

水利水电工程施工中帷幕灌浆施工技术的探讨

何麒麟

张家口市友谊水库事务中心, 河北 张家口 075000

DOI:10.61369/WCEST.2025020004

摘 要 : 水利水电工程的建设对于我国经济发展起到了非常重要的作用, 但是在实际进行施工的过程中, 由于地质情况较为复杂, 加上施工过程中不合理的施工技术等问题, 导致水利水电工程的整体质量出现了下降的趋势。在实际施工过程中, 由于各种原因会导致帷幕灌浆技术出现问题, 因此需要进行深入研究。文章通过对帷幕灌浆技术进行分析, 探究了帷幕灌浆技术在水利水电工程施工中存在的问题及解决方法。希望能够为相关工作者提供帮助。

关 键 词 : 水利水电; 施工; 帷幕灌浆

Exploration of Curtain Grouting Construction Technology in Water Conservancy and Hydropower Engineering Construction

He Qilin

Friendship Reservoir Affairs Center, Zhangjiakou, Hebei 075000

Abstract : The construction of water conservancy and hydropower projects has played a very important role in China's economic development. However, in the actual construction process, due to the complex geological conditions and unreasonable construction techniques, the overall quality of water conservancy and hydropower projects has shown a downward trend. In the actual construction process, various reasons may lead to problems with curtain grouting technology, so in-depth research is needed. The article analyzes the curtain grouting technology and explores the problems and solutions of curtain grouting technology in the construction of water conservancy and hydropower projects. I hope to provide assistance to relevant workers.

Keywords : water conservancy and hydropower; construction; curtain grouting

引言

水利水电工程是我国基础建设工程的重要组成部分, 在我国国民经济发展中发挥着非常重要的作用。随着我国科学技术的发展, 在水利水电工程建设中使用了越来越多的技术手段, 其中帷幕灌浆技术就是一项非常重要的技术手段, 在实际施工过程中得到了广泛的应用。但是由于受到多种因素的影响, 使得帷幕灌浆技术在实际应用中出现了一些问题, 导致其对水利水电工程质量造成了一定影响。因此在实际进行施工过程中, 需要对帷幕灌浆技术进行深入分析和研究, 明确其存在的问题及解决方法, 从而提高帷幕灌浆技术在水利水电工程施工中的应用水平。

一、水利水电工程施工中帷幕灌浆施工前准备工作

(一) 工程地质勘察

在施工之前, 首先应该进行详细的工程地质勘察工作, 充分了解地质情况。在进行勘探时, 首先需要对地层的具体情况有所了解, 对断层、裂隙等情况进行全面掌握, 同时还需要对地质的性质进行详细了解, 如岩性、矿物成分等。然后, 在勘察过程中还要对水库的水文地质进行全面分析, 这样才能对整个水库的状况有一个全面的了解。

(二) 施工方案设计

在帷幕灌浆施工前, 应按照相关设计要求和设计文件, 编制施工方案。在制定施工方案时, 要结合工程的实际情况和工程地质勘察报告, 科学合理地选择灌浆孔位置, 并利用灌浆孔位置, 确定各个灌浆孔段的长度, 同时确定各孔段之间的连接方式。此外, 还需要考虑灌浆施工对周围环境的影响。因此, 在施工方案设计过程中, 还需针对各个灌浆孔位置和孔段长度进行科学合理地安排和设计。如对于不透水层和透水层较小的部位, 可以不做防渗处理; 而对于透水层和不透水层较大的部位, 则需要做防渗处理^[1]。

（三）灌浆材料的选择

灌浆材料是整个施工过程中的基础，其选择的好坏直接影响到工程施工的质量，因此，在帷幕灌浆施工过程中，要严格按照相关要求选择灌浆材料，对其进行有效地控制。首先，要根据相关规范确定浆液的浓度和相关配比，在选择材料时，要充分考虑到灌浆施工的具体要求^[2]。其次，要根据不同的工程规模和需要来选择合适的材料。最后，要根据工程施工需求来确定材料的种类和数量。

