

DOI: 10.11779/CJGE2017S1044

杭州市闲林水库大坝试运行期渗流监测资料分析

金建峰¹, 方绪顺²

(1. 杭州市闲林水库管理处, 浙江 杭州 310014; 2. 南京水利科学研究院岩土工程研究所, 江苏 南京 210024)

摘 要: 渗流监测设施的有效布置和监测数据的采集、分析, 是混凝土面板堆石坝的安全评价工作的重点。通过对闲林水库大坝试运行期间监测资料的整理分析, 总结了闲林水库坝基、坝址两岸等重点部位的渗流变化规律, 重点分析了降雨等因素对测点水位的影响, 综合监测数据表明坝基、坝址两岸防渗系统工作正常, 闲林水库渗流监测设施的布置合理、有效。

关键词: 混凝土面板堆石坝; 渗流监测; 渗流量; 渗透压力

中图分类号: TU443 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4548(2017)S1-0224-04

作者简介: 金建峰(1975-), 男, 浙江杭州人, 高级工程师, 主要从事水利工程设计与建设运行管理工作。E-mail: 80324603@qq.com。

Observed data of seepage of Xianlin Reservoir dam in Hangzhou during trial operation

JIN Jian-feng¹, FANG Xu-shun²

(1. The management office of the Hangzhou Xianlin Reservoir, Hangzhou 310014, China; 2. Geotechnical Engineering Department, Nanjing Hydraulic Research Institute, Nanjing 210024, China)

Abstract: The key point to the safety assessment of concrete face rockfill dams is the effective layout of seepage monitoring facilities and the collection and analysis of monitoring data. Through the analysis of the dam monitoring data collected during the trial operation of Xianlin Reservoir, the seepage variation laws of the dam foundation, dam and other key parts are summarized. The influences of rainfall and other factors on the water level at the measuring points are analyzed. The comprehensive monitoring data show that the dam foundation and dam seepage control system works well at both sides. The layout of the seepage monitoring facilities of Xianlin Reservoir is reasonable and effective.

Key words: concrete faced rockfill dam; seepage detection; seepage discharge; seepage pressure

0 引 言

混凝土面板堆石坝是以堆石体为支撑结构, 并在其上游面设置混凝土面板坝为防渗结构的一种堆石坝, 因为这种坝型具有安全性高、工程量小、施工方便等优点成为许多工程的首选坝型^[1-2]。根据 2009 年统计, 中国共建有坝高 30 m 以上混凝土面板堆石坝 170 座, 其中水布垭坝高 233 m, 为世界最高的面板堆石坝^[3]。面板堆石坝由于堆石坝体主要为松散堆积组成, 库水渗漏导致坝体变形、面板开裂及其应力应变增加, 这是造成该坝型受到破坏的主要原因^[4]。近年来面板堆石坝防渗结构的渗透特性及渗透稳定性研究得到了重视, 在材料试验、模型试验、原型观测以及数值模拟等方面均取得了较多的进展^[5-7]。

介绍了闲林水库大坝按照相关规范^[8]对渗压计、量水堰等监测仪器的的安装布置, 通过对监测资料的分析, 揭示了闲林水库大坝试运行期间大坝渗流的变

化规律。

1 工程概况

闲林水库位于闲林街道里项村, 是杭州市应急备用水源, 其任务以城市应急备用和抗咸供水为主, 结合下游防洪和改善水环境等综合利用。工程主要由混凝土面板堆石坝、泄洪兼导流洞、输水隧洞、大刀沙泵站等建筑物组成。

闲林水库总库容 1984 万 m³, 隧洞设计输水能力 25 m³/s, 大刀沙泵站设计流量为 26 m³/s。混凝土面板堆石坝设计洪水位 70.75 m(P=1%), 校核洪水位 70.86 m(P=0.05%), 坝顶高程为 74.00 m, 防浪墙顶高程为 75.20 m。河床段清基后, 坝基趾板最低高程为 34.0 m, 相应最大坝高 40.0 m。坝顶宽度为 8.0 m, 坝顶长

