

五官小流域综合治理措施及效益分析

张文普^{1,2}, 赵小蓉¹, 王昌全², 王昌桃¹, 袁晓武³

(1. 四川省农业科学院, 四川 成都 610066; 2. 四川农业大学 资源环境学院, 四川 雅安 625014; 3. 四川省雷波县水土保持办公室, 四川 雷波 616550)

摘要: 通过野外调查和农户跟踪调查, 研究了金沙江下游五官小流域综合治理措施, 包括生物措施、工程措施、农耕措施及其它配套措施, 并进行了生态效益、经济效益和社会效益分析。结果表明, 林草覆盖率由25%提高到81%, 增加了56%; 年均土壤侵蚀量由 2.67×10^4 t减少到 6.5×10^3 t, 减少了75.77%; 粮食产量由3 645 kg/hm²增加至9 330 kg/hm², 提高了156%; 人均粮食产量由282 kg增加到416 kg, 提高了47.52%; 农业总产值由41.48万元增加至439.74万元, 提高了960.13%; 人均纯收入由184元增加至1 660元, 提高了802.17%。最后总结了五官小流域综合治理的成功经验及其对金沙江下游地区小流域治理的借鉴意义。

关键词: 小流域; 综合治理; 效益; 金沙江

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2010)01-0195-04

中图分类号: S157.2

Analysis of Comprehensive Management Measures and Benefits in the Wuguan Small Watershed

ZHANG Wen-pu^{1,2}, ZHAO Xiao-rong¹, WANG Chang-quan², WANG Chang-tao¹, YUANG Xiao-wu³

(1. Sichuan Academy of Agricultural Sciences, Chengdu, Sichuan 610066, China;

2. College of Resources and Environment, Sichuan Agricultural University, Ya'an, Sichuan

625014, China; 3. Department of Soil and Water Conservation of Leibo County, Leibo, Sichuan 616550, China)

Abstract: By field survey and follow-up investigation on farmers, the technology on the comprehensive management in Wuguan small watershed in the lower reaches of Jinsha River is studied, including biological measures, engineering measures, farming practices, and other complementary measures. The ecological, economic and social benefits are further analyzed. Results showed that forest and grass coverage rate was improved from 25% to 81%, an increasing of 56%; the average annual amount of soil erosion was reduced from 26 700 to 6 500 ton, a decreasing of 75.77%; grain yield was increased from 3 645 to 9 330 kg/hm², an increasing of 156%; per capita food production was increased from 282 to 416 kg, an increasing of 47.52%; agricultural output value was increased from 4.15×10^5 to 4.40×10^6 thousand yuan, an increasing of 960.13%; and per capita net income was increased from 184 to 1 660 yuan, an increasing of 802.17%. In the end, the paper summarized the successful experience of the comprehensive control in Wuguan small watershed and the referenced significance to other small watersheds in the Jinsha River region.

Keywords: small watershed; comprehensive management; benefit; Jinsha River

金沙江下游是整个金沙江流域水土流失最严重的区域, 其多年平均悬移质输沙量占流域总输沙量的68.5%, 平均输沙模数约为上游区的11倍, 远大于长江上游地区的平均输沙模数, 对长江中下游社会经济产生了重要的影响。

长期的水土保持实践证明, 小流域综合治理是能

有效控制水土流失, 保护水土资源的可持续利用, 加快生态环境建设和实现流域经济社会可持续发展的有效途径^[1-5]。

本文在对金沙江下游五官小流域综合治理措施研究基础上, 进行了效益分析, 总结了治理的成功经验, 以期同类型小流域综合治理提供借鉴。

收稿日期: 2009-08-10

修回日期: 2009-10-25

资助项目: 国家科技支撑计划“小流域泥沙综合治理技术与示范”(2006BAC10B04-3)

作者简介: 张文普(1985-), 男(汉族), 四川南部县人, 硕士研究生, 主要从事水土资源可持续利用及水土保持研究。E-mail: wenpuzhang@sina.com.cn。

通信作者: 赵小蓉(1956-), 女(汉族), 四川省合江县人, 副研究员, 长期从事农业资源环境保护与利用研究。E-mail: xrzhaoh@sohu.com。

