

# 水利水电工程中灌浆施工技术的应用

章科锋

浙江钱塘江水利建筑工程有限公司

DOI:10.12238/hwr.v9i2.6114

**[摘要]** 随着社会发展的需要,水利水电工程的规模与数量不断扩大,因此如何确保工程建设的质量安全,成为一个值得重视的问题。灌浆施工技术作为水利水电工程中常用的一种施工技术,有着极其重要的地位。实施灌浆施工可以有效解决岩土工程的紧急处理、改性与封闭等问题,从而实现防止地下渗漏、增强稳定性等功能,为水利水电工程的顺利进行提供了坚实的基础。该论文主要对水利水电工程中灌浆施工技术的应用进行了深入研究和探讨,内容包括灌浆技术的基本原理、施工方法以及具体应用案例等。研究结果显示:合理采用高效的灌浆施工技术,可以极大地提升水利水电工程的抗渗性能和结构稳定性,有利于延长工程寿命和提高工程安全性。同样该研究中所得出的灌浆施工的关键技术与措施,对于指导实际工程施工具有重要的实践意义和应用价值,可为相关项目的建设提供参考。

**[关键词]** 水利水电工程; 灌浆施工技术; 抗渗性能; 结构稳定性; 工程安全性

中图分类号: TV52 文献标识码: A

Application of grouting construction technology in water conservancy and hydropower projects

Kefeng Zhang

Zhejiang Qiantang River Water Conservancy Construction Engineering Co., Ltd.

**[Abstract]** With the needs of social development, the scale and quantity of water conservancy and hydropower projects are constantly expanding, how to ensure the quality and safety of project construction has become a problem worthy of attention. As a commonly used construction technology in water conservancy and hydropower projects, grouting technology plays an extremely important role. The implementation of grouting construction can effectively solve the problems of emergency treatment, modification and closure of geotechnical engineering, so as to realize the functions of preventing underground leakage and enhancing stability, and provide a solid foundation for the smooth progress of hydropower engineering. This paper mainly studies and discusses the application of grouting construction technology in hydropower engineering, including the basic principle, construction method and specific application cases of grouting technology. The results show that the rational use of efficient grouting technology can greatly improve the impermeability and structural stability of hydropower projects, which is conducive to prolong the engineering life and improve the engineering safety. Similarly, the key technologies and measures of grouting construction obtained in this study have important practical significance and application value for guiding the actual engineering construction, and can provide reference for the construction of related projects.

**[Key words]** water conservancy and hydropower engineering; grouting construction technology; seepage permeability; structural stability and engineering safety

## 引言

社会发展的进步带动了水利水电工程的快速发展。随着工程规模的不断扩大和工程数量的持续增多,如何保证水利水电工程在建设过程中的质量和安全,成为了当前各方面需全面面对和解决的问题。其中,灌浆技术在工程建设中的应用得到了广泛关注,其因其特殊的工程适用性和显著的效果,已在水利水电

工程领域占据重要地位。适用灌浆技术,不仅可以解决岩土工程的紧急处理、改性与封闭等问题,还可以实现防止地下渗漏、增强稳定性等功效,对于保障水利水电工程的顺利进行起到了决定性的作用。然而,如何更科学、更有效地运用灌浆技术进行施工,实现对工程的全方位优化,这一任务仍有待我们在实践中进一步研究和探索。

## 1 水利水电工程概述

### 1.1 水利水电工程的起源与发展

水利水电工程是人类社会发展过程中重要的基础设施,其起源可以追溯到古代<sup>[1]</sup>。早期的水利工程主要以灌溉、防洪为目的,古巴比伦的运河系统和中国的大禹治水是典型的实例,这些工程为人类社会的农业生产和生存发展提供了支持。随着社会生产力的提高,水利工程逐渐向多功能方向转变。19世纪后,随着工业革命的兴起,水力发电技术得以发明和迅速发展,水利工程与电力生产相结合,标志着现代水利水电工程的正式出现。20世纪以来,全球范围内的大型水利水电工程迅速发展,如美国的胡佛水坝和中国的三峡工程,这些工程不仅满足了发电需求,还广泛用于防洪、灌溉以及航运,形成了综合利用的现代水利体系<sup>[2]</sup>。大规模的水利水电工程建设也推动了相关技术的不断进步与创新,为全球范围内的经济建设和社会发展提供了重要支撑。

