

文章编号: 1000-5692(1999)02-0109-05

电场对杨木胶合效应之初探

钱俊, 张文标, 金永明, 李延军, 冯祖琴

(浙江林学院林产工业系, 浙江临安 311300)

摘要: 在电场作用下, 通过聚醋酸乙烯乳液(PVAc)胶合杨木单板的对比试验, 初步探索了电场对胶合的影响。结果表明: ①电场强度对胶合强度有极显著的影响; ②在涂胶量不同, 其他工艺条件相同的情况下, 达到理想胶合强度的垫板间电势差是不同的。单板含水率为 12.0%, PVAc 的固含量 17%, 粘度 6.0 Pa·s (20℃), 在室温(17~24℃)下加压(0.45~0.85 MPa)3 h, 当涂胶量为 120 g·m⁻² 和 185 g·m⁻² 时, 达到理想胶合强度的垫板间电势差分别为 40~60 V 和 30 V 左右。图 2 表 3 参 3

关键词: 电场强度; 电子胶合; 胶接; 单板; 聚醋酸乙烯乳液

中图分类号: S781.65; TS653.2 **文献标识码:** A

木材的胶接是一个复杂的物理、化学或两者兼有的过程。到目前为止, 尚无一种理论可以完全解释木材胶合过程中发生的一切现象。但可以肯定, 木材的胶接与物质的极性有着密切的关系。通常木材表面只有部分游离的极性基团, 而木材其他的异性基团则由于正负电荷相互抵消呈饱和状态^[1]。能否通过将定向电场作用于木材胶合表面, 使木材表面呈现更强的极性, 或使表面游离的极性基团数量增加, 从而增加木材的胶合强度呢? 本研究正是通过电场作用下木材胶合的对比试验, 探索定向电场对木材胶合的影响。

1 试验材料与设备

1.1 材料

聚醋酸乙烯乳液(PVAc), 浙江省临安市横塘助剂厂生产, 固含量 17%, 粘度 6.0 Pa·s (20℃)。速生杨木单板, 购自杭州木材总公司, 幅面 400 mm×500 mm, 厚度 1.1 mm, 含水率 13.0%~15.0%。

1.2 设备和仪器

QD-100 型试验压机, MW-4 型木材万能力学试验机, CS101-1E 电热鼓风干燥箱, PT-90 型袖珍木材测湿仪等。

收稿日期: 1998-10-27; 修回日期: 1999-01-06

作者简介: 钱俊(1963-), 男, 浙江嘉兴人, 讲师, 从事木材机械加工研究。

1.3 直流稳压源

试验中采用自制简易稳压源(图1)。

图中接触调压器型号为 TDGC-1/05, 4只二极管为 6A05 μ PM, 2只电容均为 1000 μ F, 250V, 2只电阻采用 100 W 灯泡。试验中电压的测量采用 MF-500 型万用电表。

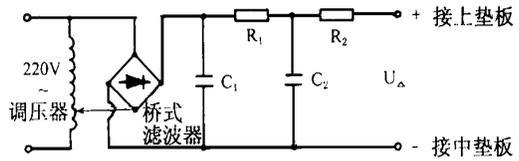


图1 直流稳压源电路原理图

Figure 1 The principle plots of direct current and steady voltage source circuit

2 试验方法

将一定含水率的杨木单板在剔除腐朽、大的节疤、裂口等缺陷后裁剪成幅面为 350 mm \times 350 mm 的规格单板, 然后用人工涂刷的方法双面施胶。单面施胶量为 120 $g \cdot m^{-2}$ 或 185 $g \cdot m^{-2}$ 。施过胶的杨木单板经组坯陈化后, 置于调制有定向电场的压机中, 室温(17 ~ 24 $^{\circ}C$) 加压(0.45 ~ 0.85 MPa) 3 h 时, 出板后自然调温调湿 48 h, 然后按 GB9846.12-88 中 IV 类板的测试标准进行胶合强度测试, 并分析其结果。

2.1 参数确定

PVAc 用于木材胶接时, 要求采用压力 0.49 MPa, 涂胶量 100 ~ 110 $g \cdot m^{-2}$ 。结合压机的压力控制精度, 胶的低固含量情况, 确定预备试验的参数为压力 0.45 ~ 0.85 MPa, 涂胶量为 120 $g \cdot m^{-2}$ 或 185 $g \cdot m^{-2}$ 。在此基础上对含水率为 7.0%, 9.0%, 11.0%, 12.0%, 14.0% 的单板各进行 1.0 h, 3.0 h, 4.0 h, 5.0 h 的冷压制板试验。通过胶合强度的测试、分析, 适当考虑生产成本, 确定本实验的固定参数: 单板含水率为 12.0%, 压力为 0.45 ~ 0.85 MPa, 加压 3 h, 涂胶量 120 $g \cdot m^{-2}$ 或 185 $g \cdot m^{-2}$ 。

