

文章编号:1000-646X(2007)02-0073-03

# 河北省黄土丘陵区农地土壤风蚀防治技术研究\*

左燕霞<sup>1</sup>, 马香玲<sup>2</sup>, 徐振辞<sup>2</sup>

(1. 甘肃农业大学 工学院, 甘肃 兰州 730070;

2. 河北省水利科学研究院, 河北 石家庄 050057)

**摘 要:** 风沙是河北省黄土丘陵区较常见的灾害性天气现象之一,多发生于冬春季节。河北省黄土丘陵区近几年的沙尘天气频繁发生给当地及京津冀地区人民的生产和生活和社会发展造成了巨大影响。据有关资料,北京沙尘暴的 80%来源于张家口的黄土丘陵区。为了改善这一地区的生态现状,在对黄土丘陵区农地土壤风蚀进行 5 种不同下垫面条件下试验观测的基础上,通过对试验结果的分析,对丘陵区农地土壤风蚀的影响因素进行了研究,提出了河北省黄土丘陵区农地防治土壤风蚀的技术措施。

**关 键 词:** 黄土丘陵区; 土壤风蚀; 农地; 技术措施

中图分类号: S157.2      文献标识码: A

## 1 引 言

河北省黄土丘陵区地处内蒙古高原与华北平原过渡带,总土地面积 13638 km<sup>2</sup>。区内山峦起伏,沟壑纵横,地面切割破碎,沟壑密度平均为 4~7 km/km<sup>2</sup>,山地、丘陵、盆地相间分布。由于受第四纪黄土堆积和泥河湾湖相沉积的影响,区域内第四纪黄土发育明显,不论河流二岸或低山丘陵、盆地、川地,均覆盖着深厚的黄土。

由于恶劣的自然地理条件,加上不合理的人为活动,致使黄土丘陵区水土流失非常严重。自 2000 年以来,河北省黄土丘陵区沙尘天气发生情况为:2000 年 13 次,2002 年 7 次,2004 年 4 次,2005 年 3 次,2006 年 25 次,其中 2006 年 3 月 27 日京津冀地区出现的沙尘天气影响范围最大,强度也最强。根据河北省第二次遥感调查,2000 年黄土丘陵区有水土流失面积 6475.98 km<sup>2</sup>,其中冬春季农地土壤风蚀是黄土丘陵区水土流失的一种主要形式。

土壤风蚀直接的生态后果表现为:一是造成表土层大量富含营养元素的细微颗粒的损失,致使农地表土层细化、土壤肥力下降和土地生产力衰退;二是土壤风蚀过程中会产生大量的气溶胶颗粒,这些颗粒悬浮于大气中,是造成黄土丘陵区 and 京津冀地区沙尘天气出现的重要尘源。以黄土丘陵区的农地为研究对象,以风蚀活动高发期的冬春季为观测时段,采用集沙观测收集土壤风蚀沉积物,对秋收后不同下垫面条件下的农地土壤风蚀进行观测,同时对影响土壤风蚀的关键因子进行分析,提出了黄土丘陵区农地防治土壤风蚀技术措施。以实现农业的可持续发展,保护和提高耕地的生产能力,改善生态环境。

## 2 农地土壤风蚀试验情况

试验布设在张家口市涿鹿县窑子头村,海拔 660 m,属温带半干旱大陆性季风气候,年平均气温 7.7℃,年日照时数 2875 h,年平均降雨量 430 mm,但 70%的降雨量出现在 6~9 月,年平均风速 2.4 m/s,最大风速达到 22.3 m/s,以西北风、北风为主。

