

库布齐沙漠北缘几种机械沙障 对沙丘土壤水分的影响

王文彪¹, 党晓宏², 张吉树¹, 肖 芳²

(1. 亿利资源集团, 内蒙古 东胜 017000; 2. 内蒙古农业大学 生态环境学院, 内蒙古 呼和浩特 010018)

摘 要:以库布齐沙漠北缘七星湖景区所铺设 6 种沙障的沙丘土壤为研究对象, 通过野外取样, 测定 6 种沙障(平铺式沙柳沙障、芦苇沙障、玉米秆沙障、葵花秆沙障、低立式沙柳沙障、高立式尼龙网沙障)和裸沙丘不同坡位、不同深度的土壤含水率。结果表明: 6 种沙障和裸沙丘在垂直方向上土壤含水率的变化趋势一致; 从铺设方式和沙障材料的角度分析沙障对土壤水分的保持效果, 平铺式沙柳沙障较低立式效果好; 平铺式芦苇沙障和葵花秆沙障较沙柳沙障、玉米秆沙障效果好。在迎风坡, 平铺式芦苇沙障土壤含水率最大, 其值为 3.52%; 在坡顶和背风坡处, 平铺式葵花秆沙障的土壤含水率最大, 其值分别为 1.28% 和 2.31%。综合分析认为, 从保持沙丘水分这一角度出发, 建议在沙丘的迎风坡铺设平铺式芦苇沙障, 而在坡顶和背风坡, 则应优先考虑铺设平铺式葵花秆沙障。

关键词:库布齐沙漠; 沙障; 土壤含水率

中图分类号:P 941.73 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2011)24-0182-04

沙漠化是一种环境退化现象。它使土地滋生能力退化, 农牧生产能力降低, 生物产量下降, 可供耕地及牧场面积减少。由于沙漠化而导致的水土流失、土地贫瘠, 已使不少国家遭致连年饥荒。机械沙障是降低近地表土壤风蚀的重要措施, 其主要通过改变下垫面的性质, 增加地表粗糙度来实现降低风速、减弱风蚀, 进而达到防风固沙的目的。各种配置方式的沙障均能使地面粗糙, 减小风力, 截留水分, 提高沙层含水量, 有利于固沙植物的存活。在干旱荒漠区, 水分因子是影响植物生存、生长发育和环境对植被支持力的关键因素, 植被恢复与重建是防治土地沙漠化的主要措施^[1]。土壤水分条件的优劣是植被生产力的重要标志^[2]。沙障的铺设对沙丘地形的影响和改变是非常明显的, 因此也必将对沙丘土壤水分的分布状况有很大的影响。因此, 研究不同类型沙障土壤含水量的变化情况, 找出沙障障格内土壤水分的变化规律, 确定沙障对沙丘土壤水分状况的影响程度, 为沙丘植被恢复提供良好的环境。

1 材料与方法

1.1 试验材料

以库布齐沙漠北缘 2011 年铺设的 6 种沙障为研

究对象, 分析 6 种不同的机械沙障对沙丘不同坡位的土壤含水率的影响, 同时以附近裸沙丘同一坡位作为对照。其中平铺沙障的配置方式均为 1 m×1 m, 带状。平铺沙障的铺设高度为 10 cm, 低立式沙障铺设后外露高度为 30 cm, 高立式沙障铺设后外露高度为 60 cm。

1.2 试验区概况

七星湖旅游景区位于鄂尔多斯市杭锦旗境内的库布齐沙漠腹地, 景区总占地面积 920 hm², 流动沙丘约占 61%。库布齐沙漠位于黄河南岸, 其北是黄河, 再往北是阴山西段狼山地区, 其沙漠来源可能有古代黄河冲积物、狼山前洪积物、就地起沙。鉴于库布齐沙漠的沙丘几乎全部是覆盖在第四纪河流淤积物上, 因此, 沙源来自古代黄河冲积物的可能更大些。库布齐沙漠气候类型属于大陆性沙漠气候, 冬季严寒而漫长, 春季干旱少雨且风沙大, 年平均气温为 5.5~8.0℃, 1 月平均气温为 -12.6℃, 极端最低气温为 -32.1℃, 7 月平均气温为 21.7℃, 极端最高气温达 38.7℃。平均降水量为 144.6~366 mm, 年蒸发量为 2 100~2 955 mm, 相对湿度为 45%~52%。无霜期为 122~144 d, 作物生长期为 1 573.8~1 921.5 h。年大风天数为 25~35 d, 年平均风速为 4.4 m/s, 最大风速达 24 m/s。

