

农田休闲期垄作地形对近地表风场的影响^{*}

刘目兴^{1,2,3} 刘连友^{1,2,3†} 盖永芹^{1,2} 王静爱^{1,4} 严平^{1,2,3}

(1 北京师范大学环境演变与自然灾害教育部重点实验室, 北京 100875)

(2 北京师范大学资源学院, 北京 100875)

(3 北京师范大学中国沙漠研究中心, 北京 100875)

(4 北京师范大学地理学与遥感科学学院, 北京 100875)

摘 要 垄作是旱作农田常用的保护性耕作技术, 而其防风抗蚀的机制尚需研究。通过野外试验, 对垄脊高 25 cm, 垄沟宽 1.5 m 的垄作田上风向、垄间及下风向地带 0~4 m 的风流场进行了同步观测, 对不同观测位置的时均风速、空气动力学粗糙度、摩阻速度和风速脉动进行了对比分析。结果表明, 土垄间和下风向近地表 0~1 m 内时均风速比上风向平坦地表明显降低, 其中高 0.3 m 处降低幅度最大。水平方向上风速降低幅度、空气动力学粗糙度和摩阻速度均随观测点与垄作地表距离的增大而减小。受风速递增的影响, 风速的绝对脉动强度随高度呈对数关系递增。风速的相对脉动强度在 0~1 m 内随高度增大而降低, 1 m 以上基本无变化。高 0.05 m 处风速的相对脉动强度在水平方向上随与垄作田距离的减小而增大, 其中垄间最大, 时均风速相同时对地面剪切力最大。

关键词 农田休闲期; 垄作; 空气动力学粗糙度; 风速脉动; 土壤风蚀

中图分类号 X169; S157.1

文献标识码 A

土壤风蚀是土地沙化和沙尘灾害发生的根源, 是干旱半干旱区最严重的土地荒漠化问题之一^[1]。我国受风蚀影响的土地面积占国土总面积的 1/2 以上, 其中以北方农牧交错区的旱作农田最为严重^[2]。土壤风蚀强度受近地表风速、紊流强度等侵蚀因子和土壤质地、土壤结构、表土水分含量和裸露面积等可蚀性因素的控制^[3]。我国北方农田休闲期长, 气候干冷多风, 沙质土壤干燥而疏松, 极易起沙起尘^[4]。旱作农田在传统翻耕耙磨后, 地表平坦而破碎, 缺少秸秆和土块、土垄的保护, 土壤可蚀性增大, 风蚀加剧, 是沙漠化扩展和沙尘释放的主要源地。

20 世纪中期, 在美国兴起的保护性耕作为土壤风蚀防治和耕地的可持续利用提供了新思路^[5,6]。垄作是保护性耕作措施之一, 它通过改变农田微地形, 增大地表起伏度, 降低近地表风速, 达到抑制风蚀的效果^[7]。垄作是农田经营粗放, 作物秸秆较少且被用作燃料和饲料的旱作农业区内一种有效的风蚀防治措施。通过风洞试验研究, Chepil 和 Milne^[7]

发现垄脊高 6.35 cm 的垄作较平地的风蚀速率降低 2/3 ~ 3/4。Armbrust 等^[8] 研究则表明高 5.1~10.2 cm 的土垄存在时地表起沙风速增大, 风蚀速率降低, 而低于 5 cm 的土垄抑制风蚀的效果不明显, 20 cm 以上的土垄甚至会加速风蚀。Armbrust 等^[8] 和 Liu 等^[9] 研究发现垄作地表的土壤风蚀主要发生在土垄顶部或迎风面, 并指出这可能与土垄顶部风速相对较大和紊流较强有关系, 而土垄过高时风速脉动的增大是风蚀加剧的原因。Marlatt 和 Hyder^[10] 通过风洞模拟研究, 发现垄脊高 2 英寸 (5.08 cm), 间距为 12 英寸 (30.5 cm) 的泡沫聚苯乙烯垄可以将风速降低 90 %, 而垄沟不同部位的风速存在较大差异。野外紊流较强, 风速极不稳定, 与风洞试验中差异较大。目前有关垄作下风流场性质的野外观测研究还很不足, 垄作影响风蚀的机制尚需探讨。本文选择北方半干旱区, 利用梯度风速仪, 对旱作农田垄作处理后不同部位的近地表风场进行同步观测, 分析垄作对近地表空气动力学性质的影响, 探讨垄作

