

# 水利水电工程施工灌浆施工技术的应用研究

郭爱平

中国水利水电第四工程局有限公司

**摘要:**近年来,随着我国水利水电工程行业的不断发展,建筑技术迎来了新的技术创新。灌浆技术在水利水电工程建设中得到了广泛的应用。灌浆技术经过一百多年的发展,已成为我国许多工程项目的重要施工技术。国内外许多学者也对这项技术进行了深入地研究,并开始将其有效地应用于水利水电工程建设中。尽管灌浆技术广泛应用于不同的工程建设中,但灌浆理论的研究仍需进一步探索,相关技术内容还需结合水利水电工程实际进行探索,进一步对灌浆技术应用进行探讨,实现水利水电工程质量的有效提升。

**关键词:**水利水电工程; 工程施工; 灌浆技术

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6288.2023.06.236

## 引言

对于水利水电工程而言,灌浆施工技术作为一种常用的施工方法,对于提高工程的强度、密实性和耐久性具有重要作用。灌浆技术的应用对降低施工难度、提高施工经济性和进度具有重要作用。灌浆施工可以填补工程中的空隙,提高工程的密实性和强度,增强工程的抗渗性和稳定性。还可以修复工程结构中的缺陷和损坏,延长工程的使用寿命,减少维修和修复成本。还可以增加工程的整体美观度,提升工程品质和价值。然而,灌浆施工技术在实践中应用时存在一些问题和挑战,因此,要重视灌浆技术的应用,文章就此展开研究。

## 一、灌浆技术

在水利水电工程中,灌浆施工技术的具体方法和技术要点需要根据不同的工程特点和要求进行选择 and 调整。一般而言,常用的灌浆施工方法包括高压灌浆、低压灌浆和喷射灌浆等。灌浆施工技术的合理应用对水利水电工程的品质和安全稳定运行具有重要影响。通过灌浆施工可以提高工程的强度和密实性,减少结构缺陷和损坏,增加工程的安全性和可靠性。同时,合理的灌浆施工还可以防止结构的渗漏和滑动,增强工程的抗震能力,提高工程的安全性和稳定性。

在水利水电工程实际施工过程中,经常采用灌浆技术将水泥浆等灌浆料注入桩或岩石地基的裂缝或孔隙中。通过置换、填充、压缩等方法进行机械灌浆,以增强桩端和桩侧的抗压能力,提高建筑物基础承载能力。灌浆技术在水利水电工程施工过程中的有效应用具有操作简单、材料成本低、操作空间要求有限等特点。此

外,灌浆技术对整体施工的影响相对较小。对于小孔或狭窄裂缝等缺陷,灌浆技术不会影响建筑的原始美观。在有效避免小缝隙小事物对整体建筑的影响下,增加建筑物整体安全性与牢固性,促进水利水电工程质量有效提升,为人民安全提供更多保障。

## 二、灌浆施工技术特点

(1) 安全性。水利水电工程使用寿命长,对施工质量要求高。为了满足长期服务的要求,需要全面调查周围环境,充分了解项目区的地形、地质、水文和气候特征,并根据实际情况制定施工计划。根据施工计划布置灌浆位置,进行施工管理,严格控制灌浆压力,提高工程的整体施工质量。(2) 应用范围广灵活的高。灌浆施工技术适用于不同类型的工程,包括大坝、水闸、水电站、隧道、堤坝、地铁等。无论是新建工程还是老旧工程的维修和改造,都可以采用灌浆施工技术进行加固和修复。根据具体的施工需求和工程条件,可以选择不同的灌浆材料和施工工艺。各种灌浆材料具有不同的特性,可根据需要进行选择,以达到最佳的施工效果。

(3) 施工过程控制精细:灌浆施工过程中,可以控制灌浆材料的流量、浓度、压力和速度等参数,从而实现对施工过程的精细控制。这有助于确保施工质量和施工效率,并提供可靠的工程数据。(4) 环境友好和经济高效。现代灌浆材料多数具有环境友好性,不会对生态环境造成污染,还能够减少材料的浪费和能源的消耗。

(5) 成本低。在目前灌浆施工技术的应用过程中,可以有效地控制施工成本。大多数水利水电工程规模较大,设计人员多,环境复杂,需要大量的人力、物力和财力。在当前水利水电建设过程中,不仅要提高整体稳

定性,还要通过简单化降低操作的复杂性,有效控制成本,避免材料消耗过大,减少浪费。所以,灌浆技术能够进一步推进水利水电工程的快速发展,也能够实现我国水利水电工程的整体施工效果提升。按照当前的实际应用情况来看,灌浆施工技术在应用时主要是使用煤灰、水泥等易于取得和易于添加的材料,这些材料价格低廉,应用比较广泛,不需要过难的操作就能够进行施工。所以,对工程的整体成本能够得到有效地把控,此外,我国在当前项目建设中进一步加大水利水电工程的支持力度,应用灌浆施工技术,不仅能够实现整体结构性、安全性、稳定性的增强,也能够为我国经济建设奠定基础,促进其他行业的快速发展。