1.3 试验方法

在同一类型沙障的迎风坡、坡顶和背风坡设置采样点, 每个坡位挖取 3 个土壤剖面。在土壤剖面的 5 和 30 cm 处分别用环刀取样, 土样立即装入密封袋。土壤样品带回基地后装入铝盒中, 用精度为 0.001 g

第一作者简介: 王文彪(1959-), 男, 陕西府谷人, 硕士, 高级经济师, 高级政工师, 现主要从事沙产业开发研究工作。

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(40961036, 30972420)。

收稿日期: 2011-10-08

电子天平称重,在 105℃烘箱内烘 8 h,待烘干后取出,冷却至室温,再次称重并记录。

土壤含水率的计算公式: $X = (m_1 - m_2) / (m_2 - m_3) \times 100\%$ 。其中: X 为土壤含水率(%); m_1 为烘前土样加铝盒质量(g); m_2 为烘后土样加铝盒质量(g); m_3 为铝盒质量(g)。

1.4 数据处理

数据采用 Excel 和 SAS 9.0 处理。

2 结果与分析

2.1 同一材料不同铺设方式沙障的土壤含水率

由图 1 可知,2 种铺设方式的沙障在垂直方向上土壤含水率的变化趋势一致。这种变化在迎风坡尤为明显,低立式沙柳沙障随采样深度由 0.18% 增加到 2.07%,平铺式沙柳沙障随采样深度由 0.19% 增加到 2.48%,分别增加了 1.89% 和 2.29%。在坡顶和背风坡处平铺式沙柳沙障的土壤含水率随深度的变化趋势较低立式沙柳沙障的明显,坡顶由 0.26% 增加到 0.68%,增加了 0.42%;背风坡由 0.22% 增加到 1.21%,增加了 0.99%。平铺式沙柳沙障在垂直方向上土壤含水率的增加量大于低立式沙柳沙障。方差分析表明,2 种铺设方式的沙障在迎风坡、坡顶、背风坡 5 cm 处的土壤含水率差异不显著,但是在 30 cm 处的土壤含水率差异很大,平铺式沙柳沙障在不同坡位上的土壤含水率大于低立式沙柳沙障($P=0.0790$)。背风坡的差异尤为显著,低立式沙柳沙障的土壤含水率为 0.21%,而平铺式沙柳沙障为 1.21%,相差了将近 6 倍。其原因是低立式沙柳沙障铺设时因人为的影响对土壤的扰动性大,加大了土壤水分的蒸发;低立式沙柳沙障疏透度大,风沙流在沙丘基部遇到沙障时,近地表面的风速不能被降低,风蚀带走了一定量的干沙,表层的覆盖物减少,土壤水分蒸发的快;低立式沙柳沙障生长时由于蒸腾作用会从土壤中吸取一部分水分,减少了土壤水分的含量。综合以上分析可知,平铺式沙柳沙障的土壤含水率高于低立式沙柳沙障的土壤含水率,因此铺设平铺式沙柳沙障能起到保持沙丘土壤水分的良好作用,且有利于当地植被的恢复。

