

某水库大坝渗流原型监测数据分析

唐波华¹, 简鸿福², 杨霞³, 吕辉²

(1. 江西省鄱阳县军民水库管理局, 江西 鄱阳 333111; 2. 江西省水利科学研究院, 江西 南昌 330029;
3. 江西省洪图水利水电设计有限公司, 江西 南昌 330029)

摘要:通过大坝原型监测数据分析, 能够了解坝体内渗压在时空上的变化趋势, 在一定程度上反演出坝体、坝肩的工程质量以及防渗和排水反滤设施效果。2010年某水库坝体和绕坝渗流监测共布置有20根测压管, 经过7年多的连续观测, 收集了大量的监测数据, 本文通过绘制过程线图、浸润线图等方式探讨了各监测数据的时空分布规律, 并结合除险加固情况、防渗墙质量检测和日常巡查状况, 分析了该水库目前存在的主要问题, 对今后的安全管理工作提出了合理可行的建议。

关键词:大坝渗流; 原型监测; 相关性; 分析

中图分类号:TV698.1+2 **文献标识码:**B **文章编号:**1004-4701(2018)05-0350-06

0 引言

大坝原型监测是掌握坝的运行状态、保证大坝安全运行的重要措施, 也是检验设计成果、监察施工质量和认识坝的各种物理量变化规律的有效手段^[1]。目前我省的大多数水库在运行管理过程中, 只是简单地记录了监测数据, 而没有将监测结果与现场巡视检查的实际情况结合起来进行分析, 监测数据没有发挥应有的作用。通过大坝原型监测数据分析, 能够了解坝体内渗压在时空上的变化趋势, 在一定程度上反演出坝体、坝肩工程质量、防渗和排水反滤效果等, 盛金宝、江超^[2,3]等学者在这方面做了大量的工作, 取得了不少科研成果。

本文以某水库为例, 将大坝历年的渗流监测数据进行了分析, 通过绘制过程线图、浸润线图、相关线图, 探讨了各测值的时空上分布规律, 对照上一次除险加固工程的情况及日常巡视检查状况, 结合大坝防渗墙质量检测结论, 分析了水库大坝防渗和排水反滤体系存在的问题, 对某水库大坝安全管理工作提出了可行的建议, 也对其他水库在分析类似问题时可提供参考。

1 工程概况

某水库大坝原设计为粘土心墙坝, 但多次现场取样

试验表明心墙和坝壳填土的物理力学指标无明显差异, 心墙下游未设反滤层, 大坝实际上为均质土坝^[4]。坝顶高程89.80 m, 长455.00 m、宽5.50 m, 最大坝高39.20 m, 坝脚设排水棱体(棱体堵塞, 加固过程中对其局部抽槽处理)。2002~2010年水库大坝进行了除险加固, 采用混凝土防渗墙对大坝坝体及坝基覆盖层进行防渗处理, 采用帷幕灌浆对坝基和坝肩进行防渗处理。混凝土防渗墙厚度为0.80 m, 墙顶设计高程为87.00 m, 底部深入基岩不小于1.50 m, 成墙后墙体混凝土强度等级为C20, 抗渗标号为S8。坝基坝肩透水岩层($q \geq 5$ Lu)采用帷幕灌浆防渗, 灌浆范围为桩号0+025.5~0+526, 全长551.50 m, 坝基及两坝肩帷幕底部深入相对不透水层3.00 m, 两端延至正常蓄水位与相对不透水层顶板线相交处止。

2 大坝渗流监测布设

水库大坝渗流监测分坝体与绕坝渗流监测, 人工测量测压管水位。如图1~2所示, 坝体渗流监测在桩号0+135、0+250及0+330三个横断面, 上游坝坡高程88.40 m, 下游坝坡高程88.20 m、80.60 m和71.10 m四个纵断面分别布设了12根测压管, 绕坝渗流监测在大坝左右坝肩(高程90.00 m、87.00 m、75.00 m和62.00 m)各自布设了4根测压管。

