

风沙区水土流失综合治理技术规范

Technical specification for comprehensive control of soil erosion and water loss in
windy and sandy area

2022 - 04 - 19 发布

2022 - 05 - 19 实施

目 次

前言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 综合治理体系.....	3
5 治理措施.....	3
附录 A（资料性）主要树种栽植密度.....	12

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由陕西省水土保持和移民工作中心提出。

本文件由陕西省水利厅归口。

本文件起草单位：陕西省水土保持生态环境监测中心、中国科学院水利部水土保持研究所。

本文件主要起草人：张发民、王文龙、张经济、姜义宝、徐家隆、史倩华、吕薛锋、郭明明、康宏亮、惠波、崔志强、张奕迪、白芸、郭文召、李建明、许阳光、朱亚男、冯兰茜。

本文件由陕西省水土保持生态环境监测中心负责解释。

本文件首次发布。

联系信息如下：

单位：陕西省水土保持生态环境监测中心

电话：029-85936025

地址：西安市长安区神舟四路239号航创国际广场A座

邮编：710100

风沙区水土流失综合治理技术规范

1 范围

本文件提出了陕西省风沙区水土流失综合治理技术体系，明确了风沙区水土流失治理的工程措施、生物措施、农业技术措施以及防护林建设适用条件、设计原则和管护要求。

本文件适用于毛乌素沙地东南缘及长城沿线半干旱草原受风沙活动影响的地区（包括定边、靖边、横山、榆阳、神木、府谷等县区）和大荔沙苑沙漠化土地的综合治理。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB 6000 主要造林树种苗木质量分级
- GB/T 15163 封山（沙）育林技术规程
- GB/T 15776 造林技术规程
- GB/T 16453.5 水土保持综合治理技术规范风沙治理技术
- GB/T 21141 防沙治沙技术规范
- GB 51018 水土保持工程设计规范
- GB/T 51085 防风固沙林工程设计规范
- NY/T 1239—2006 飞播种草技术规范
- DB61/T 142 陕西省造林技术规程
- DB61/T 326 陕西省治沙造林（草）技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

机械沙障 mechanical sand barrier

为控制地表风沙运动，防治风沙危害，采用柴草、树枝、秸秆、板条、粘土、卵石、土工布、可降解塑料及其他材料，在流沙地表上设置各种形式的障蔽物，用于防风阻沙、改变风的作用及微地貌状况，是风沙危害防治的一种工程措施。

3.2

植物沙障 vegetative and barrier

为控制地表风沙运动，防治风沙危害，用活的灌木、草本植物建立的阻沙措施，又称活沙障，以达到防风阻沙、改变风的作用和微地貌状况。

3.3

机械沙障孔隙度 porosity of the mechanical sand barrier

表示沙障垂直断面密度或疏透度的指标，指防沙材料间的孔隙面积占沙障垂直断面总面积的百分数。

3.4

化学治沙措施 chemical measures for sand stabilization

通过喷洒具有一定胶结性的化学物质，在流沙表面形成具有一定强度的固结层而固定流沙的措施。

3.5

引水拉沙 water diversion for flushing sand dune

在风沙草滩地区，利用水流冲拉沙丘，把起伏不平的沙地削高填低，形成平地，便于生产，开发利用荒沙的工程措施。

3.6

引洪漫地 flood diversion for silt deposition

应用导流设施把高含沙洪水漫淤在耕地或低洼地、河滩地上，以保持水土、改良土壤、提高地力、发展农业生产的生产活动。

[来源：GB/T 20465—2006, 5.1.27]

3.7

飞播造林种草 aerial seeding for sandification control

在需要治理且具备植物自然繁衍生长发育条件的大面积沙化土地上，采用飞机撒播适生植物种子造林种草的措施。

3.8

沙地农田防护林 shelter belt on sandy farmland

在沙地农田周围营造的以改善农田小气候、减小风沙灾害、改善人居环境、提高农业生产为主要目的的人工林。

3.9

公路、铁路防护林 protective plantations along the highway and railway

在有风沙危害的公路、铁路旁，为防止积沙、积雪以及横向风沙流等对道路或行驶车辆造成有害影响而种植的林带或林网。

3.10

荒漠藻 desert algae

特指荒漠土生藻中的蓝藻，主要包括具鞘微鞘藻(*Microcoleus vaginatus* Schk)、纤细席藻(*Phormidium tenue* (Menegh.) Gom.)和爪哇伪枝藻(*Scytonema javanicum* (Kutz.)Born et Flah) 等。

