

宁南县城后山泥石流生物治理*

张有富

(中国科学院、水利部成都山地灾害与环境研究所)

提 要 后山属泥石流活跃区,需加以治理。治理区面积 8.39 平方公里,县城面积 2.00 平方公里。1985—1989 年开展治理。后山泥石流生物治理总投资 10.09 万元。其完成的工程有:造林面积 2077 亩,栽桑面积 50 亩,栽油桐面积 450 亩。生物治理后,创产值 48.74 万元。因而投入与产出比 1.0:4.8。森林覆盖率从 1985 年的 27.3% 增加到 1989 年的 43.8%。生物治理在后山泥石流综合治理中起着举足轻重的作用。

关键词 宁南县城 后山泥石流 生物治理

宁南县城后山治理区面积 8.39 平方公里,县城面积 2.00 平方公里。

县城后山森林覆盖率达 27.3%。但后山山坡陡峻(如羊圈沟沟坡坡度陡达 35°—45°),沟头至沟口高差 400—1650 米,沟坡和沟底松散固体物质储量较为丰富。在治理前,若遇暴雨或大暴雨,就有可能暴发泥石流。

宁南县城后山属泥石流活跃区。为保护县城免遭泥石流危害,对后山泥石流进行了综合治理,其中生物治理是一个重要组成部分。

1985—1989 年实施的后山泥石流生物治理总投资 10.09 万元。其完成的工程有:造林面积 2077 亩,栽桑面积 50 亩,栽油桐面积 450 亩。生物治理后,创产值 48.74 万元。因而投入与产出比 1.0:4.8。

生物治理在后山泥石流综合治理中,在控制后山泥石流活动与保障县城安全方面起着举足轻重的作用。

兹将宁南县城后山泥石流生物治理作如下叙述。

一、植 被 特 征

宁南县植被属川西南山地常绿阔叶林地带的偏干性常绿阔叶林亚带金沙江下游安宁河植被小区,即 $I_{B1(1)}$ 小区^[1]。后山原生植被早已破坏殆尽,仅有次生植被,主要为海拔 1750 米以上的云南松林、华山松林,海拔 1750 米以下为荒山草被。

(一)云南松林、华山松林

其分布面积占后山治理区面积的 27%。林木主要树种有云南松 *Pinus yunnanensis*、华山松 *P. armandii*、山杨 *Populus davidiana* 与青冈 *Quercus acutissima* 等。据 1984 年调查,树高一般

* 宁南县林业局周敏、陈国兴、邓学建、苏昌林等参加了生物治理规划的实施和管理工作。

8—10米,胸径10—12厘米,郁闭度0.6。林下灌木有胡枝子 *Lespedeza bicolor*、马桑 *Coriaria sinica* 与葛藤 *Pueraria thomsonii* 等,高一般1—2米。草本植物有扭黄茅 *Heteropogon contortus*、黄背草 *Themeda triandra* var. *japonica* 与白茅 *Imperata cylindrica* var. *major* 等,草高一般0.6—1.0米,盖度60%。林下枯枝落叶层厚度2—3厘米。总的看来,树种单纯,结构简单,林间空地多(约30%),水土保持能力差,急需补植改造。

(二)荒 山 草 坡

其分布面积占后山治理区面积的53%。村庄周围和坝边地边散生有少量木棉 *Gossypium malabarica* 与合欢 *Albizia julibrissin* 等,无成片林地。灌木种类有车桑子 *Dodonaea viscosa*、戟叶酸模 *Polygonum maackianum*、地瓜藤 *Ficus tikoua* 与三叶豆 *Cajanus cajan* 等,高一般1.0米。草本植物有扭黄茅、拟金茅 *Eulaliopsis binata* 与艾蒿 *Artemisia argui* 等,草高一般0.3—0.5米,最差草高仅0.1—0.2米,盖度一般30—40%。

荒山草被分布于后山治理区中部,属泥石流的形成区和流通区。当地人类活动频繁,屡有割草、采樵、放牧、开荒等现象,坡地植被破坏严重,水土流失强烈。据1984年12月20日13时实测,裸露地面温度达31.5℃,0—20厘米深度的土壤含水量12%,土壤坚实度一般达22公斤/平方厘米,由此生态环境脆弱。某些岩层破碎而坡度陡峻的沟头和沟坡上,出现有少量裸岩、崩滑体,其分布面积占后山治理区面积的8%。例如,沈家沟左岸沟坡坡度37°,坡面无林,但有稻田,结果发生一大滑坡,方量为227万立方米的松散固体物质滑入沟内。这是当地水土流失最强烈而难以恢复植被的地段。

