

过热蒸汽处理对马尾松木材干燥质量的影响

韦妍蔷, 姜帅成, 李昀彦, 程曦依, 谢杰, 李贤军

(中南林业科技大学材料科学与工程学院, 湖南长沙 410004)

摘要: 采用过热蒸汽对马尾松锯材进行干燥处理, 研究干燥条件对木材颜色、厚度含水率偏差和脱脂效果的影响。

结果表明: 过热蒸汽干燥对木材颜色影响不显著; 试材厚度含水率偏差小于1%; 木材内部的松脂排出至木材表面或固着在其内部, 可以达到干燥和脱脂的双重目的。

关键词: 马尾松; 过热蒸汽; 颜色; 脱脂; 微观构造

中图分类号: S781.71 文献标识码: B 文章编号: 1001-8654 (2017) 06-0050-04

Effect of Superheated Steam Drying on Drying Quality of Masson Pine Lumber

WEI Yan-qiang, JIANG Shuai-cheng, LI Yun-yan, CHENG Xi-yi, XIE Jie, LI Xian-jun

(School of Material Science and Engineering, Central South University of Forestry and Technology, Changsha 410004, Hunan, China)

Abstract: Superheated steam was used to dry masson pine (*Pinus massoniana*) lumber. Effects of drying temperature on color, moisture deviation in thickness direction and deresination were studied. The results showed that there was little effect on wood color and moisture deviation in thickness direction was less than 1% in superheated steam drying. The pine rosins were either driven to wood surfaces or consolidated inside. It was feasible to use superheated steam technology for both wood drying and deresination.

Key words: *Pinus massoniana*; superheated steam; color; deresination; microstructure

马尾松 (*Pinus massoniana*) 是我国分布广、数量多的人工林松属树种之一, 在我国森林资源中占有重要的地位。马尾松锯材的纹理美观, 但因其树脂含量丰富, 在使用过程中, 其制品容易发生溢脂现象, 影响涂饰质量和装饰效果, 严重制约其在高档家具及装饰行业的广泛应用^[1]。

为解决干燥后松木木材的溢脂问题, 国内外学者研究了多种方法, 如碱液皂化法、真空脱脂法、

溶剂气相法、微爆破预处理脱脂法、催化聚合法和高温高湿脱脂法^[2-6]等, 这些方法虽可以除去松木中的松节油, 或将松节油固着在木材内部, 但均难以满足简便实用、高效脱脂以及工业化生产的需求。

对此, 笔者采用过热蒸汽对马尾松锯材进行干燥处理, 探讨处理条件对木材颜色、厚度含水率偏差以及脱脂效果的影响规律, 旨在为马尾松木材过热蒸汽高效干燥与脱脂处理的工业化应用提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

马尾松锯材 (*Pinus massoniana*): 规格为 2 500 mm (长) × 135 mm (宽) × 30 mm (厚), 购于广西柳州, 初含水率范围 120%~160%。

收稿日期: 2017-05-12; 修改日期: 2017-09-25

基金项目: 国家林业局 948 计划“节能环保型木材常压过热蒸汽干燥技术引进”(2014-4-50); 林业科学技术国家级推广项目 ([2015] 51 号)。

作者简介: 韦妍蔷 (1994—), 女, 中南林业科技大学硕士研究生。
责任作者: 李贤军, 男, 中南林业科技大学教授。

锯材加工成规格为 320 mm (长)×120 mm (宽)×20 mm (厚) 的四面刨光试件, 要求试件无腐朽、变色、开裂、节子等可见缺陷。

试剂: 环氧丙醇, $C_3H_6O_2$, 分子量 74.08; 乙醇, 分析纯, 质量分数 95%。外购。

1.2 仪器设备

实验室自制常压过热蒸汽干燥装置, 可实现木材内部温度、质量的在线监测; HP, M10035 扫描仪; SM2400 滑动式木材切片机; JSM-6380LV 扫描电镜。

1.3 试验方法

试件置于干燥装置内, 以 30 °C/h 的速率从室温升至 100 °C, 保持 2 h, 待试件内外温度趋于一致后, 分别按 110、120、130、140、150、和 160 °C 设定六个温度水平, 进行恒温过热蒸汽干燥处理, 8 h 后取出称重。

作为对照样, 选取同样规格的试件, 参照 LY/T 1068-2012《锯材窑干工艺规程》中的常规干燥基准 (表 1), 在恒温恒湿箱中进行常规干燥处理。每个处理条件取 3 块试样。

