

水库大坝防渗墙施工技术研究

姚 龙

河南省水务规划设计研究有限公司成都分公司 四川 成都 610000

摘 要：防渗墙施工是复杂的过程，涉及施工准备、测量放线、成槽作业、清孔换浆和混凝土浇筑等关键步骤。关键技术包括成槽技术、泥浆护壁技术和混凝土浇筑技术。不同类型防渗墙具有各自的技术特点。施工质量控制措施涵盖原材料、施工过程和墙体质量检测。确保每一步骤严格控制，以保障防渗墙的质量和防渗效果。

关键词：水库大坝；防渗墙；施工技术；研究

引言：防渗墙作为地下工程的重要结构，对保障工程稳定性和安全性起着至关重要的作用。其施工流程复杂，涉及多个关键环节，每一步都需严格控制以确保墙体质量和防渗效果。从施工准备到成槽作业，再到混凝土浇筑，每个步骤都蕴含着关键技术要点。同时，施工质量控制措施也是确保防渗墙质量的关键。本文将深入探讨防渗墙的施工流程、关键技术要点及施工质量控制措施，为水利工程防渗墙的施工提供理论指导和实践参考。

1 防渗墙施工流程概述

防渗墙作为一种重要的地下工程结构，广泛应用于水利、土木、交通等领域，其主要功能是阻隔地下水或其他流体，保证工程结构的稳定性和安全性。防渗墙的施工流程是一个系统而复杂的过程，涉及多个关键环节，每个步骤都需严格控制，以确保最终墙体的质量和防渗效果。（1）施工准备是防渗墙施工流程的第一步，也是至关重要的一步。在这一阶段，需要对施工区域进行详细的勘察和规划，包括场地平整、障碍物清除等。场地平整是为了确保施工设备的顺利进场和作业，同时也有利于后续施工步骤的顺利进行。障碍物清除则是为了消除可能影响施工的各种因素，如石块、树根等，确保施工区域的清洁和整齐。（2）除了场地准备，施工材料的准备和检验也是施工准备阶段的重要内容。防渗墙的主要材料包括水泥、骨料等，这些材料的质量直接影响墙体的强度和防渗性能。因此，在施工前必须对这些材料进行严格的检验，确保其质量符合设计要求。对于水泥，需要检验其强度、安定性等性能指标；对于骨料，则需要检验其粒径、含泥量等指标。只有经过严格检验合格的材料，才能用于防渗墙的施工。（3）测量放线是防渗墙施工流程的下一步。这一步骤的目的是明确防渗墙的位置和走向，为后续的施工提供准确的定位。测量放线需要借助专业的测量仪器和方法，确保测量结果的准确性和可靠性。在测量放线过程中，还需要考虑

施工过程中的变形和误差，预留一定的余量，以确保最终墙体的位置和尺寸符合设计要求。（4）成槽作业是防渗墙施工的核心环节。成槽的质量直接影响墙体的质量和防渗效果。在成槽作业中，需要选择合适的成槽方法和设备，根据设计要求进行槽口的开挖和整形。成槽过程中要严格控制槽口的宽度、深度和倾斜度，确保槽口的形状和尺寸符合设计要求。同时，还需要注意槽口内壁的光滑度和平整度，以减少墙体与基础之间的接触阻力，提高墙体的防渗性能。（5）成槽完成后，需要进行清孔换浆作业。这一步骤的目的是去除槽内的沉渣和杂物，保证墙体与基础的紧密结合。清孔换浆需要采用专业的清孔设备和方法，将槽内的沉渣和杂物彻底清除干净。同时，还需要注入新的浆液，以填充槽内的空隙和裂缝，提高墙体的密实度和防渗性能。（6）最后进行的是混凝土浇筑作业。这一步骤是将混凝土浇筑入成槽中，形成完整的防渗墙体。在混凝土浇筑过程中，需要严格控制混凝土的配合比和浇筑速度，确保混凝土的质量和性能符合设计要求。同时，还需要注意混凝土的振捣和养护工作，以提高墙体的强度和耐久性^[1]。

2 关键技术要点

2.1 成槽技术

成槽是防渗墙施工的第一步，也是至关重要的一步。成槽方法的选择和实施，直接影响到槽孔的形状、尺寸和垂直度，进而影响到墙体的质量和防渗效果。目前，常见的成槽方法有冲击钻成槽和抓斗成槽两种。（1）冲击钻成槽适用于各种地层，其原理是通过钻头的冲击作用破碎土体，形成槽孔。这种方法的优点是设备简单、操作方便，但在较硬地层中效率相对较低，且对设备的磨损较大。因此，在选择冲击钻成槽时，需要充分考虑地层条件和设备性能，合理安排施工计划。（2）抓斗成槽则具有成槽速度快、精度高的特点，特别适用于较软地层。抓斗通过抓取和挖掘土体，形成规整的槽

