

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”,针对进口木材生产加工及产品使用遇到的问题,进行了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,制定出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,为进口优质木材资源的高效加工利用提供技术指导。

进口桃花心木木材物理与力学性能评价

吴艳华^{1,2}, 贾茹¹, 任海青¹, 周永东¹, 吴章康², 王玉荣¹

(1. 中国林科院木材工业研究所, 北京 100091; 2. 西南林业大学材料工程学院, 云南昆明 650224)

摘要: 为了提高进口材的有效利用率,依照国家标准,研究我国市场上用量较大的典型进口阔叶树木材——桃花心木的性能。结果表明:桃花心木木材的气干密度属于中等等级;差异干缩较小,尺寸稳定性较好;顺纹抗剪强度达到高等级,硬度较大,抗弯强度为中等等级,但抗弯弹模和冲击韧性较低,综合强度评价属于低等材级别。在加工利用时,应根据其材质特性而物尽其用。

关键词: 进口材;桃花心木;物理力学性能

中图分类号: S781; S792.33; TS62 文献标识码: B 文章编号: 1001-8654 (2019) 02-0044-04

Physical and Mechanical Properties of Imported *Swietenia macrophylla* Wood

WU Yan-hua^{1,2}, JIA Ru¹, REN Hai-qing¹, ZHOU Yong-dong¹, WU Zhang-kang², WANG Yu-rong¹

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

2. College of Materials Engineering, Southwest Forestry University, Kunming 650224, Yunnan, China)

Abstract: In order to improve utilization of imported wood, wood properties of imported *Swietenia macrophylla* wood which was widely used at in China was tested and evaluated according to relevant Chinese national standards.

The results showed that: 1) air-dry density grade of the wood was classified as medium with smaller differential shrinkage and better dimensional stability in dry shrinkage. 2) comprehensive strength evaluation grade of the wood was classified as low with high shearing-strength parallel to grain, big hardness, medium bending strength but poor bending modulus of elasticity and poor impact toughness. Therefore, it was suggested that characteristics of the wood properties should be fully considered to make better use of the wood.

Key words: imported wood; *Swietenia macrophylla*; physical and mechanical properties

收稿日期: 2019-01-29; 修改日期: 2019-02-25

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

作者简介: 吴艳华(1993—), 男, 中国林科院木材工业研究所与西南林业大学联合培养硕士研究生。

责任作者: 王玉荣, 女, 中国林科院木材工业研究所副研究员。

桃花心木(*Swietenia* spp.)隶属于楝科桃花心木属, 主要产于东南亚的印度尼西亚、非洲以及南美洲等地, 其木材纹理美观、质地温润, 是常用的知名商用材树种之一^[1-2], 目前主要应用于制作地板、

高档家具、室内装饰、雕刻品等^[3]。

大叶桃花心木 (*Swietenia macrophylla*) 是桃花心木属的一种, 国内近年来也在大量育种、栽培和推广种植, 但加工用商品材仍主要依靠进口, 而其材质特性方面的系统检测数据鲜见报道。

木材物理性能和力学性能对木材加工和利用具有重要意义^[4-5], 而对桃花心木木材性质数据的掌握不足, 限制了国内企业对桃花心木木材的适材适用。鉴于此, 笔者对印尼进口大叶桃花心木木材的物理性能和力学性能进行了系统测定, 旨在为桃花心木木材的合理利用, 提供数据基础。

1 材料与方法

1.1 试验材料

桃花心木板材, 平均规格为: 长度 2 m, 宽度 170 mm, 厚度 60 mm, 共 32 条。其中径向板 12 条, 弦向板 20 条。

1.2 试验装置

恒温恒湿箱, 螺旋测微器, 万能力学试验机, 摆锤式冲击试验机等。

1.3 试验方法

参照相关国标, 分别从径向板和弦向板上锯解各项测试性能指标的试样 (表 1)。

表 1 物理力学性能测试试样的尺寸和参照标准

Tab.1 Specimen sizes and reference standards for physical and mechanical properties tests

