

金鸡水库沥青混凝土心墙坝施工期 监测分析*

陈邦尚¹ 宁聪² 冷中强³

- (1. 重庆水利电力职业技术学院, 重庆 402160;
2. 重庆交通大学 河海学院, 重庆 400074;
3. 重庆市忠县兴业水资源开发有限责任公司, 重庆 404300)

【摘要】 本文对施工期大坝监测数据进行了梳理, 采用图表法、特征值比对等定性分析方法, 结合工程地质、环境、降雨及施工过程等因素, 对大坝渗流、心墙挠度、心墙与混凝土基座接缝变形和心墙温度等监测数据进行了详细分析。结果表明: 大坝渗流和心墙温度变化正常, 坝体、坝基防渗效果较好, 心墙与过渡料及填筑料间能协调变形, 大坝工作状态良好。

【关键词】 沥青混凝土心墙; 大坝监测; 施工期

中图分类号: TV62+1

文献标志码: A

文章编号: 1005-4774(2018)07-026-05

Monitoring and analysis on construction period of asphalt concrete core wall dam in Jinji Reservoir

CHEN Bangshang¹, NING Cong², LENG Zhongqiang³

- (1. Chongqing Water Conservancy and Electric Engineering College, Chongqing 402160, China;
2. Hehai College, Chongqing Jiaotong University, Chongqing 400074, China;
3. Chongqing Zhongxian County Xingye Water Resources Development Co., Ltd., Chongqing 404300, China)

Abstract: Dam monitoring contents during construction period are generalized in the paper. Chart method, characteristic value comparison and other qualitative analysis methods are adopted for analyzing and discussing dam seepage, core wall deflection, core wall and concrete base joint deformation, core wall temperature and other monitoring data by combining with the engineering geology, environment, rainfall, construction process and other factors. The analysis results show that dam seepage and core wall temperature change are normal. Dam and dam base anti-seepage effects are good. The core wall can coordinate with the transition material and filling material for deformation, and the dam is operated well.

Key words: asphalt concrete core wall dam; dam monitoring; construction period

1 引言

沥青混凝土心墙堆石坝在我国始建于 20 世纪 80

年代初期, 为掌握其运行性态和规律, 指导工程施工、保证大坝安全运行、反馈设计、提供科研依据, 相关学者在沥青混凝土心墙变形监测资料分析领域做了大量

* 基金项目: 重庆市社会事业与民生保障科技创新专项项目(编号: cstc2017shmsA40014)

研究工作。如荣冠等^[1]根据茅坪溪土石坝近五年的施工工期连续监测,开展了沥青混凝土心墙变形监测资料分析,分析表明各项测值指标变化正常,符合土石坝变形规律;王科峰等^[2]根据尼尔基水利枢纽四年的施工工期监测,开展了沥青混凝土心墙薄弱连接部位变形监测资料分析,分析表明薄弱部位未见明显异常渗流情况,心墙运行正常。但结合工程地质、环境、降雨、施工过程中等因素开展的安全监测资料分析较少。为此,本文综合考虑以上因素,对在建的金鸡水库工程大坝渗流、沥青混凝土心墙挠度及心墙与混凝土基座接缝变形、心墙温度等监测项目开展了工作,分析表明各项监测指标符合大坝施工工期变化规律,大坝施工质量良好,可为下一步水库蓄水验收及运行提供科学指导。

2 工程概况及主要监测内容

金鸡水库工程位于重庆市忠县,是一座以农业灌

溉、城乡供水为主,兼有防洪等综合效益的中型水利工程。水库枢纽工程主要由挡水建筑物(主坝、副坝)、泄水建筑物、取水建筑物、导流放空建筑物等部分组成。主要挡水建筑物为沥青混凝土心墙堆石坝,心墙厚度 60~80cm,最大坝高 37.2m,坝顶宽 6m,坝顶长 135m。坝顶高程 514.5m。工程于 2014 年 10 月开工建设,2015 年 10 月开始填筑主坝工程,大坝安全监测仪器与设施,随坝体填筑施工,逐步埋设安装就位,现施工期已布设的监测项目有坝体内部(沥青心墙挠度、心墙与混凝土基座接缝)变形监测、渗流监测、沥青混凝土心墙温度监测、环境量(雨量)监测以及视频监控等,具体设计情况见下表。水库设计了 0+058.4 最大横向监测断面和沿坝轴线纵向监测断面,其最大横向监测断面坝体填筑和部分仪器布置情况如图 1 所示。

