



亚太森林恢复与可持续管理组织
大中亚区域植被恢复与森林资源管理利用示范项目

赤峰市防沙治沙典型模式

Brochure for Typical Models of Sand Prevention and Control in Chifeng



赤峰市林业科学研究院

二〇一九年六月

序

荒漠化土地占地球陆地面积的四分之一，是人类生存和可持续发展的极大威胁。中国是荒漠化危害最严重的国家之一，沙化土地总面积 173.11 万 km^2 ，主要分布在新疆、内蒙古、西藏、青海、甘肃 5 省（自治区），是中国八大沙漠、四大沙地集中分布区。

在防治荒漠化的进程中，中国经过 70 年的探索和奋斗，在追求人与自然和谐共生的现代化征程中，走出了一条生态与经济并重、治沙与治穷共赢的防治荒漠化道路，为世界提供了一份可靠而又可复制的生态修复样本。据全国第四次荒漠化和沙化监测：2009 年内蒙古沙化土地面积与 2004 年相比，5 年间沙化土地减少了 1253km^2 ，年均减少 251km^2 ；赤峰市 1994~2009 年 15 年间，全市沙化土地总面积减少 76.4 万 hm^2 ，下降率为 28.7%，平均每年减少 5.09 万 hm^2 。

亚太森林恢复与可持续管理组织资助的“大中亚区域植被恢复与森林资源管理利用示范项目（中国赤峰项目区）”，于 2017 年在中国内蒙古赤峰市敖汉旗三义井林场启动实施。受项目管理和建设单位委托，赤峰市林业科学研究院承担了“赤峰市防沙治沙典型模式研究”工作，课题组通过 3

年的努力，在中国林业科学研究院荒漠化研究所的指导下，充分借鉴位于半干旱区的赤峰市几十年防沙治沙实践经验与研究基础，选取具有代表性的防沙治沙综合治理试验示范区，开展深入系统研究工作，全面梳理了赤峰市防沙治沙技术集成。立足于因沙而宜，以水定策，经济适用，易于推广，提炼了机械沙障治沙、复合沙障治沙、封育基础上人工促进修复、人工造林治沙、沙生植被可持续经营五种模式。对于优化沙地治理途径，指导科尔沁、浑善达克沙地及相似地区沙地治理，促进沙区可持续高质量发展和全球环境保护具有实践意义。

由于研究时间尚短及编者水平有限，不妥之处，还望读者批评指正。

编者分工：

执 笔：李显玉、赵鸥、张瑞军、阿拉坦图雅、段磊
英 译：卢朝霞

编 者

2019年6月于赤峰

目 录

一、赤峰市防沙治沙概况.....	1
1 赤峰市基本情况.....	1
(1) 地理位置.....	1
(2) 地形地貌.....	1
(3) 气候特点.....	2
(4) 森林资源.....	2
2 赤峰市沙地类型.....	2
(1) 科尔沁沙地.....	3
(2) 浑善达克沙地.....	4
(3) 沙化土地类型划分.....	4
3 赤峰市防沙治沙概况.....	6
二、治沙技术.....	8
1 机械沙障设置技术.....	11
(1) 草方格沙障.....	11
(2) 纱网沙障.....	12
(3) 可降解纤维沙袋沙障.....	13
2 生物沙障（复合沙障）设置技术.....	8
3 封育技术.....	9
4 人工播种修复技术.....	10
5 人工植苗修复技术.....	11
6 飞机播种修复技术.....	15
7 人工造林治沙技术.....	16
8 人工种草治沙技术.....	17
9 沙地草库仑建设技术.....	18

10 沙生植被可持续经营技术.....	19
三、治沙模式.....	20
1 机械沙障治沙模式.....	20
(1) 模式特征.....	20
(2) 主要技术措施.....	21
(3) 技术图例.....	21
(4) 模式成效.....	22
2 复合沙障治沙模式.....	22
(1) 模式特征.....	22
(2) 主要技术措施.....	22
(3) 技术图例.....	23
(4) 模式成效.....	23
3 封育基础上人工促进修复模式.....	24
(1) 模式特征.....	24
(2) 主要技术措施.....	24
(3) 技术图例.....	25
(4) 模式成效.....	25
4 人工造林治沙模式.....	26
(1) 模式特征.....	26
(2) 主要技术措施.....	26
(3) 技术图例.....	27
(4) 模式成效.....	28
5 沙生植被可持续经营模式.....	29
(1) 模式特征.....	29
(2) 主要技术措施.....	29
(3) 技术图例.....	30
(4) 模式成效.....	30

一、赤峰市防沙治沙概况

1 赤峰市基本情况

赤峰市是内蒙古自治区下辖地级市，位于内蒙古东南部，蒙冀辽三省区接壤处，是自治区政府定位的省域副中心城市，辖三区、七旗、二县，是一个以蒙古族为主体，汉族为多数的多民族聚居地区，总人口 432.2 万人。境内有兴隆洼、红山文化遗址，是中华文化发源地之一，是中国 50 家投资环境诚信安全区之一。

(1) 地理位置

地处内蒙古高平原向东北平原的过渡地带，介于北纬 $41^{\circ}17'10''\sim 45^{\circ}24'15''$ ，东经 $116^{\circ}21'07''\sim 120^{\circ}58'52''$ 之间，南北最长 457.5km，东西最宽 375km，总面积 90021.22km^2 。

