

# 地下地膜截水墙<sup>\*</sup>

## ——一种新的节水农业技术

张信宝 朱 波 张建辉 文安邦 刘邵权  
(中科院、水利部成都山地灾害与环境研究所 成都 610041)

**提 要** 简要分析了西北黄土梯地和四川紫色土旱坡地土壤水侧向运移的特点, 介绍了地下地膜截水墙阻断土壤水分侧向运移、保持耕地土壤水分、抗旱增产的基本原理和建设技术。陕北米脂黄土梯田的试验结果表明, 该技术可以有效地减少梯田梯坎蒸发, 增产效益显著(57.7%~88.6%)。该技术也非常合适解决四川丘陵区紫色土旱地季节性干旱问题, 可以减缓干旱的发生和减轻干旱造成的损失。

**关键词** 地下地膜截水墙 节水农业 黄土梯地 紫色土旱坡地

**分类号** 《中图法》S156.92, S157.4

### 1 土壤水份的侧向运移

土壤水的侧向运动(重力自由水或非重力自由水), 是旱地土壤水份运移的一种重要方式。以下简要分析西北黄土梯地和四川紫色土旱坡地土壤水份的侧向运移特点。

西北黄土高原的旱地, 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, 土壤水份的侧向运移以非重力自由水为主。大块完整的黄土旱地, 除地坎边缘地段外, 土壤水份的侧向运移一般较轻微。坡地修成梯地后, 由于梯坎蒸发强烈, 梯地土壤水分向梯坎方向(上、下坎)的侧向运移比较强烈(图 1-a)。梯田土壤水份补给梯坎蒸发的形式: 下侧梯坎, 重力自由水+非重力自由水; 上侧梯坎, 非重力自由水。黄土梯地蒸发耗水和梯地田面宽度有关, 田面宽度越窄, 梯地蒸发耗水越多。田面宽度 5 m, 梯坎高度>2 m 的梯地降水分配(年降水量 500 mm)大致如下: 地面蒸发耗水, 约占降水的 65%; 植物有效蒸腾耗水, 占降水的 35%; 地下径流和深层渗漏耗水极微, 忽略不计<sup>[1]</sup>。梯地下坎的梯坎蒸发主要发生于土壤水份活跃层深度内(1.0 m)<sup>[2]</sup>。假定梯地上、下坎的地面蒸发发生的梯坎高度均为 1.0 m, 梯坎蒸发强度和梯地田面蒸发强度相同, 梯坎蒸发耗水占梯地地面蒸发耗水的 28.6%。梯地地面蒸发年耗水量 325 mm, 梯坎蒸发年耗水量 93.8 mm。黄土梯地梯坎一般无植被覆盖, 地面蒸发强度大于有作物植被覆盖的梯地田面, 梯坎蒸了耗水可能高于以上估算值。

四川紫色土旱坡地, 耕土层薄, 一般 30 cm~50 cm, 下伏不透水紫色砂泥岩。四川盆地丘陵区气候湿润, 降水较丰, 雨季时紫色土旱坡地下部耕土层的土壤水份常常处于饱和状态, 部分土壤水以壤中流的形式(重力自由水)顺坡向下运移(图 1-b)。季节性干旱发生时期, 壤中流往往消失。耕土层越薄, 土壤水库容量越小的旱坡地, 越容易发生季节性干旱, 壤中流也越容易断流。由于气候、土壤的差异, 四川紫色旱坡地的降水分配和西北黄土旱坡地截然不同。坡度 5°的紫色土旱坡地的降水分配(年降水量 1 000 mm)大致如下: 地面蒸发耗水, 占降水的 25%; 植物有效蒸腾耗水占 50%; 地表径流耗水占 25%; 由于下伏不透水紫色砂泥岩, 深层渗漏量极微, 忽略不计<sup>[3]</sup>。紫色土旱坡地地表径流由两部分组成, 一部分为暴雨径流, 另一部分为入渗产流(壤中流)形成的常流水(基流)。入渗产流量约占地表径流量的 50%, 壤中流年径流深约为 125 mm。

