

文章编号:1000-2642(2003)06-0530-05

## 旱坡地水土保持耕作技术应用的研究

王济<sup>1</sup>, 王世杰<sup>2</sup>, 陈曦<sup>3</sup>, 蔡景行<sup>3</sup>, 付谨华<sup>3</sup>

(1. 中国科学院研究生院 中国科学院地化所环境地球化学国家重点实验室, 贵州 贵阳 550002; 2. 中国科学院地化所 环境地球化学国家重点实验室, 贵州 贵阳 550002; 3. 贵阳市农村能源环保办公室, 贵州 贵阳 550004)

**摘要:**在耕作农艺措施方面连续2年进行年试验研究与示范。结果显示,因地制宜采取适当的耕作措施,对旱坡地水土流失的治理也能起到很好的作用。目前在工程梯化资金投入有限,生物梯化措施还没有大面积推广的情况下,在坡耕地上大面积推广横坡垄作、横坡聚垄区作等水土保持耕作技术有着较为现实和深远的意义。**关键词:**水土保持; 坡耕地; 耕作技术**中图分类号:**S 157**文献标识码:**ARESEARCH OF THE APPLICATION OF AGRONOMIC TECHNIQUES  
FOR WATER AND SOIL PRESERVATION IN HILLY REGIONSWANG Ji<sup>1</sup>, WANG Shi-jie<sup>2</sup>, CHEN Xi<sup>3</sup>, CAI Jing-hang<sup>3</sup>, FU Jin-hua<sup>3</sup>

(1. Graduate School of Chinese Academy of Science, the State Key Laboratory of Geochemistry, Geochemistry Institute of CAS, Guiyang Guizhou 550021, China; 2. State Key Laboratory of Geochemistry, Geochemistry Institute of CAS, Guiyang Guizhou 550002, China; 3. Office of Rural Energy and Environment Protection of Guiyang City, Guiyang Guizhou 550004, China)

**Abstract:**Based on the results of two years' experiments and investigation, the paper argues that agronomic techniques such as horizontal cultivation are proper and applicable measures for the control of soil erosion on the dry land of hill slopes at the present time, for the current input in engineering measures, such as terracing, is limited and biological measures have not been extended on a large scale. In the experiments reported in this paper, horizontal ridged cultivation yielded desirable results.**Key words:** water and soil conservation; cultivated field on sloppy land; cultivation technique

我国坡耕地的耕作中,由于农民长期以来水土保持观念淡薄,顺坡耕作普遍流行,这种不良的耕作栽培方式加剧了大面积水土流失的危害。由于坡耕地水土大量流失,使耕地土层变薄,耕地质量退化,土地生产力低下,给坡地旱作农业造成极大威胁。因此对旱坡耕地的合理利用和治理,是关系到山区农业可持续发展的核心问题,如何防治坡耕地的水土流失,是刻不容缓的大事。

坡耕地的整治措施主要有3种:工程措施、生物措施和耕作措施<sup>[1]</sup>。在坡耕地的整治效果及实施中,解德蕴介绍了3种方法的优缺点<sup>[1]</sup>,周开芳<sup>[2-3]</sup>、刘方等<sup>[4]</sup>、付谨华等<sup>[5]</sup>、尹迪信等<sup>[6]</sup>和陈旭晖等<sup>[7-9]</sup>

也主要针对前2种整治措施作了一些试验研究,但专门研究耕作措施对坡耕地水土流失的防治文献却尚未见到。为此,我们选取了贵阳市作为研究区域,连续2年进行了试验研究,以验证耕作措施对水土流失的防治效果。

贵阳市位于贵州中部,云贵高原东斜坡地带,长江水系、珠江水系的中上游地区。全市总面积8 034 km<sup>2</sup>,其中耕地为10.8万hm<sup>2</sup>,旱耕地面积6.6万hm<sup>2</sup>,占耕地面积的61.9%<sup>[10]</sup>;山地丘陵占土地面积的88.7%,其中旱坡耕地占旱地面积72%左右,15°以上的坡耕地占旱坡耕地面积的53.7%,大于25°坡耕地占旱坡耕地面积的26.2%<sup>[5]</sup>。在坡耕地

