

# 水利施工中水库灌浆施工工艺研究

龚永春 师 彪 王春亮

山西省水利建筑工程局集团有限公司 山西 太原 030000

**摘要：**文章对水库灌浆施工技术进行深入的研究，对灌浆材料选择，施工工艺流程以及质量控制进行综合论述。本文提出灌浆施工作为保证水库安全稳定运行的关键步骤，灌浆施工质量的好坏直接影响着水利工程长期的运行成效。通过分析不同灌浆材料性能，优选材料选择方案；对其施工工艺流程进行详细说明，强调钻孔技术和清洗过程非常重要；提出有针对性地进行质量控制的措施，主要有材料、工艺及质量检查评估。本论文的研究在丰富水库灌浆施工理论体系的同时，也为实际工程的施工提供强有力的技术支持。

**关键词：**水库灌浆；施工工艺；材料选择；质量控制

## 引言

伴随着社会不断的发展以及科学技术的不断进步，水利工程建设对于国民经济的作用也越来越突出。水库作为一个关键的水利工程设备，其建设的品质直接影响到整个工程的稳定性和安全性。灌浆施工技术是水库建设过程中至关重要的一环，对提高工程整体质量和保障水库安全运行有着十分重要的作用。但是在实际的建设过程中水库灌浆施工还面临着很多的挑战与问题。为此，文章旨在对水库灌浆施工技术进行深入研究，并对技术要点、应用现状与发展趋势进行分析，以期为水利工程施工提供强大的理论支持与实践指导。通过本论文研究希望可以促进水库灌浆施工技术不断创新和发展，助力水利行业不断进步。

## 1 水库灌浆的施工概况

### 1.1 水库灌浆施工的基本认识

水库灌浆施工作为水利工程施工的核心技术具有重要意义。是采用特定工艺方法在水库坝体或者地基裂缝和孔隙内灌注流动性和可塑性强的浆液材料，经凝固而成的稳固结石体，从而实现加固地基，增强坝体整体性与稳定性。水库是调节水资源，防洪抗旱等方面的主要设施，水库施工质量与安全直接影响着人们生命财产安全<sup>[1]</sup>。而灌浆施工是保证水库建设质量至关重要的一个环节。通过灌浆施工可有效改善地基条件、增强坝体承载能力、预防渗漏、裂缝等隐患。同时灌浆施工也能加强坝体整体性、提高坝体抗震性能及稳定性，以保证水库长久安全运行。在水库灌浆施工过程中，牵涉到很多环节，很多因素。首先施工人员需对水库坝体或者基础进行详细调查与分析，明确裂缝，孔隙分布规律以及灌浆施工具体方案。其次需选用适当浆液材料按实际条件配比配制。浆液材料选择对灌浆施工效果及质量有直接影

响，需谨慎考虑。最后要求施工人员必须掌握高超的灌浆技术以保证浆液能精确注入裂缝、孔隙内，形成较好的结石体。

### 1.2 水库灌浆施工有其独特性和特点

水库灌浆施工有它自身特有的建设特点与要求。一是由于水库工程一般都处于山区，河谷等地形地貌复杂地区，地质条件复杂多样，对灌浆施工提出巨大挑战。施工人员需全面了解地质情况并选用适当的灌浆材料与技术才能保证施工效果。与此同时，还要结合实际情况对施工方案与措施进行调整，从而处理好可能存在的各类问题与风险。二是水库灌浆施工需要大量浆液材料。浆液材料要求流动性好、可灌性好、稳定性好、耐久性好，才能保证能顺利注入裂缝、孔隙内，形成较好的结石体。同时浆液材料也要符合环保的要求，以免危害环境及人的身体。所以灌浆施工时浆液材料选配与配制是非常重要的。另外水库灌浆施工在施工工艺及质量控制方面也有严格要求。施工工艺是否合理，直接影响着灌浆施工效果与质量。施工人员需熟练地掌握多种灌浆技术例如压力灌浆和化学灌浆，并且要结合实际情况灵活地应用。还要加强现场管理与监测，保证施工过程规范化、标准化。在灌浆施工过程中，质量控制又是一个关键环节。从浆液材料配制，输送至施工现场作业过程中，均需严格质量监控与检验。施工人员需要高度负责、敬业爱岗、严格遵守设计要求，保证灌浆施工质量达标。

