

文章编号: 1001-1498(2008)01-0001-06

## 不同初植密度的桉树人工林经济效益分析\*

陈少雄<sup>1,2</sup>, 李志辉<sup>1</sup>, 李天会<sup>2\*\*</sup>, 周国福<sup>3</sup>, 吴志华<sup>2</sup>, 周群英<sup>2</sup>

(1. 中南林业科技大学, 湖南 长沙 410004; 2. 国家林业局桉树研究开发中心, 广东 湛江 524022; 3. 广西东门林场, 广西 扶绥 532108)

**摘要:**通过分析 1993 年设立于广西东门林场的桉树人工林 5 种造林密度 (1) 2 222 株 · hm<sup>-2</sup>、(2) 1 667 株 · hm<sup>-2</sup>、(3) 1 250 株 · hm<sup>-2</sup>、(4) 883 株 · hm<sup>-2</sup> 和 (5) 667 株 · hm<sup>-2</sup> 12 年的生长数据, 计算了连年生长量、平均生长量、材种出材量、净现值和内部收益率。结果显示, 6.3 a 前 5 种密度蓄积生长量的差距达到极显著水平, 8.3 a 以后差异就不再显著; 密度 2 222 株 · hm<sup>-2</sup>、1 667 株 · hm<sup>-2</sup> 和 1 250 株 · hm<sup>-2</sup> 的数量成熟均为 6 a, 密度 883 株 · hm<sup>-2</sup> 为 6.5 a, 密度 667 株 · hm<sup>-2</sup> 为 7 a; 造林密度越大, 纸浆材的出材比例越高, 而大、中径材出材比例越小, 造林密度小, 锯材和旋切材的出材比例更高; 密度 2 222 株 · hm<sup>-2</sup>、1 667 株 · hm<sup>-2</sup>、1 250 株 · hm<sup>-2</sup>、883 株 · hm<sup>-2</sup> 和 667 株 · hm<sup>-2</sup> 的轮伐期分别为 6 a、7 a、7 a、7 a 和 8 a, 这时的净现值分别是 17 661、18 457、22 257、24 755 和 24 007 元 · hm<sup>-2</sup>, 内部收益率分别为 56%、50%、55%、58% 和 51%; 密度 883 株 · hm<sup>-2</sup> 有最高的净现值和内部收益率, 是 5 种密度中最好的造林密度, 其他从大到小的顺序是密度 667 株 · hm<sup>-2</sup>、1 250 株 · hm<sup>-2</sup>、1 667 株 · hm<sup>-2</sup> 和 2 222 株 · hm<sup>-2</sup>。

**关键词:** 桉树; 人工林; 密度; 蓄积生长量; 经济效益

**中图分类号:** S792.39 **文献标识码:** A

## Economic Analysis of Eucalypt Plantation with Different Initial Spacing

CHEN Shao-xiong<sup>1,2</sup>, LI Zhi-hui<sup>1</sup>, LI Tian-hui<sup>2</sup>, ZHOU Guo-fu<sup>3</sup>, WU Zhi-hua<sup>2</sup>, ZHOU Qun-ying<sup>2</sup>

(1. Central South University of Forestry and Science, Changsha 410004, Hunan, China;

2. China Eucalypt Research Center, Zhanjiang 524022, Guangdong, China; 3. Guangxi Dongmen Forest Farm, Fusui 532108, Guangxi, China)

