

# 不同种源火炬松和湿地松木材 基本密度和管胞长度的变异\*

管宁 刘昭息 潘志刚

**摘要** 对1984年种植在广西和浙江的22个种源的火炬松及在浙江的8个种源的湿地松的木材密度和管胞长度进行了测定和分析。结果表明,两个树种的木材密度和管胞长度在种源间和种源内单株间均表现出显著差异,但株间差异较种源间差异显著得多。不同地区火炬松的差异较之同一地区不同种源间的差异更为显著。种源、地区的交互作用对火炬松的木材密度和管胞长度都表现出显著影响,种源和单株的交互作用对两个树种的木材密度也有显著影响。两个树种的木材材性与年轮宽度之间没有显著的相关关系。与马尾松和早期引种的火炬松、湿地松比较表明,用新引进的材料可选育出木材材质更为优良的品种。

**关键词** 火炬松、湿地松、材性变异、木材密度、管胞长度

火炬松 (*Pinus taeda* L.) 和湿地松 (*P. elliottii* Englem.) 是我国引进的重要外来树种。国外对其木材材质进行过大量研究,但是同一种源在引种地和原产地种植,其木材材性有时有很大差别<sup>[1]</sup>。本研究对不同种源的火炬松和湿地松的木材基本密度和管胞长度进行了大量测定,以探明其变异性,为其良种选育提供科学依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验材料

1.1.1 种源 试验用种源概况见表1。

1.1.2 试验林 试验林情况见表2。

1.1.3 取样方法 每个种源选9至10株优势木和亚优势木为样树,取其胸高圆盘。从广西试材1990、1989、1988三个年轮,浙江试材1990、1988两个年轮内避开缺陷取基本密度和管胞长度的样品(管胞长度样品分早、晚材切取)。

### 1.2 试验方法

木材基本密度用排水法测定;管胞长度以常规方法进行离析,以显微投影器放大进行测

1992—12—02收稿。

管宁副研究员(中国林业科学研究院木材工业研究所 北京 100091);刘昭息(中国林业科学研究院亚热带林业研究所);潘志刚(中国林业科学研究院林业研究所)。

\* 本研究系世界银行贷款国家造林项目科研推广课题的一部分。中国林科院唐守正研究员,顾万春、李希非副研究员给予指导和协助,张寿槐高工及杨波、卢鸿俊、骆秀琴、曾月星、胡继青、覃道春、洪调研、文小明等同志参加试材采集、测定和计算工作。

表1 种源概况

树种	种源		纬度 经度	
	代号	原产地	(°)N	(°)W
火炬松	L 1	北密西西比州	34.6	89.4
	L 2	南密西西比州	31.5	89.8
	L 3	阿拉巴马州	33.5	86.8
	L 4	南卡州山麓	35.0	81.0
	L 5	南卡州沿海马里昂	33.1	79.8
	L 6	佐治亚州	33.5	83.4
	L 7	北卡州克隆坦	34.8	77.0
	L 8	路易斯安那州	31.5	92.7
	L 9	德克萨斯州	31.0	94.9
	L 10	北卡州鲁宾逊	34.5	79.0
	L 11	南卡州多切斯特	33.0	80.0
	L 12	佐治亚州格兰	31.0	81.5
	L 13	佐治亚州兰多夫	32.0	85.0
	L 14	佛罗里达州那骚	30.5	81.5
	L 15	阿拉巴马州威罗克斯	32.0	87.5
	L 16	路易斯安那州利文斯顿	30.5	91.0
	L 17	佐治亚州帕塞尔	28.0	83.0
	L 18	北卡州华盛顿	35.2	77.3
	L 19	佐治亚州佛罗来德	34.3	85.3
	L 20	阿拉巴马州达拉斯	32.3	87.0
	L 21	路易斯安那州戴宾	31.5	93.5
	L 22	德克萨斯州西尔比	31.5	95.0
湿地松	S 4	佐治亚州依文斯	32.0	82.0
	S 5	佐治亚州格兰	31.0	81.0
	S 8	佛罗里达州那骚	30.5	81.5
	S 10	佛罗里达州那骚	30.5	81.5
	S 11	佛罗里达州爱斯开比亚	30.5	87.0
	S 12	密西西比州琼新	31.5	89.0
	S 21	北卡州克来文	35.3	77.3
	S 22	密西西比州爱拉伯特	31.7	89.1