试验区内农田占总土地面积的 40%,地表仅在夏秋季节有作物覆盖,从秋耕至春播长达 6 个多月的时

\* 收稿日期: 2007-01-15

基金项目: 水利部环京津风沙源治理科技支撑项目

作者简介: 左燕霞(1980-),女,河北灵寿人,硕士研究生,研究方向为旱区水资源利用与管理。

通讯作者: 马香玲(1964-),女,高级工程师,主要从事水土保持与水资源利用研究。

间里土壤表层完全裸露,特别是在春季土壤冻融后,表土层十分疏松干燥,在强劲频繁的风力作用下,极易遭受风蚀。

根据目前黄土丘陵区农地下垫面条件,分别设计了免耕、作物留茬、果园区、顺风耕作和垂直主方向耕作5个试验小区。免耕区:在秋季作物收获后不翻耕土壤,尽可能保持作物残茬覆盖地表;作物留茬区:在秋天玉米收获后,保留作物秸秆0.3~0.5 m越冬;果园区:选择了4 a生的杏扁树进行试验,果树株行距3×3 m;顺风耕作区:在秋季作物玉米收获后,农地翻耕的方向和主风向基本一致;垂直耕作区:在秋季作物玉米收获后,耕地作垅方向垂直于主风向。每个试验小区面积100 m<sup>2</sup>,长宽各为10 m,小区的上风口方向设隔离带,隔离带宽1 m,阻断上风口方向吹来的土。

在冬春季节,对各个试验小区的土壤风蚀量进行定位、定时观测,风蚀量观测采用地面埋设沉沙池的集沙观测,沉沙池的尺寸为长3 m、宽0.5 m、深0.5 m,沉沙池上口边沿与地面齐平。同时对影响土壤风蚀的关键因子如降水量、风速、风向也进行同步观测。

以冬春季黄土丘陵区风大、风多、风持续时间长、农田裸露,风蚀活动高发期为观测时段,即每年的11月至下一年的5月。每天早08:00收集沉沙池的沉沙量并称重,计算当天最大风速和平均风速。若由于下雪和降雨将集沙池盖住,在雨雪停止后立即将集沙池的覆盖物去除。

### 3 试验结果分析

1)风速。观测期内日平均风速变化范围为0.3~7.3 m/s,变幅比较大。其中0~1.0 m/s平均风速所占的比例最高,达到38.6%,超过7.0 m/s所占比例仅为0.41%。土壤风蚀的风向以北风、西风、西北风为主,3个风向所占比例高达97.6%。

2)可蚀风天数。不同下垫面条件下黄土丘陵区每年土壤可蚀风的天数为21~56 d,其中果园区可蚀风天数最少,顺风耕作区可蚀风天数最多。表明在同样的气候条件下,果园区受侵蚀性风影响的几率比顺风耕作区低,有利于减轻土壤风蚀。

3)不同下垫面条件下的土壤风蚀量。根据2 a的土壤风蚀观测结果可知,在降雨和风力条件相同的情况下,土壤风蚀量的大小与下垫面条件有着显著的关系。其中顺风耕作区土壤风蚀量最大,其次为垂直于主风方向耕作区,再后分别为免耕区、作物留茬区和果园区。表1为观测期间不同下垫面条件下土壤的风蚀量。顺风耕作土壤风蚀量是垂直主风向耕作区土壤风蚀量的1.56倍,免耕区的5倍,作物留茬的12倍,果园区的13倍。

表 1 观测期间不同下垫面条件下土壤风蚀量 g						在观测期内,不同下垫面条件下土壤日风蚀强度变化非常大,顺风耕作区最大土壤日风蚀强度达到136.83 g/m <sup>2</sup> ,作物留茬土壤日风蚀强度仅为3 g/m <sup>2</sup> 。
不同下垫面条件	免耕区	留茬区	果园区	顺风耕作	垂直耕作	
土壤风蚀量	1655	683	626	8226	5255	

### 4 土壤风蚀强度影响因素分析

1)风速。土壤风蚀是由多种因素引起的,风是土壤侵蚀的直接动力来源。其中风速的大小直接影响风蚀的轻重,地面物质组成和风速大小是黄土丘陵区农地土壤风蚀的主导因素。分析各试验小区土壤风蚀观测资料,可以得出土壤风蚀强度与风速存在着较好的正相关性,表2为不同下垫面条件下的土壤风蚀量和风速观测资料的回归方程,相关性比较大。利用土壤风蚀量与风速回归模型可以定量预测黄土丘陵区冬春季节农地土壤风蚀量,同时也可以预测某一强风事件下可能产生的土壤风蚀量。

表 2 不同下垫面条件下土壤风蚀量与风速变化回归方程			
下垫面条件	样本数	土壤风蚀量与风速变化回归方程	相关系数
免耕区	28	$y=0.0004e^{1.1466x}$	$R^2=0.6347$
留茬区	30	$y=0.062e^{0.6746x}$	$R^2=0.9013$
果园区	25	$y=0.0126e^{0.4217x}$	$R^2=0.7288$
顺风耕作	33	$y=0.0007e^{1.2434x}$	$R^2=0.9678$
垂直主风向耕作	22	$y=0.0008e^{1.1426x}$	$R^2=0.8118$