**Abstract:** The spacing trial with 5 treatments (1) 2 222 tree · hm<sup>-2</sup>, (2) 1 667 tree · hm<sup>-2</sup>, (3) 1 250 tree · hm<sup>-2</sup>, (4) 883 tree · hm<sup>-2</sup> and (5) 667 tree · hm<sup>-2</sup> was established at Guangxi Dongmen Forest Farm in 1993, the growth data were collected up to 12 years old and calculated CAI, MAI, Volume with different top diameter, NPV and RR. The results showed that the volume growth of 5 spacings were high significant up to 6.3 yrs, not significant from 8.3 yrs. The age of quantitative maturity of spacing 2 222 tree · hm<sup>-2</sup>, 1 667 tree · hm<sup>-2</sup> and 1 250 tree · hm<sup>-2</sup> was 6 yrs, 6.5 yrs for spacing 883 tree · hm<sup>-2</sup> and 7 yrs for spacing 667 tree · hm<sup>-2</sup>. The denser the initial spacing was, the more the amount of small diameter timber and the less the big diameter timber. The harvest rotations of spacing 2 222 tree · hm<sup>-2</sup>, 1 667 tree · hm<sup>-2</sup>, 1 250 tree · hm<sup>-2</sup>, 883 tree · hm<sup>-2</sup> and 667 tree · hm<sup>-2</sup> were 6 yrs, 7 yrs, 7 yrs, 7 yrs and 8 yrs respectively, the NPV were 17 661, 18 457, 22 257, 24 755 and 24 007 RMB · hm<sup>-2</sup> respectively and RR were 56%, 50%, 55%, 58% and 51% respectively. Spacing 883 tree · hm<sup>-2</sup> had the most NPV and RR among the 5 spacing treatments, the rest in the order from high to low were 667 tree · hm<sup>-2</sup>, 1 250 tree · hm<sup>-2</sup>, 1 667 tree · hm<sup>-2</sup> and 2 222 tree · hm<sup>-2</sup>.

收稿日期: 2007-04-20

基金项目: 国家“十一五”科技支撑课题“桉树和相思速生丰产林培育关键技术研究示范(2006BAD24B02)”, 国家“十一五”科技支撑课题“速生纸浆林可持续经营管理技术研究示范”, 中、澳国际合作 ACIAR 项目 FST1999/095

作者简介: 陈少雄(1965—), 男, 江西樟树人, 研究员, 博士生, 主要从事桉树培育和经营研究。

\* 致谢: 感谢东门林场陈东林、兰俊和吴兵等科技人员试验期间辛勤的野外工作。

\*\* 通讯作者: 李天会, 女, 高级工程师, 桉树中心研发部副主任。

**Key words:** eucalypt plantation; spacing; volume growth; economic benefit

桉树 (*Eucalyptus* spp.) 绝大部分分布于澳大利亚,少量分布于印度尼西亚、巴布亚新几内亚和菲律宾,各国早在 18—19 世纪都从澳大利亚引种桉树;桉树多为乔木,经确认的种类有 945 种,其中有亚种和变种 137 个,且有许多天然的杂种和分化类型<sup>[1]</sup>。有关桉树造林密度方面的研究报道比较多,但多集中在造林密度对于胸径、材积以及材性方面的显著影响<sup>[2-5]</sup>。其他主要造林树种如杉木 (*Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook.) 造林密度方面的报道就更多,但也集中在密度与生长量、密度与长期生产力以及密度与林下植被方面的研究<sup>[6-8]</sup>。有关密度对桉树人工林经济效益影响方面的报道却不多见,只有基于桉树纸浆材的经济效益分析,这不能全面反映我国桉树目前的利用状况和经济效益水平<sup>[9-10]</sup>。

我国桉树资源快速增长,桉树木材的利用途径也随之拓宽,除传统的切木片、制浆造纸外,还增加了旋切板和锯材的生产;桉树木材的价格由此不断攀升,桉树人工林的经济效益也相应提高。本文以尾巨桉 (*E. urophylla* S. T. Blake  $\times$  *E. grandis* W. Hill ex Meiden) 为例,通过分径阶和分段利用为锯材、旋切板和纸浆材的现实情况,来分析不同初植密度桉树人工林的轮伐期和经济效益。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地

试验地位于广西东门林场华侨分场 21 林班,年平均气温 21.2~22.3、极端最高气温为 38~41、极端最低温为 -0.1~1.9。年降水量为 1 000~1 300 mm,土壤为砖红性红壤。前作为柠檬桉 (*E. citriodora* Hook.)。试验地向南坡,坡度 5°~10°。机耕全垦整地,深度 30~35 cm;苗木全部为无性系 (DH32-13) 扦插苗 (营养杯),苗高 15~25 cm;以钙镁磷作基肥,100 g·株<sup>-1</sup>;于 1993 年 4 月 2 日定植。追肥 N、P、K 的总量分别为 200、150、100 kg·hm<sup>-2</sup>;施用的 N 肥为含 N 463 g·kg<sup>-1</sup> 的尿素;K 肥为含量 600 g·kg<sup>-1</sup> 的 KCl, P 肥为含 P 160 g·kg<sup>-1</sup> 的钙美磷肥。追肥方法,在距树基 20 cm 处挖 15 cm 见方的小穴,待 3 种肥施完之后再盖土。追肥分两次进行,第 1 次于定植后 2 个月内进行,N、P、K 施肥量分别为 100、50、50 kg·hm<sup>-2</sup>;第 2 次于 1996 年 6 月进行,N、P、K 施肥量

