

水利水电工程施工中帷幕灌浆施工技术的应用研究

熊娟娟

湖北都江建设工程有限公司

DOI:10.32629/hwr.v10i6.7042

[摘要] 水利水电工程作为关乎国计民生的基础性工程,其施工质量直接影响工程的稳定性、安全性与使用寿命,而帷幕灌浆施工技术作为水利水电工程中核心的防渗与加固技术,在工程建设中发挥着不可替代的作用。本文以帷幕灌浆施工技术为核心,系统阐述了灌浆施工技术的主要类型,深入分析了该技术在水利水电工程地基加固、防渗处理、裂缝修复及围岩稳定中的具体应用,详细探讨了保障施工质量的关键控制举措,结合相关技术要点与施工规范,整合各环节技术应用逻辑,为水利水电工程中帷幕灌浆施工技术的规范应用提供理论支撑与实践参考,确保工程施工质量符合设计标准,推动水利水电工程的高质量建设。

[关键词] 水利水电工程; 帷幕灌浆; 施工技术; 质量控制

中图分类号: TV52 **文献标识码:** A

Application research on curtain grouting construction technology in water conservancy and hydropower engineering construction

Juanjuan Xiong

Hubei Dujiang Construction Engineering Co., Ltd

[Abstract] As a fundamental project related to national economy and people's livelihood, the construction quality of water conservancy and hydropower engineering directly affects the stability, safety, and service life of the project. Curtain grouting construction technology, as the core anti-seepage and reinforcement technology in water conservancy and hydropower engineering, plays an irreplaceable role in engineering construction. This article takes curtain grouting construction technology as the core, systematically expounds the main types of grouting construction technology, deeply analyzes the specific applications of this technology in foundation reinforcement, anti-seepage treatment, crack repair, and surrounding rock stability of water conservancy and hydropower projects, and discusses in detail the key control measures to ensure construction quality. Combining relevant technical points and construction specifications, the application logic of each link is integrated to provide theoretical support and practical reference for the standardized application of curtain grouting construction technology in water conservancy and hydropower projects, ensuring that the construction quality meets design standards and promoting the high-quality construction of water conservancy and hydropower projects.

[Key words] water conservancy and hydropower engineering; Curtain grouting; Construction technology; quality control

引言

水利水电工程作为我国基础设施建设的关键部分,承担着防洪、灌溉、发电、供水等诸多重要职能,其工程质量与国民经济发展以及人民生命财产安全紧密相关。在水利水电工程的施工过程中,地基渗漏、围岩不稳定、结构裂缝等问题很容易对工程的整体安全性和耐久性造成影响,而帷幕灌浆施工技术通过向地层或结构缝隙注入浆液,使其胶结硬化形成整体性佳、防渗

性能优的灌浆体,能够有效解决上述施工难题。帷幕灌浆施工技术凭借操作便捷、加固效果显著、防渗性能可靠等优势,被广泛应用于水利水电工程的各个施工环节。本文围绕该技术的应用开展深入研究,结合灌浆技术的类型特点,分析其在工程中的具体应用方式,提出具有针对性的质量控制措施,以此确保技术应用的规范性与合理性,为水利水电工程施工提供有力支撑。

1 灌浆施工技术的主要类型

1.1 帷幕灌浆

帷幕灌浆乃是一项通过在工程地基或者坝体当中钻孔,再向孔内进行高压注入具备胶结性能浆液的技术,该技术可使浆液于地下形成连续且完整的防渗帷幕,进而阻断地下水的渗透通道,实现降低渗透压力的目的。此技术主要应用于水利水电工程的坝基、基坑等部位,其核心功能为形成防渗屏障,减少地下水对工程结构的侵蚀与破坏。在施工进程中,需依据工程地质条件、防渗要求等因素,合理确定灌浆孔的布置方式、孔深、孔径以及浆液的配比,以此确保所形成的帷幕具备足够的厚度与密实度,能够有效抵御地下水的渗透作用,保障工程结构的稳定性。帷幕灌浆施工需遵循循序渐进的原则,逐步推进灌浆作业,确保浆液能够均匀扩散,避免出现灌浆不密实、帷幕断裂等状况。

