

文章编号: 1000-5692(2005)02-0139-05

流沙海岸风口地段营建防护林的配套技术

徐俊森

(福建省林业科学研究院, 福建 福州 350012)

摘要: 以福建省最大的海岛——平潭的龙王头与燕下浦两大风口为试验点, 按照森林生态系统研究方法, 揭示了流沙海岸大风变化与飞沙规律, 探讨了培育木麻黄 *Casuarina equisetifolia* 2年生大苗这一核心技术及其在风口地段建立防护林的关键配套技术。研究表明: 影响沙荒风口造林成败最主要是每年秋冬季的东北大风、飞沙和干旱三大因子; 要在风口地段建立防护林, 采用2年生木麻黄大苗营建的防护林, 其成活率和保存率分别达到97.8%和92.2%; 2a郁闭成林, 5a郁闭度达到0.75以上, 林分平均树高、胸径分别达到7.2m和6.4cm, 可降低风速达87.5%, 具有较好的防护效能。试验还表明, 应用木麻黄小径材与枝条建造的风障是一种非常实用的防风固沙新技术。同时选择高大的木麻黄苗木密植, 建造可升高的生物风障, 不仅效果好而且成本低廉。表5参8

关键词: 森林培育学; 流沙海岸; 防风固沙林; 木麻黄; 立地因子; 营建技术

中图分类号: S727.2 **文献标识码:** A

20世纪60年代初至80年代, 福建省海岸线建立了以木麻黄 *Casuarina equisetifolia* 为主的基干林带和农田林网, 有效地遏制了风沙的危害^[1]。有研究指出, 在岩质海岸地区营造以水土保持和水源涵养为主的防护林, 可减少水土流失, 调蓄水源, 改善生态环境^[2]。本文重点在调查风口地恶劣环境的基础上, 深入研究并系统总结风口地种植材料以及建造防护林的关键配套技术, 为福建省沿海沙荒特别困难地段造林提供科学依据。

1 试验地自然条件

试验选择在福建省平潭国有防护林场的龙王头与燕下埔2个沙荒风口。地理位置在该岛东部, 25°15'~25°45'N, 119°32'~120°10'E。属亚热带海洋性气候, 霜雪罕见, 年平均气温为19.9℃, 极端最低气温0.9℃, 极端最高气温37.4℃; 年平均降水量1167.4mm; 年平均风速为8.4m·s⁻¹, 年平均8级以上大风有113d, 为全国强风区之一^[3]。

2 研究内容与方法

2.1 研究内容

2.1.1 流沙海岸风口主要生态因子的调查与观测 连续3a在2个沙荒风口对影响造林成败最主要的

收稿日期: 2004-06-11; 修回日期: 2004-11-01

基金项目: 福建省林业厅招标项目(96-1-1)

作者简介: 徐俊森, 高级工程师, 从事防护林培育研究。E-mail: junsenxu@hotmail.com

生态因子——主害风、流沙和干旱进行观测和分析。

2.1.2 6种木麻黄无性系防护林试验 参试的木麻黄无性系有：莆20、平18、粤501、惠1号、平20和A13。试验采用随机区组排列，3次重复，小区面积20 m×30 m，株行距1.5 m×2.0 m。

2.1.3 不同材料建立风障对降低风速的效果 采用木麻黄间伐材与铁线进行固定作为基本骨架，再用木麻黄侧枝插编在骨架内形成挡风屏障；另一种是采用木麻黄大苗（选择苗高2 m以上），密植3行作为生物风障。

2.2 研究方法

2.2.1 木麻黄无性系材料来源与苗木培育 在福建造林的20多个木麻黄无性系中筛选抗性较强的6个无性系，对每个无性系精选优质小枝，经过激素处理和水培发根后，培育木麻黄2年生大苗。

2.2.2 林带（包括风障）防风效能的观测 采用DEM-6型三杯风向风速仪，在主害风与林带（含风障）垂直处设3条观测线，并在林带前、林内、林后以及空旷地观测离地面1.5 m处的风速与风向以及防风效果。

