

# 湿地松短周期纸浆林集约栽培技术\*

徐有明 高方彬

(华中农业大学林学系, 武汉 430070)

蒋彪

(湖北省当阳市郭家场林场)

蔡善银

(湖北省枝江市林业局)

洪信谱

(华中农业大学林学系)

**摘要** 从立地选择、整地方式、苗木质量、施肥方式、林分初植密度和抚育管理等方面对湿地松短周期纸浆林集约栽培技术措施进行了比较研究。结果表明:初植密度  $2\ 500$ 株 $\cdot$ hm $^{-2}$  ( $2.0\text{ m}\times 2.0\text{ m}$ )和  $3\ 334$ 株 $\cdot$ hm $^{-2}$  ( $2.0\text{ m}\times 1.5\text{ m}$ )的林分采取集约经营管理,在9~10年生时,林分生长量可达  $11.19\sim 12.31\text{ m}^3\cdot\text{hm}^{-2}$ ,超过了我国“八五”攻关项目中南方集体林区短周期纸浆林培育年生长量  $10.5\text{ m}^3\cdot\text{hm}^{-2}$ 这一考核目标。

**关键词** 湿地松; 轮伐期; 纸浆林; 栽培; 集约经营

**中图分类号** S725

湿地松 (*Pinus elliottii*) 适应性强, 早期生长快, 树干通直, 材质好, 已成为亚热带地区木浆造纸主要栽培树种之一<sup>[1~4]</sup>。我国从30年代开始引种, 80年代初期全国大规模的种源试验与推广<sup>[2]</sup>, 1988年湿地松人工林面积已达  $1\ 807$ 万 hm $^2$ <sup>[4]</sup>。“八五”期间我国将湿地松列为短周期纸浆用材主要栽培树种之一<sup>[3]</sup>, 南方各省正在积极开展湿地松纸浆林的定向培育研究。

湿地松的早期速生特性对营造短周期纸浆林来说是个极为有利条件, 但要达到速生丰产优质必须采取科学的营林培育技术。为此, 课题组于1990年冬在科技推广示范区内营造  $26\text{ hm}^2$  试验林, 并结合“七五”期间“丘陵岗地湿地松速生丰产技术的研究”项目所营造的  $15\text{ hm}^2$  试验林, 开展湿地松短周期纸浆林定向培育技术的研究, 为大面积营造纸浆林提供科学依据。

## 1 研究方法

试验地设在湖北省枝江市林科所、当阳市郭家场林场和江陵县红旗林场, 地理坐标在  $30^{\circ}16'\sim 30^{\circ}41'N$ ,  $112^{\circ}24'\sim 112^{\circ}45'E$  之间, 属北亚热带季风气候区。试验林相对集中, 林地为坡

收稿日期: 1997-11-04; 修回日期: 1998-02-15

\* 湖北省“八五”重点攻关资助项目

第1作者简介: 徐有明, 男, 1963年生, 副教授, 硕士

度小于  $10^\circ$  的岗地, 海拔 30~ 225 m 林地土壤主要为第 4 纪粘土发育而成的黄棕壤, pH 值 5.1~ 6.2, 质地粘重 年均气温  $15\sim 16^\circ\text{C}$ , 年降水量 1 032.7 mm, 且集中在夏季。1986 年和 1990 年冬季造林的初植密度有  $1.5\text{ m}\times 1.5\text{ m}$ ,  $1.5\text{ m}\times 2.0\text{ m}$ ,  $2.0\text{ m}\times 2.0\text{ m}$ ,  $2.0\text{ m}\times 3.0\text{ m}$ ,  $3.0\text{ m}\times 3.0\text{ m}$  和  $3.0\text{ m}\times 4.0\text{ m}$  等 6 种。各种处理措施采用随机区组设计方法和相同的初植密度林分进行试验。1993 年 3 月采用样方面积为  $400\text{ m}^2$  的标准地法测量地径、树高和冠幅等因子, 确定苗木质量、整地方式、抚育间伐、施肥等措施对幼林生长的影响。1995 年秋末, 设置面积为  $666.7\text{ m}^2$  的标准地, 每木检尺后伐取标准木计算材积, 研究初植密度与林木生长量间的关系。

## 2 研究结果

### 2.1 造林地的选择

表 1 为当阳市 5 个国有林场不同林地土壤厚度和郭家场林场同一岗地不同部位湿地松初植密度均为  $1\ 665\text{ 株}\cdot\text{hm}^{-2}$  林分间生长量的比较。8 年生时林分平均树高、胸径和材积分别是土壤厚度 30 cm 的林分的 2.17 倍、2.03 倍和 8.25 倍, 每公顷年生长量也较土层厚度为 30 cm 的林分大 7.25 倍。对于同一岗地不同部位 14 a 的林分来说, 岗脊土层薄, 其林分生长量最差;

