

新疆三北工程攻坚战

——盐碱地造林模式

(第七册)



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 胡杨-沙枣混交抗旱、耐盐碱造林模式 | 1 |
| 2 盐碱地造林技术模式 | 8 |
| 3 沙化盐碱地防护林模式 | 17 |
| 4 生态绿化工程盐碱地改良技术模式 | 24 |
| 5 新疆北部重度盐碱地治理模式 | 35 |
| 6 盐碱地深沟覆混改良造林技术 | 46 |

1 胡杨-沙枣混交抗旱、耐盐碱造林模式

一、模式背景

随着生态建设植树造林工作的不断推进，造林立地条件日趋困难，旱区造林关键的胁迫因子为干旱缺水和土壤盐碱，其严重影响造林成活率，这两个因子往往还会同时出现。为解决这种困难立地条件造林成活率低的问题，首先必须选择抗逆性强的优良乡土树种，胡杨、沙枣无疑是干旱区广泛分布，抗旱、耐盐碱性状非常优秀的 2 个树种，且生物学特性接近，便于采取基本趋同的水肥管理措施进行统一管理。基于生物多样性原理，二者的混交的林带在生态学稳定性方面无疑要优于纯林。

本模式的特点为：（1）通过新疆 2 种抗旱、耐盐碱性状优良的乡土树种混交，解决了新疆农田防护林混交模式中普遍存在的树种搭配不合理的问题；（2）解决了干旱区造林普遍存在的由于无法保证适时适量灌溉而导致的造林成活率低的问题；（3）由于胡杨耐土壤总盐 1.0%，沙枣耐土壤总盐 0.6%，提高了盐碱地造林成活率；（4）在水土条件相对良好的地块，通过强化胡杨的修枝整形、嫁接大沙枣，其潜在的经济效益是十分可观的。（5）沙枣具根瘤菌可固氮，提高土壤肥力；（6）胡杨、沙枣混交林墙结构易于调控，在绿洲内部便于形成防风效果佳的疏松结构；在绿洲外围形成紧密结构的林带效率高，可减少造林行数，从而降低

造林费用。

二、模式要点

1、混交配置

(1) 基干林带配置

一般配置绿洲风沙前沿，视风沙危害程度带宽可为 30 米~60 米，沙枣配置外侧，胡杨配置在内侧，带状混交，沙枣与胡杨的比例可为 1:2，株行距均为 1.5×2 米。

(2) 防护林网主、副林带配置

主林带通常配置 2 行沙枣、4 行胡杨，副林带通常配置 1 行沙枣、2 行胡杨，株行距均为 1.5×2 米。

2、整地

一般采用沟状、或畦状整地，沟状整地沟底宽 0.6 米，沟口宽 1.2 米，沟深 0.5 米；畦状整地在林床四周筑梯形埂，埂下底 1 米，上底 0.6 米。

3、栽植

栽植时间春秋皆宜，种植穴规格 $0.4 \times 0.4 \times 0.4$ 米，采用“三埋两踩一提苗”方法栽植。

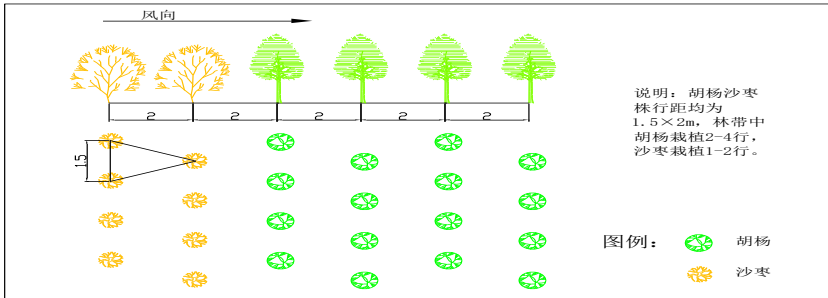
4、灌溉

采用滴灌或低压管道灌。

5、间作

林下可种植紫花苜蓿。滴灌造林 2 年或 3 年前，利用系统的富余水量可间作西瓜、打瓜。

盐碱地造林模式



胡杨-沙枣混交抗旱-耐盐碱造林模式图

三、模式效果及推广

(一) 适宜区域

本模式普遍适宜在南北疆的风沙危害前沿营造基干防护林，以及在绿洲内部困难立地营造农田防护林。

(二) 运作模式

本世纪初以来，150 团在灌溉困难、盐碱重等困难立地条件进行了胡杨、沙枣混交造林试验，依托新疆林科院承担的国家科技支撑计划课题“准噶尔盆地南缘绿洲防护林建设技术集成研究”（2007BAC17B05），进一步优化了该模式的栽培抚育技术，进而在全团推广示范 200 公顷，并大规模在农八师相关团场辐射推广应用，发挥了应有的生态效益。

(三) 推广示范成效

150 团地处古尔班通古特沙漠南缘，沙源广布，在大气环流作用下，流沙对该团的农业生产造成严重威胁，脆弱的

生态环境是该团经济、社会发展的关键瓶颈之一，历任团领导高度重视生态建设工作，常抓不懈。150 团从建团初期就开始对所有条田及主干道路实行林网化建设，现已形成较为完善的农田防护林体系。自 1978 年以来，在国家政策扶持下，该团进一步加大了生态环境建设的力度，取得了较为显著的成绩。截止目前已构建完成四级生态防护体系：第一道防线是荒漠防风固沙林，主要作用是：提高沙漠植被郁闭度，固定沙源，阻止流沙移动，从源头上减少沙尘暴发生。第二道防线是防风阻沙基干林，主要作用是阻止流沙，降低风速，减轻风沙的危害程度。150 团在沙漠与绿洲接合部建起了宽 30~60 米、长 85 千米的大型防风阻沙基干林。第三道防线是农田防护林，主要作用是进一步降低风速、减少风的含沙量，有效保护农作物，调节局部环境气候。第四道防线是人居绿化防护林，主要作用是改善居民生活环境，降低风速，减少风沙，增加收入。在四级生态防护体系建设中，胡杨-沙枣混交耐旱-抗盐碱造林模式，发挥了关键作用。20 世纪 80 年代该团防护林树种主要以箭杆杨、白榆、沙枣为主，纯林多、混交林少。到本世纪初，箭杆杨陆续进入更新期，大多被速生性更好的俄罗斯杨取代，这一时期，随着人工绿洲向荒漠的扩展，人工造林的难度逐渐加大，20 世纪 80 年代末，开始陆续引入胡杨用于基干林带建设，初期由于采用野生苗造林，成活率极低，主要原因是野生苗主根损失严重且

盐碱地造林模式

须根不发达。此后应用人工直播育苗后，再进行一次移床定植培育的胡杨壮苗，相当于进行了一次断根处理，胡杨苗木根系的完成性大为提高，这种人工培育的胡杨苗木极大的提高了造林成活率。

本造林模式在土壤总盐 0.5% 以下的中度盐碱地上，适度灌溉的情况下，造林成活率可达 90% 以上，保存率达 85% 以上；在土壤总盐 0.3% 以下的轻度盐碱地上，在灌溉不足的情况下，造林成活率较俄罗斯杨林带提高 30% 以上；较俄罗斯杨林带年灌溉定额可减少 20% 左右。基于本模式优良的技术特性，现已大规模在南北疆推广应用。

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、沙枣 |
| | 3 | 初植密度 | 株/亩 | 223 |
| | 4 | 株行距 | m×m | 1.5×2 |
| | 5 | 树种组成 | | 胡杨、沙枣2:1带状混交 |
| | 6 | 造林方式（植苗或直播） | | 人工植苗 |
| | 7 | 整地方式 | | 林床平整、小畦、挖穴栽植 |

