

# 水利大坝基础防渗加固施工中帷幕灌浆技术的应用研究

杨立丽

新疆世都建设工程有限公司, 新疆 库尔勒 841000

[摘要]帷幕灌浆技术作为水利大坝基础防渗加固的重要方法,深入分析其在工程实施中的应用及优势,可以揭示其在提升大坝结构安全性和可靠性方面的关键作用。文章从帷幕灌浆施工技术的实用性、安全性和经济性出发,探讨了其在水利工程中的重要应用及施工控制要点,以便为相关工程的实施提供理论与实践的有力支持。

[关键词]水利大坝;帷幕灌浆施工技术;基础防渗加固

DOI: 10.33142/ect.v2i9.13448

中图分类号: TV62

文献标识码: A

## Application Research on Curtain Grouting Technology in Anti-seepage Reinforcement Construction of Water Conservancy Dam Foundation

YANG Lili

Xinjiang Shidu Construction Engineering Co., Ltd., Korla, Xinjiang, 841000, China

**Abstract:** Curtain grouting technology, as an important method for anti-seepage and reinforcement of water conservancy dam foundations, is deeply analyzed for its application and advantages in engineering implementation, which can reveal its key role in improving the safety and reliability of dam structures. Starting from the practicality, safety, and economy of curtain grouting construction technology, this article explores its important applications and construction control points in hydraulic engineering, in order to provide strong theoretical and practical support for the implementation of related projects.

**Keywords:** water conservancy dam; curtain grouting construction technology; basic anti-seepage reinforcement

### 引言

水利大坝作为重要的水资源工程,其安全稳定直接关系到周边地区的安全和发展,大坝基础防渗加固作为保障大坝结构稳固的关键措施,帷幕灌浆技术因其独特的优势在工程实践中得到了广泛应用。帷幕灌浆技术能够有效地修复和加固基础中存在的渗漏问题,提升大坝的整体防水性能,从而延长其使用寿命,保障水利工程的安全运行<sup>[1]</sup>。基于此,本文对帷幕灌浆技术进行深入研究,以提高水利大坝基础防渗加固施工质量。

### 1 帷幕灌浆施工技术重要性

帷幕灌浆是一种通过在地下工程中钻孔后注浆来增强地基和固结土层的工程技术,广泛应用于高层建筑、桥梁、隧道、地铁等工程中。首先,帷幕灌浆技术能够显著提升地基的承载力和稳定性。在建筑物架构设计中,地基是整个建筑的基础,直接关系到建筑物的安全性和稳定性。特别是在软土地区或者地质条件复杂的区域,通过帷幕灌浆技术可以有效地加固和加强地基,提高地基的承载力和抗震性能,从而确保建筑物长期稳定运行。其次,帷幕灌浆施工技术有利于改善地下水位和土层的固结性能。在地下结构工程中,特别是在地铁、隧道等项目中,地下水位和土层的稳定性是工程施工的关键。通过控制和调整地下水位,帷幕灌浆可以减少水文地质对工程施工的不利影响,保证施工过程的顺利进行。再者,帷幕灌浆技术有助于提

高工程施工的效率和质量。传统的地基处理方法可能需要较长的施工周期,而且对施工条件有较高的要求。而帷幕灌浆技术可以通过钻孔和注浆的方式快速实施,节约施工时间,降低工程成本。通过精确控制注浆剂的成分和浓度,可以保证地基加固效果的均匀性和稳定性,提高工程的整体质量。最后,帷幕灌浆施工技术具有较好的环境适应性和可持续性。随着城市化进程的加快和土地资源的日益稀缺,高层建筑和地下结构工程的需求不断增加。帷幕灌浆技术不仅可以有效利用有限的地下空间,还能够保护环境和节约资源,符合可持续发展的理念<sup>[2]</sup>。

