

应用技术

有机/无机复合浸渍液对杨木的改性处理

谭惠芬, 郭红霞, 杜万里, 王群

(北京工业大学材料学院, 北京 100124)

摘要: 利用脲醛树脂/丙烯酸酯乳液/硅溶胶三元复合浸渍液制备复合木材, 并与杨木素材为对照。采用红外光谱研究复合木材的组成变化, 热分析研究其热稳定性的变化, 并研究了复合木材的力学性能。结果表明, 杨木中的功能基团与复合浸渍液中的脲醛树脂可发生键合作用, 使改性木材的热稳定性及力学性能均有所提高。

关键词: 脲醛树脂; 丙烯酸酯乳液; 硅溶胶; 木材改性; 杨木

中图分类号: S792.11; O632.52

文献标识码: B

文章编号: 1001-8654(2009)04-0040-03

Performance of Poplar Wood Impregnated with Organic and Inorganic Additives

TAN Hui-fen, GUO Hong-xia, DU Wan-li, WANG Qun

(College of Material Science and Engineering, Beijing University of Technology, Beijing 100124, China)

Abstract: Specimens of fast-grown, low density poplar wood were impregnated with organic and inorganic solutions which included urea-formaldehyde resin, polyacrylate emulsion, and silica sol. The authors analyzed the chemical composition changes, thermal performance, and compression strength of the treated wood specimens and compared them to untreated wood specimens. The results showed that the specimens impregnated with urea-formaldehyde resin had improvement in their thermal performance and compression strength.

Key words: urea-formaldehyde resin; polyacrylate emulsion; silica sol; wood modification; poplar

在木材中添加各种物质以形成复合材料, 是提高木材性能的重要方法之一。浸渍法可使木材与有机高分子进行复合, 形成木塑复合材^[1], 在不改变木材本身的结构和形状的前提下, 既保持了木材的一些特色, 又可以减少和克服木材的一些不良性能。本研究以速生杨木为试材, 利用有机/无机复合的三元复合浸渍液对其进行改性, 制备得到了质量增加比率达50%的复合木材, 以期提高速生杨木的利用价值。

1 试验材料与方法

1.1 试材与试剂

试材 杨木(*Populus* spp.), 产自安徽芜湖, 树

龄为18~20年, 按照GB 1929-1991《木材物理力学试材锯解及试样截取方法》, 挑选无节子部分, 截取径向、弦向、纵向尺寸分别为20 mm×20 mm×20 mm的木材试件400个。

试剂 脲醛树脂: 固体含量35%, 工业级, 黏度210 mPa·s, 汕头市三峰化工公司; 硅溶胶: 固体含量35%, 江苏省江阴国联化工有限公司; 丙烯酸酯乳液: 固体含量45%, 工业级, 东方化工厂。

1.2 浸渍液的制备

按 $V(\text{脲醛树脂}) : V(\text{丙烯酸酯乳液}) : V(\text{硅溶胶}) = 1 : 1 : 2$, 依次缓慢倾置于容器内, 充分搅拌至均匀混合, 静置待用。

1.3 复合木材制备

使用电热鼓风干燥箱, 在 $(103 \pm 2)^\circ\text{C}$ 的条件下对试件进行4 h干燥, 处理后将试件放入干燥器中冷却至室温后称量; 然后对试材进行0.08 MPa抽真空

收稿日期: 2008-11-05; 修改日期: 2009-03-26

基金项目: 国家自然科学基金(30371129); 国家高新技术研究发展计划“863”(2002AA245161)。

作者简介: 谭惠芬(1985—), 女, 北京工业大学材料学院硕士研究生。

通讯作者: 王群, 男, 北京工业大学材料学院教授, 博士。

处理 0.5 h, 再进行真空浸渍 1 h、常压浸渍 2 h 处理; 取出后将试件在室温下放置 2 h, 再放入 103 ℃ 的干燥箱中干燥 4 h, 在干燥器中冷却至室温后称量^[1]。