### 三、水利水电工程中的灌浆施工技术

#### (一)帷幕灌浆技术

帷幕灌浆技术是一种基于钻孔和灌浆原理的钻孔技术。浆液固化后,对渗漏部位进行加固处理。这项技术的关键在于浆料的配置,这需要科学选择原料以确保浆料的流动性。不科学的比例会影响工程的质量。因此,要在实际施工前进行浆液配比测试,根据测试结果对浆液性能进行比较和测试,确保最终使用的浆液符合工程要求。在水利工程施工中,通常采用帷幕灌浆技术修复岩石裂缝,使灌浆液与裂缝相适应,可以起到填充裂缝、提高岩层抗渗效果的作用。根据施工顺序,施工技术分为自上而下和自下而上两类。这意味着施工人员根据孔的高度和深度划分施工区域,以明确灌浆过程,避免孔间距长等问题。施工时,应先对下部孔位进行灌浆,然后再对上部孔位进行灌注,以确保灌浆质量。目前,这种方法在坚硬岩石地质条件下的应用可以防止漏浆的发生,自上而下的施工顺序在水利水电工程中也很常见。一次灌浆是指在钻孔作业结束一段时间后,使用水泥浆对钻孔进行灌浆。

#### (二)固结灌浆技术

固结灌浆技术是指利用钻孔将高级水泥或化学浆液压入岩体,封闭裂缝,增强基岩的完整性,达到提高岩体强度和刚度的目的。在岩石地质良好的地区,采用该技术对大坝基岩进行综合固结灌浆,以提高大坝的稳定性。在土质较差、坝高较高的地区,固结灌浆技术的难度增加。该技术根据不同的地质条件选择钻孔深度。一般来说,钻孔深度为5-8m,有些地方的钻孔深度可能为

15-40m。由于钻孔深度不同,灌浆后这些浆体相交并形成三维结构,大大提高了基岩的稳定性和抗压强度。

#### (三)高压喷射灌浆技术

高压喷射灌浆技术是解决渗漏问题的常用技术之一。它利用高压将原始土壤颗粒与泥浆混合,提高不同材料的附着力,形成符合设计要求的固结体,起到稳定作用,有效防止渗漏。施工过程中,利用设备对路堤上的土层进行分散,促进土浆混合,固化后发挥加固作用。该技术操作相对简单,适用于各地区的水利工程。在具体施工过程中,施工人员需要准备好钻机、搅拌机、空气压缩机、泥浆泵等设备,材料经由水泥仓与水箱进入搅拌机并搅拌成浆,经过浆桶进入高压泥浆泵,继而通过高压胶管在钻机的辅助下完成喷射灌注,达到防渗加固的目的。

#### (四)灌注桩后注浆施工技术

灌注桩后注浆施工技术是一种新型的建筑工程注浆技术,对提高混凝土强度具有重要作用。灌注桩后注浆施工技术是渗透注浆施工技术与劈裂注浆施工技术相结合的施工技术。该技术的原理是利用注浆管在一定压力下,将水泥浆液压注入桩端和桩侧的孔隙中,使松散的泥沙、土粒和孔隙有机结合,增加桩端阻力和桩侧摩擦系数,提高注浆区土壤的固结强度。压入的高压水泥浆可以有效降低土壤主应力面上的初始压应力,导致土壤劈裂破坏;同时,水泥浆会渗透到需要沿着土壤间隙填充的孔隙中。当向桩底灌注一定量的水泥浆时,虚拟土壤沉积物的物理化学性质会发生变化,桩与岩土之间的边界条件也会发生改变,从而在岩土中产生劈裂效应,从而形成具有更高强度的复合土体。当向桩身一侧注射一定数量的水泥浆时,水泥浆也将以同样的原理与土体结合,进而提升桩身的侧阻力。另外,浆液注射部位也会发生劈裂效应,即浆液与土壤颗粒形成承载力、侧阻力、密实性较强的网状复合土体。

### 四、水利水电工程施工灌浆施工技术应用

#### (一)前期准备

(1)灌浆材料及浆液:灌浆材料由黏土与水混合形成,按照工程地质情况,在场内存在大量的淤泥层,区域内通常伴有黏土层,淤泥层的厚度在20cm左右,黏土的数量较大。结合工程灌浆材料的性质要求,可通过掺加高质量泥浆的方式改善,以满足施工要求。