注 表中的 y 为土壤风蚀强度 g/(m<sup>2</sup>·d),x 为风速(m/s)。

2)降雨。降雨对土壤风蚀量的影响也比较大,主要是由于降雨增大了土壤含水率,增强了土壤颗粒之间的结合力,从而增强了土壤的抗风蚀能力。黄土丘陵区年均降雨量 400 mm 左右。不仅降雨量少,而且年内、年际降雨分配不均,其中 70%~80%的降雨量集中于汛期 6~9 月份,冬季只占 2%~4%,为土壤风蚀创造了条件。

2004 年 2 月最大风速为 14.2 m/s,月内没有降雨,月风蚀强度达到 161.2 g/m<sup>2</sup>,2004 年 12 月最大风速为 14.8 m/s,月降雨量为 4.6 mm,土壤风蚀强度仅有 3.6 g/m<sup>2</sup>。降雨与土壤风蚀呈明显的负相关性,即降雨量越大,土壤风蚀量越小,降雨量越小,土壤风蚀量越大。

3)气温。气温对土壤风蚀量的影响主要是通过影响地表温度而发生的。一般地,气温越高,局部的空气运动加剧,地表温度也越高,蒸发量就越大,在其它条件如降雨量、风速相同的情况下,土壤的含水率就越低,土壤的风蚀就越大。反之,气温越低,土壤的风蚀量就越小。只是气温对土壤的风蚀量影响不如降雨及风速因子对土壤风蚀量影响明显。

4)地表覆盖。农田地表覆盖的主要类型有处于生长期的农作物、农作物收割后的留茬及秸秆、护田林网等。农作物收割后的留茬能防治覆盖部分风蚀过程发生,减少一定高度内气流对地表的动量传输,同时拦截风沙流使沙粒沉积。试验的结果表明作物留茬区的土壤风蚀量明显少于顺风耕作区与垂直耕作区的土壤风蚀量。

## 5 农地土壤风蚀防治技术措施

1)调整土地利用结构,扩大林草比例。试验表明,果园地中的土壤风蚀量仅为农田的 1/13,果园地不仅土壤防风蚀效果好,同时还能增加农民收入。而目前黄土丘陵区农地占总土地面积的 30%~40%,人均耕地 0.3 hm<sup>2</sup> 以上,粮食广种薄收,生态环境恶劣,风沙危害严重。为改善黄土丘陵区生态环境,在保证人均 0.13 hm<sup>2</sup> 耕地、人均占有粮食 200 kg 的前提下,调整土地利用结构,逐渐压缩旱地农田,增加林地面积,建设植被,这是农地防治土壤风蚀的重要措施。

2)营造农田防护林。营造农田防护林是只要防治土壤风蚀的生物措施,兼有改善农田小气候以及为动物提供良好生境之功效,但有争地、争水、遮荫之不足。防护林带按透风孔隙的大小、数量和分布的状况分紧密、疏透和通风等不同种结构。针对农田不同程度的土壤风蚀强度,采取相应的防护措施。对河北省黄土丘陵区的基本农田,营造疏透结构护田林,主带距确定为 150~200 m,副带距 300~400 m,可有效调节农田小气候,减低风速,防止土壤风蚀。对土层薄、结构差的耕地,退耕还林,营造成片的防风林。

3)采取防风蚀的旱作农业措施。改变传统的秋季耕作制度,在春季翻耕时采取与主风垂直的方向作垅,秋季作物收获后保留 20 cm 的秸秆,能有效的减少大风引起的沙尘颗粒运动,一方面它可以吸收一部分风力,减少风对土壤的作用力;另一方面,由于把作物的残茬留在土壤表面,根茬留在土壤里,都能保护土壤颗粒不被风力移动。试验表明,大风作用下顺风耕作的土壤风蚀量是作物留茬地的 12 倍,因此在黄土丘陵区农地应大力推广作物留茬免耕耕作方式,减少冬春季农田土壤结构的扰动。