1.4 性能测试

将制备所得的质量增加比率达 50% 的复合木材试样, 用 VERTEX-70 傅立叶红外光谱仪分析复合木材的红外结构; 利用 NETZSCH Simultaneous TG-DTA/DSC 差热分析仪, 及 JF-3 型氧指数仪分析复合木材的热稳定性; 利用美国 MTS 系统公司的万能试样机, 按照 GB 1935-1991《木材顺纹抗压强度试验方法》, 检测试件的力学性能; 用 98% 硫酸和 40% 氢氧化钠溶液浸泡试样, 观测其耐酸碱性。

2 结果与讨论

2.1 红外光谱分析

图 1 为杨木素材和复合木材的傅立叶红外谱图。从图 1 中可知, 木素的羰基(C=O)伸缩振动吸收峰 1 750 cm^{-1} , 在复合木材中几乎完全消失, 而杨木素材中木素 1 645 cm^{-1} 吸收峰明显增强。这是由于复合浸渍液中, 脲醛树脂的 -NHCH₂OH 与木材基团反应后, 由于侧基 -NH 的吸引而变强, 并向高波数偏移; 1 244 cm^{-1} 为木素酚羟基伸缩振动吸收峰, 与杨木素材相比, 酚羟基吸收峰明显减弱, 谱带变宽。红外光谱分析显示, 木材的化学成分与复合浸渍液中的脲醛树脂发生了化学作用, 改变了木素、纤维素化学键间原有的结合方式, 以脲醛树脂为桥而交联起来, 增强了木材的力学性能^[2]。

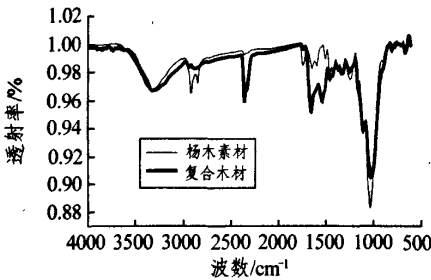


图 1 杨木素材与复合木材的红外光谱
Fig. 1 FTIR spectrum of control and resin impregnated poplar specimens

2.2 热重分析

复合木材增强了木材的热解性能, 提高了热解温度。从图 2 可知, 未处理的杨木素材在室温至 250 ℃, 曲线变化平稳, 质量未损失; 在 250 ℃ 以后曲线呈

陡峭状, 在 250~350 ℃ 区间经历了较剧烈的质量损失过程, 而且在 350 ℃ 时, 质量损失率达 62.76%。而复合木材热重曲线的变化相对较平稳, 同样在 250~350 ℃ 区间, 也经历了一次的质量损失过程, 但损失率明显偏低。而且在 300 ℃ 以后, 曲线趋于平缓。复合木材试样质量损失率 50% 时的温度为 565.36 ℃, 同比杨木素材提高 141 ℃。

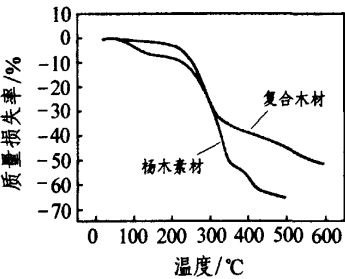


图 2 复合木材热重分析
Fig. 2 TG curve of control and resin impregnated poplar specimens

2.3 氧指数分析

根据 GB/T 2406-1993《塑料燃烧性能试验方法-氧指数法》, 氧指数 (OI) < 27% 属于易燃材料, 27% < OI < 32% 属于可燃材料, OI ≥ 32% 属于难燃材料。由表 1 可知, 杨木素材属于易燃和可燃材料类, 而复合木材属于难燃材料。

这是因为复合木材的细胞腔及细胞间隙中浸有大量的二氧化硅和高分子树脂, 耐高温的二氧化硅可有效地延缓热量传递, 隔绝木材与氧气的接触, 阻止了可燃气体的产生和逸出, 纤维素只能脱水炭化, 从而提高了木材的热稳定性^[3]。氧指数测试结果与热重分析结果显示一致, 复合木材的热稳定性比杨木素材显著提高。

