

河北坝上农田垄向对土壤风蚀的影响

荣皎凤 高焕文 王晓燕

(中国农业大学 工学院,北京 100083)

摘要 在河北省坝上选择试验区,利用移动式风洞研究了农田起垄方向对土壤风蚀的影响。结果表明,农田起垄方向对土壤风蚀具有影响作用:垄向与风向成 0° 时风蚀量最大, 90° 时风蚀量最小;在 $15\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 风速和 3 cm 表土含水率为 4.5% 的条件下,垄向与风向成 0° 时的风蚀量为 90° 时的 4.8 倍。为减轻土壤风蚀危害,在河北坝上地区农田起垄的方向宜采用与自然风向NW(西北风向, 315°)成 90° ,即东北方向 45° 。

关键词 坝上地区;农田垄;风蚀量;移动式风蚀风洞

中图分类号 S 157.1

文章编号 1007-4333(2004)03-0013-03

文献标识码 A

Effects of ridge direction in a field on soil erosion in Hebei Bashang region

Rong Jiaofeng, Gao Huanwen, Wang Xiaoyan

(College of Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China)

Abstract A field experiment was conducted on farmland in Hebei Bashang region by means of field wind tunnel. The results showed that the direction of ridge in a field effects on soil wind erosion. The wind-blown mass of farmland is maximum when the direction of ridge is 0° , and minimum when the direction of ridge is 90° . Furthermore, the wind-blown mass in the direction of ridge 0° is same as 4.8 times in that of 90° at 15 m/s wind speed and 4.5% moisture content in surface soil. Therefore, the direction of field ridge in Hebei Bashang region is suitable with 90° to NW (natural wind direction 315°), that is the direction in NE(45°).

Key words Bashang region; ridge in a field; wind-blown mass; field wind tunnel

河北省坝上地区位于内蒙古高原的东南缘,气候特征表现为冷热剧变,干冷多风。近半个世纪以来,由于大量草原开垦为农田,加上没有合理的管理措施,造成大量土地沙化。据2001年资料,该地区土地沙化面积已达 60.47万 hm^2 ,占土地总面积的 32.5% ^[1]。研究表明,河北省西北部是北京市沙尘暴的主要沙尘源之一^[2]。

关于农田垄与土壤风蚀的关系,哈斯对河北坝上农田的试验研究结果表明^[3],增高农田垄可有效控制土壤风蚀,而垄向对风蚀影响的研究尚未见报道。笔者对农田垄向对风蚀的影响作用进行了研究,以期探索出有利于减轻土壤风蚀危害的措施。

1 试验设备与方法

1.1 试验区选择与试验设计

试验区位于河北坝上中部,属河北省丰宁县鱼儿山镇,海拔 1400 m ,主要气候特征表现为风大、沙多。年平均风速为 $4.5\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,最大瞬时风速为 $34\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,春季(3~5月)平均风速超过 $5\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,年平均超过 $17.2\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ (8级以上)的大风天数在 $60\sim 90\text{ d}$ 之间。当地风信资料统计表明,影响风蚀的主要风向为NW(西北风, 315°)^[4]。

该地区为一年一熟制农业耕作区,每年4月底至5月初为庄稼种植期,10月份为收获期。主要种植作物有土豆、小麦、莜麦和玉米等,其中土豆和玉

收稿日期:2003-10-31

基金项目:科技部农业科技成果转化基金(02EFN216900734)

作者简介:荣皎凤,博士研究生;高焕文,教授,博士生导师,主要从事可持续农业机械化生产系统的研究。

米为垄作。试验时间选择在 10 月份收获庄稼后进行,试验地为收获后的麦茬地。地表处理采用铧式犁翻耕和圆盘耙整平,翻耕地经过晾晒至地表有足够干土层,相当于来年 4~5 月份风沙期的土壤地表;按设计要求筑垄,垄高 6 cm,垄间距 20 cm。

1.2 试验设备与方法

试验设备为农业部保护性耕作中心的移动式风洞(图 1)。风洞的试验段为无底矩形截面(其余各段的底面封闭),将风洞放置在农田时,农田地表构成了风洞试验段的底面。使用拖拉机为风洞动力装置。图 2 为风洞的风速廓线图,测量条件为有疏松表土的无残茬农田地表。图中曲线显示风速随地面高度按对数规律变化,符合自然界大气近地面层风速特征^[7]。

