

水利工程防渗处理中的灌浆施工技术研究

刘涛^{1*} 邵红²

1. 济南市水政监察支队, 山东 250014
2. 济南市腊山分洪工程管理站, 山东 250014

摘要: 水利工程是我国基础设施建设中的重点, 水利工程直接关系到防洪抗旱和给水供水等工作。水利工程的质量决定了其使用寿命, 水利工程在实际的应用中会有漏水、裂缝的情况, 这些质量问题会诱发工程风险, 不利于水利工程的安全使用。水利工程裂缝问题上采用灌浆施工技术, 目的是解决工程中的裂缝问题, 进而保障水利工程结构的整体质量。近几年, 随着水利工程行业的发展, 水利工程提高了对灌浆施工技术的重视度, 在水利工程中全面落实灌浆施工技术, 以此来延长水利工程的寿命, 并确保水利工程在寿命期中的安全与稳定。因此, 本文主要探讨水利工程中灌浆施工技术的应用。

关键词: 水利工程; 防渗处理; 灌浆施工技术

Research on Grouting Construction Technology in Anti-seepage Treatment of Water Conservancy Projects

Tao Liu*, Hong Shao

1. Jinan Water Administration Supervision Detachment, Shandong 250014, China
2. Jinan Lashan Flood Diversion Project Management Station, Shandong 250014, China

Abstract: Water conservancy project is the key point in China's infrastructure construction, which is directly related to flood control, drought relief, and water supply. The quality of the water conservancy project determines its service life. In the actual application, the water conservancy project will have water leakage and cracks. These quality problems will induce project risks, which is not conducive to the safe use of water conservancy projects. Grouting construction technology is used to solve the crack problem of water conservancy projects, so as to guarantee the overall quality of water conservancy project structure. In recent years, with the development of water conservancy engineering industry, the water conservancy project has increased the emphasis on grouting construction technology. The grouting construction technology has been fully implemented in the water conservancy project to extend the life of the water conservancy project and ensure the safety and stability of the water conservancy project during its lifetime. Therefore, this paper mainly discusses the application of grouting construction technology in water conservancy project.

Keywords: Water conservancy project; anti-seepage treatment; grouting construction technology

一、前言

随着我国水利工程行业的发展, 水利工程在我国社会生活中占有重要的地位, 水利工程与民生存在着密切的联系。为了提高水利工程的质量要在工程中落实灌浆施工技术, 这样才能预防水利工程渗漏的问题。灌浆施工技术能够解决水利工程中的裂缝、渗漏等问题, 为水利工程创造良好的运营条件, 优化水利工程的环境。灌浆施工技术可以改善水利工程的质量, 确保水利工程处于安全的使用状态。灌浆施工技术在水利工程中得到了充分的应用, 一来提升了水利工程的质量水平, 二来满足水利工程的需求, 保证了水利工程的综合安全。

二、水利工程

水利工程对地表水和自然界的水起到调控、分配的作用, 具有兴利除害的作用^[1]。水利工程与社会生产、人们生活有着密切的联系, 其可控制水流并预防洪涝灾害, 提供优质的生活及生产用水。水利工程中包含多种结构, 如大坝、河堤、渠道、水闸等, 这些结构修建时均对质量、密封性有着极高的要求, 因而引进了灌浆施工技术。渗漏是水

* 通讯作者: 刘涛, 1993年8月, 男, 汉, 山东莱芜人, 工程师, 任职于济南市水政监察支队。研究方向: 水利工程。

利工程中常见的质量病害，我国水利工程建设时间较早，其在现阶段已经出现了不同程度的渗漏破坏，灌浆施工技术逐渐成为水利工程中不能缺少的技术，灌浆施工技术完善了水利工程的应用，稳固了工程结构。

三、灌浆施工技术

灌浆施工技术在水利工程中是把浆液灌入到由裂缝的坝体位置，改善坝体的运营条件。水利工程中组织的灌浆施工技术，最直接的目的就是修复渗漏的地方，维护坝体的整体性，灌浆施工的条件就是喷射灌浆，运用高压泵配合其他设备，如空压机、高喷台车等完成灌浆的过程^[2]。灌浆施工技术实施的过程中会有压力突增、突降的情况，此时出口位置的灌浆浓度会受到一定程度的影响，施工时需排除此类影响，保障灌浆浓度的合理性，促使灌浆施工技术能够符合水利工程的标准。

