

# 湿地松人工林间伐强度效应分析\*

沈兴南 姜景民 伍国助 胡世才

**摘要** 对赣东北中等立地上的两片6年和9年生、造林密度分别为2 500株/hm<sup>2</sup>和1 110株/hm<sup>2</sup>的湿地松林分进行了间伐强度对比试验。5 a后的结果表明,前者以1 275株/hm<sup>2</sup>,后者以525株/hm<sup>2</sup>的保留密度,可以显著提高林分的胸径和蓄积生长量,改善立木的径级结构,并能有效地缩短轮伐期。对湿地松林的初植密度和初次间伐龄进行了讨论,认为造林密度1 500株/hm<sup>2</sup>左右,10~12 a时作中强度间伐,对培育大径材较为适宜。

**关键词** 湿地松人工林 间伐强度 间伐效应

间伐作为一项育林措施,需要综合诸多因素,因而要制订一个普遍适用的间伐方案是困难的。新西兰、澳大利亚的辐射松人工林为培育高价值无节原材(或胶合板材),普遍应用间伐和修枝;在美国,锯材与纸浆材的价格比和市场成为南方松人工林间伐决策主导因子,以纸浆材为主要方向地区,间伐不作为林分经营方案的内容,以实木产品为主的地区通常计划作2次或3次间伐<sup>[1]</sup>。

我国大规模发展国外松用材林始于80年代,大多数林分都未达到一个轮伐期,对林分间伐措施和效益的研究甚少,无法为生产上提出合理的作业方案<sup>[2]</sup>。在国家造林项目科研推广工作中,针对这一问题,布设了国外松间伐试验林,本文为江西枫树山林场试验点的阶段总结。

## 1 试验林分概况

江西省景德镇市枫树山林场位于29°24'N,117°11'E,平均气温17.8℃,极端最低温-5.3℃,极端最高温41.8℃,年降雨量1 689 mm,相对湿度79%,日照时数1 738 h,属中亚热带江南山地丘陵区。按照当地现有林分实际条件,选择了两片湿地松(*Pinus elliottii* Engelm.)人工林布设试验,于1991年4月作业。

林分1立地为低丘中厚层红壤,坡度10~15°,杉木迹地。1985年春造林,初植密度2 500株/hm<sup>2</sup>(2 m×2 m),此后林内萌生一些杉木,到设置试验时(6年生),立木密度为2 070~2 970株/hm<sup>2</sup>,其中湿地松为2 010~2 500株/hm<sup>2</sup>,平均2 280株/hm<sup>2</sup>,死亡率19.8%~0%。由于雪压因素,有部分倒木。林分平均胸径7.73 cm,平均树高4.2 m,郁闭度0.95。

林分2立地为低丘第四纪红壤,林地平缓,几无表层活土。1982年春造林,初植密度为1 110株/hm<sup>2</sup>(3 m×3 m),到试验前(9年生)立木密度为810~1 095株/hm<sup>2</sup>,平均1 065株/hm<sup>2</sup>,其中有少量萌生杉木。湿地松平均胸径11.95 cm,平均高6.6 m,曾作过轻度修枝,郁闭度0.8左右。

1998—01—15 收稿。

沈兴南高级工程师,伍国助,胡世才(江西省景德镇市枫树山林场 江西景德镇 333000);姜景民(中国林业科学研究院亚热带林业研究所)。

\* 本研究为1990~1995年国家造林项目“湿地松、火炬松速生丰产培育技术研究与推广”专题的部分内容。枫树山林场部分技术人员参加了林分调查工作,特致谢意。

## 2 试验设计与作业调查

在两林分中选择立地和林分较均匀地段作区组布置,设弱度、中度、强度和对照4个处理,作随机区组设计,小区面积 $667\text{ m}^2$ ,小区间设保护行,3次重复。在伐去杉木、病虫害木、倒木、断木的前提下,设计林分各处理保留株数依次是:对照区为 $1\ 725\text{ 株}/\text{hm}^2$ ,弱度伐 $1\ 500\text{ 株}/\text{hm}^2$ ,中度伐 $1\ 275\text{ 株}/\text{hm}^2$ ,强度伐 $1\ 050\text{ 株}/\text{hm}^2$ ,间伐强度(株数,以对照区为基础)依次为0%、15%、30%、45%。林分4种处理保留株数依次为975、825、676、525株/ $\text{hm}^2$ ,间伐强度依次为0%、15.4%、30.8%、46.2%。

间伐采用下层疏伐法,主要伐除被压木、分叉木、弯曲木,为照顾均匀也伐去少量亚优势木或保留中等木。间伐前对各小区作了胸径、树高每木量测,逐株编号,实际间伐结果见表1。

