

研究与分析

火炬松旋切及单板质量与木材性质关系的研究

李春生 王金林 彭立民

(中国林科院木材工业研究所 北京 100091)

摘要 鉴于对国产火炬松木材性质和胶合板制造技术研究甚少的现状,本试验检测了火炬松的木材密度、硬度及横纹抗弯性能,同时采用不同的旋切参数进行单板旋切试验。在试验的基础上研究了木材性质与旋切条件和单板质量的关系。结果表明:木材的密度、硬度和横纹抗弯性能与旋切条件和单板质量有着密切的关系;采用适宜的旋切条件,可以得到质量较好的单板,火炬松单板旋切是可行的。

关键词 火炬松;旋切;单板质量;木材性质

1 前言

火炬松(*Pinus teada*)原产于美国东南部,是美国主要造林树种之一^[1],30年代引种到我国南方亚热带省区,70年代南方各省大面积推广造林,现已成为我国南方丘陵地区主要造林树种之一。但以胶合板用材为目的的定向培育尚未引起足够的重视,在木材性质和加工利用方面的研究甚少。为了探讨国产火炬松木材制造胶合板的可行性及其工艺技术,为火炬松的定向培育提供科学的依据,对火炬松单板旋切质量与旋切相关的木材物理力学性质作了检测,进而研究了单板旋切与木材性质之间的关系等。

2 试验材料与方法

2.1 试验用原木

火炬松原木采自江西省樟树市实验林场,原木直径230~300 mm。

2.2 材性试验

试验项目有木材密度、干缩率、硬度及横纹抗弯性能,还检测了火炬松木材抽提物含量、pH值及缓冲容量等化学性质。

2.2.1 试材截取位置和数量

试材截取位置和数量参照文献[2]图1。

2.2.2 试件制作

①密度试件 试件尺寸:5 mm(纤维方向)×30 mm×30 mm,试件截取位置和数量:在长度150 mm的圆盘上,沿径向截取边材和心材试件各2枚为一组,在每个试样的纤维方向上各截取3片,合计6片。

②硬度试件 试件尺寸:70 mm(纤维方向)×50 mm×50 mm;试件截取位置和数量:在长度250 mm的圆盘上制作,沿径向截取边材和心材试件各2枚,在每个试样的纤维方向上各截取试件3片,合计6片。分别作为生材、60℃和80℃水热处理的硬度试件。

③横纹抗弯试件 试件尺寸(弦向×径向×纵向,mm):100×5×20;试件位置和数量:在长度150 mm的圆盘上从边材开始,向着木心部按顺序截取试件12枚作为一组,在纤维方向上共截取4组。分别作为生材和水热处理后的抗弯试件。

2.2.3 试验方法

①密度试验 检测每个试件烘干前后的尺寸和质量。将试件放在103℃±3℃的烘箱中烘干4小时后第一次称量,以后每隔1小时称量一次,直到最后2次称量的质量之差不超过0.002 g为止。

收稿日期 1995-11-24

本研究为“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》的组成部分。参加人员还有冷跃龙、杜荣、赵戈、陆从进和姜惕

②硬度试验 试件处理条件分:生材,无处理;60℃-24 h 处理,即试件放在 60℃的水中浸泡 24 小时;80℃-24 h 处理,即试件放在 80℃的水中浸泡 24 小时等三种。试验方法参考 GB 1941—91,分别检测生材和处理后的每个试件内、外弦面、径面和端面的硬度,生材试件检测后应及时测定其含水率,水热处理后的试件,从水箱中取出后应立即进行硬度试验。

③横纹抗弯试验 试件处理条件与硬度试件的相同。横纹抗弯试验在 5 000 N 的万能力学试验机上进行,试件跨距为 92 mm,中央集中加载。水热处理后的试件,从水箱中取出后应立即进行试验。从试验机上直接读取载荷和挠度值并计算抗弯弹性模量。记录极限载荷以计算横纹抗弯强度。

2.3 单板旋切试验

2.3.1 木段准备

选取长 1.1 m,干形较直、外形规整、节子少的木段用于旋切试验。选取木段 22 根,其中 9 根用于生材旋切试验,9 根用于 60℃和 4 根用于 80℃水热处理后的旋切试验。

