

培育措施对人工林樟子松木材管胞形态特征的影响*

郭明辉 李海英 王金满 闫 丽

(东北林业大学材料科学与工程学院, 哈尔滨 150040)

摘 要: 对不同培育措施的人工林樟子松 (*Pinus sylvestris*) 管胞形态特征指标进行测试和分析, 结果表明: 不同的培育措施 (初植密度、间伐强度、坡向、坡位) 对樟子松人工林木材的绝大多数管胞形态特征指标有很大的影响, 但未达到显著水平, 只有管胞直径的差异在不同培育措施下都达到显著水平。可选择 1.5m×1.0m、轻度间伐、阳坡、坡下林分进行定向培育, 加快树木生长, 从而培育高产、优质的用材林。

关键词: 培育措施, 人工林, 樟子松, 管胞形态特征

The Effect of Silvicultural Measures on Tracheid Shape Properties of *Pinus sylvestris* Plantations

Guo Minghui Li haiying Yan Li Wang jinman

(Material Science and Engineering College, Northeast Forestry University, Harbin 150040)

Abstract: For different silvicultural measures, the tracheid shape properties of *Pinus sylvestris* plantations were measured and analyzed. The results showed that the effect of silvicultural measures on many tracheid shape properties of *Pinus sylvestris* Plantations were not significant, but tracheid indiameter. was significant. The forestry of 1.5m×1.0m, small thinning, south slope, slope down were better. Results of this study can provide a thoretical base and good guidance to oriented breeding of plantation forest of *pinus sylvestris*.

Key words: Silviculture :Plantation *Pinus sylvestris* tracheid shape properties

木材管胞形态特征的变异, 主要表现在树木自身, 在个体发育过程中, 树木固有的变异性以及树木有机体在外界环境干预下发生变异 (成俊卿, 1985)。樟子松 (*Pinus sylvestris* .var. *mongolica* Litv.), 是东北地区重要的人工林树种, 其材质优良, 经济价值高。樟子松生长过程既受本身遗传特性的制约, 又受森林培育措施和环境条件的影响。木材的管胞形态特征主要包括管胞长度、管胞直径、管胞长宽比、纤丝角、管胞壁厚、壁腔比、胞壁率等, 本文就培育措施对人工林樟子松木材的管胞形态特征的影响作一研究总结, 为人工林樟子松定向培育提供科学依据和实践指导。

1 试材采集及测试方法

实验林选自东北林业大学冒儿山实验林场, 从“七五”到“八五”期间人工培育经营的樟子松实验林和对照林内取样, 分别在不同初植密度 (1.5m×1.0m、1.5m×2.0m、1.5m×2.5m)、不同间伐强度 (未间伐、轻度间伐、重度间伐)、不同坡位 (坡上、坡下)、不同坡向 (阳坡、阴坡) 的林分内取样, 取样方法按照国家标准《木材物理力学试材采集方法》GB1927-91 的规定进行。在每个样地上, 至少选取三株平均标准样木, 在胸高处 (1.3m) 截取 2.5cm 厚圆盘两个, 标明南北方向和记号, 带回实验室作为试材。样木基本情况见表 1。试样的制备与测试方法见参考文献。

2 结果与讨论

2.1 初植密度对人工林樟子松木材的管胞形态特征的影响

2.1.1 管胞长度、管胞直径和长宽比

*本研究为霍英东基金项目与黑龙江省科技攻关项目的部分内容编号为 G99B5-3。

第一作者简介: 郭明辉, 1964 年生, 女, 东北林业大学材料科学与工程学院, 教授, 博士后。主要从事生物木材学, 木材干燥学方面的研究。电话: 0451-88586998, 82190595

表 1 样木基本情况

Table 1 Sample basic outlines

培育措施	树组	株数/株	树龄/a	平均胸径/cm	坡位	坡向	株行距/m ²
初植密度	1.5×1.0	3	26	13.13	坡下	阳坡	1.5×1.0
	1.5×2.0	3	23	12.01	坡下	阳坡	1.5×2.0
	1.5×2.5	3	26	13.76	坡下	阳坡	1.5×2.5
间伐强度	未间伐	3	26	13.13	坡下	阳坡	1.5×1.0
	轻度间伐	3	29	13.42	坡下	阳坡	2×3
	重度间伐	3	31	15.12	坡下	阳坡	4×3
坡向	阳坡	3	35	15.42	坡中	阳坡	2×3
	阴坡	3	29	13.95	坡中	阴坡	2×3
坡位	坡下	3	30	13.25	坡下	阳坡	2×2.5
	坡上	3	31	14.12	坡上	阳坡	2×2.5

