

# 杨木旋切及单板质量与木材性质关系的研究

王金林 李春生 陆从进

(中国林科院木材工业研究所 北京 100091)

**摘要** 试验检测了七个品系杨树木材的密度、含水率、硬度及横纹抗弯性能,采用适合软阔叶树材的单板旋切条件和不同的旋切参数进行旋切试验。在实验的基础上研究了杨木物理力学性质与旋切及单板质量之间的关系。结果表明:采用软阔叶树材的旋切条件,除河北杨生材以外均能获得较好的旋切效果;木材的密度、硬度、横纹抗弯性能与单板旋切条件、单板质量有着密切的关系;此外某些杨木试材存在径级小、干形不规整、节子多等问题,也对单板的旋切造成影响。

**关键词** 杨木;旋切;单板质量;木材性质

## 1 前言

在短周期工业材杨树胶合板制造技术的研究中,首先要研究的是杨木单板的旋切。过去有关单板旋切的研究较少研究木材的物理力学性质与单板旋切性能的联系,然而旋切除了与木材密度、硬度有关以外,还与木材横纹方向的抗弯性能密切相关。所以本研究在进行杨木单板旋切试验的同时,还检测了杨木的密度、硬度及横纹抗弯性能,进而探讨旋切及单板旋切质量与上述性质的关系。另外,不少人认为杨木旋切起毛是个难题,然而是否是所有杨树木材旋切都起毛,如何预测哪一种杨树旋切易起毛,这亦是本课题试验研究的内容之一。

## 2 试验材料与方法

### 2.1 试验用原木

黑杨组的 I-69 杨和 I-72 杨采自湖南省汉寿县、山东省成武县南鲁林场,青杨组的青杨和小叶杨采自山西省大同市御河林场,青杨组的甘肃杨和白杨组的新疆杨采自内蒙古磴口中国林科院沙漠林业实验中心、河北杨

采自陕西省横山县。原木直径 210~400mm。

### 2.2 材性试验

试验的项目有木材密度、干缩率、硬度及横纹抗弯性能等。此外,为了研究单板胶合的影响因子,还测试了杨木的抽提物含量、pH 值及缓冲容量等化学性质。

#### 2.2.1 试材截取位置和数量见图 1。

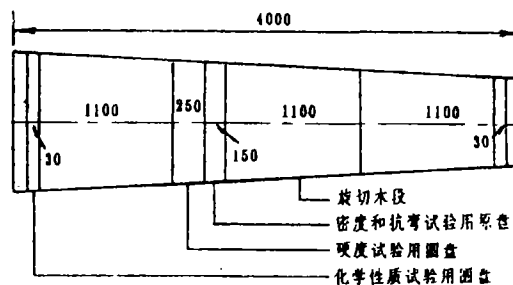


图 1 试材截取位置与数量

#### 2.2.2 试件制作

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

②硬度试件 试件尺寸:70mm×50mm×50mm(纤维方向 70mm);试件截取位置和

• 1 •

收稿日期 1995-06-14

本研究系“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》的一部分。杜荣、冷跃龙、赵戈、姜锡和彭立民参加本项研究工作。

数量:在长度 250mm 的圆盘上,沿径向截取边材和湿心材试样各 2 枚,在每个试样的纤维方向上各截取试件 3 片,合计 6 片,分别作为生材和水热处理后的硬度试件。

③横纹抗弯试件 试件尺寸:110mm(弦向)×5mm(径向)×20mm(纤维方向);试件位置和数量:在长度 150mm 的圆盘上从边材开始,向着木心部分顺序截取试件 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密度和干缩率试验 将试件放在  $103 \pm 3^\circ\text{C}$  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 0.002g 为止。根据试件烘干前后的尺寸和质量,计算密度和干缩率。

②硬度试验 试件处理条件分生材,无处理;60℃-24h 处理,即试件放在 60℃ 的水中浸泡 24 小时;80℃-24h 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试验。

