

水库大坝除险加固处理措施研究

杨伟

昌吉市三屯河流域管理处

DOI:10.12238/hwr.v7i1.4656

[摘要] 大坝是水利工程运行的核心组成,确保大坝运行安全,是水利设施运维管理工作的重要内容。在大坝运行中,受多方面因素影响,在多个部位会产生不同形式的渗漏现象,导致汛期安全管理工作难度加大。本文以新疆地区某水库大坝除险加固处理为例,说明除险加固设计和施工措施具体应用,以此为同类工程实施提供参考,为提升水库大坝运行安全水平起到应有的促进作用。

[关键词] 水库; 大坝; 除险加固

中图分类号: TV42+1.1 **文献标识码:** A

Research on Risk Removal and Reinforcement Measures for Reservoir Dam

Wei Yang

Changji Santun River Basin Management Office

[Abstract] Dam is the core component of water conservancy project operation, and ensuring safe operation of the dam is an important part of operation and maintenance management of water conservancy facilities. During the operation of the dam, various kinds of leakage will occur in many parts due to various factors, which makes the safety management in flood season more difficult. This paper takes the risk removal and reinforcement treatment of a reservoir in Xinjiang as an example to illustrate the specific application of risk removal and reinforcement design and construction measures, so as to provide reference for the implementation of similar projects and play a due role in promoting the operation safety level of reservoir dam.

[Key words] reservoir; dam; risk removal and reinforcement

新中国成立后,国家和地方政府部门在水利设施建设方面不断加大投入力度,为发电、工农业用水及防洪抗旱工作奠定坚实保障。但是部分水利设施建设起点较低,技术水平不足,后续运维管理工作较为滞后,导致水库大坝在运行中存在诸多安全隐患。新时期水利事业管理逐渐朝向现代化方向发展背景下,必须要强化对大坝除险加固处理的重视程度,优化加固处理方式,提升大坝安全运行水平,以此才能够确保大坝运行安全,确保水利设施运行作用充分显现出来。

1 工程案例

新疆地区某水库是一座以灌溉为主,兼具防洪发电等综合功能为主的中型水库,水库始建于1971年,1987年完工投入使用,1992年“除险”立项,对工程进行加固处理,2001年通过竣工验收,迄今已经有20多年稳定运行历史。水库大坝由浆砌重力坝、放水隧洞,溢洪道等三个部分组成,校核库容为3500万 m^3 ,为当地农业灌溉、居民生产生活用水、防洪抗旱起到有力保障作用。由于水库建设条件较为复杂,在除险加固处理前,坝地质条件较差,基础处理工作不到位,坝体砌筑质量难以满足实际运行要求,尤其是大坝和坝肩等部位,存在较为严重的渗漏险

情。为确保水库运行安全,运行效益充分体现出来,需要根据实际情况对大坝进行加固处理。

大坝为浆砌石重力坝,总长度为274m,其中主坝长144m,最大坝高为52m,底宽为58m,坝顶宽为6m,坝底和坝顶高程分别为984.6m、1037.62m。坝内设置有导流放洞两孔、观测集水廊道一条,铺设基础和坝体滤水管。原有建设方案为帷幕灌浆施工技术,在1992年初次病险处理中,将工程项目鉴定为险库,主要病害因素为严重渗漏和扬压力过高。在后续运行过程中,对扬压力运行水平进行监测,认为项目运行中需要进一步采取除险加固处理措施,以确保水库运行安全得以有效保障。

2 水库大坝除险加固设计

2.1 大坝稳定性计算工况

大坝稳定性是除险加固处理应当关注的基本要求,在实施加固处理措施前,应当依照《堆石坝设计规范》及大坝实际情况,采用材料力学方法,分析非溢流坝段和溢流坝段典型剖面的强度,对大坝稳定性验证负荷,通过稳定性负荷,确定坝体应力和稳定性是否能够满足规范运行要求^[1]。稳定性计算需要考虑正常蓄水位、设计洪水水位和校核洪水水位三种工况,所需要考虑

的作用力主要包括大坝自重、静水压力、扬压力、淤沙压力、浪压力及动水压力等。

2.2 抗滑性计算

抗滑计算是准确评估大坝整体稳定性的关键指标,其计算公式为:

$$K_c = f \Sigma W / \Sigma P$$

其中, K_c 为抗滑稳定性系数, f 为坝体与基岩间摩擦系数,根据干砌石和浆砌石施工作业方式不同,具体取值也有不同,需要根据工程建设实际情况分别计算; ΣW 为作用于坝底上的全部竖向载荷总和; ΣP 为作用于坝底上的全部水平荷载总和。计算结果受上游水压力、下游水压力、浮力、渗透压力、泥沙压力及偏心距等参数影响。

