

瓜峪水库安全监测设计

任娟

(山西省水利水电勘测设计研究院, 山西 太原 030024)

摘要: 瓜峪水库位于碳酸盐岩峡谷区, 该工程坝高较高、岸坡较陡。本研究结合其基本工程布置、地质状况以及混凝土重力坝的基本特点, 从变形监测、渗流监测、应力状态监测三个方面, 详细阐述了瓜峪水库安全监测的内容及其安全自动化监测系统的组成, 为类似工程提供一定的参考。

关键词: 瓜峪水库; 变形监测; 渗流监测; 应力状态监测

中图分类号: TV697.2+9 **文献标识码:** B **文章编号:** 1007-7839 (2016) 10-0025-03

Safety monitoring design of Guayu Reservoir

REN Juan

(Shanxi Water Conservancy and Hydropower Survey and Design Research Institute,
Taiyuan 030024, Shanxi)

Abstract: Guayu Reservoir is located in the carbonate rock canyon area, the project dam height is high, and bank slope is steep. Based on the basic engineering layout, geological condition and the basic characteristics of concrete gravity dam, this paper elaborates the contents of the safety monitoring and the composition of the safety automatic monitoring system from the three aspects, namely deformation monitoring, seepage monitoring and stress state monitoring. A certain reference for similar projects is provided.

Key words: Guayu Reservoir; deformation monitoring; seepage monitoring; stress state monitoring

1 概况

瓜峪水库位于山西省河津市境内汾河支流瓜峪河上, 控制流域面积 145km^2 , 总库容为 250万 m^3 。坝型为堆石混凝土重力坝, 最大坝高 68.5m 。工程等别为IV等, 工程规模为小(1)型, 主要建筑物为4级, 临时建筑物为5级^[1]。

瓜峪水库坝址区位于瓜峪河碳酸盐岩峡谷区, 距峡谷区出口约 3.62km , 坝址区呈“S”型。坝址岩层产状倾向下游, 无断裂构造, 地质构造以高倾角长大裂隙密集带及节理裂隙为主。物理地质现象主要是基岩风化、边坡卸荷及岩溶, 地下水

类型主要为碳酸岩类裂隙岩溶地下水, 一般富水性较好。河谷为干谷, 仅在陡坎下冲刷坑中常年有积水, 平时无流水, 雨季有洪水。坝址区岩性为张夏组厚层鲕状灰岩, 属中硬岩石, 主要工程地质问题是: 坝基渗漏、坝肩渗漏、坝基稳定性、边坡稳定性。

本枢纽工程主要由坝体、泄洪冲沙底孔、溢流表孔及供水洞组成, 具体布置如下: 1) 坝型采用堆石混凝土重力坝, 坝顶高程 707m (废黄河高程, 下同), 最大坝高 68.5m 。坝体内纵向廊道共设5条, 分别布置在高程 703.50m 、高程 688.50m 、高程 666.50m 及高程 645.00m 处, 最底层 (高程 645.00m) 纵向廊道共两条, 分别布设

收稿日期: 2016-08-08

作者简介: 任娟 (1987-), 女, 本科, 助理工程师, 主要从事水利设计工作。

在大坝上游侧和下游侧。每层纵向廊道均布置两条横向廊道,起到连接交通,排水及通风作用。2)泄洪冲沙底孔位于左岸挡水坝段,中心桩号为大坝 0+033.60,主要由进水塔、洞身段、出口闸室及出口挑流消能段组成,全长 66.88m。3)溢流堰采用开敞式溢流堰,堰顶高程 698.8m,设 1 孔,孔口净宽 6.0m,溢流面由堰顶曲线段、斜坡直线段及衔接反弧段组成。4)供水洞布置于右岸挡水坝段,中心桩号为大坝 0+059.46,主要由进水塔、洞身段及出口减压阀室组成,全长 53.8m。进水塔紧贴大坝上游坝坡设置,顺水流方向长 6.6m,垂直水流方向宽 2.9m。

