

# 水利工程中帷幕灌浆施工工艺探讨

李侠<sup>1</sup> 李磊<sup>2</sup> 朱正浩<sup>3</sup>

1.3. 徐州市禹坤水利工程建设有限公司 1 江苏 徐州 221000

2. 江苏崇旷建筑工程有限公司 2 江苏 徐州 221000

**摘要:** 本文旨在探讨水利工程中帷幕灌浆施工工艺的相关问题。帷幕灌浆是一种广泛应用于水利工程中的重要施工技术,其作用是防渗、强夯固结土层以及抗渗增稳。通过对国内外相关文献进行综合研究和调查,本文将对帷幕灌浆施工工艺的原理、方法和技术要点进行深入分析和总结,以期为水利工程中的帷幕灌浆施工提供参考和指导。

**关键词:** 水利工程;帷幕灌浆;施工工艺

引言:帷幕灌浆是水利工程中常用的一种灌浆施工工艺,通过注入灌浆材料形成帷幕状的固结体,以加固土体或岩体,提高水利工程的稳定性和安全性。帷幕灌浆施工工艺在水利工程中具有重要的应用价值和意义。然而,随着水利工程的发展和要求的提高,帷幕灌浆施工工艺也面临着一些挑战和问题,需要进行深入的探讨和研究。

## 1 帷幕灌浆原理与分类

帷幕灌浆是水利工程中常用的一种灌浆施工工艺,通过注入灌浆材料形成帷幕状的固结体,以加固土体或岩体,提高水利工程的稳定性和安全性。帷幕灌浆施工工艺的原理是通过注入灌浆材料,形成连续的灌浆帷幕,使土体或岩体形成一个整体,增加其抗剪强度和抗渗性。帷幕灌浆施工工艺的分类主要根据灌浆材料的不同,可以分为水泥灌浆帷幕、化学灌浆帷幕和高分子灌浆帷幕等。其一,水泥灌浆帷幕:水泥灌浆帷幕是最常用的一种帷幕灌浆施工工艺。其原理是将水泥、砂浆等材料与水按一定比例混合,通过压力注入土体或岩体中,形成坚固的灌浆帷幕。水泥灌浆帷幕具有较高的强度和稳定性,适用于加固土体和岩体的防渗、防裂和抗剪强度提升。其二,化学灌浆帷幕:化学灌浆帷幕是利用化学反应产生的固化物质来加固土体或岩体的一种帷幕灌浆施工工艺。常用的化学灌浆材料包括环氧树脂、聚氨酯、聚醚等。化学灌浆帷幕具有较高的粘结性和适应性,能够填充土体或岩体的裂缝和空隙,提高其整体的强度和稳定性。其三,高分子灌浆帷幕:高分子灌浆帷幕是利用高分子材料进行灌浆加固的一种帷幕灌浆施工工艺。高分子灌浆材料具有较高的粘结性和柔韧性,能够适应土体或岩体的变形和位移。高分子灌浆帷幕适用于需要较高柔性和适应性的工程,如软土地基加固、岩体裂缝处理等。根据实际工程需求,选择合适的帷幕

灌浆施工工艺非常重要。不同的灌浆材料具有不同的特性和适用范围,需要综合考虑工程条件、土体或岩体的性质和要求,选择最合适的帷幕灌浆施工工艺。同时,在实际施工中还需要注意施工参数的控制、施工质量的监控等,确保帷幕灌浆施工工艺的有效实施。

## 2 帷幕灌浆施工工艺要点

### 2.1 施工前准备

帷幕灌浆施工工艺是水利工程中常用的一种加固和稳定措施。在进行帷幕灌浆施工前,需要进行充分的施工前准备,以确保施工工艺的顺利进行和施工质量的保证。施工前准备的要点如下:其一,设计准备:在施工前,需要进行详细的设计准备工作。包括对灌浆帷幕的布置方案进行设计,确定帷幕的间距、深度和间隔等参数。同时,还需要进行地质勘察和岩土力学分析,以了解地层情况和岩土性质,为施工提供参考和依据<sup>[1]</sup>。其二,施工方案制定:根据设计要求和地质条件,制定详细的施工方案。包括施工工艺流程、施工机械和设备的选择,以及施工人员的组织和分工等。施工方案需要考虑到施工的安全性、效率和质量。其三,材料准备:根据设计和施工方案,准备好所需的灌浆材料和辅助材料。常用的灌浆材料包括水泥、化学灌浆材料和高分子材料等。确保材料的质量和数量符合要求,以保证施工的顺利进行。其四,设备和机械准备:根据施工方案,准备好所需的施工设备和机械。包括混凝土搅拌机、灌浆泵、喷射机等。设备和机械的选择应考虑到施工的需求和地质条件,确保施工的效率和质量。其五,施工人员培训:在施工前,对施工人员进行必要的培训和技术指导。确保施工人员熟悉施工方案和操作流程,掌握相关的施工技术和安全操作规程。最后,现场准备:在施工前,对施工现场进行必要的准备工作。包括清理现场、搭建施工平台和安全防护设施,确保施工现场的安

