

文章编号:1001—7380(2024)03—0005—05

6年生黑木相思木材的生材性质研究

覃梅¹, 韦柳明², 邓永胜¹, 陈松武^{2*}, 刘晓玲²

(1. 广西壮族自治区国有六万林场, 广西 玉林 537000; 2. 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:以6年生黑木相思为研究对象, 对其木材的生材性质进行分析, 为人工林黑木相思木材的合理利用提供参考。通过排水法、质量法及数值法对黑木相思的树皮率、心材率、生材含水率及木材密度进行测定, 结果表明: 黑木相思树皮体积分数、树皮质量分数、心材率、生材含水率、生材密度和基本密度平均值分别为15.94%, 17.06%, 49.53%, 77.70%, 0.773, 0.437 g/cm³。自树干基部向上, 黑木相思的树皮体积分数、树皮质量分数、基本密度总体上均呈波动性增加的趋势, 心材率总体上均呈递减的趋势, 生材含水率、生材密度总体上呈波动性递减的趋势; 自髓心向外, 黑木相思的生材含水率均逐渐降低, 生材密度南北向上均呈先平稳后下降的趋势, 基本密度在南北向上的变化规律有所差别, 在北向上呈先下降后增加的趋势, 在南向上呈逐渐增加的趋势。

关键词:黑木相思; 树皮率; 心材率; 生材含水率; 木材密度

中图分类号: S781.8; S792.99

文献标志码: A

doi: 10.3969/j.issn.1001-7380.2024.03.002

Green wood properties for 6-year-old *Acacia melanoxylon*

Qin Mei¹, Wei Liuming², Deng Yongsheng¹, Chen Songwu^{2*}, Liu Xiaoling²

(1. Guangxi State-owned Liuwan Forest Farm, Yulin 537000, China; 2. Guangxi Forestry Research Institute/Guangxi Quality Control of Wood Resources Cultivation Research Center of Engineering Technology, Nanning 530002, China)

Abstract: In order to provide a reference basis for the rational utilisation of *Acacia melanoxylon* in plantation forests, the green wood properties were analysed. Bark volume, heartwood percentage, moisture content of green wood and wood density were determined by drainage method, mass method and numerical method. The research showed that: The average values of bark volume fraction, bark mass fraction, heartwood percentage, moisture content of green wood, green wood density and basic density of 6-year-old *A. melanoxylon* were 15.94%, 17.06%, 49.53%, 77.70%, 0.773 and 0.437 g/cm³, respectively. With the increase of the tree height, the bark volume fraction, bark mass fraction and basic density showed a fluctuating increasing trend; the heartwood percentage showed a decreasing trend and the moisture content of green wood and green wood density showed a fluctuating decreasing trend. From pith to sapwood, the moisture content of green wood gradually decreased, and the green wood density showed a steady and then decreasing trend, the results were consistent in the north-south direction. However, the basic density had different patterns of change in the southward and northward directions, with a decreasing and then increasing trend in the northward direction and a gradual increasing trend in the southward direction.

Key words: *Acacia melanoxylon*; Bark percentage; Heartwood percentage; Moisture content of green wood; Wood density

黑木相思(*Acacia melanoxylon*)属含羞草科金合欢属高大乔木, 原产于澳大利亚, 于20世纪90年代

引种至中国, 被广西、广东、福建等地区重点推广栽植, 且种植面积仍在不断扩大。其主干通直, 心材

收稿日期: 2024-03-27; 修回日期: 2024-04-29

基金项目: 广西壮族自治区林业科技项目“黑木相思木材材性分析及材质评价研究”(2023GXZCLK22); 广西壮族自治区林业科学研究院研究团队专项“广西主要用材树种木材加工利用适应性及品质评价研究”(2024RT15); 广西壮族自治区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”(2023GXCLK03)

