

# 猴子岩水电站分流围堰施工综述

杨正贵, 柏元武

(中国葛洲坝集团股份有限公司第一工程有限公司, 湖北宜昌 443000)

**摘要:**猴子岩水电站大坝围堰河床覆盖层最大深度达80余m,中间平卧20~30m厚的粉细砂层。为减小大坝围堰截流工程难度和工程量,降低围堰防渗施工工期压力,在汛前形成分流围堰,年底及第二年年初完成围堰防渗及围堰填筑,为在一个枯水期内完成围堰防渗墙及围堰填筑施工奠定了基础。

**关键词:**分流围堰;施工;猴子岩水电站

**中图分类号:**TV7;TV551.3;TV52

**文献标识码:** B

**文章编号:**1001-2184(2012)02-0128-02

## 1 概述

猴子岩水电站位于四川省甘孜藏族自治州康定县境内,是大渡河干流水电规划调整推荐22级开发方案中的第9个梯级电站,枢纽建筑物主要由拦河坝、两岸泄洪及放空建筑物、右岸首部式地下引水发电系统等组成。拦河坝为混凝土面板堆石坝,最大坝高223.5m;电站装机容量为1700MW。

根据施工导流规划,猴子岩工程于2011年11月上旬截流。2011年11月上旬截流后至2012年4月上、下游围堰防渗墙施工平台挡水,导流洞泄流,导流设计标准为20年洪水重现期,相应设计流量为985m<sup>3</sup>/s,上、下游围堰水位高程分别为1706.75m和1698m,防渗墙施工平台顶高程分别为1709m和1700m。2012年5月,上、下游围堰(施工期临时断面)挡水,导流洞泄流,导流设计标准为20年洪水重现期,相应设计流量为2650m<sup>3</sup>/s,上游围堰水位高程1714.95m,下游围堰水位高程1703.48m。2012年6月至2015年5月,上、下游围堰挡水,导流洞泄流,导流设计标准为50年洪水重现期,相应上游围堰顶高程1745m,下游围堰顶高程1710m。

2011年3月,猴子岩水电站分流围堰开始施工,分上下游围堰,5月底分流围堰施工完成,为后期坝肩开挖拦渣环保及枯水期尽早展开防渗墙施工奠定了基础。

## 2 分流围堰设计

上游分流围堰堰顶高程为1708m,最大堰高

13m,堰顶宽20m。上游坡坡比为1:1.8,下游坡坡比为1:3.5。堰顶及下游坡采用混凝土板保护,堰脚采用抛大块石防护,3~5块石块之间用钢丝绳连成串,以增加其抗冲能力。堰肩两岸岸坡分部位采用1m厚钢筋石笼或C25贴坡素混凝土保护。上游分流围堰顶部增设子堰,子堰底部高程为1706m,堰顶高程为1715m,子堰最大堰高9m,堰顶宽5m。

下游分流围堰堰顶高程为1702m,最大堰高约17m,堰顶宽20m。上游坡坡比为1:1.8,下游坡坡比为1:3.5。堰顶及下游坡采用钢筋石笼保护,堰肩两岸岸坡采用1m厚钢筋石笼保护。

## 3 主要施工程序

原则上按照先填筑、后防护的顺序施工,为加快施工进度,岸坡防护与堰体填筑交叉同步进行。主要施工程序如下:

(1)上游分流围堰主要施工程序:

戛堤预进占→截流→围堰加高培厚→护坡大块石串填筑→过渡料填筑→垫层料填筑→面板混凝土施工→岸坡防护施工→子堰填筑与防护施工。

(2)下游分流围堰主要施工程序:

洞渣料填筑→堰后大块石填筑→堰面及岸坡钢筋石笼施工→下游护脚大块石串填筑→堰面混凝土浇筑→岸坡混凝土浇筑。

## 4 分流围堰料源规划

该工程所需石渣填筑料从菩提河坝渣场和孔泥巴渣场回采,截流戛堤的大块石及护脚大块石串备料在采挖渣料过程中进行分选、收集,不足部

收稿日期:2011-12-18

分在色龙沟上游石料场钻爆开采。

垫层料采用泥洛河坝骨料加工系统生成的人工骨料。上游分流围堰截流所用 C15 钢筋混凝土四面体、堰顶、堰面及贴坡混凝土由泥洛河坝混凝土生产系统提供,混凝土四面体在预制场集中预制。

## 5 分流围堰截流的设计与施工

### 5.1 施工截流时段选择

根据水文资料,结合该工程施工进度安排,工程截流时间确定为 2011 年 4 月 5 日。

### 5.2 截流设计标准

上游分流围堰在 4 月 5 日完成戗堤截流,戗堤设计标准采用 4 月份 2 年一遇洪水流量  $505 \text{ m}^3/\text{s}$ ,截流戗堤龙口合龙时相应上游水位高程不高于  $1\ 705 \text{ m}$ 。考虑到截流戗堤安全超高,截流戗堤高程定为  $1\ 707 \text{ m}$ 。

