

集雨引泉软底水池的建造与管理

林书竹,王福祥,林清安

(临沂市水利勘测设计院,山东 临沂 276001)

摘要:通过分析缺水山区集雨引泉水池建设现状及存在的主要问题,对水池(水囤、水窖)的结构形式和建造方法进行研讨,设计出一种适合山丘区特点的新型蓄水设施——软底水池,并从设计、施工、管理等方面对有关技术问题探讨。工程实践表明,软底水池实现了刚性材料与柔性材料的有机结合,以塑膜防渗体代替水池的刚性底板,不但能防渗,而且能增强对地基的适应能力,可大大减少基础处理工作量和底板工程量,工程造价大幅度降低,可节省工程投资30%~40%。

关键词:集雨;引泉;软底水池;水囤;水窖

中图分类号:S277.3

文献标识码:B

文章编号:1006-7647(2002)04-0043-03

近年来,随着干旱和半干旱地区集雨引泉工程建设的快速发展,水池(水囤、水窖)数量迅速增加,一些水池在满足人畜饮水的情况下,还对部分农田抗旱播种、灌关键水起着越来越重要的作用,集雨、引泉水池已逐渐成为缺水山区和干旱地区的重要水源工程。

目前,缺水山区和干旱地区的水池虽然初具规模,但也存在许多问题:①由于水池规模微小,往往不能引起人们足够重视,工程建设缺乏科学、详细的规划设计,建造技术落后,管理粗放,致使工程造价高、质量低、功能差;②水池建设中缺乏对新材料的应用,不能充分发挥材料的优良性能;③水池结构不够科学合理,造成材料浪费,投资增加;④许多水池建设不能做到因地制宜,建设方案缺乏技术经济比较;⑤水池建造技术研究不够深入,新技术推广力度不够。上述问题集中表现为水池的单方容积造价高。据调查统计,缺水山区水池的单方容积造价高达80~135元/m³,远远高于水库的单方容积造价(一般在4元/m³以下)。水池单方容积造价偏高,增大了水池的供水成本,降低了水池的总体效益,而且由于一次性投资较大和缺乏技术,缺水贫困山区村民一般无力自建水池,因此,从很大程度上限制了集雨、引泉水池的发展。

缺水山区所建水池从平面上看,大致有圆形和矩形两种;从材料上看,有浆砌石、砌砖、钢筋混凝土和混凝土水池等。然而,无论哪种水池,池底、池壁、池盖都是刚性的,并且,为了防止水池发生不均匀沉

陷而造成裂缝和漏水破坏,大部分水池都做成半地下式和地下式,基础处理工程量很大,基础底板往往做得很厚。山区地形较陡,地面极不平整,为使水池地基均匀,一般都需要进行大量石方开挖。尤其是山区水池,不仅石方开挖量大,而且开挖难度很高,因此,水池工程造价通常很高,据统计,约占工程总造价的25%~50%。地下式和半地下式水池不仅基础工程投资高,而且从池中取水很不方便,往往需要人工或机械提水,因而运行费用也较高。

为从根本上减少水池基础工程投资,降低工程造价,有效防止水池渗漏,本文介绍一种无机材料与有机材料相结合的水池建造技术,即软底水池技术。

1 软底水池的构造

软底水池与刚性水池相比,除池内基础底板是柔性的外,其余部分的构造与一般刚性水池相同,钢筋混凝土地上式圆形软底水池构造见图1。软底水池的底板既不是浆砌石底板,也不是混凝土和钢筋混凝土底板,而是一层由土工防渗膜构成的柔性防渗体,防渗体构造如图2所示。防渗体构造一般分为4层,从上到下依次为保护层、上过渡层、膜料层和下过渡层。膜料防渗层铺设在两过渡层中间,可以防止较大的尖角砂砾石破坏膜料。膜料防渗层一般采用0.15~0.2mm厚的聚乙烯土工防渗膜。当池底为土基时,膜料下面的过渡层可以省去;当保护层为水泥土时,膜料上面的过渡层也可以省去。

