

水利水电施工中的高压喷射灌浆技术

张子扬

新疆花城勘测设计研究有限责任公司 新疆 可克达拉 835213

摘要: 水利水电施工中, 高压喷射灌浆技术作为一项关键的防渗加固手段, 得到了广泛应用。该技术通过高压射流的冲击力破坏被灌土体, 使浆液与土粒掺和凝结, 形成防渗板墙。高压喷射灌浆技术具有适用性广、可控性好、施工简单的优点, 适用于软弱土层, 如砂类土、粘性土等。施工中, 需严格控制浆液配比、喷射压力等参数, 确保凝结体的质量和防渗效果。该技术已在众多水利水电工程中取得显著成效。

关键词: 水利水电; 高压喷射灌浆技术; 质量控制

1 水利水电施工中高压喷射灌浆技术概述

水利水电施工中, 高压喷射灌浆技术是一项至关重要的地基处理和防渗加固手段, 广泛应用于堤防、水库大坝、水电站基础及各类水工建筑物的地基加固与防渗处理中。该技术借助高压泵的强大动力, 将预先制备好的水泥浆液加压至极高的压力水平, 通过精心设计的喷嘴以高速、高压的喷射流形式直接注入到土体或岩层内部。这一过程中, 高压喷射流不仅能够深入土体内部, 还能在瞬间产生巨大的冲击力, 破坏土体的原有结构, 为后续浆液的渗透与固结奠定坚实基础。通过精确控制喷射参数和施工工艺, 高压喷射灌浆技术能够形成连续、致密且强度高的固结体, 有效提升地基的承载能力和抗渗性能, 确保水利水电工程的安全稳定运行。

2 高压喷射灌浆技术的特点

2.1 高压射流的冲击力与破坏力

高压喷射灌浆技术的核心在于其高压射流的强大冲击力与破坏力。通过高压泵的持续加压, 水泥浆液被推送至极高的压力状态, 随后通过特制的喷嘴以极高的速度喷出, 形成一股具有强大穿透力和破坏力的喷射流^[1]。这股喷射流不仅能够迅速切割土体, 破坏其内部结构, 还能有效清除土体中的软弱夹层、裂缝和空隙, 为浆液的均匀渗透和固结创造有利条件。高压射流的冲击作用还能促进浆液与土体的充分混合, 提高灌浆效率和质量。

2.2 浆液与土粒的掺搅混合效果

在高压喷射灌浆过程中, 浆液与土粒的掺搅混合是实现固结体形成的关键步骤。高压喷射流将水泥浆液直接注入到土体内部, 与土体颗粒发生剧烈的掺搅和混合。这一过程中, 浆液中的水泥颗粒与土体中的水分、矿物质等发生复杂的物理化学反应, 形成各种水化物和结晶化合物。这些化合物与土颗粒紧密结合, 形成致密的网状结构, 有效提高了土体的强度和稳定性。掺搅混

合作用还能使浆液中的有效成分均匀分布于土体中, 确保固结体的整体性和均匀性。

2.3 固结体的形成与性能

高压喷射灌浆技术最终形成的固结体具有优良的性能和特性。在浆液与土粒充分掺搅混合的基础上, 水泥浆液中的水泥颗粒逐渐水化、硬化, 形成具有高强度和耐久性的水泥加固土。这种固结体不仅具有较高的抗压强度和抗剪强度, 还能有效抵抗水流的侵蚀和渗透作用。固结体还具有良好的整体性和稳定性, 能够适应各种复杂的地质条件和工程环境。在水利水电工程中, 高压喷射灌浆技术形成的固结体能够有效提高地基的承载能力和抗渗性能, 为工程的长期安全运行提供有力保障。

3 水利水电施工中高压喷射灌浆技术施工准备

在水利水电工程中, 高压喷射灌浆技术作为一种高效、可靠的地基加固与防渗手段, 其施工前的准备工作至关重要。充分的准备不仅能够确保施工过程的顺利进行, 还能有效提升工程质量, 保障工程安全。

3.1 技术准备

技术准备是高压喷射灌浆技术施工的前提和基础, 它涵盖了地质勘察、施工图纸设计、施工方案编制以及技术交底等多个环节。在施工前, 需要对工程所在区域的地质条件进行全面、细致的勘察。这包括了解土层的分布、性质、厚度以及地下水情况等信息, 为后续的施工图纸设计和施工方案编制提供科学依据。根据地质勘察结果, 结合工程需求和规范标准, 进行施工图纸的设计。施工图纸应详细标注灌浆孔的位置、深度、间距以及灌浆压力等关键参数, 确保施工过程的准确性和可控性^[2]。施工方案是指导施工的重要文件, 它应包括施工流程、操作方法、安全措施以及应急预案等内容。在编制施工方案时, 应充分考虑地质条件、设备性能以及人员技术水平等因素, 确保施工方案的可行性和有效性。在

