

# 火炬松八年种源试验研究

全国国外松种源试验协作组\*

**摘要** 本文总结了1981年在我国3个气候带7个试验点火炬松8a种源试验结果:①对不同种源火炬松的树高、胸径生长进行了显著性检验;②火炬松种源(树高、材积)×地点的互作显著;③火炬松种源2、4年生树高、胸径和至8年生高、径生长相关显著,为早期选择提供依据;④根据生长快、适应性强两项因子,综合评选出一批适合我国不同气候带及自然类型区的国外松树种及火炬松优良种源。

**关键词** 火炬松;种源试验

## 一、火炬松地理变异与种源研究概况

火炬松原产美国14个州,分布在纬度 $28^{\circ}$ — $39^{\circ}$ N,经度 $75^{\circ}$ — $97^{\circ}$ W,海拔500—666m处。分布区内气候变化较大,年均温 $13$ — $19^{\circ}$ C,1月平均温度 $2.2$ — $17.2^{\circ}$ C,7月超过 $23.9$ — $37.8^{\circ}$ C,年降水 $1016$ — $1520$ mm,夏雨型或均匀分布,北部无霜期为6个月,南部为10个月。

分布区西部、西北部冬季降水适度,夏季干旱;北部、东北部年均温较低,降水分布均匀;南部沿墨西哥湾至佛罗里达州一带,高温多雨,6—9月降水为全年 $37$ — $53\%$ 。分布区土壤质地有砂土、粘土、重粘土。分布区中间有密西西比河隔开,一般西部种源较耐旱,抗锈病强,南部沿海较北部及山麓种源生长快,但北部种源较耐寒。美国多尔曼等林木遗传学家认为,火炬松随地理位置的变化表现出一些连续或不连续变异性状<sup>[1]</sup>。

美国最早于1926年进行火炬松种源试验,在路易斯安那州用当地利文斯通种源与产自德克萨斯州、佐治亚州及阿拉斯加州的种源进行比较。35年生时,当地种源较阿肯色州种源大 $3.95$ 倍(分别为 $445.2$   $m^3/ha$ 与 $89.8$   $m^3/ha$ )。1951年美国南方开展火炬松全分布区种源试验。威尔斯博士于1969年对此项试验进行了全面总结,最后将美国南方划分为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,这里的气候温暖,雨量充沛;最北部,火炬松最耐寒,但生长较慢;南卡和北卡州为第四区,其中沿海较山麓种源生长快<sup>[2]</sup>。

不少国家也进行了种源试验,如南非引进11个种源,发现9年生高生长与原产地一月平均最低温相关显著,21—26年生与9年生呈正相关;澳大利亚1965年试验表明,火炬松最优良种源来自低纬度沿海地区<sup>[1]</sup>。

本文于1988年10月收到。

\* 国外松种源试验协作组共7个单位参加(表1),中国林业科学研究院林研所主持,潘志刚执笔,郑勇奇、吕鹏信、向胜国、黄永利计算。

## 二、试验地概况

共有 7 个试验点，试验地概况见表 1。

表 1 试验地概况

地 点	纬度(°N)	经度(°E)	海拔高(m)	年均温(°C)	年降水(mm)	无霜期(d)	地形、土壤
1. 广西大青山实验局	21.9	106.7	370	21.65	1526	250	丘陵, 红壤, 土层 80 cm, pH4.8--5.5
2. 福建南屿林场	26.1	119.3	500	19.5	1370	310	低山, 红壤, 土层 80 cm, pH5.0
3. 江西大岗山实验局	27.8	114.0	160	17.5	1610	276	低山, 板页岩发育的红壤, 土层 1 m
4. 四川泸县玉蝉试验站	29.2	105.4	480	17.1	1115.6	356	丘陵, 黄壤, 土层 60 cm, pH5.1
5. 浙江富阳亚林所	30.1	119.0	160--270	15.5	1550	220	低丘, 红黄壤, 土层 80 cm, pH4.5
6. 南京老山林场	32.1	118.6	130	15.2	1000	223	丘陵, 黄棕壤, 土层 1 m pH6.0
7. 河南鸡公山林场	31.8	114.1	350	15.0	1100	231	低山, 黄棕壤, 土层 50 cm, pH5.6--6.0