3.11

封山（沙）育林 closing hills or sandy lands for afforestation

为恢复木本植物，可在几年、十几年时间内对一定范围的沙地进行封闭，禁止樵、牧、开垦等，使木本植物自然繁育覆盖地面的一种治沙措施。

4 综合治理体系

4.1 毛乌素沙地东南缘及长城沿线半干旱草原受风沙活动影响的地区，应以防风固沙为主，宜采取工程与生物措施相结合的模式，在风沙危害严重的流动和半固定沙地，采用机械沙障结合生物措施固沙，在人畜活动频繁的地区开展封禁保护恢复植被，在绿洲农田开展林草田轮作、少耕和免耕、秸秆覆盖等措施，实施综合治理。

4.2 大荔沙苑沙漠化土地，采取翻淤压沙、造林种草固沙、草田轮作、少耕和免耕、留茬、秸秆覆盖、果园矮化密植、建设农田防护林等综合措施。

5 治理措施

5.1 工程措施

5.1.1 机械沙障

5.1.1.1 适用条件

应布设在风沙运动较强烈的流动、半固定沙地，或造林前或造林时需要保护苗木的区域。

5.1.1.2 结构类型

5.1.1.2.1 平铺式沙障。把柴、草、卵石、泥土等材料物平铺在沙地表面，以此隔绝风与地面松散沙层的接触，主要用以就地固定流沙，但对过境风沙流中沙粒的截阻作用不大。

5.1.1.2.2 直立式沙障。将柴、草、枝条、板条、可降解塑料等障碍物直立于地表，一部分埋压在流沙中，一部分露出地面。可降低近地层风速，拦截风沙流的输沙，起到防治风沙危害的作用。

5.1.1.3 平铺式沙障的设计和施工

5.1.1.3.1 带状平铺沙障

条带的走向应与主害风方向垂直，带宽一般为0.6 m~1.0 m，相邻带间距4 m~5 m，条带的长度根据地形条件、防护对象和防护需求等确定。覆盖物若为柴草和枝条时，铺平沙面后，需在上面横压枝条，并用木桩固定，或在带的中线压湿沙，其厚度3 cm~5 cm，注意柴草的梢头应向迎风方向。

5.1.1.3.2 全面平铺沙障

适用于风蚀严重，就地取材容易，可采用全面平铺沙障。如铁路和公路两侧或项目区周围的地段。将覆盖物全面铺平在沙面上，其余要求与5.1.1.3.1相同。

5.1.1.4 直立式沙障的设计和施工

5.1.1.4.1 直立式沙障的设计包含以下内容：

- a) 常用材料：柴、草、高秆作物的秸秆、芦苇、麦秆、稻草、树枝、灌木、黏土、卵石、片石、板条、可降解塑料和尼龙网等；
- b) 沙障孔隙度：为保护幼林设计的机械沙障，一般用 40%~50%孔隙度；在道路、农田及水利设施附近设置的沙障，可用 20%甚至更小的孔隙度；
- c) 沙障高度：地面以上 20 cm~100 cm，沙障入土深度 40 cm~60 cm。为保护幼林而设计的机械沙障，地面以上不高于 50 cm；为阻止流沙前进的沙障，地面以上可高于 50 cm；
- d) 沙障规格：边长 1 m×1 m、2 m×2 m 的网格状或 2 m、4 m 间距的带状。

5.1.1.4.2 障间距离按以下要求确定：

- a) 网格状沙障：网格边长为出露高度的 6 倍~8 倍。
- b) 条带状沙障：坡度小于 4°的平沙地，相邻两条沙障间距为沙障高度的 10 倍~20 倍；沙丘迎风坡配置时，下一列沙障的顶端与上一列沙障的基部等高。沙障间距可参照下式计算：

$$D = H \times \cot \alpha \dots\dots\dots (1)$$

式中：

D——为障间距离（m）；

H——为沙障高度（m）；

a——为沙面坡度（°）。

- c) 设置时间：秋末冬初。

5.1.1.4.3 直立式沙障施工方法为采用秆高质韧的柴草，长 70 cm~130 cm，按照设计规格沿沙丘等高线方向挖水平沟，沟深 20 cm~30 cm，沟底宽 3 cm~5 cm。随挖沟把这些材料均匀地插放沟中，梢端朝上，基部插入沟底，两侧培沙，扶正踏实，培沙稍高出地面 10 cm 左右，使沙障稳固。

