

核桃楸和银杏人工林木材的机械加工性能评价

刘波, 谢雪霞, 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: 为实现珍贵树种核桃楸和非常用树种银杏的高附加值利用, 依据 LY/T 2054-2012《锯材机械加工性能评价方法》, 分别测试了这2种人工林木材的机械加工性能。结果表明: 银杏人工林木材的砂削、铣削和车削加工性能优秀, 刨削、钻削和开榫性能良好; 核桃楸人工林木材的车削性能优秀, 铣削和开榫性能良好, 其他性能一般。银杏人工林木材综合机械加工性能优于核桃楸人工林木材。

关键词: 银杏; 核桃楸; 人工林; 机械加工性能; 缺陷

中图分类号: S781.6; TS652 文献标识码: A 文章编号: 1001-8654 (2016) 04-0009-04

Evaluation of Wood Machining Properties for *Juglans mandshurica* and *Ginkgo biloba* Wood from Planted Forests in China

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

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

Abstract: To realize high value-added utilization of valuable hardwood species, *Juglans mandshurica* and less-commercially used softwood species *Ginkgo biloba*, wood machining properties of the two species from planted forests were evaluated, respectively, according to forestry industrial standard LY/T 2054-2012. The results showed that sanding, shaping and turning performance of *Ginkgo biloba* were excellent with good planing, boring and mortising performance. Planing, shaping and mortising of *Juglans mandshurica* were excellent with other general machining performance. The comprehensive machining properties of *Ginkgo biloba* were better than that of *Juglans mandshurica*.

Key words: *Juglans mandshurica*; *Ginkgo biloba*; planted forests; machining properties; defects

随着国民经济的发展和人民生活水平的提高, 我国木材需求量逐年增加。国家实施天然林保护工程以后, 国内木材供应不足。为解决供需矛盾, 国家一方面实行进口木材零关税政策, 另一方面积极开发新材种的加工利用技术, 扩大用材树种的来源。

核桃楸 (*Juglans mandshurica*) 是国家Ⅱ级珍稀

树种, 材质坚硬致密, 弹性好, 为优良的军用细木工板和家具用材^[1], 目前种植面积超 20 万 hm², 蓄积量超 2 134 万 m³^[2]。国家二级保护珍稀植物银杏 (*Ginkgo biloba*) 是我国重要的非常用树种之一, 自古以来作为常用绿化植物, 具有较高的观赏和经济价值, 分布面积超 40 万 hm², 蓄积量已达 2 680 万 m³^[3]。银杏人工林木材主要用于制作高档工艺品、雕刻品、家具、玩具和室内装饰材料。然而, 由于长期以来缺乏技术支撑和资金支持, 珍贵和非常用树种木材的加工性能研究及加工技术匮乏^[4], 影响其后续加工利用^[5-7]。

收稿日期: 2015-09-25; 修改日期: 2016-06-10

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: 刘波(1978—), 女, 中国林科院木材工业研究所助理研究员。

鉴此,笔者以核桃楸和银杏为研究对象,结合我国现有木材机械加工发展水平,分析和评价此2种木材在典型生产加工方式下的机械加工特点和质量,旨在为高附加值的实木制品生产提供技术依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

核桃楸(*Juglans mandshurica*):半环孔阔叶材,树龄25年,平均年轮宽度为3.34 mm,气干密度为0.528 g/cm³,采自黑龙江。

银杏(*Ginkgo biloba*):针叶树材,树龄25年,平均年轮宽度为5.17 mm,气干密度为0.532 g/cm³,采自安徽。

每个树种采集原木30根,长度1.3 m,直径>20 cm,加工成1220 mm×100 mm×20 mm的锯材,并窑干至含水率约20%,在(20±2)℃、相对湿度(65±5)%的环境中调至平衡含水率12%。

1.2 试验设备

机械加工设备:自动进料两面刨床;宽带砂光机;直边仿形推台单轴铣床;台钻;仿形木工车床;立式单轴榫槽机等。

显微观察装置:Olympus BX51 光学显微镜,配DP71自动成像系统;Leica M205C 实体显微镜。

1.3 试验方法

对试样进行机械加工性能测试之前,从其端部截取10 mm×10 mm×10 mm小木块用于制备显微切片,采用光学显微镜观察拍照;加工性能测试完成后,将试样加工表面置于实体显微镜下观察拍照。