2.3.2 试验方法

①木段处理条件 生材,无处理或经水泡;60℃与 80℃处理是分别将木段放入煮木池中在 60℃、80℃水中处理 24 小时。

②旋切条件 采用芬兰 3VKKT55/L65 液压双卡旋切机。单板名义厚度为 1.188、2.376 和 3.327 mm;旋刀研磨角为 19~20°;切削后角为 40'~1°;压尺的压榨率(指水平方向的压榨率)为 5、10 和 15%。

2.3.3 单板质量检测试件的制作

旋切单板厚度精度检测是在木段旋圆后重新进刀,在旋切前十圈单板的后五圈中每隔 1/4 圈截取 200 mm 宽的单板条 1 枚作为检测试件。

单板背面裂隙率检测是在连续单板带上从木心部开始向外截取单板条,1.188 mm 厚的单板每隔 10 圈取一次,2.376 mm 厚的单板每隔 5 圈取一次,3.327 mm 厚的单板

每隔 3 圈取一次,每次截取 200 mm 宽的单板 1 枚作为检测试件。

2.3.4 单板质量的检测

①单板厚度精度 在 200 mm 的单板条上距两端 100 mm 处和板条中央用螺旋测微器分别测定单板的 3 点厚度,用以计算单板厚度偏差。

②单板背面裂隙率 在单板厚度测量之后,从单板条上距两端各 300 mm 处截取纤维方向 60 mm 长的试件各 1 片,共 2 片。用 10 倍放大镜测定 30 mm 长度范围内单板断面上的裂隙深度和条数。裂隙率是各种裂隙深度与单板厚度之比的平均值。

③单板表面质量 由肉眼观测单板表面有无起毛及表面粗糙程度。

3 结果与讨论

3.1 木材密度

火炬松木材基本密度检测结果:心材 0.373 (0.305~0.488) g/cm³,边材 0.478 (0.430~0.528) g/cm³,心边材平均值为 0.425 g/cm³。由此可见,火炬松木材心边材的基本密度差异较大,边材部分木材基本密度比心材部分约大 0.10 g/cm³。

3.2 木材硬度

火炬松木材硬度如表 1 所示。

表 1 火炬松木材硬度 (单位:N)

	生材			60℃			80℃		
	弦面	径面	端面	弦面	径面	端面	弦面	径面	端面
心材	6.95	6.79	11.24	6.05	5.89	8.07	6.33	6.06	6.15
边材	10.14	9.97	13.01	8.72	8.42	10.63	7.35	7.18	7.94
平均值	8.55	8.38	12.12	7.39	7.15	9.35	6.84	6.62	7.04

火炬松木材经 60℃-24 h 或 80℃-24 h 水热处理后硬度较生材均有显著的降低,处理温度越高木材硬度值降低越多,经 60℃-24 h 处理后木材的弦面、径面硬度均为生材弦面、径面硬度的 85%,端面硬度约为生材的 77%;经 80℃-24 h 处理后木材的弦面、径面硬度约为生材弦面、径面硬度的 80%,端面硬度约为生材的 58%;火炬松木材边材硬度差异较大,生材和 60℃-24 h 处理后

的边材硬度约为心材的 1.45 倍。

3.3 横纹抗弯强度(σ_b)、抗弯弹性模量(E_b)和最大比例变形($\epsilon=\sigma_b/E_b$)

火炬松生材及水热处理后的横纹抗弯强度、弹性模量及最大比例变形如表 2、图 1~3 所示。

火炬松木材横纹抗弯弹性模量生材为 213.37 MPa, 经 60℃-24 h 和 80℃-24 h 水热处理后大幅度下降, 处理温度的高低对横纹抗弯弹性模量有显著影响; 经水热处理后

