

## 杉木含水率和纤维夹角对其锯切表面粗糙度及与钢材摩擦系数的影响

王豪清, 童宏拓, 冯琛, 钱俊

(浙江农林大学 工程学院, 浙江 杭州 311300)

**摘要:** 通过控制杉木 *Cunninghamia lanceolata* 的含水率与纤维夹角, 测试其锯切表面粗糙度及其与钢材摩擦系数的变化, 研究其相互关系。结果表明: 杉木的锯切表面粗糙度及其与钢板的摩擦系数随着纤维夹角的变大而变大, 在夹角从 0°变化为 15°时, 杉木锯切表面粗糙度变化最明显, 增大了 11.1%; 在夹角从 60°变化为 90°时, 杉木与钢板的摩擦系数变化最明显, 增大了 47.4%; 杉木的锯切表面粗糙度和与钢板的摩擦系数随着杉木含水率的增加而上升, 在含水率从 9%变化为 12%时, 杉木锯切表面粗糙度变化最明显, 增大了 37%; 在含水率从 15%变化为 30%时, 杉木与钢材摩擦系数变化最明显, 增大了 34.7%; 在含水率为 9%, 纤维夹角为 0°时, 杉木的锯切表面粗糙度及与钢材摩擦系数最小。

**关键词:** 杉木; 含水率; 纤维夹角; 表面粗糙度; 摩擦系数

中图分类号: TS611 文献标识码: A 文章编号: 1001-3776(2018)04-0061-04

### Effect of Moisture Content and Angle between Fiber and Wood Axial Direction of *Cunninghamia lanceolata* on Surface Roughness and Friction Coefficient

WANG Hao-qing, TONG Hong-tuo, FENG Chen, QIAN Jun

(School of Engineering, Zhejiang A&F University, Hangzhou 311300, China)

**Abstract:** Experiments were conducted on determination of surface roughness and friction coefficient of *Cunninghamia lanceolata* wood under different moisture content and angles between fiber and wood axial direction. The results showed that surface roughness of wood and friction coefficient had positive relation with fiber angle. And it had the same relation with moisture content of the wood.

**Key words:** *Cunninghamia lanceolata*; moisture content; angle between fiber wood axial direction; surface roughness; friction coefficient

杉木 *Cunninghamia lanceolata* 是我国南方重要速生丰产林树种<sup>[1]</sup>, 是南方地区主要的商用木材, 对杉木小径木的利用方式主要是先将小径木锯剖成板材<sup>[2]</sup>, 再加工成其他木制品。而在实际加工过程中, 经常会出现工件表面起毛、纤维搓起、撕裂, 甚至烧焦发黑等现象<sup>[3]</sup>, 严重影响锯剖质量、效率和出材率, 其主要原因有刀具的耐磨性太差和工件的表面粗糙度和摩擦系数太大等因素<sup>[4]</sup>。本实验通过控制杉木的含水率与纤维夹角, 测试其锯切表面粗糙度及其与钢材摩擦系数的变化, 从而得出杉木最佳的锯切含水率与纤维夹角。

收稿日期: 2018-01-08; 修回日期: 2018-04-25

基金项目: 木门智能喷漆及漆雾回收再利用系统的研究与应用(2011SY02); 浙江省智能一体化家具工程技术研究中心建设项目(2013E10032); 舒适性多功能坐具关键技术研发和产业化(2013KC09)

作者简介: 王豪清, 硕士研究生, 从事木材科学与技术工作; E-mail: 865311513@qq.com。通信作者, 钱俊, 教授, 从事木材科学与技术研究; E-mail: junqian@zafu.edu.cn。

## 1 试验材料与方法

### 1.1 实验材料

杉木试件：杉木，采自浙江省杭州市临安区昌化镇，共5株，树龄8~12 a，平均胸径152 mm；试件样品从离地1.0~1.5 m处的木段中取14段近芯部的不同角度切面板，宽90 mm，长220 mm，厚20 mm，树中心对称的2段为1组，共7组，分别干燥至含水率为9%，12%，15%和30%，然后通过锯切方式加工成所需规格的试件。为了试件性能稳定，选取结疤少，年轮均匀的原材。

### 1.2 仪器与设备

费斯托(FESTOOL)CS70EB木工专用台锯：图特斯工具系统技术(上海)有限公司；SETH-EZ-040R高低交变湿热试验箱：上海爱斯佩克环境设备有限公司；MXD-02摩擦系数仪：济南兰光机电技术有限公司；JB-5C表面粗糙度测定仪：上海泰明光学仪器有限公司；游标卡尺。

