

黑龙江省西部风蚀荒漠化特性与防治技术

侯淑艳^{1,2}, 朱金兆¹, 刘建新², 解建强¹

(1. 北京林业大学 水土保持学院教育部水土保持与荒漠化防治重点实验室 北京 100083;
2. 黑龙江省水土保持科学研究所, 黑龙江 宾县 150400)

摘 要:通过对黑龙江省西部风蚀荒漠化特性的研究,得出在粗糙度(Z_0)为 0.41 cm,0—5 cm 土壤含水量为 3.76 % 条件下,距地面 2 m 和 0.5 m 的起沙风速分别为 6.04 m/s 和 4.69 m/s。地表植被盖度与风蚀强度呈负相关关系,盖度越大,风蚀强度越小。在防治技术研究中,轻度风蚀采取植物措施与栽培措施相结合的办法;中度风蚀区采用复合式沙障治理流动式沙丘,网格沙障治理固定沙丘的防治技术研究;重度风蚀区则根据不同类型不同荒漠化程度,采取“前挡后拉”,行列式沙障等防治技术,防治效果明显。
关键词:风蚀荒漠化; 特性; 防治技术
中图分类号:S157.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1005-3409(2011)02-0006-04

The Characteristics and Control Techniques of Wind-induced Desertification in the West of Heilongjiang Province

HOU Shu-yan^{1,2}, ZHU Jin-zhao¹, LIU Jian-xin², JIE Jian-qiang¹

(1. Beijing Forestry University, College of Soil and Water Conservation, Key Laboratory of Soil and Water Conservation and Desertification Combing of Ministry of Education, Beijing 100083, China;
2. Institute of Soil and Water Conservation in Heilongjiang Province, Harbin, 150400, China)

Abstract: The characteristics of wind-induced desertification were studied in west of Heilongjiang Province. The results showed that: the wind speed which could move the sand is 6.04 m/s and 4.69 m/s from the ground 2 m and 0.5 m, under the condition of the roughness of 0.41 cm, 3.76% of soil water content in 0—5 cm soil layer. They are negative correlation between vegetation cover strength and wind erosion strength, the greater the coverage is, the smaller wind erosion is. In the research of the prevention and control technology, the adjoint method of plant and cultivation measures are taken to control the mild wind erosion. In moderate wind erosion area, combined type sand barrier was used to control the move of sand dune, and mesh sand barrier was used to fixed dune; At the severe wind erosion region, according to the different erosion types and desertification degrees, the control techniques such as ‘front-block-behind-pull’ and determinant sand barrier and so on were adopted. The control efficiency is very obviously.
Key words: wind-induced desertification; characteristics; control technique

荒漠化是指包括气候变异和人类活动在内的种种因素造成的干旱、半干旱和干旱亚湿润地区的土地退化。风蚀荒漠化是荒漠化的一种类型,在我国分布约 160 万 km²^[1]。人为干扰是其发生发展的主要因素。黑龙江省西部荒漠化面积 14 781.76 km²,其中风蚀荒漠化土地面积为 8 705.04 km²,占荒漠化总面积的 58.89%。本文通过定位研究与大面积调查相结合的方

法,研究荒漠化区土壤风蚀的基本特征及其防治技术,对于促进该地区农业的可持续发展,加强农业基础设施建设,保护区域生态环境会具有重要意义。

1 项目区概况

荒漠化区域位于黑龙江省西部松嫩平原,地理位置:东经 122°24′—125°53′,北纬 45°15′—48°27′,该

收稿日期:2010-09-21 修回日期:2010-10-25
资助项目:水利部“948”项目(CT200212)
作者简介:侯淑艳(1980—),女,吉林梅河口人,博士研究生,主要从事水土保持与荒漠化方面的研究。E-mail: houshuyan2007@126.com
通信作者:朱金兆(1944—),男,教授,主要从事水土保持与荒漠化防治研究。E-mail: jingfeng@bjfu.edu.cn

区域位于我国东部季风区,属于温带亚干旱—亚湿润气候,是我国受夏季风影响最大的荒漠化区域,风蚀荒漠化区位于黑龙江省西部荒漠化发生核心区域,重点分布在杜蒙、泰来、大庆、齐齐哈尔、肇源等市县,另外龙江、甘南、富裕等县也有零星分布,见图 1。