5.1.1.5 管护

机械沙障建成后，要加强巡护，防止人畜破坏。机械沙障损坏时，应及时修复；当破损面积比例达到 60 %时，需重新设置。重设时应充分利用原有沙障的残留效应，沙障规格可适当扩大。柴草沙障应注意防火。

5.1.2 化学固沙

5.1.2.1 适用条件

多用于地表沙物质松散、容易起沙或不适宜铺设机械沙障的地区。具备植物生长条件的地区，化学固沙可与植物治沙措施相结合，作为生物措施固沙的辅助性和过渡性措施。

5.1.2.2 固沙材料

土壤凝结剂、沥青乳液、沥青化合物、乳化原油、泥炭胶液、高分子聚合物和聚氨酯等。所选材料应尽可能无毒、无污染和耐久性强。

5.1.2.3 施工方法

施工方法具体要求如下：

- a) 喷洒方法分全面喷洒和局部喷洒 2 种，全面喷洒是直接将固沙材料喷洒在沙面上，局部喷洒是把沙子堆成格状或带状的沙埂，然后在沙埂上喷洒固沙材料；
- b) 喷洒前先用水或乳化剂的稀溶液湿润沙面；
- c) 喷洒时控制喷洒速度，使喷出的化学治沙液能均匀渗入沙层；

- d) 喷洒时应与沙面保持一定距离，一般 1 m 左右为宜，且喷出液避免垂直落下，与沙面保持一定角度；
- e) 喷洒应在无风或风速小于 3 m/s 的天气条件下进行，如遇小风要注意风向，避免顺风 and 逆风；
- f) 在沙地表面形成 0.2 cm~0.5 cm 的稳定固结层，且具备 100 kPa 以上的抗压强度；
- g) 如果配合林草治沙，应在栽种植物后喷洒。

5.1.2.4 管护

作业区应严格保护，防止破坏固结层。固结层发生局部破坏的地段，应及时补喷；破坏严重的，应全面补喷。

5.1.3 平沙造地

5.1.3.1 引水拉沙

5.1.3.1.1 适用条件

适用于具备农业生产条件且地面沙土覆盖层较厚的地区或河流滩地的整沙造地工程。

5.1.3.1.2 施工方法

按GB 51018的13.2引水拉沙造地和GB/T 16453.5—20087引水拉沙造地执行。

5.1.3.1.3 管护

经过第一次引水拉沙将沙地拉平后，最好能复漫一次，且在造地后对地面进行平整。

5.1.3.2 机械平沙

5.1.3.2.1 适用条件

适用于低矮沙丘分布的地势平缓地区。

5.1.3.2.2 施工方法

利用推土机械将沙丘分层推平，平整沙面后，在沙面表层覆土 10 cm~50 cm。

5.1.3.3 翻淤压沙

5.1.3.3.1 适用条件

适用于大荔沙苑旧河床被薄层活动沙层覆盖区域。

5.1.3.3.2 施工方法

可采用深翻或大揭盖的方式。把表土翻在一边，然后把下层的河床淤泥层翻到表层来。深翻的深度，应根据淤泥层的淤积厚度而定，一般不宜超过 50 cm。

5.2 生物措施

5.2.1 植物沙障

5.2.1.1 适用条件

适用于一般流沙地。

5.2.1.2 设计

5.2.1.2.1 植物选择：紫穗槐、沙柳、沙打旺等适沙植物。

5.2.1.2.2 设置规格要求如下：

- a) 条带状：灌木类单行配置，均匀密植，行距 2 m~6 m。蒿草类行距 1 m~2 m；
- b) 网格状：风沙活动较强地段，蒿草类株行距设计为 1 m×1 m，灌木类设计为 (2 m×2 m) ~ (3 m×3 m) 等不同规格。风沙活动较轻地段，蒿草类株行距设计为 2 m×2 m，灌木类设计为 (3 m×3 m) ~ (5 m×5 m) 等不同规格。

