

三峡库区石碗溪小流域农业生态综合治理

沈兴菊¹, 陈治谏², 廖晓勇², 蒋 莉²

(1. 西南民族大学旅游学院, 四川 成都 610041; 2. 中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所, 四川 成都 610041)

摘 要: 小流域是大江大河的基本单元, 也是长江流域水土流失治理的重点。三峡库区小流域数量众多, 其环境质量影响着三峡工程的安危。石碗溪流域位于三峡库区开县境内, 山地多平地少, 人地矛盾突出, 陡坡地耕种普遍, 水土流失与生态环境退化严重。在实地调查研究的基础上, 深入分析了该流域由于自然和人为原因共同导致的农业生态环境退化, 生态功能降低等问题。针对这些问题, 从流域实际情况出发, 以流域内不同海拔及坡度区的气候、水文、土壤状况的分异为依据, 利用 Arcview 软件, 将流域划分为 4 个不同的综合治理区域。在此基础上, 提出了适合当地农业发展的流域生态治理模式, 从而为整个流域的可持续发展提供了技术指导。

关键词: 治理模式; 农业生态; 小流域

中图分类号: S3

文献标识码: A

小流域综合治理, 又称山区流域管理、集水区经营, 其定义是: 为了持续获取流域生态经济系统的生态效益、经济效益和社会效益, 以流域为单元, 在全面规划的基础上, 合理安排农、林、牧、副、渔各业用地, 因地制宜布设综合措施, 对水土资源及其它再生资源进行保护、改良与合理利用^[1]。三峡库区小流域多, 由于山陡, 岩体破碎又多暴雨, 加上人类不合理的开发利用, 造成小流域生态环境的退化, 主要表现为: 水土流失强烈, 土壤退化严重, 植被种类变少, 土地生产力降低, 陷入资源过度利用、生态环境破坏、经济生产落后的恶性循环^[2]。小流域生态环境质量的恶化, 一方面严重影响了当地的可持续发展; 另一方面, 小流域是长江产沙的源头, 大量泥沙不断进入库区沉积, 将对长江航运和三峡工程构成直接威胁^[3]。因此, 治理库区小流域, 改善小流域的生态环境, 寻求生态建设与经济发展的协调, 势在必行。本文以石碗溪为例, 研究了适宜于当地的几种生态治理模式, 志在寻求能在库区推广的小流域治理有效途径。

1 研究区概况

石碗溪位于三峡库区开县境内, 为长江支流小江左岸一级支流, 地处 $108^{\circ}3'30'' \sim 108^{\circ}21'27''\text{E}$, $30^{\circ}03'09'' \sim 30^{\circ}10'33''\text{N}$ 。流域最高点高程 1 190 m, 沟口高程 175 m, 属中亚热带湿润季风气候, 热量充足, 雨量丰沛, 季节变化大。流域内人均耕地仅 0.034 hm^2 , 人地矛盾突出, 陡坡地开垦普遍, 水土流失和生态环境退化严重^[4]。

2 流域生态环境退化原因

2.1 自然因素

石碗溪流域山陡坡急, 适合于耕种的平地只占 24.72%, 坡度 $> 25^{\circ}$ 的陡坡面积占全流域的 46.1%。流域相对高度 1 015 m, 自东南向西北依次呈现为山地、丘陵、平坝相间的地貌^[5]。

土壤类型主要为黄壤和紫色土, 有效土层浅薄, 结构松散, 抗蚀力较弱。

收稿日期 (Received date): 2004-10-11; 改回日期 (Accepted): 2005-03-10.

基金项目 (Foundation item): 中科院知识创新工程项目 (KZCX2-316), 重庆市科委孵化基金资助项目 (017079). [Supported by The Knowledge Innovation Projection of CAS (No. KZCX2-316), and hatching fund of Science and Technic Committee in Technic Chongqing (No. 017079)]

作者简介 (Biography): 沈兴菊 (1975-), 女, 硕士, 主要从事生态环境及区域经济等研究工作. [Shen Xingju (1975-), female, master, undertaking the research work on ecological environment and region economy.]