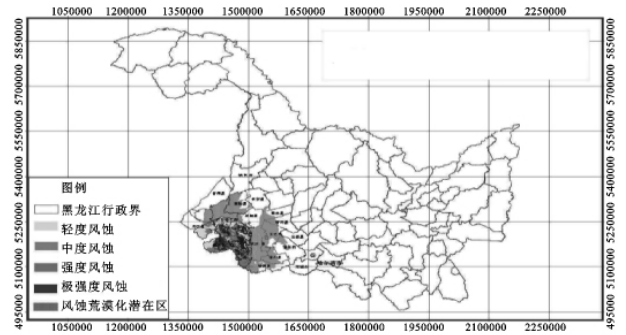


图 1 黑龙江省西部风蚀荒漠化程度分布图

2 风蚀荒漠化特性研究

2.1 耕地风沙土理化特性

风蚀可使土壤物质流失,土壤物理、化学和生物特性退化,同时风蚀也可导致地表土壤机械组成变粗,出现类似沙质的土壤,从而使土壤肥力下降,严重影响粮食产量。从表 1 中可以明显看出随着风蚀程度的加重,土壤养分含量逐渐减少,轻度侵蚀与重度侵蚀相比较,有机质含量与水解氮含量的下降比例分别达到了 63%和 93%,其侵蚀程度的加大,土壤养分的流失状况显而易见。研究表明经过人为干扰后的风蚀区,年复一年的风蚀过程将导致土壤养分难以估量的损失^[2]。

表 1 不同风蚀程度风沙土养分状况

风蚀程度	有机质含量/ (g·kg ⁻¹)	全氮/ (g·kg ⁻¹)	全磷/ (g·kg ⁻¹)	水解氮/ (mg·kg ⁻¹)
轻度风蚀	18.5	0.911	0.285	22.6
中度风蚀	7.2	0.412	0.222	17.9
重度风蚀	6.8	0.413	0.173	1.6

采样地点:泰来县宁姜村,采样深度 0—20 cm。

2.2 风沙土起沙风速研究

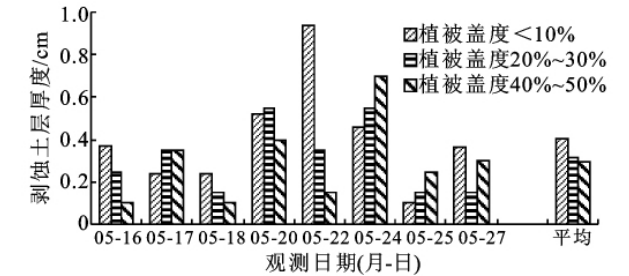
风速是风蚀的起动力,风速增加时,其剥蚀,搬运地表土壤的能力也就随之增加。使土壤颗粒在风流中开始流动的风速值叫风蚀临界值,只有大于这个风速值的风速才能产生风蚀。临界起沙风速值取决于土壤粒径及地表的植被状况。

1982—1996 年在项目区内选择地势平坦而又比较开阔的自然状态下的耕作风沙土地面做为观测场地,利用 SFY—1 型四道数字电风速仪测定了距离地面 2 m 和 0.5 m 高处的风沙土砂粒开始起动的临界风速和不同颗粒(>0.25 mm、0.25~0.1 mm、0.1~

0.07 mm、<0.07 mm)砂粒起动的临界风速。共观测到 25 次资料,经数理统计检验结果得出在粗糙度(Z₀)为 0.41 cm,0—5 cm 土壤含水量为 3.76 %条件下,距地面 2 m 和 0.5 m 的起沙风速分别为 6.04 m/s 和 4.69 m/s。

颗粒的粒度特征决定其力学性质与强度,最终影响风蚀强度。因此,风蚀强度与地表物质粒度特征的关系一直受到风沙学界的广泛关注^[3]。经过对典型风沙土取样风干后,将砂粒人工筛选成>0.25 mm、0.25~0.1 mm、0.1~0.07 mm、<0.07 mm 4 种粒级,将各级土样分别置于平放在耕地表面的人造革面上,经观测得出 4 种粒级在距地面 2 m 高处的起动风速分别为 4.78,5.25,3.39,3.03 m/s。基本上与粒级大小呈负相关关系。

