

# 西藏某水电站三期截流的设计与施工

熊忠翔, 焦永春, 贺宁波, 向尚君

(中国安能集团第三工程局有限公司, 四川 成都 611130)

**摘要:** 西藏某水电站三期明渠截流具有糙率低、截流材料流失大、现场交通条件差、二期上游围堰拆除时间较晚、影响分流效果等难题。通过优化截流戗堤轴线布置, 利用二期上游围堰和纵向混凝土围堰壅高龙口下游水位, 采取爆破拆除动水泄渣技术确保了分流效果; 在右岸预备设备和截流特殊材料, 确保右岸裹头安全等措施, 在很大程度上降低了截流难度, 确保了截流成功实施。阐述了西藏某水电站三期截流的设计与施工。

**关键词:** 明渠截流; 折线形戗堤; 动水泄渣; 西藏; 水电站; 设计与施工

**中图分类号:** TV7; TV22; TV51; TV551

**文献标识码:** B

**文章编号:** 1001-2184(2020)增 1-0036-04

## Design and Construction of the Third Stage Closure of a Hydropower Station in Tibet

XIONG Zhongxiang, JIAO Yongchun, HE Ningbo, XIANG Shangjun

(China Annen Group Third Engineering Bureau Co., LTD, Chengdu, Sichuan, 611135)

**Abstract:** The third stage open channel closure of a hydropower station in Tibet has some problems, such as low roughness, large loss of closure materials, poor site traffic conditions, late removal of phase II upstream cofferdam, and impact on diversion effect. By optimizing the axis layout of closure dike, taking advantages of the second stage upstream cofferdam and longitudinal concrete cofferdam to raise the downstream water level, and adopting blasting demolition and dynamic water discharge technology to ensure the diversion effect; by preparing equipment and special materials on the right bank to ensure the safety of end wrapping on the right bank, so that the difficulty of river closure is greatly reduced and the successful implementation of river closure is ensured. This paper describes the design and construction of the third stage closure of a hydropower station in Tibet.

**Key words:** open channel closure; broken line dike; dynamic water discharge; Tibet; hydropower station; design and construction

### 1 概述

西藏某水电站大坝为混凝土重力坝, 从左至右由左岸挡水坝段、溢流坝段、冲沙底孔坝段、厂房坝段、右岸挡水坝段组成。导流明渠位于河道左岸, 长 628 m, 采用全断面混凝土结构, 过水断面为矩形, 底宽 35 m, 进口高程为 3 248 m, 出口高程为 3 243 m, 沿程底坡为 8.06%, 明渠内侧河道边坡坡度约为  $5^{\circ} \sim 15^{\circ}$ , 外侧边坡较陡, 平均坡度为  $35^{\circ} \sim 45^{\circ}$ , 不具备直接进入明渠内部的交通条件。整个工程分三期进行施工, 其中一期利用束窄河床过流进行明渠施工; 二期利用明渠过流进行左岸坝段的施工; 三期施工利用 5#~8# 导流底孔和 9#、10# 冲沙底孔过流, 明渠截流后, 利用明渠内上、下游围堰围挡进行明渠内坝段的

施工。在进行明渠截流施工前, 需要对二期围堰进行拆除, 其中二期上游围堰为双排混凝土防渗墙, 需要拆除后形成底高程 3 248 m, 底宽 50 m, 顶部高程 3 262 m, 宽度为 101 m 的泄流通道。

### 2 施工中的主要特点及难点

该电站明渠采用混凝土衬砌, 沿程底坡为 8.06%, 明渠底板糙率小, 水流速度快, 明渠布置在较低位置, 对河床开挖较深而造成两岸坡度较陡, 现场截流道路布置较为困难。现场的实际施工条件给明渠截流施工带来较大难度, 主要表现在以下几个方面:

(1) 明渠底板光滑, 糙率小, 导致截流时抛填的材料抗冲稳定性差, 进而加大了截流材料的流失量。而截流的特殊材料如特大石、钢筋笼、混凝

收稿日期: 2020-10-22

土四面体等用量增大,特殊材料的抛投强度难以提高而造成截流的费用和难度加大<sup>[1]</sup>。

(2)在进行明渠截流的同时,二期上游围堰进行拆除施工作业。上游围堰拆除采用爆破动水泄渣技术,龙口的宽度以及壅高水位与围堰拆除效果相关,而爆破拆除效果又影响到分流效果。因此,如何协调好两者的关系及施工时机是三期明渠截流成功与否的关键<sup>[2]</sup>。

(3)导流明渠两岸地势较为陡峭,加之分流后河床内的施工道路中断,明渠截流的戗堤只能由左岸向另一侧单向进占。右岸戗堤在大流速水流冲击作用下容易发生裹头失稳,加之交通受限,易造成截流失败,无形中增加了截流的难度。

(4)明渠截流后,为尽早发挥工程效益,要求明渠内相应坝段内的3#、4#导流底孔在次年5月具备过流条件,满足防洪度汛要求;在次年11月,完成全部大坝混凝土浇筑,满足下闸蓄水条件,导致主体工程施工工期非常紧张。为此,只有将截流时间提前,为主体工程施工赢得时间,进而导致截流流量偏大,增加了截流难度。

### 3 截流方案设计

#### 3.1 截流戗堤的布置

根据该电站三期明渠截流的主要特点及难点,为减少截流材料的流失,增加糙率,将截流戗堤布置于明渠渠首,具体布置情况见图1。经过模型试验研究,对直线形戗堤和折线形戗堤进行了对比分析,最终确定采用折线形戗堤方案。与直线形戗堤相比,龙口布设于明渠渠首内侧河道高糙率区,将直线形戗堤主流向截流变为斜向或侧向截流,避开了明渠高流速区,并合理地利用了龙口范围内二期上游围堰和纵向围堰形成壅堵、绕阻水流,较大幅度地降低了截流难度<sup>[3]</sup>。与直线形截流戗堤相比,折线形戗堤方案的长度有所增加,但两者实际总抛投量基本相当,且折线形戗堤轴线能明显减少大石抛投量<sup>[3]</sup>。

根据水力计算分析,三期截流戗堤合龙后的水位高程为3 253.6 m,考虑安全超高,对应的戗堤顶高程定位为3 255 m,戗堤顶宽20 m,上、下游边坡坡比为1:1.5。

#### 3.2 水力计算

根据整体截流安排,三期明渠截流安排在10月下旬进行,按照10 a一遇洪水标准,相应截流

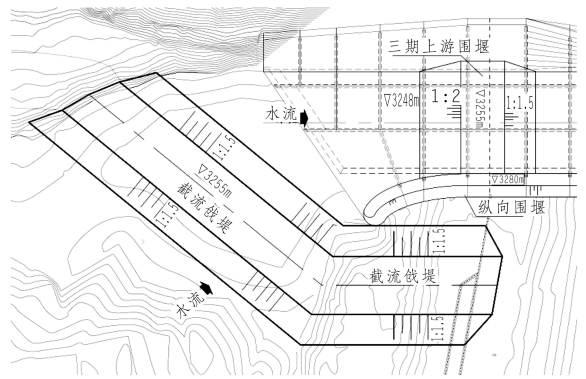


图1 三期明渠截流戗堤布置图

流量为 $960 \text{ m}^3/\text{s}$ ,预设龙口宽度为50 m。受场内交通条件和二期围堰拆除影响,在右岸预设裹头,由左岸单向进占,采用单戗立堵截流方式。截流水力学计算成果见表1,从计算成果可以看出龙口的平均流速最大值为 $5.11 \text{ m/s}$ ,最大单宽流量为 $14.49 \text{ m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})$ ,最大落差为 $4.49 \text{ m}$ ,龙口水力特征曲线见图2。

