

# 贵州省岩溶山区旱坡耕地梯化的环境效应研究

范厚明 龙 国

(贵州省毕节地区农业科学研究所)

聂 伟

(中国农业科学院土壤肥料研究所)

**摘 要:** 1997~1999 年 3 年时间, 在田间生产条件下, 研究贵州岩溶山区旱坡耕地梯化的环境效应, 结果表明: 可防治水土流失和石漠化扩展; 为大于 25 度的旱坡耕地退耕还林, 准备了较好的立地条件; 提高小于 25 度旱坡耕地的粮食作物产量近 20%, 为陡坡耕地顺利退耕提供物质保障; 本旱坡耕地梯化技术, 操作简便、易行, 投资少, 见效快。

**关键词:** 贵州省; 岩溶; 旱坡耕地; 梯化; 农业生态环境

贵州省岩溶(碳酸盐类岩石)出露面积为 12.96 万 km<sup>2</sup>, 垂直分布总厚度约 8500 m, 这是岩溶发育的物质基础, 岩溶面积占省域面积的 73.55%。除雷山、赤水两县外, 其余县(市、区)皆有面积不等的岩溶分布。由于岩溶地带生态系统脆弱, 在自然因素和人为因素的综合作用下, 导致水土流失和石漠化(土地劣化浓变的极端形式)面积不断扩展, 已危及人们的生产与生存环境。

贵州省的水土流失面积, 50 年代初约为 2.5 万 km<sup>2</sup>, 1997 年扩展到 7.67 万 km<sup>2</sup>, 已占省域面积的 43.5%。特别值得引起注意的是, 近 10 年水土流失面积扩展的速度, 超过前 40 年的总和。土地石漠化面积, 1975 年约为 9000 km<sup>2</sup>, 现扩大到 2.3 万 km<sup>2</sup>, 占省域面积的 13%, 平均每年以 500 余 km<sup>2</sup> 的速度向前扩展。土壤侵蚀以轻、中度为主, 分别为 49.44% 和 26.96%, 强度侵蚀为 19.51%, 极强度为 4.07%<sup>[1]</sup>。

碳酸盐岩是由 90% 以上的可溶性矿物组成, 其酸性石溶物含量低, 一般大于 10%, 甚至不到 1%。据贵州省有关部门对 132 个点的测定结果, 岩溶地区岩石侵蚀速度为 23.7~118.7 mm/ka, 平均为 61.68 mm/ka, 若酸性不溶物按 3.9% 的平均值计算, 每千年侵蚀残留物仅 2.4 mm<sup>[2]</sup>。这表明岩溶地带土壤侵蚀作用, 大于岩石风化残留物生成, 致使成土作用处于负增长状态, 日益加剧的水土流失, 更助长此进程。目前贵州省耕地耕层厚度大于 20 cm 的

面积, 仅占总耕地面积的 8.7%<sup>[1]</sup>。这说明贵州岩溶山区即使是轻、中度的水土流失, 若不迅速采取有效的技术措施加以遏制, 长此以往势必导致水、土资源的枯竭。

导致贵州水土流失日趋严重, 农业生态环境日益恶化的人为因素, 主要是滥伐森林、陡坡垦植、顺坡耕种。贵州森林覆盖率仅为 25.8%, 是水土流失最严重的地区之一, 如乌江和南、北盘江、红水河流域仅 20% 左右。全省大于 25 度的旱坡耕地占总耕地面积的 17.1%, 水土流失严重的地区, 如南、北盘江和红木河流域, 大于 25 度的旱坡耕地, 占该区域耕地面积的 25.5%。再者是顺坡耕种, 贵州绝大部分地区年平均降水超过 1000 mm, 地面径流顺作物垄沟下泄, 加剧土壤侵蚀, 使旱坡耕地沦为水土流失的策源地。