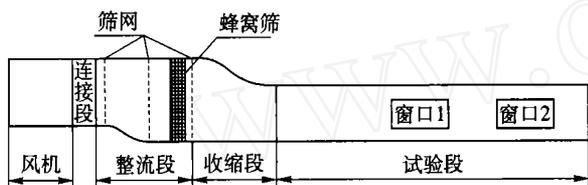


图 1 试验用移动式风洞结构

Fig. 1 Wind tunnel structure

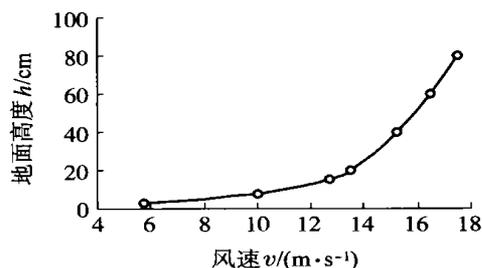
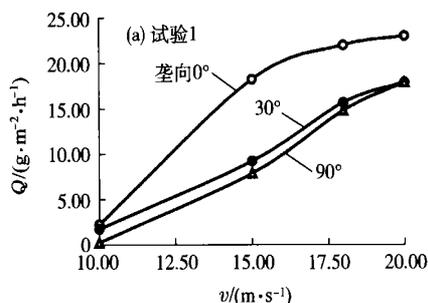


图 2 试验用移动式风洞的风速廓线

Fig. 2 Velocity profile in the tunnel

试验时,拖拉机带动风机叶片转动产生风力直接将农田表土吹起,狭缝采样器采集风蚀土样。狭缝采样器安装在距离风洞出口 0.5 m 处,采样器开



口为 3 mm(宽) ×800 mm(高),从开口到试验段入口处的距离为 5.5 m,因此狭缝采样器采集的是 3 mm(宽) ×5.5 m(长)地表的风蚀土样。

2 试验结果与分析

在同一地块上针对不同的垄向进行了 2 次试验,试验结果见表 1。2 次试验中风蚀量随风速的变化见图 3。由图 3 可见,垄向为 0 时风蚀量随风速

表 1 不同垄向不同风速下的风蚀量

Table 1 Wind-blown mass in various ridge direction at different wind speeds $g \cdot m^{-2} \cdot h^{-1}$

试验	垄向 / (°)	风速 $v / (m \cdot s^{-1})$			
		10.00	15.00	18.00	20.00
试验 1	0	2.22	18.22	22.00	23.00
	30	1.72	9.22	15.67	17.89
	90	0.22	7.89	14.78	17.89
试验 2	0	5.89	42.78	45.00	46.00
	45	1.67	15.78	22.00	25.00
	90	0.94	8.89	15.00	17.90

注:以风洞纵轴线为参照,顺时针转动;60 cm 高度的风速。

呈抛物线函数变化,其余垄向的风蚀量随风速呈线性函数变化。不同垄向对应风蚀量随风速的变化关系不同,说明垄向对风蚀有影响作用;在相同的风速条件下,垄向 0 时的风蚀量最大,90 时的风蚀量最小,其余介于 0 和 90 之间;在 $15 m \cdot s^{-1}$ 的风速条件下,0 与 90 垄向其风蚀量数值相差较大:试验 1 中垄向为 0 时的风蚀量为 90 时的 2.3 倍,试验 2 为 4.8 倍。特别指出,在 2 次试验中,同一垄向在相同风速条件下的风蚀量数值不一致的原因是:2 次试验尽管在同一地块上进行,但不在同一天,故土壤含水率有差别,试验 1 的 3 cm 表土的含水率为 5.4%,试验 2 的为 4.5%,所以试验 2 的风蚀量数值相对较大;此外,试验 1 中 60 cm 高度的自然风速为 1.6

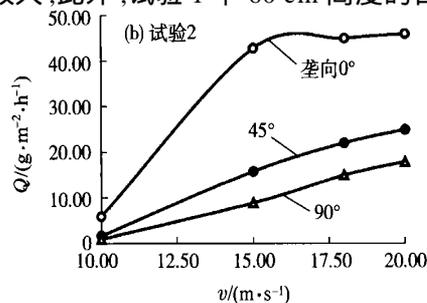


图 3 风蚀量 Q 随风速 v 的变化

Fig. 3 The relationship between wind-blown mass Q and wind speed v

$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$, 试验 2 为 $2.3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, 自然风速不同也会影响试验数据的大小。以上造成了试验 2 与试验 1 在相同风速时的风蚀量数据的差异, 但总体不影响试验结果。

