

## 杉木制材板皮辊压制备梳解加工坯料的研究

杜春贵, 刘志坤, 张齐生

(浙江林学院 工程学院, 浙江 临安 311300)

**摘要:** 为了探索杉木 *Cunninghamia lanceolata* 制材板皮的最佳梳解加工工艺和设计制造理想的梳解机压辊, 对杉木制材板皮进行了径向无约束辊压处理, 研究了不同厚度、不同含水率、不同压缩率下杉木制材板皮辊压制备梳解加工坯料的情况。结果表明: ①杉木制材板皮的厚度、含水率、压缩率对其辊压力有较大的影响; 辊压的较佳工艺参数为: 压缩率约为 50%, 含水率约为 50%; ②杉木制材板皮辊压处理后, 厚度缩小, 宽度得到了扩展; ③杉木制材板皮辊压后, 细胞都存在着不同程度的变形, 但整体大部分回复, 细胞被挤压, 细胞腔变小而细胞壁未受到破坏。图 5 参 12

**关键词:** 林业工程; 杉木制材板皮; 辊压; 梳解加工; 坯料; 杉木积成材

**中图分类号:** S784; TS653      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1000-5692(2008)03-0267-05

### Using rolling pressure on sawmill slabs of Chinese fir (*Cunninghamia lanceolata*) to form a combing processing blank

DU Chun-gui, LIU Zhi-kun, ZHANG Qi-sheng

(School of Engineering, Zhejiang Forestry College, Lin'an 311300, Zhejiang, China)

**Abstract:** To probe optimal combing technologies and to design and manufacture the best possible rolls for a combing machine, sawmill slabs of Chinese fir (*Cunninghamia lanceolata*) were rolled radially without in cross direction. Thickness, moisture content, and compression rate were studied by forming combing processing blank using rolling pressure. Results showed that 1) thickness, moisture content, and compression rate with better rolling pressure technology meant a compression rate and moisture content about 50%. Also, 2) after rolled pressure treatment, the thickness of the slab decreased and the width increased. In addition, 3) after rolled pressure, Chinese fir cells had various distortions, for instance cell compress and a diminished cell cavity, but the cell wall was not destroyed, nevertheless, later most of the cells returned to normal. [Ch, 5 fig. 12 ref.]

**Key words:** forestry engineering; sawmill slab of Chinese fir; rolling pressure; combing process; blank; Chinese fir oriented laminated stick lumber (CFOLSL)

杉木 *Cunninghamia lanceolata* 是中国重要的速生用材树种之一。我国现有杉木林面积为 1 239.1 万  $\text{hm}^2$ , 蓄积量 4.7 亿  $\text{m}^3$ , 均居全国针叶人工林首位<sup>[1]</sup>, 在国民经济中占有重要地位。杉木人工林在主伐之前一般都需经过几次间伐, 从而产生大量的间伐小径材, 为此, 我国学者开展了杉木间伐小径材的改性和制造人造板等研究<sup>[2-6]</sup>。虽然杉木间伐小径材在细木工板芯板及集成材的工业化生产中得到了应用, 但生产中产生的大量杉木制材板皮已聚集于各加工企业, 至今未能较好地加工利用, 大大降低了木材利用率, 浪费了杉木资源。目前, 少数学者对杉木制材板皮的加工利用进行了研究<sup>[7,8]</sup>, 但均停留在实验室研究水平, 未能进一步深入。进行杉木制材板皮的工业化利用研究, 具有十分重要的现实意义。为探索杉木制材板皮工业化利用的新途径, 笔者所在的项目组开展了杉木积成

收稿日期: 2007-06-04; 修回日期: 2008-01-04

基金项目: 浙江省自然科学基金资助项目(Y304029); “十五”浙江省科学技术重点攻关项目(011102164); 国家和浙江省农业科技成果转化项目(03EFN213300104, 2003D70078)

