

若尔盖县沙化治理试验研究初报

欧平贵¹, 任君芳², 罗鹏¹, 何伟¹

(1. 四川省阿坝州九寨沟县林业局, 九寨沟 623400; 2. 四川省阿坝州科学技术研究院, 623000)

摘要: 若尔盖县省级沙化治理试点项目主要包括以下内容: 开展若尔盖县、红原县沙生植物资源调查, 高海拔区沙生植物无性扦插繁殖技术试验研究、不同规格沙障对阻风挡沙作用效果的试验研究、不同沙化类型不同深度土壤水分的试验研究、柳桩用生根液浸泡处理与不处理成活率的研究; 2 a 生高山柳苗在流动沙地不同沙障规格内植苗成活率的试验研究、1 a 生高山柳苗在流动沙地没有做沙障内植苗, 定干与不定干处理柳苗成活率的试验研究, 1 a 生高山柳苗在固定沙地防风林带不定干植苗, 流动沙地沙障内定干植苗, 流动沙地沙障内不定干植苗成活率的试验研究和秋季植高山柳苗等研究工作。

关键词: 若尔盖县; 沙化治理; 沙生植物; 高山柳

中图分类号: S727.2 文献标识码: A 文章编号: 1003-5508(2013)03-0011-10

A Preliminary Report on Tests of Desertification Control in Zoigê County

OU Ping-gui¹ LUO Peng¹ REN Jun-fang² HE Wei²

(1. Forestry Bureau of Jiuzhaigou County, Jiuzhaigou 623400;

2. Aba Prefecture Institute of Science and Technology, Barkam 623000)

Abstract: The provincial tests of desertification control in Zoigê mainly include the following items: investigations of arenicolous plant resources in Zoigê and Hongyuan counties, researches into the cuttage propagation technique of arenicolous plants in high altitudes and effects of different specifications of sand barrier on wind and sand resistance. In addition, studies are made of alpine willow's seedling raising and propagation and so on.

Key words: Zoigê County, Desertification control, Arenicolous plant, Alpine willow

1 基本情况

若尔盖县位于四川省西北部和阿坝州北部, 地处青藏高原东北边缘。全县总土地面积 10 436 km², 有天然草地面积 80.84 km², 可利用面积 62.5 km², 是川西北牧区的重要组成部分, 四川省十大牧区之一。属高原寒冷地区, 平均海拔 3 450 m, 气候特点冬长无夏, 春秋短, 寒冷干燥, 日照充足, 昼夜温差大, 无绝对无霜期, 年平均气温 0.7℃, 最高 24.6℃, 最低 -33.7℃, 年平均风速 2.5 m·s⁻¹, 最大风速 35 m·s⁻¹, 多年平均大风(8级)日数 28 d,

年平均降水量 657 mm, 蒸发量 1 212.7 mm, 相对湿度 68%, 干旱指数 1.85。水热同期, 水草丰茂, 具有发展高寒草地畜牧业得天独厚的自然优势; 由于自然因素、人为因素和鼠虫危害, 截至 2002 年全县草原沙化面积已达 4.7 km², 尚有潜在沙化草地面积 6.1 km², 分别占全县草原面积的 5.77% 和 7.55%。与 20 世纪 80 年代草地资源调查草原沙化面积 0.48 km² 相比, 增加了 4.18 km², 年递增速度高达 12%。草原沙化主要分布于县境内黄河流域和黑河中、下游的麦溪乡、辖曼乡、嫩哇乡、阿西乡、黑河牧场及白河下游流域的唐克乡。沙地以古河道为中心呈条带状分布, 多分布与黄河、黑河和白河流域的山

收稿日期: 2013-01-18

作者简介: 欧平贵(1964-), 男, 大学本科, 副研究员, 从事林业技术工作。

丘迎风面和古河道上,沙化草地多分布于沙地和古河道周围,又以亚高山草甸草地,迎风坡面山垭口、牧道为多发区,发育最快最严重的是麦溪乡尔基卡沙丘、辖曼乡沙区和阿西乡喜玛拉也沙丘,其面积(包括固定沙地、半固定沙地、流沙、潜在沙化沙地)分别为 1.36 km^2 、 1.09 km^2 和 0.16 km^2 。

若尔盖县省级沙化治理试点项目于2006年立项,2007年开展试点工作,2008年大面积实施。阿坝州林科所于2008年成立项目组与若尔盖县林业局合作,共同开展沙化治理试验研究工作。主要开展若尔盖县、红原县沙生植物资源调查,高海拔区沙生植物无性扦插繁殖技术试验研究;不同规格沙障对阻风挡沙作用效果的试验研究;不同沙化类型不同深度土壤水分的试验研究;柳桩用生根液浸泡处理与不处理成活率的研究;2a生高山柳苗在流动沙地不同沙障规格内植苗成活率的试验研究;1a生高山柳苗在流动沙地没有做沙障内植苗,定干与不定干处理柳苗成活率的试验研究;1a生高山柳苗在固定沙地防风林带不定干植苗、流动沙地沙障内定干植苗、流动沙地沙障内不定干植苗成活率的试验研究等研究工作。

2 试验研究内容和方法

2.1 试验研究内容

2.1.1 沙区治沙植物资源调查

通过对沙化区域治沙植物资源的系统调查,摸清家底,筛选适宜的治沙植物材料,及其适生的生境条件,其次,对过去治沙试验的示范基地进行成效调查,总结有效的植物治沙经验,筛选最优的治沙植物材料。

2.1.2 治沙植物的无性繁殖试验

总结过去治沙植物幼苗的基础上,通过不同优选植物种的扦插繁殖、生根液处理等试验,筛选出沙化治理的最佳植物,及其无性繁殖幼苗技术,为生产提供成熟的、可操作性的技术。

2.1.3 治沙植物的造林试验

通过造林试验与治沙示范地造林效果的调查与测定,探讨不同沙化类型的造林方式与造林效果。总结出最佳的造林技术,以及在生产上加以推广。

2.1.4 沙化治理模式的试验研究

根据研究区沙化类型及特征,开展不同类型的生态学研究,分析其各项生态因子的变化规律,寻求治理对策,探讨适宜的沙化治理模式。

2.2 主要研究方法

2.2.1 沙区治沙植物资源与治沙成效调查方法

2.2.1.1 沙区治沙植物资源调查:

本次调查仅限于若尔盖湿地以及沙化地区,不涉及若尔盖的巴西、包坐、铁布、红原县的查龙、麦哇等林区。调查采用资料查阅与线路调查相结合的方式。2009年,在植物资源相对较多的若尔盖县阿西乡团结沟、红星乡、降扎乡和郎摩寺的后山,以及红原县的阿木乡麦洼寺院及前行5 km(距阿木柯河电站2 km)处、二林场沟前行10 km处、瓦切乡的一、二、四村及龙日坝乡等周边区域进行实地踏查和线路调查,采集标本,同时,收集有价值的种类枝条,带回苗圃,进行无性繁殖试验。

2.2.1.2 治沙植物成效调查:

2009年11月,对若尔盖县1996年以来的治沙工程以及治沙成效进行了详细的调查。主要调查了嫩哇乡的热翁贡巴、热翁贡玛、卡查、龙尔盖;辖曼乡的日尔干、曲如达卡、日莫尖;唐克乡的扎东克、贡干、青玛尔、热青阁;达扎寺镇的策吉、腊吉;班幼乡的奥额日阿、阿西、协玛尖;麦溪乡的协地尔玛、协地贡玛、协马间、尔沙等地。在典型地段,以小班为单元,采用对角线取样,每个小班取7个样地,样地面积 100 m^2 ,同时,在每个样地上取7个播草样方,每个样方面积 1 m^2 ,贴近地面割草,称重。并记载样方土壤、坡度、坡向生境条件,记载木本植物种类、数量、高度、冠幅和分布状况等。

2.2.2 治沙植物的无性繁殖试验方法

治沙植物的育苗繁殖,有种子繁殖和无性扦插繁殖两种方法,就沙生植物高山柳的育苗来说,在具体实施时主要有以下方法。

2.2.2.1 育苗地的准备:包括整地、灌水、土壤消毒、盖地膜等工作。

2.2.2.2 插条的准备:选择1a、2a生、粗度在1 cm~2 cm的完全木质化枝条,剪成18 cm~23 cm长,下剪口剪成楔形,用200倍ATP2液浸泡处理20 h,待扦插用。

2.2.2.3 扦插的方法:将浸泡处理好的枝条垂直插入土壤,地面留3 cm~4 cm长。

2.2.2.4 扦插后的管理:包括灌水、施肥、防治病虫、揭地膜等常规管理。

2.2.3 沙化治理造林技术试验方法

沙化治理,在用木本植物固沙时,目前主要是用2a生高山柳苗造林。该课题的造林技术试验,其采用的方法主要有以下几种。

2.2.3.1 1 a 生和 2 a 生高山柳苗造林对比试验:

选 1 a 生和 2 a 生高山柳苗各 600 株,定植在 4 种沙地类型上,采用 $2\text{ m} \times 2\text{ m}$ 的株行距,逐株调查成活率、生长量和单株分枝数,次年再次调查苗木保存率,研究 1 a 生和 2 a 生高山柳苗造林的差别。

2.2.3.2 引进四茨檉藜进行造林对比试验:

从阿坝州的米亚罗,引进四茨檉藜 400 株,在流动沙地、露沙地各定植 150 株,苗圃定植 100 株,逐株调查成活率、生长量、单株分枝数,次年再次调查造林保存率,研究该树种的适应性。

2.2.3.3 大苗移植窄叶鲜卑花和毛叶锈线菊的对比试验:

在沙化地边缘的灌木林带,分株式挖窄叶鲜卑花和毛叶锈线菊各 150 株,高度在 $70\text{ cm} \sim 100\text{ cm}$ 的多年生树,分别在流动沙地、固定沙地和露沙地上各定植 50 株,用 2 a 生高山柳苗做对照,逐株调查成活率、生长量和单株分枝数,次年再次调查造林保存率,研究该树种的适应性。

2.2.3.4 不同处理的高山柳 2 a 生苗在不同沙地类型上的造林对比试验:

选取生长一致的 2 a 生高山柳苗 300 株,其中 150 株以 200 倍生根液处理,另 150 株为对照,分别在流动沙地、固定沙地和露沙地上各定植 50 株,逐株调查成活率、生长量和单株分枝数,次年再次调查苗木保存率,研究该树种在育苗处理后,在不同沙地类型上的造林成效性。

2.2.4 沙化治理模式的试验研究

阿坝州若尔盖县和红原县的沙化地,就一块沙地来看,中心为流动型沙地,依次向外为半固定沙地、固定沙地和露沙地等 4 种类型,其面积基本各占 $1/4$ (图 1)。要把沙化地治理好,就必须先把移动的沙加以固定,然后在沙地上种植灌木,裸露的地表用多年生草覆盖,恢复到正常的草原功能,建立林、草



图 1 未治理时远距离的沙化概况

复合型高原牧场。

2.2.4.1 对流动沙地用高山柳编制 $2\text{ m} \times 2\text{ m}$ 网格沙障 + 高山柳植苗 + 撒播混合草 + 撒施牛羊粪的沙化治理模式进行固沙(图 2)。流动沙地外围的半固定沙地、固定沙地上撒播混合草种和撒施牛羊粪,露沙地上则植高密度的高山柳苗,采用 $1\text{ m} \times 1\text{ m}$ 的株行距,品字形排列,每 0.067 hm^2 植苗 160 株,撒施牛羊粪 80 kg ,撒播混合草 8 kg ,建立防风林带。流动沙地 $2\text{ m} \times 2\text{ m}$ 的株行距,带状排列固沙,每 0.067 hm^2 流动沙地植苗 40 株,在主风方向的边缘线 and 对应面的沙化地边缘线分别打 10 个定桩,定桩间距离为 5 m ,定桩向下打 40 cm ,沙面上以 50 cm 高为标准高度,共计设定桩 20 个,用边缘线来标定沙化移动的距离,用高度来测定沙移动的量,调查高山柳植苗成活率、当年新梢生长量(新梢长度、粗度)、分枝数等相关量化指标,研究固沙效果。



