

11年生柚木木材的生材性质研究

刘晓玲,林家纯,陈桂丹,陈松武,罗玉芬,禰示青

(广西壮族自治区林业科学研究院/广西木材资源培育质量控制工程技术研究中心,广西 南宁 530002)

摘要:对柚木木材的生材性质进行研究,可对人工林柚木的合理加工和高效利用提供理论依据。采用体积法和质量法测定11年生的柚木树皮率,用排水法测定木材体积,并用测定得到的数据分析柚木的树皮率、心材率、生材密度、基本密度和生材含水率。研究结果表明:11年生柚木树皮体积分数和树皮质量分数随着树高的增加而增加,在树梢部位树皮率最高,平均值分别为26.26%、25.93%。心材率随着树高的增加而减小,心材在根部较大,树干根部心材率最大为47.63%,平均值为34.60%。生材密度随着树高增加而减小,平均值为1.094 g/cm³,自髓心向外,南向和北向都先减小后增大。基本密度随着树高增加呈现先减小后增加的趋势,平均值为0.558 g/cm³,自髓心向外,南向和北向均逐渐增加。生材含水率随着树高的增加而减小,平均值为97.32%,自髓心向外,南向跟北向均减少且数值基本相等。

关键词:柚木;生材含水率;树皮率;心材率;密度

中图分类号:S781.8;S792.99

文献标志码:A

doi:10.3969/j.issn.1001-7380.2023.05.002

Green wood properties for 11-year-old *Tectona grandis* Linn. f.

Liu Xiaoling, Lin Jiachun, Chen Guidan, Chen Songwu, Luo Yufen, Xuan Shiqing

(Forestry Research Institute of Guangxi Zhuang Autonomous Region/ Guangxi Research Center of Cultivation of Wood Resources and Quality Engineering Technology, Nanning 530002, China)

Abstract: In order to provide a theoretical basis for the rational processing and efficient utilization of planted teak wood, the green wood properties of *Tectona grandis* Linn. f. from the Guangxi Forestry Research Institute were studied. The bark percentage of 11-year-old *T. grandis* Linn. f. was determined by the volume and the quality method and the green wood volume were determined by the drainage method. The measured data were used to analyze the bark volume, heartwood percentage, green density, basic density and moisture content of green wood. The research showed that 1) The bark volume fraction and bark mass fraction of 11-year-old *T. grandis* Linn. f. increased with the increase of tree height, and the bark rate was the highest at the top of the tree, with an average of 26.26% and 25.93%, respectively. 2) The heartwood percentage decreasing with increasing height, heartwood was biggest in tree root, the heartwood percentage was 47.63%, and the average was 34.60%. 3) The green density decreased with the increase of tree height, with an average value of 1.094 g/cm³. 4) From the pith to sapwood, south and north, the green density decreased first and then increased. The basic density decreased first and then increased with the increase of tree height, and the average value was 0.558 g/cm³. From the pith to sapwood, the basic density of south and north increased gradually. The moisture content of green wood decreased with the increase of tree height, with an average value of 97.32%. From the pith to sapwood, the south and the north decreased and the values were basically equal.

Key words: *Tectona grandis* Linn. f.; Moisture content; Bark percentage; Heartwood percentage; Density

收稿日期:2023-08-12;修回日期:2023-08-28

基金项目:广西林业科技推广示范项目“广西主要用材树种木材材性分析及材性数据库构建”(2023GXJK03);广西重点研发计划“人工林实木材质改良关键技术研究示范”(桂科 AB22035071)