### 1.3 实验方法

通过高低交变湿热试验箱将杉木的含水率分别调整为9%（北方的含水率），12%（杭州的含水率），15%（长江流域平衡含水率）和30%（纤维饱和点）；在相应含水率下，通过锯机切割的方式（新锯片-德国Leitz225×2.6/1.8×30，锯片转速为：2 800 r·min<sup>-1</sup>，试件进料速度为：6 m·min<sup>-1</sup>），分别加工出纤维方向与木材轴向呈0°，15°，30°，45°，60°，75°和90°夹角（以下简称纤维夹角）表面的试件；然后检测试件的表面粗糙度和试件表面与钢板之间的摩擦系数。

试件的尺寸参考中华人民共和国国家标准 GB/T10610-2009《产品几何技术规范(GPS)表面结构轮廓法评定表面结构的规则和方法》、GB10006-88《塑料薄膜和薄片摩擦系数测定法》和国际标准 ISO8295-1986《塑料、薄膜和薄板摩擦系数的测定》，试件测试表面制作成长200 mm×宽80 mm×厚15 mm；为测得数据精确，需保证试件在测试范围内无结疤，4次重复。

试件表面粗糙度的测定根据中华人民共和国国家标准 GB/T10610-2009《产品几何技术规范(GPS)表面结构轮廓法评定表面结构的规则和方法》；试件摩擦系数的测定参考 GB10006-88《塑料薄膜和薄片摩擦系数测定法》和国际标准 ISO8295-1986《塑料、薄膜和薄板摩擦系数的测定》，借鉴美国标准 ASTM D1894《软塑料薄膜片静态和动态摩擦系数的测定标准》。

### 1.4 数据分析

使用 Origin 8.0 版本的绘图软件进行数据的处理和分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 杉木含水率和纤维角度对锯切表面粗糙度的影响

根据试验的结果得到在不同含水率条件下，杉木的锯切表面粗糙度与纤维夹角关系，如图1所示。

从图1可以看出，在实验设定的各个含水率条件下，随着纤维夹角的增加，杉木的锯切表面粗糙度呈现增大的趋势，在夹角从0°变化为15°时，杉木的锯切表面粗糙度变化较明显，平均增大了11.1%；在夹角从15°变化为75°时，杉木的锯切表面粗糙度变化较平稳，平均增大了12.2%；在夹角从75°变化为90°时，杉木的锯切表面粗糙度变化较明显，平均增大了8.3%。这是由于杉木具有较多的管胞和轴向薄壁组织，而这些管胞和轴向薄壁组织都是轴向的，因此，随着纤维夹角的增大，在锯切加工时木材的表面会产生许多毛刺<sup>[5]</sup>，增大了锯切表面的粗糙度。

从图1可知，杉木的锯切表面粗糙度随着含水量的增加而增大，在含水率从9%变化为12%时，杉木的锯切表面粗糙度变化最明显，平均增大了37%；在含水率从12%变化为15%时，杉木的锯切表面粗糙度平均增大了2.4%；在含水率从15%变化为30%时，杉木的锯切表面粗糙度平均增大了5.3%。这是由于杉木含水率增大时，

其木坯较柔软,细胞壁的弹性较大,杉木颗粒之间的结合强度以及自身的细胞壁强度较低,导致锯切杉木时,其表面与刀带摩擦更易起毛,增大其锯切粗糙度<sup>[6]</sup>。

综上,在含水率为 9%,纤维夹角为 0°时,锯切杉木表面粗糙度最小。

## 2.2 杉木含水率及纤维夹角对其与钢板的摩擦系数的影响

根据试验的结果得到在不同含水率条件下,杉木纤维夹角与钢材的摩擦系数的关系(图 2)。

从图 2 可以看出,在实验设定的各个含水率条件下,随着纤维夹角的增加,杉木与钢板的摩擦系数呈增大的趋势;在夹角从 0°变化为 15°时,杉木与钢板的摩擦系数变化较明显,平均增大了 22%;在夹角从 15°变化为 60°时,杉木与钢板的摩擦系数变化较平稳,平均增大了 21.3%;在夹角从 60°变化为 90°时,杉木与钢板的摩擦系数变化最明显,平均增大了 47.4%。由图 1 可知,纤维夹角越大,其杉木表面的锯切粗糙度越大,导致其与钢板摩擦时的表面实际接触面积越小,而单位面积压强增大,由此产生的粘附摩擦越大<sup>[7]</sup>,使其与钢板摩擦力越大。

由图 2 可知,杉木与钢材摩擦系数随着含水量的增加而增大;在含水率从 9%变化为 12%时,杉木与钢材摩擦系数平均增大了 8.4%;在含水率从 12%变化为 15%时,杉木与钢材摩擦系数平均增大了 6.6%;在含水率从 15%变化为 30%时,杉木与钢材摩擦系数变化最明显,平均增大了 34.7%。这是由于随着含水率的增加,杉木因吸水润胀作用增加了填充在杉木细胞内外的水分子从而增大了杉木与钢板真实接触面积<sup>[8]</sup>,从而增大了摩擦系数;当木材越接近纤维饱和点其体积变化越明显,因此,在含水率 15%到 30%变化时,其与钢材摩擦系数变化最大。

