

## 水利水电工程基础灌浆中特殊地层的灌浆方法

吴培红

巴音郭楞蒙古自治州水利水电勘测设计有限责任公司, 新疆 库尔勒 841000

**[摘要]** 水利水电工程中基础灌浆技术这项施工技术是比较常见的, 处理大坝防渗加固坝基工程中广泛应用, 防渗性在水利水电基础灌浆工程中合理应用灌浆技术而有所提高, 在特殊地层尤为显著。通过水利水电工程特殊地层中基础灌浆技术的研究分析, 促进了灌浆技术的应用更精准了, 灌浆技术加强各种特殊地层的应用研究, 不断地优化与改进施工技术, 从而能够达到实际灌浆要求标准, 在特殊地层的应用中, 能够得到满足。

**[关键词]** 水利水电工程; 基础灌浆; 特殊地层灌浆技术

DOI: 10.33142/hst.v5i7.7581

中图分类号: TV543.1

文献标识码: A

### Grouting Method for Special Stratum in Foundation Grouting of Water Conservancy and Hydropower Projects

WU Peihong

Bayingol Mongolia Autonomous Prefecture Water Resources and Hydropower Survey and Design Co., Ltd., Korla, Xinjiang, 841000, China

**Abstract:** The foundation grouting technology is a common construction technology in water conservancy and hydropower projects, which is widely used in the treatment of dam anti-seepage and reinforcement of dam foundation projects. The anti-seepage is improved by the reasonable application of grouting technology in water conservancy and hydropower foundation grouting projects, especially in special strata. Through the research and analysis of foundation grouting technology in special strata of water conservancy and hydropower projects, the application of grouting technology has been promoted to be more accurate. The grouting technology strengthens the application research of various special strata, constantly optimizes and improves the construction technology, so as to meet the actual grouting requirements and standards, and can be met in the application of special strata.

**Keywords:** water conservancy and hydropower engineering; foundation grouting; grouting technology for special strata

#### 引言

某盐井水利工程位于西南山区的某省苗族自治县, 具有承压水地段和大吸量地层的特点, 基础灌浆技术在水利水电工程施工中, 特殊地层就包括承压水地段和大吸量地层的特征。在水利水电工程施工中这些特殊地层会影响整体施工质量, 因此施工技术必须给予极大的关注, 才能够有所提高的施工效果。在合理选择与应用灌浆技术中, 需要重视起特殊地层的特点, 在施工进度要求满足的基础上, 划分区域施工区域, 进行钻孔灌浆施工。<sup>[1]</sup> 施工区域拟定分为三个主要部分: (1) 固结灌浆施工用于左、右岸边坡趾板和大坝趾板河床段; (2) 基础固结灌浆技术用于溢洪道; (3) 基础固结灌浆技术用于引水隧洞。

#### 1 固结灌浆施工过程

孔位放样施工: 裂隙在灌浆前采用压力水进行冲洗到水洗净, 在钻孔结束后对灌浆孔段进行冲洗是灌浆效果得以保证的前提, 20cm 是孔底沉淀厚度的极限指标。80%的灌浆压力的为冲洗压力, 压力也不高于 1MPa。五点法与单点法进行压水试验的方法, 运用于检查孔和先导孔过程中, 简易压水方法则应用于其他孔采方法中。<sup>[2]</sup> 80%的灌浆压力设置于简易压水试验的压力值, 1MPa 为最高压力

值, 压入流量测读一次的时间间隔为 5min, 每次需要进行 4 次读取, 计算流量取最终的流量数值。

①预埋  $\phi 76$ PVC 管在趾板混凝土浇筑过程中, 需要达到施工图要求标准, 单根预埋管施工中的长度标准, 选择的数值为趾板的厚度。

②潜孔钻钻孔是固结基本孔采用的方式, 56mm 是孔径最高值。<sup>[3]</sup> 大于 76mm 的孔径设置在抬动监测孔、固结检查孔和声波测试孔中, 钻孔采用地质钻机进行操作。

③达到设计强度标准后, 才能在趾板混凝土中, 进行固结灌浆钻孔施工。

④42mm 的孔径在钻孔施工过程中, 采用的封钻机钻孔的机械型号为 yt-28 型。<sup>[4]</sup> 严格执行规范设计标准是钻孔工作的首要原则, 才能参照相关标准, 有效地控制重点施工内容, 控制孔洞深度为 1/40 的孔底偏差, 依照相关工作要求进行调整。

