

文章编号:1001-4179(2022)S2-0092-03

引用本文:刘钊.沙坪二级水电站一期截流施工技术研究与实践[J].人民长江,2022,53(增2):92-94.

# 沙坪二级水电站一期截流施工技术研究与实践

刘 钊

(国能大渡河流域水电开发有限公司 枕沙水电建设管理分公司,四川 乐山 614700)

**摘要:**截流的成败直接影响水电工程建设的直线工期和投资。以沙坪二级水电站为例,一期工程截流面临着截流流量大、准备时间短、材料种类多、设备投入大等挑战,为此技术人员通过精心准备,确定了合理的截流流量及截流方式,即钎提进占时考虑平均流量 $2\ 054\ \text{m}^3/\text{s}$ ,相应水位 $537.14\ \text{m}$ ,合龙时考虑平均流量 $745\ \text{m}^3/\text{s}$ ,相应水位 $533.52\ \text{m}$ ,左右岸同时向中间进占(双向单钎立堵),并科学组织实施,实现了高标准大江截流。相关经验可供类似工程借鉴。

**关键词:**截流施工;施工组织;沙坪二级水电站

中图分类号:TV551.2

文献标志码:A

DOI:10.16232/j.cnki.1001-4179.2022.S2.022

## 0 引言

截流是水电工程建设的重要里程碑节点,是水电站建设从施工准备期进入主体工程建设期的标志,截流的成败会影响工程建设的直线工期和建设士气。为保证截流施工成功,截流设计、施工组织设计的合理性非常重要,其设计一般以结构计算、模型推演<sup>[1]</sup>、模型试验、同类经验<sup>[2-3]</sup>等为依据或参考。本文通过总结沙坪二级水电站截流设计及施工组织经验,结合现场原型观测实际,梳理截流薄弱环节并提出有效措施,为同类工程设计和施工组织提供参考。

## 1 工程概况

沙坪二级水电站是大渡河干流 28 个梯级中的第 24 级,上游紧邻正在建设中的沙坪一级水电站,下游紧邻已建成投产发电的龚嘴水电站<sup>[4]</sup>。工程采用河床式开发,水库正常蓄水位 $554.00\ \text{m}$ ,总库容为 $2\ 084\ \text{万}\ \text{m}^3$ ,挡水建筑物最大坝高 $63.0\ \text{m}$ ,总装机容量为 $34.8\ \text{万}\ \text{kW}$ 。瀑布沟水电站水库调蓄后,沙坪二级水电站多年平均发电量为 $16.10\ \text{亿}\ \text{kW}\cdot\text{h}$ 。枢纽建筑物

主要由左岸挡水厂房段、拦河闸坝坝段和右岸重力坝段、鱼道等组成。坝顶高程为 $557.00\ \text{m}$ ,坝轴线全长 $322.4\ \text{m}$ 。其中右岸重力式挡水坝段长 $33.0\ \text{m}$ ,泄洪闸坝段总共布置了 5 个断面尺寸为 $16.0\ \text{m}\times 13.0\ \text{m}$ (高 $\times$ 宽)的过流表孔,主厂房尺寸为 $173.30\ \text{m}\times 82.0\ \text{m}\times 62.0\ \text{m}$ (长 $\times$ 宽 $\times$ 高),安装了单机容量为 $58.0\ \text{MW}$ 的灯泡贯流式机组 6 台,为目前国内单机最大的灯泡贯流式机组。

一期工程通过已建成的导流明渠导流,通过主河道截流,在一期围堰的保护下进行拦河闸坝基础开挖,堆石混凝土施工,基础处理,闸底板、闸墩和厂坝间导墙混凝土浇筑等。工程采用双向单钎立堵方式截流,于 10 月 18 日启动钎堤预进占,11 月 9 日实现主河床截流。该次截流具备截流流量大、准备时间短、材料种类多、设备投入大等特点。

## 2 截流施工特点及对策

### 2.1 截流施工特点

(1) 一期截流时段是围堰施工和沙坪二级水电站网络计划中关键线路上的控制点,直接关系到一期围

堰的工期和沙坪二级水电站的总工期。

(2) 截流准备工期紧。2013年9月20日进场,11月上旬截流,准备工期仅50d,需要完成导流明渠进口岩埂和混凝土防渗墙拆除和截流备料工作,工作量大,时间较为紧张。

(3) 戗堤下覆盖层深厚,河床覆盖层最大厚度达35m,主要物质为砂卵石,截流施工时堰基冲刷量大。

(4) 戗堤预进占时平均流量达2125m<sup>3</sup>/s,相应水位为538.18m;合龙时平均流量1160m<sup>3</sup>/s,相应水位为534.66m,最大流速4.38m/s,截流难度较大。

