

# 金沙江干热河谷植被恢复技术

杨 忠<sup>1</sup> 张信宝<sup>1</sup> 王道杰<sup>1</sup> 陈玉德<sup>2</sup>

(1 中国科学院、水利部成都山地灾害与环境研究所 成都 610041; 2 中国林业科学院昆虫资源研究所 650216)

**提 要** 从坡地类型划分、林草种选择及乔灌木人工混交植被类型配置、整地、育苗、定植和抚育管理等  
方面阐述了金沙江干热河谷植被恢复的主要技术关键。  
**关键词** 金沙江 干热河谷 植被恢复  
**分类号** 《中图法》S727.28

海拔<1 500 m 的金沙江干热河谷气候燥热干旱,特别是在春季和初夏的植物生长季节,水热矛盾  
尤为突出,是我国长江中上游地区植被恢复的重点和难点地区<sup>[1]</sup>。本世纪 50 年代以来,围绕干热河谷  
的开发利用问题开展了多次大规模的以云南松(*Pinu yunnanensis*)、思茅松(*P. langbianensis*)等树种为  
主的点播、撒播和飞机播种的造林工作,但均因树种选择不当和缺乏科学技术的指导,收效甚微<sup>[2]</sup>。“八  
五”以来,我们通过对 40 多年来造林实践的调查总结和在云南元谋干热河谷植被恢复技术的试验研究,  
提出了一套行之有效的干热河谷植被恢复技术,使试验区内植被覆盖率由 20%提高到 60%以上。

## 1 选择适宜的林草种

适宜于干热河谷的林草种应具备以下特性: 1. 耐旱耐热耐瘠薄、抗逆性强、适生性广; 2. 速生快长、  
萌芽力强、覆盖或郁闭性快,能在短期内起到水土保持的作用; 3. 自我繁殖和更新能力强; 4. 具有结瘤固  
氮和改土功能; 5. 有一定的利用价值和经济效益。据此,从 36 个引进种和当地种中选出适宜于干热河  
谷不同坡地类型的 25 个林草种(表 1, 2)。

## 2 根据岩土组成,正确划分坡地类型

岩土组成是干热河谷坡地土壤水分状况和植被恢复的关键性因子<sup>[3, 4]</sup>,干热河谷的植被恢复应针  
对不同岩土组成生境的水分条件,主要依靠优势生活型植物种类,进行乔灌木不同生活型植物类型的合  
理配置,建立起植被与生境水分条件的群落生态关系,方能达到成功的目的。如元谋干热河谷,根据地  
面岩土组成,其坡地可划分为四种类型(表 2)。另外,在侵蚀冲沟两侧等坡度较大的坡地,土壤极干旱,  
基本无法进行人工植被恢复,应进行封育管理,使植被自然恢复。

干热河谷植被覆盖度 20%左右,近地面小气候条件恶劣,对幼树生长极端不利,种植后成活率低,  
成活后保存率低,严重制约着人工植被恢复的进程,所以选择覆盖性能强的速生草本植物,迅速覆盖地  
表,发展多层次多种结构的人工混交植被类型尤为重要<sup>[5]</sup>。混交模式必须遵循:混交类型以灌木为主,  
在砾石层坡地及其它水份条件较好的地段,可建立乔灌木人工混交植被,但必须控制乔木的比例;进行

\*国家自然科学基金资助项目(编号: 49602041)和国家重点科技攻关项目(编号 96—920—13—02—03)部分成  
果。

表 1 干热河谷适宜林草种及其特性

Table 1 The plant species, suitable for the arid-hot valleys of Jinshajiang River, and the properties of the plant species

