

锦屏一级水电站大坝接缝灌浆施工工艺

黄 辉, 张豪磊, 李武诚, 伍远朋

(二滩水电开发有限责任公司 两河口建设管理局, 四川 雅江 627450)

摘 要: 锦屏一级水电站混凝土双曲拱坝坝顶高程1 885 m, 建基面高程1 580 m, 最大坝高305 m; 坝体共设置25条横缝, 将大坝分为26个坝段。通过大坝接缝灌浆, 可以改善坝体受力条件, 提高坝基浅层抗滑稳定安全储备, 使坝体具有一定的整体作用, 提高大坝安全运行的可靠性。主要介绍了大坝接缝灌浆施工工艺及施工过程中可能存在的主要问题及处理方法。

关键词: 锦屏一级水电站; 混凝土拱坝; 接缝灌浆; 施工工艺

中图分类号: TV642.4(271)

文献标识码: B

文章编号: 1000-0860(2012)11-0031-03

Construction technology of joint grouting for dam of Jinping I Hydropower Station

HUANG Hui, ZHANG HaoLei, LI Wucheng, WU Yuanpeng

(Lianghekou Project Authority of Ertan Hydropower Development Company, Ltd., Yajiang 627450, Sichuan, China)

Abstract: The crest elevation of the concrete double curvature arch dam for Jinping I Hydropower Station is 1 885 m, while the foundation surface elevation is 1 580 m with the maximum dam height of 305 m; for which a total of 25 transverse joints are arranged and then the dam body is divided into 26 sections. Through the joint grouting, not only the loading condition of the dam can be improved, but the safety margin for the shallow anti-sliding stability of the dam foundation can also be enhanced; which can makes the dam body have a certain monolithic effect to increase the reliability of the operation safety of the dam. The construction technology of the joint grouting for the dam is introduced herein along with the description made on the main problems possibly occurred during the construction and their treatment measures.

Key words: Jinping I Hydropower Station; concrete arch dam; joint grouting; construction technology

1 概 况

锦屏一级水电站位于四川省凉山彝族自治州盐源县和木里县境内的雅砻江干流上, 是雅砻江干流下游卡拉至河口河段水电规划梯级开发的龙头水库, 距河口358 km, 距西昌市直线距离约75 km, 其下游梯级有锦屏二级水电站、官地水电站、桐子林水电站和已建成的二滩水电站。水电站混凝土双曲拱坝坝顶高程1 885 m, 建基面高程1 580 m, 最大坝高305 m, 正常蓄水位1 880 m, 死水位1 800 m, 拱冠梁顶厚16 m, 拱冠梁底厚63 m, 最大中心角93.12°, 顶拱中心线弧长552.23 m, 厚高比0.207, 弧高比1.811。设置25条横缝, 将大坝分为26个坝段, 横缝间距在20~25 m, 平均坝段宽度为22.6 m, 施工不设纵缝。根据设计文件要求, 需对拱坝所有横缝进行接缝灌浆。

2 接缝灌浆施工工艺

2.1 接缝灌浆工序流程

大坝接缝灌浆较固结、帷幕灌浆施工工序流程要复杂一些, 其工作大部分主要集中在准备工作阶段及对灌浆前一些特殊情况的处理, 具体施工工序流程如图1所示。

2.2 接缝灌浆前准备工作

接缝灌浆前准备工作主要包括: 灌浆前按灌浆压力的80%对灌区进行全面性通水检查、接缝张开度检查、灌浆温度检查等。

(1) 全面性通水检查。全面性通水检查采用单开

收稿日期: 2012-02-24

作者简介: 黄 辉(1978—), 男, 工程师。

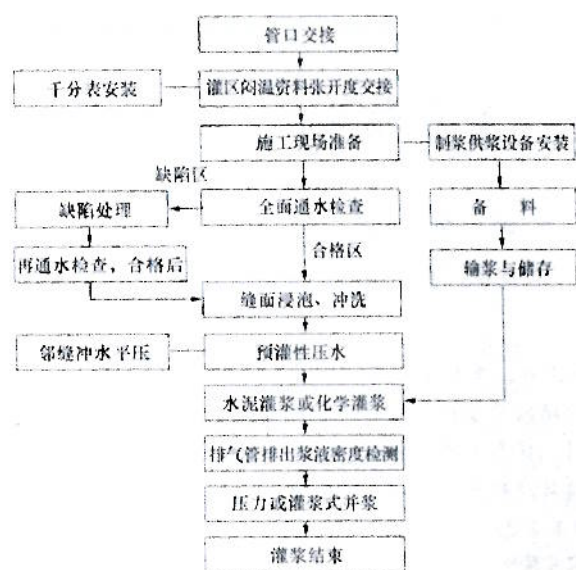


图 1 接缝灌浆施工工序流程框图

式和封闭式两种,通水压力为灌浆压力的80%,主要查明灌浆管路和缝面通畅情况及灌区密封情况。单开式通水检查主要是检查灌浆管路(进浆管、升浆管及排气管)及缝面(分为大坝上游面及下游面)的通畅情况。具体做法为:单开式通水检查时从横缝底部进浆管通水,通水后依次打开横缝顶部排气管(每次只打开一根排气管的控制球阀,其他排气管关闭),通过进浆管的通水流量及排气管的出水流量判断灌浆管路系统及缝面的通畅情况;封闭式检查时从进浆管通水,关闭所有排气管,通过计算管路及缝面的充水量与实际稳定时的进水量差值判断接缝灌浆灌区的封闭情况。

