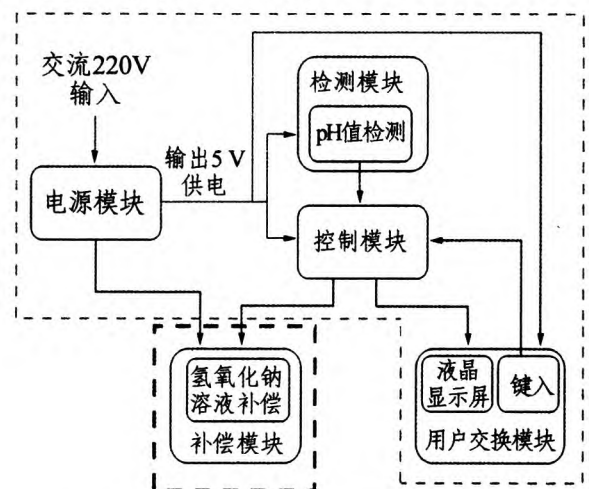


图 1 自动调节 pH 值的单板漂白系统结构与模块
Fig.1 Structure of automatic adjusting pH value system during veneer bleaching

系统选用 W/WO₃ 型 pH 电极为传感器, 可耐 120 °C 高温, 分辨率为 0.01, 快速响应仅 1.15 s, 且使用寿命长^[6-7]。采用单片机对漂白液的 pH 值进行监测, 当 pH 值偏离 0.2 个单位时, 自动泵入 NaOH 溶液实时补偿, 使 pH 值始终保持在 10 左右。

经生产实践验证, 使用该系统可使漂白液维持稳定的碱性条件, 单板白度达到要求的处理时间, 比常规人工调节缩短 50% 以上, 且漂白单板的抗拉强度损失率不超过 10%, 有效提高木材漂白效率。

1.2.2 单板染色

单板染色常用染料有: 直接染料、酸性染料、碱性染料和活性染料等。酸性染料的渗透性、耐光性和化学稳定性好, 与木质素结合力强、价格低、色谱全, 因此使用最多。为提高染料的渗透性和上染性, 染液中还需添加各种助剂, 包括渗透剂、均染剂、固色剂、媒染剂、耐光剂、pH 值调节剂等。

近年来的研究, 主要集中在人工林树种单板染色^[8-10], 为了提高染色效率, 计算机配色技术应用研究亦在进行^[11-12]。但目前的计算机配色技术, 均是基于单板表面的颜色测定进行配方预测和修正, 而重组装饰材则需要对单板厚度方向的颜色测定。

单板染色因树种、工艺不同, 染色效果差异较大。目前, 重组装饰材的单板染色, 多采用平面立式吊框常压浸渍处理方式, 浸染工艺: 染液温度 90~95 °C, 染料溶解时间 40~60 min, 浴比 $V_{液}:V_{板}=9:1$, 浸染时间 4~8 h。依据单板颜色深浅要求, 染液浓度范围 0.02~15 g/L, 要求在 0.7 mm 厚度上色泽均一。

为模拟渐变色效果, 提高仿真度, 笔者团队开发出卧式染缸及其浸染工艺。将未染色或立式浸染后的单板, 进行捆扎或折叠弯曲 (图 2), 平放至卧



图 2 单板捆扎卧染

Fig.2 Bundled veneers for dyeing in horizontal sinks

式染缸, 部分浸入染液中, 浸染时间 0.5~1 h, 可制备出中心与边部色泽不一、颜色渐变的单板。

1.3 胶黏剂及胶合工艺改进

1.3.1 胶黏剂的选用

重组装饰材木方厚度一般都在 630 mm 以上, 多采用冷压胶合工艺, 要求胶黏剂固化后可与颜料相容, 胶层具有柔韧性。

2010 年前后, 大部分工厂使用脲醛树脂 (UF) 生产重组装饰材, 甲醛释放量偏高, 通常 >5.0 mg/L。为了降低甲醛释放量, 有企业开发出快速固化的三聚氰胺改性脲醛树脂 (MUF)^[13-14], 将重组装饰材的甲醛释放量降低到 1.5 mg/L 以内。但这些方法均不能从根本上解决甲醛释放、胶层脆性问题^[15], 导致重组装饰单板的柔韧性差。

