

进口辐射松木材物理与力学性能评价

吴艳华^{1,2}, 孙海燕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: 参照国家标准, 对我国木材市场典型的进口针叶树木材——辐射松进行物理性能和力学性能的研究。结果表明, 辐射松木材气干密度较低, 径向干缩率与湿胀率均小于弦向, 径向尺寸稳定性优于弦向; 端面硬度>弦面硬度>径面硬度; 抗弯强度等级为中, 弹性模量、顺纹抗剪强度、顺纹抗压强度、冲击韧性等级为低。在实际应用时需充分考虑其材质特点, 适材适用。

关键词: 进口材; 辐射松; 物理力学性能

中图分类号: S781; S791.252; TS62 文献标识码: B 文章编号: 1001-8654 (2019) 02-0048-03

Physical and Mechanical Properties of Imported *Pinus radiata* Wood

WU Yan-hua^{1, 2}, SUN Hai-yan¹, 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. Southwest Forestry University, Kunming 650224, Yunnan, China)

Abstract: Physical and mechanical properties of *Pinus radiata* wood imported from New Zealand were tested and evaluated according to relevant Chinese national standards.

The test results showed that air-dry density of the wood samples was low, shrinkage rate and wet expansion ratio in radial direction of the wood samples were all less than that in tangential direction, resulting in better radial dimensional stability. Cross hardness, radial hardness and tangential hardness of the wood samples ranked the best, the second and the worst, respectively. Bending strength fell in medium grade, and bending modulus of elasticity, impact toughness, shearing-strength and compressive strength parallel to grain were all in low grade. Therefore, it was suggested that if the wood be better processed and utilized, the characteristics of *Pinus radiata* wood should be considered.

Key words: imported wood; *Pinus radiata*; physical and mechanical properties

木材的物理性能和力学性能对木材加工和利用具有重要意义, 加工处理工艺的制定以及工业化生产对木材的选择和利用, 都依赖于木材本身物理力学性能的测定数据^[1-4]。

辐射松 (*Pinus radiata*) 是我国进口原木的主要树种之一^[2], 但其木材存在材质疏松、节疤多、松脂含量高问题, 目前的应用途径局限于胶合板、集成材等产品制造^[5]; 以往研究多集中在辐射松单板脱脂、干燥以及辐射松重组木制造工艺等方面^[3-7], 而材质特性方面的检测数据鲜见报道。

鉴于此, 笔者对新西兰进口辐射松木材的主要物理性能和力学性能进行了系统测定, 探究其材性特点, 旨为其合理加工利用提供技术支持。

收稿日期: 2018-10-29; 修改日期: 2018-12-12

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。

1 材料与方法

1.1 试验材料

新西兰进口辐射松,树龄20年,平均径级46 cm,生材的心材含水率70%,边材含水率150%,共6株。从原木上截取长度1.5 m的木段用于试验。

1.2 仪器设备

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

试材锯解试样,如图1所示,制备径切板和弦切板36片。其中每个木段从髓心至树皮各取A板和B板2片径切板,共12片,用于制作密度、干缩、湿胀、抗弯强度/弹性模量、顺纹抗压、弦向横纹抗压、冲击韧性、硬度试样;每个木段各取弦切板4片,共24片,用于加工抗拉和抗剪试样。试样规格和检测指标所参照标准列于表1。

