

# 新疆策勒县新开垦农田地表蚀积变化

毛东雷<sup>1,2,3,4</sup>, 雷加强<sup>1,4</sup>, 庞营军<sup>3,5</sup>,  
王翠<sup>1,3,4</sup>, 周杰<sup>1,3,4</sup>, 再努拉·热和木吐拉<sup>1,3,4</sup>

(1. 中国科学院 新疆生态与地理研究所, 新疆 乌鲁木齐 830011; 2. 新疆师范大学 地理科学与旅游学院, 新疆 乌鲁木齐 830054; 3. 中国科学院大学, 北京 100049; 4. 新疆策勒荒漠草地生态系统国家野外科学观测研究站, 新疆 策勒 848300; 5. 中国科学院 寒区旱区环境与工程研究所, 甘肃 兰州 730000)

**摘要:** 用插钎法结合气象数据对新疆维吾尔自治区策勒县开垦年限分别为 2 和 1 a 农田地表进行风蚀风积观测, 结果表明, 沿主风向, 防护林带前后 0—3 H(树高)内表现为风积, 林前风积量明显大于林后风积量, 防护林带之间中部主要以风蚀为主。红枣幼苗旁种植的冬小麦在一定程度上能有效地抵御红枣根部风蚀。未开垦的植被盖度 3 个不同的下垫面内, 植被盖度和高度越大, 其阻沙积沙能力越强。由于新开垦未种植裸荒地地表疏松无植被覆盖, 表现出同阶段内最大的地表风蚀量。新开垦农田地表蚀积变化不仅与植被盖度、防护林结构、风速大小与风向紧密相关外, 还与地表的微地形有关。

**关键词:** 新开垦农田; 风蚀; 风积; 变化; 策勒

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2014)03-0061-08

中图分类号: S727.23

DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.2014.03.013

## Changes of Wind Erosion and Wind Deposition on Surfaces of Newly Reclaimed Land in Cele County of Xinjiang Wei Autonomous Region

MAO Dong-lei<sup>1,2,3,4</sup>, LEI Jia-qiang<sup>1,4</sup>, PANG Ying-jun<sup>3,5</sup>,  
WANG Cui<sup>1,3,4</sup>, ZHOU Jie<sup>1,3,4</sup>, Zainula · Rehemutula<sup>1,3,4</sup>

(1. *Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences, Urumqi, Xinjiang 830011, China*; 2. *College of Geography Science and Tourism, Xinjiang Normal University, Urumqi, Xinjiang 830054, China*; 3. *University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China*; 4. *Cele National Station of Observation and Research for Desert-Grassland Ecosystem in Xinjiang, Cele, Xinjiang 848300, China*; 5. *Institute of Environment and Engineering in Cold and Arid Region, Chinese Academy of sciences, Lanzhou, Gansu 730000, China*)

**Abstract:** Pin-plugged method and meteorological observation method were adopted for analyzing wind erosion and wind deposition changes on surfaces of farmlands reclaimed in two years and in one year in Cele County of Xinjiang Wei Autonomous Region. The result indicates that wind deposition occurred in the range of 0—3 H (tree height) before and behind shelter belts along prevailing wind direction, the wind deposition volume upwind shelterbelt was more than that on the surface of downwind shelterbelt obviously, and on the surface of the middle part between two shelter belts it mainly showed wind erosion. Winter wheat planted in front of jujube tree seedlings could resist effectively wind erosion around jujube tree seedlings' roots in certain degree. On the surfaces of three natural underlying surfaces preserved with different vegetation coverage, the higher the vegetation coverage and plant height were, the stronger the resistance and wind deposition ability were. Because it was loose and bare surface without cultivation and there was no vegetation on newly reclaimed land, maximum wind erosion amount occurred in every same phase. Wind erosion and wind deposition changes not only have close relationship with vegetation coverage, shelter belts' structure, wind velocity and wind direction, but also have relationship with surface microtopography.

**Keywords:** newly reclaimed farmland; wind erosion; wind deposition; changes; Cele County of Xinjiang Wei Autonomous Region

收稿日期: 2012-12-12

修回日期: 2013-04-22

资助项目: 新疆维吾尔自治区重大科技专项子课题“绿洲外围节水型生物防护体系构建及可持续经营技术开发与示范”(201130106-1); 公益性行业(气象)科研专项“风沙灾害对绿洲农业的影响与评估技术”(GYHY201106025)

作者简介: 毛东雷(1975—), 男(汉族), 新疆维吾尔自治区石河子市人, 在职博士, 讲师, 主要从事风沙地貌及荒漠化防治研究。E-mail: donglei6325@sina.com。

通信作者: 雷加强(1961—), 男(汉族), 陕西省高陵县人, 博士, 研究员, 主要从事荒漠化防治及风沙物理等方面的研究。E-mail: desert@ms.xjb.ac.cn。

土壤风蚀是导致环境恶化与土地生产力下降的主要原因之一。干旱半干旱区的防护林体系是用以改善沙区生产生活环境、农田小气候,防止地表风蚀及其对农作物生长的危害的生态林分<sup>[1]</sup>。在干旱半干旱风沙区,绿洲外围的天然和人工防护林的主要功能是防风阻沙,减少风蚀,为绿洲的生态安全提供保护屏障。

据测算,中国沙区因风蚀沙化每年损失土壤有机质、氮素和磷素高达  $5.598 \times 10^7$  t,西北地区许多农田因风沙毁种,“三刮四种”现象十分严重<sup>[2]</sup>。植被覆盖在风蚀过程中可通过多种途径对地表土壤形成保护,减少风蚀输沙量<sup>[3-4]</sup>。幼苗极易被风沙击打受伤而影响正常生长以至死亡,有些地块常因风蚀被迫改种或重播,甚至屡种屡败,造成绝产<sup>[5]</sup>。

针对新疆南疆塔里木盆地西南缘和田地区严重的风沙危害和近年来绿洲—沙漠过渡带的沙地被大面积垦荒等问题,选择策勒县开垦年限分别为1和2 a的农田进行野外地表蚀积变化试验观测,为绿洲—沙漠过渡带自然植被的恢复和防止新开垦农田地表遭受严重风蚀,保护绿洲农业生态安全提供理论依据和支撑。

