

杨木单板干燥试验研究

王金林 李春生 赵戈 杜荣 冷跃龙

摘要 利用喷气式单板干燥实验装置,采用生产中常用的干燥条件对美洲黑杨 I-69 欧美杨 I-72,青杨组的青杨、小叶杨及甘肃杨,白杨组的新疆杨和河北杨等 7 种杨木,旋切厚度为 1.01 mm 和 2.02 mm 的单板进行了干燥试验,测试了单板的干燥时间和干缩率;利用辊筒式单板干燥机按相似条件对上述 7 种杨木单板进行干燥,观察并测试其干燥变形。结果表明:7 种杨木单板的整个干燥过程为减速干燥,干燥速度曲线为近似抛物线;杨木单板初含水率分布不均,约为 80%~240%,干燥时间长短不一;单板含水率在 60%至 10%之间,7 种杨木单板干燥时间的差异不大;7 种杨木单板干燥翘曲变形严重,其中新疆杨和青杨单板干燥翘曲变形程度小于其它 5 种杨木。

关键词 杨木; 单板干燥

Drying of Poplar Veneer

Wang Jinlin Li Chunsheng Zhao Ge Du Rong Leng Yuelong

(Research Institute of Wood Industry, CAF, Beijing 100091)

Abstract Experimental drying tests were conducted for poplar rotary veneer with thickness of 1.01 mm and 2.02 mm by jet dryer under ordinary conditions. Afterwards relevant drying time and veneer shrinkage were determined. Poplar varieties tested were *Populus deltoides*, *P. × euramericana*, *P. cathayana*, *P. simonii*, *P. gansuensis*, *P. bolleana* and *P. hopeinsis*. The veneers were also dried by roller dryer under conditions similar with the jet dryer to determine veneer deformation after drying. Testing results showed that drying speed of the veneers was decelerative and the drying curves were similar to parabolic. Initial moisture content of the veneers was between 80% and 240%, not distributing uniformly within the veneer sheets, especially in the case of wet-heart wood existing, resulting great difference in veneer drying time. On the other hand, no remarkable variation among these 7 poplars varieties tested was found in conditions of veneer moisture content ranging from 60% to 10%. It was also observed that twist defect heavily existed in all testing veneers from the 7 poplars varieties after drying. But veneer deformation of *P. bolleana* and *P. cathayana* was comparatively smaller than that of the rest 5 poplars varieties tested.

Keywords Poplar wood; Veneer drying

1 前言

单板干燥是胶合板生产过程中的薄弱环节,杨木由于不同部位的含水率差异悬殊且分布不均,用常用的单板干燥机干燥以后含水率依然分布不均,引起干燥应力而造成翘曲变形,成为杨木胶合板生产中的一项目技术难题。

本项试验利用实验室的喷气式干燥装置,采用生产中常用的干燥条件对 7 种杨木旋切单板进行试验,研究杨木单板的干燥适应性。通常,提高干燥能力是

单板干燥的重点,因而干燥时间的长短是判断其适应性的主要因子,为此试验了旋切厚度分别为 1.01 mm 和 2.02 mm 的 7 种杨木单板的干燥过程,测试了单板干燥时间,计算其干燥速度,并测试了单板的干缩率,比较它们之间的差异。另外,还利用本所的辊筒式单板干燥机按相似的条件对 7 种杨木单板进行干燥,观察并测试其干燥变形。

2 试验材料与方法

2.1 试验材料

由 7 种杨树(美洲黑杨 I-69,欧美杨 I-72,青杨组的青杨、小叶杨和甘肃杨,白杨组的新疆杨和河北

收稿日期 1998-05-26

本文系“八五”国家科技攻关专题《短周期工业材胶合板制造技术研究》的部分内容。

本文作者分别为:中国林科院木材工业研究所研究员,副研究员,助理研究员,研究实习员,研究实习员,北京 100091

杨)木材旋切的单板带上^[1],从近木心部位向外截取单板条。厚1.01 mm的单板每隔10圈、厚2.02 mm的单板每隔5圈截取一张,剪切成300 mm×300 mm的试件,用塑料袋封装后备用。

2.2 试验设备与方法

2.2.1 试验设备 单板的干燥过程和干缩率试验,使用本所加工室自制的喷气式单板干燥实验装置。该装置的喷气箱长、宽均为1 m,沿长度有4条喷缝,间距为250 mm,喷缝宽8 mm,结构相同的上下喷气箱之间装有滑道,使放置单板的网架可在上下喷口之间平行移动,喷口至单板表面距离调至35 mm。电加热,功率12 kW,温度可达250 ℃,空气循环采用5.5 kW调速电动机带动4[#]离心式风机,喷气箱最高喷气速度可达25 m/s。单板质量的称量采用一台LIBRO R EB-280快速电子天平。