二、生物治理措施

(一)治 理 原 则

后山泥石流生物治理的原则是:在自力更生和国家扶持的基础上,实行以预防为主、防治结合的方针。要广泛开展宣传教育,以提高城乡居民的治灾防灾积极性。要充分发挥现有林地的保持水土作用,加强封土育林(草),开展植树种草。近期以工程措施为主,减轻灾害;远期以生物措施为主,控制泥石流活动。

(二)规 划 方 案

后山生物治理规划方案主要分为三个类型:治理区上部水源涵养林,治理区中部水土保持林,治理区下部固渠护田林带(表1)。

(三)治 理 措 施

1. 合理配置技术措施

根据不同的立地条件,采取不同造林技术措施。立地条件较好者,采用撒播造林;立地条件较差者,采取穴播造林;立地条件更差者,采取植苗造林;立地条件特别恶劣者,采取特殊的造林技术措施,如营养袋育苗、大穴客土栽植等。

2. 多树种试验、筛选

为加速后山泥石流生物治理进程,需筛选干热河谷最适树草种,首先要筛选当地适生树草种,继而筛选外地引进的速生树草种;边试验、边筛选,边应用、边推广,使后山大面积

造林种草获得成功。例如,从当地 20 余个树草种中筛选出能耐干旱、生长快、抗病力强、种苗来源充足、适于大面积造林种草的云南松、华山松、木棉、赤桉、红椿、苦楝、马桑、车桑子、三叶豆与芭茅等 10 余个树草种;又从外地引进的树种中筛选出新银合欢、山毛豆、冲天柏、藏柏 5 个树草种,在当地播种后树苗生长健壮。

表 1 宁南县城后山生物治理规划方案

Table 1 The planning of planting control project on the Houshan area by Ningnan County Town

项目	治理区造林类型	造林目的	主要造林树草种	造林方法及造林规格
上部	稀疏灌丛地造林	增加森林覆盖率,提高涵养水源能力	华山松、云南松、榿栎、山杨等	穴播或撒播,规格为 1.5×1.5 米或 1.5×2.0 米
	林间空地造林	减缓径流,延长汇流时间,提高拦蓄径流、泥沙能力	青冈、滇杨、云南松、马桑等	穴播或撒播,规格为 1.0×1.5 米或 1.5×1.5 米
	纯林改造成混交林	增加林分郁闭度和林下枯枝落叶层积累,削减泥石流水力条件	华山松、榿栎、桉木、马桑、棠梨等	以穴播为主,规格为 1.5×1.5 米或 2.0×2.0 米
中部	山坡水土保持林	增加坡面覆盖,减轻侵蚀,保持水土	云南松、新银合欢、苦楝、车桑子、木豆等	穴播或植苗,规格为 1.0×1.0 米或 1.0×1.5 米
	沟头防护林	防止溯源侵蚀,控制支沟泥石流发展	山毛豆、火把果、黄荆、葛藤等	穴播或植苗,规格为 0.5×0.5 米或 0.5×1.0 米
	沟坡防冲林	增加根系固土能力,抑制崩塌滑坡活动,减少泥石流固体物质补给量	赤桉、合欢、炮火绳、番石榴等	植苗或穴播,规格为 0.5×0.5 米或 0.5×1.0 米
	裸岩、崩塌体防护林	增加地表覆盖,改善小气候和小环境,减轻水土流失	火把果、车桑子、葛藤、芭茅等	穴播为主,规格为 0.2×0.5 米或 0.5×0.5 米
	经济林	既保持水土,又增加经济收入,加快脱贫致富步伐	油桐、小桐子、乌柏、桑树等	穴播为主,规格为 1.5×1.5 米或 2.0×2.0 米
	薪炭林	解决群众生活燃料,保障山区尽快郁闭成林	赤桉、洋槐、青冈、马桑等	撒播或穴播,规格为 0.5×1.0 米或 1.0×1.0 米
下部	固渠护田林	防风固沙,保护农田,美化环境	大叶桉、银桦、喜树、木棉、香樟等	植苗,规格为 1.5×2.0 米或 2.0×2.0 米