过渡层一般采用4~5cm厚的素土或过筛砂,

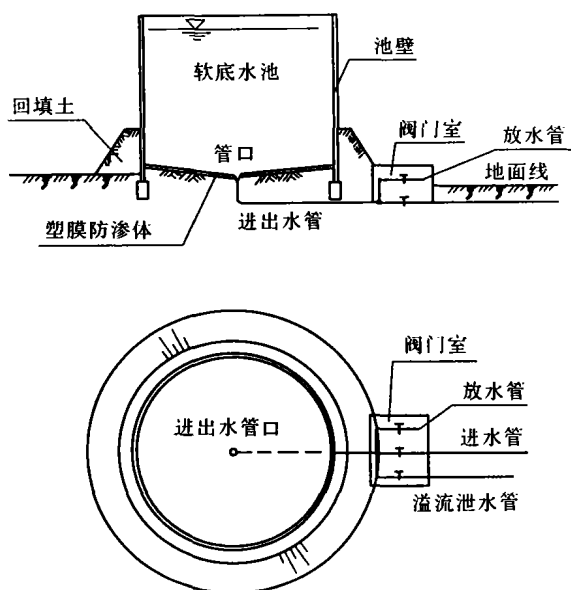


图1 钢筋混凝土圆形软底水池

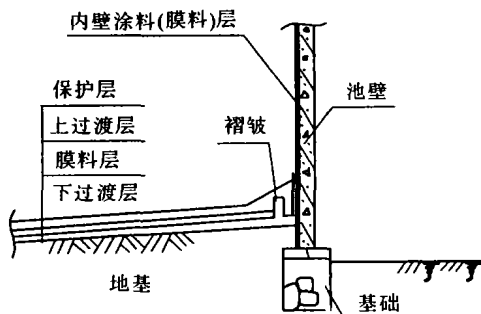


图2 软底水池防渗体构造

也可以采用2~3 cm厚的塑性水泥土或砂浆。保护层材料的种类一般有砂砾石、浆砌石板、现浇混凝土、预制混凝土板及水泥土等。不同材料的保护层厚度可按表1进行设计,拌制水泥土的素土料以及过渡层素土料的技术要求见表2。当采用砂砾料作保护层时,砂砾料的最大粒径为50~100 mm,砂砾料的级配应在优良级配范围内,并且膜上过渡层应采用塑性水泥土或砂浆。实际工程中,具体采用何种材料作保护层,应根据水池所在地区的地形地质条件以及有无抗冻要求,并按照就地取材的原则选用。对于有盖地上式软底水池,膜料上面的保护层和过渡层可以简化为2 cm厚的砂浆或水泥土,也可以省去。

表1 不同材料保护层厚度参考值

保护层材料	厚度/cm	保护层材料	厚度/cm
砂砾石	15~20	预制混凝土板	3~6
浆砌石板	≥3	水泥土	4~6
现浇混凝土	3~5		

软底水池可以做成平底水池,也可以做成倒球冠形或倒锥形凹底水池。地上式软底水池的底部应设置进出水共用的管口,进出水管口布置如图3所示。

示。半地上式软底水池的进出水口可布置在水池底部,也可以布置在水池侧壁。地下式水池的池底一般不设置放水口,其进水口通常设在池壁顶部或侧壁。地下式和半地下式水池的进水口附近池底应注意防冲加固,以防止池底被水流冲坏。无论哪种类型的水池,除了注意搞好进出水管口以外,还要注意设置溢流管,以防池水漫溢,冲毁水池。当地下水水位较高时,地下式和半地下式软底水池的池底及侧壁应根据地基透水情况设置灵敏排水逆止阀,将池外渗水及时排入池内,这既可以有效地防止池外渗水压力破坏池底及池壁,又能向池内补充水资源。

