

植被工程与水土保持关系分析

侯晖昌 钟朝章

(广东省水利水电科学研究所)

提 要

五华河中游的乌陂河流域水土流失严重,人为恢复植被的速度仍赶不上自然水土流失的速度。本文在分析植被的作用,植被工程的特征与作用等问题的基础上,提出了实施植被工程的三条基本原则和两个不容忽视的问题,最后讨论了植被工程的开发利用问题。

一、引 言

最近几年,我们面向韩江上游开展水土保持的调查研究,在五华县乌陂河小流域内1.5万亩水土保持实验基地设点观测试验过程中,使我们对植被工程有了进一步的认识,兹分述如文。

二、当前水土保持形势与任务

五华河中游的乌陂河支河,全长13.0km,流域面积23.23km²,位于北纬24°02'~24°07',东经115°38'~115°42'。属南亚热带季风气候,多年平均雨量1442.8mm,年太阳辐射总量130524.8cal/cm²,年生理辐射58736.3cal/cm²,可见水热资源丰富。历史上植被的顶极群落曾经是亚热带常绿季雨林,山青水秀,为农业生产提供了良好的基本条件。可是主要由于缺乏科学管理,虫害蔓延,再加上人为砍伐破坏,使该流域水土流失面积达15.02km²,崩口2772处,水土流失尤其严重的是源坑水库周围4.0km²处,土壤已无A、B层,甚至基岩裸露,土壤侵蚀模数最高达6.6万t/km²y⁻¹。应该清醒地看到,许多水土流失地区的植被,已演替为亚热带草坡,常见的有稀疏松树的桃金娘、芒箕群落,稀疏松树的岗松、芒箕群落,稀疏松树的岗松、鹧鸪草群落,甚至沦为光板山,不毛之地,治理工作是十分艰巨的。

经验证明,在这些严重水土流失地区,仅仅依靠封山育林是不可能恢复植被演替为常绿季雨林的,必须人为地通过科学手段一片片地恢复。这几年,在土壤无A、B层的条件下,对如何恢复植被,已累积了不少经验。目前的形势,是人为恢复的速度仍赶不上自然水土流失的速度。当务之急是要加速人为恢复的速度。即要求治理速度,大大超过水土流失的速度。

长期以来,人们都习惯地把水土保持措施区分为工程措施与生物措施。所谓工程措施,即指对崩岗、侵蚀沟与坡面,人为地以土石方形成拦泥和蓄水的工程;所谓生物措施,主要是指形成植被进行治理。在过去治理工作中,土石方耗费劳动力最大,因而占用了水土保持费用的大部分。正是由于工程量太大,投资有限,因而使得水土保持工作进展的速度无从提高。虽然在一般概念上,认为两种措施是相辅相成的,但是进一步的问题是两者能否结合?也就是说,初期人工植被不是随意地种植,而是按照工程要求来种植,即按照拦堵泥沙和径流的要求来种植。这就是本文要论述的植被工程,这是提高治理水土流失速度的关键所在。

三、植被恢复的积极作用与破坏植被的消极作用

每个绿色植物个体是一个小工厂，全球绿色植物利用太阳能，能使420~600亿吨二氧化碳和77~160亿吨的氢同化成碳水化合物，每年同化累积的化学能10倍于世界对能源的消耗。

按彭曼方程，计算得该小流域太阳能如下：

$$Rs = Ra(a + b^n/N)$$

式中：Ra——大气顶太阳辐射， $Ra = \frac{I_0}{\rho_2} \times \frac{T_0}{\pi} (w_0 \times \sin\phi \times \sin\delta + \sin w_0 \times \cos\phi \times \cos\delta)$ ；

w_0 ——地球自转角速度， $w_0 = 15 \times N/2$ ； N ——理论日照时数

$$N = 4/15 \times \sin^{-1} \left[\frac{\sin \frac{(90.5) + \phi - \delta}{2} \times \sin \frac{(90.57 - \phi + \delta)}{2}}{\cos\phi \times \cos\delta} \right] \quad \phi \text{——地理纬度；}$$

