

# 花岗片麻岩流失区坡耕地与 梯田效益试验

孟庆法 傅西玮

(江苏省赣榆县水利局 222100)

**摘 要** 运用多年观测资料,详实论证了坡耕地与梯田之间的经济效益,保水保土效益,为小流域的科学规划提供了可靠的理论数据。

**关键词** 梯田 小区试验 水土保持

## The Experimental Study on the Effect of Slope Farmland and Terrace in the Granite-gneiss Area

Meng Qingfa Fu Xiwei

(The Conservancy Bureau of Ganyu County Jiangsu Province 222100)

**Abstract** Using long series of data of experimental observation, this paper in detail analyzed the economic benefit and the effect of soil and water conservation through the comparisons between slope cropland and terraced field. The results provide reliable theoretical data for scientific programming in the control and development of small watershed.

**Key words** terrace plot experiment soil and water conservation

梯田是改造坡耕地控制水土流失的重要措施,是山丘区实现高产稳产的基本途径。因而坡地修梯田这一措施,各地均有程度不同的实施,就赣榆县为例,建国以来,修建梯田 1.83 万  $\text{hm}^2$ ,其中水平梯田 0.67 万  $\text{hm}^2$ ,占山区耕地面积的 89%。从而大大地改善了生产条件,提高了基本农田蓄水、保土抗御自然灾害的能力。为探讨梯田的效益,我们开展了试验。现就试验资料分析,略论以下几个方面的问题。

### 1 坡改梯是保持水土的主要措施

土壤侵蚀,大量的泥沙来源于坡面。由于人们在生产过程中搅动频繁,加剧了水土流失,以成土母质为片麻岩地区的土壤,质地粗、结构差,如不加以改造,生产条件将愈演愈劣,后果不堪设想,梯田的建立,改变了坡形,起到了滞洪、蓄水、保土、保肥作用。

#### 1.1 梯田蓄水效益

由于梯田增加了地表的糙率,在同样暴雨情况下,较之坡耕地地面径流汇流时间迟,洪峰

出现慢而小,使大量地面水转为地下水。如 1982 年 8 月 17 日至 18 日一次降雨 107.9mm,强度 12mm/h,坡耕地出现两次较大洪峰,梯田只出现两次小而缓的洪峰。从而说明了梯田起到削峰减量作用。

据 5 年资料分析,本地区梯田径流量 212 855.6m<sup>3</sup>/(km<sup>2</sup>·a),坡耕地年径流量为 264 578m<sup>3</sup>/(km<sup>2</sup>·a),梯田比坡耕地径流量减少 19.5%(见表 1)。梯田每年每公顷比坡耕地多蓄水 517.5m<sup>3</sup>,蓄水效率  $\eta_1$  为 25%。

土壤含水量梯田比坡耕地平均要高出 2%~3%。1975 年 7~9 月份,在试验区进行 19 次土壤含水量测试,扣除无效水,梯田平均含水率是 17.1%,坡耕地平均含水率是 14.5%。有效水梯田比坡耕地平均每公顷要高 157.5~237.0t。

1.2 梯田保土效益

从表 1 可看出,由于梯田减少地面径流,径流系数平均削减 18.9%,相应的也减少土壤流失。梯田年平均泥沙流失量为 446t/(km<sup>2</sup>·a),坡耕地年平均泥沙流失量为 1 335t/(km<sup>2</sup>·a)。梯田泥沙流失量比坡耕地减少 66.6%。平均每年每公顷保土 9t,保土效益率  $\eta_2$  为 77%。

1.3 梯田保肥效益

根据土壤普查土壤养分资料和土壤流失量推算,梯田每公顷每年保全氮肥折合尿素 28.5kg,保全磷肥折合过磷酸钙 19.2kg。就全县 0.67 万 hm<sup>2</sup> 水平梯田计算,每年减少氮、磷肥流失量折合尿素 106.4t,过磷酸钙 71.7t。

