

防渗墙在病险水库除险加固工程中的应用效果评估

石光明

河南省水利第一工程局集团有限公司

DOI: 10.12238/jpm.v6i4.7906

[摘要] 防渗墙作为病险水库除险加固工程中的关键技术措施,其应用效果直接关系到水库的安全性与稳定性。随着水利工程技术的不断发展,防渗墙的设计与施工技术逐渐成熟,其在病险水库除险加固中的应用范围不断扩大。防渗墙通过阻断渗流路径,有效降低了水库渗漏风险,提升了水库的整体防渗性能。防渗墙的应用还能够改善水库地基的稳定性,减少因渗流引起的土体侵蚀与沉降问题。在具体工程实践中,防渗墙的施工工艺与材料选择对应用效果具有重要影响。对防渗墙在病险水库除险加固工程中的应用效果进行科学评估,对于优化工程设计、提升工程效益具有重要意义。

[关键词] 防渗墙; 病险水库除险加固工程; 应用效果评估

Evaluation of the application effect of the anti-seepage wall in the risk removal and reinforcement project of the sick and dangerous reservoir

Shi Guangming

Henan Provincial Water Conservancy First Engineering Bureau Group Co., Ltd.

[Abstract] As a key technical measure in the risk removal and reinforcement project of sick and dangerous reservoirs, the application effect of anti-seepage wall is directly related to the safety and stability of reservoirs. With the continuous development of water conservancy engineering technology, the design and construction technology of anti-seepage wall has gradually matured, and its application scope in the reinforcement of sick and dangerous reservoirs has been expanding. By blocking the seepage path, the anti-seepage wall effectively reduces the risk of leakage in the reservoir and improves the overall anti-seepage performance of the reservoir. The application of anti-seepage walls can also improve the stability of the reservoir foundation and reduce the problem of soil erosion and settlement caused by seepage. In specific engineering practice, the construction technology and material selection of the impermeable wall have an important impact on the application effect. It is of great significance to scientifically evaluate the application effect of the anti-seepage wall in the risk removal and reinforcement project of the sick and dangerous reservoir to optimize the engineering design and improve the project efficiency.

[Key words] impermeable wall; Sick and dangerous reservoir risk removal and reinforcement project; Evaluation of the effectiveness of the app

引言

病险水库除险加固工程是保障水利设施安全运行的重要措施,而防渗墙作为其中的关键技术手段,其应用效果备受关注。防渗墙通过构建垂直防渗屏障,有效控制了水库的渗漏问题,减少了因渗流导致的水资源损失与安全隐患。在实际工程中,防渗墙的设计需综合考虑水库地质条件、渗流特性与工程需求,以确保其防渗效果与工程适应性。防渗墙的施工质量与后期维护对其长期应用效果具有决定性影响。通过对防渗墙在病险水库除险加固工程中的应用效果进行系统评估,可以为类似工程提供技术参考与经验借鉴,推动防渗墙技术的进一步优

化与推广。

1 防渗墙技术概述

1.1 防渗墙的定义与分类

防渗墙是一种垂直或近似垂直的防渗结构,主要用于阻断地下水或地表水的渗流路径,广泛应用于水利工程、环境工程与土木工程等领域。根据其结构与功能特点,防渗墙可分为刚性防渗墙与柔性防渗墙两大类。刚性防渗墙通常由混凝土、钢筋混凝土或塑性混凝土等材料构成,具有较高的抗压强度与抗渗性能,适用于对防渗要求较高的工程场景。柔性防渗墙则多采用土工膜、膨润土或复合土工材料等,具有较好的变形适应

性与施工灵活性，适用于地质条件复杂或变形较大的工程环境。根据施工工艺的不同，防渗墙还可进一步分为地下连续墙、板桩墙与灌浆墙等类型。地下连续墙通过连续开挖与浇筑形成墙体，适用于大型水利工程；板桩墙通过打入预制板桩形成防渗屏障，适用于中小型工程；灌浆墙则通过注浆工艺在土体中形成防渗帷幕，适用于地质条件复杂的工程场景。