林草种	抗旱耐瘠性和适种范围	萌芽力和速生性	改土性能	经济价值	育苗定植
桉树 <sup>1)</sup>	适应性强,耐旱耐瘠薄,适种于砾石层坡地、河谷侵蚀沟及“四旁”	速生,根系发达。三年高达 5m~7m,冠幅 1.5m×1.8m	改土性能差	用材,其中柠檬枝叶可提炼芳香油等	7~9 月采种,容器育苗,3m×4m 定植,水平沟 0.5m×0.6m
相思 <sup>2)</sup>	耐旱、瘠,适性强,优良先锋树种,适种砾石层山地,河谷侵蚀沟及“四旁”,桉树伴生种	15 年以前生长慢,萌生力强,三年树高 2m~4m;冠幅 1.3m×1.3m,根系发达	具有较好的结瘤固氮和改土性能,是许多树种的理想伴生种	用材,材质坚韧有弹性,树皮含鞣质 23%~25%,花含芳香油	9~12 月采种,容器育苗,2m×4m 定植,水平沟宽 0.5m 深 0.6m
刺槐 <i>Robinia pseudoacacia</i> (L.)	根系发达,耐干旱瘠薄,适种砾石层坡地、河谷侵蚀沟及“四旁”	速生,萌芽力极强,三年生树高 2m~3m,冠幅 1.3m×1.3m	结瘤固氮和改土性能强	用材、薪柴和绿肥	8~9 月采种、容器育苗,2m×3m 定植,水平沟宽深各为 0.5m
银合欢 <i>Leucaena glauca</i> (L.) Benth	抗旱耐瘠薄,适生性广。优良先锋树种。适种大部分坡地类型	速生、萌芽力极强,3 年树高 4.5m,冠幅 2m×2m,2 年可郁闭	结瘤固氮和改土性能强,年固纯氮 750kg/ha	优良饲料、薪柴和肥料、木质可作造纸原料	11~4 月采种,容器育苗,定植规格为 2m×3m
山毛豆 <i>Tephrosia Candida</i> DC.	耐热、抗旱、耐瘠性强,优良先锋树种,适种大部分坡地类型	速生、萌芽力较强,三年可郁闭,高 2.5m,冠幅 1.8m×1.6m	三年枯枝落叶层达 20cm,结瘤厚固氮改土性能极强	种子可食,茎叶可作药,饲紫胶虫优良寄主	12~3 月份采种按 1.5m×2m 种子直播
木豆 <i>Cajanus Cajan</i> (L.) Millsp	耐旱、抗旱、耐瘠性强,优良先锋树种,适种大部分立地类型	速生、萌芽力较强,三年可郁闭,高 2.5m,冠幅 1.5m×1.5m	三年枯枝落叶层厚 20cm,结瘤固氮,改土性能极强	优良饲料、薪柴、造纸原材和绿肥	9~12 月采种,容器育苗 1m×2m 种子直播
大翼豆 <i>Macroptilium Acropurpureu</i>	叶背毛,叶可调节方向避光,肉质根,抗旱耐瘠薄,适生大部分坡地类型	速生,覆盖性强,一年生蔓长 3m,1m×1m 定植,当年覆盖,厚度 20cm~30cm	三年枯枝落叶层厚 2cm~3cm,结瘤固氮,改土性能极强	优良牧草和肥料	9~12 月采种,容器育苗 1m×0.3m 种子直播
车桑子 <i>Dodonaea viscosa</i> (L.)	耐瘠抗旱性极强,适种大部分坡地类型	萌芽力强,较速生,可作混交林中层植物		薪柴和造纸原料	12~4 月采种,容器育苗, 1m×0.3m 直播
余甘子 <i>Phyllanthus Emblica</i> L.	耐瘠抗旱性极强,适种大部分立地类型	萌芽力强,3~4 年可郁闭,三年树高 2m,冠幅 1.5m×1.5m		薪材和造纸原料,果实可作饮料和果脯	10~12 月采种,容器育苗,2m×1m 定植
香根草 <i>Vetiveria zizanioides</i>	耐瘠抗旱性极强,适种所有立地类型	速生,根系发达,固土能力强	等高种植,保土能力强	优良牧草,根系可提香精	分蘖繁殖,0.5m×1.0m 苗植
龙舌兰 <i>Agave angustifolia</i>	耐瘠抗旱性极强,适种所有立地类型	速生,分蘖力强		防护篱,加工绳绳叶可提化工原料	分蘖繁殖,0.5m×11m 苗植
滨刺枣 <i>Ziziphus mauritiana</i>	多刺,叶背毛,抗旱耐瘠性极强,适种大部分立地类型	速生,萌芽力强,三年树高 1.5m,冠幅 1m×1m		防护篱,可作毛枣粘木	1~4 月采种,容器育苗,2m×1m 定植
龙须草 <i>Eulaliopsis binata</i> (retz) C. E. Hubb	叶纤细,富含纤维,抗旱耐瘠性极强,适种大部分立地类型	速生,覆盖力较强,一年高 20cm,叶披幅 30cm×30cm		优良造纸原料,叶可作绳索	9~12 月采种,容器育苗, 1m×0.3m 定植
山合欢 <i>Albizzia kalkora</i> Roxb	耐瘠抗旱性强,适种砾石层山地及“四旁”	萌芽力极强,速生,三年树高 5~6m,冠幅 2m×2m	具有结瘤固氮和改土性能	用材、绿肥、饲料、薪柴	10~2 月采种,容器育苗,3m×4m 定植
山黄麻 <i>Trema laevigata</i>	耐瘠抗旱性强,适种砾石层山地	速生,三年树高 4m,冠幅 1.3m×1.3m		用材	10~2 月采种,容器育苗,2m×2m 定植
金合欢 <i>Acacia mantana</i> Benth.	耐瘠抗旱性强,适种大部分立地类型	较速生,三年树高 2.5m,冠幅 2m×2m	结瘤,固氮,改土性能强	防护篱,花作饮料	8~12 月采种,容器育苗,1m×2m 定植

