

新疆三北工程攻坚战

——人工修复与自然修复相结合技术与模式

(第六册)



新疆维吾尔自治区林业和草原局
新疆林业科学院
新疆维吾尔自治区林学会
二〇二三年九月

新疆三北工程攻坚战适用植物资源与应用模式汇编

编审委员会

主任: 姜晓龙 徐洪星

副主任: 王天斌 宁虎森 程志峰 吐尔逊·托乎提 王振锡 周斌

委员: (以姓氏笔画为序)

王 刚 王 明 刘永萍 刘 康 张东亚 虎海防

编写委员会

主编: 王天斌

副主编: 宁虎森 刘永萍 程志峰 王 刚

成员: (以姓氏笔画为序)

丁守杰 丁 浩 丁兴泉 王 刚 王诗慧 王开彦

王小平 王 梅 毛金梅 宁 默 田美玲 史军辉

吉小敏 刘丽燕 刘梦婷 早尔古·吐逊江 关添泽

孙 喆 苏香玲 李 勇 李 伟 吴天忠 何 苗

宋锋惠 张东亚 楚光明 张志刚 张诗悦 陈艳红

苟 林 罗青红 郑 伟 赵雅倩 杨 璐 杨志刚

徐彦军 桑巴叶 黄兰兵 盛兆湖 崔国盈 彭钊植

彭 飞 韩政伟 鲁天平 程小红 雷春英 滚福鹏

统稿: 刘永萍 虎海防 李吉玫 王新英 刘康 刘茂秀 陈启民

审定: 王天斌 宁虎森 吐尔逊·托乎提

目 录

1 天然胡杨林更新复壮技术模式	1
2 胡杨林破碎化斑块根蘖苗更新技术模式	8
3 天然胡杨林种子更新技术模式	13
4 胡杨林抚育技术模式	18
5 荒漠河岸怪柳林恢复技术模式	25
6 梭梭保护与恢复技术模式	30
7 退化梭梭林平茬更新复壮技术模式	38
8 干旱荒漠区河岸植被恢复技术模式	42
9 “低覆盖度防沙治沙”造林模式	51
10 基于无人机的林草植被恢复技术模式.....	56
11 点阵式带状沙障固沙技术模式.....	61
12 沙化土地封禁保护区草方格沙障固沙技术模式.....	65

1 天然胡杨林更新复壮技术模式

一、模式背景

我国的天然胡杨林有 90% 以上分布在新疆，是荒漠区天然林主要建群树种，且形成单优群落，在盆地中发挥着重要的生态作用。

近年人们越来越意识到保护和拯救塔河流域的胡杨林的重要性，开展了挽救塔里木河、拯救胡杨林的行动。在向塔里木河下游紧急输水的情况下，两岸的成、过熟胡杨林大面积死亡的势头得到一定程度的缓解，但是自然更新依然无法完成。因此，人工辅助胡杨自然更新方法已突显出在当前塔里木河流域生态体系建设中的重要地位，是保障流域胡杨林实现自然更新和胡杨林永续发展的重要措施。

二、模式要点

胡杨林的群落类型及分布类型的主导因子是水分和盐分，土壤盐分含量对胡杨的生长及分布有一定影响，但还不是关键性因子，而水分却是其生长分布的限制性因子，因此，改善胡杨林生境的水分条件是更新复壮胡杨林的关键所在。胡杨林的保护及更新复壮的有效措施和实现途径主要包括有天然落种、萌芽和根孽更新以及引洪灌溉、封育保护及病虫害防控等胡杨林的更新复壮技术模式。

1、封育保护技术

在人畜活动频繁地区，采用刺丝或网丝建栏围封。对围栏设施要经常检查，发现围栏松动或损坏要及时维修。同时施工过程中，应在野生动物活动频繁区域预留动物廊道。

2、引洪灌溉技术

(1) 在有洪水灌溉条件的地区，以地形堵坝拦洪，开渠引洪灌溉，以恢复林木生机，促进萌发根，为天然下种更新创造条件。

(2) 沿河道走向修建简易拦洪坝，拦洪坝修建成梯形，顶宽 1~1.25 米，高度 1~1.5 米，边坡比 1: 1.5，底宽根据顶宽、高度、边坡比计算而定，长度视地形而定。

(3) 引洪渠与河道夹角小于 45° ，设进水口和回归下游河道的出水口。

(4) 引洪渠顺自然洪沟方向开挖，渠底坡降 1/1000~1/1500。边坡 1:15~1:20。

(5) 灌溉量：沟灌灌水量 600 立方米/公顷；漫灌 900 立方米/公顷，灌溉漫淹时间 ≥ 30 天。

3、萌蘖更新技术

1) 伐桩萌芽更新

(1) 不足 450 株/公顷的林地；(2) 作业时间应在晚秋至早春；(3) 技术要求：伐除生长势衰退的病、弱、残植株，伐桩高度 0.05~0.1 米，沿伐桩面周围，以锋利的刀斧砍一

圈，由锯口面变为刀斧切面。

2) 挖桩萌芽更新

(1) 条件不足 300 株/公顷的林地；(2) 作业宜在晚秋和早春进行；(3) 技术要求：针对衰退胡杨林采取人工挖桩或机械除桩。将树体周围 1.0~1.5 米半径内的水平根切断，深度 0.6~0.8 米，挖出根桩，保留断根，填平根桩坑，并在第二年或当年夏季引洪漫灌。

3) 开沟断根萌芽更新

(1) 郁闭度 0.3 以下的疏林地，不足 150 株/公顷的林地。(2) 时间：作业时间应在晚秋至早春。(3) 技术要求：实施开沟断根更新。离树株 1.5 米处挖环状沟，切断林木水平根，使断根外露，萌蘖成苗，断根沟宽 0.3~0.4 米，沟深 0.5~0.7 米，沟向顺水流方向，间距 10.0~20.0 米，待根蘖苗长出后及时洪灌。

4、天然落种更新技术

天然落种更新是荒漠林基本的繁生方式。胡杨以结种量繁多的生态对策在洪水漫灌的河漫滩或低洼地自然繁衍更新。在有天然种源地区，选择地势平坦（少有倾斜）、土壤含盐量小于 0.3% 的砂壤质地的林间空地，开渠引洪，沟灌结合的沟间平地灌溉，可实现促进胡杨天然落种更新。这种方式是扩大荒漠林面积的有效措施和途径，在河漫地，低平沙地、洪沟边等地带，树龄在 10~60 年生，更新率均可达

60~100%。

三、技术推广及效果

(一) 适宜区域

该技术模式适用于我区干旱荒漠胡杨林天然分布区。

(二) 运作模式

该技术模式形成了集技术研发平台、示范基地和应用推广为一体的技术体系，通过协作和协调参与模式，将林业、农技推广站和草原等纳入技术推广应用中，并发挥积极作用。该模式可为今后技术研发持续发挥助推作用。自治区林草、水利、流域管理等部门形成联系机制，积极发挥林长制的功能作用及时协调工作进展情况，解决胡杨林保护与恢复工程中出现的问题，确保胡杨林引洪灌溉工作顺利实施。

(三) 示范推广情况

(1) 天然落种更新是荒漠林基本的繁生方式。胡杨和怪柳以结种量繁多的生态对策在洪水漫灌的河漫滩或低洼地自然繁衍更新。在有天然种源的地区，选择地势平坦（少有倾斜）、土壤含盐量小于 0.3% 的砂壤质林间空地开渠引洪，沟灌结合沟间平地灌溉，可促进胡杨、怪柳天然落种更新，示范区胡杨天然落种更新实生苗（平地灌溉）于当年抽样调查，幼苗株数 141 株，平均密度 56.4 株/米，保苗率达 100%；

(2) 引洪灌溉是干旱衰退期胡杨林更新复壮的有效措施。因干旱而生长衰退的幼林，经人工引洪灌溉后，可恢复

生机，生长量大幅度提高。干旱型 8 年生胡杨林，于 8 月份引洪灌溉一次，调查 1 米深土壤含水量由 3.3% 上升为 22.1%，胡杨平均树高由 1.26 米变为 4.10 米，地径由 2.25 厘米变为胸径 4.82 厘米。

(3) 胡杨根孽更新包括挖桩更新和开沟断根更新。在林木比较稀疏特别是心腐木较多的情况下，采取挖桩更新方式，即将树体周围 1.0⁻¹.sm 范围内水平根切断，挖出根桩，填平桩坑，保留下的断根面可萌发枝条形成新个体，桩坑平均萌发幼树 10 株，多者达 30 株。开沟断根更新，沟深以 60 厘米为宜，平均 1 米沟渠萌发幼树 1 株。

塔里木河流域分布的胡杨林面积分别占世界和中国胡杨林面积的 54% 和 90%，拥有世界上数量最多、分布面积最广的天然胡杨林资源基因库，其生态地位不可替代。沿河发育的以胡杨为主的荒漠河岸林、绿洲-荒漠过渡带以及天然湖泊湿地等共同构成的荒漠河岸生态系统，是我国生态安全战略格局“两屏三带”中“北方防沙带”和生态文明廊道的重要组成部分，是阻挡塔克拉玛干沙漠侵袭绿洲的自然生态屏障。

生态效益方面，通过复壮更新，严重退化的胡杨残林由项目实施前的 12 株/公顷提高到了 325 株/公顷，郁闭度由 0.15 提高到了 0.53；植被盖度由 5% 提高到 33.0%，项目的实施，可有效地促进塔里木河流域荒漠绿洲的恢复与重建，

人工修复与自然修复相结合技术与模式

减少沙尘暴的发生频率与强度，减轻对周边地区的浮尘危害，逐步实现生态环境的良性循环和农牧民收入的稳定提高。

社会效益方面，荒漠河岸林的生态保育降低了风沙危害，使塔里木河流域人民的生产、生活条件得到明显改善，成熟技术的配套组装及大面积转化，可形成在整个胡杨林分布地区辐射推广的技术模式，为整个区域乃至西北地区的生态环境治理提供科学技术支撑，提高了生态工程建设的整体科技含量。

