

# 不同生长发育阶段木麻黄海岸林的防风效应\*

1. 福建省林业科学研究院 2. 福建省森林培育与林产品加工利用重点实验室  
3. 南方森林资源与环境工程研究中心 4. 浙江大学环境与资源学院  
5. 厦门大学海洋与环境学院 6. 福建省东山赤山国有防护林场  
叶功富<sup>1,2,3</sup> 王小云<sup>4</sup> 卢昌义<sup>5</sup> 李永林<sup>6</sup> 张立华<sup>5</sup>

**[摘要]** 为探讨海岸木麻黄林分的风速变化规律和空间分布,从2006年11月到2007年3月在福建东山岛测定了不同发育阶段木麻黄林分内外多点的风速。应用等值线图法进行分析,结果表明:木麻黄林分各测点风速呈开口向上的抛物线,从空旷地到林分内10h之间风速呈下降趋势,在10h之后风速呈增长趋势;空间分布呈向上的V形曲面,其中有部分凸出和下凹区域;等值线分布疏密相间,有部分闭合区域。

**[关键词]** 沿海防护林 木麻黄 风速 等值线图

自上世纪 50 年代以来,福建省沿海建立了以木麻黄 (*Casuarina equisetifolia*) 为主要树种的沿海防护林<sup>[1]</sup>, 现已基本形成了以基干林带、片林及农田防护林网相结合的沿海防护林体系,在防灾减灾、保障人民生命财产安全、防风固沙、阻挡风暴潮等自然灾害的侵袭,改善当地生态环境,稳定农业生产等方面发挥了明显作用<sup>[2]</sup>。木麻黄片林一般配置在前沿基干林带与农田防护林之间的过渡区域,与基干林带和农田防护林网相互配合,起到非常重要的作用<sup>[3]</sup>。但是目前,木麻黄沿海防护林已进入衰退期,为了实现防护效益的可持续发展,必须对现有老化林带进行更新。因此,有必要对现林带的防护效应进行评估,深入了解防护林体系各组成部分发挥的作用,进一步探索风速在防护林体系各组成部分之间变化和空间分布规律<sup>[4,5]</sup>。

本研究通过测定 2006 年 11 月至 2007 年 3 月大风期间,对不同发育阶段木麻黄林分内外不同测点的风速进行测定,并应用等值线图法对测定结果进行分析<sup>[6]</sup>,揭示了林分内外的风速变化规律和空间分布,为林带的优化配置提供参考依据。

## 1 研究区概况

研究区设在福建省沿海南部东山县赤山林场,位于东经 117°18', 北纬 23°40'。属南亚热带海洋性季风气候,年平均气温 20.8℃,绝对最高气温 36.6℃,绝对最低气温 3.8℃,年均降水 945mm,年均蒸发 1056mm,大部分的降水集中于台风多发的月份 5~9 月。全年干湿季节明显,每年的 11 月至翌年的 2 月为旱季。主要自然灾害为台风,多发生在 7~8 月

份,年均台风 5.1 次。秋冬东北风强盛,8 级以上的大风天达 105d,年平均风速 7.0m/s,最大风速 32.6m/s。土壤以滨海沙土为主,还有均一性风积沙土,潮积沙土,红壤性风积,泥炭性风积沙土等。天然植被稀少,林下常见零星植被有木豆 (*Cajanus*)、鼠刺 (*Spinifex littoreus*) 和牡荆 (*Verbena negando*) 等。主要适合栽植木麻黄、湿地松 (*Pinus elliottii*)、厚荚相思 (*Acacia crassicaarpa*)、刚果桉 (*Eucalyptus 12 ABL*) 等树种。

## 2 材料与方法

### 2.1 材料

在东山县赤山林场附近选择幼林、中幼林、中林、成熟林和过熟林的木麻黄农田防护林为研究对象。对样地进行林带基本情况调查,调查结果见表 1。

表 1 不同发育阶段木麻黄林分调查

发育阶段	年龄 /a	现存林分密度 /株/hm <sup>2</sup>	树高 /m	胸径 /cm	冠幅 /m	枝下高 /m
幼龄林	5	4500	4.32	4.86	2.120	0.63
中幼林	10	3450	6.61	9.52	2.682	1.72
中龄林	15	2800	12.54	13.84	3.362	2.24
成熟林	30	1640	14.94	19.14	4.420	2.65
过熟林	35	1020	13.20	20.32	4.600	3.12

