

黄金坪水电站水力机械设计特点

甘 楠

(中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司,四川 成都 610072)

摘要:介绍了黄金坪水电站水轮发电机组及辅助设备,包括水轮机、发电机、调速器、桥机、辅助设备等。

关键词:黄金坪水电站;水力机械;设计特点

中图分类号:TV7;TV22;TV735

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2016)02-0041-03

1 概述

黄金坪水电站位于甘孜藏族自治州康定市黄金坪乡境内,为大渡河干流规划调整推荐二十二级方案中的第十一级电站,上游接长河坝水电站,下游接泸定水电站。黄金坪水电站坝址上距丹巴县城约100 km,距长河坝水电站约20 km,下距泸定县城约30 km,距成都约340 km。电站工区右岸现有省道S211通过并在瓦斯河口与国道G318线相连接,对外交通较为方便。

黄金坪水库正常蓄水位高程1 476 m,死水位高程1 473 m,具有日调节能力,电站总装机容量850 MW,采用左、右岸两个地下厂房开发布置方式,其中左岸厂房装机容量为800 MW,从水库左岸引水发电,多年平均年发电量35亿kW·h,年利用小时数为4 370 h,主要任务是发电;右岸厂房装机容量为50 MW,从水库右岸引水发电,多年平均年发电量3.61亿kW·h,年利用小时数为7 720 h,主要任务是承担电站脱水段环保供水。

黄金坪水电站建成后将送入四川主网,供电方向为华中电网东部五省及华东电网,配合长河坝水电站的运行方式,黄金坪水电站将相应承担腰荷和调峰运行任务。

笔者对左岸电站水力机械设计进行了介绍。

1.1 气象条件

多年平均年降水量	642.9 mm
多年平均气温	15.4 °C
极端最高气温	36.4 °C
极端最低气温	-5 °C
河水多年平均温度	13 °C
河水最高温度	20.6 °C

收稿日期:2015-12-31

河水最低温度 4.8 °C
最高月平均相对湿度 90% (25 °C)
多年平均相对湿度 66%
耐地震能力(地震波为正弦波,持续时间三个波,安全系数1.67):

场地地震基本烈度	VIII度
地震设防烈度	VIII度
地面水平加速度	0.25 g
地面垂直加速度	0.167 g
电站所在地重力加速度	9.789 m/s ²

1.2 水位和水头

(1)水库运行水位。

正常蓄水位以下库容 1.276 1亿m³

调节库容 0.199 亿m³

调节性能 日调节

校核洪水位高程($P=0.02\%$, $Q=8 630 \text{ m}^3/\text{s}$) 1 478.93 m

设计洪水位高程($P=0.2\%$, $Q=7 250 \text{ m}^3/\text{s}$)

1 476 m

正常蓄水位高程 1 476 m

死水位高程 1 472 m

(2)下游尾水位。

校核洪水位高程($P=0.2\%$, $Q=7 250 \text{ m}^3/\text{s}$)

1 411.58 m

设计洪水位高程($P=0.5\%$, $Q=6 690 \text{ m}^3/\text{s}$)

1 410.91 m

正常尾水位高程($Q=4 \times 338.1 \text{ m}^3/\text{s}$)为

1 402.39 m

最低尾水位高程($Q=338.1 \text{ m}^3/\text{s}$) 1 399.27 m

(3)净水头。

最大水头 77.7 m

加权平均水头 70.1 m
 汛期(6~10月)加权平均水头 69.2 m
 额定水头 67 m
 最小水头 57.4 m

2 水轮机

水轮机型号	HLD597-LJ-600
台数	4 台
额定出力	204 MW
最高效率	96.17 %
转轮进口直径	6 000 mm
转轮出口直径	6 150 mm
额定效率	93.73 %
额定流量	333.72 m ³ /s
额定转速	107.1 rpm
飞逸转速	220 rpm
允许最大吸出高度 H_s	-6.27 m
安装高程	1 393 m
水轮机总重	1 035 t

