

# 不同栽培措施对尾巨桉生长的影响 及经济效益分析\*

陈少雄<sup>1)</sup> 杨建林<sup>2)</sup> 周国福<sup>2)</sup>

(1) 国家林业局桉树研究开发中心, 524022, 广东湛江; 2) 广西壮族自治区国营东门林场,  
532108, 广西扶绥; 第一作者 34 岁, 男, 高级工程师)

**摘要** 试验采用列区试验设计, 设造林密度和追肥 2 个因素, 每个因素 6 个水平, 4 次重复。密度因子作主区, 追肥因子作副区, 各个因素和各处理按随机区组排列。每个试验小区面积  $0.04 \text{ hm}^2$  ( $20 \text{ m} \times 20 \text{ m}$ ), 共计 144 个小区, 连续 5 a 观测。经过方差分析得出, 造林密度对林分平均高、平均胸径和蓄积量都有极显著的影响。在 6 种参试密度中, 造林密度越大, 林分平均高、胸径越小, 蓄积量越大; 6 种配方追肥对林分平均高影响不显著, 对胸径和蓄积量生长影响显著; 密度与追肥的交互作用不显著。在所有 36 个列区试验组合中, 按经济效益排列前 5 名的密度和追肥最佳组合分别为:  $2\ 222 \text{ 株} \cdot \text{hm}^{-2}$  和每公顷施 N、P、K 分别为 200、150、100 kg,  $1\ 667 \text{ 株} \cdot \text{hm}^{-2}$  和每公顷施 N、P、K 分别为 300、200、200 kg;  $1\ 667 \text{ 株} \cdot \text{hm}^{-2}$  和每公顷施 N、P、K 分别为 200、150、100 kg;  $2\ 222 \text{ 株} \cdot \text{hm}^{-2}$  和每公顷施 N、P、K 分别为 100、50、50 kg;  $1\ 250 \text{ 株} \cdot \text{hm}^{-2}$  和每公顷施 N、P、K 分别为 200、150、100 kg。它们的蓄积量分别为 183.94、188.43、169.95、164.33、163.03  $\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$ ; 利润值分别为 14 977.44、14 965.09、13 832.83、13 785.80 和 13 345.18  $\text{元} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。

**关键词** 尾巨桉; 造林密度; 追肥; 生长量; 经济效益

**分类号** S725

尾巨桉(*Eucalyptus urophylla* × *E. grandis*) 是广西东门林场采用尾叶桉(*E. urophylla* S. T. Blake) 和巨桉(*E. grandis* W. Hill ex Maiden) 杂交获得的杂交种<sup>[1-3]</sup>。近年来, 该品种在广东、广西的部分地区得到广泛推广, 很受欢迎<sup>[3]</sup>。本文是首次报道不同栽培措施对该杂交种的生长量的影响, 并进行经济效益分析。

## 1 材料与方方法

### 1.1 试验地基本情况

试验地位于广西东门林场华侨分场 21 林班, 年平均气温  $21.2 \sim 22.3$  , 极端最高气温  $38 \sim 41$  , 极端最低气温  $-0.1 \sim 1.9$  , 年降雨量  $1\ 000 \sim 1\ 300 \text{ mm}$ 。土壤为砖红性红壤, 随机抽取 3 个土样混合, 测试结果见表 1。前作为柠檬桉(*E. citriodora* Hook.)。试验地为南坡, 坡度  $5 \sim 10$  。

机耕全垦整地, 深度  $30 \sim 35 \text{ cm}$ ; 苗木全为无性系(DH32-13)扦插苗(营养杯), 苗高  $15 \sim$

\* 本文为“八五”攻关专题“桉树纸浆材优化栽培模式”和“九五”专题“桉树纸浆用材树种良种选育和培育技术研究”的部分内容。参加本研究的还有原东门林场的项东云和兰保国等, 在此一并致谢!

25 cm; 以钙镁磷作基肥,  $100 \text{ g} \cdot \text{株}^{-1}$ ; 于1993年4月2日定植。

表1 黄化砖红壤的化学组成

母岩	土层/cm	有机质/ %	全 N/ ( $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ )	pH	水解性 N/ ( $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ )	速效 K/ ( $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ )	速效 P/ ( $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ )
砂泥岩	1~33	3.48	39	5.0	33.7	30.6	5.3
	34~70	1.30	40	5.7	70.4	2.0	极少
	71~130	1.07	32	6.7	29.3	1.3	3.0

