

黃河叢書

黃河流域旱井調查研究

黃河水利委員會水利科學研究所編

水利電力出版社

黃 河 叢 書

黃河流域旱井調查研究

黃河水利委員會水利科學研究所編

*

1582S436

水利電力出版社出版 (北京西郊科學院二里溝)

北京市書刊出版業營業許可證出字第116號

水利電力出版社印刷廠排印 新華書店發行

*

850×1168毫米開本 * 1 $\frac{1}{4}$ 印張 * 29千字

1958年10月北京第1版

1958年10月北京第1次印刷(0001—5,100冊)

統一書號: 15143·1234 定價(第9類)0.18元

目 录

一、前言	1
二、各地旱井	2
(一)水窖	2
(二)窖窖	14
三、分析研究	24
(一)旱井的结构形式与尺寸	25
(二)防渗层	31
四、結束語	37

黄河中游广大地区为深厚的黄土所复盖，雨量缺乏，地下水很深，干旱十分严重。同时沟壑纵横交错，邱陵发育，坡岭地佔的比例很大，夏秋多暴雨，水土流失严重，因而羣众突出地要求解决坡地的灌溉問題。根据中央“7—12年内基本消灭一般旱灾”的要求，要大力发展山区水利，大力发展坡地灌溉。我們結合当前羣众性的水利建設高潮，对旱井进行了調查研究。

旱井羣在称为水窖。几千年来在缺少地面水和地下水特深以及苦水地区的羣众就用它来儲蓄雨水，專供人畜飲用和日常生活之需。近年来在党的正确领导下，結合大力发展灌溉保証农业增产和蓄水保土控制水土流失，有了大量发展。現在不仅是数量很多，而且型式也多种多样。

旱井是專門攔蓄地表徑流的土工建築物。可以修在坡源的高地上，也可以修在沟槽和水流集中的平地上。既能防止蒸发，又能防止滲漏。所以它不仅是水土保持的一个优良措施，而且也是干旱山区、丘陵区人民解决食需用水和发展灌溉的一項根本办法。由于旱井的效益十分显著（蓄1000担水即可抗旱保苗10亩）建造的技术又非常簡單，投資少，收效快，故受到羣众的普遍欢迎。

我們对旱井进行調查研究工作的目的，是在于总结羣众已有的成功經驗，系統地寻找它的科学依据，使旱井技术得到提高，广泛地为羣众生活和生产建設服务。这次調查研究的中心任务是：

1. 确定在不同的条件下优良旱井的結構型式；
2. 研究利用当地材料作旱井防滲层的技术措施及其經濟意义。

本报告由李漢、徐鴻江兩同志編写，經同允基副所長审定。

二、各地羣众修建旱井的經驗

我們在河南的济源，山西的永济、离山，甘肅的天水、定西和陝北的綏德、榆林等处进行了旱井的实地調查。目前虽然各地旱井的大小、型式和防滲层的作法极不一样，但归結起来不外如下所述的兩种类型和兩种作法，現分別說明如后。

(一) 水 窖

1. 河南济源天江乡的水窖，多修在紅色土上。他們这里有兩种型式：一种是口小肚大脖子細，形狀如甕，开口直徑 2 市尺，挖深至 3 市尺时便逐渐向四周扩展，待中徑达 10 市尺左右再漸次收縮，底为鍋底形，共深 15 市尺（如图 1）。

另一种是口小底大，形似燒瓶，开口直徑 2 市尺，挖深至 3 市尺时便向四周扩展，中徑在 7~8 市尺之間，底徑在 9~10 市尺之間，总深为 12~15 市尺（如图 2）。