干燥后的所有试样置于室内 (温度 25 °C, 湿度 65%~70%), 平衡一周后备用。

表 1 马尾松锯材常规干燥基准

Tab.1 Traditional drying schedules for masson pine samples

试材 含水率/%	干球 温度/°C	干湿球 温度差/°C	木材平衡 含水率/%
>40	80	4	12.8
40~30	85	8	10.7
30~25	90	9	8.4
25~20	95	12	6.9
20~15	100	15	5.8
<15	110	25	3.7

1.4 性能测试

1) 颜色: 按照 1976 年国际照明委员会 CIE ($L^*a^*b^*$) 标准色度学理论进行定量表征。测定的参数: 明度 (L^*)、红绿轴色度指数 (a^*)、黄蓝轴色度指数 (b^*)。每组测试 3 个试样, 每个试样取 6 个测点。

2) 含水率: 依据 GB/T 6491-2012《锯材干燥质量》检测锯材的平均终含水率、厚度含水率偏差 (ΔMC_h) 等。每组测试 3 个试样, 结果取平均值。

3) 脱脂效果: 采用扫描电子显微镜观察处理前后试件微观构造及松节油的存在状态。

2 结果与分析

2.1 木材颜色

不同干燥工艺处理后, 马尾松锯材的表面颜色参数, 见表 2。

表 2 不同干燥工艺处理马尾松木材表面颜色参数

Tab.2 Surface color parameters of masson pine treated with different drying processes

工艺类别	处理温度/°C	L^*	a^*	b^*
常规处理		75.02	16.52	35.22
过热蒸汽	110	75.56	16.84	35.82
	120	74.65	17.30	36.98
	130	74.82	18.22	36.19
	140	71.09	19.60	37.93
	150	70.60	18.26	37.76
	160	70.34	18.22	39.92

与常规干燥处理材相比, 不同温度过热蒸汽干燥处理后, 马尾松锯材的 L^* 、 a^* 、 b^* 变化幅度均在 5% 以内, 表明过热蒸汽干燥处理对木材颜色影响不显著。原因在于过热蒸汽干燥是在无氧环境下进行, 避免了处理材的表面氧化变色^[7]。

2.2 含水率

不同干燥工艺处理马尾松锯材的终含水率和分层含水率测试结果, 如图 1 所示。

由图 1 可知, 不同干燥工艺处理后, 马尾松锯材的终含水率介于 11%~14% 之间。当过热蒸汽温度

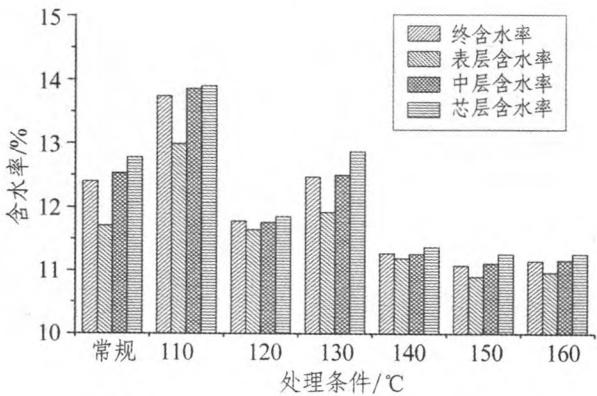


图 1 不同干燥工艺处理马尾松锯材的含水率

Fig.1 MC of masson pine treated with different drying processes

高于 140 ℃时, 马尾松锯材的终含水率低于常规干燥材。分层含水率分布图显示, 2 种干燥条件处理的马尾松锯材试样, 表层的含水率最低, 芯层的含水率最高^[8]。

常规干燥锯材厚度方向的含水率偏差为 1.07%, 而六种不同过热蒸汽温度处理的马尾松锯材厚度方向对应的含水率偏差 ΔMC_h 分别为: 0.29%、0.36%、0.18%、0.95%、0.21%和 0.91%; 表明过热蒸汽干燥处理后, 降低了锯材的厚度含水率偏差。

原因在于松节油的沸点约为 150~230 ℃, 与水共存后沸点降至 95 ℃左右^[9], 高温汽蒸环境可以有效促进松节油蒸发, 从而使松脂对木材中水分移动的阻碍作用变小; 同时汽蒸处理能有效破坏木材的纹孔结构, 提高渗透性, 降低木材内部含水率梯度, 加快干燥速度, 因而厚度含水率偏差降低, 木材干燥质量提升^[10]。