**收稿日期:**2003-05-25**基金项目:**国家“九五”科技攻关专题(96-920-04-02-02)资助项目**作者简介:**王济(1975-),男,贵州贵阳人,贵阳市农业局农艺师,博士研究生,从事水土流失治理、农村能源综合利用等研究。

中,顺坡耕作面积 4.27 万  $\text{hm}^2$ , 占全市旱坡耕地面积的 86.51%。贵阳市旱坡耕地存在的最大问题是水土流失严重,由于陡坡毁林种粮,顺坡耕种,对土地掠夺式经营,贵阳市旱坡耕地水土流失面积竟占旱耕地面积的 86.51%。每年流失泥沙总量为 2 030.7 万  $\text{t}^{[5]}$ , 河流输沙模数达  $512.3 \text{ t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ 。在雨季常使良田水打沙壅,水库淤塞,河床抬高,交通受阻。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验点

在贵州省贵阳市辖开阳县、息烽县、清镇市进行水土流失及土壤肥力/作物产量等监测试验;在贵州省贵阳市清镇站街镇进行土壤墒情试验。主要土壤类型为黄壤,肥力中等。贵阳市降雨主要集中在 5~9 月,1999 年至 2000 年 3 县降雨情况如下:

表 1 试验区降雨量情况./mm

Table 1 The precipitation of testing areas from May to September

县、市 Countries	县全年 Average of Country		试验区 5~9 月 Average of Testing Area	
	1999	2000	1999	2000
开阳县 Kaiyang	1021.7	1057	963.2	974.0
息烽县 Xifeng	975.6	975	899.5	903.2
清镇市 Qingzhen	1132.1	1281	928.7	758.7

### 1.2 供试作物

小麦(绵阳 26 号)、玉米(安单 136、兴黄单 89-2、贵毕 301、黔西 4 号)、马铃薯(米拉(威宁))、绿肥(紫云英、剑碗)、油菜(油研 4 号、油研 7 号)。

### 1.3 采用的耕作技术

采用的水土保持耕作技术主要有横坡聚垄区作技术和横坡垄作技术。其适宜坡度与技术要点如下:横坡聚垄区作技术:在 5~15° 的旱坡耕地上,采取横坡耕作,水平向起垄,垄间筑土挡,使耕地在降雨时,地表垄间形成许多小水挡区,使雨水缓慢下渗,不形成地表径流,减少水土流失,集中施肥,加深了活土层,改善农作物生长条件。土挡的挡距根据坡度而定。一般坡度在 5~8°,挡距为 1.5~2 m;9~12° 为 1.2~1.5 m;13~15° 为 0.8~1.2 m。土挡高度一般在高 16 cm、宽 14 cm 左右,做土挡时要压紧松土,并且土挡要求交错分布,不能排成“一”字形。

横坡垄作技术:在麦—肥—玉和马铃薯—玉米上进行试验研究。在 6~10° 旱坡耕地上,主要实行麦—肥—玉横坡垄作技术(也称为分带轮作技术),横坡 1.83 m 开厢,麦带 0.83 m,绿肥带 1 m。小麦收获后,将麦带土聚垄,形成玉米带、麦带之间的垄沟。

在马铃薯种植上,实行横坡耕作,马铃薯、玉米套作制,结合玉米中耕除草适时进行覆土聚垄。

同时设置横坡平作、顺坡平作、顺坡垄作对比。

### 1.4 试验监测项目及测试方法

土壤冲刷度及冲刷量:在试验点上下 2 端各插入 1 根带刻度有标记的土壤流失监测桩,5~9 月每次雨后观察记载标桩刻度,刻度差即为土壤流失度。利用土壤流失度乘以流失面积可计算出土壤流失量。

作物耕层土壤含水量:由于在野外进行大量采样,故采用田间较为常用的酒精燃烧法测定土壤含水量<sup>[11]</sup>。

作物耕层土壤养分:测定土样全氮(重铬酸钾—硫酸消化法)、全磷(氢氧化钠碱溶法)、全钾(火焰光度法)和有机质(重铬酸钾法)含量。在贵州大学农学院土化系进行分析。

作物根系:挖开作物根系土壤剖面,测定根系分布深度;然后测定根系的数量和重量。

作物产量:称重法。

### 1.5 其他配套农业技术

采用分带间、套、轮作技术,使土壤长期不间断的在生物覆盖下,使之根不离土,土不离根,以减少土壤水分蒸发,促进微生物的繁衍,利于土壤团粒结构的形成。配合杂交玉米优良组合技术以及玉米育苗移栽技术,科学进行组合搭配使用,充分发挥杂交玉米的增产效果。针对当地旱地耕作特点,依据近 3 年杂交玉米新组合品种在不同区域内生态条件的丰产适应性,因地制宜,合理布局。在玉米苗 2 叶心~3 叶心进行定向移栽,合理密植,每  $\text{hm}^2$  达到 3 200~3 500 株。

