

灌浆施工技术在水利工程防渗处理中的运用

孙宏伟

中国水利水电第十一工程局有限公司 河南郑州 450001

摘要：随着我国经济的快速发展，基础设施变得越来越完善，水利工程的数量和规模也在不断地扩大，相应的，对水利工程建设的技术要求也越来越高。在水利工程施工过程中，防渗漏施工一直是一项重要的工作，为了保证整体的施工质量，需要进行注浆施工。基于此，文章首先对水利工程设施渗漏的原因进行了简单的概述，接着介绍了一些施工中较为常见的灌浆技术，最后对灌浆施工的具体操作进行了分析，并且提出了相关的注意事项，希望对于提高水利工程的质量有一定的参考。

关键词：灌浆；施工技术；水利工程；防渗漏；运用

Application of grouting construction technology in seepage control treatment of hydraulic engineering

Hongwei Sun

Sinohydro 11th Engineering Bureau Co., Ltd. Henan Province, Zhengzhou City 450001

Abstract: With the rapid development of our economy, infrastructure becomes more and more perfect. The number and scale of water conservancy projects are also expanding, and correspondingly, the technical requirements of water conservancy project construction are becoming higher and higher. In the process of hydraulic engineering construction, the construction of seepage prevention is always important to work. To ensure the overall construction quality, we need to carry out grouting construction. Based on this, the paper first gives a brief overview of the causes of leakage of hydraulic engineering facilities, and then introduces some common grouting technology in construction. Finally, the concrete operation of grouting construction is analyzed, and the relevant matters needing attention are put forward, hoping to improve the quality of hydraulic engineering a certain reference.

Key words: grouting; construction technology; water conservancy project; leakage prevention; application

引言

水利工程的防渗治理是确保工程质量的关键。目前采用的灌浆施工技术，可以更好地进行防渗治理，提高工程质量。为更好地理解灌浆技术的内涵与特点，必须通过对常用的灌浆技术进行分析，了解其特点、作用以及实际应用的需要，从而为水利水电工程的防渗工作提供有力的支持和保证。

一、水利设施渗漏原因分析

水利工程的渗漏问题是很普遍的，严重时会对工程的整体质量造成一定的影响，使其不能充分发挥其应有的作用。首先是自然方面的因素。由于滑坡、地震等不可预测的自然灾害，以及极端恶劣的气候条件下的洪水、泥石流等，都会严重影响水利工程的安全，致使大坝遭受强烈的地震，导致大坝出现变形、开裂等，从而引发漏水问题。另外，水利设施的寿命也会随着时间的流逝而不断的老化，各种性能都会有所下降，对外部环境的抵抗力也会下降，从而导致漏水。其次就是人方面的因素。一是水利工程的规划不够科学，在进行设计时没有充分考虑到场地、环境、气候等因素，造成了设计方案

的不科学；第二，施工单位在施工中使用的材料不合格、施工人员操作不当等问题也会导致后期漏水；第三，由于建设单位管理不善，导致施工中出现的问題不能及时发现，比如在施工中存在的一些问题，如果不加以重视，甚至不能及时发现，就会给后续的工程带来巨大的风险^[1]。

二、水利工程防渗漏施工中常见的灌浆施工技术

2.1 钻孔灌浆技术

通过钻孔注浆，可以有效地解决松散、破碎地层存在的一些问题，从而加强地层的稳固性，提高工程的整体质量。在实施钻孔注浆技术时，必须对钻孔位置进行适当的选取，并按技术规范及工程要求进行相应的处理与优化，以确保钻孔质量，提高注浆施工水平，取得较好的防渗效果。在钻井过程中，必须对井眼的倾斜程度进行合理的控制，并要保证井壁与直孔之间的一致性和科学性，并在深孔的处理上要注意保持一定的倾斜。同时，钻孔也要合理地使用井眼的次序，在喷头时，要根据井眼的先后次序进行喷淋，这样才能更好地检验吸水率是否满足钻孔注浆的要求。在钻孔结束后，要进行有效的清除，清除井口的淤泥、混凝土等，并采用高压水

