

坡耕地蓄水保土耕作法及其效益分析

李鸿杰 黄冠 张现召

(河南省嵩县水土保持科学试验站·河南省嵩县·471400)

提 要

通过沟垄耕作法与平作、垄作与堆作、间作与单作对比试验,表明坡耕地实行垄作与间作耕作技术后,具有明显的蓄水保土增产效益。然而目前该县仍有30万亩坡地,因此建议在未进行坡改梯之前,应积极推广沟垄与间作蓄水保土耕作技术措施。

关键词: 坡耕地 蓄水保土耕作法

Analysis on Tillage Methods of Storing Water and Retaining Soil and Its Increasing Yield Benefits in Hillside Fields

Li Hongjie Huang Guan Zhang Xianzhao

(Institute of Soil and Water Conservation of Songxian County in Henan Province, Songxian, Henan, 471400)

Abstract

The contrast experiments have been carried out to study the differences between level planting, furrow and ridge planting, ridge planting and pile planting, intercropping and planting of the same crop. The results were shown as follows: the marked increasing yield benefits of storing water and retaining soil will be achieved after ridge planting and intercropping have been applied in hillside fields. However, at present, there are 300 thousand mu hillside fields in this county, the authors suggested that the tillage techniques of storing water and retaining soil, such as furrow and ridge planting, intercropping should be actively popularized before the slope land is terraced.

Key words hillside fields tillage methods of storing water and retaining soil

嵩县属山区,山坡丘陵占96%,其中坡度在25°以下的占3.38%;26°~30°占22.76%;31°~35°占31.21%;36°以上占42.7%。农作物需要的水分全部靠天然降雨,该区年降雨量729.9mm,但分布不均衡,主要集中在7、8、9三个月,其降雨量占年降雨量的54%。且常降大雨,年均6~7次,在传统的耕作措施(平作)条件下,坡耕地易发生径流,造成坡耕地土壤侵蚀和养分的流失,蓄水保墒能力降低,严重的影响着坡耕地农作物产量的提高。近年来,坡改梯措施发挥了较大的作用,但仍有大面积的坡耕地在短期内不能改造成水平梯田。我们试验研究工作从1987年开始,于1991年完成。现对4年来的试验研究工作,作以分析。

一、试验区概况

试验区设在嵩县水保所西北方向1km处,在黄河流域伊河水系一级支沟焦间川下游二级支沟—胡沟小流域的出口处。该区为黄土母质所覆盖,系黄土丘陵沟壑区第Ⅲ付区,由梁峁顶、梁峁坡、沟坡、沟底四种地貌组成,具有明显的沟沿线。试验布设在寺沟小流域内的坡耕地上,试区土壤属红粘土,流域面积13.34km²,干流长11.14km,干流比降为25.8%,海拔高程在332.70~737.0m之间。属大陆性季风气候,冬寒夏热,气温变化较大,据我所气象哨多年实测资料,年平均气温13.6°,一月份最冷,最低气温-15.5°C;7月份最热,最高气温41.5°C,年积温5°C以上为4787.9°C,10°C以上为4354.4°C,全年日照时数1792.2h,无霜期209天,年蒸发量1144.0mm。

该流域年降雨量较大,多年平均降雨量为729.9mm,最大年降雨量为1037.4mm,最小年降雨量408.9mm,年际变化大。月降雨量极不均匀。降雨量主要集中在汛期(5~10月),其降雨量占全年降雨量的75.9%~83.8%,而汛期降雨量又多集中在7~8月份,这两个月降雨量占全年降雨量的36.8%~44.4%。(见表1)。据该流域实测的最大日降雨量415.4mm,最大降雨强度为101mm/h(1982年7月29日)。按大雨(25~50mm/日),暴雨(50~100mm/日)标准,流域内平均大雨日5.8~7天,最多年份可出现7~11天,多年平均暴雨日1.2~2天,最多年份可达3天(见表2)。大雨、暴雨多发生在7月中下旬和8月上旬,其中7月份降大雨占汛期大雨的31.5%(不包括暴雨),7月份降暴雨占汛期暴雨的72.7%。