作者简介: 杜春贵, 副教授, 从事竹木材加工与人造板工艺研究。E-mail: dcg9898@zjfc.edu.cn

材的研究<sup>[9,10]</sup>。所谓杉木积成材,就是将杉木制材板皮梳解加工成单根木束条,并切成定长后,经木束条干燥、施胶、定向铺装和热压等工序制成的一种单向强度较高的新型人造板。杉木积成材制造过程的梳解加工是一种全新的木质人造板基本单元的加工方法,它决定了杉木积成材构成单元——单根木束条的形态,从而直接影响着杉木积成材的物理力学性能。因此,进行杉木制材板皮梳解加工的系统研究非常重要。杉木制材板皮在梳解加工过程中,经梳解机的进料压辊纵向辊压裂解,初步分离成相互粘连但不完全分离的木块后,制成梳解加工的坯料;坯料再经梳解机的梳齿(梳解刀)梳解加工成具有特定规格尺寸的单根木束条。辊压过程中辊压力的大小、辊压前后杉木制材板皮尺寸的变化等,均会对梳解机压辊的设计与制造、梳解加工工艺等产生较大影响。因此,进行杉木制材板皮的辊压研究,将为制造高质量的杉木积成材与设计制造理想的梳解机打下坚实的基础。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验材料

杉木制材板皮:取自浙江省临安市某木材加工厂,是杉木间伐小径材的制材加工剩余物,具有大小头,平均含水率15%左右,其横断面呈圆弧形,厚约为10~33 mm,宽约50~89 mm。

### 1.2 试验方法

1.2.1 试材准备 杉木制材板皮越薄就越窄。根据其实际情况,选用平均尺寸(厚×宽)为10 mm×60 mm,20 mm×80 mm,30 mm×80 mm左右的杉木制材板皮,将它们锯截成长度为30 mm,分别调整含水率至30%,50%和100%。

1.2.2 试材辊压力测定 为了模拟杉木制材板皮在木材梳解机中的辊压状况,自制一对端面直径为100 mm,长为120 mm的带浅沟槽半圆柱体压辊,以圆弧面作为辊压工作面,安装于MWD-50型微机控制电子式木材万能试验机上(图1)。试验时,杉木制材板皮置于下压辊圆弧面的中部,以15 MPa·min<sup>-1</sup>的速度均匀加荷,对平均厚度为10,20和30 mm左右,在含水率为15%,30%,50%和100%的杉木制材板皮分别进行径向无约束辊压。当试材厚度方向的辊压瞬时压缩率为20%,30%,40%,50%和60%时,分别测定其辊压力。每一种情况测试5个试件,结果取平均值。

1.2.3 试材辊压前后尺寸变异 辊压前每个试件均选取厚度、宽度的测量点并作好标记,以备辊压前后在同一位置测量。采用单因素试验,对平均厚度为10,20和30 mm左右的杉木制材板皮,在含水率为15%,30%,50%和100%时进行辊压试验。当辊压瞬时压缩率达到50%后卸压,让试件充分回弹后,再测定辊压后杉木制材板皮厚度方向的尺寸变化,以厚度压缩率表示;测定宽度方向的尺寸变化,以宽度扩展率表示。每一种情况测试5个试件,结果取平均值。厚度压缩率和宽度扩展率的计算公式如下:  
 $C_T = (T_0 - T_1) / T_0 \times 100\%$ 。其中: $C_T$ 为厚度压缩率; $T_0$ 为辊压前杉木制材板皮的厚度; $T_1$ 为辊压回弹后杉木制材板皮的厚度。  
 $C_W = (W_1 - W_0) / W_0 \times 100\%$ 。其中: $C_W$ 为宽度扩展率; $W_0$ 为辊压前杉木制材板皮的宽度; $W_1$ 为辊压回弹后杉木制材板皮的宽度。

1.2.4 试材辊压后的微观结构 对含水率为15%的杉木制材板皮,当其厚度约为10,20和30 mm时进行辊压,当厚度方向的辊压瞬时压缩率达到50%后卸压。用SS-550型扫描电子显微镜,观察杉木制材板皮辊压后横切面细胞形态的变化,电压6 kV,放大倍数480倍。

## 2 结果与分析

### 2.1 试材辊压时的辊压力

杉木制材板皮进行径向无约束辊压后,测定了在不同含水率状态下,不同厚度的杉木制材板皮,



图1 杉木制材板皮辊压图  
 Figure 1 The rolling pressure figure of sawmill slab of Chinese fir