1)桉树有赤桉(*Eucalyptus camaldulensis* Dehrh)、柠檬桉(*E. Citriodora* Hook.)、巨尾桉(*E. Grandis* Hill ex Maiden)、细叶桉(*E. Tere cornis* Smith);2)相思有大叶相思(*Acacia auriculaefermis*)、马占相思(*A. Mangium* willd)、绢毛相思(*A. Holoserica*)、薄荚相思(*A. Cept carpa*)

©1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

多林草种的搭配,建立稳定的多样性人工植被,多林草搭配应注意豆科和非豆科、阴性和阳性植物的搭配,混交方式以行间混交为主,不同坡地混交模式见表 2。

表 2 元谋干热河谷坡地类型及其植被恢复

Table 2 The slop types and the vegetation rehabilitation on different slops in the arid-hot valleys of Yuanmou, Yunnan

坡地类型	泥岩低山坡地	片岩低山坡地	砾石层低山坡地	砂砾层低山坡地
特征及水分状况	元谋组泥岩风化物组成,粘粒含量高,粘重板结,孔隙度大而孔径小,降雨雨径流大,极干旱瘠薄,分布广,占 60%	坡度> 10°,下伏风化片岩,土层薄,孔隙孔径较大,水分状况一般,分布于东西山中上部,占 25%	坡度小,下伏 1m 以上砾石层,孔隙孔径较大,水分状况最好,分布于龙川江Ⅱ—V 级阶地,占 10%	沙沟组半成岩砂砾层组成,富含砂砾,孔隙孔径较大,水分状况一般,分布占 5%。
典型地段及试验点	元谋生态试验区、公路梁子一带	元谋东西山中上部	小横山、岭庄一线	虎跳滩士林一带
人工植被类型	以草本为主,草灌混交,灌木 30%以下	疏树草灌混交,灌木 50~70%	乔灌木混交,比例 1:1:1,乔木 30%以下	疏树草灌混交,灌木 50%~70%
适宜林草种	银合欢、木豆、山毛豆、车桑子、余甘子、滇刺枣、金合欢、龙舌兰、香根草、大翼豆、新诺顿豆、龙须草等	同泥岩坡地	桉树、相思、刺槐、合欢、山黄麻、银合欢、木豆、山毛豆、车桑子、余甘子、滇刺枣、金合欢等,龙舌兰、香根草、大翼豆、新诺顿豆、香根草等	同泥岩坡地
混交模式	一行大灌木一行小灌木四至六行草本	同砂砾层坡地	一行乔木一至二行灌木三至五行草木	一行大灌木一行小灌木二至四行草本
种植规格	灌木: 8m×3m 小灌木、草本: 1~2m×0.3m	大灌木: 4m×2m, 小灌木、草本: 1m×0.3m	乔木: 4m~6m×3m; 灌木: 3m~5m×2m; 草本: 1m×0.3m	大灌木: 2m~4m×2m 小灌木、草本: 1m×0.3m

