

# 金沙江干热河谷植被恢复的思考

柴宗新, 范建容

(中国科学院、水利部成都山地灾害与环境研究所, 四川 成都 610041)

**摘 要:**金沙江下游沿岸海拔1 300 m(阴坡)~1 600 m(阳坡)为干热河谷, 根据其环境特点、人工造林成功率低的事实, 分析指出金沙江干热河谷的自然植被恢复应以稀树灌草为主体, 因地制宜提出了植被恢复的四个主要途径: (1)建立水土保持人工生态经济林, 提高经济和生态效益; (2)封山育草, 防治坡面侵蚀; (3)加强沟谷灌草建设, 防治沟谷侵蚀; (4)城镇工矿人工生态林草建设, 提高环境质量。

**关键词:**金沙江; 干热河谷; 植被恢复;

中图分类号: S727.28

文献标识码: A

本文的金沙江干热河谷指金沙江下游沿岸海拔1 300 m(阴坡)~1 600 m(阳坡)以下的河谷地带。

长期以来, 植树造林一直作为几乎整个长江上游治理水土流失的首要生物措施, 但在干旱河谷效果并不是很好。在金沙江干热河谷地带, 常常是“种树不见树, 造林不见林”, 许多地方出现的“小老头树”既不能发挥水土保持作用, 又不产生经济效益, 而且还引起以“土壤干化”为主的生态问题, 植被根际区土壤水分长时间持续严重亏缺, 土壤表层板结, 土壤紧实度增大<sup>[1]</sup>。种草和种树一样, 作为水土保持的重要生物措施, 应该引起重视, 因地制宜采用。从生态经济学的观点看, 金沙江干热河谷地带的水土保持植被, 应以稀树灌草为主体。

金沙江干热河谷地带的气候特点与历史变迁, 决定了其顶极群落是稀树灌草丛植被, 而不是森林。这既是现今河谷环境条件所决定, 也是历史演变的结果, 同时也为多年造林难见林的实践所反证。

世界上有两种气候条件宜草不宜林, 一是气候太寒冷的地方, 我国西部山地海拔3 500 m~4 000 m以上, 森林就逐渐被草地所代替, 海拔5 000 m以上, 全年气温在0℃以下, 草也很难生长了。二是气候太干旱的地方, 降水量少, 蒸发量大, 土壤水分在干旱季节或干旱年代不能满足林木生长需要而枯死, 代之以草地, 但太干旱了草地生长也受到限制。如热带草原分布区年降水量通常可低于800 mm, 温带草原则多为200 mm~450 mm, 高于此限便可出现森

林, 低于200 mm年降水量, 则形成荒漠。国家重点基础研究规划项目“我国生存环境演变和北方干旱化趋势预测研究”项目办公室主任温刚指出: 乔木生长的需水量大大高于灌木和草, 其结果将带来浅层地下水大量消耗, 地下水位显著降低, 地表土壤变干, 使当地干旱化加剧。失去了地下水的支持, 在干旱年景, 不仅耗水量大的乔木无法成活, 就是耗水量小的灌木和草也无法存活。如果未来气候变干, 问题将更加严重。因此, 片面追求还林面积, 不符合干旱半干旱区的自然生态条件, 不仅不能改变当地的生态环境, 反而导致环境的恶化。相反, 在维持一定造林面积的同时, 退耕还草更加符合自然规律<sup>[2]</sup>。这值得金沙江干热河谷植被恢复借鉴。

## 1 金沙江干热河谷的环境特点

金沙江下游河谷地带年均温20℃~23℃,  $\geq 10^\circ\text{C}$ 的积温达7 000℃~8 000℃, 年降水量600 mm~800 mm, 年蒸发量2 500 mm~3 800 mm, 年蒸发量为年降水量的3~6倍(表1)。金沙江干热河谷干湿季分明, 干季(11月~次年5月)降水量仅为全年的10.0%~22.2%, 降水极少。干季按温度高低, 又可分为低温干旱季节(12月~2月)和高温干旱季节(3~5月)。低温干旱对植物越冬较有利, 而高温干旱对植物生长极为不利。温度高植物生长旺盛, 但降水少, 蒸发量大, 蒸发量为降水量的10~

