

辽河三角洲泥质海岸防护林小气候效益研究

王岩¹, 魏忠平², 潘文利², 范俊岗²

(1. 沈阳农业大学 林学院, 沈阳 110866; 2. 辽宁省林业科学研究院, 沈阳 110032)

摘要: 利用常规观测与梯度观测相结合的方法, 对辽河三角洲典型泥质海岸的片状防护林和单片防护林带的风速、土壤温度、光照强度、空气湿度等气象因子进行观测。结果表明: 片状林带通风系数为 0.26, 属于疏透结构, 在林带背风区 1H–5H (H 为树高) 范围内风速降低最明显, 降低幅度为 38.51%~57.25%, 10H–20H 范围内比较缓和, 风速降低 8.19%~20.57%, 林内风速平均比林外对照降低 62.86%; 单林带 1H–5H 风速平均降幅为 41.54%~59.53%, 10H–20H 平均降幅为 9.26%~16.14%。林内各层土壤温度比林外低, 日平均空气湿度林内比林外高 30.6%, 日平均光照强度林内比林外降低 40.4%。单片、片状林带的有效防风距离为 20H; 片状海防林带具有改善森林小气候的功能, 能够增加林带内空气湿度, 降低光照强度, 调控土壤温度。

关键词: 泥质海岸; 防护林; 小气候效益

中图分类号: S716.3

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2011)04-0065-04

Study on the Benefits of Microclimate of Muddy Coast Protective Forest in Liao River Delta

WANG Yan¹, WEI Zhong-ping², PAN Wen-li², FAN Jun-gang²

(1. College of Forestry, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110866, China;

2. Liaoning Provincial Research Institute of Forestry Science, Shenyang 110032, China)

Abstract: This study was carried out by using the combination of routine observation and gradient observation methods. Wind speed, soil temperature, light intensity, air humidity and other meteorological factors were observed for laminated protective forest and monolithic shelter belt of muddy coast protective forest in Liao River delta. The results showed as follows: laminated forest was sparse structure and its ventilated coefficient was 0.26, leeward areas in the forest 1H–5H (H was tree height) wind speed reduction within the range is the most significant with decrease by 38.51%~57.25%, 10H–20H within the scope of a relaxation, wind speed decreased about 8.19%~20.57%, the average wind speed within the forest was 62.86% lower than that outside of the forest. The single forest belt 1H–5H wind speed average range of fall was 41.54%~59.53%, 10H–20H average range of fall was 9.26%~16.14%. Soil temperature for inside of the forest was lower than that outside of the forest. Inside of the forest, daily average air humidity was higher than that outside of the forest which was up to 30.6%, for daily light intensity, inside of the forest was 34.7% lower than that outside of the forest. Summaries for this study were showed as follows: the effective windproof distance for laminated protective forest and monolithic shelter belt was 20H. Laminated protective forest had functions of improving microclimate of forest. It can increase air humidity for inside of the forest, reduce light intensity and control soil temperature.

Key words: muddy coast; protective forest; microclimate benefits

我国沿海灾害性天气如台风、暴雨、龙卷风、冰雹、寒潮大风等较频繁, 对该地区社会经济的可持续发展危害极大。营造沿海防护林体系, 充分发挥其生

态效益, 可显著改善环境条件、有效抗御自然灾害^[1]。建国以来特别是改革开放后, 我国沿海各地对防护林的功能和效益进行了广泛、深入的研究。张璐^[2]、贺

收稿日期: 2010-12-25

修回日期: 2011-02-28

资助项目: 国家“十一五”林业科技支撑项目(2009BADB2B0503); 国家林业局“948”重大项目(2007-4-15); 辽宁省重大科技攻关计划项目(2008207002)