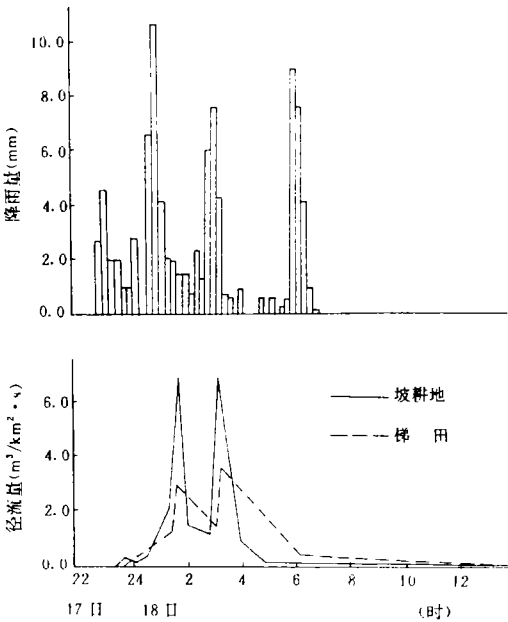


图 1 梯田、坡耕地一次降雨、径流过程线图

表 1 径流泥沙流失量对照表

年份	降雨量 (mm)	测流次数	田块类别	单位面积径流量 (m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> )	径流深 (mm)	径流系数	单位面积泥沙流失量 (t/km <sup>2</sup> )	效益(减少%)	
								径流	泥沙
1974	797.5	6	梯田	456750	456.7	0.57	1323	18.0	58.9
			坡耕地	556950	556.9	0.70	3219		
1975	415.7	5	梯田	169890	169.9	0.41	357	15.6	49.3
			坡耕地	201210	201.2	0.48	706		
1980	232.4	6	梯田	36014	36	0.15	28	41.7	88.1
			坡耕地	61821	61.8	0.27	235		
1982	628.1	10	梯田	220499	220.5	0.35	287	22.7	77.2
			坡耕地	285210	285.2	0.45	1260		
1984	420.5	6	梯田	181125	181.1	0.43	236	16.8	79.1
			坡耕地	217699	217.7	0.52	1256		
平均值	498.8		梯田	212856	212.9		446	19.5	66.6
			坡耕地	264578	264.6		1335		

2 梯田是山区建立高产、稳产田的主要基地

1974 年我们通过 5 个村蹲点调查, 梯田小麦平均比坡耕地每公顷增产 1 374. 5kg, 增产幅度为 135. 6%。地瓜每公顷平均增产 1 909. 5kg, 增产幅度为 19. 8%。花生每公顷平均增产 840kg, 增产幅度为 36. 8%(详见表 2)。

表 2 1974 年梯田坡耕地小麦、地瓜、花生计产对照表

村名	田块分类	小麦(hm <sup>2</sup> )			地瓜((hm <sup>2</sup> ))				花生(hm <sup>2</sup> )		
		产量(kg)	增产(kg)	增产幅度(%)	鲜地瓜产量(kg)	瓜干产量(kg)	瓜干增产(kg)	增产幅度(%)	产量(kg)	增产(kg)	增产幅度(%)
横山	梯田	3352. 5			32430. 0	11448. 0			2947. 5		
		1290	2062. 5	159. 5	28005. 0	9886. 5	1561. 5	15. 8	2190. 0	757. 5	34. 6
响石	梯田	2100			21750. 0	7678. 5			3502. 5		
		765	1335	173. 5	17617. 5	6219. 0	1459. 5	23. 5	2752. 5	750. 0	27. 2
新乐	梯田	2370			52545. 0	18549. 0			3000. 0		
		990	1372. 5	137. 6	45975. 0	16224. 0	2320. 5	14. 3	1702. 5	1297. 5	76. 2
新西	梯田				15915. 0	8478. 0			3052. 5		
					17512. 5	6181. 5	2296. 5	37. 2	2497. 5	555. 0	22. 2
徐接庄	梯田	1740									
		1012. 0	727. 5	71. 8							

