

# 五华县水土流失治理与水土保持效益

张茂泉

张雄辉

(广东省五华县水利电力局·五华县·514400) (广东省五华县水寨镇水电管理所)

**摘要** 广东省五华县水土流失严重,严重的水土流失威胁着五华县人民的生产、生活,阻碍着工农业生产的发展。通过 10 多年来连续治理,取得了显著的社会效益、生态效益、经济效益和拦沙蓄水效益,并为五华县治理水土流失摸索了一条成功的经验,为五华县工农业生产的发展和经济的振兴打下了坚实的基础。水土保持是功在当代,利在千秋的伟大事业,必须坚持不懈地抓下去。

**关键词:** 水土流失 水土保持 生态环境 小流域 经济发展 效益

## Controlling of Soil Erosion and Benefits of Soil and Water Conservation in Wuhua County

Zhang Maoquan

(Water Conservancy and Electricity Bureau of Wuhua County, Guangdong Province, 514400, PRC)

Zhang Xionghui

(Water Conservancy and Electricity Management Station  
of Shuizhai Town of Wuhua County, Guangdong Province)

**Abstract** There is serious soil and water loss in Wuhua county of Guangdong province, it prevents the production, living, and development of local industry and farming. After more than 10 years treatment, a great benefits of society, ecology, economy, sediment interception and runoff storage are attained, and a successful experience for soil and water conservation is found, it constructs a firm developing base for industry, agriculture and economy of Wuhua county. Soil and water conservation is a very great work, it must be carried on permanently.

**Keywords** soil erosion; soil and water conservation; eco-environment; small watershed; economic development; benefits

五华县地处广东省东北部的韩江上游,位于北纬  $23^{\circ}23' \sim 24^{\circ}12'$ ,东经  $115^{\circ}18' \sim 116^{\circ}02'$ ,全县总面积  $3\,226.06\text{km}^2$ ,其中山地面积  $2\,426.7\text{km}^2$ 。水土流失面积  $875.83\text{km}^2$ ,有崩岗 19 719 处,水土流失面积占山地面积的 36%,侵蚀模数为  $7\,409\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ ,年输沙量为 199 万 t,由于严重的水土流失,造成河床淤高,水运航程缩短,生态环境恶化,农业逐年减产,人民的生产

生活受到严重影响。

为控制水土流失,改善生态环境,改善人民群众的生产、生活,促进工农业生产的发展,从 1986 年开始,为落实省人大、省政府《关于整治韩江北江上游水土流失问题的决议》,遵照“预防为主,全面规划,综合治理,因地制宜,加强管理,注重效益”的水土保持方针,采取以乡镇为单位,以小流域为单元,做到工程促生物,生物护工程,工程措施与林草措施相结合,治坡与治沟相结合,治理与利用山地资源相结合。在各级党政的领导下,经过全县人民的共同努力,五华县水土保持工作取得了显著的成效。

## 1 面状、沟状流失区的治理

五华县的水土流失面积中,面状流失面积  $644.08\text{km}^2$ ,沟状流失面积为  $159.38\text{km}^2$ ,占总流失面积的 91.7%。就治理面积而言,如果将面状、沟状的水土保持搞好,达到规范所定的初步治理要求,也就完成 90% 以上的治理任务了。五华县各流失区面状、沟状流失多发生在植被较少,坡度较缓的山坡上,因此,工程措施主要采取水平沟沱工程和整修水平梯田。

### 1.1 水平沟沱工程

面状、沟状流失区的水平沟沱工程,以保持水土控制坡面径流泥沙,防止土壤侵蚀,为林草植物生长创造条件。水平沟的大小与沟间距成正比,采取半挖、半填或全挖全填,沟内挖出的土石筑堤,并把林草植物种在沟与沟之间坡面上和沟的堤坝上,达到护堤固沟,防止坝体流失,加速坡面植被覆盖。

水平沟的布设应沿地形等高线开挖,确因特殊地段可开挖水平竹节沟,节节控制径流泥沙,防止径流冲刷坡面为目的,布设水平沟的数量应视其集雨面积的大小和产水量的多少,设计频率 10 年或 20 年一遇 24h 最大降雨量而定。

$$\text{水平沟单位蓄水量} \quad W = d_1 \cdot h_1 H L$$

$$\text{水平沟的水平间距} \quad L = \frac{V_1^2}{\lambda^2 c H I} \cos \alpha$$

式中:  $W$  = 单位长度来水量 ( $\text{m}^3$ );  $L$  = 蓄水沟最大水平间距 (m);

