

文章编号: 1008—2786(2000)01—0037—05

陡坡耕地的开发利用与保护 ——一种农林复合模式

朱 波¹, 陈 实², 廖晓勇¹, 许海峰³, 田永清⁴, 张思林⁴

(1. 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; 2. 国家科技部信息中心, 北京 100101;
3. 四川省盐亭县农业局, 四川 盐亭 621600; 4. 四川省绵阳市农业局, 四川 绵阳 621000)

摘 要: 陡坡耕地的水土流失对生态环境和农业可持续发展构成双重压力。以垄沟网格耕作与秸秆覆盖相结合的土地保护性措施为基础, 利用垄沟微域生态环境差异构建垄上粮食、沟内林果的农林复合种植模式。沟内林果实施矮密丰早管理。该模式水土保持作用强大, 土壤侵蚀量仅为 0.3 T/hm^2 , 削减径流 95 %, 间套种植粮食与其他作物较常规种植增产 15 %, 增收 46 %, 发挥了较好的立体农业生态经济效益。本模式还可通过逐渐减小农作物的结构比重, 调整农业生产结构, 逐步实施退耕还林。

关键词: 陡坡耕地; 复合农林业; 水土保持; 植被恢复; 退耕还林

中图分类号:《中图法》S157

文献标识码: A

长江上游山高谷深, 岩体松软, 相对高程差异大, 陡坡耕地面积大, 仅四川省 $> 25^\circ$ 的坡耕地的面积超过 $6.67 \times 10^5 \text{ hm}^2$, 坡度在 $15^\circ \sim 25^\circ$ 间的耕地 $1.67 \times 10^6 \text{ hm}^2$, 二者之和约占四川省耕地面积的 34 %。坡耕地是粮食作物(麦、玉、苕)的主产区, 长期以来农作物产量低, 垦殖强度大, 水土流失严重^[1, 2], 是长江流域泥沙的主要来源地。自 1998 年长江洪灾爆发以来, 长江上游的生态环境问题引起国家的极大关注, 政府采取了强有力的措施进行生态环境恢复, 其中“退耕还林”是一项重大决策。但长江上游坡耕地面积广, 涉及上亿农民的粮食与就业问题, 一次性退耕还林的难度非常大。因此, 研究合理开发、利用与保护土地资源的综合技术措施, 将为退耕还林的实施与区域农业可持续发展提供理论基础与技术措施。

本研究通过川中丘陵区高台位坡耕地粮食与经济作物的间套种植与立体管理, 探讨广泛适合长江上游坡耕地开发利用与保护的经营管理模式, 并为退耕还林的具体实施提供技术措施。

1 材料与方法

田间试验与观测在中国科学院盐亭紫色土农业生态试验站($105^\circ 27' \text{ E}$, $31^\circ 16' \text{ N}$)进行, 田间试验地坡度 $6^\circ \sim 7^\circ$, 设计平作种植果树(平植), 在田间垄沟耕作的基础上, 垄上种植枇杷(垄植)和沟中浅坑定植枇杷(沟植), 并与常规粮食种植(常规平作)相比较; 平植窝距 2 m, 行距 3 m, 空行间作粮食作物并套作花生; 垄植与沟植规格与平植相同, 分别在沟中和垄上种植粮食作物并套作花生; 土壤侵蚀观测采用标签法。不同耕作措施(如平作、垄作、网格式垄作和秸秆覆盖)的水土流失观测利用农地径流场进行。

收稿日期: 1999—12—09; 改回日期: 1999—12—20

基金项目: 中国科学院“西部之光”人才培养项目、中国科学院“九五”重大项目(KZ951—A1—301)和特别支持项目(KZ95T—04)及绵阳市重点科技项目联合资助

作者简介: 朱波(1966—), 男(汉族), 四川仁寿人。土壤学博士, 副研究员, 长期从事农业生态学、土壤生态学、土壤肥力学及恢复生态学的科学研究, 发表相关学术论文 20 多篇

