

水电站大坝帷幕补强灌浆技术在涌水孔段的改进

刘 树 国， 梁 金 松

(国电大渡河瀑布沟水力发电总厂,四川 汉源 625304)

摘 要:帷幕灌浆技术是水利工程施工中重要的一项坝基处理措施,其目的是减少坝基的渗流量,降低坝底渗透压力,保证基础的渗透稳定。坝基帷幕灌浆属于隐蔽工程,施工过程较难控制。大渡河深溪沟水电站大坝基础廊道帷幕补强灌浆过程中遇到的部分孔段灌浆前涌水较大,灌浆后存在冒浆等情况采用一种循环灌浆的方法,对涌水较大的孔段处理效果较好。

关键词:水电站大坝;帷幕灌浆;涌水孔段;补强技术

中图分类号:[TM622];TV42+1.1;TV543+.5 **文献标识码:** B **文章编号:**1001-2184(2019)05-0141-03

Improvement of Curtain Reinforcement Grouting Technology at Water Gushing
Section of Hydropower Station Dam

LIU Shuguo, LIANG Jinsong

(Dadu River Pubugou General Hydropower Station, China Guodian, Hanyuan, Sichuan, 625304)

Abstract: Curtain grouting technology is an important dam foundation treatment measure in the construction of water conservancy project for the purpose of reducing the seepage flow of dam foundation, reducing the seepage pressure of dam bottom, and ensuring the seepage stability of foundation. The curtain grouting of dam foundation is a concealed project, and the construction process is difficult to control. In the process of curtain reinforcement grouting of dam foundation gallery of Shenxigou Hydropower Station in Dadu River, a circulating grouting method is adopted to deal with the problems of large water gushing before grouting and concrete leakage after grouting, which has good effect on large water gushing section.

Key words: dam of hydropower station; curtain grouting; water gushing section; reinforcement technology

0 引 言

大渡河深溪沟水电站的闸坝和厂房均置于岩基上,闸坝及厂房基础防渗主要采用帷幕灌浆,基础岩体透水性总体上表现为中等~弱透水。根据地质提供的渗透剖面 and 工程规模,帷幕灌浆幕体设计按透水率 3Lu 控制。自 2010 年 6 月 27 日首台机组发电以来,其厂房和闸坝基础灌浆廊道防渗帷幕下游侧排水孔内渗压较高,渗水量大,厂房坝段灌浆廊道部分排水孔存在涌浑水现象。泄洪闸基础廊道布设 22 个排水孔,厂房基础廊道布设 63 个排水孔,泄洪闸基础廊道 4 个排水孔水质浑浊,厂房基础廊道 4 个排水孔也呈浑浊,个别排水孔携带有泥沙排出。排水孔内渗压均高于下游尾水位 10m 以上,个别压力表测值达 0.44MPa。监测资料表明,坝基存在渗漏通道,防渗帷幕部分区段未封闭或阻断上、下游水力联系,特别是沿坝基

存在的缓倾角层间挤压破碎带,局部有存在管涌现象,为减小渗流对坝基长期不利影响,需采取帷幕灌浆补强等工程措施。

1 现有帷幕灌浆技术处理涌水孔段存在的问题

1.1 现有帷幕灌浆补强处理措施

在帷幕补强灌浆施工过程中,经常因为保证电站效益而在高水头进行灌浆,导致上下游水位差较高,地质条件不良的部位容易出现较多涌水孔段,有些孔段涌水压力及涌水量均偏大。根据水泥灌浆规范要求,孔口有涌水的灌浆孔段,灌浆前应测记涌水压力和涌水量。根据涌水情况,可选用下列措施综合处理:自上而下分段灌浆,缩短灌浆段长,提高灌浆压力,改用纯压式灌浆,灌注浓浆,灌注速凝浆液,屏浆,闭浆,待凝^[2]。

2.2 帷幕补强灌浆试验

现场生产性灌浆试验应在渗透量大的灌浆廊道内进行,段长为 15 m,桩号为(厂横)0+051.75

m~(厂横)0+066.75 m。其中渗漏水较大的 WB4-1 孔部分孔段压水试验统计如表 1。

表 1 WB4-1 部分压水试验统计表

段次	孔深 /m	压水试段长 /m	单位时间吸水量 /L·min ⁻¹	压前试段涌水压力 /MPa	压前试段涌水量 /L·min ⁻¹	透水率 q /Lu	备注
5	18.5~23.5	5	59	0.22	29	15.13	基岩
6	23.5~28.5	5	77	0.34	38	23.33	基岩
7	28.5~33.5	5	96	0.42	52	33.10	基岩
8	33.5~38.4	4.9	71	0.32	44	20.88	基岩