分别为 100、100、50 kg·hm<sup>-2</sup>。

### 1.2 试验设计与观测

试验采用完全随机区组设计,设 5 种造林密度,分别为 (1) 2 222 株·hm<sup>-2</sup> (3.0 m  $\times$  1.5 m)、(2) 1 667 株·hm<sup>-2</sup> (3.0 m  $\times$  2.0 m)、(3) 1 250 株·hm<sup>-2</sup> (4.0 m  $\times$  2.0 m)、(4) 883 株·hm<sup>-2</sup> (4.0 m  $\times$  3.0 m) 和 (5) 667 株·hm<sup>-2</sup> (5.0 m  $\times$  3.0 m),4 次重复。每个试验小区面积 0.04 hm<sup>2</sup> (20 m  $\times$  20 m),共计 20 个小区;小区之间间隔 4 m。每年测定 1 次胸径和树高,分别于造林后 1 a、2.3 a、3.1 a、4.2 a、5.2 a、6.3 a、7.3 a、8.3 a、9.2 a 和 12 a 进行了 10 次观测。在每个试验小区内,去除边缘行和边缘株,取中间部分测定,按照上述密度顺序分别测量 30 株 (3 行  $\times$  10 株)、24 株 (3 行  $\times$  8 株)、24 株 (3 行  $\times$  8 株)、15 株 (3 行  $\times$  5 株) 和 10 株 (2 行  $\times$  5 株);每年测定胸径、树高。

### 1.3 计算方法和依据

1.3.1 营林成本 营林成本主要包括以下一些内容 (1) 机耕整地,1 027.5 元·hm<sup>-2</sup>, (2) 基肥 (包括肥料和施工),钙镁磷肥 100 克·株<sup>-1</sup>,上述 5 种密度的基肥成本分别为:363.7 元·hm<sup>-2</sup>、274.3 元·hm<sup>-2</sup>、205.1 元·hm<sup>-2</sup>、137.6 元·hm<sup>-2</sup> 和 109.3 元·hm<sup>-2</sup>; (3) 造林 (包括苗木、运输及定植),上述 5 种密度的造林费分别为:679.9 元·hm<sup>-2</sup>、509.5 元·hm<sup>-2</sup>、328.5 元·hm<sup>-2</sup>、254.9 元·hm<sup>-2</sup> 和 109.3 元·hm<sup>-2</sup>; (4) 两次追肥,上述 5 种密度每次追肥费用都是:722 元·hm<sup>-2</sup>; (5) 抚育,第 1、第 2 和第 3 年进行,机抚 75 元·hm<sup>-2</sup>; (6) 地租,从第 0 a 开始发生,按照市场价 300 元·hm<sup>-2</sup>·a<sup>-1</sup>。

1.3.2 单株材积计算 单株材积计算公式采用平均实验形数法<sup>[11-12]</sup>:

$$V = f \cdot G_{1.3} \cdot (H + 3) \quad (1)$$

式中:V 为材积;f 为桉树实验形数,取 0.4<sup>[4]</sup>;G<sub>1.3</sub> 为胸高断面面积;H 为树高。

1.3.3 木材销售价格 (1) 大径材 (锯材),尾径 16 cm,长度 2 m,价格 680 元·m<sup>-3</sup>; (2) 中径材 A (旋切材),16 cm > 尾径 12 cm,长度 2 m,价格 550 元·m<sup>-3</sup>; (3) 中径材 B (旋切材),12 cm > 尾径 8 cm,长度 2 m,价格 450 元·m<sup>-3</sup>; (4) 小径材 (纸浆材),8 cm > 尾径 4 cm,长度 2 m,价格 300 元·m<sup>-3</sup>。

1.3.4 采伐成本 采伐成本包括砍伐人工费 50

元·m<sup>-3</sup>、20元·m<sup>-3</sup>运输费和税费 50元·m<sup>-3</sup>,3项合计为 120元·m<sup>-3</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 蓄积量生长过程