### 2.2 方法

用上海风云气象制造厂制造的 FYF-1 便携式测风仪从 2006 年 11 月到 2007 年 3 月大风季节定点多次测量不同点的风速,测量高度为 2m。在长宽大约 70-100m 的木麻黄林分

\*基金项目:国家“十一五”科技支撑计划项目(2006BAD03A14-01),福建省重大科技专项(2006NZ0001-2)。

内布置三条测线，每条测线相隔 20 米。布置测点分别为：木麻黄林分 1 内 1h、2h、5h、10h，林分后 1h、2h、5h、10h，林分 2 内 1h、2h、5h 和 10h。从 2006 年 11 月到 2007 年 3 月大风季节不定期多次测量取平均值。

制图过程中使用了 Suerfer8.0 中的 Kriging 插值法和制图功能。Surfer 是由美国 Golden Software 公司在 Windows 环境下开发的等值线图软件。该软件的工作原理是通过数据网格化（插值）将离散的 X,Y,Z 空间数据转化为分布规则的空间数据，并以多种形式的图形表达出来。Surfer

的主要功能是绘制等值线图(countermap)，此外还可以绘制高质量的张贴图(post map)、线框图(3D wireframe map)、三维表面图(3D surface map)、向量图(vector map)、影像图(image map)、渐变地形图(shaded relief map)等<sup>[6]</sup>。

3 结果与分析

3.1 不同发育阶段木麻黄林带后风速调查

本试验中，从 2006 年 11 月到 2007 年 3 月对两块木麻黄林分内外各测点风速进行了调查，调查风速数据见表 2。

表 2 不同发育阶段木麻黄林带后测点风速表

发育阶段	测定指标	林分1内1h	林内2h	林分5h	林内10h	林后1h	林后2h	林后5h	林后10h	林分2内1h	林内2h	林内5h	林内10h
幼林	平均风速	4.94	3.00	0.80	0.00	1.62	3.56	5.41	6.52	4.20	2.60	0.82	0.11
中幼林	平均风速	5.12	2.80	1.20	0.30	1.80	3.65	5.06	6.78	4.46	3.00	1.01	0.21
中林	平均风速	5.30	3.00	1.80	0.60	2.10	3.80	5.28	7.00	4.84	3.60	1.46	0.42
成熟林	平均风速	5.50	3.60	2.00	1.00	2.30	4.00	5.46	6.94	5.20	4.20	1.52	0.58
过熟林	平均风速	5.80	3.80	2.30	1.20	2.50	4.20	5.80	6.82	5.30	4.50	1.68	0.72

图 1 表示林带后不同发育阶段木麻黄林分测点风速。由图看出在木麻黄林分各测点风速呈开口向上的抛物线。从空旷地到木麻黄林分内 10h 之间风速一直呈下降趋势，在 10h 之后风速成增长趋势。分布模式为： $y = 0.3676x^2 - 3.6636x + 10.764$ ， $R^2=0.9237$ 。

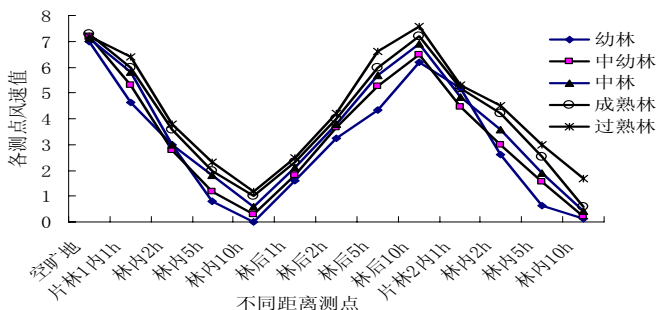


图 1 林带后不同发育阶段木麻黄林分内外各测点风速

3.2 不同发育阶段木麻黄防护林带后风速空间分布分析

图 2、图 3 是林带后不同发育阶段木麻黄林分各测点风速的表面图和等值线图。图中横坐标 2-4、4-6、6-8、8-10 和 10-12 分别表示幼林、中幼林、中林、成熟林和过熟林。在纵坐标上，0-12 分别表示：空旷地、木麻黄林分 1 内 1h、2h、5h、10h；林分后 1h、2h、5h、10h；木麻黄林分 2 内 1h、2h、5h 和 10h。Z 轴分别表示风速值和风速变化率。

