

水利工程中混凝土防渗墙施工技术浅析

谭 国 雷军军 李 浩

中大智能科技股份有限公司 湖南 长沙 410005

摘 要：混凝土防渗墙在水利工程中扮演着至关重要的角色，其施工技术直接关系到工程的安全与稳定。通过测量放线、成槽及混凝土浇筑等关键步骤，构建起一道坚实的防渗屏障。然而，施工中常面临设计缺陷、质量控制难题及地质条件挑战。本文旨在探讨这些技术要点及现存问题，并提出相应的预防措施，以为水利工程混凝土防渗墙施工提供参考。

关键词：水利工程；混凝土防渗墙；施工技术

引言

水利工程作为国家基础设施建设的重要组成部分，其安全性与稳定性至关重要。混凝土防渗墙作为水利工程中不可或缺的防渗结构，其施工技术的优劣直接影响到工程的整体性能。随着技术的进步，混凝土防渗墙施工技术不断更新和完善，但仍存在一些问题亟待解决。本文将对混凝土防渗墙的施工技术及其现存问题进行深入分析，并提出相应的预防措施。

1 混凝土防渗墙概述

混凝土防渗墙，作为水利工程中的关键结构，是一种深埋于坝基或河岸之下，用以截断地下水流、防止水体渗漏的地下连续墙。它主要由混凝土材料构成，因其卓越的防渗性能和结构稳定性，被广泛应用于各类水利水电工程的防渗处理中。在设计与施工过程中，混凝土防渗墙需依据具体工程的地质条件、水文状况及防渗要求进行定制。墙体通常采用分段建造的方式，通过连续造孔、泥浆固壁、灌注混凝土等工序，形成一道连续、密实的防渗屏障。墙体的厚度、深度以及混凝土材料的配比，均需经过精确计算与试验，以确保防渗墙的整体强度和防渗效果。混凝土防渗墙的材料选择至关重要。一般采用高强度、低渗透性的混凝土，并可根据需要掺入适量的外加剂，以提高混凝土的抗渗性能和施工性能。对于特定的工程环境，如高水压、强腐蚀等，还需对混凝土进行特殊处理，以满足长期稳定的防渗要求。混凝土防渗墙以其卓越的防渗性能和结构稳定性，在水利水电工程中发挥着不可替代的作用。通过科学的设计、严格的施工以及优质的材料选择，可以确保混凝土防渗墙的长期稳定运行，为水利工程的安全运行提供有力保障。

2 水利工程中混凝土防渗墙施工技术

2.1 测量放线技术

测量放线是混凝土防渗墙施工的首要基础工作，其

精度直接关系到后续施工的准确性与整体工程质量。在实施测量放线时，首先要依据工程设计图纸所给定的坐标控制点，运用高精度的测量仪器，如全站仪等，对防渗墙的轴线位置进行精确测设。在测设过程中，需对仪器进行严格校准，确保仪器各项参数处于正常状态，以保障测量数据的可靠性。将测设出的轴线控制点标记在实地后，要采用合理的保护措施，避免其受到施工活动或外界因素的破坏。然后根据设计要求，对槽段的具体位置进行详细划分与标注，确定每个槽段的边界，划分槽段时，需充分考虑地质条件、墙体结构以及施工工艺等因素，使槽段长度和宽度既能满足施工便利，又能保证墙体的防渗性能。为了进一步确保测量放线的准确性，在完成初步测量后，要进行多次复核。通过不同测量方法或不同测量人员的重复测量，对比测量数据，及时发现并纠正可能存在的误差，只有在测量结果满足设计和规范要求后，才能进行后续的成槽施工，为整个混凝土防渗墙施工筑牢坚实的基础^[1]。

2.2 成槽技术

成槽是混凝土防渗墙施工的关键环节，其施工质量直接影响到墙体的防渗效果和整体稳定性。常见的成槽方法包括冲击式成槽、回转式成槽和抓斗式成槽等，每种方法都有其适用的地质条件和施工特点。冲击式成槽是利用冲击钻的冲击力破碎岩土，使泥浆循环将钻渣带出孔外形成槽孔。在施工时，要根据地质情况合理调整冲击钻的冲程和频率，冲程过大可能导致槽壁坍塌，过小则影响成槽效率，要确保泥浆的质量和性能，泥浆不仅起到护壁作用，还能悬浮钻渣，保证成槽的顺利进行。回转式成槽是通过回转钻机的钻头旋转切削岩土，利用泥浆循环排渣，施工过程中，要严格控制钻机的转速和扭矩，防止因操作不当造成槽壁垂直度偏差。要实时监测槽壁的稳定性和槽壁垂直度，一旦发现槽壁有坍塌迹象，应立即

即停止施工,采取相应的处理措施,如加大泥浆比重、调整泥浆性能等。抓斗式成槽则是利用液压抓斗直接抓取岩土形成槽孔,这种方法成槽效率高,但对设备的性能和操作人员的技术要求较高。在抓斗作业时,要保证抓斗的垂直度,避免出现槽孔偏斜,要注意抓斗的挖掘深度,确保每个槽段达到设计深度,为后续的混凝土浇筑提供合格的空间。