2.3 脱脂效果

1) 宏观

不同干燥工艺处理后, 马尾松锯材表面树脂分布情况见图 2。

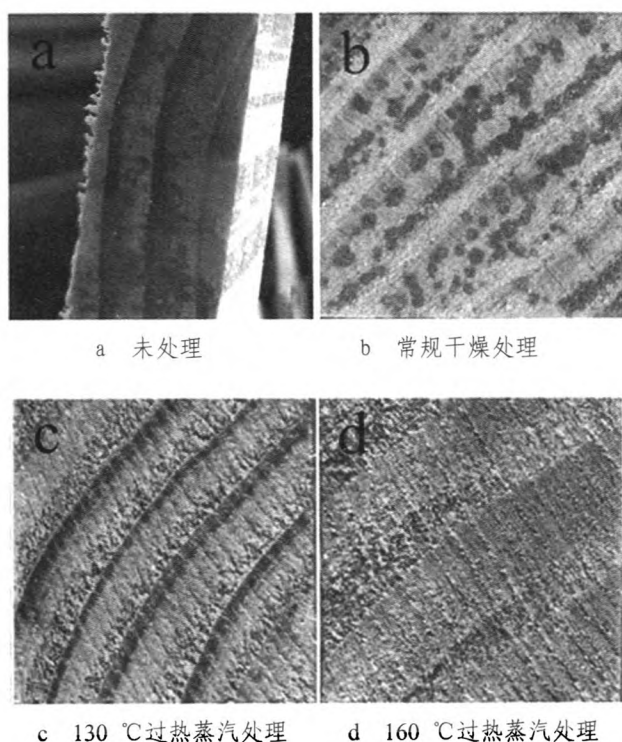


图2 不同干燥工艺处理的马尾松锯材表面树脂分布
Fig.2 Distribution of rosins on surface of masson pine samples treated with different drying processes

图 2a 显示, 未经干燥处理的马尾松锯材, 松脂主要分布在年轮的交界处; 经常规干燥处理后的锯材表面出现明显的溢脂现象, 主要分布在早晚材交界处及晚材附近 (图 2b); 130 ℃过热蒸汽处理后, 马尾松锯材表面有少量松脂溢出, 主要分布于早晚材交界处 (图 2c); 当过热蒸汽处理温度升高到 160 ℃时, 马尾松锯材表面基本无溢脂现象 (图 2d), 且年轮交界处亦没有松脂存在, 表明脱脂效果显著。

2) 微观

为了进一步了解马尾松锯材中树脂的存在状态, 采用扫描电镜观察不同干燥工艺处理后马尾松锯材的微观结构, 如图 3 所示。

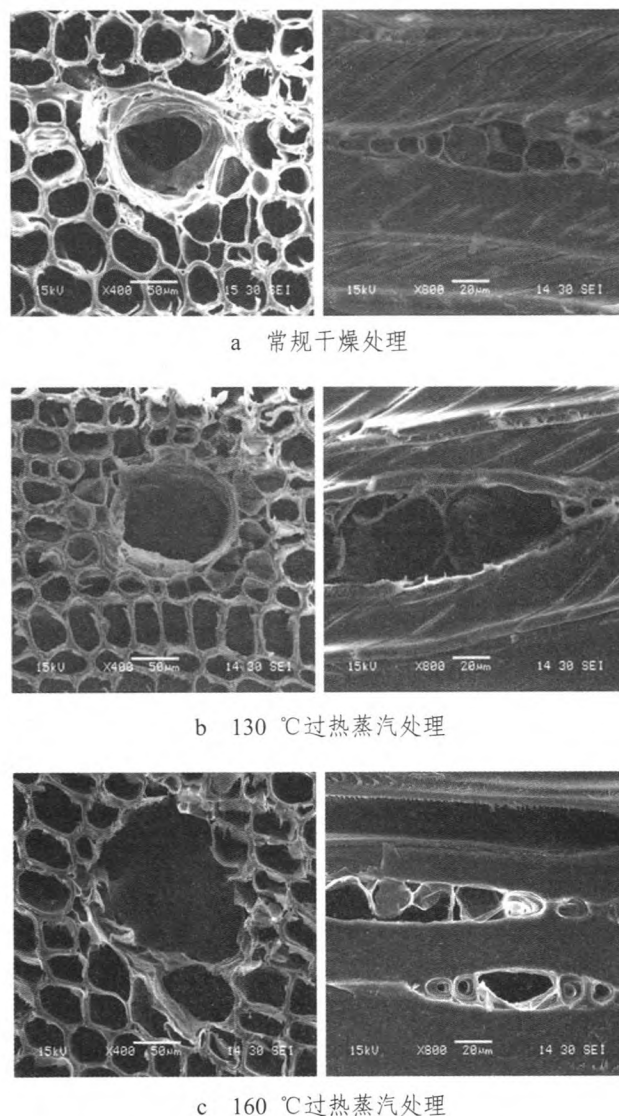


图3 不同干燥工艺处理材的树脂道内树脂分布
Fig.3 Distribution of rosins in resin canal of masson pine samples treated with different drying processes

