

# 水库大坝水库坝体灌浆工程施工技术的探讨

黄小兰

(宾阳县桃源水利工程服务站, 广西 宾阳 530414)

**【摘要】**近几年来,随着社会的快速发展,对水利工程的需求也在增加,特别是水库大坝工程与人民群众的生产生活息息相关,所以要加强对水库大坝工程施工的监管,以保证施工质量。灌浆施工是水库大坝工程施工中的关键环节,其施工质量与大坝的适应效果存在着很大的联系,本文就水库大坝水库坝体灌浆工程施工技术进行了较为详尽的分析,为以后的工作提供了借鉴。

**【关键词】**水库工程;大坝灌浆;施工技术;质量控制

前言:水库大坝体是水库大坝建设的主体,也是水库大坝的基本防渗工程,它的施工质量,将直接影响到整个水库大坝的建设质量。但是,由于水库大坝的建设往往处于一个非常苛刻的环境中,在长时间的运行中,不可避免地会出现诸如坝体渗漏等质量问题,这不仅会影响到水库的使用寿命,还会危及下游人民的生命财产,因此必须对其进行加固。

## 一、水库大坝灌浆施工的概述

灌浆施工技术的基本思想是增强坝体的稳定能力,在修建水库大坝初期,采用向堆石体内注入粘土浆,然后再将其填满。由于堆石料自身的稳定性不佳,因此,采用灌浆施工工艺,可以确保水库建设过程中坝基的稳定与安全。

## 二、水库施工过程中灌浆施工技术的重要作用

灌浆施工工艺在水利工程建设中起到了固化、压密、黏结和充填等功能。首先,具有固化作用。由于泥浆中大部分物质与其他物质之间存在较大的化学反应,因此产生了具有较高强度的新型物质。堆石料与泥浆混合后所形成的黏性泥浆可以大幅提升水库工程的加固性能,进而提升大坝建设后的稳定性其次,具有压实作用。灌浆充填过程中,会对地层产生不同的影响,主要是对地层的挤压,这种挤压作用可以一定的充填地层,从而大大提高大坝的安全性和稳定性。再者,具有粘性作用,通常情况下,泥浆具有很强的粘附性,如果水库的表面即将塌陷,或者有裂缝,它可以利用泥浆的黏性来填补,这在一定程度上提高了大坝的承载力和安全性,也提高了水库工程的建设质量。最后,具有填充作用。填充效应是灌浆施工工艺中最基本的功能,填充效

应所产生的效果更为显著。通常情况下,当岩层发生裂隙时,用泥浆进行充填,可以提高岩层的密实度,以达到所需的强度,这样就能加快水库中的水流拦截速率,提高水库的安全和稳定性。

## 三、水库大坝体灌浆工程施工技术的应用策略

### (一)帷幕灌浆技术的应用

第一步,进行施工测量。因为施工轴线上有许多拐点,而且施工的环境也不是很平整,所以在施工的时候,一定要按照设计的要求,采用全站仪闭合误差的方法来测量灌浆轴线,在轴线上每隔30米设置一个控制点,在转折处和地形起伏比较大的地方,适当增加一两个控制点,确保孔位的精度。

第二步,进行灌浆孔布置。一是灌浆孔的位置、孔的深度、钻孔顺序等都要在监理工程师的指导下进行。钻孔前一定要测好孔的高度,所有的孔都要用合金钻头和金刚石钻头,不能用钢制的,要保证孔壁的完整性,这样才能保证止水效果。二是灌浆孔开孔的位置一定要与设计图相符。止水帷幕灌浆的位置与设计图偏差不超过10厘米。仔细查看空白位置后,用红漆做记号。三是在钻孔操作中,要对钻孔方向进行控制。四是在成孔时要多次检查其倾斜状况,选用测斜仪校正孔斜,前20米左右的孔深范围要比较严,倾斜度不能超过1.25%,垂直角不能小于0.72。一般情况下,偏差控制在1.5%以内,间隙偏差控制在5厘米以内,以保证钻孔的质量。

第三步,进行灌浆施工。水库大坝基岩采用水泥浆灌浆,坝身一般采用1:2的水泥-黏土混合浆进行灌浆,连接部位采用1:1的水泥-黏土混合浆。水泥要尽量选用42.5 R的普通硅酸盐水泥,水泥原料要新鲜,细度要经过80毫米方孔筛,筛除率不大

于 5%；灌浆所用粘土尽可能选用白云石风化物，并对其进行多次测试，才能投入使用。对于灌浆，目前普遍采用的是局部集中灌浆的方法。在实际施工中，要根据工程需要选用合适的机型，以确保其制浆能力满足设计需要。采用高速混合机的混合时间不少于 30 秒，采用常规混合机则不少于 3 分钟。搅拌好的泥浆要及时将其送入灌浆泵贮存，留作工程使用。