4)开发水源。黄土丘陵区水资源短缺,应充分利用汛期雨洪资源,开展引洪淤灌,一方面增加土壤水分,促进植物生长,另一方面,洪水中含有大量细沙粒、植物腐料和牲口粪便,既能治水,又能提高耕地肥力,改善土壤团粒结构,提高土壤抗蚀能力。据在涿鹿县岔道河灌区调查,洪水淤灌 17~30 a 的地块,平均年淤泥厚度 4.2 cm,每次灌水 3000 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>,相当施碳酸氢铵 685.5 kg/hm<sup>2</sup>,含磷 18%的过磷酸钙 229.5 kg/hm<sup>2</sup>,含钾 49%的硫酸钾 535.5 kg/hm<sup>2</sup> 和有机质 24300 kg/hm<sup>2</sup>。多年的实践证明,开展引洪淤灌对改善黄土丘陵区土体结构,增强土体抗蚀能力具有非常好的作用。

### 参考文献:

- [1] 何文清,赵彩霞,高旺盛,等.不同土地利用方式下土壤风蚀主要影响因子研究[J].应用生态学报,2005,16(11):18-22.
- [2] 陈智,麻硕士.干旱半干旱地区农田风蚀危害及其对策[J].内蒙古民族大学学报,2006,21(4):34-38.
- [3] 王升堂,程宏,赵延治.旱作农区土壤风蚀过程、影响因素及其防治技术措施[J].国土与自然资源研究,2005,(3):51-54.
- [4] 刘汉涛,麻硕士,窦卫国,等.土壤风蚀量随残茬高度的变化规律研究[J].干旱区资源与环境,2006,20(4):7-11.
- [5] 韩永伟,韩建国,张蔚薇,等.农牧交错带退耕还草地土壤风蚀影响因子分析[J].生态环境,2006,14(3):62-66.

# Study on Moguhu Reservoir Water Environmental Capacity and Total Content Control

ZHAO Xian-bo<sup>1</sup>, LEI Xiao-yun<sup>1</sup>, SHEN Zhi-wei<sup>2</sup>, LIU Zhen-ping<sup>1</sup>

(1. College of Water Conservancy and Civil Engineering, Xinjiang Agricultural University, Urumuqi 830052, China; 2. Manas River Administrative Office of Bingtuan, Shihezi 832000, China)

**Abstract:** In order to get back the water function of irrigating and breed aquatics in Moguhu reservoir inch by inch, the paper presents a quantify discussion of the water environmental total capacity of the mostly pollutant in Moguhu reservoir, according to different irrigating period of time and water quality aim, educe the reservoir total maximum daily load (*TMDL*) in different irrigating period of time. Study on the re-source of pollutant from Moguhu reservoir put in practice total content control based on *TMDL*, the conclusion is: under the same water quality aim, the water environmental capacity at different period of summer autumn-irrigating, non-irrigating and spring-irrigating increase by degrees; and taking out background value of pollutant the water environmental capacity is negative in Moguhu reservoir; and the water environmental capacity period of spring-irrigating bigger than summer autumn-irrigating and than non- irrigating. Lastly, the paper also presents the merit of put in practice total content control to Moguhu reservoir water environmental capacity.

**Key words:** water quality; water environmental capacity; total content control; *TMDL*; Moguhu reservoir

(上接第 75 页)

## Research on Control Technology of Farmlands’ Wind Erosion in Loess Hilly-gully Area of Hebei Province

ZUO Yan-xia<sup>1</sup>, MA Xiang-ling<sup>2</sup>, XU Zhen-ci<sup>2</sup>

(1. School of Engineering, Agricultural University of Gansu, Lanzhou 730070, China; 2. Hebei Academy of Water Resources, Shijiazhuang 050057, China)

**Abstract:** Wind erosion is one of the most calamity weather phenomenon in loess hilly-gully area of Hebei Province, it often occurs in winter or spring. Recently, sand-dust phenomenon happened frequently in hilly-gully area, which produced enormous effect on the production and development of the people in Beijing, Hebei and Tianjin area. According to the relational information, eighty percent sandstorm of Bejing comes from Zhangjiakou hilly-gully area. In order to improve the environment, through the analysis of test observation data, which were based on five different underlying surfaces in hilly-gully area, we studied the influenced factors, then put forward the control technology measures of soil wind erosion of farmlands in loess hilly-gully area of Hebei Province.

**Key words:** loess hilly-gully area; soil wind erosion; farmland; technology measures