注: 1. 鲜地瓜晒干率为 35. 3%。2. 表中空白处属未计产。

梯田不仅可提高单位面积产量, 而且能高产稳产。班庄乡新西村 1970~1973 年春共修建水平梯田 60hm<sup>2</sup>, 未改造前平均单产 2 775kg/hm<sup>2</sup>, 1973 年平均单产提高到 7 522. 5kg/hm<sup>2</sup>。每公顷增产 4 747. 5kg, 提高 2. 71 倍。在有水源条件下, 旱梯田改为水田, 增产更为明显。龙泉河小流域中潭湖村, 1990 年在 10hm<sup>2</sup> 梯田中进行旱改水试验, 粮食单产达到 14 250kg/hm<sup>2</sup>, (其中水稻 9 000kg, 小麦 5 250kg。)已接近公顷产 15t 粮的水平。

1973~1984 年, 我们在试验地相继进行 6 年考种计产(见表 3)。梯田每年每公顷产量都稳定在 11 250~13 500kg, 比坡耕地每年每公顷平均增产 4 830kg, 增产幅度为 78. 5%, 由此看出山区要想粮食高产稳产, 必须修建水平梯田。

表 3 多年梯田坡耕地小麦、地瓜计产对照表

收获日期	田块分类	小麦(hm <sup>2</sup> )			地瓜((hm <sup>2</sup> ))			
		产量(kg)	增产量(kg)	增产幅度(%)	鲜地瓜产量(kg)	折瓜干量(kg)	瓜干增产量(kg)	增产幅度(%)
1973 年	梯田				29715. 0	10489. 5		
					14002. 5	4942. 5	5547. 0	112. 2
1974 年	梯田	3352. 5			21750. 0	7678. 5		
		1290. 0	2062. 5	159. 5	17617. 5	6219. 0	1459. 5	23. 5
1975 年	梯田	4275. 0			25012. 5	8829. 0		
		552. 0	3724. 5	676	18007. 5	4357. 0	2472. 0	38. 9
1980 年	梯田	2835. 0			28714. 5	10135. 5		
		2002. 5	832. 5	41. 6	25909. 5	9148. 5	987. 0	10. 8
1983 年	梯田	3126. 0			36015. 0	12714. 0		
		2475. 0	651. 0	216. 3	18258. 0	6445. 5	6268. 5	97. 3
1984 年	梯田	2500. 5			32002. 5	11296. 5		
		1251. 0	1249. 5	100	26251. 5	9267. 0	2028	21. 9

3 梯田是一项投资少,效益大的农田基本建设工程

以表 3 为例,看梯田的经济效益,根据《水土保持技术规范》(SD230—87)规定,“经济使用年限,水土保持措施可定为 30~50 年,经济报酬率可采用 6%~7%。梯田经济使用年限应按 50 年计,但时间较长,各方面增值预测随时间增长难以定量。本文梯田经济使用年限只按 20 年计算,经济报酬率采用 6%,基准年以 73 年,设计产的年份以 6 年计产平均产量计算。

(1)投资计算。①劳力投入。试验区梯田分布在自然坡度 3°左右,田坎高约 1m,修建梯田土方量每公顷为 1 245m<sup>3</sup>。以每个劳动力每天完成 2m<sup>3</sup> 计算,需投工 622.5 个,根据本地当时工值 2.00 元计,总投工每公顷人民币 1 245 元;②工具磨损费 75.00 元/hm<sup>2</sup>;③国家一次补助投资 450.00 元/hm<sup>2</sup>。

(2)年运行费。维修费,每年每公顷梯田投入 30 个工计,1993~1984 年每个工价 2.00 元,1985 年每个工价 4.00 元,其它生产经费同坡耕地相同不计。

