

# 上程水电站施工组织设计简述

杨德贵

(广西玉林水利电力勘测设计研究院, 广西 玉林 537000)

摘要: 上程水电站可行性研究阶段的施工组织设计, 主要研究了该土石坝施工导流布置、坝体填筑规划、地下引水发电系统施工规划等技术问题。工程采用河床一次断流、土石围堰挡水、隧洞导流、主体工程全年施工方式, 施工组织设计中还对料场选择与开采、主体工程施工、施工总布置及对外交通等进行设计研究。

关键词: 可行性研究; 施工组织设计; 上程水电站

## 1 工程概况

上程水电站位于广西壮族自治区贺州市步头镇东北, 距步头镇 14.23 km, 大坝位于永和村附近的白石水与大桥水两溪流汇合口下游 220 m 处。电站枢纽主要由均质土坝、溢洪道、发电引水隧洞、地下发电厂房等建筑物组成。均质土坝最大坝高 67.2 m, 大坝正常挡水位 535.00 m, 坝顶高程 537.20 m, 坝顶长 249.00 m、宽 7.00 m。水库库容为 9 961 万  $m^3$ , 电站装机容量 90 MW。

地下引水发电系统包括发电引水隧洞和地下厂房。发电引水隧洞全长约 9 894 m, 隧洞开挖跨度 4.50 ~5.50 m。地下厂房由主厂房、主变洞、尾水室、出线兼通风洞和进厂交通洞等建筑物组成。主厂房长 80.0 m、宽 13.5 m、高 29.6 m, 厂房内安装 3 台冲击式水轮发电机组。施工规划主要研究洞室施工顺序、施工方法、施工通道布置及施工工期安排等关键技术问题。

## 2 施工组织设计内容简述

### 2.1 施工导流

施工导流方式为河床一次断流, 土石围堰挡水(汛期采用大坝挡水), 导流隧洞导流, 主体工程全年施工方式。水库库容 9 961 万  $m^3$ , 最大坝高 67.2 m。本工程为 等工程, 大坝为 3 级建筑物, 根据《水利水电工程施工组织设计规范》规定, 导流建筑物

级别为 等 5 级, 土石围堰导流设计标准为 5 年一遇洪水。根据大坝工程量, 大坝可在一个枯水期内填筑出渡汛水位以上, 围堰使用期限短。因此, 为节省工程投资, 本导流设计标准采用枯水期 10 月 1 日至第二年 3 月 31 日时段内 5 年一遇洪水标准, 其相应洪峰流量为 53  $m^3/s$ 。

由于坝址处于高山峡谷区, 河床狭隘, 不宜分期布置施工围堰和开挖导流明渠, 且均质土坝不能过流。经分析比较, 施工导流采用围堰断流隧洞导流方式, 汛期采用大坝挡水, 导流隧洞过流的方式。施工导流洞布置于大坝左岸山体内, 进口离左坝肩约 50 m, 出口位于溢洪道挑流鼻坎底部顺接于原河床。导流隧洞进口高程 480.00 m, 出口高程为 466.00 m, 隧洞总长 388.50 m, 洞径为 2.50 m, 用钢筋混凝土衬砌。施工围堰布置在坝址上游, 围堰采用土石围堰, 上游设计堰前水位 484.73 m, 取堰顶高程为 486.00 m, 其最大堰高 10.00 m, 堰顶宽 7.50 m, 上、下游边坡均取 1:2。由于坝址至隧洞出口河道底高程自然落差为 5 m, 导流水流考虑自由流走, 下游不设围堰。大坝临时渡汛设计洪水标准根据坝型及坝前拦洪库容, 采用 50 年一遇洪水标准, 其相应天然洪峰流量为 513  $m^3/s$ 。

上程水库计划第 3 年 3 月 1 日下闸蓄水, 至第 3 年 9 月 1 日蓄到正常蓄水位, 库水位

从 480 m 蓄至 535 m 用 6 个月时间, 平均每个月水位上涨 9.2 m。

## 2.2 料场选择与开采

土料场选用第一和第二土料场。第一土料场位于坝址右岸上游 400 m, 储量 131 万  $m^3$ ; 第二土料场位于坝址左岸上游 700 m, 储量 300 万  $m^3$ 。

石料场选用马鞍山和白鸠冲石料场。马鞍山石料场位于坝址右岸上游 2 800 m, 岩石为灰岩, 总储量 400 万  $m^3$ ; 白鸠冲石料场位于坝址右岸上游 800 m, 岩石为花岗岩, 总储量 240 万  $m^3$ 。