3 水轮发电机

型 号	SF200-56/13200
型 式	半伞式
额定功率	200 MW
额定容量	222.2 MVA
额定功率因数	0.9(滞后)
额定电压	15.75 kV
额定转速	107.1 r/min
飞逸转速	220 r/min
额定频率	50 Hz
旋转方向	俯视顺时针
飞轮力矩	不小于 62 000 t·m ²
推力负荷	1 650 t

4 调速系统和调保计算

4.1 调速系统

调节规律 PID
 数量 4 台
 导叶主配直径 DN150
 压力油罐容积 8 m³
 压力油罐数量 1 个
 额定油压 6.3 MPa
 回油箱容积 10 m³
 油泵数量 3 台

4.2 调保计算

黄金坪水电站引水发电系统由两条引水隧

洞、两个上游调压室、4 条引水压力管道、4 台水轮发电机组、4 条尾水管组成。输水系统为 2 台机共用一个调压室和一条引水隧洞的布置方式(一洞一室两机)。

导叶关闭规律为两段折线关闭, 总关闭时间为 12.5 s, 第一段斜率为 1/9, 关闭时间为 4.5 s; 第二段斜率为 1/16, 关闭时间为 8 s。

导叶从空载开度至全开时间为 25 s。

计算工况及计算结果:

(1) 蜗壳最高压力。

在上库正常蓄水位高程 1 476 m 时, 同一水力单元一台机组正常运行, 一台机组启动, 在流入调压室流量最大时两台机组同时甩负荷, 最高压力值为 105.43 m。

(2) 机组最高速率上升。

在上库正常蓄水位高程 1 476 m 时, 下游两台机组运行水位为 1 401.54 m, 同一水力单元的两台机组同时甩满负荷, 最大转速上升率为 44.6%。

(3) 尾水管真空度。

上库正常蓄水位高程 1 476 m、下游最低尾水位高程 1 400.38 m, 一台机停机, 另一台机甩最大负荷 227 MW, 其值为 4.59 m。

5 主厂房起重设备

该电站机组双钩最重起吊件为发电机转子(带吊具), 约为 650 t, 主厂房内设有 1 台 350 t + 350 t/80 t、跨度 26 m 的双小车桥式起重机, 另外设置一台 50 t/10 t 单小车桥式起重机, 供安装期间及检修时吊运小设备使用。

6 辅助设备系统

6.1 技术供水系统

全场技术供水的主要部位有发电机上导/推力轴承冷却用水、空冷器冷却用水、下导轴承冷却用水、水导轴承冷却用水、主轴密封用水和主变冷却用水以及空调。

该电站水轮机工作水头范围为 57.4 ~ 77.7 m, 采用自流减压供水方式, 取水口设置在压力钢管上。机组供水和主变供水共用, 每个机组单元设置两组, 每组分别由滤水器、减压阀、安全阀及电动阀等设备组成, 两组互为备用。机组之间通过联络总管互为备用(设有电动阀联通)。

主变和主机取水口共用, 每台机设两个取水口互为备用。

水轮机主轴密封用水源清洁润滑水取自于全

厂清洁供水总管,机组技术减压供水作为备用供水,主、备水源均经过两只滤水器后引至密封副。

6.2 厂内渗漏排水系统

厂房的渗漏排水主要是排厂房内的渗漏水、空压机室排水以及设备管路的漏水。

渗漏集水井的有效容积约为 636 m^3 ,设有三台潜水深井泵,布置在主厂房#4机组段端头;另有一台额定流量为 $100\text{ m}^3/\text{h}$ 的移动式潜水排污泵,作为集水井清淤用。

