

网络出版时间:2020-06-01 10:45 DOI:10.13207/j.cnki.jnwfufu.2020.12.008
网络出版地址:http://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1390.s.20200529.0830.008.html

含水率对三聚氰胺甲醛树脂浸渍薄木 贴面性能的影响

王蕊,田飞宇,徐德良,徐信武

(南京林业大学 材料科学与工程学院,江苏 南京 210037)

【摘要】【目的】研究薄木初含水率对三聚氰胺甲醛树脂浸渍后性能的影响,为薄木贴面的应用提供参考。【方法】以杨木、海棠木、松木薄木为材料,采用三聚氰胺甲醛树脂浸渍处理,制备装饰用浸渍薄木,研究薄木的初含水率对浸渍薄木的表面微观形貌、浸胶量、预固化度、挥发物含量以及浸渍薄木覆面纤维板贴面性能的影响。【结果】在相同浸渍工艺条件下,随着初含水率(0%~30%)的提高,浸渍薄木的浸胶量降低,杨木浸胶量从 72.0%降低到 59.3%,海棠木浸胶量从 94.2%降低到 84.4%,松木浸胶量从 103.4%降低到 86.1%;预固化度减小,杨木预固化度从 20%降低到 15%,海棠木预固化度从 30%降低到 19%,松木预固化度从 13%降低到 6%;挥发物含量略有提高,杨木挥发物含量从 8%增加到 9%,海棠木挥发物含量从 9%增加到 10%,松木挥发物含量从 8%增加到 9%;贴面胶合强度呈先增大后减小的趋势,表面胶合强度最高可达 2.1 MPa。【结论】为确保浸渍薄木的贴面性能,建议薄木初含水率控制在 10%~20%。

【关键词】浸渍薄木;初含水率;三聚氰胺甲醛树脂;贴面性能

【中图分类号】S785;TQ351

【文献标志码】A

【文章编号】1671-9387(2020)12-0064-08

Effect of moisture content on overlaying performance of melamine formaldehyde resin impregnated thin veneer

WANG Rui, TIAN Feiyu, XU Deliang, XU Xinwu

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

Abstract: 【Objective】The effects of initial moisture content of thin veneers on performance after melamine formaldehyde soaking were studied to provide reference for the application of thin veneers. 【Method】Resin-impregnated poplar, Bintangor, and pine thin veneers were fabricated using melamine formaldehyde (MF) resin. The effect of initial moisture content (MC) on surface morphology, content of impregnated resin, degree of pre-curing, and content of volatile substances of the impregnated veneers were investigated. The bond strength of impregnated veneers on fiberboard substrate was also tested. 【Result】Based on same impregnation process, the increase of moisture content from zero to 30%, the content of MF resin of poplar thin veneer decreased from 72.0% to 59.3%, the content of MF resin of bintangor thin veneer decreased from 94.2% to 84.4%, and the content of MF resin of pine thin veneer decreased from 103.4% to 86.1%. The degree of pre-curing of poplar thin veneer decreased from 20% to 15%, the degree of pre-curing of Bintangor thin veneer decreased from 30% to 19%, and the degree of pre-curing of pine thin veneer decreased from 13% to 6%. In contrast, the content of volatile substances of poplar thin veneer increased from 8% to

【收稿日期】2019-11-22

【基金项目】国家木竹产业技术创新战略联盟科研计划项目(TIAWBI2018);湖北省技术创新专项重大项目(2019ABA097)

【作者简介】王蕊(1994—),女,江苏南京人,在读硕士,主要从事人造板与胶粘剂研究。E-mail:641214952@qq.com

【通信作者】徐信武(1975—),男,江苏南京人,教授,主要从事人造板与胶粘剂研究。

9%, the content of volatile substances of Bintangor thin veneer increased from 9% to 10%, and the content of volatile substances of pine thin veneer increased from 8% to 9%. The surface bonding strength firstly increased and then decreased with the optimal surface bonding strength of 2.1 MPa. 【Conclusion】 MC of thin veneers was suggested to be 10% to 20% to ensure strong overlaying performance.

Key words: impregnated thin veneer; initial moisture content; melamine formaldehyde resin; overlaying performance

表面装饰优化了人造板基材的表面形态和色泽,还可赋予其阻燃、隔热、防潮等功能性特征。目前常用的木材表面装饰优化方法主要有贴面、涂饰、机械加工等 3 种^[1-3],其中贴面装饰应用最为广泛的材料包括三聚氰胺甲醛(MF)树脂浸渍纸和各种装饰薄木^[4-7]。随着生活品质的不断提升,人们愈发青睐木材天然纹理,因此融合 MF 树脂和薄木两大材料优势制作浸渍薄木装饰新材料,已成为新的研究热点^[8-9]。汤正捷等^[10]对薄木浸渍工艺进行了研究,结果发现在其他条件不变的情况下,干燥温度越高、时间越长,浸渍薄木的挥发物含量越低,预固化度越高。刘明利等^[11]采用 MF 树脂浸渍薄木作为复合地板表板,结果表明当浸胶量小于 60% 时板面容易出现干花现象,当浸胶量大于 120% 时则板面光泽不均匀且压贴时容易出现气泡,确定最佳浸胶量为 90%。李春风等^[12]使用 MF 树脂贴饰水泥刨花板,有效地提高了水泥刨花板的表面质量。与装饰纸不同的是,为了防止开裂破损^[13],装饰薄木一般含水率较高,但薄木初含水率过高是否会对浸渍薄木的工艺与性能产生不利影响,目前尚不清楚。为此,本试验研究了薄木初含水率对三聚氰胺甲醛树脂浸渍后贴面性能的影响,以期为浸渍薄木的生产工艺及其应用提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