## 1 研究区概况

策勒县位于塔克拉玛干沙漠南缘与昆仑山北麓之间,地理坐标为  $80^{\circ}03'24''$ — $82^{\circ}10'34''$ E,  $35^{\circ}17'55''$ — $39^{\circ}30'00''$ N,属典型内陆暖温带荒漠气候,夏季炎热,干旱少雨,光热充足,日照时间长,昼夜温差大,极端最高气温  $41.9^{\circ}\text{C}$ ,极端最低气温  $-23.9^{\circ}\text{C}$ 。多年平均降水量  $35.1\text{ mm}$ ,年潜在蒸发量  $2\ 600\text{ mm}$ 。

由于地处塔里木盆地两大主导风向(NW, NE)的下风区域,风沙灾害频繁,多年平均沙尘日数  $25.2\text{ d}$ ,最多年高达  $59\text{ d}$ ,每年8级以上大风  $3\sim 9$ 次<sup>[6]</sup>。研究区风向以 WNW, W 风为主,频率占  $62.43\%\sim 76.25\%$ ,NW 风次之,占  $17.75\%$ <sup>[7]</sup>,和田地区由于绝大部分绿洲边缘都与大沙漠接壤,风沙灾害极为严重<sup>[8]</sup>。风沙灾害天气严重制约着当地社会经济的发展。

随着绿洲—沙漠过渡带大面积的垦荒种植,在春夏大风频发季节,许多新种植的防护林和农田幼苗被连根拔起,造成了严重的地表土壤风蚀和农业经济损失。

## 2 野外试验设计及研究方法

2010年5—10月选取策勒县热瓦克开垦年限2 a的红枣农田采用插钎法观测地表蚀积变化,同时用小

气象站观测气象数据,观测指标有风速、风向等,风速观测高度为  $0.5, 1, 3\text{ m}$ 。

农田内自西向东分布有3条新疆杨防护林带,每条防护林带内株行距为  $1\text{ m} \times 1\text{ m}$ ,每条带种植5行,平均树高  $3.1\text{ m}$ ,疏透度  $50\%\sim 60\%$ 。农田外围西侧为天然过渡带荒漠区,防护林布置方向为南北向,基本垂直于年主风向。

自西向东在3个防护林内小网格农田地表进行插钎,红枣平均高  $40\sim 50\text{ cm}$ ,株行距  $1\text{ m} \times 2\text{ m}$ ,风蚀钎都插在2行红枣行的中间。最西面的田埂距第一道防护林  $54\text{ m}$ ,田埂堆积干骆驼刺和盐生草等枝条并埋上沙土,第1个网格内插2道每道27根风蚀钎;中部第2个网格内防护林间距  $112\text{ m}$ ,内插3道每道56根风蚀钎。

小麦行宽  $10\text{ cm}$ ,高约  $5\sim 15\text{ cm}$ ,与红枣根部间距  $10\text{ cm}$ ,风蚀钎布置选择中区的中间的红枣、小麦行,自两行红枣的中间开始,然后自西向东每隔  $20\text{ cm}$ 插1根风蚀钎,小麦行前后每隔  $5\text{ cm}$ 插1根风蚀钎,每道选择5行红枣树插30根风蚀钎,取3个重复共90根风蚀钎,每相邻两列间隔为  $50\text{ cm}$ 。东面第3个网格内防护林带间距  $54\text{ m}$ ,内插有3道每道27根风蚀钎,西区、中区、东区每相邻两道风蚀钎间距都为  $2\text{ m}$ ,插钎时地表地势较为平坦规整。

2012年5—10月选取当年新开垦未种植裸沙地和不同盖度的自然过渡带下垫面,采用插钎法观测地表蚀积变化,选取5个输沙阶段进行同步观测。地表安装有 HOBO 小气象站,观测指标有风速、风向等项目。风杯安装高度分为4层: $0.5, 1, 2, 3\text{ m}$ ,所有气象数据  $1\text{ s}$ 自动记录1次,间隔  $1\text{ min}$ 采集1次。

所有气象数据及地表蚀积变化数据采用 Excel 2003, Surfer 8.0 等软件分析并绘制相关图件。

## 3 结果与分析

### 3.1 新开垦2 a 农田地表风蚀风积变化

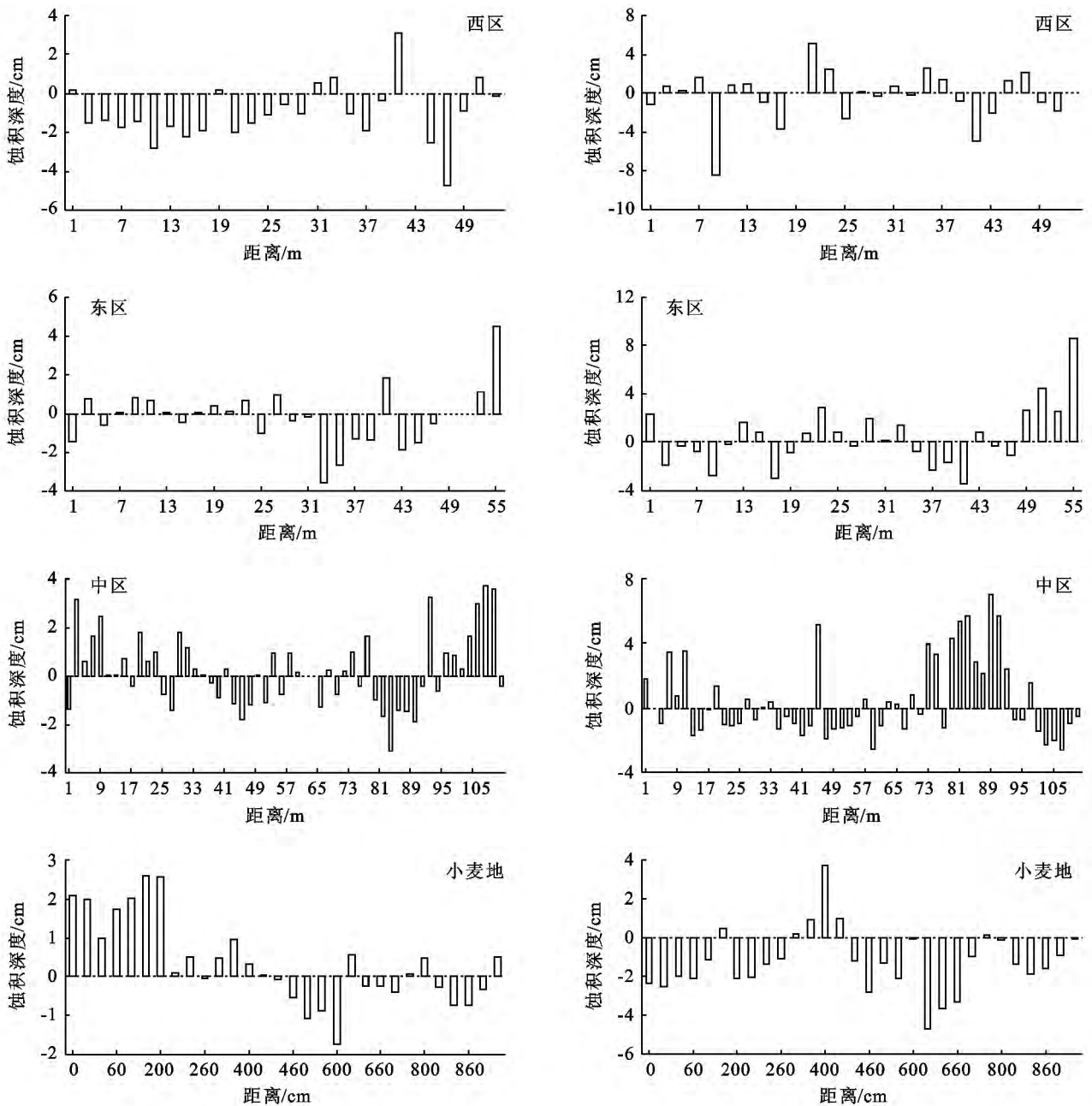
3.1.1 蚀积空间变化 4块插钎试验地分为西区、中区、东区、小麦地。2010年野外观测共分为4个阶段:5月17日至6月4日,6月4日至7月24日,7月24日至8月25日,8月25日至10月5日。西区试验地由于外围没有防护林的阻挡,地表主要以风蚀为主,最大风蚀深度  $8.2\text{ cm}$ ,在沙堤后或第1条防护林带前风力较弱时出现风积,风力较大且遭受风蚀时间最长的6月4日至7月24日阶段地表风蚀量表现最大,且越靠近第1条防护林带地表风积量也变得越大(图1),8月25日至10月5日西区内修筑了漫灌田

