

云南龙江水电站大坝基础处理效果分析与评价

洪世兴¹, 邱奉军²

(1. 云南省水利水电建设管理与质量安全中心, 云南 昆明 650224; 2. 云南省大理州水利水电工程建设质量与安全监督站, 云南 大理 671000)

摘要:龙江水电站拦河坝为混凝土双曲拱坝, 最大坝高 110 m。坝基岩性主要为寒武系片麻岩, 岩石强度较高, 但由于两岸岩体局部风化厚度较大, 且左岸存在较多软岩带, 根据设计建议, 对坝基地质缺陷部位采用深挖置换混凝土、全坝段固结灌浆、帷幕灌浆等工程措施进行了处理。处理后坝基岩石呈弱-微风化状态, 岩体较完整, 岩质坚硬, 单孔平均波速值较高。就基础处理前后的检测数据进行了对比分析, 对坝基处理效果进行了综合评价。工程竣工后已经历 5 个汛期和 5.8 级地震的考验, 证明基础处理方案是合理的。其工程经验可供同类工程参考。

关键词:坝基处理; 固结灌浆; 帷幕灌浆; 声波检测; 混凝土双曲拱坝

中图法分类号: TV698

文献标志码: A

DOI:10.16232/j.cnki.1001-4179.2015.13.012

1 工程概况

龙江水电站枢纽工程位于云南省德宏傣族、景颇族自治州潞西市境内的龙江干流下游河段, 工程区至昆明约 850 km。主体工程由混凝土双曲拱坝、引水系统、地面式厂房及升压变电站组成。水库总库容 12.17 亿 m^3 , 最大坝高 110 m, 电站装机容量 240 MW, 枢纽工程等别为 I 等, 水库工程规模为大(1)型, 大坝及泄水建筑物为 1 级建筑物, 引水发电系统及消能建筑物为 3 级建筑物, 临时建筑物为 4 级建筑物, 导流洞为 4 级临时建筑物。

工程枢纽区地层岩性为寒武系片麻岩, 岩石风化较深, 两岸覆盖层厚 2~7 m。坝址区一般山脊部位风化较深, 沟谷部位风化较浅; 岸坡上部风化较深, 下部风化较浅; 河床部位很少有全、强风化层。根据实际开挖情况, 左岸坝肩全风化带厚度达 36 m, 右岸坝肩全风化带厚度达 55 m。枢纽区岩石全风化带较深, 建筑物基础开挖的全风化岩质边坡较高。

坝基和两岸拱座岩体主要为寒武系的片麻岩。坝址区断裂构造较发育, 受气候和地质构造及环境影响, 枢纽区片麻岩风化强烈, 坝址区岩体主要为弱透水性

岩体。岩体透水性随深度增加有减小的趋势, 但不明显。两岸拱端地下水位高程为 860.00~880.00 m。坝址区岩体质量较差, 基本上属于较破碎-完整性差范畴。主要属次块状结构和镶嵌碎裂结构^[1-3]。

由于两岸岩体局部风化厚度较大, 且左岸存在较多软岩带, 对坝基地质缺陷部位需采用工程措施进行处理。本文对处理措施及效果进行分析评价。

2 坝基处理

坝肩左、右岸 798.00 m 高程以下岸坡属于坝基开挖区, 坝基底板开挖高程为 765.00 m, 高差约 33 m, 坝基底板宽度为 23.01~25.55 m, 其中在基坑 780.00 m 高程设有宽 3 m 的马道, 坝基两岸岸坡开挖坡比为 1:1.5~1:0.6。边坡采用系统锚杆、挂网、喷混凝土支护, 基坑断层、破碎带等缺陷部位则进行特殊处理。

(1) 大坝建基面地质缺陷处理。建基面清基主要是在混凝土浇筑前对建基面卸荷松弛岩体以及需处理的其它岩体进行清撬及清理工作。将突出的岩石尖角、陡坎等作为重点清除项目, 按照设计要求处理。所有断层中比较破碎、不稳定的岩石及变质岩等均按设计指定的轮廓线将其全部撬除。