2 复合农林模式的构建

2.1 水土保持耕作体系

坡耕地分布地形较高,坡面侵蚀严重,土壤瘠薄,地块不连片,离农户远,肥料运输不便,农业投能高,灌溉条件差,农作物产量仅及低台位旱地的一半或三分之二^[3],但关键问题是水土流失,因此,首先必须建立水土保持耕作体系,以解决坡耕地“跑水、跑土、跑肥”的问题。具体做法是横坡作垄,垄、沟与土档配套,其中垄、沟间距 1.5 m,垄、沟宽 1.5 m,建立由垄、沟和土档形成的横坡网格耕作体系(图 1)。其次,为防止暴雨对土表的直接冲击,减缓表土溅失,垄沟全土实施秸秆覆盖,覆盖程度以不见泥土为准。由此建立垄沟网格耕作与秸秆覆盖相结合的水土保持耕作体系。

2.2 间套立体种植

利用农林复合系统原理,根据垄沟的立地条件和作物的需光性差异,实行高秆与矮秆作物套作、好光与喜阴间作相结合,沟内浅坑定植果树苗,垄上种粮食作物(小麦与玉米),垄基还可利用季节时差种植花生和豌豆。

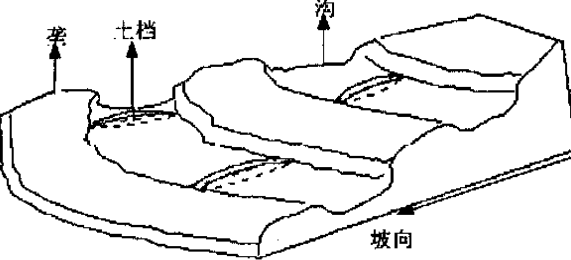


图 1 网格式垄作耕作体系

2.3 “矮密丰早”管理技术

利用垄沟不同的立地生态条件对模式实施“矮密丰早”管理。沟内密植果树增加植被覆盖,其土层浅的特点利于抑制果树主根生长,促发侧根,从而抑制果树的直立生长,促进早分枝和树冠的形成,并通过植物生长调节剂的施用,促使果树矮化和早结果与丰产;垄上土层厚、肥力足、水肥调控能力强,利用沟内果树的苗期种植粮食既可增加植被覆盖,又能获 1~3 年粮食丰收。

Fig. 1 Net tillage system with ridge, furrow and earth block

3 结果与分析

3.1 作物生长态势

田间观测表明(表 1),平植与垄植的粮食产量与常规平作种植粮食的产量基本相同,但沟植间作粮食的产量较常规平作约增产 15%,这是由于水土保持耕作体系所形成的垄沟两种截然不同微域生态环境条件,其空气、水分和养分状况发生了明显的变化,垄上土层厚、肥力足、水肥调控能力强,且边际效应明显^[4,5],同时,垄沟较好的水分条件也能充分满足沟植果树的正常生长,加之采用“矮密丰早”的田间管理技术,乔木型果树趋于矮化,更有利于增加植被覆盖和垄上粮食作物生长。

表 1 作物产量及枇杷长势 (1998~1999)

Table 1 Crop yields and growth of loquat

处 理	玉米		花生			枇杷长势		
	产量 (kg/hm ²)	产量比 (%)	产量 (kg/hm ²)	产量比 (%)	株高 (cm)	分枝数 (枝)	枝长 (cm)	冠径 (cm)
常规平作	13800	100.0	3000	100				
平 植	13807	101.1	3536	118	66.3	3	31.5	40.3
垄 植	13710	99.4	4000	133	65.7	3	28.5	38.5
沟 植	15788	115.0	4500	150	52.6	6	24.3	46.4

3.2 水土保持效益

不同耕作措施对坡耕地的水土流失影响较大, 由表 2 可见, 常规平作的水土流失较为严重, 并且随坡度的增大其侵蚀量和径流量均大幅上升, 而横坡垄作、网格式垄作及秸秆覆盖的水土保持作用明显, 但仅依靠耕作措施还难以控制土壤侵蚀, 随坡度的增加, 耕作措施的水土保持作用降低, 13.5°横坡垄作的土壤侵蚀量达 25.6 t/hm², 网格式垄作仍高达 19.8 t/hm²。而秸秆覆盖的水保效应却更为突出, 13.5°的常规平作与秸秆覆盖相结合, 其土壤侵蚀量仅为 5.7 t/hm², 秸秆覆盖与网格式垄作结合的土壤侵蚀量为 2.5 t/hm², 减沙效应明显, 其削减径流的作用也与此类似, 其中网格式垄作与秸秆覆盖相结合具有最佳的水土保持效应, 较常规耕作减沙和削减径流均超过 95 %。其原因是秸秆覆盖防止了雨滴对泥土的直接拍击并拦截径流与泥沙, 避免了土壤结皮, 保持了土壤通透性, 促进了降雨入渗, 而垄沟网格式耕作利用封闭式结构对降雨和泥沙分散截留, 就地入渗。

