

应用技术

甘油预处理对热处理材尺寸稳定性的影响

党娅萍, 闫丽, 雷亚芳

(西北农林科技大学机械与电子工程学院, 陕西杨陵 712100)

摘要: 为提高木材的尺寸稳定性, 采用甘油水溶液对毛白杨和云杉进行预处理, 然后再进行热处理。通过检测处理材的密度、平衡含水率、吸水和吸湿抗胀率等, 结果表明: 与未预处理的热处理材相比, 经甘油水溶液预处理后, 热处理材的密度增加率提高; 平衡含水率先降低后增加; 吸水和吸湿抗胀率均显著增加。

关键词: 甘油水溶液; 预处理; 热处理; 尺寸稳定性

中图分类号: S781.71; S781.62; TS652 文献标识码: A 文章编号: 1001-8654(2012)03-0055-04

Glycerin Pretreatment Effect on Heat-treated Wood Dimensional Stability

DANG Ya-ping, YAN Li, LEI Ya-fang

(Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Northwest Agriculture & Forestry University, Yangling 712100, Shanxi, China)

Abstract: Poplar (*Populus tomentosa*) and spruce (*Picea asperata*) samples were pretreated by soaking them in a glycerin solution before further heat treatment. Density increasing rate, moisture content, moisture adsorption antismelling efficiency (ASE), and water absorption ASE of the treated wood samples were measured. The results showed that after glycerin pretreatment the sample's density increasing rate increased, their equilibrium moisture content first decreased but then increased, and both moisture adsorption and water absorption ASEs also increased.

Key words: glycerin solution; pretreatment; heat treatment; dimensional stability

采用热处理工艺提高木材的尺寸稳定性, 与使用醛类药剂及含有甲醛的树脂改性木材相比, 具有环境友好等优点, 是木材改性中常用的方法^[1-3]。热处理通常是将木材置于 $>180\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的高温环境中进行处理。在此处理温度下, 木材脆性大, 且能源消耗量大; 而在相对较低温度下进行木材热处理, 以达到提高木材尺寸稳定性的研究还处于空白。

已有研究证明, 甘油预处理可加剧热处理木材主要化学成分的降解, 无定形区分子的序化重排, 相对结晶度提高, 从而使木材的尺寸稳定性得到改善^[4]。本研究以人工林云杉和毛白杨木材作为研

究对象, 首先采用不同体积分数的甘油水溶液预处理木材, 再进行热处理, 探究甘油预处理对热处理材尺寸稳定性的影响, 为木材功能性改良提供一种新思路。

1 材料与方法

1.1 试验材料

云杉 (*Picea asperata*)、毛白杨 (*Populus tomentosa*), 规格均为 $300\text{ mm(L)} \times 20\text{ mm(T)} \times 20\text{ mm(R)}$, 含水率约 9%, 采自西北农林科技大学林场, 无开裂、腐朽和变色等缺陷。

甘油, 纯度 98%, 西安三浦化学试剂公司产。

1.2 试验设备

DZF-6050 型真空干燥箱, 高温热处理箱等。

收稿日期: 2011-12-15; 修改日期: 2012-04-17

基金项目: 西北农林科技大学博士科研启动基金(2010BSJJ017)。

作者简介: 党娅萍(1983—), 女, 西北农林科技大学硕士研究生。

通讯作者: 闫丽, 女, 西北农林科技大学讲师, 博士。

1.3 试验方法

1.3.1 预处理工艺

1) 将试件分成 6 组, 每组 9 块。将其中 4 组试件分别置于体积分数为 20%、40%、60%、80% 的甘油水溶液中。剩余 2 组分别为素材和未预处理材。

2) 依据前期预备试验确定的预处理工艺, 先将 4 组预处理试件置于真空干燥箱中, 真空度为 0.09 MPa, 时间为 30 min。

3) 常压下在甘油溶液中浸泡 24 h, 取出试材, 用吸水纸吸干其表面残留的甘油溶液。

1.3.2 热处理工艺

参考芬兰的 VVT 工艺, 将预处理试件放进热处理箱, 以 20 °C/h 的速度迅速升温至 100 °C, 随后以 10 °C/h 的速度升至 140 °C, 保温 30 min, 再将温度上升到 200 °C, 保持 4 h, 用水蒸气作为保护气体, 防止木材开裂。

1.4 性能检测^[5]

1) 将试件加工成规格为 20 mm×20 mm×20 mm 的标准件, 称取各试件的质量, 再将所有试件置于温度为 (103±2) °C 烘箱中烘至绝干, 测量其绝干质量和尺寸。