表 2 不同处理条件的横纹抗弯强度、弹性模量及最大比例变形

	弹性模量(MPa)		静曲强度(MPa)		比例变形(%)	
	平均值	范围	平均值	范围	平均值	范围
生材	213.37	95.19~448.61	3.64	2.13~5.04	1.79	1.07~2.80
60℃	177.23	91.11~290.26	3.45	2.19~5.54	2.00	1.53~2.85
80℃	139.29	67.33~218.4	3.36	1.99~4.48	2.01	1.47~3.53

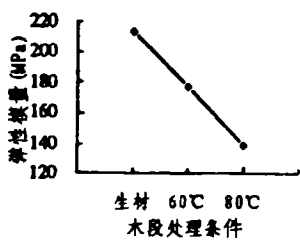


图 1 不同处理条件的横纹抗弯弹性模量

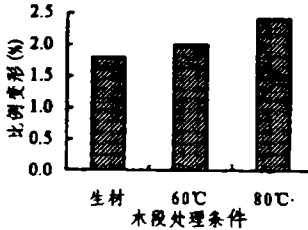


图 2 不同处理条件的最大比例变形

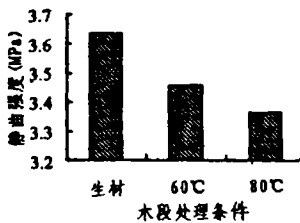


图 3 不同处理条件的横纹抗弯强度

木材横纹抗弯强度有所下降,而抗弯最大比例变形随处理温度升高而增大。

3.4 单板厚度精度

单板的厚度精度采用厚度变动系数 V 来衡量。单板厚度变动系数计算方法^[3]:先计算单板厚度实测值 X_i 的平均值 $\bar{X}(\bar{X}=\sum X_i/n)$,再求出标准偏差 $S=\sqrt{\frac{\sum(X_i-\bar{X})^2}{(n-1)}}$,即可求出单板厚度变动系数 $V=\frac{S}{\bar{X}}\times 100\%$ 。

表 3 火炬松旋切单板厚度变动系数

序号	单板名义厚度(mm)	处理条件	压榨率(%)	样板平均值(mm)	标准偏差 σ	厚度变动系数(%)
1	1.188	生材	5	1.316	0.0789	6.00
2	1.188	生材	15	1.227	0.0591	4.82
3	1.188	60℃	10	1.265	0.0529	4.18
4	1.188	80℃	15	1.254	0.0460	3.67
5	2.376	生材	5	2.488	0.0802	3.22
6	2.376	生材	10	2.426	0.0988	4.07
7	2.376	60℃	5	2.396	0.0719	3.00
8	3.327	生材	10	3.415	0.0873	2.56
9	3.327	60℃	5	3.350	0.0562	1.68
10	3.327	80℃	5	3.339	0.0823	2.46

火炬松旋切单板厚度变动系数见表 3。通

常单板旋切厚度变化的规律是水平压榨率大的单板厚度变化小,本试验的结果也表现出同样的趋势,同一旋切厚度的单板水平压榨率大的厚度变动系数小。从表 3 还可看出,在相同旋切条件下木段经水热处理后旋切单板的厚度变动系数小于生材旋切单板的厚度变动系数,薄单板的厚度变动系数大于厚单板,本试验结果表明 3.327 mm 厚单板的厚度变动系数最小,即厚度精度较高。

3.5 单板背面裂隙

火炬松木材在不同处理条件、不同单板厚度和不同压榨率条件下旋切单板的背面裂隙率见表 4。通常单板旋切时水平压榨率越大,木段前处理的温度越高,单板背面裂隙率越小。从表 4 看,本试验结果在某种程度上表现出上述趋势,例如 3.327 mm 的旋切单板,木段经 80℃-24 h 处理后三种压榨率水平下的单板背面裂隙率及木段在三种前处理条件下水平压榨率为 10%的单板背面裂隙均符合上述规律,但是其余的则表现出无规则变化。

表4 火炬松单板的背面裂隙率

处理条件	单板厚度 (mm)	旋切压榨率(%)		
		5	10	5
生材	1.188	50.91	43.43	
	2.376	28.36	45.75	
	3.327	26.47	41.35	41.11
60℃	1.188		33.93	34.59
	2.376	38.67	35.47	38.91
	3.327	44.81	40.56	46.17
80℃	3.327	44.78	31.32	26.14