四、水利工程中灌浆施工技术分类

灌浆施工技术在水利工程中主要起到修复、防渗的作用，列举水利工程中灌浆施工时常用的几类方法。

(一) 坝体劈裂灌浆

水利工程中坝体劈裂灌浆的直接目的就是保障大坝结构的防水抗渗性能，减少坝体发生渗漏的次数^[3]。水利工程大坝建设的过程中组织坝体劈裂灌浆技术，在水利大坝上顺坝体的轴线劈开再灌浆，这种坝体劈裂灌浆的方法能够很有效的提升坝体整体结构的防渗能力，进而保障坝体的强度。坝体劈裂灌浆技术实施的过程中，灌浆渗入到大坝坝体结构中逐渐与坝体融合起来，融合的过程中坝体和灌浆会相互作用，两者越来越紧密。坝体劈裂灌浆成为现阶段应用最广泛的一类灌浆技术，满足水利工程防渗修复的基本需求。

(二) 防渗帷幕灌浆

防渗帷幕灌浆在水利工程中有一定的工艺顺序，如下图1所示，防渗帷幕灌浆也可以配合防渗墙施工技术，其在灌浆时遵循分序加密的原则，帷幕设计成三排孔、两排孔及单排孔，三排孔的帷幕按照由两边向中间的顺序灌浆，两排孔的帷幕按照由下游向上游的顺序灌浆，单排孔的帷幕采用三序施工的方法。防渗帷幕灌浆施工时需要布置好先导孔，一序孔中选择好先导孔，也就是沿着先导孔完成防渗帷幕的灌浆操作。灌浆时浆液和水利工程坝体结构接触的时间不能低于24个小时，所有灌浆孔灌入浆液之后要检查具体的灌浆情况，避免防渗帷幕灌浆中有冒浆漏浆、串浆等情况，这样才能发挥帷幕的防渗作用。防渗帷幕灌浆施工技术对防水性的要求非常高，目的是保障水利工程的密闭效果，为了提高防渗帷幕灌浆的防水效果就要在施工中配合使用防渗墙，利用防渗墙补偿防渗帷幕灌浆后的缺陷，加固整个坝体结构。

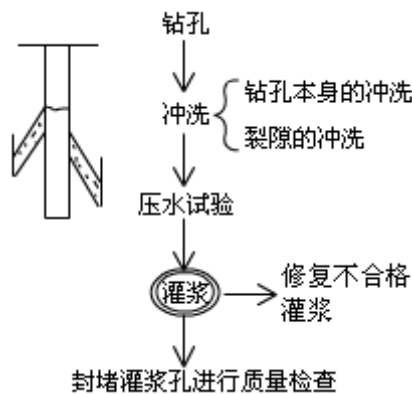


图1 防渗帷幕灌浆工艺

(三) 高压喷射灌浆

高压喷射灌浆是近几年常用的一种灌浆施工方法。高压喷射灌浆在水利工程中主要是运用压缩空气产生的动力把浆液喷射到坝体的岩层内，浆液硬化固结后可以改变坝体岩层的结构，填充坝体上有缝隙的位置，进而处理好岩层中的渗漏问题^[4]。很多水利工程修建时，其土质结构需要根据水利工程的防水目的进行改进，因此在同一个水利工程项目中会有强弱不同的土层。这类工程比较适合采用高压喷射灌浆的方法处理岩层的渗漏问题，尤其是弱质结构的土层中更适合运用高压喷射灌浆技术。高压喷射灌浆施工技术中的高压空气提供向孔内灌入浆液所需的压力，促使浆液能够布满钻孔，进而大坝的土层会和浆液相互作用，最终浆液会固结成具有抗水固化作用的结构。高压喷射灌浆技术不能用于特殊地质及特殊地形中。此类技术虽然应用广泛但是有一定的技术要求，需根据水利工程施工现场的情况确定是否采用高压喷射灌浆技术，以此来发挥高压喷射灌浆技术在水利工程中的优势作用。

五、水利工程中灌浆施工技术案例

本文以某水利工程中的除险加固项目为例，专门分析灌浆施工技术的应用，表明灌浆施工技术在水利工程中的重要作用。该案例重点是修复坝体上的裂缝，增强坝体的防渗能力，处理好漏水的问题，从以下几个方面探讨灌浆施工技术在水利工程除险加固中的具体应用。

