

水利工程中水库大坝防渗加固施工技术关键点分析

刘 强

(东营市垦利区水利工程公司, 山东 东营 257500)

摘 要 水库大坝防渗加固施工效果直接影响着水利工程质量, 主要因为水库大坝一旦出现渗漏问题, 安全性和稳定性势必会受到影响, 降低工程使用年限。因此, 水利工程建设过程中需重视水库大坝防渗加固施工。基于此, 本文分析了水库大坝防渗特点、原因以及防渗加固施工技术关键点, 并且通过案例分析, 进一步验证水库大坝防渗加固施工技术的可行性。研究表明, 合理使用防渗加固施工技术, 可以降低渗漏问题发生概率, 保证水库大坝施工质量, 保证水利工程功能得以正常使用。另外, 通过案例, 可以进一步说明防渗加固施工的可行性, 提升水库大坝防渗效果, 保障水利工程的整体建设水平, 延长工程使用年限。

关键词 水利工程; 水库大坝; 防渗加固施工技术; 施工质量

中图分类号: TV62

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.01.020

0 引言

水库大坝作为水利工程的重要组成部分, 主要起到调节水流、储存水资源等作用, 其正常使用以及结构的稳定性和安全性直接影响着人们日常生活和社会经济发展。但是, 由于外界环境的侵蚀, 长期使用材料老化以及施工不足等, 都会增加水库大坝渗漏问题发生概率, 影响水库大坝功能的正常使用, 增加安全事故发生概率, 浪费水资源, 降低水利工程质量。因此, 针对水库大坝渗漏类型以及特点, 确定该问题的成因, 采取行之有效的防渗加固措施, 以解决渗漏隐患, 保障水库大坝的稳定性, 提升其使用功能。另外, 目前防渗加固技术也逐渐成熟, 常用的技术有很多, 主要包括: 防渗墙加固施工技术、碾压混凝土加固施工技术、帷幕灌浆施工技术, 并且这些技术所适用的范围有所不同, 需要结合水库大坝渗漏的实际情况以及周围地质环境, 选择合适的防渗加固技术, 以保证良好的施工效果, 保障水库大坝结构的稳定性, 增强其抗渗性能, 促使水利工程质量达到相关要求。

1 水利工程中水库大坝防渗特点及其原因

1.1 水库大坝渗漏特点

水库大坝渗漏问题具有多样化, 一般可以分为表面和内部等渗漏问题, 其中表面渗漏主要发生在水库大坝迎水面和背水面, 水从表面渗出, 该渗漏问题存

在于表面很容易被发现; 然而, 内部渗漏指水通过大坝内部孔隙、裂缝等一些病害渗透出来, 影响水库大坝结构的稳定性和安全性, 并且该渗漏问题具有较强的隐蔽性, 需要借助专业检测设备精准定位, 以便问题得到及时解决。同时, 由于地质条件的不同, 水库大坝渗漏特点也存在一定差异, 尤其是土质松软、透水性强等地区, 渗漏问题发生概率较高^[1]。另外, 渗漏形式也会因为季节变化或者水位变化表现出不同特征。例如: 雨季会增加水位, 渗漏发生概率有明显提升, 渗漏路径也会扩大, 给水库大坝造成严重损坏, 增加大坝安全风险。

1.2 渗漏原因

水利工程水库大坝渗漏问题成因较为多样化, 主要包括以下几点:

第一, 地质环境因素。地质环境因素是导致水库大坝渗漏问题的主要成因, 主要因为地区的不同, 地质条件也会有明显差异。例如: 土质松软、岩层破碎等, 这些条件都给渗漏问题发生提供了便利的条件。

第二, 施工因素。施工因素也是诱发水利工程水库大坝渗漏问题的主要原因, 在具体施工期间, 如果施工质量未达到相关要求, 如混凝土浇筑密实度较差、填筑材料不达标, 或者施工缝隙处理不合规, 这些都会诱发水库大坝渗漏问题, 降低水利工程建设质量^[2]。另外, 在水库大坝施工期间, 如果未按相关要求开展

作者简介: 刘强 (1987-), 男, 专科, 工程师, 研究方向: 水利工程。

施工作业,如过度浇筑和振捣、超挖、超填等,这些都很容易对水库大坝结构造成损伤,因此诱发渗漏问题。此外,在水库大坝施工期间,坝体结构形式设置不当,防渗排水设施不完善等,都会影响水库大坝的抗渗漏性能。

第三,材料老化。水库大坝经过长期使用,很容易出现材料老化,诱发水库大坝渗漏问题。材料老化主要表现在混凝土碳化、钢筋锈蚀等,减弱水库大坝结构强度,降低工程安全系数。同时,水库大坝的长期使用,材料的防水性能也会有明显降低,无法阻隔挡水渗漏,导致渗漏问题发生。另外,环境因素(高温、冻融)的影响也会给水库大坝材料带来负面影响,加快材料老化速度,增加渗漏问题发生概率。