基于水土保持耕作体系的基础上, 垄沟植果树, 垄上种玉米、花生, 既具有上述耕作措施的水土保持功效, 同时雨季又增加了地表植被覆盖, 以此建立的立体农业体系具有农林复合系统的结构与功能, 其水土保持功能更加完善^[9], 田间观测在 6°~7°的坡耕地上该模式土壤侵蚀量为 0.3 t/hm², 较平作植果树减沙 96.5 % (表 3)。

表 2 不同耕作措施对水土流失的影响
Table 2 Effects of tillage system
on soil erosion and runoff

处 理	坡度 (°)	侵蚀量 (t/hm ²)	地表径流量 (m ³ /hm ²)
平作	5	11.5	106.1
	13.5	38.6	425.6
横坡垄作	5	8.5	78.1
	13.5	25.6	126.3
网格式垄作	5	5.2	10.8
	13.5	19.8	75.8
平作+	5	2.2	14.6
秸秆覆盖	13.5	4.8	15.9
网格式垄作+	5	0.5	8.5
秸秆覆盖	13.5	2.5	10.5

表 3 不同种植模式的土壤保持与
经济效益比较 (1998~1999)

Table 3 Comparison of economic
and soil conservation effects between
different planting systems (1998~1999)

处 理	侵蚀量 (t/hm ²)	减 沙 (%)	经济产值 (元/hm ²)	增收 (%)
平植	8.6	对照	9480	对照
平植+覆盖	2.8	67.4	9870	4.1
垄植+覆盖	0.5	94.2	11070	16.8
沟植+覆盖	0.3	96.5	13875	46.4

3.3 经济效益

由于本模式垄沟栽植果树, 垄上间作农作物, 垄沟较宽的间距 (1.5 m) 使得果树和农作物所需光照均未受影响, 边际效应明显, 因此, 农作物产量上升, 同时垄基套作的花生等经济作物的产量也不低, 从其经济效益的体现来看, 较平植增加 46 % (表 3)。

3.4 模式内涵的扩展

该模式主要通过粮食作物与经济作物的间套种植, 实施立体管理, 其中经济作物既可选择林果类, 亦可选用棉花、西瓜、辣椒、花生或中草药材, 至于哪一种应纳入作物立体结构以及立体结构的垄沟配置之中, 则应根据区域限制因子、资源特色和市场导向予以考虑确定。同时, 工作目的也是模式结构选择的依据之一, 如以生态重建, 增加植被覆盖度以减少水土流失为主要目标, 经济作物宜选树, 且应植于沟中, 垄上可逐步退耕还草; 若以改良土壤为目标, 沟内可种植绿肥, 并结合顺坡倒垄、垄沟互换改缓坡度^[7]。因此, 本模式具有较大扩充性和较广的适用性。

4 退耕还林关键问题的讨论

4.1 土地资源开发的保护性措施

土地是农业开发、植被恢复的载体^[8], 因此土地利用务必将土壤保护性措施建设放在首位。 > 25°

的坡耕地在退耕还林的前几年,冠幅小,覆盖率低,水土保持能力有限,无土地保护措施难于达到生态重建的目的; $< 25^{\circ}$ 的坡耕地的开发利用若无水土保持措施,无疑会造成较为严重的水土流失,所以,建立水土保持耕作体系是长江上游生态环境重建的当务之急,而坡改梯、横坡网格垄作与秸秆覆盖及生物篱技术等应作为首选措施。

4.2 农业产业结构调整

长江上游的大面积坡耕地长期以来种植麦、玉、苕,不仅产量低,而且坡耕地垦殖造成严重水土流失。国家决定在长江上游实施 $> 25^{\circ}$ 的坡耕地“退耕还林”工程,不仅是生态环境保护的一项重大决策,也是本地区农业产业结构调整的巨大契机。通过上述立体农业模式的探讨发现,经过选择适宜于当地发展的经济作物,并与粮食作物的间套或立体种植,逐步减少粮食作物比重,取而代之以多年生经济林果(草),开展立体农业经营,在生态重建的同时,将“以粮为纲”的单一农业结构逐步调整为以多种经济作物开发为主的生态经济型农业,实现农业产业结构的战略性调整。

