

Research on Safety Monitoring and Construction of Reservoir Dam

Yingguai Rao

CCCC First Highway Engineering Co., Ltd. No. 7 Engineering Co., Ltd., Zhengzhou, Henan, 451450, China

Abstract

In the process of dam construction of water conservancy project, safety monitoring runs through the whole construction process. It includes both monitoring during construction and stability monitoring after construction. This paper mainly studies the monitoring technology in the process of dam construction.

Keywords

dam; safety monitoring; construction process; technology; research

水库大坝安全监测施工研究

饶应贵

中交一公局第七工程有限公司, 中国·河南 郑州 451450

摘要

水利工程大坝修筑过程中安全监测贯穿整个施工全过程。既包含施工过程中的监测, 也包括了修筑完成后的稳定性监测。论文主要研究大坝在施工过程中的监测技术。

关键词

大坝; 安全监测; 施工过程; 技术; 研究

1 引言

在水利工程中, 大坝施工工程是主体工程, 大坝施工工艺流程大致有测量放线、坝体周围加固、基底开挖、基底处理、浇筑坝体、坝体安全监测、埋设预埋件、竣工验收等。其中, 坝体安全监测是大坝施工是否成功的关键因素。坝体安全监测主要有变形监测、渗压监测、渗流监测、裂缝监测、温度监测和其他业主和监理单位要求的监测。

2 工程概况及特点

大坝位于中国贵州省, 地理位置位于东经 $105^{\circ} 08' 54''$, 北纬 $26^{\circ} 06' 43''$, 为 C15 堆石混凝土重力坝、副坝为 C15 常态混凝土重力坝方案, 坝址以上集雨面积为 6.6km^2 , 天然多年平均径流量 251万 m^3 。水库设计洪水位 1476.50m , 校核洪水位 1476.90m , 总库容 158万 m^3 ; 正常蓄水位 1475.00m , 相应库容为 138万 m^3 ; 死水位 1454.00m , 相应库容为 14.6万 m^3 , 兴利库容 123.4万 m^3 。主坝坝址河谷总体呈对称“V”型, 左岸山体高大雄厚, 坡面较平顺, 两侧坝肩边坡

高差 45.00m , 分为 4 级坡, 马道宽度 5m 。高程 1490.00m 以下地形坡度 $35^{\circ}\sim 50^{\circ}$, 基岩裸露, 以上地形变缓, 坡度 $15^{\circ}\sim 25^{\circ}$, 分布有残坡积覆盖层, 根据钻孔揭露厚度 $2\sim 4\text{m}$, 为粘土夹碎石, 分布的地层岩性为 T1y3-1 中厚至厚层状石英质、钙质岩屑砂岩; 右岸地形坡度为 $35^{\circ}\sim 50^{\circ}$, 基岩裸露, 坝顶高程以下出露 T1y3-1 砂岩, 以上分布有 T1y3-2 薄层状泥质粉砂岩、泥岩。坝区岩层倾上游偏右岸, 倾角 20° 左右, 河谷自然边坡为侧向坡, 局部为侧顺向坡, 根据现状调查, 自然边坡整体稳定性好, 仅在左岸坝轴线上游因公路开挖, 部分存在切脚, 出现小方量的顺层滑塌现象。

3 大坝安全监测的原则

大坝安全监测及水情自动测报系统的实施布置主要根据设计图纸要求随土建实施, 利用施工机械进行土建实施。根据现场具体情况, 现场施工场地有限, 加工场所距离现场较近, 小型机具设备及锚杆等材料直接存放于加工场内。仪器设备进场前进行开箱检验, 检查各项资料(产品合格证、生产许可证、使用说明书等)是否齐全; 仪器埋设前进行率定检验, 严禁不合格仪器设备投入埋设使用; 监测仪器的安装埋设严格按照设计图纸要求及施工进度进行。

此外, 监测的原则包括以下五大原则:

【作者简介】饶应贵(1984-), 男, 中国四川内江人, 本科, 工程师, 从事桥梁与隧道工程研究。

- ①合理配置资源，满足工程需要的原则。
- ②统筹安排，确保安全施工。
- ③安全生产，预防为主的原则。
- ④规范施工，确保工程质量的原则。
- ⑤保护环境，文明施工的原则^[1]。

4 大坝埋设观测点

坝区水平位移校核基点 2 个、水平位移工作基点 2 个、综合位移标点 5 个、水准工作基点 2 个、水准基准点 3 个(1 组)、水准联系点 5 个。此项工作一般在坝顶浇筑完成后 1 个月内完成。裂缝计安装埋设进度根据大坝浇筑同步进行，可以选择在整个库区平均分为断面埋设，一般埋设根据工程大小，且不少于 6 个。

渗流监测点埋设，根据大坝浇筑同步进行，待帷幕施工完成后，埋设于帷幕后，一处理设 3 支为宜。温度计安装埋设，同大坝浇筑同步进行，根据实际情况埋设，一般不少于 30 支为宜。虽然监测点已经埋设好，数据也能反映大坝安全性，但是巡视工作贯穿整个施工过程，是安全监测的重要组成部分。在开工前就应排好巡视计划，巡视人员不少于 2 人。