表2 试验林情况

试验地号	1		2	
	位置	广西武鸣南宁林科所	浙江余杭长乐林场	
纬度	23°10'N	30°21'N		
海拔	115~125 m	100~120 m		
年平均温度	21.5℃	15.8℃		
年雨量	1250 mm	1390 mm		
土壤类型	赤红壤	红壤		
种植树种	火炬松22个种源、湿地松8个种源(表1),以早期引种的武汉火炬松、台山湿地松和马尾松( <i>Pinus massoniana</i> Lamb.)为对照	火炬松22个种源,以武汉火炬松为对照		
种植间距	2.75m × 2.75 m			
实验设计	随机区组, 25株/小区, 4次重复			
种植时间	1984年			
供种单位	美国林务局			

定。每个年轮的早、晚材各测管胞长度50次,宽度25次。

## 2 结果与讨论

### 2.1 湿地松与火炬松不同种源和种源内单株间的材性变异

木材基本密度和管胞长度的测定结果见表3。双因素方差分析结果(表4)表明,两种国外松的基本密度和管胞长度在种源间和种源内单株间均表现出了显著差异,说明此两

树种在材质改良方面有一定的潜力。然而,材性的株间变异比种源间变异显著得多,而且,种源和种源内单株的交互作用对木材的基本密度有显著影响。所以,此两树种的材质在无性系的层次上进行改良比在种源的层次上会更为有效。

Zobel 等<sup>[1]</sup>总结了美国南方松多项木材材性研究认为,一般来说,不同种源的人工林木材的材性差异较小,而树种和种源内单株间差异很大。因此,不同种源间生长速度、树形和抗性的差异更值得重视。本研究结果与此吻合。

两种国外松木材的基本密度和管胞长度与对照材料比较,广西种植的火炬松,各种源的木材基本密度和早材管胞长度的平均值大于早期引种到湖北武汉的火炬松,晚材管胞长度差异不大。浙江种植的火炬松则木材基本密度和早、晚材管胞长度的平均值均大于早期引种者。湿地松各种源的木材基本密度平均值略低于早期引种到台山的湿地松,但早、晚材管胞长度显著大于早期引种者。