依据LY/T 2054-2012《锯材机械加工性能评价方法》,并参考我国木材加工实际状况,确定了6种机械加工方式及其加工参数。每种加工方式平行测试50次,所用试样均无腐朽和开裂等缺陷。

1)刨削:试样尺寸900 mm×100 mm×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。

考虑到刨削加工质量对木制品后续加工影响显著^[4-5],也与生产成本和木材利用率密切相关^[8],而刨削深度和进料速度是重要的技术参数,为此,设置5组刨削参数(表1),以评价切削深度和进料速度的影响。

表1 刨削加工的5组工艺参数

Tab.1 Planing factors and levels

试验编号	1	2	3	4	5
刨削深度/mm	0.8	1.6	2.5	0.8	0.8
进料速/(m/min)	8.0	8.0	8.0	9.5	19.5

2)砂削:将刨削后的试样制成400 mm×100 mm×10 mm的试样,分别采用120目和80目氧化铝砂纸进行砂削。进料速度6.0 m/min,砂削量0.6 mm。

3)铣削:试样尺寸300 mm×80 mm×20 mm,主轴转速6 000 r/min,进料速度0.6 m/min,顺纹铣削。

4)钻削:试样尺寸同铣削试样,用圆形沉割刀中心钻,主轴转速2 800 r/min,加工2个直径为22 mm的通孔。

5)车削:试样尺寸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:试样尺寸同铣削,加工2个尺寸12.5 mm的方形通孔,主轴转速2 800 r/min。

1.4 性能评价

依据LY/T 2054-2012《锯材机械加工性能评价方法》,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。依据文献^[9],计算单项机械加工的达标率,评价两种木材单项机械加工性能;采用加权数方法,评价两种木材的综合机械加工性能。

2 结果与讨论

2.1 刨削性能

2种木材在5种刨削试验参数下,等级1和等级1+等级2所占百分率,列于表2。

表2结果显示,2种木材均在刨削深度0.8 mm、进料速度8 m/min时的刨削质量最好。随着刨削深度

表2 试件刨削质量等级

Tab.2 Grades of planing processing

树种	等级	等级百分率/%				
		试验1	试验2	试验3	试验4	试验5
核桃楸	1	62	20	12	8	0
	1和2	92	81	77	61	31
银杏	1	60	56	48	32	12
	1和2	100	94	90	80	67

和进料速度的增加,木材刨削质量逐渐下降,尤以核桃楸试样等级1所占百分率下降明显。

2种木材在5种刨削工艺下的表面粗糙度检测结果,列于表3。

表3 刨削后试件的表面粗糙度
Tab.3 Surface roughness after planing

树种	表面粗糙度均值/Ra				
	试验1	试验2	试验3	试验4	试验5
核桃楸	4.58	7.34	7.29	7.77	7.64
	(0.90)	(1.98)	(2.06)	(1.85)	(2.85)
银杏	3.76	4.07	4.19	4.34	4.59
	(0.45)	(0.34)	(0.60)	(0.51)	(0.39)

注:括号内数值为标准差。

结合表1和表3可以看出,随着刨削深度和进料速度的增加,木材表面粗糙度增大。

如图1所示,核桃楸刨削加工的主要缺陷为毛刺,主要是阔叶材材质较硬,刨削过程中许多个体纤维或小束纤维松散于板材表面,引起的表面起毛;银杏多为毛刺沟痕,是加工时表面被撕裂产生的波浪,常出现于针叶材等密度较小的木材中。