1996年春,即间伐5a后,对试验林作胸径和树高因子实测,查表求算单株材积。

表1 试验林间伐前后林分因子状况

林分	密度(株/ $\text{hm}^2$ )		平均胸径(cm)		平均树高(m)		蓄积量( $\text{m}^3/\text{hm}^2$ )		间伐材 ( $\text{m}^3/\text{hm}^2$ )
	伐前	伐后	伐前	伐后	伐前	伐后	伐前	伐后	
CK	2 310	1 725	7.86	8.36	4.3	4.5	31.350	28.500	2.850
弱	2 280	1 485	7.59	8.43	4.2	4.6	33.975	25.575	8.400
中	2 250	1 260	7.81	8.41	4.2	4.5	36.105	21.105	15.000
强	2 280	1 035	7.67	8.49	4.2	4.5	34.245	18.195	16.050
CK	1 005	960	11.73	12.04	6.5	6.6	41.085	41.085	-
弱	1 080	810	11.37	12.32	6.4	6.9	40.170	37.290	2.880
中	1 095	675	11.87	13.29	6.5	7.2	45.495	37.890	7.605
强	1 095	495	12.83	14.30	6.8	7.6	53.265	38.910	14.355

## 3 结果与分析

### 3.1 林分

3.1.1 胸径 间伐后各处理的林分平均胸径变化见表2。间伐后各处理保留木的平均胸径之间无明显差异,其原因一是各处理是在对原林分作清除伐后的基础上安排的,二是处理间的间伐强度差别仍嫌不足。间伐5a后,强度伐林分的平均胸径显著高于对照。经方差分析,中、强度伐的林分胸径5a生长量显著大于弱度伐和对照。

林分径阶分布6年生时从3cm到12cm,除有造林后补植原因外,也反映出林分有一定程度的分化。间伐5a后,各处理保留木的径阶分布如表3,对照与弱度伐林分14cm胸径的立木占30%~35%,而中度伐

表2 林分间伐后各处理林分平均胸径变化  
(单位:cm)

项目	CK	弱度	中度	强度
伐后	8.36	8.43	8.41	8.49
第5a 增量	12.01 a	12.41 ab	12.80 ab	12.94 b
	3.65 A	3.98 A	4.38 B	4.45 B

注: a、b、c 示处理间5%水平差异显著, A、B、C 示1%水平差异显著,下同。

表3 林分间伐5a后各处理保留木的径阶分布  
(单位:%)

处理	径阶(cm)					
	8	10	12	14	16	18
CK	4.34	21.87	43.35	25.14	4.34	2.87
弱度伐	2.70	15.20	47.30	27.36	7.09	0.34
中度伐		13.55	44.62	31.87	8.76	1.20
强度伐	0.96	7.69	43.27	37.98	10.10	

和强度伐处理则达 42% ~ 48%。

3.1.2 树高 间伐 5 a 后, 各处理的林分平均高为 7.0 ~ 7.2 m, 5 a 生长量为 2.5 ~ 2.6 m, 处理间无差异。

3.1.3 蓄积 伐后各处理之间保留木单株材积无差异, 而总蓄积量有极显著差异; 间伐后 5 a 间总蓄积生长量强度伐也显著低于其它处理, 对照区的立木蓄积量最大, 弱度伐、中度伐、强度伐依次减降(表 4)。但各处理保留木的单株材积则相反, 以强度伐较大, 对照区最小。

到伐后第 5 年末(11 年生), 各处理的木材总产量(现有立木蓄积+ 间伐材)相比, 强度伐处理显著低于其它处理。

表 4 林分 间伐后各处理立木蓄积量变化

项 目	CK	弱 度	中 度	强 度
伐后蓄积(m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> )	28.500 A	25.575 AB	21.105 BC	18.195 C
5 a 后蓄积(m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> )	78.465 A	72.885 A	65.805 AB	55.11 B
5 a 间蓄积生长量(m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> )	49.965 a	47.31 a	44.700 a	36.915 b
木材总产量(m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> )	81.315 A	81.285 A	82.305 A	71.16 B
伐后单株材积(m <sup>3</sup> /株)	0.016 44	0.017 05	0.016 72	0.017 33
5 a 后单株材积(m <sup>3</sup> /株)	0.045 24 a	0.048 59 ab	0.052 17 b	0.052 48 b
5 a 间单株材积				
生长量(m <sup>3</sup> /株)	0.028 80 a	0.031 54 ab	0.031 55 ab	0.035 15 b

## 3.2 林分

3.2.1 胸径 间伐 5 a 后, 中、强度间伐两种处理的林分平均胸径为 18 ~ 20 cm, 弱度伐和对照为 16 cm 多。经方差分析, 处理间差异达极显著水平, 这种差异反映了由间伐造成的伐后林分平均直径的差异和生长速度的差异两方面原因(表 5), 对照和弱度伐的林

