

3 种不同机械沙障设置后期对沙丘植被和土壤粒度与水分的影响

丁爱强¹, 谢怀慈², 徐先英^{1,3}, 刘江¹, 张荣娟⁴, 赵鹏², 付贵全²

(1. 中国林业科学研究院 民勤治沙综合试验站, 甘肃 民勤 733000;

2. 巴彦淖尔市林业科学研究所, 内蒙古 巴彦淖尔 015000;

3. 甘肃省治沙研究所, 甘肃 兰州 730070; 4. 扶风县林业局, 陕西 扶风 722200)

[关键词] 机械沙障; 设置后期; 植被; 土壤粒度; 土壤水分

[摘要] 选择设置了 12 年的塑料网格沙障、麦草沙障和黏土沙障进行长期定位观测, 以流动沙丘作为对照, 对机械沙障内的植被、土壤机械组成及土壤水分特征进行研究。结果表明: 机械沙障内的植被盖度显著增加, 多样性指数麦草沙障和黏土沙障显著增加、塑料网格沙障减小, 群落结构由耐旱植物向短命植物演替; 不同的机械沙障均能增加表层土壤中的黏粒含量, 但塑料网格沙障与黏土沙障内土壤的黏粒含量增加显著, 麦草沙障增加不显著; 不同机械沙障的建立均使得土壤的含水量下降, 塑料网格沙障、麦草沙障和黏土沙障内的土壤含水量比流动沙丘分别降低了 41.29%、5.05%、31.78%。沙障内土壤水分的季节性变化更加稳定; 受机械沙障的影响, 降水的入渗深度及入渗速率均减小, 使得土壤水分的再分配过程产生明显的滞后性。机械沙障设置后期虽然引起土壤水分含量减少, 但它带来的防风固沙效益不容忽视。综合考虑其成本、效益及时效性等因素, 认为在沙区应该推广塑料网格沙障。

[中图分类号] S157 [文献标识码] A [文章编号] 1000-0941(2018)05-0059-05

在干旱沙区, 植物固沙和机械沙障固沙是防风固沙的两大基本措施^[1-2], 但由于沙区干旱少雨、干燥酷热、风大沙多, 加之近年来人类过度开采使得地下水位迅速下降, 因此采取植物措施大面积营造防风固沙林已不适合^[3], 机械沙障固沙成为主要措施^[4-8]。沙区常见的机械沙障主要有不同材质的塑料网格沙障、麦草沙障及黏土沙障等, 不同沙障各有利弊^[9-11], 但其共同作用就是能够增加下垫面粗糙度, 减小近地表风速, 阻止风对地表的吹蚀和土壤颗粒的搬运, 为土壤结皮和植被的发育提供相对稳定的环境, 并使过境风沙流中的沙物质在沙障区沉降, 达到阻沙固沙的作用^[9, 12-16]。已有的研究表明, 布设初期, 沙障在降低风速、阻挡流沙方面效益十分显著^[17-18], 并且对植被^[4, 19-21]、土壤水分^[9, 15, 22-28]及养分^[29-34]均有改善作用, 但沙障的功能和效益会随着时间的推移逐渐减弱消失^[9]。这些研究均是对设置前期沙障基本效益的研究, 设置中后期沙障对土壤环境影响的研究少见报道。本研究选择对设置了 12 年的塑料网格沙障、麦草沙障和黏土沙障进行长期定位观测, 以流动沙丘作为对照, 研究其设置后期对土壤水分和机械组成的影响, 以期对沙区机械沙障的实施提供一定的指导。

1 研究区概况

研究区位于巴丹吉林沙漠东南缘的民勤治沙综合试验站(38°36'N, 102°57'E)。该区属温带大陆性荒漠气候, 降水稀少, 气候干燥, 大风天气多, 年平均降水量 116.5 mm, 年平均蒸发量 2 359.7 mm; 多西北风, 多年平均大风日数 26.3 d、沙尘暴日数 25 d、扬沙日数 37.5 d、浮尘日数 29.7 d, 年平均风速 2.3 m/s, 起沙风速大于 5.0 m/s; 地下水平均埋深由 1961 年的 2.21 m 下降到 2014 年的 23.25 m^[2]。由于地下水埋深超过植物所能利用的深度, 导致民勤绿洲的防风固沙林出现大面积的衰退或死亡。

2 研究对象与方法

选择于 2003 年 4 月设置塑料网格沙障(PSB)、麦草沙障(WSB)和黏土沙障(CSB)的沙丘为研究对象。3 种沙障(见图 1)设置在同一个沙丘上, 沙丘高约 6 m, 迎风坡长约 100 m, 宽约 300 m, 塑料网格沙障和麦草沙障的设置方式为 1 m×1 m、高 20 cm 的方格, 面积