制备浆料时,按水的顺序加入材料→水泥→外加剂→粉煤灰/细砂。如果施工期间温度较低,天气寒冷,可采取适当的防寒措施,以确保灌浆液的温度为5-40℃。

(2) 灌浆设备:按照施工设计方案和施工规范,选择合适的钻机、注浆机、配料机、管道、仪器等设备,做好设备安装、调试、连接,保证设备的正常运行,从而保证施工质量和效率,减少施工事故。对灌浆管道进行全面检查,确保其能够承受1.5倍以上的最大灌浆压力。准备高压灌浆泵和压力表,压力摆动范围不超过灌浆压力的1/5。根据施工要求,准备适量的耐腐蚀灌浆阀、孔口密封件、钢丝编织橡胶软管等材料。

### (二) 钻孔作业

在灌浆施工过程中,钻孔作业非常重要。在实际作业过程中,应根据项目实际情况合理划分钻井区域,确定钻井作业要求。在钻孔作业开展之前,需要确定开孔的角度和位置并做好记录。在钻孔过程中,主要根据钻孔设备运行时发出的声音来判断设备是否正常运行,确保操作的规范性。在钻孔过程中,如果设备出现运行故障,工作人员需要使用空压机来解决钻孔设备的运行故障,在解决钻孔设备故障时,需要先将设备停止运转,然后将管钳工具插入卡顿位置,最后手动进行导通。在钻孔装置使用完成以后,需要定期对孔内的污渍进行清理,避免因污渍长时间累积而产生钻头污染。钻孔完成后,需要检查整个钻孔的倾斜度。并开始进行钻孔和冲洗工作,以确保冲洗质量,提高灌浆施工质量。一般采用高压水枪对钻孔进行冲洗,但是水枪压力大,冲洗时容易出现孔洞内壁裂开问题导致质量存在缺陷,需要提前做好防护。

### (三) 压水试验

灌浆现场钻孔施工完成后,应立即清理孔,孔内泥沙厚度控制在20cm以内。灌浆前,用压力水冲洗裂缝。验收合格后,连接灌浆设备,然后采用单点法或五点法自上而下进行水压试验。每个孔序的每个灌浆段的水压试验可采用单点法进行,压力范围为灌浆压力的80%。保持水压20min以上。每3-5m测量一次压力流量,根据流量计确定最终流量值。

### (四) 过程管理

由于灌浆技术的实际应用受到更多因素的影响,因此要做好施工质量管理。通过有效实施科学的质量控制

措施,可以提高水利水电工程的施工质量。质量控制包括两个主要内容:施工管理和质量检查。质量检查主要通过检测浆液的流动性和强度来实现,灌浆效果的判断应根据具体工程情况来确定。只有这样,才能保证工程质量达到设计标准。施工管理的目标是对灌浆施工全过程的控制,全面了解各种灌浆工艺及其影响因素是施工管理必须具备的前提条件。另外,从灌浆技术的本质出发,实际工作中经常发生沉降现象、变形等方面存在的问题应根据问题进行监控,便于及时处理,以及灌浆技术中参数的变化情况。

### (五) 浆孔封堵

灌浆孔封堵是水利水电施工中运用技术的最后步骤,应作为施工人员研究重点,封堵时需注意以下问题:第一,检验灌浆孔内浆液的凝固情况,未完全凝固的灌浆孔不可封堵,封堵后处理封口处,保证灌浆孔封口平整;第二,随时关注孔内浆液的凝固状态,达到封堵标准后迅速完成封堵,避免灌浆孔内浆液与封堵层出现明显的分层现象,保证浆液凝固后的强度;第三,完成灌浆孔封堵60min内,重点关注封堵孔口的高度变化。

### 结束语

综上所述,经济的发展带动了水利水电工程建设的不断发展。对于国民经济来说,水利水电工程是影响区域经济社会发展的核心技术设施。但我国水利事业发展尚不成熟,一些施工技术和工艺与国际先进水平相比仍有一定差距。然而,随着技术的不断发展和经验的逐渐丰富,我国水利施工技术得到了有效的提高,特别是随着防渗技术的显著进步,灌浆施工技术作为一种有效的水利水电工程防渗施工技术已被广泛应用,大大降低了水利水电工程的防渗能力,使水利水电工程安全稳定运行。

### 参考文献

- [1] 刘素芹.探究水利水电工程灌浆施工技术与管理策略[J].科技视界,2020(28):111-112.
- [2] 刘春光.水利工程施工中基础灌浆技术的应用[J].科学技术创新,2020(10):81-82.
- [3] 陈华越.灌注桩后注浆施工技术在建筑工程施工中的应用研究[J].低碳世界,2018(3):160-161.