为此, 笔者团队开发出重组装饰材生产用双组分水性异氰酸酯胶: 主剂以聚乙烯醇水溶液为载体, 将 N-羟甲基丙烯酰胺、丙烯酸酯、醋酸乙烯酯、甲基丙烯酸甲酯共聚制得; 交联剂采用应激型高分子封闭-NCO 的异氰酸酯 (MDI), 加量 3%。

该胶的性能参数: pH 值 5.5, 固体含量 (54±1)%, 黏度 (550±50) mPa·s (25 °C), 适用期 >4 h (25 °C), 可以满足不易胶合树种制造重组装饰材的需要。制备重组装饰材的浸渍剥离性能、静曲强度、弯曲弹性模量、握钉力均能达到 GB/T 28998-2012 《重组装饰材》的要求,

表 1 列出了笔者以樟子松单板为原料, 分别采用 MUF 和水性异氰酸酯胶黏剂制备重组装饰材的性能比较结果, 可见后者的性能更优。

表 1 两种胶黏剂制备重组装饰材的性能比较

Tab.1 Comparison of properties between reconstituted decorative lumber bonded with two kinds of adhesives

检测指标	MUF 重组装饰材	水性异氰酸酯重组装饰材
浸渍剥离	不合格	合格
静曲强度/MPa	45.9~50.8	65.2
弹性模量/MPa	6 000~6 570	7 290

1.3.2 木方的胶合养生工艺

由于胶合后的木方只是初步定型, 需养生处理, 促进胶黏剂进一步固化完全。通常养生温度 40 °C, 时间 5~15 d, 养生过程中, 木方需用聚乙烯薄膜包裹, 避免出现较大的含水率梯度。

养生处理的时间长, 生产效率低。有研究表明, 采用高频加热可以加速材木方固化, 而水分和胶黏剂是影响高频热压胶合质量的重要因素^[16-19]。为此, 笔者进行了高频加热试验。木方规格为 2 550 mm×680 mm×640 mm, 用聚乙烯薄膜包裹。高频发生器功率 50 kW, 振荡频率 6.78 MHz。试验确定适宜的工艺参数为:

单板含水率 12%, 施胶量 350 g/m², 压力 1.2~1.3 MPa, 加热 1 h。其中当加热 40~45 min 后, 将方材 180° 翻转, 使其另一面继续受高频加热 15~20 min。以缩短加热的时间, 提高生产效率, 提高板坯内部含水率的均匀性, 改善重组装饰材的刨切质量。

表 2 列出常规固化和高频加热固化的重组装饰材固化时间, 以及方材的性能检测结果。由此可知, 高频加热工艺不仅缩短固化时间, 且胶黏剂固化完全, 方材的胶合强度提高。

表 2 两种固化方式制备重组装饰材的检测指标对比
Tab.2 Comparison of properties between reconstituted decorative lumber bonded by two curing processes

检测指标	常规固化工艺	高频加热工艺
固化时间/d	5~15	2~7
浸渍剥离	合格	合格
静曲强度/MPa	58.4~61.2	65.2
弹性模量/MPa	6 630~7 050	7 290
握钉力/N	平行	1 490
	垂直	1 400
	端面	1 090

2 重组装饰材新产品开发

随着重组装饰材生产技术的不断改进和升级, 产品也在不断完善和提升, 以满足各种场合的需要。近年来开发的新产品有:

1) 高耐光色牢度重组装饰材/单板。

选用双偶氮型耐候染料, 与促渗透助剂、后期固色等生产工艺相结合, 单板的耐光色牢度可由 1~2 级提高到 5~6 级。

2) 阻燃重组装饰材/单板。

重组装饰材/单板产品已逐渐应用于住宅、学校、医院等公共场所, 因而对产品的阻燃性能提出更高要求。通过在染液池中添加阻燃剂的方式制备阻燃的重组装饰材/单板, 采用硼系、聚磷酸铵系列

阻燃剂, 可减少对胶合强度的影响^[20]; 也可以在重组装饰材/单板表面进行喷涂处理, 在产品表面形成一层阻燃膜。两种方法制备的重组装饰材/单板的燃烧性能均可达到 B₁ 级。

3) 免漆重组装饰材/单板。

重组装饰材/单板在使用过程中还需经过油漆涂饰, 油漆中的甲苯、二甲苯等有机溶剂挥发, 严重影响室内环境, 制约了该产品的使用。通过重组装饰材/单板和三聚氰胺浸渍纸、酚醛树脂浸渍纸等, 经高温覆贴, 在重组装饰材/单板表面形成保护膜, 一方面达到免漆的效果, 另一方面也可增加产品表面耐磨性能, 经检测表面磨耗值 < 50 mg/100r。此方法可生产亚光、高光、磨砂系列免漆产品。