由图 2 可看出，林分内外各测点风速的空间图呈连续的波浪状，风速变化整体比较和缓，曲面比较光滑，中间有些突出和下凹的区域，表明这里风速有比较大的变化。

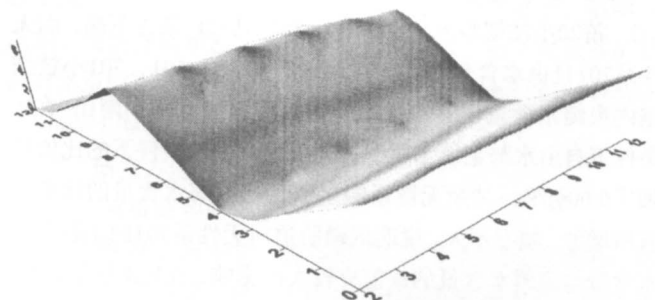


图 2 林带后不同发育阶段木麻黄林分各测点风速表面图

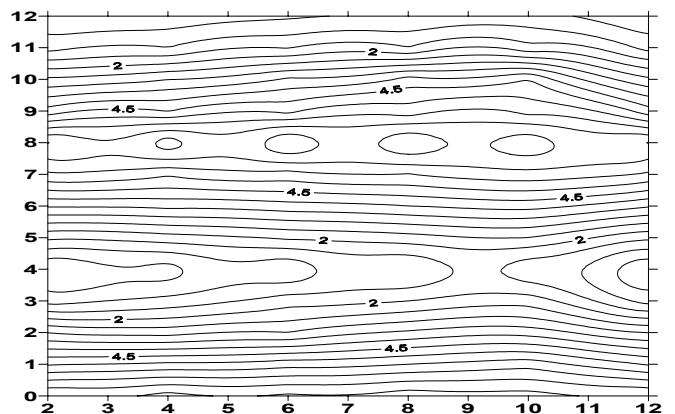


图 3 林带后不同发育阶段木麻黄林分各测点风速等值线图

图 3 中林带内等值线比较平直且分布比较均匀，在林后一定区域内出现闭合区域，等值线分布不太均匀，表明这些区域风速变化比较剧烈，有一定的波动性。

4 结论

各种不同发育阶段的木麻黄林分，风速分布为开口向上

的抛物线。从空旷地到林内 10h 处风速一直处于下降状态,并且风速降低速率差异不大,其大小顺序为:幼林>中幼林>中林>成熟林>过熟林,在 10h 后风速开始增加,增加速率为成熟林最大,中林最小。

林分后风速最小值大部分都出现在林后 1h 处,但随着距离的增加风速在逐渐升高。从幼林到过熟林,风速升高的幅度在逐渐降低。林内外风速值的过渡也由剧烈到和缓,在幼林内 10h 的风速已经接近于 0,但随着林分的生长和发育,在 10h 处的风速有逐渐增大的趋势。这主要是由于密度降低和枝下高增大所致。在 2m 范围内阻挡物的减少,必然会影响到林内空气分布和流动速度。

