

应用技术

白榆锯材的常规蒸汽生产性干燥试验

喻迺秋, 刘能文, 曹长坤, 李斌, 唐镇忠, 党文杰

(木材节约发展中心, 北京 100834)

摘要: 首先通过百度试验法研究白榆的干燥特性, 依此拟定 20 mm 厚白榆锯材的预试验干燥基准, 再通过验证试验修订拟定的干燥基准, 得到优化干燥基准。验证试验结果表明, 采用优化干燥基准进行干燥, 白榆的干燥质量满足 GB/T 6491-2012《锯材干燥质量》的二级要求。

关键词: 白榆; 百度试验; 干燥特性; 干燥基准; 干燥质量

中图分类号: TS652 文献标识码: B 文章编号: 1001-8654(2015)05-0037-03

Conventional Drying Schedules for Elm Lumber

YU Nai-qi, LIU Neng-wen, CAO Chang-kun, LI Bin, TANG Zhen-zhong, DANG Wen-jie

(Wood Value Promotion and Sustainable Development Center, Beijing 100834, China)

白榆心边材区分明显, 边材窄为暗黄色, 心材为暗紫灰色, 纹理清晰、硬度与强度适中, 刨面光滑、弦面花纹美丽、价格低廉, 是实木家具制造的重要材料。但是, 白榆木材构造不均、干缩率大, 弦径向干缩率不同引起应力加大, 因此, 干燥时易变形、收缩严重。一些企业出于生产成本考虑或设备问题, 对白榆锯材干燥不到位, 导致所制成的家具开裂和变形。

为了减少干燥不当造成的锯材干燥缺陷及经济损失, 笔者对 20 mm 厚白榆锯材进行常规蒸汽干燥的生产性试验, 以期为企业干燥生产提供技术支持。

1 材料与方法

1.1 试验材料

白榆 (*Ulmus pumila*), 长度 4 000 mm, 宽度 200~600 mm, 厚度 20 mm, 密度 0.64 g/cm³, 初含水率 80%~95%, 毛边锯材。

1.2 试验设备

常规生产用蒸汽干燥窑, 容积规格 50、80、100

m³; 推台锯; 电热鼓风干燥箱等。

1.3 试验方法

为了得到 20 mm 厚白榆锯材较优的干燥基准, 试验分两个阶段进行。

1) 预试验

首先通过百度试验法, 分析白榆锯材的干燥特性。参考已有的研究结果和 LY/T 1068-2012《锯材窑干工艺规程》的要求, 初步确定白榆锯材的预试验干燥基准, 采用 50 m³ 干燥窑进行试验。试材材积为 25 m³。

试验过程中按照木材常规干燥工艺规程操作, 检测木材的各项干燥质量指标, 并对结果进行分析。

2) 优化试验

在满足木材干燥质量标准要求的前提下, 以缩短干燥周期为主要目标, 对预试验的干燥基准进行优化。分别采用 50、80、100 m³ 三种规格的干燥窑, 每种规格进行 3~4 次试验, 试材材积分别为 25、40、50 m³。

根据每次试验结果, 调整干燥温度、平衡含水率 (EMC)、中间处理时间及次数等, 逐步筛选并确定白榆锯材的优化干燥基准。

采用优化的干燥基准对白榆进行干燥验证试验。

收稿日期: 2014-11-25; 修改日期: 2015-07-24

基金项目: 中国木材节约代用发展战略研究与木材保护工程 (2950800000006)。

作者简介: 喻迺秋 (1962—), 女, 木材节约发展中心副主任, 教授级高工。

分别采用 50、80、100 m³ 三种规格的干燥窑,各进行 3 批共 9 次干燥试验,并检测干燥木材的干燥质量,结果取平均值。

按照 LY/T 1068-2012《锯材窑干工艺规程》进行木材堆积及入窑操作,严格按照木材常规干燥工艺规程,每 1 h 记录一次木材含水率、干燥温度和平衡含水率。通风机每 3 h 换向一次。干燥至终含水率为 10% 左右时,停止干燥。