影响起沙风速的因素除了颗粒粒径外,还有土壤水分、地表粗糙度及地表植被覆盖等,地表有作物或者作物残余物覆盖,其起沙风速大大增加,从而减轻了风蚀。图 2,图 3 为 1999 年,2000 年观测的地表植被盖度与剥蚀土层厚度的关系。从图 2 可以明显看出 1999 年观测的 8 d 中植被盖度在<10%的情况下剥蚀土层平均达到了 0.4 cm,而盖度 40%~50%的剥蚀土层为 0.29 cm,植被盖度越大其剥蚀土层厚度越小。图 3 加入了裸露沙丘的对比观测,同时观测时间也增加了 6 d,两图比较明显看出裸露沙丘的剥蚀厚度基本都在>1 cm 以上,最大达到了 6.5 cm,从两图中都可以看出植被盖度越高,剥蚀土层厚度越小,从而大大减少了土壤的剥蚀量,减轻了风蚀程度。安萍莉等人研究表明保护性耕作比其它农作制度能够显著地减小风速,降低土壤紧实度,提高地表覆盖度,增加地表粗糙度,从而有效减轻土壤风蚀,防止土壤荒漠化^[4]。常旭红的研究表明作物留茬高度对地表风速的影响程度不明显,仅与地面有无留茬有关^[5]。



图中平均代表观测日期内不同植被盖度的平均剥蚀土层厚度,下图同。

图 2 1999 年观测植被盖度与剥蚀土层厚度的关系

3 风蚀荒漠化的防治技术研究

3.1 轻度风蚀区防治技术研究

轻度风蚀区地处嫩江下游右岸沙丘覆盖的冲积

平原,治理区总面积 10 km^2 ,其中耕地 2.6 km^2 ,全部为沙荒地低产田。行政区归泰来县街基乡管辖。治理前年风蚀强度为 $1560 \text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$,属轻度风蚀潜在荒漠化区。

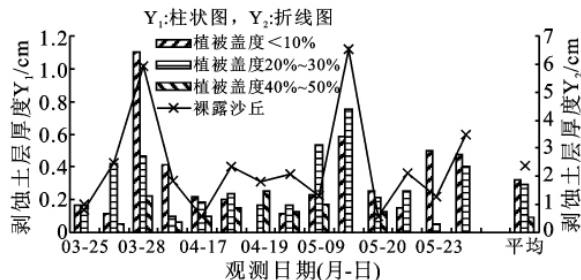


图3 2000年观测植被盖度与剥蚀土层厚度的关系

(1)治理原则。以植物措施为主,耕作栽培措施为辅,提高地力。植物措施是在治理区的主害风向即风口处营造农田防护小黑杨固沙林网格。规格为 $250 \text{ m} \times 300 \text{ m} \sim 300 \text{ m} \times 350 \text{ m}$,林带占地 70 hm^2 ,有效防护面积 800 hm^2 ,主林带宽 16 m ,5行杨树,边行混交大果沙棘;杨树株行距为 $3 \text{ m} \times 3 \text{ m}$,沙棘株行距 $1 \text{ m} \times 1 \text{ m}$,形成疏透结构林带。耕作栽培措施主要有:①错期播种,躲过早风期。此栽培措施是根据每年的刮风时间错开播种时期,选择超早熟品种,密集种植,亦可获得高产;②改良风沙土,增强土壤抗蚀能力。通过增施农家肥,增加荒漠化土壤的肥力,使风蚀土壤物理性黏粒含量增高,而物理性沙粒相对减少,从而提高土壤抗蚀力;③种植牧草,改良土壤,发展畜牧业等措施。主要是在沙化较严重的地块、低产田种植沙打旺、草木樨、紫花苜蓿等豆科牧草,种植3~5a后,再种植作物,既防风蚀又提高作物产量。

(2)治理开发技术。2002—2004年根据当地的实际情况设计建造了以菜田为主,以草粮为辅,粮林草相结合的治理开发模式。其中土地利用比例分别是菜田占46%,粮田占11%,林地占18%,牧草占15%,经济作物占10%。

通过上述措施有效地控制了沙源,控制了风蚀程度的加大,同时耕作栽培等措施的配套进行,更加强了风蚀地面的粗糙度,从而起到了改良土壤,提高沙荒地低产田的土地生产能力并防止风蚀潜在荒漠化发展的作用。

3.2 中度风蚀区防治技术研究

中度风蚀区位于泰来县城东 5 km 处,行政归泰来县泰来镇管辖,是泰来镇辖区内最大的沙地,治理前(1986年)区内风蚀面积为 8 km^2 ,其中中度风蚀区为 4.4 km^2 ,占总面积55%,为正在发展的荒漠化土地。

