

# 地下地膜截水墙——防止黄土梯田 梯坎蒸发的抗旱增产技术

张信宝\* 孙千里

崔凌峰 杨思炯

(中科院西安黄土与第四纪国家重点实验室 西安 710061) (陕西榆林地区无定河流域治理指挥部)

崔文琪 常东飞 常 春

(陕西米脂县无定河流域治理指挥部)

**摘 要** 梯坎蒸发引起的梯田‘胁边’现象,严重影响梯田的作物产量。地下地膜截水墙技术可以有效阻断梯田土壤水分向梯坎方向的侧向运移,防止梯坎地面蒸发,抗旱保墒,消除‘胁边’现象,大幅度提高梯田作物产量。1998年陕北米脂的试验表明,采用这一技术,梯田增产幅度可达57.7%~88.6%。

**关键词** 黄土梯田 梯坎蒸发 地下地膜截水墙

## Underground Plastic Sheet Wall——An Anti-drought Agricultural Technique to Prevent Ground Evaporation on Loess Terrace Banks

Zhang Xinbao Sun Qianli

(The State Key Laboratory of Loess and Quaternary Geology, Chinese Academy of Sciences Xi'an 710061)

Cui Lingfeng Yang Sijiong

(The Yulin Prefecture Headquarter of Soil and Water Conservation Project in the Wudinghe River Basin)

Cui Wenqi Chang Dongfei Chang Chun

(The Mizhi County Headquarter of Soil and Water Conservation Project in the Widinghe River Basin)

**Abstract** Plants are not growing near the bank as at the center on a terrace field in the loess plateau because of severe ground evaporation on the terrace banks. An underground plastic wall, which is set up nearby the downslope bank and at the toe of the upslope bank, can interrupt lateral movement of soil moisture from the terrace field to the terrace bank, therefore, prevent ground evaporation on the banks. An experiment in a terrace field in Mizhi, Shaanxi province in 1998, show that the potato production in the trial plots with underground plastic sheet walls of 0.5~1.5 m in depth was 57.7%~88.6% higher than the trial plot without the

\* 收稿日期: 1999-04-15 中科院资源与生态环境重大项目(KZ951-A1-402)经费支持。

\* 客座研究员, 工作单位: 中科院水利部成都山地灾害与环境研究所。

walls.

**Key words** loess terrace evaporation on the terrace banks underground plastic sheet wall

由于梯坎地面蒸发而引起的梯田‘胁边’现象,一直是困扰黄土高原梯田建设和增产的难题。为了解决防止梯坎地面蒸发的难题,笔者根据梯田土壤水分运移的特点,提出了地下地膜截水墙技术,并于1998年在陕北米脂开展了小区试验。本文对梯田土壤水分的侧向运移和梯坎地面蒸发耗水进行了简要分析,介绍了地下地膜截水墙技术,给出了陕北米脂小区试验的结果。

## 1 梯田梯坎地面蒸发

由于气候干旱,降水欠丰,黄土土壤有效水孔隙度高,土层深厚,土壤水库容量大,黄土高原大块完整的黄土旱地,除地坎边缘地段外,土壤水分的运移以垂直运移为主,侧向运移不明显。坡地修成梯田后,由于梯坎蒸发强烈,梯田土壤水分向上、下梯坎方向的侧向运移比较强烈,主要发生在深约1.0 m的土壤水分活跃层内(图1)。梯田土壤水分补给梯坎蒸发的形式:下方梯坎,非重力自由水为主,雨季土壤饱和时,有少量重力自由水;上方梯坎,非重力自由水。由于梯坎蒸发,梯田上、下梯坎边地段的土壤水分状况和作物长势往往不及梯田中央地段(俗称‘胁边’现象)。据蒋定生等调查,梯田‘胁边’现象宽度可达1.5~3.0 m,‘胁边’宽度和田面宽度的比值,随田面宽度的增大而减少<sup>[1]</sup>。阳坡梯田的‘胁边’现象一般较阴坡梯田严重。‘胁边’现象严重影响梯田作物产量,干旱年份,一些窄面梯田的作物产量,往往低于原旱坡地。

