

毛竹纸浆林分类栽培及效果研究*

杨校生¹⁾ 石全太¹⁾ 黄衍串²⁾ 梁文焰³⁾ 林阳峰³⁾

(1) 中国林业科学研究院亚热带林业研究所, 311400, 浙江富阳; 2) 江西省林业科技推广总站, 330046, 南昌;
3) 福建省邵武市林业委员会, 354000, 福建邵武; 第一作者 32 岁, 男, 助理研究员)

摘要 通过浙江安吉、福建邵武、江西奉新三地统一进行的毛竹纸浆试验林研究, 并在安吉建立 20 hm² 毛竹纸浆丰产模式示范林, 表明毛竹纸浆林的生产力水平主要取决于立地条件和科学经营管理。经营水平不同, 毛竹纸浆林的生产力呈显著差异; 立地条件和竹林生长状况不同, 毛竹产量亦呈显著差异。该研究还提出了因地制宜、分类经营纸浆毛竹林的经营模式, 即 Ⅰ类林地, 采用集约经营措施, 度产新竹 30~40 t·hm⁻² 的丰产模式; 在 Ⅱ类林地采用集约经营措施或中等集约经营措施, 度产新竹 20~25 t·hm⁻² 的中产模式; Ⅲ类林地采用一般经营措施, 度产新竹 18 t·hm⁻² 左右的经营模式。

关键词 纸浆毛竹林; 竹林结构; 立地条件; 分类栽培; 经济效益
分类号 S795.720.6

毛竹(*Phyllostachys pubescens* Mazel ex H. de Lehaie)在我国分布于 16 个省、市、自治区, 面积 280 万 hm², 它具有生长快、产量高、质量好、用途广和一次造林可持续经营利用的特点。竹材纤维细长, 长宽比值大, 含量高, 密度大(0.6~0.8 g·cm⁻³), 是纸浆造纸的优质原料^[1,2]。“八五”期间, 随着我国竹子造纸业的发展, 一批以毛竹为主要原料的国家重点建设项目的竹浆纸厂动工兴建或已投产, 需竹量与日俱增, 纸浆竹材原料基地的建设已经成为当务之急。进行毛竹纸浆林丰产栽培经营研究, 即是为加快纸浆竹林的发展, 采用组装丰产配套技术措施, 建立丰产结构模式林, 进行科学经营管理, 提高竹林产量, 以缓解我国竹纸浆原料短缺。现将研究结果报道如下。

1 试验地概况

毛竹纸浆林试验地分别设在浙江安吉、福建邵武、江西奉新三地不同类型的竹林。浙江安吉试验点的竹林于 1983 年经过松土、施肥等措施进行低产林改造; 福建邵武试验点原为乔木、毛竹混交林, 后来树木逐渐被砍伐掉形成灌木、杂草丛生的低产竹林; 江西奉新竹林经营状况较好。

1.1 浙江安吉县天荒坪镇马吉村试验区

地处天目山区北端山脉, 地理位置为 30°25' N, 119°45' E, 年平均气温 15~18℃, 年降水量为 1 200~1 600 mm。成土母质为凝灰岩和流纹斑岩, 土壤为红壤北缘, 黄红壤亚类; 有效土层厚 15~50 cm; 含全氮 0.17 g·kg⁻¹土, 全磷 0.84 g·kg⁻¹土; 速效钾 26.4 mg·kg⁻¹土;

* 本文系“八五”国家科技攻关专题“纸浆竹林集约栽培模式研究”的主要内容之一。
1998-04-16 收稿。

试验林立竹 2 250 ~ 3 750 株 · hm⁻²。

1.2 福建邵武市大埠岗镇芜窖村试验区

地处闽西北,地理位置为 117°45' E, 26°45' N, 年平均气温 14 ~ 18 °C, 年降水量 1 854 mm。土壤为山地黄壤, 略带粘性; 土壤 pH 5.32 ~ 5.40, 有机质含量为 18.69 ~ 22.47 g · kg⁻¹ 土, 全氮 1.43 ~ 1.66 g · kg⁻¹ 土, 全磷 0.33 ~ 0.40 g · kg⁻¹ 土, 速效钾 55.8 ~ 57.4 mg · kg⁻¹ 土; 每公顷度产新竹为 1.2 t 左右。