## 1.2 试验设计

试验采用列区设计, 设造林密度和追肥2个因素, 每个因素6个水平, 4次重复。密度因子作主区, 追肥因子作副区, 各个因素和各处理按随机区组排列。每个试验小区面积  $0.04 \text{ hm}^2$  ( $20 \text{ m} \times 20 \text{ m}$ ), 共计144个小区; 小区之间间隔4 m。每年测定1次胸径和树高。密度、追肥各水平见表2、表3。追肥分2次进行, 第1次于定植后2个月内进行, 第2次于造林后38个月完成。施用的N肥为含N  $463 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 的尿素; K肥为含K  $600 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 的KCl, P肥为含P  $160 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 的钙镁磷肥。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。

表2 密度因子的6个水平

水平号	密度/(株· $\text{hm}^{-2}$ )	行距/m	株距/m
1	2 222	3.0	1.5
2	1 667	3.0	2.0
3	1 250	4.0	2.0
4	883	4.0	3.0
5	667	5.0	3.0
6	1 250	6.0/2.0 <sup>①</sup>	2.0

①表示6.0 m和2.0 m的行距交替出现, 下同。

表3 施肥因素的6个水平 ( $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ )

水平号	总追肥量			第1次追肥			第2次追肥		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K
1	300	200	200	150	100	100	150	100	100
2	200	100	150	100	50	50	100	50	100
3	200	150	100	100	50	50	100	100	50
4	150	100	100	100	50	50	50	50	50
5	100	50	50	50	0	50	50	50	0
6	100	150	150	50	50	50	50	100	100

## 1.3 计算方法

单株材积计算公式采用广西林业设计院研制的公式:

$$V = 0.01774597 - 0.00429255D + 0.0002008136D^2 + 0.000494599DH + 0.00001125969D^2H - 0.001782894H$$

经济效益计算方法: 出材率按照80%计算, 去皮质量  $1.2 \text{ t} \cdot \text{m}^{-3}$ , 价格为  $250 \text{ 元} \cdot \text{t}^{-1}$ ; 采伐及剥皮  $50 \text{ 元} \cdot \text{t}^{-1}$ , 木材运输  $60 \text{ 元} \cdot \text{t}^{-1}$ , 税收  $28.8 \text{ 元} \cdot \text{t}^{-1}$ , 合计采伐运输成本为  $138.8 \text{ 元} \cdot \text{t}^{-1}$ 。效益= 产值- 投资 $(1+6\%)^5$ - 采运成本。其中6%为投资的年利率。

## 2 结果与分析

### 2.1 生长量分析

分别于造林后12、27、37、42、50、62个月进行试验观测。在每个试验小区内, 去除边缘行和边缘株, 取中间部分测定(最大测区55株, 最小测区10株); 每年测定每木胸径、树高, 各次观测值的平均值列于表4、表5。

对树高、胸径和蓄积量进行方差分析, 其结果列于表6。

表4 不同造林密度的林分平均胸径和平均树高生长过程

水平号	密度/ (株·hm <sup>-2</sup> )	胸 径/cm					树 高/m					
		2 a	3 a	3.5 a	4 a	5 a	1 a	2 a	3 a	3.5 a	4 a	5 a
1	2 222	7.7	8.8	9.4	10.0	10.8	3.80	11.3	13.9	15.2	16.0	17.3
2	1 667	8.5	9.8	10.4	11.2	12.1	3.66	11.5	14.0	15.3	16.8	18.4
3	1 250	9.1	10.7	11.5	12.3	13.4	3.75	11.6	14.2	15.5	17.2	19.2
4	883	10.2	12.0	13.0	14.0	15.5	3.79	11.6	14.8	16.1	17.6	19.8
5	667	10.2	12.3	13.3	14.5	16.4	3.54	11.3	14.2	15.4	17.4	20.0
6	1 250	8.8	10.4	11.1	11.9	13.0	3.74	11.4	14.2	15.5	16.8	19.0

表5 不同施肥处理的林分平均胸径和平均树高生长过程

水平号	胸 径/cm					树 高/m					
	2 a	3 a	3.5 a	4 a	5 a	1 a	2 a	3 a	3.5 a	4 a	5 a
1	9.5	11.0	11.8	12.7	13.9	3.88	11.9	14.7	16.0	17.4	19.3
2	9.0	10.6	11.3	12.2	13.5	3.69	11.2	14.0	15.4	16.8	18.8
3	9.2	10.8	11.6	12.4	13.7	3.81	11.5	14.3	15.6	17.0	19.0
4	9.2	10.8	11.5	12.4	13.6	3.76	11.5	14.3	15.5	17.0	19.1
5	8.7	10.4	11.2	12.0	13.2	3.31	11.0	13.8	15.1	16.6	18.7
6	9.1	10.5	11.3	12.2	13.3	3.84	11.4	14.2	15.5	17.0	18.9