δ ——赤纬 = $23.5 \times \sin(0.986 \times T_0 - 78.9)$ ； T_0 ——周期，一天为1.440分；

I_0 ——太阳常数 = 1.96 cal/cm^2 ； ρ ——日地距离比值， $\rho = 1 + 0.0165 \times \sin(0.523 \times T_0 - 1.9)$ ；

a 、 b ——与大气透明度、云量有关的系数； n ——实际日照时数。

以1961~1985年广东省气象年鉴资料求得逐月太阳辐射量，又按绿色植物只能利用可见光部份的太阳能从而求得生理辐射量，如表1。

表1 五华县乌陂河小流域太阳能

各月的日平均值：cal/cm² 单位：

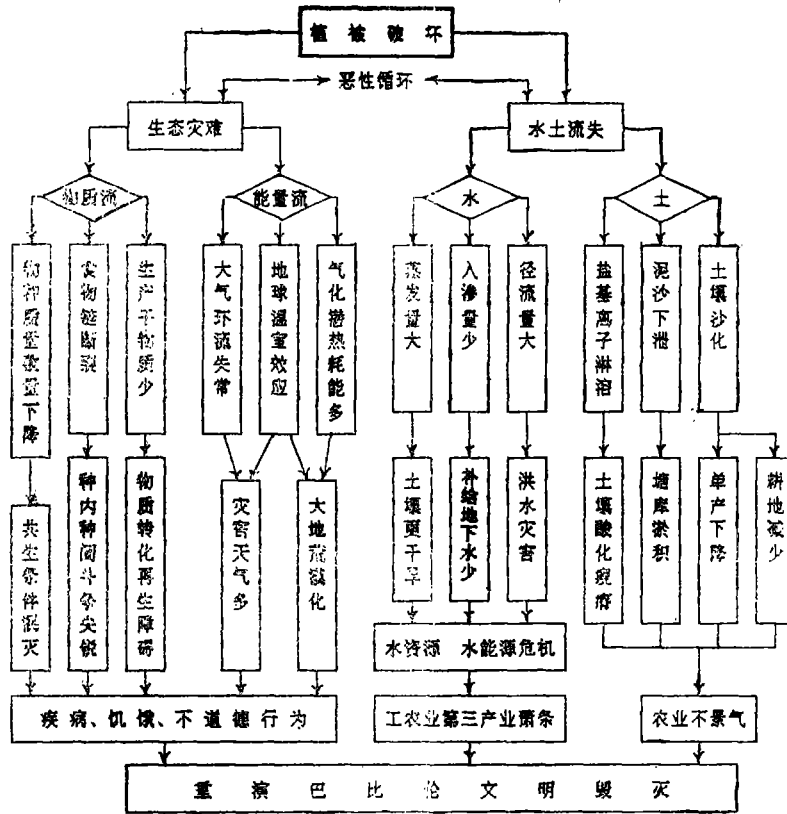
月 份	太阳总辐射	生理辐射	月 份	太阳总辐射	生理辐射
1	270.5	121.7	7	440.2	198.1
2	308.8	139.0	8	422.0	190.2
3	360.6	162.3	9	388.3	174.7
4	389.0	175.1	10	337.7	152.0
5	410.5	184.7	11	286.8	129.1
6	416.5	187.4	12	256.3	115.3

按植物漏光率，以太阳能转化为化学能效率和呼吸消耗率(0.4, 0.1, 0.6)计，并按0.5kg碳水化合物相当 $1.96 \times 10^8 \text{ cal}$ 能量计，则一年一亩绿色植物能积累干物质2.4t/亩。即：

$$\{ [58\ 692.0 \times (1 - 0.4) \times 0.1 \times (1 - 0.6)] \div 1.95 \times 10^8 \} \times 6.667 \times 10^8 = 2.4 \text{ t/亩}$$

据在该小流域1.5万亩水土保持实验基地的径流试验小区内，测得6月中旬种植的糖蜜草到9月中旬收割，折算每亩年产干草2.1t，按同时段生理辐射为 $17\ 468.8 \text{ cal/cm}^2$ ，求得理论干物重为2.2t/亩。

这些数据在理论上、实践上都说明绿色植物是何等重要。相反，没有绿色植物存生，就不能将太阳能转变为化学能，此时的太阳能消耗在升温和水份蒸发上。由此可见，没有植被的光板地，不但不能生产积累化学能，还徒然蒸发了可贵的水份，这只能导致土壤越来越干旱，生态环境恶化，而且将会危及整个国民经济的发展，子孙后代的生存。这关系可以如下框图说明。