常规干燥处理马尾松锯材的横切面(3a 左)显示,纵向树脂道结构完整,树脂道及其周围部分管胞内的反光物质为液态松节油,附着于细胞壁内上;弦切面上的树脂道分布在木射线内,部分射线由于含有松节油呈现反光效应,横向树脂道结构保持完整(图 3a 右)。

130 ℃ 过热蒸汽干燥处理后,纵向树脂道存在的反光物质减少,但周围管胞内的反光物质增多,树脂道结构轻微受损(图 3b);160 ℃ 过热蒸汽处理后,横切面上纵向树脂道呈现空腔,同时在内壁上出现半透明膜,树脂道结构轻微受损(图 3c 左);横向树脂道内残存了球状或颗粒状的固态松香(图 3c 右),表明松脂被固定在马尾松锯材内部。

在过热蒸汽干燥过程中,部分松香溶解于松节油,与木材内部水分产生共沸,从木材内部迁移到表面^[3],但随着木材内部水分的减少和松脂黏度的增加,剩余松脂的流动性降低并沉积、固定在细胞腔内部。

3 结论

1) 在本试验范围内,与常规干燥材相比,过热蒸汽干燥材的颜色变化不明显,木材明度、红绿和黄蓝指数的变化幅度均不超过 5%;锯材厚度方向的含水率偏差低于 1%,干燥质量良好。

2) 过热蒸汽干燥处理可以将木材内部分松脂指出至表面,部分固着在其内部,达到干燥与脱脂的双重目的。

3) 过热蒸汽干燥处理木材具有工艺简便、保持木材本色的优点,是一种高效节能的木材干燥、脱脂技术,具有一定推广价值。

参考文献:

- [1] 卫佩行,黄思维,周定国.马尾松单板脱脂处理前后性能的变化[J].西南林业大学学报,2012,32(4):86-89.
- [2] 孙静,唐贤明,符韵林.家具用材马尾松碱液皂化脱脂技术[J].林业科技开发,2014,28(2):102-104.
- [3] 王天龙.兴安落叶松真空干燥脱脂过程中松节油迁移特性及机理研究[D].北京:北京林业大学,2006.
- [4] 张美.家具用材马尾松溶剂汽相法脱脂技术研究[D].长沙:中南林业科技大学,2007.
- [5] 余梦洁.微爆破预处理对落叶松木材干燥及脱脂效果的影响[D].北京:北京林业大学,2012.
- [6] 李媛,彭万喜,吴义强,等.国内外松木脱脂技术的研究现状与趋势[J].湖南林业科技,2006,33(3):99-100.
- [7] 于海霞.马尾松板材汽蒸脱脂及防变色干燥[D].南京:南京林业大学,2005.
- [8] 成俊卿.木材学[M].北京:中国林业出版社,1985.
- [9] 郑洪连.马尾松板材脱脂干燥及其对材性的影响[D].南京:南京林业大学,2005.
- [10] 吕建雄,鲍甫成.汽蒸处理对木材渗透性的影响[J].林业科学,1994,30(4):352-357.

(责任编辑 孟凡丹、向 琴)

2018 年《林产工业》杂志征订启事

随着我国林产工业快速发展,自 2015 年起由双月刊变更为月刊,旨在拓展报道范畴,信息更加具有时效性。创刊于 1964 年,由林产工业规划设计院与中国林产工业协会主办、中国林业机械协会协办,为全国中文核心期刊,国内外大型数据库收录。

办刊宗旨:宣传贯彻党和国家有关林产工业方面的方针、政策,坚持面向生产,坚持科技为生产服务,介绍国内外新技术、新设备、新工艺及先进的生产技术和管理经验,为生产、科研、教学和管理服务,以促进我国林产工业的现代化。

主要内容:制材,木材干燥,各类木质、非木质人造板生产技术,人造板二次加工饰面,木质地板等室内装饰装修材料,家具制造,胶黏剂的生产与应用,生物质材料与纳米技术,竹材制品,木材防腐与改性,木材与人造板加工设备、数控技术,

木结构,节能环保,林产化工以及制浆与造纸、风景园林等方面的先进经验、新技术以及科研设计成果;综述国内外林产工业现状、水平及发展趋势。

主要读者对象:从事木材加工和人造板生产的企业、设备制造厂家以及从事有关科研和开发、设计、咨询、教学、管理与市场营销的人员。

全年 12 期,每月 6 日出版,定价每期 16 元,全年 192 元,邮局挂号每期另加 3 元,邮发代号 2-141。

微店订阅:关注微信公众平台:linchangongye 点击“协会期刊”→“期刊订阅”。

电话:010-85128131

传真:010-85128070

qq:1486638813 邮箱:cfpiad@126.com

杂志官网:www.cfpi.cn

