新型低压水冲植柳技术下插条外露高度与其生长状况研究

王文彪[1]，王钟涛[1]，尹晓伟[2]，汪 季[2]，党晓宏[2]，张吉树[2]，王 健[3]

（1. 内蒙古亿利资源集团，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；3. 水利部 牧区水利科学研究所，内蒙古 呼和浩特 010020）

摘 要：沙柳是库布其沙漠广泛分布的优势灌木树种。该树种具有耐旱，抗风蚀，耐沙埋的特点，且生长迅速，其防风固沙和保持水土功效显著。采用新型低压水冲植柳技术在沙丘迎风坡坡底种植沙柳，试验选用直径一致的沙柳插条，设置 0，5，10，15 cm 共 4 个不同外露高度插条进行沙柳造林。在造林 5 和 8 月份分别在萌蘖期和生长期对沙柳生长状况进行了调查。研究表明，外露高度 10 cm 和外露高度 15 cm 的水冲植柳在萌蘖期的出芽数和新枝枝长要明显优于其他外露高度的水冲植柳；外露高度 10 cm 的水冲植柳成活率、生长期的总枝数、新枝长、新枝直径、株高和冠幅长势最好。

关键词：库布其沙漠；低压水冲植柳；外露高度；生长状况

文献标识码：A **文章编号**：1000-288X(2013)02-0135-03 **中图分类号**：S725，S718.5

Relationship Between Exposed Heights and Growth Status of *Salix* Cuttings Using New Planting Technique with Low Pressure Water Blowing

WANG Wen-biao[1], WANG Zhong-tao[1], YIN Xiao-wei[2],
WANG Ji[2], DANG Xiao-hong[2], ZHANG Ji-shu[2], WANG Jian[3]

(1. *Elion Resources Group, Dongsheng, Inner Mongolia* 017000, *China*; 2. *College of Ecology and Environmental Science, Inner Mongolia Agriculture University, Hohhot, Inner Mongolia* 010018, *China*; 3. *Institute of Water Resources for Pastatal Area, Hohhot, Inner Mongolia* 010020, *China*)

Abstract: *Salix* is a dominant shrub species widely distributed in Kubuqi Desert, with strong resistance to drought, wind erosion and sand burial owing to its fast growing rate. It has significant benefits in windbreak, sand fixation, soil and and water conservation. With the new water blowing technique, we planted *Salix* in the bottom of upwind slope using cuttings of same diameter and four different exposed heights (0, 5, 10 and 15 cm). The growing status of *Salix* was monitored in its germination period(May) and growing period(August). The study results showed that budding number and new branch lengths for the exposed heights of 10 cm and 15 cm were substantially better than the other two exposed heights. The exposed height of 10 cm was found superior in terms of survival rate, total budding numbers in growing period, new branch length and diameter, tree height and canopy diameter.

Keywords: Kubuqi Desert; planting *Salix* by low pressure hydrodynamic water; exposed height; growth status

鄂尔多斯境内的库布其沙漠是个荒漠化发展严重的典型区域。到 20 世纪末，不仅大面积流动沙丘呈蛇头状蜿蜒于黄河沿岸，而且在水热条件较好的周边地区也出现了大范围的流动沙丘。沙柳又名北沙柳、西北沙柳（*Salix psammophila*），广泛生长在毛乌素沙地、库布齐沙漠、陕西省榆林市以及宁夏自治区河东等地区[1]。沙柳生长快、萌芽力强，耐风吹、露根及沙埋，固沙保土作用大，能适应各种不同类型水土保持林的特殊环境，是我国一些沙荒地和黄土丘陵地防风、防蚀、护岸固沙造林的优良树种。白凤忠等人[2]研究表明，利用自认低温贮藏苗木，延迟苗条的萌动，延长造林时间，可以保证造林成活率，提高造林

收稿日期：2012-04-24 修回日期：2012-05-22
资助项目：林业行业科研专项“风积沙产业化利用及其迹地植被营建技术研究”(201204205)；国家重点基础研究发展计划(2009CB825103)
作者简介：王文彪(1959—)，男(汉族)，陕西省府谷县人，硕士，高级经济政工师，主要从事沙产业开发研究。E-mail：yhl421016@yahoo.com.cn。
通信作者：尹晓伟(1986—)，男(汉族)，内蒙古自治区包头市人，硕士研究生，研究方向为农业资源环境利用。E-mail：wsyxw0618@126.com。