(2) 地形地貌

地处大兴安岭南段和燕山山脉北麓，分布在西拉木伦河南北与老哈河流域地区，呈三面环山，西高东低，多山多丘陵的地貌特征。山地约占总面积的 42%；丘陵约占 24%；高平原约占 9%；平原约占 25%。大体分为四个地形区：北部山地丘陵区、南部山地丘陵区、西部高平原区、东部平原区，分布在 300~2000m 海拔区。

(3) 气候特点

属中温带半干旱大陆性季风气候区。冬季漫长而寒冷，春季干旱多大风，夏季短促炎热、雨水集中，秋季短促、气温下降快、霜冻降临早。大部地区年平均气温为 0~7℃，最冷月（1 月）平均气温为-10℃左右，极端最低气温-27℃；最热月（7 月）平均气温在 20~24℃之间；年降水量 300~500mm；年日照时数为 2700~3100h。

(4) 森林资源

截至 2017 年底，林业用地面积 425.19 万 hm^2 ，森林面积 302.6 万 hm^2 ，森林覆盖率 35.72%。

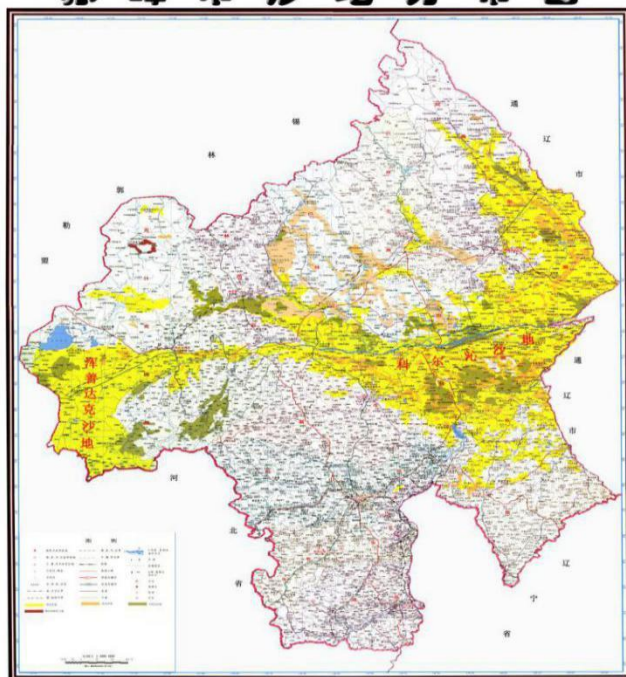
2 赤峰市沙地类型

中国沙漠和沙地分布范围广泛，跨越极端干旱区、干旱区、半干旱区、半湿润区。中国沙化土地总面积 17311 万 hm^2 ，西北地区沙漠面积 6000 万 hm^2 ，主要分布在新疆、内蒙古、西藏、青海、甘肃 5 省（自治区），是中国八大沙漠、四大沙地分布区。

内蒙古沙化土地面积 4147 万 hm^2 ，占全国沙化土地面积的 24.1%；分布有八大沙漠中的四大沙漠和全部四大沙地。赤峰市境内沙化土地面积 188.69 万 hm^2 ，其中科尔沁沙地面

积 127.27 万 hm^2 ，浑善达克沙地面积 61.42 万 hm^2 ；有明显沙化趋势的土地面积 96.68 万 hm^2 ，其中科尔沁沙地 82.47 万 hm^2 ，浑善达克沙地 14.21 万 hm^2 。

赤峰市沙地分布图



(1) 科尔沁沙地

赤峰市境内科尔沁沙地分布在中东部，包括阿鲁科尔沁旗、巴林右旗南部、翁牛特旗东半部和敖汉旗北部。科尔沁

沙地处于中国北方半干旱农牧交错区生态脆弱带内，由于气候变异和人类活动，致使生态环境恶化，形成高大沙丘、低缓起伏的沙地与丘间低地。地貌显著特点是沙层广泛覆盖，丘间平地开阔，形成坨甸相间的地形组合。沙丘相对高度 10m 左右，部分高达 20~30m；低缓起伏的沙地相对高度 3~5m。

(2) 浑善达克沙地

赤峰市境内浑善达克沙地仅分布在克什克腾旗，旗内沙地面积占总沙地面积 20%，占全旗土地面积的 31.4%。沙地内沙丘大部分为垄状、链状，少部分为新月状，呈北西向、南东向展布，丘高 10~30m，丘间多甸子地，多由浅黄色的粉沙组成；98%沙地是固定、半固定(半流动)沙地(丘)，2%为流动沙地。

(3) 沙化土地类型划分

依据第四次全国荒漠化和沙化监测技术规定，地表呈现以沙(砾)物质为主要标志的退化土地为沙化土地，具体分为以下五类：

流动沙地(丘)：土壤质地为沙质，植被盖度 $<10\%$ 、地表沙物质常处于流动状态的沙地或沙丘。

半固定(半流动)沙地(丘)：土壤质地为沙质， $10\% \leq$ 植被盖度 $<30\%$ (乔木林冠下无其他植被时，郁闭度 <0.50)

之间，且分布比较均匀，风沙流活动受阻，但流沙纹理仍普遍存在的沙丘或沙地。

固定沙地(丘)：土壤质地为沙质，植被盖度 $\geq 30\%$ （乔木林冠下无其他植被时，郁闭度 ≥ 0.50 ），风沙活动不明显，地表稳定或基本稳定的沙丘或沙地。