### 2 帷幕灌浆施工技术优势

#### 2.1 高实用性

帷幕灌浆施工技术具有高实用性。在土木工程领域,特别是在软土地区或者地质条件复杂的地区,地基的稳定性是确保建筑物安全运行的关键。帷幕灌浆技术通过在地下进行钻孔并注浆,能够有效地加固和增强地基的承载能力,从而提高建筑物的整体稳定性。不仅如此,帷幕灌浆技术还可以应用于改善地下水位和土层的固结性能,特别适用于需要在地下结构工程中提高土体承载能力的情况,例如地铁隧道、桥梁基础等项目。

#### 2.2 高安全性

帷幕灌浆施工技术具有高安全性。在施工过程中,通过精确的钻孔和注浆操作,可以有效控制施工过程中的风

险,确保工程施工的安全性。帷幕灌浆技术不仅可以稳定土层,减少因土壤松动而导致的工程事故,还能够提升地基的抗震性能,对于地震频发地区的建筑工程尤为重要。

### 2.3 经济性高

帷幕灌浆施工技术具有经济性高的特点。相比传统的地基处理方法,例如挖土换填或者桩基加固,帷幕灌浆技术在施工过程中不需要大规模挖掘土方,因此减少了对环境的破坏和资源的浪费。帷幕灌浆技术施工周期短,可以有效降低工程的施工成本,提升工程的经济效益。此外,帷幕灌浆技术通过优化施工工艺和材料使用,能够精确控制加固效果,确保工程质量,减少后期维护成本,从而进一步降低总体工程投资。

## 3 水利大坝基础防渗加固施工中帷幕灌浆施工控制要点

### 3.1 原材料控制

在水利大坝基础防渗加固施工中,帷幕灌浆施工的成功与否关键在于严格控制原材料的质量和过程中的各项参数。对于灌浆材料的选择,通常采用的主要材料包括水泥、高效固化剂、粉煤灰等。水泥作为主要的固化剂,其品质直接影响到灌浆后的强度和耐久性。因此,在选择水泥时,需确保其符合国家标准,并具有良好的凝结性能和长期稳定性,以保证灌浆后形成的固体地基能够长期稳定承载地下水压力和土层力量。

高效固化剂是帷幕灌浆中的关键添加剂,能够在较短时间内快速固化,提高灌浆效果和工程施工速度。在使用过程中,需要根据具体工程需求,精确控制固化剂的用量和添加时间,确保灌浆材料在地下工程中均匀分布和快速硬化,以达到预期的加固效果。

粉煤灰作为辅助材料,通常用于调整水泥基材料的流动性和黏度,提高灌浆混合物的均匀性和稳定性。在原材料控制中,需要严格遵循配比要求,保证各种材料的比例和性能指标符合设计要求,避免因材料质量问题而导致的施工质量缺陷和工程安全隐患<sup>[3]</sup>。

### 3.2 施工工艺控制

在水利大坝基础防渗加固施工中,帷幕灌浆施工工艺的控制直接影响到施工效果和工程质量。其一,施工前的准备工作包括场地清理和预处理。清理场地确保施工区域的平整和无障碍,同时预处理地基,如清除松散土壤和表面污物,保证灌浆施工的黏结性和均匀性。其二,钻孔施工是帷幕灌浆的关键环节。在进行钻孔时,需要根据设计要求选择合适直径和深度的钻头,并严格控制钻孔的位置和间距,确保帷幕灌浆施工后的均匀性和覆盖面积。还要注意避免钻孔过程中对周围环境和设施造成损坏或干扰。其三,注浆过程需要精确控制。在注浆时,应根据设计要求和地质情况选择合适的注浆压力和流量,确保注浆剂均匀充填到钻孔中,并在预定的时间内快速硬化,以提高帷幕灌浆的加固效果和工程施工效率。