### 5.3 戗堤结构

戗堤顶高程  $1\ 707 \text{ m}$ ,戗堤断面为梯形,上游坡比  $1:1$ 、下游坡比  $1:1.5$ 。为便于截流布置及施工,顶部宽度按  $20 \text{ m}$  控制,超填部分后期削坡后用于补填亏坡。顶部及下游坡面采用混凝土板保护,其下游  $1\ 702 \text{ m}$  高程平台  $1:2$  坡面采用钢筋石笼保护,下游坡脚水下部分采用大块石串护脚。

### 5.4 施工截流方式选择

按选定的截流时段和截流标准,根据现场实际条件,选择单戗堤立堵、双向预进占,龙口段单向合龙的截流方式。河床表层主要为漂卵石层,厚度大于  $3 \text{ m}$ ,糙率较大,抗冲刷能力较强,可不采取抛石护底措施。

### 5.5 龙口位置及龙口宽度选择

戗堤总长度  $75.7 \text{ m}$ ,右岸非龙口进占长度为  $40 \text{ m}$ ,左岸戗堤堤头进占长  $15.7 \text{ m}$ ,龙口宽为  $20 \text{ m}$ ,裹头宽  $4 \text{ m}$ ,裹头高程至  $1\ 707 \text{ m}$ 。

### 5.6 戗堤材料

左右岸非龙口段戗堤材料主要为石渣料、大块石及块石串,由钢筋石笼、大块石串和混凝土四面体裹头防护跟进,龙口高流速段主要用大块石、大石串、钢筋石笼、混凝土四面体,石渣料跟进合龙。

### 5.7 截流戗堤工程量

根据截流时间及预进占施工安排,经分析计算,上游分流围堰截流戗堤主要施工项目及工程

量见表 1。

表 1 截流戗堤工程量表

序号	施工项目	截流戗堤 工程量/ $\text{m}^3$	备存量 / $\text{m}^3$	备注
1	石渣料	31 440	50 304	备存量按计算工程量的 1.6 倍考虑
2	大石	14 040	22 464	备存量按计算工程量的 1.6 倍考虑
3	钢筋石笼	1 440	2 304	备存量按计算工程量的 1.6 倍考虑
4	C15 混凝土 四面体	560	563	单个重 $12 \text{ t}$
5	填筑合计	47 480	78 635	

### 5.8 截流抛投强度分析

上游围堰戗堤预留  $20 \text{ m}$  宽的龙口。考虑到龙口抛投的石渣、块石的损耗,龙口截流抛投量为  $7\ 050 \text{ m}^3$ ,龙口合龙前 1 天形成,进行单向进占截流,截流时段长度按  $10 \text{ h}$  考虑,填筑强度为  $705 \text{ m}^3/\text{h}$ 。在备料场配置 2 台  $2 \text{ m}^3$  反铲、5 台  $1.2 \text{ m}^3$  反铲、2 台  $3 \text{ m}^3$  装载机,挖装强度为  $820 \text{ m}^3/\text{h}$ ;配置 14 台  $25 \text{ t}$ 、16 台  $20 \text{ t}$  自卸汽车,运输强度为  $900 \text{ m}^3/\text{h}$ ,可满足截流施工强度要求。另配 1 台  $1.2 \text{ m}^3$  反铲辅助施工。混凝土四面体备料场布置 1 台  $25 \text{ t}$  吊车吊装四面体,围堰上布置 1 台  $25 \text{ t}$  吊车卸车,3 辆  $25 \text{ t}$  自卸汽车运输混凝土四面体。

### 5.9 截流戗堤施工

2011 年 4 月 2 日开始上游分流围堰截流戗堤双向预进占,至 4 月 4 日截流戗堤  $20 \text{ m}$  宽预留龙口形成,堤头裹头采用大块石、混凝土四面体、钢筋石笼及块石串进行保护,保护厚度为  $4 \text{ m}$ ,以满足防冲要求。

截流戗堤进占至龙口宽度后,采用  $0.8 \sim 1.2 \text{ m}$  大块石串、混凝土四面体、钢筋石笼及石渣料进行抛填。 $25 \text{ t}$  自卸汽车从备料场取料运输,采用上挑角进占,块石混合料跟进,截流现场采用 TY220 推土机在堤头推料,在戗堤左右岸分别布置一台 TY220 推土机进行道路维护,整个截流过程安全有序,一举成功合龙。

## 6 分流围堰填筑施工

分流围堰截流戗堤形成后,跟进围堰填筑施工。围堰填筑料主要采用  $2 \sim 1.2 \text{ m}^3$  液压挖掘机及  $3 \text{ m}^3$  装载机挖装, $25 \sim 20 \text{ t}$  自卸汽车运输至围

(下转第 137 页)

