

# 灌浆法在新疆石门子水库砂砾石地层防渗处理中的应用

屈昌华, 黄 勇

(中国水电顾问集团贵阳勘测设计研究院勘探分院, 贵州 贵阳 550008)

**摘 要:**新疆石门子水库利用河床砂砾石作为水库围堰, 必须对其进行防渗处理, 经过方案对比, 采用灌浆法进行处理, 介绍了防渗处理中的灌浆设计、施工及处理效果。

**关键词:**新疆石门子水库; 砂砾石层; 灌浆法; 防渗处理

**中图分类号:**TV543+.82 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2007)07-0038-02

## 1 工程概况

石门子水库位于新疆玛纳斯县塔西河中上游河段, 是塔西河梯级开发的第一级工程。坝区河段呈 U 形河谷, 河床宽度 100 余米, 河床冲积层厚 30~50 m, 为砂砾石层( $Q^{al}$ ), 含部分花岗岩漂砾, 结构紧密, 渗透系数 15~20 m/天, 下覆基岩岩性为侏罗系喀拉扎组下段( $J_{3hl}^a$ )棕红色泥质砾岩、砂岩、灰绿色砂质砾岩。岩层层理明显, 层面胶结良好, 岩体结构呈层状、块状, 强风化层厚 4~5 m, 弱风化层厚 5~6 m。

为了利用河床砂砾石层作为水库围堰, 必须对其进行防渗处理, 经过多种方案对比(防渗墙方案、全部挖出方案等), 最终采用灌浆法处理方案。

## 2 灌浆防渗设计

### 2.1 灌浆防渗及施工控制标准

围堰灌浆防渗有关的主要参数为: 灌浆前, 围堰砂砾石层渗透系数  $k = (1 \sim 3) \times 10^{-2}$  cm/s。

**灌浆质量标准:** 要求灌浆后帷幕渗透系数  $k \leq 1 \times 10^{-4}$  cm/s。

**施工控制标准**是获得最佳灌浆效果的保证, 本工程采用孔段耗浆量随灌浆次序的增加而减少作为施工控制标准。

### 2.2 灌浆防渗主要设计参数

#### 2.2.1 水灰比

水灰比分别为 8、5、2、1、0.8、0.5 等 6 级, 起灌水灰比采用 8、5 或 2, 施工中也有根据钻进情况采用上述比级以外的起灌水灰比。

#### 2.2.2 灌浆孔位布置

上下游围堰均按双排孔布置, 排距 2.6 m, 孔距 3 m, 呈梅花形布置, 上下游排孔又分为 I、II 序孔施工。

#### 2.2.3 灌浆孔孔深及灌浆压力

灌浆孔孔深为 35~60 m, 以深入基岩微风化层 2~3 m 为准。

**灌浆压力:** 要求灌浆压力在短时间内达设计压力值。围堰灌浆最大压力  $P_{max} = 2.5$  MPa, 灌浆压力随孔深的加深而加大, 灌浆过程中使用的压力见表 1。

表 1 各灌段设计压力值表

孔深/m	压力值/MPa	孔深/m	压力值/MPa
<10	<0.5	20~25	1.2~1.6
10~15	0.5~0.8	25~30	1.6~2.0
15~20	0.8~1.2	>30	>2.0

#### 2.2.4 灌浆结束标准

根据设计要求, 开灌后 20 min 内达到设计压力, 单位吸浆量在灌段设计压力下小于 0.4 L/min, 再继续灌 60 min 结束。

## 3 灌浆施工

### 3.1 施工次序

上下游围堰帷幕灌浆双排孔, 均先施工下游排, 各灌孔又分为两序次(即 I 序和 II 序), 施工次序为先施工 I 序孔、再施工 II 序孔; I、II 序孔灌浆高程差 10~15 m。

### 3.2 施工工艺

灌浆施工全部采用“小孔径钻进、自上而下、孔

收稿日期: 2007-01-24

**作者简介:** 屈昌华(1964-), 男(汉族), 四川人, 中国水电顾问集团贵阳勘测设计研究院勘探分院副院长、工程师, 水文地质工程地质专业, 从事与工程地质相关的岩土工程施工技术研究工作, 贵州省贵阳市白云大道 353 号 chang418@163.com; 黄勇(1969-), 男(土家族), 贵州人, 中国水电顾问集团贵阳勘测设计研究院勘探分院(岩土工程公司)副总工程师、工程师, 水文地质工程地质专业, 从事与工程地质相关的岩土工程施工技术研究工作。

