

文章编号: 100F 1498(2003) 0F 0045 07

# 马尾松优质高产纸浆林培育技术及经营效益\*

秦国峰<sup>1</sup>, 王锦上<sup>2</sup>, 张丽瑶<sup>2</sup>, 林瑞荣<sup>2</sup>, 郑兆飞<sup>2</sup>, 陈炳星<sup>3</sup>

(1. 中国林业科学研究院亚热带林业研究所, 浙江 富阳 311400; 2. 福建省南平市林业局, 福建 南平 353000;

3. 福建省南平造纸厂, 福建 南平 353000)

**摘要:** 1997—1998年在福建南平地区采用优良种源营建马尾松纸浆林 136.7 hm<sup>2</sup>, 造林后第5年对林木的生长量、生物量、木材材性与化学组分以及浆纸性能进行全面测试。结果表明: 5年生纸浆林平均蓄积 14.88 m<sup>3</sup>·hm<sup>-2</sup>, 比对照高 117.86%, 比部颁标准高 396%。林木生物量比对照高 31.1%, 其中树干生物量高达 70.4%。纸浆林与对照相比较, α 纤维素含量高, 木素含量较低, 纤维形态细而长, 长宽比值大; 木材基本密度较大, 细浆得率稍高; 浆纸物理强度: 裂断长, 耐破与撕裂两项综合强度指数均大于对照。按纸浆林每公顷总投入为 13 694 元, 总收入为 93 324 元, 产出投入比为 6.8, 净收入 79 630 元, 12% 为基准计算的净现值为 8 732 元, 内部收益率 18.2%。纸浆林经营技术适用, 预期经营效益较好。

**关键词:** 马尾松; 纸浆林; 纸浆性能; 培育技术; 经营效益

中图分类号: S791.248 S727.31 文献标识码: A

马尾松(*Pinus massoniana* Lamb.)是我国南方重要的工业用材树种,其木材是优良的制浆造纸原料。全世界造纸原料 94.7% 是木材纤维,而我国长期以来以草浆为主,木浆比例只占 14%, 其中国产木浆只有 9.3%。木浆比例过低,已成为长期制约我国造纸工业发展的主要原因。中国林科院亚林所与福建省南平造纸营林总公司联手合作,从 1990 年起开展了马尾松造纸材优良种源选择的试验研究,评选出一批造纸材优良种源。该成果被林业部列为 1995 年推广 100 项科研成果的项目之一,并由南平市林业局与中国林科院亚林所共同负责,在南平林业试验区内组织实施,营建 136.7 hm<sup>2</sup> 马尾松优质高产纸浆材中试林。按预定计划完成各项试验研究,达到了预期的目的,现从培育技术与经营效益两方面进行总结。

## 1 纸浆林试验概况

### 1.1 立地条件

马尾松纸浆材中试林营建由南平市林业局直属的南州采育场与卫闽林场承担。南平地区属于中亚热带海洋性季风气候区,光、热、水资源丰富,平均日照 1 700—2 000 h,年平均气温 18.1 °C,活动积温 5 000 °C 以上,极端最低气温 - 9.5 °C,无霜期 250—300 d,年降水量 1 800 mm<sup>[1]</sup>。造林山场为低山、高丘,海拔 200—500 m,坡度 25—30 度,土壤为红壤, pH 值 4.6—5.3,土层深 80 cm 左右,腐殖质层厚度 8—12 cm。两处造林山场的地形坡向多为阳坡或半阳坡,植被盖度各林班不同,一般为 10%—80%。

收稿日期: 2002-08-16

基金项目: 林业部 1995 年推广 100 项林业科技成果的中试林项目之一

作者简介: 秦国峰(1934—),男,浙江建德人,研究员。

\* 本文经营效益部分,承蒙浙江省林业局项目办陈高杰工程师协助计算,特此致谢!

