

讨论与建议

三种非常用树种人工林木材的 机械加工性能评价

谢雪霞, 刘波, 孙华林, 姜笑梅, 殷亚方

(中国林科院木材工业研究所, 北京 100091)

摘要: 通过研究栗木、刺槐和柳杉 3 种非常用树种的木材机械加工性能, 为其高附加值利用提供科学依据。分别测试了 3 种木材的刨削、砂削、铣削、钻削等机械加工性能。结果表明: 栗木和刺槐的综合机械加工性能优于柳杉; 随着刨削深度和进料速度的增大, 刨削质量下降, 其中, 进料速度对刨削加工性能的影响大于刨削深度。

关键词: 栗木; 刺槐; 柳杉; 机械加工性能; 非常用树种

中图分类号: TS612

文献标识码: B

文章编号: 1001-8654(2014)04-0028-04

Evaluating on Machining Properties of Wood of Three Less-Commercially Used Plantation Species

XIE Xue-xia, LIU Bo, SUN Hua-lin, JIANG Xiao-mei, YIN Ya-fang

(Research Institute of Wood Industry, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China)

Abstract: To determine wood machining properties of less-commercially used species for high value-added utilization, planing, sanding, shaping, boring, turning and mortising of *Castanea mollissima*, *Robinia pseudoacacia* and *Cryptomeria fortunei* from plantation resources were evaluated respectively, according to Chinese forestry industrial standard LY/T2054-2012. Moreover, the effect of cutting depth and feed rate on planing quality was investigated. The results showed that the comprehensive machining properties of *Castanea mollissima* and *Robinia pseudoacacia* were better than that of *Cryptomeria fortunei*. Furthermore, wood planing quality of the three species decreased as the increase of cutting depth and feed speed. Also, the effect of feed rate on planing quality was greater than that of cutting depth.

Key words: *Castanea mollissima*; *Robinia pseudoacacia*; *Cryptomeria fortunei*; machining properties; less-commercially used species

随着优质木材供应量的日益减少,“十一五”期间,我国木材原料海外依存度接近 50%,其中地板原

料海外依存度超过 80%。预期到 2015 年,我国木材消费需求将达到 4.8 亿 m^3 ,供应缺口可能达 1.9 亿 m^3 ^[1]。全球常用木材主要来自于天然林中部分蓄积量较大的树种,在全球呼吁减少毁林排放、打击非法采伐的大背景下,有关国家已经开始调整林业政策,逐步减少森林采伐,限制木材原料出口,木材贸易已列入中美贸易谈判等国际外交谈判的主要议题。

收稿日期: 2014-02-21; 修改日期: 2014-06-05

基金项目: “十二五”国家科技支撑计划“非常用树种木材加工性能与加工技术研究”(2012BAD24B01-01)。

作者简介: 谢雪霞(1987—),女,中国林科院木材工业研究所硕士研究生。

责任作者: 殷亚方,男,中国林科院木材工业研究所研究员。

因此,供需矛盾迫使林木产业加大开发非常用树种木材资源。

从兼顾天然林资源保护和满足经济社会可持续发展对木材需求的目标出发,开发利用非常用树种木材,已经成为全球性的技术解决方案。国际热带木材组织(ITTO)长期资助非常用树种木材利用技术开发,1992年,与国际林业研究组织(IUFRO)联合召开了“国际木材资源综合利用研讨会”;2001年,组织召开了“亚太地区热带木材深加工技术国际研讨会”;2010年,组织召开了“热带人工林木材的改进应用技术国际研讨会”。

在美国,对美国南方松以及20多个非常用树种木材的机械加工工序的系统研究,大大促进了美国阔叶树材出口。日本从20世纪70年代开始,进行了“东南亚木材加工利用特性和加工利用技术研究”和“俄罗斯木材加工利用特性和加工利用技术研究”,为日本开发利用东南亚和俄罗斯森林资源发挥了重要作用。加拿大、新西兰、欧洲、日本和美国等国家的学者,先后对多种人工林木材的加工性能进行深入研究^[2-6]。在充分了解和掌握木材机械加工性能的前提下,确定木材合理的加工方式和最终用途,从而提高木材的加工利用水平提供科学依据。