⑤钻灌施工中, 从 I 序孔开始, 再到 II 序孔, 检查孔是最后进行钻灌施工的, 这个施工原则是逐渐加密的分序原则。

⑥施工下一道工序需要监理工程师进在钻孔结束后, 对工程进行会检查验收操作, 只有工程检查合格后, 经监

理工程师才能进行签认。

⑦孔深倾斜度、孔位、安放、孔序等都是需要严格控制钻机的标准规范，位置的偏差小于或等于 10cm 的灌浆孔位与设计。<sup>[5]</sup>

⑧妥善保护所有钻孔均，验收合格才可以撤销保护。钻孔冲洗、纯压式灌浆是固结灌浆采用的方法及，如图 1 所示。

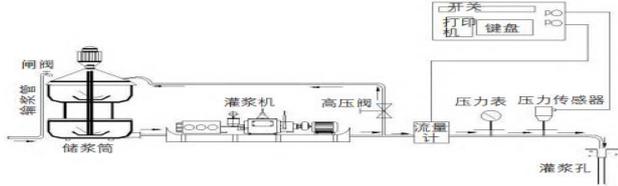


图 1 固结灌浆流示意图

钻孔结束后，采用风、水轮换进行冲洗，冲洗压力：风压采用 10%~20%灌浆压力，并不大于 0.5MPa；水压采用 80%灌浆压力，但不超过 1.0MPa。冲洗时间为 20min 或回水清净时止。裂隙冲洗方法：采用高低压脉冲冲洗的方法，压力为灌浆压力的 80%，但不超过 1.0MPa。冲洗时间为 20min 或回水清净时止。<sup>[6]</sup>

## 2 特殊地层的灌浆参数方法及条件

灌浆参数的选择：孔深、孔径、孔距、压力、浆液配合比的参数值。

表 1 灌浆压力拟用表

段次	第 1 段	第 2 段	第 3 段	第 4 段
I 序孔 (MPa)	0.2	0.3	0.4	0.4
II 序孔 (MPa)	0.2	0.4	0.6	0.6

①8.0、15.0m 的孔深；②76mm 的孔径；③2.5m 的孔间距，2.5m、6m 的排距；④2m、3m、5m、5m 的灌浆段长度；80%的灌浆压力为冲水压力，1MPa 为极限压力值；⑤ 3:1、2:1、1:1、0.5:1 的比级为灌浆浆液水灰比采用的方法。

方法：①分段灌注完成方式是自上而下的；0.2~0.6MPa 的灌压力，如表 1 的灌浆压力拟用。

②0 封闭器封口灌浆结合循环式水压塞结合孔的方式进行灌浆。

③孔内循环灌浆法作为基岩固结灌浆的方式，在距孔底 50cm 位置安装射浆管。

④回填溶洞、溶洞段使用纯水泥浆，添加外加剂(如水玻璃等)封堵特殊涌水段。

⑤灌浆结束后待凝，在无特殊地质段的孔段。

⑥变换浆液原则如下：3:1、2:1、1:1、0.5:1 为工程浆液水灰比，固结灌浆方式是工程中使用的方式，四个比级的水泥浆液水灰比(重量比)，3:1 的开灌水灰比，灌浆试验确定实际施工水灰比参数。

灌浆压力数值恒定，减小注入率；注入率恒定时，升

高压力值，水灰比不变。

300L 以上的某级浆液灌入量与 30min 的灌注时间，注入率与灌浆压力值恒定或仅有微小变化时，水灰比应改为浓一级。30 升的每分钟注入率，可越级变浓参照实际需求。

⑦记录灌浆过程中的相关数据，水位高度标准降低；灌浆孔裂缝都有效清洗，准备灌浆施工中，孔底、孔壁无杂质且洁净；水压的控制清洗过程中需参照标准，孔洞深浅水的清与浊决定冲洗时长的长短。

结束固结灌浆条件：

①低于或等于每分钟 1 升的注入率，且保证固结灌浆压力不超过标准，30 分钟的灌注时长后，即可结束灌浆。

②当结束标准长期达不到时，处理措施的研究应与监理人共同完成。

③封孔采用导管注浆法，在结束灌浆孔后，全孔灌浆法为孔口涌水时灌浆孔的封孔方式。

④凝固孔内水泥浆液后，进行人工封灌浆孔，人工封填密实上部空余 0.5m 部分，使用水泥砂浆作为材料，然后压抹平整孔口。

⑤检测采用压水试验方式，对检查孔封孔、灌浆的相关标准进行查验。

## 3 特殊地层的基础灌浆技术应用

### 3.1 在岩溶地区的基础灌浆技术应用

岩溶发育地段这样的特殊地区，在建筑水利水电工程施工过程中经常出现，需要根据填充物，考虑施工的情况。实地勘察与了解岩溶的规模以及深度情况，采用不同的相应合适的施工方式，提高基础灌浆施工整体质量，保障灌浆施工的效果。

