

水利工程施工中混凝土防渗墙施工工艺研究

张 猛 路立功

濮阳黄河水务局 河南 濮阳 457000

摘 要：水利工程施工中，混凝土防渗墙作为关键技术，对确保工程质量和安全至关重要。本文探讨了混凝土防渗墙的主要类型，包括混合类、槽孔类及桩柱类等，并详细分析了灌浆技术和防渗墙施工技术的具体应用。通过合理配比泥浆、精确定位钻孔、科学灌注混凝土等工艺，实现了防渗墙的高抗渗性和稳定性。研究表明，混凝土防渗墙不仅能有效控制渗流，还能加固土石坝，提升水利工程整体性能，具有显著的经济效益和社会效益。

关键词：水利工程施工；混凝土防渗墙；施工工艺

引言：水利工程建设中，混凝土防渗墙作为关键防渗措施，其施工工艺直接影响工程的安全性与耐久性。随着技术进步与工程需求提升，防渗墙施工技术不断创新。本文深入剖析混凝土防渗墙的类型、施工流程、质量控制及技术创新方向，旨在优化施工工艺，提高防渗效果，为水利工程的稳定运行提供坚实保障。通过本研究，期望为同行提供有价值的参考，共同推动水利工程技术进步。

1 混凝土防渗墙施工技术概述

1.1 混凝土防渗墙及其作用

混凝土防渗墙是一种在水利工程中广泛应用的防渗结构，其主要目的是通过构建一道连续、密实的墙体来截断或减少地下水或水库水向坝体或闸基的渗透，从而提高水利工程的防渗性能，保障其稳定性和安全性。混凝土防渗墙作为水工建筑物垂直防渗处理的主要措施之一，对于确保水利工程的正常运行和延长其使用寿命具有重要意义。

1.2 混凝土防渗墙的主要类型及其特点

混凝土防渗墙根据其结构和施工方式的不同，可分为多种类型，主要包括混合类、槽孔类和桩柱类等。混合类防渗墙结合了圆孔与双反弧形孔等多种形式，具有较好的适应性和灵活性，适用于不同地质条件和防渗要求。槽孔类防渗墙则是通过连续造孔、以泥浆固壁并在泥浆下浇筑混凝土而成，其墙体连续、接缝少，防渗效果好。而桩柱类防渗墙则是由多个独立的桩柱或墙板组成，适用于特定的地质和施工条件。这些类型的混凝土防渗墙各有特点，如混合类防渗墙具有较强的适应性和较高的防渗性能；槽孔类防渗墙则因其墙体连续、接缝少而具有优良的防渗效果；桩柱类防渗墙则便于施工且具有一定的灵活性。在实际应用中，需根据具体工程的地质条件、防渗要求及施工条件等因素选择合适的防渗

墙类型。

1.3 混凝土防渗墙的基本原理和施工流程

混凝土防渗墙的基本原理是通过在坝体或闸基内构建一道连续、密实的混凝土墙体来截断地下水或水库水的渗透路径。其施工流程通常包括成槽、固壁和混凝土浇筑等环节。首先，根据设计要求在坝体或闸基内连续造孔成槽，形成防渗墙的基础；然后，在槽内注入泥浆以固壁并防止槽壁坍塌；最后，在泥浆下浇筑混凝土并振捣密实，形成连续的混凝土防渗墙。在整个施工过程中，需严格控制各个环节的施工质量，确保防渗墙的防渗效果和整体稳定性。

2 水利工程施工中混凝土防渗墙施工工艺研究

2.1 施工前准备

(1) 收集并分析设计图纸、技术要求及标准。施工前，首先需全面收集工程设计图纸、技术要求及相关的国家、行业标准，深入理解设计意图和技术要求。通过对设计图纸的仔细研读，明确防渗墙的结构形式、尺寸、位置以及与其他工程的连接关系；同时，要熟悉并掌握施工过程中的技术要点、难点及质量控制标准，为后续的施工工作提供有力支持。(2) 制定详细的施工细则和组织方案。在充分理解设计意图和技术要求的基础上，结合工程实际情况，制定详细的施工细则和组织方案。施工细则应包括施工流程、工艺要求、质量标准、安全环保措施等内容；组织方案则需明确施工队伍的组织结构、人员配置、设备选型、施工进度计划等，确保施工过程的有序进行。(3) 进行施工现场准备。施工现场准备是确保施工顺利进行的重要环节。包括场地平整、水电路畅通、临时设施搭建等工作。场地平整需清除施工区域内的障碍物，确保施工机械和人员的正常通行；水电路畅通则需保证施工用水、用电的稳定供应；临时设施如办公室、宿舍、仓库等的搭建，则为施工人

