

工程截流水文观测技术与实施

廖雯, 王兴, 谭晓东, 黄锐, 李霞斌

(中国水利水电第十二工程局有限公司, 浙江 杭州 310004)

摘要: 及时掌握截流期间和龙口区域水情, 研究河流水文要素变化规律, 用实时数据指导工程截流施工组织、调整施工进度、优化施工方法。拉哇水电站工程截流期间共布置 2 个观测站, 10 个观测点, 对戽堤及其附近部位水位、流速、龙口宽度、水面宽度、戽堤高程等水文指标进行跟踪测量、实时分析, 为工程截流顺利实施提供了重要的技术支持。本文介绍了拉哇水电站工程截流过程中水文观测技术及实施成果, 供类似工程截流参考。

关键词: 拉哇水电站; 截流; 水文观测; 方案; 成果

中图分类号: [TM622]; TV551.2; P332

文献标识码: B

文章编号: 1001-2184(2022)03-0009-03

Introduction and Implementation of Hydrological Observation Technology for River Closure

LIAO Wen, WANG Xing, TAN Xiaodong, HUANG Rui, LI Xiabin

(Sinohydro Bureau 12 Co., LTD, Hangzhou, Zhejiang, 310004)

Abstract: Knowing in time water condition at closure gap during the closure period and studying the changing laws of hydrological elements, the construction organization of river closure can be guided, construction progress can be adjusted and the construction method can be optimized using the real time data. During the closure period of Lawa Hydropower Station, a total of 2 observation stations and 10 observation points are arranged to carry out tracking and measurement, real-time analysis of the hydrological indicators such as water level, flow speed, width of the closure gap, water surface width, and elevation of the embankment and its adjacent parts, which provides important technical support for smooth implementation of the closure task. This paper introduces the hydrological observation technology and implementation results in the process of closure of Lawa Hydropower Station, which can be used as a reference for closure engineering of similar projects.

Key words: Lawa Hydropower Station; river closure; hydrological observation; scheme; result

1 概述

拉哇水电站位于金沙江上游, 左岸为四川省甘孜藏族自治州巴塘县拉哇乡, 右岸为西藏自治区昌都市芒康县朱巴笼乡, 为一等大(I)型工程, 坝址控制流域面积 17.6 万 km², 多年平均流量 861 m³/s, 水库总库容为 24.67 亿 m³, 总装机容量 2 000 MW。枢纽采用河床布置混凝土面板堆石坝, 坝顶高程 2 709 m, 坝顶长度 398 m, 坝顶宽 15 m。

工程截流采用导流洞分流、单戽宽戽堤从左向右单向立堵进占截流方式。截流戽堤布置在上游围堰内, 截流标准采用 11 月 10 年一遇月平均流量 $Q=639 \text{ m}^3/\text{s}$, 对应的截流戽堤挡水水位

2 548.193 m, 戽堤堤顶高程 2 550 m。截流龙口布置在右岸, 龙口顶宽 60 m。

工程截流时, 及时掌握截流期间龙口区域水情, 分析河流水文要素变化规律, 是指导工程截流施工组织、施工进度、投料强度、投料顺序、抛投方法的重要依据^[1]。同时, 对戽堤及其附近部位水位、流速、龙口宽度、水面宽度、戽堤高程等水文指标进行跟踪测量、实时分析, 为工程截流顺利实施提供了水文技术保障。

2 水文观测方案

水文观测时段为 2021 年 11 月 27 日~2021 年 11 月 29 日, 水力学要素观测主要在截流合龙阶段^[2]。

2.1 水文观测工作内容

收稿日期: 2022-05-15

及时掌握截流环境的动态变化,是戽堤进占强度安排、抛投材料确定的基础。

2.1.1 观测站点的布设

截流期间的水文观测工作不同于常规江河的水文观测,易受截流施工的不断干扰,同时要满足施工进度需要,是一种特定环境、特定时间、特定条件下的水文观测^[3]。根据工程截流施工及水文观测的具体情况,共布置2个观测站,3个移动观测点,7个固定观测点。截流期间水文观测站网布置见图1。