<sup>\*</sup>国家“九五”攻关项目(编号: 96—920—13—02—03)和中科院资源与生态环境重大项目(编号: K2951—A1—402)。

收稿日期: 1999—01—10。

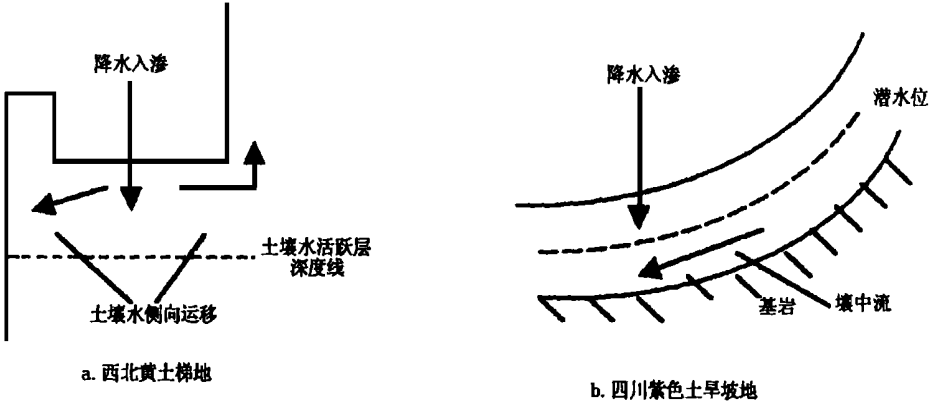


图 1 土壤水侧向运移示意图

Figure. 1 Simplified representation of lateral movement of soil moisture in non-irrigated field

2 地下地膜截水墙

地下地膜截水墙是在耕地内垂直埋设一定深度的地膜, 形成截水墙, 阻断土壤水份的侧向运移, 保持耕地土壤水份, 抗旱增产。地下地膜截水墙一般采用挖沟埋设法构筑。西北黄土梯地的地下地膜截水墙布置在梯地下坎内侧, 上坎坎脚(图 2— a)。截水墙阻断梯地土壤水份向上、下梯坎方向的侧向运移, 减少梯坎蒸发耗水, 达到抗旱增产的目的。地膜埋设深度 0.5 m ~ 1.0 m。四川紫色土旱坡地的地下地膜截水墙, 是沿等高线垂直埋设地膜至下伏不透水岩层, 阻断部分壤中流, 形成微型地下水库, 保持土壤水份供作物吸收, 减轻季节性干旱危害。每道截水墙适当布置一些容易开闭的泄水口, 以便排水, 防止涝渍(图 2— b)。地膜埋设深度取决于耕土层深度, 一般 50 cm 左右即可。

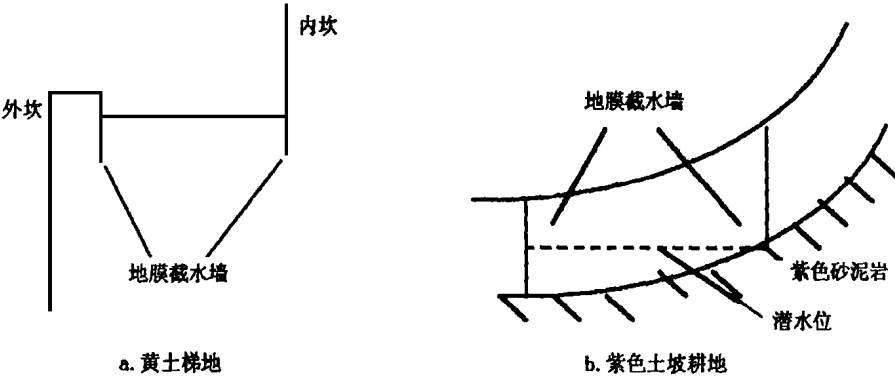


图 2 地下地膜截水墙示意图

Fig 2 A sketch map of the underground plastic sheet wall

3 试验结果与应用前景

1998 年, 笔者和当地有关部门合作开展了“梯地地下地膜截水墙抗旱增产技术”的试验研究。试验梯地位于米脂县石沟乡杜家沟村, 为塬坡中上部的阳坡地。梯地 70 年代修建, 田面宽 4.7 m ~ 5.4 m, 长 > 60 m, 梯坎高 2.6 m ~ 2.7 m。梯地内布置了 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—05 上旬, 在 4 个小区的梯地下坎内侧和上坎坎脚, 垂直埋设了不同深度的普通农用  
地膜(表 1), 对照小区未埋设地膜。4 个小区的耕作、种植和管理相同。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>。播种前施碳氮混合底肥, 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邓铃薯单产

Table 1 Depth of underground plastic sheet wall and potato production in trail plots

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—01~09 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—10—12 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 7.66t/hm<sup>2</sup>, 埋设地膜的三个小区单产 12.08 t/hm<sup>2</sup>~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。

地下地膜截水墙对梯地“歇边”现象的影响见表 2。未埋设地膜的对照小区“歇边”现象明显, 临近  
上下坎 0 m~1.0 m 地段单产仅分别为中部 2.0 m~3.0 m 地段的 48%和 42%。埋设地膜小区“歇边”  
现象也较对照小区轻, 临近下坎 0 m~1.0 m 地段的单产分别为中部 2.0 m~3.0 m 地段的 66%、  
62%、和 77%。