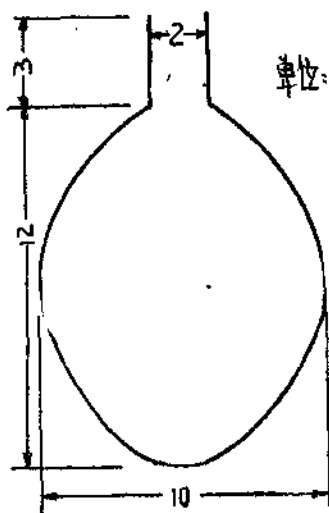


图1 济源的甕形水窖

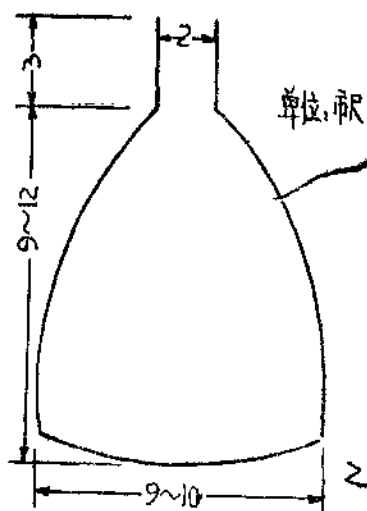


图2 济源的瓶形水窖

防滲层由于所用的材料不同，作法也不一样。

(1)用石灰、細砂、紅膠土三种原料組成防滲材料，其配合比按体积为4:2:1。敷砌时先自下而上地直敷至窖口，最后再敷底。灰漿是下部厚，上部薄（下部厚3公分，上部厚2—1公分），随敷随轧抹。一般需轧抹6~10遍，直至表面光滑、灰石吐水时便可封口阴干。

(2)用石灰和紅膠土二种原料組成防滲材料，其配合比按体积为1:2(重量比为1:3—4)。由于这种組合材料的粘結性較强，析水困难，压实不易，因而要采用捶打的方法。具体作法是將和好的灰土漿用手拍打成餅，向窖壁猛摔，待泥餅粘壁后，用泥抹（工具名）轧抹平整，然后先輕后重地进行捶打。一般需普遍捶打4遍以上，看到表面发亮且无裂縫时即可封口阴干。

据統計，作一个蓄水15公方的水窖約需25个工和3元的石灰費用。

2.甘肅皋蘭狗娃山羣众的水窖，多修在黃土上。这种水窖的开口直徑为2.5市尺，挖深至3市尺时便向四周扩展，至深18市尺时大肚可达12~13市尺。然后漸次收縮，再挖深15~17市尺，此时底的直徑已縮成約4市尺（如图3）。大肚以上不蓄水，称为旱窖；大肚以下为蓄水部分，称为水窖。

防滲层是用紅膠土与黃土的摻合料做成的，按体积比为紅膠土：(9~8)：黃土(1~2)。护砌方法是先將原土浸湿飽和（約2市尺厚），然后將和好的泥搓成棒，沾上胡麻子水或榆树皮水塞实麻眼（麻眼的做法請參看后文綏德水窖掏麻眼部分），余剩部分用手打平，使相鄰部分密切接触。要一面挂，一面半靠，一面捶打。自上而下地护砌，周壁上的泥厚2~4公分，底部泥厚5公分。在一天內护砌完，以后每天用平滑的弧形木質捶（重2市斤）先輕后重地打1~2遍，共需打40~60遍（需20~30天），直至表面发亮时便可封口阴干。此地的麻眼長7公分、寬5公分、深10公分，間距15公分，按梅花形分佈。另外，这里的羣众还給防滲层表面涂刷一层清油（菜子油），在阴干时期防滲层表

