

新疆三北工程攻坚战

——绿洲防护林体系建设模式

（第四册）



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 “窄林带，小网格” 农田防护林模式	1
2 绿洲边缘基干林带模式	8
3 绿洲边缘防沙阻沙带模式	14
4 荒漠-绿洲过渡区灌草带保育模式	20
5 生态经济型防护林体系建设模式	24
6 特色林果基地防护林建设技术模式	31
7 林果防护林带结构优化及物种配置关键技术模式 ...	41
8 准尔盆地南缘 3 区-2 带-1 网防护林体系建设模式 ...	48

1 “窄林带，小网格”农田防护林模式

一、模式背景

和田地区毗邻塔克拉玛干沙漠南缘，干旱缺水，植被匮乏，在大气环流作用下，流沙不断向南推移蚕食绿洲，是新疆乃至中国荒漠化最为严重的区域。为抵御严酷的风沙灾害，和田人民自古以来形成了踊跃植树，改善生态的优良传统。但 1978 年以前，或沿用前苏联“宽林带、大网格”的农田防护林建设模式导致农田得不到有效的保护、占用耕地面积过大、林带边行效益明显（材质差）；或林网缺行、断带。每遇灾害年份，作物减产甚至绝收，群众极度贫困。

建立“窄林带、小网格”农田防护林，实现绿洲林网化，旨在增加森林覆盖率，改善绿洲生态环境条件和农业生产条件，防止沙漠扩展蚕食绿洲，减少风沙灾害，维护绿洲的稳定，保障农作物的稳产高产，并解决当地群众的木材、薪材需求。

1978 年伴随国家“三北”防护林建设工程的实施，依托国家项目资金的投入，在和田地区行署领导下，全地区各族群众开展了大规模营造“窄林带、小网格”防护林活动，至 1986 年，全地区 7 县 1 市 15.78 万公顷农田规划成 17204 块条田，全部实现了农田林网化，农田林网化程度达到 99.1%，是全疆第一个实现农田林网化的地区。

二、模式要点

(1) 配置：沿主风向垂直、平行分别配置主、副林带，主林带间距 200~250 米，副林带间距 400~600 米，当主林带无法与主风向垂直时，其夹角不得小于 45° ；主林带为林带（4 行）+道路（6 米）+林带（4 行），株行距为 1×1.5 米；副林带为林带（2 行）+道路（3.8 米）+林带（2 行）+水渠（高于地面），株行距为 1×1.5 米；造林树种主要为新疆杨、银白杨、杂交杨、沙枣、白柳，林带多为新疆杨纯林，少量新疆杨、沙枣混交（配置在绿洲边缘）或新疆杨、白柳混交（配置在渠边）。

(2) 苗木质量：新疆杨采用树高 2.5~3 米、地径 1.5 厘米以上的 2 年生扦插壮苗造林。

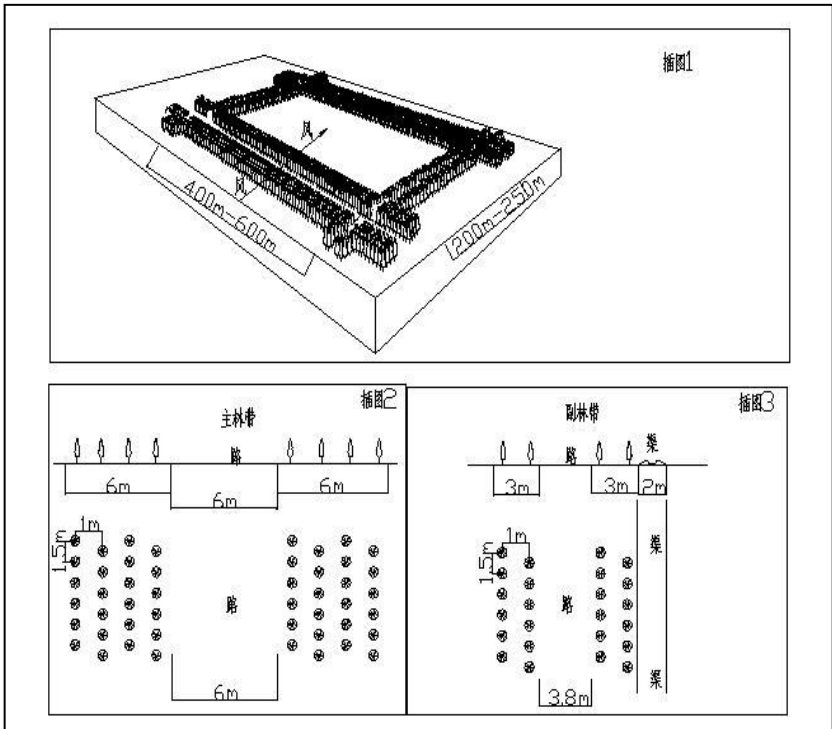
(3) 整地造林：为减少沙打沙割和大气干旱抽稍，提高造林成活率，当年整地当年造林，造林后截干（高度 1.5~1.8 米），用农膜包扎。

(4) 灌溉：造林后抢灌头水、紧跟二水，灌溉定额 7500 立方米/公顷·年。

(5) 幼林抚育：1~3 年幼林修枝高度不超过树高的三分之一，间作小麦、蔬菜和瓜类或每年松土锄草 1~2 次，以提高土壤的保墒蓄水能力，减少水资源的浪费。

(6) 病虫害防治：生物、化学防治结合。

(7) 间伐更新：4~5 年隔株间伐，15~20 年轮伐更新。



技术制图说明：

插图 1：栽植模式示意图

沿主风向垂直、平行分别配置主、副林带，主林带间距 200~250 米，副林带间距 400~600 米。

插图 2：主林带配置图

林带（4 行）+道路（6 米）+林带（4 行），株行距为 1×1.5 米。

插图 3：副林带配置图

林带（2 行）+道路（3.8 米）+林带（2 行）+水渠（高于地面），株行距为 1×1.5 米。

三、模式效果及推广

（一）适宜区域

“窄林带，小网格”农田防护林模式广泛适宜南北疆绿洲农区推广应用。

（二）运作模式

工程执行阶段由县林业局（林草局）以乡镇为单位，将田、林、水、路、居民点统一规划设计林网；县、乡人民政府组织协调，动员全社会力量（农民、政府工作人员、企事业单位职工、师生），实施造林。地区、县、乡林业站在造林过程中进行技术培训、造林质量督察和验收。造林结束后，由农民承包林地抚育，幼林抚育、间伐和更新采伐等以村为单位统一管理，更新采伐须报县林业局（林草局）审批后方可进行。工程建设的推广体系为省（区）、地区、县、乡林业部门与省（区）相关科研机构组成的推广网络；推广应用方法是：试验、示范、培训、召集群众大会宣传、媒体（广播、电视）宣传培训，以点带面、辐射带动。

（三）示范推广情况

新疆林业科学院自 20 世纪 50 年代以来持续进行绿洲农田林网化的研究工作，主要研究内容为：（1）风沙危害强度与适宜的林网规格；（2）防护林带的结构、疏透度与防

风固沙效能的关系(3)农田林网的小气候与增产减灾效益;

(4)防护林树种的筛选及其栽培技术和病虫害防治;(4)减免林带肋地影响的技术措施。分别获全国科学大会奖、林业部科技进步奖、自治区科技进步奖多项,上述研究内容成果的不断推陈出新为构建生态功能完备的新疆绿洲防护林体系发挥了奠基性作用,为林网化推广提供了强有力科技支撑。

实现农田林网化后,绿洲生态环境有效改善,林网内田间风速较旷野降低 25~47%,有效防止了风沙对农作物的危害,林带的庇护作用,使得农作物平均单产增加 20~30%,灾害年份增产更达 50%以上。同时林带增加材积最高可达 15 立方米/公顷·年。生态环境的优化确保了和田农业的连年丰收,为促进乡村振兴、群众安居乐业奠定了坚实的基础。