米脂试验表明, “地下地膜截水墙”技术, 可以有效阻断土壤水份的侧向运移, 减少梯坎蒸发, 大幅度  
增加梯地作物产量, 按 5t 马铃薯折合 1t 粮食计算, 每公顷增产 0.9t/hm<sup>2</sup>~1.35t/hm<sup>2</sup>。地膜最佳埋设  
深度, 下坎上侧 1.0 m, 上坎坎脚 0.5 m~0.75 m。黄土高原地区现有梯田面积约 300 万 hm<sup>2</sup>, 若全部采  
用这一技术, 以每公顷增产 0.75 t 计, 年增产粮食 225 万 t。

四川紫色土旱坡地下“地下地膜截水墙节水农业技术”的试验, 正在成都山地所的盐亭紫色土农业  
生态站和万县三峡库区生态站进行。这项技术非常适合解决川中、川东地区旱地的季节性干旱问题(冬  
春旱、夏旱、伏旱), 可以延缓季节性干旱的发生和减轻干旱灾害造成的损失。采用这项技术估计可以拦  
截 50%以上的壤中流, 每公顷可增加作物利用水份 625m<sup>3</sup>, 增产粮食 0.6t 以上。采用这一技术, 四川、  
重庆 400 余万 hm<sup>2</sup> 旱地年增产粮食 240 万 t, 长江上游 700 万 hm<sup>2</sup> 坡耕地年增产粮食 420 万 t。

表 2 不同小区马铃薯单产(kg/m<sup>2</sup>)与距梯田下坎距离的关系

Talbe 2 Variation of potato production with distance from downslope bank in trail plots

小区号	距 离				
	0~1.0(m)	1.0~2.0(m)	2.0~3.0(m)	3.0~4.0(m)	4.0 m~(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)

地下地膜截水墙阻断土壤水份的侧向运移, 保持土壤水份, 增产效益显著, 且成本低廉、简单易行,  
是一项非常适合我国贫困山区的节水农业技术, 有极大的推广应用价值。

参 考 文 献

1 张信宝. 减少地面蒸发, 充分利用降雨资源——黄土旱坡地农业的思考. 水土保持通报, 1997, 17(1): 57~62

- 2 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
- 3 刘正一. 紫色丘陵区坡耕地水土流失观测试验. 土壤通报, 1984, (2): 42~46

第一作者简介 张信宝, 男, 1946年生, 研究员, 四川省学术与技术带头人, 中国科学院、水利部成都山地灾害与环境研究所山地农业与侵蚀研究中心主任, 1967年毕业于南京大学地质系, 早期从事泥石流滑坡研究, 现主要从事水土保持与山地农业研究。发表论(著)文 50 余篇(部), 主要有“云南大盈江流域泥石流”、“黄土高原小流域泥沙来源的<sup>137</sup>Cs 法研究”、“长江上游河流泥沙近期变化、原因及对策建议”等。

## UNDERGROUND PLASTIC SHEET WALL ——A New Water-Saving Agricultural Technique

ZHANG Xinbao ZHU Bo ZHANG Jianhui WEN Anbang LIU Shaoquan  
(*Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences*  
& *Ministry of Water Conservancy, Chengdu 610041*)

### Abstract

An underground plastic wall, which is vertically set up across a field to interrupt lateral movement of soil moisture, is able to reduce soil moisture losses and to prevent droughts in nonirrigated field.

In the semiarid Loess Plateau, annual precipitation ranges between 400 mm ~ 600 mm and 50 % ~ 70 % of it loses by ground evaporation in non-irrigated field. Soil moisture laterally moves from the terrace field to the terrace banks mostly as capillary water because of severe evaporation on the banks. For a terrace with width of 5 m and bank height of 2.7 m, at least 50% of the soil moisture losses by ground evaporation occur on the banks. An underground plastic sheet wall is set up nearby the downslope bank and at the toe of the upslope bank to interrupt lateral movement of soil moisture from the field to the banks. An experiment in a terrace field in Mizhi, Shaanxi Province, in 1998, show that potato production in the trial plots with underground plastic sheet walls of 0.5 m ~ 1.5m in depth was 57.7 % ~ 88.6 % higher than that in the trial plot without the walls.

In the humid Sichuan Hilly Basin where annual precipitation is about 1000 mm, soil moisture laterally moves downslope mostly as throughflow on sloping cultivated land. For a sloping field with a slope of 5°, throughflow explains about 12 % of the precipitation. An underground sheet wall is set up across slope in a sloping field, should reaches the impermeable layer. The wall can interrupt throughflow to build up a micro-underground reservoir. This technique is effective to prevent seasonal droughts and can intercept 50% of the throughflow and increase crop production by 0.6 ~ 0.75 t/hm<sup>2</sup> in non-irrigated field at least.

**Key words** Plastic sheet wall, loess terrace, slopingfield water-saving agriculture,