(2) 接缝张开度检查。接缝张开度检查是接缝缝面可灌性的重要指标。根据现场具体情况,可采用预埋电子测缝计观测、注水估算法计算等方法同时或采用其中一种方法检查。

(3) 灌浆温度检查。灌浆前, 各灌区的坝体混凝土拟采用预埋测温仪器和冷却管通水闷温方法进行检查。采用测温仪器时, 一般每 7~14 d 定期观测、记录温度一次, 接近灌浆时加密观测。后者, 对灌区两侧混凝土每一浇筑层的冷却水管都进行通水, 然后关闭进、出水阀门, 闷温 4~5 d, 使混凝土与管内的水充分进行热交换。测读时将闷温的水放入保温杯或绝热材料做的小水桶内, 立即用温度计测定水温, 连测三次, 取其平均值作为该层冷却管的闷温资料, 再取各浇筑层温度的平均值为坝块的温度。

(4) 预灌性压水。灌区检查完成(处理)合格后,进行灌前预灌性压水检查,压水压力同于灌浆压力。压水

检查完成后接缝灌浆前应对灌区进行充水浸泡 24 h, 灌浆前放空或用风吹净缝内积水后方可进行灌浆施工。

2.3 接缝灌浆材料

坝体接缝灌浆材料主要为水泥浆材。根据设计技术要求,用于接缝的水泥为强度等级 42.5 级中热硅酸盐水泥或低热微膨胀水泥,其水泥细度要求通过 80 μm 方孔筛,其筛余量不大于 3%;用于接缝的细水泥要求 $D_{90} < 40 \mu\text{m}$ 。

根据设计技术要求,当接缝张开度大于 1.0 mm 时采用中热硅酸盐水泥或低热微膨胀水泥浆液;当接缝张开度小于 1.0 mm 时,采用磨细中热水泥浆液;当接缝张开度小于 0.5 mm 时,采用改性环氧类化学灌浆或其他化学浆材。

2.4 灌浆机具设备

接缝灌浆采用 3SNS 灌浆泵, JJS-2B 双层搅拌桶, GYZ-1000 型灌浆自动记录仪记录进行灌浆, GSW-I 型湿磨机, 灌浆管路及接头, 压力表等。

2.5 灌浆原则

(1) 接縫灌漿按高程自下而上分层进行, 且从大
坝中部向两岸推进。

(2)同一坝段、同一接缝的各层灌区,自基础层开始,逐层依序自下而上灌注。若发现上下层灌区串漏,且上层灌区具备灌浆条件时,按监理工程师审核批准的灌浆措施采用同时灌浆。对部分串区因结构或温度原因不能同灌时,采取通水平压、间歇洗缝的措施处理。

2.6 通水平压及通水循环

任何灌浆层即将施灌前,在灌浆缝起压的同时,邻缝进行通水平压,平压压力保证顶部压力不超过 0.2 MPa。灌浆前、灌浆中,该灌区上层灌区保持通水循环,并且灌浆后至少通水循环 6 h。

2.7 增开度观测

为了控制横缝在灌浆过程中的增开度,采用安装在大坝下游表面或廊道内壁变形观测装置,对灌浆全过程中灌浆缝及其邻缝的增开度进行观测。在闭浆升压的时候,如果增开度增大的趋势明显并接近 0.5 mm,测读人员立即通过对讲机或临时电话通知灌浆人员。灌浆人员根据情况作适当的调节,如减小进浆压力、增加邻缝平压水压力等,但平压水压力保证在灌区顶部压力不超过 0.2 MPa。若上述措施均无效,增开度持续增加超过 0.5 mm,应立即停止进浆,并打开顶部管路放浆,以降低缝内浆液压力。此时无论顶部压力是否已升至 0.35 MPa,以增开度 0.5 mm 为控制标准结束灌浆。

2.8 灌浆压力

灌浆压力以灌区层顶回浆槽(排气槽)压力作为控制值,以进浆管口(灌区层底)压力作为辅助控制值。横缝灌浆压力:灌区层顶一般采用0.35 MPa。

2.9 灌浆水灰比

接缝灌浆采用单一水灰比,混凝土缝面采用0.45:1浆液。浆液中掺高效减水剂,28 d浆液强度不得低于M40,浆液析水率2 h不大于3%。

2.10 灌浆结束条件

当排气管排浆达到或接近最浓比级浆液密度,且管口压力或缝面增开度达到设计规定值,注入率不大于0.4 L/min时,持续20 min,灌浆即可结束。灌浆结束时,先关闭各管口阀门后再停机,闭浆时间不少于8 h。