^{*} 国家“十一五”科技攻关防治沙关键技术研究示范项目: 毛乌素沙地生物治理技术研究与示范(靖边), 国家重点基础研究发展计划(2006CB400505)和北京市自然科学基金项目(6053026)资助

[†] 通讯作者, E-mail: lyliu@ires.cn

作者简介: 刘目兴(1979~), 男, 博士研究生, 主要从事土壤风蚀和保护性耕作技术研究。E-mail: liumx@ires.cn

收稿日期: 2006-02-13; 收到修改稿日期: 2006-06-09

对土壤风蚀的影响机理。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

研究区位于内蒙古自治区太仆寺旗东北部的旱作农田,地理位置为 $115^{\circ}25'E$, $42^{\circ}06'N$, 海拔 $1\,380\text{ m}$ 左右。该区属温带半干旱大陆性气候,年平均降水量 387 mm , 年际变率大,且 49% 集中在 7、8 两月;年平均蒸发量 $1\,734\text{ mm}$, 约为年均降水量的 4.5 倍,水分亏缺严重。年平均气温 2°C , 无霜期 $90\sim 120\text{ d}$ 。年平均风速为 3.4 m s^{-1} , 冬春季节干冷多风,4 月份平均风速达到 4.6 m s^{-1} , 年大风日数 $50\sim 80\text{ d}$, 是我国最大风区之一^[11]。1971~2000 年间,共发生沙尘暴 45 场,其中 4、5 两个月占 80% ; 扬沙日数为 101 d , 4、5 月份占 67% 。植被类型为温带草原和温带荒漠植被,以小叶锦鸡儿(*Caragana microphylla*)、克氏针茅(*Stipa krylovii*)、羊草(*Leymus chinensis*)、冰草(*Agropyron cristatum*)、冷蒿(*Artemisia frigida*)等为主。试验田地地貌类型为丘间地,地下水深 $5\sim 10\text{ m}$ 。农田土壤属于沙质暗栗钙土,下伏基质为全新世沙质沉积物和玄武岩坡积物,耕作层厚度不足 30 cm , 砂粒、粉粒、粘粒含量分别为 59% 、 25% 和 16% 。研究区农业机械化水平低,集约化程度差,属于粗放型的传统平作,干旱和土壤风蚀是限制农业生产发展的主要因素。

1.2 试验方法

试验在研究区内地势较为平坦的丘间地内进行,春季对农田进行机械翻耕后人工聚土起垄,垄沟内种植油菜。垄作处理后垄脊高 0.25 m , 垄顶距 1.5 m , 垄底宽 0.6 m , 共 9 条土垄,田块总面积约 173 m^2 , 土垄走向基本一致,且与冬春季节盛行风向垂直^[12]。

风速观测在油菜收获后进行,垄作田的上风向为传统的翻耕地,下风向为裸地。观测仪器为中国沙漠研究中心与北京市气象局联合研制的自记梯度风速仪(图 1),风杯的自记频率为 $1/60\text{ Hz}$, 记录每分钟的平均风速。试验使用 3 台梯度风速仪,对垄作地表不同位置的风流场进行了两次同步观测,观测时段内风向基本与土垄走向垂直。第一次观测位置为垄作田上、下风向 1.5 m 处(6 倍垄高)和第 4、5 条土垄间,时间为上午 $8:20\sim 8:50$; 第二次在上、下风向 0.5 m 处(2 倍垄高)和第 4、5 条土垄间,时间为上午 $9:00\sim 9:30$ 。3 台风速仪的风杯高度设计不

同,但都设有 $4、2、1、0.5、0.3、0.05\text{ m}$ 六个高度。近地表风场特征用瞬时风速、风速廓线及空气动力学粗糙度、摩阻速度和风速脉动等空气动力学参数表示^[13]。空气动力学粗糙度和摩阻速度由风速与高度对数的回归模拟方程 $u_z = a + b \ln z$ 分析求得,空气动力学粗糙度 z_0 为 $\exp(-a/b)$, 摩阻速度 u^* 为 kb , k 为卡曼常数取 0.41 ^[14]。风速的绝对脉动强度和相对脉动强度分别用 30 min 内瞬时风速的标准差和变异系数表示,分别与前人研究中瞬时风速的均方根和阵性度的涵义一致^[13, 15]。