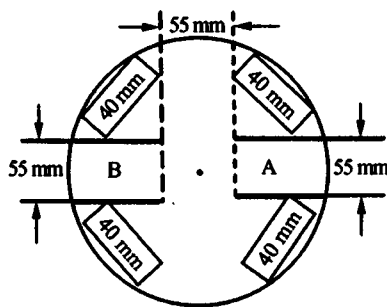


图1 原木锯解示意图

Fig.1 Schematic diagram of log sawing

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	36	GB/T 1933-2009
干缩性能	20×20×20	34	GB/T 1932-2009
湿胀性能	20×20×20	34	GB/T 1934.2-2009
顺纹抗压强度	20×20×30	30	GB/T 1935-2009
横纹抗压强度	20×20×30	30	GB/T 1939-2009
顺纹抗拉强度	20×20×370	30	GB/T 1938-2009
抗弯强度	20×20×300	30	GB/T 1936.1-2009
抗弯弹性模量	20×20×300	30	GB/T 1936.2-2009
冲击韧性	20×20×300	30	GB/T 1940-2009
顺纹抗剪强度	40×20×35	42	GB/T 1937-2009
硬度	50×50×70	48	GB/T 1941-2009

测试前,按照GB 1928-2009《木材物理力学试验方法总则》要求,先将试样置于温度(20±2)℃、相对湿度为(65±3)%的恒温恒湿箱中,平衡处理至含水率12%,再按照各项性能指标对应标准规定的检测方法,分别测试。测试数据应用Excel软件进行处理和分析。

2 结果与分析

2.1 物理性能

测试进口辐射松木材的物理性能指标包括:气干密度(含水率12%)、干缩率以及湿胀率。各项性能指标测试结果列于表2。

表2 进口辐射松木材的物理性能
Tab.2 Physical properties of imported radiata pine wood samples

测试指标	方向	平均值	标准差	变异系数/%
气干密度/(g·cm ⁻³)		0.48	0.05	11.09
气干干缩率/%	弦向	3.56	0.80	22.47
	径向	1.14	0.50	43.86
	体积	4.79	1.10	22.96
全干干缩率/%	弦向	6.84	1.30	19.00
	径向	2.97	0.94	32.13
	体积	10.06	1.91	18.96
全干至气干状态湿胀率/%	弦向	2.69	0.41	15.24
	径向	1.38	0.38	27.53
	体积	4.40	0.68	15.45
全干至饱水状态湿胀率/%	弦向	7.56	1.24	16.40
	径向	3.03	0.80	26.40
	体积	11.51	1.76	15.29

2.1.1 气干密度

进口辐射松木材的气干密度平均值为0.48 g/cm³,与国产樟子松(*Pinus sylvestris*)木材的气干密度相近^[8]。按照我国主要树种物理力学性质分级表^[9],辐射松的气干密度等级属于小。

2.1.2 干缩性能

从表2可知,进口辐射松木材在气干、全干条件下的弦向、径向以及体积干缩率是不同的,均表现出径向干缩率最小,弦向次之,体积最大,说明其径向尺寸稳定性更好。与32年生和74年生日本落叶松^[10-11]相比,进口辐射松木材的干缩率更低,表明其尺寸稳定性优于日本落叶松木材。

2.1.3 湿胀性能

与干缩性能变化规律相同，进口辐射松木材在气干、饱水条件下的湿胀率，也均表现出径向湿胀率最小，亦证明其径向的尺寸稳定性更好。在全干至气干状态下，进口辐射松木材的湿胀率低于74年生日本落叶松^[11]，亦表明在环境湿度不高的情况下，进口辐射松木材的尺寸稳定性优于日本落叶松木材。

2.2 力学性能

木材力学性能体现木材抵抗外力的能力^[12]，是决定实际应用的重要参数。进口辐射松木材的主要力学性能测试结果列于表3。

表3 进口辐射松木材力学性能

Tab.3 Mechanical properties of imported radiata pine wood samples

测试指标	平均值	标准差	变异系数%	强度等级	
顺纹抗压强度/MPa	34.1	7.26	21.29	低 (24.6~34.3)	
横纹抗压强度/MPa	9.1	2.46	27.03	—	
抗弯强度/MPa	93.2	21.28	22.83	中 (78.5~117.7)	
抗弯弹模/GPa	9.3	2.89	31.08	低 (8.9~11.8)	
冲击韧性/(kJ·m ⁻²)	18.0	8.29	46.06	低 (15.7~29.4)	
顺纹抗剪强度/MPa	6.5	0.87	13.38	低 (5.0~9.8)	
顺纹抗拉强度/MPa	80.5	25.97	32.26	—	
硬度/N	径面	1 663	401.07	24.12	—
	弦面	1 788	456.19	25.51	—
	端面	2 492	416.09	16.70	—