当厚度方向的辊压瞬时压缩率分别为 20%、30%、40%、50% 和 60% 时的辊压力。结果见图 2。

从图 2 可知, 在同一含水率条件下, 不同厚度的杉木制材板皮在不同压缩率下的辊压力大小不同。随着杉木制材板皮厚度的增大, 在同一压缩率下辊压力增大; 不论何种含水率条件下, 随着压缩率的增大辊压力均增大; 压缩率 50% 为曲线的转折点, 在压缩率为 50% 时曲线的前段变化平缓, 后段变化较快。可能是因为此时已经达到杉木制材板皮的比例极限, 板皮已经被压溃或开裂; 而越过此压缩率后, 杉木制材板皮并不进一步开裂, 只是被进一步压实, 使辊压力加大, 从而使曲线变化加快。可见, 要使杉木制材板皮达到压溃以致纵向开裂, 其厚度压缩率不能低于 50%。

从图 2 可知, 在同一厚度下, 不同含水率的杉木制材板皮在不同压缩率下的辊压力大小不同, 随着含水率的增大辊压力减小。当压缩率小于 50% 时, 不同含水率状态下的辊压力相差不大; 当压缩率超过 50% 时辊压力相差较大, 若此时杉木制材板皮的含水率小于 50%, 随着压缩率的增大辊压力增大速度较快, 而含水率大于 50%, 随着压缩率的增大辊压力增大的速度变缓。由此可见, 含水率约为 50% 时, 是杉木制材板皮辊压力的转折点。

综上所述, 杉木制材板皮的厚度、含水率、压缩率对其辊压力有较大的影响。含水率约为 50%, 厚度压缩率约 50% 是杉木制材板皮进行辊压制造梳解加工坯料的较佳工艺参数。

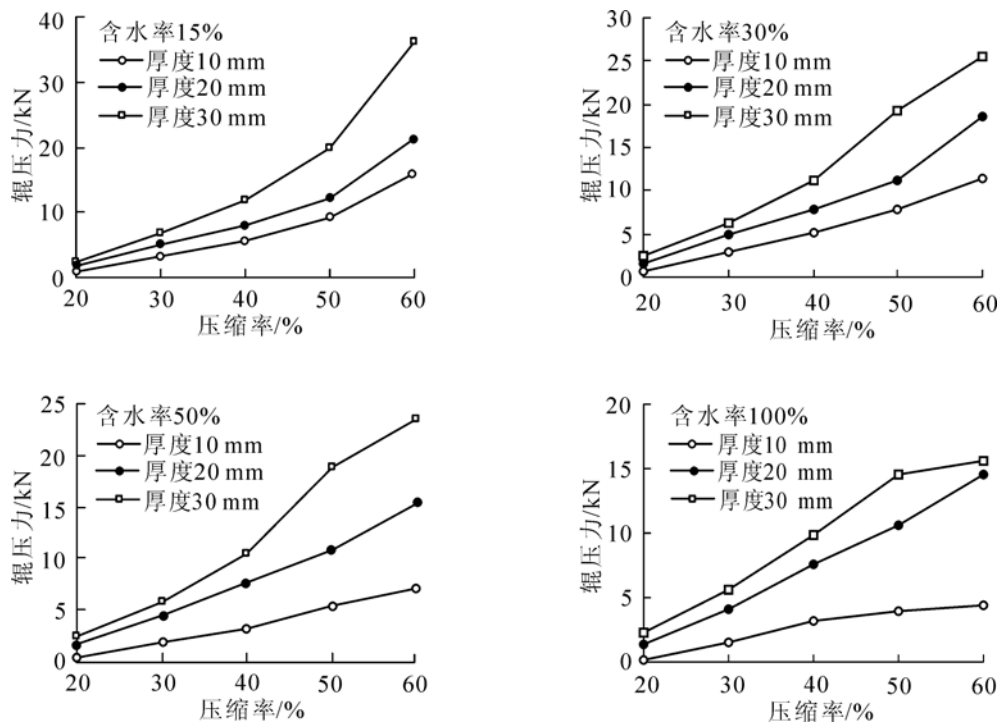


图 2 不同含水率不同厚度的试材辊压力与压缩率的关系

Figure 2 The relations between rolling pressure and compressible rates of experiment in different thickness and moisture contents

