

东圳水电站水轮机空蚀与修复

15
60-61

姚金莲

TK730.8

(东圳水电站 福建莆田 351100)

关键词 水轮机 空蚀 检修 中小型水电站

水轮机空蚀在大、中、小型水电站中均有发生,已成为一个普遍问题。水轮机一旦发生空蚀损伤,必须吊起转轮进行扩大性检修,其修复时间较长。水轮机发生空蚀的原因很多,但主要是安装吸出高程、制造工艺、材料性质、运行工况和水质等。

1 东圳水电站水轮机空蚀概况

东圳水电站装有3台机组。其中1[#]和2[#]机组为保加利亚生产的HL240-LJ-84式水轮机, $Q_0=5.15\text{ m}^3/\text{s}$, $H_0=34.6\text{ m}$, $H_s=-0.4\text{ m}$ (厂家提供的 $H_s=2.54\text{ m}$),由Cr13-4铬镍不锈钢整体铸造而成;3[#]机组为天津发电设备总厂生产的HL240-LJ-140式水轮机, $Q_0=12.6\text{ m}^3/\text{s}$, $H_0=30.5\text{ m}$, $H_s=-0.6\text{ m}$ (厂家提供的 $H_s=1.0\text{ m}$)。1[#]和2[#]机组于1963年投入运行,3[#]机组于1980年投入运行。

1963~1969年,1[#]和2[#]机组一直处在单系统连续运行状态,水位变化大,运行工况差,1969年底对这两台机组进行检修时,发现两台机组水轮机室部分被泥沙磨损,其它部分均完好。而在1976年1月检查时,发现转轮叶片背面,靠近下轮冠的出水边附近及内圆面上面被磨得光亮并有擦痕。到1981年底检修时,发现1[#]机上述部位出现金属材料海绵状空蚀损伤,测得最大空蚀深度为2.5 mm,面积为6 cm $\times$ 7 cm,各叶片空蚀程度不均。2[#]机空蚀较严重,测得空蚀损伤深度达2.69 mm(叶片厚度6 mm),在海绵状周围有密布麻点。总体而言,这两台水轮机转轮在恶劣工况下已运行多年,仅发生上述空蚀现象,说明转轮结构较理想。3[#]机组于1982年投产发电,机组利用的小时数远低于1[#]和2[#]机组,运行工况远优于1[#]和2[#]机组,但在1984年底大修时,发现上部盖及迷宫部分出现泥沙磨损和空蚀损伤,并出现部分空蚀孔网洞,尤其转轮各叶片出水边的背面,中间电焊不锈钢交界面上空蚀孔网麻点密布。在分界面上,最大空蚀深度达4.5 mm(叶片厚度为8 mm),经测量,每个叶片的空蚀面积均为5 cm $\times$ 6 cm。为了防止空蚀扩展而影响水轮机出力,当时采取了不锈钢焊

条填补修焊措施。

1992年底,利用水库停水、停电时机,又对三台机组的水轮机室及转轮进行了全面检查。发现1[#]机组空蚀区海绵状区域有所扩展,测得最大空蚀深度达2.78 mm;2[#]机组空蚀区海绵状区域扩展到新的断面,最大空蚀深度扩至3.2 mm;检查3[#]机组转轮,发现转轮出水边背面不锈钢焊条填补修焊处有部分剥落,金属裸露光亮,空蚀孔网深度增大,在填补焊交界处,空洞深度达3.5 mm,直径达2 mm。

2 水轮机转轮空蚀修复工艺介绍

随着水轮机运行时间的增加,以及水轮机运行工况变劣,水轮机空蚀将会不断发展。水轮机一旦发生空蚀,就会形成海绵状区域并不断深入金属内部,若不及时修复,将造成空蚀恶性循环,很快击穿叶片,而且水轮机工作效率会显著降低。

对水轮机空蚀,尤其对转轮叶片被大面积深度空蚀破坏甚至叶片被击穿,过去修复时大多采用多种不锈钢焊条就地补焊后磨光。如东圳水电站3[#]机组水轮机转轮叶片出水边背面补焊时,由于转轮未预热及仰焊工艺差,往往补焊后转轮运行2~3年,不是发生原焊肉在该处剥落,就是又被空蚀破坏成孔洞,导致海绵状金属裸露。

东圳水电站与福建省机械研究所合作,采用氩弧焊加热喷镀工艺进行水轮机空蚀修复,效果较为满意。

我们在修复转轮过程中采取了3项措施:①防止叶片变形,修复后不偏离原有的流线;②防止局部受热不均匀引起裂纹,修复后不破坏原有静平衡和动平衡;③修复前详细描绘了原转轮有关尺寸和形态,修复后校验其变形情况。1992年,东圳水电站2[#]机组在扩大性大修时,将水轮机转轮吊出,在修复前详细测量空蚀部位、空蚀深度和面积,以及有关控制形态尺寸,用石膏对各叶片印了模型,以防处理时改变原有流线;接着先对空蚀部位海绵体用软轴砂轮机磨去,使其露出基本金属;其后用气枪对转轮对