表6 5年生林分树高、胸径和蓄积量方差分析

项 目	变异来源	自由度	平方和	均 方	F 值	显著性
树 高	重 复	3	32.13	10.71	4.10	显著
	密 度	5	119.51	23.90	9.16	极显著
	剩余(a)	15	39.22	2.61		
	施 肥	5	8.24	1.65	2.20	不显著
	密度×施肥	25	1.38	0.06	0.08	不显著
	剩余(b)	90	67.27	0.75		
	总变异	143	267.75	1.87		
胸 径	重 复	3	9.58	3.19	6.13	极显著
	密 度	5	518.96	103.79	199.60	极显著
	剩 余(a)	15	7.80	0.52		
	施 肥	5	7.76	1.55	5.54	极显著
	密度×施肥	25	3.07	0.12	0.43	不显著
	剩余(b)	90	25.26	0.28		
	总变异	143	572.43	4.00		
蓄 积 量	重 复	3	5 583.67	1 861.22	2.55	不显著
	密 度	5	35 179.51	7 035.90	9.66	极显著
	剩 余(a)	15	10 928.46	728.56		
	施 肥	5	7 305.89	1 461.18	6.79	极显著
	密度×施肥	25	7 387.57	295.50	1.37	不显著
	剩余(b)	90	19 371.37	215.24		
	总变异	143	85 756.47	599.7		

对5年生林分平均高、平均胸径和蓄积量的方差分析的结果显示:(1)6种试验密度对林分平均高有极显著的影响,造林密度越大,林分平均高越小,最小造林密度667株·hm<sup>-2</sup>的平

均高最大,为 20 m,最大密度 2 222 株·hm<sup>-2</sup>的平均高最小,为 17.3 m;6 种配方追肥对林分平均高影响不显著;密度与追肥的交互作用也不显著。(2) 密度极显著地影响胸径生长,密度越大,胸径越小,这种趋势在 2 年生时已经发生,且差值越来越大;最小造林密度 667 株·hm<sup>-2</sup>的平均胸径最大,为 16.4 cm,最大密度 2 222 株·hm<sup>-2</sup>的平均胸径最小,仅为 10.8 cm(详见表 4)。追肥也显著影响胸径生长,最小值为 13.2 cm,最大值为 13.9 cm(详见表 5)。(3) 密度对蓄积量的影响十分显著,在参试的 6 种密度中,密度越大,蓄积量越大;最小造林密度 667 株·hm<sup>-2</sup>的蓄积量最小,仅为 119.48 m<sup>3</sup>·hm<sup>-2</sup>,而最大密度 2 222 株·hm<sup>-2</sup>的蓄积量最大,为 167.85 m<sup>3</sup>·hm<sup>-2</sup>;这种差异在 2 年生时就明显存在,且一直保持到了 5 年生(详见表 7)。追肥也显著影响蓄积量,6 种追肥处理中,追肥最多的处理 1 蓄积量最大,为 158.94 m<sup>3</sup>·hm<sup>-2</sup>,追肥量最小的处理 5(常规施肥)蓄积量最小,仅为 136.58 m<sup>3</sup>·hm<sup>-2</sup>;这种差异在 2 年生时已经存在,一直延续到 5 年生时(详见表 8)。密度与追肥的交互作用不显著。

相同的造林密度(1 250 株·hm<sup>-2</sup>),不同株行距的配置处理(4 m×2 m, 6 m/2 m×2 m)之间,在树高、胸径、蓄积生长量方面都无显著性差异(详见表 5、表 7)。

表 7 不同造林密度的林分平均蓄积量生长过程

水平号	密度/ (株·hm <sup>-2</sup> )	蓄积量/(m <sup>3</sup> ·hm <sup>-2</sup> )				
		2 a	3 a	3.5 a	4 a	5 a
1	2 222	57.91	93.31	112.83	132.78	167.85
2	1 667	52.21	84.07	102.33	127.55	161.06
3	1 250	45.53	75.33	93.03	116.39	152.32
4	883	38.18	66.24	83.21	102.61	135.95
5	667	29.08	51.71	64.84	84.46	119.48
6	1 250	42.26	71.81	88.13	108.48	144.57

