

川西北地区沙化土地治理有关技术问题探讨

——以川西北防沙治沙试点示范工程为例

鄢武先¹, 邓东周¹, 余凌帆¹, 张 炜¹, 武碧先¹, 郭祥兴², 刘屈原²

(1. 四川省林业科学研究院, 四川 成都 610081; 2. 四川省林业厅, 四川 成都 610081)

摘 要: 本文在对川西北地区防沙治沙试点示范工程建设8个实施县全面调查基础上, 分析总结了工程建设取得的主要治理成效和存在的主要问题, 研究探讨了川西北地区沙化土地治理中应高度重视的治理目标定位、沙地土壤改良、沙障设置、治沙植物选择、灌草种植、封禁管护等6个方面主要技术问题, 建议川西北地区沙化土地治理应坚持以林草植被恢复为中心, 突出生物措施为主、工程措施结合的综合治理理念, 并注重新技术新材料在工程中的推广应用。

关键词: 川西北; 沙化治理; 林草植被恢复

中图分类号: S728.4

文献标识码: A

文章编号: 1003-5508(2015)03-0062-07

川西北地区是我国两大水系——长江、黄河的主要水源地, 是长江、黄河流域重要的生态屏障。该区以藏族人口为主, 是我国第2大藏区, 经济发展以农业为基础, 畜牧业是重要的组成部分, 是我国5大牧区之一。近年来, 该区域内的土地沙化面积急剧增加, 严重制约了当地畜牧业和区域经济的可持续发展, 直接影响民族地区经济发展和藏区的社会稳定, 同时也对长江、黄河中、下游地区生态环境产生严重影响, 危及到国家生态安全和民族地区经济社会的可持续发展, 引起国内外的广泛关注。四川省为有力推进川西北地区防沙治沙工作, 2007年开始启动实施了川西北地区防沙治沙试点示范工程, 工程建设不仅有效治理了沙化土地, 而且还探索破解了川西北地区沙化治理中的许多技术难题。为全面了解川西北地区防沙治沙试点示范工程建设情况, 科学评估沙化治理成效, 作者于2012年~2013年期间对8个工程实施县进行了全面调查, 通过总结分析为川西北地区沙化土地后期的大规模治理提供技术参考。

1 川西北防沙治沙试点示范工程概况

四川省委、省政府高度重视川西北地区防沙治沙工作。2007年6月, 省政府召开了四川省防沙治沙工作会议, 并决定由省级财政资金启动川西北地

区防沙治沙试点示范工程。2007年率先在若尔盖县和理塘县启动了防沙治沙试点示范工作, 共投入资金1 000.00万元, 治理沙化土地1 066.64 hm²; 2008年, 红原县和石渠县两县也纳入沙化土地试点治理, 4县共投入资金2 000.00万元, 治理沙化土地2 286.029 hm²; 2009年仍然在上述4县开展沙化土地试点治理, 共投入资金2 000.00万元, 治理沙化土地2 417.71 hm²; 2010年沙化土地试点治理又增加阿坝、壤塘、色达和稻城4县, 8县共投入资金4 000.00万元, 治理沙化土地2 153.74 hm²; 2011年和2012年继续在8县开展沙化土地试点治理, 分别共投入资金4 000.00万元和4 400.00万元, 治理沙化土地4 138.52 hm²和4 646.32 hm²。

川西北地区防沙治沙试点示范工程在2007年~2012年6年工程建设期间, 四川省省级财政在8县共投入工程治理资金15 400.00万元, 治理各类型沙化土地16 708.95 hm², 工程投资平均为9 218元·hm⁻²。

川西北地区防沙治沙试点示范工程治理川西北地区沙化土地16 708.95 hm²。从工程治理沙化土地类型统计表2分析, 在若尔盖、红原、阿坝、壤塘4县治理流动沙地1 122.93 hm², 占工程治理面积的6.7%; 在若尔盖、红原、阿坝、壤塘、理塘、石渠、色达、稻城8县治理半固定沙地3 486.64 hm², 占工程治理面积的20.9%; 在若尔盖、红原、阿坝、壤塘、理塘、稻城6县治理固定沙地2 606.11 hm², 占工程治