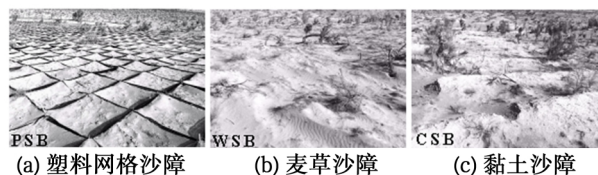


图 1 不同机械沙障样地

[基金项目] 国家重点研发计划项目(2016YFE0203400); 国家重点基础研究发展计划项目(2012CB723203); 国家科技支撑项目(2012BAD16B0203)

分别约为 0.53 和 0.33 hm² ,黏土沙障选用丘间低地处胶泥 ,垂直主风向按行间距 3 m 铺设 ,障高 20~25 cm、底宽 50~65 cm ,布设面积约 0.33 hm²。沙丘上有零星分布的梭梭 ,各样地内的上、中、下坡位有同期埋设的中子仪水分测管。对照组(CK) 设定在距试验样地约 1 km 处的民勤治沙站 2 号观测塔附近的流动沙丘上。

2015 年 5 月至 2016 年 9 月 ,每月上旬和下旬分别在选定的 4 个样地的上、中、下坡位 0~140 cm 深的垂直剖面中 ,以 20 cm 为一层 ,用 CN503DR 智能中子水分仪(北京核子仪器公司) 测定土壤含水量 ,每个部位重复 2 次。测前对沙土进行中子仪标定 ,标定方程为: $y = 75.977x - 2.1367$, $R^2 = 0.9061$ (式中: x 为中子仪计数率比 , y 为土壤体积含水量) 。在观测期间 ,对 2015 年 8 月 10 日 30.6 mm 的降雨用中子仪每天测定固沙植被区土壤水分入渗和再分配过程 ,累计跟踪测定 312 h。

2015 年 9 月 ,在每个样地的上、中、下坡位分别设置 10 m×10 m 的大样方 1 个 ,每个大样方内沿对角线设置 1 m×1 m 的小样方 3 个 ,进行植被调查;同时在不同沙障的 3 个坡位取土样 ,取样深度为 0~5、5~20、20~40 cm ,同一样地同一深度的土壤混合均匀 ,取适量带回实验室 ,利用马尔文激光粒度仪 Mastersizer 2000 做粒度分析。

试验数据用 SPSS 20.0 软件进行方差分析与 Duncan 多重比较 ,用 SigmaPlot 12.5 软件作图。

3 结果与分析

3.1 沙障建立后期各样地立地特征及植被情况

不同机械沙障建立后期样地内植被的基本情况见表 1。沙障建立后期 ,除麦草方格沙障损毁严重、无结皮存在外 ,其余沙障内地表植被和结皮的盖度与流动沙丘相比显著增加;群落的物种多样性表现为黏土沙障>麦草沙障>流动沙丘>塑料网格沙障;风蚀程度以流动沙丘样地最为严重 ,其次为麦草沙障样地 ,塑料网格沙障和黏土沙障样地虽在局部存在风蚀 ,但大部分保存完好 ,且有风沙物质积累;从物种构成上看 ,随着流沙的固定 ,耐旱灌木、半灌木消失 ,出现了明显具有干湿季分布的短命植物 ,这些短命植物通常能在严重干旱胁迫来临之前完成其生活史 ,或者与雨季同期来逃避干旱^[35]。

表 1 不同沙障内基本概况

沙障类型	盖度(%)		Simpson 多样性指数	优势种
	植被	结皮		
PSB	2.13	78	0.47	狗尾草(<i>Setaria viridis</i>)
WSB	5.24	0	0.73	黄花矾松(<i>Limonium aureum</i>)
CSB	3.62	43	0.78	盐生草(<i>Halogeton glomeratus</i>)
CK	0.05	0	0.61	蒙古沙拐枣(<i>Calligonum mongolicum</i>)

流动沙丘样地以 2014 年初设置的风蚀杆为参照 ,风蚀深度约 60 cm。塑料网格沙障约 80% 保持完好 ,1 m×1 m 网格内积沙厚度约 12 cm ,形成集水微区;地表以生物结皮为主 ,厚约 5.5 mm。麦草沙障损毁严重 ,基本无保存 ,与流动沙丘类似 ,参照裸露的梭梭根 ,测得风蚀深度约 40 cm。黏土沙障间距 3 m ,约 65% 保存完整 ,障内积沙厚度 1~2 cm;地表以黏土形成的物理结皮为主 ,厚度约 10 mm。