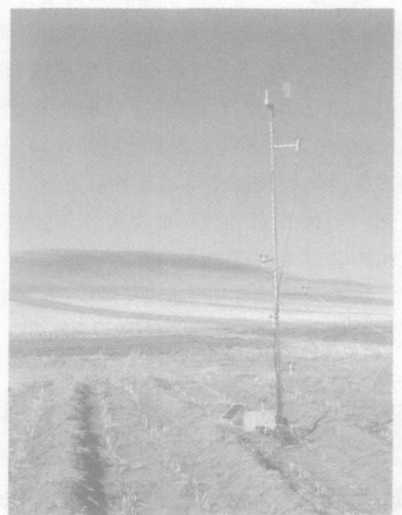


图 1 野外风速观测

Fig. 1 Field observation of wind velocity

2 结果与分析

2.1 垄作对近地表风速的影响

根据对垄作田上、下风向 1.5 m 或 0.5 m 处与垄间不同高度风速的同步观测结果,采用 3 台梯度风速仪共有的 6 个高度,绘制了瞬时风速曲线图(图 2)。图中 a、b、c 分别是垄作田上风向 0.5 m 、垄间及下风向 0.5 m 处 30 min 内同步观测的结果, d、e、f 分别为垄作田上风向 1.5 m 、垄间及下风向 1.5 m 处同步观测的瞬时风速。

由图 2 可见,气流通过垄作地表时近地表风速显著降低,在垄作区下风向逐渐增大,但与上风向相应位置比较仍较低。统计分析显示,第 4 与第 5 条土垄间 $0\sim 1\text{ m}$ 的高度内 30 min 平均风速较上风地带均有不同幅度的降低,其中 0.3 m 高度的降低幅度最大,相对于垄作田上风向 0.5 m 处(2 倍垄高)和 1.5 m (6 倍垄高)处分别降低 53.5% 和 46.7%

(表 1)。此高度以上和以下, 风速的降低幅度均减小, 这是由于 0.3 m 以上随高度增大气流受垄作起伏地表的摩擦减弱, 风速降低幅度减小, 而低于 0.3 m 时气流受土垄影响, 紊流较上风地带相同高度

剧烈, 风速降低的幅度反而减小。与上风地带比较, 下风向 0.5 m、1.5 m 处 0.3 m 高度风速降低 15.6%、11.2%, 风速降低的幅度明显减小, 不足垄间的 1/3 和 1/4。