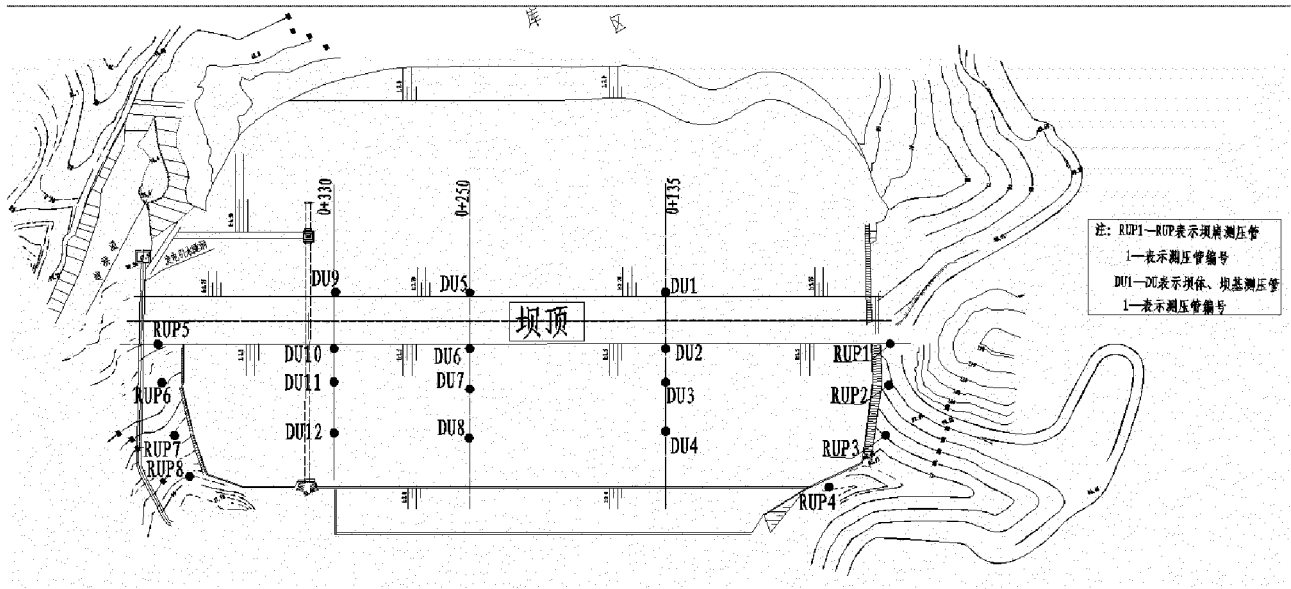


图 1 大坝渗流监测测压管平面布置图

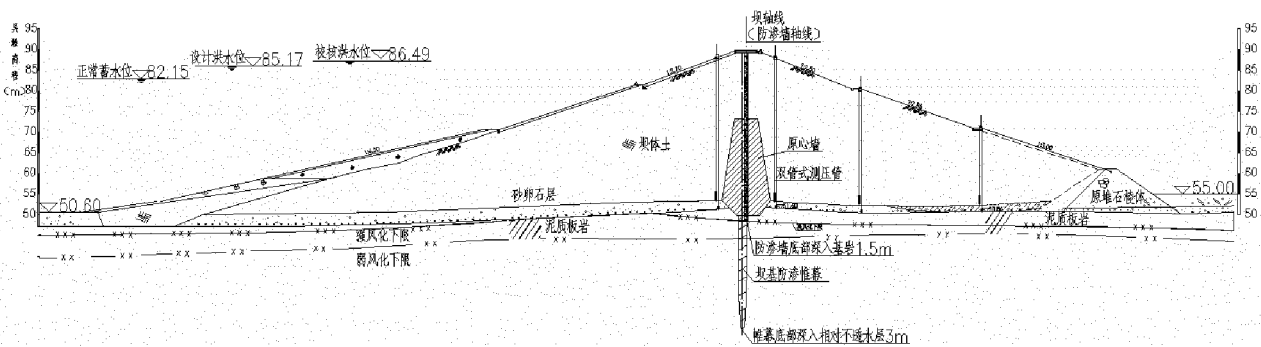


图 2 坝体典型横断面渗流监测测压管布置图

3 监测设施有效性和观测数据可靠性分析

3.1 测压管有效性分析

对该水库现有的 20 根测压管进行了灵敏度测试和管底淤积测量,并与安全监测设施埋设资料对照,结果显示:测点 RUP1、RUP5 堵塞无法测出水位,其余测压管在注水试验后能够迅速降至注水前水位,灵敏度较好;淤积深度测量结果反映管底淤积深度均不大于 1.00 m,测压管处于正常工作状态。