治理原则是以植物为主,工程措施为辅;在治理顺序上,先治流动,后治固定沙地。沙障可以增加气

流的摩擦阻力,削弱贴地风速和提高地面粗糙度及降低气流输沙能力等作用,沙障设置后可以通过障埂的占位控制风沙流的吹蚀起点;通过障埂间距和障埂高度控制风沙流的吹蚀深度;通过障埂间距控制风沙流的吹蚀长度^[6]。因此本研究在流动沙地上,沿着垂直主害风方向,设置高立式沙障3道,总长 1500 m ,在沙障背风处营造锦鸡儿灌木林,防风固沙带30条,带宽 10 m ,总长度 1500 m ,林带占地 1.5 hm^2 。带间距 30 m ,有效防护面积 60 hm^2 。使这一流动沙地稳定下来,当3,4a沙障因腐朽失去功能后,其后的锦鸡儿、杠柳片林正生长繁茂,起到永久性固沙屏障。

半固定沙地采取营造林、田、草相结合的开发模式。在农田嵌块体中间有住宅(引进承包户)、果园、药园、苗圃等嵌块体,并配有机井一眼,形成了以承包户为中心的粮、果、菜、药相结合的园田式治理开发模式,各承包户土地利用比例是:林地占试区总面积37.9%,农耕地占21.9%,人工种草占17.4%,“三园一圃”(菜园、果园、药园和苗圃)占22.8%。

这种先设置沙障,再利用成活的灌木治理流动沙地的方法,具有防治速度快,效果好,操作简单,成本低等特点,长期有效地控制了流沙的扩张蔓延。

3.3 重度风蚀区防治技术研究

此类型区在泰来县宁姜流动沙地重度风蚀区,该区行政归属泰来县宁姜乡管辖,面积 12 km^2 ,主要分布有风蚀劣地,固定与半固定沙丘,以及流动的新月沙丘、沙丘链、沙垄、沙带等。其中风蚀面积 6.9 km^2 ,占总土地面积的60%,集中分布在居民区中;半固定沙地占18.8%,固定沙地16.2%。此治理区地貌形态比较复杂,根据不同类型不同荒漠化程度,实施各不相同的防治技术。

(1)治理原则。前期以工程措施为主,植物与工程措施相结合,后期以林业措施为主,固定沙地。

(2)丘间低地治理。此低地一般水土条件比沙丘好,风蚀轻,可不必设置沙障,直接造林治沙。在丘间低地较大的地段,多采用沙湾造林法。此法是利用丘间低地人工林促进风力拉削沙丘,导沙入林,在退出来的沙地,逐年造林使流动沙丘逐渐消灭在林内。在丘间低地造林,增加了地表粗糙度,促使流沙逐步扩散到林内,沙丘变成起伏不大的波状沙地,流沙被固定在林中。

(3)中、小型流动沙丘的治理。“前挡后拉”是治理流动沙丘最有效的办法之一。一般沙丘高差在 3 m 以下为小型沙丘, $3 \sim 7 \text{ m}$ 为中型沙丘。这部分沙丘,在沙地中流动性很快,一般一年可位移 $1 \sim 2 \text{ m}$,是流动沙地最为活跃部分。应用“前挡后拉”法治理沙丘,“前挡”是在沙丘背风坡后的沙丘低地上栽植乔

木(樟子松)以阻挡沙丘前移;“后拉”是在沙丘迎风坡下部栽植灌木(锦鸡儿或大果沙棘),固住迎风坡下部沙面,并在灌木作用下造成不饱和气流,拉削丘顶。典型的前挡后拉为高(乔)前挡,低(灌木)后拉。此法可削掉沙丘顶,沙丘迎风坡形成梯状地形,使沙丘趋向平缓 and 固定。

(4)新月型沙丘、沙垄治理。新月型沙丘,其形状为弯月,一般采用行列式方式配置沙障。特别是在单向起沙风为主的地区,多用行列式沙障。在新月形沙丘迎风坡设置时,丘顶空出一段,先划出一道压沙障的范围界线,然后在迎风坡正面中部,自上而下,按所需间距向两翼划出设置沙障的线道,并逐一加设一道道垂直主风又稍向两翼撇出的平行沙障,使沙障微呈弧形。

在沙垄上设置沙障时,垄头部分与新月沙丘迎风坡的配置相同。垄身有迎风坡和背风坡之分的,先在迎风坡离脊相当距离处设一道沙障并与沙垄走向大致平行,然后再从这里顺坡稍撇向下前方加设一道道行列式沙障。