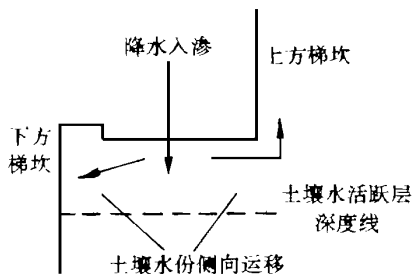


图1 土壤水分侧向运移示意图

黄土旱地土壤水分的研究较深入,笔者曾综合赵聚宝、李玉山、李开元等人旱地土壤水分的研究成果<sup>[2,3]</sup>和水文资料,分析了黄土高原旱坡地的降水分配,大致如下:地表径流量, $< 5\% \sim 10\%$ ;地面蒸发量, $50\% \sim 70\%$ ;作物蒸腾量, $25\% \sim 50\%$ (深层渗漏量极微,忽略不计)<sup>[4]</sup>。黄土高原裸露农田的蒸发强度,雨季为1.87~2.52 mm;旱季为0.62~1.58 mm(3~5月),0.94~1.24 mm(10~11月)<sup>[3]</sup>。由于作物覆盖的缘故,作物生长的农田地面蒸发强度低于裸露农田。

坡地改造为梯田,拦蓄了地表径流,但增加了梯坎蒸发。土壤水分活跃层深度内的梯田下方梯坎(距田面高度1.0 m)的地面蒸发强度大致相当于裸露农田的地面蒸发强度,高于作物生长的梯田田面的地面蒸发强度。梯田上方梯坎的地面蒸发强度和发生高度不详,但从‘胁边’现象影响田面宽度和下方梯坎相近的现象分析,上、下梯坎地面蒸发总耗水量相差不大。假定上、下梯坎的地面蒸发发生高度均为1.0 m,强度和梯田田面相同,田面宽度5 m、梯坎高度大于2 m的梯田的降水分配(年降水量500 mm)大致如下:地面蒸发耗水量325 mm,占年降水量的65%,其中梯坎蒸发耗水量92.8 mm,占降水量的18.6%;植物有效蒸腾耗水量175 mm,占年降水量的35%。由于梯坎的地面蒸发强度高于梯田田面的地面蒸发强度,以上的梯坎蒸发耗水量估计值偏低。梯田田面宽度越大,梯坎蒸发耗水量越少,越窄,耗水量越多。

## 2 地下地膜截水墙及试验结果

地下地膜截水墙是在梯田下方梯坎内侧,上方梯坎坎脚,垂直埋设地膜(一般采用挖沟埋设

法), 形成截水墙, 阻断梯田土壤水分向内、外方向的侧向运移, 减少梯田梯坎地面蒸发(图 2)。

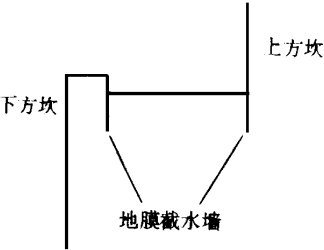


图 2 地下地膜截水墙示意图

1998 年, 我们在陕北米脂县开展了“梯田地下地膜截水墙抗旱增产技术”试验研究。试验梯田位于米脂县石沟乡杜家沟村, 为塬坡中上部的阳坡梯田。梯田 70 年代修建, 田面宽度 4.7~5.4 m, 田面长度大于 60 m, 梯坎高度 2.6~2.7 m。梯田上布设了 4 个试验小区, 每个小区长 8 m, 4 个小区连续, 试验田总长 32 m。1998 年 5 月上旬, 在 3 个小区的梯田下方梯坎内侧和上方梯坎坎脚, 采用挖沟埋设法, 垂直埋设了不同深度的地膜(表 1), 对照小区未埋设地膜。地膜为普通农用地膜。

4 个小区的耕作、种植和管理相同。种植作物为“实生”品种马铃薯, 5 月底播种, 用种量 0.75 t/hm<sup>2</sup>。播种前施碳酸氢铵混合底肥, 碳酸氢铵用量 0.75 t/hm<sup>2</sup>。生长期内除草两次。

表 1 不同小区地膜埋设深度和马铃薯单产

小区编号	地膜埋设深度/m		田面宽度/ m	单 产/ t·hm <sup>2</sup>	增产幅度/ %
	下 坎	上坎			
I	1.5	1.0	5.4	14.26	86.1
II	1.0	0.75	5.4	14.45	88.6
III	0.5	0.5	4.8	12.08	57.7
IV	0	0	4.7	7.66	—