全和整洁。通过充分的施工前准备,可以确保帷幕灌浆施工工艺的顺利进行和施工质量的保证。

## 2.2 灌浆材料选择与配比

帷幕灌浆施工工艺是水利工程中常用的一种加固和稳定措施。在帷幕灌浆施工中,灌浆材料的选择与配比是关键的一步,直接影响到施工效果和工程质量。在选择灌浆材料时,需要考虑几个因素:其一,根据工程的具体要求和设计要求,选择适合的灌浆材料。不同的工程可能对灌浆材料的强度、粘结性、抗渗性等性能有不同的要求。其二,根据地质勘察和岩土力学分析的结果,选择适合的灌浆材料。地质条件会影响到灌浆材料与土体或岩体的粘结性和适应性,因此需要根据具体情况进行选择。其三,考虑到施工环境的温度、湿度等因素,选择适合的灌浆材料。一些灌浆材料在特定的施工环境下可能会有不同的性能表现,需要根据实际情况进行选择。在灌浆材料的配比上,需要根据具体工程要求和材料性能进行合理的配比。一般来说,水泥灌浆的配比可以根据水泥、砂浆和水的比例进行调整,以达到所需的强度和流动性。化学灌浆材料的配比可以根据厂家提供的配比表或者实验室试验结果进行调整。对于高分子灌浆材料,一般需要根据厂家提供的配比进行使用。在配比过程中,需要注意考虑到施工的实际情况和要求,如施工工艺、施工环境等。同时,需要进行试验验证,确保配比的合理性和施工效果的可靠性。

## 2.3 帷幕灌浆施工方法

帷幕灌浆是水利工程中常用的一种加固和稳定措施,通过注入灌浆材料形成帷幕状的固结体,以加固土体或岩体,提高水利工程的稳定性和安全性。帷幕灌浆施工方法主要包括以下几个步骤:首先,需要进行钻孔准备工作<sup>[2]</sup>。根据设计要求和施工方案,确定钻孔的位置、深度和间距。然后,使用钻机进行钻孔作业,将钻孔钻至设计深度;钻孔完成后,需要对孔洞进行清洗。清洗孔洞的目的是清除孔洞中的杂质和泥浆,以保证灌浆材料的充分填充和粘结;在清洗孔洞后,开始进行灌浆注入。根据设计要求和施工方案,选择适当的灌浆材料,如水泥浆、化学灌浆材料等。将灌浆材料注入到孔洞中,通过压力注入或重力注入的方式,使灌浆材料充分填充孔洞,并形成帷幕状的固结体;完成灌浆注入后,需要对孔洞进行封堵。封堵孔洞的目的是防止灌浆材料的流失和泄漏。可以使用水泥浆或其他材料对孔洞进行封堵,确保灌浆材料的固化和稳定;在帷幕灌浆施工过程中,需要进行施工质量的控制。包括对灌浆材料的配比和质量进行检测,对施工过程进行监控,确保施

工质量符合设计要求和工程标准。通过以上的帷幕灌浆施工方法,可以有效加固土体或岩体,提高水利工程的稳定性和安全性。在实际施工中,需要根据具体的工程要求和地质条件,选择合适的施工方法和灌浆材料,以确保施工效果和工程质量的可靠性。同时,还需要进行施工过程的监控和质量控制,以确保施工质量符合要求。

## 2.4 灌浆参数及监测

帷幕灌浆施工工艺在水利工程中常用于加固土体或岩体,提高工程的稳定性和安全性。在帷幕灌浆施工中,灌浆参数的选择和监测是确保施工质量和效果的重要环节。灌浆参数的选择需要考虑以下几个方面:其一,灌浆材料的配比:根据工程要求和设计要求,选择适合的灌浆材料,并根据其性能和特点进行合理的配比。例如,对于水泥灌浆,需要确定水泥、砂浆和水的比例;对于化学灌浆,需要根据厂家提供的配比表或实验室试验结果进行调整。其二,灌浆压力:灌浆压力是指灌浆材料注入土体或岩体的压力。灌浆压力的选择应根据地质条件、孔洞的深度和直径等因素进行合理确定。过高的灌浆压力可能导致土体破坏或灌浆材料的泄漏,而过低的灌浆压力可能导致灌浆材料填充不充分。其三,灌浆速度:灌浆速度是指灌浆材料注入孔洞的速度。灌浆速度的选择应根据孔洞的尺寸和地质条件进行合理确定。过快的灌浆速度可能导致灌浆材料的泄漏或不均匀分布,而过慢的灌浆速度可能导致施工进度延误。在灌浆施工过程中,需要进行灌浆参数的监测,以确保施工质量和效果的可靠性。监测的内容包括:第一,灌浆压力的监测:通过安装压力传感器或压力表等设备,实时监测灌浆压力的变化。可以根据监测结果调整灌浆压力,以保证施工的稳定性和一致性。第二,灌浆速度的监测:通过监测灌浆材料的注入速度,控制灌浆速度的均匀性和合理性。可以根据监测结果调整灌浆速度,以保证灌浆材料的充分填充和固化。第三,灌浆量的监测:通过测量灌浆材料的用量,控制灌浆量的均匀性和合理性。可以根据监测结果调整灌浆量,以保证工程的加固效果和质量。通过灌浆参数的选择和监测,可以确保帷幕灌浆施工的质量和效果。在实际施工中,需要根据具体的工程要求和地质条件,合理选择灌浆参数,并进行实时监测和调整,以保证施工质量和工程安全。