作者简介: 覃梅(1972-), 女, 广西玉林人, 高级工程师, 大学本科毕业。主要从事林学和森林经营研究。

* **通信作者:** 陈松武(1977-), 男, 广西玉林人, 正高级工程师, 硕士。主要从事木材加工技术研究。

呈红棕色,花纹美丽,材性优良,可作为高档乐器和中高档家具用材^[1-2]。同时该树种是生态友好型树种,其凋落物丰富,根瘤具有固氮功能,改土性能好,因此具有改善土壤肥力的生态作用^[3]。此外,黑木相思的主伐一般在 6—8 a,是仅次于桉树的速生树种。目前,关于黑木相思的研究主要集中于水土保持功能、栽培育种等方面^[4-7],其木材性质的研究则多集中于木材物理力学性质和纤维特性^[8-11],对其生材性质的相关研究鲜有报道,周凡等仅对黑木相思木材轴向和径向的生材含水率、基本密度及其尺寸稳定性进行了研究,而未测定其生材树皮率、心材率。然而据报道黑木相思树皮单宁含量较高,可作为一种新的栲胶原料^[12-13]。此外,树木心材的价值通常远高于边材,大多数树种是以心材做为主的培育目标,列如红木,而蓝桉木材心材过大会降低其纸浆产量而使木材整体的价值降低^[14]。同时木材密度和生材含水率作为木材性质的重要指标,在一定范围内影响木材物理力学性能,对木材的运输储存、合理加工利用具有重要意义。生材含水率在树干中的分布及变异规律是影响锯材后续干燥及加工利用的重要因素^[15],然而其会因树种、树龄、取样部位、季节及立体条件的不同而存在差异^[16]。因此,木材的生材性质作为木材性能的重要指标,对木材的合理利用具有重要意义。

鉴于此,本研究以 6 年生黑木相思为研究对象,对其生材树皮率、心材率、含水率和密度进行分析,了解黑木相思生材性质在树干轴向和径向上的变化规律,以期在黑木相思木材的合理利用提供参考。

1 材料与方 法

1.1 试验材料采集

根据木材物理力学试验材料采集方法^[17],于 2022 年 8 月在南宁市广西壮族自治区林业科学研究院苗木基地采集黑木相思试验材料 13 株(见表 1)。确定样木,用喷漆标记其北向后,将样木伐倒并记录树高、枝下高等测量数据。分别在树高 0.3, 1.3,3.3,5.3,7.3,9.3,11.3 m 等处锯取圆盘(厚度为 5 cm),随后立即使用保鲜膜将其包裹密封防止水分流失,以供测定该木材的生材树皮率、心材率、含水率、生材密度及基本密度。

1.2 树皮率测定

树皮体积分数是树皮体积与所在树干部分树皮和木质部体积之和的比值。树皮质量分数是树

皮质量与所在树干部位树皮和木质部质量之和的比值。具体测定方法及其计算参照刘晓玲等^[18]方法进行。

表 1 试验材料采集情况

树木编号	树高/m	枝下高/m	胸径/cm
H1	17.3	12.4	13.5
H2	17.1	11.0	13.4
H3	16.9	5.3	14.3
H4	16.9	8.2	12.3
H5	19.8	9.3	13.2
H6	18.9	8.0	15.3
H7	16.8	8.4	14.0
H8	18.3	8.8	13.6
H9	17.6	6.5	14.8
H10	18.5	7.8	14.5
H11	18.6	5.3	15.2
H12	17.6	9.6	16.0
H13	15.3	10.7	11.7

1.3 心材率的测定

心材率为心材面积与圆盘面积的比值。具体测定方法及其计算参照刘晓玲等^[18]方法进行。

1.4 木材密度测定

1.4.1 生材密度测定 将完成树皮率测定后的圆盘制成约 15 mm×15 mm×15 mm 的试样,先称生材质量 $W_{生}$,再采用排水法测定出其生材体积 $V_{生}$ 。根据以下表达式算出生材密度。

$$\rho_{生} = W_{生} / V_{生}$$

1.4.2 基本密度测定 将生材体积测定后的试样置于烘箱(103±2)℃烘至恒质量,称恒质量记为 $W_{干}$, $V_{生}$ 为其生材体积,根据以下表达式算出基本密度。

