

应用技术

波动干燥工艺对桦木干燥应力的影响

董会军, 赵寿岳, 刘文山

(南京林业大学, 南京 210037)

摘要: 进行了桦木波动干燥工艺和常规干燥工艺的对比试验。结果表明:波动干燥过程中,在降温干燥阶段,木材厚度方向上温度梯度和含水率梯度方向保持一致。与常规干燥工艺相比,含水率梯度和干燥应力小,可有效避免干燥过程中开裂现象的产生。

关键词: 桦木; 常规干燥; 波动干燥; 干燥应力

中图分类号: TS652 文献标识码: B 文章编号: 1001-8654(2005)04-0034-02

Effect of Fluctuant Drying on Drying Stresses in Birch

DONG Hui-jun, ZHAO Shou-yue, LIU Wen-shan

(Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, Jiangsu, China)

Abstract: The fluctuant and conventional drying technologies for 22 mm-thick Birch (*Betula platyphylla*) were tested and compared. During the fluctuant drying process, the temperature and moisture content gradients were in the same direction when temperature declined, and the gradients were both smaller than during the conventional drying process. The tendency of checking was also reduced.

Key words: fluctuant drying; conventional drying; drying stress; Birch

常规干燥由于干燥周期短、干燥过程容易控制而广泛应用,在干燥行业中占主导地位^[1]。但对一些硬阔叶树材,常规干燥极易产生较大的含水率梯度,使木材开裂。而采用波动干燥基准,在干燥的特定阶段,采用“升温-降温-升温”的处理方式,即升温时只是加热木材,当木材中心温度接近介质温度时,转入降温干燥阶段。随着木材中心温度的降低,内外温度梯度变平缓时,再次升温,如此反复,降低干燥过程中木材开裂的可能性。本试验分别用常规干燥基准和波动干燥基准干燥 22 mm 厚桦木,探讨波动干燥工艺对木材含水率和温度的分布以及干燥应力的影响,为合理制定波动干燥基准提供依据。

1 试验材料和设备

1.1 材料

白桦 (*Betula platyphylla*), 试材尺寸: 1 200

mm×100 mm×22 mm, 初含水率在 30% 左右。

1.2 设备

小型电加热干燥室,配有电加热蒸发器,保证干燥过程中充足的水蒸气调整箱内湿度,电磁阀自动控制加热和喷蒸;恒温烘箱。

2 试验内容

2.1 干燥基准

使用常规干燥基准和波动干燥基准对试材进行干燥处理,分别测量干燥过程中含水率和温度的分布,分析应力的变化。鉴于干燥应力引起干燥缺陷的含水率阶段是在纤维饱和点(30%)以下^[2],故本试验在含水率为 25%~20% 之间采用波动干燥工艺。常规干燥基准^[3]和波动干燥基准参见表 1。

波动干燥具体操作为:当木材含水率达到 25% 时,保证干湿球温差 2℃,此时的木材既不吸湿也不干燥,将干球温度升至 75℃,待木材芯、表层温度相等时,停止加热和喷蒸;当干球温度降至 55℃ 时,再

收稿日期:2005-02-24; 修改稿:2005-06-15

作者简介:董会军(1973—),男,南京林业大学博士研究生。

表 1 22 mm 厚桦木常规干燥基准和波动干燥基准
Tab. 1 Conventional drying and fluctuant drying
schedules of 22 mm-thick Birch

试材 含水率/%	常规干燥/℃		波动干燥/℃	
	干球温度	干湿球温差	干球温度	干湿球温差
40	55	4	55	4
40~30	60	5	60	5
30~25	65	8	65	8
25~20	70	10	波动干燥	
20~15	75	15		
15~10	82	25		
终了处理	82	4		

次将干球温度升至 75℃。如此往复,直到木材含水率降到 20%时,再按正常的干燥基准进行干燥。

2.2 温度的测量

使用自制的铜-康铜热电偶来测量木材的芯层和表层温度。在试材宽面上,以垂直厚度和纤维方向钻孔,孔深为宽度的 1/2。将热电偶插入孔内,用锯末将空隙填实压紧后用耐高温硅胶封住。

