

## 南洋楹优树选择标准研究

晏 姝<sup>1</sup>, 胡德活<sup>1</sup>, 韦如萍<sup>1</sup>, 王润辉<sup>1</sup>, 柳 军<sup>1</sup>, 何汉波<sup>2</sup>, 曾建雄<sup>3</sup>

(1. 广东省林业科学研究院, 广东 广州 510520; 2. 增城市林业科学研究所, 广东 广州 511300;  
3. 博罗县林业科学研究所, 广东 惠州 516100)

关键词: 南洋楹; 优树; 选择标准

中图分类号: S722.3+3

文献标识码: A

### Criteria for Selecting Superior Trees of *Paraserianthes falcataria*

YAN Shu<sup>1</sup>, HU De-huo<sup>1</sup>, WEI Ru-ping<sup>1</sup>, WANG Run-hui<sup>1</sup>, LIU Jun<sup>1</sup>, HE Han-bo<sup>2</sup>, ZENG Jian-xiong<sup>3</sup>

(1. Guangdong Academy of Forestry, Guangzhou 510520, Guangdong, China;

2. Zengcheng Forestry Research Institute, Guangzhou 511300, Guangdong, China;

3. Boluo Forestry Research Institute, Huizhou 516100, Guangdong, China)

**Abstract:** 70 candidate trees, 350 dominant trees and 560 neighboring trees were selected out from 6.5 – 7.5 a *Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen provenances/families trials in six different areas of Guangdong province. Using the method of 5 dominant trees comparison and 8 neighboring trees standard, combing with form indexes synthetical appraisalment, the criteria of superior tree selection were discussed. The result showed that as a superior tree, the DBH (diameter at breast height) should not be less than 1.43 times of average DBH of 5 dominant trees, the height should be higher than average height of 5 dominant trees, the individual volume should not be less than 2.23 times of the average volume of 5 dominant trees, and, the sum of 0.64 times of stem form score and 0.36 times of branch score should be less than 2; or 8 neighboring trees standard value should not be less than 4, and, the sum of 0.64 times of stem form score and 0.36 times of branch score should be less than 2. The latter criteria are considered as better one for superior tree selection in the future.

**Key words:** *Paraserianthes falcataria*; superior trees; selection criteria

南洋楹 (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen) 是含羞草科 (Mimosaceae) 南洋楹属常绿乔木树种, 原产马来西亚的马六甲和印度尼西亚的马鲁古群岛, 是世界上著名的热带速生树种之一<sup>[1]</sup>。该树生长迅速、经营周期短, 用材林的主伐年龄为 8 ~ 10 a, 纸浆林 6 ~ 7 a 就可砍伐利用 (国家林业行业标准《南洋楹速生丰产用材林栽培技术规程》待颁布); 材质优良, 是制浆造纸、人造板 (胶合板、刨花板、纤

维板等)、火柴梗、室内装修的优良原料; 该树具有较好的固氮能力, 能改良土壤、提高地力。1999 年起, 国家林业局“948”引进项目“南洋楹优良种质资源及栽培技术引进”研究课题组先后从国外大规模引进南洋楹优良种源 25 个、家系 26 个, 在广东省内南洋楹气候适生地区营建试验林 64 hm<sup>2</sup>, 试验结果表明: 多数引进种源/家系早期生长显著优于国内对照种源, 4 年生时胸径普遍达 10 cm 以上<sup>[2]</sup>, 并存在着

收稿日期: 2009-07-16

基金项目: 林业公益性行业科研专项经费项目“南洋楹种子园营建与快繁技术研究” (200704024); 广东省林业科技创新专项资金项目“南洋楹良种选育和高效栽培技术研究与示范” (2009KJ CX005-1); 广东省林业科技项目“南洋楹无性系种子园营建技术研究” (2007-03、2008-03)

作者简介: 晏 姝 (1982—), 女, 重庆人, 硕士, 助理研究员, 主要从事林木育种和森林培育研究。

生长和形质形状均特别优良的单株<sup>[3]</sup>,显示了引进材料巨大的生长适应潜力。为了配合广东省南洋楹良种繁育工作的深入开展,加速我省工业用材树种良种化进程,课题组于2006年底在南洋楹试验林中进行了优树初步选择。本文以6.5~7.5年生的初选优树为对象,探讨了优树选择的方法和标准,为南洋楹优树评定提供依据,同时为南洋楹无性系种子园营建准备优树材料。