$$\rho_{基} = W_{干} / V_{生}$$

1.5 生材含水率测定

生材含水率的测定与生材密度测定方法一致,根据以下表达式计算

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

2 结果与分析

2.1 树皮率变异

由图 1 可知,自树干基部向上,树皮率随树高的增加,总体均呈波动性增加的趋势。在树高 0.30—11.3 m 范围内,树皮体积分数的变异范围为

13.89%—19.19%,均值为15.94%;树皮质量分数变异范围为15.78%—20.13%,均值为17.06%。

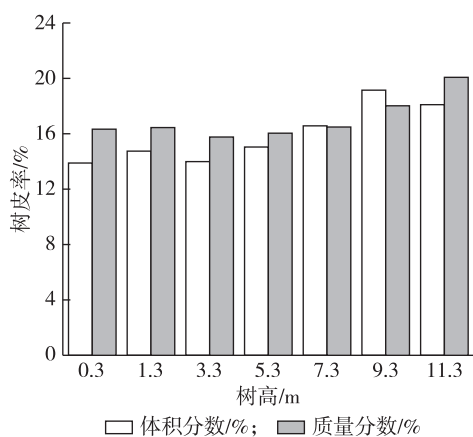


图1 黑木相思树皮率的纵向变化规律

2.2 心材率变异

由图2可知,自树干基部向上,心材率随树高的增加,总体均呈递减的趋势。在树高0.30—11.3 m范围内,心材率的变异范围为24.24%—63.09%,平均值为49.53%,最高值在1.3 m处;其中在树高0.3—3.3 m范围内,黑木相思心材率均在60%以上,变化幅度不大;自树高5.3 m处向上,心材率开始明显下降。

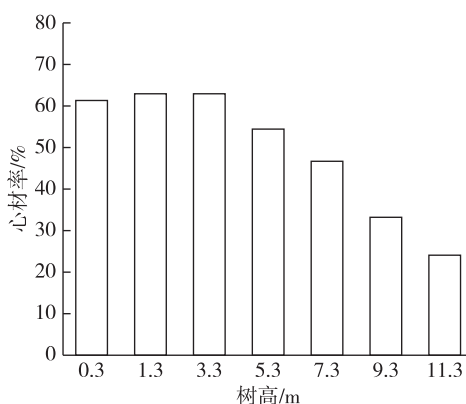


图2 黑木相思心材率的纵向变化规律

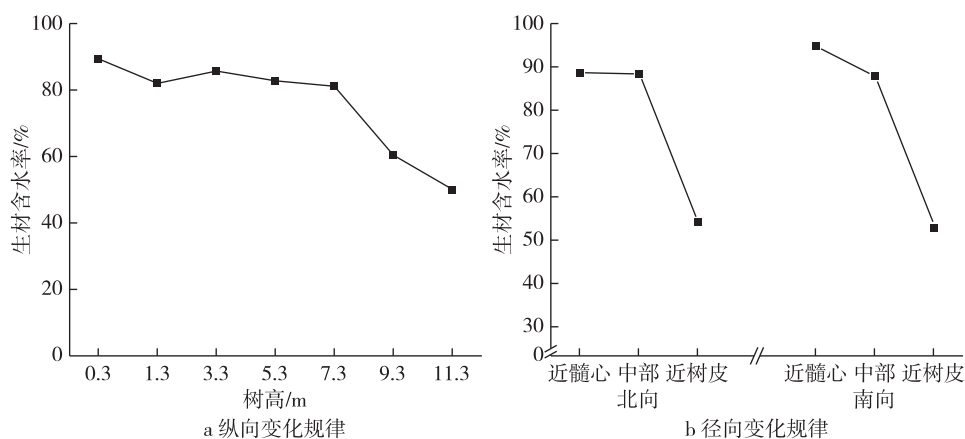


图3 黑木相思生材含水率的纵向和径向变化规律

2.4 木材密度变异

由图4可知,自树干基部向上,随树高的增加,生材密度总体呈波动性递减的趋势。在树高0.30—11.3 m范围内,生材密度的变异范围为0.743—0.846 g/cm³,平均值为0.769 g/cm³;自