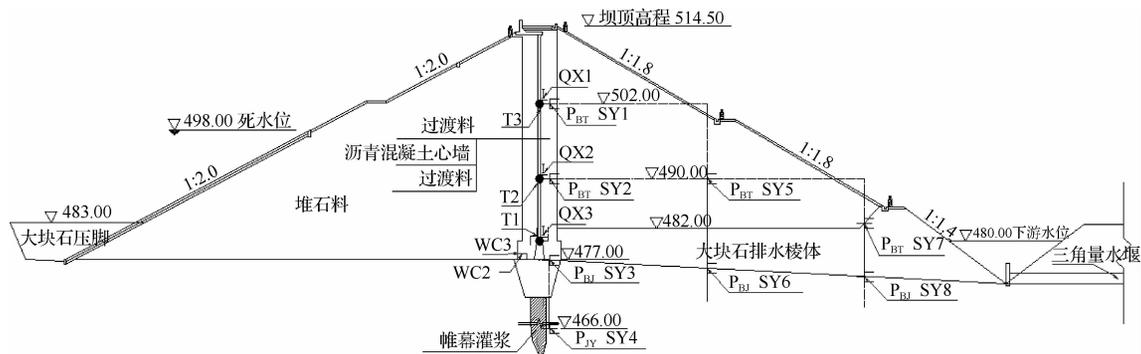


图 1 坝 0+058.4 断面坝体填料分区和部分监测仪器布置(单位:m)

金鸡水库沥青混凝土心墙坝安全监测项目表

监测项目	监测目的	监测位置	设计支数	已安装支数
位错计	沥青心墙与混凝土基座及过渡料间错位变形	心墙与混凝土基座处及心墙不同高程处	4	4
温度计	沥青混凝土心墙温度变化	沥青混凝土心墙内部	3	2
倾斜仪	沥青混凝土心墙挠度变形	心墙下游侧表面	3	2
坝体渗压计	心墙防渗效果	紧靠心墙上下游过渡料内	4	3
坝基渗压计	心墙与基座链接情况	心墙下游建基面	3	3
基岩渗压计	帷幕灌浆防渗效果	帷幕灌浆带下游	3	3
绕坝渗压计	沥青心墙与岸坡的连接情况	死水位以下左右岸山体帷幕灌浆带下游	2	

注 表中设计支数与已安装支数栏数据不相等是由于大坝还未完工,有的监测仪器还未安装埋设。

3 施工期监测成果分析

金鸡水库沥青混凝土心墙堆石坝工程监测资料全

面准确地反映了大坝在施工期的渗流、心墙的温度、挠度及与混凝土基座接缝变形变化特征,同时监测资料在反馈设计及指导施工方面也发挥了重要作用,现将

施工期获得的监测成果分析如下。

3.1 渗流监测资料分析

渗流监测是为了掌握大坝渗流规律和在渗流作用下坝体的渗透变形。水库施工期渗流监测包括基岩、坝基、坝体渗流监测,以下分别对其监测资料进行分析。

3.1.1 基岩渗流监测

为监测防渗帷幕的防渗效果,在河床及岸坡帷幕灌浆下游带安装了3支渗压计。分别安装在监测断面0+058.4高程466.0m处、0+030.0高程478.5m处、0+106.0高程487.5m处,其基岩安装的部分渗压计测值变化曲线图如图2所示。



图2 基岩渗流监测渗压计SY4渗透压力和降雨量变化曲线

降雨对施工期基岩渗透压力变化影响明显。从地勘资料可知,河床高程460.8m以上岩体渗透性以强透水为主,高程469.00m以上岩体渗透性以中等透水为主;左岸岸坡高程479.70m以上岩体渗透性以中等透水为主;右岸岸坡高程479.00m以上岩体渗透性以中等透水为主。渗压计SY4安装在最大断面帷幕灌浆下游带466.0m高程处,安装部位岩石以强透水为主,从图2可看出,变化曲线先上升后趋于稳定,这是由于仪器安装后降雨随岩体下渗,且仪器安装位置水分不易排出,从而导致渗透压力先上升后趋于稳定;渗压计SY9、SY10分别安装在左、右岸帷幕灌浆下游带,安装部位岩石均以中等透水为主,其渗透压力变化与降雨关系协调,从而表明灌浆帷幕的防渗效果较好。

