

广东省水土流失的生物治理途径

郑邦兴

(广东省农业科学院土壤肥料研究所)

提 要

治理广东省水土流失的指导原则是水利工程措施与生物措施相结合。治理崩岗的技术经验是改进修坡技术；充分利用植物资源；实行草木并举，以草保树促林；实施促生长措施，用“以快制胜”技术战略实现植被覆盖。

广东省水土流失严重，治理水土流失的紧迫性自不待言。自1985年广东省第六届三次会议通过治理议案以来，每年法定拨专款治理，使水土流失治理和科研有了较快的进展，取得了较好的效果。但目前生物治理措施跟不上土石方水利工程进展，生物治理技术也存在许多有待研究解决的问题。

一、关于水土流失治理的战略

保护水土资源，培育地力，建设和保护适合人类生活的生态环境，是当前国内外共同关注的问题。在土壤资源和环境的治理上，世界各国都经历着治理技术战略转变的过程，即由单靠物理化学工程治水治土的传统战略转变到物理化学工程与生态工程相结合，综合治水治土的战略。现又将水土治理与开发利用结合，组成从改良土壤生态系统着手进行综合治理的开发战略，从而明确了科学合理的开发也是保护环境。正如美国农业生态学家G. W. 柯克斯所说：“保护土壤生态系统，显然要求用一个联系农业实践与整体环境内容的系统来考虑一些化学的、物理的和生物的关系”。广东省以水利工程措施与生物措施相结合，治理水土流失的指导原则是这一战略的通俗表达。最近，省委领导在广东省第三次山区工作会议上指出，山区开发建设的“首要任务是搞好造林绿化，培育资源，改善生态。”这是治理水土流失，开发山地，发展山区经济的正确战略决策。

二、崩岗流失与两个措施结合问题

崩岗多为花岗岩风化壳山体水土流失发展到最严重阶段的产物。崩岗的成因，已有许多研究者从自然因素和人为因素等方面进行过论述。我们从野外观察发现，不少崩岗坡壁存在有水平或垂直方向分布的风化层不均一性。常是灰白风化层与红棕色风化层交错存在。红色“层块”（风化层中的局部，具体某一块，称“层块”）显然含有较多的氧化铁。由于铁锰氧化物的胶结作用，红色层块显得较坚实；而灰白色层块较为疏松。层块理化性状的差异，造成了不同层块水文状况不同，如降水入渗速度和入渗量的不同；吸热吸水膨胀效应的差异等。据我们初步测定，灰白色层块一般自然含水率要比红色层块高1%~2%；饱和毛管持水量灰白色层块在31%~33%，红色层块在28%~30%。这样，就有可能出现不同层块交接面雨季水分“过剩”现象，造成交接层离裂隙，使之不能抗衡重力作用而崩塌。从而有可能加速崩岗形成，加重崩岗流失。

韩江上游崩岗流失面积有283.7km²，占水土流失面积2907.8km²的9.7%，其中属梅县地区

的崩岗流失面积为250.47km²，占总流失面积的9.8%。全省水土流失面积10 000km²，以崩岗流失面积占5%计，就有500km²。从崩岗流失面积大，危害最严重，治理难度大等情况分析，可看出研究稳定崩岗的治理技术的必要性和紧迫性。对崩岗的治理，应该说是既有工程措施与生物措施相结合的正确技术战略，也有上拦下堵中间削的实践经验。但为何治理进度不快，且效果不尽人意？这是一个值得研究的问题。

