

应用技术

意杨厚板的蒸汽综合干燥工艺

马世春, 杨文斌, 肖忠平, 饶久平

(福建农林大学材料工程学院, 福建南平 353001)

摘要: 用高温干燥与常规干燥相结合的木材干燥工艺(简称蒸汽综合干燥工艺), 对意杨厚板材进行干燥处理。多次实验表明, 采用综合干燥工艺干燥木材不仅缩短了干燥周期, 而且干燥质量良好。

关键词: 蒸汽综合干燥工艺; 意杨

中图分类号: S792.11, TS652 文献标识码: B 文章编号: 1001-8654-(2001)06-0025-02

Comprehensive Vapor Drying Technology for Southern Type Poplar Plank

MA Shi-chun, YANG Wen-bin, XIAO Zhong-ping, RAO Jiu-ping

(College of Material Engineering, Fujian Agricultural and Forestry University, Nanping 353001 Fujian)

Abstract: Some Southern Type Poplar planks were dried with the comprehensive vapor drying technology which combined by high temperature and conventional drying technology in this experiment. The test results showed that the comprehensive vapor drying technology would not only shorten drying time, but also improve drying quality.

Key words: Comprehensive vapor drying technology; Southern Type Poplar

我国森林资源结构正经历着深刻的变化, 大量利用人工速生林木材, 是适应天然林保护工程的实施及现代化建设的需要。由南京林业大学在江苏省引种成功的欧美杨树在我国统称意杨, 包括 I-63 (*Populus deltoids* Bartr CL Harvard), I-69 (*P. deltoids* Bartr CL Lux), I-72 (*P. euramericana* (Dode) Guinier CL San Martino)^[1, 2], 现在江苏、湖南、山东等地长势良好, 其木材可用于家具、细木工板、单板等生产, 是目前较好的原料来源之一。

新锯剖的杨树板材大多色泽浅白、明亮, 通常气干是最简易也是最常用的干燥方法, 但在南方阴雨季里, 干燥周期长, 木材易产生变色甚至腐朽。另外, 长时间贮存也易受到霉菌、变色菌的侵害而降低使用价值, 所以必须及时进行干燥处理。探索适合意杨木材的快速优质的干燥工艺有着重要的实用意义。

1 试验方法

1.1 试材准备

意杨试材产自湖南, 板厚 45~50 mm, 自然宽

度, 长度 2~3 m 不等。初含水率 60%~80%。干燥之前板材两端用石蜡封涂, 以防端头干燥过快而产生开裂。生产现场试验干燥 6 窑, 每窑材积 25~26 m³。由于板材长短不一, 厚度偏差 5 mm, 因此, 堆放时将最长且厚度一致的板材平铺在底层, 每层的厚度基本接近, 隔条规格 2 000 mm×25 mm×25 mm, 隔条间距 500 mm。用混凝土方条压在材堆最上方对准隔条的位置上, 混凝土方条规格为 2 000 mm×150 mm×150 mm。

1.2 干燥设备

木材干燥室为蒸汽加热强制循环侧向通风型, 铝合金焊接内壳, 砖混结构外壳, 中间有保温材料层。干燥室内部长 13.5 m, 材堆长 13 m、宽 2 m、高 2.6 m, 容量约为 25~30 m³。采用 6 台 12# 铸铝轴流式风机, 穿过材堆的气流速度为 1.8~2 m/s。

1.3 干燥工艺的选择

意杨木材纹理通直, 结构细, 材质轻软, 干缩率小, 干燥后其材积只减少 8%~17%, 偶尔也有 20%。轴向收缩 0.2%~0.6%, 弦向收缩比径向收缩大 2~3 倍。

意杨板材初含水率高, 在干燥前期和中期采用常压过热蒸汽干燥工艺, 以加快干燥速度。而当板材含

收稿日期: 2001-04-02, 修改稿: 2001-04-23
第一作者: 马世春(1950-), 男, 福建农林大学材料工程学院副教授。

水率低于 25% 时,边、心材弦径向干缩系数的比值增大(边材为 1.5%~1.8%;心材为 1.3%~1.9%,平均值为 1.6%),此时,从干燥质量考虑,应降低干燥速度,因而干燥工艺由高温干燥转为常规干燥。参照法国巴黎木材研究所(Centre Technique Du bois)成功地用 48 h 将 27 mm 厚的意大利 214 杨木板材的含水率从 106% 降至 7.5%,而且没有出现翘曲或开裂等缺陷的经验^[3],根据意杨木材的特点,本试验选用常压过热蒸汽干燥与常规干燥相结合的干燥工艺,旨在保证干燥质量的同时缩短干燥周期,提高干燥室的产量,解决意杨湿材积压造成降等变色等问题。高温干燥还有利于提高木材的尺寸稳定性^[4]和抗压强度,减少变形,不会明显降低木材的抗弯强度^[5]。