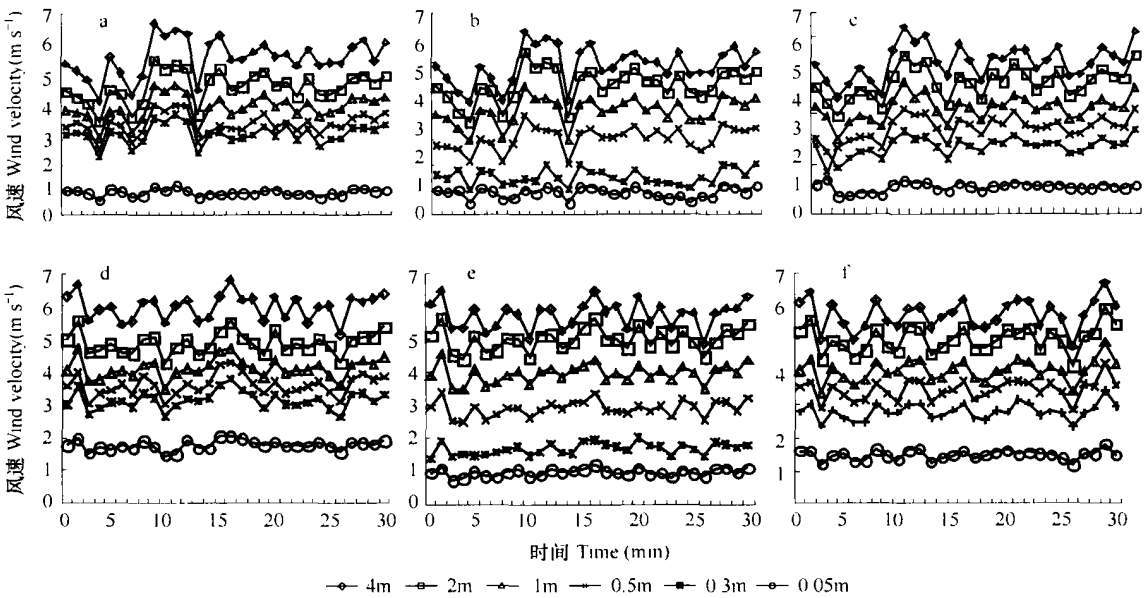


图 2 垄作下近地表不同高度的瞬时风速
Fig. 2 Instantaneous velocities of wind flow at different heights near soil surface under ridge tillage

表 1 气流流经垄作地表时 30 min 平均风速的变化
Table 1 Variation of wind velocity averaged over 30 min during the process of airflow running across the field under ridge tillage

风速变化 Variation of wind velocity (%)	观测位置 Observation site	观测高度 Observation height					
		4 m	2 m	1 m	0.5 m	0.3 m	0.05 m
与上风向 0.5 m 处比较 Compared with what at 0.5 m windward	垄间 Site between ridges	5.01	- 1.15	3.59	15.8	53.5	3.9
	下风向 0.5 m 处 0.5 m leeward	3.16	- 2.23	1.64	6.2	15.6	- 19.1
与上风向 1.5 m 处比较 Compared with what at 1.5 m windward	垄间 Site between ridges	4.22	- 2.07	4.01	19.6	46.7	46.1
	下风向 1.5 m 处 1.5 m leeward	4.04	- 2.11	1.8	4.3	11.2	16.8

注: 正值为风速降低的百分比, 负值为增大的百分比 Note: Positive values were percentages of the decrease in wind velocity whereas negative values were percentages of the increase

此外, 垄作田下风向 1.5 m 处风速变化的幅度均小于下风向 0.5 m 处, 垄作对风流场的影响在水平方向上随观测点与土垄距离的增大而减小。受垄作田块影响, 与上风向比较, 垄间和下风向各观测点高 1 m、2 m 及 4 m 处的风速变化存在差异, 2 m 高处风速均有较小幅度的增加, 1 m 和 4 m 高处均有较

小幅度的降低。
2.2 垄作对近地表空气动力学性质的影响
由于近地表空气动力学参数随风速的变化存在差异^[16], 本文采用 2 m 高处 10 min 内平均风速为 $5.6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 时的风速记录绘制近地表风速廓线(图 3), 求得垄作地表不同位置空气动力学参数, 分析气

流场性质的变化规律。图 3 中, a 为上、下风向距离垄作田 0.5 m 处和垄间同步观测的结果, b 为距离

垄作 1.5 m 处和垄间同步观测的结果。

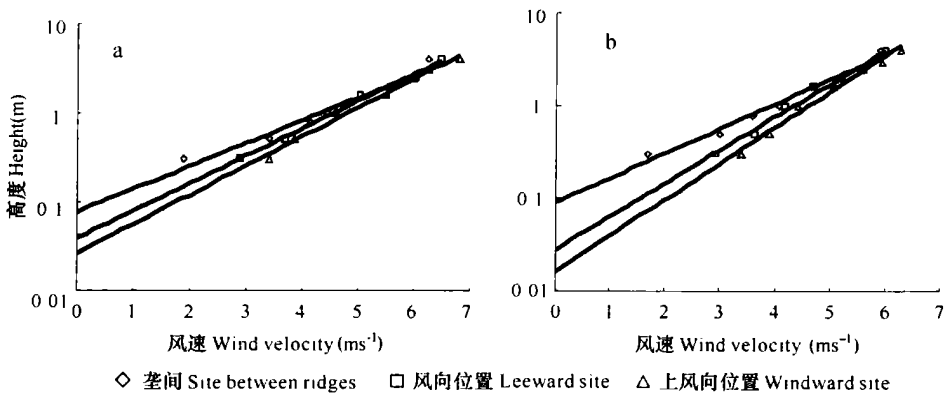


图 3 垄作田周围近地表的风速廓线
Fig 3 Wind velocity profile near the soil surface of the field under ridge tillage

