

## 两项经济高效的抗磨蚀措施 在龚嘴水轮机上的应用

随着水库淤积及天然泥沙过机,龚嘴发电厂水轮机及过水部件磨蚀状况日趋严重。围绕电力生产面临的这一重大课题,该厂工程技术人员积极开展了水机磨蚀的综合防治。除了提高检修质量,精心运行维护,及时拉沙避峰等统筹联防外,又作出了转轮改型,更换不锈钢材质,提高金加工能力,实现检修机械化等中长期规划。与此同时,在近期内还积极采用新工艺、新技术,以不断提高水轮机的抗磨蚀能力。最近两年在水轮机检修中所采取的叶片镶边和抗磨蚀涂层试验就是两项投资省,见效快的抗磨蚀措施。

### 1 混流式转轮叶片截割镶边

水力机械的局部磨蚀早已引起了有关专家的极大重视。局部磨蚀虽然面积小,但由于破坏强度高,深度大,因此较水力机械的普遍均匀磨蚀具有更大的危害性。当其严重时不仅涉及机组运行的稳定性和直接影响效率,而且可能造成叶片穿孔、撕裂,甚至转轮打烂报废。据此一些专家提出:保护局部就是保护整体,局部磨蚀的防治,乃是减轻水轮机破坏,延长机组使用寿命最重要、最合理的途径。

众所周知,混流式转轮磨蚀损坏最严重的部位是叶片靠下环出水边。龚嘴4台低合金钢(20MnSi和15MnMoVCu)叶片转轮,在正背两面高强度的局部磨蚀夹攻下,早在1986年就使原厚度为20~30mm的叶片靠下环出水边磨成了刀状楔口,不少叶片还出现了锯齿形缺口和撕裂。而观察叶片上部,运行20余年几乎没有磨蚀。由此可见,局部磨蚀乃是导致水力机械损坏失效的元凶。

龚嘴低合金钢转轮下环出水边的正背两面,是该厂每年检修补焊打磨的重点。虽然在

堆焊工艺上运用了“对称、分块、跳步”,做到尽量减少焊接应力和控制变形,但由于叶片出水边太薄,反复多次施焊又促使该处形线遭到了一定破坏,再加上边缘锯齿形缺口及撕裂,致使有的叶片已无法进行堆焊修复。

针对局部磨蚀最严重的叶片靠下环出水边,工程技术人员提出了叶片截割镶边的修复工艺。具体修复方案如下:

a. 把叶片出水边损坏部位略扩大范围,包容面顾及整个转轮14个叶片,实测并设计出镶补块加工图;

b. 为简化制作工艺,镶补块选用16mm等厚度的1Cr<sub>18</sub>Ni<sub>9</sub>Ti不锈钢板,由制造厂截割锤压按图加工成形,并打出剖口;

c. 检修时将镶补块按设计挖补部位叠在转轮叶片上画线,并现场割除损坏部分,打出剖口;

d. 将镶补块点焊在转轮叶片上,按形线矫正及模板检查,合格后再进行对焊;

e. 异种钢焊接采用碳钢侧敷焊过渡层作“隔离焊缝”处理。剖口为x型交错施焊,除第一层和最后一层外,层间锤击消除应力。焊条选用钙钛型奥102或奥202;

f. 由于镶补块采用等厚度钢板,其与叶片对接处按形线用堆焊法圆滑过渡;

g. 最后进行叶片打磨、形线检测及叶片开口测量。

该方法于1991年开始相继在5”、3”机转轮叶片上实施,经过10000余h的运行考验,其运行稳定性及机组效率均符合要求。今年小修时对各台机14个叶片镶焊块进行检查:焊缝完好无开裂,不锈钢熠熠闪亮,完好无损。

叶片截割镶边,修复工艺在大型混流式

转轮上取得成功,不仅为传统的堆焊修复创造了新的检修工艺,更重要的是采用最经济、最简便的方法,大大提高了转轮抗御局部磨蚀的能力,起到了延长转轮工作期限和使用寿命的作用。

## 2 非金属抗磨蚀涂层试验成功

多泥沙河流上水轮机过流部件的磨蚀是不可避免的。采用非金属涂层代替设备表面层,保护金属母材在一定时限内免遭磨蚀破坏,已在许多水电站试验取得了成功,其中水轮机气蚀强度不太大的电站还获得了较为可观的经济效益。

龚嘴发电厂和全国水机磨蚀试验研究中心于1991年3月在该厂6<sup>#</sup>水轮机上进行了局部环氧金刚砂抗磨蚀保护涂层试验,经过12965h运行,发电8.29亿kW·h考验,最近检查结果表明,试验初步获得成功。

涂层试验部位选择水轮机磨蚀最严重的叶片正面出水边;叶片背面出水边;两叶片间的下环内侧;底环平面及蝶形边。总涂抹面积约为2m<sup>2</sup>。经两个汛期运行后涂层保留面积检查:

叶片正面出水边保留60%(约2/3);底环平面及蝶形边保留80%;转轮下环内侧保留90%;叶片背面保留90%。

涂层外观检查:涂层表面呈兰绿色,已失去刚涂上的黑色光泽,手感与粗砂纸同。涂层

(上接33页)

2. 第一方案中三个中继站海拔高程为1700m~2350m,交通十分困难。第二方案交通、建站条件均较好。故选择第二方案为该系系统通信方案。

中继站、中心站系统组成图见图6.7。

上述站网规划和通信条件选择通过我们电测试验,信号稳定清晰,建站及维护管理均较方便。

系统主要功能是:1. 实时采集各遥测站点水文数据并及时传送;2. 根据接收到的水文数据贮存、打印、显示、绘图,最终作出预

保留厚度为3~5mm,磨损厚度约为1~2mm。

脱落部分检查:脱落均沿涂层边缘呈小块状与金属基体剥离,边缘有棱角并保持一定厚度,无楔状磨损痕迹,分析为粘接起层性剥落。

试验结果证明:环氧金刚砂涂层能够抵御龚嘴流态及泥沙强度下的磨蚀,起到保护金属基体不受侵蚀的作用。涂层抗磨蚀及保护性能优良,材料时限有待进一步考验。由于厂房内不允许喷砂清洁金属表面,致使涂层与金属基体粘接性受到一定影响,这为涂层粘接工艺的探索和改进提出了新的课题。

非金属抗磨涂层在龚嘴水轮机上试验取得成功,为洪水期有效库容已失去92.8%,机组已进入天然泥沙过机的稳定磨蚀阶段的龚嘴发电厂,提供了一条投资省、见效快的抗磨蚀途径。非金属涂层成本低廉,工艺简便,修复速度快,还可避免焊接变形的缺点。这对缩短检修工期,提高检修质量,节约经费,减轻补焊打磨的劳动强度等,均提供了极为有利的条件。而涂层优良的抗磨蚀及防护性能,若使用时限能超过三年,对保护设备肌体免受侵蚀,延长机组大修周期和使用寿命都有着极大的实际意义。

(龚嘴水力发电总厂 俸培德)

(收稿日期19930609)

报;3. 根据贮存各方面防汛资料,提供防洪分析;4. 异常情况告警。

## 8 结 语

水情自动测报系统越来越多地运用在大江大河和水利枢纽工程上,效益显著。有利于电站运行调度,满足工程的现代化管理水平和工程的自动化要求,也为流域防洪现代化打下了良好基础。

### 参 考 文 献

赵人俊. 流域水文模拟——新安江模型和陕北模型. 水利电力出版社,1984年

(收稿日期:19921219,退修回日期:19930218)