从图 1 和图 2 可以看出,在含水率为 9%,纤维夹角为 0°时,杉木与钢材摩擦系数最小。

## 3 结论

通过以上分析可得:

(1) 杉木的锯切表面粗糙度及其与钢板的摩擦系数随着纤维夹角的变大而变大,在夹角从 0°变化为 15°时,杉木的锯切表面粗糙度变化最明显,平均增大了 11.1%;在夹角从 60°变化为 90°时,杉木与钢板的摩擦系数变化最明显,平均增大了 47.4%。

(2) 杉木的表面粗糙度和与钢板的摩擦系数随着杉木含水率的增加而上升,在含水率从 9%变化为 12%时,

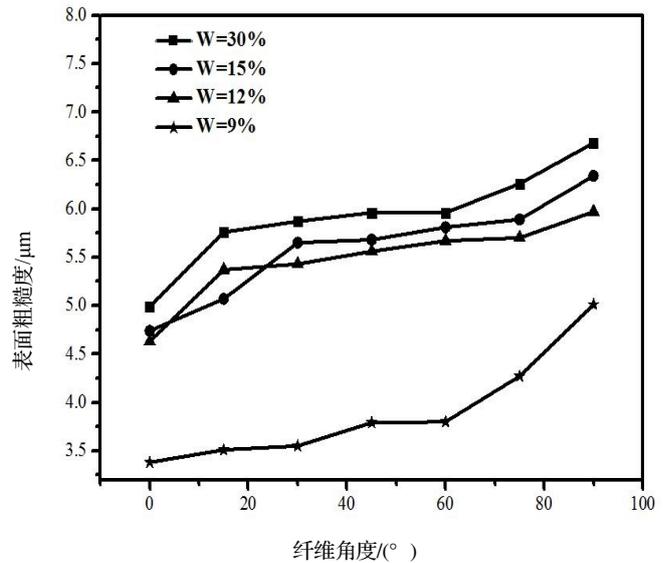


图 1 含水率和纤维角度对锯切表面粗糙度的影响

Figure 1 Effect of moisture content and angle between fiber

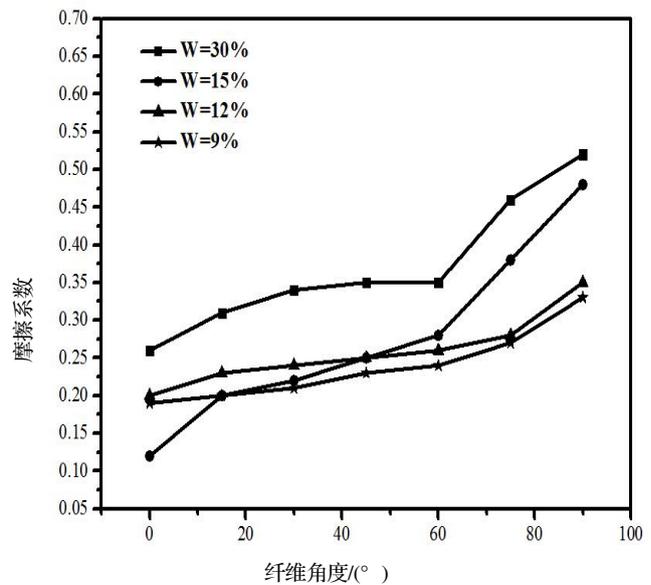


图 2 含水率和纤维角度对摩擦系数的影响

Figure 2 Effect of moisture content and angle between fiber

杉木的锯切表面粗糙度变化最明显,平均增大了37%;在含水率从15%变化为30%时,杉木与钢材摩擦系数变化最明显,平均增大了34.7%。

(3)在含水率为9%,纤维夹角为 $0^{\circ}$ 时,杉木的锯切表面粗糙度及与钢材摩擦系数最小。

#### 参考文献:

- [1] 俞新妥. 中国杉木90年代的研究进展[J]. 福建林学院学报, 2000(2): 179-188.
- [2] 王宝金, 李绍成, 吴进. 杉木小径材制备薄板的工艺技术研究[J]. 林业机械与木工设备, 2015(11): 39-42.
- [3] 曹平祥, 华毓坤, 周之江. 金刚石涂层木工刀具的研究[J]. 南京林业大学学报: 自然科学版, 1997, 37(3): 23-28.
- [4] 曹平祥, 周之江. 金刚石涂层木工刀具的研究—涂层刀具摩擦系数及切削力试验[J]. 木工机床, 1997(04): 16-20.
- [5] 刘一星, 赵广杰. 木质资源材料学[M]. 中国林业出版社, 2004, 8: 57-62.
- [6] 陆全济. 软木饰面材料主要加工工艺研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2011.
- [7] 许美君. 木质工件摩擦性质与机床进给机构配置的研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2015.
- [8] 孟庆军. 木质材料间摩擦性能及其对木结构设计的影响研究[D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2010.