3.2 不同沙障对土壤机械组成的影响

机械沙障建立后 ,改变了下垫面的粗糙度 ,减小了风速 ,风沙流中的沙物质在沙障内产生积累^[13]。随着时间的推移 ,不同沙障对浅层土壤的机械组成存在不同的影响。由表 2 可知 ,整体上 ,土壤的机械组成主要以黏粒和粉粒为主。不同样地按土壤黏粒含量高低排序为黏土沙障>塑料网格沙障>麦草沙障>流动沙丘 ,塑料网格沙障和黏土沙障样地的土壤黏粒含量显著高于麦草沙障和流动沙丘样地;按土壤粉粒含量排序为流动沙丘>麦草沙障>黏土沙障>塑料网格沙障 ,按土壤细砂粒含量排序为麦草沙障>流动沙丘>塑料网格沙障>黏土沙障 ,土壤粉粒和细砂粒含量均是麦草沙障和流动沙丘样地显著高于塑料网格沙障和黏土沙障样地 ,与黏粒刚好相反;按土壤粗砂粒含量排序为麦草沙障>流动沙丘>塑料网格沙障>黏土沙障 ,粗砂粒含量 3 种沙障样地之间均存在显著差异 ,但是塑料网格沙障和麦草沙障样地与流动沙丘样地差异不显著 ,黏土沙障样地与流动沙丘样地之间差异显著。综上 ,沙障建立后期 ,塑料网格沙障与黏土沙障样地土壤黏粒含量增加显著 ,麦草沙障样地土壤黏粒含量增加不显著 ,这说明塑料网格沙障与黏土沙障在后期对风沙流还有一定的阻碍作用 ,而麦草沙障已经基本起不到阻碍的作用。

表 2 不同沙障内 0~40 cm 深处土壤机械组成 %

沙障类型	黏粒 (<0.002 mm)	粉粒 (0.002~0.02 mm)	细砂粒 (0.02~0.2 mm)	粗砂粒 (0.2~2 mm)
PSB	61.07±1.53 a	34.27±5.32 b	3.28±0.29 b	1.37±0.69 b
WSB	52.71±6.89 b	38.88±3.59 a	6.18±0.27 a	2.22±0.43 a
CSB	61.49±3.98 a	36.63±1.65 b	1.46±0.14 b	0.42±0.17 c
CK	49.08±1.36 b	45.77±2.32 a	3.50±0.35 a	1.64±0.50 ab

注:土壤粒度等级划分参照国际制(1930 年)标准 ,不同小写字母表示不同沙障之间存在显著差异($P < 0.05$) ,下同。

3.3 不同沙障对土壤水分含量的影响

不同机械沙障建立后期对土壤水分的影响程度是不同的。从图 2 可知 ,不同样地之间土壤含水量差异显著 ,按土壤剖面含水量大小排序为流动沙丘>麦草沙障>黏土沙障>塑料网格沙障。相对于流动沙丘 ,塑料网格沙障、麦草沙障和黏土沙障样地土壤含水量分别降低了 41.29%、5.05%、31.78% ,说明机械沙障建立

后期,土壤含水量有所下降,并且不同沙障对土壤水分的影响程度不同,按影响大小排序为塑料网格沙障>黏土沙障>麦草沙障。

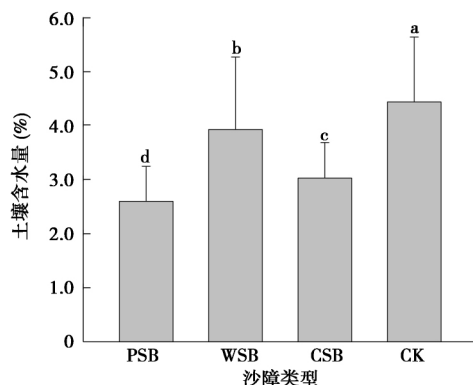


图 2 不同沙障样地土壤剖面含水量

3.4 不同沙障样地土壤水分的季节变化

不同机械沙障内土壤水分的季节变化趋势基本一致,但与流动沙丘相比,沙障的存在使得土壤水分的季节性变化更加稳定。如图 3 所示,初春季节,随着气温的回升,固态土壤水开始消融,降雨量也开始增加,使得土壤含水量逐渐增大;5 月下旬至 9 月,随着降雨次数和降雨量的显著增加,土壤含水量也相应增加,但此时是植物的生长季,植物生长发育等一系列生理活动所消耗的水分也显著增加,土壤蒸发作用也随着高温的来临而加剧,在这些影响因子的共同作用下,土壤含水量在降雨较多的年份(2015 年)表现较为平稳,在降雨较少的年份(2016 年)表现为损耗;从 10 月份开始植物逐渐停止生长,土壤水分消耗以土壤蒸发为主,而此时,研究区降雨次数和降雨量也开始减少,所以土壤含水量逐渐减小;12 月至翌年 2 月,气温降至冰点,出现霜冻和结冰现象,土壤冻结后土壤水由液态变为固态,使得土壤含水量降到较低水平,整个冬季土壤水分基本不再变化。塑料网格沙障样地内土壤含水量保持低稳态势,黏土沙障样地内土壤含水量稍高,麦草沙障与流动沙丘样地的土壤含水量相对较高,二者也较为接近,且变化均较剧烈。

