

浅析水利工程中水库堤坝防渗施工技术和防治方法

蒋学成 吴胜群

湖州中环原水有限公司, 中国·浙江 湖州 313000

摘要: 步入 21 世纪以来, 中国水利工程建设在规模方面持续扩大, 长江三峡大坝建设、龙滩水库建设都是中国重点水利建设项目。在水利工程当中, 水库大坝具有十分重要的作用和地位, 大坝的安全决定了整个区域范围内广大人民生命和财产的安全。经过大数据同济, 因各类因素所影响, 许多水库大坝都有不同程度的渗漏情况, 特别是土石坝的渗漏问题, 如果不及时进行处理, 就会出现渗漏加重的情况, 并且对水库大坝的总体稳定性形成影响。所以, 一定要通过有效的防渗措施进行治理, 并且在采用治理方式时结合实际生产运行情况进行具体分析处理。

关键词: 水利工程; 水库堤坝防渗; 施工技术; 防治方法

Analysis of Anti-seepage Construction Technology and Prevention Methods for Reservoir Embankments in Hydraulic Engineering

Xuecheng Jiang Shengqun Wu

Huzhou Zhonghuan Raw Water Co., Ltd., Huzhou, Zhejiang, 313000, China

Abstract: Since entering the 21st century, China's water conservancy engineering construction has continued to expand in scale, with the construction of the Three Gorges Dam and the Longtan Reservoir being key water conservancy construction projects in China. In hydraulic engineering, reservoir dams play a very important role and position, and the safety of the dam determines the safety of the lives and property of the people throughout the entire region. Through big data collaboration, due to various factors, many reservoir dams have varying degrees of leakage, especially the leakage problem of earth and rock dams. If not dealt with in a timely manner, leakage will worsen and have an impact on the overall stability of reservoir dams. Therefore, effective anti-seepage measures must be taken for treatment, and specific analysis and treatment should be carried out in conjunction with actual production and operation conditions when adopting treatment methods.

Keywords: water conservancy engineering; seepage prevention of reservoir embankments and dams; construction technology; prevention and control methods

1 水库大坝防渗施工建设的发展概况

1.1 水库堤坝防渗施工建设的必要性

随着社会主义市场经济的不断发展, 水利工程建设发挥着十分重要的作用, 老虎潭水库作为全国第一个以 BOT 模式运作的水库项目, 被誉为“有中国特色的水利 BOT 项目”。老虎潭水库工程的任务以防洪为主, 结合供水, 兼顾灌溉等综合利用, 工程建成后可以提高瓯江流域下游的防洪能力, 并成为湖州市中心城市供水的重要水源, 同时为下游村镇农田灌溉和农村生活用水提供有力保障。

1.2 一般水库防渗施工技术

在水库大坝主体施工过程中一般采用的防渗手段为: 灌浆防渗、混凝土防渗、水平防渗。其中, 混凝土防渗又分混凝土搅拌桩防渗墙、自凝灰浆防渗墙、高压喷射防渗墙、垂直铺塑防渗墙。自凝灰浆防渗墙由于中国技术水平不够成熟, 很少使用, 国际范围内也仅有美国法国等少数国家使用。

2 老虎潭水库堤坝防渗施工建设

老虎潭水库作为浙江省首个混合坝型, 主坝混凝土面

板堆石坝基础防渗采用低弹模混凝土防渗墙, 结合局部墙底进行帷幕灌浆的处理方案, 较好地解决了深厚砂砾石覆盖层的防渗问题, 为简化施工导流及施工度汛创造了条件, 取得了较好的坝基防渗效果。大坝坝脚下游侧设 30cm 厚 C10W6 砼防渗墙一道, 防渗墙底部深入基岩 0.5m, 在主河床部位设 C20W4 砼量水堰。

2016 年 6 月大坝安全鉴定评定为一类坝。重力坝坝基渗漏量较小为 0.1L/S 左右, 渗流量稳定无异常变化; 面板堆石坝坝段年平均渗漏量为 8.65L/S, 总体趋势平稳, 无异常变化。