度 230.0 m。坝体填筑材料自上游向下游依次分为垫层区(水平宽 2 m)、过渡层区(水平宽 3 m)、主堆石区及次堆石区。河床段下游次堆石区 43.2 m 高程以下设置堆石排水层, 层厚 3.4 m, 主堆石区及排水层与基础砂砾石之间设过渡料, 过渡料厚度 0.8 m。目前该水库大坝已在试运行期。

坝址区河谷较开阔, 呈“U”字型, 两岸植被茂盛, 漫滩发育, 河流曲折呈“之”字型。两岸地形较对称, 左右岸山坡坡度一般为 $40^{\circ} \sim 50^{\circ}$ 。河床高程约 40 m, 河谷底宽约 150 m。

坝址区主要分布第四系地层、奥陶系上统文昌组第一段(O3w1)、奥陶系上统文昌组第二段(O3w2)等地层。第四系全新统冲洪积层(al-plQ4), 厚 6.0~8.0 m, 分布于河床。下部为砂砾卵石层, 厚度 2.5~6.5 m, 卵石母岩以砂岩、石英砂岩为主。表部松散, 下部稍密~中密状, 重型圆锥动力触探击数 $N_{63.5}=7 \sim 15$ 击, 局部 30 击。含砂量约 20%, 含泥量一般为 15%。河床左岸为第四系全新统坡洪积(dl-plQ4)泥砾石层, 稍密, 厚约 1.5 m, 含泥量约 20~30%。两岸第四系全新统残坡积(el-dlQ4)含砾石粉质黏土, 可塑~硬可塑, 含砾量约 10%~20%, 厚度约 0~7.0 m。

坝址区受构造影响, 左岸岩层层面产状约 $45^{\circ} \text{ SE } \angle 82^{\circ}$, 右岸岩层发生倒转, 层面产状约 $45^{\circ} \text{ NW } \angle 76^{\circ}$, 未见断层发育, 断裂构造以中陡倾角节理为主。坝址区透水层主要为分布于河床中的冲洪积层、两岸的残坡积层, 砂砾卵石渗透系数 $K=5.3 \times 10^{-3} \text{ cm/s} \sim 8.26 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$, 属中等透水层。

根据水库库区地形和地质条件, 坝址左右两岸有低矮分水岭存在。坝址左右两岸局部山体单薄存在库水渗漏风险。

2 监测设计布置

(1) 坝基渗流渗压监测

为检验大坝基础的渗透压力情况并检验坝基帷幕灌浆效果, 在最大监测断面坝 0+120.00 m 埋设渗压计, 从上游至下游由密到稀布置。另外沿面板周边缝基础、粉砂质泥岩与泥质粉砂岩交界等部位布置渗压计, 桩号分别为坝 0+060.00 m、坝 0+193.60 m。共计 8 支渗压计。

(2) 渗流量监测

渗流量监测包括面板、两岸坡、基础渗流量监测。在坝后量水堰挡墙处布置 1 个量水堰以观测坝体渗流量。

(3) 绕坝渗流监测

在大坝两岸灌浆平峒内、大坝下游近坝区岸坡布置绕坝渗流孔, 绕坝渗流孔布置在两岸帷幕灌浆线之后, 以监测库水绕渗情况, 检验帷幕灌浆效果。共计 6 个绕坝渗流孔, 孔内设置渗压计。