所用薄木(厚度 0.2 mm)包含胶合板工业常见的 3 种树种:意大利 214 杨(*Populus euramevicana* cv. 'I-214'),海棠(*Calophyllum* ssp)、辐射松(*Pinus radiata*),薄木由山东临沂某胶合板企业直接旋切木段制备,含水率 40%~50%。浸渍用三聚氰胺甲醛(MF)树脂,取自江苏常州某浸渍纸生产企业,固含量 50%,黏度 15 mPa·s。纤维板(厚度 10 mm,密度 0.868 g/cm³,施胶量 10%),取自江苏丹阳大亚人造板集团。

1.2 试验方法

1.2.1 薄木初含水率控制 将新鲜薄木裁成 100

mm×150 mm 幅面试样,随机分成 a、b、c、d 4 组,每组 5 个试样。将其置于常温室内环境下自然干燥不同时间,以获取不同梯度初含水率试样(每个试样截取 50 mm×50 mm 试件用烘干法测定含水率)。经过自然干燥后,3 种薄木平均含水率为:杨木 6.7%~27.0%,海棠木 6.1%~20.6%,松木 4.3%~20.7%。

1.2.2 薄木浸渍 从每组自然干燥薄木试样中,进一步截取 100 mm×100 mm 试件,于实验室用浸胶槽进行浸渍处理。用镊子将试件置于浸渍槽,当试件全部接触树脂后开始计时,浸渍时间 15 s。浸渍完毕后将薄木悬挂静置约 12 h,至表面无树脂流动后采用试验烘箱进行干燥处理,温度为 120 ℃,时间 120 s^[10]。

1.2.3 浸渍薄木饰面 使用单层试验热压机,将浸渍薄木覆面于纤维板基材。贴面温度为 170 ℃,压力 1 MPa,时间 90 s。

1.3 性能测试

1.3.1 浸渍薄木表面微观形貌表征 分别取 10 mm×10 mm 的 3 种浸渍薄木 3 个样品,其初含水率分别为:杨木薄木 6.7%,14.8%,27.0%;海棠木薄木 6.1%,10.2%,20.6%;松木薄木 4.3%,7.7%,20.7%,用环境扫描电子显微镜(SEM,型号:Quanta 200,美国 FEI 公司)观察浸渍薄木的表面微观形貌。将薄木试样用导电胶粘在样品台上,喷金处理后进行观察,放大倍数分别为×100、×200 和×400。

1.3.2 薄木浸渍性能 参照《饰面用浸渍胶膜纸》(LY/T 1143—2006)行业标准,主要测试浸渍薄木的浸胶量、预固化度和挥发物含量。首先取 4 组 100 mm×100 mm 的 3 种浸渍薄木,每组 6 个样品,每组平均初含水率分别为:杨木薄木 7.4%,9.2%,15.6%,27.9%;海棠木薄木 6.3%,6.7%,10.2%,22.5%;松木薄木 4.8%,7.5%,10.9%,20.3%,按照 1.2.2 节的方法进行浸渍处理,测定浸渍树脂在 120 ℃烘箱干燥 120 s 后薄木的质量 W_d ,之后将每组中 3 片浸渍薄木在 160 ℃烘箱中干燥 10 min 后,测定干燥后的质量 W_b ,按照公式(1)、(2)计算每组

平均浸胶量和平均挥发物含量;然后将每组中另外 3 片浸渍薄木在 40 ℃ 蒸馏水中浸泡 20 min 后,于室温下挂晾 10 min,测定在 160 ℃ 烘箱中干燥 10 min 后烘干的质量 W_e ,按照公式(3)计算平均预固化度。

$$W_r=\left[\frac{W_b-W_o}{W_o}\right]\times 100\%, \tag{1}$$

$$W_v=\left[\frac{W_a-W_b}{W_a}\right]\times 100\%, \tag{2}$$

$$W_c=\left[\frac{W_e-W_o}{W_d-W_d\times W_v-W_o}\right]\times 100\%。 \tag{3}$$

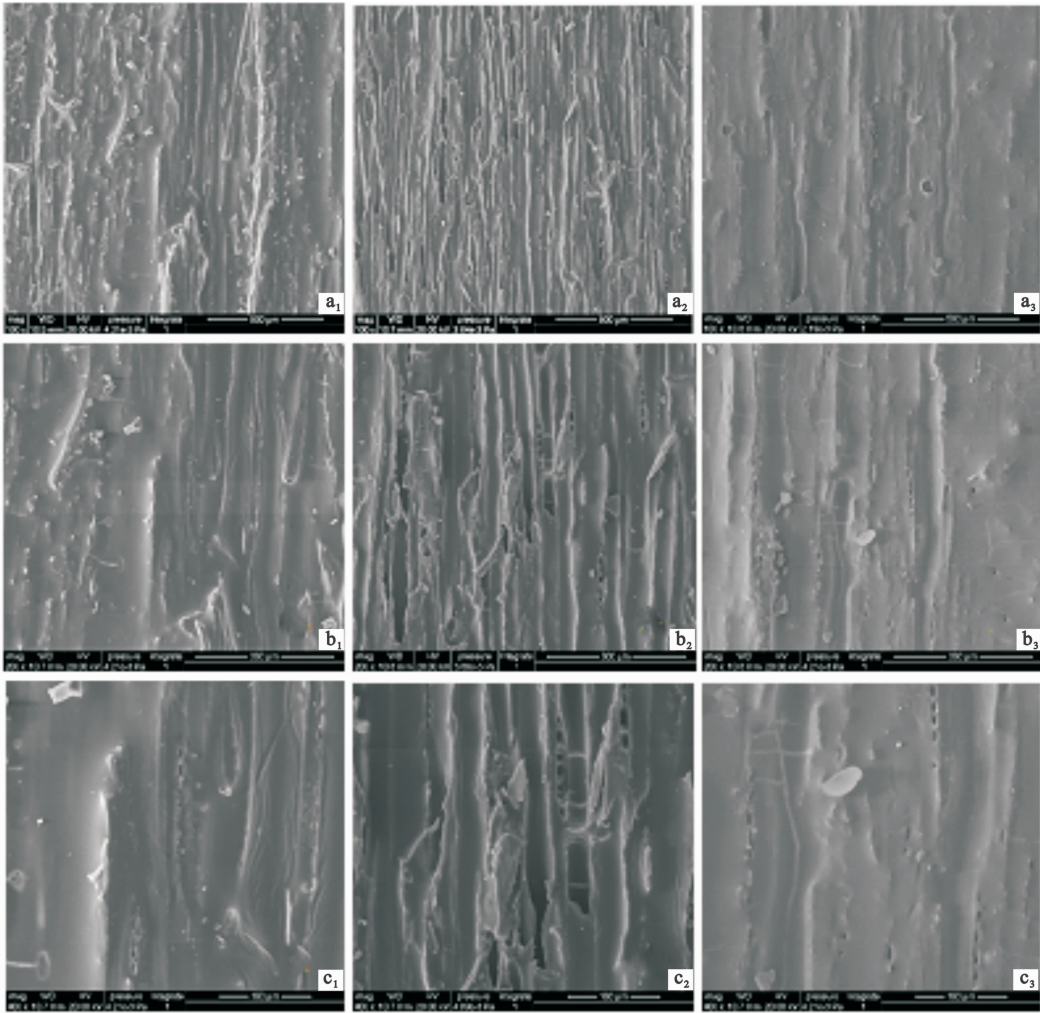
式中: W_r 为浸渍薄木的浸胶量(%), W_b 为浸渍树脂干燥后薄木的质量(g), W_o 为浸渍前薄木的绝干质量(g), W_v 为浸渍薄木的挥发物含量(%), W_a 为浸渍薄木干燥前的质量(g), W_c 为浸渍薄木的预固化度(%), W_e 为浸渍薄木在蒸馏水中浸泡后烘干的质量(g), W_d 为浸渍薄木浸泡前的质量(g)。

