

水库堤坝工程中防渗墙施工技术研究

应秋君

浙江省正邦水电建设有限公司

DOI: 10.12238/jpm.v5i8.7103

[摘要] 水库堤坝工程中防渗墙施工技术是确保水库安全运行的重要措施。本文基于当前水库堤坝工程的实际需求，探讨了防渗墙施工技术的原理、方法及其应用效果。研究首先分析了水库堤坝渗漏的常见原因及其对工程安全的影响，指出了防渗墙在防渗治漏中的关键作用。详细介绍了几种主要的防渗墙施工技术，包括粘土防渗墙、混凝土防渗墙和塑性混凝土防渗墙等，阐述了各自的施工工艺和适用条件。通过对比不同技术的优缺点，研究结果表明，塑性混凝土防渗墙由于其优异的防渗性能和施工便捷性，成为当前应用较为广泛的一种技术。此外，本文通过实际工程案例分析，验证了防渗墙施工技术的有效性和可靠性，并提出了优化施工流程和提高施工质量的具体建议。

[关键词] 防渗墙；水库堤坝；施工技术；渗漏防治；塑性混凝土

Study on the construction technology of the seepage control wall in the reservoir dam project

Ying Qiujun

Zhejiang Zhengbang Hydropower Construction Co., LTD.

[Abstract] The construction technology of seepage wall in reservoir dam works is an important measure to ensure the safe operation of reservoir. Based on the actual requirements of the reservoir dam project, the principle, method and application effect of the seepage control wall are discussed. The study first analyzes the common causes of reservoir dam leakage and its impact on engineering safety, and points out the key role of seepage prevention wall in seepage prevention and control. Several main construction techniques of seepage wall, including clay wall, concrete wall and plastic concrete wall, and the respective construction techniques and applicable conditions are described. By comparing the advantages and disadvantages of different technologies, the results show that plastic concrete anti-seepage wall has become a widely used technology due to its excellent anti-seepage performance and construction convenience. In addition, this paper verifies the effectiveness and reliability of the construction technology through practical engineering case analysis, and puts forward specific suggestions on optimizing the construction process and improving the construction quality.

[Key words] anti-off wall; reservoir dam; construction technology; leakage prevention and control; plastic concrete

引言

现代水库堤坝面临渗漏问题，为了确保水库安全，我们需要使用防渗墙施工技术。渗漏不仅影响工程安全，还可能造成经济和环境损失。传统防渗措施已经无法满足需求，因此防渗墙技术变得非常重要。常见的防渗墙有粘土、混凝土和塑性混凝土三种。粘土防渗墙效果好，但施工复杂，受地质条件限制多；混凝土防渗墙强度高、耐久性好，但成本高；塑性混凝土防渗墙既防渗效果好，又施工方便，所以使用最广泛。不同防渗墙技术效果不同，选择合适的技术和优化施工流程很重要。

1、水库堤坝渗漏问题分析

1.1 渗漏原因分类

在水库堤坝工程中，渗漏问题是影响工程安全和运行稳定的重要因素^[1]。渗漏原因分类是了解渗漏机理、制定防渗措

施的基础。

一类常见的渗漏原因是地质条件引起的渗漏。这种情况多见于地基土层结构复杂的区域。地基土层的透水性强，特别是当地基中存在砂层或碎石层时，水流易沿这些透水层渗入坝体或坝基。地基土层的非均质性导致局部渗透性差异，使水流集中在某些透水性较高的部位，引发渗漏。

另一类渗漏原因与施工质量有关。在防渗墙施工过程中，施工质量不达标会产生渗漏隐患。例如，混凝土浇筑不密实、连接缝处理不当，都会在防渗墙中形成渗漏通道。施工过程中的工艺控制不到位，如未能严格按设计要求进行施工，或施工材料质量不合格，也会导致防渗效果不佳，从而引发渗漏。