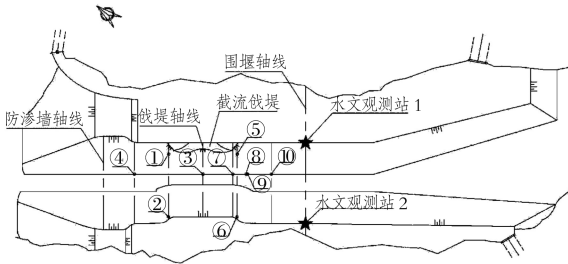


图1 截流期间水文观测站网布置示意图

2.1.2 水文观测的内容

(1)截流戽堤左右岸上、下挑脚(①、②、⑤、⑥):水位、流速。随着龙口束窄,龙口水力条件逐渐变差,戽堤上游防冲矶头(上挑脚)及下游回流区(下挑脚)的稳定对整个戽堤的稳定至关重要,故在左右岸上、下挑脚处各设置1个观测点,为合理选择上、下挑角抛投料、抛投顺序、抛投强度等提供依据。其中左岸上、下挑脚观测点(①、⑤点)随戽堤进占同步向右岸移动。

(2)截流戽堤上游-50 m处(④):水位、流速。观测戽堤轴线上游-50 m处(SY0-125)水位、流速,配合分析戽堤轴线上下游水位和有效落差随进占过程的变化及戽堤轴线上下游沿程流速分布,为合理选择抛投料、抛投方式、控制施工进度等提供依据。

(3)截流戽堤轴线部位(③):戽堤高程、龙口宽度、对应水面宽度、水位、流速。观测截流戽堤轴线部位戽堤高程、龙口宽度、对应水面宽度、水位、流速等,以便及时分析龙口落差、龙口流速随龙口束窄过程中的变化,为合理选择抛投料、抛投强度、控制施工进度等提供依据,该观测点随戽堤进占同步向右岸移动。

(4)截流戽堤轴线下游+21.8 m、+31.7 m、

+32.5 m、+50 m处(⑦、⑧、⑨、⑩):水位、流速。该电站龙口设计宽度为60 m,坝区河床为深厚软弱覆盖层,表层 Q^{al-5} 抗冲刷能力差,水力模型试验成果表明,在 $Q=639\text{ m}^3/\text{s}$ 工况下,当龙口宽度为30 m时,龙口流速最大,在龙口宽度20 m时略有下降;龙口宽60 m、30 m、20 m时,龙口最大流速点分别位于戽堤轴线下游+21.8 m、+31.7 m、+32.5 m处。为减轻河床冲刷、减少龙口抛投量、缩短截流时间和减轻戽堤坍塌,确保戽堤截流抛填顺利实施,在合龙前采用钢筋石笼、大块石等对龙口段戽堤上游25 m、下游35 m范围内河床进行护底。在截流期间对可能发生最大流速位置的水位、流速进行观测,便于及时采取措施减轻河床冲刷,确保截流顺利。

(5)抛投料稳定和流失情况、戽堤左右岸边坡稳定情况^[4]。

2.2 水文观测的方法

工程截流期间,堤头施工情况瞬息万变,快速、准确的掌握水情信息是成功截流的关键。

2.2.1 水位、高程观测

在工程截流戽堤进占中,因戽堤堤头容易发生坍塌和施工车辆振动等因素易于损坏水尺,或者造成水尺零点变动进而影响水位精度,从而不利于设尺观测水位;并且水尺位置的固定不能满足裹头进占水尺位置相应变动的需要^[5],故在预进占和截流阶段,采用全站仪无棱镜模式对水位、龙口高程等进行观测记录。

2.2.2 龙口宽度、水面宽度观测

龙口宽度观测由两岸观测人员采用全站仪TZ08对左右岸龙口坐标同时进行测量,并将测量结果及时汇总给记录人员,运用坐标反算法,计算直线的水平距离和坐标方位角。水面宽度观测和计算方法与龙口宽度观测方法一致,水面直线的起点和终点坐标点难以定在水面上,采用水面临近的戽堤坡面与水面交汇部位作为水面宽度测量坐标点。

2.2.3 流速观测

电站上游戽堤附近的流速监测,采用SVR手持式电波流速仪进行非接触式流速测量。

2.2.4 抛投料及边坡稳定观测

采用目测法观测。

2.2.5 观测频次

龙口 S0+077~S0+085 段进占时,每 1 h 观测一次;S0+085~S0+100 段进占时,每 40 min 观测一次;龙口进占最后 20 m,每 20 min 观测一次。同时,当抛投料、抛投位置、抛投方法等变化时补充观测一次。