## 1 材料与方 法

### 1.1 选优林分概况

选优林分为“948”引进项目于1999、2000年在广东增城、博罗、翁源、东莞、新会和翁源营造的南洋楹种源及家系试验林,造林密度1110株·hm<sup>-2</sup>,株行距3m×3m,林分保存完好,长势正常。

### 1.2 选优方法

常用的优树选择方法有优势木对比法、小标准地法、绝对生长量法、标准差法等。本次选优的林分为年龄较一致的南洋楹中幼龄林,群体的优良生长性状具有较高的遗传力水平,为优树表型选择提供了前提和基础。从短周期速生丰产用材林的选择目标和选优林分整体较优良的实际出发,同时考虑选择的可行性和准确性,采用5株优势木对比法和8株邻近木标准差S值法2种方法,并结合形质性状综合评分进行优树选择。

### 1.3 待测目标的选择和观测指标

在确定的优良林分中,呈“之”字形路线前进,发现生长和形质性状特别优良的单株,定为候选优树,并标上编号;以候选优树为中心,在10m半径范围内选择仅次于候选优树的5株树木作为优势木;与候选优树最近的8株树木作为邻近木。

实测候选优树、优势木及邻近木的胸径、树高、冠幅和枝下高,对干形、分枝进行评分。干形按3分制评分:0~6m内通直、圆满给1分;0~6m内有一个弯给2分;0~6m内有2个或2个以上的弯给3分。分枝按3分制评分:0~6m内,侧(分)枝细小,最粗分枝与同一位置主干的比小于1/3,或无侧枝,给1分;0~6m内,分枝粗度中等,最粗分枝与同一位置主干的比在1/3~1/2的,给2分;0~6m内,分枝粗度较大,最粗分枝与同一位置主干的比大于1/2的,或分枝过多、过粗以致主干不明显的给3分。

### 1.4 数据整理与统计方法

本次选优共选择并测定了70株候选优树,350

株优势木和560株邻近木。候选优树分别计算其单株材积,优势木和邻近木分别计算平均胸径、平均树高、平均单株材积。

1.4.1 单株材积计算 采用形率法<sup>[4]</sup>计算单株材积( $V$ ), $V = \pi \times (d_{1.3}/2)^2 h \times f_{1.3}$

式中: $d_{1.3}$ 为胸径; $h$ 为树高; $f_{1.3}$ 为胸高形数,按希费尔公式计算: $f_{1.3} = 0.14 + 0.66q^2 + 0.32/q \times h$ ,其中 $q$ 为中央直径( $d_{1.2}$ )与胸径( $d_{1.3}$ )的比值。以实测50株6年生平均木计算出的胸高形数的平均值作为计算单株材积的胸高形数(0.51)。

1.4.2 配对 $t$ 检验 计算公式<sup>[5]</sup>:

$$t = \frac{\sum d/n}{\sqrt{[\sum d^2 - (\sum d)^2/n]/n(n-1)}}$$

式中: $t$ 表示差异显著性检验计算值, $d$ 表示候选优树与优势木平均值的差值, $n$ 表示 $t$ 检验的配对数(本文为70对)。

1.4.3 标准差S值计算 计算公式:

$$S = \frac{H_0 - H_8}{S_H} + \frac{D_0 - D_8}{S_D}$$

式中: $H_0$ 、 $D_0$ 分别为候选优树树高和胸径, $H_8$ 、 $D_8$ 分别为8株邻近木的平均树高和胸径, $S_H$ 、 $S_D$ 分别为8株邻近木树高和胸径的标准差。