收稿日期: 2015-01-22

基金项目: 国家林业局“948”项目——高寒沙地林草植被恢复关键技术引进(编号: 2013-4-68)。

作者简介: 鄢武先, 研究员, 主要从事森林植被恢复研究。

理面积的 15.6%; 在若尔盖、红原、阿坝、壤塘、理塘、石渠、稻城 7 县治理露沙地 9 253.27 hm², 占工

程治理面积的 55.4%; 在石渠县还治理了 240 hm² 的湿地沙化土地, 占工程治理面积的 1.4%。

表 1 不同年度沙化土地治理面积统计表

年度	治理面积 (hm ²)	其 中							
		若尔盖县 (hm ²)	红原县 (hm ²)	阿坝县 (hm ²)	壤塘县 (hm ²)	理塘县 (hm ²)	石渠县 (hm ²)	色达县 (hm ²)	稻城县 (hm ²)
2007	1066.64	533.30				533.34			
2008	2286.02	535.00	603.33			534.39	613.30		
2009	2417.71	533.60	688.10			536.01	660.00		
2010	2153.74	267.00	266.70	286.00	266.70	266.66	267.00	267.00	266.68
2011	4138.52	668.24	466.67	480.00	463.34	667.67	466.00	466.60	460.00
2012	4646.32	615.99	615.30	512.70	616.00	620.00	533.33	513.00	620.00
合计	16708.95	3153.13	2640.10	1278.70	1346.04	3158.07	2539.63	1246.60	1346.68

表 2 不同沙化土地类型治理面积统计表

试点县	治理面积 (hm ²)	其 中				
		流动沙地 (hm ²)	半固定沙地 (hm ²)	固定沙地 (hm ²)	露沙地 (hm ²)	其 他 (hm ²)
若尔盖	3 153.13	428.26	263.98	135.15	2 325.74	
红原	2 640.10	421.47	564.90	388.13	1 265.60	
阿坝	1 278.70	8.00	45.90	443.10	781.70	
壤塘	1 346.04	0	249.70	65.49	1 030.85	
理塘	3 158.07	258.35	484.61	1 314.41	1 100.70	
石渠	2 539.63	0	507.00	0	1 792.63	240.00
色达	1 246.60	0	1 246.60	0	0	
稻城	1 346.68	6.85	123.95	259.83	956.05	
合计	16 708.95	1 122.93	3 486.64	2 606.11	9 253.27	240.00

2 川西北防沙治沙试点示范工程成效分析

2.1 主要建设成效

川西北地区防沙治沙试点示范工程采取了生物措施和工程措施相结合、遵循“防治结合, 综合治理”的方针原则, 运用灌、草结合, 宜灌则灌, 宜草则草的方法因地制宜进行沙化治理。通过连续 6 年的治理, 川西北防沙治沙试点示范工程取得了初步成效, 针对流动沙地、半固定沙地、固定沙地和露沙地形成了一系列针对性比较强的沙化治理技术, 初步发挥了试点示范作用。

2.1.1 初步治理了川西北地区不同类型的高寒沙化土地

根据区域自然地理特征, 川西北高寒草地沙化土地主要集中在理塘-甘孜亚区、石渠-色达亚区、若尔盖县-红原亚区 3 个区域, 8 个试点县的分布格局位于 3 个沙化主要区域的重要节点上, 囊括了高寒沙化土地的主要类型, 工程实施 6 年来, 共计治理各类型沙化土地 16 708.95 hm², 目前治理区植被盖度整体上平均提高了 20% 以上, 初步发挥了川西北高寒沙地治理的示范效果。

2.1.2 实践探索了川西北沙化土地的治理技术和模式

经过 6 年的探索与总结, 川西北防沙治沙省级试点工程针对流动沙地、半固定沙地、固定沙地、露沙地等主要的沙化土地类型, 形成了沙障设置、植灌种草、围栏封育、牛羊粪固沙、挡沙墙设置等几大技术, 以及高山柳沙障+混播牧草种流动沙地治理模式、围栏+撒施牛羊粪+鼠害防治露沙地治理模式、种草植灌综合治理模式、沙源区生物措施与工程措施结合的综合治理模式、林带+沙障+灌草间种+鼠害防治+工程围栏流动沙地模式等 10 余个沙化治理模式, 为川西藏区沙化土地治理提供了有效的技术支撑。