员提供了必要的生活和工作环境^[1]。(4) 修建施工平台、导墙等辅助设施。为了满足成槽施工的需要,需修建施工平台和导墙等辅助设施。施工平台作为成槽机械的作业平台,其稳定性和承载力直接影响到成槽施工的质量和安 全;导墙则用于固定槽孔位置,防止槽孔坍塌和偏移。因此,在修建过程中需严格控制施工质量和精度。(5) 进行泥浆和混凝土材料的试验。泥浆和混凝土是混凝土防渗墙施工中的关键材料。施工前需进行泥浆和混凝土材料的试验,以确定合理的配合比和性能指标。泥浆试验包括比重、粘度、含砂量等指标的检测;混凝土试验则包括强度、塌落度、和易性等指标的测试。通过试验结果的分析比较,选择性能优良的材料和配合比,为施工质量控制提供有力保障。

2.2 成槽施工

成槽施工是混凝土防渗墙施工中的核心环节之一。不同的成槽方式具有各自的特点和适用范围。(1) 不同成槽方式及其特点。目前常用的成槽方式主要包括钻挖成槽、链斗成槽和射水成槽等。钻挖成槽适用于各种地质条件特别是坚硬岩层,具有成槽精度高、槽壁稳定性好的优点;链斗成槽则适用于中粗砂层或卵石层等松散地层,具有成槽速度快、效率高的特点;射水成槽则适用于粘土、砂土等软弱地层,通过高压水流冲击土体形成槽孔。在选择成槽方式时需要根据实际地质条件和施工要求进行综合考虑。(2) 泥浆的作用及其护壁机制。在成槽过程中泥浆起着至关重要的作用。泥浆不仅具有冷却钻头、携带岩屑的功能还能在槽壁上形成一层泥皮起到护壁作用防止槽壁坍塌。泥浆的护壁机制主要是通过其物理和化学性质来实现的。泥浆中的粘土颗粒能够吸附在槽壁表面形成一层致密的泥皮增加槽壁的稳定性;同时泥浆中的电解质和聚合物等物质能够调节槽壁表面的电荷状态,形成一层保护膜,减少地下水对槽壁的渗透和冲刷,进一步增强槽壁的稳定性。此外,泥浆还具有一定的润滑作用,能够减少钻具与槽壁之间的摩擦阻力,提高成槽效率^[2]。(3) 成槽工艺的操作步骤和质量控制要点。成槽工艺的操作步骤通常包括定位、开孔、扩孔、纠偏、终孔等环节。在施工过程中,需严格控制各项工艺参数,如钻进速度、钻压、泥浆性能等,确保成槽质量。同时,还需加强槽壁稳定性的监测,及时发现并处理坍塌、缩径等问题。在成槽结束后,应对槽孔进行验收和检查,确保槽孔尺寸、垂直度、孔壁质量等符合设计要求。

2.3 固壁处理

固壁处理是成槽施工后的关键步骤,直接关系到后

续混凝土浇筑的顺利进行。(1) 泥浆固壁的原理和方法。泥浆固壁的原理主要是利用泥浆的物理和化学性质在槽壁上形成一层坚固的泥皮,从而增强槽壁的稳定性。具体方法包括注入新鲜泥浆、调整泥浆性能、加强泥浆循环等。通过保持泥浆的连续注入和循环,可以确保槽壁表面始终被一层泥皮所覆盖,防止地下水渗透和槽壁坍塌。(2) 不同地质条件下泥浆的选择和配比。不同地质条件对泥浆的性能要求不同。在软弱地层中,应选用粘性强、稳定性好的泥浆;在坚硬地层中,则可适当降低泥浆的粘度以提高成槽效率。同时,还需根据地质条件和施工要求合理调整泥浆的配比和性能参数,以确保泥浆的固壁效果。(3) 固壁施工中的注意事项和质量控制措施。在固壁施工过程中,需加强泥浆性能的监测和调整工作,确保泥浆的性能稳定可靠。同时,还需注意泥浆的注入速度和注入量控制,避免对槽壁造成过大扰动。此外,还需加强施工现场的安全管理和环境保护工作,确保施工过程中的安全和环保要求得到满足^[3]。

2.4 混凝土浇筑

混凝土浇筑是混凝土防渗墙施工的最后道工序,也是决定工程质量的关键环节。(1) 浇筑前的准备工作。在混凝土浇筑前,需对槽段进行彻底清底和换浆处理,确保槽内无杂物和残留泥浆。同时,还需准备好足够的混凝土材料、浇筑设备和人员等,确保浇筑过程的顺利进行。(2) 混凝土防渗墙的浇筑工艺。混凝土防渗墙的浇筑通常采用导管法或泵送法。导管法是利用导管将混凝土从槽底向上逐步提升浇筑的方法,适用于较深的槽孔;泵送法则是利用混凝土泵将混凝土直接输送到槽内并进行浇筑的方法,适用于较浅的槽孔或特殊施工条件。在浇筑过程中需严格控制混凝土的塌落度、和易性等性能指标,确保混凝土质量满足设计要求。(3) 质量控制要点。在混凝土浇筑过程中需加强质量控制工作。这包括对混凝土原材料的质量进行检查、对混凝土浇筑过程进行监控、对混凝土质量进行检验和验收等环节。通过严格控制各项质量指标和工艺流程,可以确保混凝土防渗墙的质量稳定可靠。