选择良好的造林地是林木速生丰产的基本条件。南州采育场造林  $68.3 \text{ hm}^2$ , 卫闽林场造林  $68.4 \text{ hm}^2$ , 分别在 7 个工区 20 个小班造林。按小班统计: 其中 I 类立地 4 个小班  $26.7 \text{ hm}^2$ , II 类立地 14 个小班  $84.7 \text{ hm}^2$ , II 类立地 2 个小班  $25.3 \text{ hm}^2$ 。造林山场立地条件比较好, 90% 的小班与 81.5% 的面积是属于 I、II 类立地。土壤质地一般为粉壤土与粘壤土, 肥力也比较好, 林地土壤有机质含量为  $36 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ , 全 N 含量  $1.6 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。林地较为疏松肥沃, 有利林木生长。

## 1.2 试验材料

造林用种系经遗传测定和造纸性能分析而评选出的优良种源, 主要选用福建武平、广西岑溪、广东信宜 3 个造纸材优良种源, 以当地种源为对照(CK)。选用种源比 CK 的单株材积高 15.2%, 木材基本密度高 4.8%, 单株纸浆产量高 19.5% (KP, 化学木浆), 吨干浆材耗量低 3.6% (KP), KP 抗张强度和耐破强度为 13.0% 与 5.6%, 撕裂强度和制浆得率与 CK 相近。从种源区优良林分中选择的优树与 CK 相比, 树干材积平均高 46.2%, 木材基本密度平均高 5.4%<sup>[2]</sup>。

## 1.3 幼林管护

采用容器苗造林, 苗高 22 cm, 地径 0.25 cm, 苗木质量好, 造林成活率达 95% 以上。穴状整地, 植穴规格为  $30 \text{ cm} \times 30 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$ 。栽植务使苗茎直, 根舒展, 培土紧实, 穴面平整。造林后连续抚育 3 a。头两年抚育 2 次, 第 1 次在 5—6 月份, 全面除草, 穴面培土, 第 2 次在 9—10 月份, 主要铲除杂草。第 3 年抚育 1 次, 在 7—8 月份进行全面除草, 并加强林地管护。

## 1.4 试验方法

1.4.1 设置样地 在各种源与对照试验林地, 按山场部位选定 5 个有代表性的地块(即 5 个重复), 作为固定的林木生长测试样地。每个样地面积  $0.022 \text{ hm}^2$ , 林木 50—55 株。

1.4.2 调查内容 (1) 生长量: 1—3 年生林木测定树高与地径, 4 年生测定树高与胸径, 5 年生测定树高、胸径、当年抽高、冠幅、最长枝与最粗枝, 计算单株材积。(2) 生物量: 林木 5 年生时进行生物量测定。在各种源与对照所设置的样地中, 选择有代表性的 3 个样地, 各样地确定 5 株有代表性的林木为样株。将每个样株连根掘起, 分别测定根、干、枝、叶 4 部分的生物产量。

1.4.3 浆纸性能测定 将生物量测定的每个种源与对照各 15 个样株, 取根颈以上 1.2 m 的木段作为试材, 由南平造纸厂技术中心按造纸工业测试方法标准, 进行分析测试。

1.4.4 土壤化验 各种源与对照林分, 按立地与土壤的差异, 采集 0—20 cm 与 21—40 cm 两层土样, 按土壤分析常规方法, 分析测定土壤养分与机械组成。

1.4.5 资料分析 野外调查资料进行整理计算后, 按常用方法进行方差分析后, 参试造纸材种源( $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$ 、 $P_4$ )与当地种源(CK)的各项指标按部颁国家专业标准<sup>[3]</sup>(ZB)进行比较分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 纸浆材中试林生长量

2.1.1 幼林期的高、径、材积生长量 马尾松纸浆材中试林 1—5 年生的树高、4—5 年生的胸径、5 年生的材积生长量均较大幅度大于 ZB 与 CK, 详见图 1。

调查得知: (1) 中试林 1—5 年生的树高生长量比 ZB 大 42.96% (28.89%—54.50%), 4 5 年生胸径生长量比 ZB 大 60.61% (38.40%—82.81%), 5 年生单株材积生长量为 0.006 613