质量。根据张天勇等人[3-4]的研究结果表明，流动沙丘采用深栽种植法可以提高沙柳种植的成活率。姚建成等[5]研究结果表明，不同的留茬高度对萌条数量有显著影响，对沙柳高生长影响不明显。沙柳平茬留茬高度为 5 cm 的萌条数最高，留茬高度为 0 cm 的萌条数次之，留茬高度为 10 cm 的萌条数最低。米志英，高永等人[6]在库布齐沙漠沙柳无性快速培育技术对比研究中指出，保水剂、每穴四枝、生根粉、农家肥等措施均能提高沙柳成活率，但使用生根粉的沙柳成活率最高。已有的研究都指出了延迟造林时间及深栽造林对沙柳成活率、生长状况都有很大的影响，但很少有人研究沙柳造林技术的改进以及沙柳造林应保持离沙表面的外露高度，不同外露高度对沙柳生长状况的影响等方面。因此本研究在已有研究的基础上，调查了库布其流动沙丘上沙柳不同外露高度的生长状况，以期为该地区生态恢复和重建提供科学依据。

1 试验区概况

试验地位于杭锦旗库布齐沙漠西段七星湖范围内(40°31′—40°41′N，108°19′—108°32′E)。由于北临黄河，地下水资源相对比较丰富。库布齐沙漠气候类型属于温带干旱、半干旱区，气温高，温差大，气候干燥，年大风天数为 25～35 d。试验地以沙丘链和格状沙丘为主，流动沙丘约占 61%。丘间地和平缓沙地植被多以沙柳为建群种。

2 研究方法

2.1 样地选择

本试验样地选择典型的新月型流动沙丘的迎风坡坡底，植被覆盖度小于 5%，沙丘坡度小于 20°。

2.2 试验材料及方法

沙柳选择 2～3 年生，小头直径 0.5 cm，长度为 110 cm 的枝条，光滑无病虫害沙柳种条分 0，5，10 和 15 cm，4 个外露高度栽植，采用 2 m×3 m 株行距，每穴 1 株。每种栽植 50 株。低压水冲植柳造林是总结当地传统造林技术方法的基础上创新的一种适用性较强的新型造林技术。造林过程中以空心钢管作为冲击水枪，通过水泵的压力，将水直接射入沙丘中形成栽植孔，然后将沙柳条插入栽植孔，并用水枪将插条周边的沙土冲入空隙，填满封实，一次性完成沙柳造林和灌水的工序。110 cm 插条每穴造林所需时间仅为 20.47 s，需水量为 1.48 L。本试验在第一年 4 月份插条造林，在同年的 5 月份开始调查沙柳萌蘖期长势，7 月份开始调查沙柳成活率，9 月份开始调查沙柳生长期长势。调查指标包括：沙柳萌蘖期时的萌芽数和萌条长；生长期的总枝数，新枝长，新枝枝条直径，株高和冠幅。

3 结果分析

3.1 不同外露高度对萌蘖期水冲植柳生长状况的影响

调查沙柳均为当年扦插水冲种植。沙柳分布于流动沙丘迎风坡坡底，群落组成比较单一。对 4 种外露高度沙柳进行全面调查。由图 1 可见，水冲植柳的萌芽数和萌条长在外露高度 0～10 cm 范围内，随着外露高度的增加而增大，在外露高度 10 cm 处达最大值，在外露高度 15 cm 处出现下降趋势。萌芽数最大值为 16 个，萌条长最大值为 9 cm；最小值出现在外露高度 0 cm 处，萌芽数最小值为 8 个，萌条长最小值为 6 cm。萌芽数最大值和最小值相比高达 2 倍；萌条长最大值和最小值相比高达 1.5 倍。外露高度的增加有利于沙柳的萌芽和萌条的生长。

由于造林时间选择在春季季风期，外露高度 0 cm 和外露高度 5 cm 的插条受近地表沙打和沙表面的高温危害，导致这种外露高度下萌蘖期沙柳的生长状况低于其他两个外露高度。外露高度 15 cm 的插条萌蘖期生长状况下降，可能是由于外露高度的增加，导致插条的蒸发量增大，并且每种外露高度插条的长度相同，外露高度 15 cm 地下主根部分吸水量小于外露高度 10 cm，所以长势出现下降。

