

应用技术

过热蒸汽预处理对落叶松方材高频/真空干燥质量的影响

高瑞清, 李晓玲, 构涛, 张立宾, 何清慧

(中国林科院木材工业研究所; 国家林业局木材科学与技术重点实验室, 北京 100091)

摘要: 对落叶松髓心方材采用不同温度的过热蒸汽预处理, 再利用前期试验得出的高频/真空干燥参数进行试验。结果表明, 采用常压 105 ℃ 过热蒸汽预处理 31 h, 高频/真空干燥后试材的表裂明显减少, 且终含水率分布更加均匀; 过热蒸汽预处理工艺使高频/真空干燥周期有所延长, 但综合考虑干燥周期和干燥质量, 认为此工艺具有可行性。

关键词: 落叶松; 高频真空干燥; 髓心方材; 过热蒸汽; 预处理

中图分类号: S782.31

文献标识码: B

文章编号: 1001-8654(2010)03-0038-03

Effect of Superheated Steam Pretreatment on Drying Quality of Larch Square during Radio Frequency/Vacuum Drying

GAO Rui-qing, LI Xiao-ling, GOU Tao, ZHANG Li-bin, HE Qing-hui

(Research Institute of Wood Industry, Chinese Academy of Forestry;

Key Lab of Wood Science and Technology of State Forestry Administration, Beijing 100091, China)

Abstract: Different temperatures of superheated steam were used to pre-treat boxed-heart larch lumber. A series of radio frequency vacuum drying tests were then conducted on the pretreated lumber. The results showed that the number and the total length of surface checks decreased considerably in the samples pretreated under 105 ℃ atmospheric superheated steam for 31 hours. We also observed that the final moisture content distribution was more uniform with the pretreatment. Based on the drying cycle and drying quality, we concluded that the superheated steam pretreatment was feasible for mills even though it required a longer drying cycle.

Key words: larch; radio frequency/vacuum drying; boxed-heart lumber; superheated steam; pretreatment

日本学者曾对日本柳杉髓心方材进行了过热蒸汽预处理研究, 结果发现, 过热蒸汽预处理能有效减少髓心方材干燥过程中的表面开裂^[1-2]。鉴于前人的研究成果, 笔者采用常压过热蒸汽对落叶松方材进行预处理使木素软化, 以提高木材在干燥初期的黏性, 从而减少落叶松方材在高频/真空干燥过程中的表面开裂。

收稿日期: 2009-09-28; 修改日期: 2009-12-21

基金项目: 院所基本科研业务费专项资金项目(CAFINT2007C09)。

作者简介: 高瑞清(1965—), 男, 中国林科院木材工业研究所副研究员。

1 材料与方法

1.1 材料和设备

试材 兴安落叶松(*Larix gmelinii*), 采自大兴安岭, 树龄 20 年, 初含水率 38%~69%。试材规格 1 800 mm×100 mm×100 mm。

设备 日产 HD74/TAII 型高温蒸汽干燥设备, DMA 2980 型动态力学分析仪, 高频/真空干燥设备^[5]等。

1.2 试验方法

参照 GB 50005-2003《木结构设计规范》, 确定干燥终含水率为 10%~15%; 按 GB 6491-1999《锯材干

燥质量)检测终含水率和分层含水率。

含水率试片和试件制作与文献[3]相同。每次试验使用 6 根试材,分别编号 1~6 号。试材过热蒸汽预处理工艺参数同文献[4]。

首先通过动态力学分析仪,测定木材动态力学性能温度谱,从损耗模量与温度的关系曲线,确定落叶松木素的玻璃态转化温度为 85~95 ℃。为此,本研究设定过热蒸汽预处理温度分别为 120,110,105 ℃ 3 个水平(表 1)。过热蒸汽处理过程的温度变化曲线见图 1。

表 1 落叶松髓芯方材过热蒸汽预处理工艺

Tab. 1 Superheated steam schedule for boxed-heart larch lumber treatment

处理工艺	干球温度/℃	湿球温度/℃	持续时间/h
初始状态	35	35	
升温阶段 1	100	100	6
保持阶段 1	100	100	6
升温阶段 2	120/110/105	100	4
保持阶段 2	120/110/105	100	6
降温阶段 1	90	89	4
降温阶段 2	50	49	5