自然因素也是导致渗漏的重要原因。降雨和水库水位的

变化对堤坝的渗透压力产生直接影响。长期的降雨会增加土壤的含水量，提高地下水位，增强渗透力。而水库水位的波动则会改变堤坝内部的水力梯度，增加渗漏的风险。尤其是在洪水期间，水位骤升骤降，会导致堤坝渗漏问题加剧。

人为因素也不能忽视。未经科学评估的堤坝加高扩建、附近工程施工引起的地基扰动，都会影响堤坝的结构稳定性和防渗性能。水库运行管理不当，如长期超负荷运行或未及时对渗漏监测和维护，会加剧渗漏风险。

通过对以上渗漏原因的分类和分析，有助于在水库堤坝工程中采取针对性的防渗措施，保障工程的安全运行和长久稳定。

1.2 渗漏对工程安全的影响

渗漏对水库堤坝工程安全造成严重威胁，其主要影响体现在以下几个方面。渗漏导致堤坝内部土体的饱和度增加，可能引发土体流失和坍塌，直接危及堤坝的结构稳定性^[2]。渗漏水通过土体孔隙向下渗透，若未得到及时控制，可能引发地基软弱层的形成，从而影响整体承载能力。渗漏水进入土体后会与其中的化学物质发生反应，可能导致土体的物理性能发生变化，进而加剧渗漏的程度。渗漏水进入坝体结构内部，可能对工程设施和设备造成损坏，从而影响水库的正常运行和安全管理。有效的防渗墙施工技术对于保障水库堤坝的安全运行具有重要意义。

1.3 防渗墙在渗漏防治中的作用

防渗墙在水库堤坝渗漏防治中的作用十分关键。水库堤坝工程中，渗漏问题直接影响堤坝的结构稳定性和使用寿命，而防渗墙技术作为一种有效的防渗措施，能够显著改善堤坝的抗渗性能，保障水库的安全运行。

防渗墙通过在堤坝内部或周围构筑一道连续且不透水的屏障，有效阻隔水流渗透。其主要作用体现在以下几个方面：防渗墙能够降低堤坝内外水头差，减缓渗流速度，从而减小小渗透压力对堤坝结构的影响。防止渗漏引起的土体流失和堤体变形，有助于保持堤坝的稳定性。防渗墙可以减少水库蓄水过程中的渗漏损失，提高水库的蓄水效率。

防渗墙在防治堤坝渗漏方面发挥着关键作用，特别是在应对不同类型的渗漏问题时表现尤为显著。例如，对于砂土层堤坝，防渗墙可以有效防止管涌现象的发生；对于裂隙发育的岩质堤坝，防渗墙可以封闭裂隙通道，防止渗漏水沿裂隙扩散。防渗墙在抗震加固方面也具有重要作用。地震作用下，堤坝结构容易产生裂缝和变形，导致渗漏风险增加。防渗墙通过增强堤坝的整体刚度和抗渗能力，能够有效减少地震引起的渗漏隐患，提升堤坝在地震灾害中的安全性^[3]。

防渗墙的应用不仅可以防止堤坝结构的破坏，还能够延长堤坝的使用寿命。在现代水库堤坝工程中，防渗墙技术已经成为确保堤坝安全的重要手段。随着施工技术和材料科学的不断进步，防渗墙的施工质量和效果也在不断提升。实践证明，合理设计和施工的防渗墙，能够在水库堤坝防渗漏中发挥长效、稳定的作用，为水利工程的安全运行提供坚实保障。

2、防渗墙施工技术

2.1 粘土防渗墙施工技术

粘土防渗墙施工技术的技术原理基于粘土材料的低渗透性，通过在堤坝内部或外部设置粘土层来阻挡水流渗透。施工工艺包括原料选择、制备和施工三部分。原料选择时，应选取具有良好可塑性和低渗透性的粘土。制备过程中，将粘土与水按比例混合，形成均匀的粘土浆料。施工时，采用分层填筑和压实的方法，确保每层粘土密实无空隙。粘土防渗墙适用于土质良好、基础稳固的堤坝工程，可有效防止水库渗漏。