$m^3$ , 折算每公顷为  $14.88 m^3$ , 比 ZB 高 396%。(2) 各种源 5 年生的树高 4.14 m (年均 0.83 m)、胸径 5.85 cm (年均 1.17 cm)、单株材积  $0.006 613 m^3$  (年均  $0.001 323 m^3$ ), 分别比 CK 高 29.78%、32.05%、117.89%。由此可见, 各种源的高、径、材积生长量均以较大幅度高于 ZB 与 CK, 达到速生丰产的生长量指标。此外, 还测定了各种源林木当年抽高、树冠、枝长、枝粗的生长量。当年抽高达 1.3 m 比 CK 大 13%, 这说明 5 年生时已进入速生期。树冠与枝长比 CK 大 10.1% 与 20.8%, 枝粗比 CK 小 14.7%, 林木枝长而细是常见的速生形态。

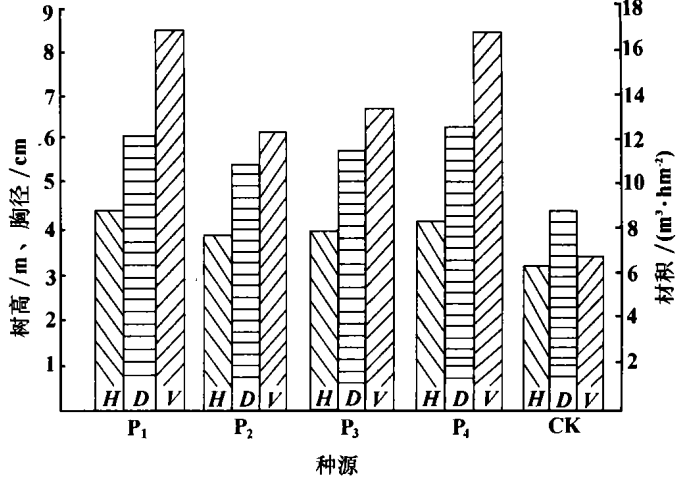


图 1 马尾松中试林树高(H)、胸径(D)、材积(V)生长量

各种源的材积生长量 P<sub>1</sub> 与 P<sub>4</sub> 最大, 其次是 P<sub>3</sub> 与 P<sub>2</sub>, CK 均在各种源之后。各种源林木生长在立地之间的差异很明显。调查样地自 I → V 重复是从山场上部向山脚设置的, 上部土层浅而瘠薄立地差, 下部土层深而肥沃立地好。I → V 林木的树高生长量依次为 3.68、3.66、4.07、4.09、4.23 m, 胸径 5.11、5.12、5.62、5.69、6.28 cm, 单株材积 0.004 838、0.004 826、0.006 547、0.006 532、0.008 263  $m^3$ 。按树高等 5 个生长性状与 5 种立地的林木生长量进行方差分析, 结果表明: 5 个生长性状在各种源间与各重复立地间的差异均达极显著水平。材积在种源与立地间的交互效应也为极显著, 当年高与冠幅为显著水平, 树高与胸径交互效应不显著, 详见表 1。

表 1 5 年生纸浆材中试林生长性状方差分析

| 变异来源    | 自由度 | 均方                     |                       |             |             |             |
|---------|-----|------------------------|-----------------------|-------------|-------------|-------------|
|         |     | 树高                     | 胸径                    | 当年高         | 冠幅          | 材积          |
| 重复      | 4   | 99 972 05**            | 35 275 3**            | 6 363.15**  | 13 816 97** | 0.000 309** |
| 种源      | 4   | 334 184 47**           | 74 186 6**            | 24 933.55** | 60 545 80** | 0.000 558** |
| 重复 × 种源 | 16  | 7 233 51 <sup>NS</sup> | 2 971 5 <sup>NS</sup> | 1 884.86*   | 3 854 76*   | 0.000 025** |

注:  $F_{0.01(4,16)} = 4.77$ ;  $F_{0.05(4,16)} = 3.01$ 。

2.1.2 5 年生纸浆材中试验林生物产量 每个试验林分别选 3 个重复样地, 每样地选 5 个样株, 将其连根挖出, 分别统计根、干、枝、叶的生物产量。各种源与 CK 的生长量与生物量详见图 2。