表 1 试样氧指数
Tab. 1 Oxygen index of control and resin impregnated poplar specimens

材料	氧指数 测量值/%	易燃氧指 数值/%	难燃氧指 数值/%
杨木素材	21.7		
复合木材	33.2		
GB/T 2406-1993		<27	≥32

2.4 抗压强度

如图 3 所示, 复合木材的顺纹/弦向/径向抗压强度与未处理杨木素材相比, 分别提高了 78%, 82.1% 和 108.46%。在木材中纤维素赋予木材弹性和强

度,纤维素链状分子顺胞壁构成微纤丝,微纤丝之间以氢键结合。浸渍液填充在微纤丝与纤维素骨架之间,脲醛树脂的羟基部分与纤维素羟基发生反应,部分形成氢键;另外,硅溶胶的羟基与纤维素作用,物理填充、化学键合形成了新的化学键、氢键,因而增强了木材纤维素骨架的硬度、韧性和抗压能力。

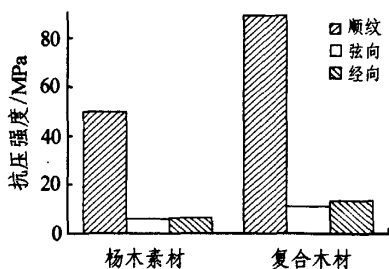


图3 试样的抗压强度

Fig. 3 Compression strength of all specimens

2.5 耐酸碱性

将复合木材和杨木素材试样,分别放入 98% 硫酸和 40% 氢氧化钠溶液中,各浸泡 3 天和 10 天,取出后用滤纸吸掉表面液体,放入烘箱内干燥至绝干后称量,计算试样的质量损失率^[4]。试验结果显示,杨木素材经过 3 天的浸泡,部分试件发生炭化,质量损失率达 40.7%;而复合木材经过同样时间的浸泡,质量损失率仅为 0.6%。抗碱性试验结果,素材稍有膨

胀,质量损失率 1.7%;复合木材未见有被碱腐蚀的痕迹,质量损失率为 0。复合木材利用有机/无机组分填充杨木空隙,一定程度上包覆杨木短纤维,保护了木材不受强酸的腐蚀。

3 结论

1) 利用脲醛树脂/丙烯酸酯乳液/硅溶胶三元复合浸渍液制备的复合木材,起到了良好的改性作用,得到了性能优良的复合木材;

2) 质量增加比率达 50% 时,复合木材的顺纹/弦向/径向抗压强度分别比杨木素材提高了 78%、82.1%、108.46%,其耐酸性和热稳定性亦明显提高,基本不能被碱液所腐蚀;

3) 复合木材的氧指数由杨木素材的 21.7% 提高到 33.2%,成为难燃级。

参考文献:

- [1] 孙正强. 硅溶胶/苯丙乳液改性体系的陶瓷复合木材[D]. 北京工业大学, 2004: 3.
- [2] 邓芹英, 刘岚, 邓慧敏. 波谱分析教程[M]. 北京: 科学出版社, 2007: 30-38.
- [3] 王西成, 田杰. 陶瓷化木材的复合机理[J]. 材料研究学报, 1996, 10(4): 436-439.
- [4] 王强, 曹爱丽, 黄积涛, 等. 苯乙烯/甲基丙烯酸甲酯/丙烯腈三元枝接共聚复合木材研制[J]. 林业科学, 1999, (35)2: 82-86.

(责任编辑 鲍加芬)

行业简讯

大自然地板联手央视再推新品

随着暑期的来临,大自然地板再度与央视牵手合作,特别打造了“创意小画家活动”,面向全国小朋友征集充满想象力、富有创意的绘画作品,并用大自然独特的生产工艺,将绘画作品完美呈现在地板表面——即“精彩地板”新产品。

近年来,全球涂鸦文化风行,借助精彩地板的先进生产工艺,让涂鸦文化从此可以傍上地板,开创全新的地板涂鸦文化新时代。

大自然地板多年来致力于产品研发与技术创新,先后引领了地板行业八次技术革命。2009 年的新产



品“精彩地板”,将又一次突破传统地板的生产理念——对天然木纹的依赖和不同于强化地板的工业化生产模式。

随心所欲的地板图案是产品文化当中颇为重要的环节,产品同时为消费者带来终身升值服务,让消费者能够在不同的时期,根据个人喜好变换地板的图案,重新安装

新的精彩地板。开辟了地板个性化消费的新思路,满足了众多年轻消费群体与个性时尚消费者的消费需求。

张冉冉/本刊讯