2.1.3 探索了有效的治沙工程管理机制

通过川西北防沙治沙省级试点工程 6 年建设时间, 在组织管理、计划管理、资金管理等方面取得了一些成功经验: 通过建立县乡村管护机制、明确各级管护责任、落实治理区管护人员、签订管护合同, 严格控制牲畜践踏和人为干扰, 切实保障了植被稳定恢复的环境; 同时, 针对农牧民是治沙责任主体的特点, 综合运用法律、经济、技术、行政等手段, 充分调动农牧民参与防沙治沙建设积极性, 有效保障了防

沙治沙成果。

2.1.4 初步发挥了工程示范带动和引领作用

2013年7月,省林业厅在红原县组织举办了川西藏区生态保护与建设项目防沙治沙培训班,川西藏区22个县的管理和技术人员在红原瓦切乡的防沙治沙示范点开展了现场学习。治理示范点先后作为国家、省及地方政府的沙化现场交流点,每年都要开展各类管理和技术培训,为各级领导和技术人员示范证明了川西北沙化的可防可治,直观形象的发挥了沙化土地治理工程示范带动和引领作用,增强了沙区干部群众的信心和决心,为川西藏区生态保护与建设工程提供了技术支撑。

2.2 工程面临的问题

川西北防沙治沙省级试点工程,先后共计治理各类型沙化土地16 708.95 hm²,治理区植被盖度平均提高了20%以上,初步发挥了川西北高寒沙地治理的示范效果,但是,沙化治理具有长期性、艰巨性、复杂性等特点,是一项难度较大的生态工程,存在着自然条件恶劣、技术措施单一、资金不足、管理机制不完善等突出问题,总体来看治理区还尚未恢复稳定林草植被和有效发挥生态功能,需要进一步采取有效措施巩固沙化治理成果。

2.2.1 自然气候条件恶劣等客观因素决定了川西北防沙治沙的难度

由于试点县治理区域内大多海拔高、气温低、大风天数多、水资源匮乏、土壤肥力差并受到一定的人为和牲畜破坏,治理区前期栽植的植物因养分不足出现死亡情况,目前平均盖度0.3~0.7,沙障、围栏等治沙配套设施不同程度受损。据统计,6年间8个试点县共计修建围栏约658 km,其中约207 km受到不同程度损毁,平均损毁率达30%;共计设置高山柳沙障6.7万hm²,平均损毁率约为25%。因此需要继续实施土壤改良(施肥、客土等)为沙地植物生长创造条件以及及时修复受到破坏的配套设施,避免造成更大的损失。

2.2.2 技术措施单一、经验不足制约着川西北防沙治沙的成效

川西北省级防沙治沙试点工程启动较早,缺乏成功的经验与模式,试点工程实施后项目区植被盖度都得到了一定程度的提高,但是区域内的自然环境比较恶劣,植物生长季节短和气候高寒等特点,对治理模式和草种选择要求比较严格,在选种和治理

模式上增加了治理难度。虽然治理期形成了沙障设置、植灌种草、围栏封育、牛羊粪固沙、挡沙墙设置等几大技术,但经验和技術不成熟,缺乏有效的科技支撑,治理初期植被恢复模式较为单一,主要以植草为主,植被调查和生产力测定等调查数据表明沙地植被保存率普遍偏低,植物群落结构脆弱,部分流动沙地仅有草本覆盖,未能起到固定流沙、改善微生境的效果,不能形成稳定的群落结构,因此需要将以往治理模式由单一植草为主向植灌为主的治理模式转变。

2.2.3 投资标准低影响川西北防沙治沙的成果

川西北地区防沙治沙试点示范工程单位面积平均投资仅为9 218元·hm⁻²,工程建设中造成一些治理措施不完整、不系统,大多以封沙育草和简单撒播牧草为主,仅在一些重点治理区按照林草植被恢复进行了系统治理,导致沙化治理区林草盖度总体不高,没有完全达到预期治理目标,还需继续对治理区开展新一轮的沙化治理成果巩固。因而,川西北防沙治沙较低的工程投资标准,直接影响了沙化治理后林草植被恢复效果,导致部分治理区还需进行二次治理,反而加大了单位面积的工程治理成本。