工程措施是基础。没有这一基础，生物措施也难以实施。工程措施需要投资较大，又无直接经济收益，是无可回收的投资，因而受资金的限制。资金少是进展慢的一方面原因，而治理效果欠佳却是影响进度的更重要原因。问题可能在于实践中工程治理和生物治理措施没有一次性统一设计，“两个措施”未能真正结合。工程措施与生物措施脱节，使工程寿命不长，只得重修或提高再提高工程标准，常因这样浪费资金，使本来有限投资不能发挥应有治理效益。生物措施常落后于工程措施，这虽有生物规律固有原因，但也有生物治理技术上的原因。理论上提倡草灌乔结合，实践中并未能解决草灌乔结合，立体绿化的种植技术问题，水土保持植物立地条件得不到合理解决，植被难以形成。总之，在生物治理方面，尚有不少技术问题，特别是治理与开发结合的技术问题需要试验研究解决。

在广东省生物治理实践中，植被覆盖形成太慢，难以起到有效保护治理工程的作用。特别在崩岗生物治理上还有待研究解决立体绿化的可行性技术。从这一实际需要出发，我们于1986年提出了快速立体绿化的生物治理技术研究课题，与位于东经115°59′，北纬24°9′，海拔250 m左右的梅县水土保持站，协作进行稳定崩岗生物治理试验研究。

三、崩岗生物治理试验效果

我们于1986年冬始筹划崩岗在工程治理基础上，进行快速多层植被覆盖的生物治理技术试验，1987年进行三个崩岗生物治理试验实践，1988年新增加四个崩岗重复试验。两年的试验均达到当年治理，当年覆盖，当年见效的预期效果，被认为是生物治理技术上一项新的突破和成功经验。我们是在总结分析前人治理崩岗技术经验的利弊，考虑到植物资源未充分利用，草灌乔结合未真正付诸实践，对水土保持植物生长未实施促进措施，白白浪费了有利的水热资源等问题的基础上提出：改进修坡技术；充分利用植物资源，实行草木并举，以草保树促林；实施促生长措施，用“以快制胜”技术战略实现植被覆盖。实践证明“以快制胜”技术战略是可行的。

(一) 按预定目标，快速实现植被覆盖 1987年试验的三个崩岗，其中两个于当年7月下旬实现了草被覆盖度达到90%以上的预期目标，一个崩岗由于实施种植较迟，5月上旬才完成种植计划，当年7月下旬草被覆盖度只有70%~80%。作为主试验的四号崩岗，种植了桉树、绢毛相思、山毛豆、猪屎豆、糖蜜草、吉库尤等27种植物。多种植物竞争生长，实现了草灌乔结合的多层覆盖，达到“既遮天又盖地”。1988年新试验崩岗，由于实施种植较去年迟，6、7月雨量较常年偏少，遇干旱，达到90%覆盖度也推迟了近1个月（表1）。

表1 1988年主要试验崩岗坡草被覆盖度

地 点	覆 盖 度 (%)			附 注
	6月29日	7月28日	8月18日	
43号崩岗坡	66.6	77.7	90.7	用方格法调查
46号崩岗坡	68.7	81.8	89.5	

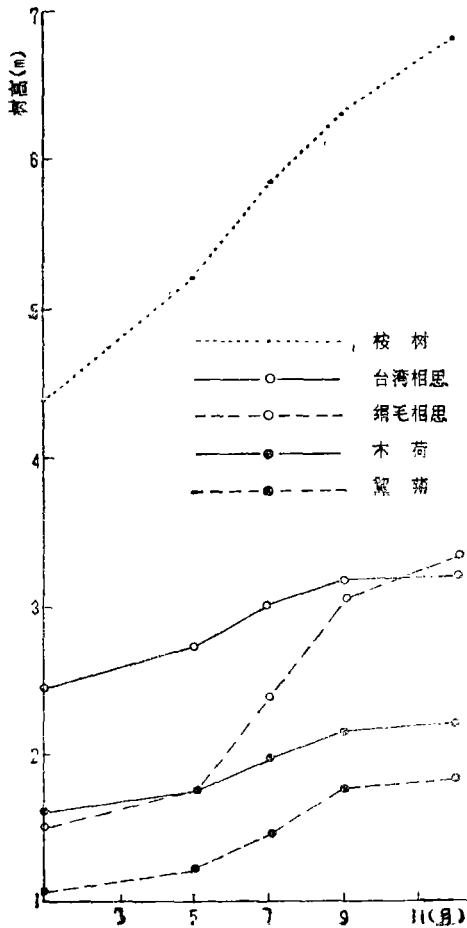


图1 树高增长速度曲线 (1988年测定)