(5)平缓沙地的治理。该类型沙地采取“撵、挡”等技术措施进行防治。

①撵沙造林。此法可引沙入林,以林固沙,可以把沙丘地变成以林为主的农牧结合地基地。其具体措施:一是在沙丘迎风坡基部犁耕,人工促进风蚀。二是在丘间地造林,封沙育草加大地面粗糙度。再引沙入林使沙子在林内堆积,上源不断撵沙腾地,必然造成沙丘以不同形式进入下源人工林内,待林地面积扩大后,沙丘趋向平缓,将沙固定,如图 4 所示。

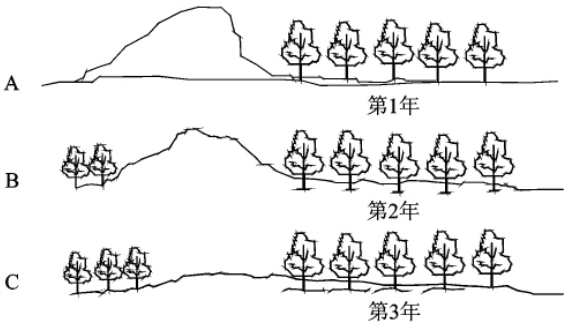


图 4 撵沙造林法示意图

②挡沙造林。采用格式沙障挡住风沙流入侵。在沙障网格中栽植沙生植物锦鸡儿或沙棘。这样形成沙障挡风,经 3,4 a 后沙障枯烂,灌木丛生生长繁茂,郁闭成林,详见图 5。

不同的沙地类型就必须采取不同的治理措施,根

据沙地的特点逐一治理,从而达到治理一个成功一个,治理一面成功一面的良好效果。

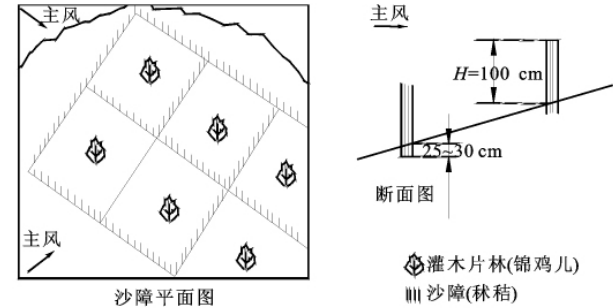


图 5 网格式沙障示意图

4 小 结

通过对风蚀区的土壤物理性质,机械组成的研究,确定了距离地面 2 m 和 0.5 m 高处的风沙土砂粒开始起动的临界风速和不同颗粒砂粒起动的临界风速,通过观测得出地表植被盖度。在防治技术研究中,利用植物措施、栽培措施为主的轻度防治研究;以复合式沙障治理流动式沙丘,网格沙障治理固定沙丘的中度防治技术研究;不同类型不同荒漠化程度采取不同治理措施的重度防治技术研究。系统全面地对黑龙江省西部风蚀荒漠化区进行了治理,有效地控制了风蚀荒漠化向黑土地迈进的步伐,使治理区内生态环境明显改善,从根本上改变了治理区贫困面貌,从而推动了黑龙江省西部荒漠化治理进程。在未来的治理研究中,还要继续研究实践与科学理论,治理与开发的长短结合,从而达到既治理了沙地,发展了经济,又不过度利用土地三效合一的目的。

参考文献:

[1] 王礼先. 我国荒漠化土地成因及其防治对策[J]. 世界林业研究, 2000, 13(6): 32-37.

[2] 肖洪浪. 甘肃秦王川大规模农垦中土壤风蚀与养分一盐分变化[J]. 土壤通报, 1998, 29(4): 148-150.

[3] 董治宝, 李振山. 风成沙粒度特征对其风蚀可蚀性的影响[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报, 1998, 4(4): 1-12.

[4] 安萍莉, 琪赫, 潘志华, 等. 北方农牧交错带不同农作制度对土壤风蚀因子的影响[J]. 水土保持学报, 2008, 22(5): 26-29.

[5] 常旭红, 赵广才, 张雯, 等. 作物残茬对农田土壤风蚀的影响[J]. 水土保持学报, 2005, 19(1): 28-31.

[6] 孙显科, 郭志忠. 沙障固沙原理的研究[J]. 甘肃林业科技, 1999, 24(2): 7-12.