2.2.4 封禁管护陆续到期阻碍川西北防沙治沙的治理成效

试点示范工程的封禁管护期限为5年,目前项目区治理形成的植被刚进入恢复阶段,植物群落的稳定性还比较差,生态状况还很脆弱,此阶段的管护措施相当重要,要严格控制牲畜践踏和人为干扰,而2007年启动的试点工程各年度项目管护年限陆续到期,根据治沙实际情况,管护期最少10年,对于流动沙地等严重沙化土地甚至更长,急需开展新一轮的管护,并根据不同的沙化类型确定合理的管护期限,同时考虑劳动力价格上涨因素,提高单位面积的管护投资标准,进一步明确管护责任,落实管护人员,加大管护力度,巩固治理成效。

3 有关技术问题探讨

川西北地区防沙治沙试点示范工程在川西北的不同自然地理类型区、不同沙化类型区以及不同沙化土地上成功治理了16 733 hm²典型沙化土地,不仅从工程实践上充分证明川西北地区沙化土地是完全可防可治,而且从治沙技术上还丰富了我国高寒

沙区防沙治沙理论。但是川西北地区防沙治沙试点示范工程也面临治沙植物材料单一、栽植灌草成活率低、植物生长缓慢、植被盖度不高、群落稳定性低等突出问题,从工程治理的成效上还客观反映出了川西北地区防沙治沙的复杂性、艰巨性和长期性,包括治理目标定位、沙地土壤改良、沙障设置、治沙植物选择、灌草种植、封禁管护等许多关键技术性问题,还需要不断的探索和研究。

3.1 治理目标定位

川西北地区沙化土地治理的总体目标是通过改良土壤、固定流沙、种植灌草、封禁管护等主要治理措施,提高沙化土地林草植被盖度、恢复近自然的地带性植被群落、提升沙化土地的生态功能、逐步恢复自然生态系统。从川西北防沙治沙6年工程实践来看,应依据川西北地区沙化土地的类型及严重程度实行分类型指导,分别确定治理恢复的目标定位。

流动沙地:系川西北地区极重度沙化土地,是影响和危害最重的沙化类型。主要采取生物措施和工程措施相结合进行综合治理,以流动沙地地块(沙斑)为基本单元,对流动沙地进行围栏封禁后,设置沙障阻风,增施有机肥,栽植灌木,撒播草种,并在其外围营建防风林带,逐步将流动沙地恢复为“以灌为主、灌草结合”的稀疏人工植被,遏制流动沙地的扩张蔓延。

半固定沙地:系川西北地区重度沙化土地,是影响和危害较重的沙化类型。主要采取生物措施和工程措施相结合进行综合治理,以半固定沙地地块为基本单元,对半固定沙地进行围栏封禁后,对具有流动特征的斑块设置沙障阻风,增施有机肥,栽植灌木,撒播草种,鼠害防治,并在其外围营建防风林带,逐步恢复半固定沙地“灌草复合”的次生植被群落,使其沙化类型逐步向固定沙化类型转换,形成比较稳定的自然生态系统。

固定沙地:是川西北地区中度沙化土地,是中重度沙化土地中规模最大、潜在威胁最严重的沙化类型。主要采取生物措施为主进行综合治理,以固定沙地地块为基本单元,对固定沙地进行围栏封禁后,增施有机肥,补撒草种,逐步恢复区域原有植被群落,形成比较稳定的草原生态系统。

露沙地:是川西北地区轻度沙化土地,是沙化分布规模最大、可变性最大的沙化类型。主要采取生物措施进行治理,以自然地理和行政区划为主导因

子划分露沙地治理单元,在有效降低畜牧承载实现草畜平衡的情况下对露沙地进行增施有机肥、补撒草种等生物治理措施,逐步恢复原有的草地植被群落,形成稳定的草地生态系统。

3.2 沙地土壤改良

川西北地区既是长江黄河源头地区,也是国家重点主体生态功能区,沙化土地土壤改良必须建立在生态环保的基础上进行,根据川西北地区防沙治沙试点示范工程实践经验,川西北地区沙化土地土壤改良选择当地牛羊等牲畜产生的牛羊粪为主要材料,就近收集腐熟牛羊粪,采取穴施、沟施、撒施等三种方式施入沙化土壤,逐步改变沙化土地的土壤理化性状,保障沙化土地植物的正常生长发育。

