

编者按: 栎类既是生态树种, 也是用材树种和经济树种, 栎木资源在我国分布广泛, 有一定蓄积量, 但利用不足。依托中央级公益性科研院所基金项目“主要栎类树种木材材性与干燥技术研究”, 对国产栎属木材的基本性质及干燥技术进行系统测试和研究, 为栎木木材资源的高效高附加值利用提供技术支撑。

国产栎木木材性质及加工技术研究现状

王雪玉, 王玉荣, 龚迎春, 任海青

(中国林科院木材工业研究所, 北京 100091)

摘要: 开发利用国产珍贵树种资源, 是弥补国内木材需求缺口的途径之一。概述国产栎木的资源分布、木材性质及加工利用现状, 分析目前栎木资源利用的问题, 提出建议, 为国产栎木的高效加工利用提供参考。

关键词: 栎木; 国产材; 木材性质; 加工技术

中图分类号: S781; S792.18; TS61 文献标识码: A 文章编号: 1001-8654 (2019) 05-0030-04

Review of Properties and Processing Technology of Native Oak Timber in China

WANG Xue-yu, WANG Yu-rong, GONG Ying-chun, REN Hai-qing

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

Abstract: The authors reviewed resource distribution, wood properties as well as processing and utilization status of native oak timber in China, and analyzed the existing problems in utilization of the timber. Suggestions were provided in reference to efficient processing and utilization of the timber.

Key words: oak; native timber; wood property; processing technology

我国是全球第二大木材消耗国, 2018 年我国木材对外依存度达到 52%^[1-2]。随着木材出口国贸易政策变动以及境外林业投资难度加大, 我国原木进口面临诸多的不确定性。要从根本上解决木材的供需矛盾, 还须立足利用国内木材资源。

近年来, 我国加快国家储备林建设的步伐, 提高国内木材的自给能力。栎木 (*Quercus* spp.) 又称橡木、柞木, 是壳斗科木材的总称。栎木的材质坚实、强度较大, 耐腐、耐磨, 在地板、家具、装饰

材料、建筑、车船等方面应用广泛。目前, 市场上常见的栎木多为进口栎木, 主要用于生产家具、地板、装饰面板、葡萄酒酒桶及集成材或家具部件。据中国海关数据统计^[3], 2018 年我国进口栎木原木 (商品编码 44039100) 达 127.46 万 m³, 进口栎木锯材 (商品编码 44079100) 151.37 万 m³, 是进口量最多的阔叶树种之一。

栎类木材材质纹理色泽深受用户青睐, 市场需求旺盛, 在《国家储备林建设规划 (2018—2035 年)》中, 被列为我国黄淮海地区发展的珍稀树种之一。

我国本土栎木资源丰富, 其林地面积大于杨树和杉木, 但目前栎木研究多集中在种质资源方面, 除了个别栎木树种进行了基本材性初步研究外, 尚无国产栎类木材的基本材性和加工特性的系统研

收稿日期: 2019-04-16; 修改日期: 2019-07-28

基金项目: 中央级公益性科研院所基金项目“主要栎类树种木材材性与干燥技术研究” (CAFYBB2018ZB001-5)。

作者简介: 王雪玉 (1991—), 女, 博士研究生。Email: 15117961784@163.com。

责任作者: 任海青, 女, 研究员。Email: renhq@caf.ac.cn。

究,因而限制了其高效利用。

鉴于此,笔者综合分析我国栎木资源总体状况,并针对应用较广的3种栎木——麻栎、栓皮栎和蒙古栎,分析其分布及利用现状、木材性质及加工技术研究现状,旨在为国产栎木资源的有效利用,提供基础数据。

1 我国栎木资源及利用现状

全世界范围内栎木有8属900多种,广泛分布在北半球区域,包括亚洲、欧洲、美洲和非洲等地,分布在我国的栎木有7属300多种。根据第九次全国森林资源清查结果^[4],我国栎树林面积达1 656.26万 hm^2 ,占全国森林总面积的9.21%,是杨树林面积825.49万 hm^2 的约2倍,是杉木林面积1 138.66万 hm^2 的1.45倍;蓄积达14.18亿 m^3 ,占全国森林总蓄积的8.32%,其面积蓄积均居我国乔木林优势树种首位。

