浅析吉音水利枢纽工程大坝安全监测布置与运行

罗玉忠^{1,2} 和小明² 岳春芳¹
1 新疆农业大学水利与土木工程学院 2 新疆吉音水利枢纽工程建设管理局
DOI:10.32629/hwr.v4i4.2912

[摘要] 吉音水利枢纽是克里雅河流域唯一的控制性骨干工程,其工程安全运行关系着于田县经济社会发展和几十万各族群众的生命财产安全。当前工程已进入运行期,安全监测对水库的安全运行发挥着重要作用,本文通过对该工程安全监测的布置及监测数据的研究分析,了解掌握工程安全性态,对比分析需要改进的方面,总结实际经验,以便在其他工程上推广和应用。

[关键词] 吉音水利枢纽工程; 安全监测; 布置; 运行

1 工程概况

吉音水利枢纽工程位于新疆和田地区于田县境内的克里雅河干流吾格也克河上,是一项以灌溉、防洪为主,兼顾发电的综合性水利工程。工程最大坝高124.5m,坝顶长489m,坝宽10m,总库容0.82亿m³,水库正常蓄水位2509m,调节库容0.6亿m³,电站装机24MW,年发电量1.058亿kw·h。工程建成后,可改善下游灌溉面积45.43万亩,将下游防洪堤防洪标准由3年一遇提高到20年一遇。工程由面板堆石坝、表孔溢洪洞、底孔泄洪、冲沙、放空洞(导流洞改建,龙抬头形式)、发电引水洞、厂房等组成,为中型II等工程。

水利枢纽工程在荷载长期作用以及洪水、地震等恶劣环境因素影响下,水工建筑物结构不断老化,发生事故乃至失事的可能性长期存在,具有事故的风险性。在水利水电施工及运行过程中,安全监测体系均以“耳目”作用直接引导、反馈工程问题的处理。吉音水利枢纽工程安全运行关系着于田县经济社会发展和几十万各族群众的生命财产安全,因此其安全监测显得尤为重要。

2 大坝安全监测布置

2.1 大坝安全监测的项目及内容

吉音水利枢纽工程安全监测设计布置,充分考虑工程结构特点、地形地质条件、坝体施工填筑进度安排及监测本身施工干扰等因素;监测设计断面选择、各监测测线或测点的布置间距充分考虑了施工分层与监测高程的关系、面板变形的拉压性缝区域等情况。

大坝设置有平面位移监测控制网和垂直位移监测控制网,为整个坝址区各建筑物的变形监测提供基准。坝体主要有表面变形监测、内部变形及压力监测、面板变形监测、面板应力监测、渗流监测、地震反应监测和水位监测。根据坝址区的地形地质条件和河谷形态,结合混凝土面板堆石坝工程特点,顺河流向选择三个监测横剖面,分别为0+202.0、0+334.0、0+418.0断面,其中在最大坝高处布置一个主监测剖面,在主观测断面左侧古河槽处和右侧坝肩各布置一个副观测断面。

2.2 大坝安全监测仪器布置

2.2.1 坝体表面水平、垂直位移监测

坝体表面水平、垂直位移监测均采用全站仪和水准仪,坝体表面共布设四排监测标点,每排监测标点间隔100m左右,共计20个监测标点,均为水平、垂直位移的综合标点。平面位置变形监测采用边角同测交会测量法,垂直位移采用二等水准测量观测桩沉降变形。

2.2.2 坝体内部变形监测

垂直位移变形监测采用水管式沉降仪观测,共计9套,43个测点。坝体内部水平位移监测采用引张线式水平位移计观测,共计沉降计3套,18个测点。土压力监测在接近建基面高程布设土压力测点,共计三向土压力计10组,30个测点。

2.2.3 面板变形监测

周边缝及板间缝变形监测在两岸坡沿趾板与面板之间的周边缝设置9组三向测缝计,趾板与面板的周边缝设置24组双向测缝计。10支单向测缝计用于观测面板板间缝沿坝轴线方向的变形,共计固定式测斜仪3套、9个测点用于监测高趾墙变形。

2.2.4 面板应力监测

为了解在各种运行工况下面板的工作状态,选取了有代表性的条块进行应力应变观测,与堆石坝体的内部变形观测相对应,每个测点进行面板应变监测、无应力监测和钢筋应力监测。共计两向应变计无应力计组15组,钢筋计15支。在高趾墙底部与固结灌浆接触面前、后各布设单向土压力计,观测高趾墙与固结灌浆接触面的张、压力,共计土压力计6支。

2.2.5 渗流监测

面板周边缝渗透压力监测在两岸坡趾板周边缝布设振弦式渗压计10支,在现代河床及古河槽段趾板与连接板及面板间周边缝布设振弦式渗压计24支,共计渗压计34支。坝基渗流监测在坝体内沿建基面埋设振弦式支渗压计13支。绕坝渗流监测在两坝肩坝体外、坝体下游左右岸坡外布置单管式测压管6根。为了监测坝体渗流量,在坝下游踵部设置截水墙,集中坝体渗流水,将渗流水汇集到下游集水沟内,通过设置在集水沟内的量水堰进行坝体渗流量的监测。

2.2.6 地震反应监测

采用强震仪监测坝体的动力反应,共计强震仪5台。

表1 新疆吉音安全监测仪器设备表				
监测名称	序 号	仪器设备名称	单位	埋设仪器数量
表观监测	1	监测标点	个	20
	2	工作基点	个	10
	3	校核基点	个	10
内部监测	1	渗压计	支	61
	2	引张线水平位移计	套	3/18 测点
	3	水管式沉降仪	套	9/43 测点
	4	应力应变计	支	60
	5	温度计	支	14
	6	单向测缝计	支	10
	7	两向测缝计	支	42
	8	三向测缝计	支	27
	9	钢筋计	支	73
	10	测斜仪	套	9
	11	水位计	套	1
	12	土压力计	支	36
	13	钢板计	支	18
	14	量水堰仪	支	1
合 计				413

