

## 防风网防风效能初步研究

祁有祥,程 复<sup>1</sup>,武烽东<sup>2</sup>,张维江<sup>3</sup>

(1. 水土保持与荒漠化防治教育部重点实验室,北京林业大学水土保持学院,北京 100083;  
2. 黄委会晋陕蒙接壤地区水土保持监督局,陕西 榆林 719000;3. 宁夏大学土木与水利工程学院,银川 750021)

**摘 要:**应用多通道自记风速风向仪测定防风网后不同平距、高度的风速,经防风效能分析,表明在同一高度防风网防风效能随平距增大递减;同一平距内随高度的增加防风效能递减,平距 15 H 左右防风网失去“防风抑尘”的作用。

**关键词:**防风网;防风效能;风蚀

**中图分类号:**S157

**文献标识码:**A

**文章编号:**1005-3409(2007)01-0190-03

## Initiative Research on Wind-break Potency of Wind-break Net

QI You-xiang<sup>1</sup>, CHEN Fu<sup>1</sup>, WU Feng-dong<sup>2</sup>, ZHANG Wei-jiang<sup>3</sup>

(1. Key Laboratory of Soil and Water Conservation and Desertification Combatting of MOE, Beijing 100083, China;

2. The Supervision Bureau of Soil and Water Conservation in Contiguous Areas of Shanxi, Shaanxi and Inner Mongolia of YRCC, Yulin, Shaanxi 719000, China;

3. College of Civil and Water Conservancy Engineering, Ningxia University, Yinchuan 750021, China)

**Abstract:** Applying multi-access auto-write wind velocity and wind direction instrument to determine the velocity of wind in different horizontal distance and height behind the wind-break net, by analyzing the wind-break potency, the research result indicates that at the same height the wind-break potency of wind-break net decreases progressively along with enlargement of horizontal distance, and at the same horizontal distance it also decreases progressively along with increasing of height. The wind-break net will lose the function of “ward the wind and fix the dust” when the horizontal distance is about its fifteen times high.

**Key words:** wind-break net; wind-break potency; wind erosion

防风网具有结构简单、维护方便、营建迅速等特点,通常用于堆栈以及不适于营建防护林区域“防风抑尘”。实验和实践都已证明防风网能有效地降低平均风速,达到“防风抑尘”目的<sup>[1]</sup>。防风网已在农、林、工矿等行业被广泛应用,在农业上防风网为农作物提供微气候环境;在沙化比较严重的地区,用于“防风抑尘”;尤其是在露天存放的煤粉、矿石、石灰堆放等散流物料的储料场,防风网能减少散料装卸和堆放过程中的逸散。林官明等<sup>[2]</sup>借助风洞试验模拟了防风网附近的湍流流动,应用子波分析对防风网泄流的湍流信号进行研究,提出了防风网“防风抑尘”机理。

### 1 防风网“防风抑尘”技术研究及应用概况

#### 1.1 国外研究概况

近 30 多年来,美国、日本、澳大利亚、英国、新西兰等国均对防风网防尘技术进行了研究,其中以美国、日本开展的工作较多。

美国国家环保局,于 1986 年对本国有关研究部门关于防风网相关研究工作进行归纳,提出了防风网一系列设计参数。

上世纪 70 年代,日本开始研究开发防风网“防风抑尘”技术,并首先于农业中推广应用,由于防风网对水稻有增产

和提高品质的效果,北海道水田防风网应用面积迅速扩大,至 80 年代中期,使用长度已达 2 000 km 以上<sup>[3]</sup>。与此同时,开展煤粉尘扩散的模拟研究,有针对性地提出并实施了露天煤堆场洒水抑尘和设置防风障的抑制起尘措施,谷口孚幸等<sup>[4]</sup>通过对大型露天煤堆场的煤尘飞散预测和控制研究,筛选了具有较好抑尘效果的风障形状。自上世纪 70 年代末,日本相继在贮煤堆场设置防风网,1987 年、1988 年、1989 年申请了有关防风网的专利。

