

水利水电工程混凝土防渗墙施工技术与应用管理

李念

四川路航建设工程有限公司，四川成都，610000；

摘要：水利水电工程混凝土防渗墙技术作为工程防水抗渗的核心手段，其凭借高超的隔水性能和可靠的结构稳定性，为水利水电工程稳定运行奠定了坚实的基础保障。然而，面对复杂多变的地质条件，这项技术在实际应用中暴露出了诸多问题，也对工程交付使用后的安全运行造成了严重影响，因此强化工程施工技术应用管理刻不容缓。以下本文简要阐述了水利水电工程实施混凝土防渗墙技术的重要性，并对几种混凝土防渗墙技术类型及应用进行了深入总结，最后针对水利水电工程提出了几点应用管理措施，旨在提高水电水电工程施工质量，本文内容存在一定的局限性，仅供参考。

关键词：水利水电；混凝土防渗墙；应用管理；重要性

DOI：10.69979/3060-8767.24.05.004

源于能源结构调整和民生需求，水利水电工程项目越来越多，水利水电工程作为民生福祉工程，通过利用先进多样的施工技术，有效实现了能源供应、水资源利用、生态环境以及社会经济的可持续发展。在水利水电工程中，由于坝体、围堰等结构长时间受水压力及渗透的作用，进而导致管涌、渗漏问题频发，严重影响工程安全。而混凝土防渗墙施工技术以其良好的防渗性能及较高的耐久性能，已然成为了水利水电工程中的核心技术，有力保障了工程在复杂的水情下稳定运行，现如今虽然混凝土防渗墙技术不断突破发展，但是面对复杂的地质条件和工程要求，仍然需要加强管理。

1 水利水电工程混凝土防渗墙技术的重要性

1.1 保障工程安全稳定

水利水电工程，坝体及围堰结构长时间在复杂的水情环境下运行，因此对防渗性要求非常高，若工程防渗性能不佳，很容易出现渗漏、管涌等问题，进而威胁工程安全。而混凝土防渗墙施工能够有效阻断渗流通道，阻止水的渗透，避免工程因渗透问题而导致的土体流失、地基软化问题。水利水电工程防渗问题解决，其坝体、围堰结构稳定性得到有效提高，工程安全运行也得到了一层有力保障。

1.2 提升水资源利用效率

水利水电工程长期高水位运行或者骤涨骤落，易对工程结构产生较大的渗漏压力，那些原本的微小裂缝会随着时间的变化而扩大，进而导致渗漏，工程一旦发生渗漏风险，不仅会造成大量的水资源减少，无法达到设计的供水、灌溉、发电等效益，而且对周边居民的生产生活用水造成影响，因

此混凝土防渗墙技术能够最大限度的降低水利水电工程防渗漏事件的发生，让水库、渠道等需水量达到设计标准，确保水资源合理调配和利用，满足社会可持续发展。

1.3 适应复杂的地质条件

水利水电工程地质条件十分复杂，像被深厚的松散堆积物覆盖的区域、还有布满岩溶洞穴、溶蚀裂隙的岩溶地带，这些复杂的地质情况为工程建设带来极大的挑战。而混凝土防渗墙技术适应性极强，可以根据不同的地质条件进行施工作业，而且在各类复杂的地层中能够构建极强的防渗体系，并通过调整施工参数与材料，进而提升水利水电工程防渗要求的科学性，合理性^[1]。

2 水利水电工程混凝土防渗墙施工技术类型及实操应用

2.1 槽孔型混凝土防渗墙技术

槽孔型混凝土防渗墙施工技术在水利水电工程中是一种极为重要的防渗结构形式，该工艺一般适用于深厚覆盖地基的大坝、堤防等工程，在这些工程中地下水流问题极为突出。而槽孔型混凝土防渗技术能够有效深入地基，形成一道连续且极强的防渗屏障，阻断地下水流路径，保障工程稳定运行。如向家坝水利水电工程，位于云南水富市与四川宜宾市交界的金沙江下游河段，其围堰基础深厚，最厚处高达 70 余米，水流流速平均每秒约为 3 米。该工程经过多方商讨最终采用槽孔型混凝土防渗技术。具体实操流程如下：第一，成槽混凝土浇筑施工前，施工人员对施工场地杂物进行清除并平整场地，然后施工单位牵头，组织建设、设计、监理单位等其