（四）施工设备的准备与调试

在进行帷幕灌浆施工之前，需要对施工设备进行调试，设备的调试是确保工程施工质量的关键，也是帷幕灌浆施工技术有效应用的重要前提。在进行设备调试时，要保证所有设备在运转时都能够正常运行，并且各个设备之间都能够相互配合。设备调试中，要对所有设备进行全面检查，确保所有设备都能够正常运转。如果出现任何问题，要及时维修，保证灌浆施工的顺利进行。

二、帷幕灌浆施工工艺

（一）钻孔施工

帷幕灌浆的钻孔施工过程中，需要严格按照相关规定进行钻孔施工，确保孔位偏差控制在50 cm以内^[3]。此外，为防止在钻孔过程中发生的岩层断裂或裂隙发育等情况，在对钻孔进行施工时需要确保钻孔施工的深度符合要求。在具体的钻孔施工过程中，需要认真落实岩层地质勘查工作，并且按照设计要求完成相关设计文件的编制工作，并严格按照施工设计进行相关钻孔作业。

（二）裂隙冲洗

在裂隙冲洗的过程中，为了避免对帷幕灌浆造成影响，应该采取一系列措施对裂隙进行冲洗，主要包括以下几个方面：（1）在冲洗裂隙的过程中，应该采用清水和高压水同时进行。如果使用高压水进行裂隙冲洗时，需要确保水压小于0.6 MPa；如果使用清水进行裂隙冲洗时，则需要确保水压小于1.0 MPa。（2）在使用清水对裂隙进行冲洗时，应该首先用清水进行清洗，然后再使用清水和高压水同时进行冲洗。在整个冲洗过程中，需要保证整个过程的连续性。如果某一个阶段出现了问题，就应该及时采取相应的措施解决问题。（3）在裂隙冲洗完成后，应该对整个过程进行详细的记录^[4]。

（三）压水试验

对灌浆孔进行压水试验时，对钻孔进行分段，同时在孔口位置安装上压力表，通过压力表来观察孔口压力，在开始灌浆后，对其压力值进行记录。压水试验过程中，如果遇到特殊情况，需要将其记录下来，并进行详细的分析。当发现有渗水现象时，需要及时查找出原因并解决。同时还要在灌浆结束后对压水试验过程中的情况进行记录^[5]。在压水试验过程中，还要注意对试验结束标准的确定。对不同段的灌浆压力进行有效的控制，在保证浆液不会发生变化的基础上，对压力值进行合理的控制。

（四）灌浆施工

1. 灌浆方法的分类与选择

灌浆方法主要包括单液浆、双液浆和三液混合浆三种。在实际的施工中，一般选择双液混合浆作为灌浆的主要方法。其主要原理是以水泥浆为主体，加入一定比例的化学试剂，从而使其具

有一定的流动性和可流动性，进而将其灌注到岩石、土中。同时，由于水泥浆中含有较多的固化剂，所以会产生较强的收缩效应，从而使岩石、土发生膨胀。

2. 灌浆压力的控制

在灌浆施工的过程中，如果压力控制不到位，会影响到灌浆的质量，因此一定要注意灌浆压力的控制。在帷幕灌浆施工中，要保证帷幕灌浆孔的压力为0.6 MPa^[6]，在实际的施工过程中，如果遇到浆液密度较大的情况下，可以通过加入一定量的减压剂来降低浆液密度，从而确保浆液在进行灌浆过程中不会出现堵塞问题。

3. 浆液的配制与灌注

浆液的配制过程中，在浆液配制之前，必须先对浆液的配比进行严格控制，特别是要保证水灰比以及水泥和水的比例。在实际的灌浆过程中，一定要严格按照配比进行，这样才能保证灌浆效果。在进行灌注时，采用一次灌注法进行灌浆，当注浆压力超过0.5 MPa时，就可以结束灌注。在实际灌注过程中，如果发生冒浆现象，应该及时进行补灌。