三种初植密度下人工林樟子松木材的管胞长度平均值比较（表 2）： $1.5 \times 1.0 > 1.5 \times 2.0 > 1.5 \times 2.5$ ，说明密度越大，管胞长度越大。方差分析表明（表 3）管胞长度在三种初植密度下的差异显著。

管胞直径平均值比较 1.5×2.0 林分木材的较大（表 2），其大小主要受生长激素所控制及生长环境的影响。方差分析表明（表 3）管胞直径在三种初植密度下的差异显著。

长宽比是管胞直径与管胞长度的比值，管胞长度与管胞直径共同作用的结果，管胞长宽比是评价造纸用材的一个主要技术指标，它直接影响纸浆得率、纸张抗拉强度、耐皱度和耐折度^{[1]、[2]}。一般说来造纸用的管胞宜细而长，其长宽比愈大愈好，因为细而长的管胞增进造纸时的交织作用，从而增进纸张的强度，特别是撕裂度。从（表 2）可以看出，三种初植密度下樟子松人工林管胞长宽比均大于造纸材料对管胞长宽比（30-45）的要求，从管胞长宽比这一角度来讲，三种初植密度下人工林樟子松均是优良的造纸原料。方差分析中可知（表 3），管胞长宽比的差异不显著。

表 2 不同初植密度、间伐强度下人工林樟子松木材主要管胞形态特征测定结果

Table 2 The testing results of wood tracheid shape properties on different planting density and thinning

管胞形态	初植密度			间伐强度		
	1.5×1.0	1.5×2.0	1.5×2.5	未间伐	轻度间伐	重度间伐
管胞长度/um	2744.5	2672.19	2355.38	2744.5	2646.107	2606.471
标准差	605.01	474.95	532.22	605.01	666.415	534.296
变异系数%	22.04	17.78	22.59	22.04	25.1847	20.5
管胞直径/um	34.01	35	33.154	34.01	35.964	33.325
标准差	1.2	1.26	1.11	1.2	1.95	1.87
变异系数%	3.52	3.6	3.34	3.52	5.42	5.61
长宽比	69.68	76.34	71.04	69.68	73.58	12.78
标准差	17.62	12.06	16.43	17.62	16.767	15.825
变异系数%	25.28	15.79	23.12	25.28	19.29	16.95
纤丝角/度	12.065	11.087	10.01	12.065	11.615	10.976
标准差	5.49	5.322	5.47	5.49	5.13	4.797
变异系数%	45.5	48	54.64	45.5	44.16	43.7
胞腔壁厚/um	4.369	4.243	4.438	4.369	4.057	4.180
标准差	0.45	0.394	0.378	0.45	0.396	0.441
变异系数%	10.29	9.28	8.51	10.29	9.74	10.55
胞腔直径/um	33.38	33.98	32.26	33.38	30.43	31.277

标准差	7.217	6.086	6.884	7.217	7.6453	8.208
变异系数%	21.62	17.91	21.33	21.62	25.12	26.24
壁腔比	0.371	0.368	0.377	0.371	0.396	0.395
标准差	0.0719	0.079	0.082	0.0719	0.118	0.105
变异系数%	19.38	21.46	21.75	19.38	29.72	26.68
胞壁率/%	44.824	44.896	45.231	44.824	44.892	44.014
标准差	3.452	2.826	3.274	3.452	3.91	3.884
变异系数%	7.7	6.29	7.23	7.7	8.7	8.82

表3 不同培育措施条件下管胞形态特征方差分析

Table 3 Variance analysis of wood tracheid shape properties on different silviculture

指标	初植密度		间伐强度		坡向		坡位	
	F值	F _n (0.05)	F值	F _n (0.05)	F值	F _n (0.05)	F值	F _n (0.05)
管胞长度	4.987 [*]	3.12	0.385	3.106	8.001 ^{**}	3.993	4.68 [*]	3.998
管胞直径	14.82 ^{**}	3.12	18.51 ^{**}	3.106	12.777 ^{**}	3.993	23.601 ^{**}	3.998
长宽比	1.129	3.12	1.987	3.106	5.311 [*]	3.993	0.051	3.998
纤丝角	0.852	3.12	0.133	3.106	0.255	3.993	0.6107	3.998
胞腔壁厚	1.406	3.12	6.176	3.106				
胞腔直径	0.408	3.12	1.697	3.106				
壁腔比	0.07	3.12	0.632	3.106				
胞壁率	0.11	3.12	0.589	3.106				