在 5 种参试的密度处理范围内,初植密度越大,

蓄积量也越大;这种趋势在 6.3 a 前没有任何变化。从 7.3 a 开始,密度 (3) 的蓄积量生长反超密度 (2); 12 a 时密度 (4) 又超密度 (2) 和 (3), 详见表 1。经过方差分析得出,6.3 a 前 5 种密度蓄积量的差距达到极显著水平; 7.3 a 时还达到 0.05 的显著水平; 8.3 a 以后差异就不再显著 (详见表 2)。

表 1 不同造林密度的林分平均蓄积量生长过程

密度	蓄积量 / (m <sup>3</sup> · hm <sup>-2</sup> )								
	2.3 a	3.1 a	4.2 a	5.2 a	6.3 a	7.3 a	8.3 a	9.1 a	12 a
1	60.35	95.49	134.34	175.45	212.07	237.60	259.29	282.39	339.53
2	55.98	86.97	129.11	163.44	197.81	221.88	243.23	268.91	324.93
3	46.58	76.75	116.51	159.66	195.52	227.19	249.27	272.58	333.59
4	41.12	66.48	104.20	142.24	188.14	212.54	234.09	266.24	335.11
5	30.77	54.17	90.91	128.70	163.77	190.25	219.62	246.90	311.80

表 2 5 种造林密度蓄积生长量差异显著性逐年分析

年龄/a	项目	平方和	自由度	均方	F 值	显著性	年龄/a	项目	平方和	自由度	均方	F 值	显著性
2.3	密度间	2 225.1	4	556.3	38.3	***	7.3	密度间	5 136.1	4	1 284.0	3.3	*
	剩余	217.8	15	14.5				剩余	5 800.5	15	386.7		
	合计	2 442.9	19					合计	10 936.6	19			
3.1	密度间	4 270.6	4	1 067.7	21.8	***	8.3	密度间	3 651.3	4	912.8	1.5	.240
	剩余	735.5	15	49.0				剩余	8 863.6	15	590.9		
	合计	5 006.1	19					合计	12 514.9	19			
4.2	密度间	5 085.8	4	1 271.5	10.1	***	9.2	密度间	2 701.8	4	675.5	1.0	.445
	剩余	1 888.6	15	125.9				剩余	10 270.7	15	684.7		
	合计	6 974.5	19					合计	12 972.5	19			
5.2	密度间	5 436.8	4	1 359.2	9.6	***	12	密度间	1 929.0	4	482.2	0.4	.806
	剩余	2 121.6	15	141.4				剩余	18 129.3	15	1 208.6		
	合计	7 558.4	19					合计	20 058.3	19			
6.3	密度间	5 034.7	4	1 258.7	6.0	**							
	剩余	3 155.6	15	210.4									
	合计	8 190.3	19										

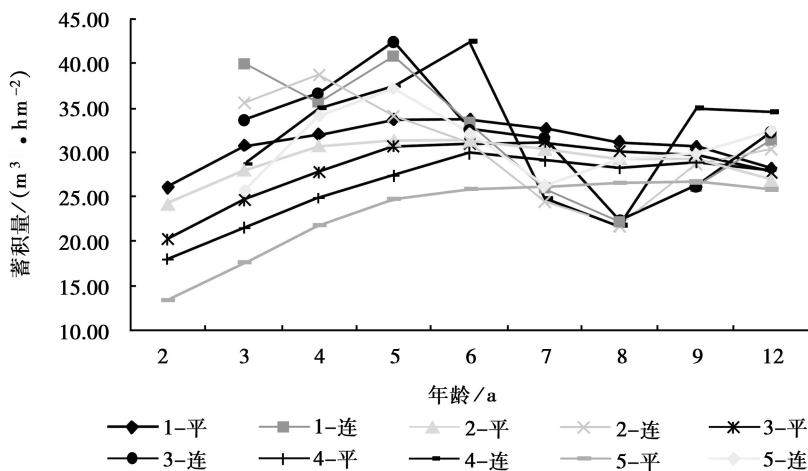


图 1 5 种密度连年与平均生长量

2.2 数量成熟

当连年生长量等于平均生长量时,正好达到数量成熟。图 1 显示,密度处理从 (1)、(2)和 (3)的数量成熟均为 6 a,密度 (4)为 6.5 a,密度 (5)为 7 a。说明数量成熟年龄与初植密度成反比,即初植密度越大,到达数量成熟的年龄越小。

