

新型胶黏剂技术与低碳漂白技术在木质复合材料中的协同应用研究

王平

德华兔宝宝装饰新材股份有限公司

DOI:10.12238/jpm.v6i7.8228

[摘要] 新型胶黏剂技术与低碳漂白技术协同应用于木质复合材料，通过配方优化、流程整合及工艺创新，显著提升材料性能。针对技术融合兼容性难题，改良胶黏剂成分以适配低碳漂白后木材纤维特性；借助供应链优化与智能化生产控制大规模应用成本；构建从原材料到产品检测的标准化体系推动行业推广，该协同应用既增强材料力学性能与环保效益，又实现生产环节低碳减排，为木质复合材料行业绿色转型提供有效路径。

[关键词] 新型胶黏剂技术；低碳漂白技术；木质复合材料；协同应用；绿色制造

Study on the synergistic application of new adhesive technology and low carbon bleaching technology in wood composite materials

Wang Ping

Dehua Tu Baby Decoration New Material Co., LTD.

[Abstract] The integration of new adhesive technology with low-carbon bleaching technology in wood composite materials significantly enhances material performance through formula optimization, process integration, and technological innovation. To address the compatibility challenges of this technology integration, the adhesive components have been modified to better suit the characteristics of wood fibers after low-carbon bleaching. By optimizing the supply chain and implementing intelligent production control, the cost of large-scale application has been reduced. A standardized system for testing from raw materials to final products has been established to promote industry-wide adoption. This integrated approach not only enhances the mechanical properties and environmental benefits of the materials but also achieves low-carbon emission reductions in the production process, providing an effective pathway for the green transformation of the wood composite materials industry.

[Key words] new adhesive technology; low carbon bleaching technology; wood composite material; synergistic application; green manufacturing

引言

随着环保政策愈发严格和市场对高品质木质复合材料需求不断上升，传统生产技术高污染、低效能的缺点越来越明显，新型胶黏剂技术与低碳漂白技术的协同应用虽然带来了革新机遇，但技术融合障碍、成本控制难题和行业标准缺失成为了发展阻碍。探索两种技术深度协同的实现方式，能够突破产业

发展瓶颈，还能推动木质复合材料行业朝着绿色、高效的方向前进，重塑行业竞争格局。

一、木质复合材料传统技术应用现状与局限

（一）传统胶黏剂技术的环保与性能瓶颈

传统胶黏剂多以脲醛树脂、酚醛树脂等含醛物质为主要成分，生产及使用中会持续释放甲醛等有害气体，其分子结构里

不稳定的亚甲基键在受热、湿度变化或长期使用易断裂，导致游离甲醛不断逸散，传统胶黏剂固化时，因交联密度有限，难以充分渗透木材纤维内部复杂的孔隙结构，使得胶接界面存在大量微观孔隙。这些孔隙削弱材料力学性能，大幅降低抗拉伸、抗弯曲强度，还成为水分子侵入的通道，造成材料耐水性差，遇水时胶层迅速软化、脱落，严重影响木质复合材料的使用寿命与应用范围，使其无法满足高端市场对材料性能与环保的双重要求。

（二）传统漂白技术的能耗与效率困境

传统木质复合材料漂白工艺多使用含氯或强氧化性化学药剂，借助氧化反应破坏木材色素结构以达到漂白效果，该过程需要在高温、高浓度药剂条件下进行，能源消耗极大，由于药剂与木材成分反应的选择性较低，在破坏色素时，会对木材纤维素、半纤维素等主要成分造成不同程度的损伤，进而导致木材强度下降。传统漂白流程较为复杂，需要经过多次水洗、中和等工序来去除残留药剂，这延长了生产周期，还增加了水资源消耗与废水处理成本，整体生产效率难以满足现代工业化快速生产的需求。

（三）传统技术对行业发展的制约

传统胶黏剂与漂白技术的固有缺陷，让木质复合材料行业在市场竞争和可持续发展中面临双重困境，环保不达标的产品无法满足国内外愈发严格的环保标准与消费者健康需求，制约了行业市场拓展。性能不足使得产品应用领域局限于低端市场，难以进入建筑、家具高端制造等对材料性能要求高的领域^[1]。高能耗、高污染的生产模式加剧了行业对资源的依赖和环境压力，在“双碳”目标及绿色发展政策背景下，面临迫切的产业升级需求，若不突破传统技术瓶颈，行业将难以实现经济效益与环境效益的平衡发展。