流动沙地:流动沙地土壤基本为沙质,氮、磷极度亏缺,土壤养分状况极差,土壤理化性状已完全不适宜多种植物生长。应在治理初期结合施入腐熟牛羊粪做底肥,施用量一般为 $9\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}\sim 15\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}$ (自然风干重,下同),从第2年开始连续每年补施1次熟牛羊粪做追肥,施用量以 $4.5\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}\sim 7.5\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}$ 为宜。通过连续6年以上对沙化土地每年补施牛羊粪有机肥,可逐步改良流动沙地的土壤理化性状。

半固定沙地:半固定沙地土壤以沙质为主,土壤结构恶化,氮、磷严重亏缺,土壤理化性状已严重制约植物生长。应在治理初期结合整地施入腐熟牛羊粪做底肥,施用量一般为 $7.5\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}\sim 9\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}$,从第2年开始连续4年每年补施1次熟牛羊粪做追肥,施用量以 $3.0\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}\sim 6.0\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}$ 为宜。通过5年连续对沙化土地补施牛羊粪有机肥,可逐步改良半固定沙地的土壤理化性状。

固定沙地:固定沙地土壤结构基本完整,氮、磷含量低,土壤理化性状已影响植物生长。应在治理时连续3年每年撒施1次熟牛羊粪做追肥,施用量以 $3.0\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}\sim 6.0\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}$ 为宜。通过3年连续对沙化土地补施牛羊粪有机肥,可逐步改良半固定沙地的土壤理化性状。

露沙地:露沙地以草地土壤为主,土壤结构完整,主要是土壤养分含量不足,影响草地植被的生物生产力。应在治理时连续3年每年撒施1次熟牛羊粪补肥,施用量以 $3.0\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}\sim 5.0\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}$ 为宜。通过3年连续对沙化土地补施牛羊粪有机肥,可逐步改良露沙地的养分状况。

3.3 沙障营建

川西北地区沙化土地包含了流动沙地、半固定沙地、固定沙地和露沙地等4种类型,其中流动沙地、半固定沙地都属于不稳定的沙地,在风的作用下会处于移动状态,根据川西北地区防沙治沙试点示范工程的实践,对于流动沙地和半固定沙地必须采取沙障措施进行沙化固定,目前探索总结出了适宜川西北地区的4种主要沙障,具有较好的沙化固定效果。

柳条沙障:采用无病虫害、色泽正常、有萌蘖能力、未萌动的匀称健壮的康定柳枝条作为沙障原材料,分别修剪成柳桩和柳条,采用柳桩固定,在桩与桩之间用柳条交叉编织成柳笆,按 $2\text{ m}\times 4\text{ m}$ 、 $3\text{ m}\times 3\text{ m}$ 、 $4\text{ m}\times 4\text{ m}$ 等不同规格形成方格状的柳条沙障,能起到有效固定沙化的效果。柳条沙障具有容易就近获得材料、施工简单、保存期较长、部分柳条还可萌生等优点,但也存在柳条资源消耗大、劳动力需求大等不利因素,适宜于柳条资源丰富的沙化治理区。

竹帘沙障:采用竹条通过机械编制形成的竹帘,依据沙化流动程度按 $2\text{ m}\times 4\text{ m}$ 、 $3\text{ m}\times 3\text{ m}$ 、 $4\text{ m}\times 4\text{ m}$ 等不同规格挖沟埋置竹帘形成方格状的沙障,能起到有效固定沙化的效果。竹帘沙障具有材料能规模化生产、现场施工简单快捷等优点,但也存在加工制作成本高、与自然环境不协调等不利因素,竹帘沙障适宜于其他材料难以获得、地广人稀的沙化治理区。

草帘沙障:采用稻草、麦草等秸秆资源,用麻绳简单编织成草帘,按 $2\text{ m}\times 4\text{ m}$ 、 $3\text{ m}\times 3\text{ m}$ 、 $4\text{ m}\times 4\text{ m}$ 等不同规格挖沟埋置草帘形成方格状的沙障,能起到有效固定沙化的效果。竹帘沙障具有材料资源丰富、现场施工简单快捷等优点,但也存在运输成本高、保存期较短等不利因素,草帘沙障适宜于其他材料难以获得、交通相对便捷的沙化治理区。