2 水利工程中水库大坝防渗加固施工技术关键点

2.1 防渗墙加固施工技术

防渗墙加固施工技术是水利工程中水库大坝防渗加固施工中常见的一种技术形式,通过该技术可以有效提升水库大坝的防渗能力,保障坝体结构的稳固性。在防渗墙加固施工期间,应结合实际情况,设置旋转桩防渗墙,并且在坝体内设置单排高压旋转桩体,以此实现良好的防渗加固效果^[3]。同时,在设置高压旋转桩体设置期间,应对桩体间距、深度以及旋转速度等参数进行严格控制,目的是保证桩体能够均匀充满在水库大坝,以形成连续防渗屏障,提升水库大坝的防渗性能。

高压旋转桩防渗墙设置完成以后,需要根据水库大坝渗漏损坏程度以及工程周围地质情况,设置混凝土防渗墙,目的是进一步增强水库大坝的抗渗性能,提升大坝结构的安全性和稳定性。防渗墙加固施工期间,一般需要先喷1序孔,随后喷2序孔,目的是实现分序目标。在具体施工期间,通过使用回旋式钻机展开钻孔施工作业,并且需要时刻关注钻孔阶段,应从上向下垂直钻孔,切记不能出现孔位偏差,满足后续施工要求。钻孔施工完成以后,应对钻孔内部进行清理,将残渣彻底清除,避免影响后续施工效果。在喷射施工期间,根据地质条件,合理设置喷射压力、速度等,并且泥浆喷射一定要匀速、连续,将泥浆均匀覆盖到孔壁表面,以形成良好的防渗层,避免出现渗漏问题。

2.2 碾压混凝土加固施工技术

碾压混凝土加固技术旨在利用碾压方式,提升混凝土高密度,以提升水库大坝高密度,进而提升坝体的稳定性和稳定性,保障水利工程建设质量。碾压混

凝土加固施工期间,应从以下几点展开:

第一,需要对施工现场进行清理,主要是将表面松散土层、碎石等彻底清除,为后续施工提供良好的条件。同时,需要对混凝土原材料进行检查,目的是保证水泥、砂石、骨料以及外加剂等材料符合相关要求,做到从源头上避免施工质量问题。根据相关要求,对混凝土进行合理配置,并且通过试验反复确定水泥、水、骨料以及砂石等用量,以保证碾压混凝土强度、力学性能、耐久性等指标均符合相关要求。

第二,碾压混凝土加固施工期间,需要选择合适的碾压设备型号、规格以及碾压参数,并且通过振动形式逐步完成混凝土碾压作业^[4]。但需要注意的是,根据混凝土的厚度以及压实要求,合理设置各项施工参数(碾压次数、速度、振动频率),并且应按照一个方向进行匀速碾压,避免出现漏压、过压问题。针对边缘位置或者结构复杂位置,应采取小型振动机、人工振动等方式进行碾压处理,以保证碾压的平整度。

第三,碾压施工完成以后,应立即进行养护施工作业,将保湿材料覆盖到表面,并且根据天气温度变化,定期洒水进行养护,以保证混凝土的湿润度,达到预期施工效果。

2.3 帷幕灌浆施工技术

帷幕灌浆施工技术将水泥或者化学等浆液注入坝体裂缝或者孔隙中,以此形成防渗帷幕,避免出现渗漏问题。在帷幕灌浆施工期间:

第一,对水利工程水库大坝进行勘查,确定渗漏位置、范围等,以制定完善的施工方案。同时,根据勘察结果,合理设置各项施工参数(孔距、排距、孔深),并且根据渗漏问题严重程度,确定使用哪种类型的浆液(水泥浆液、化学浆液),以保证帷幕灌浆施工效果。

第二,为保证帷幕灌浆施工质量,应严格控制灌浆压力、灌浆量以及灌浆时间等,将浆液填充整个渗透位置,形成防渗帷幕,防止水渗透到坝体内部,影响水利工程水库大坝的稳定性和安全性。在帷幕灌浆施工期间,应使用高压喷射灌浆设备,从下到上、分段匀速展开灌浆作业,确保灌浆施工质量^[5]。但是,在帷幕灌浆施工期间,应时刻注意浆液流动性,确保浆液进入水库大坝内部以后能够均匀分散,填充整个渗透通道,避免出现浆液堆积问题。

第三,所有帷幕灌浆施工工序完成以后,应立即展开质量验收工作,并使用钻孔取芯、压水试验等方式,检验密实度和防渗性等指标是否达到相关要求,如果不符应立即进行返工处理,只有达到相关要求,才能