## 2.2 辊压前后试材尺寸变化

对厚度平均为 10, 20, 30 mm 左右的杉木制材板皮, 在含水率 15%, 30%, 50% 和 100% 状态下进行辊压。当辊压压缩率达到 50% 后时卸压, 让试件充分回弹后, 辊压前后厚度方向的尺寸变化见图 3, 宽度方向的尺寸变化见图 4。

木材是属于高分子结构材料, 它受外力作用时有 3 种变形: 瞬时弹性变形、弹性后效变形和塑性变形<sup>[11]</sup>。木材辊压处理是远远越过比例极限的大变形压缩, 处理材离开压辊的瞬间, 瞬时弹性变形即刻恢复, 弹性后效变形随着时间的延续也会逐渐恢复, 而塑性变形则无法恢复<sup>[12]</sup>。因此, 研究辊压前后杉木制材板皮的尺寸变化规律, 是确定其辊压工艺、设计辊压辊等的重要依据。

从图 3 可知, 不同含水率和厚度的杉木制材板皮, 经辊压处理后其厚度都比辊压前小, 这表明杉

木制材板皮产生了塑性变形。相同厚度的杉木制材板皮，含水率从15%到100%，随着含水率的增大其厚度压缩率逐渐减小；在同一含水率条件下，杉木制材板皮越厚，厚度压缩率就越大。

从图4可知，杉木制材板皮经辊压处理后宽度都得到了扩展，这表明杉木制材板皮离开压辊后产生的塑性变形将残留在板皮内。相同厚度的杉木制材板皮，含水率从15%到100%，随着含水率的增大其宽度扩展率逐渐减小；在同一含水率条件下，杉木制材板皮的宽度扩展率随着厚度的增大而增大，说明板皮越厚，辊压后形成的塑性变形越大。

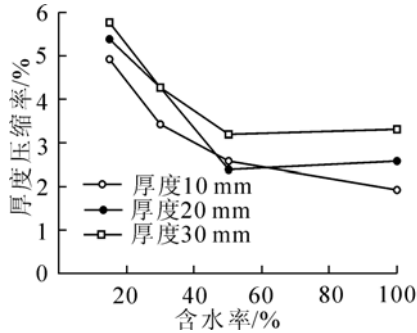


图3 辊压处理后试材厚度方向的尺寸变化

Figure 3 The size variance of thickness of experiment material after rolling pressure

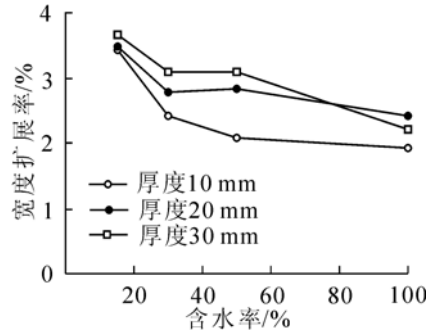


图4 辊压处理后试材宽度方向的尺寸变化

Figure 4 The size variance of width of experiment material after rolling pressure

### 2.3 辊压后试材的细胞形态变化

杉木制材板皮辊压后横切面的细胞形态变化见图5。从图5可知，杉木制材板皮在辊压瞬时压缩率达到50%时卸压后的细胞都存在着不同程度的变形，但整体大部分回复，细胞被挤压，细胞腔变小而细胞壁未受到破坏，随着杉木制材板皮的厚度增大细胞变形增大。这与前述的板皮越厚，辊压力越大，辊压后形成的塑性变形越大相吻合。

