

# 森林防火林带树种选择与营造技术优化研究

刘蓉蓉

固原市原州区林业总场 宁夏 固原 756000

**摘要:** 本文以固原地区为研究对象, 系统分析其自然地理、气候水文、植被类型及火灾历史特征, 结合防火林带的功能定位, 提出“适地适树、功能优先、结构优化、持续稳定”的选种原则。通过文献综述、实地调研与专家咨询, 筛选出油松、侧柏、柠条、沙棘、栒子、山桃等12种具有低燃性、高含水率、高灰分含量等防火特性的乡土树种, 并依据其生态习性与防火效能, 构建了乔灌木复层混交、针阔混交及灌草结合等三种典型防火林带配置模式。在此基础上, 从立地选择、整地方式、造林密度、混交比例、抚育管理及火险监测等方面, 对营造技术进行系统优化。研究表明, 科学配置的防火林带可有效阻隔地表火与树冠火蔓延, 降低火灾强度, 提升生态系统韧性。本研究为黄土高原干旱半干旱区森林防火林带建设提供了理论依据与技术支撑, 对推动区域生态安全屏障建设具有重要实践意义。

**关键词:** 森林防火林带; 树种选择; 营造技术; 固原地区; 生态防火

## 引言

森林是陆地生态系统的主体, 是国家重要的战略资源。然而, 全球气候变化与人类活动加剧, 使得森林火灾频发, 严重威胁生态安全、人民生命财产安全及经济社会可持续发展。宁夏回族自治区固原市位于黄土高原西部, 是“三北”防护林体系、黄土高原水土保持生态功能区和六盘山国家级自然保护区的核心区域, 生态区位极其重要。该地区属典型的温带大陆性半干旱气候, 年均降水量300–550mm, 蒸发量远大于降水量, 植被以天然次生林、人工林及灌草植被为主, 林草交错带广泛, 可燃物连续分布, 加之春季风大干燥、秋季枯草易燃, 森林火险等级常年偏高。

近年来, 固原地区虽未发生特大森林火灾, 但局部火情时有发生, 暴露出防火基础设施薄弱、生物防火屏障缺失等问题。传统的防火措施如开设防火隔离带(生土带)虽能短期阻火, 但易造成水土流失, 生态效益差, 且需年年维护, 成本高昂<sup>[1]</sup>。相比之下, 生物防火林带(Biological Firebreak)利用特定树种构建具有阻燃、难燃特性的植被带, 不仅能有效阻隔火势蔓延, 还兼具水土保持、生物多样性保护、景观美化等多重生态功能, 是实现“以防为主、防灭结合”森林防火方针的绿色基础设施。

因此, 针对固原地区特殊的自然地理与火灾风险特征, 开展森林防火林带树种选择与营造技术优化研究, 对于构建科学、高效、可持续的区域森林火灾防控体系, 筑牢西北生态安全屏障, 具有重要的理论价值与现实意义。

## 1 研究区概况与火灾风险特征

### 1.1 自然地理概况

固原市位于宁夏南部, 地理坐标为北纬35°14′–37°09′, 东经105°20′–106°58′。地形以黄土丘陵、梁峁沟壑为主, 海拔1500–2900m。土壤类型主要为黄绵土、黑垆土及灰钙土, 土层深厚但有机质含量低, 保水保肥能力差。

### 1.2 气候水文特征

该区域属温带大陆性半干旱气候, 四季分明。年均气温介于6.7至8.8℃之间,  $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温为2400–2800℃。年均降水量在300至550毫米之间, 其中70%以上集中于7月至9月, 而年均蒸发量高达1500–2000毫米, 水分收支严重失衡。年均风速为2.0–3.5米/秒, 春季多西北风, 风力强劲, 极易助长火势蔓延, 是森林火灾高发的重要气象诱因。

### 1.3 植被与森林资源

固原地区的地带性植被为森林草原, 现存植被以天然次生林(如辽东栎、山杨、白桦等)和人工林(如油松、华北落叶松、柠条、沙棘等)为主。六盘山国家级自然保护区作为区域生物多样性热点, 森林覆盖率约为26.8%(2023年数据), 但林分结构普遍较为单一, 针叶纯林比例偏高, 林下可燃物积累量大, 一旦起火极易形成高强度燃烧。

### 1.4 森林火灾风险特征

根据宁夏林草局火灾历史数据分析, 固原地区森林火灾多集中于每年3月至5月的春防期和10月至11月的秋防期。火源以农事用火、祭祀用火、野外吸烟等人为因

素为主，占比超过90%。火灾类型以地表火为主，但在油松等针叶林区，由于树冠连续、油脂含量高，火势极易由地表火发展为树冠火，扑救难度极大。林草交错带、林缘地带以及道路两侧因人类活动频繁、可燃物连续分布，成为火灾高风险区域。