③横纹抗弯试验 试件处理条件与硬度试件的处理条件相同。横纹抗弯试验在 5000N 的万能力学试验机上进行,试件跨距为 92mm,在中央集中加载。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 选取外形规整、节子少的木段,每种杨树选取木段 8 根,其中 6 根用于生材旋切,2 根用于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 1.01 和 2.02mm;旋刀研磨角为  $19^\circ \sim 20^\circ$ ;切削后角为  $40' \sim 1^\circ$ ;压尺的压榨率(指水平方向的压榨率)为 0.8 和 16%。

#### 2.3.3 单板质量检测试件的制作

单板厚度检量用试件在木段旋圆后重新进刀,截取前 10 圈连续单板带,在每圈单板上等距离截取 4 条单板,共 40 条;单板厚度偏差、背面裂隙率检测用试件则从近木芯部向外截取单板条,1.01mm 厚的单板每隔 10 圈取一次,2.02mm 厚的单板每隔 5 圈取一次,每次截取宽 200mm、长 1000mm 的单板 1 枚。

#### 2.3.4 单板质量的检测

①单板旋切初期厚度变化 在每 1 圈 4 张单板条的相同位置上用螺旋测微器分别测量 3 点的厚度。

②单板厚度偏差 在 200mm×1000mm 的单板条上,距两端 100mm 处和板条中央分别测量单板的厚度。

③单板背面裂隙率 单板厚度测量之后,在每张单板条上距两端各 300mm 处截取顺纹方向长 60mm 的试件 2 片,测定长 30mm 范围内单板断面上的裂隙深度和条数。裂隙率是裂隙深度与单板厚度之比的平均值。

④单板表面起毛 由肉眼观测单板表面有无起毛及严重程度。

## 3 结果与讨论

### 3.1 木材密度

7 种杨木及对比树种水曲柳的木材基本密度检测结果见表 1。7 种杨树木材的基本密度接近,均小于  $0.4\text{g}/\text{cm}^3$ 。大部分杨树的湿心材密度稍小于同树种边材部分的密度。

### 3.2 木材硬度

7 种杨树和水曲柳的生材弦面和径面的硬度如表 2 所示。杨木弦面硬度均大于径面硬度,边材硬度除新疆杨以外均大于湿心材

硬度。

表 1 7 种杨木及水曲柳基本密度

| 树种   | 基本密度(g/cm <sup>3</sup> ) |       |       |
|------|--------------------------|-------|-------|
|      | 湿心材                      | 边材    | 平均值   |
| 青 杨  | 0.322                    | 0.338 | 0.330 |
| 72 杨 | 0.338                    | 0.374 | 0.356 |
| 小叶杨  | 0.345                    | 0.337 | 0.341 |
| 河北杨  | 0.345                    | 0.373 | 0.359 |
| 69 杨 | 0.355                    | 0.388 | 0.371 |
| 甘肃杨  | 0.361                    | 0.347 | 0.354 |
| 新疆杨  | 0.381                    | 0.392 | 0.386 |
| 水曲柳  | 0.540                    | 0.438 | 0.489 |

表 2 杨木及水曲柳生材弦面、径面硬度(N/mm<sup>2</sup>)

| 树 种  | 边 材   |       | 心 材   |       | 平均值   |       |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|      | 弦面    | 径面    | 弦面    | 径面    | 弦面    | 径面    |
| 青 杨  | 7.30  | 7.73  | 8.04  | 6.83  | 7.67  | 7.28  |
| 小叶杨  | 8.48  | 7.11  | 8.08  | 6.99  | 8.28  | 7.05  |
| 河北杨  | 8.85  | 7.87  | 8.16  | 8.18  | 8.51  | 8.02  |
| 甘肃杨  | 9.25  | 8.03  | 8.98  | 7.80  | 9.12  | 7.92  |
| 72 杨 | 10.00 | 9.19  | 8.90  | 8.74  | 9.45  | 8.96  |
| 69 杨 | 10.14 | 9.44  | 9.08  | 9.12  | 9.63  | 9.28  |
| 新疆杨  | 10.88 | 8.94  | 10.99 | 9.13  | 10.94 | 9.03  |
| 水曲柳  | 14.16 | 16.66 | 17.59 | 17.33 | 15.88 | 16.99 |