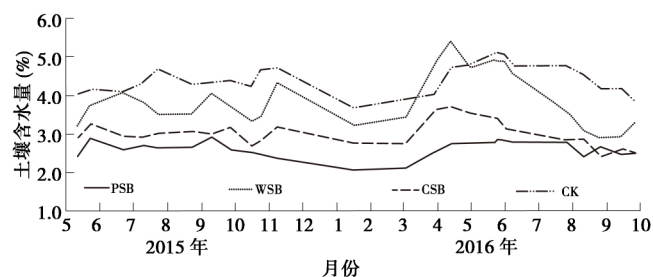


图 3 不同沙障样地土壤水分的季节变化

3.5 不同沙障样地土壤水分随深度的变化

不同机械沙障样地土壤含水量均值及其变异系数的变化如图 4 所示。从图 4(a) 可看出,塑料网格沙障

样地的土壤含水量在垂直方向上的变化较稳定,随深度增加逐渐增大;其他 3 个样地的土壤含水量随深度增加均是先迅速增大,而后黏土沙障在约 50 cm 深处达到最大值,之后略有降低,但基本保持平稳,麦草沙障土壤含水量在约 70 cm 处达到最大值,之后便以相对较小的速率降低,流动沙丘土壤含水量在 40~120 cm 深度呈波动变化,在 120 cm 之后又开始升高。与流动沙丘相比,机械沙障建立后期不仅降低了深层土壤的含水量,还使得土壤的含水量变化趋于稳定,沙障保存越完整这种作用越明显。

由图 4(b) 可知,在深度上,不同机械沙障样地土壤水分变异系数的变化规律呈现一致性,均为浅层较大、深层较小;但不同沙障影响的临界深度不同,塑料网格沙障和黏土沙障样地的土壤水分变异系数分别在 60 和 80 cm 以下土层保持基本稳定,而麦草沙障样地的土壤水分变异系数随着深度增加逐渐减小,并没有出现明显的临界深度,流动沙丘样地 40 cm 以下土壤水分变异系数虽然较小,但并不稳定。

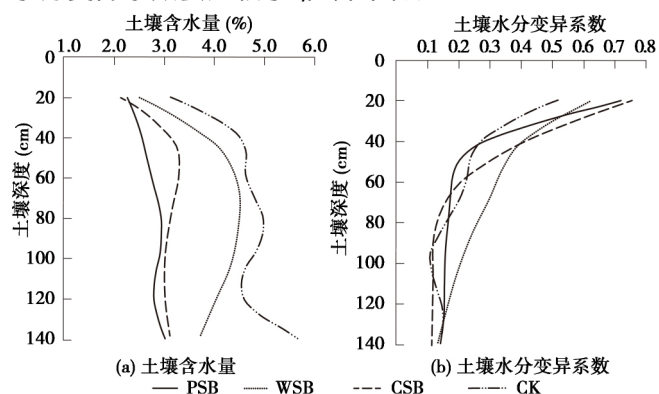


图 4 不同沙障样地土壤含水量及其变异系数的垂直变化

3.6 不同机械沙障土壤水分再分配过程

机械沙障措施直接影响着土壤水分的再分配^[22],但不同沙障对土壤水分的再分配过程有不同的影响。如图 5 所示,降雨量为 30.6 mm 的降水事件发生后,随着时间的推移,不同深度的土壤水分会发生不同程度的变化,土壤越深水分变化的滞后现象越明显。在塑料网格沙障和黏土沙障样地中雨水的最大入渗深度分别为 60 和 40 cm,在麦草沙障和流动沙丘样地中雨水入渗深度均可达 120 cm,这是因为:黏土沙障样地土壤表层存在黏土层,使得一部分雨水因不能及时下渗而形成地表径流流失;塑料网格沙障样地地表不仅有结皮覆盖,还存在较厚的沉积物,其不仅粒度小,还比较干燥^[36],这使得降雨很难补给深层土壤;麦草沙障样地因沙障损毁严重,基本与流动沙丘地表近似,水分的再分配过程也基本一致。