面产生一层霉絲，这种霉絲能截攔水分，防止蒸发，保証防渗层不受干裂，同时又可在蓄水时期减少渗透。

据統計，做如上尺寸的一个蓄水約40公方的水窖約需100个工和1.5元的材料費。

3 定西、会宁羣众的吃水窖，多修在黃土上。其开口直徑为3市尺，挖至10市尺时才向四周扩展，挖深至20市尺时大肚直徑可达10市尺左右，然后即漸次收縮，再挖深10市尺，此时底的直徑已收縮为2市尺（如图4）。这种水窖仅大肚以下蓄水，容水甚小，一般均用紅膠土和黃土摻合料护砌（体积比为8:2）。其防渗层的具体作法与皋蘭县相同。皋蘭、会宁羣众在遇到一些較松散的土时供給麻眼里打入一块鉄（重約1兩），此鉄片遇水可生成 $Fe(OH)_3$ （即鉄锈），呈膠狀沉淀，使原土与防渗层牢固結合。但由于此膠狀沉淀物的扩散性差，故所起的防渗作用較小。另外，在防止裂縫发展方面，羣众在防渗层已产生裂縫的兩端釘入鉄釘，这不仅可以有效地防止裂縫的繼續发展，同时

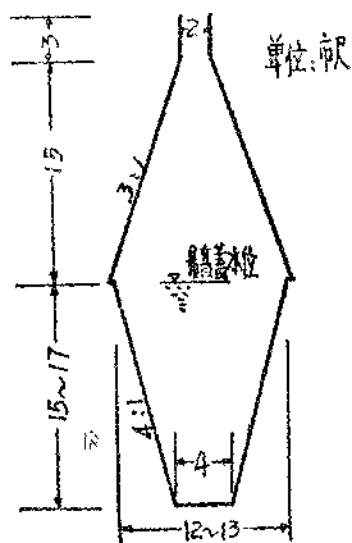


图3 皋蘭狗娃山水窖

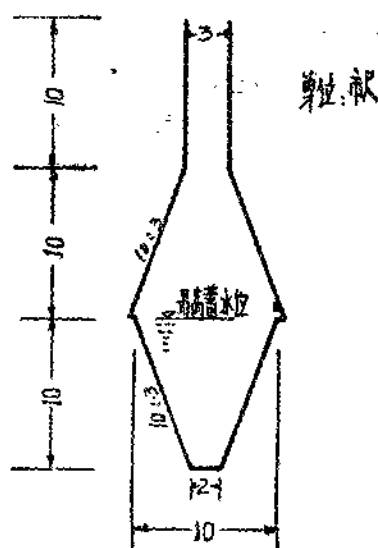


图4 定西、会宁的水窖

鉄釘氧化后也可起加固作用。

4. 天水秦安县羣众的吃水窖，多修在淺紅色土上。其开口直徑为 3 市尺，挖深至 4 市尺时便向四周扩展，挖深至 14 市尺时肚徑可达到 15 市尺，然后即逐漸收縮，再挖深 8 市尺，此时底徑已縮为 2 市尺（如图 5）防滲层是用 8:2 的紅膠土和黃土护砌的，壁厚 5 公分，底部厚 10 公分。由于防滲层很厚，打实不易，加之养护管理不善，过后发生干裂的情况很严重，因此当地羣众对打水窖的信心不高，唯恐劳民伤財。

5. 天水武山县羣众的吃水窖，多修在湿潤的紅色土上。其开口直徑为 2 市尺，挖深至 3 市尺时便向四周扩展，挖至 13 市尺深时形成徑 15 市尺的大肚，然后即漸次收縮，再挖深 10 市尺，底呈圓形（如图 6）。由于原紅土質地粘重，天然湿度大，窖壁經過捶打后即可防滲。