7 种杨树和水曲柳的生材、60℃-24h 及 80℃-24h 水热处理材的弦面硬度变化如图 2、图 3 所示。

从图上可以看出,经过 60℃或 80℃水热处理后的 7 种杨树及水曲柳材的弦面硬度较生材均有显著的降低,处理温度的高低对木

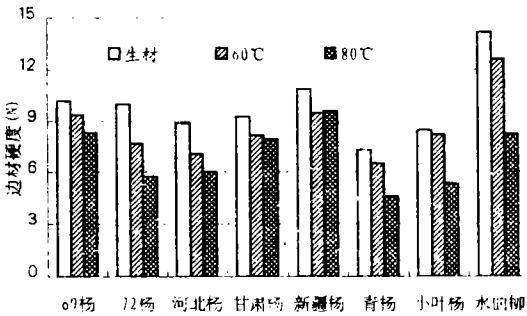


图 2 不同处理条件下杨木和水曲柳边材的硬度变化

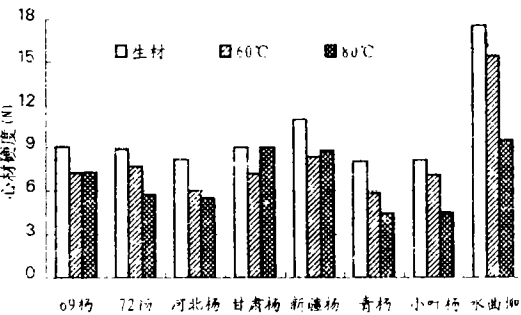


图 3 不同处理条件下杨木和水曲柳心材的硬度变化

材硬度降低率也有明显的影响,即除个别品系的杨树材外,经 80℃-24h 水热处理后木材弦面硬度较 60℃-24h 水热处理后弦面硬度低。水曲柳生材硬度高于杨木,但是经过 80℃-24h 水热处理后木材弦面硬度大幅度下降,达到与杨木生材弦面硬度相当的程度。

3.3 横纹抗弯强度( $\sigma_b$ )、抗弯弹性模量( $E_b$ )和最大比例变形( $\epsilon=\sigma_b/E_b$ )分别如图 4、图 5 及图 6 所示。

