

# 灌浆技术在水利水电工程大坝施工中的应用分析

姚海涛

新疆忠浩建设工程有限公司 新疆 昌吉 831100

**摘要:** 水利水电工程是国家基础设施建设的重要组成部分,而大坝作为其核心构件,其稳定性和安全性至关重要。灌浆技术作为一种有效的加固和修复手段,在大坝施工中具有不可替代的作用。本文深入探讨了灌浆技术在水利水电工程大坝施工中的具体应用,包括技术原理、施工流程、质量控制等方面,以期为相关领域提供有价值的参考。

**关键词:** 灌浆技术; 水利水电工程; 大坝施工; 加固修复

## 引言

随着经济的快速发展和能源需求的不断增加,水利水电工程在国民经济中的地位日益凸显。大坝作为水利水电工程的核心部分,其稳定性和安全性对于整个工程的正常运行至关重要。然而,由于地质条件、自然环境等多种因素的影响,大坝在施工过程中和运营期间可能会出现各种问题和隐患。灌浆技术作为一种有效的加固和修复手段,被广泛应用于大坝施工中,以提高其整体性和稳定性。

## 1 灌浆技术概述

### 1.1 技术原理

灌浆技术是通过向大坝结构中的空隙或裂缝注入特定的浆液材料,以填充空隙、增强结构整体性的一种施工技术。其基本原理是利用浆液材料的流动性、粘结性和固化性,将大坝结构中的空隙和裂缝进行有效填充,从而提高大坝的承载能力和稳定性。

### 1.2 技术分类

根据施工对象和施工方式的不同,灌浆施工技术可以分为多种类型,如岩体灌浆、土体灌浆和结构灌浆等。其中,岩体灌浆主要用于加固岩石裂隙和破碎带,提高岩体的整体性和稳定性;土体灌浆则主要用于加固土体,提高其承载能力和抗渗性能;而结构灌浆则主要用于修复和加固混凝土结构中的裂缝和缺陷。

## 2 灌浆技术在大坝施工中的重要作用

一是结构加固与修复:大坝在长期运营过程中,由于受到自然环境和人为因素的影响,可能会出现裂缝、渗漏等问题。灌浆技术可以有效地填充这些裂缝和空隙,增强大坝的整体性和稳定性,防止渗漏和进一步破损。二是提高抗渗性能:大坝作为水利水电工程的重要组成部分,其抗渗性能至关重要。灌浆技术通过填充大坝结构中的微小裂隙和空隙,可以有效地提高其抗渗性能,防止水资源的浪费和安全隐患的产生。三是延长使用

寿命:通过灌浆技术对大坝进行加固和修复,可以延长其使用寿命,减少维修和重建的频率和成本。这对于提高水利水电工程的经济效益和社会效益具有重要意义。

## 3 灌浆技术在大坝施工中的具体应用流程

### 3.1 施工前勘察与准备

施工前勘察与准备是灌浆技术在大坝施工中至关重要的第一步。这一阶段的目的是全面了解施工区域的地质和水文条件,评估潜在的风险,并为后续的灌浆施工做好充分的准备。首先,地质勘察是必不可少的环节。专业的地质勘察团队会利用地质雷达、钻探、取样等手段,详细探测大坝基础的地质构造、岩层分布、断裂带和节理发育情况。这些信息对于确定灌浆的位置、深度和浆液类型具有关键作用。例如,在断裂带或节理发育的区域,需要增加灌浆的密度和强度,以确保大坝的稳定性。其次,水文分析同样重要。通过监测和分析地下水位、水质以及渗透性等参数,可以预测灌浆过程中可能遇到的涌水、渗漏等问题。这有助于制定合理的灌浆方案和应急措施,确保施工过程中的安全。在准备阶段,还需要根据地质勘察和水文分析的结果,选择合适的灌浆材料。不同的地质条件和水文环境对灌浆材料的要求不同,因此必须根据实际情况进行选择<sup>[1]</sup>。同时,施工设备的准备也是关键。需要确保注浆机、搅拌机、输送泵等设备处于良好状态,并根据施工方案进行合理的配置。最后,人员的组织和培训也是施工前准备的重要环节。需要组建专业的施工团队,并进行系统的技术培训和安全教育。团队成员应熟悉灌浆技术的操作流程和安全规范,确保施工过程中的安全和质量。

### 3.2 浆液制备与选择

在灌浆施工中,浆液的选择与制备是至关重要的环节,直接关系到灌浆施工的质量和效果。根据大坝的实际情况和施工要求,我们必须精心挑选灌浆材料,并科学制备浆液。首先,在选择灌浆材料时,我们需要综