1.3.3 浸渍薄木贴面性能 分别取海棠木薄木和松木薄木的 9 个样品,其初含水率分别为:海棠木薄木 3.6%,4.1%,4.2%,14.9%,16.8%,20.9%,21.2%,49.4%,50.4%;松木薄木 4.2%,4.6%,16.2%,19.8%,21.1%,29.4%,43.8%,53.2%,53.3%,按照 1.2.3 节的方法进行处理,参照《装饰单板贴面人造板》(GB/T 15104—2006)标准中 6.3.4 的规定,进行贴面胶合强度的测试,并观察海棠木浸渍薄木饰面纤维板的贴面质量。

2 结果与分析

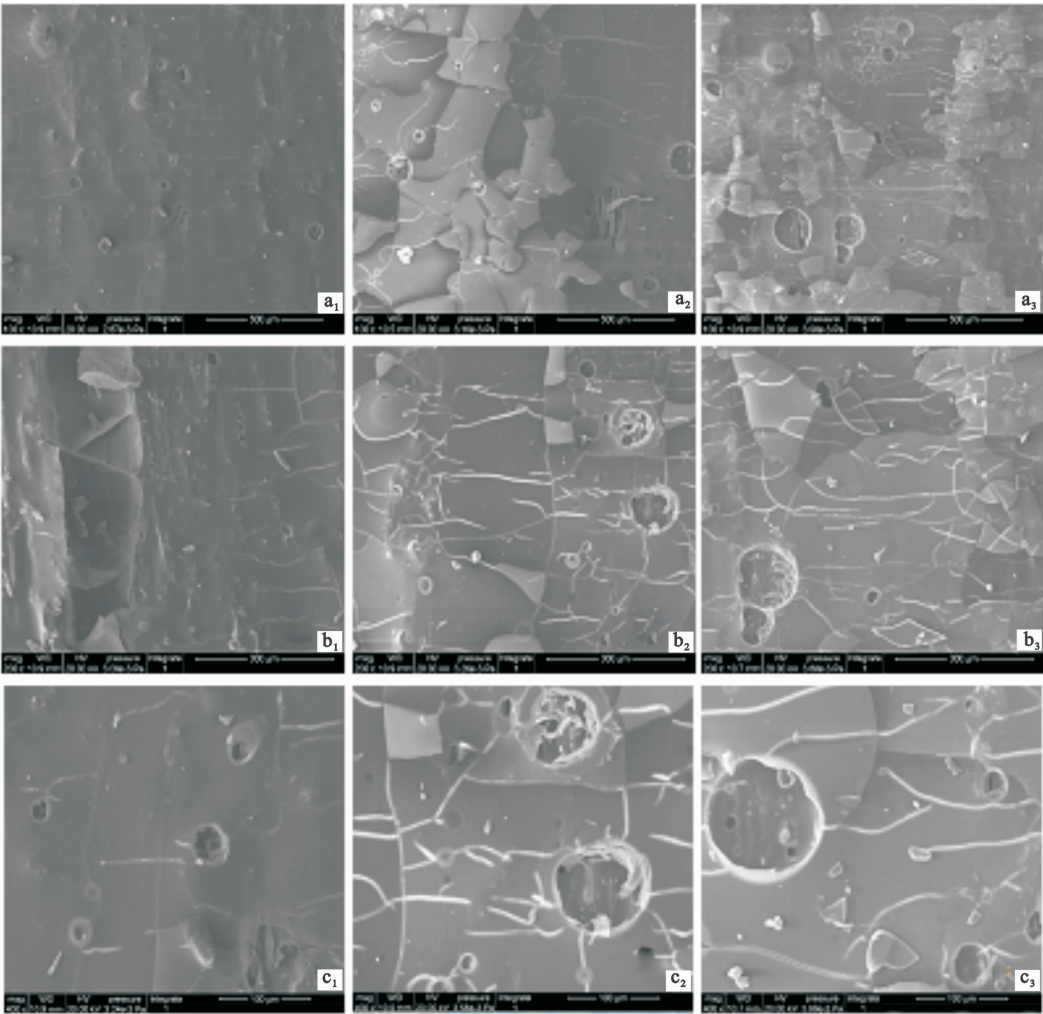
2.1 浸渍薄木表面微观形貌

通过 SEM 对制备的浸渍薄木试样进行表面微观形貌表征。浸渍后的杨木薄木、海棠木薄木和松木薄木在不同放大倍数下的微观形貌见图 1~3。



a、b、c 分别表示放大×100,×200 和×400;下标 1,2,3 分别表示初含水率为 6.7%,14.8%和 27.0%
a,b,and c indicate magnifications of ×100,×200 and×400,respectively. Subscripts 1,2,and 3 indicate initial moisture contents of 6.7%,14.8%,and 27.0%,respectively

