

双里水库大坝除险加固方案研究

米伟亚

(福建船政交通职业学院,福州 350000)

摘要:双里水库建于 70 年代,由于当时的技术条件和历史原因,水库属“三边”工程,工程建设先天不足,运行近 30 年,年久失修,大坝出现多条裂缝,危及大坝安全,对其进行除险加固是必要的。经过比选,采用大坝基础帷幕灌浆、大坝上下游压载及上游干砌石、大坝高压旋喷及钻孔灌注桩防渗和充填灌浆的除险加固方案,消除了水库大坝带病运行的安全隐患。

关键词:双里水库;除险加固;钻孔灌注桩;高压旋喷桩

中图分类号:TV698

文献标志码:A

目前我国部分中小型水库是 20 世纪六七十年代群众运动的产物,属于典型的“三边”工程,工程质量较差,又经过几十年的运行,不同程度上存在大坝坝体、坝肩和坝基的渗漏问题,水库年久失修,不能正常运行,属于病险水库大坝。如不及时发现问题,采取除险加固措施,对水库的安全运行有极大的隐患,影响城市的防洪和灌溉^[1-2]。

1 工程概况

双里水库位于尤溪县新阳镇双里村东兜水尾,在闽江尤溪支流青印溪分支流七尺溪上游,下游距城关直线距离约 8 km,河道长 9.25 km,河道平均坡降 35‰,坝址控制流域面积 34 km²,水库总库容 1030 万 m³,设计灌溉面积为 1.64 万亩。双里水库是一座以灌溉为主,结合防洪、发电等综合利用的重要中型水库,主要担负城关、西城两镇十一个行政村 1.56 万亩农田灌溉和 7.5 万人口的防洪安全。因此水库大坝的安全运行至关重要。

大坝为土石混合坝,上游填筑粘土,下游埋砌堆石棱体,属 3 级建筑物。枢纽工程于 1971 年 11 月破土动工,1972 年 3 月大坝开始填筑,1973 年 10 月大坝围堰合

拢,1975 年 1 月大坝填筑完成,1976 年 8 月进行保坝加固,大坝采用背水坡培厚,戴帽加高 3.0 m。

现最大坝高 54 m,坝顶长 91.6 m,坝顶宽 6.6 m。正常蓄水位 491.0 m,设计洪水位($p = 1\%$)为 494.78 m,校核洪水位($p = 0.05\%$)为 495.88 m。上游坡面自坝顶高程 499.0 m 至 491.33 m 平台段,坡比 1:2.3;高程 491.33 m 至 480.5 m 平台段,坡比 1:2.5;高程 480.5 m 至 470.0 m 平台段,坡比 1:3.0;高程 470.0 m 以下采用石渣压载,每道平台宽 2.0 m。

2 水库大坝存在的主要问题

双里水库已运行近 30 年,由于当时历史条件影响,大坝施工质量达不到要求,自投入运行以来就发现左右坝端出现横向裂缝,防浪墙开裂。从 1976 年至 1984 年之间,曾先后 5 次采用开挖回填及灌浆处理,但效果不佳,1987 年将整个上游护坡和防浪墙翻修重做,仍发现坝顶左坝肩段出现斜向防浪墙的断裂缝,裂缝位置和走向基本相近。1989 年和 1991 年分别在左右坝坡铺设土工膜。2001 年 2 月 13 日,在坝顶左坝端又发现一条横向裂缝,并向上下游坡延伸。实际运行中已严重影响水

收稿日期:2013-08-26

基金项目:福建省教育厅 B 类科技项目(JB12363)

作者简介:米伟亚(1979-),女,山东单县人,讲师,硕士,主要从事水利工程和港口工程方面的研究,(E-mail)8608953@qq.com

库大坝安全。经过有关部门对大坝的安全鉴定,大坝的结构安全存在较大的隐患,坝体出现危及大坝安全的横向裂缝,上游坝坡在骤降工况下稳定性不能满足规范要求,溢洪道左侧山体边坡陡峭,稳定性差。大坝施工填筑质量差,填土含水量偏大,压实度低。安全监测不完备,运行管理水平有待进一步提高。为此,必须采取工程措施,对双里水库大坝进行除险加固,以保证工程安全运行^[3-4]。