表 1 不同林地土壤厚度和同一岗地不同部位湿地松林分生长量的比较

Table 1 Effects of soil thickness and different positions of the same hill on slash pine increment

影 响 因 子	土壤厚度 /cm				岗地不同部位		
	80	70	50	30	岗脊	中部	下部
林龄 /a	8	8	8	8	14	14	14
林分密度 /株 $\cdot\text{hm}^{-2}$	1 665	1 665	1 665	1 665	916	916	916
树高 /m	7.20	7.55	6.61	3.42	7.95	10.60	12.00
胸径 /cm	13.20	11.80	11.40	6.50	13.20	16.80	18.30
材积 / $\text{m}^3$	0.050 7	0.047 5	0.039 4	0.006 1	0.058 2	0.112 5	0.179 1
年生长量 / $\text{m}^3\cdot\text{hm}^{-2}$	10.545 7	9.879 2	8.193 8	1.277 9	3.806 0	7.360 7	10.935 8

说明: 不同坡位的林分在 8 年生时间伐 1 次, 间伐材积  $36\text{ m}^3\cdot\text{hm}^{-2}$

岗地中下部位土层较为深厚, 其林分生长较好。岗地不同部位林分间比较, 岗地下部林分树高、胸径、材积分别较岗脊部位林分大 50.4%、38.64% 和 208%。可见选择适宜的造林地是充分利用湿地松这个树种早期速生特性的物质基础。尽管在土壤瘠薄的地方湿地松也能生长, 但其生长缓慢, 不可能达到速生丰产之目标。根据林业部制定的国家“八五”攻关项目中考核目标: 南方集体林区短周期 (7~ 15 a) 纸浆林年生长量  $10.5\text{ m}^3\cdot\text{hm}^{-2}$ 。对照表 1 土壤厚度大于 70 cm 的 8 年生林分年生长量为  $9.88\sim 10.54\text{ m}^3\cdot\text{hm}^{-2}$ , 同一岗地中下部位 14 年生的林分年生长量为  $9.93\sim 13.5\text{ m}^3\cdot\text{hm}^{-2}$  (包括间伐材), 平均计算均可达到上述考核目标。因此湿地松短周期纸浆林培育经营应选择土层深厚的立地造林, 土层浅薄之地只能营造一般用材林。

### 2.2 全垦细致整地, 大穴造林

枝江、当阳、江陵等县(市)湿地松林地土壤粘重板结, 排水困难, 易形成渍水层<sup>[6]</sup>, 林中凹地尤为严重。这对湿地松根系生长发育和深扎极为不利。因此造林前细致整地, 将凹凸

不平的岗地用推土机推成一定的斜坡利于排水,再全垦疏松土壤,为湿地松幼林的生长创造良好的根系环境 表 2中研究结果表明全垦大穴(80 cm×80 cm×70 cm)造林,林地土壤容

表 2 整地方式对土壤结构、幼林生长的影响

Table 2 Effects of site preparation on soil structure and growth of 3-year-old trees

整地方式	土壤容重 /g·m <sup>-3</sup>	孔隙度 /%	土壤结构	地径 /cm	树高 /m
全垦大穴	1.36	56	团粒状	3.31	0.86
穴 垦	1.60	42	棱柱状	2.10	0.71

重减小,结构为团粒状,总孔隙度明显增大。3年生的幼林(2 500株·hm<sup>-2</sup>)林木地径、树高较穴垦(20 cm×20 cm×20 cm)的幼林大 57.1%和 21.1%,按材积指数( $d^2 \cdot h$ )计算全垦林地较穴垦的大 2.13倍,即使按简单的保守推算( $d\% + h\%$ )全垦林分生长量较穴垦的林分多获 78.4%以上的增益。

### 2.3 合理施肥

林地施肥是林木速生丰产的重要环节,但施肥方式不同其效果明显不同。表 3中随机区组设计的 4种施肥方式,幼林(2 500株·hm<sup>-2</sup>)间苗木地径、树高、冠幅等性状存在着显著的差异( $F > F_{0.05} = 4.38$ ),施基肥(磷肥 6 000 g·株<sup>-1</sup>)再施追肥(尿素 60 g·株<sup>-1</sup>),单施基肥(磷肥 600 g·株<sup>-1</sup>)的效果均优于单施追肥(尿素 60 g·株<sup>-1</sup>),单施追肥好于不施肥(对照)的幼林,并且追肥有利于树高生长。在方差分析的基础上进行邓肯检验,结果表