图 1 三聚氰胺甲醛树脂浸渍后杨木薄木表面的电镜观察
Fig. 1 SEM of MF resin impregnated poplar thin veneers



a、b、c 分别表示放大 $\times 100$ 、 $\times 200$ 和 $\times 400$;下标 1,2,3 分别表示初含水率为 6.1%、10.2% 和 20.6%
a,b, and c indicate magnifications of $\times 100$, $\times 200$ and $\times 400$, respectively. Subscripts 1,2, and 3 indicate initial moisture contents of 6.1%, 10.2%, and 20.6%, respectively

图 2 三聚氰胺甲醛树脂浸渍后海棠木薄木表面的电镜观察
Fig.2 SEM of MF resin impregnated bintangor thin veneers

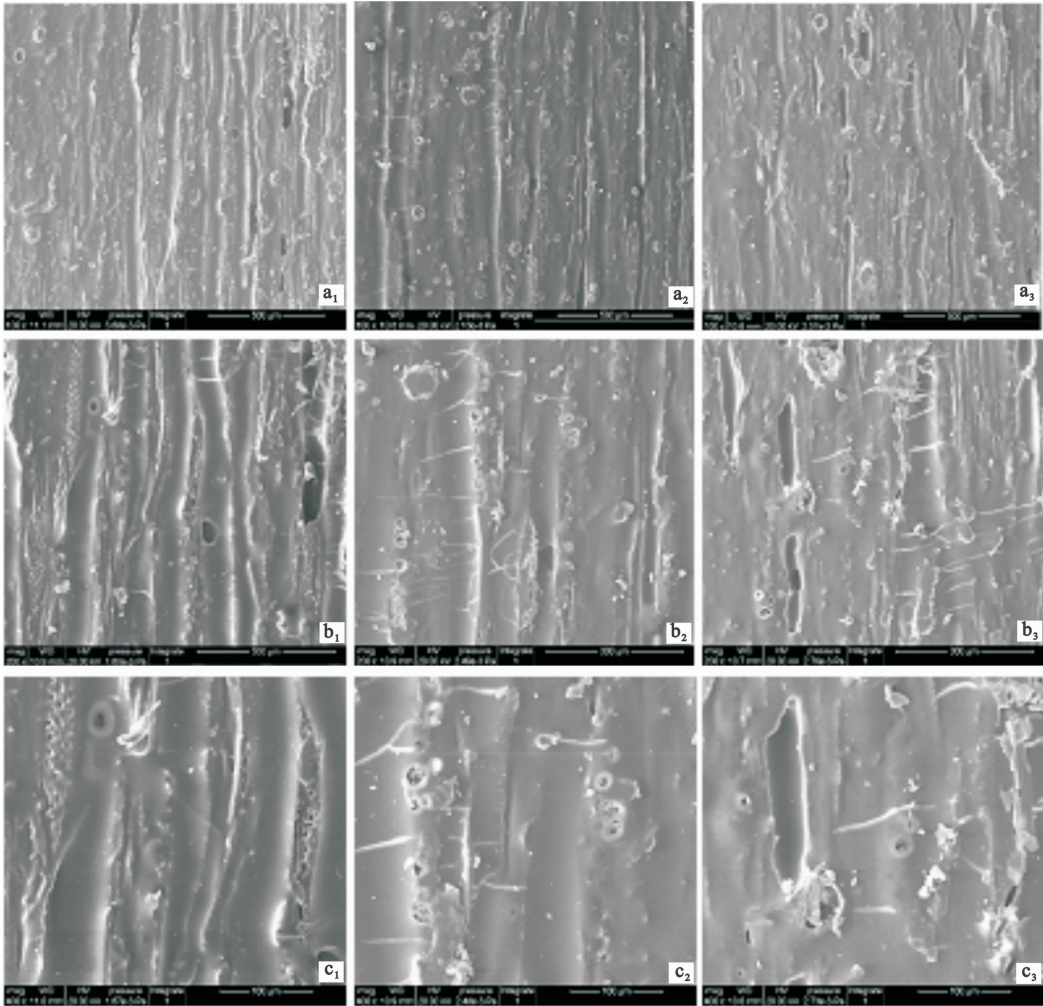
从图 1~3 可以看出,三聚氰胺甲醛树脂浸渍效果良好,能够布满细胞腔、导管壁与细胞间隙。有学者使用紫外线微光谱法证实,三聚氰胺甲醛树脂能很好地进入木材细胞次生壁层和胞间层,但需要一定含水率以打开通道^[14]。对比同一树种的浸渍薄木,试验中初含水率相对较高的薄木在浸渍后表面会有更多的小孔甚至开裂,这可能是干燥过程中有更多水分蒸发所致。

2.2 初含水率对浸渍薄木性能的影响

2.2.1 浸胶量 3 种薄木初含水率对浸胶量的影响见图 4。图 4 显示,当浸渍时间为 15 s 时,随着初含水率的增加,杨木、海棠木、松木 3 种薄木的浸胶量分别呈现降低趋势:杨木薄木初含水率由 7.4% 增加到 27.9% 时,其浸胶量从 72.0% 降低到