素保持原有水平。详见表3。

表2 43号崩岗坡上糖蜜草粽叶芦生长速度

调查时间	糖 蜜 草		粽 叶 芦	
	分枝数 (条)	草茆覆盖 (直径: m)	分枝数 (条)	株 高 (m)
1988年5月30日	9.4	0.37	14.5	0.64
1988年7月30日	24.7	0.71	17.8	0.74

表3 生物治理试验前后土壤养分含量 (%)

土壤样本	有 机 质	全 氮	全 磷	全 钾	C/N
试验前土壤 (1987年2月采集)	0.954	0.010	0.026	0.840	55.3
试验后土壤 (1988年1月采集)	1.12	0.025	0.039	0.856	26.0

由于地表有草被保持水土, 树木的生长也较快, 只一年半时间, 已形成较大的生长量。9月30日调查, 四号崩岗最大桉树已高7.8m, 胸径5.4cm, 陈公塘最大绢毛相思高达4.3m, 胸径2.8cm。图1是绢毛相思等树种的树高增长速度。从各树种一年平均树高增长曲线, 可见桉树、绢毛相思生长最快, 紫荆次之, 台湾相思、木荷生长较慢。其他植物生长量也较大。小苗移植 (苗高20~30cm) 的猪屎豆、山毛豆, 经9个月的生长, 猪屎豆株高2.03m, 每株分枝平均达16.7条; 山毛豆株高1.58m, 每株分枝5.7条; 粽叶芦株高1.49m, 株分枝15.5条, 糖蜜草草长达2.07m, 形成的草层厚度53.5cm (7个调查点平均值)。1988年新播种的糖蜜草和粽叶芦生长速度参见表2。

合理种植和运用施肥措施, 促使水土保持植物充分利用优越水热条件快速生长, 尽快形成植被覆盖, 是崩岗生物治理成败的关键。植被覆盖能有效地保持水土, 培肥土壤。

(二) 培肥改土效果 从试验前后土壤养分分析结果可见, 一年时间, 土壤有机质从数量上看, 虽然增加不多, 但质量上却有显著变化, 这点可从土壤C/N的变化得到说明。土壤全氮成培增加。土壤磷素, 由于施用磷肥和植物根系的富集回归作用, 提高了50%。土壤钾

我们的试验设计，是只在开始试验的当年采用施肥促进措施，第二年起要求依靠生物自身循环发展生态平衡的生长量。实践证明是可行的。1987年种植的草木，1988年在全无施肥情况下仍生长较快，（图1）实现了多层全覆盖。这说明土壤确实得到了培肥改良。

（三）植被有效保持水土 对崩坡有植被覆盖之后，地表径流和土壤流失减少数量，虽限于试验研究条件，未能直接测定，但地面状况调查观察也可以说明一些问题。据观察，当草被覆盖度达70%~80%时，地表已有青苔、地衣等低等植物生长，结皮固土，坡面径流已不再夹带泥沙，表明土壤已得到有效保护。从崩坡上只长丛生粽叶芦，其生长密度未达闭合遮天，从地面裸露处，与同一等高线有草被（草层厚度50cm以上）覆盖处，同深土层（40~45cm）土壤水分测定结果（表4）看，连续降雨后草被下土壤贮水量比裸地增加12.4%，这说明草被可明显截留雨水，减少地面径流12%以上。用土壤湿度计连续观测土壤吸水势，也同样获得植被有减少地表径流，增加降水入渗，增加土壤贮水量显著效果的结论。