井内设有一套浮子式液位开关,用以控制水泵的启停;还设有两只压力式水位传感器,将集水井的水位信号送至中控室计算机监控系统,用以实时监控集水井水位,确保厂房的安全。

6.3 机组检修排水系统

机组检修排水系统主要用于机组检修时排除引水流道、蜗壳和尾水管内的积水。机组检修排水采用检修集水井汇集流道集水、通过水泵排水的方式,设置有四台潜水深井泵。检修集水井的总容积约为 1200 m^3 ,布置在主厂房#1机组段端头。另有一台额定流量为 $100\text{ m}^3/\text{h}$ 、额定扬程为 55 m 的投入式潜水排污泵,作为集水井清淤用。

当某台机组检修时,打开尾水管液压操作盘型阀,将集水通过排水总管排至集水井;机组检修排水系统PLC控制柜接收集水井的液位信号,四台水泵同时自动启动排水。当水排完后,一台水泵作为主用水泵用以排除上、下游闸门的漏水,其余三台作为备用水泵。

集水井内设有3只压力式水位传感器,其作用是将集水井的水位信号送至中控室计算机监控系统,以实时监控集水井水位,确保厂房安全。

6.4 透平油系统

透平油库布置在副厂房 1398.4 m 高程,油处理室布置在副厂房 1398.4 m 高程,主要供机组推力轴承/上导、下导轴承、水导轴承、调速器油压装置的用油,选用L-TSA46#汽轮机油。该系统设有净油罐两只、运行油罐两只,每只容积为 20 m^3 。油桶上设有磁翻板油位计,既可以直观显示,也可以远方监测。

为满足透平油的过滤处理,设有3台2CY-9/3.3-1移动式油泵、两台LY-100压力式滤油机、一台ZJCQ-6透平油滤油机、1台TYG-160精细过滤机、2台DX-1.2电热烘箱、一台移动式 0.5 m^3 油罐。

6.5 中压压缩空气系统

中压气系统主要供气对象为四台调速器的油压装置。该系统设有3台活塞式空气压缩机($Q=2\text{ m}^3/\text{min}, PN8\text{ MPa}$),两只 4 m^3 、 7 MPa 的中压贮气罐,布置在副厂房 1399 m 高程的空压机室内。

贮气罐及油压装置初次充气需3台空压机同时开启,平时补气时1台工作,1台备用,1台检修备用,主备机可以切换。空压机的起动和停机由安装在中压贮气罐后输气干管上的5只单接点压力开关控制,同时,其压力值由一只压力变送器上送至电站计算机监控系统。

6.6 低压压缩空气系统

低压气系统主要供气对象为低压气系统,主要供气对象为机组制动用气、机组检修密封用气和风动工具及吹扫用气。

该系统设有3台($Q=10\text{ m}^3/\text{min}, PN 0.8\text{ MPa}$)螺杆空气压缩机,三只 5 m^3 、 0.8 MPa 的低压贮气罐,布置在副厂房 1399 m 高程的空压机室内。

制动/工业供气贮气罐初次充气由3台空压机同时开启,平时补气时1台工作,一台备用,主备机可以切换。制动/工业供气空压机的起动和停机由安装在低压贮气罐后输气干管上的5只单接点压力开关控制,同时其压力值由一只压力变送器上送至电站计算机监控系统。

6.7 水力量测系统

全厂性测量的部位有上、下游水位、拦污栅压差、调压井水位;全部采用投入式压力传感器,其信号均送入计算机监控系统。

机组段测量包括蜗壳差压测流、蜗壳进口压力、蜗壳末端压力、尾水管进口压力真空、尾水管肘管压力脉动、尾水管出口压力、转轮与导叶间压力、水轮机顶盖压力、水轮机顶盖压力脉动、锥管压力脉动、超声波测流等。

另外,全厂设有四套机组振动、摆度测量监测装置。

7 结语

笔者介绍了黄金坪左岸电站主机及辅助设备系统的设计特点,旨在对将来类似电站设计时参考。

作者简介:

甘楠(1975-),男,湖南临湘人,高级工程师,学士,从事水电站水力机械设计工作。
(责任编辑:李燕辉)