

# 水利水电工程灌浆施工技术

刘玉堂

山东水利建设集团有限公司 山东 济南 250014

**摘要:** 在国家各种基础设施的发展过程中, 水利水电项目在国家经济建设中扮演着举足轻重的角色, 可以说, 它关乎国计民生, 更是对周围居民的用水、发电、灌溉、养殖和生态农业有最直接的体现。只有对其进行合理、科学地规划和设计, 才能充分发挥其应有的作用, 为地区经济建设提供保障。一项好的水利工程, 要从源头做起, 尤其是基础建设, 注浆地基施工的质量不好, 会给工程带来很大的安全隐患, 必须对施工工艺进行全方位的研究, 深挖潜力, 保证工程的安全性和稳定性。

**关键词:** 水利水电; 灌浆施工; 技术; 质量控制

## 引言

随着我国经济的迅速发展, 人们对电力的要求不断增加, 为充分满足社会和经济发展的需求, 各种水利水电工程建设不断增多, 在科技创新的推动下, 水利水电工程也引入了先进的施工方式。注浆技术被广泛地用于各种建筑基础工程的建设, 它在水利水电建设中发挥着举足轻重的作用, 尤其是在大坝的基础加固和防渗施工方面, 更是发挥着举足轻重的作用。唯有不断地进行革新, 提高自己的技术水平, 在灌浆施工中细化工作程序, 才能保证注浆的施工质量, 满足规范的要求。

### 1 基于水利水电工程灌浆施工技术的概述

尽管灌浆施工技术在许多建筑工程建设中都会遇到, 但在水利水电工程中, 它有着自己独特的特色和优势。由于水利水电工程的特殊性质, 所以在进行灌浆施工时, 不仅要满足一般工程施工中灌浆要求的隐蔽性, 还要根据其自身的特点, 设计出相应的灌注参数, 唯有这样, 才能保证工程的质量。水利水电工程的灌浆技术, 其系统与复杂程度都非常高。在水利水电建设中, 注浆技术的优点也比较明显, 与其他的工程建设项目比较起来, 注浆施工不仅可以作为一个良好的载体, 而且可以根据水利水电工程的特性, 在工程的防水和抗渗方面发挥着重要的作用。所以, 我们要加强对水利水电工程注浆技术的管理与应用。

## 2 水利水电工程注浆施工技术

### 2.1 灌浆材料的选择

注浆施工过程中, 注浆材料的选用是关键。所以, 在注浆时, 一定要严格按照相关规范要求选用适当的注浆材料。在注浆施工中, 粉煤灰、外加剂和水泥是应用最为广

泛的一种。在正式注浆之前, 必须先配制合格的水泥浆, 并做好试板, 然后对水泥浆的正反面进行质量、强度检测。另外, 为有效地阻止干缩, 还需在浆液中加入适量的膨胀剂。在注浆过程中, 应适当掺入一定量的浆液, 以确保注浆顺畅, 使注浆工作顺利进行。

### 2.2 钻孔施工技术

在灌浆过程中, 钻孔是最关键的工序, 合理地设定钻孔次序及孔径, 能有效地改善灌浆施工的质量。在进行钻孔时, 应确保钻孔竖直, 孔壁应平整, 避免因孔位偏差太大而引起的返工。为了确保灌浆的质量, 在灌浆过程中要严格控制布孔的次序, 要符合注浆施工的要求。为了尽量减少差错, 首先要把钻孔的头一步置于首位, 在此基础上, 通过压水试验测定了钻孔的吸水率。在灌浆之前, 必须对孔、缝进行彻底的清理, 并对孔、缝中的铁砂、石粉进行有效的清除。

### 2.3 冲洗

当钻孔工作结束后, 应立即用高压水枪等冲洗孔底和孔壁, 清除孔底内的杂物, 直至清水清亮为止。在进行清洗时, 也要注意对地层的洁净度进行分析。按钻孔数目不同, 可分为单孔和群孔两种冲洗方式。

### 2.4 压水试验

在现场勘察之后, 还要对地层的渗透性进行更深入的认识, 将地质勘察成果进行科学的比较。在注浆前, 应根据地层的渗透性, 严格控制注浆所需的浆液浓度, 并在注浆前进行注浆试验。通过好的实验, 有关人员能够理解并把握岩层渗透率、干料灌入等关系的变化, 掌握不同注浆方法的有关规律。通过在承压条件下的水压实验, 将水注