由图 3, 虽然垄作影响后近地表不同部位间风速有较大差异, 但各观测点风速在垂直方向上均随高度成对数关系递增, 在半对数图上呈直线分布, 相关系数在 0.98 以上。本研究与 Marlatt 和 Hyder^[10]通过风洞实验得出的沟垄不同部位的风速存在差异的结果一致, 但 Marlatt 和 Hyder 未对各部位空气动力学性质进行定量分析。空气动力学粗糙度和摩阻速度可反映下垫面对气流运动的摩擦阻力, 是定量评价近地表空气动力学性质和防风效益的重要参数^[13]。通过对上述 2 m 高处平均风速为 5.6 m s⁻¹ 的 10 min 内瞬时风速与高度间关系的分析, 求得垄作田各处地表的空气动力学粗糙度和摩阻速度(表 2)。

表 2 垄作地表不同位置的空气动力学参数		
Table 2 Aerodynamic parameters at different sites in fields under ridge tillage		
观测位置 Observation site	空气动力学粗糙度 Aerodynamic roughness (cm)	摩阻速度 Friction velocity (m s ⁻¹)
上风向 1.5 m 处 1.5 m windward	1.58	0.45
上风向 0.5 m 处 0.5 m windward	2.59	0.54
垄间 Site between ridges	8.82 ¹⁾	0.66 ¹⁾
下风向 0.5 m 处 0.5 m leeward	3.80	0.57
下风向 1.5 m 处 1.5 m leeward	2.72	0.49

1) 垄间的粗糙度和摩阻速度为两次观测平均 Aerodynamic roughness and friction velocity between ridges were mean of twice observations

由表 2, 垄作地表不同位置的空气动力学粗糙度和摩阻速度的变化趋势一致, 两者均自上风地带

到垄作区逐渐增大, 在垄间达到最大, 而后逐渐减小, 直至与上风地带基本相等。距离垄作区越近, 近地表气流受地表摩擦阻力越大, 空气动力学粗糙度和摩阻速度越大, 其中垄间、上风向 0.5 m 处的粗糙度分别是上风向 1.5 m 处的 5.6 倍和 1.6 倍。与垄作区水平距离相等时, 下风向地带的空气动力学粗糙度和摩阻速度较上风地带明显增大, 下风向 0.5 m 和 1.5 m 处的空气动力学粗糙度分别是上风向的 1.5 倍和 1.1 倍。垄作影响后下风地带和垄间空气动力学粗糙度和摩阻速度的增大, 是导致垄间和下风向地带较上风向处近地表风速降低的原因, 是垄作防治土壤风蚀的机制所在。

