

Reinforcement Impervious Project for Garden Reservoir Dam

Jiaxiang Wang¹, Dexu Wen²

¹Hubei Dayu Water Resources and Hydropower Construction Co., Ltd., Wuhan

²Civil Engineering School, Wuhan University, Wuhan

Email: wangjx528@163.com

Received: Jun. 5th, 2013; revised: Jul. 12th, 2013; accepted: Jul. 26th, 2013

Copyright © 2013 Jiaxiang Wang, Dexu Wen. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Abstract: The dam of Qichun Garden Reservoir is a shell sand dam with clay core wall. Since the operation in 1956, leakage and other hazards have existed. Having been in bad repair for long years, it doesn't meet current safety standards and needs reinforcement processing. After the analysis of causes and the implementation of the relevant technical scheme, the integrated function of the dam has been improved significantly. Focusing on the work of grouting, the technical scheme of reinforcement accumulates valuable experience for the similar projects in the future.

Keywords: Shell Sand Dam with Clay Core Wall; Leakage; Grouting; Reinforcement

花园水库大坝防渗加固

王加祥¹, 文德续²

¹湖北大禹水利水电建设有限责任公司, 武汉

²武汉大学土木建筑工程学院, 武汉

Email: wangjx528@163.com

收稿日期: 2013年6月5日; 修回日期: 2013年7月12日; 录用日期: 2013年7月26日

摘要: 沉蕲春花园水库为粘土心墙砂壳坝, 自1956年运行以来一直存在渗漏等隐患, 由于年久失修, 不符合现行安全规范, 需要进行加固补强处理。进行原因分析并实施了相应的技术方案之后, 该坝的整体加固效果显著。重点介绍了灌浆部分工作, 其加固技术方案为今后同类型工程积累了宝贵的经验。

关键词: 粘土心墙砂壳坝; 渗漏; 灌浆; 除险加固

1. 引言

花园水库位于湖北省蕲春县境内, 花园水库大坝拦截长江一级支流蕲水支流狮子河, 坝址坐落在湖北省蕲春县狮子镇花园村, 距蕲春县城40 km, 坝址以上控制流域面积83.5 km², 总库容1.002亿 m³, 是一座以灌溉、防洪兼发电、水产养殖等综合利用的大(II)型水库。

花园水库工程由枢纽和灌溉两大部分组成, 枢纽主要建筑物有主坝、副坝、溢洪道、老高输水涵洞、高输水涵洞、低输水涵洞、坝后式水电站, 灌溉有东

西两条干渠, 全长99.7 km。

花园水库主、副坝均为粘土心墙砂壳坝, 其中主坝长592 m, 副坝长179.6 m, 坝顶高程98.48 m, 粘土心墙顶高程98.00 m, 主副坝上游护坝均采用干砌石护坡, 下游护坡为草皮护坡。

2. 除险加固的安全问题分析

2.1. 安全隐患

花园水库于1969年正式投入运行以来, 水库一直存在安全隐患, 主要表现在: 1) 大坝渗漏^[1]; 2) 坝

坡不满足稳定要求；3) 上游坝面护坡缺损；4) 排水不完善；5) 老高输水管为坝下埋管，洞身有 2 处裂缝，现已废弃，但未封堵，给大坝安全带来隐患；6) 低输水隧洞结构砼强度偏低，存在碳化现象，钢筋锈蚀，外露现象严重，输水管内壁局部有渗漏孔。根据 03 年水利部发布的《水库大坝安全鉴定办法》被定为三类坝：实际抗御洪水标准低于部颁水利枢纽工程除险加固近期非常运用洪水标准，或者工程存在较严重安全隐患，不能按设计正常运行的大坝。