表1 流域雨量站多年平均降雨量情况

时 间		站(哨)名			
		阴坡岩	张旺沟	高 垛	水保站气象哨
降雨量(mm)	7月	157.7	186.4	203.5	207.2
	8月	114.4	107.1	115.5	115.9
	汛 期	561.3	570.9	627.1	610.1
	非汛期	177.9	129.1	126.8	117.8
	全 年	739.2	700.0	753.9	727.9
占年降雨量(%)	7月	21.3	26.6	27.0	28.5
	8月	15.5	15.3	15.3	15.9
	汛 期	75.9	81.6	83.2	83.8
	非汛期	24.1	18.4	16.8	16.2
统计年份		1987年~1990年	1982年~1990年	1982年~1990年	1982年~1990年

表2 多年大雨、暴雨出现天数

站(哨)名	>25mm 出现天数		>50mm 出现天数		统计年份
	多年平均	最多年份	多年平均	最多年份	
阴坡岩	6.1	7	2	3	1987年~1990年
张旺沟	5.8	8	1.2	3	1982年~1990年
高 垛	7.0	11	1.2	3	1982年~1990年
水保所气象哨	6.9	11	1.2	3	1982年~1990年

主要作物有小麦、玉米、红薯、花生、芝麻、黄豆、绿豆、红豆、棉花、烟叶等。该区耕作方式95%以上为畜力耕作,在主要农作物的耕作措施中,红薯采用垄作与堆

作种植,平作极少;花生、玉米、小麦均采用平作方式。塬地及坡度在10°左右的坡耕地多种小麦,并套种玉米、花生、黄豆等。玉米地则间作绿豆或黄豆、豇豆。轮作方式为:小麦—玉米,花生—小麦;一部分为小麦—豆类、谷子—小麦等。旱坡地一年只收一季小麦及其它经济作物。如:大豆、芝麻、棉花等。施肥情况,总的趋势是施肥量逐年增加,农家肥由50~60年代的500~1000kg/亩,

增加到 1990 年的 3 500~4 000kg/亩。化肥使用时间较晚,但增长较快,由 1971 年的 8.75kg/亩,提高到 1980 年的 53.4kg/亩。1990 年则达到 90kg/亩(磷肥 40kg、碳铵 50kg),施用化肥后,农作物产量有大幅度的提高。嵩县 10 年来粮食生产情况见表 3。

二、试验方法及措施

表 3 嵩县农作物产量统计(1980~1991 年)

年份 (年)	播种面积 (亩)	夏 粮 (t)	秋 粮 (t)	总 产 (t)	单 产 (kg)
1980	735 349	38 625	84 405	123 030	167
1981	728 959	42 730	71 595	114 325	157
1982	718 262	37 235	45 455	82 690	115
1983	70 406	43 470	74 200	117 670	167
1984	602 149	42 225	72 585	114 810	166
1985	667 025	43 520	39 290	82 810	124
1986	677 715	38 261	26 057	64 318	95
1987	677 161	48 271	53 806	102 077	151
1988	674 553	43 266	45 098	88 364	131
1989	659 103	51 405	60 415	111 820	170
1990	663 034	48 115	53 874	10 1989	154

试验方法:沟垄耕作法与平作、垄作与堆作、间作与单作对比,比较其水保及增产效益。观测内容有产量、生长量、径流量、侵蚀量、土壤含水量、土壤养分等。

试验选用的农作物为当地的两种主要秋作物:玉米和红薯,并在玉米地间作豇豆。

小区布设:试验小区分 3 组,分别设在 10°、15°、25°坡耕地上,每组并列设置 4 个对比小区,其中一个为平作,

其它为垄作或间作。小区规格为 10m×5m,小区之间设保护行,小区顶部均开挖排水沟,并在上、左、右三面用水泥板围砌,以阻拦外水流入。小区下方设截水槽、集流槽、集水池,集水池内壁漆有水尺,观测时直接读出水尺读数,之后将水搅匀,用水样筒取得水样。