2.2 单板含水率控制

先用袖珍测湿仪测得单板原有含水率, 再通过日晒或干燥箱干燥处理, 使杨木单板含水率控制在 11.5% ~ 12.0% 范围内。

2.3 制板

将陈化(10 ~ 15 min)后的 3 层胶合板坯按图 2 方式配置后, 在试验压机中室温加压胶合。

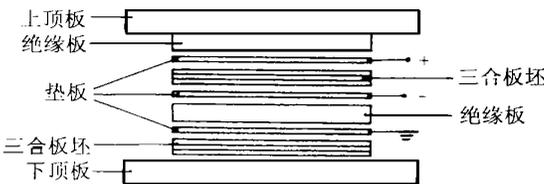


图2 垫板、板坯及绝缘板的放置

Figure 2 The position of backing plate, plate blank and insulating plate

试验中, 因板坯上下垫板之间的距离较小(约 3 mm), 直接测出板坯中的电场强度甚为不便, 加之上下垫板间的距离偏差很小, 故采用接于板坯上下垫板(图 2)间的电势差 U_{Δ} 来间接衡量板坯中的电场强度 ($E = V/\epsilon d$)。本试验全程(3 h)加电场, 采用垫板间的电势差

为 10 V, 20 V, 30 V, 40 V, 50 V, 60 V, 70 V, 80 V, 90 V, 100 V, 试验各重复 1 次。0 V 的试验结果为 10 次试验的平均值。

3 试验结果和分析

3.1 试验结果(表 1)

表 1 电势差与平均胶合强度的关系

Table 1 Relationship between average adhesive strength and electric potential difference

重 复 组	不同电势差值 (V) 下的胶合强度/MPa										
	0 V	10 V	20 V	30 V	40 V	50 V	60 V	70 V	80 V	90 V	100 V
Y1	0.77	0.78	1.03	1.00	1.26	1.23	1.29	0.99	1.00	0.87	0.86
Y2	0.83	0.86	0.95	1.06	1.30	1.21	1.35	1.09	0.90	0.93	0.92
Z1	1.19	1.20	1.40	1.67	1.46	1.33	1.30	1.26	1.29	1.23	1.27
Z2	1.11	1.15	1.32	1.58	1.48	1.25	1.28	1.33	1.22	1.28	1.22

Y, Z 分别表示涂胶量为 $120 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 和 $185 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$

3.2 分析

根据表 1 中涂胶量为 $120 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 的数据进行方差分析, $F = 26.96 > F_{0.01} \begin{pmatrix} 10 \\ 11 \end{pmatrix} = 2.85$, 说明垫板间电势差对杨木单板的胶合强度有极显著影响。为了进一步选择最好的电势差范围, 用最小显著差法进行多重比较。由已知数据和查表³¹ 计算得: $D_{LS0.05}(11) = 0.108$, $D_{IS0.01}(11) = 0.152$ 。

将各电势差水平的胶合强度平均值按大小秩序排列后, 进行逐个比较, 列于表 2。

表 2 不同电势差的胶合强度的比较

Table 2 Comparison of adhesive strength between different electric potential difference

电势差 / V	\bar{X}_i	$\bar{X}_i - \bar{X}_{11}$	$\bar{X}_i - \bar{X}_{10}$	$\bar{X}_i - \bar{X}_9$	$\bar{X}_i - \bar{X}_8$	$\bar{X}_i - \bar{X}_7$	$\bar{X}_i - \bar{X}_6$	$\bar{X}_i - \bar{X}_5$	$\bar{X}_i - \bar{X}_4$	$\bar{X}_i - \bar{X}_3$	$\bar{X}_i - \bar{X}_2$
60	1.32	0.52**	0.50**	0.43**	0.42**	0.37**	0.33**	0.29**	0.28**	0.10	0.04
40	1.28	0.48**	0.46**	0.39**	0.38**	0.33**	0.29**	0.25**	0.24**	0.06	
50	1.22	0.42**	0.40**	0.33**	0.32**	0.27**	0.23**	0.19**	0.18**		
70	1.04	0.24**	0.22**	0.15*	0.14*	0.09	0.05	0.01			
30	1.03	0.23**	0.21**	0.14*	0.13*	0.08	0.04				
20	0.99	0.19**	0.17**	0.10	0.09	0.04					
80	0.95	0.15*	0.13*	0.06	0.05						
90	0.90	0.10	0.08	0.01							
100	0.89	0.09	0.07								
10	0.82	0.02									
0	0.80										

** 表示有极显著差异; * 表示有显著差异

从表 2 比较可知电势差在 20~80 V 范围内胶合强度有显著提高, 40~60 V 范围内的对其他电势差的极显著差异, 而该范围内互相间没有显著差异。因此在上述条件下, 上下垫板间的电势差应从 40~60 V 的范围选取。

根据表 1 中涂胶量为 $185 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 的数据进行方差分析, 结果显示: $F = 17.68 >$

$F_{0.01} \left(\frac{10}{11} = 2.85, \overset{1)}{\quad} \right)$ 说明垫板间的电势差对胶合强度有极显著影响。为了进一步选择最好的电势差,用最小显著差法进行多重比较,由已知数据和查表^[3]计算得: $D_{1S0.05}(11) = 0.100$, $D_{1S0.01}(11) = 0.141$ 。