#### 1.2 国内研究及应用概况

我国防风网最早由辽宁省地质矿产局第三地质大队革新成功,用于保护长期处于恶劣气候条件下运转的钻机及塔衣,1964 年该队使用尼龙防风网的三台钻机(12,16,17 m),在辽宁与内蒙古交界处抵御了两个多月的大风天气,塔衣无一处被风撕裂<sup>[5]</sup>。但我国防风网“防风抑尘”技术的应用研究起步较晚,对其防尘机理、加工工艺、工程设计专门研究工作较少。国内开展防风网防尘技术的研究,主要是结合一些工程可行性研究的需要开展技术验证工作,通过工程实际运行参数,结合风洞试验对防风网的技术参数逐步加以改进和完善,同时引进和消化国外防风网在工程中的应用技术,为防风网“防风抑尘”技术研究奠定了基础。

上世纪 80 年代中期,武汉水运工程学院流体力学教研

\* 收稿日期:2006-01-13

基金项目:环北京地区(首都圈)防治沙应急技术与示范——燕山丘陵山地(河北丰宁)防治沙技术示范区项目(FS2000-004)资助

作者简介:祁有祥(1980-),男,硕士,主要研究方向:水土保持与荒漠化防治。

室结合上海朱家码头煤堆场“挡风抑尘措施研究”的课题,应用流体力学经典理论流函数方法对防风网后流动数值模拟计算,计算结果与环境风洞中实测的数据作比较,提出了一些亟待解决的问题<sup>[6]</sup>。

90 年代初,交通部水运科学研究所与北京大学环境科学中心环境空气动力学研究室合作,结合秦皇岛码头煤堆场设置防风网工程,对其防尘机理、主要结构参数,如孔隙度、防风网材质和防风网对煤堆场减尘效果等作了一系列研究工作<sup>[7]</sup>。

本世纪初,北京大学环境学院环境科学系结合环境模拟和污染控制国家重点联合实验室,在边界层风洞中模拟了防风网附近的湍流流动,应用子波分析对防风网泄流的湍流信号进行了研究,发现与无防风网平坦条件相比,湍流的能量及发生的频率都有显著降低,提出了防风网“防风抑尘”的 3 大机理<sup>[2]</sup>。台湾海洋大学河港工程系在防风网多层结构及网后空气紊流结构方面也开展了深入研究<sup>[8]</sup>。

2 研究方法

2.1 风速观测

风速采用中国科学院寒区、旱区环境与工程研究所专利产品——便携式多通道自记风速风向仪测定。探头布设在防风网走向(防风网垂直风向固定)的中垂线上,分别位于网前 1 H 及网后 1, 2, 5, 10, 15, 20 H 处( H 为防风网高度),网前 1 H 处探头为对照风速观测点,观测高度分别为 0.1 H, 0.5 H, 0.75 H(图 1)。设置数据存储频率为 4 s/次,每 10 次取平均值记录。

2.2 防风效能计算

防风效能计算公式:  $E_{sh} = (V_{oh} - V_{sh}) / V_{oh} \times 100\%$  (2)  
式中:  $E_{sh}$ ——距防风网为  $xm$ 、高度为  $hm$  处防风效能,  $V_{oh}$ ——观测高度为  $hm$  对照点的平均风速,  $V_{sh}$ ——距防风网  $xm$ 、高  $hm$  处的平均风速。

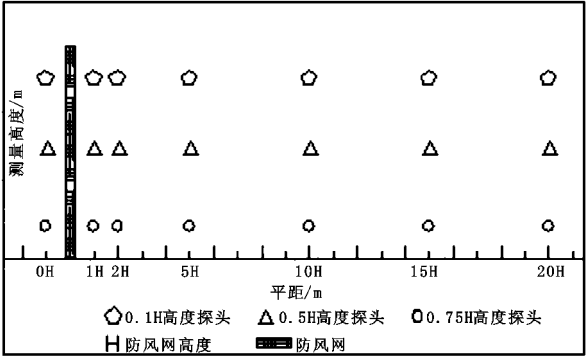


图 1 防风网防风效能测定试验布设平面图

3 结果与分析

3.1 风速变化分析

试验结果表明(图 2):在 0.1 H、0.5 H、0.75 H 的梯度范围内,防风网后风速在平距 1 H 范围左右降至最小,平均降低比率分别为 1.83、1.63、1.39;在 1 H~2 H 范围内基本保持最小风速,2 H 之后风速开始逐渐增大,在 2 H~15 H 的平距范围内风速增大比率相对稳定,平均增大比率分别为 1.2、1.12、1.11,由于受下垫面的影响,近地面风速增大比率略高,在平距 15 H 时风速接近防风网前参照点风速。分析表明:在防风网后 2 H 平距范围内,属风速减小区,且近地面风降低比率较大;2 H~15 H 范围内,属风速递增区,且近地面增大比率略高。