2.5 接缝处理

接缝处理是混凝土防渗墙施工中不可忽视的重要环节。(1) 接缝处理的重要性和常见方法。接缝处理的好坏直接关系到混凝土防渗墙的防渗性能和整体稳定性。常见的接缝处理方法包括设置止水带、涂抹防水材料、采用弹性填充物等。这些方法都能够有效防止接缝处的渗漏和渗水问题发生。(2) 施工步骤和质量控制措施。在接缝处理过程中需严格按照施工步骤进行操作,并确

保各项质量控制措施得到落实。例如,在设置止水带时需确保其位置准确、固定牢固;在涂抹防水材料时需均匀涂抹、无遗漏;在采用弹性填充物时需确保其填充密实、无空隙等。通过加强接缝处理的施工质量控制工作可以确保混凝土防渗墙的整体质量和防渗性能得到保障^[4]。

3 水利工程施工中混凝土防渗墙施工质量控制

3.1 混凝土防渗墙施工过程中可能出现的质量问题及其原因

在混凝土防渗墙的施工过程中,由于多种因素的影响,可能会出现一系列质量问题。首先,槽壁坍塌是一个常见且严重的问题,这主要是由于泥浆性能不佳、无法有效支撑槽壁,或是地质条件复杂、地下水位较高等原因造成的。其次,成槽垂直度偏差过大也会影响防渗墙的整体质量,这通常与成槽设备精度不足、操作人员技术水平不高以及地质条件变化等因素有关。此外,混凝土浇筑过程中可能出现的质量问题包括混凝土塌落度控制不当、和易性差、浇筑不连续导致冷缝产生等,这些问题往往由原材料质量、配合比设计、搅拌工艺和浇筑方法等多个环节的不当操作引起。最后,接缝处理不当也是导致防渗墙渗水的常见原因,包括止水材料选择不合适、接缝面清理不彻底以及接缝处理技术不过关等。

3.2 提出针对性的质量控制措施

(1) 加强垂直度控制:选用高精度的成槽设备,并定期对设备进行校准和维护。加强操作人员的技术培训,提高其操作水平和垂直度控制意识。在成槽过程中,采用先进的测量和监控手段,实时监测槽孔垂直度,并及时调整纠偏。(2) 泥浆性能监测:制定科学合理的泥浆性能控制标准,并定期对泥浆的粘度、密度、pH值等关键指标进行检测。根据地质条件变化和施工进度,适时调整泥浆配比和性能参数,确保泥浆能够有效支撑槽壁并减少地下水渗透。(3) 混凝土浇筑质量检查:严格控制原材料质量,确保水泥、骨料等原材料符合标准要求。合理设计混凝土配合比,并根据实际情况进行调整优化。加强混凝土搅拌工艺控制,确保混凝土搅拌均匀且和易性良好。在浇筑过程中,密切关注混凝土塌落度变化,及时调整泵送速度或振捣方式。浇筑

完成后,及时进行质量检查和验收工作,确保混凝土强度、密实度等性能指标满足设计要求。(4) 接缝处理质量控制:选用质量可靠的止水材料并按照规范要求要求进行施工。在接缝处理前彻底清理接缝面并保持干燥无水分。采用适当的接缝处理技术如凿毛、涂刷界面剂等提高接缝面的粘结强度。接缝处理完成后进行必要的检验和试验工作以验证其防水效果。

3.3 强调施工过程中的安全管理和环境保护措施

在混凝土防渗墙施工过程中,安全管理和环境保护同样重要。施工单位应建立健全的安全管理体系和环境保护制度,明确各级管理人员和作业人员的安全环保责任。加强施工人员的安全教育和培训提高其安全意识和环保意识。同时采取有效措施加强施工现场的安全监管和环境保护工作如设置安全警示标志、穿戴安全防护用品、控制施工噪音和粉尘污染等确保施工过程的安全环保并减少对周边环境的影响。通过这些措施的实施可以全面提升混凝土防渗墙的施工质量为水利工程的稳定运行提供有力保障。

结束语

在水利工程施工中,混凝土防渗墙作为提升工程稳定性和安全性的重要结构,其施工工艺至关重要。通过深入研究成槽、固壁、混凝土浇筑及接缝处理等关键环节,结合严格的质量控制、安全管理和环境保护措施,可以有效提升防渗墙的防渗性能和整体质量。未来,随着技术的不断进步和经验的积累,混凝土防渗墙施工工艺将更加成熟和完善,为水利工程的可持续发展提供更加坚实的保障。

参考文献

- [1]肖华虎.解析水利水电工程建筑中混凝土防渗墙施工技术[J].低碳世界,2021,(09):89-90.
- [2]蔚琪.水利水电工程混凝土防渗墙施工技术[J].四川水泥,2019(07):62-63.
- [3]李瑜涛.水利水电工程混凝土防渗墙施工技术[J].水电水利,2021,(04):23-25.
- [4]吴旭.谈水利工程建设中混凝土防渗墙施工技术的应用[J].科技创新导报,2019,(03):19-21.