

不同坡位人工林赤松材性变异

金春德

(浙江林学院工程学院, 浙江 临安 311300)

摘要: 以延吉市林业局帽儿山林场赤松人工林为例, 对坡下、坡中、坡上等三种坡位赤松人工林木材的管胞形态特征和物理力学特征的径向变异模式及差异进行研究。结果表明微纤丝角和基本密度及壁腔比等指标表现为差异显著。从各种指标变异的分析结果来看, 坡中的人工林赤松木材更适合用于结构材原料, 坡下和坡上人工林赤松木材更适合用于纸浆材原料。

关键词: 赤松; 不同坡位; 管胞形态; 木材物理力学特征; 变异规律

分类号: S781

The Variations Of Wood Nature Of *Pinus densiflora* Plantation Different Slope Places

Jin Chun-de

School of Engineering , Zhejiang Forestry University, Lin'an 311300, Zhejiang, China

Abstract: Studying on the model of radial variations and differences of the tracheid morphological characteristics of *Pinus densiflora* plantation in the Maoer mountain forestry center in Yanji city. Slopes are top ,middle and foot .It shows that there are distinct differences in the microfibril angle ,density and the ratio of wall to indiameter. Between the different slope places ,the middle slope's is the best one for the pulp wood materials and the others is more suitable for the wood materials.

Key words: *Pinus densiflora*; Different slope places; Tracheid morphology; Wood physical mechanics characteristics; Variation pattern

赤松是延边的重要用材林树种, 也是延边地区植被的重要组成树种。赤松以适应性强、生长速度快、成林成材期早、经济效益显著等特点, 成为延边的人工造林的重要树种。本研究利用生长轮材质测定方法, 对不同坡位人工林赤松的材质进行比较, 分析总结变异规律, 为赤松人工林的定向培育和加工利用提供理论依据。

1 试验材料与研究方法

试材 15 株赤松于 2001 年 2 月末采自吉林省延吉市林业局帽儿山林场 20 林班 39 小班人工林赤松纯林, 取样方法按《木材物理力学试件采集方法》GB1927—91 的规定进行。表 1 和表 2 给出了标准地和样地的基本情况。

试样的制备方法和基本密度、管胞长度、管胞宽度及管胞长宽比的测试方法见参考文献^[1]; 纤丝角用偏光显微镜测定方法测定; 制作赤松横切面切片(染色, 厚度 15 μ m 左右), 并用投影显微镜测量生长轮宽度和晚材宽度(晚材率), 采用数码实体显微镜测量管胞腔直径和壁厚(壁腔比)。

¹第 1 作者简介: 金春德, 男, 1963 年 3 月生, 浙江林学院工程学院, 教授, 博士。国家自然科学基金资助项目(30060070)

采用单因素方差分析方法分析不同坡位之间变异的显著性。利用回归方程找出管胞形态特征及物理力学特征量的径向变异模式。

表 1 标准地基本情况

坡位	坡度/(°)	坡向	林分密度/株·hm ⁻²	土壤种类
坡下	3	北向	966.7	暗棕壤
坡中	11	北向	1133	暗棕壤
坡上	11	北向	1150	暗棕壤

表 2 样木基本情况

坡位	样木代号	树龄/a	胸径/cm	树高/m	第一枝下高/m	含水率/%
坡下	F ₁	35	16.00	12.85	8.00	187.50
	F ₂	34	15.50	13.93	9.40	169.44
	F ₃	34	16.40	14.52	7.62	200.00
	F ₄	35	15.40	13.65	8.75	150.00
	F ₅	34	15.85	14.55	8.62	151.22
坡中	B ₁	32	15.50	14.10	7.90	162.79
	B ₂	35	15.90	13.42	8.85	163.89
	B ₃	35	16.30	14.60	7.10	152.46
	B ₄	35	15.90	13.55	7.53	157.46
	B ₅	35	15.90	13.26	5.95	164.29
坡上	C ₁	35	13.30	15.00	7.82	226.32
	C ₂	35	13.60	14.50	9.50	169.23
	C ₃	35	14.40	15.80	10.10	164.71
	C ₄	35	14.40	13.50	7.20	186.21
	C ₅	35	14.35	15.40	10.75	200.00