收稿日期: 2001-02-12; 改回日期: 2001-04-06。

基金项目: 中国科学院山地环境学《百人计划》项目和云南省、中国科学院省院合作项目资助。

作者简介: 柴宗新(1942-), 男(汉族), 四川省成都市人, 中国科学院—水利部成都山地灾害与环境研究所研究员, 主要从事地貌和水土保持研究。

20 倍以上(表 2), 导致土壤相对含水量在 5 % 以下, 植物体内水分严重失调, 多数林木在此期干枯死亡。

表 1 金沙江干热河谷降水量、蒸发量统计  
Table 1 Annual precipitation and evaporation for the  
arid-hot valleys along the Jinshajiang River

地 点	海拔 (m)	年降水量 (mm)	年蒸发量 (mm)	蒸发量/ 降水量
攀枝花市	1108	761. 6	2438. 6	3. 20
元 谋	1118	615. 1	3569. 2	5. 80
东 川	1254	692. 9	3604. 1	5. 20
巧 家	841	802. 3	2741. 1	3. 42
宾 川	1438	564. 2	2518. 5	4. 46

表 2 金沙江干热河谷 3~5 月水热状况<sup>1)</sup>  
Table 2 State of water and temperature in March, April and  
May, in arid-hot valleys along the Jinshajiang River

地 点	月均温 (℃)	降水量 (mm)	合计蒸发量 (mm)	蒸发量/ 降水量
攀枝花市	20. 2~26. 3	57. 4	981. 9	17. 10
元 谋	21. 8~27. 0	56. 7	1542. 5	27. 20
东 川	20. 6~25. 0	101. 5	1456. 3	14. 35
巧 家	21. 2~26. 6	110. 3	1110. 2	10. 02
宾 川	15. 1~23. 7	41. 8	904. 0	21. 63

1) 据王利博. 干热河谷的形成, 问题和对策 1990 年.

金沙江干热河谷土壤以燥红土为主, 抗蒸发能力最弱, 据测定<sup>[3]</sup>, 含水土壤蒸发 75 h 后, 各类燥红土的土壤失水比(蒸发量与有效水储量之比)都 > 1. 00, 表明有效水储量 (174. 2 g/kg ~ 285. 0 g/kg) 已经耗尽; 蒸发历时 300 h 后, 土壤失水比达 1. 36 ~ 1. 53, 表明在经历一定时间的旱季后, 土壤干旱相当严重。另一方面, 雨季的高温高湿, 土壤有机质分解极快, 如得不到补充, 3 个月可分解殆尽; 加之干热河谷土壤侵蚀严重, 基本上是心土耕作, 土壤有机质含量极低, 往往不足 3 g/kg, 林下枯落物极少。

2 稀树灌草丛是金沙江干热河谷的顶极植物群落

金沙江河谷属典型干热河谷气候<sup>[4]</sup>, 土壤水分和有机质含量低, 综合形成土壤对植被的承载力很低, 只能发育类似稀树草原的植被。稀树灌草丛是适应金沙江干热河谷自然环境的顶极植物群落。金沙江干热河谷植物种类比较单纯, 普遍具有多毛、多刺、叶小等适应干旱环境的形态特征, 植被季相更替明显, 干季一片枯黄, 湿季又转黄绿色。草本植物发

达, 盖度最高达 90 %, 以扭黄茅 (*Heteropogon contortus*)、桔草 (*Cymbopogon goerini*.)、龙须草 (*Enlariopsis binata*) 为主, 此外还有野古草 (*Arundinella hirta*)、旱茅 (*Eremopogon delavagii*)、孔颖草 (*Bothrichloa camus*) 等。灌木矮小疏生, 有车桑子 (*Dodonaea angustifolia*)、余甘子 (*Phyllanthus emblice*)、羊蹄甲 (*Bauhinia mairer*)、山黄麻 (*Trema orientalis*)、新银合欢 (*Leucaena leucocephala*) 等。乔木少见, 仅在路旁房后见有攀枝花 (*Gossampinus malabarica*)、番石榴 (*Psidium guajava*) 等。