入到孔壁周围的裂隙中,再依据所需的水量、所需的时间,精确地计算出相应的工艺参数。

## 2.5 灌浆

在压水试验施工完成之后,接下来就是最关键的一步——灌浆施工,选择合适的水泥或粘土材料的灌注浆,根据不同的施工环境、地质情况选择相应的注浆工艺。在工程地质条件较好的情况下,可采用全孔灌浆,此方法操作简便、施工高效,能迅速地用水泥浆填充整个孔洞,对钻孔注浆的质量进行全面控制。通常是根据基岩断面的长度来确定的,如基岩断面不超过6米,就可以全部钻孔一次性注浆。对于6米以上的基岩段,可以从下往上进行分段注浆,尤其要指出的是,在逆序分段注浆方法中,若因施工原因,注浆段的长度超过10米,则应进行补浆。一般来说,注浆方法分为纯压力注浆和循环注浆两种,对于浅孔固结注浆,可以采用纯压力注浆,所以选择合适的注浆方法可以提高注浆效果。

## 2.6 封孔

注浆工艺中的最后一道工序是封孔,就是在一个孔内注满了浆后,根据每个孔的具体条件做好封闭工作,通常采用封孔剂来提高孔的密封性和防渗性能,但是,封孔剂要适量,以免侵蚀表层灌浆层,从而不利于提高钻孔的效率;最后,对封孔的检验,由于封闭工作是一项隐蔽的工作,要对每个孔洞的质量进行检验,以避免发生质量问题,从而保证整体注浆工程的稳定。

## 3 水利工程灌浆施工技术应用分析

### 3.1 采用高压旋喷形式灌浆

在水利水电工程中采用高压旋喷注浆工艺,要根据各区域水利水电工程的具体地质条件,选用合适的机具和钻机。在施工前做好施工准备工作前,选用高压泵对水泥浆进行处理。在对泥浆进行处理时,应充分考虑钻机喷管可能发生的喷溅现象,以免对周边环境造成干扰。针对钻机喷头易飞散的特点,在水利工程注浆施工中,应将钻机喷头设置在适当的高度,使其能够及时抽注,避免对周边环境造成污染,也避免对场地地层造成损害,确保岩溶区水利工程施工质量。

### 3.2 采用基础形式灌浆

在某些区域,如50m以上的岩溶地段,将很难实现高压注浆的应用。在这种情况下,如果采用高压注浆工艺,就不能向孔内注水泥浆。针对这一问题,可以采用基础注

浆的施工工艺,并根据工程现场的具体地质条件,制定一套完整的注浆施工方案,采用科学、合理、高效的施工工艺。尽管与高压注浆相比,地基注浆的高效性较差,但却能有效解决深部岩溶的灌注难题,实现填料与水泥浆的有效结合,进而提高水利工程的整体效益。

### 3.3 采用混凝土裂缝形式灌浆

混凝土开裂是严重影响工程稳定与安全的重要因素,为防止混凝土开裂,提高水利工程的整体稳定性,可以通过化学灌浆技术,利用压泵等专业机械设备,以恒定速度向裂隙中注入水泥浆液,实现裂缝的修复,提高水利工程的总体质量。

## 4 灌浆施工技术要点分析

### 4.1 钻孔施工

为确保注浆的质量,必须在注浆之前对孔口进行量测,以确保注浆的质量满足规范的要求。注浆孔的施工质量,对整个工程的质量有很大的影响,因此,在注浆孔的施工中,必须要有严格的标准和检验,确保其满足规范要求。在注水井的施工中,一般采用旋转钻机,对于10m以下的浅孔,可以用风钻法和架钻法。灌浆孔钻孔时,必须使孔壁与直孔垂直一致,方能充分确保灌浆塞容易卡住,不出现返浆等问题。在施工中,要严格控制施工程序,特别是要关注帷幕的深孔尺寸,如果孔间距比较小,则要做好测斜工作,以确保质量。二是要按顺序进行钻探。在进行注浆施工时,无论是帷幕灌浆还是固结灌浆孔的施工,都要有严格的工艺规范,要有科学的组织,才能保证钻孔的顺序能够满足设计的要求。一般都是先进行一序孔灌浆,然后再进行第二序、第三序孔的施工,这样才能在保证质量的前提下,将不希望出现的错误降到最低,从而达到整个工程的设计规范。在进行压水试验时,要对吸水率进行监测,要制定一个标准值,只有吸水率符合设计要求之后,才能减少后序孔灌浆量,确保施工质量。

### 4.2 灌浆方式选择

注浆方法分为“纯压力注浆”和“循环注浆”两种,每一种注浆形式都有其各自的功能,在实际工程中,要根据具体情况,合理地选用不同的注浆方法,以确保工程质量。纯压力灌浆法是一种比较常用的施工方法,它是简单地将泥浆注入成孔,一次成形,不需要再进行循环。该方法一般用于大型建筑物,尤其是在大裂缝地层的施工操作中,而对于孔深浅(一般小于12米)也经常采用。施工