3 结语

未来制备工艺有待改进的方面:

1) 漂白工艺, 目前使用的漂白工艺主要是借鉴纺织、造纸行业, 但就稳漂剂而言, 全盘照搬这些行业的非硅类稳漂剂, 存在白度达不到要求或成本太高的问题, 且目前重组装饰材生产中使用的硅类稳漂剂, 长期使用会有硅垢沉积。

今后应研究木材漂白用非硅类稳漂剂, 满足重组装饰材用单板漂白的要求; 在目前 pH 在线监控的基础上, 进一步改进漂白在线自动调控系统。

2) 进一步完善染色工艺和染料选择及配制研究, 提升染料上染性、耐光性及耐候性; 将计算机配色技术应用于生产中, 进行重组装饰材染色控制管理; 同时还应开展废水和废液处理技术的研究, 实现绿色发展。

3) 开展人工智能技术在重组装饰材生产方面的应用研究, 如单板修补、涂布和刨切环节使用自动接板机, 提高生产效率与产品质量。

4) 开展功能拓展研究, 赋予重组装饰材/单板磁性、除醛、负离子释放等功能。

5) 重组装饰材还需丰富产品结构, 积极拓展户外产品市场。

在当前我国天然珍贵装饰材短缺的情况下, 重组装饰材产业充满了生机和活力, 发展前景广阔, 随着产业技术的改进, 水平提升, 自动化装备的应用, 重组装饰材产业将不断迈向新的台阶。

参考文献:

[1] 江小丹, 于志明, 刘伟. 重组装饰材的纹理模拟研究[J]. 林业机械与木工设备, 2011, 39(5): 26-27.

[2] 德华兔宝宝装饰新材股份有限公司. 一种木质单板去色处理方法[P]. 中国专利: 201210194089.0, 2014-06-04.

[3] 张艳, 郝龙云, 蔡玉青, 等. 短流程工艺中氧漂稳定的发展[J]. 染整技术, 2007, 29(3): 28-31.

[4] 黄丽, 于志明. 杨木单板漂白技术研究[J]. 中国人造板, 2008(2): 16-18.

[5] 陈玉和, 胡伟华, 常德龙. 泡桐木材漂白过程中双氧水分解率的研究[J]. 木材工业, 2001, 15(6): 6-8.

[6] 陆华, 李勇, 施国跃, 等. W/WO₃/Nafion 新型 pH 修饰电极的研究及其应用[J]. 传感器技术, 2003, 22(7): 15-18.

[7] 曾泳. W/WO₃ pH 电极的制备及响应机制研究[D]. 武汉: 华中科技大学, 2013.

[8] 周宇, 王金林. 杨木单板染色工艺与染料染色量的关系[J]. 木材工业, 2006, 20(4): 7-9.

[9] 周宇, 王金林. 杨木单板染色工艺与表面材色的关系[J]. 东北林业大学学报, 2006, 34(5): 51-54.

[10] 陈玉和, 陆仁书, 郑睿贤. 泡桐单板染色因素对色差的影响[J]. 木材工业, 2000, 14(4): 10-12.

[11] 李春生, 王金林, 王志同, 等. 木材染色用计算机配色技术[J]. 木材

工业, 2006, 20(6): 5-7.

[12] 武林, 于志明. 计算机配色技术在木材连缸染色中的应用研究[J]. 北京林业大学学报, 2007, 29(1): 146-150.

[13] 崔举庆, 冯小朴, 谷扬, 等. 三聚氰胺添加方式对三聚氰胺改性脲醛树脂胶合纤维板性能的影响[J]. 东北林业大学学报, 2015, 43(4): 134-136.

[14] 崔举庆, 韩书广, 贾翀, 等. 脲醛树脂/单分散二氧化硅纳米胶黏剂[J]. 东北林业大学学报, 2011, 39(2): 79-81.

[15] 崔举庆, 谢明君, 杨苏, 等. 二乙二醇醚增韧改性三聚氰胺-尿素-甲醛树脂的性能研究[J]. 林业工程学报, 2017, 2(6): 12-16.

[16] 石祎, 李亚莉, 谭荣国. 高频加热在人造板热压中的应用[J]. 林业机械与木工设备, 2004, 32(7): 42-43.

