

皂河闸小水电的增容改造与运行维护

袁凤友¹, 陈 斌², 龚来存³

(1. 江苏省骆运水利工程管理处, 江苏 宿迁 223800; 2. 江苏省三河闸管理处, 江苏 洪泽 223126;

3. 江苏省南京水文水资源勘测局, 江苏 南京 210029)

摘要 论述皂河闸小水电增容改造的必要性及改造方法, 介绍其增容改造和试运行过程中机械和电气问题的处理方法, 以及系统的故障处理和运行维护方法. 增容改造前后的经济效益对比分析表明, 对皂河闸小水电的增容改造是合理和成功的.

关键词 小水电 增容改造 运行维护 皂河闸

中图分类号: TV742

文献标识码: B

文章编号: 1006-7647(2003)07-0053-02

在闸坝运行管理中, 利用丰水期进行水力发电, 是合理开发水力资源、发展水电事业的重要举措. 为了利用水力资源, 皂河闸安装了 4 台 ZD-LM-120 型水轮机, 年平均发电量 65 万 kW·h, 产生了一定的经济效益. 但是设备经过 20 多年的运行, 机组已陈旧老化, 导叶轴与轴套、上、下座环导叶轴孔、控制环偏心螺丝孔磨损都很严重, 转轮间隙增大, 效率下降, 尤其是调节结构采用人力驱动, 灵敏度不够, 当机组飞逸时, 不能在规定时间内停机, 极易造成设备损坏和事故. 此外, 电气设备、励磁设备、变压器等均存在较多的问题. 而根据近 10 年水文资料统计及规划工情分析, 皂河闸上下游实际水位差可达 3.5~4.0 m, 机组出力可以增大. 为了解决设备存在的各种问题, 充分利用水力资源, 提高经济效益, 皂河闸管理所于 1996 年汛前对电站发电机进行了增容改造.

1 装机容量及参数的确定

水轮机引水管由 2 m×2 m, 壁厚为 10 cm 的方形钢筋混凝土构成. 从进水口到蜗壳进口前为有压流动, 在蜗壳处变为无压明槽, 故其引水部分结构不合理, 水头损失较大(为 0.25 m). 由于工程逐步完善, 经管理部门进行水情调度, 上游水位可控制在 23.00~23.50 m, 下游可控制在 19.00~19.50 m, 因此在水轮机改造设计过程中, 水头定为 3.7 m 以上. 按 ZD760-LM-120 型水轮机特性, 该电站水轮机的桨叶由原来的 10°改为 15°, 水头差在 4.5 m 以上时, 单机出力可达 160 kW 左右.

经多年运行和近 10 年水文资料分析, 该电站闸

上、下游年平均水位差大于 3 m 的时间占 70%, 日平均流量超过 20 m³/h 的达 72.7 d, 年平均出力为 407 kW, 平均利用小时数为 1745 h.

根据以上数据及水文分析, 增容改造后的主机参数为: 水轮机型号 ZD760-LM-120, $\varphi = 15^\circ$, 出力 180 kW, 转速 250 r/min; 流量 5.9 m³/s, 设计水头 3.7 m, 最小水头 2.8 m, 最大水头 4.1 m; 发电机型号 SF160-6, 额定转速 1000 r/min, 额定功率 160 kW, 额定电压 400 V.

2 增容改造内容

在增容改造过程中, 为保证站身的强度和稳定, 土建结构未动, 水轮机转轮直径仍为 1.2 m. 具体改造内容如下:

a. 将原来水轮机 ZD760-LM-120 型的叶片安放角由下 10°改为下 15°, 增加了出力.

b. 将手动调节改为手电两用调节(目前电动调节未装), 调速机构增装电动以便将来实施微机控制.

c. 将原 4 台 TSN 型 100 kW 发电机更换为 SF160-6 型 160 kW 发电机.

d. 原 2 台 240 kV·A 变压器已不适应, 更换为 2 台 400 kV·A 的变压器.

e. 按增容后的发电量, 更换部分输配电设备(高低压配电屏、电缆以及高低压电气设备).

f. 改善运行条件, 做到人机分室, 降低噪音和温度.

3 增容改造和试运行中几个关键技术的处理

和其它小水电改造一样,皂河闸小水电在增容改造和运行中也不可避免地遇到了一些问题,经研究分析得到了较好的解决.

