

高喷防渗施工在砂卵石透水地层围堰中的应用

冯立恒

(西藏大唐国际怒江上游水电开发有限公司,四川 成都 610091)

摘要:麒麟寺水电站一期纵向围堰轴线长590.7 m,采用高喷墙防渗,高喷孔最深达35 m,其地层主要为复杂砂卵石地层,透水性大。通过选择适宜的施工机具和科学的施工参数,并对强透水层采取简单易行的深层堵漏措施,保证了复杂地层的最终防渗效果。

关键词:砂卵石地层;高喷防渗墙;深层堵漏;麒麟寺水电站

中图分类号:TV7;TV223.4;TV543;TV551

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2015)增2-0088-03

1 概述

麒麟寺水电站位于甘肃省文县境内的白龙江上,电站上距碧口水电站13.5 km,下距宝珠寺水电站89.5 km,该工程一期纵向围堰位于导流明渠右导墙右侧河床,从基岩开始,经上游漫滩、中间河床至下游岸边,围堰全长为590.7 m。围堰防渗采用单排高喷防渗墙,防渗墙最深达35 m。高喷总量为12 600 m³,防渗总面积为11 000 m²。

上游漫滩及河床冲积层主要为卵石层,厚度为17~24 m,漫滩部位厚度较小,下游河槽带覆盖层厚度较大,冲积层以卵砾石为主,夹有砂砾层透镜体,结构松散,局部含漂石及砂卵石。河床冲

积层为极强透水层,渗透系数 $K = 100 \text{ m/d}$,局部阶地砾石渗透系数 $K = 30 \sim 80 \text{ m/d}$,整体渗透性较强。生产性试验揭露,坝下0+130~0+170段存在两层架空强透水带,局部有漂块石。

2 高喷施工参数的确定

2.1 高喷施工工艺及方法

根据实际地质情况,堰体与堰基采用三重管旋、摆搭接高压喷射灌浆进行围堰防渗施工。钻孔采用跟管钻进,PVC管护壁,施工分两序进行,按照先导孔→I序孔→II序孔的顺序进行。旋摆、喷结合布置情况见图1。

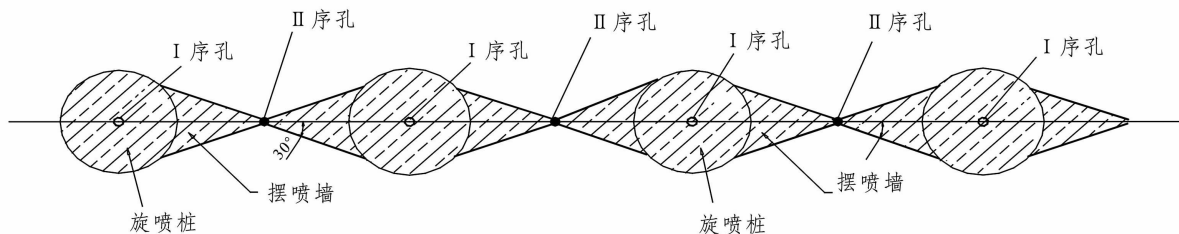


图1 旋、摆喷布置示意图

2.2 施工参数的确定

2.2.1 施工设备

孔深大于25 m段选用HD-120型潜孔钻,孔深20~25 m段选用CM-3000型潜孔钻,孔深<20 m段选用XYZ-70冲击钻。跟管钻进在拔出套管前下入PVC管护壁。

喷射设备选用山东泰安-高喷台车,试喷完成并确定参数后,将喷管下到设计深度,先输入符

合参数要求的水、气、浆静喷3~5 min,按规定的提升、旋转及摆动速度,自下而上喷射作业,直至设计高度再停送水、气、浆,提出喷射管。

围堰高喷防渗施工投入钻孔设备4台,喷浆设备4台,主要设备见表1。本工程工期为50 d,日平均强度为252 m³/d,设备满足施工强度要求。

2.2.2 灌浆参数的确定

根据试验和地质情况,对围堰上游段(堰0+590.7~0+430.7)及下游段(堰0+00~0+110)

收稿日期:2015-03-08

地质条件相对较好、高喷孔深小于 20 m 的地段孔

表 1 主要设备明细表

序号	名称	规格	数量	备注
	潜孔钻	120 型	1 台	油动
1	冲击钻	CM-3000 型	1 台	电动
		XYZ-70 型	2 台	电动
2	高喷台车	山东泰安	4 台	与钻机
3	单桶制浆机	200	4	配套使用