### 3.3 施工团队控制

施工团队的控制是确保项目顺利进行和施工质量高效完成的关键因素。团队成员应具备相关的专业技能和经验,熟悉帷幕灌浆施工的操作流程和安全规范。在组建团队时,应根据项目规模和特点合理配置工程技术人员、操作工和安全管理人員等角色,确保各岗位人员的职责明确,协调配合良好。水利大坝基础防渗加固施工通常涉及到多个工种和施工环节的协调合作,如钻孔、注浆、质量检验等。团队成员应能够有效沟通、协调工作进度和解决施工中的问题,保证施工流程顺畅,避免因沟通不畅导致的误操作和延误。项目管理者 and 现场监督人员需对施工进度、质量标准和安全情况进行全面监控和检查,及时发现和解决问题,确保施工质量符合设计要求和相关标准。通过有效的团队管理和组织,确保施工过程安全高效、质量可控,最终保障工程项目顺利完成并达到预期的防渗效果。

## 4 帷幕灌浆施工技术在水利大坝基础防渗加固中的应用

### 4.1 钻孔

在水利大坝基础防渗加固中,帷幕灌浆技术主要通过钻孔和注浆的方式来加固地基,防止地下水渗漏,增强地基的承载能力和稳定性。针对大坝基础防渗加固的需求,工程团队会在预定的位置和深度进行钻孔。钻孔的直径和深度通常根据工程设计要求和地质勘测结果来确定,确保能够达到设计要求的加固效果。

在进行钻孔时,施工人员需要选择适当的钻头和钻机设备,以适应不同地质条件下的施工需求。对于水利大坝基础的钻孔工作,通常需要考虑岩石层的特性和地下水位的影响,确保钻孔的稳定性和准确性。钻孔的位置和间距也需根据工程设计要求严格控制,以确保帷幕灌浆施工后的覆盖面积和均匀性。

钻孔过程中的操作要求十分严格。施工人员需要注意避免地层扰动或者土壤坍塌,特别是在软土地区或者高地下水位地区,钻孔稳定性和土层保护尤为重要。采取适当的钻孔技术和工艺措施,如注浆前的预支护和地层保护,可以有效降低施工风险,确保施工安全。

钻孔的深度和准确度直接影响到后续注浆效果的均匀性和强度。因此,在进行钻孔作业时,施工人员需要通过现场监测和调整,确保每个钻孔的质量和精度达到设计要求。只有在钻孔阶段的严格控制和精确操作下,帷幕灌浆施工才能顺利进行,并达到预期的加固效果。

### 4.2 冲洗

帷幕灌浆施工中的冲洗过程是确保钻孔洞壁清洁和灌浆效果良好的关键步骤。在水利大坝基础防渗加固中,冲洗的主要目的是清除钻孔中的杂质和泥土,减少孔壁的黏附物,为后续的灌浆作业创造良好的条件。

冲洗过程需选择合适的冲洗液和冲洗工艺。一般情况下,常用的冲洗液包括清水或低浓度的化学清洗剂,这些

液体能够有效溶解和清除钻孔中的泥浆、黏土以及其他杂质。冲洗液的选择要根据地层的特性和实际情况进行调整,确保不会对地质环境造成不良影响。

冲洗的方法和技术应根据具体的钻孔深度和直径来确定。通常采用高压水射流或者冲洗管道,将冲洗液喷射到钻孔中,通过强力冲击和冲洗,彻底清洗孔壁的表面,这样可以有效去除孔壁上的杂质和残留物,保证灌浆材料与孔壁的良好黏结性和均匀分布性。

在冲洗过程中,需要注意控制冲洗液的流量和压力,确保能够达到彻底清洁的效果,同时避免对地层和周围环境造成过多干扰或损害。特别是在高地下水水位或者对地质环境要求较高的区域,需要特别谨慎处理,避免因冲洗操作不当导致的地下水污染或土层破坏等问题。最后,施工人员应对每个钻孔的冲洗效果进行检查和记录,确保孔壁清洁度符合设计要求。如发现冲洗不彻底或有杂质残留的情况,应及时进行二次冲洗或其他处理措施,确保钻孔的准备工作完全符合灌浆施工的要求。