压或真空吸尘等方法清除井眼内的尘埃和岩浆，为下一步的施工做好准备。

2.2 高压喷射灌浆防渗技术

高压喷射注浆技术具有成本低、工作量少、施工方便等优点，是许多水利工程的主要防渗措施。采用高压喷射注浆法进行土方开挖，既节省了大量的土方，又不占用大量的土地，对周围的环境及周围的建筑物造成的影响相对较少，而且还能较好地提高水利水电工程的防渗、抗洪能力。施工队伍首先要做好钻孔的准备工作，在打孔的时候，要将其倾斜度保持在1%左右，然后根据钻孔的情况，及时进行补漏，然后采用套管、钻井等方法进行处理。高压喷射注浆技术在不同的地质环境下，不会受到水压、浆压和气压的影响，但在实际工作中，由于喷浆方式的不同，所得到的基本参数也不尽相同，而且在施工中，压力喷浆的流速会随地基的不同而变化，在砂土情况下，注浆速度会加快，在砂砾环境下，流速也会相应的降低。

2.3 循环式灌浆技术

循环注浆技术是一种很好的水利工程防渗技术，它可以解决施工过程中的泥浆扩散问题，有助于修补裂缝，施工简便、快速、注浆效果好。循环灌浆技术是一种与单纯的压力灌浆工艺不同的工艺，它是利用射浆管将浆液注入到钻孔中，使一部分浆液渗入到岩石的裂缝中，而另一部分则通过回浆管道回流，从而达到注浆的目的。

2.4 混凝土缝隙灌浆技术

裂缝注浆技术可有效地填补裂缝，预防渗漏等问题，是一种较为实用的技术。混凝土缝注浆技术是一种有效的修补方法，它具有施工简便、造价低、施工速度快、的优点，可以使混凝土结构得到较好的加固和优化。在采用水泥缝注浆技术的时候，主要采用了填缝的方法，尽管与其它灌浆技术相比，其施工工序相对简便，但在施工中其可以考虑到混凝土结构和水利建设的需要，适当地选用合适的灌浆材料，并根据具体的施工需要进行相应的调整^[2]。目前，裂缝注浆技术不但在水利建设中起到了很好的防渗效果，而且在其它建筑工程中也能起到很好的效果。

2.5 诱导灌浆技术

在水利工程中，诱导注浆技术也取得了良好的防渗效果。在水利工程裂缝修补中，诱导注浆技术可以有效地预防施工中的泥浆泄漏，减轻侧挡泥水的压力，在水利工程施工中起到了很好的预防作用。诱导注浆技术的施工必须考虑到水利水电工程裂缝的实际状况，并依据混凝土的浇注特点，合理钻孔，在诱导孔中设置注浆装置，待混凝土冷却后，再打开诱导缝，进行诱导缝注浆。在诱导注浆全过程中，诱导孔的合理设置和注浆体系的布置是一个非常重要的环节，在设置诱导孔时，通常要根据大坝的结构划分来确定诱导孔的位置，而诱导孔径和诱导孔的间距要适当地设计，并在成孔后对孔洞进行

有效的防护。而在诱导孔中注浆体系的设置，应重视注浆支管的合理使用，并应注意引出孔的分布，通常采用有注浆机和不注浆机的交替排列，将已安装好的灌浆管道统一引导至上端，从而形成一个完善的灌浆管道，以确保灌浆体系的合理。