1.2 固结灌浆

固结灌浆主要是用于改善水利水电工程地基的整体性与承载能力,借助向地基岩层的裂隙当中注入浆液,使松散的岩层胶结成为一个整体,进而提高地基的抗压强度以及抗变形能力。该技术适用于地基岩层较为破碎、孔隙率较大且承载力不足的施工场景,能够有效填补岩层裂隙,减少地基出现不均匀沉降的情况,为工程上部结构的施工提供坚实可靠的基础。在进行固结灌浆施工时,需要合理选择灌浆压力和浆液浓度,依据岩层的渗透性对灌浆参数加以调整,确保浆液能够充分填充裂隙,形成牢固稳定的胶结体。需要注重对灌浆顺序的把控,通常采用分段灌浆的方式,从浅孔到深孔逐步推进,确保灌浆质量能够符合设计要求。

1.3 接触灌浆

接触灌浆主要在水利水电工程中不同结构构件的接触部位应用,像坝体和地基、坝体与廊道、混凝土跟岩层等接触界面,其目的在于填充接触界面的缝隙,增强不同结构之间的粘结力与整体性,避免因界面缝隙而引发渗漏、滑动等问题。接触灌浆施工之前,要对接触界面开展清理工作,去除表面的杂物、浮浆以及松动岩石,确保界面清洁且平整,为浆液的粘结创造良好条件。施工过程中,需把控好灌浆压力和浆液注入量,让浆液能够充分填充界面缝隙,形成连续的粘结层,进而提高结构的整体性和稳定性,防止界面处出现渗漏通道,保障工程结构的安全运行。

1.4 回填灌浆

回填灌浆主要用于填补水利水电工程施工期间所形成的空洞、缝隙或者预埋孔洞,像地下洞室开挖后与衬砌之间存在的空隙、灌浆孔施工之后留下的孔洞等,其核心作用在于填充空缺部位,增强结构的密实度与整体性,防止因空洞存在而致使结构受力不均、出现渗漏等问题。回填灌浆的浆液需要依据填充部位的大小、深度以及工程要求来进行配比,以此确保浆液具备良好的流动性和胶结性能,能够充分填充空洞的各个角落。施工时,需要采用分层灌浆的方式,逐步对空洞进行填充,避免出现填充不密实、空洞残留等状况,同时需要做好灌浆后的养护工作,确保浆液胶结硬化,达到设计的强度要求。

2 帷幕灌浆施工技术在水利水电工程施工中的应用

2.1 地基加固

在水利水电工程的施工过程中,地基作为工程结构的基础部分,其承载能力和整体性能直接决定了工程的稳定程度,而灌浆施工技术属于地基加固的关键手段之一。针对地基岩层存在破碎状况、孔隙率较大以及承载力不足等问题,可以采用固结灌浆技术对地基加以处理,通过向地基岩层的裂隙当中注入浆液,使松散的岩层胶结成为一个整体,进而提高地基的抗压强度和抗变形能力,减少地基出现不均匀沉降的情况。对于地基存在软弱夹层、断层等地质缺陷的情形,可以结合帷幕灌浆与固结灌浆技术,既形成防渗帷幕以阻断地下水的渗透,又通过固结灌浆增强地基的整体性能,确保地基能够承受工程上部结构的荷载。在地基加固施工期间,需要结合工程地质勘察的结果,合理选择灌浆技术的类型以及施工参数,确保加固效果符合设计要求,从而为工程的安全运行奠定坚实基础。

