

## 江淮地区火炬松种源选择的研究\*

郑勇奇 潘志刚

(中国林业科学研究院林业研究所)

**关键词** 火炬松; 种源选择

火炬松原产美国南部14个州, 分布在 $28\sim 39^{\circ}\text{N}$ ,  $75\sim 97^{\circ}\text{W}$ , 海拔 $500\sim 666\text{m}$ 处。分布区内气候变化较大, 年均温 $13\sim 19^{\circ}\text{C}$ , 月平均温 $2.2\sim 17.2^{\circ}\text{C}$ , 年降水 $1016\sim 1520\text{mm}$ , 分布区北部无霜期6个月<sup>[1]</sup>。1951年美国开展的火炬松种源试验, 将美国南方划分为4个种源区, 即密西西比区, 此区种源较耐旱, 抗锈病强; 靠墨西哥湾三个州为一个区, 这里气候温暖, 雨量充沛; 最北部为一个区, 当地火炬松最耐寒, 但生长较慢; 南卡和北卡州为一个区, 其中沿海较山麓种源生长快<sup>[2]</sup>。

火炬松早已在我国亚热带地区广泛栽培, 由于低温影响, 使火炬松向北扩展受到了限制。目前国内虽已进行了一些种源试验, 但从未进行耐寒种源的选择。本研究旨在通过种源试验, 为我国火炬松引种栽培北缘地带找出最佳种源, 为解决江淮地区木材短缺作出贡献。

### 1 材料和方法

试材来自美国 and 国内早期引种的火炬松 (*Pinus taeda* L.)。对照为乡土树种马尾松 (*P. massoniana* Lamb.) [东海点为当地黑松 (*P. thunbergii* Parl.)] 和引进树种湿地松 (*P. elliottii* Engelm.) (广东台山早期引种) 以及湖北早期引种的火炬松。种源概况见表2。试验地设在火炬松早期引种栽培区的北缘地带(表1)。试验采用随机区组设计<sup>[3]</sup>, 因各点地形变化较大, 故区组重复数和小区株数不等。在安徽全椒和江苏东海点采用4次重复, 25株小区; 安徽六安和河南泌阳点采用6次重复, 16株小区; 六安、全椒和东海点采用大田播种育苗; 泌阳点采用容器育苗。

表1 试验地概况

地点	纬度 ( $^{\circ}\text{N}$ )	经度 ( $^{\circ}\text{E}$ )	海拔 (m)	年均温 ( $^{\circ}\text{C}$ )	年降水量 (mm)	绝对最低温 ( $^{\circ}\text{C}$ )	无霜期 (d)	土壤状况
安徽六安林木良种场	31.8	118.5	80	15.5	1675	-7.2	235	黄棕壤, 花岗岩母质, pH 6.5
河南泌阳马道林场	32.5	113.3	370	14.6	931	-17.6	222	黄棕壤, 土层厚25~40cm, 花岗岩母质, pH 5~6
安徽全椒瓦山林场	32.2	117.9	100	15.3	1000	-11.2	215	黄棕壤, 千枚岩, 灰绿岩母质, pH 6.5
江苏东海李埭林场	34.5	118.5	50	13.7	967	-14.9	206	海滨沙土, 土层厚50cm, 片麻岩母质, pH 6.5

本文于1990年1月18日收到。

本研究属“七五”攻关课题的部分内容, 由中国林科院林研所主持。参加单位有江苏东海李埭林场、河南泌阳马道林场、安徽全椒瓦山林场和安徽六安林木良种场。

表2 种源概况

种源号	产地	纬度 (° N)	经度 (° W)	年均温 (°C)	年降水量 (mm)	无霜期 (d)
L2	弗吉尼亚, 金坤	37 5	77 0	14.1	1 089	218
L3	马里兰, 伍斯特	38 3	75 5	13.3	1 190	190
L4	弗吉尼亚, 阿蓬屯	37 5	78 8	13.5	1 005	204
L5	北卡, 德汉	36 0	78 0	15.2	1 012	200
L6	南卡, 约克	35 0	81 0	15.7	1 095	222
L7	南卡, 纽伯里	34 0	81 5	17.6	1 172	246
L8	肯塔基, 巴勒德	37 0	89 0	14.9	1 239	198
L9	阿拉巴马, 富兰克林	34 0	88 0	16.0	1 411	199
L10	佐治亚, 泊克	34 0	85 0	16.1	1 345	215
L11	佐治亚, 墨瑞	35 0	85 0	15.4	1 361	235
L12	佐治亚, 拉玛	33 0	84 0	18.8	1 176	246
L15	阿拉巴马, 达莱士	32 5	87 0	18.4	1 363	261
L16	阿肯色, 格雷赫德	36 0	90 5	16.8	1 297	222
L17	阿肯色, 派克	34 0	93 0	17.5	1 323	231
L19	阿肯色, 阿希里	33 0	92 0	18.0	1 198	228
L20	德克萨斯, 嘉斯菲	30 5	94 0	19.8	1 227	272
L21	德克萨斯, 玛润	33 0	95 0	18.0	1 040	235
K1	湖北火炬松	30 5	114 3E			
K2	广东台山湿地松	22 2	112 8E	21.8	1 940	
K3	马尾松					