工艺是采用高密度的泥浆来灌注地层,这样的施工方法可以快速的完成,但也有一个问题,那就是高浓度的泥浆很难渗入到更细的裂缝中,从而导致灌注质量的降低,如果控制不好,就不能达到设计要求,也不能发挥很好的效果,尤其是在水利水电工程中。循环注浆也是一种比较常见的施工方式,其施工方式有孔口循环法和孔内循环法,即孔口循环法,业内又称纯压力法。而孔内循环,就是通过内、外导管的循环,然后再回到腔外。该施工工艺的优点是流动性好,可以在施工过程中发挥注浆作用,灌注泥浆可以在孔内完全形成快速、平稳的流动,更少的微粒沉淀,可以发挥很好的防渗作用。

#### 4.3 灌浆顺序控制

注浆是一种广泛用于水利水电工程的注浆工艺,但在施工过程中,必须严格按照施工顺序进行施工,只有这样,才能确保整个工程的质量和顺利完成施工任务。

一次灌注是指一次钻到设计深度,经检验符合设计要求后,沿着钻孔进行整体灌注,这是一种比较常见的施工工艺,通常用于10米以下的工程,当岩层裂隙渗水不太严重时,就不能采用,只能采用分段灌注的方法。从上而下灌注是要有一定的压力的,即要有充足的灌注压力作为保证,在压力作用下,才能实现提升灌注质量这一基本目的。在施工中,要严格掌握操作程序,防止发生安全事故。该方法一般适用于岩层倾向发展明显、岩层破碎程度较高的地段,施工时,要严格控制各个环节,从上往下一步完成钻孔。当钻孔深度达到3-5米时,要对冲水和灌浆的速度进行控制,待注浆固化后再进行下一步的工作,整个施工过程比较烦琐,要进行多次的钻进。下向上灌注的施工方法与上面的方法截然相反,它与自上而下的灌注相比,成孔一次进行到设计规范,再进行分段灌浆,按照自下而上的顺序,在施工期间,要对各节段的长度进行控制,在施工3-5米时,要将各节段的灌浆进行分段塞孔,以形成一定的间隔,下段施工结束后,才能对上段施工。

### 5 水利水电工程注浆施工质量

#### 5.1 加强泥浆材料控制

水泥注浆材料主要有粉煤灰水泥、掺合料和水等。在注浆施工过程中,由于物料种类繁多,需要对注浆料的品质与性能进行检测。在质量检验过程中,将泥浆系统当作立方试样,通过质量检验,才能进行正常的施工操作。根据工程要求,通常掺加一定数量的膨胀剂。这种膨胀剂的

应用,对防止水泥浆的干燥收缩具有一定的作用。

#### 5.2 控制注浆压力

为了获得最佳的灌浆效果,必须对灌浆压力进行适当的控制。注浆压力的控制方法有一种是一次加压和一段加压两种,在使用一次增压控制模式时,在施工人员对注浆孔进行清除和检查之前,必须要对岩体的完整性以及对其进行细致的调查,对其有没有出现裂缝进行分析,并对现场的岩层状况是否符合一次性增压方法的要求进行判定。

#### 5.3 加强质量控制和检验

在注浆的整个过程中,应严格进行质量监控,并对施工进行监督,以保证工程质量达到标准。首先要仔细地清除井眼,看看井眼里有没有残余的灰尘、碎石,并确保每个井眼都干净,然后才能进行注浆。在搅拌过程中,要保证泥浆的连续均匀性,防止出现搅拌不均匀,产生淤渣。配制完成后,需将锚栓密封。

#### 结语

随着国家经济和社会的迅速发展,对水利工程的规模与精度提出了更高的要求。灌浆在水利工程全过程中所起的作用和对工程质量的影响是不容忽视的。因此,施工时应应对注浆工作进行严格的控制。目前,我国水利工程建设取得了较大进展,但在某些方面还存在着借鉴意义。今后,国内有关科研人员还会继续研究、改进灌浆新技术,在施工过程中,可以根据不同的地质条件,对灌浆过程中的每一步进行更多的选择,从而达到更好的施工效果,为国家水利事业的发展作出贡献。

#### 参考文献

- [1]王博. 水利水电工程灌浆施工技术与管理策略分析[J]. 四川水泥, 2020(07): 172+174.
- [2]王金宝. 灌浆水利工程施工技术分析[J]. 珠江水运, 2020(13): 82-83.
- [3]刘鹏. 水利水电工程灌浆施工技术及其质量管理措施研究[J]. 建材与装饰, 2020(20): 285+288.
- [4]庞立东. 水利水电工程施工技术及其管理研究[J]. 中国新技术新产品, 2018(02): 94-95.
- [5]孔庆伟. 水利水电工程灌浆施工技术探讨[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2018(21): 163.