表3 木材基本密度和管胞长度的测定结果

树 种	种 源 代 号	基 本 密 度		晚 材 管 胞 长 度			早 材 管 胞 长 度			
		平均值 (g/cm <sup>3</sup> )	变异系数 (%)	平均值 ( $\mu\text{m}$ )	变异系数 (%)	长 宽 比	平均值 ( $\mu\text{m}$ )	变异系数 (%)	长宽比	
火 炬 松 (广西)	L 1	0.409	11.20	2 552	9.18	62.44	2 292	10.04	41.76	
	L 2	0.413	5.28	2 657	9.55	78.25	2 323	9.08	49.12	
	L 3	0.380	7.36	2 553	7.86	65.29	2 326	7.23	41.62	
	L 4	0.395	9.58	2 433	5.38	61.65	2 172	7.21	37.79	
	L 5	0.380	7.48	2 944	5.87	92.76	2 500	6.30	56.02	
	L 6	0.395	3.78	2 565	7.32	71.65	2 437	7.53	51.30	
	L 7	0.384	5.58	2 786	6.89	77.36	2 530	6.17	52.34	
	L 8	0.410	8.79	2 317	7.39	63.81	2 032	7.26	41.54	
	L 9	0.387	8.33	2 525	6.78	59.38	2 173	4.96	38.19	
	L 10	0.391	4.37	3 090	4.16	91.47	2 583	6.56	54.76	
	L 11	0.390	5.06	2 841	6.11	87.08	2 500	6.87	55.07	
	L 12	0.371	8.60	2 854	4.96	84.38	2 456	6.02	53.07	
	L 13	0.360	9.71	2 557	4.61	73.66	2 276	11.31	47.40	
	L 14	0.384	9.76	2 553	3.24	62.27	2 268	4.92	37.92	
	L 15	0.372	5.41	2 711	5.34	66.34	2 450	4.87	41.98	
	L 16	0.376	4.37	2 556	9.54	58.13	2 232	7.95	36.32	
	L 17	0.360	5.81	2 990	5.02	83.10	2 657	5.40	51.90	
	L 18	0.401	6.77	2 664	13.31	64.67	2 350	10.94	41.60	
	L 19	0.400	11.93	2 769	8.56	84.04	2 447	9.58	55.31	
	L 20	0.408	8.43	2 659	5.66	73.88	2 436	4.59	56.80	
	L 21	0.414	6.63	2 858	7.19	88.44	2 470	10.62	56.04	
	L 22	0.379	7.91	3 052	7.55	91.94	2 686	10.80	61.07	
种源间统计平均值		0.389	7.39	2 704	6.89	74.64	2 391	7.56	47.79	
变异系数(%)		4.06	29.64	7.39	31.93	15.3	6.65	28.25	15.30	
湿 地 松 (广西)	S 4	0.408	11.86	2 827	12.54	83.93	2 615	10.37	54.90	
	S 5	0.393	9.87	2 932	11.70	81.11	2 534	8.89	49.97	
	S 8	0.410	9.50	2 923	8.84	82.98	2 442	7.46	50.49	
	S 10	0.413	9.65	2 593	7.59	96.86	2 293	5.89	60.42	
	S 11	0.429	8.16	2 735	11.32	85.17	2 382	9.29	59.53	
	S 12	0.426	6.03	2 989	11.08	87.74	2 602	12.62	56.04	
	S 21	0.430	3.87	2 593	6.84	60.89	2 149	7.19	35.55	
	S 22	0.431	9.09	2 991	7.83	90.12	2 542	6.96	55.00	
	种源间统计平均值		0.417	8.50	2 823	9.72	83.62	2 445	8.58	52.76
	变异系数(%)		3.060	27.42	5.48	21.05	11.60	6.23	23.72	14.10
对 照										
武汉火炬松		0.376	13.09	2 773	13.71	84.19	2 287	8.73	51.28	
台山湿地松		0.425	6.07	2 346	8.36	56.81	1 968	5.37	34.03	
马尾松		0.386	7.17	2 414	10.02	67.33	2 181	6.00	47.31	
火 炬 松 (浙江)	L 1	0.369	6.06	2 369	7.71	76.53	2 384	8.13	51.85	
	L 2	0.381	10.49	2 519	6.72	67.22	2 389	11.05	51.01	
	L 3	0.371	12.41	2 280	8.53	61.62	2 222	10.66	48.66	
	L 4	0.373	7.29	2 312	6.79	65.73	2 354	8.83	47.84	
	L 5	0.360	9.32	2 210	9.92	67.13	2 211	10.51	49.84	