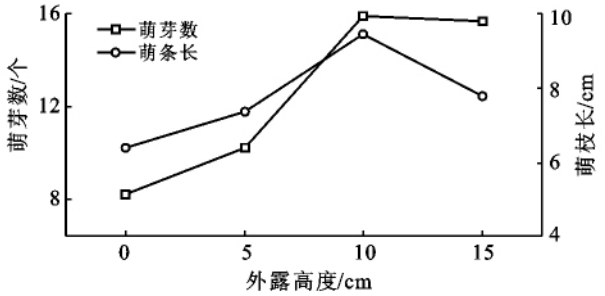


图 1 萌蘖期萌芽数和萌条长随外露高度的变化

3.2 不同外露高度对水冲植柳成活率的影响

邬玉明等人[7]在干旱风沙地区沙柳造林成活率的技术探讨中研究表明，种条上端须外露 5～10 cm，这样能有效地避免近地面风沙对幼芽的沙打危害，从而提高造林成活率。本试验对于沙柳造林成活率适宜外露高度方面进行调查分析。分析结果表明，4 种外露高度成活率随外露高度的增加而增大，外露高度 10 cm 处达最大，在外露高度 15 cm 处出现下降趋势。其中最小值出现在外露高度 0 cm 处，最小值为 63.89%，值，外露高度 10 cm 处成活率最高，最大值为 93.06%，与最小值相比，高达 1.46 倍。由于萌蘖期的萌芽和萌条受沙打危害，直接影响到插条的成活

率;在外露高度 15 cm 处出现下降是由于夏季高温且相同长度的插条,其外露高度的增加,不仅增加了插条的蒸发量,而且也减少了地下部分的吸水量。

3.3　不同外露高度对水冲植柳生长状况的影响

所取样本植株的分别统计总枝数,并对样本每个植株选择 3 个典型枝,以枝条平均长度、枝条的平均直径、枝条的平均株高、平均冠幅等作为评价指标进行数据采集与分析生长状况各个指标的选取。由图 2 可知,水冲植柳总枝数呈现出先增大后下降,总枝数最小值出现在外露高度 0 cm 处,为 11 枝,在外露高度为 10 cm 达最大值,为 14 枝,与最小值相比,高达 1.27 倍。方差分析表明,4 种外露高度对沙柳总枝数影响的差异均达到显著水平($p<0.05$)。枝条长度最小值出现在外露高度 15 cm 处,为 56.95 cm;在外露高度为 10 cm 达最大值,为 76.5 cm,与最小值相比,高达 1.34 倍。由于在萌蘖期外露高度 0 cm 部分萌芽受到沙打和沙表面灼伤的危害,导致不能生长出枝条,插条内部聚集的营养在生长期为枝条的生长提供了有利条件,所以枝长出现先降低后增加的趋势。在外露高度 15 cm 处出现下降,原因是插条在整个生长期内外露高度的增加虽然可以减小沙打和沙表面高温灼伤的危害,但同时也导致蒸发量增加和地下部分吸水量小于其他外露高度。

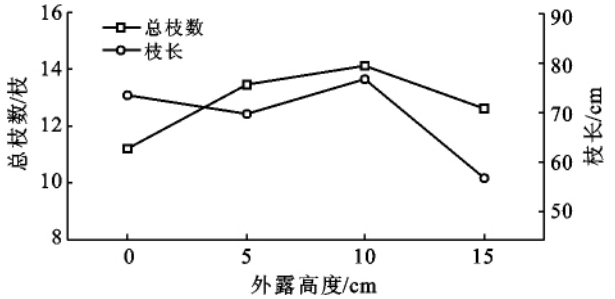


图 2　生长期总枝数和枝长随不同外露高度的变化

研究结果表明,水冲植柳新枝直径随着外露高度的增加而增大,在外露高度为 10 cm 出现拐点,外露高度 10 cm 处达最大值,最大值为 2.79 mm;在外露高度 15 cm 处出现下降,在外露高度 15 cm 处最小,最小值为 2.3 mm,与最大值相比,仅为其 82.44%。外露高度 15 cm 处枝条直径小于其他 3 个外露高度是由于沙柳地下部分吸水量小,蒸发量大,限制其生长。方差分析表明,4 种外露高度对沙柳新枝枝条直径影响的差异均达到显著水平($p<0.05$)。

