

文章编号: 100F 1498(2002) 04 0463 06

滨海沙地湿地松与木麻黄混交林 构建和调控技术研究

叶功富

(福建省林业科学研究院, 福建 福州 350012)

摘要: 自 1992 年以来, 在福建省东山县赤山林场滨海沙地, 在湿地松、木麻黄混交林营造的基础上, 采用行状疏伐法对其种间关系和树种结构比例进行调控试验。混交林经调控 1 a 后, 通过 2 个树种树高、胸径、单株材积等年生长率的变化分析, 提出调控后形成新的混交方式应为: 木麻黄行数应控制在 2—3 行之内, 而湿地松行数应增至 3 行以上带状混交配置模式, 以形成树种间交界行宽行距和树种内窄株距的宽行窄株混交配置模式, 对种间关系和林木生长比较有利。这种混交林种间调控方法对海岸带多树种混交林种间关系调整具有较大的应用价值。

关键词: 滨海沙地; 木麻黄; 湿地松; 混交林; 调控技术

中图分类号: S725.5 S728.6

文献标识码: A

木麻黄(*Casuarina equisetifolia* L.) 为我国东南沿海防护林的主要树种, 具有结瘤固 N 能力, 生长速率较快, 在抵御风沙危害、改善生态环境中发挥了突出作用。但由木麻黄单一树种构成的防护林带结构简单, 对环境的适应能力较差, 林分稳定性下降, 病虫害时有发生, 部分林地土壤出现地力衰退, 出现更新造林困难现象^[1-2]。为了克服木麻黄纯林的弊端, 自 1992 年以来, 在闽南海滨沙地进行湿地松(*Pinus elliottii* Engelm) 与木麻黄混交林营造试验^[3], 并开展混交林种间关系调控技术研究, 以期改善防护林结构, 增加防护林树种多样性和景观多样性, 增强林带稳定性和防护功能, 保持林带防护功能连续性, 达到林地持续利用的目标。

1 试验地概况

试验地位于东山县赤山林场, 地理位置 117°23' E, 23°35' N, 属南亚热带海洋性季风气候, 年均气温 20.7 °C, 极端最高、最低气温分别为 36.6 °C 和 3.6 °C; 年平均降水量 945.3 mm, 蒸发量 2 056.7 mm。雨季主要为春夏季, 8、9 月常为降雨高峰期, 多台风暴雨, 日降雨量最高可达 200 mm, 季节性降水量约占全年 60%, 秋冬季为旱季, 长达 5—6 个月, 干旱少雨、多东北风, 每年 8 级以上大风日数约 100 d, 大风挟带盐雾及沙粒移动。土壤为红壤性风积沙土, 表层沙土厚 20—50 cm, 底土为砖红壤, 水肥条件差。沙地植被稀少, 常见有厚藤、老鼠刺(*Berberis julianae* Schneid.)、单叶蔓荆(*Vitex trifolia* Linn. var. *simplicifolia* Cham.)、沙秆草等。试验地前茬为 1963 年营造的第 1 代木麻黄防护林, 30 年生林分平均树高 9.0 m, 平均胸径 9.1 cm, 蓄积量为 52.5 m³·hm⁻², 属低产、低效防护林分。

收稿日期: 2002-03-20

基金项目: 国家“九五”攻关专题“海岸带防护林更新改造技术研究”(960070306) 的研究内容

作者简介: 叶功富(1966), 男, 福建政和人, 高级工程师, 博士。

2 研究方法

1992年8月采用湿地松与木麻黄混交造林,混交配置方式有1松1木、2松1木、3松1木、3松3木、4松2木共5种,随机区组设计,小区面积 $20\text{ m} \times 30\text{ m}$,3次重复。按照定位试验研究要求,各试验小区边界埋设永久性水泥标桩。造林方法基本一致,秋冬进行挖深穴整地,填放客土,春季雨天冒雨造林。造林苗木均为容器苗,造林时要求客土拌成泥浆,深栽 30 cm 以上,分层填土压实,栽植后浇定根水。造林后1—2a每年行间除草培土抚育1次,年终对各试验小区的树种分别进行定株生长调查。采用DEM-6型风向风速仪,对试验林内及空旷地(对照)2m高处的风速进行同步观测,防风效果用相对风速(林内风速与空旷地风速的比值)表示。林内照度采用照度计在林内2m高处进行测定^[4]。风速及照度观测时间为1998年5月16日。