生物量测定说明: (1) 树高、胸径、冠幅 3 项生长量指标, 均以 P<sub>1</sub> 与 P<sub>4</sub> 为最好、P<sub>2</sub> 与 P<sub>3</sub> 为次、CK 最差。生物量测定样株的生长量, 种源间的优劣差异与 2.1.1 节相一致, 说明选为生物量测定的样株是有代表性的。(2) 生物量测定分根、干、枝、叶 4 部分, 合计的全株生物产量在种源间的差异与生长量相一致, P<sub>1</sub>、P<sub>4</sub> 最高, 为 32.7、34.9 kg, 其次是 P<sub>2</sub>、P<sub>3</sub>, 为 21.5、22.4 kg, 最小是 CK, 为 21.3 kg。(3) 按 4 个种源与 1 个 CK 的平均值计, 单株生物量为 26.54 kg, 其中根、

干、枝、叶分别为 3.66、9.78、7.72、5.38 kg, 依次占全株生物量的 13.79%、36.85%、29.09%、20.27%。可见组成林木总生物量 4 部分, 所占比例的顺序为树干 > 树枝 > 针叶 > 树根。(4) 从种源生物量与 CK 相比较得知: ①种源与 CK 的树根生物量很接近, 占全株的 12.56% 14.37%。②树干生物量各种源为 36.70% 39.25%, 比 CK 的 29.41% 大得多。③树枝和针叶的生物量, 各种源占全株的比例有一定变幅, 但都小于 CK。(5) 生物量测定结果表明, 速生丰产的优良种源主要是表现在树干的材积生长量上。

## 2.2 纸浆材中试林木材及浆纸性能测定

马尾松优质高产纸浆林的经营目的, 一是速生丰产, 二是浆纸品质优良。在测定生长量与生物量的同时, 对参试种源的木材基本密度、化学组分、纤维形态以及木材制浆的理化性能等项目进行了分析, 总共测定 16 项, 根据测定资料进行了方差分析。结果显示: 其中苯醇抽出物 (9 427.57)、纤维素 (54.73)、木素 (1 288.09)、多戊糖 (37.50)、木材密度 (18.38) 5 项差异达极显著水平 (各项的  $R^2$  为 0.95 0.99)。灰分 (9.20) 与耐破指数 (7.52) 两项为显著水平 (两项的  $R^2$  为 0.89 0.90)。其余各项差异不显著 ( $F_{0.01(4,4)} = 15.98$ ;  $F_{0.05(4,4)} = 6.39$ )。现将参试种源与 CK 的各项测值列于表 2。

表 2 参试种源与对照各项测值比较

| 类别     | 测试项目  | 幅度          | 均值    | CK 值  | 均值 > CK |
|--------|---|-------------|-------|-------|---------|
| 化学组分   | 苯醇抽出物 / %   | 2.83 3.52   | 3.15  | 3.87  | - 0.72  |
|        | $\alpha$ 纤维素 / %  | 42.11 43.45 | 42.57 | 40.68 | 1.89    |
|        | 木素 / %  | 29.52 30.16 | 29.87 | 29.96 | - 0.09  |
|        | 多戊糖 / %   | 13.15 14.70 | 13.72 | 13.30 | 0.42    |
|        | 灰分 / %  | 0.32 0.46   | 0.41  | 0.48  | - 0.07  |
| 纤维形态   | 平均长度 / mm   | 2.17 2.42   | 2.30  | 1.97  | 0.33    |
|        | 平均宽度 / $\mu\text{m}$  | 37.90 43.49 | 40.75 | 43.54 | - 2.79  |
|        | 长宽比值  | 53.57 60.69 | 56.53 | 45.25 | 11.28   |
| 密度与得率  | 木材密度 / ( $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ )                        | 0.34 0.44   | 0.38  | 0.34  | 0.04    |
|        | 粗浆得率 / %  | 42.36 42.91 | 42.58 | 42.60 | - 0.02  |
|        | 细浆得率 / %  | 42.11 42.73 | 42.39 | 42.34 | 0.05    |
| 浆纸物理性能 | Kappa 值   | 22.8 24.6   | 24.0  | 24.8  | 0.08    |
|        | 残碱 ( $\text{Na}_2\text{O}$ ) / ( $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ ) | 27.02 29.30 | 27.75 | 25.23 | 2.52    |
|        | 裂断长 / m   | 7 710 7 840 | 7 703 | 7 100 | 603     |
|        | 撕裂指数 / ( $\text{mN} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ )       | 8.16 9.19   | 8.56  | 8.58  | - 0.02  |
|        | 耐破指数 / ( $\text{kPa} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ )      | 6.09 6.44   | 6.29  | 5.98  | 0.31    |

