

黄土高原地区的雨水利用技术与发展

——窑窖节水农业是缺水山区高效农业的出路

陈国良 徐学选

(中国科学院 水土保持研究所·陕西杨陵·712100)
水利部

摘 要 黄土高原地处西部内陆,缺水严重,平均水资源深 90.6mm,而雨水资源却相当丰富,平均年降水量 490mm,平均每 1hm² 雨水资源 3000~6000m³,加之地形起伏,降水集中,使得收集利用雨水既必要又可能,故历史上群众已创造了丰富的集水用水经验,其代表性有效技术有:(1)改造地形,就地拦蓄;(2)疏松表土,增加入渗;(3)增加覆盖,减少蒸发;(4)合理布局作物,提高雨水利用效率;(5)利用生物工程,减少径流;(6)修筑集流系统,发展窑窖节水农业。黄土高原不仅在雨水利用上有优良传统,而且正向新技术、大范围、高效益方面发展。其潜力巨大,未来雨水利用无疑将对黄土高原治理与开发产生强有力的推动作用。

关键词 黄土高原 雨水利用 技术与发展

Techniques and Development on Rainwater Use in Loess Plateau Region

——The Cellar-style Agriculture With Water Saving Use Is the Way out for
Efficient Agriculture in Hilly Area

Chen Guoliang Xu Xuexuan

(Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water
Resources, 712100, Yangling District, Xianyang Municipality, Shaanxi Province)

Abstract The loess plateau is in the western of China, it belongs to inland area. For lacking of water resources (the total water resources is 90.6mm in depth), serious lossing of water and soil, the rainwater is becoming more and more important to resist droughts, develop industry and agriculture, and also improve economic environment. In addition, up-down topography and centralized rainfall (it counts for 65% rainfall from June to July of annual rainfall) would benefit to collect water. Therefor, many ways to gether runoff into soil have been founded and used since a long history. They are as follows:

(1) Transforming topography for cutting runoff; (2) Ploughing and raking soil to keep water; (3) Increasing cover to reduce the loss of soil moisture and rise up water use efficiency;

(4) Reasonable forming crop pattern and increasing input of fertilizer to improve water use efficiency; (5) Interval seeding and rotating of crops to reduce runoff; (6) Developing water harvesting system and establishing cellar-style agriculture with water saving use. All above methods give us a wide range for efficient use of rainfall in the area, and would accelerate economical exploitation and ecological environment establishment.

Key words loess plateau; rainwater use; technique and development

黄土高原地区位于西部干旱内陆,地跨北纬 $33^{\circ}43' \sim 41^{\circ}16'$,东经 $100^{\circ}54' \sim 114^{\circ}33'$,辖陕、甘、晋、豫、青、宁、藏7省(区)的大部或部分,总土地面积 62.68万 km^2 ^[1,3]。因降水偏少和多变,以及水资源贫乏,多年平均径流深 75.6mm ;每 1hm^2 水量 $2\,565 \text{m}^3$,为全国平均水量 2.62万 m^3 的 9.8% ;人均水量 585m^3 ,为全国人均水量 $2\,760 \text{m}^3$ 的 22% 。水土流失严重,大部分地区侵蚀模数在 $5\,000 \text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 以上,高的达 $30\,000 \text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ ^[3,4]。干旱缺水已成为影响该区工农业生产和生态环境改善的首要制约因子。但因全区年平均降水量 490mm ^[1,2],加之地形起伏,降水集中(6~8月占全年降水量的 65% 以上),有利于集流,故历史上群众早已创造了丰富的集雨用雨经验,并在不断完善和发展。

1 黄土高原地区雨水利用技术

1.1 改造地形,就地拦蓄

主要有水平梯田、隔坡梯田、水平沟、鱼鳞坑等。据试验观察^[5,8],在年降水量 $450 \sim 500 \text{mm}$ 的地区,其拦蓄功能为(与坡地比):水平梯田 $35 \sim 100 \text{mm/a}$;隔坡梯田 $25 \sim 65 \text{mm/a}$;水平沟 $15 \sim 57 \text{mm/a}$ 。