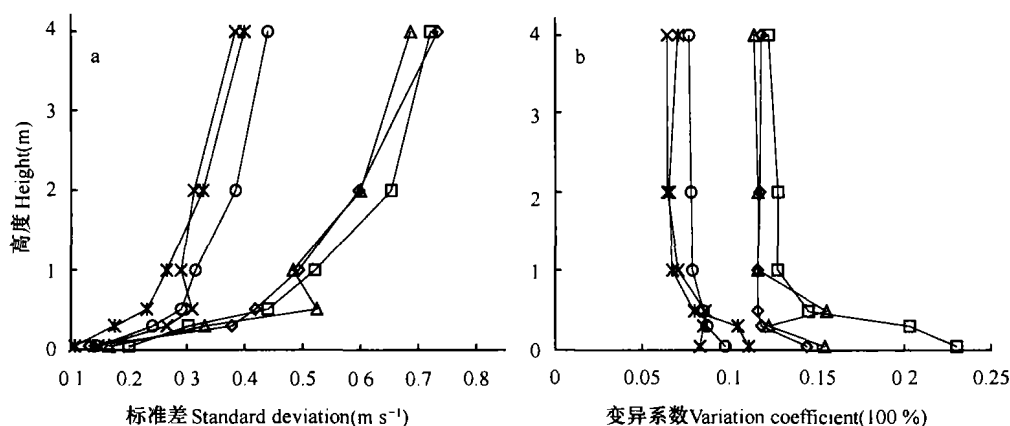
2.3 垄作下近地表风速脉动特征

野外条件下气流固有的紊动性, 是影响近地表风速和侵蚀力的另一空气动力学因子, 风速的绝对脉动强度反映风速的波动幅度, 而相对脉动强度取决于气流本身的涡动扩散速率, 其平方与气流对地表的剪切力正相关^[15]。风速相对脉动强度的增大, 会降低颗粒起动风速, 是紊流加剧风蚀的原因^[17]。本试验中, 垄作下近地表 0.05 m 处 30 min 内风速的相对脉动强度, 可表示不同位置在时均风速相同时受到风的剪切应力的强弱。

由图 4a, 垄作影响下各观测位置的近地表风速的绝对脉动强度均随高度的增大而增大。回归拟合的结果显示, 0~4 m 内地表各处风速的绝对脉动强度均与高度的对数成直线相关, 随高度成对数关系递增, 相关系数在 0.95 以上。这表明自然状况下大气边界层内风速的波动幅度在垂直方向上与风速的

变化规律一致, 两者均随高度的增加呈对数关系递增。理论上地面以上越高气流受到的摩擦越弱, 风速波动越小, 但实际上波动幅度却随高度而增大, 这显然与垂直方向上风速大小的差异有关, 因此绝对脉动强度无法反映地表对气流的摩擦阻力。风速的相对脉动强度则去除了风速大小的影响, 可用于表达垄作不同部位对运动气流的摩擦阻力和时均风速相同时风对地表剪切力的大小。由图 4b, 相对脉动强度在 0~1 m 内随高度增大而减小, 在 1 m 以上基本无变化, 表明高 25 cm, 间距为 1.5 m 的垄作对近

地表气流运动的影响范围在 1 m 以内。而近地表 0.05 m 处风速的相对脉动强度比较, 两次观测结果均显示垄间位置的相对脉动强度最大, 垄作田的下风向地带次之, 上风地带最小。这表明垄作降低近地表风速的同时, 也加剧了气流的紊流强度, 增大了平均风速相同时风对地表的剪切力, 是垄作对风蚀不利的影响, 在垄作结构不合理时甚至会加速风蚀^[8,9]。而垄作结构对近地表风流场的影响, 可为垄作的推广和实施提供依据, 需要进一步的探讨研究。



◇ 上风向 0.5 m 处 0.5 m windward □ 第一次观测第 4 与第 5 条土垄间 Site between the fourth and fifth ridges in observation for the first time △ 下风向 0.5 m 处 0.5 m leeward × 上风向 1.5 m 处 1.5 m windward * 第二次观测第 4 与第 5 条土垄间 Site between the fourth and fifth ridge in the second observation ○ 下风向 1.5 m 处 1.5 m leeward

图 4 垄作下不同位置风速的绝对脉动强度 (a) 和相对脉动强度 (b)

Fig. 4 Absolute and relative fluctuation intensities of wind velocity at different sites in the field under ridge tillage

除地表微地形的起伏外, 大气边界层内气流的紊流强度受气温、太阳辐射及空气密度等气象因素主导的大气层结稳定性的影响^[18]。由图 4, 上午 9:00~9:30 内 (第 2 次观测) 风速的绝对脉动强度和相对脉动强度均较上午 8:20~8:50 内 (第 1 次观测) 增大。即便在观测位置相同, 2 m 处时均风速相差不足 0.15 m s^{-1} 的垄间地带, 2 m 处风速的绝对和相对脉动强度分别增加 0.3 m s^{-1} 和 7%。可见, 风速脉动受近地层空气热力稳定性的影响, 在日内存有明显变化, 午后大气紊动性最强时风速脉动强度最大, 地表最易起沙起尘。

3 结 论

垄作地表风流场特征参数的对比研究, 可定量揭示垄作降低侵蚀力的机理。通过野外同步观测, 得出以下结论:

1) 与垄作田上风地带比较, 土垄间和下风向地带近地表 0~1 m 内 30 min 平均风速明显降低, 其中高 0.3 m 处风速降低幅度最大, 0.3 m 以上受地表摩擦阻力减弱, 0.3 m 以下因紊流较强, 风速降低的幅度均减小。水平方向上距离垄作田越近, 风流场受到的影响越明显。