2.2 防渗处理

防渗处理作为水利水电工程施工的关键环节,在坝基、基坑、渠道等部位尤为重要,若防渗措施落实不到位,极易引发地下水渗漏问题,不仅会对工程的正常运行产生影响,还可能导致工程结构损坏、地基失稳等严重后果。帷幕灌浆技术作为水利水电工程防渗处理的核心技术,通过在坝基或基坑周边合理布置灌浆孔,并以高压方式注入浆液来形成连续的防渗帷幕,能够有效阻断地下水的渗透通道,降低渗透压力并减少渗漏量。在防渗处理施工过程中,需依据工程的防渗要求、地质条件等因素,科学合理地确定帷幕的厚度、深度以及灌浆孔的布置密度,以此确保防渗帷幕的连续性和密实度。可结合接触灌浆技术,针对坝体与地基的接触界面开展防渗处理,填补界面缝隙以防止界面渗漏,进而形成全方位的防渗体系,保障工程的防渗效果。

2.3 裂缝修复

水利水电工程的混凝土结构于施工过程或运行期间,受温度变化、荷载作用、施工工艺不当等因素影响,容易出现裂缝。若裂缝未能得到及时修复,便会逐渐扩大,进而导致结构强度下降、渗漏等问题,影响工程的安全性与耐久性。帷幕灌浆施工技术是修复裂缝的有效方式,针对不同宽度、不同深度的裂缝,可运用相应的灌浆技术进行处理。对于宽度较小且深度较浅的裂缝,可采用低压灌浆技术,向裂缝中注入流动性良好的浆液,以此填充裂缝缝隙,使裂缝胶结闭合。对于宽度较大且深度较深的裂缝,可采用高压灌浆技术,确保浆液能够充分渗透至裂缝底部,形成牢固的胶结体,恢复结构的整体性与强度。在裂缝修复施工时,需先对裂缝进行清理与检测,明确裂缝的尺寸、走向和深度,再选择适宜的灌浆材料与施工参数,确保修复效果,防止裂缝再次出现。

2.4 围岩稳定

水利水电工程中地下洞室、边坡等部位的围岩稳定性,会直接对工程的施工安全与运行安全产生影响,而灌浆施工技术能够切实提高围岩的稳定性。在地下洞室开展开挖施工时,围岩会

因为失去支撑而出现变形、坍塌等状况,此时可以采用固结灌浆技术对围岩进行处理,向围岩裂隙当中注入浆液,让松散的围岩胶结成为一个整体,提升围岩的抗压强度与抗剪能力,约束围岩的变形,防止坍塌事故的发生。针对边坡围岩,可将帷幕灌浆和固结灌浆技术相结合,既形成防渗帷幕,减少地下水对边坡的侵蚀,又通过固结灌浆增强边坡围岩的整体性和稳定性,防止边坡出现滑坡现象。在进行围岩稳定处理时,需要依据围岩的地质条件、开挖深度等因素,合理确定灌浆范围与施工参数,确保围岩稳定性能够满足工程施工和运行的要求。

3 帷幕灌浆施工技术在水利水电工程中质量控制的举措

3.1 材料检测

灌浆材料的质量是保障帷幕灌浆施工质量的基础,其性能直接影响灌浆体的强度、密实度和防渗效果,因此必须加强对灌浆材料的全流程检测工作,杜绝不合格材料进入施工环节。在材料进场前,需组织专业检测人员对水泥、砂、水、外加剂等各类灌浆材料进行严格的质量核查,逐一核对材料的出厂合格证、性能检验报告等相关资料,确保材料的规格、型号、性能参数符合工程设计要求和行业相关规范标准。对于核心材料水泥,需重点检测其抗压强度、安定性、凝结时间等关键指标,避免因水泥质量问题导致灌浆体出现开裂、强度不足等隐患;对于骨料砂,需检测其颗粒级配、含泥量、泥块含量等指标,确保其不会影响浆液的流动性和胶结效果;对于外加剂,需针对性检测其减水率、凝结时间调整效果等性能参数,确保其能够有效改善浆液性能,满足施工需求。材料进场后,需按照规范要求的频率进行抽样复检,持续跟踪材料质量,同时做好材料的储存管理工作,划分专门储存区域,采取防潮、防晒、防污染措施,避免材料受潮、变质或混入杂质,确保灌浆材料性能始终保持稳定,为灌浆施工质量筑牢基础。