3 栽植技术

3.1 水平沟整地

在干热地区不良土壤条件下,水平沟整地可改善土壤水、肥、气、热状况,充分拦截蓄积天然降水,提高苗木成活率和保存率,促进苗木生长。整地时间以 10~12 月份较好,此时土壤含水适宜而不高,整地容易。挖出的土经过几个月的曝晒后,于雨季来临前回填,填后留沟深 7 cm 左右较适宜。种植乔木的水平沟宽×深为 0.6 m×0.5 m;种植灌木的水平沟宽×深以 0.4 m~0.5 m×0.3 m~0.4 m 为适宜;种植草本植物的水平沟宽×深以 0.3 m×0.3 m 较适宜。在坡度较大、地形复杂以及在片岩山地岩石露出地表较多不宜采用水平沟整地的地段可采用鱼鳞坑整地方式,鱼鳞坑长、宽、深均为 50 cm~60 cm。

3.2 容器育苗,掌握苗龄

提前适时容器育苗是植被恢复成功与否的关键技术环节,许多树种出苗后均有一个缓慢生长阶段,提前容器育苗可避开这一缓慢生长时期,定植后即能充分利用降水迅速生长,安全度过来年的干旱季节,提高成活率,草本植物还可在当年迅速覆盖地表。桉树、相思树、新银合欢、金合欢、余甘子等乔灌木,应进行容器育苗,营养袋以 8 cm×12 cm 规格为宜。营养土以腐殖质土、农家肥、锯末、复合肥按 30:30:40:1 的比例配制。木豆、山毛豆、车桑子等灌木和大翼豆、新诺顿豆等草本植物,一般可行直播,部分困难地段可行容器育苗。播种时间应掌握在乔木苗龄 60d~80d、灌木和草本苗龄 40d~60d 为宜。

3.3 适时定植苗木

选择定植时间的原则一般是以降雨持续> 6 h, 雨量达 20 mm~30 mm, 浸润定植沟内土层深度为 20 cm~40 cm时定植, 一般在 6 月下旬到 7 月中上旬, 木豆、山毛豆、车桑子等灌木直播时期以雨季刚来时为宜。如有条件, 可在定植前每株施 100 g~200 g 钙镁磷肥作底肥。苗木定植或种子直播后应在附近割草覆盖种植沟, 以减少水份蒸发。

3.4 封禁管理, 加强抚育

人工植被应进行封禁管理, 加强抚育, 其工作内容包括以下几个方面: 1. 严禁放牧和樵采刈割; 2. 专人看管, 防止火灾; 3. 人工植被营造初期, 水平种植沟易被冲毁而形成新的侵蚀沟, 在雨季经常观察、及时修补水平沟的冲毁缺口; 4. 抚育管理, 当人工植被下层完全覆盖地表, 中上层郁闭, 植被群落稳定后, 可根据疏密状况对上层乔木进行适当的间伐, 对灌木树种进行樵采和平茬复壮。平茬以隔行平茬为好, 平茬时间应在冬季来临, 树木停止生长时进行。同时也可进行有计划的放牧、采叶做饲料和肥料。种子成熟后应及时采种, 以提高人工植被的经济效益。

参 考 文 献

1 张荣祖. 横断山区干旱河谷. 北京: 科学出版社, 1992. 1~64  
2 杜天理. 西南地区干热河谷开发利用方向. 自然资源, 1994 (1): 41~45  
3 Yang Zhong, Zhang Xinbao. Rehabilitation of Vegetation under Various Geological Conditions in the Hill Areas of the arid-Hot valleys of Yuanmou, China. in: Peishengji(ed.), Rehabilitation of Degraded lands in Mountain Ecosystems of the Hindu Kush Ximalayan Region. Proceedings of an International Workshop hold in Baoshan, China. ICLMOD, Kathmandu Nepal, 1995  
4 张培信, 陈玉德. 云南元谋干热河谷区不同岩土类型荒山植被恢复研究. 应用与环境生物学报, 1997 3(1): 13  
5 陈玉德, 谭深邦. 云南元谋干热河谷营造水土保持林的技术措施及初见成效. 林业科学研究, 1995, 8(3): 240~243

