

水利水电工程水库大坝坝基固结灌浆施工技术研究

刘松颜

吉林省水利水电勘测设计研究院

DOI:10.12238/hwr.v9i4.6229

[摘要] 坝基固结灌浆施工过程复杂,涉及多个技术要点和质量控制环节,一旦施工不当,容易引发严重的安全隐患。因此,要进一步研究水利水电工程水库大坝坝基固结灌浆施工的意义、技术要点和质量控制建议,以此提高施工水平、确保工程质量。文章首先分析水利水电工程水库大坝坝基固结灌浆施工的意义,阐述其对提高坝基整体性和稳定性、提升承载能力、增强防渗性能以及延长工程使用寿命的重要作用。接着,介绍坝基固结灌浆施工的技术要点,包括地质勘察与施工准备、钻孔施工和灌浆施工等关键环节,为实际施工提供了技术参考。最后,提出水利水电工程水库大坝坝基固结灌浆施工的质量控制建议,从管理机制、安全保障措施和质量检测检验三个方面入手,以此提高施工质量。

[关键词] 水利水电工程; 水库大坝; 灌浆施工技术

中图分类号: TV62 **文献标识码:** A

Study on Construction Technology of Consolidation Grouting for Dam Foundation of Reservoir of Water Conservancy and Hydropower Project

Songyan Liu

Jilin Provincial Institute of Water Resources and Hydropower Survey and Design

[Abstract] The grouting construction of dam foundation consolidation is a complex process involving multiple technical points and quality control aspects. Any improper construction can easily lead to serious safety hazards. Therefore, it is necessary to further study the significance, technical points, and quality control recommendations for the grouting construction of dam foundation consolidation in water conservancy and hydropower projects, to improve construction standards and ensure project quality. This article first analyzes the significance of the grouting construction of dam foundation consolidation in water conservancy and hydropower projects, highlighting its crucial role in enhancing the overall integrity and stability of the dam foundation, improving load-bearing capacity, strengthening seepage prevention performance, and extending the service life of the project. Next, it introduces the technical points of dam foundation consolidation grouting construction, including key stages such as geological investigation and preparation, drilling, and grouting, providing technical references for actual construction. Finally, it proposes quality control recommendations for the grouting construction of dam foundation consolidation in water conservancy and hydropower projects, focusing on management mechanisms, safety measures, and quality inspection to enhance construction quality.

[Key words] hydraulic and hydropower engineering; reservoir dam; grouting construction technology

引言

水库大坝作为水利水电工程的核心建筑物,其坝基的稳定性和安全性会影响到整个工程的运行效果和使用寿命。坝基岩体通常存在裂隙发育、风化破碎等问题,这些地质缺陷会降低坝基的整体性和抗渗性,影响到大坝的承载力。因此,固结灌浆技术被广泛应用于坝基处理中,以提高坝基岩体的均匀性和抗渗性,减少不均匀沉降,增强坝基的整体性和承载能力。

1 水利水电工程水库大坝坝基固结灌浆施工的意义分析

1.1 提高坝基整体性和稳定性

坝基在形成过程中,由于地质条件、施工因素等多种原因,往往存在裂缝、孔隙等缺陷,这些缺陷在水利工程运行过程中容易成为安全隐患。固结灌浆施工通过钻孔将具有流动性和胶凝性的浆液注入坝基裂缝、孔隙中,经过胶结和硬化后,浆液与坝

基原有材料形成一个新的整体,从而有效填充裂缝、孔隙,提高坝基的整体性。固结灌浆能改善坝基岩体的力学性能,增强岩体的抗压、抗拉、抗剪强度,提高坝基的稳定性。特别是在复杂地质条件下,如断层、破碎带等,固结灌浆能够加固这些软弱部位,防止坝基变形和失稳,维系水利工程的安全运行。