1.4.4 形质指标的标准化 为避免评价结果受指标量纲和数量级的影响,采用多目标决策的一维比较法<sup>[6]</sup>,将候选优树形质指标的数据进行标准化处理。先求出每个目标的最大值( $V_{\max}$ )和最小值( $V_{\min}$ );当目标值为最大时,指标标准化值( $U$ )为1.0,当目标值为最小时,指标标准化值( $U$ )为0.1,其余指标标准化换算公式为:

$$U = 1 - 0.9 \times (V_{\max} - V)/(V_{\max} - V_{\min}) \quad (1)$$

$$U = 1 - 0.9 \times (V - V_{\min})/(V_{\max} - V_{\min}) \quad (2)$$

式(1)~(2)中, $V$ 代表候选优树的形质指标测定值。

冠幅和枝下高采用式(1)换算,干形和分枝采用式(2)换算。

## 2 结果与分析

### 2.1 南洋楹候选优树的生长指标

70株候选优树及其对应优势木和邻近木的生长指标及标准差( $S$ )见表1。

表 1 南洋楹候选优树及其对应优势木和邻近木的生长指标及标准差(S)

候选优树 编号	候选优树			5 株优势木平均值			8 株邻近木平均值			标准差 (S)
	胸径/cm	树高/m	材积/m <sup>3</sup>	胸径/cm	树高/m	材积/m <sup>3</sup>	胸径/cm	树高/m	材积/m <sup>3</sup>	
1	27.3	16.5	0.492 57	22.2	14.6	0.295 16	18.3	12.9	0.210 04	2.79
2	26.2	16.5	0.453 68	18.2	11.9	0.214 47	15.0	11.1	0.148 40	3.39
3	23.4	15.4	0.337 76	17.9	13.3	0.290 67	14.5	12.0	0.142 40	2.69
4	31.0	17.4	0.673 63	20.6	14.7	0.286 02	17.5	13.3	0.207 63	3.45
5	28.5	16.6	0.540 08	18.8	14.8	0.238 18	15.8	12.8	0.166 31	3.10
6	24.9	15.8	0.392 39	18.1	14.0	0.190 70	13.6	12.4	0.105 04	5.32
7	21.8	16.0	0.304 57	16.0	12.5	0.138 92	13.8	11.8	0.102 58	4.26
8	26.4	17.0	0.474 59	13.7	12.9	0.097 43	12.7	12.0	0.079 47	10.91
9	20.5	15.8	0.265 97	15.8	13.4	0.143 66	13.1	11.6	0.100 36	3.04
10	29.0	17.8	0.599 62	17.4	13.9	0.172 52	14.0	12.3	0.111 18	6.02
11	25.5	16.0	0.416 74	18.5	15.1	0.210 91	13.4	12.3	0.108 72	3.76
12	31.0	15.0	0.577 40	17.4	13.4	0.172 51	15.9	13.0	0.140 68	5.88
13	24.1	15.0	0.348 97	17.7	13.2	0.170 78	12.8	10.1	0.089 74	3.71
14	29.6	14.0	0.491 33	17.8	13.0	0.197 38	14.6	11.4	0.121 82	3.79
15	27.6	15.0	0.457 69	16.6	14.2	0.158 89	14.3	13.4	0.121 34	4.21
16	25.7	15.5	0.410 07	17.1	13.2	0.169 72	14.0	11.2	0.115 83	3.42
17	31.4	16.5	0.651 63	22.2	14.6	0.295 16	18.2	12.8	0.207 92	3.30
18	24.1	16.0	0.372 23	15.4	13.2	0.138 85	12.6	11.6	0.096 11	3.70
19	23.3	15.0	0.326 18	17.0	11.7	0.136 87	14.4	10.5	0.099 40	4.12
20	30.1	16.8	0.609 68	21.4	13.8	0.260 54	18.3	12.9	0.192 71	4.19
21	25.1	16.5	0.416 38	16.0	13.9	0.167 77	13.8	12.1	0.120 31	3.50
22	25.4	15.5	0.400 55	17.1	13.4	0.163 51	12.4	11.0	0.077 05	6.19
23	29.6	18.0	0.631 71	14.5	13.9	0.117 54	13.0	13.0	0.093 89	7.68
24	25.3	17.0	0.435 86	15.4	14.5	0.140 78	13.3	13.3	0.105 52	4.58
25	24.2	17.3	0.405 82	15.4	12.1	0.119 34	13.6	11.2	0.091 56	6.16
26	22.7	14.5	0.299 28	17.1	13.2	0.162 16	13.7	11.4	0.109 17	2.71
27	25.0	14.5	0.363 00	15.3	12.8	0.129 88	13.0	11.2	0.087 91	4.85
28	22.9	16.0	0.336 09	18.4	14.3	0.197 80	15.5	12.9	0.143 17	2.93
29	24.1	16.0	0.372 23	15.6	12.3	0.120 63	14.3	11.3	0.098 78	6.54
30	27.8	16.0	0.495 30	19.0	14.3	0.213 90	14.2	11.4	0.124 05	3.69
31	25.8	16.5	0.439 93	16.1	14.0	0.151 85	14.6	12.7	0.117 77	5.56
32	25.5	17.0	0.442 78	15.7	14.1	0.140 30	14.2	12.4	0.109 47	5.90
33	22.5	16.5	0.334 59	19.4	15.5	0.257 86	16.1	13.2	0.178 98	1.90
34	26.4	17.0	0.474 59	19.2	15.1	0.227 30	17.4	15.1	0.189 29	5.12
35	26.7	16.0	0.456 88	19.5	14.2	0.226 74	16.9	12.6	0.166 06	3.37
36	26.7	17.8	0.508 28	17.6	15.0	0.193 17	14.8	13.6	0.138 32	4.67
37	32.0	21.0	0.861 35	21.2	16.4	0.338 59	14.9	12.0	0.204 58	3.34
38	29.5	17.0	0.592 59	18.0	13.6	0.198 02	15.0	12.3	0.138 52	4.23
39	22.8	16.5	0.435 68	16.8	12.7	0.148 20	14.0	10.4	0.093 65	4.91
40	20.3	16	0.264 10	16.8	11.7	0.141 29	12.6	10.0	0.085 28	3.57
41	21.5	13.5	0.249 96	14.5	13.2	0.110 71	13.9	12.9	0.100 65	7.22
42	27.1	14.5	0.426 55	17.2	13.0	0.163 08	14.6	10.8	0.110 91	3.97
43	26.1	17.5	0.477 51	15.6	13.1	0.131 08	12.1	10.3	0.074 23	6.22
44	30.3	13.0	0.478 07	16.3	12.2	0.137 71	12.1	9.7	0.079 03	4.67
45	21.5	13.5	0.249 96	14.8	10.8	0.096 75	12.9	10.7	0.076 83	4.85
46	24.0	14.5	0.334 54	17.3	13.2	0.167 07	14.0	11.8	0.112 01	3.09
47	23.4	18.5	0.405 75	17.4	15.2	0.091 51	14.4	13.0	0.127 69	3.79