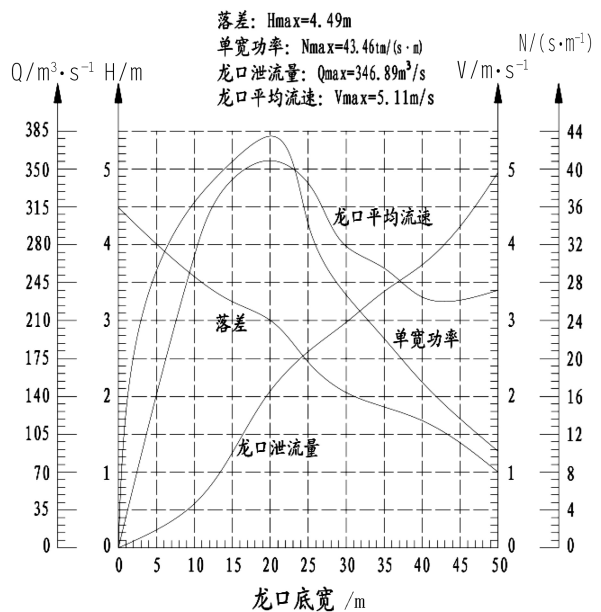


图2 龙口水力特征曲线图

#### 3.3 截流备料

根据合龙过程中不同宽度龙口的流速、落差等水力学指标,将截流龙口进占分为三个区段,即龙口宽度 $50 \sim 35 \text{ m}$ 为第Ⅰ区段,龙口宽度 $35 \sim 15 \text{ m}$ 为第Ⅱ区段,龙口宽度 $15 \text{ m}$ 至合龙为第Ⅲ区段。各区段截流抛投备料情况见表2。

### 4 二期围堰的拆除与三期截流施工

三期明渠截流与二期上游围堰的拆除同时进

表 1 三期截流戗堤进占过程龙口水力学指标表

龙口宽 /m	上游水位 高程 /m	下游水位 高程 /m	落差 /m	龙口过流量 / $m^3 \cdot s^{-1}$	单宽流量 / $m^3 \cdot (s \cdot m)^{-1}$	龙口平均流速 / $m \cdot s^{-1}$	单宽功率 / $m \cdot (s \cdot m)^{-1}$
50	3 251.5	3 250.5	1	346.89	10.2	3.4	10.2
40	3 252	3 250.32	1.68	261.41	10.46	3.31	17.57
35	3 252.14	3 250.28	1.86	236.82	11.84	3.69	22.02
30	3 252.3	3 250.25	2.05	208.37	13.02	3.98	26.7
25	3 252.45	3 250	2.45	181.37	13.95	4.81	34.18
20	3 252.65	3 249.65	3	144.87	14.49	5.11	43.46
15	3 252.85	3 249.6	3.25	87.82	12.55	4.86	40.78
10	3 253.1	3 249.52	3.58	40.75	10.19	3.85	36.47
0	3 253.42	3 248.93	4.49	0			

表 2 截流所需各种材料计划表

材料类型	预进占段		龙口段		注
	填筑量 / $m^3$	备料量 / $m^3$	填筑量 / $m^3$	备料量 / $m^3$	
石渣料	26 660	3 734	29 832	4 850	表中材料用量已考虑抛投料流失系数,预进占时的备料系数取 1.2,龙口合龙阶段的备料系数取 1.3
大块石	1 540	4 333	1 848	5 630	
特大块石	200	1 000	240	1 300	
钢筋石笼		400		520	
块石串		133		170	
小计	28 400	9 600	34 080	12 470	
合计	38 000		46 550		

行,两者之间存在相互协调和影响问题。同时,受现场交通条件的限制,只能采用从左岸单向进占。明渠截流本身存在流速大、糙率低、截流材料稳定性差、容易流失等特点,均给截流施工带来较大难度,在截流施工过程中应予以重点关注。

#### 4.1 二期围堰的拆除

截流前,将二期下游围堰全部拆除至高程 3 246 m,上游围堰中部拆除形成泄流槽,泄流槽底部高程为 3 248 m,底宽 50 m,两边岸坡坡度为 1:1.5,其余部位拆除至高程 3 262 m(图 3)。上游围堰为土石围堰,高程 3 256.5 m 以上采用复合土工膜防护,以下为双排混凝土防渗墙,设置于围堰迎水面堰脚位置,为 C20 混凝土,双排混凝土防渗墙间距为 5 m,上游侧防渗墙宽 1 m,下游侧防渗墙宽 0.8 m(图 4)。

