

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2023.06.009

## 元江干热河谷困难立地植被恢复技术

赵保荣, 杨春风

(元江县林业和草原产业发展中心, 云南 元江 653300)

**摘要:**在元江干热河谷海拔1 000 m以下的困难立地上残存的植被较少,且立地条件衰退严重,林相单调、水土保持等生态功能较差,加之受干热河谷特有焚风、酷热、干燥的天气影响,形成了荒凉的植被景观,已成为区域重大生态问题。通过对元江干热河谷困难立地类型上的植被现状进行分析,结合前期众多试验结果和经营措施,提出了适宜于不同困难立地类型的生态修复造林技术措施,以期在生产中得到借鉴和推广。

**关键词:**干热河谷;困难立地;生态修复;人工造林;造林模式;整地方式;元江

中图分类号:S728.2;X171.4 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2023)06-0048-05

引文格式:赵保荣,杨春风.元江干热河谷困难立地植被恢复技术[J].林业调查规划,2023,48(6):48-52.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2023.06.009

ZHAO Baorong, YANG Chunfeng. Vegetation Restoration Techniques for Difficult Sites in Dry and Hot Valley of Yuanjiang River[J]. Forest Inventory and Planning, 2023, 48(6): 48-52. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2023.06.009

## Vegetation Restoration Techniques for Difficult Sites in Dry and Hot Valley of Yuanjiang River

ZHAO Baorong, YANG Chunfeng

(Yuanjiang Center of Forestry and Grassland Industry Development, Yuanjiang, Yunnan 653300, China)

**Abstract:** There is relatively little vegetation remaining on the difficult site below an altitude of 1 000 meters in the dry and hot valley of Yuanjiang River, where the site conditions have declined severely, the forest is monotonous, and the ecological functions such as soil and water conservation are poor. In addition, the unique foehn, scorching and dry weather of the dry and hot river valley has formed a desolate vegetation landscape, which has become a major ecological problem in the region. By analyzing the vegetation status of difficult site types in dry and hot valley of Yuanjiang River and combining experimental results and management measures in the early stage, ecological restoration and afforestation techniques suitable for different difficult site types were proposed, with the aim of gaining reference and promotion in production.

**Key words:** dry hot valley; difficult site; ecological restoration; artificial afforestation; afforestation mode; land preparation method; Yuanjiang River

困难立地是指水土流失严重、岩石裸露、石砾含量大、土层浅薄且干旱贫瘠等立地条件差的土地,以

及地质条件复杂的地区,如土壤干旱瘠薄、石砾含量较高的山区、砾石戈壁、石灰岩裸露地区等。在困难

收稿日期:2022-05-23;修回日期:2022-06-10.

第一作者:赵保荣(1969-),男,云南元江人,高级工程师.主要从事林业草原培育和经营技术研究. Email:z13987791564@126.com

立地上,树种组成单一,生态脆弱,毁坏后治理恢复困难,利用新材料新技术开展工程恢复,可有效地提高林木的成活率及生长量,但也存在投资大、见效慢等问题特点<sup>[2-3]</sup>。干热河谷是指高温、干旱的河谷地区,主要分布在热带或亚热带区域,有着特殊的峰高谷深的地貌。元江干热河谷平均海拔 1 000 m 以下的山区,是中国干热河谷困难立地的典型类型之一,处于脆弱生态环境类型地段,有着特殊的自然结构功能<sup>[4]</sup>。由于山势险峻、气候干旱炎热、土壤结构差,在植物覆盖率显著降低和人为活动频繁等多种因素的综合影响下,谷区地貌破碎、岩石裸露,山地冲沟侵蚀十分强烈,并且树种组成单一、水土保持等生态功能低下,景观效应较差,已引起了全县民众的普遍关注。