合考虑多种因素。这包括大坝的地质条件、设计承载能力、环境因素以及预期的固化时间和强度等。例如，对于需要快速恢复承载能力的大坝区域，我们可能会选择快硬型灌浆材料。而对于需要更高强度和耐久性的区域，我们则可能选择高性能的聚合物改性水泥基灌浆材料。其次，浆液的制备过程也需严格控制。我们必须按照材料生产商的推荐比例，精确称量各种材料，并使用高效的搅拌机进行充分混合。在搅拌过程中，要确保浆液的均匀性和稳定性，避免出现离析或沉淀现象。同时，我们还需要对浆液的流动性、粘结性和固化时间等关键性能指标进行实时监测和调整，以满足施工要求。此外，浆液的质量检验和控制也是必不可少的环节。我们需要定期对浆液进行抽样检测，包括其密度、粘度、凝结时间等关键指标。这些数据的收集和分析不仅有助于我们及时调整浆液配方和施工工艺，还能为后续的质量评估提供重要依据。

### 3.3 钻孔与注浆

在大坝灌浆施工中，钻孔与注浆是关键步骤，需要精细操作和严格控制。这一阶段的目标是确保浆液能够准确、有效地填充到大坝结构中的空隙和裂缝，从而增强其稳定性和承载能力。首先，钻孔作业必须根据大坝的结构特点和施工要求进行。在选择钻孔位置时，要结合地质勘察结果和大坝的应力分布情况，确定需要加固的关键部位。钻孔的深度、直径和间距等参数也应根据实际情况进行合理设计。例如，在岩层破碎或裂缝发育的区域，可能需要加密钻孔以提高灌浆效果。在钻孔过程中，要保持孔壁的清洁和平整，避免岩屑和泥土残留影响注浆效果。同时，要实时监测钻孔的偏差和深度，确保钻孔质量符合设计要求。接下来是注浆环节。在注浆前，应对注浆设备进行全面检查，确保其正常运转。注浆时要控制好浆液的流量和压力，使浆液能够均匀、连续地注入到钻孔中。为了避免浆液在注浆过程中出现离析或堵塞现象，应定期对注浆管路进行清洗和检查<sup>[2]</sup>。此外，注浆过程中要密切关注浆液的变化情况，如出现异常应及时调整注浆参数或停止注浆。注浆完成后，还需要对注浆效果进行检查和评估，确保浆液充分填充了空隙和裂缝，达到了预期的加固效果。

### 3.4 养护与固化

在灌浆施工完成后，养护与固化环节至关重要，它直接关系到灌浆效果的稳定性和持久性。养护的主要目的是为浆液提供一个良好的固化环境，确保其充分硬化，从而达到预期的加固效果。一方面，养护时间的确定是关键。不同类型的浆液具有不同的固化时间和特

性，因此，养护时间应根据浆液的性质来确定。例如，快硬性浆液可能只需要几小时就能初步固化，而某些高分子聚合物浆液可能需要几天甚至更长时间。此外，施工环境的温度、湿度等条件也会影响浆液的固化速度。另一方面，养护方式的选择也十分重要。在一般情况下，可以通过保持灌浆部位的湿润、避免直接阳光照射、减少风化和温度变化等措施来促进浆液的固化。在某些特殊情况下，如低温环境，可能需要采取加热或保温措施以确保浆液的正常固化。在养护期间，还需要定期对灌浆部位进行检查和监测。这包括观察浆液的颜色、硬度变化以及是否出现裂缝或变形等情况。这些数据的收集和分析有助于及时发现潜在的问题并采取相应的补救措施。最后，当浆液完全固化并达到预期强度后，养护过程才算完成。此时，可以再次进行质量检测，以确保灌浆施工的质量和效果满足设计要求。

### 3.5 质量检测与评估

质量检测与评估是灌浆施工中确保施工质量的核心环节。在大坝灌浆施工过程中，严格的质量检测不仅关乎到工程的安全性，还能为后续的维护和管理提供重要依据。首先，超声波检测是一种常用的无损检测方法。通过向灌浆部位发射超声波，并分析其反射和透射信号，可以判断灌浆的密实度、均匀性以及是否存在空洞或裂缝。这种方法不仅操作简便，而且能够覆盖较大的检测面积，提高检测效率。其次，钻孔取芯是另一种直观且有效的质量检测手段。通过在灌浆部位钻取岩芯，可以直观地观察灌浆材料的填充情况和固化效果。同时，对取出的岩芯进行力学性能测试，如抗压、抗折等，能够更准确地评估灌浆的质量<sup>[3]</sup>。除了上述两种方法，还可以采用其他辅助手段，如渗透试验、放射性同位素示踪等，对灌浆质量进行全方位的评估。这些方法的综合应用，不仅能够发现施工中的问题，还能为后续的改进提供有力支持。在进行质量检测时，必须严格按照相关规范进行操作，确保数据的真实性和可靠性。同时，检测人员应具备专业的知识和技能，能够准确解读检测结果，并提供合理的改进建议。