上游围堰土石填筑部分采用自卸车配合挖掘机拆除,防渗墙部分采用爆破拆除。明渠截流施工与二期上游围堰拆除存在相互影响,若拆除达不到预期效果将影响分流效果,增加截流的难度。二期上游围堰拆除采用爆破拆除动水泄渣技术,<sup>[5]</sup>

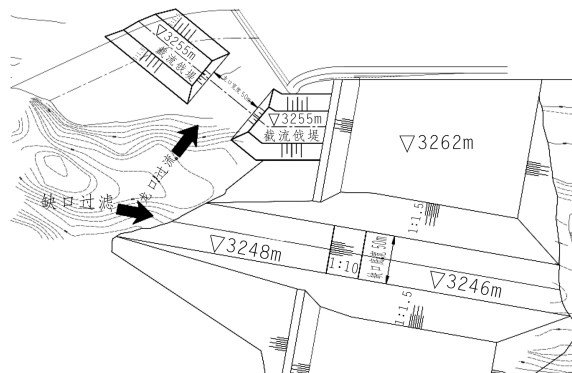


图 3 龙口位置与二期上游围堰分流缺口布置图

利用三期戗堤预进占、壅高上游水位,控制上下游水位差在 4 m 左右,确保围堰爆破后利用水流动能自动将拆除的渣料携走或泄至预设的集渣坑内,确保分流效果。下游侧预设的集渣坑底高程为 3 242 m,集渣坑尺寸为 25 m×50 m×4 m(长×宽×高)(图 5)。

#### 4.2 三期截流施工

受现场地形条件限制,二期上游围堰拆除后,明渠右岸的交通将被截断,右岸裹头的防护成为截流成败的关键。在二期围堰拆除前,一是要在右岸裹头准备大块石、钢筋石笼、块石串等特殊截流材料;二是要在右岸提前停放满足现场需要的挖掘机、推土机、自卸车等设备,用作右岸裹头防护施工之用。一定要充分利用二期上游围堰和混凝土纵向围堰壅堵、绕阻水流作用,以提高戗堤龙口下游的水位,降低龙口上下游的水位差,进而降低截流难度。除严格按照折线形布置截流戗堤外,还要严格控制龙口位置,利用壅高区和明渠渠首内侧河道高糙率区,减少截流材料的流失,降低抛投强度,增加截流的成功率。<sup>[4]</sup>