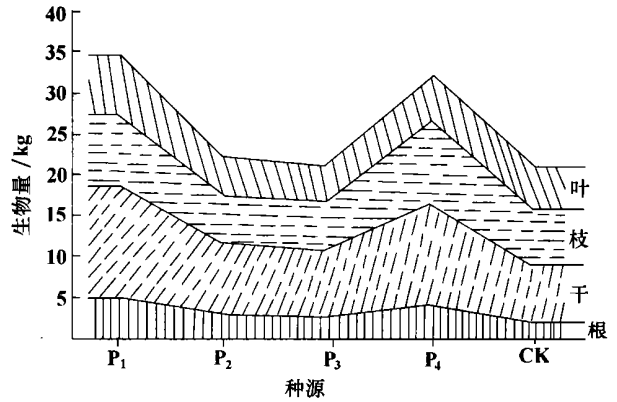


图 2 马尾松中试林根、干、枝、叶生物产量

(1) 木材化学组分: 所分析的 5 项木材化学成分对浆纸性能都有一定的影响, 其中纤维素是表示浆纸质量的一项重要指标, 其含量增高表示纸浆中含高聚合度部分的纤维素多, 有利纸

浆质量提高。木素的分子量很大,是结构很复杂的高聚物<sup>[4]</sup>,木材制浆时难以分解,蒸煮时化学药品的消耗量提高,而且不利于后序的漂白,需增加漂白剂用量,因而木素含量高会降低浆纸的质量。参试种源 $\alpha$ -纤维素含量比CK高,木素低于CK,浆纸质量优于CK。

(2) 木材纤维形态: 纸浆林木材纤维细而长,长宽比值大,说明纤维柔韧性好,有利于纤维结合,提高成纸的质量。参试种源纤维细长,长宽比值平均为56.53,比CK(45.25)高11.28,纤维形态优于CK。

(3) 木材密度与制浆得率: 密度大、得率高,木材制浆产量高。参试各种源的木材密度为0.34~0.44,平均0.38,高于CK。粗浆得率与细浆得率和CK相近。

(4) 浆纸物理性能: 浆纸的裂断长、撕裂指数、耐破指数3项是表示浆纸强度的指标,测值大即为强度大。各种源平均裂断长为7703m比CK(607m)长得多。耐破指数比CK高,撕裂指数稍低于CK,两项的综合强度指数<sup>[5]</sup>各种源均大于CK。

### 2.3 纸浆林经营效益预期分析

主要从林木生长量和经营产出/投入两方面进行分析。5年生纸浆材中试林材积生长量比ZB高396%、比CK高18%。这说明纸浆林生产潜力很大,将会获得较高的经济效益。

2.3.1 生产效益 (1) 经营成本: 马尾松纸浆材中试林按营建单位当时用于造林与抚管的实际支出计算,每公顷投入的成本是: 整地1050元、苗木200元、栽植225元、幼林抚育(3a)1050元、施肥225元、间接费用100元、其它100元、间伐支出544元、主伐支出10200元,合计13694元。(2) 经营收入: 主要是主伐材、间伐材、薪材与松脂4项收入,合计总收入为93324元。①主伐材: 主伐年龄为20a,按颁标准20a时的材积计算<sup>[3]</sup>。据此每公顷主伐时产材170m<sup>3</sup>,每立方米按501元计,合计为85170元。②间伐材: 造林后10年生时间伐1次,间伐强度30%,每公顷蓄积11.3m<sup>3</sup>按60%出材率为6.8m<sup>3</sup>,按非规格材每立方米460元计合计为3128元。③薪材: 每公顷计300元(产薪材1500kg、每100kg按20元计)。④松脂: 主伐前两年进行割脂,每株林木3kg(每年产脂1.5kg),每公顷1575株,合计4726kg,每公斤1元,总计4726元。(3) 产出与投入比值: 通过经营现金流量的统计分析,每公顷经营投入13694元,产出为93324元,产出投入比为6.8,经营效益十分显著。