表 3 不同坡位人工林赤松的材性指标与生长轮年龄的回归方程

指标	坡位	回归方程	相关系数
管胞长度	坡下	$L_1=1.2441\ln(t) + 0.6866$	0.959
	坡中	$L_2= 1.2059\ln(t) +0.5684$	0.957
	坡上	$L_3= 1.1046\ln(t) +0.2494$	0.931
管胞直径	坡下	$d_1= 0.0048\ln(t) + 0.0211$	0.899
	坡中	$d_2= 0.0043\ln(t) + 0.023$	0.850
	坡上	$d_3=0.0048\ln(t) + 0.0219$	0.806
管胞长宽比	坡下	$L_{b1}= 26.878\ln(t) + 5.6884$	0.946
	坡中	$L_{b2}=26.887\ln(t) + 4.9203$	0.945
	坡上	$L_{b3}=22.553\ln(t) + 16.7899$	0.889
管胞壁腔比	坡下	$b_{d1}=0.0807\ln(t) + 0.2477$	0.562
	坡中	$b_{d2}=0.0777\ln(t) +0.3214$	0.657
	坡上	$b_{d3}=0.0897\ln(t) +0.2009$	0.694

指标	坡位	回归方程	相关系数
微纤丝角	坡下	$\theta_1 = -3.2782\ln(t) + 25.979$	0.942
	坡中	$\theta_2 = -4.4074\ln(t) + 23.839$	0.898
	坡上	$\theta_3 = -3.1905\ln(t) + 27.769$	0.984
基本密度	坡下	$\rho_1 = -0.0003t^2 + 0.0122t + 0.2991$	0.698
	坡中	$\rho_2 = 2E-05t^2 + 0.0009t + 0.4141$	0.627
	坡上	$\rho_3 = -0.0002t^2 + 0.0085t + 0.3044$	0.635
晚材率	坡下	$y_1 = -0.0451t^2 + 2.3714t - 3.7761$	0.809
	坡中	$y_2 = -0.0317t^2 + 1.1581t + 4.5544$	0.718
	坡上	$y_3 = -0.031t^2 + 1.8663t - 2.5386$	0.793
生长轮宽度	坡下	$\rho_{s1} = -1.6315\ln(t) + 7.134$	0.781
	坡中	$\rho_{s2} = -1.6102\ln(t) + 7.1021$	0.839
	坡上	$\rho_{s3} = -2.0213\ln(t) + 8.0421$	0.778

2 结果与分析

2.1 管胞形态特征的变异

图 1 为不同坡位人工林赤松木材胸高处管胞长度的径向变异模式。由图 1 可见，三种坡位的赤松木材管胞长度的径向变异规律相似，管胞长度由髓心开始向外几年长度增加迅速，达到一定生长轮年龄之后，管胞长度相对趋于稳定。说明树木进入成熟期，符合 Panshin 总结的管胞长度径向变异的第 1 种趋势^[2]。

为了能对管胞长度变异进行定量分析，将管胞长度与生长轮年龄进行了回归，回归方程为对数曲线，其回归方程见表 3。单因素方差分析表明，不同坡位赤松木材管胞长度在 0.05 水平上不存在显著性的差异。

图 2 为不同坡位人工林赤松木材胸高处管胞直径的径向变异情况。由图 2 可见，坡下、坡中、坡上赤松的管胞直径的径向变异相似，且都是从髓心向外呈递增趋势，起伏式增大，到一定年龄后趋于稳定。经方差分析，不同坡位赤松木材管胞直径在 0.05 水平上不存在显著性的差异。管胞直径与生长轮年龄之间的回归方程见表 3。