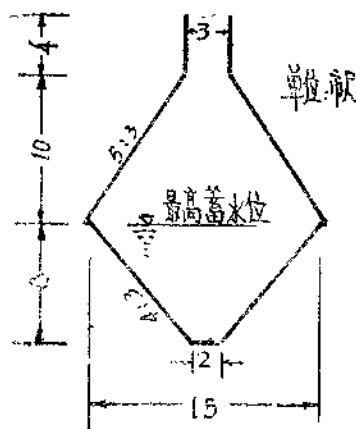


图 5 秦安水窖

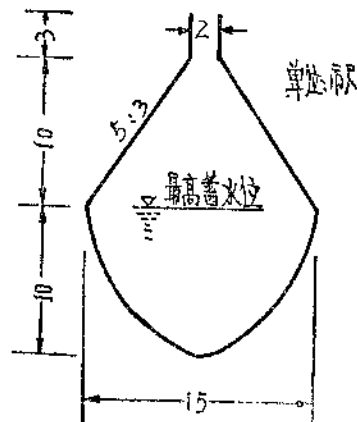


图 6 武山水窖

6. 山西离石区家阳羣众的吃水窖，多修在黃土上。其开口直徑是 1.5~1.7 市尺，挖深 7—10 市尺后即开始挖井肩，当井肩挖下 5 尺后就形成了約 1 丈寬的井肚了，井肚下部漸漸收縮，一般深为 15—18 市尺，平底，底徑約 7 市尺左右（如图 7）。防滲层是用石灰、紅膠土分层并变换配合比例的办法护砌的，其抹 7

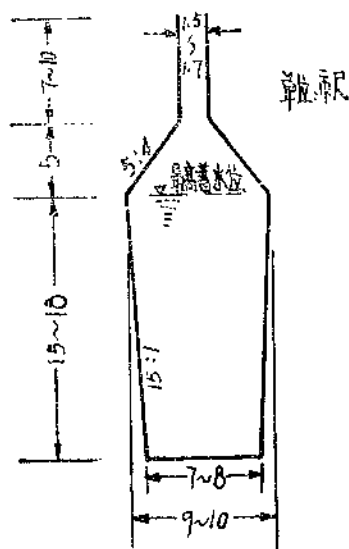


图7 高山賈家園水窖

层，每层厚約2—4公厘。在抹泥前先用麦糠泥薄薄地抹一层，以利于灰泥和井壁粘結，这层麦糠泥羣众称作“引泥层”。当用手指按井壁沒有指印时便可封口阴干。泥灰的比例如表1所列（体积比）。

据統計，按上述尺寸作一个旱井需用工80个左右，需石灰600市斤。

7. 陕北綏德过去的水窖很少，但为了实现山区水利化，在去冬今春兴修水利的高潮中，当地羣众在党的領

导下学习了吳堡、靖边等地的經驗，共打了3万余个水窖。其水窖的型式共有三种：

表1 泥灰的配合比

层 次	石灰	紅膠土	备 注
第一层(最里层)	8	2	这种“二八来同对灰法”在賈家園已具有多年的历史。目前还可看到已修建几十年的水窖，其防滲层仍然十分牢固，沒有脫皮和裂縫的現象。因此，我們認為該种防滲层作法的质量是較好的。
二	7	3	
三	6	4	
四	5	5	
五	4	6	
六	3	7	
七 (貼水层)	2	8	

(1) 露酒瓶式水窖：先挖直徑約2市尺、深6~7市尺的圓形井筒，而后按1:1的坡度向四周扩展，待挖深到10尺后直徑达到6~7.5市尺，然后根据土質情况再繼續挖深9~12市尺，底呈

平底（如图8）。

（2）古瓶式水窖：先挖直径约2市尺、深3市尺的圆形井筒，从井筒开始一面向四周扩展，一面挖深，当挖深至9市尺时，井内直径已达到12尺，此为旱窖。在旱窖和水窖相接触的临界口上留宽约2寸的格巷（或一深壕），从此处起再一面挖深、一面使窖的四壁逐渐向内收缩。当由此挖深至12尺时，窖底直径已缩成6市尺，底呈平底（如图9）。