作者简介:刘晓玲(1989-),女,广西鹿寨人,工程师,硕士。主要从事木材材性及其功能性改良研究。

柚木(*Tectona grandis* Linn. f.) 又称胭脂树、紫柚木、血树,是珍贵的热带阔叶材,最早于1820年前后引种在与缅甸接壤的云南省边境地区寺庙用于庭院绿化^[1],现已在我国云南、台湾、海南、广东、广西、四川、福建和贵州等地先后80多个县市引种或规模种植。柚木纹理美观、色调高雅,使用时尺寸稳定性强,耐腐蚀,是制造高档家具与室内外装饰的优良材料^[2]。利用柚木制作地板,或制备装饰薄木用于木质复合门的装饰面板,可有效实现人工林小径柚木的高附加值利用。目前,有关人工林柚木的研究主要集中于引种栽培、病虫害防治、木材材性及其干燥工艺等研究^[3-12],但未见有关其生材性质的研究。与常规气干木材材性研究不同,木材的生材材性反映了活立木的生长活动情况,影响着树木砍伐、生材运输、生材加工利用等。邓福春等^[13]、李俊贞等^[14]、吕曼芳等^[15]、陆湘云等^[16]分别对异叶南洋杉、细柄阿丁枫、尾巨桉和黄果厚壳桂的生材性质进行了探究。为此,本文通过对11年生柚木生材含水率、密度、心材率和树皮率的分析,掌握柚木生材性质方面的基本特征和差异,为如何提高人工林柚木的合理加工和高效利用提供理论依据。

1 材料与方

1.1 试材采集

柚木试材均于2022年4月采集于广西南宁市广西林业科学研究院苗木基地。根据木材物理学试材采集方法^[17],共采集样木11株。选定样木后定出北向,样木伐倒后测量其全树高,根据样木的枝下高度,分别在离样木根部0,1.3,3.3,5.3,7.3 m等处锯取厚度为5 cm的圆盘。圆盘锯制后,立即用保鲜膜包装好装入包装袋中,供以测定生材含水率、心材率、生材密度、基本密度及树皮率。样木及试材的采集情况见表1。

1.2 树皮率测定

树皮率分为树皮体积分数和树皮质量分数^[18]。
1.2.1 树皮体积分数 采用树皮体积除以所在树干部位树皮与木质部体积之和得到树皮体积分数。先检量圆盘的带皮半径 $R_{皮}$,再检量圆盘的去皮半径 $R_{木}$ 。每个圆盘检量5次,对于形状规整的圆盘,在东南西北的中间位置方向分别检量带皮直径、去皮直径,取其平均值求出其带皮半径 $R_{皮}$ 和去皮半径 $R_{木}$;对于不规整的圆盘,在检量东南西北的中间位置方向的基础上,再增加检量一个长径和一个短

径,经计算,最后求出其平均值。根据下式计算树皮体积分数。

$$V_{体}(\%) = (\pi R_{皮}^2 - \pi R_{木}^2) / \pi R_{皮}^2 \times 100$$

表1 试材采集情况

样木 编号	胸高直 径/cm	树高 /m	试材					
			编号	截取 高度/m	长度 /m	小头去皮直径/cm		
						最大	最小	平均值
1	17.7	13.0	1-1	1.3—3.3	2	17.0	15.0	16.0
			1-3	5.3—7.3	2	12.0	10.0	11.0
2	16.9	13.0	2-1	1.3—3.3	2	16.0	14.0	15.0
			2-3	5.3—7.3	2	12.0	8.0	10.0
3	17.0	13.0	3-1	1.3—3.3	2	17.0	16.0	16.5
			3-3	5.3—7.3	2	10.0	9.0	9.5
4	17.5	15.0	4-1	1.3—3.3	2	17.0	15.0	16.0
			4-3	5.3—7.3	2	12.5	11.0	11.8
5	19.4	14.5	5-1	1.3—3.3	2	18.0	16.0	17.0
			5-3	5.3—7.3	2	13.0	11.0	12.0
6	19.3	14.5	6-1	1.3—3.3	2	17.0	15.0	16.0
			6-3	5.3—7.3	2	13.0	10.0	11.5
7	18.3	14.5	7-1	1.3—3.3	2	18.0	16.0	17.0
			7-3	5.3—7.3	2	12.5	10.0	11.3
8	18.4	16.3	8-1	1.3—3.3	2	17.0	15.0	16.0
			8-3	5.3—7.3	2	13.0	11.0	12.0
9	19.6	14.0	9-1	1.3—3.3	2	18.0	16.0	17.0
			9-3	5.3—7.3	2	15.0	10.0	12.5
10	17.2	14.0	10-1	1.3—3.3	2	16.0	14.0	15.0
			10-3	5.3—7.3	2	12.0	10.0	11.0
11	22.0	13.2	11-1	1.3—3.3	2	21.0	18.0	19.5
			11-3	5.3—7.3	2	14.0	12.0	13.0

