

水利水电工程灌浆施工技术与管理对策

柯松梅

江西久源建设工程有限公司

DOI:10.12238/hwr.v8i11.5842

[摘要] 水利水电工程作为国家基础设施建设的重要组成部分,其施工质量直接关系到工程的安全运行和使用寿命。本文从灌浆施工技术和质量管理两个方面进行了深入分析,针对灌浆材料选择、钻孔施工、灌浆方式选择、灌浆顺序控制等关键环节提出了优化建议,并从控制灌浆压力、加强质量检查、严格图纸审核、精选施工材料等方面提出了具体的质量管理措施,旨在提高灌浆施工质量,确保水利水电工程的安全可靠运行。

[关键词] 水利水电工程; 灌浆施工技术; 质量管理对策

中图分类号: TV2 文献标识码: A

Grouting construction technology and quality management countermeasures of water conservancy and hydropower projects

Songmei Ke

Jiangxi Jiuyuan Construction Engineering Co., LTD.

[Abstract] Water conservancy and hydropower project as an important part of national infrastructure construction, its construction quality is directly related to the safe operation and service life of the project. This paper makes an in-depth analysis from two aspects of grouting construction technology and quality management, puts forward optimization suggestions for key links such as grouting material selection, drilling construction, grouting method selection and grouting sequence control, and puts forward specific quality management measures from aspects such as controlling grouting pressure, strengthening quality inspection, strictly reviewing drawings and selecting construction materials. The aim is to improve the quality of grouting construction and ensure the safe and reliable operation of water conservancy and hydropower projects.

[Key words] water conservancy and hydropower engineering; Grouting construction technology; Quality management countermeasure

水利水电工程建设是国家重大基础设施建设的重要内容,对促进经济社会发展、保障国家能源安全、改善人民生活质量具有重要意义。灌浆施工作为水利水电工程建设的关键环节,其施工质量直接影响工程的防渗和抗渗能力。然而,由于地质条件复杂、施工环境恶劣、技术要求高等因素,灌浆施工质量控制面临诸多挑战。因此,深入分析灌浆施工技术,研究质量管理对策,对于提高灌浆施工质量,确保水利水电工程的安全运行具有重要价值。

1 水利水电工程灌浆施工技术分析

1.1 灌浆材料的选择

在水利水电工程中,灌浆材料的选择至关重要。常用的灌浆材料包括水泥浆、黏土浆、化学浆液等。水泥浆具有强度高、耐久性好、适应性强等优点,是最常用的灌浆材料。选择水泥浆时,需要考虑水泥品种、水灰比、外加剂等因素,以满足不同工

程的需求。黏土浆适用于砂卵石层、砾石层等渗透性较大的地层,可有效填充孔隙,降低渗透性。化学浆液如水玻璃浆液、丙烯酸酯浆液等,具有凝结快、耐久性好等特点,适用于特殊地层条件。在选择灌浆材料时,需要综合考虑地层岩性、渗透性、裂隙发育程度等因素,通过现场试验确定最佳配比,以达到理想的灌浆效果^[1]。同时,灌浆材料应具有良好的可灌性、流动性和稳定性,确保在高压条件下能够顺利灌入裂隙或孔洞中,形成密实的防渗体。

1.2 钻孔施工

钻孔是灌浆施工的重要环节,直接影响灌浆质量。钻孔施工需要根据地层条件、灌浆要求等因素,选择合适的钻机和钻头。在松散层、孔隙发育的地层中,可选用冲击式钻机,配合三翼式或十字式钻头,有利于提高钻进速度和孔壁稳定性。在坚硬完整的岩层中,可选用金刚石钻头,保证孔径符合要求。钻进过程中,

应严格控制钻进参数,如钻进压力、转速、进尺等,避免孔壁坍塌或过度扰动。同时,需要做好钻孔排序和孔位布置,合理控制钻孔间距和深度,形成有效的灌浆循环系统。钻孔完成后,应及时进行孔内清洗,去除钻渣和泥浆,为灌浆创造良好条件。