3 讨论

在风蚀过程中, 土壤颗粒的运动根据直径的大小不同表现为 3 种形式: 直径为 $2.0 \sim 0.84 \text{ mm}$ 颗粒的运动形式为蠕动, $0.84 \sim 0.1 \text{ mm}$ 颗粒的运动形式为跃移, 小于或等于 0.1 mm 颗粒的运动形式为悬浮^[5]。研究表明: 蠕动颗粒的运动范围在近地表 3 mm 高度; 跃移颗粒因风力和地表状况而异, 但 90% 以上的在近地表 $20 \sim 30 \text{ cm}$ 的高度内; 悬浮颗粒的运动范围集中在地面高度 50 cm 以上^[6]。本试验中狭缝采样器的采样高度为 $0 \sim 80 \text{ cm}$, 采集的风蚀样品包括蠕动、跃移和悬浮 3 种颗粒成分, 且大部分属于蠕动和跃移颗粒。

蠕动表现为土壤颗粒沿地表滚动, 跃移运动表

现为土壤颗粒受风力的作用从地表弹起升空, 空中走出一定距离后在自身重力的作用下降落地表, 然后在风力和自身重力的作用下再升空和再降落。在风力的配合下, 这种运动过程会持续进行(图 4)。

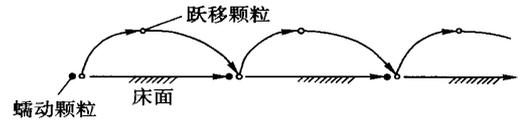


图 4 蠕动颗粒和跃移颗粒的运动

Fig. 4 The movements of creep and saltation particles

根据蠕动颗粒和跃移颗粒的运动特点, 对不同垄向的农田垄对土壤颗粒运动的影响进行分析。由图 5 可见, 垄对蠕动颗粒和运动高度低于垄高的跃移颗粒的运动产生约束作用。垄向为 0° 时对颗粒的顺风向运动不产生约束; 45° 时颗粒的运动限制在两垄之间, 运动距离大于垄间距; 90° 时颗粒的运动限制在两垄之间, 运动距离等于垄间距。颗粒运动的距离越远, 风蚀量越大, 反之, 风蚀量越小, 因此垄

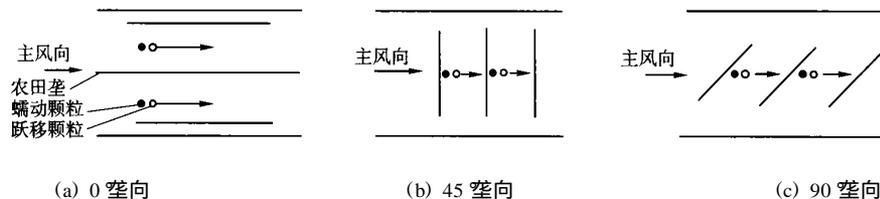


图 5 不同垄向时蠕动颗粒和跃移颗粒的运动

Fig. 5 The movements of creep and saltation particles in different ridge direction in a field

向为 0° 时的风蚀量最大, 90° 时的风蚀量最小。

此外, 垄对风力有影响作用, 大气边界层中的近地面层风为紊流, 但主风向的风力明显较大, 风吹到垄被阻挡, 风力必然被削弱。由图 5 可见, 0° 方向垄对主风向风力无影响, 45° 和 90° 垄对主风向风力有不同的影响, 一定的风力在确定的距离内吹过地表时, 90° 垄比 45° 垄对风力的削弱作用显然要大。风力被削弱越大, 风速越小, 风蚀量必然越小。因此 0° 垄的风蚀量最大, 90° 垄的风蚀量最小。

4 结论

农田垄的方向对土壤风蚀有影响作用, 在相同垄宽和垄间距条件下, 垄向 90° 时产生的风蚀量最小, 因此, 为减轻土壤风蚀危害, 在河北坝上地区农田起垄的方向宜采用与自然风向 NW (西北风向),

315° 成 90° , 即东北方向 45° 。

参 考 文 献

- [1] 刘京会, 高新法, 孟立君. 河北坝上地区土地荒漠化现状及生物对策研究[J]. 河北师范大学学报, 2001, 25(3): 407 ~ 412
- [2] 中国科学院地学部. 关于我国华北沙尘天气的成因与对策[J]. 地理科学进展, 2000, 15(4): 361 ~ 364
- [3] 哈斯. 坝上高原土壤不可蚀性颗粒与耕作方式对风蚀的影响[J]. 中国沙漠, 1994, 14(1): 92 ~ 97
- [4] 臧英. 保护性耕作防治土壤风蚀的试验研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2003
- [5] 哈斯. 河北坝上地区高原土壤风蚀物垂直分布的初步研究[J]. 中国沙漠, 1997, 17(1): 9 ~ 14
- [6] 朱朝云, 丁国栋, 杨明远. 风沙物理学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1992. 71 ~ 74