1.2.2 树皮质量分数 采用树皮质量除以所在树干部位树皮与木质部质量之和得到树皮质量分数。先称圆盘的带皮质量 $G_{皮}$,再称圆盘的去皮质量 $G_{木}$,根据下式计算树皮质量分数。

$$V_{质}(\%) = (G_{皮} - G_{木}) / G_{皮} \times 100$$

1.3 心材率的测定

将生材圆盘进行表面刨光,使得心材部分清晰可见,用钢板尺分别量出圆盘的带皮直径及圆盘心材部分直径,每个圆盘测定5次,检量方向与树皮率检量方向相同,最后计算出平均值。心材率由心材面积除以整个圆盘面积得到。从0号圆盘开始,测量0,1.3,3.3,5.3,7.3 m高度的心材率。

1.4 密度测定

1.4.1 生材密度测定 生材即刚采伐的新鲜木材,采样时用保鲜膜保持生材原有的含水率标准,树皮率测定完成后将试样制成约15 mm×15 mm×15 mm的试样,称重得到生材质量 $W_{生}$,采用排水法测定出

生材体积 $V_{\text{生}}$ 。根据下式计算生材密度。

$$\rho_{\text{生}} = W_{\text{生}} / V_{\text{生}}$$

在圆盘的南、北方向,分别分南向和北向的髓心部分、中间部分、边材部分 3 个不同区域进行测定,然后分髓心部分、中间部分、边材部分及全部计算出平均值再进行统计分析。

1.4.2 基本密度测定 测定基本密度的试样与测定生材密度试样相同,用排水法测定生材体积后将试样置于 $(103 \pm 2)^\circ\text{C}$ 烘箱中干燥,恒重后称重得到 $W_{\text{干}}$,利用生材体积 $V_{\text{生}}$,根据下式计算基本密度。

$$\rho_{\text{基}} = W_{\text{干}} / V_{\text{生}}$$

1.5 生材含水率测定

测定生材含水率的试样与测定生材密度试样相同,利用 $W_{\text{生}}$ 及 $W_{\text{干}}$,根据下式计算生材含水率。

$$\text{生材含水率}(\%) = (W_{\text{生}} - W_{\text{干}}) / W_{\text{干}} \times 100$$

2 结果与分析

2.1 树皮率变异

11 年生柚木树皮体积分数和树皮质量分数的纵向变化规律见图 1。随着树高的增加,树木的木质部逐渐减少,因此树皮率总体均呈增加趋势。从 0—7.3 m 树高处,树皮体积分数平均值为 26.26%,在树梢部,树皮体积分数最高,为 28.82%。从 0—7.3 m 树高处,树皮质量分数平均值为 25.93%,同样在树梢部位树皮质量分数最高,为 29.94%。11 年生的柚木树皮率较 5 年生及 7 年生的尾巨桉^[15]、17 年生的大花序桉^[19]、33 年生的格木^[20] 树皮率高。据研究表明,柚木树皮富含的植物化学物质使其在药品和日用化学品制备中拥有巨大潜力^[21],因此在高树皮率部位,可考虑提取树皮、合理使用柚木。

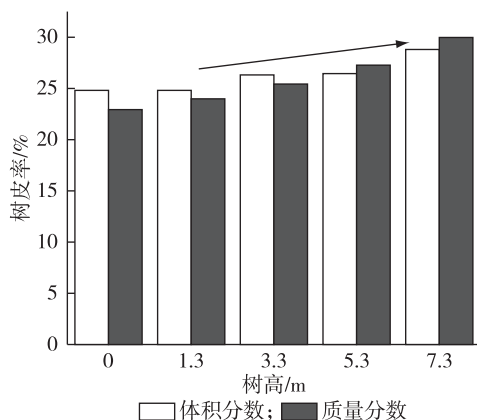


图 1 柚木树皮率的纵向变化规律

2.2 心材率变异

11 年生柚木心材率与树高的关系见图 2,随着树木高度的增加,心材率呈现抛物线下降的变化趋势。在树高 3.3 m 以下部位,柚木心材率均在 40% 以上,树木根部心材率最大,为 47.63%。自树高增至 5.3 m,心材率开始明显减小,5.3 m 处心材率为 28.60%,7.3 m 处为 9.59%。从 0—7.3 m 高处,11 年生柚木心材率平均值为 34.60%。与 10 年生柚木心材率相较^[22],11 年生柚木心材率有所增加。随着时间的增加,边材薄壁细胞死亡着色变成心材的比率增加,心材树种的心材率增加。因此,如需利用柚木的心材,应合理考虑柚木可使用木段长度及砍伐时间。