5.2.1.3 施工方法

施工方法要求如下：

- a) 种子直播：适于花棒、踏郎、白柠条等植物。播种时注意播期的选择，最好是雨季；
- b) 植苗：适于沙地柏、紫穗槐等植物，一般沿沙丘迎风坡隔一定距离水平带状沟植，沟宽 20 cm，深 30 cm~40 cm，开沟后将苗木向下沿垂直放入，使根系舒展，枝条均匀紧接，然后从上沿填入湿沙，分两次踏实，地上留出 10 cm~15 cm 枝梢；
- c) 扦插：适用于灌木类，一般从沙丘迎风坡脚设置至迎风坡中部。60 cm~70 cm 的短枝条可全部栽于沙土中，上端与地面齐平，秋季可低于地表 3 cm~5 cm。100 cm 及以上的长枝条可栽入沙中 60 cm~70 cm。扦插一般于晚秋或早春进行。

5.2.1.4 管护

沙障建成后，要加强巡护，防止人畜破坏。设置 3~5 年内，需间行进行平茬复壮。

5.2.2 固沙造林

5.2.2.1 适用条件

适用于流动、半固定沙地和潜在土地沙漠化地区，在农田周围、农田外围的沙丘前沿地带及流沙边缘与农田绿洲交界处，于风沙区公路、铁路两侧，防止飞沙对道路或行驶车辆造成有害影响，建设公路、铁路防护林。

5.2.2.2 设计

5.2.2.2.1 树种选择

树种选择要求如下：

- a) 防风固沙林，抗干旱、抗风、抗寒、耐沙埋、耐瘠薄的树种。同时，还以能改良土壤，有效提供燃料、饲料、木料、肥料，热能高、耐啃食、适口性好的树种为优；
- b) 沙地农田防护林，选择防护作用大、生长迅速、寿命长的乔木或灌木作为主要树种，选择经济利用价值较大的乔木和防护效益较大的灌木作为搭配树种。主要树种有新疆杨、小叶杨、旱柳、大果榆、樟子松等，搭配树种有怪柳、沙地柏、紫穗槐、沙柳、柠条等。新疆杨、小叶杨和旱柳一般地区都选用。大果榆、怪柳主要用于盐碱地。沙地柏、沙柳、柠条、紫穗槐主要用于沙地；
- c) 公路、铁路防护林，乔木主要有小叶杨、新疆杨、樟子松、油松、旱柳等，灌木有沙地柏、紫穗槐、沙柳、沙棘、白柠条等。水分条件较好的地段以乔木为主，灌草为辅；水分条件较差地段以灌木为主。水分条件好或具备灌溉条件地段可乔、灌结合。

