

Key Points Analysis of Grouting Construction of Connection Joint of Dam Body in Hydropower Station

Sheng Yi

State Power Investment Corporation Wuling Electric Power Co., Ltd., Changsha, Hunan, 655000, China

Abstract

In hydraulic engineering construction, joint grouting technology is indispensable for securely connecting adjacent dam sections, enhancing the structural integrity and stability of dams, improving water resistance, and reducing safety risks. The application of joint grouting requires precise measurement of joint opening, temperature monitoring, water pressure testing, flushing immersion, drilling, and grouting operations. Each process must undergo strict quality control, with scientific solutions for issues like leakage, pipeline blockages, and slurry leakage to optimize the technology. This article analyzes the application process of joint grouting in hydropower dam structures, aiming to improve construction quality and ensure the proper functioning of dam structures.

Keywords

hydropower station; dam body; grouting technology of joint

水电站大坝坝体连接缝灌浆施工要点分析

易生

国家电投集团五凌电力有限公司, 中国 · 湖南 长沙 655000

摘要

在水利工程施工中, 离不开连接缝灌浆施工技术, 能够牢固连接相邻的坝段, 增加大坝结构整体性和稳固性, 强化坝体抗渗效果, 减少安全事故的发生概率。在连接缝灌浆施工技术应用中, 需要测量缝面张开度、测量温度、做好压水检测、冲水浸泡、钻孔、灌浆等作业, 并对各个工序质量进行严格把控, 并对串漏、管路堵塞、浆液外漏等问题进行科学处理, 促进连接缝灌浆技术的优化应用。文章主要对水电站大坝坝体连接缝灌浆施工技术的应用流程进行分析, 从而有效提升水利工程质量, 推动水电站大坝坝体结构功能作用的正常发挥。

关键词

水电站; 大坝坝体; 连接缝灌浆施工技术

1 引言

在水电站大坝坝体属于大体积混凝土建筑, 需要采用分段浇筑的方式进行施工, 从而避免出现温差裂缝。针对各个坝段的连接缝, 需要利用接缝灌浆技术进行处理, 进而强化整个坝体结构的整体性和稳固性, 并增加抗渗性, 促进整体大坝结构的安全使用。只有提升大坝坝体结构施工质量, 才能充分发挥水电站灌溉、抗洪、人畜饮水等方面的功能作用, 促进水利工程行业的顺利发展。

2 连接缝灌浆施工技术

通常情况下, 在水电站大坝坝体施工中, 为了减少温差裂缝的出现, 需要对坝体分段施工, 致使相邻坝段之间存在接缝, 容易引起坝体渗漏问题。连接缝灌浆施工技术主

要是把混凝土浆液输送灌注到坝体的缝隙中, 并对其进行填充, 这样可以对不同坝段进行连接, 形成统一整体, 保障水利工程结构稳固性, 有效提升水电站大坝坝体施工效率和质量^[1]。在接缝灌浆技术应用中, 主要是利用水硬性凝胶材料, 如单一水泥浆液或者混合浆液等, 使其与接缝原有混凝土界面相结合, 产生固化反应, 实现缝隙的填充和封堵, 强化坝体加固、防渗效果, 避免坝体表面裂缝扩散。通过接缝灌浆技术的应用, 能够有效提升坝体对水侵入的抵抗能力, 减缓侵蚀作用, 强化坝体结构安全性和稳固性, 增加整个坝体的稳定性, 减少后期维护费用, 提升综合效益。

3 水电站大坝坝体连接缝灌浆施工要点

3.1 测量缝面张开度

在接缝灌浆施工前, 需要测量灌区缝面张开度, 结合张开度的不同, 选择差异化、针对性的灌浆材料。通常情况下, 如果缝面张开度在一毫米以上, 需要选择普通的硅酸盐水泥进行灌浆; 如果张开度范围为 0.5-1 毫米, 需要使用磨

【作者简介】易生 (1984-), 男, 本科, 工程师, 国家注册一级建造师, 从事风电、水电、光伏研究。

细的硅酸盐水泥；张开度不超过 0.5 毫米的，需要针对性处理缝面张开度，使其达到接缝灌浆标准，不然就需要使用树脂类化学灌浆技术进行操作^[2]。此外，当缝面混凝土温度稳定后，需要通过预埋电阻式测缝针的方式测量缝面张开度，避免影响混凝土正常凝结。

3.2 测量温度

在灌浆前，需要在灌区混凝土的冷却管中接通水，并关闭水管阀门；静置几天后，混凝土和冷却管内的水会互相交换热量，促进混凝土凝固。在测量冷却管内水温时，要选择保温隔热功能较强的容器，并将冷却管中闷热的水转入进去，并利用温度计测量水温，同时要多次重复测量，计算平均值作为施工参数。通常情况下，需要把混凝土温度和设计温度误差控制在 0-2℃ 范围内。