贵州实施农业可持续发展战略, 进行大开发, 当务之急是对农业生态环境进行保护、建设, 遏制严重的水土流失和石漠化扩展, 应严格制止乱砍滥伐; 大于 25 度的旱坡耕地退耕还林, 改顺坡耕种为横坡耕种。贵州岩溶山区多是贫困地区, 顺利促使这一地区的大于 25 度的旱坡耕种退耕还林, 必须对旱坡耕地进行改造和建设(实质上也是对中、低产田的改造), 实行集约化经营、科学种田, 以提高土地生产率。为大于 25 度的旱坡耕地退耕创造物质基础, 和对还林还草创造良好的立地条件。

据此, 我们设计了集工程、生物、耕作 3 大措施为一体的岩溶山区旱坡耕地梯化建设技术, 以期探索达到资源组合最优化、经济效益最大化、生态效益最佳化 3 大目标的岩溶山区农业生态环境保护、建

收稿日期: 2000206206 修订日期: 2000208210

范厚明, 农艺师, 贵州省毕节市德沟, 毕节地区农业科学研究所, 551700

设的模式。我们于1997~1999年,连续进行了3年的田间试验,并进行了多点示范。示范面积由65 hm<sup>2</sup>发展到2000年的400 hm<sup>2</sup>。

试验、示范结果表明,我们的设计是切合实际的。

## 1 试验、示范地修筑、设置

### 1.1 各式梯田构筑方法

**水平梯田** 在坡度较缓、土层深厚的坡段修筑,地埂按等高线修筑地埂,地面保持水平状态。

**坡式梯田** 由于埋坡耕地的土层一般较薄,所以它是旱坡耕地梯田的主要形式。修筑方法是保持耕地的自然状态,根据地形、坡度、面积和便于耕作等条件,在地块内按等高线构筑若干条地埂。地埂的高度、宽度、可视坡度、地形、土层厚度等而定。其目的是把漫长坡面的地块,改变造成若干坡面较短的梯级地块,以截短坡长,减缓坡度,从而截短径流线,降低径流速度,削弱径流冲刷力,增加降水入渗。

**反坡梯田** 这是在坡度较大、地块狭窄的坡段修筑梯田的主要形式。按等高线修筑地埂高、内侧低的梯田(图1)。其作用在于提高土壤接纳、保蓄降水的功能,减少地面径流。

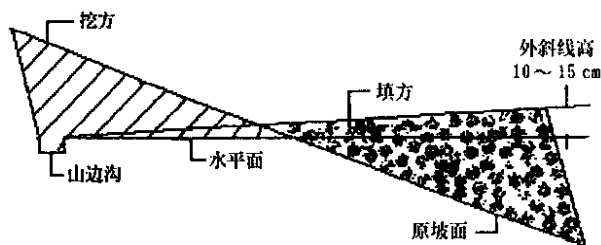


图1 反坡梯田修筑示意图

Fig. 1 Sketch map of counter-slope terrace construction

**隔坡梯田** 对坡度较大、土层较薄,或向石漠化扩展的坡段,在坡式梯田或反坡梯田纵向的地块与地块之间,退耕一定面积的地带,用以种草种树,或让其休养生息,恢复自然植被。其作用在于保蓄降水,拦截或缓冲地面径流,降低地面冲刷。

修筑各种梯田时,都需要开挖宽和深皆约为20 cm的山边沟,沟内随地形起伏筑横档,沟口筑溢洪口,与纵向主排水沟连接。这样,使各式梯田对降水皆有蓄、排兼备的设施。坡顶和隔坡地段种草种树,地埂视需要与可能,种植多年生饲草(如白三叶草等)或经济灌木以护坡护埂。

### 1.2 试验、示范地设置

1) 试验地 本试验于1997年开始,设置在毕节市何官屯镇猫猫洞村,面积216 hm<sup>2</sup>,处理区和对照区各1.08 hm<sup>2</sup>。

