

TCA2003 型电子全站仪在三屯河水库大坝外部变形监测中的实施及应用

徐丽

(新疆昌吉市三屯河流域管理处, 新疆 昌吉 831100)

摘要: 本文主要介绍了三屯河水库大坝自动变形监测在水库安全运行的实施效果与应用成效, 以及在应用过程中的监测成果分析、所出现的问题及注意事项。

关键词: 三屯河水库; 安全监测; 全站仪; 监测自动化; 位移; 测点布置; 实施; 应用

中图分类号: TV697.2

文献标识码: A

文章编号: 1006—7973 (2020) 07—0152—03

大坝外部变形监测有校核设计、改进施工和评价大坝安全状况的作用, 且重在评价大坝安全。大坝外部变形监测的浅层意义是为了人们准确掌握大坝性态; 深层意义则是为了更好地发展工程效益, 节约工程投资。大坝外部变形监测不仅是为了被监测坝的安全评估, 还要有利于其他大坝包括待建坝的安全评估。

大坝外部变形监测工作就是利用先进的自动化、即时监测手段, 确保大坝长期稳定、安全的运行, 实现效益的最大化, 使测量工作变得更快、更轻松, 结束了三屯河水库无大坝自动安全监测的历史。

1 工程概况

三屯河水库位于新疆维吾尔自治区昌吉市以南 32 公里的碾盘庄, 地处天山北麓中段, 准噶尔盆地南缘, 属雨雪混合补给的山溪性河流。水库正常蓄水位 1032.94m, 相应库容 2600 万方; 设计洪水位 1036.94 米, 相应库容 3355 万方, 校核洪水位 1037.94m, 相应库容 3500 万方。灌区灌溉面积 78 万亩。

水库大坝为浆砌石重力坝, 坝基前部设帷幕灌浆二排孔, 排距 1 米孔距 2 米, 帷幕深度 25 米。坝体设扬压力测压管四排, 共 20 个。因水库修建于 70 年代, 属典型的“三边工程”, 即“边设计, 边勘探, 边施工”。水库 1971 年民办上马, 1976 年正式由土石坝改建为浆砌石重力坝,

1987 年完成枢纽主体工程。1987 年投入运行后, 存在大坝抗滑稳定系数小于规范化值; 坝体和坝肩渗漏严重; 1992 年, 被国家列为病除水库, 进行除险加固。在 1993 年至 2000 年大坝除险加固中, 将大坝安全监测系统列为一项重要内容, 2000 年达到设计要求。

2 TCA2003 型电子全站仪在水库管理中的实施及应用

对大坝安全情况进行监测, 是保证大坝安全运行的重要环节。三屯河水库在结束无外部变形监测的历史后, 根据国外相关资料, 尝试使用了电动电子全站仪装备的自动监测装置——TPS 全站仪定位系统, 其测量精度达到亚毫米级, 能实时准确监测大坝位移变形情况系统构成。

2.1 系统的构成

该系统主要由 TCA2003 型电子全站仪 (即观测站)、基准点、变形点及控制机房组成。

系统构成如下图:

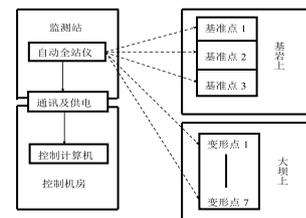


图 1 系统构成

参考文献:

- [1] 康晓波, 张华, 王波. 丽江黑龙潭泉群水文地质特征及断流的影响因素分析 (云南省地质环境监测院) [C]. 岩溶水文地质研讨会暨第十八届全国洞穴学术会议, 2012.
- [2] 周友妹. 丽江古城黑龙潭泉水断流原因分析 [J]. 人民珠江. 2015(01):54-58.
- [3] 和菊芳, 方鑫鑫. 丽江黑龙潭泉水动态变化与降水关系初探 [J]. 中国农村水利水电. 2019(08): 26-27.
- [4] 谭乃元, 张丽芳. 丽江黑龙潭泉水断流初探 [J]. 城市建设, 2012(17).

- [5] 李豫馨, 许模, 高伟, 漆继红. 基于时间序列方法预测丽江黑龙潭泉域流量 [J]. 人民珠江, 2016(3):6-9.
- [6] 李豫馨. 基于时间序列分析的丽江黑龙潭泉域动态研究 [J]. 成都理工大学, 2016.
- [7] 曾成, 杨睿, 杨明明, 胡君春, 武贵华, 樊宇红. 丽江市黑龙潭泉群断流的人工神经网络模拟 [J]. 中国岩溶, 2013(04) P391-397.
- [8] 王小川, 史峰, 郝磊, 李洋编著. MATLAB 神经网络 43 个案例分析 [Z]. MATLAB 技术论坛.
- [9] 陈明编著. MATLAB 神经网络原理与实例精讲 [Z].