2.1.2 胞壁厚度 壁腔比和胞壁率

胞壁厚度与纸的多项强度密切相关。从表 2 看出, 初植密度越大, 胞壁厚度越小。方差分析表明(表 3) 在三种初植密度下胞壁厚度的差异不显著。

壁腔比是评估木材制浆造纸的一项重要指标, 壁腔比小的管胞, 打浆时容易崩解、帚化、管胞间结合紧密, 所形成的纸张强度大。从表 2 看出, 三初植密度下的壁腔比均小于 1 是较优质造纸材料。方差分析表明(表 3) 壁腔比差异不显著。

胞壁率的大小对木材密度、物理力学性质及制浆造纸的性能有影响。三种林分相比 $1.5 \times 1.0 > 1.5 \times 2.0 > 1.5 \times 2.5$ 即初植密度小, 胞壁率也较小, 方差分析表明(表 3) 胞壁率差异不显著。

2.1.3 微纤丝角

微纤丝角受初植密度的影响较大, 微纤丝角的平均值: $1.5 \times 1.0 > 1.5 \times 2.0 > 1.5 \times 2.5$ 说明初植密度小, 微纤丝角也较小, 主要原因是由于初植密度大, 林木树冠分化形成的激素较多, 树木生长较快, 幼龄材的比例增加而引起的。方差分析表明(表 3) 在三种初植密度下微纤丝角的差异不显著。

综合以上分析表明: 对不同初植密度林分的管胞形态分析表明, 管胞形态受其生长空间的影响较大, 初植密度越大, 管胞长度越小, 胞壁厚度越小; 而纤丝角和胞壁率与初植密度呈负相关即初植密度越小, 纤丝角和胞壁率越大。

2.2 间伐对人工林樟子松木材的管胞形态特征的影响

间伐会使林木的光合作用增加, 促进形成层的活动, 使树木生理和生长过程加强^[3]。大量研究表明, 间伐可以加快林木生长发育, 缩短轮伐期, 提高木材质量^{[1]、[3]、[4]}。

2.2.1 管胞长度、管胞直径和长宽比

不同间伐强度下管胞长度平均值的比较: 未间伐 > 轻度间伐 > 重度间伐, 这是因为随间伐强度的增大, 使郁闭树冠的生存空间得到改善, 根系土壤的水分和养分的竞争得到缓解, 树木的侧光

照充足，从而形成层的活力大大加强，由于形成层原始细胞的分生能力与新形成的子细胞长度呈负相关，所以间伐强度大的林分中林木形成较短的管胞^[5]；但方差分析表明（见表3），差异未达到显著水平，说明间伐对木材管胞长度有一定的影响。

管胞直径平均值相比为轻度间伐>未间伐>重度间伐，方差分析说明，差异显著，由此得出间伐强度对于管胞直径的影响非常大。管胞长宽比从表2、3中看出，重度间伐的林分的管胞长宽比略小于未间伐林，方差分析表明，差异不显著。

2.2.2 胞壁厚度、壁腔比和胞壁率

从表2、3中看出，管胞壁厚的平均值相比为未间伐>重度间伐>轻度间伐，方差分析表明差异显著；壁腔比和胞壁率间伐林略大于未间伐林，差异不显著。间伐只对管胞壁厚度有显著影响。

2.2.3 微纤丝角

微纤丝角是决定木材性能的重要因素，与各种力学强度、干缩性能等密切相关。不同间伐强度林分的纤丝角进行比较：未间伐>轻度间伐>重度间伐，这与管胞长度的变异规律相一致。方差分析表明（表3），差异不显著。得出人工林樟子松间伐后木材微纤丝角略有减小的趋势，从而改变木材的干缩性，使木材的尺寸稳定性得到提高。