(一) 项目背景

该水利工程为某河流上具有控制水流作用的设施，水利工程的水库容量约2098万m³，水库大坝的长度是406m，河床距离地面的高程数值为967.2m，坝顶的实际高程为983.21m。该水利工程的水库建库时间比较久，始建于1990年，为三类水库，防洪标准是20a一遇。水利工程的工作人员对水库进行校验、勘察后，在2017年3月展开除险加固工作，参照《土坝坝体灌浆技术规范》中的规定设计灌浆技术，致力于加固该水库大坝结构，延长其使用寿命，维护水库大坝结构的整体稳定性。

(二) 前期勘察

该除险加固案例进行灌浆施工以前先组织了勘察工作，施工人员通过勘察的方法了解水库大坝的结构状态，在此基础上整理好灌浆施工技术的相关工作^[5]。施工人员勘察时要全面、仔细，明确水库坝体上基础堆石体的间隙，并且做好分类施工的工作。灌浆前要把水库大坝的坝体划分成不同的段，根据每段坝体的实际情况组织灌浆技术，还要在坝体上布置单排孔隙，分层有序的灌入浆液，具体可以参考下图2。工程中采用孔底注浆的方法，促使每个孔隙中都充满浆液，灌浆期间要综合控制灌入的速度，遵循少灌多复的原则，依次完成现场的准备工作。前期勘探工作完成后要组织灌浆前的准备工作，列举该案例中准备工作的内容，如：1. 案例现场准备好所需的物资材料，包括灌浆原材料、机械设备、人员配置以及作业场地。案例现场组织施工人员开始制备灌浆使用的浆液，根据灌浆设计方案检查灌浆泵容量是否调整合适，标注出现场运输浆液的距离，优化现场灌浆的施工条件，避免出现影响灌浆的因素，这样才能保障灌浆施工的顺利实施；2. 施工人员在坝体除险加固的施工现场选择合适的观测位置，把观测设备埋入到指定的观测位置，以便准确记录观测的数据；3. 灌浆施工准备工作中现场组织试验操作，目的是确保灌浆浆液材料符合除险加固大坝结构的需求，避免影响大坝坝体的稳固性。

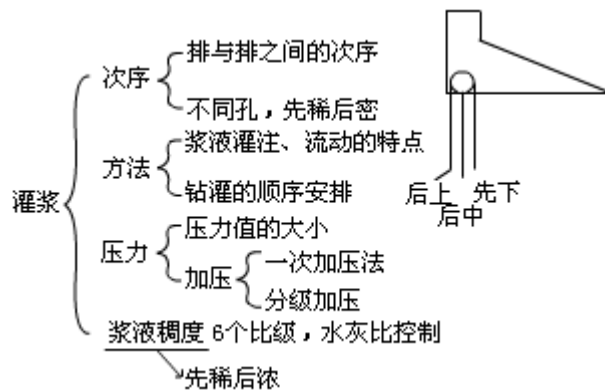


图2 灌浆的工艺顺序

(三) 灌浆施工

灌浆施工在该除险加固项目中总共分为5个步骤，如下图3所示。根据下图分析灌浆施工技术的操作方法。

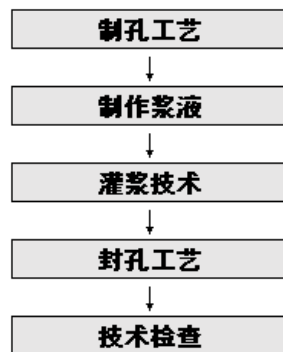


图3 灌浆施工步骤

1. 制孔工艺

大坝除险加固的施工现场布置灌浆的孔洞，按照上文所述的布孔原则，该案例总共布置了109个灌浆孔，标记好布孔的位置之后使用钻机钻入，先稀疏的钻孔再加密钻孔的点位，该案例的施工方案中要求钻孔集中在大坝的内坡和外坡结构，主要是大坝坝体上有裂缝渗水的情况，根据大坝每个阶段加高层的实际要求控制好钻孔钻入的深度。

2. 制作浆液

准备工作中已经组织了浆液制作，一直到灌浆时完成浆液的制作工艺，该案例采用的是湿法制浆工艺，制浆的过程中需使用搅拌机持续搅拌，并且要全程监控制浆的过程，避免浆液的密度不合适，一定要保障浆液密度能够达到规范的标准^[6]。案例中制浆时要求操作人员把浆液的容量控制到1.3g/cm³-1.5g/cm³之间，防止浆液在灌入到钻孔内后出现不密实的情况。