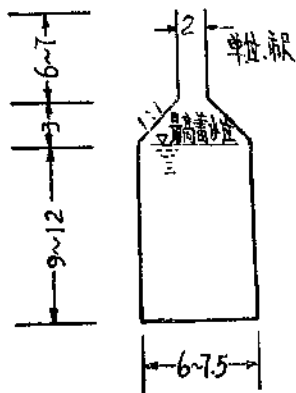


图8 綬德露酒瓶式水窖

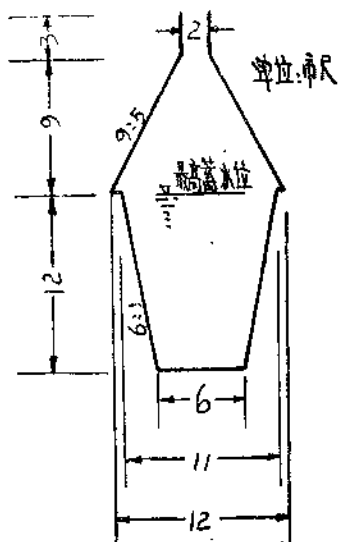


图9 綬德古瓶式水窖

（三）甕扣甕形水窖：先挖直径约2市尺、深7市尺的圆形井筒，从井筒底开始便逐渐向四周扩展，当挖深至6市尺时，井内直径已达9市尺，此一部分为旱窖。在旱窖与水窖的临界口处亦留宽约2寸的格巷。从此处起，一面挖深，一面逐渐收缩，当由此挖深至10尺时，井内直径已缩成4尺，底呈平底（如图10）。

上述三种型式的水窖的防渗层的作法都是一样的。陕北群众是利用红胶土罩料作为水窖防渗层的材料（在吴堡，群众过去曾采用过在红胶泥中加入少量头发或猪毛等掺合材料）。防渗层

的具体作法共分成五个步骤：掏麻眼→备料→浸水阴窖→上泥→捶打。现分别说明如后：

(1)掏麻眼：由于陕北地区的黄土质地疏松，红胶泥难于和窖帮紧密结合，因此在上泥前先在窖帮上掏成均匀密布的麻眼。按梅花状排列，各麻眼上下左右之间的距离为12公分(如图11)。

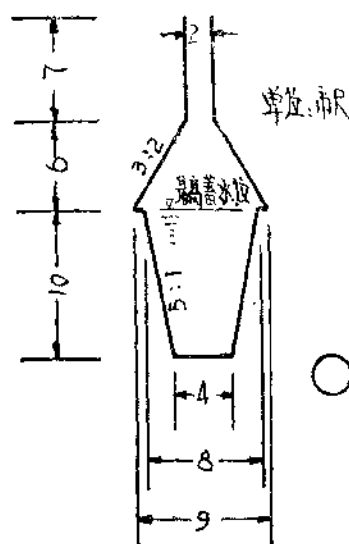


图10 绥德县扣碗形水窖

麻眼本身外大里小，外径约4公分，内径约3公分，深约10公分，形似喇叭头，方向成20°的坡向下倾斜，以利红胶泥与原土的結合。

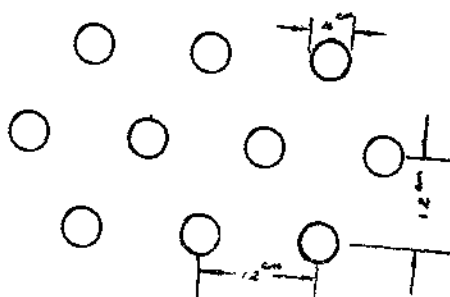


图11 麻眼布置示意图

(2)备料：选好红胶土后，清除土中的石块等杂物（最好是將土打碎过筛），將土堆入积土坑中用水泡上（至少泡三天），使土得到充分湿润，然后經反复捶打，使其成为均匀的稠泥状（此时红胶泥的含水量约为25%）。

(3)浸水阴窖：在上泥前先用水喷水窖帮的麻眼内，浸水深度约1市尺，使窖内原土层充分阴透，以利红胶泥和原土的結合。喷水后隔一天再上胶泥。

(4)上泥：將捶好的红胶泥搓成泥釘子，沾水后塞入麻眼内，外留出约1市寸左右的釘头，第一部分麻眼填满后，然后在各麻眼之间的空隙中，用泥餅填补起来（猛摔上去），由下而上