3 大坝地质情况

由于大坝坝基有 F2 断层通过,坝基基岩透水率较大;坝体存在孔隙、孔洞或裂缝等渗漏通道且在高程 485.0 m 以上为中等透土层;坝体填筑土与弱风化基岩直接接触,接触处厚约 3~5 cm 的填筑土性状较差,含砂量高,甚至可见腐植质等杂物。在坝后三角堰前涌水中见到土颗粒、粉细砂颗粒,填筑土与坝基间存在接触冲刷。故大坝除险加固设计就是对坝体建立整体防渗系统^[5]。

4 坝体除险加固方案研究

根据大坝坝体存在的隐患,大坝坝体除险加固措施包括坝体防渗、充填灌浆及上游坝坡压载加固。目前国内对病险土石坝进行防渗加固处理的方法较多,针对坝体存在隐患的防渗加固一般采用上游坡面防渗和坝体垂直幕墙防渗。根据本工程特点,拟定坝体内建造垂直

幕墙防渗(方案一)和大坝上游面铺设复合土工膜(方案二)两个防渗加固方案^[6]。

4.1 坝体内建造垂直幕墙防渗

针对双里水库大坝坝较高(最大坝高达 54 m),坝体土料为粘土,建造垂直幕墙较可行的有二种方法,用钻孔灌注桩建造防渗墙和高压喷射(定喷、旋喷)建造防渗墙两种方法。考虑单纯采用高压喷射建造防渗墙,由于坝高,钻孔垂直度较难控制,造成墙(柱)体偏差大,搭接不好,成墙质量难以保证,同时从大坝钻孔资料得知,坝体土料存在碎块石、砾石等杂质,这也对高喷成墙质量影响较大,而且目前采用高喷建造防渗墙,墙高度一般在 30~40 m,对高度达 54 m 墙体施工经验不足难以把握成墙质量;而钻孔灌注桩施工工艺简单,质量可靠,检测方便,但桩间存在施工冷缝形成渗漏通道。所以采用钻孔灌注桩结合高压旋喷建造防渗幕墙,高压旋喷可有效弥补灌注桩的搭接施工冷缝,使防渗墙质量可靠^[7-8]。具体施工如下:钻孔灌注桩在坝顶沿坝轴线布置,桩径为 0.7 m,桩距 0.6 m,两桩高圈厚度为 0.1 m,分二序施工。第一序孔距 1.2 m,第二序孔距 0.6 m,桩长为 5~54.5 m,嵌入基岩 0.5 m,灌注材料为 C25 素砼。在两灌注桩交接处钻孔进行高压旋喷,旋喷直径 0.6 m。同时考虑坝体两端与山坡及溢洪道侧墙交接处存在接触渗漏(即填筑土与坝基间存在接触冲刷)、大坝运行中左右岸多次出现贯穿横向裂缝及上游坝坡稳定,在大坝两端进行充填灌浆和上游坡面护坡压载,如图 1 所示。

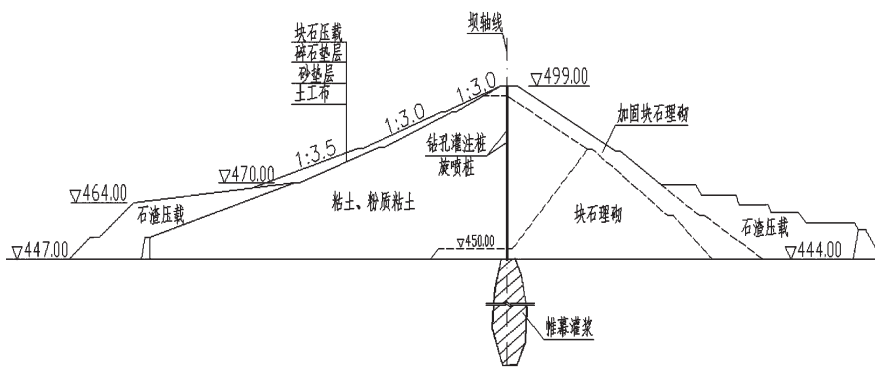


图 1 垂直幕墙防渗加固

4.2 大坝上游面铺设复合土工膜

由于上游面高程 470.0 m 以下为石渣压载且水库死水位为 461.0 m,考虑施工围堰和拆除石渣压载工程量较大,将土工膜(二布一膜 200 g/0.3 mm/200 g)从坝顶高程 499.0 m 铺至高程 470.0 m,在 470.0 m 以下采用垂直防渗墙(防渗墙建造同 4.1),考虑坝体防渗与坝基防渗连成整

