

## 浙江及皖东丘陵地区火炬松生长分析\*

迟 健 李桂英 李春发 曾文胜 陈学堂 张建中

关键词 火炬松、生长分析、密度

我国引种美国南方松已有 46 a 历史,大规模引种在 70 年代中期开始,这些树种在我国南方丘陵地区生长通常良好<sup>[1,2]</sup>。其中浙江引种南方松 5 000 多 hm<sup>2</sup>,以湿地松(*Pinus elliottii* Engelm.)为主,火炬松(*Pinus taeda* L.)面积不大;但几十年来的实践证明,火炬松较耐寒,在纬度偏北地区较好立地上,中后期生长往往超过湿地松<sup>[3]</sup>。80 年代后火炬松在浙、皖等省份造林面积日益扩大;但对这一树种的造林学特性和生长特性研究,在我国却很少。因此,我们从 1991 年起对该地区的火炬松生长情况进行了调查研究,结果如下。

### 1 材料和方法

分别在浙、皖 6 县 8 个地点,调查火炬松标准地 35 块(详见表 1),部分标准地林龄小些,因此实际应用 31 块标准地和 19 株解析木(平均木)材料。林龄 9~22 年生,其中 2/3 在 15 年生以上。上述调查地区的皖东全椒属北亚热带;浙西和浙西北属中亚热带东北部,而浙东南属中亚热带东段偏北地区。

表 1 调查地区地理位置、气候和标准地分布

地 区	县	纬 度 (° ' )N	经 度 (° ' )E	年均温 (°C)	年降水量 (mm)	标地数 (个)	林 龄 (a)	解析木数 (株)
浙 东 南	黄 岩	28 39	121 17	17.7	1 700	3	18~21	2
	临 海	28 52	121 09	17.6	1 925	5	10~19	4
	仙 居	28 51	120 44	17.5	1 650	3	6~18	1
浙 西	衢 县	28 58	118 52	17.3	1 664	6	17~18	3
浙 西 北	余 杭	30 31	120 18	16.1	1 376	12	12~22	6
皖 东	全 椒	32 06	118 16	15.5	980	6	7~18	3

上述调查林分大多位于海拔小于 100 m 的低丘岗地,只有 3 块标准地位于海拔 450~700 m 的低山地区。土壤大多深厚,小于 50 cm 的薄层土壤只占 1/6;但表土大多不厚,2/3 标准地 A 层小于 25 cm,质地粘重,结构紧密,肥力不高(见表 2),这是南方丘陵地区的一般特点。上述地区过去大多种过杉木,但多为小老头树或勉强成林,马尾松按全国区划为Ⅱ~Ⅲ类地区<sup>[4]</sup>(浙西南山区为浙江木材重点产地,但这里海拔较高,国外松种植极少,所以未调查)。

1993—11—30 收稿。

迟健副研究员,李桂英,曾文胜(中国林业科学研究院亚热带林业研究所 浙江富阳 311400);李春发(安徽省黄栗树林场);陈学堂(浙江省临海市林场);张建中(安徽省夏家渡林场)。

\* 本文为国家攻关课题“国外松建筑材、纸浆材林优化栽培模式研究”的部分内容。浙江省长乐林场李锦清、衢县林业局邵新华参加调查,浙江省台州地区林业局陈肇基局长给予大力支持,特此致谢。

表2 调查地区土壤养分状况

土层	养分	余杭	衢县	临海	黄岩	土层	养分	余杭	衢县	临海	黄岩
表	有机质(%)	—	1.20	1.55	3.10	心	有机质(%)	—	0.50	1.02	1.05
	全N(%)	0.075	0.053	0.088	0.147		全N(%)	0.054	0.031	0.049	0.085
	水解N(ppm)	71.2	37.5	83.5	109.2		水解N(ppm)	41.3	26.0	50.8	73.2
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	0.062	0.035	0.044	—		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	0.050	0.025	0.042	—
	K <sub>2</sub> O(%)	—	0.920	—	—		K <sub>2</sub> O(%)	—	0.900	—	—
土	速效P(ppm)	5.5	痕迹	0.75	4.93	土	速效P(ppm)	0	痕迹	0.60	0.71
	速效K(ppm)	98.0	58.6	71.6	137.9		速效K(ppm)	57.4	36.6	60.0	53.2

调查标准地面积大多为 500 m<sup>2</sup> 左右,每木测定胸径(1 cm 为 1 径阶),按径阶测树高,然后求出  $H-D_{1.3}$  相关曲线,树干解析为 1 m 区分段。

