

火电厂汽机给水泵断轴原因分析及预防措施研究

贺秋云

四川广安发电有限责任公司

摘要: 火电厂给水泵是实现水循环的重要设备, 给水泵运行过程中的断轴事故影响较为严重, 直接造成给水泵的工作效率, 严重时可能会影响汽轮机的工作效率, 影响电厂的经济性。虽然断轴事故发生概率低, 但影响十分巨大。本文结合某电厂的断轴事件对断轴原因分析和预防措施进行介绍, 避免和减少断轴事故的发生, 保证机组安全稳定运行。

关键词: 火电厂; 给水泵; 断轴

一、引言

汽轮机给水泵是将经除氧处理的凝结水送至高压加热器, 经过加热后的热水进入锅炉, 从而产生蒸汽, 推动汽轮机做功, 产生电力资源。给水泵是电厂系统中的重要设备, 在给水泵的运行中, 给水泵断轴是一种比较少见的、影响较为严重的设备故障, 对于给水泵的影响是极为严重的, 严重影响整个机组的工作效率。本文结合实际电厂的运行情况, 对给水泵的断轴事故及原因分析进行分析介绍, 为相关的实践运行工作提供参考, 可以有效提升给水泵的稳定运行性。

二、设备基本情况概述

该电厂使用的汽机给水泵为双壳体多级卧式离心泵, 轴承的结构形式为瓦块式推动轴承和滑动轴承。在断轴事故发生之前, 给水泵的运行情况为其转速从4800r/min提升到6000r/min, 给水泵的电流也从430A增加至563A, 推力瓦的温度从68℃提升至220℃, 同时给水泵出现较为严重的振动情况。该给水泵的材质类型为马氏体沉淀硬化钢, 固溶处理后的室温组织类型为马氏体, 给水泵的力学强度见表1所示。

表1 泵轴材料力学性能表

17-4PH	抗拉强度 Rm/MPa	屈服强度 R _σ /MPa	伸长率 A/%	断面收缩率Z/%	硬度 (HB)
GB1221-92	≥930	≥725	≥16	≥50	≥277

三、汽机给水泵断轴原因分析

(一) 断口宏观形貌分析

给水泵轴从叶轮键槽处发生断裂成为两截, 断裂的部位形貌特征如图1所示, 对断裂处的形貌进行丈量, 该断裂处的直径为93mm, 断裂处的槽键上层宽度为12mm, 高度为33mm, 断裂处存在2处裂纹, 其长度和宽度分别为: 裂纹1, 长度45mm, 宽度12mm; 裂纹2, 长度30mm, 宽度5mm。

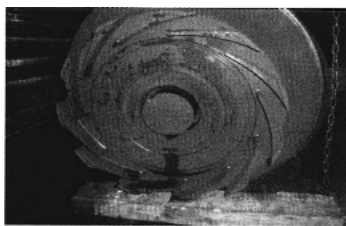


图1 给水泵断轴外观图

通过对断轴的断口截面进行分析判断, 该断层处没有塑形形变, 断面与轴几乎呈垂直状态, 基本为脆性断裂特性。通过分析, 可看出整个端面基本可以分为三个区域, 分别为疲劳源、裂纹扩展区、断裂区。断面部位的金属颜色基本一致, 无明显的色差, 基本无机械损伤和表面氧化情况。疲劳源位于泵轴键槽侧边及端角部位, 扩展区基本占据断裂区绝大部分面积, 断裂区为疲劳源对侧偏向逆旋转方向位置, 端面的疲劳源有明显的贝纹线, 且贝纹线呈凸起弧状向轴心逐渐拓展, 表明此部位承载了交变应力幅度变化或载荷停歇等, 最终断面有明显的平台, 且占据的面积相对较小, 表明轴无过载或者过过量比较小。

通过此分析, 可以判定引起给水泵断轴裂纹起始于轴键槽侧边应力集中部位, 整个断口为疲劳断裂特征, 断裂面与其平行的两条裂纹其深度均不深, 其外观均为轴表面向主断裂面倾斜发展, 可以判定为轴断裂后叶轮脱落时造成。