续表 3

树 种	种 源 代 号	基 本 密 度		晚 材 管 胞 长 度			早 材 管 胞 长 度			
		平均值 (g/cm <sup>3</sup> )	变异系数 (%)	平均值 (μm)	变异系数 (%)	长 宽 比	平均值 (μm)	变异系数 (%)	长宽比	
火 炬 松 (浙江)	L 6	0.349	8.55	2 300	5.81	69.26	2 307	5.40	47.92	
	L 7	0.383	7.97	2 472	11.50	74.95	2 411	11.60	53.67	
	L 8	0.402	9.69	2 268	6.96	86.89	2 285	3.68	50.14	
	L 9	0.383	3.21	2 295	11.07	68.14	2 252	8.69	46.46	
	L 10	0.378	11.32	2 360	9.12	68.61	2 459	6.64	49.24	
	L 11	0.359	5.43	2 477	11.09	71.56	2 347	6.75	47.74	
	L 12	0.386	15.48	2 217	9.59	69.63	2 162	8.25	48.12	
	L 13	0.380	3.89	2 420	8.86	71.48	2 369	7.86	48.34	
	L 14	0.374	8.00	2 384	6.49	71.27	2 230	5.90	46.92	
	L 15	0.362	9.23	2 238	6.62	69.29	2 238	4.36	47.00	
	L 16	0.378	7.65	2 427	11.03	74.19	2 324	6.86	52.38	
	L 17	0.364	5.90	2 226	7.61	69.02	2 155	12.07	47.42	
	L 18	0.340	8.04	2 530	7.71	73.71	2 415	2.94	49.48	
	L 19	0.379	5.59	2 258	7.00	74.68	2 194	9.43	53.42	
	L 20	0.373	6.40	2 498	9.00	75.22	2 433	9.57	54.89	
	L 21	0.377	7.17	2 156	11.05	65.02	2 115	11.09	46.87	
	L 22	0.400	11.06	2 338	5.11	68.76	2 175	8.13	50.44	
	种源间统计平均值		0.374	8.19	2 345	8.42	69.72	2 292	8.11	49.53
	变异系数(%)		3.780	34.14	4.55	22.37	4.90	4.35	31.18	4.80
	对 照									
	武汉火炬松		0.369	8.13	2 293	5.72	66.71	2 152	10.76	45.57

表 4 种源间和株间材性变异方差分析

树 种	方差来源	基 本 密 度		晚 材 管 胞 长 度		早 材 管 胞 长 度	
		F 值	F <sub>0.05</sub>	F 值	F <sub>0.05</sub>	F 值	F <sub>0.05</sub>
火 炬 松 (广西)	A	5.57**	1.60	6.49**	1.60	5.83**	1.60
	B	16.07**	1.96	13.77**	1.96	18.46**	1.96
	A × B	2.27**	1.25	0.11	1.25	0.14	1.25
火 炬 松 (浙江)	A	3.47**	1.62	0.66	1.61	0.76	1.61
	B	10.15**	1.98	5.49**	1.98	6.63**	1.98
	A × B	2.10**	1.28	0.04	1.28	0.06	1.28
湿 地 松 (广西)	A	5.40**	2.17	2.64*	2.17	4.73*	2.17
	B	8.60**	2.01	8.22**	2.01	7.29**	2.01
	A × B	3.20**	1.45	0.15	1.45	0.16	1.45

注: ① A——种源间; B——株间; A × B——种源和性的交互作用。

② \*——0.05水平显著, \*\*——0.01以上水平显著。

广西种植的湿地松、火炬松与马尾松相比,湿地松各种源的木材基本密度和早、晚材管胞长度的平均值均较马尾松大;火炬松的木材基本密度平均值与马尾松相近,但早、晚材管胞长度明显较大。

根据以上比较,再考虑到新引进的火炬松和湿地松的不同种源间和种源内单株间木材材

性存在的变异, 可以认为, 以湿地松和火炬松新引进的材料有可能选育出木材材质较马尾松和早期引种的国外松更为优良的品种。

## 2.2 不同地区的影响

用广义方差分析方法<sup>[2]</sup>对两个地区火炬松的木材基本密度、晚材管胞长度、早材管胞长度分别进行分析。材性为因变量, 地区、种源为自变量, 均按定性因子处理。表 5 表明, 相同材料在异地种植, 地区间的差异比同一地区内种源间的差异显著得多。说明火炬松的材性受到较强的环境影响。地区与种源的交互作用亦表现显著, 但  $F$  值比地区的主作用的  $F$  值小得多。

表 5 不同地区影响的方差分析

方差来源	木材基本密度		晚材管胞长度		早材管胞长度	
	$F$ 值	$F_{0.05}$	$F$ 值	$F_{0.05}$	$F$ 值	$F_{0.05}$
A	17.82**	3.87	287.40**	3.87	23.31**	3.87
B	1.84*	1.61	4.70**	1.60	3.28**	1.60
A × B	1.85*	1.61	6.21**	1.60	4.83**	1.60