3.2 防风网防风效能分析

3.2.1 横向(平距)防风效能变化

试验结果表明(图 3):同一高度,1 H~2 H 平距范围内防风网防风效能最大,0.1 H、0.5 H、0.75 H 高度,平距 1 H、2 H 处的平均防风效能分别为 45.31 %、41.62 %、28.83 %, 44.39 %、41.07 %、26.97 %。15 H~20 H 平距范围内防风效

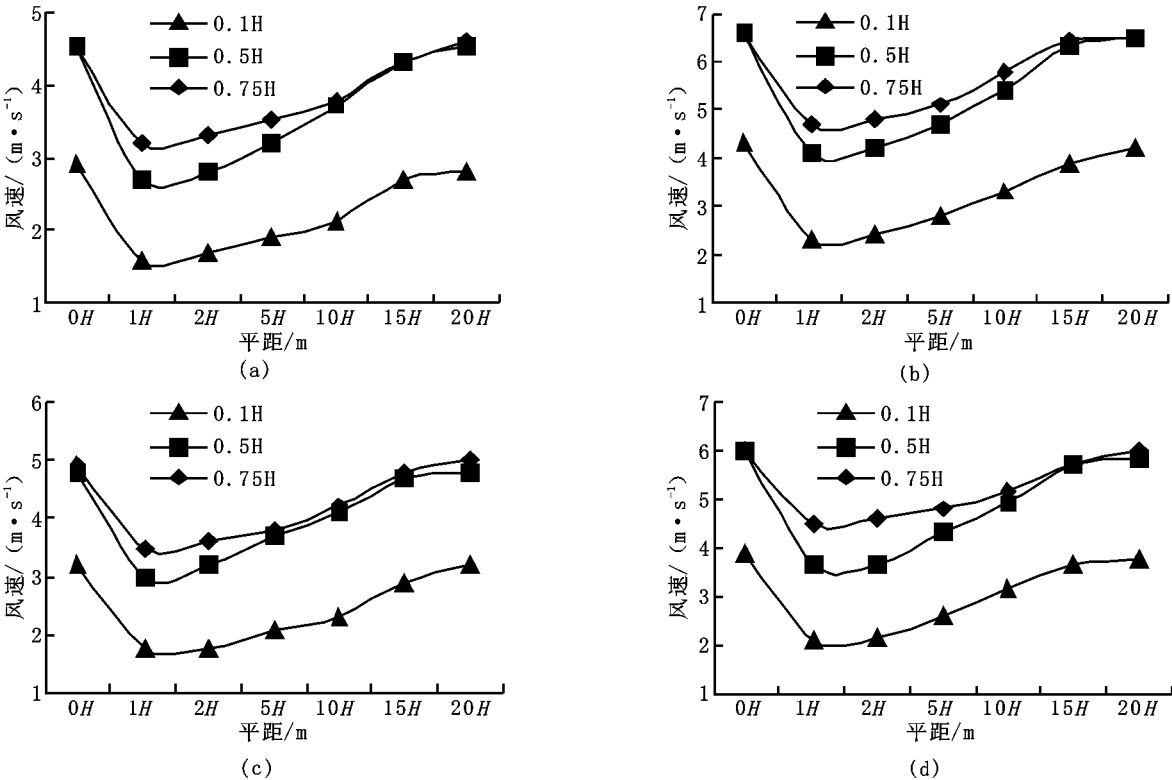


图 2 防风网后风速变化曲线

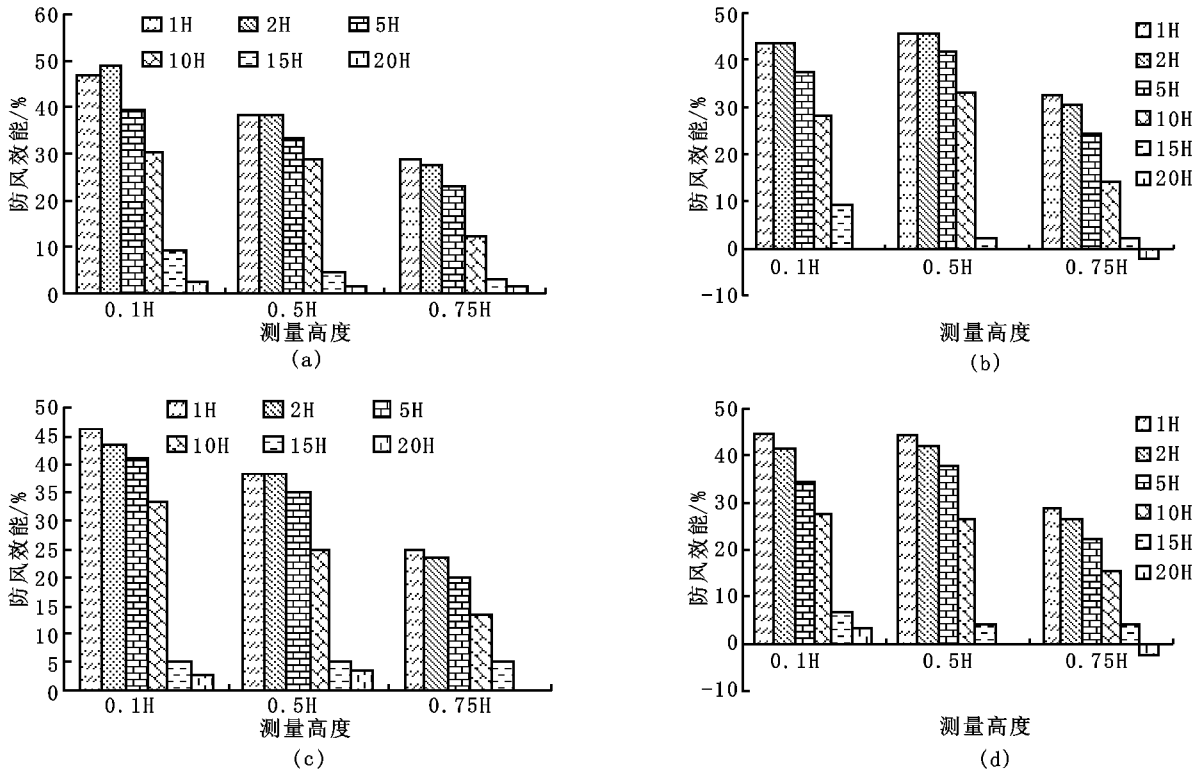


图 3 防风效能随平距变化趋势

能降至最小,0.1H、0.5H、0.75H高度,平距15H、20H处平均防风效能分别为7.68%、4.02%、3.63%、2.73%、1.21%、-0.69%。分析表明:防风网的防风效能同一高度随平距增大递减,同一平距内随高度的增加防风效能递减,平距15H左右,防风网失去“防风抑尘”的作用。

3.2.2 纵向(测量高度)防风效能变化

试验结果显示(图4):同一平距范围内,高度0.1H~0.5H处防风效能相当,且均高于0.75H处防风效能;随平距的增大,不同高度的防风效能均逐渐减小,至平距15H处,高度0.1H、0.5H、0.75H处平均防风效能分别将至7.68%、4.02%、3.63%,防风网已失去“防风抑尘”的作用。