我国栎木分布较广,其中吉林省和辽宁省的栎树林面积均超过其各自森林面积的30%;河南省超过16%;陕西省安康和汉中两地区的栎树林面积,占此两地区森林面积的40%以上^[5-7]。

在我国栎类7个属中,栎属的种类最多、分布最广,共51种,种类约占世界的1/6^[8]。其中蒙古栎(*Quercus mongolica*)总蓄积58 287.06万 m^3 ,占全国乔木林蓄积的3.42%,在黑龙江、吉林、内蒙古分布较多;麻栎(*Quercus acutissima*)总蓄积8 728.85万 m^3 ,占全国乔木林蓄积的0.51%,主要分布在四川、云南和河南省;栓皮栎(*Quercus variabilis*)总蓄积8 121.86万 m^3 ,占全国乔木林蓄积的0.48%,主要分布在湖北、陕西、云南和四川省^[4]。

20世纪80年代以前,大量天然栎木被采伐用于培养食用菌和烧炭,资源浪费严重。目前,国产栎木以次生林为主,径级不等。径级较大、干形好的,多用作家具、地板、建筑等用材;径级较小、干形较差的,多用于生产装饰面板或集成材,再加工成家具产品或部件。

栓皮栎是制作软木的主要来源,陕西省是我国栓皮栎的主产地,已有较完整的软木加工产业链;蒙古栎因其丰富的内含物和特殊的化学组分,成为制作葡萄酒酒桶的优选木材。

2 栎木木材性质及加工技术研究现状

掌握栎木材性特点和加工技术,对于高效利用木材、减少加工损失和保障产品质量至关重要。然而,目前由于对于栎木的基础性质和机械加工性质研究较少,使得实际生产中缺少技术支持,故木材出材率不高,干燥缺陷较多,损失较大。

2.1 栎木木材性质研究

1) 栎木解剖与化学性质研究

木材细胞的排列组成及各化学组分含量,直接影响栎木木材性质和用途。栎木早晚材急变,心边材区分明显,心材中常含侵填体,具宽木射线,弦切面可见明显花纹,含大量轴向薄壁细胞^[9]。

微观结构使栎木形成独特的纹理,成为较好的装饰材料,可用于家具贴面等;多种栎木的晚材管孔排列致密,宏观上表现为密度较高^[10],力学性能良好,是优良的家具及建筑用材;而青冈栎木材纤维壁腔比较大,高达4.4~4.9,不适合用作制浆造纸及纤维板原料^[11]。

栎木化学成分除纤维素、半纤维素、木质素外,还含有丰富的抽提物,蒙古栎类似于欧洲无柄橡(*Quercus petraea*)、有柄橡(*Quercus robur*)及美洲白橡(*Quercus alba*),是制作酒桶的绝佳材料。适宜的孔洞和大量的侵填体,促进葡萄酒在陈酿过程中发生复杂的物理化学及生物变化,改善葡萄酒的颜色、香气和口感^[12]。

目前关于国产栎木解剖化学性质的研究报道较少,尤其是麻栎、栓皮栎和蒙古栎等主要栎类树种,均无全面系统数据。栓皮栎的树皮是制作软木的主要原料,其解剖、化学性质相关研究,也多集中在树皮^[13];蒙古栎的研究,多集中在木材解剖构造及酚类化合物的含量与国外橡木的对比测试方面,且多采用长白山蒙古栎^[12, 14]。基础数据的缺失,限制了生产企业对栎木性质的了解及开发利用。

2) 栎木物理与力学性质研究

木材的密度与其他物理性质、力学性质和加工性能密切相关。国产栎木的密度普遍较大,材质较硬,如黑龙江蒙古栎、山东麻栎、北京栓皮栎木材的气干密度分别约0.70、0.80、0.86 g/cm^3 ^[10],与某些珍贵红木的密度相当,在生产高档家具等方面潜力较大。

尺寸稳定性是木制品使用效果的重要评价指标。栎木的尺寸稳定性较差,国外常采用高温热处理的方式改善其尺寸稳定性^[15];国内学者采用加压蒸汽对蒙古栎(*Quercus mongolica*)木材进行了热处理,处理后木材的吸湿率降低明显,尺寸稳定性改善效果显著^[16]。

