

ICS  
CCS

CSF

团 体 标 准

T/CSF ×××-2026

黄土丘陵沟壑区退化水土保持林修复技术  
规程

Technical regulations for restoration of degraded soil and water conservation forests  
in loess hilly and gully regions

××××-××-××发布

××××-××-××实施

中国林学会 发布



## 目 次

1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 技术流程 .....	2
5 调查与判定 .....	2
6 修复措施 .....	2
7 成效监测与档案管理 .....	4
附录 A（规范性）退化水土保持林现状调查表 .....	5
附录 B（资料性）黄土丘陵沟壑区水土保持林主要造林树种 .....	6
附录 C（资料性）退化水土保持林树种配置模式 .....	8
附录 D（资料性）退化水土保持林结构调控与配置优化模式 .....	9
附录 E（资料性）主要树种林分群落定向调控方式 .....	11
附录 F（规范性）退化水土保持林修复成效监测记录表 .....	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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国林学会提出并归口。

本文件起草单位：北京林业大学、山西农业大学、山西省吉县林业局、吉县红旗国有林场。

本文件主要起草人：魏天兴、毕华兴、张建军、魏曦、侯雨晴、梁文俊、范德卉、赵丹阳、葛成杰、李永红、冯星、侯贵荣、谢宇、张峻恺。

# 黄土丘陵沟壑区退化水土保持林修复技术规程

## 1 范围

本文件规定了黄土丘陵沟壑区（含残塬沟壑区）退化水土保持林的技术流程、调查与判定、修复措施、成效监测与档案管理等内容和要求。

本文件适用于黄土高原地区的黄土丘陵沟壑区（含残塬沟壑区）退化水土保持林的修复。

## 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/T 15163 封山（沙）育林技术规程  
GB/T 15776 造林技术规程  
GB/T 15781 森林抚育规程  
GB/T 38590 森林资源连续清查技术规程  
GB/T 44351 退化林修复技术规程  
LY/T 1646 森林采伐作业规程  
SL/T 277 水土保持监测技术规范

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**退化水土保持林** degraded soil and water conservation forest

由于自然因素、人为干扰或系统内部因素导致林分结构失调、系统稳定性降低，进而造成减缓坡面径流、拦截泥沙及防治水土流失等功能衰竭或丧失的水土保持林。

### 3.2

**林分结构** stand structure

林分在树种组成、林龄构成、垂直梯度及水平配置等方面的特征。

### 3.3

**适宜密度** reasonable density

能够有效利用当地的降水与地表径流，维持稳定林分结构，并减少或抑制水土流失的林分密度。

### 3.4

**林分结构调控** stand structure regulation

基于林木耗水规律和土壤供水能力，在林水平衡条件下设计水土保持林的密度和乔灌草比例，以避免水土保持植被在生长过程中因水分竞争而产生分化，保障其持续稳定地发挥防护功能。

## 4 技术流程

退化水土保持林修复技术流程应包括以下环节：

- a) 现状调查：对目标林分的立地条件和林分特征进行外业调查；
- b) 退化判定：根据判定指标评估林分退化状况，确定修复对象；
- c) 方案制定：根据林分实际情况，制定针对性的抚育、密度调控、更新或封育方案；
- d) 修复措施实施：严格按照技术要求施工，各项修复作业的实施应符合 GB/T 44351 的规定；
- e) 成效监测与评价：开展修复效果跟踪监测，建立并规范技术档案。

## 5 调查与判定

### 5.1 现状调查

以小班为单元开展现状调查，调查表见附录 A。调查内容应包括：

- a) 立地条件：坡度、坡向、土层厚度、土壤侵蚀强度；
- b) 林分特征：郁闭度、优势树种、平均胸径、平均树高、林木分化程度、死亡木与濒死木比例、林下灌草盖度及天然更新状况。