表4 不同地面状况下同深土层土壤水含量（%）

测定时间	崩坡下部 草被（厚度 <10cm）	崩坡上部 草被（厚度 >50cm）	崩坡上部 裸地（与 2同一等高线）	备注
1987年11月20日	21.4	22.3	12.0	11月20~21日降雨
1987年11月22日	—	24.3	19.2	47.7mm
1987年12月1日	28.6	33.8	21.4	11月27~30日降雨
平均	25.0	26.9	17.5	76.3mm

采用中国科学院南京土壤研究所研制的水银负压式土壤湿度计，直接观测研究不同地面状况下，土层20，40，60，80和100cm深处土水势，取得初步观测结果。表5是7月18日至7月26日9天观测的土壤吸水势（CM水柱）和土壤相近含水量（%）。从表5结果可见：

表5 不同地面状况下土层20cm深处土水势（CM水柱）和相近含水量（%）※

地面状况		18日	19日	20日	21日	22日	23日	24日	25日	26日
草木覆 盖坡地	CM水柱	756	773	682	111	190	351	559	717	747
	%	14.3	14.1	14.6	21.0	19.4	17.4	15.4	14.5	14.2
光秃 坡地	CM水柱	312	424	384	77	110	172	245	392	519
	%	17.8	16.6	17.0	22.0	21.0	19.8	18.6	16.9	15.7

• 根据土水势与土壤含水量相关曲线查得。

1. 7月18日草木坡地20cm深处土壤含水量比裸地同深土层少了3%以上，这说明14~18日连续5天无雨，草木植物蒸腾量大于地面蒸发量；

2. 7月19和20日两天连降小雨（共18.7mm），20cm深处的土水势隔天（21日）就显示很大变化，土壤含水量提高了5.4%~6.9%。并可提供5~6天的草木植物用水（土壤含水量从21%降至14.2%，历时6天）；

3. 观测结果说明，土壤降雨入渗量，是草木植被坡地比无植被的光秃坡地多。草木坡地土

壤含水量从14.1%到21.0%，提高6.9%；裸地土壤含水量从16.6%变为22.0%，提高5.4%。若以裸地土壤含水量增加百分数为基数，草地入渗水量比裸地的增加27.8%。

图2是同一地点，约30°，山坡不同地面状况下，土层20, 40, 60, 80和100cm深处土壤吸水势观测结果。从图2可见，1m土层内土壤水势的波动变化，草木比裸地为烈，尤其是土层60cm以内。80~100cm深土层土壤水分状况，虽受80cm以上土层土壤水分波动的影响，也有波动，但处于比较平稳的状态，且在大雨后有相当长时间。80和100cm深处，草木地与裸地土壤水势近乎相同。分析降雨一入渗水分贮存一蒸腾蒸发系统关系，充分显示草木植被的保水、调节空间湿度的明显效果。

