

# 水利水电工程灌浆施工技术与质量管理对策

李彬斌

新疆水利水电勘测设计研究院有限责任公司

DOI:10.12238/hwr.v6i8.4553

**[摘要]** 水利水电工程灌浆施工技术与质量管理是主要工作,灌浆施工技术具有优良的技术实用性以及安全性,并且对于水利施工的预期实施成本进行了必要的控制节约。水利工程的基础设施运行使用环境较为特殊,因此决定了水利施工人员必须要正确操作使用灌浆的水利施工方法手段。灌浆的水利施工材料必须要保证达到合格标准,确保水利施工人员结合水利工程的基本运行使用需求来进行灌浆的工艺手段选择。

**[关键词]** 水利水电工程; 灌浆施工技术; 质量管理

中图分类号: TV52 文献标识码: A

## Discussion on Grouting Construction Technology and Quality Management Countermeasures for Water Conservancy and Hydropower Projects

Binbin Li

Xinjiang Water Resources and Hydropower Survey, Design and Research Institute Co., Ltd

**[Abstract]** The grouting construction technology and quality management of water conservancy and hydropower projects are the main work. The grouting construction technology has excellent technical practicality and safety, and has made necessary control and saving for the expected implementation cost of water conservancy construction. The operation and use environment of the infrastructure of water conservancy projects is relatively special, so the water conservancy construction personnel must correctly operate the water conservancy construction methods and means of grouting. The water conservancy construction materials for grouting must meet the qualification standards, so as to ensure that the water conservancy construction personnel can select the grouting process means in combination with the basic operation and use needs of the water conservancy projects.

**[Key words]** water conservancy and hydropower projects; grouting construction technology; quality management

### 引言

不同灌浆技术方法的优缺点,对于吸浆量较大的工况下应用灌浆工法,现场操作过程简单,但可能因浆液扩散距离过远,部分浆液原料被浪费;漏水通道工况下,灌浆方法操作流程较复杂,但能实现对灌浆过程的全面控制,不仅能确保现场灌浆效果,还能减少工程投入。总之,在进行水利工程坝基防漏与加固施工时,要结合实际情况采用适宜的灌浆方法,充分考虑经济性问题,以获得良好的建设效果。

### 1 灌浆施工技术概述

水利水电工程环境较为复杂,施工现场容易出现劈裂、涌水、注入率陡降等特殊情况,灌浆施工对精度要求较高,传统的灌浆控制方法很难满足要求,容易受到周围环境因素和人为因素的影响。随着智能化控制技术的快速发展,为灌浆施工控制工

艺的优化,开辟了新的路径。通过开发智能控制平台,对灌浆施工现场设备作业状态进行操控,可减少人工干预的影响。水利水电工程属于特殊的建筑工程。对于水利水电工程,渗漏风险是其施工过程中面临的主要风险,该风险的产生会引起一系列的经济损失,影响施工进度,因此,在水利水电工程质量管理中应采用多种手段提高水利水电工程的防渗能力。在此背景下,灌浆施工技术应运而生,可有效增强水利水电工程地基稳固性,提升其抗渗能力。具体来说,水利水电工程所涉及的子项目较多,且不同施工作业所处的环境较为复杂,灌浆施工技术水利水电工程建设的核心技术之一,对完善水利水电工程基本性能,增强工程基础结构的稳固性意义重大。所以,在水利工程建设初期,建设方应提前量测施工范围内的地质条件和水文条件,然后结合实际情况选择灌浆施工技术,夯实水利水电工程质量管理基础。

## 2 水利水电工程灌浆施工技术要点

### 2.1 灌浆方式选择

灌浆方式选择也是灌浆施工质量控制中比较重要的条件。在对水利工程进行防渗处理时, 需要结合施工现场的实际情况以及水利工程混凝土结构特点等, 合理地选择不同类型的灌浆方式。通过对不同灌浆技术的介绍, 可以发现钻孔灌浆技术、高压喷射灌浆技术、循环式灌浆技术以及无塞灌浆技术等不同技术手段的具体特点和适用范围, 施工单位应该重视对水利工程进行分析, 选择科学合理的灌浆方式来完成防渗处理。灌浆方式在应用时, 也需要注意不同类型的灌浆方式具体应用的要求, 根据灌浆技术的具体要求完成灌浆过程, 在灌浆前对钻孔进行清洁处理, 避免影响后续灌浆质量, 灌浆过程中要谨遵工艺要求, 严格管控施工细节, 确保灌浆的施工质量水平。