根据玉米生长规律及土壤供肥能力,667  $\text{m}^2$  增施有机肥 1 000~1 500 kg 基础上实行配方施肥和化肥深施技术,满足玉米各个时期生长的需要,并有效的保存养分,提高肥料利用率,达到提高玉米产量,而且能增加作物植被度,对减少土壤侵蚀,有良好作用。做好田间管理及病虫害综合防治,提高科学管理水平,作到早追肥,早中耕,早除草,早进行病虫害综合防治。播期主要防治地老虎和蛴螬,后期主要防治粘虫和玉米螟。

## 2 结果与分析

2.1 在不同坡度下不同种植模式对土壤流失的影响  
在不同坡度不同种植方式下土壤的冲刷结果见表 2。

表 2 不同坡度下不同种植方式对土壤流失和土壤侵蚀量的影响./cm  
Table 2 Effect of cultivated technology on degree and quantity of soil erosion in slop land

土壤坡度 Slope	县(市) Country	横坡聚垄区作 Sectional Horizontal Ridge	横坡垄作 Horizontal Ridge	横坡平作 Horizontal Flat	顺坡垄作 Down Ridge	顺坡平作 Down Flat
5 ~ 10°	开阳县 Kaiyang	0	0	0.021	0.38	0.045
	息烽县 Xifeng	0	0	0.0208	0.45	0.052
	清镇市 Qingzhen	0	0	0.0224	0.37	0.049
	平均冲刷度 Degree of erosion	0	0	0.0214	0.4	0.0487
	侵蚀量/(t · hm <sup>-2</sup> ) Quantity of erosion	0	0	2.87	56.627	6.529
10 ~ 15°	开阳县 Kaiyang	0	0	0.03	0.453	0.052
	息烽县 Xifeng	0	0	0.04	0.572	0.0581
	清镇市 Qingzhen	0	0	0.02	0.508	0.055
	平均冲刷度 Degree of erosion	0	0	0.03	0.517	0.055
	侵蚀量/(t · hm <sup>-2</sup> ) Quantity of erosion	0	0	4.022	69.313	7.374
15 ~ 25°	开阳县 Kaiyang	0.0125	0.0127	0.033	0.60	0.058
	息烽县 Xifeng	0.0141	0.0139	0.03	0.76	0.071
	清镇市 Qingzhen	0.0133	0.0137	0.04	0.65	0.063
	平均冲刷度 Degree of erosion	0.0133	0.0134	0.0343	0.67	0.064
	侵蚀量/(t · hm <sup>-2</sup> ) Quantity of erosion	1.783	1.796	4.598	89.284	8.580