作物种植措施的配置见表 4。

表 4 历年试验小区作物种植情况

作 物	坡度(°)	区 号	1988 年	1989 年	1990 年	1991 年
玉 米	10 15 25	I	玉米平作	玉米间豇豆	玉米垄作	玉米垄作间豇豆
		II	玉米垄作	玉米间黄豆	玉米平作间豇豆	玉米平作
		III	玉米间豇豆	玉米平作	玉米垄作间豇豆	玉米垄作
		IV	玉米间黄豆	玉米垄作	玉米平作	玉米平作间豇豆
红 薯	10 15	I	堆作	堆作	堆作	堆作
		II	堆作	垄作	垄作	垄作

玉米种植措施用于减流、减沙、增产及土壤养分的比较;红薯则进行堆、垄两种措施产量的对比。

整地:用人力翻耕,深 30cm,翻后平整到所需的坡度,沟宽 83.3cm,玉米株距 49.96cm,行距 83.3cm,红薯株距 33.3cm,行距 83.3cm。

施肥量:玉米施碳铵 50kg/亩,磷肥 40kg/亩;红薯施碳铵 50kg/亩。

三、试验期间的气象特征及自然灾害情况

该试验起止时间为 1988 年至 1991 年。据我所气象哨实测资料,试验期间的气温、降雨量等情况,见表 5、表 6、表 7。

表5 1988~1991年嵩县试验站气象观测资料

实测结果	1988年	1989年	1990年	1991年	4年平均
年平均气温(°C)	13.8	13.3	13.9	14.12	13.78
≥5°C积温(°C)	4 870.3	4 634.4	4 796.1	4 934.1	4 808.73
≥10°C积温(°C)	4 543.2	4 432.1	4 591.1	4 463.9	4 507.58
陆上水面蒸发量(mm)	942.1	870.1	941.8	1 062.1	954.1
最高气温(°C)	31.5	30.0	31.7	29.7	30.73
最低气温(°C)	-4.6	-5.9	-7.9	-4.4	-5.7
年降雨量(mm)	703.8	788.9	617.0	464.6	643.5
5~9月份降雨量(mm)	574.2	530.1	405.9	329.6	459.95
5~9月降雨量/全年降雨量(%)	81.59	67.20	65.79	70.94	71.47
(5~10月降雨量)	626.7	544.3	418.6	333.3	480
汛期降雨量/全年降雨量(%)	89.05	68.87	67.84	71.74	74.70

表6 1988~1991年嵩县水保所气象哨逐月降雨量

年份 (年)	月降雨量(mm)												年降雨量 (mm)	汛期降雨 量(mm)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1988	0	16.1	42.6	46.7	48.3	47	209.4	225.2	43.6	53.2	0.6	13.4	703.8	626.7
1989	48.7	52.3	28.0	25.6	27.8	53.7	276.1	131.3	41.2	13.2	39.2	31.8	788.9	544.3
1990	35.9	42.5	41.4	38.3	94.9	127.2	113.8	26.8	43.2	12.7	32.8	7.4	617.0	418.6
1991	5.7	24.6	66.9	23.5	103.2	55.1	59.8	59.1	52.4	3.7	7.5	3.1	464.6	333.3

表7 试验期间径流次数统计表

年份 (年)	总径流次数 (次)	10°				15°				25°			
		垄	平	平间	垄间	垄	平	平间	垄间	垄	平	平间	垄间
1988	5	3	5	4	—	3	5	5	1	4	5	5	1
1989	7	4	7	7	—	4	7	7	1	5	7	7	1
1990	4	3	4	4	3	3	4	4	3	3	4	4	3
1991	3	1	3	3	1	2	3	3	2	2	3	3	2
总计	19	11	19	18	4	12	19	19	8	14	19	19	5
比例(%)	100	57	100	94.74	57.14	63.16	100	100	71.43	73.68	100	100	71.4

四年中,1990年7、8月份特别干旱,8月份仅降雨26.8mm,造成农作物大面积减产,1991年10月至11月旱象严重,两个月仅降雨11.2mm,严重的影响了小麦播种,甚至无法播种。