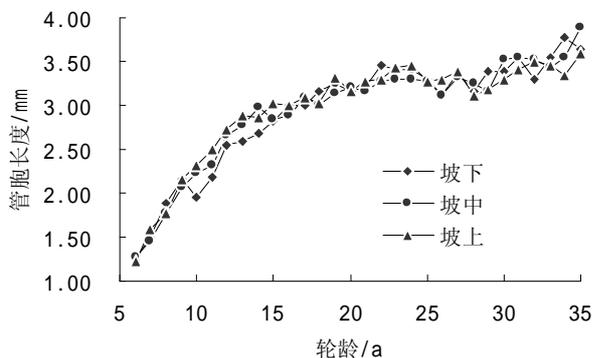


图1 不同坡位赤松胸高处管胞长度的径向变异

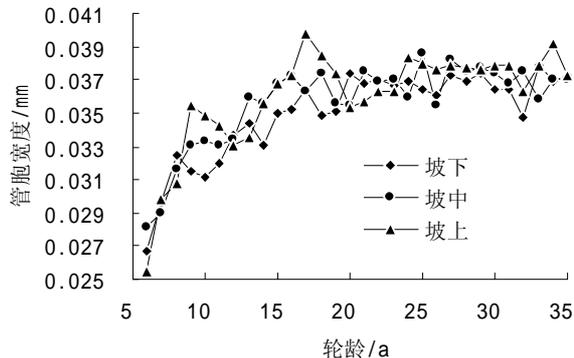


图2 不同坡位赤松胸高处管胞宽度的径向变异

图 3 为不同坡位人工林赤松胸高处管胞长宽比的径向变异情况。从图 3 可见，不同坡位赤松

管胞长宽比，其大小和变化规律都相似，由于管胞直径的变化相对长度的变化稳定，所以管胞长宽比的变异与管胞长度有相似的规律，髓心附近增长快，到一定年龄后增长缓慢，并趋于稳定。不同坡位赤松木材管胞长宽比与生长轮之间采用对数曲线回归，回归方程见表 3。经单因素方差分析结果表明，不同坡位赤松人工林管胞长宽比在 0.05 水平上差异不显著。

本研究采用的是弦向壁腔比，也即弦向双壁厚与弦向腔径之比。图 4 为不同坡位人工林赤松胸高处管胞壁腔比的径向变异情况。由图 4 可见，三种坡位的赤松管胞壁腔比的变异具有相似的规律，即壁腔比自髓心向外逐渐递增，到一定生长轮年龄之后上下波动并趋于相对稳定。由于髓心附近的胞壁厚度增加速度大于管胞直径，因而管胞壁腔比在髓心附近向外显现递增。而到一定生长轮年龄后胞壁厚度和管胞直径变化趋于相对稳定，所以壁腔比也趋于相对稳定。又从图 4 可知，坡中的赤松管胞壁腔比明显比坡下和坡上的赤松管胞壁腔比大，经单因素方差分析结果表明，坡中的赤松管胞壁腔比分别与坡下和坡上的赤松管胞壁腔比在 0.01 水平上存在显著性的差异，且坡中的赤松管胞壁腔比平均值比坡下和坡上赤松管胞壁腔比平均值分别大 11.62% 和 16.45%。这种管胞壁腔比的差异将会对木材密度和力学强度有很大影响。