3.2 观测数据可靠性分析

水库渗流观测人员固定,测量方法正确,观测数据记录规范,水位测量仪处于正常状态,测量频次满足规范要求,数据连续、有效。但渗流监测系统未实现自动化,人工操作,精确度不高,出现误差的可能性较大,其中一些明显异常的测值为人为因素或降雨影响等引起,

分析过程中予以剔除。

4 监测资料分析

该水库大坝渗流监测系统于 2010 年 9 月至 2017 年 12 月共采集了 7 年 4 个月的观测数据,本文以该时间段观测数据为基础,以坝身观测数据异常的 2 个监测横断面和左右岸各 1 个绕渗监测断面为单元,对原位监测数据进行分析。

4.1 坝体渗流

(1) 0 + 135 断面。DU1 位于坝体混凝土防渗墙上游侧,DU2、DU3、DU4 依次自上而下位于混凝土防渗墙下游侧。利用多年监测数据绘制水位过程线见图 3,利用运行期上游出现最高水位时横断面浸润线与多年平均上游水位对应的多年平均管内水位绘制的横断面浸润线见图 4。

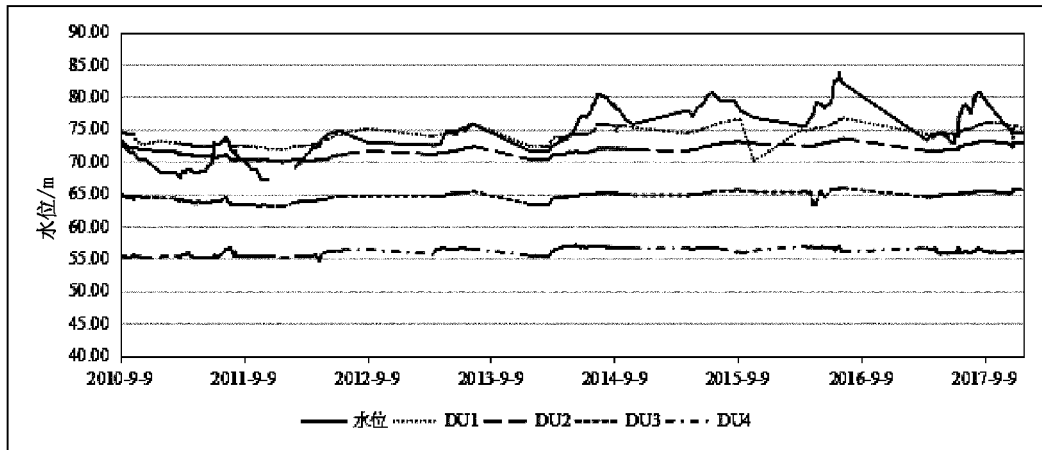


图3 坝体0+135断面测压管管水位变化过程线

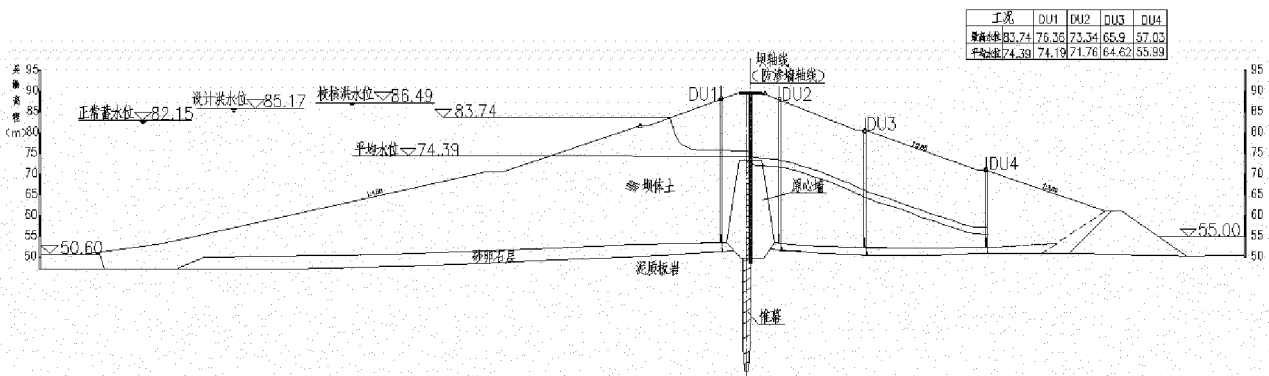


图4 运行期最高水位与多年平均水位时坝体监测横断面渗流压力分布图

由图3可见,通过4根测压管水位和库水位的相关性分析,管水位升降对库水位变化而言有一定的滞后性,这符合土石坝测压管水位变化的一般规律^[5];由图4可见,在多年平均水位条件下,DU1、DU2间平均水头差为2.43 m,消杀位势仅为13%,实测浸润线和均值土坝浸润线规律较一致;参考防渗墙施工前资料,库水位为74.22 m时,该断面下游DU2、DU3测压管水位均比加固前降低了0.42 m和2.56 m,降低了一定的水位,但总体来说混凝土防渗墙消减水头的作用不明显。