2.3 基底正应力计算

基底正应力是指基础底面作用于地基表面接触处的压力,受上部建筑结构、基础的刚度、形状、底面面积及地基岩性等因素影响,计算公式为:

$$\sigma = \Sigma W / B \pm 6 \Sigma M / B^2$$

其中 σ 为基底正应力; ΣW 为作用于基底的全部竖向载荷总和; ΣM 为作用于基底的全部载荷对截面形心的力矩总和。

2.4 坝体迎水面防渗要求

本课题研究中的水库依然处于运行阶段,是当地农业灌溉、工农业用水的重要保障,因此在日常运维工作中,必须要深入细致做好相关方面勘察作业,确保坝体运行安全,尤其是要确保坝体迎水面防渗性能满足工程长期安全稳定运行要求^[2]。本课题研究中,结合水库大坝整体运行和规范要求,对坝体迎水面处理提出如下方面要求:一是不考虑坝体自重影响,重点明确防渗要求;二是要合理确定坝后电站引水管道的通气孔运行参数,避免由于断面程减少幅度过大影响过流能力;三是要依据运行参数合理确定防渗高程;四是制定完善的施工方案,做好耐久性接头、接缝止水等细节处理方面的设计;四是要选择合适的处理时间点,在处理时要避免对水库正常运行产生影响。

2.5 坝体运行情况评估

基于相关数据计算和现场勘察,在该水利工程水库运行中,存在较为显著的坝体渗漏现象,无法满足安全运行需求。综合分析,主要存在如下方面问题:一是坝后坡存在较为显著的渗漏区,在右岸渗漏区存在三处较为明显的渗漏位置,渗漏面积约为280m²、1125m²、400m²,导致坝体渗漏现象较为严重;二是在坝后还分散存在一些渗漏点、射流点、湿润面等,总渗水点超过200处,对坝体运行安全产生明显威胁。三是混凝土防渗墙防渗效果差,无法满足水库安全运行规范要求,尤其是在坝段分缝处理上,施工和运维工作滞后,在汛期会导致大坝运行安全受到明显影响。检测显示,在主坝段迎水面中,存在9条长度不等的竖向裂缝,裂缝呈窄长特征,产生原因主要是由于冻融循环作用。在长时间运行中,裂缝两侧混凝土疏松和剥蚀较为显著,在防渗体受明显破坏情形下,对坝体运行安全产生影响。这些问题的存在,使得大坝后续运行无法满足汛期安全稳定运行要求,必

须要采取对应的除险加固处理措施,减少渗漏现象,确保水库能够安全度汛。

3 水库大坝除险加固措施

3.1 前期勘察作业

在水库大坝进行除险加固处理时,既要确保处理措施制定和实施的有效性、科学性,确保水库运行安全,又要注重经济成本控制,确保加固处理成本得以有效控制。因此在处理措施制定和实施前,应当重点做好前期勘察作业。前期勘察作业应当注重如下方面要点:一是做好历次勘察作业,尤其是钻探施工数据的整理工作,分析水库大坝运行安全的关键因素,深入分析一手基础地质资料,为当前施工设计提供精准数据参考,有效节省工程投资^[3]。二是针对较为复杂的地质条件,要依照规范要求设计勘察任务书,合理确定钻孔数量、钻孔布置位置、与区内外同类项目主要技术成果进行对比,将质量控制放在勘察作业的首要位置。三是在勘察作业中,应当根据现场实际情况对钻孔位置、钻孔参数等合理调整,配合前期数据分析,较为精准的锁定除险加固具体方法。四是根据不同坝段坝基风险存在情况,依据《水利水电工程混凝土防渗墙施工技术规范》等内容要求,合理确定有效的处理方案,为加固处理措施有效实施奠定坚实基础。

3.2 溢流坝段加固

溢流坝段加固处理是确保水库大坝除险加固处理成效的重要保障,根据坝体运行情况评估结果和前期勘察等数据,计算溢流段在正常高水位、设计洪水位和校核洪水位三种工况下安全系统与规范允许值的偏差,计算出加固后溢流坝段应力。

3.3 防渗面板

防渗面板加固处理是整体处理措施的关键环节,以本课题研究的水库大坝为例,在前期施工中,受技术和施工能力等因素影响,防渗心墙部分位置混凝土标号不符合设计要求,浇筑质量较差,导致渗漏面和渗漏点广泛分布;在坝体浆砌块石中,砌筑砂浆饱满度不足、密实性不足,坝体运行存在较为显著的安全隐患。防渗面板和坝基的防渗帷幕作为浆砌石坝防渗体系的基本组成部分,应当作为大坝除险加固处理关注的重点内容。在当前技术条件下,防渗面板处理主要采用表面贴(涂、喷)防渗材料;外浇新的防渗面板两种方式。在实际应用中,前一种方法会由于材料的老化作用,导致加固效果欠佳,无法满足水库大坝后续安全运行要求,因此多是采用外浇新的防渗面板方式进行处理^[4]。通过新老防渗面板形成的双重防渗体系,结合面板坝基部位帷幕灌浆施工,能够实现大坝整体的双重防渗,达到良好的防渗效果。在本工程项目处理中,在渗漏较为严重的部位,采用锚杆结合双向钢筋网方式布置新防渗面板,并在伸缩缝位置采用橡胶止水方式进行处理,以此有效提升处理效果。