续表1

候选优树 编号	候选优树			5株优势木平均值			8株邻近木平均值			标准差 (S)
	胸径/cm	树高/m	材积/m <sup>3</sup>	胸径/cm	树高/m	材积/m <sup>3</sup>	胸径/cm	树高/m	材积/m <sup>3</sup>	
48	22.2	17.0	0.335 59	18.3	13.2	0.185 05	15.6	12.6	0.136 91	4.02
49	25.1	15.0	0.378 53	18.9	13.4	0.197 08	16.3	11.9	0.144 39	3.25
50	22.3	19.5	0.388 42	14.6	13.6	0.127 65	12.3	11.3	0.088 39	4.50
51	22.9	17.0	0.357 09	17.0	15.4	0.182 45	13.7	12.5	0.122 35	2.94
52	23.2	16.0	0.344 95	13.9	13.3	0.103 72	12.3	12.3	0.079 76	6.80
53	26.5	13.8	0.388 18	16.7	11.4	0.127 82	13.5	10.4	0.086 32	5.06
54	22.2	15.0	0.296 11	16.9	13.2	0.159 15	13.0	11.1	0.094 10	3.33
55	26.0	16.0	0.433 24	20.5	14.0	0.238 97	17.9	12.5	0.179 37	2.91
56	22.9	15.5	0.325 58	13.6	11.8	0.088 84	12.9	11.6	0.079 19	7.96
57	21.7	14.0	0.264 06	15.4	13.2	0.130 11	14.6	12.7	0.124 98	2.12
58	26.6	16.0	0.453 46	14.8	13.7	0.122 20	13.0	12.1	0.091 79	5.92
59	33.1	21.0	0.921 58	25.0	17.4	0.445 89	22.8	16.5	0.359 80	5.40
60	28.8	20.0	0.664 47	17.8	14.9	0.190 13	16.9	14.4	0.166 61	10.91
61	29.4	15.0	0.519 33	17.0	13.3	0.161 13	15.7	13.3	0.137 21	5.39
62	29.1	16.5	0.559 67	20.0	14.6	0.238 15	17.9	13.7	0.187 10	4.38
63	22.3	14.0	0.278 87	14.4	11.1	0.096 34	10.6	8.9	0.045 33	7.28
64	21.9	17.0	0.326 59	14.2	14.0	0.116 10	11.2	11.8	0.071 23	4.88
65	23.0	15.0	0.317 84	13.2	11.7	0.081 45	10.5	10.2	0.047 89	9.88
66	18.6	13.8	0.191 23	12.7	11.7	0.078 46	10.9	10.6	0.057 56	4.37
67	18.0	11.0	0.142 76	11.4	10.3	0.054 43	9.8	9.2	0.040 56	3.93
68	22.4	13.5	0.271 32	12.7	10.0	0.065 09	11.5	10.4	0.055 74	7.17
69	23.1	12.0	0.256 49	17.8	11.0	0.140 93	15.3	10.1	0.105 47	2.92
70	17.6	12.0	0.148 89	16.4	10.4	0.112 91	14.8	9.8	0.089 51	2.71