2 安全监测的内容

大坝安全监测的项目依据主要建筑物级别以及坝高确定,瓜峪水库大坝级别为 4 级,坝高 68.5m (<70m),必须进行监测的项目包括水平位移、垂直位移、扬压力、裂缝、接缝监测^[2]。此外,本工程坝址处两岸山体坡度较陡且地质条件复杂,边坡卸荷及坝体渗流将对大坝稳定产生不利影响;坝体浇筑又采用了新型材料——堆石混凝土,浇筑过程中坝体混凝土温度的变化情况尚没有很完善的相关资料。因此,本工程应进行如下安全监测:变形监测、渗流监测、坝体应力应变、混凝土温度监测以及环境量监测,本文将详细阐述其变形监测、渗流监测和应力监测内容。

2.1 变形监测

由于重力坝的失稳模式是滑动或倾覆,变形监测可以了解坝体抗滑,抗倾稳定情况以及基础及坝体混凝土材料受外荷载产生的压缩、拉伸等情况,因此作为重力坝的重点安全监测断面^[2]。在本水库工程中,变形监测包括水平位移监测、垂直位移监测、接缝变化监测。

2.1.1 水平位移

根据《混凝土坝安全监测技术规范》(DL/T 5178-2003)重力坝水平位移监测尽量布置在坝顶和基础廊道内。本工程在坝顶高程 703.50m 和坝底高程 645.00m 的廊道内分别布设引张线 EX1 和 EX2。每条引张线布设 7 个测点,并满足每个坝段至少一个测点;同时在大坝 0-003.00 处布设倒垂线 IP1,大坝 0+089.00 处布设倒垂线 IP2,并与两条引张线的端点相联结。

2.1.2 垂直位移

垂直位移测点一般与水平位移测点相结合布置,并采用几何水准法。因此,在与上文水平位移的测点相对应位置处采用地面标志作为垂直测点。监测时由设在大坝左、右两岸的 2 个工作基点(大坝 0-003.00 和大坝 0+090.00)和 2 个校核基点(大坝 0-013.00 和大坝 0+095.00)引入廊道进行监测。

2.1.3 接缝变化

(1) 坝体与坝基、坝肩接缝

坝体与基础的结合部位还是大坝工程的一个薄弱环节,也是大坝性态反应敏感的区域,是接缝监测的重点部位。重力坝受水压力的影响,其坝踵一般处于受拉状态,为了解坝体混凝土与基岩面的结合情况,选择 2 个横断面(大坝 0+043.00、大坝 0+033.6)作为典型坝段,在坝踵和坝趾部位,基岩与混凝土的结合处各布设 1 支竖向测缝计,共 6 支;在高程为 658.5m、688.5m 的左、右岸基岩处各布设 1 支竖向测缝计,共设 4 支;在高程 649.0m、672.0m 和 694.5m 的左、右岸岸坡处各布设 1 支界面变位计,共设 6 支。

(2) 坝体横缝

重力坝各个坝段是相互独立的,因此横向监测的主要目的是监测相邻两坝段之间的不均匀变形,包括上下游方向的错动和竖直方向的不均匀沉降,同时可兼测接缝的开合度。大坝共分为 6 个坝段,其中大坝 0+039.00 是贯通坝顶到坝底的通长横缝,则在坝顶高程 645.00m 和坝底高程 703.50 的廊道内采用三向测缝计设置接缝测点,共 7 支。

2.2 渗流监测

从重力坝特点来看,由于重力坝坝体与地基接触面积大,因而坝基扬压力较大,对坝体稳定不利,重力坝失事大多也是基础引起。因此,坝基面扬压力、绕坝渗流、坝体渗透压力的监测也是监测重点。

2.2.1 坝基面扬压力监测

向上的扬压力减少了坝体的有效重量,降低了坝体的抗滑稳定性,因此扬压力的大小直接关系到坝体的安全稳定。在坝体内选 2 个横断面(大坝 0+043.00、大坝 0+033.6)进行测点布设。坝基扬压力采用测压管与渗压计配合监测,同时可互相验证,在灌浆帷幕前、后,排水孔幕前、后及下游各设置一个测点。每个断面布共设 3 支测压管,