图 2 沙化治理编制网格状沙障

2.2.4.2 流动沙地用高山柳编制 $3\text{ m} \times 3\text{ m}$ 网格沙障 + 高山柳植苗 + 撒播混合草 + 撒施牛羊粪的沙化治理模式进行固沙,流动沙地外围的半固定沙地、固定沙地上撒播混合草和撒施牛羊粪,露沙地上植高密度的高山柳苗,采用 $1\text{ m} \times 1\text{ m}$ 的株行距,品字形排列,每 0.067 hm^2 植苗 160 株,撒施牛羊粪 80 kg ,撒播混合草 8 kg ,建立防风林带。流动沙地 $2\text{ m} \times 2\text{ m}$ 的株行距,带状排列固沙,每 0.067 hm^2 流动沙地植苗 40 株,在主风方向的边缘线 and 对应面的沙化地边缘线分别打 10 个定桩,定桩间距离为 5 m ,定桩向下打 40 cm ,沙面上以 50 cm 高为标准高度,共计设定桩 20 个,用边缘线来标定沙化移动的距离,用高度来测定沙移动的量,调查高山柳植苗成活率、当年新梢生长量(新梢长度、粗度)、分枝数等相关量化指标,研究固沙效果。

2.2.4.3 流动沙地用高山柳编制 $4\text{ m} \times 4\text{ m}$ 网格沙障 + 高山柳植苗 + 撒播混合草 + 撒施牛羊粪的沙化

治理模式进行固沙,流动沙地外围的半固定沙地、固定沙地上撒播混合草和撒施牛羊粪,露沙地上植高密度的高山柳苗,采用 $1\text{ m} \times 1\text{ m}$ 的株行距,品字形排列,每 0.067 hm^2 植苗160株,撒施牛羊粪80 kg,撒播混合草8 kg,建立防风林带。流动沙地 $2\text{ m} \times 2\text{ m}$ 的株行距,带状排列固沙,每 0.067 hm^2 流动沙地植苗40株,在主风方向的边缘线和对应面的沙化地边缘线分别打10个定桩,定桩间距离为5 m,定桩向下打40 cm,沙面上以50 cm高为标准高度,共计设定桩20个,用边缘线来标定沙化移动的距离,用高度来测定沙移动的量,调查高山柳植苗成活率、当年新梢生长量(新梢长度、粗度)、分枝数等相关量化指标,研究固沙效果。

2.2.4.4 流动沙地用高山柳编制 $2\text{ m} \times 4\text{ m}$ 网格沙障+高山柳植苗+撒播混合草+撒施牛羊粪的沙化治理模式进行固沙,流动沙地外围的半固定沙地、固定沙地上撒播混合草和撒施牛羊粪,露沙地上植高密度的高山柳苗,采用 $1\text{ m} \times 1\text{ m}$ 的株行距,品字形排列,每 0.067 hm^2 植苗160株,撒施牛羊粪80 kg,撒播混合草8 kg,建立防风林带。流动沙地 $2\text{ m} \times 2\text{ m}$ 的株行距,带状排列固沙,每 0.067 hm^2 流动沙地植苗40株,在主风方向的边缘线和对应面的沙化地边缘线分别打10个定桩,定桩间距离为5 m,定桩向下打40 cm,沙面上以50 cm高为标准高度,共计设定桩20个,用边缘线来标定沙化移动的距离,用高度来测定沙移动的量,调查高山柳植苗成活率、当年新梢生长量(新梢长度、粗度)、分枝数等相关量化指标,研究固沙效果。

2.2.4.5 流动沙地用高山柳编制2M宽带状沙障+高山柳植苗+撒播混合草+撒施牛羊粪的沙化治理模式进行固沙,流动沙地外围的半固定沙地、固定沙地上撒播混合草和撒施牛羊粪,露沙地上植高密

度的高山柳苗,采用 $1\text{ m} \times 1\text{ m}$ 的株行距,品字形排列,每 0.067 hm^2 植苗160株,撒施牛羊粪80 kg,撒播混合草8 kg,建立防风林带。流动沙地 $2\text{ m} \times 2\text{ m}$ 的株行距,带状排列固沙,每 0.067 hm^2 流动沙地植苗40株,调查高山柳植苗成活率、当年新梢生长量(新梢长度、粗度)、分枝数等相关量化指标。



图3 经过治理一个月后的效果图

2.3 治沙示范地植被恢复试验

本项试验的目的是探讨不同沙化地的造林效果,2005年度在若尔盖县麦溪乡、唐克乡、辖曼乡,开展植物治理沙化的试验示范,造林树种为高山柳(小叶柳),以 $2\text{ m} \times 1\text{ m}$ 的株行距植苗,并采用当地老芒麦、披肩草、黑麦草等混合草种,直播治沙。2009年对造林地进行调查。在4种类型沙化地段共布设了7块试验地,即固定沙地布设试验地1个(样方B),流动沙地边缘区布设试验地两个(样方A和样方C),流动沙地中心区布设试验地3个(样方D、样方E和样方F),流动沙地治理区,即1997年造林实验区,布设试验地两个(样方G和样方H),详情见表1。

表1 不同沙化类型造林效果分析

地点	样地编号	小地名	治沙年份	平均冠幅 (cm)	平均树高 (cm)	最大树高 (cm)	最小树高 (cm)	保存率 (%)	沙化类型
麦溪乡	A	斜地杂玛	2005	77~77	76	107	39	73.33	流动沙地边缘
	B	斜地杂玛	2005	110~129	157	205	91	74.44	固定沙地
	C	斜地贡玛	2007	108~121	79	112	28	37.33	流动沙地边缘
	D	斜马间	2007						流动沙地中心区
	E	杂沙	2007						流动沙地中心区
唐克乡	F	斜东斜热	2006						流动沙地中心区
辖曼乡	G	曲如达卡	1997	166~169	138	167	92	63.33	流动沙地治理区
	H	达尔	1997	158~163	112	179	77	73.33	流动沙地治理区

通过试验研究的结果表明:不同的沙化类型造林效果明显不同,因此,在沙化治理过程中,对于不

同的沙化类型应采取不同的治理措施。本试验造林类型分为3大类,即立地条件好的地段(固定沙地

和流动沙地边缘区) ,立地条件差的地段(流动沙地中心区) ,流动沙地治理区。

2.3.1 固定沙地和流动沙地边缘区沙化类型: 地处斜地尕玛试验地地处黄河阶地 ,为固定沙地或流动沙地初期 ,相对生境条件较好 ,且较为稳定 ,样地 B 和样地 A 的植被恢复效果最好 ,高山柳的保存率分别为 74.44% 和 73.33% (表 1) ,平均冠幅分别为 $110\text{ cm}^2 \sim 129\text{ cm}^2$ 和 $77\text{ cm}^2 \sim 77\text{ cm}^2$,苗木平均高度分别为 157 cm 和 76 cm ,其草本植物生长良好 ,每 0.067 hm^2 平均产草量分别为 476.8 kg 和 362.7 kg (表 2) ,按四川省牧草地质量等级划分标准: 每