2.3 生材含水率变异

由图3可知,自树干基部向上,随树高的增加,生材含水率呈波动性递减。在树高0.30—11.3 m范围内,生材含水率的变异范围为50.04%—89.47%,均值为75.99%,最高值在0.3 m处。自髓心向外,生材含水率逐渐降低,南北向结果一致,其中北向上,生材含水率由近髓心的88.55%降至中部位位置的88.29%,两者仅相差0.26%,近髓心降至近树皮位置的54.15%,降低了34.40%;南向上,生材含水率由近髓心的94.62%降至中部位位置的87.74%,2者相差6.88%,近髓心降至近树皮位置的52.84%,降低了41.78%。

树干基部向上,基本密度总体上呈波动性递增的趋势。在0.30—11.3 m树高范围内,基本密度的变异范围为0.411—0.476 g/cm³,平均值为0.440 g/cm³。

由图5可知,生材密度在南北向上的变化规律

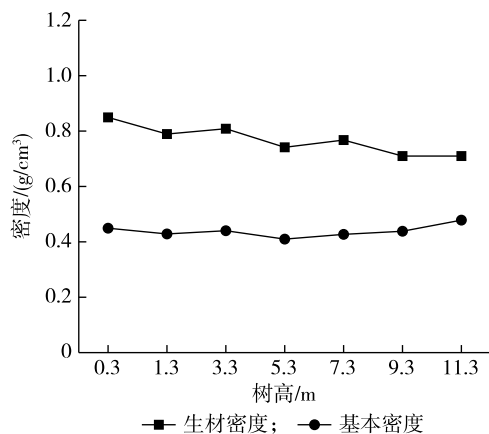


图 4 黑木相思密度的纵向变化规律

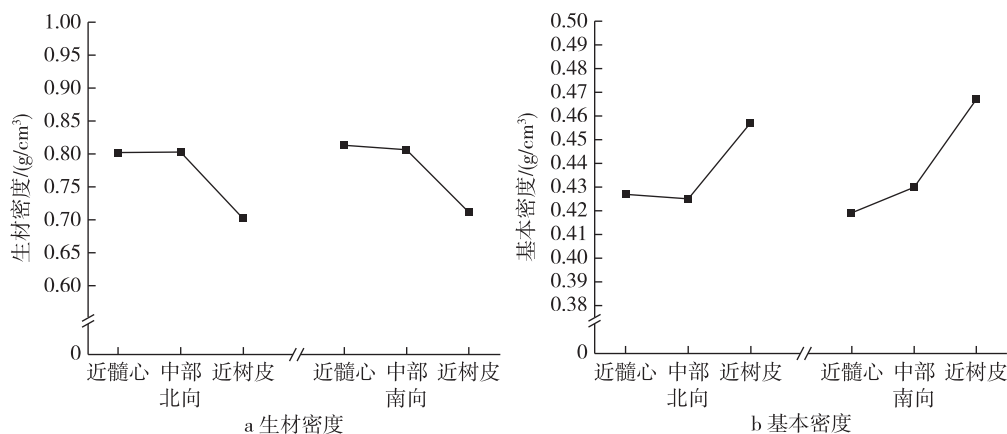


图 5 黑木相思密度的径向变化规律

3 讨论与结论

黑木相思的树皮体积分数、树皮质量分数随树高的增加,总体均呈波动性增加的趋势,平均值分别为 15.94%,17.06%;黑木相思的树皮体积分数、树皮质量分数大于 35 年生的大花序桉^[19]、红锥^[20]、33 年生格木^[21],小于 5 年生大花序桉^[22]、11 年生柚木^[18]。此外,据报道黑木相思树皮单宁含量较高(27.4%),可作为栲胶原料^[13]。因此,黑木相思树皮含量较高部位可考虑用于栲胶,使其木材得到更合理的利用。