米脂多年平均降水量 422 mm, 1997 年为特旱年, 年降水 348.4 mm, 1998 年 1~9 月总降水量 400.1 mm, 与多年同期降水量持平。1998 年降水特点是 4~7 月降水较丰, 8~9 月伏旱严重, 一般旱地作物前期长势良好, 受伏旱影响产量低于常年。1998 年 10 月 12 日, 进行了试验田现场实收, 实收结果见表 1。对照小区马铃薯单产 7.66 t/hm<sup>2</sup>, 埋设地膜的三个小区单产 12.08~14.45 t/hm<sup>2</sup>, 增产 57.7%~88.6%。小区 II 增产 88.6%(下坎地膜埋深 1.0 m, 上坎 0.75 m), 高于小区 III 的 57.7%(下坎和上坎的地膜埋深均为 0.5 m), 和小区 I 的 86.1%(下坎地膜埋深 1.5 m, 上坎 1.0 m) 相近。

表 2 不同小区马铃薯单产与梯田下坎距离的关系

距 离/m						kg/m <sup>2</sup>
	0~1.0 m	1.0~2.0 m	2.0~3.0	3.0~4.0	4.0~上坎坎脚	
I	1.21	0.85	1.57	1.79	1.63(5.4m)	
II	1.10	1.30	1.78	1.35	1.62(5.4m)	
III	0.87	1.04	1.32	1.46	1.39(4.8m)	
IV	0.43	1.03	1.02	0.77	0.49(4.7m)	

地下地膜截水墙对梯地“肋边”现象的影响见表 2。未埋设地膜的对照小区, “肋边”现象明显, 临近上下坎 0~1.0 m 地段的单产仅分别为中部 2.0~3.0 m 地段的 48% 和 42%。埋设地膜的小区“肋边”现象明显减轻, 临近上坎的地段基本无“肋边”现象; 临近下坎地段的“肋边”现象也较对照小区轻微, 临近下坎 0~1.0 m 地段的单产分别为中部 2.0~3.0 m 地段的 66%、62% 和 77%。

3 结 语

“地下地膜截水墙”技术, 可以有效阻断梯田土壤水分的侧向运移, 减少梯坎蒸发, 消除梯田  
(下转第 173 页)

式中:  $D_f$  ——沟中泥沙的沉积强度( $\text{kg} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ );  $\beta$  ——由雨滴引起增加 0.5 的湍流因素;  
 $W$  ——泥沙在水中沉积的有效速度( $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ );  $G$  ——单位坡面上泥沙的流失量( $\text{kg} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$ );  $T_c$  ——水流的搬运能力( $\text{kg} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$ );  $Q$  ——水的单位流失量(坡面单宽)( $\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ )。  
从以上对 WEPP 理论模型的简短的讨论得知: 它是几种水蚀侵蚀模型中, 最完整而有缺陷的一种模型, 对其存在的问题开展进一步的研究是一个很重要的努力方向。

参考文献 9 篇(略)

(上接第 136 页)

“胁边”现象, 大幅度提高梯田作物产量(57.7% ~ 88.6%)。地膜最佳埋设深度, 下方梯坎内侧为 1.0 m; 上方梯坎坎脚为 0.75 m。该技术成本低廉, 简单易行, 增产效益显著, 具有极大的推广应用前景。黄土高原现有梯田面积 267  $\text{hm}^2$ , 若全部采用这一技术, 以 1  $\text{hm}^2$  增产 750 kg 计, 可年增产粮食 20 余亿 kg。

致谢: 此项研究得到中科院资源与生态环境重大项目 KZ951—A1—402 的经费支持, 感谢米脂县副县长张海水和试验田农户张海浪对此项试验研究的大力支持。

参考文献

- 1 蒋定生. 黄土高原水土流失与治理模式. 北京: 中国水利水电出版社, 1997, 464
- 2 陶毓汾等. 中国北方旱农地区水分生产潜力及开发. 北京: 气象出版社,
- 3 李开元, 李玉山. 黄土高原农田水量平衡研究. 水土保持学报, 1995, 6(2): 39 ~ 44
- 4 张信宝, 安芷生. 减少地面蒸发, 充分利用降水资源——黄土高原旱坡地生态农业的思考. 水土保持通报, 1997, 17(1): 57 ~ 62