孔。在施工过程中,需要严格控制抓斗的下放速度和抓取力度,以确保槽孔的形状和尺寸符合设计要求。同时,为了防止槽孔偏斜,还需要安装垂直度监测装置,实时调整设备参数,保证垂直度符合要求。(3)无论采用哪种成槽方法,都需要严格控制槽孔的垂直度。槽孔偏斜不仅会影响墙体的质量,还可能导致墙体与基础之间的接触不紧密,降低防渗效果。因此,在施工过程中,需要定期对槽孔进行垂直度检测,及时调整设备参数,确保槽孔的垂直度符合设计要求^[2]。

2.2 泥浆护壁技术

泥浆在防渗墙施工中起着至关重要的作用。它不仅能够护壁、防止槽壁坍塌,还能够携渣、冷却钻头,保证成槽的顺利进行。泥浆的性能指标如密度、黏度、含砂率等,对成槽效果和墙体质量有着直接影响。(1)在成槽初期,为了提高泥浆的护壁效果,可以适当增大泥浆的密度。密度较大的泥浆能够更好地附着在槽壁上,形成一层保护膜,防止槽壁坍塌。同时,泥浆的黏度也需要控制在合理范围内,以确保其携渣和冷却钻头的效果。(2)在清孔换浆阶段,则需要降低泥浆的含砂率。含砂率过高的泥浆会导致槽底沉渣过多,影响墙体的防渗效果。因此,在清孔换浆时,需要采用低含砂率的泥浆进行置换,确保槽底沉渣满足设计要求。(3)泥浆的维护和管理也是至关重要的。在施工过程中,需要定期对泥浆进行检测和维护,及时补充新鲜泥浆,淘汰不符合要求的旧泥浆。同时,还需要注意泥浆的储存和运输过程中的安全问题,防止泥浆泄漏和污染环境。

2.3 混凝土浇筑技术

混凝土浇筑是防渗墙施工的最后关键环节。采用导管法进行浇筑,能够确保混凝土在水下连续、均匀上升,形成完整的防渗墙体。在浇筑前,需要对导管进行密封性检查,防止泥浆混入混凝土中影响墙体质量。

(1)在浇筑过程中,需要控制好混凝土的浇筑速度和浇筑高度。浇筑速度过快可能导致混凝土出现分层和冷缝,影响墙体的整体性和密实性;浇筑高度过高则可能增加混凝土的侧压力,导致槽壁坍塌。因此,在浇筑过程中,需要根据实际情况合理调整浇筑速度和浇筑高度。(2)还需要做好混凝土坍落度、和易性等性能指标的检测工作。坍落度过大或过小都会影响混凝土的浇筑质量和防渗效果;和易性不良则可能导致混凝土出现离析和泌水现象。因此,在浇筑前需要对混凝土进行充分的试验和调配,确保其性能指标符合设计要求。(3)在浇筑过程中,还需要随时测量混凝土面上升高度,及时调整导管埋深。导管埋深过浅可能导致混凝土中混入泥

浆或空气,影响墙体的质量;埋深过深则可能增加导管的阻力,影响混凝土的浇筑速度。一般导管埋深控制在2-6米之间,具体埋深需要根据实际情况进行调整。

3 不同类型防渗墙技术特点

3.1 钢筋混凝土防渗墙

钢筋混凝土防渗墙以其高强度、优异的防渗性能和长久的耐久性,在大型水库大坝工程中得到了广泛应用。这类防渗墙能够承受巨大的水压和其他外力作用,确保大坝在极端工况下的稳定性。其墙体结构坚固,能够有效阻挡地下水和其他流体的渗透,为水库大坝提供可靠的防渗屏障。然而,钢筋混凝土防渗墙的施工工艺相对复杂,对施工技术要求严格。在施工过程中,钢筋的布置必须准确无误,以确保墙体的结构完整性。同时,混凝土浇筑过程中需要严格控制振捣力度和浇筑速度,确保混凝土密实均匀,避免出现空洞和裂缝。此外,钢筋混凝土防渗墙的成本较高,需要综合考虑工程的经济效益和长期运行的安全性^[3]。

3.2 塑性混凝土防渗墙

与钢筋混凝土防渗墙相比,塑性混凝土防渗墙具有更好的柔性和适应变形能力。这种防渗墙的弹性模量较低,能够与周围土体保持良好的变形协调性,有效避免墙体因坝体变形而开裂。因此,塑性混凝土防渗墙特别适用于地质条件较为复杂、坝体变形较大的中小型水库大坝工程。塑性混凝土防渗墙的施工成本相对较低,施工工艺也相对简单。这使得它在一些资金有限、施工技术水平相对较低的地区具有广泛的应用前景。然而,需要注意的是,塑性混凝土防渗墙强度相对较低,可能无法满足一些对防渗要求极高的工程需求。因此,在选择使用时,需要综合考虑工程的实际需求和经济条件。