由于混交林种间生长差异大,湿地松呈被压状,尤其是单行混交或邻近木麻黄的湿地松高生长量明显小于木麻黄,为此从不同混交配置方式中各树种群体结构和林木生长情况出发,依据树种间关系的主要矛盾,分别采取不同的方法进行调控。(1)多行带状混交方式,由于木麻黄树体高大,树冠扩展所产生的边行效应对相邻湿地松产生明显的抑制作用,在木麻黄混交比例较小的林分中,以伐除邻近木麻黄的湿地松为主,使保留的湿地松能获得较充足的生长空间,也可减轻蓄积量损失;(2)2个树种多行等量混交林,采取对树种间隔行疏伐方式,大体上等量伐除2个树种边行,使2个树种保留林木均能获得较大的生长空间;(3)对2个树种行状混交林,依据树种的保存率和林木的生长状况,分别伐除湿地松或木麻黄,使之形成木麻黄或湿地松纯林。1999年5月对各种混交林采用复层疏伐方式进行种间关系调控,混交林种间关系的各种调控试验处理见表1。

表1 湿地松、木麻黄混交林种间关系的不同调控处理

试验处理	混 交 比 例				
调控前	4松2木	3松3木	3松1木	2松1木	1松1木
	2松2木(I-A)	1松3木(II-A)	1松1木(III-A)	2松1木(IV-A)	纯木麻黄(3行)(V-A)
调控后	3松1木(I-B)	3松1木(II-B)	2松1木(III-B)	纯湿地松(4行)(IV-B)	纯湿地松(3行)(V-B)
	2松1木(I-C)	1松2木(II-C)	4松1木(III-C)	CK ₁ (IV-C)	CK ₂ (V-C)

注:①各混交模式伐前均设3次重复,疏伐后为单区试验,小区面积 600 m^2 ,对照仅作下层疏伐;②括号内为区组代号

3 结果与分析

3.1 不同配置方式湿地松、木麻黄混交林生长和防风效果

造林6a后,混交林各试验处理林分生长和防风效能如表2。从不同混交方式幼林生长量,林带结构特征和防风效能观测结果来看,由于2个树种生长速度的差异,湿地松树高生长量大致只及木麻黄1/2左右,已形成典型的复层林冠结构,木麻黄生长高大,形成上林冠层,湿地松生长低矮,于木麻黄林冠中部形成下林冠层。从林冠层横断面看,已经形成由木麻黄和湿地松组成的凸凹相间疏透结构林带,对提高林带防护功能有良好作用。

混交林各试验处理中湿地松树高、胸径生长量分别比对照大5.4%、13.5%和3.0%、12.1%,木麻黄树高、胸径也分别比对照大4.1%、19.2%和9.9%、26.8%。各种混交处理材

积总生长量比湿地松纯林大 45.1%~89.8%,但与木麻黄纯林比较,只有 3 松 3 木和 1 松 1 木混交处理略有增加,其它混交处理则略有减少,究其原因,是这些混交处理中木麻黄株数偏少。因此,2 个树种混交配置可以促进生长,但要保证林分材积生长,获得较高产量,必需适当增加木麻黄混交比例,以 2 个树种多行带状混交模式比较有利,以木麻黄 3 行以下,湿地松 4 行以上比较合适,采取多行带状混交配置较为适宜,也便于对中龄林进行种间关系调整。而行状混交模式种间竞争出现早,湿地松生长明显受压,有 50% 以上林木顶端弯曲、斜长,不能形成长期稳定的混交林结构,在林带混交配置中不适用。