2.2.3 测树因子调查 在沙荒风口营建的试验林，造林当年调查成活率，第3年调查保存率；每年年终按照常规方法观测林木树高、胸径、枝下高、冠幅和郁闭度等测树因子。

3 结果与分析

3.1 影响防护林营造的主要因子分析

3.1.1 风速 在沙荒风口影响造林成活率、保存率最首要的制约因子是风速。以每年冬季的东北风影响最大，民间俗称“干毒风”。本课题从2000年至2002年连续3 a，在沙荒风口地段刮北风时随机进行风力观测。统计结果见表1。

表1 流沙海岸沙荒风口风速、风向观测结果

Table 1 Wind speed and direction in the draught site of moving sandy coastal zone

观测年份	全年各月风速/ (m·s ⁻¹) 和风向												平均风速/ (m·s ⁻¹)		
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	全年	北向与 东北向	主要 5个月
2000年	10.1 北	9.8 东北	8.3 北	7.1 北	7.0 东北	6.0 南	6.1 南	6.4 南	8.1 东北	8.8 北	8.9 北	11.1 东北	8.1	8.8	9.7
2001年	9.9 东北	11.1 东北	8.1 北	7.3 北	6.9 东北	5.2 南	6.0 南	6.0 南	7.6 东北	8.6 北	10.7 东北	12.0 北	8.3	9.1	10.5
2002年	10.0 北	9.6 东北	8.5 东北	7.0 东北	7.0 北	5.3 西南	6.0 南	5.9 东南	7.9 东北	8.9 北	10.6 北	11.8 北	8.2	9.0	10.2
各月最多风向	北	东北	北	北	东北	南	南	南	东北	北	北	北	8.2	9.0	10.1

历时3 a对风速、风向的观测结果表明：一年中风速最大为1月，2月，10月，11月和12月，平均风速达到了10.1 m·s⁻¹；全年发生最多的是北风与东北风，分别是1月，2月，3月，4月，5月，9月，10月，11月，12月，其平均风速也达到9.0 m·s⁻¹，因此，沙荒风口风力大，是造林困难的最主要原因。

3.1.2 流沙飞移 在平潭龙王头与燕下埔两大风口连续3 a观测流沙飞移，可基本明确：当风力为5级时，极细沙开始游动；风力6级时，细沙开始跳跃前移；当风力增强到7级时，中沙以下的沙粒飞移加快，高度可达150 cm以上，当风力再增强到8级以上时，粗沙也快速滚动，此时人们在迎风面行走，被打击感觉较为疼痛^[4,5]。观测还表明，在8~10级强风侵袭下，基干林带前沿的空旷地至林缘，在24 h内平均增加一层26 cm厚的砂粒，可达2 600 m³·hm⁻²。

3.1.3 土壤湿度 1997年和1998年对2个风口进行土壤含水量测定（表2）。结果表明：0~40 cm沙土层含水量都低于2.0%，易导致造林失败。而后沿空旷地其土壤含水量仍维持在3.19%~8.78%的

水平。

表 2 沙荒风口土壤含水量的垂直变化及与后沿比较

Table 2 Comparison of vertical change of moisture content of soil in the draught site and rear position

调查地点	剖面号	土层深度/		含水量/		剖面号	土层深度/		含水量/		剖面号	土层深度/		含水量/	
		cm	%	cm	%		cm	%	cm	%					
平潭 龙王头风口	剖面 I	0~20	0.85	剖面 II	0~20	剖面 III	0~20	0.91	0.89	20~40	1.40	20~40	1.53	1.89	
		20~40	1.40												20~40
平潭 燕下浦风口	剖面 I	0~20	0.87	剖面 II	0~20	剖面 III	0~20	0.89	0.92	20~40	1.64	20~40	1.34	1.85	
		20~40	1.64												20~40
后沿空旷地 对照	剖面 I	0~20	3.19	剖面 II	0~20	剖面 III	0~20	6.22	3.44	20~40	6.90	20~40	8.78	5.63	
		20~40	6.90												20~40