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		农田防护林
	2	树种		新疆杨、银白杨、胡杨、杂交杨、沙枣
	3	初植密度	株/亩	445
	4	株行距	m×m	1×1.5
	5	树种组成		混交

绿洲防护林体系建设模式

	6	造林方式(植苗或植播)				人工植苗
	7	整地方式				林床平整、小畦、挖穴栽植
	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
	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	苗木	苗木株数(含补 植)		株/亩	500
	11-2		单价		元/株	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			元/亩	50
	14	造林费用小计			元/亩	2150
后 期 管护	15	管护、浇水等人工费			元/亩	200
合计	16	综合治理总费用			元/亩	2350



“窄林带，小网格” 农田防护林

（刘康 陈启民 桑巴叶 模式技术咨询：1563987356@qq.com）

2 绿洲边缘基干林带模式

一、模式背景

新疆深居欧亚大陆腹地，三山夹两盆的地理，热量充沛、气候干旱、降水稀少，形成了塔克拉玛干、古尔班通古特我国 2 大沙漠，绿洲农区多沿水系分布被沙漠分割，是我国风沙危害最为严重的区域。绿洲防护林体系建设对保障农区农业生产和人居环境发挥着至关重要的作用。绿洲边缘基干林带是防护林体系的重要组成部分，不可或缺，就区位而言其内连防护林网，外接防沙阻沙灌草带，协同高效发挥防风固沙作用；其配置于沙漠与绿洲农区交汇之处，灌溉困难、土壤条件差、易受荒漠严酷气候的影响，栽培抚育难度大，因此在造林树种选择上必须优先应用本地优良抗逆性生态树种。由于兼顾防风固沙双重生态功能，林带配置应尽可能混交，易于调控林带结构的同时，也可增加生物学稳定性，有效提升林带的健康水平。随着节水滴灌技术在林草行业的大规模推广应用，为基干林带管护提供了便捷抚育条件。

二、模式要点

根据绿洲边缘的不同部位，及其土地沙化、天然植被状况因害设防、因地制宜的配置基干林带。

（1）绿洲迎风面

为绿洲风沙危害最为严重的方向，在沙源丰富、植被稀

疏情况下，采用乔-乔-灌混交模式，由带宽为 30~50 米的胡杨（密胡杨、新疆杨）、沙枣、柽柳（梭梭、沙拐枣）带状混交，乔木株行距为 1.5×2 米；灌木株行距 1×2 米，从绿洲内到外由 8~13 行胡杨、4~6 行沙枣、3~6 行柽柳带状混交组成。基干林带外围配置防沙阻沙灌草带或天然灌草植被盖度大于 0.3 时，可以采用胡杨、沙枣混交模式，并适度降低带宽。耕作层土壤总盐大于 0.3% 时不宜配置新疆杨等轻度耐盐树种。

（2）绿洲侧风面

为绿洲风沙危害适中的部位，在沙源丰富、植被稀疏情况下，采用乔-乔-灌混交模式，由带宽为 20~30 米的胡杨（密胡杨、新疆杨）、沙枣、柽柳（梭梭、沙拐枣）带状混交，乔木株行距为 1.5×2 米；灌木株行距 1×2 米，从绿洲内到外由 5~8 行胡杨、3~4 行沙枣、2~3 行柽柳带状混交组成。基干林带外围配置防沙阻沙灌草带或土壤灌草植被盖度大于 0.3 时可以，可以采用胡杨、沙枣混交模式。

（3）绿洲被风面

为绿洲风沙危害最轻的部位，在沙源丰富、植被稀疏情况下，采用乔-乔-灌混交模式，由带宽为 10~20 米的胡杨（密胡杨、新疆杨）、沙枣、柽柳（梭梭、沙拐枣）带状混交，乔木株行距为 1.5×2 米；灌木株行距 1×2 米，从绿洲内到外由 3~5 行胡杨、1~3 行沙枣、1~2 行柽柳带状混交

组成。基干林带外围配置防沙阻沙灌草带或土壤灌草植被盖度大于 0.3 时可以，可以采用胡杨、沙枣混交模式。

(4) 为增加基干林带的经济效益，可适当增加沙枣的配置比例，采用大沙枣苗木造林。

(5) 灌溉方式：采用滴灌。

三、模式效果及推广

(一) 适宜区域

广泛适宜在塔里木盆地、准噶尔盆地绿洲边缘推广应用。

(二) 运作模式

采用动员社会力量、企业义务植树造林或以工程招标承包方式造林，充分进行水土平衡测算，确保基干林带灌溉生态用水，生态护林员担负应有管护责任。

(三) 示范推广情况

绿洲边缘基干林带在新疆绿洲农区广泛应用，防风固沙效益兼顾，可大幅降低旷野风速 50%左右，是阻截流沙的最后一道防线，可消减干热风等荒漠恶劣气候对绿洲农业生产的不良影响。目前存在缺行断带，灌溉不足，林相老化、退化等问题，营造和完善基干林带是实施塔克拉玛干沙漠边缘阻击战开展沙漠锁边行动的重要举措。

四、单位面积费用

项目	序号	项目内容	单位	技术经济指标
----	----	------	----	--------

绿洲防护林体系建设模式

造林模式	1	主导功能				防风固沙
	2	树种				胡杨、沙枣、密胡杨、柽柳、梭梭
	3	初植密度			株/亩	乔木 223，灌木 334
	4	株行距			m×m	乔木 1.5×2、灌木 1×2
	5	树种组成				混交
	6	造林方式（植苗或播种）				人工植苗
	7	整地方式				林床平整、小畦、挖穴栽植
	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		机械整地	整地用台班	台班/亩	0.7
	10-2			机械台班费用	元/台班	1500
	11-1	整地	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

绿洲防护林体系建设模式

	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	2175
	16	管护、浇水等人工费		元/亩	250
合计	17	综合治理总费用		元/亩	2375



新疆杨基干林带



胡杨基干防护林带



杂交杨基干林带

（刘康 陈启民 桑巴叶

模式技术咨询：1563987356@qq.com）

3 绿洲边缘防沙阻沙带模式

一、模式背景

新疆沙源广布，风沙环境复杂多变，绿洲内外土壤水分状况、植被状况分异，必须因势利导、因地制宜地开展防沙阻沙带建设，以达成水资源节约、低成本、高效率保障绿洲生态安全的目标。为此，新疆林业科学院 20 世纪 90 年代通过对单带式、多带式、林草结合单带、林草结合多带和片林等 5 种类型、12 条林带为期 4 年定位观测，以及对吐鲁番、巴州、阿克苏、喀什、和田等 5 地州的 57 条防沙林带调查，研究了不同结构和类型防沙林带的防阻沙效能和特点，应用数量化理论，采用林带结构、疏透度、树种组成、带高和沙源等 6 个参数，建立了相关模型，研究表明：对不同结构和类型防沙林带的防阻沙效能排序为：林草结合单带>窄带多带式 and 片林>紧密结构单带式>稀疏结构单带式>通风结构单带式。

二、模式要点

1、林草结合单带

在绿洲边缘营造胡杨、密胡杨、新疆杨、银新杨、沙枣、白榆、怪柳、梭梭、沙拐枣混交的基干林带 20~30 米宽，乔木、灌木树种混交的比例为 8:2，乔木株行距为 1.5×2 米；灌木株行距 1×2 米。采用滴灌方式灌溉。基干林带外侧，

通过封育、引洪、滴灌等方式恢复原生灌草植被，宽度为 100~500 米，使其盖度保持在 0.25~0.40。林草结合单带的总宽度为 120~530 米，其特点是林草结合，固沙、阻沙结合，防沙阻沙效能最高。

2、窄带多带式

梭梭、柽柳、沙拐枣带状混交，二行一带，株行距均为 1×2 米，带间距 10 米左右，共 5~10 带，总宽度 50~100 米为宜。其特点是节水效率高，阻沙性能优良。