## 4 灌浆技术的质量控制

### 4.1 材料质量控制

灌浆技术的质量控制中，材料质量控制是首要环节。主要包括：（1）选用高质量灌浆材料：选择质量上乘、性能稳定的灌浆材料是确保灌浆质量的基础。应根据工程需求、环境条件和设计要求，综合评估各种灌浆材料的适用性。例如，在水利工程中，常选用的灌浆材料包括水泥浆、聚合物浆料等，这些材料应具有良好的

流动性、粘结性和耐久性。(2)严格的质量检验和控制:所有灌浆材料在进场前都应进行严格的质量检验。这包括检查材料的出厂合格证、质量检验报告等文件,以及进行必要的抽样检测。对于不合格的材料,应坚决予以退换,确保使用在工程中的每一批材料都符合质量标准。(3)实时监测和调整浆液性能指标:在灌浆施工过程中,应对浆液的性能指标进行实时监测,如流动性、密度、凝结时间等。这有助于及时发现浆液性能的变化,以便及时调整浆液配比或施工工艺,确保灌浆质量。例如,当发现浆液流动性过差时,可以通过增加水量或添加减水剂来调整;当发现浆液凝结时间过短时,可以适当减少促凝剂的用量。

#### 4.2 施工工艺优化

施工工艺的优化对于提高灌浆技术的施工质量至关重要。以下是一些具体的优化措施:(1)改进钻孔技术:采用先进的钻孔设备和技术,提高钻孔的精度和效率。严格控制钻孔的深度、直径和间距,确保钻孔位置准确,避免对周围岩石造成不必要的损伤。定期对钻孔设备进行维护和校准,确保其处于最佳工作状态。(2)优化注浆方式:根据工程需求和地质条件,选择合适的注浆方式,如连续注浆、分段注浆等。控制注浆压力和速度,确保浆液能够均匀、连续地注入到钻孔中,避免出现堵塞或渗漏现象。实时监测注浆过程中的各项参数,如注浆量、注浆压力等,以便及时调整注浆方案。(3)提高养护效果:注浆完成后,采取适当的养护措施,如保持灌浆部位的湿润、避免直接阳光照射等,以促进浆液的固化。根据浆液的性质和施工环境,合理安排养护时间和方式,确保浆液充分固化并达到预期的加固效果。定期对灌浆部位进行检查和监测,及时发现并处理潜在的问题。

#### 4.3 施工人员培训

在灌浆技术施工中,施工人员的技能水平和操作经验对于确保施工质量至关重要。由于灌浆施工涉及一系列复杂的技术操作和精细的质量控制,因此,对施工人员进行系统的培训和教育显得尤为重要。首先,应针对灌浆技术的专业知识和技能进行培训。这包括灌浆材料

的选择与配制、钻孔和注浆的操作方法、施工设备的使用和维护等方面的知识。通过理论讲解、实操演示以及案例分析等多种方式,使施工人员全面掌握灌浆技术的施工要点和难点。其次,要培养施工人员的质量意识。在施工过程中,每一个细节都可能影响到最终的灌浆效果<sup>[4]</sup>。因此,必须让施工人员深刻理解施工质量的重要性,并学会如何在施工过程中严格执行质量标准,确保每一道工序都符合规范要求。此外,安全教育也是培训的重要内容。灌浆施工现场往往环境复杂,存在一定的安全风险。施工人员需要了解并遵守安全操作规程,学会正确使用安全防护设备,提高自我保护能力。最后,培训还应注重实践操作的锻炼。通过组织施工人员参与实际工程项目的施工,让他们在实践中不断积累经验,提升技能水平。同时,定期组织技能比武和经验交流活动,激发施工人员的学习热情和创新精神。通过对施工人员进行系统的培训和教育,可以显著提高他们的技能水平和安全意识,为灌浆技术的施工质量提供有力保障。这不仅有助于提升工程项目的整体质量,还能为施工企业的长远发展奠定坚实基础。

#### 结语

灌浆技术在水利水电工程大坝施工中具有广泛的应用前景和重要的实践意义。通过深入研究灌浆技术的原理、应用和质量控制等方面的问题,可以为相关领域提供有价值的参考和借鉴。未来,随着科技的不断进步和新型灌浆材料的研发与应用,我们相信灌浆技术将会更加成熟和完善,为大坝施工提供更加可靠的技术支持,推动水利水电工程的持续发展与创新。

#### 参考文献

- [1]刘飞.关于水利水电工程大坝施工中灌浆技术的探讨[J].科技风,2020(09):180.
- [2]王鹏.水利水电工程大坝施工中灌浆技术的应用分析[J].工程技术研究,2020,5(18):92-93.
- [3]盖俊龙.水利水电工程施工中灌浆技术的应用[J].绿色环保建材,2020(10):169-170.
- [4]郭化如.水利水电工程施工中灌浆技术的应用[J].科技风,2020(21):134.