

“小径木材高效加工利用技术”专栏 (之一)

编者按:小径级木材六棱柱体制材工艺,是实现小径材高效、增值利用的重要手段之一。南京林业大学依托“十二五”国家科技支撑计划,开发了小径木材制材关键设备,对大断面六棱柱体集成材的加工进行了探索性试验生产。本专栏将连续报道相关研究的进展及成果,为利用小径材制造大断面集成材的生产及应用,提供技术支持。

小径级杉木六棱柱体的制材工艺

李荣荣, 曹平祥, 王浩, 王洁, 丁建文, 郭晓磊

(南京林业大学材料科学与工程学院, 江苏南京 210037)

摘要: 介绍小径级杉木六棱柱体制材方法特点,并与常规下锯法的出材率进行对比分析。结果表明:六棱柱体制材工艺,可使小径材的出材率达到 80% 以上;小径级杉木六棱柱体经过进一步的胶拼,可制造大断面六棱柱体集成材,用于木结构梁柱体构件,实现小材大用、劣材优用与提高产品附加值的目的。

关键词: 小径材; 杉木; 六棱柱体; 制材工艺

中图分类号: TS652

文献标识码: A

文章编号: 1001-8654(2013)05-0013-04

Hexagon-Cut Technology for Small Diameter Chinese Fir

LI Rong-rong, CAO Ping-xiang, WANG Hao, WANG Jie, DING Jian-wen, GUO Xiao-lei

(College of Material Science and Engineering, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, Jiangsu, China)

Abstract: The authors developed a new sawing method named hexagon-cut technology for small diameter logs. The sawing procedure and key techniques of this new method were described. With this new sawing method (finger joining, composing, and pressing), small diameter logs could be made into large hexagon glulam beams for wood structural applications. The wood utilization efficiency of hexagon sawing technology can reach up to 80% which is much higher than other conventional sawing methods.

Key words: small diameter log; Chinese fir; hexagon glulam; sawing technology

木材资源供应不足与市场需求急剧增加,是我国木材工业面临的主要矛盾。2011 年,我国木材产品市场总消费量达 5 亿 m^3 ,其中进口的木材及木质林产品,折合木材达 2.238 亿 m^3 ,是目前世界上最大的木材及木制品进口国^[1]。

根据第七次全国森林资源清查结果,杉木与马尾

松等树种是我国商品林优势树种,商品林面积合计占全国森林面积的 47.59%,其中杉木林的蓄积量在森林蓄积总量中排名第三,占全国森林蓄积的 5.49%。但杉木林总量的 65%~70% 为直径小于 16 cm 的间伐材^[2],因此,高效增值利用小径级杉木,是缓解我国木材供需矛盾的主要举措之一。

小径级杉木的制材加工通常是采用毛边、整边、三角形与梯形下锯法,将原木加工成毛边板、整边板、三角形板与梯形板,传统的制材工艺出材率均不到

收稿日期: 2013-07-23; 修改日期: 2013-07-30

基金项目: “十二五”国家科技支撑计划“非常用与低等级木材高效加工技术集成与示范”(2012BAD24B01)。

作者简介: 李荣荣(1990—),男,南京林业大学硕士研究生。

通讯作者: 曹平祥,男,南京林业大学教授,博士生导师。

65%,存在主产出材率低、木材利用率低、生产效率低以及产品附加值低等不足^[3-6]。

为了解决常规下锯法的不足,笔者提出一种全新的下锯法——六棱柱体下锯法,即原木经过去弯截断、双侧齐边、四边锯切、梳齿接长以及六棱柱体精准成型加工,获得原木端面最大内接六棱柱体材料。六棱柱体单元还可以通过胶拼,进一步加工成大断面六棱柱体集成材,用于木结构的梁柱体构件。因此,研究小径级杉木六棱柱体制材工艺,对高效、增值利用小径级杉木具有重要意义。