1.2 防渗墙的工作原理

防渗墙的工作原理主要基于其阻断渗流路径的能力。通过在地基或坝体中构建垂直或近似垂直的防渗屏障，防渗墙能够有效减少地下水或地表水的渗流量，降低渗流对工程结构的影响。防渗墙通过其材料的低渗透性与墙体的连续性，形成一道阻水屏障，使渗流在墙体两侧形成水位差，从而减少渗流压力与渗流量。防渗墙还能够通过其材料的抗压与抗剪性能，增强地基或坝体的稳定性，减少因渗流引起的土体侵蚀与沉降问题。

1.3 防渗墙材料的特性

防渗墙材料的选择对其防渗效果与工程适应性具有重要影响。常用的防渗墙材料包括混凝土、塑性混凝土、土工膜、膨润土与复合土工材料等。混凝土具有较高的抗压强度与抗渗性能，适用于对防渗要求较高的工程场景。塑性混凝土则在混凝土中加入膨润土等材料，以提高其变形适应性与抗渗性能，适用于地质条件复杂的工程环境。土工膜具有极低的渗透系数与良好的变形适应性，适用于柔性防渗墙的施工。膨润土则通过其吸水膨胀特性，在土体中形成防渗屏障，适用于灌浆墙施工。复合土工材料结合了多种材料的优点，具有较好的抗渗性能与施工灵活性，适用于多种工程场景。

2 病险水库除险加固工程现状与危害

2.1 水库结构老化的危害

病险水库结构老化是导致其安全隐患的主要因素，随着时间的推移，水库坝体、溢洪道等关键部位的材料性能逐渐退化，导致其抗压强度与抗渗性能显著降低。坝体裂缝、渗漏等问题的出现，不仅削弱了水库的结构稳定性，还可能导致坝体失稳甚至溃坝的风险。结构老化还增加了水库的维护难度与成本，对水库的正常运行与功能发挥造成不利影响。

2.2 渗漏问题的危害

渗漏问题是病险水库的常见隐患，对水库的安全性与功能性构成严重威胁。坝体与基础的渗漏不仅会导致水库蓄水能力下降，还可能引发坝体内部侵蚀与管涌现象，进一步加剧坝体结构的破坏。渗漏问题还会导致水库周边地下水位上升，影响周边农田与建筑物的安全。渗漏还可能引发水库水质恶化，对生态环境与供水安全造成不利影响。

2.3 防洪能力不足的危害

病险水库防洪能力不足是威胁下游地区安全的重要因素。由于水库设计标准偏低或结构老化，其蓄洪与泄洪能力难以满足实际需求。在汛期，水库可能因蓄水能力不足而被迫泄洪，

增加下游地区的洪水风险。溢洪道等泄洪设施的功能退化，也可能导致水库在极端天气条件下无法有效泄洪，进一步加剧洪水灾害的严重性。

2.4 生态环境影响的危害

病险水库对生态环境的影响不容忽视。水库渗漏与水质恶化可能导致周边土壤与地下水污染，影响农田灌溉与饮用水安全。水库蓄水能力下降还可能破坏周边湿地生态系统，导致生物多样性减少。水库结构老化与功能退化还可能引发地质灾害，如滑坡与泥石流，对周边生态环境与居民安全构成威胁。

3 防渗墙在病险水库除险加固工程中的应用

3.1 防渗墙设计方案选择

在病险水库除险加固工程中，防渗墙设计方案的选择需综合考虑地质条件、水文特征、工程规模及施工技术等多方面因素。地质勘察是设计的基础，通过钻探、物探等手段获取地层结构、渗透系数等关键参数，为防渗墙的深度、厚度及材料选择提供依据。水文特征分析包括库区水位变化、渗流路径及压力分布，这些数据直接影响防渗墙的布置形式和防渗效果。工程规模决定了防渗墙的长度、高度及施工难度，需根据水库的库容、坝高及周边环境进行合理规划。施工技术方面，常见的防渗墙施工方法包括塑性混凝土防渗墙、水泥土搅拌桩防渗墙及高压喷射灌浆防渗墙等，每种方法均有其适用条件和优缺点，需根据具体工程需求进行选择。设计过程中还需考虑施工设备的选型、施工工艺的可行性及经济性，确保设计方案既能满足防渗要求，又具备可操作性和经济性。