本区降水时间分布不均, 主要集中在夏秋两季(表 1), 且多暴雨。夏季暴雨冲刷叠加陡峻的地形, 为水土流失提供了动力因素。

2 2 社会经济因素

石碗溪流域总人口 10 809 人, 其中农业人口占 94.46%, 人均农业年收入不足 600 元。由于农

业人口多, 土地面积不足, 为了在有限的土地上养活更多的人口, 陡坡地开垦成为必然。加之生产方式落后, 生产结构简单, 种植方式单一, 绝大多数农户都靠有限的种植业收入维持生存(表 2), 土地的过度垦殖现象更加突出。

表 1 多年平均降水分配表
Table 1 Distribution of annual precipitation

全年平均 降水量 (mm)	12~2 月		3~5 月		6~8 月		9~11 月	
	降水量 (mm)	占全年 (%)	降水量 (mm)	占全年 (%)	降水量 (mm)	占全年 (%)	降水量 (mm)	占全年 (%)
124 1.7	52.9	4.30	323.3	24.90	531.0	42.63	334.8	26.98

表 2 农业收入结构表 (× 10⁴ 元)
Table 2 Income structure of agriculture (10⁴ yuan)

时间	农业总收入	种植业收入	林业收入	牧业收入	渔业收入	种植业收入比例
2001 年	780.52	525.03	8.33	224.26	22.90	67.26%
2000 年	699.86	499.61	6.50	183.15	10.60	71.38%
1999 年	645.51	471.52	5.70	159.89	8.40	73.05%

流域内滥砍滥伐、乱采薪柴等现象严重, 林地生态系统发生了巨大变化, 茂密的林地变为稀疏灌丛草地, 原有的灌木或草丛稀稀落落分散分布, 水土保持能力下降。

综合以上分析, 自然因素的不稳定和人类活动的不合理, 导致了石碗溪流域生态环境退化和生态功能降低, 同时也限制了当地居民收入的增加和生活质量的提高。

3 流域生态综合治理类型分区及模式

根据石碗溪山地多平地少, 宜林面积大, 水资源丰富的特点, 农业发展应着重协调农林牧关系和土地利用比例, 把种植业、林果业、畜牧养殖业、

观光旅游业有机结合起来, 向立体农业方向发展, 建立优质、高效的新型农业生态结构。

以该流域海拔高度的不同、坡度的不同, 及气候、水文、土壤状况的实际分异为依据(表 3), 利用 ARCVIEW 软件, 将该流域划出四个不同的综合治理类型区(图 1)。

3.1 平坝宜农区 (I)

位于流域西北部, 是整个流域中地形最平坦、水资源最丰富、土壤最肥沃的区域。人口集中, 交通便利, 海拔 < 300 m 的土壤以紫色冲积土为主, 耕性良好, 开发历史悠久, 农业耕作水平较高。但还有相当部分的平坝地分布在居民庭院内和房前屋后, 这类土地在当地没被完全利用, 造成了土地资源的浪费, 对这部分土地的利用是治理的重点。

表 3 小流域分区类型特征表
Table 3 Character of division type in small watershed

区号	分区类型	海拔 (m)	坡度 (°)	年均温 (°C)	土壤类型	地貌
I	平坝宜农区	< 300	< 15	17.6~18.5	紫色冲积土	平坝
II	缓坡农林复合区	300~500	15—25	14~17.6	灰棕紫泥土	丘陵
III	陡坡植草区	500~700	> 35	14~12.8	暗紫泥土	低山
IV	中低山林草区	> 700	25—35	12.8~10	黄壤	中低山

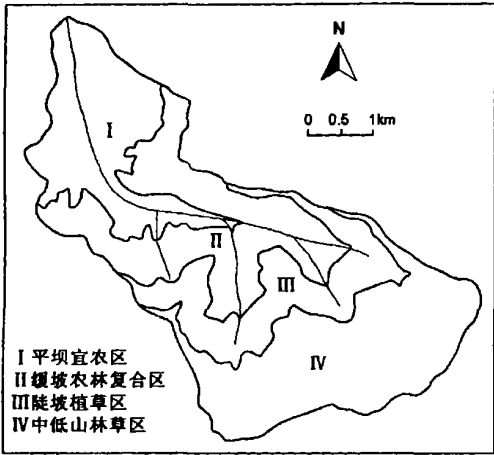


图 1 流域治理类型区划

Fig. 1 Types of improve pattem

该区治理模式的选择志在尽可能提高资源利用率, 减缓人口对流域资源的压力, 利用能量多级转换和物质循环利用原理, 同时进行种植和多物种养殖方式, 实现经济和生态效益的最大化, 选择推荐下面两种模式:

1. 林—草—渔—禽—沼循环模式 (图 2)