59.3%;海棠木薄木初含水率由 6.3% 增加到 22.5% 时,其浸胶量从 94.2% 降低到 84.4%;松木薄木初含水率由 4.8% 增加到 20.3% 时,其浸胶量从 103.4% 降低到 86.1%。这可能是因为木材的含水率与孔隙率有关,随着含水率的增加,薄木的孔隙率降低,能够进入薄木的三聚氰胺甲醛树脂减少^[15]。

2.2.2 挥发物含量 3 种薄木初含水率对挥发物含量的影响见图 5。由图 5 可知,随着初含水率的增加,杨木、海棠木、松木 3 种薄木的挥发物含量尽管总体均呈增大的趋势,但增大幅度均较小,以上 3 种浸渍薄木的挥发物含量分别为 8%~9%,9%~10%,8%~9%。



a、b、c 分别表示放大 $\times 100$ 、 $\times 200$ 和 $\times 400$;下标 1,2,3 分别表示初含水率为 4.3%、7.7% 和 20.7%
a, b, and c indicate magnifications of $\times 100$, $\times 200$ and $\times 400$, respectively. Subscripts 1, 2, and 3 indicate initial moisture content of 4.3%, 7.7%, and 20.7%, respectively

图 3 三聚氰胺甲醛树脂浸渍后松木薄木表面的电镜观察

Fig. 3 SEM of MF resin impregnated pine thin veneers

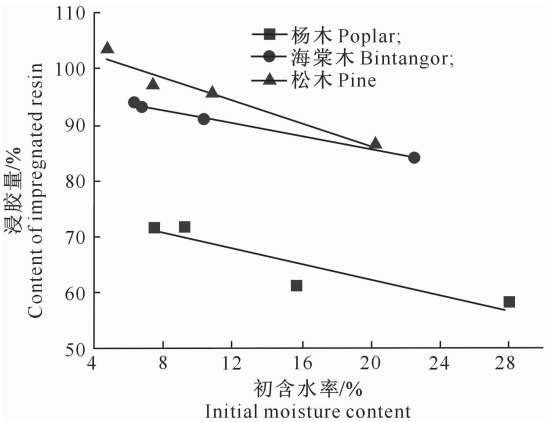


图 4 薄木初含水率对浸胶量的影响

Fig. 4 Effect of initial moisture content of thin veneer on impregnation amount

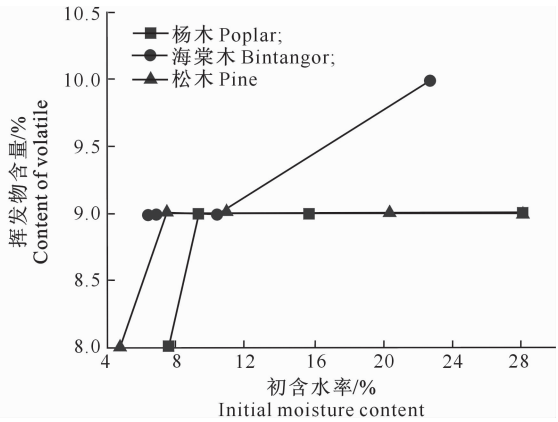


图 5 薄木初含水率对挥发物含量的影响

Fig. 5 Effect of initial moisture content of thin veneer on volatile content

2.2.3 预固化度 预固化度代表了树脂固化过程

中的流动性,是影响浸渍薄木贮存期及贴面工艺和

性能的重要因素^[16]。若预固化度过高,树脂流动性差,导致板面容易出现干花或者开裂现象;反之,若预固化度过低,树脂流动性太大,固化过程中产生了较大的收缩,从而会导致裂纹的出现。3 种薄木初含水率对预固化度的影响见图 6。由图 6 可见,浸渍薄木预固化度总体均随着薄木初含水率的增大而降低,在本试验初含水率的变化范围内,杨木浸渍薄木的预固化度由 20%降低到 15%,海棠木浸渍薄木的预固化度由 30%降低到 19%,松木浸渍薄木的预固化度由 13%降低到 6%。

预固化度受浸胶量和挥发物含量的影响,在浸胶量相同时,预固化度随挥发物含量增加呈增大趋势;在挥发物含量相同时,预固化度随浸胶量减少呈减小趋势^[17]。在本试验中,浸胶量随着初含水率的增加呈减少趋势;而挥发物含量虽呈增大趋势,但变

化幅度很小,因此预固化度会随着初含水率的增加而呈现减小趋势。

2.3 初含水率对浸渍薄木贴面强度的影响

选用海棠木薄木和松木薄木压贴纤维板,研究其表面胶合强度与薄木初含水率的关系。由图 7 可以看出,随着初含水率的增加,三聚氰胺甲醛树脂浸渍薄木饰面纤维板的胶合强度呈先上升后下降的趋势,海棠木薄木饰面板的最高表面胶合强度为 2.1 MPa,松木薄木饰面板的最高表面胶合强度为 2.0 MPa;当初含水率在 10%~20%时,2 种薄木的表面胶合强度均高于 1.8 MPa;当初含水率持续增大,2 种薄木表面的胶合强度均出现急剧下降;在初含水率大于 45%时,2 种薄木表面的胶合强度基本均稳定在 0.8 MPa 以下。