2.3 林分材种出材量计算

现在市场桉树木材的销售是按照径阶来计算价格的,因此林分材种出材量的计算显得十分重要。桉树林分的出材率按照常规数据 75%计算<sup>[11]</sup>。

公式 (2)、(3)、(4)和 (5)是根据广西博白林场的试验数据推测出来的材种公式,在计算各材种出材量时还参照《速丰桉林分群体经济用材林各材种出材量表》<sup>[13]</sup>:

$$8 \text{ cm} > \text{尾径} < 4 \text{ cm}: y_1 = 426\ 722 x^{-4.2111}; R_1^2 = 0.989\ 6 \quad (2)$$

$$12 \text{ cm} > \text{尾径} < 8 \text{ cm}: y_2 = -3\ 251\ 4 x^2 + 72\ 243 x - 328\ 09; R_2^2 = 0.907\ 8 \quad (3)$$

$$16 \text{ cm} > \text{尾径} < 12 \text{ cm}: y_3 = 94\ 535 \ln(x) -$$

$$217\ 03; R_3^2 = 0.936\ 9 \quad (4)$$

$$\text{尾径} < 16 \text{ cm}: y_4 = 125.01 \ln(x) - 312.32; R_4^2 = 0.930\ 8 \quad (5)$$

$$y_1 + y_2 + y_3 + y_4 = 100\% \quad (6)$$

式中:

$y_1$ 、 $y_2$ 、 $y_3$ 和  $y_4$  =不同材种出材百分比;  $x$  =林分平均胸径;  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 、 $R_4$ 相关系数。

2.4 经济效益分析

2.4.1 营林成本与销售收入 营林成本主要指从造林前 1 a 开始至 12 a 的整地、基肥、追肥、抚育以及地租等费用;销售收入指采伐后销售额减去采伐成本、运输、税费等直接成本后的毛利润(详见表 3 和表 4)。

2.4.2 净现值<sup>[14]</sup> 净现值是指逐年收益值的总和减去逐年开支现值的总和。净现值如为正值,是指除去开支后的利润;如为负值,投资所得收益将不够偿还成本。

表 3 5种密度每年的营林成本

元 · hm<sup>-2</sup>

密度	0 a(整地 +基肥 +地租)	1 a(造林 +追肥 +抚育 +地租)	2 a(抚育 +地租)	3 a(抚育 +追肥 +地租)	4 a(地租)	5 a(地租)	6 a(地租)	7 a(地租)	8 a(地租)	9 a(地租)	10 a(地租)	11 a(地租)	12 a(地租)
1	1 691	1 777	375	1 097	300	300	300	300	300	300	300	300	300
2	1 601	1 607	375	1 097	300	300	300	300	300	300	300	300	300
3	1 533	1 426	375	1 097	300	300	300	300	300	300	300	300	300
4	1 460	1 352	375	1 097	300	300	300	300	300	300	300	300	300
5	1 437	1 206	375	1 097	300	300	300	300	300	300	300	300	300

表 4 5种密度分年采伐减去销售成本后的毛利润

元 · hm<sup>-2</sup>

密度	3 a	4 a	5 a	6 a	7 a	8 a	9 a	12 a
1	18 661	28 499	39 922	48 655	56 568	63 301	76 742	100 718
2	18 152	28 625	38 458	47 196	56 231	64 417	78 898	109 063
3	17 093	27 332	41 792	53 025	65 129	76 062	89 242	119 290
4	15 762	27 275	43 594	60 021	71 010	80 411	95 114	123 592
5	13 173	25 508	42 414	55 770	65 747	77 376	90 080	116 543

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+i)^t} \quad (7)$$

式中:

$C_t$  =在周期  $t$ 内净现金流量;  $n$  =包括的年数;  $i$  =贴现率(林业取 12%<sup>[17]</sup>)。

5种密度在 3 年生采伐时,都开始有 5 000 ~ 8 000元 · hm<sup>-2</sup>的利润,造林密度越大利润越高;4 a 时利润高低就开始发生变化,密度 (2)的利润最高,密度 (1)次之;在 4.5 a 时,5 种密度的利润在 15 000