(3)产出计算,见表 4。

表 4 各年产量折价表

收获日期	田块分类	小麦(hm <sup>2</sup> )			地瓜干(hm <sup>2</sup> )			草(hm <sup>2</sup> )			总产出(元)	年收益(元)
		产量(kg)	单价(元)	金额(元)	产量(kg)	单价(元)	金额(元)	产量(kg)	单价(元)	金额(元)		
1973 年	梯田				10489.5	0.16	1678.3	10489.5	0.05	524.5	2202.8	1164.9
	坡耕地				4942.5	0.16	790.8	4942.5	0.05	247.1	1037.9	
1974 年	梯田	3352.5	0.46	1542.2	7678.5	0.16	1228.6	11032.5	0.05	551.6	3322.4	1358.6
	坡耕地	1290.0	0.46	593.4	6219.0	0.16	995.0	7507.5	0.05	375.4	1963.8	
1975 年	梯田	4275.0	0.46	1966.5	8829.0	0.16	1412.6	13104.0	0.05	655.2	4034.3	2417.7
	坡耕地	552.0	0.46	254.0	6357.0	0.16	1017.1	6909.0	0.05	345.5	1616.6	
1976~ 1979 年	梯田	3217.5	0.46	1480.1	10191.0	0.16	1630.6	13408.5	0.05	670.4	3781.1	1525.9
	坡耕地	1513.5	0.46	696.2	7063.5	0.16	1130.1	8577.0	0.05	428.9	2255.2	
1980 年	梯田	2835.0	0.46	1304.1	10135.5	0.16	1621.7	12972.0	0.05	648.6	3574.4	631.8
	坡耕地	2002.5	0.46	921.2	9148.5	0.16	1463.8	11151.0	0.05	557.6	2942.6	
1981~ 1982 年	梯田	3217.5	0.46	1480.1	10191.0	0.16	1630.6	13408.5	0.05	670.4	3781.1	1525.9
	坡耕地	1513.5	0.46	696.2	7063.5	0.16	1130.1	8577.0	0.05	428.9	2255.2	
1983 年	梯田	3216.0	0.46	1479.4	12714.0	0.16	2034.2	15840.0	0.05	792.0	4305.6	1689.8
	坡耕地	2475.0	0.46	1138.5	6445.5	0.16	1031.3	8920.5	0.05	446.0	2615.8	
1984 年	梯田	2500.5	0.46	1150.2	11296.5	0.16	1807.4	13797.0	0.05	689.9	3647.5	1063.2
	坡耕地	1251.5	0.46	575.7	9267.0	0.16	1482.7	10518.0	0.05	525.9	2584.3	
1988~ 1992 年	梯田	3217.5	0.80	2574.0	10191.0	0.30	3057.3	13408.5	0.08	1072.7	6704.0	2687.9
	坡耕地	1513.5	0.80	1210.8	7063.5	0.30	2119.1	8577.0	0.08	686.2	4016.1	

注:草的产量以粮、草 1:1 计算。

(4)梯田系列支付现金流量图(略)。

(5)梯田经济效益分析。①净效益。

A 静态:  $P_o = B_o - (K_o + C_o)$

式中:  $P_o$ ——净效益;  $B_o$ ——工程效益(产出);  $K_o$ ——工程投资(投入);  $C_o$ ——工程运行费用。

$$P_o = B_o - (K_o + C_o) = 2962.23 - (118.00 + 108) = 2\,736.23(\text{元})$$

B 动态:

$$P_o = \sum_{t=1}^n \frac{S_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=1}^m \frac{C_t}{(1+i)^t}$$

式中:  $P_o$ ——净效益;  $St$ ——收益期限( $n$ )中逐年收益量;  $Ct$ ——投资期限( $m$ )中逐年投入量;  
 $t$ ——逐年收益或投资年限(年);  $i$ ——经济报酬率。

$$P_o = \sum_{t=1}^n \frac{St}{(1+i)^t} - \sum_{t=1}^m \frac{Ct}{(1+i)^t} = 1515.92 - 172.45 = 1343.47(\text{元})$$

## ②效益费用比。

A 静态: 式中各符号含义同前。

$$R_o = \frac{B_o}{K_o + C_o}$$

$$R_o = \frac{B_o}{K_o + C_o} = \frac{2963.23}{226.00} = 13.1$$

B 动态:

$$R_o = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{St}{(1+i)^t}}{\sum_{t=1}^m \frac{Ct}{(1+i)^t}} = \frac{1515.92}{172.45} = 8.8$$