$d_1$  —— 土壤透水缩减系数,  $d_1 = 0.8 \sim 1.03$ ;  $h_1$  —— 设计频率 24h 最大降雨量 (mm);

$\Phi$  —— 径流系数(按当地经验值);  $V_1$  —— 临界冲刷流速 (m/s) 采用当地经验值;

$\lambda$  —— 流速系数,  $\lambda = 1 \sim 2$ ;  $C$  —— 谢才系数;  $I$  —— 降雨强度 (mm/min);  $T$  ——

地面角度

水平沟的规格应视其集雨面积的大小和径流量的多少而定。一般水平沟的沟间距视其工程断面的大小,应保证设计频率暴雨径流不致引起冲刷坡面。水平沟间距一般采用:中缓坡为 10~15m,缓坡 8~10m。水平沟断面尺寸,沟深 0.8~1.2m,沟底宽 0.5~0.8m,沟口宽 1.2~2.0m,土埂高 0.5~0.7m,埂顶宽 0.5~0.8m,埂底宽 1.2~1.5m。如遇特殊地形每隔 5~10m 应设一横土挡,土挡高为沟深 2/3。

水平沟在施工前,首先应测定基线,杆标放样,然后清理土埂基础,铲除杂草和其它杂物,接着便可按设计标准挖沟,在沟一方筑埂,填土要层层夯实,干容重不小于  $1.55\text{g}/\text{cm}^3$ ,水平沟布设时,要求一次布设合理,一次开挖成功。

蓄水式水平沟,是拦蓄坡面径流泥沙,防止径流冲刷坡面的重要措施。工程完工后要及时配套林草措施,每逢暴雨或一段时间内应检查工程的完好程度。经济许可,种植的林草等应适

当施肥,加速植物生长,使其尽快覆盖地表,预防和减少径流对坡面的冲刷

## 1.2 水平梯田

在面状、沟状流失区除开挖水平沟洫工程外,在坡度较缓的流失区,修建水平梯田,以便发展种植业。梯田的设计,主要以保持水土,便利耕作,埂坎稳定,一般根据其土质和边坡选定田埂高和田坎边坡,然后设计面宽。五华县水平梯田开挖方法采取由上至下逐级开挖,并根据其地形,选择田面宽度和田坎高度,田埂底宽 0.4m,面宽 0.2m,埂高 0.3m,一般缓坡田面宽些,陡坡窄些,梯田面宽:

$$B = R (\operatorname{ctg} T - \operatorname{ctg} U) \quad B_L = \frac{H}{\sin T}$$

式中:  $B$ ——田面宽(m);  $H$ ——田坎高(m),  $H \leq 4\text{m}$ ;  $B_L$ ——开挖山坡面斜宽(m);  $T$ ——地面坡角( $^\circ$ ),  $\alpha = 3^\circ \sim 25^\circ$ ;  $U$ ——田坎侧坡坡角( $^\circ$ ),  $U = 55^\circ \sim 76^\circ$ 。

田坎高以 1.0~2.5m 为宜。田坎下面挖 0.3m 深宽的蓄水壕沟,以增加梯田的蓄水量和土壤湿度,梯田内采取全垦开大穴、进客土种植各类果树。

## 1.3 面状、沟状流失区的生物措施

水土保持的生物措施,它能涵养水源,固持土体,以生物护工程,工程促生物。全面抓好封山育林、育草的同时则采取宜林则林、宜果则果的方法。在不宜种果的高丘陵地区,因其土质较差,地势较高,地温高,易风化,易流失的特点,采取开大穴,填客土,造林种草,每  $1\text{hm}^2$  植树 2700 株为宜。在低山丘陵区则采取以种植经济效益较高的荔枝、沙田柚、蜜柚等高档水果,采取开大穴 (1.0m $\times$ 1.0m $\times$ 1.0m),填垃圾肥及客土,风化 3~5 个月后种果,每  $1\text{hm}^2$  种植 330~390 株。果树间种柱花草及其它豆科作物,以提高土壤肥力,增加地表覆盖,有些还采取种植花生黄豆等短期见效的经济作物。

