

# 浅析砂卵石地基帷幕灌浆施工

孙 超

(中国水电基础局有限公司, 天津 武清 301700)

**【摘要】** 砂砾石地层透水率较大,要形成一道完整防渗帷幕需选择合适的技术参数,目前,国内外对砂砾石地层的灌浆还没有一套完整的理论及实践体系,都是根据工地的不同特点通过试验来确定帷幕灌浆技术参数。青海海西州黑石山水库砂砾石灌浆采用水泥黏土混合浆液,实施低压、短段长花管灌浆法,达到了预期效果,该案经验可以供其他工地参考使用。

**【关键词】** 砂砾石胶结砾岩;帷幕灌浆;压力;段长

中图分类号: TV543+.5

文献标志码: A

文章编号: 1005-4774(2017)04-0013-03

## On curtain grouting construction of sand and gravel foundation

SUN Chao

(Sinohydro Foundation Engineering Co., Ltd., Wuqing 301700, China)

**Abstract:** Sand and gravel stratum have higher permeable rate. Suitable technical parameters should be selected in order to form a complete anti-seepage curtain. Currently, there is no complete theory and practice system about the grouting of sand and gravel stratum at home and abroad. The technical parameters of curtain grouting are determined through tests according to different characteristics in construction site. Cement clay grouting mixture is adopted for sand and gravel grouting in Qinghai Haixi Prefecture Heishishan Reservoir. Low pressure and short segment length floral tube grouting methods are applied to reach desired effects. The experience can be used as reference for similar construction sites.

**Keywords:** sand and gravel cemented conglomerate; curtain grouting; pressure; segment length

### 1 依托项目简介

黑石山水库位于青海省海西州德令哈市以北4km处的巴音河黑石山山口,是巴音河上一座以灌溉、防洪为主结合发电、旅游、养殖业等综合效益的中型水库。

枢纽建筑物存在的主要问题为主坝坝体右岸渗漏、副坝坝下渗漏。由于右坝肩深厚的砂砾石层,水库蓄水后存在绕坝渗漏问题。黑石山水库坝体为砂砾石堆积坝,坝体基础为砂砾石—胶结砾岩组合地层,透水率较大。

黑石山水库除险加固工程重中之重在于副坝防渗

体系的建立,防渗主要工艺是砂砾石地层中的帷幕灌浆。

### 2 砂砾石地层帷幕灌浆的发展情况

中国的砂砾石地层灌浆始于20世纪50年代,曾在北京密云水库、河北岳城水库等大型工程中进行应用,并在1963年由原水利电力部水利水电建设总局主持制定了《水工建筑物砂砾石基础帷幕灌浆工程施工技术试行规范》,但后来没有修订,一直沿用到2012年,在2012年3月,颁布了最新版的《水利水电工程覆盖层灌浆技术规范》,此规范中亦没有强制性的施工技