3、片林

梭梭、柽柳、沙拐枣带状混交或梭梭、柽柳纯林，株行距均为 1×2 米，带宽 50~100 米为宜，梭梭、柽柳可接种大芸，采用滴灌。其特点是具有接种大芸发展沙产业的便利条件，阻沙、固沙性能优良，但工程建设投资、管护成本和水资源消耗相对较大。

三、模式效果及推广

（一）适宜区域

本模式普遍适宜在南北疆绿洲农区的沙漠边缘因地制宜的推广应用。

（二）运作模式

林草科研推广部门、林草勘察设计部门协同地县林草局，根据各地的风沙危害情况、农牧林果业防护需求和项目区的地形、植被、水资源情况进行工程实施规划设计，项目建设

承担单位严格按工程设计的技术要求落实工程建设质量，县乡村三级林长切实负起管护领导责任，生态护林员为主承担管护任务。

（三）示范推广情况

林草结合单带、窄带多带式、片林等由于防沙阻沙比较优势明显，已在全疆大面积推广。林草结合单带阻沙、固沙协同性能佳，根据新疆各地的沙源粒径、理化性质、水分含量、起沙风速、平均风速、大风天数的不同，当灌草植被盖度达到 0.25~0.40 就可将流动沙源转化为固定沙地。窄带多带式仅 3 条带就可把近地层 30 厘米的风沙流阻截 95%。片林生态、经济效益俱佳，是农民增收、巩固脱贫攻坚成果的有力抓手。在当前贯彻落实山水林田湖草沙系统治理生态建设防治方针的背景下，以流域、绿洲尺度把残缺、空白的防沙阻沙带补齐完善，是沙漠锁边、沙漠边缘阻击战的重要工作。

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、梭梭、沙拐枣
	3	初植密度		株/亩	112
	4	株行距		m×m	1×2×10
	5	树种组成			带状混交
	6	造林方式（植苗或植播）			人工植苗
	7	整地方式			简单平整
	8	种植穴规格（长×宽×深）		cm×cm ×cm	40×40×40
	9	苗木质量等级			I、Ⅱ级苗
造林作业施工	10-1	机械整地	整地用台班	台班/亩	0.2
	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	130
	12-2		单价	元/株	0.3

绿洲防护林体系建设模式

	13-1	栽植	人工栽植用工	工日/亩	0.5
	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	939
	16	管护、浇水等人工费		元/亩	200
合计	17	综合治理总费用		元/亩	1139



窄带多带式



片林

（刘康 陈启民 桑巴叶

模式技术咨询：1563987356@qq.com）

4 荒漠-绿洲过渡区灌草带保育模式

一、模式背景

在绿洲与荒漠之间的过渡带通常分布着天然灌草带，具有优良固沙特性。由于紧邻绿洲，人为的过牧、樵采或洪沟、冲沟阻断，导致天然灌草带严重退化甚至消失，固定、半固定沙地转化为流沙，不仅丧失了其生态功能，而且演变为沙源。通常新疆各地根据风沙危害程度的不同，灌草带盖度在0.25~0.4时就可有效固定流沙。灌草带是新疆防护林体系的重要组成部分，其生态功能是大面积固定绿洲临近部位的流沙，减轻防沙阻沙带、基干林带的防护压力，既有分工又有融合，协同防风固沙，只有分布均匀、盖度达标的灌草带才能发挥应有的生态效益。

二、模式要点

1、灌草带建设区要求

在绿洲边缘基干林带、防沙阻沙林外侧选择植被盖度小于0.25的流动、半固定沙地开展灌草带建设。

2、灌草带建设的植物种要求

主要为当地野生灌草种，如怪柳、梭梭、沙拐枣、红砂、芦苇、骆驼刺、罗布麻、甘草等，通常无需采种、播种，所需植物种或在沙土中长期自然留存保持发芽率或母体产种后传播距离远，可以满足天然下种的要求。

3、灌溉

(1) 由于灌草带建设的植物种抗逆性、适应性极强，灌草带建设的水源多为洪水、排渠洗盐水、浅层地表苦咸水及城乡生产、生活污水处后的中水等。

(2) 疏通干涸的河道及流沙掩埋的洪沟、冲沟，建设必要的引洪沟渠、输水管道；采用滴灌的毛管间距控制在 10 米左右。

(3) 引洪灌溉前，依据尽量减少对地表扰动又能较好保证灌溉均匀的原则在建设区根据需要筑埂、拦坝，开引水沟，沟宽 1~3 米，沟深 0.5 米；大水漫灌一年 1~2 次，滴灌适时灌溉。

(4) 连续监测灌草带的盖度变化和固沙效能，在灌草盖度未达到 0.25~0.4 或植被分布不均匀，固沙效果差的区域，通过整地、强化灌溉尽快完善灌草带的生态功能；灌草带生态功能达标后，尽可能减少灌溉、甚至停止灌溉，以尽可能减少对水资源的消耗。

(5) 采取必要的封育保护措施，严禁牲畜和人为破坏灌草带。

三、模式效果及推广

(一) 适宜区域

南北疆绿洲外围沙漠边缘地形起伏较小，具有引洪、灌溉条件的流动沙地、半固定沙地、盐碱地均适宜推广应用。

（二）运作模式

县级林草、水利管理部门协调行动，在林草科研、勘察设计部门技术支持下，基于因害设防、资源节约的原则，系统谋划县域层面绿洲外围灌草带布局，规划设计林草带建设区域及配套水源、灌溉系统。先易后难、分步实施，逐步构建固沙功能完善、全域防护的灌草带。县、乡、村 3 级林长负主责，生态护林员为管护主体，协调全社会力量齐抓共管，确保灌草带持续发挥生态效益。

（三）示范推广情况

塔里木盆地南缘的和田地区多年来利用夏季洪水在绿洲外围恢复柽柳-芦苇灌草带，有效的遏制了流沙蚕食绿洲；塔里木盆地北缘的沙雅县在塔克拉玛干沙漠边缘，应用苦咸水采用滴灌构建梭梭、四翅滨藜等组成的灌草带，有效减缓了沙源对周边农田、石油天然气设施、沙漠公路等的扰动侵蚀；准噶尔盆地南缘昌吉州、博州各县市及农八师团场通过封育及人工促进措施大面封育以梭梭为建群种的灌草带发挥了良好的固沙屏障作用，有效减缓了古尔班通古特沙漠的危害；乌鲁木齐市米东区将中水通过管道系统输入北部沙漠，有效提高了灌草带的盖度，生态效益显著。

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		固沙

绿洲防护林体系建设模式

模式	2	植物种				怪柳、梭梭、沙拐枣、红砂、芦苇、骆驼刺等
	3	盖度目标			%	25-40
	4	植被组成				近自然群落
	5	造林方式（植苗或直播）				直播
	6	整地方式				开沟拦坝
	7	引洪渠规格（宽×深）			cm×cm	100×50-300×50
造林作业施工	8-1	整地	机械整地	整地用台班	台班/亩	0.3
	8-2			机械台班费用	元/台班	1500
	15	造林费用小计			元/亩	450
	16	管护人工费			元/亩	50
合计	17	综合治理总费用			元/亩	500



绿洲外围灌草带

（刘康 陈启民 桑巴叶 模式技术咨询：1563987356@qq.com）

5 生态经济型防护林体系建设模式

一、模式背景

20 世纪 80 年代国际上兴起农林间作复合经营热潮，在林网内实行农林间作有效增加森林覆盖率，进一步优化风沙危害严重区域的农田生态环境，因此也被纳入防护林体系，由于农林复合经营均采用经济价值高的树种配置，因此这类防护林经济、生态性状优良，被称之为生态防护林。和田地区属暖温带极端干旱荒漠区，古老绿洲人多地少，生境十分严酷，但光热资源充沛，适宜温带林果生长，具有发展农林业复合经营的潜力。