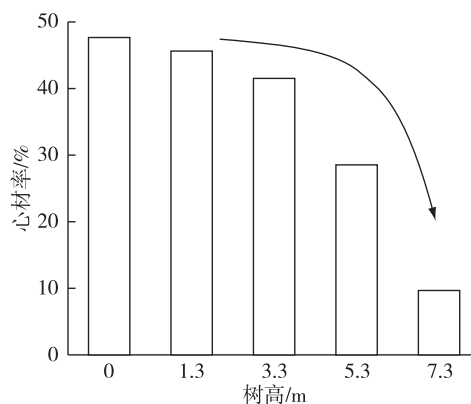


图 2 柚木心材率的纵向变化规律

2.3 密度变异

11 年生柚木的生材密度和基本密度的纵向变化规律见图 3。由于树木生材含有较多水分,柚木的生材密度均大于 1.0 g/cm^3 。与大花序桉的生材密度呈现波动性增加不同^[19],随着树木高度增加,柚木的生材密度逐渐减小,根部位置的木材生材密

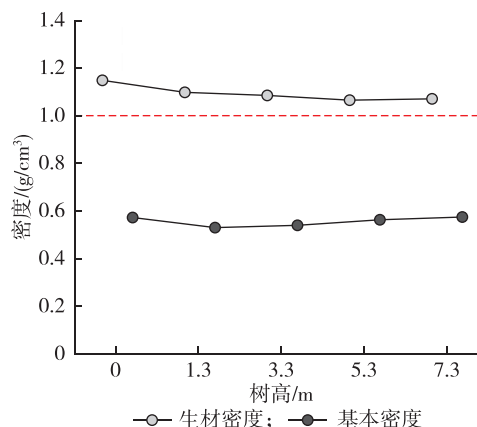


图 3 柚木密度的纵向变化规律

度最大,为 1.149 g/cm^3 ,生材密度的平均值为 1.094 g/cm^3 。随着树高增加,柚木基本密度呈先减小后增大的趋势,这与尾巨桉的基本密度变化规律一致^[15]。树梢位置的柚木基本密度最大,为 0.577 g/cm^3 ,平均值为 0.558 g/cm^3 。

11年生柚木的生材密度和基本密度的径向变化规律如图4所示。柚木生材密度自髓心向外呈现先减小后增大的趋势,这与降香黄檀的变化规律一

致^[23]。南北向的光照强度对髓心与边材部分的柚木生材密度存在影响,南向的心材生材密度大于北向的,而边材生材密度小于北向的。与顶果木的基本密度径向变化规律一致^[24],柚木的基本密度自髓心向外呈逐渐增加趋势。南北向对髓心与中间部分的柚木基本密度影响较小,对边材部分影响较大,南向边材的基本密度大于北向边材的基本密度。