力学性质是度量木材抵抗外力的能力,是木材应用的重要衡量指标之一。进口栎木力学性能良好,强度等级属于中级以上,如欧洲栎木(*Quercus robur*)抗弯弹性模量为 11 731 MPa,抗弯强度为 91 MPa,顺纹抗压强度为 50.80 MPa^[17]。国内学者测试了陕西栓皮栎木材的抗弯弹性模量、抗弯强度和顺纹抗压强度,分别为 14 791、165 和 75.37 MPa,均高于优于欧洲栎木,参照木材物理力学性质分级表,其强度级别属于中级,可用作建筑用材;广西大叶栎(*Castanopsis fissa*)木材的力学强度也属于国产材的中等水平^[18];而麻栎、蒙古栎及其他地区的栓皮栎木材的力学性质,尚未见报道。

由于栎木木材性质在种间、种内和地区间的变异性较大,以往虽有部分研究数据,尚不能为麻栎、栓皮栎和蒙古栎等主要栎类木材的利用提供指导。

2.2 栎木加工技术研究

木材加工主要涉及制材、干燥、涂饰及胶合性能等,影响木材出材率、加工产品质量和应用领域。近几年,随着技术、设备的发展和进步,栎木的加工利用逐渐受到重视。

1) 制材

我国原木加工一直是薄弱环节,装备极其简陋落后,出材率、效率低下。尤其是栎木木材密度大,质重且硬,含有大量侵填体,易对刀具产生腐蚀,加快刀具磨损,更增加了栎木制材困难。

国外虽有全自动化制材生产线,由计算机控制,根据原木特征制定个性化下锯法,进料速度快,出材率高。但由于木材资源的差异,不宜直接将国外成熟的加工技术应用到我国的木材加工,需根据国产材材性特征,制定个性化加工工艺^[19]。

早在 20 世纪 70 年代,国外开发了制材-干燥-纵剖(SDR)工艺加工阔叶树材,可有效控制木材变形^[20],21 世纪初期被我国学者引进,用于蒙古栎木材加工,利用率提高了 5.4%^[21]。

2) 干燥

栎木木材的渗透性差,干燥速度缓慢。木材内水分移动的关键是纹孔膜结构,纹孔膜上的微孔越大,干燥速度越快^[22]。20 世纪 90 年代,国外学者采用压力往复变动、微波预处理的方式,冲击木材的纹孔膜使其破坏,扩大孔径尺寸,实现木材快速干燥^[23];国内对蒙古栎和红栎(*Quercus aliena*)板材研究,采用蒸汽爆破预处理,干燥速度提高显著;通过辊压预处理的方式,也可改善蒙古栎木材的渗透性和水分的流动性,缩短木材干燥时间^[22]。

另外,高频真空干燥也可以实现蒙古栎快速干燥,工艺条件为:高频发振 7 min 停歇 1 min、温度 54.5 °C、环境压力 6.5 kPa、饱和蒸汽压力与环境压力之差 8.5 kPa^[24]。

目前国内关于木材干燥的研究很多,但木材种间材性差异较大,在干燥等方面很难有固定的模式直接采用^[25]。需针对树种进行系统研究,掌握麻栎、栓皮栎和蒙古栎等主要栎木木材的干燥特性,制定相应的锯材干燥基准。

3) 涂饰和胶合性能

木材涂饰性能主要受涂料种类、木材所含抽提物、表面粗糙度等影响;胶合性能与木材表面润湿性、木材 pH 值和基本密度有关。

蒙古栎与落叶松、桦木在表面润湿性和剥离率的比较结果表明,蒙古栎的剥离率最高,表面润湿性介于两者之间^[26]。这是因为栎木中抽提物含量较多,基本密度较大,涂饰和胶合性能均较差。有研究采用空气、氧气、氮气、氩气和氦气五种等离子体处理红栎(*Quercus rubra*),表面润湿性均得到改善,且以空气作为等离子体处理气体,润湿效果最好^[27]。关于国产栎木改善表面润湿性的研究,尚未见报道。

