

应用技术

树脂浸渍处理毛白杨木材的干燥工艺

张振伟, 涂登云, 关丽涛, 云虹, 廖立

(华南农业大学林学院, 广东广州 510642)

摘要: 为提高浸渍处理毛白杨木材的干燥质量, 以 46 mm 厚改性脲醛树脂浸渍毛白杨木材为研究对象, 进行了干燥工艺研究。结果表明, 将初含水率 107% 的浸渍毛白杨木材干燥至含水率 12%, 共用时 35 d, 干燥质量达到 GB/T 6491-1999《锯材干燥质量》规定的一级要求。

关键词: 毛白杨; 改性脲醛树脂; 浸渍; 干燥工艺; 干燥质量

中图分类号: TS652; S792.117

文献标识码: B

文章编号: 1001-8654(2014)01-0042-03

Drying Schedule of Chinese White Poplar Lumber Impregnated with Modified Urea-Formaldehyde Resin

ZHANG Zhen-wei, TU Deng-yun, GUAN Li-tao, YUN Hong, LIAO Li

(College of Forestry, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, Guangdong, China)

毛白杨(*Populus tomentosa*)是我国优良的人工林树种, 具有生长周期短、纹理通直、结构均匀等优点, 但其干燥困难、材质松软、密度低、力学性能差、易变形等缺陷, 限制了其应用范围。

已有研究表明, 采用不同的树脂浸渍杨木, 可以提高其力学强度^[1-2]; 采用溶胶-凝胶法处理木材, 可提高其尺寸稳定性^[3-8]; 采用无机-有机复合浸渍液进行处理, 可改善速生材的性能^[9-11]。由于浸渍后木材的干燥变得更困难, 浸渍木材在我国商业化时间较短, 缺少浸渍材干燥理论及应用的研究, 企业在进行浸渍木材的干燥生产时, 常出现皱缩、表裂、内裂等干燥缺陷, 造成木材浪费。

笔者前期试验发现, 采用麦芽糊精改性的脲醛树脂浸渍处理杨木, 不仅保留了木材原有的自然属性, 而且处理材性能优良, 可满足家具、实木地板等生产的使用要求, 一些企业已经进行生产。46 mm 的厚度是家具用锯材的主要规格之一, 鉴于此, 笔者结合企业实际情况, 以麦芽糊精改性脲醛树脂浸渍 46

mm 厚毛白杨木材为对象, 进行其干燥工艺的研究, 旨在为企业提高毛白杨浸渍材的干燥质量、制定相应浸渍木材的干燥工艺提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1) 毛白杨, 原木采自河北邯郸, 树龄 10 年, 胸径 26 cm。将木材锯解成规格(长×宽×厚) 350~500 mm×140~160 mm×46 mm 的试板, 含水率 15%~25%, 数量 14 块。

2) 麦芽糊精改性脲醛(UF)树脂, 自制, 固体含量 35%, 黏度 160 mPa·s。在改性 UF 树脂制备中, 麦芽糊精的部分官能团代替甲醛与尿素反应, 从而降低 UF 树脂的游离甲醛量, 同时浸渍处理可降低木材的吸湿性, 增加尺寸稳定性。

1.2 试验装置

BPS-100CL 型恒温恒湿箱; 101-1 型电热鼓风机干燥箱; 浸渍处理罐等。

1.3 浸渍工艺

参照已有研究^[12-13], 将试样放入浸渍罐中, 先抽真空至 0.08 MPa, 保持 30 min 后, 注入改性 UF 树

收稿日期: 2013-05-02; 修改日期: 2013-12-03

基金项目: 国家农业科技成果转化资金项目(2012GB2C200180)。

作者简介: 张振伟(1989—), 男, 华南农业大学硕士研究生。

责任作者: 涂登云, 男, 华南农业大学副教授。

脂,保持 1 h,再加压至 1.0 MPa 后保持 2 h,结束浸渍,取出试样备用。浸渍材含水率 103.5%~112.6%,增重率 38.5%~42.7%。

1.4 干燥工艺

为避免试样出现干燥缺陷,前期采用较低的干燥温度;设定后期最高温度为 66℃,干、湿球温差 22℃,以防止浸渍树脂在高温下流失及试材在干燥后期产生内裂。干燥基准列于表 1。

表 1 UF 树脂浸渍试样的干燥基准

阶段	含水率/%	干球温度/℃	湿球温度/℃	相对湿度/%	处理时间/h
预热	107	54	54	100	8
干燥 1	>50	48	45	84	210
	45~50	48	44	79	72
中间处理	45	48	47	95	8
	40~45	48	43	74	88
干燥 1	35~40	48	42	70	70
	30~35	50	43	66	68
干燥 2	25~30	54	43	52	49
	20~25	58	44	48	43
中间处理	20	58	56	90	8
干燥 3	15~20	62	44	36	105
	<15	66	44	29	77
终了平衡处理	12	66	47	35	24
终了调湿处理	12	66	61	78	8