四、单位面积费用

项目	序号	项目内容			单位	技术经济指标
造林模式	1	主导功能				天然胡杨林更新复壮
	2	树种				胡杨
	3	造林密度			M ²	以自然恢复为主
	4	树种组成				胡杨
	5	造林方式				天然落种、断根
	6	整地方式				开沟整地
	7	整地规格（宽×深）			cm×cm	60×70
造林作业施工	8-1	开沟整地	机械整地	整地用台班	台班/亩	
	8-2			机械台班	元/台班	1100

人工修复与自然修复相结合技术与模式

项目	序号	项目内容		单位	技术经济指标
			费用		
	8-3	人 工 整地	清理用工	工日/亩	
	8-4		整地用工	工日/亩	200
	8-5		人工费用	元/工日	
	9-1	种子	0.8kg	kg/亩	700
	9-2		单价	元/株	
	10	恢复费用小计		元/亩	2000
抚育	11	围栏封育费		元/亩	440
管护	12	抚育管护等人工费		元/亩	200
合计	13	综合治理总费用		元/亩	2640

（鲁天平 刘永萍 模式技术咨询：421012348@qq.com）

2 胡杨林破碎化斑块根蘖苗更新技术模式

一、模式背景

2018年轮台县、尉犁县胡杨两岸禁止种植的棉地达3万亩，在胡杨自然保护区内30多万亩耕地实施全部退耕还林。退耕还林的地块镶嵌于胡杨国家重点公益林区，形成面积不一、形状不同的林间空地，称为胡杨林破碎化斑块。2019~2020年经大量调查发现胡杨林破碎化斑块内1年后出现大量的怪柳和其它草本植物，而目标优势树种-胡杨幼苗只是偶见。因此，在胡杨林破碎化斑块内采用胡杨根蘖苗更新技术，可以提升塔河天然胡杨林带生态屏障的整体生态服务功能，维护区域生态安全，实现新疆社会稳定和长治久安总目标。

二、模式要点

1、更新地选择条件

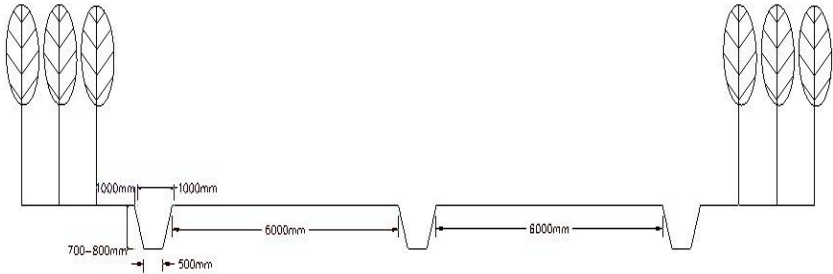
(1) 破碎化斑块区域，宽度不低于20米。周围母株优势树种为胡杨，平均胸径20厘米以上左右，林分郁闭度为0.3以上。见附录A

(2) 地势较平坦，地下水位在3~4米，区域内胡杨根蘖苗零星分布；

(3) 有引洪灌溉条件的破碎化斑块区域，具有持续灌水条件的地块；

2、开沟技术措施

垂直母树林走向，每隔6米开挖一条断根沟，沟深70~80厘米，沟下底宽50厘米，上底宽100厘米。



更新开沟技术断面图

3、引洪灌溉

(1) 适用条件

有引洪灌溉条件、远离河岸地势平坦的破碎化斑块，作根蘖苗更新的区域

(2) 引洪渠系

引洪渠与河道夹角小于45度，设进水口和回归下游河道的出水口。引洪渠顺自然洪沟方向开3挖，渠底坡降1/1000。

(3) 沟灌水量

沟内水面离沟底50厘米，水下渗后繁殖根所在土层含量保持在15~20%。

(4) 实施时间

6月下旬~8月中旬。

三、模式效果及推广

1、适宜区域

新疆及我国西部干旱区引洪灌溉条件下破碎化斑块生境的胡杨林区域。

2、示范推广情况

在尉犁县胡杨林破碎化斑块区域完成了胡杨林根蘖苗更新技术示范48.5亩，并且推广应用面积已达164.5亩，平均密度平均保持在2000株/公顷，促进天然胡杨林的人工更新。

四、单位面积费用

项目	序号	项目内容	单位	技术经济指标		
造林模式	1	主导功能		防风固沙林		
	2	树种				
	3	初植密度	株/亩			
	4	株行距	m×m			
	5	树种组成				
	6	造林方式（植苗或植播）				
	7	整地方式		全面整地		
	8	整地规格（长×宽×深）	cm×cm×cm	70-80×50×100		
	9	苗木质量等级				
造林作业	10-1	整地	机械	整地用台班	台班/亩	0.5

人工修复与自然修复相结合技术与模式

项目	序号	项目内容		单位	技术经济指标	
施工	10-2	整地	机械台班费用	元/台班	1800	
	10-3		人工整理地	清理用工	工日/亩	
	10-4		人工整理地	整地用工	工日/亩	200
	10-5		人工整理地	人工费用	元/工日	
	11	栽植浇水		元/亩		
	12	造林费用小计		元/亩	1100	
造林管护	13	围栏封育费		元/亩		
	14	管护、浇水等人工费		元/亩	200	
合计	15	综合治理总费用		元/亩	1300	



胡杨林破碎化斑块开沟整地



胡杨林破碎化斑块根蘖苗更新

（刘茂秀 史军辉 王新英 模式技术咨询：402622019@qq.com）

3 天然胡杨林种子更新技术模式

一、模式背景

自治区2000年启动了胡杨林生态输水工程，胡杨分布区的各级政府，迫切需要支撑和推动胡杨林生态输水工程的技术及其标准规范，塔里木大学的李志军教授等人长期从事胡杨更新复壮的研究，通过对胡杨种子更新技术进行总结，制定了《天然胡杨林种子更新技术规程》，该种子更新模式通过引洪灌溉的种子繁殖种群的更新方式，加上精细、规范化的管理技术，达到天然胡杨林生态平衡的恢复与可持续发展，兼顾生态效益和社会效益。该技术紧密配合新疆胡杨林生态保护建设，符合国家生态安全建设保护战略的重大需求，以及地方政府在推进胡杨林生态恢复工程建设中对技术支撑的迫切需求。对于提高新疆生态环境工程建设，构建丝绸之路经济带核心区绿色屏障有着重要作用，是维护新疆绿洲生态安全，推动区域和社会发展的迫切需要。

二、模式要点

1、更新地选择

在河漫滩，选择地势平坦、能够尽早露出水面的地段。在远离河岸的地带，选择地势平坦，具备持续灌水条件的沙壤土。土壤总含盐量在0.3%以下。若土壤总含盐量 $>0.3\%$ 的更新地，地块需要事先进行引洪漫灌浸泡的洗盐压碱处理。

2、林床准备

平床沟灌式林床。有洪水漫溢的河岸林，在人工辅助播种前，结合引洪渠设计进行加埂成畦，作平床沟灌式林床。林床宽1.5~2米，中间作进水小毛沟，深10厘米，宽25厘米，床周围埂高15厘米，宽30厘米，林床长以10~20米为宜。

垄状双肩（亦称双平台）沟灌式林床。在远离河岸地势平坦的林中空地，引洪灌溉前采用人工或机具整平土地，犁耙后加埂成小块（块的大小根据地块平整情况而定），一般围成的每个小块高差不能超过5厘米。然后小块中间开一小渠，作垄状双肩（亦称双平台）沟灌式林床。垄的两侧设置宽为1.8米的小台子，台面水平或略向上倾斜，种子播在小台子上。沟间距2米，沟深15厘米，宽40厘米，二垄相连成宽平台浅沟状，如图1所示。

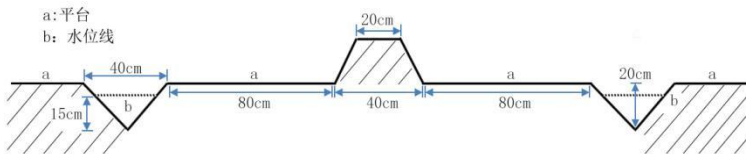


图1 垄状双肩（亦称双平台）沟灌式林床断面图

林床进排水沟。进水沟在林床一端设置，要比床内的进水毛沟深10厘米左右，在林床的另一端设置排水沟，林床整地过程中尽可能留多个排水口，以便排水通畅，保持林床灌水均匀、无积水，确保幼苗生长。

3、引洪灌溉

引洪渠与河道夹角小于 45° ，设进水口和回归下游河道的出水口。引洪渠顺自然洪沟方向开挖，渠底坡降 $1/1000\sim 1/1500$ 。边坡 $1:1.5\sim 1:2.0$ 。灌水量和灌溉频次根据土壤含水量决定，灌水量以沟内水面接近林床台面（不要淹没林床台面），待水下渗后林床台面湿润、林床土壤含水量在20%以上即可。

4、播种时间

新疆南疆和东疆在6月中下旬开始辅助人工播种为宜；北疆在7月上旬开始辅助人工播种为宜，具体播种时间视当地种子成熟和洪水情况确定。

5、播种方法

在垄状双肩沟灌式林床采取条播的播种方式。播前将作好垄的林床地灌足底水，保证整沟内有10~15厘米以上的水层持续6小时，使垄面被水泡成稀泥状，随即将种子条播在台面上，播幅10~15厘米。播前将种子与粉锈宁和细河沙混拌均匀（种子沙子与药的比例为10000:4），装入容器内，在容器口蒙上铁沙网或塑料、布沙网后播种，拌沙干种播种量2~4克/平方米。

6、播后管理

播种后10天内每日细流浅灌1次，灌水时水线要低于台面2~3厘米，10天后每3~4天灌水一次，一个月后灌水视墒情补水。灌水时以不冲走种苗和叶上不粘泥为宜，地面湿度

大时少灌水。次年有条件地区全年灌水2~3次，且灌水越早越好，后期视墒情补水。

成苗后幼苗的除草间苗及施肥措施按照相关抚育措施管理，播区成苗后进行成活率调查，不符合要求可进行补植补播。

三、模式效果及推广

天然胡杨林种子更新技术模式突出了种子繁殖的实生苗具有稳定遗传的同时又保留变异，维持物种多样性的生物学特性，且生长旺盛，抗逆性强，易驯化，加上种子采集、贮存、运输方便，一次播种可获得大量苗木，常被优先用于植物的繁殖更新和育苗栽培。天然胡杨林种子更新技术模式是维护新疆干旱区生态安全、推动区域经济和社会发展的迫切需要，为贯彻实施生态文明建设及可持续发展提供科技支撑，进一步优化林业生产力空间布局、稳固生态基础、丰富生态内涵、扩展生态空间，迅速影响和提高我国干旱荒漠区的胡杨林的森林覆盖率，对促进林业、农牧业可持续发展，提高林业综合效益将起到重要的作用。

