

汽轮机故障维修的实例研究

王 强

(山西潞安天脊机械设备制造有限公司, 山西 长治 047500)

摘 要:为了消除汽轮机的异常振动问题,在对汽轮机基本结构进行简单概述的基础上,分析了导致汽轮机异常振动的三方面主要原因,并归纳总结了导致异常振动的故障与振动信号频谱和参数特征之间的关系,最后通过实例验证了汽轮机的故障维修效果。

关键词:汽轮机 异常振动 频谱信号 敏感参数 主推力瓦

中图分类号:TK268

文献标识码:A

文章编号:1003-773X(2023)05-0229-02

引言

汽轮机属于大型工业设备,其主要工作原理为在高速旋转的作用下高温、高压蒸汽的热能和压力能转化为机械能,进而驱动发电机、压缩机以及空压机等设备。汽轮机在实际运行过程中会不可避免地产生振动现象。但是,由于汽轮机腐蚀磨损、操作不规范以及加工装配误差等原因还会导致其出现异常振动^[1-5]。因此,基于对汽轮机振动信息的采集,判断其故障类型和位置,对于其实现快速高效维修具有重要意义。

1 汽轮机概述

汽轮机作为将高压高温蒸汽热能转化为机械能的设备,具有输出功率大、效率高、结构简单以及运行平稳等优势。一般情况下,汽轮机在规定范围内的振动不会对机组造成严重的影响;但是,当汽轮机的振动超过阈值时会导致机组连锁停机,不仅会出现恶劣事故的发生,而且会影响生产效率。

简单的讲,汽轮机的基本结构如图 1 所示。

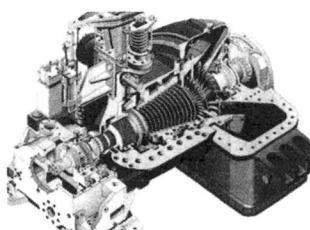


图 1 汽轮机基本结构示意图

由图 1 可知,汽轮机的主要结构包括前后轴承座、转子、调节气阀、气缸、动叶片、静叶片以及速关阀等。本文主要通过对汽轮机异常振动信号的监测判断其故障。一般情况下,汽轮机的异常振动主要包括以下三方面:

1)汽轮机转子出现异常振动,从而引发机组出现摩擦抖动、摩擦涡动以及转子热弯曲等故障。

2)由于汽轮机的油膜出现振荡、涡动,导致机组出现异常振动,其不仅会影响转子的使用寿命,甚至还会造成油膜损害,进而诱发轴瓦磨损和烧瓦的事故。

3)由于汽轮机机组安装所导致设备中的机械零部件存在偏差,强制运行会造成非常严重的后果,而且维修时还需要消耗大量的人力、物力和财力。

2 汽轮机振动信号与故障的关系

不同类型故障所引发的异常振动信号均有其独特的特征,常见的振动特征包括异响、1 倍频高以及振动值快速增加等;此外,还包括罕见的 0.5 倍频高和椭圆形波形图等特征。因此,对汽轮机振动信号进行归纳总结,对于准确判断汽轮机故障类型和发生故障的位置尤其重要。

2.1 基于频谱特征判断故障类型

通过对不同异常振动信号的积累,并将其与故障进行一一对应得出,基于振动信号频谱特征的故障类型,具体如表 1 所示。

表 1 振动信号频谱特征与故障之间的关系

频谱特征	故障类型及原因
0.5 倍频谱	由于油膜故障所引起的异常振动
1 倍频谱	主要由于机组较差的动平衡、动静瓦片摩擦、转子出现弯曲、转子表面有裂纹和缺陷、轴承瓦枕出现松动等
2 倍频谱	由于机组的对中数据偏差严重
3 倍、4 倍、5 倍频谱	主要由于汽轮机机组的设备安装基础较差所导致
10 倍频谱以上	一般由于机组的轴承出现问题

2.2 基于敏感参数判断故障类型

汽轮机在实际运行过程中,其转速、负荷、进排气参数等均是考核其工作性能的关键。实践表明,基于上述敏感参数出现的异常数值可判断出汽轮机对应的故障类型。总结如下:

1)当汽轮机的转速增大时,对应的振动也剧烈,导致其转速增大的主要原因包括动静瓦片出现摩擦、安装基础不合理以及对中数据偏差严重等。

2)当汽轮机的负荷增大时,对应的振动明显剧烈,导致其负荷增大的主要原因包括所驱动的设备本身有问题;此外,汽轮机机组的联轴器也存在问题。

收稿日期:2023-03-27

作者简介:王强(1989—),男,山西沁县人,毕业于电子科技大学,本科,工程师,研究方向为机械制造维修类。

3)当汽轮机的进排气参数增大时,对应的振动会明显剧烈,导致进排气参数增大的主要原因与机组转子出现弯曲、叶片出现积水等相关。

3 汽轮机故障维修实例研究

本文将结合实践生产中发现的汽轮机的故障进行维修。

3.1 汽轮机推力瓦腐蚀故障的维修

实践表明,当汽轮机的推力瓦腐蚀严重会引发机组的推力间隙出现改变,进而诱发汽轮机机组出现较为剧烈的异常振动。

针对此问题,以 N45-1 型汽轮机为例,其对应的进气压力为 1 MPa,进气温度为 210 ℃,额定运行功率为 44 500 kW。在实践生产中发现,该型汽轮机的轴位移增大,最大达到 0.438 mm,主推力瓦的温度也不断升高,最高升高值 98.4 ℃。而且,现场检查发现,汽轮机机组的副推力瓦无磨损,而主推力瓦出现了较为严重的磨损,其中主推力瓦进油一次的磨损相对于出油一次的磨损较小。进一步分析,主推力瓦上的磨损属于电腐蚀现象。

针对上述问题,在汽轮机机组前轴承和后轴承的位置安装挡油环,并在每个挡油环上外接一个接地的碳刷。

基于上述措施维修后,在试运行的 3 个月的时间内,汽轮机机组再未出现过轴位移增大和推力瓦温度超标的问题。

3.2 汽轮机安装基础故障的维修

某小型背压机组在实际运行中发现,随着转机转速的增加对应机组右侧的振动越发严重,而且机组的振动情况与转速呈正比。针对上述情况,维修人员做了一系列的试验和检查:通过现场测量,排除汽轮机出现顶缸的现象,排除存在外部应力拉跑汽轮机的现象;采用听诊方式对汽轮机前后气密封的声音进行诊断,发现机组内部既不存在杂音,也无刮擦现象;对汽轮机转子与气缸的中心参数进行复检,发现汽轮机机组中心参数合格且瓦间隙满足标准要求。

通过复检可知,汽轮机机组本身并未出现故障,加上该汽轮机安装时并未设定独立的底盘。因此,初步确定为由于外部因素导致汽轮机运行期间出现异常振动。

针对上述问题,为汽轮机机组安装基础设定独立底盘,并保证轴承座与垫块、垫块与垫块之间的间隙满足标准要求(小于 0.03 mm)。采取上述措施改造后,汽轮机右侧的振动明显减弱,而且随着转速的提升振动情况未加剧,达到了维修的目的。

4 结论

汽轮机为工业生产中不可或缺的设备,其将高温高压的蒸汽能转化为机械能,实现对电动机、压缩机等设备的驱动。在实际运行中,由于其内部和外在因素导致汽轮机出现异常振动现象,不仅会导致机组意外停机,而且会影响机组的寿命。本文基于汽轮机振动信号频谱特征归纳总结出对应的故障类型,并开展了汽轮机故障维修的实例研究。总结如下:

1)摩擦抖动、摩擦涡动以及转子热弯曲、油膜出现振荡等是导致汽轮机异常振动的主要内在因素,安装基础不合理是主要外在因素。

2)实例表明,针对汽轮机主推力瓦出现电腐蚀现象,可通过在前轴承和后轴承的位置安装挡油环解决;针对汽轮机随转速提升振动愈发剧烈的情况,在复检无误的基础上,主要是由于其安装基础不合理所导致的。

参考文献

[1] 叶军.基于 Vague 集相似度量的汽轮机故障诊断的研究[J].中国电机工程学报,2006,26(1):16-20.
[2] 牛培峰,张君,邹刚.小波分析技术在汽轮机故障诊断中的应用研究[J].仪器仪表学报,2007(1):189-192.
[3] 张栋梁,汪刘峰,洪勤勤,等.基于模糊贝叶斯网络的汽轮机故障诊断研究[J].计算机仿真,2022,39(7):476-481.
[4] 刘峻华,黄树红,陆继东.汽轮机故障诊断技术的发展与展望[J].汽轮机技术,2000(1):1-6.
[5] 王学厚,张楠,董泽.基于模糊聚类分析的汽轮机振动故障自动诊断研究[J].华北电力大学学报(自然科学版),2008(2):57-60.

(编辑:李俊慧)

Case Study on Turbine Fault Maintenance

Wang Qiang

(Shanxi Lu'an Tianji Machinery Equipment Manufacturing Co., Ltd., Changzhi Shanxi 047500)

Abstract: In order to eliminate the problem of abnormal vibration of steam turbines, based on a brief overview of the basic structure of the steam turbine, three main reasons for abnormal vibration of the steam turbine were analyzed, and the relationship between the faults that cause abnormal vibration and the vibration signal spectrum and parameter characteristics was summarized. Finally, the fault maintenance effect of the steam turbine was verified through examples.

Key words: steam turbine; abnormal vibration; spectrum signal; sensitive parameters; main thrust pad