## ③投资回收年限。

A 静态:

$$T_o = \frac{A_{\text{总}}}{B_{\text{年}} - C_{\text{年}}}$$

式中:  $T_o$ ——投资回收年限;  $A_{\text{总}}$ ——总投资, 包括群众投资和国家投资之和;  $B_{\text{年}}$ ——年效益;  
 $C_{\text{年}}$ ——年运行费。

$$T_o = \frac{A_{\text{总}}}{B_{\text{年}} - C_{\text{年}}} = \frac{118}{148.11 - 5.4} = 0.83a$$

B 动态:

$$T_o = - \frac{\ln(1 - \frac{K_o - i}{B_{\text{年}} - C_{\text{年}}})}{\ln(1 + i)}$$

式中:  $T_o$ ——投资回收年限;  $B_{\text{年}}$ ——年效益;  $C_{\text{年}}$ ——年运行费;  $K_o$ ——直接投入总值;  $i$ ——经济报酬率。

$$T_o = \frac{\ln(1 - \frac{K_o i}{B_{\text{年}} - C_{\text{年}}})}{\ln(1 + i)} = - \frac{-0.102}{0.058} = 1.76(a)$$

从以上梯田经济效益分析看出, 梯田是一次投资, 常年见效, 投资回收年限短, 效益费用比值高的工程。

## 4 要把使用和管理结合起来

梯田建立后, 在使用中必须和管理结合起来, 赣榆在小流域治理中, 一是抓好梯田的田间工程配套。新整梯田, 土壤疏松, 为防止新的水土流失, 他们在坡改梯的同时, 做到当年梯田, 当年配套。如徐山水利站专门成立施工队, 两年期间在小流域内修建跌水、梯田埂下陡坡、过路穿涵等小型建筑物 1289 个, 使新修的 93.3hm<sup>2</sup> 梯田在汛期没出现一处水毁现象。二是发动群众在梯田埂上栽种红柳、刺梨、紫穗槐、黄花菜、大金鸡菊等, 既保护田埂, 又防止水土流失, 增加

经济收入。在沟、路、渠旁栽种速生优良树种,形成林网,起到调节气候,保护农田作用。并在小流域中与江苏省植物研究所等单位协作,对乔、灌、草的立体防护结构进行优化组合的研究,观测其生态和经济效益,其中就有梯田的防护内容。

**作者简介** 孟庆法,男,1957年10月生,工程师,1980年毕业于江苏省扬州水利学校。现在江苏省赣榆县水利局从事农田水利与水土保持工作,参与的“丘陵山区小流域综合治理开发技术研究”课题,获省科技进步三等奖、江苏省水利科技进步一等奖,1994年11月获中国水土保持学会首届青年科技奖,发表论文10多篇。

(上接第148页)

(2)雨量相近,但雨强不同,降水间隔期不同的两场降水所引起的水土流失量间存在较大差异,雨量大,历时短,与前期降水间隔期愈短的降水往往引起较为严重的水土流失。

(3)修筑高标准的水平梯田和大力发展植树造林工作,增加地表覆盖度,不仅可减低地表径流和土壤侵蚀量,更重要的是能减低土壤营养物质的流失量。梯田区全氮、速效磷、速效钾和有机质的流失量分别比对照区低67.26%,70.49%,66.4%和97.57%;杉木林区分别比对照区低72.07%,77.02%,43.18%和90.7%。防止了地力衰退,更有效地促进了农、林业的发展。

(4)修筑水平梯田,造林种草增加植被覆盖度对滞洪、减洪、延长径流历时和增加土壤入渗历时延长1~2倍,径流量减低200%~300%。

#### 参考文献

- 1 水电部农村水土保持司.水土保持试验规范.水利电力出版社,1988
- 2 中国科学院南京土壤研究所.土壤理化分析.上海:上海科技出版社,1993,6
- 3 李士生,姜志林.苏南丘陵区主要森林类型地表径流初步分析.见:姜志林主编,下蜀森林生态系统定位研究文集,北京:中国林业出版社,1992
- 4 何汉杏.广西桥林区不同植被类型水文效益的研究.中南林学院学报,1991,11(1)

**作者简介** 王本贤,1937年元月生,1960年毕业于江苏水利学院农田水利专业中专班,一直从事基层水利和水土保持治理工作,先后发表论文5篇,现在南京市江宁县水利农机局工作,工程师。