### 1.2 水利水电工程的基本组成和特性

水利水电工程作为综合性的基础设施,其基本组成主要包括挡水建筑物、泄水建筑物和引水发电系统等部分。挡水建筑物通常以大坝为代表,用于形成水库以调节水资源;泄水建筑物承担洪水排泄与水位调控功能,确保工程运行安全;引水发电系统通过将水流引至发电机组,转换水能为电能,实现能源利用。其特性集中体现在功能多样性、结构复杂性和环境适应性上。作为水资源开发与利用的核心工程,水利水电工程兼具防洪、灌溉、发电和水资源调配等功能。由于其长期作用于动态环境,高安全性、耐久性和适应性成为必要要求。这些特性决定了工程设计与施工过程中的高标准与严要求。

### 1.3 水利水电工程施工中的主要问题

水利水电工程施工过程中存在诸多问题,这些问题直接影响工程的质量和安全性。地下水渗漏是常见问题之一,可能导致基底不稳定,影响工程整体可靠性。岩层不均或软弱地层的存在会增加施工难度,容易引发地质灾害。灌浆施工过程中,浆液扩散控制不足可能造成灌浆效果不均匀。施工管理与技术水平不足,可能导致施工效率低下和质量隐患。这些问题亟待通过科学技术与施工手段的改进加以解决,以确保水利水电工程的安全性及经济效益。

## 2 灌浆施工技术原理

### 2.1 灌浆施工的基本概念和定义

灌浆施工是一种在岩土工程中广泛应用的技术,旨在通过将流体状材料注入孔隙、裂隙或空洞中,以增强地基土体或岩体的物理力学性能,从而改善其整体稳定性和抗渗性能。这项技术的核心在于对流体材料的控制和优化,使之能够充分填充并固结目标区域,以达到预期的工程效果。灌浆材料通常由水泥浆、化学浆液或者混合浆液构成,其选择需根据工程环境和目标特性进行调整。灌浆施工过程中,还需兼顾地质条件、灌浆压力、注入速度等多个影响因素,以确保浆液能有效渗透并填充空隙,达到提升承载力、降低透水性及增加结构安全稳定性的目

的。作为水利水电工程中的关键施工技术,灌浆施工不仅对工程寿命有显著延长作用,还能有效防止地下水对结构的侵害,保障整体系统的长效运转。

### 2.2 灌浆施工的基本流程和方法

灌浆施工的基本流程和方法包括准备阶段、执行阶段及质量控制阶段。在准备阶段,需对工程地质条件进行详细勘察,分析岩体裂隙、渗漏通道及地基条件,制定适宜的灌浆方案,选择合理的浆液材料,如水泥浆、化学浆液等,并确保施工设备的完好和技术人员熟悉施工要求。执行阶段主要通过钻孔、灌浆及封孔等过程完成。钻孔时需依据设计要求确定钻孔位置、深度与直径,确保与地质条件匹配<sup>[3]</sup>。灌浆过程根据要求分为序贯灌浆、分段灌浆及循环灌浆,使用专用设备将浆液注入地层裂隙或空隙内,形成必要的填充和密封。封孔在灌浆完成后进行,目的是保持浆液效能并维护地基完整性。质量控制贯穿始终,通过压力监测、浆液流量掌控及固化效果分析,确保施工达到设计目标。