露沙地：土壤表层主要为土质有斑点状流沙出露（ $< 5\%$ ）或疹状灌丛沙堆分布，能就地起沙的土地。

沙化耕地：没有防护措施及灌溉条件，经常受风沙危害，作物产量低而不稳的沙质耕地。

自 1958 年以来，赤峰市沙地类型变化情况见下表。

1958—2014 年赤峰市沙漠化土地类型变化情况统计表

单位:万公顷

年份	合计	固定	半固定半流动	流动	露沙地	沙化耕地
1958	108.24	52.57	31.53	24.15		
1978	178.39	96.95	43.37	38.07		
1991	242.57	147.07	66.67	28.83		
1994	266.38	146.02	36.80	19.77	0.33	63.46
2004	191.50	154.24	19.22	14.86	1.08	2.09
2009	189.97	154.75	20.06	12.26	1.08	1.82
2014	188.69					

根据 2009 年数据分析可知, 固定沙地(丘)面积 154.75 万 hm^2 , 占全市沙化土地的 81.46%; 半固定(半流动)沙地(丘)面积为 20.06 万 hm^2 , 占 10.56%; 流动沙地(丘)面积为 12.26 万 hm^2 , 占 6.45%; 露沙地面积为 1.08 万 hm^2 , 占 0.57%; 沙化耕地面积为 1.82 万 hm^2 , 占 0.96%。

自 1994 年以后, 流动沙地、半固定(半流动)沙地(丘)相对减少, 固定沙地(丘)面积逐渐增加。在各沙化类型中, 沙化程度均在减轻且沙地逆转速度加快, 由流动、半固定(半流动)沙地(丘)转化的固定沙地(丘)面积在逐步增长。

3 赤峰市防沙治沙概况

赤峰市境内荒漠化主要类型分为风蚀荒漠化、水蚀荒漠化、土壤盐渍化, 其中 89.7% 为风蚀荒漠化。20 世纪 50 年代开始了沙地治理, 防沙治沙使沙地演化经历了三个阶段: 一是 1958~1991 年的扩展阶段, 全市沙地面积由 108.24 万 hm^2 增加到 242.57 万 hm^2 , 主要由于掠夺式垦荒耕作, 广种薄收, 载畜量不断增加, 人为砍树、搂柴草等活动频繁, 致使草场退化。二是 1992~1999 年僵持阶段, 一方面随着经济社会的发展, 矿山开采、公路建设等活动日益增多, 导致部分地表植被破坏, 区域风蚀沙化区增加; 一方面随着国家

强化生态环境保护措施的实施，尤其 1994 年国家林业部将赤峰市确定为“全国防治荒漠化改革试验示范区”，重点实施防沙治沙、小流域治理等基础设施建设，造林绿化、防沙治沙步伐明显加快。三是 2000 年以后进入遏制阶段，依托实施的三北防护林体系建设、退耕还林、京津风沙源治理等国家重点生态工程，沙化土地面积明显减少，为赤峰市构建生态安全屏障搭建了基础框架。到 2009 年已初见成效，据全国第四次荒漠化和土地沙化普查，赤峰市沙化土地总面积已经减少到 189.97 万 hm^2 。1994~2009 年的 15 年间，全市沙化土地总面积减少 76.4 万 hm^2 ，下降率为 28.7%，平均每年减少 5.09 万 hm^2 。

防沙治沙生态效益成效显著，源于赤峰市高度重视防沙治沙、生态建设工作，且制定了中长期防沙治沙规划，利用多种方式，广泛动员全社会参与防沙治沙工作。突出重点，实施规模治理，组织实施沙化土地综合治理与修复工程。创新管理机制，全面推广“工程招投标造林”“合同制造林”和“先造后补造林”等建设管理机制。巩固防沙治沙成果，制定出台了《赤峰市禁牧休牧和草畜平衡管理条例》。依靠科技进步推进防沙治沙进程，推广系列治沙技术，应用以苗木保湿、坐水覆膜造林、节水灌溉、容器苗造林为主的系列

抗旱造林技术；推广“以路治沙、跨区域综合治理，带网片相结合”工程措施、生物措施并举的科技治沙；应用保护、治理、修复、利用相结合的相关集成技术模式。

二、治沙技术

2 生物沙障（复合沙障）设置技术

利用沙生植物可再生的特性，在机械沙障设置的同时，将再生植物材料(活沙障)加入沙障中，形成复合沙障。它具有高立式机械沙障的作用，能达到防风阻沙、改变风的作用和微地貌状况。



黄柳选用 1~2a 生枝条，基径 0.8cm 以上，踏郎选用 1a 生枝条，水浸处理，时间不低于 24h。

在流动沙丘迎风坡，主带扦插黄柳，副带扦插踏郎，黄柳埋深 80cm，踏郎埋深 60cm，外露高度为 20cm，株距 50~100cm，网格为 4×4~6m，株间用沙蒿、枝柴埋充，通风系数 0.2~0.3 为宜。

可在 9 月末至 11 月初（封冻前）或次年春季 3 月作业。

在准备好种条和沙障材料后,采取倒土法施工,即先按定点方向挂线,沿线清理地表干沙层后,挖 30cm 深沟,再在沟内按规划株距挖 30~50cm(踏郎 30cm)的栽植坑,将种条靠壁置于坑内,每坑 2~3 株,用另一个栽植坑的湿沙回填此坑,分两层踩实后,在沟内放置填充料,最后回填湿沙踩实。

沙障设置前 3 年进行全面封育,3 年后可以对黄柳、踏郎进行割条利用,5 年后可带状平茬利用。

3 封育技术

在荒沙上有残存种源植被(包括有一定数量的母树或具有萌发力的植物根系)的情况下实施封禁,依靠天然下种或根系萌发,并辅以人工、补植、抚育、管护等干预措施达到恢复沙生植被的目的。主要有以下几种方式:

全封:又叫死封,就是在封育初期禁止一切不利于林草生长繁育的人为活动,如开垦、放牧、砍柴和割草等,封禁期限可根据成林年限和沙地土壤改良标准确定。

半封:又叫活封,分为按季节封和按植物种封两类。按季节封是指禁封期内,在不影响森林植被恢复的前提下,可在一定季节(一般为植物停止生长的休眠期内)开



山，组织群众有计划地割草、打柴和开展生产经营。按植物种封是指把有发展前途的植物种都留下来，常年允许人们割草、打柴。

轮封：在不影响育林育草固沙的前提下，划出一定范围暂时供群众樵采、放牧，其余地区实行封禁，特别适于草场轮牧。

封育方法主要有：

a 人工看护：每个护林员看护面积一般为 $100\sim 300\text{hm}^2$ 。

b 设置围栏：在牧区和半农半牧区或人口密集、牲畜活动频繁的地区设置围栏，选用网，刺丝、土石围墙、开沟挖壕等机械围栏或种植沙棘、沙枣等带刺灌木的生物围栏。

4 人工播种修复技术

将播种材料按一定数量和方式，实时播入一定深度土层中的作业活动。选择抗风蚀、耐沙埋、遇水发芽、扎根快、



适应性强的物种，如锦鸡儿、踏郎等。锦鸡儿种子在雨季直播要求 30℃左右的温水浸种 12~24h，7 月底结束；踏郎 6 月播种，每亩 111 穴，多采用行带式机械直播，带状整地，带宽 1.5m，间隔带宽 2.5m，每带 4 行；在流动沙地踏郎可撒播、穴播和条播，播种量 6kg/hm²。

1 机械沙障设置技术

机械沙障，又称沙障、风障，是用柴草、秸秆、粘土、树枝、板条、卵石等物料在沙面上做成的障蔽物。其目的



的是控制风沙流的方向、结构、风蚀积沙状态，消减风速，改变风的作用力及地貌状况，为沙生植物的生长发育创造必要条件。根据沙障防沙原理和设置类型，可将沙障分为平铺式和直立式两种类型，按照设置形式、结构和治沙材料还可进一步划分。

(1) 草方格沙障

在春季或秋季，利用麦秸、玉米秸等作物



秸秆在流动沙地上埋设网格式或行式沙障。单向风沙区可设置成行式沙障，沙障垂直于主风向；多向风沙区或流动沙丘面积较大区域，设置网格式沙障。网格大小为 $2\sim 4\times 2\sim 4\text{m}$ ，秸秆埋深 $30\sim 40\text{cm}$ ，地上部分 20cm 左右。

沙障设置后，障间适时造林。沙障网格迎风处扦插黄柳、栽植锦鸡儿、樟子松，株行距依网格大小而定。春季扦插造林插穗 3 月前割下，用湿沙埋藏；秋季造林随割随栽，插穗长 40cm 。栽植时，先清除干沙层再挖土穴，穴深应使插穗扦插后顶端与地面相平。

建成后的沙障严格保护，禁止人畜破坏。5 年后，根据植被恢复情况黄柳、锦鸡儿可平茬利用。

(2) 纱网沙障

沙障材料为聚乙烯 (Polyethylene) 抗老化防虫网，即 PE 抗老化防虫网，网孔尺寸 $1.0\sim 2.0\text{mm}$ ，纱网宽 $50\sim 60\text{cm}$ 。根据需要治理流动沙地



(丘) 坡度情况，铺设形式为 $2\sim 6\text{m}$ 带状或大小不同的网格。

在流动沙地 (丘) 表面放线，然后将纱网平铺在放线位置

上,用长方形平底铁锹在纱网中心部位下压,下压深度 10~15cm,使平铺网片两端翘起直立,形成高度 10cm 左右的沙障。如是平缓流动沙地,则全部铺设此沙障;如是流动沙丘坡度小于 10° ,在流动沙丘中下部(约沙丘 2/3 以下范围)铺障即可,流动沙丘顶部不设置沙障。

(3) 可降解纤维沙袋沙障



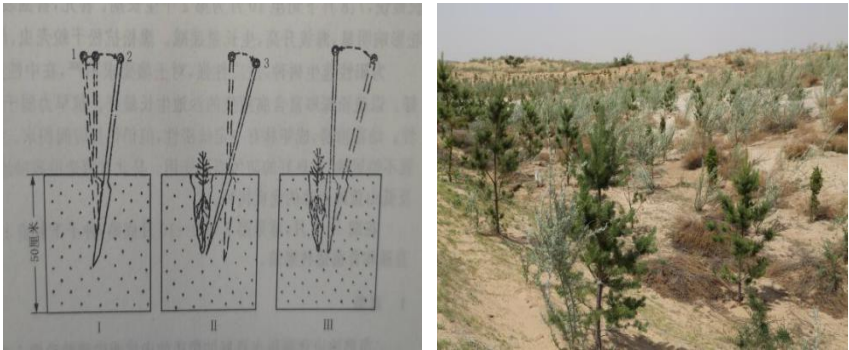
聚乳酸纤维沙袋沙障材料主要是由木薯 (*Manihot esculenta* Crantz) 淀粉等生物质原料,经微生物发酵生成小分子乳酸后,再经缩聚、熔融纺成长丝,机织制成的一种新型高分子圆筒管状沙障材料,是一种可完全降解的新型高分子材料。

取聚乳酸纤维筒状织物约 15m 套在直径 63mm(或 75mm)、长度约 70cm 的 PVC 塑料管的外侧,末端处打结。盛取干沙层的沙子从未打结一端装入,双手握紧 PVC 管抬起盛沙端使管内的干沙滑落到筒状织物(圆筒管状外层材料)打结端内,