作者简介: 王岩(1985-), 男, 黑龙江兰西人, 硕士研究生, 研究方向为统计预测与控制。E-mail: mini0025@163.com

通信作者: 魏忠平(1981-), 男, 吉林东丰人, 工程师, 研究方向为土壤改良与海防林生态工程建设。E-mail: weizp1981@126.com

庆棠^[3]在文中提到, 1952 年江爱良等^[2,3]首先在海南对橡胶林和防护林小气候进行观测研究; 谢平等^[4]研究了海岸沙地防护林内的小气候效应, 防护林内光照强度减弱、温度变化缓和、湿度增加、风速减小, 小气候效应显著, 改善了海岸沙地的生态环境; 李志真等^[5]进行了木麻黄沿海防护林小气候效应的定位研究, 防护林内年平均气温、年平均最低温和最高温、年平均地面温度均比林外低, 夏季降暑冬季防寒效应比较明显; 黄承标等^[6]研究了广西沿海窿缘桉防护林小气候效应, 防护林有良好的防风、降温和增湿等小气候水文生态功能; 陈祥伟等^[7]对天然次生柞木林不同群落结构小气候效应进行观测研究, 结果表明: 效应带的开拓改变了近地面层乱流、湍流交换系数, 增加了热散射通量, 从而促使小气候因子重新分配, 产生明显效应; 谭芳林等^[8]对木麻黄基干林带小气候效应及梯度变化进行了研究, 结果表明防护林对小气候有明显的影响。泥质海岸防护林小气候效应是沿海防护林小气候效应的重要组成部分, 但至今国内外对泥质海岸防护林小气候效应的研究很少见报道。为了了解泥质海岸防护林内与林外的土壤温度、风速、湿度、光照的日变化特征, 本文试图对辽河三角洲地区凌海市和大洼县的泥质海岸防护林内与空旷地的主要气象因素日变化进行对比观测分析, 来探讨泥质海岸防护林改善小气候环境功能的大小, 为研究沿海泥质海岸防护林对小气候的影响, 评价泥质海岸防护林小气候效益提供科学的依据。

1 试验区概况

试验地分别设在辽河三角洲地区的凌海市建业乡和大洼县。辽宁省凌海市建业乡属于典型淤泥质海岸地段, 位于 $120^{\circ}42' - 121^{\circ}45' E$, $40^{\circ}48' - 41^{\circ}26' N$ 。大部分土壤为滨海盐土, 局部为滨海盐碱土, 土壤含盐量 $2 \sim 12 g/kg$, pH 值 $8.5 \sim 10.5$ 。年平均温度 $9 \sim 9.6^{\circ}C$, 年降水量 $400 \sim 500 mm$, 蒸发量 $1\ 600 \sim 1\ 800 mm$, 无霜期 $170 \sim 180 d$, 主要植被有碱蓬 (*Suaeda glauca*)、翅碱蓬 (*Suaeda heteroptera*)、二色补血草 (*Limonium bicolor*)、西伯利亚蓼 (*Polygonum sibiricum*)、狗尾草 (*Setaria viridis*) 等。辽宁省大洼县位于 $121^{\circ}50' - 122^{\circ}28' E$, $40^{\circ}42' - 41^{\circ}09' N$, 处于辽河三角洲腹地。境内海岸线 $138 km$, 半湿润半干旱气候, 年均降水量 $646.6 mm$, 年均蒸发量 $1\ 653.6 mm$, 年均气温 $8.4^{\circ}C$, 无霜期 $177 d$ 。土壤主要有滨海盐土、滨海潮滩盐土, 土壤含盐量 $3 \sim 15 g/kg$, pH 值 $8 \sim 9$ 。主要植被碱蓬、翅碱蓬、盐蒿 (*Artemisia halodendron*) 等。

2 材料与方法

2.1 海防林风速测定

2.1.1 片状防护林风速测定 分别在 2009 年 10 月 2 日、9 日、16 日、23 日、30 日, 从 8:00–18:00, 每隔 2 h 对凌海市建业乡何屯典型泥质海岸的片状防护林带进行风速观测, 每天每个时间段重复 3 次测定。林带为东西走向, 带宽 $100 m$, 长 $200 m$, 林带断面类型为矩形。在风向与林带基本垂直时, 同时在空旷地、林内、背风面 $1H$ 、 $5H$ 、 $10H$ 、 $20H$ 、 $25H$ 、 $30H$ 、 $35H$ (H 为树高倍数) 的同一方位上用 DEM-6 型轻便 3 杯风向风速仪测定离地面 $1.5 m$ 处的风速和风向。

2.1.2 单林带防护林风速测定 分别在 2009 年 10 月 2 日、9 日、16 日、23 日、30 日, 从 8:00–18:00, 分别测定凌海市建业乡建业村和大洼县王家进水干渠 9 号线的单林带防护林的防风效应, 每天每个时间段重复 3 次测定。建业村林带为东西走向, 带宽 $10 m$, 王家林带为南北走向, 带宽 $8 m$, 林带断面类型都为矩形。分别进行离地 $0.5 m$ 、 $1.5 m$ 梯度观测, 测定方法同上。