### 5.2 退化判定指标

凡符合下列条件之一者，应判定为退化水土保持林：

- a) 中龄林及以上林分郁闭度  $< 0.4$ ，且无明显天然更新能力，或郁闭度  $\geq 0.8$ （幼龄林  $\geq 0.9$ ）的林分；
- b) 林下灌草层总盖度  $< 40\%$  的林分；
- c) 林分内死亡木与濒死木株数比例  $> 20\%$ ；
- d) 林木单位面积蓄积量低于同类立地条件平均水平  $30\%$  及以上的林分；
- e) 主要水土保持目的树种组成比重占林分总株数  $40\%$  以下的单层林；
- f) 土壤侵蚀模数大于  $1000 \text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ （中度以上侵蚀），且水土保持防护功能显著降低的林分。

## 6 修复措施

### 6.1 抚育间伐

#### 6.1.1 适用条件

适用于郁闭度过高（ $\geq 0.8$ ）、林木分化严重、林下地表裸露的过密林分。

#### 6.1.2 技术要求

抚育间伐应符合以下规定：

- a) 采伐对象：优先采伐枯死木、濒死木、病虫害木，以及生长受压的被压木（Ⅳ级和Ⅴ级木）；
- b) 保留对象：保留分布均匀的优势木（Ⅰ级和Ⅱ级木）、辅佐木（Ⅲ级木）以及有生长潜力的幼树；

- c) 间伐强度：单次间伐强度（按株数或蓄积量计）不宜超过 35%，间伐后林分郁闭度应保持在 0.6 左右，且不应形成明显林窗；
- d) 作业时间：宜在林木休眠期进行；
- e) 参考标准：抚育间伐的其他作业流程与规范应符合 GB/T 15781 的规定；林木分级标准应符合 GB/T 15781 的相关规定。

### 6.1.3 剩余物处理

采伐剩余物处理应符合以下规定：

- a) 坡度小于 15° 的缓坡，宜将枝丫、落叶粉碎或截断后均匀覆盖于地表，用于保墒和培肥地力；
- b) 坡度大于 15° 的斜坡与陡坡，应将采伐剩余物沿等高线整齐堆放，用以截留地表径流、拦截泥沙。

## 6.2 密度调控

### 6.2.1 适用条件

适用于郁闭度过低（ $<0.4$ ）、林相残缺、林内存在面积大于  $100\text{ m}^2$  林窗的林分。

### 6.2.2 调控目标

密度调控后的林相宜满足：

- a) 乔木林适宜郁闭度保持在 0.6 ~ 0.7；
- b) 林下灌草层盖度恢复并保持在 70% 以上；
- c) 形成稳定的针阔混交或乔灌草复层林结构。

### 6.2.3 树种选择与配置

树种选择与配置应符合下列要求：

- a) 遵循适地适树原则，优先选择深根性、耐旱、耐瘠薄的乡土树种，主要造林树种名录见附录 B；
- b) 退化水土保持林修复适宜树种配置参见附录 C；
- c) 宜引入伴生针阔叶树种和耐旱灌木，以改善林分组成与垂直结构。

### 6.2.4 技术要求

通过补植等手段将林分整体密度调控至适宜区间。密度调控作业应符合以下规定：

- a) 密度要求：黄土丘陵沟壑区典型造林树种（刺槐、油松）的适宜成林密度参见附录 D。实际作业时，应根据立地条件对保留密度进行修正：阳坡、陡坡等水分条件较差的地段，保留密度宜采用附录 D 规定的下限值；阴坡、缓坡等水分条件较好的地段，宜采用上限值；
- b) 整地方式：采用鱼鳞坑、水平沟等具有水土保持功能的局部整地方式，补植穴规格应大于  $40\text{ cm} \times 40\text{ cm} \times 40\text{ cm}$ ；
- c) 配置方式：可采用带状、块状或星状散植。块状补植单块面积宜控制在  $100\text{ m}^2 \sim 500\text{ m}^2$ ；
- d) 补植密度：补植后，林分整体密度应达到附录 E 的规定；
- e) 参考标准：补植作业过程、苗木质量及成活率指标应符合 GB/T 15776 的规定。

## 6.3 更新

### 6.3.1 适用条件

适用于林木大面积死亡与衰败（死亡木和濒死木株数比例 > 20%），或因进入过熟期而丧失防护功能的退化水土保持林分。

在坡度大于 25° 的陡坡地段，不应采用单块面积超过 0.1 hm<sup>2</sup> 的块状皆伐或宽度超过 10 m 的带状皆伐进行更新；应采用 ≤ 5 m 窄带更替、林冠下渐进更新，强化水保管控。

