

# 思南七里塘水电站金属结构设计综述

陶光慧

(贵州省水利水电勘测设计研究院, 贵州 贵阳 550002)

**摘要:**介绍了七里塘水电站工程金属结构的设计布置,详细阐述了各部位闸门的设计原则、技术参数和结构型式以及各部位闸门配套启闭机的主要技术参数,以供同类型电站金属结构设计借鉴。

**关键词:**七里塘水电站;金属结构;闸门;拦污栅;启闭机

**中图分类号:**TV7;TV547;TV735

**文献标识码:** B

**文章编号:**1001-2184(2014)02-0104-03

## 1 工程概述

七里塘水电站位于贵州省思南县境内的六池河干流上,为六池河梯级规划的第三级。电站正常蓄水位高程532 m,水库总库容0.705亿 $m^3$ ,本工程规模为中型水库,装机容量为30 MW,属小(1)型,坝后式开发电站。电站枢纽总体布置为碾压混凝土双曲拱坝,坝顶高程541 mm,坝顶宽6 m,最大坝高81 m。

本工程金属结构布置在泄水系统、引水发电系统上,共设有13道门槽(含拦污栅),13扇闸门(含拦污栅),配套的启闭机设备选用卷扬式平面闸门启闭机,共12台,弧门液压式启闭机1套。金属结构总工程量约500 t。

## 2 引水发电系统

引水发电系统布置于大坝左岸,金属结构设备主要设置在取水口进口、厂房尾水管出口处。包括拦污栅2扇、进水口事故闸门1扇、尾水检修闸门2扇及与闸门配套的固定卷扬式启闭机。

### 2.1 取水口进口拦污栅及启闭机

引水发电设施设有一岸塔式进水口,在取水口进口处设置有2扇拦污栅。拦污栅的底槛高程为508 m。拦污栅孔口尺寸为5 m $\times$ 10 m(宽 $\times$ 高),设计水头4 m。拦污栅为潜孔平面直立活动式,运行方式为静水启闭。拦污栅主材选用Q235B碳素结构钢。拦污栅主支承框架由主梁、边梁、纵向联结系和支承等组成,每扇拦污栅分3节制作安装,每节拦污栅布置3根主横梁,支承采用钢滑块,栅条与支承框架的连接采用焊接。

拦污栅采用提栅人工清污。每扇拦污栅均选

用1套型号规格为QPQ2 $\times$ 160 kN-11 m的固定卷扬式启闭机启闭,双吊点,启门容量为2 $\times$ 160 kN,扬程11 m。2套拦污栅共设置2套启闭机操作控制。

### 2.2 取水口进口事故闸门及启闭机

在取水口进口拦污栅的下游侧设置有1扇事故闸门,事故闸门底槛高程为508 m。闸门孔口尺寸为5 m $\times$ 5 m(宽 $\times$ 高),设计水头32 m,总水压力为7 621 kN。闸门型式为潜孔式平面定轮钢闸门,主支承选用筒支式定轮,反向支承选用反向滑块,侧支承选用筒支式侧轮装置,面板及止水设置在闸门下游面。闸门运行方式为动闭静启,利用门体自重及水柱加重闭门,采用门顶充水阀进行充水平压后静水提门。

启闭机选用1套规格型号为QPG2 $\times$ 630 kN-36 m的高扬程卷扬式启闭机,双吊点,启门容量为2 $\times$ 630 kN,扬程36 m。通过启闭机动滑轮装置与闸门吊耳连接,以实现闸门的提关。该闸门设置有水位仪(与拦污栅共用),用于监控闸门的充水平压情况等,方便启闭操作,保障闸门的安全运行。配备了一套启闭机操作控制柜,闸门开度及水位参数显示于启闭机控制柜显示屏上。

### 2.3 厂房尾水管出口尾水检修闸门及启闭机

该电站引水发电采用一洞二机方式,在每台机组出口各布置了一扇检修闸门,用于机组的日常检修。检修闸门底槛高程为463.722 m,闸门孔口尺寸为6.033 m $\times$ 2.216 m(宽 $\times$ 高),设计水头21 m,运行方式为静水启闭,总水压力为2 976 kN,主支承为钢滑块。闸门充水方式采用机组引水平压。

收稿日期:2013-12-11



启闭机选用1套规格型号为QPG2×80 kN-24 m的高扬程卷扬式启闭机,双吊点,启门容量为2×80 kN,扬程24 m。2套拦污栅共设置2套启闭机操作控制。

### 3 泄水系统

泄水系统由坝顶溢洪道、放空底孔和导流隧洞组成。溢洪道设置5孔,设露顶式平面工作闸门5扇;放空底孔设置1孔,由1扇事故闸门和1扇工作闸门及与闸门配套的固定卷扬式启闭机、液压启闭机组成;导流隧洞设置潜孔式平面封堵闸门1扇及配套固定卷扬式启闭机。