## 2.2 生长量标准的确定

### 2.2.1 5株优势木对比法

2.2.1.1 候选优树与5株优势木平均值差异性分析 用配对  $t$  检验法分析候选优树胸径、树高、单株材积与优势木相应指标平均值的差异。 $t$  检验结果为: $t_{\text{胸径}} = 25.41$ ,  $t_{\text{树高}} = 17.40$ ,  $t_{\text{材积}} = 19.48$ , 他们的概率值  $P < 0.000 1$ 。表示候选优树的3个生长指标均与优势木差异极显著, 候选优树在生长性状上明显优于优势木, 大部分候选优树有入选的可能。

2.2.1.2 5株优势木对比法入选标准 为保证优树的选择效果, 优树入选标准应在5株优势木平均值的基础上再加上一个附加值  $\Delta$  (以5株优势木平均值的百分数表示)。当候选优树的性状指标值等于或大于这个标准 ( $X + \Delta$ ), 方可入选为优树。通过计算<sup>[5]</sup> 得出各性状的附加值  $\Delta$  为胸径 43%  $X$ , 树高 16%  $X$ , 材积 123%  $X$ , 即南洋楹候选优树生长量标准达到胸径  $\geq 5$  株优势木平均胸径的 1.43 倍, 树高  $\geq 5$  株优势木平均树高的 1.16 倍, 单株材积  $\geq 5$  株优势木平均单株材积的 2.23 倍时, 可为入选优树。据此标准, 70 株南洋楹候选优树仅有 27 株入选。由

于6年生南洋楹树高普遍达 10 m 以上, 使用参照物结合目测的方法得到的树高值欠准确, 因此, 结合南洋楹试验林实际情况及尽量避免丢失优良种质资源的原则, 本次选优可适当放宽树高入选标准<sup>[7]</sup>。将生长量标准修定为胸径  $\geq 5$  株优势木平均胸径的 1.43 倍, 树高  $> 5$  株优势木平均树高, 单株材积  $\geq 5$  株优势木平均单株材积的 2.23 倍, 共有 40 株候选优树入选。

2.2.2 8株邻近木标准差法 以候选优树的树高与胸径之和比8株邻近木的平均树高与胸径之和大于或等于4个标准差为入选标准。从表1可知:  $S$  值大于4的候选优树有39株, 可为入选优树。

### 2.3 形质标准的确定

南洋楹优树应同时具有速生性和形质优良性, 本次选优以冠幅、枝下高、干形和分枝为评定优树形质性状的指标。

2.3.1 主要影响因子的确定 对标准化的各项指标进行主成分分析, 各主成分的特征值、贡献率、累积贡献率及各指标的特征向量见表2。由于前2个主成分累计贡献率已达 84.23%, 这里仅取第1、2主成分进行分析。第1主成分中干形的特征向量最