观测资料分析结果与纳米瞬变电磁法检测、现场钻孔取芯的检测结果一致,都说明墙体局部不均匀,存在质量缺陷^[6]。

(2)0+330断面。DU9位于坝体混凝土防渗墙上游侧,DU10、DU11、DU12依次自上而下位于坝体混凝土防渗墙下游侧。利用多年监测数据绘制管水位过程线见图5,利用运行期上游最高水位时横断面浸润线与多年平均上游水位对应的多年平均管内水位绘制的横断面浸润线见图6。

由图5~6可见,DU9管水位与库水位存在较好的相关性,坝内水消散较快,排水效果较好;DU9与DU10管水位平均水头差为8.21 m,消杀位势42%,参考防渗墙施工前资料,库水位为74.22 m时,该断面下游DU10、DU11测压管水位均比加固前降低了5.50 m和3.60 m,防渗墙防渗效果明显好于上个断面。但DU11、DU12之间位势变化过小,排水棱体淤堵的可能性较大。

4.2 坝肩渗流

(1)左坝肩。在高程90.00 m、87.00 m、75.00 m和62.00 m布置了4个测压管,利用多年监测数据绘制管水位过程线见图7,运行期各测压管管水位与库水位相关性见图8。

由图7~8可见,RUP1、RUP2和RUP3管水位与库水位相关系数分别为0.71、0.62和0.56,相关性一般;RUP4管水位与库水位相关系数为0.14,相关性较差,渗漏水至RUP4管位置时水流分散,RUP4管水位受左岸山体来水影响较大,说明左坝肩在进行帷幕灌浆防渗