注: 表内除中国种源外, 均为美国种源。

## 2 结果与分析

### 2.1 苗期阶段

种源间发芽率、成活率差异较大。来自火炬松分布区北部的种源(如L<sub>3</sub>~L<sub>7</sub>)发芽率和成活率高, 来自南部的种源(如L<sub>17</sub>、L<sub>19</sub>~L<sub>21</sub>)发芽率和成活率低(表3)。表4表明东海、六安和全椒三个点火炬松种源间及火炬松与对照间的苗高差异显著, 而泌阳点这两种差异均不显著。

### 2.2 幼林生长及保存率

5年生树高、胸径、保存率的方差分析和多重显著性检验(0.05水平)结果见表5。东北及北部的种源(L<sub>2</sub>~L<sub>3</sub>)排序较前; 南部种源(L<sub>21</sub>、L<sub>20</sub>和L<sub>18</sub>)排序较后。但在全椒点, 南部种源(L<sub>15</sub>、L<sub>16</sub>和L<sub>12</sub>)排序较前, 北部种源(L<sub>2</sub>、L<sub>7</sub>)排序较后。

表3 种子千粒重、发芽率及育苗成活率

种源号	千粒重 (g)	发芽率 (%)	成活率 (%)
L2	21.5	76.8	50.0
L3	23.5	90.5	94.7
L4	33.0	76.0	66.7
L5	28.0	73.5	63.2
L6	29.5	72.5	71.5
L7	30.5	74.3	73.3
L8	32.5	75.8	61.5
L9	27.5	71.5	47.9
L10	25.5	66.0	60.1
L11	27.5	62.2	47.9
L12	25.5	63.0	49.7
L15	25.5	82.2	58.7
L16	28.5	74.5	49.0
L17	22.0	54.5	63.2
L19	26.0	60.5	43.8
L20	23.5	49.5	36.8
L21	24.5	58.3	50.7

对照马尾松在各点均生长最慢, 与火炬松差异显著; 对照湖北早期引种的火炬松, 在东

表 4 试 验 地 苗 高

(单位: cm)

东 海		六 安		全 椒		泌 阳	
(苗龄 7 个月)		(苗龄 8 个月)		(苗龄 9 个月)		(苗龄 7 个月)	
K1	17.28 a	L12	28.23 a	L20	33.0 a	L4	17.8 a
L4	14.27 ab	L8	27.75 a	L12	32.2 ab	L12	17.8 a
L12	14.12 abc	L15	27.05 ab	L4	31.5 ab	L6	17.1 a
L6	13.53 abcd	L6	22.55 ab	L6	31.3 ab	L10	16.7 a
L8	13.19 bcd	L10	22.50 ab	K1	30.7 abc	L2	16.2 a
L5	13.06 bcd	L9	21.50 ab	L8	30.2 abcd	K1	16.1 a
K2	12.99 bcd	L4	21.43 ab	L16	29.6 abcd	L9	15.6 a
L7	12.78 bcd	L7	21.13 ab	L15	28.6 abcd	L5	15.6 a
L20	12.70 bcd	L2	21.08 ab	L21	28.5 abcd	L8	15.5 a
L15	12.68 bcd	K1	19.85 ab	L9	28.2 abcd	L15	15.4 a
L21	11.87 bcd	L21	18.83 ab	L5	28.1 abcd	L7	15.1 a
L10	11.78 bcd	L19	18.25 ab	L7	27.9 bcd	L3	14.8 a
L2	11.26 bcd	L5	18.23 ab	L11	26.2 cd	K2	12.6 a
L17	11.16 bcd	L20	18.05 ab	L3	25.7 d	L11	12.3 a
L3	11.09 bcd	L16	17.00 b	L2	25.6 d	L21	11.3 a
L9	10.86 cd	L11	16.63 b	L10	25.4 d	L19	11.2 a
L11	10.32 d	K3	16.58	L17	25.3	L16	11.0 a
L16	10.25	L17	15.90	L19	25.2	L20	10.8 a
L19	10.04	L3	15.85	K3	13.5	L19	9.8 a
K3	5.24					K3	9.8 a

