

集流梯田工程水土保持效益试验浅析

——以黄前流域为例

苗晓靖¹, 徐桂华¹, 宋芳², 李德平¹, 齐玉诚¹

(1. 山东省泰安市水土保持科学研究所; 2. 山东省泰安市水利和渔业局, 山东 泰安 271000)

摘要: 集流梯田工程是水平梯田和自然坡地沿山坡相间布置的一种水土保持工程措施, 较水平梯田更能提高土壤含水率, 改善土壤理化性状。针对这一特点, 在黄前流域进行集流梯田与水平梯田、坡耕地对比试验, 研究与分析结果表明集流梯田具有显著的保持水土和提高作物产量的效果。本试验研究为有效治理水土流失和增加农民收入提供科学依据。

关键词: 水土保持; 改良土壤; 梯田

中图分类号: S157

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2006)05-0220-02

Analysis on Soil and Water Conservation Benefit Experiment of Runoff Collecting Terrace Project

——Take Huangqian Basin as an Example

MIAO Xiao-jing¹, XU Gui-hua¹, SONG Fang², LI De-ping¹, QI Yu-cheng¹

(1. Taian Institute of Soil and Water Conservation Science in Shandong, Taian 271000, China;

2. Taian Water Conservancy and Fishery Bureau, Taian 271000, China)

Abstract: The runoff collecting terrace project is a kind of soil and water conservation measure, which is the alternate arrangement of level terrace and natural land on hillside. Compared with level terrace, it can improve soil moisture and soil physical and chemical properties. In view of this characteristic, a comparison experiment about runoff collecting terrace, level terrace and sloping farmland was carried out in Huangqian watershed. The result indicates that the runoff collecting terrace has remarkable effect of conserving soil and water and raising crop yield. This research provides scientific basis for controlling soil and water loss and raising peasant's income.

Key words: soil and water conservation; soil amelioration; terrace

集流梯田工程是水平梯田和自然坡地沿山坡相间布置的一种水土保持工程措施, 即上一级梯田与下一级梯田之间保留一定宽度的原山坡地, 作为下一级水平梯田的主动集流区, 调控坡地降雨径流的集聚和再分配, 使其在一定面积内富集、叠加, 充分发挥坡地集流效应, 以补充水平田面内植物需水量不足; 同时, 集流坡面可配套种植矮杆经济作物、干果经济林和优质牧草等, 不但增加经济效益, 而且对下一级水平梯田具有一定聚肥改良作用, 从而达到农作物稳产、高产之目的。

1 试验区概况

黄前流域位于山东省泰安市东麓, 地处北纬 $36^{\circ}15'44''$ ~ $36^{\circ}28'34''$, $117^{\circ}04'40''$ ~ $117^{\circ}23'58''$, 属黄河流域大汶河水系。沟壑密度 2.984 km/km^2 , 出露地表为花岗岩片麻岩风化层, 侵蚀剥蚀岩溶构造地貌, 年土壤侵蚀量 52 万 t 。属暖温带大陆性半湿润季风气候区, 多年平均降水量 799.6 mm , 最大年降水量 1320 mm (1964 年), 75% 集中在 6~9 月份, 连续三日暴雨量 450 mm (2000 年), 暴雨频率 1%, 多年平均径流深 254 mm , 平均径流系数 0.32, 最大来水量 14667.6

万 m^3 (1994 年)。由于当地特殊的地形地貌及降雨特点适合集流梯田工程推广要求, 因此在黄前流域的下港乡选择有代表性的小流域——马蹄峪设立试验小区进行试验。

2 研究内容与方法

2.1 试验小区设置

在马蹄峪小流域选择阳坡坡段, 修建集流坡 1: 1、1: 2 的集流梯田各二处, 并在当地选择与之条件相同的水平梯田二处和坡耕地二处, 作为对比小区。各小区具体参数见表 1。