3. 造林技术

1) 选择最佳造林季节

根据当地干湿季节分明和夏无酷暑冬无严寒的气候特点,造林季节主要就选在雨季之初期。播种造林以 5 月底或 6 月初为宜,这时土温逐渐升高,土壤湿度不断增加,种子易于发芽,一般当年发芽率达 90% 以上,次年保存率在 50% 以上;植苗造林以 6 月间为宜,这时阴雨天多,植树效果最佳,成活率达 80% 以上,保存率在 60% 以上。

2) 营养袋育苗

在后山裸露地上,土层瘠薄而干燥,造林采取的措施是营养袋育苗带肥土栽植,由此恢复森林植被较快。例如,1985 年 6 月栽植的赤桉、银桦营养袋苗 20 余万株,当年成活率 85% 以上,1986 年 12 月保存率约 65%,树苗长势良好。

3) 大穴客土栽植

为加速后山阳坡、陡坡、薄土坡地的治理,除采取封山育草护苗措施外,还采取了挖大穴、带客土的植苗技术,挖穴规格一般 0.3—0.4 米。后山治理区陡坡用该项技术栽植的赤桉等树苗,当年成活率 80% 以上,次年保存率 50—60%。

4. 及时总结,并加以推广

在引用许多地点生物治理经验的基础上,又结合当地实际情况,及时总结生物治理经验,并加以推广应用。例如,1985 年大面积雨季植苗造林的同时,又作小片秋季植苗试验,结果是成活率较低,由此证实,雨季造林是最佳的。又如,1985 年植苗造林时,营养袋苗和裸根苗同时栽植,对比试验结果表明:除立地条件特别恶劣者外,其余立地条件下两者效果基本相同。因而 1986 年以后的造林大多采用裸根苗,以节省人力、物力和财力。

5. 加强保护管理

后山泥石流生物治理之所以能在短期内见成效,主要是由于各级领导重视,又采取了保护管理措施,科研与生产密切结合。县上多次强调后山的封山育林工作,有关领导要亲临现场指导,林业部门制订了具体护林措施,并设有专职护林员巡山,县上重视宣传《森林法》、《水土保持工作条例》和《环境保护法》等法规,提高了城乡居民护林治灾的自觉性。此外,治理区内还先后陡坡退耕 1100 亩,逐步予以营造经济林。

1985 年县上专设封山员,执行封山任务,并建有后山林场,场内有 9 位人员专门管理后山森林。1986 年 6 月县十届人大第三次会议通过的《宁南县后山泥石流防治工程管理条例》,正式以地方政府法规形式来加强对后山泥石流治理工程的保护管理。

三、效 益 分 析

后山泥石流生物治理成功,不仅控制着泥石流活动,而且社会、经济、生态三大效益明显。

(一)社 会 效 益

1. 安定了人心

后山生物治理工程的林木和绿草,配合着谷坊、拦沙坝、排导槽等工程,对县城起着保护作用,使县城及其附近的城乡居民具有充分的安全感。“四旁”(宅旁、路旁、沟旁、地旁)植树,美化了环境。防风固沙,保护了农田。治理区内呈现出一派安居乐业的景象。