距按 1.2 m 控制。围堰中部(堰 0 + 110 ~ 0 + 430.7)地质条件复杂、孔深为 25 ~ 35 m 的部位孔距按 1.1 m 控制;坝下 0 + 130 ~ 0 + 170 段架空强透水层且有大漂块石的地段孔距按 1 m 控制。若防渗效果不理想,再采取深层堵漏等措施。

2.2.3 主要施工参数控制

2.2.3.1 原材料

水泥浆液:浆液水灰比按 1:1 ~ 0.6:1 进行控制,密度按 1.5 ~ 1.7 g/cm³ 进行控制。

2.2.3.2 造孔

孔斜小于 1%,孔深入基岩大于 0.8 m,喷管下设深度须与实际孔深相对应。

2.2.3.3 灌浆压力

水压按 38 MPa、风压按 0.6 MPa、浆压按 0.6 MPa 控制。

2.2.3.4 旋、摆喷提升速度

新填筑围堰部位按 9 cm/min 控制。对于围堰以下的原河床部位: I 序孔按 6 cm/min 控制, II 序孔按 8 cm/min 控制。

2.2.3.5 旋、摆喷转速控制

旋转速度按 6 r/min、摆喷速度按 8 r/min 控制。

2.2.3.6 高压喷射灌浆控制

喷射之前,先进行地面试喷,检查机械、管路运行情况,调准喷射方向及摆动角度;喷头下至设计深度先按照规定的参数进行原位喷射,待浆液返至孔口、情况正常后开始提升喷射;下入、拆卸喷射管时应采取措施防止喷嘴堵塞。施工过程中因故中断喷射作业时,立即停止提升和旋喷。排除故障复工时,复喷搭接长度应大于 0.5 m,以保证凝结体的连续性。

2.2.4 特殊情况的处理

(1) 高喷因故中断时立即停止提升,记录中断深度并尽快复喷,复喷时将喷具下至中断位置以下 0.5 m,在搭接处进行静喷,直至孔口返浆时

方可提升,以保证防渗体的连续性。

(2) 对强透水带及漂块石架空地层部位采用以下措施:喷管停止提升、静压注浆,使架空层全部充填密实,待孔口返浆时才能恢复提升喷管;降低喷射水压及风压,将水压和风压分别降至 5 MPa 和 0.3 MPa 以内;加浓浆液、加大供浆量,孔口掺砂;为防止喷管被埋,采用间隔提升法(即全参数切割地层、静喷交替进行),待孔口返浆后再将风、浆等参数调至正常值。

(3) 施工过程中遇到孤石部位钻孔时需做好详细记录,采用聚能爆破将孤石炸碎,再用冲击钻钻孔,对该部位进行高喷灌浆时需进行复喷以扩大喷射范围。必要时增设加密孔或采用回填灌浆等方法,确保该部位防渗体的连续性和密实性。

(4) 孔内严重漏浆、孔口不返浆时:应立即停止提升并降低喷射压力,在浆液中加入速凝剂;加浓浆液密度或灌注水泥砂浆、黏土等;向孔内填砂、粘土堵漏材料。

(5) 对于高喷过程中出现的孔口大量返浆(大于 20%)情况的处理措施:提高喷射压力、缩小喷嘴孔径、减少注浆量、加快提升和旋转速度。

2.2.5 质量检查

在上游段高喷防渗墙进行了注水试验,得到的渗透系数 $K = 3.1 \times 10^{-5}$ cm/s,后期基坑开挖揭示该段防渗效果较好。

但坝下 0 + 130 ~ 0 + 170 段由于存在两层架空透水层,虽然高喷孔距加密为 1 m,但仍未能达到预期的防渗效果,在该段出现了 4 处较大的股状渗水。针对此特殊地质情况,必须高喷防渗的基础上采取其他工程处理措施,即在深层注浆充填堵漏,以确保围堰在该段的最终防渗质量。

3 深层注浆堵漏的工程措施

3.1 施工方案

根据开挖揭露的情况,针对坝下 0 + 130 ~ 0 + 170 部位围堰的特殊地质情况,在高喷防渗墙的基础上,增设了深层注浆填充堵漏的工程措施,以确保围堰下游段最终的防渗效果。

具体方案为:根据现场涌水情况,在坝下 0 + 135 ~ 0 + 165 之间,围堰防墙内侧 30 cm 处基坑渗水部位布置了 4 个回填堵漏孔。钻机钻孔至设计深度后,先采用回填浓水泥浆(必要时添加速凝剂)填满地层内部(距堰顶 12.5 m、25 m 深)两