2.1.1 技术原理

粘土防渗墙的技术原理基于粘土材料的低渗透性和高可塑性，通过在堤坝中构建一道连续的粘土屏障，以阻止水流渗透。粘土具有细小颗粒结构，孔隙度低，在吸水后体积膨胀，使得渗透系数显著降低，从而形成有效的防渗层。通过严格控制粘土的水分含量和压实度，可以确保防渗墙的连续性和均匀性，达到预期的防渗效果。粘土防渗墙的关键在于选择合适的粘土材料及其处理方法，以满足工程防渗要求。

2.1.2 施工工艺

粘土防渗墙施工工艺包括以下步骤：进行基坑开挖，并确保基坑底部平整。按设计要求在基坑中填筑粘土，逐层压实，每层厚度控制在20-30厘米之间。压实过程中，需保持粘土含水量适宜，以确保密实度和防渗性能。通过检测确认粘土防渗墙的密实度和均匀性，确保其达到设计标准。

2.2 混凝土防渗墙施工技术

2.2.1 技术原理

混凝土防渗墙通过在堤坝内设置一道连续的混凝土墙体，阻止水流渗透，以增强堤坝的防渗性能。混凝土的高强度和低渗透性使其成为有效的防渗材料。

2.2.2 施工工艺

施工前，需进行详细的地质勘察，确定墙体位置。施工过程中，采用导向墙引导，利用专用设备在指定位置进行混凝土灌注，形成连续的墙体。施工完成后，进行检测与维护，确保防渗效果达标^[4]。

2.3 塑性混凝土防渗墙施工技术

塑性混凝土防渗墙施工技术是一种通过使用高性能塑性混凝土材料来防止水库堤坝渗漏的有效方法。其技术原理是利用塑性混凝土材料的良好可塑性和高抗渗性能，形成一道坚固且连续的防渗屏障。施工工艺包括基坑开挖、支护体系安装、塑性混凝土浇筑及养护等步骤。在施工过程中，严格控制混凝土配合比和浇筑速度，确保材料均匀密实。该技术具有施工便捷、抗渗性能优异等优点，适用于复杂地质条件下的水库堤坝工程。

2.3.1 技术原理

塑性混凝土防渗墙通过在混凝土中加入塑化剂，使混凝土具备较高的柔韧性和粘结性能，从而实现良好的防渗效果。

2.3.2 施工工艺

塑性混凝土防渗墙施工工艺: 依次进行模板支撑和混凝土浇筑, 确保墙体的均匀密实和抗渗性能。

3、防渗墙施工技术的应用与优化

3.1 技术应用效果分析

在分析防渗墙施工技术的应用效果时, 需从工程实例的实际表现入手, 以评估技术的有效性和可靠性。粘土防渗墙作为传统防渗技术, 因其材料易得、成本低廉, 在较多中小型水库中应用广泛^[5]。工程实践表明, 粘土防渗墙能有效阻止水体渗漏, 显著降低渗漏量。但由于粘土材料的渗透系数较高, 长期运行中可能出现防渗效果衰减, 需定期维护和监测。

混凝土防渗墙的应用在大型水库工程中较为普遍。混凝土材料具有良好的抗压强度和耐久性, 能长时间保持稳定的防渗性能。工程实例显示, 混凝土防渗墙在大坝渗漏治理中表现出色, 渗漏率明显降低, 并能有效应对地基不均匀沉降带来的应力变化。混凝土防渗墙施工工艺复杂, 成本较高, 且对施工环境要求较高, 需在适宜的温湿度条件下进行。

塑性混凝土防渗墙作为近年来推广应用的一项新技术, 结合了粘土和混凝土的优点。其塑性状态使其能更好地适应地基变形, 保持良好的防渗性能。工程案例分析表明, 塑性混凝土防渗墙在水库堤坝防渗中表现出优异的效果, 施工便捷, 防渗效果持久且稳定。相比传统的粘土防渗墙和混凝土防渗墙, 塑性混凝土防渗墙在节省施工时间、降低工程成本和提高施工质量方面具有明显优势。