3.2 木麻黄防护林营建关键技术

3.2.1 培育优质木麻黄大苗 要培育木麻黄大苗, 首先对每个无性系精选优质小枝。小枝须采摘树体上部, 粗壮有分叉, 经激素处理和水培发根后, 移植于小营养袋培育 1 a。1 a 后因苗高平均仅达 0.7 m, 地径为 0.45 cm。为此, 我们将这批苗木再练苗 1 a。做法是: 在海岸前沿环境差的地方选择一块空地, 将小苗全部移入大营养袋中(口径 25 cm, 高 40 cm) 培育 1 a; 大小营养袋内的培养基一致, 即黄红壤(70%)、细沙(29%)和过磷酸钙(1%)三者搅拌均匀使用。经过 2 a 的培育, 6 个木麻黄无性系苗木的平均地径达 1.15 cm, 苗高为 1.72 m。经方差分析, 无性系平 18、粤 501 和惠 1 水培出根率、苗高以及地径与无性系莆 20、平 20 和 A 13 存在显著差异, 前三者明显优于后三者^[9]。

3.2.2 造林时间与栽植深度 福建省营造木麻黄防护林已有 48 a 的历史, 形成了一些传统习惯。如在福州以东造林时间为 5~6 月份; 而福州以南多为 5~9 月份。研究表明, 造林时间应该提前 2~5 个月, 最佳时间为 3~4 月份, 使木麻黄根系早恢复, 早生长。本次试验林营造于 1998 年 4 月 6~10 日晴天进行。结果表明, 3~4 月份造林正处木麻黄树液流动和抽梢初期, 适逢春季雨水较多的有利条件, 5~7 月份即可进入生长周期的第 1 次高峰。无论是雨天还是晴天, 造林时应把握深栽 50 cm 以上这个关键技术, 造林效果较佳。

3.2.3 修枝与浇水时间(表 3) 在沙荒风口因风大, 土壤干燥, 极易造成苗木的水分蒸腾。所以在圃地起苗后, 将苗木侧枝修掉一部分, 保留冠长的 1/3~1/2, 减少蒸发面积。

表 3 木麻黄修枝和浇水对提高造林成活率的影响

Table 3 Influence of pruning and watering on afforestation survival rates

不同选材措施	6 个木麻黄无性系苗木造林的成活情况		
	试验株数	死亡株数	成活率/%
当天修枝、浇水	300	7	97.7
第 2 天浇水	300	40	86.7
第 3 天浇水	300	89	70.3
不浇水	300	109	63.7

造林时采用边栽边浇水的办法。试验证明, 造林后马上浇透第 1 次定根水, 木麻黄造林成活率平均可达 97.7%, 与造林时不浇水或第 2 天、第 3 天浇水对比, 成活率分别提高 34.0%、27.4% 和 11.0%。

3.2.4 风障建设 试验采用 2 种不同材料建造的风障, 建设初期都起到较佳的降低风速效果(表 4)。由于侧枝风障枝叶的干枯与脱落, 防风效能逐年下降, 到第 3 年降低风速仅为 46.9%。木麻黄密植风障降低风速逐年有所提高。

3.3 木麻黄防护林营建效果

3.3.1 木麻黄防护林的生长 1998 年 4 月, 选育 6 个木麻黄无性系培育的 2 年生大苗, 在龙王头和燕下埔 2 个沙荒风口采用晴天深栽新技术十分有效, 其成活率、保存率总平均分别达到 97.8% 和 92.2%(表 5), 林分生长正常。2003 年 5 月调查, 林分平均树高和胸径分别达到 7.2 m 和 6.4 cm, 从

而也固定了流动沙丘。

3.3.2 防风效果 在龙王头和燕下埔2个沙荒风口, 建立木麻黄防护林5a后, 林分郁闭度总平均达到0.75; 通过林分降风效果观测表明: 各无性系建立的防护林降低风速都比较理想, 其幅度达到82.6%~91.4% (表5), 其中无性系平18、粤501和惠1降风效果较好^[7,8]。