1.3 灌浆方式的选择

灌浆方式的选择是灌浆施工的关键环节,直接影响灌浆效果和质量。常见的灌浆方式有自由管法、循环管法、包封管法等。自由管法适用于岩体较完整、裂隙不发育的地层,操作简单,施工效率高。循环管法适用于裂隙发育、渗透性强的地层,通过在孔内设置灌浆管和回浆管,形成灌浆循环系统,可有效提高灌浆饱满度和均匀性。包封管法适用于破碎陡倾岩层,通过在孔内设置封隔器,将灌浆区间与裂隙面隔离,实现分段灌浆,提高灌浆效果。在选择灌浆方式时,需要综合考虑地层岩性、裂隙发育特征、地下水条件等因素,通过现场试验确定最优灌浆方案^[2]。同时,灌浆压力和灌浆量也是影响灌浆质量的重要因素,需要根据地层条件和灌浆目的合理控制。过高的灌浆压力可能导致地层扰动或串浆,过低的灌浆压力难以达到理想的封堵效果。灌浆量的确定需要通过注浆量、压力和时间的变化趋势来判断,一般采用“前紧后松”的灌浆原则,即前期灌浆压力较高,后期逐渐降低,直至达到设计标准。

1.4 合理控制灌浆顺序

合理控制灌浆顺序是保证灌浆质量的重要措施。灌浆顺序的选择需要考虑地层条件、灌浆目的、施工条件等因素,通过优化灌浆顺序,可有效提高灌浆效率和质量。一般情况下,灌浆顺序可分为由低到高、由高到低、由里到外、由外到里等方式。在均质岩层中,可采用由低到高的灌浆顺序,即先灌注下部孔段,再逐渐向上灌注,有利于提高灌浆饱满度。在岩溶发育、溶洞分布不均的岩层中,可采用由高到低的灌浆顺序,即先灌注上部孔段,再逐渐向下灌注,避免出现漏浆或者串浆现象。在复杂地层条件下,可采用由里到外或由外到里的灌浆顺序,即先灌注中心孔,再向两侧扩展,或者先灌注边缘孔,再向中心扩展,形成封闭式灌浆系统^[3]。同时,在灌浆过程中,需要密切关注灌浆压力、灌浆量等参数的变化,及时调整灌浆顺序和灌浆参数,确保灌浆效果。

2 具体灌浆方法的实施

2.1 自上而下分段灌浆方法的实施

自上而下分段灌浆是一种常用的灌浆方法,适用于岩层破碎、裂隙发育、渗透性强的地层条件。该方法的实施过程如下:首先,根据地层条件和灌浆要求,合理布置灌浆孔位和孔深,一般采用梅花形布置,孔间距为1.5~3m。在钻孔过程中,采用金刚石钻头或冲击式钻机,保证孔壁稳定和孔径满足要求。钻孔完成后,及时清孔和压水试验,了解地层的渗透性和导水特征。然后,在孔内安装注浆管和封隔器,将灌浆区间分为若干段,每段长度一般为5~10m。在灌浆过程中,采用由上而下的顺序,先灌注上部孔段,再逐步向下灌注。每段灌浆时,先采用低压慢灌的方式,待浆液从裂隙中渗出后,再逐步提高灌浆压力,直至达到设计压

力。在灌浆过程中,需要密切关注灌浆压力、灌浆量和注浆时间等参数,及时调整灌浆工艺。当灌浆压力稳定、灌浆量趋于零、注浆时间超过设计值时,即可停止该段灌浆,进行封孔。