埂和由于平均风力最小(图 2),地表主要以轻微的风蚀风积为主同时局部风积量较大(图 3)。

2 个防护林带之间的中区试验地地表在沿主风向林后 0—3 H(H 为树高)出现风积,在第 2 条防护林林前 0—5 H 以风积为主,最大风积深度 7 cm,在林后 3—32 H 地表以风蚀为主,最大风蚀深度 4.7 cm,由于微地形的变化和红枣、冬小麦根冠的影响,地表局部出现风积。风力遇到第 1 条防护林带后开始减速在林后短距离的堆积,然后风速逐渐恢复,林带之间中部地表主要以风蚀为主,在离第 2 条防护林带前 5 H 处地表风速又开始减弱并被迫抬升,在

林前出现堆积情况,离林带越近风速消减的愈多,地表风积的深度也会越大。

东区红枣地地表在第 2 条林带后和第 3 条林带前也是以地表风积为主,最大风积深度 8.6 cm,出现在第 3 条林带林前 3 H 范围内,林带之间中部主要以风蚀为主,受局部微地形影响出现风积,所不同的是第 2 条林带后和第 3 条林带前地表风积的深度和宽度都大于中区红枣地地表,这是由于经过二道防护林带的防风阻沙作用,东区地表风动力进一步减弱,还有林间距的缩小也会导致林间中部地表风蚀深度减少,林带两侧地表风积深度和宽度有所增加(图 1)。



a 2010 年 5 月 17 日至 2010 年 6 月 4 日

b 2010 年 6 月 4 日至 2010 年 7 月 24 日

图 1 2010 年 5 月 17 日至 7 月 24 日 2 个观测阶段热瓦克 4 个观测小区蚀积深度

总体看来,小麦地的防护效果依次大于东区、中区、西区地表的防护效果,离荒漠区越近、防护林带越少和防护林之间的间距越宽,其防沙效应就会变得相对越差。

3.1.2 蚀积时间变化 按时间顺序从春夏季到秋季 4 个观测阶段的平均风速逐渐降低,秋季风力最小(图 2)。4 个阶段西区最西面草质沙梗后和第 1 条带防护林前地表主要以风积为主,且林前的风积量明显大于草质沙梗背后的风积量,中部主要表现为地表风蚀,风力较大且持续时间最长和植被的生长旺季 6 月 4 日至 7 月 24 日阶段地表的风蚀量和风积量都表现出最大(图 1),秋季由于风力最弱,西区表面为轻微的风蚀或风积,受灌溉沙梗的影响局部风积量较大,