## 1 困难立地植被成因及修复可能性

据元江《府志》等资料记述:17 世纪以前,元江干热河谷的气候是“悦雨少雪”,植被茂密,所生长的多为季雨林和部分副热带地区的季节性雨林,到 18、19 世纪后气候转暖,环境转干,开始出现“疏林”<sup>[5]</sup>。目前的稀树灌木草丛、肉质多刺灌丛等植物都是由于人类过度砍伐、垦殖、火烧、放牧等,天然植被受到严重破坏,自然环境恶劣,生物物种日益减少、逆向演替后所形成的次生植物群落,且很不稳定<sup>[6]</sup>。而在极度衰退的干热河谷困难立地上,由于水土流失加重、土壤干燥荒芜,多样性的生物资源已受损失,且环境条件也比原来更为恶劣,稀树灌木丛及其它灌丛均可以因人为的进一步影响而变成草地,以致最后会因土壤侵蚀、干热而变成不毛之地。因此,唯有通过研究各种植物在衰退、复苏等不同阶段种群的演变及其与周围土壤立地自然环境条件之间的关联,并了解其演替变化规律,才能探索出适应自然法则的人工促进生态恢复对策。元江自 20 世纪 90 年代以来的封山育林及人工造林成败经验表明,在该地区植被已严重退化的困难立地上,仅靠简单的封育管护和常规造林措施恢复植被,成效很不显著。因此,必须采取更为科学、系统的生态修复技术体系进行定向改造,才能达到较好的修复效果。

## 2 困难立地自然环境要素

元江县地处青藏高原横断山系与云贵高原之间的过渡地区,在平均海拔 1 000 m 以下的峡谷,因受谷地气流、局部环流和焚风影响结合而形成了干燥

闷热气候,气候特征属北热带季风气候,冬春干燥少雨,夏秋多雨而湿润,干湿季分明、雨热同季<sup>[7]</sup>。坝区年均温 23.8℃,年均降水量约 800 mm,80% 的雨量集中在 6—10 月。蒸发量 2 918.9 mm,蒸发量是降雨量的 3.5 倍,年干燥度 1.9。

由于地形地貌因素的影响,河谷区域各地气候条件的局部差异较大,不同坡向、坡度的降雨量和气温存在较大差别:河谷东岸山地则因东南暖湿气流沿途被阻降水和元江干热河谷的影响,降雨较少,仅 600~800 mm;河谷西岸山地为西南季风迎风面,年雨量显著偏高,达到 800~1 000 mm。

境内山高谷深,山势崎岖,为狭长型河谷相嵌地貌。河谷山体大多数坡面呈东北坡和西南坡。河谷二侧的山势坡度较大,多在 25° 以上,沟谷狭窄深切,多伏流暗河,悬崖峭壁,地下水深,过度排水,无浅层地下水,为典型的喀斯特石灰岩岩溶地貌类型。主要由石灰岩、花岗岩、片麻岩、泥质砂岩发育而成的燥红壤石砾含量较高,且干燥瘠薄,通体呈微酸性至微碱性, pH 值 4.5~8.5,表层土有机质含量低。

## 3 困难立地植被现状

元江干热河谷海拔 1 000 m 以下的困难立地生长的植被,与非洲和印度等地的植被外形与构造基本相同,为半自然稀树灌丛,群体构造单一,季节性差异显著,物种丰富程度较低,草本层优势度突出,灌木层为次有,乔木面积较少,多数面积分布的是灌木草丛、低草草丛及肉质多刺灌丛,还有部分面积为不毛裸地。根据 2020 年的调查,元江干热河谷困难立地的热带植被类型主要有热带稀树灌木草丛、干热河谷灌丛、旱生常绿肉质多刺灌丛及石灰岩山地常绿阔叶灌丛等 4 种类型<sup>[6]</sup>。