体,坝基防渗帷幕顺着防渗墙位置沿两岸坡布置。土工膜铺设工序^[9-10]:将上游坡面护坡挖除,整平坝面,铺设土工膜,土工膜通过结合槽与坝体及防渗墙连接,通过在两岸开挖结合槽与两岸连接。土工膜上铺设垫层后进行坡面护坡压载,在大坝两端部进行充填灌浆和上下游坡面护坡压载,具体如图 2 所示,两方案主要比较见表 1。

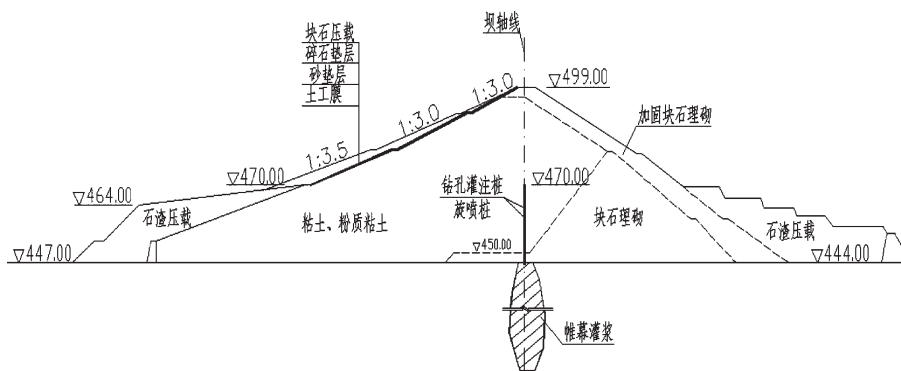


图2 大坝上游面铺设复合土工膜

表1 坝体除险加固方案比较表

序号	工程项目名称	单位	方案一 数量	方案二 数量
1	钻孔灌注桩	m ³	1682	552
2	高压旋喷桩	m	5942	1352
3	充填灌浆钻孔长度(管径110)	m	1830	3236
4	灌浆长度	m	1830	3236
5	坝基帷幕坝内钻孔长度	m	1907	640
6	坝基帷幕基岩钻孔长度	m	1853	914
7	普通帷幕灌浆长度	m	1223	384
8	掺减水剂(速凝剂)帷幕灌浆长度	m	630	630
10	干砌块石拆除	m ³	3293	6779
11	干砌块石	m ³	3952	8135
12	土工布(300g/m ²)	m ²	6905	0
13	土工膜(两布一膜)	m ²	0	6905
14	碎石垫层	m ³	1968	1968
15	砂垫层	m ³	1312	1312
16	毛石压载	m ³	14706	34020
	方案主要投资(万元)		629.6	601.4

4.3 两方案经济技术比选

根据两方案布置,其优缺点比较如下:

方案一:采用垂直幕墙防渗,防渗墙嵌入基岩0.5 m,与坝基帷幕灌浆形成整体防渗,且切断坝体两端与山坡及溢洪道侧墙交接处存在接触渗漏及坝体中透水路,能有效达到除险加固的目的;但该处理方案对坝体扰动较大且改变坝体渗流状态。

方案二:由于土工膜与防渗墙及两岸的施工连接难度大,质量不能保证,特别是坝体与两岸的接触渗漏问题难以解决;其优点是该方案对坝体扰动较小,且节省投资28.2万元。

另一方面,分析双里水库自1976年投入运行发现裂缝至2001年2月,进行了一系列加固措施,如对大坝进行多次整体充填灌浆,沿坝轴线进行防渗灌浆,将上

游护坡翻修重做,以及近年对上游铺设土工膜等。1989年,在左上坡左踏步至岸坡,横向宽度19.5 m,高程480.0~495.0 m范围,把坝坡护体翻拆清除干净,坡面拍打平整,使土工膜与基面密切贴合。然后,沿基面四周和每隔5 m坡长开挖0.3×0.3 m的结合槽。铺设“单面复合土工膜”。1991年和1994年又两次采用铺设土工膜的加固方案。2001年2月13日,在坝顶左坝端又发现一条横向裂缝,并向上下游坡延伸。福建省大坝安全管理中心于2001年12月组织专家进行了鉴定,并形成《双里水库大坝安全鉴定报告书》。鉴定结论表明坝体存在危及大坝安全的横向裂缝,虽经多次铺设土工膜加固处理,但效果不大。综上所述,坝体除险加固处理方案采用方案一(即垂直幕墙防渗方案)。

