

沙袋沙障凹曲面特性研究

周丹丹¹, 虞毅², 胡生荣³, 高永¹, 杨健⁴

(1. 内蒙古农业大学 生态环境学院, 内蒙古 呼和浩特 010019; 2. 国际竹藤网络中心, 北京 100102;

3. 内蒙古自治区环境工程评估中心, 内蒙古 呼和浩特 010010; 4. 北京林业大学 水土保持学院, 北京 100083)

摘要: 按不同规格, 不同坡位, 对设置一年后、总面积近 25 000 m² 的沙袋沙障内凹曲面特性进行了调查研究。结果表明, 沙障规格和设置部位对沙障凹曲面的特征均有显著影响。通过 3 种规格的对比, 1 m × 1 m 规格沙袋沙障更利于稳定凹曲面的形成; 3 个坡位相比, 坡顶处形成的凹曲面较为稳定。不同规格及不同坡位沙障凹曲面的 N—S 和 W—E 两个走向垂直剖面轮廓曲线都基本符合一元二次函数, 且 N—S 剖面较 W—E 剖面陡, 表明凹曲面特性受风力及风向影响较大。沙袋沙障稳定凹曲面的障间蚀积系数在 1/10 左右。障内植物对凹曲面形态特征影响较大, 植物具有明显的灌丛堆效应, 可进一步增强沙丘的稳定性。大规格的沙障若一定时间内无植被生长, 会导致沙障很快失去防护作用。

关键词: 沙袋沙障; 凹曲面; 特性

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2009)04-0022-04

中图分类号: S157.1, S288

Concave Surface Characteristics of Sandbag Sand Barrier

ZHOU Dan-dan¹, YU Yi², HU Sheng-rong³, GAO Yong¹, YANG Jian⁴

(1. College of Eco-environment, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot,

Inner Mongolia 010019, China; 2. International Network Center of Bamboo and Rattan,

Beijing 100102, China; 3. Environment Engineering Evaluation Center of Inner Mongolia, Hohhot, Inner

Mongolia 010019, China; 4. College of Soil and Water Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

Abstract: The concave surface characteristics of sandbag sand barrier of different sizes in different positions of sand dune were studied in this paper. The experimental area is near Jilantai town in the southwest of Ulan Buh Desert. The sand barrier was set in April, 2007 and the investigation of the concave surface was finished in April, 2008. Results show that the sand barrier size and the setting position have strong influences on the concave surface characteristics. Compared with the 3 sizes, the sandbag sand barrier of 1 m × 1 m size is beneficial to the stable concave surface formulation. Compared with the 3 positions of the sand dune, concave surface on the top of dune is more stable. All the profile curves of N—S and W—E directions in different types conform to the one variable quadratic function, basically. The N—S profile is steeper than the W—E profile. It means that wind strength and wind direction can strongly influence the concave surface characteristics. The erosion-deposition coefficient of sandbag sand barrier stable concave surface is about 1/10. The plant in the sand barrier also can influence the concave surface characteristics.

Keywords: sandbag sand barrier; concave surface; characteristics

在防治风沙危害的领域内, 机械沙障是一种十分有效且不可替代的措施。传统的工程治沙所使用的材料大多以柴草、黏土、砾石等为主, 而柴草沙障由于光、热、微生物的降解作用, 使用期限相对较短。有些地区黏土或砾石等相当缺乏, 况且这些材料的使用需

要大量的人力资源。目前还无法进行机械化作业, 致使沙障的设置效率非常低。因此, 这些材料设置的沙障综合成本非常高^[1]。随着“以沙治沙”理念的提出, 沙袋沙障这种新型工程治沙技术的开发应用受到了人们的关注和认同。

收稿日期: 2008-10-27

修回日期: 2009-02-09

资助项目: 国家自然科学基金“沙袋沙障的构造参数及工程尺度与防风固沙机理研究”(30771765); 国家十一五科技支撑项目“工矿区防沙技术和植被快速恢复技术研究”(2006BAD26B0102)

作者简介: 周丹丹(1982—), 女(蒙古族), 内蒙古自治区通辽市人, 博士研究生, 主要从事荒漠化防治研究。E-mail: zhoudandan414@126.com。

通信作者: 高永(1962—), 男(汉族), 内蒙古自治区达茂旗人, 博士, 教授, 博士生导师, 主要从事荒漠化防治研究。E-mail: gaoyong315@yahoo.com.cn。