保证增强水库大坝结构的强度以及安全性，增加大坝的使用年限。

3 实例分析

3.1 实例概况

本文以某水利工程水库大坝为例，该工程位于山区，自建成一直承担着防洪灌溉的艰巨任务。同时，该水库大坝主体结构由石坝组成，高度为 40 m，坝顶长度为 500 m，并且由于所在区域地质环境较为复杂，坝基存在一定厚度砂砾石层，透水性较强，这给该水库大坝防渗加固施工带来了一定难度。由于周边地势起伏较大，降雨量分布不均匀，夏季降雨量较大，导致水库在短时间内急剧上涨，进一步增加大坝渗漏风险。另外，随着该工程使用年限的增加，水库大坝出现不同程度的渗漏问题，尤其在雨季，渗漏问题更加严重，这样不仅影响水库大坝的使用功能，水利工程安全系数也会下降。对此，为解决该工程渗漏问题，将帷幕灌浆施工技术、碾压混凝土加固施工技术应用到其中，通过使用水泥灌浆方式，对大坝渗漏部位进行修补，以保证坝基的稳定性和强度。

3.2 渗漏加固方案实施

针对该工程水库大坝渗漏情况，经过讨论，一致认为通过帷幕灌浆施工以及碾压混凝土加固施工技术进行处理，具体内容如下。

第一，详细检查水库大坝渗漏部位的实际情况，确定渗漏位置以及范围。同时，通过利用帷幕灌浆施工技术将水泥浆液注入渗漏通道内部，以形成保护屏障^[6]。另外，在灌浆过程中，施工人员根据实际情况，灵活调整灌浆压力和灌浆量，确保浆体充满整个渗漏位置，以起到加固作用。

第二，水泥浆液注入完成以后，需要在表面均匀浇筑混凝土，并对其进行均匀、细致碾压，严格控制碾压次数、速度以及振动频率等，以保障混凝土密实度与强度达到规范。另外，针对工程针对边缘，以人工振动方式为主，实现补充碾压，确保整个水库大坝结构的稳定性。

第三，水库大坝防渗加固施工完成以后，需要对施工位置进行检查，该工程利用钻孔取芯方式进行检查，判断防渗加固施工位置不管是密实度，还是强度，或者是防渗性都符合相关要求^[7]。

3.3 防渗加固施工效果评价

该工程水库大坝防渗加固施工完成以后，施工人员展开多次的检验工作，但不管哪次检验结果都显示防渗加固施工后的水库大坝渗漏问题有明显改善，尤

其是雨季，未再出现渗漏问题，有效保证了水利工程水库大坝结果的稳定性和安全性^[8]。另外，通过利用专业设备，对该工程水库大坝结构密实度、强度、耐久性等指标进行检查，检查结果显示符合相关要求，证明通过帷幕灌浆施工技术、碾压混凝土加固施工技术可以有效解决该工程水库大坝渗漏问题。

4 结论

根据以上分析和研究，得出以下结论：

第一，水利工程水库大坝防渗加固施工具有一定的复杂性，直接关系到水库大坝结构的稳固性与安全性。对此，在水库大坝防渗加固施工期间，相关人员需掌握各项施工技术要点，确保各项施工技术得以合理运用，从根本上解决水库大坝渗漏问题，保证水利工程建设质量。

第二，本文通过某工程实例，对水库大坝防渗加固施工技术进一步研究，发现结合实际情况，将不同的施工技术进行组合，为水库大坝形成一层有效、坚实的保护屏障，并且根据后期多次验证，水库大坝渗漏问题得以改善，尤其是在雨季。另外，通过案例也充分说明，水防渗加固施工技术的有效性和可行性，为水利工程水库大坝的正常使用提供了技术保障。

参考文献：

- [1] 蒙剑婷. 水利工程施工中堤坝防渗加固技术的应用及研究[C]// 江西省工程师联合会. 第二届智能工程与经济建设学术研讨会论文集(一), 汉中水利水电建筑勘测设计院有限公司, 2025.
- [2] 孙祥志, 王义坤, 诸卫卫. 水利工程施工中防渗漏技术研究[J]. 珠江水运, 2023(05):68-70.
- [3] 李昌宇, 戴林军. 防渗墙施工技术在水库大坝工程中的应用: 以水磨坑水库加固工程为例[J]. 工程技术研究, 2022,07(23):64-66.
- [4] 潘圣卿. 浅谈水利工程施工堤坝防渗加固技术[C]// 上海筱虞文化传播有限公司. Proceedings of 2022 Academic Forum on Engineering Technology Application and Construction Management(ETACM 2022)(VOL.2). 中国南水北调集团中线有限公司河北分公司, 2022.
- [5] 余荣贵. 老旧水库大坝工程的防渗加固施工技术[J]. 黑龙江水利科技, 2022,50(10):69-72.
- [6] 关富娟. 水库大坝除险加固混凝土防渗墙施工技术[J]. 甘肃水利水电技术, 2022,58(06):54-57.
- [7] 陈灿. 水库大坝加固工程防渗墙设计与施工技术探讨[J]. 水电站设计, 2021,37(03):46-49.
- [8] 赵建军. 探究水利工程中水库大坝防渗加固施工技术[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2024(02):13-16.