

文章编号: 1000-5692(2000)03-0321-04

速生杉木染色技术初步研究

马掌法, 李延军, 金永明, 余肖红, 吴乐平

(浙江林学院 林产工业系, 浙江 临安 311300)

摘要: 通过系列化单因素试验和多因素正交试验, 研究常规条件下速生杉木染色工艺及工艺参数对木材染色效果的影响。染料溶液的渗透性是衡量木材染色效果的最重要指标。试验结果表明: 染料溶液的渗透方向、染料质量浓度和试件含水率对木材染色效果影响较大; 渗透剂加入量及染料处理时间有一定影响。经优化, 最理想的染色工艺为: 染料质量浓度 $20.0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$, 试件含水率 30%, 染料处理时间 45 min, 渗透剂加入量 $1.0 \sim 2.0 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。图 2 表 5 参 7

关键词: 杉木; 木材改性; 染色工艺; 渗透性

中图分类号: S781.43 **文献标识码:** A

杉木 (*Cunninghamia lanceolata*) 在我国主要分布于华东地区及两广和台湾省, 尤以长江流域的分布和栽植最多最广。非速生杉木作为一种传统的家具装潢材料既有其自身的优点: 结构细密均匀, 干缩小, 加工性能好, 价格经济。但它也有面装饰性较差的缺陷: 纹理单调模糊, 色泽暗淡凝滞, 色差明显^[1]。而速生杉木的材性和装饰性更逊于非速生杉木^[2]。因此改善和提高杉木材料的材性和装饰性是目前开拓杉木利用途径一个亟待解决的课题。木材浸渍染色工艺是一种切实可行的改善和提高普通木材装饰性的实用技术。通过染色剂对木材组织结构的渗透作用, 一方面使普通木材的纹理色泽更鲜明清晰, 另一方面也可使普通木材具有名贵木材的颜色和质地, 同时和常规的木材表面着色工艺相比较, 可解决被染色木表面后期磨削加工难题^[3]。

1 材料和方法

1.1 材料

1.1.1 木材 本试验采用速生杉木边材。试材采自杭州, 树龄 $10 \sim 12 \text{ a}$ ^[4]。试件的尺寸和含水率状态归纳于表 1。

1.1.2 化学药剂 经预试验, 同时充分考虑环境保护和参考其他文献^[5], 确定采用酸性染料作为染色剂。本试验使用的酸性染料为酸性大红 GR, 化学结构为偶氮型, 分子式 $\text{C}_{22}\text{H}_{14}\text{N}_4\text{O}_7\text{S}_2\text{Na}_2$, 浙江湖州化工厂生产。渗透剂采用脂肪醇聚氧乙烯醚, 浙江杭州化工厂生产。

表 1 杉木试件尺寸及含水率状态

Table 1 Dimension and moisture content of Chinese fir test piece

尺寸 ($r \times t \times L$) / mm	干湿状态	含水率状态 / %
30×30×40	绝干	0
	气干	20
	纤维饱和点	30
	生材	50

收稿日期: 1999-11-17; 修回日期: 2000-04-24

基金项目: 浙江省教育委员会资助项目(981180)

作者简介: 马掌法(1964-), 男, 浙江绍兴人, 讲师, 从事木材科学与技术研究。

1.2 试验设计

确定以染料的渗透深度作为木材染色效果的评定指标。采用2次单因素试验和1次多因素正交试验。单因素试验分别以染料溶液渗透方向和渗透剂加入量作为主要变量因素来分析与比较渗透深度。正交试验以染料质量浓度、试件含水率和染料处理时间作为试验变量因子来考察渗透深度。

采用 $L_9(3^4)$ 正交表进行。选取的因子和水平见表2。每个试验工艺条件染色试件10块,试验指标取平均值。

1.3 试验方法

1.3.1 酸性染料溶液调制 ①酸性染料水溶液配制。市场供应的酸性染料均为粉末状物质,按试验要求的质量浓度,把适量的染料加入相应的盛有90℃水的玻璃器皿中,用电动搅拌器充分搅拌,搅拌时间在3h左右。②渗透剂的加入。按渗透剂加入量把相应质量的渗透剂分别倒入已调制的染料水溶液中,充分搅拌1h。

1.3.2 方法 采用常规处理法。即在常压条件下用染料溶液充分浸渍不同含水率状态的杉木试件。整个试验过程中染料溶液的温度用恒温器控制在60℃。从而分析和测定被处理试件木材结构组织染料溶液的渗透规律。具体工艺流程:杉木试件→酸性染料溶液充分浸渍→被染色试件室内自然风干→被染色木染色效果测定。