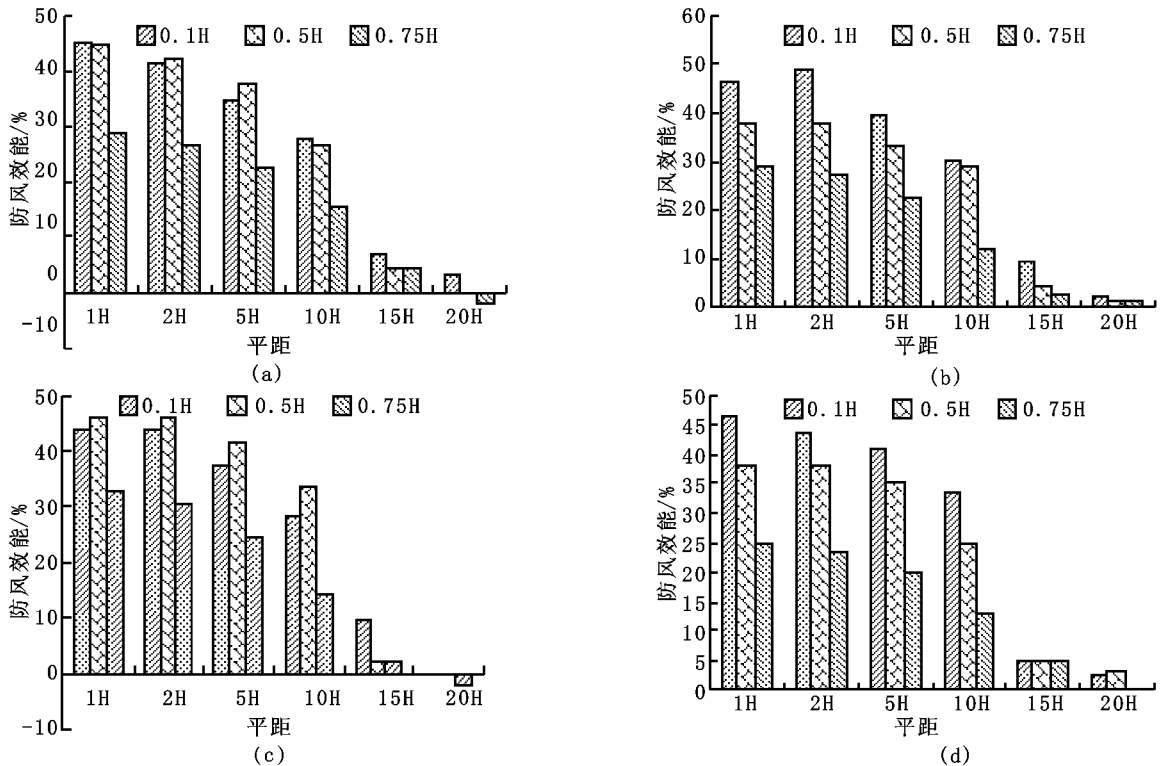


图 4 防风效能随高度变化趋势

由厚层状的灰岩、白云质灰岩构成,坡体的自稳性好,未见有崩塌、滑动迹象,对厂区的稳定性不构成影响。

厂区内的岩溶较发育,形态主要表现为垂直发育的溶蚀裂隙和覆盖性的溶沟溶槽,岩溶发育具有数量多、埋藏浅、规模不大的特点,整个厂区内的岩溶现象主要分布在 5 个岩溶发育带,各发育带之间分布不连续。综上,岩溶对厂区的稳定性不构成影响。

断层位于场区中东部,走向近南北,倾向西,系区域性东西向构造带和坡洪-德保断裂带的次一级断裂,为非全新活动断裂,对厂区的稳定性不构成影响。

#### 4.2 地基稳定性评价

厂区位于覆盖性岩溶区,属不均匀的土岩组合地基,场区内的硬-可塑的黏性土均具有良好的工程性能,可作为天然地基土,但其具有弱膨胀潜势,局部地段土体内更零星分布有土洞;下伏的基岩为较硬岩,基岩面起伏较大,岩溶发育,岩溶形态主要为溶洞、溶蚀裂隙及溶蚀沟槽。

综上土洞及溶洞的存在对地基的稳定性有着不同程度的影响,为影响地基稳定性的不利因素。

### 5 工程中应注意的几个问题及处理方法

#### 5.1 工程中应注意的几个问题

(1)场区地处峰丛-洼地的平坦底部,地势相对低洼,现有地表与整平标高相差约 2 m,整平后天然的地表水、地下水排泄系统将不可避免的被改变,工程中应采取相应的截排水措施,将地表水迅速疏导出厂区;同时应避免在厂区内及附近大量抽取地下水,确保地下水位的相对稳定,避免地下水位频繁的消涨,引起岩土体失稳。

(2)采用人工挖孔桩或大面积开挖时,应充分考虑地下水对施工的影响,并采取必要的支护措施,确保施工安全。

(3)由于厂区岩溶发育,多为土岩组合地基,当同一建筑物的基础置于不同的岩土层上时,应考虑其差异沉降的影响。

(4)工程建设期间及运行中应按规定进行监测,重点在于监测地面变形、地下水的动态变化、场区及附近的抽水情况;避免地下水变化引发进一步的土洞和塌陷发生。

#### 参考文献:

- [1] 张倬元,王士天,王兰生,等.工程地质分析原理(第二版)[M].北京:地质出版社,1994.
- [2] GBJ 112-87.膨胀土地区建筑设计规范[S].北京:中国计划出版社,1989.
- [3] 杨位洸,等.地基及基础(第三版)[M].北京:中国建筑出版社,1998.