第四步，进行封孔施工。在采用自上而下分段或综合灌浆时，应尽量采用分段灌浆封孔的方法。待全部孔的灌浆工作完成后，再由下至上分段进行纯压力灌浆封孔。孔口段长度控制在（20-25）米，封孔压力应维持在该段最大灌浆压力范围内，孔口段需封孔 1 小时左右，其他段需 30 分钟左右。衔接帷幕灌浆一般采用全孔灌浆封孔工艺，全孔灌浆完成后，先用导管灌浆法将孔内残留的浆液替换成高浓度浆液，然后将浆液填入孔内，然后用高密度浆液进行纯压力灌浆封孔。封孔压力为 1.5 MPa，封孔时间为 1 h。采用孔口密闭灌浆方法时，应尽量使灌浆压力维持在整个钻孔的最大灌浆压力范围内，灌浆时间一般为 1 小时左右。

## （二）高压旋喷灌浆技术的应用

在进行灌浆之前，应对高压设备及管道进行检查。在使用高压泵时，要测试安全阀的工作性能，以保证工作可靠，管道系统的密封性能要好，各个管道和喷管都不能有杂物。灌浆时，为防止喷管中的泥沙堵塞，可在下次灌浆之前先用一层薄膜包住。为了防止高压浆液进入空气压缩机，在进行喷浆之前，一定要考虑好设备的运行次序，首先要空开空气，然后在工作状态良好的情况下，将空气吹入孔中，再开高压泵，将浆液送入孔中，让空气流量和泵压力逐步上升到预定值，当风量和泵压达到预定值后，就可以转动灌浆管，直到估算出的浆液前沿已经从喷嘴中流出来后，才能开始从上往下进行喷射。在灌浆施工中需要拆除灌浆管时，必须暂停起吊和回旋，再减小风量，最终停机。在拆除完成后，继续进行灌浆，启动的次序要按照相关规定进行。在喷浆结束后，需要停止通风，再用灌浆泵进行灌浆。当水泥浆从孔内回流时，就不再输送浆液，然后把灌浆泵的吸水管移动到清水池，再用一定数量的清水将灌浆泵及灌浆管线内的水泥浆全部排出后，最后停止泵。所用水泥浆的水灰比要根据设计要求，不能随便改变，要确保水泥的品质，不能用潮湿、

过期的水泥。在进行喷浆时，要避免水泥浆的析出。

高喷灌浆浆液的配制是在工程技术人员的指导下，严格按照设计的要求，对所用材料进行精确控制，并不时进行检验，使其符合设计要求。如果喷嘴没有到达设计的高度，就必须对喷嘴进行多次的处理，通过重复的提升和下降的方法将喷嘴送到指定的位置，同时增加空气供给，以保证钻孔中的碎屑被清除。在遇到串浆情况时，应采取相应的措施：开挖临井深度，在符合有关条件的情况下，可同时灌浆。如果没有以上的情况，就必须清除漏浆孔，然后重新灌浆。如果没有返浆或者返浆量过大，也要进行处理，如果没有返浆，可以增加泥浆的浓度，必须回填钻孔，然后再喷一次。如果返浆量太大，可以提高注入量，也可以增加转速，这样就能把返浆量控制在一个比较合理的范围。在高压旋喷灌浆施工过程中，其质量检测是关键。待高压旋喷桩固化后，需对其进行注水测试，也可通过局部挖掘进行检测，以保证喷浆的高度均匀性，并保证墙厚 30 cm 以上，墙体的强度不低于 5.0 MPa。如果这些指标中的一个不符合要求，就必须采取相应的措施和返工。

## （三）黏土充填灌浆施工技术的应用

首先，根据设计图所示灌浆轴线，先在钻孔轴线上放好孔位，并用 D83 水准仪测定孔高。施工前对桩号、孔号及孔位进行校核，确保孔位误差不超过 2 厘米。成孔方法为循环钻孔干式钻孔，不能使用清水。工作人员必须对钻孔过程进行记录，对异常现象要进行详细的记录并进行分析。在钻探过程中，应根据地层状况，适时调整钻压、转速、泵压及泵压等工艺参数，以提高钻井效率，确保成孔质量。在施工中要密切关注回水及地层状况，避免出现烧钻、塌孔等事故。为了保证灌浆的质量，需要对所需的黏土进行筛选，将符合设计要求的黏土与水、土按照不同的水土比送入搅拌机中搅拌，混合后通过过滤滤网进入一级浆池，然后再进入二级浆池。通过搅拌桶调配出所要求的浆液密度，用于灌浆。同时，要对净浆池中的浆液进行物理性质的试验。在水泥中加入一定数量的掺合料，以改善其流动性和稳定性，并加快其固化或增强后期的强度。

其次，在灌浆施工中，每个灌浆部位的灌浆压力都要与灌浆速率相联系，在灌浆施工中要根据施工现场的具体情况适时地加以调整。灌浆时应采取“一次升压”的方法，以最快的速度实现灌浆。而在灌浆过程中灌浆速率过高时，可采取分步增压或