1 研究区域概况

五官小流域位于金沙江下游,紧靠金沙江北岸,属五官乡青杠坪村,距雷波县城约 13 km,介于北纬 $27^{\circ}49'$ — $28^{\circ}36'$,东经 $103^{\circ}10'$ — $103^{\circ}52'$ 之间,海拔高度 380~1 830 m,幅员面积约 8.0 km²。全村辖 7 个生产组,422 户,1556 人,农业劳动力 845 人,具有中学文化的人数不到 20%。流域内土地利用类型多样,耕地面积 93 hm²,林地面积 103.80 hm²,草地面积 40.33 hm²,荒山荒坡面积约 300.00 hm²,建设用地及其它用地面积 262.87 hm²,人均耕地面积约 0.06 hm²,人地矛盾突出。小流域治理前的 1988 年资料表明,该村粮食产量 3 645 kg/hm²,人均粮食不

表 1 1954—2006 年雷波县多年气温、降雨量平均值

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均	合计
气温/℃	2.7	4.3	8.8	13.6	16.9	19.2	21.8	21.4	17.6	13.0	8.9	4.4	12.7	—
降雨/mm	10.8	14.5	21.6	53.0	87.4	142.1	171.4	164.7	99.0	53.8	24.1	11.9	—	854.4

2.1.2 土壤侵蚀类型多样 金沙江下游侵蚀产沙环境复杂,类型多样。土壤侵蚀以坡面侵蚀、沟道侵蚀和重力侵蚀为主。该研究区域以坡面侵蚀为主,集中于坡耕地。沟道侵蚀是降雨及携带泥沙混合物对沟道产生冲刷作用,对土地及房屋建筑物破坏作用大,受降雨影响,治理困难。重力侵蚀主要为滑坡、泥石流和崩塌。

2.1.3 陡坡耕作是泥沙的主要来源 目前的调查资料表明,小流域是河道泥沙的重要来源,而坡耕地是小流域最重要的泥沙策源地。该流域可使用土地面积有限,人地矛盾突出。毁林开荒,陡坡耕作普遍,且多为顺坡种植,加之过度放牧,加剧了水土流失,在雨季尤其是强降雨条件下,大量泥沙从坡耕地流失。

2.1.4 水土流失面积广,强度大 “长治”工程实施前的 1988 年,该流域共有水土流失面积 5.15 km²,其中轻度 1.10 km²,中度 1.67 km²,强度 1.68 km²,极强度 0.53 km²,剧烈流失 0.17 km²。中、强度侵蚀所占比例均在 30% 以上,水土流失面积及侵蚀程度形势严峻(表 2)。

表 2 治理前五官小流域水土流失状况

侵蚀程度	轻度	中度	强度	极强度	剧烈
面积/km ²	1.10	1.67	1.68	0.53	0.17
所占面积比重/%	21.36	32.43	32.62	10.29	3.30

2 水土流失成因分析

2.2.1 地形、地貌因素 五官小流域地处低山河谷,

足 282 kg,农业总产值为 41.48 万元,人均纯收入仅为 184 元。

2 水土流失特征及成因分析

2.1 水土流失特征

2.1.1 水土流失影响因素复杂 该流域地处金沙江边,坡度陡。平均坡度大于 25°,大于 25°的坡地面积占 40% 以上。多年平均气温为 12.7 ℃,多年平均降雨量 854.4 mm,雨热同期,降雨集中在 4—10 月,多暴雨、山洪(表 1)。由于断裂长期强烈活动,造成碎屑组成的松散破碎带,使山体支离破碎、稳定性差,在重力、水力作用下发生滑坡,形成泥石流,为水土流失提供了丰富的物质来源。

紧靠金沙江,属河谷低阶地。流域海拔 388~1 830 m,侵蚀强烈,河流深切,形成深沟窄谷,谷壁陡峻呈“V”字型。河漫滩和阶地狭窄,耕地少,荒坡、乱石坡多,易在重力作用下形成滑坡和泥石流。