2.2 研究内容与方法

种植相同作物品种, 以及播种量、种植时间和密度、施肥时间和数量、中耕及防治病虫害等一切田间管理措施均一致的情况下, 在试验期末采集土样, 测定土壤含水率、容重、孔隙度、有机质含量、全氮、全磷及全钾含量, 并计算作物单位面积产量。具体方法: 将采集的土壤样品处理后用烘干法测土壤含水率, 用威尔科克斯法测土壤有效贮水量, 通过土壤孔隙率测定结果计算最大贮水量, 环刀法测土壤容重, 计算法测土壤孔隙度, 重铬酸钾-硫酸氧化法测土壤有机质含量, 全 N 用

* 收稿日期: 2005-10-25

作者简介: 苗晓靖 (1977-), 女, 助理工程师, 2001 年毕业于内蒙古农业大学生态学院, 主要从事水土保持科研与监测工作, 参加课题 1 项, 已发表论文 1 篇。

开氏蒸馏法测定,全 P 用氢氧化钠碱熔- 钼锑抗比色法测定,全 K 用氢氧化钠碱熔,制备待测液,火焰光度计测定。

表 1 试验小区布设基本情况表

小区号	整地方式	面积/m ²	坡向	土壤类型	种植作物
1- 1	1: 1 集流梯田	500	SE	棕壤土	玉米
1- 2		500			板栗
2- 1	1: 2 集流梯田	500	SE	棕壤土	玉米
2- 2		500			板栗
3- 1	水平梯田	500	SE	棕壤土	玉米
3- 2		500			板栗
4- 1	坡耕地	500	SE	棕壤土	玉米
4- 2		500			板栗

3 试验结果与分析

3.1 集流梯田工程保水效果

(1) 播种前集流梯田土壤含水率。由于集流梯田上一年(尤其是 7~ 9 月)雨水径流的集蓄作用,到第二年春季(3、4 月份)土壤含水率始终保持较高水平。经研究分析,播种前集流梯田土壤含水率比坡耕地高 11.76%~ 23.53%,其中 1: 1 和 1: 2 的集流梯田土壤含水率分别比对照坡耕地高 11.76%~ 21.60%和 18.40%~ 23.53%(表 2、图 1)。

方差分析与多重比较结果表明,平坡比 1: 1 集流梯田与坡耕地、平坡比 1: 2 集流梯田与坡耕地播种前土壤含水率差异均显著;而平坡比 1: 1 与 1: 2 集流梯田之间播种前土壤含水率有差异,但差异不显著。这充分说明了集流梯田能够集蓄降雨径流,增加土壤水分,有利于春季的适时播种,对于该地区春季保苗增产具有重要作用。

表 2 播种前集流梯田和坡耕地土壤平均含水率 %

1: 1 平坡比集流梯田			1: 2 平坡比集流梯田			坡耕地/ck
板栗	玉米	原坡	板栗	玉米	原坡	
13.78	13.30	14.47	14.22	14.10	14.70	11.90

(2) 生长期内集流梯田土壤含水率。在作物整个生长期内集流梯田土壤平均含水率比对照坡耕地高 16.76%~ 25.95%,其中平坡比 1: 1 和 1: 2 集流梯田土壤含水率分别比对照坡耕地高 16.76%~ 24.13%和 18.00%~ 25.95%(表 3 和图 3)。