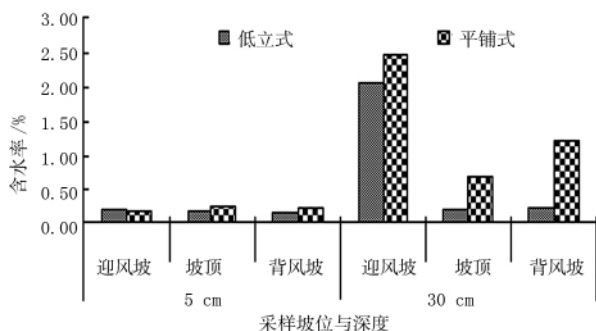


图 1 低立式与平铺式沙柳沙障土壤含水率

2.2 同一铺设方式不同材料沙障的土壤含水率

由图 2 可知,4 种材料的沙障在同一坡位垂直方

向上土壤含水率的变化趋势一致,即土壤含水率随着垂直深度的增加而增加。在迎风坡处,随采样深度的增加,平铺式芦苇沙障土壤含水率由 0.20% 增加到 3.52%;平铺式沙柳沙障土壤含水率由 0.19% 增加到 2.48%;平铺式玉米秆沙障土壤含水率由 0.16% 增加到 2.06%;平铺式葵花秆沙障土壤含水率由 0.18% 增加到 2.58%;分别增加了 3.32%、2.29%、1.90% 和 2.40%,平铺式芦苇沙障土壤含水率的变化幅度大于其它 3 种沙障。在坡顶处,平铺式葵花秆沙障土壤含水率在垂直方向上的变化趋势较其它 3 种沙障的变化趋势明显,由 0.17% 增加到 1.28%,增加了将近 8 倍。在背风坡处,平铺式沙柳沙障土壤含水率在垂直方向上的增加量最小,由 0.21% 增加到 1.21%,增加了 1.00%;平铺式葵花秆沙障土壤含水率在垂直方向上的增加量最大,由 0.18% 增加到 2.31%,增加了 2.13%。方差分析表明,4 种材料的沙障 5 cm 处土壤含水率在迎风坡、坡顶、背风坡 3 个坡位间差异不显著($P=0.5407$),而沙障间土壤含水率差异较显著($P=0.0922$),沙柳 0.21667%(a) > 芦苇 0.20667%(ab) > 玉米秆 0.17333%(ab) > 葵花秆 0.16667%(b); 30 cm 处土壤含水率差异较大,坡位之间 30 cm 深土壤平均含水率差异极显著($P=0.0040$),迎风坡(均值 2.6600%a) > 背风坡(均值 1.917%a) > 坡顶(均值 0.9025%b),平铺式芦苇沙障在迎风坡的土壤含水率大于另外 3 种沙障,平铺式葵花秆沙障在坡顶和背风坡的土壤含水率大于另外 3 种沙障。其主要原因是由于平铺式芦苇沙障覆盖度大,能够很好的阻止风沙流的吹蚀,表层覆盖物不会减少,有效的抑制了土壤水分的蒸发,因此,含水率偏高;另外,从挖出的土壤剖面可以看出,30 cm 处的土壤机械组成中细沙含量高于其它各沙障。葵花秆直径与另外 3 种材料相比较粗,因此能够更好的固定流沙,阻挡风沙流,增加近地表沙面粗糙度,减小风蚀,从而土壤含水率较高。综合以上分析可知,平铺式芦苇沙障和葵花秆沙障的土壤含水率比沙柳沙障和玉米秆沙障高,因此铺设平铺式芦苇沙障和葵花秆沙障对土壤水分有很好的保持能力,更有利于沙区植被的恢复。