3 老虎潭水库防渗人员管理要点

渗漏的发现主要靠管理人员的巡查, 而管理人员的自身需要靠专业的理论和实践长期养成并且需要: ①思想高度重视, 严肃值班制度。进一步加强对水库防汛工作的认识程度, 防汛安全无小事, 从严肃值班制度开始, 特别加强领导值班制度的落实, 确保一旦发现问题领导身处一线靠前指挥。②完善应急预案, 规范上报机制。③加强日常巡查, 提

高业务水平。老虎潭水库是一座新建水库,因此更加要加强工程巡查,特别是工程薄弱部位重点巡检。④调整抢险队伍,充足防汛储备。在抢险队伍方面应做到一般抢险队伍和专业技术抢险队伍相结合,针对水利工程复杂多变的施工工艺,预备一支灌浆防渗处理等专业技术性强的抢险队伍是防渗处理的关键。

老虎潭水库在水利工程水库堤坝防渗建设的过程在人为监管层面,根据颁布的企业标准要求,认真执行标准化操作,并于 2021 年 12 月通过浙江省水利厅组织的水利工程管理考核省级验收,实现了“对标一流”管理提升新的突破。

4 水库挡水建筑物简介

主坝采用面板坝和重力坝相结合的混合坝型,坝型独具特色,属浙江省内首例。重力坝段布置在拦河坝右侧,为常态砼重力坝,由非溢流坝段和溢流坝段两部分组成。砼面板堆石坝位于重力坝段左侧,上、下游坝坡均为 1:1.3。坝体堆石分区填筑、分层碾压,自上游至下游依次分 5 个主要填筑区,另在面板周边缝下游侧及面板滑模施工平台以上设 2 个特殊填筑区,下游坝坡采用干砌块石护坡,趾板上游布置砼防渗墙防渗。

5 水库混凝土重力坝防渗处理

5.1 渗漏情况

2012 年 6 月 21 日上午 8 点 50 分,我公司员工在日常巡查中发现靠近重力坝 3 号泄洪闸闸门底部,6 号坝段左侧边墙上有出水。经仔细观察,共有 3 处小孔向外喷水,3 处小孔位置接近,孔高程分别为 45.86m、45.91m 和 46.03m,距离闸门侧轨最远距离分别为 0.02m、0.16m 和 0.15m,水柱最远喷射距离约 1.2m。根据现场检查情况,6 号边墩漏水点处于弧形闸门、二期砼结合处,该部位附近面板坝下游未发现漏水点,坝体接缝部位未发生明显变形等异常现象,说明重力坝和面板坝接缝部位运行正常。

5.2 渗水原因分析

①本工程采用弧门结构,侧轨同理也为弧形,且净高度近 14m,安装单位为确保安装精度及尽量避免后续二期砼施工过程中对侧轨的扰动,按常规在侧轨底部原定位杆件的基础上多加钢筋进行加固定位。因此在二期砼浇筑过程中,造成了入仓砼局部离析、振捣后定位杆件造成砼局部架空。

②因此部位为异型结构,砼入仓断面小,只能采用泥桶、铁锹小量入仓,插入式振捣器难以按要要求插入捣固而只能凭经验作业。致使二期砼与一期砼中局部存在一定的渗水通道。

③水库自 2008 年 5 月底蓄水后几年多为中低水位运行,但自 2012 年 3 月 7 日至 6 月 27 日的三个半月来,持续在 46~49m 中高水位运行,造成闸室及门叶结构受风浪长时间拍打震动。综合上述情况,水库当年度持续近四个月中高水位的运行,再加上出水部位及周边特殊结构形式而造成的砼