确认滑落的干沙填充紧实后平铺于沙表面，重复盛取、填充和平铺动作，至纤维筒状织物全部填充紧实，即完成铺设。

5 人工植苗修复技术

以苗木作为治沙材料进行人工植苗修复沙生植被的治沙方法。



选择耐旱、具有固沙能力的踏郎、锦鸡儿、小叶锦鸡儿等 1~2a 生裸根灌木苗；樟子松、杨树、沙枣等 1~4a 生裸根或容器苗；扦插造林治沙插穗选用 2~3a 生小头直径大于 0.7cm 的健壮枝条，长度 60~80cm。

注意起苗前灌足水，起苗后用湿土覆盖或假植，运前沾浆，封车保湿；苗木运到后深埋假植；栽前苗木打浆，采用深栽法，栽植湿沙层上，灌木可每丛植苗 2~4 株；早春、雨季栽植，踏郎、锦鸡儿雨季栽植时可随起随造。加强抚育管理，结合平茬、间伐抚育措施及病虫害防治等活动。

6 飞机播种修复技术

用飞机装载林草种子把种子均匀地撒播在沙地上,通过自然风力使种子覆土,依靠自然降水,促使种子发芽、生根、成苗,恢复沙地植被。

选择交通不便、相对集中连片的沙区和沙化退化草场。面积不小于 5000 亩,宜播面积占播区总面积的 70%以上,



相对高度大于 15m 的面积应小于播区总面积的 10%,植被盖度 5~10%,地下水位 3~5m,年降水量 300mm 左右,沙丘密度 0.6 以下。

播种前应作好踏查、规划和设计,规划出接近于平行主风方向的航播带,埋设入航、出航的标桩,绘制飞播作业图(1:10000)和播区位置图(1:200000),编制设计说明书。

选择籽蒿、沙打旺、踏郎、花棒、草木樨等具有较高利用价值的沙生植物拌多效复合剂的包衣种子。5 月下旬~6 月中旬可飞播作业,播带方向与当地主风向一致,避开东、

西航向。播带长以一架次最大装种量可播完数条播带为原则。播幅控制在 50~100m，单位面积落种粒数不低于设计的 50%，落种准确率大于 85%。每条播幅两侧各有 15% 的重叠区。结合实际经验，每亩播种踏郎 0.225kg、小叶锦鸡儿 0.225kg、沙蒿 0.3kg，混播比为 3:3:4。封禁 5 年，专人管护，补植补播，移密补稀。恢复好的作业区，7 年后可平茬利用。

7 人工造林治沙技术

通过人为方式在技术上要求根据林木生态适应性和生长发育规律进行科学植树造林的活动。

应用该技术的树种多数是针阔叶树，常以带状、片状、网状营造用材林、防护林、经济林、薪炭林等。

防护林带主副带规格可根据当地各季害风情况、林带有



效防护距离以及选择树种

的平均成林高度确定,平均为 200~500m,形成正方形网格;两行一带,株距 2m,行距 4~5m,带距 8~10m,每公顷 660~840 株。

选择无病虫害、无机械损伤“三根三干”或“三根二干”胸径 3cm 以上苗木,修剪浸泡 2~4d,樟子松规格为 3~4a 生 1~2 级营养杯苗。

春季 4~5 月栽植,采用机械深开沟整地,耕深 40cm,沟内定点,挖 50×50×50cm 的栽植穴,栽时铲除沙面干土,随取保湿剂蘸根处理的苗木,随栽植,苗木直立穴中保持根系舒展,回填湿土。栽后立即灌透水,扶正苗木,填平陷穴,踏实穴内土壤,然后覆膜。根据降水情况及时浇水,防治病虫害尤其是防治天牛和大青叶蝉,防止牲畜啃食和人为破坏。

8 人工种草治沙技术

通过在固定沙地、退化沙地等实施人工种草,改善地表覆盖度,治理沙化退化草场,有效发展沙地畜牧业。

选择紫花苜蓿、杂花苜蓿、沙打旺、草木樨、细叶胡枝子、踏郎、驼绒藜等优良品种,需精细整地,耕深



20~30cm 即可，耙平、耨碎、镇压、保墒。有灌溉条件的可 4 月末~5 月初春播，或 7 月中旬完成雨季播种。多采用条播、单播、混播，也可采用灌草、粮草间作。其播种量为紫花苜蓿 0.5~1.5kg/亩、沙打旺 0.25~0.5kg/亩、草木樨 0.5~1.0kg/亩。掺沙子或炒熟谷子均匀下种，播后镇压，使种子与土壤紧密结合。及时中耕，有条件的地区浇水施肥，注意防治病虫害。

9 沙地草库仑建设技术

把一定范围或面积的草场围圈起来，进行封闭培育，或采取补播、灌溉、耙耨、施肥等各种综合性改良措施，保持牧草的稳产高产，以利有计划地在草库仑内轮流进行放牧或割草。

选择土层较厚、水分条件好、地形条件优越和防风较好的地方。通过围栏，进行围圈草库仑。以草（料）为中心，水、草、料、林、机相结合，以水带草，以林护草，以机促草进行建设；造防护林，做到网带规格与划区作业一致，注



意防护林、用材林和经济林相结合，造、育、管、护相结合，林带面积一般应占7~10%；水利措施要因地制宜，利用节水技术；可实行机械化，主要有动力机具和农业耕作机具，还有草料收获、加工、干燥机具等。