表 3 施肥方式对湿地松幼林生长的影响

Table 3 Effects of manuring methods on growth of 3-year-old trees

施肥方法	地径 /cm	树高 /m	树冠 /m
单施基肥	5.30 (147)	1.25 (114)	0.82 (124)
施基肥与追肥	5.60 (156)	1.47 (134)	0.90 (136)
单施追肥	4.50 (125)	1.36 (124)	0.76 (115)
对 照	3.60 (100)	1.10 (100)	0.66 (100)
F 值	20.25*	13.0*	19.9*

说明: 括号中的数据是与对照相比的百分率

明施基肥后再施追肥与单施基肥之间冠幅、地径差异不显著,仅树高间有一定的差异,其余各处理间地径、树高与冠幅均有显著的差异。这说明了施基肥(过磷酸钙)有利于地径和冠幅的生长,施追肥(尿素)有利于树高生长。因此湿地松短周期纸浆林造林时应强调多施基肥,经济基础较好,人力资源丰富的国有、集体林场可以考虑在施基肥的基础上再施追肥。仅计算单施基肥一项,幼林地生长量方面的增益将比不施肥对照试验林大 61.0%,可见这笔早期投资的效益可观。

### 2.4 精心育苗,壮苗造林

表 4为苗木质量等级对幼林林木生长量、成活率和对中龄林林分生长量影响的研究结果。幼林阶段(2 500株·hm<sup>-2</sup>),I级苗木(1年生地径>0.50 cm,苗高>30 cm)较III级苗(1年生地径<0.35 cm,高<25 cm)造林的成活率高 22%。3年生幼林树高、地径和冠幅等

表 4 苗木质量等级对幼林 中龄林林木生长量的影响

Table 4 Effects of seedling grades on increment of juvenile and half-mature trees

苗木等级	3 年 生 幼 林				9 年 生 中 龄 林		
	树高 /m	地径 /cm	冠幅 /m	成活率 %	树高 /m	胸径 /cm	蓄积量 /m <sup>3</sup> ·hm <sup>-2</sup>
I	1.21 (141)	5.5 (162)	1.06 (141)	92	7.33 (120)	13.2 (118)	92.7 (158.4)
II					6.60 (108)	11.4 (102)	65.5 (112.0)
III	0.86 (100)	3.4 (100)	0.75 (100)	70	6.11 (100)	11.2 (100)	58.5 (100)

说明: 括号中数据是与Ⅲ级苗相比的百分率

性状指标较Ⅲ级苗造林的林地高 41% , 62%和 41% , 并且I 级苗造林的幼林表现出旺盛的生长势。9年生的近中龄林阶段 (1 665株·hm<sup>-2</sup>), I 级苗造林的林分仍较Ⅲ级苗造林的林分树高、胸径和蓄积分别高 20% , 18%和 58.4%。可见壮苗造林是成功地营造短周期纸浆林的关键技术之一。因此造林时应在把好苗圃关的同时, 应尽可能选择根系发达、粗壮的I 级苗造林。苗木应带土上山, 裸根苗应打上泥浆, 当天起苗当天栽完, 穴坑为 80 cm× 80 cm× 70 cm, 要求表土先填, 根系舒展, 造林成活率可达 92% 以上

## 2.5 造林密度

造林密度不仅直接影响到未来林分良好群体结构的形成, 而且决定着林分内个体发育进程和林分群体生长特性<sup>[5]</sup>。纸浆林培育主要追求林分群体最大的干材生物量, 选择合理的造林密度是达到速生、丰产、优质和高效这一经营目标的主要手段之一。对不同密度的 9年生湿地松林分生长分析可知 (表 5), 初植密度与林分平均树高、胸径、单株材积成反比, 密度越

表 5 湿地松林分初植密度与生长量间的关系

Table 5 Relationships between afforestation densities and stand increment

造林密度 株·hm <sup>-2</sup>	林龄 /a	树高 /m	胸径 /cm	单株材积 /m <sup>3</sup>	林分蓄积量 /m <sup>3</sup> ·hm <sup>-2</sup>	年生长量 /m <sup>3</sup> ·hm <sup>-2</sup>
3 334 (2.0 m× 1.5 m)	9	6.45	11.2	0.030 22	100.742 3	11.193 6
2 500 (2.0 m× 2.0 m)	9	6.86	11.7	0.044 30	110.751 2	12.305 7
1 665 (2.0 m× 3.0 m)	9	7.33	13.2	0.055 67	92.698 6	10.299 8
1 111 (3.0 m× 3.0 m)	9	7.68	14.8	0.077 24	85.819 1	9.534 6
833 (3.0 m× 4.0 m)	9	8.02	15.8	0.091 14	75.923 6	8.436 0