2) 近地表 0~4 m 内, 垄作下地表不同部位的风速在垂直方向上均随高度成对数关系递增, 在半对数图上呈直线分布。地表空气动力学粗糙度和摩阻速度, 自上风向至下风向先增大后减小, 在垄间位置达到最大, 分别为上风向 1.5 m 处的 5.6 倍和 1.5 倍。地表空气动力学粗糙度和摩阻速度的增大, 是垄作降低近地表风力, 抑制土壤风蚀的根本原因。

3) 受风速递增趋势的影响, 近地表风速的绝对脉动强度随高度的增大而增大。相对脉动强度则反映了时均风速相同时地面摩擦引起的气流涡动扩散

速率的大小,在垂直方向上 0~1 m 内随高度增大而降低,1 m 以上基本无变化;在水平方向上距离垄作田越近,近地表 0.05 m 处风速相对脉动越大,其中垄间最大。

垄作影响后地表空气动力学粗糙度增大,对土壤颗粒的侵蚀力减小,故用垄作代替传统的平作对旱作农田风沙防治有积极的作用。风速相对脉动强度的增大则是垄作防治风蚀的不利因素,而垄作结构的调整,可能对其防风效果的优化有所帮助。此外,大气层结稳定度的日变化对气流场空气动力学参数的影响也是需要进一步研究的问题。

参 考 文 献

- [1] 王涛,吴薇,薛嫻,等.近 50 年来中国北方沙漠化土地时空变化.地理学报,2004,59(2): 203~212. Wang T, Wu W, Xue X, *et al.* Spatiotemporal changes of sandy desertified land during last 5 decades in northern China (In Chinese). *Acta Geographica Sinica*, 2004, 59(2): 203~212
- [2] 陈渭南,董光荣,董治宝.中国北方土壤风蚀问题的研究进展与趋势.地球科学进展,1994,9(5): 6~12. Chen W N, Dong G R, Dong Z B. Achievements and needs of studies on wind erosion in northern China (In Chinese). *Advance in Earth Sciences*, 1994, 9(5): 6~12
- [3] Chepil W S. Erosion of soil by wind. *Soil*, The Yearbook of Agriculture. U. S. Dep. Agr., 1957. 308~314
- [4] 董治宝,陈渭南,李振山,等.风沙土开垦中的风蚀研究.土壤学报,1997,34(1): 74~80. Dong Z B, Chen W N, Li Z S, *et al.* Study on wind erosion of aeolian sand soil under reclamation (In Chinese). *Acta Pedologica Sinica*, 1997, 34(1): 74~80
- [5] Gao Z Q, Yin J, Miao G Y, *et al.* Effects of tillage and mulch methods on soil moisture in wheat fields of Loess Plateau, China. *Pedosphere*, 1999, 9(2): 161~168
- [6] 马永良,宇振荣,江永红,等.曲周试区玉米秸秆不同还田方式对土壤氮素影响的探讨.土壤,2003,35(1): 62~65. Ma Y L, Yu Z R, Jiang Y H, *et al.* Effect of patterns of using corn stalks as manure on soil N (In Chinese). *Soils*, 2003, 35(1): 62~65
- [7] Chepil W S, Milne R A. Wind erosion of soil in relation to roughness of surface. *Soil Science*, 1941, 52: 417~433
- [8] Ambrust D V, Chepil W S, Siddoway F H. Effects of ridges on erosion of soil by wind. *Soil Science Society of America Proceedings*, 1964, 28: 557~560
- [9] Liu M X, Wang J A, Yan P, *et al.* Wind tunnel simulation of ridge tillage effects on soil erosion from cropland. *Soil and Tillage Research*, 2006, 90: 242~249
- [10] Marlatt W E, Hyder D N. Soil ridging for reduction of wind erosion from grass seedbeds. *J. Range Manage.*, 1970, 23: 170~174
- [11] 史培军,湖涛,王静爱,等著.内蒙古自然灾害系统研究.北京:海洋出版社,1992. 21~23. Shi P J, Hu T, Wang J A, *et al.* eds. *Systemic Research on Natural Disaster of Inner Mongolia* (In Chinese). Beijing: Ocean Press, 1992. 21~23
- [12] 刘目兴,王静爱,严平,等.沙区旱垄作对油菜生长环境的影响.土壤学报,2005,42(6): 985~992. Liu M X, Wang J A, Yan P, *et al.* Effects of ridge tillage on crop growing environment in rainfed sandy farmland (In Chinese). *Acta Pedologica Sinica*, 2005, 42(6): 985~992
- [13] 吴正编著.风沙地貌学.北京:科学出版社,1987. Wu Z. ed. *Aeolian Geomorphology* (In Chinese). Beijing: Science Press, 1987
- [14] Wiggs G F S, Livingstone I, Thomas D S G, *et al.* Airflow and roughness characteristics over partially vegetated linear dunes in the southwest Karahali Desert. *Earth Surface Processes Landforms*, 1996, 21: 19~34
- [15] 李振山,倪晋仁.风沙流中风速脉动的实验测量.应用基础与工程科学学报,2003,11(4): 352~360. Li Z S, Ni J R. Experimental measurement of airflow velocity fluctuation of wind sand flux (In Chinese). *Journal of Basic Science and Engineering*, 2003, 11(4): 352~360
- [16] 刘小平,董治宝,王训明.固定沙质床面的空气动力学粗糙度.中国沙漠,2003,23(2): 111~117. Liu X P, Dong Z B, Wang X M. Aerodynamic roughness of fixed sandy beds (In Chinese). *Journal of Desert Research*, 2003, 23(2): 111~117
- [17] Butterfield G R. Transitional behavior of saltation: Wind tunnel observations of unsteady winds. *Journal of Arid Environments*, 1998, 39: 377~394
- [18] 盛裴轩,毛节泰,李建国,等.大气物理学.北京:北京大学出版社,2003. Sheng P X, Mao J T, Li J G, *et al.* *Atmosphere Physics* (In Chinese). Beijing: Beijing University Press, 2003