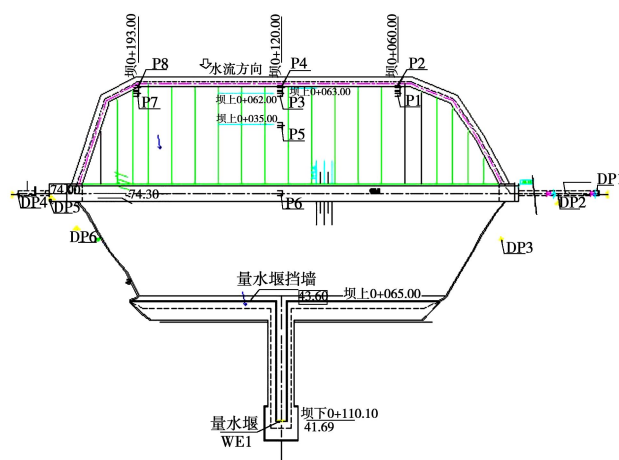


图 1 坝基、绕坝渗流和量水堰测点布置图

Fig. 1 Layout of measuring points for dam foundation, dam seepage flow and weir

3 渗流观测资料分析

3.1 坝基渗流监测

2015 年 6 月 18 日开始试蓄水, 各测点观测到的水位资料绘于图 2~4。从图中可知, 各测点仪器工作正常, 2013 年 10 月 8 日各测点水位上升至 42.0 m 左右, 主要受强台风“菲特”带来的强降雨引起的。2015 年 10 月 15 日水库水位蓄至 61.3 m。水库蓄水过程中, 除帷幕后 P8 测点受库水位较明显, P4 测点受库水位略有影响外, 其它测点水位与试蓄水前相比, 水位变化很小。

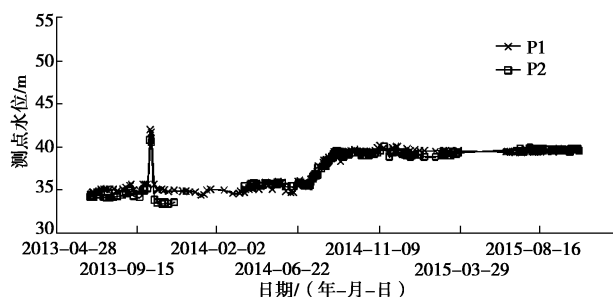


图 2 0+060 断面帷幕后和坝基各测点渗压计测点水位过程线

Fig. 2 Curves of water level at measuring points of curtain and dam foundation of 0+060 section

2015 年 10 月 16 日, 水库开始开闸放水。帷幕后 P8 测点水位随库水位下降而下降。2015 年 10 月 15 日, 库水位 61.3 m, P8 测点水位 51.87 m。2015 年 10 月 24 日库水位降至 53.5 m, P8 测点水位 47.4 m。

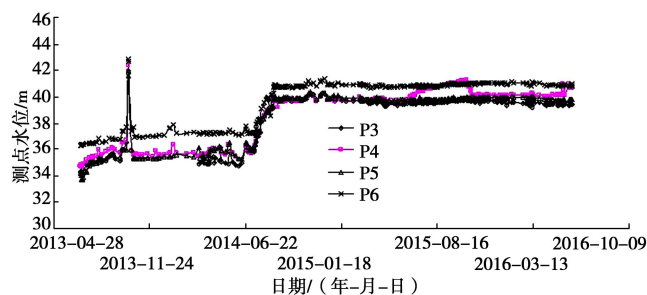


图 3 0+120 断面帷幕后和坝基各测点渗压计测点水位过程线
Fig. 3 Curves of water level at measuring points curtain and dam foundation of 0+120 section

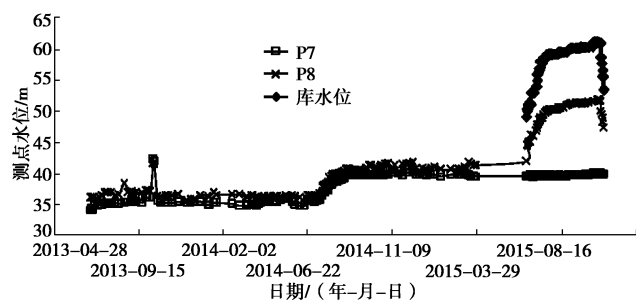


图 4 0+193.6 断面帷幕后和坝基各测点渗压计测点水位过程线
Fig. 4 Curves of water level at measuring points of curtain and dam foundation of 0+193.6 section

综上所述, 大坝基础埋设的 8 支渗压计全部工作正常, 除 P8 测点部位帷幕防渗效果较差外, 其它部位帷幕防渗效果正常。坝体内各测点水压力正常。

3.2 绕坝渗流监测

自试蓄水开始, 各测点观测到的水位资料绘于图 5, 6。从图中可知, 各测点仪器工作正常, 各测点水位主要受降雨影响, 大坝下游近坝区岸坡测点较灌浆平洞内测点受降雨影响更大。