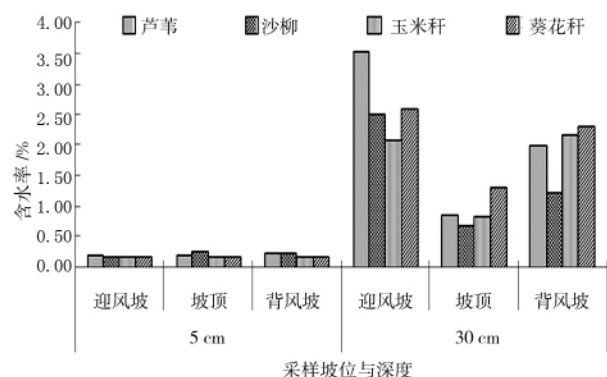


图 2 平铺式芦苇、沙柳、玉米秆、葵花秆沙障土壤含水率

2.3 6种沙障土壤含水率综合比较

2.3.1 6种沙障迎风坡的土壤含水率 由图3可知,在迎风坡5和30 cm处,6种沙障的土壤含水率均比裸沙丘高,在30 cm时差距更明显。在5 cm处的土壤含水率变化处在0.16%~0.21%内,在30 cm处的土壤含水率变化处在0.19%~3.52%内,极值相差近20倍。除平铺式芦苇沙障外,其它5种材料的沙障在30 cm处的土壤含水率差距不是特别大,其值在2.06%~2.58%内变化。6种沙障和裸沙丘的土壤含水率均随采样深度的增加而增加,其中平铺式芦苇沙障增加的幅度最大,其值由0.20%增加到3.52%,增加了17倍之多;而裸沙丘增加的幅度最小,其值分别为0.16%和0.19%。经方差分析,在检验水平 $\alpha=0.05$ 水平下,在迎风坡30 cm处,各沙障之间土壤含水率差异显著,显著水平 $P<0.0001$ 。6种沙障和裸沙丘在迎风坡30 cm处土壤含水率的平均值依次为:平铺式芦苇沙障(3.52%)>平铺式葵花秆沙障(2.58%)>平铺式沙柳沙障(2.48%)>高立式尼龙网沙障(2.30%)>低立式沙柳沙障(2.07%)>平铺式玉米秆沙障(2.06%)>裸沙丘(0.19%)。

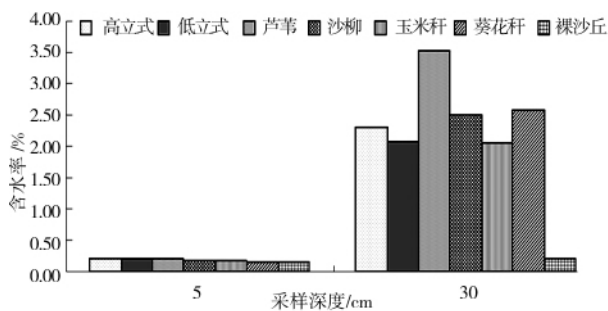


图3 6种沙障迎风坡不同深度的土壤含水率

2.3.2 6种沙障坡顶的土壤含水率 由图4可知,在坡顶5 cm处的土壤含水率,除平铺式葵花秆沙障与裸沙丘外相等外,其它沙障和裸沙丘没有明显差异;在30 cm处的土壤含水率,6种沙障均比裸沙丘高,其中高立式尼龙网沙障和低立式沙柳沙障与裸沙丘的相差较小,另外4种沙障与裸沙丘有明显差异。6种沙障和裸沙丘的土壤含水率在垂直方向的变化规律一致,均随采样深度的增加增加,其中裸沙丘增加的幅度最小,其值由0.16%增加到0.19%;平铺式葵花秆沙障增加的幅度最大,其值由0.16%增加到1.28%,增加了8倍,平铺式芦苇沙障次之,其值由0.20%增加到0.85%。经方差分析,在检验水平 $\alpha=0.05$ 水平下,在坡顶30 cm处,各沙障之间土壤含水率差异显著,显著水平 $P<0.0001$ 。在不同铺设方式和不同材料综合作用下,6种沙障和裸沙丘在坡顶30 cm处的土壤含水率依次为:平铺式葵花秆沙障(1.28%)>平铺式芦苇沙障(0.85%)>平铺式玉米秆沙障(0.81%)>平铺式沙柳沙障(0.68%)>高立式尼龙网沙障(0.31%)>低立式沙柳沙障(0.21%)>裸沙丘(0.19%)。造成以上差

异的主要原因是高立式尼龙网沙障和低立式沙柳沙障在铺设过程中需要插入一定深度,人为操作对土壤的扰动大,破坏了土壤的稳定性,从而使得土壤水分蒸发加快,导致了土壤含水率降低。其它几种沙障疏透度都较小,能够很好的阻止风沙流吹蚀,减少了土壤表面水分蒸发,进而导致其内土壤含水率较高。