测试指标	试样尺寸 (R×T×L) / mm×mm×mm	数量/个	参照标准
气干密度	20×20×20	32	GB/T 1933-2009
干缩性能	20×20×20	32	GB/T 1932-2009
湿涨性能	20×20×20	32	GB/T 1934.2-2009
顺纹抗压强度	20×20×30	31	GB/T 1935-2009
横纹抗压强度	20×20×30	31	GB/T 1939-2009
顺纹抗拉强度	20×20×370	31	GB/T 1938-2009
抗弯强度	20×20×300	31	GB/T 1936.1-2009
抗弯弹性模量	20×20×300	31	GB/T 1936.2-2009
冲击韧性	20×20×300	31	GB/T 1940-2009
顺纹抗剪强度	40×20×35	31	GB/T 1937-2009
硬度	50×50×70	31	GB/T 1941-2009

按照 GB 1928-2009《木材物理力学试验方法总则》, 测试前先将试样置于温度 (20±2) °C、相对湿

度 (65±3) % 的恒温恒湿箱中, 平衡处理至含水率 12%, 再按照对应标准方法要求分别测试。用 Excel 进行数据处理和统计分析。

2 结果与分析

2.1 物理性能

桃花心木木材试样的主要物理性能指标测试结果, 列于表 2。

表 2 进口桃花心木木材的物理性能
Tab.2 Physical properties of imported *Swietenia macrophylla* wood samples

性能指标		平均值	标准差	变异系数/%
气干密度/(g·cm ⁻³)		0.56	0.06	11.50
	弦向	2.08	0.59	28.13
	径向	1.46	0.52	35.71
气干干缩率/%	体积	3.79	0.95	24.97
	弦向	4.60	0.86	18.69
	径向	3.44	0.75	21.71
全干干缩率/%	体积	8.24	1.25	15.12
	弦向	1.96	0.34	17.36
	径向	1.76	0.21	12.14
全干至气干状态湿涨率/%	体积	4.14	0.62	14.89
	弦向	5.09	1.15	22.68
	径向	3.59	0.68	18.97
全干至饱水状态湿涨率/%	体积	9.53	1.70	17.80

2.1.1 气干密度

本试验测试进口桃花心木木材的气干密度平均值为 0.56 g/cm³, 与柚木 (*Tectona grandis*) 木材相近^[6]。参照木材物理力学性质分级表^[7], 桃花心木木材的气干密度等级属于中。

2.1.2 干缩性能

由表 2 可知, 桃花心木木材在气干、全干条件下, 均表现出其体积干缩率最大、径向干缩率小于弦向干缩率的规律, 表明其径向的尺寸稳定性优于弦向。

桃花心木木材气干差异干缩 (弦向 / 径向) 为 1.42, 全干差异干缩为 1.33, 均小于 2, 说明其木材径弦向干缩较均匀, 尺寸稳定性较好, 不易开裂和变形^[8-9]。桃花心木木材的干缩率低于进口白蜡木 (*Fraxinus spp.*) 和国产栎木 (*Quercus spp.*), 与进口黑胡桃木 (*Juglans nigra*) 相近^[10-11]。

2.1.3 湿胀性能

与干缩性能表现的规律相同,进口桃花心木木材在气干、饱水条件下的湿胀率,均表现出体积湿胀率最大,径向湿胀率比弦向湿胀率小的规律,亦证明其径向的尺寸稳定性优于弦向。桃花心木木材的湿胀率低于白蜡木和栎木,与进口黑胡桃木的湿胀率接近^[10-11]。

2.2 力学性能

木材力学性能是度量木材抵抗外力的能力,是木材合理利用的重要依据^[9]。桃花心木木材试样的力学性能测试结果列于表3。

表3 进口桃花心木木材的力学性能
Tab.3 Mechanical properties of imported *Swietenia macrophylla* wood samples

测试指标	平均值	标准差	变异系数%
顺纹抗压强度/MPa	46.87	6.87	14.65
横纹抗压强度/MPa (弦向)	14.21	4.89	34.41
顺纹抗拉强度/MPa	87.89	30.41	34.60
抗弯强度/MPa	85.20	14.35	16.84
抗弯弹性模量/GPa	10.81	1.73	16.00
冲击韧性/(kJ·m ⁻²)	26.37	10.99	41.67
顺纹抗剪强度/MPa (弦向)	15.18	3.05	20.12
硬度/N	径面	4 580	1 478
	弦面	4 851	1 627
	端面	5 272	1 270