(二) 材质分析

使用便捷式荧光光谱仪设备对断轴的截面进行光谱分析, 通过结合轴原始材质特点和断轴的材质分析数据, 可以判断该断轴处的主要合金元素完全符合材质的标准化学成分范围要求, 即断轴处并未出现材质的腐蚀或材质变化情况。

(三) 硬度测试

使用硬度计对断轴的截面进行硬度分析测试, 通过结合轴原始材质特点和断轴的硬度数据, 可以判断该断轴处的硬度符合材质的标准范围要求, 即断轴处并未出现材质变化情况。

(四) 金相检测

金相检验是一种有效的材料检测方法, 可以通过显微观察, 测试判断材质在腐蚀条件下的材质病变情况, 另外通过对待测组织表面的组织结构进行显微镜像分析, 可以判断材质变化情况。具体操作如下:

1. 进行金相检查时, 需要利用角磨机对待测金相检验点进行打磨处理, 此过程需要对角磨机的工作状态进行确认, 以避免因角磨机的打磨造成对设备的不必要的损害, 影响金相检验的判断。
2. 在完成上述的角磨机打磨后, 需要利用特定的砂纸和金相砂纸对待检测点进行研磨和细打磨作业。
3. 完成打磨后, 需要利用腐蚀剂对待检测点进行腐蚀处理, 选择的依据是腐蚀剂的腐蚀效果和腐蚀性。
4. 利用光学显微镜对腐蚀点进行显微观察, 观察记录监测点的主要材质变化。
5. 进行现场拍照取证。
6. 对检测点进行复膜, 主要采取的复膜材料有有机玻璃片以及 AC 纸材料。

通过金相检测, 泵轴组织基本符合要求, 为回火马氏体与铁素体组织。未发现明显缺陷情况。

综合上述的分析测试结果, 可以得到如下结论:

给水泵断轴处的裂纹起源于键槽侧边应力集中部位, 泵轴处键槽与键的配合误差及局部的宏观和微观缺陷是导致裂纹产生和发展的重要原因, 在裂纹产生后, 在给水泵运行过程中, 裂纹在交变应力作用下, 裂纹从外表向周、径向不断拓展, 最终给水泵轴发生疲劳断裂。

通过对断轴处进行材质分析、硬度测试及金相测试, 可以看出断轴处的材质特性与实际材质特性相符, 并未出现材质的腐蚀情况。在金相测试中, 存在组织分布不均匀的情况, 部分铁素体呈现网状分布, 且组织内存在非金属夹杂物, 此情况与裂纹源的产生和发展也具有一定的影响。

四、预防汽机给水泵断轴的有效措施

- (一) 加强设备加工成本标准的验收, 对进厂原材料进行严格的入厂检测。
- (二) 停车检修阶段, 对给水泵的匝线进行动平衡维护处理, 避免在正常运行阶段产生振动。
- (三) 加强对运行过程中的给水泵进行巡检工作, 如果出现异常声响和振动及时进行处理维护, 保证设备正常运行。
- (四) 加强设备安装阶段的监督和检查验收力度, 对给水泵键槽与键之间的密合程度进行检查, 严格控制间隙误差。

五、结语

给水泵为电厂锅炉提供源源不断的循环水, 是电厂的重要组成部分。在给水泵运行过程中, 因某些原因可能会引发各种事故, 影响机组的运行情况。断轴事故是给水泵影响严重的事故之一, 本文结合实际电厂的断轴事故对断轴发生的原因进行分析介绍, 并对相应的应对预防措施进行分析, 以保证机组安全运行。

参考文献

- [1] 高业恒. 汽动给水泵断轴烧瓦故障原因分析及防范措施[J]. 安徽电力, 2016(3):5-9.
- [2] 张晓武, ZHANGXiao-wu. 循环水泵断轴原因分析及防范[J]. 包钢科技, 2013, 39(1):59-61.
- [3] 佚名. 汽轮机主油泵断轴事故原因分析及处理[J]. 浙江电力, 2018(7):106-109.