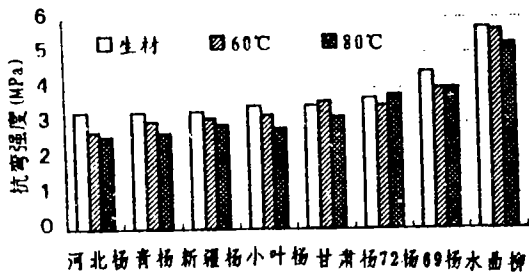


图 4 不同处理条件的杨木及水曲柳横纹抗弯强度

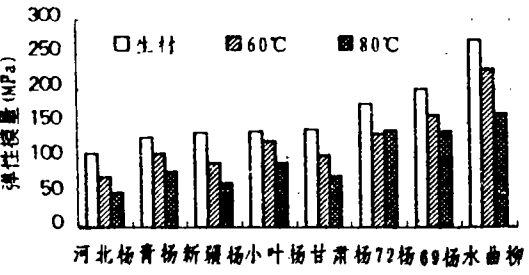


图 5 不同处理条件的杨木及水曲柳横纹抗弯弹性模量

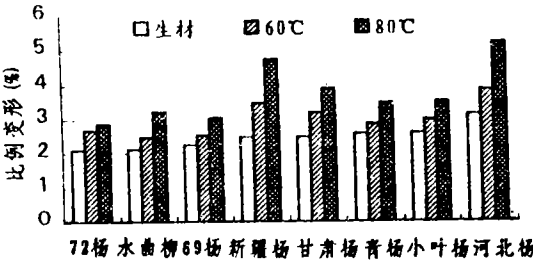


图 6 不同处理条件的杨木及水曲柳横纹抗弯最大比例变形

7 种杨木的横纹抗弯强度及抗弯弹性模量低于水曲柳木材的相应值。但 7 种杨木生材横纹抗弯最大比例变形均较大,都在 2.0% 以上,特别是河北杨的平均值和最大值

高达 3.14%和 4.68%。7 种杨树木材经 60℃-24h 和 80℃-24h 水热处理后横纹抗弯弹性模量均大幅度下降,处理温度越高,弹性模量下降幅度越大,有的甚至下降到生材数值的一半。最大比例变形与之相反,均有显著提高,同时随处理温度的升高而增大,其中河北杨经 80℃-24h 水热处理后平均值和最大值高达 5.21%和 7.71%。

3.4 杨木生材旋切初期的单板厚度

单板旋切时压尺压榨率过大或过小都会引起较大的单板厚度偏差,压榨率过大旋切单板的厚度变薄,并将发生单板初薄现象。以 I-69 和 I-72 杨为例,生材旋切初期(前十圈)单板厚度变化如图 7 所示。从图 7 中可以看到如下的趋势:压榨率相同,旋切厚单板的初薄量较大;单板厚度相同,压榨率大的单板初薄现象较明显。

3.5 杨木生材单板背面裂隙

7 种杨木生材在不同压榨率条件下旋切时,单板背面裂隙率如图 8 所示。从总体上看,随着压榨率的增大,单板背面裂隙率趋于减小,除了新疆杨以外,单板背面裂隙率几乎

都在 20%~40%之间,即杨木生材旋切均能获得较低的背面裂隙率。

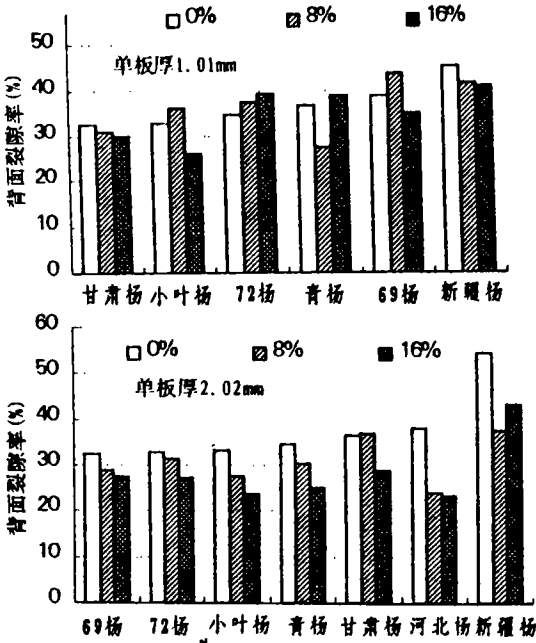


图 8 7 种杨木生材旋切单板背面裂隙率情况

I-69 杨和 I-72 杨生材在不同压榨率条件下木段内从里向外不同位置旋切单板的背面裂隙率如图 9 所示,各种背面裂隙率的频度如图 10 所示。

如图 9 可以看出,1.01mm 单板的背面裂隙率大于 2.02mm 单板的背面裂隙率,其中 2.02mm 单板的背面裂隙率随着压榨率的增大而减小。

从图 10 可看出,背面裂隙率在 20%~40%的频度最高,1.01mm 单板的背面裂隙率在 20%~40%的范围内占有最大比率,而 2.02mm 单板的背面裂隙率在 0%~20%范围内也占有相当的比率。木段从里向外,不同位置单板的各种裂隙率频度的总体趋势是接近木芯部分的单板背面裂隙率 20%~40%的出现比率较边部的低,而 40%~60%的比率较边部的高,每厘米长度上的裂隙条数从里向外呈逐渐减少的趋势。