单板干燥变形试验,使用本所人造板室JTD-06-OLLX型燃气加热辊筒式干燥机进行。

2.2.2 试验方法

①单板干燥过程和干缩率试验 使用单板干燥试验装置,设定机内温度150 ℃,喷气速度15 m/s。本试验采用统一的干燥条件,试验方法如下:

按树种和厚度封装的单板,干燥前逐张测量宽度和厚度,沿单板纤维方向距边部50 mm和中央作3条200 mm长的宽度标定线(见图1中 l_1 、 l_2 、 l_3),同时测定单板四角(d_1 ,…… d_4)厚度并作标记。

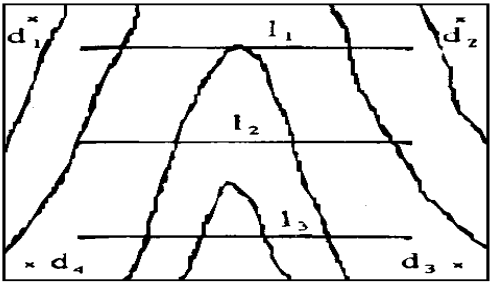


图1 单板宽度和厚度干缩率检测示意图
Fig.1 Measuring position of veneer width and thickness shrinkage

干燥试验时,首先称量单板初重,然后将单板放在网架上用手柄送入干燥机内并使其在滑道上往复移动。干燥过程中单板含水率的变化由定期称得的质量和干燥结束后的全干质量进行计算。每次称量在5 s(包括试样的取放和称量)内完成,称量的时间间隔根据单板厚度分为:1.01 mm的试样10 s,2.02 mm的试样15 s。试样干燥达到恒定质量后再次测量3条宽度标定线长度及标记处的四角厚度,通过计算得出单板的干缩率。

②单板干燥变形试验 从旋切试验的单板中,按树种和厚度分别剪切幅面尺寸为800 mm×400 mm的单板各50张,干燥前测定其(自由状态下)堆积高度,然后用辊筒式干燥机(机内温度为140 ℃、喷气速度15 m/s)干燥至含水率达10%以下,放冷后再分别