表 2 不同配置方式 7 年生湿地松、木麻黄混交林生长和防风效能比较

树种	混交方式	林分密度/(株·hm ⁻²)		郁闭度	生长情况				光照强度/k	松树畸型株/%	相对风速/%			
		单树种	合计		树高/m	胸径/cm	蓄积量(m ³ ·hm ⁻²)				树冠长度/m	林前	林内	林后
							单树种	合计						
湿地松	4 松 2 木(带状)	1 625	2 291	0.78	3.9	6.8	13.049	5	3.1	8.8	60.2	18.5	44.4	
木麻黄		666			8.4	8.4	16.166	7	6.5					
湿地松	3 松 3 木(带状)	1 223	2 133	0.88	4.2	7.0	11.125	4	3.4	28.1	59.3	16.7	32.4	
木麻黄		910			8.6	8.3	22.120							7
湿地松	3 松 1 木(带状)	1 868	2 268	0.86	4.0	6.9	15.790	4	3.4	23.0	62.0	19.4	35.2	
木麻黄		400			8.7	9.0	11.378							7
湿地松	2 松 1 木(行状)	1 594	2 194	0.82	3.9	7.1	13.868	3	3.1	54.5	57.4	15.7	26.9	
木麻黄		600			7.6	7.8	11.556							7
湿地松	1 松 1 木(行状)	1 228	2 149	0.85	4.1	7.4	11.859	3	3.5	66.5	63.0	20.4		
木麻黄		921			7.7	7.8	17.607						7	6.3
湿地松	纯林 CK ₁		2 425	0.73	3.7	6.6	17.5		3.2		65.7	36.1	42.6	
木麻黄	纯林 CK ₂		1 875	0.78	7.3	7.1	29.3		6.1		66.7	26.9	29.6	

从表 2 还可看出,2 个树种各种混交林的防风功能均比较好,林带前、林带内的相对风速大体上比湿地松和木麻黄纯林小 10%~20%,防风效能也大体上可提高 10%~20%。但林带内相对风速则以木麻黄纯林较小,各种混交配置林带居中,湿地松纯林较大。可能是由于木麻黄纯林高大,对林带后风速减少较明显,防风效能较好,其次为 2 个树种带状混交配置模式防风效能也与木麻黄纯林比较相近。

从 2 个树种不同混交结构配置模式幼林生长量、林分结构和防护功能等比较,认为 2 个树种以多行带状混交配置模式较适宜。但是,由于木麻黄高生长量十分迅速,树高和冠幅庞大,采用 2 m×2 m 株行距造林,已对湿地松边行生长产生遮荫胁迫作用,2 个树种均必需进行适量疏伐,以扩大其生长空间。

3.2 混交林带种间关系调控方法和调控效果

混交林种间关系调控的原则,应有利于 2 个树种的生长,使之长期共存和互利,同时应有利于林带稳定和形成良好的林带结构,并有利于提高林带防护功能^[5]。1999 年 5 月,对混交林按表 1 调控处理对其种间关系进行调整。2 a 后进行试验林生长情况复查,其结果见表 3。从中可看出,对不同混交模式林带进行调控后,林带生长状况与一般疏伐处理的生长规律相符,2 个树种胸径、单株材积和树高均有不同程度增长,树高和胸径比对照大体增长 10% 左右,单株材积有较大增长,木麻黄和湿地松分别比对照增加 26.1% 和 37.8%,但蓄积量比对照则减小 20% 左右,蓄积量减小的主要原因是木麻黄株数减少的结果,湿地松蓄积量减小不明显。经调控处理的林带,1 a 后多数生长指标的年生长率比对照均有较大幅度增加,如木麻黄胸径

和单株材积年生长率分别增加 84.7% 和 65.2%，但树高生长率却略有减小，表明木麻黄进入中龄林后树高生长下降较快。而湿地松胸径、树高和单株材积则均有较大幅度增长，年生长率分别比对照增加 251.3%、110.8% 和 205.6%，林分蓄积量年生长率比对照增加 118.2%。表明 2 个树种不同混交林经调控处理后对湿地松生长促进作用更明显，树高年生长率比木麻黄约增加 10%。说明在不同混交结构林带中，通过对其组成结构比例调控有助于减少木麻黄对湿地松生长的抑制作用，增加湿地松营养空间，缓解种间竞争对湿地松生长造成的不利影响。