20 世纪 90 年代，新疆林业科学院对和田地区以农田林网化为骨架，绿洲内部毛渠桑（林果）、副林带改造（副林带阳面种植林果）、农林（林果）间作等类型多样的农林业模式以及庭院经济等构成的绿洲生态经济型防护林体系进行了深入研究，从生态环境、土壤肥力、树木根系、林木与作物产量间的关系等有关因素进行了深入系统的定量和模式化研究。研究表明：林网内的桑农、枣农、杏农、葡萄长廊、庭院经济等林农立体栽培，有利于多层次利用地下和地上空间的水、土和光热等农业自然资源，可使绿洲森林覆被率提高 4% 左右，进一步优化了绿洲农田生态环境，单位面积的产量提高 10~11%，单位面积产值增加 17~35%；绿洲

边缘和外围的林、草结合的薪炭养畜林，有效的防治了沙漠化的危害，促进了农区牧业的发展。为当地农民增收和创建生态农业奠定了良好的环境基础。

由新疆林业科学院完成的“新疆和田混农林业制研究”成果，获 1995 年国家科技进步三等奖。随着当前生态环境的不断改善；国家对粮食安全的高度重视，对基本农田保护的刚性政策要求；农业、林果集约化、机械化生产的技术限制等原因，上述技术成果的推广应用受到了较大程度的限制。

跨入新世纪，生态经济型防护林的内涵进一步向多功能林业及生态经济效益兼有的沙产业模式转变，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），基于防护林建设生态、经济效益协调，因害设防的多功能需求，通过 13 种配置模式试验，优选出 6 项模式，即：（1）生态经济型防护林建设模式；（2）抗旱、耐盐碱型防护林建设模式；（3）抗病虫害型防护林建设模式；（4）林草结合有效抑制农田虫害发生的防护林建设模式；（5）林下经济发展模式；（6）乔灌配置梭梭接种肉苁蓉绿洲边缘基干防护林建设模式。为当前开展生态经济型防护林体系建设奠定了基础。

二、模式要点

1、以生产优质木材为标志的生态经济型防护林建设类型

1~2 行黑核桃（夏橡、水曲柳）与 3~6 行银新杨（新疆杨）混交配置，黑核桃配置在主、副林带的阳面，黑核桃株行距为 2×2 米，银新杨 1.5×2 米。适宜于在绿洲内部水土条件优良的林网主、副林带配置。这种生态经济型林带对防治难度大的蛀干性害虫具有良好的抗性。

2、林下经济类型

黑核桃（夏橡、水曲柳）或速生杨树、枸杞、苜蓿林草间作，采用宽窄行配置，窄行配置 2~3 行黑核桃或速生杨，宽行中种植枸杞，林间空地种植苜蓿，林间养土鸡，主要以枸杞、苜蓿、昆虫为食。适宜于退耕还林地配置。

3、胡杨大沙枣混交类型

胡杨、沙枣混交，具体配置为：2~4 行胡杨，2~4 行大沙枣，株行距均为 1.5×2 米。适宜于在绿洲临近沙漠的地带的林网主、副林带配置。其特点为：强调生态防护效益，节水，管理粗放。强调经济效益时，通过加强水肥管理，整形修剪，可获得材质优良的胡杨木材；沙枣可嫁接为大沙枣，具有一定的经济效益。

4、梭梭接种肉苁蓉固沙林带类型

在绿洲边缘基干防护林外侧营造带宽为 50~100 米梭梭固沙林，梭梭接种肉苁蓉，该类型与基干防护林配合防风固沙效益显著，且肉苁蓉经济效益可观。

三、模式效果及推广

（一）适宜区域

本模式普遍适宜准噶尔盆地、塔里木盆地绿洲建设生态经济型防护林体系应用。

（二）运作模式

在充分调研的基础上，根据比较优势确定本地生态经济型防护林建设的主要类型，开展规模化建设，注重培育孵化下游产业链，以持久发挥生态经济效益。

（三）示范推广情况

美国黑核桃果材兼用，木材纹理精致，是高档家具的用料，水曲柳的木材价值也远优于杨树；夏橡是制作红酒桶的材料，橡木桶作为一种储酒容器，是酿制高档葡萄酒的辅助手段，由于橡木桶储存过的葡萄酒的优雅品性，日益得到消费者的认可和喜爱。通过新疆传统优良乡土树种与黑核桃、夏橡、水曲柳混交，形成的生态经济型、林下经济型防护林配置优化模式，在优化新疆防护林结构，确保绿洲生态安全的同时，开拓农民增收致富的新途径，推广应用前景广泛。

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				夏橡、水曲柳、黑核桃、银新杨、大沙枣、胡杨、梭梭、枸杞
	3	初植密度			株/亩	167
	4	株行距			m×m	2×2
	5	树种组成				混交
	6	造林方式(植苗或植播)				人工植苗
	7	整地方式				林床平整、小畦、挖穴栽植
	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	0.4
	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	200
	12-2		单价		元/株	5
	13-1	栽植	人工栽植		工日/亩	1

绿洲防护林体系建设模式

			用工		
	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	2300
	16	管护、浇水等人工费		元/亩	300
合计	17	综合治理总费用		元/亩	2600



黑核桃防护林



水曲柳防护林



林下经济

（刘康 陈启民 桑巴叶

模式技术咨询：1563987356@qq.com）

6 特色林果基地防护林建设技术模式

一、模式背景

特色林果基地防护林的建设，对促进区域林果产业化发展和新农村经济建设发挥了重要作用，对于提高特色林果业灾害综合防控体系，提升林果基地建设水平，确立林果业大区地位，使林果业成为新农村经济发展的支柱产业，为农民持续增收和全面建设农村小康社会具有重要的推动作用。

为进一步提高特色林果业综合生产能力，建立稳固的林果业基地灾害综合防控体系，提高特色林果基地防护林工程建设的生态、经济和社会效益，提高特色林果基地防护林体系的建设水平与实施质量。通过对绿洲的现有生态防护林的结构、配置模式、防护效果等进行改造和创新，提出了特色林果防护林建设的防护林结构、配置模式、树种及科学栽植技术。本项技术模式对新疆林果基地的防护林带有效防护距离、结构以及林间防护效应进行了技术规范，技术内容涉及林果防护林不同林龄、林网带宽、林带配置结构、林带距离及林果的防护效应。

二、模式要点

绿洲的特殊区域，依托光、热、水、土、气候条件，进行集中连片种植的特色林果果园。本项技术模式以防止自然灾害，改善果园小气候、改良土壤、节水灌溉技术，保护创

造有利于特色林果果品生长发育环境和促进生态安全为目标，保证果树产量和品质而营造的人工防护林；形成绿洲内部或边缘集中连片栽种的特色林果地块防护林网技术模式，技术特点是采用主林带 4~6 行、带间距 ≤ 200 米；副林带 2~4 行，带间距 ≤ 400 米。

（一）林果基地防护林构成

绿洲外围边缘防护林带与绿洲内部防护林接连的防护地带，在这一地带建设的大型生物防护带，是以疏透或紧密结构为主的小规格林网为建设对象，对降低风速、保护绿洲内部林果果园或农田生态系统稳定发挥作用。

绿洲内部的林果防护林网，综合因、路、渠、水域周边及居民点等建设内容配置的林网植被系统，形成具有综合功能的防护林体系，以改善和稳定林果基地内部小气候。

（二）林果基地防护林营造技术

（1）营造“窄林带、小网格”的林果基地防护林为主，主林带以杨树、榆树、白蜡、柳树、沙枣的乔木树种为主，副林带选择生态或经济林木，以核桃、杏、苹果、红枣、梨、扁桃、山杏等为主。各区域以当地抗病虫能力强的树种为主。引进树种需区试后方可使用。

（2）防护林林网，全疆平均控制范围为 6.7~10 公顷之间，北疆（伊犁河谷）林网的规格控制在 10 公顷以内，南疆（东疆）控制在 8 公顷以内，同一绿洲风沙前沿基于干林