由图 2—3 可知,水冲植柳株高随着外露高度的增加,在外露高度 15 cm 处出现大幅下降,降幅为 24.72 cm。最小值出现在外露高度 15 cm 处,最小值为 84.03 cm,在外露高度为 10 cm 达最大值,最大值为 108.75 cm,与最小值相比,高达 1.29 倍。由于外露高度 0 cm 的插条其营养供新生枝条生长,所以 4 种外露高度的株高出现先降低后升高的趋势。插条冠幅随着外露高度的增加而增大,在外露高度 10 cm 处出现拐点,最小值出现在外露高度 15 cm 处,最小值为 64.2 cm,外露高度 10 cm 处达最大值,最大值为 83.2 cm,与最小值相比,高达 1.3 倍。流动沙丘水分是限制沙柳生长的主要因素,由于插条长度相同,外露高度 15 cm 比其他 3 种外露高度蒸发量大,地下主根系吸水量小,所以植株的株高和冠幅均为最小。对迎风坡坡底部 4 种外露高度水冲植柳总枝数、新枝枝长、枝条直径、株高、平均冠幅进行方差分析可知,在显著水平 $p=0.05$ 下,外露高度 10 cm 水冲植柳的平均冠幅和其他 3 种外露高度下水冲植柳平均冠幅的差异性极显著。

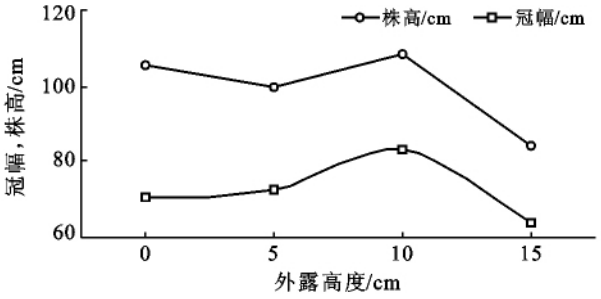


图 3　生长期株高和冠幅随不同外露高度的变化

4　结 论

(1) 外露高度 10 和 15 cm 的水冲植柳插条受沙打和高温灼伤的危害比外露高度 0 和 5 cm 的插条小,所以在萌蘖期的出芽数和新枝枝长要优于其他外露高度的水冲植柳。

(2) 外露高度 0 和 5 cm 的插条,由于受春季流动沙丘移动速度较快,萌蘖期会受到沙埋影响,外露高度 0 cm 的插条受到近地表风沙沙打的危害,萌芽和萌条出现死亡;夏季由于沙表面受太阳直射,沙表面的高温对萌芽和萌条产生灼伤的危害。

(3) 由于在萌蘖期和生长期外露高度 10 cm 的水冲植柳插条受沙打和高温灼伤小,且相同长度的插条,外露高度 10 cm 比外露高度 15 cm 地下埋深多,生根部分较外露高度 15 cm 长,所以外露高度 10 cm 插条成活率最大,同时外露高度 10 cm 的水冲植柳生长期的总枝数、新枝长、新枝直径、株高和冠幅长势最好。因此,仅从利于沙柳的萌发、成活和生长的角度考虑,在迎风坡坡底外露高度 10 cm 比较适宜。

(下转第 143 页)

of America Journal, 1999,63(6):1825-1829.

[13] 梁爱珍,张晓平,申艳,等. 东北黑土水稳性团聚体及其结合碳分布特征[J]. 应用生态学报,2008,19(5):1052-1057.

[14] Barthes B, Roose E. Aggregate stability as an indicator of soil susceptibility to runoff and erosion: Validation at several levels[J]. Catena, 2002,47(2):133-149.

[15] Barthes B, Roose E. 表层土壤团聚体稳定性对径流及土壤侵蚀的影响[J]. 中国水土保持,2002(7):23.

[16] 张金池,陈三雄,刘道平,等. 浙江安吉主要植被类型土壤抗蚀性指标筛选及评价模型构建[J]. 亚热带水土保持,2006,18(2):1-5.

[17] McCalla T M. Water-drop method of determining stability of soil structure[J]. Soil Science, 1944,58(2):117-121.

[18] Imeson A C, Vis M. Assessing soil aggregate stability by water-drop impact and ultrasonic dispersion[J]. Geoderma, 1984,34(3/4): 85-200.