大,第2主成分中分枝的特征向量最大。可见,干形和分枝是形质指标的决定因子。

表2 主成分分析结果

项目		主成分1	主成分2
特征向量	冠幅	0.018 1	-0.179 1
	枝下高	0.018 1	-0.179 1
	干形	0.912 0	-0.390 3
	分枝	0.409 5	0.885 1
特征值		0.147 8	0.096 2
贡献率/%		51.02	33.21
累积贡献率/%		51.02	84.23

2.3.2 形质标准与候选优树的筛选 基于上述分析,在评定候选优树的形质指标时,将干形得分和分枝得分联合作为考察标准。从表2可知:2个主成分的贡献率不同,且各指标的特征值也不同,为了确定一个合适的综合得分值,应赋予干形和分枝不同的权重。根据贡献率和特征向量值计算得出:干形(S)的权重为0.64,分枝(B)的权重为0.36。干形和分枝的分值范围均为1~3分,且分值越小,形质越优良,将形质标准定为 $0.64S + 0.36B < 2$ 。据此形质标准,按生长量标准入选的候选优树中,有4~5株候选优树达不到形质标准。

#### 2.4 南洋楹优树选择标准

综合上述统计分析,南洋楹优树的生长量指标包括胸径、树高和单株材积3个性状,形质指标综合了干形和分枝2个性状,优树的具体选择标准为:胸径 $\geq 5$ 株优势木平均胸径的1.43倍,树高 $> 5$ 株优势木平均树高,单株材积 $\geq 5$ 株优势木平均单株材积的2.23倍,且 $0.64S(\text{干形得分}) + 0.36B(\text{分枝得分}) < 2$ ;或者,标准差 $\geq 4$ ,且 $0.64S(\text{干形得分}) + 0.36B(\text{分枝得分}) < 2$ 。根据以上2种方法,本次南洋楹候选优树共有36或33株入选。

### 3 结论与讨论

(1)5株优势木对比法确定生长量标准是目前

优树选择最常用的方法,其选择精度高,实践证明科学合理,选择效果明显;但该方法计算步骤比较繁琐,且3个生长指标同时达到入选标准的候选优树数量偏少,容易丢失部分速生的优良资源。8株邻近木标准差法是林业工作者多年来对杉木选优的经验总结,操作简单适用,标准明了,在本次南洋楹选优结果上与5株优势木对比法相近,不失为确定南洋楹候选优树生长量标准的可行方法。

(2)本次选优在对生长量标准选择的同时兼顾了形质标准的选择,入选优树具有速生性和形质优良性。在形质标准确定的方法上,首次运用主成分分析法在众多的形质性状中找出决定因子,并根据决定因子的权重计算形质综合得分,以此作为评定依据,选择结果客观、准确。

(3)本文是对南洋楹优树选择标准的第1次尝试性探讨,结合南洋楹树种的生物学习性和在我省生长表现情况,初步认为:标准差 $\geq 4$ 且 $0.64S(\text{干形得分}) + 0.36B(\text{分枝得分}) < 2$ 这一选择标准准确适用,可作为今后南洋楹优树选择的标准。

#### 参考文献:

- [1] 中国树木志编委会. 中国主要树种造林技术[M]. 北京:中国林业出版社,1981:669-672
- [2] 郑永光,周小珍,陈红跃,等. 南洋楹优良种源/家系选择的研究[J]. 华南农业大学学报,2004,25(3):29-33
- [3] 韦如萍,胡德活,郑永光,等. 南洋楹种源家系试验[J]. 中南林业科技大学学报,2007,27(1):64-69
- [4] 孟宪宇. 测树学[M]. 北京:中国林业出版社,1996:34-35
- [5] 陈健波,张照远,项东云,等. 邓恩桉优树的选择标准[J]. 林业科技开发,2008,28(1):17-20
- [6] 梁鸿桑. 闽东桉树品系造林效果综合评价研究[J]. 热带林业,2006,34(1):33-36
- [7] 吴际友,龙应忠,童方平,等. 桉木优树选择研究[J]. 湖南林业科技,2004,31(6):10-12