上述调查地区火炬松采用美国商品种,种源不明。造林标准高,多采用 2 m×2 m 大块状整地,挖穴直径 60~70 cm,深 40~50 cm。用饼肥、土杂肥、化肥等作基地,其中饼肥每株 0.5~1.0 kg,土杂肥 2.5 kg 左右。造林头 3 年每年抚育 2 次,有的还将每株树周围做成小平台,仅衢县 6 块林地经营水平较低,未做小平台、未施肥。造林初植密度多为 600~1 050 株/hm<sup>2</sup>,仅 1/6 林分为 1 500~4 500 株/hm<sup>2</sup>;大多经 1~2 次疏伐。目前约一半标准地保留密度在 750 株/hm<sup>2</sup> 以下;750~1 500 株/hm<sup>2</sup> 的约占 1/3;其余为 1 500 株/hm<sup>2</sup> 以上。

## 2 结果分析与讨论

### 2.1 不同立地上火炬松生长过程

调查地区火炬松立地指数在 10~24 之间(即 20 年生时林分优势高在 10~24 m 之间),我们将 10~12 指数、14~18 指数、20~24 指数分别划分为低、中、高立地指数。从图 1 可看出:在

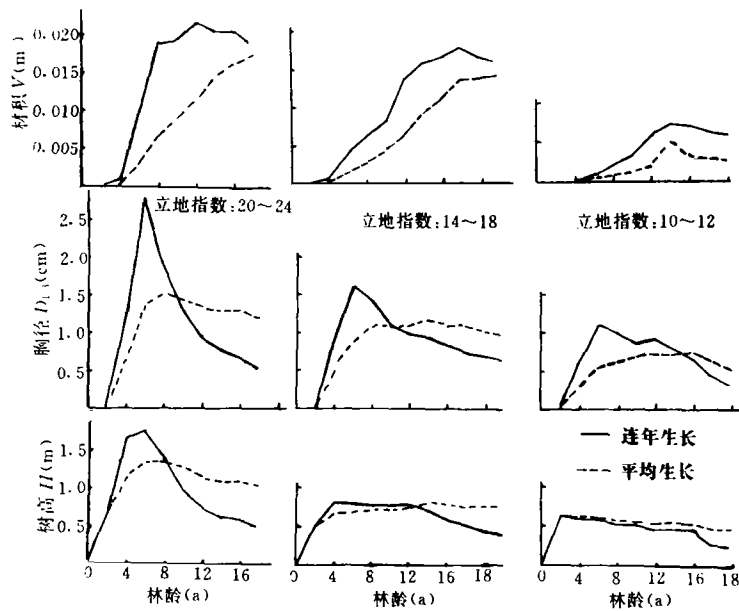


图1 不同立地指数的火炬松树高、胸径、材积生长

高指数林地上,平均生长与连年生长相交点,树高为 8 a,胸径 10 a;中等立地上分别为 12 a 和 10 a;贫瘠立地上树高生长在幼树期就趋于衰退,胸径的相交年龄为 16 a。在上述 3 类立地上,20 年生时材积的连年—平均生长均尚未相交,但高、中立地上已经接近相交。

## 2.2 不同立地上火炬松的生长率

根据 31 块标地的数据分析,高、中、低指数立地上的树高、胸径和单株材积生长率平均值见表 3。此外,林分优势高与平均高的比值也随立地而异,在高、中、低 3 类立地上分别为 1.28 : 1、1.19 : 1 和 1.13 : 1,总平均 1.18 : 1。

表 3 火炬松不同立地指数、不同林龄的生长率 (单位:%)

立地指数	项目	林 龄 (a)										
		2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
20~24	H	7.0	24.8	43.7	58.3	68.5	75.1	83.1	94.9	100		
	D <sub>1.3</sub>		12.6	39.2	56.7	67.1	75.6	83.6	95.6	100		
	V		0.5	6.0	17.0	29.5	42.8	66.1	84.2	100		
14~18	H	6.9	17.7	27.3	37.4	46.1	60.8	75.0	82.1	86.5	93.5	100
	D <sub>1.3</sub>		10.5	26.1	41.0	51.7	63.2	78.4	84.2	93.0	95.7	100
	V		0.3	2.8	7.0	13.1	23.5	41.4	57.6	79.6	89.6	100
10~12	H	12.8	25.6	37.8	48.0	59.0	69.6	79.8	89.6	94.8	100	
	D <sub>1.3</sub>		9.7	27.1	41.9	55.6	71.6	84.7	94.2	98.7	100	
	V		0.9	4.4	10.9	22.1	40.6	67.5	93.2	97.3	100	