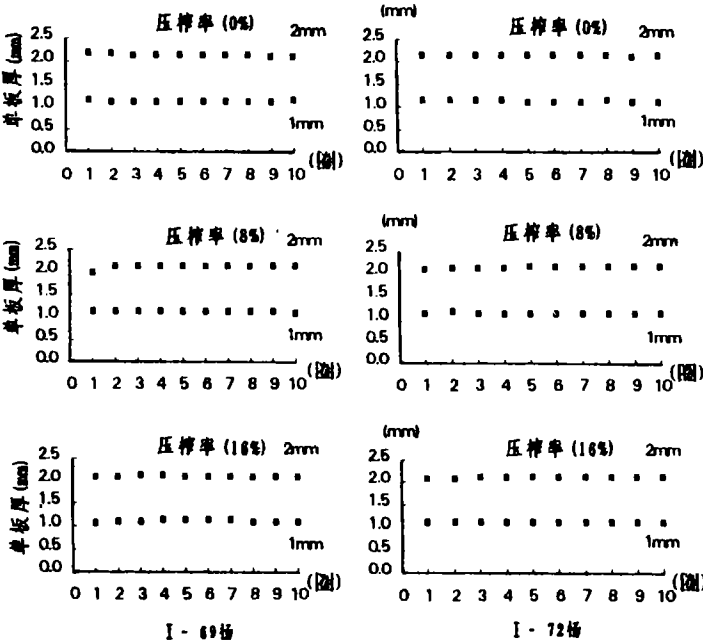


图 7 生材旋切初期单板厚度变化

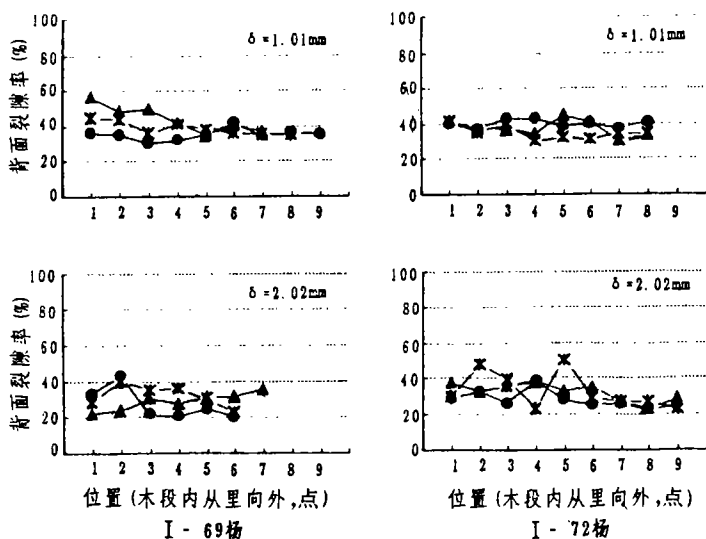


图9 不同压榨率单板背面裂隙率  
旋切压榨率: \*—0, ▲—8%, ●—16%

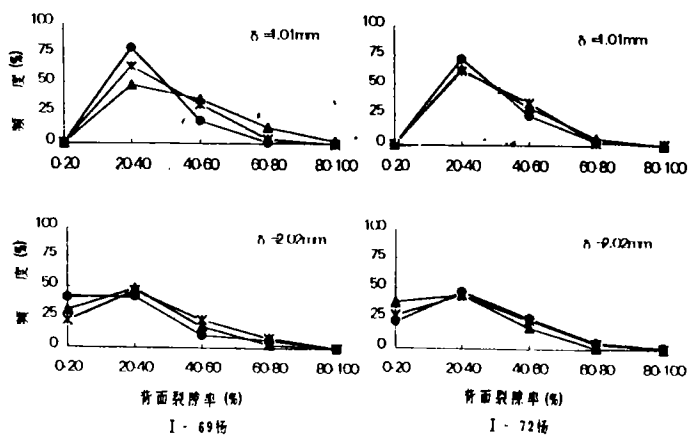


图10 各种背面裂隙率的频度  
旋切压榨率: \*—0, ▲—8%, ●—16%

### 3.6 单板表面旋切起毛问题

7种杨木用0,8及16%的不同压榨率,旋切1.01mm和2.02mm单板,对旋切过程和单板表面进行观察发现,生材旋切除河北杨以外,6种杨木旋切单板表面平整光滑,局部因节子或木材结构不均匀引起起毛,但是并不严重。而河北杨旋切1.01mm单板时起毛严重。引起塞刀,几乎每旋切一圈就要停车清理刀门,因而无法正常旋切。旋切2.02mm单板时也普遍起毛,但是可以维持旋切。水热处理后旋切普遍起毛,特别是旋切1.01mm

单板大多数起毛严重,无法正常旋切。由此可见杨木旋切木段的水热处理,既不可行也无必要。

### 3.7 杨木材性与单板旋切的关系

#### 3.7.1 木材密度与单板旋切

7种杨木基本密度均小于 $0.4\text{g}/\text{cm}^3$ ,属于密度低的阔叶树材。其旋切的适宜温度为 $10\sim 40^\circ\text{C}$ <sup>[1]</sup>,无需水热处理,在室温下即可直接旋切。冬季气温低的东北地区,杨木需要采取温水浸泡解冻。

#### 3.7.2 木材硬度与单板旋切

从7种杨树木材旋切试验中很难确定木材硬度和单板旋切质量之间的直接关系,但从大体趋势看,木材的硬度大,在相同旋切条件下单板背面裂隙率也较大。