按大区对比设置,3个处理:A. 5~15度,水平梯田、坡式梯田;B. 15~25度,坡式梯田、反坡梯田;C. 大于25度,反坡梯田和隔坡梯田。以相应坡度,相邻地段的常规坡耕地为对照区(图2)。



图2 猫猫洞村试验地

Fig. 2 Experimental field at Momaodong village in Nayong county

2) 示范地 在纳雍县董地乡罗嘎村设置。1998年示范面积300 hm<sup>2</sup>,2000年扩大到400 hm<sup>2</sup>(图3)。

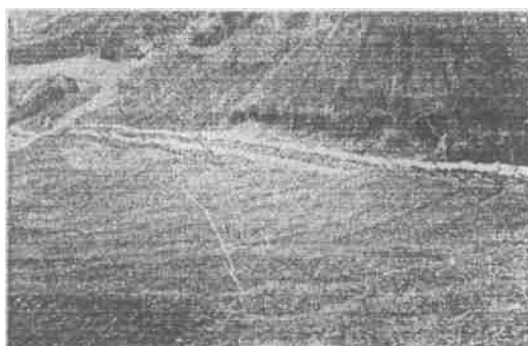


图3 罗嘎村示范地

Fig. 3 Demonstration field at Luogacun village  
两地母岩均为碳酸盐类岩石,其间夹杂砂页岩。土壤为黄泥土和紫色砂泥土、黄砂泥土。

### 1.3 指示作物和耕作

试验、示范地指示作物为玉米、马铃薯。横坡耕种。按常规施肥、管理。

猫猫洞村试验地山顶为人工针叶与阔叶混交林,罗嘎村示范地山顶栽种柳杉,各式梯田地埂种植花椒、板栗、核桃等护埂树。

## 2 试验结果

### 2.1 土壤耕层厚度

构筑坡式梯田和反坡梯田,需要挖取耕地内侧

和山边沟内的土壤铺垫外侧土面,所以地块耕层厚度均有所增加。两地增加值较接近:A. 11.0~12.4 cm; B. 12.5~13.2 cm; C. 8.3~9.8 cm (表1)。

表1 处理区与对照区耕层土壤厚度比较

Tab 1 Comparison of cultivation soil depth of the test area and the contrast area cm

		测定日期 1997/11/20/5	增减 (±)
A	猫猫碛 处理区	34.7	+11.0
	猫猫碛 对照区	13.7	—
	罗嘎村 处理区	25.2	+12.4
	罗嘎村 对照区	12.8	—
B	猫猫碛 处理区	23.6	+13.2
	猫猫碛 对照区	10.4	—
	罗嘎村 处理区	23.1	+12.5
	罗嘎村 对照区	10.6	—
C	猫猫碛 处理区	18.2	+8.3
	猫猫碛 对照区	9.9	—
	罗嘎村 处理区	18.4	+9.8
	罗嘎村 对照区	8.6	—

## 2.2 土壤水分

在和物的主要生育期进行土壤水分测定,各处理在不同年相同取样时间的土壤含水率均有增加,增加幅度:A. 1.3%~2.5%; B. 1.2%~1.9%; C. 1.2%~2.4% (表2)。