3.3 通水检查、压水检查、压气检测

在通水检测中，测量所有单开口管口的出水量，以此判断是否达到标准要求，否则需要采取必要措施进行改善。通水检测时要检测灌区内是否存在外漏现象、互串现象。在封闭式通水检测时，要关闭管口，留一个进浆管口输水，如果管口压力和通水压力相同，需要检测灌区漏水量，并定位漏水部位，并针对性处理，减少渗漏问题^[3]。压水检查，完成管路系统铺设作业后，需要封闭灌区，并向管路内冲水打压，打压压力为灌浆压力的 80% 统计压水容积，以便了解施工材料用量，一旦发现外漏问题，需要及时处理。其中管路铺设方法如图 1 所示。确保打压合格后才能确定管路安装规范性。完成管路铺设后，需要在拔管内持续充气，充气压力需要控制在 0.4MPa 左右，检验标准为拔管，如果不能从接缝中拔出，且充气压力适中保持以稳定，则说明不会漏气。其中拔管制作工艺如图 2 所示。

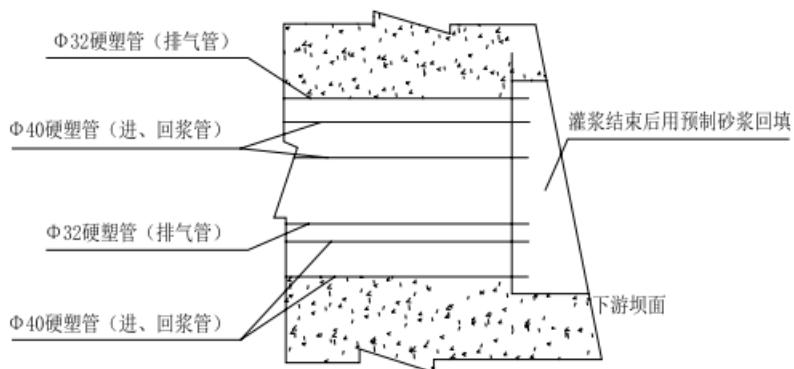


图 1 接缝灌浆管路布置剖面图



图 2 拔管制作工艺

3.4 冲洗与浸泡

在灌浆前，需要利用高压水枪对钻孔、接缝面进行清洗，清理接缝面上的杂质、泥土、碎土等，避免影响接缝灌浆质量。完成清洗作业后，需要对接缝面充水浸泡 20 小时以上，然后对接缝面、灌浆管路进行冲刷，排出管路和接缝的积水，

保障接缝没有杂质。

3.5 选择灌浆材料

灌浆材料质量与整体接缝灌浆施工效果息息相关。要结合水电站大坝坝体工程特点，选择合适的水泥浆材料。其中水泥为普通硅酸盐水泥，强度需要在 42.5 以上，抗压强度需超过 52.5MPa，同时要对细度进行合理控制。要选择没有结块的水泥，提前鉴定合格后才能投入使用；选择洁净饮用水对水泥进行配制；结合接缝张开度、气温条件、稠度等特点，优化选择外加剂，如减水剂等，进而增加浆液流动性，降低黏度值控制在合理范围内^[4]。在浆液制作过程中，需要使用高速制浆机进行拌制，且要搅拌均匀，把浆液密度、黏度控制在标准范围内，同时制备时间控制在 4 小时内，提前过筛且浆液温度在 5-40℃ 时才能投入使用。

3.6 钻孔作业

在坝体大坝工程施工过程中，要结合岩石的坚硬程度、性质，选择合适的钻孔方式。其中，常用的钻孔方式为岩心钻孔，即利用金刚石进行钻孔，同时在砂砾石层钻孔前，要选择优质泥浆保障孔壁稳定性，避免出现坍塌现象。钻孔作业过程中，对钻具长度进行合理控制，进而保障钻孔过程的垂直度。在此环节中需要实时清除岩石粉末，防止对孔壁空