1 小径级杉木六棱柱体制材工艺的流程

小径级杉木六棱柱体制材的主要流程,如图1所示。

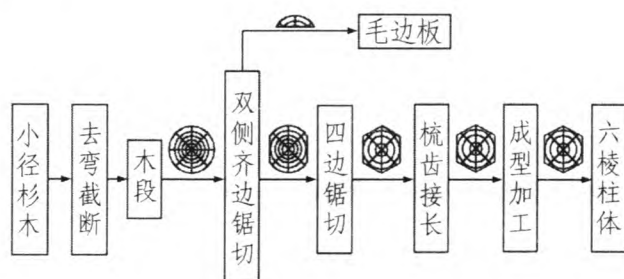


图1 六棱柱体制材工艺流程

Fig. 1 Process flow of hexagon sawmill

1.1 去弯截断

小径级杉木去弯截断的目的在于减小原木弯曲度、尖削度,以便获得原木端面最大内接正六边形,提高原木出材率。

该工序所需设备主要包括:光电扫描设备、自动横截圆锯机等。通过光电扫描技术,结合图像处理技术,拟合出原木外形轮廓曲线。根据外形轮廓曲线,通过编程软件,自动计算出原木弯曲度,并设定原木弯曲度的极限值为5%。

在一定长度范围内,当原木的弯曲度超过极限值5%时,系统即发出控制信号,控制横截锯的工作,将原木在指定位置截断,得到符合后续加工要求的木段。

1.2 齐边锯切

双侧齐边锯切采用了原木左右同步对中、上压紧滚轮、针刺链条驱动与双侧锯切等装置,完成原木左右两侧的锯切,如图2所示。

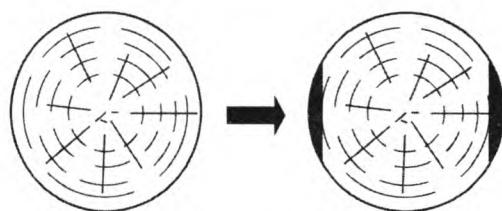


图2 齐边锯切

Fig. 2 Diagram of bilateral trimming saw

该工序的关键设备为齐边圆锯机,原木采用左右同步锥辊对中,锥辊下方分别安装一个扇形齿轮,两齿轮相互啮合,保证锥辊同步张开,完成对中操作,以使得锯出的两个平面相对于原木中心对称,满足后续加工精度要求。

齐边锯机的切削装置由一组左右对称布置的圆锯片构成,锯片位置在水平、垂直方向均可调整,以便适应不同直径的原木锯切。

齐边锯切过程中,原木一次通过,同时完成两面加工,避免了原木两边分开锯切时,定位精度差、工序繁杂等缺陷,加工效率和锯切精度提高。

1.3 四边锯切

四边锯切只以齐边锯切的一面作为基准面,通过四边锯机,锯出六棱柱体的其他四边,如图3所示。

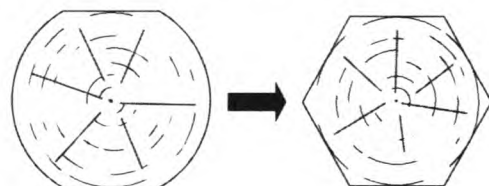


图3 四边锯切

Fig. 3 Diagram of four sides sawing

该工序的关键设备为四边锯机,锯切前同样需要对中,其对中原理同齐边锯切,对中效果直接影响四边锯切的尺寸精度。

四边锯机的锯切部分由四片圆锯片组成,每个锯片与水平面夹角均为60°,四个锯片位置和角度亦均可调节。通过转动锯轴安装底座的罗盘,可实现锯片角度的变换。

锯片位置调节精度,直接影响毛坯六棱柱的形状;四边锯切工序的精度,对六棱柱体的尺寸精度以及原木出材率具有重要影响。四边锯切的尺寸精度越高,成型铣削时切削量越小,能耗越低,出材率越高。

1.4 梳齿接长

由于原木去弯截断后,木段长度不等,为制得一定长度的大断面六棱柱体集成材,六棱柱体单元需梳齿接长,得到一定长度的六棱柱体单元。

梳齿的齿形可采用常规指接材的齿形加工方法,但需在梳齿机上安装适用于六棱柱体型的特殊夹具,保证梳齿精度。同时,在接长过程中,靠山与压紧装置,对指接材的直线度以及指接面的表面粗糙度均有一定影响。采用 60° 倾角的靠山,可保证指接材与靠山为面接触,防止材料偏移。