79.07%。顺坡垄作是土壤流失最为严重的耕作方式,次之为顺坡平作、横坡平作。

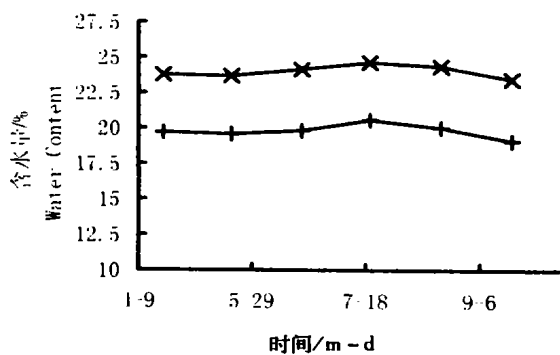


图 1 1999 年作物根层 0 ~ 20 cm 含水量

Fig 1 Water content of 0 ~ 20 cm in 1999

— x — 横坡种植模式 — + — 顺坡种植模式

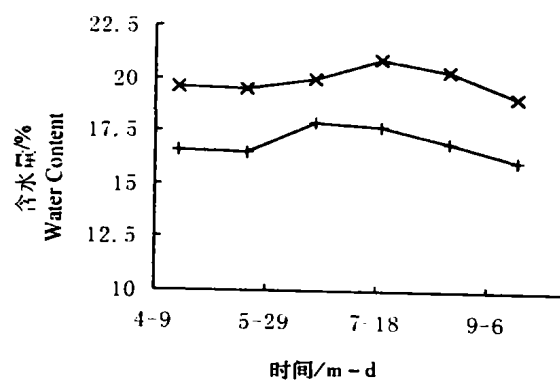


图 2 1999 年作物根层 20 ~ 40 cm 含水量

Fig 2 Water content of 20 ~ 40 cm in 1999

— x — 横坡种植模式 — + — 顺坡种植模式

以上数据表明,在 5 ~ 10°, 10 ~ 15° 坡土的情况下,采用横坡聚垄区作和横坡垄作耕作技术,能有效控制土壤流失;在 15 ~ 25° 坡土情况下,横坡聚垄区作比顺坡平作减少土壤流失 79.21%,横坡垄作减少

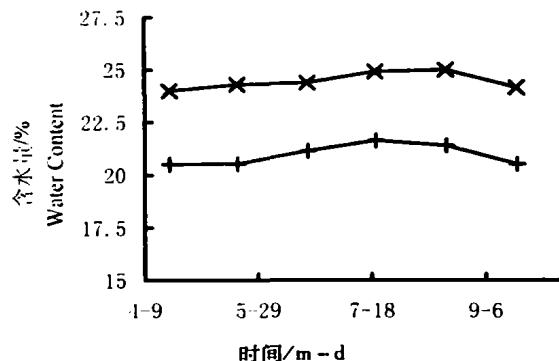


图 3 2000 年作物根层 0 ~ 20 cm 含水量

Fig 3 Water content of 0 ~ 20 cm in 2000

— x — 横坡种植模式 — + — 顺坡种植模式

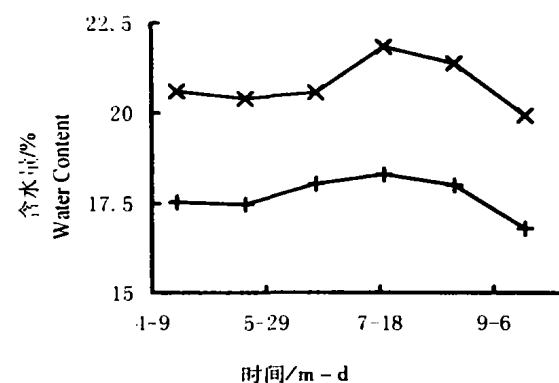


图 4 2000 年作物根层 20 ~ 40 cm 含水量

Fig 4 Water content of 20 ~ 40 cm in 2000

— x — 横坡种植模式 — + — 顺坡种植模式

## 2.2 横坡耕作对保蓄土壤水分的影响

在清镇市站街镇的 3 个监测点(坡度分别为 8°, 10°, 15°),

12°, 16°; 作物油菜—玉米、油菜—玉米、马铃薯—玉米) 设置横坡聚垄与顺坡种植对土壤保蓄水分的对比试验。4~9 月每月 20 日取土壤耕层(0~20 cm)

和亚耕层(20~40 cm) 土样, 进行含水量测定。结果见图 1~图 4。

表 3 不同坡度下不同耕作方式土壤养分损失的比较. / (kg · t<sup>-1</sup>)

Table 3 The Comparison of cultivated technology on quantity of soil nutrient losing in slop land

土壤坡度 Slope	比较项 Comparison	横坡聚垄区作 Sectional Horizontal Ridge	横坡垄作 Horizontal Ridge	横坡平作 Horizontal Flat	顺坡垄作 Down Ridge	顺坡平作 Down Flat
5~10°	全 N	0	0	0.533	9.953	1.212
	全 P	0	0	1.203	22.454	2.734
	全 K	0	0	4.720	88.190	10.737
	有机质	0	0	7.322	136.819	16.657
	总养分	0	0	13.778	257.416	31.34
10~15°	全 N	0	0	0.746	12.864	1.369
	全 P	0	0	1.684	29.021	3.087
	全 K	0	0	6.614	113.985	12.127
	有机质	0	0	10.261	176.838	19.732
	总养分	0	0	19.305	332.708	36.315
15~20°	全 N	0.331	0.333	0.853	16.671	1.592
	全 P	0.747	0.752	1.925	37.609	3.59
	全 K	2.932	2.954	7.561	147.716	14.11
	有机质	4.549	4.582	11.731	229.168	21.89
	总养分	8.559	8.321	22.07	431.164	41.182

