

ACQ 防腐剂浓度对速生杨木载药量和渗透深度的影响

李晓燕^{1,2}, 张耀丽^{1*}

(1. 南京林业大学材料科学与工程学院, 南京 210037; 2. 仪征市农业委员会, 仪征 211400)

摘要: 使用 0.1%、0.5% 和 1.0% 浓度的 ACQ 防腐药液对杨木进行常压浸渍和加压处理, 研究其载药量和浸渍深度。结果表明, 随着 ACQ 浓度的增加, 载药量随之增加, 且影响显著。常压下用 1% 浓度的 ACQ 浸渍杨木 72 h, 载药量可达到国家标准规定的 C1 级使用要求。渗透深度与浓度呈负相关, 浓度越高, 渗透深度越小。在相同浓度下, 径向、弦向的渗透性差异不显著。与常压处理材相比, 速生杨木加压处理后, 轴向、径向和弦向的渗透性均得到了不同程度的改善, 且两者之间差异显著。

关键词: ACQ; 载药量; 渗透深度

中图分类号: S781

文献标识码: A

文章编号: 1672-352X (2013)04-0608-04

Influence of the preservative concentration on the penetration depth and ACQ content in the treated poplar

LI Xiao-yan^{1,2}, ZHANG Yao-li¹

(1. College of Materials Science and Engineering, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037;

2. Yizheng Agriculture Committee, Yizheng 211400)

Abstract: Under atmospheric pressure and a pressure of 0.6 MPa, the fast-grown poplar wood was treated with a water-soluble ACQ preservative at concentrations of 0.1%, 0.5% and 1.0%. The content of ACQ in wood and the depth of preservative penetration were examined. The results showed that the content of ACQ in wood was increased significantly with the increase of the preservative concentration. The requirements of Chinese preservation standards (grade C1) were met when the wood was treated with 1.0% ACQ preservative under atmospheric pressure for 72 hours. The penetration depth was negatively correlated with preservative concentration. With an identical concentration, no significant differences in penetration were found among the longitudinal, radial and tangential directions. Compared with the atmospheric pressure, the penetrations of poplar in longitudinal, radial and tangential directions were significantly increased when the treatments were carried out under the pressure of 0.6 MPa.

Key words: ACQ; preservative concentration; penetration depth

江苏是速生杨木生产的主要基地, 蓄积量大, 但由于其生长速度快, 材质疏松、强度低、密度小、易腐朽、蓝变、虫蛀, 使用寿命短, 这些缺陷限制了杨木的高效利用。依据速生杨木本身固有的性能, 通常只能用作纸浆造纸和胶合板芯板等原料。通过防腐保护处理, 能延长木材的使用寿命 5~6 倍甚至 10 倍以上^[1], 减少木材由于腐朽、虫蛀引起的降等、降级、废弃而造成的浪费, 还可以起到提高木材产

品质量、增加木材产品功能的作用。杨木防腐处理后, 不但能提高杨木的耐腐朽、抗虫蛀等特性, 还能应用于园林景观及木结构建筑领域, 扩大其使用范围。

木材防腐处理后的载药量和渗透深度是决定木材抗腐能力的 2 个重要评价指标。本文采用不同浓度的 ACQ 防腐药液, 对速生杨木进行常压浸渍和加压处理, 比较载药量和防腐液的渗透深度, 选择

收稿日期: 2013-01-04

基金项目: 国家自然科学基金 (31070493) 和江苏省高校优势学科建设工程资助项目共同资助。

作者简介: 李晓燕, 女, 硕士研究生。E-mail: xyl1988@163.com

* 通信作者: 张耀丽, 女, 博士, 教授, 博士生导师。E-mail: zhangyaoli@126.com

较佳的处理工艺, 为速生杨木的防腐处理提供理论参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

杨木(*Populus sp.*)木段, 锯截成 20 mm 厚的板材, 加工成规格为 60 mm×50 mm×20 mm 的试样 60 块, 横向试验的样本, 用环氧树脂将两端面封闭。

药品: 二癸基二甲基氯化铵(DDAC), 五水合硫酸铜, 碳酸氢铵, 氨水(25%), 乙醇胺。

防腐剂 ACQ 的制备方法参照高峰^[2]等关于木材防腐剂铵溶烷基铜铵的制备和防腐性能的研究中防腐剂的方法来配制。

1.2 试验方法

处理条件: 3 种 ACQ 配方 (ACQ-A、ACQ-B 和 ACQ-D) 分别采用 0.1%、0.5% 和 1% 的浓度在常压和加压下进行处理。常压, 常温下浸渍 72 h; 在 0.6 MPa 压力下, 加压 60 min。