2.3.2 财务评价 在经营效益收支盈利分析中计算的是静态数据,没有考虑资金的时间价值。现运用净现值和内部收益率两个动态指标,对纸浆林经营的盈利水平进行财务评价。

(1) 净现值(NPV): 这是以绝对值来反映纸浆林经营的经济效果。净现值就是按基准收益率(12%),将各年的净现金流量贴现到经营项目起始年的现值之和。计算公式为:

$$NPV = \sum_{j=0}^n \frac{CF_j}{(1+i)^j}$$

式中:  $CF_j$ ——第j年净现金流量; j——年份,  $j = 0, 1, 2, \dots, n$ ; n——主伐利用年; i——基准收益率(12%)。

将纸浆林具体数据代入以上公式,计算出NPV为8732元。这说明纸浆林经营不仅能达到预期的目标收益,而且还有额外的现金收入<sup>[6]</sup>。

(2) 内部收益率(IRR): 这是以相对数值来反映经营投资的盈利水平,计算时要考虑纸浆林整个经营期内的支出和收入,并计算资金的时间价值。计算公式为:

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1}{NPV_1 + NPV_2}(i_2 - i_1)$$

式中:  $i_1$ ——偏低贴现率;  $i_2$ ——偏高贴现率;  $NPV_1$ ——与  $i_1$  相对应的净现值;  $NPV_2$  与  $i_2$  相对应的净现值。

经计算, 内部收益率为 18.2%。结果表明: 净现值( $NPV$ ) > 0, 内部收益率( $IRR$ ) > 12%, 该纸浆林经营项目是可行的, 经营效益是好的。

前面计算的净现值与内部收益率是按部颁标准计算的结果, 实际上纸浆林到主伐期将会比该结果更好。因为纸浆林 5 年生时的材积生长量要比 ZB 高 4 倍, 预计到 20 a 主伐时, 纸浆林木材产量比 ZB 高 20%—40% 是可达到的。可见纸浆林生产潜力很大, 如果比 ZB 增幅达 30%, 各项经营效益指标将有较大提高, 每公顷净收入可达 102 121 元、净现值达 11 656 元、内部收益率达 19.6%, 分别比幼林期增加 28.2%、33.5%、1.4%。

### 3 总结与讨论

(1) 马尾松纸浆材中试林参试种源 5 年生林木的树高、胸径、材积生长量, 比部颁马尾松速生丰产林指标 (ZB) 分别提高 47.86%、82.81%、396%, 与当地种源 (CK) 相比, 分别提高 29.78%、32.05%、117.86%。林木生物产量按根、干、枝、叶与全株统计, 比 CK 分别提高 25.08%、70.64%、12.86%、10.91% 与 31.13%, 其中树干生物量比例最大是速生高产的一个主要因素。林木生长量与生物产量均较大幅度大于 ZB 与 CK, 说明马尾松纸浆林达到了速生丰产的目标。

(2) 通过 16 项木材理化性质与浆纸性能分析, 其中影响浆纸优良性的指标均呈现出优于 CK 的趋势。①参试各种源的  $\alpha$ -纤维素比 CK 高, 木素低于 CK。前者说明纸浆中含高聚合度纤维多, 有利纸浆质量提高; 后者是结构很复杂的高聚物, 制浆时难以分解会降低纸浆质量。两者说明参试种源纸浆质量优于 CK。②纸浆林木材纤维形态细而长, 长宽比值大, 纤柔韧性好, 有利于纤维的结合, 提高成纸的质量。与 CK 相比长宽比值高 11.28, 纤维形态优于 CK。③木材密度大、得浆率高, 纸浆产量高。各种源平均密度大于 CK, 得浆率各种源不同, 其中  $P_1$  与  $P_4$  大于 CK,  $P_2$  与  $P_3$  略小于 CK, 平均细浆得率稍高于 CK。④纸浆物理性能测定显示, 各种源平均断裂长比 CK 长得多, 耐破指数比 CK 高, 撕裂指数稍低于 CK, 而两项的综合指数各种源均大于 CK。