1.2 提升坝基承载能力

水库大坝在蓄水运行过程中,坝基需要承受巨大的水压力和其他荷载。如果坝基承载能力不足,容易引起坝体变形、开裂甚至失稳。固结灌浆施工通过改善坝基岩体的力学性能和整体结构,能提升坝基的承载能力。具体来说,固结灌浆增加坝基岩体的密实度,减小孔隙率和渗透性,提高岩体的抗压强度和弹性模量。固结灌浆能改善坝基岩体的均一性,减小岩体的各向异性,使坝基更均匀地承受荷载。这样,即使在水压力和其他荷载作用下,坝基保持稳定的变形和承载能力,维系水利工程的安全运行。

1.3 增强坝基防渗性能

水库大坝坝基如果存在渗漏问题,容易引起水资源的浪费,对坝基和坝体的稳定性产生不利影响。固结灌浆施工通过填充坝基裂缝、孔隙等缺陷,形成一道防渗屏障,能阻止地表水、地下水渗透进入坝基内部。固结灌浆的防渗效果主要取决于灌浆材料的性能、灌浆压力和灌浆工艺等因素。选择合适的灌浆材料、控制好灌浆压力和灌浆工艺,让浆液充分填充坝基裂缝、孔隙等缺陷,形成密实、连续的防渗层。这样,即使在水压力和其他荷载作用下,坝基也能保持良好的防渗性能。

2 水利水电工程水库大坝坝基固结灌浆施工技术要点分析

2.1 地质勘察与施工准备

地质勘察是坝基固结灌浆施工前的首要任务,通过详细的地质勘察,可了解地层情况和地质构造,为固结灌浆施工方案的设计提供科学依据。勘察内容应包括坝基岩体的岩性、风化程度、裂隙发育情况、地下水位等。根据勘察结果,判断坝基岩体的稳定性和渗透性,从而确定灌浆的范围、深度和浆液类型。在施工准备阶段,需要准备好固结灌浆所需的设备和材料。设备方面,应让灌浆机、泵、钻孔机等设备性能良好,满足施工要求。材料方面,常用的灌浆材料包括水泥、粘土、沥青和化学材料等。水泥灌浆因其操作简便、效果可靠而得到广泛应用。在选择灌浆材料时,考虑坝基岩体的特性和灌浆目的。对施工现场进行清理,灌浆材料能充分渗透到地基中。制定详细的施工方案,包括施工流程、人员配置、安全措施等。

2.2 钻孔施工

钻孔施工是坝基固结灌浆施工的重要环节。钻孔的质量影响灌浆效果。钻孔施工前,应根据设计要求和地质勘察结果,确定钻孔的位置、深度、孔径和孔距。钻孔位置应准确,孔距误差不得大于5公分,孔斜不大于 2° 。钻孔深度应达到设计要求,孔深误差不得大于10公分。钻孔孔径上下应均一,孔壁平直完整,保证灌浆时浆液能够均匀分布在钻孔周围的地基中。在钻孔过

程中,严格按照规定的方向钻进,并采取一切措施保证钻孔方向正确。随时观察钻孔情况,如发现洞穴、塌孔或掉钻等异常情况,及时处理。钻孔完成后,进行终孔验收,包括孔深、孔斜、孔壁完整性等。终孔后必须洗孔,深度必须达到设计要求,孔深误差不得大于10公分。如果验孔不合格,重新打孔并冲洗干净。要记录混凝土、卵石层、基岩深度位置及孔内溶洞、裂隙位置,并及时告知技术人员,以便调整灌浆方案。

2.3 灌浆施工

灌浆施工是坝基固结灌浆施工的核心环节。灌浆前,对钻孔进行压水试验,以检查钻孔的渗透性和裂隙发育情况。压水试验孔数不少于总孔数的5%,试验压力为灌浆压力的80%,若大于1MPa,则采用1MPa。通过压水试验,了解灌浆孔段的吸浆能力,为灌浆施工提供依据。灌浆时,根据地质情况和设计要求,选择合适的注浆材料进行注入。注浆材料应具有良好的流动性和胶凝性,能在裂隙中扩散并胶结硬化。注浆过程中,严格控制注浆压力和注浆速度。注浆压力根据工程的地质条件来确定,一般在0.2~0.5MPa之间,结合实际情况作适当调整。注浆速度应适中,避免过快或过慢导致浆液分布不均或浪费。随时观察注浆情况,如发现串浆、冒浆等异常情况,应及时处理。在注浆过程中,结合吸浆量的变化调整浆液浓度。一般采用稀浆开始灌注,随着吸浆量的减少逐渐加浓。当吸浆量小于一定值时(如1升/分),可结束灌浆。灌浆结束后,应进行封孔处理,确保灌浆孔段的密封性。封孔方法可采用机械压浆封孔法或压力灌浆封孔法。