1.2 深翻耕耙,疏松表土,提高土壤蓄水保水能力

据研究^[3,6],耕深 30cm 较耕深 20cm 的 $0 \sim 30 \text{cm}$ 土壤蓄水可增加 $5.9 \sim 7.5 \text{mm}$,而 $0 \sim 200 \text{cm}$ 土层可多蓄雨水近 30mm 。且耕翻时间越早,接纳雨水越多,6月下旬耕翻,2m土层蓄水 442.8mm ,渗深 2m ;7月下旬则为 421.2mm ,渗深 1.6m ,相差 21.6mm 和 0.4m ;8月上旬则为 417.3mm 和 1.4m 。

1.3 增加覆盖,减少土壤水分损失,提高雨水利用效率

半干旱区的春麦地,采用农膜覆盖可减少土壤蒸发 30.8mm ,提高表土($0 \sim 20 \text{cm}$)水分 $10 \sim 12 \text{mm}$;秸秆覆盖则减少蒸发 $12 \sim 42 \text{mm}$,播前土壤蓄水可增加 27.5mm ^[7,9,11]。

1.4 合理布局作物,增加肥料投入,提高雨水生产效率

在强大陆性气候的黄土高原地区,降水的特点是春夏干旱,秋季多雨。因此,深根系作物与雨季作物具有较高的雨水利用能力,如冬小麦根系深可达 $2 \sim 3 \text{m}$,春小麦则为 $1.5 \sim 2.0 \text{m}$,相应冬小麦可较春小麦多利用土壤深层贮水 $30 \sim 50 \text{mm}$,水分生产率也高 $0.1 \sim 0.2 \text{kg/mm}$;夏作物生长期正遇干旱少雨,较难高产,而秋作物(如玉米、马铃薯等)适逢秋季多雨时期,较易丰产稳产,有时两者产量相差可达 $0.5 \sim 1$ 倍。又因黄土区土壤瘠薄,故增加肥料投入,可普遍且显著地提高雨水利用率与水分生产率,如宁夏固原低肥地,水分生产率仅 $0.1 \sim 0.2 \text{kg/mm}$,而中、高肥地则可达 $0.3 \sim 0.4 \text{kg/mm}$ 。

1.5 坡地粮草轮作,草灌(木)间作减少雨水径流损失

据中科院安塞水土保持试验站测定^[12,13],粮草轮作可减少农田径流 $1/10 \sim 1/3$,增加贮雨 12.0

~14.4mm;草灌(木)间作,则可减少坡面径流 $1/2 \sim 1/3$,减少径流 15~30mm。

1.6 修筑集流坪台与蓄水窑窖,应用滴灌、渗灌技术,发展高效果、菜、畜及庭院经济,组成雨水高效拦蓄利用系统

该项技术早在 50 年代就有应用,当时仅建在地头,用以拦蓄地面径流和发展粮食作物,因集流系统不完善和管理体制问题,常是有窖无水,故群众称之为“旱窖”。但近年因干旱加剧,人们将古老传统的窑窖用现代技术与物质条件予以改善和武装并与节水技术、高效种养及庭院经济结合,成为旱区具有抗旱增产功能的新型农业类型——窑窖农业。其集流效率可达 67%~73%,在年降水量 450mm 地区,只需 154m^2 的集流面积和 20m^3 容积水窖即可解决 5~7 人的饮水或 0.07hm^2 节水果园的用水需要。现窑窖节水农业已在甘肃、宁夏大规模兴起,它正在给传统的旱作农业带来新的活力。

2 雨水利用技术在黄土高原地区的发展

黄土高原丘陵山区与塬区的雨水资源是较为丰富的,它是地表水与地下水资源总量的 6~7 倍。按雨水的自然降落分配,每 1hm^2 可有水 $3000 \sim 6000\text{m}^3$;按雨水集流的耕地利用潜力,还可大大超过此数。

黄土高原干旱山区利用雨水资源发展集流农业已有悠久历史,其历程可分三个阶段:初级阶段是利用简单的耕作保墒措施,使雨水多集蓄于土壤,以供下茬作物或来年之用,这就是任凭老天恩赐的原始雨养农业;中级阶段是通过人力和机具对地面进行较大的处理(如梯田、条田、坝地、鱼鳞坑、水平沟、反坡梯田等)使雨水就地集中,拦蓄利用,这就是传统所说的径流农业;高级阶段,它是将传统的解决人畜饮水的水窖,用现代技术改进和武装,使其具有集水、贮水、调水、节水、供水功能,并与高新种养技术与产业(如滴渗灌技术,水培、雾育技术,庭院经济与果、菜、药、苗、畜产业)相结合,以创造符合市场需要的高附加值产品,这就是我们取名的窑窖农业,它是现代农业的一种新类型(也可归属设施农业),是干旱山区抵御干旱、发展市场经济创举,它是干旱山区高效农业与持续发展的未来。