表3列出桃花心木木材的8项力学性能指标的平均值,其力学性能指标值低于栎木,但抗弯弹性模量及硬度高于白桦(*Betula platyphylla*)^[12-13]。

1) 抗压强度

木材顺纹抗压强度表示木材沿纹理方向承受压力荷载的最大能力,是选择坑木、桩木、支柱等受压木材构件的重要依据^[14]。横纹抗压强度为木材在垂直纹理方向抵抗比例极限时压缩荷载的能力,是选择枕木、楔子、垫板等构件的依据^[6]。

由表3可知,进口桃花心木木材的顺纹抗压强度平均值可以达到46.87 MPa,是横纹抗压强度的3.3倍,顺纹抗压强度达到中等级别(34.4~54.9 MPa)^[7],稍高于我国木材顺纹抗压强度平均值(45 MPa)^[9]。

2) 顺纹抗拉强度

顺纹抗拉强度反映木材沿纹理方向承受拉力荷载的能力,其与顺纹抗压强度之比,同木材韧性关系密切,并为判断木材对弯曲适应性的依据^[6]。

由表3可知,进口桃花心木木材顺纹抗拉强度平均值为87.89 MPa,是其顺纹抗压强度的1.87倍,与我国主要树种木材顺纹抗拉与顺纹抗压强度比值(约2)接近^[6];顺纹抗拉强度与国产银杏树(*Ginkgo biloba*)木材相近^[9]。

3) 抗弯性能

抗弯强度为木材承受横向荷载的能力,主要用作建筑物的屋架和地板等易于弯曲的构件、木桥的桁条的设计依据^[14]。参照物理力学性质分级表,进口桃花心木木材的抗弯强度等级为中等(78.5~117.7 MPa),抗弯弹模等级为低(8.9~11.8 GPa)^[7]。

4) 冲击韧性

冲击韧性是表征木材韧性或脆性的指标,通常在选材用于制造木梁、枕木、船桨等部件时,均需要木材具有较好的冲击韧性^[6]。进口桃花心木木材冲击韧性为26.37 kJ/m²,为低等(15.7~29.4 kJ/m²)^[7]。

5) 顺纹抗剪强度

木材用作结构件时,常常要承受剪切载荷,在木梁上表现为水平剪切。木材接榫处、螺栓联结木材,以及胶合板和层积材的胶结层,都会产生剪切应力^[14]。

由表3可知,进口桃花心木木材的顺纹抗剪强度等级为高(14.8~19.6 MPa)^[7],抵抗剪力破坏的能力较强。

6) 硬度

木材硬度表示木材抵抗其他刚体压入的能力,是选择建筑材料、造船、运动器械以及雕刻等用材的依据^[14]。由表3可知,进口桃花心木木材硬度较大,且三个切面(径面、弦面、端面)的硬度不完全相同,其中端面硬度平均值最大,标准差和变异系数最小;径面硬度平均值最小,标准差和变异系数居中。端面、弦面和径面硬度平均值的比例为1.11:1.00:0.95。桃花心木木材硬度与国产硕桦(*Betula costata*)相近^[6],具有较好的耐磨损能力,适用于制作家具、地板等。

作为承重构件,木材综合强度的评价,通常以顺纹抗压强度和抗弯强度之和表示^[15]。进口桃花心木木材的综合强度为132.1 MPa,参照物理力学性质分级表可知,其综合强度属于低等(85.1~135 MPa),但接近于中等(135~180 MPa)。

3 结论

1) 进口桃花心木木材平均气干密度为 0.56 g/cm^3 , 属于中等密度木材。

2) 进口桃花心木木材的径向干缩湿胀率比弦向小, 且径向和弦向干缩率差异不大, 故在干缩方面的整体尺寸稳定性能较好。

3) 进口桃花心木木材的顺纹抗剪强度等级为高, 硬度较大; 抗弯强度和顺纹抗压强度等级为中, 抗弯弹性模量和冲击韧性为低等级。

4) 建议进口桃花心木木材用于制作地板、家具、装饰单板、工艺品等; 对于抗剪和硬度要求较高的特殊应用场合, 亦可以考虑选用该树种木材。不建议用作强度要求高的承重结构构件。

参考文献:

[1] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志[M]. 北京: 科学出版社, 1997: 44.
[2] 何俊, 杨斌, 刘庆云, 等. 桃花心木与思茅松混交幼林生长特性研究[J]. 现代农业科技, 2013(6): 149.