3 施工中主要问题及处理方法

在接缝灌浆施工过程中,可能因各种原因突然发生特殊情况,常见问题有:浆液外漏、发生串区、管路堵塞、因故中断、排气管出浆不畅等。考虑到接缝灌浆过程的复杂性及其重要性,施工过程中如出现以上常见问题,必须及时组织相关技术人员对原因进行彻底、细致的分析,适当的时候可采用其他物探检测手段对原因进行分析,确保原因分析正确,处理方法使用正确,保证接缝灌浆施工质量。施工主要可能存在的问题及处理方法如下。

(1)浆液外漏。灌浆过程中发现浆液外漏,应及时组织施工人员从外部对漏浆点进行封堵。堵漏材料可选用掺加速凝剂的水泥砂浆、锚固剂、环氧砂浆或其他快速堵漏化学材料。如堵漏采用直接封堵无法进行密闭,则在漏浆缝面骑缝凿10 cm×10 cm坡口,再采用环氧砂浆进行填塞封闭。

(2)灌区串浆。大坝混凝土施工过程中若分层止浆片安装存在缺陷或混凝土浇筑时止浆片周围混凝土振捣不密实极易在接缝过程中出现上下灌区串浆现象。灌浆过程中发现上下灌区串浆,当串浆灌区已具备灌浆条件时,应组织进行同时灌浆。如串浆灌区不具备灌浆条件则:若开灌时间不长,则立即用清水冲洗灌区,待被串区具备条件时再进行同时灌浆。若开灌时间较长,调节进浆压力和上一层灌区缝面循环水压力,尽量使压力达到平衡,并考虑增加浆液的浓度,使之自行将止浆片附近的渗漏通道堵塞,上一层灌区的循环水要持续通到完全返清水时止。

(3)灌浆管路堵塞。灌浆过程中进、回浆管路被堵,则应立即倒换进、回浆方向短时间内用加大压力的风、水或稀浆进行冲压,疏通后再恢复正常灌浆,

若仍无效果,则改由从排气管进行倒灌。

(4)灌浆中断。灌浆过程中因故中断时,应立即用清水冲洗管路和灌区,以确保灌浆管路及灌区的通畅。恢复灌浆前应再次进行压水检查,如发现灌浆管路不通畅或排水管单开出水明显减少,可根据具体情况采取以下补救措施:①在灌区顶部施钻斜孔,斜孔打穿排气槽(此种方法适用于排气管堵塞情况);②在进浆管顶部以上30 cm左右施钻斜孔,斜孔打穿灌浆缝面(此种情况适用于进浆管全部堵塞情况)。

(5)排气管出浆不畅。当灌浆结束排气管出浆不畅或被堵塞时,按照设计技术要求,在缝面增开度限值内,提高进浆压力至达到限值为止。当达到注入率不大于0.4 L/min,持续20 min,灌浆即可结束。若无效,则在顺灌结束后,立即从两个排气管中进行倒灌。倒灌使用最浓比级的浆液,在施工图纸规定的压力下,缝面停止吸浆,持续10 min灌浆即可结束。

(6)缝面张开度小。缝面张开度小于0.5 mm时,可使用细度为通过71 μm的方孔筛筛余量小于2%的水泥浆液或细水泥浆液进行灌浆施工,并在缝面增开度限值内提高灌浆压力,或采用化学浆液进行灌注。

4 结 语

锦屏一级水电站大坝为目前世界在建最高混凝土双曲拱坝,大坝接缝灌浆施工质量对坝体安全运行意义重大。大坝接缝灌浆施工质量的控制除了受灌浆施工工艺的选择、施工方法的调整及对施工过程中特殊情况的处理方法影响外,还有一个非常重要的影响因素就是大坝混凝土浇筑过程中对灌浆管路、分层止浆片的规范安装及保护、混凝土浇筑质量,要想控制好大型高拱坝的接缝灌浆施工质量,必须从以上方面进行全面控制。

参考文献:

- [1] 徐世,喻常雄.混凝土大坝接缝灌浆的剪力断裂过程及其断裂刚度测定[J].水利学报,2007(3).
- [2] 黎汝澜,谢红忠.三峡二期工程混凝土接缝灌浆[J].人民长江,2001(10).
- [3] 余常茂,高万新.三峡坝体接缝灌浆中的难题及处理措施[J].湖北水力发电,2006(3).
- [4] 李占军,崔铁德,宣树学.万家寨水利枢纽工程混凝土重力坝接缝灌浆的质量控制[C].水力发电工程与水利建筑物学术论文集,2000.
- [5] 中国水电顾问集团成都勘测设计研究院.四川雅砻江锦屏一级水电站坝体接缝灌浆技术要求(A版)[M].成都:中国水电顾问集团成都勘测设计研究院,2009.

(责任编辑 欧阳越)