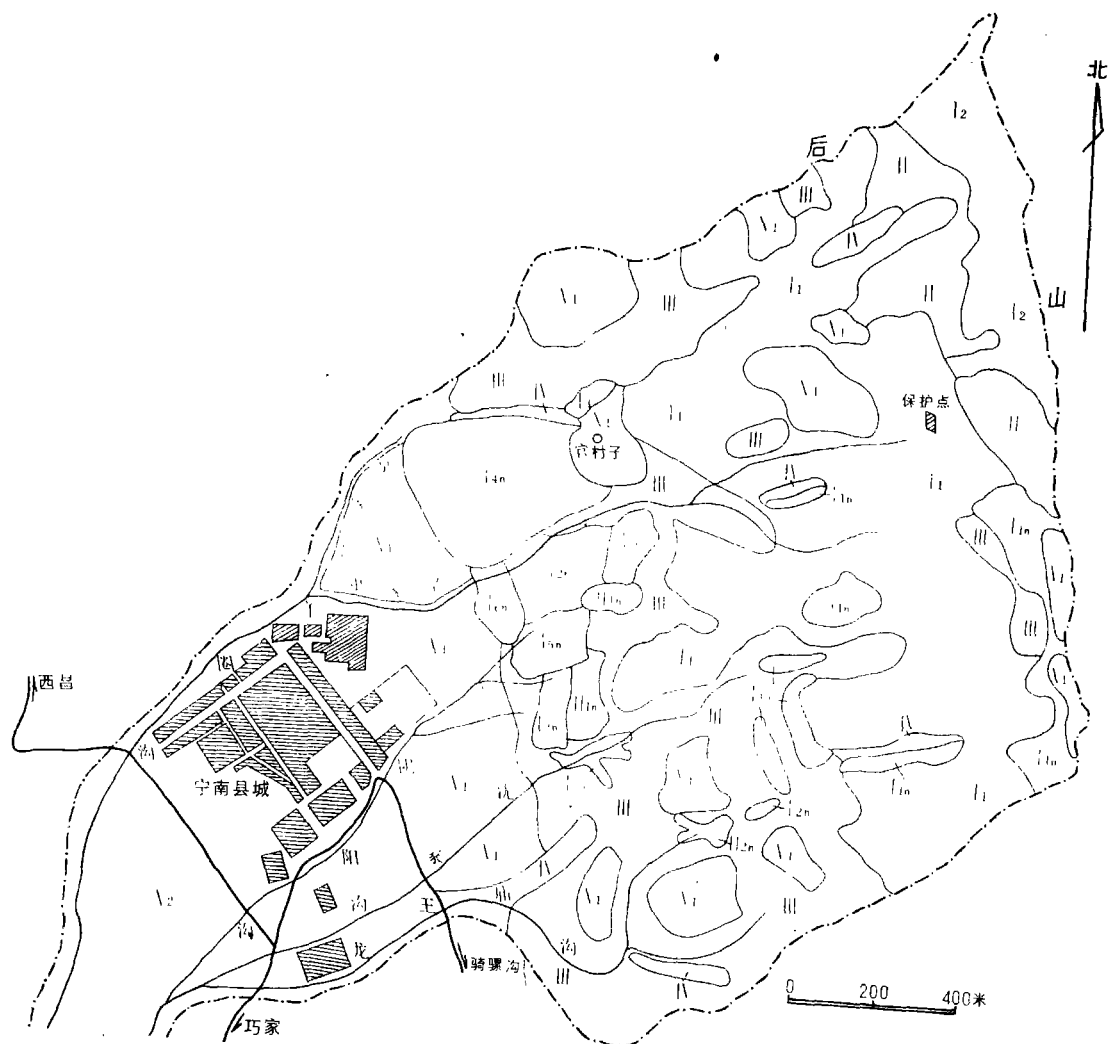
2. 对造林技术起到了示范推广作用

后山治理区海拔 1750 米以下部分属干热河谷之列。多年来对其中的植树造林还未解决妥善,甚至被划为造林禁区。但在后山治理区,用五年时间,采取封山育林(草)和造林种草,以草护苗,陡坡退耕还林,改进造林技术和加强保护管理等措施,迅速恢复了当地森林植被,生态环境转向良性循环,促进了经济发展。这对干热河谷造林起到一定的示范推广作用。国内外有关人士曾来此参观过,并有好评。

(二)经 济 效 益

1. 森林覆盖率增加

后山泥石流经生物治理后,森林覆盖率从 1985 年的 27.3% 增加到 1989 年的 43.8% (附图),裸露地从 1985 年的 8.4% 下降到 1989 年的 2.3% (表 2)。这一增一减,使后山治理区的林种增多,结构复杂化,水土保持效能大增。在后山治理区,海拔 1750 米以上林地面积有所增加,林木蓄积量也有增长;海拔 1750 米以下新增造林地面积剧增,树木生长旺盛。例如,1985 年 6 月植造的赤桉林,1987 年 12 月树高一般 5 米、胸径 6—7 厘米,最



附图 宁南县城后山泥石流治理区植被图(野外制图时间,1989-03)

Figure The vegetation map of controlling area of Houshan debris flow by Ningnan County Town (field mapping time, 1989-03)