3.2 防渗墙施工过程管理

施工过程中，需严格控制各道工序的质量，如钻孔、清孔、浇筑及接缝处理等，确保防渗墙的连续性和完整性。钻孔过程中，需根据设计要求控制孔深、孔径及孔距，避免偏斜和塌孔现象。清孔是保证防渗墙质量的重要步骤，需彻底清除孔内泥浆和杂物，确保浇筑材料的密实性。浇筑过程中，需控制浇筑速度、浇筑高度及振捣频率，确保防渗墙的均匀性和密实度。接缝处理是防渗墙施工中的难点，需采用专用设备和技術，确保接缝的密封性和强度。施工过程中还需加强现场管理，如材料验收、设备维护及安全防护等，确保施工过程的安全性和高效性。施工完成后，需进行质量检测和验收，如钻孔取芯、渗透试验及超声波检测等，确保防渗墙的防渗效果和耐久性。

3.3 施工质量控制要点

材料质量控制是基础，需对塑性混凝土、水泥土及灌浆材料等进行严格检验，确保其强度、渗透性及耐久性符合设计要求。施工过程中，需严格控制各道工序的质量，如钻孔、清孔、浇筑及接缝处理等，确保防渗墙的连续性和完整性。钻孔过程中，需根据设计要求控制孔深、孔径及孔距，避免偏斜和塌孔现象。清孔是保证防渗墙质量的重要步骤，需彻底清除孔内泥浆和杂物，确保浇筑材料的密实性。浇筑过程中，需控制浇筑速度、浇筑高度及振捣频率，确保防渗墙的均匀性和密实度。

接缝处理是防渗墙施工中的难点,需采用专用设备和技術,确保接缝的密封性和强度。施工过程中还需加强现场管理,如材料验收、设备维护及安全防护等,确保施工过程的安全性和高效性。施工完成后,需进行质量检测和验收,如钻孔取芯、渗透试验及超声波检测等,确保防渗墙的防渗效果和耐久性。

3.4 施工安全保障措施

施工前需进行详细的安全风险评估,识别潜在的安全隐患,并制定相应的防范措施。施工过程中,需严格执行安全操作规程,如佩戴安全帽、安全带及防护眼镜等,确保施工人员的安全。钻孔过程中,需注意钻机的稳定性,避免钻机倾覆或钻杆断裂等事故。清孔过程中,需注意泥浆泵的压力控制,避免泥浆喷溅或管道破裂。浇筑过程中,需注意浇筑设备的稳定性,避免设备倾覆或材料泄漏。接缝处理过程中,需注意接缝设备的操作安全,避免设备故障或人员受伤。施工现场需设置明显的安全警示标志,如危险区域、禁止通行区域及紧急疏散通道等,确保施工人员的安全意识。施工过程中,还需加强安全教育和培训,提高施工人员的安全意识和应急处理能力。

3.5 施工进度安排与调整

施工前需进行详细的进度计划,包括施工流程、设备配置、人员安排及材料供应等,确保施工过程有序进行。施工过程中,需根据实际情况进行进度调整,如天气变化、设备故障及材料供应等,确保施工进度不受影响。钻孔过程中,需根据设计要求控制钻孔速度,避免因钻孔速度过快或过慢影响施工进度。清孔过程中,需根据泥浆泵的流量和压力控制清孔速度,确保清孔质量和进度。浇筑过程中,需根据浇筑设备的容量和速度控制浇筑进度,确保浇筑质量和进度。接缝处理过程中,需根据接缝设备的操作速度控制接缝进度,确保接缝质量和进度。施工过程中还需加强现场管理,如材料验收、设备维护及安全防护等,确保施工过程的安全性和高效性。