3.2 过程监控

帷幕灌浆施工过程的监控是确保施工质量的关键环节,需建立完善的全过程监控体系,明确监控责任、细化监控要点,对帷幕灌浆施工的各个环节进行全面、实时监控,及时发现和解决施工中出现的各类问题,确保施工过程符合规范要求。在灌浆施工前,监控人员需对灌浆孔的施工质量进行严格检测,逐一核对灌浆孔的位置、孔径、孔深、孔斜等参数,确保其与设计方案完全一致,对不符合要求的灌浆孔及时进行整改,避免影响后续灌浆效果。在帷幕灌浆作业过程中,需实时监控灌浆压力、浆液浓度、浆液注入量、灌浆速度等核心参数,根据地层渗透性、裂隙发育情况等实际施工条件,及时调整相关参数,确保浆液能够均匀扩散、充分填充裂隙,避免出现灌浆不密实、漏灌、超灌等问题。同时,需对灌浆孔的施工顺序、分段灌浆的长度、灌浆间隔时间等进行严格把控,严格遵循分段灌浆、循序渐进的原则,避免出现灌浆不连续、浆液扩散不均匀等隐患。此外,还需做好详

细的施工记录,准确记录灌浆施工的各项参数、施工时间、施工人员等信息,为后续质量验收和问题追溯提供完整、可靠的依据。

3.3 质量验收

质量验收是帷幕灌浆施工质量控制最后一道防线,需严格按照工程设计要求和行业相关规范标准,建立科学、严谨的验收流程,对灌浆施工质量进行全面、细致的检测验收,确保工程质量符合设计标准和使用要求。在灌浆施工全部完成后,需先对施工外观进行检查,查看灌浆孔封堵情况、灌浆体表面是否存在裂缝、渗漏等问题,对发现的外观缺陷及时进行处理。随后,采用专业检测方法对灌浆体的内在质量进行检测,主要包括灌浆体的强度、密实度、防渗性能等核心指标,常用检测方法有钻孔取样、压水试验、超声波检测等,通过检测数据判断灌浆体质量是否达到设计要求。对于检测不合格的部位,需立即组织专业人员分析问题原因,制定针对性的返工处理方案,重新进行灌浆施工,返工后需再次进行检测,直至检测合格。同时,需对施工资料进行全面整理归档,包括材料检测报告、过程监控记录、施工记录、检测报告等,确保资料完整、规范、可追溯,为工程整体验收提供完整的依据,只有当帷幕灌浆施工质量验收合格后,方可进入下一环节施工,切实保障整个水利水电工程的施工质量。

4 结语

帷幕灌浆施工技术作为水利水电工程中不可或缺的核心施工技术,在地基加固、防渗处理、裂缝修复和围岩稳定等方面发挥着重要作用,其应用效果直接关系到水利水电工程的施工质量和安全运行。本文通过对灌浆施工技术主要类型的阐述,明确了各类灌浆技术的特点和适用场景,深入分析了帷幕灌浆施工技术在水利水电工程中的具体应用方式,提出了材料检测、过程监控、质量验收等针对性的质量控制举措,形成了一套较为完整的技术应用与质量控制体系。实践表明,规范应用帷幕灌浆施工技术,严格落实各项质量控制措施,能够有效解决水利水电工程施工中的各类质量难题,增强工程结构的稳定性和耐久性,确保工程能够长期安全、稳定运行,为水利水电工程的高质量建设提供有力保障。

[参考文献]

- [1]张磊.水利水电工程帷幕灌浆施工技术应用研究[J].水利技术监督,2022,30(08):189-191+204.
- [2]王丽,李军.灌浆施工技术在水利水电工程地基加固中的应用[J].中国水能及电气化,2023,(05):78-80.
- [3]赵伟.水利水电工程灌浆施工质量控制要点分析[J].水利建设与管理,2021,41(11):67-70.

作者简介:

熊娟娟(1988—),女,洪湖市人,本科,从事工作:水利水电工程,农田水利工程,市政工程。