带附近的林网应明显小于绿洲内部。

环塔里木盆地南疆五地州，以杏、葡萄、核桃、香梨、石榴、红枣、苹果、巴旦木等为重点的特色林果种植基地防护林，林带结构以低通风结构为主，疏透结构为辅，林网占地比例在 13~15%之间；吐哈盆地以葡萄、红枣为主的优质果品基地防护林，林带结构以低通风结构为主，疏透结构为辅，林网占地比例在 11~15%之间；北疆沿天山北坡和伊犁河谷，以鲜食葡萄、酿酒葡萄、枸杞及小浆果为主的特色林果基地防护林，林带结构以低通风结构为主，部分风沙严重危害区域以疏透结构为主，林网占地比例在 10~13%之间。而降雨量相对较大的伊犁河谷干旱绿洲区林网规格可适当放大；同一绿洲风沙前沿基于林带附近的林果基地防护林林网应明显小于绿洲内部，林网规格的大小由主副林带的带间距所控制。果树冻害发生频率较高的地区，基地防护林林网规格要明显减小。

（三）林果基地防护林结构配置模式

（1）主、副林带以生态作用为主的配置模式

主林带4~6行，副林带2~4行，配置窄冠型杨树，主、副林带株行距1~1.5×2米，品字形栽植。视风沙危害程度的不同主林带间距≤200米，副林带间距≤400米。配置方式以杨树纯林或杨树与沙枣、榆混交。采用的主要造林树种为：新疆杨、箭杆杨、银新杨、胡杨、俄罗斯杨、少先队杨、白

蜡白榆等。

(2) 主、副林带生态经济兼用的配置模式

主林带4~6行，副林带2~4行，主林带杨树混交1~2行经济林树种，副林带栽植经济林，（不控制定干高度）。主林带间距 ≤ 200 米，副林带间距 ≤ 400 米。防护林树种主、副林带株行距1~1.5 $\times$ 2米；经济林株行距可参照其建国的株行距或缩小。主、副林带可配置的生态树种以新疆杨、箭杆杨、银新杨等窄冠型树种为主，经济林树种以核桃、红枣、杏、苹果、梨、桃等为主。

(3) 风沙危害严重区主、副林带配置模式

主林带6~10行，副林带4行以上，均以乔灌木混交形成紧密结构林带，主林带间距 ≤ 150 米；副林带带间距 ≤ 300 米，主、副林带株行距1~1.5 $\times$ 2米，主、副林带可采用的造林树种为：新疆杨、箭杆杨、银新杨、胡杨、沙枣、白榆、紫穗槐、枸杞、沙棘、梭梭、沙拐枣、怪柳等。该模式以防风、固沙并重，适宜于风沙前沿基于林带附近的林果基地防护林林网。

(四) 林果基地防护林抚育管护

主要针对特色林果基地防护林外围的防风固沙基干林和绿洲内部的林果基地防护林网。

(1) 林果基地防护林外围防风固沙基干林抚育

抚育对象：有培育前途，且抚育不会造成水土流失和风

蚀沙化的防护林分，符合下列情况之一的应列为抚育对象：郁闭度 0.8 以上，林分分化明显，林下立木或植物受光困难；遭受病虫害危害、火灾及雪压、风折等严重自然灾害，病腐木受损率已达到 10%以上的林分。

抚育方法：以密度调整为主体。对土层深厚、立地条件好、兼有生产用材的防护林，一次性疏伐强度不超过总株数的 20%，伐后郁闭度应不低于 0.7。

（2）绿洲内部林果基地防护林带的抚育

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。

抚育方法：间伐在不影响林带结构和 1 防护效应的前提下，按去劣留优、去弱留强、去小留大的原则，对林带进行抚育，间伐方法如下，株间间伐用于株距小的单行或多行林带；行间间伐用于三行以上的宽林带，成行伐除密度过大的树行；宽林带伐后，郁闭度控制在 0.7~0.8；林带透风系数约为 0.4~0.6。并保持原有的林带结构完整。

修枝：通过合理修枝调整林带疏透度，促进林木生长，幼林阶段枝下高不超过树高 1/4。中龄林阶段枝下高不超过树高的 1/5。修枝后林带的透风系数不大于 0.6。

（3）管护

防护林应当加强管护，保护系统的整体性。同时加强林地的管理、生物多样性保护、森林防火与病虫害防治。人工抚育林分（带）的管护适用于绿洲林网边缘的基于防护林带及林果基地防护林的主、副林带，小片的生态林及经济林。造林后及时灌溉、施肥、松土除草，防治有害生物，保证幼树的正常生长，对造林成活率不合格的造林地及时进行补植。

（4）护林防火

结合行政区划界线开设防火线，建立健全森林防火组织，组建专职或兼职防火队伍，配备和充实防火设施，严防火灾。防护林体系还可以利用天然河流，形成有效的防火带。

三、技术推广及效果

（一）适宜区域

本项技术模式以特色林果基地防护林建设的范围、体系构成、营造技术、抚育、改造、更新、管护等相关技术为指标体系。本技术模式适用于我国西北地区及新疆的特色林果基地的新建防护林和更新防护林建设。

（二）运作模式

随着林业经济体制的改革，应该按照社会主义市场经济体制原则，从实际出发，坚持公有制为主、多种经济共同发展理念。由于林果基地的时间周期较强，系统一旦破坏就很难恢复，这一特点使得林果基地防护林应该本着长期不变的稳定管护机构。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

防护林的建设就是为了保持水土、防风固沙、调节气候、减少污染，它是我国多种林种中的一种，在防护林的营造过程中，要坚持“因地制宜”的原则。新疆林果基地防护林的设置有着重要的作用，可以有效的降低果树灾害率、提高果树的质量。林果基地防护林防护效应，防护林带 1 米高处对不同距离风速进行了调查，结果证明背风面距林带 1~20H 处，防护林带的防风效果最佳，高达 41%左右。林果基地防护林的防护效应和林带透风系数有关，它也受到树种冠型、林龄结构等的影响。所以及时对林果果树树种进行更新，确定合适的林带宽度，使得林果基地达到最佳生态、经济效益。还要根据风沙危害程度以及林果效益状况，确定林果基地防护林带宽度，构造合适的“窄林带、小网格”林果防护林体系。

（1）林网对气流有着阻挡作用，这能使得寒流气体在林网区抬升，从而减少寒流气体和近地面气体的热量交换。与此同时，树体的放热量可以使得近地面寒流气体得到热量补充，而且林冠层的反射作用对保持地面热量有一定的作用。

所以说，防护林带有着调节气温、减轻林果树冻害的作用，随着主林带间隔距离不断减小，林果基地防护林的防护效应不断增加。但是，主林带间距离过大的话，可能出现不同程度的果树冻害，但是太小又将降低林果基地的利用率。

（2）以防护林林网边缘为起点，距离防护林林网边缘 20 米范围，果树冻害率达到 7.5%，距离防护林林网边缘 50～100 米范围，果树冻害率为 6.6%，距离 100～150 米范围内，果树冻害率为 14.6%，距离 300 米以上范围内，果树冻害率为 13.6%。这就说明，果树距离林带越近，果树的冻害率随之降低。

（3）林果基地防护林的防护效应和林带透风系数有关，它也受到树种冠型、林龄结构等的影响。所以，我们要及时对林果果树树种进行更新，确定合适的林带宽度，使得林果基地达到最佳生态、经济效益。还要根据风沙危害程度以及林果效益状况，确定林果基地防护林带宽度。此外，还要构造合适的“窄林带、小网格”林果防护林体系。合理确定防护林最大防护距离，优化林果防护林配置结构，改造原有农田防护林“窄林带，小网格”防护林结构体系增加经济效益。

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				林果防护林
	2	树种				当地适宜的乔灌木树种
	3	初植密度			主副林带	以设计长度为准
	4	株行距			m×m	1×1、1×2、2×2
	5	树种组成				
	6	造林方式				人工植苗造林
	7	整地方式				
	8	整地规格（长×宽×深）			cm×cm×cm	40×40×50
	9	苗木质量等级				
造林作业施工	10-1	整地	机械	整地用台班	台班/亩	
	10-2		整地	机械台班费用	元/台班	
	10-3		人工	清理用工	工日/亩	1
	10-4		整地	整地用工	工日/亩	200
	10-5		整地	人工费用	元/工日	
	11-1	施肥		施肥量	kg/株	
	11-2			肥料单价	元/kg	
	11-3			施肥用工	工日/亩	
	11-4			人工费用	元/工日	
	12-1	保水剂		保水剂量	g/株	