说明新开垦农田田间的沙梗有助于增加地表粗糙度,从而有利于局部风沙的堆积(图 3)。

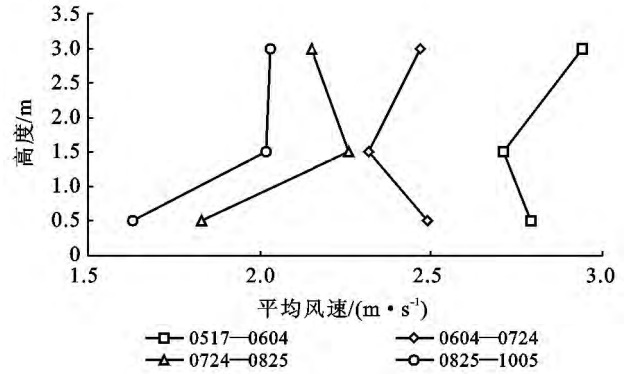
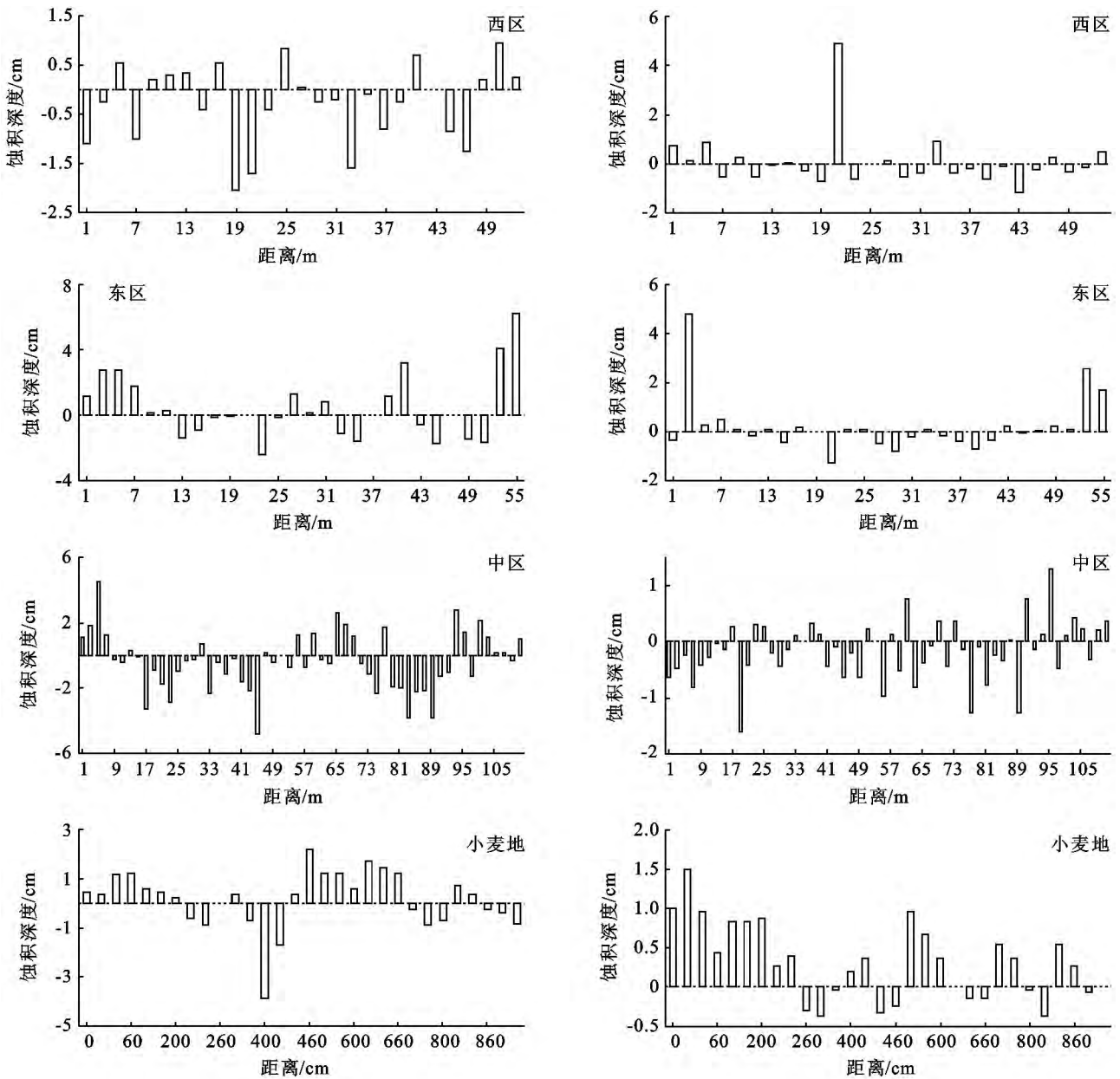


图 2 2010 年热瓦克农田不同输沙阶段 3 个高度平均风速廓线



a 2010 年 7 月 24 日至 2010 年 8 月 25 日

b 2010 年 8 月 25 日至 2010 年 10 月 5 日

图 3 2010 年 7 月 24 日至 10 月 5 日 2 个观测阶段热瓦克 4 个观测小区蚀积深度

2条防护林带之间的中区在林后、林前0—3 H范围内主要表现为地表风积,且第2条带防护林林前风积量明显大于第1条带防护林林后的风积量,中部主要表现为地表风蚀,6月4日至7月24日阶段的风积量都是最大,其表现出轻微的地表风蚀。说明在生长旺季,防护林和农作物具有较好的防护效果(图1)。东区在5月17日至6月4日阶段林后和林

前都表现出一定程度的风蚀,说明林带间距过大的防护林在春季防护效果较差,其余3个阶段都表现出林前林后0—3 H范围为风积区,2林带之间的中部主要为风蚀区,秋季观测阶段的林前风积量明显大于林后风积量,中部的风蚀风积量都很小。整个观测阶段也表现出林前的风积量明显大于林后的风积量(图4)。