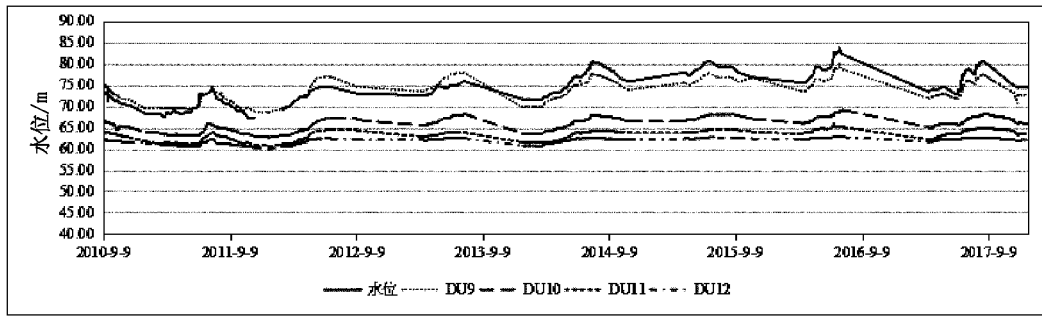


图 5 坝体 0 + 330 断面测压管管水位变化过程线

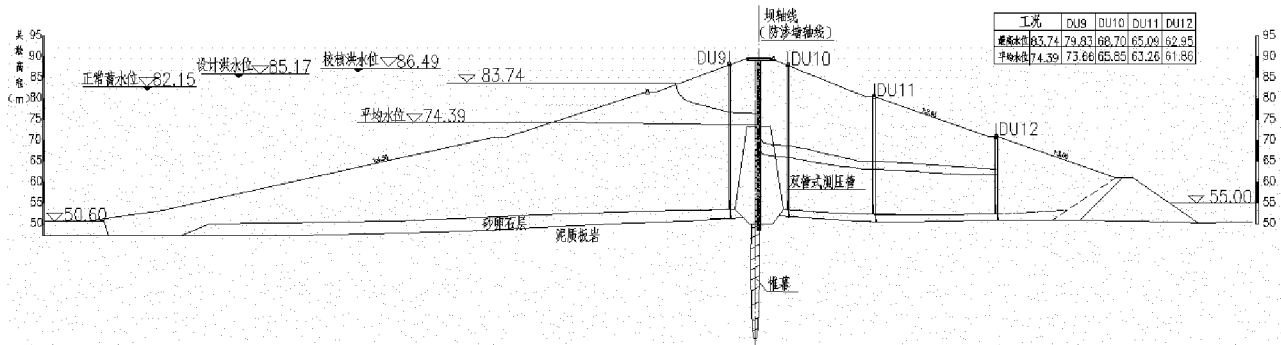


图 6 运行期最高水位与多年平均水位时坝体监测横断面渗流压力分布图

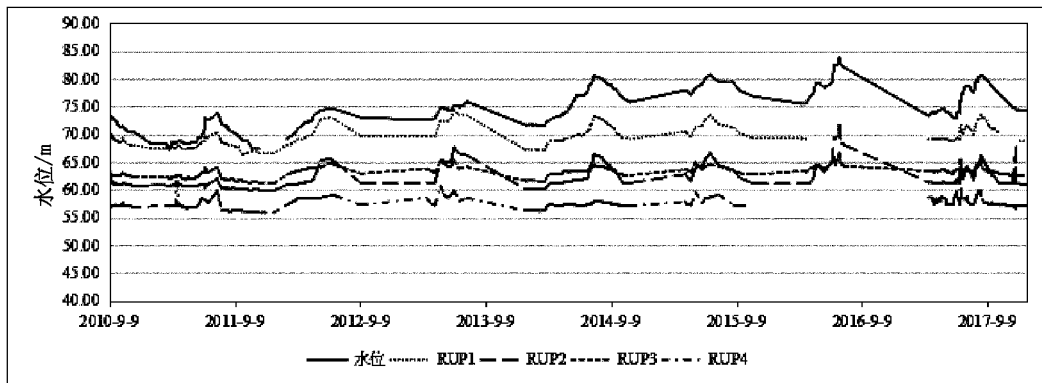


图 7 左坝肩断面测压管管水位变化过程线

处理后,仍存在一定的渗漏通道,但通过多年数据统计发现,管水位并未随着库水位的升高呈现上升趋势,管、库水位差距越来越大,且根据现场多年巡查情况,坝肩未出现渗漏、散浸、逸水等现象,渗漏量主要以潜流的形式流向下流,不至于产生渗漏破坏,影响坝肩的边坡稳定性。

(2)右坝肩。利用多年监测数据绘制管水位过程线见图 9,运行期各测压管管水位与库水位相关性见图 10。

由图 9 ~ 10 可见,RUP5、RUP6、RUP7 和 RUP8 管水位与库水位相关系数分别为 0.68、0.79、0.63 和 0.54,相关性一般。多年原位监测数据显示,管水位随着库水位的升高呈微弱上升趋势,现场巡查发现库水位在 75.00 m 以上时,下游坝脚出现渗水现象,右坝肩帷幕灌浆防渗效果不如左坝肩,存在较明显的渗漏通道,应进一步加强观测,尤其是在高水位运行时应加强渗漏量的监测和巡视检查,必要时采取工程措施对渗漏问题进行处理。