表 5 林分 间伐后各处理的胸径状况

(单位: cm)

项目	CK	弱度	中度	强度
伐 后	12.04 A	12.32 AB	13.29 AB	14.30 B
5 a 后	16.17 A	16.77 A	18.37 B	20.00 C
增 量	4.13 a	4.44 a	5.08 ab	5.70 b

分胸径年生长量仅为 0.83 ~ 0.89 cm, 而中度伐为 1.02 cm, 强度伐为 1.14 cm。

间伐 5 a 后, 强度伐林分中所有保留木胸径都达到 14 cm 以上, 其中约 64% 达到 20 cm 以上, 14% 达到 24 cm 以上。中、弱度伐和对照区林分中各约有 5%、11%、16% 的立木胸径不及 14 cm, 而达到 20 cm 的立木比率分别约为 33%、24%、20%(表 6)。亦即强度伐处理在林分条件下能有效地达到快速培育中大径级规格材的目的。

表 6 林分 间伐 5 a 后立木径阶分布

(单位: %)

处 理	径 阶 (cm)									
	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26
CK	1.34	4.91	9.82	16.52	25.00	22.77	14.29	4.02	1.34	
弱度伐		1.55	9.28	16.49	25.77	22.68	15.46	7.73	0.52	0.52
中度伐		1.23	3.68	6.13	25.15	30.67	23.93	7.36	1.23	0.61
强度伐				2.52	6.72	26.89	27.73	21.85	12.61	1.68

3.2.2 树高 间伐 5 a 后, 各处理林分平均高为 9.3 ~ 10.2 m, 强度伐处理树高显著超过其它

处理,但 5 a 间各处理高生长量为 2.4~2.6 m,表明这种差异主要是由于间伐后保留木的差异所致。

3.2.3 蓄积 3 种间伐处理保留木的蓄积量低于对照,5 a 后各处理的林分蓄积量自对照随间伐强度增加依次降低,但相互之间无显著差异。5 a 间的林分蓄积生长量亦呈相同趋势。经检验,强度伐处理的蓄积生长量显著低于其它处理和对照。而间伐后和 5 a 后单株立木材积,强度伐处理则显著大于其它 3 种处理,单株材积生长量也极显著地大于其它处理(表 7)。

表 7 林分 间伐 5 a 后各处理林木蓄积状况

项 目	CK	弱 度	中 度	强 度
伐后蓄积(m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> )	98.370	91.653	86.01	84.105
5 a 间总生长量(m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> )	57.285 a	54.345 a	48.120 a	45.195 b
木材总产量(m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> )	98.370	95.145	93.615	98.445
伐后单株材积(m <sup>3</sup> /株)	0.045 61 a	0.048 6 a	0.057 01 ab	0.068 55 b
伐后 5 a 单株材积(m <sup>3</sup> /株)	0.098 72 A	0.108 69 A	0.133 80 AB	0.167 31 B
5 a 间单株材积生长量(m <sup>3</sup> /株)	0.053 12 A	0.060 09 A	0.076 80 A	0.098 76 B
胸径< 20 cm 木材总产量(m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> )	66.985 a	59.925 a	55.575 a	35.805 b
胸径 20 cm 木材总产量(m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> )	32.385 a	35.220 a	38.040 a	62.640 b

到间伐后第 5 年生(14 年生),各处理的木材总生产量(保留木现有蓄积+间伐材)相互之间无显著差异。

由于缺乏理论造材的模型,我们无法计算到目前为止各种规格材的出材率。这里权且以 20 cm 胸径作为界线,将各处理 14 年生时的木材总产量分为两部分。由表 7 可知,强度伐处理的林分中胸径 20 cm 的木材产量与对照和弱、中度伐处理之间差异显著,为后者的 1.65~1.93 倍,而此规格以下的木材产量(胸径< 20 cm 立木蓄积+间伐材量)与其它处理差异亦显著,为后者的 54%~64%。因此,到目前为止,间伐对林分木材的总产量尚无大的影响,但增加了大规格立木的比率。

从经济上讲,假若间伐作业能收支相抵,则只要大规格立木与胸径< 20 cm 立木价格比大于 1.5,强度伐处理的立木价就将高于对照,若间伐作业有盈余,这个价格比还可以低而使强度伐处理有较高的林分立木价。而显然,为达到某一培育规格材种,强度伐可使轮伐期有较大的缩短。

