

编者按: 为了实现优质树种木材的提质增效利用,依托中央级公益性科研院所专项资金重点项目“桃花心木和辐射松木材性质与加工技术研究”,针对进口人工林木材生产加工及产品使用遇到的问题,进行木材性质的全面分析,并在此基础上开展干燥、机械加工、胶合、涂饰等系列工艺研究,制定提升这两种木材品质和利用价值的优化工艺。

本刊于2019年系列报道此项研究的技术成果,为进口木材资源的高效加工利用提供技术指导。

进口桃花心木与辐射松木材机械加工性能评价

江京辉¹, 付宗营¹, 李伯涛¹, 陈凤义², 周永东¹

(1. 中国林科院木材工业研究所, 北京 100091; 2. 廊坊华日家具股份有限公司, 河北廊坊 065001)

摘要: 参照 LY/T 2054-2012《锯材机械加工性能评价方法》,并结合目前实际加工设备与技术水平,对进口桃花心木和辐射松木材分别进行刨削、车削、砂削、铣削、钻削和开榫等6项机械加工性能的评价。结果表明:桃花心木和辐射松木在刨削、车削、砂削、铣削和榫眼5项机械加工性能均为优等级,钻削加工质量等级分别为良和中等等级;两者均是优良的实木木制品用材,桃花心木的机械加工性能优于辐射松木材。

关键词: 桃花心木; 辐射松; 机械加工性能; 质量等级

中图分类号: S792.33; S791.252; S781.63 文献标识码: B 文章编号: 1001-8654(2019)04-0045-05

Evaluating Machining Performance of Imported Mahogany and Radiate Pine Wood

JIANG Jing-hui¹, FU Zong-ying¹, LI Bo-tao¹, CHEN Feng-yi², ZHOU Yong-dong¹

(1. Research Institute of Wood Industry, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China;

2. Langfang Huari Furniture Co., Ltd., Langfang 065001, Hebei, China)

Abstract: Experiments were conducted on evaluating machining performance (including planning, turning, sanding, shaping, drilling, and mortising) of imported Mahogany and Radiate pine wood from plantation forests according to LY/T 2054-2012 “Methods for evaluating machining properties of lumber”.

The results showed as follows: most of the machining performance of Mahogany and Radiate Pine wood samples were in excellent grade except drilling property, which was in fair and middle grade, respectively.

The machining performance of Mahogany wood was generally better than that of Radiate pine wood. Both Mahogany and Radiate pine wood were excellent for making furniture and other solid wood products.

Key words: mahogany; radiate pine; machining performance; quality grade value

我国进口木材来源地域广、数量大、树种杂,

进口国家涉及东南亚、非洲、南美洲、大洋洲、欧洲、北美洲等各个地区。印尼大叶桃花心木和辐射松是两种进口量较大、使用范围广、受市场欢迎的典型树种,但其木材材性与加工性能尚缺乏系统性研究。在课题组对两种木材材性和干燥技术研究的

收稿日期: 2018-12-04; 修改日期: 2019-06-05

基金项目: 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金“桃花心木和辐射松木材性质与加工技术研究”(CAFYBB2017ZC003)。

作者简介: 江京辉(1976—),男,副研究员。Email: jiangjh@caf.ac.cn。

基础上^[1-4]，笔者参照 LY/T 2054-2012《锯材机械加工性能评价方法》^[5]，结合我国木材加工设备与技术水平，对两个树种木材的机械加工性能进行测试和评价，旨为两种木材合理的加工利用提供技术依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

印度尼西亚桃花心木 (*Swietenia mahagoni*) 和 新西兰辐射松 (*Pinus radiata*) 试材，分别来自于江苏张家港港口和山东某企业，窑干材，含水率分别是 8.37%、8.65%，气干密度分别为 0.56、0.48 g/cm³。参照 LY/T 2054-2012 加工试件，各项目的试件尺寸见表 1，数量均为 30。

表 1 机械加工性能试验的试件尺寸和数量
Tab.1 Specimen dimension and numbers for machining performance tests