5.2.2.2.2 造林形式

全面造林，在固定或半固定的平缓沙地，全面造林应适当密植乔、灌混交。块状造林，在沙地局部进行块状造林。带状造林，即防沙林带。附录1为主要树种栽植密度。

- a) 林带走向：
 - 1) 主林带的走向应垂直于主害风方向。在平坦地带，主林带难以与主害风方向垂直时，可以有偏角，但偏角不能大于 45°；
 - 2) 在缓坡地带，主林带宜沿坡地等高线设置，副林带则按坡向设置；
 - 3) 台阶农田，主林带或副林带宜沿水平地埂设置；
 - 4) 低洼地区可以“林随水走”；平坦地区“林随路走”；
 - 5) 风蚀山丘地区，主林带可沿等高线布设，副林带可和上下坡的路边、河边、沟岸造林相互连接，形成林网。
- b) 林带结构：
 - 1) 窄林带、小网格、长方形配置的疏透结构林带最为普遍，而在地表抗风蚀性能较强的土地上（如轻盐碱地、洪漫地）采用通风结构林带；
 - 2) 乔灌混交型的紧密结构，以行间混交为主。
- c) 林带宽度：
 - 1) 沙地农田防护林，主林带多由 2 行~3 行林木组成，宽 4 m~6 m，副林带多由 2 行林木组成，宽 4 m，林带面积占土地面积 7% 左右；
 - 2) 公路、铁路防护林，根据风沙危害程度及沙地状况而定。沙害严重地区：迎风面 200 m 分 5 个小带，背风面 100 m，分 3 个小带。一般沙害地段：迎风面 100 m 分 3 个小带；背风面 30 m~60 m，分 1~2 个小带。轻沙害地段：迎风面 15 m~50 m，背风面 15 m~30 m。防护带外缘应留有一定宽度的封沙育草带。
- d) 林带混交类型：
 - 1) 乔灌混交：乔木、灌木树种按比例组成，构成紧密结构或疏透型结构林带，适于干旱和风害严重地区。常用类型有：紫穗槐、柠条和樟子松、油松混交；沙棘和小叶杨混交；沙地柏与油松、樟子松混交；
 - 2) 旱生灌木、半灌木混交：全由灌木组成。主要包括：花棒、柠条混交；柠条、踏郎混交；花棒、白沙蒿混交；白柠条、花棒混交；
 - 3) 混交比例：确定混交比例时，既要保证主要树种在林分中始终占优势，又要使混交树种能够在发展中保留足够数量。竞争力强的树种或立地条件优越的地方，混交树种所占比例都不宜过大；反之可适当增加其比例。在造林初期，混交树种的比例宜控制在 25%~50% 之间。

5.2.2.3 施工方法

施工方法具体要求如下：

- a) 整地：按 GB/T 16453.5 的 5.3 固沙造林施工执行；
- b) 造林方法：
 - 1) 植苗造林：
 - ◆ 在山地、河岸沙地或其他相对瘠薄的沙地均可进行植苗造林，以肥力较好的砂壤土为好。花棒、踏郎、柠条、沙棘、沙柳、怪柳、旱柳、油松、紫穗槐、沙枣、樟子松、沙地柏等可进行植苗造林；
 - ◆ 造林时间：春季或秋季。一般普遍采用春季造林。每年的 4 月上旬在新稍萌动前进行

栽植，采用带土移栽的方法。秋季造林一般在9月~10月份进行；

- ◆ 栽植技术：一般多用穴植，种植穴必须用锹或者机械挖掘，栽植穴规格要根据苗木大小确定，能使根系舒展不致卷曲，并能伸进双脚周转踏实，种植穴的直径一般不低于40 cm。将苗木栽种到已整好的栽植坑内，栽植时枝条的朝向要与当地的通常风向一致。栽植时呈“品”字形栽植且必须保证根系舒展，可适当深栽。栽植时将苗木置于种植穴中心，理顺根系后填入湿沙，至坑深一半时，将苗木向上略提至要求深度（根茎应低于干沙表5 cm以下），用脚踏实，再填湿沙，至坑满，再踏实（如有灌水条件，此时应灌水，水渗完后。），覆一层干沙，以减少水分蒸发，上端露出地面3 cm~5 cm，栽植完后要将根部的覆土踩实。
- 2) 扦插造林：
- ◆ 对于杨树、柳树、沙柳、沙棘可进行扦插造林；
 - ◆ 扦插季节：春秋两季；
 - ◆ 插穗选取：从生长健壮无病虫害的优良母株上，选取1~3年生的枝条或萌发条，插穗长度为40 cm~80 cm，插干则要长的多。在水分条件较好，风蚀很轻或无风蚀的沙地上，可用短插穗；在干沙层较厚或有一定风蚀的沙地上，应用长插穗。乔木穗粗3 cm~4 cm，灌木穗粗1 cm~2 cm，于生长季结束后翌年早春树叶流动前采取，用快刀一次切成，上端齐平，下端斜形，切口光滑；
 - ◆ 插穗处理：（1）立即扦插：插穗采下来失水较少时立即扦插。（2）浸水处理：采下的插穗浸水数天后再进行扦插，有利于提高成活率。（3）湿沙埋藏：插穗如需存放较长时间时采用此法。（4）激素催根：可加速生根，提高成活率并促进嫩根生长；
 - ◆ 扦插方式：随挖坑随放入枝条，然后取第二坑湿沙填入前坑，分层踏实，接着第三坑土倒入第二坑，以此类推。扦插多与地平，秋季应低于地表3 cm~5 cm，背风坡脚易沙埋处则高于地表5 cm左右。
- 3) 飞播造林：
- ◆ 适用于沙丘比较稀疏，丘间低地比较宽阔、地下水位较浅地段或平缓沙地，或急需建立大面积植被而又缺乏劳动力的地区，宜选择抗风蚀、耐沙埋、易发芽、生长迅速、自然繁殖能力强、根系扎得深、能构成抗风蚀群体的树种，如花棒、踏郎、柠条、樟子松、刺槐、油松、侧柏等；
 - ◆ 飞播时间：应选在夏季雨季来临前，当季风换向期间，播种较为适宜；
 - ◆ 种子处理：花棒等较轻种子，在种子外面包一层黏土，制成种子丸，制成比种子重2倍~3倍的大粒化种丸，保证飞播种子分布均匀，提高飞播保苗的面积率；
 - ◆ 飞播量：采用公式（2）计算：