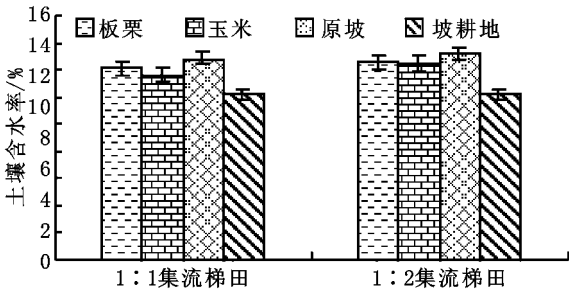


图 1 集流梯田与坡耕地播前土壤含水量

方差分析与多重比较结果表明,平坡比 1: 1 集流梯田与坡耕地、平坡比 1: 2 集流梯田与坡耕地生长季节土壤含水率差异均显著。

(3) 集流梯田工程蓄水能力分析。集流梯田工程使得土壤理化性状改善,土壤的蓄水能力增强。由表 4 可知,平坡比 1: 1 集流梯田的 0.3 m 土体土壤有效贮水量为 182.7 t/hm²,比坡耕地多 86.7 t/hm²;最大贮水量为 1546.5 t/hm²,比坡耕地多 145.8 t/hm²。1: 2 集流梯田的土壤有效贮水量为 207.0 t/hm²,比坡耕地多 111.0 t/hm²;最大贮水量为 1593.6 t/hm²,比坡耕地多 192.9 t/hm²。可见,坡耕地通过实施集流梯

田工程后,土壤的蓄水能力得到较大程度的提高。

表 3 生长季集流梯田和坡耕地土壤平均水量 %

1: 1 平坡比集流梯田			1: 2 平坡比集流梯田			坡耕地/CK
板栗	玉米	原坡	板栗	玉米	原坡	
16.37	16.02	17.03	16.88	16.19	17.28	13.72

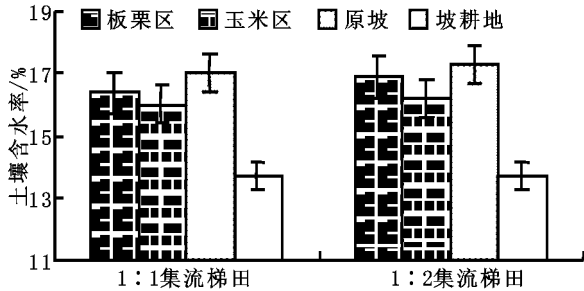


图 2 集流梯田与坡耕生长季土壤含水量

由表 5 可以看出,无论是旱季还是雨季,集流梯田 1 m 土体内土壤实际贮水量都高于水平梯田和坡耕地的实际贮水量;同时,由于坡耕地修成水平梯田后增大土壤蒸发面,导致在旱季水平梯田土壤实际贮水量还略低于坡耕地的实际贮水量。因此,应少修或不修水平梯田,大力提倡修建集流梯田,水平田面内种植高产作物,集流坡面可以种植牧草、经济作物或栽植林果,建设农林牧复合种植模式。

表 4 集流梯田和坡耕地 0.3 m 土体土壤

有效贮水量和最大贮水量

项 目	1: 1 集流梯田	1: 2 集流梯田	坡耕地/CK
非毛管孔隙度/%	6.09	6.90	3.20
有效贮水量/(t·hm ⁻²)	182.7	207.0	96.0
总孔隙度/%	51.55	53.12	46.69
最大贮水量/(t·hm ⁻²)	1546.5	1593.6	1400.7

表 5 集流梯田、水平梯田和坡耕地

1 m 土体土壤实际贮水量

观测日期	集流梯田工程/mm		水平梯田	坡耕地
	1: 1 集流梯田	1: 2 集流梯田	工程/mm	(CK)/mm
旱季(2002-05-25)	186.7	190.8	168.8	170.5
雨季(2002-07-28)	228.1	234.1	216.5	207.3

3.2 集流梯田工程改良土壤效果

集流梯田工程的集流坡面不仅具有较好的集蓄降雨径流提高土壤含水率的效果,而且其上面的枯枝落叶和部分表土随降雨径流汇集到集流梯田水平田面内,对水平田面土壤具有一定的改良作用。经过 3 年(2001~ 2003 年)的改良,集流梯田与坡耕地相比,土壤容重减小 7.60%~ 11.02%;总孔隙度增加 8.05%~ 19.02%;土壤全 N 增加 8.06%~ 16.13%;全 P 增加 12.17%~ 25.21%;全 K 增加 13.81%~ 28.67%;有机质增加 14.25%~ 30.13%(表 6)。方差分析与多重比较结果表明,1: 1 和 1: 2 集流梯田与对照坡耕地的土壤容重、孔隙度、全 P、全 K 和有机质均达到显著水平。