木麻黄林分各测点的风速空间分布呈连续的波浪状曲面,其中的凸出和下凹区域表示风速增长和下降率较大的区域。等值线分布的稀疏与紧密表明了风速值的变化快慢,中

间的闭合等值线表示这个区域形成了一个脊或者槽。

### 参考文献

- [1] 叶功富,徐俊森,等.木麻黄基干林带多树种混交造林技术及防风效能研究[J].防护林科技,2000(s1):111-115.
- [2] 薛万华.沙质海岸风口地段建立防护林关键技术研究[J].防护林科技,2006,(3):1-4.
- [3] 叶功富,张水松.木麻黄防护林的树冠规律和林分结构特征的研究[J].防护林科技.2000(s1):29-32.
- [4] 李国旗,安树青,张纪林,等.海岸带防护 4 种树木的风压应力分析[J].南京林业学报,1999(4):76-80.
- [5] 叶功富,徐俊森,等.木麻黄基干林带多树种混交造林技术及防风效能研究[J].防护林科技,2000(s1):111-115.
- [6] 王波雷,马孝义,苗正伟.基于 Sufer 软件的喷灌水量分布均匀性研究[J].人民黄河,2008.30[3]:62-63.

(上接第 65 页)低磷胁迫对无性系平 2、龙 4、A13 的小枝细胞总含水量影响最小。

3.2 在  $P_0$  条件下,无性系平 2、龙 4、湛 1、A13、501、南山 7、莆 20 小枝细胞内自由水含量都比其在  $P_1$  条件下高,而无性系 701 自由水含量低。无性系平 2、A13、501、701 小枝细胞内束缚水含量比其在  $P_1$  条件下有所增加,其中南山 7 在  $P_0$  条件下自由水与束缚水含量的比值比其在  $P_1$  条件下的比值增加了 0.0068%,其余无性系的自由水与束缚水含量的比值也有所增加,幅度不大。说明低磷胁迫对无性系 701 的小枝自由水含量与束缚水含量的比值有较大的影响,在  $P_0$  条件下,701 具有较好的抗性,而低磷胁迫对其他七个无性系的自由水与束缚水含量没有显著的影响。

3.3 在低磷胁迫下平 2、A13、501 小枝的可溶性总糖低于其在  $P_1$  条件下的,而龙 4、湛 1、701、南山 7、莆 20 比其在  $P_1$  条件下升高了,但均未达显著水平,说明低磷胁迫对木麻黄小枝中可溶性总糖含量的影响不大。

3.4 在低磷胁迫下,无性系 A13、南山 7 小枝 MDA 含量远大于其在  $P_1$  条件下的含量,说明无性系 A13 和南山 7 对低磷胁迫敏感;其余几个无性系在  $P_0$  和  $P_1$  条件下,其小枝细胞组织丙二醛含量相差不是很大,证明了低磷胁迫对无性系平 2、龙 4、湛 1、501、701、莆 20 小枝组织丙二醛含量影响不大。

3.5 低磷胁迫下无性系平 2、湛 1、701、南山 7 小枝过氧化氢酶比其在  $P_1$  条件下有所下降,但差异未达到显著水平,

因此说明低磷胁迫对无性系小枝过氧化氢酶活性无显著影响。

### 参考文献

- [1] Epstein E. Mineral nutrition of plants. New York, J Wiley and Sons., Inc, 1972: 151-56.
- [2] 张福锁.植物营养生态生理学和遗传学[M].北京:中国科学技术出版社,1993:53-63.
- [3] 徐向华.马尾松及几种阔叶树磷素营养研究[D].贵阳:贵州大学硕士学位论文,2002.
- [4] 周志春,谢钰容,金国庆,等.马尾松种源对磷肥的遗传反应及根际土壤营养差异[J].林业科学.2003,39(6):62-67.
- [5] Batten G D. A review of phosphorus efficiency in wheat[J].Plant and Soil. 1992, 146: 163-168.
- [6] 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.
- [7] 叶功富,张水松,施纯淦,等.木麻黄造林区域地理环境和立地条件的研究[J].防护林科技.2000,(S1):133-136.
- [8] 梁霞.磷胁迫对不同杉木无性系酸性磷酸酶活性的影响[J].植物生态学报,2005,29(1):54-59.
- [9] 叶功富,等.土壤盐胁迫对木麻黄生长和 sheng 生化特性的影响[J].防护林科技.2000,(专刊):186~189.
- [10] 叶功富,等.不同生育阶段木麻黄林养分循环的研究[J].防护林科技,1996,(专刊):31~34.