3.4 帷幕灌浆

帷幕灌浆是针对面板坝基部位、坝体与山体相交位置的渗漏现象,采取的处理措施。在帷幕灌浆施工作业中,首先是从现场条件出发,做好相关试验,精准确定灌浆方式、压力、孔距、排距等参数,做好施工材料准备,为施工质量控制奠定良好基础。

在具体施工中,根据前期勘察数据,确定帷幕轴线位置、深度、厚度及平面长度等参数,依照设定顺序,采用逐次加密等方式进行作业。在灌浆作业中,应当根据现场条件合理选用升压方式,在幕体中做好压水试验,做好帷幕灌浆作业质量检查,对于质量不合格的孔段,及时采取有效的补灌措施,直至所有孔段处理达到设计的防渗标准为止。

3.5非溢流坝加高

非溢流坝加高是针对水库原有建设方案不够合理,溢洪道宽度不足采取的处理措施。结合现场情况,调整非溢流坝运行方式,增加溢洪道宽度,能够确保校核防洪标准满足当前水库安全运行要求,并对现有坝顶位置混凝土开裂现象进行处理,以此有效确保大坝保持良好运行状态,满足汛期安全防洪要求。

4 水库大坝除险加固处理措施应用要点和成效分析

4.1除险加固处理措施应用要点

在水库大坝除险加固处理过程中,要确保措施应用效果充分显现,确保水库大坝后续运行安全,在具体施工中,应当注意如下方面要点:一是处理措施的规范性,所制定的处理方案要符合当前水库大坝安全运行规范,确保处理措施能够覆盖所有隐患部位,能够将安全隐患消除在萌芽状态。二是处理措施的可实施性,所制定的处理措施要能够满足当前技术应用要求,各个处理流程要能够实现有效对接,施工人员要具备良好的技术应用能力,能够确保技术应用成效充分显现出来^[5]。三是要强化现场管理,在具体措施实施前,应当做好场地上杂物清除工作,做好施工面的凿平处理,确保防渗面板加固处理施工有序推进。在施工管理过程中,应当全面做好机械设备,施工材料和人员方面的调度工作,确保各项施工流程能够有序衔接,确保施工进度和施工成本控制能够满足施工方案要求。四是要强化检测精准性,深入做好施工质量控制。在混凝土拌和、浇筑及后续养护环节,应当根据规范要求,深入做好各个环节质量检测,在确保施工质量达到标准要求后,才能进行后续施工。

4.2除险加固处理措施应用成效

在本水库大坝除险加固处理过程中,通过系统性处理措施

对水库大坝各个方面进行处理,能够达到良好运行成效。在后续运行监测中,显示处理后坝后总渗漏量得以有效控制,坝后坡所有位置基本处于干燥状态,渗水现象得以消除。在经过处理后,大坝整体抗冻性能得以有效提升,坝体粘结强度和变形适应能力得以有效提升。在冬季-34℃情形下,施工处理部位没有出现掉块、脱落及开裂现象,也没有进行后续维修处理,达到良好运行效果。经对整体施工处理措施测算,本项目除险加固处理中所采取的方案和具体措施具有操作便利、工艺简单,整体工程造价较低,在严寒地区水利设施处理及同类工程处理中,具有较好的技术推广前景。

5 结束语

水库大坝除险加固是确保大坝保持安全稳定运行,确保项目运行效益充分实现的重要保障。在日常运维管理工作开展中,必须要全面、精准做好各项设施运行状况检测工作,及时有效采取对应的除险加固处理措施。在具体实施过程中,应当根据规范管理和技术应用要求,对除险加固处理措施进行优化,全面提升大坝防渗效果,有效提升整体运维管理水平。

[参考文献]

- [1]陈勇.某水库大坝除险加固措施研究[J].小水电,2022,(06):70-72+77.
- [2]邓前进.水库除险加固工程设计及施工研究[J].江西建材,2022,(10):262-263.
- [3]颜勇.杨湾桥水库大坝除险加固工程水土保持及环保措施[J].河南水利与南水北调,2022,51(08):11-12.
- [4]赵万强.水库大坝除险加固工程施工技术及效益分析[J].黑龙江水利科技,2018,46(10):204-206.
- [5]苏广录.阿克达拉水库除险加固工程勘察方法[J].水利水电技术,2016,47(03):89-92.

作者简介:

杨伟(1983—),男,汉族,新疆昌吉市人,本科,工程师,研究方向:农田水利工程、农业节水;从事工作:水库大坝运行管理。