4 讨论

研究发现,不同机械沙障设置 12 年后,塑料网格

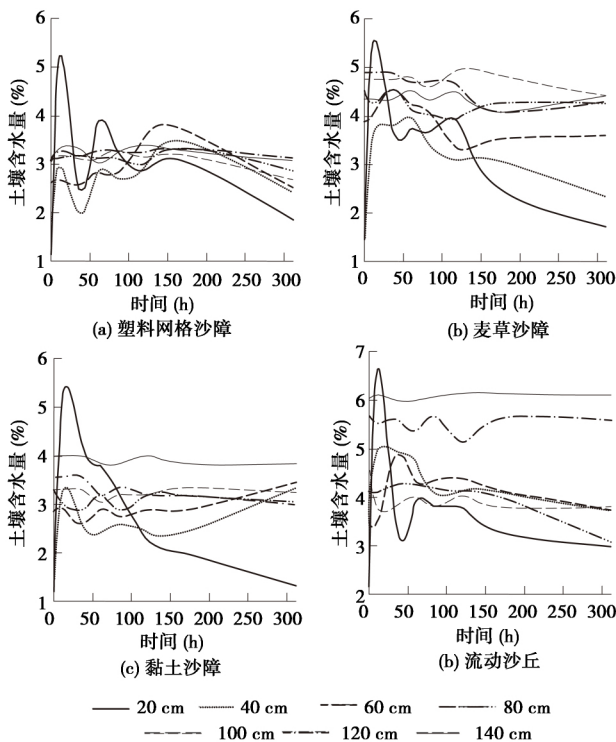


图 5 降雨后不同土层土壤含水量变化

沙障保存率约为 80% ,黏土沙障保存率约为 65% ,麦草沙障已经全部损毁。孙涛等^[9]对这 3 种机械沙障防风固沙时效性的研究表明,设置 6 年后,塑料网格沙障和麦草沙障的损毁率分别为 11%、53% ,黏土沙障介于二者之间。说明随着时间的推移,机械沙障会逐渐损毁,使得防风固沙效益逐渐减弱;不同机械沙障防风固沙的时效性表现为塑料网格沙障>黏土沙障>麦草沙障。

机械沙障的建立能增加植被的丰富度、盖度及密度等^[4,19-21],但不同机械沙障对植被的改变有所不同。沙障建立后期,除麦草方格沙障损毁严重无结皮存在外,其余沙障内地表植被和结皮的盖度与流动沙丘相比显著增加^[37];沙障内植物群落结构由耐旱的灌木、半灌木植物向短命植物演替,本研究结果显示沙障建立后期土壤水分消减就能说明这一现象;群落的物种多样性大小表现为黏土沙障>麦草沙障>塑料网格沙障,这是因为在黏土沙障内,黏土层的破坏形式是局部斑块状的,整体环境稳定,这就给植被带来了良好的生长发育机会和空间,而麦草沙障虽全部被风蚀破坏,但因前期沙障对土壤存在改良作用,植物也相对丰富,塑料网格沙障内积沙层较厚,由于这些风沙物质比较干燥,所以植物较难生存。结合已有对不同年代沙障的研究可知,并不是沙障建立后植被的生长情况就会越来越好,而是可能与沙障的设置年限和试验期内的降雨存在一定的关联,具体规律还有待进一步研究。

沙障建立后期,风沙物质的沉降积累使表层土壤的黏粒物质增加,这与许婷婷等^[38]对不同设置年限沙障土壤粒径的研究结果一致,不过塑料网格沙障与黏

土沙障内的土壤黏粒含量增加显著,麦草沙障不显著。

关于沙障建立前期对土壤水分的影响存在着不同的观点,绝大多数学者认为沙障建立后能增加土壤的保水性,提高了土壤含水量^[1,5,15,20-26],但也有研究者认为沙障建立后虽使地表结构稳定,但也改变了过境气流或风沙流的结构,形成紊流、乱流,加速了地表土壤水分的散失,且沙障配置规格不同土壤含水量降低程度不同^[39]。本研究得出,3 种机械沙障设置 12 年后,与流动沙丘相比土壤含水量均下降,而且沙障保存越完整土壤水分越差,但不同沙障对降水后土壤水分的再分配过程有不同的影响。造成这种现象的原因可能主要有以下两方面:第一,在不同沙障长期影响下,土壤的结构发生了变化,如土壤机械组成^[40]、地表结皮类型^[41]等不同,从而改变了土壤的持水能力和水分的入渗能力;第二,沙障建立后植被显著增加,导致土壤水分耗散也增加。展秀丽等^[42]也认为土壤含水量不仅受土壤结构、结皮等因素的影响,而且还受降水、植被覆盖的影响。

我们仅从植被、土壤水分及粒度方面入手,分析讨论了不同机械沙障设置后期对小环境带来的影响,并未对其防风效能、综合固沙效益等进行综合研究。研究结果显示,虽然机械沙障设置后期造成了土壤水分含量的消减,但能显著地改善植被生境,阻止风沙活动,固定流沙,给沙区带来的效益不容置疑,其中塑料网格沙障防风固沙时效性最长,所以塑料网格沙障是沙区防风固沙措施不二的选择。

5 结 论

以流动沙丘为参照,对设置了 12 年的 3 种机械沙障内的植被、土壤机械组成及土壤水分进行了研究,可以得出以下结论:

- (1) 沙障内植被的盖度显著增加,多样性指数麦草沙障和黏土沙障显著增加,塑料网格沙障减小,群落结构由耐旱灌木、半灌木植物向短命植物演替。
- (2) 不同的机械沙障均能增加表层土壤中黏粒的含量,但塑料网格沙障与黏土沙障内的黏粒含量增加显著,麦草沙障不显著。
- (3) 不同机械沙障的建立均使得土壤的含水量下降,并且使土壤水分的季节性变化更加稳定,塑料网格沙障、麦草沙障和黏土沙障内的土壤含水量分别比流动沙丘降低了 41.29%、5.05%、31.78%。
- (4) 受机械沙障影响,降水的入渗深度及速率均减小,使得土壤水分的再分配过程产生明显的滞后性。

[参考文献]

[1] 曹波,孙保平,高永,等.高立式沙柳沙障防风效益研究[J].中国水土保持科学,2007,5(2):40-45.