2.3 含水率的测量

用含水率试片计算木材含水率。试材的两端用耐高温硅胶封涂,防止水分从两端挥发。干燥开始前及干燥过程中,分别从两端截取 10 mm 厚的含水率试片 2 片,应力试片 1 片。截取后的试材重新封涂后再进行干燥处理。试片截取后即用塑料膜包裹,防止水分蒸发。按式(1)计算初始含水率,式(2)计算干燥过程中试材的即时含水率和分层含水率^[2]。

$$W_{初} = \left(\frac{M_{初} - M_{干}}{M_{干}} \right) \times 100\% \quad (1)$$

$$W_{中} = \left(\frac{M_{中} - M_{干}}{M_{干}} \right) \times 100\% \quad (2)$$

其中:W_初—试材初始含水率,g; M_初—干燥前试片的初重,g; M_干—试片的绝干重,g; W_中—试材的中间含水率,%; M_中—干燥过程中试验片即时质量,g。

3 结果与分析

3.1 分层含水率分布

2 种干燥工艺在含水率 25%~20%时的分层含水率分布曲线如图 1。由图 1 可看出,采用波动干燥基准时,木材厚度方向上的含水率梯度要小于常规干燥,而且,在干燥过程中基本上保持不变。

3.2 温度变化

常规干燥试验中,当平均含水率达到 25%后,每间隔 10 min 记录一次表、芯层的温度;波动干燥中,每间隔 5 min 记录一次表、芯层温度。平均含水率在 25%到 20%之间时,2 种工艺干燥过程的表、芯层的温度变化如图 2。

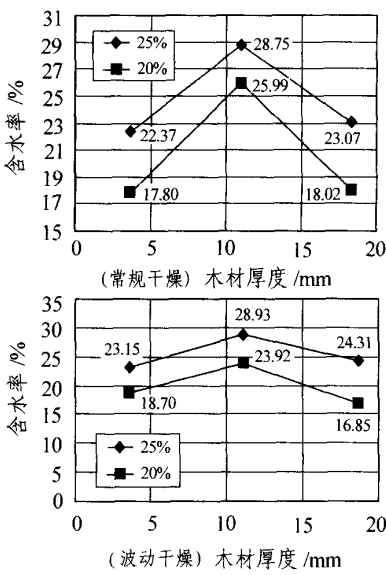


图 1 常规干燥和波动干燥的分层含水率分布
Fig. 1 Moisture content distribution during conventional and fluctuant drying process

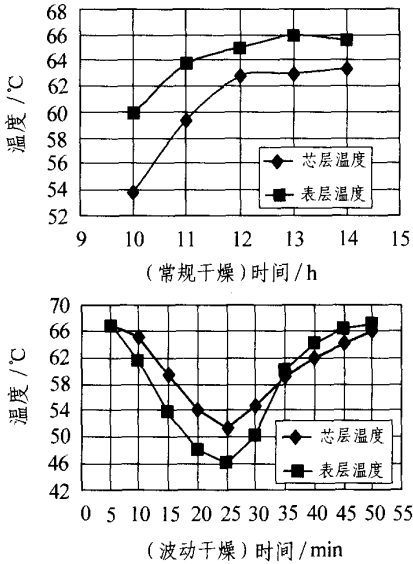


图 2 常规干燥和波动干燥过程一个波动周期中表芯层的温度变化
Fig. 2 Temperature-time curves of outer and core layers during one drying cycle

从图 2 可看出,在木材含水率为 25%~20%的阶段内,常规干燥中木材表层温度始终高于芯部的温度,温度梯度是外高内低,与含水率梯度方向相反。在波动干燥的一个“升温-降温-升温”波动周期中,木材芯层的温度始终是高于或等于表层的温度,温度梯度和含水率梯度方向相同。

(下转第 41 页)

或过高都会影响活性染料在木材中的固色率,因为只有碱性条件下,木材纤维素才可离解成 cell-O^- 阴离子。与活性染料反应的主要是 cell-O^- 阴离子及 OH^- 离子,前者的亲核反应性比后者强。随着纯碱量的增加,pH 值增高到一定程度后, cell-O^- 阴离子对 OH^- 离子的浓度比值会减小,而且染料的直接性也随 pH 值增高而降低。所以,增加纯碱用量,提高染液 pH 值,虽然可以提高染料与木材纤维素的反应速率,但水解速率增加更快。