2.2. 原因分析

水库运行以来，大坝渗漏、设施不完善表现在坝体和坝基方面，主要是心墙及坝体填筑质量较差、年久失修是一方面原因。

花园水库大坝上游护坡为干砌石护砌，经多年运行，护坡缺损较多，且施工质量较差，块石砌筑的缝隙较大，搭接不牢，底部填塞不紧，存在架空现象。花园水库大坝下游坝坡过陡，局部和整体抗滑稳定不满足现行规范要求。另外坝面排水不完善，没有按规定设置坝面排水系统。花园水库大坝下游坝脚设有反滤坝，但未设反滤层，砌筑标准低，质量差，空隙大，不能起到反滤作用，曾出现塌陷变形。花园水库大坝坝顶高程不足，通过安全鉴定大坝坝顶高程应不低于 98.73 m，而实际坝顶高程为 98.32~98.37 m，不满足防洪要求。另外在坝顶上另建有浆砌石防浪墙，但没有完工，还有 80 m 未建，且防浪墙墙体存在多处裂缝，分缝未进行处理，底部大部分未与大坝心墙连接。

地质条件差导致大坝渗漏另一主要原因。

花园水库库区属大别山脉蕲北山区地带，地势东北高、西南低，区域性岩体主要为燕山晚期侵入的二长花岗岩，其外围的变质岩系为太古界大别群，麻桥组黑云角闪斜长片麻岩和二长片麻岩，库区广布燕山晚期侵入的二长花岗岩，局部有黑云角，闪斜长片麻岩捕虏体，地表广泛分布第四系松散堆积物，主要为坡，残积砂类土，库区断层构造较发育，坝区地层主要为太古界大别群麻桥组变质岩及第四系冲积物及坡残积细粒土质砂，在坝址区未发现断层，裂隙为主要的构造形迹，岩体中主要发育有两组裂缝，1) 走向 NE50°~60°，倾 SE，倾角 50°~84°；2) 走向 NW315°，倾 SW，倾角 70°~85°，坝基地层岩性以黑云角闪斜长

片麻岩为主，河床部位表部岩体为弱风化，两岸坝肩表部为强风化岩体，强弱风化岩体均为中等透水岩体，副坝基础岩体与主坝一致为太古界大别群麻桥组黑云角闪斜长片麻岩，坝基表部岩体风化强烈，为中等透水岩体^[2]。

3. 防渗加固技术方案

3.1. 防渗加固技术方面的基本理论

改革开放以来我国水利工作部门积极致力于堤坝防渗加固技术的分析与研究。目前，国内外常用的堤坝防渗技术有：劈裂帷幕灌浆技术、高压喷射灌浆防渗技术、土工膜防渗技术、振动沉模防渗板墙技术、级配料灌浆技术、混凝土防渗墙技术、套孔冲抓回填防渗技术等。这些技术是近年我国在治理堤坝险情方面积累的一些成功经验。本文主要对劈裂帷幕灌浆技术、土工膜防渗技术、级配料灌浆技术这三种防渗技术进行分析研究^[3]。

土石坝发生病害是多种因素共同作用的结果。根据对应的加固机理，有下列几种主要加固措施：

1) 前堵型防渗。“前堵”即在临水侧采用防渗铺盖、前戽、防渗斜墙和铺设土工膜等。但因堤坝临水侧往往受到库水位的影响，这些措施的使用会受到一定的限制。

2) 后排型防渗。“后排”主要是指在堤坝背水侧采用压渗、导渗沟、减压沟和减压井等措施。

3) 中间截型防渗。“中间型”指在堤身中进行粘土灌浆、劈裂灌浆、混凝土截渗墙和高压喷射灌浆等^[4]。

3.2. 防渗技术方案选择

原设计方案中心墙采用回填灌浆，接触带采用高压旋喷灌浆，基岩采取帷幕灌浆。结合大坝灌浆以往的经验，若大坝接触带采取高压旋喷灌浆，因孔深太深，其灌浆效果无法得到保证，且没有一个较好的办法对其进行质量检查，更不可能将大坝挖开进行检查。另外针对心墙较薄的特点，上、下游间隔 3 m，排距偏大，取得的灌浆效果较差。经过协商和灌浆试验及专家论证，取消了接触带高压旋喷灌浆。

