

浅析大坪水库除险加固工程措施

彭永富

普安县水务局

摘要: 由于我国许多小型水库工程防洪标准较低,无法满足使用要求,长期缺乏维护都面临病险水库的威胁。这些水库的问题不仅会对下游居民的生活和财产造成威胁,还会削弱水库的实际价值。如果病险水库位于交通要道、毗邻城镇等地,未能及时采取有效的管护和维护措施,将可能引发严重的后果。就此,本文对病险水库的现状进行了深入的探讨,并给出了有效的加固建议。

关键词: 小型水库; 病险水库; 除险加固; 措施

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2023.12.062

前言

大坪水库位于普安县盘水街道白石村,距离县城大约15Km,其坝址处在东北方向,北纬 $25^{\circ}47'00''$ 。它属于珠江流域北盘江水系大桥河的一个支流,坝址处的水域面积达到0.3K平方米,库容达到12.5万立方米。自1958年以来大坪水库一直是一座均质土坝,但由于水库的运行状况一直不理想,因此在2010年12月10日对其进行了除险加固,最终在2011年7月10日,大坪水库竣工并投入使用。大坪水库的水位较低,但水库的渗漏情况严重,对水库的稳定性构成了威胁,这座水库的建造旨在提高水资源的使用效率,并且可能会对周边地区的交通造成影响。

一、工程概况

(一) 工程概述

普安县大坪水库的设计标准是20年一遇的洪水,但在进行100年一遇的洪水校核时,它的最大水位可以达到1637.05m,而它的库容可以达到10.25万 m^3 ,因此,它的枢纽工程包括坝体、溢洪道和放水设施。该坝的结构是由均匀的土壤构成的,目前的高度是1640.5m,长度是64米,并且有一个400毫米直径的放水涵管1处。在2021年4月28日黔西南州水务局发布了一份文件,批准了普安县大坪水库除险加固工程的初步设计方案。根据审核结果,大坪水库的总投资高达170.17万元,施工周期长达6个月。尽管它的库容仅有12.5万 m^3 ,属于较小(2)的水库,但它的防洪能力仍然符合《水利水电工程等级划分及洪水标准》(SL252-2017)的规定,即20年一遇的设计,200年一遇的校核。根据

《中国地震动参数区划图》GB18306-2015的数据,这一地区的地震动峰值加速度高达0.10g,其动态响应的特征周期也超过0.40s,此外,这一地区的地震基本烈度也超过了VII级。此外,该区域的均质土坝的工程级别达到V级,而且该区域的大坝、溢洪道、取水设施等主要建筑物均已经采取5级的除险加固措施。

挡水建筑物(大坝坝型)为均质土坝,最大坝高17m,坝轴线长64m,坝顶宽3.6m,内坡为砼预制块护坡,外坡草皮护坡,校核洪水1637.3m,正常蓄水位1636.48m。

泄水建筑物为开敞式溢洪道,无闸控制,为正槽式溢洪道,堰顶高程为1636.48m,堰宽为3m。取水设施布置在大坝右坝段,为放水涵洞,洞内埋管,为混凝土输水管,管径为300mm,长82m,取水形式为螺杆式转动平板闸门取水,取水管进口中心高程为1628.10m,进口处设置有1扇螺杆式转动平板闸门,采用手动旋转操作控制,该控制闸门在下游需要取水时开启放水,在下游不需要取水时关闭断水

二、工程存在的问题

(一) 前期勘察缺乏监管

大坪水库除险加固工程建设时包括输水洞的进水口形式和迎水坡面的土工膜,但是由于前期勘察缺乏充足的研究,部分部位仅根据水库修建时的设计资料进行判定。大坪水库放水后发现大坝下游的淤泥严重,导致了放水涵洞的取水口出现了漏水,并且在左岸的排水棱体出现了渗漏的现象。

(二) 工程设计深度不够

鉴于工程设计的时间紧迫、任务繁重,“可施工性”的设计质量不高,缺乏针对性,未能充分考虑到施工中的技术、方法、工艺以及降低成本的措施,而且业主也缺乏必要的审核,急于将其提交给上级部门审批。由于设计变更过多,施工效率降低,进度延误,成本增加。如孟庄水库迎水坝面的土工膜没有按照预定的方案进行帷幕灌浆,从而导致了坝体、坝体和基岩之间的接触带出现了渗漏;使得工程成本大幅提升,施工质量也难以得到有效控制。

(三) 设计施工脱节

由于设计人员缺乏对工程的全面了解,他们的设计

往往与实际情况存在较大差异，从而导致施工过程中无法完成设计交底和其他相关服务。此外，施工单位在施工过程中，如果没有仔细检查标注，只是凭借自己的想法进行操作，而忽略了设计的真正意图，从而造成了浪费。一些施工单位在施工过程中，不顾及安全性，将原本需要维护和加固的工程拆除重建。