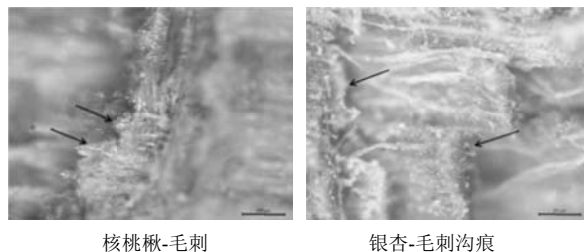


图1 刨削加工主要缺陷
Fig.1 Main planing defects of samples

刨削深度和进料速度两项加工参数对木材的刨削加工有很大影响。在实际生产中,在保证生产效率的同时,尽量减少刨削深度,降低进料速度,以减少加工缺陷。

2.2 砂削性能

在本试验条件下,2种木材砂削后表面粗糙度检测结果,列于表4。

表4 砂削后试件的表面粗糙度
Tab.4 Surface roughness after sanding

树种	表面粗糙度均值/Ra	
	120目砂纸	80目砂纸
核桃楸	6.17 (0.39)	9.19 (0.92)
银杏	6.08 (0.55)	8.79 (0.63)

注:括号内数值为标准差。

由表4可见,120目砂纸砂削的试件表面质量明显优于80目砂纸。在2种砂纸砂削后,银杏木材的质量均为优秀(达标率100%),核桃楸木材达标率稍低(达标率92%~94%)。有研究表明,在一定范围内,砂纸的目数越大,砂削表面质量越好,但达到一定目数后,对砂削质量没有明显改善^[10-11]。

树种对木材砂削表面粗糙度没有影响,但由于木材早晚材区域的表面粗糙度有很大区别,故试件的表面粗糙度与木材的结构特征关系密切。

表面绒毛和层状掀起(图2)是砂削加工常见缺陷,主要是由于木材表面木纤维被砂纸带起部分脱离引起的。表面绒毛多见于针叶材砂削,层状掀起多见于环孔阔叶材。

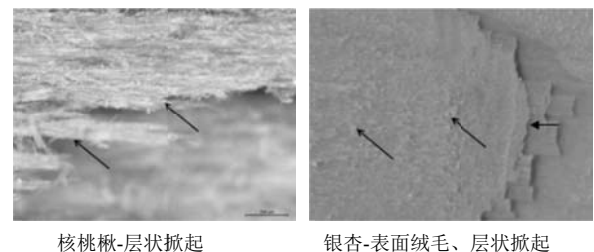


图2 砂削加工主要缺陷
Fig.2 Main sanding defects

2.3 铣削性能

银杏人工林木材的达标率为100%,铣削性能优秀。核桃楸人工林木材达标率为88%,铣削性能良好;而相同测试条件下,核桃楸天然林木材的达标率为90%^[12],说明核桃楸人工林与天然林木材的铣削性能相近。

铣削缺陷主要为毛刺纹和凹凸纹,是由于铣削加工曲面时木材纤维有部分保留在木材表面所致。毛刺纹占60%,属轻微缺陷,虽破坏性不大但存在普遍,打磨后可消除。凹凸纹(图3)的破坏性稍大,主要存在于核桃楸木材,其早晚材结构变化比较明显,也有研究报道铣削时会产生撕裂等缺陷^[13]。

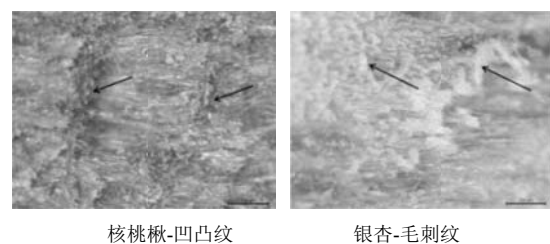


图3 铣削加工主要缺陷
Fig.3 Main shaping defects

2.4 钻削性能

银杏木材的钻削性能良好, 达标率为 88%; 核桃楸木材的达标率仅为 50%, 钻削性能较差。这也是由于木材结构特征所致。缺陷类型是毛刺和毛刺沟痕(图 4), 常位于钻孔的下边缘, 占缺陷试件的 80%, 并伴有孔径粗糙度较大, 但经砂纸打磨可去除。