## 2 灌浆材料选用及性能分析

### 2.1 灌浆材料的种类

灌浆材料作为水库灌浆施工的核心因素具有种类繁多、性能不一的特点。常用灌浆材料有水泥基灌浆材料，化学灌浆材料和复合灌浆材料。这些材料对水利工

程有着决定性的影响,它们的选用与运用直接影响灌浆施工质量与效果。水泥基灌浆材料由于具有强度大,耐久性强,造价低的优点,得到了广泛的应用。其主要是以水泥,水和砂为原料,按照一定的配比进行搅拌而成,调节配比可适应不同项目的需要<sup>[2]</sup>。水泥基灌浆材料施工时可灌性好、流动性强,能有效充填岩土体内部裂缝、孔隙、形成稳固结石体、进而增强地基承载能力与稳定性。化学灌浆材料又因其固化快,强度高、耐化学腐蚀性能好而出名。该物质主要是由高分子化合物、无机盐等多种化学成分构成,并通过化学反应在岩土体中生成坚固的结石结构。化学灌浆材料施工期注入压力大,能渗入细小裂缝及孔隙内形成密实结石体,有效改善地基密实度及整体性。另一方面,复合灌浆材料是集水泥基灌浆材料与化学灌浆材料优点于一体的新型灌浆材料。兼具水泥基灌浆材料强度高、耐久性好、化学灌浆材料固化快、耐化学腐蚀等特点。该复合灌浆材料可根据工程需要灵活调节,以适应不同的地质条件及工程要求。

## 2.2 灌浆材料选择的原则

选用灌浆材料时需遵守一些原则及考虑。首先应结合项目地质条件,设计要求和施工环境综合分析确定适宜灌浆材料类型。如在地质条件比较复杂,裂缝发育地区可选用可灌性及流动性良好的水泥基灌浆材料或者复合灌浆材料;但在强度要求比较高和化学腐蚀比较严重的情况下,可选用化学灌浆材料。其次考虑灌浆材料性能特点及使用效果。不同灌浆材料性能特点及使用效果各不相同,需结合实际情况合理选用。如水泥基灌浆材料强度高、耐久性好、适合长期受荷载大的项目;但化学灌浆材料固化速度快、耐化学腐蚀性能好,适合在紧急抢修或者化学腐蚀比较严重的情况下使用。最后还应兼顾灌浆材料成本与经济性。灌浆材料成本的高低直接影响着项目的造价及投资效益,所以有必要在保证工程质量的同时选用费用低廉的材料。同时也要兼顾灌浆材料来源与供给,保证施工期材料供给的稳定性与可靠性。

## 3 水库灌浆的施工工艺研究

### 3.1 施工前准备

水库灌浆施工开始前,精细的前期准备是保证项目顺利实施的基石。该阶段涉及现场勘查、材料准备、设备调试及人员组织的诸多环节。现场勘查在整个筹建过程中处于领先地位。专业勘查团队将深入到工程现场综合勘察分析地形,地貌,地质条件及周围环境。他们对岩土层进行了采样、检测及评价,查明了岩土层性质,裂缝分布情况及地下水情况等,并对后续灌浆施工进行

了精确数据支撑。随即紧张地进行了材料的准备<sup>[3]</sup>。灌浆材料选用以现场勘查结果为依据,以工程设计要求为依据。采购人员将严格遵守材料清单并向可靠供应商购买合格水泥、砂子、添加剂和其他原材料。与此同时,为保证物资源源不断地供应,他们还将和供应商建立密切的合作关系以保证物资准时按量到达工地。设备调试又是备课必不可少的环节。施工人员将对灌浆设备做一次全面的检查与保养,以保证设备工作在良好状态。他们将仔细调试灌浆泵,搅拌机和输送管道这些关键设备,从而保证施工期间能平稳高效地工作。

### 3.2 钻孔与清洗过程

钻孔是灌浆施工过程中的第一道工序,钻孔的质量与准确性直接影响着后续作业的顺利进行。施工人员将依据设计图纸及现场情况对钻孔位置,深度及角度进行准确校准。他们运用了尖端的钻孔工具和方法,以确保钻孔操作迅速、精确,并最大程度地减少对附近土壤层的干扰。钻孔时实时监测与调节非常关键。施工人员将密切注意钻孔进度,并通过参数不断的调整与优化来保证钻孔轨迹达到预期。与此同时,他们还将分析所钻岩土样本,以便获得有关地层结构及其属性的更多资料。钻孔完了清理也接踵而至,清洗目的在于清除钻孔中岩屑,泥浆及其他杂质,给后续灌浆工作提供清洁顺畅渠道。施工人员将通过高压水流或者空气吹洗彻底清理钻孔中杂物。该工艺要求操作精细,全面了解设备性能才能保证最佳清洗效果。