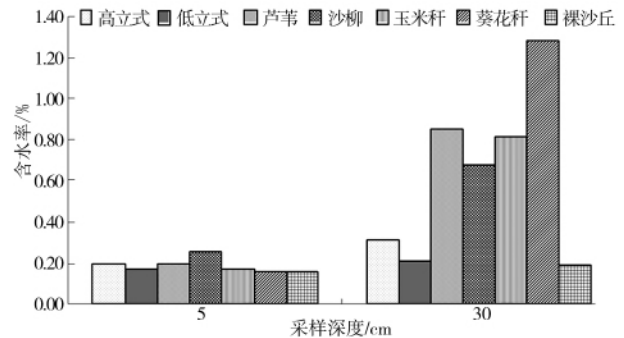


图4 6种沙障坡顶不同深度的土壤含水率

2.3.3 6种沙障背风坡的土壤含水率 由图5可知,无论是在5 cm处还是在30 cm处,6种沙障的土壤含水率均比裸沙丘的高,其中在5 cm处基本无变化;在30 cm处低立式沙柳沙障的土壤含水率为0.21%,裸沙丘为0.19%,仅相差0.02%,而平铺式葵花秆沙障的土壤含水率为2.31%,是裸沙丘的12倍之多。除低立式沙柳沙障外,其它5种沙障的土壤含水率在垂直方向上的变化都很明显,高立式尼龙网沙障由0.18%增加到1.62%,增加了近10倍;平铺式芦苇沙障由0.22%增加到1.99%,增加了9倍之多;平铺式沙柳沙障由0.21%增加到1.21%,增加了近6倍;平铺式玉米秆沙障由0.17%增加到2.16%,增加了12倍之多;平铺式葵花秆沙障由0.18%增加到2.31%,增加了近13倍。经方差分析,在检验水平 $\alpha=0.05$ 水平下,在背风坡30 cm处,各沙障之间土壤含水率差异显著,显著水平 $P<0.0001$ 。在不同铺设方式和不同材料综合作用下,6种沙障和裸沙丘在背风坡30 cm处的土壤含水率依次为:平铺式葵花秆沙障(2.31%)>平铺式玉米秆沙障(2.16%)>平铺式芦苇沙障(1.99%)>高立式尼龙网沙障(1.62%)>平铺式沙柳沙障(1.21%)>低立式沙柳沙障(0.21%)>裸沙丘(0.19%)。分析其主

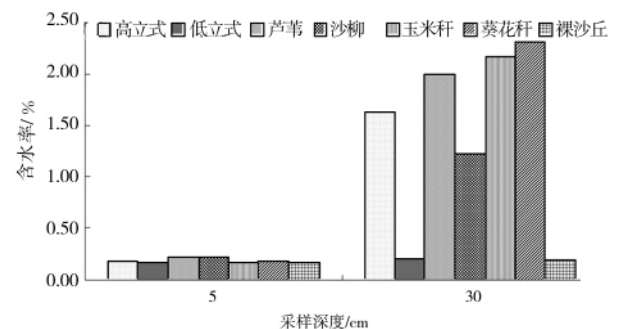


图5 6种沙障背风坡不同深度的土壤含水率

要原因是由于背风坡的低立式沙柳沙障被沙埋的情况严重,形成较厚的干沙层所致,这也说明,低立式沙柳沙障没能很好的固定流沙,反映出低立式沙柳沙障在背风坡的固沙效果较差。

3 结论

6种沙障和裸沙丘在垂直方向上土壤含水率的变化趋势一致,即随采样深度的增加而增加。从铺设方式和沙障材料的角度分析沙障对土壤水分的保持效果,低立式和平铺式沙柳沙障相比,平铺式沙柳沙障效果较好;平铺式芦苇沙障、沙柳沙障、玉米秆沙障和葵花秆沙障相比,芦苇沙障和葵花秆沙障能更好的保持沙丘水分。6种沙障对不同坡位的土壤含水率的影响有很大的差异。在迎风坡处,平铺式芦苇沙障土壤含水率最大,其值为3.52%;在坡顶和背风坡处,平铺式葵花秆沙障的土壤含水率最大,其值分别为1.28%和2.31%。