注: 表中带有相同字母的示种源间差异不显著(0.05水平)。

海和六安生长较快, 与生长最快的火炬松相比差异不显著, 但在全椒和泌阳生长较慢, 与生长最快的火炬松相比差异显著。

东海点的火炬松最佳种源比对照黑松, 树高超出88.7%; 六安、全椒和泌阳点, 火炬松最佳种源比对照马尾松树高分别超出55.4%、101.1%和85.6%(表5); 东海、六安、全椒和泌阳点, 火炬松最佳比最差种源的树高分别超出15%、32%、14.7%和27.8%(表5)。

火炬松造林后5年的保存率, 以东海点种源间差异显著, 其他各点种源间差异均不显著。在东海点, 美国北部种源保存率高(L<sub>7</sub>、L<sub>6</sub>、L<sub>4</sub>、L<sub>5</sub>和L<sub>3</sub>), 而南部低(最南部的L<sub>20</sub>最低)。

### 2.3 火炬松幼林树高、胸径与原产地的地理位置及气象因子的相关

从表6可知火炬松5年生树高、胸径与原产地纬度呈正相关, 与经度、年降水及温度因子(年均温、一月均温)和无霜期呈负相关。各点火炬松树高均与年均温显著负相关, 说明原产地年均温越高, 火炬松树高越小, 反之, 原产地年均温越低, 树越高大, 这与火炬松对低温的适应性有关。