### 6.3.2 技术要求

林分更新应符合以下规定：

- a) 带状更新：沿等高线设置更替带，更替带宽度宜为 5 m~15 m，保留带与更新带应交替分布。在更替带内采伐并定植适生树种，待新林郁闭后，再对保留带进行更替；
- b) 块状更新：在林分内呈斑块状采伐更新，单块面积不应超过 0.1 hm<sup>2</sup>，改造块之间的间距不应小于 50 m；
- c) 林冠下更新：在老旧衰落林分林冠下提前栽植耐荫乔灌木树种，待幼树生长稳定并形成次层林后，再逐步伐除上层林木；
- d) 参考标准：更新过程中的采伐作业应符合 LY/T 1646 的规定。

## 6.4 封山育林

### 6.4.1 适用条件

适用于具备天然下种、萌蘖能力，且林下有较多目的树种幼树、幼苗分布的退化次生林或灌木林。

### 6.4.2 技术要求

封山育林应符合以下规定：

- a) 根据林地实际情况，可采用全封、半封或轮封方式，具体技术要求应符合 GB/T 15163 的规定；
- b) 封育期间应实施严格管护，不应放牧、樵采和非法开垦。

## 6.5 平茬复壮

### 6.5.1 适用条件

适用于生长衰退、丧失防护功能的刺槐林及沙棘、柠条等灌木林。

### 6.5.2 技术要求

平茬复壮应符合下列规定：

- a) 平茬方式：应采用隔行平茬或隔带平茬方式，不应一次性全林平茬；
- b) 留茬高度：平茬高度应贴近地表，留茬高度不应超过 5 cm，切口应平滑，以防积水烂根；
- c) 作业季节：平茬作业宜在树木落叶休眠期实施。

## 7 成效监测与档案管理

### 7.1 成效监测

#### 7.1.1 监测期限与方法

作业验收后，应在典型作业小班内设立固定监测样地，并连续开展不少于 3 年的成效监测。林分状况监测应符合 GB/T 38590 的规定，水土保持效益监测应符合 SL/T 277 的规定。

### 7.1.2 监测指标

成效监测的核心指标如下，记录表见附录 F：

- a) 植被生长：包括苗木当年成活率与 3 年保存率、林木高生长与径生长量；
- b) 群落结构：包括乔木层郁闭度与灌草层盖度变化、目的树种组成比例；
- c) 水土保持功能：包括地表径流量与土壤侵蚀模数的变化。

### 7.2 档案管理

档案管理主要包括以下内容：

- a) 建立完整的退化水土保持林修复技术档案，档案应由指定专人集中保管；
- b) 归档资料应包括：现状调查表及影像资料、作业设计文件、施工记录、验收报告及成效监测数据等；
- c) 纸质档案与数字化电子档案应同步建立、动态更新并长期保存。

## 附录 A

(规范性)

## 退化水土保持林现状调查表

退化水土保持林现状调查的相关指标与记录格式见表 A.1。

表 A.1 退化水土保持林现状调查表

小班号：\_\_\_\_\_ 调查日期：\_\_年\_\_月\_\_日 调查人：\_\_\_\_\_

调查项目	调查指标	实测/评估记录	备注
立地条件	海拔 (m)		
	坡度 (°)		
	坡向 (阳坡/阴坡/半阴半阳坡)		
	土层厚度 (cm)		
	土壤侵蚀强度 (轻/中/重/极重)		
林分特征	优势树种 (目的树种)		
	林分平均林龄 (年)		
	乔木层郁闭度		
	林分平均胸径 (cm)		
	林分平均树高 (m)		
	死亡木与濒死木比例 (%)		
	林木分化程度 (明显/不明显)		
林下植被	林下灌草总盖度 (%)		
	优势灌木/草本种类		
	天然更新状况 (株/hm <sup>2</sup> , 优/良/差)		
退化判定结论	<input type="checkbox"/> 判定为退化水土保持林, 主要表现为: _____ <input type="checkbox"/> 未退化		