然而旋刀研磨角的选择与木材软硬有关,软阔叶树材旋刀研磨角参考角度为 $18^\circ\sim 19^\circ 30'$ <sup>[2]</sup>,或者按木材弦面硬度 $6.0\sim 10.0\text{N}/\text{mm}^2$ 选用研磨角 $19\sim 20^\circ$ <sup>[3]</sup>。本试验选用旋刀研磨角 $19^\circ$ ,符合上述要求,试验证明用这样研磨角的旋刀除河北杨以外,均可获得表面光滑的单板。

#### 3.7.3 木材横纹方向的抗弯性能

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,若木材横纹抗弯弹性模量很大,最大比例变形又小,即木材横纹抗弯刚度大、柔性小,易出现严重的背面裂隙,或者无法旋切。反之,单板严重起毛造成塞刀,或者无法进行正常的旋切。胶合板生产常用树种横纹弹性模量分别是:椴木 $200\text{MPa}$ 左右、桦木和红柳安 $600\text{MPa}$ 左右<sup>[3]</sup>、阿必通 $700\text{MPa}$ 左右。而某些热带硬阔叶树材高达 $1000\sim 2000\text{MPa}$ <sup>[4]</sup>,这些树种的木材即使用 $90^\circ\text{C}$ 高温蒸煮、在大压榨率条件下旋切,单板背面裂隙率仍高于 $60\%$ ,甚至无法旋切。而

木材横纹抗弯弹性模量在 200MPa 左右<sup>[3]</sup>, 单板旋切时较少发生背面裂隙, 被认为最适中的条件。7 种杨木生材横纹抗弯弹性模量范围在 100~200MPa 之间, 其中 I-69 杨 (199.69MPa)、I-72 杨 (178.31MPa) 接近椴木的数值, 河北杨最低为 106.64MPa。7 种杨树木段旋切试验表明, 单板表、背面光洁, 背面裂隙率较低, 生材易于旋切。但是, 若对 7 种杨树木段进行 60℃ 和 80℃ 水热处理, 旋切时单板表面严重起毛, 无法维持正常旋切。

