

# 水利工程堤坝防渗加固施工技术分析

张琼

河南禹宏实业有限公司

DOI:10.12238/hwr.v6i12.4652

**[摘要]** 当前部分堤坝工程由于使用年限较长,加之施工工艺水平较低,很容易诱发渗漏等问题,严重影响水利堤坝的使用功能。所以,为了提升水利堤坝工程的使用效果,应采取合理的方式予以加固处理,混凝土防渗墙技术是其中较为良好的一种,可有效提升堤坝的防渗性,使堤坝能够发挥出更大的作用。基于此,本文针对水利工程堤坝防渗加固施工技术进行分析探讨,仅供相关人士参考。

**[关键词]** 水利工程; 堤坝; 防渗加固; 施工技术

**中图分类号:** TU71 **文献标识码:** A

## Analysis of Construction Technology for Seepage Prevention and Reinforcement of Dams in Water Conservancy Projects

Qiong Zhang

Henan Yuhong Industrial Co., Ltd

**[Abstract]** Due to the long service life of some dam projects and the low level of construction technology, it is easy to induce leakage and other problems, which seriously affect the use function of water conservancy dams. Therefore, in order to improve the use effect of the water conservancy dam project, reasonable measures should be taken to reinforce it. The concrete anti-seepage wall technology is one of the better ones, which can effectively improve the anti-seepage of the dam and make the dam play a greater role. Based on this, this paper analyzes and discusses the construction technology of seepage prevention and reinforcement of water conservancy dams, which is only for the reference of relevant people.

**[Key words]** water conservancy project; embankment; anti-seepage reinforcement; construction technique

### 引言

针对水利工程技术领域的相关工作人员而言,预防和防治渗漏一直以来都是他们想要攻克的难题之一,水库大坝的修建中,受河道底部岩土环境复杂性的影响,纯砂层、淤泥层、密集孤石层、水下抛填未经压实的砂砾石层均在一定程度上影响着水库大坝的稳定性。同时,在河道水流长期的冲击和渗透作用下,大坝出现渗水问题的概率也在大大增加。因此,合理的防渗加固施工技术是保障水库混凝土坝体长期稳定运行的重要基础。现阶段水库大坝除险加固方式中,以混凝土为基础材料的灌浆施工技术得到了广泛应用。

### 1 工程概况

本次研究中选择了某水利堤坝加固工程作为研究对象。某工程的主要作用为抗洪,并兼顾防涝、周边环境改善等。整个堤坝长度约为5975m,按照二十年一遇洪水为防洪标准。工程加固措施地方面,主要包括堤身土石方加固、坡面护砌、植草防护、增设基座、混凝土防渗墙与混凝土面板防渗等。其中,在0+000.0~1+850.0段范围内采用的是常规堤坝方案,在1+850.0

~5+975.0段范围内采用的是防渗墙堤坝。防渗墙加固时,针对工程特点设计出了抓斗成槽浇筑C15W6混凝土施工方案,其中,墙体厚度设定成0.3m,墙身深入到强风化层50cm。先通过抓斗挖掘基槽,然后通过泥浆固壁。符合要求后,均匀浇筑适量的C15混凝土。一期与二期槽孔采用接头管弧形连接方案,即一期浇筑施工时,向基槽内埋设钢管,并浇筑混凝土,待混凝土初凝后,将钢管取出,构建接头孔,之后在进行二期槽孔操作,以此得到连续的混凝土防渗墙。

### 2 现阶段堤坝防渗处理的原则

在实际项目建设中不难发现,堤坝渗漏问题虽然常见,但未达到不可预见、不能治理的程度,只要相关工作者能根据施工现场的实际情况选择合适的处理对策,往往都能起到事半功倍的效果,而在处理过程中大家要遵从几点关键性原则,以免出现更大的衍生性问题。总的来说在发生堤坝渗漏问题后,大家要根据上下游变化采取针对性的策略,对上游而言,要以“堵”、“铺”、“截”为主,即防渗墙的设置、铺盖和修建、帷幕灌浆施工等;而对下游来说,大家要以“导”、“减”、“排”为主要处理手段,