盐碱地造林模式

| | | | | | | |
|--------|------|--------------|-------------|-----------|----------|------|
| | 8 | 种植穴规格（长×宽×深） | | cm×cm×cm | 50×50×50 | |
| | 9 | 苗木质量等级 | | | I、II级苗 | |
| 造林作业施工 | 10-1 | 整地 | 机械整地 | 整地用台班 | 台班/亩 | 0.6 |
| | 10-2 | | | 机械台班费用 | 元/台班 | 1500 |
| | 11-1 | | 人工整地 | 清理用工 | 工日/亩 | |
| | 11-2 | | | 整地用工 | 工日/亩 | |
| | 11-3 | | | 人工费用 | 元/工日 | |
| | 12-1 | | 苗木 | 苗木株数（含补植） | | 株/亩 |
| | 12-2 | 单价 | | 元/株 | 1.5 | |
| | 13-1 | 栽植 | 人工栽植用工 | | 工日/亩 | 1 |
| | 13-2 | | 人工费用 | | 元/工日 | 200 |
| | 14-1 | 滴灌 | 滴灌系统（材料+安装） | | 元/亩 | 500 |
| | 15 | 造林费用小计 | | 元/亩 | 1975 | |
| | 16 | 管护、浇水等人工费 | | 元/亩 | 250 | |
| 合计 | 17 | 综合治理总费用 | | 元/亩 | 2225 | |

盐碱地造林模式



胡杨-沙枣混交抗旱-耐盐碱造林成效

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

2 盐碱地造林技术模式

一、模式背景

新疆是我国盐碱化土地分布最广泛、最集中的地区，原生盐碱土问题和土壤次生盐渍化问题已经成为制约新疆经济发展和生态环境建设的重要障碍。本模式结合新疆盐碱地类型特征，总结新疆在盐碱地治理、盐碱地造林方面已有的、系统的研究成果和技术，重点解决盐碱地造林方面技术问题，形成盐碱地造林技术要求，有效提高盐碱地造林成活率、保存率，科学开展盐碱地造林工作，为我区盐碱地生态环境建设提供强有力的技术支撑。

本模式在国家林业局科技支撑项目和中央财政林业科技推广示范资金支持下，以巴音郭楞蒙古自治州库尔勒市东山生态治理区和尉犁县尉北工程区为研究区，重点解决盐碱地土壤调查及盐分测定、土壤改良、树种选择、造林技术及抚育管理等技术措施。本模式成果形成新疆维吾尔自治区地方标准。

二、模式要点

（一）造林地的土壤调查及盐分测定

造林地选定后，进行土壤调查。根据林地不同的土壤类型，选挖土壤剖面，划分土壤质地，测定各土层土壤盐分，如下指标：总盐量、 HCO_3^- 、 Cl^- 、 CO_3^{2-} 、 SO_4^{2-} 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 K^+ 、

Na⁺、电导率、pH 值。

（二）盐碱土改良

经调查测定，林地土壤含盐量超过被选定树种的耐盐适应范围时，必须洗盐改土，并确定适宜的改良方法。

1) 物理改良

盐碱造林地必须配备相应的排盐碱渠系；地下水位较高（在 2 米以上）或自然排水不畅的地区，洗盐需配套打井排水系统。洗盐前土地要翻耕，在重盐碱地上，增设临时毛排，深 80~150 厘米，间距 50~120 米。在洗盐过程中，要求做到“边放水、边补埂、边平地、边削埂、边清理四角”。冲洗前期，为了提高排盐量，可以采取地面泄水 1~2 次，减少压盐任务，提高脱盐效果。

2) 土壤管理

一般在洗盐后的 15 天左右为最低含盐阶段，应抓紧时间及时翻耕。要注意平整土地，加强耕作，合理灌溉，防止返盐。为巩固洗盐效果，增加土壤有机质，每公顷施有机肥 45~60 立方米，或可以间种苜蓿、油葵等植物做绿肥。

3) 客土改良

对重碱化土壤，洗碱效果不理想时，将碱斑挖深 60 厘米，用非盐渍客土回填。盐碱化程度较轻的土壤，每公顷拉 50~70 立方米砂土，掺入耕层，防止返盐。

（三）造林技术

1) 整地技术

在造林作业面采用全面整地或水平沟局部整地。

地势较平坦的造林作业面采用全面整地；

局部整地浅沟适用于轻度盐碱地：深 50 厘米~60 厘米，上宽 80~100 厘米，底宽 40~50 厘米；深沟适用于重度盐碱地：深 80~100 厘米，上宽 150~200 厘米，底宽 60~80 厘米。

2) 栽植技术

在含盐量 0.3% 以上造林地，先在坑底铺 15 厘米 灰渣（锯末、麦糠、麦秸、稻草等）作隔盐层，上面再填好土，然后栽植。

在含盐量 0.5% 以上造林地，采用客土法，先挖 50~80 厘米直径的坑，深 50 厘米左右，将盐碱土去掉，换上含盐量较轻的沙壤土或沙土，然后栽植。

（四）树种选择

本着适地适树的原则，以乡土树种为主，根据土壤含盐量，选择适宜的树种。

1) 乔木树种

胡杨、新疆杨、沙枣、白榆、小叶白蜡、密胡杨、白柳、文冠果、枣树、桑树、杏树等。

2) 灌木树种

紫穗槐、怪柳、锦鸡儿、沙棘、四翅滨藜、梭梭、枸杞

等。

（五）造林密度

根据造林目标：株行距选择 1.5×2 米、2×2 米、2×3 米、2×4 米等。

三、模式效果及推广

（一）适宜区域：

本模式适用于新疆平原地区总盐含量在 0.2~0.7% 的盐碱地造林。

（二）运作模式

模式以科研院所为技术支撑，以当地工程项目为依托，当地业务部门积极参与。在关键技术环节，邀请权威专家作为技术顾问，现场技术指导。模式组成员由长期从事防护林体系研究、推广的不同层次的业务骨干组成，建立课题成员间的交流机制，及时总结经验，保障模式工作的顺利进行。

（三）推广示范成效

本模式在巴州库尔勒市开发区东部库鲁克荒山绿化工程区、尉犁县尉北工程区沙化盐碱地、砾质戈壁盐碱地等不同立地类型，依托林业建设工程，以盐碱地盐分指标测定、抗逆树种选择、滴灌造林技术、树种优化配置、抚育管理等为切入点，将林业科技成果系统集成，建成具有技术含量高、综合效果明显的示范工程，为新疆防沙治沙和干旱区绿洲防护体系建设提供技术支撑和实践范例。

盐碱地造林模式

根据造林树种选择原则，在项目区特定的大风、土壤瘠薄、干旱、盐碱胁迫条件下，选择抗风蚀沙埋、抗干旱、抗盐碱树种。模式主要造林树种为：胡杨、新疆杨、杏树、桑树、红枣等。

见表1，胡杨当年造林成活率81%，补植补造后达到90%；杏树成活率75%，补植后达82%；桑树造林成活率90%，保存率92%；酸枣造林成活率80%。

示范区造林成活率表（2013年6月）

| 造林时间 | 造林树种 | 面积（亩） | 株数 | 株行距（m） | 成活率（%） | 保存率（%） |
|----------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| 2012年营造林 | 胡杨 | 250 | 55500 | 1×3 | 81 | 90 |
| | 杏树 | 100 | 11000 | 1.5×4 | 75 | 75 |
| | 桑树 | 180 | 19800 | 1.5×4 | 90 | 92 |
| 2013年营造林 | 新疆杨 | 20 | 4440 | 1×3 | 70 | 85 |
| | 酸枣 | 250 | 27500 | 1.5×4 | 80 | 85 |
| | 合计、平均 | 800 | 118240 | | 81 | 87.6 |

盐碱地造林模式

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 | | | 胡杨、新疆杨、沙枣、白榆、小叶白蜡、刺槐、黑杨派、白柳、枣树、桑树、杏树、文冠果、紫穗槐、怪柳、锦鸡儿、沙棘、四翅滨藜、梭梭、枸杞等 | |
| | 3 | 初植密度 | | 株/亩 | 110、220 | |
| | 4 | 株行距 | | m×m | 1*3、1.5*4 | |
| | 5 | 树种组成 | | | 梭梭、怪柳 | |
| | 6 | 造林方式（植苗或植播） | | | 人工植苗 | |
| | 7 | 整地方式 | | | 全面整地或水平沟局部整地 | |
| | 8 | 整地规格（长×宽×深） | | cm× cm× cm | 50~60×80~100×40~ 50 或 80~100×150~ 200×60~80 | |
| | 9-1 | | | 整地 用工 | 工日 /亩 | 1 |
| | 9-2 | | | 人工 费用 | 元/ 工日 | 200 |
| | 10-1 | 施肥 | 施肥量 | kg/株 | | 2 |