小, 其平均树高、胸径和单株材积生长量越大。但从林分蓄积量看, 密度较大的林分其蓄积量显著大于密度较小的林分, 如密度为 3 334株·hm<sup>-2</sup>和 2 500株·hm<sup>-2</sup> 2种林分 9年生时蓄积量分别是 833株·hm<sup>-2</sup>林分的 132.7%和 145.0%。根据南方集体林区纸浆林考核指标 (10.5 m<sup>3</sup>·hm<sup>-2</sup>·a<sup>-1</sup>), 1 665株·hm<sup>-2</sup>, 2 500株·hm<sup>-2</sup>和 3 334株·hm<sup>-2</sup> 3种初植密度的林分在 9年生时均接近或超过这一指标, 相比较而言初植密度 2 500株·hm<sup>-2</sup>的林分年均生长量最大 (12.31 m<sup>3</sup>·hm<sup>-2</sup>), 因此就湿地松短周期纸浆林 10~ 15年主伐利用, 其初植密度应以 3 334株·hm<sup>-2</sup>, 2 500株·hm<sup>-2</sup> 2种为主, 株行距大于 2 m× 3 m的初植密度不宜提倡

## 2.6 实行林农间作, 加强抚育管理

初植密度为 3 334株·hm<sup>-2</sup>, 2 500株·hm<sup>-2</sup>和 1 665株·hm<sup>-2</sup>的湿地松林地 4 a后才全部郁闭, 3年生幼林单株冠幅一般在 70~ 90 cm之间, 因此郁闭前林地上没有利用的空间较

大,阳光充足,杂草较多。此阶段前实行林农间作(矮秆作物),以耕代抚,不仅消除了杂草与苗木争夺水分、养分与光照的危害,而且通过间种作物施肥、翻垦土壤,降低了土壤的粘性,有利于苗木根系向四周扩展和深扎,最终促进了苗木生长。表6中不同间作试验表明间作与不间作的幼林树高、地径等生长量间存在着显著的差异( $F_{地径} = 64.52, F_{树高} = 41.97, F_{0.05} = 5.94$ )。每年间作1次和间作2次的幼林地径较不间作的对照区分别大31.6%和52.6%,树

表6 合理间作对林地土壤性状和幼树生长的影响

Table 6 Effects of alternation of trees and crops on soil properties and juvenile tree growth

间作次数	土壤容重 / $g \cdot cm^{-3}$	土壤结构	孔隙度 /%	地径 /cm	树高 /m
每年1次	1.45	团粒状	50	5.0	1.31
每年2次	1.26	团粒状	58	5.8	1.47
不间作	1.60	棱柱状	42	3.8	1.11

高也分别高18.0%和32.4%。间作的林地土壤容重明显降低,土壤结构由不间作的棱柱状变为间作后的团粒状,并且土壤孔隙度明显增大。此外林农通过间作可取得可观的早期收入(前3a平均纯收入为1800元 $\cdot hm^{-2}$ ),达到以短养长的目的,促进林业持续发展。因此土壤质地粘重的林地,早期合理间作值得提倡。

### 3 讨论

湿地松造林4~5a后林分开始郁闭。尽管其属于强阳性树种,本身自然整枝特性较强,但其幼树枝桠多,生长旺盛,为了改善干形,促进树高生长,人工修枝是必要的,可修剪濒死枝、竞争枝、多头丛枝等。修枝不宜过度以保证树冠长度为树高的2/3为宜。

初植密度较大的林分郁闭后,林木个体之间竞争开始出现。现实林分解析结果表明,株行距 $2.0 m \times 2.0 m$  ( $2500株 \cdot hm^{-2}$ )的林分7~8a时胸径平均生长量与连年生长量曲线相交,理论上此阶段应该实施间伐。由于湿地松纸浆林短轮伐期仅10~15a,对于株行距小于 $2.0 m \times 3.0 m$ 的林分,着重培育纸浆用材,采伐前可不实行间伐,10~15a可直接采伐利用。对于纸浆材与建筑材培育相结合的林分,在8年生可实行间伐1次,间伐强度为45%~50%,将株行距 $2.0 m \times 1.5 m$ ,  $2.0 m \times 2.0 m$  2种林分改造成 $2.0 m \times 3.0 m$ ,  $2.0 m \times 4.0 m$ ,延长轮伐期,培育中径材。