四、单位面积费用

项目	序号	项目内容	单位	技术经济指标
造林模式	1	主导功能		防风固沙
	2	树种		胡杨

人工修复与自然修复相结合技术与模式

项目	序号	项目内容		单位	技术经济指标	
	3	造林方式（植苗或植播）			播种	
造林作 业施工	4-1	整地	机械	整地用台班	台班/亩	1
	4-2		整地	机械台班费用	元/台班	400
	5-1	苗木	胡杨种子（含补植）		kg/亩	1.2
	5-2		单价		元/kg	40
	6-1	栽植	人工栽植用工		工日/亩	1
	6-1		人工费用		元/工日	200
	7	栽植浇水		元/亩	100	
	8	造林费用小计		元/亩	748	
造林后 管护	9	管护、浇水等人工费		元/亩	300	
合 计	10	综合治理总费用		元/亩	1048	

（吴天忠 模式技术咨询：278230982@qq.com）

4 胡杨林抚育技术模式

一、模式背景

胡杨林是干旱荒漠地区的一种特有植被，它对于稳定荒漠河流地带的生态平衡，防风固沙，调节绿洲气候和形成肥沃的森林土壤，具有十分重要的作用。本技术旨在全面提升新疆胡杨林经营水平，为新疆胡杨林抚育奠定理论与技术基础。

胡杨林抚育以形成稳定、健康、丰富多样的群落结构、提高森林质量、林地生产力和综合效益为原则，优先抚育密度过大、结构不良、森林质量和生态功能明显下降的林分。

二、模式要点

1、人工修枝

(1) 条件

在中幼龄林阶段进行，主要适用于天然整枝不良的林木。

(2) 对象

天然整枝不良、枝条影响林内通风和光照的林木。

(3) 时间

林分郁闭，树干下部出现枯枝后开始。修枝季节一般在晚秋初冬和早春树木休眠期进行，以冬末春初为宜。

(4) 技术要求

要求切口平滑，枝桩高 ≤ 0.5 厘米，不撕裂树皮；修枝时应紧贴枝条基部，尽量少去枝，防止一次修枝过重，以免造成伤疤过多，难以愈合，影响到树木的生长。

一般修去枯死枝和林木下部 1-2 轮活枝，幼龄林阶段修枝高度不超过树高 $1/3$ ，中龄林阶段修枝高度不超过树高的 $1/2$ 。

2、透光伐

(1) 条件

符合下列情况之一的林分进行透光伐：幼苗幼树层的植被总覆盖度 80%以上；郁闭度在 0.5 或分布不均郁闭度 0.4 以上的天然林。

(2) 目的

解决目标树与非目标树、草本植物之间的矛盾，保证林木不受压抑而促进其生长。

(3) 对象

在天然林中伐除对象是影响林木生长的萌芽条、霸王树和生长不良的林木，调节林分密度，改善通风透光条件。

(4) 时间

林分郁闭后，林分密度大，林木受光不足，出现营养空间竞争、林木开始分化时；目标树开始受到非目标树、灌木、杂草压抑时。

(5) 技术要求

透光伐的实施可视林分特征和交通、劳力等社会经济条件不同分别采取全面抚育和局部抚育透光伐。

胡杨林透光伐后每公顷均匀保留 2400~3600 株幼苗幼树，郁闭度不低于 0.4；在风沙危害严重的地段透光伐的郁闭度一次不得降低 0.2。抚育后林分平均胸径不小于抚育前林分平均胸径。

3、生长伐

(1) 条件

在中龄林阶段进行，同时符合下列条件之一的：

郁闭度 0.6 以上；

郁闭度 0.5 以上，下层幼树较多、分布均匀；

林木胸径连年生长量明显下降；枯立木与濒死木数量超过林木总数 30%。

(2) 目的

伐除生长过密和生长不良的林木，合理调整立木密度，使保留木具有较好的营养空间，促进保留木生长，培育良好的干形。

(3) 对象

伐除有害树以及过密的或受害的辅助树；

易引起病虫害的枯立木、风倒木、风折木、濒死木等。

(4) 时间

在林木分化加剧、胸径连年生长量明显下降时进行。

(5) 技术要求

一次间伐强度为总株数的 10~30%，伐后郁闭度应保留 0.4~0.5。间隔期视郁闭度恢复情况确定。一般到近熟龄林封育前作业 1~2 次。

未进行透光伐的中龄林，可按照郁闭度确定采伐强度，抚育采伐后郁闭度不低于 0.4，抚育后林分平均胸径不小于抚育前林分平均胸径；对于容易引起风倒的林分或因抚育强度大影响林木正常生长的，每次抚育采伐后郁闭度不得降低 0.2。抚育后保留木单位面积最少株数不低于每公顷 2400 株。

4、卫生伐

(1) 条件

遭受病虫害、火灾及风沙危害等自然灾害和林内卫生状况较差的林分。

(2) 目的

以改善林分的卫生状况，减少病虫害和火灾发生，促进林木健康生长。

(3) 对象

遭受病虫害、风沙危害、森林火灾较重的林木。

(4) 时间

林内卫生状况较差或林分受害后进行。

(5) 技术要求

伐除容易引起病虫害的枯立木、风倒木、风折木、濒死

木和受病虫害危害的立木。要适当保留受害较轻的林木，使林分郁闭度保持在 0.5 以上。

三、模式效果及推广

1、典型区及适宜推广区

南疆塔里木盆地绿洲人工胡杨林和荒漠河谷天然胡杨林区适用本技术，北疆准噶尔盆地环古尔班通古特沙漠与绿洲过渡带一线均适用。

2、典型事例

和田地区墨玉县墨玉河河岸天然胡杨林区，经森林抚育后，天然林通风透光良好，火灾隐患降低，实行封禁保护后，人为干扰杜绝，胡杨生长良好。

四、单位面积费用

项目	序号	项目内容		单位	技术经济指标
造林模式	1	主导功能			森林健康经营
	2	树种			胡杨
	3	树种组成			纯林、人工林或天然林
作业施工	4-1	修枝	人工修枝	工日 / 亩	0.15

人工修复与自然修复相结合技术与模式

	4-2		单价	元/工日	200
	5-1	林地清理	清林用工	工日/亩	0.15
	5-2		人工费用	元/工日	200
	6-1	抚育剩余物处理	用工	工日/亩	0.1
	6-2		人工费用	元/工日	200
	7-1	机械运输	用工	工日/亩	0.1
	7-2		人工费用	元/工日	200
辅助工程	8	抚育工具		元/亩	5
	9	围栏保护		元/亩	15
	10	成效监测		元/亩	5
合计	11	综合治理总费用		元/亩	125

人工修复与自然修复相结合技术与模式



(陈启民 桑巴叶

模式技术咨询: 279154961@qq.com)

5 荒漠河岸柽柳林恢复技术模式

一、模式背景

柽柳又名红柳，属柽柳科，生长于新疆南部干旱荒漠区内陆河流域的柽柳种类以多枝柽柳、刚毛柽柳和短穗柽柳为主，主要分布于河流各分支的河岸边、河漫滩和临近的沙地中。在缺水的情况下，许多伴生种消失，大量柽柳枯死，群落衰退。沙地柽柳主要分布于绿洲外缘与河道周边，可阻挡风沙，并将沙丘固定住，形成“红柳包”。柽柳是干旱荒漠区内陆河绿洲的重要灌木。柽柳作为优良的固沙及耐盐树种，对于干旱区内生态环境稳定起非常重要的作用。

目前柽柳恢复技术主要是实施引洪灌溉，在有洪灌条件的地区，以地形堵坝拦洪，开渠引洪灌溉，以恢复柽柳林生机，为天然下种更新创造条件。在干旱区内陆河流域，荒漠河岸柽柳林的发生、发展与河流洪枯变化及河道变迁有着密切的联系，近10余年来我国在洪水与河岸植被方面的研究已有了很大的进展，但这些研究多是洪水漫溢对植物群落分布、群落结构和物种多样性及土壤种子库影响的初步研究，较少涉及到洪水漫溢对河岸柽柳林实生苗更新影响的分析。在干旱背景下，柽柳实生苗的萌发多依赖于洪水漫溢所创造的湿润环境。洪水漫溢常惠及到河岸两侧的天然林下，但种子实生苗的发生却常限于河漫滩。

河漫滩洪水漫溢区，第一年更新的柽柳幼苗，长势较为弱小，第二年又被洪水冲刷、浸泡，造成大面积柽柳更新幼苗死亡。如此反复冲刷、浸泡，造成河漫滩保留下来的柽柳幼苗很少。在洪水漫溢区河漫滩修建拦洪坝，将洪水拦截在河漫滩柽柳更新幼苗区域外，可保证柽柳幼苗不被洪水冲刷、浸泡，幼苗正常生长，从而大面积恢复柽柳群落。

二、模式要点

利用拦洪坝将洪水拦截在河漫滩柽柳更新幼苗区域外，可保证柽柳幼苗不被洪水冲刷、浸泡，幼苗正常生长，从而大面积恢复柽柳群落，保护河岸，本模式可以用于有柽柳母树的洪水漫溢区的河漫滩，以柽柳为建群种进行的植被恢复重建。

(1) 在有柽柳母树林的河漫滩，选择洪水漫溢区域作为柽柳更新的场所。

(2) 利用柽柳种子成熟与洪水同步的特点，进行河漫滩柽柳更新恢复，也可辅助人工撒种，加速柽柳更新效果。

(3) 第二年在距河道 50~100 米，沿河道走向修建简易拦洪坝，拦洪坝修建成梯形，下底宽 2~2.5 米，上底宽 1~1.2 米，高度 1~1.5 米，长度视地形而定。