表 2 造林试验地产草量调查统计表(产量单位: $\text{kg} \cdot 0.067\text{ hm}^{-2}$)

地点	麦溪乡	小地名	斜地尕玛	治沙年份	2005 年						
沙地类型	种类	调查地产量	最高产量			最低产量			平均产量		
流动沙地	混合草	311.8	333.5	326.3	333.5	355.3	362.5	300.2	375.2	304.9	362.7
固定沙地	混合草	471.3	456.8	435	398.8	427.8	464	420.5	484	389.8	476.8

2.3.2 流动沙地中心区沙化类型: 样地 D、E、F 处于流动沙地的中心地段 ,沙地仍然在移动。种植高山柳与播草均失败 ,草类与树木成活极少 ,现保存最好的地块 100 m^2 内存活 15 株 ,死亡 25 株。

2.3.3 流沙地治理区: 为 1997 年沙化治理地段 ,流动沙地防风林带植苗 ,铁丝网围栏被人为破坏。牛羊践踏严重 ,经多次补植 ,高山柳和撒播草种效果都

0.067 hm^2 平均产草量高于 420 kg 为优质草场 ,300 kg ~ 420 kg 为优良草场 ,300 kg 以下为劣质草场。由此看来 ,固定沙地样地 B 不仅高山柳生长良好 ,地被草场也达到优质草场的标准 ,同样生境条件较好的流动沙地边缘地带 ,样地 A 的植被恢复效果也不错 ,不仅灌木生长良好 ,地被草场每 0.067 hm^2 产量 362.7 kg ,也达到了优良草场的标准 ,表明在斜地尕玛的沙化治理试验完全成功 ,其模式值得推广。在斜地尕玛的另一块样地(样地 C) ,地处流动沙地边缘地段 ,生境条件也较好 ,各项植被恢复指标良好 ,只是造林时间太短(2007 年) ,有待继续观察。

很差 ,经过 12 a 的生长 ,残存的高山柳苗生长较好 ,被牛羊破坏后主干生长成丛状 ,表明高山柳顽强的生命力 ,是一种优良的治沙植物。这些地块属于沙化治理不完全成功的地块 ,其最主要原因是维护没有跟上。应该强调的是: 造林后的 6 a 内 ,铁丝网围栏在防止牛羊践踏、保障植物存活和生长、实现植被恢复方面起到了关键的作用(表 3、表 4 和表 5)。

表 3 铁丝网围栏造林效果分析(重量单位: $\text{kg} \cdot 0.067\text{ hm}^{-2}$)

地点	辖曼	小地名	乡政府背后、日尔干			治沙年份	1985 年				
沙地类型	种类	重量	最高产量	最低产量	平均产量						
流动沙地	混合草	290	435	326.3	348	304.5	311.8	406	449.1	240.8	375.8

备注: 1985 年治沙地 ,当时治理全是流动沙地 ,高山柳植苗全部成林 ,树高大部分多在 5 m 以上 ,中部在 2 m 以上 ,流动沙地顶部全部形成灌木丛 ,沙地被完全固定 ,种草部分 ,经多年演化已经形成为自然草。

表 4 铁丝网围栏被破坏地的造林效果分析(重量单位: $\text{kg} \cdot 0.067\text{ hm}^{-2}$)

地点	辖曼	小地名	重量			治沙年份	1997 年				
沙地类型	种类	最高产量	最低产量	平均产量							
流动沙地	混合草	145	253.8	290	152.3	232	275.5	188.5	340.5	132	242.7

备注 1997 年治沙地 ,带状种植高山柳树苗 ,撒牛羊粪固沙 ,部分地块成效较好(属于网围栏没有被破坏的区域)。

2.4 沙化治理模式的试验研究

根据研究区沙化类型及特征 ,开展不同类型的生态学研究 ,分析其各项生态因子的变化规律 ,寻求治理对策 ,探讨适宜的沙化治理模式。

2.4.1 田间试验设计

2.4.1.1 沙化治理配套技术对风速影响的研究: 对流动型沙地 ,在迎风面不同密度植高山柳对风速的影响 ,设 $1\text{ m} \times 1\text{ m}$,每行栽植 10 株 ,以 5、10、15 行为防风带 , $1\text{ m} \times 1.5\text{ m}$,每行栽植 10 株 ,以 5 行、10

行和 15 行为防风带 , $1\text{ m} \times 2\text{ m}$,每行栽植 10 株 ,以 5 行、10 行和 15 行为防风带行。

2.4.1.2 沙化治理配套技术对沙化扩展速度影响的研究: 对固定型沙地 ,采用 $1\text{ m} \times 2\text{ m}$ 的株行距 ,植高山柳 ,行间撒播披肩草 ,研究沙化扩展的速度。

2.4.1.3 沙化治理后的水分变化情况研究: 露沙地设置围栏 ,撒播披肩草 ,撒牛羊粪 ,定期测定土壤水分。

2.4.1.4 乡土树种的繁殖技术和适应性研究: 在调

表 5 高海拔区沙生植物无性扦插繁殖试验统计表

树种名称	处理方式	浸泡时间	扦插枝数	成活株数	成活率(%)	备注	
高山柳	ABT 生根液 50 倍液蘸插	5 s	100 枝	42 株	42		
	ABT 生根液 200 倍液浸泡	12 h	100 枝	52 株	52		
	ABT 生根液 200 倍液浸泡	15 h	150 枝	98 株	65.3		
	ABT 生根液 200 倍液浸泡	枝粗 2 cm 以下	20h	90 枝	52 株	57.7	
		枝粗 2 cm 以上	20 h	90 枝	65 株	72.2	
	200 倍液浸泡混合型枝条	20 h	490 枝	414 株	85		
窄叶绣线菊	ABT 生根液 50 倍液蘸插	5 s	150 枝	2 株	1.3	扦插时间过晚, 芽已经萌动	
	ABT 生根液 100 倍液浸泡	6 h	180 枝	0 株	0		
	ABT 生根液 200 倍液浸泡	15 h	110 枝	1 株	0.9		
	ABT 生根液 200 倍液浸泡	20 h	180 枝	6 株	3.3		
西藏忍冬	ABT 生根液 50 倍液蘸插	5 s	10 枝	1 株	10		
	ABT 生根液 200 倍液浸泡	20 h	20 枝	1 株	5		
窄叶鲜卑花	ABT 生根液 50 倍液蘸插	5 s	140 枝	0 株	0		
	ABT 生根液 100 倍液浸泡	6h	380 枝	0 株	0		
	ABT 生根液 200 倍液浸泡	12 h	100 枝	0 株	0		
	ABT 生根液 200 倍液浸泡	15 h	100 枝	0 株	0		
	ABT 生根液 200 倍液浸泡	20 h	210 枝	0 株	0		
四翅滨藜适应性试验			300 枝	52 株	17	定植过晚, 苗木已经萌动	