1.4 性能检测

参照 GB/T 6491-2012《锯材干燥质量》,检测试材的终含水率、分层含水率偏差、残余应力、弯曲和开裂等指标。

按照木材干燥质量等级二级要求(适用于家具、建筑门窗、实木地板、细木工板、室内装饰等生产),核定锯材的干燥质量。

2 结果与分析

2.1 预试验

根据百度试验法,检测白榆的干燥缺陷等级,结果见表 1。

表 1 白榆锯材的干燥缺陷

Tab. 1 Drying defects in elm lumber

锯材 编号	初含 水率/ %	初期 开裂 等级	内部 开裂 等级	截面变形 检测值/ mm	等 级	扭曲变形 检测值/ mm	等 级	干燥速度 检测 值/h	等 级
1	93.5	2	1	2.6	4	1.7	2	15	2
2	90.4	2	1	3.2	4	2.8	2	12	2
3	92.5	2	1	3.1	4	2.5	2	13	2

根据表 1 所列白榆锯材的干燥特性可知,白榆为难干树种。试验是在 50 m³ 生产性干燥窑中进行,为降低试验风险,采取了较温和的干燥基准(表 2)进行预试验。白榆锯材干燥质量检测结果列于表 3。

从表 3 看出,锯材的干燥质量满足 GB/T 6491-2012 中干燥质量等级二级要求,个别指标达到了一级要求。但干燥周期长达 25 天,生产效率低,干燥成本增加。

为此,在满足干燥质量标准要求的前提下,对预试验的干燥基准进行优化。

2.2 优化试验

根据实际生产经验,如果对白榆锯材先进行约 10 天的大气干燥,可有效缩短干燥周期,且可保证

表 2 白榆锯材预试验干燥基准

Tab. 2 Experimental drying schedules for elm lumber

处理阶段	含水率/%	干球温度/℃	EMC/%	时间/h
预热阶段		55	20	8
干燥保持	>40	50	14	
	>30	52	12	
中间处理	30	60	18	6
干燥保持	>25	55	10	
	>15	57	8	
	<15	60	6	
平衡处理	10	62	8	8
终了处理	10	65	15	6
表面干燥	10	60	6	15

表 3 预试验干燥基准下试材的干燥质量

Tab. 3 Drying quality of elm lumber with an experimental drying schedule

检测指标		检测值	标准规定值 (二级)
终含水率/%		9.3	8~12
分层含水率偏差/%		2.0	3.5
残余应力/%		2.3	≤3.5
弯曲/%	顺弯	0.9	2.0
	横弯	0.4	1.0
	翘弯	2.1	4.0
	扭曲	1.0	2.0
开裂	纵裂/%	2	6
	内裂/条	0	不许有
干燥周期/d		25	

干燥质量。在多次优化试验过程中还发现,如果不进行平衡处理和终了处理,干燥后的木材中残余应力普遍较高;如果不进行中间处理,干燥后木材产生的纵裂、变形较多,分层含水率和残余应力普遍较高,干燥周期亦较长。

当干燥预热阶段温度低于 60℃,中间处理温度低于 65℃,初期温度低于 55℃、干燥末期温度低于 65℃时,含水率下降缓慢,使干燥周期延长;若初期温度高于 55℃、干燥末期温度高于 65℃时,又易出现较多纵裂、变形等缺陷;当预热阶段温度高于 60℃,中间处理温度高于 65℃时,试材易发生弯曲变形。

针对上述问题,适时进行调整,最终得到优化干燥基准,如表 4 所示。

与表 2 的预试验干燥基准相比,表 4 中优化后的干燥基准各阶段的温度普遍提高了 5℃;预热阶段保持时间减少为 5 h,干燥末期的表面干燥时间降至 12 h,EMC 普遍降低 2%。

表 4 白榆锯材适宜的优化干燥基准

Tab. 4 Optimized drying schedule for elm lumber

处理阶段	含水率/%	干球温度/℃	EMC/%	时间/h
预热阶段		60	20	5
干燥保持	>30	55	14~12	
中间处理	30	65	18	6
	>25	57	8	
干燥保持	>15	60	6	
	<15	65	4	
平衡处理	10	65	8	6
终了处理	10	68	15	6
表面干燥	10	65	4	12