3.1.2 坝基渗流监测

为了解沥青混凝土心墙与基座交界面的冲蚀情况,在0+058.4监测断面建基面心墙下游侧过渡料中、距离心墙下游28m、53m处安装3支渗压计,其布设示意图如图1所示。其坝基安装的部分渗压计测值变化曲线如图3所示。

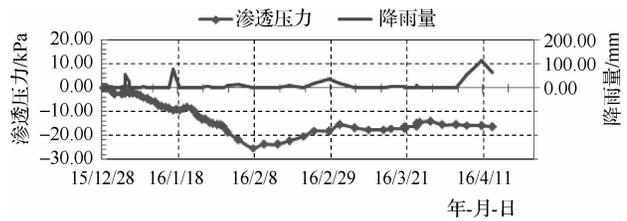


图3 坝基渗流监测渗压计SY8渗透压力和降雨量变化曲线

从坝基渗流监测安装的渗压计反映的渗透压力变化曲线图可看出,坝基渗透压力变化受降雨影响明显,图3渗压计SY8渗透压力曲线变化先下降后趋于平稳,这是由于SY8距离防渗体下游53m靠近下游坝脚,下游坝脚有基坑,基坑排水,以致SY8渗压计安装部位没有渗流或地下水,待大坝完建蓄水后坝体内水位上升,渗压计的测值向正方向变化,表明沥青混凝土心墙与基座交界面施工良好。

3.1.3 坝体渗流监测

为了解坝体渗流,目前在0+058.4监测断面482.0m高程距离心墙下游53m处、490.0m高程心墙下游表面处及距离心墙下游28m处安装了3支渗压计,剩余1支将随主体工程进度安装埋设,其布设示意图如图1所示。由于各仪器测值变化相似,只展示了典型数据,其坝体安装的部分渗压计测值变化曲线图如图4所示:

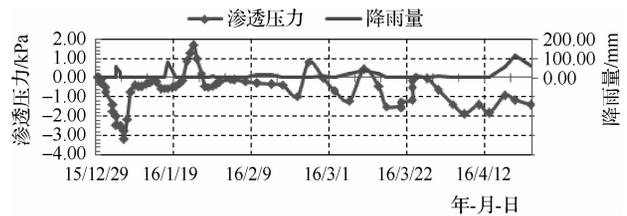


图4 坝体渗流监测渗压计SY7渗透压力和降雨量变化曲线

目前尚处于施工建设期大坝未蓄水,从图4坝体渗流监测安装的渗压计反映的渗透压力变化曲线图可以看出,降雨是影响坝体渗压变化的主要因素。

3.2 坝体内部变形监测资料分析

3.2.1 心墙挠度变形监测

沥青混凝土心墙施工时,采用人工辅以机械摊铺沥青混凝土及两侧过渡料,按照规范^[3]规定的碾压程

序进行碾压施工,心墙在施工期承受的荷载主要有自重和两侧的土压力以及施工机械碾压振动力(活荷载)^[4]。为了准确掌握沥青混凝土心墙施工后的倾角变化,采用单点倾斜仪法监测沥青混凝土墙挠度变形,