根据所在地的自然经济特点，对草库仑的土地合理规划。草库仑的形状宜地形而宜，考虑方便围篱、轮牧及机械化作业。牧道要尽量缩短，棚圈、饮水点按畜群合理布置。

10 沙生植被可持续经营技术

在人类利用沙地植物资源的过程中，尊重自然规律，充分研究和利用植物的再生能力，在不影响植物自身正常繁衍生息

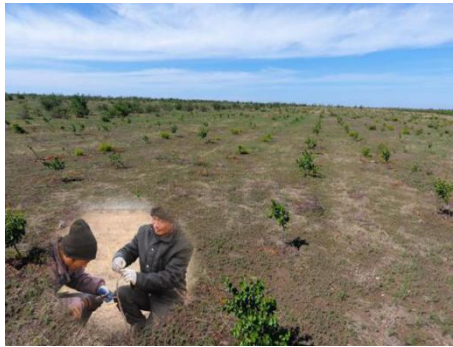


的条件下，既能满足当今人类对植物资源的需求，又不影响后代的需要，实现植物资源的保护性开发。主要通过以下几种方式进行利用：

刈割灌木：按当地主风向垂直的方向实施带状刈割，初次刈割5m，间隔10m，第二年刈割时按上一年刈割带再向同

一侧刈割 5m，以此类推，三年平茬 1 次。叶子未掉落时收割，可与青贮玉米同步。齐地面收割，用揉切机加工两遍；揉丝机加工一遍，既成饲料；可单独制作青贮饲料，也可与玉米混贮。还可压缩成密度为 $0.8\text{g}/\text{cm}^3$ 的成型生物质燃料。也可以作为肥料压青还沙。

改造提质：针对沙区低效林开展嫁接改造及集约管理等，提高林分质量，增强树势，实现防风固沙、生态涵养、经济等多功能兼用目的。



有序更新：通过渐伐、择伐等方式对片林、带网状林有计划营造接班林，实现梯度更新，达到防风固沙功能的永续利用。

草田轮作：对接近老龄草田，划出一定范围，实行带状轮作。

三、治沙模式

1 机械沙障治沙模式

(1) 模式特征

机械沙障可就地取材用料多种多样, 无需精细加工, 造价低廉, 如广为利用的草沙障、乔灌枝条沙障、粘土沙障、砾石沙障等原料, 增大沙表面粗糙度, 改变风的作用力及地貌状况等, 达到防风阻沙、恢复植被, 改善生态环境的目的。该模式适用于流动、半流动沙地, 其技术路线是在流动沙丘上用作物秸秆、杂草或灌木枝条等设置方格或行状沙障阻挡流沙, 然后在网格内造林种草。

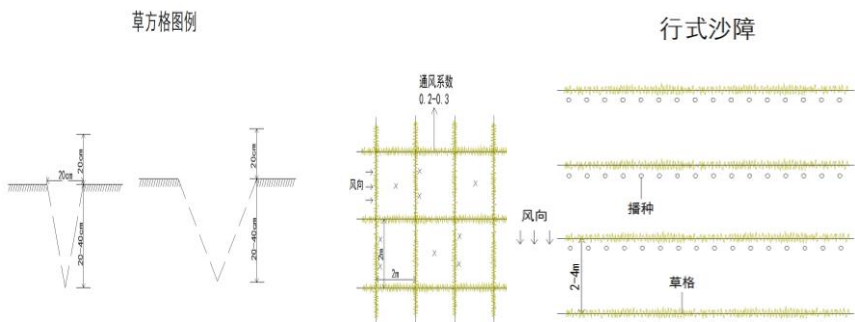
(2) 主要技术措施

沙障材料: 稻草、柳条、秸秆、芦苇、枯枝、PVC 等非活体材料。

沙障规格: 单向风沙区可设置成行式沙障, 沙障垂直于主风向; 多向风沙区或流动沙丘面积较大的区域, 设置成网格式沙障, 规格因风害大小确定。

沙障建设: 沙障外露高度 20cm, 可在入冬前或早春进行。

(3) 技术图例



(4) 模式成效

利用麦秸、玉米秸等作物秸秆在流动沙地上埋设网格式或行式沙障，沙障网格内可造林种草。沙障设置3年后，沙障材料腐烂后形成肥料，为植被生长提供营养；网格内林草植被得到恢复，将固定流沙、防止沙丘压埋草地、农田、基础设施等，降低风蚀，改善生态环境，固沙治沙效果明显。

2 复合沙障治沙模式

(1) 模式特征

在干旱、半干旱地区治理流动沙丘，选用萌芽力强、经济价值高、再生能力强的灌木，扦插造林后易形成活沙障，实现一次固沙成型。该模式既有普通沙障的快速障弊、防止风蚀作用，又能自我繁育，克服了重复作业的弊端。所选树种，均可作为饲料或工业原料，是一种可再生、可持续、经济实用的防沙治沙模式。适用于流动沙地、半固定沙地，其技术路线是利用植物具有再生能力的特性，通过采取截梢、浸泡、深埋、踩实、加填充料等技术措施在沙丘迎风坡埋设沙障，促使灌木成活，达到持久性植物固定沙地的目的。