注: A——地区间, B——种源间, A × B——地区和种源的交互作用。

Lantz 等<sup>[3]</sup>把原产地木材基本密度不同的火炬松种源收集在一起, 放在几个不同地区种植, 结果木材材性的差异主要表现为地区间的差异, 而同一地区内种源间的差异不大; Bunn<sup>[4]</sup>和 de Guth<sup>[6]</sup>将多种南方松在六个不同地区种植, 结果地区的影响对木材基本密度和纤维长度都达到 0.01 水平显著。Zobel 等<sup>[1]</sup>认为, 南方松较易于受种植地区环境的影响, 而种源的影响则相对较弱, 也与本研究结果吻合。

Zobel 等<sup>[1]</sup>研究不同地理种源的多个树种总结出了树木生长地区的纬度越高, 其木材密度和纤维长度越小的一般趋势。本研究表明, 相同的火炬松引种到较低纬度地区(广西), 其木材密度和纤维长度显著高于引种到较高纬度地区(浙江)。

## 2.3 生长速度的影响

对湿地松和火炬松分别进行了年轮宽度与材性的线性回归分析。结果(表 6)表明, 大部分情况下, 相关系数均未达到 0.05 显著水平的起码值(相关不显著系由数据的分散性, 而非由分布的非线性所致), 而且, 正负相关都有, 表明生长速度对木材材性总的来说没有显著影响。美国学者在这方面对美国南方松进行了许多研究, 但结果不尽一致。Zobel 等<sup>[1]</sup>认为, 一般来说, 生长速度对木材材性没有显著影响。Koch<sup>[6]</sup>认为, 生长速度与木材密度和纤维长度关系的研究结果的不一致是由于对树株内材性变异认识不够, 分析结果受到这种变异的干扰。Taylor

表 6 年轮宽度和材性的相关分析

项 目	样本来源	生长期(年)	相关系数
年轮宽与 木材密度	火炬松 (广西)	1990	-0.105
		1988	-0.003
	火炬松 (浙江)	1990	-0.001
		1988	0.101
	湿地松 (广西)	1990	0.019
		1988	-0.130
年轮宽与 晚材管胞 长 度	火炬松 (广西)	1990	-0.005
		1988	0.231**
	火炬松 (浙江)	1990	-0.038
		1988	-0.010
	湿地松 (广西)	1990	-0.167
		1988	0.130
年轮宽与 早材管胞 长 度	火炬松 (广西)	1990	-0.147*
		1988	0.129
	火炬松 (浙江)	1990	-0.140*
		1988	0.208**
	湿地松 (广西)	1990	-0.301*
		1988	0.094

等<sup>[7]</sup>在处理火炬松的试验数据时,将不同年份的数据放在一起进行回归分析,结果表明生长速度与木材材性相关显著;而按年分别分析,结果为相关不显著,与Koch的观点一致。本试验数据若不按年分别分析,结果也是相反的,与Taylor等的研究结果很相似。

综观本研究的各项结果,可以看出,美国的湿地松和火炬松引种到中国后,其木材变异性仍符合美国南方松木材变异性的一般趋势。还应说明的是,本研究所用试材树龄较小,所测材料均为早期的幼龄材,树龄增大后结果如何还有待进一步研究。

### 参 考 文 献

- 1 Zobel B J, Van Buijtenen J P. Wood variation its causes and control Berlin: Springer-Verlag, 1989.
- 2 唐守正. 多元统计分析方法. 北京: 中国林业出版社, 1986.
- 3 Lantz C W, Hofmann J G. Geographic variation in growth and wood quality of loblolly pine in North Carolina. Houston, Texas: 10th South Conference for Tree Improvement, 1969.
- 4 Bunn E H. The nature of the resource. New Zealand Journal of Forestry, 1981, 26: 162~169.
- 5 de Guth E B. Variation of physical and chemical characteristics of several sub-tropical pinus species in North Argentina. IDIA, 1970, 6: 33~40.
- 6 Koch P. Utilization of the southern pines. Vol. 1. US Forest Service Agricultural Handbook 1972, 420.
- 7 Taylor F W, Burton J D. Growth ring characteristics, specific gravity, and fiber length of rapidly grown loblolly pine. Wood and Fiber, 1982, 14(3): 204~210.