1.5 成型加工

成型加工,即对接长后的六棱柱体单元的毛坯进行精准加工,获得尺寸精度高、表面质量好的六棱柱体单元,以满足后续制备大断面集成材的胶合工艺要求。

成型加工工序的关键设备为六面成型机,配置了两个立刀轴与两个水平刀轴,其中立刀轴上分别安装一把夹角为 120° 的组合式铣刀,以加工六棱柱体左右四个面。上下两水平刀轴分别安装一把平刨刀,加工六棱柱体的上下两个平面。为获得良好的尺寸精度,成型机的进料靠山亦需具有 60° 倾角,并且木料采用针刺链条上驱动方式,以保证木料沿着靠山平稳移动。

成型加工精度主要通过测量六棱柱体的角度偏差与边长偏差来衡量,这两项参数对于大断面六棱柱体集成材的胶合质量有着至关重要的影响。角度偏差大,集成材单元胶合时受力不均匀,木材压缩比例不一致,将导致胶合后的集成材内应力过大,容易产生开裂、变形等缺陷。

1.6 大断面六棱柱体加压胶拼

利用六棱柱体制材工艺所得的小六棱柱体单元,通过涂胶、组坯与加压,制得大断面六棱柱体集成材,如图 4 所示。

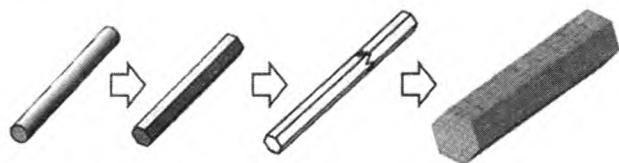


图 4 大断面六棱柱体集成材制造流程

Fig. 4 Production process of large section hexagon glulam

该工序的关键生产设备为六棱柱体加压胶拼机,主要采用上压板与右侧压板同时加压的方法。由于大断面六棱柱体胶合面众多,且各胶合面互成一定角度,若压力不均易导致内应力过大,集成材成品容易产生开裂、变形等缺陷。为保证压力均匀,采用同步位移等手段,通过控制压板位移,以保证压力均匀性,避免胶合缺陷。

针对小径级杉木的材性,笔者采用冷压胶拼技术,选用单组份聚氨酯(PUR)胶,经过实践摸索,获得的较佳工艺参数为:

木材含水率 12%、施胶量 125 g/m^2 、施胶后陈放 12 min,压力 1.5 MPa、温度 $20 \sim 25^\circ\text{C}$; 试件取出后需进行养生处理,以释放集成材内部应力。在此条件下制得的大断面六棱柱体集成材,如图 5 所示。

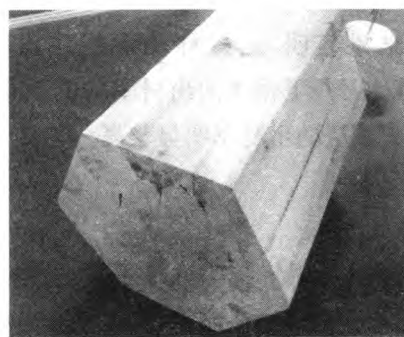


图 5 大断面六棱柱体集成材

Fig. 5 A hexagon glulam with big section size

2 小径级杉木六棱柱体制材工艺的出材率

六棱柱体制材工艺针对直径 $< 16 \text{ cm}$ 的小径级杉木,其主产出材率 $P^{[7]}$ 的计算方法如下:

$$P = \frac{V}{Q} \times 100\% = \frac{S_{\text{六棱柱}}}{S_{\text{原木}}} \times 100\% = \frac{\frac{3\sqrt{3}r^2}{2}}{\pi r^2} \times 100\% \quad (1)$$

式中: V —主产材体积, cm^3 ; Q —原木材积, cm^3 ; $S_{\text{六棱柱}}$ —六棱柱体端面面积, cm^2 ; $S_{\text{原木}}$ —原木端面面积, cm^2 ; r —原木端面圆半径, cm 。

计算六棱柱体出材率时,选取几种规格原木进行理论计算,如若考虑相近直径原木加工成同一规格材料,其出材率略有降低。其次,六棱柱体制材时,当原木弯曲度小于 5% 时,可以制得原木内接最大六棱柱体,不会影响其出材率。