2.2.7 库水位及其温度等项目监测

图1 0+334.0断面监测仪器布置图

在库区安装5副水尺,左右岸面板和底孔、表孔、发电洞井壁入水口处各1副;在发电洞进口闸室边墩迎水面安装2套水位计(浮子式与雷达式相结合)底部与大气连通,通过以上两种方式进行水库水位监测。在上游坝坡面板表层布置温度计4支,对水库水温进行监测。坝体各监测点的线缆就近汇集到观测站房,观测房共11座。

吉音水利枢纽工程大坝安全监测仪器设备表见表1,0+334.0断面监测仪器布置见图1。

3 大坝安全监测数据分析

吉音水利枢纽工程于2013年9月开工,2016年9月下闸蓄水,2018年10月主体工程完成,工程已步入运行管理期。通过对工程蓄水阶段安全监测资料进行分析,得到如下成果。

3.1 位移监测分析

监测成果显示,与高趾墙连接处H3-1蓄水前后变形为1.8mm(向上游),其他各测点变形量最大的是坝0+334m断面、2474m高程、轴上55m处H1-1蓄水前后水平变形量为24.19mm(向下游)。

3.2 变型监测分析

监测成果反映了坝体内部水平及沉降变形规律正常,符合土石坝变形规律。各沉降测点中沉降量最大的点为坝0+334m断面、轴上32m、2428m高程处V7-5,蓄水前为360mm,与坝高之比为0.30%,与国内外面板堆石坝施工期坝体最大沉降量与坝高之比一般不超过0.5%相比,本工程施工期沉降不大;蓄水后截至2018年1月,最大沉降量为455mm,与坝高之比为0.37%,蓄水期间沉降变形与坝高之比为0.06%。

3.3 应力监测分析

面板应力应变监测成果显示,各测点处混凝土自生体积变形多为收缩型,收缩型混凝土自生体积变形产生拉应力,可以降低混凝土的允许拉应力,对混凝土面板结构不利。底孔泄洪冲砂放空洞、表孔溢洪洞、引水发电洞等部位钢筋应力应变变化规律正常,主要受温度影响。

3.4 渗流监测分析

坝基渗流水位正常,基础灌浆起到一定防渗效果,随着库水位上升进一步验证其防渗效果。绕坝渗流监测成果显示,蓄水后左岸帷幕后3个测压管管内水位均匀不同程度的升高,2017年9月后,左岸绕坝渗流情况改善明显。

3.5 土压力监测分析

在大坝填筑过程中土压力与坝体填筑高程呈正相关;蓄水后受上游水荷载影响,土压力有不同程度的升高,部分测点受渗水影响土压力略有减小,符合土石坝土压力变化规律。

3.6 周边缝变型监测分析

两岸面板与趾板周边缝变形监测成果显示,剪切方向变形较大是右岸

趾0+454.9断面J34,其剪切方向变形为12.92mm,沉降及开度变形较大的均为趾0+496.4断面J3-6,沉降变形为40.46mm、开度变形为18.37mm;其它各测点各方向变形相对不大。古河槽面板与趾板、趾板与连接板、连接板与防渗墙(高趾墙)结构缝监测成果显示,趾0+344.3m处面板与趾板连接处J2-15开合度为39.57mm,相对较大,其它各测点各方向变形不大;趾0+138m断面趾板与连接板处J2-5开度变形为44.64mm,趾0+334m断面接板与防渗墙处J2-13开度变形为40.64mm,相对较大,其它各测点各方向变形不大。

4 结语

吉音水利枢纽工程安全监测以堆石坝变形、面板挠曲变形、面板周边缝三维变形和竖直缝开合度变化、大坝及基础渗流量等为监测重点,满足监测工程安全需求。工程技术人员对监测成果及时、有效的分析应用,同时结合巡视检查发现的问题,准确掌握了大坝蓄水期间运行性态,为工程安全提供了可靠依据。

总结吉音工程安全监测施工运行管理经验,今后还应注意以下几个方面问题,一是适时进行设备更新,完善设施设备。二是关注重点部位,优化监测项目。施工期和运行期监测的重点不同,运行期重点监测影响大坝安全特别是面板防渗效果的监测项目,如面板周边缝、板间缝以及坝基渗透压力和渗流量等,可及时判断大坝的工作状态。三是及时准确地开展数据分析整理工作。数据分析和整理在判断工程安全性态中发挥着极其重要的作用,工程管理单位应当高度重视数据观测、收集整理人员的培训工作,提高业务能力,并能形成固定人员,保证数据分析的连续性。

[参考文献]

[1]张秀丽,杨泽艳.水工设计手册第11卷水工安全监测[J].中国水利水电出版社,2013,(5):93.
[2]吴晓燕.下坂地水利枢纽工程大坝安全监测简述[J].河南水利与南水北调,2015,(06):75-76.
[3]张健民.黔中水利枢纽水源工程平寨水库大坝安全监测设计[J].贵州水力发电,2012,26(03):29-32.
[4]韩琳,李俊富.旁多水利枢纽工程大坝安全监测设计[J].东北水利水电,2014,32(11):12-14.

通讯作者:

岳春芳(1972--),女,陕西西安市人,汉族,博士,副教授,硕导,研究方向:水利工程管理。

作者简介:

罗玉忠(1983--),男,甘肃平凉人,汉族,大学本科,高级工程师,从事水利工程建设与管理。