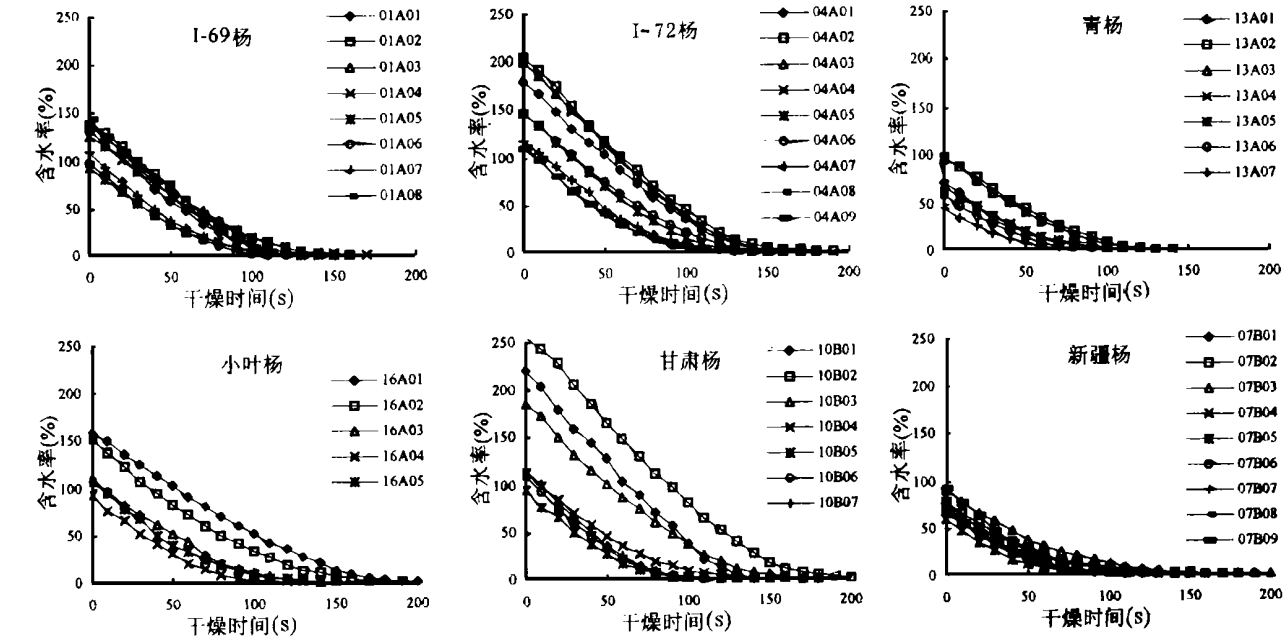


图2 6种杨木1.01 mm单板干燥过程曲线
Fig.2 Drying curves for veneers with thickness 1.01 mm from 6 poplars varieties

测量其在自由状态和加载 313.6 N (压强为 10^3 Pa) 状态下的堆积高度。

3 结果和讨论

3.1 杨木单板干燥过程和干燥速度曲线

6 种杨木 1.01 mm 和 7 种杨木 2.02 mm 单板在温度 150 ℃、风速 15 m/s 条件下的干燥过程曲线如图 2 和图 3 所示。图中曲线分别表示不同树种的同一木段中不同位置的单板干燥过程曲线,由此求出它们的干燥速度曲线,如图 4 和图 5。从干燥曲线可以看出,杨木单板在高温下干燥时,未见有恒速干燥期,加热后很快就进入减速干燥。单板干燥曲线为近似抛物线,大致可以看出单板含水率在 30% 以上时,曲线的曲率较小,30% 以下时曲率加大,这表明单板干燥前期的减速干燥的减速率较小,而后期的减速率较大。与有关资料^[2,3]介绍的胶合板常用树种单板干燥结果一致。

3.2 杨木单板干燥时间

根据 7 种杨木单板干燥过程曲线计算其干燥速

度和干燥时间,将结果与各树种的全干密度、单板初含水率及实测干燥时间列于表 1。表中干燥速度为初期干燥速度,在这段较短的期间内,干燥速度减速率较小,视为恒速。实测干燥时间为初含水率至终含水率 10% 所用的时间。由于杨木单板初含水率高且差异较大,为了在相同条件下比较其干燥时间的差异,故规定初含水率以 60% 为起点,则干燥至 10% 的干燥时间按照(1)式^[3]进行换算。

$$t_s = t - \frac{W_a - 60}{C_a} \dots\dots\dots(1)$$

式中: t_s —含水率由 60% 至 10% 的干燥时间(s);
 t —任意初含水率至 10% 的干燥时间(s);
 W_a —单板初含水率(%);
 C_a —初期干燥速度(%/s)。

由表 1 可知,7 种杨木的种间及木段不同位置的含水率差异悬殊,所以实测干燥时间差别很大,而换算为同一含水率范围,即由 60% 干燥至 10%,干燥时间虽有一定的差异,如 1.01 mm 的单板 53.7 ~ 67.6s,2.02 mm 单板为 101.0 ~ 168.6 s,但它们之间