### 2.4 火炬松生长的历年相关分析

火炬松1~6年的树高相关均达到显著水平(表7), 说明火炬松生长稳定, 即早期生长快的种源, 后来生长也快。这为火炬松早期选择提供了科学依据。

表5 5年生火炬松的树高、胸径及保存率

东			海			六			安		
树高(m)	胸径(cm)	保存率(%)	树高(m)	胸径(cm)	保存率(%)	树高(m)	胸径(cm)	保存率(%)	树高(m)	胸径(cm)	保存率(%)
L4 3.68 a	L4 6.30 a	L7 73.3 a	L6 2.89 a	L6 5.15 a	K3 80.9						
K1 3.63 a	L6 6.27 a	L6 71.6 a	L3 2.83 ab	L7 4.88 ab	L3 100.0						
L8 3.61 a	L5 5.94 a	L4 66.7 ab	L8 2.81 abc	L9 4.84 ab	L2 100.0						
L2 3.60 ab	K3 5.94 a	K3 63.9 ab	K1 2.79 abc	L11 4.82 ab	L12 78.0						
L6 3.60 ab	K2 5.86 a	L5 63.2 ab	L7 2.78 abc	K1 4.73 ab	L15 89.0						
L3 3.58 ab	L8 5.79 a	L3 61.8 ab	L9 2.77 abc	L2 4.73 ab	L10 89.0						
K2 3.55 ab	L3 5.75 a	L8 61.5 ab	L10 2.75 abc	L10 4.73 ab	L11 100.0						
L19 3.52 ab	K1 5.71 a	K2 60.4 ab	L2 2.74 abc	L8 4.63 ab	L16 56.0						
L5 3.50 ab	L2 5.66 a	L10 60.1 ab	L12 2.74 abc	L3 4.63 ab	L8 100.0						
L16 3.45 ab	L7 5.64 a	K1 59.4 ab	L4 2.60 abc	L5 4.60 ab	L7 78.0						
K15 3.45 ab	L19 5.53 a	L15 58.7 ab	L15 2.57 abc	L12 4.52 ab	L9 100.0						
L7 3.44 ab	L17 5.41 a	L21 50.7 ab	L11 2.55 abc	L4 4.50 ab	L6 89.0						
L17 3.43 ab	L15 5.38 a	L2 50.0 ab	L5 2.53 abc	L15 4.37 ab	L4 100.0						
L10 3.41 ab	L12 5.37 a	L12 49.7 ab	L17 2.52 bc	L17 4.32 ab	L20 78.0						
L12 3.41 ab	L10 5.32 a	L16 49.0 ab	L20 2.46 bc	L21 4.21 ab	L19 56.0						
L21 3.38 ab	L11 5.32 a	L9 47.9 ab	L16 2.32 c	L16 4.09 b	L5 89.0						
L9 3.36 ab	L21 5.23 a	L11 47.9 ab	L21 2.29	L20 3.98 b	L17 89.0						
L11 3.33 ab	L16 5.19 a	L19 43.8 b	L19 2.19	L19 3.74	L21 89.0						
L20 3.20 b	L9 5.13 a	L20 36.8	K3 1.86	K3 3.53	K1 100.0						
K3 1.95	L20 4.52										
全			椒			泌			阳		
树高(m)	胸径(cm)	保存率(%)	树高(m)	胸径(cm)	保存率(%)	树高(m)	胸径(cm)	保存率(%)	树高(m)	胸径(cm)	保存率(%)
L3 3.66 a	L8 6.42 a	K3 70.0	L5 3.36 a	L5 6.00 a	L4 100.0						
L15 3.56 ab	L12 6.11 ab	L20 90.7	L4 3.22 ab	L4 5.77 ab	L5 98.0						
L8 3.48 ab	L15 6.01 ab	L7 93.3	L3 3.14 abc	L7 5.48 abc	L12 83.0						
L16 3.48 abc	L6 5.95 ab	L2 94.7	L7 3.08 abcd	L8 5.34 abc	L6 95.0						
L12 3.47 abc	L17 5.93 ab	L15 94.7	L8 3.02 abcde	L3 5.16 abcd	L9 100.0						
L4 3.46 abc	L16 5.90 ab	L8 86.7	L12 2.98 abcde	L6 5.09 abcd	L2 96.0						
L6 3.42 abc	L3 5.89 ab	K1 94.7	L10 2.97 abcde	L10 5.02 abcd	K1 95.0						
L10 3.40 abc	L4 5.80 ab	L4 93.3	L6 2.95 abcde	L12 4.79 abcd	L10 81.0						
L19 3.37 abc	L9 5.80 ab	L3 94.7	L9 2.94 abcde	L9 4.75 abcd	L8 100.0						
L5 3.36 abc	L10 5.76 ab	L11 96.0	L15 2.91 abcde	L19 4.59 abcd	L3 95.0						
L17 3.36 abc	K1 5.64 ab	L10 96.0	L19 2.90 abcde	L17 4.33 bcd	L7 98.0						
L9 3.31 abc	L19 5.63 ab	L12 90.7	L2 2.82 bcde	L15 4.31 bcd	L21 98.0						
L20 3.28 abc	L5 5.62 ab	L9 96.0	K1 2.77 bcde	L2 4.29 bcd	K2 98.0						
L11 3.27 bc	L11 5.40 ab	L17 94.7	L17 2.76 bcde	L21 4.18 bcd	L11 91.0						
L21 3.26 bc	L7 5.26 ab	L6 85.3	L21 2.72 cde	K1 4.17 bcd	L16 100.0						
K1 3.23 bc	L21 5.19 ab	L5 96.0	L20 2.71 cde	K2 3.99 cd	K3 91.0						
L2 3.19 bc	L2 5.09 b	L21 85.3	L11 2.65 cde	L20 3.69 d	L19 63.0						
L7 3.16 c	L20 4.98 b	L16 90.0	L16 2.63 de	L11 3.67 d	L17 96.0						
K3 1.82	K3 1.45	L19 92.0	K2 2.54 c	L16 3.57 d	L15 95.0						
			K3 1.81	K3 1.40	L20 100.0						

注：表中数字后带相同字母或不带字母的示种源间差异不显著。

表 6 5 年生火炬松树高、胸径与原产地气象因子的相关系数

	树 高		胸 径	
	六 安	全 椒	东 海	泌 阳
纬 度	0.380 4	0.432 1	0.783 1*	0.417 2
经 度	-0.635 4*	-0.297 8	-0.591 5*	-0.672 3*
年 均 温	-0.456 5*	-0.512 7*	-0.712 9*	-0.458 6*
一 月 均 温	-0.325 1	-0.385 2	-0.697 1*	-0.338 4
年 降 水	0.038 0	-0.108 1	-0.498 6*	-0.468 3*
无 霜 期	-0.304 9	-0.402 2	-0.613 5*	-0.516 4*

注:  $r_{0.05} = 0.455 5$ 。

表 7 泌阳试验点的火炬松树高历年相关

	第二年	第三年	第四年	第五年	第六年
第一年	0.909 5*	0.819 2*	0.768 3*	0.711 1*	0.680 4*
第二年		0.906 9*	0.845 7*	0.753 2*	0.709 2*
第三年			0.951 0*	0.893 5*	0.860 6*
第四年				0.937 2*	0.953 2*
第五年					0.920 3*