### 3.3 灌浆施工的步骤与操作方法

伴随着钻孔及清洗的成功完成,灌浆施工也正式步入了执行阶段。该阶段由浆液制备、灌浆泵送、结石体形成3个关键步骤组成。浆液制备为灌浆施工提供了依据。施工人员将按设计比例把水泥、砂子、添加剂和其他原材料搅拌均匀,配制出满足要求的浆液<sup>[4]</sup>。在该工艺中准确控制原材料质量及配比是关键。他们采用了高度精确的测量工具和尖端的搅拌方法,以确保浆液在质量和性能上都能达到最佳状态。然后进行灌浆泵送环节。施工人员将配制的浆液经灌浆泵,输送管道灌入钻孔。他们会依据现场的具体状况和工程需求,灵活地调节泵送的压力和速度,以确保浆液能在钻孔内均匀且连续地被填充。同时他们也会密切注意浆液流动及结石体形成情况,以适时调整操作参数。最后为结石体的形成阶段。随浆液注入并凝固,在钻孔中逐步形成稳固结石体。施工人员将不断地对结石体进行强度,密实度以及稳定性等各项性能指标进行监控,以保证结石体达到工程设计要求。这一过程需耐心守候、仔细观察,直至结

石体全部形成,取得理想结果。

#### 3.4 灌浆后处理

灌浆施工后的后处理也是不可忽视的。这一阶段的主要内容是封孔,质量检查和环境清理。封孔就是防止浆液返流或外界杂质流入钻孔的一种措施。施工人员将采用特定封堵材料及工艺将钻孔严格封堵。他们致力于确保封堵材料与原有的岩土层能够紧密结合,从而构建一个坚实且密封的隔离层。质量检查在后处理过程中处于中心地位。施工人员将利用各种检测手段与方法来综合评价与检验灌浆施工质量。他们将严格检测结石体强度、密实度、均匀性和整体稳定性,以保证灌浆效果达到设计要求。与此同时,他们还将施工中所产生的记录与资料进行了分析与整理,以期能为之后的项目提供一些宝贵的参考依据。

### 4 水库注浆施工的质量监控

#### 4.1 质量控制在水库灌浆施工中的重要性

水库灌浆施工过程中的质量控制,是保证水利工程安全、稳定、长久运行的关键。灌浆施工是水利工程隐蔽工程之一,灌浆施工质量的好坏直接影响着水库坝体稳定性、耐久性以及安全性<sup>[5]</sup>。灌浆施工中一旦存在质量问题,不但会影响水库正常工作,甚至会诱发严重安全事故,给人民群众生命财产安全带来极大威胁。质量控制贯穿于整个施工过程,从选材、浆液配制、钻孔准确性、灌浆作业规范性直至结构体性能检测等各个环节均需严格把关。只有对其进行综合质量控制才能够保证灌浆施工符合设计要求并取得预期效果。

#### 4.2 灌浆材料的质量控制措施

灌浆材料是灌浆施工中最重要的物质基础。要想保证灌浆材料质量达到设计要求,就必须从源头上对原材料采购、运输以及储存环节进行严格控制。在采购环节中,要挑选信誉好的供应商并对原材料做严格质量检验,以保证原材料达到有关标准及设计要求。运输及贮存期间,要采取措施避免物料受潮、变质或被污染,以维持物料性能的稳定。另外,对不同批原料,要成批储

存并加以识别,以免混合使用。使用前要对原材料也要做一次复检以保证原材料的质量和可靠性。采取这些措施能够从根本上确保灌浆材料质量,从而为灌浆施工的进行提供了可靠的物质保障。

#### 4.3 施工工艺的质量控制手段

灌浆施工工艺质量控制,是保证灌浆施工质量至关重要的一环。施工时要严格遵守设计要求及施工规范,保证各个环节施工质量达标。首先要对施工人员进行技术培训与交底,以提高施工人员的操作技能与质量意识。其次要在施工过程中加强监督与检验,保证钻孔精度,灌浆压力及浆液配比满足设计要求。对建设中存在的问题要及时采取纠正、纠偏措施。另外,还应建立一套完整的施工记录与档案管理制度,将施工中重要的参数与事件记录下来并归档,便于后续的质量追溯与问题分析。通过上述手段能够保证灌浆施工工艺质量控制的有效开展。

### 5 结语

在对水库灌浆施工技术进行了深入的研究分析后,本研究认为水库灌浆施工作为水利工程施工过程中至关重要的一环,灌浆施工质量的好坏直接影响着水库安全稳定运行。通过选用适宜灌浆材料、优化施工工艺、强化质量控制等措施,可有效提升灌浆施工质量与效率,保障水库长期安全运行。

#### 参考文献

- [1]姚锦创.水库除险加固工程大坝帷幕灌浆施工工艺[J].江西建材,2022,(07):193-194+197.
- [2]龚勇.水库砂卵石地基充填灌浆施工工艺及质量控制[J].科学技术创新,2021,(24):123-125.
- [3]柴绍中.水库除险加固工程大坝帷幕灌浆施工工艺[J].农业科技与信息,2021,(06):124-126.
- [4]杨震.水库灌浆施工工艺[J].中国战略新兴产业,2018,(44):228.
- [5]杨千.灌浆施工工艺在水库工程的应用[J].珠江水运,2016,(10):82-83.