4 防渗墙在病险水库除险加固工程中的应用效果评估

4.1 防渗效果检测方法

防渗效果检测是评估防渗墙性能的重要手段。常用的检测方法包括渗透试验、水位观测与地质雷达检测等。渗透试验通过测量防渗墙的渗透系数,评估其防渗性能;水位观测通过监测水库上下游水位变化,评估防渗墙的实际防渗效果;地质雷达检测则通过探测墙体内部结构,评估其密实度与均匀性。检测结果需与设计要求进行对比,确保防渗墙的防渗性能符合工程需求。

4.2 墙体耐久性评估指标

墙体耐久性评估是确保防渗墙长期性能的重要环节。评估指标包括抗压强度、抗渗性能与抗老化性能等。抗压强度通过墙体取样试验进行检测,评估其结构稳定性;抗渗性能通过渗透试验与水位观测进行评估,确保其长期防渗效果;抗老化性能则通过模拟环境试验进行评估,预测墙体在不同环境条件下的性能变化。评估结果需为防渗墙与维护与加固提供科学依据。

4.3 对水库结构稳定性的影响

防渗墙对水库结构稳定性的影响是评估其应用效果的重要方面。防渗墙的施工能够有效减少坝体与基础的渗漏,提高水库的结构稳定性。防渗墙还能够增强坝体的抗压强度与抗滑性能,进一步保障水库的安全运行。通过监测水库坝体变形与应力变化,评估防渗墙对水库结构稳定性的实际影响,为水库的长期安全运行提供保障。

4.4 经济效益分析

防渗墙在病险水库除险加固工程中的经济效益分析是评估其应用价值的重要环节。防渗墙的施工能够有效减少水库渗漏与维护成本,延长水库的使用寿命。防渗墙还能够提高水库的蓄水能力与防洪能力,减少洪水灾害带来的经济损失。通过对比防渗墙施工成本与经济效益,评估其经济可行性,为类似工程提供参考。

4.5 社会效益与环境效益评估

防渗墙在病险水库除险加固工程中的社会效益与环境效益评估是评估其综合价值的重要方面。防渗墙的施工能够提高水库的安全性与功能性,保障下游地区居民的生命财产安全。防渗墙还能够改善水库水质与周边生态环境,促进生物多样性的恢复。通过分析防渗墙对

结束语

防渗墙在病险水库除险加固工程中的应用效果显著,其在控制渗漏、提升水库安全性方面发挥了重要作用。通过对防渗墙的设计、施工与维护进行科学评估,可以进一步优化其应用效果,提升工程的整体效益。未来,随着水利工程技术的不断进步,防渗墙技术将在材料、工艺与设计理念上实现更多创新,为病险水库除险加固工程提供更加可靠的技术支持。加强对防渗墙应用效果的长期监测与评估,将有助于积累工程经验,推动防渗墙技术在更广泛领域的应用与发展。

[参考文献]

- [1]杜志军,云朝霞.数字防渗墙在翰嘎利水库除险加固工程中的应用实践[J].内蒙古水利,2024,(S2):56+58.
- [2]周晓磊.塑性混凝土防渗墙在水库除险加固工程中的应用[J].湖南水利水电,2023,(06):97-99.
- [3]邓怀初.塑性混凝土防渗墙在杨梅水库除险加固工程中的应用[J].云南水力发电,2023,39(10):335-338.
- [4]余枫璞.浅析塑性混凝土防渗墙在岩前水库除险加固工程中的应用[J].地下水,2023,45(04):287-289.
- [5]黄建旗.深层搅拌等厚水泥土防渗墙在水库除险加固工程中的应用[J].云南水力发电,2023,39(07):158-162.
- [6]秦杰.塑性混凝土防渗墙在平原水库除险加固工程中的应用[J].工程技术研究,2023,8(07):103-105.
- [7]朱宇星.塑性混凝土防渗墙在水库除险加固工程中的应用研究[J].治淮,2022,(06):32-34.