水利水电工程施工时，在无填充物的特殊岩溶地区，选择高流态混凝土直接回填方式，且与导管浇筑方式配合，防止出现混凝土分离。灌浆施工时没有填充物的情况下，灌浆顺序要严格按照要求进行，避免影响水利水电工程的实际施工效果。好土质是使用灌浆技术的前提，长期勘察工作是设计工人务在实际灌浆之前，必须要做的准备，粉煤灰配比、土质、岩层等施工地区的整体信息，是关键技术的应用效果的保证，才能够带来具有安全性、整体性、稳定性的水利水电工程，提升我国经济发展的水平。灌浆技术应用在水利水电工程的施工周期中，灌浆压力应在合理范围内，灌浆施工从软土层开始，灌浆技术效果才能更好，提高水利水电工程施工可行性。较大的岩溶空洞，孔洞之内投入干净的且粒径不高于 40mm 的碎石，填满后，灌注水泥砂浆，水利水电工程更稳定、更安全。花管灌浆法、高压旋喷灌浆法、高压灌浆法应用于有填充物的岩溶地区，根据实际情况，选择合适的方法。

### 3.2 基础灌浆技术在大吸量地层中的应用

基础灌浆在大多数情况下应用于水利水电工程中，灌

浆时长不超过3个小时,浆液耗量也比较小,吸浆量大且难以停止的现象,偶尔因为特殊的地层结构会发生,附近的通道也受到影响流满了浆液,施工效果难以达到标准。间歇灌浆、自流式灌浆技术、加速凝剂等方式,经常应用于大吸量地层。

在水利水电工程基础灌浆施工中,采用自流式灌浆技术,是为了应对大吸量地层,自流式灌浆技术合理应用过程,也就是充分利用浆液的物理特性的过程,也就是逐渐降低的浆液的流动性的态势,适当提高灌浆压力,具有操作便捷、技术方法简单、成本更低廉的特点,多应用于大吸量地层的施工中。减缓浆液在缝隙里的流动速度,采用限流的方式,浆液沉积速度更快,压力更高,必须持续到灌浆结束。在泥浆中加入加速凝剂,水利水电工程基础灌浆施工中能改变水泥浆液的特性,还能够进一步加快水泥浆液的凝结速度。在大吸量地层的施工条件下,加速凝剂、氯化钙速凝剂、水玻璃的应用,工作人员进行合理的选择,能够提升加速凝剂的使用效果。

停止灌注施工最后的一定时间,进行再次灌注,就是间歇灌浆。在水利水电工程的实际施工采用间歇灌注方式,灌浆的目的是具体操作的出发点,在4-8小时的间歇灌注时间中,必须保证时间充足,才不会出现水泥浆液彻底流失的现象。

### 3.3 基础灌浆技术在正在冒水地层中的应用

特殊冒水地层在水利水电工程施工过程中是比较常见的,这中地层工程施工过程中,需要采取相应的处理措施,才能提高冒水地层的实际施工质量。地层冒水量较大时,钻出多个深孔在该地层附近,这些深孔引流出裂隙中的水,才能完成清理地层水的目的。凿开裂隙口的凹槽内将孔管埋入,凹槽用砂浆填埋好。较小冒水量的地层在处理时,低压力灌浆法可以完成,间歇性、分批次的灌浆进行施工时,灌浆凝结时间是一定的,下一次灌浆才能开始。孔位的布置在水利水电工程要做到精准把握,否则会影响基础灌浆施工技术的实际应用效果,各种实际因素的影响不会出现较大偏差,施工效果更理想。

水利水电工程的对孔位的布置会随着实际要求而做出改变,限制孔位的布置的适用性是非常必要的,设计人员就需要实际工作水平与能力的提升。孔位的布置会影响整个水利水电工程,相关细节问题会带来施工难以达到标准,工程安全系数也会受到影响而改变,大大增加施工的风险,巨大的经济损失影响相关企业的效益。集中漏水点冒水的情况如果在水利水电工程施工过程中发生,冒水地层严重流水点就应该埋设一段孔口管,孔口管将排出集中引导的水,封堵孔口处,采用比较浓稠泥浆,灌注时采用低压泥浆灌浆法,灌浆压力根据实际灌浆情况有所增加。实际应用灌浆技术的效果,会受到灌浆量的影响,土质以及岩层的空隙体积也是灌浆施工过程中需要综合考虑的