调整后采用帷幕灌浆的方式对坝基和坝肩进行

Table 1. The table of grouting construction section partition
表 1. 灌浆施工区段划分表

| 区号 | 折点桩号 | 区段桩号 | 区段轴线长(m) | 备注 |
|----|-----------|---------------------|----------|---------|
| 1 | | 0 - 030~0 + 000 | 30 | 右坝肩延长段 |
| 2 | 0 + 159.6 | 0 + 000~0 + 159.6 | 159.6 | |
| 3 | 0 + 341.6 | 0 + 159.6~0 + 341.6 | 182.0 | |
| 4 | | 0 + 341.6~0 + 400 | 58.4 | |
| 5 | | 0 + 400~0 + 502 | 102 | 心墙灌浆单排孔 |
| 6 | | 0 + 502~0 + 625 | 123 | |
| 7 | 0 + 719 | 0 + 625~0 + 719 | 94 | |
| 8 | 0 + 791.2 | 0 + 719~0 + 791.2 | 72.2 | |

触带防渗灌浆灌浆进尺 21.2 m, 水泥注入量 80 kg, 为孔内和管内吃浆, 灌段基本不吸浆。

心墙灌浆前心墙的渗透系数为 10^{-3} cm/s, 灌浆后心墙的渗透系数为 10^{-6} ~ 10^{-7} cm/s, 土的渗性得到很大改善, 满足设计要求。帷幕灌浆透水率较灌浆前大为减小, 且均小于 5 Lu, 达到设计要求。

3.6. 加固方案

本次大坝加固内容包括上游坝坡干砌石护坡翻修、下游坝坡加培及植草护坡、坡顶加高、防洪墙重建、下游压坡和输水隧洞(管)进行加固处理^[6]施工等。花园水库主、副坝均为粘土心墙沙壳坝, 坝轴线呈折线布置, 坝长 771.6 m, 其中主坝长 592 m, 副坝长 179.6 m。因灌浆轴线较长, 施工时, 采取分区段进行, 根据坝体特点、以折点为界, 沿坝轴线共分 9 个施工区段, 见表 1。

大坝灌浆防渗质量评定以分析检查孔压水成果为主, 结合钻孔、灌浆记录及和测试成果, 对各单元进行质量评定^[7]。

4. 加固效果评价

对于上游排 49 个帷幕灌浆检查孔, 根据检查孔

压水试验, 所有压水试验均合格, 符合规范及设计要求。对于上游排心墙灌浆检查孔 13 个, 下游排 7 个, 心墙检查孔送样 20 组, 渗透系数均小于 1×10^{-5} cm/, 满足要求。

本次大坝加固坝体外部经过上游坝坡干砌石护坡翻修等措施, 坝体内部及坝基经过灌浆, 使大坝整体性能得到提高, 为以后安全运行提供了保障, 其技术加固方案为今后同类型工程累积了宝贵的经验。

参考文献 (References)

- [1] 王晓初, 贺中润. 花园水库上、下坝址渗漏量计算分析[J]. 黑龙江水利科技, 2011, 4: 70-71.
- [2] 黄全京, 许仙娥, 段世委. 湖北省花园水库若干工程地质问题分析[J]. 水利水电工程设计, 2002, 21(3): 35-37.
- [3] 黄剑飞. 浅谈水库大坝灌浆施工技术方法与防渗加固处理方案特点[J]. 四川建材, 2009, 35(5): 45-48.
- [4] 高祀敏. 浅谈水库坝体防渗加固技术[J]. 科技创新导报, 2009, 28: 10-14.
- [5] 卿忠先, 蒋祖浩. 固结灌浆和帷幕灌浆在水库坝基处理中的应用[J]. 西部探矿工程, 2003, 15(2): 21-22.
- [6] 李新媛. 湖北省花园水库输水隧洞粘贴玻璃纤维布加固设计[J]. 水利水电工程设计, 2007, 26(1): 15-17.
- [7] 李维朝, 梁铎, 蔡红, 房彦梅. 堤坝帷幕灌浆效果评价[J]. 中国水利水电科学研究院学报, 2012, 10(3): 214-218.