

# \* 四川丘陵坡耕地综合治理的主要配套技术研究

赵燮京 张建华 庞良玉 林超文

(四川省农科院土壤肥料研究所 成都 610066)

**摘 要** 四川省位于长江上游,水土流失面积约20万 $\text{km}^2$ ,占全省幅员面积的41.3%,占长江上游水土流失面积的56.6%,是长江上游以至全国水土流失最严重的地区。全省现有96.5万 $\text{hm}^2$ 尚未改变的5~25°坡耕地,既是四川省水土流失的重要侵蚀源,也是今后粮食最大增产潜力之所在。为实现2005年退耕还林后仍保持年人均400 kg粮食的水平,必须对现有坡耕地进行综合治理,在改善农业生态环境的同时,提高水土资源利用率。本文从坡改梯关键技术、微水工程、防蚀耕作法、覆盖技术等方面进行了一些研究,以期提高四川丘陵坡耕地综合治理的效益。

**关键词** 四川丘陵 坡耕地治理 配套技术

## Main Complete Sets of Techniques in Integrated Management of Sloping Land on Hilly Area of Sichuan Province

Zhao Xiejing Zhang Jianhua Pang Liangyu Lin Chaowen

(Soil and Fertilizer Institute of Sichuan Academy of Agricultural Sciences Chengdu 610066)

**Abstract** Sichuan province is situated on the upper reaches of Yangtze river. The soil erosion area of Sichuan is about 200 000  $\text{km}^2$ , accounting for 41.3% of the total area of Sichuan and 56.6% of the soil erosion area of the upper reaches of Yangtze river, is the most serious soil erosion area not only in the upper reaches of Yangtze river but even in the whole country. 965 000  $\text{hm}^2$  5~25°sloping land in the whole province is waiting to be improved, which is both main erosion source of soil and water loss and the area with the largest potential of grain production from now on in Sichuan. To keep 400 kg grain per capital after afforestation of steep sloping land for erosion in 2005, we must manage the sloping land comprehensively, besides agricultural ecological environment, we must promote utilization ratio of water. Based on practical situation of sloping land of Sichuan, the author studied key techniques of terracing, miniature water conservancy, farming with soil and water conservation, mulch cultivation etc. to promote benefit of integrated management to sloping land in hilly area of Sichuan.

**Key words** hilly area of Sichuan management of sloping land complete sets of techniques

## 1 坡耕地综合治理的重要性

四川省位于长江上游,幅员面积 48.5 万  $\text{km}^2$ ,其中水土流失面积约 20 万  $\text{km}^2$ , 占全省幅员面积的 41.3%,占长江上游水土流失面积的 56.6%,是长江上游以至全国水土流失最严重的地区之一<sup>[1]</sup>。1998 年长江中下游发生了历史上罕见的特大洪灾,对我国社会主义经济建设和人民生命财产造成了极大的损失。除暴雨是洪灾的直接因素外,长江上游,特别是四川的生态环境恶化和坡耕地水土流失加剧,无疑对洪灾起到了推波助澜的作用。在水土流失面积中,影响最大的是 76.9 万  $\text{hm}^2$  大于 25 的坡耕地和 96.5 万  $\text{hm}^2$  尚未改造的 5~25 坡耕地。在今后 7 年中,25 以上的坡耕地将退耕还林、还草,这意味着四川省将面临人均 0.04 万  $\text{hm}^2$  耕地的严峻形势。如何在 2005 年使四川省仍能保持年人均粮食 400 kg 的水平,是当前亟待解决的重大问题。除稻田和高产旱地继续提高单产外,增产潜力最大的是 96.5 万  $\text{hm}^2$  尚待改造的 5~25 坡耕地。因此坡耕地的综合治理工作已作为战略任务历史地提上了议事日程。四川省地域广大,地质、地貌、土壤和水文等情况差异较大。在坡耕地综合治理中科学地运用工程手段的同时,抓好一些关键的农耕、农艺技术和生物措施,既能有效地防治水土流失和改善农业生态环境,又能提高水土资源利用率并使作物稳产、高产,这不仅有助于提高坡耕地综合治理的效益,而且有利于促进四川省旱地农业的可持续发展。