关于木材横纹抗弯最大比例变形  $\epsilon$ , 据文献<sup>[3,5,6]</sup>介绍: 许多硬阔叶树生材的抗弯最大比例变形度在 1.5% 以下, 经 80~90℃ 水热处理后为 2.5% 左右。本试验通过检测计算 7 种杨木生材的横纹抗弯最大比例变形除河北杨以外为 2.10%~2.61%, 其中 I-72 杨为 2.10%, 小叶杨为 2.61%, 而河北杨高达 3.14%, 经 60℃、80℃ 水热处理后均有很大提高, 河北杨则更高达 5.21%。试验证明<sup>[7]</sup>木材横纹抗弯最大比例变形度  $\epsilon > 2.2\%$  是旋切要求的理想条件, 但是  $\epsilon > 2.5\%$  旋切时单板表面易起毛,  $\epsilon$  越大单板表背面起毛越严重, 河北杨生材  $\epsilon$  为 3.14%, 旋切时普遍起毛, 以至塞刀, 造成 1.01mm 单板无法旋切。7 种杨木经水热处理后  $\epsilon$  均远大于 2.5%, 旋切单板均严重起毛, 以至旋切无法进行。

此外, 在单板旋切过程中和对单板质量检测时发现杨木单板节子普遍存在, 尽管在试材采集和木段截取时已注意挑选, 但是木段内部节子难以发现, 特别是青杨、小叶杨和甘肃杨。这不仅降低了单板出板率, 而且严重影响旋切过程和单板外观质量。

**3.7.4 杨木材性与单板背面裂隙** 7 种杨木生材旋切单板的背面裂隙率与相应品种杨木的生材物理力学性质如表 3 所示。

从总的趋势看, 7 种杨木单板背面裂隙率随着木材弦面硬度和横纹抗弯弹性模量的增大而增大。

## 4 结论

• 6 •

表 3 7 种杨木力学性质与背面裂隙关系

| 树种   | 背面裂隙 (%) | 硬度 (N) | 弹性模量 (MPa) | 静曲强度 (MPa) | 比例变形 (%) |
|------|----------|--------|------------|------------|----------|
| 河北杨  | 28.5     | 8.02   | 106.64     | 3.29       | 3.14     |
| 小叶杨  | 29.9     | 7.05   | 137.60     | 3.50       | 2.61     |
| 青 杨  | 32.2     | 7.28   | 129.74     | 3.31       | 2.57     |
| 甘肃杨  | 32.7     | 7.92   | 141.22     | 3.49       | 2.49     |
| 72 杨 | 33.8     | 8.96   | 178.31     | 3.71       | 2.10     |
| 69 杨 | 34.3     | 9.28   | 199.69     | 4.45       | 2.27     |
| 新疆杨  | 44.0     | 9.03   | 135.96     | 3.33       | 2.46     |

**4.1** 7 种杨树生材的基本密度均低于 0.4g/cm<sup>3</sup>、弦面硬度为 7.76~10.94N/mm<sup>2</sup>、横纹抗弯弹性模量为 106.64~199.69MPa、最大比例变形为 2.10%~3.14%。这表明杨木上述性质与椴木相近, 为容易旋切的木材树种。

**4.2** 采用旋刀研磨角 19°、切削后角 40°、压尺压榨率 8% 和 16% 的旋切条件, 生材旋切时除河北杨以外均能得到背面裂隙率较低 (20%~40%)、板面平整光滑的优质单板。

**4.3** 杨木旋切无需水热处理, 若经 60℃-24h 或 80℃-24h 水热处理后, 旋切单板表面普遍起毛或无法旋切。

**4.4** 在被试的 7 种杨树中河北杨横纹抗弯弹性模量最低, 比例变形最大, 所以即使生材旋切, 单板表背面也普遍严重起毛, 1.01mm 单板的旋切更无法进行, 所以从旋切的角度考虑为不适宜用做胶合板的杨木树种。

**4.5** 由于目前采集的杨树试材没有按定向培育要求栽培, 所以采集的试材中某些杨树径级偏小、干形不直、内部节子多, 既降低了单板出板率, 又严重影响单板质量, 不能满足胶合板原料的要求。

谢词 参加单板旋切试验的还有孙华林、曹克宽, 材性试件制作由边志宽、马福成和段长安承担, 部分试材由柴修武、洪调研采集, 对于上述同志的大力支持和帮助, 谨致谢忱。