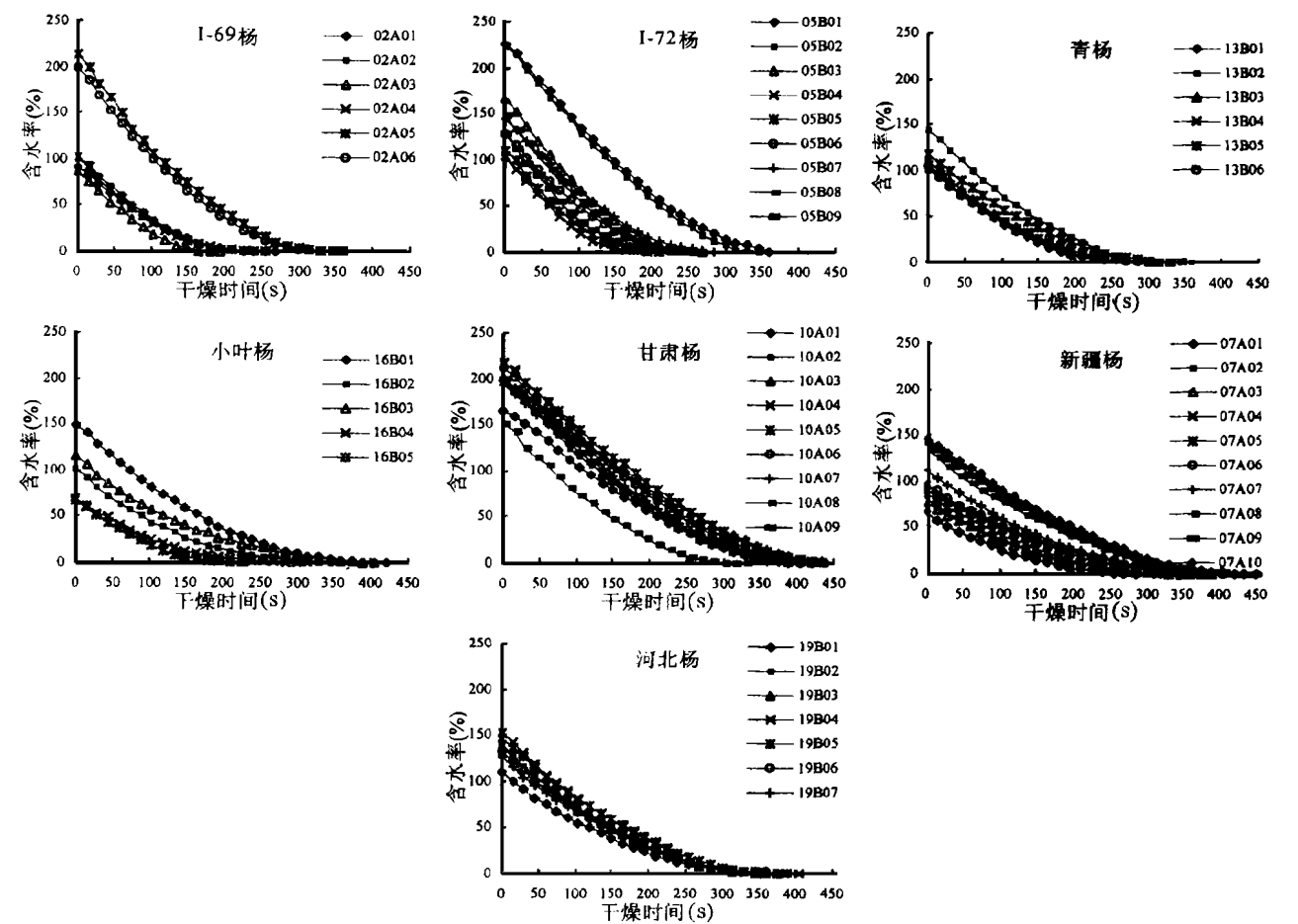


图 3 7 种杨木 2.02 mm 单板干燥过程曲线

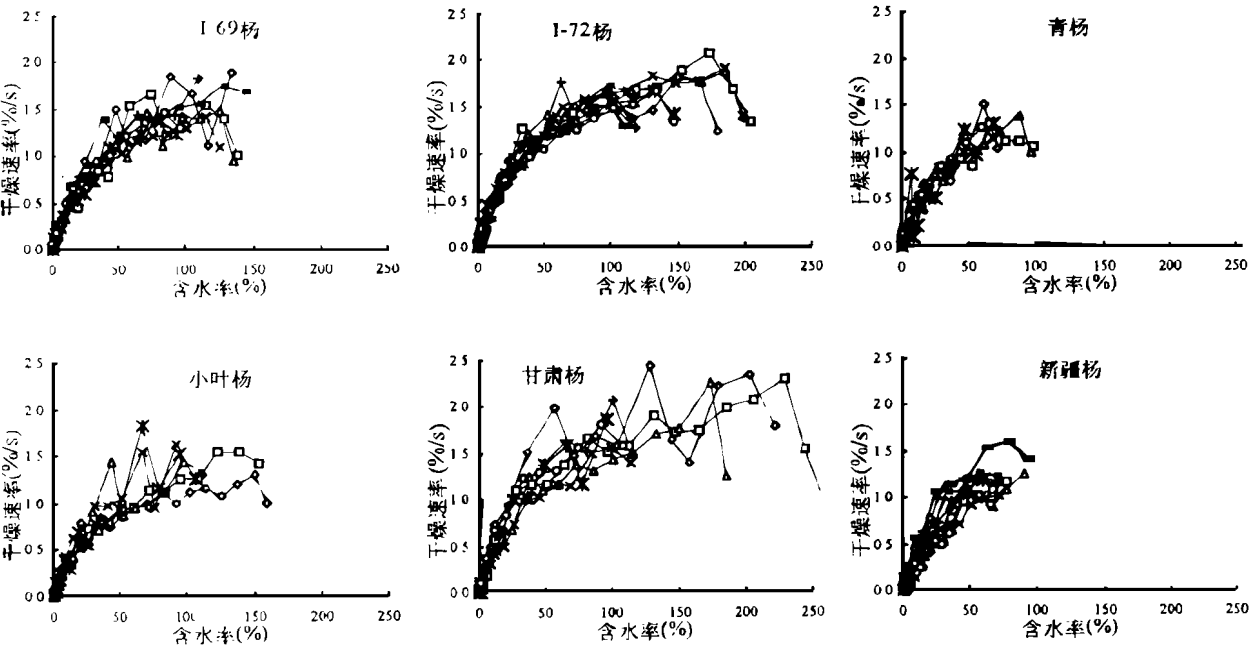


图 4 6种杨木 1.01 mm 单板干燥过程曲线

Fig. 4 Drying speed curves for veneers with thickness 