# 2 崩岗流失的治理

五华县崩岗流失面积为  $72.37\text{km}^2$ ,占全县流失面积的 8.3%,有山崩岗 19719 处。在水土流失较为严重的崩岗侵蚀区,兴建必要的缓洪、拦沙为主的蓄水保土工程,拦蓄径流泥沙,提高侵蚀基准,固定沟床,拦蓄径流泥沙,防止泥沙流入江河、塘库危害下游的目的。

## 2.1 工程措施

治理崩岗的工程措施。根据五华县多年实践经验,采用“上拦、下堵、中间削”形式,效果较好。即在崩岗顶部修建天沟(截水沟),借以引走坡面径流,防止径流泥沙冲刷崩岗。在崩岗谷口修建谷坊、拦沙坝,拦蓄崩岗内的径流泥沙。崩岗削级亦称“崩岗台阶化”,就是将崩壁的悬崖部分削去,使其形成一个安息坡度,然后自上而下开成台阶。

2.1.1 沟头防护工程——天沟(截水沟) 沟头防护工程是保护沟头,防止径流泥沙冲刷崩岗,以及防止崩岗继续扩大的工程。在崩岗顶部离崩壁 5m 左右修建天沟。其作用是引走坡面径流,沟底要平缓,而且略向两边倾斜。天沟的深度和底宽分别为 20~30cm 和 20cm,侧坡比 1:0.7 采取半挖半填、边挖边填的方法。天沟的出水口要选择植被较好的地方,以免引起新冲刷,如果崩岗周围都是光山,已形成面状或沟状侵蚀区,没有或很少植被覆盖表土,这样就不宜修开沟,应改修水平沟或鱼鳞坑,把坡面径流拦蓄起来,防止径流冲刷崩岗,水平沟或鱼鳞坑的位置应离岗壁 5m 以上,避免蓄水造成新的岗塌。

2.1.2 谷坊工程 谷坊工程的主要作用是减缓沟床比降,拦截径流泥沙,固定沟床,节制山

洪,改善沟床中的植物生长条件,是治理崩岗的重要工程措施之一。

(1) 谷坊位置的选择。谷坊位置应选择在崩岗口、沟底平缓、口小肚大、基础较实的地方。坝轴线应与水流方向垂直。切勿在天然跌水地方建坝。

(2) 谷坊的标准断面。土谷坊坝高一般采用 2~5m,其边坡比例:内坡采取 1:1.5,外坡 1:2。有关计算公式如下:

$$\text{坝身断面积} \quad A = \frac{H}{2}(2b + MH)$$

$$\text{坝身体积} \quad V = AL$$

$$\text{坝身平均长度} \quad L = \frac{\text{坝底长} + \text{坝面长}}{2}$$

式中:  $A$ ——土谷坊坝身断面积;  $b$ ——土谷坊坝顶宽度;

$H$ ——坝身平均高度;  $M$ ——坝身上下游坡率总和 ( $M_E + M_F$ );

$L$ ——坝身平均长度;  $V$ ——土谷坊坝身体积

石谷坊工程,其坝高一般采用 1~3m,边坡比例采取内坡 1:0.5,外坡 1:0.5。石谷坊分浆砌石谷坊和干砌石谷坊。干砌石谷坊一般采用块石或条石干砌而成,坝顶中间设溢水口,溢水口下端应建护堤,以免溢流时洪水冲刷沟岸,浆砌石谷坊造价高,一般不宜提倡。

2.1.3 拦沙坝工程 拦沙坝修建在水土流失比较严重或崩岗比较集中的总出口处,以控制整条山坑的崩岗,拦蓄径流泥沙,节制山洪。拦沙坝的设计大体与谷坊相同。但如果控制面积超过 6.67hm<sup>2</sup>,应按小山塘水库设计,拦沙坝的坝高一般在 5m 左右,其边坡比例采用外坡 1:2,内坡 1:1.5。

拦沙坝的坝高设计依据,以设计使用年限的总进沙量作为确定坝高。其总进沙量:

$$V_{\text{进}} = KFRT$$

式中:  $V$ ——设计使用年限内总进沙量 (m<sup>3</sup>);  $K$ ——换算系数 (0.000001);

$F$ ——拦沙坝总集雨面积 (km<sup>2</sup>);  $R$ ——侵蚀模数 (m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>·a);