盐碱地造林模式

| 项目 | 序号 | 项目内容 | 单位 | 技术经济指标 | | |
|----|------|---------|--------|--------|------|-----|
| | 10-2 | | 肥料单价 | 元/kg | 1.5 | |
| | 10-3 | | 施肥用工 | 工日/亩 | 0.2 | |
| | 10-4 | | 人工费用 | 元/工日 | 200 | |
| | 11-1 | 保水剂 | 保水剂量 | g/株 | 50 | |
| | 11-2 | | 保水剂单价 | 元/ kg | 55 | |
| | 11-3 | | 用工 | 工日/亩 | 1 | |
| | 11-4 | | 人工费用 | 元/工日 | 200 | |
| | 12-1 | 苗木 | 苗木株数 | 株/亩 | 300 | |
| | 12-2 | | 单价 | 元/株 | 2.5 | |
| | 13-1 | 栽植 | 人工栽植用工 | 工日/亩 | 1 | |
| | 13-2 | | 人工费用 | 元/工日 | 200 | |
| | 14 | 栽植浇水 | | 元/亩 | | |
| | 15 | 造林费用小计 | | 元/亩 | 3115 | |
| | 管护 | 16-1 | 围栏封育费 | | 元/亩 | |
| | | 16-2 | 管护等人工费 | | 元/亩 | 200 |
| 合计 | 17 | 综合治理总费用 | | 元/亩 | 3315 | |

盐碱地造林模式



沙化盐碱地造林成效



砾质盐碱地造林成效

盐碱地造林模式



沙化盐碱地红枣林成效

(王新英 史军辉 刘茂秀 模式技术咨询: 30396106@qq.com)

3 沙化盐碱地防护林模式

一、模式背景

新疆荒漠化土地面积占全疆土地总面积的 64.49%，是我国荒漠化面积最大、分布最广、危害最严重的省区。同时，新疆也是我国盐碱地分布面积最大的地区，具有盐渍荒漠化并存、积盐剧烈、表聚性强、土壤盐分组成复杂等特点。新疆绿洲约 32.07%耕地存在不同程度盐碱化，其中轻度盐渍化耕地占绿洲耕地总面积的 24.33%；中度盐渍化耕地占绿洲耕地面积 6.28%；重度盐渍化耕地占绿洲耕地面积总数 1.46%。盐渍化耕地约 1/3 分布于北疆，约 2/3 分布于南疆，因此，沙化盐碱地是新疆防护林建设重要土壤类型。

在国家林业局科技支撑项目和中央财政林业科技推广示范资金支持下，以巴音郭楞蒙古自治州库尔勒市东山生态治理区和尉犁县尉北工程区为研究区，重点解决盐碱地土壤调查及盐分测定、土壤改良、树种选择、造林技术及抚育管理等技术措施。

二、模式要点

（一）沙化盐碱地土壤总盐调查

模式区土壤各层次总盐含量（见表1）。按照表2土壤盐分分级标准，对项目区土壤盐分进行分析。0~5厘米土壤层总盐平均含量为1.69%，为极重盐土；5~30厘米土壤层总盐

盐碱地造林模式

平均含量为1.57%，为极重盐土；30~60厘米土壤层总盐平均含量为0.91%，为重盐土；60~90厘米土壤层总盐平均含量为0.31%，为中度盐土；90~150厘米土壤层总盐平均含量为0.19%，为盐渍化土。从土壤总体盐分分析，造林整地时需要大水漫灌洗盐压减，降低盐害。

表1 土壤不同层次总盐含量 (%)

| 样品号 | 0-5cm | 5-30cm | 30-60cm | 60-90cm | 90-150cm |
|-----|-------|--------|---------|---------|----------|
| 1 | 0.79 | 1.09 | 1.17 | 0.06 | 0.17 |
| 2 | 0.80 | 1.37 | 1.07 | 0.44 | 0.13 |
| 3 | 1.69 | 1.03 | 0.92 | 0.30 | 0.55 |
| 4 | 0.53 | 0.10 | 0.04 | 0.03 | 0.07 |
| 5 | 2.63 | 1.72 | 1.55 | 0.48 | 0.08 |
| 6 | 1.23 | 1.36 | 1.36 | 0.14 | 0.20 |
| 7 | 4.13 | 4.01 | 0.26 | 0.17 | 0.12 |
| 平均 | 1.69 | 1.54 | 0.91 | 0.31 | 0.19 |

表2 土壤饱和浸出液电导率与盐分和作物生长关系

| 电导率 EC(mS/cm) | 盐分 (%) | 盐渍化程 度 | 植物反应 |
|------------------|-------------|------------|--|
| 0-2 | <0.1 | 非盐渍化 土壤 | 对作物不产生盐害。 |
| 2-4 | 0.1- 0.3 | 盐渍化土 壤 | 对盐份极敏感的作物产量可能受到影响。 |
| 4-8 | 0.3- 0.5 | 中度盐土 | 对盐分敏感作物产量受到影响，但对耐盐作物（苜蓿、棉花、甜菜、高粱、谷子）无多大影响。 |
| 8-16 | 0.5- 1.0 | 重盐土 | 只有耐盐作物有收成，但影响种子发芽，而且出现缺苗，严重影响产量。 |

盐碱地造林模式

| | | | |
|-----|------|------|----------------------------|
| >16 | >1.0 | 极重盐土 | 只有极少数耐盐植物生长，如耐盐的牧草，灌木，树木等。 |
|-----|------|------|----------------------------|

(二) 沙化盐碱地防护林模式

1) 树种选择：胡杨，高大乔木，具有耐高温、抗风沙、耐盐碱的特性，是沙化盐碱地防护林主要造林树种。

防护林类型：适宜于沙化盐碱地、砾质戈壁盐碱地道路防护林、农田防护林。

2) 造林整地方式：可采用带状或开沟整地方式。整地完成，需用大水盐碱1-2次。

3) 苗木质量：胡杨选择移栽后2~3年生实生健壮苗，苗木及种子规格与质量符合《主要造林树种苗木》GB6000-85、新疆地方标准《主要造林树种标准》1402-86要求。

4) 植苗造林：按照设计株行距和栽植点，定点挖穴。植树穴规格为50×50×50厘米，苗木栽植后，及时进行灌溉。在粘粒较重土壤，需采用沙土局部混合改善种植坑土壤通透性。

5) 抚育管理：5~7月随水施肥2~3次，氮肥用量5~8千克/亩·次；7月中旬对胡杨干高40厘米以下侧枝进行修剪。同时，适时进行病虫害调查，及时控制病虫害发生。10月底进行冬水灌溉，安全越冬。10~11月进行树干涂白、麦草包扎等措施防止兔害等。

三、模式效果及推广

(一) 适宜区域

主要适用于新疆南部盐碱地绿洲防护林建设。

(二) 运作模式

该模式在推广应用过程中，成立由科技专家与库尔勒市、尉犁县政府业务主管部门组成的技术实施协调小组，协调项目实施中各项工作，推动技术有效转化。同时，结合聘请国内盐碱地治理和荒漠化防治领域知名专家，对项目的实施进行技术指导和服务，并通过资料发放、培训班、现场观摩、示范区建设等方式对林业技术人员及项目区农户进行专业技术培训，提升林业技术转化应用的水平和成效。

(三) 推广示范成效

本模式在巴州尉犁县尉北“三北”工程区推广示范。

采用样方法调查内胡杨的生长情况，样方大小为10×10米，共计30个样方，调查指标为株数、树高、胸径、冠幅等因子。

对示范区进行统计调查，成活率76.9%，经调查统计，年平均高生长量93.81厘米。详见表3：

表3 盐碱地造林生长量与成活率

| 造林时间 | 造林地点 | 造林树种 | 面积(亩) | 株行距(m) | 年平均生长量(cm) | 成活率(%) |
|------|------|------|-------|--------|------------|--------|
|------|------|------|-------|--------|------------|--------|

盐碱地造林模式

| | | | | | | |
|------------------|---------------|----|-----------|---------|-------|-----------|
| 2011 年营 造林 | 尉北 工程 区 | 胡杨 | 129. 8 | 1.5×2.0 | 93.81 | 76.9 0 |
|------------------|---------------|----|-----------|---------|-------|-----------|