表 8 不同施肥处理的林分平均蓄积量生长过程

水平号	蓄积量/(m <sup>3</sup> ·hm <sup>-2</sup> )				
	2 a	3 a	3.5 a	4 a	5 a
1	50.31	82.85	101.68	123.41	158.94
2	43.59	71.66	88.93	109.63	144.82
3	44.98	75.29	92.48	114.24	151.56
4	44.36	73.55	89.94	110.92	145.52
5	39.05	67.70	83.63	104.81	136.58
6	43.59	71.42	87.71	109.27	141.82

## 2.2 经济效益分析

从生长量分析中可知,密度、追肥处理对林分蓄积量的显著影响,在参试的 6 种密度和 6 个追肥处理中,密度越大蓄积量越大,追肥量越多蓄积量越大。本试验林已经有 5 年生,达到了采伐年龄,因此有必要对其进行经济效益分析。密度越大、追肥越多造林成本也越高,虽然蓄积量大,但未必经济效益最好。表 9 列出了本次列区试验中,所有密度、追肥的 36 个试验组合的投入、产出和最终经济效益值(按蓄积量大小排列)。

## 3 结 论

(1) 造林密度对林分平均高、平均胸径和蓄积量都有极显著的影响。在 6 种参试密度中,造林密度越大,林分平均高越小;密度越大,胸径越小,这种趋势在 2 年生时已经发生,且差值越来越大;密度越大,蓄积量越大,这种差异在 2 年生时就明显存在,且一直保持到了 5 年生。

(2) 6 种配方追肥对林分平均高影响不显著;对胸径生长影响显著,胸径最小值为 13.2 cm,最大值为 13.9 cm;追肥也显著影响蓄积量的生长,6 种追肥处理中,追肥量最多的处理 1 平均蓄积量最大,为 158.94 m<sup>3</sup>·hm<sup>-2</sup>,追肥量最小的处理 5(常规施肥)蓄积量最小,仅为 136.58 m<sup>3</sup>·hm<sup>-2</sup>;而这种差异在 2 年生时已经存在,一直延续到 5 年生时。

(3) 密度与追肥的交互作用不显著。

表9 5年生施肥和密度的各种组合投资、产出和效益

处理水平		投 资/ (元·hm <sup>-2</sup> )	产 出		利 润/ (元·hm <sup>-2</sup> )	产出/投入
密 度/ (株·hm <sup>-2</sup> )	施肥水平号		蓄积量/ (m <sup>3</sup> ·hm <sup>-2</sup> )	产 值/ (元·hm <sup>-2</sup> )		
1 667	1	3 883.44	188.43	45 223.20	14 965.09(2)	11.6
2 222	3	3 515.21	183.94	44 145.60	14 977.44(1)	12.6
2 222	1	4 145.71	173.13	41 551.20	12 977.01	10.0
1 667	3	3 251.93	169.95	40 788.00	13 832.83(3)	12.5
2 222	5	2 837.72	164.33	39 439.20	13 785.80(4)	13.9(5)
2 222	2	3 468.22	163.82	39 316.80	12 887.48	11.3
1 250	3	3 063.03	163.03	39 127.20	13 345.18(5)	12.8
1 667	2	3 203.03	162.73	39 055.20	13 125.73	12.2
1 250	1	3 685.25	160.42	38 500.80	12 233.24	10.4
1 250	1	3 632.25	158.52	38 044.80	12 100.87	10.5
1 667	6	2 900.78	157.12	37 708.80	12 929.94	13.0
2 222	4	3 108.44	156.69	37 605.60	12 606.04	12.1
1 250	6	2 715.77	155.82	37 396.80	13 038.43	13.8
2 222	6	3 162.94	153.28	36 787.20	12 168.23	11.6
1 250	4	2 605.85	151.78	36 427.20	12 753.24	14.0
1 250	4	2 659.40	151.43	36 343.20	12 644.13	13.7
1 667	4	2 846.39	149.44	35 865.60	12 180.97	12.6
1 250	2	2 961.64	147.57	35 416.80	11 826.65	12.0
1 250	5	2 374.47	147.39	35 373.60	12 593.15	14.9(1)
883	4	2 455.76	145.18	34 843.20	12 247.90	14.2(2)
883	1	3 491.51	142.08	34 099.20	10 530.13	9.8
883	2	2 680.54	139.42	33 460.80	11 330.77	12.5
1 667	5	2 573.44	138.67	33 280.80	11 393.85	12.9
1 250	3	3 009.48	137.58	33 019.20	10 693.70	11.0
1 250	5	2 320.92	136.66	32 798.40	11 516.71	14.1(3)
1 250	2	3 015.19	135.56	32 534.40	10 469.92	10.8
1 250	6	2 662.22	135.29	32 469.60	10 913.38	12.2
883	3	2 851.89	131.47	31 552.80	10 250.82	11.1
667	1	3 406.99	130.76	31 382.40	9 431.99	9.2
883	6	2 500.54	130.58	31 339.20	10 625.77	12.5
883	5	2 173.00	126.98	30 475.20	10 678.90	14.0(4)
667	3	2 774.89	123.43	29 623.20	9 493.58	10.7
667	2	2 727.48	119.84	28 761.60	9 172.90	10.5
667	6	2 431.44	118.82	28 516.80	9 459.93	11.7
667	4	2 373.94	118.60	28 464.00	9 513.33	12.0
667	5	2 096.34	105.43	25 303.20	8 475.63	12.1