集流农业的 3 种形式,国家科技攻关宁夏固原试区上黄村都有集中示范,并在当年河水断流、塘库干涸、连续 3 季久旱不雨的特大旱年都经受了检验:传统雨养农业下种植的春小麦每 1hm^2 产量只有 $300 \sim 450\text{kg}$,若改种深根系作物冬小麦,则可达 $750 \sim 1500\text{kg}$;应用径流农业技术种植的山地水平沟柠条,比坡地多蓄雨 $30 \sim 50\text{mm}$,增产 20%~30%;应用窑窖、坝库水源和节水与高效施肥技术种植的各类旱地作物,仅在 5 月末作物生长的关键期每 1hm^2 补水灌溉 $225 \sim 300\text{m}^3$,或应用液肥穴灌技术,冬小麦每 1hm^2 产量 $1500 \sim 1875\text{kg}$;豌豆每 1hm^2 产量 $750 \sim 1125\text{kg}$;胡麻每 1hm^2 产量 $1125 \sim 1500\text{kg}$;玉米每 1hm^2 产量 $6000 \sim 7500\text{kg}$,马铃薯 7 月底~8 月初收获,每 1hm^2 产量 27000kg ,均比雨养农业增产 1 倍以上。

利用现代蓄水→节水→高效种植技术相结合的窑窖农业,由集水场、蓄水窑窖、引水与节水系统、高效种植四部分组成,核心是窑窖,它可以起到地下水库的作用,还可作为四水转换的调节器,每窑蓄水 $20 \sim 50\text{m}^3$,可点、穴浇地 $0.07 \sim 0.2\text{hm}^2$ 。若窖内水来源于雨水,则每 1hm^2 蓄水雨浇地水费 75~150 元,增产 750kg 以上,约等于成本的 8~10 倍;若窖内水来源于河、库,其效益至少也有成本的 5 倍,并挽救粮果于绝产,其社会效益更为显著。

由此可见,黄土高原不仅在雨水利用上具有优良传统,而且正向新技术(如廉价耐用集水材料的研制应用与窑窖节水农业工程的兴起),大范围、高效益方面发展,其潜力巨大,前景广

阔,无疑将对黄土高原的治理与开发产生强有力地推动作用。

参 考 文 献

- 1 蒋定生.黄土高原水资源评价.见朱显谟主编.黄土高原土壤与农业.北京:农业出版社,1989.
- 2 穆兴民等.黄土高原降雨量的地理地带性研究.水土保持通报,1992.(4):
- 3 中国科学院黄土高原综合科学考察队.黄土高原气候资源评价.北京:科学技术出版社,1990.59
- 4 中国科学院黄土高原综合科学考察队.黄土高原地下水资源评价.北京:科学出版社,1990.36~45
- 5 中国科学院·水利部水土保持研究所.黄土丘陵沟壑区水土保持生态农业研究(上册).陕西杨陵:天则出版社,1990.61~95
- 6 刘光友等.王窑水土保持综合治理总结报告.黄河流域水土保持科研成果经验交流会资料选编.1988(5):62
- 7 于德广.黄土高原第Ⅰ付区水土保持小流域综合治理典型经验.黄河流域水土保持科研成果经验交流会资料选编,1988(5):30
- 8 杨文治,余存祖等.黄土高原区域治理与评价.北京:科学出版社,1992.
- 9 杨文治等.黄土丘陵区(Ⅱ付区)土壤水资源及其利用研究.黄土丘陵沟壑区水土保持生态农业研究(上册),陕西杨陵:天则出版社,1990.
- 10 黄土高原气候资源评价.北京:科学技术出版社,1990.
- 11 付明胜等.休闲地麦地留茬间耕方法研究.黄委会资料选编,1988(5):475
- 12 卢宗凡等.黄土高原丘陵沟壑区水土保持型生态农业增产体系研究.黄土丘陵沟壑区水土保持型生态农业研究(上册),陕西杨陵:天则出版社,1990.
- 13 蒋定生等.黄土高原坡耕地水土保持措施效益评价试验研究(Ⅰ)坡耕地水保措施对降雨入渗的影响.水土保持学报,1990(2):