四、植被工程的特征与作用

为了不让巴比伦文明毁灭的悲剧重演，就应加速综合治理来扭转水土流失恶性发展的进程。我们认为植被工程可能是实现这种转变的有效和经济的方法。

通常植树种草都是以全面覆盖作为种植目标，然而种植是随机任意的。本方法要求种植成带成行，并使这些成带成行的植物群落，能起到对径流、泥沙的拦截作用和分散作用。一如前面谈到的工程措施起拦截作用一样。虽然土石方工程也起拦截作用，但起不到分散作用，而植被工程则起分散作用，所以它与土石方工程又有所区别。从水土保持效果来说，由于植被工程起到分散作用，故对径流的阻滞作用更大。水土保持植被工程的主要任务是拦截、分散和阻滞径流泥沙。所以种植方法应区别于通常的种植方法。它可归结为如下几点：

- (1) 改任意（面上匀播）的种植为成条状种植；
- (2) 改面上的稀疏匀播为条带状密植；
- (3) 按拦截径流的要求，要等高横向间栽；
- (4) 不是避开径流种植，而是迎着径流方向种植；
- (5) 为了起到引导、分散径流的作用，种植形成的条带要有相当的长度和幅度；

(6) 由于迎着径流种植, 因此, 植被工程必须与水土流失抢时间, 争速度, 即要求植物在雨季前扎根;

(7) 查清径流泥沙来路, 采取“集中力量打歼灭战”的方法进行种植, 使该处的植被生长特别茂盛;

(8) 优选良种, 合理组合种植, 形成条带状植物群落。在水土保持工作的初期, 作为工程使用, 以达到拦沙、固土、阻水的目的, 在后期, 以这些“沙漠绿洲”或草原的草库伦作为根据地和依托, 以局部优势, 逐渐向前后左右蔓延伸展, 以达到全面占领坡面覆盖坡面的目的。

土壤侵蚀的主要形式是水蚀, 产生水蚀的根源是地表径流的集中。为明了植被工程的作用, 应先了解径流特点。一般地, 只有当土壤入渗量小于降雨量时, 才产生地表径流。降雨量越大, 径流量越大, 山顶径流量小, 山脚径流量大; 又坡度越大, 径流流速越大, 流速与坡降的平方根成正比, 径流流程增大或分散径流都有助于减小水力坡降, 从而减小径流流速, 其最后结果, 都达到了延长径流历时和增加入渗历时, 减少水土流失的作用。

植被工程有阻滞, 延缓和分散径流的作用。阻滞延缓径流, 即令径流在植被中迂回曲折流动, 从而增大了流程, 分散径流就减慢了径流流速, 水土流失得到了控制。

从上分析说明, 水土保持的焦点是控制径流。“十年树木”太慢了, 按植被的演替规律, 要恢复顶极的亚热带季雨林型植被的目标是无疑的, 问题是走什么道路才能达到。按照目前条件, 不能一蹴而就, 在土壤已无 A、B 层的情况下, 种植阔叶林乔木是不可取的。为迅速覆盖地表, 治理径流, 当务之急是应当以草为主, 灌、草先行, 务求尽快恢复贴近地表的植被。在此基础上, 在改善了土壤肥力及小气候条件的情况下, 才能为乔灌草混合生长提供条件。

五、植被工程实施的几条原则

(一) 生态环境条件好的地方, 优先恢复植被 一般来说, 山脚的植被比山腰山顶的好, 凹坡比凸坡的好, 水平沟里, 鱼鳞坑内, 崩口的扇形冲积带的植被比邻近的好。这是因为这些地方土壤水分较充足, 生态环境条件较优的缘故。因此, 为了速建植被, 应自下而上发展, 自沟底向坡面发展, 点线面循序渐进, 最终达到全面覆盖的目的。

(二) 掌握土壤水分特点, 抓好种子发芽需水问题 据测定, 该地土壤属重石质粉砂壤土或重石质粉砂粘土, $>0.1\text{mm}$ 的细砂占 50%~60%, 使土壤水分性质是水稳性和有效性差, 排水性好, 供水不足, 通气有余 (表 2)。