直至臨口（厚約3公分），隨上隨抹平。

（5）捶打：泥上好後隔一天再行捶打。捶打前事先用灰（石灰、土灰、草木灰均可）撒上一層，以利捶實。捶打時用力必須均勻，用力的規律應該是：“前期輕捶，中期用力，後期再輕捶”。一般需普遍捶打15遍左右，至其表面光滑無裂縫時便可封口閉干。

據試驗結果統計，作一個蓄水15公方的水窖，其防滲層約需工22~25個；開挖窖筒用工8~10個，總共約需工30~35個。

綏德水土保持站曾於1958年5月間在辛店溝試驗場進行了利用三合土（石灰、細砂、紅膠土摻合料）泥窖法作防滲層的試驗。試驗時三合土的一種配合比是石灰：細砂：紅膠土=2:1:1（體積比）；另一種配合比是石灰：細砂：紅膠土=1:2:1（體積比）；再一種是上述兩種配合比的組合，即內層用前者，外層用後者。根據試驗結果：用第二、第三兩種配合比作成的防滲層情況非常良好。具體作法是：待三種料選好後清除石灰和土內的石塊等雜物，然後分別用水泡上一天，並將細砂過米篩（孔徑約2公厘）。待三料備好後，按已定好的配合比，將三料和成加水，並充分攪拌均勻，使三合土成為均勻的稀糊狀（其中不允許有疙瘩）。窖帶在上泥前應事先噴水潤透再上“引泥”，等引泥上好後隔一天後再上三合土。引泥是用粘泥中加麥秸（長約1市寸左右）和成的。引泥層厚度只需0.5公分即可。三合土共上兩層，每層厚約1公分。等泥上好後，用泥抹（工具名）普遍的軋抹7~10遍，至其表面發亮且無裂縫時便可封口閉干。根據第二種配合比的試驗結果，防滲層泥好閉干後，未見裂縫發生，並經放水後的實際觀測，每晝夜僅滲水1公厘。利用這種辦法作一個蓄水15公方的防滲層只需工8~10個，約需石灰200市斤。

從上述10種形式的水窖中（河南濟源兩種除外）可以看出：一種是脖子長，旱窖淺的水窖。這種形式的水窖雖然出土少，但開挖不便；另一種是脖子短、旱窖深的水窖。這種形式的水窖開挖較易，但出土較多。而它們的蓄水深度都不到旱井總深的一

半。因此就有必要研究出一种合理的水窖的型式。

陕北的水窖分为上下两部分，上一部分没有护砌，不能蓄水，只利用下部护砌的部分蓄水。过去在下雨水窖进水时是采用專人看管的办法，以防止积水漫过护砌界限。现在在水窖大量发展的情况下这个办法就不能解决问题了。为了保证水窖的安全蓄水，陕北清澗水利工作組的同志們研究出了几种水窖进水量自动控制的办法（即水窖进水量自动控制器），并在清澗城街鎮辛家崖村挖了一个小型水窖进行了实地試驗。試驗証明，效果很好。我們在榆林專区水利局时得到了“水窖进水量自动控制器”的書面材料，并且参观了木制的模型。现将三种自动控制进水量的做法扼要介紹于后：

（1）滑輪式自动控制器

在水窖进水口处作一高8市寸（包括超高2市寸）、寬6市寸的閘槽（石質或木質），再作与閘槽高寬尺寸一样（寬約8市寸，因每边要鑲入閘槽1市寸）、厚1市寸的閘板（最好采用石板，因閘門受水浮力和冲击力的作用，木閘板不易下降），在閘板頂上穿一个眼，用麻繩或鉄絲綁住，麻繩或鉄絲的另一端穿过在井口上的一个平衡木架上的两个滑輪，而后再綁上一块木板（木板的重量应稍重于閘板）吊放在窖中。当窖中水位上升时，木板也随水的浮力上升，这样閘板便也自动地下降，直至水位升到临界口时，閘板就下降到閘槽底，即可截止水再向井內流入（如图12）。