### 2.2 固结灌浆工艺

水利水电工程坝基固结灌浆法施工时, 试验孔的孔距和高程借助电子全站仪确定, 并利用钢尺和水准仪完成校验, 将放样误差控制在合理范围内。钻机定位过程中, 孔位误差应在10cm以内, 并利用水平尺不断复核, 保持钻进时的垂直度, 控制孔位偏差和倾斜度。由于施工现场环境极为复杂与恶劣, 钻进作为固结灌浆工艺中的关键环节, 钻进的过程中需依赖于专业的设备, 根据工程现场的情况调查, 最终选用重探2PC-150型地质钻机, 为保障成孔质量, 采用小水量、中压力、中转速回转钻进方法。为避免钻进过程中的质量安全问题, 施工人员需在钻进的同时做好返水量、钻进速度等各个钻探参数的记录和监测, 一旦施工现场出现突发情况, 应立即与有关部门协商, 做好相应的处理。开孔孔径和终孔孔径应分别在75mm, 56mm以上。固结灌浆施工工艺应用时的压力控制尤为重要, 直接关系到灌浆施工的质量, 根据该水利水电工程中的坝基施工要求, 其灌浆压力保持在0.3MPa左右最佳, 每个灌浆段在灌浆作业之前, 都应做好单点法压水试验, 此试验进行时的压水压力值应为该灌浆段压力值的80%, 也就是0.24MPa。

### 2.3 双浆液灌浆

这是一种十分典型的化学灌浆方法, 也属于控制灌浆的施工范围。通常通过应用两个灌浆管, 将水泥浆液与速凝剂灌注到混合器中, 在混合器内水泥浆与速凝剂充分混合以后, 能在速凝之前快速抵达孔底。以上施工过程中为了取得理想的防渗施工效果及符合防渗体在强度方面提出的要求, 要督导工人严格控制浆液的实际扩散距离。浆液如果扩散得过远, 将会浪费很多材料; 如果实际扩散范围过于窄小, 将会导致防渗体自身的强度不足。如果浆液的实际凝结时间过于短暂, 灌浆孔被堵住的概率就会显著增加; 如果浆液凝结时间过长, 将会导致混合物抵达地层前局部被冲走。现场灌注施工时如何科学、精准地控制灌浆施工过程, 形成实用有效的截水墙来堵水, 这是岩溶区域灌浆施工时要重点考虑的一项现实问题。

### 2.4 灌注施工, 密封孔洞

水利施工人员对于浆液应当确保匀速注入到岩层缝隙内部, 然后对于现有的灌浆孔洞实施全面的密封操作处理。对于浆液灌注的施工过程而言, 关键实施要点应当体现在合理确定现有的灌浆材料种类、浆液搅拌的时间长度、浆液比例、浆液灌入的温度以及机械转动速度等参数指标。水利施工人员对于灌注施工的时间长度应当进行科学的控制把握, 确保做到及时密封灌浆孔。水利施工人员通过正确操作使用帷幕灌浆的工艺方法, 应当可以确保达到最佳的水库防渗施工成效性。水利施工人员务必做到正确掌握浆液密度因素、砂石混合物的配比数据因素、灌浆操作的人工实施速度因素等。灌浆施工人员针对钻孔钻头的安装角度以及钻孔深度等关键工程设备参数也要进行合理的设定, 确保达到10cm左右的钻孔深度要求, 运用规范化的施工技术方法来完成帷幕灌浆的全过程。帷幕灌浆的施工操作基本实施要点还应当在于准确控制钻孔深度以及钻孔偏差因素。水利施工技术人员务必运用自动化的仪器设备来准确调整现有的混凝土浆液注入孔隙大小, 确保限定在5mm以内的钻孔偏差。

### 2.5 优化灌浆工艺设计

水利水电工程建设中, 灌浆方式可采用孔内循环式灌浆法, 或自上而下的分段钻孔与灌浆模式, 即将配制好的浆液灌入特定位置。通常情况下, 钻孔间距约为6m时应再次施灌。灌浆过程中需要严格地控制灌浆压力, 在不改变水利水电工程地层条件的基础上, 灌浆压力应取最大值。但灌浆压力的最大值应小于岩层承载力、灌浆塞上方压力值的总和。灌浆过程中, 为预防冒浆、堵塞等质量风险, 还应合理地控制灌浆实践, 在灌孔区域的注浆率小于规定值时及时缓慢地停止灌浆。例如, 在水利工程帷幕灌浆施工技术实践中, 钻孔内浆液注入率 $<0.4 \sim 1\text{L}/\text{min}$ 时, 往往需要灌注60~90min后结束灌浆。采用固结灌浆技术时, 注入率的参考值为0.4L/min, 到达该数值后灌浆时间应保持在约30min。完成灌浆后通过压力灌浆的方式封孔, 并通过压力试验检测灌浆施工质量。水利水电工程中, 压力试验的根本目的是分析灌浆后岩层的渗透性, 相关人员可通过检测透水率、灌入水量等参数, 评估水利水电工程的防渗能力, 分析灌浆施工的实际效果, 为后期施工建设提供完整的参考依据。