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 | 220 | | |
| | 4 | 株行距 | m×m | 1.5*2 | | |
| | 5 | 树种组成 | | 胡杨 | | |
| | 6 | 造林方式（植苗或播种） | | 人工植苗 | | |
| | 7 | 整地方式 | | 带状或开沟整地 | | |
| | 8 | 整地规格（长×宽×深） | cm×cm×cm | | | |
| | 9 | 苗木质量等级 | 符合《主要造林树种苗木》GB6000-85、新疆地方标准《主要造林树种标准》1402-86 要求。 | | | |
| 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 | | |
| | 10-3 | | 人工整地 | 清理用工 | 工日/亩 | I、II级苗 |
| | 10-4 | | 整地用工 | 工日/亩 | 0.5 | |
| | 10-5 | | 人工费 | 元/工日 | 200 | |

盐碱地造林模式

| 项目 | 序号 | 项目内容 | | 单位 | 技术经济指标 |
|----|------|-----------|-----------|------|--------|
| | | | 用 | | |
| | 11-1 | 施肥 | 施肥量 | kg/株 | 8 |
| | 11-2 | | 肥料单价 | 元/kg | 10 |
| | 11-3 | | 施肥用工 | 工日/亩 | 0.5 |
| | 11-4 | | 人工费用 | 元/工日 | 200 |
| | 12-1 | 保水剂 | 保水剂量 | g/株 | 13 |
| | 12-2 | | 保水剂单价 | 元/kg | 50 |
| | 12-3 | | 用工 | 工日/亩 | 1 |
| | 12-4 | | 人工费用 | 元/工日 | 200 |
| | 13-1 | 苗木 | 苗木株数(含补植) | 株/亩 | 300 |
| | 13-2 | | 单价 | 元/株 | 0.5 |
| | 14-1 | 栽植 | 人工栽植用工 | 工日/亩 | 1 |
| | 14-2 | | 人工费用 | 元/工日 | 200 |
| | 15 | 栽植浇水 | | 元/亩 | |
| | 16 | 造林费用小计 | | 元/亩 | 1480 |
| 管护 | 17-1 | 围栏封育费 | | 元/亩 | |
| | 17-2 | 管护、浇水等人工费 | | 元/亩 | 200 |
| 合计 | 18 | 综合治理总费用 | | 元/亩 | 1680 |

盐碱地造林模式



沙化盐碱地胡杨防护林成效



沙化盐碱地胡杨防护林成效

(史军辉 刘茂秀 王新英 技术咨询: 314483089@qq.com)

4 生态绿化工程盐碱地改良技术模式

一、模式背景

生态绿化工程盐碱地改良造林技术，对于围绕服务国家“一带一路”战略和丝绸之路经济带核心区建设，以自治区主体功能区划为基础，依据新疆“三山夹两盆”的自然地理格局，综合林业发展基础、发展区划、发展需求等因素，进一步优化林业生产力空间布局，加快构建“一带两环三屏四区”的林业发展格局，稳固生态基础，丰富生态内涵、扩展生态空间具有重要作用和意义。

近年来为了防止风沙蔓延，改善生态环境，国家实施了三北防护林工程、退耕还林工程以及大型的生态建设工程，改善城市人居环境、大规模新农村新城镇建设及工业园区环境建设改造等都进行了大量的绿化造林工程，然而生态环境建设工程区域的土壤大部分属于盐碱化土壤，该类型土壤 pH 值都偏高，土壤呈中强碱性，属重度盐碱土地，盐碱土的有机质含量少，土壤肥力低，理化性状差，对作物和林木有害的阴、阳离子多，花灌木及苗木不易保苗成活。针对生态环境建设工程区盐碱化造林区等困难立地条件下的造林，本技术提供了以生态绿化工程为目标的盐碱地改良造林技术模式，该技术具有改良速度快、效果好的技术特点，同时能够显著改善土壤特性，增加林木抗逆性生长，具有良好的经济、社会和环境效益。

二、模式要点

盐碱地改良施工应根据基址勘察调研情况，结合建设投资和预期生态绿化效果等因素，因地制宜地进行盐碱土的施工组织设计或专项方案编制。

(一) 轻度盐碱地改良技术

根据土壤盐碱化程度制定改良方案，地下水埋深 >2 米，土壤含盐量 $<0.3\%$ ，pH值 <8.0 ，土壤容重 <1.4 克/立方厘米，孔隙度 $>50\%$ 的轻度盐碱化，主要采取耕作改土措施，疏松种植层土壤，结合浇灌措施，稀释土壤盐碱浓度，通过洗盐与土壤改良相结合的工程和生物措施进行土壤改良。

(1) 工程改良：深耕时间，以春末夏初最好。深耕的深度为 0.3 米。如果机耕，耕深可达 $0.35\sim 0.40$ 米，但 0.40 米以下只松不翻。进行水平沟整地的沟植沟灌造林，轻度盐碱地开浅沟，沟深 $0.2\sim 0.3$ 米，上宽 $0.8\sim 1$ 米，底宽 $0.4\sim 0.5$ 米，沟内每隔 $10\sim 15$ 米长打一横埂，形成小畦。沟底栽植结束后在沟内可以铺设 0.10 米左右的秸秆、木屑及腐熟的农家肥等混合覆盖物，覆盖物上撒施 0.05 米的覆土，防止沟内水分蒸发而引起的返盐。针对土壤含盐量较低、质地轻透水性好的造林地，采用滴灌或喷灌压盐，灌水量视林地土壤含盐量和质地状况而定，使 1 米土层内含盐量降低到预期含量以下。

(2) 生物改良：造林区域内栽植耐盐碱能力强的植物，

根据土壤含盐量以及盐分类型选择利用适宜的耐盐植物、泌盐植物和聚盐植物，通过绿化覆盖减少土壤水分蒸发，防止盐分表聚。

（二）中度盐碱地改良技术模式

土壤含盐量 0.3~0.7%，pH 值 8.0~9.0，土壤容重 >1.4 克/立方厘米，孔隙度 $<50\%$ 的中度盐碱地，盐碱改良除深耕晒垡、整地松土、铺设隔离层以及掺拌改土的土壤结构改良措施外，还要开展水工改土、生物改土及化学改土相结合的综合土壤改良措施。

（1）工程改良技术模式

灌水洗盐：结合地下排水工程深翻并平整土地，高差不能超过 ± 5 厘米，筑畦围堰，蓄水淋洗，分次洗盐，每次灌水量为土体厚度的10~20厘米，淋洗2~3次，将土壤盐分降低到所栽植植物可耐受范围。也可针对种植穴或种植沟采用滴灌或喷灌（微喷）方式，控制土壤含盐量达到植物忍受的范围内。

暗管排盐：地下水位埋深 <2 米，地下水矿化度 >2 克/升，应设置暗管排盐系统，地下水埋深在临界深度以上，在排盐管上铺设15~20厘米厚隔离层。

开沟整地措施：进行水平沟整地的沟植沟灌造林，中度盐碱地开沟措施在降低地下水位的条件下进行，沟深0.4~0.5米，上宽0.6~0.8米，底宽0.4~0.5米，沟内每隔10~

15米长打一横埂形成小畦，造林沟底和种植穴施加化学改良剂和有机肥。沟底栽植结束后在沟内可以铺设0.10米左右的秸秆、木屑及腐熟的农家肥等混合覆盖物，覆盖物上撒施0.05米的覆土，防止沟内水分蒸发而引起的返盐。

（2）生物改良技术模式

采取种植一些盐生植物和抗盐生植物以及耐盐碱的绿肥植物，破坏土壤的积盐和返盐。土壤有机质低于1~2%，施入一定量的微生物肥料、益生菌、绿肥或有机肥料。

（3）化学改良技术模式

pH值 >8.0 ，碱化度 $>15\%$ 时，应采用化学改良剂或增施有机肥的方法降低pH值和碱化度。常用改良剂为石膏、脱硫石膏、磷石膏等。施用方式采用人工和机械撒施地表，用旋耕犁进行翻耕混合，旋耕深度应达到0.25米，通过灌水实现钙质改良剂的土壤下层渗漏改良。