## *Variation of Wood Basic Density and Tracheid Length of Different Provenances of Loblolly and Slash Pines*

Guan Ning Liu Zhaoxi Pan Zhigang

**Abstract** Wood basic density and tracheid length of 22 loblolly pine provenances grown in Guangxi Province and Zhejiang Province and 8 slash pine provenances grown in Guangxi Province introduced from the U. S. and planted in 1984 were determined and analysed. There showed significant variations among different provenances and individual trees within the same provenances. However, the variation among trees was much more significant than that among provenances. Loblolly pine woods from different areas exhibited more significant variation than that from various provenances grown in the same area. The interaction of provenance  $\times$  environment made significant effects on both basic density and tracheid length of loblolly pine, so did that of provenance  $\times$  individual tree on basic density of the

two pines. Generally no significant correlations were shown between growth rate and wood properties studied here. In the light of the comparison between the materials introduced in 1984 and the references, the loblolly pine and slash pine introduced in earlier time and the local masson pine, it was found possible to obtain new materials of higher wood qualities from the newly introduced pines.

**Key words** loblolly pine, slash pine, wood variation, basic density, tracheid length.

Guan Ning, Associate Professor (The Research Institute of Wood Industry, CAF Beijing 100091); Liu Zhaoxi (The Research Institute of Subtropical Forestry, CAF); Pan Zhigang (The Research Institute of Forestry, CAF).

## 新兴的育苗设备

### ——全光照自动喷雾扦插育苗装置

全光照自动喷雾装置是新兴的最理想的扦插育苗设备,原属吉林市铁路一中教师、中国仪器仪表学会农业仪器应用技术学会理事许传森先生于1986年获国家发明三等奖的专利产品(1型,专利号:8640261)。曾与中国林科院情报所合作开发,获较好的经济效益。

“八五”期间,许传森先生参加中国林科院林研所的国家世界银行贷款造林项目——落叶松丰产林培育技术与推广课题,与课题组一起,在原有基础上,推出了最新型(4型)的叶面水分定量控制仪(专利号:92239814·3),将传感器上的模拟片改为网状结构,大大提高了精确度。本控制仪具有自动、定时及手控三种功能,安装操作简易方便。喷雾系统由对称双悬臂自压反冲微喷雾机械组成,选用铅、镁合金材料,坚硬质轻,不易变形。臂长12 m,分为6节,可控116 m<sup>2</sup>面积。水源可配微型单项农用离心泵或潜水泵(功率380~750 W),有高水塔处可用自来水配DF1-3型口径40 mm电磁阀。为防停水停电,可设置用水箱(距地3 m)保证不间断工作。

为了检验装置性能,落叶松课题组于1992年在辽宁进行了落叶松大规模的硬枝扦插,每平方米扦插1000株,配合微喷灌溉床移栽,使生根和移栽成活率均高达96%~100%,首创了当年两次扦插,培育了数万株扦插苗,解决了落叶松大规模扦插生根、移栽难的问题。其他难生根和难移栽的树种,扦插后1~5周可生根,一套设备一年可插2~4次,出苗10~30万株,是高效可靠的理想设备。此项技术成果通过专家的现场鉴定,认为达到了世界领先水平。

北京中林林业科技开发公司(中林公司)(中国林科院林研所所属)与发明人合作开发全光照自动喷雾扦插育苗装置(4型),每套售价3000元,比老型号产品便宜300元左右。此外,中林公司还承揽林业方面扦插育苗技术咨询、技术培训、育苗场设计、合作生产苗木等有关业务。

如有需要者,可来函(人)联系。地址:北京颐和园后中国林科院,邮政编码:100091,联系电话:2582211转621、643或678,联系人:袁崇义、黄钦才、王笑山。

(袁林)