对于地质缺陷,在断层部位布置钢筋网,采用比大坝混凝土强度等级高一级的混凝土进行回填;对于软岩带采用混凝土置换处理,特殊地段加锚筋。

(2) 固结灌浆。坝址区岩体质量较差,属于较破碎-完整性差的岩体,主要为次块状结构和镶嵌碎裂结构。为了提高坝基的均匀性和整体性,增强基础的承载能力和近坝部位的防渗能力,依据坝基岩石条件,必须对拱坝坝基进行全面固结灌浆处理。

(3) 帷幕灌浆。坝址两岸地下水埋深一般为 21~42 m,右岸地下水埋藏较深,局部达 68 m。坝址区岩体主要为弱透水性岩体,岩体透水性随深度增加有减小的趋势。根据岩体的透水率和坝体高度,防渗帷幕设计标准为:10~17 号坝段按透水率 $q \leq 1$ Lu 控制,其它坝段及两岸按 $q \leq 3$ Lu 控制。帷幕灌浆基本孔距为 2.0 m,排距为 0.8 m。副帷幕深度按主帷幕的 0.6 倍考虑,遇断裂构造等地质缺陷部位视具体情况适当增加灌浆排数或缩小孔距。

3 效果评价

(1) 固结灌浆。为了确定灌浆施工参数及工艺,在灌浆施工前选择在右岸 1 号坝段进行了生产性灌浆试验。灌浆试验包括浆液试验和现场灌浆试验。

生产性灌浆试验结束后,布置了 2 个检查孔进行压水试验,结果见表 1。

表 1 生产性灌浆压水试验透水率统计

检查孔 编号	压水段长/ m	透水率/ Lu	检查孔 编号	压水段长/ m	透水率/ Lu
1-J-1	2	4.00	1-J-2	2	3.47
	7	0.26		7	0.88

表 1 的数据表明,固结灌浆一般压水试验透水率不大于 5 Lu,最外边孔不大于 7 Lu。

灌后的声波检测表明,全坝段纵波波速灌浆后比灌浆前提高 9.31%。通过灌浆前后单孔声波对比分析发现,岩面线至 4 m 段的平均波速普遍比 4 m 段至孔底的平均波速低,可能是受开挖爆破以及开挖后岩石卸荷裂隙影响所致,但通过灌浆后,平均波速明显提高,提高值都在 10% 以上。跨孔地震波速度反映整个坝段岩体波速值,灌后跨孔地震波速度比灌浆前提高 8.01%~8.83%。

各坝段固结灌浆完成后压水试验检查均满足设计要求:一般压水试验透水率不大于 5 Lu,最外边孔不

大于 7 Lu,合格标准为孔段合格率在 85% 以上,不合格孔段的透水率值不超过规定值的 150%,且不集中。固结灌浆完成后,进行了单孔声波和跨孔地震波物探检测,检测结果符合设计要求。

(2) 帷幕灌浆。选择在 14 号坝段基础廊道进行帷幕灌浆试验。检查孔压水试验成果表明,所采用的布孔形式、灌浆压力与选用的灌浆工艺是合理可行的,帷幕的防渗能力达到设计要求。

灌浆施工结束后,对检查孔的灌浆效果进行了综合评价,检查孔数量为钻孔总数的 10%,沿帷幕中心线 20 m 内至少布置 1 个检查孔,检查孔在该部位灌浆完成 14 d 后进行。压水试验方法采用五点法,压水试验压力为 0.3,0.6,1.0,0.6 MPa 和 0.3 MPa,其压入流量稳定标准与帷幕灌浆孔相同。检查结果表明,透水率(Lu)远小于设计值。

(3) 综合评价。经过对坝基地质缺陷部位采取深挖置换、全坝段固结灌浆、帷幕灌浆等工程措施处理后,坝基的均匀性和整体性得到提高,坝基的承载能力和近坝部位的防渗能力得以增强。钻孔压水试验、单孔声波和跨孔地震波物探检测结果表明,各坝段固结灌浆完成后压水试验检查均满足设计要求,帷幕的防渗能力达到了设计技术要求。

4 结 语

大坝于 2010 年 12 月建成蓄水,经历了 2011 年 3 月 10 日近邻盈江县 5.8 级地震考验,蓄水情况正常,表明大坝地基处理的设计方案合理,施工质量达到了预期的效果。目前大坝已经历 5 个汛期,运行工况正常,水电站发挥了较好的社会效益和经济效益,为当地社会经济的发展作出了积极贡献。

参考文献:

[1] 中国水利水电第四工程局有限公司龙江项目部. 龙江水电站枢纽工程专项竣工验收施工管理工作报告[R]. 西宁:中国水利水电第四工程局有限公司龙江项目部,2012,7.