(4) 对恢复的柽柳更新幼苗进行保护，严禁牲畜和人为破坏。

(5) 通过适宜林地选择，引洪调控柽柳根系的范围，

刺激其近地面 0.5 米左右产生较大密度的毛根，穴状接种管花肉苁蓉。

三、模式效果及推广

(一) 适宜区域

本模式普遍适宜在塔里木河流域河漫滩及具有引洪条件的流动沙地上恢复柽柳。

(二) 运作模式

新疆林业科学院承担的国家科技支撑计划课题“塔里木盆地西南缘荒漠河岸植被恢复及利用技术开发与示范”，针对天然柽柳恢复慢、成效差的问题，通过人工措施促进，研发了“干旱荒漠区河漫滩柽柳恢复方法”专利号：ZL 2013 1 0292623. 6；“天然柽柳接种管花肉苁蓉方法”专利号：ZL 2014 1 0101078. 2，为近自然恢复和利用柽柳奠定了基础。模式实施中，科研部门、县水利局、县林草局基于河岸护堤防洪、泄洪、柽柳实生苗保育多功能为目标，协同规划设计工程区域，确定拦洪坝、生态闸、引水渠（沟）规格、走向。工程完成后，强化宣教、封育管护措施。

(三) 示范推广情况

在和田地区和田县斯马瓦提乡墨玉河河岸河漫滩上进行了研究推广（N37° 51' 19.8"、E80° 26' 27.2"）。该示范区位于塔里木盆地西南缘，具有典型的干旱大陆性气候特征。干旱缺雨，蒸发量大，夏季炎热，冬季寒而不冷，春

人工修复与自然修复相结合技术与模式

季升温快而不稳，秋季降温快而短，昼夜温差大，无霜期较长。选择具有怪柳母树林的河漫滩进行植被恢复。采用本模式恢复怪柳每平方米可达2.6株，比不修建拦洪坝怪柳恢复增加53%，怪柳植被盖度增加19.4%；突破了野生怪柳接种管花肉苕蓉的技术瓶颈。

四、单位面积费用

项目	序号	项目内容			单位	技术经济指标
造林模式	1	主导功能				防沙固沙
	2	树种				怪柳
	3	恢复目标			株/亩	1735
	4	植被类型				怪柳群落
	5	造林方式（植苗或植播）				天然落种+直播
	6	整地方式				开沟拦坝
造林作业施工	7-1	整地	机械整地	整地用台班	台班/亩	0.5
	7-2			机械台班费用	元/台班	1500
	8	造林费用小计			元/亩	750
	9	管护人工费			元/亩	50
合计	10	综合治理总费用			元/亩	800



引洪拦坝恢复柽柳



柽柳林恢复

(刘康 陈启民 桑巴叶

模式技术咨询: 1563987356@qq.com)

6 梭梭保护与恢复技术模式

一、模式背景

梭梭属 (*Haloxylon Bunge*) 是藜科植物, 灌木或小乔木。主要分布在亚非大陆温带和亚热带的干旱区, 其分布的大体范围是 $25^{\circ} \sim 48^{\circ} 10' N$, $5^{\circ} \sim 111^{\circ} 30' E$ 。梭梭在亚非大陆连续分布区有 11 个种, 即梭梭 (梭梭柴, *Haloxylon ammodendron (C. A. Mey) Bge.*)、关节梭梭 (*H. articulatum Boiss.*)、怪柳梭梭 (*H. tmariscifolium Pau.*)、扫帚状梭梭 (*H. scoparium Pomel.*)、多花梭梭 (*H. multiflorum Bge.*)、白梭梭 (*H. persicum Bge. ex Boiss. et Buhse.*)、下弯梭梭 (*H. recurvum Bge.*)、盐角梭梭 (*H. salicornicum Bonn. et Barr.*)、施米特梭梭 (*H. Schmittanum Pomel.*)、施氏梭梭 (*H. Schweinfurthii Asch.*)、无叶梭梭 (*H. aphyllum (Minkw.) Ilj.*) 等, 主要生长在流动沙丘、半固定沙丘、盐渍土及砾质戈壁。在我国有 2 种, 即白梭梭和梭梭, 广泛分布于我国的西北荒漠、半荒漠地区, 是一种耐干旱、耐风蚀的优良的防风固沙植物, 其木质坚硬、火力强, 素有“荒漠活煤”之称, 当年枝条富含营养, 是优良的饲草。

白梭梭是中亚细亚荒漠沙生植被的主要成分, 产我国新疆北部, 甘肃、宁夏、内蒙古沙区均有引种。在我国分布于

古尔班通古特沙漠、艾比湖东部沙漠和伊犁地区霍城沙漠，并零星见于乌伦古河和额尔齐斯河沿岸地段，向东分布不超过 90 °E。伊朗、阿富汗、苏联也有分布。梭梭是中亚荒漠中分布最广的荒漠植被类型，产我国新疆、甘肃西部、宁夏西北部、青海北部、内蒙古。在我国梭梭东起半荒漠库布齐沙漠经内蒙古阿拉善高原、甘肃河西走廊、青海柴达木盆地一直分布到新疆。中亚和苏联也有分布。

本技术模式旨在全面提升新疆天然梭梭林的森林经营水平，为梭梭林的保护与恢复奠定理论与技术基础。具有较强的实用性和可操作性，能有效促进荒漠梭梭林健康稳定发展和可持续利用。

二、模式要点

1、梭梭天然林的生态类型

我国境内的梭梭林有梭梭柴 (*Haloxylon ammodendron*) 和白梭梭 (*H. persicum* Bge. ex boiss. et Buhse.) 两个种。可划分为四个生态类型。

(1) 石砾质梭梭生态类型

分布于浅山山谷、山坡及山前洪积砾石戈壁带，基质为片石、风化岩石坡积物或砾石、粗沙，成土性差，地下水位 10 米以下。梭梭成小片状和稀疏散布在山沟山坡脚，只在汇水区较稠密，能够形成灌木林景观，梭梭一般高 1~2.0 米，覆盖度在 5~11.0%。

(2) 沙质梭梭生态类型

处于连绵分布、流动的各类沙丘或高大沙丘、沙垅之间的低矮沙丘（<5米）和起伏沙地，基质为细沙、粉沙，无地面径流，地下水位3~18米。在高大沙丘上，白梭梭呈灌丛状簇生于沙丘的中、下部，覆盖度小于5%，一般高1.5~2.5米。在缓起伏沙地上，白梭梭和梭梭柴均匀分布，生长良好，高2.0~5.0米，形成灌木林，白梭梭覆盖度15~20%，梭梭柴覆盖度15~30%，最高60%以上。

(3) 土质梭梭生态类型

分布于冲积淤积平原、荒漠平原上的干枯湖底或曾有洪水淤积的低洼地带或河流两岸阶地上，地形平缓，土层深厚，基质为壤土、粘土和草泥炭，有机质含量1%以上，地下水位2~8米。梭梭柴高3~8米，梭梭林覆盖度15~50%，最高70%以上。

(4) 盐土梭梭生态类型

分布在砾石戈壁带下缘的沙化盐渍土或盐渍化的沙堆沙地，多呈镶嵌式分布，地形较平坦，基质为沙质壤土或粘土，小于0.1毫米的粉沙占60%以上，地表有薄层盐壳或白色盐霜，地下水位2~4米，土壤含水率14~22%，土壤总含盐量0.8~2.3%，表层积盐总量3~8%，最高达10~30%。梭梭均匀分布，高2~5米，一般覆盖度20~40%，最高60%以上。在表层（0~30厘米）积盐较重地段（总盐量高达30%），梭

梭梭稀疏散生，常与红柳混生。

2、梭梭天然林保护和恢复技术

(1) 天然林恢复更新的主要条件

梭梭保留母树的多寡直接影响梭梭林的恢复速度，梭梭母树至少为 75~120 株 / 公顷；梭梭天然恢复更新地段每年冬季较好的降水条件（每年冬季稳定积雪的厚度在 8 厘米以上），是保证梭梭种子萌发的基本生态条件；具有有利于恢复天然更新的微生境，可促进梭梭天然落种幼苗的成活和生长。

(2) 梭梭天然林的抚育管理

①封禁管护

封禁管护是促进梭梭天然林恢复和发展的主要途径，也是重要的抚育管理措施。实行包干固定管理责任制，即定人员、定地段、定管护目标、定措施、定报酬。梭梭天然林封育片区设专职护林员，巡回查看管护。在人畜活动频繁的梭梭天然林封育区，采用刺丝或网丝建栏围封。在梭梭天然林封育区边界和交通路口设置坚固的宣传告示牌。

②梭梭林地的灌溉

利用一切可以利用的水源灌溉梭梭林地，确保梭梭林区获得一定量的生态水。人工更新的梭梭林，也应 1~3 年灌溉 1 次（融水、洪水、冬闲水）。

③密度调控

对梭梭天然林和人工更新的梭梭林，及时清除病弱株和枯、

死木，调控密度，以促进梭梭林生长。

④保护天敌，控制和减少鼠害

保护梭梭林区内的猫头鹰、狐狸、蛇等天敌，以控制和减少鼠害，利于保护和发展梭梭林。

(3) 梭梭天然林人工更新复壮技术

①封育结合，人工促进更新

在封禁保护的同时可采用人工辅助措施积极培育梭梭林，覆盖度3%以下的梭梭林(或梭梭林密度在75株/公顷以下)的较空旷地段，采用人工或机械耕翻松土带，带宽3~4米，带距8~10米。以便蓄积径流或积雪，促进梭梭天然落种着苗。

②搞好区划，实行轮封轮牧

当地政府组织行政主管部门对梭梭林区搞好区划，区划出封禁和开封轮封的范围、面积以及放牧强度，一般来说，梭梭天然林覆盖度在20%以上，分布均匀时，方可开封。开封轮牧2~3年后再予封禁5~6年。