#### 3.1 溢洪道检修闸门及工作闸门与启闭机

溢洪道布置于坝顶中部,共设置有5孔泄洪孔,每孔溢洪道各设置1扇平面工作闸门。溢洪道堰顶高程为525 m,闸门底槛设置在堰顶下游侧,高程为524.8 m。闸门孔口尺寸为8 m×7.7 m(宽×高),设计水头为7.2 m,总水压力为2 880 kN。闸门型式为露顶式平面定轮钢闸门,主支承采用悬臂主轮。闸门主材为Q235B碳素结构钢。闸门的运行方式为动水启闭,双吊点启吊。

由于死水位与溢流堰顶高程(525 m)相同,在死水位情况下适当采取简易措施即可对工作闸门埋件进行检修,因此,工作门前未设检修门。

每扇工作闸门启闭机各选用1台规格型号为QPQ2×250kN-17 m的卷扬式平面闸门启闭机,容量为2×250 kN,扬程为17 m,设有独立的操作控制柜。该闸门承担水库的泄洪工作,故其启闭机设置有备用动力:柴油发电机组,以确保大坝运行安全。

#### 3.2 放空底孔进口检修闸门及启闭机

在放空底孔进口处设置有1扇检修闸门,检修闸门底槛高程为495 m。闸门孔口尺寸为2.5 m×3 m(宽×高),设计水头为45 m,总水压力为3 448 kN。闸门型式为潜孔式平面定轮钢闸门,主支承采用筒支式定轮。闸门面板及止水设在下游面,闸门利用水柱闭门。闸门运行方式为静水启闭,闸门门体上设充水阀,启门时需先打开充水阀,待闸门前后水压差小于3 m后启门。

启闭机选用1台规格型号为QPG250kN-47 m的高扬程卷扬式启闭机,单吊点,启门容量为250 kN,扬程47 m。配备一套启闭机操作控制

柜。

#### 3.3 底孔出口弧形工作闸门及启闭机

在放空底孔出口处设置有1扇弧形工作闸门,其功用为水库放空,不参与泄洪。工作闸门底槛高程为495 m。闸门孔口尺寸为2.5 m×2.5 m(宽×高),设计水头为45 m,总水压力为4 150 kN。闸门型式为潜孔式弧形钢闸门,采用直支臂圆柱铰,支铰高度为3.5 m,弧形闸门半径为5 m。闸门运行方式为动水启闭,闸门主材采用Q235B结构钢。

启闭机选用1台规格型号为QHSY500/300 kN-3.8 m的潜孔式弧形闸门液压启闭机,其启门容量为500 kN,闭门容量为300 kN,启闭机实际行程3.53 m,最大行程3.8 m。配备1套启闭机操作控制柜,配设启闭机行程控制系统即闸门开度仪(开度指示控制器)1套,以便于自动控制或监测工作闸门的开度及运行情况等,有利于闸门的安全运行与操作。闸门设置II型检修平台,高程为498.5 m,供闸门安装、运行、维护、检修使用。

#### 3.4 导流洞进口封堵闸门及启闭机

在施工导流隧洞进口处设置有封堵闸门1扇,封堵闸门底槛高程为473 m,下闸后最高挡水水位高程为532 m,闸门安装下闸平台高程为484 m。闸门孔口尺寸为6 m×7 m(宽×高),最高挡水水头为59 m,封堵时闸门下闸闭门操作水头为5 m。考虑下闸封堵时的水位涌高,将闸门下闸操作水头设计为7 m。导流洞封堵闸门型式为潜孔式平面滑动钢闸门,门体主材选用16 Mn结构钢,埋件主材选用Q235B结构钢。

启闭机选用1台规格型号为QPQ2×630 kN-13 m的卷扬式启闭机,双吊点,启门容量为2×630 kN,扬程13 m。封堵闸门在施工期锁定于闸门的检修平台上,封堵闸门的启闭机设备尽量回收,以作他用。

## 4 结语

七里塘水电站金属结构设计结合电站水工枢纽布置,合理设置了各部位闸门、拦污栅结构形式、支承方式、止水形式等,并根据各类闸门工作运行要求,合理配置了启闭设备,既节约了投资,又保证了枢纽安全、可靠运行的要求。

参考文献:



- [1] 水利水电工程钢闸门设计规范, DL/T 5039-1995[S].
- [2] 安徽省水利局勘测设计院. 水工钢闸门设计[M]. 北京: 水利出版社, 1980.
- [3] 《水电站机电设计手册》编写组. 水电站机电设计手册(金属结构一)[M]. 北京: 水利电力出版社, 1988.
- [4] 黄希元, 唐怡生. 小型水电站机电设计手册 金属结构[M]. 北京: 水利电力出版社, 1991.
- [5] 张光斗. 水工建筑物[M]. 北京: 水利电力出版社, 1992.
- [6] 姜佩东. 液压与气动技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000.