生态袋沙障:采用可降解的环保型成品袋状材料,用沙或泥土填充装带,并可混入适宜植物种子,形成直径 $30\text{ cm}\sim 40\text{ cm}$ 长 $4\text{ m}\sim 6\text{ m}$ 的生态袋,再按沙障不同规格筑成方格状的生态袋沙障。生态袋沙障具有材料为商品化生产、施工过程简单、保存期长等优点,但也存在商品生态袋价格高、填充劳动力强度大等不利因素,生态袋沙障适宜于其他材料难以获得、劳动力资源富集的沙化治理区。

3.4 治沙植物选择

川西北地区存在海拔高、气温低、立地条件差等诸多不利因素,野生植物种质资源相对贫乏,适宜人工种植的植物种类更为稀少,川西北地区防沙治沙试点示范工程先后在不同沙地人工试验种植了大量乡土植物,初步筛选出了一批适宜治沙的植物材料。川西北地区治沙植物应以选择适应性强、耐低温、耐沙埋、耐瘠薄、抗干旱、抗风,生长旺盛、根系发达、固土力强的乡土植物为主,外来物种必须是通过多年引种驯化并取得成功的植物。

乔木:川西北地区的轻、中度沙化土地,以及在沙化土地外围周边营造防风林带区域,进行“锁边防风”和“风口防风”。一般土层较深厚,土壤结构完整,立地条件相对较好,适宜乔木树种作为治沙植物或防风林带树种栽植。主要适宜种类有:川西云杉、紫果云杉、粗枝云杉、四川红杉、岷江冷杉、鳞皮云杉、大果园柏、大果红杉、西南杨、光果西南杨、青杨、乡城杨、康定杨等。

灌木:川西北地区的中、重度沙化土地,土壤以沙质为主,土壤结构差、肥力低,适宜选择抗性强的灌木作为治沙植物。主要种类有:康定柳、白柳、乌柳、细齿柳、绵穗柳、旱柳、华西柳、中国沙棘、西藏沙棘、枸杞、二色锦鸡儿、川西锦鸡儿、西藏锦鸡儿、茶藨子、小檗、三颗针、窄叶鲜卑花、金露梅、银露梅、变叶海棠、花叶海棠、茶藨子、绣线菊等。

草本:川西北地区原生植被主要为高原草地,草本植物是本区域的主要植物种,在不同沙化类型土地都需选择抗性强、生物生产力高的草种作为治沙植物。主要种类有:老芒麦、硬秆仲彬草、垂穗披碱草、青海固沙草、剪股颖、芒草、芸香草、棒头草、早熟禾、芨芨草、紫菀、三叶红、豆草、苕荬、薰衣草、秦艽、红景天、独一味、大黄、羌活、甘草、草木犀、刺豆、燕麦、黑麦草、柳穿鱼、柳兰等。

3.5 治沙乔灌木植物栽植

川西北地区防沙治沙试点示范工程在总体布局上是以撒播草种恢复草地植被为主,适度人工种植乔灌木营造乔灌木复合植被群落,由于治理区海拔高、气温低、立地差、植物生长期短等原因,为加快沙地的植被恢复进程,先后探索总结出了川西北地区治沙乔灌木植物种植的实用技术,在沙化治理工程发挥了积极的作用。

“大穴整地+客土回填+多株丛植”沙地栽植

技术:主要是针对流动沙地、半固定沙地等立地条件极差的中、重度沙地,通过客土回填为植物栽植后短期内的生长提供基本的土壤保障,通过多株丛植来缓解栽植成活率低的矛盾。主要适宜高山柳、金露梅、沙棘、锦鸡儿等灌木种植。

“小穴整地+泥浆浸根+石块覆盖”沙地栽植技术:主要是针对固定沙地、防风林带等立地条件较差的地类,通过泥浆浸根处理保护和促进根系生长,石块在种植穴周边覆盖发挥保湿保温作用,有效提高栽植植物的成活率。主要适宜云杉、冷杉、落叶松、高山柳、沙棘、锦鸡儿等乔、灌木种植。

“小穴整地+泥浆浸根+截干(平茬)修枝”沙地栽植技术:主要是针对流动沙地、半固定沙地等立地条件极差的中重度沙地,通过泥浆浸根处理保护和促进根系生长,截干(平茬)修枝减少地上部分的营养消耗,有效提高栽植植物的成活率。主要适宜高山柳、金露梅、沙棘、锦鸡儿等灌木种植。