四、试验结果与分析

试验区坡耕地(10°~25°)采用垄作与间作技术后,对蓄水保土及作物增产均起到了明显的作用。

(一)减流减沙效益 试验期间的径流泥沙情况(见表8)。

1、减流效益。从4年总的趋势看,其径流模数分别为:玉米垄作 $9\ 683.25\text{m}^3/\text{km}^2$;垄作间豇豆 $4\ 776.00\text{m}^3/\text{km}^2$;平间豇豆 $1\ 448.67\text{m}^3/\text{km}^2$;平间黄豆 $28\ 029.83\text{m}^3/\text{km}^2$;平作 $18\ 612.78\text{m}^3/\text{km}^2$ 。与平作相比,其径流量分别为平作的52.02%、50.67%、77.84%、100.84%。其亩径流量分别比平作减少 $5.95\text{m}^3/\text{亩}$ 、 $3.10\text{m}^3/\text{亩}$ 、 $2.75\text{m}^3/\text{亩}$ 、及增加 $0.16\text{m}^3/\text{亩}$ 。

表 8 1988~1991 年试验区径流量与侵蚀模数及产量对比

坡度(°)	区号	耕作措施	径流模数(m ³ /km ²)			侵蚀模数(t/km ²)			亩产量(kg)			亩生长量(kg)		
			总量	平均	比较(%)	总量	平均	比较(%)	总量	平均	比较(%)	总量	平均	比较(%)
10	1	垄作	28152	7038	47.23	661.2	165.3	55.53	1768.23	442.06	108.77	3948.93	987.23	153.01
	2	平间豇豆	25820	6455	43.32	794	198.5	66.68	1760.34	440.08	108.28	3676.27	919.07	142.44
	3	平间黄豆	45174	22587	187.86	814.8	407.4	92.81	755	378.0	105.81	1291.73	645.86	98.40
	4	垄间豇豆	4084	2042	49.99	119.6	59.8	27.52	985.73	492.87	108.06	2536.13	1268.06	110.35
	5	平作	59620	14900.5	100	1190.8	297.7	100	1625.73	406.43	100	2580.87	645.22	100
15	1	垄作	15185	3796.25	18.93	1737.44	434.36	53.27	1417.12	354.28	99.83	3063.40	765.85	107.61
	2	平间豇豆	71954	7988.5	89.71	2231.4	557.85	68.41	1482.0	370.50	104.4	2902.80	725.7	101.97
	3	平间黄豆	54071	27035.5	97.26	1999.6	999.8	127.31	749.67	374.83	120.01	1207.13	603.56	118.70
	4	垄间豇豆	8766	4383	35.62	205.2	102.6	12.14	744.3	372.15	96.99	1863.66	931.83	101.85
	5	平作	80206	20051.5	100	3261.6	815.4	100	1419.53	354.88	100	2846.86	711.71	100
25	1	垄作	72862	18211.5	87.21	3747.6	936.9	36.59	1301.06	325.26	108.60	2651.33	662.83	100.08
	2	平间豇豆	76078	19019.5	91.06	4657.4	1164.35	45.48	1198.99	299.75	100.08	2635.73	658.93	99.49
	3	平间黄豆	68934	34467	115.37	3828.8	1914.4	66.08	698.73	349.37	125.42	1197.73	598.86	126.58
	4	垄间豇豆	15806	7903	66.50	753.8	376.9	16.95	741.23	370.86	115.69	1739.46	869.73	102.15
	5	平作	83546	20886.5	100	10241.2	2560.3	100	1198.0	299.5	100	2649.20	662.30	100

2、减沙效益。垄作、垄间豇豆、平间豇豆、平间黄豆及平作的侵蚀模数分别为 512.19t/km²、179.77t/km²、640.23t/km²、20t/km²、1 224.80t/km²。与平作相比,其侵蚀模数分别占平作的 41.82%、16.41%、52.27%、81.80%。与平作相比,每亩泥沙量分别比平作减少 475.7kg、10.47kg、389.71kg、164.18kg。而平作被侵蚀的泥沙总量平均为 816.53kg/亩。由此可见,垄作、垄间豇豆、平间豇豆、平间黄豆均比传统的平作方式径流量、泥沙量减少。其减少的程度由大到小的排列顺序为:垄间豇豆、垄作、平间豇豆、平间黄豆、平作。

(二)增产效益 试验结果表明:垄作、垄间豇豆、平间豇豆、平间黄豆的产量均比平作高。其平均亩产为:373.40kg、412.96kg、363.44kg、367.23kg、346.94kg。分别是平作产量的 107.77%、106.51%、104.76%、114.61%,每亩分别比平作增产 26.96kg、26.82kg、16.50kg、53.65kg。