### 3.1 稀树灌木草丛

热带稀树灌木草丛在元江干热河谷广泛分布在海拔 400~1 000 m 的山坡、山顶,植物多以耐旱的小乔木、灌木及多年生草本植物为主,稀树灌木草丛总盖度常达 80% 以上。外貌特征是乔木层稀疏,以耐干热的旱生或落叶树种居多,树木低矮、分枝低、树冠大,乔木层的盖度不超过 20%;乔木层不高,一般都在 10 m 以下,树冠呈球形或伞形,呈典型稀树灌木草丛特征,附生和藤本植物少;树种主要有厚皮树(*Lannea coromandelica*)、心叶木(*Haldina cordifolia*)、蒙自合欢(*Albizia bracteata*)等。灌木层盖度一般不超过 50%,灌木种类丰富,主要有三叶漆(*Terminthia paniculata*)、余甘子(*Phyllanthus emblica*)、黄荆(*Vitex*

negundo)、灰毛浆果楝(*Cipadessa cinerascens*)、大叶紫珠(*Callicarpa macrophylla*)、鞍叶羊蹄甲(*Bauhinia brachycarpa*)、老人皮(*Polyalthia cerasoides*)、火索麻(*Helicteres isora*)、毛叶柿(*Diospyros mollifolia*)、虾子花(*Woodfordia fruticosa*)、细叶黄皮(*Clausena anisumolens*)等。草丛盖度可到 80% 以上。乔木和灌木分散生长,树木之间的距离较大。草本植物主要是禾本科的扭黄茅(*Heteropogon contortus*)、双花草(*Dich-anthium annulatum*)、拟金茅(*Eulaliopsis binata*)、橘草(*Cymbopogon goeringii*)等。

### 3.2 干热河谷灌丛

灌丛是指以灌木为主,乔木和草本植物不甚发育的较低矮而稳定的木本植被类型。元江干热河谷灌丛是在深陷河谷底部的干热生境中形成的一类非地带性植被类型,群落面积不大,植被低矮、稀疏、分枝低而成丛状的外貌特征。主要分布在海拔 400~800 m,坡度 $\geq 30^\circ$ 的石灰岩燥红壤、土层瘠薄地段,多成连续的小片状分布。

群落高 3.5~6 m,盖度 50%~95%。其中:乔木层高 3~6 m,盖度 $< 20\%$ ,霸王鞭成树状,其他有高度不足 5 m 呈灌木状的厚皮树、白头树(*Garuga forestii*)、灰布荆(*Vitex canescens*)、老人皮、蒙自合欢、心叶木、总状花羊蹄甲(*Bauhinia racemosa*)等。

灌木层高 1~3 m,盖度 40%~60%。以霸王鞭(*Euphorbia royleana*)、单刺仙人掌(*Opuntia monacantha*)、疏序黄荆(*Vitex negundo* f. *laxipaniculata*)、华西小石积(*Osteomeles schwerinae*)等占优势,其他有老人皮、清香木(*Pistacia weinmannifolia*)、鞍叶羊蹄甲、黄荆、假杜鹃(*Barleria cristata*)、白皮乌口树(*Tarenna depauperata*)、元江素馨(*Jasminum yuanjiangense*)、金合欢(*Acacia farnesiana*)、小叶臭黄皮(*Clausena excavata*)、茸毛木蓝(*Indigofera stachyodes*)、火索麻、牛角瓜(*Calotropis gigantea*)、梅蓝(*Melhania hamiltoniana*)等。

草本层高 0.7~1.2 m,盖度 40%~60%,优势种为扭黄茅。其他有多枝臂形草(*Brachiaria ramosa*)、飞扬草(*Euphorbia hirta*)、锈色蛛毛苣苔(*Paraboea rufescens*)、黄细心(*Boerhavia diffusa*)、九叶木蓝(*Indigofera linnaei*)、石蝴蝶(*Petrocosmea duclouxii*)、疏穗野荞麦(*Fagopyrum caudatum*)、穗状香薷(*Elsholtzia stachyodes*)、土丁桂(*Evolvulus alsinoides*)、香薷(*Elsholtzia ciliata*)、小牵牛(*Jacquemontia paniculata*)、叶下珠(*Phyllanthus urinaria*)、羽芒菊(*Tridax procumbens*)、芸香草(*Cymbopogon distans*)、蔗茅(*Eriant-*