表4 不同风障结构对降低风速的效果比较

Table 4 Comparison of the wind speed reduction effects of different wind obstacle structures

风障结构	观测时间/ (年·月)	风障高度/ m	风障 疏透度	风速变化值/($m \cdot s^{-1}$)					降低风速/ %
				空旷地	风障前(一道)	二道	三道	四道	
木麻黄侧枝	1998-12	2.0~2.2	0.43	8.1	5.5	3.5	1.7	0.9	88.9
	1999-12	1.7~1.8	0.59	8.2	5.6	3.9	3.0	1.7	79.3
	2000-12	1.2~1.1	0.64	8.1	5.9	5.6	4.7	4.3	46.9
木麻黄大苗	1998-12	2.6~3.0	0.45	7.9	5.8	4.2	3.1	1.3	83.5
	1999-12	3.7~4.1	0.41	8.3	5.1	4.3	3.1	1.1	86.7
	2000-12	4.8~5.0	0.39	8.1	5.0	4.0	3.0	0.8	90.1

表5 木麻黄无性系生长与降低风速效果比较

Table 5 Comparison of the growth of different clones of *C. aquisetifolia* and its wind speed reduction effects

试验地点	无性系号	造林时间/ (年·月)	成活率/%	保存率/%	平均树高/m	平均胸径/cm	平均冠幅/m	干形	生长势	现有密度/ (株 \cdot hm $^{-2}$)	蓄积量/ (m 3 \cdot hm $^{-2}$)	郁闭度	降低风速/%
平潭龙王头	平18	1998-04	99.1	93.8	8.0	6.9	2.6	通直	良好	4.168	67.68	0.78	91.4
	粤501	1998-04	98.9	95.6	7.9	6.8	2.8	通直	良好	4.248	66.37	0.76	90.5
	惠1	1998-04	99.0	92.5	7.8	6.5	2.9	通直	良好	4.111	58.48	0.76	89.6
	平20	1998-04	98.8	91.0	7.4	6.3	2.4	较直	较好	4.044	51.65	0.73	86.2
	A13	1998-04	98.1	90.3	7.0	6.2	2.9	较直	较好	4.013	47.16	0.72	83.6
	莆20	1998-04	98.7	90.6	6.8	6.1	3.1	较直	较好	4.026	44.67	0.74	83.2
平潭燕下埔	平18	1998-04	97.3	93.1	7.5	6.8	2.4	通直	良好	4.137	61.43	0.75	90.1
	粤501	1998-04	96.9	94.8	7.7	6.7	2.7	通直	良好	4.213	62.50	0.76	89.8
	惠1	1998-04	98.1	92.4	7.6	6.4	2.7	通直	良好	4.106	55.37	0.75	90.1
	平20	1998-04	96.7	91.2	6.3	6.1	2.3	较直	较好	4.053	41.73	0.73	88.6
	A13	1998-04	95.9	90.2	5.9	5.8	2.7	较直	一般	4.008	35.34	0.73	84.2
	莆20	1998-04	96.2	90.3	6.4	6.3	2.8	较直	一般	4.013	44.47	0.74	82.6
平均			97.8	92.2	7.2	6.4	2.7			4.095	53.07	0.75	87.5

4 小结

通过调查与观测表明, 影响沙荒风口造林成败最主要的因子是频发的东北大风和飞沙的侵袭以及干旱的威胁。以每年秋冬季的1月, 2月, 10月, 11月, 12月的北风、东北风以及台风影响最大, 易造成幼树的机械损伤、树木蒸腾与土壤水分蒸发的加剧。大风引发的飞沙, 常常埋没幼林。干旱则是沙荒风口的第三大灾害。

试验表明, 在沙荒风口建立防护林, 选育既抗风又抗旱的木麻黄无性系, 并培育2年生大苗造林是关键的核心技术。试验筛选时3个木麻黄无性系平18、粤501和惠1各项指标生长较好, 可以在全省沙荒风口地段造林中推广应用。