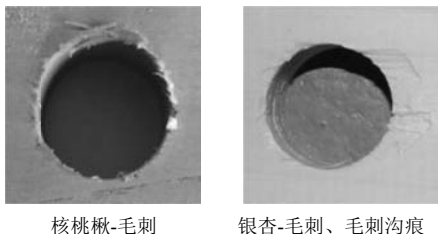


图 4 钻削加工主要缺陷

Fig.4 Main boring defects

2.5 开榫性能

核桃楸人工林木材达标率为 97%, 银杏人工林木材开榫达标率为 87%。开榫加工和钻削加工类似, 缺陷主要为毛刺和毛刺沟痕, 产生于榫眼下边缘, 但其破坏程度较钻削加工更为严重。如图 5 所示银杏木材等级 3 试件, 榫眼边缘毛刺缺陷严重, 同时存在毛刺沟痕, 甚至产生撕裂, 主要出现在刀具与木材纹理垂直的切割面上。

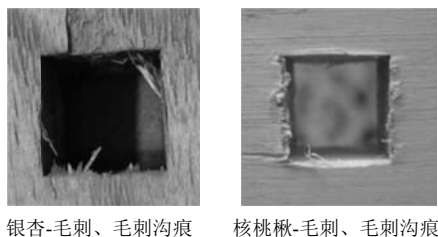


图 5 开榫加工主要缺陷

Fig.5 Main mortising defects

2.6 车削性能

核桃楸和银杏人工林木材的达标率均为 100%, 达优秀等级, 但其无缺陷试件的比例均低于 50%。车削加工缺陷主要为毛刺沟痕, 发生在刀具逆纹切割旋转试件时, 尤其密度较低的木材更易产生。试件也存在表面毛刺和绒毛等轻微缺陷, 但数量较少。一般阔叶树木材的车削性能优于针叶树木材。

综上所述, 在本试验条件下, 核桃楸综合评价值为 38 分, 银杏 44 分。对比之前的研究结果^[10], 非常用树种中, 银杏综合机械加工性能较高, 属于优秀 (40~50 分); 珍贵阔叶树种中核桃楸的综合机械加工性能相对较差, 但仍属于良好 (30~40 分)。

3 结论

1) 银杏的综合机械加工性能优秀, 核桃楸良好。两种人工林木材均可用于高附加值实木制品的生产, 具有替代天然林资源的潜力。生产中宜针对不同的树种选择其适宜的加工方式, 可有效节约原材料, 提高加工质量, 减少不必要的工序。

2) 在刨削、铣削、钻削、开榫、车削加工中, 两种木材常见缺陷为毛刺纹和毛刺沟痕, 砂削加工的主要缺陷是表面绒毛和层状掀起; 另外, 核桃楸在铣削加工中凸凹纹缺陷突出, 有时出现撕裂。

3) 国内开展木材机械加工性能的研究较少, 在研究方法、专用设备和分析手段等方面, 有待进一步改进和提高。

致谢: 感谢中国林科学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, 为本研究试验提供帮助。

参考文献:

- [1] 朱洪波, 赵云, 林士杰, 等. 核桃楸资源研究进展[J]. 中国农学通报, 2011, 27(25): 1-4.
- [2] 吴全德. 核桃楸人工林发展现状与利用的探讨[J]. 科技创新与应用, 2013 (1): 218.
- [3] 陈景和, 王家福, 赵廷翠, 等. 我国与世界森林资源评估分析[J]. 山东林业科技, 2015, 45(3): 94-96.
- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] 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.
- [7] 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.
- [8] 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.
- [9] 谢雪霞, 刘波, 孙华林, 等. 我国四种珍贵阔叶人工林木材的机械加工性能评价[J]. 木材工业, 2014, 28(5): 36-40.
- [10] Hendarto B, Shayan E, Ozarska B, et al. Analysis of roughness of a sanded wood surface [J]. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2006, 28(7): 775-780.
- [11] Ratnasingam J, Scholz F. Optimal surface roughness for high-quality finish on rubber wood (*Hevea brasiliensis*)[J]. Holz als Roh-und Werkstoff, 2006, 64(4): 343-345.
- [12] 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.
- [13] Carrano A L, Taylor J B, Lemaster R L. Machining-induced subsurface damage of wood[J]. Forest Products Journal, 2004, 54(1): 85.

(责任编辑 向琴、劳万里)