施工质量缺陷是本次渗漏的主要原因。

5.3 处理方式

采用 L.W 聚氨酯灌浆进行处理,主要施工:缝面清洗—钻孔—安装止水针头—洗缝—灌浆—拆嘴—封口—去除表面附着物。水溶性 LW 聚氨酯化学灌浆材料是一种低黏度,单组分合成高分子聚氨酯材料,形态为浆体,它有遇水产生交联反应,发泡生成多元网状封闭弹性体的特征。当它被高压注入混凝土裂缝结构延展直至将所有缝隙填满(包括肉眼难以觉察的 0.015mm 微缝),遇水后(注水)伴随交联反应,释放大量二氧化碳气体,产生二次渗压,高压推力与二次渗压再次将弹性体压入并充满所有缝隙,达到止漏目的。

通过打孔连通出水孔水流渗径,使调和砂浆填充出水通道,达到封堵渗流通道的目的。灌浆过程中出水口冒浆即为通道连通成功。

施工工艺:①孔位确定:根据施工图纸确定孔位(门槽二期砼厚度 40cm)和打至渗径的成孔深度(坝顶交通桥底板高程 54.80m,出水口高程 46.50 高程),孔径 7375mm,具体孔位、孔深、钻孔角度、孔数根据施工现场实际情况需要分析调整。②灌浆:采用纯压式灌浆,使用普通标号 42.5 水泥。开灌 2:1 水泥浆液,压力控制在 0.3MPa 左右。开灌后观察漏水点,待漏水点有浆液流出,可使浆液比级提升到 0.7:1,加速凝剂。至观察漏水点有浓浆流出时,用木塞或水泥钉包棉絮钉牢。③封孔:停灌待凝 24 小时进行封孔。2012 年 6 月 22 日开始水库泄洪降低库水位,26 日水位下降至 46m 高程后开始修补施工自 2012 年 6 月 26 日下午起至 6 月 30 日上午全部完成,共打灌浆孔 13 个,有 4 孔灌入浆液,其他 9 孔浆液无法灌入,累计总吸浆量 2kg。同时对其他门槽二期砼部位以目测、锤击及超声波等方式进行检测,均未发现异常情况,为慎重起见,在各孔门槽上、下游门槽二期砼及接缝部位涂刷赛柏斯防水涂料两道,并采用 K11 封口胶进行处理。修补全部完工后经压水试验检查,无渗水情况。养护 24 小时后关闭闸门。

5.4 处理效果

2012 年进行灌浆处理后,至今未在原处及附近发现渗漏现象。重力坝主要靠坝体砼重力保持抗滑稳定和抗倾稳定,重力坝段砼未出现破坏,坝基扬压力观测数据未发生明显变化,说明重力坝段总体运行正常,大坝处于安全运行状态。

6 水库面板堆石坝渗漏量增大处理

6.1 情况说明

2020 年水库面板堆石坝渗流,水库蓄水后由于上、下游水头差或汛期地下水位的抬升,库水或地下水会沿岩石坝基的孔隙、裂隙、溶洞、断层等处或沙砾石坝基的孔隙、孔道、砾石集中层渗漏向下游渗漏。并且发现左坝段下游排水沟内多处出现裂缝渗水现象,坝 0+595 断面局部部位渗水量较大,而右坝侧排水沟内无渗水现象,2021 年 8 月,右坝侧