1.01 mm from 6 poplars varieties

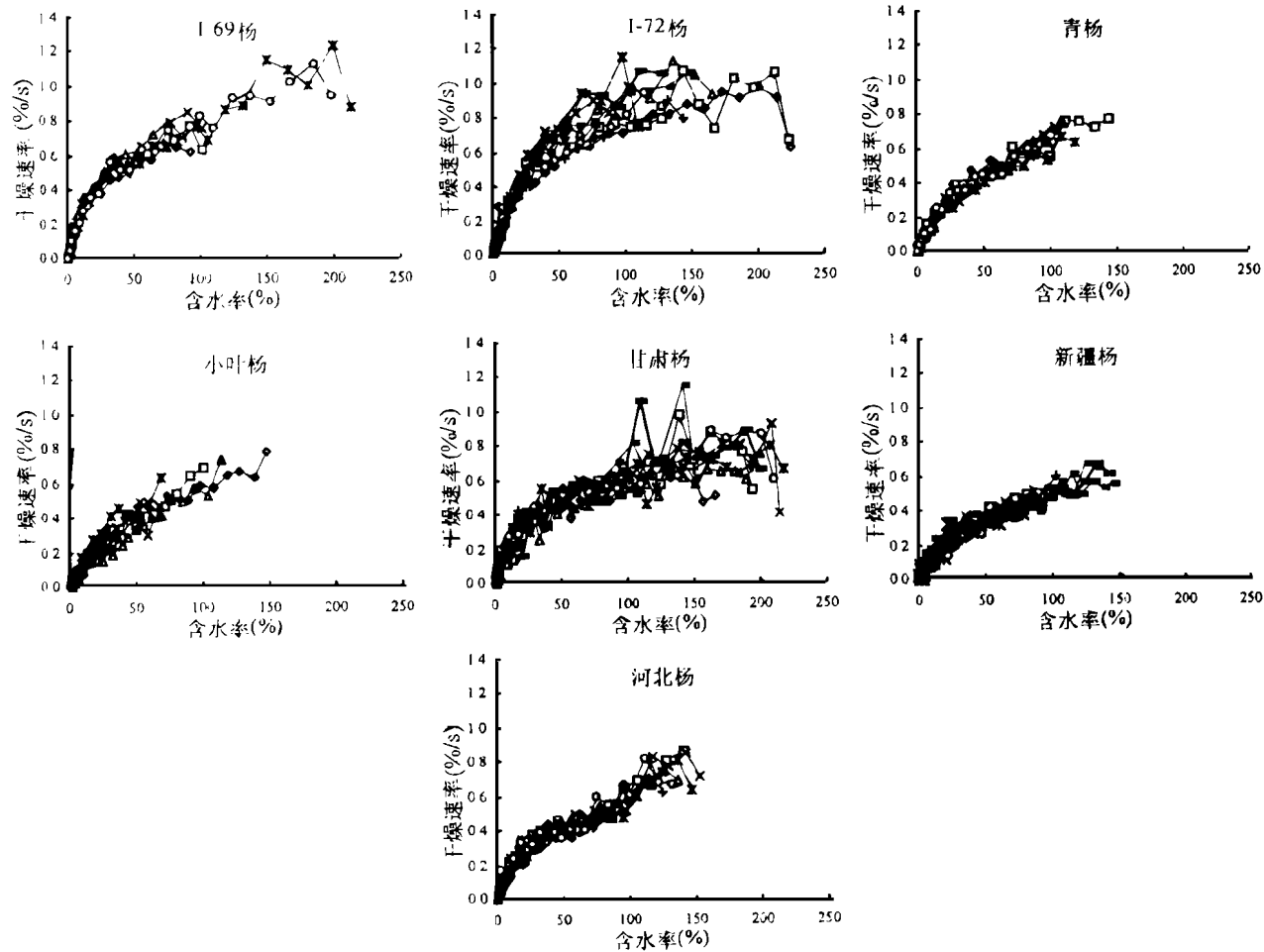


图 5 7种杨木 2.02 mm 单板干燥过程曲线

Fig. 5 Drying speed curves for veneers with thickness 2.02 mm from 7 poplars varieties