根据沙荒风口的气候特点, 造林时必须制定一系列相关配套技术措施。木麻黄造林最好在3~4月份进行, 可尽快恢复根系以利吸收春季较多的雨水; 木麻黄深栽要达到50cm以上, 在秋冬干旱季节, 可以吸收到较深的地下水; 造林时必须注意适当修枝, 修剪高度为苗木的1/3~1/2, 并做到边

种植边浇水, 确保造林成活率达到 95%, 保存率达到 90% 以上的效果。

为了提高沙荒风口造林成效, 在新建的防护林内外设置风障是关键的配套技术之一。试验表明, 应用木麻黄间伐材和枝条建造的风障, 是一种实用的防风固沙新技术。同时采用木麻黄大苗密植 (株行距 1 m × 1 m) 建造可升高的生物风障, 是风障建设与材料选择的一项创新, 与前人在沙荒风口采用石条、竹编以及鱼网等建造的风障相比, 不仅成本低廉, 而且效果更好。在沙荒风口建立木麻黄防护林, 造林 2 a 郁闭成林, 5 a 林分平均树高、胸径分别达到 7.2 m 和 6.4 cm, 郁闭度 0.75 以上, 可以降低风速 82.6% ~ 91.4%, 有效地发挥防风固沙作用。因此本项技术成果在沙质海岸风口地段推广应用, 一定可以提升沿海防护林的建设水平。

致谢: 参加本试验研究的还有福建省林业科学研究所的黄金水、柯玉铸等, 谨致谢忱。

参考文献:

- [1] 徐燕千. 木麻黄栽培[M]. 北京: 中国林业出版社, 1984.
- [2] 高智慧, 陈顺伟, 蒋妙定, 等. 亚热带岩质海岸不同类型植被的水土保护效益[J]. 浙江林学院学报, 1999, 16(4): 380-386
- [3] 黄平江, 陈建诚, 蓝灿堂, 等. 福建沿海防护林[M]. 福州: 福建科学技术出版社, 1995.
- [4] 庄晨辉. 沿海防护林困难地造林技术[J]. 防护林科技, 1993, (4): 41-43
- [5] 毕华, 刘强. 海昌江县海滨土地风沙化及其环境整治[J]. 中国沙漠, 2000, 23(2): 223-228
- [6] 徐俊森, 黄金水, 柯玉铸, 等. 优良木麻黄嫩枝培育壮苗的技术研究[J]. 林业科技通讯, 1998, (11): 15-16
- [7] 张水松, 林武星, 叶功富, 等. 海岸带风口沙地提高木麻黄造林效果的研究[J]. 林业科学, 2000, 36(6): 39-46
- [8] 叶功富, 谭芳林, 徐俊森, 等. 木麻黄基干林带防风效应及其与林带结构关系的研究[J]. 防护林科技, 2000, (专刊): 103-107.

Techniques for constructing protection forest on the quicksand in drought coastal area

XU Jun-sen

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

Abstract: According to the method of forest-ecosystem, the experiment on cultivating two-year old seedlings of *Casuarina equisetifolia* and constructing protection forest in drought areas was carried out in Longwantou and Yanxiapu of Pinnan County——two biggest sea islands in Fujian Province, which revealed the rules of change of strong wind and sandstorm in the coastal area. The results showed that the main factors affecting the afforestation in the drought area were strong northeast wind in autumn and winter, sandstorm and drought. Two-year old seedlings of *C. equisetifolia* were suitable for the afforestation in the drought areas. The survival rate and preserving rate reached 97.8% and 92.2% respectively. The plantation formed canopy in two years and its canopy density was more than 0.75 in the fifth year. The average height and DBH of the stand reached 1.2 m and 6.4 cm respectively. The stand could reduce wind speed by 87.5% and was with good shelter effect. The results also indicated that it was a very practical technique to construct wind obstacle with small size *C. equisetifolia* and its branches. At the same time, densely planting tall seedlings of *C. equisetifolia* to form wind obstacle had better effect and lower cost. [Ch, 5 tab. 8 ref.]

Key words: silviculture; quicksand coast; wind reducing and sand stabilizing forest; *Casuarina equisetifolia*; site factors; afforestation technique