即增建减压井、修筑导渗反滤体、增设排水沟等。实践证明依照这样的处理原则大多数情况下都能得到较好效果。

### 3 水利工程堤坝防渗加固施工技术

#### 3.1 高压喷射灌浆技术

在我国水利工程建设过程中, 高压喷射灌浆技术由于具备操作难度较低以及防渗效果较佳的特点而受到了施工单位广泛的应用。就工作原理而言, 高压喷射灌浆技术主要是通过对压缩空气时所产生的冲击力进行高效利用, 以此来将已经混合好的工程浆液喷射至坝体结构之中, 工程浆液的充分注入可以对水利工程坝体内部可能存在的一些裂缝进行有效的填补。为了确保水利工程防渗效果符合工程标准, 在灌浆完成且进行完全静置之后, 施工人员需要对整个灌浆区域进行仔细地检查, 确保没有裂缝存在。另外, 除了操作难度较低以及防渗效果较佳外, 高压喷射灌浆技术的应用成本相对较低, 在满足水利工程防渗要求的同时还可以有效节省其施工成本。只是高压喷射灌浆技术的应用需要借助专业设备, 而且实际操作人员必须掌握专业的操作知识, 对于相关设备可以完成具体的各项操作。基于此应用特点, 高压喷射灌浆技术往往只适用于体积相对较小的水利工程坝体防渗处理。

#### 3.2 防渗墙技术

在水利工程项目中, 防渗墙因其明显的优势性能被广泛运用开来, 其有着耐久性好、施工方便、防渗性强等特点, 当坝体遭受侵蚀时, 防渗墙能在一定程度上起到较强的抵抗作用。但在实际运用时不难发现, 防渗墙的建设成本较高, 可随着技术的不断革新, 多种形式的防渗墙以低成本、高品质的新姿态出现在人们的视野中。多头层搅拌其实就是将坝体与的水泥结合到一起, 在提高坝体本身结构稳固性的同时, 组成一道天然的屏障来起到良好的翻身效果, 在施工过程中, 大家可采用深层搅拌的方式让泥浆更好地结合在一起, 对提高防渗墙的整体受力性能有很多裨益。锯槽法指的是往复切割, 这也是该工艺的一个重点, 并运用刀杆往复切割, 当浇筑完以后, 墙外的结构也会随着所切割形成墙体发生转变, 从而形成支架结构, 与此同时, 并进行加压, 加强安全性, 实现防渗的功能。除此之外, 也可采用高压喷射方法与自凝灰浆法, 施工单位利用高压喷浆机械设备, 通过高压喷嘴喷射水泥浆, 利用高压冲击力扰动堤坝基部的覆盖物, 在喷射阶段, 在堤坝根基灌入水泥浆, 同时有利于搅拌砂砾和土, 凝结水泥浆之后, 在堤坝根基部位形成防渗墙。在水利工程时间中, 高压喷射方法应用范围比较广泛, 我国不断提高科技水平, 也进一步创新发展高压喷射方法。这项技术的应用难度比较低, 同时可以节省施工成本, 提高整体防渗效果。自凝灰浆法的发展时间比较短, 相关技术还不够成熟, 施工单位将缓凝剂掺入到水泥和膨润土中, 凝固了自凝灰浆之后, 可以形成防渗墙。在实际施工阶段, 如果施工单位需要造孔, 施工单位需要在自凝灰浆凝固之前完成造孔工作, 避免造孔工作影响到防渗墙的性能。

#### 3.3 坝体防渗加固施工技术

坝体防渗加固重点在混凝土防渗墙的施工, 一般采取分段

分序挖槽浇灌的方式进行。为了确保各墙段之间的稳定性, 利用半圆形钢接头管进行连接。在完成一段施工墙段槽孔的开挖处理后, 分别在槽孔两端设置接头管, 与该墙段前后的施工结构建立吊装关系。需要注意的是, 在施工过程中要确保弧面位于先施工墙端槽孔方向, 完成对该槽孔的混凝土浇灌后, 拔出接头管, 此时在槽孔端部即可形成半圆形接口工况, 实现与下一墙段的连接。对墙体在基岩中嵌入深度的设置, 需结合对混凝土防渗墙参数的设计结果, 综合考虑防渗和施工两方面因素。墙体入岩太深会增加施工难度, 且岩体对墙体的约束也会在一定程度上影响墙体应力分布的均匀程度, 同时, 会使墙体受到河道底部淤积的影响, 导致防渗性能的降低。因此, 本文以河道底部基岩完整性为基准, 向下嵌入0.6m, 确保q值满足 $\leq 5.00Lu$ 的防渗标准。但需要注意的是, 对于风化程度较深且破碎较为严重的基岩, 嵌岩深度需要适当增加, 但最大值不宜超过1.0m。