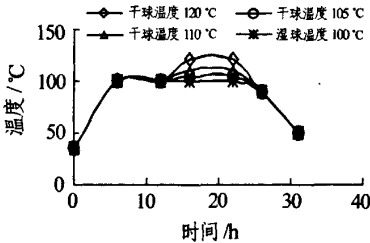


图 1 过热蒸汽预处理温度变化

Fig. 1 Dry and wet bulb temperature during the pretreatment

过热蒸汽处理在 HD74/TAII 型高温蒸汽干燥设备中进行,当温度降到 50 ℃时,设备停止运行,被处理试材自行降至常温。处理结束后放入真空罐内,继续进行高频/真空干燥试验。试材的摆放方式和高频/真空干燥工艺参数同文献[4]。

2 分析与讨论

过热蒸汽预处理的试验结果见表 2、图 2 和表 3。

2.1 热蒸汽处理对干燥开裂的影响

从表 2 及图 2 可以看出,相同的高频/真空干燥参数下经过热蒸汽预处理,试材总表裂长度减少 17%,表裂数量也有所降低。

表 2 过热蒸汽预处理与否的木材干燥质量

Tab. 2 Physical properties consumption for superheated steam pretreatment

检测项目	未切口	
	试验 4	试验 6
蒸汽处理前 MC/%	45.6	46.5
蒸汽处理后 MC/%		38.3
干燥终了 MC/%	11.1	13.1
内裂条数	—	—
表裂数量/表裂板数	21/5	17/4
表裂宽度/mm	0.5~3.1	0.5~2.3
表裂总长度/(cm·m ⁻¹)	27.1	22.6
高频/真空干燥时间/h	77.7	58.5
总干燥周期	77.7	89.5
总电量消耗/(kW·h)	204	157

注:试验 4 为未经蒸汽处理,试验 6 为 110 ℃ 过热蒸汽处理。

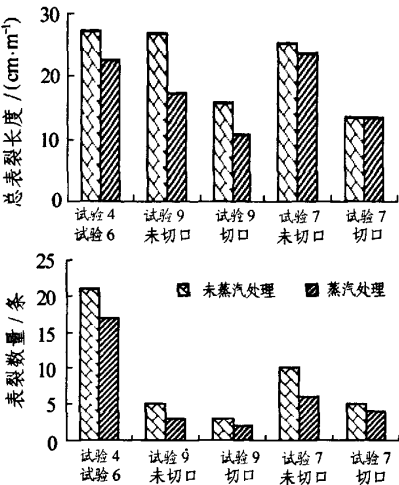


图 2 试材总表裂长度、表裂条数比较

Fig. 2 Length and number of surface checks in larch lumber with and without the pretreatment

表 3 中的试验 9,未切口试材经 105 ℃ 过热蒸汽处理后,比未处理试材的表裂条数减少了 40%,总表裂长度减少 9.3 cm/m;切口处理的试材,经 105 ℃ 过热蒸汽预处理后,亦比未蒸汽处理的表裂条数有所减少,总表裂长度也降低了 5.1 cm/m。

试验 7 中,未切口试材采用 120 ℃ 过热蒸汽预处理,比未处理试材的总表裂长度减少了 1.1 cm/m;切口处理的试材,120 ℃ 过热蒸汽预处理的比未处理的表裂条数仅减少 1 条,总表裂长度也仅减少 0.3 cm/m。因此推断,本研究范围内 120 ℃ 的过热蒸汽预处理,对改善落叶松髓心方材高频/真空干燥中的表裂效果不明显。

表 3 不同过热蒸汽预处理的木材干燥质量和耗电量

Tab. 3 Physical properties and energy consumption in different superheated steam pretreatments

检测项目		未切口		切口	
		105℃过热蒸汽处理	未蒸汽处理	105℃过热蒸汽处理	未蒸汽处理
试验 9	表裂数量/表裂板数	3/3	5/3	2/1	3/2
	表裂宽度/mm	0.5~1.9	0.5~2.4	0.5~1.5	0.5~2
	总表裂长度/(cm·m ⁻¹)	17.4	26.7	10.8	15.9
	总干燥时间/h			72.8	
	总耗电量/(kW·h)			180	
		120℃过热蒸汽处理	未蒸汽处理	120℃过热蒸汽处理	未蒸汽处理
试验 7	表裂数量/表裂板数	6/3	10/3	4/3	5/3
	表裂宽度/mm	0.5~2	0.5~2.7	0.5~1.6	0.5~1.8
	总表裂长度/(cm·m ⁻¹)	26.2	27.3	13.3	13.6
	总干燥时间/h			57.8	
	总耗电量/(kW·h)			145	