他单位依据工程设计文件、地质勘察报告以及相关施工规范将该工程施工区域划分为若干槽段，每段长为 6-8 米左右。第二，选用合适的冲击钻对付坚硬孤石和深层复杂地层，利用冲击钻的强大冲击力，将岩石击碎成小块，在整个冲击过程，施工人员严控冲程与频率，有效避免孔壁坍塌。对于较软的土层，施工人员采用旋挖钻进行处理。槽孔挖掘成功后，施工人员利用砂石泵设备将槽底的沉渣和孔壁泥皮抽出。待槽孔作业达到规范要求后，将预先制作好的钢筋笼采用专用的吊具和起吊设备，按照既定路线，保持钢筋笼垂直，缓慢匀速地将其下放至槽孔内。钢筋笼下放后工作人员在槽孔内安装导管，导管底部与槽底保持约为 30-50 厘米左右，然后在导管底部进行混凝土浇筑，槽孔混凝土防渗技术对混凝土泥浆要求十分严格。此次槽孔混凝土浇筑泥浆施工人员严格控制标准，泥浆密度清孔换浆后不大于 $1.30\text{g}/\text{cm}^3$ ，钻孔时在 $1.1 - 1.25\text{g}/\text{cm}^3$ ；黏度清孔换浆后不大于 30s，一般漏斗黏度 18 - 90s；含砂量清孔换浆后不大于 10%，正常不超 5%；胶体率不低于 96%；pH 值控制在 7 - 12 之间。在浇筑过程中，施工人员将导管埋深控制在 2-6 米左右，将混凝土的坍塌度控制在 18-22 厘米左右。浇筑完成之后，施工人员通过钻孔取芯法检测混凝土强度、抗渗性、完整，并观察芯样有无蜂窝、孔洞。最后通过渗压观测检查实际防渗效果，全面保障混凝土浇筑合格，设计符合标准^[2]。

2.2 自凝灰浆防渗墙施工技术

自凝灰浆防渗墙施工技术主要施工原理是利用专用设备造孔，将自凝灰胶浆体注入孔内，浆体在一定时间内依靠自身的胶凝性能和与孔壁土的相互作用，在地下形成连续的具有一定强度和抗渗性能的墙体，从而达到防渗止水的目的。该技术一般适用于施工速度要求高，地质条件相对稳定的工程中。如某小型水库大坝存在渗漏问题，严重威胁坝体安全，经各方评估最终采用自凝灰浆防渗技术进行加固。具体实操流程如下：（1）首先施工单位对施工场地进行了全面的平整，然后根据施工要求搭建施工平台。最后依据相关设备对施工材料质量进行了详细的检查，并依据设计图纸进行测量放线及桩位布置。（2）施工人员选用合适的冲击钻，依据设计要求以 15 米深度的标准开展造孔作业，并严格把控孔径深度尺寸。在造孔过程中，施工人员全程采用精心调配的泥浆护壁工艺，泥浆由专业的泥浆搅拌机按照特定比例调制而成，其主要成分包括优质黏土、添加剂等，具有良好的护壁性能和悬浮携渣能力。泥浆通过泥浆泵不断地输送至钻孔内，在孔壁周围形成一层坚固的泥皮，有效防止孔壁坍塌，保障了孔

壁的稳定。（3）造孔结束后，施工人员仔细清孔换浆，并按照设计配合比拌制自凝灰浆，通过导管灌注孔内，而导管采用的是无缝钢管，灌注时先在导管内放置隔水球，然后将自凝灰浆通过漏斗注入导管内，随着自凝灰浆的注入，隔水球被挤出导管，自凝灰浆逐渐填充钻孔，在灌注过程中，施工人员严格秉持边灌边提升导管的原则，有效提高了自凝灰浆灌注的均匀性，连续性。针对相邻墙体，施工人员严格把控连接部位的搭接长度，在搭接处与已完成墙体同步少量灌注自凝灰浆，确保其紧密衔接。（4）完工后施工人员根据雷达波，分析防渗墙内部结构，并对比施工前后数据，渗流量大幅度降低^[3]。

2.3 多头深层搅拌法防渗墙施工技术

该工艺常用于软土、淤泥质土等软弱地层，其主要应用原理是使用多头深层搅拌机，将水泥浆与泥粉与土体进行强制搅拌，进而形成水泥土桩，桩与桩相互搭接形成水泥土防渗墙。在某新建水利工程中，施工单位采用该工艺构建防渗墙。以下就多头深层搅拌法防渗墙施工工艺应用进行介绍，首先施工人员依据设计要求确定防渗墙位置，放出轴线，调试多头深层搅拌机，准备好水泥浆制备系统。然后启动桩机，让钻头沿指定桩位垂直下沉，按要求将下沉速度控制在 $0.5 - 1.0\text{m}/\text{min}$ ，同时持续喷入固化剂。下沉至设计深度后，以 $0.3 - 0.5\text{m}/\text{min}$ 的速度提升并搅拌。之后再下沉至桩底，提升搅拌。完成一根桩施工后，桩机移位至下一桩位，重复操作，桩桩搭接形成防渗墙^[4]。

3 应用管理措施

3.1 水利水电工程前置阶段的规划与管控

在水利水电工程混凝土防渗墙施工中，项目前期的筹备与相关部署工作至关重要，其前期的规划与管控决定着项目的顺利实施与工程质量的提升。因此水利水电工程前置阶段的规划与管控应从以下四个方面进行。第一施工单位、监理单位、建设单位应合力组织专家团队对施工技术方案展开深度探讨，如结合工程所在地的地质条件、水文状况以及项目的预期目标，对方案中的关键内容进行详细的审核。以多头深层搅拌法防渗墙工艺为例，在方案审核中需要重点审核多头深层搅拌法的桩长，桩径，搅拌参数是否满足防渗要求，防渗墙的造孔工艺，墙体材料是否合理可行。并对施工过程中可能出现的坍塌、机械故障等安全问题制定应急预案。与此同时泥浆排放，噪声控制环保措施都需要严格审核。最重要的是施工后的防渗墙养护、质量检验方法的合规性都需要进行全面且细致的审核与监督。水利水电工程混凝土防渗墙施