六棱柱体制材工艺与几种常规下锯法的出材率计算结果,列于表1。

表1 小径级原木不同下锯法主产出材率

下锯法	小头直径 d/cm	原木材积 V/m^3	最大主产材积 V/m^3	主产出材率 $P/\%$
毛边	8	0.021	0.011	52.4
	10	0.031	0.017	54.8
	12	0.043	0.023	52.7
桔瓣形	8	0.021	0.011	52.4
	10	0.031	0.017	54.8
	12	0.043	0.027	62.8
梯形	8	—	—	—
	10	0.031	0.019	61.3
	12	0.043	0.028	65.0
六棱柱体	8	0.021	0.017	80.9
	10	0.031	0.026	83.8
	12	0.043	0.036	83.7

表1结果表明,六棱柱体下锯法出材率超过80%,而其他常规下锯法的出材率均低于65%,可见六棱柱体下锯法的出材率明显较高。

3 结语

小径杉木采用传统的毛板下锯法、整边板下锯法、桔瓣形下锯法等方法制材,存在主产出材率低、木材利用率低等不足;而且,小径木常规下锯法的主产材以板材为主,一般用于生产细木工板与指接拼板等,产品附加值低。

采用六棱柱体制材工艺,不仅可提高小径级杉木的制材出材率,而且利用小断面六棱柱体,可生产大断面六棱柱体集成材,用于木结构梁柱构件,实现了小材大用、劣材优用,显著提高产品附加值,为缓解我国大直径原木资源紧缺的现状具有重要意义。

针对小径级木材六棱柱体制材工艺,今后的重点研究将围绕完善光电扫描工艺、提高计算精度与数据处理效率、改良工艺参数等方面进行,进一步提高六棱柱体制材的精度以及大断面六棱柱体集成材的胶合质量。

相关专用加工设备的开发研究,将在本专栏陆续报道。

参考文献:

- [1] 人民网. 中国将加强东北国有林区建设[R]. 2012-12-22.
- [2] 国家林业局森林资源管理司. 第七次全国森林资源清查及森林资源状况[J]. 林业资源管理, 2010(1):1-8.
- [3] 丁廷文. 世界小径原木制材加工工艺和技术[J]. 国外林产工业文摘, 2000(6):4-11.
- [4] 许民. 珍贵树种小径级原木的合理加工和利用[J]. 林产工业, 2000, 27(2):38-40.
- [5] 顾炼百. 木材加工工艺学[M]. 北京:中国林业出版社, 2011.
- [6] 庞凤艳. 落叶松人工林小径木异型材集成加工技术与工艺研究[D]. 哈尔滨:东北林业大学学报, 2012.
- [7] 谭守侠, 周定国. 木材工业手册[M]. 北京:中国林业出版社, 2007:269.

(责任编辑 向琴)

行业简讯

第4届全国木材加工技术与装备发展研讨会落幕

2013年8月,第4届全国木材加工技术与装备发展研讨会在黑龙江省牡丹江市隆重举行。会议由中国林业机械协会与国家林业局北京林业机械研究所共同主办,以“发展数控与自动化新装备 推动木工机械行业转型升级”为主题,来自全国木材加工机械行业的专家、学者、企业管理人员、工程技术人员等近150名代表参加会议。

国家林业局全国木材行业管理办公室、国家木工机械质量监督检验中心、北京林业机械研究所、机械科学研究总院、南京林业大学、北京林业大学、东北林业大学等单位的专家,分别就我国林业机械发展的思

考、家具大规模定制与先进制造技术、家具行业发展对木工机械新技术及新装备的新要求、数控与自动化装备的刀具系统、现代木工机械检验检测技术、中国木工机械行业转型升级的发展路径、木材高速高效加工新装置、木工机械环境管理体系等议题进行了演讲,还特别邀请到俄罗斯滨海边疆区木材协会,对该地区林业状况做了介绍。

期间,与会代表参观了第六届中国(牡丹江)-俄罗斯(远东)国际木业博览会,进一步了解了东北亚地区林业木业产业发展状况;协会相关专业委员会举办了2013年年会等活动。

中国林业机械协会