载药量测试方法: 在防腐药剂浸渍处理前, 将干燥好的试件称重; 在试件浸渍处理后, 用滤纸将试件表面的药液吸干后称重, 药剂处理前后试件的

重量差即为吸收的防腐剂溶液的重量; 根据处理溶液的浓度换算成防腐剂干药重量, 即用每立方米木材中的干药重量来表示, 即 kg (干药) /m³ 木材。

浸渍深度的测量方法: 将防腐处理后的试件沿着长度方向切开, 借助 60 倍的体式显微镜, 测量试样的弦向、径向防腐液的渗透深度; 将试样沿纵向劈开, 测量轴向防腐剂的渗透深度。

2 结果与分析

2.1 浓度对载药量和渗透深度的影响

试验采用 3 种不同浓度的防腐剂分别在常压和加压下浸渍, 试验结果见图 1。

从图 1 中可以看出, 无论是常压浸渍还是加压浸渍, 防腐药液的浓度都是影响载药量的主要因素, 木材的载药量随着浓度的增加而增加, 浓度与载药量, 几乎呈直线关系。方差分析显示 (表 1), 载药量与防腐剂浓度相关性特别显著 ($\alpha=0.01$)。在浓度为 1.0% 时, 载药量能够满足 LY/T1636-2005 (防腐木材的使用分类和要求)^[3]关于防腐剂 C1 类使用对载药量的最低要求。

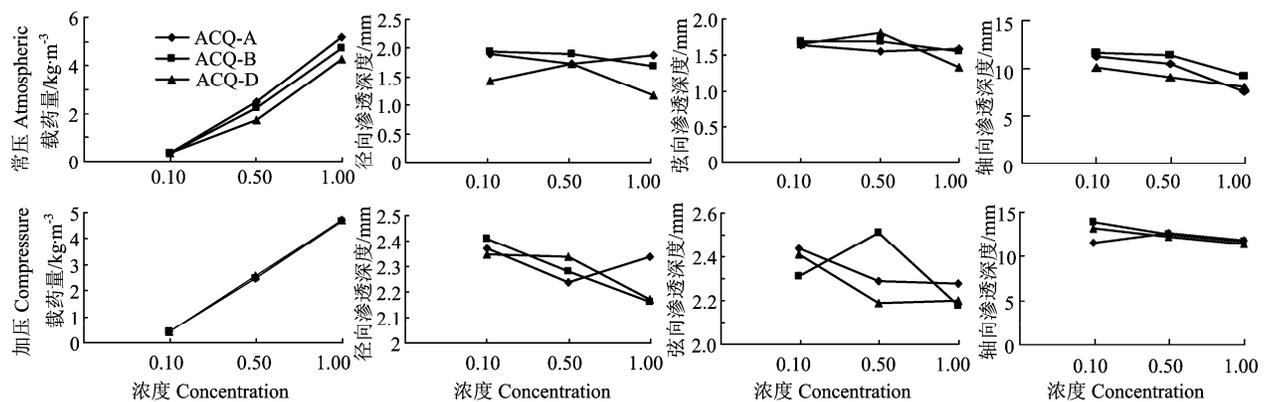


图 1 试件在不同浓度、处理条件下的载药量及渗透深度

Figure 1 Drug loadings and penetration depth under different ACQ preservative concentrations and processing conditions

表 1 不同浓度防腐剂载药量和渗透深度的方差分析

Table 1 Variance analysis of drug loadings and penetrating depth under different preservative concentrations

处理条件 Treatment condition	防腐剂类型 Type of preservative	载药量 R Drug loading		轴向渗透深度 Penetration depth at axis direction		径向渗透深度 Penetration depth at radial direction		弦向渗透深度 Penetration depth at tangential direction	
		F	$F_{0.01}$	F	$F_{0.01}$	F	$F_{0.01}$	F	$F_{0.01}$
常压 Atmospheric pressure	ACQ-A(0.1%、0.5%、1.0%)	355.197*	9.772	48.335*	9.772	49.029*	9.772	25.806*	9.772
	ACQ-B(0.1%、0.5%、1.0%)	30.822*		23.467*		22.255*		28.755*	
	ACQ-D(0.1%、0.5%、1.0%)	199.803*		20.558*		23.927*		28.083*	
加压 Compressive	ACQ-A(0.1%、0.5%、1.0%)	418.132*	11.339	46.814*	11.339	93.989*	11.339	18.219*	11.339
	ACQ-B(0.1%、0.5%、1.0%)	402.456*		46.814*		59.623*		39.467*	
	ACQ-D(0.1%、0.5%、1.0%)	367.399*		65.957*		28.277*		30.173*	

注: * 表示差异显著。下同。Note: * means significant difference. The same below.