口封闭、待凝、孔内循环灌浆”的施工工艺。

### 3.3 施工程序

定孔位及固定钻机→粘土层钻进及孔口管埋设→砂砾石层造孔→洗孔及简易压水试验→灌浆→待凝→砂砾石层造孔→洗孔及简易压水试验→灌浆→封孔。

### 3.4 施工技术要点

#### 3.4.1 定孔位、固定钻机及造孔

按设计要求放孔,孔位实际偏差值 < 20 cm 并确保钻机稳定;造孔采用 Ø75 mm 和 Ø56 mm 金刚石钻头钻进,终孔孔径 < 56 mm。

#### 3.4.2 洗孔及简易压水试验

灌段钻进结束后,按设计要求,在下游排 I 序次孔部分孔中进行了简易压水试验,以粗略判断其透水性及可灌性。本工程共有 10 个孔 58 段作了压水试验,其透水率多为 500 ~ 2000 Lu(占 61.3%)。

#### 3.4.3 水灰比的控制与变换原则

灌浆过程中,遵循“由稀到浓、逐级变换”的原则,即当某一级水灰比灌(注)入量达到 200 L,而吸浆量无明显减少时,变浓一级水灰比灌注;或当单位吸浆量 > 30 L/min 时,越级变浓浆液进行灌注。

#### 3.4.4 灌浆处理技术措施

串浆、冒浆等特殊现象在本工程施工中经常遇到,特别是冒浆现象比较普遍,其原因是由于粘土盖

重板不密实,过于松散,我们在施工中采用水灰比为 0.5 的浓浆灌注,并在浆液中加速凝剂且待凝 24 h 的方法进行处理,其效果良好;串浆现象不多,我们在施工中采用“群孔联灌”的方法进行处理,其效果良好。

## 4 效果检验与评价

### 4.1 灌区水泥灌注特性

上、下游围堰单孔的可灌性好;围堰基础中的砂砾石,有砾径 > 1.0 m 的花岗石漂砾,有块径 > 6.0 m 的砾岩崩积块石,空隙率高,可灌性好,一般灌浆时间在 2 ~ 3 h,个别孔段灌浆时间较长;针对介质特点,灌浆中采用了浓浆、减压、限流、反复待凝等措施,保证了灌浆质量。

### 4.2 灌浆成果资料分析

从灌浆成果资料分析,围堰灌浆特点主要为:下排 I 序孔的注入量大于 II 序孔,符合灌浆序次的递减规律,其递减率为上游围堰 25.0%、下游围堰 30.9%;上游排总趋势是 I 序孔的平均单位注入量大于 II 序孔,递减率为上游围堰 2.3%、下游围堰 11%,整个灌区的灌浆规律明显;下游排平均单位注入量大于上游排,符合灌浆排次的递减规律,其递减率为上游围堰 12.3%、下游围堰 25.8%。上下游围堰灌浆成果见表 2。

表 2 围堰防渗帷幕灌浆成果统计表

排次	序次	孔数	灌段总长 /m	水泥注入总质量 /kg	平均单位注入量 / (kg · m <sup>-1</sup> )	单位注入量 > 500 kg/m 的段数及比例 (段数/比例)	递减率 /%
上游围堰	I	17	405.08	188052.6	464.2	35/36	2.3
		17	398.63	180830.2	453.6	29/30	
	II	17	476.07	277804.0	583.5	58/50	25.0
		17	464.78	210847.3	453.6	41/37	
下游围堰	I	15	332.60	138933.8	417.7	17/12	11.0
		15	329.07	123149.0	374.2	6/4	
	II	15	350.20	206734.3	590.3	51/33	30.9
		15	330.23	142605.0	431.8	21/14	

### 4.3 灌浆质量检查与质量评价

#### 4.3.1 质量检查

灌浆结束后,在上游围堰共布置了 7 个检查孔、下游围堰布置了 5 个检查孔,其透水率为:上游围堰以透水率 < 6.67 Lu 为主,占 87.6%;透水率 > 6.67 Lu 共 4 段,占总段数的 12.4%;下游围堰透水率均小于 5 Lu,其中透水率 1 ~ 3 Lu 的占 63.6%,3 ~ 5 Lu 的占总数的 27.3%。

#### 4.3.2 质量评价

水泥单位注入量遵循 I 序孔大于 II 序孔、下游

排大于上游排的规律,说明灌浆施工质量符合要求;从检查孔资料得出,上游围堰灌浆后,透水率平均值为 3.87 Lu;下游围堰灌浆后,透水率平均值为 2.58 Lu。地质提供的渗透系数 15 ~ 20 m/天,利用文献 [2] 中的经验公式换算,与防渗设计标准有 2 ~ 3 个量级降低,说明灌浆质量合乎要求。

## 5 结语

综合灌浆施工过程,分析灌浆成果资料,结合检

(下转第 46 页)