庭园 (或房前屋后的空地, 下同) 中央挖鱼塘 (面积视情况而定), 塘基种植梨桃、枇杷等经济林果, 林下种植黑麦草、三叶草等优质牧草。塘边建沼气池, 上面设鸡 (鸭) 舍, 下面建猪圈。牧草喂养鸡 (鸭) 和猪, 鸡 (鸭) 粪便撒进鱼塘, 作为鱼饵料, 猪粪便及修剪植物的枝条直接进入沼气池, 产生的沼气作为生活能源, 残渣和塘泥施入田地, 可提高土壤肥力。

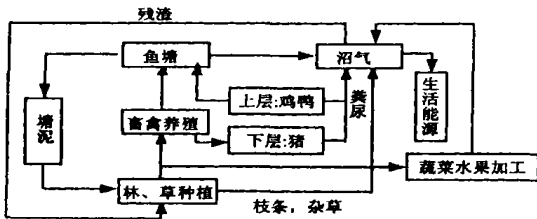


图 2 林—草—渔—禽—沼循环模式

Fig. 2 Circle model of forest-grass-fishing-poultry-firedamp

2. 桑—草—禽—畜—渔循环模式 (图 3)

庭园中挖鱼塘, 基地种植桑树和黑麦草及皇竹草等优质牧草, 牧草喂养家禽和猪, 鸡鸭粪便经加工后可作为鱼的优良饲料, 猪粪尿可作为肥料还田。桑叶用来养蚕, 蚕茧进一步进行加工, 废料和

桑树的脱落物还入塘基, 桑条可编织框, 箩等农业用具。

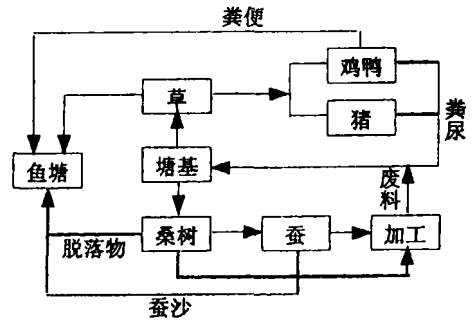


图 3 桑—草—畜—渔循环模式

Fig. 3 Circle model of mulberry-grass-poultry-fishing

3.2 缓坡农林复合区 (II)

位于流域中部, 海拔在 300~500 m 间, 地处丘陵, 土层较厚。绝大部分山体坡度 $5^{\circ} \sim 15^{\circ}$, 耕地较为平缓, 有一定水源条件, 但土壤保水性差。该区治理以坡耕地农林复合种植为主。

3.2.1 粮—经复合聚土垄作模式

该模式原理是将聚土垄作与农林复合种植及林果矮、密、丰、早栽培管理相结合。具体方式是: 以 1.5 m 为垄, 1.0 m 为沟等高聚土筑垄, 沟内按株行距 2.0 m \times 2.5 m 密植柚、梨、桃等, 树下覆盖玉米秸秆, 果树封行前在垄上复合种植小麦—玉米—大豆粮经作物。通过聚土垄作, 变坡耕地顺坡平作为横坡网格垄作, 变单一农作为农林复合, 提高了复种指数和覆盖度, 增加了经济产量, 增厚土壤活土层, 减少土壤侵蚀, 降低侵蚀模数, 从而提高坡耕地农田生态系统的生产力。

3.2.2 等高植物篱粮—经—果复合模式。

等高植物篱技术是在坡耕地上每隔 4~8 m, 沿等高线高密度种植双行 (株距 5~10 cm, 行距 30~50 cm) 生长快、耐刈割、萌蘖力强的植物。在立地条件较差的退耕还林坡地, 水平条带密植活篱笆树种, 形成植物篱。植物篱选用高产优质且具有优良水土保持性能的皇竹草, 结合扎草埂等高育苗移栽 (苗高 16.4~24.8 cm), 双行错栽 (株行距 30 cm \times 30 cm) 等高种植; 植物篱带间距为 6 m, 篱间为花生 (大豆)—柚 (枇杷、猕猴桃) 复合。

本模式以农林复合经营技术为核心, 辅助扎草埂、秸秆覆盖等微工程措施, 结合篱间优良农作物、经济林果、牧草的种植, 以达到最大的保水、

固土、培肥、增产、增收的生态与经济功能^[6,7]。

3.3 陡坡植草区 (III)