## 三、试验设计及种源说明

试验采用完全随机区组设计, 9 株/小区, 6 次重复, 株行距  $3 \times 2.5$  m, 单行小区。参试种源除一个来自中国福建南屿外, 其余 10 个引自美国火炬松天然林, 另有佛罗里达州的湿地松、马尾松作对照种。此外树种与种源试验同时进行(表 2)。

表 2 火炬松种源说明

种源号	产 地	纬 度 (°N)	经 度 (°W)	年 均 温 (°C)	年 降 水 (mm)
L-1	新肯特, 佛吉尼亚	37.5	77.0	13.8	1019.8
L-2	帕可塔克, 北卡	36.3	76.2	16.4	1333.5
L-3	蒙特墨瑞, 阿肯色	34.0	94.0	16.5	1371.9
L-4	奇克稍, 密西西比	33.9	89.0	18.0	1290.8
L-5	塔拉的加, 阿拉巴马	33.0	87.5	16.9	1325.9
L-6	卡尔斯顿, 南卡	33.1	79.5	18.4	1222.8
L-7	比博, 佐治亚	32.8	83.7	18.9	1176.3
L-8	缺尼特, 德克萨斯	31.0	95.0	18.7	1227.3
L-9	拿骚, 佛罗里达	30.8	81.8	20.7	1322.8
L-10	利文斯通, 路易斯安那	30.58	90.9	20.6	1515.1
L-11	福建南屿林场	26.8	119.4°E	19.5	1370.4
S-8	泰勒, 佛罗里达	30.0	83.5	20.2	1420.0
M	本地马尾松				

## 四、试验结果及分析

### (一) 各种源种子品质与苗期生长

一年生不同种源火炬松的苗高已出现显著性差异,如产自阿肯色州种源(L=3)的苗期高、径生长就较差(表3)。

表3 火炬松各种源千粒重、发芽率与一年生苗高、径生长

种源号	千粒重 (g)	发芽率 (%)	发芽势 (%)	保存率 (%)	苗高 (cm)	苗径 (cm)
L-1	22.3	45.3	6.8	60.5	14.3	0.45
L-2	27.4	47.8	4.8	67.5	15.6	0.45
L-3	21.8	21.3	6.8	58.3	12.2	0.41
L-4	28.5	30.3	7.8	65.6	16.6	0.48
L-5	27.3	28.0	3.8	58.5	14.3	0.45
L-6	24.0	39.8	8.8	62.3	12.9	0.39
L-7	27.1	32.3	12.8	52.1	14.1	0.43
L-8	31.4	20.5	7.5	79.0	20.3	0.55
L-9	20.8	48.3	13.5	55.1	16.0	0.64
L-10	23.9	37.5	4.3	65.5	16.0	0.44
L-11	24.9	19.8	2.5	58.0	15.9	0.47

注:千粒重由亚林所测定,其余数据录自四川玉蟾试验站。

### (二) 种源林的生长

对8年生火炬松不同种源的高、胸径生长均进行多重显著性比较(0.05水平),凡字母相同即为同一水平。一般沿海种源如L-10、9、6生长较快;福建南屿林场与河南鸡公山林场参试的阿肯色种源表现也较好(表4)。

表4 8年生火炬松不同种源高、胸径生长对比 (单位: H, m; D, cm)

种源	1		2		3		4		5		6		7	
	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D
L-1	5.31	7.96	5.98	11.82	4.66	9.39	7.2c	12.29cd	3.87	6.69	4.71	10.82ab	3.58c	8.28
L-2	5.49	8.13	6.11	12.22	4.65	9.22	7.66bc	12.74abcd	4.07	7.11	4.77	10.75ab	4.48a	10.05
L-3	5.47	7.89	5.97	12.04	4.46	8.30	7.23c	12.10d	3.87	6.47	4.59	9.52b	4.67a	10.62
L-4	5.42	8.13	5.99	12.48	4.12	9.25	7.26c	12.47bcd	4.03	7.22	4.42	10.38ab	4.02bc	9.67
L-5	5.02	7.54	6.11	11.92	4.59	9.39	7.62bc	12.88abcd	3.89	6.90	4.84	10.56ab	4.22bc	9.74
L-6	5.92	8.78	6.29	12.49	4.54	9.23	7.89abc	12.87abcd	4.26	7.83	4.98	11.47a	3.86bc	9.40
L-7	5.34	8.22	6.48	12.55	4.73	9.79	7.63bc	13.00abcd	4.01	7.28	4.85	10.78ab	4.49a	10.61
L-8	5.49	7.94	6.36	12.92	4.59	9.28	8.10ab	13.21abcd	3.76	6.35	4.87	10.91ab	4.18ab	9.43
L-9	6.29	10.26	6.01	11.82	4.55	9.57	8.45a	14.05a	3.87	6.96	4.65	11.61a	4.52a	10.73
L-10	5.82	8.40	5.74	10.98	4.72	9.39	8.51a	13.60abc	3.95	6.44	5.07	11.66a	4.15ab	9.26
L-11	5.63	8.74	5.68	11.69	4.73	9.37	8.27ab	13.70ab	4.01	7.62	4.65	10.11ab	4.05ab	9.14