表 6 集流梯田和坡耕地土壤理化性质指标(2003)

项 目	1: 1 集流梯田			1: 2 集流梯田			坡耕地
	板栗	玉米	原坡	板栗	玉米	原坡	/CK
容重/(g·cm ⁻³)	1.207	1.219	1.233	1.187	1.197	1.200	1.334
总孔隙度/%	52.82	51.38	50.45	55.57	51.72	52.07	46.69
全 N/(g·kg ⁻¹)	0.720	0.691	0.701	0.720	0.671	0.720	0.620
全 P/(g·kg ⁻¹)	0.142	0.131	0.129	0.151	0.144	0.133	0.115
全 K/(g·kg ⁻¹)	1.421	1.362	1.310	1.481	1.343	1.330	1.151
有机质/(g·kg ⁻¹)	10.21	9.45	9.14	10.41	9.60	9.55	8.00

作用。植被在道路边坡保护和侵蚀控制方面的功能是土壤植被系统中土壤与植被相互作用的结果。土壤植被系统是在一定地区由植物根系分布范围内的土壤、母质和岩石以及以植被为主的生物群所构成的有机整体,在系统内部,植被稳定土壤,土壤反过来养育植被,两者构成了所谓的"固结-维养关系",使其具有克服不稳定因素、保持系统的稳定性以及保证土壤和植被之间的相互作用、促进整个系统发育演化的双重作用^[13]。应充分发挥土壤保持技术、地表加固技术在道路边坡防护中的作用,建立良好的土壤植被系统,提高道路边坡的生态护坡效果。通过对坡面的有效覆盖和及时地保护表土,使其免受表面侵蚀和土壤退化。通过植物根系固持土壤,降低土壤孔隙水压来加固和提高抗滑力。土壤保持技术主要包括草皮移植、草播种、乔灌播种、抗蚀网格和活枝网格,地表加固技术主要技术包括活枝扦插、枝条篱墙、活枝捆刺、排水式活枝捆刺、沟壑式栽种、压条和枝干篱墙等^[9]。

3.3 合理选择与搭配生物护坡工程的植物物种

利用植物进行道路边坡面植被恢复、建立新的植物群落时需要合理选择植物的物种,使其具有适应性、生物多样

参考文献:

[1] Morgan R R C, Rickson R J. Slope stabilization and erosion control: A bioengineering approach[M]. London: E & E N Spon, 1995. 274.

[2] 张俊云, 周德培, 李绍才. 岩石边坡生态护坡研究简介[J]. 水土保持通报, 2000, 20(4): 36- 38.

[3] 杨喜田, 董惠英, 黄玉荣, 等. 黄土地区高速公路边坡稳定性的研究[J]. 水土保持学报, 2000, 14(1): 77- 81.

[4] 姜德义, 王国栋. 高速公路工程边坡的工程地质分类[J]. 重庆大学学报, 2003, 26(11): 114- 116.

[5] 舒翔, 杜娟, 曹映泓, 等. 生态工程在高速公路岩石边坡防护工程中的应用[J]. 公路, 2001, (7): 86- 89.

[6] 王代军, 胡桂馨, 高洁. 公路边坡侵蚀及坡面生态工程的应用现状[J]. 草原与草坪, 2000, (3): 22- 24.

[7] 欧宁, 李轩, 陈永安. 高速公路岩质及不稳定边坡工程与生物防护结合技术研究[J]. 公路, 2003, (1): 106- 110.

[8] 张俊云, 周德培, 李绍才. 高速公路岩石边坡绿化方法探讨[J]. 岩石力学与工程学报, 2002, 21(9): 1400- 1403.

[9] 李旭光, 毛文碧, 徐福有. 日本的公路边坡绿化与防护- 1994 年赴日本考察报告[J]. 公交科技, 1995, 12(2): 59- 64.

[10] Coppin N J, Richards I G. Use of vegetation in civil engineering[M]. Butterworths: CIRIA, 1990. 292.