全站仪使用瑞士徕卡 (Leica) 公司生产的 TCA2003 仪器。TCA2003 型电子全站仪标称测角精度 $+0.5''$, 测距精度正负 $(1\text{mm}+1\text{ppm} \times D)$ (D 为被测距离), 自动目标辨识 (ATR) 测量在 200m 距离内优于正负 1mm, 坐标测量精度可达到正负 0.2mm。变形监测系统自 1999 年 11 月 8 日 12 时开始试运行, 因此将该时刻各测点的测值定为基准值。基准点和变形点上安设反射圆棱镜, 相对于基准网, 对各变形点在其控制网内的变化情况实施监测。

TCA2003 型电子全站仪的大坝外部监测系统对各监测点进行每天 12 时监测一次, 用 APS 软件所记录的原始数据, 后期对数据进行差分处理, 确保大坝位移数据的连续性由瑞士徕卡公司出品, 有集成马达驱动、视频成像系统, 并配置智能化的控制及应用软件。TCA2003 全站仪及时了解掌握大坝的实际运行状态, 掌握了水库大坝在某水位、温度下的位移及应力变化, 为水库管理工作提供可靠的依据。在今后的水库管理工作和大坝安全监测工作中及时发现、解决问题, 使水库大坝安全运行、水库管理工作发挥更大的作用。

2.2 大坝外部变形监测

大坝外部变形监测系统由 TCA2003 型电子全站仪 (即观测站) 基准点、大坝变形点、计算机系统组成。基准点、变形点使用瑞士徕卡公司的反光镜系统, 在坝体变形区以外的基岩上建立 3 个基准点, 在坝体上安置 7 个变形点, 每个点上配有一套对准监测站的反射单棱镜。计算机采用 APSwin+RMDiff 自动级坐标实地多重差分监测与 DSREP 变形点信息报表软件系统组成。在计算机的控制下, 通过测量机器人自动照准测距、测角, 对基准点、变形观测点的变化数据来进行大坝位移监测。

观测点和三个基准点 (JZ1、JZ2、JZ3) 组成一个覆盖各变形点 (S1—S7) 的多边形监测基准网。三屯河水库大坝外部变形监测网测点分布见图 2。

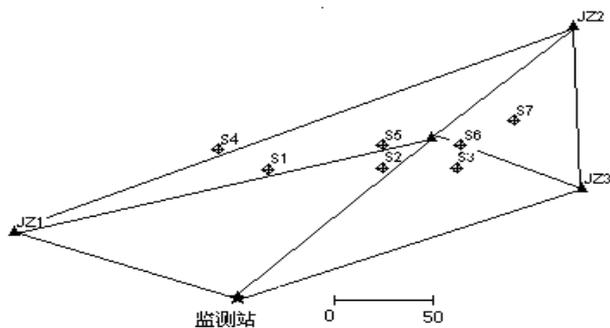


图 2 大坝外部变形观测系统测点布设

2.3 系统控制网坐标系

三屯河流域地形地貌复杂多样, 根据水库大坝的位置, 将大坝外部变形监测系统控制网坐标系建立在大坝主轴线上, 以监测站为坐标中心点, 垂直主轴 (即顺河向水平位移) 向下游为 X 轴正向; 平行大坝主轴

向右岸为 Y 轴正向 (横河向水平位移); 铅垂向上为 Z 轴正向 (垂直位移)。

2.4 系统软件

大坝外部变形监测开发挂靠软件 MRDiff 实时多重差分平滑改正软件对于新疆的低温、高温, 高海拔和气候造成的系统误差影响进行实时差分改正。开始监测时, 照准 JZ1, 水平角归零后, 启动 TCA2003 全站仪内置自动监测程序, 即可实现对观测点的自动找点 (10 个点)、自动测量、自动发送、自动结束。按极坐标的方式采集目标点, 水平角、垂直角、斜距等测值传送到监控室, 由报表软件 DyRep 动态三维报表, 并可输入水位、温度、风力风向, 生成相关曲线。

2.5 外部变形监测初步成果分析

大坝外部监测系统对各监测点进行每小时观测一次, 全年运行 8760 次, 确保大坝位移数据的连续性。通过对三屯河水库历年大坝外部变形监测资料的初步分析, 观测点的位移与水位、气温的变化过程来看, 主要从上下游方向、坝体左右岸方向、坝体垂直方向上有以下几点变化特征和规律:

(1) 坝体顺河向水平位移。依据水库大坝安全管理规范和除险加固工程技术要求, 通过几年实测资料各观测点的位移特征值进行初步的比较、数据综合分析, 坝体顺河向水平位移主要受库水位的变化影响, 当库水位升高时, 坝体上变形点位移值均大于零, 坝体向下游位移; 库水位降低时, 变形点位移值小于零, 坝体向上游位移。气温变化对坝体位移也有一定的影响, 但影响甚微, 表现在气温升高, 坝体向上游位移; 气温降低时, 坝体向下游位移。

(2) 观测资料结果表明, 坝体左右岸方向水平位移也受库水位和温度变化的影响。气温上升时, 坝体向右岸位移; 气温降低时, 坝体向左岸位移; 库水位升高时, 坝体向右岸位移; 库水位降低时, 坝体向左岸位移, 且坝体中部的测点较两侧测点的位移大。

(3) 坝体垂直位移。坝体垂直方向也受库水位和气温的变化影响, 但不明显, 库水位升高时, 扬压力值增大, 坝体向上位移, 否则反之。

2.6 应用分析结果

通过对水库大坝外部变形监测数据的综合分析, 其结果表明在水库两次蓄放的过程中, 坝体顺河向水平位移受库水位的影响, 库水位升高, 坝体向下游位移; 库水位降低, 坝体向上游位移; 气温变化对坝体横向位移有一定影响。以上大坝变形监测成果表明, 位移变化特征是合理的, 符合坝体的变化规律, 说明了在水库大坝除险加固后, 强度明显提高, 刚度增大, 大坝变形量较小, 各方向位移量的最大变幅一般在 5.0mm 以下, 沉降量一般在 3.0mm 以下, 均满足设计要求。

3 应用成效、存在问题及注意事项

3.1 应用成效

(1) TCA2003 型电子全站仪自 1999 年 11 月 8 日在三屯河建成正式运行至今,全天候 24 小时制运行,对基准点、变形点跟踪式测量,记录每一时刻各点的位移情况。如果各点位移超出了规定的限制值,全站仪系统就会报警,提示超限点的位移量;在气象条件不好的情况下,对某一点观测不到,全站仪系统也会提示该点观测不到数据的信息。并生成各点位移过程图,使位移变化情况一目了然,对水库大坝安全分析起到重要的作用。

(2) TCA2003 型电子全站仪在三屯河水库大坝外部变形监测中发挥着先进、准确的测量作用,为判断大坝安全提供必要的信息,为水库管理工作提供了可靠的依据,并获得了良好的成效。

3.2 大坝安全监测在水库运行管理中存在的问题及注意事项

(1) 现行每间隔 1h 测定一次位移值,对初期观测大坝变形起到了积极作用,多年的实际监测资料表明,现大坝位移量最大变幅在 5.0mm 以内,变幅量小,坝体较稳定。因此,现每日 24 次测定次数过密,应当减少观测频次。

(2) 每年应对仪器进行校核检修一次,按照水库的实际工作需要改进完善系统。

(3) TCA2003 仪器因为常年受季节和天气变化的影响,应每季度对仪器进行全方位内部保养。

(4) 大坝外部变形监测范围空间应包括水库周边的动态监测,时间应从设计开始,大坝安全监测的内容不仅包括位移、渗流和水雨情,还要有与大坝安全有关

的泄洪及机电设备。

(5) 大坝外部变形监测应与气象、水情、洪水预报及水库调度结合起来,使之成为水库运行调度决策支持系统的一部分,使其为工程效益的最大化服务。

(6) 大坝外部变形监测应将大坝安全评估与设计标准,设计参数(如安全系数,可靠度指标)等指标结合起来,充分利用大坝安全监测的成功经验和方法,从而易于理解,掌握和应用。

(7) 大坝外部监测应充分利用科技进步,走向即时化、智能化、网络化。

4 结语

TCA2003 型电子全站仪在三屯河水库大坝外部变形监测中发挥着先进、准确的测量作用,经过几年的应用和实践,了解掌握大坝的实际运行状态,已对大坝变形、扬压力自动化正常、安全运行等做了改进,同时不断探索总结以使整个系统实效性加强,提高系统和行业的匹配性。对监测结果的分析及对系统的改进,将是我们今后工作的目标。

参考文献:

- [1] 马伟民. TCA 机器人在三屯河水库大坝外部变形监测中的应用 [J]. 大坝与安全, 2004(6):45-47.
- [2] 方卫华. 对大坝安全监测的几点认识 [J]. 大坝与安全, 2004(6)26-28.
- [3] 李小平, 周启, 卢德军. 新疆三屯河水库大坝安全监测成果分析 [J]. 人民长江, 2003, 34(12).
- [4] 刘观标. 混凝土大坝安全自动化监测技术的发展方向 [J]. 水电自动化与大坝监测, 2004, 28(2):1-5.