③梭梭成、过熟林隔带樵采迹地更新技术

垂直主风向，实行等宽、带状隔带樵采，带宽40米左右为宜。樵采的迹地有利天然落种更新，樵采后的伐桩(离地面高度30~60厘米)可萌发更新。

三、模式效果及推广

1、典型区及适宜推广区

准噶尔盆地梭梭林区为该技术适用的典型区，吐哈盆地和

塔里木盆地部分区域可作为适宜推广区。

2、典型事例

(1) 位于奎屯河下游冲积淤积平原的梭梭荒漠区的老桥附近,1958年大跃进期间曾开垦300余公顷,2~3年后弃耕。1964年开始封禁保护,主要是杜绝人们的樵采和放牧活动,有些年份未封死,至1984年(即封禁保护约20年),梭梭已基本恢复成林,90%的面积已恢复为覆盖度达10%以上的梭梭林,其中有1/3的地段已恢复为梭梭密林,覆盖度达30~60%(平均每年增加覆盖度达1.5~3.0%)。

(2) 位于奎屯河下游一级阶地的卡拉巴斯套草甸土立地,1972年弃耕,经一般封禁保护(杜绝了樵采,但有时放牧),1981年11月调查,即经封禁保护约10年,梭梭已基本恢复、发展,平均每公顷有梭梭3750株,覆盖度达5.6%;至1988年10月调查,即经封禁保护约17年,梭梭林已蔚然壮观,生长健旺,最高达4.05米,平均每公顷有梭梭2760株,覆盖度达16.6%(平均每年增加覆盖度达0.98%)。

(3) 位于奎屯河下游冲积淤积平原(土质荒漠立地),原来梭梭林生长繁茂的林地89平方公里,在1966~1970年经人为强度樵采后成了荒芜的土地,1972年开始封禁保护,基本杜绝了樵采,至1981年10月调查,即经封禁保护约10年,在距绿洲边缘4~10千米范围内,在沙丘迎风坡和平坦沙地上,恢复、发展的梭梭片林,平均每公顷有梭梭1725株,一般高

人工修复与自然修复相结合技术与模式

达 2.0 米，覆盖度达 15%（平均每年增加覆盖度达 1.5%），林中伴生的灌木有红砂（琵琶柴）、沙拐枣或蒿类；在平坦沙壤地上形成的梭梭林较稠密，平均每公顷有梭梭 5670 株，覆盖度可达 30%。至 1988 年 6 月调查，即经封禁保护约 17 年，梭梭林地已占该区总面积的 71.4%，梭梭林地中，覆盖度达 30% 的占 30%，梭梭株高一般可达 2~3 米。

四、单位面积费用

项目	序号	项目内容	单位	技术经济指标
梭梭林 封育保 护	1-1	雪地撒种	元/亩	50
	1-2	隔带樵采	元/亩	150
	1-3	人工管护	元/亩	20
合计	2	总费用	元/亩	220

人工修复与自然修复相结合技术与模式



(宁虎森、梁远强、吉小敏

模式技术咨询:75774680@qq.com)

7 退化梭梭林平茬更新复壮技术模式

一、模式背景

梭梭 (*Haloxylon ammodendron*) 为藜科梭梭属小乔木或灌木, 主要分布在我国新疆、内蒙古、甘肃和宁夏 4 省区, 约占整个荒漠面积的 1/10。梭梭是干旱荒漠地区珍贵的植物资源, 植株高大, 在荒漠上形成稳定的植物群落, 具有独特的荒漠林景观, 并且在这种干旱生态环境中起到中心环节的作用, 维持其能量、生物和环境的综合平衡。同时, 梭梭也是良好的饲用材料, 生产力高。荒漠地区的牧民称它为骆驼的“抓膘草”, 深受牧民的喜爱, 牲畜在荒漠梭梭林区一般停留 3~9 个月。同时, 梭梭还是名贵中药材——“肉苁蓉 (*Cistanchedeserticola*)”的寄主植物。但近年来, 由于自然胁迫和人为干扰的双重影响, 我国梭梭林的生境条件不断恶化, 使得梭梭林生产力衰退, 形成了大面积的退化林分。

梭梭林能够落种天然更新, 但受自然条件和人为干扰的影响, 天然更新比较缓慢。长期以来, 人们对梭梭林的人工更新以无灌溉造林、补植、雪面撒种、飞播和封育保护为主。通过封育恢复梭梭林是可能的, 但梭梭林的天然更新依赖于大气降水, 短期内封育措施难以见成效。

传统的“平茬”方法主要针对易萌发的树种, 从植物的根茎处全部剪截去上面的枝条, 使之重新发出通直而粗壮的主干

来。主要用于对杨树、沙柳、柠条以及一些绿化树种的育苗，并且需要有充足的水分条件来保证植物的生长需求。梭梭属于萌发力较弱的荒漠树种，生长区域天然降水多在 100 毫米以下，水分条件很差。采用传统的“平茬”方法，从梭梭根茎处剪截后，梭梭萌发力很弱，对于梭梭林的更新效果不明显。

本技术针对荒漠梭梭林天然更新缓慢，易受自然条件的制约和人为干扰影响的特点，采用简单易操作的“平茬”处理方法，解决梭梭林退化、林相早衰的问题。经过“平茬”处理后的梭梭，萌发能力强，枝条生长旺盛，病虫害少，林分质量大大提高。与荒漠梭梭林现有的更新复壮技术相比，该方法简单易行，比梭梭林区现有的无灌溉造林、人工撒种更新的成本低并且周期短，具有较强的实用性和可操作性。能有效促进荒漠梭梭林健康稳定发展和可持续利用。

二、模式要点

1、平茬工具

需准备油锯、手锯、塔尺、细绳、记号笔。

2、平茬区域选择

现有的荒漠梭梭林均为片林，为了保证梭梭林的防风固沙效能，平茬时采用隔带平茬，平茬带宽为 20 米，间隔保护带宽为 15 米，用细绳拉出范围，选择新生枝条较少，长势较弱有退化趋势的梭梭植株为平茬对象。

3、平茬时间

选择初冬进行平茬处理，以每年的 11 月中旬为宜，在树木休眠期，可以避免树液外流，防止树干抽干，同时，营养物质积累趋于相对稳定。

4、平茬技术

对选定的平茬梭梭植株，在树干离地面 60 厘米高度处进行标记，然后使用油锯机械从标记高度处进行截干平茬，茬口要平滑，无劈裂，平茬完成后立即对茬口使用泥土覆盖，以防止水份丧失。

5、抚育管理

平茬完成后立即对平掉的梭梭枝条进行清理，保持林地清洁，对平茬区域采用常规的封育管理措施，严禁人为破坏及牲畜啃食、践踏破坏；平茬后的梭梭在 4 月上旬开始萌芽，平茬后人工抹芽时间为 5 月上旬，采用开心形留芽方式，每株留 3~4 个芽，经抹芽留芽后，当年 11 月，新生枝条长可达 97.7 厘米，枝粗可达 1.0 厘米。

三、模式效果及推广

（一）适宜区域

准噶尔盆地南缘梭梭林区为该技术适用的典型区，准噶尔盆地北缘和西缘可作为适宜推广区

（二）示范推广情况

本技术于 2013 年 11 月在新疆奇台县西北湾乡荒漠梭梭林区实施。该区位于准噶尔盆地南缘，冬夏长、春秋短，四季分

明，年内温差变幅大，光照充足，降雨稀少、蒸发强烈，相对湿度小。该区域的梭梭林因水分不足以及人为过度放牧的影响，林相早衰，林分质量差，退化趋势明显。经过平茬处理后，梭梭林恢复较好。在冬季对梭梭进行一定高度和强度的“平茬”处理后，次年5月，梭梭的萌发枝条数多达31个，经抹芽留芽后，次年11月，新生枝条长可达97.7厘米，枝粗可达1.0厘米。

四、单位面积费用

项目	序号	项目内容	单位	技术经济指标
梭梭林 平茬	1-1	平茬工具和材料	元/亩	100
	1-2	平茬人工费	元/亩	100
	1-3	林地清运	元/亩	150
	1-4	管护	元/亩	50
合计	2	总费用	元/亩	400

(吉小敏 王学文 技术咨询: 75774680@qq.com)

8 干旱荒漠区河岸植被恢复技术模式

一、模式背景

随着国家重点公益林保护工程的实施，荒漠河岸植被保护工作步入跨越式发展阶段，但科技支撑薄弱的问题日益凸显，主要表现为技术模式基本均以河岸植被的建群种（胡杨、怪柳）恢复为主，尚未上升到群落恢复的高度，本模式以师从自然、资源节约、保护优先、自然恢复的原则，进行林草植被恢复，并有效提升其防洪护岸、防止水土流失、防风固沙的多重生态服务功能，为山水林田湖草沙系统治理提供有力科技支撑。

二、模式要点

1、植被恢复作业区调查

（1）立地因子：地形、地貌、土壤质地、土壤水分、土壤盐分、地下水埋深、径流量、水质、水蚀、风蚀、风速等。

（2）植被现状：植被盖度、林木郁闭度、主要植物种（建群种、优势种）及其生活型、多度、高度。

（3）社会、经济情况：社会、经济及其对植被的干扰情况。

2、立地类型划分

湿润型：年际地下水埋深小于 4 米，地表至地下水埋深土层平均含水率 7~15%以上，1.0 米深土壤平均含盐量 \leq 1.5%。通常群落结构为乔、灌、草组合。

干燥型：年际地下水埋深 4~6 米，1.0 米深土壤平均含盐量 \leq 1.5%。通常群落结构为乔（胡杨）、灌组合。

干旱型：年际地下水埋深 6~8 米，1.0 米深土壤平均含盐量 \leq 1.5%。通常分布胡杨疏林。

盐地型：年际地下水埋深 1 米左右，1.0 米深土壤平均含盐量 $>$ 1.5%。通常为盐化草甸。

3、植被恢复的主要植物种

胡杨，灰胡杨，多枝柽柳刚毛柽柳，塔里木沙拐枣，黑果枸杞，铃铛刺，疏叶骆驼刺，白刺琵琶柴，胀果甘草。

4、植被恢复的措施

不同立地类型的植被恢复措施见表3。

不同立地类型的植被恢复措施

立地类型	恢复与保护措施
湿润型	筑坝、疏浚洪沟、人工辅助播种、植苗、断根萌蘖更新、封育保护、有害生物防治。
干燥型	封禁、丰水年引洪灌溉、有害生物防治。封禁措施参见 GB/T15163。
干旱型	封禁、应急生态输水、有害生物防治。
盐地型	严禁过度放牧、樵采。