## 2.3 主体工程施工

### 2.3.1 大坝施工

对上程水电站均质土坝的施工, 重点研究解决料源规划、坝料分区供应规划等关键技术, 以确定合理的坝体填筑强度和进度。本工程填筑土方 150.8 万  $m^3$ , 其中大坝填筑土方为 129.3 万  $m^3$ 。根据料场规划, 土料选择位于坝址上游, 开采和运输条件较好的第一、二土料场。土料可同时从左右两岸第一、二土料场开采、运输上坝。坝料运输方式以自卸汽车通过公路上坝, 运输以 15 t 自卸汽车为主。对上坝公路的布置, 采用岸坡公路布置方式, 在主要上坝的左右岸上游, 均布置 3 层道路。道路标准为当地材料加固的等外公路, 路面宽 4.5 m, 局部加宽作错车道。

大坝工程是本工程受洪水威胁的施工项目, 安排在第一年 10 月开始施工, 第二年汛期坝前 50 年一遇洪水水位为 500.73 m, 要求大坝第二年 3 月底前填筑至 502.50 m 拦洪高程, 此高程以下大坝坝体填筑工程量为 77 万  $m^3$ 。因一个枯水期完成此工作量施工强度过大, 计划把整个坝体填筑至 491.00 m 高程后, 按大坝临时断面加高, 即临时坝顶高程为 502.50 m, 临时坝顶宽 40 m, 下游坝坡按 1:2, 上游坝坡按永久坝坡不变, 此高程以下大坝坝体填筑工程量为 56 万  $m^3$ 。按枯水期月工作日数 25 d 计, 每天需填筑约 4 500  $m^3$ 。若每天按工作 2 个台班计, 20 台 15 t 自卸汽车同时从左右两岸第一、二土料场开采后运输上

坝, 可满足填筑强度要求。

### 2.3.2 发电引水隧洞施工

上程电站发电引水隧洞开挖长约 9 894 m, 是工程施工总工期的控制性项目, 施工支洞的布置将直接影响电站的发电工期。根据隧洞的布置情况, 结合沿线的地形地质条件, 隧洞施工共布置 3 条施工支洞, 其中 1 条从进厂交通洞进入, 加上进出口工作面, 可提供 5 个施工工作面同时施工。主洞拟采用无轨运输方法开挖, 支洞断面采用 4.0 m  $\times$  4.0 m (宽  $\times$  高) 的城门洞形, 一般为单车道, 在地质条件较好的适当位置设置错车道。

隧洞开挖: 主洞和施工支洞掘进采用全断面开挖、周边光面爆破的方法施工。钻孔设备采用 YT-28 气腿式手风钻, 钻孔直径为 42 mm, 人工装药爆破, 2  $m^3$  装载机和 5 t 自卸汽车出碴。根据隧洞沿线的地质条件, 在不同类别的围岩中, 采用不同的开挖循环进尺和临时支护措施。

隧洞混凝土衬砌: 隧洞混凝土衬砌采用钢模台车施工, 分别由进口和进厂交通洞口的拌和站供应混凝土, 5 t 自卸汽车运至工作面, 用 HB-60 型混凝土泵送入仓, 人工振捣。

喷锚支护: 在 1+473 ~ 1+715 和 4+150 ~ 4+527 两段岩层褶皱轴部需进行喷锚支护, 顶拱采用长 3 m、直径 25 mm 的系统锚杆进行加固, 每一断面布置锚杆 5 根、间距 3 m。钻孔采用手风钻造孔, 用注浆机灌注水泥砂浆, 人工插入锚杆。挂直径 6 mm、间距 20 cm  $\times$  20 cm 的钢筋网, 并对围岩适时进行喷混凝土支护, 封闭岩体表面。喷混凝土采用 PZ-5 型混凝土喷射机, 容量为 4 ~ 5  $m^3/h$ , 喷射厚度 10 cm, 分两次喷护, 喷层间歇时间 20 min 左右; 拌和使用 0.25  $m^3$  的强制式搅拌机。

随机锚杆: 在围岩稳定性差, 顶拱易发生掉顶塌方, 侧壁易产生鼓帮的洞段, 在每茬炮后及时打随机锚杆。锚杆直径 25 mm, 长 3 m。安装锚杆采用锚固剂, 随机锚杆的数量暂按 50 根/100 m 预备。