[11] Gray D H, Sotir B R. Biotechnical and soil bioengineering slope stabilization: a practical guide for erosion control[M]. Toronto: John Wiley & Son, 1996.

[12] Nordin A R. Bioengineering to ecoengineering, Part one: the many names[J]. International Group of Bioengineers newsletter, 1993, (3): 15- 18.

[13] 周跃. 植被与侵蚀控制: 坡面生态工程基本原理探索[J]. 应用生态学报, 2000, 11(2): 297- 300.

[14] 台培东, 李培军, 贾宏宇, 等. 排土场边坡人工沙棘灌丛对风滚植物的固留作用及生态效应[J]. 应用生态学报, 2001, 12(6): 833- 836.

[15] Tilman D, Downing J A. Biodiversity and stability in grassland[J]. Nature, 1994, 367: 363- 365.

[16] Karieva P. Diversity and sustainability on the prairie[J]. Nature, 1996, 379: 673- 675.

[17] 刘秀峰, 唐成斌. 高等级公路生物护坡工程模式设计[J]. 四川草原, 2001, (1): 40- 43.

(上接第 221 页)

3.3 集流梯田工程增产效果

通过修建集流梯田,提高了梯田内作物生长季节的土壤含水率,改善了土壤的理化性状,使得集流梯田单位面积产量和产值显著增加。到集流梯田工程实施的第 3 年即 2003 年,集流梯田水平田面玉米产量达到 7 380. 3~ 8 250. 7 kg/hm²,比坡耕地玉米增产 22. 22%~ 40. 57%;同时,集流梯田的集流坡面也有一定的经济效益,板栗单产可达 3 132. 0 kg/hm²(板栗第 3 年开始结果),平均增产 23. 2~ 25. 4%,较大程度地提

参考文献:

[1] 李发东, 张万军. 太行山小流域雨水集流与节水灌溉的研究[J]. 中国生态农业学报, 2002, 10(1): 68- 71.

[2] 李凤, 等. 坡耕地实行保土耕作的效益试验分析[J]. 水土保持研究, 2000, 7(3): 184- 186.

[3] 张祖新. 我国北方雨水集蓄与节水灌溉技术[J]. 节水灌溉, 2000, (3): 13- 14.

性、功能性。为保证有良好的植被,在植物选择上,应废除传统的单一植草观念,选择适合当地气候及地质条件以植物进行目标群落设计,以求达到恢复自然的目的。植物种类选择也有别于普通植草,植物物种可尽量采用与当地天然植被类似的种类,使植被可以实现从草坪到树林的演替,而且乡土植物更容易与自然融为一体,使得人工植被更接近原始生态。

道路边坡坡面植被重建的设计与施工过程中,所选物种必须具有耐瘠性、耐旱性、深根性、青绿期长、再生能力强、生长迅速、抗病虫害能力强、抗外界干扰能力强。生物多样性是生态系统稳定的基础,较高水平的生物多样性有利于生态系统功能的发展和优化。道路边坡应采用乔、灌、草、藤、花等植物进行合理配植,使同一群落内功能相似类群的物种多样性增加,提高生态系统对环境变化的应变性及功能性^[15, 16, 17]。道路生态防护的植物物种选择与搭配是道路建设工程中可持续发展的对策之一。植物物种选择与搭配应使环保机能、景观机能及安全机能都相应得到提高,使其同时具有治理水土流失、绿化、美化、改善行车条件、防止眩光、降低噪音等多种功能。

高了板栗区的集流梯田单位面积产值,达到 15 907. 2~ 18 792. 0元/hm²,比坡耕地增加 20. 32%~ 33. 49%。

4 结 语

坡耕地通过实行集流梯田耕作,结果证明集流梯田能够比水平梯田和坡耕地更能集蓄降雨径流,增加土壤水分,改善土壤理化性状,具有显著的保水、保土和保肥作用,并使作物产量得到提高,应大力推广应用。