表 9 1988~1991 年不同处理红薯产量结果

坡度(°)	种植方式	年份(年)							
		1988	1989	1990	1991	合计	亩平均	比较(%)	
10	堆作	亩产量(kg)	2477.9	1593.35	1671.8	1186.65	6927.7	1732.45	100
		亩生长量(kg)	3788.5	2214.7	2586.7	1643.5	10233.5	2558.4	
	垄作	亩产量(kg)	2491.4	1753.5	2229.1	1340.0	7813.9	1953.45	112.8
		亩生长量(kg)	3658.7	2598.4	3173.9	1996.8	11427.95	2857.0	111.7
15	堆作	亩产量(kg)	2417.9	1500.0	1623.5	1053.3	6594.8	1648.7	100
		亩生长量(kg)	3681.8	2071.5	2971.0	1458.8	10133.2	2533.3	
	垄作	亩产量(kg)	2326.8	1583.3	2162.55	1240.0	7312.7	1828.2	110.9
		亩生长量(kg)	3606.9	2372.5	3959.1	1847.8	11786.4	3321.6	131.1

其生长量分别是平作的 119.65%、105.29%、114.09%和 112.84%。平均生长量分别为:805.30kg、1023.21kg、726.90kg、616.10kg、673.03kg。红薯的产量结果见表 9。从不同处理产量结果来看,红薯垄作比堆作增产。垄作产量为堆作的 111.85%,平均每亩增产 200.85kg,生长量为堆作的 113.98%。10°区产量高于 15°区,10°区较 15°区产量增加 106.01%,其生长量为 15°区的

98.82%。

(三)土壤养分 试验结果表明:垄作及垄间豇豆的土壤养分含量均略高于平作。(见表10)与平作相比,全N、速效P、速效K、有机质、水解N等5种养分,垄作的分别比平作的高4.40g/kg、182.7g/kg、2.0g/kg、3.5g/kg、50.1g/kg;垄间豇豆分别比平作高15.4g/kg、86.2g/kg、8.7g/kg、9.0g/kg、及低9.0g/kg。

表10 玉米在不同耕作措施条件下土壤养分比较

耕作措施	全N (g/kg) 平均	比较 (%)	速效P (mg/kg)	比较 (%)	速效K (mg/kg)	比较 (%)	有机质 (g/kg)	比较 (%)	水解N (mg/kg)	比较 (%)
平作	0.454		18.34		184.92		7.416		5.59	
垄作	0.456	0.44	21.69	18.27	185.28	0.20	7.442	0.35	5.87	5.01
垄间豇豆	0.461	1.54	19.92	8.62	186.53	0.87	7.482	0.90	5.54	-0.90
平间豇豆	0.457	0.66	16.81	-8.18	181.83	-1.67	7.241	-2.36	6.17	10.38
平间黄豆	0.563	8.06	13.82	27.15	181.75	-0.79	7.137	-6.19	3.96	-3.65

平间豇豆与平间黄豆的全N及水解N均高于平作,而速效P,速效K和有机质则低于平作。依上述顺序,平间豇豆分别增加6.6g/kg、及减少81.8g/kg、16.7g/kg、23.6g/kg和增加103.8g/kg。平间黄豆的分别增加80.6g/kg及减少271.5g/kg、7.9g/kg、61.9g/kg和增加36.5g/kg。

1990~1991年对径流泥沙中所含的养分进行了测定(见表11,表12)结果表明:平作径流泥沙中养分含量最高,平间豇豆、垄作及垄间豇豆的径流泥沙中养分含量均低于平作。据计算,每亩流失的养分按N、P、K,水解N、有机质顺序排列,垄作的分别为0.09kg、0.005kg、0.025kg、0.013kg、1.04kg;垄间豇豆的分别为0.08kg、0.004kg、0.022kg、0.017kg、0.93kg;平间豇豆的分别为0.26kg、0.014kg、0.069kg、0.033kg、2.80kg;平作的分别为0.51kg、0.028kg、0.138kg、0.110kg、5.80kg。