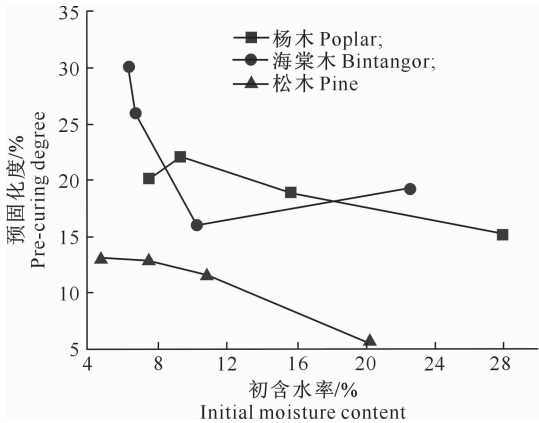


图 6 薄木初含水率对预固化度的影响

Fig. 6 Effect of initial moisture content of thin veneer on pre-curing degree

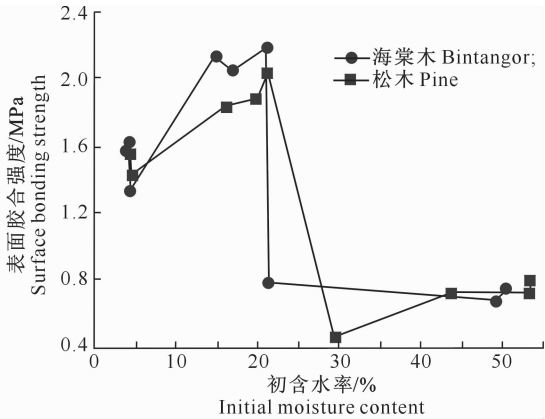


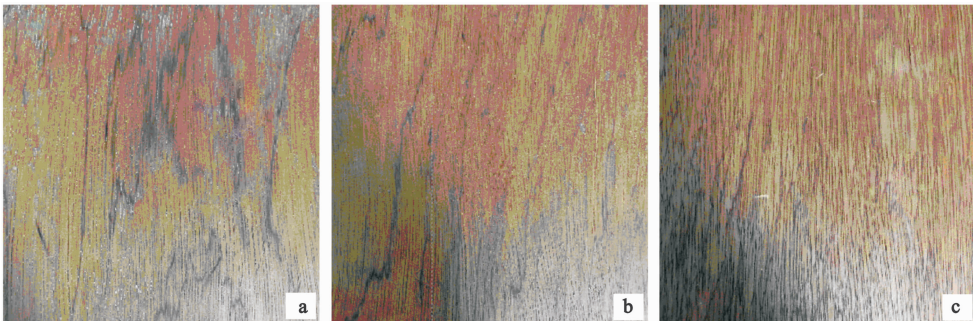
图 7 薄木初含水率对表面胶合强度的影响

Fig. 7 Effect of initial moisture content of thin veneer on surface bonding strength

2.4 初含水率对浸渍薄木贴面质量的影响

观察海棠木浸渍薄木饰面纤维板的贴面质量,

结果如图 8 所示。



a、b、c 分别表示初含水率为 3.6%、14.9% 和 49.4%，对应表面胶合强度为 1.56、2.13 和 0.68 MPa

a, b, and c indicate initial moisture contents are 3.6%, 14.9%, and 49.4%, and the corresponding surface bonding strengths are 1.56, 2.13, and 0.68 MPa, respectively

图 8 海棠木浸渍薄木初含水率对饰面质量的影响

Fig. 8 Effect of initial moisture content of impregnated bintangor thin veneer on overlaid surface quality

图 8 显示,当薄木初含水率过低时,饰面纤维板的表面容易出现胶斑(图 8-a),同时贴面强度不够高;在初含水率为 10%~20%时,贴面表现性能最佳(图 8-b),且胶合强度最高;当初含水率超过 20%时,饰面纤维板表面光泽度明显降低,并且会出现裂缝或鼓泡(图 8-c),同时贴面胶合强度更低。

3 讨 论

作为一种天然材料,装饰薄木的开发和利用日益重要,包括基材、涂胶、配坯和胶压等工序在内的薄木贴面工艺也已有许多研究报道^[18-19]。薄木饰面板不仅可以满足人们对自然质感的追求,还有利于木材工业的持续发展,但薄木贴面也常存在一定的质量缺陷,如板面透胶、表面裂纹、板面翘曲和起泡等^[20-22],这些都与薄木的含水率相关。林木森等^[23]对人造板薄木贴面的研究表明,将薄木含水率控制在 8%~12%(干贴时)或 30%~60%(湿贴时)均能获得不透胶、不龟裂的薄木饰面板。本研究发现,三聚氰胺甲醛(MF)树脂浸渍薄木贴面的初含水率不宜过高也不宜过低。

本研究对 3 种浸渍薄木表面微观形貌的显微观察发现,MF 树脂浸渍薄木效果优异,这证实了浸渍薄木饰面板的应用可能性^[10];另外,随着薄木初含水率的增加,浸渍薄木表面的小孔增多甚至出现开裂。本研究还发现,随着初含水率的增大,浸胶量和预固化度降低,挥发物含量增大。相关 MF 浸渍纸饰面板的研究表明,浸渍工艺需要保证浸胶量在 130%~150%,挥发物含量在 6%~7%,预固化度 $\leq 65\%$ ^[24]。浸渍纸预固化度过高会降低树脂在压贴过程中的流动性,进而降低胶合强度;预固化度过低,会降低浸渍纸的储存稳定性。本研究表明,当薄木初含水率为 10%~20%时,海棠木和松木浸渍薄木的浸胶量为 90%~100%,挥发物含量均在 8%~9%,预固化度 $< 30\%$,表面胶合强度均大于 1.8 MPa,并且具备良好的表现质量。这些结果说明,浸渍纸与浸渍薄木所需工艺条件不同,浸渍薄木在生产前需要将初含水率控制在适宜的范围内,以获取性能优异的 MF 树脂浸渍薄木饰面板。

浸渍薄木的浸胶量和预固化度与表面胶合强度密切相关,因此薄木初含水率会影响浸渍薄木饰面板的表现质量与表面胶合强度。研究表明,采用酚醛树脂真空加压浸渍杨木,通过改变加压压力和时间可获取不同增重率的杨木强化材;研究枫木薄木饰面杨木强化材的表面胶合强度,结果表明,表面胶