### (三) 高、径生长与原产地气象、地理因子的相关

1、4、6、7试验点表明,8年生火炬松高、径生长与原产地气象因子存在着显著相

关，即产自年均温高、夏季降水多的南部沿海种源生长较快，有明显的北—南渐变趋势。但 2、4、5 三个点相关性不显著，其原因尚待进一步研究(表 5)。

表 5 8 年生火炬松高、径生长与原产地气象、地理因子相关

试验地点	生长	纬度	经度	年均温度	一月平均 最低温度	无霜期	年降水量	6—9月 降水量
1	H	-0.2197	-0.0686	0.2984*	0.3185*	0.2999*	0.1326	0.3606**
	D	-0.2121	-0.1501	0.3058*	0.3181*	0.2874*	0.0642	0.3894**
2	H	-0.0239	-0.0531	0.0079	-0.0362	0.0055	-0.2512	-0.1227
	D	0.0401	0.0175	-0.0548	-0.1053	-0.0516	-0.2210	-0.1823
3	H	-0.0064	-0.0792	0.0193	0.0481	-0.0085	-0.0229	0.0301
	D	-0.1014	-0.1836	0.1580	0.1775	0.0568	-0.1275	0.0654
4	H	-0.5529**	0.0727	0.5805**	0.6311**	0.5318**	0.3363**	0.3751**
	D	-0.4237**	0.0120	0.4583**	0.4859**	0.3944**	0.2039	0.2790
5	H	0.0377	-0.1456	0.0368	0.0536	0.0901	0.0052	0.1529
	D	0.0276	-0.1630	0.0370	0.0398	0.0707	-0.0613	0.1308
6	H	-0.1364	-0.0185	0.1189	0.1540	0.1257	0.0651	0.0884
	D	-0.2399*	-0.1856	0.3105**	0.3721**	0.2486**	0.0379	0.3186**
7	H	-0.2627	0.1807	0.3032	0.2646	0.4608**	0.3981**	0.2128
	D	-0.2331	0.0864	0.2964	0.2390	0.4100**	0.2442	0.2109

#### (四) 年龄相关分析

四川省林科所泸县玉蝉试验站对火炬松 1 至 8 年树高及胸径的年龄相关进行了分析，发现火炬松种源第 2 年树高就出现了与 3—8 年生呈极显著相关；4 年生胸径也开始与 5—8 年生呈极显著相关，这为早期选择提供了依据(表 6)。

表 6 1—8 年生火炬松 H、D 年龄相关

(四川玉蝉站)

D \ H	1 a	2 a	3 a	4 a	5 a	6 a	7 a	8 a
1 a	1.0000	0.8280**	0.3859	0.1904	0.2692	0.0130	0.1328	0.1470
2 a	0.5815	1.0000	0.7185*	0.5738	0.6202	0.3952	0.4442	0.4398
3 a	0.5327	0.9873**	1.0000	0.8003**	0.7650*	0.6935*	0.6047	0.6037
4 a	0.4658	0.9396**	0.9467**	1.0000	0.9766**	0.9566**	0.8856**	0.8997**
5 a	0.4904	0.9292**	0.9582**	0.9757**	1.0000	0.9496**	0.9186**	0.9270**
6 a	0.4306	0.9320**	0.9634**	0.9692**	0.9901**	1.0000	0.9444**	0.9352**
7 a	0.3805	0.8824**	0.9369**	0.9183**	0.9724**	0.9698**	1.0000	0.9840**
8 a	0.4433	0.9012**	0.9373**	0.9103**	0.9680**	0.9618**	0.9838**	1.0000