表2 素土料技术指标要求

项目	粘粒含量/%	砂粒含量/%	可溶盐含量/%	最大粒径/mm	塑性指数 I_p	钙质结核、植物根等
指标	3~30	10~60	<2	<5	1~17	不含

软底水池土工防渗膜之间的连接简便易行,通常采用焊接或粘接。池底防渗膜与池壁及进出水管基础之间的连接一般采用粘接,粘接宽度取15~20 cm。推荐粘接剂配方为:丙酮60%,环己酮15%,二甲苯8%,过氯乙烯树脂15%,邻苯二甲酸二辛酯等2%(重量比)。丙酮易挥发,应在粘接前1 h配制,随配随用。为充分满足池底与池壁之间的相对不均匀沉陷,确保防渗膜料不被拉坏,宜在池底与池壁交接处,将防渗膜料预留一个50~100 mm的竖向褶皱,以利变形(见图2)。

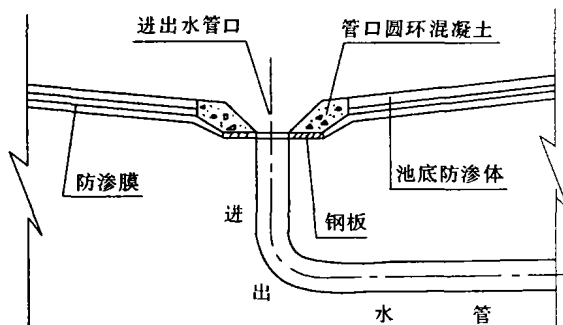


图3 进出水管口

为保护池壁混凝土和砂浆抹面,防止渗漏,一般在池内壁涂刷石灰乳化沥青质涂料,在池外壁涂刷白色防水涂料或涂刷优质石灰浆。当池壁结构有可能变形量大、裂缝较多时,在池内壁粘贴一层0.1~0.2 mm厚的聚乙烯土工防渗膜,可达到防渗、护壁的目的。

2 软底水池结构分析

软底水池采用土工防渗膜做池底,成功地实现了池内基础与池壁基础的分离。池内基础在水荷载的作用下可以自由压缩沉降,而不影响池壁基础。土工防渗膜伸长量大,抗拉强度高,适应地基变形的能

力强,因此,水池不会因为池内基础发生不均匀沉降而造成底板断裂或池壁裂缝破坏.池壁基础只承担池壁及顶盖(水池有顶盖时)很轻的重量,而不承担池内水重,故可以采用较窄的环形带状基础,同墙基一样,基础处理工程量很小.

池底与池壁基础分离,不仅基础处理工作大大简化,工程量大大减少,而且水池的内力计算、结构计算也变得非常简单.例如:由于没有钢筋混凝土底板的约束,圆形钢筋混凝土水池池壁由超静定结构变为静定结构,成为一个静定的圆柱筒,池壁可按简单的轴心受拉构件进行配筋设计.软底水池可在池内设置独立柱基,故能以很小的代价兴建大型软底水池.软底水池结构不但成功实现了池底与池壁基础分离,而且做到了有机柔性膜料与无机刚性材料的完美结合.内部柔性膜料主要起防渗作用,就好像轮胎的内胎一样;外部刚性池壁和半刚性池底主要起抵抗水压力的作用,好像轮胎的外胎一样.软底水池刚柔相济,能够最大限度地发挥不同材料的优良性能,达到经济实用、建造快速和大量节约投资的目的.

当山丘区缺乏石料或者运输困难,建浆砌石软底水池不够经济时,软底水池的结构形式宜优先选用工程量较小的钢筋混凝土或预应力混凝土薄壁圆形水池.

钢筋混凝土圆形水池内壁通常粘贴有与池底相连的土工防渗膜,贴膜以后的池壁与池水隔离,池壁混凝土不直接挡水,处于密封干燥状态,池壁混凝土的抗裂要求大大降低.在水池蓄满水以后,若及时对水池外壁涂刷防水涂料、石灰乳化沥青等防水材料,池壁便处于全封闭状态,此时,钢筋混凝土水池池壁的裂缝尺寸可以放宽考虑,如果再配合使用自应力混凝土,就能够充分发挥碳素钢丝、刻痕钢丝等高强度钢材的抗拉性能,达到减薄池壁、大量节约钢筋和大幅度降低水池投资的目的.