酸性降解改良剂：常用改良剂为腐殖酸、过磷酸钙、磷酸二氢钾、磷酸、柠檬酸等无害酸性物质、大分子聚合物人工制剂，以及硫黄粉、黑矾、煤矸石、沸石、膨润土、风化褐煤等矿物质，用量和方法根据使用说明书以及盐碱程度进行调配。

有机物料改良技术：造林区域施加泥炭、草炭，施入量为根际土壤的0.3~0.5%；腐熟的秸秆、牛粪、鸡粪等有机物料，施入量为根际土壤的10%以上。

（三）重度或极重度盐碱地改良技术

土壤含盐量 $>0.7\%$ ，pH值 >9 ，土壤容重 >1.4 克/立方厘米，孔隙度 $<50\%$ 的重度盐碱地，盐碱改良进行深耕晒垡、整地松土、铺设隔离层以及掺拌改土的土壤结构改良措施，以水工改土、生物改土及化学改土相结合的综合土壤改良措施为主。

（1）工程改良技术措施

灌水洗盐：结合地下排水工程深翻并平整土地，高差不能超过 ± 5 厘米，筑畦围堰，蓄水淋洗，分次洗盐，每次灌水量为土体厚度的 $10\sim 20$ 厘米，淋洗 $3\sim 4$ 次，每次间隔 15 天左右，将土壤盐分降低到所栽植植物可耐受范围或 0.3% 以下。也可针对种植穴或种植沟采用滴灌或喷灌（微喷）方式，控制土壤含盐量达到 0.3% 以下。

暗管排盐：地下水位埋深 <2 m，地下水矿化度 >2 克/升，应设置暗管排盐系统，暗管排盐工程设计和方法应符合有关规定。

开沟整地技术：重度盐碱地类型必须进行开深沟整地的沟植沟灌造林措施，该措施在降低地下水位的条件下进行，沟深 $0.5\sim 0.6$ 米，上宽 $0.6\sim 0.8$ 米，底宽 $0.5\sim 0.6$ 米，沟内每隔 $10\sim 15$ 米长打一横埂形成小畦，造林沟底和种植穴施加化学改良剂和有机肥。沟底栽植结束后在沟内可以铺设 0.10 米左右的秸秆、木屑及腐熟的农家肥等混合覆盖物，

覆盖物上撒施 0.05 米的覆土,防止水分蒸发而引起的返盐。

种植穴客土改良:重度盐碱地类型须进行种植穴客土改良措施,在地下水位较低时,可采用挖大穴整地的办法,穴径 80~100 厘米,深 70~100 厘米,挖穴时除去盐结皮,熟土、生土分别放置。栽树时,用生土在穴的四周围埝,种植穴底部铺设 15 厘米左右的石粒、塘渣、稻草、木屑等盐碱隔离层,用熟土栽树。

(2) 生物改良措施:据造林地立地条件,适当的选择种植一些耐盐植物、聚盐植物和泌盐植物。生物改良措施需配合其他措施同时进行,当土壤有机质低于 1~2%,施入一定量的微生物肥料、益生菌、绿肥或有机肥料。

(3) 化学改良措施:重度或极重度盐碱地的含盐量、pH 值、碱化度指标较高,应强化采用化学改良剂或增施有机肥的方法降低含盐量、pH 值和碱化度。钙质改良剂常用改良剂材料为石膏、脱硫石膏、磷石膏等。酸性降解改良剂常用改良剂为腐殖酸、过磷酸钙、磷酸二氢钾、磷酸、柠檬酸等无害酸性物质、大分子聚合物人工制剂,以及硫黄粉、黑矾、煤矸石、沸石、膨润土、风化褐煤等矿物质,用量和方法根据使用说明书以及盐碱程度进行调配。

(4) 有机物料改良:造林区域施加泥炭、草炭,施入量为根际土壤的 0.3~0.5%;腐熟的秸秆、牛粪、鸡粪等有机物料,施入量为根际土壤的 10% 以上。

（四）苏打碱化土及碱土改良技术

化学改良技术：土壤 pH 值 > 8.5 ，碱化度 $> 15\%$ 时，应参照本规程施用化学改良制剂，降低土壤 pH 值、碱化度。土壤 pH 值 > 9 ，碱化度 $> 15\%$ ，总碱度 0.3 摩尔/千克时，应进行脱硫石膏改良苏打碱化土及碱土，降低土壤 pH 值、碱化度。

工程及生物综合改良技术模式：深松整地，在 50 厘米深度的松土范围内，应疏松土壤，碎土率达到 70% 以上；土壤容重 > 1.4 克/立方厘米，孔隙度 $< 50\%$ 时，应深耕晒垡、整地松土、铺设隔离层以及掺拌改土的土壤结构改良措施，使土壤容重 < 1.4 克/立方厘米，孔隙度 $> 50\%$ 。地下水埋深 > 2 米，应疏松种植层土壤，开深沟造林，结合浇灌措施，稀释土壤盐碱浓度。利用淡水灌溉，淋洗土壤盐分，使土壤含盐量 $< 0.3\%$ 。土壤有机质含量低于 1.5%，应施入适量的有机肥。

（五）次生盐碱化防治技术

以开水平沟排盐，沟植沟灌为主要造林整地措施，开沟深度和宽度根据土壤盐碱危害程度确定，沟间距依据造林设计；沟底撒施改良物料并与沟底盐碱土进行混合；沟底混合后进行土壤平整，苗木定植后进行秸秆、木屑及腐熟的农家肥等混合覆盖，混合覆盖物上覆土 0.05 米。

（1）控制地下水位：地下水位控制在 2 米以下，采用

明渠排水或暗管排水或设集水井定期强排降低地下水位，确保造林地灌溉和降雨后无积水。

(2) 合理灌溉

苗木栽植后立即透水浇灌定根水，并于栽后 7 天内分别浇灌第 2 次、第 3 次透水。

抚育对象：林果基地防护林，符合下列情况之一的林带列为抚育对象；林手持密度大，竞争激烈，林带有郁闭后出现挤压现象；林带结构不符合防护要求的；遭受病虫害危害、火灾及雪压、风折等自然灾害，受害木少于 20%的。

(3) 覆盖防止返盐措施

为防止返盐，苗木栽植后要进行覆盖，覆盖材料有地膜、草纤维膜、秸秆、土面增温保墒剂等。

(六) 生态绿化工程盐碱地造林技术

以开水平沟排盐，沟植沟灌为主要造林整地措施，开沟深度和宽度根据土壤盐碱危害程度确定，沟间距依据造林设计；沟底撒施改良物料并与沟底盐碱土进行混合；沟底混合后进行土壤平整，苗木定植后进行秸秆、木屑及腐熟的农家肥等混合覆盖，混合覆盖物上覆土 0.05 米。

(1) 深沟及沟底的穴状整地：整地规格，根据盐碱危害的轻、中、重、极重的程度确定开沟深度和宽度，沟呈梯形，开沟规格参照本技术规程，沟底定植穴大小按造林设计要求开挖苗木定植坑，

(2) 带状整地：带状整地要沿等高线进行，其形式有水平阶、水平槽沟等。

(3) 整地时间：以春季造林为主，秋季造林为辅，在造林前一个季节整地挖沟，预先整地挖穴但不栽植。

(4) 树种选择：乔木树种宜选择根深、耐盐碱、抗风、抗病虫的优良树种，灌木树种宜选择耐盐碱、抗风、固土、适应性强的树种，

(七) 有害生物防治技术

贯彻“预防为主、综合治理”的方针，采取综合防治措施，防止林木病虫害成灾。

三、技术推广及效果

(一) 适宜区域

本发明涉及造林地土壤改良技术领域，尤其是一种造林地盐碱化土壤开沟改良造林方法，利用开深沟定植苗木，沟内排盐、撒施脱硫废弃物及腐殖酸和菌剂进行盐碱地治理的方法。本标准适用于新疆生态绿化工程盐碱地造林的生产技术活动。

