

# 球形薄壳窖技术与应用

文 军, 陈 萍, 阚永胜

(青海省水利厅水利水电科学研究所, 青海西宁 810001)

**摘要:**球形薄壳窖属薄壁结构,由窖盖、窖壁、贮水间、窖颈、圈梁等七部分组成。球形薄壳窖的施工工艺主要有施工放线、土模制作、混凝土浇筑、掏挖中心土、抹面粉刷、制作安装窖颈窖盖。施工采用掏中心土法,利用土模浇筑混凝土成形,修建一眼  $35\text{m}^3$  的球形薄壳窖只需 14~16 个工日,是一种省工省料的蓄水窖型。球形薄壳窖施工的关键工序为土模制作,混凝土浇筑,中心土的掏挖,窖壁厚度的控制,圈梁和下半球的接合处理。球形薄壳窖适用范围非常广泛,只要有一定的开挖面积和一定厚度的土层均可修建。

**关键词:**雨水集流;球形薄壳窖;节水技术

中图分类号: S273.1

文献标识码:B

文章编号:1006-7647(2000)01-0060-03

青海省东部干旱山区自然条件恶劣,地下水匮乏,地表水亏缺,有限的大气降水是该地区人民群众赖以生活的唯一水源。这一地区山大沟深,地形复杂,很难修建规模型的水利工程来解决日益突出的缺水矛盾,缺水严重阻碍着这些地区的经济发展和社会进步。所以,缺水是造成该地区贫困的首要因素。针对这种实际情况,青海省进行了大规模的雨水集流利用工程建设,政府和当地山区群众投入了大量财力和物力,进行工程建设。由于这一地区缺乏必要的工程建设所需的砂砾料,加之山高路远,坡陡弯急,交通极为不便,建材的运输极为困难,建材的费用一般占到工程投资的 50% ~ 70%。为了降低材料的耗用量,有效地减小工程造价,确保工程的正常建设,达到省工省料这一根本的经济目的,通过大量的工程实践,青海省重点推广了混凝土球形薄壳蓄水窖(以下简称球形水窖)。实践证明:该窖与其它型式的水窖相比具有省工省料、经济实用、结构稳定、技术成熟、蓄水量大、施工简便安全、防渗性能强、坚固耐用、适用广泛、便于大规模推广等优点。在 5.4 万眼水窖推广建设之中,取得了显著的经济效益。经过推广后认为它是干旱山区雨水集流利用工程建设中最为先进的窖型之一。

### 1 结构型式

球形水窖的结构比较简单,具体型式如图 1 所示,它由贮水间、圈梁、窖壁、窖颈、窖盖、沉砂池和进

水管七部分组成。

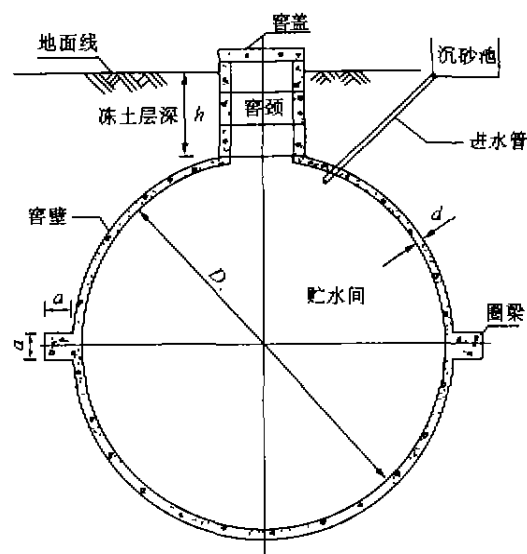


图 1 球形水窖结构型式示意图

球形水窖的技术参数有以下几项:

a. 水窖内径

$$D_1 = 2\sqrt[3]{3V/4} \quad (1)$$

式中:  $D_1$  为水窖内径, m;  $V$  为球体积,  $\text{m}^3$ , 依据需水量与来水量计算确定。

**b. 开挖直径**

$$B = 2(a + d + c) + D_1 \quad (2)$$

式中:  $B$  为开挖直径,  $\text{m}$ ;  $a$  为圈梁宽,  $\text{m}$ ;  $d$  为窖壁厚,  $\text{m}$ ;  $c$  为操作面宽,  $\text{m}$ ;  $D_1$  为水窖内径,  $\text{m}$ .

圈梁宽视土质和施工条件而定,一般取 10~15 cm

作者简介:文军(1963—),男,工程师,从事干旱山区雨水的集蓄和利用研究。

为宜.操作面宽视水窖大小而定,一般取0.25m左右.

### c. 开挖深度

$$H = h + D_2 \quad (1)$$

式中: $H$ 为开挖深度,m; $h$ 为冻土层厚度,m; $D_2 = D_1 + 2d$ , $d$ 为窖壁厚,m.窖壁厚依据水窖的容积大小确定,当窖容积小于 $30\text{m}^3$ 时, $d$ 取4cm;当窖容积大于 $30\text{m}^3$ 时, $d$ 取5cm.

d. 水泥一般采用425号普通硅酸盐水泥.

e. 混凝土标号采用15MPa一级配素混凝土.水灰比应控制在0.55~0.65之间.建窖骨料的最大粒径不能超过截面尺寸的1/2.

f. 碎石或卵石、砂要求必须坚硬,干净.拌制混凝土、砂浆及养护的水要用洁净水.