术要求,只是笼统地对覆盖层灌浆给予了指导性意见。

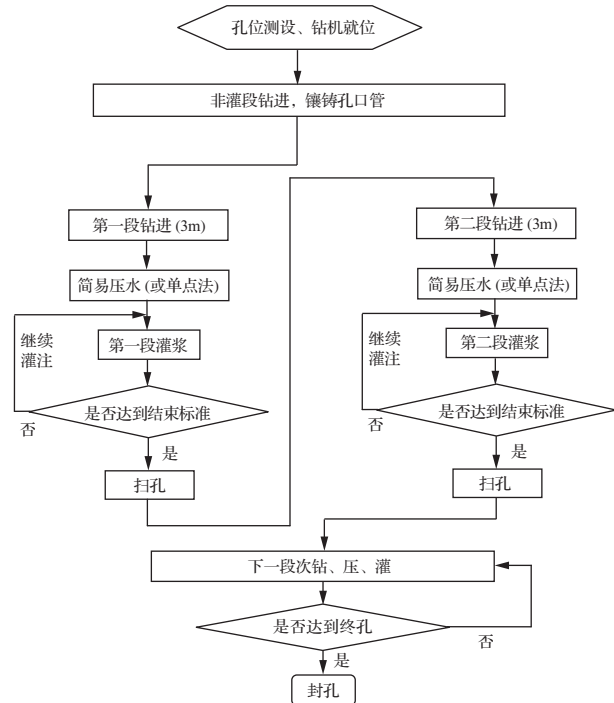
### 3 砂砾石地层帷幕灌浆施工工艺综述

砂砾石地层帷幕灌浆是通过地质钻机钻孔,膨润土泥浆固壁,分段钻进,通过灌浆泵将水泥—膨润土混合浆液压入地层中,形成一道封闭的阻水帷幕,从而减弱水流的渗透。

## 4 砂砾石地层帷幕灌浆施工工艺

### 4.1 施工工艺流程

帷幕灌浆施工工艺流程见下图。



帷幕灌浆施工工艺流程图

### 4.2 钻孔钻头及固壁泥浆的选择

砂砾石地层通过地质岩心钻机钻孔,地层结构松散,透水率大,不宜成孔,钻孔过程中塌孔卡钻现象严重,为保证钻孔能够顺利进行,提高钻孔功效,需选用合适配比的泥浆进行固壁,如果条件允许,可选用液压跟管钻机钻孔下设钢管成孔(仅适用于帷幕非灌浆段)。

**a. 岩心地质钻机的钻头选择。**通过灌浆钻孔实验,砂砾石岩地层对钻头的磨损相当严重,普通金刚石

钻头钻进 30~50m 就需要更换,耗材严重,并且与操作手的经验有相当大的关系,熟练操作人员通过钻杆及钻机的外部反应可以判断出钻头是否需要更换,而如果操作人员技术不到位,钻头很容易烧卡在孔内,造成孔故。

通过不断研究,最终选取了 XY-2 型地质钻机作为主要生产设备,选用带合金颗粒的复合片钻头,对砂砾石地层具有较好的适用性,此类钻头钻进接触面较大,质地比较坚硬,对砂砾石地层穿透力很好。

**b. 固壁泥浆的配合比选择。**砂砾石地层结构松散,不宜成孔,实践过程中选择了几组膨润土浆液配合比:3:1、2:1、1:1、0.5:1,开始为了节约成本,选择稀浆配比,浆液遇到塌孔后迅速渗漏,导致成孔部位坍塌,发生埋钻事故,并且稀浆液配比对于孔内的沉渣悬浮效果不是很理想。最终选择 0.5:1 的浆液,效果明显,能够达到预期效果,但是,浆液的回收需要专人负责,人力资源投入较大,浓浆的送浆、返回利用对设备的损伤较大。

### 4.3 钻孔、灌浆段长的选择

砂砾石地层钻孔、灌浆的段长不宜过长,可参考范围为 1.0~2.0m,很少有超过 3.0m 的,在第一段或者孔口管下第一段一般建议段长为 0.5m,第二段为 1.0m,第三段以下为 2.0m。由于砂砾石地层的不确定性,如果塌孔或孔口不反水,段长缩短,取 1.0m。

### 4.4 砂砾石地层帷幕灌浆浆液的选择

砂砾石地基灌浆通常使用水泥黏土浆液,也有使用纯水泥浆的,空隙较大时,可使用水泥砂浆,或由多种材料拌制的膏状浆液等。

水泥黏土浆的主要优点是稳定性好,注入能力强,防渗效果好,在许多情况下可就地取材,因而价格便宜。

水泥黏土浆中黏土和水泥的比例应根据工程要求和地质条件而定,在一般情况下,对于永久性工程,可采用水泥:黏土=1:1~1:4,干料:水=1:1~1:3,浆液稳定性小于 0.02,析水率小于 2%,黏度不大于 60s(500/700 漏斗黏度计),浆液结石 28d 抗压强度不小于 0.3MPa 或 0.5MPa。

进行多排孔帷幕灌浆时,边排孔宜采用水泥含量较高的浆液,中间排孔可采用水泥含量较低的浆液。另外帷幕浅部也宜采用水泥含量较高的浆液。临时性的工程可适当减少水泥含量,甚至使用黏土浆。有时候一个工程的地基由多种地层组成,这就要针对不同地层选用不同的浆液。