3 软底水池的施工

软底水池施工简单、方便,施工时,先整理池底土地,埋设进水管口和顶盖柱基(有顶盖时),并进行必要的夯实.然后,开挖池壁带状基础沟槽,当沟槽开挖达到设计要求后,再进行基础施工,基础施工完毕后,将准备好的池底过渡层土料及保护层材料存放池中,以便池壁建好后铺设塑膜防渗体.池壁基础可以采用浆砌石砌筑,也可以采用现浇混凝土,具体采用何种基础要根据实际情况而定.上述工作完成后,进行池壁施工,除混凝土池壁外,浆砌石水池内壁一般需要进行砂浆抹面.池壁建好后,按设计要

求铺设池底塑膜防渗体,搞好塑膜与池壁及进水管口的连接,并根据需要涂刷池壁或粘贴土工防渗膜.最后,对有顶盖的水池进行封顶施工.

软底水池施工宜采用专业队与民工相结合的施工方法,钢筋混凝土和预应力混凝土薄壁水池施工时,宜采用周转次数较多的定型钢模板进行科学施工,以便有效地降低工程造价、提高水池建设质量和建设速度.

4 水池的防冻与抗震

4.1 防冻技术措施

a. 防止冰压力破坏的方法.寒冷地区冬季池水表面往往结冰,为防止冰压力对水池池壁造成破坏,可以采用浮漂隔冰法来消除冰压力.浮漂一般选用软泡沫塑料或薄膜充气带囊等易于变形的轻软防水材料制作.浮漂通常沿水池周边布置,其粗细及沉入水中的深度,应根据结冰厚度及水池水面面积大小而定.

钢筋混凝土和预应力混凝土水池,为防止冰压力破坏,也可以在设计水池时,将冰压力考虑进去,多配钢筋,防止破坏.不过,当结冰厚度较大时,这种方法的水池配筋量往往很大,为减少配筋量,可以采用结构与浮漂隔冰相结合的方法.

b. 保温隔热措施.由于隔热材料及施工方法多种多样,故保温隔热措施种类很多.常用的保温隔热材料有加气混凝土、泡沫混凝土、充气混凝土、膨胀珍珠岩粉、蛭石粉和泡沫塑料等等.施工方法分为内衬法和外包法两种.

c. 选用适当的水池类型.严寒地区的水池结构形式,宜优先采用地下式和半地下式水池,经济条件允许的情况下,尽可能建造有盖水池.野外建池时,尽量结合自然地形,在凹坑和冲沟部位,经过适当开挖修建水池.半地下式水池的池壁外侧应填土压实,填筑高度宜低于池顶 0.5 m.

d. 防冻土破坏措施.科学设计水池结构,在池壁外侧附近回填砂砾料等低冻胀性的土,当缺乏粗粒土料时,可采取加厚池壁、增配钢筋等结构措施,或者在钢筋混凝土池壁外侧冻土深度范围内包裹一层软泡沫塑料板,同时,加强排水,严防冻土的压、拔、推力破坏.

e. 混凝土水池、钢筋混凝土和预应力混凝土薄壁水池防止冻害的方法,还应注意使用质量好的骨料、抗冻标号高的水泥、引气剂和减水剂,科学合理地确定水灰比、单位用水量 and 含气量.采用科学施工方法,严格施工质量,防止产生裂缝等缺陷.设计中应考虑尽量减小水池温度变化,(下转第 55 页)

起动失败,L-C滤波装置与其他相关电气设备的参数不匹配.经反复试验、测试和研究,增设隔离变压器取代L-C滤波装置,改造后抽水工况运行比较理想.

6 结 语

2000年广州蓄能水电厂二期工程SFC共起动2068次,平均起动约6次/d,其中因SFC本身故障导致起动不成功的仅有20次,SFC故障率仅0.96%,其可靠性较高.实际电机从静止拖动到并网仅需240s.实践表明,全数字大功率变频调速装置

作为大型同步电动机的起动装置是成功的.

参考文献:

- [1] 李志民,张遇杰.电气自动化新技术丛书.同步电动机调速系统[M].北京:机械工业出版社,1998.
- [2] 邱景安,梁见诚.电动发电机.抽水蓄能电站[M].北京:水利电力出版社,1992. 221~226.
- [3] 穆学仁.西门子SIMADYN D系统[J].电气传动,2000(1): 63~65.