(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。该模式可为今后林果防护林可持续发展发挥助推作用。

（三）示范推广情况

准噶尔盆地南缘的新疆甘泉堡工业园区区域土壤为棕钙土，多为重度盐碱地全盐平均 1.2%，pH 值平均 8.9，部分为新开盐碱荒地。由于工业园区生态工程建设的需要进行土壤改良和造林。种植圆冠榆、长枝榆、大叶白蜡、小叶白蜡、紫穗槐、樟子松、黄金树、丁香、榆叶梅等，平均成活率 87.6%，土壤的 PH 范围由原来的 8.9 下降到 7.8，全盐由原来的 0.92% 下降到 0.46%。对工业园区经过土壤改良区域的乔灌木进行抽样调查，成活率平均为 87.9%；土壤的 PH 下降到 7.8~7.5 之间，全盐下降到 0.46~0.61% 之间。

综上所述仅是本技术模式的优选试验示范实施方式，应当指出，对于本技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本技术原理的前提下，还可以做出若干改进和润饰，这些改进和润饰也应视为本技术模式的试验示范及辐射推广范围。本技术能够降低盐碱化土壤的 pH 值、土壤碱化度和土壤总盐量，并且降低了盐碱化土壤的改良成本，有效地提高了盐碱化土壤的造林效果，改善了土壤的质地和肥力，提高造林苗木的成活率及保存率 50% 和 35% 以上，对盐碱化地区的生态林建设和经济林发展具有促进作用。

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 | 1 | 主导功能 | | 盐碱地改良 |

盐碱地造林模式

| 项目 | 序号 | 项目内容 | | 单位 | 技术经济指标 | |
|----------------|------|---------------|------------------|------------|--------|------|
| 模式 | 2 | 树种 | | | 生态树种 | |
| | 3 | 初植密度 | | 株/亩 | 110 | |
| | 4 | 株行距 | | m×m | 2*3 | |
| | 5 | 造林方式(植苗或植播) | | | 人工植苗 | |
| | 6 | 整地方式 | | | 开沟 | |
| 造林 作业 施工 | 7-1 | 整地 和开 沟 | 机 械 整 地 | 整地用台班 | 元/亩 | 500 |
| | 7-2 | | | 机械台班 费用 | 元/台班 | 125 |
| | 7-3 | | 机械开沟 | | 元/亩 | 1100 |
| | 8-1 | 改良 剂 | 改良剂施用量 | | kg/m | 4 |
| | 8-2 | | 改良剂单价 | | 元/kg | 2.2 |
| | 8-3 | | 改良剂 | | kg/亩 | 700 |
| | 8-4 | | 施肥用工 | | 工日/亩 | 1 |
| | 8-5 | | 人工费用 | | 元/工日 | 200 |
| | 9-1 | 苗木 | 苗木株数(含补植) | | 株/亩 | 110 |
| | 9-2 | | 单价 | | 元/株 | 1.5 |
| | 10-1 | 栽植 | 机械挖坑 | | 元/亩 | 500 |
| | 10-2 | | 人工栽植用工 | | 工日/亩 | 1 |
| | 10-3 | | 人工费用 | | 元/工日 | 200 |
| | 11 | 铺设滴灌 | | 元/亩 | 900 | |
| | 12 | 栽植浇水 | | 元/亩 | 100 | |
| | 13 | 苗木管理 | | 元/亩 | 100 | |
| | 合计 | 14 | 综合治理总费用 | | 元/亩 | 5165 |

(鲁天平 刘永萍 模式技术咨询: 421012348@qq.com)

5 新疆北部重度盐碱地治理模式

一、模式背景

“十四五”时期，新疆每年计划要完成百万亩以上的国土绿化任务，但目前的现实情况是，经过几十年国土绿化的迅猛发展，绿洲内部可实施营造林的大规模宜林地日趋减少，大规模的国土绿化场所逐渐向绿洲外围转移，向荒滩、戈壁转移，向绿洲外围困难立地转移，而这些地类大部分属于盐碱地，存在盐碱地改良的现实问题。本技术适用于新疆区域内盐碱地治理，尤其是北部荒漠及风沙区困难立地条件下的盐碱化或次生盐碱化区域的工业园区、绿洲内部、外围以及荒山荒坡生态林业建设区域，通过施用土壤改良剂，配合相应的物理改良措施、水分管理措施，技术简单易行，易于掌握，应用前景广阔。

二、模式要点

(1) 技术来源

技术来源于发明专利“土壤改良剂及其制备方法和造林地盐碱化土壤改良方法”专利号（CN104073259A）。土壤改良剂为工业脱硫废弃物盐渍化土壤改良剂，是将脱硫石膏、腐植酸、硫酸镁、水溶性高分子聚合物和固体酸混合均匀后得到的一种土壤改良剂。盐渍化土壤改良剂能够降低盐碱化土壤的 pH 值、土壤碱化度和土壤总盐量，并且降低了盐碱

化土壤的改良成本，有效地提高了盐碱化土壤的改良效果，从而改善土壤的质地和肥力，提高了苗木的保存率，对盐碱化地区的农业发展和生态防护林建设具有促进作用。

(2) 技术思路

土壤改良剂是利用阴离子有机酸聚合物的络合增溶作用，提高土壤中硫酸钙、碳酸钙的溶解度，激活土壤中被固化的钙离子，被激活的钙离子通过离子交换作用大量置换与土壤胶体吸附的钠离子，被置换出的钠离子与负价的官能团结成溶于水的络合物（腐植酸钠），随灌溉水进入到林木根系层，不再危害林木生长。由于阳离子被官能团封锁，大量对作物有危害的氯离子、硫酸根离子无法与阳离子结合而被迫随灌溉水降到耕作层以下，也不再危害作物生长。同时，基料、辅料和改良剂中所富含的氢离子与土壤中引起碱性升高的碳酸根离子、碳酸氢根离子发生反应，生成水和二氧化碳，直接降低了土壤的碱性。因此，改良剂施用后，土壤的总盐含量和酸碱度明显下降，同时土壤变得疏松，理化性状也得到明显改善。

(3) 技术模式及措施

一是施用土壤改良剂；二是配套的物理改良措施；三是水分管理措施等。

三、模式效果及推广

新疆准东开发区位于准噶尔盆地东南，横跨吉木萨尔、

奇台和木垒 3 县，东西长 220 公里，南北平均宽 60 公里，主要依托准东煤田规划建设的大型煤炭煤电煤化工产业示范区，也是我国第十四个煤炭基地的重要组成部分，是我国当前发现的最大的整装煤田，包括五彩湾、大井、将军庙、西黑山和老君庙 5 大矿区，预测煤炭资源储量 3900 亿吨，具备建设亿吨级煤炭生产和深加工基地的条件，占全疆储量的 17.8%，占全国储量的 7%。区域属温带大陆性气候，气温年较差大、日较差也大，年日照数 3000 小时，年降水量 191mm，年蒸发量 2046mm，极端最高温度 41.6℃，极端最低温度 -36.6℃，全年平均风速 3.6 米/秒，极端最大风速可达 18 米/秒，一月均温为零下 25℃左右，10℃以上活动积温 3000~3500℃，持续 150~170 天，无霜期为 100~135 天，年均温日较差 12~14℃，冬季有稳定积雪，冬春降水量占年总量 30~45%。区域内自然植被类型少，结构单一，植物群落组成主要为梭梭、琵琶柴、短叶假木贼、盐节木、猪毛菜等，植被覆盖度较低。

准东地区矿产资源丰富，但生态极其脆弱，其表层土壤粉沙质土丰富，下层为褐色粘土，粘土层平均厚度大于 1.5m，且由于荒漠化和风蚀作用强，土壤腐殖层薄，有机质含量低，典型区域取土测定，有机质均在 1%以下，pH 值平均 8.59，总盐量约 1.2%，具盐渍化土壤的典型性，因此，该区域开展防护林建设时，林木一次性定植成活率低，树木生长势弱，

生长量小，绿化成效甚微。基于此，绿化美化开发区周边环境，维护区域生态系统平衡，对区域内重度盐碱地进行治理，具有良好的生态、经济和社会效益。

（1）施用土壤改良剂

区域地势为小丘陵状态，由北向南倾斜，落差大约在3-4%，南部的坡底地下水位较高大约在1.5米左右。坡底由于地下水位较高容易返盐，定植苗木以灌木树种为主。区域原状土壤盐分特征见表1。