5个渗压计。

2.2.2 绕坝渗流

由于本大坝两岸岸坡较陡,且存在卸载现象,故有可能产生集中渗流,威胁大坝安全及蓄水效益。在两岸坝肩沿流线方向各布设2个渗流监测断面,每个断面上设3个监测孔,灌浆帷幕的上游设1个,下游沿流线方向设置2个,测压孔孔深应达到强透水层,并深入到筑坝前地下水位线^[3]孔内埋设测压管。共设置绕坝渗流监测点12个,测压管12支,进行人工监测。

2.2.3 坝体渗透压力

坝体渗透压力的大小能反应筑坝混凝土的防渗性能及施工质量,同时可作为后期大坝安全鉴定的参考依据。在本大坝工程中坝体渗透压力的监测采用渗压计监测,在大坝0+043.00处沿坝高布置4个监测断面,分别布置在各断面排水孔幕前、后和下游混凝土分区处,共12支。

2.3 应力监测

重力坝内应力监测是为了了解坝体应力的实际分布和变化情况,并为检验设计和科学研究提供资料。本工程选取大坝0+043.00、大坝0+033.6作为典型断面对坝体应力状态、泄洪冲沙底孔应力状态进行监测。

2.3.1 坝体应力状态监测

根据混凝土的特点在各坝段最大应力和最小应力所处部位——坝体上、下游边缘布置单向应变计;在坝体内部布设五向应变计组;在泄洪冲沙底孔周围布置五向应变计组监测底孔周边应力。每一个应变计组附近均布设相应的无应力计,以便和应变计组监测成果相互校核。

大坝0+043.00断面:在该坝段沿泄洪冲沙底孔长度方向在洞顶混凝土内布设五向应变计5支,无应力计5支,洞底混凝土内布设五向应变计7支,无应力计7支。

大坝0+033.6断面:在该坝段高程659.00m处沿大坝上下游方向布设五向应变计5支,无应力计5支;高程649.00m处沿大坝上下游方向布设五向应变计7支,无应力计7支。

2.3.2 泄洪冲沙底孔应力状态监测

选取泄洪冲沙底孔靠近上游洞身处作为监测断面,在该断面钢筋混凝土衬砌结构内布设4支钢筋计进行钢筋应力监测;并了解钢筋混凝土联合受力情况,与钢筋计对应布设4支单应变

计;由于受力对称状况,在垂直30°方向布设2支无应力计。

3 安全自动化监测系统

安全自动化监测主要有四部分组成:监测系统、监测数据自动采集系统、计算机网络系统、安全监测信息管理系统。上述内容着重阐述了瓜峪水库监测仪器的布置情况,可知监测点分布较分散,且应业主要求在后期便于进行系统扩展,所以安全自动监测系统的数据采集方式采用分布式采集数据电缆传输,即采集装置就近布置在测点传感仪器的地方,通过专用电缆将数据传输至水库监控中心主机做深入分析和处理,进而实现综合自动化控制管理^[4]。

(1) 大坝安全自动监测系统结构及测点分布

大坝安全自动监测系统结构及测点分布由以下四个部分组成:自动化监测系统、渗流监测自动化系统、大坝位移监测自动化系统、测缝监测自动化系统。

(2) 大坝自动化监测室和监测中心控制室布置

根据下游交通道路布置条件及大坝测点的分布情况,在大坝右岸设1个监测站房,中心控制室布置在水库管理站调度中心处。

4 结语

通常情况下,水利工程项目的建设周期都比较大,投资额度较大,建设完成后运行周期也较长,中间某个环节一旦出现纰漏,很可能造成严重的人员伤亡及巨额经济损失,失事后果非常严重。因此,水利工程安全监测在整个工程建设及运行期的重要性日益突出。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国水利部. 水利水电工程等级划分及洪水标准 [SL252-2000]. 北京: 中国水利水电出版社, 2000.
- [2] 岩土工程安全监测手册. 北京: 中国水利水电出版社, 2013.
- [3] 中华人民共和国水利部. 混凝土重力坝设计规范 [SL319-2005]. 北京: 中国水利水电出版社, 2005.
- [4] 索丽生, 刘宁. 水工设计手册. 北京: 中国水利水电出版社, 2013.

(责任编辑: 华智睿)