#### 3.4 混凝土心墙施工技术

在混凝土心墙施工中, 采取冲击钻成槽, 反循环出渣的施工方法, 能够很好的适应各种地层, 具体施工过程为: 清理场地、架设机具、制备浆液、挖槽、下接头管、浇筑混凝土、拔出接头管、下一槽段施工。为控制水化热和裂缝, 水泥最好选择32.5强度等级的普通硅酸盐水泥, 卵石粒径控制在10~20mm之间, 砂可选择中粗砂。造浆黏土的塑性指数要控制在20以上, 粒径 $< 0.005mm$ 的黏粒含量要控制在50%以上。固壁泥浆比重控制在1.2~1.3之间, 黏度控制在20~30s之间, 确保槽内泥浆面始终高于地下水位1.8m以上, 孔口高程 $\geq 0.1m$ 。

#### 3.5 灌浆帷幕技术

灌浆帷幕的深度要进入到炭质岩岩层中, 主要以填充溶洞为主, 按照地质勘察资料结果, 当帷幕底部伸到105m高程时, 才能安全封闭溶洞通道。孔距e主要根据灌浆孔的水泥浆扩散范围, 考虑到红旗水库岩溶发育的特殊地质条件, 灌浆孔宜采用较小孔距, 注浆孔距控制在1.5m左右, 采用一排灌浆孔, 对溶洞特别发育的基础, 也可采用双排灌浆, 排距为1m, 两排孔交替布置。注浆压力控制在0.2MPa左右。对溶洞发育的地段, 如吃浆量特别大, 可灌水泥砂浆甚至纯砂先进行充填, 充填密实后再进行水泥灌浆, 直至达到防渗要求、透水率 $\leq 10Lu$ 为止。因溶洞的灌浆工艺较一般岩层复杂, 耗浆量也比一般岩层大, 为此耗浆量取定额的上限计算。

### 4 水利堤坝防渗加固工程中防渗墙施工整体流程

#### 4.1 临建工程

##### 4.1.1 搭建施工平台

为确保整个防渗墙施工正常进行, 需要搭建良好的施工平台, 以此为起重机、抓斗等大型器械设备的移动提供支持。施工平台搭建时, 要符合全天施工的要求, 其标高超过地下水位的2m, 且整体较为密实, 表面较为平整, 不可出现凹陷、不均匀沉降、积水等问题。针对某水利堤坝加固工程, 结合其现场具体情况, 将防渗墙抓斗施工平台布置于堤脚轴线的内侧, 使得现场施工过程中各类设备能够交错, 避免出现设备相撞的现象。在平台高

度方面, 设定成10.0m。平台所处位置为原状河滩地, 通过换填土的方式对其进行加固, 以提升施工平台的稳定性。挖掘层厚度应高于10.0m, 并通过向坑洞内均匀填入砂砾料, 之后通过封层碾压的方式, 对施工平台进行压实处理, 确保施工平台压实度符合要求。

#### 4.1.2 导向槽施工

构建出施工平台后, 应开展导向槽施工, 以此为钻孔施工进行指导, 与此同时, 还能起到支撑作用, 避免孔壁坍塌。某水利堤坝加固工程导向槽制作中采用C20现浇钢筋混凝土, 每边厚度设定成30cm, 高度设定成100cm; 防渗墙厚度设定成30cm, 在导向槽的中线设置了40cm的净空区域。施工时, 先以全站仪为主要工具, 测量出防渗墙的中心线, 之后利用挖掘机进行挖掘, 得到宽度为100cm、深度为100cm的沟槽, 之后通过人工处理的方式, 将沟槽整平, 并铺设钢筋, 最后, 固定模板, 浇筑C20混凝土浆液。为保证导向槽施工质量, 浆液由现场配置。