表2 处理区与对照区土壤耕作层(0~15 cm)的含水率

Tab 2 Comparison of arable layer water content of the test & contrast areas

		取样时间			平均含水率	增减
		04/20/5	07/21/8	09/21/8	ö%	ö%
A	1997 处理区	17.8	21.9	20.5	20.1	+1.3
	1997 对照区	16.4	20.5	19.4	18.8	—
	1998 处理区	16.5	22.5	23.8	20.9	+1.5
	1998 对照区	15.8	20.6	21.7	19.4	—
	1999 处理区	17.3	19.4	19.8	18.8	+2.5
	1999 对照区	14.8	17.8	16.4	16.3	—
B	1997 处理区	17.4	20.8	19.6	19.3	+1.8
	1997 对照区	15.8	19.3	17.4	17.5	—
	1998 处理区	16.1	21.3	20.6	19.3	+1.2
	1998 对照区	15.6	20.4	18.4	18.1	—
	1999 处理区	15.6	18.6	17.3	17.2	+1.9
	1999 对照区	13.9	16.1	15.9	15.3	—
C	1997 处理区	15.9	19.6	17.3	17.6	+1.2
	1997 对照区	15.2	17.9	16.1	16.4	—
	1998 处理区	14.7	18.9	16.9	16.8	+1.7
	1998 对照区	14.3	16.2	14.8	15.1	—
	1999 处理区	14.2	17.2	15.7	15.7	+2.4
	1999 对照区	12.8	14.3	12.8	13.3	—

## 2.3 土壤养分

在1997年作物播种前和3年的试验期内作物收获后,测定土壤有机质、全氮、速效磷和速效钾的含量,结果表明:旱坡耕地梯化后,土壤养分呈上升趋势(表3)。

表3 处理区与对照区土壤养分含量

Tab 3 Comparison of soil fertility content of the tested & contrast areas

		有机质 ö%	全氮 ö%	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> öng · kg <sup>-1</sup>	K <sub>2</sub> O öng · kg <sup>-1</sup>	
采样日期		04/20/5	11/20/6	04/20/5	11/20/6	
A	1997 处理区	1.74	0.11	0.14	3.4	68
	1997 对照区	1.80	0.14	0.13	4.4	69
	1998 处理区	1.83	0.15		4	74
	1998 对照区	1.80	0.13		3	68
	1999 处理区	1.94	0.18		5	78
	1999 对照区	1.73	0.12		3	66
B	1997 处理区	1.71	0.10	0.14	3.4	62
	1997 对照区	1.75	0.13	0.12	3.3	65
	1998 处理区	1.72	0.16		4	70
	1998 对照区	1.70	0.11		3	62
	1999 处理区	1.86	0.17		6	72
	1999 对照区	1.69	0.11		3	60
C	1997 处理区	1.67	0.12	0.13	3.4	60
	1997 对照区	1.70	0.11	0.10	3.3	61
	1998 处理区	1.70	0.13		5	74
	1998 对照区	1.68	0.10		3	61
	1999 处理区	1.78	0.14		5	76
	1999 对照区	1.54	0.10		3	59

## 2.4 作物产量

旱坡耕地梯化后表现为增产,3年平均增产玉米18.2%、马铃薯19.1%。坡度大,增产幅度大,5~15度、15~25度、大于25度处理区比对照区分别平均增产:玉米12.8%、20.8%、21.1%;马铃薯16.3%、19.0%、22.0% (表4)。玉米、马铃薯产量数据经方差分析,处理区与对照区差异极显著(玉米产量 $F$ 值=77.01,马铃薯产量 $F$ 值=28.91,  $F_{0.01}=3.33$ )。

## 3 结果分析

1) 贵州岩溶山区旱坡耕地梯化后,各式梯田皆表现增产。3年平均增产玉米为18.2%,马铃薯为19.1%,其增产幅度,随坡度增大而增大。增产的主要原因:

减少水土流失 处理区0~15 cm耕层的土壤含水率提高1.2%~2.5%,这意味着0.067 hm<sup>2</sup>地的含水量,比常规旱坡地多2~4 m<sup>3</sup>。据毕节地区气

象台记载, 1997~ 1999 年期间全年日降水超过 50 mm 的日数, 1997 年仅 7 月 2 日, 1998 年为 8 月 7 日和 27 日, 1999 年为 8 月 2 日和 9 月 3 日。实地观察, 暴雨日各式梯田地面有积水, 但未出现径流冲刷。