[19] Farres P J, Cousen S M. An improved method of aggregate stability measurement [J]. Earth Surface Processes and Landforms, 1985,10(4):321-329.

[20] Sarah P. Soil aggregation response to long and short-term differences in rainfall amount under arid and Mediterranean climate conditions[J]. Geomorphology, 2005,70(1/2): 1-11.

[21] Cantón Y, Solé-Benet A, Asensio C, et al. Aggregate stability in range sandy loam soils relationships with runoff and erosion[J]. Catena, 2009,77(3): 192-199.

[22] Yoder R E. A direct method of aggregate analysis of soils and a study of the physical nature of erosion losses[J]. Journal of the American Society of Agronomy, 1936,28(5): 337-351.

[23] Kemper W D, Koch E J. Aggregate stability of soils from the western portions of the United States and Canada[R]. Washington, D C. USDA. Tech. Bull. 1355. U. S. Gov. Print. Office, 1966.

[24] Dickson E L, Rasiah V, Groenevelt P H. Comparison of four pre-wetting techniques in wet aggregate stability determination [J]. Can. J. Soil Sci., 1991,71: 67-72.

[25] Le Bissonnais Y. Aggregate stability and assessment of soil crustability and drodibility: I. Theory and methodology[J]. European Journal of Soil Science, 1966, 47(4): 425-437.

[26] Nimmo J R, Perkins K S. Aggregate Stability and Size Distribution [M]// Dane J H, Clarck R G. Methods of Soil Analysis Part 4: Physical Methods. Madison, Wisconsin, USA: Soil Science Society of America, Inc., 2002:317-328.

[27] 王秀颖,高晓飞,刘和平,等. 土壤水稳性大团聚体测定方法综述[J]. 中国水土保持科学,2011,9(3):106-113.

[28] 郭伟,史志华,陈利顶,等. 红壤表土团聚体粒径对坡面侵蚀过程的影响[J]. 生态学报,2007,27(6):2516-2522.

[29] 史志华,闫峰陵,李朝霞,等. 红壤表土团聚体破碎方式对坡面产流过程的影响[J]. 自然科学进展,2007,17(2):217-224.

[30] 张孝存,郑粉莉. 基于 Le Bissonnais 法的东北黑土区土壤团聚体稳定性研究[J]. 陕西师范大学学报:自然科学版,2009,37(5):82-86.

[31] 郭曼,郑粉莉,安韶山,等. 应用 Le Bissonnais 法研究黄土丘陵区土壤团聚体稳定性[J]. 中国水土保持科学,2010,8(2):68-73.

[32] 苏静,赵世伟. 土壤团聚体稳定性平均方法比较[J]. 水土保持通报,2009,29(5):114-117.

[33] 王风,李海波,韩晓增,等. 黑土水稳性团聚体测定方法研究[J]. 农业系统科学与综合研究,2007,23(2):138-140,145.

[34] 彭新华,张斌,赵其国. 红壤侵蚀裸地植被恢复及土壤有机碳对土壤团聚体稳定性的影响[J]. 生态学报,2003,23(10):2176-2183.

(上接第 137 页)

[参 考 文 献]

[1] 治沙造林学编委会. 治沙造林学[M]. 北京:中国林业出版社,1981.

[2] 白凤忠,连桂梅,张俊生,等. 毛乌素沙地沙柳不同季节造林试验研究初报[J]. 内蒙古林业调查设计,2005, 28(S): 55-56.

[3] 张天勇,任宏斌,李培贵. 流动沙丘迎风坡沙柳深栽造林技术研究[J]. 宁夏农业科技,2006(6):25-26.

[4] 杨埃清,越文斌,张彦,等. 毛乌素沙地沙柳不同季节造林试验研究初报[J]. 内蒙古林业科技,1997(3):17-18.

[5] 姚建成,梁海荣,张松林,等,沙柳平茬不同留茬高度对比试验[J]. 内蒙古林业科技,2009,35(4):35-36.

[6] 米志英,高永. 库布齐沙漠沙柳无性快速培育技术对比研究[J]. 中国沙漠,2008,28(2):318-321.

[7] 邬玉明,薛凤英,王计. 干旱风沙地区沙柳造林成活率的技术探讨[J]. 内蒙古林业科技,2003(1):35-36.