$$N = \frac{n \times x}{1000 \times P_1 \times P_2 \times P_3 \times P_4} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- N——为每公顷播种量（kg）；
- x——为每公顷计划出苗株数；
- n——为种子千粒重（g/千粒）；
- P₁——为种子纯度；
- P₂——为种子发芽率；
- P₃——为种子受鼠害或鸟兽害后的保存率；
- P₄——为苗木当年保存率。

- ◆ 其余各项操作措施按 GB/T 16453.5 的 5.3.4 飞播造林执行。

5.2.2.4 管护

各项管护工作应按 GB/T 16453.2 水土保持造林中的有关规定执行。

5.2.3 固沙种草

5.2.3.1 适用条件

在风蚀严重和流沙分布的地区，或在林带与沙障已基本控制流沙的沙地上，应及时进行大面积人工种草。

5.2.3.2 设计

植物选择：具体草种选择参照本标准 5.2.4 中植物种草种选择。

5.2.3.3 施工方法

5.2.3.3.1 整地方式：宜采用带状整地，草带走向应与主害风向垂直。地面坡度 $6^{\circ}\sim 8^{\circ}$ ，草带宽可采用 $6\text{ m}\sim 8\text{ m}$ ，间距可采用 $30\text{ m}\sim 40\text{ m}$ ；地面坡度 $10^{\circ}\sim 20^{\circ}$ ，草带宽可采用 $8\text{ m}\sim 12\text{ m}$ ，间距可采用 $20\text{ m}\sim 30\text{ m}$ 。整地深度可为 $15\text{ cm}\sim 20\text{ cm}$ 。时间宜在春季或秋季，干旱地区可在雨前进行。

5.2.3.3.2 播种：播种方法分人工播种和飞播种草，人工播种按 GB/T 16453.2 执行；飞机播种按 NY/T 1239-2006 飞播种草技术规范执行。

5.2.3.4 管护

应有专人看管，防止人畜践踏。对缺苗地方应及时补种或移栽。发现病虫害时，应及时防治，勿使蔓延。发现损毁或其他问题，应及时采取补救措施。应根据多年生草类的生理特点，每 $4\text{ a}\sim 5\text{ a}$ 或 $7\text{ a}\sim 8\text{ a}$ 进行草地更新，重新翻耕、整地与播种。

5.2.4 藻类结皮固沙

5.2.4.1 适用条件

适用于流动沙地、半固定沙地。

5.2.4.2 设计

选择能在室内培养、抗逆性强、生长快、固氮和固沙能力强的具鞘微鞘藻、爪哇伪枝藻和纤细席藻等主要适宜藻种。

5.2.4.3 施工方法

接种时间在5月至10月期间，接种时宜选择3级风以下的阴雨天气。将鞘微鞘藻、爪哇伪枝藻、纤细席藻按照4:3:2比例混合，接种量为藻鲜重 $0.3\text{ g/m}^2\sim 0.5\text{ g/m}^2$ 。将藻培养物运送至接种地，用高压水枪、喷雾机或喷灌装置等设备将藻液均匀喷洒到沙地表面。