I₁. 云南松林; I₂. 华山松; I₃. 云南黄杞林; I_{1n}. 云南松疏林; I_{2n}. 赤桉林; I_{3n}. 赤桉、山毛豆林; I_{4n}. 赤桉、油桐林; I_{5n}. 赤桉、车桑子林; I_{6n}. 油桐、桑树林; II. 稀树灌木林; II_{1n}. 山毛豆灌木林; II_{2n}. 杂木灌丛林; III. 荒山草被; IV. 裸岩、崩滑体; V₁. 山坡旱地; V₂. 平坝水田。

下角标 n 示生物治理后新增的植被类型

高 7—8 米、胸径 8—10 厘米; 1989 年 3 月树高一般 5—7 米、胸径 6—8 厘米, 最高 9—11 米、胸径 10—12 厘米, 郁闭度达 0.6。1987 年穴播的山毛豆, 1989 年 3 月高一般 2 米, 每株有 12—15 个分枝, 生长特别旺盛。草高一般 1.5 米, 盖度 90 % 以上。

表 2 宁南县城后山泥石流治理前后土地利用状况

Table 2 Land-use conditions before and after controlling the Houshan debris flows by Ningnan County Town

土地利用类型	治 理 前		治 理 后	
	面 积(亩)	占治理区面积(%)	面 积(亩)	占治理区面积(%)
林 地	3439	27.3	5516	43.8
草 地	6694	53.2	5489	43.6
耕 地	1400	11.1	1287	10.2
裸露地	1055	8.4	296	2.3

注: 耕地 1400 亩, 系指原有正常耕地面积, 退耕还林的 1100 亩, 系指近年来的陡坡开荒面积, 故列入草地内。

2. 直接经济收益

治理后新增林地面积 2077 亩, 按每亩林木蓄积量 0.8 立方米计, 木材总蓄积量 1662 立方米, 每立方米木材价 280 元, 木材产值 46.54 万元。

山坡栽油桐 450 亩, 每亩产桐籽 40 斤, 每斤桐籽价 0.39 元, 油桐产值 0.70 万元。

埂边地边及部分山坡栽桑 50 亩, 每年产二季桑叶, 可养种蚕纸 50 张, 每张纸产茧价值 300 元, 蚕茧产值 1.50 万元。

上述三项总产值 48.74 万元。后山泥石流生物治理的投入 (10.09 万元) 与产出比 1.0:4.8。

治理后草地 5489 亩, 按中等标准计, 每亩产鲜草 467 公斤、干草 300 公斤, 可吸水 534 公斤。草被供放牧或作燃料、肥料等直接经济收益, 以及保持水土、改良土壤、美化环境等相当可观的间接经济收益均未计在内。

(三) 生态效益

1. 改善了生态环境

森林除直接提供木材和林副产品外, 还有涵养水源、保持水土、防治泥石流、防风固沙、改善生态环境等多种效益。后山实测结果表明, 林外风速为林内风速的 5—9 倍, 裸露地地面温度为林地地面温度的 3.3 倍, 土壤坚实度前者为后者的 6.0 倍, 枯枝落叶层厚度: 林地内为草地上的 4.0—5.0 倍。这些使森林土壤向良性循环发展提供了条件。

土壤分析结果表明, 林地比裸露地的 0—30 厘米深度土壤有机质含量高 16.4 倍, 有效磷高 6.1 倍, 有效钾高 2.4 倍 (表 3)。这些促进了森林的迅速恢复和更新, 改善了治理区生态环境。

1988 年 3 月 20 日在后山华山松林与云南松林下测定, 枯枝落叶层厚 9 厘米, 底层大部分已腐烂, 具有较高的肥力和较大的吸水能力 (表 4)。

植被恢复后, 土壤通透性增强, 地被物拦蓄截留能力增大, 暴雨径流入渗快而渗透量大, 利于土体内部的水分导流和平衡, 并从根本上削减了泥石流形成的水动力条件。

2. 增强了根系的固土能力

各种植物根系分布深度不同的土层中,深度5—10米处,乔木、灌木、草本三者的根系往往共同构成一个地下立体网络结构。这利于抑制沟蚀和崩塌滑坡的产生,进而从根本上抑制或减少了泥石泥形成的固体物质补给量。

表 3 宁南县城后山土壤肥力要素(取样时间:1986-01)

Table 3 The fertility elements of Houshan soil by Ningnan County Town (Sampling time, 1986-01)