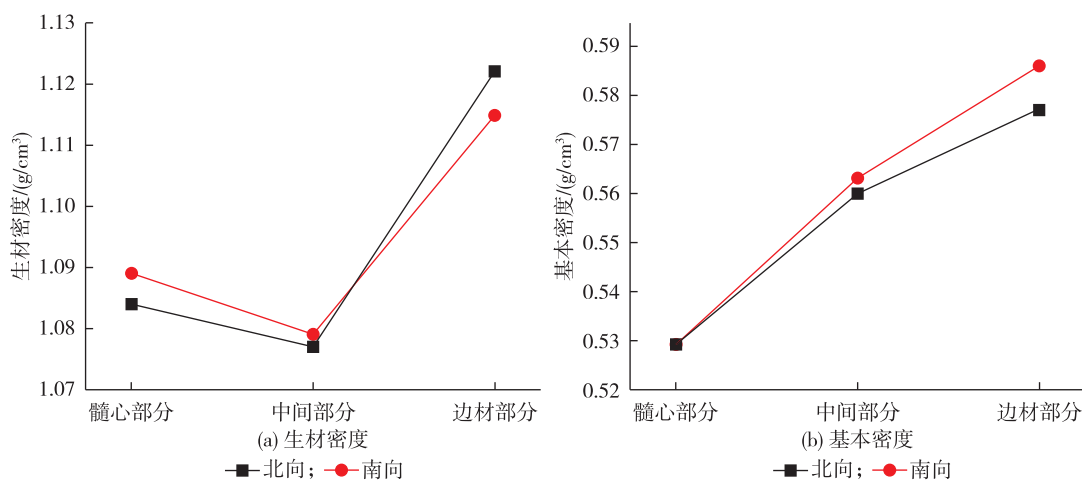


图4 柚木密度的径向变化规律

2.4 生材含水率变异

树木生材含水率将极大影响生材干燥工艺及其加工利用^[25]。11年生柚木生材含水率的纵向和径向变化规律如图5所示。随着树木高度的增加,生材含水率总体上呈现先增大后减小的变化趋势。在树高3.3 m以下,柚木生材含水率高于100%。树高0—7.3 m,生材含水率平均值为97.32%。自髓

心向外,生材含水率逐渐减小,南北向数值基本相等。柚木生材含水率变化规律格木、降香黄檀一致^[20,23]。此外,沿树木径向方向,生材含水率最大值(南向髓心部分)是最小值(北向边材部分)的1.18倍,小于邓恩桉(1.48倍)^[25],因此柚木干燥基准应比邓恩桉更硬。

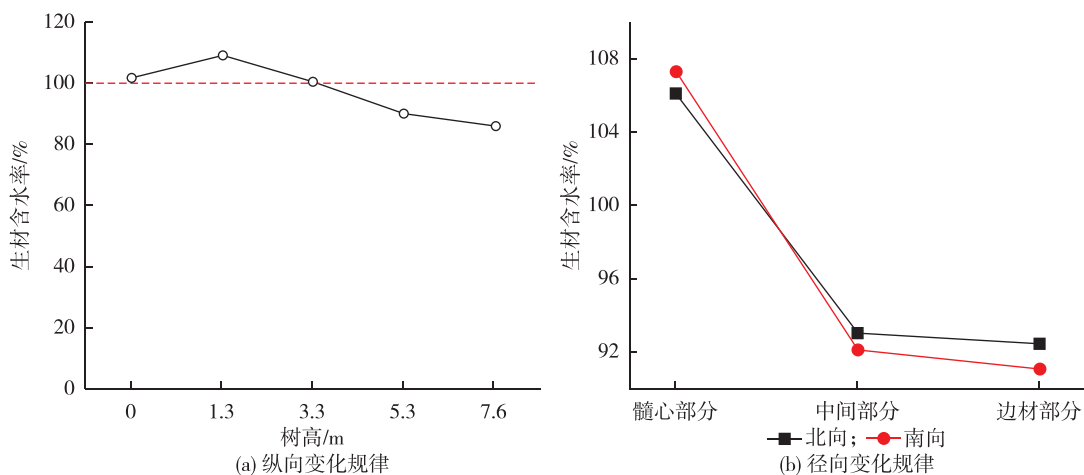


图5 柚木生材含水率的纵向和径向变化规律

3 小结

(1) 11 年生柚木树皮体积分数和树皮质量分数随着树高的增加而增加,在树梢部位树皮率最高,平均值分别为 26.26%,25.93%。因此,可考虑在高树皮率部位进行有效合理利用柚木树皮。此外,作为心材树种,11 年生柚木心材率随着树高的增加呈现抛物线下降的变化趋势,自 5.3 m 以上,柚木心材率开始明显降低;树干根部心材率最大,为 47.63%,柚木心材率平均值为 34.60%。因此,如需利用柚木心材可合理安排柚木使用木段长度和砍伐时间。

(2) 11 年生柚木生材密度随树高的增加而减小,平均值为 1.094 g/cm^3 ;自髓心向外,南向和北向的生材密度呈现先减小后增大的趋势。其生材含水率随树高的增加呈现先增大后逐渐减小的变化趋势,平均值为 97.32%;自髓心向外,生材含水率呈减少的趋势且南北向数值基本相等。因此柚木基本密度随树高增加呈现先减小后增加的趋势,平均值为 0.558 g/cm^3 ;自髓心向外,基本密度呈增加的趋势。因此,可根据柚木生材密度确认木材运输量,根据柚木生材含水率初步分析其生材干燥工艺。