## 2.2 施工对策

(1) 进场后迅速组织人员、设备进场,立即组织进行导流明渠进口预留岩埂和混凝土拆除,采取技术及组织措施确保无残埂。

(2) 合理规划好开挖与填筑时段,减少运距,加快填筑速度及抛投强度。

(3) 为赢取防渗时间,在预进占时期全断面填筑至防渗平台高程,以便尽快组织防渗人员、设备进场。

(4) 准备充足的块石、大块石、钢筋笼,并备有一定量的大块石串、钢筋石笼及四面体等特殊材料,必要时配备专业人员在堤头观察,根据实时水流状态及时调整抛投料和抛投手段。

## 3 截流施工组织设计

### 3.1 截流设计标准及流量

按照SL303-2004《水利水电工程施工组织设计规范》和招标文件的要求,一期围堰截流时段选定为2013年11月上旬。戗堤预进占时考虑上游深溪沟梯级水电站3台机组满发流量叠加深溪沟至沙坪二级电站坝址区间5a一遇的平均流量计算,结果为2054m<sup>3</sup>/s,相应水位为537.14m。合龙时考虑上游深溪沟水电站1台机发电流量叠加区间5a一遇的平均流量计算,结果为745m<sup>3</sup>/s,相应水位为533.52m。

### 3.2 截流方式

沙坪二级水电站一期围堰截流的分流建筑物为设置在左岸的导流明渠,明渠分流条件好,通过水力计算分析研究,一期截流的水力学指标较好,结合对枢纽区的地形和导截流施工临时道路的布置等具体情况分析,通过左岸导流明渠分流后,采用从左右岸同时向中间进占的双向单戗立堵方式截流。

### 3.3 戗堤及龙口设计

通过水力学数值计算,龙口合龙后上游水位约为

535.08m,考虑安全超高和波浪爬高等,确定截流龙口段进占戗堤顶高程为535.6m。在符合围堰结构功能安全及设计要求的前提下,考虑满足两辆四轴自卸装载汽车(60t)同时在龙口卸料,通过计算得截流戗堤龙口段堰顶宽度为17m,上、下游边坡坡比为1:1.55,戗堤边坡坡比为1:1.3。根据现场实际地质地形,将龙口确定在河床中部靠左岸侧。根据合龙水力学数值计算结果、抛投材料的抗冲性能、抛投单位小时强度及临时交通道路布置,经综合计算研究,设定该围堰预留龙口宽度为50.00m。龙口段进占共分2个区,分区情况(见图1)为:I区,左岸0+65~0+55,右岸0+15~0+25,龙口宽度20m,龙口平均流速1.66~3.12m/s;II区,左岸0+25~0+55,龙口宽度30m,龙口平均流速2.58~4.88m/s。

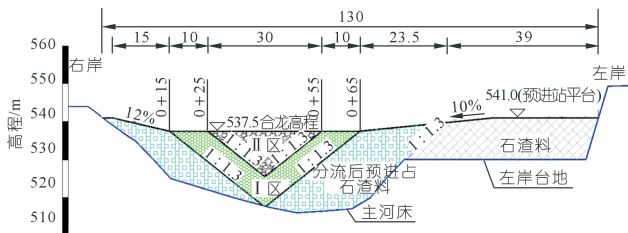


图1 双向立堵进占龙口分区(尺寸单位:m)

## 4 截流施工组织

### 4.1 截流备料

截流备料按截流施工方案中导流明渠进口余留2m岩埂未开挖到底来考虑。根据截流设计计算的龙口抛填料工程量、预进占工程抛投量及料场实际情况,预进占截流备料场选用电站下游4km处的火烧营料场和左岸明渠进口岩埂开挖备料场,截流备料场为火烧营料场和亥子坪料场,各种粒径材料及备料见表1。

表1 截流备料

部位	火烧营	亥子坪	明渠进口岩埂开挖		左坝肩开挖		下游桥	原S306
	料场	备料场	石渣/	中石	石渣/	中石	右桥头	道路四面体/
	石渣料/m <sup>3</sup>	大石/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	大石/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	大石/m <sup>3</sup>	钢筋笼/个	个
预进占	17000	5000	12000	5000	21000	7000	0	100
龙口I区	2000	8000	0	0	10000	1000	300	0
龙口II区	0	2000	0	0	2980	5000	500	200
合计	19000	15000	12000	5000	33980	13000	800	100

注:预进占按流失10%计算,龙口段按流失20%计算,备料系数为1.3。

### 4.2 截流机械投入

为满足截流抛投强度的总体要求,应配置足够的装、卸、挖、吊、推、平、运设备,优先选用功率大、容量大、效率高、机动性好的机械。根据截流过程记录,所投入机械设备能够满足最大2500m<sup>3</sup>/h的抛投强度。

截流主要施工设备见表 2。

表 2 截流施工设备配置

设备名称	型号	规格	数量/台	备注
挖机	日立 330	1.6 m <sup>3</sup>	8	石渣
	PC400	1.8 m <sup>3</sup>	2	石渣、中石、大石
	日立 240	2.0 m <sup>3</sup>	5	石渣(右岸)
	卡特 365	3.5 m <sup>3</sup>	1	大块石
装载机	ZL50C	3.0 m <sup>3</sup>	1	石渣、道路维护
自卸汽车	红岩金刚	20 t	88	
推土机	TY320		2	堤头
吊车		16 t	2	