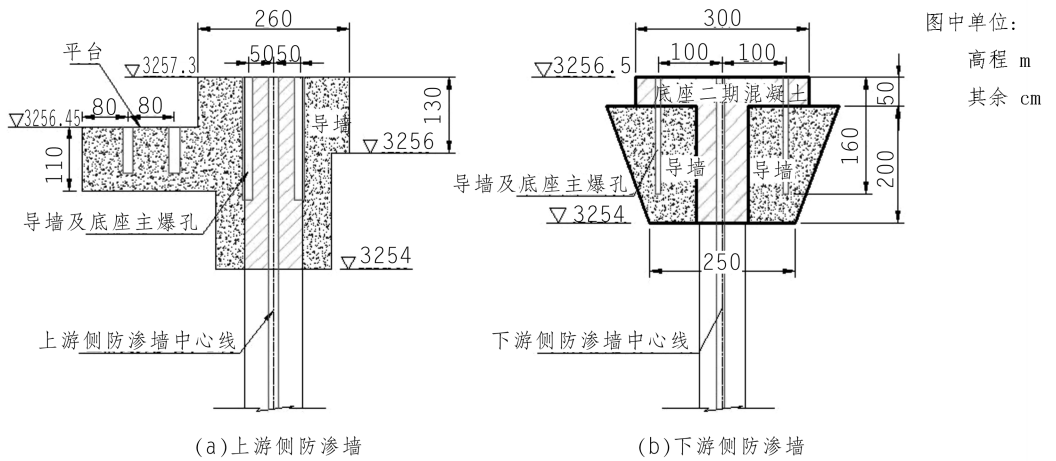


图4 双排混凝土防渗墙结构布置图

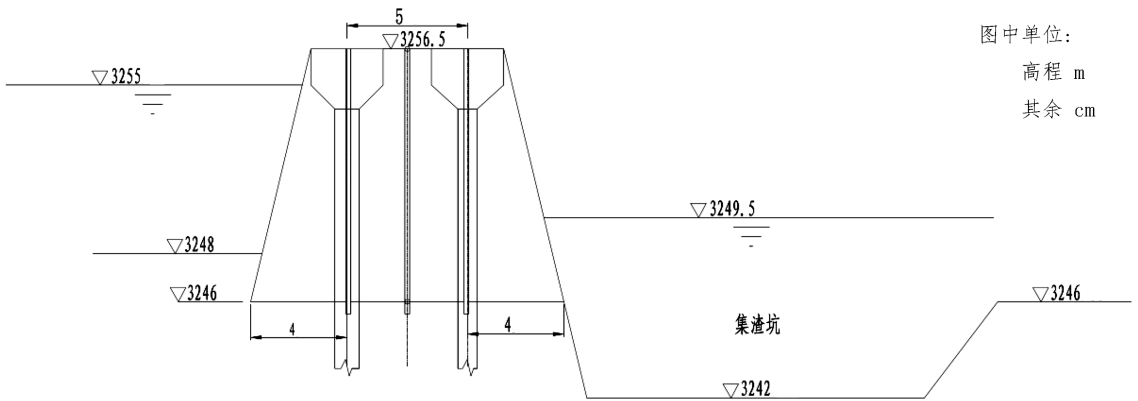


图5 集渣坑预设位置图

## 5 结 语

西藏某水电站三期明渠截流具有底板糙率低、现场交通条件差等特点,根据现场工期目标,要求提前进行截流;加之截流过程中同时进行二期上游围堰的拆除,导致截流难度较大。采取的具体措施为:一是优化截流戗堤轴线的布置,采用折线形截流戗堤,利用二期上游围堰和纵向混凝土围堰对龙口下游侧水位的壅高作用降低了截流难度<sup>[5]</sup>;二是采用爆破动水泄渣技术,在二期围堰下游预设集渣坑,利用上下游水位差将爆破后混凝土防渗墙的渣料泄至预设集渣坑内,确保了分流效果,降低了截流难度;三是根据现场交通条件确保右岸裹头安全,在右岸提前准备设备和截流特殊材料,确保了截流过程中右岸裹头的稳定,在很大程度上确保了截流的顺利实施。由于所采取的措施得当,分担了截流压力,三期明渠截流顺利实施,为后续工程施工赢得了时间。

## 参考文献:

- [1] 孙来成. 混凝土导流明渠截流关键技术研究[J]. 水利水电技术, 2015, 46(6): 115~119.
- [2] 党永平, 林 胜, 梁建忠, 等. 围堰双排混凝土防渗墙爆破拆除动水泄渣新技术[J]. 四川水力发电, 2015, 34(4): 21~25.
- [3] 马旭东, 戴光清, 杨 庆, 等. 明渠截流折线形戗堤轴线的选择与研究[J]. 水电能源科学, 2009, 27(2): 90~93.
- [4] 付光均, 向尚君. 西藏旁多水利枢纽截流施工[J]. 四川水力发电, 2015, 35(4): 1~3.
- [5] 王永平, 孙来成, 杨享渠, 等. 双排混凝土防渗墙爆破拆除动水泄渣技术[R]. 成都: 中国人民武装警察部队水电第三总队, 2014.

## 作者简介:

熊忠翔(1979-),男,四川盐源人,工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工作;  
焦永春(1986-),男,青海西宁人,工程师,学士,从事水利水电工程施工技术与管理工作;  
贺宁波(1990-),男,湖南宁乡人,工程师,学士,从事科技管理工作;  
向尚君(1982-),男,四川苍溪人,高级工程师,工程硕士,从事水利水电工程施工技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)