

浅谈 600MW 及以上大型火力发电厂 ——汽轮机轴系振动分析和处理措施

叶至钗

福建长沐生态工程技术有限公司, 福建 福州 350000

[摘要]在当下的火力发电厂承载国内电力主力的现状, 汽轮发电机组在运行的过程中, 一旦出现振动问题, 引发机组故障或停运, 就会导致对机组的整体运行安全造成严重的影响, 甚至对电网造成冲击。因此, 文章就基于某电厂的 660MW 机组汽轮机轴系振动进行分析, 同时提出相应的处理方式。

[关键词]火力发电; 汽轮机轴系; 振动故障分析; 振动成因

DOI: 10.33142/hst.v4i2.3759

中图分类号: TM621;TM73

文献标识码: A

Discussion on 600 MW and Above Large Thermal Power Plant ——Vibration Analysis and Treatment Measures of Steam Turbine Shafting

YE Zhichai

Fujian Changmu Ecological Engineering Technology Co., Ltd., Fuzhou, Fujian, 350000, China

Abstract: In the current situation of thermal power plants carrying the main power of domestic power, once the vibration problem occurs in the operation process of steam turbine generator unit, causing unit failure or shutdown, it will cause serious impact on the overall operation safety of the unit and even impact on the power grid. Therefore, this paper analyzes the vibration of 660MW turbine shafting based on a power plant and puts forward the corresponding treatment methods.

Keywords: thermal power generation; turbine shafting; vibration fault analysis; cause of vibration

引言

伴随着现代化城市的发展和建设, 使得火电厂的为了适应市场以及社会的需求, 都进行节能减排处理, 为提升火力发电的经济效益, 火电呈现出单机容量大、参数高、数量多等特征, 承担着国家发电领域主力军的角色, 机组运行的安全性、稳定性显得特别重要。

1 研究背景

在当下火电厂的发展中, 已经普遍的使用 600MW 的超临界和 660MW 超超临界的火力发电机组, 配套多缸多排汽的高温高压汽轮发电机组, 成为我国电力行业当中重要的设备类型。但是, 高参数汽轮发电机组发展和运行的过程中, 常出现很多机组轴系振动故障的问题, 不同程度的造成机组的稳定运行, 甚至出现飞车事故。对于轴系振动这种问题, 所引发的原因也相对比较零散, 包括质量不平衡、轴系不对称、承载力不足、蒸汽质量不合格、油质不合格等等, 均可能造成机组振动问题的出现, 从而影响机组的运行安全和质量。

当机组出现轴系振动故障, 会直接对发电企业以及电网造成了较大的经济损失, 对于社会而言, 也会造成较为严重影响。因此, 对 660MW 等级的汽轮机发电机组轴系振动的研究, 成为了火力发电安全运行技术的重要研究方向。本文就基于某电厂 660MW 超超临界机组的偶发振动故障进行原因分析, 并针对性采取措施进行处理以消除振动, 综合排除各类可能产生振动的因素后, 解决机组振动问题, 保障机组重新启动后能安全稳定的连续运行。

2 机组汽轮机振动问题查找

某火力发电厂, 1 号机组发生了较大的振动故障, 导致机组停运, 电厂结合设备故障, 于 2019 年进行了一次大修, 汽轮机结合大修进行了通流间隙的改造, 即为了降低汽耗提升机组效率, 对汽轮机低压缸的汽封进行更换, 采取零间隙技术进行全面改造。改造后, 编制了针对性的启动方案, 对机组进行了安全可控性的启机, 启机经历过四次不同的摩擦, 机组振动伴随转速提升而上涨, 但始终保持在规范允许的范围内, 并网后随负荷上升振动也升高, 最终顺利达到额定负荷运行。

机组启动过程中, 专业技术人员对汽轮发电机组进行了全面的检查、及检测, 对现场的轴系振动采取停针、仪器监测等手段对各关键部位进行过程监控, 确定振动的产生与临界转速和汽封间隙改造有关, 其他部位均正常。因此, 结合大修的数据, 分析大修前机组振动的原因, 在排除了蒸汽参数、主支撑轴承箱的刚度、对轮连接情况、油质和发电机磁力间隙等因素后, 重点对整个轴系的对称进行修前修后数据分析, 找到产生振动的原因是轴系质量不平衡。

3 机组振动故障问题分析

3.1 机组振动特征和原因分析

首先, 1 号机组的汽轮发电机组修前, 采取盘车检查轴瓦两侧间隙, 存在偏心问题, 但偏差在运行范围内。虽然大修为了降低汽耗进行的汽封间隙的改造, 间隙变小产生振动, 振动和修前机组的振动一样, 属于高频振动, 影响了对机组振动原因的分析, 但启机后未在其他部位找到振动源, 结合机组高频振动的特征, 判断振动源应为设备自身原因, 排除了管道系统的问题。

其次, 机组汽封改造后, 进过大修处理, 重新启机达到额定负荷运转时, 振动良好, 判断机组经历大修消除了振动的原因。

机组发生振动前, 因涉网技规要求, 机组进行了一次甩负荷试验, 试验后, 虽然机组也成功的并网带负荷运行, 在一定时间内没有产生振动问题, 但机组甩负荷对系统设备及轴系的连接情况产生了影响, 随着时间的延长, 问题叠加并出现的振动问题。