它说明在山坡地种果树，实行挖深穴等高水平种植和间种豆科牧草，是增加土壤入渗，保蓄水分抗旱的必要耕作技术措施。

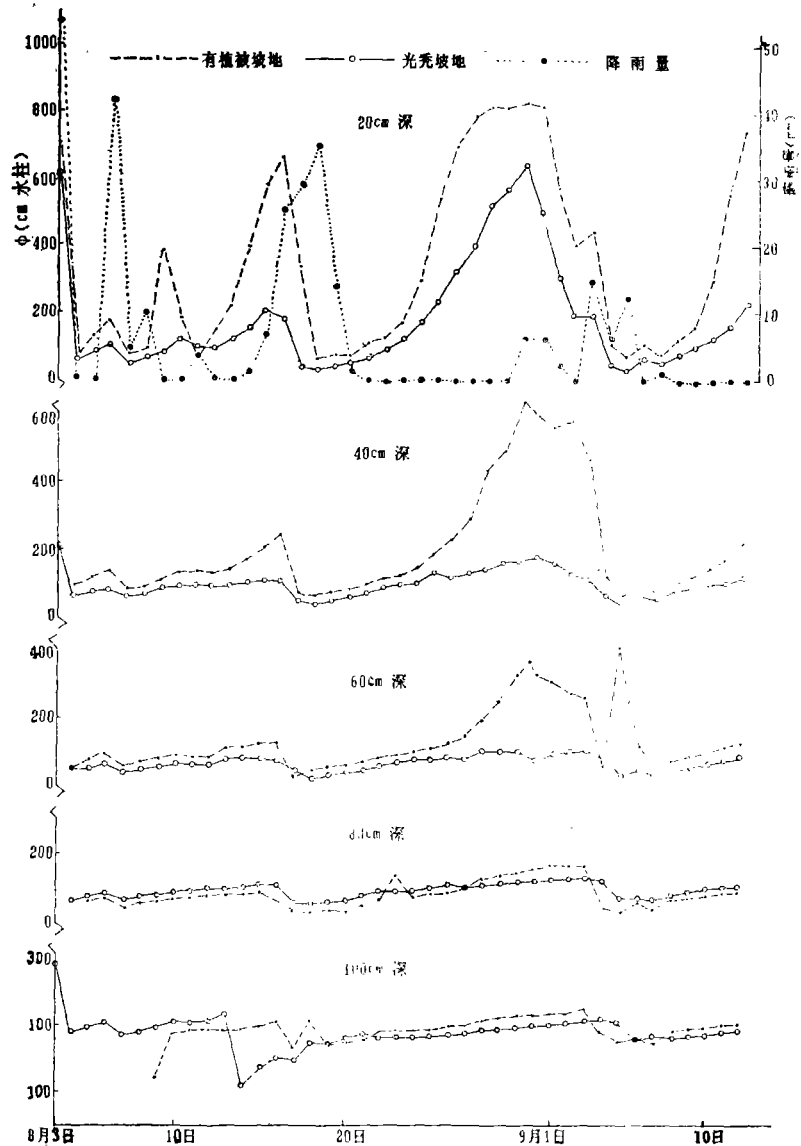


图2 有、无植被山坡地土壤水势 ϕ -t曲线

四、讨论

1. 高温多湿的亚热带水热条件，在人们违反自然生态规律从事生产活动时，它是加剧水土流失的不利因素；但当人们遵循自然规律，实行有益于生态平衡的措施，它却可成为造福人类社会的因素。水土流失生物治理实践表明，4~9月丰富的水热条件，是我们用生物方法治理水土流失的优势条件。地处亚热带属韩江流域的梅县各月气温，年较差只有16℃左右，年平均气温达21.2℃。4~10月常年月平均气温均在20℃以上；日照时数达1338.6h，平均每天日照时数6.25h。3~9月降雨量100~1200mm，约占全年降雨量的82%~84%（以上资料是梅县气象台26年观

测平均结果)。这样优越的光、温和水分条件,使水土保持植物繁殖生长旺盛快速,易形成较大的生长量,利于造成地面覆盖。这一优越水热条件是我们制定该地区水土流失生物治理技术的依据,必须充分利用。

2. 在广东省治理水土流失过程中,为了使地表免受冲刷,因而有专家提出“以草先行”这一技术观点,目前在广东省有较大影响,反映这一观点在水土流失生物治理中的积极作用。我们的试验是实行草木并举,以草保(果)树促林的技术路线。对崩坡的生物治理实行“草木并举”较妥。因为崩坡一般坡度较陡(45°左右),土层松实不一,种草植树均得先整坡导流排水,才能实施。若实行“以草先行”,待草造成被覆后,才行植树,势必要部分的破坏已修好了的坡面和部分草被,不利崩坡土壤的固结稳定。且要延误树木生长时间最少一年。这从提高治理措施的经济效益看,也是不合算的。同时还有对树苗标准要求较高之弊,因为种小树苗,易为草被遮盖,不利小树生长,必须选植大树苗。树苗大,又得挖大穴,不利保护坡面。“草木并举”的实践表明,草木竞争生长,有利于崩坡较快形成“既遮天又盖地”的多层植被,效果优于单一种草。