（2）甲种称杆式自动控制器

这种控制器仍是用平衡木架，所不同的是不采用滑輪式，而采用称杆式。作法是用一根4尺2寸長、直徑1寸左右的木椽，在木椽的四分之一处（即1尺零5分处）鑽一个眼，用粗繩或鉄絲穿过，下边挽一个倒結（如称的毫系），然后再吊在平衡木架的橫架上。在木椽的一端（即称毫系的短头）綁一根繩子系閘門，另一端（即称毫系的長头）綁一根繩子系浮板吊入水窖中，即可自动控制閘門的关闭（如图13）。

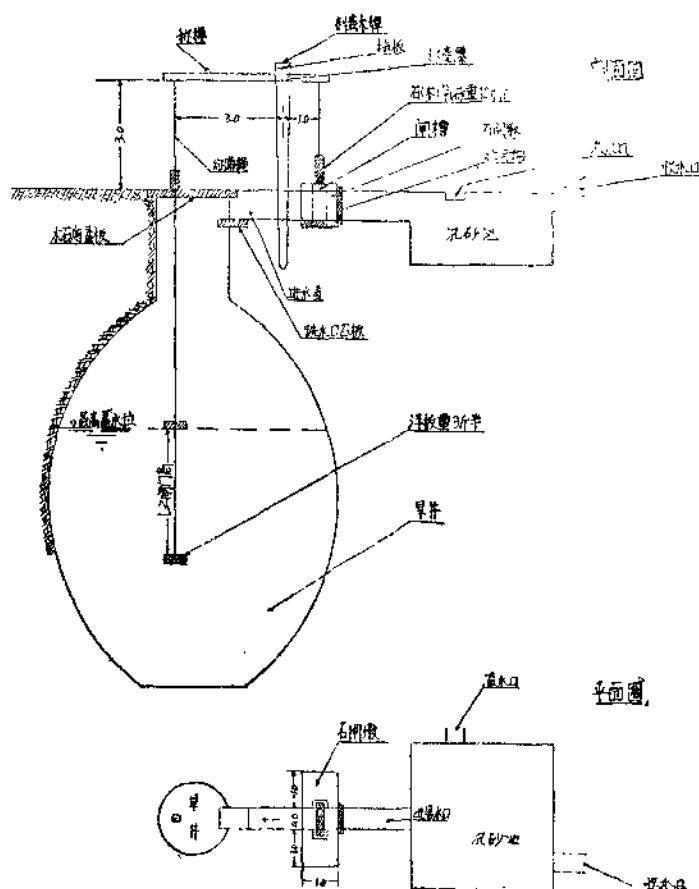


图13 甲种称杆式自动控制器

制作既简便，又节省材料，可以大量推广。

使用自动控制器应该注意以下几个问题:

(1) 为了防止閘門关闭后, 由于閘槽漏水套內水位繼續上升, 以致超过临界口而影响套筒的安全, 应使套內木浮板升至临界口以下 1 市寸左右时, 閘板就先行关闭。

(2) 为了防止杂草停留在进水口处阻住闸板下降, 应在闸槽

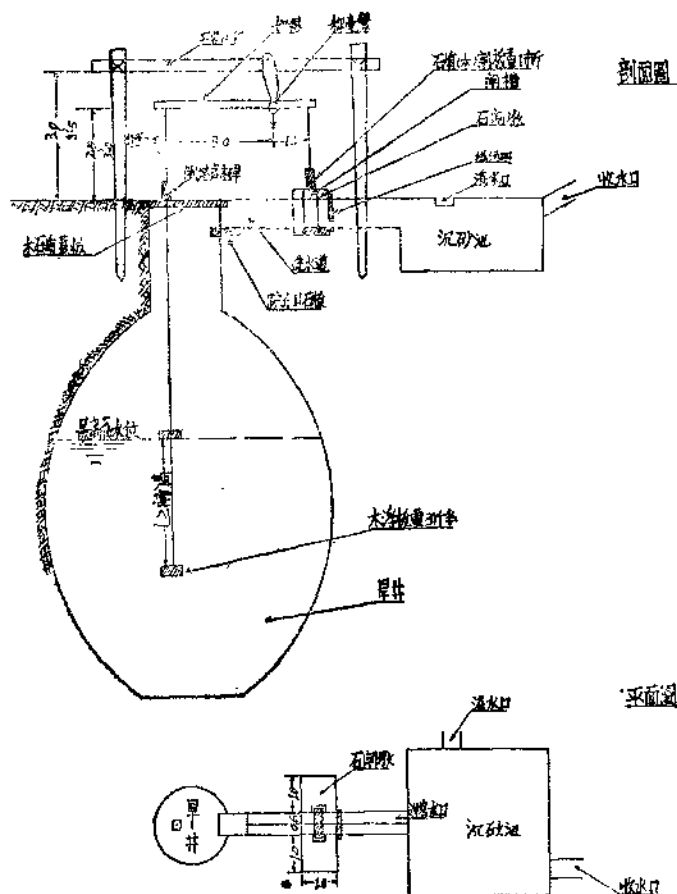


图14 乙种称杆式自动控制器

外用細鉄絲編一个攔污柵，以防止杂草进入閘槽。經实地試驗，攔污柵最好放在沉沙池的出口、进水道的进口处。

(3) 为了防止窖内无水时或者风吹而使麻繩搖摆时，使得窖內木板向下移动，以致將閘板提出閘槽而失掉自动关闭的作用，应在麻繩上打个倒結，將倒結放在窖口的盖板上，以防浮板下移而招致閘板出槽。

(4) 应在进水口处挖一个排水沟，当窖内水位达到临界口高度闸板自行关闭之后，如水流仍继续来，就可从排水沟里排出去，以避免泥沙池内的水位超过进水闸的危险发生。

(二) 窖 窖

1. 河南济源天江乡的窖窖，群众称作水窖。位置多选在土台下，开挖时从土台根下先挖一直径约2市尺、深10~12.5市尺的圆型窖筒，而后再向土层深厚的方向开门(高5~6市尺，宽1.2~2市尺)，并向里挖窖洞。窖洞高5~6市尺，宽5~6市尺，深约1.5市尺。窖底平整，里高外低，以便于蓄水流。窖洞上部的土层厚度要在5~6市尺以上，以策安全(如图15)。至于防渗层的作法与该地的水窖完全相同。

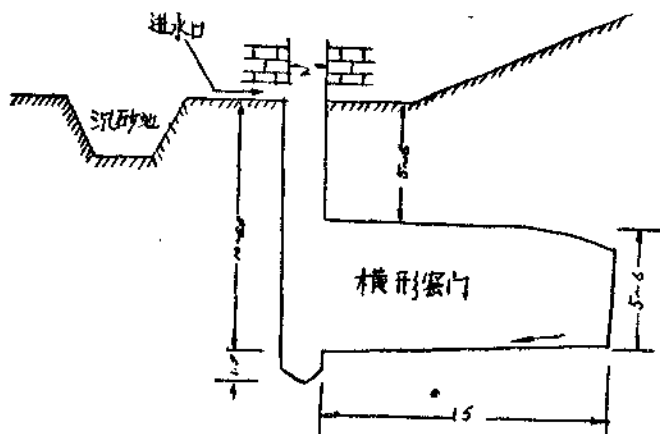


图15 济源天江乡的窖窖

2. 甘肃定西、会宁、榆中的窖窖，有两种型式：

(1) 利用山坡、地坎及路两旁的高地开挖的窖洞。窖门宽0.8~1.0公尺，高1.2~1.5公尺，窖洞上面为半圆形(半径为1公尺)，下面为梯形。上口宽2公尺，下底宽1公尺，高2.5~3.0公尺，长10~12公尺(如图16)。工效平均达1~1.5公方/每工。