### 2.3 灌浆施工桩的主要作用和影响因素

灌浆施工在水利水电工程中具有重要作用,其主要功能包括改善岩土工程的物理力学性能、防止地下渗漏和提高结构稳定性。通过压力灌注浆液,可以填充岩体裂隙和土体孔隙,增强水土结构的密实性。影响灌浆施工效果的因素主要包括浆液性能、地质条件、灌浆压力及施工工艺<sup>[4]</sup>。浆液的可渗透性直接影响填充效果,而地质条件决定了施工方案选择的有效性。科学控制灌浆参数是确保施工质量的关键。

## 3 灌浆施工技术在水利水电工程中的应用

### 3.1 灌浆施工技术对水利水电工程抗渗性能的影响

灌浆施工技术在提升水利水电工程抗渗性能方面具有显著作用。水利水电工程中的抗渗问题直接关系到工程的安全与稳定,而地下水的渗漏往往对工程结构造成不可忽视的隐患。灌浆技术通过向介质内部注入浆液,填充裂隙、孔隙或其他渗透通道,形成防渗隔离层或增强体,从而有效阻断水流通道。其作用机制主要包括改善工程结构的整体性和密实性、提高岩土体的抗渗性能以及有效降低渗流压力和渗透水头。

灌浆材料的选择与配比对抗渗效果具有重要影响,常用的浆液材料如水泥浆、超细水泥浆和化学浆液等,可根据现场地质条件和防渗需求进行优化配置。灌浆工艺的先进性直接决定了抗渗性能的效果,高压灌浆和多管多次灌浆技术的运用,可实现深层裂隙的全面封堵,进一步提高防渗效率。工程实践表明,科学实施灌浆施工技术,不仅能够有效控制水流渗透,还能增强工程的耐久性 with 长期可靠性,从而为水利水电工程提供可靠的技术保障。

### 3.2 灌浆施工技术在提高结构稳定性中的应用

灌浆施工技术在提高水利水电工程结构稳定性中具有显著作用。通过在地基、坝基和岩石裂隙等结构薄弱部位实施灌浆,可以有效改善地基的力学性能,增强其承载力,避免地基失稳引发的工程风险。灌浆材料的渗透和固化过程能够填充岩土中的

裂隙和空隙,降低岩体透水性,提升岩土体的整体黏结力和强度,形成密实、稳定的地质结构。通过合理控制灌浆压力和浆液流速,还能进一步减小浆液外逸可能对周边结构造成的不良影响。灌浆施工技术应用于水利枢纽和水电站等工程的长期安全稳定运行提供了坚实保障,这一技术在解决复杂地质条件工程稳定性问题方面展现了重要价值。

#### 4 灌浆施工技术的优化对策

##### 4.1 高效灌浆施工技术的研发与优化

高效灌浆施工技术的研发与优化是提高水利水电工程质量和效率的重要环节。通过引入先进材料和技术工艺,可以显著提升灌浆施工的稳健性和适用性。例如,采用高性能灌浆材料,如膨胀性灌浆剂和高强度水泥基材料,能够有效改善灌浆层的力学性能和抗渗能力。优化灌浆设备与施工工艺是实现高效施工的关键环节。利用自动化灌浆设备和智能监测系统,可以实时调控灌浆参数,保障施工质量的均匀性与一致性。在灌浆参数设计中,通过数值模拟和三维建模技术,可以精确预测灌浆流向与扩散范围,从而实现科学合理的施工方案。加强灌浆配比研究与实验验证,确保浆液的流动性与稳定性,有助于适应复杂工程地质条件的需求。通过科技研发与技术集成,高效灌浆施工技术具备了更高的施工效率和更强的现场适应能力,为未来水利水电工程的可持续发展奠定了坚实基础。