2) 将绝干试件置于温度 26 °C, 相对湿度分别为 50%、65%、80%、95% 的恒温恒湿箱中, 平衡处理 7 d, 测量其质量和尺寸。

3) 按照 GB/T 1934.1-1991《木材吸水性测定方法》, 将试件放在水中浸泡 7 d 达饱水状态, 浸泡结束后测量试件质量和尺寸。

计算处理材的密度增加率、平衡含水率^[6]、吸水抗胀率、吸湿抗胀率^[7]。

$$DIR = (\rho_T - \rho_C) / \rho_C \times 100\% \quad (1)$$

式(1)中: DIR—密度增加率, %; ρ_C —对照材的密度, g/cm³; ρ_C —处理材的密度, g/cm³。

$$EMC = (m - m_0) / m_0 \times 100\% \quad (2)$$

式(2)中: EMC—平衡含水率, %; m —试样平衡处理后的质量, g; m_0 —试样绝干时的质量, g。

$$ASE = (S_C - S_T) / S_C \times 100\% \quad (3)$$

式(3)中: ASE—抗胀缩率, %; S_C —对照材的体积膨胀/收缩率, %; S_T —处理材的体积膨胀/收缩率, %。

2 结果与讨论

2.1 密度

甘油预处理后, 热处理材的密度变化情况见图 1。

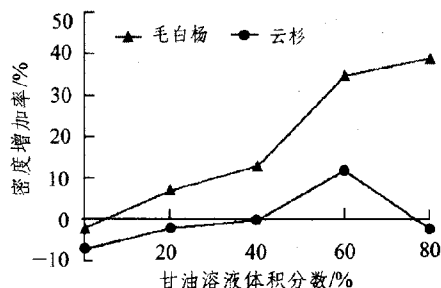


图 1 甘油预处理对热处理材密度增加率的影响

Fig. 1 Glycerin pretreatment effect on density increasing rate of heat-treated wood samples

如图 1 所示, 未预处理的毛白杨和云杉经过热处理后, 密度分别降低 2% 和 7%^[8-9]。随着甘油水溶液体积分数的增加, 毛白杨热处理材密度逐渐增大, 增幅为 7%~39%。这是因为进入木材细胞壁的甘油分子增加。

甘油水溶液体积分数 < 40% 时, 云杉热处理材密度低于素材; 当体积分数 40%~60% 时, 云杉处理材密度增幅逐渐增加, 60% 时增幅达到最大 (12%); 当体积分数 60%~80% 时, 密度增幅逐渐降低。主要是因为随着甘油水溶液体积分数的增加, 进入木材中的甘油分子增加, 当甘油体积分数超过 60% 时, 黏度增大, 因云杉的渗透性较差, 进入其中的甘油分子减少, 使云杉密度增幅下降。

2.2 平衡含水率

木材纤维素和半纤维素分子上大量的羟基, 是化学反应最活泼, 吸湿性最强的基团, 通过减少羟基含量, 使木材与外界水分的交换能力下降, 从而显著提高木材的尺寸稳定性。图 2 为两种热处理材在各相对湿度条件下的平衡含水率。

从图 2 可以看出, 随着相对湿度的增加, 试材的平衡含水率增加。未经预处理的毛白杨和云杉, 热处理后的平衡含水率分别为 5%~10% 和 6%~11%, 低于素材^[10-11]; 经体积分数 20% 的甘油预处理后, 2 种木材的热处理材平衡含水率分别为 3%~10% 和 5%~11%, 略低于未预处理的热处理材。这可能是

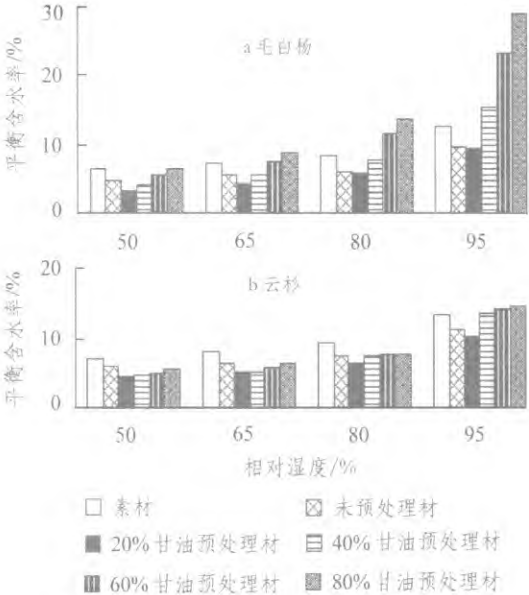


图 2 甘油预处理对热处理材平衡含水率的影响
Fig. 2 Glycerin pretreatment effect on equilibrium moisture content of heat-treated wood samples

