

黄土高原窑窖集水工程技术探讨

史慧珍¹, 徐学选¹, 张世彪²

(1. 西北农林科技大学, 陕西 杨凌 712100; 2. 甘肃省农业勘察设计院, 甘肃 兰州 730000)

摘要: 在调查研究的基础上, 指出了目前黄土高原窑窖集水工程建设中存在的主要问题, 包括沿路水窖布设过多、集流场建设滞后以及目前窑窖施工、沉沙池设计中存在的关键技术问题等。在具体分析集流场集流潜力和用水量基础上, 针对沿路水窖布局提出了科学密度指标体系。作者还对水窖工程技术存在问题提出了对策, 并推荐迷宫式沉沙池以完善目前窑窖工程的技术环节。

关键词: 窑窖建设; 窑窖规划; 沉沙池; 黄土高原

文献标识码: B

文章编号: 1000-288X(2001)02-0045-03

中图分类号: S273.1

A Discuss on Techniques of Cellar Construction for Water Harvesting in Loess Plateau

SHI Hui-zhen¹, XU Xue-xuan¹, ZHANG Shi-biao²

(1. Sci-Tech Northwest University of Agriculture and Forestry, Yangling 712100, Shaanxi Province, PRC;

2. Agriculture Survey And Planning Institute of Gansu Province, Lanzhou 730000, PRC)

Abstract: Based on the investigation of current status of the cellar construction project for water harvesting in loess plateau of china. It is pointed out that the existed problem in the project, which included of superfluous of cellars along the supperways and roadways, shortage of ground for water producing, and also problems in cellar construction and sand sinking pound. According to the analysis of potential water harvested and water needed for human and livestock and irrigation, a system of cellar quota is given for the along road cellar construction. And also, some countermeasures to well build the cellar water harvesting system and better sand sinking pound are recommended.

Keywords: cellar construction; planing of cellar size and number scale; sand sinking pound; the loess plateau

由于雨水集蓄与补充灌溉的窖灌农业技术不但可减轻黄土高原严重的土壤流失——达到除害;而且窖水灌溉使得农业高产稳产——实现兴利,同时对解决黄土高原许多地区吃水困难的问题意义重大。因此,国家、集体、农民主动投资,雨水集蓄工程建设得到空前发展。但目前黄土高原新兴窑窖建设中,出现了一些工程设计、施工等问题,严重影响了窑窖的效益发挥。

1 窑窖工程建设中存在的主要问题

由于窑窖建设具有投资少、工程小的特点,使得窑窖的工程建设实施主体为广大农民。在水窖具体建设中,农民往往只重视水窖建设、忽视集流面建设;只管窖容,不管布局;在没有工程人员指导时还会出现只图工程进度、不管工程质量的盲目行为。

1.1 集流面积明显不足

作者与 1998、2000 年分别对宁夏回族自治区固原县、甘肃省会宁县、陕西省洛川、定边县等地区进行

了实地考察,除了陕西省定边县的集流面积合格外,其它地区集流面积则约为实际需求的 1/2 左右。如洛川、会宁县国道旁两边的串珠排列水窖,窖与窖间距为 15 m,每窖集水面积仅为 75 m²,窖容 30 m³,年可集水一般仅可满足 20 m³ 左右,按窖重复利用率 200% 计算,其窖容的实际利用率近 30%。利用率明显偏低。宁夏固原县也存在集流面积不足、集流场建设滞后问题。

1.2 窖的建设标准低、设计不尽合理

1994—1996 年,固原县上黄村最初修建的一批小库容水窖目前保存率、利用效益都达不到当初的设计要求。18 眼窖绝大多数渗漏,6 眼塌顶而废弃。据我们对固原等地的面上调查,窑窖塌顶、渗漏问题比较普遍,问题出在当初对窖口设计、防渗处理上设计标准低,忽视了黄土区暴雨产流的来水猛,易漫顶和黄土遇水漫顶的湿陷性质,造成浪费等。在防渗处理上对工程施工的程序要求不够。如窖成型后的窖壁水泥抹面时黄土壁湿度过小、养护时间短,形成窖壁

裂缝现象。

1.3 沉沙池过于简化、消能流道短,水窖淤积严重

对于广大黄土区的水窖布局来说,它们主要收集生产路、庭院的硬地面产流,这些地方容易起沙。如道路侵蚀就有“千年古道成了河”之说。黄土产流的侵蚀能力强、干旱期长,地面往往起一层干土,特别是在田间路边的水窖,遇到产流雨,水黄如泥,使得水窖淤积相当严重。对固原县生产路边水窖利用调查认为,水窖需要每年清淤 1 次。目前的沉沙池没有被很好设计建造,许多地方只是修建一个方形池子,往往不能及时清淤,起不到沉沙目的。同时,在水窖后期使用养护上也存在一些问题,值得注意。