4.3 退耕还林的合理规划

长江上游人地矛盾突出,土地资源十分宝贵,因此,对坡耕地开垦的欲望强烈。若简单的一刀切,实施一次性退耕还林,不仅难度大,而且导致退耕后当地农业的可持续发展问题更加突出,甚至造成退耕还林的反复,出现新的毁林开荒。因此退耕还林应根据各地土地与生态环境等条件,在合理评价地区食物保障与就业潜力的前提下,合理布局长江上游的“退耕还林”工程,分批分期退还。首先在自然保护区和水土流失重点治理区,如三峡库区、金沙江下游(攀枝花以下)、嘉陵江中游、岷江上游和大渡河流域,应加速退耕进程,其次,盆周山地除上述优先退耕区外,建议先退 $> 30^{\circ}$ 的坡地,因其平均亩产不足100 kg,然后退还 $25^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 的坡耕地。在实施退耕还林工程时,应依据农林复合系统的原理,采用复合农林模式,适当配套粮食与经济作物结构和比重,寓退耕还林和经济发展及粮食保障于一体,随着经济作物的投产和农民收入的提高,农民可能自觉终止粮食作物的生产,转而专心经营和管理经济作物,并自动将间套粮食作物的土地退耕,从而达到退耕还林(草)的目的,实现生态环境保护与农业可持续发展的双重目标。

参考文献:

- [1] 刘淑珍,沈镇兴主编. 四川省县及农业地貌区划及耕地分布规律研究[M]. 成都:成都地图出版社,1992,33~43
- [2] 席承藩,徐琪,马毅杰,等. 长江流域土壤与生态环境重建[M]. 北京:科学出版社,1994,87~107
- [3] 钟祥浩,何毓成,刘淑珍,等. 长江上游环境特征与防护林体系建设(川江部分)[M]. 北京:科学出版社,1992,32~45
- [4] 朱波,李同阳,张先婉. 耕作制度对紫色土养分循环的影响[J]. 山地研究(现《山地学报》),1996,14(增刊):51~54
- [5] 陈实,李同阳,张先婉. 再论聚土免耕的中层培肥[J]. 山地研究(现《山地学报》),1996,14(增刊),55~58
- [6] 李文华,赖世登主编. 中国农林复合经营[M]. 北京:科学出版社,1994,238~258
- [7] Zhang Xianwan, et al. Seasonal No-tillage ridge cropping system: A multiple objective tillage system for hilly land management in south China[C]. In: S. A. El-Swaify and D. S. Yakowitz. Multiple objective decision making for land, water, and environmental management. Florida: Lewis publisher, 1998, 685~696
- [8] 李仲明. 四川土壤资源特征及合理利用[J]. 资源开发保护, 1985, 1(1)18~23

EXPLOITATION, UTILIZATION AND PROTECTION OF STEEP SLOPE CROPLAND

——DISCUSSION ON AN AGRO-FORESTRY MODEL

ZHU Bo¹, CHEN Shi², LIAO Xiao-yong¹, XU Hai-feng³, TIAN Yong-qing⁴, ZHANG Si-lin⁴

(1. *Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences*

& *Ministry of Water Conservancy, Chengdu, 610041; 2. Information Center*

of National Scientific and Technological Ministry, Beijing, 100101;

3. Agricultural Agency of Yanting county, Sichuan province, 621600;

4. Mianyang Agricultural Agency of Sichuan province, Mianyang, 621000)

Abstract: Soil losses of steep slope cropland are serious problems on both eco-environment and sustainable agricultural development. Soil conservation measures consisted of net tillage of wide ridge and furrow covering with stuff and straw. 1.5—mitre wide ridge and furrow provide for different micro eco-environment so that high plant like fruit tree could be planted in the furrow, meanwhile, low plant as crop could be planted on ridge to form vertical agricultural structure. Contour agricultural management with techniques of short trees, dense population and fast yields was carried out in the furrow. This model has good ecological and economical effects. In this model, soil loss is 0.3 T/hm² and runoff was cut for 95% more than conventional tillage and planting. Crop yields and economic income increased 15% and 46% respectively compared with conventional planting. Key problems of steep slope cropland protection and reforestation after de-farming were discussed and commented.

Key words: steep slope cropland, agro-forestry, soil and water conservation, afforestation, defarming and reforestation