5 坝体除险加固施工要点

大坝防渗采用钻孔灌注桩结合高压旋喷建造垂直幕墙防渗,同时在大坝两端部进行充填灌浆和上游坡面护坡压载;另外由于建造垂直防渗幕墙,坝体流态发生变化,当库水位骤降时,上游坡面的稳定尤为重要,故结合坝体充填灌浆对上游坡面进行加固处理。施工工序为将坡面护坡拆除→钻孔→灌浆→封孔→铺设土工布→砂碎石垫层→块石护坡压载。

充填灌浆主要布置在垂直防渗幕墙上游侧,沿大坝两端部布孔。灌浆孔为梅花型布置,孔距排距均为2 m,灌浆压力为50 KPa,灌浆材料为泥浆掺15%磨石水泥。充填灌浆在大坝两侧灌至坝体与山坡及溢洪道侧墙交接处^[11]。

充填灌浆结束后进行封孔,整平坝面,铺设土工布、0.2 m厚砂垫层、0.3 m厚碎石垫层,其上再铺设块石压载。上游护坡翻修范围为高程470.0~499.0 m,坡度分别为1:3.0、1:3.0和1:3.5,平台高程不变。上游面护坡压载加固中,尤其需注意倒滤结构,使水位骤降时,保

证上游护坡稳定。

6 结束语

双里水库除险加固工程 2011 年 12 月 31 日全面完工,完工后根据水库状况,水库水位控制在汛限水位进行蓄水试运行,目前工程运行正常。本次水库加固工程的实施,从根本上消除了水库历年来带病运行的安全隐患,恢复水库原有设计功能。水库任务仍以灌溉为主,结合发电,提高了下游地区防洪能力,同时改善尤溪县城的防洪压力,保证下游人民的生命财产安全,为当地农业经济的发展奠定了良好的基础。建议在大坝运行中,加强大坝位移及渗流观测,及时发现问题,保证工程安全运行。

参考文献:

- [1] 胡琳,高红.病险水库除险加固技术[A].土木建筑学术文库(第 12 卷)[C].河南:河南科学技术出版社,2009.
- [2] 廖树材.水库除险加固技术措施探讨[J].中国水运:理论版,2007(9):126-129.
- [3] SL258-2000,水库大坝安全评价导则[S].
- [4] SL274-2001,碾压式土石坝设计规范[S].
- [5] 曾令伟.黄田水库大坝除险加固设计方案[J].甘肃水利水电技术,2013(4):34-38.
- [6] 何章森,尚伯忠.高成水库大坝除险加固方案比选[J].广东水利水电,2009(8):56-61.
- [7] 龚道勇,曹去修,杨晓红.长沙坝水库除险加固关键技术[J].人民长江,2011(12):93-96.
- [8] 刘光明,张建荣.高压旋喷灌浆在黄沙溪水库大坝除险加固中的应用[J].湖南水利水电,2007(6):21-26.
- [9] 姚小丰,胡长江.水库大坝除险加固工程设计探究[J].河南水利与南水北调,2013(2):26-27.
- [10] 周万文.广西小型水库除险加固设计问题的探讨[J].广西水利水电,2009(2):56-60.
- [11] 钱云,张宝琼.岔河水库大坝除险加固设计[J].云南水利发电,2012(2):87-90.

Research on the Safety and Reinforcement of the Shuangli Reservoir

MI Wei-ya

(Fujian Chuanzheng Communications College, Fuzhou 350007, China)

Abstract: The Shuangli Reservoir was built in the 1970s. The reservoir belongs to the “trilateral” projects due to the technical conditions and historical reasons. The engineering construction is congenitally deficient, and the reservoir has been running for nearly 30 years with disrepair. The dam has many cracks now, which endangers the safety of dam, so the reinforcement is necessary. After comparison, the reinforcement schemes conclude the dam foundation curtain grouting, ballast upstream and downstream and dry laid stone masonry upstream, high pressure jet grouting and bored piles, filling grouting, are used, then the hidden trouble of dam is eliminated.

Key words: Shuangli reservoir; reinforcement; bored piles; high pressure jet grout