三、灌浆技术的施工工艺

3.1 施工工艺

具体的灌浆工作过程可参考图1。

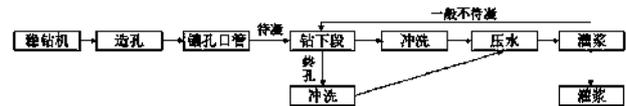


图1 灌浆技术施工流程

3.2 钻孔

(1) 钻孔定位，钻孔定位，钻孔设备准备就位。采用全站仪测量钻孔位置，保证钻孔的精度，确定钻孔位置后，利用电钻进行钻孔，在钻孔前，将预先制作好的钢筋钉入钻孔内，并在周围建筑上标注相应的数字。在正式开孔前，施工人员应准备好钻具和工作台，并利用测量仪器检查钻头的位置，确认后再安装钻头。(2) 钻孔作业，孔口管的埋设。根据实际情况，注浆槽底面的混凝土厚度有一定的差别，现场施工时的混凝土盖板厚度较厚，孔口管的埋设深度约为1~2m，孔口管的直径为90mm^[3]。(3) 钻孔基础。在实际钻井中，选用HL-230型钻机，其先导孔的直径为83mm，检查孔的直径为88mm，均采用回钻方法，在钻井期间，采用随机取样，采样深度不能小于1.9m，现场施工人员应做好采样记录，并编制成书面文件。

3.3 钻孔压水试验

在钻孔达到设计深度后，要进行钻孔清洗，并用高压水清洗孔中的裂缝。冲洗应继续进行，直到钻孔中的清水旋转10分钟后才能停止，整个冲洗时间不能少于30分钟。在完成了裂缝清洗工作以后，就可以进行压力测试了。

3.4 注浆

3.4.1 注浆方式和段长

注浆施工的具体做法：对孔洞进行封堵，从上往下灌浆，泥浆在孔中不停的流动，注浆管与孔底间距不能超过0.6m。整个注浆过程共分4个阶段，每个阶段的灌浆长度为2m，3m，5m，7m。根据施工场地的具体条件，对实际长度进行适当的调整。

3.4.2 注浆压力的确定

自上而下注浆，泥浆在钻孔中反复循环，注浆压力与注浆管道的压力基本相同；如果采用纯压注浆，灌浆压力应与注浆管道的压力相适应。

3.4.3 灌注浆液及浆液变换

(1) 工程实际施工条件特殊，将泥浆分为6种不同的水灰比，泥浆选用水泥浆。(2) 浆料转换准则：
 ①假设灌浆压力稳定，而注浆量持续下降，则浆料的水

灰比应维持在一个稳定的水平，不可任意调节；②如果浆料超过 300 L，或超过 30 分钟，注浆压力和灌浆流量保持不变，则可适当提高水泥的水灰比；③如果注浆速率超过 30L/分钟，应根据实际情况适当地调节泥浆浓度。

3.4.4 注浆时的特殊处理

(1) 在注浆过程中，如果发生了串浆，应根据不同的情况，采用相应的处理方法。(2) 在灌浆过程中，如有施工中断，应立即进行注浆。如果停水超过 30 分钟，应将灌浆物清洗干净，然后再进行灌浆^[4]。(3) 如果出现严重的空洞涌水，应在注浆前适当缩短注浆长度或改变注浆方式。(4) 在注浆过程中，如果发生大量的吃浆量，不能停止工作，应采取减少注浆压力、限制注浆量等措施。(5) 如果同时出现涌水和吃浆，则应当使用纯压法进行操作。

3.4.5 注浆的完结及孔洞的确定

根据设计要求的注浆压力，在浆液注入量小于 1L/分钟时，应将注浆量控制在 1 小时或更长。封孔采用了高压注浆封孔法，也就是在注浆完成后，可以将注浆管道中的剩余浆液转化为稠油，再将注浆管道拔出，堵塞孔洞，再进行纯压注浆。当注浆孔径超过 40 mm 时，在注浆结束后，应将剩余浆料清除，保证浆料不能移动。在实践中，选用 10% 浓度的泥浆进行封闭。