5、建群种培育

(1) 胡杨、灰杨

胡杨、灰杨培育主要包括：人工促进天然落种造林、植苗造林、伐桩萌芽更新、挖桩萌芽更新、开沟断根萌芽更新、中幼林抚育等内容，具体要求按照LY/T 1751执行。

(2) 柽柳

直播造林：采用引洪灌溉天然落种、人工辅助播种的方式直播造林。在母树缺乏的区域，可就近采种，在引洪出水口均匀撒播柽柳种子，播种量 3.75~4.5 千克/公顷，播种完成后立刻封育保护。

平茬复壮：对于退化的柽柳林，在树液停止流动期间进行平茬作业，平茬高度 30 厘米，并辅以引洪措施。

(3) 胀果甘草

采取挖环状沟断根的方法扩大种群数量。以母株为中心开挖，环状沟半径为30~50厘米，沟宽≤20厘米，沟深为30~50厘米。

(4) 大叶白麻

在有母株、地势平坦、引洪便利的区域开展大叶白麻培育工作。

母株分苗：选择根蘖分枝多且健壮的大叶白麻作为母株。对母株切根分株，半圆形开挖，挖深≥30厘米，母株一分为二，回填土后，对取出的半丛植株再行分割，可均匀分割为

3~5 株，每株苗保留 3~5 个萌条，湿纱布包裹打捆，每捆 30~50 株，尽快就近植苗。

植苗：植苗穴 30×30×30 厘米，栽植密度为 22500 株/公顷，栽植后及时引洪灌溉，10 天后再次灌溉。

刈割、平茬复壮：在大叶白麻休眠期刈割、平茬干枯枝条，平茬高度 20~30 厘米。

(5) 芦苇

芦苇种源丰富，在盐碱地上引洪利用天然落种封育既可，盖度≤60%前禁止放牧与采收。

6、水利调控促进植被恢复

(1) 引洪灌溉

对于有引洪条件的宜林地和疏林地，实施引洪灌溉。以地形堵坝拦洪，开渠引洪灌溉，为河岸植被恢复创造有利条件；引洪渠与河道夹角小于 45°，设进水口和回归下游河道的出水口；引洪渠顺自然洪沟方向开挖，渠底坡降 1/1000~1/1500。边坡 1:1.5~1:2.0；灌溉量≥3000 立方米/公顷。

(2) 生态输水

对分布于湿润、干燥、干旱立地类型的植被，当出现退化迹象，地下水埋深濒临下限，即：4米、6米、8米时，实施生态输水。

(3) 筑坝保护

河漫滩、河岸一级阶地胡杨、柽柳天然更新良好的区域，

结合防洪沿岸筑坝，保护植被。

7、有害生物防治

加强检疫工作力度，根据有害生物发生及流行的规律，选择典型区域设置监测点对荒漠河岸植被有害生物进行实时监测，重点盯防胡杨春尺蠖和桤柳条叶甲。

三、模式效果及推广

（一）适宜区域

本模式适用于我国降水量 ≤ 100 毫米的干旱区河岸植被恢复，适用于隐域性植被的恢复，而不适用于地带性植被恢复。

（二）运作模式

“十二五”期间新疆林业科学院承担了国家科技支撑课题“荒漠河岸植被恢复及利用技术开发与示范”（2009BAC54B04），对荒漠河岸植被恢复技术进行了专项研究，为规范荒漠河岸植被保护与恢复技术，恢复和扩大河岸植被资源，提升其生态服务功能，根据《中华人民共和国森林法》和《中华人民共和国防沙治沙法》制定了本模式的国家行业技术标准“西北干旱荒漠区河岸植被恢复技术规程”。按照自然规律，因地制宜，针对河岸植被类型特点，分别采取保护与恢复措施；高效利用有限的水资源，保护生物多样性及其环境，建立稳定的河岸植被生态系统，并促进其可持续发展。

(三) 示范推广情况

1、洪沟疏浚恢复柽柳示范区

(1) 示范地点：和田县斯马瓦提乡土布卡村。

(2) 规模：600 亩。

(3) 实施年限：2009 年 07 月至 2013 年 12 月。

(4) 主要技术措施：天然及人工辅助播种，疏浚自然洪沟，修筑拦洪坝。

示范区植被主要为柽柳。群落土壤总盐含量为 8.49 克/千克，有机质含量 2.438 克/千克。在有洪灌条件的区域，以地形堵坝拦洪，开渠引洪灌溉，利用柽柳天然落种，恢复柽柳群落。引洪渠与河道夹角小于 45° ，设进水口和回归下游河道的出水口。引洪渠顺自然洪沟方向开挖，渠底坡降 1/1000-1/1500。边坡 1:1.5-1:2.0。

(6) 实施效果：柽柳植被盖度增加 19.4%。

2、罗布麻——甘草恢复示范区

(1) 示范地点：和田县斯马瓦提乡塞斯吾提村

(2) 规模：400 亩

(3) 实施年限：2009 年 07 月至 2013 年 12 月

(4) 主要技术措施：修渠引洪、封育保护、人工促进更新生长。

示范区植被群落为罗布麻—甘草群落。该群落土壤总盐含量为 8.256 克/千克，有机质含量 3.052 克/千克。该群落

生态经济功能兼优，尤其是经济效益明显。

①修渠引洪：以地形堵坝拦洪，引洪渠顺自然洪沟方向开挖，灌溉量，沟灌灌水量 600 立方米/公顷，漫灌 900 立方米/公顷。

②封育保护：为防止牲畜侵入或人为滥砍滥伐，在罗布麻——甘草恢复示范区的边界上建立防护设施，修建围栏。在封育区周界明显处设置宣传标志牌。

③人工促进更新生长：甘草水平根系有很强的萌生力，断根可促使根蘖苗大量繁殖，对和田县罗布麻——甘草恢复示范区野生甘草进行了断根试验，结果表明，甘草经断根后，母株长出 0~5 株新植株，平均 2 株，且长势很好，高度在 14~54 厘米，平均达 28 厘米。

(5)实施效果：植被盖度增加 10.2%；罗布麻生物量（地上部分）增加 72%；甘草生物量（地上、地下部分）增加 16%。

3、芦苇-甘草群落恢复示范区

(1) 示范地点：和田县斯马瓦提乡

(2) 规模：200 亩

(3) 实施年限：2009 年 07 月至 2013 年 12 月

(4) 主要技术措施：引洪、保护

示范区植被群落为芦苇-甘草群落，主要植被为芦苇。群落土壤总盐含量为 18.85 克/千克，有机质含量 3.101 克/千克。该群落不但具有明显的固沙效益，兼具一定的经济效

人工修复与自然修复相结合技术与模式

益，极耐盐碱。根据实际情况主要采取在夏季 6、7、8 月洪水季节引洪，加强保护。

四、单位面积费用

项目	序号	项目内容	单位	技术经济指标
模式内容	1-1	人工植苗	元/亩	1200
	1-2	人工辅助播种	元/亩	800
	1-3	断根、萌蘖更新	元/亩	1000
	2	平均费用小计	元/亩	1000
	3	封育保护	元/亩	100
	4	管护人工费	元/亩	50
合计	5	综合治理总费用	元/亩	1150



罗布麻-甘草恢复



芦苇-甘草群落恢复

(刘康 陈启民 桑巴叶 模式技术咨询: 1563987356@qq.com)

9 “低覆盖度防沙治沙”造林模式

一、模式背景

“低覆盖度防沙治沙”造林模式依据“低覆盖度防沙治沙的原理与技术”，该成果采用中国林科院荒漠化研究所杨文斌等人的最新研究成果，根据研究成果中植被覆盖度与沙地固定程度的关系，对于覆盖度小于 30%的固沙林，分布格局成为影响防沙效果的重要因素，通过对比随机分布、等株行距、行带式三种分布格局，行带式是一种防风阻沙的效果非常显著的分布格局。在水分利用效率方面，以灌木林地配置带间距为 12~28 米、阔叶乔木林带配置带间距为 15~36 米为优化带间距，考虑到新疆风沙危害的现状，在确保完全固定流沙的条件下，进行林带配置，灌木林带间距为 10 米，乔木林带间距为 10 米和 15 米。考虑到项目区主害风方向，在配置林带时林带走向尽量与主害风方向垂直，形成能够促进土壤与植被、微生物快速修复的乔灌草复层植被结构，构成低覆盖度防沙治沙体系。

二、模式要点

针对新疆沙漠地区干旱少雨的特点，在沙漠和绿洲等边缘过渡地带采用乔木和灌木搭配的“两行一带”式低覆盖度固沙林，从而对绿洲、农田起到保护作用。针对非沙漠边缘

的大部分荒漠化严重地区，因为固沙植物种单一、自然条件恶劣、大规模营林困难、抚育管理难以持续等问题，采用营建技术相对较为简单、抚育管理工作技术简单且工作量不大的“单行一带”低覆盖度灌木固沙林营建技术。此技术营造迅速、防风固沙效能见效快、抚育管理工作量小、容易达到自然更新的防护目的，可以采用单一种营林，也可以采用混交造林，适合乡土树种，能够提高林分的稳定性。

1、“两行一带”低覆盖度行带式乔木固沙林

模式一：“两行”行距 3 米，株距 1.5 米，带间距为 10 米，以胡杨、沙枣等抗旱树种植苗开沟造林为主。模式二：“两行”行距 4 米，株距 1.5 米，带间距为 15 米，以胡杨、沙枣植苗开沟造林为主。

2、“单行一带”低覆盖度行带式灌木固沙林技术

“单行一带”株距 1 米，带间距为 10 米。以撒播柽柳种子或者梭梭植苗造林。

三、模式效果及推广

“低覆盖度防沙治沙的原理与技术”的推广应用，将为修订后的《国家造林技术规程》(GB/T 15776-2016)奠定基础，通过将该技术模式的大面积推广，进而推动全疆防沙治沙工程向着更加符合自然规律、更加有效、更加稳定的方向发展，使在符合国家相关政策的条件下，节约造林成本及后期管护成本，低覆盖度防沙治沙技术降低了固沙林生态耗水