黑木相思的心材率随树高的增加,总体均呈递减的趋势,心材率在 5.3 m 以下基本保持不变,5.3 m 以上明显下降,平均值为 49.53%,心材率的变化规律与 33 年生格木的心材率变化规律相似^[21],符合常规树木心材的宽度和面积在轴向的变异规律^[23]。此外黑木相思心材率大于红锥^[20]、33 年生格木^[21]、5 年生大花序桉^[22]、11 年生柚木^[18],属于

相一致,且结果与生材含水率在径向上的变化规律相似。即自髓心向外,生材密度均呈出稳不变后下降的变化趋势,南北向上的平均值分别为 0.777,0.769 g/cm³,此外南向各取样部位的生材密度均大于北向。基本密度在南北向上的变化规律有所差别,在南向上呈逐渐增加的趋势,在北向上呈先下降后增加的变化趋势,平均值分别为 0.439,0.436 g/cm³;其中两者在近树皮位置密度最大,分别为 0.457,0.467 g/cm³,此外南向的中间和近树皮位置的基本密度大于北向,近髓心位置的结果反之。

心材较大树种。同时边材和心材具有不同的性质,与边材相比,心材具有更高的天然耐腐性,美丽的纹理及更好的硬度,因此对于大多数木材用途来说高级用材价值主要取决于其心材,而用于制浆造纸时,需考虑心材和边材比例对原料化学性质和产品质量的影响^[24]。因此,应根据不同用途合理考虑黑木相思使用不同高度的木材及采伐时间,此外黑木相思作为生态友好型树种,又属于心材较大树种,具有成为桉树混交树种的潜力。

轴向上,生材含水率随树高的增加呈波动性递减,最高值在 0.3 m 处,可能是枝叶的蒸腾作用导致树干上部分的水分减少,而蒸腾作用又可作为驱动力,使根部从土壤吸收的水分沿木质部维管系统传输到树干导致^[25]。径向上,结果表明黑木相思的心材生材含水率远大于边材,与周凡等^[26]测定的黑木相思心材大于边材的生材含水率结果一致,但小于其测定的生材含水率。同时根据《锯材窑干工艺规程》^[27],为了更有利于干燥过程中的控制及锯材干

燥质量的均匀性,当湿锯材初含水率相差 15%时,应分别进行干燥。因此,黑木相思木材在后续干燥时,应考虑把心材边材分开干燥。

研究发现无论轴向还是径向,黑木相思木材基本密度的变化规律与其生材含水率基本相反,可能是木材中自由水的含量差异引起生材含水率的变化,而随木材空隙度增大,自由水含量增加,因此空隙度愈大,木材基本密度则愈小^[28]。木材密度是木材性质的重要指标之一,直接影响其硬度强度、加工性能及产品质量,同时其与木纤维密切相关,当其密度过大,木纤维排列紧密,将增加机器耗损率;反之虽能顺利打浆,但会影响其纸浆质量^[29]。本研究中黑木相思的基本密度属于中等密度,平均值为 0.440 g/cm^3 ,介于文献报道的黑木相思基本密度为 $0.322\text{—}0.670 \text{ g/cm}^3$ 范围内^[26]。其低于红锥^[20]、格木^[21]、大花序桉^[22]、柚木^[18],与邓恩桉^[28]木材密度相当。因此,从密度的角度来看,6年生黑木相思木材满足作为制浆造纸原料要求。

参考文献:

- [1] 陈朝黎,曾炳山,裘珍飞,等.不同硼条件黑木相思生长特性及异速生长分析[J].森林与环境学报,2023,43(2):201-209.
- [2] 何 江,陈丽芬,曾炳山,等.广西玉林市 6 种黑木相思无性系生长性状评价[J].广西林业科学,2023,52(6):719-725.
- [3] 丁文恩,陈新强,范秀琼,等.施硼量对黑木相思幼林生长和生理特性的影响[J].林业与环境科学,2023,39(3):58-66.
- [4] 周丽丽,李树斌,潘 辉,等.5 种相思树和尾巨桉人工林土壤养分和酶活性特征[J].热带亚热带植物学报,2021,29(5):483-493.
- [5] 张明慧,黄宝灵,程 亮,等.桉树相思树混交林地土壤微生物特征研究[J].广西农业科学,2009,40(6):681-685.
- [6] 何 斌,刘红英,余春和,等.黑木相思人工林生态系统生物量、碳贮量及其分配特征[J].东北林业大学学报,2012,40(3):48-50.
- [7] 吴远媚,舒应东,潘 涛,等.黑木相思与不同树种混交试验研究[J].南方林业科学,2022,50(4):43-46.
- [8] ANTÓNIO S, HELENA P, OFÉLIA A. Characterization and within-tree variation of wood anatomy of *Acacia melanoxylon* [J]. Millennium-Journal of Education Technologies and Health, 2018(5):13-19.
- [9] NIRSATMANTO A, SUNARTI S, KARTIKANINGTYAS D, et al. Evaluation of the characteristics of *Eucalyptus pellita* and *Acacia* hybrid superior clones selected from breeding program in Indonesia as materials for pulp and papermaking [J]. Wood Research, 2022, 67(5):847-865.
- [10] 夏炳钰,姚 焱,沈哲源,等.广东速生黑木相思材性分析及优化利用[J].林产工业,2021,58(8):7-11.
- [11] 周 凡,付宗营,高 鑫,等.黑木相思木材物理和力学性质研究[J].木材科学与技术,2021,35(1):26-29.
- [12] 苏宏伟,梁发星,黄仁整,等.黑木相思树皮单宁含量的分析研究及其栲胶的试制[J].皮革与化工,2021,38(2):20-22.
- [13] 韦良斌,苏宏伟,谷 瑶,等.黑木相思树皮制取栲胶的浸提工艺试验研究[J].皮革与化工,2022,39(2):15-18.
- [14] 孙余丹,崔之益.心材形成时空规律研究进展[J].世界林业研究,2023,36(4):54-58.
- [15] 江京辉,李伯涛,周 凡,等.杉木生材含水率分布及其对气干的影响[J].林产工业,2019,46(1):25-29.
- [16] 刘盛全,储 茵,张育才,等.长江滩地 69 杨生材含水率株内变异规律的研究[J].安徽农业大学学报,1999(4):384-387.
- [17] 中国林业科学研究院木材工业研究所.无疵小试样木材物理力学性质试验方法第 1 部分:试材采集:GB/T 1927.1—2021 [S].北京:国家市场监督管理总局,2022.
- [18] 刘晓玲,林家纯,陈桂丹,等.11 年生柚木木材的生材性质研究[J].江苏林业科技,2023,50(5):8-12.
- [19] 邱炳发,潘雅琪,韦鹏练,等.35 年生大花序桉生材性质研究[J].陕西林业科技,2019,47(2):11-14.
- [20] 刘晓玲,陈松武,谭长强,等.广西产不同家系红锥的生材性质对比[J].陕西林业科技,2023,51(3):37-40.
- [21] 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.
- [22] 熊 涛,潘雅琪,黄 全,等.5 年生大花序桉生材性质研究[J].陕西林业科技,2020,48(1):15-18.
- [23] KNAPIC S, TAVARES F, PEREIRA H. Heartwood and sapwood variation in *Acacia melanoxylon* R. Br. trees in Portugal [J]. Forestry, 2006, 79(4):371-380.
- [24] 周 凡,付宗营,高 鑫,等.黑木相思木材化学性质株内变异研究[J].木材科学与技术,2021,35(3):25-30.
- [25] 王 哲,王喜明.活立木生理干燥过程中水分传输和散失机制探讨[J].林业科学,2018,54(3):123-133.
- [26] 周 凡,付宗营,高 鑫,等.黑木相思木材物理性质株内变异研究[J].木材科学与技术,2021,35(2):30-36.
- [27] 黑龙江省木材科学研究所.锯材窑干工艺规程:LY/T 1068-92 [S].北京:中华人民共和国林业部,1993.
- [28] 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.
- [29] 杨永强,郭平平,赵西平,等.糠桉全树木材密度和纤维形态的研究[J].安徽农业大学学报,2022,49(5):730-734.