##### 4.2 针对水利水电工程特性的灌浆施工技术优化对策

针对水利水电工程特性的灌浆施工技术优化,应从工程需求与地质条件出发,制定科学合理的优化策略。针对不同地质构造特点,可采用分区分层施工作业,提高灌浆效果的均匀性和全面性。在地质条件复杂区域,通过引入动态监测技术和实时调整方案,确保灌浆压力、浆液配比等关键参数的精准控制。针对水利水电工程长期服役过程中的抗渗要求,可以优先选用性能优良的环保型灌浆材料,提升浆液的稳定性和凝结性能。强化施工装备的智能化改造,提升灌浆设备的适应性和可靠性,并结合数字化技术实现精准施工。优化技术管理体制,加强施工现场的质量监测和验收工作,以保障灌浆技术的有效实施和应用效果,为水利水电工程建设的品质提升提供技术保障。

##### 4.3 灌浆施工技术的现代化发展趋势

灌浆施工技术的现代化发展趋势集中体现在工程设备、材料性能及智能化应用领域的提高。通过先进灌浆设备的研发,可实现高精度、高效率的施工作业;新型灌浆材料的应用进一步增强了工程抗渗性与稳定性;智能化监控与自动化控制技术的结合,使灌浆施工实现实时监测、动态调整和高效管理,为未来水利水电工程建设提供更科学的技术支持与保障。

#### 5 灌浆施工技术的实践应用与前景

灌浆施工技术已广泛应用于多种类型的水利水电工程,其实际应用效果在工程建设中表现出了显著的作用和价值。在水

利水电工程的基础处理方面,灌浆技术通过对地层空隙的有效填充,显著提升了地基的稳定性和承载能力,解决了复杂地质条件下的施工难题。一些裂隙发育的岩体通过高压灌浆后,其整体性和抗剪强度得到了明显改善,从而提高了工程的抗震能力和长期运行的安全性。

在防渗处理中,灌浆施工技术有效阻止了水流的渗漏现象,为水坝、泄洪道等关键部位提供了重要的安全保障。经过灌浆封闭的渗漏通道,其渗透系数和渗透能力大幅降低,确保了工程结构的耐久性和节水性能。在隧洞、地下厂房等地下工程中,采用灌浆施工技术能够显著改善岩体的力学性能,减少地下水的侵入,保障了施工环境的稳定性和施工条件的安全性。

灌浆施工技术在实际工程中的成功应用还包括复杂施工环境下的应急处理领域。针对岩体突水、地下空洞等突发风险,快速实施灌浆处理方案能够有效控制险情,避免次生灾害的发生,对保障施工进度和工程安全起到了关键作用。这些应用实践表明,灌浆施工技术为水利水电工程的顺利实施提供了可靠保障,并将在未来工程建设中继续发挥重要作用。

#### 6 结束语

本研究主要针对水利水电工程中的灌浆施工技术进行了全面深入的研究与探讨,包括其基本原理、施工方法、具体应用案例等,以为工程建设提供理论指导和实践应用的参考。研究结果显示,高效的灌浆技术在解决岩土工程处理、改性与封闭等问题上具有显著的效果,对防止地下渗漏、增强稳定性有极大的促进作用。研究中得出的关键技术与措施对于改善工程建设水平,提高工程安全性有着重要的实践意义和应用价值。当然,灌浆施工技术在实际应用中仍然存在一些不足和限制,如何进一步提高灌浆材料的性能,优化施工工艺,提高施工效率,这些都是未来研究的重要方向。希望通过不断的探索和实践,使得灌浆技术的应用能够在实践中得到更为广泛和深入的推广和应用,以更好地服务于水利水电工程建设的实际需要。

#### [参考文献]

- [1]夏挺磊.水利水电工程灌浆施工技术探究[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2023,(10):8-10.
- [2]陈允峰.水利水电工程灌浆施工技术探讨[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2023,(04):1-4.
- [3]殷俊.探讨水利水电工程灌浆施工技术[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2023,(10):45-48.
- [4]宋冬生.水利水电工程灌浆施工技术研讨[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2023,(10):44-46.

#### 作者简介:

章科锋(1989--),男,汉族,浙江省杭州市富阳区人,本科,工程师,就职于浙江钱塘江水利建筑工程有限公司,从事水利施工管理相关工作。