土壤为暗棕泥土, 山体陡峻, 是流域内坡度最大的区域, 土层较薄, 冲刷严重, 肥力低, 农田基本建设、水利化程度低。水土流失状况十分严重, 已不适合进行耕作, 因此要坚决实施退耕还林还草工程。但考虑到石碗溪流域人多地少的实际情况, 同时为了提高当地群众退耕还林还草的积极性, 还要充分考虑林草的经济效益。在立地条件较好的地方, 栽种经济效益高的黄山药、盾叶薯蓣等药材; 草种选择三叶草、紫花苜蓿、黑麦草; 林木以人工种植马尾松为主。立地条件较差的地带, 选择种植水土保持良好的牧草 (如黑麦草、三叶草及紫花苜蓿等)。这样在环境改善的同时可发展畜牧业, 并提高农民收入, 是一种融生态、经济为一体的坡地可持续利用技术。

3.4 中低山林草区 (IV)

位于该区中南部, 海拔在 500 ~ 700 m 间, 土壤为黄壤, 耕性良好, 但土质沙。保水保肥能力差, 耕地坡度大; 植被人为破坏较重, 有少量天然次生林, 适于林牧业发展, 因此该地段治理模式为林灌草模式。

3.4.1 林灌草模式

以林为主, 林下辅以灌木, 灌木下为草丛。树种选择生态经济林木 (香樟、天竺葵、桑树等), 灌木种植马桑, 映山红, 牧草以耐荫性较好的三叶草为主。通过林木枝条、灌木、草丛层层拦截, 可有效的截留雨水, 减小雨滴对土壤的直接冲刷, 达到保持水土的目的。灌木可作为薪柴, 解决当地居民燃料的同时也保护了森林; 三叶草再生性好, 耐荫、耐牧性好, 适宜于多种食草动物利用, 以此为原料发展家庭养殖业省地省力; 同时经济林木又为农民带来可观的经济收入。

3.4.2 林—药—草模式

在 15 ~ 25 cm 的土壤深厚、水肥条件较好的地区, 采用皇竹草植物篱+经济林木+药材的配置模式。经济林木为银杏、杜仲、板栗、桃、梨、柑橘等品种, 药材为连翘、银花、盾叶薯蓣等品种。当植物篱长至 1 m 左右时, 从距地面 30 ~ 50 cm 处刈割, 避免其与农作物、药材等争光, 刈割的枝叶是优良绿肥或饲料。此种模式可使土层增厚, 土壤含水量增加。而且土地除提供粮经作物外, 每年每公顷还可生产 4 ~ 13 t 的优质绿肥, 因此在生产必

要的粮经作物的同时也极大的提高土地的生产力。

4 结语

上述模式按照石碗溪自然条件的实际分异和社会经济情况, 充分利用了流域的山地、陡坡地资源, 使小流域综合治理开发生态环境恢复与重建结合起来, 达到了改善环境及居民生活水平提高的目的。从 1999 年到 2003 年, 经过四年的实验研究, 结果表明, 与治理前相比, 流域内土壤侵蚀量平均减少了 40 %, 含水量增加了 41.3 % ~ 62.27 %, 有机质增加了 7.13 %, 全氮、全磷、全钾、碱解氮、速效磷、速效钾分别增加了 3.22 %, 4.16 %, 1.49 %, 1.87 %, 4.15 % 和 1.41 %; 小麦、玉米、大豆单产分别提高了 1.80 %, 4.18 %, 1.54 %; 流域内人均收入也比原来提高了 40 %。但上述三种模式在治理过程中无论从投资、推广的难易程度、取得的效益方面都有一定的差别。其中坡耕地农林复合种植模式和等高植物篱农林复合模式是效果最明显也最容易被当地居民接受的一项治理措施, 它不需要太复杂的工序, 实施过程简单, 投资很小, 且效益能在短时间内体现出来; 庭园经济模式由于在区域内布置的密度要有一定的控制, 且需要面积较大、较平坦的庭园, 同时需要一定费用的初期投资, 因此具有一定的局限性, 大面积推广不是很现实; 山脊陡坡地林药草间作立体种植模式的优点是利用了当地的一部分难利用土地, 水土保持效益非常明显, 也增加了农民收入, 但由于这一区域海拔较高或坡度较陡, 管理起来不是很方便, 水、肥等基础性投入不足, 因此实际效益比预期的低。因此, 综合来看, 第二种模式是容易取得效益也容易推广的方案, 但在条件适宜地区模式 I 的效益要更高一些; 第三种模式要想取得良好的效益, 必须加大管理力度。

