

水利水电工程施工中的灌浆施工技术

张建国

卓资县水利局 内蒙古自治区 乌兰察布市 012000

摘要: 本文围绕水利水电工程灌浆施工技术展开。先阐述其核心原理,即浆液在压力下填充、渗透、胶结地层空隙,受浆液性能、注入压力等因素影响,还介绍了提升地层承载与稳定性、具备防渗性能等应用价值。接着介绍水泥、化学、高压喷射灌浆技术类型。随后说明施工流程,包括前期准备、钻孔施工、浆液注入与养护。最后强调质量控制关键环节,涵盖材料、施工过程参数控制及施工质量检测,以确保灌浆施工质量符合工程要求。

关键词: 水利水电; 工程施工; 灌浆施工; 技术

引言: 在水利水电工程建设中,地基稳定性、坝体强度及防渗性能至关重要,关乎工程安全与长久运行。灌浆施工技术作为改善地层条件、提升结构性能的关键手段,通过向地层裂隙、孔洞等注入浆液,经填充、渗透与胶结,形成具备强度和抗渗性的整体结构,能有效解决软弱夹层、裂隙岩体等地质问题。本文将深入剖析灌浆施工技术的核心原理,阐述其在水利水电工程中的应用价值,介绍常见技术类型,梳理施工流程与技术要点,并探讨质量控制的关键环节,为相关工程实践提供参考。

1 灌浆施工技术的核心原理与应用价值

1.1 灌浆施工技术的核心原理

灌浆施工技术以浆液的流动性与胶结硬化特性为理论基础。在水利水电工程施工中,借助压力设备,将精心配制的浆液注入施工区域的地层裂隙、孔洞或者结构缝隙内。浆液凭借自身良好的流动性,在压力推动下,沿着这些空隙不断流动,充分填充各类大小不一的空隙。随着时间推移,浆液与周围的岩体或结构发生一系列物理化学反应,逐渐凝固硬化,最终形成一个具有一定强度和抗渗性能的整体结构。从技术本质深入剖析,灌浆过程是一个复杂且综合的过程,涵盖了浆液对空隙的填充、渗透以及胶结。其最终效果受到多种因素的综合影响,浆液的性能,如流动性、凝固时间、强度等指标,直接决定了其填充和胶结能力;注入压力的大小影响着浆液的渗透范围和深度;施工工艺的合理性关系到浆液能否均匀分布;而目标区域的地质条件,如岩体的裂隙发育程度、孔隙率等,更是对灌浆效果起着关键作用。

1.2 灌浆施工技术的应用价值

在水利水电工程领域,灌浆施工技术具有不可忽视的应用价值。(1)能有效提升地层的承载能力与稳定性。针对工程地基、坝体等关键部位存在的软弱夹层、裂隙

岩体等地质缺陷,通过灌浆处理,可使原本松散的岩体紧密结合,增强岩体的整体性,有效降低变形风险,为工程结构的长期稳定运行提供坚实保障。(2)具备卓越的防渗性能。能够精准封堵地下渗水通道,大幅减少工程渗漏量,降低渗漏对工程结构的侵蚀破坏,延长工程使用寿命,同时提升工程的水资源利用效率,保障水利水电工程各项功能的正常发挥^[1]。

2 水利水电工程中常见的灌浆技术类型

2.1 水泥灌浆技术

水泥灌浆技术在水利水电工程里是应用极为普遍的灌浆技术类型。它以水泥作为主要的胶凝材料,依据不同工程的具体需求,掺入合适比例的外加剂来配制浆液。(1)这一技术具有显著的核心优势。从材料方面看,水泥来源广泛,价格相对低廉,能有效控制工程成本。而且,水泥浆液凝固后具备高强度和良好的稳定性,可以满足大多数地层条件下的加固与防渗要求,无论是处理地基的软弱夹层,还是封堵坝体的渗水通道,都能发挥重要作用。(2)水泥灌浆技术的关键要点集中在浆液配比设计和注入压力控制上。浆液配比并非一成不变,要综合考虑地质条件、加固强度要求等多种因素。通过合理调整水灰比,以及掺入减水剂、缓凝剂等外加剂,来优化浆液的流动性与凝固性能,确保浆液既能顺利注入地层,又能在合适的时间凝固硬化。注入压力的控制也至关重要,需结合地层的渗透性、裂隙大小等参数精准把控。压力过高,可能引发地层抬升、裂隙进一步扩大等问题;压力过低,则无法保证浆液充分填充裂隙,影响加固和防渗效果^[2]。