3 结语

栎木是我国本土经济效益与社会效益显著的大树种,为了更好地利用栎木资源,笔者课题组从以下几方面展开研究。

1) 针对栓皮栎、麻栎和蒙古栎等资源丰富、利用价值较大的重要国产栎木,完善解剖、化学、物理和力学等基础材性数据,为主要栎类树种木材加

工利用提供技术支撑。

2) 分析主要栎类树种木材的干燥特性, 选择合适的干燥方法, 制定干燥基准, 解决栎类木材干燥周期长、干燥质量差的问题, 实现快速、优化干燥。

3) 研究主要栎类树种木材的表面特性, 改善表面加工性能, 为涂饰、胶合、阻燃、防腐等后期加工提供依据。

参考文献:

- [1] 朱光前. 上半年木材进出口简况及中美贸易战对中美双方木材产业的影响[J]. 国际木业, 2018, 48(5): 16-19.
- [2] 2018年全国林业和草原发展统计公报[EB/OL](2019-05-22).
- [3] 海关统计数据在线查询平台. http://43.248.49.97/?tdsourcetag=s_pcqq_aiomsg[EB/OL](2019-08-09).
- [4] 国家林业和草原局. 中国森林资源报告(2014—2018)[M]. 北京: 中国林业出版社, 2019.
- [5] 苗作云, 宁金魁, 汪泽军, 杨海青. 河南山区栎类资源森林质量分布特征研究[J]. 河南林业科技, 2017, 37(4): 4-6.
- MIAO Z Y, NING J K, WANG Z J, YANG H Q. Assessment on forest quality and oak forests resource in mountainous region, Henan[J]. Journal of Henan Forestry Science and Technology, 2017, 37(4): 4-6.
- [6] 李文英, 王冰, 黎祐琛. 栎类树种的生态效益和经济价值及其资源保护对策[J]. 林业科技通讯, 2001(8): 13-15.
- [7] 曲式曾, 张文辉, 李景侠. 陕南栎类资源现状调查[J]. 西北林学院学报, 1990(5): 75-81.
- [8] 端木炘. 栎木[J]. 江西林业科技, 2011(5): 17-20.
- [9] Kim K, Labbé N, Warren J M, et al. Chemical and anatomical changes in *Liquidambar styraciflua* L. xylem after long term exposure to elevated CO₂[J]. Environmental Pollution, 2015, 198: 179-185.
- [10] 汪师孟, 夏美君. 中国栎属木材的构造及物理-力学性质[J]. 北京林业大学学报, 1984(1): 21-33.
- [11] 胡拉, 吴东山, 徐慧兰, 杨章旗. 青冈栎天然林木木材的解剖特征及基本材性研究[J]. 西南林业大学学报(自然科学), 2018, 38(2): 206-210.
- HU L, WU D S, XU H L, YANG Z Q. Wood anatomical characteristics and basic properties of *Cylobalanopsis glauca* natural forest[J]. Journal of Southwest Forestry University, 2018, 38(2): 206-210.
- [12] 李兰晓, 李记明, 赵虎, 姜文广, 于英, 沈志毅. 国产橡木与欧美橡木主要成分的差异分析[J]. 酿酒科技, 2016(12): 52-55.
- LI X L, LI J M, ZHAO H, JIANG W G, YU Y, SHEN Z Y. Difference in main compositions between domestic and European/American oak[J]. Liquor-Making Science and Technology, 2016(12): 52-55.
- [13] 赵泾峰, 宋孝周, 冯德君. 栓皮栎软木研究进展[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2019(4): 1-6.
- ZHAO T F, SONG X Z, FENG D J. Research progress of cork from Chinese cork oak (*Quercus variabilis*) [J]. Journal of Northwest Agriculture and Forestry University (Nat.Sci.Ed.), 2019(4): 1-6.
- [14] 刘彦龙, 刘学艳, 庞久寅, 刘艳杰. 长白山蒙古栎材橡木桶生产工艺流程和性能[J]. 东北林业大学学报, 2010, 38(3): 123-125, 130.
- LIU Y L, LIU X Y, PANG J Y, LIU Y J. Production process and performances of oak barrel made of *Quercus mongolica* wood from Changbai mountains[J]. Journal of North East Forestry University, 2010, 38(3): 123-125, 130.
- [15] Iveta C, Frantisek K, Rastislav L, et al. Effect of thermal treatment on the chemical, physical, and mechanical properties of pedunculate oak [J]. Bioresources, 2018, 13(1): 157-170.
- [16] 丁涛, 顾炼百, 蔡家斌. 热处理对木材吸湿特性及尺寸稳定性的影响[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2015, 39(2): 143-147.