2 水窖建设工程规划探讨

水窖工程规划包括水窖窖容与布局密度,它取决于集水量潜力计算、用水量估计等。

2.1 集流面产水能力与单位面积集水效益估计

集流是水窖建设直接目的,而集流场是集蓄雨水的源头,关系到整个集雨水窖工程的运行。集流效益取决于集流面积大小及集流面产水能力,而集流面产水能力涉及 2 个方面:(1) 降水量大小和降水强度特征;(2) 集水材料与集水效率。表 1 列举了黄土高原主要集水材料的集水效益和造价。

表 1 集流面产水能力及造价

集流面	集流效率	造价/ (元·m ⁻²)	使用 期/a	运行费占 造价/%	造价+运 行费/元
机瓦	0.34~0.49	3.98	25	2	5.97
水泥瓦	0.66~0.73	4.96	25	2	7.44
混凝土	0.75~0.79	4.82	20	3	7.71
小青瓦	0.34~0.49	3.00	20	3	4.80
水泥石	0.42~0.52	3.64	15	4	5.82
土路坡面	0.30~0.39	0.20	8	50	1.0
黄土夯实	0.17~0.24	0.25	4	20	0.45
塑膜覆砂	0.34~0.45	1.94	10	8	3.49
原坡面	0.05~0.07				

注:陕西省水利厅农村水利处,等.陕西省集雨窖灌农业工程建设技术指导手册

一般来说,水窖集水主要集中在降水 350~450 mm 地区,我们可以依据公式 1 计算单位集流面积集水量。

$$Q_p = a_i \cdot P \cdot C_v / 1000 \quad (1)$$

式中: Q_p ——年集水量(m³); a_i ——集流材料 i 的年均产水能力; P ——年降水量(mm); C_v ——降水年型因子,平水年取 0.95,丰水年取 1.2,干旱年取 0.8。

由于黄土高原水窖集流一般多由几次较大降雨产流而完成,我们可以依据公式 2 计算在设计频率 24h 最大 3~5 次降雨深的产流情况拟订集流面积的大小。

$$Q_p = \theta_i \cdot h \cdot C_v / 1000 \quad (2)$$

式中: θ_i —— i 集流材料次降雨产流系数; h ——设计频率的降雨深(mm)。

结合窖水集流区的降水与集流下垫面的产流情况研究成果,推荐 θ 值见表 2。

表 2 黄土高原次降雨径流系数 r 经验值

集流场	草地	荒坡	土石路及场面	沥青及水泥路
r	0.35~0.45	0.45~0.60	0.65~0.75	0.80~0.85

2.2 窖窖密度规划依据分析

2.2.1 窖窖最大 布置密度 生活水窖窖容一般在 10~25 m³,其基本可以依据农民家庭院落大小布置 1~2 个/户,打麦场面积一般在 200~400 m²,一般以一场一窖为宜,窖容可相对大些。对于生产用窖,在广大黄土高原地区,由于窖容可基本采取 150% 的利用率,加之黄土高原当前灌溉水窖的基本窖型窖容大体以 30~40 m³,40 m³,50~60 m³ 这 3 个级别为多,因此每窖的可集水量平均约为 75 m³,其布置密度建议为表 3(设定道路地段集流面都可作为集流地段)^[2,3]。

表 3 常见道路集流场下 50 m³ 窖容水窖布置密度

道路 类型	可利 用率	径流系数			水窖密度(孔/km)		
		350	400	450	350	400	450
生产路	0.70	0.30	0.33	0.36	3~5	4~6	5~7
沥 路	0.80	0.65	0.66	0.67	25~37	29~43	33~49
沥 路	0.85	0.65	0.66	0.67	16~23	18~27	21~31

基于表 3 分析,一般国道两边每 1 km 布置 25~49 孔窖,省道旁布置 16~31 孔,生产路只宜布置 3~7 孔。对于其它容积的水窖密度规划,可以进行类推。我们在延安市见到国道旁的窖窖密度一般都超过 100 孔/km,窖内在秋末存水不足窖容的一半,春旱严重的 5 月时,窖内几乎无水可用。由于集水面积不足,已严重影响了水窖节水补灌的功能。