1) 预热 目的是保证木材内外温度一致。尽量使木材在不蒸发水分的条件下热透,以利于后期干燥的顺利进行。

2) 干燥 由于树脂填充在木材的细胞壁和细胞腔中,为避免干燥中树脂固化阻碍水分移动,导致木材产生皱缩和开裂,整个干燥过程中干球温度不宜过高,干湿球温差应较小。

第 1 阶段:为保证木材不开裂,在保持干、湿球温差不变的条件下,以 1℃/h 的速度,先将预热处理的干、湿球温度($T_{干}$ 、 $T_{湿}$)同步降为 48℃,然后在 $T_{干}$ 保持 48℃ 条件下,以 1℃/h 的速度,将 $T_{湿}$ 降至 45℃。整个干燥过程均以该方法进行各阶段的过渡。

第 2 阶段:木材表层的含水率已降至纤维饱和点(FSP),但内部含水率仍高于 FSP。通过提高干燥温度和干湿球温差,增加木材内水分移动的动力,着重控制木材内部水分向表面移动的速率。

第 3 阶段:主要是木材细胞壁中吸着水的蒸发,所需的能量更大,继续提高干燥温度和干湿球温差。

3) 中间处理 为了防止木材开裂和变形,共进

行 2 次中间处理。目的分别是为了消除干燥初期表层拉应力造成的表面硬化,和缓解厚度方向上的含水率梯度,防止木材开裂。

4) 终了处理 分为①终了平衡处理,消除木材含水率差异;②终了调湿处理,消除残余应力。若木材最终含水率较均匀,可直接进行终了调湿处理。

1.5 性能检测

1) 含水率

干燥前,从试板两端截取顺纹长 10 mm 的试件,检测 14 块试板的平均初含水率为 107%,从中选取含水率最低和最高的试板,作为含水率检测板,以了解木材干燥终了时的含水率均匀度,判断是否需要终了平衡处理。设定木材终含水率为 10%~14%。

2) 干燥质量

根据 GB/T 6491-1999《锯材干燥质量》,分别检测 14 块试样的顺弯度、横弯度、翘曲度、内裂数、纵裂度、终含水率、厚度含水率偏差等指标。

2 结果与分析

2.1 干燥曲线

浸渍毛白杨木材的干燥曲线如图 1 所示。

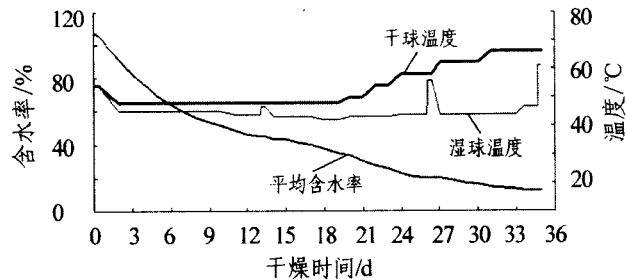


图 1 改性 UF 树脂浸渍毛白杨木材的干燥曲线

图 1 显示,在 35 d 的干燥周期中,干燥前期,试样含水率由 107% 降至 35%,用时 19 d,干燥速度为 3.8%/d;干燥中期,试样含水率降至 20%,用时 7 d,干燥速度为 2.14%/d;干燥后期,试样终含水率为 12%,用时 9 d,干燥速度 0.83%/d。

在干燥中,处理材内部浸渍的 UF 树脂阻碍了水分的移动,并且处理材初含水率高,导致干燥周期较长。前期干燥速度高于中、后期,是因为此阶段木材内大量的自由水,在毛细管张力作用下,由木材内部移至表面后蒸发;干燥中期,木材表面自由水蒸发完毕,干燥速度降低;干燥后期,木材内的自由水蒸发完

毕,蒸发吸着水需要的能量增大,故干燥速度较慢。

2.2 干燥质量

2.2.1 中间处理效果

2次中间处理前后,试样的含水率偏差和残余应力检测结果,列于表2。

表2 中间处理前后试样的厚度含水率偏差及残余应力的变化

检测指标	第1次		第2次	
	处理前	处理后	处理前	处理后
厚度含水率偏差/%	18.623	12.511	15.735	6.531
残余应力/%	6.152	3.611	7.562	2.355