## 3 帷幕灌浆施工技术难点及解决方案

### 3.1 帷幕灌浆施工技术难点分析

帷幕灌浆施工技术在水利工程中具有重要的应用价值,但也存在一些技术难点需要解决。

首先,帷幕灌浆施工中的孔洞清洗是一个难点。在

施工过程中, 需要保证钻孔中的杂质和泥浆被充分清除, 以确保灌浆材料的充分填充和粘结。解决这个难点的方案可以采用高压水射流清洗、气压清洗等技术, 确保孔洞的清洁度。其次, 帷幕灌浆施工中的灌浆材料的选择和配比也是一个难点。不同的工程和地质条件对灌浆材料的性能有不同的要求, 需要根据实际情况进行合理的选择和配比。解决这个难点的方案可以通过进行实验室试验和现场试验, 确定最佳的灌浆材料和配比。另外, 帷幕灌浆施工中的施工质量控制也是一个难点。灌浆施工需要保证灌浆材料的充分填充和固化, 以及帷幕的均匀性和连续性。解决这个难点的方案可以通过监测和控制灌浆压力、灌浆速度和灌浆量, 确保施工质量符合设计要求。此外, 帷幕灌浆施工中的施工环境和施工条件也会对施工质量产生影响。例如, 施工现场的空间狭小、地质条件复杂等因素都会增加施工的难度。解决这个难点的方案可以通过合理的施工组织和安排, 采用适当的施工设备和工艺, 提高施工效率和质量。

### 3.2 解决方案及优化措施

帷幕灌浆施工技术在水利工程中具有重要的应用价值, 但也存在一些技术难点需要解决。以下是解决方案及优化措施: 首先, 采用高压水射流清洗、气压清洗等技术, 确保孔洞中的杂质和泥浆被充分清除。合理选择清洗设备和工艺, 提高清洗效果和效率。其次, 根据工程要求和地质条件, 选择适合的灌浆材料, 并根据其性能和特点进行合理的配比。进行试验验证, 确定最佳的灌浆材料和配比, 以提高灌浆效果和施工质量。其三, 通过监测和控制灌浆压力、灌浆速度和灌浆量, 确保施工质量符合设计要求。使用先进的监测设备和技术, 实时监测施工参数, 及时调整施工工艺, 保证施工质量和效果的可靠性。其四, 针对施工现场的空间狭小、地质条件复杂等问题, 可以采取合理的施工组织和安排, 选择适当的施工设备和工艺, 提高施工效率和质量<sup>[1]</sup>。合理利用资源, 控制施工过程中的噪音、振动、废弃物等对环境的影响。其五, 加强施工安全管理, 确保施工人员的安

全。制定安全操作规程, 进行安全培训, 使用安全防护设备, 建立安全监测和应急预案, 减少施工事故的发生。

## 4 案例分析与实践应用

### 4.1 案例一

在某水利工程项目中, 需要进行岩体加固, 采用了帷幕灌浆施工工艺进行加固。在实践应用中, 遇到了孔洞清洗困难的问题。由于岩体表面存在大量的裂缝和松散物质, 导致钻孔清洗困难, 影响灌浆效果。为解决这个问题, 施工人员采用了高压水射流清洗技术。通过增加清洗力度和使用专业的清洗设备, 成功清除了孔洞中的裂缝和松散物质, 确保了灌浆材料的充分填充和粘结, 提高了加固效果。

### 4.2 案例二

在另一个水利工程项目中, 需要加固软土地基, 采用了帷幕灌浆施工工艺进行加固。在实践应用中, 遇到了灌浆材料选择与配比问题。由于软土地基的特殊性, 需要选择适合的灌浆材料和配比, 以确保加固效果和工程稳定性。为解决这个问题, 施工人员进行了大量的实验室试验和现场试验。通过对不同灌浆材料的性能和配比进行比较和评估, 最终选择了适合软土地基加固的高分子灌浆材料, 并确定了最佳的配比。实践证明, 该灌浆材料和配比能够有效地提高软土地基的稳定性和抗沉降能力。

结语: 综上所述, 帷幕灌浆作为水利工程中常用的施工工艺, 具有广泛的应用前景。通过不断的工艺研究和技术创新, 可以进一步提高帷幕灌浆施工的效果和质量, 为水利工程的建设和维护提供更可靠的保障。

### 参考文献

- [1]韩志鹏, 孙佳亮.水利工程帷幕灌浆施工工艺研究与应用[J].建筑技术开发, 2021(1): 209-211.
- [2]王晓东, 杨军.水利工程帷幕灌浆施工的优化与控制[J].山西建筑, 2020, 46(16): 187-188.
- [3]胡星, 胡勇.水利工程帷幕灌浆施工质量控制技术[J].长江科学院院报, 2019, 36(7): 57-60.