由于少量的甘油分子进入纤维素的非结晶区、及半纤维素和木质素构成的无定形区,并通过氢键吸附在结晶区及无定形区的木材羟基上,从而使木材中的平衡含水率降低。而用体积分数 $>20\%$ 甘油溶液处理时,使处理材内残留的自由羟基增加,因此,热处理材的平衡含水率又呈升高趋势。

2.3 吸水抗胀率

甘油预处理对热处理材吸水抗胀率的影响,如图 3 所示。

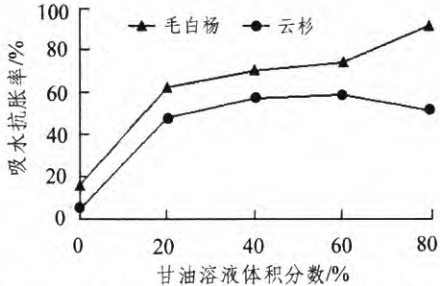


图 3 甘油预处理对热处理材吸水抗胀率的影响
Fig. 3 Glycerin pretreatment effect on water absorption antiswelling efficiency of heat-treated wood samples

由图 3 可知,未预处理毛白杨和云杉热处理材的吸水抗胀率分别为 16%和 5%,随着甘油处理液体积分数的增加,毛白杨热处理材的吸水抗胀率提高;云

杉热处理材的吸水抗胀率则先增加、后略有降低。

原因是随着甘油体积分数的不断增加,进入木材中的甘油分子数量增加,加剧了热处理过程中半纤维素及木质素的降解,减少了木材成分中的羟基,从而提高了处理材在水中的尺寸稳定性。当甘油体积分数超过 60%时,黏度增大,云杉的渗透性较差,因此进入云杉木材中的甘油分子减少,木材中化学成分降解速率下降,从而云杉热处理材的吸水抗胀率增幅略有下降。

2.4 吸湿抗胀率

甘油预处理对热处理材吸湿抗胀率的影响,如图 4 所示。

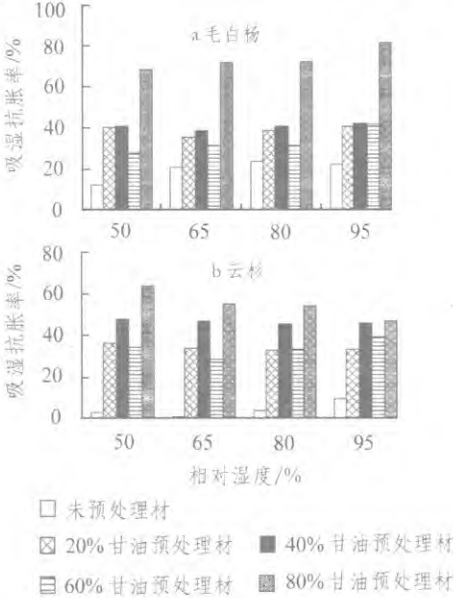


图 4 甘油预处理对热处理材吸湿抗胀率的影响
Fig. 4 Glycerin pretreatment effect on moisture adsorption antiswelling efficiency of heat-treated wood

由图 4 可知,各相对湿度条件下,经甘油预处理热处理材吸湿抗胀率,均显著大于未预处理的热处理材。体积分数为 20%、40%的甘油预处理的毛白杨和云杉,其热处理材的吸湿抗胀率增加,其机理与吸水抗胀率增强的机理基本相同。

当体积分数为 60%时,处理材吸湿抗胀率略有降低。原因是甘油黏度增大,进入木材无定形区的甘油分子减少,从而吸湿抗胀率改善幅度降低;达到 80%时,由于此时甘油黏度继续增大,附着在木材表面,降低了木材对水蒸气的吸附,致使木材的吸水抗

胀率提高。

图 4a 显示出:体积分数为 20%、40%、60% 的甘油水溶液预处理的毛白杨热处理材,其吸湿抗胀率差异不显著。结合毛白杨热处理材的密度增加率、平衡含水率、吸水抗胀率的变化趋势,建议采用体积分数为 20% 的甘油水溶液预处理毛白杨即可。