$T$ ——使用年限

谷坊、拦沙坝等水土保持工程的设计标准,一般采用 10 年或 20 年一遇 24h 最大暴雨径流量设计。

在兴建谷坊、拦沙坝时,有两件工作是不能忽视的。一是施工前的清基,务必把地面的表土、杂草、树根和其它杂物挖掉,然后沿谷坊或拦沙坝中轴线挖一条结合槽,以便使坝体与基础紧密结合。二是清基后要将基础锄松洒水,再层层夯实。

2.1.4 崩岗削级工程 崩岗削级是一项造价高、花工大的工程。就是将崩岗的陡峭悬崖的陡壁削去,减缓坡降,并且自上而下地开挖成台阶,为稳定崩岗和崩岗内绿化造林创造有利条件。

削坡开级的台阶宽度和高度,应视地形而定。台阶面宽一般采用 0.5~1.0m;台阶高差采用 0.8~1.0m;边坡比例采用实土坡 1:0.5m,松土坡采取 1:0.7~1:1。最好自上而下逐步缩小高差,增大台阶面宽,有利综合利用。并修成反坡台阶,内挖 0.2m 宽,0.3m 深的排水沟。

## 2.2 崩岗的生物措施

为更好地控制水土流失,在治理崩岗的过程中,在完成水土保持工程措施的同时,必须将生物措施紧密地配合上去。五华县适宜的树种有马尾松、大叶相思、湿地松、台湾相思、桉树、果树、南岭黄檀和竹类等。同时在台阶上和谷坊、拦沙坝周围还可以种植牧草、铺设草皮。

### 3 水土保持效益

五华县的水土流失,通过 10 多年的连续治理,累计完成初步治理面积  $875.83\text{km}^2$ ,治理崩岗 18 750 个,筑土、石谷坊 15 643 座,拦沙坝 566 座,开挖水平沟沱工程 63.5 万 m,完成工程土方 582.3 万  $\text{m}^3$ ,石方 13.9 万  $\text{m}^3$ 。在生物措施方面,营造水保林 1.60 万  $\text{hm}^2$ ,薪炭林 0.74 万  $\text{hm}^2$ ,经济林果 0.79 万  $\text{hm}^2$ ,种草 0.58 万  $\text{hm}^2$ ,封山育林 9.49 万  $\text{hm}^2$ 。

通过治理,各流域的面貌发生了可喜的变化,拦沙蓄水效益、生态效益、经济效益和社会效益都十分显著。

#### 3.1 拦沙蓄水效益

通过 10 多年的治理,兴建了拦沙蓄水保土工程,种树种草,在坡度较缓适宜种果的地方则采取以果代林,借以增加地表植被覆盖,增加经济收入,减少土壤流失量。据调查测算,经过治理验收的流域,年拦蓄水量占年降雨总量的 20% 以上。累计拦蓄泥沙 2 661.4 万 t,经计算相当于拦蓄有机质 32.5 万 t,全氮 1.92 万 t,全磷 2.08 万 t,全钾 1.95 万 t。侵蚀模数由治前的  $7\,409\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ ,降为治后的  $2\,209\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 。五华县境内两大河流五华河和琴江河水位分别下降 0.68m 和 0.77m。因此,通过治理拦沙蓄沙效益明显,从而改变了江河水文形态,减少了流入韩江的泥沙,防止了土壤冲刷,减少了水旱灾害,确保农业生产的稳步发展。

#### 3.2 生态效益

通过 10 多年的治理,开展大面积的植树种草种果,植被覆盖度逐年增加,由治前的 35.60% 增加到现在的 73%,森林覆盖度由治前 33% 增加到现在的 60%。由于植被覆盖度增加,有效地改变了各流失区的小气候,绝对湿度增加 9.8%,相对湿度增加 10.4%,地表温度降低  $10^\circ\text{C}$  左右,土壤含水量增加,植物的枯枝落叶,改变了土壤的理化性状,增加了土壤的有机质,提高了土壤肥力。植物群落由逆向演替变为顺向演替。生态环境得到了明显的改善,各流域呈现出一派鸟语花香、林茂粮丰的喜人景象。

#### 3.3 经济效益

通过 10 多年的治理,控制了水土流失,发展了生产,使流失区人民步入了奔康致富的大道。经济收入有了大幅度的增加,人民群众的生活有了很大的改善,治理前的 1985 年全县贫困户 57 186 户,治理后的 1996 年为 4 183 户。1996 年全县国民生产总值 20.16 亿元,比治理前 1985 年的 3.15 亿元,增长 5.4 倍;国民收入 16.28 亿元,比 1985 年的 2.51 亿元,增长 5.4 倍;社会总产值 25.49 亿元,比 1985 年的 4.14 亿元增长 5.1 倍;县内财政收入 9 745 万元,比 1985 年的 489.1 万元增长 19 倍,农村人均收入 2 670 元,比 1985 年的 280 元增长 8.5 倍。