## 2 施工工艺流程

球形水窖施工的主要方法就是所谓的掏中心土法.整个水窖的施工过程不用一砖一模,混凝土水窖的球体浇筑都依靠所开挖的土模成形.具体施工步骤见图2.

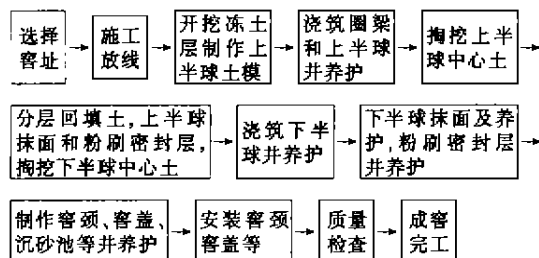


图2 球形水窖施工工艺流程

## 3 施工技术要点

### 3.1 窖址的选定

窖址宜选择在土质良好,易于开挖,靠近集流场,不影响院墙、住宅地基的地方.还应靠近有利于灌溉的大田、果园和庭院.人畜饮水的水窖还应靠近厨房和避风向阳的地方.建窖尽量满足自压灌溉和自流汲水,无需提水功力,进行自压供水.窖址必须避开溶洞、滑坡、填方、裂缝、打碾场等,窖外壁距坎边的距离不小于3m,并离根系较发达的树木5m之外.若是集中修建水窖,两窖外壁之间的距离不得小于4m.

窖址的选定总的原则是根据水窖的用途及集流系统进行整体规划布局,按照地质、地形、适用条件等实际情况科学选定.

### 3.2 施工放线

在原地面上根据设计尺寸所确定的开挖范围,用皮尺或线绳放线,用白灰标记(或在地面直接画线)水窖开挖线.通过施工放线确定好球形直径的界

线、圈梁位置和施工工作面的宽度.同时要标定好圆心位置,以备在开挖中随时校对开挖尺寸.

### 3.3 土模(土胎)的制作

视各地所调查的冻土层厚度,首先开挖冻土层,将冻土层之下开挖成一圆形坑,以球半径在坑内平面上画圆,标定好该圆心,以该圆心为球的整个顶点.并用木桩或长铁钉固定好,作为永久施工点.圆线外开挖尺寸为圈梁宽(视土质而定)和施工工作面(视水窖大小而定)的环形槽,槽的深度等于球的内径,然后将环形槽内圆柱形的土体从上而下,从外缘向球的顶点削制成一个半球形的土模.

为了施工方便,在确定好施工尺寸之后,用球的顶点为基准点,直接在圆线周边上进行开挖,边挖边削,这样无须深挖狭窄的环形槽,所以,工作面较大,开挖容易,进度较快,但这种方法削制土模难度较大,施工中需要随时量测校对开挖尺寸.

有条件的地方,事先用 $\varnothing 6 \sim 8$ 的钢筋或8号铅丝按所设计的水窖大小,做一弧形尺,以球的顶点为圆心,边转边削.为保证整个球体的规正合理,在土模削制过程中按球顶点的桩号用皮尺或线绳随时校对所开挖的土模尺寸.土模的削制应先小后大逐步修正.当土模的土体较松散时,开挖尺寸应比设计尺寸小8~10cm,然后用砖、手锤、夯等工具拍光夯实土模至设计尺寸,当土体含水量较小时要洒水浸湿.削制的上半球必须保持球的圆度,平整光滑和坚硬密实.

### 3.4 圈梁和上半球的浇筑

在圈梁的土模槽中铺塑料布、牛皮纸、旧报纸或用砖夯实拍光土模槽后,浇筑圈梁.待圈梁初凝之后,在圈梁上直接浇筑上半球.为使所浇筑的混凝土接触紧密不留空隙,上半球的浇筑要以螺旋式向上浇筑,每圈混凝土的旋转高度不得超过15cm,浇筑中一定要掌握好窖壁厚度,用木抹子振捣压实,上半球浇筑完毕,夏季要养护7~10d,冬季要养护14~16d,等混凝土达到强度要求,方能挖取内心土.圈梁和上半球的浇筑要一次成形.

### 3.5 内心土的掏挖和下半球的施工

内心土的掏挖,要本着省工、省力、简单、快捷的原则.在掏挖完窖口土,人能进入后,即可用短把锹,将开挖土沿窖口直接抛出窖外,待挖到下半球时改用长把锹开挖抛土,抛土有困难时可用绳索和筐子将弃土吊出窖外.上半球开挖完之后,即可进行上半球的抹面和粉刷,这样无须搭脚手架而方便施工.掏挖出的中心土可直接进行回填,回填时要均匀分层并由人工踩(夯)实.