## 2 防火林带树种选择原则与方法

### 2.1 选择原则

基于固原地区生态脆弱性与防火需求，提出以下选种原则：（1）适地适树：优先选择乡土树种，确保其在本地气候、土壤条件下能正常生长，成活率高，稳定性好。（2）防火性能优先：树种应具备低可燃性特征，如高含水率、高灰分含量、低油脂/树脂含量、叶片厚实、不易脱落等。（3）生态功能兼顾：树种应具有水土保持、改良土壤、提供栖息地等生态功能。（4）结构多样性：乔、灌、草合理搭配，形成复层、异龄、混交的稳定群落结构，增强整体防火效能与生态系统韧性<sup>[2]</sup>。（5）

经济与景观价值：在满足防火功能前提下，可兼顾经济（如果品、药材）与景观价值，提高社区参与积极性。

### 2.2 评价指标体系

为科学评估树种的防火性能，本文构建了一个涵盖物理、化学、燃烧特性及生态适应性的多维度评价指标体系。（1）物理特性：叶片含水率（%）、树皮厚度（mm）、枝叶密度。（2）化学特性：灰分含量（%）、粗脂肪/树脂含量（%）、纤维素/木质素含量。（3）燃烧特性（实验室模拟）：点火时间（s）、火焰高度（cm）、燃烧速率（cm/min）、热值（kJ/g）。（4）生态适应性：耐旱性、耐寒性、抗病虫能力、生长速度。

### 2.3 树种筛选结果

基于上述原则与指标，通过文献调研、实地踏查、实验室测试（部分数据引用自宁夏林科院及西北农林科技大学相关研究）及专家打分法，最终筛选出一批适用于固原地区的防火树种。

表1：树种筛选

类别	树种（学名）	推荐情况	主要防火特性与说明
乔木类	油松	推荐	本地优势种，树皮较厚具一定耐火性；与其他阔叶树混交可降低整体火灾风险。
	侧柏	推荐	常绿乔木，叶片鳞片状，燃点较高；枝叶密集，有效阻挡火势；极耐干旱瘠薄。
	山桃	推荐	落叶乔木，叶片宽大含水率高；秋季落叶快，减少冬季可燃物积累。
灌木类	柠条	推荐	水土保持先锋种，枝条柔韧、含水率高、灰分含量高，极难燃；根系发达，固土能力强。
	沙棘	推荐	耐旱耐盐碱，枝叶含水率高、油脂含量低，燃烧性差；果实具经济价值。
	构子	推荐	常绿或半常绿，枝叶茂密覆盖度高，抑制杂草生长，减少地表可燃物连续性。
	虎榛子	推荐	本地优势灌木，萌蘖力强，形成密集灌丛，阻火效果显著。
	黄刺玫	推荐	带刺灌木，具物理阻隔作用；叶片不易燃。
草本/地被类	苔草	推荐	用于林带下层，覆盖地表，减少可燃物连续性。
	蒿类	有条件推荐	仅限低矮、含水率高的种类；需谨慎选择以防增加火灾风险。
不推荐树种	华北落叶松	不推荐	针叶易燃，林下易积聚大量可燃物，火灾高。
	杨树（部分品种）	不推荐	某些品种树皮薄、树脂多，遇火易爆燃。
	枯死杂草等高可燃性植被	不推荐	干燥季节极易引燃并助长火势蔓延。

## 3 防火林带典型配置模式构建

### 3.1 乔灌草复层混交模式（适用于林缘、居民点周边）

该模式适用于生态敏感且人类活动频繁的区域，如林缘地带、村庄及居民点周边。其核心在于构建上、中、下三层结构：上层以侧柏和山桃为主，形成具有一定高度的防火屏障；中层密集配置柠条、沙棘和构子等防火灌木，构成主要的阻火层；下层则通过直播或移栽苔草、低矮蒿类等地被植物，实现地表全覆盖。林带宽度设计为20至30米，以确保足够的阻火距离。这种复层结构不仅能有效阻隔地表火的水平蔓延，还能通过上层

乔木的遮蔽作用抑制树冠火的发展，同时兼具良好的水土保持、生物栖息和景观美化功能，是综合效益最优的配置模式。

### 3.2 针阔叶混交模式（适用于针叶纯林改造区）

针对固原地区广泛分布的油松纯林这一高火险林分，本模式提出通过间伐改造，引入阔叶防火树种，形成针阔混交结构。具体做法是在保留部分油松（密度控制在800-1000株/公顷）的基础上，补植山桃、构子和虎榛子等阔叶乔灌木，使阔叶成分与灌木比例不低于1:1。林带沿林班线或山脊线布设，宽度为15-25米。该模式