*hus rufipilus*)、竹节草(*Commelina diffusa*)等。

层间植物有翅果藤(*Myriopterion extensum*)、虫豆(*Cajanus crassus*)、飞蛾藤(*Porana racemosa*)、假蓝叶藤(*Marsdenia pseudotinctoria*)、绒毛蓝叶藤(*Marsdenia tinctoria* var. *tomentosa*)、羽叶金合欢(*Acacia pennata*)、台湾乳豆(*Galactia formosana*)、相思子(*Abrus precatorius*)、小心叶薯(*Ipomoea obscura*)、托叶土蜜树(*Bridelia stipularis*)、粘黏黏(*Dioscorea melanophyma*)等。

### 3.3 旱生常绿肉质多刺灌丛

这是一类半荒漠植物,在元江干热河谷地区常分布在河谷两侧的石灰岩陡壁上,常见于海拔 400~650 m 的台阶地洼处、沟边的大石砾地上。组成这类植被特征的成分是生长成小乔木状的霸王鞭,其它尚有仙人掌、落地生根(*Kalanchoe pinnata*)、金合欢(*Acacia farnesfarnesiana*)、细叶黄皮等植物。

### 3.4 石灰岩山地常绿阔叶灌丛

这类植被在元江干热河谷困难立地上主要分布于海拔 700~1 000 m 范围岩石裸露的石灰岩山地上,多成小片状至散生状分布。群落结构简单,植株低矮稀疏,树干弯曲,以常绿、半常绿阔叶灌木为主,其中主要树种成分有三叶漆、清香木、老人皮,也有少数的厚皮树、心叶木、豆腐果(*Buchanania latifolia*)、毛叶柿等小乔木。

## 4 生态修复措施

### 4.1 造林技术措施

#### 4.1.1 适生造林树种选择

元江干热河谷区域气候性质为非地带性气候,且主要由焚风作用产生,所以地带性树种对于元江干热河谷植被恢复也未必适宜,因此造林树种选择要依据该地区的自然立地条件和植物生长特点,并根据树种生物学特性,按适地适树的原则,优先选择在该区域生长表现好,抗逆能力强,生态、社会效益较好的乡土树种,或已引种证明能良好适应元江干热河谷困难立地的外来树种,进行定向改造修复,以加快演替进程。根据元江近年来县城面山改造及美丽公路建设造林成功经验总结,筛选出最符合元江干热河谷困难立地生长的常绿、半常绿树种主要有清香木、酸角(*Tamarindus indica*)、印楝(*Azadirachta indica*)、印度黄檀(*Pterocarpus indicus*)、余甘子、羊蹄甲、金凤花(*Caesalpinia pulcherrima*)、金合欢、五色梅(*Lantana camara*)、三角梅(*Bougainvillea spectabilis*)等。造林苗木要求选用 1~2 年生容器苗,苗高

在1.5 m以上,地径2~2.5 cm,活力旺、主干粗壮、主根发达、侧须根多、叶色正常、无病虫害的一、二级壮苗,并且要求容器土球完好不散。

#### 4.1.2 推广蓄水保墒整地方法

元江干热河谷影响造林成活的最主要环境因子是高温、干燥。整地是能明显改善干燥地区造林立地状况的关键举措。通过整地可有效改善造林地微环境,提高土壤熟化能力,从而明显改善土壤墒情,有助于提高造林成活率,促进幼树生长发育。按照区域内降水分布的季节性特征,以及土壤水分积累消散动态规律,整地时间最宜在进入雨季前完成。通过及时整地能有效地截留和贮蓄雨水、保护土壤墒情,以便于最大程度地提高造林成活率。该区域困难立地由于自然环境的严重退化,天然植被稀少、土壤贫瘠、且土层较薄、石砾含量多、坡度陡,土壤蓄水保肥力较弱、地表径流流失严重,植被损毁后恢复十分困难,所以整地措施非常重要,应在充分保存好现有植物的情况下,推行蓄水保墒整地技术方法。