沙袋沙障指的是选取合适的外层材料充填以就地取材的流沙而设置的沙障,其外层材料可以大规模机械化加工生产,质量轻,解决了缺乏材料及运输不便两大难题。从沙袋沙障本身的特点分析,其作用原理主要在于当风沙流经过沙障时在沙障前后产生强烈的涡动,由于相互阻碰和涡动的影响,消耗了风动能,减弱了气流载沙能力,于是在沙障前后形成沙粒的堆积,且这类沙障可以在一定程度上制止地表沙粒以沙纹式移动,具有控制风蚀基准面的作用。此外,沙袋沙障具有可人工调控的特点,可以及时修复或重复使用,如在一场大风过后,若沙障被埋没,可用人工将沙障提起,其防沙效能马上得到恢复。

当一个地区的沙害得到有效治理以后,可以将沙袋沙障中的沙子倒出,将外层材料运输到其他地区重复使用。由此可见,这类沙障具有材料充足、运输方便、机动灵活、适用地区广、防沙效果好、可重复使用等特点。因此这种类型的沙障具有广阔的发展空间,其防护效益的研究也便具有重要的理论指导意义与实践意义。

为此,于2007年4月在乌兰布和沙漠西南缘的吉兰泰地区,设置了总面积近25 000 m²的不同规格如1 m×1 m, 2 m×2 m和3 m×3 m的沙袋沙障进行试验。目的在于研究不同规格沙袋沙障的综合防护效益,以及了解其防沙治沙功能全过程。沙袋沙障的设置首先是将材料纺织加工成长筒状,自然状态下筒径在10 cm左右,装沙后直径大约是15 cm左右。选择平缓沙垄为试验地,就地装沙后采用编席的方式按不同规格进行铺设,以提高沙障的抗变形和抗吹散能力,并保证两边交叉处与障边齐平。

格状沙障能否起到防风固沙的作用,其稳定凹曲面的形成是关键。因为,这种有规则排列的凹曲面,对不饱和的风沙流具有一种升力效应,形成沙物质的非堆积搬运条件^[2]。本试验对在沙丘不同部位(迎风坡、坡顶、背风坡)铺设的不同规格(1 m×1 m, 2 m×2 m, 3 m×3 m)沙袋沙障凹曲面的形态及剖面特征进行测量分析研究,以掌握沙袋沙障凹曲面的特性,分析沙障规格、沙丘部位和障内植被对凹曲面形态特征及特性的影响,为沙袋沙障的进一步研究和今后的推广应用提供理论依据。

1 试验区自然概况

试验区位于乌兰布和沙漠西南缘的吉兰泰地区,地理坐标为39°48′14″N和105°42′45″E,具有典型的温带荒漠气候特征。年均降雨量119.1 mm,多集中于6—9月这4个月,年蒸发量2 372.1 mm。年平均

气温7.6℃。≥10℃活动积温3 247.1℃,年平均无霜期136 d。主害风为西北风,年平均风速3.1 m/s,平均最大风速15.1 m/s,冬春季节风速较大。沙丘形态主要有新月形沙丘和沙丘链、垄状沙丘、格状沙丘等。天然沙质荒漠植被主要有唐古特泡泡刺(*Nitraria tangutorum*),白沙蒿(*Artemisia sphaerocephala*),梭梭(*Haloxylon ammodendron*)和沙米(*Agriophyllum squarrosum*)等。

2 研究内容和方法

2.1 研究内容

本研究以野外实测为主要手段,通过对铺设在沙丘迎风坡、坡顶、背风坡的1 m×1 m, 2 m×2 m, 3 m×3 m这3种不同规格的沙袋沙障内凹曲面的深度进行测量,进而整理分析数据,利用三维立体凹面图及二维剖面曲线对比分析了3种规格沙袋沙障凹曲面形态及剖面特征,同时研究了规格及坡位对凹曲面特性的影响。此外,对于障格内植被对凹曲面特性的影响也做了研究。

2.2 研究方法

凹曲面特性研究于沙障设置一年后(2008年4月)进行,测量方法是将沙障方格的一条边长与其相对的另一条边长进行十等分,用皮尺垂直置于沙障两相对边长等分点之上,形成“工”字型。同时也将皮尺十等分,用钢卷尺在该等分点与端点处进行垂直深度测量,依次循环,每个沙障内共测121个点的深度值。每个规格、每个坡位做3次重复。测量是在无风或风很小的情况下进行的,以减小误差。