综合分析认为,铺设任一材料沙障均能提高地表粗糙度,降低起沙风速,增强沙丘土壤表面保持水分的能力,能为后期植物生长提供一定的水分条件,有利于自然植被的恢复。铺设沙障时要根据立地条件对铺设方式、沙障材料、配置类型进行综合选择。从保持沙丘

水分这一角度出发,建议在沙丘的迎风坡铺设平铺式芦苇沙障,而在坡顶和背风坡,则应优先考虑铺设平铺式葵花秆沙障。

参考文献

- [1] 崔国发. 固沙林水分平衡与植被建设可适度探讨[J]. 北京林业大学学报, 1998, 20(6): 12-14.
- [2] 刘发民, 张英华, 何彦卿. 黑河流域荒漠地区梭梭人工林地土壤水分动态研究[J]. 干旱区研究, 2002, 19(1): 27-31.
- [3] 张奎壁, 邹受益. 治沙原理与技术[M]. 北京: 中国林业出版社, 1990, 21(1): 9-13.
- [4] 孙显科, 郭志中. 沙障固沙原理的研究[J]. 甘肃林业科技, 1999, 24(2): 7-12.
- [5] 韩致文, 刘贤万, 姚正义, 等. 复膜沙袋阻沙体与芦苇高立式方格沙障防沙机理风洞模拟实验[J]. 中国沙漠, 2000, 24(1): 40-44.
- [6] 高永, 邱国玉, 丁国栋, 等. 沙柳沙障的防风固沙效益研究[J]. 中国沙漠, 2004, 24(3): 365-370.
- [7] 康世勇, 奇跃进. 内蒙古东胜煤田南部精煤矿鞠沙漠化治理的环境效益分析[J]. 内蒙古环境保护, 1995, 7(2): 30-33.
- [8] 高菲, 高永, 高强, 等. 沙柳沙障对土壤理化性质的影响[J]. 内蒙古农业大学学报, 2006, 27(2): 39-42.
- [9] 王翔宇, 丁国栋, 高函, 等. 带状沙柳沙障的防风固沙效益研究[J]. 水土保持学报, 2008, 22(2): 42-46.
- [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.

Research on Soil Moisture of Six Kinds of Sand Barriers in the North of Kubuqi Desert

WANG Wen-biao¹, DANG Xiao-hong², ZHANG Ji-shu¹, XIAO Fang²

(1. Elion Resources Group, Dongsheng, Inner Mongolia 017000; 2. College of Ecological Environmental, Inner Mongolia University, Hohhot, Inner Mongolia 010018)

Abstract: Taking six kinds of sand barriers in seven-star lake holiday which locates in the north of Kubuqi desert as the object of study. This article measured soil moisture content in different slope positions and different depth of six kinds of sandy dunes and bare sandy dunes by the method of field sampling. The results showed that the soil moisture content of six sandy dunes and bare sandy dunes had the same changing trend in vertical direction, namely, increased with sampling depth. Anglicizing the maintaining effect on soil moisture from the perspective of laying mode and sandy dunes materials, flat *Salix psammophila* sandy dunes had better effect than low vertical; flat reed sandy dunes and sunflower stem sandy dunes had better effect than *Salix psammophila* sandy dunes and Yumigan sandy dunes. In the windward slopes, the soil moisture content of flat reed reached the maximum, the content was 3.52%; In the top of slopes and leeward slopes, the soil moisture content of flat sunflower stem sandy dunes reached the maximum, the content were 1.28% and 2.31% respectively. Through comprehensive analysis, it suggested that in the windward of sandy dunes should lay flat reed sandy dunes; however, in the top of slopes and leeward slopes, it should give priority to lay sunflower stem sandy dunes.

Key words: Kubuqi desert; sand barriers; soil moisture content