## 附录 B

(资料性)

## 黄土丘陵沟壑区水土保持林主要造林树种

黄土丘陵沟壑区水土保持林主要造林树种见表 B.1。

表 B.1 黄土丘陵沟壑区水土保持林主要造林树种表

类别	树种	拉丁名
乔木	油松	<i>Pinus tabulaeformis</i>
	白皮松	<i>Pinus bungeana</i>
	华山松	<i>Pinus armandi</i>
	华北落叶松	<i>Larix gmelinii</i> var. <i>principis-rupprechtii</i>
	樟子松	<i>Pinus sylvestris</i> var. <i>mongholica</i>
	蒙古栎	<i>Quercus mongolica</i>
	辽东栎	<i>Quercus wutaishanica</i>
	白蜡(树)	<i>Fraxinus chinensis</i>
	五角枫/元宝槭	<i>Acer truncatum</i>
	白桦	<i>Betula platyphylla</i>
	刺槐	<i>Robinia pseudoacacia</i>
	侧柏	<i>Platycladus orientalis</i>
	臭椿	<i>Ailanthus altissima</i>
	榆(树)	<i>Ulmus pumila</i>
	槐(树)	<i>Styphnolobium japonicum</i>
	栎(树)	<i>Koelreuteria paniculata</i>
	山杏	<i>Prunus sibirica</i>
	山桃	<i>Prunus davidiana</i>
	杨树/青甘杨	<i>Populus przewalskii</i>
	垂柳	<i>Salix babylonica</i>
经济树种	苹果	<i>Malus domestica</i>
	西洋梨	<i>Pyrus communis</i>
	杏	<i>Prunus armeniaca</i>
	桃	<i>Prunus persica</i>
	李	<i>Prunus salicina</i>
	枣	<i>Ziziphus jujuba</i>
	核桃/胡桃	<i>Juglans regia</i>
	山楂	<i>Crataegus pinnatifida</i>

表 B.1 黄土丘陵沟壑区水土保持林主要造林树种表（续）

类别	树种	拉丁名
灌木树种	虎榛子	<i>Ostryopsis davidiana</i>
	沙棘	<i>Hippophae rhamnoides</i>
	连翘	<i>Forsythia suspensa</i>
	（紫）丁香	<i>Syringa oblata</i>
	忍冬	<i>Lonicera japonica</i>
	黄栌	<i>Cotinus coggygria</i>
	文冠果	<i>Xanthoceras sorbifolium</i>
	胡枝子	<i>Lespedeza bicolor</i>
	紫穗槐	<i>Amorpha fruticosa</i>

## 附录 C

(资料性)

## 退化水土保持林树种配置模式

退化水土保持林的树种配置模式见表 C.1。

表 C.1 退化水土保持林修复树种配置模式表

待修复林分类型	空间配置方式	适生配置树种(含乔木与灌木)
刺槐林	带状混交、行间混交、块状混交	油松、侧柏、白皮松、华山松、落叶松、蒙古栎、辽东栎、白蜡、五角枫、白桦、刺槐、臭椿、榆树、栎树、山杏、山桃、杨树、柳树等
油松林	株间混交、行间混交、块状混交	白皮松、辽东栎、侧柏、华山松、落叶松、蒙古栎、白蜡、五角枫、白桦、刺槐、臭椿、榆树、栎树、山杏、山桃、杨树、柳树等
侧柏林、白皮松林	块状混交、带状混交	辽东栎、白桦、刺槐、连翘、华山松、五角枫、白蜡、榆树、山杏、黄栌、胡枝子、柠条、酸枣等
栎类林、杨树林	带状混交、块状混交	油松、侧柏、白皮松、沙棘、臭椿、栎树、山桃、丁香、华山松、樟子松、连翘、紫穗槐、胡枝子等
退化灌木林	丛状混交、带状混交	连翘、丁香、黄栌、沙棘、虎榛子、忍冬、文冠果、柠条、紫穗槐、胡枝子、酸枣等

## 附录 D

(资料性)