## 作者简介:

陶光慧(1978-), 男, 贵州天柱人, 桐族, 工程师, 学士, 从事水利水电工程金属结构设计工作. (责任编辑: 李燕辉)

## 四川省会东县大崇乡小田村“滇山崩倒”碑补记

1967年初夏, 我只身一人赴会东县探亲。归途中曾专程绕道赴金沙江边的先锋公社(今会东县大崇乡)一行, 在小田大队(今大崇乡小田村)踏勘了一处山崩遗址, 看到了记载这次山崩的一块碑刻。我是1967年7月3日到小田的, 很容易就找到了那块石碑(当地几乎人人皆知)。它已经成为一家农户简陋围墙的一部分, 横卧在路旁, 刻有文字的一面朝外, 字迹尚清晰。石碑是宣统庚戌年(1910年)立的, 记载的山崩发生在光绪六年(1880年), 石碑顶部有横排的(自右而左)“万古不朽”四个大字, 下面是直排的正文。其碑文全文如下:

万古不朽

建修庙序

尝闻官清司吏瘦, 神灵庙祝肥。如我小田坝观音石身, 有求必应, 其神最灵。先年无有庙宇, 安位土地祠。因光绪六年二月初六日, 滇山崩倒, 过江堵断降水三天两夜, 压绝者数十家, 易姓亦绝。有陆地壅型, 于光绪廿六年, 伊女施送入庙, 被人捏据, 易姓得银多两, 庙上去银一半赎回, 犹如新买一般。接年被租息湮积, 连前买庙祖添补, 始将大殿建修, 无有剩余, 未装修调脊。关山、古墓、下村一概被压, 惨不胜言。余约好善捐资, 每年清明祭扫。有名者请来坐席, 无名者不准混吃。今将出功德芳名开列示后:

李永瑞、李永正 各捐银□□

李兴枝、李隆塘 各捐银贰两

邵儒才、李兴贵、陈定福、陈其善 各捐银一两

鲁得盛、邵儒利、李永陞、周天成、董天学、

夏正福、林文举、林文兴、鄢正贵、余□盛 各捐银五钱

大清宣统庚戌年孟春中浣日立 督修李永正全姪建修李兴枝

该石碑为当地修建庙宇所立, 而庙宇已无迹可寻。石碑的制作比较粗糙, 行文、书法和刻工的水平都实在难以恭维, 但却记载了一次重要的山崩堵江事件, 时间、地点、灾情、堵江的规模和堵江的时长都叙述得相当清楚, 具有重要的科学价值。碑文中的“官清司吏瘦, 神灵庙祝肥”两句, 入木三分, 颇为幽默深刻, 令人忍俊不禁。

山崩的遗迹就在不远的金沙江边, 非常明显。山崩的堆积物形成了一个乱石岗, 肉眼粗略估计长约500米、宽约200~300米, 高出当时(汛期)水面约20~30米, 高出“小田坝”(金沙江一级阶地顶面)约10~20米, 崩落的砾石大小不等, 大的直径可达10米以上, 小的不足0.5米, 棱角明显, 无分选性。乱石岗上仅有少许草皮生长, 没有任何树木。对岸的崩塌面非常清晰, 形成一个坡度近70°的陡崖, 金沙江的河道在此明显变窄, 只有原先宽度的一半不到。

后来, 我查阅了一些资料, 在《中国地震资料年表》下册第1331页找到以下一段记载:

“光绪六年三月初九日(1880年4月17日), 巧家厅石膏地山崩, 先是于更尽后, 忽吼声如雷, 夜半山顶劈开, 崩于对岸四川界小田坝, 平地起丘, 压毙村民数十人。金沙断流, 逆溢百余里, 三日始行冲开, 乃归故道。”

这些文字源自光绪《东川府志》和民国《巧家县志》, 年份、地点、灾情和堵江的情况均与上述碑文一致, 记载的是同一事件, 可以互相印证。唯有具体日期不同, 地方志记载的是三月初九, 石碑记载的是二月初六, 考虑到石碑是山崩之后30年所立, 其时已是宣统年间, 晚于《东川府志》成书的光绪年间, 同时考虑到官方志书的相对严谨性, 恐怕还是“三月初九”一说较为可靠。

查《中国地震资料年表》和其他有关资料, 尚未发现云南、四川两省在同一天有关于“地震”、“地动”的史料记载, 《中国地震目录》等也没有在这一天认定有地震事件发生。看来, 这次山崩与地震无关, 可能更类似于1967年6月8日在四川省雅江县发生的特大垮山堵江事件。

小田村位于小江断裂附近, 村内有一天然温泉出露, 当时我还在那个温泉中泡过澡。那一带地区的现代地壳运动是比较强烈的。

我国的西南山区崩塌、滑坡等地质灾害历来频繁而剧烈, 金沙江、雅砻江、岷江等河流曾有过多次因山崩而被堵的记载。搜集、研究这些历史事件, 对于当地的建设、开发和环境保护具有重要的意义。

(成都市防震减灾局 洪时中)