2.2 自下而上分段灌浆方法的实施

自下而上分段灌浆是另一种常用的灌浆方法,适用于岩层较为完整、裂隙不发育、渗透性较弱的地层条件。该方法的实施过程如下:首先,根据地层条件和灌浆要求,合理布置灌浆孔位和孔深,一般采用矩形布置,孔间距为2~4m。在钻孔过程中,采用金刚石钻头,保证孔壁光滑和孔径满足要求。钻孔完成后,及时清孔和压水试验,了解地层的渗透特征。然后,在孔内安装注浆管,将灌浆区间分为若干段,每段长度一般为3~5m。在灌浆过程中,采用由下而上的顺序,先灌注下部孔段,再逐步向上灌注。每段灌浆时,采用中低压连续灌注的方式,保证浆液能够充填裂隙和孔洞。在灌浆过程中,需要密切关注灌浆压力、灌浆量和注浆时间等参数,及时调整灌浆工艺。当灌浆压力稳定、灌浆量趋于零、注浆时间超过设计值时,即可停止该段灌浆,进行封孔。采用自下而上分段灌浆方法,可有效控制灌浆范围,提高灌浆效率和质量,避免出现过度灌注或者灌浆不饱满等问题,对于岩层较为完整、渗透性较弱的水利水电工程灌浆施工具有重要意义。

2.3 一次灌浆方法分析

一次灌浆是一种简单、快速的灌浆方法,适用于岩层完整、裂隙不发育、渗透性很弱的地层条件。该方法的实施过程如下:首先,根据地层条件和灌浆要求,合理布置灌浆孔位和孔深,一般采用单排布置,孔间距为3~5m。在钻孔过程中,采用金刚石钻头,保证孔壁光滑和孔径满足要求。钻孔完成后,及时清孔和压水试验,了解地层的渗透特征。然后,在孔内安装注浆管,一次性灌注全部孔段。在灌浆过程中,采用中压连续灌注的方式,保证浆液能够充填裂隙和孔洞。在灌浆过程中,需要密切关注灌浆压力、灌浆量和注浆时间等参数,及时调整灌浆工艺。当灌浆压力稳定、灌浆量趋于零、注浆时间超过设计值时,即可停止灌浆,进行封孔。一次灌浆方法操作简单,施工效率高,适用于地层条件较好、工期紧张的水利水电工程^[4]。但是,该方法灌浆范围大,浆液扩散范围广,不易控制,可能出现过度灌注或者灌浆不饱满等问题。因此,在采用一次灌浆方法时,需要对地层条件进行详细勘察,严格控制灌浆参数,确保灌浆质量。

3 水利水电工程灌浆施工的质量管理措施

3.1 控制好灌浆压力

在水利水电工程灌浆施工中,灌浆压力的控制至关重要,直接影响灌浆质量和效果。灌浆压力过高,可能导致地层扰动、裂隙扩展、浆液流失等问题,甚至引发工程事故;灌浆压力过低,则难以达到理想的灌浆饱满度和密实度,影响工程的防渗效果和稳定性。因此,必须严格控制灌浆压力,确保施工安全和质量。具体措施包括:根据地层条件和灌浆要求,合理确定灌浆压力范围,一般为0.5~2.0MPa;在灌浆过程中,实时监测灌浆压力变化,通过调节阀门、泵速等方式,将压力控制在设计范围内;同时,

要密切关注灌浆量和注浆时间等参数,综合分析判断灌浆效果,及时调整灌浆工艺;在关键部位和复杂地层条件下,可采用分级分段灌浆、循环灌浆等方法,降低灌浆压力,提高灌浆质量;此外,还要加强现场管理和技术交底,提高施工人员的技术水平和责任意识,规范操作流程,确保灌浆压力控制到位。