## 2.3 不同立地上火炬松的生长差异

由于标地数量限制,我们还不能编制出整个调查地区的生长过程表,但利用已有数据拟合出不同立地的生长进程,也可供生产上参考。树高生长进程的拟合利用公式  $\log H = a + b \log A$  (其中  $H$  为树高, $A$  为年龄),结果如表 4,相关系数  $r = 0.997 0 \sim 0.999 0$ 。

表 4 不同立地火炬松树高生长进程

立地指数	项 目	林 龄 (a)										
		2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	
10	H <sub>优</sub>	1.08	2.15	3.22	4.30	5.37	6.44	7.51	8.59	9.66	10.73	
	$\bar{H}$	0.96	1.90	2.85	3.81	4.75	5.70	6.65	7.60	8.55	9.50	
12	H <sub>优</sub>	1.19	2.43	3.69	4.96	6.23	7.52	8.81	10.10	11.40	12.70	
	$\bar{H}$	1.05	2.15	3.27	4.39	5.51	6.65	7.80	8.94	10.09	11.24	
14	H <sub>优</sub>	1.40	2.84	4.28	5.70	7.17	8.63	10.01	11.54	13.00	14.47	
	$\bar{H}$	1.18	2.39	3.60	4.79	6.03	7.25	8.41	9.70	10.92	12.16	
16	H <sub>优</sub>	1.57	3.20	4.86	6.53	8.21	9.90	11.59	13.29	15.00	16.71	
	$\bar{H}$	1.32	2.69	4.08	5.49	6.90	8.32	9.74	11.17	12.60	14.04	
18	H <sub>优</sub>	1.66	3.45	5.28	7.13	9.02	10.90	12.84	14.76	16.71	18.66	
	$\bar{H}$	1.39	2.90	4.44	5.99	7.58	9.16	10.79	12.40	14.04	15.68	
20	H <sub>优</sub>	1.85	3.83	5.86	7.91	9.99	12.10	14.21	16.35	18.49	20.64	
	$\bar{H}$	1.46	3.02	4.61	6.23	7.87	9.53	11.19	12.87	14.56	16.25	
22	H <sub>优</sub>	2.21	4.48	6.73	9.01	11.27	13.54	14.81	18.10	20.33	22.63	
	$\bar{H}$	1.74	3.53	5.30	7.09	8.87	10.66	11.66	14.25	16.01	17.82	

不同立地上胸径生长进程的拟合利用公式  $\log D = a + b/A$ ,结果如表 5,相关系数  $r = -0.998 5 \sim -0.999 7$ 。其中  $A$  为年龄, $a$  和  $b$  为系数。

表5 不同立地火炬松胸径生长进程

立地指数	林 龄(a)								
	4	6	8	10	12	14	16	18	20
10	1.78	4.52	7.18	9.49	11.42	13.04	14.40	15.56	16.55
12	2.14	5.28	8.31	10.89	13.00	14.85	16.36	17.65	18.74
14	2.56	6.18	9.60	12.51	14.92	16.93	18.61	20.03	21.24
16	2.95	7.07	10.93	14.20	16.91	19.15	21.03	22.62	23.97
18	3.39	7.90	12.05	15.53	18.38	20.74	22.71	24.37	25.78
20	3.70	8.60	13.12	16.91	20.02	22.59	24.73	26.53	28.06
22	3.98	9.27	14.15	18.23	21.59	24.36	26.67	28.60	30.27

## 2.4 林分结构与干形

2.4.1 密度与胸径的关系 应用公式  $\ln N = a + b/D$  配合方程时, 相关系数  $r = 0.65087^*$  ( $P < 0.05$ , 接近 0.01)。其中  $N$  为株/hm<sup>2</sup>,  $D$  为平均胸径, 在 14~18 立地指数时  $a = 1.8596$ ,  $b = 43.62$ 。

2.4.2 去皮直径与带皮直径的关系 经回归分析拟合公式:  $D(\text{带皮}) = 0.3684 + 1.074850X$  ( $X$  为去皮直径, 试样 113 份)。

2.4.3 形数 火炬松树干形数随树高增长而逐渐缩小, 从而与年龄成反比, 经回归分析:  $Y = 0.6763 - 0.00939A$ , 其中  $Y$  为带皮胸高形数,  $A$  为年龄。根据此方程, 10 年生时形数 0.58, 15 年生 0.54, 20 年生 0.49。