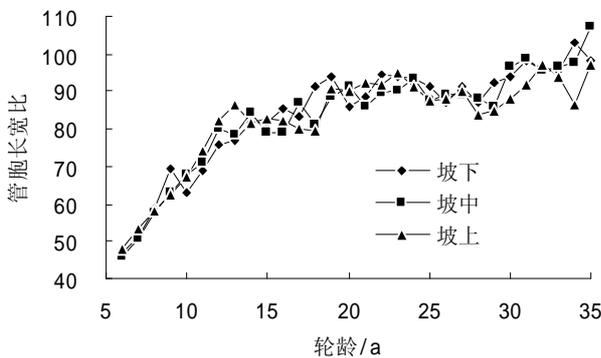


图3 不同坡位赤松胸高处管胞长宽比的径向变异

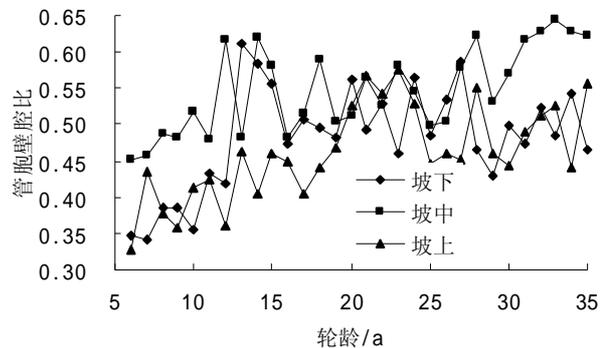


图4 不同坡位赤松胸高处管胞壁腔比的径向变异

2.2 木材物理力学特征量的变异

微纤丝角对木材尺寸稳定性和木材物理力学性质的影响最大。图 5 为不同坡位人工林赤松木材胸高处微纤丝角的径向变异情况。从图 5 可见，中坡赤松木材微纤丝角明显比坡上和坡下赤松木材微纤丝角小；坡下赤松木材微纤丝角也比坡上赤松木材的微纤丝角小。经单因素方差分析，三种坡位赤松微纤丝角互相之间在 0.01 水平上存在显著差异，且坡中赤松微纤丝角的平均值 (12.87°)，分别比坡上和坡下的赤松微纤丝角的平均值 (19.86° 和 17.86°) 小 54.31% 和 38.77%，坡下赤松微纤丝角的平均值比坡上赤松微纤丝角的平均值小 11.20%。这种微纤丝角的显著差异将会影响木材的尺寸稳定性和物理力学性能的差异。从微纤丝角的变异规律上看，三种不同坡位赤松的微纤丝角均从髓心向外逐渐变小，到一定年龄后趋于相对稳定。通过微纤丝角与生长轮年龄的回归分析，得到对数方程，见表 3。

图 6 为不同坡位人工林赤松胸高处生长轮基本密度的径向变异模式。从图 6 可见，不同坡位赤松生长轮基本密度从髓心向外，最初递减，然后向外呈递增，且树皮附近的基本密度高于髓心附近，至到一定生长轮年龄之后趋势于相对稳定，因此，赤松基本密度的径向变异规律属于 Pashin 和 Zeeuw 等对木材密度径向变异所分的三种类型中的第二种类型^[2]。壁腔比是影响木材密度的重要因素，因此，生长轮基本密度的变异如同管胞壁腔比的变异，与管胞胞壁和管胞直径增长速度

有关。经单因素方差分析结果表明,坡中赤松生长轮基本密度分别与坡上和坡下赤松的生长轮基本密度在 0.01 水平上差异显著,且其平均值分别比坡上和坡下的基本密度大 10.50% 和 7.02%。

图 7 表示不同坡位人工林赤松胸高处晚材率的径向变异情况。这种晚材率变异情况与管胞长度、管胞长宽比指标相似。自髓心向外递增,到一定生长轮年龄后晚材率变化趋于稳定。晚材率与生长轮年龄之间采用抛物线曲线回归,其回归方程和相关系数见表 3。经单因素方差分析,三种不同坡位赤松晚材率在 0.05 水平上无显著性差异。

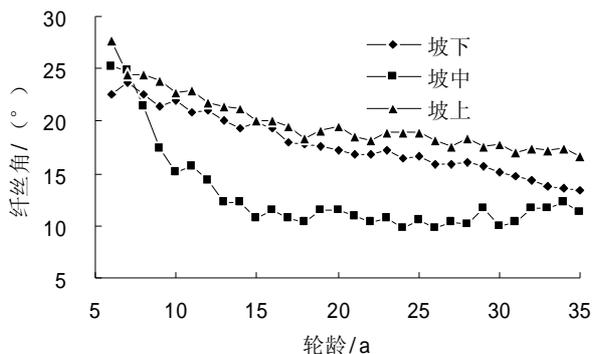


图5 不同坡位赤松胸高处微纤丝角的径向变异

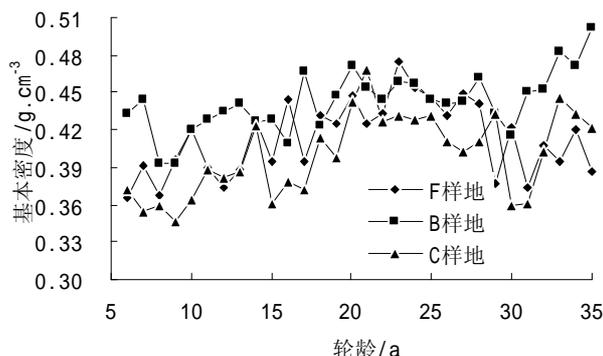


图6 不同坡位赤松胸高处基本密度的径向变异

不同坡位人工林赤松胸高处生长轮宽度的径向变异模式如图 8 所示,其变异模式(除靠髓心的第 1 个年轮外)与微纤丝角的情况相近。近髓心处的生长轮宽度比较大,随着年龄的增加,生长轮宽度迅速下降,达到一定年龄之后逐步趋于稳定。生长轮宽度与生长轮年龄之间的回归方程见表 3。经单因素方差分析结果表明,上述不同坡位赤松生长轮宽度之间,在 0.05 水平上无显著差异。