排水沟出现渗水,且水位逐渐提升,左坝侧排水沟逐渐下降,2021年12月两侧排水沟水位逐渐平稳,其间面板堆石坝量水堰出水无明显变化(见图1、图2)。

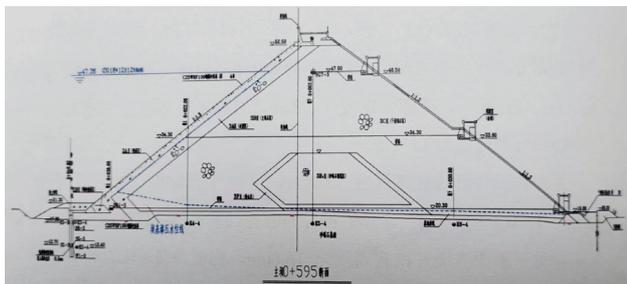


图1 主坝面板堆石坝0+595.00断面设计图及监测点布置

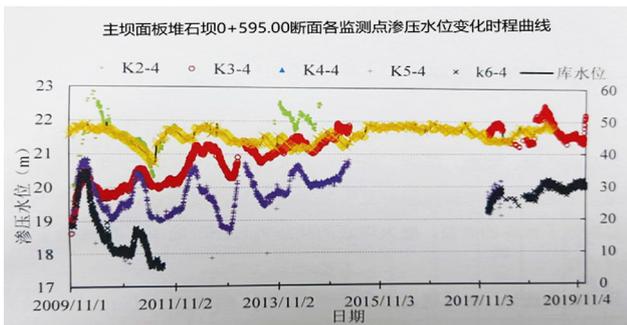


图2 主坝面板堆石坝0+595.00断面各监测点渗压水位变化时程曲线

6.2 渗流处理

水库面板堆石坝渗流处理,遵循“上堵下排”的处理原则,大坝渗漏处理分为截渗与导渗。根据《土石坝养护修理规程(SL 210—2015)》并结合公司实际情况采用了上游抛投截渗方案(见图3)。

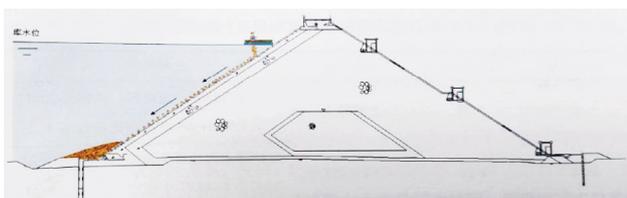


图3 上游抛投黏土示意图

首先,为减小入水土粒的流失以及库水流动对抛土的影响,在保证经济效益的基础上降低库水位至37高程,先采用30cm管径的管道从坝顶依次连接至水下3m为止,管道顶端放置宽50~70cm漏斗型下口,管道总长约30m,以大坝0+575m为起点,每隔10m设置一条这样的管道,至大坝0+615m处,共计4条管道。次日在实际抛投土料过程中,发现因特质次生黄土遇水后有部分粘结在管道壁上,慢慢产生黏结,每根管道投下2m³土左右,管道堵塞。于是现场更改抛投方案:以大坝0+575m为起点,每隔2m,设置一个抛投点,至大坝0+615m处,共计23条,每点从坝顶设一条管道至坝面,坝面铺设塑料薄膜,便于土料滑入水下。采用本方案,在随后三日内,每个抛投点连续抛投土料6m³以上,总计抛投土料160m³。土料入水后在入水点周边2m方位呈扇形分布。抛投后渗漏量无变化,排水渠水深仍在13.0cm左右,渗水点未见黄土渗出。

7 结语

综上所述,水利工程里特别是BOT模式下水库大坝的防渗尤为重要,并且防渗技术的各种创新化,对于企业而言不同措施都具有自身的特点和不足并且成本不一,所以要针对工程发生的实际渗漏状况作出相应的防渗措施,并控制好施工的质量,最主要还是加强渗漏的初期发现,及早发现及早治理,如此才可以保障水库的良好运行和发展。才能长久保障下游广大人民群众生命财产安全。

参考文献:

- [1] 张乐.水库防渗技术应用及实施要点[J].四川建材,2022,48(2): 232-233.
- [2] 聂玉锋.水利工程施工中堤坝防渗加固技术探究[J].陕西水利,2021(9):201-202.
- [3] 植发龙.路下勒水库堤坝防渗加固研究[J].陕西水利,2022(11): 142-144.
- [4] 李刚.防渗施工技术在水利工程中的应用[J].中国高新科技,2020(14):60-61.
- [5] 王俊丹.水库堤坝防渗施工技术及其防治措施研究[J].绿色环保建材,2019(12):236+238.