量,增加了生物多样性,提高了植被稳定性和土地利用效率,促进了区域农牧业生产,实现了一次固沙、永久治理的目标。

“低覆盖度防沙治沙的原理与技术”,针对新疆沙漠地区干旱少雨的特点,采取抗旱造林与植物种优化配置技术,在沙漠和绿洲等边缘过渡地带采用乔木—胡杨、沙枣营建“两行一带”式低覆盖度固沙林,从而对绿洲、农田起到保护作用。“两行”行距 3 米、4 米,株距 1.5 米,带间距为 10 米、15 米,以植苗开沟造林为主。通过该技术后,亩均造林株树约 60 株,与现行技术亩均造林株树 112 株相比,技术平均降低造林成本 30%以上,其中苗木用量平均减少约 47%,造林用工量平均减少 30%,由此计算固沙林亩均节约成本 400 元。利用该技术在巴州轮台县草湖乡老草湖建设 560 示范区,尉犁县采用“低覆盖度防沙治沙的原理与技术”2018 年在墩阔坦乡风沙区人工造林 11000 亩,每亩栽植胡杨 28~30 株。塔里木胡杨林自然保护区采用“低覆盖度防沙治沙的原理与技术”2018 年在保护区退耕地营造人工林 1200 亩。

低覆盖度治沙把我国的治沙事业推向“低覆盖度灌、乔、草复层结构、多树种带状混交”的新时期,在防风固沙、水分利用效率、促进带间土壤植被修复、推进系统进展演替方面表现出较明显的优势,它的推广应用,不但能够维持固沙林的长期稳定生长,维持区域水量平衡,而且能够提高植被盖度,改善区域生态环境。解决了固沙林中幼龄林衰败死亡难题,从而

人工修复与自然修复相结合技术与模式

避免了因固沙林退化而造成的固沙林营建风险和损失，有效保证了沙区人民的财产安全，具有巨大的社会效益。

四、单位面积费用

项目	序号	项目内容		单位	技术经济指标	
造林模式	1	主导功能			防风固沙	
	2	树种			胡杨	
	3	初植密度		株/亩	60	
	4	株行距		m×m	1.5*4*10	
	5	树种组成			胡杨	
	6	造林方式（植苗或植播）			植苗	
	7	整地方式			大致整平	
	9	苗木质量等级			Ⅱ级以上	
	造林作业施工	10-1	整地	机械整地	整地用台班	台班/亩
10-2		机械台班费用			元/台班	300
11-1		苗木	苗木（含补植）		株/亩	70
11-2			单价		元/kg	2
12-1		栽植	人工栽植用工		工日/亩	1
12-2			人工费用		元/工日	200
13		栽植浇水（含灌溉设施）		元/亩	820	
14		造林费用小计		元/亩	1460	
造林后管护		15	管护、浇水等人工费		元/亩	300
合计	16	综合治理总费用		元/亩	1760	



(吴天忠 模式技术咨询: 278230982@qq.com)

10 基于无人机的林草植被恢复技术模式

一、模式背景

荒漠生态系统水资源承载能力有限，激进地追求高密度造林不仅存活率低、不可持续，造成人力物力的巨大浪费，施工过程以及对地下水的开采更会对原有的生态系统造成更大的破坏，得不偿失。飞播造林以撒播先锋植物人工种子库为主要手段，充分利用积雪融水、天然降雨等供养种子库的萌发与成苗，以相对冗余的土壤种子库，使地表植被密度逐年接近浅层水资源所能供养的植被的上限，同时，丰富的植物有机体可以回补土壤，减少水分蒸发，使退化的生态系统进入良性循环。该技术对地表原始生境的扰动小，植被恢复的密度科学合理，是兼具低成本、高效率和可持续的生态修复手段。

然而，不同立地条件下适生的植物不同，单一或无针对性的飞播方案会导致造林存活率低，生态系统稳定性差，且可能导致原有生境的群落结构发生颠覆性改变。无人机技术与飞播技术的融合，施工准度可以精确到亩，使得不同立地条件间高针对性、高特异性飞播方案的实施成为可能。同时，荒漠区交通不便，人工成本高昂，基于无人机的林草植被恢复技术操作简单便捷，对地形和整地效果要求低，省工、省时、省种，十分适用于新疆面积巨大、地形复杂的荒漠化治

理工程，应用前景广阔。

二、模式要点

1、针对性、多样化人工种子库搭配

飞播前对实施地域开展样地调查，调查内容主要包括植被种类、盖度、数量，原生土壤种子库多样性、土壤的理化性质，以及水文、气象特征。针对原始生境植物群落特征进行人工种子库选种，结合不同荒漠种子的萌发特性确定种子配比，尽可能保留原始植被群落特征。

2、种子丸粒化

对飞播种子进行除杂、精选工作，后添加丸粒粉，再利用种子丸粒化机将种子进行大粒化。丸粒化粉包含组分为：天然钠基膨润土矿粉 50~100 份，黄腐酸钾矿粉 20~40 份，甘草废渣粉 10~20 份，高吸水树脂 2~3 份，多菌灵可湿粉 1~3 份等。最后加入鸟鼠兔禽驱避剂 0.70~0.80 份，包覆在丸粒后的种子表面，最终获得的丸粒是初始种子质量的 3~5 倍，直径为 1~3 毫米。此步骤可减少飞播时种子的移位，且丸粒后的种子质地坚硬，能形成一定入土深度，解决播种后人工镇压和覆土问题。同时种子被抗旱基质包裹，可提高种子的成活率和抗旱能力，节约播种量。

3、飞播密度与飞播时间

无人机种子箱每次装载人工种子库种子 20 千克，设定播撒转速 600-800 转/分钟，播撒宽幅 6-8 米，每分钟撒种

5.5 千克。飞播密度约为 9 千克/公顷。无人机每日工作 6~8 小时，单架无人机每日可播种 20~35 公顷。

在秋季第一场降雪后播种，播种后随机抽取样地调查播种量及均匀度，对于播种量不足区域进行补种。在降水稀少的年份和地区，可在春季和夏季进行适量补水，稳定播种效益。

三、模式效果及推广

在青河县砂铁矿地质环境治理及生态修复-阿苇灌渠渠首片区地质环境治理工程中进行应用，显著提升播种区植被盖度，种子发芽率均在 80%以上，成活率能够达到 60%以上。

四、单位面积费用

项目	序号	项目内容	单位	技术经济指标
造林模式	1	主导功能		植被恢复
	2	树种		梭梭、怪柳、雾冰藜、猪毛菜、沙蓬、冰草、黄芪、灰藜
	3	原始盖度	%	5-10
	4	种子丸粒化	倍	3-5
	5	恢复盖度	%	20-40
	6	造林方式（植苗或植播）		无人机飞播
	7	整地方式		
	8	整地规格（长×宽×深）	cm×cm×cm	
	9	种子质量等级		I

人工修复与自然修复相结合技术与模式

造林作业施工	10-1	飞播	无人机	飞播用台班	台班/亩	1
	10-2			台班费用	元/台班	25
	10-3		人工整地	清理用工	工日/亩	
	10-4			整地用工	工日/亩	
	10-5			人工费用	元/工日	
	11-1	丸粒粉	丸粒粉剂量	g/亩	400	
	11-2		丸粒粉单价	元/kg	50	
	11-3		用工	工日/亩	0.5	
	11-4		人工费用	元/工日	200	
	12-1	种子	种子数量 (含补植)	g/亩	200	
	12-2		单价	元/kg	800	
	13	栽植浇水		元/亩		
	14	造林费用小计		元/亩	305	
	管护	15-1	围栏封育费		元/亩	150
15-2		管护、浇水等人工费		元/亩		
合计	16	综合治理总费用		元/亩	455	

人工修复与自然修复相结合技术与模式



（刘永萍 彭钊植 模式技术咨询：539960094@qq.com）

11 点阵式带状沙障固沙技术模式

一、模式背景

机械沙障（简称沙障或风障）是采用柴草、枝条、木板条、塑料板、粘土、砾石等材料，在沙丘表面上设置各种形式的障蔽物，以此控制风沙流动的方向、速度、结构，改变蚀积状况，改变风的作用力及地貌状况等，达到防风阻沙的目的。机械沙障不仅对沙地土壤改良有显著作用，而且还可以调节局地小气候，增大下垫面粗糙度，有效降低近地表层风速，明显减弱输沙强度，使流沙表面得以稳定，使防护对象免遭沙害。其中半隐蔽格状机械沙障，是近地面风沙流边界层防止风沙危害的一种经济实用、功能独特、效果显著而且应用最为广泛的防风固沙措施。刘阳宣等（1997）研究发现设置草方格沙障后，在距地表 20 厘米高度处的风速降低了 76.3%，输沙率降低为 0.28%；用砾石覆盖措施固沙，相应防护效果依次为 19.09%和 0.91%，最后证实草方格沙障比砾石覆盖措施效果好。李生字等（2003）初步总结出了草方格沙障生态恢复作用，研究发现草方格中植物降低地表风速，沙面的紧实度增强，生物结皮开始发育，而且发育状况与草方格的年龄及其中的植物覆盖度成正比。

草方格沙障被称为“中国魔方”，是一种非常有效的流沙固定方法，草方格沙障主要用于项目区外围大面积的流沙

固定。但是，在项目区的内部，比如渠系、道路、田埂等因为面积较小，地形复杂，草方格沙障施工不便。为了更好地解决造林地内部的风蚀问题，墨玉县林业局和新疆林科院研究小组提出了一种新的固沙方法——点阵式带状沙障固沙技术。

二、模式要点

1、实施区域

有风沙危害的项目区内部的渠系、道路、田埂

2、材料选择

沙障材料以芦苇为宜，也可根据当地的实际选择棉秆、稻草和麦草等。

3、技术措施

为了有效的防风固沙，在项目区内部的渠系、道路、田埂上均可设置点阵式带状沙障，带状沙障横竖间隔为：15~20*15~20 厘米，高度为 30~40 厘米（地上 15~20，地下 15~20），直径为 4~6 厘米。用铁锹把子在地上捣一个 30~40 厘米深的孔，将扎好的沙障插入，然后覆土、扶正并压紧。