因素,浆液量都会受到这些因素的直接影响,水利水电工程的整体施工效果,只有在灌浆充足的情况下,才能够更好地完成。

### 3.4 基础灌浆技术在有承压水条件下的应用

低于水库水位的廊道处在地层中含有高压水源,灌浆施工过程中,承压水涌出的情况非常容易出现。浆液会被释放的承压水冲走,灌浆施工难以继续进行。闭浆法、压力屏浆法、化学灌浆法等灌浆方法,都可以用来应对这一现象。常规的灌浆操作完成后采用压力屏浆法,5:1的稀浆在相同压力条件下循环灌注施工,抵消承压水压力,浆液能够避免发生回流的现象。灌浆标准通过闭浆法达到要求,关闭进浆与回浆的阀门,通道避免出现封堵后的浆液回流的现象发生,浆液凝固后才结束。岩石内注化学灌浆,封堵漏水裂隙采用化学溶液,涌水情况防止发生,灌浆操作才能持续进行。灌浆在有承压水的情况下,采用浓浆结束法,空隙与孔洞之内注入浓浆,封堵承压水与浆液,浆液固结才停止。

## 4 特殊地层灌浆的处理方法

从体系一体化角度看建筑水利水电工程的施工,特殊的地层在施工过程中,会受到各种因素的影响,发生各种问题,影响工程质量,处理问题时需要根据实际情况进行,特殊地层规模的深度、大小都是处理的方式采用的判断依据。有充填物的岩溶,花管灌浆法、高压旋喷灌浆法、高压灌浆法都可以用来施工,三重管法、单管法和二重管法是根据机器设备不同进行分类的,摆喷法、旋喷法、定喷法是根据成桩形式不同进行分类的。在严重漏水的情况下,填充及配料的灌浆技术,是的采用的处理方式,应用根据实际情况是有所差别的,填充配料通常情况下采用石头和粗砂水泥等,工程能够具有严密紧实的特点。采用灌浆膜袋的处理方法能够提升材料的耐磨性,模袋中在施工时装入水泥,水泥中的水分经过相互挤压去除,只剩下沙土和水泥,水泥砂浆中的含氧量通过这种方式,能够大大降低,砂浆凝结的速度更快了。严重漏水的情况下采用这个方法,可以充分地保证工程的施工不受到水分过多的影响,稳定施工的质量。

## 5 结束语

总之,特殊地层的灌浆施工技术在水利水电建筑工程当中非常重要,正在冒水地层、大吸量地层等特殊地层,在水利水电建筑工程施工过程中经常遇到。各种基础灌浆施工技术应用于多种多样的特殊地层中,需要对实际情况进行勘查的基础上进行,总结数据后,分析实际施工条件和要求,采取合理的施工技术方法,才能让整体施工质量更高,特别是灌浆技术的选择,是需要考虑特殊地层的种类,水利工程地基问题的处理,应该充分发挥基础灌浆技术的特点,让工程质量更优质,带来更好的经济效益和社会效益。

## [参考文献]

- [1] 潘文. 水利水电工程基础灌浆中特殊地层的灌浆技术应用[J]. 价值工程, 2022, 41(29): 124-126.
- [2] 王建国. 水利水电工程基础灌浆中特殊地层的灌浆方法[J]. 现代物业(中旬刊), 2018(2): 169.
- [3] 廖东权. 水利水电工程基础灌浆中特殊地层的灌浆方法[J]. 黑龙江水利科技, 2022, 50(5): 205-207.
- [4] 王络. 特殊地层灌浆方法在水利水电工程灌浆施工中的应用[J]. 中国高新科技, 2022(4): 76-77.
- [5] 李浩, 季海斌. 水利水电工程基础灌浆中特殊地层的灌浆方法[J]. 石油化工建设, 2021, 43(5): 136-137.
- [6] 黄春峰. 水利水电工程基础灌浆中特殊地层的灌浆办法研究[J]. 水电站机电技术, 2020, 43(11): 187-188.

作者简介: 吴培红(1983.10-), 毕业院校: 新疆农业大学, 专业: 水利水电工程, 当前就职的单位: 巴音郭楞蒙古自治州水利水电勘测设计有限责任公司, 职称级别: 工程师。