(收稿日期:2001-04-18 编辑:张志琴)

(上接第45页)防止混凝土出现温度裂缝;考虑防水、排水等措施.如果难以避免裂缝,应尽量减小裂缝宽度.为减少冻融循环次数,防止水分渗入裂缝内部,可以在水池表面涂刷白色防水涂料、石灰浆和白水泥浆等进行封闭覆盖.

4.2 抗震措施

在地震烈度较高的地区,宜优先采用地下式和半地下式软底水池.对于地上式软底水池,可以在水池周围填土压实,填筑高度宜为水池高度的 $1/3 \sim 1/2$,池周填土顶宽视水池大小而定,一般取 $1 \sim 3\text{m}$,填土外坡以稳定为准,坡比通常取 $1:0.75 \sim 1:1.5$.

除上述措施外,也可以采取增加池壁厚度、加大配筋量或者设置抗震扶壁、抗震剪力墙、抗震拉索等结构措施.

5 软底水池的适用范围及耐久性

5.1 适用范围

软底水池刚柔相济,对地基的适应能力强,对地基承载力的要求低,既适用于缺水山区较陡的山坡、沟谷地形,也适用于平原区承载力较弱的软土地基.地基允许承载力最低可放宽至 39.23kN/m^2 ,而不用进行地基处理.

软底水池所用的聚乙烯土工防渗膜,适应变形能力强,使用温度范围大,可在 $-50 \sim 60^\circ\text{C}$ 环境下使用,抗冻温度达 -60°C .因此,无论在我国北方、南方还是东部、西部均可兴建软底水池.

聚乙烯土工防渗膜耐强酸强碱,耐腐蚀性能强,无毒性,造价低.目前, $0.15 \sim 0.2\text{mm}$ 厚的聚乙烯土工防渗膜的价格约在 2元/m^2 左右.因此,软底水池既可用于人畜饮水,又可用于农业灌溉,在缺水地区的水利建设中可广泛应用.

5.2 耐久性

根据有关机构对土工防渗膜所做的抗老化试验,当采用埋填施工措施时,聚乙烯土工防渗膜的使

用寿命可达 $30 \sim 50\text{a}$,有些性能优良的土工防渗膜,其使用寿命甚至可以达到 100a .因此,软底水池的耐久性良好,使用寿命有可靠保证.

6 软底水池的使用管理

地上式软底水池底部设有进水管口,用水时,可以打开闸阀直接放水,若水池与田间节水灌溉系统相连接,可以实现自压输水灌溉.地上式水池池壁外侧宜每年涂刷石灰浆或白色防水涂料1次,在冬季要注意闸阀和输水管道防冻.地下式和半地下式水池用水时,应注意不要为了集水而随意挖掘池底,以免损伤土工防渗膜,造成水池漏水.当水池发生淤积,淤泥达到一定厚度时,要及时进行清淤.

设计合理、施工良好的软底水池一般不会发生破坏,日常管理非常简单,只要注意冬季防冻、夏季防洪防冲、蓄水期加强监控,以及不发生人为破坏,即可保证水池经久耐用,长期发挥供水效益.

7 软底水池的经济性和发展前景

在缺水山区修建软底水池可减少土石方开挖量 $40\% \sim 80\%$,据工程预算和调查统计,软底水池比刚性水池可以节省工程投资 $30\% \sim 40\%$.在平原区软土地基上兴建软底水池,可以节省大量基础处理费用.节省的投资幅度不亚于缺水山区.兴建宽浅式水池比兴建窄深式水池节省.如果兴建地上式钢筋混凝土和预应力混凝土圆形软底水池,投资节省幅度更大,而且还能实现自压输水灌溉,节省运行费用.

经济实用的廉价水源工程——软底水池,既是缺水山区的“大水缸”,也是缺水山区潜在的粮仓和果品库.这种小(微)型蓄水设施非常适合山丘区地形复杂多变的特点和集雨工程建设,其经济效益、社会效益和生态效益都非常显著,具有广阔的推广应用前景.

(收稿日期:2001-06-28 编辑:马敏峰)