我国刺槐、柳杉、核桃木、栗木和银杏等非常用树种资源的分布面积已超过400万 hm^2 ,蓄积量约1.8亿 m^3 。其中,刺槐和柳杉的分布面积最大,分别为150、140万 hm^2 。然而由于缺乏技术支撑和资金支持,对这些树种木材的加工性能研究和新产品加工技术开发匮乏^[7-8]。因此,开展非常用树种木材加工性能研究,加强非常用木材资源在木制品制造方面的工业化关键技术开发,将为增加资源的有效供给,确保我国木材资源供给安全提供技术支撑。

鉴于此,笔者以具有一定代表性的3种非常用树种为研究对象,结合我国现有木材机械加工发展水平,分析和确定3种木材在典型生产加工方式下的机械加工特点和质量,为其高附加值利用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1) 阔叶树材:① 栗木(*Castanea mollissima*),采

自四川,平均年轮宽度5.65 mm,气干密度0.634 g/cm^3 ;② 刺槐(*Robinia pseudoacacia*),采自山东,平均年轮宽度3.90 mm,气干密度0.701 g/cm^3 。

2) 针叶树材:柳杉(*Cryptomeria fortunei*),采自四川,年轮宽度8.78 mm,气干密度0.368 g/cm^3 。

每个树种采集长度1.3 m、直径 >20 cm的原木30根,加工成规格(长 $\times$ 宽 $\times$ 厚)1 220 mm $\times$ 100 mm $\times$ 20 mm的锯材,窑干至含水率约20%,在 $(20\pm 2)^\circ\text{C}$ 、相对湿度 $(65\pm 5)\%$ 的环境中存储至平衡含水率达12%。每个树种的每项测试取试样50个,试样无腐朽等缺陷。

1.2 试验设备

综合考虑我国木材机械加工装备与技术发展水平,并结合LY/T 2054-2011《锯材机械加工性能评价方法》的技术要求,采用设备:KUW-500F1型自动进料两面刨床;WS-65型宽带砂光机;MX7320直边仿形推台单轴铣床;B13S台钻;MC3230仿形木工车床;立式单轴榫槽机等。

1.3 试验方法

依据LY/T 2054-2011,并参考我国木材加工实际状况,设定6种机械加工参数。

1) 刨削:试样规格(长 $\times$ 宽 $\times$ 厚)900 mm $\times$ 100 mm $\times$ 20 mm;采用高速钢刀具,主轴装有3个刀片,刀具楔角 30° ,转速5 000 r/min。选取5组刨削参数(表1)。

表1 刨削加工的5种工艺参数

Tab. 1 Experimental factors and levels

编号	刨削深度/mm	进料速度/($\text{m}\cdot\text{min}^{-1}$)
1	0.8	8.0
2	1.6	8.0
3	2.5	8.0
4	0.8	9.5
5	0.8	19.5

2) 砂削:用刨削后的试样制成规格(长 $\times$ 宽 $\times$ 厚)400 mm $\times$ 100 mm $\times$ 10 mm的试样;采用120目氧化铝纸质砂带进行砂削。进料速度6.0 m/min,砂削量0.6 mm。

3) 铣削:试样规格(长 $\times$ 宽 $\times$ 厚)300 mm $\times$ 80 mm $\times$ 20 mm,主轴转速6 000 r/min,进料速度约0.6 m/min,顺纹铣削。

4) 钻削:在铣削试样上,采用圆形沉割刀中心

钻,主轴转速 2 800 r/min,加工 2 个直径 22 mm 的通孔。

5) 车削:试样规格(长×宽×厚)130 mm×20 mm×20 mm,主轴转速 2 600 r/min,进料速度 0.6 m/min。

6) 榫加工:在铣削和钻削试样上,加工 2 个尺寸 12.5 mm 的方形通孔,主轴转速 2 800 r/min。

1.4 加工性能评价

依据 LY/T 2054-2012,目测和接触加工表面,根据加工缺陷程度分为:等级 1:优秀或无缺陷;等级 2:良好;等级 3:好;等级 4:一般;等级 5:差。以达标百分率进行评价。

采用加权数方法综合评价各树种木材的机械加工性能。刨削、砂削、铣削和车削的加权数为 2,钻削和榫加工的加权数为 1,以达标百分率所确定各加工项目的质量级别值乘以加权数,6 项试验结果所得总分即为综合加工性能评价价值。