3.2 加强质量控制和检查

灌浆施工质量直接关系到水利水电工程的安全运行和使用寿命,必须加强质量控制和检查,确保施工质量满足设计要求。具体措施包括:建立完善的质量管理体系,制定灌浆施工质量控制标准和检查规程,明确各部门职责和 workflow;加强材料质量控制,对水泥、黏土、外加剂等灌浆材料进行抽样检测,确保材料性能满足要求;严格控制灌浆配合比,通过现场试验,优化浆液配比,确保浆液的可灌性、流动性和稳定性;加强施工过程控制,对钻孔、压水、灌浆等关键工序进行旁站监督和技术指导,及时发现和解决问题;加强灌浆效果检查,采用钻芯取样、压水试验、声波透视等方法,评价灌浆饱满度、密实度和渗透性,对不合格部位进行及时处理;加强施工记录 and 数据分析,完善灌浆施工信息化管理,为优化灌浆工艺、提高灌浆质量提供数据支持。

3.3 严格进行图纸审核

图纸是指导灌浆施工的重要依据,图纸质量直接影响施工质量和效果。因此,必须严格进行图纸审核,确保图纸的准确性、完整性和可操作性。具体措施包括:组织设计、施工、监理等相关单位,对灌浆施工图纸进行联合审查,重点检查灌浆孔位布置、灌浆工艺参数、施工方案等内容的合理性和可行性;加强图纸会审和技术交底,组织设计、施工、监理等相关人员进行现场勘察,深入了解地质条件、施工环境等影响因素,优化完善灌浆施工方案;加强设计变更管理,对因地质条件、施工条件等发生变化需要调整灌浆施工图纸的,要及时组织相关单位进行论证和审批,确保变更的合理性和必要性;加强施工图纸的信息化管理,采用计算机辅助设计、三维可视化等技术,提高图纸的准确性和直观性,方便施工人员理解和执行;加强图纸交接和保管,明确图纸传递流程和责任人,防止图纸遗失或损坏,确保施工现场图纸的完整性和有效性^[5]。

3.4 精心挑选施工材料

灌浆材料是形成防渗帷幕、封堵裂隙的关键物质,直接影响

灌浆施工质量和效果。因此,必须精心挑选施工材料,确保材料质量满足设计要求。具体措施包括:严格控制材料采购,选择资质齐全、信誉良好的供应商,对材料生产和运输过程进行全程管控,确保材料质量和数量满足要求;加强材料进场检验,对水泥、黏土、外加剂等灌浆材料进行抽样检测,检查材料的物理力学性能、化学成分等指标,对不合格材料及时退场;加强材料储存管理,按照材料特性和施工要求,合理布置材料堆场,做好防潮、防污染等保护措施,确保材料性能稳定;优化材料配比,通过室内试验和现场试验,优化水泥浆、黏土浆等材料的配合比,确保浆液的可灌性、流动性和耐久性;加强材料使用管理,严格控制材料计量和拌合过程,确保浆液质量稳定,同时做好材料台账和使用记录,防止材料浪费和违规使用。

4 结束语

综上所述,水利水电工程灌浆施工是一项复杂的系统工程,涉及材料选择、钻孔施工、灌浆工艺、质量控制等多个方面。为确保灌浆施工质量,必须从材料、工艺、管理等多个维度入手,优化施工技术,创新管理模式,严格质量控制,加强过程监管,全面提升灌浆施工的科学化、精细化、信息化水平。未来,随着新材料、新工艺、新技术的不断发展和应用,灌浆施工技术将不断改进和完善,为水利水电工程建设提供更加安全、经济、环保、高效的技术支撑,为工程高质量发展贡献力量。

[参考文献]

- [1]周滔.水利水电工程灌浆施工技术与质量管理对策探析[J].中国住宅设施,2024,(03):163-165.
- [2]陈静林.水利水电工程灌浆施工技术与质量管理对策研究[J].中国设备工程,2024,(05):255-258.
- [3]贾绪锦.水利水电工程灌浆施工技术与质量管理对策探析[J].工程建设与设计,2022,(18):124-126.
- [4]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.
- [5]童利勇.水利水电工程灌浆施工技术与质量管理的策略分析[J].绿色环保建材,2021,(11):170-171.

作者简介:

柯松梅(1986--),女,汉族,江西九江人,本科,工程师,研究方向:水利水电工程。