项目	试件尺寸/mm	项目	试件尺寸/mm
刨削	910×140×25	铣削	410×80×20
车削	410×35×35	钻削	410×100×25
砂削	910×140×25	开榫	410×100×25

1.2 试验装置

KUW-500F1 型自动进料两面刨床，MCL3040 型仿形木工车床，千川双架砂光机，MAS5115A 立式单独木工铣床，BHC250 数字铣床，国产卧式万能台钻，MAS 立式/单轴连续榫眼槽机等。

1.3 试验方法

- 1) 刨削：刀轴转速为 5 000 r/min；切削厚度为 0.8 mm，进给速度为 8.0 m/min。
- 2) 车削：采用直齿刀和靠模配合进行加工，主轴转速为 2 170 r/min，纵向刀架进给速度为 6 m/min，最大加工量为 8.5 mm。
- 3) 砂削：自动进料速度 5.8 m/min，先粗砂（60 目），再细砂（180 目）。每次砂削加工量为 0.5 mm。
- 4) 铣削：手动铣削主轴转速为 16 000 r/min；自动铣削钻头直径为 9 mm，每次加工深度为 5 mm。
- 5) 钻削：主轴转速 2 860 r/min，钻头直径 25 mm。
- 6) 开榫：主轴转速为 2 400 r/min，分 2 次加工榫眼。先用直径为 12 mm 的钻头加工圆通孔，再用边长 14 mm 的方凿将圆孔加工成方孔，加工深度为板厚的 2/3，反转板材再进行开榫。

1.4 加工质量评价

依据 LY/T 2054-2012，目测试材的表面质量，根据加工缺陷分为 5 个等级。采用加权积分，即一级为 5 分、二级为 4 分、三级为 3 分、四级为 2 分、五级为 1 分，分别乘以各自的百分率；乘积求和，即为该项加工性能的质量等级值。

质量等级值划分为：4~5—优、3~4—良、2~3—中、1~2—差、0~1—劣^[6]。

计算两树种木材所有机械加工性能质量等级值的平均值，代表其机械加工质量等级。

2 结果与讨论

桃花心木和辐射松试材的机械加工性能主要指标的测试结果，列于表 2。无论是桃花心木还是辐射松试材，均以钻削加工性能表现最差，钻削质量等级分别为 3.30、2.89，分别属于良、中等级；其他 5 项质量等级为优。

表 2 桃花心木和辐射松试材机械加工性能指标及测试
Tab.2 Machining performance of Mahogany and radiate pine wood samples

树种	项目	不同等级比率/%					质量等级值	综合等级值
		一级	二级	三级	四级	五级		
桃花心木	刨削	70.97	29.03				4.71	
	车削	54.29	28.57	8.57		8.57	4.20	
	砂削	93.75	6.25				4.94	
	铣削-手动	80.00	13.33	6.67			4.73	4.35
	铣削-自动	36.67	36.67	26.67			4.10	
	钻削	25.00	29.55	13.64	13.64	18.18	3.30	
辐射松	开榫	59.09	31.82	9.09			4.50	
	刨削	56.25	43.75				4.56	
	车削	44.83	41.38	6.90		6.90	4.17	
	砂削	74.19	25.81				4.74	
	铣削-手动	90.63	6.25	3.13			4.88	4.20
	铣削-自动	31.25	46.88	18.75		3.13	4.03	
	钻削	7.58	31.82	21.21	21.21	18.18	2.89	
	开榫	39.39	51.52			9.09	4.12	

2.1 刨削性能

刨削质量对木制品后续加工影响显著，与木材利用率和生产成本密切相关^[7]。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，根据前人研究结果与企业生产实际，本试验设定刨削厚度为 0.8 mm，进给速度为 8.0 m/min^[8]。

由表2数据可知,桃花心木和辐射松试材的刨削质量的综合等级值分别为4.71、4.56,两树种接近,均属于优等级。前者主要刨削缺陷为毛刺,后者主要缺陷为轻微沟痕(图1)。