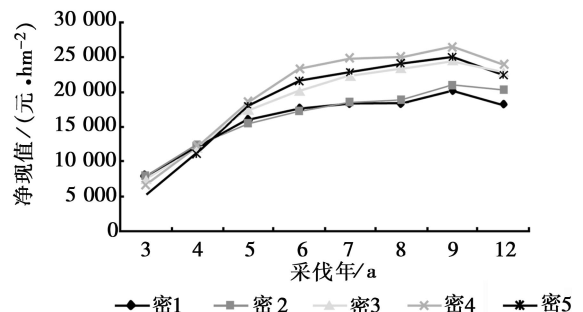


图 2 5种密度各年度净现值

元·hm<sup>-2</sup>有一个明显的交叉点,说明这时的利润都几乎相同;5—12 a,密度(4)的利润最高,密度(3)和(5)利润次之,最大造林密度(1)和(2)的利润最小。5种密度均在3—6 a之间,利润有明显增加的趋势;6—9 a利润缓慢增加,9 a以后利润开始下降(如图2)。

2.4.3 内部收益率<sup>[14]</sup> 内部收益率定义为当贴现率能使一项设计净现值等于零。

$$\sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+i^*)^t} = 0 \quad (8)$$

式中:

$i^*$  为内部收益率;其他同公式(7)。

如图3所示,除密度(5)之外,其他密度的内部收益率在3 a时就达到最高值,然后逐年减少,体现了桉树的早期速生性,其中以密度(2)和密度(3)的内部收益率最高;密度(5)在第4年时也达到最高值。从4 a开始,密度(4)的内部收益率始终保持最高,但与密度(3)和密度(5)之间的差距不大;密度(1)和密度(2)的内部收益率稍微差些。5种密度内部收益率从3—12 a都超过30%,而杉木人工林到轮伐期时的内部收益率都在15%~25%之间<sup>[15]</sup>。

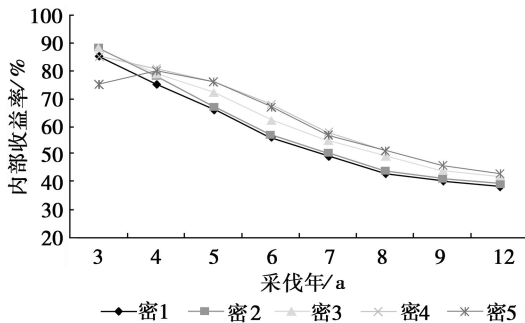


图3 5种密度的内部收益率

### 3 结论与讨论

#### 3.1 林分生长量

3.1.1 5种密度蓄积量生长差距 6.3 a前5种密度蓄积生长量的差距达到极显著水平,初植密度越大,蓄积量也越大;7.3 a时还达到0.05的显著水平;8.3 a以后差异就不再显著。

3.1.2 5种密度的数量成熟年龄 密度2 222株·hm<sup>-2</sup>、1 667株·hm<sup>-2</sup>和1 250株·hm<sup>-2</sup>的数量成熟均为6 a,密度883株·hm<sup>-2</sup>为6.5 a,密度667株·hm<sup>-2</sup>为7 a。表明数量成熟年龄与初植密度成反比,即初植密度越大,到达数量成熟的年龄越小。在667~2 222株·hm<sup>-2</sup>的范围,数量成熟的年龄最

多仅相差1 a,这充分说明桉树无性系人工林的速生性。

#### 3.2 经济效益

3.2.1 成本与效益说明 在经济效益计算过程中,造林成本偏小,这是因为这是原始的成本价,即在造林过程中记录下的成本,是1993年的成本,比目前的造林成本要低50%以上;相反,木材销售价格是目前的市场价,总体价格水平比1993年要高出50%以上。因此,5种密度的桉树人工林经济效益都很高,因为,一方面,是桉树的速生和丰产性;另一方面,是受到市场因素的严重影响。

3.2.2 材种出材 桉树木材的销售是按照径阶来计算价格的,因此各种密度林分材种出材量的多少直接影响经济效益的高低。造林密度越大,蓄积生长量虽然也大,但主要是小径材(纸浆材)的出材比例高,而大、中径材出材比例小,因此,高密度造林的经济效益并不高;造林密度小,蓄积生长量虽然较小,但大径材(锯材)和中径材(旋切材)的出材比例高,因此,经济效益还相对较高。