（四）难以兑现投标承诺

施工单位在投标时，为了能够中标，对工期、质量、管理人员、施工机械等都作出了很好的承诺，但是一旦中标，由于各种原因，如主要管理人员不能常驻工地、施工机械无法按照设计调配、施工进度计划无法按时完成、施工人员无法满足平行作业的要求等，导致施工工期延误。

三、水库除险加固工程措施的具体措施

在大坪水库的大坝上，为了提升防渗性能提出了多种防渗措施，包括充填式灌浆、劈裂式灌浆、射水法混凝土防渗墙、振动沉模混凝土防渗墙和高压旋喷防渗墙。在前期这些措施都有一定的防渗作用，但是后期的防渗效果却无法得到有效的保证。另外，劈裂式灌浆也会给坝体带来巨大的破坏，因此在进行坝体加固时，应该避免采取这些措施，选择其他更有效的防渗措施。经过综合评估，建议对高压旋喷、振动沉模和射水法混凝土防渗墙方案进行比选。

（一）采用高压旋喷防渗墙技术

将高压水或高压浆液以极快的速度喷射出来，对地层土体进行冲击、切割和粉碎，然后将水泥基质浆液填补，形成具有稳定性的板柱或板墙体。此外，根据坝基的走向，采取全面的单管高压旋喷防渗墙，将防渗墙的中心线延伸到强、弱风化的花岗岩表层，进一步覆盖到其上方的岩石顶部。具体施工工序如下：

（1）钻孔

在钻孔过程中采取泥浆固壁回转钻法，确保孔内的泥浆能够有效地循环，防止渗漏。在钻孔的同时确保钻机的垂直，偏斜率不得超过1%，然后将喷射杆插入到钻井的深度，最后完成最终的钻井。

（2）墙体位置的确定

在平坦的场地上，必须精确测量并确定墙壁的中心线。

（3）喷墙管理

严格控制掘进速度、灌浆压力以及提升速度，并且要确保送气量足够。在灌浆阶段必须确保浆料不会分解，禁止出现断浆的情况，同时要确保墙壁的平整，没有夹心层。如果出现管道堵塞或者突然停止运行，应立

即抢修。

总的来说，采用高压旋喷灌浆技术，可以降低水库大坝的防添加固工程的成本，这种技术的优势包括：开挖量小、施工简单、占地面积小，并且对周围建筑的影响也较小，从而提升大坝的防渗抗灾能力，缓解防洪压力，为保护公众的生命和财产安全和促进社会经济的发展做出重要贡献。

（二）采用振动沉模+高压旋喷技术制作混凝土防渗墙

高压旋喷防渗技术可以避免地基开挖，提供良好的灌溉性能；而振动沉模防渗技术提升施工效率，其所需的工艺设备简单易用，操作方便，而且实现较高的机械化水平，同时保证墙与坝体之间的变形协调好，在超薄防渗墙工程中表现出色；然而，这两种方法受到施工技术、设备等因素的限制。所以，在超薄防渗墙时采用防渗技术集成应用理念，将高压旋喷与振动沉模两种技术结合，充分发挥两种技术的优势，克服它们的不足，从而提高防渗工程的可行性和经济效益。

首先，振动沉模+高压旋喷技术制作的混凝土防渗墙可以通过强力振动原理，将空心钢模板沉入土壤中，并在其中填充混凝土，在振动的进行中模板会被提升，浆液被留在槽孔中，形成一个个独立的板墙。其次，将这些板墙连接在一起，实现连续的防渗效果。在此过程，需要根据我国水利水电工程的相关规定，塑性砂浆防渗墙的厚度必须达到20cm，并且具有良好的抗压强度和弹性模量，渗透系数必须小于 $K \leq 9 \times 10^{-6} \text{cm/s}$ 。总的来说，这种技术可以有效地防止地层的渗漏，工作原理清晰，操作简单，工程质量优良，工作效率高，造价低廉。大坪水库的交通条件良好，可以满足设备的运输需求。

（三）采用射水法混凝土防渗墙技术

射水法混凝土防渗墙技术通过高速泥浆流动，将土壤结构分解，使其溢出或抽出，使土壤得到稳定，再通过机械设备对土壤进行深度分解，形成符合特定尺寸的槽孔，实现地下塑性混凝土连续墙的构造。具体施工工序如下：

（1）测量放线

在开始建造槽之必须对其进行测量。一般而言，这需要布设测量导线和控制网，以便精确地测绘出防渗墙的轴线位置，并确定其相关的防渗墙线。对于不规则的线型，应该对比较规则的部分进行测量，然后使用方格网来连接这些控制点，并确定它们之间的距离和位置。