盐碱地造林模式

表 1 原状土壤盐分特征

| 样点 编号 | 总盐 (%) | pH | 电导率 Ms/cm | 八大离子 (mg/kg) | | | | | | | |
|----------|-----------|------|--------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|-------------------------------|----------------|-----------------|------------------|------------------|
| | | | | CO ₃ ²⁻ | HCO ₃ ⁻ | Cl ⁻ | SO ₄ ²⁻ | K ⁺ | Na ⁺ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ |
| 1-1-20 | 1.67 | 9.11 | 3.91 | 30 | 892.1 | 498 | 931 | 8.9 | 1068 | 186 | 19.0 |
| 1-2-40 | 0.73 | 7.55 | 2.39 | 0 | 129.6 | 1130 | 8754 | 15.5 | 1548 | 2478 | 105.5 |
| 1-3-60 | 2.24 | 8.24 | 6.44 | 0 | 373.6 | 1350 | 3546 | 5.10 | 786 | 880 | 59.0 |
| 2-1-20 | 1.12 | 7.84 | 3.72 | 0 | 289.8 | 4911 | 931 | 19.2 | 983 | 201 | 202.2 |
| 2-2-40 | 0.61 | 7.90 | 4.34 | 0 | 244.0 | 9587 | 1142 | 13.7 | 1165 | 1101 | 20.8 |
| 2-3-60 | 0.86 | 8.89 | 5.98 | 15 | 427.0 | 4067 | 1084 | 7.90 | 9712 | 367 | 94.8 |
| 3-1-20 | 1.99 | 8.37 | 3.01 | 0 | 202.2 | 6530 | 4733 | 5.60 | 8126 | 784 | 163.3 |
| 3-2-40 | 0.94 | 8.55 | 2.82 | 15 | 244.0 | 2002 | 2190 | 20.0 | 1651 | 1064 | 196.8 |
| 3-3-60 | 0.88 | 8.48 | 5.43 | 15 | 265.3 | 3840 | 1985 | 22.9 | 10190 | 111 | 12.6 |

盐碱地造林模式

依据区域土壤条件，乔木沟施用量 4 千克/米，固体改良剂灌木沟施用量 2 千克/米，将上述基料撒入种植沟底部和种植穴内并与土壤均匀混合，固体改良剂与种植穴回填土均匀混合并进行回填；液体改良剂随苗木灌溉时添加，施用量为 7.5 克/穴，液体改良剂进行稀释后喷洒于种植围堰内或直接通过滴管首部灌入种植穴下部。

表 2 A 区试验地：盐碱固体改良剂+液体改良液

（盐碱地改良剂试验配方材料由新疆神东天隆腐殖酸有限公司生产）

| 供试树种 | 面积 (m ²) | 数量 (株) | 长度 (m) | 固体用量 (吨) | 液体用量 (吨) |
|-----------------|----------------------|--------|--------|----------|----------|
| 沙棘、长枝榆、山楂、苹果、胡杂 | 17958 | 4490 | 8979 | | |
| 四季玫瑰 | 1431 | 1431 | 1431 | | |
| 紫穗槐 | 1773 | 1773 | 1773 | | |
| 怪柳 | 2626 | 656 | 1313 | | |
| 火炬 | 2847 | 2847 | 2847 | | |
| 小叶白蜡、海棠、独杆火炬、白榆 | 3573 | 595 | 1191 | | |
| 合计 | 30208 | 11792 | 17534 | 70.0 | 4.71 |

改良区域采用了两种改良剂，试验区划分为 A 改良区和 B 改良区，即：A 区盐碱固体改良剂+液体改良液（配方材料由新疆神东天隆腐殖酸有限公司生产）；B 区腐殖酸固体改良剂+液体肥（试验产品由新疆汇通旱地龙腐殖酸有限公司提供），改良剂施用量详见（表 2、表 3）。

表 3 B 区试验地：腐殖酸固体改良剂+液体肥

盐碱地造林模式

(盐渍地改良试验产品由新疆汇通旱地龙腐殖酸有限公司提供)

| 树种 | 面积 (m ²) | 数量 (株) | 长度 (m) | 固体用量 (吨) | 液体用量 (吨) |
|-----|----------------------|--------|--------|----------|----------|
| 锦鸡儿 | 1906 | 1906 | 1906 | | |
| 柺柳 | 16893 | 4223 | 8447 | | |
| 沙棘 | 1194 | 298 | 597 | | |
| 紫穗槐 | 1838 | 1838 | 1838 | | |
| 沙枣 | 5175 | 1293 | 2558 | | |
| 合计 | 27006 | 9558 | 15346 | 20.0 | 4.8 |

(2) 配套的物理改良措施

物理改良措施为：在苗木定植前，种植沟灌水洗盐并覆盖秸秆，种植穴下部打小眼穿透粘土层进行排水、排盐。

(3) 水分管理措施

土壤盐分受地面蒸发和地下水影响，一年之内有两次返盐、积盐高峰，主要在 3~4 月和 7~8 月。秋冬季气温低，地面蒸发微弱，土壤盐分处于稳定状态，因此，可以在土壤盐分稳定期进行改土洗盐。可采取加大灌水量灌溉，并延长轮灌时间，改土洗盐，同时，来年春季要及时灌溉，防止地温和气温回升引起返盐。

(4) 改良效果

①两种改良剂对盐渍地 pH 的影响效果

对试验区施用两种改良剂的 pH 值取样监测，间隔时间为 30 天左右，测试发现，A 区 pH 值平均比对照下降 16.14%，但下降的幅度不同，其中 6、7、8 月 pH 值降幅明显，平均

每月下降 12.27%，以 8 月份下降幅度最大，达到了 13.6%，6 月份的 pH 值降幅达到了轻度盐危害的上限 pH 值。B 区 pH 值平均比对照下降 7.14%，其中 6、7、8 月 pH 值平均下降 8.50%，其中以 8、9 月份下降的幅度最大，8 月份的 pH 值降幅达到了轻度盐危害的上限 pH 值。通过施加脱硫废弃物、有机酸、钙活化剂等改良剂和以腐殖酸为主的改良剂试验表明，有机酸和脱硫废弃物对土壤 pH 影响很大。两种改良措施虽存在降幅差异，但对降低土壤 pH 值均有积极的作用。而深沟栽植，由于沟内湿度较大，蒸发量相对较小，变化回升幅度较小，在沟状种植区内形成了一个低 pH 值区域，且随着灌水次数的增加以及改良剂的施用，土壤盐分和 pH 值大幅度降低。随着土壤 pH 值降低，土壤中难溶性硫酸钙的溶解度升高，土壤中 Ca^{2+} 增多； Ca^{2+} 通过与土壤胶体上的 Na^+ 进行交换，进一步降低交换性 Na^+ 含量，同时 Ca^{2+} 增加土壤团聚体数量，改善土壤的结构。

②两种改良剂对土壤含盐量的影响效果

对试验区施用两种改良剂的土壤全盐量值进行监测，间隔为 30 天。试验 A 区全盐量平均比对照下降 68.73%，但下降的幅度不同，其中 7、8、9 月全盐量值降幅明显，平均每月下降 60.92%，以 8、9 月份下降幅度最大，达到了 67.02%，8 月份的全盐量值降幅达到了轻度盐危害的上限值。B 区全盐量值平均比对照下降 58.5%，其中 8、9 月全盐量值平均下

降 50.8%，其中以 9 月份下降的幅度最大，全盐量值降幅达到了轻度盐危害的上限值。



施土壤改良剂



秸秆覆盖保墒

③对苗木生长和成活率影响

两种改良处理均能促进苗木的生长和提高成活率，乔木年均新枝生长量较对照提高 41.8%，灌木较对照提高 55.3%。

盐碱地造林模式



生态防护林初具规模

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 | | | 盐碱地改良 | |
| | 2 | 树种 | | | 沙枣、柽柳等 | |
| | 3 | 初植密度 | | 株/亩 | 110 | |
| | 4 | 株行距 | | m×m | 2*3 | |
| | 5 | 造林方式（植苗或植播） | | | 人工植苗 | |
| | 6 | 整地方式 | | | 开沟 | |
| 造林作业施工 | 7-1 | 整地和开沟 | 机械整地 | 整地用台班 | 台班/亩 | 3 |
| | 7-2 | | | 机械台班费用 | 元/台班 | 400 |
| | 8-1 | 改良剂 | 改良剂施用量 | | kg/亩 | 1000 |
| | 8-2 | | 改良剂单价 | | 元/kg | 3 |
| | 8-3 | | 植物秸秆 | | kg/亩 | 300 |