“小穴整地+容器苗+截干(平茬)修枝”沙地栽植技术:营养袋、生态袋等容器苗木,其根系与营养土已形成稳定的结构,采取小穴整地尽量减少干扰,截干修枝减少地上部分的营养消耗以适应沙地环境,有效提高栽植植物的成活率。由于容器苗的特殊性,适宜多种治沙植物种植。

“大穴整地+土团大苗+修枝剪叶”沙地栽植技术:土团大苗其根系与营养土已形成稳定的结构,采取大穴整地为土团放置创造基础,修枝剪叶尽量减少苗木地上部分的蒸腾和营养消耗,有效提高栽植植物的成活率。主要适合一些重要沙化地段的快速治理,适宜云杉、冷杉、落叶松、高山柳、沙棘等植物。

“小穴整地+多株丛植+插枝遮阴”沙地栽植技术:主要针对轻中度沙化土地或防风林带营造地类,具备造林的基本立地条件,按照微生境造林的基本理念,为植物生长创造适宜的微生境,插枝为苗木的幼期生长适当遮阴,以促进苗木成活及生长。主要适宜云杉、冷杉、落叶松乔木树种植苗造林栽植。

“钢钎打洞+枝干浸泡+浇水定干”沙地栽植技术:主要针对川西北高原杨树种质资源,利用杨树易于栽植成活的特点,通过钢钎打洞减少对插干损伤,枝干浸泡充分吸收水分,浇水穴灌以保障与土壤的结合,形成的插干造林技术。主要适合具有水源条件、土壤深厚的地类,适宜高山柳、高山杨等易于

扦插萌生的树种。

3.6 封禁管护

川西北地区土地沙化除自然地理因素外,很重要的原因之一是由于草地超载过牧导致草地退化沙化,如何降低牲畜承载量是沙化治理的重要措施之一。从川西北地区防沙治沙试点示范工程实践看,通过对沙化土地实施封禁管护措施,有效减少了对沙地的人为干扰,并大幅度降低或禁止牲畜活动,使沙化土地能得到逐步修复。

封禁对象:流动沙地、半固定沙地等严重沙化土地,应沿其周边设置围栏进行完全封闭,禁止任何生产经营活动和牲畜进出;半固定沙地、固定沙地等中度沙化土地,如不能全面设置围栏的情况下,应在人为生产经营活动频繁、牲畜进出主要通道等重要地段局部设置围栏,有效降低沙地的人为活动强度及草地的载畜量;固定沙地、露沙地等轻度沙化土地,通过设立标示标牌、政策引导及宣传教育,降低沙地的人为活动强度及草地的载畜量。

围栏设置:一般采取机械围栏和生物围栏等方式进行封禁,原则上以相对完整的沙地地块为基本单元进行封围,多个沙地地块紧邻且相对集中适当合并封围,每块围封面积不大于 333 hm²。围栏有刺丝(铁丝)围栏、网围栏、枝条围栏、土石墙围栏、灌木生物绿篱等主要类型,川西北地区推广使用最多的为刺丝(铁丝)围栏,由水泥桩(或木状、角钢)和刺丝两部分组成,围栏高 1.5 m~1.8 m,形成四周完全封闭、坚固结实、抗牲畜碰撞,应尽量选择耐低温、抗冰冻的材料以延长围栏使用寿命。

封禁期限:实施围栏封围后除进行与沙化治理相关活动外,实施连续 8 年以上封禁、进行 8 年以上的管护,采取固定人员长期巡护,设置相对固定、醒目的标示标牌,注明封禁方式、封禁期限、注意事项等,禁止各种人为干扰和牲畜进出。已达封禁期限并实现封禁目标的及时解封;对已达封禁期限但未实现封禁目标的继续进行封禁管护