2.3 混凝土浇筑技术

混凝土浇筑是混凝土防渗墙施工的最后关键步骤,直接决定着防渗墙的质量和防渗效果。在混凝土浇筑前,要对浇筑设备进行全面检查和调试,确保设备运行正常,如混凝土输送泵的泵送能力、管道连接的密封性等。采用导管法进行混凝土浇筑,导管的直径和间距要根据混凝土的性能和浇筑要求合理确定。在浇筑过程中,要确保导管始终埋入混凝土中一定深度,一般控制在2-6米,防止泥浆混入混凝土中影响墙体质量。要连续均匀地浇筑混凝土,避免出现中断现象,若因特殊原因中断,中断时间不宜过长,否则可能导致混凝土初凝,影响墙体的整体性。在浇筑过程中,要实时监测混凝土的坍落度和扩散度等性能指标,使其满足设计和施工要求。当混凝土浇筑至设计高程后,要进行适当的振捣,排除混凝土中的气泡,使混凝土更加密实,提高墙体的强度和防渗性能。还要做好混凝土试块的制作和养护工作,以便后续对混凝土的强度等性能进行检测,确保混凝土防渗墙的质量完全符合工程要求,有效发挥其在水利工程中的防渗作用^[2]。

3 水利工程中混凝土防渗墙施工现存问题

3.1 设计问题

在水利工程混凝土防渗墙设计环节,存在诸多关键问题。部分设计人员对工程现场实际情况掌握不足,未能全面考量工程所在地的人文地质条件、周边环境因素以及工程自身的运行要求等。例如,对地下水位的动态变化预估不够准确,导致防渗墙深度设计不合理,若防渗墙深度过浅,无法有效截断地下水渗透路径,在长期运行过程中,容易引发渗漏问题,影响水利工程的正常运行和安全稳定。在墙体材料设计方面,未能充分结合工程实际需求选择合适的混凝土配合比,不同的水利工程对混凝土的强度、抗渗性、耐久性等性能要求各异。若设计的混凝土配合比不当,可能使混凝土防渗墙的强度无法满足工程运行期间的受力要求,或者抗渗性能不足,难以有效阻挡地下水的渗透,从而降低防渗墙的使用寿命,增加后期维护成本。设计中对防渗墙的结构形式选择也至关重要,不同工程在地质条件、环境因素等

方面差异大,若未依其特点选适宜结构,会加大施工难度,致工艺复杂,还使质量管控难,最终严重影响防渗效果。

3.2 施工质量控制问题

施工质量控制是混凝土防渗墙施工的关键环节,然而目前存在不少问题。在施工过程中,施工工艺的执行缺乏严格监管。例如,在成槽施工时,泥浆的制备和使用不符合规范要求。泥浆的主要作用是护壁和携渣,若泥浆的密度、黏度等指标控制不当,会导致槽壁坍塌,影响成槽质量,进而影响防渗墙的整体质量。在混凝土浇筑过程中,若浇筑速度控制不好,可能出现浇筑不连续、堵管等问题,使混凝土防渗墙出现断桩、夹泥等缺陷,严重削弱防渗墙的防渗性能和承载能力。施工人员的专业素质和责任心参差不齐。部分施工人员缺乏必要的专业技能培训,对混凝土防渗墙施工的关键技术要点掌握不足,在施工操作中容易出现失误,一些施工人员责任心不强,不严格按照施工规范和操作规程进行作业,随意简化施工流程,这无疑为工程质量埋下了隐患。施工现场的质量检测手段和设备也可能存在不足,无法及时、准确地检测出施工过程中的质量问题,导致问题未能得到及时解决,最终影响整个混凝土防渗墙的质量^[3]。

3.3 地质条件影响

地质条件对水利工程混凝土防渗墙施工有着显著影响。复杂的地质构造可能给施工带来诸多困难。例如,在岩溶地区进行混凝土防渗墙施工时,由于地下溶洞、溶沟等岩溶形态发育,使得地层的稳定性较差。在成槽过程中,槽壁极易坍塌,难以形成规则的槽段,增加了施工难度和施工成本,溶洞内的填充物性质不稳定,可能会对混凝土的浇筑产生不利影响,如造成混凝土流失、浇筑不密实等问题,严重影响防渗墙的质量。在各类地层施工过程中,软硬不均现象较为常见,一旦遇到坚硬岩石层或孤石,成槽设备在作业时就会面临强大阻力,施工效率大幅降低,更严重时,还可能致使设备关键部件损坏。软硬不均的地层会使槽壁在施工过程中受力不均匀,容易引发槽壁变形、坍塌等问题,特殊的地质条件还可能导致地下水的赋存状态复杂,地下水流速过大可能会冲刷槽壁,破坏泥浆护壁,影响成槽质量,也可能在混凝土浇筑过程中,对混凝土产生冲刷作用,导致混凝土离析,影响防渗墙的性能。