注:表中(1)、(2)、(3)、(4)、(5)表示在该列中数值的大小排位。

(4) 相同的造林密度(1 250 株·hm<sup>-2</sup>),不同株行距的配置处理(4 m×2 m, 6 m/2 m×2 m)之间,在树高、胸径、蓄积生长量方面都无显著性差异。

(5) 蓄积量的第1、2、3、4和5名,他们的效益排名分别是2、1、8、3、4;说明蓄积量最大,并不等于经济效益最高,而投入/产出比排在前5名之后。

(6) 在所有36个列区试验的组合中,利润排前5名的密度和追肥组合分别为:2 222 株·hm<sup>-2</sup>和每公顷施N、P、K分别为200、150、100 kg, 1 667 株·hm<sup>-2</sup>和每公顷施N、P、K分别为

300、200、200 kg, 1 667 株 · hm<sup>-2</sup>和每公顷施 N、P、K 分别为 200、150、100 kg, 2 222 株 · hm<sup>-2</sup>和每公顷施 N、P、K 分别为 100、50、50 kg, 1 250 株 · hm<sup>-2</sup>和每公顷施 N、P、K 分别为 200、150、100 kg。

### 参 考 文 献

- 1 王国祥. 桉树人工林杂交育种研究. 海南林业科技, 1993, (1): 5 ~ 11.
- 2 广西东门桉树示范林项目办公室. 尾叶桉引种及其改良的试验研究. 见: 祁述雄主编. 国际桉树学术研讨会论文集. 北京: 中国林业出版社, 1991. 212.
- 3 韦炬, 王国祥. 万亩桉树示范林. 见: 祁述雄主编. 国际桉树学术研讨会论文集. 北京: 中国林业出版社, 1991. 170 ~ 177.

## The Influence of Silvicultural Treatments on Growth and Economic Benefit of *Eucalyptus urophylla* × *E. grandis*

Chen Shaoxiong<sup>1)</sup> Yang Jianlin<sup>2)</sup> Zhou Guofu<sup>2)</sup>

(1) China Eucalypt Research and Development Center, 524022, Zhanjiang, Guangdong, China;

2) Dongmen Forest Farm of Guangxi Zhuang Autonomous Region, 532108, Dongmen, Guangxi, China)

**Abstract** A split plot, randomized complete block design with 4 replications had been used. Six spacing treatments in the main plots, and six levels of fertilizing in the split plots. The area of each plot was 0.04 hm<sup>2</sup> (20 m × 20 m). There were 144 plots in this trial. The data was collected from the first year to five years after planting. The results of analysis of variance of a two-way classification show that spacing affect the growth of mean *H*, *DBH* and volume of *Eucalyptus urophylla* × *E. grandis* ( $P < 1\%$ ). In the 6 spacing treatments, the more of plantings, the smaller of mean *H* and *DBH*, but the more of volume. The mean *H*, *DBH* and volume of the treatment with 667 trees · hm<sup>-2</sup> are 20 m, 10.8 cm, 167.85 m<sup>3</sup> · hm<sup>-2</sup> respectively; those of 2 222 trees · hm<sup>-2</sup> are 17.3 m, 16.4 cm, 119.48 m<sup>3</sup> · hm<sup>-2</sup> respectively. The results also show that fertilizer affect the growth of mean *DBH* and volume of *E. urophylla* × *E. grandis* ( $P < 1\%$ ). The mean *H* has no significance. In the six fertilizing treatments, the more of total fertilizer, the more of volume. Level one with the most fertilizer has the largest volume, the value reach 158.94 m<sup>3</sup> · hm<sup>-2</sup>. Level five with the smallest fertilizer has the smallest volume, the value is only 136.58 m<sup>3</sup> · hm<sup>-2</sup>. The distance between the volumes happened at two years old, and was keeping up till 5 years. Spacing × fertilizing has no significance.

**Key words** *Eucalyptus urophylla* × *E. grandis*; spacing; fertilizer; growth; economic benefit