注:表中无数据组是因旋切失败无法抽取检测样板。

从表4可看出,以上旋切条件下火炬松单板的背面裂隙率在26.14%~50.91%之间,并且裂隙率低于45%的占80%以上。由此可见,作为针叶树材火炬松旋切单板的背面裂隙较低。

火炬松生材在不同处理条件和不同旋切压榨率下的单板裂隙率的频度分布见图4。

从图4可看出,火炬松单板的背面裂隙率在20%~40%的频度最高。

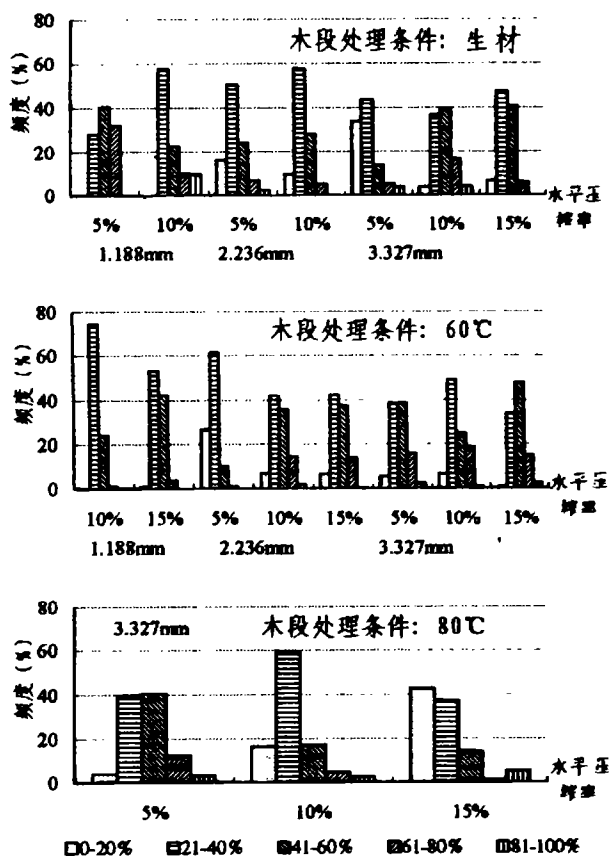


图4 不同处理条件火炬松单板背面裂隙率的频度分布

• 4 •

3.6 单板表面质量

旋切时观察,火炬松单板表面质量较好。生材旋切时除了节子附近和纹理不规则处表面较粗糙外,单板表面平整光滑;经60℃和80℃水热处理后的木段旋切时起毛轻微。

3.7 火炬松木材性质与单板旋切的关系

3.7.1 木材密度与单板旋切

火炬松木材平均密度为0.425 g/cm³,属于密度较低的针叶树材,其旋切的适宜温度为10℃~40℃,可在室温下旋切。但考虑到火炬松节子和树脂较多,木段也可进行水热处理达到软化节子、清除部分树脂利于单板旋切和胶合的目的。由于火炬松心边材及不同部位木材密度变异较大,所以旋切单板厚度变动系数较大,旋切薄单板时尤为显著。

3.7.2 木材硬度与单板旋切

火炬松是一种速生树种,在整个生长期内生长速度很不均衡,初期生长速度快,生长轮宽度约10 mm左右,8~10年以后生长速度减慢,生长轮宽度从6 mm逐渐减至2.5 mm。由此,造成了心边材密度和硬度的差异大。由表1可知,火炬松木材硬度低,而且心边材变异大,心材部分的木材硬度明显低于边材。同时木材经水热处理后心材端面硬度显著下降。

在厚单板和大压榨率条件下旋切时,由于旋切阻力大,而木材心材松软,常使旋切发生困难。尤其是水热处理后的木段使用液压双卡旋切机旋切时,旋切后期大卡轴后退小卡轴驱动力矩不足,造成卡轴打滑,随着小卡轴进一步压入常发生木段劈裂而无法继续旋切,最大的剩余木心近17 cm。