参考文献:

- [1] 潘志刚,游应天.中国主要外来树种引种栽培[M].北京:北京科学技术出版社,1994.
- [2] 成俊卿.中国木材志[M].北京:中国林业出版社,1992.
- [3] 黄桂华,梁坤南,付强,等.11 年生柚木无性系遗传变异与优良无性系选择[J].东北林业大学学报,2023,51(8): 18-22,64.
- [4] 陆媚,陈仪飞,夏晓潮,等.柚木不同无性系截干萌芽和生长规律研究[J].林业与环境科学,2022,38(6): 138-143.
- [5] 李运兴,韦菊玲,李朝英,等.柚木格木混交林与纯林营造效果比较[J].林业科技通讯,2022(11): 34-39.
- [6] 蓝来娇.柚木野螟头部感受器与柚木叶片挥发物组分研究[D].广州:华南农业大学,2023.
- [7] 黄孝杰.幼龄林柚木人工林生物量及含水率分布规律[J].林业科技通讯,2021(12): 16-20.
- [8] 何啸宇,孔繁旭,王艳伟,等.国产人工林柚木材性及木地板应用研究[J].森林工程,2021,37(4): 47-57.
- [9] 仲利涛,李路明,杨亮庆,等.人工林柚木薄木饰面的木质复合门制备研究[J].中国人造板,2022,29(8): 30-34.
- [10] 向瑶,允帅,刘文金,等.人工林柚木间伐材过热蒸汽干燥工艺研究[J].林产工业,2022,59(5): 8-12,40.
- [11] 孔繁旭,王艳伟,何啸宇,等.热处理国产柚木地木地板用材物理性能及工艺研究[J].林产工业,2021,58(11): 8-15.
- [12] 李路明,闵德秀,翁淇臻,等.人工林珍贵树种柚木和楸木的热解特性及动力学[J].木材工业,2020,34(6): 5-10.
- [13] 邓福春,罗青竹,刘衡,等.异叶南洋杉人工林木材生材性质研究[J].林业调查规划,2023,48(1): 13-17.
- [14] 李俊贞,卢庸,孙灿岳,等.细柄阿丁枫人工林木材生材性质研究[J].陕西林业科技,2021,49(5): 75-79.
- [15] 吕曼芳,戴军,李元强,等.不同林龄尾巨桉生材性质变异分析[J].桉树科技,2021,38(2): 17-22.
- [16] 陆湘云,刘晓玲,韦鹏练,等.黄果厚壳桂木材生材性质[J].广西林业科学,2019,48(2): 269-272.
- [17] 中国林业科学研究院木材工业研究所,东北林业大学.木材物理力学试材采集方法:GB/T 1927-2009[S].北京:中国标准出版社,2009.
- [18] 徐有朋.木材学[M].北京:中国林业出版社,2006:146.
- [19] 刘鑫,刘衡,汪深洋,等.17 年生大花序桉生材性质的研究[J].江西农业学报,2020,32(7): 45-49.
- [20] 林凡,刘晓玲,范玮琳,等.33 年生格木人工林生材性质研究[J].陕西林业科技,2015(5): 5-9.
- [21] 王西洋,黄桂华,杨光,等.柚木的植物化学与药理学研究进展[J].林业与环境科学,2020,36(2): 122-132.
- [22] 李运兴,韦菊玲,李朝英,等.柚木格木混交林与纯林营造效果比较[J].林业科技通讯,2022(11): 34-39.
- [23] 李松海,刘晓玲,林森,等.50 年生降香黄檀的生材性质研究[J].林业科技通讯,2015(11): 68-71.
- [24] 曾辉,刘晓玲,符韵林,等.顶果木树皮率、心材率及木材密度研究[J].西北林学院学报,2014,29(1): 161-164,173.
- [25] 卢翠香,陈健波,刘媛,等.邓恩桉生材含水率、年轮宽度及木材密度研究[J].桉树科技,2014,31(2): 23-27.