(2) 主要技术措施

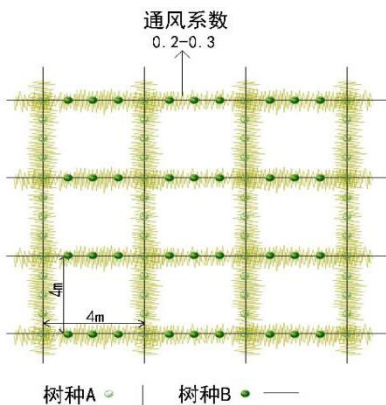
树种选择：选择踏郎、黄柳等萌芽生根力强的再生沙生

灌木树种。

沙障规格：网格规格根据沙地起伏程度、沙丘高度、风速等因素确定。高大流动沙丘规格为 $4 \times 4\text{m}$ 或 $4 \times 5\text{m}$ ，起伏不大的平缓沙地为 $5 \times 5\text{m}$ 或 $5 \times 6\text{m}$ 。

沙障建设：选择在 10 月中、下旬实施，根据就近取材原则，采取机械沙障+再生沙障（活沙障）的复合沙障模式，再辅以人为的生物措施固定沙地。注意插条保湿，尽可能随采随造。采用靠壁摆法放插条，形成疏透度为 0.2~0.3 的矮立式紧密结构沙障。

(3) 技术图例



(4) 模式成效

复合沙障治沙解决了流动沙丘治理难、固定难、利用难等问题，能够快速恢复和保护植被，达到一次治理、一次成型、一

次固定的治沙效果,是一项防治速度快、效果好、操作简便易行、成本低的治理流动、半固定沙地的治沙技术模式。

3 封育基础上人工促进修复模式

(1) 模式特征

通过封禁,借助人工播种或植苗手段,培育成为林地或灌草植被的一项治沙技术措施,能够形成比人工林更为稳定的森林生态系统,成为沙区培育森林的有效方法。适用于半固定沙地,其技术路线是选择有植物生长基本条件的地段实施网围栏围封,通过人工播种、植苗及飞播手段,结合人工看护的措施,禁止放牧、樵采等外来因素破坏,给沙区植被以恢复生长和繁殖更新的机会,促进植被“休养生息”。

(2) 主要技术措施

主要封禁方式:人工看护;设置围栏。

主要育林措施:

①补植补播飞播

在封育前期,对于天然幼树、幼苗分布稀少的空地,采取人工补植补播方法,使封育区的树木分布比较均匀。补植宜用人工培育的健壮苗木补植;补播在适宜人工播种地段,使用合格的乔灌木种子,进行人工补播或机械补播;或用飞

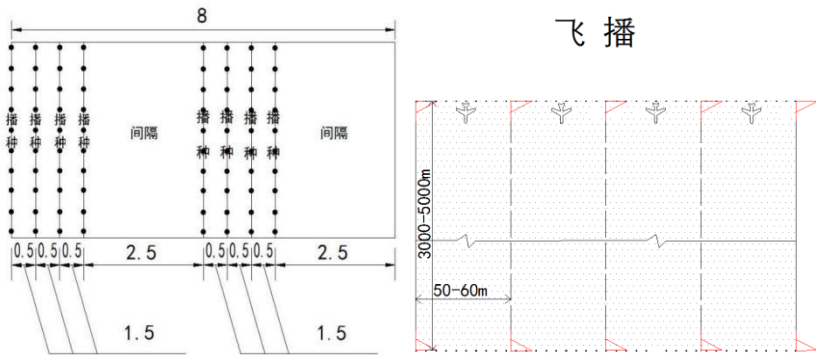
机装载林草种子，飞行到规划设计好的造林地上空，沿着一定航线，把种子均匀地撒播在宜林（草）地上。

②人工促进天然更新：在依靠天然下种繁殖的封育区，母树种子成熟落种前，对落种区域进行带状、块状松土除草，促使种子与土壤接触。

③抚育管理

封育期间的抚育管理包括土壤管理和林木管理两部分。具体内容有：抗旱蓄水、松土除草、间苗、除蘖定株、平茬复壮等，有条件的地区进行灌水。

(3) 技术图例



(4) 模式成效

封育不仅可以固定流沙，还可以恢复大面积因植被破坏而衰退的林草地，形成的林地是由多种乔灌木组成的复层林或多种灌木组成的天然植被，结构比较稳定，能培育目的树

种，加快成林，增加林草植被，有利于保护珍稀物种资源，还有利于提高土壤肥力，防止病虫害蔓延，改善生态，在恢复建设植被方面有重要意义。

4 人工造林治沙模式

(1) 模式特征

针对沙地风沙大、气候干旱、土壤瘠薄等特点及造林成活率不高的现实问题,应采取有针对性技术措施,在沙地进行以乔灌草为主的人工造林活动,最大限度地利用光、热、水等自然资源,既充分发挥防风固沙的效能,又达到速生、丰产、优质的目的。适用于固定沙地、平缓沙地、潜在沙化土地,其技术路线是在保护好现有林草植被的基础上,采取人工播种、植苗造林方式,通过座水覆膜造林、低温贮藏等雨造林、容器苗造林、深坑深埋覆土造林等技术措施,形成兼顾经济林、薪炭林、饲料林、用材林的“带、网、片”状的防风固沙林,形成农牧交错区具有特色的沙地治理模式。