(3) 马尾松纸浆林的经营效益比较好。通过经营现金流量的统计分析, 每公顷成本投入为 13 694 元, 产出为 93 324 元, 产出投入比为 6.8。净收入为 79 630 元。按基准收益率(12%)计算的净现值( $NPV$ ) 为 8 732 元, 内部收益率( $IRR$ ) 为 18.2%。 $NPV > 0$ ,  $IRR > 12%$ , 说明纸浆林项目是可行的, 经营效益是好的。以上是以部颁标准(ZB) 计算的结果, 实际上纸浆林 5 年生的材积生长量比 ZB 高 4 倍, 如果按 20 a 主伐时比 ZB 高 30% 计算, 各项经营效益指标将有很大提高, 每公顷净收入高达 102 121 元, 净现值达 11 656 元, 内部收益率达 19.6%。主伐期计算的经营效益要比幼林期大得多。

(4) 定向培育马尾松纸浆林, 对于我国林纸业的发展具有极为重要的现实意义。从本项大面积培育纸浆林的实践说明, 只要应用造纸材良种、选用好的造林地、及时进行科学管理、维护林地与速生丰产相适应的生态环境, 实现培育优质、高产纸浆林的目标完全是可达到的。所应

用的营林技术措施是成熟而有效的,可在同类地区推广应用。

### 参考文献:

- [1] 刘德章, 黄鹤羽. 福建省南平地区林业技术开发试验区总体规划[M]. 北京: 中国林业出版社, 1993 1-2
- [2] 秦国峰, 周志春, 李光荣, 等. 马尾松造纸材最优产地的确定[J]. 林业科学研究, 1995, 8(3): 266-271
- [3] 2BB 88-1990, 马尾松速生率丰产林[S]
- [4] 杨敏娟, 吴定新. 林产学概论[M]. 北京: 中国林业出版社, 1990. 36-39
- [5] 张大同, 王忠, 赵觉声, 等. 不同种源幼龄马尾松制浆适应性的研究. 南京林业大学学报, 1995, 19(3): 24-30
- [6] 贾庆文. 林业技术经济学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1994. 260-285

## Study on Cultivation of a High-Yielding Masson Pine Pulp Stand and Analysis on Its Economic Benefits

QIN Guofeng<sup>1</sup>, WANG Jin-shang<sup>2</sup>, ZHANG Li-yao<sup>2</sup>,  
LIN Rui-rong<sup>2</sup>, ZHENG Zhao-fei<sup>2</sup>, CHEN Bing-xing<sup>3</sup>

(1. Research Institute of Subtropical Forestry, CAF, Fuyang 311400, Zhejiang, China;

2. Nanping Forest Bureau, Nanping 353000, Fujian, China; 3. Nanping Paper Mill, Nanping 353000, Fujian, China)

**Abstract:** A pulp stand of Masson pine (*Pinus massoniana*) with a area of 136.7 hectares was established in Nanping of Fujian Province in 1997-1998. Five years after planting, the increment, biomass, wood property, wood chemical components and its pulping property were tested. The results showed that the average volume of the stand was  $14.88 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$ , which was 117.86% higher than that of the CK or 396% higher than the standard issued by State Forestry Administration. The biomass was 31.1% higher than the CK, and the biomass of stem was as high as 70.4%. Compared with the CK, the pulp stand was characterized by higher  $\alpha$ -cellulose content, lower lignin content, slenderer fiber and higher ratio of length to width. The wood obtained had heavier wood basic volume weight and higher tensile, burst and tear strength of paper. The average input per hectare of pulp stand was 13 694 RMB yuan. The NPV was 8 732 RMB yuan based on the I of 12% and the IRR was 18.2%.

**Key words:** *Pinus massoniana*; pulp stand; pulping character; cultivation technique; economic benefits