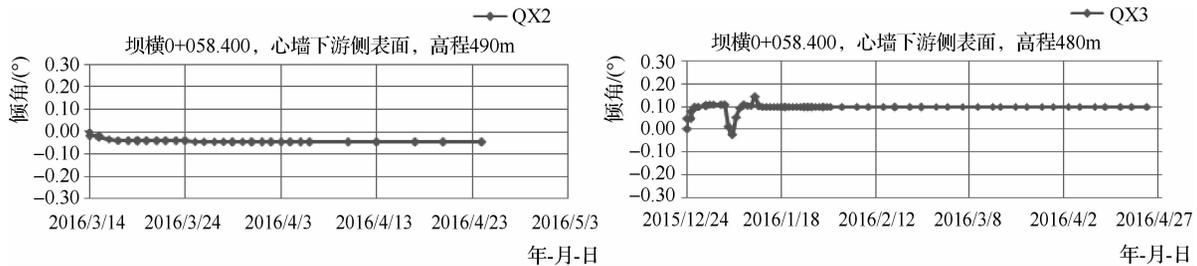


图5 倾斜仪 QX2、QX3 倾角变化过程线

倾角向下游为正,向上游为负。从监测成果图 5 可看出,心墙在不同高程处的倾角变化幅度较小,向上下游侧变化均在 0.1° 以内。这说明心墙上下游侧过渡料同时填筑施工心墙所受荷载对称均匀,保证了心墙变形稳定,提高了心墙施工期的稳定性。其中监测发现倾斜仪 QX3 在 2016 年 1 月 4 日心墙向上游倾斜了 0.05° ,随后调取视频监控资料,发现 2016 年 1 月 4 日心墙下游单侧堆石料破碎、碾压,未与上游侧同步进行,造成心墙向上游倾斜了 0.05° ,在 2016 年 1 月 5 日上游堆石料摊铺碾压后恢复正常,目前测值向下游倾斜 0.1° 处于平稳状态,因此施工中根据此心墙挠度变形监测结果,及时在心墙施工方面采取相应措施,对工程施工管理及防止心墙过大变形起了积极作用;倾斜仪 QX2 在 2016 年 3 月 13 日安装后,14 日测值向上游倾斜了 0.02° ,15 日测值向上游倾斜增加到 0.03° ,16 日测值向上游倾斜增加到 0.04° ,17 日之后测值趋于平稳状态向上游倾斜 0.04° ,这是由于仪器埋设初期沥青混凝土心墙温度高变形较大,当温度下降趋于稳定后变形趋于平稳。QX3 测得数据反映心墙在 480.0m 处向下游倾斜, QX2 测得心墙在 490.0m 高程处向上游倾斜,此结果反映心墙未向一侧倾斜,对心墙的稳定更加有利,同时表明心墙与过渡料及堆石料间能协调变形,坝体选料合理,施工良好。

3.2.2 沥青心墙与混凝土基座接缝变形监测

为了解沥青混凝土心墙混凝土基座连接部位的可靠性,同时配合坝基渗流监测心墙与基座交界面的冲

目前在监测断面 0 + 058.4 心墙下游侧表面 480.0m、490.0m 高程处安装埋设了 2 支倾斜仪,布设如图 1 所示。其监测成果如图 5 所示:

蚀情况进行分析,在心墙与混凝土基座的交界面处安装 4 支位错计,分别安装在心墙上游侧表面 0 + 030.0 监测断面 495.0m 高程处、0 + 055.5 监测断面 477.0m 高程处、0 + 085.5 监测断面 477.0m 高程处、0 + 106.0 监测断面 495.0m 高程处,其位错计 WC3 变化过程线如图 6 所示:

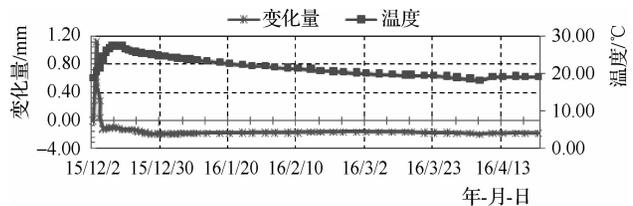


图6 位错计 WC3 变化过程线

从图 6 位错变化过程线可看出测值初期位错计变化过程线有小幅波动,这主要是由于当时心墙两侧坝施工进度不一致,且仪器埋设初期心墙温度较高易变形及施工机械在心墙附近活动等因素影响所致^[1]。监测结果表明随着坝体上升位错变化趋于稳定,上部施工对其影响很小,仪器处于闭合状态,对结构安全有利。

3.3 沥青混凝土心墙温度监测资料分析

沥青混凝土心墙温度监测采用耐高温温度计进行,主要是为了监测沥青混凝土心墙在施工后温度的消散情况,以及蓄水期、运行期防渗墙温度场的变化,同时可配合温度对心墙变形及裂缝的影响进行分析。目前在 0 + 058.4 监测断面 480.0m、490.0m 高程处心墙中间安装了 2 支温度计,其布置如图 1 所示,温度计 WD3 监测成果如图 7 所示。