##### 1) 翼状鱼鳞坑整地

翼状鱼鳞坑由水平引水槽沟与大鱼鳞坑结合而成。鱼鳞坑形状似半月形,坑面一般取水平形,坑的二角沿等高线向外开挖引水沟槽,沟槽内形成微徐坡度,有利于径流沿引水沟槽汇集到坑穴中。翼形鱼鳞坑整地有集水、调蓄的作用,可降低水土流失,增加径流利用率。这种整地技术很适合坡度大于30°的荒山荒坡造林时应用。

##### 2) 燕翅形整地

燕翅形整地技术在传统深穴整地技术的基础上,加大了二道沟槽的整地,形状与燕子的二个翅膀相似。整地时要求把挖掘的土置放于沟槽外侧打埂,沟槽长度可直达上方的种植树坑穴,但不能与上方植树穴连通。燕翅形整地有较好的蓄水保水作用,防止水土流失尤其是形成超渗和超满流后,作用特别突出。这种整地技术很适合坡度25°~30°的荒山荒坡造林时使用。

##### 3) 客土整地

元江干热河谷困难立地采用爆破或人工挖掘的石质树坑,因土壤石砾含量多、养分少,必须进行客土回填。客土土壤若较为黏重,可适量添加原坑碎土或山皮土,以提高土壤的透气性能。

#### 4.1.3 推广抗旱造林技术

##### 1) 保水覆盖造林

高温蒸腾失水也是影响造林成活率的又一关键因素,所以,造林前期对苗木进行修枝、剪叶是避免苗木蒸腾失水主要措施。而对于元江等干热河谷的

困难立地,造林栽植前期应对苗木进行必要的修枝、剪叶等技术处理,移栽后做好幼苗栽植遮阴和土壤覆盖,能有效地减少幼苗蒸腾失水和土壤水分挥发,从而达到幼苗保水、土壤润透保墒的效果,可增加造林成活率30%以上。

##### 2) 利用容器苗造林

在起苗时,对容器苗床进行全面浇水,让培养基充分吸水,以提高苗木的持水耐力。在运苗前进行苗木修剪,及时剪除容器底部的根系和部分枝叶,尽量减少苗木根系的损伤和水分蒸腾,以保证苗木质量。搬运苗木时,忌使容器土团松散而损伤根系。植苗移栽要仔细,苗木进坑后小心去掉容器,避免营养土团松散。填埋土要密实,使底土与苗木紧紧相接。可采取生化处理措施,如施用抗旱保水剂、喷洒抗蒸腾剂等。

#### 4.2 工程措施

工程造林主要是为改善造林地积水保湿、保土、保肥功能。而元江干热河谷困难立地的改良,主要包括土壤整理工程和水利灌溉工程。土壤整理工程是解决土壤干燥、贫瘠问题的重要措施,是保证植树造林成活的关键环节。水利灌溉工程主要是针对元江干热河谷等地形复杂的地区特殊困难立地环境所采取的生态环境修复辅助方法,主要涉及到电力、土木、水利等工程项目方面。