黑石山水库大坝帷幕灌浆属于永久性工程,采用水泥:黏土=1:2~1:4,干料:水=1:2。帷幕灌浆检查孔效果非常良好。

#### 4.5 帷幕灌浆方法的选择

目前,国内外主要采用的灌浆方法有循环钻灌法、预埋花管法、套管灌浆法和打管灌浆法。其中,循环钻灌法是中国独创的一种灌浆方法,也称边钻边灌法。这种方法是在冲积层中自上而下逐段进行钻孔和灌浆,各段灌浆都在孔口封闭。循环钻灌法后来被扩展到岩石地基灌浆施工中,并加以改进,发展成为目前普遍采用的孔口封闭灌浆法。

黑石山水库采用的是循环钻灌法,特别不宜成孔的孔段结合固定短花管钻具灌浆法,选择一根长度约1.0m左右的废弃钻杆,底部焊接成子弹头形,方便下钻,短花管每隔15cm长在钻管壁打花孔,孔径约为10mm,每排钻5孔,在花管下设前,管内填塞物选择大粒工业盐,防止外侧的土砾堵塞花孔,灌浆前先通过注水或稀释水泥浆将工业盐颗粒融化,然后根据不同的浆液比进行灌浆。

循环钻灌法的特点:④适宜于砂卵石中灌注水泥黏土浆或水泥浆;⑤在钻孔的过程中,利用循环泥浆对地层进行灌浆;⑥由于每段灌浆都是在孔口封闭,各个灌浆段可以得到多次复灌,因而灌浆质量好;⑦与预埋花管法相比,可以节省大量的管材;⑧工序相对比较简单,操作容易。

循环钻灌法的缺点:④由于钻灌工序交替进行,因此工效相对较低;⑤各段灌浆均在孔口封闭,灌浆时地表常冒浆严重,即使进行深部灌浆,也不能使用很高的灌浆压力;⑥当覆盖层由多种地层组成,需要灌注不同类型浆液时,难以施工。

## 5 灌浆结束条件与封孔

各孔段灌浆的结束条件应根据地层情况、帷幕的防渗标准以及灌浆孔所在的部位等由试验确定。一般采取下列两种方法:

a. 达到设计最大灌浆压力,注入率不大于2L/min,或停止吸浆,持续时间已达15~30min,可以结束该段灌浆。

b. 注入干料量已达到规定的限值后结束灌浆。

边排孔达到上述两条件之一即可,中排孔应达到条件a。

注入干料的限量因工程和地质条件而异。在一般地质条件下,孔距为3m的灌浆孔,每米注入干料的限量多为3~5t/m,在渗透性大的砂砾石地层中,达到3~9t/m。循环钻灌法宜采用a为结束条件。

灌浆孔灌浆结束后可采用导管法向孔内注入水泥砂浆,或采用全孔灌浆法进行封孔。灌浆孔需保留时,可在孔内回填中砂,孔口加塞保护。

黑石山水库孔距为2.0m,该案例的特殊性质在于特殊地段及特殊段次采用多次复灌才能达到灌浆效果,复灌分为两种情况,一种为本孔或本段不能达到结束标准,且吃浆量在5t以上,停止本孔或本段次的灌浆,待凝24h扫孔复灌;另一种为达到结束标准发现其相邻孔不反水不回浆或者不能达到结束标准的,结束的灌浆孔采用扫孔复灌手段,以加强相邻空的帷幕效果。

## 6 结语

砂砾石地层帷幕灌浆没有一成不变的灌浆法则,该案例总结出的灌浆经验可以概括为短段长、低压力、常复灌采用混合浆液的钻灌循环灌浆方法,能够满足黑石山砂砾石地层帷幕灌浆工程的需要,并且达到了预期的设计效果,可以作为其他工程的借鉴参考。◆

### 参考文献

- [1] 孙钊. 大坝基岩灌浆[M]. 北京:中国电力出版社,2004.
- [2] 陈吉余. 中国围海工程[M]. 北京:中国水利水电出版社,2000.
- [3] 严恺. 中国海岸工程[M]. 南京:河海大学出版社,1992.