表2显示,第2次中间处理的厚度含水率偏差和残余应力,均小于第1次中间处理。因为在干燥开始阶段,树脂在木材表面固化,部分树脂填充细胞腔和纹孔中,阻碍了水分的移动,故厚度含水率偏差较大,产生的残余应力亦较大。中间处理后,浸渍处理的毛白杨试板厚度上含水率偏差、残余应力均减小。

2.2.2 最终干燥质量

试样的干燥质量检测结果见表3。

表3 改性脲醛树脂浸渍毛白杨木材的干燥质量

检测指标	测量值	平均值	等级
终含水率/%	10.15~13.80	12.50	二级
顺弯度/%	0	0	一级
横弯度/%	0~0.93	0.41	一级
翘弯度/%	0~0.87	0.31	一级
内裂数/条	0	0	一级
纵裂度/%	0	0	一级
厚度含水率偏差/%	0.452~0.694	0.573	一级
残余应力/%	0.157~0.840	0.452	一级

由表3可见,所有试样的含水率均达到 GB/T 6491-1999 中的二级要求,试样厚度方向上含水率偏差较小,试样均未出现顺弯、内裂和纵裂。所有试样的干燥缺陷,达到 GB/T 6491-1999 中的一级要求。由于树脂填充在木材细胞腔和细胞壁中,与木材的部分化学成分发生反应,使得木材的干缩性降低。

此外,由于设备的原因,本研究无法对处理材进行后期处理,但在企业生产时可进行浸渍材的后期固化处理,使浸渍树脂充分固化。

3 结论

1) 采用本研究的干燥工艺,将 46 mm 厚改性脲醛树脂浸渍毛白杨锯材,从初含水率 107% 干燥至终

含水率 12%,共耗时 35 d,干燥质量达到 GB/T 6491-1999 规定的一级要求。

2) 中间处理可有效减小浸渍材在干燥过程中的厚度含水率梯度及干燥残余应力,减少浸渍处理材产生皱缩、变形、表裂等缺陷。

3) 木材浸渍处理后,其电学性能改变,故无法采用电测法准确测得其含水率。今后有待进行浸渍材含水率电测法的研究,以适应生产中对浸渍材含水率快速检测的需要,促进浸渍材的推广应用。

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] 那斌,王志鹏,王巍,等. 两种方法提高速生杨木尺寸稳定性的研究[J]. 中南林业科技大学学报,2011,31(8):183-186.
- [3] 邱坚,刘一星,李坚. SiO₂溶胶空细胞法浸渍处理木材工艺[J]. 林业科学,2008,44(3):124-128.
- [4] Unger B, Buckner M, Reinsch S, et al. Chemical aspects of wood modification by sol-gel-derived silica [J]. Wood Science and Technology, 2013, 47(1): 87-104.
- [5] Saka S, Megumi S, Mitsuhiro T. Wood-inorganic composites prepared by sol-gel processing I: Wood-inorganic composite with porous structure [J]. Mokuzai Gakkaishi, 1992, 38 (11): 1043-1049.
- [6] Ogiso K, Saka S. Wood-inorganic composites prepared by sol-gel processing II: Effects of ultrasonic treatments on preparation of wood-inorganic composite [J]. Mokuzai Gakkaishi, 1993, 39 (3): 301-307.
- [7] Ogiso K, Saka S. Wood-inorganic composites prepared by sol-gel process IV: Effects of chemical bonds between wood and inorganic substances on property enhancement [J]. Mokuzai Gakkaishi, 1994, 40(10): 1100-1106.
- [8] Saka S, Tanno F. Wood-inorganic composites prepared by the sol-gel process VI: Effects of a property-enhancer on fire-resistance in SiO₂-P₂O₅ and SiO₂-B₂O₃ wood-inorganic composites [J]. Mokuzai gakkaiishi, 1996, 42(1): 81-86.
- [9] 李淑君,金忠跃,方桂珍. 低分子量酚醛树脂与阻燃剂复配改性大青杨木材的研究[J]. 木材工业,2000,14(6):15-17.
- [10] 时尽书,李建章,周文瑞,等. 脲醛树脂与纳米二氧化硅复合改善木材性能的研究[J]. 北京林业大学学报,2006, 28 (2): 123-128.
- [11] 余先纯,李湘苏,龚铮午. 脲醛树脂-钠基蒙脱土改性杨木的结构与表征[J]. 化工新型材料,2011,39(9):125-130.
- [12] 谭惠芬,王群,郭红霞,等. 有机/无机复合浸渍液对杨木的改性处理[J]. 木材工业,2009,23(4):40-42.
- [13] 张道海. 脲醛树脂浸渍速生木制备木塑复合材料[D]. 辽宁:大连理工大学,22-23.

(责任编辑 张一萍)