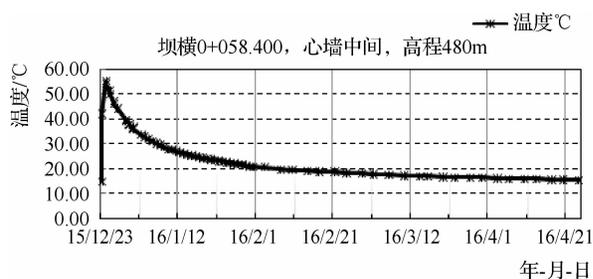


图7 温度计WD3温度变化曲线

沥青混凝土摊铺后的温度变化与摊铺时环境温度、风向及风速,以及与上一层摊铺间隔时间等很多因素有关^[5]。为了准确掌握沥青混凝土心墙的温度变化,在沥青混凝土心墙中间埋设高温温度计,心墙温度变化历程曲线如图7所示。现场测得混凝土出机口温度为152~178℃,铺筑密实后的温度为130~143℃,考虑到电缆耐温情况,温度计在沥青混凝土心墙摊铺压密实3h后钻孔埋设,监测部位摊铺厚度20cm,施工环境气温13℃,西南风2级。从图7可看出从心墙摊铺到碾压密实,温度变化非常快,3h降到57℃,碾压后变化速度也很迅速,一个星期后降到38℃,后逐步降低趋于稳定,目前温度稳定在18℃左右,此时测值主要反映坝体地温的变化。从现已安装的温度计测值反映,心墙的温度变化正常。

4 结论

大坝安全监测对了解大坝运行规律及发展趋势具有十分重要的意义,是反映施工质量、改进施工技术的重要措施,也是保证大坝安全、检验设计成果、发展坝

(上接第25页)拆除,然后进行底部操作平台拆除,最后进行地面贝雷架的拆除。拆除时,安全员、技术质量人员均要在现场全程指挥操作,确保拆除过程安全、有序进行。

9 结语

工程在进水口、尾水出口预制板梁施工过程中,结合现场实际情况,在无足够空间进行预制、无大型吊装设备吊装及外部条件有限情况下,将预制梁单根预制、

工理论的有效手段。大坝施工期间随着施工进度同步安装监测设施,开展监测工作,获取监测资料,对保证大坝的施工质量或安全具有重要意义,对大坝的运行管理具有重要指导作用。金鸡水库施工期监测获得了大量监测资料,为及时了解大坝工作状态和指导现场施工发挥了积极作用。根据施工期监测资料的分析可得出以下几点结论:①坝体、坝基防渗效果较好,施工期大坝的渗流主要受降雨影响;②施工期沥青混凝土心墙力学性能及变形受其施工温度影响明显,心墙温度趋于稳定;③心墙上下游侧同时施工,可使心墙所受荷载对称均匀,心墙施工期的稳定性提高,心墙与过渡料及填筑料间能协调变形,大坝工作状态良好;④监测数据对后期大坝评价工作有一定的参考价值;后续应加强大坝在首次蓄水期及运行期的监测,并及时对监测数据进行分析。◆

参考文献

- [1] 荣冠,朱焕春. 茅坪溪土石坝沥青混凝土心墙施工期变形分析[J]. 水利学报,2003(7):115-119.
- [2] 王科峰,彭立斌,王洪洋. 尼尔基水利枢纽主坝沥青混凝土心墙变形监测[J]. 大坝与安全,2008(6):28-30.
- [3] SL 501—2010 土石坝沥青混凝土面板和心墙设计规范[S]. 北京:中国水利水电出版社,2010.
- [4] 胡春林,胡安明,李友华. 茅坪溪土石坝沥青混凝土心墙的力学特性与施工控制[J]. 岩石力学与工程学报,2001,20(5):742-746.
- [5] 徐岩彬,王德库,王科峰,等. 土石坝沥青混凝土防渗心墙安全监测设计研究[J]. 水利规划与设计,2007(6):30-33.

逐一吊装调整为贝雷架支撑、拉筋反拉、整体现浇的模式。在浇筑过程中采取分区域、分段间隔下料的方式,保证了板梁浇筑质量及施工安全,加快了施工进度,节约了大型起重吊装设备的租赁投入,节约了施工成本。◆

参考文献

- [1] 黄绍金,刘陌生. 装配式公路钢桥多用途使用手册[M]. 人民交通出版社,2004.