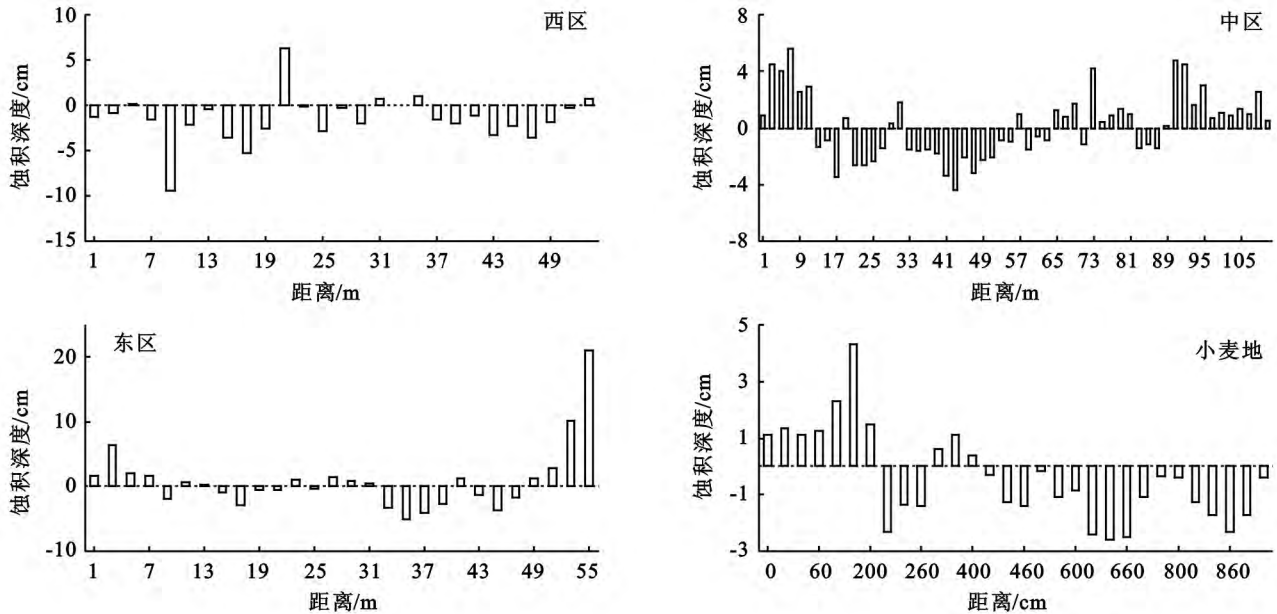


图4 2010年5月17日至10月5日热瓦克4个观测小区蚀积深度

4个输沙阶段的0.5 m高的平均风速随时间依次降低,但在春夏季前面两个输沙阶段1 m高的平均风速均小于0.5 m高平均风速,3 m高平均风速最大(图2),表明在防护林和红枣生长初期,防护林疏透度较大,对农田地表防护能力不强。由于新疆杨是上密下疏型结构,造成春夏初期枝叶稀疏的地表层风速较大,而中上层风速相差不多并且防护林高度的中部位置风速消减的最多。在7月24日至8月25日和8月25日至10月5日两个输沙阶段,由于防护林和红枣生长达到旺盛期和风动力条件有所减弱,近地表平均风速随高度增加逐渐增加,但是3 m高平均风速小于或接近于1.5 m高平均风速,说明夏秋季枝叶茂密的防护林和冬小麦对红枣根部的防护作用较为有效,因为在保护性耕作地表的残茬高度内,风速随高度的减小而急剧减小<sup>[9]</sup>。但在春季由于风力强劲和新开垦农田地表防护能力较差,容易引起大面积的地表风蚀。因此做好新开垦农田春季和夏季初的地表有效防护措施,对于减少因地表风蚀造成幼苗大量连根拔起和沙打破坏幼苗机械组织而引起减产的破坏至关重要。

### 3.2 冬小麦对红枣根部蚀积影响

第二输沙阶段小麦行前后地表以风蚀为主,其余

3个输沙阶段地表都以风积为主,风积最大深度接近4 cm,从2个红枣行的中部到红枣行的根部一般是地表风积量先减小然后再增大,在小麦行的前后5 cm处容易达到最大(图1,图3),在6月4日至7月24日风力较强劲且起沙时间较长,地表主要以风蚀为主,小麦生长缓慢且高度低对红枣根部起不到很好的保护作用,而在其他3个输沙阶段,小麦行前后地表以风积为主,对于减少红枣根部的风蚀和沙打等能起到较好的保护作用。干枯的小麦相当于地表留茬,留茬不仅增加了地表粗糙度,增大了地表对气流运动的摩擦阻力<sup>[10]</sup>。冬小麦由于离滴灌管道20 cm吸收水分不充分和春夏季生长缓慢且容易干枯,需要进一步采取合理的种植方式和灌溉模式才能更好地发挥春夏频繁雨季对新开垦农田红枣根部的防护作用。

### 3.3 新开垦裸荒地地表风蚀对比

图5中分别代表新开垦未种植裸荒地、盖度5.05%自然植被带、新开垦中保留未开垦的盖度为36.12%自然植被带和盖度33.9%自然植被带4个样地,地表植被主要为骆驼刺和花花柴,新开垦中保留地植株平均高度64.45 cm,盖度33.9%自然植被带植株平均高度54.53 cm。