3 水利水电工程水库大坝坝基固结灌浆施工质量控制建议

3.1 完善管理机制,确保施工规范有序

3.1.1 明确岗位管理责任。在水利水电工程水库大坝坝基固结灌浆施工中,明确各级相关领导、项目负责人、工程技术人员和施工人员的具体职责。建立分级管理体系,将责任层层落实,每个岗位都有明确的职责范围和工作标准。强化工程项目的管理水平,提高监督作业的综合效果。岗位管理责任机制的建立,需要各级管理人员和施工人员共同参与。领导层应制定明确的岗位职责和考核标准,每个人员都清楚自己的工作内容和责任。同时,加强对岗位责任制的宣传和培训,提高全体人员的责任意识 and 执行力。在施工过程中,严格按照岗位责任制进行管理和考核,对表现优秀的人员给予表彰和奖励,对失职人员则进行严肃处理。

3.1.2 强化监督管理机制。为让水利水电工程水库大坝坝基固结灌浆施工的顺利进行,建立完整的监督体系。这个体系包括监理单位、施工部门以及相关部门之间的协作机制,确保监督工作的全面性和有效性。监理单位负责对施工过程进行全程监督,施工质量和进度符合设计要求。施工部门则积极配合监理单位的工作,主动接受监督并及时整改存在的问题。在监督过程中,提高对施工环节的抽检力度,及时发现并处理施工中的不稳定因素。对于不合格的环节,按照规范进行管理,问题

得到彻底解决。建立动态监督机制,根据实际情况调整监督策略和方法。

3.1.3建立例会管理制度。在水利水电工程水库大坝坝基固结灌浆施工中,应定期开展例会管理工作。例会应围绕工程项目的施工进度、质量、安全等方面进行讨论和交流,及时汇总现场作业情况并分析问题原因。通过例会管理制度的建立,加强各部门之间的沟通和协作,让工程项目各项工作顺利进行。例会应由项目负责人主持,相关部门负责人和施工人员参加。在例会上,汇报本周工作进展情况和存在的问题,提出下周工作计划和措施。对于重大问题和决策事项,进行充分讨论和协商,确保决策的科学性和合理性。建立例会记录制度,对会议内容进行详细记录并存档备查。

3.2制定安全保障措施,确保施工安全

3.2.1加强施工安全规定。在水利水电工程水库大坝坝基固结灌浆施工前,对施工人员进行全面的安全技术交底工作。交底内容包括作业流程、关键点作业注意事项以及安全规范流程等方面。通过安全技术交底工作,让施工人员确定自己的工作内容和责任,提高安全意识和操作技能。在施工现场设置明显的安全警示标志和安全防护设施。安全警示标志应设置在醒目位置,提醒施工人员注意安全隐患和防范措施。安全防护设施则根据施工需要进行设置,如安全网、护栏、防护罩等,让施工人员的生命安全得到保障。

3.2.2制定安全应急预案。为保障水利水电工程水库大坝坝基固结灌浆施工的安全质量,制定详细的安全应急预案。预案内容包括应急组织规划、救援内容和设备配置等方面内容,并对可能存在的安全事故进行风险评估和预测。通过预案的制定和实施,在发生安全事故时迅速启动应急响应机制,减少事故损失和影响。在制定预案时,考虑施工现场的实际情况和可能存在的风险因素。应急组织规划应明确各部门的职责和协作机制,在应急情况下能迅速有效地开展救援工作。救援内容应包括人员疏散、伤员救治、设备抢修等方面内容,在事故发生后进行处理和救援。设备配置则根据救援需要进行配备和储备,在应急情况下能迅速投入使用。