基于以上分析,我们建议窖窖在生产路、交通路等道路旁的布置密度应有较大程度减小。

2.2.2 窖窖合理 布置密度的需水量依据分析 窖窖的合理密度应以满足生活用水和生产用水为依据。因此分析需水量是决定窖的密度最佳选择。

人畜用水规划: 根据人畜饮用水标准(见表 4),

调查目前人口数量、分布,制定人畜饮用窖水总量计划,统计出生活水源需求水窖的数量。

表 4 生活用水和生产用水定额 kg

项 目	日(次)用水量	日(次)规划用水量	需水期/d	需水量/ m ³
人/个	5~10	10	365	3.7
大家畜/头	30~40	45	365	16.0
小家畜/头	5~8	8	365	2.9
点浇/hm ²	75 000	90 000		90.0
喷药/hm ²	10 000	12 000		12.0
补灌/hm ²	300 000	300 000		300.0

灌溉补水规划:雨水集蓄灌溉应采用节水补灌的灌溉方式(如点浇和渗灌),灌溉对象主要是经济作物、粮食作物的保苗时期和需水临界期,也包括农田喷药用水。其用水量可依表 4 定额进行计算。由生活用水和生产用水的总量制定水窖发展规模、集流面发展形式和规模。

总需水以公式 3 计算,需布设水窖数依据公式 4 计算。

$$Q_p = \sum c_i \cdot q_i \quad (3)$$

$$N = Q_p / \lambda V \quad (4)$$

式中: c_i —— 第 i 用水项数量; q_i —— 第 i 用水项的用水定额; N —— 水窖数; V —— 单窖容积; λ —— 窖的重复利用率; Q_p —— 年集水量。

3 水窖建设的工程技术探讨

针对目前水窖建设在黄土高原存在的具体问题,我们只对其中窖体施工、沉沙池设计做一初步探讨。

3.1 水窖建设的工程问题及解决办法

水窖建设中容易出现塌顶、底漏、窖壁裂缝等,塌顶主要发生在老式土脖窖上,多由于窖口离地面过低、窖水储水过满引起,因此,应加高窖口高,注意储水水位,使其不能湿润窖脖。底漏现象比较常见,在处理窖底时应严格夯实、严格按施工工艺施工;窖壁裂缝与施工时窖壁密实情况、湿润程度、后期养护时间等许多因素有关。处理窖壁时,应首先砸实窖壁,

水泥抹壁前后保持其一定湿度。水窖应经常保留一定容积库存水,以保养水窖。

3.2 沉沙池优化设计

由于水窖是一项极小型的水利工程,沉沙池应如何设计,过去曾未受到人们足够重视,其结构形式也各式各样,极不规范。归结起来,常见有矩形或梯形断面的单厢式,或者是正分形断面的井式。这类沉沙池由于没有经过科学试验,其沉沙效果普遍较差。经过实验,采用迷宫式沉沙池效果理想(表 5),由于它可以更好地拦截泥沙,发挥水窖集流作用,因此,对推进这一古老的集雨技术的健康发展,将具有重要的理论意义和现实意义。

表 5 几种沉沙池沉沙效果比较

沉沙池类型	黄绵土	垆土	±娄土
迷宫式	86%~96%	82%~91%	84%
单箱矩形式	77%	79%	80%
单箱梯形式	72%	76%	—

4 结 语

水窖集流对于解决人畜饮水和补充灌溉有极其显著的效益,国家对此十分重视。但由于水窖建设还存在的许多工程与技术问题未能很好解决,一直未能得到应有的效益。其主要问题集中在窖的密度布局缺乏科学规划、水窖施工中技术处理不尽合理、沉沙池设计和运用不够重视。只有在充分搞好科学布局、完善施工工艺、加强水窖管护和做好入窖水的减沙净化、降低运行费用基础上,才能有力地推动黄土高原水窖集水工程的良性发展。

[参 考 文 献]

- [1] 王文龙,穆兴民.黄土高原雨水人工汇集研究[J].土壤侵蚀与水土保持学报,1998,4(2):77-81.
- [2] 徐学选.宁南山区发展窑窖集水农业的依据分析与效益评价[J].水土保持通报,1998,17(7):45-49.
- [3] 徐学选,穆兴民,王文龙.黄土高原(陕西部分)雨水资源化潜力初步分析[J].资源科学,2000(1):31-35.
- [4] 赵松岭主编.集水农业引论[M].西安:陕西科学技术出版社,1996.134-137.