表 2 相同处理条件下径向和弦向渗透深度的方差分析

Table 2 Variance analysis of the radial and tangential permeating depth under the same processing conditions

处理条件 Treatment condition	防腐剂类型 Type of preservative	0.1%		0.5%		1.0%	
		<i>F</i>	<i>F</i> _{0.01}	<i>F</i>	<i>F</i> _{0.01}	<i>F</i>	<i>F</i> _{0.01}
常压 Atmospheric	ACQ-A	8.513	8.862	1.748	8.862	1.999	8.862
	ACQ-B	7.174		4.581		0.779	
	ACQ-D	3.155		0.241		6.038	
加压 Compressure	ACQ-A	0.584	10.044	0.297	10.044	0.180	10.044
	ACQ-B	1.095		6.212		0.030	
	ACQ-D	0.861		1.418		0.073	

当木材被浸渍到防腐溶液中,在木材毛细管压力或外界压力的作用下,防腐液会通过木材的管胞、导管等沿着纤维方向或横向流动^[4]。防腐液在杨木中的渗透深度因方向的不同而有差异,这主要是由于木材本身构造的各向异性决定的。

杨木的轴向渗透深度大于其横向渗透深度,并

且轴向渗透深度是横向的6倍以上,这是因为防腐液在木材中流通时,主要是沿着木材内部结构相互连通的空隙流动,横向流通需要克服细胞壁纹孔膜的阻力,而轴向流通主要沿着木材导管流动,遇到的阻力要比横向小的多。

表 3 不同处理条件下载药量与渗透深度的方差分析

Table 3 Variance analysis of drug loadings and penetrating depth under different processing conditions

防腐剂类型 Type of preservative	处理浓度 Treatment concentration	载药量 <i>R</i> Drug loading		轴向渗透深度 Penetration depth at axis direction		径向渗透深度 Penetration depth at radial direction		弦向渗透深度 Penetration depth at tangential direction	
		<i>F</i>	<i>F</i> _{0.01}	<i>F</i>	<i>F</i> _{0.01}	<i>F</i>	<i>F</i> _{0.01}	<i>F</i>	<i>F</i> _{0.01}
		ACQ-A	0.1%	17.451*	10.044	214.33*2	10.044	41.012*	10.044
	0.5%	35.458*		20.590*		25.264*		90.904*	
	1.0%	42.916*		200.205*		41.615*		140.588*	
ACQ-B	0.1%	19.307*	10.044	76.621*	10.044	40.743*	10.044	79.013*	10.044
	0.5%	56.606*		21.089*		66.341*		66.475*	
	1.0%	50.970*		36.563*		13.132*		89.267*	
ACQ-D	0.1%	33.817*	10.044	256.911*	10.044	229.194*	10.044	195.588*	10.044
	0.5%	33.933*		407.551*		14.812*		35.288*	
	1.0%	58.996*		182.957*		239.858*		218.429*	

防腐液在横向流通时,杨木径向和弦向的渗透深度也大小不一。从以前的研究中可以看出,关于木材的弦向、径向的渗透性高低结论不一^[5]。杨木的径向渗透深度总体上大于弦向渗透深度,但差别不大。这是因为径向渗透时木材的射线薄壁细胞对防腐液的流通会有一定的辅助作用。方差分析结果显示(表2),无论是常压还是加压处理试材,在相同的处理浓度条件下,径向和弦向的渗透性差异均不显著。Torsten等^[6]在研究香脂冷杉湿心材的渗透性时,也发现径向和弦向的渗透性差异均不显著的类似结论。

实验可见,浓度对防腐液在杨木中的渗透深度也有显著的影响。渗透深度与浓度呈负相关,浓度越大,渗透深度越小。由于浓度增加的同时,防腐

液在木材中流通时受到的阻力也随之增大,因此,在处理条件相同的情况下,浓度大的渗透深度小。0.1%浓度比0.5%、1.0%浓度渗透深度深,说明较低的浓度有利于防腐液在木材中的渗透。ACQ防腐剂随着在试件中渗透深度和载药量的增加,会对木材的某些性能产生影响。比如,随着载药量和渗透深度的增加,试件的静曲强度和弹性模量均没有明显变化,而握螺钉力则会有下降的趋势^[7]。

2.2 压力对载药量和渗透深度的影响

从图1可以看出,同一浓度下,加压处理后防腐剂载药量和渗透深度比常压下的均有不同程度的提高,3种不同浓度均呈现相同的趋势。在浓度达到1.0%时能够满足国家标准对防腐木材的要求^[8]。通过方差分析(表3)可知,压力也是影响载药量