三、模式效果及推广

（一）适宜区域

适用于任何地域小面积的流沙固定。该技术操作简单，成本低廉，固沙有效，可在南北疆类似区域推广使用。

(二) 示范推广情况

2018~2010 年, 墨玉县林业局和新疆林科院研究小组在墨玉县玉北开发区新造林地建设点阵式带状沙障 2 万余亩。通过研究小组使用集沙仪和风速廓线采集仪的测定: 使用点阵式带状沙障后, 实验区与对照区比较, 起沙风速可降低 5% 左右, 风蚀量可降低 10% 左右。

四、单位面积费用

项目	序号	项目内容	单位	技术经济指标
沙障材料	1-1	沙障规格	cm×cm	带状沙障横竖间隔为: 15-20*15-20, 高度为 30-40 (地上 15-20, 地下 15-20), 直径为 4-6
	1-2	材料单价	t 或 m ³	900
	1-3	每百米用量	t 或 m ³ /100m	
	1-4	每亩长度	m/亩	
	1-5	每亩用料	t 或 m ³ /亩	0.2
	1-6	用料费用	元/亩	180
沙障设置	2-1	用工量	工日/亩	1
	2-2	人工费用	元/工日	250
	2-3	单位面积用工费用	元/亩	250
合计	3	总费用	元/亩	430

人工修复与自然修复相结合技术与模式



(吉小敏 邓雄 技术咨询: 75774680@qq.com)

12 沙化土地封禁保护区草方格沙障固沙技术模式

一、模式背景

机械沙障实践研究的成果为沙障的建设提供科学依据，从 90 年代后，众多学者就将机械沙障研究的重点方向，确定为沙障设置方法、规格、材料、防护效益等一系列的研究。从收集的相关文献可知，刘世增等（1997）提出沙障结构以空隙度为 40~50%，规格为 1×1 米的格状麦草沙障聚沙效果较好。孙中峰等（1998）研究发现沙障高度在 1 米左右；孔隙度为 0.25~0.5 为宜。胡春元等（2003）综合考虑各种因素后提出规格为 2×2 米、2×3 米，沙障高度约 30 厘米的沙障比较合适。董智等（2004）认为赛绿特 II 号土壤凝结剂沙障规格为 1×1 米的性能最好。屈建军等（2005）研究表明 1.5×1.5 米、2×2 米麦草和碾压芦苇生物材料防风效果较明显。马全林等（2005）研究聚乙烯（HDPE）塑料方格沙障适宜结构是透风系数为 30~45%，沙障高度为 20 厘米，规格为 1×1 米。随后在研究不同材料的沙障的同时，又针对风蚀积沙不同，开始研究不同部位设置的规格。刘艳军等（1995）研究沙丘不同部位选择不同沙障材料，比如沙丘下部选用黄柳，中部、上部选用紫穗槐，顶部用玉米秸秆做沙障材料。考虑到沙障设置位置的影响，从而开始对不同立地类型进行研究，例如沙丘坡面、部位等设置的沙障类型。试验过程中，

众多学者主要研究格状沙障，一致认为在沙丘顶部设置小规格沙障，沙丘中部、下部设置大的规格沙障，在沙丘下部可以设置带状沙障，从材料上也多方考虑结合多种材料使用设置沙障。但是在对沙丘顶部沙障该如何设置的问题上，也存在不同的看法认为沙丘较高大时不需设置沙障，可借助风力削平丘顶。对坡面的研究如下，韩致文等（2000）提出在迎风坡设置的规格 0.5×0.5 米，背风坡规格为 2×2 米，在平缓开阔沙地设置的规格为 1×1 米或 1×2 米。同年韩致文又研究发现在多风向、地貌较为复杂的区域适宜设置的高立式沙障规格为 5×5 米；风向单一、较为平坦的地区设置规格为 5×10 米比较适宜；对于地形平坦地区可设置大于 10×10 米的高立式格状沙障。郭景山等（2002）研究表明高立式和半隐蔽式沙障组合模式可延长沙障的防护年限，提出孔隙度 30% 的高立式沙障与规格 1×1 米的半隐蔽式沙障为最适配置组合。

2013 年我国正式启动国家沙化土地封禁保护补助试点工程，填补了防沙治沙措施中的一项空白，根据《防沙治沙法》在规划期内不具备治理条件的以及因保护生态的需要不宜开发利用的连片沙化土地，应当规划为沙化土地封禁保护区，实行封禁保护。新疆是全国沙化土地面积最大的省区，也是沙化土地封禁保护的主战场，现有各类沙化土地封禁保护区 46 个，面积约 56.93 万公顷。在沙化土地封禁保护区

建设工程中固沙压沙工程是最重要的工程，投资也最多，如何在固沙压沙工程中科学地铺设草方格沙障？新疆林科院科研人员全程参与了新疆沙化土地封禁保护区的选址、规划设计和工程建设的成效监测，提出了沙化土地封禁保护区草方格沙障固沙技术模式。

二、模式要点

1、草方格沙障设计技术指标

(1) 沙障材料：芦苇、秸秆、柴草等韧性非活体材料。

(2) 沙障规格：半固定沙地上铺设草方格大小为 1.2×1.2 米，或者 1.5×1.5 米。流动沙地上铺设草方格大小为 1×1 米。

(3) 沙障结构：疏透结构，沙障孔隙度一般在 20~30%。

(4) 沙障高度：地面以上 15~25 厘米，沙障入土深度 15~25 厘米。

(5) 设置时间：每年春季和秋季，其它时间也可。

2、施工程序

(1) 手埋式施工程序

按照沙障设计的规格进行放线，其中沿沙丘等高线方向为纬线样线，垂直沙丘等高线方向为经线样线。具体施工时先对垂直沙丘等高线方向的经线进行施工，然后再对沿沙丘等高线方向的纬线施工，并从沙丘上部往下按高低或材料堆放远近顺序施工，以便于材料运送，或避免施工人员不慎踩

踏铺设完好的沙障。

将沙障材料截成 50 厘米长，沿草方格网线平铺芦苇，开沟后将准备好的沙障材料埋入沙丘，埋深 20~25 厘米，沙面上保留 20~25 厘米（偏差为±2 厘米），顶部宽度 4~6 厘米。用脚将芦苇带两侧的沙踩实，并用铁锹或刮沙板将中间的沙向芦苇带下堆积，使草方格提前形成碟形凹槽，有利于沙障内地面稳定。在迎风坡，因地形的倾斜，沿等高线的草带要加密。

本方法适用于平缓沙地和坡度 $<30^\circ$ 的低矮流动沙丘以及半固定沙地。

（2）脚踏式施工方法

按照沙障设计的规格进行放线，其中沿沙丘等高线方向为纬线样线，垂直沙丘等高线方向为经线样线。具体施工时先对垂直沙丘等高线方向的经线进行施工，然后再对沿沙丘等高线方向的纬线施工，并从沙丘上部往下按高低或材料堆放远近顺序施工，以便于材料运送，或避免施工人员不慎踩踏铺设完好的沙障。

将沙障材料截成 80 厘米长，沿草方格网线平铺芦苇秆或秸秆，扎制材料要垂直“线”排放，并置中间位置于线上。用平板铤（或钝刃平头铁锹防止切断材料）在芦苇中部用力将其对折压入沙层内 15~20 厘米，压入深度不小于 13 厘米，拥沙扶直；出露高度 15~20 厘米（偏差为±2 厘米），顶部

宽度 4~6 厘米，再用脚将芦苇带两侧的沙踩实，并用铁锹或刮沙板将中间的沙向芦苇带下堆积，使草方格提前形成碟形凹槽，有利于沙障内地面稳定。

本方法适用于坡度 $\geq 30^\circ$ 的高大流动沙丘。

3、防火隔离带设置

每 100 米布设一条防火隔离带，宽度 2 米，隔离带内不埋设沙障材料。

4、材料用量

草方格的材料用量要适当，过少影响其防沙效益，太多造成材料的浪费，也增加施工难度。芦苇用量为 750~800 克/米。

三、模式效果及推广

（一）适宜区域

风沙危害十分严重的区域，植被覆盖度小于 15%的流动沙地。

（二）示范推广情况

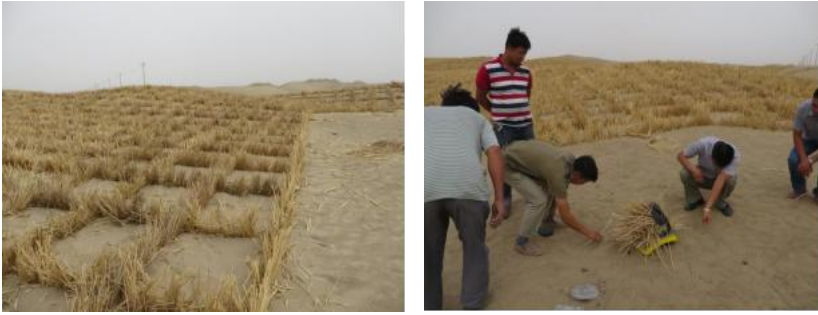
2017 年以来，该技术模式已在新疆的沙化土地封禁保护区建设固沙压沙工程中大面积使用。依托本技术模式完成的地方标准：“沙化土地封禁保护区沙障建设技术规程”（DB65/T 4063-2017），已在新疆沙化土地封禁保护区 2018~2022 年度建设工程中推广应用，取得了较好的生态效益，有力支撑了区域荒漠化防治、生态建设和社会经济发展。

四、单位面积费用

项目	序号	项目内容	单位	技术经济指标
沙障材料	1-1	沙障规格	m×m	1*1
	1-2	材料单价	t 或 m ³	900
	1-3	每百米用量	t 或 m ³ /100m	
	1-4	每亩长度	m/亩	
	1-5	每亩用料	t 或 m ³ /亩	1.2
	1-6	用料费用	元/亩	1080
沙障设置	2-1	用工量	工日/亩	4
	2-2	人工费用	元/工日	250
	2-3	单位面积用工费用	元/亩	1000
合计	3	总费用	元/亩	2080



人工修复与自然修复相结合技术与模式



(宁虎森、吉小敏、雷春英 模式技术咨询: 75774680@qq.com)



100