2.2 海防林湿度测定

分别在 2009 年 10 月 2 日、9 日、16 日、23 日、30 日, 从 8:00–18:00, 每隔 2 h 对凌海市建业乡何屯典型泥质海岸的片状林带内与对照点 (选在迎风面距林带 10 倍树高处) 的空气湿度离地 $0.5 m$ 、 $1.5 m$ 进行梯度观测, 每天每个时间段重复 3 次测定。空气湿度采用 ST-DHM2 型机械通风干湿表测定。

2.3 海防林土壤温度和光照度测定

分别在 2009 年 10 月 2 日、9 日、16 日、23 日、30 日, 每隔 2 h 对凌海市建业乡何屯典型泥质海岸的片状林带内与对照点 (选在迎风面距林带 $10 H$ 处) 的土壤分别测定 $0, 5, 10, 15, 20 cm$ 不同层次的温度, 以及不同时刻的光照强度。土壤浅层温度用曲管地温计测定, 曲管地温计按 $5, 10, 15, 20 cm$ 深度顺序由东向西排列, 感应部分向北。用最高温度表和最低温度表测定土壤最高最低温, 表间相隔约 $10 cm$, 表身与地面成 45° 角。在林内分别选择强光、稀光和弱光三点, 用 ST-15 型照度计测定光照强度, 取其均值为林内光照强度。

2.4 透风系数计算方法

透风系数是鉴定林带结构优劣的重要参数, 也是判断林带防护效果的指标^[9]。在林带背风面距林缘 $1 \sim 2 m$ 处, 分别距离地面 $1 m$ 、 $0.5H$ 、 $0.75H$ (H 为林带平均高) 处设置风速表, 测定风速为 V_1 、 V_2 和 V_3 ; 在林带迎风面 $10H$ 处也分别在上述 3 点设置风速表测

定旷野风速为 V_1' 、 V_2' 和 V_3' 。透风系数 $\alpha(\%)$ 计算公式为

$$\alpha = \frac{V_1 + V_2 + V_3}{V_1' + V_2' + V_3'} \quad (1)$$

3 结果与分析

3.1 海防林防风效能

3.1.1 片状海防林防风效能 该防护林带的透风系数为 0.26, 介于 0.3~0.5 之间, 属疏透结构。当风遇到疏透结构的林带时, 从整个林墙中均匀地穿过, 并且受到树干、树枝叶的磨擦和阻拦, 使大股气流变成了无数的大小不等、强度不一和方向相反的小股气流, 这时气流的动能被消耗, 风速也随之减弱。穿过林带的气流, 在其背风区较大距离内形成了一个弱风区。在林带背风面 1H~20H 范围内形成一个主要风速降低区, 该面积比林带迎风面防护区要大, 是防护林带主要保护区和作用范围, 对林带生态环境具有明显改善作用的区域。小气候的改变主要在这一区域内发生效果。由图 1 可以看出, 1H~5H 区域内风

速降低程度最大, 可由旷野最大风速值 3.9 m/s 降低至 1.7~2.4 m/s, 降低幅度为 38.51%~57.25%。而在 10H~20H 区域内风速降低程度相对较小, 风速分布大多为 3.1~3.6 m/s, 风速降低约 8.19%~20.57%。当水平距离超过 20H 时, 风速恢复到旷野风速, 即防护林带失去其防护功能。由此可见该林带有效防护距离为 20H。表 1 是片状林带内外风速的观测值, 从中可以看出林内风速平均比林外对照降低 62.86%, 由于林内风速的降低, 使土壤蒸发量减少, 增加了土壤的湿度和温度, 有利于林内地表植被覆盖度的增加。

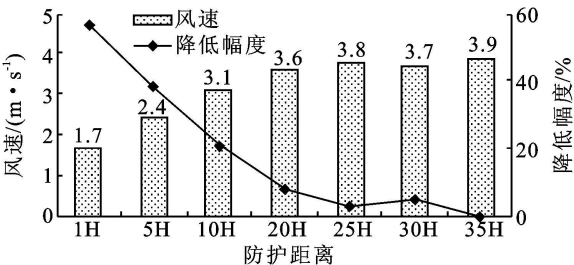


图 1 不同 H (树高) 处风速日变化

表 1 海防林片状林带内外风速日变化观测

观测地点	8: 00	10:00	12:00	14: 00	16: 00	18:00	平均
片林内	1. 60	1. 60	1. 80	0. 70	0. 80	1. 20	1. 30
CK(对照)	3. 60	3. 80	3. 60	2. 60	2. 80	4. 80	3. 50