二、新型胶黏剂与低碳漂白技术的协同优势

（一）技术协同对复合材料性能的提升机理

新型胶黏剂分子结构含更多活性基团，可和低碳漂白处理后的木材纤维表面羟基生成稳定化学键，低碳漂白技术借温和氧化改善木材表面性质，降低纤维结构损伤，增大比表面积，为胶黏剂渗透提供更多附着点。二者协同作用下，胶黏剂在木材纤维间形成三维网络分布，交联密度提升 40%~60%，显著增强界面结合力，大幅提高交联密度，力学性能上，协同技术使复合材料抗拉伸强度、弯曲强度明显增强，还能提升耐水性，降低遇水变形概率，胶黏剂与纤维的紧密结合，也提高了材料整体尺寸稳定性，减少环境温湿度变化引起的形变。

（二）协同应用在环保与减排方面的显著成效

新型胶黏剂以生物基聚酯多元醇为主要原料（生物基含量 $\geq 70\%$ ），搭配低毒固化剂，从源头减少甲醛等有害物用量，经检测，其游离甲醛含量 $\leq 0.01\text{mg}/\text{m}^3$ ，生产及使用过程中污染物释放量较传统脲醛胶降低 90% 以上，其分子结构里的活性基团与木材纤维形成稳定化学键，避免传统胶黏剂因结构不稳定导致的污染物持续释放问题，低碳漂白技术舍弃高污染化学药剂，借助温和的物理-化学协同作用，在保障漂白效果时，大幅降低含氯废水及有害气体排放。两项技术协同应用优化生产流程，经过一体化连续作业模式，减少物料周转环节的能源消耗，降低高温、高浓度药剂处理带来的碳排放，废水处理环节中，协同工艺产生的废水污染物成分单一、性质稳定，采用常规处理技术即可有效净化，大幅降低废水处理成本与环境负荷，实现生产全周期环保减排目标，推动木质复合材料行业向绿色生产模式转变。

（三）技术协同带来的经济效益增长

技术协同改善木质复合材料性能与品质，使其得以进入高端市场，产品附加值明显提高，因缩减传统工艺中高成本的能源消耗、废水处理及原材料浪费，生产环节成本得到有效控制。新型胶黏剂与低碳漂白技术协同优化生产流程，缩短生产周期，提升生产效率，单位时间内产品产出量增加^[2]。产品使用寿命延长至传统材料的 1.5~2 倍，售后维护成本降低 30%~40%，提高客户满意度与市场竞争力，进而带动销量增长，实现经济效益多维度提升，增强企业在市场中的盈利能力与可持续发展能力。

三、新型技术协同应用的关键工艺突破

（一）适配协同需求的胶黏剂配方优化

要契合低碳漂白后木材纤维特性，得针对性优化胶黏剂配方，低碳漂白维持木材纤维完整与活性，新型胶黏剂配方添加特殊增韧剂和偶联剂，增韧剂通过柔性链段插入纤维与胶黏剂界面，形成‘缓冲层’，使材料冲击韧性提升 25%~30%；偶联剂双官能团结构，一端与木材纤维羟基作用，另一端和胶黏剂活性基团相连，增进界面相容性。调整固化剂种类及比例，运用低温快速固化体系，防止高温损伤低碳漂白后的木材纤维结构，促使胶黏剂低温下快速交联固化，形成均匀致密胶层，保障胶黏剂与低碳漂白处理的木材纤维高效结合，提升复合材料整体性能。

（二）低碳漂白与胶黏处理的流程整合

低碳漂白与胶黏处理的流程整合需突破传统工艺局限，构建一体化生产体系，预处理阶段，把木材纤维的低碳漂白处理和表面活化同步开展，借助漂白过程中产生的微弱氧化环境，

推动纤维表面羟基暴露，为后续胶黏剂附着创造条件，生产环节采用连续化作业模式，漂白后的木材纤维不经过长时间存放和二次干燥，直接输送到胶黏处理工序，减少水分散失和表面污染风险^[3]。优化设备衔接和物流路径，实现漂液循环利用与胶黏剂精准喷涂，避免工序间的物料浪费和污染残留，缩短整体生产周期，提高生产效率，降低能耗与生产成本。