3.3 黏土混凝土防渗墙

黏土混凝土防渗墙以黏土为主要掺和料,具有成本低、材料来源广泛等优点。黏土的加入不仅降低了混凝土的成本,还改善了混凝土的和易性和抗渗性能。这种防渗墙适用于对防渗要求不太高、地质条件较好且当地黏土资源丰富的水库大坝工程。黏土混凝土防渗墙的施工相对简单,对施工技术要求不高。然而,其防渗性能和强度在一定程度上受黏土质量与掺和比例的影响。因此,在施工过程中,需要严格控制黏土的质量和配合比,确保防渗墙的性能满足设计要求。此外,由于黏土混凝土防渗墙强度相对较低,可能无法承受较大的水压和外力作用,因此在使用时需要谨慎考虑工程的实际需求和安全性要求。

4 施工质量控制措施

4.1 原材料质量控制

原材料是构成防渗墙的基础,其质量直接影响到墙体的强度和防渗性能。因此,对水泥、骨料、外加剂等原材料进行严格检验是防渗墙施工质量控制的首要环节。每批原材料进场时,都必须具备质量合格证明文件,这是原材料质量的基本保障。同时,按规定进行抽样检测也是必不可少的步骤。例如,对于水泥,需要检测其强度、凝结时间、安定性等指标,确保符合国家标准;对于骨料,需要检测其粒径、含泥量等,以满足设计要求。在检测过程中,一旦发现不合格原材料,必须坚决杜绝使用,从源头上保障防渗墙的施工质量。

4.2 施工过程质量控制

施工过程是防渗墙质量控制的关键环节。为了确保施工过程的顺利进行和墙体质量的可控性,必须建立严格的质量监督体系,对每个施工环节进行实时监控。

(1) 在成槽过程中,需要监控槽孔的垂直度和泥浆性能。槽孔垂直度是墙体质量的重要指标之一,必须通过安装垂直度监测装置和实时调整设备参数来确保垂直度符合要求。泥浆性能则直接影响到槽壁的稳定性和墙体的防渗效果,因此必须严格控制泥浆的密度、黏度、含砂率等指标。(2) 在混凝土浇筑时,需要监控浇筑速度和导管理深。浇筑速度过快可能导致混凝土出现分层和冷缝,影响墙体的整体性和密实性;导管理深过浅或过深都可能对混凝土的浇筑质量产生不良影响。因此,必须根据实际情况合理调整浇筑速度和导管理深,确保混凝土浇筑过程的顺利进行。(3) 定期对施工设备进行维护与校准也是施工过程质量控制的重要环节。设备运行状态的良好与否直接影响到施工精度和墙体质量。因此,必须建立设备维护制度,定期对设备进行检查、维护和校准,确保设备处于最佳运行状态。

4.3 墙体质量检测

墙体浇筑完成后,必须对墙体质量进行检测,以验证施工质量和满足设计要求。常用的检测方法有钻孔取

芯法和无损检测法。(1) 钻孔取芯法通过钻取墙体芯样进行抗压强度、抗渗性能等试验,直观判断墙体质量。这种方法虽然具有一定的破坏性,但能够准确反映墙体的实际质量情况。(2) 无损检测法则如超声波检测等,可以在不破坏墙体的前提下检测墙体内部是否存在缺陷。这种方法具有操作简便、快速准确等优点,在墙体质量检测中得到了广泛应用。(3) 根据检测结果,对不合格部位必须及时进行处理。对于轻微的缺陷,可以采取修补措施;对于严重的缺陷,则必须返工重做。只有确保防渗墙整体质量符合设计要求,才能为水利工程的安全运行提供有力保障^[4]。

结束语

防渗墙施工是一项系统而复杂的工程,其质量直接关系到水利工程的稳定性和安全性。通过严格的原材料质量控制、施工过程质量监控以及墙体质量检测等措施,可以确保防渗墙的施工质量和防渗效果。成槽技术、泥浆护壁技术和混凝土浇筑技术等关键技术要点的掌握和应用,是防渗墙施工成功的关键。在施工过程中,必须注重细节,严格控制各项指标,确保每一步骤都符合设计要求。只有这样,才能建造出高质量、高耐久性的防渗墙,为水利工程的安全运行提供坚实的保障,推动水利事业的持续发展。

参考文献

- [1]覃祯雷.研究混凝土防渗墙施工技术在水库主坝施工中的应用[J].中华建设,2022(12).
- [2]阿拉坦吐力古尔.水库大坝混凝土防渗墙施工质量控制及实施效果[J].水科学与工程技术,2020(4):4.
- [3]倪乐峰.混凝土防渗墙在龙门口水库大坝防渗加固设计中的应用[J].水利科学与寒区工程,2022,5(11):121-124.
- [4]曾小波.混凝土防渗墙在水库大坝防渗设计中的应用[J].黑龙江水利科技,2022,50(7):133-136.