将各电势差的胶合强度平均值按大小秩序排列后,进行逐个比较,列于表3。

表3 不同电势差的胶合强度的比较

Table 3 Comparison of adhesive strength between different electric potential difference

电势差 / V	\bar{X}_i	$\bar{X}_i - \bar{X}_{11}$	$\bar{X}_i - \bar{X}_{10}$	$\bar{X}_i - \bar{X}_9$	$\bar{X}_i - \bar{X}_8$	$\bar{X}_i - \bar{X}_7$	$\bar{X}_i - \bar{X}_6$	$\bar{X}_i - \bar{X}_5$	$\bar{X}_i - \bar{X}_4$	$\bar{X}_i - \bar{X}_3$	$\bar{X}_i - \bar{X}_2$
30	1.625	0.475 **	0.450 **	0.380 **	0.370 **	0.370 **	0.335 **	0.335 **	0.330 **	0.325 **	0.155 **
40	1.470	0.320 **	0.295 **	0.225 **	0.215 **	0.215 **	0.180 **	0.180 **	0.175 **	0.17 **	
20	1.360	0.210 **	0.185 **	0.105 *	0.095	0.095	0.060	0.060	0.005		
70	1.295	0.145 **	0.120 *	0.050	0.040	0.040	0.005	0.005			
50	1.290	0.140 *	0.115 *	0.045	0.035	0.035	0.000				
60	1.290	0.140 *	0.115 *	0.045	0.035	0.035					
80	1.255	0.105 *	0.080	0.010	0.000						
90	1.255	0.105 *	0.080	0.010							
100	1.245	0.095	0.070								
10	1.175	0.025									
0	1.150										

从表3比较可知,电势差在20~90V范围内胶合强度有显著提高,30V电势差的对其他电势差的有极显著差异。因此在上述条件下,上下垫板间的电势差应选择30V左右。

上述分析表明在一定范围内电场的作用能显著提高胶合强度。这可能是由于胶粘剂与木材在电场作用下,胶合表面更多的极性基团发生定向排列而相互吸引,提高了胶粘剂与木材分子的结合力。但当电场强度超过某一值时,随着电场强度的增大胶合强度反而下降。这主要是由于极性基团的过分增强导致胶接体系的润湿不良,使胶粘剂与木材极性基团的结合数量减少。

不同的涂胶量有不同的最佳电势差范围,可能是由于胶粘剂中具有强极性的水分子的渗透影响,既改变了胶接面的表面能,又改变了正负垫板间的介电常数。

需要指出的是:①在板坯上下垫板间施加电势差的前期,电势差极不稳定,约30min后,电势差才逐渐稳定。②施加电场的板坯,出板温度比无电势差施加的高10~15℃。③施加电场的板坯,出板时与正极垫板接触的一面含水率高于与负极接触的一面。④电场强度越大,板材材质越脆。这些现象有待于进一步研究。

4 结论

4.1 用PVAc胶合杨木单板时,电场的存在对胶合强度有显著影响。

4.2 用PVAc胶合杨木单板时,涂胶量不同,达到理想胶合强度的垫板间电势差是不同的。单板含水率为12.0%,PVAc的固含量为17%,粘度为6.0 Pa·s (20℃),在室温(17~24℃)下加压(0.45~0.85 MPa)3h,当涂胶量为120 g·m⁻²和185 g·m⁻²时,达到理想胶合强度的垫板间电势差分别为40~60V和30V左右。

致谢 在本试验中, 浙江林学院林产工业系叶良明教授、姜志宏副教授和郑宏平讲师给予了很大帮助, 李丰、章建红同志做了大量实验工作。特此一并感谢。

参考文献:

- 1 李兰亭. 胶粘剂与涂料[M]. 北京: 中国林业出版社, 1989. 7~97.
- 2 中华人民共和国林业部科技司. 人造板标准汇编[M]. 北京: 中国林业出版社, 1993. 1~46.
- 3 西北农学院, 华南农学院. 农业化学研究法[M]. 北京: 农业出版社, 1980. 304.

Preliminary study on effects of electric field on wood-bonding

QIAN Jun, ZHANG Wen-biao, JIN Yong-ming, LI Yan-jun, FENG Zu-qin

(Department of Forest Product Industry, Zhejiang Forestry College, Lin'an 311300 China)

Abstracts: By means of the contrast tests of PVAc bonding to aspen veneer in the electric field, the influence of electric field to wood-bonding was preliminarily explored. The results showed that ①the adhesive strength was significantly affected in intensive electricity. ②The good adhesive strength's potential difference of backing plates was distinct in different glue weight technology. For example, 12.0% moisture content of the fast poplar veneer, PVAc with 17% solids content, 6.0 Pa^s viscosity at 20 °C, and cold-pressed (0.45~0.85 MPa) to the veneer at room temperature (17~24 °C) for 3 hours, as the single spread 120 g^m⁻² or 185 g^m⁻², the good adhesive strength's potential difference of backing plates was 40~60 V or around 30 V.

Key words: electric field strength; electronic gluing; adhesive bonding; veneer; PVAc