查的基础上,采集乡土树种的枝条或种子,进行繁殖技术,并将繁育的苗木栽植在不同的沙化地上,研究各树种的适应性。

2.4.1.5 高原湿地的水位变化情况研究:通过填沟堵渠,定期测定其水位变。

2.4.2 测定方法

2.4.2.1 风速的测定:在不同的处理区,设风速测定仪一个,支架高 1 m,详细记录风速变化。

2.4.2.2 沙化速度测定:在不同的处理区,进行沙化边界标定,测量沙化延缓距离。

2.4.2.3 水分变化测定:在不同的处理区,定期取土样,测定土样水分,每个处理取土样 5 个,3 次重复,取样时间,雨后的当天,取 1 次,雨后 1 周取 1 次,半月取 1 次,1 个月取 1 次。

2.4.2.4 沙化治理模式研究:不同规格沙障+植高山柳苗+播混合草种+撒牛羊粪的治理模式,研究其最佳治理效果,最佳经济投入。

2.4.2.5 乡土树种在不同沙化地上的适应性调查:调查各树种在不同沙化地上的定植成活率,当年生长量,包括当年新梢长度,粗度,分枝情况等。

3 结果分析

沙化土地要得到治理,首先要怎样提高固沙树苗的栽植成活率,草种的适应性,固沙性以及降低治理成本,同时,重点考虑苗木的繁殖系数,苗木的苗龄,栽植时间,栽植技术与苗木成活后的生长,撒放牛羊粪(牛羊粪富含胡敏酸、富里酸,对土壤团粒

结构起着重要的粘结作用),另一方面牛羊粪,经过微生物的分解,可以提供大量植物生长需要的养分,供柳树和草的生长。

3.1 不同沙化治理模式实验

3.1.1 灌定根水与不灌定根水处理实验

2 a 生高山柳苗在露沙地植苗,每处理 45 株,每个重复 15 株,3 次重复,研究其成活率与成活后的生长表现。结果灌定根水各处理成活率分别 33.3%、33.0%、26.7%,平均成活率 31.2%,新梢生长量为 4.4 cm、5.3 cm、12.3 cm,平均新梢长度为 7.3 cm;不灌定根水各处理成活率分别 33.3%、66.0%、6.7%,平均成活率 35.2%,新梢生长量为 4.9 cm、5.7 cm、3.3 cm,平均新梢长度为 4.6 cm;试验从结果来看,无处理间的区别,在灌定根水时的灌水量太少,每株 1 kg~2 kg,作为沙地,等于没有灌水,其它属于立地条件不一致造成的。结果见表 6。

3.1.2 不同沙化类型地段造林模式

1 a 生高山柳苗在固定沙地防风林带不定干植苗、流动沙地沙障内定干植苗、流动沙地沙障内不定干植苗,每处理 45 株,每个重复 15 株,3 次重复,研究其成活率与成活后的生长表现,结果流动沙地沙障内定干植苗各处理成活率分别 85.0%、80.0%、70.0%,平均成活率 78.3%,新梢生长量为 23.4 cm、23.4 cm、28.4 cm,平均新梢长度为 25.0 cm,平均新梢粗度 2.32 mm;流动沙地沙障内不定干植苗各处理成活率分别 56.3%、80.0%、86.7%,平均成活率 74.3%,新梢生长量为 25.7 cm、24.2 cm、18.1 cm,平均新梢长度为 22.6 cm,平均新梢粗度 1.99

mm; 固定沙地防风林带不定干植苗各处理成活率分别 26.7%、6.7%、6.7%, 平均成活率 13.4%, 新梢生长量为 6.4 cm、6.0 cm、10.0 cm, 平均新梢长度为 7.7 cm, 平均新梢粗度 1.33 mm; 试验结果经过方差分析和显著性检验, 定干处理的成活率、新梢生长量

均高于不定干的处理, 且达到极显著水平, 流动沙地沙障内不定干植苗处理的成活率、新梢生长量均又高于固定沙地防风林带不定干植苗处理, 也达到极显著水平。结果见表 7。

表 6 2 a 生高山柳苗在露沙地灌定根水与不灌定根水处理统计

处理方式	株数	处理重复平均成活率(%)				处理重复平均新梢长度(cm)			
		I	II	III	平均成活率(%)	I	II	III	平均新梢长度(cm)
灌定根水	45 株	33.3	33	26.7	31.2	4.4	5.3	12.3	4.4
不灌定根水	45 株	33.3	66	6.7	35.2	4.9	5.7	3.3	4.6

表 7 不同沙化类型地段造林模式统计分析

处理方式	株数	处理重复平均成活率(%)				处理重复平均新梢长度(cm)			
		I	II	III	平均成活率(%)	I	II	III	平均新梢长度(cm)
固定沙地防风林带不定干植	45 株	26.70	6.70	6.70	13.4	6.40	6.00	10.00	7.5
流动沙地沙障内定干	45 株	85.00	80.00	70.00	78.3	23.40	23.40	28.40	25.0
流动沙地沙障内不定干	45 株	56.30	80.00	86.70	74.3	25.70	24.20	18.10	22.6