### 2.6 灌浆压力控制

灌浆的压力控制对于灌浆施工质量控制也具有比较重要的意义。水利工程防渗处理过程中灌浆的压力会受到段长、孔底深度等因素的影响, 一般来说孔底深度越深、段长越长灌浆压力会逐渐增加, 灌浆压力增加对于灌浆质量具有一定影响, 在进行施工时需要格外重视压力的测定工作。在当前的技术条件下, 灌浆施工中灌浆压力的测定和压力计算工作可以通过专业仪器和计算机设备进行运算, 从而得出更加精准的压力结果, 能够在很大程度上节约人力成本。施工团队在进行灌浆时, 需要合理利用压力检测设备以及计算机技术对灌浆压力进行监视与管控, 准确了解灌浆过程中压力的变化情况, 并且尽量将压力调整在合理范围内, 保证灌浆的稳定性与可靠性。

### 3 水利水电工程施工中帷幕灌浆施工技术的保障措施

#### 3.1 施工过程中的质量和安全保障措施

为确保施工过程中的质量和安全符合预期,本次工程作业中主要采取以下几方面的措施予以保障。(1)在施工现场的一些关键节点布置监控设备,对施工情况进行实时监督,并使用计算机进行自动控制,以及时发现和解决施工过程中可能存在的一些问题。(2)对施工所使用的电气设备编制更具针对性的临时用电施工方案,同时,确保所有电箱和保护元件均符合最新技术标准,在此基础上应用TN-S系统,建立较为完善的用电保护制度体系,并建立用电技术档案,进行定期电器巡查记录。(3)采用BIM技术和计算机技术等,对可能因帷幕灌浆施工影响到的其他施工区域进行分析和监控,根据实际需要施工方案中的部分细节进行优化调整,确保各个施工环节独立进行。

#### 3.2 重视灌浆施工质量监测

水利水电工程灌浆施工时,为保障灌浆施工实际效果,还应加强该项作业的质量管理。对此,相关人员可根据水利水电工程灌浆施工的常见病害针对性地加强质量控制。(1)对于灌浆施工中的冒浆问题,应考虑土质疏松、周围存在空洞等因素,并组织施工人员通过复喷、提升注浆管等方式,及时解决冒浆问题,顺利完成灌浆施工作业。此外,注浆管破裂时同样会引起冒浆,导致灌浆时的灌浆压力下降,所以,在灌浆施工时还应提前检查注浆管。(2)灌浆过程中灌浆压力大幅上升时,施工人员还应查看是否存在注浆管堵塞、喷嘴堵塞问题,然后在施工中将规格为1mm的过滤网装设在高压泵吸水管处,并将规格为2mm的过滤网安装在注浆泵处。随后分别检查施工区域的气管、水管、浆液管道是否存在泥浆沉淀现象。(3)灌浆施工过程中浆液流量不变但实际排量不高时,施工人员应及时检查高压管路、吸水管、活塞缸套、活塞律动情况,必要时需替换有磨损、功能减弱的灌浆设备。

#### 3.3 质量检验

高压喷射注浆质量检验可以根据工程要求和当地要求开挖检查、取芯、荷载试验、标准贯入试验等方法进行检验。检

验固结体的整体性和均匀性、有效直径或加固长度、宽度、垂直度和桩中心位置、溶蚀和耐久性能、抗压强度、抗剪强度、弹性模量、渗透系数等,高压喷射注浆效果检验包括单桩竖向、水平向承载力,复合地基承载力,或防渗堵水帷幕的抗渗效果等试验。工程质量测定包括建筑物的沉降观测,建筑物基坑围堰喷射桩及水工建筑物渗水量的测定等。检验点选取有代表性的桩位,施工中有异常的部位,地基情况复杂,会对高压喷射注浆质量产生影响的部位等特殊位置。检验点的数量选取为总桩数量的1%,且最少3个,质量检验试验应在高压喷射注浆结束28天后进行。

### 4 结语

灌浆施工技术的运用可以帮助水利工程防渗处理进行更加有效的干预,保证水利工程建设质量。在应用灌浆施工中不同类型的技术时,既需要对施工技术的具体类别进行分析,灌浆技术作为水利工程建设中常见的防渗施工技术之一,在工程建设中的广泛应用,既有利于确保操作的便利性,也有利于更好地提升水利项目的建设质量。鉴于此,在水库大坝除险加固项目的施工建设之中,应严格控制帷幕灌浆施工质量,加强水库险情的有效处理,为我国社会经济的持续增长以及我国水利工程的持续发展提供保障。

#### [参考文献]

- [1]刘玉杰.希尼尔水库除险加固工程坝基防渗施工工艺比选浅析[J].陕西水利,2020,(12):172-174.
- [2]熊瑞.水库除险加固工程现场施工技术探析[J].内蒙古水利,2021,(2):63-64.
- [3]徐登美.嵩明县大冲河水库除险加固工程帷幕灌浆浅析[J].低碳世界,2021,11(5):101-102.
- [4]陈飞.永泰县顶隔水库除险加固工程施工方法探讨[J].湖南水利水电,2019,(4):87-89.
- [5]董素英.水库除险加固工程大坝帷幕灌浆施工工艺[J].河南科技,2018,(24):65-66.
- [6]吴静.水库除险加固工程大坝帷幕灌浆施工工艺[J].低碳世界,2018,(9):61-62.