表 4 不同种植方式对农作物产量的影响. / kg

Table 4 The effect of cultivated technology on yield

县(市) Country	年份 Year	季节 Season	作物 Crop	横坡聚垄区作 Sectional Horizontal Ridge	横坡垄作 Horizontal Ridge	横坡平作 Horizontal Flat	顺坡垄作 Down Ridge	顺坡平作 Down Flat	
开阳县 Kaiyang	1998~1999	夏收	小麦/玉米	123.76	121.64	120.88	116.46	115.28	
		秋收	玉米	364.50	351.42	336.52	321.08	312.68	
		小计	折粮总产	488.26	473.06	457.40	437.54	427.96	
	1999~2000	夏收	小麦/玉米	133.91	128.88	125.54	120.76	120.43	
		秋收	玉米	371.50	368.92	342.70	338.45	329.64	
		小计	折粮总产	505.41	497.80	468.24	459.21	450.07	
	平均	夏收	小麦/玉米	128.84	125.26	123.21	118.61	117.86	
		秋收	玉米	368.00	360.17	339.61	329.77	321.16	
		小计	折粮总产	496.84	485.43	462.82	448.38	439.02	
	息烽县 Xifeng	1998~1999	夏收	马铃薯	1342.50	1387.61	1389.80	1520.01	1360.08
			秋收	玉米	358.92	344.63	340.52	337.86	331.38
			小计	折粮总产	627.42	622.15	618.48	641.86	603.40
1999~2000		夏收	马铃薯	1391.08	1415.75	1397.08	1511.16	1485.48	
		秋收	玉米	367.58	356.48	354.28	344.46	340.68	
		小计	折粮总产	645.80	639.63	633.70	646.69	637.78	
平均		夏收	马铃薯	1366.79	1401.68	1393.44	1515.59	1422.78	
		秋收	玉米	363.25	350.56	347.40	341.16	336.03	
		小计	折粮总产	636.61	630.89	626.09	644.28	620.59	
清镇市 Qingzhen		1998~1999	夏收	小麦/玉米	163.58	161.00	155.45	153.38	147.79
			秋收	玉米	166.62	164.48	160.06	154.48	150.34
			小计	折粮总产	330.20	325.48	315.51	307.86	298.13
	1999~2000	夏收	小麦/玉米	167.78	165.48	163.57	158.85	153.34	
		秋收	玉米	411.60	405.57	402.15	398.80	396.68	
		小计	折粮总产	579.38	571.05	565.72	557.65	550.02	
	平均	夏收	小麦/玉米	165.68	163.24	159.51	156.12	150.57	
		秋收	玉米	289.11	285.03	281.11	276.64	273.51	
		小计	折粮总产	454.79	448.27	440.62	432.76	424.08	
	3 县 2 年平均产量				529.41	521.53	509.84	508.47	494.56
	增产率(与顺坡平作比较)/%				7.05	5.45	3.09	2.81	0.00

据土壤水分墒情监测,在同等条件下,横坡聚垄比顺坡耕作含水量增加2.9%~4.5%,每 $\text{hm}^2$ 约多蓄水225~300 t,使作物抗旱能力提高4~6 d。由监测数据计算,可得 $5\sim 10^\circ$ 坡耕地横坡耕作比顺坡耕作每 $\text{hm}^2$ 减少径流 $577.5\text{ m}^3/\text{hm}^2\cdot\text{a}$ , $10\sim 15^\circ$ 坡减少 $934.46\text{ m}^3/\text{hm}^2\cdot\text{a}$ ,减少46.04%, $15\sim 25^\circ$ 坡减少 $3750\text{ m}^3/\text{hm}^2\cdot\text{a}$ ,减少52.2%。