2 结果与讨论

3 树种木材的机械加工性能测试结果见表 2,3 种木材在不同加工参数下的刨削性能见表 3。表 2 中,刨削达标百分率是 5 组加工参数的平均值。

表 2 三种树种木材的达标百分率和综合评价价值
Tab. 2 Percentage of qualified specimen and total weighting value of three species

树种 名称	达标百分率/%							综合 评价价值
	刨削		砂削 ^a	铣削 ^b	钻削 ^b	车削 ^c	榫加工 ^c	
	a	b						
栗木	51	90	100	95	68	97	95	44
刺槐	22	83	98	100	90	100	94	42
柳杉	40	96	100	98	42	70	82	36

a:等级 1 所占百分率;b:等级 1 和等级 2 所占总百分率;c:等级 1、等级 2 和等级 3 所占百分率,下同。

表 3 3 种木材在不同工艺参数下的刨削性能
Tab. 3 Planning properties of three species with different parameters

树种名称	等级	达标百分率/%					平均值
		1	2	3	4	5	
栗木	a	73	69	62	41	10	51
	b	100	100	96	83	69	90
刺槐	a	38	34	24	14	2	22
	b	100	94	90	78	52	83
柳杉	a	66	62	50	18	4	40
	b	100	100	98	96	88	96

1) 刨削性能:刨削加工质量对木制品后续加工影响显著^[8],与木材利用率和生产成本密切相关。在刨削加工过程中,刨削深度和进料速度是重要的技术参数,直接影响刨削加工质量。

表 2、3 显示,栗木和柳杉的刨削性能优于刺槐,观察发现刺槐刨削后出现大量的毛刺沟痕等缺陷,可能是由于刺槐干燥过程中易产生翘曲和裂纹等缺陷引起的^[9-10]。

由表 3 可看出,随着刨削深度和进料速度的增大,毛刺沟痕和凹凸纹等缺陷越来越严重,刨削性能不断下降。这是由于进料速度增大时,切割间距增大导致刀具对试样切割不均匀;而随着刨削深度增大,刀具对刨削面的压力和摩擦增大,使刨削表面产生更多缺陷。当刨削深度为 0.8 mm、进料速度为 8 m/min 时,三种树种木材的刨削性能最佳。

进料速度对木材刨削性能的影响大于刨削深度。这可能是因为进料速度提高时,刀具切割间距的增大,更易撕裂木材加工表面纤维组织,对刨削面产生的破坏,远远大于因刨削深度增加导致刀具切割时与木材组织间压力增大所产生的缺陷。

2) 砂削性能:3 种木材的砂削性能均优秀,尤其是栗木和柳杉。可能是由于针叶树材的结构较阔叶树材更加均匀,易于砂削所致^[4,6,11];阔叶树材中,栗木的纹理较刺槐更直,容易得到光洁的加工表面。

3) 铣削性能:3 种木材铣削性能均为优秀,试样表面多表现为整洁光滑。铣削加工产生的加工缺陷比较轻微,主要缺陷是毛刺纹,因纤维没有被刀具完全切断所致。

4) 钻削性能:刺槐木材的钻削性能较优,栗木、柳杉次之。钻削加工造成的缺陷主要是由于孔下周缘木材组织压溃后产生的毛刺沟痕。由于柳杉木材的密度和硬度均较小,在钻削加工过程中易产生此类缺陷。

5) 车削性能:栗木和刺槐的车削性能均属优秀,而柳杉木材相对较差,缺陷主要是试样进行逆纹切割时产生的毛刺。

6) 榫加工性能:2 种阔叶树材的榫加工达标百分率,高于针叶树材柳杉。榫加工的主要缺陷为榫眼边缘的毛刺沟痕,因栗木和刺槐的木材密度和硬度大于柳杉,在榫加工过程中产生的缺陷较少。

7) 综合加工性能:2种阔叶树材的综合加工性能优于针叶树材;3种木材的综合加工性能评价价值 >36 ,优于实木家具常用树种核桃楸的综合加工性能评价价值(为28)^[8]。

3 结论

1) 栗木的各项机械加工性能均为优秀;刺槐的砂削、铣削等加工性能优秀,刨削性能较差;柳杉木材的刨削、砂削、铣削等加工性能优秀,钻削和车削性能较差。因此,实际应用中,需针对不同树种的特点,选择合适的加工方式生产目标产品,可以节约原材料,提高加工质量和加工效率。