## 2.5 火炬松适宜造林密度的分析和探讨

2.5.1 从树冠发育进程推断适宜密度 这方面有人做过研究<sup>[5]</sup>, 我们调查分析得出树冠与胸径的回归关系如图 2,  $\bar{D}_{1.3}$  为 20 cm 时冠幅 4.6 m, 单株营养面积 16.62 m<sup>2</sup>, 每公顷可容纳 601.7 株;  $\bar{D}_{1.3}$  为 15 cm 时冠幅 3.7 m, 营养面积 10.75 m<sup>2</sup>, 每公顷可容纳 930.2 株;  $\bar{D}_{1.3}$  为 10 cm 时冠幅 2.8 m, 营养面积 6.16 m<sup>2</sup>, 每公顷可容纳 1 623.4 株, 这与目前世行贷款国外松造林规定的初植密度 1 650~1 800 株/hm<sup>2</sup> 十分接近。由此推断: 火炬松中等以上立地集约经营造林每公顷初植密度 1 800 株,  $\bar{D}_{1.3}$  达 15 cm 时可疏伐一半左右, 如培养大径材可再疏伐一次。在贫瘠土壤上即使造林密度较稀, 主伐时  $\bar{D}_{1.3}$  也在 15 cm 以下, 平均冠幅 3.7 m 以下(表 5), 所以初植密度可略为提高, 例如每公顷 2 250 株左右。

### 2.5.2 从单位蓄积量推断适宜的造林密度

从表 6 可看出, 立地条件与年龄相似时, 密度对蓄积量影响很大, 在优质立地上, 18 年生每公顷 750 株的林分蓄积量 226.2 m<sup>3</sup> (17.5 年生 219.9 m<sup>3</sup>), 比 238.5 株/hm<sup>2</sup> 时增产约 72%; 在中等立地上, 18 年生时每公顷 696 株的林分蓄积量比 510 株/hm<sup>2</sup> 的要大 19% 左右; 12 年生时 1 752 株/hm<sup>2</sup> 的林分蓄积量比 763 株/hm<sup>2</sup> 时增产 35% 左右。在贫瘠立地上, 17.5 年生时 1 422 株/hm<sup>2</sup> 的蓄积量最大, 比 447 株/hm<sup>2</sup> 时增产近 2 倍, 但密度 2 925 株/

表6 相似立地、年龄时密度对产量的影响

立地指数	林龄 (a)	密度 (株/hm <sup>2</sup> )	蓄积量 (m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> )	备注
20~24	18	238.5	131.40	
	17.5	750	219.90	2 块标地平均
14~18	18	510	138.75	5 块标地平均
	18	696	165.15	3 块标地平均
	12	763.5	45.15	2 块标地平均
	12	1 153.5	51.15	
10~12	12	1 752.0	60.90	2 块标地平均
	17.5	447	31.50	3 块标地平均
	17.5	723	69.00	3 块标地平均
	17.5	1 422	90.00	
	17.5	2 925	72.75	

hm<sup>2</sup> 时显然过密,蓄积量略有下降。

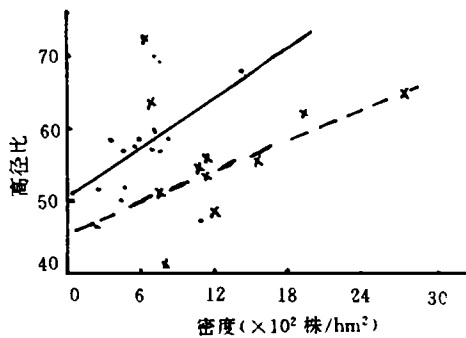


图3 密度与高径比的回归关系  
——15年生以上; ----10~15年生

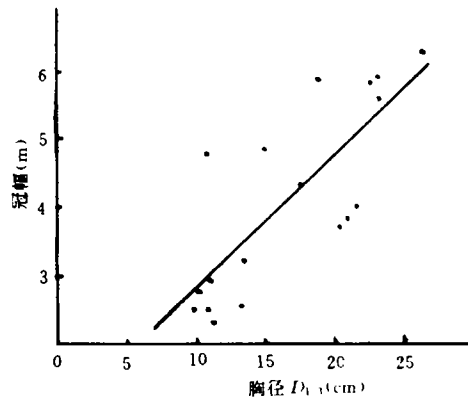


图2 冠幅与胸径的回归关系  
( $\hat{Y} = 0.88 + 0.1889x, r = 0.6310^*$ )