2.2.2 气候因素 五官小流域属春旱夏雨气候区,该流域热量丰富,平均气温 10 ℃~14 ℃,≥10 ℃的积温为 6 000 ℃以上,年均降水量不足 700 mm,但降雨集中,4—10 月为雨季,6—9 月的降雨量约占全年降水量的 85%,盛夏多暴雨山洪。由于地势高低的悬殊,气候垂直变化明显。分为低山河谷干热气候,半山温和气候和高山寒冷气候。海拔大约在 800 m 以下区域,受金沙江河谷干热气候影响,雨量稀少,焚风效应强烈,气候干热;海拔 800 m 以上区域气候较暖湿,年均日照时数 1 200~1 700 h,全年无霜期 308 d,其气候特点是冬季干旱,昼夜温差大。

2.2.3 地质及土壤母质因素 该流域地质构造复杂,出露地层跨度大,构造以褶皱为主,背斜紧密,向斜开阔,断裂以南北向为主,多为高角度向西倾之冲断层,导致岩石破碎,节理发育,加之风化剥蚀,河流割切,山坡易滑动,产生泥石流。母质以玄武岩、石灰岩及残坡积物为主,在此基础上发育而成黄泥土、夹沙泥土、石砾土、石块土、红泥土及夹石红泥土等,由于土壤含砾石多,质地轻,保水保肥性能差,容易被冲刷,形成水土流失。

2.2.4 人为因素 该流域的土地有限,总耕地面积约 93 hm²,人均耕地面积约 0.06 hm²,略高于四川省

人均耕地面积(0.04 hm²), 但低于全国人均耕地面积(0.09 hm²), 人地矛盾突出。长期以来的陡坡耕作、毁林开荒与放牧, 加剧了水土流失和环境破坏。随着人口的增长, 对粮食和农产品的需求量越来越大, 如何有效控制人为因素对环境的破坏, 改善水土流失状况, 实现流域可持续发展是小流域综合治理的一个重要内容。

3 综合治理措施

1989 年, 雷波县被列入“长治”工程重点防治县, 五官小流域被规划为首批治理的小流域。1996 年和 1999 年五官小流域又被列为创建“长治”工程样板县的重点小流域和“十、百、千”示范小流域。除实施“长治”工程外, 水利、农业及科技等部门也相应配合开展了水利设施建设、中低产田土改造、科技兴农及农村能源建设等项目。在治理过程中坚持三大效益相结合的原则, 因地制宜布置生物措施、工程措施、农耕措施等三大措施, 做到集中成片, 规模治理, 并以“积极发展多种经营, 努力增加农户收入”为导向, 治理与开发并举。流域治理总投资 197.33 万元, 运用生物、工程、农耕等措施开展治理。

3.1 生物措施

生物措施目前已被广泛应用于小流域综合治理、退化生态系统恢复重建等领域^[6]。但是治理措施的配置应从主观布设治理措施到按自然规律对位配置各项治理措施^[7]。依据此理论, 结合流域实际情况, 对现有疏林草地和荒山荒坡按照因地制宜, 因害设防

的原则, 合理配置生物措施, 形成了 3 种不同的治理模式。

模式一: 海拔 800 m 以下的河谷区, 坡度大约在 10°~ 25°之间的青杠坪, 充分利用金沙江河谷干热气候光照强, 昼夜温差大, 利于水果糖分累积的资源优势, 集中发展“雷波脐橙”(orange), 辅以零星花椒(*Zanthoxylum bungeanum*)。将水土保持与带动产业发展结合起来, 相互促进。

模式二: 海拔 800 m 以上的二半山, 由于光热资源稍差, 生长的脐橙品质和产量较差。因此在这一区域发展花椒林、核桃林(*Juglans regia*)及其它干果或经济林, 如板栗(*Castanea mollissima* Blume)、桐子[*Vernicia fordii* (Hemsl.)] 乌桕[*Sapium sebiferum* (Linn.)]。

模式三: 河谷区与二半山区接壤地带的砾石荒坡, 坡度大于 25°。采用核桃和新银合欢[*L. leucocephala* (Lam.) de Wit] 隔带治理, 核桃耐干旱, 易管理, 效益佳; 而新银合欢既是很好的水保防护林植物, 又是优良的饲草植物, 可用其建设横坡植物篱带, 与核桃林隔带种植, 既能保持水土, 减轻水土流失, 又能增加农民经济收入, 还可开辟新的饲料来源。