1.4 干燥基准的确定

取 6 块检验板,其中心材、边材及心边混合材各 2 块,用以检验开裂、变形等缺陷。经过 28 h 的干燥,边材含水率从 70% 降到 23%,心材含水率从 73% 降到 25%,期间进行两次中间处理。在转变干燥工艺的过程中,板材内层的应力趋于缓和与减弱,直至干燥过程结束,此干燥阶段共用 22 h。在此基础上对几次干燥过程进行比较与修正,定出的干燥基准见表 1。

表 1 意杨厚板的干燥基准

Tab. 1 Drying schedule of Southern Type Poplar plank				
含水率阶段	干球温度	湿球温度	相对湿度	工艺
%	℃	℃	℃	种类
40 以上	112	99	64	常压过热蒸汽
40~30	110	99	68	常压过热蒸汽
30~25	108	99	73	常压过热蒸汽
25~15	78	72	77	常规
15 以下	70	65	78	常规

具体操作:在整个干燥室内,边、心材试件均放在同一个位置进行干燥。在预热升温过程中,平均升温速度 12 ℃/h,保持干球温度 100 ℃,湿球温度 99~100 ℃,预热 4 h。

在干燥初期阶段,板材的含水率很高,大量的自由水蒸发,木材内层的自由水向外迁移的速度较快,干燥到 22 h 时进行第一次中间处理;到 28 h 时进行第二次中间处理;到 38 h 时进行第三次中间处理;到 46 h 进行第四次中间处理;干燥结束前再进行短期的终了处理,随后焖窑处理 6 h。通过以上几次的中间处理,缓和了含水率梯度和降低木材内的残余应力。

2 结果与分析

2.1 木材含水率的变化

在干燥过程中,通过对 6 块检验板变化情况的

观察,发现经 28 h 的干燥,2 块边材检验板的含水率分别从 69%、71% 降到 23%;2 块心材检验板的含水率分别从 69%、66% 降到 25% 和 24.5%。降至纤维饱和点以下后,边、心材的水分蒸发差别更不显著。由于意杨弦向干缩与径向干缩的比值在含水率 20% 以下时最大,约 2~3 倍,因此,在含水率低于纤维饱和点时要及时调整干燥工艺,使水分在此阶段缓慢蒸发,以确保干燥质量。

2.2 干燥速度

干燥速度是反映木材中水分迁移快慢的主要指标。在确保干燥质量的前提下,要尽可能提高干燥速度。由于意杨边、心材细胞结构上的差异,在整个干燥过程中,边材干燥速度比心材快,在含水率高于纤维饱和点时尤为明显。但在纤维饱和点以下,边材与心材干燥速度差异不大,以 2 块边材检验板为例,一块含水率从 30% 降到 10%,另一块含水率从 29% 降到 10.4%,包括焖窑时间均用 30 h,前者的干燥速度为 0.66%/h,后者为 0.62%/h,平均 0.64%/h,而心材干燥的平均速度为 0.61%/h,见表 2。

表 2 意杨厚板的干燥速度

检验板	干燥速度 / (% · h ⁻¹)			
	>纤维饱和点		<纤维饱和点	
	每块速度	平均速度	每块速度	平均速度
边材 1	1.77	1.82	0.66	0.64
边材 2	1.86		0.62	
心材 1	1.72	1.68	0.58	0.61
心材 2	1.64		0.63	
边心混合材 1	1.82	1.71	0.65	0.63
边心混合材 2	1.59		0.60	

2.3 干燥质量

参照 GB 6491-81 锯材干燥质量国家标准测定意杨厚板的干燥质量,结果均达到二级干燥质量等级以上。3 次现场试验的检测结果见表 3。

表 3 意杨厚板的干燥质量测定

Tab. 3 Drying quality of Southern Type Poplar plank					
检验板	在窑内位置	W _终 %	厚度含水率偏差 ΔW _h / %	应力偏差 %	备注
A	后端	9.8	2.1	2.0	第 1 次检验 板厚 50 mm W _初 = 70%
B	中上部	9.6	2.5	2.1	
C	中下部	10.8	2.9	2.5	
D	检验窗	11.0	3.0	2.8	
A	后端	9.0	3.1	2.5	第 2 次检验 板厚 50 mm W _初 = 68%
B	中上部	9.2	3.0	2.6	
C	中下部	9.9	3.2	2.8	
D	检验窗	11.8	3.8	2.6	
A	后端	8.0	2.8	2.9	第 3 次检验 板厚 45 mm W _初 = 73%
B	中上部	9.7	2.9	2.7	
C	中下部	10.1	3.2	2.8	
D	检验窗	11.4	3.7	2.5	

(下转第 28 页)

纸湿强度低引起的一系列生产难题。

2 试验材料与方法

2.1 乙二醇单丁醚的添加

乙二醇单丁醚在常温常压下呈液态,在 MF 树脂反应结束前 45 min 加入。其配比如下:三聚氰胺与甲醛用量按 1:2.0 的比例添加;乙二醇单丁醚按三聚氰胺用量的 10%~12% 添加;NaOH(浓度 30%)和 HCOOH(浓度 25%)适量,用于调节反应过程中混合液的 pH 值。