- DING T, GU L B, CAI J B. Effects of heat treatment on the moisture adsorption characteristic and dimensional stability of wood[J]. Journal of Nanjing Forestry University (Natural Sciences Edition), 2015, 39(2): 143-147.
- [17] Gaff M, Babiak M, Kačík F, et al. Plasticity properties of thermally modified timber in bending - The effect of chemical changes during modification of European oak and Norway spruce[J]. Composites Part B: Engineering, 2019, 165: 613-625.
- [18] 梁宏温, 黄寿先, 覃亚丽, 等. 23年生大叶栎木材物理力学性质的初步研究[J]. 西北林学院学报, 2007, 22(1): 115-118.
- LIANG H W, HUANG S X, QIN Y L, et al. Preliminary researches of the wood physical-mechanical properties of 23-year-old *Castanopsis fissa*[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2007, 22(1): 115-118.
- [19] 周永东, 叶克林. 下锯法对落叶松规格材出材率及质量的影响[J]. 木材工业, 2009, 23(2): 1-3.
- ZHOU Y D, YE K L. Effects of sawing methods on dimensional lumber recovery and quality[J]. China Wood Industry, 2009, 23(2): 1-3.
- [20] Maeglin R R. Structural lumber from aspen: using the saw-dry-rip (SDR) process[J]. Rubber Formulary, 1990, 140(3): 283-293.
- [21] 李成元, 李传信. 小径低等原木加工利用中的制材-干燥-纵剖技术[J]. 林业科学, 2007, 43(10): 100-105.
- LI C Y, LI C X. Technique of sawing-drying-ripping (SDR) in utilizing small-diameter and low-grade oak log[J]. Scientia Silvae Sinicae, 2007, 43(10): 100-105.
- [22] 董晓璐, 孙耀星, 杜洪双, 赵雪, 蒋涛. 辊压预处理条件对蒙古栎干燥速率及纹孔结构的影响[J]. 林业科学, 2015, 51(1): 103-111.
- DONG X L, SUN Y X, DU H S, ZHAO X, JIANG T. Effect of rolling-press pretreatment on drying rate and pit structure of oak (*Quercus mongolica*) lumber[J]. Scientia Silvae Sinicae, 2015, 51(1): 103-111.
- [23] Kevin A F, Barry S G. Physical effects of the pulsation preservative treatment process on northeastern red spruce (*Picea rubens* Sarg.)[J]. Forest Products Journal, 1996, 46(1): 56-62.
- [24] 谢杰, 谭宏伟, 郝晓峰, 等. 白橡锯材热压干燥特性与工艺研究[J]. 林产工业, 2018, 45(2): 44-48.
- XIE J, TAN H W, HAO X F, et al. Study on press drying characteristics and technology of *Quercus Robur* lumber[J]. China Forestry Products Industry, 2018, 45(2): 44-48.
- [25] 顾炼百. 我国实用木材干燥技术的进展及思考[J]. 木材工业, 2006, 20(2): 19-22.
- GU L B. Review and remarks on applied wood drying technology in China[J]. China Wood Industry, 2006, 20(2): 19-22.
- [26] 程瑞香, 顾继友. 落叶松、桦木和柞木木材表面的润湿性[J]. 东北林业大学学报, 2002, 30(3): 29-31.
- CHENG R X, GU J Y. Wettability of larch, birch and oak[J]. Journal of North East Forestry University, 2002, 30(3): 29-31.
- [27] 彭晓瑞, 张占宽. 等离子体处理对6种木材表面润湿性能的影响[J]. 林业科学, 2018, 54(1): 90-98.
- PENG X R, ZHANG Z K, et al. Influence of plasma treatment on six kinds of wood surface wettability[J]. Scientia Silvae Sinicae, 2018, 54(1): 90-98.

(责任编辑 姜征、向琴)