截止 2005 年, 该流域实施生物措施总面积 553.78 hm², 其中包括水土保持林 149.21 hm², 种草 27.33 hm², 经果林 273.11 hm², 封禁 104.13 hm², 其中以柑桔、花椒为主的经果林占 49.32%, 几乎占有所有生物措施的一半。其它经果林为核桃、板栗、新银合欢等。具体措施配置及面积详见表 3。

表 3 生物措施配置情况

措施	水土保持林	种草	经果林			封禁
			柑橘林	花椒林	其它	
面积/hm ²	149.21	27.33	186.94	61.35	24.82	104.13
所占比例/%	26.94	4.94	33.76	11.08	4.48	18.80

3.2 工程措施

针对二半山坡耕地较为集中的特点, 在治理中主要采取以小型水利和坡改梯相结合的水保工程措施, 小型水利主要包括修建灌排渠、蓄水池及沉沙凼。在海拔约 800 m 环山修建一条引水渠, 长达 8.5 km, 作为主渠。在合理位置布设排灌渠、蓄水池及沉沙凼, 共修建排灌渠 19.50 km, 蓄水池 321 口, 沉沙凼 64 个。通过这些工程措施拦截降雨径流、泥沙, 提高降雨利用率, 既解决了农作物水源问题, 又减轻了水土流失。此外, 中低产田土改造 23.30 hm², 坡改梯 70.93 hm², 有效增加了耕地面积, 改善了农业生产条件。经改造后的土地用以栽种柑橘及其它农作物,

并根据水源状况, 将部分坡耕地改造成水田, 种植水稻, 改善农民口粮结构。

3.3 农耕措施

根据当地农作制度及市场需求, 引进高产作物品种, 以提高作物产量, 增加农户收入。

在治理过程中先后引进 20 个玉米品种, 6 个大豆品种, 3 个花生品种和 3 个红薯品种。到目前为止, 70% 以上农户使用了“川单 14”等优良玉米品种。

在种植模式上, 示范推广间套作以提高植被覆盖度。主要农作方式为玉米/红薯, 玉米/大豆, 玉米/花生; 在耕作方式上大力推广玉米等高种植。等高种植即沿坡面等高线进行横向种植, 开沟阻止径流, 使之

不能顺坡而下,减少水土流失。同时,还能增加径流入渗,改善土壤墒情,有利于作物生长与增产。大量的实践和研究也证明,坡耕地进行等高种植具有显著的保水、保土和肥作用,能明显提高作物产量,是值得大力推广的一项耕作措施^[8-11]。

针对流域土层浅薄,土壤肥力水平低,昼夜温差大和蒸发强的特点,大力推广地膜覆盖,秸秆覆盖,增施有机肥及配方施肥等技术。目前流域 60% 以上农户采用地膜覆盖来提高农作物产量。

此外,在实施以上三大措施的同时采用了一些配套措施。如为解决砍伐树木用作燃料问题,结合新农村建设和农村能源建设,指导当地农民兴建沼气池和节柴灶,并给予一定经济补助,收到了很好的效果;采取牲畜圈养措施以保护植被,兴建及整治畜棚总计 200 余套。

4 效益分析

4.1 生态效益

通过对五官小流域多年的连续治理,青杠坪村 25° 以上的陡坡及荒地 80% 实现了退耕还林;栽种的橘桔、花椒等经济果木林的土地 80% 以上改造成梯田,并带动了农户积极性;林草覆盖率由 1988 年的 25% 提高到了现在的 81%,增加了 56%。各种治理措施的组装配套,形成的综合防治体系,有效地控制了水土流失。根据四川省雷波县水土保持办公室统计资料及径流小区监测数据分析,发现流域年均土壤侵蚀总量由治理前的 2.67×10^4 t 减少到 6.5×10^3 t,减少了 75.77%。小流域生态环境明显改善,抵御自然灾害的能力大大增强。