1.3.3 被染色试件染色效果的测定 本试验采用多点纵向锯解方法测定染料溶液木材纵向渗透深度;采用表面逐层研磨方法测定染料溶液弦向和径向的渗透深度。

2 结果与讨论

2.1 不同木材切面方向染料溶液渗透程度比较

表3是杉木试件不同切面方向染料渗透情况。试验得出:杉木试件的横切面方向(纵向)的渗透深度远大于其余两切面方向的渗透深度,同时径切面方向渗透深度稍大于弦切面方向。这和杉木材的微观结构完全吻合^[1]。

2.2 染料溶液质量浓度、试件含水率和染料溶液处理时间与染色效果

正交试验结果见表4及图1

2.2.1 染料溶液质量浓度和试件含水率与渗透深度 表4及图1的结果表明:染料质量浓度和试件含水率对染料溶液的渗透性影响十分显著。

①试件含水率的增加可促进染料的渗透性。试件含水率为纤维饱和点时,染料渗透深度达到最大。这说明木材微观结构组织的充分湿润膨化和木材极性分子活性增加会明显提高染料溶液的渗透性;反之则会减弱染料溶液的渗透效果^[6]。再则过低的木材含水率会造成木材组织细胞壁上的具缘纹孔闭塞,减少染料分子的扩散通道^[3]。②染料溶液的渗透性受染料质量浓度的影响较大。质量浓度增加,渗透深度也随之增加。染料质量浓度在20.0g·L⁻¹及以上时,染料渗透深度的递变化趋于平

表2 正交试验因素水平

Table 2 Factors and levels for the orthogonal experiment

水平	试件含水率/%	ρ (染料) / (g·L ⁻¹)	t (处理) /min
	A	B	C
1	30	10	3
2	20	100	45
3	0	200	120

表3 杉木试件染色剂渗透程度比较

Table 3 Comparison of permeable degree to Chinese fir test piece

工艺条件			渗透深度/mm		
试件含水率 /%	ρ (染料) / (g·L ⁻¹)	t (浸渍) /min	纵向	径向	弦向
20	20.0	120	4.280	0.432	0.336

说明 10次重复试验,每次取样5块,试验指标取平均值

缓。这说明在一定浓度范围内浓度梯度可促进染料分子的扩散渗透^[3]。

2.2.2 染料处理时间与渗透性 图 1 和表 4 结果表明：染料溶液处理时间对染料的渗透深度影响很小。在较小的时间段（45 min）内，染料溶液的渗透情况即达稳定。此时间段后时间的延长对渗透深度的增加作用甚微。这说明常规状态下决定染料溶液渗透深度的两大动力——浓度梯度和蒸汽压力梯度十分小且在很短时间内即达平衡^[3]。

2.2.3 试验方案的选择与优化 科学实验最终的目的是为生产服务。因此试验工艺参数的选择与优化即要保证产品的相关性能要求，又要充分考虑降低产品生产成本。通过正交试验结果的比较与分析，确定最佳试验方案为 A₁B₃C₂。进行重复验证试验，试验结果见表 5。

2.3 染料质量浓度和渗透剂加入量与染料渗透性 图 2 是相同工艺条件下染料质量浓度及渗透剂加入量与渗透深度的对应变化关系。从图 2 可见：①渗透深度与染料质量浓度成正比关系。染料质量浓度在 20.0 g·L⁻¹时，渗透深度值达最大。②比较曲线 a、曲线 b、曲线 c 和曲线 d，表明适量的渗透剂有助于提高木材内部组织极性分子的活性，同时减弱木材内部组织的选择吸着能力^[7]。

3 结论

常规条件下，染色工艺对某一些树种速生材的染色效果起决定作用。影响速生杉木染色效果的主要因子有：试件含水率、染料质量浓度、渗透剂加入量和染料处理时间。

试件含水率、染料质量浓度、渗透剂加入量和染料处理时间的最佳选择范围分别为 30%，20.0 g·L⁻¹，1.0~2.0 g·kg⁻¹和 45 min。

表 4 试验方案和结果分析

Table 4 The test project and the results

试验号	因 素				试验指标 y _i
	A	空白	B	C	渗透深度/mm
1	1 (30)	1	1 (1.0)	1 (3)	y ₁ = 0.271
2	1	2	2 (10.0)	2 (45)	y ₂ = 0.586
3	1	3	3 (20.0)	3 (120)	y ₃ = 0.663
4	2 (20)	1	2	3	y ₄ = 0.439
5	2	2	3	1	y ₅ = 0.396
6	2	3	1	2	y ₆ = 0.251
7	3 (0)	1	3	2	y ₇ = 0.413
8	3	2	1	3	y ₈ = 0.293
9	3	3	2	1	y ₉ = 0.418
K _y	1.520	1.123	0.815	1.085	
K ₂	1.086	1.275	1.443	1.250	
K ₃	1.124	1.332	1.472	1.395	
\bar{K}_y	0.507	0.374	0.272	0.362	$T = \sum_{i=1}^9 y_i$
\bar{K}_2	0.362	0.425	0.481	0.417	= 3.73
\bar{K}_3	0.375	0.444	0.491	0.465	$\bar{y} = 0.414$
R _j	0.145	0.070	0.219	0.103	
因素主→次	B A C				
优化方案	A ₁ B ₃ C ₃				