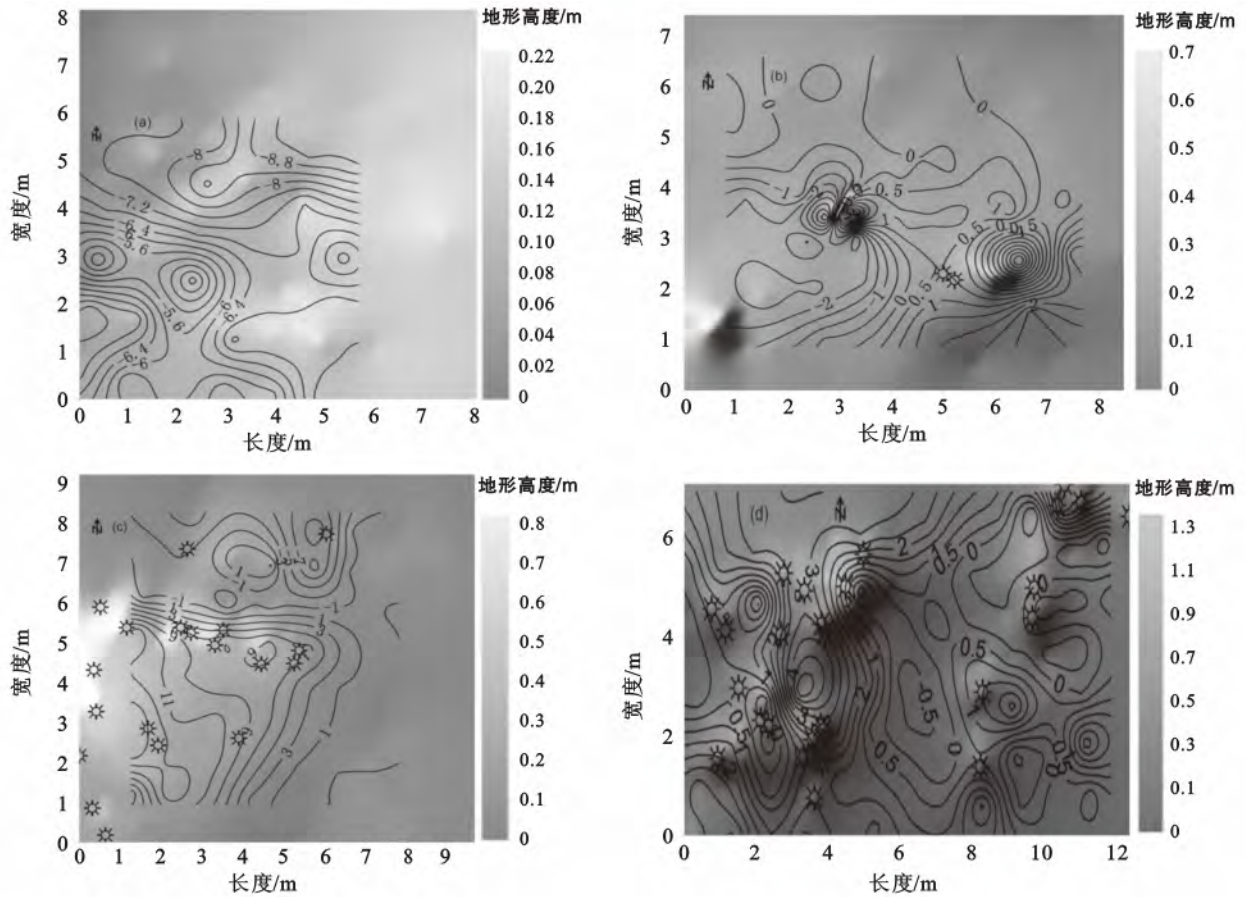


图 5 新开垦地及周边 4 个下垫面样方 DEM 和等蚀线叠加

注：“X”代表样方内植被根部所在位置，曲线代表等蚀线（cm）。

新开垦裸荒地及其周边 4 个下垫面在 2012 年 5 月 13 日至 10 月 20 日同步观测期间，新开垦裸荒地地表风蚀量最大，最大风蚀深度可达 13 cm (图 5a)，植被盖度为 5.05% 的自然植被区植被根部前后积沙量大且根后部积沙量大于根前积沙量，整体地表风蚀量和风积量不大，最大风积和风蚀深度分别为 4.3 和 5.3 cm (图 5b)。新开垦地中间的自然保留地由于植被盖度和高度相对较大，在植被根部前后主要以风积为主，最大风积深度可达 17.5 cm，灌丛沙堆的两侧裸沙地地表风蚀程度中等 (图 5c)，大于盖度 33.9% 自然植被带地表沙堆间裸沙地表风蚀量，说明了垦荒可造成自然保留带内裸露地表风速和风蚀量的加剧。风力由天然过渡带吹经裸露农田时，处于不饱和状态的起沙风就会导致农田风蚀的发生，这就是在草地中开垦农田易发生风蚀的原因。观测期内盖度 33.9% 自然植被样地地表灌丛沙堆背风坡和迎风坡以风积为主，背风坡风积量明显大于迎风坡风积量，最大堆积深度 5.6 cm，灌丛沙堆间地势较低的裸沙地以轻微风蚀为主，整体风蚀量不大 (图 5d)。

在 5 个输沙阶段中，植被盖度为 33.9% 和

36.12% 的样地前 3 次输沙阶段整体表现为风积，且植被盖度为 33.9% 的样地整体净蚀积量 (风积量加风蚀量) 大于盖度为 36.12% 的样地，这是由于被开垦地中间的未开垦保留样地内植株平均高度高、地表疏松、沙源丰富导致地表阻沙、积沙能力更强些，平均风速越大，其地表的净积沙量也就越大 (表 1)。植被盖度为 5.05% 的样地在平均风速最大的 6 月 3 日至 6 月 11 日和 6 月 11 日至 8 月 14 日两个输沙阶段表现为整体轻微地表风蚀，其余 3 个阶段均表现为轻微的地表风积。新开垦裸露平沙地地表除了 8 月 14 日至 8 月 29 日阶段也就是新开垦地样方周边地表自然植被恢复最大的时候地表表现出整体的轻微风积，其余阶段均表现为较强烈的地表风蚀，在平均风速最大的第二个输沙阶段，新开垦裸露平沙地地表单位面积净蚀积量是天然植被盖度为 5.05% 样方地表风蚀量的 5.64 倍，其地表风蚀量达 37.796 kg/m<sup>2</sup>。同一输沙阶段不同植被盖度下的单位面积净蚀积量并不与植被盖度呈指数关系变化，这说明了除了植被盖度以外，地表植被的高度及灌丛沙堆地貌形态、风向等都对地表蚀积变化产生一定影响<sup>[11-12]</sup>。

表 1 2012 年 5 个输沙阶段不同下垫面地表蚀积变化

观测阶段	盖度/ %	侵蚀量/ m <sup>3</sup>	堆积量/ m <sup>3</sup>	净蚀积量/ m <sup>3</sup>	面积/ m <sup>2</sup>	单位面积净 蚀积体积/ (m <sup>3</sup> ·m <sup>-2</sup> )	容重/ (g·cm <sup>-3</sup> )	蚀积重量/ (kg·m <sup>-2</sup> )
0513—0603	36.12	-0.177	0.530	0.353	82.908	0.004 26	1.426	6.072
	33.90	-0.200	1.210	1.010	48.274	0.020 92	1.314	27.492
	5.05	-0.215	0.289	0.074	38.447	0.001 92	1.434	2.760
	0	-0.543	0	-0.543	33.515	-0.016 2	1.392	-22.553
0603—0611	36.12	-0.046	0.185	0.139	82.908	0.001 68	1.426	2.391
	33.90	-0.082	0.378	0.296	48.274	0.006 13	1.314	8.060
	5.05	-0.250	0.065	-0.185	38.447	-0.004 81	1.434	-6.900
	0	-0.910	0	-0.910	33.515	-0.027 15	1.392	-37.796
0611—0814	36.12	-0.046	0.522	0.476	82.908	0.005 74	1.426	8.187
	33.90	-0.302	0.484	0.182	48.274	0.003 77	1.314	4.954
	5.05	-0.190	0.133	-0.057	38.447	-0.001 48	1.434	-2.126
	0	-0.773	0.005	-0.772	33.515	-0.023 03	1.392	-32.064
0814—0828	36.12	-0.054	0.046	-0.008	82.908	-0.000 10	1.426	-0.143
	33.90	-0.068	0.022	-0.046	48.274	-0.000 95	1.314	-1.252
	5.05	-0.020	0.040	0.020	38.447	0.000 51	1.434	0.727
	0	-0.022	0.025	0.003	33.515	0.000 09	1.392	0.129
0828—1019	36.12	-0.071	0.120	0.050	82.908	0.000 60	1.426	0.851
	33.90	-0.077	0.058	-0.019	48.274	-0.000 39	1.314	-0.517
	5.05	-0.050	0.106	0.056	38.447	0.001 46	1.434	2.096
	0	-0.099	0.004	-0.095	33.515	-0.002 83	1.392	-3.942

注:“-”代表风蚀,“+”代表风积。

因地表蚀积量变化与近地表风速有很大的关系,所以选择近地表平均风速廓线做对比研究,初步揭示新开垦裸荒地地表风场的变化。2012年6月11日后由于新开垦保留地气象数据部分缺失,故未进行分析。从平均风速廓线可以看出(图6),2次输沙阶段新开垦裸荒地0.5,1,2,3 m高平均风速均大于相同时间段内相同高度的开垦保留地和自然植被带地表平均风速,特别是3个下垫面近地表0.5和1 m高平均风速相差较大,新开垦裸荒地2和3 m高平均风速均比其余2个下垫面的大很多。自然植被带和开垦保留地2 m高及以上平均风速相差不大比较接近,这是由于2及2 m以上高度平均风速几乎不受地表植被的影响。开垦保留地上风向由于保留了高大的骆驼刺和花花柴灌丛沙堆,其近地表平均风速比地势相对平坦和植被盖度较低的自然植被带的要低。由于没有地表植被的阻拦和地形(上风向有公路)的影响使地表平均风速增加许多,2 m高平均风速小于低层1 m高平均风速,且各高度之间的平均风速差表现出最小。新开垦的裸沙地由于没有植被的防护作用和