3. 为了快速形成多层植被,必然要实行草灌乔结合,这是无疑的。但要实现多层植被,树种的选择是重要的。木荷(*Schima superba*)、桐木(*Lithocarpus glabra*)、红锥(*Castanopsis hystrix A. DC*)、黧蒴(*Castanopsis fissa*)等乡土树种,生长速度慢,不易在短时间内造成遮天覆盖,为此必须引种一些木质较差或用途不大的速生树种,如绢毛相思(*Acacia holosericea A. Curn exg Don*)、桉树(*Eucalyptus robusta Sm. et Eucalyptus exserta*)等等。我们把种植的树种,从发挥水土保持作用的快慢分为先锋过渡树种和优势建群种。这两类树种,在进行种植设计时必须考虑合理的间种规格,以便若干年后淘汰(间伐)过渡树,促进建群树种的发展。

4. 为了利用有利的水热资源,特别要充分利用实施种植后的头三四个月(5、6、7、8月份)的温度、阳光、雨水,必须采取促进水土保持植物快速生长的措施——施肥和选用生长量大的植物品种,以促进尽快形成植被覆盖。我们针对土壤养分极为贫乏,严重缺磷的状况,采取施磷为主,兼用氮肥,注重基肥集中施用措施。亩用过磷酸钙20~25kg,尿素8~10kg,有效地促进水保植物快速生长,获得在种植当年的7月份,植被覆盖度就达到90%的预期效果。对水土保持植物不施肥,想节省反而浪费,有实践说明不施肥的结果是,往往造成种苗、人力的浪费。

5. 在水土流失生物治理实践中,土壤水分状况,在生态环境的改善中起着主导作用。要改善生态环境,首先必须采取改善土壤水分状况的措施。因为只有土壤水分状况改善了,才能使生物获得生机,繁殖发展,建立起适合人类社会的生态环境。将治水治土结合起来,从改良土壤生态系统着手进行综合治理的战略,是从实践中总结出来,又服务于环境整治实践的技术战略。可以预言,用这一战略思想来指导水土流失治理工作,将可收到事半功倍的效果。但必须指出,目前在生物治理结合资源利用,经济开发方面尚有许多技术问题有待研究解决。

参 考 文 献

- [1] Волобуев, В. Р.: 土壤改良是有效利用土地的首要途径,《国外农学·土壤肥料》,1987年第4期。
- [2] 邓宏海: 土壤生态系统的综合化管理,《中国环境报》,1987年10月15日第3版。
- [3] 林若: 力争今冬明春把全省荒山种上树,《南方日报》,1988年9月10日第1版。
- [4] 张金泉、颜一东: 促进植被顺行演替治理我区水土流失,《梅江报》,1987年10~11月第2版(连载)。

The approach of controlling Soil Erosion by Plants in Guangdong Province

Zheng Bang jian

(Institute of Soil Fertilization, Agronomy Academy, Guangdong Province)

Abstract

The guide principle of controlling soil erosion in Guangdong province is conserving engineering combined with plants measures. The technical experience for tackling landslided hill is improvement of terracing slope land plant resources may be used fully, run both grasses and trees and let grasses protect trees for forestry developing, the measures promoting plants growth well may be used, the more quickness the more success for establishing plant cover.

(continued from page 24)

1. to put the recovering of ecological balance in the upper reaches of Yangtse river at the position of the general strategy of the nation, paying attention to it,

2. to raise the forest cover as the basis to recover the ecological balance,

3. to accelerate the development of the water conservancy resource to protect forest with electricity and to conserve water with forest should thought as the essential matter to recover the ecological balance,

4. to enhance the comprehensive harness and utilization, meanwhile to change the harm into benefit.