(上接第 192 页)

### 4 结 论

(1)防风网后风速变化分析结果表明:在防风网后 2 H 平距范围内,属风速减小区,且近地面风降低比率较大;2 H

#### 参考文献:

- [1] Steven B. Windbreaks[M]. Melbourne: Reed International Books Pty Ltd as Intaka Press, 1998.
- [2] 林官明,叶文虎.防风网泄流区湍流的子波分析[J].北京大学学报(自然科学版),2003,39(5):734.
- [3] 矫江.日本北海道的防风网[A].世界农业[M].1987.35.
- [4] 沈熹.防风网防尘技术在露天煤堆场的应用研究现状及对发展我国防风网防尘技术的建议[J].交通环保,1995,(16):22.
- [5] 孙庆英.塔衣防风网[J].探矿工程(岩土钻掘工程),1986,(3):46.
- [6] 刘志,王献孚.通过防风网流动数值模拟[J].交通环保,1990,11(6):1-3.
- [7] 李玉江,吕焕更.在秦皇岛港 8#、9# 号煤码头设置防风网的论证研究[J].交通环保,1993(4-5):35-37.
- [8] 李明水,陈立,王奇志.秦皇岛港煤堆场防风网风洞试验报告[R].绵阳:中国空气动力研究与发展中心低速空气动力研究所,2002.

#### 5.2 处理方法简介

(1)不均匀地基的处理。优先考虑地基土处理为主的措施,采用改变基宽、调整相邻地段基底压力,增加基础埋深,使基底下可压缩土层厚相对均匀;对基地下的溶蚀孤石和外露的石芽,可采用压缩材料的褥垫处理,对土层厚度、状态分布不均的地段,用低压缩的材料作置换处理。

(2)基底下溶洞的处理。视溶洞的大小采用梁、板、拱结构跨越溶洞,用混凝土填充或置换溶洞中软弱土层。也可采用洞底支撑或调整柱距等方法。

(3)基底下土洞的处理。对于土洞的处理应首先治水,如杜绝地表水大量集中渗漏,稳定和控制地下水的动态变化。对顶板较薄的土洞,可清除其软土后用块石、碎石、砂土、黏土自上而下做反滤层;对埋藏较深的土洞,可用梁板跨越土洞或用混凝土灌注土洞及岩溶通道。

(4)膨胀土的处理。基础埋置深度应大于大气急剧影响深度 1.575 m;同时对建筑物的周围应作好地下水管网的防漏措施;必要时可采用砂、卵石进行换填,垫层厚度不应小于 300 mm;或调节散水宽度,散水宽度宜大于 2 m。

### 6 结论与建议

(1)厂区地形平坦,地势开阔,场区内未见大的控制性断裂存在,也未发现有全新世活动断裂,已有的不良地质作用通过适当的方法治理后,适宜建设。

(2)厂区内的植物层结构松散,软-流塑的黏土、红黏土力学强度低,不宜作为天然地基土,其余各岩土层均可作为天然地基土。

(3)厂区内分布的第四系土层具弱膨胀潜势。建议基础埋置深度大于大气急剧影响深度(1.575 m);同时作好地表和地下水管网的防漏措施;必要时可采用砂、卵石进行换填,垫层厚度不应小于 300 mm;或适量加大散水宽度。

(4)工程建设及运行中应按规定进行监测,重点在于监测地面变形、地下水的动态变化、场区及附近的抽水情况、地下水变化对土洞和塌陷发生的影响。

~15 H 范围内,属风速递增区,近地面增大比率略高。

(2)防风网防风效能分析结果表明:防风网防风效能能在同一高度随平距增大递减,同一平距内随高度的增加防风效能递减,平距 15 H 左右防风网失去“防风抑尘的作用”。