金沙江干热河谷是第四纪以来, 随青藏高原上升, 河谷下切形成, 其适应干热气候发育的稀树灌草丛, 是一种次生性顶极植物群落<sup>[5]</sup>, 已有相当悠久的历史。据元谋县志<sup>[3]</sup>: 清乾隆四十六年 (公元 1781 年) 记述的康熙五十七年 (公元 1718 年) 的元谋自然景观为“环邑皆山 …… 土烈而燥, 未睹厥木之唯乔, 山迤而秃, 但见厥草之唯夭。”可见历史上元谋已是山丘炎热干燥, 不长高大乔木, 遍地草丛的景观了。

这是因为金沙江干热河谷降水少, 往往只能湿润浅层土壤, 在地下水不能对表层土壤进行补给的情况下, 生长的植物只能靠蓄积在较浅土层的大气降水, 旱生禾草之类的草本植物依靠其丛生的须根, 可以充分利用这些水分, 维持其生长发育。乔木则因树冠蒸腾耗水量大, 一遇旱季或旱年, 因土壤水分严重缺乏, 根部供水赶不上耗水需要, 而枯死。由于蒸发强烈, 在干热河谷造林不但不能涵养水源, 由于根据系的下伸, 还会增加深层土壤的干旱。

3 人工造林成功率低, 代价高

20 世纪 50 年代以来, 为了防治水土流失, 改善生态环境, 在金沙江干热河谷中进行了多次植树造林实践或试验, 成功率低, 代价高, 存活的大都是生长极差的“小老头树”。这不是树种问题或造林技术问题, 是环境不适宜造林的问题。

金沙江干热河谷种植的多种乔木, 在幼苗和幼令期一般可存活, 到成林时期则因土壤水分和养分不足而相继死亡。据 70 年代在云南省元谋县直播的云南松 (*Pinus yunnanensis*)、思茅松 (*Pinus langbianensis*) 观测<sup>[7]</sup>, 干热河谷中种植的松树, 第 6 年自然稀疏到 1 050 株/hm<sup>2</sup> ~ 6 750 株/hm<sup>2</sup>, 第 8 年锐减到 450 株/hm<sup>2</sup> ~ 1 050 株/hm<sup>2</sup>, 第 13 年进一步减为 450 株/hm<sup>2</sup> ~ 600 株/hm<sup>2</sup>, 直到第 18 年后还在继续减少。

攀枝花市乔木种植试验的结果也类似。攀枝花市曾在前进乡等地, 采用云南松、思茅松、赤桉 (*Eucalyptus camaldulensis*)、火绳树 (*Eriolaena malvacea*)、合欢 (*Albizia julibrissin*)、铁刀木 (*Cassia siamea*) 等 60 余个树种的容器苗造林, 次年保存率 70%, 但到第三年、第四年, 因树体增大, 水分、养分得不到满足而大量死亡, 最终导致失败。

金沙江干热河谷人工造林留存的植株, 到能适应土地承载力不再死亡时, 最终成为稀树灌丛植被。充分认识这一点非常必要。多年来人们试图在金沙江干热河谷按照一般林区造林, 通过人工栽植, 短期内使稀树灌丛变成森林, 忽视了干热河谷严酷的自然环境, 有限的生物容量和土地承载力, 虽然不惜一切代价人工补充水分和养分, 在居民点附近可以种植一些树木, 甚至在一些试验区、样板田, 在人工浇灌情况下, 也可营造数公顷以下的小片林地, 但要在广大山丘坡地自然成林则是不现实的。

需要指出, 不同岩土类型发育的土壤, 滞蓄水能力差异很大, 对金沙江干热河谷植被恢复也有很大影响。土壤滞、蓄可供植物利用水的能力大小决定于土壤质地(粒径大小), 颗粒愈细降水渗透深度愈浅, 而又易于蒸发, 因此, 粘质土形成最干旱的生境, 沙质土有较好的水分供应, 石质裂隙土具有较湿润的生境<sup>[8]</sup>。这样, 金沙江干热河谷中沙砾石覆盖的阶地、丘陵, 以沙质土为土, 及裂隙特别发育的基岩山地土壤, 水分条件较好, 在人工灌溉补肥条件下, 植树造林成活率较高; 而第三系和第四系的粘土、亚粘土层和泥质岩类组成的山地发育的土壤, 水份条件差, 特别是燥红土、变性土, 粘粒含量高, 只适宜栽种浅根性灌草。

