

# 金沙江银江水电站导流明渠截流方案的优化与实施

严瑞平<sup>1</sup>, 向前伟<sup>2</sup>, 杨显东<sup>1</sup>

(1. 攀枝花华润水电开发有限公司, 四川 攀枝花 617067; 2. 四川川投能源股份有限公司, 四川 成都 610044)

**摘要:** 银江水电站位于金沙江中游的攀枝花市主城区内, 装机容量为 390 MW。2024 年 11 月 18 日 19 时 08 分, 金沙江银江水电站导流明渠成功截流。本次截流克服了分流条件受限、截流水深大、明渠底板光滑、上游电站出库流量控制难及现场备料难度大等困难。在电站建设单位的精心组织及各参建单位的积极配合下, 通过优化截流备料和实施方案, 成功实现了导流明渠截流, 为电站首台机组发电目标的实现奠定了坚实的基础<sup>[1]</sup>。

**关键词:** 银江水电站; 导流明渠截流; 城市主城区; 方案; 攀枝花市

**中图分类号:** TV7; TV51; TV52; TV551

**文献标志码:** B

**文章编号:** 1001-2184(2025)01-0005-02

**DOI:** 10. 20196/j. cnki. scslfd. 20250102

## Optimization and Implementation of Diversion Channel Closure Scheme for Yinjiang Hydropower Project on Jinsha River

YAN Ruiping, XIANG Qianwei, YANG Xiangdong

(1. Panzhihua China Resources Hydropower Development Co., Ltd., Panzhihua Sichuan 617067;

2. Sichuan Chuantou Energy Stock Co., Ltd., Chengdu Sichuan 610044)

**Abstract:** The Yinjiang Hydropower Project is located in the main urban area of Panzhihua City in the middle reaches of the Jinsha River, with an installed capacity of 390 MW. At 19:08 on November 18, 2024, the diversion channel of Yinjiang Hydropower Project was successfully cut off. This diversion overcame the difficulties of limited diversion conditions, deep diversion water, smooth open channel bottom plate, difficult outflow control of upstream hydropower projects, and difficult on-site material preparation. With the careful organization of the project construction unit and the active cooperation of all participating units, the diversion open channel was successfully cut off by optimizing the diversion material preparation and implementation plan, laying a solid foundation for the realization of the power generation target of the first unit of the hydropower project.

**Key words:** Yinjiang Hydropower Project; Diversion channel closure; Urban main area; Scheme; Panzhihua

### 1 概述

银江水电站位于金沙江中游攀枝花市河段雅砻江与金沙江汇合口上游约 3.6 km 处, 上距攀枝花市主城区约 10 km, 衔接其上游的金沙水电站。金沙江银江水电站为河床式开发电站, 总装机容量为 390 MW; 采用混凝土重力坝, 最大坝高 73 m; 施工采用分期导流, 共分三期施工, 总工期为 72 个月。电站一期导流期间由一期土石围堰挡水, 水流从束窄后的原河床下泄, 进行右岸导流明渠的施工; 二期导流为主河床截流, 由二期上下游全年土石围堰和混凝土纵向围堰挡水<sup>[2]</sup>, 水流由导流明渠下泄, 施工主河床的 5 孔溢流坝段及厂房坝段; 三期导流为导流明渠内截流, 在三期上

下游土石围堰的保护下施工导流明渠内的 2 孔溢流坝段和右岸非溢流坝段。枯水期的水流由主河床中的 5 孔泄洪表孔下泄, 汛期则由已建成的 5 个溢流表孔和已具备发电条件的机组过流。

银江水电站的导流明渠截流戗堤独立布置于三期上游围堰上游侧, 距上游围堰轴线约 130 m。戗堤轴线长 115 m, 顶宽 25 m, 其顶部高程为 987.00 m, 底部高程为 970.00 m, 采用单向立堵的进占方式, 龙口位于河床左侧, 龙口设计宽度为 50.6 m<sup>[3]</sup>, 截流标准为 1 932 m<sup>3</sup>/s, 即上游金沙水电站 2 台机组满发与区间 10% 频率月平均流量之和。鉴于该电站导流明渠截流具有的特殊性, 笔者进行了深入研究。

### 2 导流明渠截流遇到的重难点问题分析

收稿日期: 2024-12-28

2.1 主河床分流受限

该导流明渠截流戗堤的底部高程为 970.00 m,主河床二期围堰拆除后的拦沙坎设计高程为 982.00 m,但受拆除时间影响,部分防渗墙及堰体未完全拆除至设计要求的高程。龙口合龙前,实测上游来水流量低于 1 000 m<sup>3</sup>/s 时拦沙坎顶部基本不过流,水流均通过龙口下泄至河道下游;同时,因其下游尾水受雅砻江回水顶托的影响,其上下游落差较小,导致溢流坝闸孔在小流量情况下分流效果较差。