[2] 中国水利水电建设工程咨询昆明公司. 龙江水电站枢纽工程专项竣工验收工程建设监理工作报告[R]. 昆明:中国水利水电建设工程咨询昆明公司,2012,7.

[3] 中水东北勘测设计有限责任公司. 龙江水电站枢纽工程专项竣工验收工程建设设计工作报告[R]. 长春:中水东北勘测设计有限责任公司,2012,7.

(编辑:徐诗银)

分析及处理[J]. 中国水能及电气化,2011,(5):54-58.

[2] 唐亚波,倪宏伟. 防止水机保护误动与拒动的措施[J]. 湖南电力, 2013,33(6):44-45.

[3] 段开林,张方婷. 自补偿型主轴密封在三峡机组上的应用[J]. 水电站机电技术,2004,(5):52-53.

[4] 上海光华仪表厂. 电磁流量计受前后接管的影响[J]. 炼油化工自

动化,1977,(4):97-99.

[5] 王永胜. 电磁流量计的安装及故障处理[J]. 科技风,2002,(1): 46.

[6] 姚琳. 电磁流量计的使用与维护[J]. 中国仪器仪表,2002,(1): 60-63.

(编辑:赵秋云)

Cause analysis of water supply break – off of main shaft seal of a hydropower plant unit in Vietnam and its treatment

HU Xiongfeng, ZHENG Yingxia, DING Guoping, DENG Xinxing
(PowerChina HuaDong Engineering Corporation Limited, Hangzhou 310014, China)

Abstract: Emergency shutdown accidents, due to the fake signals of break – off of water supply of main shaft seal, often occur to the generator units in the hydropower plant, which affect the stable operation of the units as well as the assessment of the hydropower plant by the grid. Taking the main shaft seal water supply system in a hydropower plant in Vietnam for example, the main factors that cause the break – off of the water supply for main shaft seal are analyzed. Through comparing the test results at site measured by two flow meters of different types, it is found that the fake signal sent by the electromagnetic flow meter is the direct cause of the units’emergency shutdown accident and that the electromagnetic interference and vibration inside the plant are the main factors causing the fake signal. The analysis and comparison reveal that the use of electromagnetic flow meter requires a fine environment of the hydropower plant, so it is not suggested to be used in the main shaft seal water supply system of hydropower plants that are in a harsh environment.

Key words: main shaft seal; break – off of water supply; emergency shutdown; electromagnetic flow meter; ultrasonic flow meter; Vietnam

(上接第 46 页)

Analysis and evaluation of dam foundation treatment effectiveness of Longjiang Hydropower Station in Yunnan Province

HONG Shixing¹, QIU Benjun²

(1. Yunnan Province Water Conservancy Hydropower Construction Management & Quality Safety Center, Kunming 650224, China; 2. Dali Prefecture Water Conservancy Hydropower Construction Quality and Safety Supervision Station, Dali 671000, China)

Abstract: The dam of Longjiang Hydropower Project is a double curvature concrete arch one with the top height of 110 m. The dam base mainly consists of Cambrian gneiss of higher strength. Because the weathered thickness of both banks is large, and together with many soft rock zones on the left bank, it is to solve the geological defect parts in the dam base by engineering measures such as deep concrete replacement, whole dam consolidation grouting and curtain grouting. After the treatment, the dam base rock is slightly weathered, integrated and hard with higher single – hole average acoustic wave velocity. We compare and analyze the test data before and after treatment and make a comprehensive evaluation for the dam base treatment. The test of 5 flood seasons and 5.8 magnitude earthquake proves that the treatment scheme is reasonable.

Key words: dam base treatment; consolidation grouting; curtain grouting; acoustic detection; double curvature concrete arch dam