正常生产的未增塑 MF 树脂和乙二醇单丁醚增塑的 MF 树脂的性能指标对比见表 1。

表 1 未增塑和乙二醇单丁醚增塑后 MF 树脂指标对照

Tab. 1 Comparison of properties of normal MF resin and plasticized MF resin

增塑剂	粘度/s		冷混 浊点	pH 值	固体含 量/%	贮存期 天
	增塑前	增塑后				
—	19.4	—	1:3.1	10.2	54.3	3
乙二醇单丁醚	19.1	18.6	1:3.2	10.2	54.8	3

表 1 数据表明:增塑与否对树脂反应程度的 3 个指标粘度、冷混浊点和贮存期无明显差异;树脂的应用亦证明,乙二醇单丁醚的加入未给反应过程带来异常影响。

2.2 浸渍纸的浸胶工艺

乙二醇单丁醚增塑 MF 树脂的干燥温度和干燥速度无需做特殊调整,浸渍纸的生产指标也没有影响,以定量 90 g/m² 的国产木纹装饰纸为例,二次浸渍生产的工艺参数如表 2 所示。

表 2 增塑 MF 树脂的浸渍工艺参数

Tab. 2 Impregnating technology of plasticized MF resin

浸渍 阶段	原纸 名称	树脂 名称	相对浸胶 量/%	挥发分含 量/%	干燥温 度/℃	干燥速度 m/min
第一次	装饰纸	UF	50~60	10~11	远红外干燥	20
第二次	装饰纸	MF	70~80	6~7	135~140	20

(上接第 26 页)

3 初步结论

1)意杨厚板的初含水率高于纤维饱和点时,在干燥初、中期均可采用常压过热蒸汽干燥工艺,干燥末期转为常规干燥工艺。这样既能缩短干燥周期又可保证干燥质量。

2)若全过程都采用常规干燥工艺,干燥初期干燥速度低,干燥周期共需 4.5 天左右。按本试验确定的蒸汽综合干燥工艺,干燥周期接近 3 天,可缩短 1.5 天(36 h),干燥成本也相应降低。

2.3 成品浸渍纸增塑效果分析

浸渍纸成品的柔韧性测定方法目前尚无统一的标准,暂以浸渍纸的卷曲半径作为增塑与否的效果比较参数,结果见表 3。

表 3 MF 树脂增塑前后浸渍纸卷曲半径比较

Tab. 3 Bending radius of paper impregnated by plasticized MF resin and non-plasticized MF resin

MF 树脂	弯曲半径/mm			
	国产木纹纸	国产单色纸	进口木纹纸	进口单色纸
	90g/m ²	100g/m ²	80g/m ²	90g/m ²
未增塑	26	30	20	23
增塑后	18	20	10	15

2.4 浸渍纸的压贴过程

浸渍纸压贴过程也是体现乙二醇单丁醚增塑效果的一个方面,包括压贴工艺和压贴后饰面板表观效果和抗污染等理化性能两大指标。乙二醇单丁醚对浸渍纸树脂的增塑作用主要体现在浸渍纸的包装、贮存和运输传送过程中。到浸渍纸压贴时,压板表面 180℃ 温度的作用足以使乙二醇单丁醚在 MF 树脂受热固化之前挥发出去,因而不会影响饰面板的表观效果和理化性能,乙二醇单丁醚本身对压板也没有腐蚀作用。

浸渍纸压贴工艺参数为:压贴时间 30~50 s,单位压力 2.0~2.5 MPa。浸渍纸饰面板的各项性能指标按照国家标准 GB/T 15102-94《浸渍胶膜纸饰面人造板》方法检测。结果表明,饰面板的各项指标均达到标准要求。

3 结论

用乙二醇单丁醚增塑三聚氰胺-甲醛树脂,是三聚氰胺-甲醛树脂改性的一次创新。生产的浸渍纸饰面效果理想,其各项指标达到标准规定要求;本试验成果的成功应用,开拓了三聚氰胺-甲醛树脂的增塑剂品种,拓宽了乙二醇单丁醚的使用范围。

参考文献:

[1] 张勤丽. 我国意杨加工利用概况[J]. 林产工业, 2000,27(5):3~5.
[2] 周正,等. 世界主要用材树种概论[M]. 北京:中国林业出版社, 1997,240~242.
[3] 联合国粮食及农业组织. 杨树与柳树[M]. 罗马, 1979,309~310.
[4] 马世春. 汽蒸处理改善木材尺寸稳定性初探[J]. 木材工业, 1998,12(5):36~37.
[5] 李大纲,等. 高温干燥对杨木主要力学性能的影响[C]. 中国林学会木材工业分会论文集(18),1999,87~90.