## 4 结论与讨论

(1)从间伐后林分 保留木的直径生长、径阶分布、单株材积、林分蓄积和生长量诸因子综合看来,在此年龄实施间伐,保留 1 275 株/hm<sup>2</sup> 左右的立木株数较为适宜。林分 的立地和栽植密度在现有湿地松栽培区有较大的代表性。6 年生林分已有一定程度的分化,需要间伐。而间伐材如按 4 cm 检尺径造材,胸径应超过 8 cm,各处理中只有 39%(强度伐)~20%(对照区)的间伐木达到此径阶以上作为小条材,显然间伐作业无利可图。假如推迟几年,从枫树山林场 1995 年湿地松林间伐林分 355 hm<sup>2</sup> 的作业来看,造林密度与林分 相似,间伐龄 9~11 a,共产间伐材 4 318 m<sup>3</sup>,平均 12.16 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>。销售收入 101.8 元/m<sup>3</sup>,而成本为 105.7 元/m<sup>3</sup>(其中林场补贴清查费 15.12 元/m<sup>3</sup>),即使不计补贴费,也只有 11.22 元/m<sup>3</sup> 的利润。因此,湿地松的

初植造林密度应降低, 尤其是以生产大径材为培育目标时更应实行低密度。

(2) 对林分间伐试验的结果表明, 经过间伐, 14 年生时, 保留密度  $525 \text{ 株}/\text{hm}^2$  的林分所有立木都已超过  $14 \text{ cm}$  径阶, 胸径  $20 \text{ cm}$  立木蓄积也远高于其它处理, 且 14 a 间的木材总产量未减少, 若不同材种的价格合理, 亦有较高的立木价, 是培育大径材较适宜的保留密度。

但林分间伐是一种较为特殊的情况, 间伐时林分郁闭度并不高 ( $0.8$  左右), 林分径级分化很大 ( $4 \sim 18 \text{ cm}$ ), 究其原因在于林分早期发生松针褐斑病, 弱势木受害严重, 加剧了林木分化。应该说  $3 \text{ m} \times 3 \text{ m}$  的植距对培育大规格材是较适宜的, 但在正常情况下 9 年生时间伐未免过早, 且保留密度  $525 \text{ 株}/\text{hm}^2$  尚嫌太低, 此结果可供其它林分第二次间伐参考。

(3) 适当地加大种植密度对于补偿死亡率, 提早林分郁闭, 减少杂灌竞争, 培育无节根基段原木是有利的。但我国目前国外松的造林密度普遍太高 ( $2000 \sim 2500 \text{ 株}/\text{hm}^2$ ), 使得林分过早竞争分化, 幼年期间伐经济效益低, 不间伐又抑制单株生长, 故认为, 湿地松的造林密度在  $1500 \text{ 株}/\text{hm}^2$  较为适宜, 在  $10 \sim 12$  年生时作一次中强度间伐, 以培育中大径材为目的,  $20 \text{ a}$  左右的短轮伐期是可以实现的。从本试验林分来看, 对照区 (清除伐后保留  $1725 \text{ 株}/\text{hm}^2$ ) 11 年生时立木径阶均在  $8 \text{ cm}$  以上, 按中强度间伐, 间伐木径阶在  $10 \text{ cm}$  左右,  $2 \text{ m}$  长原木现销价  $6 \sim 8 \text{ cm}$  为  $140 \text{ 元}/\text{m}^3$ ,  $10 \sim 12 \text{ cm}$  为  $230 \text{ 元}/\text{m}^3$ , 成本约  $120 \text{ 元}/\text{m}^3$ , 间伐作业利润可观。当然受木材市场的决定, 这并非唯一的模式, 有些地方小径材或削片材销路较好, 即可提高初植密度, 较早间伐, 既有利于及早成林, 又可提高林地生产力。

## 参 考 文 献

- 1 Kellison R C, Gingrich S (ed.). Symposium on the loblolly pine ecosystem (east region). Raleigh, North Carolina, 1982. 136 ~ 153.
- 2 潘志刚主编. 湿地松、火炬松速生丰产培育技术. 北京: 中国科学技术出版社, 1993.

## Effects of Different Thinning Intensities on Slash Pine Plantations

Shen Xingnan Jiang Jingmin Wu Guozhu Hu Shicai

**Abstract** The thinning intensities comparison tests were conducted on two slash pine plantations of 6 a and 9 a, with planting densities of  $2500$  and  $1110 \text{ trees}/\text{hm}^2$  respectively in NE Jiangxi Province. It was found after 5 years, the reserved tree density of  $1275 \text{ trees}/\text{hm}^2$  for the first and  $525 \text{ trees}/\text{hm}^2$  for the second would significantly hasten the diameter and standing volume growth, improve the stand structure, and effectively shorten the rotation age. The planting density and first thinning age of slash pine plantations were discussed, it was considered suitable to plant about  $1500 \text{ trees}/\text{hm}^2$  and carry out moderate to heavy thinning in about the  $10 \sim 12$ th year for the production of large dimension timber of slash pine.

**Key words** slash pine plantation thinning intensity thinning effect