参考文献 (References):

- [1] Gao Gui, Chang Lie, Liu Shihai. Index system and evaluation of small watershed management for sustainable development [J]. *Bulletin of soil and water conservation*, 2003, 23 (4): 72 ~ 74. [高圭, 常磊, 刘世海. 山区小流域综合治理可持续发展指标体系及其评价初探 [J]. *水土保持通报*, 2003, 23 (4): 72 ~ 74.]
- [2] Chen Zhijian, Liu Shaoquan, Liao Xiaoyong, et al. Optimum adjustment on the mountain ecosystem in the TGP area [J]. *Jour-*

- nal of Mountain Science*, 2003, **21** (1): 85~89. [陈治谏, 刘邵权, 廖晓勇, 等. 三峡库区山地生态系统优化调控 [J]. 山地学报, 2003, **21** (1): 85~89.]
- [3] Liu Shaoquan, Chen Goujie, Chen Zhijian. Warning on mountain complex ecosystem in the Three Gorges Reservoir area [J]. *Journal of Mountain Science*, 2002, **20** (3): 302~306. [刘邵权, 陈国阶, 陈治谏. 三峡库区山地生态系统预警 [J]. 山地学报, 2002, **20** (3): 302~306.]
- [4] Lou Yun Yun, Li Ruixue, Qu Min. Impact of land slope and elevation on the land use and economy development in mountain watershed, Chongqing [J]. *Journal of Mountain Science*, 2004, **22** (2): 255~258. [罗云云, 李瑞雪, 屈明. 重庆石碗溪小流域坡度和高程对土地利用及经济发展的影响 [J]. 山地学报, 2004, **22** (2): 255~258.]
- [5] Li Xinhui, Li Ruixue, Wei ZhaoFu *et al.* Study on vertical diversity of natural resources and management model in small watershed of mountain region [J]. *Journal of Soil and Water Conservation*, 2003, **17** (1): 96~99. [李新虎, 李瑞雪, 魏朝富, 等. 山区小流域自然垂直分异特征及其治理模式研究 [J]. 水土保持学报, 2003, **17** (1): 96~99.]
- [6] Liao Xiaoyong, Chen Zhijian, Liu Shaoquan, *et al.* Benefit of soil and water conservation of Hybrid giant Napier on abrupt slope land [J]. *Journal of Soil and Water Conservation*, 2002, **16** (4): 34~36. [廖晓勇, 陈治谏, 刘邵权, 等. 陡坡地皇竹草水土保持效益研究 [J]. 水土保持学报, 2002, **16** (4): 34~36.]
- [7] HE Yucheng. Improve the agroecology environment of SiChuan realize the sustainable development of agriculture [J]. *Journal of Mountain Science*, 2000, **18** (6): 541~546. [何毓成. 四川农业生态环境问题和可持续发展对策 [J]. 山地学报, 2000, **18** (6): 541~546.]

Integrated Management of Agriculture and Environment for the Shiwan small Watersheds in the Three Gorges Reservoir Areas

SHEN Xingju^{1, 2}, CHEN Zhijian², LIAO Xiaoyong², JIANG Li²

(1. *Tourism College of Southwest University of Nationalities, Chengdu 610041, China;*

2. *Institute of Mountain Disaster and Environment, CAS and Ministry of Water Conservancy, Chengdu 610041, China*)

Abstract: Watershed is the basic portion of the great river, the stress of the water and soil erosion management. There are a lot of watersheds in the TGR whose environment affects safety of the Project of the Three Gorges. Shiwan watershed lies in the Kaixian, one of the counties in the Three Gorges Reservoir of the Changjiang River watershed. Because of the limitation of natural and geographic conditions as well as the irrational use modes by people, the environmental deterioration phenomenon has emerged with the main character of loss of water and soil, which has brought serious damage to production, living of people and the developing of national economy. The environmental deterioration has also brought severe effect on local sustainable development. Basing on field investigation, this paper analyzes the problem induced by natural and human factors, such as environment degeneration and ecological function depression. Taking into account these problems and conditions of climate, hydrology and soil in different altitudes and slopes, integrated management models for agriculture and ecology are set up, which provide the technical guidance for the watershed sustainable development.

Key words: improve pattern; agricultural ecological; watershed