说明：正交试验采用径向渗透深度作为试验指标

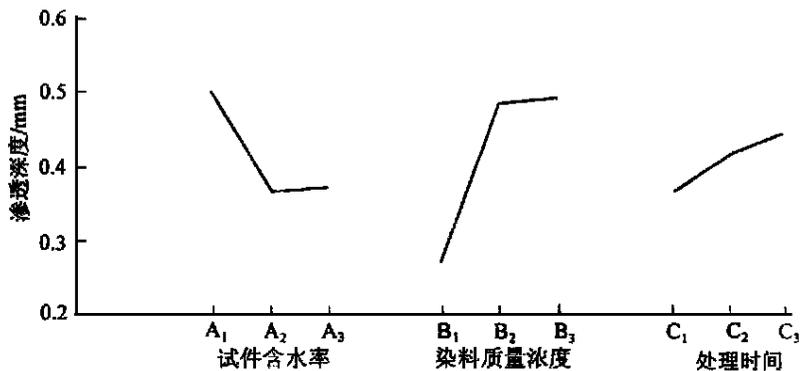


图 1 各因素对试件渗透深度的影响

Figure 1 Effects of various factors on permeable depth

表5 重复验证试验结果与正交
优方案试验结果的比较

Table 5 Comparison among repeat test values
and orthogonal test values

试验条件	试验指标 y_i
	渗透深度/mm
$A_1B_3C_2$	0.621
$A_1B_3C_2$	0.631
$A_1B_3C_2$	0.628
$A_1B_3C_2$	0.635

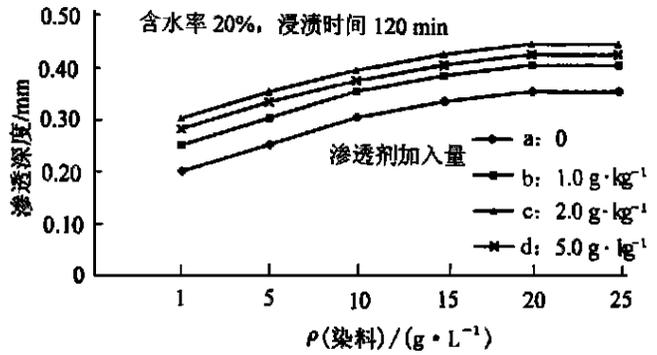


图2 染料质量浓度、渗透剂加入量对染料
渗透深度的影响(弦切面方向)

Figure 2 Effect of dyeing agent consistency and permeable agent superimposition
on permeable depth (direction of tangential section)

参考文献:

- [1] 成俊卿. 木材学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1985. 9—999.
- [2] 杨云芳, 马灵飞, 俞友明, 等. 浙江速生杉木物理力学性质的研究[J]. 浙江林学院学报, 1996, 13(4): 371—377.
- [3] Kollmann F F P, Kuerzi E W, Stamm A J. *Principles of Wood Science and Technology* [M]. Berlin: Springer-Verlag, 1975. 83—94.
- [4] 中华人民共和国林业部科技司. 林业标准汇编(三)[S]. 北京: 中国林业出版社, 1991. 6—448.
- [5] 段新芳, 李坚, 刘一星. 壳聚糖前处理提高木材表面染色效果的研究[J]. 木材工业, 1997, 11(3): 11—14.
- [6] 张红鸣, 徐捷. 工业产品着色与配色技术[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1999. 8—11.
- [7] 崔正刚, 殷福珊. 微乳化技术及应用[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1999. 342—345.

Effects of dyeing on fast-growing Chinese fir wood

MA Zhang-fa, LI Yan-jun, JIN Yong-ming, YU Xiao-hong, WU Le-ping

(Department of product-processing, Zhejiang Forestry College, Lin'an 311300, Zhejiang, China)

Abstract: Under conventional conditions the dyeing technology of fast-growing Chinese fir was studied by a series of single-factor experiments and multi-factor orthogonal experiments. The dyestuff solution permeability is the most important indicator determined wood dyeing effects. The results showed that solution permeable direction, specimen moisture content and dyestuff solution consistence had more effect on wood dyeing, but steeping time and permeable agent amount had less effect. The optimal dyeing technology was as follows: dyestuff solution consistence of $20.0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$, specimen moisture content of 30%, steeping time of 45 min and permeable agent amount of $1.0 \sim 2.0 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$.

Key words: Chinese fir (*Cunninghamia lanceolata*); wood modification; dyeing technology; permeability