地表沙土疏松,地表的风场发生了改变,使外围自然植被带吹过来的风得到加速,加剧了地表风蚀过程,相应地增加了向绿洲内部输送的输沙量和大气降尘量。

5月13日至6月3日阶段,新开垦裸沙地地表0.5,1,2 m高平均风速分别比自然植被带、开垦保留地相应高度平均风速增加了21.88%,122.64%,24.82%和46.58%,6.96%,3.09%,6月3日至6月11日输沙阶段,新开垦裸沙地地表0.5,1,2 m高平均风速分别比自然植被带、开垦保留地相应高度平均风速增加了31.5%,130.95%,35.43%,66.12%和12.64%,13.84%。后2个输沙阶段平均风速逐渐降低,随高度增加自然植被带地表平均风速逐渐增加,除了在0.5 m高度上新开垦裸荒地平均风速小于自然植被带平均风速外,其余高度上新开垦裸荒地近地表平均风速大于自然植被带地表平均风速。新开垦裸荒地0.5 m高平均风速始终大于1 m高平均风速,地表无植被覆盖,近地表湍流加强使近地表风速较大,同时也增加了地表风蚀量。

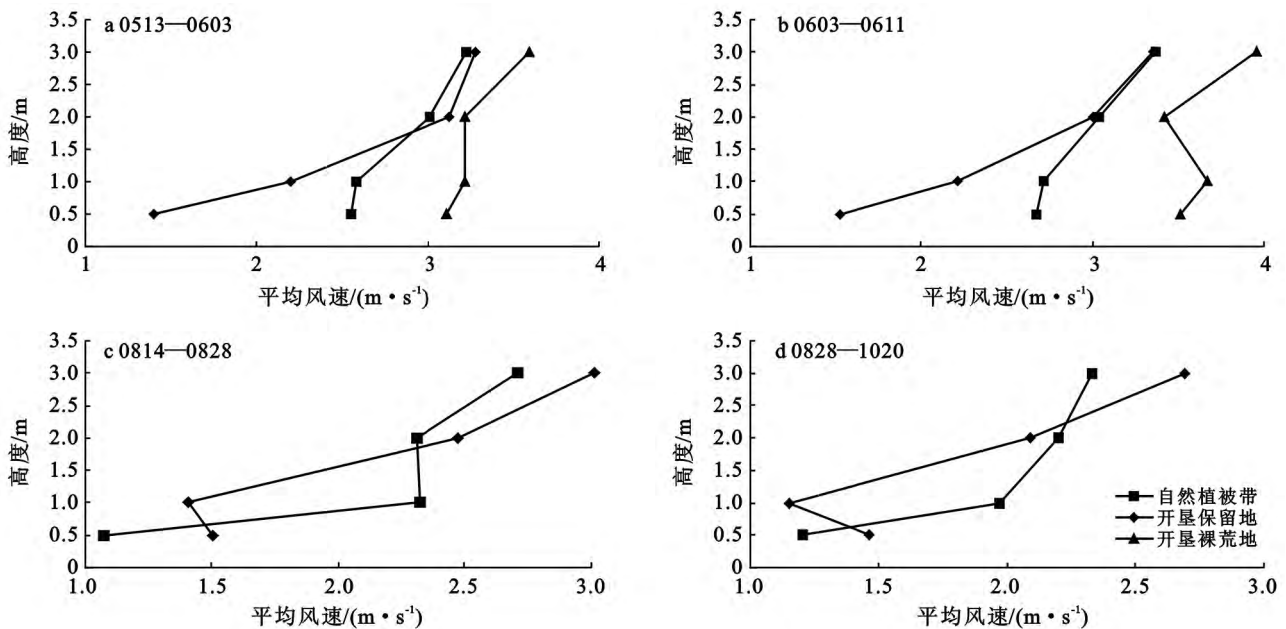


图 6 2012 年新开垦地及周边 3 个下垫面地表平均风速廓线

## 4 结论

(1) 新开垦 2 a 的农田春季和夏季初由于风沙活动频繁和防护林枝叶疏松, 地表风蚀量较大, 夏秋季防护林具有较好防护作用, 林内农田地表风蚀量明显降低, 在防护林带前后 0—3 H 易出现风沙堆积且越靠近防护林风积量越大, 沿主风向林前风积量明显大于林后风积量。

(2) 防护林带之间的 3—32 H 特别是中部地表易出现风蚀, 冬小麦对于红枣根部有一定的风沙防护作用, 但春季防护效果不是很理想, 田内的沙质田埂也有助于减少地表风蚀。

(3) 新开垦裸荒地地表由于没有植被覆盖, 地表风速得到明显加强, 改变了地表风速流场, 使地表风沙活动频率大大增加, 地表风蚀强烈, 植被覆盖度越大, 地表风积能力愈强, 同时植被越高, 其地表积沙能力就越强, 地表蚀积变化与植被高度和地形也有一定关系。

(4) 做好新开垦地的春季和夏季初的防风蚀措施对于保护农田地表作物免受风沙危害至关重要, 同时过渡带天然植被具有良好的防风阻沙效应, 应合理保护过渡带的天然植被, 避免过度垦荒和撂荒。

新开垦农田地表蚀积变化不仅与地表植被覆盖度、防护林结构、高度等有关外, 还与农田地表的土壤含水率、微地形等变化有关, 因此以后试验中应尽量减少新开垦农田人为的干扰, 同时对地表土壤含水率、微地形的差异、不同季节地表植被盖度的变化进行同步观测, 以提高对野外实验控制的精确性。植被

盖度是影响土壤风蚀的最敏感的自然因素, 植被覆盖可通过多种途径对地表土壤形成保护<sup>[13]</sup>, 所以增加春夏主要风季新开垦农田地表植被的覆盖度是防治严重风蚀的主要措施。农田地表的风蚀量随地表作物残茬盖度的增大而减小, 在高速下抑制风蚀效果愈加显著<sup>[14]</sup>。在新开垦农田内在不影响红枣正常出苗、生长的前提下可适度恢复和保留地表骆驼刺和苜蓿的覆盖度, 减少对农作物的风沙危害。实行新开垦农田枣农兼作、立体种植可有效减少地表风蚀。同时加强新开垦农田防护林网的更新完善, 林带疏透度越小, 林带平均防风效应越大<sup>[15]</sup>, 建立起完善合理的防护林结构体系是十分必要的。