因此, 在对机组进行了详细的分析后发现, 出现的振动问题, 是机组甩负荷后造成振动源产生并随时间增长不断累积出现了问题, 在检查轴承箱、轴位移等情况后, 将振动源集中在了轴系上。

3.2 机组振动原理及影响

火力发电厂汽轮发电机组结构, 其轴系主要高中压转子-低压转子-发电机转子和励磁机转子组成, 各连接处采取靠背轮刚性连接, 机组运行时, 不同转子的靠背轮承担了不同的扭矩。当机组达到额定转速, 负荷稳定情况下, 转子形成一定的惯性, 每个联结处的扭矩的增加量就与负荷的增减量形成正比关系, 而机组进行甩负荷, 相当于整个轴系的承力在瞬间释放, 产生反向作用力, 作用在连接螺栓上, 可能出现了偏心、磨损, 甚至出现转子的高速转, 可能导致飞车事故。

因此, 通常机组甩负荷后, 要对机组特别是汽轮机发电机组的各部位进行详细检查, 确认没有存在安全隐患后, 方可重新启机。

在对本机组的检修数据检查后, 发现低发转子靠背轮的连接螺栓出现了碰损, 检修单位更换了连接螺栓, 对整个轴系的靠背轮螺栓进行了称重检查, 为配合振动分析, 轴系也进行的动平衡试验, 确认新修轴系未存在不平衡问题, 同时, 对更换下来的螺栓进行称重对比, 发现原连接螺栓偏轻。因此, 初步确定机组修前的振动原因是前期检修机组低发转子靠背轮螺栓连接的紧力不规范, 在机组甩负荷后造成连接螺栓磨损, 从而导致轴系存在不平衡引发机组振动。

4 机组振动处理

针对 1 号机组修前存在引发振动的问题的分析, 在机组大修期间, 编制了较为全面的振动源检查的技术方案, 同时结合机组进行汽封改造, 可能影响对机组修前振动源分析和判断, 编制针对性的措施, 在排除所有可能导致振动问题的因素后, 对低发转子靠背轮进行修复, 连接螺栓进行更换以及整个轴系进行动平衡试验, 以确认所有设备技术参数都满足机组运行规范。

在确认除汽封间隙小的因素外没有其他可能导致机组振动问题后, 机组修后启动, 对汽封间隙进行摩擦试验, 观察机组的振动情况, 对在启机过程的临界转速、负荷可能引发振动飞升也做了应急预案, 判断正常启机和升负荷存在振动上升的情况, 特别汽封改造后摩擦启机可能导致的后果做了充分的准备和应急措施。

在机组达到额定转速观察机组空负荷振动情况良好, 机组并网, 达到额定负荷后机组振动情况良好, 从而确认导致修前机组振动的原因是机组甩负荷后引发轴系部件磨损产生质量不平衡, 整个振动源检查、分析、检修、处理均按技术方案和程序进行, 达到可控状态, 机组重启后运行安全稳定。

5 振动问题总结

本文所举例的某火电厂的汽轮机组的振动问题, 引发大家思考的问题有:

首先, 汽轮发电机组轴系振动原因很多, 但其振动源相对分散, 无法主观判断, 需要对振动的频次初步分析, 确

定振动源来自设备或系统。

其次, 机组进行大修后并网, 涉网试验要慎重进行甩负荷试验, 甩负荷试验后应组织技术力量对甩负荷后的设备各个部位必须进行详细的检查, 为全面检查确认设备和系统的完善性不轻易启机运行, 以免发生安全问题。

再者, 机组振动出现的过程通常不会是突发, 在机组运行过程中, 除了严格执行机组运行巡查制度外, 可以考虑采取新技术增设监测设施, 加强过程分析和监控, 以保证汽轮发电机组运行安全。

6 总结

综上所述, 针对火力发电 600MW 及以上汽轮发电机组, 在运行过程中的轴系振动问题应加以重视, 振动故障的产生引发机组停运, 影响大。对振动的分析需要从专业技术角度去分析和处理, 结合实际情况, 充分掌握振动原理技术, 更适合采取排除法去寻找振动源, 可通过一定可控的试错办法找到振动问题并针对性的解决, 同时要加强过程技术监测和管理, 保障设备的安全稳定运行。

[参考文献]

- [1] 安宏文. 大容量火电机组调峰运行的轴系振动特性分析[D]. 北京: 华北电力大学, 2014.
 - [2] 张亚平. 某 300MW 汽轮机轴系振动问题分析及处理[J]. 东方电气评论, 2009, 23(3): 17-19.
 - [3] 马俊杰. 全国发电机组技术协作会. 全国火电大机组(300MW 级)竞赛第 38 届年会论文集[C]. 全国发电机组技术协作会: 中国电力企业联合会科技开发服务中心, 2009.
 - [4] 王胜捷. 国华准格尔电厂 2 号汽轮机轴系振动原因分析及处理[J]. 热力发电, 2006(4): 35-37.
- 作者简介: 叶至钊 (1978. 10-), 工作单位: 福建长沐生态工程技术有限公司, 职位: 副总经理, 毕业学校: 西南交通大学。