2.2 化学灌浆技术

化学灌浆技术是以化学材料作为主要原料开展的一种特殊灌浆技术。其配制出的浆液具备出色的流动性与渗透性,这一特性使其能够深入到水泥浆液难以触及的

微小裂隙之中,对于处理细微裂隙、孔隙性地层的防渗与加固问题有着独特优势,能有效提升此类地层的整体性和稳定性。(1)该技术的核心特点在于对浆液凝固速度的精准调控。通过科学调整化学材料的成分比例,能让浆液在不同环境条件下,实现快速凝固或者延迟凝固。例如在紧急抢险工程中,可调配出快速凝固的浆液,迅速封堵渗漏通道;而在一些复杂地质条件下,为保证浆液充分填充,又能使其延迟凝固。(2)在施工关键环节,浆液配制与施工环境控制至关重要。化学浆液成分复杂,配制时必须严格把控材料比例和搅拌时间,任何细微偏差都可能影响浆液性能稳定性。同时,施工环境方面,要重点监控施工区域的温度、湿度等参数,防止环境因素干扰浆液凝固效果和胶结强度。另外,由于化学浆液具有一定腐蚀性与毒性,施工人员务必做好全面防护措施,保障自身安全,确保施工顺利推进。

2.3 高压喷射灌浆技术

高压喷射灌浆技术是一种利用高压注浆泵将浆液以高速喷射流形式实施作业的先进灌浆方法。作业时,高压注浆泵赋予浆液强大的动力,使其以高速喷射流喷出,凭借喷射流产生的巨大冲击力,对周围地层土体进行强力破坏,让土体结构变得松散。随后,浆液迅速与松散的土体充分混合、搅拌,在经过一段时间的凝固硬化后,形成连续且具有一定强度的固结体,进而达成地层加固与防渗的目标。(1)此技术尤其适用于软土地基、砂土地层等松散地层的加固处理。在这些地层中应用,能显著提升地层的承载能力,增强其抗变形能力,同时有效提高地层的抗渗性能,减少渗漏问题的发生。(2)高压喷射灌浆技术的关键在于对核心技术参数的精准把控。喷射压力要根据地层土体的密实度、颗粒大小等实际情况合理确定,以保证能切实有效地破坏土体结构。喷射速度与提升速度的匹配程度,直接影响着固结体的厚度和均匀性,必须进行精准调控,确保浆液与土体充分混合。此外,该技术对施工精度要求严苛,需严格把控钻孔的垂直度以及灌浆管的定位精度,以此保障固结体的连续性和完整性。

3 灌浆施工的核心流程与技术要点

3.1 施工前期准备

灌浆施工前期准备是保障施工质量的关键前提,主要涵盖地质勘察、施工方案设计与施工设备调试。(1)地质勘察工作至关重要,需运用专业手段全面掌握施工区域的地层分布,明确不同地层的性质与厚度;了解地质构造,如断层、褶皱等特征;查明裂隙发育情况,包括裂隙的走向、密度等;测定地层的渗透性,获取关键

参数。这些数据能为浆液配比设计、施工工艺选择及注入压力控制提供科学依据。(2)施工方案设计要紧密结合工程实际需求与地质勘察结果,精准明确灌浆范围、深度,合理规划灌浆孔布置方式,科学确定浆液类型与配比,有序安排施工顺序,并制定具有针对性的施工技术措施,确保施工的可行性与有效性。(3)施工设备调试需对灌浆泵、搅拌机等设备进行细致检查与调试,保证设备运行稳定、计量精准,满足施工技术要求,同时做好材料准备与质量检验工作^[3]。

3.2 钻孔施工

钻孔施工作为灌浆施工的关键环节,其施工质量对浆液注入效果和整体灌浆质量有着直接且重要的影响。(1)钻孔施工的技术要点主要涵盖钻孔定位、钻孔垂直度控制以及钻孔清理这几个方面。在钻孔定位环节,必须严格依照施工方案所设计的孔位布置要求来开展工作。要运用专业的测量仪器,如全站仪等,进行精准定位,保证孔位偏差严格控制在技术标准允许的范围内,为后续施工奠定良好基础。(2)钻孔垂直度控制也不容忽视,需根据灌浆深度以及地层条件,合理选择适宜的钻孔设备与工艺。在钻孔作业过程中,要实时对钻孔垂直度进行监测,一旦发现偏差,及时调整钻孔角度,防止因钻孔倾斜而使浆液扩散范围偏离设计要求,影响加固和防渗效果。(3)钻孔完成后,要立即进行钻孔清理工作。可采用高压水冲洗或者压缩空气吹扫的方式,将钻孔内的岩粉、杂质以及积水彻底清除,确保钻孔通道畅通无阻,为浆液的顺利注入提供有利条件。

3.3 浆液注入与凝固养护

浆液注入是灌浆施工的核心工序,其施工质量关乎整个工程的加固与防渗效果。施工时,必须严格依照施工方案所确定的浆液配比、注入压力以及注入速度开展作业。(1)在浆液注入过程中,要实时、精准地监测注入压力与浆液注入量的变化情况。依据监测所获取的数据,及时且合理地调整注入参数。当注入压力达到预设值,并且浆液注入量保持稳定时,可维持当前参数持续注入。倘若出现压力骤升或骤降、注入量异常变化等异常状况,必须立即停止注入操作,迅速排查问题根源,并采取针对性的处理措施,待问题解决后再恢复施工。(2)浆液注入完成后,需开展凝固养护工作。养护期间,要严格控制施工区域的环境条件,避免外界因素产生扰动而影响浆液正常凝固。同时,要定期对固结体的强度增长情况进行监测,只有确保固结体强度达到设计要求后,方可进行后续的施工工序。