4 水利工程中混凝土防渗墙施工问题的预防措施

4.1 设计优化措施

(1) 在进行混凝土防渗墙设计时,需精准计算墙体

厚度。依据工程所在地的水头压力、地质特性以及工程预期的防渗标准,通过严谨的力学分析与模拟计算,确定适宜的墙体厚度。过薄的墙体难以满足防渗要求,过厚则会造成资源浪费。比如在高水头的水利工程中,墙体厚度应适当增加以承受更大压力。(2)在建筑施工中,墙体材料的合理选择是保障工程质量与安全的关键环节。不同工程环境,像沿海高湿度、化工园区等特殊场景,对混凝土性能有着不同要求,耐久性、抗渗性、强度等因素都需综合考量。比如在有侵蚀性介质的环境,普通混凝土易被腐蚀,必须采用抗侵蚀性能好的混凝土材料。施工时,添加减水剂、引气剂等外加剂,能改善工作性能,掺和粉煤灰、矿渣粉等,既能降低成本,又能增强抗渗和抗侵蚀能力,确保建筑稳固。(3)优化墙体结构形式。结合工程实际状况,选择合适的墙体结构,如刚性防渗墙、柔性防渗墙等。对于地质条件复杂的区域,可采用组合式墙体结构,发挥不同结构形式的优势,提高防渗墙的整体稳定性和防渗效果。

4.2 施工质量控制措施

(1)严格把控原材料质量。对水泥、骨料、外加剂等原材料进行严格检验,确保其各项性能指标符合设计要求。水泥应选择质量稳定、强度等级合适的产品;骨料的粒径、级配要符合标准,含泥量等杂质需控制在规定范围内;外加剂的品种和掺量要根据混凝土性能要求精准确定,保证原材料质量是保证混凝土防渗墙质量的基础。(2)规范施工工艺。在成槽过程中,控制好泥浆的性能指标,如密度、黏度、含砂率等,确保槽壁的稳定。混凝土浇筑时,采用合适的浇筑方法和设备,保证浇筑的连续性和密实性,防止出现断桩、夹泥等质量问题。严格按照施工规范进行每一道工序操作,避免因施工工艺不当导致质量隐患。(3)施工过程监测是保障建筑质量的关键环节。在施工时,应充分运用先进的监测技术,像高精度全站仪、激光测距仪、应力应变传感器等设备,对墙体垂直度、混凝土浇筑高度、墙体应力应变等关键参数进行实时监测。这些数据能直观反映施工状态,一旦发现异常波动,施工团队需迅速响应,及时调整施工参数,比如调整混凝土配合比、改变浇筑速度等,或采取相应加固措施,确保施工质量全程可控^[4]。

4.3 地质条件应对措施

(1)详细勘察地质条件。在工程前期,开展全面、深入的地质勘察工作,详细了解地层结构、岩土特性、地下水位等信息。通过地质勘察,绘制准确的地质剖面图,为后续的设计和施工提供可靠依据,避免因地质情况不明而导致施工问题。(2)针对不同地质条件采取相应处理措施。在施工过程中,地层情况千差万别,处理方式也需精准适配。当遭遇软弱地层,因其自身强度不足,极易导致槽壁坍塌,可采用注浆加固等预加固手段,通过注入浆液填充地层孔隙,提升地层的承载能力与稳定性。面对存在孤石、漂石等障碍物的地层,普通成槽设备难以施展,需选用冲击钻破碎等方法,借助冲击钻的强大冲击力破除障碍,确保成槽施工顺利推进。(3)制定应急预案。由于地质条件复杂且充满不确定性,微小变化都可能引发严重后果,因此制定完善的应急预案十分必要。针对可能出现的涌水、涌砂、坍塌等突发地质情况,预案要明确各部门职责、抢险流程和应急资源调配方案。一旦发生险情,能迅速启动预案,各环节紧密配合,采取有效抢险措施,最大程度减少损失,保障工程安全顺利推进。

结语

综上所述,水利工程中混凝土防渗墙的施工是一项复杂而精细的工程,其质量直接关系到水利工程的整体安全与稳定。面对设计、施工质量控制及地质条件等多方面的挑战,我们必须采取科学有效的措施,不断优化设计方案,强化施工质量控制,灵活应对地质条件变化。只有这样,才能确保混凝土防渗墙的施工质量和效果,为水利工程的长期安全运行提供坚实保障。

参考文献

- [1]丁毅,李绍燕,彭保栓.水利工程中混凝土防渗墙施工技术浅析[J].南北桥,2022(15):166-168.
- [2]杨喜清,王艳丽.水利工程中混凝土防渗墙施工技术浅析[J].空中美语,2021(9):1069-1070.
- [3]程庆鑫.水利工程中混凝土防渗墙施工技术浅析[J].国际援助,2022(13):88-90.
- [4]王晓伟.水利工程混凝土防渗墙施工质量控制技术[J].江西水利科技,2020(05):85-86.