

# 龚嘴水电站活动导叶修复技术

刘全保

(龚嘴水力发电总厂, 四川乐山, 614900)

**摘要** 龚嘴水电站系建筑在多泥沙的大渡河下游, 最早投运的机组已运行26年, 活动导叶受到泥沙的磨损严重, 使活动导叶关闭后漏水严重, 一旦停机, 压力钢管充水, 工作门前后不能平压, 工作闸门难以提起, 严重危及电站安全运行。电站制定出导叶修复技术, 在东方电机厂的配合下取得了成功, 现已将修复好的活动导叶更换到4台机上, 运行情况良好, 并将其余3台机陆续更换。

**关键词** 龚嘴水电站 泥沙磨损 活动导叶修复技术

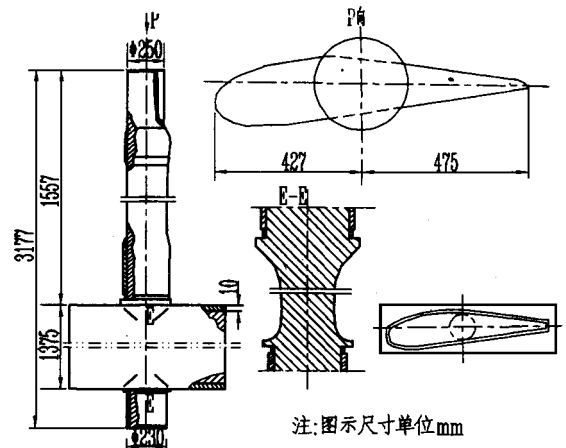
龚嘴电站水轮机型号为HL 220-LJ-550, 设计水头48 m, 最高水头55.3 m, 最低水头39.7 m, 额定功率100 MW, 设计流量为241 m<sup>3</sup>/s。共装机7台, 总装机容量700 MW。1971年底第一台机投入运行, 1978年最后一台机发电, 到今年为止, 最早投产的机组已运行26年, 最后投运的一台机组已运行19年。

龚嘴水电站系建筑在多泥沙的大渡河下游, 电站形式为坝后式。河流泥沙含量大, 1956~1981年平均流量1 410 m<sup>3</sup>/s, 平均年输沙量2 990万 t, 平均含沙量0.672 kg/m<sup>3</sup>, 1980~1994年来沙量集中于6~9月。沙坪站在1967~1981年实测最大含沙量为27.6 kg/m<sup>3</sup>, 平均含沙量为0.646 kg/m<sup>3</sup>, 历年悬移质最大粒径为1.31至2.7 mm, 平均粒径为0.093 3至0.122 mm。

水库经8年左右运行即淤满, 机组进水口前呈漏斗型进水, 水流速加大, 再加上近十几年水库上游林区大量伐木, 垦荒, 修建工厂, 使水库的泥沙特性更趋恶劣。水轮机整个过水系统受到泥沙的严重磨损, 其中最为严重的就是活动导叶。龚嘴电站活动导叶由东方电机厂制造, 材料为ZG20MnSi, 上中下三轴套为尼龙1010。从80年代初开始由于导叶严重磨损, 导叶厚度减少40 mm左右, 且不规则, 导叶下轴颈偏磨达10 mm以上, 从而引发了导叶关闭不严, 启动工作闸门时难以充水平压, 甚至根本提不起工作闸门, 曾数次为了提工作闸门而采用将导水叶间缝隙塞棉絮的办法, 1992年因塞棉絮上下联络不周, 误开工作闸门充水阀, 淹死职工一名, 产生了极其严重的后果。更为严重的是在汛期机组大发电之时, 因水力机械事故自动关闭工作门后, 工作闸门难以提起, 要想提起工作闸门就必须关闭尾水部门, 抽干积水后进入蜗壳导叶处, 将其缝隙用棉絮塞满, 然后再提尾水闸门, 再对压力钢管蜗壳充水平压后才能提起

工作闸门开机, 少则2 d, 多则3~4 d, 严重威胁了龚嘴水电站的安全生产, 恶化了工人的工作条件。后来采用了导叶现场补焊, 加大工作闸门充水阀直径, 都未能彻底解决导叶严重漏水, 工作闸门难以提起的难题。

经过反复研究, 同东方电机厂有关技术人员一起攻关, 提出了活动导水叶修复方案, 即上中下三轴颈镶10 mm厚的不锈钢钢套, 导叶本体外侧加焊不锈钢钢板, 具体修复技术方案如图所示。



导叶加工示意图

## 修复改造内容及技术要求:

- 1、旧导叶送到厂家后, 厂家要进行瓣体型线, 轴颈椭圆度, 端面垂直度等全面检查并作出记录, 然后进行修复, 改造方案的具体设计及编制工艺方案。
- 2、导叶瓣体立面密封面采用金属“硬接触”方案。
- 3、取消导叶瓣体端面6度斜面。
- 4、导叶修复后, 应符合厂家原导叶加工设计图纸尺寸及要求。

(1) 导叶体过流表面及上下端面, 全部镶焊不锈钢板, 其材质为OCr13Ni6Mo, 并施加塞焊以保证与

母体贴合牢固、严密,不得有空壳现象,不锈钢加工后厚度应不小于5 mm,不大于8 mm,修复时应特别注意保证导叶出水边刚度要求,过流表面型线符合原设计要求,尺寸用样板检查满足要求。