[17] 蒋身学, 张齐生, 傅万四, 等. 竹材重组材高频加热胶合成型压机研制及应用[J]. 林业科技开发, 2011, 25(3): 109-111.

[18] 吴智慧. 高频介质加热技术在木材工业中的应用[J]. 世界林业研究, 1994(6): 30-36.

[19] 韩书广, 那斌, 戚佳佳, 等. 速生杨木单板高频加热层弯畸变胶合工艺研究[J]. 西北林学院学报, 2011, 26(6): 141-144.

[20] 吴振华, 姜彬, 刘元强, 等. 阻燃重组装饰材(科技木)单板的生产工艺研究[J]. 林业机械与木工设备, 2016, 44(8): 15-18, 44.

(责任编辑 向琴、姜征)



(上接第22页)

5 结语

个性化定制时代, 家居产业要实现转型升级真正需要的是新思路。定制家具及其产业链的数字化转型是企业的战略核心, 也是唯一出路。未来10年将是全屋定制和整木定制发展的高峰, 一方面, 要在整个家居产业链和大“家居”范畴中, 找到企业的经营定位、制造模式和商业模式, 进行协同发展; 另一方面, 利用信息技术和通信手段(Information and communications technology, ICT), 以数字化为客户创造价值方式, 将数字技术融入到产品、服务与流程中, 以转变业务流程及服务交付方式, 客户和产业链全程参与的变革, 是定制家居企业转型升级和创新驱动发展的关键问题。

参考文献:

[1] 吴智慧. 工业4.0时代中国家居产业的新思维与新模式[J]. 木材工业, 2017, 31(1): 5-9.

[2] 朱长岭. 中国家具业的现状与2017中国家具协会工作重点[J]. 家具与室内装饰, 2017(1): 6-7.

[3] 中国家具协会, 中国轻工业信息中心. 中国家具行业报告[R], 2013.

[4] 吴智慧. 中国家具产业的现状与发展趋势[J]. 家具, 2013, 34(1): 1-4.

[5] Xiong Xian-qing, Guo Wei-juan, Fang Lu, Zhang Min, Wu Zhi-hui, Lu

Rong & Tetsuo Miyakoshi. Current state and development trend of Chinese furniture industry[J]. Journal of Wood Science, 2017, 63(5): 433-444.

[6] 韩庆生. 我国木质家具产业的概况及发展趋势[J]. 木材工业, 2017, 31(3): 10-13.

[7] 刘文金. 当今实木家具产品主流设计理念概览[J]. 林产工业, 2017, 44(8): 3-5.

[8] 郭承龙, 郭伟伟, 郑丽丽. 林业产业链的形成机制探析[J]. 林业经济问题, 2009, 29(1): 56-60.

[9] 曾杰杰, 聂影. 中国家具产业与全球家具价值链互动分析[J]. 世界林业研究, 2010, 23(6): 70-74.

[10] Hopkins T K, Wallerstein I. Commodity chains in the world-economy prior to 1800 [J]. Review, 1986, 10(1): 157-170.

[11] 迈克尔·波特, 陈小悦. 竞争优势[M]. 北京: 华夏出版社, 1997.

[12] 熊先青, 钱文婷, 方露, 庞小仁, 吴智慧, 赵雅洁. 大规模定制家具销售过程中的信息采集与处理技术[J]. 林业工程学报, 2016, 1(1): 112-118.

[13] 熊先青, 魏亚娜, 方露, 吴智慧, 王雨薇. 大规模定制家具快速响应机制及关键技术研究[J]. 林产工业, 2016, 43(1): 47-52.

[14] 熊先青, 吴智慧. 大规模定制家具的发展现状及应用技术[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2013(4): 156-162.

[15] 熊先青, 郭伟娟, 黄琼涛, 方露, 庞小仁, 吴智慧. 家具数字化制造质量管控技术[J]. 林业工程学报, 2017, 2(4): 152-157.

[16] 熊先青, 黄琼涛, 吴智慧, 孙宏南. 木家具工艺过程数字化管理平台构建与应用[J]. 林产工业, 2015, 42(7): 40-43.

[17] 熊先青, 庞小仁, 吴智慧, 黄琼涛. 可视化木家具生产车间全程监控系统的构建[J]. 林业科技开发, 2014, 28(6): 109-113.

(责任编辑 向琴)