1.3 江西奉新县甘坊林场试验区

地处 114°08' E 和 28°08' N, 年平均气温 16 ~ 20 °C, 年平均降水量 2 119.1 mm 左右。土壤属花岗岩发育的山地红壤、黄红壤, 土层深厚, 一般在 100 cm 以上; 土壤 pH 4.7 ~ 5.4, 有机质含量为 22.78 ~ 85.41 g · kg⁻¹ 土, 速效氮 2.5 ~ 11.1 mg · kg⁻¹ 土, 速效磷 0.4 ~ 9.4 mg · kg⁻¹ 土, 速效钾 6.4 ~ 182.3 mg · kg⁻¹ 土。

2 研究方法

2.1 林地划分与经营措施

根据 3 个试验区的竹林立地条件和原竹林生长状况, 分为 I、II、III 3 类:

I 类: 山坡下部, 土壤层厚 50 cm 以上, 立竹密度为 3 000 ~ 4 500 株 · hm⁻² 的竹林;

II 类: 山坡中部土壤层厚 31 ~ 50 cm, 土壤肥力中等, 立竹密度 2 250 ~ 3 000 株 · hm⁻² 的竹林;

III 类: 山坡中上部土壤层厚 30 cm 以下, 土壤肥力较差, 立竹密度为 1 500 ~ 2 250 株 · hm⁻² 的竹林。

对 I、II、III 类林地的竹林, 除共同的经营措施, 如合理砍伐、留养小年竹、调整竹林结构、护林等以外, 分别施以 A、B、C、D 4 种经营措施^[2-5]:

A 示集约经营措施: 劈山、松土、每公顷施有机肥(青草或廐肥) 37.5 t, 第 1 年每公顷施尿素 450 kg, 第 2 年后每公顷施尿素 300 kg。每年将 1/3 新竹的去鞭 60 cm 处切断; 或在笋期选择生长健壮的竹笋, 将该笋的去鞭留 60 cm 处切断, 并及时挖去鞭上的退笋(不能成竹的早期笋)^[6]。

B 示中等经营管理措施: 劈山、松土, 每公顷施尿素 300 kg。

C 示一般经营管理措施: 即劈山后, 在立竹基部周围开沟施肥或在伐桩内打通节隔, 每公顷施尿素 150 kg^[5]。

D 示对照林: 劈山后不松土、不施肥。

2.2 试验设计和调查

2.2.1 试验设计 对浙江安吉、福建邵武、江西奉新三地试验区, 按 I、II、III 类立地和竹林生长状况, 分别以 A、B、C、D 4 种处理进行组合试验, 以随机区组设计, 每类立地处理重复 3 次, 每地试验林设 36 块标地(每块 400 m²), 共 108 块标准地。

2.2.2 试验调查 所有试验林及位于浙江安吉的纸浆模式示范林, 每年从 12 月至第 2 年 5 月, 专人管护冬笋和春笋, 调查试验林地的土壤、植被、立竹量及出笋数、退笋数和新竹眉围, 新竹产量根据浙江省供销社统一的毛竹眉围折算竹材标准质量, 计算产值。试验前调查新竹产量的数据为 1990 ~ 1991 年度的数据, 经 1992 ~ 1993 年度调整立竹密度所需试验范围后, 调查试

验后 1994~1995 年度所需的数据。同时把所得数据进行方差分析,检测各处理间的差异程度;最后筛选出竹材产量高、经济效益好的优良毛竹纸浆模式林。

3 结果与分析

3.1 毛竹纸浆试验林总生长情况

浙江安吉、福建邵武、江西奉新三地不同竹林状况的各类试验林,108 块标准地的试验资料经综合整理,毛竹纸浆试验林度平均新竹产量列于表 1。调查结果表明,三地试验点的新竹产量都有不同程度的增加,三地平均度新竹产量试验后是试验前的 1.63 倍,比对照林产量高出 30.0%,经 t 差异性测定达显著差异($t = 5.05 > t_{0.05} = 2.402$)。由于对照林(D 经营措施)同样经过劈山、合理砍伐、留养小年竹、调整竹林结构、护林等营林措施,因此,对照林试验后平均新竹度产量比试验前也有较大的增加(46%)。