[3] 周永东. 进口桃花心木和辐射松木材性质及加工技术研究[J]. 木材工业, 2019, 33(1): 1-4.
[4] 麻文俊, 张守攻, 王军辉, 等. 楸木无性系木材的物理力学性质[J]. 林业科学, 2013, 49(9): 126-134.
[5] 张俊佩, 王滋, 周贤武, 等. 不同品系美国黑核桃木材物理力学性质的差异[J]. 林业科学, 2016, 52(6): 108-114.
[6] 成俊卿. 木材学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1985: 186-312.
[7] 尹思慈. 木材学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1996: 217-228.
[8] 曾华浩, 肖祥希, 高楠, 等. 油杉木材物理力学性质研究[J]. 亚热带植物科学, 2017, 46(4): 347-350.
[9] 罗浩, 齐锦秋, 谢九龙, 等. 四川蓝桉幼龄材物理力学性质研究[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2016, 44(2): 90-96.
[10] 魏路, 陈凤义, 孙照斌, 等. 白蜡木、黑胡桃木、橄榄木的干缩湿胀特性研究[J]. 林业机械与木工设备, 2015, 43(7): 16-19.
[11] 王玉荣, 任海青, 赵荣军, 等. 三种实木地板干缩性能和湿胀性能研究[J]. 木材加工机械, 2012(5): 9-11.
[12] 郑清文, 李祥, 林文树. 天然次生林白桦与水曲柳的材性研究[J]. 森林工程, 2017, 33(5): 35-40.
[13] 王玉荣, 任海青. 3种实木地板主要物理力学性质比较研究[J]. 安徽农业大学学报, 2012, 39(6): 894-898.
[14] 李坚, 木材科学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2002: 321-336.
[15] 成俊卿, 杨家驹, 刘鹏. 中国木材志[M]. 北京: 中国林业出版社, 1992.

(责任编辑 向琴)

行业简讯

全国木质功能材料与制品创新技术论坛落幕

由中国林科院木材工业研究所、河北省廊坊市文安县林业局、中国林学会木材工业分会主办, 中国林科院木材工业研究所木质功能材料研究室承办的第六届全国木质功能材料与制品创新技术论坛, 2019年1月在河北文安隆重召开。

会议以“功能创新, 融合发展”为主题, 特邀中国林科院木材工业研究所、国家林业和草原局林产工业规划设计院、索菲亚、欧派、百圣源、盛大华源、东营盛基等单位的专家和企业家, 分别就木质功能材料与制品创新研究与应用; 人造板工业环保标准编制情况; 单板干燥技术发展趋势; 定制家居的发展趋势及对板材应用的新要求; 木质功能材料在定制家居领域的应用; 胶合板生产的先进制造技术及装备; 阻燃胶合板生产技术进展; 无醛胶黏剂的研究进展及应用等议题, 做专题报告。

来自上海陆特、中国林科院木材工业研究所、达美包装、力合领先等单位的嘉宾, 分别就自动化

控制单板干燥工艺及必备条件; 生态板产品的质量分析及提升方案; 木质包装循环利用; 绿色功能型人造板环保新材料等议题, 进行专题演讲。

行业专家学者及文安县知名企业家, 分别就“功能材料与制品创新发展”和“人造板产业发展创新问题”等议题, 为木质功能材料与制品的发展和产品质量提升建言献策。

与会代表参观了文安木材工业技术研发中心及民丰、大地、宜美康、金秋等生产刨花板、建筑模板的企业, 目睹了文安木业企业的技术改造和转型升级带来的变化。

此次木质功能材料与制品创新技术论坛的召开, 对于加强木质功能材料与制品产业的交流合作, 引导木质功能材料与制品技术创新和质量提升, 对拓展高附加值的木质功能材料与制品的应用领域, 具有重要意义。

孟凡丹