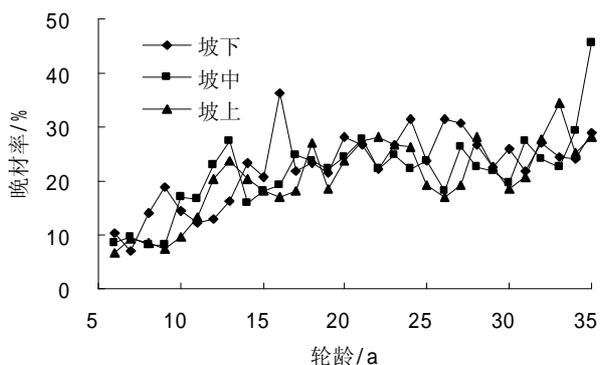


图7 不同坡位赤松胸高处晚材率的径向变异

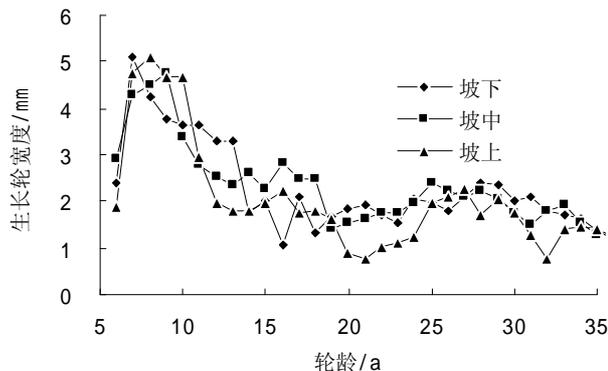


图8 不同坡位赤松胸高处生长轮宽度的径向变异

3 结论

不同坡位人工林赤松木材管胞形态特征和木材物理力学特征量的径向变异及其单因素方差分析结果表明,在管胞长度、管胞宽度、管胞长宽比、管胞壁腔比、微纤丝角、基本密度、晚材率、生长轮宽度等指标中,管胞壁腔比、微纤丝角、基本密度等三个指标表现出差异显著。其中:管胞壁腔比,坡中人工林赤松分别与坡下和坡上的人工林赤松在 0.01 水平上存在显著性差异,且坡中人工林赤松壁腔比平均值比坡下和坡上人工林赤松管胞壁腔比平均均匀值分别大 11.62% 和 16.45%;微纤丝角,坡下、坡中、坡上等三种坡位人工林赤松微纤丝角之间,在 0.01 水平上有

显著性差异,且坡中人工林赤松微纤丝角的平均值分别比坡上和坡下人工林赤松微纤丝角的平均值小 54.31%和 38.77%;基本密度,坡中人工林赤松生长轮基本密度分别与坡上和坡下人工林赤松生长轮基本密度在 0.01 水平上差异显著,且坡中人工林赤松生长轮基本密度平均值分别比坡上和坡下人工林赤松基本密度大 10.5%和 7.02%。

不同坡位人工林赤松木材管形态特征和木材物理力学特征指标的径向变异规律模型的拟合效果较好。

从微纤丝角、基本密度、壁腔比等指标的比较来看,在三种不同坡位人工林赤松中,坡中人工林赤松的微纤丝角小,基本密度大,壁腔比大,而坡下和坡上的人工林赤松的微纤丝角大、基本密度小、壁腔比小。因此,中坡人工林赤松木材更适合用于结构材等受力原料,而坡下和坡上的人工林赤松木材更适合用于纸浆材原料。

参考文献

- 1 金春德,刘继生,张鹏等.赤松木材管胞形态特征及密度的变异规律.东北林业大学学报,2001,29(6):96~98
- 2 Pashin AJ,Carl de Zeeue. Text book of wood Technology: 4th Edition. New York: Megraw-Hill Book Compcomy, 1980