3.1.2 单林带海防林防风效能 从表 2 中可以看出, 建业村的单林带防护林在 1H~5H 范围内的风速可由旷野风速 6.3 m/s 降低到 3.7~4.1 m/s; 王家从 2.7 m/s 降低到 0.6~1.4 m/s, 风速减低率分别达到 34.92%~41.27% 和 48.15%~77.78%。而在 10H~20H 范围内风速降低相对较弱, 分别为 5.2~5.6 m/s, 风速减低率在 11.11%~17.46% 和 7.41%

~14.81% 范围内, 超过 20H 时风速基本接近空旷地风速。由此表明, 单林带防护林的有效防护距离大约是 20H, 其中在 1H~5H 范围内防风效果更好一些, 这与杜鹃强等^[10]、李永平等^[11] 研究结果一致。两个观测林带的透风系数分别为 0.77 和 0.79, 说明这两个单林带属于透风结构, 能够较好地降低风害, 透风系数越大降低风速效果越明显。

表 2 海防林单林带不同距离防风效果观测

观测地点	1H	5H	10H	20H	25H	30H	35H	CK(对照)	透风系数/ %
王家风速/(m · s ⁻¹)	0. 60	1. 40	2. 30	2. 50	2. 50	2. 70	2. 60	2. 70	0. 79
比对照减少/ %	77. 78	48. 15	14. 81	7. 41	7. 41	0. 00	3. 70		
建业村/(m · s ⁻¹)	3. 70	4. 10	5. 20	5. 60	5. 80	6. 10	6. 30	6. 30	0. 77
比对照减少/ %	41. 27	34. 92	17. 46	11. 11	7. 94	3. 17	0. 00		

3.2 对土壤温度日变化的影响

从图 2 中可以看出, 10:00 之后 5 cm、10 cm 土层林内的土壤温度小于林外同时刻的土壤温度。林内 0 cm 温度在 12:00 达到最高为 14.0℃, 林外 0 cm 温度在 14:00 达到最高为 18.6℃, 地表降温幅度比其它各层稍明显, 达到 24.7%。10:00 之前 5 cm、10 cm 的温度林内高于林外, 这是因为夜间防护林对土壤浅层(5~10 cm) 具有增温效果。

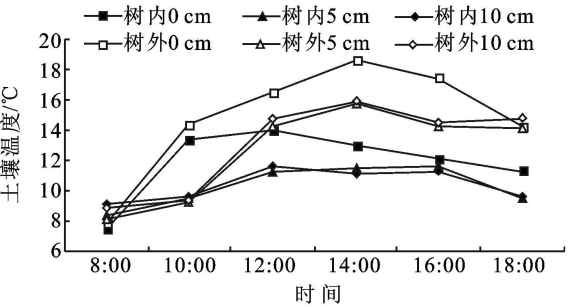


图 2 何屯土壤温度日变化

表 3 是各层土壤温度日间均值, 从中可以看出, 土壤的日温变化林内小于林外, 地表温度的变化幅度明显大于其它土壤层次, 随着土层深度的增加土壤温

表 3 防护林内外土壤温度比较

观测地点	日间土壤温度					日间土壤温度变幅					地面	地面
	0 cm	5 cm	10 cm	15 cm	20 cm	0 cm	5 cm	10 cm	15 cm	20 cm	最高	最低
林内	11.9	10.3	10.3	10.9	12.0	6.5	3.2	2.5	1.3	0.0	14.0	7.5
CK(林外)	14.8	12.6	12.5	13.5	14.7	10.7	7.6	5.9	4.5	2.0	18.6	7.9

3.3 对空气湿度日变化影响

由图 3, 图 4 可以看出, 林内空气湿度显著高于林外, 日间 0.5、1.5 m 高度处的林内平均湿度分别比林外高 30.8%、30.5%。林内外的空气湿度随着光照强度的增加而逐渐降低, 都在 8:00 达到最大值, 林