5.2.5 封育植被恢复

5.2.5.1 适用条件

适用于具有天然下种或萌蘖能力的疏林、灌丛、采伐迹地的沙地。

5.2.5.2 设计

按GB/T 15163 封山（沙）育林技术规程规定执行。

5.2.5.3 施工方法

按GB/T 15163 封山（沙）育林技术规程规定执行。

5.2.5.4 管护

各项管护工作应按GB/T 16453.2 水土保持造林中的有关规定执行。

5.3 农业技术措施

5.3.1 深松改垄

按GB/T 16453.5的8.1执行。

5.3.2 间混套作

按GB/T 16453.5 的8.2执行，可采用粮豆间作或混套种，粮薯间作或混套种等。间作混套形式及比例、轮作年限，应根据各地情况确定。风多风大季节，地面应有作物覆盖。

5.3.3 农林间作

5.3.3.1 以农为主的农林间作

5.3.3.1.1 适用条件

适宜土壤肥沃、地下水位2 m~3 m、风沙危害较轻的农耕地。

5.3.3.1.2 设计

设计包含以下内容：

- a) 农枣间作：枣树单行大株距栽植，行距 8 m~10 m，株距 4 m~6 m；或带状栽植，每带 3 行~5 行。
- c) 农柿间作：行距 20 m~25 m，株距 15 m~20 m。
- d) 农桑间作：株距 1.0 m~1.5 m，带状密植。带宽 10 m~15 m，带距 20 m~30 m。
- e) 农条间作：主要树种为白蜡、紫穗槐、簸箕柳等。株距 1.5 m~2.0 m，带状密植。带宽 10 m~20 m，带距 15 m~30 m。

5.3.3.1.3 管护

间作后及时灌溉和施肥，以作物丰产为主，抚育幼林为副，分清主次，彼此兼顾，防止只顾抚育幼林，不管农作物甚至损伤农作物。

5.3.3.2 农林并重的农林间作

农林并重的农林间作适宜于风沙危害较重的平沙地。株、行距：泡桐行距20 m，株距5 m；枣每公顷保持180株~360株。

5.3.3.3 以林为主的农林间作

适宜在人少地多的沿河高地或丘陵风沙地。林的初植密度：泡桐每公顷210株~600株；枣每公顷360株以上；桑行距10 m~15 m，株距0.5 m~1.0 m，带状密植。

5.3.4 草田轮作

5.3.4.1 适用条件

适用于沙地农区、农牧交错区等区域。

5.3.4.2 牧草选择

一般选用豆科牧草和禾本科牧草。

5.3.4.3 轮作类型

5.3.4.3.1 粮草轮作，一般粮草轮作可采用中、短期轮作方式，牧草占地时间1年~3年，作为绿肥（不收草，全部翻压），农作物占地时间4年~6年。

5.3.4.3.2 草料轮作，一般以生产青贮料、干草、青草和放牧牧草为主的轮作，具体轮作形式可根据当地条件、饲养家畜的特点、交通运输状况等来决定。

5.3.4.4 轮作方式

5.3.4.4.1 片状轮作，一块或一片地全部种植绿肥牧草作物，1年或2年后再种农作物。

5.3.4.4.2 条状轮作，在同一块地上，分条状一部分种农作物，一部分种绿肥牧草作物，次年把农作物带和绿肥牧草带相互交换。

5.3.4.4.3 填闲轮作，利用秋收作物种植前和夏收作物收获后的闲置土地种植牧草，实行草田轮作。

5.3.5 少耕或免耕

用免耕播种机一次完成破茬开沟、施肥、播种、覆土和镇压作业；作物生长期内，不再进行或减少松土除草作业。

5.3.6 覆盖措施

5.3.6.1 留茬：作物收割时留高茬，茬高不得低于20 cm，翌年播种前不再翻垦耕地。

5.3.6.2 秸秆覆盖：在农作物收割后，用作物秸秆覆盖地表，覆盖量一般为3750 kg/hm²~15000 kg/hm²，在农闲期覆盖量多，作物生育期覆盖量少。

附录 A
(资料性)
主要树种栽植密度

表 A.1 主要树种栽植密度

植物种	密度 (株/hm ²)	植物种	密度 (株/hm ²)	植物种	密度 (株/hm ²)
花棒	1650~3300	怪柳	1240~2500	沙枣	300~400
踏郎	1650~3300	旱柳	160~320	樟子松	330~420
柠条	1240~2500	油松	330~420	沙地柏	990~2000
沙柳	1240~2500	紫穗槐	1650~3300		