- [2] 王强强, 唐进年, 杨自辉, 等. 埋嵌式塑料网带状沙障的固沙效应及其应用前景[J]. 中国水土保持, 2017(4): 35-38.
- [3] 常兆丰, 赵明. 民勤荒漠生态研究[M]. 兰州: 甘肃科学技术出版社, 2006: 137-197.
- [4] 袁立敏, 高永, 汪季, 等. 沙袋沙障对流动沙丘地表风沙及植被恢复的影响[J]. 水土保持通报, 2014, 34(1): 46-50.
- [5] 马瑞, 王继和, 屈建军, 等. 不同结构类型棉秆沙障防风固沙效应研究[J]. 水土保持学报, 2010, 24(2): 48-51.
- [6] 屈建军, 凌裕泉, 昝瑞平, 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): 329-335.
- [7] 汪万福, 王涛, 樊锦诗, 等. 敦煌莫高窟顶尼龙网栅栏防护效应研究[J]. 中国沙漠, 2005, 25(5): 640-648.
- [8] 张克存, 屈建军, 昝瑞平, 等. 不同结构的尼龙网和塑料网防沙效应研究[J]. 中国沙漠, 2005, 25(4): 483-487.
- [9] 孙涛, 刘虎俊, 朱国庆, 等. 3 种机械沙障防风固沙功能的时效性[J]. 水土保持学报, 2012, 26(4): 12-16, 22.
- [10] 马全林, 王继和, 詹科杰, 等. 塑料方格沙障的固沙原理及其推广应用前景[J]. 水土保持学报, 2005, 19(1): 36-39, 58.
- [11] 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[J]. 中国沙漠, 2000, 20(4): 455-457.
- [12] 王淮亮, 高永, 姜海荣, 等. 防沙治沙技术与模式回顾[J]. 内蒙古林业科技, 2012, 38(1): 46-52.
- [13] 孙保平. 荒漠化防治工程学[M]. 北京: 中国林业出版社, 2000: 1-5.
- [14] Borges A R, Viegas D X. Shelter effect on a row of coal piles to prevent wind erosion[J]. Journal of Wind Engineering & Industrial Aerodynamics, 1988, 29(1-3): 145-154.
- [15] 马全林, 王继和, 刘虎俊, 等. 机械沙障在退化人工梭梭林恢复中的应用[J]. 干旱区研究, 2005, 22(4): 526-531.
- [16] LEE S J, PARK K C, PARK C W. Wind tunnel observations about the shelter effect of porous fences on the sand particle movements[J]. Atmospheric Environment, 2002, 36(9): 1453-1463.
- [17] 王文彪, 党晓宏, 张吉树, 等. 库布齐沙漠北缘不同作物秸秆平铺式沙障的防风效能[J]. 中国沙漠, 2013, 33(1): 65-71.
- [18] 唐进年, 张晔明, 徐先英, 等. 不同人工措施对沙质荒漠生态恢复与重建初期效应的影响[J]. 生态环境, 2007, 16(6): 1748-1753.
- [19] 任余艳, 胡春元, 贺晓, 等. 毛乌素沙地巴图塔沙柳沙障对植被恢复作用的研究[J]. 水土保持研究, 2007, 14(2): 13-15.
- [20] 袁立敏, 高永, 李谦, 等. 沙袋沙障对沙丘植被特征的影响[J]. 水土保持通报, 2011, 31(5): 80-84.
- [21] 周丹丹, 胡生荣, 韩敏, 等. 沙柳沙障内植被恢复影响因子探究[J]. 水土保持研究, 2008, 15(6): 115-118.
- [22] 张圆, 李芳, 屈建军, 等. 机械沙障组合对土壤含水量及温度的影响[J]. 中国沙漠, 2016, 36(6): 1533-1538.
- [23] 成聪聪, 闫德仁, 海春兴. PLA 沙障对沙丘迎风坡土壤水分的影响[J]. 干旱区资源与环境, 2016, 30(3): 176-181.
- [24] 马瑞, 赵锦梅, 马彦军, 等. 沙障对不同林龄雨养梭梭林冠下浅层土壤含水量的影响[J]. 水土保持通报, 2016, 36(4): 138-142.
- [25] 李谦, 高永, 汪季, 等. 聚乳酸纤维沙障对表层土壤含水量的影响[J]. 中国水土保持科学, 2012, 10(3): 69-74.
- [26] 鲁瑞洁, 唐清亮, 桑艳礼, 等. 青海湖克土沙区不同类型沙丘土壤水分的动态变化[J]. 水土保持研究, 2012, 19(2): 111-115.
- [27] 王学全, 卢琦, 杨恒华, 等. 高寒沙区沙障固沙效益与生态功能观测研究[J]. 水土保持学报, 2009, 23(3): 38-41.
- [28] 高国雄, 李广毅, 高宝山, 等. 煤矸石障蔽对沙地土壤的改良作用研究[J]. 水土保持学报, 2001, 27(1): 102-104.
- [29] 许永利, 马树彪, 马文喜. 沙柳沙障对土壤水分和养分的影响[J]. 安徽农业科学, 2013, 41(33): 12866-12869.
- [30] 展秀丽, 严平, 杨典正, 等. 内蒙古巴图湾水库库区不同沙障设置初期植物与土壤特征研究[J]. 水土保持研究, 2011, 18(1): 61-65.
- [31] 袁立敏, 高永, 黄海广, 等. 生物模块沙障对流动沙丘土壤微生物分布的影响[J]. 中国沙漠, 2015, 35(1): 189-194.
- [32] 田丽慧, 张登山, 彭继平, 等. 高寒沙地人工植被恢复区地表沉积物粒度特征[J]. 中国沙漠, 2015, 35(1): 32-39.
- [33] 蒲琴, 胡玉福, 蒋双龙, 等. 不同生态治理措施下高寒沙化草地土壤氮素变化特征[J]. 草业学报, 2016, 25(7): 24-33.
- [34] 陈志超, 李宁, 刘昌华. 古尔班通古特沙漠草方格沙障对土壤养分的影响[J]. 草业科学, 2013, 30(5): 699-702.
- [35] 李智元, 刘锦春. 植物响应干旱的生理机制研究进展[J]. 西藏农业科技, 2010, 32(3): 12-19.
- [36] 张登山, 田丽慧, 鲁瑞洁, 等. 青海湖湖东沙地风沙沉积物的粒度特征[J]. 干旱区地理, 2013, 36(2): 203-211.
- [37] 徐先英, 孙保平, 唐进年, 等. 干旱荒漠风沙区沙化土地综合整治技术研究[J]. 中国沙漠, 2007, 27(4): 539-545.
- [38] 许婷婷, 董智, 李红丽, 等. 不同设障年限沙丘土壤粒径和有机碳分布特征[J]. 环境科学研究, 2014, 27(6): 628-634.
- [39] 袁立敏, 高永, 张文军, 等. 布袋沙障对流动沙丘地表风沙和土壤湿度的影响[J]. 科技导报, 2014, 32(3): 71-76.
- [40] 李红丽, 董智, 王林和. 浑善达克沙地流沙与四种主要植物群落土壤水分时空变化的研究[J]. 干旱区资源与环境, 2006, 20(3): 169-174.
- [41] 乔宇, 徐先英. 干旱荒漠区物理结皮的土壤水文效应[J]. 中国农学通报, 2015, 31(7): 206-211.
- [42] 展秀丽, 严平, 王宁, 等. 青海湖防沙工程措施区土壤水分及入渗特征初步研究[J]. 水土保持研究, 2012, 19(1): 33-36.
- [作者简介] 丁爱强(1991—) 男, 甘肃康乐县人, 硕士研究生, 主要从事干旱荒漠区生态水文研究; 通信作者谢怀慈(1964—) 男, 甘肃民勤县人, 高级工程师, 学士, 主要从事植物治沙及盐碱地造林研究.
- [收稿日期] 2017-09-15