表 4 处理区与对照区作物产量

Tab 4 Crop yield of the tested & contrast areas

		玉米		马铃薯 <sup>3</sup>	
		0.067 hm <sup>2</sup> 产量ökg	增减 ö%	0.067 hm <sup>2</sup> 产量ökg	增减 ö%
A	1997 处理区	312	+ 12.2	933.5	+ 7.2
	1997 对照区	278	—	871.0	—
	1998 处理区	324	+ 9.5	915.0	+ 20.4
	1998 对照区	296	—	760.0	—
	1999 处理区	316	+ 16.1	986.7	+ 21.3
	1999 对照区	271	—	818.3	—
B	1997 处理区	293	+ 25.2	819.0	+ 9.8
	1997 对照区	234	—	746.5	—
	1998 处理区	287	+ 16.7	890.0	+ 24.5
	1998 对照区	246	—	715.0	—
	1999 处理区	298	+ 20.5	891.1	+ 22.6
	1999 对照区	247	—	726.7	—
C	1997 处理区	218	+ 16.6	774.5	+ 20.4
	1997 对照区	187	—	643.5	—
	1998 处理区	213	+ 26.8	730.0	+ 24.8
	1998 对照区	168	—	585.0	—
	1999 处理区	189	+ 20.0	735.6	+ 20.8
	1999 对照区	158	—	608.9	—

增加了土壤耕层厚度 各式梯田的耕作层厚

度, 比未梯化前增加了 10~ 13 cm, 这实质上是增大了土壤对水分、养分和微生物的容量, 有利于调节土壤水、液、气的三相平衡, 提高了土壤的抗逆性。每 1 cm 厚的土层, 大约要吸持 1.5 mm 的水量, 旱坡耕地梯化后, 每 0.067 hm<sup>2</sup> 耕地大约可多吸持 15~ 20 mm 的降水, 这相当一场中雨的降水量。

培肥地力 经测定表明, 旱坡耕地梯化后, 土壤养分含量呈上升趋势。

2) 本旱坡耕地梯化建设技术投资少, 可操作性强。本技术基本上只需劳务投入, 用工量随坡度而异, 坡度大用工多, 坡度缓用工少。猫猫碛村与罗嘎村两地用工统计, 每 0.067 hm<sup>2</sup> 用工 41 个。

#### 4 结 语

旱坡耕地梯化: 可防治水土流失和石漠化扩展; 为大于 25 度的旱坡耕地退耕还林, 准备了较好的立地条件; 能提高小于 25 度旱坡耕地的粮食作物产量近 20%, 为陡坡顺利退耕提供物质保障; 本旱坡耕地梯化建设技术操作简便、易行, 投资少, 见效快, 依靠农民自身的力量即可进行建设。

#### [参 考 文 献]

- [1] 谢 标, 杨永岗 贵州省岩溶山区生态环境脆弱性及人为活动的影响 水土保持通报, 1998, 18(4)
- [2] 朱建强, 李 靖 陕南坡改梯填筑土的击实特性与抗剪强度试验研究 农业工程学报, 2000, 16(2): 36~ 40

## Environmental Effect of Terraced Field Construction on the Arid Hillside Land in Karst Mountainous Areas in Guizhou Province

Fan Houming Long Guo

(Bijie Prefecture Institute of Agricultural Sciences in Guizhou Province, Bijie 551700)

Nie Wei

(Soil & Fertilizer Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences)

**Abstract** In 1997~ 1999, a three-year field experimental study on the environmental effect of terraced farmland construction on the arid hillside land in Guizhou karst mountainous areas was conducted. The experimental results showed that soil & water erosion, stone & sand spread and desertification can be prevented, which makes good preparation for returning farmlands to forests and grassland on the slope land with more than 25°. The crop yield of the arid hillside land with less than 25° can be increased by twenty percent (20%), which provides good conditions for slope farmland to return farmland to forest and grass. This arid hillside land terraced technology is simple and feasible with less investment and quick return.

**Key words:** Guizhou Province; karst; arid hillside farmland; terracing; agricultural ecological environment