3.2.3 净现值 5种密度在3 a生采伐时,都开始有利润,且造林密度越大利润越高;在4.5 a时,5种密度的利润在15 000元·hm<sup>-2</sup>有一个明显的交叉点,这时的利润都几乎相同,从经济效益的角度再次说明了桉树无性系人工林的早期速生性。5—12 a,密度883株·hm<sup>-2</sup>的利润最高,密度1 250株·hm<sup>-2</sup>和667株·hm<sup>-2</sup>利润次之,最大造林密度2 222株·hm<sup>-2</sup>和1 667株·hm<sup>-2</sup>的利润最小。5种密度均在3—6 a之间,利润有明显增加的趋势;6—9 a利润缓慢增加,9 a以后利润开始下降。

3.2.4 内部收益率 各密度的内部收益率在3 a时就达到最高值,然后逐年减少;从4 a开始,密度883株·hm<sup>-2</sup>的内部收益率始终保持最高,但与密度1 250株·hm<sup>-2</sup>和密度667株·hm<sup>-2</sup>之间的差距不大;密度2 222株·hm<sup>-2</sup>和密度1 667株·hm<sup>-2</sup>的内部收益率稍微差些。

#### 3.3 结论

从材种出材量的角度来计算经济效益,结合数量成熟年龄,密度2 222株·hm<sup>-2</sup>、1 667株·hm<sup>-2</sup>、1 250株·hm<sup>-2</sup>、883株·hm<sup>-2</sup>和667株·hm<sup>-2</sup>的轮伐期分别为6 a、7 a、7 a、7 a和8 a;这时的净现值分别是17 661元·hm<sup>-1</sup>、18 457元·hm<sup>-2</sup>、22 257元·hm<sup>-2</sup>、24 755元·hm<sup>-2</sup>和24 007元·hm<sup>-2</sup>,内部收益率分别为56%、50%、55%、58%和51%。

密度  $883 \text{株} \cdot \text{hm}^{-2}$  有最高的净现值和内部收益率,是 5 种密度中最好的造林密度;其他的顺序是密度  $667 \text{株} \cdot \text{hm}^{-2}$ 、 $1\ 250 \text{株} \cdot \text{hm}^{-2}$ 、 $1\ 667 \text{株} \cdot \text{hm}^{-2}$  和  $2\ 222 \text{株} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。

#### 参考文献:

- [1] 祁述雄. 中国桉树 [M]. 北京:中国林业出版社,2002
- [2] 王辉杨. 不同林地清理方式和造林密度对尾巨桉生长的影响分析 [J]. 江苏林业科技,2007,34(3):9-12
- [3] 张顺恒,蒋家淡,蔡明安,等. 桉树短周期工业原料林适宜造林密度的研究 [J]. 福建林业科技,2000,27(2):26-29
- [4] 黄宝灵,吕成群,蒙钰钗,等. 不同造林密度对尾叶桉生长、产量及材性影响的研究 [J]. 林业科学,2000,36(1):81-90
- [5] 邱文金. 闽西山地巨尾桉不同造林密度试验 [J]. 福建林业科技,2006,33(2):123-125
- [6] 盛炜彤. 杉木林的密度管理与长期生产力研究 [J]. 林业科学,2001,37(5):2-9
- [7] 盛炜彤. 不同密度杉木人工林林下植被发育与演替的定位研究 [J]. 林业科学研究,2001,14(5):463-471
- [8] 董书振,盛炜彤,张建国. 杉木林分密度效应研究 [J]. 林业科学研究,2002,15(1):66-75
- [9] 陈少雄,杨建林,周国福. 不同栽培措施对尾巨桉生长的影响及经济效益分析 [J]. 林业科学研究,1999,12(4):357-362
- [10] 陈少雄,周国福,林义辉. 尾巨桉纸浆材人工林轮伐期研究 [J]. 林业科学研究,2002,15(4):394-398
- [11] 祁述雄,王洪峰,文应乾. 桉树栽培实用技术 [M]. 北京:中国林业出版社,2006
- [12] 孟宪宇. 测树学 [M]. 北京:中国林业出版社,1999
- [13] 陈振生,傅锋,彭家昆,等. 速丰桉林分群体各材种出材量的初步测定 [J]. 中国林业,2006,5B:47
- [14] 克拉特 J L,弗尔森 J C,皮纳尔 L V,等. 用材林经理学——定量方法 [M]. 范济洲,董乃均,于政中,等,译. 北京:中国林业出版社,1987
- [15] 盛炜彤,惠刚盈,张守攻,等. 杉木人工林优化栽培模式 [M]. 北京:中国科学技术出版社,2004