(责任编辑 徐素霞)

SOIL AND WATER CONSERVATION IN CHINA

No. 5 (434) 2018

Abstracts

The Relationship of Spatial Distribution between Mountain Settlement Niche and Soil Erosion in the Upper Reaches of Minjiang River

LIU Yanguo¹, LIAO Yansong², WANG Qing¹, et al.
(1. College of Environment and Resources, Southwest University of Science and Technology, Mianyang, Sichuan 621010, China;
2. School of Architecture and Environment, Sichuan University, Chengdu, Sichuan 610045, China) (45)

The paper extracted the spatial information of area, elevation and slope of mountain settlement ecological niche of the upper reaches of Minjiang River by using the technologies of RS and GIS. It revealed the relationship of spatial distribution between mountain settlement ecological niche and soil erosion through comparing the results of soil erosion research of the region. The outcomes show that a) the total number of settlement niches is 1 667 with a total area of 982.12 km², only making up 4.38% of the studied area. The suitable mountain settlement niche area is smaller. The whole region is mainly moderate erosion and below and that area exceeds 79% of the territory area; b) the elevation of settlement niche is mainly concentrated at 1 300–2 800 m. Below 3 000 m, it mainly is light and slight erosion, serious erosion and above degrees is mainly concentrated above 3 000 m elevation. The elevation distribution of settlement ecological niche and serious erosion area do not overlap and; c) the distribution of settlement niche is mainly concentrated on 15°–35° gentle slopes and sloping mountains which are consistent with the regions of moderate erosion. The process of soil erosion is an important ecological process of the region and the vulnerability of natural background is an important reason for soil erosion which has become one the essential factors of limiting regional agricultural comprehensive productivity. In view of the spatial relationship between them and combing with the current situation of poverty and the special ecological environment of minority mountainous areas, it puts forward strategic suggestions on the transformation of livelihoods for mountainous region.