隙造成堵塞。

3.7 灌浆施工

在接缝面灌浆过程中，针对同一条横缝，需要按照从上到下、从中部到两岸的顺序依次分层灌浆。当上下灌区发生串漏问题，需要对上下两层同步灌浆；完成同一高程的灌区灌浆作业后，才能对周边灌区进行灌浆，灌浆方式为同时灌浆或者逐区连续灌浆。同时灌浆过程中，需要从中间缝面逐渐向坝肩缝面灌浆；连续灌浆过程中，灌浆完前一灌区后的半小时内开始下一灌区的关键作业。同一横缝的下一层灌浆结束十天后，才能开始新上一层灌区的灌浆作业。不同的灌浆阶段，使用浆液水灰比不同，如初期使用 2:1 的水灰比；排气管出浆后换成 1:1 的浆液；排气管出浆后换成 0.5:1 的水灰比浆液^[5]。此外，如果接缝面张开度超过 1.0 毫米时，需要使用单一浓浆灌注；当缝面张开度在 0.5 毫米以下时，需要适当在水泥中添加一定比例的减水剂，这样可以增加浆液流动性，实现多浆比灌浆。在灌浆前需要加大压力反复通水；灌浆时要提高灌浆压力。通常情况下，灌浆压力需要控制在 0.2MPa。在灌浆前，需要做好现场检查工作，规范性铺设管路，且在灌浆过程中每隔十分钟开展一次浆液性能检测工作，进而强化浆液性能。在灌浆作业过程中，需要全部打开管口，并通过下方进浆孔缓慢注浆；当管口出现返浆与进浆口浆液浓度相同时，需要依次关闭管口，确保浆液对缝面进行全面填充，然后逐步提高进浆压力，确保顶部压力满足设计要求，稳压二十分钟后，才能停止注浆。完成灌浆作业后，需要关闭阀门并静置 8 小时后，才能拆除管路，避免出现倒浆问题。

4 水电站大坝坝体连接缝灌浆施工注意事项

4.1 浆液外漏

针对这种问题，需要利用麻丝、水泥砂浆、水玻璃等材料进行封闭处理，同时要降低注浆压力，或者增大浆体浓度^[6]。如果渗漏情况较为严重需要暂时停止灌浆，同时利用清水进行清洗，完成修补工作后再继续注浆。

4.2 管道堵塞

如果在通水检测中发现管路不畅的现象，需要使用压力水进行冲洗，且要持续变换进水压力，直到管路畅通后才能减小压力，如果以上方法还是难以解决堵塞问题，需要在顶部设置一个或者多个通畅的排气孔。如果在灌浆过程中发生管路堵塞问题，需要提高进浆压力，但是不能超过缝面增开度极限值，才能确保冲开堵塞的管路，或者从顶部的排

气孔进行倒灌，必要情况下需要增大浆液浓度，稳压十分钟后，才能停止灌浆。

4.3 串通问题

灌浆过程中如果发生上下层串通问题，需要利用上下层灌区同时灌浆的方式进行处理，这样可以提升灌浆效率；此外还可以通过先下层灌注，然后灌注上层的方式进行操作，并控制上层灌注压力，有效提升灌注质量^[7]。针对串漏问题，需要通过嵌缝方式进行处理，即利用切割机在横缝外漏处切割一定宽度的口，并使用钢钎打掉切割的混凝土，形成 U 字型槽，用水冲洗干净，然后利用 1:2 水泥预拌砂浆从灌区下部填充嵌堵，并使用铁锤夯砸密实，静置三天后进行压水检测。

4.4 灌浆中断问题

在灌浆过程中需要持续不断且均匀灌浆，如果需要中断灌注，需要及时冲洗并改变通水管道，当缝面溢出清水后才能停止，通过通水检查后，才能继续灌浆。如果当廊道四周止浆片失效时，应整圈廊道凿槽嵌堵，形成闭合圈。

5 结语

综上所述，在水电站大坝坝体施工中，为了减少混凝土裂缝的出现，需要进行分段浇筑，虽然该方法工程量少，但是在各个坝段之间形成连接缝，需要利用接缝灌浆技术进行处理，增加坝体整体性和稳固性，有效提高施工质量。

参考文献

- [1] 向胜. 水电站坝体接缝灌浆施工技术分析 [J]. 江西建材, 2023, (09): 261-263.
- [2] 滑通, 王军. 接缝灌浆施工技术在双曲拱坝中的应用 [J]. 云南水力发电, 2023, 39 (08): 110-114.
- [3] 陈智, 刘玉轩, 杨哲文. 高拱坝横缝接缝灌浆施工技术 [J]. 湖南水利水电, 2022, (06): 82-84.
- [4] 石海松, 朱旭, 乌东德高拱坝接缝灌浆施工技术[C]// 中国水利学会地基与基础工程专业委员会. 2021水利水电地基与基础工程技术创新与发展. 中国葛洲坝集团市政工程有限公司;, 2021: 202-207.
- [5] 于磊. 水电站大坝坝体连接缝灌浆施工工艺分析 [J]. 中国新技术新产品, 2019, (05): 92-93.
- [6] 陈加文. 接缝灌浆技术在水利工程施工中的应用 [J]. 现代物业 (中旬刊), 2018, (02): 146.
- [7] 何敏敏. 接缝灌浆技术在水利工程施工中的应用研究 [J]. 智能城市, 2017, 3 (07): 256.