## 2 坡耕地综合治理的配套技术

### 2.1 增厚土层是坡耕地治理的技术核心

四川省旱地与北方旱地有很大的不同,除土壤类型外,最主要的区别在于土层厚度的差异。我国水土流失最严重的黄土高原,其黄土层可达几十 m 甚至 100 多 m,而四川的旱地多为坡地,土层较浅,大多数不足 50 cm,甚至低于 30 cm。有关专家曾预测:如果不及时进行治理,黄土高原 3 000 年后可能变成戈壁,而四川丘陵只需 300 年便可成为光山秃岭,事实上在川中紫色岩地区,许多地方经侵蚀后已石化成为寸草不生的石头山。

研究结果(表 1)表明:即使在少雨年份,从 20 cm 到 120 cm,地表径流量、地下径流量和总径流量均呈减少趋势,其中 120 cm 土层厚度的总径流量较 20 cm 土层厚度减少近一半。土层厚度每增加 10 cm 可多蓄纳降雨 8.2 mm。换言之,增厚土层 10 cm,每  $\text{hm}^2$  可多蓄水 82.5  $\text{m}^3$ ,同时土壤水分含量也随土层厚度增加而稳定增加,120 cm 与 20 cm 比较,可提高土壤水分含量 2~4 个百分点。

表 1 不同土层厚度径流及土壤水分含量变化情况(1995~1997)

土层厚度/cm	20	40	60	80	100	120
地表径流量/mm	85.6	76.6	70.6	60.1	51.5	49.2
地下径流量/mm	80.0	66.6	61.2	52.5	40.6	34.1
总径流量/mm	165.6	143.2	131.8	112.6	92.1	83.4
土壤水分含量变化范围(重量含水量)/%	8.7~20.0	10.4~20.2	11.5~20.9	11.9~21.1	12.0~21.5	12.7~22.1

作物产量结果(表 2)表明:与 20 cm 比较,土层厚度 120 cm 的玉米产量可达 5 533.5  $\text{kg}/\text{hm}^2$ ,增产 2 641.5 kg,增产率 91.3%;甘薯产量达 18 901.5  $\text{kg}/\text{hm}^2$ ,增产 6 301.5 kg,增产率 50.0%;小麦产量达 4 000  $\text{kg}/\text{hm}^2$ ,增产 1 300 kg,增产率 48.2%;油菜产量达 1 879.5  $\text{kg}/\text{hm}^2$ ,增产 1 279.5 kg,增产率 213.3%。

表 2 不同土层厚度作物产量比较表(1995~ 1997)

土层厚度/cm	20	40	60	80	100	120
玉米/kg·hm <sup>-2</sup>	2892 0	4099 5	5034 5	5386 5	5301 0	5533 5
甘薯/kg·hm <sup>-2</sup>	12600 0	15361 5	17200 5	20001 0	21760 5	18901 5
小麦/kg·hm <sup>-2</sup>	2700 0	3600 0	4399 5	4600 5	4099 5	4000 5
油菜/kg·hm <sup>-2</sup>	600 0	979 5	1000 5	1579 5	1699 5	1879 5

\* 甘薯产量为鲜重。

同时还不难看出, 土层厚度 60~ 80 cm 为稳产的拐点。针对四川旱坡地改造的难度, 可将坡耕地改造土层厚度的低限指标定为 60 cm。

增厚土层厚度对于作物抗旱增产和减少水土流失的作用也十分显著。因此在坡改梯和三沟整治的同时, 应把增厚土层放在工程措施的首要位置, 并作为工程验收的重要指标。

2 2 重视微水工程配套建设, 提高降雨径流利用率

四川省大部分区域属亚热带湿润季风气候, 年降雨量总体来讲较为充沛。由于年际间降水变幅大且年内时空分布不均, 加之坡陡土薄等多种不利因素, 使坡耕地土壤水分状况较差。一方面, 降水径流集中、非生产损失大, 水土流失极为严重; 另一方面, 春、夏、伏旱灾害频繁, 绝大部分旱坡地均靠雨养。以川中丘陵多年实测资料(表 3)为例, 年径流深变化范围为 81. 8~ 495. 9 mm, 平均径流深 285 mm 左右, 每年平均约有 1/3 降雨通过径流损失。因此就地拦截径流、蓄水抗旱, 以缓解降雨不均与作物持续需水的矛盾, 是提高降雨径流利用率有效途径<sup>[2]</sup>。

表 3 川中丘陵区流域径流特征

年份	降雨量/mm	径流深/mm	径流系数	已利用水量/mm
1988	1024. 0	454. 8	0. 44	569. 2
1989	764. 9	235. 7	0. 31	529. 2
1990	803. 3	228. 6	0. 29	574. 7
1991	760. 7	195. 0	0. 26	565. 7
1992	857. 1	353. 6	0. 41	504. 5
1993	828. 6	237. 8	0. 29	590. 3
1994	671. 5	81. 8	0. 13	589. 7
1995	1165. 1	495. 9	0. 43	669. 2
年均值	859. 4	285. 4	0. 33	574. 0