合强度随杨木强化材增重率的减少呈先上升后下降的趋势^[25]。本研究中,随着薄木初含水率的增大,浸胶量逐渐减少,而表面胶合强度呈先增大后减小的趋势。浸渍薄木能够很好地胶接到纤维板表面,首先是因为木材和三聚氰胺甲醛树脂同为高分子化合物,二者之间存在着物理吸引力、范德华力和氢键力;其次是因为木材因其高孔隙率和较大内表面而具有极高吸着性和良好的润湿性,这些都有助于在其表面上进行胶接^[26]。本研究中,当初含水率小于 20%时,表面胶合强度随着初含水率的增大而增加,这是因为当薄木初含水率过低时,三聚氰胺甲醛树脂容易大量浸入到薄木的内部,导致胶界面的树脂量缺失,从而影响了表面胶合强度^[27];当初含水率大于 20%之后,表面胶合强度迅速降低,是因为此时的浸胶量已经越来越少,胶层缺失,并且浸渍薄木表面因水分的蒸发而出现气泡、开裂,进一步降低了胶层质量。刘光远^[28]的研究也表明,当单板含水率在 20%以上时,其胶层脱水速度会有所下降,胶层的黏度降低,经过热压后流动性增加而更容易向木材内部渗透,从而导致胶层缺失,胶合强度下降。本研究中当薄木初含水率为 10%~20%时,浸渍薄木与纤维板之间的胶合强度表现优异,远高于《GB/T 15102—2006 浸渍胶膜纸饰面人造板》中关于浸渍胶膜纸饰面纤维板表面胶合强度的要求(≥ 0.6 MPa)。

4 结 论

本研究表明,薄木初含水率对浸渍薄木性能以及薄木贴面性能具有明显影响。在其他条件不变的情况下,薄木初含水率(在纤维饱和点以下)越高,三聚氰胺甲醛树脂浸渍薄木的浸胶量越小,预固化度越低,挥发物含量略有增大,但增加幅度很小。当薄木初含水率由 0%增大到 20%,海棠木浸渍薄木和松木浸渍薄木饰面纤维板的表面胶合强度均呈增大趋势;当初含水率超过 20%时总体呈减小趋势。为了使浸渍薄木饰面纤维板可以获得较高的表面胶合强度以及优异的表现质量,宜将薄木初含水率控制在 10%~20%。

【参考文献】

- [1] 张琴琴,邢立艳,徐 明,等.我国人造板饰面装饰纸的发展及质量影响因素[J].天津造纸,2016,38(3):13-15.
Zhang Q Q,Xing L Y,Xu M,et al. Development and quality influencing factors of wood-based panel decoration in China [J]. Tianjin Paper Making,2016,38(3):13-15.

[2] 张勤丽. 装饰纸在人造板表面装饰中的应用 [J]. 中国人造板, 2006,13(11):1-4,28.
Zhang Q L. The application of decorative paper in wood-based panel surface decoration [J]. China Wood-Based Panels, 2006, 13(11):1-4,28.

[3] 刘瑞诺,田卫国,丁武斌. 我国印刷装饰纸发展现状 [J]. 中国人造板, 2011,18(1):4-5,9.
Liu R N, Tian W G, Ding W B. Current situation of the decor paper industry and its domestic market [J]. China Wood-Based Panels, 2011, 18(1):4-5,9.

[4] 刘彦龙,于长海,唐朝发,等. 三聚氰胺浸渍薄木在多层实木复合地板中的应用 [J]. 林产工业, 2012,39(1):39-40.
Liu Y L, Yu C H, Tang Z F, et al. Application of MF impregnated veneer in the field of multi-layer engineered flooring [J]. China Forest Products Industry, 2012, 39(1):39-40.

[5] Kim S, Kim H. Effect of addition of polyvinyl acetate to melamine-formaldehyde resin on the adhesion and formaldehyde emission in engineered flooring [J]. International Journal of Adhesion and Adhesives, 2005, 25(5):456-461.

[6] Kandelbauer A, Petek P, Medved S, et al. On the performance of a melamine-urea-formaldehyde resin for decorative paper coatings [J]. European Journal of Wood and Wood Products, 2010, 68(1):63-75.

[7] 潘亚东,李春风. 三聚氰胺改性树脂涂饰薄木饰面板工艺研究 [J]. 森林工程, 2017, 33(3):44-47.
Pan Y D, Li C F. Technical study on veneer decorative panels painted using melamine modified resin [J]. Forest Engineering, 2017, 33(3):44-47.

[8] Bardak S, Sari B, Nemli G, et al. The effect of decor paper properties and adhesive type on some properties of particleboard [J]. International Journal of Adhesion and Adhesives, 2011, 31(6):412-415.

[9] 刘明利,李春风,刘彦龙,等. 中密度纤维板浸渍薄木后成型饰面工艺 [J]. 北华大学学报(自然科学版), 2014, 15(6):838-840.
Liu M L, Li C F, Liu Y L, et al. Application of MF impregnated veneer in the field of multi-layer engineered flooring [J]. China Forest Products Industry, 2014, 15(6):838-840.

[10] 汤正捷,詹先旭,杨勇,等. 三聚氰胺甲醛树脂薄木浸渍工艺及性能 [J]. 林业工程学报, 2018, 3(6):32-37.
Tang Z J, Zhan X X, Yang Y, et al. Impregnation process and properties of thin veneers with melamine formaldehyde resin [J]. Journal of Forestry Engineering, 2018, 3(6):32-37.

[11] 刘明利,李春风,刘彦龙,等. 浸渍薄木与杨木单板复合制备地板表板工艺研究 [J]. 林产工业, 2017, 44(12):11-14.
Liu M L, Li C F, Liu Y L, et al. Study on preparing process of parquet face veneers made by impregnation veneers and poplar veneers [J]. China Forest Products Industry, 2017, 44(12):11-14.

[12] 李春风,刘明利,胡海威,等. 三聚氰胺浸渍薄木饰面水泥刨花板的研究 [J]. 林产工业, 2014, 41(3):17-19.
Li C F, Liu M L, Hu H W, et al. Study on the cement particle-board decorated by melamine impregnated veneer [J]. China Forest Products Industry, 2014, 41(3):17-19.