表 3 不同调控处理方法对湿地松、木麻黄混交林生长的影响

区组	调控处理	调控前(8年生)							调控1a后(9年生)						
		密度/ (株·hm ⁻²)		胸径/ cm	树高/ m	单株材 积/m ³	蓄积量 /(m ³ ·hm ⁻²)		密度/ (株·hm ⁻²)		胸径/ cm	树高/ m	单株材 积/m ³	蓄积量/ (m ³ ·hm ⁻²)	
		单树种	合计				单树种	合计	单树种	合计				单树种	合计
I-	A 2木2松	556	1 344	10.7	10.6	0.047 1	26.19	38.15	556	1 344	11.0	11.0	0.074 3	41.31	57.80
		788		8.0	4.9	0.015 7	12.37		788		5.5	5.5	0.020 9	16.49	
	B 1木3松	362	1 487	11.2	11.8	0.056 8	20.56	39.46	362	1 487	12.5	12.5	0.072 2	26.13	53.58
		1 125		8.3	4.9	0.016 8	18.90		1 125		6.0	6.0	0.024 4	27.45	
	C 1木2松	334	1 168	10.3	10.4	0.043 2	14.43	26.02	334	1 168	10.8	10.8	0.059 0	19.71	36.55
834			7.5	4.9	0.013 9	11.59		834		5.4	5.4	0.020 2	16.84		
CK 2木4松	695	1 751	10.4	9.0	0.038 2	26.55	42.50	695	1 751	9.3	9.3	0.045 0	31.30	49.18	
	1 056		7.9	4.8	0.015 1	15.95		1 056		5.1	5.1	0.016 9	17.88		
II-	A 3木1松	923	1 313	10.3	10.7	0.044 4	40.98	47.30	923	1 313	11.8	11.8	0.057 7	53.26	61.61
		390		8.0	5.1	0.016 2	6.32		390		5.8	5.8	0.021 4	8.35	
	B 1木3松	209	1 459	10.5	10.4	0.044 7	9.34	28.84	209	1 459	11.2	11.2	0.059 3	12.40	41.65
		1 250		7.9	5.0	0.015 6	19.50		1 250		6.0	6.0	0.023 4	29.25	
	C 2木1松	743	1 198	10.6	10.6	0.046 3	34.40	41.54	743	1 198	11.3	11.3	0.061 6	45.77	54.73
455			7.6	5.5	0.015 7	7.14		455		6.3	6.3	0.019 7	8.96		
CK 3木3松	1 084	2 334	11.2	9.8	0.047 4	51.38	69.26	1 084	2 334	11.4	11.4	0.060 4	65.47	85.79	
	1 250		7.6	4.9	0.014 3	17.88		1 250		5.2	5.2	0.016 1	20.12		
III-	A 1木1松	584	1 209	9.6	9.4	0.034 5	20.15	29.96	584	1 209	9.9	9.9	0.041 9	24.47	37.47
		625		8.0	4.9	0.015 7	9.81		625		5.6	5.6	0.020 8	13.00	
	B 1木2松	428	1 688	11.7	10.6	0.055 4	24.27	43.52	428	1 688	11.5	11.5	0.075 5	33.09	60.98
		1 250		8.0	4.8	0.015 7	19.23		1 250		5.8	5.8	0.022 3	27.89	
	C 1木4松	358	1 788	11.1	11.5	0.054 5	19.51	40.39	358	1 788	12.0	12.0	0.069 4	24.85	54.41
1 430			7.2	4.9	0.014 6	20.88		1 430		5.7	5.7	0.020 7	29.56		
CK 1木3松	542	2 418	10.6	9.4	0.041 2	22.34	53.48	542	2 418	9.7	9.7	0.050 8	27.52	63.37	
	1 816		8.1	5.1	0.016 6	31.14		1 816		5.6	5.6	0.019 1	35.85		
IV-	A 1木2松	334	1 236	11.7	9.4	0.049 2	16.43	28.70	334	1 236	10.9	10.9	0.075 6	25.56	44.46
		902		7.7	4.5	0.013 6	12.27		902		5.5	5.6	0.020 9	18.90	
	B 纯松林	-	1 667	8.2	4.8	0.016 1	-	26.84	-	1 667	5.8	5.8	0.026 1	-	43.48
		584		11.7	10.7	0.055 9	32.65		584		11.1	11.1	0.067 9	39.67	
	C 1木4松	1 195	1 779	8.0	5.0	0.015 9	19.00	51.65	1 195	1 779	6.0	6.0	0.023 9	28.56	68.23
723			10.0	9.8	0.038 6	27.91		723		10.0	10.0	0.041 6	30.08		
CK 1木2松	1 668	2 391	7.7	4.7	0.014 1	23.52	51.43	1 668	2 391	5.4	5.4	0.016 6	27.69	57.77	
V-	A 木纯林	-	1 126	10.6	10.5	0.045 9	-	51.68	-	1 126	10.9	10.9	0.053 4	-	60.13
		-	1 223	7.7	4.6	0.013 9	-	17.00	-	1 223	5.7	5.7	0.022 0	-	26.91
	B 松纯林	542	1 626	10.0	9.4	0.037 1	20.11	43.09	542	1 626	10.3	10.3	0.049 0	26.54	58.93
		1 084		8.9	5.6	0.021 2	22.98		1 084		6.4	6.4	0.029 9	32.39	
	CK 1木1松	1 000	2 250	10.6	9.5	0.041 6	41.60	56.10	1 000	2 250	9.9	9.9	0.051 0	51.00	67.63
1 250			7.0	4.6	0.011 6	14.50		1 250		4.8	4.8	0.013 3	16.63		