绿洲防护林体系建设模式

项目	序号	项目内容		单位	技术经济指标
	12-2		保水剂单价	元/kg	
	12-3		用工	工日/亩	
	12-4		人工费用	元/工日	
	13-1	苗木	苗木株数（含补植）	株/亩	350
	13-2		单价	元/株	1
	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	300
	16	造林费用小计		元/亩	1050
造林后管护	17-1	围栏封育费		元/亩	
	17-2	管护、浇水等人工费		元/亩	300
合 计	21	综合治理总费用		元/亩	1350

（鲁天平 刘永萍 模式技术咨询：421012348@qq.com）

7 林果防护林带结构优化及物种配置关键技术模式

一、模式背景

塔里木盆地光热资源丰富，沿河流发育的绿洲土壤肥沃，水资源优良，是新疆农业和林果业重要的生产基地。新疆林果业优势突出，特色鲜明，其显著的经济效益和增值潜力逐渐成为新疆农业经济重要组成，已形成覆盖范围最广、惠及人口最多、发展潜力最大的绿色产业和农民增收致富的支柱产业。截至“十三五”末，全区林果年产量达 845.8 万吨、产值达 522.92 亿元，较 2017 年分别增加 97 万吨、65.42 亿元，果农人均林果纯收入突破 6100 元，占总收入的 44.7%。

由南疆五地州组成的环塔里木盆地林果主产区是新疆林果业发展中最大区域，初步形成红枣、核桃、杏、香梨、苹果、巴旦木等为主的南疆特色林果主产区，种植面积和产量在新疆特色林果中均占有较大比重。但该区域风沙作用极为活跃，强烈且频发的风沙危害直接制约塔里木盆地社会经济发展和当地各族人民脱贫致富，影响人民的健康和生活质量。因此，为改善环塔里木盆地当地生态环境，提高林果产量，需在林果种植区域建设防护林体系，对林果形成有效防护，为维护区域生态安全，助力乡村振兴发挥积极作用。

林果防护林带结构优化及物种配置关键技术模式是结合现有防护林植物种配置调查和存在问题诊断，基于生物多样性的理论和防护林可持续经营的思路，开展林果防护林结构模式、物种优化配置及防护林体系稳定性等研究，形成林果防护林带结构优化模式与物种配置关键技术，提升林果抵御自然灾害的能力。

二、模式要点

为了防止沙源对绿洲的侵袭，通过固、阻、输、导方式，营建固、阻、沉、降相结合的多层次防护林带，构筑一道多功能、多层次的绿色屏障。依据林果防护林要求，从主风向依次布置固沙阻沙防护林体系（固沙林带-阻沙林带-沉沙林带）—林果防风降尘防护林带—林果防护林的模式。具体如下：

（1）紧密结构固沙灌木林带

治理技术思路：为拦截住沙，削弱风力，阻止沙丘继续向前移动，在固沙带构建一道紧密结构的绿色屏障，阻止沙丘的流动。

树种及林带配置：选择怪柳，树种配置模式：5行怪柳，造林密度为 1×1 米。

林带结构：选择紧密结构，林带的疏透度达到0.2。

（2）稀疏结构灌木林带

防止流沙继续向前移动，采用窄带多带式种植模式，选

择具有一定抗沙埋能力，对风沙有一定适应性的植物。

选择疏透度为 0.4 时，带间距离为 15 米左右。造林密度选择为 1×2.5 米。树种及林带配置：树种为怪柳，配置模式：4 行怪柳+15 米+3 行怪柳。

（3）林果防风降尘带

防止沙向前移动，选择疏透度为 0.4 时，造林密度选择为 2×3 米。树种及林带配置：树种为沙枣，配置模式：4 行沙枣。

（4）基干防护林带

根据基干林带的主要目的，选择紧密型结构，疏透度为 0.2，参照姜凤岐（2003），造林密度选择为 1.5×2 米，带宽为 10 米。树种及林带配置：选择树种为胡杨，树种配置模式：6 行胡杨。

（5）林果种植区

根据主林带的防风有效距离为 $5 \sim 35H$ ，结合小网格的特点，选择 $10H$ 的有效防风距离，因主林带平均高度 15 米，所以林带有效防护距离为 70 米。根据项目区的实际情况功能，构建 70×240 米的小网格的林果林区。主林带为 6~12 行不等，造林树种为新疆杨，造林密度为 1.5×2 米；副林带为 4 行新疆杨，造林密度为 2×2 米。

三、模式效果及推广

（一）适宜区域

该模式适宜于干旱半干旱区荒漠-绿洲过渡带林果种植区，典型区域为塔里木盆地绿洲外围林果种植区。

（二）运作模式

该模式可通过政府协调参与模式，将林业管护站、乡村政府与林果种植户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带构建技术研发持续发挥助推作用。

（三）示范推广情况

塔里木盆地西南缘的和田地区，是新疆南疆林果种植的重要区域，且该区域风沙危害严重。该技术模式在和田地区策勒县绿洲外围林果种植区进行技术示范，示范面积 1000 亩，取得了显著的生态、社会和经济效益。该技术模式下林内风速、温度有效降低，湿度增加，对林内林果防护效果明显。该模式也可应用于环塔里木盆地其他区域的林果防护林建设。

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		林果防护林
	2	树种		怪柳、胡杨、沙枣、新疆杨
	3	初植密度	株/亩	667、222、110、222
	4	株行距	m×m	1×1、1.5×2、2×3、1.5×2

绿洲防护林体系建设模式

项目	序号	项目内容			单位	技术经济指标	
	5	造林方式（植苗或植播）				人工植苗	
	6	整地方式					
	7	整地规格（长×宽×深）			cm×cm×cm	30×30×40	
	8	苗木质量等级					
造林 作业 施工	9-1	整地	机械整地	整地用台班	台班/亩		
	9-2			机械台班费用	元/台班		
	9-3		人工整地	清理用工	工日/亩	1	
	9-4			整地用工	工日/亩	200	
	9-5			人工费用	元/工日		
	10-1	苗木	苗木株数（含补植）		株/亩	350	
	10-2		单价		元/株	1	
	11-1	栽植	人工栽植用工		工日/亩	1	
	11-2		人工费用		元/工日	200	
	12	栽植浇水			元/亩	300	
	13	造林费用小计			元/亩	1050	
	造林 后管 护	14-1	围栏封育费			元/亩	
		14-2	管护、浇水等人工费			元/亩	300
合 计	15	综合治理总费用			元/亩	1350	



风沙区造林



造林成效



林果防护林成效

（史军辉、王新英、刘茂秀

模式技术咨询：314483089@qq.com）

8 准噶尔盆地南缘 3 区-2 带-1 网防护林体系建设模式

一、模式背景

准噶尔盆地南缘位于阿尔泰山与天山之间，西起准噶尔盆地西部界山，东到北塔山，南起天山北麓山前带，北至古尔班通古特沙漠边缘，呈长条形分布。地理坐标为东经 $80^{\circ}00' \sim 91^{\circ}30'$ ，北纬 $43^{\circ}25' \sim 45^{\circ}50'$ ，东西长约 916.87 千米，南北最宽约 250 千米，面积约 9.91×10^4 平方公里。行政区划包括乌鲁木齐市、昌吉回族自治州、石河子市、塔城地区、博尔塔拉蒙古自治州、克拉玛依市 6 个地、州市、17 个县（市）以及新疆生产建设兵团农五师、农六师、农七师、农八师 4 个师等范围。