4 灌浆施工质量控制的关键环节

4.1 材料质量控制

材料质量是保障灌浆施工质量的核心基础,必须构建一套完善且严谨的材料质量控制体系,对灌浆材料从采购到使用的全流程实施严格管控。在采购环节,要精心挑选符合设计标准的材料供应商,对其资质、信誉等进行综合评估,同时严格审核材料的质量证明文件,确保文件内容完整、真实有效。运输过程中,需依据材料的特性,如水泥怕受潮、化学材料易变质等,采取针对性的防护措施,防止材料在运输途中受损。存储时,应划分专门的存储区域,做好防潮、防晒、防冻等防护工作,按材料的类型、规格分类存放,并设置清晰的标识,避免混淆。使用前,要依据相关标准对材料进行抽样检验,检测水泥的强度等级、安定性,化学材料的纯度、稳定性等关键性能参数,只有材料性能完全符合设计要求,方可投入使用,坚决杜绝不合格材料进入施工现场^[4]。

4.2 施工过程参数控制

施工过程参数的精准把控是保障灌浆施工质量的核心要素,必须对施工中的核心参数展开实时且严格的监测与调控。其中,注入压力、浆液注入量、浆液配比、钻孔垂直度、灌浆深度等参数尤为关键。对于注入压力与浆液注入量,要运用高精度的计量仪器进行持续监测,详细记录监测数据并建立台账。通过对数据的及时分析,掌握其变化规律,进而依据分析结果灵活调整施工参数,确保注入过程稳定可控;浆液配比需严格依照设计要求执行,采用精确的计量设备控制各类材料的用量,在搅拌过程中保证搅拌均匀,使浆液性能稳定。同时,定期检查浆液的流动性、凝固时间等性能参数,确保其符合施工标准;钻孔垂直度与灌浆深度则要借助专业的测量仪器进行监测,严格保证钻孔质量符合技术规范,防止因钻孔参数出现偏差而对灌浆效果产生不利影响,从而全方位保障灌浆施工质量。

4.3 施工质量检测

施工质量检测作为验证灌浆施工成效的关键环节,需在灌浆施工的关键节点以及施工结束后开展全面且细致的质量检测工作。在关键节点检测方面,涵盖钻孔质量检测、浆液性能检测、注入过程参数检测等。钻孔质量

检测着重查看钻孔的孔径、孔深、垂直度等是否达标;浆液性能检测关注浆液的流动性、凝固时间、密度等指标是否符合要求;注入过程参数检测则对注入压力、注入量等参数进行实时监测。通过这些检测,能够及时察觉施工过程中存在的偏差与问题,并迅速组织整改,避免问题扩大影响整体质量;施工完成后的检测,要运用专业的检测技术与设备,对固结体的强度、完整性以及抗渗性能展开检测。常用的检测方法有钻孔取芯检测、压水试验、超声波检测等。钻孔取芯能直观呈现固结体的完整程度与抗压强度;压水试验可精准判断灌浆区域的抗渗性能是否满足设计要求;超声波检测能对固结体内部结构进行无损检测,排查空洞、裂隙等缺陷。将检测结果与设计标准对比,若不达标,需及时制定整改方案,采取补灌浆等措施,确保施工质量达标^[5]。

结束语

灌浆施工技术在水利水电工程中占据关键地位,其核心原理为利用浆液特性实现地层加固与防渗。常见技术类型多样,各有独特优势与适用场景。施工流程涵盖前期准备、钻孔、浆液注入与凝固养护等环节,每个环节都有严格技术要点。而材料、施工过程参数、施工质量检测等关键环节的质量控制,是保障灌浆施工质量的核心要素。只有全面、精准把控这些方面,从技术原理出发,合理选用技术类型,严格遵循施工流程与要点,强化质量控制,才能确保水利水电工程灌浆施工质量,为工程长期稳定运行、发挥功能提供坚实保障。

参考文献

- [1]王新斌.水利水电工程施工中灌浆技术的应用分析[J].长江技术经济,2022,6(S1):104-106.
- [2]李四红.水利水电工程灌浆施工技术与质量管理措施分析[J].湖南水利水电,2022,(01):31-33.
- [3]罗伟钊.水利工程中帷幕灌浆施工技术分析[J].住宅与房地产,2021,(30):69-70.
- [4]刘磊.水利水电建设工程中灌浆施工技术及其控制措施分析[J].城市建筑,2021,18(29):142-143+192.
- [5]田洪波.水利施工技术及灌浆施工应用研究[J].四川水泥,2021,(10):215-216.