3.1 机械部分的技术处理

a. 试运行中需紧急停机时,检修门不能及时关闭.水轮机检修门是供检修水轮机水下部分的必备之门,它采用钢结构闸门,启闭方式为蜗轮蜗杆减速传动式,每 7 min 上升或降落 1 m.在水轮机发生紧急故障和高压停电时,导叶因偏心螺丝脱落使连板卡在导叶内或导叶与导叶之间互相卡死,导叶无法关闭,而此时发电机仍在高速旋转,检修门又不能及时关闭.为了解决这一问题,杜绝事故的发生,将螺杆钢板门改成了快速液压钢板门,此后当出现上述紧急情况时,能够及时快速关闭闸门和停机,杜绝了事故的发生,同时也为自动控制技术的应用创造了条件.

b. 导水叶关不死的处理.在试运行中发现,开关导水叶比较困难.停机时,导水叶关不死,漏水量较大,需两三个人脚蹬杠撬才能将功率降下来.为此进行水下检查,发现上下座环压迫导水叶过紧,且在导叶轴孔处上下座环均已磨出深沟槽(约 1.5 mm).在导叶轴上增加平垫片后,导水叶开关自如.

c. 导水叶不能开到位的处理.此故障系产品加工粗糙造成,主要是水轮机顶盖与上座联结处底部未车到角槽,致使导水叶不能开到位,为此将导水叶上部锯掉约 15 mm 一个角,将导水叶开到位.

d. 运行中水轮机震动的消除.在运行中发现水轮机有震动,造成了导叶轴断裂、连板脱落、座环磨损等故障.停机检查后发现座环四周有四个固定拉杆松动,遂进行加固,同时校正水平度,后机组震动消失.

3.2 电气部分的技术处理

a. 烧坏交流接触器故障处理.由于发电机发电并网是靠手动按钮操作的.在并网操作过程中难免有抓不住机会的时候,造成误操作,使并网用接触器触点产生电弧,造成短路和动静主触点灼烧粘连而烧坏接触器.经检查,发现设计时屏内使用的 JC-40 型交流接触器偏小,将 JC-40 型交流接触器更换成 JC-100 型后再无类似事故发生.

b. 高压停电不能自动甩掉负荷问题的解决.在并网运行中高压突然停电,而发电机高压停电不能自动甩掉负荷,经分析检查是继电保护动作失灵,从而不能将负荷投入到盐水缸内,消减发电机在高压停电时的负荷,降低发电机的飞逸转速,保护机组的安全.为此更换了继电保护装置后正常.

4 增容改造前后的经济效益对比

皂河闸小水电站增容改造后,总装机容量由原来的 400 kW 增加到 640 kW,年平均发电量由 65 万 kW·h 增至 140 多万 kW·h,年利用小时数由 1 625 h 增至 2 300 h,提高了经济效益(见表 1).

表 1 皂和闸小水电改造前后输出功率比较

水位差/m	100 kW 发电机输出功率	160 kW 发电机输出功率
	/kW	/kW
2.5	25	25
3.0	80	80
3.5	100	100
3.7	100	110
4.0	100	120
4.3	100	140
4.5	100	160

由表 1 分析,当水位差小于或等于 3.5 m 时,100 kW 发电机与 160 kW 发电机发电量是相同的,可是,当水位差大于 3.5 m 时 100 kW 发电机只能输出 100 kW 功率,而 160 kW 发电机输出功率随水位差的增大而提高,直至 160 kW.因每年水位差超过 3.5 m 的时间约占全年时间的 2/3,时间较长,所以机组改造后发电量增加明显.可见,皂河闸小水电增容改造是较为成功的,经济效益比较显著.我们在管理中还通过科学的水情调度,使水资源得到了更充分的利用,发电时间进一步延长,经济效益得到了进一步提高.

5 常见故障的快速判断与处理

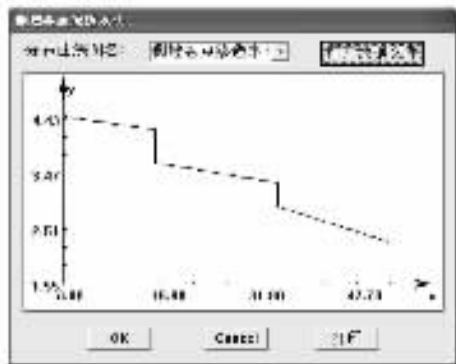
5.1 水轮机部分故障

a. 水下有咚咚撞击声.立即停机,关闭检修门到机室内检查.①偏心螺丝是否脱落;②导叶是否脱离连板控制来回煽动而撞击到其它两块导叶;③推拉杆法兰是否脱落造成撞击.应逐条检查、排除、更换或修复.

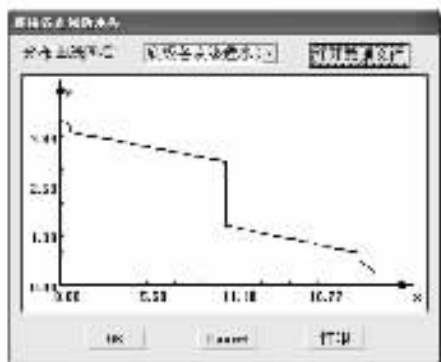
b. 轴承箱温度过热且拌有焦油味.①检查是否缺油,若缺油将润滑油加到观测油孔 2/3 位置;②看有无循环水、循环水是否进入油箱而将润滑油挤出,若是停机后更换油封垫,加油即可;③若推力轴承与推力头之间间隙过紧,无法进油,相互摩擦而发热,应重新镗推力轴承内径;④注意轴承箱温度,如过热且焦油味很浓,应将发电机脱网后使其慢慢转动,不能将机组关死不动,不能用水泼,不能突然增大循环水供应量,否则会造成重大事故.

c. 皮带打翻.大部分原因是皮带过松,停机校准皮带.注意校准皮带时松紧要适中,不能过紧,否则会造成机组发出间歇性嗡嗡声,仪表指针偏摆度较大等.