混交林调控处理后,对2个树种胸径、树高和单株材积年生长率与混交比例的相关分析^[6]结果见图1、2。由图1可知,湿地松树高和胸径年生长率与混交比例大体上呈指数曲线相关,单株材积呈直线相关。数学模型: $H = 13.598e^{0.096n}$, $r = 0.7421$; $D_{1.3} = 31.862e^{0.113n}$; $r = 0.8127$; $\bar{V} = 10.28 + 1.26n$, $r = 0.7797$ 。林带中3行以上湿地松树高、胸径、单株材积年生长率均有较大增长。因此认为在营建和调控木麻黄与湿地松混交结构林带时,湿地松混交比例应在3行以上,对其生长比较有利。

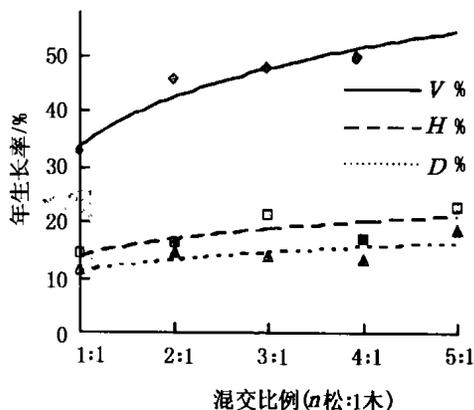


图1 混交林调控处理后湿地松 $D_{1.3}$ 、 H 、 V 年生长率与混交比例的相关趋势

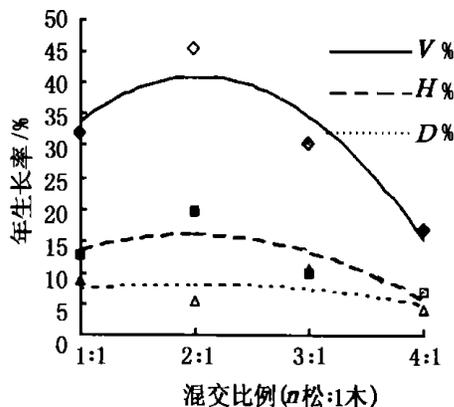


图2 混交林调控处理后木麻黄 $D_{1.3}$ 、 H 、 V 年生长率与不同混交比例的相关趋势

图2表明,木麻黄胸径和单株材积年生长率与混交比例大体上是二次抛物线形相关,数学模型: $D_{1.3} = 6.40 + 9.95n - 2.55n^2$, $r = 0.8328$; $\bar{V} = 12.975 + 27.375n - 6.725n^2$, $r = 0.9434$ 。当木麻黄行数超过2行以后,年生长率明显下降,而树高生长率与混交比例无明显相关。因此,在营建和调控2个树种混交林带时,混交比例木麻黄2-3行,湿地松3行以上。这项试验初步结果,为木麻黄、湿地松混交结构林带营建和调控提供了有益的依据。