4. 灌浆过程中的特殊情况处理

当灌浆过程中出现浆液漏出、浆液灌不进、灌浆压力下降等异常情况时，应及时向设计单位报告，采取相应的措施进行处理。当灌浆压力上升到超过最大允许压力后，但仍持续下降或出现串浆现象时，应立即结束灌浆，并采用适当的方法和措施。当灌浆过程中出现下列情况时，应及时向设计单位报告：（1）当孔内出现串浆或冒浆时，应立即停止灌浆；（2）当注入率大于0.5L/min时，继续灌浆1h后仍不能结束灌浆时。

三、质量控制检测

（一）质量控制措施

1. 施工过程中的质量监督与检查

（1）首先对施工设计进行审查，对于钻孔位置、孔深、钻孔直径、灌浆压力和灌浆材料等方面的设计参数，需要进行严格的审核，保证施工质量满足规范要求。（2）施工过程中需要加强对施工工序的检查，确保每一道工序都符合规定要求。比如在检查孔位置确定方面，如果孔位布置不够合理，则需要重新调整，确保孔位满足规范要求。（3）在灌浆施工中，需要对施工材料、设备以及原材料等进行严格的检查，一旦发现不符合规定要求的材料和设备，则需要及时更换^[7]。

2. 原材料的质量控制

原材料是施工过程中的重要组成部分，会对整个工程的质量产生直接影响，所以原材料的质量控制非常关键。在实际施工过程中，需要对材料进行严格的筛选和检验，保证材料符合标准要求。同时，在检验过程中，还需要对原材料的性能进行测试，并做好记录。在原材料检验合格后，需要对其进行标识和分类管理，保证材料符合质量标准。

3. 施工人员的技术培训与管理

在对施工人员进行技术培训的过程中，需要采取一系列措施来提高其专业知识水平，使其在实际操作中能够掌握更多的技能和方法。对于灌浆施工技术而言，施工人员需要熟练掌握灌浆技术，了解灌浆材料的性能以及作用，明确各项技术指标的具体要

求，以便在实际操作过程中能够灵活运用。在对施工人员进行管理的过程中，需要对其工作态度和工作能力进行综合评价，保证其具备一定的专业素养和良好的技术能力。只有这样才能保证整个施工过程更加顺利地进行。

（二）质量检测方法

1. 压水试验检测

在灌浆过程中，压水试验是检验帷幕灌浆质量的重要手段。在灌浆之前，必须进行压水试验，这是为了检查孔底的情况。在测试过程中，每个孔都要进行检查，其中最重要的是检查孔中的情况。压水试验分为两种类型，一种是静态压水试验，另一种是动态压水试验。静态压水试验指的是将灌浆孔的压力保持在一定水平，然后静止一段时间，然后检测压力变化情况。而动态压水试验指的是在一定压力下注入一定量的水，然后测量孔内的压力变化情况。如果发现问题，需要及时采取措施进行处理^[8]。

2. 钻孔取芯检测

灌浆质量检查应在帷幕灌浆结束后进行，对灌浆孔内的岩芯采取率可作为评价灌浆质量的依据，对钻芯采取率低于10%，灌浆质量评定为不合格。为保证工程质量，在帷幕灌浆结束后应对岩芯采取率进行检查。岩芯采取率采用钻孔取芯方法进行检查，首先以钻进方向钻入孔内，以孔口为基点沿轴线向四周沿岩层面钻进。再用小锤轻轻敲击岩芯柱，观察岩芯柱的完整程度及碎裂情况，按岩芯的完整程度将其分为完好、破碎和风化三种类型。对于破碎岩石应及时剔除，对完整岩石则进行编号记录。按照上述方法对岩芯采取率进行检查后，再按规定进行岩芯率评定。

3. 无损检测技术的应用

无损检测技术可以为帷幕灌浆施工的质量控制提供强有力的支撑，通过该技术，可以对灌浆施工过程中出现的问题进行及时的排查，并确定问题产生的原因，同时还能提高灌浆施工的质量。无损检测技术在使用中一般应用于以下两种情况：（1）灌浆孔出现了水泥结皮、漏浆等问题，影响了帷幕灌浆施工的效果，通过该技术可以及时对问题进行排查，并对问题产生的原因进行分析，从而确定解决问题的方法^[9]。（2）灌浆孔出现了裂缝，对混凝土防渗墙造成了一定程度的破坏，通过该技术可以及时进行处理，有效地降低了混凝土防渗墙出现裂缝的概率。