## 4 植被恢复途径

金沙江干热河谷属半干旱气候, 植被恢复过程应特别注重适宜林草种的选择和造林技术<sup>[9, 10]</sup>。其自然生态系统属稀树灌丛生态系统, 植被恢复也应以稀树灌丛为主体, 主要包括下述四个方面:

### 4.1 建立高效水土保持人工生态经济体系, 充分利用光热资源

金沙江干热河谷水土流失的形成, 既有自然因素, 也有人为因素, 自然环境脆弱是条件, 人为不合理经济活动是动力。人类社会为了生存和发展, 必然要利用各种自然资源, 开展各种经济活动。人类的经济活动除受经济规律制约外, 也要受生态规律

制约。水土保持人工生态经济系统要求, 人类经济活动对自然资源的耗竭速率, 不能超过环境的恢复速率, 造成的土壤侵蚀量不能超过土壤的形成量。

在金沙江干热河谷充分利用光热资源、土地资源, 发展粮食生产、特色种植业(热带、亚热带经济作物、经济林果, 如甘蔗 (*Saccharum officinarum*)、蚕桑 (*Morus bombycis*)、花卉、芦荟 (*Aloe barbadensis*)、龙眼 (*Euphoria longan*)、酸角 (*Tamarindus indica*)、芒果 (*Mangifera indica*)、石榴等时, 必须要大力开发水资源, 建设中、小、微型蓄水工程, 推广滴灌、渗灌等节水农业, 缓坡耕地进行梯坪地建设, 陡坡耕地退耕还草, 推广立体种植、沟粪种植、横坡种植等水土保持耕作技术。从而建立起高效的水土保持人工生态经济系统, 既可发展高产优质高效农业, 提高经济效益, 又保持了水土和生态平衡。

### 4.2 封山育草, 防治坡面侵蚀

干热河谷中, 广大的荒山草坡, 由于长期的超载放牧, 刀耕火种, 使草被受到很大损害, 水土流失严重, 土地退化, 有的甚至向荒漠化发展, 成为裸岩、裸土、侵蚀劣地<sup>[11, 12]</sup>。为了恢复、重建河谷坡地生态环境, 在控制人口增长、限制牲畜数量, 以厩养为主, 废止刀耕火种、毁草垦荒等的基础上, 大力开展封山育草是防治坡面土壤侵蚀的重要措施。前已述及, 金沙江干热河谷的环境适于草本植物生长, 实践也表明只要封住山, 人畜不去破坏, 草被是能恢复的。在封山的同时, 适当引进优良草种(最好是豆科的、蔓生的、常绿多年生的、生物量大的), 对发展畜牧业、改善生态环境十分必要。

### 4.3 加强沟谷灌草建设, 防治沟谷侵蚀

金沙江及其支流, 谷深坡陡, 沟谷侵蚀严重, 崩塌、滑坡、泥石流发育。据凉山州和攀枝花市统计<sup>[13]</sup>, 平均每 100 km<sup>2</sup> 有泥石流沟 2.29 条, 崩塌、滑坡 1.97 个。金沙江下游是长江上游重要产沙区<sup>[14]</sup>, 平均输沙模数达 2 400 t/km<sup>2</sup>·a<sup>-1</sup>, 攀枝花至屏山间流域面积和年径流量仅为宜昌站的 7.8 % 和 8.9 %, 而区间流域产沙量占宜昌站的 35.5 %。沟谷侵蚀产沙是金沙江干热河谷的主要泥沙来源, 加强沟谷侵蚀的防治, 对三峡工程建设等都有着十分重要的意义。但是, 由于沟谷纵比降大、沟床极不稳定, 因而沟谷内不宜大量修建造价高的刚性拦挡抗蚀工程, 宜于采取植物措施防治沟谷侵蚀。由于沟谷水分条件稍好, 可以灌、草结合, 如种植新银合欢、刺槐 (*Robinia pseudoacacia*)、山毛豆 (*Tephrosia candida*)、剑