### [ 参 考 文 献 ]

- [1] 段玉玺, 丁国栋, 张进虎. 盐池县旱作农田防护林结构及防风阻沙效能研究[J]. 内蒙古林业科技, 2008, 34(2): 6-9.
- [2] 潘迎珍, 代德祥, 刘冰. 试论防护林在我国防沙治沙中的地位和作用[J]. 防护林科技, 2006(4): 41-43.
- [3] Wolfe S A, Nickling W G. The protective role of sparse vegetation in wind erosion [J]. Progress in Physical Geography, 1993, 17(1): 50-68.
- [4] Wolfe S A, Nickling W G. Shear stress partitioning in sparsely vegetated desert canopies [J]. Earth Surface Processes and Landforms, 1996, 21(7): 607-619.
- [5] 蒋学玮, 吴发启, 冯建菊, 等. 新疆南疆绿洲区土壤风蚀现状及其防治[J]. 水土保持通报, 2003, 23(1): 62-65.
- [6] 张鹤年. 塔克拉玛干沙漠南缘—绿洲过渡带生态环境区综合治理技术与试验示范研究[J]. 干旱区研究, 1995, 12(4): 1-9.

(下转第 81 页)



- 2001,49(4):723-750.
- [17] 李洪建,王孟本,柴宝峰. 黄土高原土壤水分变化的时空特征分析[J]. 应用生态学报,2003,14(4):515-519.
- [18] 李锋瑞,赵松岭. 陇东黄土旱塬不同降水年型作物土壤水分的时空分异特征[J]. 兰州大学学报:自然科学版,1996(2):99-108.
- [19] Chen Hongsong, Shao Mingan, Li Yuyuan. The characteristics of soil water cycle and water balance on steep grassland under natural and simulated rainfall conditions in the Loess Plateau of China[J]. Journal of Hydrology, 2008,360(1):242-251.
- [20] 王满意,梁宗锁,杨超,等. 陕北丘陵沟壑区不同立地白羊草水分特征及群落生物量研究[J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版,2008,36(1):93-100.
- [21] 邹文秀,韩晓增,江恒,等. 东北黑土区降水特征及其对土壤水分的影响[J]. 农业工程学报,2011,27(9):196-202.
- [22] 王会梅,徐炳成,李凤民,等. 黄土丘陵区白羊草和柳枝稷适应性生长的比较[J]. 干旱地区农业研究,2005,23(5):35-40.
- [23] 孙启忠,韩建国,桂荣. 科尔沁沙地达乌里胡枝子生物量研究[J]. 中国草地,2001,23(4):21-26.
- [24] 徐炳成,山仑,李凤民. 半干旱黄土丘陵区五种植物的生理生态特征比较[J]. 应用生态学报,2007,18(5):990-996.
- [25] 王淑芬,张喜英,裴冬. 不同供水条件对冬小麦根系分布、产量及水分利用效率的影响[J]. 农业工程学报,2006,22(2):27-32.
- [26] Xu Bingcheng, Xu Weizhou, Huang Jin, et al. Biomass production and relative competitiveness of a  $C_3$  legume and a  $C_4$  grass co-dominant in the semiarid Loess Plateau of China[J]. Plant and Soil, 2011,347(1/2):25-39.
- [27] 王京,徐炳成,高志娟,等. 黄土丘陵区白羊草与达乌里胡枝子混播的光合生理日变化研究[J]. 草地学报,2012,20(4):692-698.

(上接第49页)

- [14] 李建军,邵生俊,杨扶银,等. 防渗墙粗粒土槽孔泥皮的抗渗性试验研究[J]. 岩土力学,2012,33(4):1087-1093.
- [15] 王盼,朱首军,马宁,等. 重粉质壤土区泥浆浓度对筑坝泥浆性能的影响[J]. 土壤通报,2013,44(3):543-550.
- [16] 谢颀,王海宁,马良军. 高黏粒黄土地区水坠坝应用聚乙烯微孔波纹管技术研究[J]. 青海科技,2001,8(3):40-43.
- [17] 王启睿,史海荣,梁振科,等. 聚乙烯微孔波纹管在堡子沟水坠坝排渗中的应用及效果[J]. 中国水土保持,1994(3):25-27,32.
- [18] 汤茗辉,曹善和,刘振声,等. 阳洼水坠坝聚乙烯微孔波纹管排渗试验研究[J]. 中国水土保持,1992(5):22-28.
- [19] 孟庆山,汪稔,雷学文,等. 动力排水固结法加固饱和软土地基效果研究[C]//全国岩土与工程学术大会论文集:下册. 2003.
- [20] 韩尚宇,洪宝宁,李红. 排水固结法处理软土路基的质量改善措施优选分析[J]. 武汉理工大学学报:交通科学与工程版,2009,33(2):223-226.

(上接第68页)

- [7] 杨佐涛. 戈壁与绿洲内的风向风速关系:以新疆策勒县为例[J]. 中国沙漠,1990,10(3):33-39.
- [8] 刘铭庭. 新疆策勒县绿洲外围固沙植物带的建设[J]. 中国沙漠,1994,14(2):74-77.
- [9] 陈智,麻硕士,赵永来,等. 保护性耕作农田地表风沙流特性[J]. 农业工程学报,2010,26(1):118-121.
- [10] 刘目兴,刘连友. 农田休闲期作物留茬对近地表风场的影响[J]. 农业工程学报,2009,25(9):295-299.
- [11] 赵哈林,赵学勇,张铜会. 我国北方农牧交错带沙漠化的成因、过程和防治对策[J]. 中国沙漠,2000,20(S):22-28.
- [12] 张春民,吴文奇,奈民夫. 半干旱区沙质农田土壤风蚀防治的效应研究[J]. 内蒙古林业科技,2009,35(1):9-12.
- [13] 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:以内蒙古武川县为例[J]. 应用生态学报,2005,16(11):2092-2096.
- [14] 赵永来,陈智,孙越超,等. 作物残茬覆盖农田地表土壤抗风蚀效应实验[J]. 农业机械学报,2011,42(6):38-42.
- [15] 唐玉龙,安志山,张克存,等. 不同结构单排林带防风效应的风洞模拟[J]. 中国沙漠,2012,32(3):647-654.