数据的统计分析处理主要是采用Excel和SAS,图形的绘制及处理主要是应用Surfer 8.0和AutoCAD两个软件。

3 结果与分析

3.1 同坡位不同规格沙袋沙障凹曲面特性

考虑到沙垄是两向风作用的结果,沙丘顶部位置沙障的凹曲面特性是相对较为稳定的,因此选取坡顶为研究对象来研究同坡位不同规格的凹曲面特征。图1中a, b, c所示分别是1 m×1 m, 2 m×2 m, 3 m×3 m这3种不同规格的沙袋沙障在沙丘坡顶处的凹曲面示意图。

从图1中可以看出,三种规格沙袋沙障形态差异显著。1 m×1 m规格沙障凹曲面规则光滑,与四周沙障体衔接处沙面整齐有形,最低点位于障格中心。2 m×2 m规格沙障凹曲面光滑程度相对降低,沙面有坑洼不平现象,最低点偏离了沙障中心。而3 m×

3 m 规格整个凹曲面呈现明显的凹凸不平, 四周掏蚀、积沙、沙埋现象严重, 有部分障边沙袋在风沙流的侵蚀作用下发生了一定程度的偏移变形, 且有部分已被沙埋, 这对沙面稳定性影响很大。2 m × 2 m 和 3 m × 3 m 两种规格沙障内最低点均是远离主风向处, 表明随规格增大, 沙障的防护作用在降低。几种规格相比, 1 m × 1 m 规格沙袋沙障形成了较为稳定的凹曲面, 也就是说, 1 m × 1 m 规格沙袋沙障的防护效果

最好, 2 m × 2 m 规格次之, 3 m × 3 m 规格最差。

3.2 同规格不同坡位沙袋沙障凹曲面特性

从不同规格沙障凹曲面特征了解到 1 m × 1 m 规格沙袋沙障凹曲面比较稳定, 因此选取 1 m × 1 m 规格沙障为研究对象来研究同规格不同坡位的凹曲面特征。图 2 中 a, b, c 所示分别是沙丘迎风坡、坡顶及背风坡 3 个坡位的 1 m × 1 m 规格沙袋沙障凹曲面示意图。

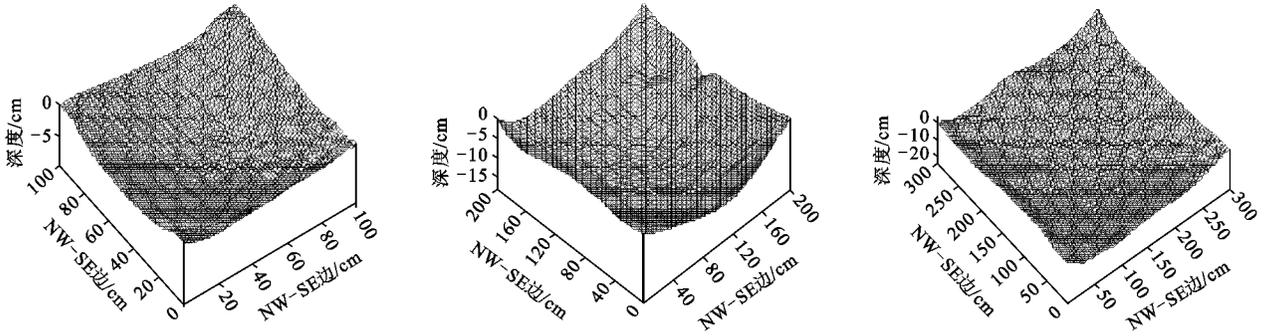


图 1 坡顶位置各规格沙袋沙障凹曲面

从图 2 可以看出, 1 m × 1 m 规格沙袋沙障在 3 个坡位的形态特征也具有一定的差异性。迎风坡和坡顶曲面均较为光滑, 而背风坡则表现出了凹凸不平的特点。究其原因应是背风坡气流已相对紊乱, 而迎风坡及坡顶对于风沙流的作用受地形影响相对较小, 风沙流在爬坡过程中受沙障作用均匀减速及沉降, 而到了背风坡因地形急剧变化, 风沙流急剧沉降沙物