的优势在于改造成本相对较低,能充分利用现有林分资源,快速提升高风险区域的防火能力,同时改善林分结构,增强生态系统的稳定性与抗干扰能力。

### 3.3 灌草结合模式(适用于林草交错带、道路两侧)

在立地条件较差、生态极度脆弱的林草交错带或交通干线两侧,推荐采用以高密度防火灌木为主体的灌草结合模式。该模式以柠条、沙棘和黄刺玫为核心,采用0.5米×1米的高密度栽植方式,形成连续、密实的绿色阻隔带,下层辅以防火草本实现地表全覆盖,林带宽度为10-15米。这种模式营造成本低、见效快,尤其适合在干旱、瘠薄的坡地上推广<sup>[1]</sup>。其密集的灌丛结构不仅能有效阻断地表火蔓延,还具有极强的水土保持功能,是生态修复与火灾防控协同推进的理想选择。

## 4 营造技术优化

### 4.1 立地选择与整地

防火林带的布设应精准对接火灾高风险区,优先选择山脊线、林缘、居民点、工矿企业、坟场及主要交通干线两侧等关键节点。整地是确保造林成活的基础环节,应根据地形和树种需求,灵活采用鱼鳞坑、水平阶或带状整地等方式。乔木整地规格一般为60厘米×60厘米×40厘米,灌木则为40厘米×40厘米×30厘米。整地时间宜安排在雨季前的6月至7月,以充分利用自然降水蓄水保墒,为苗木生长创造有利条件。

### 4.2 造林技术

造林过程中,应严格选用Ⅰ、Ⅱ级良种壮苗,优先使用容器苗以提高抗逆性和成活率。造林季节以春季(3月下旬至4月中旬)和秋季(10月中下旬)为宜,避开夏季高温干旱期。栽植时需遵循“深栽、踏实、覆土保墒”的技术要点,有条件地区可辅以定根水浇灌。混交方式应根据配置模式灵活采用行间混交、块状混交或不规则混交,确保防火灌木能够形成连续、无断点的阻隔带,从而最大化防火效能。

### 4.3 抚育管理

防火林带的长期效能依赖于科学的全周期抚育管理。幼林期(前3年)是成活与定型的关键阶段,需加强除草、松土、补植及防啃食(如设置围栏)等措施,并严禁在林带内堆放秸秆、枯枝等可燃物。进入成林期后,应定期(每3-5年)开展卫生伐和透光伐,及时清除病腐木、枯立木,合理调控林分密度,维持林带的通透性与健康状态。对于灌木层,可实施周期性平茬复壮,

促发新枝,保持其高含水率和旺盛生长势,从而持续发挥阻火功能<sup>[4]</sup>。尤为重要的是,每年秋季应对林带内及边缘的枯草、落叶等可燃物进行计划烧除或机械清除,这是维持防火林带阻火效能不可或缺的关键措施。

### 4.4 监测与评估

为实现防火林带的动态优化,应建立长期监测与评估机制。可在不同配置模式的林带中设立固定样地,系统监测其生长状况、群落结构演替、可燃物动态变化及实际防火效能。同时,可结合地理信息系统(GIS)与火行为模拟模型(如BehavePlus),对不同林带配置在模拟火灾场景下的阻隔效果进行量化评估,为后续的规划设计与技术优化提供科学依据。

## 5 结语

本研究立足宁夏固原地区生态与火灾风险特征,系统构建了森林防火林带树种选择与营造技术体系。研究表明,以柠条、沙棘、构子、侧柏、山桃等为代表的乡土树种,凭借其优异的低燃性、强适应性和多功能性,是构建固原地区防火林带的理想材料。通过乔灌草复层混交、针阔混交及灌草结合三种配置模式,能够因地制宜地满足不同区域的防火需求,实现生态效益与防火效能的最大化。而从立地选择、科学整地、精准造林到精细化的抚育管理与可燃物调控,全周期的技术优化是保障防火林带长期有效运行的根本。

未来研究可进一步深化以下方向:一是开展主要防火树种燃烧特性的精准量化实验,建立本地化燃烧参数数据库;二是利用遥感与物联网技术,构建防火林带智能监测与预警系统,实现火险动态感知;三是探索防火林带与林下经济(如林药、林菌)结合的复合经营模式,在保障生态与防火功能的同时,提升其经济可持续性,增强社区参与动力。

## 参考文献

- [1]田学银,郭鸿郡.森林草原防火治理对策研究——以宁夏回族自治区为例[J].森林防火,2023,41(04):33-37.
- [2]彭谦.生物防火林带树种选择与营造技术[J].林业与生态,2025,(01):37.
- [3]余得洋.生物防火林带建设对森林资源的保护作用[J].中国林业产业,2024,(07):68-69.
- [4]闫凤娥.森林生物防火林带营造技术[J].现代农机,2021,(03):112-113.