以上结果表明:在高频/真空干燥前,将落叶松髓心方材用 110℃或 105℃的过热蒸汽处理 31 h,表裂明显减少。这是因为在常压下,当蒸汽温度升高到 105℃以上时,试材表层水分开始蒸发,并很快降到纤维饱和点以下,此时试材表层开始收缩并产生表面干缩拉应力,而木材温度远高于木素玻璃态转化点温度,木材的黏性和塑性增强,部分干燥应力被木材的蠕变所吸收,从而使试材表裂大大减少。图 3 显示了经过过热蒸汽处理后试材截面含水率分布状况。

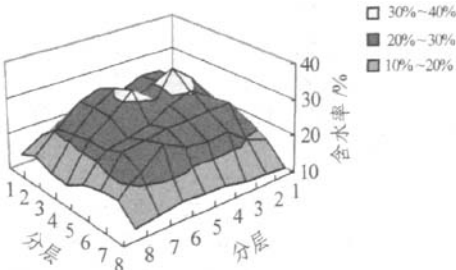


图 3 过热蒸汽处理后截面 MC 分布
Fig. 3 MC distribution in thickness direction after superheated steam treatment

经过热蒸汽预处理后,试材表层含水率已降到 15%左右。高频/真空干燥,主要是试材内层水分的汽化和移动,当试材内层含水率降到纤维饱和点以下时,内层受拉应力,表层受压应力,因此试材不会发生表面开裂,甚至之前的部分表裂在高频/真空干燥后期会逐渐愈合。但当过热蒸汽温度达到 120℃时,由于蒸汽的过热度提高,相对湿度降低,再加上干燥温度的提高,试材表层水分蒸发较快,导致表裂发生。

经 120、110 和 105℃过热蒸汽预处理及未处理试材的高频/真空干燥表裂情况见图 4。

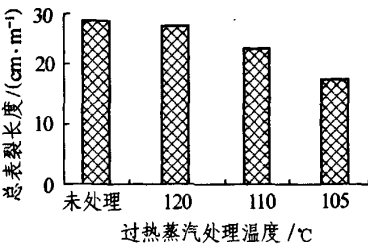


图 4 不同预处理温度的试材总表裂长度对比
Fig. 4 Length of surface checks in larch specimens treated under different temperatures

从图 4 中可见,高频/真空干燥结束后,过热蒸汽预处理的试材,总表裂长度比未处理材要小;随着过热蒸汽温度的降低,总表裂长度呈逐渐减小的趋势,即 105℃过热蒸汽预处理试材时总表裂长度最小,为 17.4 cm/m;比 120℃过热蒸汽预处理的试材总表裂长度减少了 33.6%,比未经处理的试材减少 35.8%。因此,本试验条件下,105℃是过热蒸汽预处理的较佳温度。

2.2 过热蒸汽处理对干燥周期的影响

从表 2 中可见,未处理材的高频/真空干燥周期为 77.7 h,经 110℃过热蒸汽处理后,试材的高频真空干燥周期减少到 58.5 h。加上过热蒸汽处理时间,总干燥周期为 89.5 h,比未处理材的干燥周期有所延长,但很大程度上减少了干燥表面开裂。

2.3 过热蒸汽处理对终含水率均匀性的影响

图 5 为试验 4、试验 6 的截面终含水率分布情况。其中 D1~D6、F1~F6 分别代表各组试件的 1~6 号分层含水率试片。通过对比可以看出:过热蒸汽预处理的试材,比未处理试材的截面终含水率分布更加均匀。这是因为过热蒸汽预处理,实际上是对试材

(下转第 47 页)

温材料标准化定型生产。管线布置方便,各工种可交叉作业。管线的检修与维护较混凝土结构简单,便于住宅后期的改造与性能提升。

2.2 轻钢屋架 OSSB 房屋系统面临的问题及思考

尽管轻钢结构 OSSB 房屋系统优越性显著,但在我国的推广应用,尚存诸多问题。

1) 建筑标准规范限制 我国现有的建筑标准规范,是针对几十年来大量使用的砖混、混凝土结构体系而编制,迄今为止,仍缺乏有针对性的、系统性的钢结构住宅规范。主要原因:

一方面,建筑物多采用砖石和钢筋混凝土等材料,导致《建筑设计防火规范》中,对材料的选用较国外标准苛刻,轻钢结构住宅难以满足其耐火性能和耐火等级的要求。另一方面,长期以来,镀锌轻钢龙骨作为承重体系的开发与应用仍处在起步阶段,缺乏对其受力状况、结构安全性、耐久性的系统理论分析。

目前,虽然我国已有相关规范陆续颁布实施,但要形成系统的、有针对性的、完整的规范和技术标准体系,还需要做大量的研究和协调工作。

2) 传统消费观念存在误区 我国消费者大多认为,钢材结构建筑造价高,木材、麦秸等耐久性较差,不了解木质材料的环境友好等优势。因此,使人们接

受、认同轻钢结构住宅,是一个渐进的过程,不仅需要加大宣传力度,同时需要国家予以积极的政策扶持。

3 结语

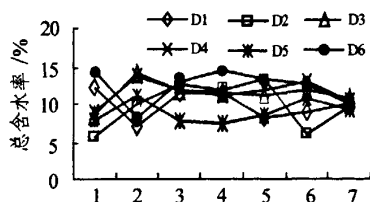
OSSB 具有质轻、性能优良和绿色环保等特点,是理想的高性能建筑结构材料,可以广泛应用于建筑及家具工业。随着轻钢结构住宅建筑产业化技术导则、相关技术规则的相继颁布,轻钢屋架 OSSB 房屋系统凭借其节能、舒适、环保的优势,必将成为住宅产业发展的热点,并得到广泛应用。

参考文献:

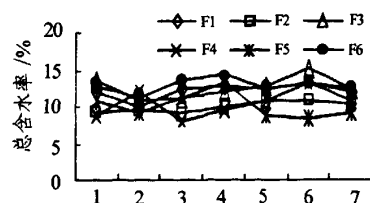
- [1] Han Guangping. Development of high-performance reed and wheat straw composite panels[J]. Wood Research, 2001(88): 19-39.
- [2] 王炎. 我国轻钢结构住宅的现状与发展[J]. 中国水运(学术版), 2006, 6(5): 213-214.
- [3] Wasylciw W. Oriented Split Straw Board: A New Era In Building Products [C]. California: Proceedings of ASAE Annual Building Products [C]. California: Proceedings of ASAE Annual International Meeting, 2001: 1-6076.
- [4] Han Guangping, Wu Qinglin. Oriented Strandboard as Advanced Structural Materials—Property Enhancement through Alternative Raw Material and Modeling[M]. Harbin: Northeast Forestry University Press, 2004.

(责任编辑 姜征、张一萍)

(上接第40页)



(试验4) 未处理材的含水率试样



(试验6) 110℃预处理材的含水率试样

图5 试材的分层含水率试验

Fig. 5 Moisture distribution in different specimens

的表面进行预干燥,使木材表层的含水率均降低到纤维饱和点以下,且试样中含水率差异减小,因而试样在高频/真空干燥时,终含水率分布亦更加均匀。

3 结论

1) 过热蒸汽预处理可使落叶松髓心方材的表层含水率预干燥至纤维饱和点以下,然后再进行方材的高频/真空干燥,可有效减少表面开裂,本研究中 105℃常压过热蒸汽处理 31 h 是较佳处理工艺。

2) 落叶松髓心方材在高频/真空干燥前的过热蒸汽预处理,虽然总干燥周期有所延长,但综合考虑干燥质量,过热蒸汽预处理工艺具有可行性。

3) 高频/真空干燥前的过热蒸汽预处理,能使木材截面终含水率分布更加均匀。

参考文献:

- [1] 小林功,黑田尚宏,久田卓兴,等. 日本柳杉髓心方材干燥过程中的过热蒸汽预处理[J]. 木材工业[日], 2003, 58(6): 258-263.
- [2] 李晓玲,小林功,黑田尚宏,等. 日本柳杉髓心方材高频真空干燥试验[J]. 北京林业大学学报, 2005, 27(增刊): 42-46.
- [3] 李晓玲,高瑞清,构涛,等. 人工林落叶松髓心方材高频/真空干燥工艺研究[J]. 木材工业, 2010, 24(1): 29-32.
- [4] 构涛,高瑞清,李晓玲,等. 切口处理对落叶松方材高频/真空干燥质量的影响[J]. 木材工业, 2010, 24(2): 35-37, 46.

(责任编辑 鲍加芬)