四、注意事项

4.1 工程前期调查

水利水电工程的防渗灌浆施工工艺有多种，而施工工艺的选取则要求施工人员事先认真勘察施工现场，充分了解大坝的土质、裂缝的位置、裂缝的大小以及详细的施工过程，在充分了解后，制定科学的施工方案，以便为以后的打孔、灌浆施工打下基础，确保灌浆施工效果，防止因灌浆施工不当而导致大坝受损，从而影响整个施工。

4.2 强化灌浆施工工艺的监管

灌浆施工技术要求很高，施工工艺非常重要，它直接影响到整个工程的稳定性，所以在施工之前，必须进行技术交底，对施工方案有全面的认识，并严格按照施工计划进行操作，包括钻孔、浆液配置、灌浆、封孔等，各个方面都要慎重。首先是穿孔的部分。在钻孔前，应根据场地的地质构造特征，决定钻孔的部位及数目，并在钻孔前排除可能会影响钻孔质量的因素，如工地上的垃圾等。要事先清扫，保证打孔地板清洁，打孔时要注意孔间距要尽可能大，孔的密度要随着打孔的平稳进行而逐渐增大，如果打孔的时候出现问题，打孔的位置、数量、质量都要及时调整，以免影响以后的灌浆。其次是泥浆的调配。注浆施工所用的泥浆必须在现场的泥浆

配置槽内进行调配，对粘土、水泥等原材料的选用要严格把关，防止出现不合格的浆料，并根据实际情况确定合适的粘土、水泥的配比，并在搅拌的时候要做到均匀的搅拌，并确保浆料的制造与灌浆的施工配合，按照实际的配比来调配，以免过早的制造浆液而导致浆液品质降低，既能保证浆液的性能达到使用要求，又能防止由于浆液过多而造成资源的浪费。第三，注浆阶段。影响灌浆质量的因素诸多，在灌浆过程中要注意各个方面的情况，一旦出现渗漏，必须及时采取措施，防止渗漏问题对灌浆施工造成不利影响^[5]。同时，由于施工场地地质条件对注浆作业有一定的影响，若工程地质为可溶岩，在此条件下往往会受到岩洞的影响而发生严重的侵蚀，从而给注浆作业带来困难。另外，在水利工程施工初期，由于人为的爆破，会对整个水利工程产生一定的影响，并有可能导致渗漏，所以必须进行前期的调查。最后，是孔洞的闭合。在灌浆结束后，施工人员还要进行封孔，在封孔之前，施工人员要对灌浆状态进行检验，检测灌浆是否符合要求，注意灌浆部位是否存在吃浆、沉降等问题，确认无问题后，再进行封孔，若发现有空隙未填满，应进行二次修补，同时对灌浆部位进行防渗性能检测，一旦出现质量问题，必须进行优化调整，直至全部问题消除，方可进行全部灌浆。

五、结束语

灌浆施工技术的应用有助于提高水利水电工程的防渗管理水平，提高工程质量。在采用不同的灌浆技术时，不仅要分析灌浆技术的具体类别，还要掌握施工质量控制的有关内容，要根据水利水电工程的实际情况和行业标准，选择合适的灌浆技术，做好前期的准备工作，合理的使用注浆方法，同时还要有效地控制泥浆的浓度和压力，从而使水利项目的施工技术水平得到提高，达到更好的防渗效果。

参考文献：

- [1] 王泽源. 水利工程防渗处理中的灌浆施工技术分析[J]. 科技风, 2022, 18(1): 166-168.
- [2] 马秦浩. 灌浆施工技术水利工程防渗处理工作中的应用[J]. 四川建材, 2022, 48(1): 119, 137.
- [3] 吴军. 水利工程防渗处理中的灌浆施工技术分析[J]. 工程技术研究, 2020, 5(20): 115-116.
- [4] 沈乃凤. 水利工程防渗处理中的灌浆施工技术分析[J]. 珠江水运, 2020(12): 75-76.
- [5] 龚飞龙, 袁丽丽. 水利工程防渗处理中的灌浆施工技术分析[J]. 建材与装饰, 2020(07): 36-37.