架空强透水带的渗水通道,然后再采用高喷灌浆的措施进行全孔封闭处理。

3.2 堵漏方案的实施

3.2.1 深层回填堵漏使用的机械设备

(1) 钻孔:采用 XYZ-70 潜孔钻。

(2) 制浆站设置一台 ZL400L 高速制浆机,拌制 0.6:1 的纯水泥浆, JJS-2 搅拌机配浆, SGB-10 灌浆泵输浆灌注。

3.2.2 注浆

分别在 12.5 m、25 m 两处强透水带下管注浆,先采用静压注浆的方式进行灌注,以防止浆液扩散太远,初期在浆液中添加水玻璃(3% 水泥用量),最后采用低压(0.2 MPa)、浓浆对透水通道进行注浆。

3.2.3 注浆控制过程

灌浆管预埋——注浆——屏浆。灌浆过程中根据围堰内侧渗水量确定灌浆结束时间。由于 1#~3# 孔渗水量较大,先在孔口注入掺量为 3% 水玻璃的浓浆,静压灌浆 3 h,然后以 0.05~0.1 MPa 灌浆压力逐级加压,每级持续 30 min,当压力增至 0.5 MPa、吸浆率为 5 L/min 时,渗水点已基本不再渗水,持续 30 min 后结束灌浆;4# 孔在灌浆压力增至 0.1 MPa 时吸浆率为 5 L/min,渗水点已基本不再渗水,持续 30 min 后结束灌浆。

(上接第 70 页)

(3) 线棒在下线过程中可能由于人为因素对该根线棒造成外绝缘损伤,以及机组运行过程中定子绕组温度的影响,最终造成绝缘层无法承受正常运行电压而导致由内向外的绝缘层被击穿。

4 现场采取的处理措施

拆除磁极;用棉布对 177~183 号线棒区域上下层之间的间隙进行防护,防止尘渣遗留在下层线棒表面;拆除上下端绝缘盒并剔除绝缘盒灌注材料;剔除槽楔,去掉波纹板、保护垫条、滑动垫条和层间垫条;拆掉线棒端部的绑扎带,取出该线棒左右两边的端部斜边垫块和聚酯毡,拔出线棒;打磨 181 号线棒下端部 R 部位的发黑部分;对新线棒进行绝缘电阻和耐压试验,然后采用与安装时相同的工艺进行定子绕组安装,涂刷 DK222(面漆)并干燥。重新进行定子绕组预防性直流耐压 50 kV 试验、交流耐压 30 kV 试验,试验合格后可

3.2.4 高喷封闭

对于堵漏后存在的细小渗水通道采用高喷封闭,控制标准同之前的高喷灌浆。

4 效果验证

通过对砂卵石(含漂块石)且有架空强透水路等复杂地层采用合理的高喷施工参数和深层堵漏措施,整个围堰达到了理想的防渗效果,基坑开挖揭示未发现较大渗水,进而为主体工程的施工创造了有利的条件。

5 结语

高压喷射灌浆用于水电站围堰基坑开挖防渗,关键在于施工设备、施工参数的选择及过程质量控制。针对不同的地质情况,科学地选用与之适应的高喷施工控制参数,将取得良好的防渗效果,对后续基坑开挖和主体工程施工干地作业提供有力的保障。

参考文献:

- [1] 水电水利工程高压喷射灌浆技术规范, DL/T 5200-2004 [S].
- [2] 水工建筑物水泥灌浆施工技术规范, DL/T 5148-2012 [S].

作者简介:

冯立恒(1981-),男,河北邢台人,工程师,学士,从事水利水电工程建设技术与管理工作。(责任编辑:李燕辉)

具备开机并网条件。

5 结语

发电机定子一点接地是水电站机组比较常见的故障之一。定子下线过程中,一个小的失误都可能导致类似故障的发生。现场监理人员在机组安装过程中,通过深刻理解制造厂提出的技术要求、设备性能,同时对工艺执行过程进行严格管控和把关,将现场施工阶段可能导致类似故障发生的各种因素彻底消除,就能够为机组长期安全稳定运行奠定良好的基础。

作者简介:

孙彬(1989-),男,四川成都人,助理工程师,从事机电安装监理工作;
邱小耕(1990-),男,重庆垫江人,助理工程师,学士,从事水利水电工程机电安装监理工作;
李佳佳(1987-),男,贵州遵义人,助理工程师,从事水利水电工程机电安装监理工作。

(责任编辑:李燕辉)