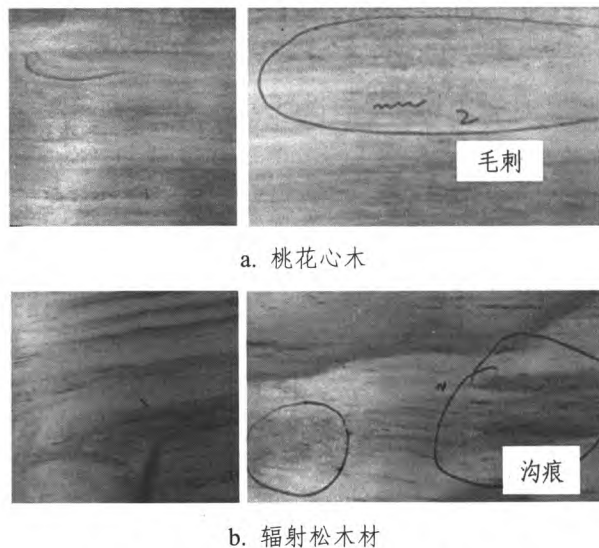


图1 桃花心木和辐射松木材的刨削性能

Tab.1 Planning performance of Mahogany and radiata pine wood samples

不同树种木材间刨削质量不同,是因为木材微观构造的均匀性差异所致^[9]。桃花心木为阔叶树材,纹理通直,材质均匀,刨削过程产生轻微毛刺,可通过后期砂削减少毛刺。而辐射松为速生针叶树材,生长速度快,生长轮宽度达12 mm,早晚材急变,在扭曲纹理和材质交变处易产生刨削沟痕。实际生产中,通过减少刨削厚度和降低进给速度,能够降低或避免刨削沟痕缺陷的产生。

2.2 车削性能

车削件未采用LY/T 2054-2012规定外形,而是根据实木家具生产最高的使用频率,同时考虑外形突变对车削加工技术的要求,选择如图2所示的车削件,并按实际生产流程,车削后进行砂削处理。

由表2数据可知,桃花心木和辐射松木材的车削1~3等级和,分别占比91.41%、93.10%,质量等级均属于优。

车削加工主要缺陷是表面切痕、纹理撕裂和崩茬^[8]。由于试验设备较为落后,产生表面切痕和毛刺较多,使用砂纸砂削处理,可提高车削性能的质量等级。在外形突变处出现的崩茬缺陷,轻度的可修复,严重的则视为不合格车削件。

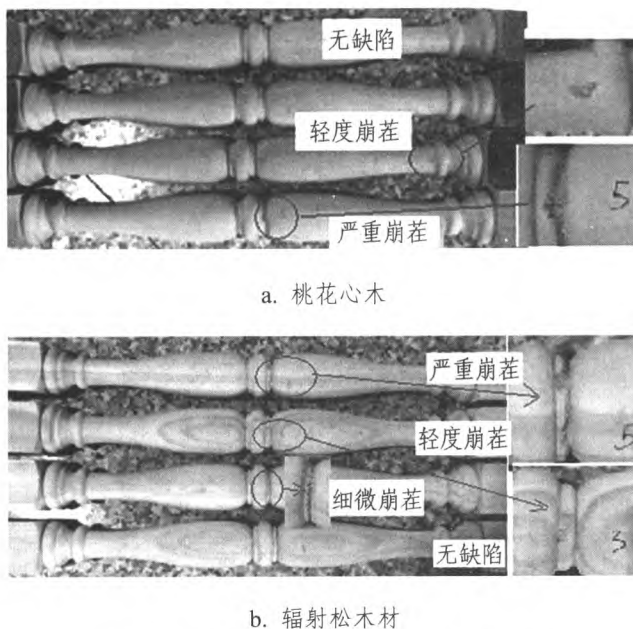


图2 桃花心木和辐射松木材的车削性能

Fig.2 Turning performance of Mahogany and radiata pine wood samples

2.3 砂削性能

从表2可知,2种木材的砂削性能也属于优等级,质量等级值分别是4.94、4.74。主要砂削缺陷表现在表面绒毛和层状掀起,是砂削木材表面时,木纤维部分脱离表面组织所致^[10]。