3.2.3落实安全防护措施。在水利水电工程水库大坝坝基固结灌浆施工中,加强对施工现场的安全检查力度。通过定期检查和巡查,发现并排除安全隐患,维系施工现场的安全稳定。对于发现的问题应及时进行整改和处理,防止问题扩大和恶化。同时,应针对危险作业区域设置隔离带和警示标志,避免无关人员进入施工现场造成意外伤害。对于高空作业、临时用电等危险作业环节应加强安全防护措施的设置和执行力度。

3.3优化质量检测检验,确保施工质量达标

3.3.1选择合适的质量检测方法。在水利水电工程水库大坝坝基固结灌浆施工中,选择合适的质量检测方法对施工质量进行检测和评估。常见的质量检测方法包括钻芯取样分析法、压水试验分析法、弹性波速分析法以及静载试验分析法等。这些方法各有优缺点,根据工程项目的具体需求和特点进行选择。例

如,钻芯取样分析法可直接获取灌浆段岩体的样本进行实验室分析,但会对岩体造成一定破坏;压水试验分析法可通过测量灌浆段岩体的渗透性来评估灌浆效果,但受试验条件限制较大;弹性波速分析法基于测量灌浆段岩体的波速变化来评估灌浆质量,但受岩体性质影响较大;静载试验分析法则可测量灌浆段岩体的承载力和变形特性来评估灌浆效果,但试验过程较为复杂且耗时较长。

3.3.2严格质量检测流程。在质量检测过程中,应严格按照自检、初检、复检和终检的流程进行规范监督。自检由施工人员自行进行,施工过程中的每个环节都符合设计要求;初检由施工班组进行,对自检结果进行复核和确认;复检由项目部进行,对初检结果进行再次复核和评估;终检则由监理单位或质量监督部门进行,对复检结果进行最终确认和验收。通过严格的质量检测流程,维系施工质量的全面控制和评估。在检测过程中,发现并处理存在的问题和不足,保障施工质量达到设计要求。同时,建立质量检测档案和报告制度,对检测结果进行详细记录和存档备查。

3.3.3加强质量整改和验收工作。对于质量检测中发现的问题和不足,进行整改和处理。整改措施明确具体、可操作性强,并确保整改后满足设计要求。在完成质量整改工作后,进行验收工作。验收工作应由监理单位或质量监督部门进行,对整改结果进行全面检查和评估。验收合格后方可进行后续施工工作;验收不合格则应继续进行整改直至合格为止。通过加强质量整改和验收工作可保证施工质量的全面提升和达标。

4 结束语

基于对水利水电工程水库大坝坝基固结灌浆施工的意义、技术要点和质量控制建议的深入研究,为实际施工提供技术参考和管理指导。在未来的施工中,可沿着文章所提出的质量控制建议进行操作,维持施工过程的规范有序、施工安全以及施工质量达标。同时,重视技术创新和人才培养,提高水利水电工程的施工水平和质量效益,为国民经济的持续发展和人民生活的改善做出更大贡献。

[参考文献]

- [1]李钦哲.浅析水利水电工程中的大坝加固设计技术[J].珠江水运,2021,(21):39-40.
- [2]张世超,王帅兵.水利水电工程设计中的水土保持理念分析[J].农业开发与装备,2021,(04):138-140.
- [3]段旺彪.水利水电工程水库大坝病害分析及整治措施[J].中阿科技论坛(中英文),2021,(03):40-42.
- [4]毕云波.水利水电工程中的大坝加固设计技术分析[J].水电站机电技术,2020,43(07):60-62.
- [5]林天瑜.水利水电工程中水库加固施工管理论述[J].四川水泥,2019,(06):209.

作者简介:

刘松颜(1992--),男,汉族,吉林省吉林市人,硕士研究生,工程师,从事水利水电工程设计。