情况下也可以实现组合动作,这时使用带有压力补偿负载传感多路阀的优势就会明显地体现出来,该阀可以使每一路执行机构的流量和压力互不影响,满足每一路负载的需求。

(3)提高液压系统效率,减少系统发热。常规液压系统和普通多路阀液压系统使用定量泵时,采用溢流阀溢流,这时系统的功率损耗较大,如使用负载敏感变量泵和负载敏感多路比例换向阀可使流量和压力与系统所需达到最佳匹配要求,也就降低了系统的功率损耗,从而减少系统发热。

(4)适用于有减振要求、且对系统平稳性要求高的系统。比例多路阀使用的液压系统中常有超越负载或其它可能产生振动的情况,比例多路阀可以选择多种不同的阻尼调节方式进行减振控制,优化液压系统的设计。

### 3.2 主油路Ⅱ

主油路Ⅱ(见图3)采用了恒压泵和普通的多路换向阀相配合的油路系统。28 mL/r 恒压泵1经多路换向阀2向给进油缸6、夹持器油缸7、绞车马达8和起塔油缸9 供油。给进油缸采用了进口节流调速,回油口调压的回路。调速阀4可控制给进速度快慢,减压阀5可以根据孔底压力的变化及时调整给进压力,回油背压的存在可使给进速度更加稳定,使钻速对钻压的波动影响较小,从而减少了对钻头切削刃上的动载作用,延长钻头寿命。在起塔油缸9的进出油口装有液压锁10,从而保证了起塔油缸工作时能保持一定的压力,使它达到近似垂直的位置,在钻进时使钻具和钻孔保持很好的同心度。除了打垂直孔外,还可以使起塔油缸在一定的角度下,打向下或向上的倾斜钻孔。

### 3.3 副油路

整个液压系统的副油路比较简单,声频钻机除了振动部分外,还设计了回转部分,所以副油路由25 mL/r 齿轮泵和一个普通多路换向阀共同驱动泥浆泵马达工作,可以在压力分别为3.5、5、7.5和10

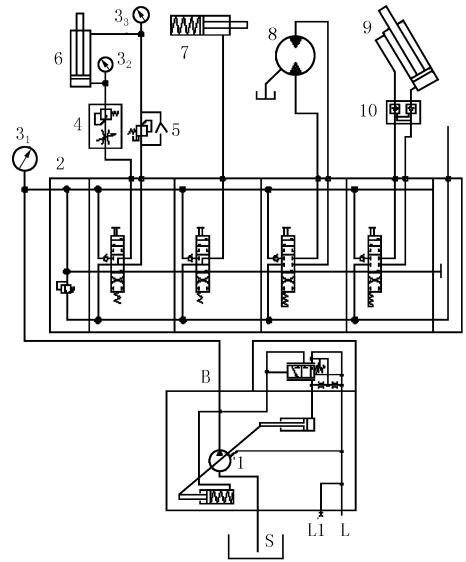


图3 主油路Ⅱ液压系统

1—恒压泵;2—多路换向阀;3—压力表;4—调速阀;5—减压阀;6—给进油缸;7—夹持器油缸;8—绞车马达;9—起塔油缸;10—液压锁

MPa 四种挡位下工作,从而可以改变泥浆泵流量的大小,以满足孔底钻探或处理井下事故的需要。

## 4 结语

目前,声频振动钻机在国内还是空白,凭借其高效率、低能耗、应用广等优点,相信其前景是非常广阔的。该液压系统尚处于研究开发阶段,主油路Ⅰ采用了负载敏感变量泵和负载敏感多路比例换向阀的油路系统,系统工作稳定而准确,提高了效率,减少了系统发热。虽然液压系统的设计已经完成,但还需在做完试验后,对其不合理的部分进行改进,以期逐步达到完善。

## 参考文献:

- [1] 吴光琳. 声波钻进技术的发展及其应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2004, 31(3).
- [2] 熊文辉. 铁路大型养路机械液压系统设计的新思路[J]. 机床与液压, 2006, (7).

(上接第39页)

查孔质量检查情况,对围堰防渗帷幕灌浆工程得出以下结论:围堰防渗帷幕灌浆施工,上游灌浆在直线工期内完成,保证了基坑的按时开挖;下游围堰灌浆施工也保证了基坑开挖总体布置的顺利进行;灌后砂卵石层的渗透系数  $k > 1 \times 10^{-4}$  cm/s,满足设计要求。本工程所采用的施工组织措施、方法与设计与监理单位要求的施工方式及工艺相适应,能满足

设计的各项技术要求;冬季灌浆施工只要采取合理的施工方案,其质量及进度能满足要求;对河床覆盖层进行灌浆作为围堰的处理方案是合理可行的。

## 参考文献:

- [1] SL 62-94, 水工建筑物水泥灌浆施工技术规范[S].
- [2] 编写组. 地基处理手册[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2000.