#### 4.1.3 泥浆系统

在防渗墙施工沿线, 以 $400 \pm 100$ m为间隔, 分别构建制浆站, 用于混凝土浆液的配比。每个制浆站均处于库区内, 主要由以下几部分构成: 储浆池, 容量为 $100\text{m}^3$ , 用于对制备浆液的存储; 搅拌平台, 用于水泥、粗骨料、细骨料、砂砾等原材料的搅拌, 包括1台高压水泵、2台型号为2PN的泥浆泵, 2台型号为ZJ-400的高速泥浆搅拌机; 供浆管, 用于浆液的输送, 其内径为10cm。

#### 4.2 槽段划分

由于某水利堤坝加固工程较长, 一次施工难度较大, 易出现施工质量问题。本次施工采用分段施工方案。槽段划分时, 不仅要考虑地质条件特点, 还应考虑施工要求、现场环境等多重因素。综合考量后, 本工程共分成2个槽段, 每段均设定成6.5m, 且要求在实际施工过程中, 可针对施工的具体情况对两槽段长度作出相应调节。

#### 4.3 泥浆制备

针对某工程特点, 结合施工单位的基础技术水平, 最终选择了膨润土泥浆结合粘土泥浆固壁施工方案, 其中, 膨润土是主要材料之一, 采用的是由浙江天宏材料生产的型号为TH-510的膨润土。依次将膨润土、水、砂砾等材料放入到搅拌设备内, 通过超过3min的搅拌后, 配制出膨润土泥浆。最后, 随机取出适量浆液作为样本, 通过室内试验方式对其进行检测, 验证泥浆是否符合要求。

#### 4.4 铺设接头管

在槽内铺设连接管, 用于连接两个防渗墙。某水利大坝防渗墙施工时, 选用接头管法: 一期槽满足要求后, 两端吊车吊装将接头管放入槽内, 将管道固定在孔口处。接头管符合要求后, 向槽孔内灌注混凝土浆, 同时观察混凝土状态。混凝土初凝后, 慢慢拔出接头管, 得到相应的接头孔。当混凝土灌入第二级槽时, 靠近第一级槽的接缝孔侧壁形成弧形接缝, 墙段形成有效连接。

#### 4.5 混凝土浇筑

在针对水泥搅拌桩防渗墙展开施工作业前期, 需要合理使用深层搅拌机充分搅拌土体、水泥, 通过硬化、水化等不同步骤, 让水泥可以固结成为水泥搅拌桩防渗墙。近年来, 随着科技以及施工技术快速发展, 水泥搅拌防渗墙造价越来越低廉, 施工便捷程度明显提升, 整体厚度可以达到30公分左右, 因此在堤坝施工当中, 水泥搅拌桩防渗墙使用较为广泛, 占据整个防渗墙的70%左右。

## 5 结束语

为提升水利堤坝防渗加固的实际应用效果, 需要合理选用施工技术, 本文通过混凝土防渗墙施工技术的应用即可达到这一目的, 该施工技术的主要流程为: 临建工程、槽段划分、泥浆制备、槽孔施工、铺设接头管、混凝土浇筑施工, 需要注意各环节的施工质量。

### 【参考文献】

- [1]郭广善.水利工程堤坝防渗加固施工技术分析[J].中国新技术新产品,2021,(10):106-108.
- [2]王梦帆,王兴民.水利工程堤坝防渗加固施工技术研究[J].工程建设与设计,2020,(20):150-151+242.
- [3]王诗蕊.水利工程施工中堤坝防渗加固技术的应用[J].科学技术创新,2019,(26):117-118.
- [4]赵育霞.水利工程堤坝防渗加固施工技术分析[J].城市建设理论研究(电子版),2019,(16):172.
- [5]彭佩芳.水利工程施工中堤坝渗漏原因以及防渗加固技术分析[J].四川水泥,2019,(05):280.
- [6]单仁章.水利工程中堤坝防渗加固技术分析[J].黑龙江水利科技,2017,45(11):44-46.
- [7]简析水利工程堤坝防渗加固施工技术[C]//2017年3月建筑科技与管理学术交流会议论文集,2017:1042+1046.
- [8]张继军.水利工程中堤坝防渗加固技术分析[J].农业与技术,2015,35(04):35.