表 1 毛竹纸浆试验林每度新竹平均产量

$t \cdot \text{hm}^{-2}$

项 目	试验前(1990~1991年)				试验后(1994~1995年)			
	安吉	邵武	奉新	平均	安吉	邵武	奉新	平均
试验林产量	19.10	13.51	18.63	17.08	23.45	25.73	34.84	28.01
对照林产量	17.79	11.40	15.11	14.77	18.12	17.19	29.35	21.55

注:试验林平均产量是指 A、B、C、D(对照林)4 种经营措施的平均产量。

3.2 不同经营管理水平对毛竹纸浆林竹材产量的影响

毛竹纸浆林的定向培育模式,是根据竹林所处环境的不同,要求合理利用生态资源和竹林资源,发挥其最大的经营效益。科学的经营管理措施,能改善竹林的生态环境,提高竹林林地的生产力,获得最大限度的经济效益。

在相同的立地条件下,采用 4 种经营措施进行试验,结果(表 2)表明,经营水平不同,竹林产量亦不同,效益也不同。不同经营水平的竹林产量也为 $A > B > C > D$ (对照)。各经营水平试验前后竹林产量平均增长率为 $A(71.7\%) > B(45.5\%) > C(41.3\%)$ 。由于奉新的试验林原为丰产林,立地条件较好,因此, D 经营水平试验前后竹林平均增长率较高,而安吉、邵武两地的平均增长率仅为 20.9%。经方差分析表明,经营水平对竹林产量的影响达极显著水平($F = 15.1 > F_{0.01} = 4.09$)。

表 2 不同经营水平对竹林新竹度产量的影响

$t \cdot \text{hm}^{-2}$

经营水平	试验前(1990~1991年)				试验后(1994~1995年)			
	安吉	邵武	奉新	平均	安吉	邵武	奉新	平均
A	24.15	13.80	18.63	18.86	32.30	24.54	40.31	32.38
B	21.41	18.35	18.94	19.57	25.68	23.75	35.99	28.47
C	18.02	11.50	21.78	17.10	17.70	21.08	33.71	24.16
D	17.80	11.40	15.11	14.77	18.12	17.19	29.35	21.55

注:表中数据为 、 、 3 类林地新竹产量的平均数。

3.3 立地条件和竹林生长状况对毛竹纸浆林竹材产量的影响

森林生态学家认为,不论是商品竹林还是公益竹林,不论竹林功能主导利用和产品属性如何,就经营效益而言,直接取决于竹林的状况和竹林所处的环境条件,而定向培育技术的实施是通过作用于竹林的生长状况和环境来影响效益的^[7]。因此,毛竹纸浆林丰产的基本条件是竹

林的生长状况和环境条件。环境条件是由于经度、纬度、海拔、地形、土壤和气候等的变化, 构成了不同生态因子组合, 谓之立地条件。在同样的经营管理条件下, 毛竹林生长的好坏, 生产力的高低, 主要取决于毛竹林生长的立地质量和竹林原生长状况(即立竹密度)。

在相同管理经营水平下, 三地试验点 3 类不同立地条件的毛竹纸浆林的试验结果如表 3。立地条件不同, 纸浆毛竹林的生产量不同。浙江安吉、福建邵武、江西奉新三地合计的度平均竹林产量, 试验后 类立地为 $33.16 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$, 类立地 $28.96 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$, 类立地 $24.50 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$, 即 $> >$; 分别从各个试验点看, 都得到相同的试验结果。经方差分析表明, 不同立地类型对竹林生产力的影响差异极显著($F = 12.2 > F_{0.01} = 3.08$)。由于浙江安吉、福建邵武、江西奉新三地的原有竹林生产状况及环境条件不同, 原有的竹林经营基础和立地条件江西奉新好于浙江安吉和福建邵武, 从表 4 可以看出, 相同经营措施下, 其度产新竹产量由高到低依次为: 江西奉新、浙江安吉、福建邵武。