2) 进料速度和刨削深度对3种木材的刨削性能均有影响,尤其是刺槐。在保证生产效率的同时,应尽量减小刨削深度和进料速度,以有效地提高刨削质量。

3) 本试验中的3种非常用树种人工林木材,具有良好的综合机械加工性能,可用于实木制品的开发利用。

志谢:感谢中国林科院木材工业研究所周永东、李晓玲、彭立民、梁善庆、李军锋、李洪泉为本研究的试材采集、干燥和加工测试提供帮助。

参考文献:

- [1] 王旭东,段经华. 木竹产业由大变强还需科技给力[N]. 中国绿色时报,2012-08-15.
- [2] 侯新毅,姜笑梅,高建民,等. 木材的机械加工性能研究现状与发展[J]. 木材工业,2003,17(6):3-5.
- [3] 袁全平,苏初旺,熊经波. 人工林木材机械加工性能的研究发展[J]. 木材加工机械,2011(3):42-45.
- [4] Sait Dunder Sofuoglu, Ahmet Kurtoglu. Some machining properties of 4 wood species grown in Turkey[J]. Turkish Journal of Agriculture and Forestry,2014,38:420-427.
- [5] 侯新毅,姜笑梅,殷亚方. 窿缘桉木材刨削和砂光后的微观破坏形式[J]. 木材工业,2010,24(5):8-10.
- [6] Torelli N, Stewart H A. Machining and related characteristics of five wood species from Bayanga region (Central African Republic) [R]. Ljubljana: Edvard Kardelj University Ljubljana Biotechnical Faculty,1983:5-16.
- [7] 姜笑梅,叶克林,吕建雄,等. 中国桉树和相思人工林木材性质与加工利用[M]. 北京:科学出版社,2007:137-181.
- [8] 侯新毅. 三种桉树木材的机械加工和透明涂饰性能研究[D]. 北京:北京林业大学,2004.
- [9] Malkocoglu A, Ozdemir T. The machining properties of some hardwoods and softwoods naturally grown in Eastern Black Sea Region of Turkey [J]. Journal of Materials Processing Technology, 2006, 173(3):315-320.
- [10] Hernandez E R, Cecilia B, Yves F. Wood machining properties of white spruce from plantation forests[J]. Forest Products Journal, 2011, 51(6):82-89.
- [11] 成俊卿. 木材学[M]. 北京:中国林业出版社,1985.

(责任编辑 张一萍)

市场资讯

2014 一季度我国进口原木和锯材情况

根据海关统计数据,2014年一季度我国进口原木及锯材的数量与金额,均比2013年一季度增长。

1 原木

2014年一季度进口原木总量累计1 261万 m^3 ,金额30.5亿美元,同比分别增长32%和59%;其中,3月份进口量为487万 m^3 ,同比增长22.4%。

排名前三位的进口国:俄罗斯居首,进口量达306万 m^3 ,占比24.3%,同比增加25%;新西兰,进口282万 m^3 ,占比22.4%,同比增加27%;美国,进口142万 m^3 ,占比11.3%,同比增长43%。

进口量排名前三位的树种:辐射松,达318万 m^3 ,同比增加35%;樟子松,进口量188万 m^3 ,同比增幅47%;落叶松进口量仅为44万 m^3 。

2 锯材

2014年一季度进口锯材560万 m^3 ,金额17.48亿美元,同比分别增长18%和33%;其中3月份进口220万 m^3 ,同比增长12.2%。

主要进口国:俄罗斯,165万 m^3 ,占比29.5%,同比增加37%;加拿大,149万 m^3 ,占比26.6%。从泰国和菲律宾分别进口锯材43万 m^3 和16万 m^3 ;从智利进口锯材17万 m^3 。从加拿大的进口锯材价格上涨3%,而俄罗斯持平。

主要进口锯材树种:白松(云、冷杉)锯材为159万 m^3 ,占比28.4%,樟子松锯材115万 m^3 ,占比20.5%,同比增加41%;辐射松和花旗松锯材的进口量分别为28万 m^3 和8万 m^3 ,同比减少。

张一萍摘编