对于 WB4-1 孔涌水量及涌水压力较大的 7 段孔深 28.5~33.5 m 段长 5 m, 钻孔孔径 75 mm, 钻孔后涌水浑浊涌水压力达到 0.42 MPa。钻孔完成后, 直接用灌浆管通入大流量水流, 从孔底向孔外对灌浆段进行钻孔冲洗, 冲洗至回水清澈干净后 10 min 结束^[3]。本次洗孔 30 分钟后, 采用简易压水得到的透水率为 33.10 Lu。

第一次灌浆采用循环灌浆法, 灌浆压力开始采用 1 MPa, 水泥浆液注入率为 41.4 L/min, 结束灌浆压力为 0.64 MPa, 浆液注入率 37 L/min, 浆液浓度由 5 : 1 逐渐变至 0.5 : 1, 耗浆量 4 725.82 kg, 持续时间为 2.4 h。灌浆结束后待凝 48 h。由于灌浆时回浆量较小, 导致射浆管(钻杆)被卡孔内水泥浆卡住。待凝结束后进行扫孔, 孔内出现涌水, 涌水量约 45 L/min, 较之前无明显变化需要补灌。

第二次灌浆为避免钻杆被水泥浆卡住, 采用纯压式灌浆法, 灌浆压力 0.8 MPa, 浆液浓度从 2 : 1 逐渐变至 0.5 : 1, 灌浆开始注入率为 36 L/min, 采用间歇灌浆的方式, 灌浆持续 3 h, 灌浆结束注入率小于 1 L/min, 耗浆量 2 547.44 kg。灌浆结束后待凝 48 h。待凝结束后进行扫孔, 孔内出现涌水, 涌水量约 44 L/min, 无明显减小。

2.3 存在的问题

该孔段压水实验前时该孔段涌水量大, 涌水压力接近坝上水头, 且压水期间吸水率较高最大达到 96 L/min。推断该部位可能存在薄弱的岩石裂隙, 前期帷幕灌浆未得到有效处理, 随着水流淘刷裂缝部位细小的岩石碎屑已被冲走。在本次灌浆过程中水泥浆液浓度逐级变化, 同时灌浆压力保持在较高的水平, 导致裂缝中较大的碎石被冲到渗漏通道中, 相当于扩大了该部位至渗漏通道的路径。最终导致了前两次灌浆过程中, 浆液浓度逐级升高, 灌浆压力持续减小, 但水泥浆的注

入率未见明显变化的情况。第一次循环灌浆由于浆液浓度大, 回浆管流量较小, 导致射浆管被孔内凝固的水泥浆卡住。第二次纯压式灌浆达到注入率小于 1 L/min 的结束条件, 但扫孔后仍然存在涌水现象, 分析可能是浆液在孔内逐渐凝固, 造成灌浆完成的假象。传统法灌注时间长, 消耗水泥量多, 其成功率也不高, 主要是起压浆管时振动孔内屏闭浆结构, 浆液多顺抽出压浆管后留下的孔洞涌出, 造成灌注失败^[4]。

3 改进的帷幕灌浆补强技术措施

3.1 设置改进的孔口封闭器

制作一个或多个(根据涌水孔段多少确定)直径与孔口预埋管相同的可闭浆的孔口封闭装置, 其制作方式是: 先选用与孔口管直径相同的地质管截取 10 cm 左右将一头利用钢板封死, 其次在钢板正中位置穿孔并穿入一根长 30 cm 直径 25 mm 的钢管, 钢管周围与钢板焊死作为保证不漏水的进浆管; 其次在封闭装置的侧边穿孔并焊接一根长 10 cm 直径 25 mm 的钢管作为保证不漏水的返浆管; 最后在两根直径 25 mm 的钢管的孔外端头安装球阀为闭浆做准备。孔口封闭装置与孔口管的连接方式与常规孔口封闭器相同。

3.2 改进工艺后灌浆技术措施

在涌水较大的孔段, 先压水和洗孔, 然后从孔口穿入一根直径 32 mm 的 PVC 管至距孔段底 50 cm 处, 再连接孔口封闭装置与 PVC 管, 将 PVC 管固定在孔口封闭装置预留的直径 25mm 的钢管上, 保证不漏水。最后将孔口封闭装置安装固定在孔口管上, 并打开进、返浆管上的球阀, 完成准备工作。

(1) 由于本次灌浆的孔段透水率超过 30 Lu, 采用水灰比为 2 : 1 的水泥浆添加适量速凝剂, 本次灌浆添加 3% 的水玻璃, 开始灌浆压力控制在 1~1.5 MPa。灌浆过程中根据现场情况(气温、灌

入量、水灰比等)可采用水玻璃作速凝剂(在吸浆量较大时,宜加 3%~5%的水玻璃)^[5]。

(2)当浆液注入量基本无减少,灌浆压力上升特别缓慢时,采用水灰比升 1:1 的水泥浆,增加水玻璃的掺量,间歇灌浆(间歇时间小于 20 min)。

(3)注入率逐渐有降低,且灌浆压力逐步上升的情况下,水泥浆水灰比升至 0.5:1,停止掺用水玻璃,并逐渐提升灌浆压力至设计压力加涌水压力之和,直到达到灌浆结束标准。