施工前,应组织技术人员和施工人员进行技术交底。通过讲解施工图纸、施工方案以及注意事项等内容,使施工人员明确施工要求和操作流程,提高施工质量和效率。

3.2 材料与设备准备

材料与设备是高压喷射灌浆技术施工的重要组成部分,它们的准备情况直接影响施工质量和进度。材料准备;高压喷射灌浆技术所需的材料主要包括水泥、水、外加剂以及骨料等。在材料准备过程中,应确保材料的质量符合规范标准,并根据施工图纸和施工方案的要求,准确计算所需材料的数量和规格。还应做好材料的储存和运输工作,防止材料受潮、变质或损坏。设备准备;高压喷射灌浆技术所需的设备主要包括高压泵、灌浆管、喷嘴、搅拌机以及测量仪器等。在设备准备过程中,应确保设备的性能良好,能够满足施工要求。同时,还应应对设备进行全面的检查和调试,确保设备在施工过程中能够正常运行。此外,还应准备好备用设备和易损件,以应对突发情况。

3.3 清洁处理准备

清洁处理是高压喷射灌浆技术施工前的必要环节,它对于确保灌浆效果和工程质量具有重要意义。在灌浆前,应对灌浆孔进行彻底的清洁处理。这包括清除孔内的杂物、泥土和积水等,确保灌浆孔畅通无阻。还应检查灌浆孔的深度、直径以及倾斜度等参数,确保符合施工图纸的要求。在施工前,应对施工现场进行彻底的清洁和整理。这包括清除施工区域内的杂物、垃圾和积水等,确保施工现场整洁有序。还应设置必要的防护措施和警示标志,确保施工人员的安全和周围环境的保护。在施工前,还应应对施工设备进行清洁和保养。这包括清洗设备表面的污垢和油污,检查设备的润滑系统和冷却系统是否正常工作,以及更换损坏的零部件等。通过清洁和保养设备,可以确保设备在施工过程中能够正常运行,提高施工效率和质量。

4 水利水电施工中高压喷射灌浆技术施工工艺

在水利水电工程中,高压喷射灌浆技术作为一种高效的地基处理和防渗加固手段,其施工工艺的精细执行对于确保工程质量至关重要。

4.1 钻孔作业

钻孔作业是高压喷射灌浆技术施工的首要步骤,也是后续灌浆作业的基础。此环节要求精确控制钻孔的位置、深度、倾斜度等关键参数,以确保灌浆孔满足设计要求。根据施工图纸和现场实际情况,使用测量仪器精确确定钻孔的位置。钻孔位置的选择应充分考虑地质条件、工程需求以及施工设备的性能等因素,确保钻孔

的合理布局 and 高效施工。在钻孔过程中,应严格控制钻孔的深度和倾斜度。通过使用专业的钻孔设备和测量仪器,实时监测钻孔的深度和倾斜度变化,及时调整钻孔参数,确保钻孔符合施工图纸的要求。钻孔作业完成后,应对钻孔的质量进行全面检查。这包括检查钻孔的直径、深度、倾斜度以及孔壁的完整性等。对于不符合要求的钻孔,应及时进行修补或重新钻孔,以确保后续灌浆作业的顺利进行。

4.2 高压喷射灌浆施工

高压喷射灌浆施工是高压喷射灌浆技术的核心环节,也是实现地基加固和防渗加固的关键步骤。此环节要求精确控制灌浆压力、浆液配比、喷射速度等关键参数,以确保灌浆效果和工程质量。根据施工图纸和地质条件,合理设定灌浆压力。在灌浆过程中,应实时监测灌浆压力的变化,及时调整灌浆参数,确保灌浆压力的稳定性和可控性^[3]。根据工程需求和规范标准,精确计算浆液的配比,并使用专业的搅拌机进行充分搅拌。浆液的配比和搅拌质量直接影响灌浆效果和固结体的性能,因此应严格控制浆液的水灰比、外加剂用量以及搅拌时间等参数。在高压喷射灌浆过程中,应合理控制喷射速度。喷射速度过快可能导致浆液与土体混合不充分,影响固结体的强度和稳定性;喷射速度过慢则可能延长施工周期,增加施工成本。因此,应根据实际情况灵活调整喷射速度,确保灌浆作业的顺利进行。在灌浆过程中,应实时监测灌浆孔内的浆液压力、流量以及返浆情况等参数。通过监测数据的变化,可以及时发现和解决灌浆过程中出现的问题,确保灌浆作业的顺利进行和工程质量的可靠保障。

4.3 后续处理与养护

后续处理与养护是高压喷射灌浆技术施工的重要环节,也是确保工程质量持久稳定的关键步骤。此环节要求对灌浆孔进行封堵、对固结体进行保护和养护等工作。灌浆作业完成后,应及时对灌浆孔进行封堵。封堵材料应选用具有高强度、耐久性和抗渗性能的材料,如水泥浆、水泥砂浆等。封堵过程中应确保封堵材料的均匀填充和密实度,防止灌浆孔内残留浆液外流或外部水分渗入。固结体是高压喷射灌浆技术施工形成的重要结构,其性能直接影响工程的承载能力和防渗效果。在灌浆作业完成后,应对固结体进行必要的保护和养护工作。这包括防止固结体受到外力破坏、保持固结体表面干燥清洁以及定期进行检查和维护等工作。通过有效的保护和养护措施,可以延长固结体的使用寿命和提高工程的耐久性。