注: \*表示相关显著(0.05水平)。

## 2.5 优良种源的选择

根据火炬松各种源的生长表现及保存率等适应性因子来看,在我国江淮地区,应选择原产地自然分布区东北部及北部内陆种源,即马里兰、弗吉尼亚、北卡、南卡、佐治亚和肯塔基州的种源为宜。如果以平均单株材积作为生长的种源选择标准,表 8 则为各点提供了 5~6 个优良种源。

表 8 各试验点不同种源的平均单株材积( $m^3$ )及优良种源

地 点	L 2	L 3	L 4	L 5	L 6	L 7	L 8	L 9	L 10
东 海	0.004 53	0.004 65	0.005 73	0.004 85	0.005 55	0.004 29	0.004 75	0.003 47	0.003 79
六 安	0.002 41	0.002 38	0.002 07	0.002 10	0.003 01	0.002 60	0.001 83	0.002 55	0.002 41
全 椒	0.003 24	0.004 98	0.004 57	0.004 17	0.004 75	0.003 08	0.005 63	0.004 37	0.004 43
泌 阳	0.002 04	0.003 28	0.004 21	0.004 75	0.003 00	0.003 63	0.003 38	0.002 60	0.002 94

  

地 点	L 11	L 12	L 15	L 16	L 17	L 19	L 20	L 21	优良种源
东 海	0.003 70	0.003 86	0.001 61	0.003 65	0.003 94	0.004 23	0.002 57	0.003 63	L 4, 6, 5, 8, 3
六 安	0.002 33	0.002 20	0.001 93	0.001 52	0.001 85	0.001 20	0.001 53	0.001 59	L 6, 7, 9, 2, 10
全 椒	0.003 74	0.005 08	0.005 05	0.004 75	0.004 64	0.004 19	0.003 19	0.003 45	L 8, 12, 15, 3, 6
泌 阳	0.001 40	0.002 68	0.002 12	0.001 32	0.002 03	0.002 40	0.001 45	0.001 87	L 5, 4, 7, 8, 3

## 参 考 文 献

- [1] Dorman, K. W., 1976, The Genetics and breeding of southern pines, *Agriculture Handbook*, USDA Forest Service(471).
- [2] Wells, O. O. et al., 1966, Geographic variation in survival, growth and fusiform rust infection of planted Loblolly Pine, 40p, *Forest Sci. Monogr.*, 11.
- [3] 北京林学院, 1980, 数理统计, 中国林业出版社。
- [4] 全国国外松种源试验协作组, 1989, 火炬松八年种源试验研究, *林业科学研究*, 2(6); 540~545。

*Seed Source Selection of Loblolly Pine  
for Jianghuai Area in China*

Zheng Yongqi Pan Zhigang

*(The Research Institute of Forestry CAF)*

**Abstract** Provenance test of cold-hardy Loblolly Pine were carried out at 4 sites in Jianghuai Area in 1983. 5-year results indicate that the growth of height and diameter of different seed sources are significant. A significant negative correlation was found between height growth and mean temperature. The best performing seed sources come from the northern and north-eastern part of the natural range. 5 superior seed sources were selected for each experiment location based on their growth performance, survival and other adaptabilities to the environment.

**Key words** Loblolly Pine, seed source selection

---

访问英国简报

应英国文化处邀请, 中国林科院林研所研究员潘志刚于1990年12月7日至21日对英国进行两周访问, 这是多年来恢复中英林业科技交流后的首次访问。通过访问, 重点了解英国林业科研及林木引种现状。访问了海外发展署和牛津、爱丁堡、阿伯丁大学的林学系。牛津大学林研所过去在热带松引种及种源试验方面与我们合作, 参观了该所的密度仪, 即将生长锥取样的木材经X光照相, 放入密度仪内, 即可自动记录各年的密度变化。此外还访问了林业委员会所属南、北两个试验站。北方试验站以锡加云杉及杂交落叶松的改良为主, 这两个树种均建立盆栽种子园, 进行有性与无性繁殖, 南方试验站以栎类、杨树为主。在引种方面访问了英国两个闻名于世的邱园和爱丁堡皇家植物园, 属林业委员会领导的有松树木园及威斯唐伯树木园, 这两个树木园有60多年历史。访问受到热情接待, 英国林业研究所与院校、植物园均希望与我国建立双方互利的合作研究项目。

(志)