湖北省中部丘陵岗地湿地松纯林曾发生过小面积的枯梢病、松毛虫危害,尽管危害较轻但不能掉以轻心,尤其是大面积成片的纸浆林基地建立后应密切监控病虫害的发生,做到防患于未然。

### 4 结论

通过5~10a的研究,总结出鄂中丘陵岗地湿地松短周期纸浆林培育的主要技术要点。

4.1 选择土壤深厚的立地营造短周期纸浆林,采用株行距 $1.5 m \times 2.0 m$ ,  $2.0 m \times 2.0 m$  或  $2.0 m \times 3.0 m$ 的造林初植密度,林分在8~9a时生长量可达到湿地松纸浆林考核目标 ( $10.5 m^3 \cdot hm^{-2} \cdot a^{-1}$ )。

4.2 造林前细致整地是成功营造纸浆林的重要措施之一。全垦大穴造林不仅改善了土壤特性,而且幼树树高和地径生长量较穴垦高 27.1% 和 57.8%。

4.3 精心育苗。壮苗造林是湿地松纸浆林速生丰产的基础。采用I级苗造林,成活率比III级苗高 22%。3年生I级苗造林的幼树平均树高、地径较III级苗造林的幼树林分高 41% 和 61%; I级苗造林的9年生林分比III级苗造林的林分蓄积量高 58.4%。

4.4 施足基肥有利于改善林地土壤营养状况,促进幼林生长。施足基肥的幼林地径和树高较不施肥的对照区高 47.0% 和 14.0%。

4.5 湿地松短周期纸浆林造林密度以 3 334 株 $\cdot$ hm $^{-2}$  (2.0 m $\times$  1.5 m) 和 2 500 株 $\cdot$ hm $^{-2}$  (2.0 m $\times$  2.0 m) 为宜,这2种密度的林分集约经营,9年生时林分生长量较大,可达到或超过我国南方集体林区纸浆林经营目标 (10.5 m $^3$  $\cdot$ hm $^{-2}$  $\cdot$ a $^{-1}$ )

4.6 实行林农间作,以耕代抚,既可增加林地收入又可改良土壤结构,促进幼林生长。幼林郁闭前每年以矮秆作物合理间作2次,其幼树平均树高和地径较不间作的林地高 18.0% 和 34.2%。

4.7 适时修枝,加强护林管理,防治病虫害,这也是纸浆林培育的必要措施

## 参 考 文 献

- 1 潘志刚,游应天编著. 湿地松、火炬松、加勒比松引种栽培. 北京: 北京科学技术出版社, 1991. 1~ 42
- 2 潘志刚主编. 湿地松、火炬松种源试验研究. 北京: 北京科学技术出版社, 1992. 1~ 29
- 3 徐有明,沈明璋,文家友等. 湿地松纸浆材材性变异的研究. 华中农业大学学报, 1993, 12 (2): 147~ 153
- 4 朱志淞,丁衍崎. 湿地松. 广州: 广东科技出版社, 1993. 1~ 2
- 5 孙时轩主编. 造林学. 北京: 中国林业出版社, 1992. 165~ 175
- 6 周志翔,高方彬,洪信谱等. 鄂中丘陵岗地湿地松前期生长影响因子分析. 华中农业大学学报, 1995, 14 (2): 195~ 198

Xu Youming (Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, PRC), Gao Fangbing, Jiang Biao, Cai Shanyin, and Hong Xinpu. **Silvicultural techniques of slash pine pulp plantation under short rotation.** *Journal of Zhejiang Forestry College*, 1997, 15 (2): 116~ 121

**Abstract** The study was done in site selection, land preparation, seedling grades, fertilization methods, afforestation density and rotation of forest and crop, etc. The results showed that the annual volume increments of two stands, which were at 9~ 10 years old and with a afforestation density of 2 500 stalks per hectare (2.0 m $\times$  2.0 m) and 3 334 stalks per hectare (2.0 m $\times$  1.5 m) respectively, could reached 11.19~ 12.31 m $^3$  $\cdot$ hm $^{-2}$ . The values are greater than the criterion (10.5 m $^3$  $\cdot$ hm $^{-2}$  $\cdot$ a $^{-1}$ ) of planting pulp plantation with short rotation in southern collective forest area stipulated in National Key Technologies during the eighth five-year plan.

**Key words** slash pine (*Pinus elliottii*); rotation; pulp plantation; cropping; intensive management