2.5.3 从高径比考虑适宜密度 适当的密度不但可提高产量,更可调节干形和材种规格质量,从而影响造林的经济效益。密度过稀时林木头大梢尖,干形较差;过密则胸径生长受抑,大中径材比例下降,这两种情况都会降低每方木材的市场价格。适宜造林密度是在不降低产量的同时,能有较好干形和较大规格材种,从图3可看出:10~15年生时每公顷密度由600株提高到1800株,高径比由50:1提高到58:1,回归方程 $Y = 50.27 + 0.1708x$ ( $x$ 为密度);15~20年生时密度由300株/hm<sup>2</sup>提高到1200株/hm<sup>2</sup>,高径比由54:1提高到64:1,回归方程 $Y = 46.32 + 0.0964x$ ( $x$ 为密度)。综合上述分析,我们认为在中等以上立地、集约经营情况下,火炬松初植密度1800株/hm<sup>2</sup>左右是合适的。

## 2.6 火炬松生长的地区差异

在调查的35块标地中,衢县的6块生长最差,大多为10~12地位指数,这除了该地区属第四纪红土,严重缺磷外,与经营较粗放及未施肥有很大关系。相对而言,皖东丘陵纬度较高,气温较低,生长季较短,因此火炬松生长速度比浙西北及浙东南稍慢,尤其是高生长明显比后两地区慢,因此高径比小,前者平均高径比为51:1;后者分别为58.5:1和60.6:1,即纬度偏北的火炬松尖削度较大,这与杉木的情况相类似<sup>[6]</sup>。

## 参 考 文 献

- 1 孙光新. 几种国外松及马尾松生长规律的研究. 林业科技通讯, 1987, (8): 1~4.
- 2 浙江省国外松协作组. 浙江省湿地松、火炬松引种推广的调查分析. 林业科学研究, 1988, 1(2): 224~230.
- 3 中国林科院林研所国外松协作组(潘志刚执笔). 湿地松、火炬松引种调查研究. 北京: 中国林业出版社, 1986.
- 4 周政贤, 杨世逸, 谢双喜, 等. 我国马尾松商品材基地区划布局的研究. 贵州农学院丛刊, 1991, (2): 1~6.
- 5 王俊华. 火炬松与马尾松栽培试验阶段报告. 安徽林业科技, 1991, (3): 18~21.
- 6 吴中伦主编. 杉木. 北京: 中国林业出版社, 1984.

## Growth Analysis of Loblolly Pine in Hilly Area of Zhejiang and Eastern Anhui Province

Chi Jian Li Guiying Li Chunfa Zeng Wensheng  
Chen Xuetao Zhang Jianzhong

**Abstract** According to the data of 31 sample plots and 19 analytical trees of loblolly pine in Eastern Anhui and Northwest and Southeast of Zhejiang Province, it shows that the site index of the area, where the loblolly pines are distributed is 10~24 in general, mostly 14~18. In the region of site index 20~24, the interlock point of the average yearly growth of height and the successive yearly growth is at the age of 8 for the tree height and at the age of 10 for the DBH; while in the region of site index 14~18, they are at the age of 12 and 10 respectively; while in the region of site index 10~12, the interlock point for DBH is postponed to the age of 16. In the regions of above mentioned three site indexes, the successive yearly growth of volume and the average growth of volume doesn't meet at the age of 20. Another analysis shows that the correlation coefficient for the density and diameter is  $r = 0.65287^*$ ; while for the diameter with bark  $0.3684 + 1.074850x$  ( $x$  is the diameter without bark). In the investigated area, the form-factor of the loblolly pine is 0.58 at the age of 10; 0.54 at the age of 15; 0.49 at the age of 20. The regression equation for crown width and diameter is  $\bar{Y} = 0.88 + 0.1889x$  ( $x$  is DBH), which has a significant correlation. The height-diameter ratio of this tree species changes with the change of region and cultivation density, when it is at the age of 15~20, the regression equation for density (trees/hm<sup>2</sup>) and DBH is  $\bar{Y} = 46.32 + 0.0964x$  ( $x$  is density). The suitable cultivation density is 1800 trees/hm<sup>2</sup>.

**Key words** loblolly pine, growth analysis, density

---

Chi Jian, Associate Professor, Li Guiying, Zeng Wensheng (The Research Institute of Subtropical Forestry, CAF Fuyang, Zhejiang 311400); Li Chunfa (Huang Lieshu Forest Farm, Anhui Province); Chen Xuetao (Linhai Municipal Forest Farm, Zhejiang Province); Zhang Jianzhong (Xiajiatuo Forest Farm, Anhui Province).