盆地南缘地形由南东向北西缓倾，总地势南高北低，东高西低，平均海拔 450 米。南部为中高山区，海拔在 4000~5000 米，博格达峰海拔 5445 米；中部为古尔班通古特沙漠和佐顿爱力生沙漠，海拔 370~500 米，古尔班通古特沙漠为我国第二大沙漠，面积 4.73×10^4 平方公里；玛纳斯湖和艾比湖为盆地南缘最低排泄处。从南至北呈现山地-前山丘陵-山前倾斜平原-冲、湖积平原-沙漠或湖泊的地貌分带性景观。

盆地南缘地处欧亚大陆腹地，属于典型的干旱、半干旱

型气候。盆地南缘降水在南部山区年降水量 700~1000 毫米，低山丘陵区 300~400 毫米，山前倾斜平原 160~220 毫米；沙漠区 100~150 毫米。年内降水主要分布在 4~9 月份，西部精河年降水量多集中 5~6 月，东部乌鲁木齐集中于 6~7 月；夏季蒸发强烈，山区年蒸发量 1500~1800 毫米；平原区 2000~2100 毫米，为降水的 12~13 倍；沙漠区年蒸发量 2200~2300 毫米；冬寒夏热，气温的年差、日差较大。海拔 2500m 以上山区，年平均气温低于 0℃，平原区在 6~6.6℃ 之间，七月极端最高气温 43.1℃，1 月极端最低气温 -42.8℃；另外，春季多风，年均日照时间在 2400~2700 小时。

准噶尔盆地南缘毗邻中国第二大沙漠—古尔班通古特沙漠，生态环境严酷，建国前 30 年，由于水资源利用不当、过樵过牧、毁林开荒等不当的人为经济活动，加剧了自然生态系统的退化，以梭梭为建群种的荒漠植被破坏严重，防风固沙功能丧失，在大气环流作用下，流沙向南推移，蚕食绿洲，威胁着当地的工农业生产和人居环境。自 1978 年实施“三北”防护林体系工程建设以来，特别是世纪之交国家五大重点生态工程在新疆的实施，南缘林业生态环境建设步入跨越式发展阶段，建设成就斐然，但防沙治沙任务依然十分艰巨。人工绿洲外围的沙化土地亟待治理复绿，恢复其原有的防沙固沙功能；南缘防护林体系长期存在着造林树种单调、混交比例低、生态学稳定性差等问题，内蒙古、宁夏等省（区）

“三北”防护林一、二期工程遭受灭顶之灾的黄斑星天牛已侵入新疆的伊宁市、焉耆县等地，南缘防护林体系面临潜在的威胁；在农业节水模式大规模推广的背景下，原已配套的灌溉渠系大量废弃，防护林的营造、抚育面临新的挑战；不论是绿洲农区还是城市周边荒山受制于干旱缺水、复杂地形、土壤瘠薄、盐碱等因子，植被恢复日趋困难。模式的形成大致经历以下 2 个阶段，（1）20 世纪 60 年代到 80 年代初，准噶尔盆地南缘逐步形成绿洲边缘固沙林带、基干林带，绿洲内部“窄林带、小网格”构成的农田防护林体系，（2）20 世纪 80 年代以来在国家“三北”防护林建设工程、国家重点公益林保护工程、退耕还林工程资金支持下，荒漠植被的保育力度不断加大，在进一步优化前期体系结构功能的基础上，形成本模式。

二、模式要点

准噶尔盆地南缘生态环境严酷，风沙危害严重，防护林体系建设必须顶层设计，山水林田湖草沙系统治理，高效农田防护林应具备防护效益好、经济价值高、抗逆性强、节水等特征。遵循人与自然和谐、师从自然、资源节约、保护优先自然恢复的原则，因害设防的构建天然林草、人工林相结合防护体系，天人合一的协同防风固沙。由沙漠至绿洲防护林体系建设的格局应为：一般封育区→重点封育区→无灌溉造林区→防沙阻沙带→基干防护林带→农田防护林网，即：

3 区-2 带-1 网模式。3 区的功能为固定活化沙丘，控制沙源，为三道阻沙屏障，虽功能近似，但互为依托、不可或缺，固沙效果逐步递升；防沙阻沙带有效阻止流沙前移蚕食绿洲；基干防护林带大幅度降低风速；农田防护林网保障农田风速始终显著低于旷野风速。

1、一般封育区

一般封育区，在准噶尔盆地南缘均为灌木林地，主要建群种为梭梭，属国家重点公益林防护林林种中的防风固沙林，该区原则上采用围栏封育保护措施，该区可纵深至沙漠腹地。

2、重点封育区

在围栏保护的基础上，应因地制宜加大人为干预力度，以加速植被恢复的进程。

可采用飞播播种（人工播种）造林（种草），飞播造林种草的植物种可为梭梭、白梭梭、沙拐枣、三芒草、沙米、白沙蒿、驼绒藜等。在准噶尔盆地南缘荒漠 100 毫米多年降水条件下，即便是所有技术措施均到位也无法保证飞播一次成功。飞播造林成功与否的关键因素是：（1）年积雪厚度的厚度低于 10 厘米时不宜实施飞播；（2）3~4 月均温高可提高梭梭幼苗保苗率，减少倒春寒导致的闪芽；春季大风多将对梭梭幼苗造成灭顶之灾；（3）4~6 月间形成大于 8 毫米以上的有效降水，将可确保梭梭幼苗的根系扎入深层的土壤湿润层，有利于越夏；（4）6~8 月均温高，将导致土壤

水分散失严重不利于幼苗的安全越冬。研究表明：准噶尔盆地梭梭飞播成功的概率约在 30%左右，气候不利时播区很难发现保存的幼苗；在飞播投资固定的情况下，播匀、不漏播不如提升飞机航高和播幅宽度，以便为多次补播、复播省下经费。

此外，局部土壤水分条件较好的地段，可采用无灌溉植苗造林，在具备引洪条件的丘间低地，可通过引洪加速植被恢复。

该区南北纵深 10 千米左右为宜。

3、无灌溉造林区

准噶尔盆地南缘由于降水稀少，植被种群单调，天然分布的乔灌木树种更为匮乏，可供活化沙丘无灌溉造林的树种屈指可数，仅为梭梭、沙拐枣、怪柳，由于作为准噶尔盆地天然植被建群种的梭梭优势度极高，因此在无灌溉造林条件下的模式应选择梭梭纯林为主。

沙拐枣由于生根能力强，一次造林成活率高，且生物量大，造林后 2~3 年内沙拐枣纯林的表现要优于梭梭纯林，但沙拐枣纯林在造林 4~5 年后开始严重退化，大面积死亡，因此，准噶尔盆地南缘无灌溉造林不宜选择沙拐枣纯林模式。

研究表明：梭梭、沙拐枣混交是准噶尔盆地南缘无灌溉造林混交的首选模式，在地下水位较高的区域，怪柳也可加入混交。梭梭、沙拐枣混交时，沙拐枣为先锋树种，前期生

长迅速，可尽快发挥防风固沙的生态效益，但后期有被梭梭取代的趋势，混交林最终可能演化为梭梭纯林，这是因害设防合理配置二者比例的重要因素。

无灌溉造林株行距为 1×3 米，在植被盖度低于 0.2 时为减轻风蚀裸根影响造林成活率，应铺设匍匐式沙障，规格为 2×3 米。深栽是提高造林成活率的关键技术措施。

该区南北纵深 1~2 千米左右为宜。

4、防沙阻沙带

主要配置模式：梭梭、柽柳、沙拐枣带状混交或梭梭纯林，株行距均为 1×2 米，带宽 50~100 米为宜，梭梭可接种大芸；在该带应优先考虑采用滴灌，以降低整地费用、水资源消耗并提高灌溉均匀度和造林成活率。无法实施滴灌造林时，造林配置模式可采用窄带多带式，二行树一带，带间距 10 米左右。

5、基干防护林带

带宽为 30~50 米，配置模式为胡杨（银×新、斯大林杨）、沙枣带状混交，胡杨带与沙枣带宽的比值以 2:1 为宜，株行距均为 1.5×2 米，该带优先考虑采用滴灌。