## 退化水土保持林结构调控与配置优化模式

退化刺槐林结构调控与配置优化模式见表 D.1。

表 D.1 退化刺槐林结构调控与配置优化模式表

坡度等级	坡向	林分结构优化目标	核心修复与调控措施
15°~25° (斜坡)	阴坡 半阴坡	适宜密度：1 650 株/hm <sup>2</sup> ~2 150 株/hm <sup>2</sup> 郁闭度：0.6~0.7 灌草盖度：≥ 70%	1. 采伐：实施疏伐，单次强度≤35%； 2. 补植：引入油松、侧柏等针叶树形成混交林；
	阳坡 半阳坡	适宜密度：1 100 株/hm <sup>2</sup> ~1 650 株/hm <sup>2</sup> 郁闭度：0.6 左右 灌草盖度：≥ 70%	1. 间伐：重点伐除高耗水木与被压木； 2. 补植：适度增加耐旱乡土灌木比例，保留原生灌木；
25°~35° (陡坡)	阴坡 半阴坡	适宜密度：1 320 株/hm <sup>2</sup> ~1 740 株/hm <sup>2</sup> 郁闭度：0.6~0.7 灌草盖度：≥ 70%	1. 采伐：不应大面积皆伐，实施等高线带状更新； 2. 整地：采用鱼鳞坑或穴状整地，规格为 60 cm × 60 cm × 60 cm； 3. 更新：引入深根系针叶树与伴生灌木。
	阳坡 半阳坡	适宜密度：833 株/hm <sup>2</sup> ~1 320 株/hm <sup>2</sup> 郁闭度：0.6~0.7 灌草盖度：≥ 70%	1. 采伐：仅限单块面积≤0.1hm <sup>2</sup> 的微斑块更新； 2. 整地：严格实施水平沟或鱼鳞坑防蚀整地； 3. 更新：补植刺槐、侧柏等，大幅增加灌木占比。
≥ 35° (极陡坡)	全坡向	适宜密度：维持现有健康木 郁闭度：不做下限要求 灌草盖度：≥ 70%	1. 禁伐：不应进行任何破坏地表的更新作业； 2. 复壮：对衰败灌木实施弱度平茬（留茬≤5 cm）； 3. 封育：林冠下人工散播草籽，促进地表草本覆盖。

退化油松林结构调控与配置优化模式见表 D.2。

表 D.2 退化油松林结构调控与配置优化模式表

坡度等级	坡向	林分结构优化目标	核心修复与调控措施
15°~25° (斜坡)	阴坡 半阴坡	适宜密度：2 590 株/hm <sup>2</sup> ~3 000 株/hm <sup>2</sup> 郁闭度：0.6~0.7 灌草盖度：≥ 50%	1. 间伐：对密度接近或超过 3 000 株/hm <sup>2</sup> 、郁闭度 ≥ 0.8 的林分实施透光间伐，强度控制在 35%左右； 2. 补植：采用均匀补植或林冠下补植引入伴生阔叶种，形成异龄针阔混交林。
	阳坡 半阳坡	适宜密度：2 110 株/hm <sup>2</sup> ~2 690 株/hm <sup>2</sup> 郁闭度：0.6~0.7 灌草盖度：≥ 50%	1. 间伐：伐去生长状况不佳的同层林木，优先伐除高耗水劣质木； 2. 抚育：采取除草松土、割灌等措施，促进现有树木生长。
25°~35° (陡坡)	阴坡 半阴坡	适宜密度：2 180 株/hm <sup>2</sup> ~2 860 株/hm <sup>2</sup> 郁闭度：0.6~0.7 灌草盖度：≥ 40%	1. 择伐：对林木大小分化差异较大的林分实行择伐，促进向复层林演替； 2. 补植：在林窗或大林隙内补植相同或耐荫伴生树种，防止林相破碎。
	阳坡 半阳坡	适宜密度：833 株/hm <sup>2</sup> ~2 450 株/hm <sup>2</sup> 郁闭度：0.6~0.7 灌草盖度：≥ 40%	1. 更新：不应大面积皆伐，在残缺严重地段实施小斑块或等高线带状补植更新； 2. 补植：林隙内补植耐旱幼树。
≥ 35° (极陡坡)	全坡向	适宜密度：维持现有健康木 郁闭度：不做下限要求 灌草盖度：≥ 40%	1. 禁伐：不应进行任何破坏地表的动土、间伐与常规更新改造作业； 2. 封育：实施全面封山育林，通过局部抚育促进林下植被自然更新与地表草本覆盖。