阔叶树材桃花心木的纹理直,硬度强^[1],容易得到光洁的加工表面;而辐射松木材材质较软,砂削时易产生表面绒毛。实际生产中,可通过后续的手工打磨消除绒毛缺陷。

2.4 铣削性能

由表2结果可知,2个树种的木材铣削性能接近,均属于优等级。桃花心木手动与自动铣削的质量等级值分别为4.73、4.10,辐射松手动与自动铣削的质量等级值分别为4.88、4.03,均是手动铣削性能略优于自动铣削性能。其原因可能是手动立式镂铣机刀头转速远高于数控机床,故加工的表面质量优于数控机床。

如图3所示,铣削缺陷有毛状纹理、下缘毛刺和崩茬等。考虑目前设备和技术水平,建议采用手动顺纹铣削加工方式,还可通过控制线锯加工质量来减少铣削加工缺陷,即线锯加工的轮廓越接近所需轮廓,铣削加工量越少,同时降低铣削进给速度,进一步提高刀具转速。

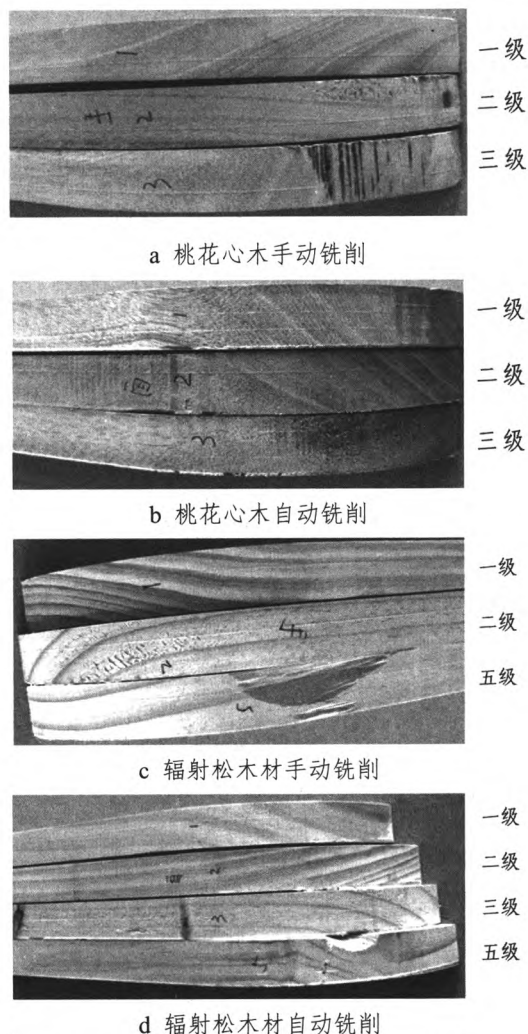


图3 桃花心木和辐射松木材的铣削性能

Fig.3 Shaping performance of Mahogany and radiate pine wood samples

2.5 钻削性能

采用带有圆形沉割刀的钻头进行中心钻削加工,两种木材的钻削质量如图4所示。

由图4可见:孔上周缘的加工质量明显优于下周缘,在钻孔下周缘的加工缺陷多为轻度毛刺、轻度崩边、崩茬以及严重崩茬。

统计钻削加工等级以下周缘为评定面,两种木材一、二和三级试样的比率之和分别为68.19%、60.61%,钻削质量等级值分别为3.30、2.89,属于良和中等级。

两种木材的钻削性能质量等级较低^[8-14],可能是设备本身原因而导致。提高设备精确度,同时采用两面钻削的加工方法,可避免下周缘的出现,从而改善木材钻削加工质量。

2.6 开榫性能

表2所示,桃花心木和辐射松木材开榫加工的一、二、三级质量之和的比率,分别是100%、90.91%,质量等级值分别是4.50、4.12,属于优等级,其中桃花心木的加工性能更优。

两种木材榫眼加工质量如图5所示,均是上周缘的加工质量好于下周缘,下周缘主要产生撕裂缺陷;在平行纹理面的内壁光滑,垂直纹理面方向存在压溃,以及边缘产生崩茬等缺陷。试验采用两面开榫的方法,相对以往研究结果^[8-14],周缘撕裂和崩茬缺陷减少,木材榫眼加工质量有所提高。