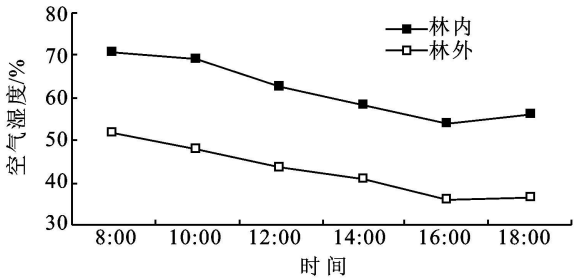


图 3 林内外空气湿度 0.5 m 处日变化

3.4 片状防护林内外光照强度日变化规律

从表 4 中可以看出, 光照强度随着时间的增加而逐渐增大, 在 12:00 达到最强后开始降低, 18:00 达到最小值。全天各时段中林内的光照强度比林外低, 平

表 4 防护林内外光照强度比较

观测点	光照强度	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
林内	E_1	41500	47900	54200	42700	29000	20500
	E_2	36000	39700	47600	37300	26900	17500
	E_3	12000	27600	31000	22000	17000	12000
	均值	29800	38400	44300	34000	24300	16700
CK(林外)		53600	59400	63800	51300	46800	39600

注: E_1 为林内强光处光照强度; E_2 为林内弱光处光照强度; E_3 为林内稀光处光照强度。

4 结论与讨论

(1) 本研究得出泥质海岸防护林具有良好的调节小气候功能。结果表明片林透风系数为 0.26 时, 林带的有效防护距离为 20H, 林内比林外风速平均降低 62.86%, 单林带的有效防护距离也为 20H, 两种林带都是在背风区形成一个风速减弱区域, 并且在 5H 左右降风幅度明显, 林带防风效果的大小与林带断面形状、透风系数有关。这与曹新孙^[13]一书中提到的焦树仁等观测到最适透风系数为 0.25 时, 林带平均风速降低 44%, 有效防护距离大致在 20H 范围内的结论基本一致。

(2) 防护林在秋季对土壤浅层(5-10 cm)具有一定的增温效应, 地表温度降幅达到 24.7%, 土壤温

度日变化幅度逐渐减小。林内地表最高温度明显小于林外, 最低温度略小于林外, 林内温度升降缓和, 温度变化比较平稳。

内 0.5、1.5 m 高度处的平均湿度达到 70.7%, 林外平均达到 51.0%, 明显高于其余时段。林带的屏障和摩擦作用, 降低了风速, 使林内树木及土表蒸发蒸腾出来的水分能在近地面滞留较长时间, 表现出蒸发减少、湿度增大的作用^[12]。

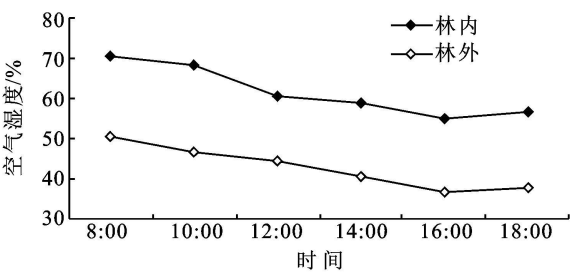


图 4 林内外空气湿度 1.5 m 处日变化

均降低 40.4%, 这是由于树冠能够吸收和反射一部分太阳辐射, 使得林内光照强度低于林外光强。虽然本次观测是在秋季, 部分枝叶脱落, 吸收和反射太阳辐射减弱, 但是相对于无林地来说, 效果还是比较明显。

度日变化林内小于林外, 随着土层深度增加逐渐变小。防护林在秋季对土壤浅层具有增温作用, 使林内土壤温度变幅较小, 相对于林外较稳定, 对土壤温度具有一定的调控作用, 使得温度有益于树木生长。林内空气湿度平均比林外高 30.6%, 明显降低了林内水分的蒸发量, 增加了空气湿度; 林内光照强度平均比林外低 40.4%, 能够很好地降低蒸发量, 增加土壤水分。

(3) 本研究只是对泥质海岸防护林小气候在 10 月日均变化规律进行了初步观测, 风速的观测只进行了水平梯度的观测, 没有在垂直方向上观测, 所设观测点、观测时间比较少, 没有研究风向与林带不同交角时的情况, 不同季节变化情况, 在这些方面还需要进一步深入研究。