2.3 坡向对人工林樟子松木材的管胞形态特征的影响

2.3.1 管胞长度、管胞直径与长宽比

不同坡向条件下管胞长度的平均值比较阳坡明显长于阴坡（表2），主要原因是阳坡比阴坡接受的光照多，导致温度增加；温度增加，管胞长度则增加，这一结论与郭明辉^[6]研究的人工林红松随着温度的增加，管胞长度增加的结果一致。方差分析可知（表3），差异达到显著水平。

管胞直径相比阳坡大于阴坡（表2），这与管胞长度的变化一致。由于树木生长快的原因所致。长宽比，阳坡的长宽比大于阴坡（表2），方差分析表明（表3），管胞直径、长宽比差异都达到显著水平。

2.3.2 微纤丝角

纤丝角平均值阳坡略大于阴坡（表2），这与人工林红松的研究结果一致。方差分析表明（表3），两者差异不显著。

表4 不同坡向、坡位下人工林樟子松木材主要管胞形态特征

Table 4 wood tracheid shape properties on different slope aspect and slope position

培育措施 管胞形态	坡向		坡位	
	阳坡	阴坡	坡上	坡下
管胞长度/ μm	2732.224	2299.021	2460.34	2652.792
标准差	628.887	596.299	610.019	564.554
变异系数%	19.45	21.3	24.79	21.28
管胞直径/ μm	34.319	32.148	35.213	33.435
标准差	1.472	1.107	1.43	1.47
变异系数%	3.14	3.175	4.06	4.39
长宽比	79.61	71.51	69.87	79.34
标准差	15.517	16.428	14.334	17.31
变异系数%	19.48	22.97	16.06	19.6
纤丝角/度	11.206	10.575	10.54	9.57
标准差	5.14	4.61	5.28	4.7
变异系数%	45.86	43.59	50.09	49.11

2.4 坡位对人工林樟子松木材的管胞形态特征的影响

2.4.1 管胞长度、管胞直径与长宽比

不同坡位条件下管胞长度、管胞直径的平均值比较均是坡上明显大于坡下（表2），但方差分析表明，差异不显著。这是由于坡上的光辐射能大，而影响管胞长度、管胞直径的主导因子是光强，所以坡上的管胞长度、管胞直径大于坡下。方差分析可知（表3），二者差异显著。长宽比，坡上的长宽比略大于坡下（表2），两者差异不显著。

2.4.2 微纤丝角

微纤丝角的平均值相比，坡上略大于坡下。方差分析表明（表3），两者差异不显著。

3. 结论

3.1 不同初植密度林分的管胞形态特征分析表明，管胞形态受其生长空间的影响较大，初植密度越大，管胞长度越小，胞壁厚度越小；而纤丝角和胞壁率与初植密度呈负相关即初植密度越小，纤丝角和胞壁率越大。其中管胞长度、管胞直径差异达到显著水平。

3.2: 不同间伐强度林分的木材管胞长度、胞壁厚度的平均值相比为未间伐> 轻度间伐> 重度间伐。管胞形态特征除管胞直径差异显著外，其它各管胞形态指标差异未达到显著水平。

3.3 不同坡向下林分的木材管胞长度、管胞直径、长宽比平均值相比为阳坡大于阴坡，差异都达到显著水平，微纤丝角未达到显著水平。

3.4 不同坡位下林分的木材管胞长度、管胞直径、长宽比、微纤丝角平均值相比皆为坡上大于坡下。坡位对管胞形态的影响除管胞直径差异达到显著水平外，其它指标均未达到显著水平。

参考文献

- 1 成俊卿. 木材学. 北京: 中国林业出版社, 1985
- 2 刘盛全. 长江滩地速生杨树人工林木材性质与培育及利用的关系的研究. 中国林业科学研究院. 木材工业研究所 (学位论文), 北京, 1997
- 3 李 坚, 栾树杰著. 生物木林学. 哈尔滨: 东北林业大学出版社, 1993
- 4 熊平波. 初植密度和间伐强度对杉木木材材性的影响. 林业科学, 1987, (1): 39—42
- 5 Panshin. A .J. Textbook of Wood Technology. New York, 1980
- 6 郭明辉. 木材品质培育学. 哈尔滨: 东北林业大学出版社, 2001
- 7 Bonder J. Effect of thinning and fertilization on wood properties and inter-ring characteristics in young Douglas-Fir. Holzforschung and Holzverwertung, 1984, 36(1):5—11
- 8 Markstrom. D.C Wood properties of immature Ponderosa Pine after thinning. For. prod. 1983, 33 (4): 33-36