表 1 7 种杨木单板的干燥特性

Tab.1 Drying characteristics of veneers from 7 poplars varieties								
树种	单板厚度 (mm)	全干密度 (g/cm ³)	初含水率 (%)	初期速度 (%/s)	干燥时间(s)		单板干缩率(%)	
					测定值	换算值	宽度	厚度
I -69	1. 01	0. 371	93. 4~143. 8	1. 26~1. 53	80~116	55. 3(48. 1~62. 2)	6. 79(6. 33~7. 67)	3. 16(1. 67~4. 31)
I -72		0. 356	109. 7~204. 9	1. 46~1. 82	85~135	54. 8(52. 0~60. 2)	7. 59(7. 00~8. 17)	3. 09(1. 15~4. 76)
青杨		0. 330	45. 9~98. 6	0. 92~1. 30	44~97	61. 1(57. 8~64. 0)	7. 00(6. 42~7. 42)	2. 44(1. 87~2. 83)
小叶杨		0. 341	92. 3~160. 1	1. 25~1. 58	78~156	67. 6(62. 0~76. 2)	7. 03(5. 83~8. 67)	2. 94(1. 83~3. 82)
甘肃杨		0. 354	95. 9~255. 4	1. 37~2. 27	69~162	53. 7(43. 6~66. 0)	8. 88(7. 43~10. 80)	
新疆杨	2. 02	0. 386	59. 3~93. 4	0. 98~1. 57	55~106	63. 3(52. 6~76. 3)	8. 83(7. 34~10. 19)	
I -69		0. 371	86. 7~212. 7	0. 64~1. 11	124~272	108. 8(99. 3~125. 8)	6. 92(5. 50~10. 33)	4. 65(2. 85~9. 75)
I -72		0. 356	103. 2~224. 7	0. 81~1. 09	126~317	101. 0(83. 3~128. 1)	6. 48(5. 50~9. 00)	4. 02(2. 03~7. 65)
青杨		0. 330	102. 6~144. 1	0. 63~0. 75	186~248	104. 0(130. 8~148. 7)	6. 49(5. 83~7. 17)	2. 90(2. 28~3. 91)
小叶杨		0. 341	67. 4~148. 7	0. 50~0. 72	127~300	159. 3(143. 2~169. 2)	6. 20(5. 67~7. 25)	4. 08(3. 34~5. 27)
甘肃杨		0. 354	151. 2~217. 0	0. 63~0. 93	234~376	156. 5(139. 4~171. 3)	7. 72(6. 83~8. 83)	2. 23(1. 49~3. 09)
新疆杨		0. 386	67. 9~146. 3	0. 40~0. 63	168~322	166. 8(152. 0~187. 1)	6. 21(5. 42~7. 50)	3. 51(2. 81~4. 68)
河北杨		0. 359	109. 0~153. 2	0. 57~0. 83	249~286	166. 0(163. 3~171. 7)	5. 86(5. 67~6. 00)	3. 76(2. 79~5. 23)

的差异并不大。由于同是杨属,木材全干密度相近(0.330~0.386 g/cm³),因此未表现出因密度不同而带来干燥时间的规律性变化,而单板实际干燥时间的很大差异是由于单板初含水率悬殊造成的。

3.3 单板干缩率与变形

3.3.1 单板干缩率 7 种杨木单板宽度方向和厚度干缩率见表 1。通常单板的宽度干缩率随木材全干密度的增大而增大。据资料介绍,红柳安、阿必东及南洋龙脑香等 10 种南洋材厚度 1.0 mm、幅面 300 mm×300 mm 单板干缩率与全干密度之间的关系大致如(2)式所示:

$$\alpha_{0t} = 14 \gamma_0 \sim 17 \gamma_0 \dots\dots\dots(2)$$

式中:α_{0t}—单板宽度方向干缩率(%);