3.1.3 不同沙障规格内植苗实验

本试验采用 2 m×2 m、3 m×3 m、4 m×4 m、2 m×4 m 等 4 种沙障模式处理, 每处理 45 株, 每个重复 15 株, 3 次重复, 研究其成活率与成活后的生长表现, 结果 2 m×2 m 处理的成活率分别 46.7%、93.3%、40.0%, 平均成活率 60.0%, 新梢生长量为 7.4 cm、18.2 cm、18.7 cm, 平均新梢长度为 14.2 cm, 平均新梢粗度 1.8 mm; 3 m×3 m 处理的成活率分别 46.7%、46.7%、26.7%, 平均成活率 40.0%, 新梢生长量为 15.6 cm、14.0 cm、16.3 cm, 平均新梢长度为 15.3 cm, 平均新梢粗度 2.1 mm; 4 m×4 m 处理的成活率分别 46.7%、46.7%、60.0%, 平均成活率 51.1%, 新梢生长量为 11.0 cm、12.7 cm、15.5

cm, 平均新梢长度为 13.1 cm, 平均新梢粗度 1.7 mm; 2 m×4 m 处理的成活率分别 80.0%、60.0%、80.0%, 平均成活率 73.3%, 新梢生长量为 15.0 cm、6.2 cm、4.3 cm, 平均新梢长度为 11.9 cm, 平均新梢粗度 1.7 mm; 试验结果经过方差分析和显著性检验, 苗木成活率、新梢生长量无显著差异, 处理材料来自同一总体, 试验地类型相同, 不同规格的沙障对 2 a 生高山柳苗木的成活率、新梢生长量无显著影响, 但 2 m×2 m 和 2 m×4 m 规格的沙障内植苗, 成活率高于 3 m×3 m、4 m×4 m 规格处理, 是由于同一山脊两个不同的地块, 在高海拔区, 山脊的主峰作用, 影响了土壤水分和降雨量, 造成成活率之间的差异。结果见表 8。

表 8 不同沙障规格内植苗实验效果统计分析

处理方式	株数	处理重复平均成活率(%)				处理重复平均新梢长度(cm)			
		I	II	III	平均成活率(%)	I	II	III	平均新梢长度(cm)
2 m×2 m	45	46.7	93.3	40	60	7.4	18.2	18.7	14.8
3 m×3 m	45	46.7	46.7	26.7	40	15.6	14	16.3	15.3
4 m×4 m	45	46.7	46.7	60	51.1	11	12.7	15.5	13.1
2 m×4 m	45	80	60	80	73.3	15	6.2	4.3	11.9

3.2 不同沙化治理模式的生态效益分析

3.2.1 不同沙化类型不同深度土壤水分变化的研究

为了掌握不同沙化类型不同深度土壤水分的变化, 自雨季到来时, 每隔 10 d 进行 1 次, 分流动沙地、固定沙地、半固定沙地、露沙地等类型, 测定 0~

10 cm、11 cm~20 cm、21 cm~40 cm、41 cm~60 cm 深度的土壤水分, 每处理重复 3 次, 从沙地类型来看, 流动沙地 0~40 cm 的水分含量最低, 固定沙地水分含量最高, 41 cm~60 cm 深度的水分含量, 不同沙化类型水分变化很小; 从月份来看, 7 月至 8 月的水分含量最较高, 9 月过后开始下降, 11 月过后,

若尔盖气温下降,沙地开始结冰冻土,无法测定土壤水分,结果见表9。

表9 不同沙化类型不同深度土壤水分测定统计

处理 时间	流动沙地				固定沙地				半固定沙地				露沙地			
	0-10	11-20	21-40	41-60	0-10	11-20	21-40	41-60	0-10	11-20	21-40	41-60	0-10	11-20	21-40	41-60
7.2	4.6	6.6	7	5.9	6	6.7	6.6	7.5	5.4	5.7	7	7.5	12.6	17.3	17.3	3.7
7.25	2.7	4	3.7	6.1	3.4	4.5	6.8	6.3	1.9	3.4	4.7	6.7	5.7	9.2	7.3	5.5
7.16	5.5	7.8	7.8	7.6	12.5	17.3	15.4	7.6	7.8	7.6	6.9	6				
8.20	4.5	5.3	5.8	7.2	5	6.8	6.6	6.2	3.8	5	6.5	6.9	7.4	8.3	4.8	3.7
合计	17.3	23.7	24.3	26.8	26.9	35.3	35.4	27.6	18.9	21.7	25.1	27.1	25.7	34.8	29.4	12.9
平均	4.3	5.9	6.1	6.7	6.7	8.8	8.9	6.9	4.7	5.4	6.3	6.8	8.6	11.6	9.8	4.3

3.2.2 不同规格沙障对阻风挡沙作用效果的研究

针对流动沙地 2 m×2 m、3 m×3 m、2 m×4 m 的沙障,以不做沙障为对照,在主风方向的边缘线和对面的沙化地边缘线分别打 10 个定桩,定桩间距离为 5 m,定桩向下打 40 cm,沙面上以 50 cm 高为标准高度,共计设定桩 80 个,用边缘线来标定沙化移动的距离,用高度来测定沙移动的量,于 2008 年 7 月 5 日,做沙障和植苗、施肥、种草完成后进行,每月测量一次,截止 2008 年 11 月 15 日,处理与对照的结果非常明显,2 m×2 m、3 m×3 m 做沙障的,定桩的高度和沙化边缘线与定桩位置基本上没有变

化,2 m×4 m 的沙障,定桩的高度主风方向平均减少 1cm,对应面增加 1.4 cm,沙化边缘线与定桩位置主风方向没有变化,沙化边缘线与定桩位置对应面移动最远的达到 145 cm,平均 59.7 cm,对照区定桩的高度主风方向平均减少 1cm,对应面增加 2.7 cm,沙化边缘线与定桩位置主风方向移动最远的达到 568 cm,平均 354 cm,沙化边缘线与定桩位置对应面移动最远的达到 356 cm,平均 239 cm,从结果也可以看出,流动沙地主风方向沙移动快,且移动远,移动的量也大,而对应面沙移动慢,移动的量也小,所以沙化后往往形成的全是沙丘,结果见表 10。