[13] 刘振明. 薄木贴面装饰板中水份的作用及控制 [J]. 湖北林业科技, 2003(1):22-23.
Liu Z M. Function and control of moisture in the veneer-faced decorative board [J]. Hubei Forestry Science and Technology, 2003(1):22-23.

[14] Gindl W, Zargar-Yaghubi F, Wimmer R. Impregnation of softwood cell walls with melamine-formaldehyde resin [J]. Biore-source Technology, 2003, 87(3):325-330.

[15] 马青,李艳,王天龙,等. 初含水率对杉木浸渍重量变化率、含水率和密度的影响 [J]. 木材加工机械, 2014, 25(3):37-39.
Ma Q, Li Y, Wang T L, et al. The effects of the initial moisture content of the Chinese fir on the weight change rate, moisture content and density of the impregnated wood [J]. Wood Processing Machinery, 2014, 25(3):37-39.

[16] 刘占梅,邵广义,吴芸,等. 浸渍纸预固化度的控制及对压贴工艺影响的探讨 [J]. 林产工业, 2002(6):22-25.
Liu Z M, Shao G Y, Wu Y, et al. Control of precuring degree of impregnated paper and its influence on overlaying process [J]. China Forest Products Industry, 2002(6):22-25.

[17] 吴林,黄伟仪,国晓均. 浅析影响浸渍胶膜纸预固化度指标的因素 [J]. 中国人造板, 2008, 15(8):17-18.
Wu L, Huang W Y, Guo X J. Analysis on factors influencing the B-Stage value of impregnated thermosetting resin paper [J]. China Wood-Based Panels, 2008, 15(8):17-18.

[18] 栾凤艳,王建满. 薄木贴面工艺及贴面缺陷的预防措施 [J]. 林业机械与木工设备, 2009, 37(2):47-49.
Luan F Y, Wang J M. Veneer overlaying technology and precautionary measures against relevant defects [J]. Forestry Machinery & Woodworking Equipment, 2009, 37(2):47-49.

[19] 潘雨婷,梦竹,方露,等. 干胶免涂薄木贴面工艺优化 [J]. 家具, 2018, 39(6):15-18.
Pan Y T, Meng Z, Fang L, et al. Process optimization of veneer overlaid with dry state adhesive for wood-based panels [J]. Furniture, 2018, 39(6):15-18.

[20] 翟艳,安胜足,吴德贵. 薄木贴面工艺中起泡的预防与纠正 [J]. 家具, 2006(5):56-57.
Zhai Y, An S Z, Wu D G. Mending the bulges in veneering [J]. Furniture, 2006(5):56-57.

[21] 金征,张伟. 浅谈生产薄木及薄木装饰板的工艺特点 [J]. 木材加工机械, 2004(3):4-8.
Jin Z, Zhang W. Preliminary statement of the production technology course of veneer and veneer overlaying of wood-based panel [J]. Wood Processing Machinery, 2004(3):4-8.

[22] 时启磊. 薄木贴面多层实木复合地板鼓泡问题的研究 [J]. 中国人造板, 2008, 15(5):10-12.
Shi Q L. Research on controlling the air blow problem in parquet floor production [J]. China Wood-Based Panels, 2008, 15(5):10-12.

tween microspore development period and floral organ morphology of *Medicago falcata* L. [J]. Acta Agrestia Sinica, 2014,22(5):1063-1068.

[27] 王朝阳,程永安,张恩慧,等. 西葫芦花蕾纵横径长度与小孢子发育关系研究 [J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2012,40(5):92-98.
Wang C Y, Cheng Y A, Zhang E H, et al. Studies on the relationship between bud size and microspore periods in squash [J]. Journal of Northwest A&F University(Natural Science Edition), 2012,40(5):92-98.

[28] 庞强强,李德明,周 曼,等. 菜心小孢子发育时期与花器官形态的相关性 [J]. 热带作物学报, 2019,40(1):54-60.
Pang Q Q, Li D M, Zhou M, et al. Correlation of microspore development period and flower morphological characteristics of Chinese flowering cabbage [J]. Chinese Journal of Tropical Crops, 2019,40(1):54-60.

(上接第 71 页)

[23] 林木森,张龙妹,陈立文. 人造板薄木贴面工艺的研究 [J]. 林业科技, 1989(4):32-34.
Lin M S, Zhang L M, Chen L W. Research on the process of wood-based veneer [J]. Forestry Science & Technology, 1989 (4):32-34.

[24] 王春兰,张晓坤. 影响三聚氰胺浸渍纸饰面板质量的因素分析 [J]. 林业机械与木工设备, 2010,38(10):53-54.
Wang C L, Zhang X K. Analysis of the factors influencing the quality of decorative melamine resin impregnated paper laminate [J]. Forestry Machinery & Woodworking Equipment, 2010,38(10):53-54.

[25] 李永博,沈 隽,王敬贤,等. 低分子量脲醛树脂浸渍杨木强化材的饰面性能研究 [J]. 森林工程, 2018,34(1):36-40.
Li Y B, Shen J, Wang J X, et al. Study on decorative properties of poplar wood impregnated with low molecular weight UF resin [J]. Forest Engineering, 2018,34(1):36-40.

[26] 李 坚. 木材科学 [M]. 3 版. 北京:科学出版社, 2014.
Li J. Wood science [M]. 3rd ed. Beijing: Science Press, 2014.

[27] 李海英. 高含水率木材用胶粘剂与胶接技术的研究 [D]. 哈尔滨:东北林业大学, 2004.
Li H Y. Study on adhesive and gluing technology for high moisture content wood [D]. Haerbin: Northeast Forestry University, 2004.

[28] 刘光远. 胶合高含水率单板改性脲醛树脂胶研究 [J]. 吉林林学院学报, 1993(3):26-30.
Liu G Y. Study on gluing high moisture content veneer modified urea-formaldehyde resin [J]. Journal of Jilin Forestry Institute, 1993(3):26-30.