质, 形成了凹凸不平的曲面。

通过对不同规格不同坡位含 3 次重复的凹曲面深度数据进行处理分析, 发现凹曲面的 N—S 和 W—E 垂直剖面轮廓曲线都基本符合一元二次函数图形, 相关系数 R^2 均在 0.9 以上, 且剖面曲线的二次项系数值还存在着一致的变化规律, 以 1 m × 1 m 规格的不同坡位为例, 结果见表 1。

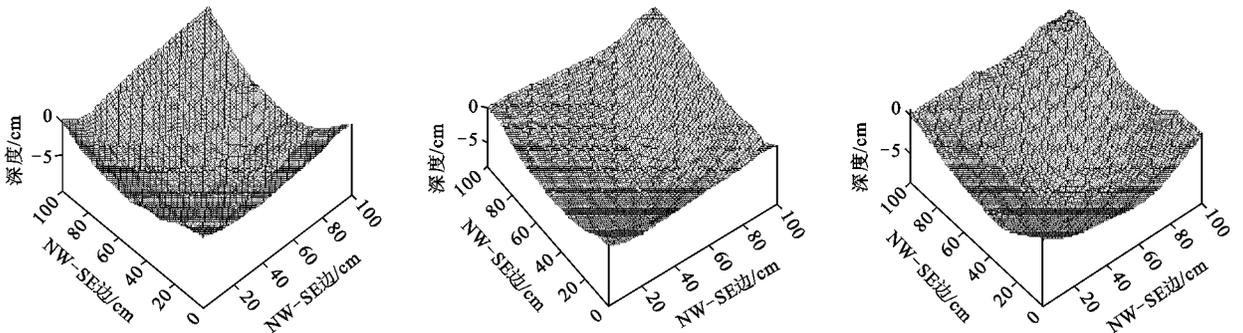


图 2 1 m × 1 m 规格沙袋沙障在不同坡位的凹曲面

表 1 1 m × 1 m 不同坡位凹曲面 W—E 和 N—S 剖面曲线二次项系数值

走向	迎风坡			坡顶			背风坡		
	B_1	B_2	B_3	C_1	C_2	C_3	D_1	D_2	D_3
W—E	0.001 9	0.002 1	0.002 1	0.002 6	0.002 4	0.002 8	0.002 2	0.002 8	0.002 0
N—S	0.003 8	0.003 5	0.003 3	0.003 2	0.003 3	0.003 2	0.002 7	0.003 0	0.002 1

从表 1 中可以看出, 1 m × 1 m 规格沙袋沙障在不同坡位凹曲面的 N—S 剖面轮廓曲线二次项系数值都

大于 W—E 剖面曲线的系数值, 说明其 N—S 曲线开口较小, 且曲线较陡。从迎风坡到背风坡, 曲面越来越

缓,表明凹曲面受风力及风向影响较大,试验区主害风为西北风,沙垄走向为南北走向,迎风坡受西北风影响较大,N—S走向风蚀相对较为严重。

3.3 沙袋沙障的障间蚀积系数

障间蚀积系数指的是凹曲面中部最深处深度与障间距之比。沙障间距的大小决定着障间风蚀和积沙的状况。在其它条件不变的情况下,沙障间距越大,障间吹蚀越深。沙障设置后经过一定时间,就会在障间形成稳定的凹曲面^[3-4]。障间蚀积系数一般研究结果认为其值在1/12左右,最大为1/10^[5]。表2为不同规格沙袋沙障在不同坡位的障间蚀积系数。

表2 沙袋沙障障间蚀积系数

坡位	1 m × 1 m	2 m × 2 m	3 m × 3 m
迎风坡	1/9.7	1/14.3	1/17.5
坡顶	1/9.7	1/10.2	1/12.2
背风坡	1/11	1/11.4	1/18.1

据表2及已有研究结果可知,1 m × 1 m规格和2 m × 2 m规格沙袋沙障的障间蚀积系数都比较符合稳定凹曲面形成的判别标准,特别是2 m × 2 m规格,系数值更接近于1/12。而结合实验调查研究结果以及前面的凹曲面特征分析我们发现1 m × 1 m规格