2.2 截流水深大,明渠底板光滑

在前期预进占过程中,由于戗堤顶面高程偏高(约为 986.00~987.00 m),高于明渠底板高程 16~17 m,高于龙口水面高程约 2~3 m,导致所抛投的材料高位入水后难以沉底;由于合金网兜采用自卸车卸料导致散架问题突出,难以发挥其应有的作用;由于混凝土六面体和四面体高位抛投入水后在自身竖向流速和龙口水流水平流速的作用下极易向下游发生漂移、难以及时沉底;鉴于戗堤前期分区填筑料的不合理而造成戗堤前部大块石挑脚较单薄,且其后部跟进的抛投料均为石渣料等细料,未能对戗堤挑脚形成有效支撑,导致前期预进占过程中堤头冲刷垮塌严重,流失量大。

2.3 上游电站出库流量控制难

银江水电站上游已投产运行的梯级水电站依次为梨园、阿海、金安桥、龙开口、鲁地拉、观音岩及金沙水电站,这些水电工程建成运行后拦截了金沙江的泥沙并调节了金沙江的径流洪水,改变了天然情况下的来水过程,增加了枯季径流,枯水期的河道水流主要受上游电站发电的影响。为了减少银江水电站截流的难度,需要协调其上游梯级鲁地拉、观音岩、金沙等水电站在截流戗堤龙口合龙过程中控制其出库流量。但观音岩水电站为周调节水库,而鲁地拉、金沙水电站为日调节水库,其长时间调蓄并控制流量下泄的能力有限,特别是在银江水电站龙口合龙的关键施工时段,其按照小流量控制的时间较短;同时,上述已运行的电站均在参与电量市场交易,每日的出库流量均保持在 500~3 000 m<sup>3</sup>/s 不等,且其变幅很大,导致银江水电站前期龙口预进占过程不理想。

2.4 现场备料难度大

鉴于银江水电站位于攀枝花市主城区内<sup>[4]</sup>,

且其为河床式电站,两侧坝坡和坝基岩石开挖量较少,主要以强风化岩石为主,块石料极少,主河床覆盖层厚 20~40 m,自上而下分为卵石、粉质土、卵砾石三层,大块石料非常少;银江水电站没有单独的料场,其混凝土骨料采用原观音岩料场的粗破料,其距银江水电站近 60 km,需要通过市区道路运输,导致在短时间内备足大块石料的难度非常大。

3 导流明渠截流实施方案的优化

笔者根据上述存在的实际问题,对导流明渠截流实施方案进行了优化:

(1)将截流戗堤的宽度由 25 m 增加至 45 m,以保证龙口宽度为 30~20 m 最难推进阶段时的截流抛投强度<sup>[5]</sup>。

(2)扩宽运输道路至三车道,以保证截流材料的运输强度。

(3)将特殊截流材料调整为以四面体(边长分别为 2、3、4 m)、中大石、钢筋石笼、合金网兜、块石串为主。

(4)左右岸均在事前采取了设置锚点的措施,提前穿钢丝绳下放四面体(边长为 4 m)沉底作拦挡之用。

(5)改进了钢筋笼及四面体串的加工工艺,增加了连接强度,保证了截流进占效果。

(6)改善了拦沙坎的分流条件,尽可能地降低了右岸拦沙坎高程。

(7)受电网自主调度影响,近期金沙水电站的每日出库流量均在 2 400~500 m<sup>3</sup>/s 变化,变幅较大,但将其保持在 500 m<sup>3</sup>/s 左右仍有几个小时。为了保证截流期间的施工强度,公司组织参建单位讨论后明确:2024 年 11 月 15 日、16 日、17 日,可在小流量时循序进占施工,合龙前将龙口宽度缩小至 25 m 左右,并及时做好堤头和戗堤下游段的防护,防止其在大流量时被冲刷垮塌。

4 实施效果与结语

2024 年 11 月 18 日 19 时 08 分,金沙江银江水电站导流明渠成功截流,标志着银江水电站工程施工进入三期导流阶段,从而为 2024 年 12 月底首台机组发电目标的实现奠定了坚实的基础。

银江水电站导流明渠截流的实践表明,在主河床分流受限、截流水深大、导流明渠底板光滑、

(下转第 56 页)

的流量为 16.33 L/min 等。初步分析得知其主要原因为灌前压水试验时压力稳定且较小,而当开灌压力大于压水压力后,其压力水柱造成孔底沉渣、岩屑等堵塞了孔壁裂隙,进而造成注入流量突降。在施工现场采取了降低开灌压力,延长稀浆灌注时间等措施进行了处理。