取土地点	取土深度(厘米)	pH	有机质(%)	全氮(%)	有效氮(ppm)	全磷(%)	有效磷(%)	全钾(%)	有效钾(ppm)	代换量(毫升/100克土)
华山松林地	0—30	6.10	3.64	0.089	129.16	0.051	49.60	1.00	130.10	10.87
	30—60	7.10	0.36	0.052	41.52	0.028	0.95	1.13	96.70	8.70
云南松林地	0—30	6.11	2.16	0.111	98.72	0.029	1.05	1.10	113.40	10.87
	30—60	6.00	0.31	0.030	27.68	0.018	0.35	1.20	50.00	7.36
草 地	0—30	7.10	1.27	0.080	47.98	0.038	34.60	1.93	60.00	7.26
	30—60	6.60	0.60	0.048	46.13	0.037	88.60	1.87	50.00	9.39
裸 露 地	0—30	8.50	0.22	0.022	11.07	0.074	8.20	2.67	53.40	4.68

据在后山治理区实测,1985年移栽的赤桉(三年生乔木),树高3.54米、地径5.6厘米,主根长1.25米、直径3.0厘米,最长侧根1.13米、直径1.2厘米。1987年穴播的山毛豆(二年生灌木),植株高1.57米,地径2.1厘米,主根长0.51米、直径1.9厘米,最长侧根0.77米、直径0.8厘米,扭黄茅(多年生草本),须根一般长0.50米左右。据测定,油松树根直径0.85厘米,拉力达70.0公斤,柠条灌木根直径0.99厘米,拉力达224.0公斤⁽²⁾。林木根系固土能力的大小主要决定于土层中根表面面积的多少和根抗拉力的大小。治理后的土层中,根量增加,根表面面积增大,固土能力也就增强。

表 4 宁南县城后山松林枯枝落叶层特征(测定时间:1988-03)

Table 4 The characteristics of dead soil covering of pine forest in the Houshan by Ningnan County Town (measuring time: 1988-03)

枯枝落叶层特性	厚度(厘米)	重量(吨/公顷)	持水量(吨/公顷)	备 注
未腐烂上层	2	9.755	12.356	树龄15—20年,树高12—14米,郁闭度0.9,坡向西北,坡度32°
半腐烂中层	4	25.063	15.858	
腐烂底层	3	19.060	11.756	
合 计	9	53.877	39.970	

县城后山泥石流生物治理成功,不仅减轻了山地灾害现象的危害程度,保护了县城免遭泥石流危害,而且为长江上游水土保持、泥石流生物防治、美化县城环境和贫困山区经济开发作了有益的探索,并为小流域治理提供了某些经验及科学技术资料。

参 考 文 献

- [1] 四川植被协作组, 1980, 四川植被, 四川人民出版社, 第 302 页。
[2] 杨维西、黄治江, 1988, 黄土高原九个水土保持树种根的抗拉力, 中国水土保持, (9), 第 48 页。

A PLANT CONTROL PROJECT OF THE HOUSHAN DEBRIS FLOW BY NINGNAN COUNTY TOWN

Zhang Youfu

(*Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese of Sciences Academy
& Ministry of water Conservancy*)

Abstract

The planting project had been carried out at Houshan by Ningnan County Town during 1985—1989. The forests for conserving water and soil were built at the middle and upper reaches; the protection forest belt for fixation canal was built at the lower reaches. According to the climatic characters and varied stand conditions in local county, the afforested area has been more than 133ha in the trial region and 960,000 trees have been planted by the field, roads, houses and along canals for five years based on trial plantation and screening various sorts of trees, selecting the best seasons for planting, breeding in the nutritious bags and cultivating in the strange soil, and strengthening the protection and management. Up to now, the forest cover rate has increased from 27.3% to 43.8%; the uncovered land has decreased from 8.4% to 2.3%.

Due to the plant control measures of the Houshan debris flow by Ningnan County Town, the wood storage increased 1,600m³. The economic effects of woods, tung oil and silkworm are 5 times for the investment of the project. In the forest land, the thickness of the dead soil covering is up to 6—7cm. In comparison with the uncovered land, the organic matter of forest land is 16.4 times, the effective P content is 6.1 times and the effective K content is 2.4 times. Owing to improving the vegetation condition, the erosion lightened and the runoff weakened, the soil is consolidated and the collapse and landslide lessened. Thus the loose solid materials and hydraulic condition for debris flow lessened.

Key words Ningnan County Town, Houshan debris flow, plant control project