表 10 不同规格沙障对阻风挡沙作用效果调查统计

处理	序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
对照	主风方向	50.2cm	50cm	50cm	49.5cm	49.6cm	47.1cm	50cm	52.9cm	49cm	49.8cm
	增减量	0.2cm	0	0	-0.5cm	-0.4cm	-2.9cm	0	2.9cm	-1cm	-0.2cm
	沙移动距离		52cm	67cm	95cm	230cm	443cm	532cm	516cm	568cm	516cm
	对应方向	49cm	50.5cm	48.2cm	48.4cm	50.5cm	54cm	52.7cm	52cm	58cm	60cm
	增减量	-1cm	0.5cm	-1.8cm	-1.6cm	0.5cm	4cm	2.7cm	2cm	8cm	10cm
2 m×2 m	沙移动距离	19cm	286cm	321cm	275cm	245cm	264cm	319cm	303cm	356cm	0
	主风方向	49cm	49cm	※	48.1cm	57.1cm	48.4cm	47.8cm	48cm	48.5cm	※
	增减量	-1cm	-1cm		-1.9cm	-2.9cm	-1.6cm	-2.2cm	2cm	1.5cm	
	沙移动距离	0	0		0	0	0	0	0	0	
	对应方向	47.3cm	48.5cm	44.6cm	48cm	48.5cm	51cm	48.4cm	50cm	53cm	※
3 m×3 m	增减量	-2.7cm	-1.5cm	-5.4cm	-2cm	-1.5cm	1cm	-1.6cm	0	3cm	
	沙移动距离	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	主风方向	48.8cm	49.8cm	49.5cm	49.4cm	49.1cm	49.1cm	49.6cm	49.9cm	50cm	49.7cm
	增减量	-1.2cm	-0.2cm	-0.5cm	-0.6cm	-0.9cm	-0.9cm	-0.4cm	-0.1cm	0	-0.3cm
	沙移动距离	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 m×4 m	对应方向	49.4cm	48.9cm	49.6cm	47.5	49cm	49cm	49.3cm	49.2cm	49cm	47.7cm
	增减量	-0.6cm	-1.1cm	-0.4cm	-2.5	-1cm	-1cm	-0.7cm	-0.8cm	-1cm	-2.3cm
	沙移动距离	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	主风方向	47.3cm	48.5cm	44.6cm	48	48.5cm	51cm	48.4cm	50cm	53cm	※
	增减量	-2.7cm	-1.5cm	-5.4cm	-2	-1.5cm	1cm	-1.6cm	0	3cm	
	沙移动距离	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	对应方向	49.2cm	49.6cm	47.8cm	48.2	49.1cm	49cm	51cm	48.5cm	49.2cm	49cm
	增减量	-0.8cm	-4cm	-2.2cm	-1.8	-0.9cm	-1cm	1cm	-1.5cm	-0.8cm	-1cm
	沙移动距离	0	0	0	0	0	71cm	98cm	145cm	116cm	107cm

3.2.3 沙障对阻风作用效果的研究

一是在同一时间,在空旷地处,用两个风速测定仪,一个贴近地面,另一个距地面 1m,测定风速,看其风的变化;二是在沙障的主风方向内,距沙障 20

cm、50 cm、100 cm,用两个风速测定仪,一个贴近地面,另一个距地面 1m 高度,同时记录风速,看其风速的变化,研究沙障阻风的效果,结果表明,空旷地处的连续 10 次测定,合计降低风速 2.34 m·s⁻¹,距

地面 1m 高度, 贴地面距沙障 20 cm, 连续 10 次测定, 合计降低风速 $7.5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, 距地面 1 m 高度, 贴地面距沙障 50 cm, 连续 10 次测定, 合计降低风速 $5.2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, 距地面 1m 高度, 贴地面距沙障 100

cm, 连续 10 次测定, 合计降低风速 $3.5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, 随距沙障越远, 降低风速越小, 其结果在统计时是按对应的同一组数之差再求平均数, 见表 11。

表 11 沙障对风速变化的影响

项目	序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	备注
空旷地	距地 1 m	0.9cm	1.2cm	0.8cm	1cm	2.3cm	3.5cm	7cm	5.1cm	4.4cm	8.3cm	合计 2.34
	紧贴地面	0.84cm	1.1cm	0.74cm	0.88cm	2cm	3.3cm	6.6cm	4.8cm	4cm	7.9cm	
	两者相差数	0.06cm	0.1cm	0.06cm	0.12cm	0.3cm	0.2cm	0.4cm	0.3cm	0.4cm	0.4cm	
沙障内	距地 1 m	5.5cm	5.1cm	5.3cm	4.9cm	4cm	5.1cm	3.3cm	3.5cm	2.2cm	1.4cm	合计 7.5
	贴地面距沙障 20cm	4.7cm	4.5cm	4.3cm	4.2cm	3.1cm	4.3cm	2.4cm	2.9cm	1.4cm	0.9cm	
	两者相差数	0.8cm	0.6cm	1cm	0.7cm	0.9cm	0.7cm	0.9cm	0.6cm	0.8cm	0.5cm	
	距地 1 m	5.5cm	5.1cm	5.3cm	4.9cm	4cm	5.1cm	3.3cm	3.5cm	2.2cm	1.4cm	合计 5.2
	贴地面距沙障 50cm	5cm	4.7cm	4.9cm	4.4cm	3.3cm	4.6cm	2.8cm	3cm	1.8cm	1cm	
	两者相差数	0.5cm	0.4cm	0.6cm	0.5cm	0.7cm	0.5cm	0.5cm	0.5cm	0.6cm	0.4cm	
	距地 1 m	4.2cm	5cm	5cm	5.7cm	3.4cm	3cm	4.6cm	4.2cm	1.9cm	1.5cm	合计 3.5
	贴地面距沙障 100cm	3.8cm	4.6cm	4.7cm	5.3cm	3.1cm	2.6cm	4.2cm	3.9cm	1.6cm	1.1cm	
	两者相差数	0.4cm	0.4cm	0.3cm	0.4cm	0.3cm	0.4	0.4	0.3	0.3	0.4	

3.2.4 不同实验区风速变化规律

通过手持风速测定仪的测定, 沙障阻风效果明显, 大大减小了地表的风速, 从表 9 和表 10 可以看出, 靠近沙障的风速减少最小, 而 50 cm 处降低风速最大, 是由于靠近沙障的地方, 风是从沙障的缝隙中吹来的, 风速反而变大, 50 cm 处是属于缓风带, 阻风效果最好, 沙障是一项有效的固沙措施, 完全可以在治沙上推广应用, 在确定测定风速时, 考虑到高山柳植苗, 在治理沙化的前 3 a ~ 5 a 内, 由于海拔 3 500 m 以上的地区, 植物生长季节短, 霜冻来的很早, 高山柳当年新梢还没有完全木质化, 就遭霜冻的伤害, 无法过冬, 很长一段都会干枯死亡, 年复一年, 就会生长成低矮的灌丛, 一般高度都在 1 m 左右, 其有效阻风高度为 1 m, 测定结果见表 12 和表 13。