#### 4.3 截流预进占施工

截流预进占于 2013 年 10 月 14 日启动,10 月 27 日预进占基本完成。根据截流设计方案,右岸预进占至桩号 0+15,左岸预进占至桩号 0+65,形成 50 m 宽龙口。预进占过程选用 2 m<sup>3</sup> 斗容反铲挖机装渣,用 60 t 四轴自卸汽车运输至抛投位置,采用推土机推平,戽堤行车路线拟布置双车道,堤头全断面平行推进抛投。左岸预进占与左岸导流明渠进口岩坎拆除同步实施,利用从导流明渠岩坎拆除出来的石渣进行预进占填筑,右岸预进占在导流明渠形成分流条件后实施,从 4 km 外的火烧营渣场及左岸明渠预留岩坎开挖备料场取料。预进占到预计部位后,采用大块石、钢筋笼等充当裹头保护,保护水面以下已填筑成型预进占戽堤不被水流冲刷淘空。

#### 4.4 合龙施工

10 月 28 日 09:00 开展截流演练,经过 2.5 h 紧张有序的抛投,龙口缩窄至 31 m,随即用大块石串及钢筋石笼保护堤头,并抛石护底,截止 11 月 1 日基本完成龙口 I 区的加宽加高。11 月 9 日 09:00 启动龙口合龙施工,经过 42 min 紧张有序的高强度抛投,于 09:42 实现大江截流,此过程抛投强度达 2 500 m<sup>3</sup>/h,并投入 110 个四面体和 256 个钢筋笼。

龙口进占共分两区进占,堤上车辆行驶通道布置为两车并行车道,堤头上车辆行驶线路为重车从下游通过,空车从上游通过;堤头行车区域分 3 个区布置,即“卸料区,回车区,编队区”。

龙口段填筑施工总体采用全断面并行推进填筑和突出上游位置挑角法两种进占方式结合进行,具体施工步骤如下:

(1) 突出上游挑角填筑施工法:即在戽堤堤头上游侧与戽堤轴线形成大约成 25°~50°夹角,用钢筋石笼、合金网兜和大块石等抛填形成一个防冲矶头,在防冲矶头下游保护侧位置形成回水流态,中小石、石渣等其它填筑混合料跟进进占。本次截流由于预进占已经

将形成三角形断面,一开始水力学指标就较高,因此需要采用此法进行施工,确保抛投稳定。

(2) 全断面推进施工法:是在河流水流流态较好、流速较小时一般填筑材料可满足抛投要求,两个卸料点进占可不分先后,并行推进填筑。

综合计算所得成果、已建同类工程经验及截流过程中实际边界条件情况,围堰龙口在进占过程中,Ⅰ区采用上挑角法或上下挑角法交替抛投进占,Ⅱ区前半段采用上挑角法,后半段采用全断面进占。

#### 4.5 堤头填筑施工

堤头填筑采用集中推运抛投、直接抛投和倾料冲砸抛投 3 种填筑抛投施工方式,具体操作方法如下:

(1) 集中推运抛投法:在堤头坍塌较严重的部位,自卸汽车不便靠近堤头直接抛入水中时,自卸汽车卸料在堤头顶上,由大功率推土机将渣料集中推入水中。

(2) 直接抛投法:即自卸汽车运料至堤头后直接将料卸入水流中,遗留的少量石渣由推土机配合推入水中。

(3) 卸料冲砸抛投法:将钢筋石笼、特大块石、合金网兜等从自卸汽车上直接卸料抛入水中,冲砸抛投。

在上游围堰合龙后,再立即进行下游围堰戽堤的抛填施工。下游戽堤截流时导流明渠的回流流速不大,基本上是在静水中抛投,不需要保护。

### 5 结语

截流备料、设备选用及投入、龙口抛投强度及工艺、堤头保护工艺等是决定截流成败的关键技术环节。本文对沙坪二级水电站一期工程主河床截流过程及关键工艺进行了总结,可为大流量、深厚覆盖层“U”形河道截流提供参考经验。不同电站截流的边界条件不甚一致,在参考同类经验的基础上要结合实际优化调整,关键环节特异性较强,如合龙、抛投料选择等还需通过模型试验重点论证,以保截流施工万无一失。

#### 参考文献:

- [1] 李文清. 雅砻江锦屏一级水电站截流施工技术[J]. 南水北调与水利科技, 2008, 6(3): 81-83.
- [2] 贺博文, 王洪源, 黄宗营. 糯扎渡水电站大江截流施工技术[J]. 人民长江, 2009, 40(10): 42-43.
- [3] 彭国勇, 张安平, 宋凯涛. 大渡河瀑布沟水电工程截流施工[J]. 湖北水力发电, 2006(3): 63-65.
- [4] 史德亮, 吴平安, 付峰, 等. 大渡河深溪沟水电站截流试验研究及工程实践[J]. 长江科学院院报, 2008, 25(6): 10-13.

(编辑: 胡旭东)