(下转第 61 页)



(a) 底板各点渗透压力



(b) 侧墙各点渗透压力

图 4 渗透压力折线图

表 1 上海市某水闸渗流设计计算结果

点号 或段号	底板各段 水头损失/m		底板各点 渗透压力/Pa		底板各点 扬压力/Pa		侧墙各点 渗透压力/Pa	
	系统 算值	手工 算值	系统 算值	手工 算值	系统 算值	手工 算值	系统 算值	手工 算值
1	0.403	0.402	46.55	46.55	46.55	46.55	46.55	46.55
2	0.197	0.198	42.63	42.63	52.33	52.33	43.61	43.61
3	0.157	0.157	40.67	40.66	50.47	50.47	41.55	41.45
4	0.756	0.756	39.10	39.10	43.02	43.02	38.61	38.61
5	0.886	0.886	31.75	31.74	35.67	35.66	35.77	35.77
6	0.801	0.801	23.03	22.02	81.8	81.79	32.44	32.44
7	0.713	0.713	15.19	15.19	27.93	27.91	30.67	30.66
8	0.190	0.191	8.23	8.23	20.97	20.97	28.32	28.31
9	0.323	0.321	6.37	6.37	26.85	26.85	22.25	22.26
10	0.325	0.325	3.14	3.14	23.72	23.72	15.19	15.19
11			0.00	0.00	15.19	15.19		

3 结 语

a. 本文提出了以 VC 为开发环境的水闸渗流初步设计系统,并用已有的实际工程进行了验证,得出的结果较为合理,从而证明了本文水闸渗流设计系统的合理性和实际应用的可行性。

b. 由于本系统的设计是针对水闸渗流的初步设计,因此在计算上不够精细,如边墙绕流渗透实质上是复杂的三向空间渗流,为了简化问题,略去了垂直向的流速变化,而假定为水平面二向缓变渗流,即假定闸坝及其底部地基不透水或与其下的不透水层相接,只考虑水平不透水层上的绕岸渗流^[2]。通常绕

流渗透的精确计算是采用有限元方法,本系统则不含此功能,只给水闸初步设计提供一个可参考的结果,为进一步的设计提供依据,今后可根据工程设计的需要进行改进,以使该系统更加完善,更好地服务于工程设计。

参考文献:

- [1] SL265-2001 水闸设计规范[S].
- [2] 武汉水利电力学院水力学教研室. 水力计算手册[M]. 北京:水利出版社,1980. 220~227.
- [3] 毛昶熙,周名德,柴恭纯. 闸坝工程水力学与设计管理[M]. 北京:水利水电出版社,1995. 129~173.
- [4] 任德林,张志军. 水工建筑物[M]. 南京:河海大学出版社,2001. 279~303,336~355.

(收稿日期 2003-09-25 编辑:马敏峰)

(上接第 54 页)

d. 轴承箱内发出异常响声,大多是推力头底座与推力瓦块磨损过大造成,必须更换。

5.2 发电机部分故障

a. 发电机发不出电,检查:①如无剩磁,用 2 节 1 号电池冲磁;②如碳刷磨损过大与集电环接触不良,应更换碳刷;③查硅元件是否损坏,如是则应更换;④测刷架与固定杆之间绝缘是否击穿,如是,应先清除刷架上碳刷粉末,然后更换。

b. 电刷打火,检查:①如是碳刷磨损严重,应更换;②如是集电环表面因打火变得粗糙,不清洁,碳刷与之接触不良,应用 0 号砂纸摩擦集电环表面;③如是弹簧压力过松,应更换弹簧;④如是刷握损坏,使碳刷在刷内不能自由活动,卡住碳刷,应更换。

c. 开机时励磁电流过大或过小,经调整无效。多发生在励磁调节器内,首先检查 F-M 插件是否损坏,其次检查可控硅是否击穿,再看调差电位器是否损坏,对检查有问题的器件进行更换。

d. 电机轴承发热,大部分原因是无润滑油、润滑油过多或油质差、轴承磨损过度等,应逐项检查、更换。

e. 机体震动,检查处理步骤如下:①机脚固定螺丝松动,应拧紧;②机座基础强度不够,应重新加固或浇筑新机座;③传动皮带过紧,应重新调整皮带松紧度,此外,转速低也会造成机组震动,从而导致轴的损坏,应检查焊接,校正水平,解决机组震动问题。

由于机组长期运行,问题的出现是客观与难免的,这些检查处理方法最终将依赖于运行人员的责任心,因此要经常巡视观察,发现问题及时处理。

(收稿日期 2003-05-13 编辑:熊水斌)