盐碱地造林模式

| 项目 | 序号 | 项目内容 | | 单位 | 技术经济指标 | |
|----|------|------|-----------|------|--------|------|
| | 8-4 | | 秸秆单价 | 元/kg | 2 | |
| | 8-5 | | 施肥用工 | 工日/亩 | 3 | |
| | 8-6 | | 人工费用 | 元/工日 | 200 | |
| | 9-1 | 苗木 | 苗木株数（含补植） | 株/亩 | 121 | |
| | 9-2 | | 单价 | 元/株 | 2.5 | |
| | 10-1 | 栽植 | 机械挖坑 | 元/亩 | 800 | |
| | 10-2 | | 人工栽植用工 | 工日/亩 | 3 | |
| | 10-3 | | 人工费用 | 元/工日 | 200 | |
| | 11 | 铺设滴灌 | | 元/亩 | 900 | |
| | 12 | 栽植浇水 | | 元/亩 | 600 | |
| | 13 | 苗木管理 | | 元/亩 | 300 | |
| | 合计 | 14 | 综合治理总费用 | | 元/亩 | 8302 |

（刘丽燕 刘永萍 吴天忠 ， 模式技术咨询 99503546@qq.com）

6 盐碱地深沟覆混改良造林技术

一、模式背景

干旱荒漠区盐渍化主要分布于洪积—冲积扇中下部空旷区域，土壤为荒漠灰钙土，植被稀疏，土壤含盐量普遍较高，常有粘质土隔层。由于土壤盐渍化问题，造林成活率和保存率低，树木生长较弱，年生长量小。本技术模式主要适用于干旱荒漠盐渍化区域造林，采用了“脱+排”技术，通过深沟造林覆盖秸秆等材料，配合土壤改良剂，提高造林成活率和保存率，达到良好的造林效果，为困难立地造林提供新的造林技术。

二、模式要点

依据区域土壤特点，造林区域一般采取带状开沟定植，沟内挖种植穴，定植苗木时施加改良材料，栽植后加强管理，可大大提高盐碱地造林成活率。

三、模式效果及推广

新疆甘泉堡至阜康 S301 省道两侧，土壤盐渍化严重，取样测定后，该区域土壤属硫酸盐氯化物盐土，含盐量约 1.6%，pH 值 9.1，碳酸根含量约 0.0927%，重碳酸根含量约 0.1630%，道路两侧防护林建设面积约 3348 亩，因区域土壤盐渍化，造林成活率低，成活后林木生长缓慢，不能快速达到固持土壤、巩固路基、防风固沙、改善周边生态环境的作

用。因此，依据区域土壤特点，沿道路绿化带进行带状开沟定植，沟内添加改良材料进行造林，大大提高盐碱地造林成活率，保护了道路，增加行车安全，丰富盐碱土壤造林技术。

S301 省道两侧土壤属硫酸盐氯化物盐土，其土壤为沙质、壤质立地类型，地下水位埋深较深，土层中无胶泥层，可采用“脱+排”盐渍化治理模式，即在生态造林前沿种植行开深沟（规格为宽 80 厘米、深 60 厘米），然后在沟内灌水一次，待墒情合适时，根据定植株距在沟底开挖种植穴，栽植时施有机改良剂，改良剂与回填种植穴的土壤拌合均匀进行栽植，养护灌溉增施黄腐植酸有机肥。

依据周边植被特点，造林树种以白榆（*Ulmus pumila*）、大叶白蜡（*Fraxinus americana*）、紫穗槐（*Amorpha fruticosa*）等树种为主，改良材料为电厂的副产品脱硫废弃物（ $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ）和腐殖酸混合物及有机酸配料为主。开沟深度为 40 厘米，对照为常规改良绿化造林区域，灌溉采取滴灌设计。

（1）造林树种成活率、保存率调查

深沟覆混改良剂，开沟深度 40 厘米，选择白榆、大叶白蜡和紫穗槐为造林树种，分析深沟覆混改良材料造林技术与常规改良造林的差异，表 1 中紫穗槐成活率和保存率数据表明，深沟覆混改良材料模式较常规造林模式造林成活率及保存率均提高了 14.05%和 16.11%；紫穗槐成活率达到

盐碱地造林模式

97%以上，保存率达到 94%以上。

表 1 紫穗槐成活率和保存率调查

| 造林模式 | 紫穗槐 | | | |
|------|-------------|-------------|------------|--------|
| | 成活株树 (棵) | 种植株数 (棵) | 成活率 (%) | 保存率(%) |
| 常规造林 | 183 | 220 | 83.09 | 78.12 |
| 开沟改良 | 272 | 280 | 97.14 | 94.23 |

(2) 生长量对比测定

在脱硫石膏及腐殖酸等复合改良材料的作用下，道路两侧各示范段的林木生长量差异较显著，这是由于区域不同地段的立地条件和含盐量不同而造成的，但总体来说，深沟覆混改良材料造林模式比常规改良造林的生长量高（见表 2）。

表 2 白榆与大叶白蜡生长量调查

| 试验地点 | 白榆 | | | 大叶白蜡 | | |
|-------|-------------|-------------|------------------|-------------|-------------|------------------|
| | 成活株树 (棵) | 种植株数 (棵) | 当年生枝条生长量 (cm) | 成活株树 (棵) | 种植株数 (棵) | 当年生枝条生长量 (cm) |
| 示范段 1 | 243 | 270 | 36.75 | 239 | 265 | 34.70 |
| 示范段 2 | 333 | 360 | 40.15 | 289 | 310 | 40.50 |
| 示范段 3 | 294 | 310 | 39.75 | 284 | 300 | 36.40 |
| 对照 | 152 | 250 | 20.30 | 147 | 240 | 21.40 |

结果表明（表 2）白榆和大叶白蜡当年生平均枝条生长量为 38.88 厘米和 37.20 厘米，深沟覆混改良材料造林技术

盐碱地造林模式

中大叶白蜡、白榆的当年生枝条生长量均高于常规造林，当年生枝条生长量平均提高了 91.54%和 73.83%。

因此，深沟覆混改良材料的技术集水保墒效果较好，林木成活率、保存率高，生长量大，盐渍化区域造林时，可采取该技术。



图 1 深沟覆混改良材料造林

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 | | 盐碱地改良 |
| | 2 | 树种 | | 紫穗槐、白榆等 |
| | 3 | 初植密度 | 株/亩 | 110 |
| | 4 | 株行距 | m×m | 2*3 |
| | 5 | 造林方式（植苗或植播） | | 人工植苗 |

盐碱地造林模式

| 项目 | 序号 | 项目内容 | 单位 | 技术经济指标 | |
|----|------|---------|--------|--------|------------|
| | 6 | 种植方式 | | 开沟 | |
| | 7 | 机械开沟 | 元/亩 | 1000 | |
| | 8-1 | 改良剂 | 改良剂施用量 | kg/亩 | 500 |
| | 8-2 | | 改良剂单价 | 元/kg | 3 |
| | 8-3 | | 植物秸秆 | kg/亩 | 300 |
| | 8-4 | | 秸秆单价 | 元/kg | 2 |
| | 8-5 | | 施肥用工 | 工日/亩 | 3 |
| | 8-6 | | 人工费用 | 元/工日 | 200 |
| | 9-1 | | 苗木 | 苗木株数 | 株/亩 |
| | 9-2 | 单价 | | 元/株 | 3.0 (10.0) |
| | 10-1 | 栽植 | 机械挖坑 | 元/亩 | 600 |
| | 10-2 | | 人工栽植用工 | 工日/亩 | 2 |
| | 10-3 | | 人工费用 | 元/工日 | 200 |
| | 11 | 铺设滴灌 | 元/亩 | 900 | |
| | 12 | 栽植浇水 | 元/亩 | 500 | |
| | 13 | 苗木管理 | 元/亩 | 200 | |
| 合计 | 14 | 综合治理总费用 | 元/亩 | 6480 | |

(刘丽燕 刘永萍 吴天忠 , 模式技术咨询 99503546@qq.com)