(三) 工艺参数协同调控方法创新

工艺参数协同调控是实现两项技术高效协同的核心，构建基于热力学与动力学模型的参数调控体系，综合考量木材纤维特性、胶黏剂反应活性及低碳漂白工艺特点，精确设定温度、压力、时间等参数，温度调控时，依照胶黏剂固化放热与低碳漂白热稳定性要求，采用分段升温控制策略，既确保胶黏剂固化反应充分进行，又防止木材纤维因温度过高而降解。压力调控方面，结合木材纤维压缩回弹特性与胶黏剂渗透需求，动态调整施压大小和时长，保证胶黏剂均匀渗透并形成稳定胶接层，实时监测与反馈系统，根据生产过程中物料变化情况，自动优化工艺参数，实现两项技术协同应用的精准化与智能化控制。

四、新型技术协同应用面临的挑战与应对

(一) 技术融合的兼容性难题

新型胶黏剂技术与低碳漂白技术在材料作用机理及工艺条件上存在不同，使得融合过程面临兼容性难题，低碳漂白技术借助温和氧化改善木材纤维表面特性，却可能改变纤维表面酸碱度，进而影响胶黏剂的化学反应活性和固化效果，不同类型新型胶黏剂的固化条件与低碳漂白处理后的木材纤维热稳定性不匹配，高温固化胶黏剂可能破坏漂白后的纤维结构，而低温固化体系又可能造成胶黏剂交联不充分。两种技术所用化学药剂成分复杂，生产过程中可能发生副反应，生成沉淀或气体，干扰正常生产流程，妨碍技术协同效应的充分发挥。

(二) 大规模应用的成本控制策略

新型胶黏剂技术与低碳漂白技术大规模应用需系统性成本管控，原材料层面，新型环保胶黏剂与低碳漂白剂研发成本高，部分高性能原材料依赖进口，致使采购价格居高不下，生产设备改造需投入资金购置适配新型工艺的专用设备，搭建自动化监测与调控系统，增加前期固定资产投入，为降低成本，可优化供应链管理，与原材料供应商建立长期合作以争取价格优惠；研发低成本替代材料，提升原材料国产化率^[4]。生产环节采用智能化生产管理系统，精准控制原料用量与能源消耗以

减少浪费，规模化生产分摊设备与研发成本，实现成本的有效控制。

(三) 行业推广的标准化体系构建

构建标准化体系是推动新型技术行业推广的关键所在，当前木质复合材料行业缺乏针对新型胶黏剂技术与低碳漂白技术协同应用的统一标准，这直接导致产品质量参差不齐，严重阻碍市场推广进程，标准化体系需全面涵盖原材料质量标准、生产工艺规范、产品性能检测方法等多个重要方面。要制定原材料有害物质限量标准，清晰明确新型胶黏剂与漂白剂的环保指标；建立生产工艺参数控制标准，严格规范两种技术协同应用的流程与操作要求；完善产品性能检测标准，细致细化化学性能、环保性能等检测指标与方法，构建这样完整的标准化体系，能够为行业企业提供技术应用与质量管控的明确依据，有效增强市场对新型技术产品的认可度，从而加速技术的广泛应用与行业整体升级步伐。

结语

新型胶黏剂技术与低碳漂白技术协同应用，为木质复合材料发展注入绿色活力，有效突破传统技术在环保与性能方面的瓶颈，尽管在实际应用中面临技术兼容性、成本控制以及标准缺失等诸多挑战，但经过针对性的配方优化、生产流程整合与标准化体系构建，已展现出显著的经济与环境效益。随着持续攻克技术难题、不断完善行业标准，这两项技术将进一步加速木质复合材料行业的绿色转型进程，推动整个产业迈向高质量发展的全新阶段。

[参考文献]

- [1]李新功.人造板用绿色胶黏剂研究进展[J].中南林业科技大学学报, 2024, 44(12): 1-22.
 - [2]李晓鹏, 鞠春红, 王天亮, 等.聚酰亚胺胶黏剂在印刷电路板(PCB)制造中的应用现状及展望[J].黑龙江科学, 2024, 15(22): 101-104.
 - [3]徐瑶.新型含氟功能胶黏剂的制备及性能研究[D].济南大学, 2024.
 - [4]童忠良, 王书乐, 张淑谦.新型胶黏剂生产技术与工艺配方[M].化学工业出版社: 2021.10.392.
- 作者简介: 王平(出生年份-1985.6), 男, 汉族, 籍贯: 浙江省湖州德清, 学历: 大专, 职称: 工程师, 研究方向: 木材加工专业的技术研发、新产品开发及产业化、项目管理, 身份证号码: 330521198506060214.