内心土取到下边缘时,从圈梁下边缘向里挖到

施工尺寸,以球半径高度造形,夯实拍光土壁,再由下向上浇筑混凝土.开挖中要以圈梁底部或窖口中心为下半球施工开挖的控制点,随时校核开挖尺寸.开挖时也不能一次性开挖到设计尺寸,要逐步修正、造形、拍实到设计要求.圈梁和下半球接搓处的夹角是球形窖的阴蔽薄弱部位,一般用1:3的水泥砂浆填厚3cm,宽4cm,以加固圈梁和下半球,使其结合牢固而不渗漏.

安装出水管时,出水管口应高于窖底部20~30cm,出水管与窖壁的连接必须接触紧密,严防渗漏,并加厚连接处的窖壁,增加其强度.

### 3.6 抹面和粉刷密封层

窖内粉刷是确保窖体不漏水的工序之一,为使浇筑后的窖内壁光滑、美观和防止渗漏,待混凝土浇筑完毕初凝之后即可用水泥砂浆抹0.5cm厚的抹面.砂浆抹面完全凝固之后,用水泥净浆交替通刷两遍即可.

### 3.7 窖体养护

窖体竣工后,要进行洒水养护,更要防止日光曝晒,冬季要采取保温措施,防止窖体冻胀破坏.

### 3.8 窖颈和窖盖

为清淤方便,窖颈应预制成高度20cm,厚度5cm的圆环或两半圆环的形状,然后叠砌或对接即可.相应的窖盖也应做开启方便的方形或圆形.

## 4 施工注意事项

球形水窖的施工除按设计图纸严格放线外,一

定要注意上半球土模的削制规格,严格混凝土的配合比,混凝土的振捣必须密实,严格控制好窖壁厚度,窖壁不能过厚亦不能太薄.圈梁和下半球的接合处理一定要牢固,要仔细粉刷,认真养护.

## 5 适用范围

球形水窖结构非常简单,全窖只有两个半球与圈梁衔接在一起,整体性强,受力条件好,省工省料,技术成熟,施工方便,技术容易掌握,有利于大范围推广与应用.凡是土层厚度能达到开挖要求的地方都可以修建.特别是在资金紧缺、工程任务重、黄土层厚、地基基础条件较差、蓄水容积要求较大的地区,球形窖具有很大的推广价值.

针对球形水窖的特点,它的用途可以拓展到人畜饮水、农田灌溉工程和其它小型水利工程的蓄水建筑物之中,亦可作为农村能源开发中的沼气池使用.

## 6 应用效益

经理论分析和实践证明,建造同容积的水窖时,球形水窖的表面积最小,因此,与拱底拱盖窖、净砂浆抹面窖相比,仅节省的水泥砂砾料每眼可达156元,节省劳动工日8~12个,施工进度提高1.5倍,施工安全性强,使用寿命长.按青海省开展该项工程12万户36万眼水窖的规划计算,可直接节省资金5616万元,节省劳动工日288~432万个,而且其综合效益十分突出.

(收稿日期:1998-07-07 编辑:熊水斌)

(上接第40页)

## 4 结 语

a. 应用“数码相机摄影—全站仪定位—笔记本电脑图像处理—地质观察记录”的方法进行隧洞施工地质编录,可以使隧洞地质编录工作发生根本性的变化.主要表现在两方面:①用数码相机进行隧洞摄影地质编录,可以及时而快速地获得开挖面地质现象的科学、客观的记录,并且可提高地质测量的精度和工效,减轻劳动强度,保证安全.另一方面,像片上记录的大量的地质信息中,有许多信息是过去的地质测量方法很难得到的,如断层带和影响带的构造细节、节理密度统计、节理排列的特征等,从而丰富了地质编录的内容;②用数码相机进行隧洞摄影地质编录,在计算机的支持下,不仅在外业中使摄影与地质描述密切结合,内业十分方便(省去了全部暗室工作),而且所有的资料,包括摄影的图像、中间处理图像、各种图件以及测量数据等,都可全部储存于计算

机和磁盘中,便于保存、管理和查询.当然,这种方法尚处于试验阶段,有一系列细节还有待在实践中不断改进和完善.

b. 应用隧洞摄影地质编录方法在提高工效方面效果是明显的.在广东的试验中,由3人操作,在不太熟练的情况下,1h可完成50~60m一般洞段的外业工作.

c. 施工地质编录作为工程施工和监理的一个重要环节,急需改革.摄影编录方法具有很大的生命力,这种方法还有待于在实践中进一步总结.

### 参考文献:

- [1] 李冬田,朱文胜,陈云长等.隧洞摄影施工地质编录方法[J].工程地质,1996(2):80~83.
- [2] 李冬田,滕红燕,金诚铭等.应用数码相机进行隧洞施工地质编录[J].工程地质计算机应用,1998(1):17~18.
- [3] 许殿元,丁树柏.遥感图像信息处理[M].北京:宇航出版社,1990.40~42. (收稿日期:1998-10-18 编辑:熊水斌)