5 监测仪器设备的检验及现场率定技术要求

进场的所有监测设备和仪器都必须要求现场率定，大坝监测项目有变形监测、渗流渗压监测等组成。需进行现场率定的内观仪器设备主要有：渗压计、温度计、测缝计仪器设备的率定与主体施工进度及监测仪器设备埋设进度密切相关^[2]。检验内容包括：

- ①仪器设备的型号、规格、数量、量程等与设计、供货单一致。
- ②仪器设备出厂技术资料必须齐全，包括出厂合格证、仪器使用说明书、仪器型号、规格和技术参数、仪器工作原理和计算方法。
- ③配套设备和零件须齐全。
- ④对仪器设备作外观检查：仪器设备外部不许有损伤痕迹或锈斑；仪器设备必须是未经使用过的全新产品；传感器的引出电缆要完好无损，不可有损伤，检查时用万用表检测仪器的线路不可断线，也不可短路。
- ⑤绝缘性检查：用绝缘电阻表（兆欧表）检查仪器的绝缘性能是否满足出厂值。
- ⑥用读数仪粗测监测仪器设备，查看读数是否正常。

以测缝计、裂缝计率定为例：大校正架一台（附配合不同类型传感器的专用夹具各 1 套），大量程百分表 2 只，读数仪一台，数显游标卡尺一付，工具（含扳手、改锥）一套，现场率定记录表格若干。

步骤如下：将仪器型号、量程、厂家编号填写于记录表格后，用读数仪读取初始读数；将数显游标卡尺用螺栓固定在大校正架上，打开数字显示屏，在进行仪器率定时进行量程控制，以便记录读数；将传感器通过专用夹具装在大校正上用螺栓上紧，顺时针转动校正仪手柄使传感器读数拉出

零点约 2mm 左右；按仪器满量程进行预拉 3 次，分别记录读数；预拉完成后，按量程等分不少于 6 级进行拉压并将测值记入表中，三个循环后结束；将校正仪上固定螺栓松开，取下传感器，记录仪器率定后在自由状态下读数^[3]。

6 监测技术要求

巡视监测一般 2~4 人，施工期每周一次，雨期加密。每年汛期前后都必须对坝体进行全面检查。检查方法：用眼看、耳听、手摸、鼻嗅、脚踩等直观方法，辅以锤、钎、量尺，放大镜、望远镜、照相机、摄像机等器具对工程表面和异常现象进行检查。其他各项目监测频率按照如下进行：表面变形观测仪器埋设后 8 天~1 个月，1 次/旬；其他变形监测仪器埋设后 15 天~1 个月，1 次/3 天~1 次/5 天；渗流监测在仪器埋设后 8 天~1 个月，1 次/3 天~1 次/5 天；缝隙监测在仪器埋设后 15 天~1 个月，1 次/3 天~1 次/5 天。

在正常情况下按低限监测，遇大暴雨、大洪水、汛期、地下水位长期持续较高、强地震、大药量爆破或爆破失控、周围介质的运行环境或受力状况发生明显变化以及建筑物出现异常等情况等非常情况下按高限取值。测斜仪、多点位移计在放炮开挖前后各监测一次。各监测项目各阶段标准测次：环境监测施工期 2 次/天，首次蓄水期 4 次/天；巡视检查施工期 1 次/周首次蓄水期 30~8 次/月；表面变形监测施工期 1 次/旬，10~4 次/月，其他变形监测施工期 1 次/周，30~10 次/月；渗流监测施工期 1 次/周，30~10 次/月。

7 观测资料整理及成果分析

对监测资料进行整编，将建筑物安全监测仪器埋设的竣工图、各种原始数据和有关文字、图表（包括影像、图片）等资料，进行收集、统计、考证、审查，综合整理监测成果。每次观测后 24h 内按有关规程规范规定的格式、要求进行日常资料的整理，包括原始数据的记录、检验和监测物理量的换算以及填表、绘图、初步分析和异常值判别等日常工作。分析各物理量的分布曲线，判断该监测量随空间而变化的情况，分析大坝有无异常征兆。统计各物理量的有关特征值包括出现时间、变幅、周期、年平均值及年变化趋势等。根据渗漏量观测资料结合地质条件分析判断帷幕和排水系统的效能。

8 结语

大坝安全监测关乎工程质量和人民生命财产，所以对于坝体监测的任何异常数据都必须进行仔细分析，科学研判才能为坝体安全增设一道科学的防护网。

参考文献

- [1] 谢晓勇.大坝安全监测设计与施工技术的分析研究[J].珠江水运,2020(7):41-42.
- [2] 向亚红,张峰,董时波,等.湖北省大中型水库大坝安全监测现状及改进探讨[J].水电与新能源,2018,32(11):32-34.
- [3] 王健,王士军.全国水库大坝安全监测现状调研与对策思考[J].中国水利,2018(20):15-19.