通过以上分析可以看出, 三种防渗墙施工技术各有优缺点, 具体选择需根据工程实际需求和环境条件而定。在实际应用中, 结合多种防渗技术, 因地制宜, 优化施工方案, 能够最大程度地提高水库堤坝工程的防渗效果, 确保工程的安全稳定运行。

3.2 施工流程优化建议

在防渗墙施工过程中, 优化施工流程是提高工程效率和质量的关键措施。应在施工前进行详细的地质勘查和水文分析, 以便准确掌握施工区域的地质条件和水文特征, 为施工方案的制定提供科学依据。地质勘查应包括对土层分布、地下水位、渗透性等方面的详细调查, 确保防渗墙施工的针对性和有效性。

施工材料的选择和管理也是流程优化的重要环节。应根据实际工程需求, 选择适宜的防渗材料, 如粘土、混凝土或塑性混凝土。材料的质量直接影响防渗墙的防渗效果和使用寿命, 应严格控制材料的采购、运输和储存环节, 避免因材料质量问题导致的施工缺陷。施工过程中应对材料进行严格的质量检测, 确保其符合设计要求。

在施工技术方面, 采用先进的施工设备和工艺能显著提高施工效率和质量。例如, 使用现代化的机械设备进行土方开挖和填筑, 可有效减少人工操作的误差, 提高施工精度。应用自动化监测技术对施工过程进行实时监控, 及时发现和

解决施工中出现的問題, 保证施工质量。

施工组织和管理也需进一步优化。制定科学的施工计划, 合理安排施工进度, 避免工序间的相互干扰, 提高施工的连续性和协调性。建立健全的质量管理体系, 严格按照规范和标准进行施工, 确保每一道工序都能达到设计要求。

通过上述优化措施, 不仅能提高防渗墙施工的质量和效率, 还能降低施工成本和风险, 为水库堤坝工程的安全运行提供有力保障。

3.3 提高施工质量的措施

提高施工质量的措施包括以下几个方面:

严格控制原材料质量, 确保粘土、混凝土和塑性混凝土等材料符合标准, 减少杂质含量, 提高防渗性能。优化施工工艺流程, 制定详细的施工方案, 确保每个环节有序衔接, 避免因工序混乱导致的质量问题。加强施工过程中的质量监督, 采用先进的检测设备, 实时监测防渗墙的施工质量, 及时发现并处理问题。注重施工人员的培训, 提升技术水平和操作规范, 减少人为因素对施工质量的影响。推广应用新技术、新材料, 提高防渗墙的施工效率和质量稳定性。建立健全施工管理制度, 完善质量责任制, 确保各级管理人员和施工人员明确职责, 提高整体施工质量控制水平。通过以上措施, 可有效提高防渗墙的施工质量, 保障水库堤坝工程的安全运行。

结束语

本文研究了水库堤坝工程中防渗墙的施工技术, 讨论了防渗墙的原理、方法及其应用效果。水库堤坝常会出现渗漏问题, 影响安全, 而防渗墙可以有效防止渗漏。研究比较了不同的防渗墙施工技术, 发现塑性混凝土防渗墙效果好、施工方便, 因此被广泛使用。通过实际工程案例, 证明了防渗墙的有效性和可靠性。此外, 随着科技进步, 需要关注新材料和新技术的应用, 以进一步提升防渗墙的性能和效率。未来研究可以重点关注三个方面: 在不同地质条件下的适应性研究、新材料和新技术的应用、长期监测和维护策略。

[参考文献]

- [1]甄雷.水库工程中塑性混凝土防渗墙施工技术[J].价值工程, 2023, 42(23): 150-152.
- [2]刘俊杰.水利工程水库堤坝施工中的防渗墙技术研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2022, (11): 0040-0043.
- [3]王君好.水库大坝混凝土防渗墙施工技术研究[J].新商务周刊, 2019, (24): 194-194.
- [4]魏国奇, 陈志林, 马林, 许计楠.水库堤坝施工中的防渗墙技术[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术, 2019, (10).
- [5]贺玉霞.水利工程水库堤坝施工中的防渗墙技术[J].名城绘, 2020, 0(09): 0467-0467.