(2) 主要技术措施

造林原则：以防风固沙林为主，兼顾经济林、薪炭林、饲料林、用材林的营造；以灌木为主，乔、灌、草结合；造林形式以带、网为主，带、网、片相结合。

整地：在固定沙地或平缓沙地造林，采用穴状整地或机械开沟整地。整地时间一般随整地随造林，风蚀小的地区也可提前整地。

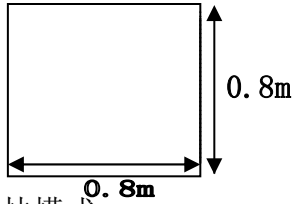
造林：在早春或雨季进行裸根人工栽植、裸根机械栽植和容器苗造林，雨季栽植容器苗。裸根人工栽植主要用于杨树、榆树等阔叶树种。灌木树种要丛植，每丛植苗 2~4 株，多采用座水覆膜造林技术。机械植苗造林适用于平缓沙地，开沟、栽植、覆土、镇压一次完成，达到苗木栽的深、湿土不离沟、保湿好、压的实。沙地容器苗造林适用于针叶树和部分沙生灌木。栽植采用深坑深埋或穴施保水剂等实用技术。根据造林地具体情况进行除草，除草范围不宜过大，植苗造林以栽植穴为准，进行穴状除草，覆膜栽植不必除草。乔木树种可进行适当的修枝，灌木可间隔 3~5 年平茬一次。

造林密度与混交：沙区造林密度原则上要稀植，相应密度因降水而由东向西递减；流沙造林应密植或先密后稀，固定沙地应稀植。在造林初期就选择能适应流沙固定的环境，又适应干旱环境的耐旱植物和先锋植物混交，建立混交林，可以提高固沙效果和林分稳定性。

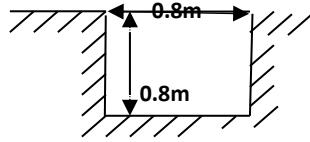
(3) 技术图例

a 整地：整地采取机械挖坑整地，规格为 80×80×80cm。

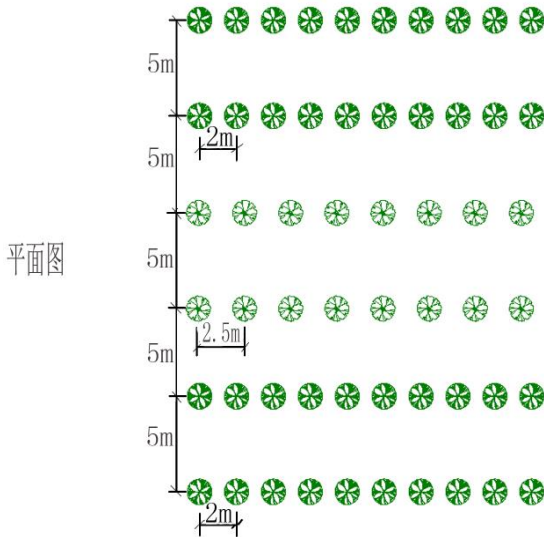
平面图



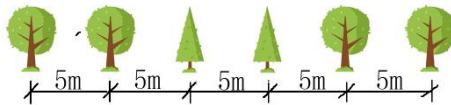
立面图



b 造林模式



侧视图



图例



(4) 模式成效

人工治沙造林，实现林、灌、草相结合，不仅提高了植被盖度，而且提高了土地利用效率，沙地风蚀减少，抵御自然灾害能力增强，促进了农牧民增收，预期经济效益可观，农民参与积极性高，深受广大群众的欢迎。

5 沙生植被可持续经营模式

(1) 模式特征

沙地植被群落建成且相对稳定后，根据建群树种的生物学、生态学特性，通过采取刈割、平茬复壮、改造提质、更新造林等方式，在不破坏生态效益的前提下，既能全面利用沙地植被，也能使植被群落保持旺盛活力，实现青山常在，永续经营，防止和杜绝二次沙害发生。适用于沙地植被群落形成且相对稳定的沙区植被类型。

(2) 主要技术措施

刈割灌木：利用根系发达，萌蘖性强，耐干旱瘠薄的灌木，其水土保持、防风固沙、改良土壤能力显著的沙生先锋树种锦鸡儿、踏郎、黄柳，主要用于饲料、燃料和肥料及手工编织原料。

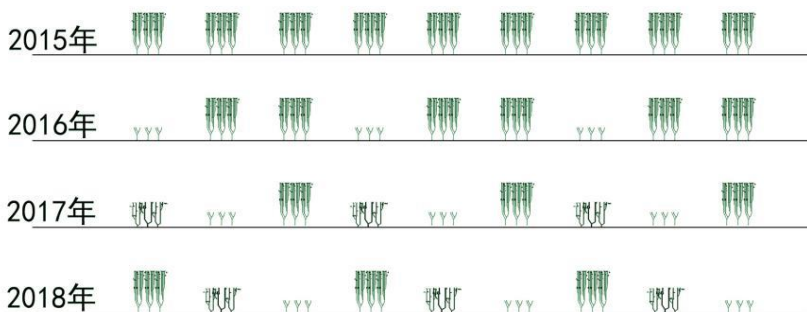
改造提质：针对沙地低效林进行集约经营、嫁接改造。

有序更新:多应用于人工造林工程,片林主做带状更新,带状、网状林先营造接班林,按次序更新。

草田轮作:针对草库仑、接近老龄的草田,实行带状轮作达到复合经营的目的。

(3) 技术图例

带状刈割利用



(4) 模式成效

运用多种技术手段,对灌木草场,进行有序加工利用,即使在大旱之年也不会影响养殖业;密度较大的锦鸡儿每亩生物产量 1500~2000kg(鲜产),密度小的散生锦鸡儿每亩生物量也在 500kg 以上,基本解决当前草畜矛盾,又能促进天然、有机食品的生产,还能加工固体成型生物质燃料。通

过实施改造提质、有序更新等措施，既保持防风固沙的效能，又兼顾经济效益的提升，既巩固退耕还林成果，又促进地区经济可持续发展，提高群众治理沙地的积极性，加速沙地治理、生态恢复的速度，实现沙区的青山常在，永续经营。