由表3可知，进口辐射松木材三个切面的硬度不同，其中端面的硬度最大，弦面的次之，径面的最小。

与74年生日本落叶松的力学性能指标相比^[11]，进口辐射松木材的抗弯强度和横纹抗压强度（弦向）平均值较高；但抗拉强度、顺纹抗压强度、弹性模量、冲击韧性和硬度较低。

参照我国主要树种物理力学性质分级表^[9]，进口辐射松木材抗弯强度级别为中；顺纹抗压强度级别为低，接近中（34.4~54.9 MPa）；抗弯弹模、顺纹抗剪强度、冲击韧性等级均为低。

木材作为承重构件时，通常用顺纹抗压强度和抗弯强度之和来表示木材的综合强度^[12]。辐射松的综合强度为127.3 MPa，根据木材材性分级规定^[12]，其综合强度属于低等级水平（85.1~135 MPa）。

以上结果表明，辐射松木材不宜用作强度要求高的承重结构构件，只可作为一般承重构件使用。

3 结论

1) 进口辐射松木材的气干密度平均值为0.48 g/cm³，属于低密度木材。

2) 进口辐射松木材在气干、全干条件下的干缩率和湿胀率，均表现出径向干缩/湿胀率最小，说明其径向的尺寸稳定性更好。

3) 参照我国主要树种木材强度等级标准，进口辐射松木材的抗弯强度等级为中，顺纹抗剪强度、顺纹抗压强度、抗弯弹性模量、冲击韧性等级均为低。辐射松木材的综合强度为127.3 MPa，属于低等水平，不宜用作强度要求高的承重结构构件。

参考文献:

- [1] 孙晓珊, 王宝生, 温煌, 等. 木质素磺酸钠取代苯酚改性辐射松木材[J]. 东北林业大学学报, 2015, 43(2): 80-83.
- [2] 张玉良. 新西兰的辐射松[J]. 安徽林业科技, 2001(1): 4-6.
- [3] 魏金光, 韦亚南, 鲍敏振, 等. 辐射松重组木密度对其孔隙率和性能的影响[J]. 浙江农林大学学报, 2018, 35(3): 519-523.
- [4] 张亚慧, 张亚梅, 任丁华, 等. 高性能重组木制造工艺对其性能的影响[J]. 木材工业, 2016, 30(5): 31-34.
- [5] 王启华, 李凯夫, 李鹏. 辐射松单板脱脂工艺研究[J]. 木材加工机械, 2008, 19(3): 11-13.
- [6] 魏金光, 韦亚南, 张亚慧, 等. 心、边材及重组木密度对辐射松重组木性能的影响[J]. 木材工业, 2017, 31(6): 43-45.
- [7] 涂登云, 刘彬, 顾炼百, 等. 辐射松板材降温干燥工艺的研究[J]. 华南农业大学学报, 2009, 30(4): 102-104.
- [8] 成俊卿. 木材学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1985.
- [9] 尹思慈. 木材学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1996.
- [10] 孙晓梅, 楚秀丽, 张守攻, 等. 落叶松种间及其杂种木材物理力学性质评价[J]. 林业科学, 2012, 48(12): 153-159.
- [11] 邢新婷, 张赛男, 赵川, 等. 日本落叶松进口材主要力学性质研究[J]. 木材加工机械, 2017, 28(1): 6-9.
- [12] 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)

更正启事

本刊第32卷第1期第44-48页刊登的论文《超声波和汽蒸预处理对桉木干燥速率的影响》，由于作者疏忽，基金项目名称有误。应作者要求，更正该文的基金项目名称为：国家级大学生创新创业训练项目（201610022051）。

特此说明！