3 结论

1) 活性染料对杨木单板在常规条件(非高温高压)下,很容易使杨木单板着色。染色后的杨木单板经目测能达到黑胡桃商业用材的自然效果。

2) 因染色和固色分两步进行,在固色前染料可以充分进行移染,从而避免造成单板表芯色差。

3) 较优染色工艺为:染色温度 $70\sim 80\text{ }^{\circ}\text{C}$,染色时间 3 h,促染剂元明粉 40 g/L,固色剂纯碱 20 g/L。

参考文献:

[1] 段新芳. 木材调控技术[M]. 北京:中国建材工业出版社,2002.
[2] 顾丽莉. 酸性染料用于木材染色的研究[J]. 化学通报,2002(1): 53-56.
[3] 孙芳利,段新芳,冯得君. 木材染色的研究概况及发展趋势[J]. 西北林学院学报,2003,18(3):96-98.
[4] 章杰. 现代活性染料技术进展[J]. 印染,2004(2): 37-42.
[5] 王菊生. 染整工艺原理(第三册)[M]. 北京:纺织工业出版社,1984.
[6] 尹思慈. 木材学[M]. 北京:中国林业出版社,2002.
[7] 陈玉和,陆仁书. 木材染色进展[J]. 东北林业大学学报,2002,30(2): 84-86. (责任编辑 鲍加芬)

(上接第 35 页)

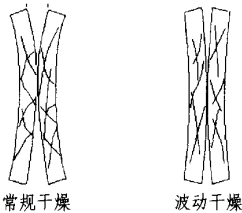


图 3 含水率为 20% 时的应力试样
Fig. 3 Stress sample at 20% MC

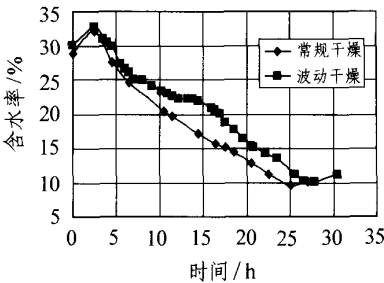


图 4 常规干燥和波动干燥的干燥曲线对比
Fig. 4 Drying curves for different drying processes

3.3 应力片的比较

从图 3 可见,采用波动干燥工艺时,因木材厚度方向上温度梯度和含水率梯度方向一致,有利于水分的蒸发,含水率梯度小,因此,干燥应力小。

率的变化曲线(25%~20%)平缓,含水率梯度小,因而降低了干燥应力。

3.4 干燥曲线的比较

3.5 干燥质量的对比

2 种干燥工艺的木材含水率与时间的曲线见图 4 所示。波动干燥的干燥周期略长于常规干燥,但含水

取 2 种工艺干燥的板材各 8 块,端部不进行涂蜡处理,比较其开裂情况,如表 2 结果显示,波动干燥工艺可以有效减少干燥过程中木材的开裂现象。

表 2 2 种工艺干燥前后木材的开裂状况
Tab. 2 Checking of timber before and after drying

干燥工艺类别		试件 1	试件 2	试件 3	试件 4	试件 5	试件 6	试件 7	试件 8
常规	入窑前	好板	少量端裂	好板	好板	端裂	端裂	端裂	好板
	干燥后	有端裂	加深	轻微表裂	良好	裂纹增加	端裂加剧	端裂加剧	有端裂
波动	入窑前	有端裂	有端裂	好板	好板	好板	有端裂	好板	端裂严重
	干燥后	不变	稍增加	良好	轻微端裂	良好	不变	良好	无明显变化

3 结论

- 1) 采用波动干燥工艺,在干燥过程中,木材厚度上的含水率梯度与温度梯度方向一致,利于水分的蒸发;由于含水率梯度的减少,降低了木材的干燥应力。
- 2) 波动干燥工艺的干燥时间略长于常规干燥。
- 3) 采用波动干燥工艺,虽然不能从根本上完全解决木材的开裂问题,但可有效地减少木材的开裂,抑

制木材的开裂程度。

参考文献:

[1] 朱政贤. 我国木材干燥的世纪回顾与展望[J]. 林产工业,2000,27(2):3-6.
[2] 顾炼百. 木材加工工艺学[M]. 北京:中国林业出版社,2003.
[3] 杜国兴. 木材干燥质量控制[M]. 北京:中国林业出版社,1997. (责任编辑 鲍加芬)