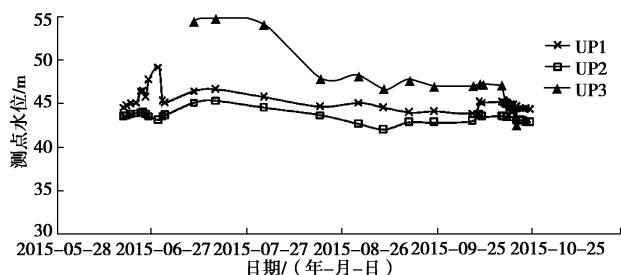


图 5 左岸绕渗各测点渗压计测点水位过程线

Fig. 5 Curves of water level at measuring points at left bank

3.3 坝后量水堰观测

坝后量水堰渗流量过程线见图 7, 从图中可以看出: 坝后量水堰主要受坝体降雨入渗和库水位影响, 水库试蓄水前量水堰观测到的渗流量为 0.22 L/s, 2015 年 10 月 15 日, 库水位 61.3 m 工况下, 观测到的渗流量为 1.81 L/s。2015 年 10 月 24 日库水位降至 53.5 m

工况下, 观测到的渗流量为 1.23 L/s。蓄水后量水堰渗流量增加较小。

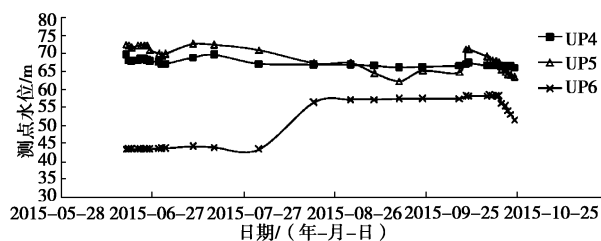


图 6 右岸绕渗各测点渗压计测点水位过程线

Fig. 6 Curves of water level at measuring points at right bank

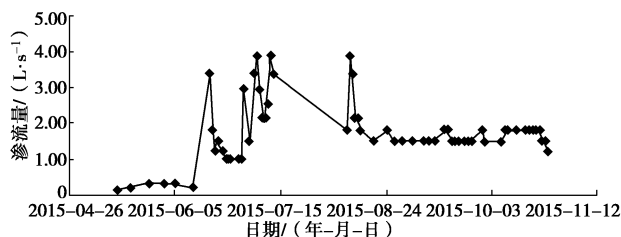


图 7 坝后量水堰渗流量过程线

Fig. 7 Curves of water level of weir in dam

4 结 语

通过对闭林水库大坝试运行期渗流观测资料的分析, 大坝基础埋设的 8 支渗压计全部工作正常, 除 P8 测点部位外, 帷幕防渗效果正常。坝体内各测点水压力正常。绕坝渗流各测点仪器工作正常, 各测点水位主要受降雨影响, 大坝下游近坝区岸坡测点较灌浆平洞内测点受降雨影响更大。坝后量水堰主要受坝体降雨入渗和库水位影响, 量水堰渗流量在正常范围内。大坝防渗系统运行正常。

参考文献:

- [1] 张启岳. 土石坝观测技术[M]. 北京: 水利电力出版社, 1993. (ZHANG Qi-yue. Observation technology of earth rock dam[M]. Beijing: Water Conservancy and Electric Power Press, 1993. (in Chinese))
- [2] 喻蔚然. 大坳混凝土面板堆石坝的观测资料分析和安全评价[D]. 南京: 河海大学, 2005: 1 - 30. (YU Wei-ran. The observation data analysis and safety evaluation of the Great Depression concrete face rockfill dam[D]. Nanjing: Hohai University, 2005: 1 - 30. (in Chinese))
- [3] 杨泽艳, 周建平, 蒋国澄, 等. 中国混凝土面板堆石坝的发展[J]. 水力发电, 2011, 37(2): 18 - 23. (YANG Ze-yan, ZHOU Jian-ping, JIANG Guo-cheng, et al. Development of concrete face rockfill dam in China[J]. Hydro Electric Power, 2011, 37(2): 18 - 23. (in Chinese))