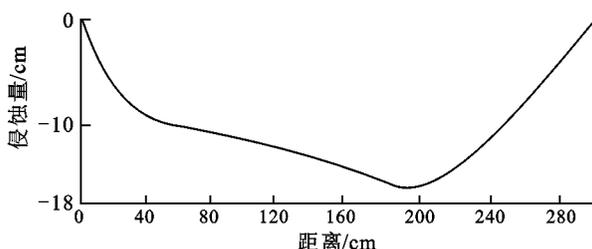


图3 无植物影响的沙障凹曲面剖面

从图中可以看出,在沙米的影响下,障格内围绕植物出现了沙物质堆积现象,这就是所谓的植物灌丛堆效应,风沙流中携带的沙物质越过障边以后遇到植物的阻拦作用而沉积,不断聚集在植物的周围。而无任何植物生长的障格内因无任何阻挡,且搬运距离较长,风蚀较为严重,并且有进一步被掏蚀的可能。表明沙障能够为植被定居和迁入提供较为稳定的环境,利于植物的成活和生长。

然而,3 m × 3 m这种不易形成稳定凹曲面的沙障如果植被不能很快生长,会发生较为严重的风蚀现象,导致沙障失去防护作用。因此在设置大规格的沙障时,要考虑结合植被的快速恢复措施进行,以确保沙障防护作用的持久。

沙袋沙障的凹曲面是最稳定的,特别是位于迎风坡和坡顶的沙障。二者的障间蚀积系数均为1/9.7,接近于一般研究结果的最大值。但是,一般研究结果多是以具有一定孔隙度的沙障为研究对象的,而沙袋沙障是以沙袋的形式设置,无孔隙度存在,因此沙袋沙障稳定凹曲面的障间蚀积系数值应是1/10左右。

沙障的规格及设置的坡位对于稳定凹曲面的形成有重要影响,方差分析结果表明,坡位及规格两个因素对于障间蚀积系数的影响都较大。其中,沙障规格对于障间蚀积系数的影响极显著($P < 0.01$),坡位因素影响显著($P < 0.05$)。

总之,3种规格相比,1 m × 1 m规格沙袋沙障更利于稳定凹曲面的形成;3个坡位相比,坡顶处形成的凹曲面较为稳定。

3.4 障内植被对沙障凹曲面特性的影响

沙障对于植被恢复有明显的促进作用^[6]。实地观测中我们发现部分沙障内生长有沙米、籽蒿等植物,且长势、数量均好于裸沙丘。表明沙袋沙障为植物的生长提供了较好的条件。为了探明障内有植被影响下的凹曲面特性,本研究以3 m × 3 m规格为例,对沙米影响下的沙障凹曲面剖面与无任何植物生长的凹曲面进行了对比分析,结果如图2—3所示。

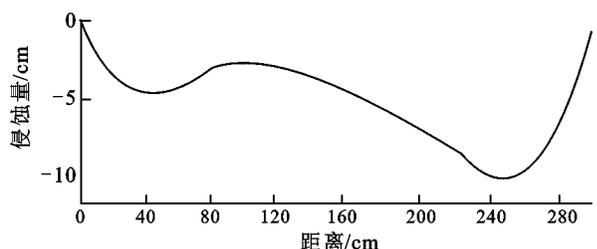


图4 沙米影响下的沙障凹曲面剖面

4 结论

(1) 沙障规格和设置部位对沙障凹曲面的特征均有显著影响,3种规格相比,1 m × 1 m规格沙袋沙障更利于稳定凹曲面的形成;3个坡位相比,坡顶处形成的凹曲面较为稳定。

(2) 不同规格及不同坡位沙障凹曲面的N—S和W—E两个走向垂直剖面轮廓曲线都基本符合一元二次函数,且N—S剖面较W—E剖面陡,表明凹曲面特性受风力及风向影响较大。

(3) 沙袋沙障稳定凹曲面的障间蚀积系数在1/10左右,高于一般的研究结果,原因应在于这种类型

(下转第80页)