### 2.3.3 地下厂房施工

地下厂房是工程关键项目, 在工程勘探

期沿进厂交通洞布置勘探平硐至主厂房，在施工准备期利用该平硐进行进厂交通洞的扩挖，工程正式开工后即可进行地下厂房的开挖。进厂交通洞全长 1 100 m。

地下厂房的施工支洞布置见图 1。从进厂交通洞末端分岔引 1 条施工支洞到主变洞顶拱高程进行主变洞的开挖，该洞称“厂 1 号支洞”，长 246.5 m，利用该洞进行主变洞上部、顶拱永久支护和岩壁吊车梁的施工。在 1 号支洞末端布置通风兼出线洞从主厂房顶拱前经过，设 1 条短支洞进入主厂房顶拱区进行主厂房上部、顶拱永久支护和岩壁吊车梁的施工，该洞称“厂 2 号支洞”，长 41.5 m。在进厂交通洞中厂 1 号支洞前，布置“厂 3 号支洞”下到尾水洞岔洞前，利用该洞进行尾水洞后半部及尾水岔洞的施工，3 号支洞长 206.5 m。

从进厂交通洞进入主厂房进行地下厂房下部和主变洞下部的开挖和其它施工作业。开挖完成后进行主厂房一、二期混凝土浇筑与机组安装，主变洞的混凝土浇筑及主变设备的安装。

地下厂房开挖：地下主厂房的开挖分上、下两部分，上部分为 Ⅰ、Ⅱ 区，每区开挖高度为 5 m，共 10 m。开工后先进行进厂交通洞的扩挖，从其末端开挖厂 1 号支洞及岔厂 2

号支洞，从厂 2 号支洞进入主厂房上部，进行地下厂房顶拱区 Ⅰ、Ⅱ 区的开挖及顶拱永久支护和岩壁吊车梁的施工。顶拱部分采用中心导洞先进，两侧扩挖的方法施工，汽腿式风钻钻孔，周边光面爆破。第 Ⅰ 层为岩锚梁区，本层开挖方法同顶拱区，但对岩锚吊车梁部位要求开挖轮廓准确。采用 2 m<sup>3</sup> 装载机配合 5 t 汽车从厂 2 号支洞经 1 号支洞到进厂交通洞出碴。

主厂房下部从进厂交通洞进入，进行第 Ⅰ、Ⅱ 层的开挖，采用台阶法施工，100 型潜孔钻钻孔爆破，2 m<sup>3</sup> 装载机配 15 t 自卸汽车从进厂交通洞出碴。第 Ⅰ 区层高 8 m，Ⅱ、Ⅲ 区各高 7 m。开挖完成后进行一、二期混凝土浇筑与机组安装。

由于地下厂房边墙和顶拱采用锚喷作为永久支护，为减轻爆破振动对围岩的影响，主厂房和主变洞台阶法施工的部位周边应采用预裂爆破。

混凝土浇筑：主厂房和主变洞混凝土浇筑采用在洞口拌和和后用 5 t 自卸汽车运至洞内，使用先期施工好的厂内行车配合 2 m<sup>3</sup> 吊罐入仓。岩锚吊车梁部位的混凝土浇筑使用混凝土泵送入仓，人工振捣。