4 讨论

4.1 进一步明确林草植被恢复为中心的沙化治理指导思想

川西北地区沙化土地治理是一项综合性的系统工程,既涉及到生态、经济、社会等诸多方面,也涉及

到土壤改良、流沙固定、灌草种植、围栏封禁等多个技术环节,是极其复杂的生态治理工程,但是,沙化土地治理的核心是恢复植被和恢复生态功能,因此,川西北地区沙化土地治理必须坚持以提高林草植被盖度为中心,突出生物措施与工程措施相结合、突出以灌治沙、灌草结合的基本治沙理念,注重选择适宜树草种,注重技术措施优化,注重治理与保护结合,注重改善老百姓生产生活条件,逐步构建稳定的灌草复合沙地植被生态系统。川西北地区流动沙地、半固定沙地等重度以上沙化土地应提倡“以灌为主、灌草结合”的林草植被恢复模式,固定沙地等中度沙化土地应提倡“以草为主、草灌结合”的恢复模式,露沙地等轻度沙化土地应以补草为主恢复草地植被。

4.2 进一步坚持生物措施为主、工程措施结合的综合治理理念

沙化土地治理具有生态性、公益性、基础性和重要性等基本特征,其生态功能恢复为基本属性,应按照生态治理工程进行顶层设计。川西北地区沙化土地治理应坚持生物措施为主、工程措施结合的综合治理理念,从系统角度涵盖沙化治理的各方面建设要素,不仅要考虑林草植被恢复建设内容,而且还应包括土壤改良、沙障建设、围栏设置、施工便道等配套基础设施,同时也还需兼顾沙区农牧民生产生活条件、产业转型升级等经济社会因素。根据川西北地区防沙治沙试点示范工程形成的基本参数和标准,川西北地区沙化土地治理如充分考虑生物措施和工程措施的综合治理,以流动沙地为主的极重度沙化土地的治理工程投资标准应达到 $6 \text{ 万元} \cdot \text{hm}^{-2} \sim 7.5 \text{ 万元} \cdot \text{hm}^{-2}$,以半固定沙地为主的重度沙化土地治理应达到 $3 \text{ 万元} \cdot \text{hm}^{-2} \sim 4.5 \text{ 万元} \cdot \text{hm}^{-2}$,以固定沙地为主的中度沙化土地治理一般达 $1.5 \text{ 万元} \cdot \text{hm}^{-2} \sim 2.25 \text{ 万元} \cdot \text{hm}^{-2}$,以露沙地为主的轻度沙化

土地治理大致在 $0.75 \text{ 万元} \cdot \text{hm}^{-2}$ 左右。

4.3 进一步注重新技术新材料运用提高沙化治理科技含量

沙化土地治理是一项科技含量较高的生态治理工程,新技术、新材料、新工艺的充分运用可有效提高沙化治理成效。川西北地区防沙治沙试点示范工程先后结合工程施工开展了大量的相关试验研究,如生态毯覆盖技术、生态袋苗木培育技术、生态袋沙障营建技术、土壤有机改良剂配方等新技术新材料,在川西北地区沙化治理中已取得了明显的生态治理效果,建议在川西北地区沙化治理工程中专列一定比例的科技支撑经费,整合科技力量进一步加强治沙工程科技支撑,加大已有成熟、实用的新技术新材料的推广应用,继续开展防沙治沙关键技术的研究与示范,通过科技创新进一步提高川西北地区防沙治沙工程建设质量和水平。

参考文献:

- [1] 郭亨孝,等.川西北沙化问题的调研报告[J].四川林业科技,2012,33(2):1~4.
- [2] 蔡凡隆,等.川西北地区沙化土地现状、变化趋势及成因分析[J].科技信息,2007,22:294~295.
- [3] 邓东周,等.川西北地区沙化土地成因探讨及对策建议[J].四川林业科技,2010,31(3):83~88.
- [4] 邓东周,等.青藏高原东南缘高寒区土地沙化现状及驱动因子分析[J].西南林业大学学报,2011,31(5).
- [5] 万婷,等.川西北不同程度沙化草地植被和土壤特征研究[J].草地学报,2013,21(4):650~657.
- [6] 于友民,等.川西北沙化草地生态恢复工程对沙地植被群落的影响[J].草业科学,2009,26(6):50~55.
- [7] 唐小强,等.川西北若尔盖县沙化草地综合治理模式探讨[J].四川林业科技,2013,34(5):47~50.
- [8] 唐明坤,等.若尔盖高寒流动沙地恢复治理试验初报[J].四川林业科技,2012,33(1):59~64.
- [9] 蒙嘉文,等.若尔盖县土地沙化现状及治理对策研究[J].四川林业科技,2013,34(4):42~46.