表 12 若尔盖县麦溪乡斜地贡玛风速测定表

测定日期	测定内容	测定次数	最大风速 ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)	平均风速 ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)	平均风速差异 ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)
4月15日 上午	地面(沙障边)	30	7.7	3	0.6
	离地 1 m	30	9.1	3.6	
	地面(离沙障 20 cm)	30	4.4	2.3	
	离地 1 m	30	7	4.2	
	地面(离沙障 50 cm)	30	3.6	2.6	
	离地 1 m	30	8.9	5.7	
4月15日 下午	地面(离沙障 1 m)	30	3.8	2.4	2.2
	离地 1 m	30	8.3	4.5	
	地面(沙障边)	30	2.2	1.3	
	离地 1 m	30	6.3	3.5	
	地面(离沙障 20 cm)	30	1.6	1.1	
	离地 1 m	30	5.1	3.5	
4月15日 下午	地面(离沙障 50 cm)	30	2.7	1.5	5.2
	离地 1 m	30	8.6	6.7	
	地面(离沙障 1 m)	30	2.1	1.4	
	离地 1 m	30	7.3	5.0	

表 13 若尔盖县辖曼乡斜日尔干风速测定表

测定日期	测定内容	测定次数	最大风速 ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)	平均风速 ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)	平均风速差异 ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)
4月16日 上午	地面(沙障边)	30	4.2	1.6	2.3
	离地 1 m	30	7.2	3.9	
	地面(离沙障 20 cm)	30	8.6	2.5	
	离地 1 m	30	9.7	4.9	
	地面(离沙障 50 cm)	30	11.2	2.7	
	离地 1 m	30	7.5	4.4	
4月16日 下午	地面(离沙障 1 m)	30	7.5	2.2	2.3
	离地 1 m	30	9.7	4.5	
	地面(沙障边)	30	9.2	2.3	
	离地 1 m	30	7.5	4.6	
	地面(离沙障 20 cm)	30	7.3	2.1	
	离地 1 m	30	9.7	4.6	
4月16日 下午	地面(离沙障 50 cm)	30	4.0	1.5	2.9
	离地 1 m	30	7.5	4.4	
	地面(离沙障 1 m)	30	4.4	1.8	
	离地 1 m	30	8.2	4.8	

4 结论与建议

4.1 主要研究结论

1 a 生高山柳苗在固定沙地防风林带不定干植苗、流动沙地沙障内定干植苗、流动沙地沙障内不定干植苗, 试验结果经过方差分析和显著性检验, 定干处理的成活率、新梢生长量均高于不定干的处理, 且达到极显著水平, 流动沙地沙障内不定干植苗处理的成活率、新梢生长量均又高于固定沙地防风林带不定干植苗处理, 也达到极显著水平。

1 a 生高山柳苗在流动沙地没有做沙障内植苗, 定干与不定干的处理, 试验结果经过方差分析和显著性检验, 同一类型的沙化地, 定干处理的成活率、

新梢生长量均高于不定干的处理,且达到极显著水平。

2 a 生高山柳苗在流动沙地不同沙障规格内植苗,试验结果经过方差分析和显著性检验,苗木成活率、新梢生长量无显著差异,处理材料来自同一总体,试验地类型相同,不同规格的沙障对 2 a 生高山柳苗木的成活率、新梢生长量无显著影响。

若尔盖县省级沙化治理试点项目,通过 4 a 的试点和研究,用灌木和小乔木植苗,来防风固沙,为了提高植苗的成活率,除了选择适宜的树种外,还要注意挖定植穴的深度不能浅于 40 cm,被植的苗最好进行定干处理,做沙障挡风阻沙时,针对流动性强的采用 2 m × 2 m 的沙障来治理沙化固沙,流动性相对较小的采用 3 m × 3 m 的沙障来治理沙化,2 m × 4 m 的沙障在特殊条件下可以用来治理沙化,才能达到既经济效果又好的目的。

若尔盖治沙,在植苗固沙季节安排上,可以分春、秋两季进行,在治理过程中植苗和播草种缺一不可。

成功治理的沙地,围护设施特别重要,必须保证围护设施完好 5 a 以上,才能达到治理的目的。

用高山柳条做沙障,既利用了当地的资源,又有经济效益,阻风作用强,固沙效果好,可以加以推广。

4.2 存在问题及建议

4.2.1 存在的问题

(1) 海拔高,空气干燥,气候寒冷,天气多变,空气稀薄,严重缺氧;

(2) 雨季大都集中在 6 月~9 月,11 月到次年 3 月,属于极度干燥,同时大风也集中在这段时间;

(3) 源黄河两岸的草场,地表下 30 cm 至 40 cm 就是厚厚的沙层,表土层一旦被破坏,就开始沙化;

(4) 诸多气象因子都不利于植物的生长和人为的活动,因此,植物种类较少,治沙树种的选择范围

偏窄,植物生长期短,生长量小,植被很难恢复,给治沙带来很大难度;

(5) 沙粒细,风速在 $1.6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 时,沙就会移动,沙化扩展速度很快;

(6) 沙化治理难度大,费用高,治理经费严重不足。

4.2.2 建议

在高海拔区,进行沙化治理,用灌木和小乔木植苗,来防风固沙,为了提高植苗的成活率,除了选择适宜的树种外,建议挖定植穴的深度不能浅于 40 cm,被植的苗最好进行定干处理,才能达到既经济效果又好的目的。

高山柳植苗固沙,从成活率和生长来看,1 a 生苗和 2 a 生苗无大的差异,建议用 1 a 生苗,可以降低成本。

沙障阻沙用于流动沙地,根据流动沙地的沙流动性来确定沙障规格,沙流动性强的,建议采用 2 m × 2 m 的规格,沙流动性小的,采用 2 m × 4 m、4 m × 4 m 的规格,沙流动性级小的,还可以用沙障带,来进行固沙。

阿坝州的沙化,面积逐年扩大,现已具备治沙经验和成功技术,建议加以推广。

参考文献:

- [1] 王恭祚. 林为先导种养为翼综合治理沙漠化[J]. 林业实用技术 2008(9).
- [2] 禹烂景. 永定河故道沙化土地治理模式示范推广[J]. 现代农业科技 2009(6).
- [3] 高学政. 黄河故道沙化治理模式的研究[J]. 山东林业科技, 2008(6).
- [4] 杨树林. 沙柳集束沙障固沙技术探讨[J]. 内蒙古林业科技, 2004(3).
- [5] 李霞. 塔里木河下游柽柳防风固沙功能野外观测研究[J]. 新疆农业大学学报 2008(31).
- [6] 张瑞麟. 浑善达克沙地黄柳活沙障防风固沙效益的研究[J]. 中国沙漠 2006(5).