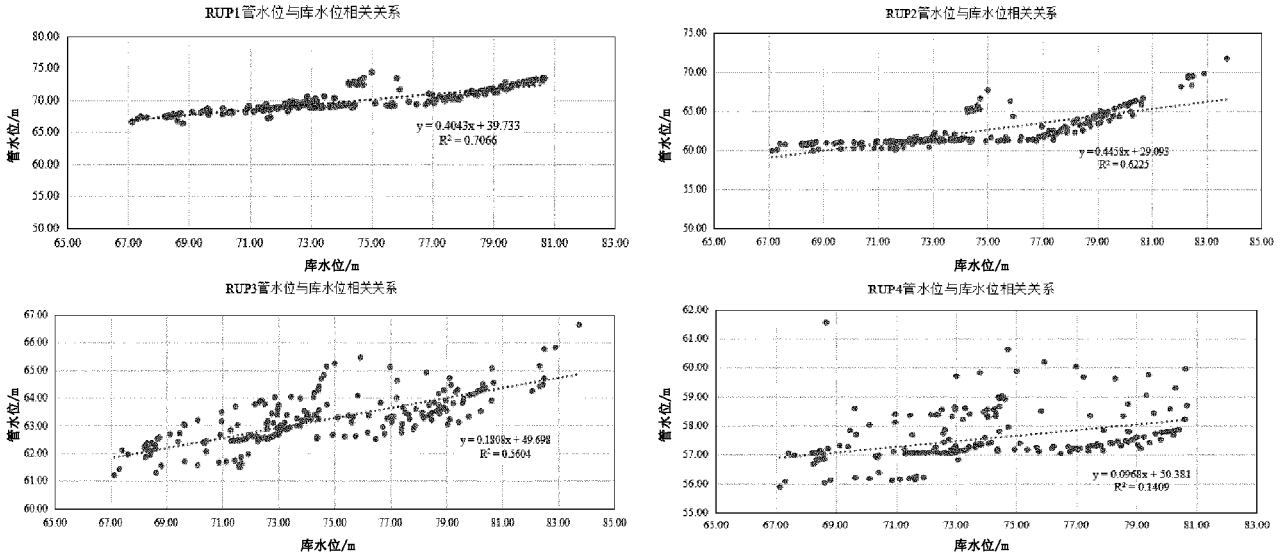


图8 左坝肩断面各测压管管水位与库水位相关关系图

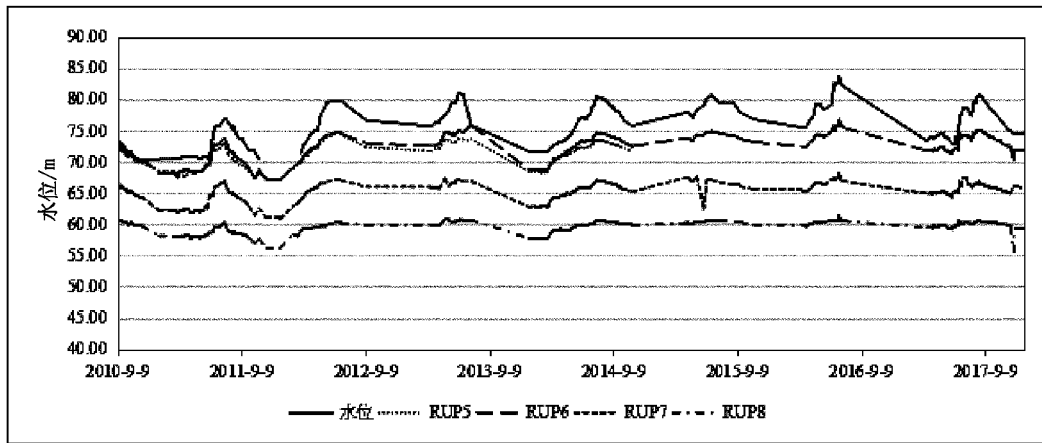


图9 右坝肩断面测压管管水位变化过程线

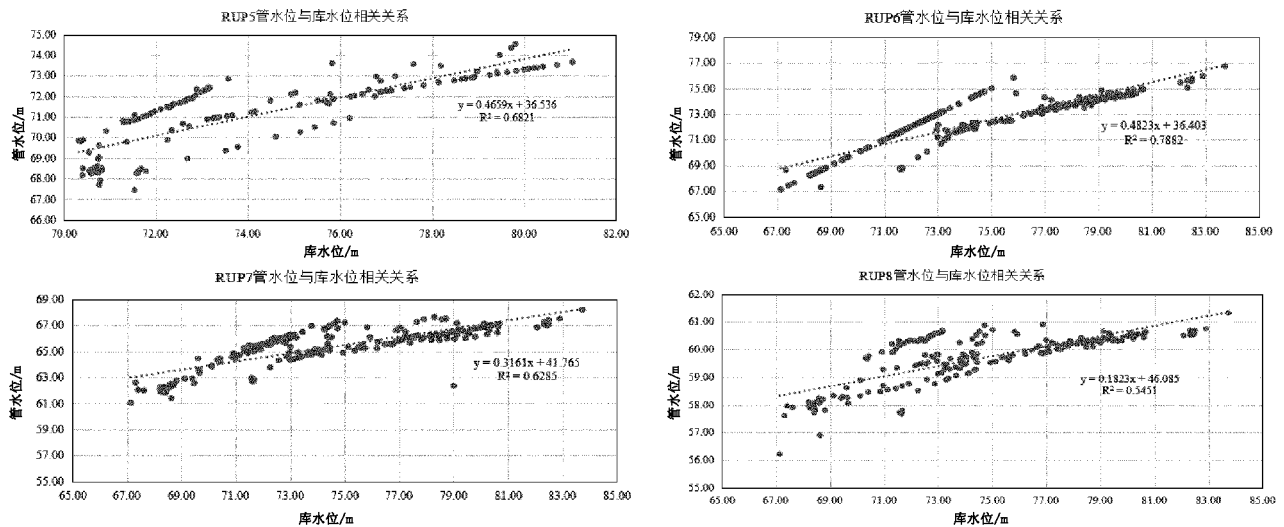


图10 右坝肩断面各测压管管水位与库水位相关关系图

5 结论和建议

(1) 0 + 135 断面坝体测压管水位变化趋势基本符合均质土坝渗流特性,较混凝土防渗墙实施前,墙后测压管水位仅降低了 0.42 m,总体来说混凝土防渗墙消减水头的作用仍不明显,应加强渗流观测。

(2) 0 + 330 断面防渗墙前后水位相差 8.21 m,混凝土防渗墙防渗效果好于 0 + 135 断面处,但靠近排水棱体测压管水位下降不明显,考虑到上一次除险加固未进行整体翻修,排水棱体可能淤堵,应尽快进行翻修处理。

(3) 左坝肩在进行帷幕灌浆防渗处理后,仍存在绕渗通道,渗漏主要以潜流的形式流向下流,现阶段不至于产生渗漏破坏,影响坝肩的边坡稳定性。右坝肩防渗效果差于左坝肩,绕渗明显,应在今后运行管理过程中加强观测和巡查,在必要时应采取工程措施进行防渗和导渗处理。

(4) 坝脚缺少渗流量观测设施和下游水位观测设施,坝肩靠上游侧的两根测压管也已堵塞,宜增设相关设施完善监测系统,发挥大坝安全监测作用。

参考文献:

- [1] 吴宏平. 土石坝事故成因与测压管观测资料分析研究[D]. 浙江大学, 2006.
- [2] 江超, 吉小燕, 张国栋, 等. 海南省松涛水库大坝渗流观测资料分析[J]. 水利与建筑工程学报, 2013, 11(01): 170 ~ 174.
- [3] 盛金保, 刘嘉忻. 河南省白龟山水库副坝渗流安全分析[J]. 水利管理技术, 1997, 17(03): 16 ~ 20.
- [4] 潘海军等. 江西省波阳县军民水库除险加固工程初步设计报告[R]. 江西省上饶市水利电力勘测设计院, 2000. 10.
- [5] 刘洵, 方朝阳. 土石坝测压管水位观测资料分析[J]. 中国农村水利水电, 2001(07): 53 ~ 54 + 56.
- [6] 刘群. 纳米瞬变电磁法在鄱阳县军民水库大坝混凝土防渗墙质量检测中的应用[J]. 江西水利科技, 2015, 41(03): 223 ~ 227.

编辑: 张绍付

Analysis on prototype monitoring data of seepage in dam of a reservoir

TANG Bohua¹, JIAN Hong fu², YANG Xia³, LV Hui²

(1. Junmin Reservoir Administration Bureau of Poyang County, Jiangxi Poyang 333111, China;

2. Jiangxi Institute of Water Sciences, Nanchang 330029, China;

3. Jiangxi Hongtu Water Conservancy and Hydropower Design Co. Ltd, Nanchang 330029, China)

Abstract: The analysis of the dam prototype monitoring data can understand the change trend of the seepage pressure in the dam body in time and space, and to a certain extent, the dam body, dam abutment quality, seepage control and drainage filtration effect can be reversed. In 2010, twenty piezometric pipes were assigned for monitoring the seepage of the dam and the surrounding dam of the Junmin reservoir. After more than 7 years of continuous observation, a large amount of monitoring data was collected. In this paper, combined with reinforcement, quality inspection of cut-off wall and daily inspection status, the temporal and spatial distribution of monitoring data is discussed by drawing process line diagram and saturation map to analyze the main problems existing in the reservoir. Reasonable and feasible suggestions for future safety management are put forward.

Key words: Dam seepage; Prototype monitoring; Relevance; Analysis

翻译: 唐波华