3. 灌浆技术

大坝除险加固项目中灌浆技术要有计划的进行，灌浆操作中需为每位施工人员分配好相对应的工作，全面控制好灌浆施工的过程，确保灌浆施工工作能够处于规范性的状态^[7]。该案例中选择了填充式的灌浆方法，先在坝体的上游灌入浆液，再到坝体的下游灌入，最后是坝体的中游结构，逐渐循环灌入浆液，这样的方法能够提高坝体灌浆后的稳固度。

4. 封孔工艺

灌浆操作之后就是封孔工艺，封孔不仅能够维护灌浆施工的质量，还能美化坝体的外观。封孔的过程中检查灌浆的施工效果，防止灌浆孔位置有下沉的情况。灌浆施工中有设计标准，实际灌浆操作时的浆液会超出设计标准，向孔内接连灌入了3次浆液之后无继续下渗的情况就可以组织封孔施工。该案例中直接使用泥球封孔，保护坝体结构的整体。

5. 技术检查

坝体除险加固项目中灌浆完成后组织质量检查，主要是检查坝体结构是否连续，还要检查坝体的密度，渗流量等参数。灌浆结束后的1个月组织技术检查，该案例于2017年7月底组织了技术检查，现场的技术人员开挖了2个检查井，分别布置在主坝0+230和副坝0+160的位置，检查灌浆的技术效果，检查井最底部高程未超过该水库的实际水位，井的深度为6.2m，高程是904.3m，经过检查后确定灌浆技术合格，技术人员整理了现场资料并存入档案，完成了此次除险加固项目。

六、水利工程中灌浆施工技术的质量控制

水利工程中对灌浆施工技术提出质量控制的要求，根据下图4列举质量控制的措施，保证灌浆施工技术的顺利实施。

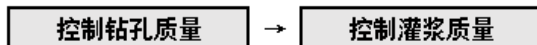


图4 灌浆施工质量控制内容

(一) 控制钻孔质量

钻孔是水利工程灌浆施工的前提条件，钻孔为灌浆提供了渗入的路径，灌浆施工过程中需严格控制好钻孔的质量，这样才能保障灌浆施工的有序进行^[8]。钻孔质量控制上，首先要控制好钻孔的孔位，根据施工图纸中设计好的钻孔孔位组织放样测量工作，要求实际钻孔孔位和设计的偏差不能超过10cm，钻机钻入到设计的深度之后由现场的监理人员验收。钻孔验收合格之后再继续钻孔，如果钻孔施工现场有突发事件，就要暂停钻孔，由施工人员、设计人员和监理人员共同参与解决突发事件，全面维护钻孔的质量。

(二) 控制灌浆质量

灌浆质量控制中要控制好灌入浆液的实际压力，避免有灌浆压力过大或过小的情况。灌浆压力控制时应该安排专业的人员，这样才能保障灌浆施工的专业性，维护灌浆施工的质量。相邻钻孔比较近时，钻孔内灌浆之后应该检查浆液是否有串口的情况，同时还要检查灌浆过程中是否有漏浆的问题，强调灌浆的合理性，严格规范灌浆的施工过程，促使灌浆能够符合施工的技术标准。

七、结束语

本文总结了灌浆施工技术在水利工程中的应用。灌浆施工技术改善了水利工程的使用环境，保证其在水资源调节中的安全与可靠性。文中列举了水利工程中灌浆施工技术的几点应用，为工程提供可参考的技术案例，促使灌浆施工技术能够在水利工程中发挥有效的作用，进而体现出灌浆施工技术在水利工程中的作用。

参考文献:

- [1]海琴.水利工程防渗处理中的灌浆施工技术分析[J].建材与装饰, 2019(29):281-282.
- [2]田旺.水利工程中的防渗处理灌浆施工技术框架构建[J].智能城市, 2019,5(11):106-107.
- [3]吴云剑.帷幕灌浆技术在水库大坝防渗处理中的应用[J].农家参谋, 2018(20):231.
- [4]沈福学.帷幕灌浆施工技术在水利工程大坝基础防渗加固处理中的应用[J].科学技术创新, 2018(18):118-119.
- [5]郑金海.浅析水利工程中的防渗处理灌浆施工技术策略[J].农家参谋, 2018(07):207.
- [6]高飞,杜琳.水利工程中防渗施工技术的应用[J].黑龙江水利, 2017,3(12):50-52.
- [7]朱小军.水利工程防渗处理施工技术的应用[J].城市建设理论研究(电子版), 2017(34):44.
- [8]柴长标.水利工程中防渗处理与灌浆施工技术探讨[J].黑龙江水利科技, 2017,45(11):100-102.