5 水利水电施工中高压喷射灌浆技术施工质量控制

在水利水电施工中,高压喷射灌浆技术的施工质量控制是确保工程安全、稳定和耐久性的关键环节。通过对施工过程中的各个环节进行精细管理和严格控制,可以显著提高高压喷射灌浆技术的施工质量和效果。

5.1 确保浆体具有良好的可泵性和保水性

浆体的可泵性和保水性是高压喷射灌浆技术施工质量控制的基础。良好的可泵性意味着浆体能够在高压泵的作用下顺利流动,不易堵塞管道,从而保证灌浆作业的连续性和高效性。而保水性则是指浆体在喷射过程中能够保持一定的水分含量,避免过快干燥导致灌浆效果下降。为了实现这一目标,需要在浆体配制过程中严格控制原材料的质量,确保水泥、水、外加剂等材料的性能符合规范要求。同时,还应根据工程实际情况和地质条件,合理调整浆体的配比,以满足施工需求。在浆体制备完成后,应进行必要的试验和检测,如流动性试验、保水性试验等,以验证浆体的性能是否满足施工要求。在灌浆作业过程中,还应密切关注浆体的状态变化,如稠度、流动性等,并根据实际情况及时调整浆体的配比和施工参数,确保浆体始终保持良好的可泵性和保水性。

5.2 控制喷射过程中的流量、压力及提升速度

喷射过程中的流量、压力及提升速度是高压喷射灌浆技术施工质量控制的关键参数。这些参数直接影响灌浆作业的效果和固结体的性能。在喷射过程中,应严格控制浆液的流量,确保浆液能够均匀、稳定地喷射到土体内部。流量过大可能导致浆液流失严重,降低灌浆效果;流量过小则可能延长施工周期,增加施工成本。因此,应根据实际情况合理设定流量参数,并在施工过程中进行实时监测和调整。喷射压力也是影响灌浆效果的重要因素。适当的喷射压力能够确保浆液深入土体内部,形成连续的固结体。但过高的喷射压力可能导致土体破坏严重,影响固结体的稳定性和强度,在喷射过程中应严格控制喷射压力,并根据地质条件和施工需求进行适时调整^[4]。另外,提升速度也是影响灌浆效果的关键因素之一。提升速度过快可能导致浆液未能充分与土体混合,影响固结体的质量和性能;提升速度过慢则可能

延长施工周期,增加施工难度。因此,在喷射过程中应合理控制提升速度,确保浆液与土体充分混合,形成高质量的固结体。

5.3 对钻孔的笔直性、均匀度和吸水量进行检查

钻孔的笔直性、均匀度和吸水量是高压喷射灌浆技术施工质量控制的重要方面。这些参数直接影响灌浆孔的质量和灌浆效果。在钻孔过程中,应确保钻孔的笔直性,避免钻孔出现偏斜或弯曲。偏斜的钻孔可能导致浆液无法均匀分布到土体内部,影响固结体的质量和性能。在钻孔过程中应使用专业的测量仪器进行实时监测和调整,确保钻孔的笔直性。钻孔的均匀度也是影响灌浆效果的重要因素。均匀的钻孔能够确保浆液在喷射过程中均匀分布到土体内部,形成连续的固结体。因此,在钻孔过程中应严格控制钻孔的直径、深度和间距等参数,确保钻孔的均匀性。钻孔的吸水量也是反映钻孔质量和灌浆效果的重要指标之一,通过测量钻孔的吸水量,可以了解钻孔内部的渗透性能和灌浆效果。在灌浆作业完成后,应对钻孔的吸水量进行必要的检测和分析,以验证灌浆效果是否满足设计要求。对于吸水量异常的钻孔,应及时进行复查和处理,确保灌浆作业的质量和效果。

结束语

综上所述,高压喷射灌浆技术在水利水电施工中展现出强大的防渗加固能力。通过精准的施工控制和先进的设备应用,该技术能够有效提升水利水电工程的稳定性和安全性。未来,随着技术的不断进步和创新,高压喷射灌浆技术将在水利水电领域发挥更加重要的作用,为水利事业的发展贡献力量。

参考文献

- [1]张秀娟.高压喷射灌浆技术在水库防渗加固中的应用[J].黑龙江水利科技,2023,51(04):122-125.
- [2]程雄辉.高压喷射灌浆技术在病险坝防渗加固中的应用[J].科技创新与应用,2022,12(33):48-51.
- [3]苑广会.高压喷射灌浆技术在水利水电施工中的应用[J].云南水力发电,2022,38(10):234-236.
- [4]杨瑞,周义.在水利水电施工中高压喷射灌浆技术的应用[J].建材与装饰,2024,20(8):157-159.