- [2] Shao H B , Chu L Y . Where is the road to bio-water-saving for the globe? [J] . Colloids and Surfaces B: Biointerfaces 2007, 55: 251-255.
- [3] Amelia B, Scott R . Water saving technology and saving water in China [J] . agricultural water management 2007, 87: 139-150.
- [4] Akihiko K, Masaya I . Evaluation of Water-Saving Rice-Winter Crop Rotation System in a Suburb of Tokyo [J] . Plant Prod. Sci. 2007, 10(12): 219-231.
- [5] 邹新禧. 超强吸水剂[M] .北京: 化学工业出版社, 1998: 13.
- [6] 庄文化, 冯浩, 吴普特, 等. 高分子保水剂农业应用研究进展[J] . 农业工程学报, 2007, 23(6): 265-270.
- [7] Alasdair B. Super absorbents improve plant survival [J] . World Crops, 1984(1/2) : 7-10.
- [8] Michael S J, Cornelis J V . Structure and functioning of water-storing agricultural polyacrylamides [J] . Sci Food Agri, 1985, 36: 789-793.
- [9] Janardan S J. Effect of stockosorb polymers and potassium levels on potato and onion [J] . Journal of Potassium Research, 1998, 4: 78-82.
- [10] Helalia A, Letey J. Cationic polymer effects on infiltration rates with a rainfall simulator [J] . Soil Science Society of America Journal, 1998, 52: 247-250.
- [11] Yang P L , Wang C Z, Ren S M , et al. Experimental studies of affect ions on the absorbable and holding characteristics of water retaining agent in different solution environments and the approaches to increasing its field efficiency [C] // Yangling: Water Saving Agriculture and Sustainable Use of Water and Resources, 2003: 143-148.
- [12] Baxter L . Waters L J. Effect of a hydrophilic polymer seed coating on the field performance of sweet corn and cow pea [J] . Journal of the American Society for Horticultural Science, 1986, 111(1) : 31-34.
- [13] Li D J, Yang P L , Han Y G, et al. Application effects of superabsorbent polymers on grape cultivation [J] . CJGR International Conference, 2004, 12: 338-341.
- [14] 李万芬, 姜发堂, 汪超, 等. 魔芋超强吸水剂吸湿性能研究 [J] . 食品工业科技, 2006, 27(6): 93-95.
- [15] 刘爱红, 姜发堂, 张声华, 等. 魔芋粉接枝丙烯酸(钠) 超强吸水剂的制备 [J] . 材料科学与工程学报, 2004, 22(4): 588-591.
- [16] 李万芬, 姜发堂, 汪超, 等. 魔芋葡甘聚糖丙烯酸接枝共聚物的吸湿特性研究 [J] . 农业工程学报, 2006, 22(11): 228-231.
- [17] 姜发堂. 超强吸水剂及其制备方法: 中国武汉, 02147733[P]. 2003-04-16.
- [18] 林大仪. 土壤学实验指导 [M] .北京: 中国林业出版社, 2004: 94-95.
- [19] 李酉开. 土壤农业化学常规分析方法 [M] .北京: 科学出版社, 1981: 60-61.
- [20] 柯达夫 B A . 土壤学原理 [M] .北京: 科学出版社, 1981: 3-30.

(上接第 25 页)

沙障没有孔隙度存在, 而以往的研究主要是以具有一定孔隙度的沙障为研究对象, 表明沙障的孔隙度不同, 稳定凹曲面的障间蚀积系数也不同, 这点需进一步的实践证明。

(4) 障内植物对凹曲面的形态特征影响较大, 植物具有明显的灌丛堆效应, 可进一步增强沙丘的稳定性。大规模的沙障若一定时间内无植被生长, 会导致沙障很快失去防护作用。

[参 考 文 献]

- [1] 罗俊宝. 我国不同沙漠类型区公路沙害防治技术与机理研究 [D] .北京: 北京林业大学, 2005.
- [2] 屈建军, 凌裕泉, 俎瑞平, 等. 半隐蔽格状沙障的综合防护效益观测研究 [J] . 中国沙漠, 2005, 25(3): 329-334.
- [3] 哈斯, 董光荣, 王贵勇. 腾格里沙漠东南缘沙丘表面气流与沙面形态的关系 [J] . 中国沙漠, 1999, 19(1): 1-5.
- [4] 杨保, 邹学勇, 董光荣. 风沙流中颗粒跃移研究的某些进展与问题 [J] . 中国沙漠, 1999, 19(2): 173-178.
- [5] 常兆丰, 仲生年, 韩福桂, 等. 粘土沙障及麦草沙障合理间距的调查研究 [J] . 中国沙漠, 2000, 20(4): 455-457.
- [6] Li X R, Xiao H L, He M Z, et al. Sand barriers of straw checkerboards for habitat restoration in extremely arid desert regions [J] . Ecological Engineering, 2006, 28: 149-157.