表11 土壤养分流失情况比较(1990~1991年)

耕作措施	全N (g/kg)		速效P (mg/kg)		速效K (mg/kg)		水解N (mg/kg)		有机质 (g/kg)	
	平均	比较(%)	平均	比较(%)	平均	比较(%)	平均	比较(%)	平均	比较(%)
垄作	0.654	94.1	33.67	86.42	181.17	95.89	9.10	60.47	7.53	94.84
垄间豇豆	0.676	97.26	36.47	93.61	184.58	97.69	14.00	93.02	7.74	97.48
平作	0.695	100	38.96	100	188.94	100	15.05	100	7.94	100
平间豇豆	0.688	98.9	36.13	93.25	180.25	95.39	8.70	57.51	7.34	92.44

总之,垄作,垄间豇豆,平间豇豆3种耕作措施均能起到减流减沙的作用,从而减少了土壤养分的损失,保持了土壤肥力。

(四)土壤含水量情况 主要对不同坡度的土壤含水量进行了测定,见表13。

在10°、15°、25°不同的坡度上,在耕作措施条件相同的情况下,含水量随坡度的增大而减小。其中在0~20cm土层中,10°、15°的含水量分别比25°的提高8.98%和3.70%。

土壤容量(见表14)随着坡度的增大而增大。10°、15°的土壤容重分别比25°的增加11.45%和

表12 每亩流失的养分量比较

耕作措施	平均侵蚀量 (kg/亩)	平均养分损失量(kg/亩)				
		N	P	K	水解N	有机质
垄作	138.14	0.09	0.005	0.025	0.013	1.04
垄间豇豆	119.84	0.08	0.004	0.022	0.017	0.93
平间豇豆	381.27	0.26	0.014	0.069	0.033	2.80
垄平	730.31	0.51	0.029	0.138	0.110	5.80

6.11%,土壤孔隙度则依次减小,其减小的幅度分别为10.69%和5.97%。

表13 不同坡度分层含水量比较

坡度(°)	0~20cm (%)	比较 (%)	20~40cm (%)	比较 (%)	40~60cm (%)	比较 (%)
10	15.3	8.98	16.13	8.33	15.62	3.31
15	14.56	3.70	14.80	-0.60	14.35	-5.09
25	14.04		14.89		15.12	

表14 各坡度容重比较

坡度(°)	容重 (g/cm ³)	增减 (±)	孔隙度 (%)	增减 (±)
10	1.16	-11.45	56.11	10.69
15	1.23	-6.11	53.72	5.97
25	1.3		5.064	

五、结 论

在丘陵旱坡地上,实行垄作与间作后,在产流的情况下均比平作增产,并可拦蓄较多的雨水,减少径流和泥沙,从而取得蓄水保土的显著效益,是一种有效的水保措施。

在嵩县,目前仍有30余万亩坡地,但坡改梯的速度为1万亩/年。因此,在未进行坡改梯之前,或不能进行坡改梯改造的坡耕地,推广应用垄作及间作措施十分必要。

(上接第63页)

2. 内蒙古西部黄土丘陵区,土质较疏松,使水分入渗加快,加之该地区地表水分蒸发强烈,使土壤水分移动加强。

3. 作物生长发育耗水,主要来源于该年生育期降雨,即汛期降雨,而土壤在这里起调节和再分布的作用。

4. 该地区土壤的垂直方向基本可分为三个层次,即0~40cm,40~100cm,100~200cm这三个层次,不同时期水分含量有一定的差异。但主要还是在雨季。土壤水分垂直动态变化,也主要是随着降雨的动态变化而变化的。

(上接第70页)

四、结 语

旱源地蓄水保土耕作措施具有投资少、见效快、方法简单、易于推广、蓄水保土能力强、增产效益显著等特点,因此是旱源地改善土壤水肥条件,提高作物产量的重要途径,在生产中很有必要加以推广。同时旱源地蓄水保土耕作措施的研究是一项持久性的工作,目前课题任务虽然已完成,但并不意味着研究工作的结束。四年来的试验研究工作,虽然取得了一些成果,但这仅仅是研究工作的开始,今后我们还要开展进一步的深入研究。