表 3 不同立地条件和竹林生长状况下的新竹度产量 $\text{t} \cdot \text{hm}^{-2}$

立地类型	试验前(1990~1991年)				试验后(1994~1995年)			
	安吉	邵武	奉新	平均	安吉	邵武	奉新	平均
	26.21	14.20	22.82	21.08	30.10	27.52	41.85	33.16
	20.68	12.24	17.40	16.77	28.42	26.07	32.38	29.96
	19.68	14.87	15.76	16.77	23.16	18.79	31.54	24.50

注: 表中数据为 4 种不同经营水平竹林的平均新竹度产量。

竹林状况的差异和立地质量不同对毛竹纸浆林生产力的影响不同。从以下表 5 试验结果表明, 无论 A 经营措施还是 B、C 经营措施, 立竹密度经调整后的试验林, 其新竹度产量均依次为 类林地、类林地、类林地。

因此, 欲使毛竹纸浆林丰产, 必须有一个合理的群体结构, 为竹林产量的提高和产品品质的改善提供更多的养分和更佳的空间。为此, 要重视留养小年竹, 改造大小年, 合理挖早期笋并进行笋期切鞭, 建立多鞭系统的“花年”竹林, 保留 1~3 年生竹, 砍伐 4~5 年生竹, 在林中空地应适当留养 5~6 年生竹, 使立竹分布均匀。

3.4 经营措施与立地质量及竹林生长状况两因素的交互作用

从以上分析结果表明, 经营措施不同, 竹林生产力不同; 竹林生长状况及环境条件不同, 竹林生产力也不同。将试验地点(S)、经营水平(M)与竹林生长状况及环境条件(L)三因素交互作用时, 以试验后的度新竹平均产量进行差异显著性分析(如表 4)表明, 试验地点(S)、经营水

表 4 方差分析结果

项 目	自由度	离差平方和	均 方	F 值	F_{α}
试验地点(S)	2	14 742 500	7 371 230	49.280 8	$F_{0.01} = 4.93$
立地类型(L/S)	6	4 302 790	1 824 526	12.197 9	$F_{0.01} = 3.08$
经营水平(M)	3	6 778 420	2 259 470	15.105 8	$F_{0.01} = 4.09$
S × M	6	1 022 650	170 441.1	1.139 5	$F_{0.10} = 2.38$
L/S × M	6	1 070 090	178 348.2	1.192 4	$F_{0.10} = 2.38$
机 误	71	10 619 900	149 576.1		
合 计	94	28 978 440			

注: S 为试验地点, M 为经营水平, L 为立地质量。

平(M)因素差异极显著, 试验地点内竹林生长状况及环境条件(L)因素差异亦极显著; 但 $S \times M$ 和 $L/S \times M$ 交互作用差异都不显著。这是因为试验林由于经营措施的实施和立竹密度的调整, 经营措施对试验地点与竹林生长状况及环境条件的进一步影响就较小, 竹林生长状况及环境条件相应已得到改善。

表5表示经营水平与竹林状况对新竹度产量的综合影响结果。从表5也可以看出在A类和B类林地立竹密度经调整试验后的新竹度产量也为A经营措施>B经营措施>C经营措施>D经营措施, 这是因为A类和B类林地其立竹密度较大, 竹林的生长, 实现高产需消耗较多的无机养分, 原有的土壤养分已不能满足竹林生长的需要, 因此, 需要通过集约经营措施提高土壤的肥力, 来满足新竹生长对土壤养分的需要。在C类林地各经营措施试验后的新竹度产量差别不大, 这主要因为C类林地的立地条件较差, 立竹密度较低, 无法充分利用光合作用来制造足够的养分满足新竹生长的需要, 对土壤肥力的要求相对较低, 因此, 各经营水平对该类林地的新竹产量影响不大。