(下转第 73 页)

至2008年底,隧道施工总排水量已超过500万 m^3 ,如此大的排水量,若与地表水有联系,必然会在地表水系中有所反映。但通过对现有监测资料的综合分析,已确定当前的隧道涌水并未对地表水量造成影响。因此,当前地表水环境没有因隧道涌水而发生显著变化。

至于后期的施工是否会对水环境产生影响,则有待进一步论证。

7 结论

(1) 结合区域地质资料与隧道涌突水情况分析,考虑水样同位素测试结果,通海隧道涌突水主要为隧道西侧山区的大气降水。

(2) 杞麓湖湖积层较厚,且透水性很弱;湖水同位素特征与隧址区地下水差异显著;东南侧受到侏罗系砂页岩的阻隔,接受南侧地下水补给,而向南流动的水动力条件微弱,其湖水排泄仅能通过暗河管道和人工隧道进行等,可以认为隧道涌水与杞麓湖水无关。

(上接第68页)

(4) 泥质海岸防护林本身具有一定的特殊性,在沿海防护林建设中起到了重要作用。本文通过对各项小气候要素的观测研究,评价了泥质海岸防护林所发挥的防护效应,并从中发现防护林建设中存在的问题和改进方向,为泥质海岸防护林改善沿海生态环境发挥最佳生态效益提供了一定的依据和经验。

参考文献:

- [1] 胡海波,张金池,鲁小珍.我国沿海防护林体系环境效应的研究[J].世界林业研究,2001,14(5):37-43.
- [2] 张璐,林伟强.森林小气候观测研究概述[J].广东林业科技,2002,18(4):52-56.
- [3] 贺庆棠.气象学[M].北京:中国林业出版社,1993:22-24.
- [4] 谢平,李燕.海岸沙地防护林的小气候效应[J].中国沙漠,2001,21(1):63-96.
- [5] 李志真,谭芳林,叶功富,等.木麻黄沿海防护林小气候效应的定位研究初报[J].福建林业科技,2000,27(1):1-4.

(3) 通过对现有监测资料的综合分析,已确定当前的隧道涌水并未对地表水量造成影响。因此,当前地表水环境没有因隧道涌水而发生显著变化。

至于后期的施工是否会对水环境产生影响,则有待进一步论证。

参考文献:

- [1] 许模,张强.通海隧道岩溶涌水危险性评价[D].成都:成都理工大学,2007.
- [2] 黄润秋,许模,徐则民,等.圆梁山特长隧道施工地质灾害问题预测[J].成都理工学院学报,2001,28(2):363-367.
- [3] 孙维兵,许模,张强,等.四川某隧道岩溶水文地质条件及涌水量初步研究[J].水土保持研究,2008,15(2):232-234.
- [4] 黄鸿健,张民庆.宜万铁路隧道工程岩溶及岩溶水分析与应对[J].现代隧道技术,2009,41(2):22-34.
- [5] 张强,许模,蒋良文.毛坝向斜水动力环境的水化学:同位素信息分析[J].地质灾害与环境保护,2001,12(2):52-61.
- [6] 黄承标,梁宏温,温远光,等.窿缘桉防护林小气候的初步研究[J].浙江林学院学报,1999,16(3):247-245.
- [7] 陈祥伟,丁宝永,刘建松,等.天然次生柞木林不同群落结构小气候效应的研究[J].东北林业大学学报,1990,18(S3):60-69.
- [8] 谭芳林,叶功富,张水松,等.木麻黄基干林带小气候效应及梯度变化的研究[J].防护林科技,2008(S1):108-118.
- [9] 康立新,季永华,张日连,等.农田林网主林带透风系数和疏透度关系探讨[J].江苏林业科技,1992(1):12-16.
- [10] 杜鹤强,韩致文,颜长珍,等.西北防护林防风效应研究[J].水土保持通报,2010,30(1):117-120.
- [11] 李永平,冯永忠,杨改河.北方旱区农田防护林防风效应研究[J].西北农林科技大学学报:自然科学版,2009,37(6):92-98.
- [12] 王冬米,梁景彬,卢国耀,等.沿海防护林对农业减灾增产的初步研究及价值核算[J].防护林科技,2007(2):54-55.
- [13] 曹新孙.农田防护林学[M].北京:中国林业出版社,1983.