由图 4b 可以看出:体积分数为 40% 的甘油溶液预处理的云杉在热处理后,其吸湿抗胀率明显高于 20% 的甘油水溶液,结合云杉热处理材的密度增加率、平衡含水率、吸水抗胀率的检测结果,预处理宜采用体积分数为 40% 的甘油水溶液。

3 结论

1) 经甘油预处理的毛白杨和云杉热处理材,其密度增加率、吸水抗胀率和吸湿抗胀率,均大于未经预处理的热处理材。

2) 随着甘油溶液体积分数的增加,毛白杨热处理材密度增加率呈现上升趋势,云杉热处理材密度呈先增加后降低的态势。

3) 体积分数为 20% 的甘油溶液预处理的毛白杨和云杉热处理材的平衡含水率最低,随着甘油溶液体积分数的增加,热处理材的平衡含水率逐渐增加。

4) 甘油溶液预处理的热处理材吸水抗胀率和吸湿抗胀率,均显著高于未预处理的热处理材。分别采用体积分数 20% 和 40% 的甘油水溶液,预处理毛白杨和云杉,其热处理材的尺寸稳定性改善效果显著。

5) 今后将进一步探究甘油预处理材的热处理改

性机理,为优化处理工艺提供理论依据;另外,甘油浸渍后,木材表面的变色、生霉及其涂饰和胶合性能等,亦有待进一步研究。

参考文献:

- [1] 刘君良,王玉秋. 酚醛树脂处理杨木、杉木尺寸稳定性分析[J]. 木材工业,2004,18(6): 5-8.
- [2] 汪佑宏,顾炼百,王传贵. 马尾松速生材的表面强化工艺观察[J]. 南京林业大学学报,2006,30(6): 17-22.
- [3] Inoue M, Minato K, Norimoto M. Permanent fixation of compressive deformation of wood by crosslinking[J]. Mokuzai Gakkaishi/Journal of the Japan Wood Research Society,1994,40(9): 931-936.
- [4] Li Yan, Jin zhen Cao, Wei Gao, et al. Interaction between glycerin and wood at various temperatures from stress relaxation approach[J]. Wood science and technology,2011,45(2): 215-222.
- [5] 涂登云,王明俊,顾炼百,等. 超高温热处理对水曲柳板材尺寸稳定性的影响[J]. 南京林业大学学报,2010,34(3): 113-116.
- [6] GB/T 1931-2009,木材含水率测定方法[S].
- [7] 李坚. 木材保护学[M]. 北京:科学出版社,2006.
- [8] 蔡家斌,李涛. 高温热处理对杨木压缩板物理力学性能的影响[J]. 林业技术开发,2009,23(3): 104-106.
- [9] Li Yan, Jinzhen Cao, Xiao Juan Jin. Deformation fixation, mechanical properties and chemical analysis of compressed populus cathayana pretreated by glycerin. forestry studies of China[J]. Forestry Studies in China,2010,12(4): 213-217.
- [10] Tjeerdsm B F, Militz H. Chemical changes in thermaltreated wood; FTIR analysis of combined hydrothermal and dry heat-treated wood[J]. Holz als Roh-und werkstoff,2005,63(2): 102-111.
- [11] 周建斌,邓丛静,蒋身学,等. 炭化木物理力学性能的研究[J]. 林产工业,2008,35(6): 28-41.

(责任编辑 张一萍、姜 征)

《木材工业》再次入编北大中文核心期刊要目

北京大学《中文核心期刊要目总览》2011 年版编委会宣布:依据文献计量学的原理和方法,经过对文献检索、统计、分析和学科专家评审,《木材工业》杂志再次入编 2011 年版(第六版)《中文核心期刊要目总览》中,“轻工业、手工业、生活服务类”核心期刊。

第六版核心期刊的评价,采用定性和定量评审相结合的方法。定量评价指标体系采用了被引量、被摘量、被引量、他引量、被摘率、影响因子、被国内外重要检索工具收录、基金论文比、Web 下载量等 9 个指标,选作评价指标统计源的数据库及文摘刊物达到

60 余种,统计到的文献数量共计 221 177 余万篇次,涉及期刊 14 400 余种。经过定量和百余名专家定性评审,从中评选出 1 982 种核心期刊,分属七大编 73。

《木材工业》在历届编委的指导下、及广大读者和作者的支持下,刊载论文的总被引频次,在文情况和影响因子等主要指标,均稳居木材行业同类科技期刊前列。《木材工业》杂志将遵循“服务行业技术进步”的办刊宗旨,积极打造我国木材加工领域最新研究开发成果,技术创新信息的交流平台。

本刊讯