表5 经营水平与竹林状况对新竹度产量的影响

 $t \cdot \text{hm}^{-2}$

立地类型	立竹密度 /株· hm^{-2}	经营水平							
		A		B		C		D	
		试验前	试验后	试验前	试验后	试验前	试验后	试验前	试验后
3 000 ~ 4 500		13.26	30.48	14.26	27.35	14.34	24.85	19.55	22.61
2 250 ~ 3 000		15.00	24.48	9.98	22.64	11.63	21.46	11.85	17.08
< 2 250		13.05	17.02	13.57	17.48	8.54	16.54	10.59	12.93

注: 浙江安吉、福建邵武两地的试验数据。

3.5 毛竹纸浆林丰产模式示范林经营效益分析

通过在安吉建立 20 hm^2 毛竹纸浆丰产模式示范林的实践, 结果(表6)表明: 在A、B类立地竹林, 采用集约经营A措施的示范林(2 hm^2), 新竹度均产量达 $32.66 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$, 比试验前增产 $8.51 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$; 采取中等经营B措施的示范林(4 hm^2)平均度产新竹 $25.85 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$, 比试验前 $21.41 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ 增产 $4.44 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$, 其增产增收都达到显著性差异。增产趋势与奉新和邵武两地试验一样, 表明所采取的分类经营措施是可行的, 也可以说大规模的生产实践证实了提出的模式林已可在全国推广应用。

表6 安吉县马吉村毛竹纸浆丰产模式林经济效益分析(1992~1995年)

处理	立地类型	竹林收入		竹笋收入		抚育管理支出/元· hm^{-2}						总收入 /元	净收入 /元	投入产出比	
		度均产量 / $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$	度均产值 /元· hm^{-2}	度均产量 / $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$	度均产值 /元· hm^{-2}	劈山	松土	肥料	挖笋	砍竹	护林及其它				合计
集约经营A		31 140	16 190	3 000	7 500	300	750	3 030	300	450	300	5 130	23 690	18 560	1 4.62
		34 170	17 770	2 520	3 750	300	750	3 030	252	450	300	5 082	21 520	16 438	1 4.23
		31 500	16 380	750	600	300	750	2 810	75	450	300	4 685	16 980	12 295	1 3.62
中等经营B		29 060	15 120	1 500	4 800	300	750	560	150	450	300	2 510	19 920	17 410	1 7.94
		22 640	11 780	900	2 880	300	750	560	90	450	300	2 450	14 660	12 210	1 5.98
一般经营C		25 330	13 180	750	1 450	300	750	560	75	450	300	2 435	14 630	12 195	1 6.01
对照D		17 700	9 210	600	900	300		420	60	450	300	1 530	10 110	8 580	1 6.61
		12 610	6 560	450	600	300			45	600	300	1 545	7 160	5 615	1 4.63

注: (1) 竹材按1995年 $0.52 \text{元} \cdot \text{kg}^{-1}$, 笋在4月3日前按 $3.2 \text{元} \cdot \text{kg}^{-1}$, 后 $1 \text{元} \cdot \text{kg}^{-1}$ (每年有变动)计算; (2) 肥料栏内包括每公顷150元施肥工资。尿素在施肥时按 $1.4 \text{元} \cdot \text{kg}^{-1}$ 计算; (3) 有机肥、猪栏肥按当年价计算(1992年为 $100 \text{元} \cdot \text{t}^{-1}$, 1995年为 $200 \text{元} \cdot \text{t}^{-1}$)。

毛竹纸浆丰产模式示范林的经济效益分析表明(见表6),从投入产出比和净收入看,无论是采用A经营水平,还是B经营水平,类林地>类林地>类林地。虽然投入产出比经营水平C≅经营水平B>经营水平A,但从净收入看,经营水平A>经营水平B>经营水平C。这是因为资金投入少,竹林经济效益对林地质量和竹林状况的依赖程度增加,在同一林地条件下,竹林的经济效益对资金投入的依赖程度增加。从表6也可以看出类和类林地条件的竹林采用A或B经营水平的净收入明显高于采用C经营水平的净收入;在立地条件较差、不便于管理的类竹林采用A经营水平的净收入与采用B经营水平相比,没有明显的增加,但C经营水平的收入明显要高于D经营水平的收入。