的影响。方案一中的场址布置在一侧岸坡,且高程较高,相对而言,影响其安全运行的边坡(特别是环境边坡)的危石(群)范围、处理工作量和难度相对较小。

## 6.2 建筑物基础问题

该工程坝址区河床覆盖层一般厚度为 41.2~67.77 m,最大厚度为 85.5 m。设计中比较的场址布置于坝后压重体上的方案场地开阔,地基属坝体的一部分,为填筑的块碎石土,结构不均一,经分层碾压后密实度有所提高,承载力基本满足要求,但基础的不均匀沉降依然存在,将影响设备的运行。方案一中的场址布置于右岸边坡开挖出的平台上,基础承载力和抗变形能力满足要求。

## 6.3 GIS 设备布置问题

GIS 设备布置于地下,运行的可靠性和安全性有所提高,但地下洞室的开挖跨度亦将增加,且

(上接第 129 页)

堰填筑工作面。

堰体水下部分采取端进法全断面抛填,采用堤头集料,推土机赶料抛投。

在水面以下堰体填筑完成并经验收合格后,再进行水面以上堰体填筑施工。采用推土机按 1 m 厚度控制铺料平整,人工洒水,25 t 振动碾顺堰轴线方向采用进退错距法碾压,碾压遍数为 6~8 遍。

## 7 分流围堰表面防护施工

为满足分流围堰表面的防冲保护要求,分流围堰填筑完成后需对其表面进行过水保护。过水保护施工主要包括堰面混凝土护面施工、钢筋石笼护面施工、大块石串护脚,两岸贴坡混凝土施工

试验设施的难度也随之增加。猴子岩水电站 500 kV 出线 5 回,丹巴变电站输送的电能需通过本工程的 GIS 设备。如果将 GIS 设备布置于地下,那么,输电损耗将略有增加,输电潮流合理性相对较差。方案一采用地面 GIS 方案输电潮流合理,将 GIS 布置在地面 GIS 楼内,设备运行可靠性相对较低,但除进行必要的自然边坡处理外,在 GIS 楼后方设置挡墙拦截滚石,通过层层防护,在很大程度上提高了 GIS 等机电出线设备运行的可靠性。

### 作者简介:

李治国(1978-),男,四川仁寿人,副设计总工程师,工程师,学士,从事水电站厂房设计工作;

张罗彬(1971-),男,重庆丰都人,高级工程师,工程硕士,从事水电站厂房设计工作;

刘一(1981-),男,湖北天门人,工程师,学士,从事水电站厂房设计工作。

(责任编辑:李燕辉)

及浆砌石挡墙施工等。

## 8 结 语

猴子岩水电站分流围堰在汛前提前实施,为枯水期进行围堰防渗墙施工及堰体填筑施工奠定了基础,为在一个枯水期内完成围堰施工赢得了工期,减小了深覆盖层围堰防渗墙施工的风险和压力,在大型工程、围堰施工难度高、工程量大的水电工程中是一种值得考虑和选择的方案。

### 作者简介:

杨正贵(1968-),男,湖北宜昌人,专业总工程师,高级工程师,学士,从事水电工程施工技术与管理工;

柏元武(1970-),男,湖北竹山人,项目常务副经理,高级工程师,学士,从事水电工程施工技术与管理工。

(责任编辑:李燕辉)

## 白水江流域玉瓦水电站可研设计通过审查

2012年2月21日至22日,四川省工程咨询研究院组织专家在成都对成都院编制完成的《四川省白水江流域玉瓦水电站可行性研究报告》进行了评审。玉瓦水电站是白水江干流(大录~青龙桥段)“一库七级”开发方案的第二级,上接多诺龙头水库,下接陵江电站。工程开发任务为发电,兼顾下游减水河段生态环境和景观用水。电站采用引水式开发,正常蓄水位高程 2 019 m,装机容量 49 MW,与多诺水库电站联合运行多年平均发电量 2.025 亿 kW·h,建成后在满足当地用电的基础上供电四川电网。枢纽主要建筑物由首部枢纽、引水建筑物和厂区枢纽三大部分组成。闸址位于阿坝州九寨沟县玉瓦乡酒房村下游 500 m 处,最大坝高 17.5 m;引水隧洞布置于右岸,长 14 072 m;厂址位于九寨沟县黑河乡水口坝村下游 1.8 km 处,推荐右岸地面厂房,共装机两台。受业主委托,成都院于 2006 年 5 月正式启动玉瓦水电站的前期勘测设计工作,响应业主及相关主管单位要求,成都院先后按水口及电口规范编制完成了多套设计报告;2009 年底通过电口预可设计审查后立即转入可研勘测设计工作,与业主一道先后完成了安全预评价、地质灾害评估、工程建设规划同意书、压覆矿调查、行洪论证、水资源论证、建筑征地移民安置规划、水土保持、环境保护等多项专题并审查通过,特别是在环保要求越来越严苛的情况下,环境保护专题经业主及成都院领导多方面努力于去年底终获审查并通过。本次会议听取了白水江上游项目部玉瓦设总关于本电站可研设计成果的全面汇报,并分 4 个专业组进行了认真细致的讨论和审议。会议审查认为,本可研报告内容和深度基本达到可行性研究设计阶段的深度要求,一致同意该报告。