γ₀—木材全干密度。

7 种杨木全干密度为 0.330~0.386 g/cm³,根据上式,则单板宽度干缩率为 4.62%~6.56%。而按照实测结果,1.01 mm 单板宽度干缩率为 6.79~8.88%,2.02 mm 单板为 5.86%~7.72%。每个树种同一木段内不同位置的单板干缩率均有较大差异。由此可见,1.01 mm 单板宽度干缩率大于 2.02 mm 单板宽度干缩率;7 种杨木单板宽度干缩率明显大于红柳安、阿必东、南洋龙脑香等 10 种南洋材相同厚度和幅面单板的宽度干缩率。

7 种杨木单板的厚度干缩率分别是:1.01 mm 单板为 2.44%~3.16%,2.02 mm 单板为 2.23%~4.65%。

3.3.2 单板干燥变形 7 种杨木单板用 JTD—06—OLLX 型干燥机,在机内温度 140 ℃、风速 15 m/s 条件下分别干燥以后,在自由状态和加载状态下,50 张单板的堆积高度测定结果如表 2。从堆积高度和变形程度来看,杨木单板的翘曲变形严重,但新疆杨和

青杨翘曲变形程度小于其它 5 种杨木。

木材干缩的不均匀性产生干缩应力是造成翘曲变形等缺陷的原因,木材干缩应力的成因是干缩不均和塑性变形不均,及木材的差异干缩性^[4]。如前所述,杨木单板含水率高且分布不均,以致干燥过程中干缩不等引起较大的含水率应力,因而造成较大的残余应力。另一方面,试验数据表明,杨木单板宽度干缩率差异大,差异干缩(弦缩/径缩)也较大,从而引起杨木单板严重翘曲变形。另据资料介绍,阔叶树材单板因大量应力木的存在,所以干缩变形较大^[4]。

表 2 单板干燥变形

Tab.2 Drying deformation of veneers from 7 poplars varieties						
树种	单板厚度 (mm)	50 张单板的堆积高度(cm)			干燥后变形率(%)	
		湿单板	干后加载	干后未加载	加载	未加载
I -69	1. 01	55. 8	91. 2	166. 6	64. 51	200. 54
I -72		56. 5	92. 4	163. 0	63. 21	188. 31
青杨		57. 1	78. 6	125. 3	37. 96	119. 39
小叶杨		60. 1	87. 5	175. 3	46. 21	192. 41
甘肃杨		56. 4	87. 0	167. 0	54. 51	195. 97
新疆杨	2. 02	59. 1	83. 7	141. 5	42. 87	141. 86
河北杨		67. 1	97. 0	199. 3	44. 62	197. 09
I -69		111. 6	137. 1	217. 7	22. 86	95. 77
I -72		108. 9	142. 1	221. 8	30. 50	103. 50
青杨		113. 5	150. 0	184. 8	32. 44	62. 13
小叶杨		90. 9	186. 4	272. 7	105. 00	200. 00
甘肃杨		122. 0	164. 7	258. 7	35. 38	112. 75
新疆杨		125. 1	136. 4	177. 5	9. 56	43. 08
河北杨		134. 0	153. 4	240. 6	14. 84	79. 77

4 结论

4.1 厚度为 1.01 mm 和 2.02 mm 的 7 种杨木旋切单板在本试验条件下均未呈现恒速干燥期。在整个减速干燥过程中,单板含水率 30%以上的减速率较小,而 30%以下的减速率较大,干燥速度曲线为近似

(下转第 14 页)

表 3 造材至浸药液不同时间的防霉防蓝变效果

Tab.3 Experimental results of anti-mold and anti-stain under different time between cutting to dipping

试验 条件	不同试样的被害值									合计	D	E
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
霉菌	A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
	B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
蓝变	A	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0.1	95
	B	2	1	0	1	2	2	1	2	2	13.1	44

注：A—造材当天浸防霉剂；B—造材3~4天后浸防霉剂。

2.4 防水型TMO 涂料防霉防蓝变试验

橡胶原木在雨季蓝变比较快且严重,最好用防水型TMO 涂刷。这种涂料具有粘性,可在木材表面结膜,防止流失,使用方便,可用塑料桶装,密封保存1个月不固化。试样先用2%TMO 浸沾,约500 g/m²,1天后涂刷防水型TMO,约700 g/m²。经流失处理后,插入露天土壤中观察其抗菌效力。未浸水的对比试样5周内无霉无蓝变现象。浸水处理的试样,自第3周或第4周起在材身侧面出现小霉点或白色菌丝,第5周有不同程度的内部蓝变,但横断面上,不论在土壤中还是在地面上均无霉无蓝变。说明同样处理方法,侧面(材身)防治效果远不及端头断面,这可能与药剂渗透深度有关。一般纵向渗入深度比横向大几十倍,甚至100倍以上。为进一步验证端头断面的