四、帷幕灌浆技术的发展趋势

（一）智能化施工技术的应用

智能技术是目前帷幕灌浆技术发展的一大趋势，同时也是该技术未来的主要发展方向。首先，在设备方面，应根据不同的工程需求来选择合适的智能设备，如在水电工程中应用较多的钻机、喷浆机等。其次，在技术方面，应逐步推进智能化技术在帷幕灌浆施工中的应用。智能化技术的应用能够有效地提高施工效率和质量，同时降低施工成本。最后，在信息方面，应积极引进先进的信息技术和设备，如物联网、云计算等。

（二）新型灌浆材料的研发与应用

在实际施工过程中，帷幕灌浆材料的研发与应用是提高帷幕灌浆技术效果的重要措施。在当前科学技术不断发展的背景下，新型灌浆材料的研发与应用对于提升帷幕灌浆技术的质量效果具有重要意义。因此，在实际施工过程中，应从多个角度出发，科学合理地对新型灌浆材料进行研发和应用，以满足施工要求。

（三）绿色环保施工理念的融入

在施工中，帷幕灌浆技术的应用是非常重要的，它可以保证水利工程的稳定性和安全性。在这个过程中需要做好监督工作，做好对施工过程的监控，这样才能确保施工的安全和质量。在水利水电工程施工中，帷幕灌浆技术发挥着重要作用，但是它的应用也会产生一定的负面影响，因此在具体施工过程中需要融入绿色环保理念，并对其进行分析和研究。

五、结束语

在水利水电工程建设过程中，帷幕灌浆技术能够有效地提高整个工程的质量，因此在实际进行施工的过程中，应该进行深入研究，保障技术水平。目前，帷幕灌浆技术已经被广泛地应用在各个工程领域当中，但是由于其技术要求较高，需要结合实际施工情况，进行技术和工艺的不断改进。并且随着科学技术的发展，帷幕灌浆技术也会得到不断的发展。在实际进行施工的过程中，应该积极引进先进的设备和材料，不断提高施工工艺水平和施工效率。

参考文献

- [1] 李海荣. 探究水利工程施工中帷幕灌浆技术应用 [J]. 建筑与预算, 2022, (08): 58-60. DOI: 10.13993/j.cnki.jzyys.2022.08.020.
- [2] 臧盛阁. 水利水电工程施工中的灌浆施工技术 [J]. 全面腐蚀控制, 2025, 39(01): 90-92.
- [3] 邓宁. 水利水电工程施工中帷幕灌浆施工技术应用研究 [J]. 水上安全, 2024, (10): 157-159.
- [4] 徐玺坤. 水利水电工程施工中帷幕灌浆施工技术的应用探讨 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2024, (14): 185-187.
- [5] 孙灵. 水利水电工程施工中帷幕灌浆施工技术应用研究 [C]//江西省工程师联合会. 2024年智能工程与经济建设学术会议论文集（能源工程与环境保护专题）. 江西朗越建筑工程有限公司, 2024: 224-227.
- [6] 胡青. 水利水电工程施工中的灌浆施工技术分析 [C]//江西省工程师联合会. 2024年智能工程与经济建设学术会议论文集（工程管理与经济建设专题）. 江西旺达建设工程有限公司, 2024: 187-190.
- [7] 黄灿彬. 水利水电工程施工中帷幕灌浆施工技术的应用探讨 [J]. 大众标准化, 2023, (16): 165-167.
- [8] 李波. 水利水电工程施工中灌浆技术的应用分析 [J]. 四川水利, 2022, (S1): 43-46.
- [9] 尹栓. 杨春红. 高压旋喷灌浆技术在水利水电工程施工中的应用 [J]. 工程技术研究, 2021, 6(20): 75-76.
- [10] 赵永锋. 灌浆技术在水利水电工程大坝施工中的应用分析 [J]. 水电站机电技术, 2021, 44(06): 79-81.