表2 五华县乌陂河小流域土壤水分特征

取样点	取样深 (cm)	容重 (g/cm^3)	干比容 (cm^3/g)	比重 (g/cm^3)	孔隙度 (%)	孔隙比 (无量纲)	固相容积 (%)	液相容积 (%)
单光	0~6	1.303	1.692		50.8	1.033	49.18	38.87
竹板	6~33	1.385	1.734		47.7	0.912	52.26	34.95
山地	33~50	1.189	1.664		55.1	1.227	44.87	47.46
单有	0~22	1.119	1.458	2.65	57.8	1.370	42.24	33.86
竹植	22~43	1.183	1.482		55.4	1.242	44.62	29.96
山被	43~60	1.297	1.617		51.1	1.045	48.94	32.02

续表2

取样点	取样深 (cm)	空气容积 (%)	饱和度 (%)	容积含水量 (%)	自然含水量 (占干土%)	饱和含水量 (%)	毛管持水量 (%)	田间持水量 (%)
单光 竹板 山地	0~6 6~33 33~50	11.95 12.79 7.70	76.5 73.2 86.1	38.9 35.0 47.5	29.8 25.2 40.0	45.7 41.2 60.3	42.7 38.6 57.3	19.6 19.6 19.6
单有 竹植 山被	0~22 22~43 43~60	23.90 25.42 19.04	58.6 54.1 62.7	33.9 30.0 32.0	30.2 25.3 24.7	56.3 51.4 45.8	48.2 44.3 38.0	17.4 17.4 17.4

降雨8小时和降雨后3天测定土壤水分含量如表3。

表3 五华县乌陵河小流域光板山土壤含水量(占干土重%)

取样深 (cm)	降雨8小时后土壤水分	取样深 (cm)	降雨3天后土壤水分
0~10	39.7	0~6	13.8
10~20	36.7	6~33	15.6
20~30	36.8	33~50	17.8
30~40	41.3	—	—
40~50	39.1	—	—

实测结果表明,降雨后8小时,土壤含水量大大超过田间持水量。此时土壤贮水量为249.7mm,相当于每厘米厚土层贮水深4.99mm,是相当可观的。但是,由于土质粗,水稳性差,降雨后3天土壤水分下降至13.8%~17.8%,相当于每厘米厚土层贮水深2.02mm,而此时的贮水量不完全是有效的,扣除萎蔫含水量部份,每厘米厚土层贮水1.1mm,可见土壤水分消失速度很快。正如当地谚语:“三天降雨水汪汪,三天无雨要抗旱”的特点。

广州沙河基地,采用粘质水稻土,以多种进口草种及乡土草种进行播种试验,只要土壤水分含量(占干土重%)低于22.0%,种子是不会发芽生根的,抗旱力很强的糖蜜草种子也不例外。我们与五华县水土保持试验站合作试验,1987年12月播种的糖蜜草种子,要待到1988年3月份春雨连绵的时候才发芽。究其原因,主要是土壤水分问题。由此可见,土壤水分关系到植树种草的成败。因此,要人工恢复植被,首要问题必须解决生态环境主导因子——保持种子发芽所要求的土壤水分。

(三) 培养“六度草”的关键措施 土建工程有它的几何形态结构,人工植被工程也一样。在垂直方向,应是多层次的,在水平方向,应该是多林(草)分的。我们要求植被工程作到等高横向间栽,成带成行,更要求带有一定的质量,这就是“六度”,即植被有幅度、厚度、密度、深度,强度和速度。根据实践经验,提供一些成功的、行之有效的培养“六度”草的措施如下:

1. 优选抗旱力强,粗生快长的灌草良种。大凡抗旱力强的灌草植物,都有发达的根系,叶狭而厚,硬化具腊质有纤毛,在土壤水分达临界状态时,能产生多量戊己糖,以提高细胞渗透压。细叶、大叶台湾相思,绢毛相思,簕仔树,银合欢等灌木和糖蜜草、柱花草、田菁、猪屎豆

和葛藤等都具有粗生快长迅速覆盖地表的作用。用这些灌草植物和豆科、禾本科植物混种，是培养植被“六度”的前提；

2. 处理好种子发芽和长根问题。在因土壤侵蚀已无A、B层、缺水缺肥的山坡上直接播种灌木、草种子，十有八九要失败。但采用集约播种，苗圃育苗，小苗带土移栽或营养杯小苗移栽，是成功的经验；