### 2.3 不同坡度下不同种植模式对土壤养分流失的影响

在 $5\sim 10^\circ$ , $10^\circ\sim 15^\circ$ 坡土的情况下,横坡聚垄区作和横坡垄作耕作技术能基本有效控制土壤养分流失;在 $15\sim 25^\circ$ 坡土情况下,能减少土壤养分流失。顺坡垄作是土壤养分流失最为严重的耕作方式,次之为顺坡平作,横坡平作。采取横坡耕作能抑制或减少了土壤养分损失,保持了地力稳定,同时减少对水体等环境的污染,从而为作物高产稳产打下了基础。

### 2.4 不同种植模式与作物根系的发育情况

横坡聚垄区作能增厚活土层,局部把薄土变成了厚土,有利于作物根系发育。横坡垄作地表起垄20 cm种植玉米,为玉米根系生长发育提供了良好环境条件。据测定玉米比对照地玉米根系分布增加了15.3 cm,深度增加了11.8 cm,主根系增加13.1条,根干重增加18.2 g。

### 2.5 不同种植模式与作物产量

在相同的田间管理水平下,横坡聚垄区作比农民习惯耕作方式——顺坡平作增产7.05%,横坡聚垄增产5.45%。这是反映横坡耕作技术的综合指标,是保蓄土壤水分、养分,促进作物根系发育的综合结果。

## 3 小结与讨论

旱坡地水土保持耕作技术是一项简便易行、投资少、易推广,当年应用、当年见效,适应我国农村土地承包体制,它在不改变坡度的情况下,用简单的改变种植起垄方向,把防止坡耕地水土流失的效果提高了4~5倍,保持了耕作层的稳定。是防止坡耕地水土流失的有效措施,是农民致富奔小康的有效途径。

近年来在治理旱坡耕地水土流失问题上,在工程

梯化的基础上,相继开展生物梯化措施和耕作农艺措施的试验示范,实践证明,生物梯化3年,水土流失基本得到控制,在 $15^\circ$ 坡耕地上采取横坡垄作与农民的顺坡种植比,当年土壤侵蚀即可减少79%,与工程梯化减少侵蚀80%的效果基本一致。可见,生物梯化措施与农艺耕作措施的作用不可忽视。目前在工程梯化资金投入有限,生物梯化措施还没有大面积推广的情况下,在坡耕地上大面积推广横坡垄作、横坡聚垄区作等水土保持耕作技术有着较为现实和深远的意义。

致谢:贵阳市农业局高级农艺师蒋志毅女士对本项目作出了大量的贡献,特此致谢。

### 参考文献:

- [1] 解德蕴. 贵州省坡耕地的利用与整治探讨[J]. 中国土地科学, 2000, 14(6): 22-24.
- [2] 周开芳. 旱坡地梯化培肥技术措施研究[J]. 贵州农业科学, 1997, 25(增刊): 36-38.
- [3] 周开芳. 旱坡地水土保持研究[J]. 耕作与栽培, 2000, (1): 48-50.
- [4] 刘方, 黄昌勇, 何腾兵, 等. 黄壤旱坡地梯化对土壤磷素流失的研究[J]. 水土保持学报, 2001, 15(4): 75-78.
- [5] 付谨华, 蒋志毅, 陈曦, 等. 旱坡地生物栅篱梯化护埂技术水土保持效应[J]. 耕作与栽培, 2000, (4): 38-40.
- [6] 尹迪信, 唐华彬, 朱青, 等. 植物篱逐步梯化技术试验研究[J]. 水土保持学报, 2001, 15(2): 84-87.
- [7] 陈旭晖, 周长华, 周丕东. 贵州山区水土保持试验研究[J]. 贵州农业科学, 1994, (1): 3-8.
- [8] 陈旭晖, 周长华, 周丕东. 生物梯化的水土保持措施效应研究[J]. 水土保持研究, 1998, 5(2): 163-168.
- [9] 陈旭晖, R D Hill, 夏锦慧. 香根草施肥与防治土壤侵蚀的效果[J]. 西南农业学报, 1998, 11(2): 52-57.
- [10] 贵阳统计年鉴(2000)[M]. 北京: 中国统计出版社, 2000. 8.
- [11] 中国科学院南京土壤所. 土壤理化分析[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1980.