麻(*Agave sisalana*)、大翼豆(*Phaseolus atropaeureus*)、香根草(*Vetiveria zizanioides*)等<sup>[10]</sup>。其主侧根发达固土能力强,固定并逐渐抬高沟床,稳定谷坡。有利于沟谷灌草建设,价格低廉,易于营造;又有一定经济效益,有利推广。

#### 4.4 城镇、工矿人工生态林草建设,美化环境

在城镇、工矿等一切有人工灌溉、抚育条件的地方,为了改善不适气候条件,创造良好的生活、生产环境,除了人工草地建设外,也应加强人工生态林建设,以扩大城镇、工矿园林绿地面积,从而加强城镇、工矿水土保持,提高城镇、工矿生态环境质量。

#### 参考文献:

- [1] 王克勤. 西南地区生态重建的问题与思考. 中国西部生态重建与经济协调发展学术研讨会论文集[C]. 成都: 四川科学技术出版社, 1999, 280~285.
- [2] 徐建辉. 北方干旱化: 问题与思考[N]. 科学时报, 2000-07-25.
- [3] 黄成敏, 何毓蓉. 云南省元谋干热河谷的土壤抗旱力评价[J]. 山地研究, 1995, 13(2): 79~83.
- [4] 刘刚才, 刘淑珍. 金沙江干热河谷区水环境特性对荒漠地的影响[J]. 山地学报, 1998, 16(12): 156.
- [5] 周麟. 云南省元谋干热河谷的第四纪植被演化[J]. 山地研究, 1996, 14(4): 239~243.
- [6] 云南元谋县成编纂委员会. 元谋县志[M]. 昆明: 云南人民出版社, 1993. 63.
- [7] 杜天理. 西南地区干热河谷开发利用方向[J]. 自然资源, 1994, 9(1): 41~45.
- [8] 刘淑珍, 黄成敏等. 云南元谋土地荒漠化特征及原因分析[J]. 中国沙漠, 1996, 16(1), 1~8.
- [9] 杨忠, 等. 金沙江热河谷植被恢复技术[J]. 山地学报, 1999, 17(2): 152.
- [10] 张有富. 干热河谷气候区荒坡生物治理技术[J]. 山地学报, 1998, 18(3): 248~253.
- [11] 张建平. 元谋干热河谷土地荒漠化的人为影响[J]. 山地研究, 1997, 15(1): 53~56.
- [12] 张建平. 元谋干热河谷区农业生态系统的优化对策[J]. 山地学报, 2000, 18(2): 134~138.
- [13] 谭万沛, 王成华等. 暴雨泥石流滑坡的区域预测与预报[M]. 成都: 四川科学技术出版社, 1994. 68~74.
- [14] 柴宗新. 长江上游水土流失防治宏观决策研究[J]. 地球科学进展, 1990, (4): 45~49.

## Study on the Restoration of Vegetation in Arid-hot Valleys Along the Jinshajiang River

CHAI Zong-xin and FAN Jian-rong

(Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Conservancy, Chengdu 610041, China)

**Abstract:** The Arid-hot valleys mentioned in this paper are located along the bank of the lower reaches of the Jinshajiang River 1300m(Schaffenseite)-1600m(Sonnendeite)above sea level. Climatic features and historical changes in such valley area determine that sparse arbor shrub tussock is the climax vegetation community of the Arid-hot Valleys along the Jinshajiang River wherein only suitable to shrub and grass, rather than forests. Such condition is determined by the present environment, and it is the result of historical geological evolution. It is proved by the fact that "planting trees makes no forest" for many years.

Based on the features of environment and the fact of successful artificial afforestation, the paper points out that the restoration of vegetation in arid-hot valleys along the Jinshajiang River should be implemented mainly by planting sparse arbor shrub tussock. Four ways to restore vegetation in the area in line with local conditions are given in the paper, such as: (1)Establishing artificial ecological and economical system for water and soil conservation, to raise ecological and economical benefits; (2)Closing hillsides to facilitate grass growing to prevent hillside fields from erosion; (3)Strengthening the construction of gully with shrub tussock to prevent the gully from being eroded; (4)Paying attention to tree and grass planting in towns and mining areas to raise environmental quality.

**Key words:** the Jinshajiang river; arid-hot valleys; vegetation restorations