由于火炬松木材硬度较低,心边材硬度差异大,经水热处理后木材硬度显著降低,所以火炬松单板背面裂隙较低,且木段前处理的温度越高、旋切压榨率越大背面裂隙越小。但是由于火炬松材质变异大,所以单板背面

裂隙及频度分布也存在某些不规则的变化。

3.7.3 木材横纹方向的抗弯性能与单板旋切质量

木材横纹抗弯弹性模量 E_b 和最大比例变形 $\epsilon(\epsilon=\sigma_b/E_b)$ 是衡量旋切难易、影响单板质量的重要因素。若木材的 E_b 大而 ϵ 小,即木材横纹抗弯刚度大、柔性小,在旋切过程中单板易产生较大的背面裂隙;反之单板严重起毛造成塞刀,甚至无法旋切。木材横纹抗弯弹性模量在 200 MPa 左右^[4],单板旋切时产生的背面裂隙较少,被认为是最适中的条件。火炬松木材生材的横纹抗弯弹性模量为 213.37 MPa,接近旋切的适宜条件,试验亦证明火炬松生材旋切单板的背面裂隙较低,说明火炬松木材适宜生材旋切。据文献介绍^[5]:木材横纹抗弯最大比例变形 $\epsilon>2.5\%$ 时旋切单板表面易起毛,且 ϵ 越大起毛越严重。火炬松木材横纹抗弯最大比例变形生材为 1.79(1.07~2.80)%,经 60℃-24 h 和 80℃-24 h 水热处理后分别为 2.00(1.53~2.85)%和 2.01(1.47~3.53)%,其平均值均低于 2.5%,旋切试验表明火炬松生材单板表面光滑,经 80℃水热处理后只有轻微起毛。

4 结论

4.1 火炬松木材的基本密度为 0.425 g/cm³、弦面硬度为 8.55 N/mm²、横纹抗弯弹性

模量为 213.37 MPa、最大比例变形为 1.79%,以上性质表明火炬松为易于旋切的木材树种。

4.2 火炬松木材旋切前不宜进行水热处理。若经 60℃以上水热处理后旋切,易出现卡轴打滑、木段劈裂等现象致使无法旋切。

4.3 火炬松木材基本密度较低,硬度不大,所以旋切单板背面裂隙较低,但是由于火炬松心边材及不同部位的密度和硬度变异性大等材质影响,造成单板厚度变动系数及单板背面裂隙不规则的变化。

4.4 火炬松木段不经水热处理、旋刀研磨角 19°、切削初后角 40'、压尺压榨率 10%为适宜的旋切条件。试验表明:仅从单板旋切角度出发,可以说火炬松速生材是基本适合制作胶合板的树种。

谢词 参加单板旋切试验的还有孙华林,试件制作由边志宽、马福成和段长安承担,试材原木由于湛采集,对上述同志的大力支持和帮助,谨致谢忱。

5 参考文献

- 1 浙江省国外松协作组. 浙江省湿地松、火炬松引种推广的调查分析. 林业科学研究,1988,1(2):224
- 2 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
- 3 木下叙幸. 单板切削的基础和动向. 合板制造技术和性能讲习会教材,1983
- 4 江草义正. 南洋材的性质 7. 日本林业试验场研究报告 No. 206. 1967
- 5 江草义正. 南洋材的性质 1. 日本林业试验场研究报告 No. 190. 1966

Studies on Relationship of Loblolly Pine Wood Properties to Proper Veneer Peeling Conditions and Veneer Qualities

Li Chunsheng Wang Jinlin Peng Limin

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

Abstract Considering the insufficient knowledge on plywood manufacture and related wood properties of loblolly pine grown in China, wood density, hardness and MOE with grain perpendicular to testing span were determined, and veneer peeling tests under various cutting conditions were made. Based upon test results, relationship of wood properties to proper veneer peeling conditions and veneer qualities were analyzed. Wood properties proved to have considerable effects on veneer qualities and proper cutting conditions. High quality veneer can be obtained under proper peeling conditions.

Keywords Loblolly pine; Veneer peeling; Veneer quality; Wood property