喷锚支护：厂房顶拱部位需进行喷锚支护，顶拱采用长 5 m、直径 25 mm 的系统锚杆进行

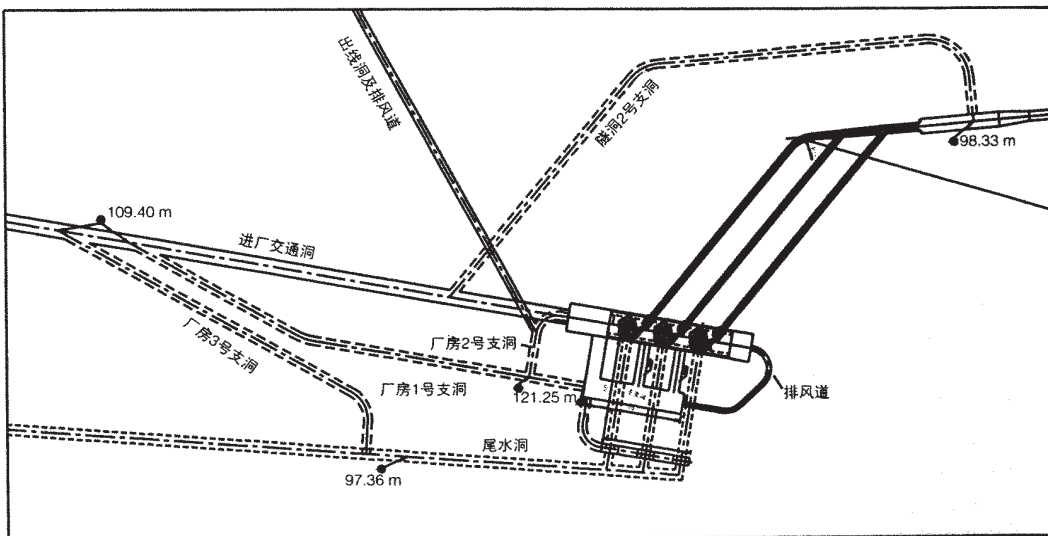


图 1 厂区施工支洞布置图

加固,锚杆梅花型布置,间距 $2\text{ m}\times 2\text{ m}$ 。钻孔采用手风钻造孔,用注浆机灌注水泥砂浆,人工插入锚杆。挂直径 $6\text{ mm}$ 、间距 $20\text{ cm}\times 20\text{ cm}$ 的钢筋网,并对围岩适时进行喷混凝土支护。喷混凝土采用PZ-5型混凝土喷射机,容量为 $4\text{--}5\text{ m}^3/\text{h}$ ,喷射厚度 $15\text{ cm}$ ,分3次喷护,喷层间歇时间 $20\text{ min}$ 左右;拌和使用 $0.25\text{ m}^3$ 的强制式搅拌机。

#### 2.4 施工交通运输

运输方式以公路运输为主。大件设备运输重量:水轮机转轮体 $50\text{ t}$ ,发电机定子 $110\text{ t}$ ,主变压器 $80\text{--}100\text{ t}$ 。为此,上程水电站的对外交通公路分2条道路分别连通发电厂房和大坝,公路等级分别为四级和等外级:一条为规划新建从步头跨贺江到上程厂房的四级公路 $14.2\text{ km}$ ;另一条从步头镇沿新拟定的进厂公路至新建贺江大桥左桥头到达坝首,路线全长 $58.4\text{ km}$ 。步头镇至八步 $40\text{ km}$ ,为二级公路,八步主要对外交通线路有:桂林火车站至八步(321、325国道)公路 $208\text{ km}$ ,柳州火车站至贺州市(323国道)公路 $262\text{ km}$ 。重大设备由桂林或柳州等铁路再转公路运至工地,路况能满足要求。

#### 2.5 施工总布置

根据本工程的枢纽布置特点、地形和场

地条件,施工布置按照“集中与分散相结合”的原则进行,结合工程施工管理和场地条件,施工分大坝工区、隧洞首部、1号支洞、厂房交通洞口与尾水洞出口4个工区布置,各分区布置均设置有相应的生产及生活设施。

#### 2.6 施工总进度

本工程为中型电站,引水系统线路长,工程量大,地下厂房施工复杂,因此对控制性项目和受洪水影响的工程施工总进度计划考虑采用较先进的施工技术、施工机械和安全措施。根据以上安排,上程电站第1台机组发电工期为32个月(2年8个月),总工期为36个月(3年)。其中准备工程6个月,主体工程工期32个月,完建期4个月。工程筹建期为1年,不计入总工期。

#### 3 结语

上程水电站可行性研究阶段的施工组织设计结合工程地形地质条件、建筑物特点和关键技术问题进行了深入研究,提出了经济合理的施工规划,较好地完成了该项目施工组织设计,并顺利通过了审查,获得好评。

参考文献:

[1] 广西玉林水利水电工程设计研究所.广西贺州市上程水电站工程可行性研究报告[R].2004.

### 动态报道

## 白石窑水电厂采用 竞争上岗方式评聘检修车间班组长

2006年8月11日上午9点,英德市白石窑水电厂正副厂长、厂总工程师、生产技术科长、人事科长、检修车间主任等领导汇聚检修车间办公室,召开了一场别开生面的评聘小组会,对参加竞聘检修车间班组长的16位职工进行第二阶段考核面试,将评聘13位职工担任检修车间和各专业班组的领班组长(第一阶段考核为参加竞聘的职工向评聘小组递交竞聘自荐书面材料,已经在2006年7月底完成)。

白石窑水电厂自投产发电以来,始终坚持以人为本,重视人才队伍建设,提倡“创建学习型组织,争当知识型职工”。几年来,电厂共派1000多人次到外地参观

学习,有1500多人参加各类专业技术培训班、报告会和到高等院校学习深造,为电厂造就了一支高素质的专业技术人才队伍。

检修车间新一届领导到任不足一个月,即对车间班组长采用竞争上岗方式评聘,是白石窑水电厂改革人事制度的具体表现,真实体现了用人唯贤、人尽其才的用人制度,最大限度地激发了广大职工工作的积极性和创造性,将为电厂提高工作效率,多发电、发好电发挥最大的作用。

(白石窑水电厂 邓南景报道)