6、农田防护林林网

（1）林网规格

农田防护林网的防风作用是防护效益最主要的方面，不仅可以减少风沙灾害，而且可以引起田间农田小气候向有利

于作物生长发育的方法转化，从而为农作物的稳产、高产奠定良好的环境基础。而林带的防风作用又取决于林带结构、林网规格和林网完整程度。

准噶尔盆地南缘绿洲内部在进行林网设计时宜采用低度通风结构，林带平均高度 15 米的林网主林带间距不宜超过 360 米，林带平均高度 20 米的林网主林带间距不宜超过 480 米，而副林带间距在 1000 米左右，机械效率可达 95.7%。上述规格的林网，可使林网区近地层 1 米高度上 17.6 米/秒风速（8 级风）降低至 13.2 米/秒（6 级风）。准噶尔盆地南缘绿洲内部林网规格不宜 ≥ 50 公顷，绿洲边缘的林网规格，应视风沙危害程度应进一步缩小。

（2）树种选择

准噶尔盆地南缘的农田防护林除少量白榆林带外，基本上是杨树一统天下，有的品种已沿用多年，需要及时更新换代。为了满足不同立地条件类型的造林需要，应本着“乡土树种和引进树种相结合”原则，选用一些抗逆性强、经济价值高的优良用材树种，以提高农田防护林的经济效益。

在绿洲边缘和盐碱较重的地段，应以胡杨、沙枣为主，在立地条件较好的广大绿洲内部，则应以夏橡、水曲柳、黑核桃和银×新等优质用材树种为主。

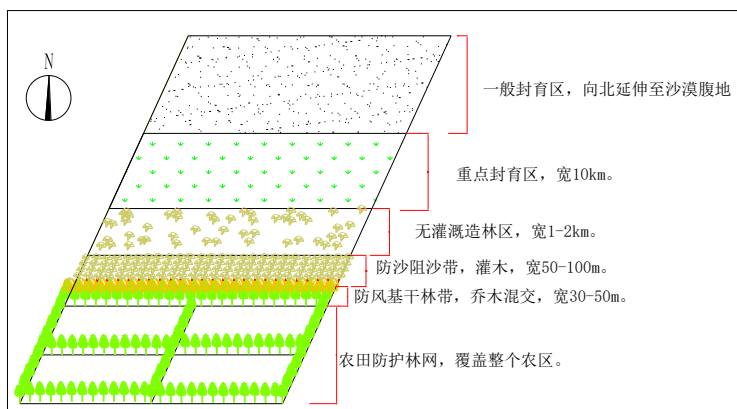
（3）林带配置

林带配置应尽可能采用混交形式，以增强林带的生物学

稳定性，有效抵御有害生物、恶劣环境的不良影响。

绿洲边缘：风沙危害严重，寒暑温度巨变，远离水源，生境严酷。主林带 6~8 行，胡杨与沙枣行间混交，行距 1.5~2 米，株距 1.5 米，迎风面配置 1 行沙枣；副林带 4 行，胡杨纯林或与沙枣行间混交。

绿洲内部：风沙危害较轻，水土条件较好。主林带 6 行，夏橡、水曲柳与银×新、斯大林杨选用两个树种行间混交，行距 2 米，株距 1.5~2 米，副林带 4 行。



3 区-2 带-1 网防护林体系建设模式图

三、模式效果及推广

(一) 适宜区域

本模式适宜在准噶尔盆地、塔城盆地及年降水量大于 100 毫米的风沙危害严重区域推广应用。

（二）运作模式

（1）根据区域生态治理的总目标，顶层规划、分区施策，“封、飞、造”结合，在一定程度上解决了温带干旱荒漠区绿洲防护林体系生态功能不稳定、建设成本高、防护林经济效益差的问题；（2）模式建设中倡导节水技术的应用，尽可能的减少生态建设工程中的水资源再分配与调入。

（三）示范推广情况

为保障准噶尔盆地南缘生态安全，不断应对各种问题，经过艰苦卓绝的实践，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），获 2015 年自治区科技进步三等奖，形成了 3 区-2 带-1 网防护林体系建设模式，并在盆地南缘大规模推广辐射。模式建成后，其成效主要表现为：（1）一般封育区大面积的植被恢复有助于减少沙尘灾害性天气的发生。（2）重点封育区由于采用了飞播（直播）辅助手段，加速了该区的植被恢复进程，固定了活化沙丘，封育期内植被盖度可较对照增加 0.05 左右。（3）营造 3 条由梭梭（沙拐枣、怪柳）构成的人工阻沙固沙带，就可阻截近地表 30 厘米高程内 95% 以上的风沙流，5 阻沙带完全控制流沙前移。

（4）该模式在有效遏制了风沙、干热风等自然灾害的同时，可护田增产，较非推广区（籽棉单产 216.6~263.2 千克/亩）增加到 265.8~351.7 千克/亩，护田增产效益达 22.7~33.6%；

绿洲防护林体系建设模式

此外，年均减少复播一次，亩均减少生产成本 48 元。

四、单位面积费用

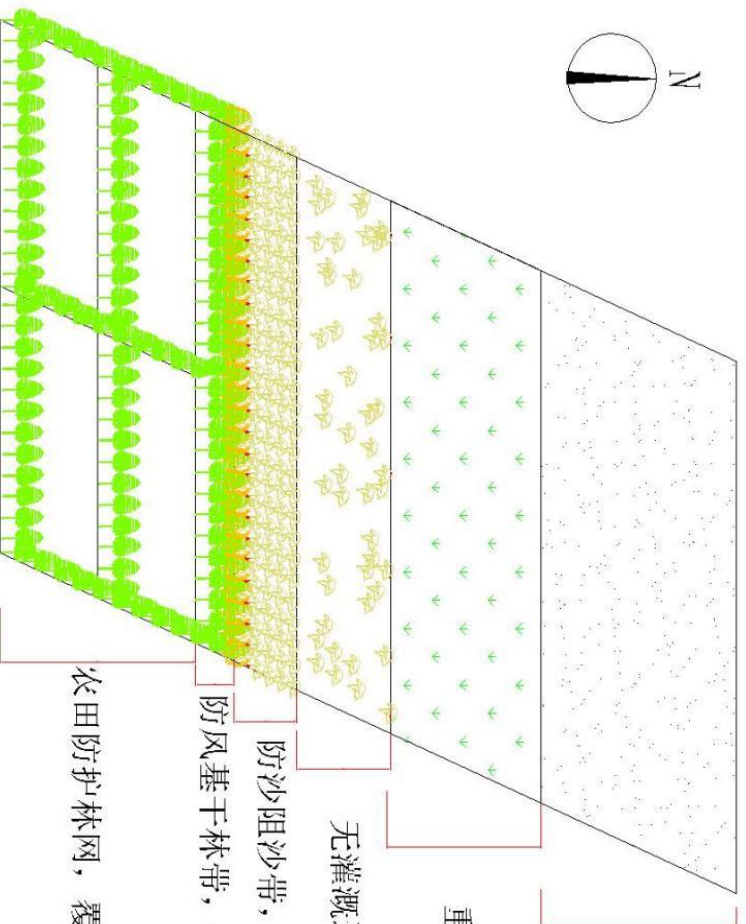
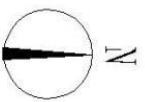
项目	序号	项目内容	单位	技术经济指标
模式内容	1-1	防护林网	元/亩	2225
	1-2	基干防护林	元/亩	2375
	1-3	防沙阻沙带	元/亩	1139
	2	无灌溉造林区	元/亩	630
	3	重点封育区	元/亩	150
	4	一般封育区	元/亩	100
合 计	5	综合治理加权平均费用	元/亩	966



3区-2带-1网防护林体系建设成效

（刘康 陈启民 桑巴叶

模式技术咨询：1563987356@qq.com）



防风基干林带, 乔木混交, 宽30-50m。

农田防护林网，覆盖整个农区。