称均匀加热,温度控制在 200~400℃,并立即对转轮各叶片气蚀区,对称喷涂铬镍粉(铬粉占 2/3、镍粉占 1/3),把两种混合粉在喷枪中熔解成液体状,均匀地喷射在经预热处理的叶片空蚀处,然后让其自然冷却;再利用磨光机磨光其表面。转轮经处理后,检查其是否变形和是否有裂纹存在,用原石膏模型进行校核,发现叶片形态仍有微小变形,下环直径减小 1 mm,叶片出水口开口间距离不同程度地变大,其最大值为 2.3 mm。根据有关规定,以上变形数值在允许范围内,是可行的。最后对转轮进行静平衡测量,不平衡重量仍低于 1.6 kg,在允许范围内。

此后,东圳水电站又考虑修补 1# 机组转轮叶片海绵状气蚀损伤方案。根据葛洲坝水电站的经验,采用软柱材料修复空蚀损伤可以防止转轮变形,且工艺简单,检修期短。据此,东圳水电站选择 1# 机组转轮进行试验性修复。先选择对称的两片叶片,将空蚀海绵体磨去,使其露出基本金属,再用洗洁剂清洗干净;然后把两种专用神奥胶(甲、乙)配均匀搅拌,除去空气,用专用工具加压涂抹气蚀部位;其后利用水银灯低温加热,使胶体凝固后,再打磨抛光。神奥胶完好凝固后具有与玻璃钢一样的机械强度,

耐冲击,与金属基体能很好的结合。

3 结 语

东圳水电站水轮机空蚀修复后,已从 1992 年运行到 1995 年 12 月,为检查修复效果停机后从尾水进入孔检查转轮,检查 2# 号机组转轮,发现叶片出水边背面成光泽金属面,未出现海绵蜂窝状空蚀损伤;机组静动平衡在允许范围内,机组出力不但没有下降反而略有增加。检查 1# 机组转轮,发现叶片出水边背面光泽金属面海绵状周围布满麻点,并且空蚀损伤深度加深。检查 3# 机组转轮,原焊肉在该处剥落,又被空蚀破坏成孔洞,海绵状金属裸露。机组经过 4 年运行说明,采用氩弧焊条加热喷镀工艺修复转轮效果比较理想。此方法的缺点是必须吊出转轮,检修工期长。而采用填补电焊法,虽然不需吊出转轮,可因地制宜检修,工期短,但补焊易被剥落,转轮需局部预热,易导致变形,使修复后的转轮叶片偏离原有流线型,造成效率略有降低。因此,东圳水电站拟采用氩弧焊加热喷镀工艺对 1# 和 3# 机组转轮进行空蚀损伤修复。

(收稿日期:1996-11-15)

(上接第 57 页)

a. 加强组织领导。由水电厂厂长、主管部门领导和总工负设和管理,在系统实施过程中遵循“统一领导,统一规划,统一建设,统一管理”的系统工程原则。

b. 加强观测数据的规范化建设。各大坝观测数据众多,目前许多情况下,由于人为的因素而造成的漏测、虚测、精度不符合要求的情况还很严重,对大坝安全的分析评判极为不利。

c. 加强业务合作。系统的开发建设必须与科研机构、大专院校合作,把管理业务和计算机技术紧密结合起来,建立系统,改进系统,完善系统。

d. 重视人才培训。各大坝电厂大都分布在比较偏僻的地方,计算机应用及专业人才比较缺乏,虽然目前计算机系统界面比较友好,直观易用,但为发挥其复杂而强大的处理能力仍然需要进行技术培训。

e. 在系统管理上要明确专人负责管理和维护,并有专项系统维护费用,以保证系统的日常运转、版本升级和系统功能扩展工作。

5 结 语

大坝安全管理要走出手工管理阶段,走向科学化的管理时代,必须加强安全管理信息系统的建设。作者根据福建省电力工业局的需求,采用 Client/Server 结构,开发了一套福建省大坝安全管理信息系统,在大坝安全管理信息系统的建设方面作了一点

探讨。该系统采用 Client/Server 结构,网络操作系统使用 NetWare,数据库管理系统采用 SYBASE,客户端操作系统采用 Windows 3.1 和中文之星,开发工具采用 PowerBuilder 3.0a 和 Visual C++ 1.0。大坝安全管理问题是一项错综复杂的问题,本文在大坝安全管理信息系统的建设方面作了一点探讨,如何进一步完善和发展大坝安全管理信息系统,还有待计算机技术人员和大坝安全管理人员进一步探讨。

参考文献

- 1 刘家鑫等. Novell 网技术概论. 南京:南京大学出版社, 1993. 130~139
- 2 史金松等. 关系数据库 ORACLE 系统及其应用. 南京: 河海大学出版社, 1991. 2~10
- 3 杨孝如. SYBASE 关系数据库——SQL Server. 北京: 国防工业出版社, 1995. 2~3

(收稿日期:1995-12-21)



祝讀者新年進步 萬事如意 2000