推广应用保水剂。H—S—PAN 保水剂的一个分子能吸持4 000个水分子，以0.5%浓度拌种或做成丸衣种子才播种，能有效地保证种子发芽期水分供应。据在沙河基地以保水剂等材料做成糖蜜草、柱花草丸衣种子进行播种试验，比对照提早发芽7天，提高发芽率30%左右；

施用微量元素。硼元素具有增强植株耐热性、抗旱力作用。用硼肥作根外追肥种植木瓜，能延长座果期，增产20%，种植香蕉增产10%以上。在沙河基地，用硼砂（ $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ ）以0.1%浓度拌种种植的冬天草（*Tall fescue*），到4月中旬仍保持1~2片青叶，而对照区，显著不耐高温，3月底春暖时已黄萎，可见硼元素可推广到高温干旱地区人工植被上；

应用激素。种子自身能产生萌发抑制物质（如对一抗坏血酸等），糖蜜草就有播种后数年内分批发芽的特点；吲哚乙酸（IAA）是细胞激动素，经过5ppm浓度处理的糖蜜草种子，不但发芽率高，且整齐， α -萘乙酸（NAA）以10ppm浓度作马缨丹插条繁殖，在五华县乌陂河源坑库区推广使用，表现良好。

（四）两个不容忽视的问题

1. 推广丸子种子。我们提倡在崩口、侵蚀沟底和迎着径流处植树种草，但存在会不会被水冲走的矛盾。为此我们试验推广丸子种子，即用长效肥、保水剂、填充剂、微量元素、激素及优选搭配好的灌木草本种子，滚成如鸡蛋大小（重约50g）的丸子种子。然后挖浅沟，播下丸子种子，可无虑径流冲走。

2. 推广微型化营养杯小苗移栽。当前，在乌陂河小流域1.5万亩水土保持试验基地上，推广营养杯小苗移栽是成功的。但每个营养杯重约1kg，耗费劳力较多，影响水土流失治理速度。若采用长效肥（尿醛缩合树脂）和保水剂、肥沃土做成0.1~0.2kg的营养杯，不但小苗生长茁壮，而且大大提高了劳动效率。

六、植被工程与开发利用

水土保持是一项艰巨任务。过去，一些地方的群众对水土保持积极性不高，原因是没有把治理与开发利用结合起来，使群众得到实惠。因此，在恢复植被过程中，应尽可能种植有经济价值的植物，并必须开展多种经营。要长短结合，以长促短，以短养长。在抓紧治理的同时，大力发展经济果木和禽畜业。以草加工饲料，大有可为，它一方面促进禽畜业发展，另一方面禽畜粪便反过来又促进植被林果生长。如是良性循环，则群众的水土保持积极性就会一浪高于一浪向前发展，绿化祖国，脱贫致富将指日可待。

（下转第7页）

Some Soil Erosion Types in Shima Watershed of Xingning County of Guangdong Province

Zhu Shiqing Lu Jiacheng Li Dingqiang
(*Guangdong Institute of Soil Institute*)

Abstract

According to erosivity and landform, soil erosions are divided into sheet erosion, gully erosion and gravity gully erosion. 1. Sheet erosion is the erosion caused by rain drop and overland flow. Because of the influence of landform and vegetation, sheet erosion mainly is the rill erosion. We use the equation of water balance and the relationship between vegetation and sediment yield are used to research the water balance on runoff plot, the influence of vegetation on sheet erosion, and sediment and runoff yield on plot; 2. Gully erosion is caused by concentrated flow coming from slope land and cliff; 3. Gravity gully is caused by mixed effect of gravity and runoff. In this paper we divided the gravity gully into three parts: Sheet flow effect part, gravity—runoff effect part, and transport—deposit part.

(continued from page 13)

An Approach to the Relationship of Vegetation Engineering With Soil and Water Conservation

Hou Huichang Zhong Chaozhang
(*Institute of Water Conservancy and Hydropower of Guangdong Province*)

Abstract

In Wupihe river watershed of the middle reaches of Wuhua river the soil and water loss is serious, the speed to recover vegetation through artificial ways is less than that of the soil and water loss in nature. Based on the analysis to the effect of vegetation, the nature and effect of vegetation engineering, etc., the paper puts forward three basic principles and two unignorable problems in the process to implement the engineering, at last it discusses the exploration and utilization of the vegetation engineering.