除建设大中小型水库增加灌溉面积和增加蓄洪纳雨能力外, 在丘陵和盆边山区坡耕地应重点抓好微水工程的建设。实践证明, 近 10 余年来发展起来的微水工程对旱坡地的纳雨抗旱有十分重要的作用。“三池配套”技术是在广大农民实践经验基础上总结出的一项适合于山区丘陵旱坡地蓄水抗旱的好办法, 解决了农户土地分散, 水低土高和降雨不均的矛盾, 具有蓄水、保土和省工三大功能, 对径流的调控和作物稳产增产有重要作用。通过对 1 hm<sup>2</sup> 旱坡地微型蓄水池连续两年的观测, 结果表明, 总容量 155 m<sup>3</sup> 的大小蓄水池 10 余口, 年蓄水量达 252. 3 m<sup>3</sup>, 其容积有效利用率为 163%, 提供灌溉用水 114 m<sup>3</sup>, 在作物播种期和几个关键的生长期, 对作物短期缺水起到了重要的调节作用<sup>[3]</sup>。据试验: 在干旱时利用蓄水池对玉米进行灌溉, 增产幅度可达 8. 0~ 84. 0 kg/hm<sup>-2</sup>·mm<sup>-1</sup>, 可有效地提高水分利用效率<sup>[4]</sup>。在有条件的地方实行微水工程的“大、中、小三结合, 提、蓄、灌三配套”能更好地发挥工程蓄水的效益。

2 3 采用覆盖技术, 减少水土流失和无效蒸发

从冬季到初夏, 四川省降雨偏少, 旱坡地土壤墒情往往较差。采用覆盖技术可有效地减少土壤表面水分蒸发和保持土壤水分。研究表明在坡耕地上进行地膜覆盖能使土壤含水量提高 2~ 3 个百分点, 使土壤干旱延后 15 d 左右。玉米地膜覆盖早已成为一项成熟技术为广大农民接受。近

年来,“三北”干旱地区推广的地膜小麦增产效果也十分显著,10 多年的实践证明,大面积一般可增产 30% 左右,在高寒地区,增产幅度为 110%~230%,产量可达 6 000 kg/hm<sup>2</sup>。目前该项技术已成为北方数省推广速度最快、推广面积最大和增产效果最显著的先进农业技术,1997 年推广面积达 54 万 hm<sup>2</sup>,仅山西省就推广了 25 万 hm<sup>2</sup>。笔者曾于 1997~1998 年在资阳进行了地膜小麦试验,产量比常规栽培增产 24% 以上,证明该项技术在旱坡地上是大有潜力的,只要对目前技术上存在的难点和问题加以研究解决,该项技术可望成为四川省(特别是盆边山区)旱坡地小麦增产的一条重要途径<sup>[5]</sup>。

秸秆覆盖也是一项重要的农艺措施。不仅具有减少水分蒸发和培肥地力的作用,而且具有防止水土流失的特殊功能。研究结果(表 4)表明,在 8 和 14 坡土上进行秸秆覆盖(3 000 kg/hm<sup>2</sup>,干重),其地表径流分别为 14.6 mm 和 15.9 mm,比对照横坡垄作减少 81.5% 和 87.5%;泥沙流失量分别为 0.3 t/hm<sup>2</sup> 和 2.2 t/hm<sup>2</sup>,比对照减少 88% 和 95%。尽管在不同坡度秸秆覆盖的泥沙减少量和径流减少量百分数是相近的,但绝对泥沙减少量和径流减少量差异是很大的,均随坡度增大而大幅度减少:8 坡度土泥沙减少量为 6.1 t/hm<sup>2</sup>,14 坡土泥沙减少量为 21.4 t/hm<sup>2</sup>;8 坡土径流减少量为 63.5 mm,14 坡土径流减少量为 110.4 mm。

表 4 秸秆覆盖防止水土流失的效果

坡 度	处 理	泥沙流失量/t·hm <sup>-2</sup>	减少量/t·hm <sup>-2</sup>	地表径流量/mm	减少量/mm
8°	横坡垄作	6.4		78.1	
	秸秆覆盖	0.3	6.1	14.6	63.5
14°	横坡垄作	23.6		126.3	
	秸秆覆盖	2.2	21.4	15.9	110.4