按照优化的干燥基准,分别在 50、80、100 m³ 三种规格的干燥窑中对白榆锯材进行验证干燥试验,并检测所有锯材的干燥质量,结果取平均值(表 5)。

表 5 显示,采用 3 种规格干燥窑干燥的白榆锯材,干燥质量均满足 GB/T 6491-2012 规定的二级要求,干燥周期缩短为 15~18 天。

3 结论

1) 采用本试验得出 20 mm 厚白榆锯材的优化干燥基准,干燥锯材的终含水率、分层含水率偏差、残

表 5 优化干燥基准下试材的干燥质量

Tab. 5 Drying quality of lumber with optimized drying schedules

检测指标	检测值			标准规定值	
	1	2	3	(二级)	
终含水率/%	8.5	9.6	9.1	8~12	
分层含水率偏差/%	1.8	1.5	1.1	3.5	
残余应力/%	2.9	2.7	1.9	≤3.5	
弯曲/%	顺弯	1.0	1.3	0.8	2.0
	横弯	0.5	0.8	0.6	1.0
	翘弯	2.1	3.0	2.5	4.0
	扭曲	0.9	1.3	1.3	2.0
开裂	纵裂/%	5	4	4	6
	内裂/条	0	0	0	不许有
干燥周期/d	18	15	17		

余应力、弯曲和开裂等,均满足 GB/T 6491-2012 二级干燥质量要求。

2) 按照优化的基准进行干燥,白榆锯材的干燥周期缩短为 15~18 天,干燥效率明显提高,满足企业干燥生产的需要。

3) 实际生产中,需根据干燥窑的具体条件以及锯材规格、初含水率等,适当调整干燥基准参数。

(责任编辑 张一萍)

(上接第 33 页)

参考文献:

[1] Tetri T. Developments and markets of thermally modified wood products[C]//Proceedings of the 2nd COST Action FP0904 Conference. Nancy, France; Université de Lorraine, 2012; 130-131.

[2] UNECE. Forest products annual market review 2012-2013 [R]. Geneva, Switzerland: United Nations Economic Commission for Europe, 2013;34.

[3] 丁涛,蔡家斌,耿君. 欧洲木材热处理产业和标准化[J]. 木材工业,2015,29(3):26-30, 42.

[4] ITWA. Thermowood handbook[G]. Finland: International Thermowood Association, 2003.

[5] CRIQ. Profile of forest products, second transformation: wood treated at high temperature[R]. Québec, Canada; Centre de Recherche Industrielle du Québec, 2003.

[6] Stamm A J. Thermal degradation of wood and cellulose [J]. Industrial and Engineering Chemistry, 1956, 48(3): 413-417.

[7] Borrega M, Kärenlampi P. Effect of relative humidity on thermal degradation of Norway spruce (*Picea abies*) wood[J]. Journal of Wood Science, 2008, 54(4): 323-328.

[8] Rosen H N, Bodkin R E. Steam drying lumber above atmospheric pressure[C]//Proceedings Western Dry Kiln Clubs 32nd Annual Meeting, Madison, US; Forest Products Laboratory, 1983.

[9] Dagbroa O, Tornainenb P, Karlssona O, et al. Colour responses from wood, thermally modified in superheated steam and pressurized steam atmospheres[J]. Wood Material Science & Engineering, 2010, 5(3-4): 211-219.

[10] Tjeerdsma B F, Militz H. Chemical changes in hydrothermal treated wood: FTIR analysis of combined hydrothermal and dry heat-treated wood[J]. Holz Roh- Werkst, 2005(3):102-111.

[11] Boonstra M, Tjeerdsma B. Chemical analysis of heat treated softwoods[J]. Holz als Roh- und Werkstoff, 2006, 64(3): 204-211.

[12] Rapp A O. Review on heat treatments of wood[G]. Hamburg, Germany; BFH The Federal Research Centre for Forestry and Forest Products Information and Documentation, 2001; 26.

[13] Fordaq. Stora Enso timber investing in heat treatment of wood [EB/OL]. Brussels, Belgium; Fordaq, 2001. http://holz.fordaq.com/fordaq/news/Stora_Enso_Timber_investing_in_3061.html.

[14] Fordaq. Thermowood production doubel[EB/OL]. Brussels, Belgium; Fordaq, 2005. http://drevesina.fordaq.com/fordaq/news/Thermowood_StoraEnsoTimber_TekmaHeat_kiln_11329.html.

(责任编辑 向 琴)