## 5 参考文献

- 1 平井信二. 新版合板. 日本合板工业组合连合会, 1967
- 2 中国林业科学研究院木材工业研究所. 人造板生产手册. 中国林业出版社, 1981
- 3 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
- 4 木下叙幸等. 南洋材的性质 19. 日本林业试验场研究报告 No. 262, 1974

- 5 江草义正. 南洋材的性质 10. 日本林业试验场研究报告 No. 208, 1968  
6 江草义正. 南洋材的性质 4. 日本林业试验场研究报告

- No. 197, 1967  
7 江草义正等. 南洋材的性质 1. 日本林业试验场研究报告 No. 190, 1966

## Study on Relationship among Poplar Log Peeling, Veneer Quality and Wood Properties

Wang Jinlin Li Chunsheng Lu Congjin  
(Research Institute of Wood Industry, CAF, Beijing 100091)

**Abstract** Veneer rotary cutting of 7 poplar wood species under different conditions were tested and the basic density, moisture content, hardness, *MOE* and *MOR* of the poplars tested were determined. The *MOE* and *MOR* were measured on condition that grain direction was perpendicular to the span. The hardness, *MOE* and *MOR* under different hot-water treatment conditions were tested. Testing results showed that the veneer quality of poplar woods tested, except Hebei poplar, was satisfied under conditions of knife grinding angle  $19^\circ$ , clearance angle  $40'$  and the nose-bar opening  $84\% \sim 92\%$  without hot-water treatment. Physic-mechanical properties, especially *MOE* and *MOR*, of the poplar woods had considerable effects on veneer quality and determination of veneer rotary cutting conditions. Woods with 200 MPa of *MOE* and ratio 2.2% of *MOR* to *MOE* were proved to be suitable for veneer rotary cutting.

**Keywords** Poplar; Peeling; Quality of veneer; Wood properties

## 欢迎订阅 1996 年《林产工业》

《林产工业》是专业性刊物,为本行业的生产、科研、设计、管理和教学服务。主要介绍制材、木材干燥、胶合板、纤维板、碎料板、大片碎料板(又名华夫板)、单板贴面的碎料(纤维)复合板、水泥碎料(纤维)板、各类人造板饰面、胶料、家具制造、木材制浆和造纸、三废治理和林产化学等方面的新技术、新设备和新工艺以及先进的生产经验;综合论述国内外林产工业现状、水平及其发展趋势;适当介绍发展我国林产工业的方针、政策和林产工业企业经营管理的先进经验;辟有综述、分析与研究、生产与应用、专利信息、国外技术、国外期刊题录选辑等专栏。

本刊为双月刊,单月中旬出版,16开48页,定价3.50元,全年共21元。林业部林产工业规划设计院、中国林产工业协会编辑出版,国内外公开发行,邮发代号:2-141,欢迎广大读者到当地邮局(所)或本刊编辑部订阅。

本刊承接国内外广告业务,欢迎来人来函联系。

地址:北京朝内大街130号

邮政编码:100010

银行帐号:林业部林产工业规划设计院 197-873-3-69 北京农行东城支行营业室

## 1996 年《林业科技开发》征订启事

《林业科技开发》由林业部科技司与南京林业大学联合主办,以面向全国、注重开发、推广成果、服务生产为宗旨。着重报道林业、森林保护、木材机械加工、人造板、林产化工、林业机械、经济管理等方面科学研究、生产技术新成果。辟有专论综述、技术开发、多种经营、科研园地、成果报道、推广项目、信息快递等专栏。

为适应当前林业发展的需要,本刊将以科技兴林为指针,以林业科技推广为主体,力求把本刊办成一个集林业科技开发、推广应用为一体的综合性技术刊物,为从事林业技术推广和林业生产的技术人员提供一个传播交流先进成果与经验的专门园地,亦可供林业院校师生参考。欢迎广大读者踊跃订阅。

本刊邮局发行,可到当地邮局订阅,亦可向本刊发行组订阅。单价2.00元,全年价8.00元。邮发代号为28-103,邮编210037