### 5 生态修复造林模式

#### 5.1 干旱阳坡生态修复造林模式

在30°以内干旱阳坡的凹地,土层稍厚,石砾含量较少的区域可栽酸角、印楝、余甘子等耐旱经济林树种,在土层较薄、石砾含量较多的地方栽植清香木、印度黄檀、金凤花、五色梅、三角梅等生态树种。整地技术:造林前3~4个月进行整地。整地方式要因地制宜:坡度在30°以上,则选择翼形鱼鳞坑整地技术,整地尺寸为长径100 cm,短径80 cm,坑深60 cm,引水沟槽宽、深各10 cm;若坡度在30°以内,则选择燕翅形整地技术,坑穴尺寸一般为60~80 cm见方,引水壕沟的深度、宽度各10 cm。种植技术:采用容器苗造林,雨季栽植,6—7月进入雨季后穴土湿透时及时抢栽,栽后及时用薄膜覆盖和遮阳网遮荫保湿。对萌芽能力好的印楝等树种,可进行截干造林,截干后留干高度8~10 cm,盖土高度至根颈以上3~4 cm。抚育管护:造林后如遇久旱不雨时,应进行浇水保活。造林后1~3年内,每年7—8月杂草生长茂盛期松土除草追肥,以保持土壤墒情。

同时,对新造林地进行封山禁牧,严防人畜损毁及火灾发生。

## 5.2 石质山地生态修复造林模式

石质山地生态修复造林树种选择耐干旱瘠薄能力强、防护性能好、生长快的常绿、半常绿乡土树种或已引种证明在元江干热河谷困难立地生长表现良好的外来树种清香木、印度黄檀、三角梅等。整地技巧:采用燕翅形整地技术,尽可能根据山地的具体情况,把栽植点选定在径流集聚地以及土层较厚的区域,整地深度要达到 60 cm 以上。在覆土时应适当采用保水剂等,以改善土壤特性,从而提高保水能力。当土壤瘠薄,难于整足深度要求时,便可进行“二次整地”。坑穴尺寸通常为 100 cm × 80 cm × 60 cm,引水壕沟的宽和深各 10 cm。用容器苗造林。6—7 月进入雨季后,当种植穴内的回填土湿透后及时进行栽植,最迟不宜超过 8 月中旬完成。植苗造林后及时用农用地膜、杂草等覆盖树盘地表,并对幼苗进行遮荫。树盘覆盖面积一般要大于栽植穴 1 倍左右。

## 6 结论与讨论

元江干热河谷困难立地的生态十分脆弱,具有逆向演替的特点,其破坏影响在近期内难以消除。在实践中,对于生态恢复、林相季相改造一直是难点,简单的封育和常规造林对于该地区的困难林地生态修复、林相季相改善成效不明显。应采用以工程技术措施为主,生物技术措施并重的方法实施系

统整治,科学合理地做好工程设计规划,认真制定具体计划,稳步推进实施,把干热河谷困难立地变成社会经济可持续发展的重要延伸地带。

元江干热河谷具有特殊的光、热资源优势,通过人为干预对困难立地进行科学治理,可使困难立地产生更多、更好的生态、经济效益。在今后的治理工作中,可依托元江干热河谷困难立地丰富的自然资源,把困难立地的生态修复与生产发展有机融合,重点开发富有地方特色的旅游资源,并把县城近郊的困难立地打造成热带树木公园、果园,进一步发展城郊旅游。

## 参考文献:

- [1] 胡聃,奚增均. 生态恢复工程系统集成原理的一些理论分析[J]. 生态学报,2002,22(6):866-877.
- [2] 和浩,和树华. 高海拔生态脆弱地带生态恢复产业化的前景分析[J]. 中国科技博览,2009(28):242-243.
- [3] 党小虎,刘国彬,薛蓬. 中国黄土丘陵区水土保持与生态恢复模式[J]. 农业工程学报,2010,26(9):72-80.
- [4] 欧朝蓉,助情况,孙永玉. 西南干热河谷景观格局研究进展[J]. 西部林业科学,2015,44(6):137-142.
- [5] 许再富,陶国达,禹平华,等. 元江干热河谷山地五百年植被变迁探讨[J]. 云南植物研究,1985,7(4):403-412.
- [6] 吴征镒. 中国植物志[M]. 北京:科学出版社,1982:6,77,365,489-490.
- [7] 元江县人民政府. 元江县志[Z]. 1989.

责任编辑:刘平书