由2个树种不同混交配置林带调控后的空间格局来看,2个树种间行距由2m增加至4m,株距不变,调控后显示对湿地松生长有较好促进效果。因此,以后在营建2个树种混交林带时,树种间行距可采用4m,而树种内株行距仍可采用2m×2m,以形成树种间宽行距,树种内窄行距配置的混交林带。在树种内进行疏伐处理时,可采用下层疏伐方法,一般效果比较明显。

4 小结与讨论

对木麻黄和湿地松不同混交配置方式混交林,采用树种间行状疏伐方法进行种间关系调控处理,大体上改造为10种新的混交结构林分,改造时林龄8年生。1a后对改造后的不同混交林生长调查,表明2个树种不同混交比例防护林胸径、单株材积和树高生长量均有不同程度增长,树高和胸径比对照大体上增加10%左右,单株材积木麻黄和湿地松分别增加26.1%和37.8%。调控处理1a后,2个树种多数生长指标的年生长率比对照均有较大幅度增加,木麻黄胸径和单株材积年生长率分别增加84.7%和65.2%,湿地松胸径、树高和单株材积年生长率分别增加251.3%、110.8%和205.6%,林分蓄积量年生长率增加118.2%。表明种间关系经

调控处理后对湿地松生长促进作用更明显。经对调控处理后不同混交比例试验 2 个树种树高、胸径和单株材积年生长率的计算分析,认为调控后混交林中木麻黄以不超过 3 行为宜,而湿地松则应保持 3 行以上带状混交配置较为有利。

经研究认为,对这 2 个树种不同比例混交林种间关系调控的关键技术,一是对 2 个树种交界行实行行状疏伐,2 个树种交界行疏伐时可交替进行,疏伐行数基本上相同,将交界行的行距由原来的 2 m 扩大至 4 m;二是调控后木麻黄混交比例应控制在 3 行之内的少行混交,而湿地松则应形成 3 行以上带状混交方式,以形成比较稳定混交结构;三是在构建或调整 2 个树种混交林时,必需采取树种间行距扩大,约至 4 m 左右,而树种内株行距约 2 m,形成树种间宽行距、树种内窄株距的造林配置模式,以减小混交林树种间的竞争压力。

参考文献:

- [1] 郭坚城. 风积滨海沙土木麻黄采伐迹地肥力问题的研究[J]. 热带林业科技, 1986, (3): 41-46
- [2] 叶功富, 张水松, 黄传英, 等. 木麻黄人工林地持续利用问题的探讨[J]. 林业科技开发, 1994, (4): 18-19
- [3] 徐俊森. 海岸带湿地松木麻黄混交林营造效果研究[J]. 福建林业科技, 1998, (2): 28-32
- [4] 中央气象局. 地面气象观测规范[M]. 北京: 气象出版社, 1979. 15-26
- [5] 俞新妥. 混交林营造原理及技术[M]. 北京: 中国林业出版社, 1989. 125-130
- [6] 唐守正. 多元统计分析[M]. 北京: 中国林业出版社, 1986. 136-140

Studies on the Establishment and Control Techniques of Mixed Forest of *Casuarina equisetifolia* and *Pinus elliottii* in Coast Zone

YE Gongfu

(Fujian Academy of Forestry, Fuzhou 350012, Fujian, China)

Abstract: Since 1992, on the basis of the mixed forest of *Casuarina equisetifolia* with *Pinus elliottii*, which was afforested in coastal sandy site in Chishan Forest Farm of Dongshan County, Fujian Province, the inter-specific relation and structural proportion of species were regulated by thinning in row. By analyzing the change of two species in height, diameter, and single plant volume after one year of the regulation. It is showed that the new model is 2-3 rows of *Casuarina equisetifolia* mixed with over 3 rows of *Pinus elliottii*, thus forms such disposition: wide row space of inter-species, and close plant space in the same specie, which is benefit to the inter-specific relation and the tree growth. Therefore, it is suitable to use this method to regulate the inter-specific relation in multi-species mixed forest.

Key words: coastal sandy site; *Casuarina equisetifolia*; *pinus elliottii*; mixed forest; control technique