从以上结果不难看出,秸秆覆盖具有其它农耕措施无法比拟的水土保持作用。秸秆覆盖还能使降雨就地入渗,增加土壤含水量 5%~15%,从而有效地延缓旱情和减轻干旱的危害。对玉米的研究(表 5)还表明:覆盖的增产效果也是十分显著的,并以土层较浅的坡顶土最为突出。这是由于浅薄的土壤水分调控能力差,在立地条件土层相对较薄时,等量水分对玉米生长的相对作用更大。如果结合增厚土层和适当灌溉,覆盖栽培将会发挥更大的增产效益。

表 5 不同覆盖方式对玉米产量的影响(1997)

处 理		玉米百粒重/g	比对照增重/%	玉米产量 kg·hm <sup>-2</sup>	比对照增产/%
漕 土	对 照	25.27	0	6226.5	0
	麦壳覆盖	26.10	3.3	6990.0	12.3
	地膜覆盖	26.75	5.8	6639.0	6.6
坡顶土	对 照	22.39	0	4744.5	0
	麦壳覆盖	24.16	7.9	6034.5	27.2
	地膜覆盖	24.47	9.3	6504.0	37.1

2.4 推广合理的耕作方式,提高土壤防蚀保墒能力

四川省未改造的旱坡地面积大,要使人均达到 0.03 hm<sup>2</sup> 基本农田并非朝夕之事。同时改造后的旱坡地如不采取合理保护措施,也会产生退化而使治理成果付诸东流。因此采用合理的耕作方式,对提高土壤防蚀保墒能力和增产有重要作用。格网式垄作法和聚土垄作法等都是在总结农民经验的基础上提出的合理耕作方式。

格网式垄作法具有防蚀、保墒和增产多重效果。试验结果(表 6)表明:与横坡垄作比较,在 8°

和 14 的坡土上, 格网式垄作的地表径流量分别减少 9.3% 和 40.1%; 泥沙流失量分别减少 43.8% 和 24.6%, 其防蚀保水作用十分显著。

表 6 格网式垄作防蚀保墒的效果

坡 度	处 理	地表径流量/mm	减少量/%	泥沙流失量/t · hm <sup>-2</sup>	减少量/%
8 °	横坡垄作	78.1		6.4	
	格网式垄作	70.8	9.3	3.6	43.8
14 °	横坡垄作	126.3		23.6	
	格网式垄作	75.7	40.1	17.8	24.6

格网式垄作的具体作法是使种玉米的大垄与种甘薯的小垄相互垂直成格网状, 该耕作方式减少水土流失和纳雨蓄墒的主要作用在于其垄沟的封闭式结构能拦截降雨使其就地入渗。试验表明: 在 8 的坡耕地上, 该种植方式能经受住 30 min 雨强达 45 mm 的强暴雨冲击, 其垄沟有效容积约 100 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>, 可直接容纳 15 mm (含入渗部分) 的径流量, 与常规横坡垄作相比可增产 5% 左右<sup>[6]</sup>。

3 结 语

坡耕地是四川水土流失的主要侵蚀源之一, 也是粮食增产最大潜力之所在。坡耕地综合治理是一项十分艰巨的任务, 也是“科教兴国”和“可持续发展”两个战略的重要组成部分。该项工作是一种政府行为, 必须依靠科技, 增加投入和组织动员农民群众积极参与, 才可能取得显著的社会、生态和经济三大效益。

针对四川盆地丘陵区坡耕地特点, 对坡耕地综合治理中的一些关键问题进行了研究, 以期能为该类型区的生态环境改善和水土流失防治提供一些有效的配套技术和理论依据。限于手段和水平, 不足之处望同行不吝指正。

参考文献

1 柴宗新 论长江上游水土流失特征及防治对策 大自然探索, 1998, 7(26): 89~ 96  
2 杨文元等 紫色丘陵区水土流失现状与持续农业对策 土壤农化通报, 1997, 3(3): 10~ 14  
3 赵燮京等 川中丘陵区旱地抗旱节水的主要途径 土壤农化通报, 1997, 3(3): 30~ 35  
4 张建华等 川中丘陵玉米干旱成因与避旱减灾措施 耕作与栽培, 1998, 3, 63~ 65  
5 李跃建等 地膜小麦的增产效果及其在四川的发展前景 四川农业科技, 1998(5): 14~ 15  
6 张奇等 川中丘陵小流域水土流失特征与调控研究 土壤侵蚀与水土保持学报, 1997, 3(3): 38~ 45