因此,从以上分析表明,为了更好更合理地利用资金,在有限的土地上获取更高的收益,应对毛竹纸浆林采取因地制宜、分类经营的经营模式,即类林地条件的竹林宜采用A经营水平;对类林地条件的竹林宜采用A或B经营水平;对类林地条件的竹林则宜采用C经营水平(一般经营水平)。

4 小 结

(1) 毛竹纸浆林的生产力主要取决于竹林状况、环境条件和科学的管理水平。

(2) 竹林环境条件(立地条件)关系到竹林经营效益的发挥,关系到经营管理措施的制定和实施。试验结果表明,竹林立地质量和竹林状况不同,毛竹纸浆林的生产力有很大差异,其生产力为类>类>类。合理的经营措施可改善土壤等立地质量和竹林状况。

(3) 科学经营管理竹林是获得最优经济效益所必须采用的手段。试验结果表明,经营管理水平不同,竹林的生产力不同,其生产力大小依次为A(集约经营)、B(中等经营)、C(一般经营)、D(粗放经营)。

(4) 为了获取更大的竹林经营效益,还必须采用因地制宜、分类经营的办法。在立地质量较好、经营水平较高的、类竹林,宜采用集约经营模式(A),中等经营模式(B)则适合于类立地条件的竹林。反之,在山坡中上部立地质量较差、经营管理不方便的地方,则宜采用一般经营模式C。

参 考 文 献

- 1 龚跃乾, 龚士干. 江苏主要竹种竹材的纤维形态和物理力学性质的研究. 竹类研究, 1991(2): 31~43.
- 2 Shi Quantai, Wang Yongxi, Bian Raorong, et al. Study on the application of chemical fertilizer to the timber and paper-pulp stand of *Phyllostachys pubescens*. Recent Research on Bamboos Producing of the International Bamboo Workshop, Hangzhou, People's Republic of China, Oct. 6~14, 1985.
- 3 洪顺山. 毛竹配方施肥研究初报. 竹子研究汇刊, 1987, 6(1): 35~41.
- 4 石全太, 萧江华. 毛竹低产林改造技术. 见: 中国农业年鉴编辑委员会编. 中国农业年鉴. 1983. 北京: 农业出版社, 1984. 249.
- 5 石全太, 卞尧荣. 竹伐桩内施化肥的研究. 竹子研究汇刊, 1987, 6(1): 24~34.
- 6 石全太, 卞尧荣, 孙受素. 毛竹林大小年改“均年”的技术措施研究. 竹子研究汇刊, 1993, 12(2): 22~27.
- 7 萧江华. 竹林分类经营与定向培育. 林业科技开发, 1997(1): 8~10.

The Effect of Silvicultural Management on the Production of Moso Bamboo Plantations for Pulp-making

*Yang Xiaosheng*¹⁾ *Shi Quantai*¹⁾ *Huang Yanchuan*²⁾

*Liang Wenyan*³⁾ *Lin Yangfeng*³⁾

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

2) Jiangxi Forestry Techniques Extension Station, 330046, Nanchang, Jiangxi, China;

3) Fujian Shaowu Forestry Committee, 354000, Shaowu, Fujian, China)

Abstract A series of tests for pulp-making in the moso bamboo stands were conducted systematically in Anji County of Zhejiang Province, Shaowu County of Fujian Province and Fengxin County of Jiangxi Province, and practice was put into by establishing 20 hm² high-yield model stand of moso bamboo for pulp-making. The results show that the productivity of moso bamboo stands are decided by habitat and scientific management, and has significant difference due to different management, site quality or different original bamboo stands state. A bamboo forest which is in an undesirable state in poor site can be guided toward the establishment of an ideal of normal state with technical measures such as loosening soil, fertilization, reasonable cutting, adjusting stands structure and so on. This paper also put forward the management model of moso bamboo stands for pulp-making by suiting measures to local conditions and classifying management to improve the economic effect, i. e. it is desirable model to take A measure of intensive management in class I site for 30 ~ 40 t · hm⁻² high yield culms per on- and off-year, A or B measure of intensive management in class II site for about 25 t · hm⁻² moderate yield culms and C measure in class III site for about 18 t · hm⁻² yield culms.

Key words moso bamboo stands for pulp-making; stand structure; site classification management; economic effect