(4)若长时间未达到结束条件可重复(2)、(3)步骤,采用间隔掺用水玻璃的稀浆和未掺水玻璃的浓浆进行灌注。

(5)当注入率不大于 1 L/min 时继续灌注 60 min 后结束此段灌浆,在关闭灌浆泵的同时关闭进、返浆管上的球阀进行闭浆,闭浆待凝时间为 8 h~48 h,最终以打开进、返浆管上的球阀没有浆液流出为准。

3.3 改进工艺的灌浆处理效果评价

大渡河深溪沟水电站大坝基础廊道防渗帷幕补强灌浆工程,共 8 个帷幕灌浆单元,87 个灌浆孔,总计 857 段,其中 432 段存在不同情况的涌水现象,涌水压力 0.1~0.44 MPa 不等,全部采用此种方法进行灌浆后,9 个质量检查孔,合计 89 段,压水最大透水率 3.13 Lu,最小透水率 0.3 Lu,灌浆效果良好。

灌浆后帷幕后的排水孔渗漏量明显减少,有利于大坝的安全稳定运行。

4 结 语

对已投产的电站进行坝基帷幕补强灌浆作业,很多时候是在电站高水头的工况下进行,往往造成补强灌浆造孔后,孔内的涌水量、涌水压力均偏大,给灌浆增加了一定的难度。处理涌水量偏大的孔段,传统循环式灌浆容易卡钻杆,而纯压式灌浆由于浆液在孔内流态较为稳定、缓慢,导致长时间灌浆后孔内水泥的迅速沉积,堵塞灌浆孔段,封闭涌水裂隙,造成达到结束条件的假象。造成

在灌浆结束后扫孔到相同位置时,因水泥结石强度不足,在涌水压力的作用下被再次冲开,造成同一涌水孔段多次复灌的情况。采用笔者介绍的方法进行灌浆,对于涌水量偏大,耗浆量大的孔段,有良好的处理效果,减少了涌水孔段的反复处理工作,避免了既耽误工期又增加额外的成本,值得类似工程借鉴。该灌浆工艺的主要特点如下:

(1)对于岩体存在裂隙涌水较大,耗浆量也偏大的孔段,采用 2:1 或 1:1 的水泥浆掺用速凝剂,以较大的压力让水泥浆渗入含水量较多裂隙中逐渐凝固,以减少裂隙的通透性。

(2)以较低的压力灌注未掺用速凝剂的浓水泥浆(0.5:1),进一步封闭裂隙提升灌浆压力直至与设计值相同,有效避免在浓浆中掺用速凝剂后在孔内凝固,而未到达裂隙中造成灌浆结束的假象。

(3)采用特制孔口封闭装置进行循环灌浆,避免了回浆量小,灌浆时间长等因素导致灌浆管被凝固的水泥浆卡住,同时灌浆后直接封闭避免了起射浆管造成冒浆。同时脆性的 PVC 管在待凝后的扫孔时易碎,不会造成卡钻的现象,同时减少工期的延误。

参考文献:

- [1] 曹天强,仲崇江. 水利工程施工中帷幕灌浆技术初探[J]. 黑龙江科技信息, 2009(23):259-259.
- [2] DL/T 5148-2012, 水工建筑物水泥灌浆施工技术规范[S].
- [3] 黄林见. 磨房沟灌浆工程涌水孔灌浆技术及屏闭浆措施[J]. 探矿工程科技信息, 1994:7-7.
- [4] 钱勇峰. 帷幕灌浆施工工艺与质量控制要点[J]. 水里规划与设计, 2012(3): 81-84.
- [5] 王宗强. 开普太希水利枢纽帷幕灌浆施工存在问题及处理措施[J]. 水里规划与设计, 2015(1): 68-72.

作者简介:

刘树国(1969-),男,四川荣经人,国电大渡河瀑布沟水力发电总厂、工程师、现从事水电站水工维护管理工作;
梁金松(1990-),男,四川射洪人,国电大渡河瀑布沟水力发电总厂、助理工程师、现从事水电站水工维护管理工作。

(责任编辑:卓政昌)

四川阿水电力开发公司绰斯甲水电站项目申请报告通过评估

日前,中国国际工程咨询公司在成都主持召开了四川阿水电力开发公司绰斯甲水电站项目申请报告评估会,并顺利通过评估。绰斯甲水电站为四川省绰斯甲河干流梯级开发规划的第三级,装机容量 39.2 万千瓦,被集团公司 2019 年工作会列为要加快推进的优质重点项目。此次项目申请报告通过评估,为下一步绰斯甲水电站项目核准奠定了坚实的基础。