间断增压的方法,并保证灌浆的压力与注入量的大小一致。坝体裂缝和位移量的大小、灌浆压力及其他因素有密切的联系和制约关系。所以,在灌注的时候,必须严格地控制灌浆的压力,并且要有专人来进行监控和记录。如果发现有什么不正常的情况或者是规定不允许的情况,就应该马上停止灌浆,并且要做好相应的处理。灌浆配比:常规孔断面采用常规土料,水、土比例分别为3:1、2:1、1:1、0.8:1、0.5:1五种配比,开灌时水土比为3:1。对于一些特别的钻孔,如吸浆量大、大裂缝、泥夹砂层等,可采用土料砂浆、土料-水玻璃浆、土料-氯化钙浆、土料-粉煤灰浆和混合浆。灌浆结束标准与封孔要求灌浆断面在最大设计压强下,灌浆量不超过1 L/min,连续灌注60分钟以上,灌浆完成。采取“整孔灌浆封孔法”进行封孔。当浆液达到一定浓度时,将浆液以0.5:1的浆液取代,然后加压封孔。在0.8:1灌浆完毕后,可直接进行封孔。灌浆压力按最大灌浆压力确定,灌浆终止规范与灌浆结束规范相同。

最后,灌浆完毕后,应对封孔进行处理。封孔有多种方式,主要有泥浆封孔、泥球封孔、中砂封孔、混凝土封孔等。这几种方法都有其优点和不足之处。通过对比,选择黏稠的泥浆作为密封的方法。在停止灌管、拔管后,将浆液分几次灌入。第一次采用高压灌浆管向孔中灌浆,24小时后,如果发现孔中有下陷,应立即补上,并以24小时为单位进行一次观测。一旦发现有下陷现象,应立即补上。待浆液停止沉降后,继续观测3—5天后向监理工程师汇报,并安排进行防渗处理。

#### (四) 化学灌浆施工技术的应用

化学灌浆法是一种最新发展起来的一种技术,它可以有效地防止混凝土结构表层出现裂纹,不管在什么情况下,都能取得令人满意的效果,并推动水利建设的发展。该技术可用于深部裂隙的加固和穿透裂隙的有效修复。裂缝也可以分成两种,一种是死缝,一种是活缝,根据不同的缝隙,需要采取不同的处理方式和材料。前者常用的原料是水泥或者是水溶性较好的浆液,而后者常用的原料是弹性聚氨酯浆液。在建设时,必须调查水利大坝的具体情况,并对其进行细致的分析和全面的论证,最终形成施工方案。再在水利大坝上钻眼,把灌浆管埋入灌浆孔内,提前清理好内部,避免粉尘等杂物进入浆液中,影响灌浆质量。在灌浆之前,要保证压

力满足施工的需要,灌浆完毕后,要及时地将灌浆的孔口封闭起来。

目前,化学灌浆被广泛应用于水利大坝的加固工程中,但对于不同的工程,其所选用的灌浆材料也各不相同。一种是环氧浆料,一种是丙凝浆液。前者以环氧树脂为主,后者以丙烯酰胺为主。环氧浆液最大的优点是其可灌性和渗透性好,养护周期短,其主要应用于微细裂隙,可灌性和抗挤压能力都很高,因此深受广大建设者的喜爱。在选择这两种浆液的时候,要先看一下水利大坝上有没有出现裂纹。裂纹不是很深,而是很小,一般是用环氧浆液进行处理。在化学灌浆施工中,首先要做的就是清除裂缝表面的杂质,有的裂缝中还有混凝土的钙化物。如果不及及时清除,就会对灌浆的质量产生不利的影响。清洁的时候可以用高压水枪或者钢刷来清除裂纹上的杂质。然后再进行化学灌浆,在此过程中,一定要将裂隙中的沙子和沙子完全粘在一起,以保证灌浆的完整性。灌浆完毕后,进行封闭。灌浆完毕还要清除表层,在裂缝的两头各打一个洞,然后把钢筋穿过,最后把两头的大坝拉紧。

#### 结语

总之,水库大坝水库坝体灌浆工程施工技术的应用已经十分广泛,而且已经十分成熟。在灌浆施工中,只要加强材料的控制和工艺管理,就可以保证灌浆的质量、保证大坝的强度。水利水电工程大坝除了在开裂后及时采取化学灌浆加固外,还需要在日常的管理中关注其他的病害,并通过日常维护和常规养护来保护可能出现的损伤。

#### 参考文献:

- [1] 李巍. 高压旋喷灌浆与帷幕灌浆联合施工的坝体防渗加固技术研究[J]. 黑龙江水利科技, 2017(2):4.
- [2] 牛政, 姚双彦. 水库大坝水库坝体灌浆工程施工技术探究[J]. 农业开发与装备, 2019(1):2.
- [3] 王金伦, WANG Jin-lun, 等. 水利坝体的化学灌浆加固措施与质量控制[J]. 黑龙江科学, 2017, 8(4):3.
- [4] 袁素梅, 左凤霞, 王建勇, 等. 大兴水利枢纽工程大坝基础防渗帷幕灌浆设计与施工[J]. 水利水电工程设计, 2019, 38(3):4.
- [5] 刘敬峰. 水库除险加固工程中高压摆喷灌浆的施工技术[J]. 水利科学与寒区工程, 2018, 1(2):2.