Key words: mountain settlement; ecological niche; soil erosion; upper reaches of Minjiang River

Study on the Small Watershed Division of the Water Source Area of Danjiangkou Based on DEM

GUO Wenhui, YU Yong, LI Lu, et al.
(Hubei Soil and Water Conservation Engineering Research Center, Hubei Institute of Water Resources and Hydropower Science Research, Wuhan, Hubei 430070, China) (51)

The paper introduced the principle and method of automatic extraction of watershed features based on DEM. It also explored the extraction of digital river network water system, watershed boundary and sub-basin merging and finally extracted 624 small watersheds based on 1 : 50 000 DEM data of controlled area of Danjiangkou water source area, under the conditions of hydrology environment of ArcMap software and through the comparative analysis of different threshold parameters.

Key words: soil and water conservation; DEM; small watershed division; controlled area of Danjiangkou water source area

Influence of Three Different Mechanical Sand Barriers to Sand Dune Vegetation, Soil Particle Size and Moisture Content in Late Stage

DING Aiqiang¹, XIE Huaici², XU Xianying^{1,3}, et al.
(1. Minqin Desert Control Comprehensive Experimental Station, Chinese Academy of Forestry, Minqin, Gansu 733000, China;
2. Bayannaer Institute of Forestry Scientific Research, Bayannaer, Inner Mongolia 015000, China;
3. Gansu Desert Control Research Institute, Lanzhou, Gansu 730070, China) (59)

The paper studied the characteristics of vegetation, soil mechanical composition and soil moisture within the mechanical sand barrier by selecting 12-year plastic-mesh sand barrier, wheat-straw sand barrier and clay sand barrier for long-period observation and taking moving dune as a check. The outcomes show that a) the vegetation coverage within the sand barriers is significantly increased, the diversity indexes of wheat-straw and clay sand barriers are significantly increased and that of plastic-mesh sand barrier decreased, and the succession of community structure is from drought-enduring plant to ephemeral plant; b) the different mechanical sand barriers can increase the clay content of surface soil, while the clay content of soil within the plastic-mesh and clay sand barriers is remarkably increased, but the increase of wheat-straw sand barrier is not remarkable; c) the building of different mechanical sand barriers make the moisture content decreased, the moisture contents of plastic-mesh, wheat-straw and clay sand barriers are decreased 41.29%, 5.05% and 31.78% respectively comparing with that of moving dune and the seasonal variation of soil moisture of sand barriers is more stable and; d) due to the influence of mechanical sand barrier, the infiltration depth and rate of precipitation are all decreased, making the redistribution process of soil moisture obvious hysteresis. Although the mechanical sand barrier in late stage has reduced the moisture content, the benefits of windbreak and sand fixation cannot be ignored. Comprehensively considering the factors of cost, benefit and timeliness, plastic-mesh sand barrier should be popularized in sandy area.

Key words: mechanical sand barrier; late stage of building; vegetation; soil particle size; soil moisture

The Characteristics of Gully Development in the Snow-Melting Period of Typical Watersheds in the Black Soil Region of Northeast China

FAN Haoming¹, WANG Yansong², FAN Xiangguo¹, et al.
(1. School of Water Conservancy, Shenyang Agricultural University, Shenyang, Liaoning 110866, China;
2. Songliao Water Conservancy Commission, Changchun, Jilin 130021, China) (64)

The paper analyzed the characteristic of gully development of typical small watersheds during snow-melting period based on gully dynamic monitoring of typical watersheds in the black soil region of northeast China by using DGPS and combining with the spatial analysis function of GIS technology. The outcomes show that a) the gully development in the snow-melting period mainly is gully head going forward and gully development of each watershed has regional differentiation and inter-annual difference. The gully length development and area development show very significant positive correlation ($p < 0.01$, $r = 0.755$) and the correlation of length development and volume is not significant; b) the regional differentiation and inter-annual difference of gullies in snow-melting period show that the speed of development of the Wuyi watershed is obviously greater than that of the Guangrong watersheds and the Jixing watersheds. The gully development speed of typical watersheds shows the trend of gradual reduction from northwest to southeast and; c) the gully width development shows differentiation and the speed gradually decreases from gully head to gully tail. The development speed of gully width and area of the G1 erosion gully of the Guangrong watershed shows significant positive correlation ($p < 0.05$, $r = 0.572$), the development speed of depth and the development speed of area shows significant negative correlation ($p < 0.05$, $r = 0.500$) and shows very significant positive correlation ($p < 0.01$, $r = 0.408$) with volume development speed. The development speed of gully width and area of the G2 erosion gully of the Guangrong watershed shows significant positive correlation ($p < 0.05$, $r = 0.412$) and also shows significant positive correlation ($p < 0.05$, $r = 0.673$) with volume development speed.

Key words: gully; snow-melting period; characteristic of development; small watershed; black soil region of northeast China