和渗透深度的因素之一, 压力与载药量、渗透深度的相关性显著 ($\alpha=0.01$)。

木材细胞通道的通畅与否, 会直接关系到防腐剂的浸渍处理程度。根据影响木材渗透因素^[9], 通过不同的处理方法, 都可以在不同程度上打开木材的细胞通道^[10]。在加压处理条件下, 防腐药液浓度相同时, 药液渗透的越深, 则载药量也越大。这是因为在压力作用下, 防腐液进入木材内通道的作用增大, 故而渗透深度比常压下要大。在横向, 压力的作用下, 一些纹孔膜会被压溃, 从而增加了防腐液的流通通道, 所以, 横向渗透性也得到增强。

目前, 改善木材渗透性的方法很多, 既有化学法, 也有生物法^[11], 但是每一种方法都有其本身最佳的适用范围。树种不同, 所采用的方法也不完全一致。通过对木材流体渗透过程中流体流动的形态及其演化机制进行分析与阐述, 采用不同方法能增大木材细胞的有效毛细管半径和增加有效毛细管数量^[4], 从而可以提出木材渗透性的可控制途径。为了提高杨木的渗透性能, 除了对其进行加压处理, 此外还可以对其进行一些预处理, 如水煮、蒸汽、爆破、微波等^[12-13], 这样可以进一步打通木材内部的通道, 有利于防腐液渗透。

此外, 还可以通过正交试验, 测试压力、木材厚度和防腐剂浓度的交互作用。张英杰^[14]得出的关于毛白杨防腐处理工艺的优化可以作为参考, 为以后进一步设计较好的防腐处理工艺提供基础。

3 结论

通过对速生杨木在常压、加压后各向渗透性进行的定量测定, 分析和验证, 结论如下:

与常压处理材相比, 速生杨木加压处理后, 载药量、轴向、径向和弦向的渗透性能均得到了不同程度的改善, 并且与常压处理材之间差异显著。

载药量与防腐剂浓度、压力呈正相关, 载药量随着浓度的增加而增加, 且差异显著。常压下 ACQ 防腐剂在浓度 1.0% 时浸渍 72 h, 能够达到国家标准规定的 C1 级最低使用要求。

当压力一定时, 渗透深度与浓度呈负相关, 浓度高的渗透深度小。低浓度药液有利于防腐剂在木材中的渗透。

在本试验条件下, 不论是常压处理试材还是加压处理试材, 在同一浓度下, 径向、弦向的渗透性差异均不显著。

参考文献:

- [1] 杨芳, 胡成功. 浅谈木材防腐处理[J]. 内蒙古民族大学学报, 2007, 13(5): 15.
- [2] 高峰, 郭锦棠, 王博, 等. 木材防腐剂氨溶烷基铜铵的制备和防腐性能研究[J]. 化工进展, 2005, 24(5): 532-536.
- [3] 中华人民共和国林业行业标准 LY/T 1636-2005. 防腐木材的使用分类和要求[S]. 北京: 中国标准出版社, 2006.
- [4] 罗文圣, 赵广杰. 木材细胞壁的空隙构造及物质的运输过程[J]. 北京林业大学学报, 2001, 23(2): 85-89.
- [5] 王金满, 戴澄月, 刘一星. 木材渗透性的研究[J]. 东北林业大学学报, 1990, 18(4): 51-57.
- [6] Torsten L, Alain C, Zhang S Y. Longitudinal and transverse permeability of balsam fir wetwood and normal heartwood[J]. Wood and Fiber Science, 2000, 32(2): 164-178.
- [7] 何勇. ACQ 防腐剂处理杉木小径级材的研究[J]. 林业科技, 2006, 31(6): 43-44.
- [8] 中华人民共和国国家标准 GB/T 22102-2008. 防腐木材[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
- [9] 李瑛, 邱凤兰. 影响木材渗透性的因素[J]. 科技资讯, 2007(6): 240.
- [10] 张耀丽, 夏金尉, 王军锋. 开启木材细胞通道的途径[J]. 安徽农业大学学报, 2011, 38(6): 867-871.
- [11] 吕建雄, 鲍甫成, 姜笑梅, 等. 3 种不同处理方法对木材渗透性影响的研究[J]. 林业科学, 2007, 36(4): 67-76.
- [12] 王金满, 刘一星, 戴澄月. 抽提物对木材渗透性影响的研究[J]. 东北林业大学学报, 1991, 19(3): 41-47.
- [13] Zhang Y L, Cai L P. Effects of steam explosion on wood appearance and structure of sub-alpine fir[J]. Wood Science and Technology, 2006, 40: 427-436.
- [14] 张英杰, 常建民, 冯德君, 等. 毛白杨速生材防腐工艺的优化[J]. 陕西农业科学, 2010(1): 87-90.