#### (五) 种源与地点的互作

8 年生火炬松不同种源树高与地点互作极显著，材积与地点的互作也极显著。这就充分说明火炬松应在不同地点或气候带选择各自优良种源，然后再进行林分与单株的选择(表 7)。

**表 7 8 年生火炬松不同种源  
树高与地点的互作**

变异来源	自由度	平方和	方 差	F(方差比)
地 点	6	772.97	128.82	525.77**
种 源	9	10.33	1.14	4.68**
种源×地点	54	22.80	0.423	1.73**
误 差	386(4)	94.58	0.245	
总 计	455	900.69		

### (六) 种源林的适应性

火炬松在 7 个试验点均生长良好, 保存率高, 无严重病虫害发生, 只有在种植区北界的河南鸡公山林场, 引自佛罗里达的种源(L-9)受寒害、雪折较严重, 保存率只有 46% (表 8)。

### (七) 国外松树种及优良火炬松种源选择

根据对比试验, 优良种源应选择生长快、干形优良、适应性强的树种, 火炬松的优良种源选择, 可根据树木树高、胸径及材积位于前 3 名的; 适应性强、稳定性(保存率)高、无寒害、病虫害极轻的; 与原地气象因子相关显著的种源。以“适地、适树、适种源”为原则, 充分发挥树种、种源及立地的潜力(表 9)。

**表 8 5 年生火炬松不同种源寒害、  
雪折及保存率**

(河南鸡公山林场)

种 源	4 级寒害① (%)	雪 折 (%)	保 存 率 (%)
L-1	6.6	16.7	100
L-2	7.4	3.3	96
L-3	6.6	7.1	100
L-4	0	0	96
L-5	3.3	13.8	90
L-6	10.0	0	87
L-7	11.0	0	67
L-8	13.2	6.7	87
L-9	20.0	66.8	46
L-10	7.0	13.3	96
L-11	0	5.3	96
S-8	0	6.7	88
M	0	5.0	79

① 4 级寒害——受害叶达 1/3—2/3。

**表 9 国外松树种及火炬松优良种源选择**

气候带及自然类型区	树种选择	火 炬 松 优良种源号	材积增益(%)①	
			火优/火平	火优/马
南亚热带 南岭以南、雷州半岛以北低山沿海地区 21—24°N, 108—118°E, 海拔 300 m 以上	马尾松、火炬松	L-9, 6, 10	32	41
	低丘、沿海湿地松			
中亚热带 江南丘陵区, 25—30°N, 110—122°E 湖南、江西、浙江的低山丘陵, 海拔多为 100—200 m	火炬松、湿地松	L-6, 7, 10	10	368
	四川盆地 28—31°N, 103—110°E, 海拔 300—800 m	火炬松(为主)、湿地松	L-9, 10, 8	21
北亚热带 长江中下游地区 30—33°N, 112—122°E, 海拔 400 m 以下	火炬松(为主)、湿地松	L-6, 7, 9, 3	22	1 806

①“火优”为火炬松 3 个优良种源平均单株材积; “火平”为火炬松 11 个种源平均单株材积; “马”为当地马尾松平均单株材积。

### 参 考 文 献

- [1] Dorman, K. W., 1976, The Genetics and breeding of southern pines agriculture handbook, No. 471, USDA Forest Service.
- [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.

## REPORT ON THE 8-YEAR RESULTS OF LOBLOLLY PINE PROVENANCE TEST\*

*(National Collaborative Research Group on Provenance Trial of Loblolly Pine)*

**Abstract** Provenance test was carried out in 7 locations (latitude ranges from 21.9—31.8°N) in China in 1981. Seeds of loblolly pine (10 states) were obtained from natural range of the species in the USA. There was significant variation among different seed sources of loblolly pine in 8-year height, diameter and volume growth. In 4 locations, significant positive correlations were found between growth and mean annual temperature, mean minimum temperature of January, rainfall of June-September, and frost free season; a significant negative correlation was found between growth and latitude. The interaction of seed sources by locations was highly significant for height and volume growth. The best seed sources in southern and central subtropical regions of China were from the coastal regions of Florida, South Carolina and Louisiana (Livingston). For the northern subtropical region of China, the piedmont or inland seed sources were better than the coastal seed sources due to greater cold tolerance.

**Key words** Loblolly pine; provenance test

---

\* This paper was written by Professor Pan Zhigang.