4.2 经济效益

通过调查,各项治理措施均产生了较大的经济效益(表 4)。

坡改梯工程大大增加了耕地面积。目前这些坡改梯田已成为高产稳产的基本农田,比治理前每 1 hm^2 增产 5 700 kg,平均每 1 hm^2 增收 5 850 元。2005 年全村粮食总产量达 6.620×10^5 kg,粮食产量为 9 330 kg/ hm^2 ,比治理前的 3 645 kg/ hm^2 提高了 156%,人均产量 416 kg,比治理前的 282 kg 提高了 47.52%。

表 4 治理前后经济效益比较

项目	人均粮食产量/kg	粮食产量/(kg·hm ⁻²)	农业总产值/10 ⁴ 元	人均纯收入/元
治理前	282.00	3 645	41.48	184.00
治理后	416.00	9 330	439.74	1 660.00
增幅/%	47.52	156	960.13	802.17

经果林成为农民的主要收入来源。现该村共有脐橙、青椒、桃、李等经果林 274.67 hm^2 ,人均 0.17 hm^2 。据此次对 100 户农民的调查发现,人均果品产量达 600 kg,收入 1 730 元,人均纯收入由治理前的人均 184 元增加至 1 660 元,增幅显著,平均每 1 hm^2 增收 4.14×10^4 元。2001 年已有农户年经济收入达 6.5×10^4 元,人均 10 000 多元,率先进入小康行列。

此外,其它一些措施也产生了一定的经济效益。沼气池每口能产生 290 元的经济效益,节柴灶每口能产生 180 元的经济效益,畜棚产生的经济效益为 86.25 元/ m^2 。蓄水池平均每口产生 980 元的经济效益。2005 年全村农业生产总值达 439.74 万元,农业人均纯收入 1 660 元。

4.3 社会效益

通过综合治理,该流域的社会效益明显好转。荒山荒坡得到了开发治理,林草面积大幅度增加,耕地面积基本满足生产需求,土地利用结构逐步趋于合理;治理措施的实施,不仅减轻了水土流失,还改善了农业基础设施,提高了土地生产率,农业生产水平不断提高;农业产业结构发生了显著变化,由治理前单一粮食生产转变为发展经果林为主,农、林、牧、副各业结合,协调发展的格局;农业人均纯收入由 184 元提高到 1 660 元,农民生活水平得到较大提高,现已解决了农民的温饱问题,解决了住宿、通电和人畜饮水问题等。

在治理过程中,农业和科研部门经常到该流域进行技术指导,使当地群众有机会学习到先进的果树种植技术、施肥技术及水保耕作技术,提高了科学实用技术的应用能力和生产积极性。不少农民自发进行坡地改造,种植经果林,促进了小流域植被恢复。政府提供优惠政策,技术服务,资金资助,带动了民营水保的发展,使之成为水土保持生态建设和农村经济发展的一支重要的生力军。

5 结论

五官小流域是“长治”工程第一期治理小流域,是创建样板县示范小流域。流域经过 20 a 的治理,极大地改善了脆弱生态环境和贫困落后的面貌。在治理过程中积累了一些经验,可供其它小流域借鉴。

(1) 因地制宜,合理规划。小流域立地条件的差异,反映了不同水土流失状况、土壤侵蚀潜在危险性、土地利用状况好坏及生产力水平的高低。因此,应根据小流域地形、坡面特征、防护功能需求进行全面规划,充分发挥小流域资源优势,合理调整产业结构,进行树种选择与配置。

理利用土地资源,完善产业结构调整^[6],促进当地旅游业的发展。荔波世界自然遗产地保护性基础设施建设项目对于保护当地的自然生态景观具有积极的作用,更好地保护有限的自然资源。

今后在荔波世界自然遗产地的开发与建设项目必须落实各项环境保护和污染防治措施,实施水土保持措施,建立和推广综合的农村可持续发展模式,改善当地农民生产生活条件。加强生产管理和环境管理,防止污染事故的发生,对保护目标不产生污染影响。通过对遗产地制定一系列水土流失防治对策,完善水土保持措施,加强遗产地水土流失的监测与评价,实施荔波世界自然遗产地生态环境的保护与地方经济发展的可持续发展。

[参 考 文 献]

[1] 高道德,张世从,毕坤,等.黔南岩溶研究[M].贵阳:贵

州人民出版社,1986.