2.2.6 观测记录及信息发布

截流期间,观测人员按规定频次及施工进度需要对各水文要素进行观测,并实时记录观测结果,对结果进行分析。建立截流通讯网络,记录人员将观测结果及分析成果报告给工程截流总指挥,由总指挥统一进行水文信息发布,指导工程截流施工。

3 观测成果

随着截流戗堤进占,龙口上下游水位落差,龙口流速等均发生变化,且呈规律性。

3.1 龙口水位落差

随着龙口的束窄,龙口落差逐渐增大,当龙口宽度束窄至 21 m 时达到最大,水位落差为 6.46 m,水面宽度为 2.78 m。龙口基本合龙时水位落差的变化见图 2。

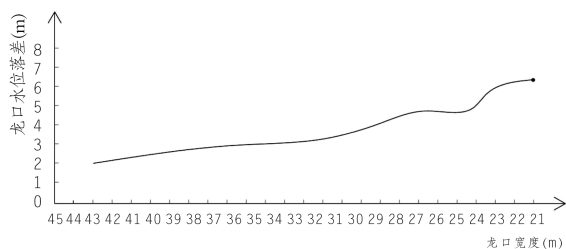


图 2 龙口基本合龙时水位落差的变化图

3.2 龙口流速

龙口最大流速随着龙口宽度束窄而增大,在龙口宽度束窄至 30 m 时达到最大,此时流速为 6.87 m/s,当龙口水面宽度为 18 m 时,流速逐渐下降。同时,随着龙口宽度的束窄,龙口最大流速的位置也慢慢向龙口下游偏移。龙口流速随龙口束窄变化见图 3。

3.3 成果分析

工程截流实际流量为 $430 \text{ m}^3/\text{s}$ 。根据截流期间水文观测成果表明,在 $Q=430 \text{ m}^3/\text{s}$ 流量的情况下,最大落差发生在龙口合龙时,达 6.46 m;

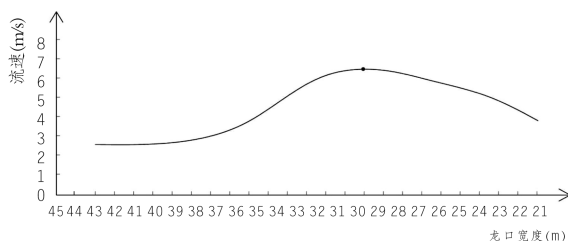


图 3 龙口流速随龙口束窄变化图

当龙口宽度为 30 m 时,戗堤轴线部位最大流速达 6.87 m/s;在戗堤轴线下游约 22 m 处,最大流速为 7.57 m/s,此阶段抛投料损失量最大,为截流最困难阶段。

4 结语

截流期间水文要素的实时观测,验证了模型试验、水力学计算与设计成果。同时,为截流抛填料的选择、截流进度的把控等提供可靠的依据,也为提前完成合龙奠定了坚实的基础。在截流戗堤强进占时,右岸裹头水下出现脱空现象,现场指挥小组根据实时水文信息及时对右岸裹头进行补抛,并改变进占方式,调整抛投料,有效控制了抛投料的流失。最终使电站提前合龙,顺利完成截流工作,取得了显著的经济效益和社会效益。

参考文献:

- [1] 任祖春,吴文明. 尼尔基水利枢纽二期截流水文原型观测[J]. 东北水利水电,2005,(1):39-41.
- [2] 宋方刚,马旭东,戴光清,等. 猴子岩水电站截流模型试验研究及原型观测对比分析[J]. 四川水力发电,2015,34(2):103-105.
- [3] 肖华,唐从胜. 清江高坝洲工程二期截流水文观测[J]. 人民长江,2000,31(8):25-27.
- [4] 李范秋,胡宝军,杨春生. 嫩江尼尔基水库大江截流水文测量技术讨论[J]. 黑龙江水专学报,2002,29(3):39-40.
- [5] 柳长征,樊云. 无人立尺测量技术在三峡大江截流中的应用[J]. 人民长江,1998,29(4):8-11.

作者简介:

廖 雯(1995-),女,四川广安人,助理工程师,学士,从事项目施工技术管理工作;

王 兴(1991-),男,陕西渭南人,助理工程师,本科,从事项目施工测量工作;

谭晓东(1996-),男,贵州铜仁人,大专,从事项目施工测量工作;

黄 锐(1989-),男,陕西平利人,大专,从事项目施工测量工作;

李霞斌(2000-),男,甘肃陇南人,中专,从事项目施工测量工作。

(责任编辑:卓政昌)