表 4 流失处理后防水型 TMO 防霉防蓝变试验结果

Tab.4 Performance of water-repellent TMO in controlling mold and blue-stain after leaching treatment

流失处理	土壤中被害值				培养皿内 被害值
	2周	3周	4周	5周	
不浸水	0	0	0	0	0
浸水1次	0	0	1	1	0
浸水2次	0	1	1	1	0
浸水3次	0	1	1	1	0
不涂药对照	2	2	2	2	2

(上接第7页)
抛物线。

4.2 杨木单板初含水率高且差异大,为了便于比较,将含水率范围统一为60%~10%,换算得出7种杨木单板干燥时间分别为:1.01 mm 单板53.7~67.6 s,2.02 mm 单板101.0~168.6 s。由于同是杨属树种,木材密度相近,所以换算为同样含水率的条件,单板干燥时间差异不大。

4.3 由于杨木木段在断面和长度上含水率分布不均,特别是湿心材含水率很高,所以单板含水率差异很大,造成干燥时间长短不一,给单板干燥带来困难,这是杨木制造胶合板应着力解决的问题。

4.4 杨木单板的宽度干缩率较大。厚1.01 mm 的

抗蓝变性能,又从断面外层取5~6 mm 厚的小试片进行室内接种可可球二孢,28℃培养30天。试片上虽有杂菌污染,但试片外部和内部均无蓝变现象。说明仍有足够的药剂防止蓝变菌的侵入。详见表4。建议在雨季或蓝变严重的地区,在伐木场先喷2%TMO,集中到贮木场后再涂一次防水型TMO。

3 结论

蓝变是橡胶原木短期贮存时最普遍的菌害,侵入最早,危害性最大。野外试验证明,造材后即用2%TMO 喷涂端头断面,在雨季喷药液后再涂一次防水型TMO,防治效果良好,可保持1个月不霉不变色。其主要作用是在端头断面形成一保护层,阻止真菌侵入,但不能消除已侵入木材内部组织的蓝变菌,故药剂处理时间是影响防治效果的关键,要求在造材当天喷药。针对橡胶原木易受蓝变菌和腐朽菌危害而不易贮存的特点,建议加强生产计划管理,根据加工能力确定采伐量,实行砍(伐)、制(材)、防(护)、干(燥)一条龙作业,统一管理。

4 参考文献

1 Hong L T, Sim H C. Rubberwood Precessing and Utilization. Malayan Forest Records. 1994, No. 39
2 Abdurahim Martawijaya. Test Methods Used for Approval of Wood Preservatives in Indonesia. IRG/WP 94-2005
3 Fukuzumi T, McQuire A J. Pretecton of Radia Pine Round Wood, against Sapstain-decay. 木材保存(日文),1987,13(1)
4 施振华等. 八种防霉剂对橡胶木和竹材霉菌及蓝变菌的毒性试验. 木材工业,1994,8(3)
5 骆士寿,施振华. TMO 防霉剂防止马尾松锯材发霉和蓝变试验研究. 林业科技通讯,1995,(3)
6 施振华等. 新防霉剂 TWO 橡胶木防腐试验. 林业科学,1992,28(6)
7 施振华等. TWP 防腐剂对橡胶木蓝变菌及表面霉菌的药效试验. 林业科学研究,1993,6(3)
8 符永碧等. 引起橡胶和马尾松木材蓝变的真菌—可可球二孢. 林业科学研究,1988,1(2)

单板为6.79%~8.88%,干缩率与全干密度之比达到18~25。

4.5 7种杨木单板翘曲变形严重,其中新疆杨和青杨单板干燥翘曲变形量小于其它5种杨树。杨木单板翘曲变形也是杨合胶合板制造的一大难题。

5 参考文献

1 王金林等. 杨木旋切及单板质量与木材性质关系的研究. 木材工业,1995,9(5):1~7
2 何定华等. 干燥温度和喷气速度对单板干燥速度的影响. 中国林科院木材所研究报告,1985
3 日本林业试验场监修. 木材工业手册. 丸善株式会社,1982
4 成俊卿主编. 木材学. 中国林业出版社,1985
5 姜征. 世界人工林木材开发利用研究现状及发展. 木材工业,1990,4(4):44~49