- [2] Xiong Kangning, Fu Yuliang, Liang Yongning, et al. South China Karst (Shilin Karst; Libo Karst; Wulong Karst)[Z]. Ministry of Construction of People's Republic of China, 2005.
- [3] 《土壤侵蚀分类分级标准》(中华人民共和国水利行业标准 SL190-2007)[S]. 北京:中国水利水电出版社, 2008: 4-5.
- [4] 周忠发,杨琴.喀斯特地区世界自然遗产提名地保护与石漠化综合防治探讨:以贵州荔波小七孔流域为例[J]. 中国人口资源与环境, 2007, 17(2): 173-175.
- [5] 高贵龙,邓自民,熊康宁.喀斯特的呼唤与希望:贵州喀斯特生态环境建设与可持续发展[M]. 贵阳:贵州科技出版社, 2004.
- [6] 周忠发.基于GIS的喀斯特流域石漠化综合防治探讨:以贵州织金县洗马河流域为例[J]. 水土保持研究, 2007, 14(5): 264-266.

(上接第198页)

(2) 生态效益、经济效益和社会效益协调发展。在治理过程中,一定要将生态治理与提高农业综合生产力和增加农户经济收入结合起来,更要与解决“三农”问题和新农村建设相结合,打造极具地方特色的精品小流域。否则,只注重生态退耕,经济发展滞后,不仅会挫伤农户的积极性,还会延缓治理进程。

(3) 做好能源和燃料替代工作。小流域综合治理必须解决好燃料和能源问题,大力发展沼气和薪炭林的同时,应充分利用小流域热量充足,光照强的资源优势,开发太阳能新能源。既能防止农户改伐树木,巩固小流域治理成果,又能改善农户生活质量。

(4) 发展节水农业。针对小流域水资源不足的现状,可适当引进节水农业技术,包括雨水汇集利用技术,节水灌溉技术,蓄水保墒耕作技术,地膜和秸秆覆盖保墒技术,平衡施肥技术等,发展节水农业,提高灌溉水和降雨利用率,增强农业生产综合生产能力。

[参 考 文 献]

- [1] 刘刚才,游翔,张建辉,等.紫色土丘陵区小流域综合治理对水土保持的作用[J]. 山地学报, 2007(9): 590-595.
- [2] 周璟,何丙辉.涪陵区小流域综合治理状况及治理措施

效益分析[J]. 水土保持研究, 2006, 13(5): 316-318, 321.

- [3] 吴伯志,段青松,刘红梅,等.滇中地区小流域综合治理及效益评价[J]. 中国水土保持, 2006, 13(6): 265-267, 270.
- [4] 段巧甫.小流域综合治理开发是加快生态环境建设的有效途径[J]. 中国水土保持, 2000(6): 13-15.
- [5] 吕玉伦.小流域综合治理是促进农村经济发展的有效措施[J]. 中国水土保持, 2008(3): 12-14.
- [6] 杨艳丽.生物措施在小流域综合治理中的作用[J]. 中国林业, 2007(8B): 32.
- [7] 张富,余新晓,陈丽华.小流域水土保持植物措施对位配置研究[J]. 水土保持通报, 2008, 28(2): 195-198, 210.
- [8] 李凤,张如良.坡耕地实行保土耕作的效益实验分析[J]. 水土保持研究, 2000, 7(3): 184-186.
- [9] 王健,吴发启,孟秦倩.农业耕作措施蓄水保土效益实验研究[J]. 水土保持通报, 2004, 24(5): 39-41.
- [10] 赵西宁,王万忠,吴发启.不同耕作管理措施对坡耕地降雨入渗的影响[J]. 西北农林科技大学学报, 2004, 32(2): 69-72.
- [11] 吴发启,赵西宁,崔卫芳.坡耕地耕作管理措施对降雨入渗的影响[J]. 水土保持学报, 2003, 17(3): 115-117.
- [12] 刘燕华,刘秀彬.脆弱生态环境可持续发展[M]. 北京:商务印书馆, 2001: 204-205.