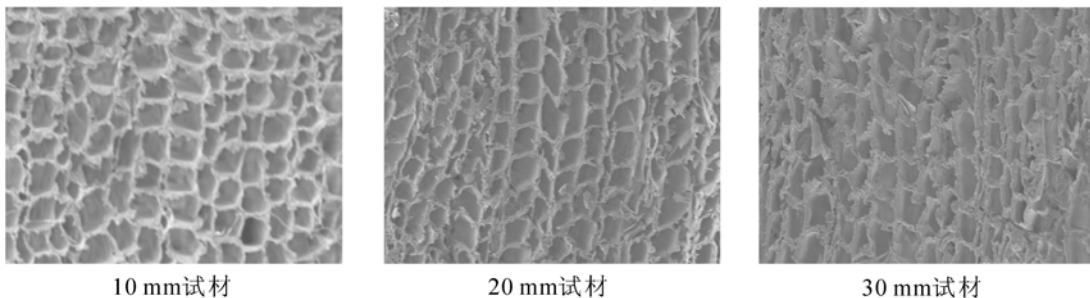


图5 不同厚度试材辊压后的细胞形态

Figure 5 The cellular structure of experiment material of different thickness after rolling pressure

## 3 结论

当含水率相同时，辊压力随着杉木制材板皮的厚度和压缩率的增大而增大；当厚度相同时，辊压力随着杉木制材皮的压缩率的增大而增大，随着含水率的增大而减小；当压缩率相同时，辊压力随着杉木制材皮的厚度的增大而增大，随着含水率的增大辊压力减小；当压缩率和含水率均在50%左右时，辊压力曲线出现拐点。

杉木制材板皮经辊压处理后，其厚度都比辊压前缩小，宽度都得到了扩展；相同厚度的杉木制材板皮，随着含水率的增大，其厚度压缩率和宽度扩展率逐渐减小；相同含水率的杉木制材板皮，随着厚度的增大，厚度压缩率和宽度扩展率均增大。

杉木制材板皮辊压后的细胞都存在着不同程度的变形，但整体大部分回复，细胞被挤压，细胞腔变小而细胞壁未受到破坏。

**致谢：** 试验得到浙江林学院工程学院金春德教授的帮助，在此深表感谢！

#### 参考文献：

- [1] 方晰. 杉木人工林生态系统碳储量与碳平衡的研究[D]. 长沙：中南林学院，2004.
- [2] 陈瑞英，邓邵平，唐兴平，等. 福建杉木间伐材改性做地板[J]. 东北林业大学学报，2000，**28**（4）：44-46.
- [3] 王传耀，陈刚. 杉木间伐材 ACQ 与 UF 复合改性初步研究[J]. 福建林学院学报，2006，**26**（4）：294-298.
- [4] 曾钦志，饶久平，吴纯初. 杉木间伐材制造厚型轻质刨花板的研究[J]. 木材工业，2000，**14**（4）：3-6.
- [5] 黄玉亭，王旭，江福昌. 杉木轻质中密度纤维板的试制[J]. 林产工业，2003，**30**（3）：15-17.
- [6] 陈雷，徐咏兰. 人工林杉木单板层积材制造工艺的研究[J]. 木材工业，2000，**14**（6）：3-5.
- [7] 刘德桃，赵仁杰，蔡绍祥，等. 杉木制材板皮平压、辊压效果的试验研究[J]. 人造板通讯，2005（1）：17-19.
- [8] 金永明，钱俊，楼坚强，等. 用 PSL 法生产细木工芯板[J]. 浙江林学院学报，2003，**20**（1）：5-7.
- [9] 刘志坤，杜春贵，李延军，等. 小径杉木梳解加工工艺研究[J]. 林产工业，2003，**30**（3）：22-25.
- [10] 杜春贵，刘志坤，张齐生，等. 杉木积成材浸渍纸贴面工艺的初步研究[J]. 浙江林学院学报，2004，**21**（2）：134-137.
- [11] 尹思慈. 木材学[M]. 北京：中国林业出版社，1996：163-165.
- [12] 孙耀星，刘一星，方桂珍. 辊压处理大青杨板材的形体变化规律[J]. 东北林业大学学报，2005，**33**（2）：20-21，42.

---

## 《浙江林学院植物园植物名录》出版发行

2007年12月，由浙江林学院李根有、陈敬佑教授主编，著名植物学家、北京林业大学园林学院苏雪痕教授作序的《浙江林学院植物园植物名录》由中国林业出版社出版发行。该书收录了浙江林学院植物园近年来引种的植物1700余种，连同校园内原有植物500余种，共计2275种，其中珍稀植物145种。