第一作者简介 杨忠, 男, 1964 年生, 硕士, 助理研究员。主要从事环境整治、植被退化及其恢复重建、生态农业系统等研究, 发表论文 10 余篇。

VEGETATION REHABILITATION IN THE  
ARID-HOT VALLEYS OF JINSHAJANG RIVER

YANG Zhong<sup>1</sup> ZHANG Xinbao<sup>1</sup> WANG Daojie<sup>1</sup> CHEN Yude<sup>2</sup>

(<sup>1</sup> Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences  
& Ministry of Water Conservancy, Chengdu 610041)

(<sup>2</sup> Institute of Insects and Resources, Chinese Academy of Forestry, Kunming 650216)

Abstract

Vegetation rehabilitation is very difficult in the arid-hot valleys of Jingshajang River because of the dry and hot climate. In this paper, effective technical measures of vegetation re-

servation. In this paper, precpial for selecting plant species was put up and 25 plant species suitable for this area were selected. Secondly, classing slop types according to soil and rock components on the ground, and determining what plant species should be employed and what technical measures should be taken according the slop type. Thirdly, mainly employ shrubs and grasses, establishing artificial mixed vegetation with trees shrubs and grasses. Forthly, preparing land by digging level ditch. Fifthly, raising saplings with polybag 40~80 days before transplanting. Sixthly, transplanting saplings during the period of June 20 to July 10 when precipitation reaches 20 mm~30 mm. Seventhly, tending and managing (facilitating) artificial vegetation carefully by closing hillsides to livestock and fuel gathering.

**Key words** Jinshajang river, arid-hot valley, vegetation rehabilitation

## 岩土工程中红粘土土样保护新方法

吴 勇<sup>1</sup> 谢 春 庆<sup>2</sup> 李自 停<sup>3</sup>

(1 成都空军勘察设计院, 成都 610041; 2 四川大学水利工程学院, 成都 610065;

3 机械工业部第二勘察研究院, 成都 610066)

红粘土一般具有高含水量、高塑限、高液限特征, 极易失水收缩而产生裂隙。贵州铜仁地区某工程中, 红粘土勘察中用薄壁取土器采样后, 立即用胶胶带或蜡密封, 一周左右时间解样, 试样壁上常附着一层水珠, 土样壁已产生网状裂隙, 裂隙深度 2 cm~3 cm 为主, 最深达 4 cm, 导致土样物理力学性质严重破坏, 土样换效。究其原因是因为土样采取后, 因温度和应力等与天然状态差异巨大, 红粘土中水分经昼夜变化, 水分迅速向外扩散、蒸发, 产生类似地膜效应现象, 改变了土样性状, 进一步改变了物理力学性质。

针对上述问题分析了红粘土颗粒组成及矿物成分, 其颗粒主要由 0.074 mm~0.005 mm(含量占 41.5%)及粒径<0.005 mm(占 36.5%)二级组成。矿物主要为伊利石、高岭石、绿泥石, 宜于造浆, 且其渗透分数一般为 $n \times 10^{-8}$ ,  $n \times 10^{-7}$  cm/s, 最大为 $n \times 10^{-6}$  cm/s。根据这些特征, 试着就地造浆, 在土样表面裹浆 2 mm~4 mm, 使土样与空气中形成浆体界面, 实际上相属于保护膜。经上述处理, 7 d~10 d 后解样, 很少发现土样有裂隙, 尤其是>2 cm 的裂隙。为了检验土样有关物理指标的变化特征, 经与现场比较, 土样壁内 1 cm 的土芯含水率减少 0.9%~1.9%, 以减少为主, 相对误差绝对值<3.5%。从而验证了泥浆既有效地避免了水分的散失, 又不增加土样水分, 从而保证了土样的物理力学指标的真实性。现场对比表明在不考虑红粘土物质组分的前提下, 其内摩擦面、压缩系数、压缩模量等变幅均<10%, 而这些差值主要与物质组分及结构有关, 与泥将保护方法无关。

因此, 泥浆裹壁保护方法可以用于高含水性、高液限、低渗透性的红粘土土样, 同样适于类似特征的其它土类的现场保护。该方法在铜仁某大型工程中得到广泛的运用, 并取得了良好经济效益。