（2）槽段划分

造槽前应该先进行调试，确保造槽机的导向精准，

并且将槽的中心稳定的定位在同一条直线上。此外，在使用射水造墙机固定槽时需要根据槽的尺寸来划分槽的大小，并且要遵循宜小不宜大的原则。

(3) 造槽

造槽必须符合垂直度、深度和宽度相关的要求。

(4) 清孔验收

清孔必须进行清理，这一步非常关键。在进行清孔前，必须检查槽孔的位置、斜率、垂直度和深度。一旦槽孔成功，孔壁的垂直度必须符合设计标准，并且保持光滑，避免出现梅花孔的情况。在安装槽孔时位置必须严格按照设计要求，最高不得超过3cm；而其斜率则不得超过0.4%，在某些特殊情况下，甚至不得超过0.6%。此外，槽孔嵌入岩石的深度也必须严格按照设计要求，同时还需遵守有关的地质勘探规范。

(5) 泥浆下混凝土浇筑射

射水法混凝土防渗墙混凝土浇筑应当严格控制原材

料的质量；水泥应当选择标高较高、水化热较低的水泥品种。使用5~25mm的连续级配碎石，且保证其中的泥沙含量低于2%。此外，在混凝土搅拌的过程中必须严格遵守有关的施工技术规范，在进行混凝土浇筑时，第一次浇筑的混凝土量必须精确计算，必须避免导管埋设太深。此外，在浇筑过程中定期测算导管的埋置深度，确保混凝土的质量。

这种技术属于中国自主研发的一种替代传统砌体技术，满足不同的施工环境，并且具备良好的场地适应性，其宽度和承载能力的要求也比较低；此外，具备良好的工艺可靠性，能够精确控制和检测槽孔精度、墙体垂直度等参数，使得成型的墙壁更加规整、均匀，从而提升工效。

(四) 方案比较

经深入分析并参考类似工程经验，各方案对照如表1所示。

表1

项目	方案一：高压旋喷	方案二：振动沉模+高压旋喷	方案三：射水法
施工方法	全断面采用单管高压旋喷防渗墙。	全断面采用振动沉模板法防渗墙。	全断面采用射水法防渗墙。
施工条件	施工场地小，现状坝顶宽度满足单管高压防渗墙器械的工作。	旋喷施工场地需临时拆除防浪墙及拓宽坝顶。	施工场地需临时拆除防浪墙及拓宽坝顶。
优点	场地适应性好；防渗效果好；工效较高；设备普遍能保证施工进度。	工效高；防渗效果好。	工效高；
缺点	投资较高。	场地适应较差；施工工艺要求高；器械大；稀缺。	施工设备场地适应较差；成墙效果差。
成果	对白蚁的防治效果较好	效果较好	效果较好

由于高压旋喷防渗墙的施工费用昂贵，相比之下，振动沉模和射水法的施工费用更为经济实惠。然而，由于射水法的施工质量不佳，墙壁厚度偏薄，且容易出现裂缝，因此，在水库的高水头条件下，这种施工方式很难达到预期的防渗效果。由于当前市场上振动沉模施工设备的匮乏，使得它们难以满足工程的施工需求。相比之下，高压旋喷防渗墙虽然造价昂贵，但其成型质量优良，施工技术完善，而且拥有大量的施工设备，能够更快地完成工作。因此，我们建议使用单管高压旋喷防渗墙。

结束语

本文以大坪水库为例，水库除险加固施工中出现的 management 问题不仅严重影响了工程进度，还严重损害了工程质量和项目后期使用。因此，参建各方按照“项目法人负责、设计单位督促、监理单位控制、施工单位保证、政府部门监督”的质量保证体系，认真落实各项规章制度和管理措施，以质量第一为宗旨，对出现的质量缺陷本着“加强观测、妥善处理、尊重科学、力求完美”的

原则进行了及时处理，最终完成单位工程建设，有效提升工程项目的综合效益。

参考文献

[1] 洪梁. 水库施工存在问题及质量控制对策分析[J]. 民营科技, 2018(9): 102.
 [2] 王根英. 水库除险加固施工管理与控制对策研究[J]. 江西建材, 2018(3): 96+99.
 [3] 陈东辉. 中小型水库除险加固工程施工管理问题及对策[J]. 黑龙江水利科技, 2017, 45(9): 188-190.
 [4] 杨克荣. 浅谈利川小型水库除险加固工程实践[J]. 中国水利, 2017(04): 69-70.
 [5] 尹红莲, 陈克森, 王明森, 等. 王河地下坝高喷灌浆与振动沉模 试验研究[J]. 中国农村水利水电, 2009(3): 104-107.
 [6] 刘建光. 帷幕灌浆在砂卵石坝基防渗加固中的应用与研究[J]. 浙江水利水电专科学校学报, 2012, 24(2): 18-22.