(2) 导叶中,下轴颈磨损修复采取镶1Cr18Ni9Ti不锈钢套。镶套壁厚加工后应保证:下轴颈为5 mm厚,中轴颈为4 mm厚,镶套后应保证导叶轴颈在运行使用中的强度要求。

(3) 导叶进出水边密封啮合面的尺寸符合图纸要求,且与导叶体圆滑过渡。

(4) 导叶进出水边密封面加工,必须保证其导叶关闭时密封面接触良好。

(5) 保证导叶体镶焊加工后,导叶拐臂处轴颈不得变形,导叶上、中、下轴颈的同心度,导叶体端面与导叶轴心线的垂直度要求,符合原图纸要求。

采用上述活动导水叶修复技术,龚嘴电站从1993年起陆续更换了4台机的活动导叶,第一台机的

活动导叶已运行了4年,利用机组小修的机会,对新换活动导叶每年检查一次,所镶不锈钢部分几乎没有磨损现象。导叶密封面止水情况良好,工作闸门容易启动,再也没有发生因导叶关闭不严,压力钢管不能充水平压,工作闸门启动不起来的现象。实践证明,活动导叶修复技术是可行的,同时也表明不锈钢0Cr13NiMo抗泥沙磨损性能优良,修复后的活动导叶运行情况良好。其余4台机将逐年更换完毕,按上述技术修复一台机活动导叶费用约70万元左右,若按同样技术制作新导叶约要220万元左右,多发电的经济效益更是巨大的。

按上述技术修复的导叶在运行中解决了导叶关闭不严,漏水严重,工作闸门启动不起来的技术难题,对于保证龚嘴电站长周期安全运行,减少事故停运多发电,具有极为重要的经济意义。

作者简介  
刘全保 男 龚嘴水力发电总厂 副总工程师 高级工程师  
(收稿日期:1998-02-16)

(上接第45页)

中使用,以寻求人工砂中石粉含量的最佳控制限值范围,在保证质量的前提下,改善混凝土的性能,提高砂子利用率,降低工程造价。

通过黄丹电站工程,使用人工砂、人工碎石,生产混凝土25万余 $m^3$ ,混凝土标号从 $R_{28}100$ 号到 $R_{28}400$ 号均能满足要求。实践证明人工砂石粉含量在15%到20%之间,对混凝土拌和物的各项性能有明显改善作用,特别是大体积混凝土,由于温控要求,将使水泥用量减少到了最低用量,以及低标号贫混凝土,当使用人工砂石粉含量偏小时,细度模数偏大,离析现象将更为严重,而砂中含有适当的石粉将补偿水泥用量的不足,提高混凝土拌和物粘聚性减少析水,增强保水性,减少砂子与石子摩擦,增大拌和物流动性,改善混凝土拌和物和易性。

有关资料及试验表明,当混凝土使用较大水灰比时,拌和物和易性差,而石粉含量在1%~20%时,混凝土和易性极较好,在水工混凝土中,当水灰比大于0.55时,混凝土抗渗性能不稳定,但从现场抽样结果看,当水灰比在0.58~0.63时,混凝土抗渗仍比较

稳定,均大于 $S_6$ 要求,由此可见,适当石粉含量可填充混凝土的微细孔隙,增加混凝土的密实性,改善混凝土的抗渗性,有资料表明,石粉含量不大于20%时,水灰比小于0.55。混凝土90 d龄期抗渗级别可达 $S_{13}$ 以上。

本文仅就人工砂、石在混凝土生产中对混凝土常规性能方面影响作简单分析总结,至于对混凝土的特殊性能,如抗冲、耐磨、抗裂、干缩等方面的问题有待进一步的研究分析。

另外,特别提出的是,黄丹电站工程所用人工砂,由简易破碎机,配合振动筛,投资少,见效快,设备简单,易操作,占用场地小,这一切都可降低成本,减少工程造价。黄丹电站混凝土月浇筑量在2万 $m^3$ 左右,最高峰达3万 $m^3$ ,人工砂由7台破碎机生产,均能满足要求,这对我局今后修建中小电站,自行生产骨料,值得探讨和引用推广,为小电站生产骨料提供依据。

作者简介  
谭克忠 男 中国水利水电第十工程局中心试验室 工程师  
(收稿日期:1998-05-11)

## 荷兰建成移动式防洪大坝

据报载,荷兰新建建造造价近10亿马克的移动式防洪大坝。这座大坝从空中俯视很像是两座平放的“埃菲尔”铁塔,仰卧在莱茵河最后一段通航河段“尼文水道”的南北两岸。两条巨大的铁臂长250 m,接近埃菲尔铁塔的高度,重量超过1.4万吨。其上端通过世界上最大的万向球(直径10 m)固定在地面上,下端是两条弓形空心钢墙,长214 m,厚15 m。如果该市周围的水位有超过3.2 m的危险,空体墙就会漂

浮起来,人们借助万向球接头将其移动到河道上,往里面注满水,下沉到基座上,这样,一座能抗3.5万吨水压的巨型拦洪大坝在很短的时间内即可形成。在洪水危险过去之后,可以马上把水抽出,再将其转动到岸上,整个操纵过程只需要5 h,由电脑控制,完全自动化。

国家电力公司成勘院 李燕辉