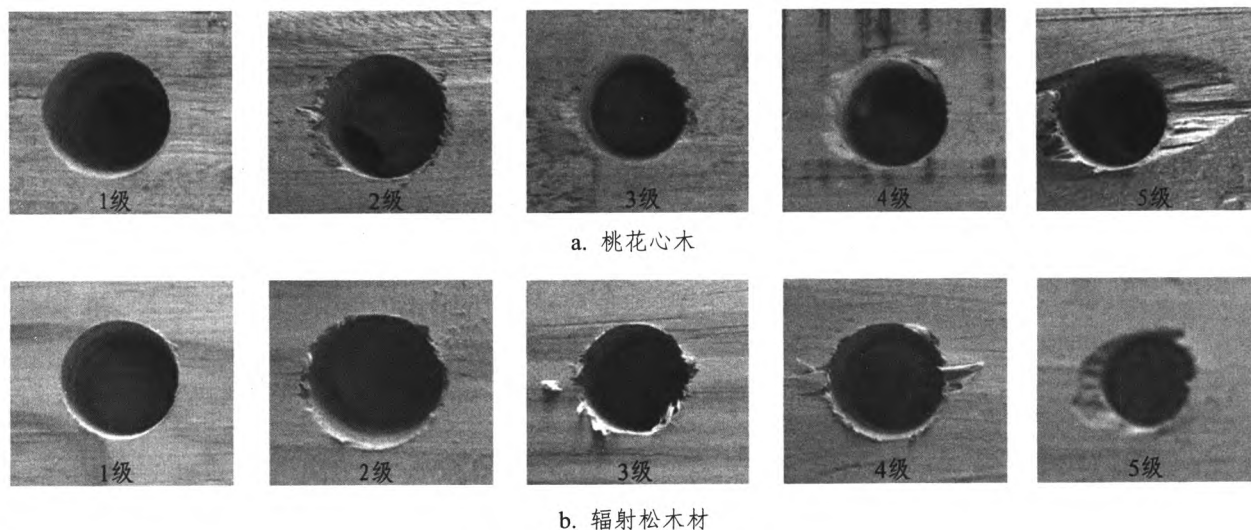


图4 桃花心木和辐射松木材的钻削性能

Fig.4 Drilling Performance of Mahogany and radiate pine wood samples

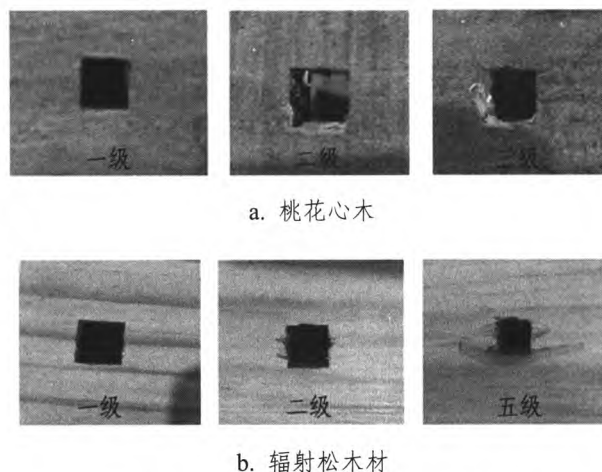


图5 桃花心木和辐射松木材的开榫性能

Fig.5 Mortising performance of Mahogany and radiata pine wood samples

3 结论

1) 桃花心木和辐射松木材在刨削、车削、砂削、铣削和榫眼等5项机械加工性能均表现为优等级,在钻削加工质量等级为良和中等级。

2) 桃花心木和辐射松木材的机械加工性能质量综合等级值分别为4.35和4.20,两者均是优良的实木制品用材,前者优于后者,均用于实木家具等木制品制造。

参考文献:

- [1] 吴艳华, 贾茹, 任海青, 等. 进口桃花心木木材物理与力学性能评价[J]. 木材工业, 2019, 33(2): 44-47.
WU Y H, JIA R, REN H Q, et al. Physical and mechanical properties of imported *Swietenia macrophylla* wood[J]. China Wood Industry, 2019, 33(2): 44-47.
- [2] 吴艳华, 孙海燕, 任海青, 等. 进口辐射松木材物理与力学性能评价[J]. 木材工业, 2019, 33(2): 48-50.
WU Y H, SUN H Y, REN H Q, et al. Physical and mechanical properties of imported *Pinus radiata* wood[J]. China Wood Industry, 2019, 33(2): 48-50.
- [3] 周永东, 高鑫, 付宗营, 等. 25 mm厚进口桃花心木干燥基准的优化[J]. 木材工业, 2019, 33(3): 41-44.
ZHOU Y D, GAO X, FU Z Y, et al. Optimization of drying techniques for imported Mahogany lumber in 25 mm thickness[J]. China Wood Industry, 2019, 33(3): 41-44.
- [4] 周永东, 高鑫, 付宗营, 等. 50 mm厚进口辐射松锯材高效干燥工艺[J]. 木材工业, 2019, 33(3): 45-48, 56.
ZHOU Y D, GAO X, FU Z Y, et al. High efficient drying schedules for imported Radiata Pine lumber in 50 mm Thickness[J]. China Wood Industry, 2019, 33(3): 45-48, 56.
- [5] LY/T 2054-2012, 锯材机械加工性能评价方法[S].
- [6] Turner J C P, Cown D J. 3种杨树木材机械加工性能的研究[J]. 山东林业科技, 1999, 122(3): 12-17.
Turner J C P, Cown D J. Machining and related characteristics of three poplar wood[J]. Journal of Shandong Forestry Science and Technology, 1999, 122(3): 12-17.
- [7] 侯新毅, 姜笑梅, 高建民, 等. 木材的机械加工性能研究现状与进展[J]. 木材工业, 2003, 17(6): 3-5.
HOU X Y, JIANG X M, GAO J M, et al. A study on the development and status of wood machining properties[J]. China Wood Industry, 2003, 17(6): 3-5.
- [8] 江京辉, 吕建雄. 红椎和西南桦人工林木材的机械加工性能[J]. 林业科学, 2008, 44(10): 120-126.
JIANG J H, LU J X. Machining characteristics of *Castanopsis hystrix* and *Butula alnoides* plantation wood[J]. Scientia Silvae Sinicae, 2008, 44(10): 120-126.
- [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.
XIE X X, LIU B, SUN H L, et al. Evaluation on wood machining properties of four valuable hardwood species from forest plantations in China[J]. China Wood Industry, 2014, 28(5): 36-40.
- [10] 谢雪霞, 刘波, 孙华林, 等. 三种非常用树种人工林木材的机械加工性能评价[J]. 木材工业, 2014, 28(4): 28-31.
XIE X X, LIU B, SUN H L, et al. Evaluating on machining properties of wood of three less-commercially used plantation species[J]. China Wood Industry, 2014, 28(4): 28-31.
- [11] 侯新毅, 姜笑梅, 殷亚方. 窿缘桉木材刨削和砂削后的微观破坏形式[J]. 木材工业, 2010, 24(5): 8-10.
HOU X Y, JIANG X M, YIN Y F. Micro surface damage of planed and sanded Eucalyptus lumber[J]. China Wood Industry, 2010, 24(5): 8-10.
- [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] 刘波, 谢雪霞, 孙华林, 等. 核桃楸和银杏人工林木材的机械加工性能评价[J]. 木材工业, 2016, 30(4): 9-12.
LIU B, XIE X X, SUN H L, et al. Evaluation of wood machining properties for *Juglans mandshurica* and *Ginkgo biloba* wood from planted forests in China[J]. China Wood Industry, 2016, 30(4): 9-12.
- [14] 苏初旺, 袁全平, 熊经波, 等. 米老排人工林木材机械加工性能研究[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(11): 19206-19208.
SU C W, YUAN Q P, XIONG J B, et al. Research on the machining properties of *Mytilaria laosensis*[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2011, 39(11): 19206-19208.

(责任编辑 向琴)

本刊微信公众号: mucaigongye 微信扫码(见封面)订阅更便捷、更优惠

全国各地邮局办理订阅(邮发代号: 2-311) 投稿请认准本刊唯一官网: mcgy.criwi.org.cn