工前置阶段只有做好规划与管控,方案才会更加科学合理,才能与工程实际更加契合,工程质量、经济效益也能得到最大的提升。第二,设计单位、施工单位技术负责人及专业技术人员、监理单位应共同做好技术交底工作,如通过书面讲解、书面资料等方式,将设计意图、施工要求等进行准确传达。第三,材料是工程的血液,也是工程建设的关键,因此水利水电工程项目更应该重视材料质量的控制。而在材料的采购阶段,各参建单位应相互配合,组织专业的供应商评估单位,挑选出优质、信誉良好的供应商让其提供材料。针对水泥、砂头、外加剂等关键原材料,应当让供应商提供详细质量证明文件,还应该对原材料决心多次抽样检查。如水泥的凝结时间、强度等级、砂石的颗粒配级、含沙量等关键指标一定要符合国家检验标准,只有严格把控材料质量,才能确保材料的性能达标。才外工程施工设备方面也不能马虎大意,设备选择上应依据工程规模,技术要求、联合专业人士选型。深层搅拌机、成槽机的功率,混凝土搅拌机搅拌容量、旋转机的功率、扭矩等相关参数都需要与工程紧密适配。设备正式入场之前,施工单位应该安排专员进行全面的调试与检验,小到零件,大到设备整体运行各个细节需要做好检查。只有做到精益求精,才能保障设备高效稳定运行,工程项目顺利推进。第四,合理规划施工现场布局,规划材料堆放区,设备停放区以及混凝土搅拌场。与此同时,施工之前场地的平整、通水通电等基础工作必不可少,而且工人的临时生活场所都需要做好划分,只有做好现场筹备,才能为施工人员创造一份安全良好的施工环境,后续施工才会更加安全顺利。

3.2 施工过程中的管理

施工过程管理是保障工程顺利推进,达成质量目标的核心所在,也肩负着多重关键职责。因此在人员管理方面,应依据工程需求合理安排人力资源,确保人力资源得到充分利用。此外施工单位应定期组织人员进行专业培训工作,培训内容主要涵盖施工技术、工艺、安全操作等。施工质量、安全管理及施工进度是助力工程精准达到预期目标的几大核心要素,通过制定详细的进度计划,运用科学的项目管理工具,实时监督施工进度,及时解决进度滞后问题。建立严格的质量管控体系,从材料进场检验到各施工环节的质量验收,层层把关。强化安全管理,设置安全警示标识,定期进行安全

检查,消除安全隐患。与此同时项目管理人员应积极协调各施工环节以及各参建单位之间的关系,确保沟通顺利,职责分明。水利水电工程施工只有凝聚各方力量,才能保障工程早日达到既定目标^[5]。

3.3 交付使用后管理

工程交付使用之后,管理工作至关重要,其关系到水利水电工程的长久运行。

因此运营单位需要构建一套完善的定期检查机制,安排专业技术人员,按合理确定时间,运用先进的检测设备,对混凝土防渗墙进行全面勘查。一旦发现裂缝,哪怕是极其细微的缝隙,都要立即标记并分析成因;若有渗漏问题,迅速定位渗漏点,采取有效堵渗措施。同时,利用高精度监测仪器,对防渗墙的变形、应力等运行状况进行实时监测,将收集的数据进行深入分析评估,为后续维修、加固等工作提供精准依据,全方位保障水利工程稳定运行。

4 结语

水利水电工程作为国家民生工程,在社会发展中扮演着至关重要的角色,而混凝土防渗墙技术作为水利水电工程的关键防线,其施工技术与应用管理不容出现一丝纰漏。展望未来社会发展趋势,只有我们不断提升水利水电工程施工技术与管理水平,才能让水利水电工程持续为社会发挥更大的作用。

参考文献

- [1]石立柱.水利水电工程中混凝土防渗墙施工技术的应用管理探讨[J].石油化工建设,2023,45(4):121-123.
 - [2]杨新江.浅谈水利水电工程混凝土防渗墙施工技术与应用管理[J].水利电力技术与应用,2024,6(5).
 - [3]黄军.水利水电工程中塑性混凝土防渗墙施工工艺及应用[J].科学与财富,2023(10):118-120.
 - [4]丛彬地.分析水利水电工程技术建筑中混凝土防渗墙施工技术[J].砖瓦世界,2021(13):294.
 - [5]窦连运.混凝土防渗墙施工技术在水利水电工程中的应用探讨[J].电脑校园,2021(12):9883-9884.
- 作者简介:李念,(1990.09.21),女,汉族,四川广安人,本科,工程师,目前从事工程管理工作。