#### 3.4 社会效益

五华县的水土流失区治理前群众形象的比喻为“晴天张牙舞爪,雨天头破血流”。通过治理,沙坝变良田,荒山变果园。流失区经过 10 多年的治理,减少了大量的泥沙流入江河、塘库、农田。据调查,经过治理,保护农田 1.07 万  $\text{hm}^2$ ,扩大耕地面积 0.11 万  $\text{hm}^2$ ,减少了黄泥水入田 0.52 万  $\text{hm}^2$ ,改造低产田 0.39 万  $\text{hm}^2$ ,出现了低产变高产,沙坝变农田,荒山变果园的新局面。现各流失区已是花果满山,鸟语花香,林茂粮丰。

表 4 黄土高原侵蚀产沙距平程度 (发生年数)

$\frac{S_i}{S_{avg}}$	5大区					11个流域											全区域
	I	II	III	IV	V	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
> 3.0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0
2.1- 3.0	1	5	4	3	1	0	2	4	3	2	3	4	2	4	1	5	3
1.1- 2.0	10	6	6	9	11	11	8	8	8	9	10	6	11	7	11	2	8
0.5- 1.0	15	11	17	15	11	17	11	6	8	11	10	17	14	8	10	13	15
< 0.5	5	10	5	5	8	3	10	13	12	9	9	5	5	12	9	11	6

表 5 黄土高原侵蚀产沙距平程度 (发生年数比例)

$\frac{S_i}{S_{avg}}$	5大区					11个流域											全区域
	I	II	III	IV	V	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
> 3.0	3.1	0.0	0.0	0.0	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	0.0	0.0	0.0	3.1	3.1	3.1	0.0
2.1- 3.0	3.1	15.6	12.5	9.4	3.1	0.0	6.3	12.5	9.4	6.3	9.4	12.5	6.3	12.5	3.1	15.6	9.4
1.1- 2.0	31.3	18.8	18.8	28.1	34.4	34.4	25.0	25.0	25.0	28.1	31.3	18.8	34.4	21.9	34.4	6.3	25.0
0.5- 1.0	46.9	34.4	53.1	46.9	34.4	53.1	34.4	18.8	25.0	34.4	31.3	53.1	43.8	25.0	31.3	40.6	46.9
< 0.5	15.6	31.3	15.6	15.6	25.0	9.4	31.3	40.6	37.5	28.1	28.1	15.6	15.6	37.5	28.1	34.3	18.8

%

距平年数 21 年,其中,等于平均值 0.5~ 1.0 倍 (小于平均值 1 倍以内)有 15 年,占 71.4%,等于平均值 0.5 倍以下 (小于平均值 1 倍以上)的有 6 年,占 28.6%。各区域间距平程度差异较大,例如,等于平均值 1.1~ 2.0 倍的正距平年数 V 区有 11 年,II,III 区只有 6 年,11 个流域清水河、苦水河只有 2 年,而渭河、祖厉河达到 11 年。

## 参 考 文 献

- 1 王万忠,焦菊英.黄土高原降雨侵蚀产沙与黄河输沙.北京:科学出版社,1996

(上接第 67 页)

10 年耕耘结硕果,10 年治理获丰收。五华县的水土保持工作在取得各项效益的同时,也吸引了不少国际友人,各级领导及同行的参观、检查、指导,从而提高了五华县的知名度。

## 4 结 束 语

水土保持是有利当代,造福子孙后代的伟大事业,它关系到民族的兴衰,生态环境的改善,国民经济的振兴。从五华县治理水土流失的对策可以看出,不论哪种流失类型,只要经过治理,水土流失都可以得到控制,而且通过治理可以取得显著的效益,使流失区人民尽快脱贫致富。

水土保持是关系到生态环境的改善,人民生活水平的提高,穷山恶水面貌的改变,关系到国计民生的大事,水土保持是全社会的系统工程,它是一门多学科的自然科学,希望全社会都要重视、关心、支持水土保持工作,把这利在当代,功在千秋的伟大事业,坚持不懈地抓下去,使祖国的山河青山常在,绿水长流!