另外,个别孔段出现了压水试验透水率较低(小于 3 Lu)而吸浆量特别大的情况,如 CW-1-I-93 号孔,其第 4 段(18.6~24.6 m)的压水压力为 0.97 MPa、透水率为 1.97 Lu,稳定压入流量为 11.51 L/min,开灌压力为 1.14 MPa 时的流量为 24.47 L/min,总注入灰量为 519.74 kg,单位注入量为 86.62 kg/m;第 5 段(24.6~30.6 m)的压水压力为 0.98 MPa,压水透水率为 0.47 Lu,稳定压入流量为 2.77 L/min,开灌压力为 0.76 MPa 时的流量为 29.37 L/min,总注灰量为 688.54 kg,单位注入量为 114.76kg/m。经综合分析后认为灌前压水试验时压力稳定且较小,裂隙未完全张开,其稳定压入流量较小;而灌浆时开灌压力较大或开灌时瞬间压力过大导致裂隙张开较大,开灌后流量较大。现场未对此情况进行特殊处理。

4 灌浆效果

经统计分析得知:断层破碎带区域 I 序孔的最大单位注灰量为 305.99 kg/m,最小单位注灰量为 0.04 kg/m,平均单位注灰量为 49.60 kg/m;II 序孔的最大单位注灰量为 415.11 kg/m,最小单位注灰量为 0.27 kg/m,平均单位注灰量为 23.82 kg/m,III 序孔的最大单位注灰量为 77.55 kg/m,最小单位注灰量为 0.09 kg/m,平均单位注灰量为 14.02 kg/m,其注灰量因灌浆次序的增

上游电站出库流量控制难及现场备料难度大的情况下,采取改善分流条件、合理配备截流材料、加大龙口抛投施工强度、加强戗堤挑脚支撑、协调上游电站控制出库流量等措施,成功实现导流明渠截流。

参考文献:

[1] 信息动态. 水利水电技术[J]. 2012,43(11):95-101.  
[2] 李志伟,彭继乐,赵星. 枕头坝二级水电站施工导流规划与设计[J]. 水电与新能源. 2021,35(5):61-65.  
[3] 梁仕铁. 缅甸太平江水电站截流及围堰优化施工[J]. 2012,

加而明显减少,符合各次序灌浆耗灰量变化规律。灌后的试验检测结果显示:灌浆质量满足设计及相关规范要求。另外,位于 F<sub>24</sub> 断层破碎带与正常地层交界部位的各灌浆孔 I 序孔段灌前压水透水率呈逐渐增大趋势,II 序孔和 III 序孔灌前压水透水率则明显减小,灌浆效果明显。

5 结 语

针对银江水电站坝址区工程地质条件复杂,断层带较多的不良地质情况,帷幕灌浆的质量尤为重要。银江水电站 F<sub>24</sub>、f<sub>143</sub> 断层破碎带帷幕灌浆施工过程中遇到了涌水量大、芯样获取率低、孔底沉渣量大、塌孔、灌前压水试验成果与灌浆情况不匹配等问题,经因地制宜、采取一系列有效措施处理后达到了防渗标准,所采取的施工处理方案可供类似工程借鉴。

参考文献:

[1] 水工建筑物水泥灌浆施工技术规范:DL/T 5148-2012[S].  
[2] 陈珙新,祝红,熊进. 三峡工程 F215 断层复合灌浆处理试验研究[J]. 长江科学院院报,2000,17(6):9-11,17.  
[3] 董小虎,吕晓冰,杨培洲. 两河口电站砂板岩顺层断层灌浆试验研究及应用[J]. 水利建设与管理,2024,44(3):59-65.  
[4] 胡世英,曾晓洲. 浅论溪洛渡拱坝基础帷幕水泥-化学复合灌浆试验[J]. 水电站设计,2015,31(1):93-96.  
[5] 李丙寅. 黄河李家峡电站左岸 F26 断层化学灌浆试验分析[J]. 西北水电,2006,25(3):75-77.  
[6] 仲深意. 断层破碎带帷幕灌浆施工质量控制[J]. 水利水电技术,2013,44(7):77-78.

作者简介:

李 波(1993-),男,四川会理人,助理工程师,学士,从事水利水电工程技术和管理工作;  
严瑞平(1981-),男,湖北公安人,总工程师,副高级工程师,硕士,从事水电工程建设技术与管理工  
周绍冰(1991-),男,湖北荆州人,一级建造师,学士,从事水电工程建设技术与管理工

(编辑:李燕辉)

[4] 陈仁峰. 金沙水电站导流明渠截流施工技术研究[J]. 人民长江,2022,53(6):29-163.  
[5] 水电水利工程截流施工技术规范:DL/T 5741-2016[S].

作者简介:

严瑞平(1981-),男,湖北公安人,总工程师,副高级工程师,硕士,从事水电工程建设技术与管理工  
向前伟(1985-),男,四川彭州人,副高级工程师,学士,从事水利水电工程建设技术与管理工  
杨显东(1974-),男,四川仪陇人,工程师,从事水电工程建设技术与管理工作

(编辑:李燕辉)