#### 4.3 压水试验

压水试验主要用于验证帷幕灌浆施工的密实性和防渗效果,该过程旨在通过施加一定压力,评估灌浆后地基的渗透性和承载能力,确保工程达到设计要求和长期稳定性。

压水试验的前期准备包括确定试验方案和设备。试验方案应根据施工设计要求和实际情况确定试验压力、持续时间以及试验孔位点的选择,选择合适的压力试验设备和测量仪器,确保能够准确控制和记录试验过程中的压力变化和数。在大坝基础防渗加固工程中,试验涉及到对大坝结构和地基的工作压力,必须确保试验过程安全可控,避免因试验操作不当导致的设施损坏或人身伤害。在试验前,需进行全面的的安全检查和施工准备,确保所有安全措施和预防措施得以有效实施。

接着,压水试验的实施涉及到试验孔位的密封和压力的施加。首先,对灌浆完成的试验孔进行严密封闭,确保试验过程中水不会通过孔道泄漏。然后,逐步施加预定的压力到试验孔中,监测并记录压力变化过程。通过实时监测试验孔周围地下水位的变化,评估灌浆后地基对水压的响应和承受能力。最后,根据试验结果进行数据分析和评估。通过比较试验前后的压力变化和渗透情况,评估帷幕灌浆施工的效果和地基的防渗性能,如发现任何问题或异常,需及时进行修复和调整,确保工程质量符合设计要求和标准。

#### 4.4 灌浆

在水利大坝基础防渗加固中,灌浆是帷幕灌浆施工技术的核心步骤,其主要目的是通过向钻孔中注入特定材料,

填充孔隙并形成均匀的灌浆体,以提高地基的密实性和防渗效果<sup>[4]</sup>。

常用的灌浆材料包括水泥浆、混凝土浆、聚合物浆等,根据工程设计要求和地质特性选择合适的灌浆材料。水泥浆通常用于普通地质条件下,能够形成坚固的地基加固层;混凝土浆适用于需要更高强度和密实性的地质条件;而聚合物浆则常用于要求较高柔韧性和耐久性的情况下。灌浆过程需要严格控制注浆压力和速度,确保灌浆材料充分填充钻孔并均匀分布。通过现代化的注浆设备和技术,可以精确控制注浆压力,避免因过高压力导致的孔隙空洞或灌浆不均匀问题。同时,调整注浆速度和工艺参数,根据实际地质条件和孔隙大小进行合理的调节,保证灌浆材料的完全填充和均匀分布。

在灌浆过程中,施工人员需根据每个钻孔的深度和直径,合理安排灌浆工作的顺序和操作方式。特别是对于深孔和复杂地质条件下的灌浆作业,需要采用分段灌浆和多次反复注浆的方式,确保每个孔位都能够达到设计要求的密实度和强度。

灌浆完成后需要进行灌浆体质量的检测和验收。通过现场检测和取样分析,评估每个钻孔的灌浆效果和质量,确保灌浆体的强度和密实性符合设计要求。如发现灌浆体存在空洞或质量不合格的情况,应及时采取修补措施或重新灌浆,确保工程的安全性和可靠性。

### 5 结束语

帷幕灌浆技术作为水利大坝基础防渗加固的重要手段,通过对其施工技术、优势及在实际工程中的应用进行深入研究和分析,为提升大坝结构安全性和可靠性提供了有效的技术支持。随着技术的进步和应用经验的积累,帷幕灌浆技术在水利工程中的应用前景将更加广阔,为保障国家水资源安全做出更大的贡献。

#### [参考文献]

- [1]许宁.大坝防渗工程中防渗墙与帷幕灌浆技术的应用[J].新农村,2024(11):19-21.
- [2]申丽丽.水利工程堤防防渗施工技术的应用探讨[J].建材发展导向,2023,21(8):166-169.
- [3]刘源.帷幕灌浆技术在大坝基础防渗工程中的应用[J].建设科技,2022(16):102-105.
- [4]孙建伟,李怡.帷幕灌浆技术在水库大坝防渗处理中的应用研究[J].居业,2022(1):241-243.

作者简介:杨立丽(1979.10—),毕业院校:塔里木农垦大学,所学专业:农业水利工程,当前就职单位名称:新疆世都建设工程有限公司,当前职务:项目经理,当前职称级别:中级。