## 附录 E

(资料性)

## 主要树种林分群落定向调控方式

黄土丘陵沟壑区刺槐林群落定向调控方式见表 E.1。

表 E.1 刺槐林群落定向调控方式

调控结构因子	林木抚育措施	调控目标
林分密度	1. 间伐： a) 密度大于 2 150 株/hm <sup>2</sup> 的低效刺槐林，采取间伐抚育，根据林分状况可采用行间或块状间伐； b) 郁闭度 ≥ 0.8 以上的林分，透光间伐。间伐抚育强度一般在 35% 左右，间伐后林分郁闭度不小于 0.6，不造成林窗或林分空地。 2. 择伐：可对林木大小分化差异较大，更新能力较强的刺槐林分实行择伐措施。具体方法为首先预定林分改造面积，然后定期采伐成熟林木，使林分实现局部更新。地面宜保持林木覆被，最终形成异龄复层林。	833 株/hm <sup>2</sup> ~ 2 150 株/hm <sup>2</sup>
郁闭度	1. 补植：间伐抚育后在合适位置补植相同树种，使其变为异龄林。 2. 间伐和补植：伐去部分生长状况不佳的同层林木，补植同树种的幼树，形成异龄复层林。 3. 抚育措施：有条件的地块可采用灌溉、施肥、除草松土和割灌等措施。	0.6 ~ 0.7

黄土丘陵沟壑区油松林群落定向调控方式见表 E.2。

表 E.2 油松林群落定向调控方式

调控结构因子	林木抚育措施	调控目标
林分密度	1. 间伐： a) 密度大于 3 000 株/hm <sup>2</sup> 的低效油松林，采取间伐抚育，根据林分状况可采用行间或块状间伐； b) 郁闭度 ≥ 0.8 以上的林分实行透光间伐。间伐抚育强度一般在 35% 左右，间伐后林分郁闭度不小于 0.6，不造成林窗或林分空地。 2. 择伐：可对林木大小分化差异较大，更新能力较强的油松林分实行择伐措施，择伐方法同表 E.1。 3. 补植：采用均匀补植、块状补植或林冠下补植的方法，补植相同树种，使其变为异龄林。 4. 抚育措施：有条件的地块可采用灌溉、施肥、除草松土和割灌等措施。	833 株/hm <sup>2</sup> ~ 3 000 株/hm <sup>2</sup>
郁闭度	1. 补植：在林窗或林隙的合适位置补植相同树种，以增大郁闭度。 2. 间伐和补植：间伐部分生长状况不佳的同层林木，补植相同树种的幼树，使其变为异龄复层林。 3. 抚育措施：有条件的地块可采用灌溉、施肥、除草松土和割灌等措施。	0.6 ~ 0.7

## 附 录 F

(规范性)

## 退化水土保持林修复成效监测记录表

退化水土保持林修复成效监测的核心指标与评估记录格式见表 F.1。

表 F.1 退化水土保持林修复成效监测记录表

小班号：\_\_\_ 监测年份：第\_\_\_年 监测日期：\_\_\_年\_\_\_月\_\_\_日 记录人：\_\_\_\_\_

监测类别	监测指标	调控前数值	本次监测数值	变化量 / 评估
植被更新	补植苗木当年成活率 (%)			
	补植苗木三年保存率 (%)			(仅第3年填)
群落结构	乔木层郁闭度			
	林下灌草层总盖度 (%)			
水土保持功能	地表径流深 (mm) 或 径流系数			
	土壤侵蚀模数 ( $t/km^2 \cdot a$ )			
综合评价结论	<input type="checkbox"/> 修复成效显著, 已达标 (郁闭度 0.6~0.7, 盖度 > 70%) <input type="checkbox"/> 成效一般, 需加强后续管护 <input type="checkbox"/> 未达标, 存在的主要问题: _____			