EFFECTS OF MICRORELIEF OF RIDGE TILLAGE ON WIND FIELD NEAR THE SURFACE OF FIELDS IN FALLOW

Liu Muxing^{1,2,3} Liu Lianyou^{1,2,3†} Gai Yongqin^{1,2} Wang Jing'ai^{1,4} Yan Ping^{1,2,3}

(1 Key Laboratory of Environmental Change and Natural Disaster of Ministry of Education, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

(2 College of Resources Science and Technology, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

(3 China Center for Desert Research, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

(4 College of Geography and Remote Sensing Sciences, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

Abstract Ridge tillage is an effective farming practice for soil and water conservation, extensively used in rainfed cropland in semi-arid regions, however, its mechanism of controlling wind erosion is unclear and calls for further research. In the experiment field with ridges 25 cm high and 1.5 m in between, synchronous observation was made of wind profiles from 0 m to 4 m at windward, bed between ridges and leeward. Aerodynamic parameters of these sites, including hourly average wind velocity, aerodynamic roughness, friction velocity, and absolute and relative fluctuation intensity of wind velocity, were analyzed. Results indicate that hourly average velocities of the layer of 0~1 m at the site in between ridges and the leeward site were obviously lower than at the windward site, and the biggest drop was observed at the height of 0.3 m. Horizontally, the parameters, such as extent of the decrease in wind velocity, aerodynamic roughness and friction velocity, were all decreased with the distance of the observation point from the ridge. And all the three parameters were the biggest at the site between ridges whereas the smallest at the windward site, 1.5 m from the ridge. Increasing with wind velocity, absolute fluctuation intensity was a logarithm function of the height in the vertical direction whereas relative fluctuation intensity of wind velocity decreased with height in the 0~1 m layer of the profile, and changed little in the layers above 1 m, but increased with the decrease in distance of the observation site leeward from the ridge at the height of 0.05 m. It is the highest at the site between the ridges, bringing the shear stress of airflow on soil surface up to the peak, which is obviously unfavorable to wind erosion control.

Key words Fallow of cropland; Ridge tillage; Aerodynamic roughness; Wind velocity fluctuation; Soil wind erosion